



# 中国科学院大学第二届格致论坛

## 获奖论文汇编

格博  
物学  
明德  
志

格致

主办单位：中国科学院大学 人文学院

2013年3月·北京

# 中国科学院大学格致论坛

## 学术委员会

主任：任定成 教授（中国科学院大学人文学院）

副主任：孙小淳 研究员（中国科学院自然科学史研究所）

李 纾 研究员（中国科学院心理研究所）

委员：胡耀武教授（人文学院） 李顺德教授（人文学院）

胡新和教授（人文学院） 尚智丛教授（人文学院）

教授（人文学院） 肖显静教授（人文学院）

胡志强教授（人文学院） 王大洲教授（人文学院）

张增一教授（人文学院）

## 程序委员会

主任：尚智丛 教授（中国科学院大学人文学院）

副主任：袁江洋 研究员（中国科学院自然科学史研究所）

杨光巨 处长（中国科学院心理研究所）

委员：张 举（人文学院） 张颖建（人文学院） 李 斌（人

文学院）

## 中国科学院大学第二届格致论坛

## 获奖名单

奖项	姓名	单位	论文题目
一等奖	侯亮亮	中国科学院大学人文学院 科技史与科技考古系	鄯鄯遗址动物骨的 C、N 稳定同位素分析 ——先商文化时期家畜饲养方式初探
	晋世翔	北京大学哲学系	中世纪光学思想史的两编史纲领
	李国强	中国科学院自然科学史研究所	新仪象法要星图观测年代探讨
	殷宗萍	中国科学院大学人文学院 法律与知识产权系	专利侵权赔偿数额标准初探
二等奖	陈仕丹	中国科学院自然科学史研究所	“硝石复原”实验与波义耳微粒论的建立
	李媛媛	中国科学院大学人文学院 法律与知识产权系	论我国地名资源商业化利用及其合理规 制
	任安波	中国科学院大学人文学院科学 哲学与科学社会学系	论丹皮尔的科学中心及其转移思想
	宋西雷	中共江苏省委党校	基层党组织在农民经济合作组织形成和 发展过程中发挥的作用研究
	杨萌	中国科学院大学人文学院 公共管理与科技政策系	科技政策的文化分析——公民认识论的 兴起与发展
三等奖	毕丞	中国科学院大学人文学院 科学哲学与科学社会学系	近现代农业技术变革的哲学思考
	毕丹丹	中国科学院 心理研究所	颜色信息对物体识别作用的方法研究及 其理论探讨
	陈沐	中国科学院自然科学史研究所	对中国当代生态学发展的四点历史反思
	董阳	中国科学院大学人文学院 公共管理与科技政策系	区域经济发展与环境保护协调机制研究
	范思璐	中国科学院大学人文学院 科学哲学与科学社会学系	试析秉志对于中国人“国民性”的认识
	何菁	东南大学	工程伦理生成的道德哲学分析
	田宪策	中国科学院大学人文学院 法律与知识产权系	P2P 在线视频点播软件与影视作品著作 权保护问题的探讨
	王慧斌	中国科学院大学人文学院 科学哲学与科学社会学系	晚清归纳逻辑入华研究评述
	闫文锋	中国科学院大学人文学院 法律与知识产权系	基于专利信息传播视角的专利制度设计
	张佳静	中国科学院自然科学史研究所	墨卡托投影在晚清的应用与传播

# 目 录

鄯鄯遗址动物骨的 C、N 稳定同位素分析 .....	1 -
中世纪光学思想史的两编史纲领 .....	13 -
《新仪象法要》星图观测年代研究 .....	38 -
专利侵权损害赔偿数额标准初探 .....	77 -
“硝石复原”实验与波义耳微粒论的建立 .....	89 -
论我国地名资源商业化利用及其合理规制 .....	100 -
丹皮尔的科学中心及其转移思想 .....	112 -
基层党组织在农民经济合作组织形成和发展过程中发挥的作用研究 .....	122 -
科技政策的文化分析 .....	128 -
近现代农业技术变革的哲学思考 .....	141 -
颜色信息对物体识别作用的方法研究及其理论探讨 .....	149 -
对中国当代生态学发展的四点历史反思 .....	156 -
区域经济发展与环境保护协调机制研究 .....	169 -
试析秉志对于中国人“国民性”的认识 .....	201 -
工程伦理生成的道德哲学分析 .....	209 -
P2P 在线视频点播软件与影视作品著作权保护问题的探讨 .....	215 -
晚清归纳逻辑入华研究评述 .....	225 -
基于专利信息传播视角的专利制度设计 .....	235 -
墨卡托投影在晚清的应用与传播 .....	242 -

# 鄣邓遗址动物骨的 C、N 稳定同位素分析

## ——先商文化时期家畜饲养方式初探

侯亮亮 李素婷 胡耀武

**摘要：**发轫于河北中部地区的先商文化，在南迁过程中逐渐与中原当地的考古学文化发生交流和融合，并发展壮大从而建立商朝。系统探索先商文化家畜的饲养方式、不同家畜对先民肉食资源的贡献以及与中原地区考古学文化在家畜饲养方式上的异同，可望为探索商族崛起之谜及与中原地区文化的承继性提供重要的借鉴。河南安阳鄣邓遗址兽骨的C、N稳定同位素分析显示：猪、狗和牛的 $\delta^{13}\text{C}$ 值（ $-7.6\pm 1.3\text{‰}$ 、 $-7.6\pm 0.9\text{‰}$ 、 $-9.7\pm 3.4\text{‰}$ ）较高，主要以 $\text{C}_4$ 类（粟类的副产品等）为食；而羊的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值（ $-15.4\pm 2.7\text{‰}$ ）较低，则以 $\text{C}_3$ 类（野生草本植物等）为主。显然，不同家畜食物来源的差异，与先商先民采取的不同饲养方式密切相关。家畜与先民（鄣邓和刘庄遗址）同位素数据的比较分析表明，猪、狗、牛皆有可能为先民的主要肉食来源，而羊则可能被另作他用。此外，鄣邓遗址与中原地区若干遗址家畜的稳定同位素分析还显示，先商先民保持了中原地区猪、狗的传统饲养方式，即依赖旱作农业和人类的残羹冷炙来饲喂猪和狗；牛、羊的饲养，虽依然遵循了引入初期所创建的饲养方式，即以旱作农业的副产品（茎、秆、叶等）喂食牛而以野生植物放养羊，但表现出越来越依赖于旱作农业的趋势。

**关键词：**鄣邓遗址，先商文化，C、N稳定同位素，饲养方式

**作者：**侯亮亮，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士研究生（北京 100044）；李素婷河南省文物考古研究所研究员（郑州 450000）；胡耀武中国科学院研究生院科技史与科技考古系教授（北京 100049）

动物的驯化、管理及饲养，不仅为先民提供了稳定的肉食资源，也标志着人类社会的不断进步和发展。系统探索家畜管理和饲养方式的演变，有助于深入认识我国文明的起源及社会的发展规律。尤其在中华文明起源的中原地区，其研究之重要性更是不言而喻。

距今10000多年至8000年左右，先民主要以采集渔猎为生，野生动植物是先民最重要的食物来源，但先民业已开始有意识地驯化野生动物<sup>①</sup>，如：在河南舞阳贾湖遗址发现了最早驯化的家猪和家犬<sup>②</sup>，并出现用家猪和家犬祭祀、随葬的现象<sup>①</sup>。此外，贾湖遗址、山东济南

① 袁靖：《中国古代家养动物的动物考古学研究》，《第四纪研究》2010年第2期。

② 罗运兵，张居中：《河南舞阳县贾湖遗址出土猪骨的再研究》，《考古》2008年第1期。Yuan Jing, et al. 2008. Livestock in ancient China: An archaeological perspective. In: Sanchez-Mazas, et al, (Eds.), *Past Human Migrations in East Asia: Matching Archaeology*.

月庄遗址的家猪和先民的C、N稳定同位素数据显示<sup>②</sup>，先民已利用原始农业的副产品饲喂驯化的猪，家猪与先民在食物结构上表现出明显的相关性。

距今8000多年至5500年，中原地区旱作农业（粟和黍），得到了迅速发展，家畜的饲养，也越来越普遍，逐渐成为先民主要的肉食来源<sup>③</sup>。与家犬及其它野生动物相比，家猪的比例和绝对数量都明显增多，比例高达70-80%，表明其成为先民主要的饲养对象<sup>④</sup>。例如，河北武安磁山遗址<sup>⑤</sup>、河南浍池班村遗址<sup>⑥</sup>、陕西临潼姜寨<sup>⑦</sup>、西安半坡<sup>⑧</sup>、华县元君庙<sup>⑨</sup>等遗址，都发现了大量家猪的骨骸，而圈栏遗迹的发现，则暗示家猪很有可能以圈养为主。这段时间内的家猪和家犬，均具有较高的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值，与先民的食物结构十分类似，表明先民业已给它们饲喂大量的残羹冷炙，与先民的关系极为密切<sup>⑩</sup>。

距今5500多年至3500年左右，农业和畜牧业得到了进一步发展，成为先民最重要的生活方式，大大推动了文明的演进进程<sup>⑪</sup>。作为家畜的黄牛和绵羊，在中原地区开始出现，家马也由境外传入了我国<sup>⑫</sup>。先民和相应动物的食谱分析显示<sup>⑬</sup>，传统的家畜——家猪和家犬，其饲养方式基本未变，而新引入的黄牛和绵羊，其饲喂方式上出现了明显的差异，如：牛主要以旱作农业的副产品（茎、秆、叶等）为食，羊则主要以野生植物为食。由此，我国

*Linguistics and genetics*. Routledge, London, 84-104. 袁靖：《中国新石器时代家畜起源的问题》，《文物》2001年第5期。

① 河南省文物考古研究所编著：《舞阳贾湖》，北京：科学出版社，1999年，第973页。北京大学考古文博学院、中国国家博物馆编：《中国新石器时代用猪祭祀及随葬的研究》，见《俞伟超先生纪念文集·学术卷》，北京：文物出版社，2009年，第175-192页。

② 罗运兵：《中国古代家猪研究》，北京：中国社会科学院博士学位论文，2007年，第90-92页。胡耀武等：《贾湖遗址人骨的稳定同位素分析》，《中国科学D辑：地球科学》2007年第1期。胡耀武等：《利用C、N稳定同位素分析法鉴别家猪与野猪的初步尝试》，《中国科学D辑：地球科学》2008年第6期。

③ 王星光，徐栩：《新石器时代粟稻混作区初探》，《中国农史》2003年第3期。

④ 罗运兵：《中国古代家猪研究》，北京：中国社会科学院博士学位论文，2007年，第90-92页。

⑤ 河北省文物管理处等：《河北武安磁山遗址》，《考古学报》1981年第3期。

⑥ 袁靖：《论中国新石器时代居民获取肉食资源的方式》，《考古学报》1999年第1期。

⑦ 西安半坡博物馆等：《姜寨》，北京：文物出版社，1988年，第50-51页。

⑧ 中国社科院考古研究所等：《西安半坡》，北京：文物出版社，1963年，第48-49页。

⑨ 北京大学历史系考古教研室：《元君庙仰韶墓地》，北京：文物出版社，1983年，第43页。

⑩ Pechenkina, E.A., et al., Reconstructing northern Chinese Neolithic subsistence practices by isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 2005, 32(8): 1176-1189. 管理等：《陕北靖边五庄果梁动物骨的C和N稳定同位素分析》，《第四纪研究》2008年第28卷第6期。

⑪ 陈文华：《中国农业通史——夏、商、西周、春秋卷》，北京：中国农业出版社，2007年，第34-43页。

⑫ 袁靖：《中国古代家养动物的动物考古学研究》，《第四纪研究》2010年第2期。袁靖等：《公元前2500年-公元前1500年中原地区动物考古学研究——以陶寺、王城岗、新砦和二里头遗址为例》，见《科技考古(第2辑)》，北京：科学出版社，2007年，第35-40页。

⑬ 吴小红等：《河南新砦遗址人、猪食物结构与农业形态和家猪驯养的稳定同位素证据》，见《科技考古(第2辑)》，北京：科学出版社，2007年，第49-58页。张雪莲等：《二里头遗址、陶寺遗址部分人骨碳十三、氮十五分析》，见《科技考古(第2辑)》，北京：科学出版社，2007年，第41-48页。陈相龙等：《陶寺遗址家畜饲养方式初探：来自C、N稳定同位素的证据》，《考古》2012年第9期。

中原地区家畜饲养方式的基本格局得以确立。

先商文化又称下七垣文化，是“在商汤灭夏之前，由商族人为主体所建立的物质文化”，该文化在空间上从北向南发展的，主要分布于豫北冀中南地区，明显不同于中原地区当地考古学文化<sup>①</sup>。先商文化时期（约1750BC~1600BC，即二里头二期早段至商汤灭夏）<sup>②</sup>，家畜的饲养已成为商族先民生活方式的重要组成部分<sup>③</sup>。考古资料显示<sup>④</sup>，几乎所有先商时期的遗址均出土了较多家畜的骨骼，猪、牛、羊占绝对优势，表明这些家畜已普遍饲养。此外，历史文献中，也出现了饲养家畜（马<sup>⑤</sup>、牛和羊）的相关记载。如《管子·轻重戊》：“殷人之王，立皂牢，服牛马”；《世本·作篇》：“相土作乘马，亥作服牛”等。值得一提的是，文献中出现的“皂牢”和“曹圉”，表明此时已出现了专门圈养牲畜的食槽和围栏及从事圈养牲畜的专职人员<sup>⑥</sup>。

纵观以上先商文化家畜饲养的研究，不难看出，研究中的一些关键问题，如各家畜的管理和饲养方式、各家畜的饲养与农业及先民间的相互联系、先商的家畜饲养方式与中原当地考古学文化家畜饲养方式的异同，仍然缺乏深入探讨。

河南省安阳县曲沟镇鄆邓村南的鄆邓遗址，是先商时期一个重要遗址，出土了极其丰富的动物骨骼，以猪、牛、羊等为主<sup>⑦</sup>。本文拟通过该遗址出土动物骨骼的C、N稳定同位素分析，在揭示它们食物结构的基础上，结合刘庄先商文化遗址先民的食物结构分析<sup>⑧</sup>，探索该阶段诸家畜的饲养方式及其对先民生业模式的影响，并通过与中原地区相应考古学文化家畜饲养方式的比较尝试探讨家畜饲养对先商社会发展的作用。

## 1. 材料与方法

### 1.1. 样品选择

实验所用骨样均采自鄆邓遗址。动物骨样包括：猪19例、狗4例、羊13例、牛13例，共

① 邹衡：《试论夏文化》，见《夏商周考古学论文集》，北京：文物出版社，1980年，第95-182页。李伯谦：《先商文化探索》，见《庆祝苏秉琦考古五十五年论文集》，北京：文物出版社，1989年，第280-293页。

② 邹衡：《试论夏文化》，见《夏商周考古学论文集》，北京：文物出版社，1980年，第95-182页。李伯谦：《先商文化探索》，见《庆祝苏秉琦考古五十五年论文集》，北京：文物出版社，1989年，第280-293页。胡宝华：《下七垣文化分期研究》，长春：吉林大学硕士学位论文，2007年，第29-30页。王立新、胡保华：《试论下七垣文化的南下》，见《考古学研究（八）——邹衡先生逝世五周年纪念文集》，北京：科学出版社，2011年，第179-193页。胡保华、王立新：《试论下七垣文化的类型与分期》，见《早期夏文化与先商文化研究论文集》，北京：科学出版社，2012年，第296-322页。

③ 陈文华：《中国农业通史——夏、商、西周、春秋卷》，北京：中国农业出版社，2007年，第34-43页。

④ 侯彦峰等：《安阳鄆邓遗址动物资源的获取与利用》，《中原文物》2009年第5期。另据笔者获取的四处先商文化遗址（邯鄆河北村（飞机场）、槐树屯、滏阳营和石家庄赞皇南马村）的动物骨样，由社科院考古研究所吕鹏博士鉴定和分析后，所取得的阶段性成果。

⑤ 目前，先商时期是否有马的饲养，尚缺乏明确的动物考古证据和测年数据，故在本文不作讨论。

⑥ 朱彦民：《商族的起源、迁徙与发展》，北京：商务印书馆，2007年，第383-384页。

⑦ 侯彦峰等：《安阳鄆邓遗址动物资源的获取与利用》，《中原文物》2009年第5期。

⑧ Hou, L.L., et al., Stable isotope analysis of humans from Liuzhuang site: implications for understanding subsistence patterns of Proto-Shang Culture people. *Journal of Archaeological Science*, Submitted.

49例。由于该遗址先商时期的人骨较少，仅取得1例人骨。样品的详细情况，如表一所示。

表1 鄆邓遗址动物骨的种属、出土单位、取样部位及各项测试数据（?：表示无法鉴定取样的部位）

标号	单位	种属	取样部位	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$	C%	N%	C:N	骨胶原提取率(%)
D1	T9 H7	狗( <i>Canis</i> )	左侧下颌骨	-7.6	7.6	34.7	12.9	3.1	3.1
D2	T01310 H21:8	狗( <i>Canis</i> )	左侧肱骨远端	-8.8	6.7	39.4	14.5	3.2	5.4
D3	T10 H22:49	狗( <i>Canis</i> )	左侧桡骨近端	-6.7	7.3	38.9	14.3	3.2	3.3
D4	T17 H68:10	狗( <i>Canis</i> )	左侧胫骨骨干	-7.4	7.7	38.9	14.3	3.2	1.3
S1	T9 H18:146	羊( <i>Caprinae</i> )	右侧胫骨远端	-14.2	8.4	39.9	14.6	3.2	4.0
S2	T01310 H21:11	羊( <i>Caprinae</i> )	右侧胫骨远端	-16.3	6.6	39.1	14.5	3.2	2.3
S3	T23 H42:2	羊( <i>Caprinae</i> )	左侧胫骨远端	-17.1	8.7	40.9	15.0	3.2	3.6
S4	T12 H44:5	羊( <i>Caprinae</i> )	右侧胫骨远端	-10.7	7.4	37.6	14.2	3.1	1.3
S5	T20 H89	羊( <i>Caprinae</i> )	右侧盆骨髌白	-13.1	8.0	37.2	14.0	3.1	1.4
S6	T17 H86:34	羊( <i>Caprinae</i> )	右侧桡骨骨干	-13.8	8.5	42.0	15.3	3.2	7.2
S7	T13 H69:11	羊( <i>Caprinae</i> )	跖骨骨干	-21.4	7.1	41.0	15.1	3.2	4.5
S8	T01310 H21:34	羊( <i>Caprinae</i> )	右侧桡骨骨干	-15.8	6.3	43.6	16.0	3.2	6.1
S9	T01310 T21H64	羊( <i>Caprinae</i> )	跖骨骨干	-15.1	5.8	39.7	14.6	3.2	3.7
S10	T13 H69:17	羊( <i>Caprinae</i> )	右侧胫骨远端	-19.0	8.3	42.1	15.2	3.2	1.5
S11	T14 H50:25	羊( <i>Caprinae</i> )	右侧炮骨	-13.9	8.2	39.8	14.5	3.2	2.0
S12	T19 H47:1	羊( <i>Caprinae</i> )	胫骨骨干	-15.2	10.2	40.5	14.8	3.2	3.5
S13	T10 H22:47	羊( <i>Caprinae</i> )	左侧掌骨近端	-14.1	6.9	43.8	16.0	3.2	6.9
P1	T4 H1:2	猪( <i>Sus</i> )	左侧肩胛骨	-6.5	7.7	38.5	14.5	3.1	1.9
P2	T4 H2:2	猪( <i>Sus</i> )	右侧尺骨近端	-8.8	7.1	39.7	14.6	3.2	2.9
P3	T10 H17:1	猪( <i>Sus</i> )	左侧胫骨近端	-7.1	7.6	40.6	14.8	3.2	2.6
P4	T9 H18:39	猪( <i>Sus</i> )	右侧胫骨远端	-9.2	7.8	40.8	14.7	3.3	1.4
P5	T10 H22:9	猪( <i>Sus</i> )	左侧尺骨骨干	-6.9	7.1	41.0	15.2	3.1	1.7
P6	T13 H27:4	猪( <i>Sus</i> )	右侧肱骨远端	-11.2	7.9	40.0	14.9	3.1	0.9
P7	T13 H35:8	猪( <i>Sus</i> )	左侧胫骨远端	-6.8	7.5	43.4	15.8	3.2	6.1
P8	T13 H70:4	猪( <i>Sus</i> )	左侧肱骨远端	-9.1	7.7	40.3	14.8	3.2	1.4
P9	T17 H86:25	猪( <i>Sus</i> )	右侧肩胛骨	-6.5	8.1	41.8	15.2	3.2	3.2
P10	T9 H11:153	猪( <i>Sus</i> )	右侧桡骨远端	-6.4	7.4	42.4	15.7	3.2	3.2
P11	T9 H18:88	猪( <i>Sus</i> )	左侧跟骨骨干	-8.8	8.0	41.0	15.0	3.2	1.9
P12	T3 H32:4	猪( <i>Sus</i> )	左侧肱骨骨干	-8.0	6.6	43.0	15.7	3.2	4.6
P13	T9 H7:4	猪( <i>Sus</i> )	右侧桡骨骨干(两端未愈合)	-6.6	8.4	42.5	15.6	3.2	3.9
P14	T22 H69	猪( <i>Sus</i> )	头骨碎块	-6.9	8.3	38.4	14.4	3.1	0.6
P15	T9 H4:4	猪( <i>Sus</i> )	左侧胫骨远端	-7.5	8.2	41.0	14.8	3.2	1.8
P16	T9 H7:23	猪( <i>Sus</i> )	肱骨骨干近端	-6.4	7.6	36.4	13.3	3.2	0.8
P17	T9 H18:169	猪( <i>Sus</i> )	左侧桡骨骨干	-7.3	7.1	38.3	14.4	3.1	1.3
P18	T10 H6:13	猪( <i>Sus</i> )	右侧尺骨骨干	-8.1	7.6	36.4	13.7	3.1	0.7
P19	T23 H82:9	猪( <i>Sus</i> )	左侧股骨骨干近端	-7.3	7.8	36.6	13.6	3.1	0.5
C1	T21 H64:4	牛( <i>Bos</i> )	第2趾骨	-9.6	5.3	37.6	13.8	3.2	2.0
C2	T13 H69	牛( <i>Bos</i> )	?	-7.5	5.6	42.8	15.5	3.2	2.5
C3	T3 H32:4	牛( <i>Bos</i> )	?	-7.7	8.1	44.0	16.0	3.2	6.6
C4	T9 H10:14	牛( <i>Bos</i> )	?	-6.2	8.3	40.4	14.6	3.2	1.3

标号	单位	种属	取样部位	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$	C%	N%	C:N	骨胶原提取率(%)
C5	T9 H4	牛( <i>Bos</i> )	?	-6.8	5.6	39.7	14.4	3.2	1.3
C6	T01310 H21:29	牛( <i>Bos</i> )	右侧股骨骨干	-18.9	4.0	43.2	15.7	3.2	5.3
C7	T9 H11:3	牛( <i>Bos</i> )	左侧肱骨骨干远端	-12.3	7.2	40.3	14.7	3.2	0.7
C8	T10 H22:56	牛( <i>Bos</i> )	?	-10.7	8.7	41.3	15.0	3.2	6.0
C9	T9 H18	牛( <i>Bos</i> )	?	-7.7	6.1	43.6	15.8	3.2	4.9
C10	T9 H7:42	牛( <i>Bos</i> )	?	-11.1	7.6	44.1	16.0	3.2	6.4
C11	T17 M86:96	牛( <i>Bos</i> )	?	-10.4	7.1	43.0	15.5	3.2	5.2
C12	T10 H17:1	牛( <i>Bos</i> )	胫骨	-6.7	6.2	41.4	15.1	3.2	2.3
C13	T21 H64	牛( <i>Bos</i> )	下颌骨	-10.8	6.2	44.4	16.1	3.2	4.2
M1	T3M5	人( <i>Homo sapiens</i> )	腓骨	-7.3	9.3	36.1	13.4	3.1	0.8

备注：由于骨样的局限性，无法将牛鉴定为黄牛或水牛，也无法将羊鉴定为山羊或绵羊。

## 1.2. 骨骼胶原蛋白制备

样品的处理，依据Jay等的文章<sup>①</sup>，略作修改。机械去除骨样内外表面的污染物，称取2g左右，0.5mol/L HCl溶液4℃浸泡，每隔两天更换酸液，直至骨样松软，无明显气泡，去离子水清洗至中性。0.125mol/L NaOH溶液浸泡20h，去离子水洗至中性，浸于0.001mol/L HCl溶液70℃下加热48h，趁热过滤，-20℃冷冻。次日冷冻干燥48h得骨胶原，称重，计算骨胶原得率（骨胶原重量/骨样重量），见表一。

## 1.3. C、N稳定同位素测试及分析

骨骼胶原蛋白中C、N元素含量及其稳定同位素比值的测定，在中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所测试中心进行。取少量骨胶原，称重，于Elementar Vario-Isoprime100型稳定同位素质谱分析仪（Isoprime 100 IRMS coupled with Elementar Vario）测试其C、N含量及同位素比值。测试C、N含量所用的标准物质为磺胺（Sulfanilamide）。C、N稳定同位素比值分别以USGS 24标定碳钢瓶气（以PDB为基准）和IEAE-N-1标定氮钢瓶气（以AIR为基准）为标准，每测试10个样品中插入一个实验室自制胶原蛋白标样（ $\delta^{13}\text{C}$ 均值为-14.7±0.2‰， $\delta^{15}\text{N}$ 均值为6.9±0.2‰）。分析精度都为±0.2‰，测试结果以 $\delta^{13}\text{C}$ （相对于PDB）、 $\delta^{15}\text{N}$ （相对于AIR）表示，详见表一。

运用SPSS15.0，Origin8.0软件对所测数据进行统计和分析。

## 2. 结果与讨论

### 2.1. 骨骼的污染

骨骼在埋藏过程中，受到湿度、温度及微生物等因素的影响，其结构和化学组成将发生改变<sup>②</sup>。判断骨样是否被污染，是进行C、N稳定同位素分析的前提。

由表一可知，所有样品的骨胶原提取率在0.5%~7.2%之间，均值为3.0±1.9%，(N=50)，

① Jay M, Richards M P. Diet in the Iron Age cemetery population at Wetwang Slack, East Yorkshire, UK: carbon and nitrogen stable isotope evidence. *Journal of Archaeological Science*, 2006, 33(5): 653—662.

② Hedges R E M. Bone diagenesis: an overview of processes. *Archaeometry*, 2002, 44(3): 319—328.

和现代样品（约含 20% 骨胶原）<sup>①</sup>仍有较大差距，表明骨胶原在埋藏过程已发生不同程度的降解。然而，判断骨胶原是否污染的最重要指标，当属骨胶原的 C、N 含量和 C/N 摩尔比值。样品 C、N 含量在 34.7%~44.4% 和 12.9%~16.1% 之间，接近于现代样品（C、N 含量分别为 41%，15%）<sup>②</sup>；样品的 C/N 摩尔比值在 3.1~3.3 之间，也落于未受污染样品的范围内（2.9~3.6）<sup>③</sup>。由此可以看出，全部样品提取出的骨胶原，均可用作稳定同位素分析。

## 2.2. 家畜的食物结构及饲养方式

图1为鄯鄯遗址4种家畜——猪、狗、牛和羊的 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 散点图。由图可见，猪和狗的数据相对集中，表明两种动物食物来源基本相似；而食草类的牛和羊，则比较分散，存在较大差异。

绝大部分猪的 $\delta^{13}\text{C}$ 值，集中分布于-9.2~-6.4‰之间，均值为 $-7.5 \pm 1.0\text{‰}$ （N=18），表明它们主要以 $\text{C}_4$ 类（植物和/或动物）为食。然而，与以上猪相比，猪P6，具有更负的 $\delta^{13}\text{C}$ 值（-11.2‰），表明其食物中包含了较多的 $\text{C}_3$ 类。狗的 $\delta^{13}\text{C}$ 值与猪的类似，分布于-6.7~-8.8‰之间，均值为 $-7.6 \pm 0.9\text{‰}$ （N=4），说明狗与猪的食物来源基本一致。不仅如此，猪和狗的 $\delta^{15}\text{N}$ 值，不仅分布范围相似，而且均值也相近（猪 $7.7 \pm 0.5\text{‰}$ ，N=19；狗 $7.3 \pm 0.5\text{‰}$ ，N=4），表明这两种动物食物中包含的动物蛋白基本相当。

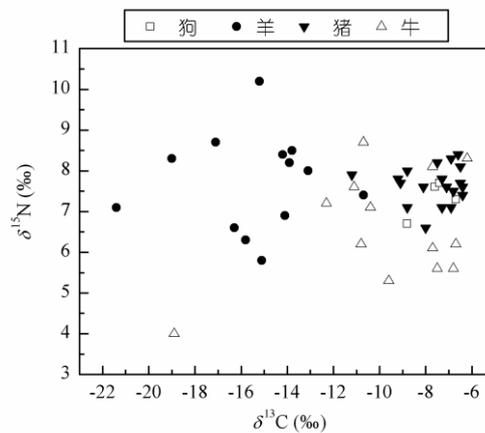


图1 动物的 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 散点图

① Ambrose S H, Butler B M, Hanson D H, et al. Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology*, 1997, 104(3): 343—361.

② Ambrose S H. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 1990, 17(4): 431—451.

③ DeNiro M J. Post-mortem preservation of alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*, 1985, 317: 806—809.

由图1可以看出, 尽管牛和羊皆属食草类动物, 但其食物来源却具有较大的差异。除牛C6外, 绝大多数牛的 $\delta^{13}\text{C}$ 值, 显现出明显 $\text{C}_4$ 类特征, 表明其食物以 $\text{C}_4$ 类植物为主; 其 $\delta^{15}\text{N}$ 值, 尽管有所波动(5.3~8.7‰), 但平均值( $6.8 \pm 1.2\text{‰}$ ,  $N=12$ ), 表现出食草动物的典型特征(3~7‰)<sup>①</sup>。与以上牛相比, 牛C6, 具有最低的 $\delta^{13}\text{C}$ 值(-18.9‰)和 $\delta^{15}\text{N}$ 值(4.0‰), 表明其食物以 $\text{C}_3$ 类植物为主。就羊而言, 其 $\delta^{13}\text{C}$ 值分布非常广泛(-21.4~-10.7‰), 暗示其食物来源存在较大的差异, 这很可能与其属不同羊类(绵羊和山羊)相关。羊S12的 $\delta^{15}\text{N}$ 值高达10.2‰, 已远远高出食草类动物的正常范围, 这可能与因其年龄较小食物中包含较多的羊奶所致<sup>②</sup>。除此之外, 其余羊的 $\delta^{15}\text{N}$ 值均较为正常, 也体现出食草类动物的同位素特征。

如前言所述, 旱作农业(粟和黍)一直是我国中原地区传统的农业经济方式, 在先民的生活方式中占据重要地位。先商文化时期的遗址, 如鄯鄯遗址和刘庄遗址等, 也通过植物浮选方法发现了大量的粟和黍(均为 $\text{C}_4$ 类), 表明先商文化时期先民依然主要从事旱作农业<sup>③</sup>。

猪<sup>④</sup>可为先民提供较多的肉食资源, 狗<sup>⑤</sup>可作为看护人类生命及财产的重要工具或“伙伴”。猪和狗的C同位素比值, 显现出明显的 $\text{C}_4$ 类特征, 表明这两种动物食用了大量与旱作农业相关的食物, 很可能来源于农业副产品(如谷糠、碎米等)抑或人类的残羹冷炙<sup>⑥</sup>。

牛<sup>⑦</sup>属大型草食动物, 食量较大, 可作为先民不可或缺的肉食来源和负重工具。牛的C同位素分析显示, 先民也采用了较多旱作农业的副产品饲喂牛。羊<sup>⑧</sup>虽属牛科动物, 但个体相对较小, 食量也相对较小。羊的 $\delta^{13}\text{C}$ 值分布非常广泛, 从以 $\text{C}_3$ 类植物为主一直到 $\text{C}_4$ 类植物为主, 表明其食物来源十分广泛, 暗示先民对其的饲养方式也多种多样, 包括了以野外植物为食的放养模式及以农业副产品为食的喂养模式。然而, 羊所具有广泛的 $\delta^{13}\text{C}$ 值, 也有可能

① Hedges R E M, Reynard L M. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 2007, 34: 1240—1251. Bocherens H, Fizet M, Mariotti A. Diet, physiology and ecology of fossil mammals as inferred from stable carbon and nitrogen isotope biogeochemistry: Implications for Pleistocene bears. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Paleocol*, 1994, 107: 215—225. Ambrose S H. Effects of diet, climate and physiology on nitrogen isotope abundances in terrestrial foodwebs. *Journal of Archaeological Science*, 1991, 18: 293—317.

② Cheryl Makarewicz, Noreen Tuross. Foddering by Mongolian pastoralists is recorded in the stable carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) isotopes of caprine dentinal collagen. *Journal of Archaeological Science*, 2006, 33: 862—870.

③ 刘焕等:《河南鄯鄯遗址浮选炭化大遗存的鉴定及分析》, 见《第十届全国科技考古学术讨论会(北京)》, 2010年, 第19-20页。王传明等:《河南鹤壁市刘庄遗址浮选结果分析》,《华夏考古》2010年第3期。

④ 王恬主编:《畜牧学通论》,北京:高等教育出版社,2002年,第127-128页。

⑤ 王忠艳主编:《经济动物饲养学》,哈尔滨:东北林业大学出版社,2006年,第74-75页。

⑥ 管理等:《通化万发拨子遗址猪骨的C, N稳定同位素分析》,《科学通报》2007年第14期。

⑦ 王恬主编:《畜牧学通论》,北京:高等教育出版社,2002年,第184页。四川农业大学:《畜牧学》,北京:农业出版社,1989年,第198-199页。

⑧ 山西农业大学:《养羊学》,北京:农业出版社,1992年,第237-238页。

缘于羊分属不同羊（绵羊或山羊）食物来源的差异<sup>①</sup>。

### 2.3. 家畜对先民肉食资源的贡献

通过家畜与先民食物结构的分析比较，可望进一步探索家畜与先民之间的密切关系，了解其主要肉食来源。因鄞邓遗址的人骨发现较少，仅取得一例。为深入探索先商先民的食物结构，增加了刘庄遗址 19 例人骨的  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\delta^{15}\text{N}$  值数据<sup>②</sup>。因两个遗址距离较近，时间相当，且先民的同位素数据也明显相似（鄞邓先民  $\delta^{13}\text{C}$  和  $\delta^{15}\text{N}$  值分别为：-7.3‰，9.3‰；刘庄先民分别为：-7.6±0.6‰，9.6±1.0‰，N=19），可视为同一族群。此外，猪 P6、牛 C6 和羊 S12 的同位素比值，与总体类别相比稍显异常，故在动物数据统计中将它们排除。家畜和先民同位素比值的比较分析，如图 2 所示。

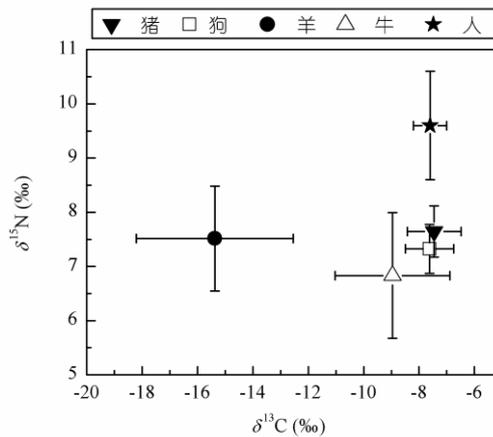


图 2 鄞邓遗址先民、家畜及刘庄遗址先民  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值的误差条形图

由图 2 可知，猪、狗和牛，在  $\delta^{13}\text{C}$  值上与先民最为接近。猪、狗、牛的  $\delta^{13}\text{C}$  均值与先民的  $\delta^{13}\text{C}$  均值（-7.6±0.6‰，N=20）之间的差值分别为 0.1‰、0‰和 1.4‰，均小于  $\delta^{13}\text{C}$  值在营养级间的分馏值（1‰~1.5‰），这表明这三种动物与先民的关系极为密切，其食物皆来源于旱作农业的直接或间接贡献。就  $\delta^{15}\text{N}$  均值而言，先民（9.6±1.0‰，N=20）与猪（7.6±0.5‰，N=18）、狗以及牛之间的差值分别为 2.0‰、2.3‰和 2.8‰差异，也小于 N 同位素沿营养级上升的分馏值（3‰~5‰）。综合猪、狗、牛与先民  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值的比较分析，可以看出，这三种动物皆可能为先民的主要肉食来源。

然而，与上述三种动物相比，羊与先民的关系，却明显不同。如图 2 所示，在所有动物中，羊与先民的  $\delta^{13}\text{C}$  均值相差最大，高达 7.8‰，也远远大于  $\delta^{13}\text{C}$  值在营养级间的分

① Pearson J.A. et al. Hedges R E M, Reynard L M. New light on early caprine herding strategies from isotope analysis: a case study from Neolithic Anatolia. *Journal of Archaeological Science*, 2007, 34: 2170—2179. Thompson A.H., Chaix L., Richards M.P. Stable isotopes and diet at Ancient Kerma, Upper Nubia (Sudan). *Journal of Archaeological Science*, 2008, 35: 376—387.

② Hou, L.L., et al., Stable isotope analysis of humans from Liuzhuang site: implications for understanding subsistence patterns of Proto-Shang Culture people. *Journal of Archaeological Science*, Submitted.

馏值(1‰~1.5‰),表明羊和先民在食物来源上存在较大的差异,羊不应为先民主要的肉食来源。这种现象,不仅见于鄆邓遗址,也在其他遗址中有所发现。例如,如陶寺(-17.2±0.4‰, N=5)<sup>①</sup>、康家(-18.8‰)<sup>②</sup>等遗址羊的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值与相应先民的 $\delta^{13}\text{C}$ 均值(陶寺先民<sup>③</sup>: -6.3±1.1‰, N=12; 康家先民<sup>④</sup>: -10.0±0.7‰, N=9)也存在非常大的差异。然而,在鄆邓遗址发现了大量的羊骨,表明羊为当时主要利用的动物之一。那么,先民不将羊作为主要肉食来源,是否另作他用,如剪羊毛、饮羊奶等等,仍需在今后的研究工作中加以探讨<sup>⑤</sup>。

#### 2.4 先商文化对中原地区家畜饲养方式上的承继性

先商文化源于河北中部地区,南迁过程中逐渐与中原当地的考古学文化发生交流和融合。系统探索先商文化与中原地区考古学文化在家畜饲养方式的异同,可望进一步揭示他们的关系和承继性。为此,我们选择陶寺遗址<sup>⑥</sup>(2500BC~1900BC)、二里头遗址<sup>⑦</sup>(1800BC~1500BC)、新砦遗址<sup>⑧</sup>(2200BC~1750BC)作为中原当地考古学文化的代表,与鄆邓遗址(约1750BC~1600BC)一起,对四种动物进行了C、N稳定同位素的分析比较(如表1及图3至图6所示)。

表2 陶寺遗址、二里头遗址、新砦遗址、鄆邓遗址家畜的 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 平均值

种属及同位素值	猪		狗	
	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
遗址名称				
鄆邓遗址	-7.5±1.0(N=18)	7.6±0.5(N=18)	-7.6±0.9(N=4)	7.3±0.5(N=4)
陶寺遗址	-7.1±1.6(N=11)	7.2±0.4(N=11)	-6.8±0.4(N=5)	8.8±1.1(N=5)
二里头遗址	-10.5±3.0(N=3)	8.4±0.6(N=3)	/	/
新砦遗址	-9.2±1.1(N=10)	6.2±1.3(N=10)	/	/
种属及同位素值	牛		羊	
	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
遗址名称				

① 陈相龙等:《陶寺遗址家畜饲养方式初探:来自C、N稳定同位素的证据》,《考古》2012年第9期。

② Pechenkina, E.A., et al., Reconstructing northern Chinese Neolithic subsistence practices by isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 2005, 32(8): 1176-1189.

③ 张雪莲等:《二里头遗址、陶寺遗址部分人骨碳十三、氮十五分析》,见《科技考古(第2辑)》,北京:科学出版社,2007年,第41-48页。

④ Pechenkina, E.A., et al., Reconstructing northern Chinese Neolithic subsistence practices by isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 2005, 32(8): 1176-1189. 先民数据参考与康家邻近、时代相当的史家遗址9个人的数据。

⑤ Haskel J. Greenfield. The Secondary Products Revolution: the past, the present and the future, *World Archaeology*, 2010, 42(1), 29-54. Jean-Denis Vigne, Daniel Helmer. Was milk a "secondary product" in the Old World Neolithisation process? Its role in the domestication of cattle, sheep and goats. *Anthropozoologica*, 2007, 42(2), 9-40.

⑥ 陈相龙等:《陶寺遗址家畜饲养方式初探:来自C、N稳定同位素的证据》,《考古》2012年第9期。

⑦ 张雪莲等:《二里头遗址、陶寺遗址部分人骨碳十三、氮十五分析》,见《科技考古(第2辑)》,北京:科学出版社,2007年,第41-48页。

⑧ 吴小红等:《河南新砦遗址人、猪食物结构与农业形态和家猪驯养的稳定同位素证据》,见《科技考古(第2辑)》,北京:科学出版社,2007年,第49-58页。剔除该遗址中两个明显为野猪的个体。

鄆邓遗址	-9.0±2.1(N=12)	6.8±1.2(N=12)	-15.4±2.8(N=12)	7.3±0.5(N=12)
陶寺遗址	-11.3±2.2(N=6)	6.6±1.2(N=6)	-17.2±0.4(N=5)	6.8±1.0(N=5)
二里头遗址	/	/	/	/
新砦遗址	/	/	/	/

如前言所述，中原地区先民对猪和狗的驯化和饲养较早且较普遍，自新石器时代早期就开始饲养它们，其中对它们的饲养方式基本保持不变，即高度依赖旱作农业（粟和黍）喂食猪和狗。如表 2、图 3 和图 4，家猪和家犬的数据都比较相近，在图上也都比较聚集，说明它们都以 C<sub>4</sub> 类食物为主，反映出两个时期先民对它们的饲养方式基本一致。然而，如图 4，与陶寺遗址狗的  $\delta^{15}\text{N}$  均值相比，鄆邓遗址狗的相应值则明显降低，这可能与先商文化先民对狗的驯化程度加强，即先民在喂食狗的过程中添加了更多的植物食物。总而言之，先商先民延续了中原地区传统的对猪、狗的饲养方式，即依赖旱作农业及人类的残羹冷炙来喂食猪和狗。

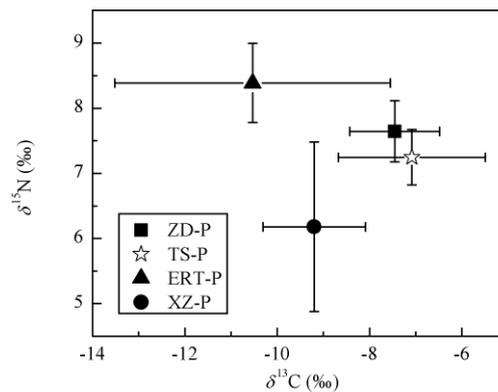


图 3 鄆邓(ZD)遗址、陶寺(TS)遗址、二里头(ELT)遗址、新砦(XZ)遗址家猪  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值的误差条形图 (-P: 猪)

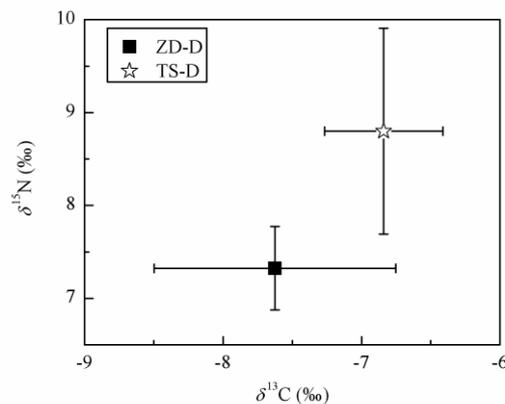


图 4 鄆邓(ZD)遗址、陶寺(TS)遗址家犬  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  值的误差条形图 (-D: 狗)

如前言所述, 2500BC 前后, 先民将牛和羊引入中原地区, 并创建了与猪、狗不同的饲养方式, 即以旱作农业的副产品(茎、秆、叶等)喂食牛, 以野生植物放养羊。如表 2 及图 5, 牛的数据基本一致, 图上的分布也非常聚集, 说明牛都以  $C_4$  类食物为主, 这与先民主要依赖旱作农业饲喂牛密切相关。如表 2 及图 6, 羊的数据基本一致, 图上的分布也很聚集, 说明羊都以  $C_3$  类食物为主, 这缘于先民对羊的放养所致。由此可见, 先商先民也保持了中原地区对牛和羊传统的饲养方式。然而, 从图 5 和图 6 上看, 相对陶寺遗址而言, 鄯鄯遗址牛和羊的  $\delta^{13}C$  均值有增加的趋势, 说明先商文化时期牛和羊食用了更多的粟类及其副产品等  $C_4$  食物, 也反映出先商先民在牛和羊的饲养和管理上也越来越依赖于旱作农业。

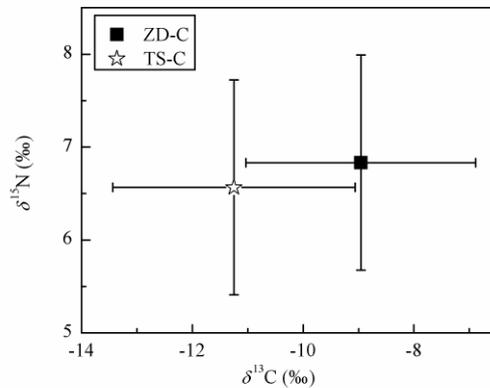


图 5 鄯鄯(ZD)遗址、陶寺(TS)遗址牛  $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{15}N$  值的误差条形图 (-C: 牛)

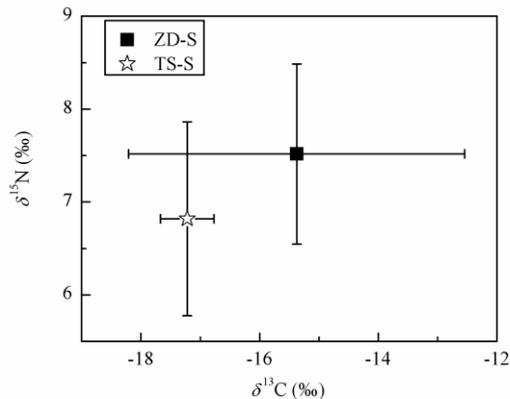


图 6 鄯鄯(ZD)遗址、陶寺(TS)遗址羊  $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{15}N$  值的误差条形图 (-S: 羊)

综上, 鄯鄯遗址家畜的食谱与这些遗址家畜的食谱基本相同, 说明先商先民依然保持了中原地区先民对家畜的饲养方式。同时, 先商先民对牛和羊的饲养似有加强的趋势。

### 3. 结论

通过对鄯鄯遗址动物骨的C、N稳定同位素分析，探讨了先商时期家畜饲养情况，研究结果表明：

1. C、N同位素分析显示：猪、狗、牛的食物主要为C<sub>4</sub>类，即粟类的副产品等；而羊的食物主要为C<sub>3</sub>类，即野生草本植物等。
2. 猪、狗、牛与先商先民的关系密切，都可能是先民的主要肉食来源；而羊与先民的关系则较疏远，不是先民主要的肉食来源，可能另作他用。
3. 先商先民对猪、狗的饲养保持了中原地区传统的饲养方式，即依据旱作农业（粟和黍）来喂食猪和狗；对牛、羊也保持了牛、羊引入我国中原地区之初所创的饲养方式，即以旱作农业的副产品（茎、秆、叶等）喂食牛，以野生植物放养羊，但对牛和羊的饲养似有加强的趋势。

最后，需要指出的是，先商文化的遗存分布范围较广，在不同地区先民对家畜的饲养方式可能不尽相同。另外，值得一提的是，目前中原当地文化中家猪的饲养方式的研究最多，但对其他家畜的研究却非常少，故在一定程度上阻碍了与先商文化家畜饲养方式研究的比较。因此，选取更多先商文化和中原地区同期多种家畜进一步开展家畜饲养方式的研究，才能更深入的探讨先商文化与中原地区当地家畜饲养方式的异同。

# 中世纪光学思想史的两编史纲领

晋世翔<sup>①</sup>

北京大学哲学系

**提要：**同力学和天文学的思想史研究一样，关于中世纪光学的编史思路也存在渐进论和革命论之争。渐进论者从光学中数学方法的应用角度出发，强调近代早期光学同中世纪光学思想之间的连贯性。革命论者则从广阔的自然哲学和形而上学背景出发，思考古今之间的根本区别。革命论的代表马克·史密斯在渐进论者所取得成果的基础上，以中世纪光学和经院哲学抽象理论的关系为平台，通过细致的分析试图还原出中世纪光学核心概念的发生史和演进史，并以此角度出发审视近代科学的形而上学基础。

**关键词：**中世纪光学，思想史，编史纲领，抽象理论

## 一、 引论

欧洲中世纪被粗略界定为以公元 476 年西罗马帝国灭亡到 15 世纪末文艺复兴开始漫长的一千年左右的历史时期。以此算来，本文所涉及的主要光学思想家都可以冠以中世纪的头衔。尽管如此，整个研究的焦点还是主要集中在公元 10 世纪到 13 世纪的 300 年间出现的两位思想家——阿尔哈增（Alhazen）和罗吉尔·培根（Roger Bacon）身上。为了理解两人的思想向上涉及希腊光学、视觉理论以及亚里士多德自然哲学传统中的光学讨论，向下介绍开普勒光学思想也是必要的一环。

学界关于中世纪光学研究和现代光学的关系问题上存在着两种倾向：渐进论和革命论。林德伯格（David C. Lindberg）是前一种编史纲领的主要倡导者。他致力于发现古代光学思想中的数理传统，强调古今光学思想的一致性和演进性。他主张近代早期的光学思想乃是中世纪思想发展的最高峰，是对光学的数理分析，这一核心价值的严格坚持。史密斯（Mark A. Smith）则强调古代光学和现代光学之间在自然哲学基础和形而上学预设上存在着根本性差异。他坚持认为，两者之间虽然使用相同的概念工具或数学方法，但是之所以如此的动机或初衷是完全不同的。更为关键的是：两者之间关于自己所使用的数学方法本身在各自的

<sup>①</sup> 作者简介：晋世翔，男，1982 年生，北京大学，博士二年级，科学思想史方向。

系统中都存在着不同的理解。

本文首先立足于林德伯格的研究，复原出传统光学研究所描绘出的思想谱系；然后，以此为基础介绍史密斯关于扩展中世纪光学研究领域的要求和具体工作；文章第三部分则试图以更为广阔的视角，从中世纪光学思想的角度审视近代的科学革命；最后一章是本文的结论。

## 二、传统光学研究描绘的思想谱系

### 1. 前亚里士多德时期的光学理论

林德伯格将古代光学<sup>①</sup>（视觉）理论按照“光”（light）的辐射方向和介质在视觉理论中的地位划分为三类：入射论（intromission）、出射论（extramission）、和介质论（mediumistic）。

<sup>②</sup>三者的代表分别是古代原子论者、柏拉图和亚里士多德。

借助伊壁鸠鲁和卢克莱修还原出的德谟克利特的视觉理论认为：视觉是由原子挤压眼睛造成的。眼睛能够接受从可见物体表面向各个方向发散出的“膜”（films）或“似像”（simulacra）。物体散发“像”的过程被卢克莱修形象地比喻为蛇蜕皮或蝉蜕皮。“膜”或“似像”将物体的颜色和形状传递给观察者的灵魂。需要注意的是：这种“似像”是物体的一个“全身像”（coherent unite），不仅仅是物体正对观察者的一面。<sup>③</sup>（这是入射论日后最受诟病的地方）

柏拉图在《蒂迈欧》中写道：“诸神发明了一种不会燃烧但却能放出柔和光线的火构成白天体。这种火和我们身上的纯火同类，因而可以流入眼睛。……光线与视觉之流乃同类相通。因着这视觉中的同类相通，每当光线流出和外在物体相接时就会合为一种单一体。这种单一体在同类相通中融入体内的交流，直到它到达灵魂，产生视觉。”<sup>④</sup>面对这一文本，林德伯格同意康福德的解释。他认为，某种形式的火从观察者的眼睛中发出，与太阳光结合形成

<sup>①</sup> 希腊文 ὀπτικά 源自于，ὄψις 意为眼睛，字面意思是“与视觉相关的事物”。中世纪拉丁文“透视学”（perspectiva）的词根 spec，即 sight，意为“视觉所关涉的”。尽管都是研究与光有关的事情，但是希腊和拉丁光学的主题和今天所说的光学有很大区别。古代光学更应该从这个词的字面意思理解，其研究领域主要包括两个方面：光的本性和传播，以及视觉过程。参见 David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, Chicago: University of Chicago Press, 1976, p. X; Mark Smith, “Getting the Big Picture in Perspectivist Optics,” *Isis*, Vol. 72, No. 4 (Dec., 1981), p. 568.

<sup>②</sup> 参见 David Lindberg: *Science in the Middle Ages*, Chicago: University of Chicago Press, 1978, pp. 339-341.

<sup>③</sup> 参见 David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 2-3, p. 58.

<sup>④</sup> 柏拉图：《蒂迈欧》，谢文郁译，上海：上海世纪出版社，2005，第 30-31 页。

从可见物体延伸到眼睛的介质。通过这种介质，可见物体的运动被传递到眼睛，最终到达心灵。

亚里士多德的介质论则颇为复杂。依照林德伯格的解释<sup>①</sup>，首先，亚里士多德认为所有事物都具有透明性质（transparent），只不过有强弱之别。具有清晰轮廓或外形的透明之物的边界被称为颜色（color）。此外，还有一种介于有形物体和观察者之间的介质（medium）存在，这种介质也具有透明属性，只不过就其自身而言没有明晰的轮廓，如气和水。视觉的真正对象是颜色，而透明“不能仅依凭自身可见，需要借助于某物的颜色才被看到”。它为视觉活动创造必要的条件。其次，就光本身而言，它既不是火，也不是从特定物体中流射出的实体性存在。它不能像实体（substance）一样自存（self-existent），只作为某物的一种状态（a state）存在。它是透明介质的现实化（the actualization of the transparency）。就是说，光其实是透明介质（水、气）所拥有的透明能力不再作为潜能而存在，而是被现实地展示出来的介质的某种状态。只不过这种状态是瞬间完成的，犹如水结冰一样。此外，亚里士多德认为，颜色还有另外一项能力：它可以当透明介质的潜能实现后，即透明后，在介质中产生进一步的性质变化从而传递自身形式的能力。综合来看，视觉（vision）就是在发光物体（如：火）在场的情况下，透明介质的透明潜能被激活后，有形物体的颜色在介质中产生进一步的性质变化。借助于透明介质，这种性质变化传递给观察者，从而使后者看到颜色。<sup>②</sup>

以上三种视觉理论虽然对光和视觉做了定性的解释，但都存在着各自的困难。如原子论者没法解释“似像”是如何在不相互干扰的情况下传递？亚里士多德没有回答视野之内的个别物如何被区分出来？物体距离（位置）如何确定？视觉的方向性（选择性）来自哪里？等具体问题。更重要的是，他们都没法解释：物体的“大像”是如何收缩成为瞳孔中的“小像”，

<sup>①</sup> 参见 David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 6-9; *Science in the Middle Ages*, pp. 339-342; David Lindberg: “The Genesis of Kepler’s Theory of Light: Light Metaphysics from Plotinus to Kepler,” *Osiris*, 2nd Series, Vol. 2 (1986), pp. 7-8.

<sup>②</sup> 根据林德伯格的解释，亚里士多德关于光的理论好像存在着某种循环，即光是由发光物造成的一种状态。但其中存在的问题是：发光物又是通过光来限定的，这就难以避免循环定义。其实这一循环是由于对亚里士多德运动定义的不同理解造成的。按《论灵魂》中的说法，亚里士多德认为“光是透明之物作为透明的成全”（light is the activity—the activity of what is transparent qua transparent）（*On the Soul*, 418b4-418b13）。根据《物理学》关于运动的定义：“运动是处于潜在状态的存在者作为这样的存在者的成全”（*Physics*, 201a10-201a14），可知光是一种运动（活动）。历史上关于运动定义的解释大体归为：阿维森纳和 Ross 主张的过程论，以及上世纪七十年代年后 Kosman 开启的关于运动亚里士多德定义新思路（包括结果解释和状态解释）。Lindberg 显然采用了状态解释，认为光是一种状态。但是这种解释与学界关于运动的理解一样，没有办法摆脱循环定义的困难。新近的一条解释思路是：亚里士多德并非是在妇孺皆知的直观层面上谈论运动的。他试图从存在论上给予运动以结构性的整体把握，即运动是具有某一潜能的事物，在这一潜能的规范下，朝向自身、将自身充分的成就出来。（参见李猛：《亚里士多德的运动定义——一个存在的解释》，《世界哲学》，2011年第2期。）基于此，光乃是具有透明潜能的事物（发光体），在这一潜能的指引下，借助透明介质成就自身的整体结构。光作为运动囊括了这一结构中的所有要件，包括：质料因（物体、眼睛和介质）、形式因（物体的外形，以及物体的颜色作用于介质传递出的、在介质中存在的形式）、效力因（物体的颜色对介质的作用以及介质对眼睛的作用）、目的因（物体最终在眼睛中的显现）。（参见 Mark Smith, “Getting the Big Picture in Perspectivist Optics,” pp. 575-577.）

以及这种收缩和“近大远小”透视法的关系。恰恰是这些困难给古代光学中主张数学分析的思想家提供了机会。

## 2. 欧几里得和托勒密：光学理论中的数学分析

欧几里得（公元前 300 年左右）持出射论立场。他对视觉的物理机制和生理结构方面很少关心。他所关心的是光学中的数学问题。在《光学》(*Optica*)中他提出“视锥”(visual cone)理论并以此为基础建立了一套关于视觉的几何解释。他设立了 7 条公设。借助公设一：“眼睛向四周不定向地发散直线光”，欧几里得将视线定义为直线，将光学问题转化为几何问题。随后的两个公设中，他强调从眼睛发出的光线都是沿着直线传播，并汇集形成一个圆锥。当不透明的物体遮挡光线时就会产生视觉。眼睛位于锥顶，可视物体位于锥的底边。（参见图一）在公设 4 到 6 中，他解释说：可视物体的“视大小”(apparent size)与光线照射在物体表面所形成的角度有关，而可视物体在空间中的位置是由视锥内所看到的光线的位置决定的，即：落在物体上的光线在视锥中的位置越高，在观察者看来物体也就越高。最后，欧几里得强调视觉清晰度的变化是由视角的多少决定的。越多光线接触到可视物体的界面，事物就展现的越清晰。

欧几里得运用数学手段构建的视锥理论是非常具有启发性的。他不但解释了大小像问题，还解释了视野内物体定位和清晰度变化的问题。他的工作为后世运用数学手段解释光学问题起了典范作用。比如托勒密（约公元 90-168 年）就继承欧几里得的思路（包括出射论立场），不但考察了视觉成像问题，还细致的考察了光的折射与反射现象，并给予了几何学解释。

首先托勒密成功地解释了镜面反射成像原理。他认为，入射光线和反射光线确立了一个和反射平面垂直的平面，而且入射角等于反射角。还得出：反射造成的像的位置在实际物体所在位置向镜面所做垂线与入射光线的延长线的焦点处（参见图二）。其次，托勒密结合实验对水中筷子打折现象做了仔细的数学分析，得出：一条光线从一种介质倾斜地射入另一介质（两种介质透光度不同），光线在交界面改变方向并靠向透光性差的介质在交界面垂线一侧（参见图三）。此外，托勒密完善了欧几里得的视锥理论。除了确定了视锥的顶点在角膜弯曲形成弧线的几何中心点外，他还强调物体随着其在视锥内位置的不同，其视觉图像也

存在着规律性的变化：正冲着视锥轴线的物体比视锥侧面的物体看起来要清晰。<sup>①</sup>

### 3. 中世纪伊斯兰的贡献：金迪和阿尔哈增

基督教在欧洲大陆的胜利使得学术的中心向伊斯兰世界转移。与胡乃因同时代的金迪（公元8世纪晚期）是光学数理传统的阿拉伯继承者和捍卫者。

首先，站在出射论立场上，他对入射理论提出了严厉的批评。他认为只有出射理论可以解释视觉的选择性，以及视觉的清晰度同可视物体在视野内位置变动之间的关系。他总结道，按照亚里士多德的介质理论，物体依据其固有属性——颜色使得周围的透明介质在所有方向上都发生质变，这种质变通过介质以直线传递的方式通通传给观察者。其中存在的理论困难在于：在视野之内，眼睛的每一个部分将会受到所有物体的每一部分的颜色同时给予的作用。这势必会引起混乱，从而得出荒谬的推论：视野内的一切可视物体被同时看到，且清晰度都一样。此外，在视觉如何把握物体形状的问题上？按照金迪复原的原子论者的入射理论，他们主张视觉形象的传递是整体性的。如一个圆形物体以其一侧朝向观察者，其形象仍然是作为圆形整体进入眼睛的。然而，这与实际观察是相冲突的。真实情况下，观察者所看到的只是一个线段而已。<sup>②</sup>

其次，金迪确立了光学数理解释传统中至关重要的“点状分析原则”（the principle of punctiform analysis）。不同于欧几里得和托勒密主张的视线源在眼睛内部，金迪认为视射线从眼睛表面的所有部分向各个方向发散。视锥中心轴上的物体借助于从眼睛中间发出的射线被知觉到，靠近视野外围的物体借助从眼睛外围发出的射线被知觉。因此不同位置的物体拥有不同的清晰度。金迪的这一理解打破了欧几里得和托勒密所设立的单视锥理论，认定从观察者眼睛表面每一点发散出的射线形成了许多个视锥（参见图四）。并且金迪将这一原理明晰的阐述为：“明亮光线从明亮物体表面的每一点都发散出来”<sup>③</sup>。这一原理在阿尔哈增的新综合入射论中起了非常重要的构建作用。<sup>④</sup>

生活在十一世纪的阿尔哈增（公元965-1039）在古代光学史上是继往开来式的人物。他在古代学者的基础上建立了大一统的光学理论模型。首先，他借助物理学和生理学的知识，

<sup>①</sup> 参见 David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 11-17; *The Beginnings of Western Science: the European Scientific tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, prehistory to A.D. 1450*, 2<sup>nd</sup>, ed., Chicago: University of Chicago Press, 2007, pp. 105-109.

<sup>②</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 22-23; *Science in the Middle Ages*, pp. 339-341.

<sup>③</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, p. 30.

<sup>④</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 26-30.

令人信服地击溃了出射论主张。其次，他的综合入射理论在吸纳了当时最先进的物理学、生理学、解剖学思想的基础上，将欧几里得——托勒密——金迪传承的一整套光学数学解释模型合理地整合在一起。

阿尔哈增在《论光》中开篇就举了一个因直视强光造成眼睛损失的例子。假如出射论是正确的话，这一现象就不能被合理的解释。此外，他还举例说，当视线在两种反差很大的颜色间快速切换时，视觉图像（颜色）会有很短时间的逗留。这一现象也是出射论不能澄清的。由此，阿尔哈增说道：在视觉过程中，“眼睛是一个外在活动的接受者”，“光对眼睛产生了某种作用”。以此为基础，他设立了光学理论的两个原则：“光有对眼睛施以作用的本性，而眼睛有被光施加作用的能力”。此外，阿尔哈增基于入射论立场对金迪“点分析原理”进行了改造：“任一自身明亮或被照亮的物体都从其表面的每一点向各个方向上散发光和颜色（光与颜色的形式）”。<sup>①</sup>在这些工作完成之后，他发现“点分析原理”会有助于澄清入射理论设定的“整像传递”与真实观察之间的不相容性。然而，在那之前，还需要澄清一项困难：为什么从视野内物体表面所有点射向眼睛的一切光点没有造成可视图像的混乱？也就是说，如何将视野内任何发光点同眼睛接收到的诸光点之间建立起一一对应的联系。这一困难随着阿尔哈增关于折射现象的研究而被最终解决。

阿尔哈增注意到光从一介质射入不同介质发生偏折时，唯独垂直入射的光线可以幸免。根据这一原理，他认为，“角膜”（cornea）上的每一点只向“晶状体”（glacial humor）传递垂直入射的光线，而其它斜向射入的光学都发生了偏折。所有垂直入射的光线构成一个以眼睛为顶，可视物为底边的圆锥，即托勒密所说的视锥。由于射向眼睛的光线都是直线传播的，而且所有垂直入射的光线都向同一个顶点会聚，从而在眼睛的晶状体表面形成一个与可视物表面每一发光点都一一对应的图像结构（参见图五，图六）。这一理论虽然综合了出射论数理分析派和入射理论的所有优点和解释力，但是又出现了一个新的困难需要澄清：基于什么样的原因使得发生偏折的光线被眼睛所忽视？<sup>②</sup>阿尔哈增的解释是说垂直入射的光线的强度要比发生折射的光线大很多，并且晶状体自身所具有某种“意向”（intention）使得晶状体只能察觉到垂直入射的光线。<sup>③</sup>

在结束了光线入射晶状体的讨论后，阿尔哈增继续研究了视觉图像在眼睛内部的传递过程。他认为所有光线会通过晶状体汇聚向一点，但如何真的汇聚到一点后，光线的继续前进

<sup>①</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 61-66.

<sup>②</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 71-80.

<sup>③</sup> 这一点正是开普勒不满古代光学，并试图在数学上予以最终澄清的地方。可以说，这里是古代光学和现代光学之间重要的分水岭。古代思想家关于眼睛的理解同开普勒的“生理——机械”论立场是完全不同。

就会形成一个颠倒的像。阿尔哈增看来，这显然和实际知觉经验相违背的。所以，他强调光线在到达视锥的几何顶点之前，会在晶状体向玻璃体入射时产生背离视锥中心的偏折（由于介质密度造成的偏折）。随后，光线会以一定的方向和角度将缩小了的可视事物的整体秩序依次传入玻璃体和视神经（此时光线的传递不遵循几何法则），并最终由“终端感知”（*ultimum sentiens*）把握。<sup>①</sup>

至此，阿尔哈增完整的描绘了整个光线成像的视觉过程。他的新综合入射理论如此的具有说服力且符合感觉经验，以至于到了 13 世纪，西欧历史上被称为“透视学家”（*Perspectivists*）<sup>②</sup>的人都是以他的思想为直接源头，推进他的工作。在林德伯格看来，甚至 17 世纪开普勒的“视网膜成像理论”（*the theory of the retinal image*）的关键概念和数学分析都还是阿尔哈增式的。<sup>③</sup>

#### 4. 13 世纪的谱系

罗吉尔·培根（公元 1214–1292）坚信，人类的知识具有统一性，并“志于将整个人类知识整合到一个可以教授的系统当中去”，并尝试着在一个综合体系中解释和容纳以往学说的不足。<sup>④</sup>基于这一目的，培根在自己的光学理论中将亚里士多德的介质理论，阿尔哈增有关光和颜色的讨论、以及 Grosseteste 关于“种相传播”的思想整合在一起<sup>⑤</sup>。提出：遍及世界之内，存在着一种“力量”（*power*）或“种相”（*Species*）<sup>⑥</sup>的传播。它是任何推动者影响其他事物所凭借的首要的、自然作用。推动者就是借助于它的种相来同化或作用于受动者。这种作用不同于原子论主张的原子之间的物质性撞击，也不同于新柏拉图主义所主张的太一的流溢，而是：物体自身的“相似性”（*likeness*）或“种相”在介质中，以物体为中心向四周依次紧密的传播。它们是使得介质的潜能不断被现实化的力量和条件。在这一过程中，没有任何有形的东西从一处移动到另一处，只是介质状态的改变。“如太阳的种相并不是一个

<sup>①</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 81-84.

<sup>②</sup> 这个术语用来翻译中世纪晚期拉丁文“透视学家”（*perspectivus*）所指称的，从事“透视学”（*perspectiva*）研究的一系列人物，主要是指历史上光学研究中具有数学倾向的学者，包括之前介绍过的欧几里得、托勒密、金迪、阿尔哈增以及以罗吉尔·培根为代表（包括佩卡姆和威特罗）的 13 世纪的光学研究者。（参见 Lindberg David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, p. 251.）为了和林德伯格的编史工作相区分，本文从第三部分开始所有关于“古代光学”的称呼都改为“古代透视学”。

<sup>③</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 85-86.

<sup>④</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, p. 112.

<sup>⑤</sup> Grosseteste 认为光源在临近的透明介质层中产生光，这里的光又在临近的介质层中产生出新的光，依此类推。（参见 E J 戴克斯特霍伊斯：《世界图景的机械化》，张卜天译，长沙：湖南科学技术出版社，2011，第 167 页。）

<sup>⑥</sup> *species* 是对希腊语 εἶδος 的拉丁翻译。含义非常丰富，包括外观；视觉；图片；形式；外形；显现；相；表象；概念；思想等。

小太阳，而是太阳的光能（lux）在透明介质中造成光明（lumen）状态所凭借的力量。”<sup>①</sup>所谓光的传播，只是种相传播的一种理想状态。

其次，就光的出射和入射论而言，培根认为：他同意亚里士多德和阿尔哈增的入射理论。但是基于自己关于种相传播的思想，又将出射论作为前者的辅助形式综合到自己的光学讨论中。按照种相理论，一切事物，包括实体、属性，精神存在和有形存在都产生着种相。所以，视觉必然也有其种相。只不过培根看来，在视觉过程中，出射光线不会产生视觉，只起到辅助作用。它使介质做好准备，以备接收从可视物体发出的光线，从而提高入射光线的作用。

培根的光学理论几乎将过去时代所有的光学讨论，包括希腊、伊斯兰和基督教世界的三大理论传统以阿尔哈增的综合入射论为框架做了融贯性的整合。他的思想借助于稍后两位学者——佩卡姆（John Pecham）和威特罗（Witelo）的努力和传播，<sup>②</sup>成为中世纪晚期该领域讨论问题的基本范式。

## 5. 开普勒的视网膜成像理论

开普勒（公元 1571-1630）由于要进行天文观测，特别是接触到日食观测使用的“暗箱”（camera obscura）或“单孔暗箱”（pinhole camera）后对光学发生了兴趣。但是他在阅读了佩卡姆和威特罗的光学著作后，发现了之前提到过的“老问题”：垂直射入镜片的光学和斜向射入的光线在其照明能力上并没有区别，并且视觉图像正是由于这些光线入射形成的，所以没有理由忽视全部发生折射的入射光线。遂即，开普勒对光线到达晶状体之后的传播方式（阿尔哈增分析的第二阶段）进行了严格继续了数学澄清。

他将当时眼睛的解剖学成果和透镜的研究成果一并应用到眼睛晶状体的折光研究上。他认为，眼睛晶状体的前表面类似球形，后表面是双曲线状的。两侧合起来的折光效果避免了入射光最严重的偏折效应。结合视锥理论，开普勒得出：视野内每一个光点形成的视锥在入射角膜时会发生偏折，向着晶状体的前部表面汇聚，进而形成一个与初级视锥同底，但是顶点在眼睛后部的新的视锥。光线沿着新视锥继续向前，直到晶状体后部的双曲线部分的表面。在此，除垂直入射的光线外，其他光线复有发生偏折，形成一个顶点在视网膜的短而钝的视锥。此时，所有源自发光点的光线最终在另一个点汇聚重合。只不过，经过数次偏折和汇聚的光线最终在视网膜上形成了一个颠倒且缩小的像。（参见图七）终于，开普勒通过精彩的

<sup>①</sup> 戴克斯特霍伊斯：《世界图景的机械化》，第 168 页。David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 113-116. 关于 lux 和 lumen 的区别在下一章会详加讨论。

<sup>②</sup> David Lindberg, "Lines of Influence in Thirteenth-Century Optics: Bacon, Witelo, and Pecham," *Speculum*, Vol. 46, No. 1 (Jan., 1971), pp. 66-83.

类比（眼睛和暗箱），以及自己的数学才能成功的给出了关于视觉成像准确的几何说明。

在林德伯格的来看，从欧几里得提出视锥理论到金迪的“点状分析原则”，再到阿尔哈增的“垂直入射原理”以及培根的综合，最终走到开普勒的视网膜成像理论差不多经历了2000年的时间。这是一条欧洲光学思想家圆梦的渐进之路。通过细致地选择史料和分析解释，林德伯格的工作试图为我们澄清开普勒不仅是在中世纪透视学家的概念图示下工作，而且还接受了中世纪光学的理论预设、未能解决的问题、以及重要的方法论规则。他的视网膜理论需要在中世纪视觉理论背景的比对下才能获得全面地理解。简而言之，开普勒是中世纪光学传统集大成者，其理论的基底是11世纪阿尔哈增预制成的。他的理论不但没能出离中世纪学者的论域，而且还在最严格意义上贯彻了这个传统的核心洞见——对光线的数学分析。<sup>①</sup>

### 三、 更为完整的画卷

#### 1. 对古代光学研究领域的扩展

史密斯在仔细分析了托勒密和阿尔哈增的光学作品后明确反对林德伯格提出的渐进论的理解思路和编史思路<sup>②</sup>。他指出，林德伯格通过梳理金迪到开普勒的光学数学传统，试图将后者解释为在最严格意义上贯彻了这一传统的方法论和概念图示的历史人物。这种解释立场乃是“基于一个有问题的假设：同开普勒以及其17世纪的后继者一样，阿尔哈增和他的拉丁中世纪追随者最关切的是光的物理学以及相关问题。”<sup>③</sup>但是，在史密斯看来这一假设是不恰当的，其不适用于开普勒及其后继者。阿尔哈增和开普勒是在“彼此不同的两个概念世界中”展开工作的。“古代光线理论(ray-theory)<sup>④</sup>致力于解释视觉，而非光的辐射(the radiation of light)”。“两者之间的差别比新石器时代开颅术与现代神经学之间的差别还大。”<sup>⑤</sup>所以要理解中世纪光学究竟在做什么，就必须要将所谓的中世纪“透视学”(perspectiva)置于一个更为广阔的历史背景中去理解。在孕育了它的哲学、宗教乃至社会心理因素中去把握，而非

<sup>①</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, pp. 193-202.

<sup>②</sup> Mark Smith, "Ptolemy and the Foundations of Ancient Mathematical Optics: A Source Based Guided Study," *Transactions of the American Philosophical Society*, New Series, Vol. 89, No. 3, (1999), p. 7.; Mark Smith, "Getting the Big Picture in Perspectivist Optics," *Isis*, Vol. 72, No. 4 (Dec., 1981), pp. 568-569.

<sup>③</sup> "What Is the History of Medieval Optics Really about," *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 148, No. 2 (Jun., 2004), p. 181.

<sup>④</sup> 史密斯讨论古代光学是特别选用了 ray 这一术语，旨在来与现代光学中 light 相区分。

<sup>⑤</sup> Smiths (1999), p. 7.

固执于透视学家关于光的传播、反射、折射的数学解释思路不放。

史密斯以阿尔哈增为例，在林德伯格的止步之处<sup>①</sup>继续前行。在史密斯看来，阿尔哈增及其拉丁追随者所关注乃是事物在视觉中的呈现（appearance），并且强调视觉过程是客观实在在自然地在灵魂中展示自身的一个初级阶段。<sup>②</sup>更具体点说，灵魂可以将一事物把握为一匹马或一种动物，而不仅仅是一组颜色或形状在一定位置上的杂乱放置。阿尔哈增及其拉丁追随者坚持所有事物都以不同方式和不同层次展示着自身。在最低层次上，物体表现为纯粹色斑的复合。借助于光源和透明介质，这些色斑被传递到眼睛的晶状体表面；稍微高一点，事物表现为空间中的物体；再高一层，则是包括该物体所在背景的一同显现；最高层次，是对特定处境中事物的某种理解。这一系列过程中都存在着某种“看”（see），而且与这些“看”相伴随的乃是不同的“意向性”（intentionality）。在这些意向的帮助下，事物不仅仅被作为纯粹的色斑而把握，而是某个有形状大小，空间位置，清晰模糊，甚至于美或丑的东西来把握。在阿尔哈增看来，“视觉不是一个简单的行为，而是一个历经诸多阶段复合过程。从物理性的光线的射入，到粗略的感觉，再到知觉，最后形成概念。每一个阶段都被一个特定的意向性表象所标示。”<sup>③</sup>

借助于史密斯对阿尔哈增的透视学体系的复原。整个中世纪的透视学图景可以这样来描绘：借助于透明介质传播的明亮的颜色形式<sup>④</sup>（color-forms）是一种意向性的表象（intentional representation），或者说是一种真实物体表面颜色的虚拟的“相似性”（likeness）或“种相”（species）。<sup>⑤</sup>这种传播可以运用数学的“点分析”方法给予描述<sup>⑥</sup>。当这种“相似性”到达晶状体后，会以复合的方式产生视觉图像。这个图像是在感觉层面上的外在事物的“虚拟相似性”（virtual likeness）。凭借于在眼睛后部的“灵魂精气”（animal spirit），视觉表象产生出更为抽象的知觉表象（perceptual representation）。此时，意向表象被大脑当中的理性灵魂作用，从而产生概念表象。<sup>⑦</sup>（参见图八）

需要注意的是：在上述系统中视觉是不能完全被还原为透镜来讨论的。因为眼睛的光学

<sup>①</sup> 林德伯格只就阿尔哈增关于光线入射晶状体后发生两次折射的数学讨论给予了关注，没有讨论他关于认识论和心理学的讨论。

<sup>②</sup> Mark Smith, “What Is the History of Medieval Optics Really about,” p. 189.

<sup>③</sup> Mark Smith, “What Is the History of Medieval Optics Really about,” p. 188.

<sup>④</sup> 后文中会详细区分这些概念。

<sup>⑤</sup> 13 世纪，培根用 species 统一了他之前所有的类似的术语表述。他认为，lumen, idolum, phantasma, simulacrum, forma, intentio, similitudo, umbra, virtus, impressio, passio 都是 species 在特定语境下的用法而言。

<sup>⑥</sup> 所谓“阿尔哈增问题”——即确定球面镜上的一点，使一束从特定光点发出的光线能够经由该点反射到眼睛的数学解释，也必须纳入到这个体系当中给予融贯的理解。

<sup>⑦</sup> Mark Smith, “What Is the History of Medieval Optics Really about,” p. 188.

成像被纳入到始自亚里士多德的整个古代抽象理论传统中来考察。眼睛中呈现的“像”（*imago*）或“形式”（*forma*）和透镜中呈现出的“图像”（*image*）是有本质区别的。只有在整个古代抽象理论受到质疑并瓦解之后，将透镜和眼睛的成像原理联系起来统一作答才是可以接受的。也就是说，阿尔哈增和开普勒进行各自工作的概念架构和理论预设是完全不同的。要理解两种概念系统之间的决定性区分，我们首先要考察整个亚里士多德抽象理论及其其中世纪传统，以及中世纪后期这个理论遭遇到的严重困难。

## 2. 亚里士多德的抽象理论

亚里士多德在《物理学》卷一中就给出了自己进行自然研究的方法：“从对我们而言清楚的东西进入自然上容易明白的东西。”<sup>①</sup>在《后分析篇》里他更为清晰阐释说：“事情在先有两种方式，自然的在先和对我们的在先。此外还有，对我们来说的更熟悉和对自然而言的熟悉。前者是说它们是个别的，离我们的知觉更近。后者则是说它们中最普遍的东西，也是离知觉最远的。”<sup>②</sup>而《论灵魂》是亚里士多德学的自然哲学著作。可见，关于灵魂的讨论，可以帮助我们从对我们自身知觉而言清楚的事物，上升到就自然而言——离知觉最远、最普遍的东西。所谓认识，就是通过感官，借助于“感通”（*induction*）<sup>③</sup>从对于个别事物混合的、模糊的把握上升到单一的、理智性的清晰理解。整个上升过程对亚里士多德而言就是抽象（*abstraction*）的过程，这是一个将外在事物从它的物理的、感官的外壳中剥离出来，上升为概念理解的过程。

具体来说，认识分为三个阶段。最低等级上，外在事物直接或间接的作用于人的感官产

<sup>①</sup> *Physics*, 184a17-19. (Aristotle: *The Complete Works of Aristotle*, ed. by Jonathan Barnes, trans. by R. Hardie and P. Gay, Princeton: Princeton University Press, 1996.)

<sup>②</sup> *Posterior Analytics*, 70b34-72a5.

<sup>③</sup> *Induction* 通常情况下都被翻译和理解成“归纳”，但是在抽象理论中，这种理解同理论自身存在着矛盾。从下文可知，抽象的核心过程并不是对类似事物之间共同点的概括和提升，而是仅凭观察者视觉的意向性和单一事物自身借助介质所表达的种相就可以得到视觉形式，进而得到概念的过程。亚里士多德在《后分析篇》卷二第19章专门讨论了如何从对于单一事物的“直观”（*intuition*）中把握本原的。其中关于凭借单一事物获得认识的过程被称为“*induction*”。但是，这种对本原的“直观”并非通过枚举归纳得来的。究竟如何理解位于抽象理论核心位置的“*induction*”学者们长期争论不休。具有启发性的思考线索是：海德格尔在注释《物理学》第二卷第一章开篇，特地注释了第一卷第二章的一段话。这一段中里士多德强调自然物的存在和运动是很明显的，因为通过“*Induktion*”就可以得到。海德格尔特别强调这种理解为“归纳”的翻译是错误的。因为亚里士多德并不是要借助归纳法来澄清问题，而是借助“*Hinführung*”（引导或通向）来理解自然和运动。（海德格尔：《路标》，孙周兴译，北京：商务印书馆，2000，第280-282页）所以，在抽象或获得对自然而言的清楚明白的东西的道路上，“*induction*”扮演着是一种飞跃式的引导和指向的作用。它能够使得感觉从个别事物中一下撇开质料把捉具有潜在地成为理智形式的感觉形式，是一种“本质直观”。所以在抽象理论中，笔者依据情况此处将“*induction*”译为“感通”，意为：借助感觉而通达的本原的“感而遂通”。

生最初级的与感觉的物理来源相分离的感觉形式 (sensory form); 进一步, 知觉对前一步的感觉经验进行抽象, 并在通感<sup>①</sup>的配合下得到感性形式 (sensible form)。这一形式是外在事物的完整的抽象表象 (abstract representation)。它虽然完整但仍然和个别事物相关, 而非普遍意义上事物的表象; 在第三阶段, 理智抽象 (intellectual abstraction) 发挥统觉的作用 (apperception), 对外在个别事物提供的知觉表象做完全的概念式把握, 得到理智形式 (intelligible form)。感通的三个阶段被亚里士多德界定为质料灵魂 (感觉器官) 的三种功能。每一种器官都对应于一种相应的能力, 并且自身又像管道一样将所得到感觉形式传递到通感那里。通感作为感觉形式的管道得到和外物进一步分离的感性形式, 并唤起知觉。知觉在想象和记忆的协助下得到进一步抽象的知觉形式。理性的能力加诸于这些形式之上最终得到概念形式。<sup>②</sup>

亚里士多德的抽象理论对西方思想产生了深远的影响。在盖伦时期, 这一理论获得了生理学、解剖学层面的丰富和支持。抽象过程被归入遍布大脑内部三个腔室内不同灵魂的依次作用, 如通感和想象被认为发生在最靠近眼睛位置的腔室内, 而理性位于中间腔室, 记忆则在头的后方。<sup>③</sup>三者之间的关系也被具体表述为: 通感接受到的感觉形式交给想象, 后者将其融合抽象为“感性种相”(sensible species), 进而传递给理性抽象为“理智种相”(intelligible species), 最后作为概念或普遍印象储存在记忆中。与这一变化相伴随的是, 亚里士多德在其抽象理论中使用的“理智的看”的隐喻在中世纪透视学家那里被有关种相的讨论大大强化。抽象学说也相应被发展成一门关于“看”(seeing)的不同阶段、不同层次的学说。<sup>④</sup>

要想理解这种所谓“看”的学说, 有必要补充了解亚里士多德进行自然研究时使用的概念工具。《物理学》卷一第七章中在反驳巴门尼德的基础上建立了一切变化所遵循的“基底——对”的秩序结构, 并在卷二第一章中将这一秩序具体地落实在依凭自身能够运动事物的本原和原因——自然上。在接下来的第三卷中亚里士多德通过引入潜能 (potency) 和现实 (act) 这对形而上学核心概念来定义运动。试图将世界内一切生变的事物都纳入到一个可以理解的有限的、自然秩序之内。这一秩序是作为潜在者实现自身时, 内部所拥有的规范和目的。具体到单个人工物和自然物时, 亚里士多德认为可以通过四因学说来说明它们生成和

<sup>①</sup> “虽然人有触觉、味觉、嗅觉、听觉和视觉等五种感觉, 每一种感觉都有其特定的对象, 如视觉的对象是颜色, 听觉的对象是声音, 但也有一些原始的可感对象, 如运动、静止、形状、大小、数目等等并不只是一种感觉的对象。要把不同渠道得来的印象结合起来, 就必须依靠通感。在这个意义上, 通感接近于意识, 是人‘统合’各种感觉材料的能力。它使我们的五官共同作用, 并保证我们见到的、触摸的、品尝的、嗅到的和听到的是同一个对象”。(戴克斯特霍伊斯:《世界图景的机械化》, 第169页译者注)

<sup>②</sup> Mark Smith, “Getting the Big Picture in Perspectivist Optics,” pp. 569-571.

<sup>③</sup> Mark Smith, “Getting the Big Picture in Perspectivist Optics,” p. 573.

<sup>④</sup> Mark Smith, “Getting the Big Picture in Perspectivist Optics,” pp. 574-575.

变化。基于此，亚里士多德所说的运动就不能单以简单的位置运动来理解，而应将其理解为世界中存在的一切变化，包括位置变化、数量增减、性质更改、以及生灭。具体来说，我们所说的感觉活动、知觉活动、理解活动以及制作活动、伦理政治实践活动都是运动<sup>①</sup>，都应该纳入到物理学所彰显的自然秩序当中。所以，在中世纪光学的亚里士多德传统中，事物不仅提供了自我显现的方式（通过“种相”在介质当中传递进入人的灵魂），而且自己通过实现这种自我显现规定着自身（事物具有的可被理解的潜能，通过种相的传递，在具有能理解潜能的人的灵魂中被作为现实状态充分的展示出来）。“因此，通过抽象来认识事物乃是人这一固有能力的表达，即：作为推动者，交互地将外在事物客观性地自我显现为可感知、可知觉和可理智的。”<sup>②</sup>只不过，在中世纪学者那里亚里士多德所说的潜能（potencies）被新的术语“意向性”（intentionality）取代了。<sup>③</sup>

### 3. 中世纪透视学家完整的视觉理论

中世纪透视学家将新柏拉图主义的元素融入到亚里士多德系统当中，针对它的两个缺陷给予了修订。首先他们大大的提升了亚里士多德那里作为透明介质现实化的“光”的第二性地位。将光理解为在最完满的颜色和形式。其次，如上章涉及过的，抛弃了入射理论所设定的形式的整体传递，代之以数学的点状分析。透视学家以此为基础更新了自己的概念工具用来协调与亚里士多德系统之间的冲突。

具体表现为<sup>④</sup>：

- a. 光（light）：光被重新定义为外物固有的，使其具有显亮颜色（illuminated color）的形式属性光能（lux）。它有能力借助于透明介质向四周将自身展现为光明（lumen）。光自身是可见的（理论假设），同时也是物体颜色能被看到的作用者。
- b. 光能（lux）和显亮颜色（illuminated color）：外物可视的形式因。
- c. 光明（lumen）和明亮颜色（illumined color）：物体作用在介质中的形式因。
- d. 透明介质：物体和介质都是质料因。介质具有这样一种能力：因其透明性质被光能或显亮颜色作用，从而向四周物理地散发光明和明亮颜色。

基于上述概念，透视学家辅以潜能的汇集（convergence of potencies）或意向（intentions）

<sup>①</sup> “活动”（activity）是一般意义上运用肉体与灵魂力量的运动，包括道德的行为活动与技艺的（制作）活动。（亚里士多德：《尼各马可伦理学》，廖申白译，北京：商务印书馆，2007，第5页，注释3。）

<sup>②</sup> Mark Smith, “Getting the Big Picture in Perspectivist Optics,” p. 577.

<sup>③</sup> Mark Smith, “Getting the Big Picture in Perspectivist Optics,” pp. 577-578.

<sup>④</sup> Mark Smith, “Getting the Big Picture in Perspectivist Optics,” pp. 578-579.

概念来解释亚里士多德的抽象理论中有关可视形式 (visible form) 的物理传播的讨论。可视形式被处理为光和颜色。“不管是可视意向、明亮或显明的物体都通过连续的透明介质以光和颜色的形式的传递展现自身，”而且，这一传播过程本身就是一种抽象活动。“光明和明亮颜色作为光能和显亮颜色的物理表象是借助于透明介质抽离出的意向形式 (intentional form)。”<sup>①</sup>这种“形式的传播”在培根那里被表述为“种相的传播” (the multiplications of species)，即：推动者和受动者相互作用产生的，在连续介质中通过彼此相邻点相继传播种相构成了一个微观的抽象活动。整个种相传播过程 (抽象过程) 被等同于光的传播。

首先，眼睛的晶状体不但是一个具有透镜性质的折射器官，而且是一个具有视觉感知能力的器官。这个视觉器官具有视觉灵魂，拥有自我显现的“意向性”能力。当符合数学点状分析的种相入射晶状体时，眼睛会主动“分拣”，让垂直入射的光束进入，而忽视发生折射的光束。经由晶状体抽象过的可视形式是与外在被视事物相同但缩小的色斑堆砌。这些色斑通过玻璃体，经由玻璃体的意向性被把握为一个统一的“可视种相” (visible species)，并传递给视觉神经 (optic nerve)。视觉神经将“可视种相”以完善的顺序传递到大脑内的第一个腔室。这一阶段的过程被称为“单纯的看” (aspectus simplex)。

接下来，发生在大脑前室“终端感觉”的抽象过程叫做“直观” (intuitio)，它介于纯粹的感觉和纯粹的理性之间，是基于动物灵魂的知觉抽象。“感觉终端”借助于通感的 22 种“可视意向” (visible intentions)<sup>②</sup>以及“区分力” (a capacity to discriminate) 通过比较，将可视形式连接、抽象为确定的感性形式 (sensible form)。这个“直观”是视觉过程中第一个自主的“意向性活动” (intentional act)，因为它发挥了判断和注意力的作用。紧接着，在同一个腔室内，知觉表象或感性形式被交给想象，在同种表象不断重复的给予的情况下，动物灵魂可以抽象出“普遍形式” (forma universalis)。它是直观的目标，这一阶段抽象过程最终成果。

第三步，直观得到的普遍形式 (它还不具有真正意义上普遍性，只是通过经验堆积起来的多而已) 被传递到大脑的中央腔室。在这里借助于理性灵魂，认识到事物当中的理智种相 (intelligible species)，并得到概念。这一抽象是最后发生的，也是最精微的过程。它不但是事物种相通过精细介质传递到灵魂最深处的最完善的表达，也是人对外在事物最充分的认识，<sup>③</sup>是“理智和事物的相即” (Adequatiorei et intellectus)。

综上所述，整个抽象理论下的视觉活动强调以下四个预设：灵魂所把握的是外在实在的

<sup>①</sup> Mark Smith, "Getting the Big Picture in Perspectivist Optics," p. 579.

<sup>②</sup> 包括形状、尺寸、清晰模糊、空间位置、美、丑等意向。

<sup>③</sup> Mark Smith, "Getting the Big Picture in Perspectivist Optics," pp. 580-587.

形式或质；物理对象显示着自己的形式特点；视觉过程可以用四因说来解释；物理世界中充满着介质。在这些设定的基础上，中世纪透视学家修改了亚里士多德给予光的定义。光作为一种运动或变化被重新理解为最完满的颜色和形式，即视觉活动中最完美的形式因和效力因。<sup>①</sup>广义上的视觉活动包括：客观物体在介质中不断显现自身潜在地成为“理智种相”的“物理种相”（physical species）；眼睛的晶状体将“可视种相”捕捉到并揭示其中第一层意向；然后，这些种相进一步被“终端感觉”抽象得出作为“感性种相”的第二层意向；继而，“感性种相”经过理智的抽象，得到“理智种相”。这一过程中的每一步骤都环环相扣，顺序地向“理智种相”演进。较后步骤中的形式是前一步的形式因，对它们发挥着作用或效力，都以得到最终的理智形式为目的。相对于这条形式传递的路线，透视学家还强调了视觉过程中的质料因：首先，要有透明介质的存在，它帮助物体在显现和传递自身的“物理种相”；其次，要有健康的眼睛，包括晶状体、玻璃体和视神经，以及相应的视觉灵魂；最后还要有健全的大脑，以及充满大脑腔室的知觉灵魂和理性灵魂。在上述所有要件都齐备时，“看”（seeing）才成为可能。光或颜色才能在充分意义上显现。总之，“透视学家有关物理性的光线传播的解释只是抽象理论中的一个组成部分”。<sup>②</sup>

#### 4. 整个认知原理背景下的中世纪光学研究

如前所述，中世纪透视学家尽管对于光的物理性传播大量使用了数学分析，但是他们的初衷却与十七世纪的开普勒以及后继者完全不同。前者要在整个亚里士多德自然哲学建立的原因和本原的链条内，借助于光这一具有隐喻意义的存在帮助理解人的灵魂以及人与世界内存在物的感通，理解自然秩序是如何通过光或形式的传播让灵魂与事物两方面都充分的显现自身，成全自身。在亚里士多德传统看来，人的认识秩序应该建立在自然秩序的基础之上，尽管灵魂中努斯的最高形态与自然秩序当中的第一推动者在最本源的意义上一回事。而开普勒等人逃出了抽象理论所设定的论域。亚里士多德自然哲学系统在经历了中世纪晚期基督教唯意志主义的破坏性诘难后，风雨飘摇。任何试图在自然之内建立自然秩序的道路被上帝非理性的全能所瓦解。所以，要充分理解开普勒光学理论作为一种数学解释手段之所以能够成功的概念背景和理论预设，首先应该从中世纪角度出发考察整个古代自然哲学系统的变

<sup>①</sup> 这一做法貌似提升了光的地位，其实是将光与视觉活动相剥离开来。光作为形式因的理解削弱了亚里士多德自然目的论本身的自洽性，是用神学目的论取代前者的做法。一旦当附着在光之上的隐喻受到质疑，视觉活动作为纯粹机械生理的特点就相对容易得到强调。

<sup>②</sup> Mark Smith, "Getting the Big Picture in Perspectivist Optics," pp. 587-589.

化，以及旨在颠覆自然哲学传统的科学革命。

#### 四、 中世纪光学思想史背景下看科学革命

##### 1. 中世纪抽象理论的形而上学前提：自然秩序之上的认知秩序

柯瓦雷对于近代早期的形而上学革新同古代传统之间存在的决定性的差异的强调以及试图在科学革命与潜藏其下的形而上学革命之间建立联系的做法影响深远。只不过，在史密斯看来，近代科学革命的形而上学基础并非完全来自于那场空间无限化的形而上学变革。他认为思考以颠倒抽象理论为己任的近代认识论革命，即：“knowing things outside in”向“knowing things inside out”的深刻转变——一种以认知秩序取代自然秩序的革命，更有利于问题的澄清。<sup>①</sup>

如前章所述，中世纪透视学家继承并在神学系统下完善了亚里士多德自然哲学系统，整个抽象理论被嵌套进一个由神创造的井井有条的世界秩序或逻辑秩序<sup>②</sup>当中。上帝的造物通过在介质中传播自己的种相，表达着自身。同时，人的灵魂把握并理解着这些种相及其传递出的自然和谐，进而颂扬上帝的荣耀。上帝的造物之间相互发生作用并不一定非得经过机械碰撞来表达。磁石之间的吸引，和人的灵魂对外物的理解所依凭的乃是上帝赋予造物的感通或感应能力（意向性）。只不过人的感通能力最强，最有可能通过自己的感通或主动理智获得“真福神视”，直观到最纯粹的光或形式——神本身。在整个过程中，尽管感觉经验最为初级，但它却最为直接和完整地捕捉了神赋予事物之上逻辑秩序（事物显现的秩序）。因此，“理性的有效性取决于感觉的有效性，而感觉的有效性最终是建立在不可动摇的自然秩序之上的。”“灵魂内的理智确定性要依赖于自然秩序的绝对确定性。理性要服从于外在的规范原

<sup>①</sup> Mark Smith, “Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective,” *The American Historical Review*, Vol. 95, No. 3 (Jun., 1990), pp. 727-728.

<sup>②</sup> 中世纪亚里士多德主义者所说的逻辑和当代逻辑（思维法则）非常不同。两者需要在不同的形而上学预设下给予理解。亚里士多德所说“逻辑”源自于 logos 一词。按照海德格尔的训诂，后者主要的意思是“话语”（Rede, speech）。所谓话语“是让人从某某方面来看”，即：“说者”和“听者”在这种“看”或“说”中对某种东西获得共同的理解。这一过程中，logos 将“话语，话语表达之物，以及在话语中被理解之物”紧密联系在一起，并让理解成为可能。相对于 logos 有时会呈现假象或乱象而言，“逻辑”强调的是一种规则性，揭示性的话语（the declaratory and revealing speech）。它是 logos 的秩序。在亚里士多德主义者看来，这个秩序是事物所本有的。人的语言或理解只不过是其灵魂对于这一秩序的充分显现而已。（参见 Jacob Klein: *Lectures and Essays*, Eds. R. B. Williamson and E. Zuckerman, Annapolis: St. John's College Press, 1985, pp. 171-195.）

则，即：秩序的逻辑。”<sup>①</sup>然而，这样一个井然有条的世界图景，在中世纪晚期（1300-1500）遭到了来自和神学或逻辑学两方面的严重批评。

## 2. 中世纪晚期对抽象理论的批评

首先是来自神学层面的批评。整个抽象理论植根于两个基本原则：客观实在与我们的概念系统之间存在着必然的对应关系，而且客观实在自身服从于永不变更的上帝所赋予的逻辑秩序。但随着亚里士多德思想的经院化程度日益加深，隐藏在其中的矛盾也渐渐显露了出来。13世纪后期，思想家日益意识到亚里士多德体系中关于逻辑秩序的讲法同基督教一神论传统之间有着严重的冲突。具体表现在：首先，负罪的人是不能单凭借其理性就能理解自然秩序，进而颂扬上帝的。人需要神的启示和坚贞的信仰才能救赎。其次，神作为全知全能是秩序的规定者，自身不受任何秩序来约束。上帝完全可以制造出超越人类理性理解的事物，如没有四边的四边形，没有山脊的山谷，等等。“如果设立自然符合于一定的逻辑必然性，势必会限制上帝创造的自由，将其禁锢于现实存在的秩序之上。”<sup>②</sup>也就是说，继承亚里士多德主张存在一个神造物所依据的自然秩序或逻辑秩序是对神全能的限制和亵渎。这两点在基督教唯名论传统中表达的尤为充分：

所有真实存在的事物都是个体的或特殊的，共相只是一些虚构。语词并不指向实际存在的普遍的东西，而只是对人的理解有用的符号。受造物是完全特殊的，所以不是目的论的。于是乎，神无法被人的理性所理解，而只能通过《圣经》的启示或神秘体验来理解。因此，人并没有自然的或超自然的目的。这样一来，反对经院哲学的唯名论革命摧毁了中世纪世界的每一个方面。它终结了那种从基督教教父开始的把理性与启示结合在一起的巨大努力，他们试图把希腊人的自然伦理学说与关于一位全能造物主的基督教观念统一在一起。<sup>③</sup>

<sup>①</sup> Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," pp. 730-731. 当然在亚里士多德自己的系统里，自然秩序的建立者并不是中世纪所颂扬的上帝，而是自然显示自身所依据的秩序，是受具有潜能的存在者中潜藏的固有的、目的性因素规范的。只不过关于这一秩序的理解，亚里士多德会通过原因和本原的道路一步步从《物理学》上升到《形而上学》或第一哲学中予以讨论和澄清。

<sup>②</sup> Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," p. 732.

<sup>③</sup> 吉莱斯皮、：《现代性的神学起源》，张卜天译，长沙：湖南科学技术出版社，2012。第22页。

就从逻辑学方面的批评来看。中世纪抽象理论中，概念是抽象所得到的最终结果。尽管它在认识上最有效，但是却不如感觉提交的感觉形式更确定，更近乎“真”。<sup>①</sup>因为，除非同一个概念自身，否则概念作为外在实在的“意向表象”彼此之间的逻辑关系是非常不确定的。<sup>②</sup>所以，任何完全脱离直观基础的逻辑推理，都被批评为空谈和诡辩。<sup>③</sup>尽管如此，奥康（William of Occam，约公元1285-1349）采取彻底唯名论的立场，以“新逻辑”肯定了这种将普遍概念脱离外在实在的做法。他强调“科学是关于概念的，而非是关于事物的”，“意义和命题的真假不必假设词项指代的事物的存在就可以确定”。<sup>④</sup>与此相同，数学概念也被理解为从感性形式中抽象出的另一种“意向表象”，欧几里得的几何世界只是外在世界在心灵中无形副本。鉴于数学概念的高度抽象性以及完好的逻辑推理功能，13世纪的学者认为它可以为具体学科提供方法。但也正因为它与直观的高度脱节，使得采用这种方法的学科：光学、天文学被认为是关于外在实在的一种虚拟的解释而已，而并非实在自身。

经过来自神学和逻辑学的批评，抽象理论内部产生了一道内外相别的鸿沟。首先，数学理论的高度抽象使得它与客观感性实在严重脱离（第一意向与第二意向的区分）<sup>⑤</sup>，这使得任何依赖于数学方法的学科都成为了关于外在世界的一个虚拟的，旨在拯救现象的解释。其次，由于神的无限全能，人的认识和理解不能保证有赖于数学解释的理论体系就是唯一的，一成不变的。所以任何数学解释都可以被认为是暂时性的，尝试性的。此外，由于神学必然性和逻辑必然性的区分，<sup>⑥</sup>人类所认识的到的秩序也只是外在实在向我们显现出样子而已。原本借助“种相传播”理解真实自然秩序的灵魂，被置于一个充满了虚拟、不定，乃至怀疑的世界当中。

史密斯认为，面对这样一个充满怀疑的世界。学者有三种选择：要么龟缩在怀疑和不安

<sup>①</sup> Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," p. 733. 特别是注释 27。中世纪思想家区分了逻辑真理和逻辑有效性。前者要诉诸于对于真实存在的、简单的、不加混杂“直观认识”。后者主要指推理（主要指三段论推理）的正确与否。

<sup>②</sup> 站在近代认识论的立场上（比如休谟），反倒是观念之间的“逻辑”联系特别明确。需要值得注意的是，这种理解恰恰是认识论转向之后被逐渐确立起来的。其根源在于对于“逻辑”的看法发生了根本的变化。事物显现自身的“logos”被理解为主体内的理性推理的法则“logic”，更或者理解为人类知识可能性的条件——康德的先验逻辑(transcendental logic)或胡塞尔的纯粹逻辑(pure logic)。

<sup>③</sup> Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," p. 734.

<sup>④</sup> 张卜天：《质的量化与运动的量化》，北京：北京大学出版社，2010，第76到78页。

<sup>⑤</sup> 克莱因指出中世纪晚期（始于阿维森纳，经由根特的亨利 Henry of Ghent 延续到阿奎那著作中）在第一意向(intentio primera)与第二意向(intentio secunda)所做的重要区分决定性的开启了自然符号化的进程。韦达(Vieta)运算系统中的对象是对第一层意向对象的转换，即由字母符号意向的“一般数”指向一个第一意向给出的特定对象（由知觉直接把握的一个存在，它在日普通在实在领域的对应为两个、三个）。其中重要的一点是：species 既不像毕达哥拉斯和柏拉图理解的独立性，也非亚里士多德的由外而内的抽象进入的含义。维达在笛卡尔将 species 囚禁并形式化为一种“真”的观念性存在的新形而上学的道路上迈出了重要的一步。（参见 Hopkins, B, "Jacob Klein and the Phenomenological Project of Desedimenting the Formalization of Meaning," *The St. John's Review*, Vol. XLVII, No. 2, 2003, pp. 62-64.）

<sup>⑥</sup> 中世纪思想家借用阿威罗伊工作，区分了神学必然性和逻辑必然性。逻辑必然性不像前者那样是永恒不变的。人所理解的自然秩序只是大略或好似的样子，它和真实存在的秩序是有区别的。

中战栗的生活；要么与时俱进，坚持人类认识的无限性，不断发明新的、更好的虚拟理论解释实在；要么彻底扭转抽象理论赖以建立的形而上学根据，以新的方式解释自然秩序。<sup>①</sup>近代早期的主流思想家选择的第三种方案。

### 3. 哥白尼革命和开普勒视网膜理论的形而上学意义

“视网膜成像理论”主张的颠倒的世界与“日心说”预设的地球运动一样将当时的人们置于一个不可思议的新世界当中。这个世界已不是亚里士多德体系为每一个存在物安排了合适位置，并给予自身目的的一个和谐完善的通向“最高存在”的巨链可以说明的。因为从外在实在通过“种相传播”所表达的“神学——自然”世界不但受到了奥康唯名论传统的强烈质疑，而且就这一理论自身而言，被抽象出的“意向表象”在理性最深的地方，自然秩序被司各脱（John Duns Scotus，约1265—1308）关于“存在之为存在”的思考拉平和瓦解。不仅天界和地界的秩序需要重新考察，就连他们天天所见到的一切景观居然都是颠倒的，这是一个多么悖谬的世界！

16世纪的主流思想家意识到如果秩序不能从自然而来，那么它一定来自理性。因为他们相信在感官和理性发生冲突时，应该选择理性。<sup>②</sup>哥白尼变换了参照点之后，不仅内行星的运动解释比托勒密的解释简单自然，而且行星的次序也被严格确定了。所有行星的距离可以借日地距离被确定。变动任何一个都会导致混乱。而如果像开普勒坚持光线入射晶状体后会继续按照几何法则传播的话，所有附加在眼睛上的神秘性质就显得多余了。所以，尽管日心说和视网膜理论和感觉经验严重违背，但是哥白尼和开普勒都跟随了数学和逻辑的融贯与优雅。他们的工作非常明确地“将确定性的基底从客观实在移至主观领域。以主观的数学必然性的确定性来推知外在物理世界的客观确定性。”<sup>③</sup>

在伽利略的科学方法中，哥白尼的这一认识论角度的转变尤为明晰。“自然是欧几里得《原理》的放大版。”<sup>④</sup>感觉向我们提供了一个有待说明的世界，但没有为我们揭示其中的理性秩序，而且凭借自身也不能够向我们提供我们所希望的说明。因为理想秩序总是数学的，

<sup>①</sup> Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," p. 735.

<sup>②</sup> 关于哥白尼坚持日心说背后的新柏拉图主义倾向一直是传统解释所强调的。库恩认为哥白尼更为彻底的贯彻了拯救现象的数理天文学传统。然而问题的症结是在：希腊和希腊化时期人们关于算术概念背后的“意义意向”究竟是什么？难道笼统的认为他们都使用了数学的方法、强调理性就一定是在同一个传统当中么？柯瓦雷关于伽利略的柏拉图主义解释也存在这个问题。因为，中世纪之后，关于抽象理论定义的感觉经验发生了根本性的变化。所有这些变化正是史密斯关于中世纪光学的工作所致力于给出的，也是克莱因认为现象学的科学史要求把握的“意向历史”应该给予厘清的。

<sup>③</sup> Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," p. 737.

<sup>④</sup> Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," p. 737.

只有通过数学证明的方式才能达到。<sup>①</sup>所以，在伽利略看来，外在世界如果不能划归给心灵中的欧几里得世界，那么它们就是相对的、流变的或是不可理解的、欺骗性的。然而，作为认识者，我们依赖于感觉才能同世界联系在一起。如果感觉倾向于欺骗我们，人们如何还能获得关于这个世界的真正理解呢？在中世纪抽象理论中，那些后来被称为第二性质的东西，如颜色和气味等是灵魂中理性功能得到“意向表象”的必然一环，起到了非常重要的中间作用，是自然秩序为认知秩序奠基的中坚力量。与抽象理论相反，伽利略主张“尽可能地直接把握事物的数学方面。这就意味着无论如何都要抛弃在抽象理论起到中心作用的感觉形式，即：简而言之，knowing things inside out 就必须尽可能的剔除感觉。”<sup>②</sup>隐藏在这一切选择背后的那个时代一项非常重要的形而上学预设：“理解或认识客观实在应该让它们符合理性，而不是理性符合实在。”<sup>③</sup>即：自然秩序应该依赖于人的理性秩序，而非相反。

16世纪对自然秩序的理解与重建与要将事物中散发出来的“形式”或“种相”“看”出来的13世纪透视学理论之间的概念结构和背景视域有着根本区别。阿尔哈增的光学和开普勒的光学尽管都运用了数学的方法，讨论着类似的问题，但是他们各自的“意向历史”（intentional history）或凝结在相同概念之上的意义生成或沉淀是完全不同的。<sup>④</sup>在开普勒的世界中，眼睛作为一个人体的器官早已摆脱了抽象理论给它赋予的意义和功能。它既没有分拣的能力，也不具有意向性。它就是一枚安置在人体上的透镜，发挥着与暗箱一样的作用。所有入射的光线都要遵循严格的几何偏折线路。阿尔哈增强调的抽象的第一阶段在开普勒看来只不过是纯粹依循几何法则的“生理——机械”过程罢了。曾经吓退阿尔哈增的地方（光线在晶状体汇集后继续向前形成倒像），却成了开普勒赢得胜利的地方。依据理性的力量他将数学分析贯彻到底（不论它多么的违逆人的感觉经验），得出了让古人觉得是天方夜谭的结论——人眼睛中的世界是倒立的。这个震撼的结论一点都不比哥白尼说地球在转动的爆炸效果弱多少。然而，这样的“奇谈怪论”如果在已经被颠倒了了的形而上学面前审查的话，却

<sup>①</sup> 伯特：《近代物理科学的形而上学基础》，徐向东译，北京：北京大学出版社，2004，第60页。

<sup>②</sup> Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," p.739.

<sup>③</sup> Mark Smith, "Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective," p.739.

<sup>④</sup> 胡塞尔在《经验与判断》中的一个基本立场是：判断要向前谓述的主词还原。主词可以由任何观念对象来充当。但是在回溯和还原中，必定会找到一个绝对的“基质”（substrate），否则会就会陷入无限倒退之中。绝对基质类似于亚里士多德所说的只能做主词不能做谓词的“第一实体”。它自身不再包含任何范畴形式。只能通过直接指称定义给出——这个或那个“东西”。对这个绝对基质的命名过程构成了意义的历史。所谓意义的历史就是指基质的意义在经验和知觉世界中逐渐展现和诞生的过程。胡塞尔将其称之为“意义的生成”。任何基底之上所附着意义都与知觉的内时间结构相关联。据此，意义在概念地层中结构性的沉淀史或诞生史同与心理主义向对的客观时间或真实历史是不同的。所以克莱因认为：“历史学不能把它的问题限定在找出所谓的‘事实’及其关联，而应该把主要问题放在揭开意义沉积的全部地层，深入到任何一种科学以及前科学概念的真正开端，发掘出它们的根，最终得以重新激活被掩蔽的原初明见性。在这种理解下，历史学不可能跟哲学分离，历史学的合法形式只有一种，那就是人类思想的历史。”（张东林：《数学史：从辉格史到思想史》，《科学文化评论》，第8卷，2011年第6期，第36页。）

并不那么让人难以接受。因为经过中世纪后期的批评，自然的秩序要以人的认识秩序为前提。关于这一点，笛卡尔给予了非常清晰的表述。

#### 4. 笛卡尔的方法：认知秩序之上的自然秩序

《指导心灵的规则》中，笛卡尔为自己规划了如下一幅工作顺序。首先，他明确自己工作的目的：“要寻求一种规则，以对世界上的一切事物形成确凿的、真实的判断”（规则一）并且“为了发现某一真理而把心灵的目光应该观察的那些事物安排为秩序”（规则五）。其次，具体的方法是：简化命题得到最单纯的命题。（规则五）；从复杂事物中区分出最简单事物。（规则六）；把所有情况有秩序的列举出来。（规则七）；自己独立地直观这些最简单的事物，获得清楚明白把握之后考察它们的相互关系。（规则八——规则十一）；直到规则十二，笛卡尔以总结的姿态仔细讨论充分运用心灵能力去发现“简单命题”和“简单事物”的过程。很重要的一点是，笛卡尔强调在继续工作之前，他要说服我们接受一个不是人人都接受的命题，即：“**应该按照事物呈现于我们认识时的那种秩序，依次逐一考察，而不是我们按照各该事物真实存在的情况去说它们时那样。**”<sup>①</sup>

非常明确，在笛卡尔的世界中，任何事物被认识，首先是从它与心灵的关系而言的。被认识的任何事物都是简单性质的复合，而我们心灵对这些性质的把握，是依照它们呈现于我们认识时的秩序。笛卡尔那里，对直观自明的单纯事物包括：型相、广延、运动<sup>②</sup>。在《第一哲学沉思集》里，他更是通过“怀疑”实现了对所有单纯性质的进一步剥离，从而将自然秩序更明确地建立在“我思”的根基上。<sup>③</sup>

笛卡尔的自然哲学严格的遵循了自己订立的规则。作为光和颜色的形式或种相的传播在他看来既不单纯，也不符合直观。更重要的是：种相假设在他的哲学体系里完全是多余的。**因为我们根本就不需要以事物自身的秩序来认识它们。**所以在《论光》中他说到：“发光体”（luminosity）只不过是涡旋运动的、燃烧粒子的剧烈运动罢了，“光”（light）只是这些粒

<sup>①</sup> R. Descartes: *The Philosophical Writings of Descartes*, ed. trans. by John Cottingham, Vol. 1, Cambridge Press, 1984. p. 44. 中译参考了笛卡尔（1991），第58页。

<sup>②</sup> 在规则十二中，笛卡尔嘲弄了亚里士多德居然试图给妇孺皆知的运动下定义，认为此举完全是故弄玄虚。

<sup>③</sup> 笛卡尔在给莫赛纳的一封信中坦承：“这六篇沉思包括了我的物理学的全部根基。但请不要告诉大家，因为这会让亚里士多德的支持者们更难赞同它们。我希望，读者会在注意到我的原则摧毁了亚里士多德的原则之前，就逐渐习惯，认识到它们是真理。”（转引自李猛：《笛卡尔论永恒真理的创造》，《哲学门》，第十卷，2009第一册。注释24。）

子相互挤压形成的压力而已，而颜色（color）只是以太粒子的自旋，是光的副产品。<sup>①</sup>“根本就不需要假设有从事物而来的东西传递到眼睛里产生光和颜色，也不需要某种与我们关于它们的观念和感觉相似的东西存在于事物中。”<sup>②</sup>一言以蔽之，经院哲学家设定的经由介质传递的“意向种相”只不过是个虚假且冗余的构想而已。

## 五、 结论

林德伯格的编史思路在他的 *Roger Bacon and the Origins of Perspectiva in the Middle Ages* 一书的导言中显露无疑。他写道：

参加 1961 年秋季格兰特主持的讨论班时，我完成了作为科学史科学哲学专业研究生的第一篇论文。这篇论文是关于培根《透视学》“*Perspectiva*”的。我选择这个论题并非出于对它内在价值的合理估量，而是因为我知道我很快就能做出成果。因为对我而言，培根的视觉原理并不那么难以把握，而且我还了解一些现代光学的知识。<sup>③</sup>

林德伯格一开始就试图从古代视觉理论中寻找现代光学的影子。正是基于这个目的，他在《从金迪到开普勒的视觉理论》一书开篇就强调要为自己的研究加以限定。主张将古代光学从其讨论的心理学、认识论背景中拿出了，聚焦于古代光学的物理方面以及数学分析。并且为此辩解说，“这一限制不仅是权益的，而且也是合法的。因为尽管心理学和认识论论题是在视觉理论的语境下出现的，但它们绝不是视觉理论的首要关注点。”<sup>④</sup>在林德伯格看来，整条光学思想史线索一定要与心理学和认识论撇清干系才能获得充分的理解。只要通过相应的史料堆积和分析显示出金迪和开普勒都使用了同样的数学手段或概念工具，就可以将他们归入同一条战线。唯一的区别仅在于开普勒是这条数理线路最忠实的捍卫者罢了。

史密斯的编史理路则完全不同。他强调要从更为广阔的视角来思考古代光学；强调他们的工作应该还原到当时的思想环境中去考察；强调学者所使用的概念与当时自然哲学和形而

<sup>①</sup> Mark Smith, “Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective,” p. 741.

<sup>②</sup> 转引自 Mark Smith, “Knowing Things Inside Out: The Scientific Revolution from a Medieval Perspective,” p.741.

<sup>③</sup> David Lindberg: *Roger Bacon and the origins of Perspectiva in the Middle Ages: a critical edition and English translation of Bacon's Perspectiva, with introduction and notes*, Oxford: Clarendon Press, 2006, p. vi.

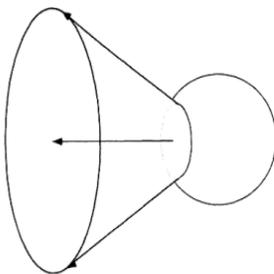
<sup>④</sup> David Lindberg: *Theories of vision from al-Kindi to Kepler*, p. x. 尽管林德伯格意识到自己的限定会被指责为辉格史观，作为澄清他只说了要“在史料选择上倍加小心”。

上学概念之间的不可分割性。他自己为这一努力付出了辛勤的劳动。所有公开发表的期刊文章背后都有非常扎实的原典阅读和分析。他从拉丁文翻译并注解了托勒密的《光学》(*Optics*)以及阿尔哈增的《论光》(*De Aspectibus*)，仅后者上下两卷就有一千页。这些基础工作帮助他清理并激活了附着在相同概念之上不同地层中的用法和真实意义。在这一广阔视域的指导下，就坚持渐进论或革命论的立场而言已然并不重要。真正重要的是坚持“还原”的态度，抛弃站在现代立场上的预算和眼光，还原出历史概念当初显现时鲜活的意义。

史密斯的工作是非常有启发性的。库恩关于哥白尼与托勒密数理天文学传统之间建立的联系和林德伯格在光学中建立的开普勒与阿尔哈增的联系如出一辙。两位史学家在做这种联系之缺少了对各具体领域“科学”之上的自然哲学基础和形而上学预设的仔细考察。这方面，伯特做了非常有益的工作。但是，他的形而上学考察并没有进入到中世纪晚期普通形而上学（本体论和逻辑学）的层面。他只描画了经院哲学没落的景象，却缺少了对于经院哲学核心预设的仔细考量。他只罗列了亚里士多德传统思考自然时所使用的概念工具，却没有对它们的真正意义给予澄清。更为重要的是，他没有认真考察伽利略和笛卡尔都认为无可争议的运动现象，为什么在古代哲学中却需要长篇累牍、不厌其烦的做出形而上学的定义与辨析的原因。总之，他的工作与其文章的标题相比还不够“形而上学”。相比之下，在这些方面，史密斯的工作无疑是大大推进了的。尽管他自己没有主张，但是他的方法是现象学的，是现象学和科学史的有益结合。<sup>①</sup>

附图：<sup>②</sup>

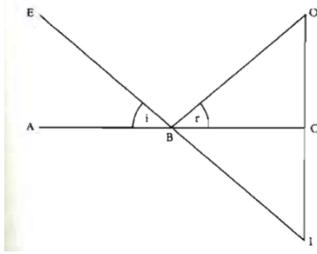
图一：欧几里得视锥图：



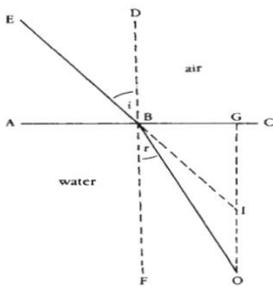
<sup>①</sup> 1967年史密斯在 St. John's College 完成他的本科学习，而 St. John's College 正是克莱因 1937 年到美国后执教四十年并亲任院长十年的地方（1949-1958）。

<sup>②</sup> 所有附图均复制于史密斯和林德伯格的相关文献。

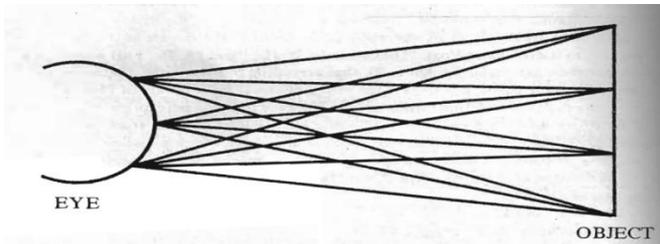
图二：托勒密光的反射图：



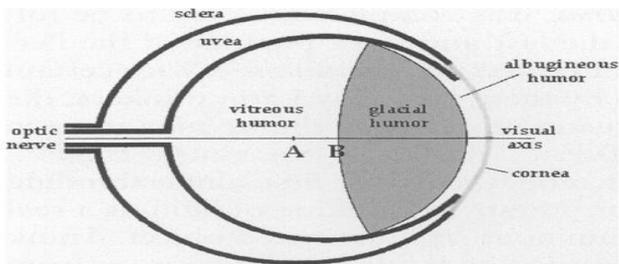
图三：托勒密光折射图：



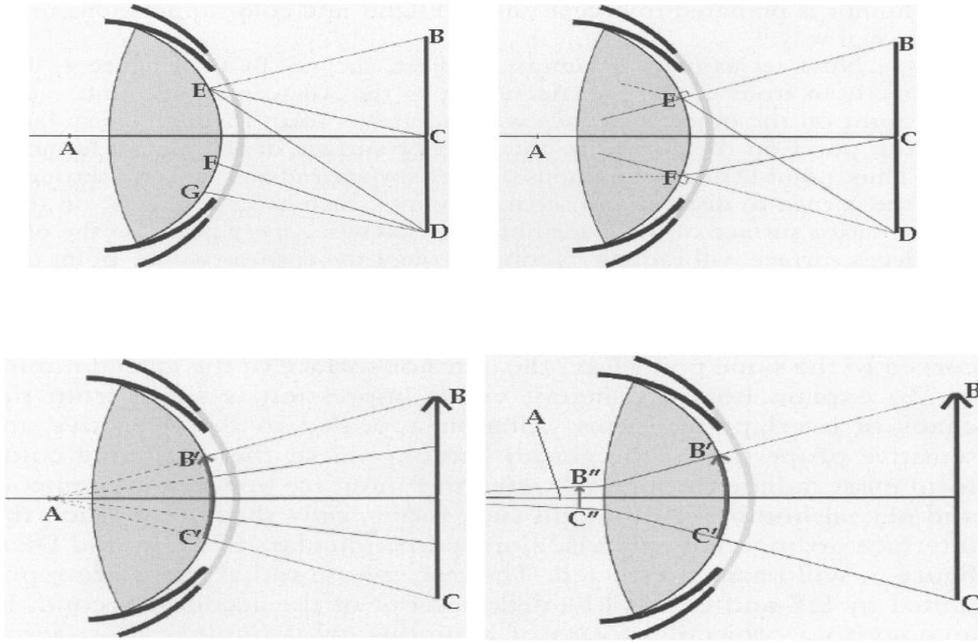
图四：金迪多视锥结构：



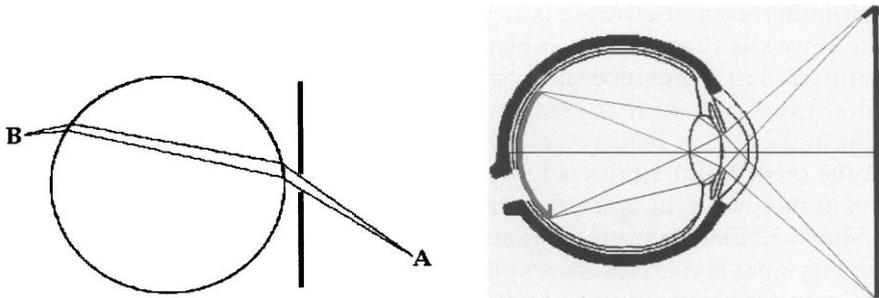
图五：阿尔哈增沿用盖伦的眼睛解剖图：



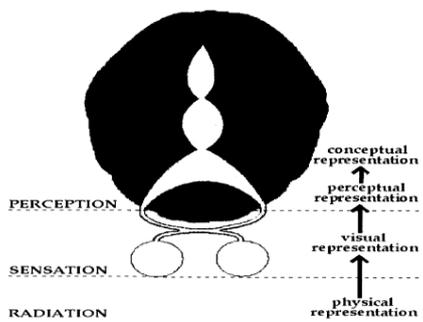
图六：阿尔哈增的“垂直入射成像图”：



图七：开普勒小孔成像图：



图八：阿尔哈增抽象理论过程图：



Two Kinds of Historiographical Programs of Medieval Optics

Jin Shixiang

Peking University

**Abstract:** As the intellectual historical inquiry of mechanics and astronomy, there is an issue between the evolution and revolution in the historical inquiry concerning medieval optics. With the help of examining the application of mathematic method, the evolutionists emphasize there is a consistence in the optics from the middle ages to early modern. By contrast, against the vast natural philosophy and metaphysics background the revolutionists devote to sensor the radical difference between the ancients and the moderns. Mark •Smith, on behalf of the revolutionist, on the basis of the evolutionists' contributions and by virtue of detailed analyzing the genesis of key concepts in medieval optics referring to the relationship between optics and the theory of abstraction in scholastic philosophy, attempts to examine the metaphysical foundations of modern science.

**Keywords:** Medieval Optics, Intellectual History, Historiographical Program, Theory of Abstraction

## 《新仪象法要》星图观测年代研究

李国强 孙小淳

中国科学院自然科学史研究所

### 摘 要

《新仪象法要》是一部记载北宋时期大型天文仪器水运仪象台的形制以及运行原理的典籍，分上、中、下三卷。书中绘有星图五幅（其中两幅横图，三幅盖图）。据《新仪象法要》记载：水运仪象台建于北宋年间，是苏颂和韩公廉主持建造的一座上狭下广呈正方台形的木结构的大型天文仪器，其中浑仪等为铜制。全台共分三隔：下隔包括报时装置和全台的动力机构等；中隔是间密室，用于放置浑象；上隔是间板屋，中放浑仪。

本文着重关注水运仪象台的浑象星图部分，依据现存资料来看，仅有《新仪象法要》中的五幅星图可以作为研究浑象星图的最直观资料，而相关星表数据并没有流传下来。通过对现存《新仪象法要》几个版本《文渊阁四库全书》版、《丛书集成》版、《万有文库》版、宁波天一阁馆藏《守山阁丛书》版和南京图书馆馆藏《仪象法纂》版的星图进行分析比较，认为《丛书集成版》为最适于分析恒星位置的星图版本。

通过对《丛书集成》版《新仪象法要》中五幅星图的分析，首先测量出横图中各个恒星的几何坐标位置，然后根据恒星的位置以及历史文献记录，推测出两幅横图上下边界所取定的去极度，再根据星图中恒星所处的几何位置计算出恒星的去极度和入宿度，并归算成赤纬和赤经数据。在得出星图上恒星的坐标数据之后，根据各个星官的相互位置，采用坐标与直观证认相结合的方法对星图中的恒星进行证认，得出《新仪象法要》星图的中西星名对照表。

最后，选取横图中每一星官的距星，总计 308 颗恒星，作为研究样本。依据现代天文学岁差理论，采用 IAU 国际天文联合会颁布的天球岁差章动 P03 模型，计算出星图上所绘恒星在历史上的赤经和赤纬数据；在 Matlab2009 矩阵实验室平台下，计算出星图恒星样本在公元元年至公元 1900 年的天球坐标数据，并将该样本数据与星图测量数据进行比对，计算出样本平均偏差和均方差数值；运用统计学分析方法，推估恒星位置的准确度及观测年代，并最终得出《新仪象法要》中所绘制恒星的观测年代为北宋元丰年间的结论。

**关键词：** 星图 水运仪象台 《新仪象法要》 观测年代

#### **Abstract**

*Xin Yi Xiang Fa Yao* is a book that records the shape and principle of operation of the large astronomical instrument water-powered astronomical clock tower in the Northern Song Dynasty, divided into three volumes. There are five star charts in the volumes (two horizontal charts and three cover charts). As recorded in *Xin Yi Xiang Fa Yao*: water-powered astronomical clock tower was built in the Northern Song Dynasty, and was a large-scale astronomical instrument set up under the directing of Su Song and Han Gonglian. It is a square wood structure building that is narrow on the top and broad at the bottom and the armillary sphere etc are made of copper. The entire tower is divided into three compartments, and the under compartment includes a timekeeping device and actuating unit of the entire tower etc; the middle compartment is a secret room for storing armillary sphere; the upper compartment is a board house, which stores the armillary sphere.

This topic focuses on the armillary sphere star chart of the water-powered astronomical clock tower. According to the existing materials, only five star charts in the *Xin Yi Xiang Fa Yao* can be used as the most intuitive data for studying the armillary sphere star chart. There are no related star tables and data come down. Through analyzing and comparing the star charts of the existing

several versions of *Xin Yi Xiang Fa Yao*, mainly include Complete Library in *Four Branches of Literature*, *Series Integration*, *Universal Libraries*, Ningbo Tianyi Pavilion Collection *Shoushan Pavilion Series*, Nanjing Library Collection Holding *Yi Xiang Fa Compiled Version*, the *Series Integration* is selected as the star chart version that is most suitable for analyzing the star position.

Through analyzing the five star charts in the series integrated version of *Xin Yi Xiang Fa Yao*, measure the geometric coordinates position of each star in the horizontal chart in the first place, and then infer the north polar distance that the upper and lower bounds of the two horizontal charts have defined according to the position of the star and the historical documents, and calculate the north polar distance and determinative star distance of the stars according to the geometric position of the star in the star charts, and impute into declination and right ascension data. After obtaining the coordinate data of the stars in the star chart, identify the stars in the star chart by using the method of combination of coordinates and intuitive according to the mutual position of each star, and a table of comparison between Chinese and Western Star Names of Star Chart in *Xin Yi Xiang Fa Yao*.

Finally, according to the precession theory of modern astronomy, use the celestial precession nutation P03 model issued by the IAU International Astronomical Union to calculate the historical right ascension and declination data of star described in the star chart, choose the determinative star of each star in the horizontal chart as the study sample, calculate the celestial coordinate data of the star sample in this star chart under Matlab 2009 matrix laboratory platform calculate the average deviation and standard deviation values of the sample by comparing this sample data and measurement data of the star chart. By combining the statistic analysis, predict the accuracy and observation years of the star position, and draw the conclusion that the observation years of the stars drawn according to the star chart of the *Xin Yi Xiang Fa Yao* are the Yuanfeng reign of the Northern Song Dynasty.

**Key words:** *Xin Yi Xiang Fa Yao* Star Map Observation Years Water-powered Astronomical Clock Tower

# 1. 星图观测年代分析

## 1.1 推证恒星观测年代的理论基础

岁差,在天文学中是指一个天体的自转轴指向因为重力作用导致在空间中缓慢且连续的变化。天体的运动类似一个陀螺,自转的同时,自转轴并不是稳定不变的而是做一个顶角为 $47^\circ$ 的圆锥运动<sup>①</sup>。而天体自传轴的这种运动导致以地球为观测基点而得到的天体坐标数据随着年代的变化也是不断变化的。在日月行星引力的共同影响下,北天极绕北黄极以顺时针方向缓慢旋转,构成一个以黄赤交角 $\epsilon$ 为半径的小圆。早在距今4000多年的古希腊,天文学家依巴谷发现了地球自转轴绕黄极旋转的岁差现象。当时地球自转轴指向天龙 $\alpha$ 星,由于岁差现象,12000年之后,地球自转轴将指向天琴座织女星,同时,春分点在25800年内沿着黄道移动一周。天文学家为了观测天象、归算观测资料等,都需要用岁差模型和章动模型把天体的位置划算到同一历元。但是在数学上,并不能找到一个与实际地轴变化轨迹完全符合的表达式。因此,随着观测精度的提高,岁差模型也是在不断改进。2000年,岁差采用Lieske IAU 1976模型<sup>②</sup>,IAU1976年公布的岁差模型表达式为<sup>③</sup>:

$$\begin{aligned}\psi_A &= 5038.7784''t - 1.07259''t^2 - 0.001147''t^3 \\ \omega_A &= \epsilon_0 + 0.05127''t^2 - 0.007726''t^3 \\ X_A &= 10.5526''t - 2.38064''t^2 - 0.001813''t^3 \\ \epsilon &= \epsilon_0 - 46.8150''t - 0.00059''t^2 + 0.001813''t^3 \\ \\ \xi_A &= 2306.2181''t + 0.30188''t^2 + 0.017998''t^3 \\ \theta_A &= 2004.3109''t + 0.42665''t^2 + 0.041833''t^3 \\ z_A &= 2306.2181''t + 1.09468''t^2 + 0.018203''t^3\end{aligned}$$

2003年采用IAU2000岁差-章动模型。随后,Bretagnon<sup>④</sup>等人、Capitaine<sup>⑤</sup>等人、Fukushima<sup>⑥</sup>以及Harada和Fukushima<sup>⑦</sup>分别提出了四个高精度的岁差理论和黄道定义<sup>⑧</sup>,第24届IAU大会B1.6决议:2003年1月1日起采用的IAU2000岁差-章动模型分为两类:第一类采用MHB2000章动模型,精度为0.2mas;第二类采用MHB2000的简式,精度为1mas。2006

<sup>①</sup>C.弗里马里翁.大众天文学(上)[M].广西:广西师范大学出版社,2003.

<sup>②</sup>Lieske J.H. Lederle T, Fricke W, et al. A&A, 1977, 58:1

<sup>③</sup>Lieske J.H. Precession Matrix Based on IAU (1976) System of Astronomical Constants [J]. Astron J & Astrophys. 73, 1979.

<sup>④</sup>Bretagnon P, Fienga A, Simon J. L. A&A, 2003, 400:785

<sup>⑤</sup>Capitaine N, Wallace P T, Chapront J. A&A, 2003, 412:5657(C03c)

<sup>⑥</sup>Fukushima T. AJ, 2003, 126:494

<sup>⑦</sup>Harada W, Fukushima T. AJ, 2004, 127: 531

<sup>⑧</sup>Capitaine N, Wallace P T, Chapront J. A&A, 2004, 421:365

年第 26 届 IAU 大会指出：从 2009 年 1 月 1 日起 P03 模型代替 2003 年 1 月 1 日启用的 IAU2000 岁差和章动模型。

IAU2000A 岁差章动模型<sup>①</sup>中关于岁差的表达式为：

$$\psi_A = 5038.47875''t - 1.07259''t^2 - 0.001147''t^3$$

$$\omega_A = \epsilon_0 - 0.02524''t + 0.05127''t^2 - 0.007726''t^3$$

$$\chi_A = 10.5526''t - 2.38064''t^2 - 0.001125''t^3$$

$$\epsilon = \epsilon_0 - 46.84024''t - 0.00059''t^2 + 0.001813''t^3$$

式中  $\epsilon_0 = 84381.448''$ ，岁差旋转矩阵<sup>②</sup> $P(t_i, t_0) = R_1(-\epsilon_0) R_3(\psi_A) R_1(\omega_A) R_3(-\chi_A)$

$$\xi_A = 2.5976176'' + 2306.0809506''t + 0.3019015''t^2 + 0.0179663''t^3 - 0.0000327''t^4 - 0.0000002''t^5$$

$$\theta_A = 2004.1917476''t - 0.4269353''t^2 - 0.0418251''t^3 - 0.0000601''t^4 - 0.0000001''t^5$$

$$z_A = -2597.6176'' + 2306.0803226''t + 1.0947790''t^2 + 0.0182273''t^3 + 0.0000470''t^4 - 0.0000003''t^5$$

以上式中涉及的  $t$ ，均从标准历元 J2000.0 起算的儒略世纪数：

$$t = (TT - 2000.010112hTT) / 36525.0$$

天文学中通过岁差以及章动理论推算某星表恒星的观测年代这一研究方法已经在天文学界得到了广泛的应用。该算法的核心思想是：对于任一恒星，已知它在历史上任一时刻的赤经和赤纬数据，都可经由该算法推算该恒星在历史上其余时刻的天球赤道坐标数据。本文采用的岁差算法是根据 IAU 及 IAG，从 1984 年 1 月 1 日起采用新 P03 岁差章动模型<sup>③</sup>。它是以 2000 年 1 月 1 日 12h，TD 时刻的平赤道及平分点为参考点，也称 J2000.0 坐标。该坐标系统的原点位于地心， $x$  轴指向此刻的平春分点， $z$  轴指向此刻的北极， $y$  向与  $x$ 、 $z$  轴正交， $x$ - $y$ - $z$  构成右手系。

## 1.2 基于两幅横图的恒星位置分析

通过《新仪象法要》星图的绘制方式可以很清楚的看出：星图的星体样式、星座位置，以及星座相互之间的位置关系都是依照一定的规则绘制的，目的当是为了反映当时真实的天

<sup>①</sup> Dennis Dmccarthy, G Rardpetit. IERS Conventions (2003) [R]. IERS Technical Note, No 132, 2004.

<sup>②</sup> N.Capitaine, Pt. Wallace, J Chapront. Expressions for IAU2000 precision quantities [J]. Astron 1 & Astrophys. 412, 2003.

<sup>③</sup> 金文敬. 岁差模型研究的新进展—P03 模型[J]. 天文学进展, 2008.26 (2): 155-172.

文观测数据。因此,本文试图通过测量星图上恒星的几何位置来推算其代表的天球赤道坐标,再根据其赤道坐标通过岁差理论,计算星图中恒星在历史上的赤道坐标数据,并推断其观测年代。

### 1.2.1 横图上下边界的赤纬的界定

要推算星图中某恒星的天球赤道坐标,必须要先确定星图的边界所代表的天球赤道坐标。对于两幅横图来说,一个最基本的问题就是两幅横图的上下边界代表的赤纬确切数值,本文分别选取浑象东北方中外官星图和浑象西南方中外官星图两幅横图中位于星图上下半区中轴线附近以及上下边界附近的一些星座,以及二十八宿星座中的距星,对他们进行分析。采取的方法是测量图2和图3中靠近中轴线以及上下两条边界的星座,然后通过《全天星图2000》<sup>①</sup>结合 sky map 软件对星座的恒星进行证认,得出该恒星当时的天球赤道坐标,最后与该恒星在横图中的位置进行等比例换算,得出上下边界的赤纬坐标。(见附表1)以“浑象东北方中外官星图”为例,在此副星图右上角有星官名为“摇光”,借助我国古代对“三家星官”的划分,以及星官间的相互位置关系,我们可以在 sky map 的星空中发现对应此天区的较亮恒星仅有 Uma  $\eta$ , 因此可以断定,横图中的“摇光”即为 Uma  $\eta$ 。该星对应赤纬数据为 53.2654 度,根据该星在星图中所处的位置通过比例换算关系我们可以断定星图上边界的赤纬为 57.25 度。依照此方法总共选取 10 颗边界恒星来推测边界所代表的赤纬。(结果如表4)

表4: 上下边界推算赤纬

依据星座	上边界推算赤纬(度)	通用星名
摇光	57.25	$\eta$ Uma
大角	59.48	$\alpha$ Boo
上台	53.08	$\iota$ Uma
太阳守	54.32	$\chi$ Uma
太尊	53.95	$\psi$ Uma
依据星座	下边界推算赤纬(度)	通用星名

<sup>①</sup> 伊世同主编, 全天星图 2000, 地图出版社, 1984

箕宿三	53.39	$\epsilon$ Sgr
天苑一（西北1）	59.30	$\gamma$ Eri
平星一（北）	62.20	$\gamma$ Hya
斗宿六	58.07	$\zeta$ Sgr
尾宿八	57.52	$\lambda$ Sco

由于已经可以确定《新仪象法要》中星图的观测年代是在北宋年间，而根据现代天文学理论，相隔五十年左右，恒星的赤纬变化最大值是相当微弱的，考虑到当时宋代观测水平所带来的误差，这个差别基本可以忽略。因此，我们选取公元 1100 年左右的恒星赤经赤纬信息作为恒星位置真值参考基准是可行的。由表三推测而得的上边界所代表赤纬平均值为 55.6202 度，下边界所代表的赤纬平均值为 58.9034 度。依照宋史·天文志中记载北宋都城开封的北极出地高度为 35 度（中国度），<sup>①</sup>折合现在 34.5 度，而北极出地高度应与恒显圈度数一致，与横图所测数据均值 55.6202 度相当吻合。因此，据此推测，浑象西南方中外官星图和浑象东北方中外官星图的上部边界应为恒显圈无疑。如果上边界为恒显圈，也就是赤纬为 56 度，那么下部边界，据星图的比例推断应为 57.89 度，这与前文所述 58.9034 度相差甚微，因此，我们推断下边界所代表的赤纬应在 58 左右。

### 1.2.2 横图中恒星赤纬的测定

中国古代星图中关于恒星的赤纬坐标数据是采用去极度来表示。即为恒星距离天球北极的度数（中国度），但因为此份星图并没有给出明确的恒星的去极度数据，只是给出了恒星的几何位置，因此，本文在测定的过程中直接将横图中恒星的几何位置信息换算成恒星赤纬。两幅横图边界所代表的赤纬上文已经确定，根据恒星在星图中的几何位置关系我们可以很快推算出某颗恒星的赤纬（ $\delta^*$ ），这里将星图横图上半部分全长定义为  $L_1$ ，星图横图下半部分全长定义为  $L_2$ ，某颗恒星距离星图南北分界线的距离为  $D$ ，我们可以很容易的得出恒星赤纬的推算公式：

$$\text{位于星图北半部分的恒星：}\delta^* = D/L_1 * 56^\circ$$

$$\text{位于星图南办部分的恒星：}\delta^* = D/L_2 * 58^\circ$$

<sup>①</sup>《宋史·天文志》记：“唐贞观初，李淳风于浚仪县古岳台测北极出地高三十四度八分，差阳城四分。今测定北极高三十五度，以为常准。”

本文依照此方法计算了横图中所有恒星的赤纬数据见附表 1 所示。恒星赤经数据的测定, 本文采取如下方法。首先以角宿作为测量基准, 量取所有恒星距离其所在宿东侧边界的距离, 并通过其所处星宫的几何位置计算其入宿度, 然后加上其所在星宿东侧相聚角宿的距离。通过以上步骤, 我们将星图中恒星的入角度计算附表 1 所示。

### 1.2.3 恒星入宿度的测定

中国古代星图中关于恒星的赤经坐标数据是采用入宿度来表示。即为某星距离其所处星宿东侧边界的度数(中国度)。根据前文所述《丛书集成》版本为研究对象, 横图之中二十八星官实际距离与图中所标明的距离并不吻合。氐宿在图中所绘距离为 16 度, 实际测量间距为 15.9cm, 而同样距离为 16 度的危宿和奎宿各自的实际测量间距为 12.5cm 和 9.9cm; 室宿、毕宿、张宿距离同为 17 度, 而实际测量间距却分别为 14.8cm、19.2cm 和 14cm。相同间距却反映着不同的距离, 角宿 22 度、尾宿 19 度斗宿 25 度。这种对距离的混乱表达, 大抵是由于中间传抄刊刻者对星图本身缺乏了解从而留下了较大的误差。之前, 许多学者根据《新仪象法要》两幅横图中的距离与标示距离误差过大为理由, 否认该份星图作为科学性星图的研究价值。而通过对两幅盖图(图 4、图 5) 北极位置的测定, 我们还是可以看出该份星图作为一份科学性星图所具有的绘制精度, 在图 1 中, 北极星并没有在圆心的位置, 而是在圆心以南约 2 毫米的位置, 在图 4 中, 圆心在北极北偏西约 1 毫米, 这两幅图北极星所处的位置正是苏颂所论及的北天极位于纽星之内“一度有半”这一观念在星图上的具体反映, 而且准确度非常高。由此, 我们可以看出, 当今流传下来的五副星图确实是一组优秀的古代科学星图, 只是由于星图年代久远, 期间几经翻刻, 导致绘制偏差逐渐增大。

考虑到现存《新仪象法要》中两幅横图所绘之二十八宿实际宽度与所标注的距离并不吻合, 为了尽量减少横图中由于距离绘制与实际测量宽度不符这一缺陷, 本文在取定恒星入宿度的时候采取如下方法, 首先量取恒星位于本宿东边宿线的距离, 再依据比例以及星图上所标注的星宿距离计算出该星的入宿度, 最后将所有恒星的入宿度数据全部归算成入角度。这样, 只要得到角宿东侧宿线的赤经数据其余各个恒星的赤经数据也就依此确定而得(星图中恒星的入角度归算值见附表 1)。

### 1.3 北宋时期的星官体系

我们可以看到《新仪象法要》的五幅星图是依照中国古代的二十八星宿的星官体系来绘制的。我国古代早在战国时间便有了三家星官的划分方法，后来到三国时期，吴国太史令陈卓对三家星官进行了汇总整理，逐渐统一成星官体系。但是星官体系并不是一成不变的，历朝历代对全天恒星的划分主要是依照三垣二十八宿的区分方式，但每一时期的划分方法都略有不同。三家星官中，石氏星经星官数目最多，巫咸氏最少。关于星官数目的问题，有学者推测，陈卓在汇总星官的过程中以石氏星经为主，然后通过筛选，把甘氏星经和巫咸氏星经中记录了但石氏星经中没有收录的星官依次补齐。这样才导致汇总过后的“三家星官”中石氏星经星官数目明显多于甘氏和巫咸氏星经。

在该体系中，经过陈卓最终证定的恒星数目确认无疑，但究竟“三家星官”中哪些星属于石氏观测，哪些属于甘氏观测，哪些又属于巫咸氏观测学界还有争议。日本科技史家熊田忠亮在其文章“甘石星经考<sup>①</sup>”中指出，甘氏和石氏星经属于战国流传而来，至于巫咸氏星经则为陈卓所测，借用殷商巫咸氏之名。

北宋时期的划分方式采用的是辅官附坐法。《新仪象法要》的总共五幅星图对恒星的表示方法并不是统一的。有些恒星采用实心黑点表示，有些恒星采用空心圆圈来表示。大抵上来看，不同的表示方法应该是代表着不同的星官来源。我国古代从春秋战国时代开始便有了星官的划分，分为石氏、甘氏和巫咸氏三家星官，但是都没有明确的文献记录流传下来。通过颜色以及形状的不同来区别不同的星官来源这在史书中都有记载，隋书·天文志曾有如下记载：“三国时，吴太史令陈卓始列甘式、石氏、巫咸氏三家星官，著于目录。并著占赞，总有二百五十四官，一千二百八十三星。宋元嘉中，太史令钱乐之所铸浑天铜仪以朱、黑、白三色，用殊三家，而合陈卓之数<sup>②</sup>。”通过以上文字，我们可以清楚的知道在宋代以前，三国时期的陈卓对星官体系做了一个汇总整理的工作。而《新仪象法要》中采用星图对恒星的两种表示方法毫无疑问的是为了表示某种差异，而宋代的天文学及其发达，对流传下来的星官体系进行再整理就不足为奇了。从表 1 我们可以看到，用黑点表示的恒星数目总共 629 颗，由此推测，宋代对恒星的这种划分标准是为了强调石石星官的地位，而将其用空心圈特别的表示出来。

根据前人研究推测，水运仪象台建于北宋元祐年间，而元祐之前北宋总共进行过三次有文献记录的天文观测，景祐、皇祐以及元丰三次恒星观测。元丰年间的观测离水运仪象台建成最近，因此星图应该是采用元祐年间的观测数据。但这只是一个想当然的推证，并没有直

<sup>①</sup> 熊田忠亮. 甘石星经考. 东方学报. 京都第一号, 1931, 日文版

<sup>②</sup> <隋书>卷十九《天文志》上, 历代天文律历等志汇编(二). 北京: 中华书局. 1975, 127

接文献记载，水运仪象台浑象上采用的星图是直接来自于元丰年间的观测。因此，下文将把水运仪象台浑象的星图与宋代的几次恒星观测数据一一比对，推断出水运仪象台星图的观测年代。

#### 1.4 观测年代算法分析

本文采用的关于推算某一具体恒星在历史上任何时刻赤道坐标数据的算法可以简述如下：

$$T = ( (JD)_0 - 2451545.0 ) / 36525$$

$$t = ( (JD) - (JD)_0 ) / 36525 \quad (\text{公式 1})$$

$T$  是 J2000.0 起算的儒略世纪数， $t$  是某一起始历元到终止历元之间的时间差，单位也是儒略世纪数。 $(JD)_0$ 和 $(JD)$ 是儒略日，分别对应初始和结束标准历元。2000年1月1日12时（TD时）对应JDE 2451545.0。该历元写作J2000.0（一个儒略年是365.25日）。对于任一恒星来说，以下关于 $\delta$ 、 $z$ 、 $\zeta$ 的数值表达式可用于精确的赤道坐标位置转换： $\delta$ ， $z$ ， $\zeta$ 分别为计算过程中的三个参量，称为赤道岁差量。

$$\delta = ( 2306.2181'' + 1.39656''*T - 0.000139''*T^2 ) * t + ( 0.30188'' - 0.000344''*T ) * t^2 + 0''*0.017998*t^3$$

$$z = ( 2306.2181'' + 1.39656''*T - 0''*0.000139*T^2 ) * t + ( 1.09468'' + 0''*0.000066*T ) * t^2 + 0.018203''*t^3$$

$$\zeta = ( 2004.3109'' - 0.85330''*T - 0.000217''*T^2 ) * t - ( 0.42665'' + 0.000217''*T ) * t^2 - 0.041833''*t^3$$

(公式 2)

如果起始历元已经是J2000.0，那么 $T=0$ ，上述公式可以表述如下

$$\delta = 2306.2181''*t + 0.30188''*t^2 + 0.017998''*t^3$$

$$z = 2306.2181''*t + 1.09468''*t^2 + 0.018203''*t^3$$

$$\zeta = 2004.3109''*t - 0.42665''*t^2 - 0.041833''*t^3$$

(公式 3)

根据球面天文学中的相关知识，可以得到如下的换算公式（岁差三角矩阵）

$$P(t) = R_3(z_A) R_2(\zeta_A) R_3(-\delta_A)$$

然后，这个严格的三角岁差矩阵就可用于某一起始历元赤道坐标 $(\alpha_0$  和  $\delta_0)$ 与终止历元赤道坐标 $(\alpha$  和  $\delta)$ 的转换：

$$A = \cos(\delta_0) * \sin(\alpha_0 + \delta)$$

$$B = \cos(\zeta) * \cos(\delta_0) * \cos(\alpha_0 + \delta) - \sin(\zeta) * \sin(\delta_0)$$

$$C = \sin(\zeta) * \cos(\delta_0) * \cos(\alpha_0 + \delta) + \cos(\zeta) * \sin(\delta_0)$$

$$\tan(\alpha - z) = A/B, \quad \sin(\delta) = C, \quad \alpha = \arctan(A/B) + z, \quad \delta = \arcsin(C)$$

（公式 4）

在把  $\alpha_0$  和  $\delta_0$  转为  $\alpha$  和  $\delta$  之前，应先计算行星自行。由于恒星本身自行十分微小，远远小于古代星图在绘制过程中误差所带来的影响，因此本文自行全部取零。

下面，我们以角宿中正南方位的一颗恒星为例（角宿一）详细说明一下本文采取的数学算法，通过证认我们知道，该颗恒星为 Vir $\alpha$  星，然后查出 Vir $\alpha$  星在历元 J2000.0 年的赤经 $(\alpha_0)$ ，赤纬 $(\delta_0)$ 数据分别为 13h25m10.44s,  $-11^\circ 9' 30.8''$ ，每年自行速度为 +0s.03431，初始历元 J2000.0 (JD 2451545.0) 首先我们先求终止历元 1100 年 1 月 1 日正午 12 时 (JD2123282.0) 的坐标数据，由前文所述岁差模型可求得 t 为 -8.98654 (儒略世纪数)，通过公式 3 可以求出： $\delta = -8.965^\circ$ ， $z = -8.923^\circ$   $\zeta = -7.785^\circ$  将上述数据代入公式 4 的方程组合即可以求出历元 1100 年 1 月 1 日 Vir $\alpha$  星的赤经 $(\alpha)$ 和赤纬 $(\delta)$ 。最后通过在 matlab2009 平台下编写程序分别计算出 Vir $\alpha$  自公元 0 年至 1900 年之间每隔十年的元月一日正午 12 时的恒星坐标数据，共计 191 组坐标数据。

## 1.5 北宋以及北宋之前的恒星观测记录

恒星观测是天文学最基础也是最重要的工作之一。中国古代由于天文学发展很早，对恒星的观测记录也是很早的，记录的方法多种多样。最原始的记录方法大都是一星一条的单独记载，经过天文学的启蒙发展阶段之后，星表和星图的出现给天文观测带来了较大的改进。宋代的国家政府对天文非常重视，拥有一套完整的天文学人才培养体系<sup>①</sup>，同时古代天文观

<sup>①</sup> 胡静宜. 略论宋代天文学人才的培养与任用[J]. 自然科学史研究, 2001, (2).

测仪器——浑仪，在宋代也达到了铸造和改进的高潮，北宋时有“旧京浑天仪凡四座约用铜二万斤<sup>①</sup>”的记载，说明宋代天文观测的两大特点之首，便是对恒星位置的观测次数特别多，薄树人先生曾经撰文对中国古代恒星观测的概况做过一个概述<sup>②</sup>。薄先生将古代恒星观测分为两部分：对恒星自身特性的观测，以及对其位置的观测。本文拟讨论的星图数据即属于对恒星位置的观测。

### 1.5.1 北宋之前的天文观测活动

中国历朝历代对天文观测活动都十分重视，将其看作是帝国皇权的象征。因此我国古代对天象的观测记录之详实也居世界各个古文明之冠。西汉司马迁的巨著《史记》中的《天官书》、《历书》、《律书》之中已经提到二十八星宿的天区划分方式，分为中官、东官、南官、西官、和北官。具体到恒星层面，三国之前，中国一直流传甘、石、巫三家星官，他们的星官有同有异，没有统一标准。到了三国时期吴国太史令陈卓将这三家星官汇总到一起，得到283个星官，包括1464颗星。陈卓的汇总工作为我国之后一直延续到清朝的“三家星官”体系起到了至关重要的作用。唐代出现的《步天歌》又将全天分成31个大区，即黄赤道带附近的二十八宿，北极附近天区的紫微垣，张、翼、轸三宿以北的太微垣和房、心、尾、箕四宿以北的天市垣。唐代由于国力强盛，因此对天文观测也格外重视，中央设置的天文机构众多，主要有太史监、太史局、浑天监，司天台等等。其中最著名的天文学家一行对恒星观测做出了极为重要的贡献。他将二十八宿的距度进行了重新观测。

### 1.5.2 北宋时期的天文观测活动

中国古代星图的制法按其描画方式来分可分为两类，示意式星图和写实式星图。示意式星图通常使用星座的象征图画或者星名文字的结构组合来反映人们所认识的星空。写实性星图则是努力反映星星的实际位置和相对关系。示意式星图从《新仪象法要》的描述中来看，水运仪象台所采用的星图绘制方法是有按照一定的位置关系而绘制的。原文说：“古图有圆、纵二法，圆图视天极则亲，视南极则不及，横图视列舍则亲，视两极则疏。何以言之？”由此段话我们可以清楚的明白，水运仪象台浑象部分星图确实是按照一定的科学方法绘制的。或许限于当时的观测条件，误差很大，但在绘图者的主观意图来看，星图确实是按照某种自

<sup>①</sup> 潘鼐. 彩图本中国古天文仪器史[M]. 山西教育出版, 2005.

<sup>②</sup> 薄树人. 中国古代的恒星观测[J]. 科学史集刊, 1960, 03

洽的科学方法而绘制的。著名中国科技史家李约瑟博士提出：《新仪象法要》中浑象星图采用的是墨卡托投影画法。所谓墨卡托投影画法是一种地图绘制方法，即从地心向环绕地球并与赤道相切的圆筒上投影，这样，在展开的圆筒面上，经线是等距和平行的垂直线，纬线是平行的水平线，并且距赤道越远，纬线间的距离就越大。法要中原文有如下描述：

“古图，有圆纵二法：圆图，视天极则亲，视南极则不及；横图，视列舍则亲，视两极则疏。何以言之？夫天体正圆，如两盖之相合。南北两极，犹两盖之杠榫，二十八宿如盖之弓捺；赤道横络天腹，如两盖之交界处。赤道之北为内廓，如上覆盖；赤道之南为外廓，如下仰盖。故列弓捺之数，近两榫则狭，渐远渐阔，至赤道则极阔，势之然也。亦犹列舍之度，近则两极狭，渐远渐阔。以圆图视之，则近北，星颇合天形；近南，星度当渐狭，则反阔矣。以横图视之，则去两极星度皆阔，失天形矣。今仿天形为覆仰两圆图。以盖言之，则星度并在盖外，皆以圆心为极。”<sup>①</sup>

从以上几节的内容来看《新仪象法要》中星图的精度如果以当代天文学的观点来看，那自然是不甚精确的，但是我们放回到历史的背景中综合来看，这确实是一份不可多得科学性星图。它所采用的圆横结合的星图画法，发扬了唐代以来敦煌星图的代表结构。就其精度来看，我们可以看到表二所列数据，排除由于历史传抄以及当时工具限制等等一些因素不谈，它绝对算的上当时世界上首屈一指的全天星图。

在宋代一百多年的时间里，有记载的就有九次重要的仪器铸造和七次系统的恒星观测，目前可考的宋代恒星观测共进有七次<sup>②</sup>，分别是：1、太平兴国年间（公元976-984年）测定二十八宿距度；2、公元1010年（宋真宗时代），韩显符对外官星的位置进行测量；3、公元1034年（景祐元年）杨惟德等人编撰《景祐乾象新书》，记载了周天星座八宿去极度；4、皇祐年间（公元1049-1053年）周琮等改铸黄道仪，进行了一次测量；5、元丰年间（公元1078-1085年）曾经进行过观测，《元史》及苏颂所著的《新仪象法要》中均有对这次观测的记载；6、绍圣二年（公元1095年）复测二十八宿距度；7、崇宁年间（公元1102-1106年）姚舜辅在《纪元历》中记载了一次恒星观测，这次观测完全是为他的历法服务的，也被认为是宋代精度最高的一次观测。北宋景祐年间，司天监杨惟德编纂了《景祐乾象新书》，该书中“周天星座去极入宿度一卷”有如下记载“并诸家占书所载石申、甘德、巫咸三家星座共二百八十三座总一千四百六十四星”。而在以上几次有文献记录的天文观测活动中，尤以景祐、皇祐和元丰年间的天文观测活动规模最为宏大。《宋志》中有如下记载“皇祐初，

<sup>①</sup> 苏颂. 新仪象法要[M]. 北京：商务印书馆，1970，32.

<sup>②</sup> 潘鼐. 中国恒星观测史[M]. 上海：学林出版社，1979年12月. 165-166.

日官周琮以新仪测候，与唐一行尤异”，从此文中我们可以清楚地知道，周琮在皇祐年间不仅制作了完全异于前朝的天文观测仪器，而且还利用这些仪器进行了大量的天文观测活动，周琮的观测结果也都流传后世。皇祐年间繁荣的天文活动为当时的历法改制、节气定立均起到了不可替代的作用。元丰年间，根据《玉海》中所记载“自至道用韩显符浑仪，其后司天官周琮、于渊加黄道。熙宁中旧器坏，沈括更造，以意增损，器成数年未能定，与浮漏、景表不应。陈襄奏，旧浑仪坏不可用，而后所造新仪，考之又不合。愿付欧阳发详定，从之。发较三家，考古法，先为定仪奏之。上遂命铸新仪漏表，集其说号《法要》”。

## 1.6 星图观测年代分析

断定此份星图的观测年代，我们采用前山保胜的标准差拟合方法，即将星图上测量而得的恒星赤纬数据作为标准值，而后把通过计算而得的相应的各个年代恒星赤纬数据与标准值取差，通过分析平均偏差的变化以及测定标准差的极小值的方法来推测出该副星图的观测年代。假设星图中的  $n$  个观测值  $m_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) 必然含有一定的系统误差，仅含有偶然误差的观测值为  $m_i$ ，则： $m_i = m_i' - K$  现在假设对若干个推算年代  $t$  的运算结果为  $M_i t$ ，并设

$$\overline{\Delta m(t)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (M_i(t) - m_i), \quad \frac{1}{\Delta m_i(t)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (M_i(t) - m_i'),$$

$\overline{\Delta m(t)}$  为  $t$  年代的平均偏差。现在假设实际观测年代是  $t_i$ ，标准差

$$S(t) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (M_i(t) - m_i - \overline{\Delta m(t)})^2},$$

$S(t)$  对观测年代  $t$  来讲是极小值。通过  $S(t)$  的极

小值我们可以推定观测年代。

在《新仪象法要》两幅横图中共计 308 个星座的距星中，能够证认得出的恒星共计 279 颗，在这 279 颗恒星中将赤纬偏差大于 5 度的恒星剔除，剔除的恒星共计 28 颗。星名如下：柱 1（南）、杵（南）、天罇（东）、天记、燕、五诸侯（西）、积水（昴宿）、次相、郎将、上将、北河（东南）、老人、折威（东）、司非（东）、屎、司禄（东）、柱（北二南）、虎贲、上将、键闭、野鸡、水位（东南）、天鸡（东）、建（南）、司危（东）、左旗（东）、子（南）、女床（东）。将剩余赤纬偏差小于 5 度的恒星共计 251 颗作为研究样本，采用前文所述方法，首先将 251 颗恒星的研究样本在公元 2000 年的赤经和赤纬数据查出，分别计算出这 40 颗恒星在公元元年至公元 1900 年之间每隔十年的元月一日正午 12 时的天球赤道坐标数据。

采用上述的计算方法，我们可以得出该研究样本在不同时期对于星图观测值的平均偏差  $\Delta m(t)$  对于时间的变化函数（图 17），以及标准差  $S(t)$  相对于时间的变化函数（图 18）。

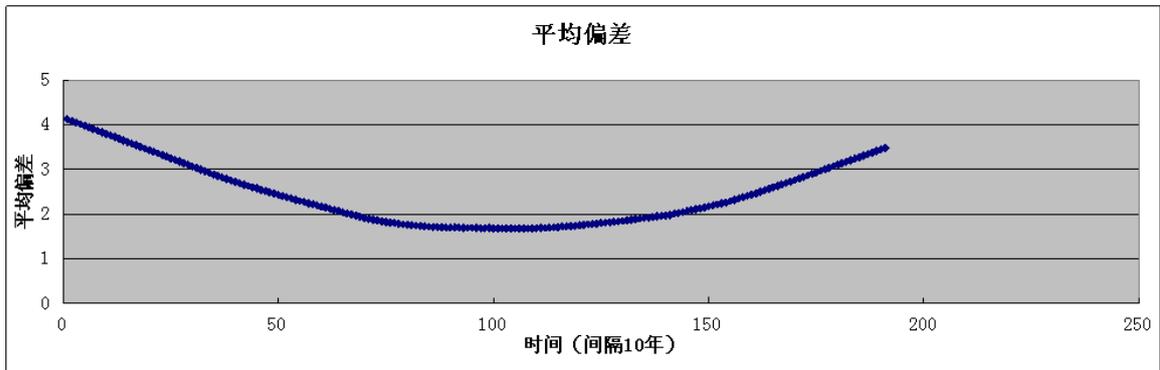


图 17: 平均偏差变随时间变化图

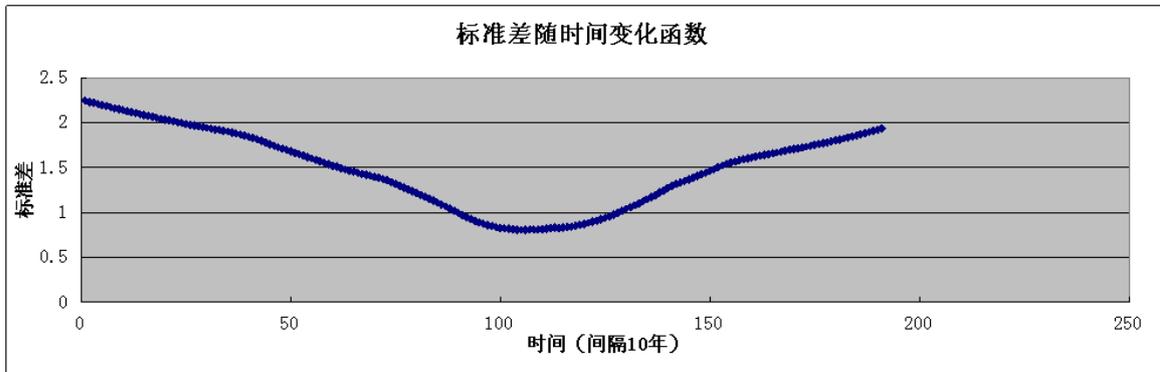


图 18: 绝对值标准差随时间变化图

表 5: 样本平均偏差和标准差随年代变化表 (间隔 10 年)

年代	平均偏差(度)	绝对值标准差 (度)
公元元年	4.13	2.25
公元10年	4.09	2.23
公元20年	4.05	2.22
公元30年	4.02	2.21
公元40年	3.98	2.20
公元50年	3.94	2.19
公元60年	3.91	2.17
公元70年	3.87	2.16
公元80年	3.83	2.15
公元90年	3.80	2.14
公元100年	3.76	2.13
公元110年	3.73	2.12
公元120年	3.69	2.11

公元130年	3.65	2.10
公元140年	3.62	2.09
公元150年	3.58	2.08
公元160年	3.54	2.07
公元170年	3.51	2.06
公元180年	3.47	2.05
公元190年	3.43	2.04
公元200年	3.40	2.03
公元210年	3.36	2.02
公元220年	3.33	2.01
公元230年	3.29	2.00
公元240年	3.25	1.99
公元250年	3.22	1.98
公元260年	3.18	1.97
公元270年	3.14	1.96
公元280年	3.11	1.95
公元290年	3.07	1.94
公元300年	3.03	1.94
公元310年	3.00	1.93
公元320年	2.96	1.92
公元330年	2.92	1.91
公元340年	2.89	1.90
公元350年	2.85	1.89
公元360年	2.82	1.88
公元370年	2.79	1.87
公元380年	2.75	1.86
公元390年	2.72	1.84
公元400年	2.69	1.83
公元410年	2.66	1.82
公元420年	2.63	1.80
公元430年	2.60	1.78
公元440年	2.57	1.76
公元450年	2.55	1.74
公元460年	2.52	1.73
公元470年	2.49	1.71
公元480年	2.46	1.70
公元490年	2.43	1.68
公元500年	2.40	1.67
公元510年	2.38	1.65
公元520年	2.35	1.64
公元530年	2.32	1.62
公元540年	2.29	1.60
公元550年	2.27	1.59

公元560年	2.24	1.57
公元570年	2.22	1.55
公元580年	2.19	1.54
公元590年	2.17	1.52
公元600年	2.14	1.51
公元610年	2.12	1.49
公元620年	2.09	1.48
公元630年	2.07	1.47
公元640年	2.04	1.46
公元650年	2.01	1.44
公元660年	1.99	1.43
公元670年	1.97	1.42
公元680年	1.94	1.41
公元690年	1.92	1.40
公元700年	1.89	1.39
公元710年	1.87	1.37
公元720年	1.85	1.36
公元730年	1.84	1.34
公元740年	1.82	1.32
公元750年	1.81	1.30
公元760年	1.80	1.28
公元770年	1.78	1.26
公元780年	1.77	1.24
公元790年	1.76	1.22
公元800年	1.75	1.20
公元810年	1.74	1.17
公元820年	1.73	1.15
公元830年	1.73	1.13
公元840年	1.72	1.11
公元850年	1.71	1.09
公元860年	1.71	1.07
公元870年	1.70	1.04
公元880年	1.70	1.02
公元890年	1.70	0.99
公元900年	1.70	0.97
公元910年	1.70	0.95
公元920年	1.69	0.93
公元930年	1.69	0.91
公元940年	1.69	0.89
公元950年	1.69	0.87
公元960年	1.69	0.86
公元970年	1.69	0.85
公元980年	1.68	0.84

公元990年	1.68	0.83
公元1000年	1.68	0.82
公元1010年	1.68	0.82
公元1020年	1.68	0.81
公元1030年	1.68	0.81
公元1040年	1.68	0.81
公元1050年	1.68	0.81
公元1060年	1.68	0.81
公元1070年	1.68	0.81
公元1080年	1.68	0.81
公元1090年	1.68	0.81
公元1100年	1.69	0.82
公元1110年	1.69	0.83
公元1120年	1.70	0.83
公元1130年	1.70	0.83
公元1140年	1.71	0.83
公元1150年	1.72	0.84
公元1160年	1.73	0.84
公元1170年	1.73	0.85
公元1180年	1.74	0.86
公元1190年	1.75	0.87
公元1200年	1.76	0.88
公元1210年	1.77	0.90
公元1220年	1.78	0.91
公元1230年	1.79	0.92
公元1240年	1.80	0.94
公元1250年	1.81	0.96
公元1260年	1.82	0.98
公元1270年	1.83	1.00
公元1280年	1.84	1.02
公元1290年	1.85	1.04
公元1300年	1.86	1.06
公元1310年	1.87	1.08
公元1320年	1.89	1.10
公元1330年	1.90	1.12
公元1340年	1.91	1.15
公元1350年	1.92	1.17
公元1360年	1.94	1.20
公元1370年	1.95	1.22
公元1380年	1.96	1.25
公元1390年	1.97	1.27
公元1400年	1.99	1.30
公元1410年	2.01	1.32

公元1420年	2.03	1.33
公元1430年	2.05	1.35
公元1440年	2.07	1.37
公元1450年	2.09	1.39
公元1460年	2.11	1.41
公元1470年	2.13	1.42
公元1480年	2.15	1.44
公元1490年	2.17	1.46
公元1500年	2.19	1.48
公元1510年	2.22	1.51
公元1520年	2.24	1.52
公元1530年	2.26	1.54
公元1540年	2.29	1.56
公元1550年	2.32	1.57
公元1560年	2.35	1.58
公元1570年	2.38	1.59
公元1580年	2.41	1.60
公元1590年	2.44	1.62
公元1600年	2.47	1.62
公元1610年	2.50	1.63
公元1620年	2.53	1.64
公元1630年	2.57	1.65
公元1640年	2.60	1.66
公元1650年	2.63	1.67
公元1660年	2.67	1.68
公元1670年	2.70	1.69
公元1680年	2.73	1.70
公元1690年	2.77	1.71
公元1700年	2.80	1.72
公元1710年	2.83	1.73
公元1720年	2.87	1.73
公元1730年	2.90	1.74
公元1740年	2.94	1.75
公元1750年	2.97	1.76
公元1760年	3.00	1.77
公元1770年	3.04	1.78
公元1780年	3.07	1.79
公元1790年	3.11	1.80
公元1800年	3.14	1.81
公元1810年	3.18	1.83
公元1820年	3.21	1.84
公元1830年	3.24	1.85
公元1840年	3.28	1.86

公元1850年	3.31	1.87
公元1860年	3.35	1.89
公元1870年	3.38	1.90
公元1880年	3.41	1.91
公元1890年	3.45	1.92
公元1900年	3.48	1.94

关于星图数据的观测年代，通过岁差理论结合平均偏差以及均方差相对于时间  $t$  的函数来推测星表观测年代这一方法早在上世纪 70 年代就已经在天文史界得到了广泛的应用，日本天文学家，前山保胜以及藪内清率先采用了此种方法来推测中国最早的星表-石氏星经的观测年代，并且他们的推测结果与史学家们通过文献考证所得出的结论近乎相同，因此此种方法到了天文史界的广泛认同。本文采用此种方法通过计算得出平均偏差相对于观测时间的函数，以及标准差相对于时间的函数如图 17，图 18 所示。通过平均偏差曲线我们可以清晰的看出，在北宋年间（公元 960 年-公元 1127 年）平均偏差处于波谷，足以说明该份星图的观测年代是北宋时期。通过标准差图线我们可以看出，在公元 1070 年左右标准差出现了极小值，因此我们推测《新仪象法要》星图的观测年代为公元 1070 年左右。最后本文试图从历史文献中对此观测年代找到一些佐证，根据宋史天文志记载，北宋时期进行过为数众多的天文观测活动，其中规模较大的为元祐，皇佑，以及元丰年间的天文观测活动。在这三次观测活动之中，持续时间最长，耗费财力最多的一次天文观测活动为元丰年间所主持的观测活动。因此本文有理由认定，《新仪象法要》中的星图数据来源于元丰年间的天文观测。

附表 1：“浑象东北方中外官星图”恒星绘制表

星官名	星数	表示方法	所在位置
进贤	1	实心点	轸
角宿	2	空心圈	轸-角
天门	2	实心点	轸-角
平星	2	空心圈	轸-角
库楼	10	空心圈	轸-角
南门	2	空心圈	轸-角
三公	3	实心点	角
摇光	1	空心圈	角
周鼎	3	实心点	角
右摄提	3	空心圈	角
天田	2	实心点	角
平道	2	实心点	角-轸
折威	7	实心点	角-亢

阳门	2	空心圈	角
柱	3	空心圈	角
柱	3	空心圈	角
卫	4	空心圈	角
柱	3	空心圈	角-亢
柱	3	空心圈	角
元戈	1	空心圈	亢
招摇	1	空心圈	亢-角
梗河	3	空心圈	亢-氏
大角	1	空心圈	亢
帝席	3	实心点	亢-氏
左摄提	3	空心圈	亢
亢池	6	实心点	亢-角
亢宿	4	空心圈	亢
颡颂	5	空心圈	
(??)	3	空心圈	
七公	7	空心圈	亢氏房心尾
秦	1	空心圈	氏
蜀	1	空心圈	氏
天乳	1	实心点	氏
氏宿	4	空心圈	氏
西咸	4	空心圈	氏-房
天帽	2	空心圈	氏
日	1	空心圈	氏
阵车	3	空心圈	
后官	2	空心圈	氏-房
骑官	3	空心圈	氏
骑阵将军	8	空心圈	氏
车骑	3	实心点	氏-亢
贯索		空心圈	氏-房
郑	1	空心圈	房
周	1	空心圈	房
巴	1	空心圈	房
梁	1	空心圈	房
键闭	1	空心圈	房
钩铃	2	空心圈	房
??		空心圈	房
房宿	4	空心圈	房
積卒	11	空心圈	氏房心
河间	1	空心圈	心
晋	1	空心圈	心
列肆	2	空心圈	心
楚	1	空心圈	心

韩	1	空心圈	心
罚	3	空心圈	心
东咸	4	空心圈	心-尾
心宿	3	空心圈	心
尾宿	3	空心圈	心-尾
女床	3	空心圈	尾
天纪	9	空心圈	尾-箕
赵	1	空心圈	尾
魏	1	空心圈	尾
河中	1	空心圈	尾
侯	1	空心圈	尾
帝座	1	空心圈	尾
宦者	4	空心圈	尾
斗	5	空心圈	尾
斛	4	实心点	尾
宗正	2	空心圈	尾
市楼	6	实心点	尾
车肆	2	空心圈	尾
南海	1	空心圈	尾
宋	1	空心圈	尾
天籥	8	空心圈	尾-箕
天江	4	空心圈	尾
鱼	1	空心圈	尾
传说	1	空心圈	尾
糠	1	实心点	尾
神宫	7	空心圈	尾-心
龟	5	空心圈	尾
天棊	3	空心圈	箕
织女	3	空心圈	箕-斗
九河	1	空心圈	箕
中山	1	空心圈	箕
齐	1	空心圈	箕
帛度	2	空心圈	箕
屠肆	2	空心圈	箕
徐	1	空心圈	箕
宗星	2	空心圈	箕
宗人	4	空心圈	箕
东海	1	空心圈	箕
燕	1	空心圈	箕
天弁	9	空心圈	箕-斗
斗宿	6	空心圈	箕-斗
农丈人	1	空心圈	箕
箕宿	4	空心圈	箕-尾

鼈	13	空心圈	箕-斗
杵	3	空心圈	箕
奚仲	4	空心圈	斗
犇道	5	实心点	斗
渐壹	4	实心点	斗
吴越	1	空心圈	斗
左旗	9	实心点	斗-牛
河鼓	3	空心圈	斗
右旗	9	空心圈	斗
天桴	4	空心圈	斗-牛
建星	6	空心圈	斗-箕
天鸡	2	实心点	斗
狗	2	实心点	斗
天田	9	实心点	斗-牛
狗国	4	实心点	斗
天渊	10	空心圈	斗
九坎	9	空心圈	斗-牛
天津	9	空心圈	斗-牛-女
匏瓜	6	空心圈	牛-女
败瓜	5	实心点	牛
离珠	5	空心圈	牛
牛宿	6	空心圈	牛-斗
女宿	4	空心圈	牛-女
羅堰	3	实心点	牛
周	2	空心圈	牛
赵	2	空心圈	牛
楚	1	空心圈	牛-女
越	1	空心圈	牛
齐	1	空心圈	牛
郑	1	空心圈	牛-女
司危	2	实心点	女
司非	2	空心圈	女-虚
虚宿	2	空心圈	女-虚
秦	2	空心圈	女
代	2	空心圈	女
哭	2	实心点	女
韩	1	空心圈	女
魏	1	空心圈	女
燕	1	空心圈	女
晋	1	空心圈	女
璃瑜	3	空心圈	女
车府	7	实心点	虚-危
人星	5	实心点	虚

司禄	2	空心圈	虚
司命	2	空心圈	虚
危宿	5	空心圈	虚-危
盖屋	2	实心点	虚
壘壁阵	11	空心圈	虚-危-室
天壘城	13	空心圈	虚-女
天钱	10	空心圈	虚-危
败白	4	空心圈	虚
造父	5	实心点	危-室
騰蛇	22	空心圈	危-室
杵	3	实心点	危
白	4	实心点	危
离宫	6	空心圈	危-室
室宿	2	空心圈	危-室
上公吏	2	实心点	危
雷电	6	实心点	危-室
霹雳	5	实心点	危-室
墳墓	4	空心圈	危
虚梁	4	空心圈	危
羽林军	45	空心圈	虚-危-室
北落师门	1	空心圈	危
天网	1	空心圈	危
王良	5	空心圈	室-壁
壁宿	2	空心圈	室-壁
土公	2	实心点	室-壁
雲雨	4	实心点	室
八魁	9	实心点	室-壁
斧钺	3	空心圈	室
天厩	10	空心圈	室-壁
土司空	1	空心圈	壁

附表 2：“浑象西南方中外官星图”恒星绘制表

星官名	星数	表示方法	所在位置
附路	1	空心圈	奎
阁道	2	空心圈	奎
奎宿	16	空心圈	奎-壁
外屏	7	实心点	壁-奎-娄
天溷	7	实心点	奎
天仓	6	空心点	壁-奎-娄
铁鑽	5	实心点	奎
天将军	11	空心圈	奎-娄
军门	1	实心点	奎-娄

娄宿	3	空心圈	娄
左更	5	实心点	娄
天庾	3	实心点	娄
积水	1	空心圈	昴
天船	9	空心圈	胃-昴
大陵	7	空心圈	娄-胃
积尸	1	实心点	胃
阿星	1	实心点	胃
胃宿	3	空心圈	胃
天阴	5	空心圈	胃
天囷	13	空心圈	娄-胃
菊藁	6	实心点	娄-胃
卷舌	6	空心圈	胃-昴
天谗	1	实心点	胃-昴
昴宿	7	空心圈	胃-昴
礪石	4	实心点	昴
月星	1	实心点	昴
天街	2	实心点	昴
毕宿	8	空心点	昴-毕
天廩	4	空心圈	胃-昴
天苑	16	空心圈	胃-昴
天園	13	实心点	胃-昴-毕
柱	3	空心圈	毕
咸池	3	实心点	毕
五车	5	空心圈	毕-觜-参
柱	3	空心圈	毕-觜-参
柱	3	空心圈	毕
天潢	5	实心点	毕
诸王	6	实心点	毕
天高	4	实心点	毕
附耳	1	空心圈	毕
天节	8	实心点	毕
九州殊域	9	实心点	昴-毕
参旗	9	空心圈	毕
九斿	9	实心点	毕
玉井	1		
军井	4	实心点	毕
屏	2	空心圈	毕
座旗	9	实心点	参
司怪	4	实心点	参
钺	1	空心圈	参
水府	4	实心点	参
觜宿	3	空心圈	毕-觜-参

参宿	1		
伐星	3	空心圈	参
厕	4	空心圈	觜-参
屎	1	空心圈	觜-参
丈人	2	实心点	参
子	2	实心点	参-井
井宿	2	空心圈	参-井
四渎	4	实心点	井
野鸡	1	空心圈	井
军市	13	空心圈	井
孙	2	实心点	井
积水	1	空心圈	井
北河	3	空心圈	井
五诸侯	5	空心圈	井
天罇	3	实心点	井
水位	4	空心圈	井
积薪	1	空心圈	井
南河	3	空心圈	井
阙丘	2	实心点	井
狼	1	空心圈	井
燿	4	实心点	井
天狗	7	实心点	井
弧矢	9	空心圈	井
天社	6	实心点	井
老人	1	空心圈	井
鬼宿	1		
积尸气	1		
柳宿	8	空心圈	鬼-柳
外厨	6	实心点	鬼-柳
天记	1	实心点	柳
上台	2	空心圈	柳
权星	1		
酒旗	3	实心点	柳
天稷	5	空心圈	柳
中台	2	空心圈	张
御女	1		
星宿	7	空心圈	柳-星
天庙	14	实心点	柳-星-张
天相	3	空心圈	星
内平	4	实心点	张
少微	4	空心圈	张
长垣	4	空心圈	张
灵台	3	实心点	张-翼

张宿	6	空心圈	星-张
东欧	5	实心点	张
太尊	1	空心圈	翼
下台	2	空心圈	翼
虎贲	1	空心圈	翼
土相	1	空心圈	翼
从官	1	实心点	翼
太子	1	实心点	翼
幸臣	1	实心点	翼
次相	1	空心圈	翼
次将	1	空心圈	翼
上将	1	空心圈	翼
右执法	1	空心圈	翼
屏	4	空心圈	翼
明堂	3	实心点	翼
翼宿	22	空心圈	张-翼
太阳守	1	空心圈	翼
常陈	7	空心圈	翼-轸
郎位	15	空心圈	翼-轸
内五诸侯	5	实心点	翼-轸
九卿	3	实心点	轸
三公	3	实心点	轸
谒者	1	实心点	轸
左执法	1	空心圈	轸
轸宿	1	空心圈	轸
左辖	1		
长沙	1	空心圈	轸
右辖	1		
军门	2	空心圈	翼
土司空	4	空心圈	翼
器府	32	实心点	翼-轸
郎将	1	空心圈	轸
上将	1	空心圈	轸
次将	1	空心圈	轸
次相	1	空心圈	轸
上相	1	空心圈	轸
青丘	7	实心点	轸

附表 3: 浑象中外官星图证认结果

序号	星官或星名	横坐标 (mm)	纵坐标 (mm)	证认星名	换算赤纬	换算入角 度
----	-------	-------------	-------------	------	------	-----------

1	角宿一(南)	0	-6.6	$\alpha$ Vir	-6.62	0
2	角宿二	2.5	2.4	$\zeta$ Vir	2.4	2.8
3	亢宿一(南2)	17.5	-6.1	$\kappa$ Vir	-6.12	19.65
4	氐宿一(东1)	22.9	-10.3	$\alpha$ 2 Lib	-10.33	25.71
5	房宿四	39.8	-12.5	$\beta$ 1 Sco	-12.54	44.69
6	心宿二	47.1	-24.5	$\alpha$ Sco	-24.58	52.89
7	尾宿八	57.2	-35.6	$\lambda$ Sco	-35.72	64.23
8	箕宿三	71.1	-37.3	$\epsilon$ Sgr	-37.43	79.84
9	斗宿六	77.2	-30.1	$\zeta$ Sgr	-30.2	86.69
10	牛宿一	98.2	-10.2	$\beta$ Cap	-10.23	110.28
11	女宿一	106.2	-11.4	$\epsilon$ Aqr	-11.44	119.26
12	虚宿一	116.1	-6.3	$\beta$ Aqr	-6.32	130.38
13	危宿三(北)	125.5	5.2	$\epsilon$ Peg	5.21	140.94
14	室宿二(北)	138.9	26.6	$\beta$ Peg	26.69	155.99
15	壁宿二(北)	143.9	22.9	$\alpha$ And	22.98	161.6
16	奎宿九(西北3)	166.9	34.9	$\beta$ And	35.02	187.43
17	娄宿三(西)	179.1	23.8	$\alpha$ Ari	23.88	201.13
18	胃宿三(西)	187.9	20.2	41 Ari	20.27	211.01
19	昴宿一(东1)	192.9	21.8	17 Tau	21.87	216.63
20	毕宿五(南1)	201.7	9.8	$\alpha$ Tau	9.83	226.51
21	觜宿一(北)	223.9	11.9	$\lambda$ Ori	11.94	251.44
22	参宿一(西3)	225.1	2.4	$\zeta$ Ori	2.4	252.79
23	井宿一(东1)	232.9	24.5	$\mu$ Gem	24.58	261.55
24	鬼宿四	262.9	27.9	$\delta$ Cnc	28	295.24
25	柳宿八(西1)	269.9	7.3	长蛇 $\theta$	7.32	303.1
26	星宿一(宿线)	276.9	-6.9	长蛇 $\alpha$	-6.92	310.96
27	张宿二(北1)	284.8	-6.2	长蛇 $\lambda$	-6.22	319.84
28	翼宿五(东中)	291.4	-11.8	长蛇 $\nu$	-11.84	327.25
29	轸宿一(宿线)	314.9	-10.8	$\gamma$ Crv	-10.83	353.64

30	摇光	19.2	53.8	$\eta$ Uma	53.99	21.56
31	大角	23.1	26.3	$\alpha$ Boo	26.39	25.94
32	上台	265.5	54.9	$\iota$ Uma	55.09	298.16
33	太阳守	310.8	55.4	$\chi$ Uma	55.59	349.04
34	太尊	299.8	52.1	$\psi$ Uma	52.28	336.68
35	河鼓二(北2)	96.2	9.1	$\alpha$ Aql	9.13	108.03
36	天苑一(西北1)	195.8	-15.8	$\gamma$ Eri	-15.85	219.89
37	天乳	36.9	-2.5	$\mu$ Ser	-2.5	41.44
38	败白一	119.6	-47.9	$\gamma$ Gru	-48.07	134.31
39	平星一(北)	0	-16.8	$\gamma$ 长蛇	-16.86	0
40	青丘一(西南1)	321.6	-36.8	$\beta$ 长蛇	-36.93	361.16
41	三公(南)	2.1	50.1	猎犬24	50.27	2.35
42	周鼎(东南)	3.4	31.3	后发37	31.41	3.81
43	右摄提(南)	12.1	21.1	牧夫 $\eta$	21.17	13.58
44	天田(南)	10.6	5.2	室女 $\tau$	5.21	11.9
45	进贤	-2.9	-1.3	室女44	-1.3	-3.25
46	平道(南)	3	-3.1	室女 $\theta$	-3.11	3.36
47	天门(东)	-2.9	-11.2	室女53	-11.24	-3.25
48	柱(北一南)	0.9	-27.9	半人马 $\upsilon$ 1	-28	1.01
49	柱(北二南)	13	-31.4	豺狼 $\iota$	-31.51	14.59
50	库楼(东南)	-4.5	-35.8	半人马 $\zeta$	-35.92	-5.05
51	衡(东南)	5.3	-36.2	半人马 $\mu$	-36.32	5.95
52	南门	6.9	-49	半人马 $\alpha$	-49.17	7.74
53	柱(南一东)	13.1	-39	半人马1	-39.13	14.71
54	柱(南二东)	6.5	-43.1	半人马 $\iota$	-43.25	7.29
55	玄戈	19.4	50.5	牧夫 $\lambda$	50.68	21.78
56	招摇	17.2	42.1	牧夫 $\gamma$	42.25	19.31
57	亢池(南)	17.7	15	牧夫20	15.05	19.87
58	折威(东)	9.2	-13.2	长蛇50	-13.24	10.33

59	阳门（南）	16.5	-22.9	半人马 b	-22.98	18.53
60	七公（东）	21	44.3	牧夫 $\delta$	44.45	23.58
61	梗河（南）	24.9	30.8	牧夫 $\epsilon$	30.91	27.96
62	帝席（东）	21.8	24.9	牧夫12	24.98	24.48
63	左摄提（南）	21.9	16	牧夫 $\pi$	16.05	24.59
64	??（东南）	18.1	-30.9		-31.01	20.32
65	骑官(东南)	25	-36.9	豺狼 $\beta$	-37.03	28.07
66	骑阵将军（南）	31.5	-44.2	豺狼 $\kappa$ 1	-44.35	35.37
67	车骑（南）	25.9	-50.9	豺狼 $\zeta$	-51.08	29.08
68	阵车（东南）	23.9	-20.1	长蛇58	-20.17	26.84
69	贯索（南）	37.7	30.4	北冕 $\alpha$	30.5	42.33
70	河中	51.5	23.5	武仙 $\beta$	23.58	57.83
71	河间	48.1	19.3	武仙 $\gamma$	19.36	54.01
72	晋	44.8	16.5	摩羯36	16.55	50.31
73	郑	41.8	16.1	巨蛇 $\gamma$	16.15	46.94
74	周	39	15.9	摩羯 $\eta$	15.95	43.79
75	秦	34.6	15	摩羯 $\theta$	15.05	38.85
76	蜀	36.8	10.3	巨蛇 $\alpha$	10.33	41.32
77	巴	39.2	6.4	巨蛇 $\epsilon$	6.42	44.02
78	梁	41.5	-0.6	蛇夫 $\delta$	-0.6	46.6
79	楚	44.8	-2.2	蛇夫 $\epsilon$	-2.2	50.31
80	韩	48.5	-6.8	蛇夫 $\zeta$	-6.82	54.46
81	列肆（东南）	45.3	6.4	巨蛇 $\sigma$	6.42	50.87
81	西咸（东）	36.1	-9.7	天秤 $\theta$	-9.73	40.54
82	键闭	42	-10.4	天蝎 $\nu$	-10.43	47.16
83	罚（东）	44.5	-14.5	天蝎11	-14.55	49.97
84	钩钤（南）	42.1	-14.4	天蝎 $\omega$	-14.45	47.27
85	天辐（南）	34.3	-26.2	天秤 $u$	-26.29	38.52
86	日	36.5	-25.8	天秤 $\kappa$	-25.89	40.99

87	从官（南）	39.1	-32.7	豺狼 $\psi$	-32.81	43.91
88	积卒（最南）	43	-41.8	豺狼 $\eta$	-41.94	48.29
89	天纪（东）	52.4	38.1	武仙 $\zeta$	38.23	58.84
90	宦者（南）	58.5	8.9	蛇夫37	8.93	65.69
91	斗（南）	53.7	6.5	武仙 $\omega$	6.52	60.3
92	斛（东）	52	2	蛇夫 $\kappa$	2	58.39
93	车肆（东）	52.3	-6.5	蛇夫 $\upsilon$	-6.52	58.73
94	东咸（南）	46.5	-21.3	蛇夫 $\phi$	-21.37	52.22
95	神宫（东）	52.5	-42	NGC6231	-42.15	58.95
96	女床（东）	61.4	43.5	武仙 $\pi$	43.65	68.95
97	帝座	60.5	17.7	武仙 $\alpha$	17.76	67.94
98	候	64	14.9	蛇夫 $\alpha$	14.95	71.87
99	宗正（南）	64.3	1.5	蛇夫 $\beta$	1.5	72.21
100	市楼（东）	58.3	-4	蛇夫 $\mu$	-4.01	65.47
101	天江（南）	60	-23.7	蛇夫 $\theta$	-23.78	67.38
102	天籥（南）	66.5	-24.8	人马 $\chi$	-24.88	74.68
103	鱼	62.6	-32.9	天蝎 M7	-33.01	70.3
104	传说	59.5	-35	天蝎 G	-35.12	66.82
105	糠	64	-36.1	蛇夫45	-36.22	71.87
106	杵（南）	69.5	-53.2	天坛 $\alpha$	-53.39	78.05
107	龟（东）	56.6	-51.4		-51.58	63.56
108	天棓（东）	69.2	52.8	天龙 $\beta$	52.98	77.71
109	帛度（东）	67.9	18.8	武仙95	18.86	76.25
110	屠肆（东）	69.8	16.2	武仙109	16.25	78.38
111	宗（南）	70.1	5.9	武仙110	5.92	78.72
112	宗人（南）	68.7	-1	蛇夫67	-1	77.15
113	魏	60.6	24.8	武仙 $\delta$	24.88	68.05
114	赵	64	24.5	武仙 $\lambda$	24.58	71.87
115	九河	68	26.1	武仙 $\mu$	26.19	76.36

116	宋	56.9	-12.9	蛇夫 $\eta$	-12.94	63.9
117	南海	63.9	-10.9	巨蛇 $\xi$	-10.93	71.76
118	燕	67.2	-8.4	摩羯 $\zeta$	-8.43	75.46
119	织女 (东)	81.2	45.1	天琴 $\alpha$	45.26	91.19
120	渐台 (南)	84.2	36.5	天琴 $\beta$	36.63	94.55
121	辇道 (南)	89	39.9	天琴 $\eta$	40.04	99.95
122	中山	73.5	28.2	武仙 $\circ$	28.3	82.54
123	齐	78	27.8	武仙112	27.89	87.59
124	吴越	83.6	16.9	天鹰 $\zeta$	16.96	93.88
125	徐	79.3	7.2	巨蛇 $\theta$	7.22	89.05
126	东海	74.5	-6	巨蛇 $\eta$	-6.02	83.66
127	天弁 (南)	77	-11.5	盾牌 $\alpha$	-11.54	86.47
128	建 (东)	79	-16.2	人马 $\pi$	-16.25	88.72
129	农丈人	75.1	-34.3	人马	-34.42	84.34
130	鼈 (鳖) (南)	76.1	-45.8	望远镜 $\alpha$	-45.96	85.46
131	奚仲 (东)	88.4	54.9	天鹅 $\kappa$	55.09	99.27
132	天津 (南)	111.5	23	天鹅 $\alpha$	23.08	125.21
133	左旗 (东)	93	21.5	天箭 $\alpha$	21.57	104.44
134	右旗 (南)	89.7	-6.9	天鹰 $\delta$	-6.92	100.73
135	河鼓 (南)	96.5	6.2	天鹰 $\alpha$	6.22	108.37
136	败瓜 (东)	100.9	11.3	海豚 $\epsilon$	11.34	113.31
137	瓠瓜 (东)	101.5	14.6	海豚 $\alpha$	14.65	113.98
138	天桴 (东)	96	-0.4	天鹰 $\theta$	-0.4	107.81
139	天鸡 (东)	89.3	-15.8	人马56	-15.85	100.28
140	狗 (东)	85	-23	人马52	-23.08	95.45
141	离珠 (东)	101.3	-7.9	天鹰70	-7.92	113.76
142	天田 (东)	94.3	-25	室女 $\sigma$	-25.08	105.9
143	天渊 (南)	85.1	-43	人马 $\beta$ 1	-43.15	95.57
144	九坎 (东)	92.5	-48.9	显微镜 $\theta$ 1	-49.07	103.88

145	罗堰(南)	105.5	-18	摩羯 $\tau$	-18.06	118.48
146	周(南)	103.5	-27.2	摩羯 $\eta$	-27.29	116.23
147	秦(南)	108.4	-27.2	摩羯 $\theta$	-27.29	121.73
148	代(南)	110.9	-27	摩羯37	-27.09	124.54
149	哭(南)	113.5	-26.3	摩羯 $\mu$	-26.39	127.46
150	赵(南)	103.5	-32.5	武仙 $\lambda$	-32.61	116.23
151	楚	105.5	-32	摩羯 $\phi$	-32.11	118.48
152	魏	108.4	-30.5	摩羯33	-30.6	121.73
153	韩	110.5	-32.1	摩羯35	-32.21	124.09
154	越	102	-36.5	摩羯19	-36.63	114.54
155	齐	103.5	-38	摩羯 $\chi$	-38.13	116.23
156	郑	105.7	-37.7	摩羯20	-37.83	118.7
157	燕	108.4	-36.5	摩羯 $\zeta$	-36.63	121.73
158	晋	110.5	-37.5	摩羯36	-37.63	124.09
159	离瑜(南)	113.1	-41	显微镜 $\epsilon$	-41.14	127.01
160	车府(南)	119.5	33.9	天鹅 $\xi$	34.02	134.2
161	杵(南)	127.5	27.8	天坛 $\alpha$	27.89	143.18
162	人(东)	119.3	22.2	飞马2	22.27	133.97
163	司非(东)	114.1	15.4	小马 $\gamma$	15.45	128.13
164	司危(东)	112.3	8.4	小马 $\beta$	8.43	126.11
165	臼(东)	126.5	19.9	天鹅 $\mu$ 1	19.97	142.06
166	离宫(南)	133.4	20.4	飞马 $\eta$	20.47	149.81
167	土公吏(南)	129.3	11.3	飞马31	11.34	145.2
168	雷电(东)	132.2	7	飞马 $\zeta$	7.02	148.46
169	司禄(东)	120	4.9	宝瓶25	4.91	134.76
170	霹雳(东)	135	0.9	双鱼 $\gamma$	0.9	151.61
171	司命(东)	117.7	-2	宝瓶26	-2	132.18
172	益星(危宿南)	118.6	-12		-12.04	133.19
173	坟墓(南)	128.3	-7	宝瓶 $\zeta$	-7.02	144.08

174	虚梁（南）	130.1	-10.4	宝瓶 $\kappa$	-10.43	146.1
175	云雨（南）	142.2	-5.2	双鱼 $\kappa$	-5.21	159.69
176	垒壁阵（南）	117.4	-21.8	摩羯 $\delta$	-21.87	131.84
177	天钱（南）	125.5	-31.8	南鱼 $\iota$	-31.91	140.94
178	羽林军（南）	132.5	-38.6	宝瓶 $\omega 2$	-38.73	148.8
179	天垒城（东）	115.5	-36.9	宝瓶 $\xi$	-37.03	129.71
180	天网	126.3	-42.1		-42.25	141.83
181	败白（南）	122.4	-51	天鹤 $\gamma$	-51.18	137.45
182	北落师门	130.5	-47.6	南鱼 $\alpha$	-47.77	146.55
183	鈇钺（南）	139.5	-44.1	宝瓶106	-44.25	156.66
184	造父（南）	131.5	51.8	仙王 $\delta$	51.98	147.67
185	腾蛇（南）	143.8	35	蝎虎 $\alpha$	35.12	161.49
186	八魁（东）	147.7	-39	鲸鱼6	-39.13	165.87
187	王良（南）	153.5	48	仙后 $\beta$	48.17	172.38
188	天厩（东）	149.9	34.9	仙女 $\theta$	35.02	168.34
189	土公（东）	149.8	9	双鱼32	9.03	168.23
190	土司空	158.1	-19	鲸鱼 $\beta$	-19.06	177.55
191	附路	166.8	55.5	仙后 $\zeta$	55.69	187.32
192	阁道（南）	166.8	48.2	仙后 $\epsilon$	48.37	187.32
193	天大将军（南）	178.5	30.9	仙女 $\gamma$	31.01	200.46
194	军南门	172.1	30.3	仙女 $\phi$	30.4	193.27
195	外屏（南）	172.5	-1.5	双鱼 $\delta$	-1.5	193.72
196	天溷（南）	166.8	-8.7	鲸鱼 $\phi 3$	-8.73	187.32
197	铁锁（南）	163.5	-41.5		-41.64	183.61
198	左更（南）	174.6	11	白羊 $\nu$	11.03	196.08
199	天仓（南）	172.5	-23.5	鲸鱼 $\iota$	-23.58	193.72
200	天囷（南）	182	-6.9	鲸鱼 $\alpha$	-6.92	204.39
201	蒺藜（南）	182	-22.1	鲸鱼 $\rho$	-22.17	204.39
202	天庾（东南）	176	-38.9	天炉 $\beta$	-39.03	197.65

203	大陵（南）	186	32.7	英仙 $\tau$	32.81	208.88
204	积尸	187.6	34.5	英仙 $\pi$	34.62	210.68
205	天阿	190.5	24	白羊62	24.08	213.93
206	天阴（南）	189.6	14	白羊 $\zeta$	14.05	212.92
207	天苑（南）	188.4	-26.8	波江 $\gamma$	-26.89	211.58
208	积水（昴宿）	197.6	54	御夫65	54.19	221.91
209	天船（南）	193	46.5	英仙 $\alpha$	46.66	216.74
210	卷舌（南）	192.6	27.5	英仙 $\nu$	27.59	216.29
211	天谗	195.2	32	英仙42	32.11	219.21
212	月星	198.5	20	金牛37	20.07	222.92
213	天廛（东）	190.8	5.9	金牛 $\xi$	5.92	214.27
214	砺石（南）	201.6	24.2	金牛 $\phi$	24.28	226.4
215	天街（南）	202.3	15.9	金牛 $\kappa$	15.95	227.19
216	附耳	206.2	10.1	金牛 $\sigma$	10.13	231.57
217	天节（东）	206.5	2	金牛 $\rho$	2	231.9
218	九州殊口（南）	204.5	-12.4	波江39	-12.44	229.66
219	柱1（南）	209.7	47.1	半人马 $\upsilon$ 1	47.26	235.5
220	柱2（东）	221.8	44.5	半人马 $\psi$	44.65	249.09
221	柱3（东）	219.5	33	半人马 $\iota$	33.11	246.5
222	咸池（东）	214.4	46.2	御夫 $\lambda$	46.36	240.77
223	天潢（东）	214.7	35	御夫 $\mu$	35.12	241.11
224	五车（南）	217.7	29.8	御夫 $\iota$	29.9	244.48
225	诸王（东）	205.6	18	金牛136	18.06	230.89
226	天高（南）	209.5	11.5	金牛97	11.54	235.27
227	参旗（南）	214.3	1	猎户 $\pi$ 3	1	240.66
228	九斿（南）	212.6	-16	波江 $\mu$	-16.05	238.75
229	玉井（南）	217.5	-5	波江 $\beta$	-5.01	244.26
230	军井（东）	217.6	-11.1	天兔 $\iota$	-11.13	244.37
231	座旗（南）	230.9	30	天猫16	30.1	259.3

232	司怪（南）	226.6	21.9	双子1	21.97	254.48
233	钺	229.6	24.1	双子 $\eta$	24.18	257.84
234	水府（东南）	228.7	13.9	猎户 $\nu$	13.94	256.83
235	伐星（南）	225	-9.3	猎户 $\iota$	-9.33	252.68
236	厠（东）	223.1	-17.9	天兔 $\alpha$	-17.96	250.54
237	屏（南）	219.5	-23	天兔 $\mu$	-23.08	246.5
238	屎	224	-24.2	天鸽 $\mu$	-24.28	251.56
239	丈人（南）	227.4	-30	天鸽 $\alpha$	-30.1	255.37
240	子（南）	231.5	-30.9	天鸽 $\beta$	-31.01	259.98
241	孙（南）	233.4	-31.4	天鸽 $\kappa$	-31.51	262.11
242	四渎（东）	235.5	3.1	麒麟 $\epsilon$	3.11	264.47
243	野鸡	235.6	-13	大犬 $\nu$ 2	-13.04	264.58
244	军市（南）	234.7	-19	大犬 $\beta$	-19.06	263.57
245	积水（井宿）	249.6	49.2	英仙 $\lambda$	49.37	280.31
246	北河（东南）	247.4	44	双子 $\alpha$	44.15	277.83
247	五诸侯（东）	241.1	39.9	后发36	40.04	270.76
248	天纲（东）	243.7	29.3	南鱼 $\delta$	29.4	273.68
249	积薪	248.2	28.5	双子 $\kappa$	28.6	278.73
250	水位（东南）	249.3	19.2	小犬6	19.26	279.97
251	燿（东南）	255.3	35.1	巨蟹 $\psi$	35.22	286.71
252	南河（东南）	249.7	9.2	小犬 $\beta$	9.23	280.42
253	阙丘（东南）	242.5	2	麒麟 $\delta$	2	272.33
254	天狗（南）	255.1	-10	船帆 $e$	-10.03	286.48
255	天狼	244.5	-9.5	大犬 $\alpha$	-9.53	274.58
256	弧矢（南）	248.7	-28.7	大犬 $\delta$	-28.8	279.29
257	天社（东南）	243.5	-36.9	船帆 $\gamma$	-37.03	273.45
258	老人	241	-41.5	船底 $\alpha$	-41.64	270.65
259	上台（南）	267.3	53	大熊 $\iota$	53.18	300.18
260	积尸气	260.6	29.3	M44	29.4	292.66

261	外厨（东）	260.9	2	长蛇 c	2	293
262	天记	262.8	-5.5	船帆 $\lambda$	-5.51	295.13
263	酒旗（南）	274.9	12.9	狮子 $\psi$	12.94	308.72
264	天稷（南）	271.3	-44.5		-44.65	304.68
265	中台（南）	284.5	48.8	大熊 $\lambda$	48.97	319.5
266	权星（南）	278.1	18.8	大熊 $\delta$	18.86	312.31
267	御女	284	17.9	天龙 $\tau$	17.96	318.94
268	天相（南）	280.5	-3.8	六分仪 $\epsilon$	-3.81	315.01
269	天庙（南）	273	-30.5		-30.6	306.58
270	内平（东南）	288.4	41.9	小狮21	42.05	323.88
271	少微（南）	294.8	31.5	狮子54	31.61	331.07
272	长垣（南）	295	19	狮子46	19.06	331.29
273	灵台（南）	295.3	9.2	狮子 $\chi$	9.23	331.63
274	东欧（东南）	288.5	-35.5		-35.62	323.99
275	太阳守	310	55	大熊 $\chi$	55.19	348.14
276	太尊	298.8	51.9	大熊 $\psi$	52.08	335.56
277	下台（南）	301.6	38.9	大熊 $\nu$	39.03	338.7
278	常陈（东南）	309.8	42	猎犬 $\alpha$ 2	42.15	347.91
279	虎贲	300.3	34.4	狮子72	34.52	337.24
280	土相	300.6	30		30.1	337.58
281	从官	304.5	33.6	狮子92	33.72	341.96
282	太子	307.4	32.8	小熊 $\gamma$	32.91	345.22
283	幸臣	310.5	32	后发 $\alpha$	32.11	348.7
284	郎位（东南）	312.5	32.6	后发 $\gamma$	32.71	350.94
285	次相	300.5	23.6	室女 $\delta$	23.68	337.47
286	五帝座（中）	308.8	24	狮子 $\beta$	24.08	346.79
287	次将	301.5	17.1	狮子 $\iota$	17.16	338.59
288	内五诸侯（南）	315.1	22.9	双子 $\theta$	22.98	353.86
289	屏（南）	308.5	12	天兔 $\mu$	12.04	346.45

290	上将	312.5	10	室女 $\gamma$	10.03	350.94
291	右执法	306	7.3	室女 $\beta$	7.32	343.64
292	明堂(东)	299.9	3.5	狮子 $\mu$	3.51	336.79
293	右辖	310.4	-20	乌鸦 $\alpha$	-20.07	348.59
294	军门(南)	308.5	-25	仙女 $\phi$	-25.08	346.45
295	土司空(南)	312.6	-34.1	鲸鱼 $\beta$	-34.22	351.06
296	器府(东南)	304	-49.5		-49.67	341.4
297	郎将	323.5	47.4	后发31	47.56	363.3
298	上将	323	20	室女 $\beta$	20.07	362.74
299	次将	322.4	15	狮子 $\iota$	15.05	362.06
300	九卿(东)	316	17	室女 $\rho$	17.06	354.88
301	次相	322.4	9.1	狮子 $\theta$	9.13	362.06
302	三公(东南)	318.5	10.7	猎犬24	10.73	357.68
303	谒者	315.5	10	室女16	10.03	354.31
304	左执法	316	4	室女 $\eta$	4.01	354.88
305	上相	321.9	3.6	室女 $\gamma$	3.61	361.5
306	左辖	322.3	-8.9	乌鸦 $\eta$	-8.93	361.95
307	长沙	315.5	-17.5	乌鸦 $\zeta$	-17.56	354.31
308	青邱(南)	318.5	-38	长蛇 $\beta$	-38.13	357.68

## 参考文献:

1. C.弗里马里翁. 大众天文学(上) [M]. 广西: 广西师范大学出版社, 2003.
2. Lieske J.H. Lederle T, Fricke W, et al. A&A, 1977, 58:1
3. Lieske J.H. Precession Matrix Based on IAU (1976) System of Astronomical Constants [J]. Astron J & Astrophys. 73, 1979.
4. Bretagnon P, Fienga A, Simon J. L. A&A, 2003, 400:785
5. Capitaine N, Wallace P T. Chapront J. A&A, 2003, 412:5657(C03c)
6. Fukushima T. AJ, 2003, 126:494
7. Harada W, Fukushima T. AJ, 2004, 127:531
8. Capitaine N, Wallace P T. Chapront J. A&A, 2004, 421:365
9. Dennis Dmccarthy, G. Rardpetit. IERS Conventions (2003) [R]. IERS Technical Note, No

1 32, 2004.

10. N.Capitaine, Pt. Wallace, J Chapront. Expressions for IAU2000 precession quantities [J]. Astron J & Astrophys. 412, 2003.

11. 金文敬. 岁差模型研究的新进展—P03 模型[J]. 天文学进展, 2008.26(2): 155-172.

12. 伊世同主编, 全天星图 2000, 地图出版社, 1984

13. 熊田忠亮. 甘石星经考. 东方学报. 京都第一号, 1931, 日文版

14. <隋书>卷十九《天文志》上, 历代天文律历等志汇编(二). 北京: 中华书局. 1975, 127

15. 胡静宜. 略论宋代天文学人才的培养与任用[J]. 自然科学史研究, 2001, (2).

16. 潘鼐. 彩图本中国古天文仪器史[M]. 山西教育出版, 2005.

17. 薄树人. 中国古代的恒星观测[J]. 科学史集刊, 1960, 03

18. 苏颂. 新仪象法要[M]. 北京: 商务印书馆, 1970, 32.

19. 潘鼐. 中国恒星观测史[M]. 上海: 学林出版社, 1979 年 12 月. 165-166.

# 专利侵权损害赔偿数额标准初探

## ——从中国与美国比较的视角

中国科学院大学人文学院法律与知识产权系

殷宗萍

**摘要：**据有关国际组织统计，近年来，随着经济的发展及人们知识产权意识的提高，全球年度累计专利侵权纠纷案件的数量呈骤增趋势。但相关司法部门在纠纷处理问题上却未能尽善，相关制度亦时见纰漏。从全球范围来看，专利侵权的赔偿原则、赔偿数额的计算方式等没有统一可通行的标准，我国的相关法律和司法实践更是如此。本文旨在概述专利侵权赔偿的相关概念的基础上，着重分析了中美两国相关立法和司法实践中的异同，重新审视了赔偿数额的标准及美国的全部市场价值原则，并对侵权产品包含非专利权利因素时侵权主体赔偿额的算法等相关制度提出了相关立法和司法上的建议，力图为专利侵权损害赔偿数额标准提供一个可参考的角度。

**关键词：**专利侵权 损害赔偿 数额标准 计算方法

近年来，随着全球经济竞争的日益加剧，我国现阶段也正大力实施国家知识产权战略，不仅专利申请的数量大幅增加，专利侵权诉讼案件数量也同样激增。虽然我国在专利法及相关司法解释中规定了专利侵权赔偿数额的基本方式，但在司法实践中确定赔偿数额的具体应用方式和计算方法并不明确，而美国等其他国家和地区又是按照什么标准进行赔偿的，这些问题都需要我们进一步得思考和分析。

## 一、专利侵权损害赔偿的相关概念概述

### （一）专利侵权行为及专利侵权责任

狭义的专利侵权行为是指在专利权有效期内，行为人未经专利权人许可且又无其它法律依据，以营利为目的实施他人专利的行为。之所以是狭义的，是因为如果一行为并非以营利为目的，也不能被完全排除在侵犯专利权行为之外。一般说来，专为科学研究和实验而使用专利的，不视为侵犯专利权。但是，比如一些科研院所以他人的专利作为实验手段，在其他

项目中进行科学实验，虽不以营利为目的，但很可能构成对专利使用行为的侵权。又比如我国重点支持的高新技术企业在进行研究开发时，不是针对获得专利的技术本身，而是对实施该专利技术的商业前景进行研究实验，也可能构成对专利的制造以及销售行为的侵权<sup>①</sup>。

侵权人承担责任的方式大体一致，主要是承担类似停止侵权（如美国的禁令）、赔偿损失的民事责任。对于类似我国的假冒专利等侵权行为（如英国的擅用专利局名义的行为、美国的冒充已申请专利的行为<sup>②</sup>等），构成犯罪的还需承担刑事责任。对上述行为不构成犯罪的，我国法律还规定了承担行政责任。

## （二）专利侵权损害赔偿原则及赔偿数额的计算方法

认定专利是否侵权时，适用过错责任原则、无过错责任原则抑或其他在所不论。构成专利侵权后，侵权人承担赔偿责任究竟应适用什么原则？过错责任原则、过错推定原则还是无过错责任原则？补偿性原则还是惩罚性原则？而侵权人有无过错的认定对承担赔偿责任的数额是否也有着直接影响？而这些原则同时在一定程度上决定了补偿或惩罚的力度。

TRIPs 协议规定了侵权人返还所得利润、支付法定赔偿额以及二者并处这三种方式。美国新近修改的专利法案突出了赔偿数额计算方式的变化。我国《专利法》以及 最高院新颁布的关于审理专利纠纷案件的司法解释也同样对此作了新的规定。虽然国际条约和我国法律都规定了侵权赔偿的计算方式，但是具体到计算方法上却并不明朗，现有的法律规定仍然缺乏应有的可操作性。

## 二、中、美专利侵权损害赔偿的现状比较

我国的知识产权制度起步较晚，不过近年来加大了对专利制度的改革。而美国是世界上较早建立专利制度的国家之一，几经改革后，2009 年又再次启动了专利法案的修改程序。专利侵权损害赔偿的计算标准作为改革的重点制度，关系到专利权人和侵权人的切身利益，在大家密切关注的同时也备受争议。尽管如此，美国现行的专利侵权赔偿制度，在实践中经受过不断的修正和检验，因而也就具有了强大的生命力。在此，分别阐述中美两国的专利侵权赔偿制度，比较异同，以期对我国的专利侵权赔偿制度的建设有所裨益。

### （一）我国专利侵权损害赔偿现状

<sup>①</sup>尹新天：《中国专利法详解》，北京：知识产权出版社，2011 年，第 817 页。

<sup>②</sup>于阜民：《专利权的刑事保护》，北京：社会科学文献出版社，2005 年，第 19 页。

## 1. 立法现状

我国《专利法》、最高院 2001 年通过并施行的《关于审理专利权纠纷案件适用法律若干问题的规定》（以下简称《2001 年适用规定》）以及 2010 年施行的《关于审理侵犯专利权纠纷案件适用法律若干问题的解释》（以下简称《2010 年应用解释》）中规定了专利侵权损害赔偿的相关制度。下面做具体阐述：

《专利法》第 65 条规定了 4 种计算方式：权利人因被侵权所受到实际损失、侵权人因侵权所获得的利益、参照专利许可费合理倍数以及 1 万至 100 万的法定赔偿。结合《2001 年适用规定》第 20 条和第 21 条的相关规定，4 种计算方式的基本顺序和算法是首先按照权利人的实际损失确定，即专利权人的专利产品销量减少总数（难以计算时，以侵权产品销量替代） $\times$ 单件专利产品的合理利润；第 2 种，是可以按照侵权人所获利益确定，即侵权产品销量 $\times$ 单件侵权产品的合理利润；当第 1 种或第 2 种方式无法计算时，以 1 至 3 倍于专利许可使用费作为损失额赔偿数额；最后，以上 3 种方法均难以确定的，法院可以在 1 万至 100 万（包含上下限）之间判定赔偿数额。后两种方式的计算需要法官结合专利权的类别、侵权性质和情节、可参考的专利许可费以及该专利许可的性质、范围、时间等因素来最终确定。

在以第 2 种方法确定赔偿额时，应当注意属于权利人的专利在侵权产品中所起的作用。

《2010 年应用解释》第 16 条就对侵权人所获利益作了限定，其应特指侵权人因侵犯专利权的行为所获得的利益，因其他权利所产生的利益，应当合理扣除。对侵犯发明、实用新型专利权的产品系另一产品的零部件的，应当根据该零部件本身的价值及其在实现成品利润中的作用等因素合理确定赔偿数额，对侵犯外观设计专利权的产品为包装物的也同样适用。

赔偿的总额还应当包括权利人为制止侵权行为所支付的合理开支，比如调查、诉讼及律师费用，即为保护自己的合法权益免受继续侵害以及为制止侵权等支出的合理的、必要的费用。

## 2. 司法实践困境

虽然我国实施了新的相关司法解释，但是在翻阅了北京地区的法院约 100 份专利侵权损害赔偿的判决书（限于侵权行为发生在 2011 年 1 月以后，并于 2012 年 1 月 1 日后审结的案件）后，在进行赔偿数额的计算时，各有 4%采第 2 种和第 3 种方法，92%选择上述第 4 种计算方法，即法定赔偿计算方式。如在 2011 年 5 月 25 日，由北京市第一中级人民法院作出一审判决的北京中奥通地下工程技术开发有限公司诉中国科学院自动化研究所等侵犯发明专利权纠纷一案中，法院对于赔偿数额的确定是这样说明的，“中奥通公司主张按照中建二公司设计施工的旋喷桩数量、旋喷桩施工成本、采用传统方法成桩的施工成本为依据计算，但

未能提供相应证据予以佐证，而中建二公司亦未举证证明智能化大厦基坑止水帷幕的工程预算、旋喷桩数量及长度，故本院对中奥通公司的计算方式不予采纳。因中奥通公司未能提供相应证据证明其因被侵权所受到的损失，亦未能举证证明自动化研究所、中建二公司因侵权所获得的利益，本案亦无专利许可使用费可以参照，故本院综合考虑本专利的类别、自动化研究所和中建二公司侵权行为的性质和情节等因素酌情确定赔偿数额……”

笔者所查阅的这些判决中多数的判决理由为“原告未提供证据证明（或提供的证据不足以证明）其因被侵权所受到的实际损失或者被告因侵权所获得的利益，亦未提供可以参照的有效专利许可使用费，故本院结合原告专利权的类型、侵权行为的性质和情节等因素，适用法定赔偿的数额方式，确定赔偿额为……”。

由此可见，法院依据现实证据材料无法精确计算赔偿数额，通常以法定赔偿数额结案。同时也暴露了另一个问题，即专利权人没有充足的证据证明自己的损失或对方的利益以及可以参照的专利许可费。这反映出我们的专利权人权利保护意识的淡薄，也从侧面反映出在专利授权后，权利人很大程度上自身并没有投入到实际生产中，也没有许可或转让给他人使用此专利进行实际运营，因而使得损失、利益数额以及许可费用无法明确，依此恶性循环。而在司法实践中，法定赔偿额 1 万至 100 万的大跨度取值范围，使得法官的自由裁量权也显过大，缺乏客观性和相应的可预测性，因此无法真正保证权利人得权益，抑或使得对侵权人的处罚过重或过轻。

## （二）美国专利侵权损害赔偿现状

### 1. 立法现状

美国对于赔偿数额的计算主要有权利人损失和合理许可费两种方式。从 1836 年专利法修改到 1946 年专利法修改之前，权利人是可以选择适用侵权人非法获利的。但由于计算侵权者的利润所得过于繁琐和困难，在 1946 年的专利法修改中，一度存在的非法获利标准取消，规定专利权人以自己的利润损失来计算赔偿额度，除了外观设计专利不再以侵权者的利润所得作为赔偿的选择<sup>①</sup>（美国的专利主要指发明创造和外观设计，前者比例更大）。这里需要我們注意的是，美国在版权、商标以及外观设计专利等知识产权领域的侵权救济方面都继续保留了非法获利救济方式，唯独废除了专利中的此项救济。至于废除的原因官方报告说是由于技术分摊比例难确定、诉讼成本高，其实这与当时美国正值经济危机后的调整复苏时期的客观环境也有关。除了上述原因外，笔者认为其与所失利润相比较，后者更能填平甚至超

<sup>①</sup>李明德：《美国知识产权法》，北京：法律出版社，2003 年，第 79 页。

过权利人的实际损失，且合理许可费在某一方面也是基于侵权人的预期利润来推测确定的，其在一定程度上包含了非法获利的因素，这或许也是取消后至今没有重新写入的原因之一。但是在前几年的司法实践中，法院在可能的情况下，仍然以被告的获利数额来帮助确定权利人的利润损失，甚至在计算赔偿额时，直接以被告的获利数额替代权利人的利润损失。<sup>①</sup>

自2005年6月开始，至今美国国会审议了4次专利法修正案，争议主要是对于专利侵权损害赔偿金等具体条款无法达成一致<sup>②</sup>。其中，2007年6月在众议院通过的《美国专利改革法案》包含了修改损害赔偿金计算依据的条款，但之后遭到参议院的否决。2011年新一轮的专利法改革提案便回避了侵权损害赔偿金问题。

根据现行美国法典，第35编第284条是有关专利损害赔偿金的规定：法院在做出有利于请求人的裁决后，应该判给请求人足以补偿所受侵害的赔偿金，无论如何，不得少于侵害人使用该项发明的合理使用费，以及法院所制定的利息和诉讼费用。其中利息是指被侵权人如果是授权侵权人进行专利许可而获得的使用费在被侵权期间所获得的利息<sup>③</sup>，即以假设的专利许可使用费为本金计算的。美国法院同样可以判定败诉方承担合理的律师费给胜诉方。美国专利法还规定了惩罚性的3倍赔偿制度，即不论由陪审人员还是由法院决定，法院都可将损害赔偿金额增加到原决定或估定的数额的3倍。对于数额的多少，法院可以接受专家证言以协助决定。当然赔偿数额可以包括诉讼费用和利息，其中利息是以假设的专利许可使用费为本金计算的，但是利息的概念很难界定，是生产利润、销售利润、经营利润、税前还是税后利润？即使难以界定，但从现有数据来看，利息在赔偿数额中往往占最大比重。<sup>④</sup>

对于计算具体的赔偿数额，是按照侵权产品的全部利润还是按照产品中专利的利润确定，作为已经在美国持续使用几十年的 **Entire Market Value Rule**（以下简称 **EMV 原则**），即全部市场价值原则或许可以回答这个问题。近年来 **EMV 原则** 也有了变化，其开始是作为非法获利中技术分摊规则的例外出现的，即认为侵权人产品的整个市场价值都取决于此项专利的功能，因此侵权赔偿额应以整个侵权产品的所获全部利益来计算。后来此原则逐渐扩张，甚至超越了专利权要求保护的范 围，简单地说就是将专利对产品利润的贡献率直接推定为 100%，这显然对某些侵权者处罚过重。一般认为，在 1995 年的 **Rite-Hite** 案中联邦巡回上诉法院对该原则的运用提出了严格的限制。但国会在修改过程中最终没有此争议，只是强调法

<sup>①</sup>戴建制，陈旭：《知识产权损害赔偿研究》，北京：法律出版社，1997年，第73页。

<sup>②</sup>朱雪忠，漆苏：《美国专利改革法案内容极其影响评析》，《知识产权》（北京）2011年第9期，第81页。

<sup>③</sup>王晓丹：《专利侵权损害法定赔偿的计算因素研究》，硕士学位论文，湖南大学法学院，2007年，第20页。

<sup>④</sup>王晓丹：《专利侵权损害法定赔偿的计算因素研究》，硕士学位论文，湖南大学法学院，2007年，第24页。

院确定赔偿额应该按照一定的程序，这便使得法官在审判时更慎重地对待这个原则。

## 2. 司法实践

按照权利人损失计算赔偿数额时，美国法院要求权利人证明其损失与侵权行为间的因果关系，即要证明在侵权没有发生的情况下，专利权人能够获得侵权产品所获得的利润，这就需要满足 4 个条件——“潘蒂特四要件”，因其规定严格缜密，权利人往往无法提供全面的证据而被动适用了合理许可费方式，因此在美国专利侵权损害赔偿案件中合理许可费的适用范围十分之广。合理许可费的计算方法则在 1970 年的 *Georgia-Pacific* 案中全面确定了下来，考虑因素基本可以分为三类：市场客观条件、双方的主观条件以及侵权人的预期获利。

在 2010 年 *Jacob Krippelz, Sr* 诉被告福特公司擅自使用其后视镜脚底灯的案件中，法院最终判决被告福特公司侵犯原告专利权，赔偿原告 2300 万美元。按照美国法典第 35 编第 284 条规定：“根据有利于原告之证据显示，法院应对原告因专利受侵害之程度做出判决，给予足够之赔偿，其数目不得少于侵权人实施发明所需之合理许可费以及法院所定之利息及诉讼费用之总和。陪审团如未能确认损害赔偿额，法院应估定之，以上任一种情形下，法院均得将决定或估定之损害赔偿额增加至三倍。法院得请专家作证，以协助决定损害赔偿或在该状况下合理之许可费。”

具体来说，当权利人与侵权人为直接的竞争者时，选择权利人所受损失算法比较容易计算；而当权利人许可他人实施时，宜采用合理许可费算法。但是现实情况往往很复杂，很多情况下做这种简单的划分是解决不了问题的，因此还要具体分析每一种计算方式。笔者认为权利人所受损失的计算方法可分为两种情形，一种是销量减少法算法，另一种是价格减少法算法。当市场上存在可接受的非侵权替代品时，侵权人的出现（非大量侵权人）不会使权利人产品价格有较大改变，只是销量可能会有所降低，因此采用前者更为科学合理；而当市场上仅存该专利权人与该侵权人这两者时，则采用后者为宜，即该侵权人的出现使得专利权人被迫降低自己的销售价格从而受到一部分损失，销量不一定减少。当然这两种情况在此种计算方法下可以不做严格的区分。

### （三）中美专利侵权赔偿数额标准之比较

中国与美国在专利侵权赔偿数额的判定标准方面都有着各自的难题。在中国，立法、司法部门规定了专利侵权赔偿的基本计算方式，但对于司法裁判中应予考量的具体因素则付之阙如，法律的弹性空间也显过大，受害人的合法权益往往得不到有力的保护。相比较而言，

美国专利法要求对权利人给予“足够赔偿”，但司法中由于多年来实行 EMV 赔偿原则，侵权人赔付的金额极高，立法部门在产业界呐喊出的不断高涨的声音中也继续谋求新的改革。

我国实行全面赔偿原则，侵权人的赔偿以其侵权行为所造成的财产损失为标准，不论侵权人是否受过刑事、行政处罚，都由侵权人承担全部责任。最高法院根据全面赔偿的原则制定了贯彻意见，加大赔偿力度以及加重恶意侵权、重复侵权、规模化侵权等严重侵权行为的赔偿责任。赔偿数额大致分为四种计算方式（前文已述，在此不赘述），前两种方式简单制定了计算方法，后者则明确了取值范围。对于侵权人所获利益的判定，也在《2010 年应用解释》中给予了限定，提高了立法的科学性，但在判定时所要考虑的具体因素并没有明确出来，使得在司法实践中仍易被操作滥用。并且我国对恶意侵权的确定和制裁尚无明确的规定，得依靠法官在司法实践中根据情节轻重在法律限定的数额范围内确定取值。

美国在专利方面，主要的侵权损害赔偿数额计算方式有两种，一是权利人所失利润，二是合理许可费的赔偿。非法获利计算方式只存在于外观设计专利中。而判定赔偿额的具体规则——技术分摊规则及 EMV 原则则逐渐不再援引。在恣意侵权方面，美国很早就开始了对这种情形的研究与应用，但对于适用于其中的“三倍赔偿”规则（严格意义上应称“三倍以内的赔偿”）是否属于惩罚性赔偿，各地区法院在相当长的时期内莫衷一是。最终联邦巡回上诉法院强调“三倍赔偿”是惩罚性赔偿，其适用需要结合侵权人的行为恶劣程度来判断，目的是为了遏制恣意侵权，加大对权利人的保护力度。在 2009 年专利法改革中，国会对恣意侵权制度也做了限制，从而有利于保障侵权人的合法利益。

由于中美的专利制度在建立背景、发展进程方面不同，也就决定了在专利侵权救济规定上存在着差异。当然中美还是有其相似点，只是在计算赔偿数额的名称上存有差异。我国的专利侵权救济制度基本是以补偿性原则为基础的，惩罚性原则没有明确，而美国是明确有补偿性和惩罚性的规定。更重要的是，我们必须认清，在实务中，美国法律的可操作性与明确性远远超过了我们，而我国由于法律规定中存在的空白以及法律规则本身的可操作性问题，在判定侵权赔偿时法官的自由裁量权被不合理地放大。这些都亟需我们引进适合我们的美国等国家先进的知识产权制度，建立健全专利侵权损害赔偿的计算模式，并在实践中予以发展完善。

### 三、影响专利侵权损害赔偿数额的因素

实际操作中，当权利人能够提供有关侵权产品数量的证据时，专利侵权赔偿数额的计算方法为，侵权赔偿数额=侵权产品数量×权利人每件专利产品的利润，这一计算方法适用于

权利人无法举证侵权人产品的利润，或者利润明显不合理（过高或过低甚至为负值）的情况；当权利人无法提供侵权人产品和其自身利润的情况时，侵权赔偿额=侵权产品数量×同行业的平均利润率，这一计算方法是将同行业平均利润率作为侵权者的利润率。而在权利人能举证明自己的侵权后销售量下降和产品利润损失情形下，侵权赔偿数额=权利人销售量的下降数量×权利人每件专利产品的利润，这种方法适用于当市场上存在可接受的非侵权替代品时，权利人产品价格没有较大改变，只是销量可能会有所降低的情况。若以上几种情形下侵权人为共同侵权人时，且每个人的销售量或者利润均不能查明的，由共同侵权者平均分摊权利人损失并承担连带责任。

但是侵权者若能举证在侵权产品中附加的改进、非专利因素、制造成本、商业风险等价值，则应该在利润中扣除。这里可以借鉴我国台湾地区的《专利法》中规定的做法，即侵权人若能举证其生产成本时，利润是须扣除其生产成本后所得的净利，若无法举证时，则以销售该项产品全部收入为所得的利益。我们在确定赔偿数额时理应把这些因素考虑进来。

## （一）被侵权产品的市场占有率

市场占有率又称市场份额，即专利产品的销售量在同类市场上占有的额度。当市场上同时存在与被侵权人专利商品竞争的产品且侵权产品的市场份额可以举证时，可以根据权利人的损失来确定侵权人的赔偿数额，此时必须考虑被侵权产品的市场占有率。专利权被侵犯后，通过对产品的市场占有率的变化进行分析，根据市场总体销量得出被侵权产品可能的销量损失，从而比照在独占许可、排他许可、普通许可三种情况下专利许可使用费的不同来确定专利侵权赔偿数额。

## （二）被侵权产品的专利贡献率

美国的 EMV 原则预设有一个基本的前提条件，即须产品的整个市场价值都取决于专利的功能，或者消费者只是由于产品的专利特征才选择了该产品，从而专利赔偿应该按照整个产品的市场价值，包括专利和非专利部分的全部获利来计算。虽然全部市场价值原则因为自身的缺陷而逐渐淡出，但是我们仍然可以考虑从专利贡献率来判定侵权损害赔偿额。专利贡献率，日本将此称为“寄予率”（contribution rate），简单地说就是专利技术价值占产品总价值的百分比，它是在确定权利人的损害赔偿额时与美国 EMV 原则相对应的一种思路。可以说，专利贡献率是对全部市场价值原则的一种限制，因此需要权力机关出台相应的配套规定，并且在此基础上，法官在司法过程中需要依据实际案情科学把握，否则便将失去其存在的意

义。

### （三）侵权人在专利产品中附加的价值

侵权人在专利权人产品的基础上进行改进,或者将专利权人的专利技术应用于自己的产品之中,这本身必然使产品同时包含非专利因素甚或是其他的专利内容,而存在的专利内容可以是侵权人本身享有的专利权,也可能是未经许可的当事人之外的他人的专利权,且在此期间侵权人很大程度上承担了商业等其他风险,这些同样构成了侵权产品的复杂成本。基于民事侵权赔偿中的“填平原则”(即权利人损失多少,侵权人赔偿多少,使权利人在经济上不受损失),为保证民事法律关系的公平有序,这些因素在确定侵权赔偿数额时理应予以剔除。

## 四、我国专利侵权赔偿数额标准的完善

我国在立法上规定的专利侵权赔偿数额标准不甚明确,司法实践中不乏许多法定赔偿额滥用的现象。知识产权制度虽然有它的地域性,但是在知识全球碰撞和经济竞争日益加剧的今天,我们应借鉴知识产权制度发达的国家的制度与实践,努力完善我国的相关制度。

### （一）明确专利侵权损害赔偿的原则

许多学者认为我国专利法中暗含的侵权赔偿原则是过错责任原则,但在这个知识爆炸的时代,科技作为第一生产力的作用越来越凸显,简单地适用过错原则必定不能应对当前社会发展的需要。倘若权利人无法提供侵权人故意或者过失的证据,其损失则无法得到填补,更不用说加倍赔偿,这对于权利人是极不公平的。因此在司法操作中,如果侵权人无法提出自己无过错的证据,宜推定其有过错,据此认定侵权。

我国《专利法》第70条规定:“为生产经营目的使用、许诺销售或者销售不知道是未经专利权人许可而制造并售出的专利侵权产品,能证明该产品合法来源的,不承担赔偿责任。”这其实在立法上也反映了过错推定原则导向。鉴于以上情况,我认为应首先确定专利侵权赔偿的原则——过错推定原则更为适宜。而在侵权赔偿数额的确定方面要以补偿性原则为基础,辅以严格意义上的惩罚性原则。恶意侵权者置权利人的专利权于不顾,不仅是对法律的漠视,更是对知识的亵渎,应予深层次的惩处。虽然《2001年适用规定》中规定了在按许可费计算的情况下,以其1至3倍的费用作为赔偿额,但该司法解释并未明确惩罚性原则的合法性地位。随着专利侵权广度与深度的扩大,可以借鉴美国的做法,另列法条,制定

单独的惩罚性措施。或者在进一步的立法中针对恶意侵权的不同情形，对适用不同倍数的具体情况做出明确的规定，以获致合理的判决结果。

## （二）明确划定专利侵权损害赔偿的范围

我国《专利法》规定了赔偿数额应当包括权利人为制止侵权行为所支付的合理开支，同时《2001年适用规定》第22条也规定了人民法院可以将权利人因调查所支付的合理费用计算在赔偿数额范围内。我认为合理费用还应该包括合理的律师费（如律师人数合理）、差旅费（如非高级奢华食宿条件）、购买侵权产品的费用（如同类产品一件即可）、鉴定费等。这些费用的名目都可以以司法解释的形式明确下来，以避免司法审判中双方当事人间不必要的争议，同时提高专利侵权案件的审结效率。

如果一项专利产品的权利人是一个企业，专利侵权对于商誉的损害我们也理应注意到，人们对专利产品的喜好与否，直接关系到对该企业实力和信誉的评价。如果侵权人在侵犯专利权的同时并没有将质量保证到位，这无形中就使得消费者对该产品、该专利权人给予恶评，造成商誉贬损，从而对权利人的产品营销造成一定程度上的阻滞，最终造成利润流失。因此可以考虑首先制定类似精神损害赔偿的法律条文，通过实践中再慢慢摸索合理的计算方法。

## （三）明确专利侵权损害赔偿数额的计算因素

2008年新修订的《专利法》对于侵权赔偿数额的计算方式再一次进行了明确，确定了“权利人——侵权人获利——专利许可使用费的倍数”的顺序，并辅以“制止侵权行为所支付的合理开支”和“法定赔偿”的规定，使我国的专利侵权赔偿数额判定规则比以前更加具体。但是，此条款仅指示了赔偿数额的计算方式，并没有指明和限定司法人员在判定赔偿数额时应考虑的因素，在此法院的司法裁量权往往被不合理地扩张。为获致一个良善的知识产权法律环境，给予当事人合理的法律预期，有必要明确规定专利侵权赔偿数额时应予考虑的因素，对法院的司法裁量权进行规约。如上文所述，未来修订《专利法》或者出台相关解释时宜明文把被侵权产品的市场占有率、侵权人的销售额或者利润、被侵权产品的专利贡献率以及侵权人在侵权产品中附加的价值等纳入到侵权赔偿的考虑因素范围之内。

## （四）引入专门的侵权认定程序或者专家证言

美国在专利诉讼中有一专门程序——马克曼程序，其中的马克曼命令是审理专利侵权纠纷时美国法官解释专利权利要求、确定其保护范围的司法裁决，此必经程序成为决定整个案

件命运的关键。2006年,我国浙江通领科技在与美国GFCI巨头莱伏顿公司的专利诉讼中,获得了胜诉的马克曼命令。此次域外诉讼历经三年,最终不仅使我们的合法利益得到了维护,整个审判程序的严密性与科学性也值得我们学习与借鉴。

美国在诉讼中有专家证言制度,又因专利特殊的专业性和复杂性,使得专家证言在专利诉讼中更显得格外重要。为能精确评估损失度,我们可以考虑在专利侵权诉讼中聘请有资质的专家,这些专家可以是资产评估专家,也可以是由具有审计评估资格的人员,来提供意见证言。在程序启动上,法院可以依职权或者依当事人申请。但在专利权人所失利润和侵权人所获利益均难以计算时,法院应自行委托资产评估机构或者相关专家对专利权的价值进行评估,评估费用可以由当事人分摊或由侵权人承担。计算出专利的价值后,结合其他因素扣除相应数额,从而确定侵权人应当支付的赔偿额。

## 五、结语

专利侵权损害赔偿救济是知识产权制度中十分重要的组成部分,确定合理的专利侵权损害赔偿数额对于专利制度的实施具有深远的意义。我们应在赔偿数额标准方面辩证地参考美国的EMV原则、日本的寄予率等,进一步完善我国的专利侵权救济制度,建立一个完整可行的专利侵权损害赔偿标准体系,明确各种酌定因素所占的权重以及它们之间的主次关系,从而保障司法过程有法可依、规程合理,判决公正、客观和可预期,保护专利权人和侵权人的合法权益,并最终助益于我国现代产业的健康发展。

## 参考文献

- [1]郑成思. 知识产权论[M]. 法律出版社, 2007
- [2]李明德. 美国知识产权法[M]. 法律出版社, 2003
- [3]闫文军. 专利权的保护范围[M]. 法律出版社, 2007
- [4]和育东. 美国专利侵权救济[M]. 法律出版社, 2009
- [5]张广良. 知识产权侵权民事救济[M]. 法律出版社, 2003
- [6]程永顺, 罗李华. 专利侵权判定——中美法条与案例比较研究[M]. 知识产权出版社, 2002
- [7]尹新天. 中国专利法详解[M]. 北京: 知识产权出版社, 2011
- [8]于阜民. 专利权的刑事保护[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2005
- [9]戴建制, 陈旭. 知识产权损害赔偿研究[M]. 法律出版社, 1997
- [10]朱雪忠, 漆苏. 美国专利改革法案内容极其影响评析[J]. 知识产权, 2011, (09)

- [11] 蒋志培. TRIPs 肯定的知识产权侵权归责原则和赔偿方法[J], 法律适用, 2000 年第 10 期
- [12] 周晓冰. 建立知识产权损害赔偿的“最大程度确定”规则[J], 法苑博览, 2008
- 王晓丹. 专利侵权损害法定赔偿的计算因素研究[D]. 湖南大学, 2007
- [13] 王凤. 我国专利侵权损害赔偿相关问题研究—通过专利案件的数据进行分析[D], 兰州大学, 2009
- [14] 最高人民法院副院长曹建明在全国法院知识产权审判工作座谈会上的讲话---加强知识产权司法保护、优化创新环境、构建和谐社会(2005 年 11 月 21 日)
- [15] Bryan A. Garner. *Black's 5 Law Dictionary* [M]. New York: West Group, 1994.
- [16] *The Impact of Recent Patent Law Cases and Developments* [M]. New York: West, Aspatore Books, 2010.
- [17] Andrew Berger. *What are the constitutional limits on awards of statutory damages?* [J], *IP Litigator*, 2011.
- [18] Daniel Slottje. *Economic Damages in IP* [M], Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2006.

# “硝石复原”实验与波义耳微粒论的建立

陈仕丹

(中国科学院 自然科学史研究所, 北京 100190)

摘要:波义耳在“怀疑的 chemist”中质疑亚里士多德元素学说和 chemists 的元素论的实验研究及其解释。同年出版的“一些自然哲学论文”,波义耳首次运用微粒论对“硝石复原”实验进行机械论的解释。本文分析波义耳的“硝石复原”实验及其微粒论解释,认为“硝石复原”实验是从“批判元素学说”到“建立微粒论”的关键实验。理论假说、实验目的、研究序列、对现象的解释等构成系统性的实验研究,单个实验只能在系统性的实验中得以理解;实验科学由此对现象做出解释,对理论做出回应。

关键词:波义耳 系统性实验 微粒论 机械哲学

波义耳倡导用不同大小、形状和运动状态的微小微粒的不同构造(contrivance)对事物性质和自然现象进行机械解释,这种机械论哲学又被波义耳称为微粒哲学、微粒假说和微粒论,原子论者和笛卡尔学派也持有类似的机械论或微粒哲学。波义耳认同培根的经验科学信念,主张在经验和实验基础上衡量各种理论,他称之为“实验的自然哲学”(experimental physiology)。<sup>①</sup>波义耳在“怀疑的 chemist”(1661)中质疑逍遥学派的元素论和 chemists 的要素说,提出微粒假说;在“一些自然哲学论文”(1661)尝试用微粒假说解释实验现象,在“形式与性质的起源”(1666)中详细阐述微粒论,构成以实验研究为基础构建微粒论的持续研究。

上世纪末,科学哲学逐渐摆脱对“命题分析”的限定视角,斯蒂文·夏平、伊安·哈金等人唤起了对波义耳以及“实验”重新关注,揭示出实验研究的丰富意义。本文分析波义耳“硝石复原实验”及其微粒论的建立过程,以及波义耳实验研究的方式。

## 一. 对于元素或要素说的质疑和微粒假说的提出

“怀疑的 chemist”中,波义耳借卡尼阿德斯之口,反复强调只考察论敌提出的实验,而

<sup>①</sup> Robert Boyle. The Works[C]. Thomas Birch. London, 1772. Georg Olms Hildesheim reprinted in Germany, 1965(3):2.

无需考虑他们的思辨性推理。<sup>①</sup>文中引用广泛的实验质疑逍遥学派的四元素说和化学家们的要素论，提出了微粒假说。

“元素”按照定义，即是原始而简单的物体，结合物由其构成并最终分解成它们。逍遥学派说明其四元素说的典型实验是“嫩枝燃烧”实验：火焰发光表明有火元素、烟雾消散空气中表明是气元素、两端嘶嘶作响的是水元素、灰烬是土元素，可见水、火、土、气在事物广泛存在。四元素说还由性质或形式得到解释：冷/热、干/湿性质的组合构成四元素，凡是热而干的都是由于火元素、热而湿的都是由于气元素、冷而湿的都是由于水元素、冷而干的都是由于土元素。实际上，元素间由性质变化可相互转换，根本上不变的是这些性质。这些思辨理论没有提供对自然现象和事物性质的解释。

首先，波义耳质疑用火能从所有事物中恰好分解出四种元素。例如，灼烧黄金、威尼斯云母、莫斯科玻璃等物质就不能分出任何东西；其次，波义耳实验说明不同强度火分析物体得到很不相同的产物，因此不能说火分析的产物是物体的要素，比如，嫩枝燃烧分离为灰烬和烟油，而在曲颈瓶中蒸馏则产生油、精、醋、水和炭；再例如水浴只能将未发酵的血液分为黏液和残渣，而文火可将曲颈瓶中的血液分为精、一两种油和一种盐，以及残渣。把一些产物，而不是另一些产物选作物体的要素是没有理由的。最后，火分析的产物并非原先实际存在于物体之中，而可能是在火作用下各组分的再结合物，例如植物被火烧为灰烬，而在更强的火作用下灰烬又可以转化为玻璃。这说明用火分析得到的物质可能并非构成原有物体的元素。

化学家同样将分解物体得到的典型性质的物质看作组成物体的要素：用火分解复合物，倘若得到有味道、溶于水的物质，则被当做盐；倘若得到可燃且不溶于水的物质则被当做硫；一切固定的不溶于水的物质称为土；不问构成如何，只要是挥发性的物质都会被叫做汞。<sup>②</sup>黏液和土尽管是很多事物的显著组分，但由于没有实用价值而被排除在要素之外。化学家还给出一些对于“要素”说的思辨的辩护：盐是物体坚固性和耐久性的起因，如果没有盐其他四元素只能杂乱松散的混合；盐被水溶解成微小部分输送到别处与其他物质紧密结合，水也是一种必须的元素，它使得物体不至于太脆硬；硫或含油的要素使整个物体更富有韧性；含汞的精，凭其能动性渗入整个物体，使其发生更精妙的结合。<sup>③</sup>波义耳指出化学家混乱使用有关要素的术语。比如，硫是一种要素，可燃、有气味还有其他性质，那么就不应说不可燃

<sup>①</sup> 罗伯特·波义耳. 怀疑的科学家[M]. 袁江洋, 译. 北京: 北京大学出版社, 2007: 10, 158.

<sup>②</sup> Ibid. 123.

<sup>③</sup> Ibid. 158.

物是一种硫，而他们却提到黄金和其他矿物富含某种不可燃的硫，这是前后矛盾的。<sup>①</sup>化学家并不能将所有物体分解为油（硫）、精（汞）、盐、水和土，也不能证明那些产物是简单的。相反，波义耳认为“焚烧南瓜植株”实验说明，植物含精、含硫、含盐的组分是由水“嬗变”（transmit）而成的，所谓要素其实是可以互变的。他还举出对“鸡蛋孵化”和“矿脉生长”的观察，指出嬗变的存在。

三要素或五要素理论与逍遥学派的四元素说假定：每一种性质都有独特的固有的物质始因，即在物体中实际存在一种固有的受体（receptacle），因此，一种可见于种种不同物体的性质就是这些物体的共同属性。<sup>②</sup>在此意义上，化学家们的要素论与逍遥学派的四元素说是同义的。这种“事物具有某性质是因为具有某种形式”形而上学理论，源于亚里士多德主义经院哲学中的“实体形式”学说。这类不能提供对事物准确认识的思辨理论被寻求理智知识的机械论者视为共同对手。

“怀疑的化学家”中提出微粒假说：构成所有结合物的一般物质（matter）实际上被分成了不同大小、形状和运动的其微小的粒子，相邻的粒子联结成不易分解的“第一凝结物”，这类第一凝结物相互嵌入组成凝结物中保持为整体不易被分散。由此，波义耳按“元素”的概念（即构成结合物的原始而简单的物体），将得自凝结物和构成凝结物的那些不同的“第一凝结物”称为凝结物的元素或要素。佐以大量的实验，波义耳提出“元素性的凝结物”概念，对“元素”概念做出了微粒论的解释：所谓“元素”即是“由彼此完全相同的众多微粒构成的，而这些微粒又是由质料的极其微小的粒子所构成的某种微小的第一凝结物组成的”。元素的数目远不止三种、四种或五种。<sup>③</sup>

“怀疑的化学家”中大量的观察和实验，可以分为两个序列：一是质疑元素或要素论的众多实验上文已经做过分析。文中仅仅是引述实验的结果，并未对实验现象和物体的性质进行细致研究；二是“南瓜植株焚烧实验”、“磁石现象”、“小鸡孵化”、“矿脉生长”等实验和现象，对实验现象做出了一些分析，比如分析了土壤和灰烬的重量、铁针在磁铁附近的指向、鸡蛋物质的活性因素（seminal principles）等等。这些实验波义耳用来说明元素“嬗变”可能性，及活性因素在自然中的作用。<sup>④</sup>

## 二. “硝石复原”实验及其微粒论解释

<sup>①</sup> Ibid. 115.

<sup>②</sup> Ibid. 173.

<sup>③</sup> Ibid. 93.

<sup>④</sup> Ibid. 161.

“怀疑的 chemist”提出微粒假说对“元素”进行解释的可能性，但并没提供详细的实验分析。因此，提供运用微粒论分析和解释事物性质的实研究便是继批判旧学说到构建新理论的关键步骤。波义耳在以“硝石复原”(redintegration of salt-petre) 实验示范微粒假说对事物性质产生和变化的解释。波义耳首先申明一般而言的机械论学说。他说，“原子论和笛卡尔学派的假说，尽管在内容的要点上彼此有些不同，但在反对逍遥学派和其他庸俗教条上，则可以被看做同一种哲学……而其他那些哲学家只从某些实体形式(substantial forms)和实在性质(real qualities)出发一般而浮泛地解释自然现象……笛卡尔学派和原子论者都用多种形状和运动的微小物体解释同样的现象……两个学派一致同意从物质和位移出发推导自然现象；……这种哲学用微粒(corpuscles)或可被称之为微粒的细微物体来解释事物；……他们常用物质微粒的运动和其他性质解释自然现象，因为它们的显明而有力的机械机制，我有时将其称为机械假说或机械哲学。”<sup>①</sup>显然，机械论哲学的原则上，波义耳是将笛卡尔学派和原子论者引以为同类的。

波义耳先前曾提到过硝石在土中的生长以及分解硝石的产物，这些现象或技艺并不是波义耳首次发现的。<sup>②</sup>波义耳读到化学家格劳伯(Gelauber)关于硝石性质的考察。但波义耳的“硝石复原”实验却并非重复格劳伯的研究，因为他研究硝石的目的是展示微粒论的运用，“通过可感的实验阐明微粒论概念，以表明实验涉及的事物可以合理的解释，而不需要诉诸那些不可理解的实体形式、实在性质、逍遥学派的四元素或者所谓化学三要素。”<sup>③</sup>

尽管“硝石复原”只是单个实验，但却是微粒论用于解释现象和事物性质的首次探索。“这一实例与理智哲学的许多概念相当一致。这种理智哲学到目前为止还没有太多的实验贮备，新产生的实验则更少；……实验应该通过它们的价值被评价，而不是它们的数量；单个实验……也许如许多不太值得考虑的实验，同样十分值得用一整本著作研究。一颗优质的大珍珠能装饰君主的王冠，而很多无甚价值的小珍珠（尽管是真的），却可在金器店和药店称重购买。”<sup>④</sup>波义耳十分看重硝石复原实验的意义，在“形式与质料的起源”的导言中，他说“反思硝石复原这个单一实验比熟知那些原理和概念更有助于确证微粒哲学。”<sup>⑤</sup>

“硝石复原”实验可分为，分解和复原硝石的实验操作，以及对实验现象的讨论。

<sup>①</sup> Robert Boyle. The Works[C]. Thomas Birch. London, 1772. Georg Olms Hildesheim reprinted in Germany, 1965(1)::355.

<sup>②</sup> 罗伯特·波义耳. 怀疑的 chemist[M]. 袁江洋, 译. 北京: 北京大学出版社, 2007: 196.

<sup>③</sup> Robert Boyle. The Works[C]. Thomas Birch. London, 1772. Georg Olms Hildesheim reprinted in Germany, 1965(1):356-357.

<sup>④</sup> Ibid. (1):376.

<sup>⑤</sup> Ibid. (3):3.

1、买来的硝石溶解、过滤、结晶提纯。

2、取硝石在坩埚中熔融后，放入小炭块，熔融的硝石沸腾并嘶嘶作响，逐次放入小炭块，在强火下驱逐硝石的挥发性成分，直到熔融的硝石不再暴发，最后剩下硝石的固定部分，固定硝石（fixed petre）。

3、取出坩埚中的产物，分为两等分，取一份加水至刚刚能溶解。加入硝石精（spirit of salt-petre），即硝酸，溶液中发泡沸腾，逐渐加入直至沸腾刚刚消失。过滤溶液在试管中通风放置，数小时类盐粒集结在试管下部，第二天结晶长的更大，显示出六棱柱的形状；撒在红热的炭上，燃烧有闪光和爆炸，故应当是硝石。

4、另一份固定硝石，直接滴上硝石精，直到嘶嘶声刚好消失，在广口瓶中暴露放置。取一部分这种浸润的盐，在空气中干燥，将其撒在红热的炭上，有类似硝石有闪光和爆炸。

5、固定硝石加水溶解，过滤，只要加入硝石精就可从中获得硝石结晶。锅灰提取液结晶可获得硝石；镪水和鞣鞣盐也能产生硝石（ $2\text{HNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{KNO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ）。

用现代化学术语叙述，硝石分解： $3\text{C} + 4\text{KNO}_3 = 3\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO} \uparrow + 2\text{K}_2\text{O}$ ；有氧情况下： $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ； $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$ ；硝石复原： $\text{HNO}_3 + \text{KOH} = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

硝石、氧化钾、硝酸在发热、味道、挥发性、可燃性、酸碱性、干湿性等等方存在鲜明的差异。元素论或要素论说坚持的“性质与物体之中实存的因子相对应”的原则，面对“硝石复原”这样现象鲜明的实验，更难自圆其说。虽然，波义耳此一实验研究的重点不是质疑旧学说，但正因为该实验鲜明的现象，使其被精心挑选为阐述微粒论的示例，“当希望阐明更多的微粒哲学学说时，我很快就想到了这个实验。”<sup>①</sup>

波义耳对“硝石复原”实验的现象和物体性质的微粒论解释		
	实验现象或事物性质	机械解释
冷、热	硝石的感觉起来是冷的，然而它的精和碱却能相互剧烈反应产生热。	热是微粒多样而迅速的扰动，扰动持续热就持续，且随其增长和消退。
声音	伴随发泡和沸腾，有声音。沸腾越剧烈噪音越大，噪音消失后，热仍持续。	响声产生于液体微粒快速而不规则运动对周围空气快速的抽打。
颜色	固定硝石有某种蓝绿色，再加入酸精之后消失。硝石蒸馏产生红色雾气，红雾进入液体后消失。	光由物体各部分的排列反射入眼睛，便如此被修正而产生颜色，物体颜色改变说明排列被改变。
气味	硝石精有强烈刺激性气味，与固定硝石反应时更加浓烈，而硝石没有气味。	有气味的物质被激烈扰动，更多释放难闻的蒸汽。
味道	硝石精特别酸，固定硝石有不同与硝石精的刺激性。硝石却没有味道。	未详细解释

<sup>①</sup> Ibid. (1):356.

可燃性	硝石精和固定硝石都不能燃烧，但硝石却能爆炸性的剧烈燃烧。	未详细解释
干湿性	硝石很干，但硝石精挥发后，却变成是一种不会因冷却而凝结的液滴。	未详细解释
挥发性	硝石精具有很强的挥发性，而硝石加热也不能挥发。	流动性变化来自结构改变。逃逸性的与不活泼的部分结合，挥发性被限制。
液体扰动	铁片投入硝石精中，平静的液体逐渐产生烫手的热；硝石精中放入一小块指甲花，则没有类似扰动；硝石精中放入白色树胶一样能使生热，树胶则变成发黄的油状物。	液体与铁的微粒和孔洞(pores)相会，铁明显改变液体各部分及新的结合物的运动，这些能动部分相互穿透、加热，铁的微粒密集四散，也进入快速的不规则运动，产生烫手的热。
发泡和沸腾	固定硝石的溶液加入硝石精，可见液体中盐的微粒相互推动。在鞣鞣盐溶液中加入水，产生不计其数的小气泡。	发泡现象的原因是两种液体的冲突和扰动。大量小气泡产生于很多小盐粒与酸精的结合与冲突。
能动性	硝石固体没什么能动性，但当它各部分错位紊乱，挥发性的和碱性的微粒从固体上解离，就获得与其性状相应的很大的能动性。	各组分能动性有差异，不同性状的组分被凝结进固体的组织(texture)中；能动性微粒被释放后，聚集成一种能快速运动的结构。
腐蚀和溶解	硝石精腐蚀银但不能腐蚀金，固定硝石的溶液可溶解油状物，而酸精不能。	溶液微粒运动方式、形状被修正(modification)以便与被溶解物体孔洞(pore)相适应。
酸碱性	镪水溶解矿物，固定硝石能使其沉淀；固定硝石溶解油状物加硝石精析出。	未详细解释
硝石复原时空气的作用	硝石精加入固定硝石溶液，在空气中冷却逐渐生成硝石晶体。而除非充分暴露空气中，鞣鞣盐加镪水得到的盐却无晶体形状。推测空气可能为盐的微粒进入晶体提供媒介，使其聚集成适应其结构的晶体形状。	若媒介和时间充分允许，盐微粒倾向于排列成完美晶体。但缺乏空间或过快凝结的情况下，重量使微粒沉淀为偶然的形状。空气富含地面蒸汽和活性的流射(seminal effluvia)，很可能对晶体的形成有所作用。
硝石内服的安全性	硝石晶体粘附的硝石精，可用水洗去，硝石精腐蚀珊瑚或珍珠后可得缓和。	很多药剂用溶媒制备时，与其结合而改变了性状。

波义耳对硝石的分解和复原做了精确的定量试验，硝石复原后与之前等重。他这样解释复原实验：这些性质在一些物体中只是构成它的物质(matter)的一种变形(modification)；物体的各部分由相互关联的排列，构成特殊性质的确定种类的物体。如果相同的部分按照另外的方式排列，将组成与先前物体性状非常不同的新物体，并且原有的性状可以通过新物体的消散和毁坏后，由相同粒子组分按照原有排列重新结合再次获得。可感性质并非对应于无生灭变化的实在要素，而只是由微粒的大小、运动、排列、构造等机械属性决定的物体的第二性的属性；大小、形状、运动和排列(dispositon)等机械性质或第一性质是产生感觉性质或第二性质的原因。

波义耳还讨论了其他物质分解后复原的可能性，推测硫酸盐和松节油等也能在分解后复

原，但未给出实验。他指出，多组分的物体或生物具有自然（造物主）的精巧设计，其微粒排列破坏之后很难复原。比如酒（葡萄酒）蒸馏分解后不能恢复原有的风味，波义耳推测在分解时可能有一些精细微粒逃逸了，因此不能复原。

### 三. 对微粒论的详细阐述和一系列“复原”实验的意义

波义耳在“怀疑的 chemist”中还是侧重质疑具体的元素理论，而“按微粒哲学，用实验和思考阐明性质与性质的起源”就直接针对逍遥学派的“实体形式”学说，简述如下：

首先，提出微粒论的基本原则：1、存在一种对所有物体都一样且的，普遍和一般的物质，即一种广延的、可分的、不可入的实体。2、这些物质按其本性是一样的，我们在物体中看到的多样性不是因为物质，而是它各部分不同趋向的运动造成的。3、物质和运动是最普遍的原则；物质因具有不同的运动的真实效应，实际上被分为极为细小以至不能感知的各个部分；整块物质或不可感的部分都具有大小、形状和运动（或静止）的本质属性。<sup>①</sup>

其次，阐述了物理性质的相对性：4. 若不存在被运动区分的微粒，很难确定整块物质的性质，包括运动或形状；实际上，宇宙中存在大量微粒，相互混合造成物质可区分的独特部分。微粒的放置方式，姿势（posture）和顺序（order），在物体整体中产生一定的排列（disposition）和机制（contrivance），称之为物体的织构（texture）。5、若宇宙只剩一件物体，则很难说除物质和本质属性还有什么更多的性质；人有感官，物体引起感觉，一些物体适宜影响眼睛、一些影响耳或鼻子。心灵理解并称这些影响一些为光或颜色、另一为声音或气味。在物体中这些可感性质只是因为组成粒子的大小、形状、运动以及整个物体的织构。物体因其性质，不仅作用于感官而且作用于那些非生物，如红热的炭不仅烫手也使蜡块和冰融化，尽管无人感知。<sup>②</sup>

然后，波义耳专门探讨“形式”的意义：许多人认为组成物体的，除包含一般的物质，还有某种“形式”（form），它使得事物区别于其他事物，使其是其所是。又说物体的性质或其他偶性必须依靠它，所以“形式”被视为实体。但那些人指出事物种类，实际上仍只用到属性的汇集。形式并未结合进物体，因为性质的汇集足以确定物体的种类。<sup>③</sup>

最后讨论了很多哲学家困惑的“变化问题”：8、根据微粒假说的原则“产生、毁灭和变化”的意义是：（1）世界中存在大量的物质粒子（particles），单个粒子极微小而不可感知，

<sup>①</sup> Ibid. (3):15-16.

<sup>②</sup> Ibid. (3):22-23.

<sup>③</sup> Ibid. (3):27-28.

作为未被自然（造物主）区分的整体，坚固而有确定的形状；尽管在造物主心中是可分的，但因其微小和坚固，自然几乎不能将其分开；它们被称为“自然最小质”或“最初者”（*minima or prima naturalia*）。（2）众多微粒均由一些“自然最小质”紧密凝结成；这些单个“第一凝结物”仍不能被感知，尽管它可能被自然分开，但因粘接很牢固实际上甚少被分解或打破，而是以不同方式和伪装作为整体存在于可感物体中。（3）每个第一凝结物都有确定的大小、形状，因相互联结时的位置和联结情况，会发生大小、形状和运动的改变。组成微粒的粒子团或任何小块物质脱离时，运动状况也会变化；微粒加到物体上或从其上分离时，因须与物体中孔洞（pores）相一致，其大小和形状也有变化。（4）许多不可感微粒结合成可感物体中，若有某一原因造成微粒的运动，物体中产生很大的变化获得新的性质。运动经常在物体中产生可感变化，微粒分解或相互碰撞而改变，或脱离物体、或重新定位、或获得新的结合，由此物体的织构也发生改变，尤其是带来物体中间隙和孔洞的改变。（5）源于物质部分的大小、形状和运动，及作为它们排列结果的物体织构（texture）。造成了物体的颜色、气味、味道和其他性质，它们的产生、毁灭和变化无不由于微粒织构的变化。<sup>①</sup>

“对逍遥学派所传授的实体形式学说起源的考察”之后，开始实验论述：“关于形式的产生和恢复的思考和实验”、“对于盐的新奇形状的怀疑和实验”，以及“关于物体复原的实验”。叙述了不太成功的琥珀复原实验，以及酸精、松节油和其他一些固体的复原，松节油的复原比较成功。<sup>②</sup>

此类“复原实验”的意义是展示，通过实验操作，物体性质的失而复得，并作出微粒论解释。物体的复原说明，物体的诸种根本不需“形式”作为其实体；对“复原”的微粒解释则说明可感性质的原因是机械性质——组成物体微粒的大小、形状、运动和织构。这些复原实验都是“硝石复原”实验后续和发展，只是涉及的物体更复杂，期望对微粒论进行更具体的阐释。随后，波义耳便展开了微粒论纲领的实验哲学研究，广泛探索颜色、声音、冷热、电、磁等物体性质。波义耳对现象的具体解释，一些获得接受，如对声音和冷热；另一些缺乏足够证据，如对电、磁现象的“流射”（*effluvia*）解释；还有一些解释得到改善可修正，如他认为“白光的微粒被物体修正”产生各种颜色，而牛顿通过三棱镜实验说明，白光是由七种不同的光复合而成；但两者将光当做微粒，来进行实验研究这一点则是相通的。关键是，“自然哲学”已经不可能回到用“实体形式”来解释的老路上去。

<sup>①</sup> Ibid. (3):29-31.

<sup>②</sup> Ibid. (3):62, 65.

## 四. 关于波义耳微粒哲学的一些争论与“硝石重制”实验

世纪之交,西方学者就“波义耳的微粒论是否是严格机械论”、“波义耳微粒论是否得到实验的支持”等问题展开争论。Alan Chalmers 倾向于形而上学与实验科学的分离,“波义耳的科学成就与其说是得到机械论的帮助,不如说经受住了机械论的干扰”,认为波义耳的微粒论缺乏经验支持,内容空洞。<sup>①</sup> Andrew Pyle 认为 Chalmers “机械论要么无关于科学,要么有害于科学”的“冗余论题”不合实际。机械哲学中各种“中间理论”尽管没有被还原为微粒的第一性质,但因很好解释了现象也是很成功的;比如在实验的基础上,空气弹性和重量假说很好解释空气的压力和真空,清理“自然害怕真空”的教条。<sup>②</sup> Peter Anstey 强调波义耳机械哲学对于实验研究的启发性结构(heuristic structure),即宽泛的机械论原则对实验研究的引导。<sup>③</sup> 的确,波义耳认同培根对现象“倒序说明”的经验方法,波义耳的实验研究具有从现象最具体、最近的原因,到最终原因的研究顺序,“自然的次级原因(subordinate causes)有助于对更一般原因的进一步研究”。<sup>④</sup>

Chalmers 申辩道,自己“并非分不清严格意义上和较弱意义上的机械论,而是强调波义耳的实验科学未得益于,也未有助于严格意义上的机械哲学。”<sup>⑤</sup> Chalmers 从科学与形而上学相分离的观点出发坚持认为,波义耳“是反对旧哲学的实验科学的重要先驱之一,但却不是用实验对原子论版本机械哲学的一个成功的辩护者”。尽管他的“实验科学有价值,而机械哲学则缺乏丰饶性”。<sup>⑥</sup> 实证主义科学哲学把知识分作理论命题和观察观察,将实验看作提取经验的过程。在这种哲学中,因“知识合理化”问题的限定,实验的丰富性被忽视。Chalmers 回避了波义耳“实验的自然哲学”的系统性,对波义耳“自然哲学”对科学的贡献做出片面理解,回到抽离“史境”的科学观中去了。

波义耳强调实验中“假说”的作用,曾列出“好假说的4项标准”:须明白而合乎理智;不假定或推测任何不可能、不理智或确然错误的东西;须与自身相一致;应足以解释现象,

<sup>①</sup> Alan Chalmers. The Lack of Excellency of Boyle's Mechanical Philosophy[J]. Studies in History and Philosophy of Science. 1993(24):541 - 564.

<sup>②</sup> Andrew Pyle. Boyle on Science and the Mechanical Philosophy: A Reply to Chalmers[J]. Studies in History and Philosophy of Science Part A. 2002(1):175-190.

<sup>③</sup> Peter Anstey. Robert Boyle and the Heuristic Value of Mechanism[J]. Studies in History and Philosophy of Science Part A. 2002(1):157-170.

<sup>④</sup> Robert Boyle. The Works[C]. Thomas Birch. London, 1772. Georg Olms Hildesheim reprinted in Germany, 1965(1):308.

<sup>⑤</sup> Alan Chalmers. The Lack of Excellency of Boyle's Mechanical Philosophy[J]. Studies in History and Philosophy of Science, 2002(24):541 - 564.

<sup>⑥</sup> Alan Chalmers. The Scientist's Atom and the Philosopher's Stone[M]. Dordrecht;New York : Springer, 2009:99, 108.

尤其是主要方面；应至少与它相联系的其余现象一致，不与任何已知自然现象，或明显的物理事实相矛盾。”以及“优良假说的5项标准”：应不是强行的，而在事物性状中有充分根据，或至少被一些辅助证据很好地提示；应是所有好的假设中最简单的，至少不包含多余或不切题的东西；应是能够解释现象的唯一假说，或至少是解释最好的假说；应能使纯熟的自然学者通过与它一致与否（判断）预言将来的现象；特别是灵巧设计来检验它的实验事实，通过事物应该或不应该作为他的结果。<sup>①</sup>除“怀疑的 chemist”中对旧学说的实验批驳上文已经详述。波义耳在“微粒哲学或机械哲学的根据和优势”（1674）中专门论述了相对于逍遥学派和化学家们的理论，原子论的机械假说更有优势。

### 小结

微粒论是在实验研究过程中，得以提出、阐明和建立。这些系统性的实验研究中的实验构成不同目的、不同结构的实验体系；单个实验的意义，需在实验系统中得到理解。比如，在“怀疑的 chemist”中，一些并列的实验序列分别例证了质疑元素或要素学说的反题；在“一些自然哲学论文”中，一个单独实验引起一系列研究，并尝试对实验现象用微粒论进行解释。

“硝石复原”实验在“提出微粒假说”到“建立微粒论”的“实验的自然哲学”研究中占有重要的地位。“复原”实验对物体原有性质的消失和新性质的获得，做出机械论说明；证明抛弃“实体形式”学说，只需用微粒的机械性质就能对事物性质和实验现象做出理智解释。

微粒论与实验研究具有相互促进、相互支持的密切联系。以硝石实验为例，化学家们进行过多次硝石实验，用要素说勉强解释；若非在微粒假说的基础之上，“硝石复原”实验的意义便不明确；“硝石复原”这样的中间假说具有丰富的经验内容，而微粒假说则是系统性实验不可或缺的先行要素，并非是实验研究的赘余。

“Redintegration of Salt-Petre” and Establishment of Robert Boyle’s Corpuscular Philosophy

CHEN Shidan

(Institute of History of Nature Science, CAS, Beijing, 100190)

Abstract: in “Sceptical Chemists”, Robert Boyle doubted the Four-Elements Theory of

<sup>①</sup> [http://www.bbk.ac.uk/boyle/boyle\\_papers/bp36\\_docs/bp36\\_056v-057r\\_2.htm](http://www.bbk.ac.uk/boyle/boyle_papers/bp36_docs/bp36_056v-057r_2.htm)[OL]. Boyle Paper[Z]. Vol. 36, 57v-58r.

Peripatetics and Three-Elements or Five-Elements Theory of Alchemists, by inquiring their experiments and explanations. In the same year, Boyle published “Certain Physiological Essays”, in which Boyle applied Corpuscular Philosophy in illuminations of experiments as “Reindintegration of Salt Petre”. After analyzed Boyle’s experiments of “Reindintegration of Salt Petre”, concluded that this experiment is a key step of Boyle’s contrive of criticizing various elements theory to the establishment of Corpuscular Philosophy. And assertion that the significance of a single experiment depends on the whole of Systematic Experiments, which are in no way merely the means of empirical data collections but covering Hypothesis, Contrivance, Series, and etc., by which Experimental Philosophy or Science Explains Phenomenon and responds to deferent Theory.

Key Word: Robert Boyle    Systematic Experiments    Corpuscular Philosophy  
Mechanical Philosophy

# 论我国地名资源商业化利用及其合理规制

李媛媛

摘要：地名资源商业化利用，促进地方经济发展的同时满足了消费者的需求且有助于丰富地名内涵。我国地名资源商业化使用形式多样，但管理结构混乱，为此有必要在遵循利益平衡原则的基础上探寻我国地名资源商业化利用中存在的问题，并为地名资源商业化利用的合理规制提出建议。

关键词：地名 地理标志 商业化 合理规制

作者：李媛媛，中国科学院大学人文学院（北京，100049）。

## 一、概念辨析

### （一）商业化利用

现代汉语词典给商业下了这样的定义：商业，指的是以买卖方式使商品流通的经济活动，商品指的是为交换而生产的劳动产品，具有使用价值和价值两重性。<sup>①</sup>相较于商业和商品，商业化虽然被广泛的利用但很难给其标准定义，现阶段，很多领域都提出了商业化的理念，如电影的商业化、体育产业的商业化，还有作者今天要探讨的地名资源的商业化，不论是哪种形式的商业化，其都体现了商业化最本质的东西，即以盈利为目的生产商品。商业化有利于获得最大化的经济利益，因此可以调动生产者的积极性，促进生产力的发展，同时充分调动社会资源，满足人们日益增长的物质文化需求。然而，生产产品并不是商业化唯一的表现形式，有些情况下虽然没有生产新的产品只是以盈利为目的利用了现存的资源并带来了丰厚的利润，我们也将其称为商业化利用。

### （二）地名资源商业化利用

地名是一定的社会群体为特定的地理实体赋予的专有名称。但是对于地名的研究却远远超出了地理学的范畴。地名作为语言的一个重要组成部分，其发展和演变犹如一面镜子，反映出当地的历史变迁和文化内涵。<sup>②</sup>地名往往和特定的自然资源和人文资源相联系，这些资源有潜在的巨大的商业价值，在现代市场经济的大潮中，商家的睿智和创造力一旦将这些

<sup>①</sup> 《现代汉语词典》，北京：商务印书馆，1995年，第1001页。

<sup>②</sup> 李明菲：《武汉地名资源市场化探索》，《理论与实践》2007年第9期。

地缘人文与自然资源纳入商业开发必然会唤醒巨大的潜在商机。<sup>①</sup>由地名实体派生出来的与之相关联的各种地名服务、地名产品、地名信息和地名文化，我们将其统称为地名资源。特殊的地域所具有的独特的自然景观和人文景观使该地的地名获得了美誉，反过来享有盛誉的地名作为该地域最好的宣传手段又促进了该地域经济的发展，江西景德镇因为生产上乘的瓷器而享誉中外，不可否认景德镇的知名度得益于这里独特自然环境生产的瓷器，但是“景德镇”这一地名的商业价值也随之提升，商家在充分利用景德镇已有名气的基础上从事其他商业活动会产生意想不到的商业收益，这是典型的地名资源商业化利用模式。

地名资源商业化利用具有以下特点：

(1) 地名资源商业化是对公共资源的商业化利用。前已提及，地名是一定社会群体为特定的地理实体赋予的专有名称，因此地名是社会的产物，是一种社会公共资源，任何人都无权在日常生活、生产经营、艺术创作和发明创造等活动中使用地名。

(2) 地名资源商业化利用实质上是将公共物品的某些要素私有化。<sup>②</sup>地名作为公共物品不可能归某个特定的个体所有，只能通过将地名与特定的商品和服务联系起来，在特定商业领域才能成为私权，这样的地名使用不会影响社会公共利益。

(3) 地名资源商业化利用受到公法和私法的双重规范。地名作为社会公共资源，对其开发利用直接关系到该地域内居民的切身利益，因此地名资源的商业化开发必须首先遵循公法的原则性指引。此外，地名和特定的商品或服务结合后，私人便获得了以地名为基础的私权，如将地名注册为商标的商标权，将地名注册为商号的商号使用权，这些私权的获得与行使必须接受私法的调整。

### (三) 地名资源商业化利用形式

地名的范围很广，因此针对不同类型的地名法律规定的商业化利用方式不同，我国《地名管理条例》第二条规定：本条例所称地名，包括：自然地理实体名称，行政区划名称，居民地名称，各专业部门使用的具有地名意义的台、站、港、场等名称。《地名管理条例实施细则》对《地名管理条例》中规定的地理自然实体名称进行详细罗列。《地名管理条例》和《地名管理条例实施细则》中提到的行政区划名称因为涉及行政管理，对此类地名的使用受到严格限制，如一定级别的行政区划名称不能注册为商标，对于山川河流等自然实体名称的使用就宽松的多，抛开不同类型地名使用的不同要求，地名资源商业化利用具有以下共性的利用形式：

<sup>①</sup> 郭富清、孙昊亮：《地名资源商业化开发的法律秩序研究》，《法律科学》2006年第2期。

<sup>②</sup> 郭富清、孙昊亮：《地名资源商业化开发的法律秩序研究》，《法律科学》2006年第2期。

第一，将地名注册为普通商标，一些地名承载了人文或自然因素所赋予的盛名和美誉，将此类地名注册为商标有助于快速提升商品的知名度，此类地名被注册为普通商标后商标权人便有权排斥其他生产者在同类商品上使用该地名。

第二，将地名注册为集体商标或证明商标。集体商标、证明商标与普通商标不同，普通商标排斥任何其他人使用该商标，而集体商标和证明商标可以为符合条件的任何人使用，集体商标和证明商标的使用可以最大限度的实现社会公共利益与个人利益的均衡。

第三，将地名作为地理标志使用。“《与贸易有关的知识产权协议》第 22 条第一款对地理标志给出了这样的定义：本协议的地理标志系指下列标志：其标示出某商品来源于某成员地域内，或来源于该地域中的某地区或某地方，该商品的特定质量、信誉或其他特征，主要与该地理来源相关联。”<sup>①</sup>从地理标志的定义可以看出，只有商品的特定质量、信誉或其他特征与地理来源有关才能使用地理标志，因此，满足一定条件的商品生产者可以申请使用某地名地理标志。

第四、将地名注册为企业名称，注册含有地名的企业名称和注册含有地名的商标具有相同功效，不仅帮助权利人省去大量的宣传费用还使得消费者因为喜欢某地名而对含有该地名的企业名称产生好感。

上述四种方式是地名资源商业化利用的主要形式，除此之外还有其他利用形式，如对城市街道进行有偿命名，使用地名资源发展地区旅游经济，利用地名发展地方特产经济等。

## 二、地名资源商业化利用价值及局限

### （一）地名资源商业化利用的价值

当前，随着市场经济的发展和经济全球化、信息化进程的加快，地名资源在经济社会活动中的使用日益频繁，地名资源已成为人们从事社会交往和经济活动的重要媒介。地名资源的价值主要体现在以下三个方面：

首先，地名资源的开发有助于推进地方经济的发展。毋庸置疑，经济动力是地名资源被深开发的直接动力，拥有得天独厚自然环境或者悠久人文历史的地方最早在地名资源的开发上获益。最初的地名资源主要以旅游资源的开发为主，如海南三亚因为自然风光旖旎，旅游收入成为三亚市重要的财政支柱，孔子故乡山东曲阜因为具有深厚的儒家文化底蕴，地方政府利用此优势大力发展文化旅游产业。随着经济的发展，地名资源的开发逐渐拓展到商业活动的各个层面。商品市场上，地名资源被注册为商标而使产品的销售价格提升，或者地名资

<sup>①</sup> 郑成思：《WTO 知识产权协议逐条解释》，北京：中国方正出版社，2001 年，第 88 页。

源被注册为地理标志被当地的劳动者使用来大力发展地方特产产业；在服务市场上，经营者利用地名资源的稀缺性与知名度将其注册为服务商标、注册为公司的商号。商品生产者和服务提供者从地名利用中获益，同时促进了地方经济的快速发展。

其次，地名资源的深度开发使广大消费者受益。“现代社会人们的消费观念已由以食裹腹的温饱型消费发展到高层次的文化和精神享受型消费。发展经济必须与文化结合，消费者更加讲究消费的文化品味和情趣，吃、穿、住、行崇尚回归自然，追求丰富的人文内涵。”<sup>①</sup>因此，拥有得天独厚自然条件和深厚人文底蕴的地方充分利用该优势，对地名资源进行了深开发，消费者便在地名资源深开发过程中不断满足其对精神文化的需求。

第三，地名资源商业化利用丰富了地名内涵。地名对地理区域起到指示作用，然而商业化社会中的地名内涵已不仅仅体现为对特定地理区域的指示性，地名资源商业化开发使得部分地名渐渐成为某些商品质量和服务质量的代名词，地名的内涵增加了对不同区域商品和服务的区别作用。生活中，人们谈论某种产品时会自然而然的想到哪个地方的该种产品好，反过来人们谈论某一地名的时候会联想到该地某种特色产品。例如，谈到苹果，会想到陕西洛川红富士或烟台红富士，谈到新疆库尔勒想到的是库尔勒香梨。因此，地名自身内涵的丰富也是地名资源商业化利用不可忽视的价值。

## （二）地名资源商业化利用负面效应及合理规制之必要性

地名资源商业化利用的实质就是将地名这一公共资源给予特定主体使用，公权地名具有了私权化的特性，要实现公权和私权的平衡并非易事，因此，地名的私权化行为必然会带来很多问题。<sup>①</sup><sup>②</sup>知识产权是私权是《与贸易有关的知识产权协议》中确立的基本原则，商标权是知识产权的一个类别，它作为私权的地位无需质疑。当地名被注册为普通商标后商标权人就有了独占的、排他的商标使用权，此种情形下其他生产经营者就不能再将该地名注册为普通商标使用，拥有地名注册商标的群体和未及时占有地名商标的群体间的矛盾便凸显出来。此种矛盾在一些地名知名度较高的地区更加明显，著名的“金华火腿案”就是很典型的例子。所以，不合理的私权使用对公权的冲击是地名资源商业化利用最主要的负面效应。如一些地方特产徒有其名，产品质量低劣，严重影响了地名的声誉。

由于历史、制度等原因，地名资源商业化使用过程中出现上述负面效应不可避免，这些负面效应警示我们不得不谨慎规划地名资源的商业化，相关的制度建设必须及时跟进，以保障国家经济发展从地名商业化利用中获益且不损害社会公众的利益，不损害地名的。

<sup>①</sup>郭富清、孙昊亮：《地名资源商业化开发的法律秩序研究》，《法律科学》2006年第2期。

<sup>②</sup>孙昊亮、郑艳馨：《论地名的私权化》，《电子知识产权》2004年第11期。

### 三、 我国地名资源商业化利用之规范分析及现实考察

#### (一) 现行法律法规对“地名资源商业化利用”的规定

我国对地名资源商业化利用的立法规制比较完善，在商标领域、地理标志领域和企业名称领域都有体现。

##### (1) 商标领域对地名资源商业化利用的相关规定。

“我国《商标法》(2001年修改)第十条第一款规定县级以上行政区划的地名或者公众知晓的外国地名，不得作为商标。但是，地名具有其他含义或者作为集体商标、证明商标组成部分的除外；已经注册的使用地名的商标继续有效。该款规定县级以上行政区划和公众知晓的外国地名不得作为商标，但有三种例外：首先是地名具有其他含义，如湖南的“凤凰”县是县级行政名称，但因为凤凰同时也是一种鸟类动物的名称，象征着祥瑞，其被注册在很多商品上，比较知名的有“凤凰”牌相机、“凤凰”牌自行车。其次，当地名被注册为集体商标和证明商标的时候可以使用县级以上行政区划的地名以及公众知晓的国外的地名。第三，在该规定出台前已经注册的地名商标继续有效。

此外，《商标法》在2001年修正的时候为了适应中国加入《与贸易有关的知识产权协议》的要求在《商标法》中增加了地理标志的规定，规定体现在《商标法》第十六条：“商标中有商品的地理标志，而该商品并非来源于该标志所标示的地区，误导公众的，不予注册并禁止使用；但是，已经善意取得注册的继续有效。前款所称地理标志，是指标示某商品来源于某地区，该商品的特定质量、信誉或者其他特征，主要由该地区的自然因素或者人文因素所决定的标志。”

《商标法实施条例》(2002年修改)第六条规定：“商标法第十六条规定的地理标志，可以依照商标法和本条例的规定，作为证明商标或者集体商标申请注册；以地理标志作为证明商标注册的，其商品符合使用该地理标志条件的自然人、法人或者其他组织可以要求使用该证明商标，控制该证明商标的组织应当允许；以地理标志作为集体商标注册的，其商品符合使用该地理标志条件的自然人、法人或者其他组织，可以要求参加以该地理标志作为集体商标注册的团体、协会或者其他组织，该团体、协会或者其他组织应当依据其章程接纳为会员；不要求参加以该地理标志作为集体商标注册的团体、协会或者其他组织的，也可以正当使用该地理标志，该团体、协会或者其他组织无权禁止。”该条文规定了地理标志可以申请为集体商标或证明商标进行保护，条文中使用了多个“可以”的字眼，说明并非必须通过集体商标以及证明商标的形式加以保护，这其中的原因我认为要从地理标志和商标的区别谈

起。商标是使商品区别于其他商品的标志，其要求具有显著性；地理标志的作用是说明某商品来源于某一具体的地域，而该商品的质量和该地域的人文自然因素密切相关，它其实就是陈述一个事实即某商品来源于某地，具有弱显著性。为了更好的促进地理标志产品的发展，我国法律给地理标志产品的保护提供了“集体商标保护和证明商标保护”的途径，但是如果该地生产者不选择注册为证明商标或集体商标也不会影响其对地名的使用。该条文中的“可以”字眼为地理标志的其他保护方式留下空间。

## (2) 地理标志领域相关法规规定。

地理标志作为地名资源商业化利用的另一重要形式受到广泛保护来源于加入世界贸易组织的动力，加入世贸前后国家工商行政管理总局、国家质量监督检验检疫总局和农业部纷纷制定了涉及地理标志的相关法规。

国家工商行政管理局在 2003 制订了《集体商标、证明商标注册和管理办法》，办法的第四条、第六、七、八、九条、第十二条和第十八条对地理标志进行详细的规定。该部门规章是对《商标法》和《商标法实施条例》中关于集体的商标和证明商标使用规则的详细规定，该规章共有 23 个条文，其中涉及地理标志的条文达 7 个，说明地理标志使用的重要性以及相比较普通商标在使用上的复杂性。条文中推出的复杂性主要体现在以下几个方面：首先，地理标志申请注册证明商标和集体商标必须要附送管辖该地理标志所标示地区的人民政府或者行业主管部门的批准文件，而普通的证明商标和集体商标则没有此项要求。第二、该规章在第九条和第十二条单独对葡萄酒和烈性酒的保护，这是受 TRIPS 协议影响的结果，我国的农产品资源丰富，如果只是对葡萄酒和烈性酒给予额外保护是不合理的。2007 年国家工商行政管理总局制订了《地理标志产品专用标志管理办法》，办法的核心就是国家工商行政管理总局为了地理标志的更好保护设计了地理标志的专门标志，用于证明商品上使用的地理标志是在国家工商总局注册的标志。该专用标志的使用方式规定在第四条和第七条中，即专用标志可以配合用在地理标志商品上，但是不能单独使用该专用标志而在商品上没有任何地理标志的信息。

国家质量监督检验检疫总局的涉及地理标志的部门规章。2001 年国家质量监督局和国家检验检疫局合并成国家质量监督检验检疫总局，合并前国家质量技术监督局在 1999 年 8 月发布了《原产地域产品保护规定》，该规定在 2005 年质检总局出台了《地理标志产品保护规定》后被废止。2001 年国家出入境检验检疫总局先后制定的《原产地标记管理规定》和《原产地标记管理规定实施办法》在《地理标志产品保护规定》出台后仍有效，只是《地理标志产品保护规定》明确规定原国家出入境检验检疫局公布的《原产地标记管理规定》、《原产地标记

管理规定实施办法》中关于地理标志的内容与本规定不一致的,以《地理标志产品保护规定》为准。由此可见,国家质量监督检验检疫总局现行的法规中,《地理标志产品保护规定》是最基本的规定,该法规第一条明确说明该规定颁布依据的法律是《产品质量法》和《标准化法》,它立法的目的在于保护地理标志产品,规范地理标志产品使用的方式和监督地理标志产品保证其质量标准,从而保护消费者的合法权益和商品市场的稳定。

农业部针对农产品也制订了相关法规。农业部在2008年出台了《农产品地理标志管理办法》,办法第一条规定:“为规范农产品地理标志的使用,保证地理标志农产品的品质和特色,提升农产品市场竞争力,依据《中华人民共和国农业法》、《中华人民共和国农产品质量安全法》相关规定,制定本办法。”我国拥有丰富的农产品资源,很多地方都有自己的特产,为了促进农产品的市场化,更好的提升农产品生产收益,为了保证在特产农产品在进入市场后具有优势又能保证产品的质量,《农产品地理标志管理办法》便应用而生。农产品地理标志对产品有很强的质量证明作用,消费者通常会选择有该标志的商品,所以必须对该标志的使用加以严格管理,该法规规定了获得农产品地理标志的基本条件和程序,规定了不能滥用该标志。

(3) 企业名称相关法规中涉及地名资源商业化使用的规定。

1991年国务院批准国家工商行政管理局制定《企业名称登记管理规定》,2004年国家工商行政管理局公布新修改的《企业名称登记管理实施办法》。《企业名称登记管理规定》对企业名称的取得条件和程序进行规定,规定企业名称的构成要冠以企业所在省或市或县的行政区域名称,企业的字号有正当理由可以使用本地或异地地名,但不能使用县级以上行政区划名称作字号。企业和商业的联系最紧密,字号对企业很重要,好的字号可以为企业节省宣传费用,使用地名就能实现这个目标,但因为地名的公共资源性质使得地名不能随便被注册为企业名称,该规定对此进行了限制性规定,企业注册地名字号必须有正当理由。

(二) 我国地名资源商业化利用之现实考察

我国多地名资源商业化的使用形式丰富,根据国家工商行政管理总局商标局的最新公布,截至2011年12月31日,在商标局注册成功的地理标志已达1381件,其中国内地理标志1344件,国外地理标志37件。<sup>①</sup>根据国家质量监督检验检疫总局的最新公布,截至2011年5月,国家质量监督检验检疫总局已对1192个产品实施了地理标志保护,其中,国内产品1186个,国外6个。这些信息说明地名资源商业化利用在我国越来越受到重视,其潜在的经济利益也逐渐被挖掘出来,但是,我国地名资源商业化利用过程中存在的问题亦不容忽视。

<sup>①</sup>参见国家工商行政管理总局网站,网址:[http://sbj.saic.gov.cn/dlbz/xwbd/201202/t20120221\\_124045.html](http://sbj.saic.gov.cn/dlbz/xwbd/201202/t20120221_124045.html)

首先，地名证明商标与地名集体商标在地名资源商业化使用中的局限性日益凸显。证明商标是指由对某种商品或服务具有监督能力的组织所控制，而由该组织以外的单位或个人使用于其商品或者服务，用以证明该商品或者服务的原产地、原料、制造方法、质量或者特定品质的标志。我国地名证明商标标志一般由地名和商品通用名称两部分组成，其中地名是社会公共资源，区域内的任何人都可以合理使用，商品的通用名称的使用也无需任何人同意，两个公共资源结合而成的证明商标却具有排他性，这和商标的本质属性有关，但是不得不否认证明商标的专有性对该地域地名资源的发展所带来的阻碍。当该地域内某一特定生产者生产出特产后，没有申请使用证明商标而使用了地名和特产名称，证明商标所有人便认为此生产者侵犯了其证明商标专用权，我国现行法律并没有强制规定特定地域生产者必须申请使用证明商标才能使用地名和商品通用名称，由此引发了不少争端。古丈茶业发展研究中心诉湖南省华茗茶业有限公司、湖南平和堂实业有限公司侵犯商标专用权纠纷案便是典型的例子。

①<sup>①</sup>该案基本案情是：原告古丈茶叶发展研究中心是“古丈毛尖”地理标志注册商标权，其发现二被告生产和销售标注有“古丈毛尖”字样的茶叶，原告向法院提起诉讼，请求法院判决被告侵犯其商标权。被告湖南省华茗公司是湖南著名的茶叶生产公司，它主张自己使用的“古丈毛尖”是茶叶品名，是根据湖南省技术监督局颁发的《标签许可证书》依法使用的，且使用了自己的“图形+壶珍”注册商标，没有使用原告注册管理的“图形+古丈毛尖”组合商标，“图形+古丈毛尖”组合商标的显著性在图形与文字的组合，不等于“古丈毛尖”文字商标，因此被告认为其对“古丈毛尖”四个字的使用不构成侵权。湖南省长沙市中院判决两被告的行为构成侵权，法院认为原告古丈茶叶发展研究中心拥有的证明商标，虽有文字与图形的组合，但主要是通过“古丈毛尖”文字以表述商品的产地、原料及特定品质，实现该商标的证明功能，因此，无论从识别习惯还是商标注册目的来判断，“古丈毛尖”文字都是该证明商标中最为显著和最应当受到保护的信息。被告将构成原告注册商标主要部分的文字作为商业标识在相同商品上突出使用，该行为极易使相关公众误认其商品符合该证明商标所证明的原产地、质量及其他特定品质，故被告侵犯了原告的商标权。我认为本案中，被告使用“古丈毛尖”符合地理标志的相关规定，其生产的茶叶确实来源于古丈，这在案件审理过程中被告提出证据得以证明，因此其对消费者而言并不存在欺骗行为，况且我国《商标法实施》第六条也只是规定地理标志可以注册为证明商标或集体商标，符合条件的自然人、法人和其他组织可以申请使用商标，注意规定的是“可以”而非必须。法院判决被告败诉将使“古丈毛尖”四个字不能再出现在茗华公司的产品上，其他公司也会吸取教训避免使用“古丈毛尖”，

①案件来源于《人民法院网》

这势必会影响古丈毛尖的市场开拓，证明商标的局限性在该案中有所体现。集体商标的局限性也是一样的道理，在此不加赘述。

其次，地名普通商标对地名资源合理化使用的限制。普通地名商标只能由注册人自身使用，其他任何人使用商标必须得到商标权人的许可，而地名商标中的地名是社会公共资源，区域内的自然人、法人均可以合理的使用地名不受到地名商标专有权的限制。但因为没有统一的合理使用标准，实践中普通地名商标所有权人起诉他人使用地名的行为侵犯其商标专有权的纠纷经常发生。最新的案例是贵州安顺市马记绿色食品厂诉邓凯、贵州安顺旧州邓幺妹食品有限责任公司侵犯商标专用权纠纷一案。

该案中原告安顺市马记绿色食品厂加工销售肉制品、辣椒制品和糯米制品，2009年2月23日向国家工商行政管理总局商标局申请注册“旧州”字眼商标，马记食品厂在其生产的鸡辣子等产品上使用注册商标“旧州”、“辣公公”字样。被告邓凯原开办的邓幺妹鸡辣子食品厂在2009年10月经工商管理部门变更为贵州安顺旧州邓幺妹食品有限责任公司，厂址位于安顺市西秀区旧州镇北街，其注册主要经营范围是加工销售鸡辣子、禽肉制品、农副产品。1998年起邓幺妹在旧州镇开办餐馆时，将旧州鸡辣子以土罐包装销售，2005年以其开办的餐馆注册了“邓幺妹”字样的商标，并在其生产的鸡辣子、肉末等产品包装上使用“邓幺妹”字样的商标、“旧州”字样、邓凯头像及红色鸡冠、云纹图案组合。案件中涉及到的地名“旧州”是贵州安顺市的古镇，2007年根据贵州省建设厅安排，旧州镇与贵州省的其他几个古镇代表贵州参加中国名镇博览会，邓凯生产的鸡辣子作为政府要求的旧州镇地方特色产品参加了该会，因此，旧州具有一定知名度。根据2003年版《旧州镇志》记载：旧州鸡辣子源于清朝，历史悠久，口味独特，是一道闻名遐迩的风味菜。原告起诉被告在生产的辣子鸡上使用“旧州”字眼侵犯其商标权，请求法院判决被告赔偿因侵权行为造成的经济损失。一审法院安顺市中级人民法院认为，被告使用“旧州”二字并不是为了攀附知名商品，而是为了表明产地或地理来源，是对注册商标中含有地名的善意使用，不会使相关公众产生混淆或误认，因此判决被告的行为不侵权。二审中，贵州高级人民法院撤销一审判决认定邓凯、邓幺妹食品有限责任公司使用“旧州”字样与产品上构成侵权。贵州省高级人民法院从地名的使用目的和使用方式两方面分析了被上诉人是否正当使用了旧州地名。法院认为邓凯、邓幺妹食品有限责任公司在上诉人申请注册“旧州”商标前已经长期使用旧州标志，其使用旧州的目的是为了表明邓幺妹牌辣子鸡来源于旧州，此外邓幺妹牌辣子鸡在当地本身就已经具备了一定的知名度，根本不需要攀附名牌促进产品的销售，因此从地名的使用目的上看，被上诉人属于合理使用。但是法院从地名的使用方式上却认定被上诉人对“旧州”的使用不属于合理使用，

法院认为“旧州鸡辣子”具有商品通用名称的意义；但商品通用名称的使用应完整、连贯，字体大小、颜色、体例风格等前后一致，符合消费者的一般认知习惯，否则，易引起歧义和混淆。邓么妹公司在其商品包装上，将“旧州”和“鸡辣子”分开使用，二者字体、颜色差异较大，将“旧州”放置于行业通常的商标标注位置，“鸡辣子”处于商品名称的位置，“旧州”和“鸡辣子”已经不能形成通常意义上的商品通用名称；而“邓么妹”商标居于右上角并不明显的位置，字体也明显小于“旧州”二字，商标本身应有的标识性和区分性作用并未体现，从一般消费者的注意程度看，反而是“旧州”取代“邓么妹”起到了标明商品来源，有突出使用“旧州”商标之嫌。所以法院判定邓凯、邓么妹食品有限责任公司构成对安顺马记食品厂“旧州”商标的侵权。贵州高院认为邓么妹食品有限公司突出使用了“旧州”二字，容易使消费者对商品的来源造成混淆。笔者认为法院的分析不完全正确，地方特产真正吸引人的就是地名所表示的产品，其次关注的才是哪个具体厂家生产的，甚至更多的时候都不会去关注是哪个厂家生产的，因为具体的地名使用已经让他们足够信任产品的质量，地名是公共资源，生产者有权利自行决定地名的字体、字号和使用位置。那些注册了地名普通商标的商标权人在注册时就应该意识到地名商标的弱显著性，他们只能通过日后的生产经营活动通过提升产品的质量来获得显著性。

第三，地理标志保护制度混乱，地名资源产品的质量难以得到保障。我国涉及地理标志的法律法规有《中华人民共和国商标法》、《中华人民共和国商标法实施条例》、《集体商标、证明商标注册和管理办法》、《地理标志产品保护规定》《原产地标记管理规定》、《原产地标记管理规定实施办法》、《农产品地理标志管理办法》等，对地理标志进行管理的部门有各级工商行政管理部门、各级质量监督检验检疫部门和各级农业部门以及各级人民政府。因此，有的产品既申请获得了国家工商行政管理局的地理标志，又申请获得了国家质量监督检验检疫总局的地理标志，如果是农产品还会获得农业部的农产品地理标志，而各部门批准使用的地理标志起到的作用基本一致，即表明某产品来源于某地，且该产品的质量与该地域的自然环境和人文环境有密切的关系。因此，现行几个部门都颁布地理标志的行为不仅造成行政资源的浪费还给产品生产带来了负担。此外，因为管理不到位，部分地理标志产品存在质量问题。“以涪陵榨菜为例，为了扩大产量，90%使用涪陵榨菜证明商标的企业没有使用传统的风脱水工艺生产，而是使用了成本较低的盐脱水工艺，致使使用涪陵榨菜证明商标的产品与其他类产品毫无区别。”<sup>①</sup>又如近年来连续发生的镇江（香）陈醋商标侵权案，这些案件背后的现象便是镇江存在很多生产香醋的小作坊，他们达不到生产正宗香醋的生产标准却大批的生产

<sup>①</sup> 段民兴：《论对原产地名称的保护》，北京：中国社会科学出版社，2002年，第26页。

销售，严重侵犯了消费者的权益，同时影响了镇江香醋地理标志的声誉。

第四，地理标志与地名商标之间的冲突影响地名资源商业化使用效益的提升“地理标志与商标的冲突表现在两个方面：一是地理标志被注册为普通商标后引发的普通商标与地理标志产品保护之间的冲突；二是获得集体商标或证明商标注册的地理标志与地理标志产品保护之间的重叠。”<sup>②</sup>由于地理标志是在2001年才在商标法中出现，之前已经有一些符合集体商标与证明商标的地理标志作为普通商标获得注册，注册为普通商标的地名又根据地理标志专门法获得地理标志产品保护，这样就出现了同一产品上既有地名普通商标与地理标志产品保护并存的现象。因为普通商标的权利人和地理标志产品的权利人大多不一致，此时就会产生两种权利的矛盾，金华火腿案是典型案例。“还有一些地名被注册为集体商标或证明商标后，又根据地理标志保护的专门法规定获得地理标志产品保护，因为其使用的地域范围和权利主体一致，不会发生两种权利的冲突，但发生两种权利的重叠。”<sup>③</sup>这些权利的冲突与重叠将耗费地理标志生产者很多的精力，间接影响了地理标志产品生产者的生产积极性，进而影响了地名资源商业化使用经济效益的提升。

上述四点问题是我国地名资源商业化使用在制度层面和实践层面存在的问题，影响了地名资源商业化利用效果，因此，必须寻找合适的解决思路。

#### 四、完善我国地名资源商业化利用之基本制度构想

完善我国地名资源商业化利用制度应该从以下几方面入手：

第一，地理标志脱离证明商标和集体商标保护，单独作为一种商标的类型加以保护。《与贸易有关的知识产权协议》将地理标志与商标区别单独列了一节规定，一方面说明地理标志是知识产权的重要类别，另一方面说明作为起标示作用的私权其有别于商标。我国现行商标法中规定地理标志可以采用证明商标和集体商标的形式注册保护，虽然证明商标和集体商标的使用都可以证明某种商品来源于某地域，但证明商标和集体商标具有局限性，地理标志商品不能得到完善的保护。因此有必要将地理标志单独列为商标法保护的一种商标类型，制定独立的规范要求，最新颁布的《中华人民共和国商标法第三次修改草案》中单独将地理标志列为一章进行了详尽的规定。

第二，制定详细的地理标志与普通商标冲突的解决方案。我国商标法规定县级以上行政区划的地名不能注册为商标使用，已经注册的继续有效。因此，历史的原因使得我国存在一些地名普通商标，这类地名商标的商标权人享有商标专有权，有权阻止任何他人不合理的使

<sup>②</sup> 赵小平：《地理标志的法律保护研究》，北京：法律出版社，2007年，第285页。

<sup>③</sup> 赵小平：《地理标志的法律保护研究》，北京：法律出版社，2007年，第286页。

用其商标。然而，地名商标是社会公共资源，社会公众在生活生产的各个方面都会使用地名，究竟怎样的使用是合理的，这对社会公众使用地名时带来了困惑，也对法官断案时带来了困难。因此，有必要制定详细的方案，消费者在参照方案后再决定如何使用地名，避免不必要的纠纷，从而实现个体私权与社会公权的平衡。

第三，建立统一的地理标志产品质量标准与管理体系。如果商标法最终确定地理标志列为单独的一章，国家质量监督检验检疫总局的《地理标志产品保护规定》就可以废除，符合条件的团体、协会和组织只要向商标局注册了地理标志商标就可以完全实现地理标志的标示作用，足以使得地名与商品质量建立了联系。国家质量监督检验检疫局的工作就是制定详尽的地理标志产品质量标准，监督地理标志产品的质量和地理标志产品的市场运营。这样就形成了工商行政部门颁发商标，质量监督部门监督地理标志商品质量的地理标志管理体系，避免了两部门工作的重复，提高行政效率，同时，明确的授权和监督体系也方便了地理标志权人行使权利。

## 五、小结

地名资源商业化利用的动力来源于市场经济的深化发展与消费者消费需求的改变。我国地大物博，历史悠久，有丰富的地名资源，地名资源在我国商业化利用具有广阔空间，不仅可以促进地方经济的发展、满足消费者的消费需求还有助于丰富地名的内涵。但是地名资源商业化开发需要完善的制度支持，否则，地名资源的商业化使用将不能有秩序的展开，不仅影响地方经济的发展而且会损害地名本身声誉。

# 丹皮尔的科学中心及其转移思想

任安波<sup>①</sup>

中国科学院大学人文学院（北京：100049）

**摘要：**丹皮尔提出的科学中心包含了具体城市或学术机构，有别于汤浅光朝、赵红州等学者的观点。丹皮尔所讲的“科学中心”具体是指古希腊时期的亚历山大里亚、中世纪时期的阿拉伯和西班牙、文艺复兴时期的意大利、牛顿时代的英国、十九世纪初叶的法国巴黎科学院、十九世纪中叶到二十世纪的英国剑桥大学和德国的大学。丹皮尔的科学中心转移图景呈现了从古希腊到二十世纪人类科学发展的历史，一共经历了五次转移。经济文化、聚集知识分子的机构、学术氛围等是科学中心转移的重要条件。

**关键词：**科学史 丹皮尔 科学中心

1962年，日本科学史家汤浅光朝（1909~2005）在英国物理学家、科学社会学家贝尔纳（John Desmond Bernal, 1901~1971）工作<sup>②</sup>的基础上，用量化的指标研究了文艺复兴以来现代科学在不同国家的发展，提出了科学兴隆期和世界科学活动中心的判据，定量描述了世界科学活动中心转移的情况，将其称为“汤浅现象”<sup>③</sup>。

“文化大革命”后，汤浅的这项研究在中国得到了迅速传播。不少中国学者从不同的角度对汤浅现象加以诠释，并做出了新的探索。其中比较有影响的学者如赵红州（1941~1997）认为不少人都注意到科学中心转移现象，但只引述了贝尔纳的工作。<sup>④</sup>王晓文和王树恩指出，丹皮尔（Sir William Cecil Dampier, 1867~1952）早在1929年就提到了“世界科学的中心”这个术语，但他未明确界定，也没有指出世界科学中心转移的顺序，他们认为首次提出科学活动中心概念的是丹皮尔。<sup>⑤</sup>

丹皮尔是英国科学史家，著有《科学简史》、《科学与人的心灵》、《科学的基础》等多部科学史著作，其中最有影响的是《科学及其与哲学和宗教关系的历史》<sup>⑥</sup>（以下简称《科学

<sup>①</sup>任安波，女，中国科学院大学科技哲学专业博士生。

<sup>②</sup> Bernal, J. D. *Science in History* (1st ed) [M], London: Watts & Co., 1954, pp. 930-931.

<sup>③</sup> Yuasa, M. *Center of Scientific Activity: its Shift from the 16th to the 20th Century* [J]. *Japanese Studies in the History of Science*. 1962. (1): 57-75.

<sup>④</sup>赵红州. 关于科学家社会年龄问题的研究[J]. *自然辩证法通讯*. 1979. (4): 29-44.

<sup>⑤</sup>王晓文、王树恩：“三大中心”转移与“汤浅现象”的终结 [J]. *科学管理研究*. 2007. 25(4): 36-38.

<sup>⑥</sup>此书的英文书名为 *A History of Science and its Relations with Philosophy & Religion*，中文本译为《科学史及其与哲学和宗教关系》。笔者认为，译为《科学及其与哲学和宗教关系的历史》较为妥当。

史》。贝尔纳在其名著《历史上的科学》<sup>①</sup>中也援引过此书。《历史上的科学》一书频繁讨论的论题是技术、科学和哲学间的复杂相互关系，这显然是受了丹皮尔的启发。丹皮尔的《科学史》刚出版不久，权威的《自然》上就发表了书评。李约瑟（Joseph Needham, 1900年~1995）也认为此书完整而恰当地描述了自然科学的历史<sup>①</sup>。这部书在很长时期内都是科学史界公认的标准科学史教科书。

本文要研究的问题是：在《科学史》一书中，“科学中心”是丹皮尔偶然提出的短语，还是有意识地多次提及并赋予了特定含义的概念？如果是，那么丹皮尔的“科学中心”概念与哪些概念相关？丹皮尔的“科学中心”的具体内涵是什么，换言之，具备哪些特征和要素才能成为他所说的科学中心？他是否有科学中心转移的思想？如果有，那么，他的科学中心转移图景是什么？在他的思想中，科学中心转移需要具备哪些条件？

### 一、最惊人的智识发展期和人类活动的各相关中心

人类历史上三个最惊人智识发展期，即古希腊极盛时期、文艺复兴以及我们的这个世纪（19世纪），都是地理和经济扩张的时期，因此也是增加财富和有闲生活机会的时期。<sup>②</sup>在希腊，这种生活建立在奴隶基础之上；文艺复兴时期，这种生活是靠了来自印度群岛的资源；十九世纪时，这种生活是靠了工业革命。

古希腊极盛时期人们对自然界的事物更富于科学态度。对有限度的和特殊的问题进行研究。建立了博物院，博物院所设立的部门不但是学校，而且是研究所。希腊文明中出现了一种更富于现代气派的新精神。

文艺复兴时期，认为科学是从实验中产生并以一种清晰实验结束，科学给人以确实性。寻找自然现象间的数学关系，其目的在于了解支配自然变化的永恒定律。人文主义者为科学未来的振兴铺平了道路，并且在开扩人们的心胸方面起了主要作用。在艺术上表现为自然主义。

十九世纪，科学研究走在了技术科学的应用前面，开启了真正意义上的科学时代。为了建立定量科学，必须要有精密度较高的度量单位，法国从1791年开始采用十进制度量，到十九世纪初就已普及，并采用精密科学的方法<sup>③</sup>。在德国，有系统地组织学术研究工作。在英国，剑桥大学通过改革使其成为当时的科学研究中心。在传统的古典学术研究和现代学术研

<sup>①</sup> Joseph Needham, "Progress of Science", [J]The Eugenics Review, 1930, Vol.22(1), pp.68-70.

<sup>②</sup> William Cecil Dampier. *A History of Science and its Relations with Philosophy & Religion* [M]. Cambridge: The University Press, 1930. pp.111.

<sup>③</sup> Dampier, W C. *A Shorter History of Science*, [M] Cambridge University Press, 1944, Great Britain.

究方面都卓有成效。科学期刊与学会会议促使了科学国际化。十九世纪，取代了中世纪教会大一统主义的民族主义，科学和一般的思想都具有了显著的民族色彩。物质与能量守恒原理的发现和原子论作为唯物主义的根据。生理学与心理学的同时发展，加强了机械论哲学的地位。达尔文进化论的影响，在宗教方面，使科学同道德的基础问题发生密切的联系。

丹皮尔还在《科学史》一书中特别注重考察科学发现、社会思潮和宗教信仰之间的相互关系。现代科学的职业化始于19世纪，此前，丹皮尔用“智识中心”(intellectual centre)<sup>①</sup>、“商业中心”(commercial centre)和“宗教中心”(religious centre)<sup>②</sup>等概念表达与科学中心相关的人类活动中心，详见表1。

表1 丹皮尔明确提到的各种中心

地区/机构	时 期	中心类型
亚历山大里亚	亚历山大大帝时期（公元前332年 左右）	智识中心、商业中心
耶路撒冷	公元前四世纪末或3世纪初	宗教中心(religious centre)
荣迪沙帕尔的 波斯学校	489年~529年	希腊、罗马与犹太混合文化中心 (cultural centre of mixed Greek ,Roman and Jewish)
梵蒂冈	教皇列奥十世（1513~1521年）	古代文化活跃中心 (a vitalizing centre of the ancient culture)
法国巴黎	19世纪初叶	世界科学中心(scientific centre of the world)
法国科学院	19世纪初叶	法国科学中心(the home of French science)
德国的大学	19世纪初叶	德国科学中心(the home of German science)

<sup>①</sup> William Cecil Dampier. *A History of Science and its Relations with Philosophy & Religion* [M]. Cambridge: The University Press, 1930. pp.50.

<sup>②</sup> William Cecil Dampier. *A History of Science and its Relations with Philosophy & Religion* [M]. Cambridge: The University Press, 1930. pp.64.

剑桥

19世纪下半期

重要科学研究中心(the great home  
of science)

论及 19 世纪科学职业化以后的科学，他才统一使用“科学中心”(scientific centre)<sup>①</sup>概念。多种中心的概念，反映出丹皮尔从智识、经济、信仰等维度思考科学发展的思想。纵观丹皮尔的几部科学史著作，不难发现，在他的科学史叙事中，科学、哲学、宗教是相互交织的，科学成就与宗教信仰、自然观念等因素有着密切的联系。这些中心在本质上都是智识中心，虽然各种中心的成因有所不同，但其共性是经济繁荣、人口比较密集，有促进学术研究的良好氛围。

## 二、科学中心转移的图景

虽然丹皮尔明确指出了一些科学中心，例如十九世纪的法国是世界的科学中心，但是他并没有勾勒出一幅清晰的科学中心转移图景，然而这幅图景却暗含在他的科学史著作中。我们从他描述来看，在一些章节中某个特定时段和地区的科学成就呈现出较为密集的分布，当时科学研究的主流汇集在这些地区，产生了一系列标志性的科学成就或主导学科、学派和研究机构，虽然这些时段内的特定地区并没有被明确指为科学中心，但是这些地区具备了丹皮尔所描述的科学中心的智识特征。

丹皮尔明确指出的各种智识中心零星分散在各章节中，简单地把它们加以拼合，无法得出历史连贯的科学中心转移脉络，只有把暗含的科学中心也一并囊括其中，我们才得以建构出一幅完整的图景，见表 2。

表2 丹皮尔的科学中心转移顺序

时期	地区	学派/研究机构	代表学科
古希腊（公元前4世纪末—3世纪初）	亚历山大里亚	亚历山大里亚学派	几何、医学、天文、地理、物理、炼金术
中世纪（公元800至1100年）	阿拉伯、西班牙	西班牙—阿拉伯思想学派	炼金术、物理、数学、天文学、医学
文艺复兴（14—17世纪）	意大利	医学人文主义学派	数学、天文、解剖、生物、物理
牛顿时代（17—18世纪）	英国	英国皇家学会	数学、物理、化学、哲学

<sup>①</sup> William Cecil Dampier. *A History of Science and its Relations with Philosophy & Religion* [M]. Cambridge: The University Press, 1930. pp.309-311.

19世纪初叶	法国	法国科学院	物理、化学、生物
19世纪中叶到20世纪	德国、英国	德国的大学、剑桥大学	数学、物理

丹皮尔科学中心转移的图景呈现了从古希腊时期到二十世纪人类科学发展的历史，一共经历了五次转移。这六个科学中心依次为亚历山大里亚、阿拉伯、西班牙、意大利、英国、法国、德国和英国。其中亚历山大里亚和法国是丹皮尔明确提出的，亚历山大里亚表述为古希腊时期的“世界智识中心”，法国表述为十九世纪“世界科学的中心”。阿拉伯、西班牙、意大利、英国和德国具备了科学中心的特征，但是没有明确指明。这六个时期的科学中心，在不同的历史阶段呈现出不同的学术特征。

(1) 古希腊时期，亚历山大里亚是世界的智识中心。在公元前 323-285 年，亚历山大里亚建立了著名的博物院，人们主要在博物院里进行学术研究，博物院包括文学部、数学部、天文学部和医学部四个部门，这些部门既是教学机构，又是研究机构。亚历山大里亚学派是当时的主流学派，重要的学派成员包括几何学家欧几里得、解剖学家兼物理学家赫罗菲拉斯等人。这个时期代表性的学科提出了一些具体的和范围有限的问题，并且用一些同现代科学方法相似的科学方法来加以解决。直到公元前二世纪，亚历山大里亚才失去垄断希腊学术的最高地位。

(2) 中世纪时期，世界的智识中心在阿拉伯和西班牙形成，在公元 800 至 1100 年间处于学术兴盛期。由于王室的大力支持，一大批宫廷学者成为了学术研究的主体。物理学家伊本-阿尔-黑森，运用有力的数学方法解决了几何光学的问题，对西方科学的发展影响深远。医学家和哲学家阿维森纳撰写的《医典》，体现了当时阿拉伯在医学上取得的进展。阿拉伯人研究炼金术有好几百年的历史，之后转到西班牙。在西班牙—阿拉伯思想学派中最有影响的学者是阿维罗伊，在他看来宗教与科学是不同的，神学是宗教和科学的混合体。

(3) 文艺复兴时期，意大利是世界的智识中心。当时在意大利没有具体的研究机构，但是有闲的智识阶级在城里生活，开展思想交流。这个时期的人们热衷于搜求手稿和古籍，恢复古典学问。还曾兴起了一个医学人文主义学派，他们旨在探寻中世纪医学学科的源头，聚焦希波克拉底和盖伦的著作。人文主义者为科学的未来振兴起到积极作用，他们更加看重事物本身而不仅是书本内容，更加注重实验研究。这个时期最有影响的人物是列奥纳多·达芬奇和伽利略。列奥纳多·达芬奇认为真正的科学是从观察开始的；运用数学推理可以达到更大的确定性。伽利略最具独创性的工作是为动力学奠定了基础，他把实验方法和数学的归纳、演绎结合起来，寻求自然现象内在的数学关系，试图了解支配自然变化的永恒定律。

(4) 牛顿时代已来到现代科学早期发展的最重要时期，英国是世界的科学中心。科学研究在这个时期逐渐专业化，1662年在国王查理第二的特许下，“皇家学会”成立，该学会的成员会把最新的研究成果登在刊物上进行交流，从而加快了科学的发展。专业的科学团体有力地促进了学术氛围。这一时代最为显眼的人物是牛顿。他的成就体现在将伽利略、刻卜勒和自己的研究成果的大综合，并建立了动力学和天文学，实现了科学知识的第一次大综合。牛顿摆脱了哲学的先入之见，如亚里斯多德和经院哲学中的朴素宇宙观。光从神秘的物质变成了一种物理现象，它的规律能用各种仪器来分析和研究。当时，合乎理性的柏拉图主义被逐渐普遍接受，认为数学或几何学的和谐是存在的本质。

(5) 丹皮尔把十九世纪看作是科学时代的开始。十九世纪的初叶，世界科学的中心在法国巴黎。科学活动逐渐职业化，随着十进制度量的普及，科学向精密化发展。科学精神在各学科中都保持着高度的标准。观察、归纳、演绎与实验是主要的科学方法，科学研究开始启发了实际的应用和发明。在整个十九世纪里，多数科学家抱有机械论自然观。在法国，数学家拉普拉斯、拉格朗日与蒙日、化学家拉瓦锡的研究都代表了当时世界的最高水平。

(6) 十九世纪中叶到二十世纪，英国和德国同时成为世界科学中心。达尔文、波义耳、卡文迪什、麦克斯韦都是英国著名的科学家。剑桥大学通过一系列改革，促使数理物理学得到发展，随后还创立了生物学。德国科学的中心在大学之中。直到1830年左右，混杂的“自然哲学”的影响才在德国的大学中消逝，这些归功于高斯的数学与李比希的化学工作。1826年李比希在吉森建立了一个实验室，直到1914年，德国学术研究具备了系统组织的特征，变得异常发达，远超世界其他国家。德国还因对世界科学研究成果的摘要与分析而闻名。科学一词在德语中的含义是一切有系统的知识，促进了科学、语言学、历史、哲学等学科的互相联系。

丹皮尔的科学中心转移图景共经历了六个时段，在某些时段中呈现多个科学中心并存的现象，例如19世纪中叶到20世纪的科学中心是德国和英国。某个时期多个科学中心并存的现象在赵红州的研究中也有所体现，但不同的是赵红州注意到在一种新的生产方式代替旧的生产方式的过渡时期，科学发展呈“多中心”现象，这种“多中心”不在科学高潮之中而在其间。另外，汤浅光朝与赵红州所提到的科学中心仅仅是一个地区或一个国家，比较笼统。而丹皮尔指明了具体城市、学术机构或智识场所，例如明确提出19世纪的科学中心在巴黎，法国的科学中心是科学院，德国的科学中心在大学。

### 三、科学中心转移的条件

丹皮尔所描绘的这六个时段的科学中心，从持续的时间跨度来看，三个到一个世纪不等，

之后便发生了转移，被下一个科学中心所取代。我们追寻历史上科学发展的轨迹，从社会、学术、道德三个维度透视丹皮尔对科学中心转移条件的认识。

### (1) 古希腊

古希腊时期，在小亚细亚和地中海东部沿岸各城市中，犹太民族从巴比伦人的奴役下解放出来后便安居乐业，开始进行贸易往来。亚历山大大帝的东征西讨，一定程度上促使了同外界的文化交流。在希腊人看来，哲学和科学是一个东西。亚历山大里亚的希腊文明中，出现了一种更富于现代气派的新精神。犹太思想、希腊思想和基督教思想得到了综合。亚历山大里亚学派的科学工作主要体现在比较富于形而上学性质的各哲学分支中，使亚历山大里亚的学术活动空前繁荣。

但是，到了公元前二世纪，亚历山大里亚却逐渐失去了垄断希腊学术的最高地位，先前的学术争鸣变成了为希腊先哲写注释，从而阻碍了学术的发展。透过丹皮尔对亚历山大里亚从繁荣的智识中心、文化中心逐渐衰落过程的论述，可见，人口的聚集只是科学中心的形成的外部条件之一。如果没有一个有利于探究自然的哲学观念，宽松的学术氛围无法形成，科学中心的地位必然也会逐步衰落。

### (2) 中世纪

穆罕默德征服的最远的省份便是西班牙，那里汇集了多种文明。放逐到西班牙的犹太人学术上继承了亚历山大里亚的传统。在思想方面，阿拉伯人一直是持宽容态度的，即使在711年伊斯兰教征服西班牙后情况仍然是如此，因此许多学校得以成立。

从中世纪阿拉伯和西班牙学术的兴起来看，文明的交流以及自由、宽松的学术氛围都为形成科学中心创造了条件。但是君主对于自由思想的维护是随意的、反复无常的，因此宽松的学术环境只是暂时而不长久的。由于战争，国家被分裂成一个个政治独立的省份，学术中心不复存在。

### (3) 文艺复兴

十三世纪以后，西欧的学术发展有一段停顿时期。但是在意大利北部，城居生活为文艺复兴的诞生创造了一个理想的外部环境，有闲的智识阶级的聚集在城市，客观上促进了人们彼此交流。与意大利北部的城市相比，阿尔卑斯山以北的地区，武士与贵妇们为了管理他们的闭关自守的封建领地，选择远离城市而住在边远的庄园上，居住地的分散阻碍了这些富有闲暇人群的交流。城市作为意大利的上层阶级却的主要生活地点起到了人才聚集的作用，使得思想、学术交流变得顺畅无阻，为意大利恢复元气首先成为文艺复兴中心提供了条件。

文艺复兴是一次前所未有的“智识发酵”，先驱者彼特拉克大力提倡恢复理想自由的古

典思想的真精神。智识之士积极探索古代哲学和科学的语言里包藏着自由探讨的精神，对“古典学问”的重拾重新给欧洲带来了从事各种各样的研究的动力，形成了有力科学探索的智识氛围。另外，列奥纳多·达·芬奇、阿尔贝提、天文学家托斯堪内里、数学家帕西奥里、解剖学和透视学领域里的布伦内希、波提舍里、迪雷尔等人共同创立了当时艺术上的自然主义。他们更为看重对通过实验对自然事物加以研究，而并非因循书本上亚里斯多德的教条。这种蕴含自然主义、人文主义的探究风格辐射到整个意大利，极大活跃了自然探究活动。

在哲学思想方面，伽利略力图寻找自然现象间的数学关系和支配自然变化的永恒定律，而不是某种神秘的原因。这些社会思潮、自然观念为文艺复兴的意大利营造了摆脱神学思想束缚、自由探索的探究精神，创造了有利的学术氛围。

#### (4) 牛顿时代

虽然哲学与科学仍然混淆在一起，但牛顿摆脱了先入之见。光不再是神秘物质，成了可以研究的物理现象，从而改变了朴素的宇宙观。开始使用时间、空间、物质及力等明晰的概念描述物体运动。科学家们逐步开展以探索自然规律为目的的实验活动和精确性研究。

多年来受到亚里斯多德派压制的新学术思想，到了十七世纪也有了改变。1662年，“皇家学会”建立，学会的成员以讨论新问题常常举办聚会，还定期发行学术刊物，公布会员们的研究成果。学会的成立促进了新学术的发展，为牛顿时代科学中心的形成创造了有利的学术环境。

但是当时的科学家和哲学家还无法完全脱离宗教神学的思想，普遍用以太观念来解释现象。例如，伽桑狄在重新提出原子论的时候，尽量避免论及古希腊原子论中无神论的观点。这使得科学没有完全摆脱宗教的影响，学术研究在一定程度上受到限制。英国人的思想保守阻碍了与欧洲大陆的学术交流，直到十九世纪前半期英国的科学研究逐渐衰落，靠了巴贝奇、赫舍尔和皮科克的努力才把欧洲大陆的数学介绍到剑桥大学。

#### (5) 十九世纪初叶

虽然1793年法国革命政府把一批科学家如拉瓦锡送上了断头台，但在政府提出的“为了保卫国家一切都是需要的”口号下，1795年法国科学作为法兰西学院的一部分重开。法国科学院的建立和发展标志着科学的职业化，科学家的社会角色已经确立，为法国成为科学中心奠定了基础。

十九世纪的科学家认为他们研究的对象是实在的，物理学家需要做的工作只是增加量度的精确程度，发明一种清晰易懂的科学方法，科学探讨的主题也已经规定好了，科学家逐渐摆脱形而上学、宗教思想的干预，科学活动的独立性日益彰显。

专门的科研机构使得科学家聚集在一起,高效地从事研究并参与行政和管理工作。人文主义、理性主义为科学工作提供了良好宽松的氛围,这些因素是法国成为十九世纪世界科学中心的关键条件。

#### (6) 十九世纪中叶到二十世纪

在十八世纪末,德国大学依然在讲授一种混杂的“自然哲学”,不是通过研究自然现象,而是根据哲学理论。直到1830年左右,德国大学的改革才逐渐消除这种影响。十九世纪初期的德国大学改革,强调大量新科学在教学中的地位,提倡独立自主的研究,这些举措为德国的学术恢复了生机,是德国成为科学中心的重要条件。

德国学术界的哲学思潮是德国成为科学中心的背景条件。二十世纪初,多数科学家都抱有朴素的唯物主义,认为科学研究的对象及其性质、关系,才是终极的实在,有效地扩大了人们的心理视野。

在英国的剑桥大学,麦克斯韦、雷利爵士、汤姆生、卢瑟福倡导下成立的卡文迪什实验室实验学派,还有福斯特、兰利与贝特森等创立了生物学学科,使得英国剑桥大学成为了当时的科学研究中心。

可见,专业的研究机构促成了科学家的密集分布,二十世纪初的科学活动逐渐形成了日趋成熟的研究范式。科学的建制化、职业化和思想方式上的极大转变,以及哲学观念的变革和有利于科学研究的氛围促成了德国、英国成为世界科学中心。

## 四、结语

丹皮尔心目中的科学中心转移图景将科学发现、社会思潮、宗教信仰之间的相互关系有机结合在一起,重点考察了从古希腊时期到二十世纪人类科学发展的历史。对于解释科学中心转移的原因,贝尔纳、汤浅光朝、赵红州等学者也做过研究。贝尔纳<sup>[1]</sup>认为,科学中心的转移追随商业和工业活动中心的迁徙,物质、对新奇事物的兴奋感和科学本身的成功是科学进展的必要条件。汤浅光朝<sup>[2]</sup>提出,科学革命和社会革命有无可否认的关系,认为有影响的科学家集团老化很可能是使法国科学活动衰落的重要原因。赵红州<sup>[5]</sup>指出,一个国家的科学家队伍的年龄谱曲线与当时的科学发现最佳年龄曲线的重合面积与其科学地位相关。而丹皮尔的解释和分析视角有别于以上的学者,他除了强调经济文化的因素外,还特别重视历史上聚集智识之士的团体或机构的地位和学术氛围的作用。在古希腊、中世纪和文艺复兴时期,商业贸易的繁荣、政治的稳定是科学中心转移的前提。到了牛顿时代以及十九世纪至二十世纪,随着学会和学术专业团体的建立,学术交流、大学改革和宽松的学术研究氛围是科学中心转移的重要因素。由此可见,早期的科学中心转移条件中经济、政治这些外部因素占主导。

而到了后期，科学中心转移的条件逐步转化为内部因素。在国家体制支持下成立科研机构，科学的建制化使人才聚集的方式越来越稳定。科学研究逐步摆脱神秘主义和宗教控制，形成了独有的研究范式。

## **Dampier's Scientific Thought of Science Center and its Shift**

Ren Anbo

University of Chinese Academy of Sciences

**Abstract:** Dampier's concept of "science center", which includes specific cities and academic institutions, is different from the idea of Minton Yuasa and Zhao Hongzhou. Dampier's "center of science" in historical sequence contains precise locations: Alexandria in ancient Greece, Arab and Spain in the Middle Ages, Italy in the Renaissance, Britain in the age of Newton, French Academy of Sciences in the early 19<sup>th</sup> Century, Cambridge University and German Universities in the middle 19<sup>th</sup> Century -- the 20<sup>th</sup> Century. Economic civilization, academic institution and academic atmosphere promote the shift of science centers in the world.

**Keywords:** history of science, Dampier, center of science

# 基层党组织在农民经济合作组织形成和发展过程中发挥的作用研究

## ——基于安徽临泉农村的调查

宋西雷<sup>1</sup>，周鹏程<sup>2</sup>

(中共江苏省委党校，江苏 南京，210013；中共江苏省委党校，江苏 南京，210013)

**摘要：**基于安徽农村经济合作组织的调查，分析基层党组织在农民经济合作组织的生成和发展过程中发挥的作用，主要有：在领办和创办的过程中发挥了宣传引导和典型引路的作用；在经济合作组织的建设中起到了示范带头作用；在促进经济合作组织规模化发展的过程中，发挥了统筹规划作用；在促进经济合作组织发展中发挥了服务支持和组织协调作用；在经济合作组织发展的过程中起到了教育和管理作用等作用。

**关键词：**农民经济合作组织；基层党组织；作用

The Impact of Grass-roots Party Organization on New Cooperative Organization in The Process of Its Generation and Development——Based on The Investigation of Rural Area in Anhui Province

Song Xilei<sup>1</sup>, Zhou Pengcheng<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Jiangsu Provincial Party Committee Party School of CPC, Nanjing, 210004; <sup>2</sup>Jiangsu Provincial Party Committee Party School of CPC, Nanjing, 210004)

**Abstract :** Based on the investigation of rural new cooperative organization in Anhui province, analyze the impact of Grass-roots party organizations on new cooperative organization in the process of its generation and development. Mainly including: played a propagandistic and leading role in the establishment, played a guiding and exemplary role in the construction, played a overall planning role in the scale-development of economic cooperative organization ,played a supporting and coordinating role in accelerating the development of economic cooperative organization ,played a educational and administrative role in the development process, etc.

**Key words:** new cooperative organization, Grass-roots party organization, functions

## 0 引言

近年来，农民经济合作组织在农村如雨后春笋般涌现，大多数的合作组织都是基于“能

人”而组建的，因此形成“农户+能人+合作社”的农民经济合作组织的模式，但是这样的组织因为缺乏组织相关性质的或个人的能力负增长等必然会带来很多的问题，导致农民经济合作组织在市场不稳定的冲击下摇摇欲坠。

但是调研发现，由基层党组织创办或领办的农民经济合作组织却不断发展壮大。经过比较分析得知：基层党组织在农民经济合作组织中发挥着重要作用。本调研就是探讨基层党组织在农民经济合作组织的生成和发展过程中发挥的作用，以期为下阶段分析基层党组织在农民经济合作组织中构建绿色共同体提供理论支撑。

在 2011 年 2 月上旬至下旬的半个月的时间里，本课题组成员走访了安徽农村的 6 个经济合作组织，并对其中 3 个进行了深入调查，主要通过对话问卷的形式进行，下面就其中 3 个深入调查的情况进行分析。

## 1 经济合作组织形成和发展过程情况的简要介绍

### 1.1 临泉县裕隆甜叶菊种植专业合作社

该合作社成立于 2008 年，目前合作社成员达 1000 多户，种植面积达 2000 多亩。经营方式是合作社统一购种、统一销售、提供技术指导。销售方式是订单农业+农户自销。据合作社董事长介绍，刚开始的几年间，收成刚刚好是订单量，没有多余的产量。后来，就通过浙江老板的介绍，联系到天津科学院的一个教授，在那学习了几个月，收获很大。回来的第一年，收成较好。在接下来的几年里，收成一年较一年好。经过几年的摸索，已经积累了很多经验的他，感受到：自己富裕不代表富裕，要带领同乡一起富裕。于是，就开始联系村的几户人家开始种植，经过一年的种植，收成较好。在收成好的情况下，那就需要找市场，跑销路。经过几年的拼搏，种植农户越来越多，直到 2007 年底，才了解到成立合作社可以免税。就于 2008 年 3 月成立裕隆甜叶菊种植专业合作社。

### 1.2 临泉县早春甜农产品种植专业合作社

该合作社成立于 2007 年秋，由皖浙农贸大市场 and 原临泉半截楼绿色西瓜协会组建，主要产品是早春甜牌西瓜。目前合作社成员达 586 户，种植面积达 21000 亩。据合作社秘书长介绍，2003 年秋，为了给返乡创业青年刘青夫营造良好的创业环境，半截楼行政村党总支统一租地 80 亩，试种 84-24 品种西瓜。经过一年的试种，非常成功。2004 年秋，党支部引导并带领同村自愿结成同盟的成员，共 35 户，并于 2005 年 5 月，成立半截楼绿色西瓜协会。此时，种植面积发展到 300 亩。2005 秋开始，协会成员人数逐年增加。直到 2007 年秋，协会成员达到 180 户，种植面积近 3000 亩；并于 2007 年 10 月，在原半截楼绿色西瓜协会和

皖浙农贸大市场的基础上，成立早春甜农产品种植专业合作社。2008年西瓜生产基地扩展到全乡范围和周边三个乡镇，本乡种植面积超过6500亩，生产区域也从原来半截楼西瓜循环圈向北向西延伸。于2008年3月，“早春甜”牌西瓜被中国绿色食品发展中心认证为绿色食品。经过近两年的发展，社员人数逐年增加。2009年2月被安徽省农业委员会授予“全省先进农民专业合作社”光荣称号。到2009年11月，在册社员已达到485户，种植面积达到13000亩。到现在为止，合作社在册社员达到586户，种植面积达到21000亩。在原先早春甜绿色西瓜示范基地、农贸大市场、农民科技培训学校、蔬菜病虫害防治中心等基础上，目前正在筹措资金申请“半截楼早春甜种植专业合作社专业市场”基地项目。

### 1.3 临泉县万全丰农业专业合作社

该合作社是农村基层农民经济合作组织，专业从事于农业产业生产服务方面的经营管理，对本地域农产品生产加工销售提供全方位服务，是集产供销加为一体的经济体系。据合作社董事长介绍，当时薄荷叶、穿心莲叶、甜叶菊叶需求量比较大。开始通过一些关系，初步联系了一些外地收购商。开始的几年，收成比较好，收益越来越大。经过几年的拼搏，初步取得了一定的成绩，合伙做的人越来越多。后来，经当时原镇党委书记推荐，在镇供销社当主任，这一干就是10多年。后来得知，办合作社可以免税收。由最初于2003年的合伙，以自己为领头。万全丰农业专业合作社正式成立于2010年，目前合作社成员达10000多户。

以上3个合作社是进行的深入调查，每个合作社选10户社员进行，包括5位领头人，根据花名册，随机选另5位社员。调查过程主要是对领头人进行更深入的调查，主要是通过问卷和访谈进行。

## 2 相关分析

从以上3个合作社形成和发展情况的介绍，可以归为两种模式：

第一种模式：农户+专门经济人+合作社

这个生成和发展模式从裕隆、万全丰就可看出：最初由专门经济人（也可称为‘能人’）形成示范效应，然后越来越多的农户加入，最后成立专业合作社。

第二种模式：农户+党支部+合作社

这个生成和发展模式从早春甜专业合作社就可看出：最初有农户自发要求，党支部适当引导并支持，最后成立专业合作社。

由以上两种模式的分析可以看出：第一种模式的形成主要是基于个人的“先进性”；第二种模式的形成主要是基于基层党组织的“组织力”因素，而这个“组织力”因素是通过基层党组

织在合作社形成和发展的过程中发挥的积极作用体现的，具体体现在：

#### 2.1 在领办和创办的过程中发挥了宣传引导和典型引路的作用

从第二种模式的合作社成立的过程中，可以看出他们是在基层党组织的适当引导和主办下，围绕发展当地的特色农产品或农业进行生产，建立了统一供种、统一施肥、统一育苗、统一管理等服务机制，本着“技术共享、生产互助、风险共担”的理念，帮助农民提高致富本领，开拓市场，降低风险，增加收入。同时依靠协会将农民组织起来，以市场为导向进行生产经营，以技术培训为主要任务，有效的克服了重重困难，提高了农民的致富本领，拓展了农民的增收渠道。这个方面从早春甜合作社的发展过程就可看出，如果没有基层党组织的适当引导，刘青夫的创业想法可能就胎死腹中，也就不会有现在在册社员达到 586 户，种植面积达到 21000 亩的成绩，更不会增加本村和周边的农民的实际收益。

#### 2.2 在经济合作组织的建设中起到了示范带头作用

基层党组织利用自己的组织优势以及组织的威信和影响力，组织带动合作社的建设和发展的。基层党组织中有的技术专家，有的是生产设备户，有的是市场开拓能手，有的是宣传能手，在合作社的发展过程中，他们带头做示范，在合作社的创立、发展和农民的脱贫致富方面起到了关键性作用，得到了农民的认可 and 信任，吸引了越来越多的农民加入到合作社中。

#### 2.3 在促进经济合作组织规模化发展的过程中，发挥了统筹规划作用

农村经济合作组织源于农民的创造，成为农村经济结构调整和农民增收的重要手段，在一定程度上得益于各级党组织发挥了统筹规划作用，使“星火式”发展状态迅速点线相连，在一定地域范围内形成规模。如早春甜合作社所在的地区，当地县党委按照市委、市政府调整农业产业结构的总体部署，以推进农业产业化为目标，在政策、资金、科技信息等各方面为农民专业合作营造宽松的外部环境。乡镇党委承上启下，他们从农民的创造中发现和支持新生事物，并和调整农业结构的总体要求很好地结合起来，把各项政策灵活地落实到了农村新一轮改革的实践中，为农民的专业合作提供了政策环境和发展动力。村党组织和广大农民党员在发展农民专业合作组织中更是发挥了示范带头作用，根据本村特色产业进行统筹谋划、把基地扩至周边地区等等，在以上所介绍的合作社中，如早春甜合作社和刘大村合作社，基本上形成了比较规范和具有示范、辐射效应的专业合作社。总之，通过三个层次的统筹规划，最重要的是基层党组织的规划，形成了规模化生产的局面。

#### 2.4 在促进经济合作组织发展中发挥了服务支持和组织协调作用

经济合作组织作为农村经济组织形式、体制、机制的创新，其培育发展过程中，一个鲜

明特点就是有效地整合了农村社会力量，为农村经济发展和农民发展致富构建了新的平台。在这一过程中，基层党组织的组织、协调功能得到了有效发挥，赋予其领导核心作用以新的内涵，即由先前的管理型转变为服务型，开拓了新的实践途径。如早春甜合作社，由回乡创业人员倡议，基层党组织积极引导并积极组织、协调村党组织成员开展帮扶、租地示范，共同行动；邀请社科院或县农科委相关技术人员给组织起来的人进行技术指导，收到良好效果，结果这一季收成较好，收益提高；第二年，农民的参与热情更高，基层党组织充分发挥协调能力，使得农民在购种、购肥、销售的过程中能做到“跟着党支部走”，有效地协调了农民之间的关系。进而，共同体越做越大，有效地提高了当地农民的收入，使得人们找到了新的利益一致点和增收点。以致，到现在为止，合作社在册社员达到 586 户，种植面积达到 21000 亩。在原先早春甜绿色西瓜示范基地、农贸大市场、农民科技培训学校、蔬菜病虫害防治中心等基础上，目前正在筹措资金申请“半截楼早春甜种植专业合作社专业市场”基地项目。这个过程，离不开基层党组织的组织、协调能力。

### 2.5 在经济合作组织发展的过程中起到了教育和管理作用

在进行深入调查的过程中了解到，早春甜合作社通过协会对社员进行定期的培训。基层党组织在推动经济合作组织的发展过程中，积极组织技术培训和出外考察，引进先进生产经验和生产方式，以及先进的技术和管理经验。一则，转变了农民的思想观念。以前人们“靠天吃饭”，现在人们知道“靠技术吃饭”，摆脱了传统的观念，人们普遍认识到科学技术在农业生产中起重要作用。二则，提高了农民的自身素质。通过参加农民经济合作组织，农民的整体素质都普遍提高，对生产技术有了很好的掌握，不仅仅是知识的增加，更多的是能力的提高包括化技术于实践、市场销售以及田间管理等等。三则，组织意识增强。先前，都是自家干自家的，现在有了组织的依靠，“凡事找组织”使得人们的集体意识提高了。最后，农民加入合作组织，便于管理。现今的农民的双重身份即社员、村民，更便于基层的管理，可以有效带动农民，生产积极性显著调高。

## 3 结语

基于安徽农村的调查，收获颇丰。调查分析得知：安徽农村新型经济合作组织在如火如荼的进行，基本上每个行政村都有一个合作社，各方面制度都比较健全，但是也出现了很多问题，如难以招架市场的冲击；抗风险能力较弱等等；同时也发现，相比较而言，基层党组织领导的农民经济合作组织生命力较顽强，抗风险能力也较强；由此在农民经济合作组织的生成和发展过程中发挥着积极重要的作用，具体来说有：在领办和创办的过程中发挥了宣

传引导和典型引路的作用；在经济合作组织的建设中起到了示范带头作用；在促进经济合作组织规模化发展的过程中，发挥了统筹规划作用；在促进经济合作组织发展中发挥了服务支持和组织协调作用；在经济合作组织发展的过程中起到了教育和管理作用等。

但是，调研也存在不足，如没有具体的比较分析研究，只是从具体的合作社的事实情况入手；调查对象较少，没有大量的取样调查等等，争取在下一个阶段的具体研究中重视比较分析。

## 参考文献

- [1] 英德市供销合作社：《发挥专业合作社党支部作用 促进农村基层组织建设与经济发展——实践“党组织 + 专业合作社 + 农户”管理模式》，《广东合作经济》2006年第4期。
- [2] 游安徽：《创新农村党建模式 促进农村经济发展——福建省沙县积极推进农村党建与经济发展互动双赢》，《学习月刊》2010年第4期。
- [3] 吴世祺：《浅谈农村基层党组织与农村新型合作经济组织的融合》，《湘潮》2007年第6期。
- [4] 赵维清：《我国农村合作经济组织发展问题探讨》，《学习与探索》2004年第1期。
- [5] 张瑞业：《政府在农村合作经济组织发展中的作用》，《理论学习》2003年第3期。
- [6] 尹伟华等：《新型合作经济组织党建工作的思考》，《中小企业管理》2009年第5期。
- [7] 邹俊峰：《创办领办新型经济组织的有益探索》，《新长征》2005年第16期。

## 作者简介：

1 宋西雷，男，1986.11-，安徽省临泉县，硕士，中共江苏省委党校科社部，研究方向：科学社会主义、公共行政

2 周鹏程，男，1989.6-，安徽省怀远县，硕士，中共江苏省委党校公共管理教研部，研究方向：公共行政、公共政策

宋西雷

Tel: 025-83382733

Email: [songxilei888@126.com](mailto:songxilei888@126.com)

Cell Phone: 15205171990

通信地址：210013 南京市水佐岗 49 号中共江苏省委党校硕博楼 6606 室

# 科技政策的文化分析

## ——公民认识论的兴起与发展

杨萌 尚智丛

**摘要：**科学技术的发展与广泛应用改变了世界与各个国家。各国既有的社会文化隐含着对科学技术的不同认知和定位，这些认识反过来深刻地影响着各国科技政策的制定。近年，国际上兴起公民认识论，来探讨深刻影响各国科技政策的文化因素。公民认识论有助于理解国家间科学文化差异，形成全球性公共知识。未来几年中，通过丰富研究方法与分析维度、比较各国差异，公民认识论研究将取得进一步的理论发展。

**关键词：**公民认识论、公众理解科学、公共知识、科技政策、民主政治

17世纪以来，科学技术革命极大地加快了人类社会的发展进程。18-19世纪，工业社会结构确立起来。20世纪以来，伴随科学革命和以信息技术为代表的新技术革命，人类社会发生了翻天覆地的变化。科学技术知识的广泛传播与应用加速了全球化进程，反过来，全球化也推动了知识的指数增长，并引发社会结构的变革。进入21世纪，我们正处于从工业社会向知识社会这一全球新组织形式转变的进程中。在新社会结构形成过程中，知识逐步成为一种更为重要的政治资源，“政治行为和政治行动的很多方面都将围绕着知识的产生、争议和使用方式所展开。”<sup>①</sup>国家政策与知识的培植和开发利用也越来越紧密地结合在一起。因科学技术知识在这一时代知识总体中所占据的突出地位，科技政策在一定程度上被纳入到有关国家建设或者国家复兴的进程之中。然而，比较各国科技政策，我们却发现，针对相同科学技术知识的发展与应用，各国政策却存在明显的，甚至是巨大的差别。差别由何而来？这是需要深入探讨的问题。

### 一、公众理解科学的困境与公民认识论的提出

科技政策是代表权力层（政治机构、工业机构以及军事机构）的政治纲领的组成部分。它们试图利用知识来实现自己的目的。<sup>②</sup>然而，政策的有效实施必须有赖于公众的接收。公

<sup>①</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005, pp.9-10. 为便于读者查询，本文涉及该著作文献均直接引用原文，相关译文参考了：希拉·贾萨诺夫：《自然的设计——欧美的科学与民主》，尚智丛、李斌等译，上海：上海交通大学出版社，2011年，特此说明。

<sup>②</sup> 希拉·贾萨诺夫、杰拉尔德·马克尔、詹姆斯·彼得森、特雷弗·平奇编：《科学技术论手册》，盛晓明、孟强、胡娟、陈蓉蓉译，北京：北京理工大学出版社，2004年，第439页。

众对于科学技术的理解以及对科技政策制定的广泛参与与选择，就不可缺少。在现代民主国家中，政府有责任告知公众政策的缘起和愿景，并接受公众的意见。在这一背景之下，公众对于科学技术知识的理解就成为了左右科技政策的重要因素。

关于公众如何理解科学技术知识的讨论由来已久，但直到 20 世纪 80 年代以后才呈现制度化的研究。这就是“公众理解科学”(Public Understanding of Science)。公众理解科学所研究的核心问题即公众认知科学技术知识的过程及其能力。学者们通过调查研究、心理模式分析、建构论的社会学与人类学研究等多种途径，进行了广泛探讨。所有这些研究都建立于西方社会普遍流行的科学理性的文化观念之上。这一观念默认科学及其制度是合法的。<sup>①</sup>这种公众理解科学的范式认为：只要公众正确理解了某种科学技术知识，就能正确选择相关科技政策。然而，事实上，面对以分子生物学和转基因技术、干细胞技术为代表的一大批新兴科学技术，甚至是以核科学技术为代表的传统科学技术，各国公众在同类科技政策的选择上却表现出显著差异，甚至持相反的态度。例如，20 世纪 80 年代的美国政策比当时欧洲任何地方的政策都更加担忧化学危害。然而，十年之后，在生物技术方面，美国政策却远较欧洲各国政策宽松，对生物技术给予了极大的支持？<sup>②</sup>

“为什么在进步的、理性的开明社会中，同样的科学事实和技术产品往往会引起不同的政治反应？”<sup>③</sup>这是公众理解科学所面临的一个显著困境。深究这一问题，哈佛大学教授贾萨诺夫 (Sheila Jasanoff) 认为：公众对科学技术的反应存在跨文化多样性；科学技术知识并非在任何时间和地点，对任何人都是客观、纯粹、明确的知识；公众对科学可能存在多种理解。“公众理解科学的框架削弱了公众的权利，消除了历史，忽视了文化，将人们对于事实本身的了解特权化，凌驾于人们对于更为复杂的含义的框架把握之上。……它迫使我们去分析处于吸收科学技术过程中的有知识的公众，而不是去分析扎根在文化和社会中的科学和技术。”<sup>④</sup>这是公众理解科学的范式所存在的重要缺陷之一。贾萨诺夫进一步指出：正像任何文化都有自己固有的习俗一样，现代科技文化也已经形成了默认的认知方式，民众通过这种方式来评估科学主张的合理性和可靠程度，“这些方式是独特的、系统的，往往也是约定俗成的，通过惯例而不是正式的规则来阐明。”<sup>⑤</sup>

<sup>①</sup> 希拉·贾萨诺夫、杰拉尔德·马克尔、詹姆斯·彼得森、特雷弗·平奇编：《科学技术论手册》，第 297 页。

<sup>②</sup> 关于化学风险管理的比较，参见 Ronald Brickman, Sheila Jasanoff, and Thomas Ilgen, *Controlling Chemicals: The Politics of Regulation in Europe and the United State*, Ithaca: Cornell University Press, 1985. Sheila Jasanoff, *Risk Management and Political Culture*, New York: Russell Sage Foundation, 1986.

<sup>③</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p.270.

<sup>④</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, pp.270-271.

<sup>⑤</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p.255.

公共理解科学范式的另一个严重缺陷在于：研究以个体为分析单位，关注个人知识的多少对其在科技政策选择中的作用，忽视了集体认知中的知识对于公众观点的影响。因而，从公众理解科学的范式出发，不能说明客观存在的如下事实：在科技发达的各西方国家中，公众个体所获得的关于某一具体事物的科学技术知识是一样的，但作为集体选择的国家科技政策却存在巨大差异。

既然如此，我们就需要改变思路，“从询问大众对于某种特定事物的理解转向知识是怎样作为集体行动的基础来形成文化的。”<sup>①</sup>这也意味着必须用新的理论分析框架，来破解公众理解科学研究中所面临的困境，解释各国科技政策选择中的差异。

在特定的国家和地区中，科学技术与其社会传统和习俗交融，形成特定文化，确立默认的认知方式。20世纪90年代，学者们开始关注到科学文化的存在，并意识到它在政策形成中的重要影响。1990年，耶隆·埃兹拉希（Yaron Ezrahi）提出：“科学，作为一种文化事业，和宗教、艺术一样，是一种涵盖权威形式、话语和行动的独特集群。尽管与政治不同，但它可被开发和改造为特定的政治世界元素。在所有政治领域的社会文化‘节目’中，从规范和制度的改变，以及由其触发的行为都是由现有的文化因素，也即社会早已确立的传统、观念以及习俗所决定的。”<sup>②</sup>

2002年开始，贾萨诺夫在欧洲开展的一系列讲座中明确提出了“公民认识论”（civic epistemologies）概念<sup>③</sup>，试图以之解释各国公众在理解科学、政策选择过程中的差异。2003年至2004年，她又发表了系列文章和著作，对公民认识论的内涵进行讨论。<sup>④</sup>2005年，贾萨诺夫出版《自然的设计：欧洲的科学民主》一书，通过系统比较英国、美国、德国以及欧盟的生物科技政策及其制定过程之异同，探讨了各国政治文化对于科技政策的影响，明确提出了英美德三国“公民认识论”的各自特征。<sup>⑤</sup>

在“公民认识论”概念提出伊始，克拉克·A·米勒（Clark A. Miller）便对这一概念展示出极大的兴趣，自2004年开始便先后发表数篇文章对“公民认识论”进行讨论或者使用该概念分析具体的公共政策。在米勒看来，对于政治活动而言，即便是最为基本的、作为基础的政治程序和制度，知识都是必要的。然而，令人诧异的是，无论是社会学家还是政治学

<sup>①</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p.255.

<sup>②</sup> Ezrahi Yaron, *The Descent of Icarus: Science and the Transformation of Contemporary Democracy*, Cambridge: Harvard University Press, 1990, p9.

<sup>③</sup> Brian Wynne, "Seasick on the Third Wave? Subverting the Hegemony of Propositionalism: Response to Collins & Evans (2002)," *Social Studies of Science*, vol. 33, no. 3(June 2003), pp.401-417.

<sup>④</sup> 相关文章诸如 Sheila Jasanoff, "Breaking the Waves in Science Studies: Comment on H.M. Collins and Robert Evans, 'The Third Wave of Science Studies'," *Social Studies of Science* vol.33, no.3(June 2003), pp.389-400.

<sup>⑤</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005.

者,对于政治组织中如何产生知识,以及知识生产与政治生活的主要方面,诸如认同、权威、合法性、问责制等如何关联,都知之甚少,而“公民认识论”这一概念为研究政治生活中知识的构建,提供了一个很有价值的出发点。<sup>①</sup>

## 二、公民认识论的内涵及其分析维度

在任何一个国家里,公共知识的产生和验证都受到已有体制和惯例的限制。这导致各国公众对专门知识的问责和信任基础、社会所接受的示范性作法和客观知识以及专家的任职资格和工作环境等方面的认识和要求,都存在有明显的差别。这些差别恰恰是各国在科技政策选择中出现差异的直接原因。公民认识论的提出就是要找到这些差别。到底何谓“公民认识论”?米勒认为:“公民认识论是指,在公开的公共政策制定过程中,人们在收集、汇总、核实那些涉及自然和社会的知识时,所开展的一系列广泛活动以及其中采纳的非正式的做法、制度化的程序等内容。”<sup>②</sup>2005年,他进一步定义“公民认识论”为:“在既定的政治文化中,与政策相关的知识产生、验证和使用的方法和过程。”<sup>③</sup>在米勒看来,公共协商和政治制度的推理风格、论证模式、证据标准、专业知识基准等内容都是观察公民认识论的着眼点。同时,由于政治系统中的知识一方面源于正式的知识形成系统,如人口普查,另一方面也来自于非正式的民间知识构建过程。基于前者,官方能够得出公共决策过程中所需的社会、经济或者环境条件;而后者则是普通民众达成共识,拥有公共生活的基础。从这个意义上来讲,政治学者研究公民认识论必须关注这两种知识形成系统,关注“政治性团体构造、审核、验证和商议与政治相关的、知识的社会化和制度化做法”。<sup>④</sup>

贾萨诺夫认为:公民认识论就是特定社会中的成员用以检验、考察那些(最终)成为集体选择基础的科学主张的惯例性做法。<sup>⑤</sup>在知识社会中,“知识不再仅仅是真理或者事实的简单描述,而是一套复杂判断。这套判断包括:确认证据形式,根据明确的证据标准和方法评估其可信性和意义,以及整合相关内容。”<sup>⑥</sup>知识生产是动态的,随着社会进程的不断改变而变化,因而,我们不能仅仅对知识做静态分析,更需要关注与政策相关的公共知识的产生、确认和使用的方法与过程。

<sup>①</sup> Clark A. Miller, “Civic Epistemologies: Constituting Knowledge and Order in Political Communities,” *Sociology Compass*, vol. 6, no. 2 (2008), pp. 1896–1919.

<sup>②</sup> Clark A. Miller, “Interrogating the Civic Epistemology of American Democracy: Stability and Instability in the 2000 US Presidential Election,” *Social Studies of Science*, vol. 34, no. 4 (August 2004), pp. 501–530.

<sup>③</sup> Karen Bandhauer, Julie Curti & Clark A. Miller, “Challenges to Regulatory Harmonization and Standard-Setting: The Case of Environmental Accounting in the US and Canada,” *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, no. 7 (2005), pp. 177–194.

<sup>④</sup> Clark A. Miller, “Civic Epistemologies: Constituting Knowledge and Order in Political Communities,” p. 1896.

<sup>⑤</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p. 255.

<sup>⑥</sup> Clark A. Miller, “Civic Epistemologies: Constituting Knowledge and Order in Political Communities,” p. 1898.

如何发现公众用以考察、检验科学主张的惯例性做法呢？公民认识论通过如下三条途径来分析这些惯例性做法。其一，观察不同社会的成员在针对科技进行集体抉择之前，运用何种制度化机制来验证科技知识是否可靠以及进行验证的运作程序。其二，通过观察、检验、核实将知识投入公共场所加以使用的方式，来了解知识是怎样作为集体行动的基础而形成文化的。其三，通过考察公民接受知识见解的一般倾向和国家展示新技术的力度，分析公众是如何评估科学主张的合理性和可靠程度的。通过这三条途径，分析政治家、公众和媒体的语言和行动，就可以发现各国公民认识论之风格。为此，贾萨诺夫划分出六个维度，来分析“公民认识论”：

(1) 公共知识的生产方式 (Styles of public knowledge-making)：政府和产业界普遍认为，知识问题是民众接受某种技术的前提，这就带来了诸如“要最终获得政策的支持需要什么样的知识，谁来创造这些知识，应该用什么形式来表达和编纂这些知识，如何确定其有效性，这些知识会受到怎样的质疑？”<sup>①</sup>等一系列问题。这些问题所涉及内容即公共知识的生产方式。在每个国家，都能发现一些知识生产的模式化方式，而这些方式又是该国政治文化的稳定特征。公共知识的生产方式取决于知识生产的相关参与方，这其中既有来自个人的风险评估，也有各利益相关方知识体系的构建。

(2) 公共问责制 (Public Accountability)：公共问责制是民众信任政策制定者和专家的基础。公共问责制所针对的问责对象是那些说服公众相信与政策相关知识的个人或组织机构。在现代知识社会中，因政治制度不同而存在相互迥异的问责制。<sup>②</sup>

(3) 示范性做法 (Demonstration Practices)：知识传播过程中，公众对专家或者相关组织机构的信任还取决于这些专家或机构得出或者展示相关知识的方法。“示范性做法会因为不同社会对证据的信赖观念、媒体的使用以及专家一致意见的形成过程，而相应不同。”<sup>③</sup>

(4) 客观性 (Objectivity)：“客观知识被定义为可靠的公共知识，因为这些知识从社会各个角度来看都是一样的。这种知识没有偏见，独立于申请人的主观偏好之外。从客观性出发，人们就会把它看成是代表所有人的利益，而不屈从于任何特定的利益或者支配者的知识主张。”<sup>④</sup>保证知识客观性的关键在于一个社会中公认的能够严格传达客观知识的方法。各个社会保证客观性的做法因政治文化差异而不尽相同。

<sup>①</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p.260.

<sup>②</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, pp.261-262.

<sup>③</sup> Richard Lee, "The Politics of International Standard Setting for Safe Traded Food," Paper Prepared for the Food Geographies Session of the Annual Meeting of the Association of American Geographers, San Francisco, 19th April 2007. [www.ncl.ac.uk/cre/people/profiles/rl.htm](http://www.ncl.ac.uk/cre/people/profiles/rl.htm), 2012年6月13日查询.

<sup>④</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, pp.264-265.

(5) 专门知识 (Expertise): 在知识社会中, 专家学者扮演着传播知识、解疑答惑、解决问题的角色。针对科学技术问题, “在任何公共议题上, 民主政治中的专家的可信度与官员的合法性一样至关重要。”<sup>①</sup>那么, 专家是如何遴选出来的, 或者说什么样的专家在一国中才会被视为是可信的? 专门知识的认可基础正是民众对专家进行鉴定的标准, 而“变化主要来自于专家的正式资格和个人或机构经验的平衡。”<sup>②</sup>

(6) 专家团体的能见度 (Visibility of expert bodies): 各国科技政策运作的不同, “不仅因为专家机构的组成不同, 还因为专家机构运作的程序环境不同, 其结果是公众能够看到的或者认知到的公共决策的基础不同。”<sup>③</sup>专家团体的能见度是指民众对参与科技决策的专家团体及其工作的了解程度。它涵盖专家自身的知名度和工作的透明度两个方面, 而其中占主导的专家团体工作的透明度主要与专家群体构建官方认可的专门知识的制度环境有关。

基于上述六个方面, 贾萨诺夫详细分析了美、英、德三国生物科学技术政策的演变历程, 分析了三国的公民认识论。

作为一个年轻的移民国家, 美国社会开放自由, 思想多元, 每个人可以根据自己的兴趣爱好关注相关公共议题。在对科技的认知和理解上, 美国人表现出了喜好争论的特点, 对于他们自身感兴趣或者利益息息相关的问题, 个人可以主动申请参与讨论, 要求深入了解相关内容。美国严谨、完备的成文法律体系, 既保障了个人的自由, 也保障着公民权力。这种特质还体现于如下方面: 公共议题较为宽泛、各类专家团体的工作高度透明、坚持相信详实数据的实证主义传统。在英国, 对于公共议题, 也强调社会的共同参与, 然而, 由于其历史文化传统的影响, 英国民众有着强烈的“公仆”意识。<sup>④</sup>那些身份已经得到社会认可的人, 往往拥有特权, 更容易参与到认知和各项服务中来。在有关科学技术的认识上, 英国社会也表现出了这一特点。英国公众相信身份确定的专家, 相信实验科学。尽管英国社会强调社会成员的全员共同参与, 但是, 这种参与往往是由传统的精英代表公众来实现的。二战之后, 德国民众对希特勒政权的独裁以及极端主义政策进行了深刻反思。为防止法西斯极权主义的死灰复燃, 德国在政治上采取了各种做法, 推动权力相互制衡。这使得德国在各项公共政策中都追求社会共识, 强调代表性。这点也体现在其科技政策中。在德国社会中, 专业团体高度发达, 每个团体又代表了一定的利益阶层。当出现社会争议之时, 各专业团体就会代表各利益相关方参与进来。社会机制也会最大限度地保障机构的代表性。个人只有在被赋予组织含

<sup>①</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p.267.

<sup>②</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p.267.

<sup>③</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p.269.

<sup>④</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, pp.259-262.

义时，才会体现其价值。这种倾向使得德国社会在认识科学技术问题时，相信专业团体的力量，努力让各利益相关方满意。寻求共识的倾向性，是德国的公民认识论的显著特点。

综上所述，美、英、德三国的公民认识论可以用“喜好争论”、“共同参与”和“寻求共识”三个特征词来概括。表1详细比较了三国公民认识论的各个方面，较为全面的体现了三个国家由于不同的文化社会传统而对科技产生的不同认知。尽管这张表存在简化问题的风险，但它还是在一定程度上揭示了美、英、德三国在“公民认识论”上存在的显著差异。

表1 美、英、德三国“公民认识论”比较<sup>①</sup>

美、英、德三国“公民认识论”比较			
结论 类别	美国/好争论	英国/共同参与	德国/寻求共识
公共知识 的生产方式	多元论者； 基于利益	代表的、体现的； 基于服务	社团主义； 基于机构
公共问责制	不信任的假定； 法律的	信任的假定； 相关的	信任的假定； 基于角色
示范性做法	社会技术实验	经验科学	专家理性
客观性	正式的、数据的、 理由充分	咨询的、 协商的	协商的、 论证充分的
专门知识	专业技能	经验	训练、技能和经验
专家团体的能见度	透明的	变量（可变的）	不透明

### 三、公民认识论的理论和实践意义

“公民认识论”这一理论提出后，便引起了广泛关注，不少学者撰文并给予高度评价。美国白宫和以色列国家科学院资深顾问、以色列希伯来大学政治学教授耶隆·埃兹拉希认为，长久以来国家科技的发展为科学家群体所把持，然而，在科学的认识方面，公众与科学家群体存在着巨大差异：这一方面表现为普通民众——“‘外行’在做出判断或者提出要求之时，不需要正规的程序验证、系统的观察和理论的指导以及复杂方法论的运用；另一方面，则表现为在普通民众之间似乎存在有某些难以捉摸的、不可比较的隐性知识（tacit knowledge），诸如历史记忆、对未知的恐惧、对政府信息和官方认定的怀疑、对未来愿景的复杂情绪反应，

<sup>①</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p.259.

等等。”<sup>①</sup>“公民认识论”这一概念有助于我们理解这些潜在的、稳定的一国民族文化影响的持续性。在综述近 25 年来公共理解科学研究的进展时，马丁·W·鲍尔（Martin W. Bauer）指出，公民认识论展示了全球化背景中的技术科学文化的多样化，它将公众理解科学的研究带入了一种富有成果的对话。<sup>②</sup>公民认识论具有重要的理论与实践意义。

首先，公民认识论进一步拓展了关于科学与政治互动以及科学与社会互动等方面的理论研究。长久以来，人们以社会契约论来理解科学和政治之间的互动关系。在这一认识下，政府为研究者提供资金和政策支持，科技人员为推进国家繁荣与进步，向国家提供科学技术知识，并为国家培养科学技术人才。然而，这一认识框架忽视了社会公众在知识生产与应用中的作用。在知识社会里，民主理论必须考虑普通民众在公共知识的生产、使用和解释过程中的参与作用。这意味着需要有新的理论将缺席的公众重新引入到科学和政治、科学与社会的互动研究之中。公民认识论注意到了知识社会所带来的科学与民主政治之间关系的新变化，重新审视了公众在科技决策中的作用。正如澳大利亚卧龙岗大学学者大卫·马瑟（David Mercer）所言，“公民认识论是对不同民族或国家出台不同科技政策以及形成方式的更好的概念化解读。尽管还存在一些问题，但它终将会被添加到分析科学与社会关系的经典理论之中。”<sup>③</sup>

其次，公民认识论作为一种理论分析框架，为理解公众对科学的信任以及信任形式提供了新的路径。现代社会的公共空间中充斥着各种相互矛盾、相互竞争的知识主张。政府必须及时了解公众信任的形式，以确保其行动的可信性。从公众理解科学转向公民认识论，我们摆脱了这样一个先验预设：关于科学，公众应该知道或了解什么。相反，我们提出这样一个在任何民主社会中都十分显著的问题，即在政治环境中，知识要怎样才能被视为可靠？更具体的说，就是科学主张要如何才能变成权威？公民认识论对科学的可信性进行了有效的理论探讨。它为理解公众信任的形式、现代政治体制所表现出来的理性，以及现代政治体制产生的政治和政策结果，提供了更加丰富的分析框架。<sup>④</sup>

<sup>①</sup> Ezrahi Yaron, “Controlling Biotechnology: Science, Democracy and Civic Epistemology”, *Metascience*, no.17(2008), pp.177-198.

<sup>②</sup> Martin W. Bauer, Nick Allum and Steve Miller, “What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda,” *Public Understand of Science*, vol.16 (2007), pp.79-95.

<sup>③</sup> David Mercer, “Dialectics of Civic Epistemology,” *Critical Issues in Science and Technology Studies: 7th Annual IAS/STS conference*, Institute for Advanced Studies, Graz, Austria, May 9th 2008. [www.ifz.tugraz.at/ias/Media/Dateien/.../David-Mercer](http://www.ifz.tugraz.at/ias/Media/Dateien/.../David-Mercer), 2012 年 2 月 12 日查询.

<sup>④</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, pp.249-255.

最后，“公民认识论”这一概念将过去许多的经验发现转化为理论分析。它有助于解释许多科技政策制定过程中出现的现象，诸如，公众和专家对风险的认识不同差异，而且不同国家所出现的差异也不一样，等等。“公民认识论能让我们理解文化，准确来说是政治文化。它有助于我们理解为什么在议程设定、社会优先次序制定、冲突解决方式、不同社会关心的事情与发生的差别等方面存在差异。”<sup>①</sup>公民认识论看到了文化特别是政治文化在科学技术政策形成过程中所扮演的重要角色，“科学技术管理中的政治权威不仅产生于政治活动的正式和非正式规则，而且还产生于不太明确的、对合法形式的文化认可。”<sup>②</sup>与此同时，公民认识论也为我们分析历来被视为不可捉摸的、难以把握的政治文化，特别是有关各国在科学认知上的政治文化提供了新的透镜。贾萨诺夫认为，公众对科学主张的评价形成了当今知识社会中政治文化的基本要素。<sup>③</sup>这就意味着科学技术在政治文化形成中起着非常重要的作用，而分析一国的公民认识论将有助于我们认识该国的政治文化。

#### 四、对公民认识论的反响

公民认识论的提出，在科技政策领域引起极大反响。学者们尝试将之用于不同地区与国家的研究之中。

米勒从不同地区可持续发展指数入手<sup>④</sup>，同时，细致剖析美国和加拿大的环保政策差异。<sup>⑤</sup>他认为不同国家或地区在证据标准、专业知识基准、科学审查过程和咨询委员会的形式、政策问题架构、政策推理风格以及其他诸多涉及知识和政治权威相耦合的方面存在着系统地政治文化差异。这些差异可被视为不同的公民认识论所造成的结果。不同的知识和秩序逐步形成不同的社会内容。这一点已为历史上的社会研究所证实。米勒认为，一些政策问题正在加速全球化，就像我们目前所看到的能源政策和气候变化政策那样。伴随这一进程，国内政治和国际政治的边界也逐渐模糊，有关知识和民主的关系问题也将越出地区或国家边界。在广为接受的新政策出台之前，各民族、各地区的公民认识论的冲突与融合将日显激烈，并在政策的制定过程中彰显出来。有关公民认识论的研究将在未来十年逐步凸显其重要性。<sup>⑥</sup>他

<sup>①</sup> Sheila Jasanoff: “Civic Epistemology as a Research Tool: The Uses of Theory”, Friday January 12, 2007, IDS. [www.stepscentre-thecrossing.blogspot.com/.../science-k](http://www.stepscentre-thecrossing.blogspot.com/.../science-k), 2012年6月12日查询。

<sup>②</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, pp.21-22.

<sup>③</sup> Sheila Jasanoff, *Designs on Nature*, p.249.

<sup>④</sup> Clark A. Miller, “New Civic Epistemologies of Quantification: Making Sense of Indicators of Local and Global Sustainability,” *Science, Technology & Human Values*, vol. 30, no. 3(Summer 2005), pp.403-432.

<sup>⑤</sup> Karen Bandhauer, Julie Curti and Clark A. Miller, “Challenges to Regulatory Harmonization and Standard-Setting: The Case of Environmental Accounting in the US and Canada,” pp.177-194.

<sup>⑥</sup> Clark A. Miller, “Civic Epistemologies: Constituting Knowledge and Order in Political Communities,”p.1918.

呼吁社会学家和政治学家都来重视有关“公民认识论”的研究。在他看来，经过修正的“公民认识论”可以用于分析所有的公共政策的制定和讨论过程。<sup>①</sup>

苏菲尔加·阿米尔（Sulfikar Amir）在《后独裁时代印度尼西亚的“反核”运动》<sup>②</sup>一文中分析了印度尼西亚的“反核”运动。印度尼西亚支持建设核电站的官僚认为挑起原子能论战的主要原因是民众缺乏相关的科学技术知识。然而，阿米尔研究后发现，反核运动取决于公民组织在评估核风险时所习惯依赖的不同的认识论。反核团体运用不同的认识论资源，从而为核能使用增加了不同含义。

一些学者在具体分析各国公民认识论的过程中，发现贾萨诺夫所提出的公民认识论分析框架存在局限，并试图发展这一理论。

特瑞萨·司徒洛娃（Tereza Stöckelová）在研究捷克的“公民认识论”时，发现这一理论框架聚焦于一国中如何建立和评判客观性、如何形成专业知识和专家意见，以及公共问责制如何保障对科技发展目标的管制等等问题，对于研究一个国家科技的发展具有重要借鉴意义。但是，贾萨诺夫并没有区分“公众”和“科学家”对认识论的不同影响。她认为，“公民认识论”这一表述并不恰当，“政治认识论”更能抓住一国政治文化中认识论的本质。<sup>③</sup>

瓦伦缇娜·阿莫瑞瑟（Valentina Amorese）从意大利和英国两国科学家入手，研究了科学家和普通民众在转基因生物技术问题上所存在的认识差异。她也认为贾萨诺夫只讲到了公众如何理解科学知识，没有谈及科学家如何看待社会，没有区分科学家和一般公众对于科学的不同认识。她认为存在着一般公众的“公民认识论”和科学家的“公民认识论”两种不同的认识论资源，需要对这两者进行明确区分。<sup>④</sup>

马库斯·普鲁斯卡（Marcus Paroske）则指出由于发展水平差异，西方社会和非西方社会在“公民认识论”上存在有显著的差异，进而，间接提出了“公民认识论”框架是否适用于分析所有国家的问题。<sup>⑤</sup>克里斯托弗·哈姆林（Christopher Hamlin）认为各国的公民认识

<sup>①</sup> Clark A. Miller, "New Civic Epistemologies of Quantification: Making Sense of Indicators of Local and Global Sustainability," p.427.

<sup>②</sup> Sulfikar Amir, "Challenging Nuclear: Antinuclear Movements in Postauthoritarian Indonesia," East Asian Science, Technology and Society: an International Journal, no.3(2009), pp.343-366.

<sup>③</sup> Tereza Stöckelová "Who knows? Notes on civic epistemology in the Czech Republic," in Pascal Marty and Sandrine Devaux, eds., Social Movements and Public Action Lessons from Environmental Issues, Prague: Cefes, 2009, pp.103-104.

<sup>④</sup> Valentina Amorese, "From Public Understanding Of GMOs to Scientists 'Understanding Of Public Opinion. A case study of the listening capacity of scientists in the UK and Italy." A thesis Submitted to the Department of Sociology of the London School of Economics for the degree of Doctor of Philosophy, London, September 2010.

<sup>⑤</sup> Marcus Paroske, "Deliberating International Science Policy Controversies: Uncertainty and AIDS in South Africa," Quarterly Journal of Speech, vol. 95, no. 2 (May 2009), pp.148-170.

论之间客观上存在差异，因此，也难以从此出发，整合出各国科学发展的统一标准。<sup>①</sup>

马瑟认为：利用“公民认识论”框架进行研究时可能存在以下风险：在分析科学技术演变、社会认同和政策形成过程中过分夸大民族国家的重要性；过分看重对跨国界的行动者和跨国界言论进行分析的重要性。因此，“公民认识论”这一分析框架尚存在有一定的局限性。他明确提出了运用公民认识论进行国别间比较时需要三个限定条件：（1）国家认同因素和某种特定的科学技术的应用与发展需要密切相关；（2）跨国界的实体尚未成功打造稳定、有效的知识整合和科技政策集成的网络；（3）避免从实用技术决定论的立场，分析科学知识与技术系统的关系。<sup>②</sup>

公民认识论也受到了中国学者的关注。台湾雷文玫认为：公民认识论并不是告诉我们“应该如何”规范科技，而是告诉我们“为什么”有些国家选择如此规范科技；公民认识论也在提醒我们在回应科技发展时，有必要深入了解自己社会的政治文化与结构，并且思考如何健全决策代表性、参与度、政治责任等重要议题。此外，她还结合台湾社会实际，提出了诸如台湾社会究竟如何进行科技风险沟通，科技发展与台湾的地区认同如何相互影响等一系列问题，并且呼吁“恐怕在侈言如何促进台湾科技决策的政治责任与民主正当性等议题之前，我们也必须对台湾的科技民主作更深入的实证研究吧！”<sup>③</sup>李红林<sup>④</sup>、王可炜<sup>⑤</sup>、黄婷<sup>⑥</sup>、戴建平<sup>⑦</sup>等认为：公民认识论区别于公众理解科学，着力于描述各国公众与科学之间的互动机制，公民认识论是理解和说明公共决策的基本理论，为研究中国科学技术的公共决策提供了值得借鉴的理论工具。

笔者于2010年与多位学者一同翻译贾萨诺夫的《自然地设计：欧美的科学与民主》一书，将公民认识论及贾萨诺夫的深入研究，系统、全面地介绍给中国学者。作为一种新颖而有效的理论分析工具，公民认识论必将被越来越多的学者重视，并用来探讨各国科学技术政策之异同。<sup>⑧</sup>

<sup>①</sup> Christopher Hamlin, "Just Don't Call It Science," *Minerva*, vol.46(2008), pp. 99-116.

<sup>②</sup> David Mercer, "Dialectics of Civic Epistemology," pp.7-8.

<sup>③</sup> 雷文玫：《谁在塑造科技决策？公众在哪里？》，《台湾民主季刊》第四卷2007年第3期。

<sup>④</sup> 李红林：《公众理解科学的理论演进——以米勒体系为线索》，《自然辩证法研究》2010年第26期。

<sup>⑤</sup> 李红林、曾国屏：《米勒体系的结构演变及其理念解析》，《科普研究》2010年第2期。

<sup>⑥</sup> 王可炜、羊芳明：《公众科学素养测评与职业差异性》，《广东科技》2011年第24期。

<sup>⑦</sup> 黄婷：《从科学传播看公众科学素养调查诸方式》，《科普研究》2012年第7期。

<sup>⑧</sup> 戴建平：《在科学技术、公众与政治之间——评述美国4S2011年会关于STS理论、挑战及未来的讨论》，《自然辩证法研究》2012年第28期。

尚智丛：《科学与政治的共生——评〈自然的设计：欧美的科学与政治〉》，《科学与社会》2012年第2期。

## 五、公民认识论的理论发展趋势

近年来,学者们在深入探讨公民认识论内涵、比较各国具体差异的同时,围绕各国科技政策差异,运用这一理论分析工具对全球气候变化<sup>①</sup>、日本核电影响<sup>②</sup>、转基因生物技术的发展等问题展开讨论,取得了一些重要成果。迄今为止,学者们已经在“公民认识论”的核心概念、所研究的核心问题等方面达成一致,并在深入理解科学文化差异,构建全球性知识的方向上努力。

如下一些方面,为学者们所关注,在未来一段时期内是研究投入的重要方面。

其一,由于政治文化的复杂多样与难以捉摸,再加上“公民认识论”概念涉及哲学、历史学、政治学、法学、公共管理学、公共政策学等多门学问,研究起来颇有难度,即便贾萨诺夫教授本人也是通过比较研究,结合历史反思、重要文本阅读、个人访谈、关键制度考察等多种方法才最终得出相关结论。贾萨诺夫提出了公民认识论的六个分析维度,并通过比较方法,来确定各国公民认识论之特征。是否还存在其他分析维度?除比较方法外,是否还有其他方法?这些是理论完善的重要课题。

其二,正如贾萨诺夫所言,“公民认识论”的研究还面临着一系列问题:在这个世界上,究竟有多少种“公民认识论”,如何处理这些国家间的不同?“公民认识论”是否只在统计水平上有意义?“公民认识论”的变化是否跨国界或者与类别、国家、社会运动和企业有关联?这些问题也将是未来学者们需要关注的重点。

其三,针对新加坡的具体研究发现:由于当地公众极少参与科技相关决策,难以总结出新加坡公民认识论的特点与内涵。<sup>③</sup>这是否意味着那些民主不够完善的国家不存在公民认识论?发达国家的公民认识论和发展中国家的公民认识论到底有着怎样的差异?随着全球化进一步深入,面对诸如全球气候变化等问题,如何构建全球普遍接受的公民认识论?

其四,“公民认识论”从批判“公众理解科学”范式存在的问题入手,考察了知识社会

<sup>①</sup> 相关文章诸如: Sheila Jasanoff, “Cosmopolitan knowledge: climate science and global civic epistemology,” In: Dryzek JS, Norgaard RB, Schlosberg D, eds. Oxford Handbook on Climate Change and Society. Oxford: Oxford University Press; 2011, 129-143.

<sup>②</sup> Silke Beck, “The challenges of building cosmopolitan climate expertise: the case of Germany,” WIREs Clim Change, No.3(2012), pp.1-17.

<sup>③</sup> John Downer, “Why Do We Trust Nuclear Safety Assessments? Failures of Foresight and the Ideal of Mechanical Objectivity”, August 2011. <http://www.rvs.uni-bielefeld.de/Bieleschweig/eleventh/>, 2012年6月12日查询.

<sup>④</sup> Kerry Holden and David Demeritt, “Democratising Science? The Politics of Promoting Biomedicine in Singapore’s Developmental State,” Environment and Planning D: Society and Space, vol.26, no.1(2008), pp.68-96.

中政治文化对一国科技政策的影响。那么，“公民认识论”是否解决了“公众理解科学”所存在的问题，它与当前国际最新兴起的“公众参与科技技术决策”范式（Public Engagement with Science and Technology）<sup>①</sup>之间又存在着什么样的关系，了解一国的“公民认识论”是否有助于推动该国民众参与科技决策？同时，在贾萨诺夫看来，一国的“公民认识论”体现了该国的政治文化，并且是知识社会中政治文化的主要组成部分，那么这是否意味着“公民认识论”从属于政治文化，它与政治文化之间存在着什么样的关联？以上问题都说明，作为新兴的分析框架，未来有关“公民认识论”的研究必须要重视与之密切相关的概念，诸如“公众理解科学”、政治文化乃至民主等之间关系的研究。

其五，由于在政治制度、舆论环境、民主践行方式等国情上存在的较大差异，如何运用已有的分析框架研究中国问题也是值得深入思考的问题。发展中国的公民认识论，并以之分析中国科技政策的制定过程，对认识中国与其他国家在应对全球气候变化、实现能源供给平衡等全球性政策上的差别，实现中外合作，有着重要的实践意义。

新世纪以来，我国越来越快地融入到全球化进程中，越来越多的民众参与到科技政策的讨论和制定过程中。在“科学技术是第一生产力”这一历史性认识的前提下，科学技术在中华民族的伟大复兴进程中将扮演更为重要的角色。那么，在中国，究竟什么样的知识才能被视为可靠，什么样的科学主张才能变成权威，中国公众在这些问题上是否存在着某种共同认识？对于以上诸多问题，公民认识论不啻是一个很好的理论分析工具。深入研究我国的政治文化，分析我国科学技术政策制定框架，已成为当前理论研究与实践探讨的重大历史课题。

作者简介：杨萌，男，1988年出生，中国科学院大学人文学院2010级行政管理专业硕士生，研究方向为科技管理与科技政策，联系方式 youngmeng1988@126.com。  
尚智丛，中国科学院大学人文学院教授，研究方向为科学的社会研究。

---

<sup>①</sup> Charles Thorpe, “Political Theory in Science and Technology Studies,” in Edward J. Hackett, Olga Amsterdamska, Michael Lynch and Judy Wajcman, eds., *The Handbook of Science and Technology Studies* (3rd Edition), Cambridge, Mass: The MIT Press, 2008, p.78.

# 近现代农业技术变革的哲学思考

毕丞

**摘要:**近现代的农业科技进步使得农业生产走向专业化分工,也改变了传统农业的生产习惯。种植业中最为显著的是肥料的由传统的“农家肥”为主,变为现在的以化肥为主;养殖业中,随着饲料的广泛使用,家禽与家畜变过去的“散养”为现在的集中饲养,并以食工业化生产的饲料为主。这种变化在减轻农业生产压力的同时,也造成了更大的能量浪费,造成更大的环境压力。

**关键词:** 农业技术, 分工, 能量流动, 环境压力

工业技术的进步很大程度地改变了社会生产的基本面貌,同时作为“第二产业”的工业也在发展过程中不断地“反哺”作为“第一产业”的农业,这也让农业生产的产值有了很大的提高。

那么是不是因为技术革新带来了有目共睹的农业产量提高就认定“技术革新”对于农业的影响是相当积极的呢?笔者认为对这个问题的回答远没有看上去的那么简单,我们须要分析在农业技术变革过程中,高产量的背后是否还可能隐藏着什么其他的问题,之后才能综合评定,得出结论。这里不妨从农业生产中发生的最为普遍的变化着手分析。

## 一、技术革新对于种植与养殖技术的改变

种植与养殖是农业生产中最为基本的两个生产形式,而农业生产总值已经成为评价农业生产水平的重点之一。提高产量最为有效的方法之一就是劳动分工,正如亚当·斯密在《国富论》中谈到的“劳动生产力的最大提高以及生产中技能、熟练性和判断力的进一步完善看来都是分工的结果。”他在总结分工的优点时说到“由于分工,同一数量的工人能够完成的工作量远远超过从前。这是由于下述三个不同原因造成的:首先,每人专司一职操作娴熟程度获得提高;其次,节省了通常在由一个工种转换到另一工种中所花费的时间;最后,发明了许多方便和节省劳动力的机器,因而使一人可以做多人的工作。”<sup>①</sup>

总而言之,分工对生产的影响便是:将劳动过程进行相应分划,提高劳动中的专业化程度和机械化程度。这里结合种植与养殖生产也会有相应的影响。

### (1) 种植

一般而言,种植可以分为育种,播种,施肥,除草,除虫,收割等生产内容,但是在中

<sup>①</sup> [M]亚当·斯密:《国富论》,谢祖钧译,北京:商务印书馆 2007年版第5页。

国古代没有对于种植中的过程做出像今天这样的明确分工，这一点通过整理古代农书便可以发现。以明清为例，“中国有据可查的明清农书为 1388 种，共分通论、时令占候、耕作农田水利、大田作物、农具、竹木茶、灾荒虫害、园艺、蚕桑、牧医、水产等十类”<sup>①</sup>，而具体分类当中，古代农书的分类方式更趋向于具体的作物的种植方式，而不是对具体的每个种植过程做以分析研究。

而且最值得我们注意的是，古代农书将防治虫灾作为专题来研究（依据的是虫灾类型），但是施肥一项并没有作为专题来书写，这大概可以有如下几个原因：

1. 古代农业种植过程中使用的肥料种类比较一致，并且制作的方式单一无须多言，只需要根据不同作物喜好使用即可。
2. 相比较与虫害而言，肥料的使用并不会成为影响古代作物产量的重要外在因素，而虫害在古代应该还是比较难于处理的。

下图中便是按照农书中的文章类别所做的文献统计。

类别	数量(种)	占总数(%)
通论	239	17.22
时令占候	54	3.89
耕作、农田水利	74	5.33
(一) 耕作营田	28	
(二) 农田水利	46	
农具	15	1.08
大田作物	109	7.85
(一) 综合	11	
(二) 棉	33	
(三) 烟	19	
(四) 薯芋	15	
(五) 麻	8	
(六) 其他	23	
竹、木、茶	115	8.29
(一) 竹	12	
(二) 木	24	
(三) 茶	79	
灾荒虫害	86	6.2
(一) 灾荒	49	
(二) 虫害	37	
灾荒虫害	86	6.2
(一) 灾荒	49	
(二) 虫害	37	
园艺	321	23.13
(一) 综合	31	
(二) 蔬菜	30	
(三) 果类	35	
(四) 花卉	225	
蚕桑	265	19.09
(一) 综合	149	
(二) 蚕	99	
(三) 桑	17	
牧医	77	5.55
(一) 兽类	54	
(二) 禽虫及其他	23	
水产	33	2.38

表一<sup>②</sup>

但是今天的种植业对于肥料的依赖性似乎要大大超过古代，因为化肥的生产已经形成了

<sup>①</sup> [J] 闵宗殿、李三谋：《明清农书概述》，《古今农业》2004年第2期，第90页。

<sup>②</sup> [J] 闵宗殿、李三谋：《明清农书概述》，《古今农业》，2004年第2期，第90页。

“化肥工业”人口，并且也有人认为“农业增产的重要手段之一就是增加化肥施用量”，并且“化肥工业的发展得到了各级政府的高度重视和政策扶持，化肥工业在近十年来得到了前所未有的快速发展、目前已经形成品种齐全、布局基本合理、配套相对完善、具有一定生产能力和技术水平的工业部门。”<sup>①</sup>

所以，通过如上的分析我们可以发现，现代化工技术的发展让肥料的生产专业化，同时农业种植也对于化肥工业产生依赖。

## （二）养殖

家禽家畜的养殖在我国的历史也比较悠久，从上述的表格中我们依然可以看到养殖在我国农书中还是有很多篇幅的。以养猪为例，“中国养猪业历史悠久，大约已有 6、7 千年的历史。”在这段长久的“养猪史”中，养猪的方式也发生了很多的变化。

在古代，养猪的基本方式“先秦时期主要以放牧为主”，“魏晋南北朝时期，舍养和放牧相结合的方式逐渐取代了以放牧为主的方式”，而养猪业发展的重要动力除了对于猪肉的需求外，还有对于农业肥料的需求，比如“隋、唐时期，随着城市的发展，人口的增多，继续增加的肉食供应和农业生产所需的肥料，唐时采取官养与民养并举的发展方针，同时给农民贷放种猪。”<sup>②</sup>

那么这里我们发现，古代养猪业的特点是舍养和放牧相结合，而如今养猪的主要方式就是舍养，这种变化一方面体现了舍养技术的发展，另一方面也体现了目前生猪生产过程中猪已经很少食用新鲜的草料。同时，饲料生产也形成了饲料工业，“早在 20 世纪 80 年代初，邓小平同志就指出，‘饲料要作为工业来办，这是个很大的行业。’”如今“我国饲料工业白手起家，逐步发展，现已初步形成了集原料、加工、添加剂、机械及技术支持服务于一体的饲料工业体系，成为拥有近 1 亿 t 总产量，近 30000 亿元产值的新型产业。”<sup>③</sup>足以见得如今饲料的消费量之巨大，养殖业对于饲料的依赖性之强。

综合我们对于种植业和养殖业的变化可以看出，随着农业技术的发展，种植业对于化肥的依赖逐渐增强，对于传统肥料的依赖减少；对于养殖业而言，家禽家畜的饲料由过去的放牧或者自我生产获得，改成了如今主要依靠已经生产的饲料。这种变化无疑是技术进步带来的生产上的专业化变革，但是也终结了中国古代那种“农牧结合”生产方式——当肥料主要依靠工业生产的化肥，喂养家畜主要依靠来自工业化生产的饲料，种植业和养殖业之间的相

<sup>①</sup> [J]周伴学：《中国化肥工业发展之设想》，《硫磷设计》，1999 年第 1 期，第 1 页。

<sup>②</sup> [D]黄英伟：《新中国生猪生产五十年发展研究》，中国农业大学硕士论文 2007 年，第 6 页。

<sup>③</sup> [J]陈德清：《推进饲料工业为“三农”服务的思考》，《安徽农业科学》2007 年第 1 期，第 115 页。

互补充支持的作用就减弱了很多。

## 二、农业生产方式改变后农业生态系统中的能量利用变化

农业生产是人类的重要活动，这种活动也创造了一种人工的生态系统，即农业生态系统。“农业生态系统是在自然生态系统的基础上发展起来的人工生态系统。农业生产的对象是生物……生产的目的是为了获得丰富的产品”<sup>①</sup>而前文中提及的种植与养殖就是这种生产中重要的组成内容。

前文已经论述得知，随着农业技术的发展，让农业生产中的很多环节变得专业化，尤其是化肥工业和饲料工业的发展，更是有些切断了传统农业中的“农牧结合”的生产联系。当我们把农业生产作为人工生态系统考察时，这种变化将影响到农业生态系统中的能量流动。

农作物生产主要依靠的是光合作用，但是可供人类食用的并非作物的全部。秸秆和糠麸约占光合产物总量的60%，但是人类无法食用这些产品，如果将其作为燃料，其效果也并不好。按照传统农业的生产方式，秸秆可以作为猪牛的饲料使用，之后又可以将动物的粪便作为肥料施用于土壤，达到一种循环。

但是当农业生态系统中的饲料和肥料来源主要依靠与工业化生产之后，这种循环也就会出现中断。农作物的肥料不再依靠动物的粪便，而是化肥，这样动物消化产生的粪便就是不折不扣的废物；动物的饲料主要来自与专业化生产的精饲料，那么原本作为动物饲料出现的绿色植物（包括秸秆，以及由于繁殖快，而最初被引入作为牲畜饲料的植物如水葫芦<sup>②</sup>）也就不再被重视，它们经常被农民付之一炬，比如就在2012年6月，湖北省多地出现神秘黄色浓雾，当地“环保厅分析，此次空气异常排除工业污染事件，初步分析是周边部分省份秸秆焚烧所诱发”<sup>③</sup>。

当养殖和种植彼此的依附性有所改变，最为明显的变化就是区位转换相对灵活的养殖业逐渐远离农田而靠近城市郊区。这最为主要的目的就是靠近市场，并且在城市附近的郊区形成了集中分布。但是养殖的集中分布会对环境产生影响，虽然城市排污系统不会让粪便丢弃产生太大难题，但是未经处理的粪便直接排放是会产生一系列问题的，尤其是大量的畜禽粪便如果没有得到合理的处置和利用，将会导致一系列的环境问题，如水体污染、土壤中污染物累积等。这一问题的严峻性也已经逐渐被察觉“20世纪90年代以来，我国畜禽养殖业的环境污染问题受到越来越多的学者和政府关注，在很多地区开展了污染调查、评估和防治

<sup>①</sup> [M]金以圣主编：《生态学基础》，北京：中国人民大学出版社，1987年版，第68页。

<sup>②</sup> [J]孝感农业学院：《养猪的好饲料——水葫芦》，湖北农业科学1959年第8期，第278页。

<sup>③</sup> [OL]《湖北部分地区空气质量异常系周边省份焚烧秸秆诱发》，荆楚网，<http://news.cnhubei.com/gdxw/201206/t2099946.shtml>, 2012-12-17。

对策研究等工作, 在一些地区也进行了基于耕地面积的畜禽粪便负荷估算和环境影响评价等研究。”<sup>①</sup>

而另一方面, 在养殖业与种植业出现分离之后, 种植业一方也会产生影响。原本农村生产的一些绿色植物也缺少了消费对象, 他们或者被浪费或者被低效率利用, 还有的一部分甚至成为了当地环境的巨大负担。比如前文提到的秸秆, “秸秆主要有五个方面的用途: 一是用作燃料; 二是用作饲料; 三是用作肥料; 四是用作工业原料; 五是用作食用菌基料, 简称‘五料’。”我国目前面临的情况是“燃用消耗过多, 饲用、可再生能源开发利用和工业加工利用偏少是目前我国秸秆利用中存在的突出问题。”<sup>②</sup>这其中便存在很大的能量浪费, 因为“光合产物(如秸秆)作为燃料直接利用……其热效率仅约 10%, 其余 90% 的能量会完全损失掉。”<sup>③</sup>但是我国的对于秸秆的处理还是以“烧”为主, 比如“2008 年, 在我国秸秆可收集利用总量中, 直接燃用量 21000 万 t, 占 32.26%; 新能源开发利用量 720 万 t, 占 1.11%; 饲用量 17660 万 t, 占 27.13%; 工业加工利用量 4300 万 t, 占 6.61%; 食用菌养殖利用量 1300 万 t, 占 2.00%; 直接还田量 9200 万 t, 占 14.13%; 废弃和焚烧量 10922 万 t, 占 16.78%。”<sup>④</sup>这里我们做以假设, 如果养殖业可以与种植业有更为密切的联系, 那么至少被废弃和焚烧掉的一部分秸秆的总量会有所降低, 从而减少一部分的环境压力。

如果说秸秆的利用率较低只是与养殖业有部分关系, 那么水葫芦造成的问题将会与养殖业目前饲料使用的改变有更大的关系。在上个世纪六、七十年代, 我国将水葫芦作为猪饲料引入到国内, 但是现如今水葫芦并没有成为所谓的饲料, 而是被作为“入侵生物”和“杂草”处理, 因为其“植株死亡后与泥沙混合沉积水底, 抬高河床, 使很多河道、池塘、湖泊出现了沼泽化甚至失去了其应用的生态作用, 并对周围气候和自然景观产生不利影响, 加剧了旱灾、水灾的危害程度。”<sup>⑤</sup>同时其种群竞争能力极强“有研究表明在富营养条件下, 水葫芦的生长繁殖能力明显增强, 表现在其平均每母株克隆分株数、平均株高以及总生物量极大的增加。富营养促进的水葫芦生长又是导致了其对黄花水龙和黑藻的竞争优势。迅速繁殖的水葫芦覆盖大量水面, 通过排挤作用抑制了黄花水龙的生长; 而黑藻因光照缺乏, 导致正常光合作用受阻, 生物量急剧下降。”<sup>⑥</sup>

如上的阐述, 其实都是本应利用的能量没有利用, 反而成为了环境的负担, 而这些能量

<sup>①</sup> [M]李唯等:《北京市畜禽养殖的空间分布特征及其粪便耕地施用的可达性》,《自然资源学报》,2010 年第 5 期,第 746 页。

<sup>②</sup> [D]毕于运:《秸秆资源评价与利用研究》,中国农业科学院博士论文,第 131 页。

<sup>③</sup> [M]金以圣主编:《生态学基础》,北京:中国人民大学出版社,1987 年版,第 69 页。

<sup>④</sup> [D]毕于运:《秸秆资源评价与利用研究》,中国农业科学院博士论文,第 145 页。

<sup>⑤</sup> [M]万浩方等编著:《生物入侵:管理篇》,科学出版社 2008 年版,第 237 页。

<sup>⑥</sup> 同上,第 186 页。

利用上的问题，是和农业技术带来的生产方式上的变化有着很大的关联的。农业技术让养殖业和种植业都更加专业化，这带来了产量的提升，但是也让本可利用的资源成为了压力。

### 三、对农业生产方式改变的哲学思考

人类的农业活动创造了今天的农业生态系统，这一生态系统除了包含的生物种类比自然的生态系统少之外，最为明显的特征就是生态系统中的生物的生存更多的以人的意识为转移，或者我们更为准确的说，农业生态系统中的生物不是为自己而生，而是为人类而生。那么农业生产中最为明确的要求就是提高产量，那么化肥工业和饲料工业也就满足了农业生产者这一要求，缩短生产肥料和饲料所花费的时间来为提高产量提供可能。

应该说，是人类非常明确的目的，让与“农业工业”相关的技术有了更为明确的指向性，即提高产量，满足使用需求。但是当一种目的比较明确时就容易忽略掉其他的目的，比如我们前文所说的“农牧结合”相互支持的生产模式，于是这种生产模式被切断了。在这中关联切断后，其实是更多的能量被浪费掉。不考虑化肥和饲料生产过程中将会耗散的能量，仅仅是在农业生产链条中就有了很多的原本被使用的能量，如今反而成为环境负荷，比如前文提到的秸秆，水葫芦以及家畜的粪便。

这些能量上的浪费应该算是工业技术生产的副产品之一，而按照热力学第二定律，能量只能沿着一个方向转换，即从可利用到不可利用，从有效到无效，从有序到无序，目前的状况则是能量的转化和利用有了更多的无效成分，这似乎符合里夫金的观点“一旦我们揭开了笼罩在技术之上的神秘面纱，我们会发现技术所起只是一种转化作用。任何人类天才创造出技术只不过是自然界所蕴藏的能量转化器。在这个过程中，能量流过社会和生命系统，满足了处于非平衡装状况的生命（及其附属品）须臾件的需要。在能量流通的尽头，能量最终耗尽，进入了无序状态。”<sup>①</sup>里夫金的论述更多的是说技术直接消耗的能量，比如化石燃料，但是这里，技术间接作用于农业生产所加大的能量消耗也是值得深思的。

笔者认为，这种现实的问题的产生与我们思考问题的视角有关。以往采用的“农业工业”技术都是由社会中的人的需求一手建构，却没有考虑到技术作用的对象以及技术自身可能存在的利弊。本质上说，这种问题的产生就是因为没有将技术和技术活动中的其他相关对象放在和人一样平等的地位上看待，于是当人只是获取对于自身有用的那部分对象（比如作物的果实，动物的肉蛋等），却没有重视其他那些看起来不是直接相关的对象（比如粪便，秸秆等）。那么现在需要我们思考的就是将全部对象在技术活动的视野中平等的看待，以协调彼

<sup>①</sup> [MJ]·里夫金：《熵：一种新的世界观》，吕明、袁舟译，上海：上海译文出版社 1987 年版，第 70-71 页。

此之间的关系，谋求问题的解决。

#### 四、行动者网络理论对于解决目前农业生产中的环境问题的启示

从前文的分析中不难发现，认识和解决近现代农业技术变革带来的环境问题，需要耐心考量的就是除了人之外的技术活动中的对象，并且将它们与人类平等相待，这种解决问题的进路就很接近于卡龙，拉图尔和劳提出的“行动者网络理论（ANT）”。

“行动者网络理论认为，技术科学的活动是构造更大更强的网络……ANT 的行动者是异质性的，它同时包含了人与非人的行动者，二者之间不存在重大差别。人与非人行动者都有需要调和的利益，都可以管理和利用。”<sup>①</sup>这样就让整个技术活动中的非人因素可能产生的作用影响被考虑到其中，并且寻求彼此之间的协调，结合我们上面的分析可以发现，如果我们将饲料和肥料发生改变后可能产生的问题同时考虑到我们的行动网络中，也就会思考到这种改变可能引起被替代者，也就是传统的肥料饲料的背叛时，前文中阐述的问题也就会得到相应的规避，也就是技术活动中的行动者在建立网络时充分考虑到“当网络的诸成分合力达成一个稳定效果的时候，网络就类似于机器。当网络的诸成分指向共识的时候，它们就类似于事实”<sup>②</sup>（这里的事实与合乎逻辑同义）。

我们现在从行动者网络理论的视角来看待现在的问题不难发现，在传统的农业生产中，种植业需要家畜的粪便作为肥料，而养殖业中需要庄稼的秸秆作为饲料，农业生产这样一个大的“行动网络”的指向性是比较一致的，就是彼此促进地提高产量，于是种植业发展过程中会对动物粪便的要求加强，也就会促进养殖业的发展（比如隋唐时期的养猪业的发展），那么养殖业发展过程中也会更多地需要来自农作物种植产生的饲料。但是当新的肥料和饲料生产技术引进，种植业和养殖业之间变得专业化，其实也是对于以往行动网络的背离，这样就有两种理解方式：

1. 种植业和养殖业分裂开来，各自形成一个行动网络。种植业所属的网络中加入了化肥厂，形成现有网络；养殖业的网络中加入了饲料厂，也有了新的行动体系。但是每个网络产生的废弃物因为网络各自为政而分别被遗弃，并作用于周围的环境中。

2. 农业生产依然是一个行动网络之中，但是在这个网络中，养殖业和种植业之间的指向性已经不同，原因就是化肥厂和饲料厂加入网络后，让粪便和秸秆的地位变得不弱过去，所以对于农业生产这个大的行动网络而言，粪便和秸秆就逐渐从过去的网络成员变为了网络的

<sup>①</sup> [M]瑟乔·西西蒙多：《科学技术学导论》，许为民等译，上海：上海世纪出版集团 2007 年版，第 84 页。

<sup>②</sup> 同上，第 85-86 页。

背叛者，让行动者网络遇到了不小的难题。

但是无论用上面的哪种方式来理解，技术活动中的行动者之间指向性上的不协调，都是产生现有问题的关键，恢复过去共同的指向性或者建立新的指向性将是解决问题的可行之路。

## 结论

利用行动者网络理论来理解和分析农业技术变革是一种比较合适的进路，主要原因在于我们将会用一种更为系统的方式去思考问题，而且行动者网络理论主要的兴趣便在于研究行动者之间的关系，而忽视行动者之间的可能关系就恰恰是我们思考农业技术变革带来的环境问题最为欠缺的。所以在这个层面上讲，行动者网络理论是我们可以考虑接受的一种思考和解决问题的视角。

**Abstract:** Modern agricultural science and technology agricultural production toward specialization, which changed the habits of traditional agricultural production. The most significant farming is dominated by the traditional "manure" fertilizer, that is now mainly in fertilizers; for the breeding industry, with the widespread use of poultry and livestock feed trans the "backyard" of the past into the centralized feeding of this time, which take the feed as basic food. Relieve the pressure on agricultural production, the change also resulted in a greater waste of energy, resulting in greater pressure on the environment.

# 颜色信息对物体识别作用的方法研究及其理论探讨

毕丹丹<sup>1,2</sup> 韩布新<sup>1</sup> (通讯作者)

1 中国科学院心理研究所心理健康重点实验室 北京 100101

[hanbx@psych.ac.cn](mailto:hanbx@psych.ac.cn)

2 中国科学院大学 北京 100039

**摘要:** 颜色是物体的一种属性, 对我们认识和识别物体有重要作用。物体颜色信息如何作用于我们识别物体, 引起了研究人员的兴趣。针对此问题, 主要有三种理论观点: 基于边缘理论、基于外观+边缘理论以及形状+外观模型。研究方法也从行为研究扩展到了使用新技术研究, 如 ERP 和 fMRI。本文综述了有关颜色信息在物体识别中作用的行为、脑电、神经心理学以及眼动研究进展, 并指出研究中存在的问题以及今后研究的方向, 如多方法多相结合进行研究等。

**关键词:** 颜色信息; 物体识别; 研究方法

Study of the Role of Color Information on Object Recognition

Bi Dandan<sup>1,2</sup> Han Buxin<sup>1</sup>

1 Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences,

Beijing 100101, China [hanbx@psych.ac.cn](mailto:hanbx@psych.ac.cn)

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039

**Abstract:** Color is one of the properties of an object, which is important for us to recognize and memorize objects. Researchers are interested in the mechanisms of the color information on object recognition. There exist three main theories about this question, including edge-based theories, Surface+ edge based theories and Shape+ surface model. The methods have extended from behavior to new techniques to study this question. Studies of different methods about the role of color information on object recognition are reviewed in this article, including behavioral, neuroimaging, neuropsychological and eye movement. The major research contents of the study of color information on object recognition are summarized, the shortcoming of the current research and the future direction are pointed out, likely combining multiple methods to do study.

**Key words:** color information; object recognition; study methods

## 1 理论研究

物体识别是人类的一种认知能力, 对我们的生活起着重要作用。有关影响物体识别的因素引起了研究者的兴趣。很多研究者对此进行了研究, 并提出了各种理论, 主要包括以下三种: 基于边缘理论 (Edge-based theories)、基于外观+边缘理论 (Surface+ edge based

theories ) 以及形状+外观模型 (Shape+ surface model)。

基于边缘理论的主要观点是, 物体识别只是基于物体一系列的结构成分, 而不依赖于物体的其他外观属性, 如颜色、质地、亮度等。Biederman通过实验提出了认知成分理论 (Recognition-by-components model) (Biederman, 1987)。根据认知成分模型, 物体识别中主要运用的是物体的几何子 (geons), 其他外观信息主要是通过影响形状信息来影响物体识别 (Biederman and Ju 1988; Cave et al. 1996)。另外一种观点是基于外观+边缘理论, 认为颜色等外观信息同形状信息一样, 可以直接在物体识别中发挥作用 (Tanaka and Prentice 1999; David J. Theriault, Richard H. Yacley and Rolf A. Zwaan, 2009)。形状+外观模型将感知到的颜色信息和形状信息放在同等地位, 并将我们头脑中存储的颜色知识纳入到了模型中。

颜色信息是一种很重要的物体外观属性, 以上三种理论对颜色信息在物体识别中的作用仍存在争议。很多研究者采用不同方法就颜色信息对物体识别的作用机制等进行了研究, 包括行为的、神经影像、神经心理学以及眼动方面的研究。

## 2 方法研究

### 2.1 行为研究

颜色信息在物体识别中作用的研究最早始于行为研究, 这也是使用最多的研究方法, 并形成多种研究范式, 具体主要有命名范式、物体分类任务、验证范式以及样品匹配任务。

行为研究关注的变量有物体颜色特征、物体语义属性和物体刺激的类型。颜色特征是指某种物体与特殊颜色相联系的程度, 有高、低之分, 如香蕉和桌子。语义属性是指物体的语义类别, 有人造物体和自然物体两种。物体刺激的类型是指物体图片呈现的方式, 可分为线图和照片两种。

#### 2.1.1 命名范式

命名范式是在控制物体颜色的条件下要求被试对物体的名称进行命名, 以此来研究颜色信息是否会影响物体识别, 比较简单、直接。不同研究者使用此方法得到了不同的研究结果。有的研究发现彩色物体图片的命名时间与灰白物体图片的反应时无显著性差异, 即颜色信息不会影响物体的命名 (Ostergaard & Davidoff, 1985), 而也有研究表明颜色信息会影响物体的命名 (Tanaka & Prentice, 1999)。

#### 2.1.2 物体分类任务

物体分类任务的基本程序是向被试同时呈现两个物体名称, 然后呈现一张物体图片, 要求被试判断物体图片与哪个名称匹配。实验中可以控制同时呈现的物体名称的语义类别、物体图片的颜色特征类型和颜色信息等可以作为自变量加以控制, 研究被试的反应时。

Tanaka 和 Prentice (1999) 采用物体分类任务, 提出了颜色特征效应, 即颜色信息会促进高颜色特征物体的识别, 而不会影响低颜色特征物体的识别, 并且这种颜色特征效应只存在于自然物体的识别中 (Tanaka & Prentice, 1999)。Nagai 和 Yokosawa (2003) 用物体分类任务验证了颜色特征效应, 但是他们发现人造物体和自然物体这两种语义属性的物体都存在这种颜色特征效应 (Nagai & Yokosawa, 2003)。

#### 2.1.3 验证范式

物体验证范式是研究物体识别中常用到的一种任务,实验过程主要是呈现物体名称后呈现物体图片,要求被试判断物体图片和名称是否匹配。Therriault 等人用物体验证范式得到了显著的颜色主效应,并推论在建立高颜色特征物体的心理图像时,颜色信息是线索之一(Therriault, Yaxley, & Zwaan, 2009)。

根据不同的实验任务,可以改编验证范式。Ines Bramao 等(2011)为了研究颜色信息在高颜色特征物体和低颜色特征物体的识别中起作用的阶段,设置了物体验证任务、类别验证任务和名称验证任务。物体验证任务中,呈现图片前呈现的词汇是“物体”或者“非物体”,要求被试判断是否匹配;类别验证任务中,呈现图片前呈现的词汇是“自然的”或者“人造的”,要求被试判断是否匹配;名称验证任务中,呈现图片前呈现的词汇是物体名称,要求被试判断是否匹配。三个任务对物体特征的激活程度不同,从而可以来研究物体识别的不同加工阶段中颜色信息的作用。结果表明,低颜色特征物体识别中,物体验证任务中颜色效应显著,高颜色特征物体识别中,名称验证任务中颜色效应显著,说明对于低颜色特征物体,颜色信息主要是在早期的视觉加工中起作用,有助于对物体的结构描述;对于高颜色特征物体,颜色信息主要是在后期的视觉加工中发挥作用,有利于激活物体的语义水平。

#### 2.1.4 样品匹配任务

样品匹配任务有呈现目标和测试两个阶段。呈现目标图片后,在测试阶段同时向被试呈现目标图片和分心图片。目标图片和分心图片相似性很强,要求被试判断哪个是目标图片。这个任务的巧妙之处在于可以通过控制目标图片的颜色信息将视觉加工的感觉和认知分离。物体图片可以分为彩色(C)和黑白(B)两种条件,这样根据物体在呈现和测试阶段的图片类型,可以有四种条件:CC、CB、BB、BC。CB和BB的反应时差异主要来源于感知即编码过程的不同,CC和CB的反应时差异主要来源于认知即提取过程的差异。

Gegenfurtner 和 Rieger(2000)通过采用样品匹配任务对自然场景的识别进行了研究,发现颜色信息在视觉加工的编码和提取阶段都有促进作用,有助于更快地识别物体、更好地记忆物体(Gegenfurtner & Rieger, 2000)。颜色信息主要有两种方法促进对物体的识别:在视觉加工的早期阶段,颜色信息作为分割物体的一种线索,加快对物体的加工;在视觉加工的后期阶段,颜色信息作为信息提取的一种线索,促进对物体的识别。

#### 2.1.5 小结

关于颜色信息在物体识别中作用的行为研究很多,得到的结果并不一致。Ines Bramao 等人对此方面的行为研究的文献通过一定标准的筛选,最终选取了35个独立的实验进行元分析,包含了1535名被试(Bramão, Reis, Petersson, & Faísca, 2011),评估了物体识别中颜色特征、语义类别、认知任务类型、刺激类型等几个变量的颜色效应以及颜色信息在物体识别中的总体效应。结果发现,总体上,物体识别中存在显著的颜色效应,即颜色信息对物体识别具有促进作用;颜色特征存在显著的颜色效应,颜色特征物体和非颜色特征物体的识别中颜色效应都显著,并且颜色特征物体识别中的颜色效应高于非颜色特征物体识别;认知任务类型存在显著的颜色效应,命名任务和语义分类任务的物体识别中颜色效应都显著,而验证任务中颜色效应并不显著,并且命名任务中的颜色效应高于语义分类任务,认知任务类型中颜色效应的差异主要在于颜色信息调节物体识别的哪些阶段,这是一个仍需继续研究的问题。

题；语义类别中颜色效应并不显著，虽然自然物体和人造物体的识别中都存在显著的颜色效应，但它们之间的颜色效应差异并不显著；刺激类型中的颜色效应同语义类型的颜色效应一样，线形图和照片图的识别中颜色效应都显著，但两者间的颜色效应差异不显著。

## 2.2 神经影像研究

随着认知神经科学的发展，研究者们逐渐认识到脑神经对行为的重要性，认知方面的研究并不局限于行为的研究，先进的仪器开始应用于心理学各方面的研究。对颜色信息在物体识别中作用的研究主要有 PET、ERP 和 fMRI 方面的研究。

### 2.2.1 PET 和 fMRI 的研究

PET 和 fMRI 的主要优点是空间分辨率高，可以帮助我们研究不同颜色信息物体识别中大脑的激活状况以及物体识别中不同阶段脑区的激活，这对我们认识颜色信息对物体识别是如何起作用的有重大意义。很多研究者对此进行了研究，但得到的结果仍存在分歧。

Zeki 和 Marini 让被试观看颜色匹配、颜色不匹配以及非彩色图片，同时用 fMRI 来记录被试的大脑活动，来比较每种条件下大脑的活动(Zeki & Marini, 1998)。研究发现，颜色物体激活的大脑途径是从枕后叶 (the Posterior Occipital) V1 区域到后梭回(the Posterior Fusiform)的 V4 区域，有三个阶段：第一阶段是基于 V1 或者 V2 区域，主要负责记录颜色的波长和波长差异；第二阶段激活区域是 V4，涉及到颜色的自动恒常性加工，独立于记忆、知觉判断和学习；第三阶段是基于下颞叶(the Inferior Temporal)和额叶皮层(Frontal Cortices)，主要负责颜色物体的信息加工，涉及到记忆、判断和学习。

根据 Zeki 和 Marini 的颜色加工的三阶段模型，物体表面颜色信息和物体的颜色知识是在不同的阶段起作用。物体的外观颜色信息主要是三阶段中的一、二阶段，并不涉及到记忆、判断和学习等，而物体的颜色知识则是在第三阶段起作用，主要负责的是对物体颜色的加工。但研究结果并不一致，如有研究发现颜色知觉和颜色知识的加工激活的大脑皮层是不同的，颜色知觉激活的主要区域是舌回 (the Lingual Gyri) 和梭状回(the Fusiform Gyri),颜色知识激活的主要区域是左下颞皮层(the Left Inferior Temporal)、左额皮层(the Left Frontal)和左后顶皮层(the Left Posterior Parietal Cortices)(Chao & Martin, 1999)。有研究发现颜色知觉和头脑中储存的颜色知识信息的激活存在重合的区域，即左梭状回 (the Left Fusiform Gyrus) (Simmons et al., 2007)，很多研究一致证明，梭状回中的 V4 区域是颜色信息加工中心 (Murphey et al.,2008; Conway& Tsao D,2007; In ê Bram ão et al.,2010)。

### 2.2.2 ERP 的研究

ERP 研究的优点在于相对于 PET 和 fMRI，时间分辨率高，直接反应神经的电活动，可以有效地推测个体内部加工过程，有助于了解颜色信息在物体识别的过程中所引起的脑电活动。

目前关于颜色信息在物体识别中作用的 ERP 研究还并不多，研究的焦点主要在于有无颜色属性的物体识别过程中脑电活动的区别，以及外观颜色信息和颜色知识在物体识别过程中的作用。实验过程中都是让被试在进行某一行为实验的同时，记录被试的脑电活动，如搜索目标物、完成物体验证任务(In ê Bram ão et al.,2012)。Proverbio 等人发现颜色匹配的物体识别中 N2 成分显著大于颜色不匹配的条件中 (Proverbio A.M. et al.,2004)。Aitao Lu 等在

Proverbio 等人实验的基础上, 改进了实验过程, 发现 N1、P2 和 N2 这几种波都存在颜色一致性效应, 即颜色匹配时波幅显著大于颜色不匹配的条件, 这几个成分已被广泛证明反应的是早期知觉过程, 同时, N3 波也发现存在颜色一致性效应, 而 N3 波反应的主要是图片的语义加工过程, 这说明颜色作为一种颜色属性是储存在多重记忆系统中的, 在物体识别的早期知觉和后期的语义加工中相互作用(Aitao Lu et al.,2010)。Inês Bramão 等人在 2012 年用 ERP 技术研究了物体外观颜色信息和颜色知识在物体识别中的作用, 实验中通过指导与区分了外观颜色验证和颜色知识验证这两种任务。研究结果发现, 物体识别中物体外观颜色信息和颜色知识之间存在相互作用, 颜色知识是否匹配并不影响外观颜色验证任务, 而外观颜色信息是否匹配则会影响颜色知识验证任务。

### 2.3 神经心理学研究

认知神经心理学主要是在一定的假设基础上, 以认知障碍或脑损伤的病人为研究对象, 研究特殊的个体案例, 来探讨脑与认知行为之间的关系。研究者们发现在颜色感知方面存在一些特殊的病例, 并对他们进行了研究。

神经心理学研究表明, 枕颞皮层的腹侧通路上存在着外观颜色信息和头脑中储存的颜色知识的分离。例如, 舌状回 (the Lingual Gyrus) 损伤会导致个体患色盲症, 不能识别物体的颜色, 但是颜色知识仍有所保留(Bouvier & Engel, 2006); 颞叶皮层的腹侧损伤会导致有关物体的颜色知识缺乏, 但仍可以知觉和命名物体的颜色(Miceli et al., 2001)。Luzzatti 和 Davidoff 描述了两个病人, 他们被证明有完整的命名颜色能力, 但是把物体与相应的颜色联系在一起的能力则受到了损害 (Luzzatti & Davidoff ,1994)。以上研究都从神经心理学角度表明, 物体的外观颜色信息和头脑中储存的颜色知识存在分离, 但这并不意味着这两种能力是完全独立的。尽管颜色知觉和颜色知识在神经基础方面存在差异, 但是他们仍依赖于某些共同的机制, 如前文提到的梭状回区域。

### 2.4 眼动研究

眼动研究主要是通过对眼动轨迹的记录, 提取相关的参数如注视点、注视轨迹、注视时间、眼跳等, 从而研究个体的认知过程的一种方法。眼动模式与内在心理过程有一定的相关, 因此也用于研究颜色信息在物体识别中作用。

注视物体图片时, 吸引个体注意的区域被称为显著性区域 (salient regions), 将眼动研究中注视点整合得到的就是显著性区域。有关显著性区域主要理论是 Treisman 和 Gelade 提出的特征整合理论 (Feature Integration Theory) (M.Treisman & Gelade, 1980)。根据这个理论, 视觉刺激首先被分解为几个特征地图, 例如亮度、颜色和形状, 然后这些特征地图在初级视觉皮层中进行编码, 并引起不同皮层细胞的活动。很多研究验证了颜色信息会吸引被试的注意力, 有助于注视点的形成 (Frey,Honey & Konig,2008; Peters,R.J. et al.,2005)。

Tien Ho-Phuoc 等人让被试自由观看正常颜色、灰白以及非正常颜色的三种场景, 同时记录被试的眼动参数 (Tien Ho-Phuoc et al.,2012)。研究结果发现, 三种材料的注视点和扫描途径都无显著差异, 这与以前研究结果不同。但是, 他们发现注视点的注视时间不同, 最初的注视点的注视时间情况是正常颜色的材料显著小于灰白和非正常颜色的材料, 中间的注视点则是灰白的材料显著大于正常颜色和非正常颜色的材料。注视点时间的差异说明, 颜色信

息虽然对注视点的形成作用不大，但是对物体的识别还是有一定作用的，与 Tanaka 等提出的颜色效应相一致，但由于此实验中只是要求被试自由看图片，无具体的实验任务，因此只涉及到外观颜色信息的自下而上加工，并未涉及到颜色知识的自上而下加工。因此，仍需进一步设计实验，以便更好地了解物体识别中的眼动机制。

### 3 问题与展望

颜色信息在物体识别中作用的研究已非常广泛，研究的问题主要有四个，第一，颜色信息是否对物体识别有直接的促进作用，即颜色信息是否是我们进行物体识别加工的一个直接的依赖因素；第二，物体识别加工过程中颜色信息的调节变量的作用机制，如物体的颜色特征性、物体的类型等；第三，物体识别加工过程中颜色信息起作用的阶段，即颜色信息的自下而上加工和自上而下加工；第四，外观颜色信息和头脑中储存的颜色知识在物体识别中的作用机制，以及两者之间的关系。

此类研究目前存在的问题主要有两个，第一，对于物体的颜色特征属性的鉴定仍存在分歧，对物体颜色特征属性的鉴定是研究信息在物体识别中作用的基本前提。不同实验中对同一物体的鉴定结果仍存在差异，例如，Tanaka 和 Prenell (1999) 报告的某些高颜色特征物体在 Biederman 和 Ju (1998) 的实验中则是低颜色特征物体。这主要是由于不同的实验者采用的方法不同，Biederman 和 Ju 只用了对物体的典型颜色判断的方法，而 Tanaka 和 Prenell 将典型颜色判断与特征列表任务相结合，共同来判定一个物体的颜色特征属性，此外，In & Bramão 等人 (2010; 2011) 采用了 1-5 分 (1=无颜色特征属性；5=高颜色特征属性) 的评价范围对物体的颜色特征属性进行判断。这就需要进一步寻找更严格的标准和方法对物体颜色特征属性进行鉴定；第二，实验任务的不同也是导致结果存在差异的原因之一，不同的实验任务有其优点也有其缺点，这就需要在研究时针对研究目的选取合适的实验任务。

研究手段的创新，推动着研究结果不断向前发展。对于颜色信息在物体识别中作用的研究，未来的研究方向主要有一下两方面：第一，多方法相结合进行研究，例如把行为实验中的任务与脑电、眼动等结合起来，研究不同行为任务下脑电及眼动的情况，多方面深入了解颜色信息对物体识别过程的作用；把脑电技术与眼动研究相结合，研究注视过程中的神经活动，这对于了解颜色信息在物体识别过程中的作用机制将有更大帮助。第二，扩展研究对象的范围。目前此方面的研究对象主要局限在正常青年被试，范围比较窄，可将范围扩大到儿童、老年人等人群，研究颜色信息在这些被试群体中对物体识别的作用如何。

#### 参考文献:

- 高晓卿，王永跃，葛列众：“眼动技术与脑电技术的结合——一种认知研究新方法”，*人类工效学* 11, no. 1 (2005): 36-37, 44。
- 陈庆荣，王梦娟，刘慧凝等：“语言认知中眼动和 ERP 结合的理论、技术路径及其应用”，*心理科学进展* 19, no. 2 (2011): 264-273。
- Biederman, Irving. (1987). Recognition-by-Components: A Theory of Human Image Understanding. *Psychological Review*, 24(2), 115—147.
- Bouvier, S. E., & Engel, S. A. (2006). Behavioral deficits and cortical damage loci in cerebral

- achromatopsia. *Cereb Cortex*, 16(2), 183-191. doi: 10.1093/cercor/bhi096.
- Bramão, Inês, Reis, Alexandra, Petersson, Karl Magnus, & Faísca, Luí. (2011). The role of color information on object recognition: a review and meta-analysis. *Acta Psychol (Amst)*, 138(1), 244-253. doi: 10.1016/j.actpsy.2011.06.010.
- Chao, Linda L., & Martin, Alex. (1999). Cortical Regions Associated with Perceiving, Naming, and Knowing about Colors. *J Cogn Neurosci* 11, 25-35.
- Gegenfurtner, Karl R., & Rieger, Jochem. (2000). Sensory and cognitive contributions of color to the recognition of natural scenes (pp. 805-808).
- M.Treisman, Anne, & Gelade, Garry. (1980). A Feature-Integration Theory of Attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Miceli, Gabriele, Fouch, Erin, Capasso, Rita, Shelton, Jennifer R., Tomaiuolo, Francesco, & Caramazza, Alfonso. (2001). The dissociation of color from form and function knowledge. *Nature Neuroscience*, 4(664-667).
- Nagai, Jun-ichi, & Yokosawa, Kazuhiko. (2003). What regulates the surface color effect in object recognition: Color diagnosticity or category? *Technical Report on Attention and Cognition*(28).
- Ostergaard, A. L., & Davidoff, J. B. (1985). Some Effects of Color on Naming and Recognition of Objects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11(3), 579—587.
- Simmons, W. K., Ramjee, V., Beauchamp, M. S., McRae, K., Martin, A., & Barsalou, L. W. (2007). A common neural substrate for perceiving and knowing about color. *Neuropsychologia*, 45(12), 2802-2810. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.05.002.
- Tanaka, James W., & Presnell, Lynn M. (1999). Color diagnosticity in object recognition. *Perception & Psychophysics*, 61(6), 1140—1153.
- Therriault, D. J., Yaxley, R. H., & Zwaan, R. A. (2009). The role of color diagnosticity in object recognition and representation. *Cogn Process*, 10(4), 335-342. doi: 10.1007/s10339-009-0260-4.
- Zeki, S., & Marini, Ludovica. (1998). Three cortical stages of colour processing in the human brain. *Brain* 121, 1669—1685.

## 对中国当代生态学发展的四点历史反思

陈 沐

现代意义上的生态科学在中国经历了半个多世纪的发展之后,已成为一门一级学科。无论从参与人数、论著数量、基金项目等方面而言,都具有了较大规模。然而在该门学科迅速崛起的过程中,也存在一些薄弱环节。这种状况在某种程度上是由于生态学史研究的相对滞后造成。本文从创新与充实、外来与本土、自主与融合、理想与现实等四个方面对当代中国生态学进行了历史反思,以期为中国生态学的发展提供借鉴。

关键词 生态学,生态学史,生态思想史

作者 陈沐 女,1982 年生。中国科学院自然科学史研究所科学史专业在读博士生,研究方向为农学史(北京 100190)。

具有中国传统意义的生态学思想和生态学应用可以上溯到战国时代,当时已经出现了集中谈论生态学方面问题的著作,如《管子·地员篇》、《周礼·地官篇》等<sup>①</sup>。而现代科学意义上的生态学则是由 Ernst Haeckel 于 1866 年首次提出(*Oecologie*),并界定了这门学科的研究范围<sup>②</sup>。在 1893 年召开国际植物学大会之后,按近代的拼法,生态学被称为“ecology”<sup>③</sup>。此后,生态学在欧美等国家迅速发展。当代中国生态学领域的学者在 20 世纪 50 年代以前基本上是走美国路线,自 50 年代起开始学习苏联,但是在文革期间几乎没有发展。70 年代末 80 年代初实行改革开放以后,中国的生态学研究开始复兴,且受英美的影响较大。很长一段时期里,生态学在中国并没有太大的学科独立性,比如植物生态学常常和地植物学、植物地理学混在一起<sup>④</sup>。如果按现代科学的标准来严格衡量,即是否具有固定的研究课题、具有基本成熟的特定的研究方法,以及具有学术自主性,如创办独立的学术刊物、成立独立的学术团体等,则生态学在我国正式发展起来的历史很短,1979 年 11 月中国生态学会才正式成立;到 80 年代初期,专业的生态学期刊才开始出现<sup>⑤</sup>。

① 王勋陵. 我国古代的生态学思想及有关记载的探讨. 《西北大学学报(自然科学版)》. 1984, 42 (1): 113-121.

② Haeckel, Ernst. *Generelle Morphologie der Organismen*. 2 vols. Berlin, 1866. *The wonders of Life*. London, 1904.

③ Donald Worster (著), 侯文慧 (译): 自然的经济体系——生态思想史. 商务印书馆, 1999: 234-235.

④ 李继侗: 植物地理学, 植物生态学和地植物学的发展. 科学出版社. 1958: 29.

⑤ 刘天星, 孔红梅, 段靖. 中国生态学期刊现状分析. 生态学报, 2011, 31(10): 2924-2931.

近年来,生态学在中国快速成长起来。从申请项目来看,生态学科所获得的国家自然科学基金面上项目在2002年为364项,2006年则增加到651项,5年增长了78.8%,且5年来申报单位数由121家增加到206家<sup>①</sup>;从论文数量上来看,我国生态学领域的SCI发文量在2000年为100篇,2009年为727篇,平均年增长率为25.1%<sup>②</sup>;从人才储备来看,到2011年,全国已有104所高校具有培养生态学专业研究生资格<sup>③</sup>,且该专业学生数量也很高,根据中科院研究生院的网站资料,近5年来,在京区和京外开设的数百个专业中,每年生态学专业毕业的硕、博士生数量几乎都位居前三名<sup>④</sup>,在人数上已占有绝对优势。

生态学最初是隶属生物学一级学科的二级学科<sup>⑤</sup>。随着学科的发展壮大,2011年2月国务院学位委员会修订颁布了新的《学位授予和人才培养学科目录(2011年)》,生态学科从二级学科提升为一级学科,这无疑是对中国生态学研究者们过往成绩的肯定,同时也对未来发展提出了更高要求。

在这样的转折期,对之前的研究工作进行一些回顾并找出其中的薄弱环节是非常有必要的。国内从事生态学研究的专家和学者已经开始关注中国生态学发展历史。李文华院士在2010年发表的 *Progresses and Perspectives of Ecological Research in China* 一文里指出,中国生态学的弱项包括:(1)基础性的研究不足,生态学理论方面的研究缺乏创新;(2)没有很好地积累“解决国家生态问题”所急需的知识;(3)国际合作的参与度不够、并且没有积极参与全球性的议题;(4)忽视了对本土生态学知识的尊重和发展;(5)先进观念与人民群众的广泛实践之间存在断裂;(6)缺乏有效整合跨学科研究的经验;(7)在科学管理中需要改进机制<sup>⑥</sup>。这样的结论是根据中国生态学研究的现状和需求而提出的,其中有些观点也一直是生态学研究者们争论的热点。当然,由于该文主要目的是回顾中国生态学的发展历程并重点介绍几个研究领域,因此并没有深入分析这些薄弱环节的成因。鉴于此,本文将对某些弱项进行深层次的探讨。

① 谷瑞升,于振良,杜生明. 国家自然科学基金面上项目申请量增长现状和原因浅析——以林学和生态学科为例. 2008,22(1):48-51.

② 邢颖,孔红梅,刘天星. 基于SCI发文的中国生态学研究态势文献计量分析. 2010, 19(2):447-452.

③ 2011-2012年研究生教育分专业排行榜——生态学.

<http://www.nseac.com/eva/GESE.php?DDLThird=%E7%94%9F%E6%80%81%E5%AD%A6&DDLyear=2011>

④ 研究生院毕业生信息表 [http://job.gucas.ac.cn/list.asp?cat\\_id=399](http://job.gucas.ac.cn/list.asp?cat_id=399).

⑤ 学科分类与代码表 GB/T 13745-92 国家技术监督局 1992-11-01 批准, 1993-07-01 实施。

⑥ LI Wenhua. Progresses and Perspectives of Ecological Research in China. *Journal of Resources and Ecology*. 2010,1(1)3-14

## 一、创新与充实

“生态学和竞争理论令人激动的原因之一，就是我们生活在一个日新月异的时代。物理学的奠基人牛顿和爱因斯坦都离我们而去，而生态学的奠基者却可能产生于我们同在的研究生和教授中<sup>①</sup>”。生态学家 Keddy 的这句话已被许多研究者们奉为前进路上的灯塔。确实，就世界范围来讲，生态学目前仍是一门年轻的学科，很多问题还不明确，尚停留在描述性阶段。因此生态学相对于一些传统科学而言，更容易获得较大突破。

在中国，近年来对理论创新的需求被无限放大。中国生态学承载了太多的“创新”之重任以及超英赶美的历史使命。每一个硕士和博士在开题报告中都要明确阐述自己研究的“创新点”；每一份项目申请书都要求申请者的研究具有“创新点”。追求创新，这肯定没错的，但创新是否应被当作唯一的、最重要的、不可或缺的科研要素？这一点实际上已经引起了科研人员的反思。作为一门科学，最重要的特征是其结果能够被验证，被重复。因此，科学研究除了一部分需要原始性创新之外，还需要有大量研究做次创新，甚至是不创新的验证工作。创新不是科学的唯一宗旨，做科学研究，还需要其他很多基本的条件：比如严谨的逻辑，正确的研究方法，准确的阐释，可验证性等等。在我们还是处在科学研究初期的阶段，推崇科学的基本原则非常必要，帮助人们首先建立科学精神，然后才从事科学研究与创造<sup>②</sup>。

当然，对“创新”的过度推崇并非仅仅限于生态学这门学科，而是目前中国学术界的普遍风气。事实上，即使是在美国，也没有对“原始性创新”没有抱有过分奢望。美国的研究生院一般要求学生能够对某个细分领域拥有深入的知识，相对完整和明确的知识系统，但是却不要学生成为横跨多个专业的全才，也不要学生成为开创新视界的大师。有一位哲学教授说，虽然他本人的研究涉猎到大陆哲学<sup>③</sup>的内容，但是他认为美国主要哲学院系被分析哲学垄断是完全正当的，不是因为分析哲学已经成功达成了世界真理，而是因为分析哲学创造了一个可行的教学体系。把教育体系的目标设定在天才身上既不现实，也不符合社会要求。分析哲学的体系强调语言和思想逻辑的极度严谨，以及表述的的极度清晰，虽然看起来并不那么吸引人，但是却是唯一可行的哲学教育模式。我们可以教育出来一个平庸但严谨和清晰

① Keddy,P.A.& Wisheu,I.C.1989.Ecology,biogeography,and conservation of coastal plain plants: some general principles from the study of Nova Scotian wetlands.Rhodora 91:72-94.

② 做科研的中美差异.

<http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=105978&do=blog&id=417000&from=space>

③ 大陆哲学是指欧洲大陆哲学，20世纪的欧洲大陆哲学可归结为人本主义或非理性主义，而把同期的英美哲学归结为科学主义或语言分析哲学。

的哲学家，能给学生教教书，能写写让人看得懂的文章……相同的观点，或多或少，或明或暗，也被其他的院系在本质上接受了<sup>①</sup>。

因此，生态学在中国或许不应该承担沉重且不现实的“原始性创新”重任。在课题导向上，应该给那些从理论上虽然没有特别惊世骇俗，但是设计严谨、方法正确的验证性研究留下生存空间。在这一点上，国外同行的在评议论文时的品味和眼光有时能够给我们以启示。Faculty of 1000 是由 BioMed Central 出版的新型在线研究辅助工具，提供目前世界上最重要的生物和医学论文信息及研究趋势。与一般检索系统不同的是，它所收录的是 1000 多位世界最好的生物学家所推荐的文章，并附有推荐人的评述。入选 Faculty of 1000 的少量中国生态学论文中，有一篇是这样的：作者提出的问题是“人类是否依然依赖生态系统？”最后得出结论是“人类现在比以往任何时候都更加依赖于生态系统服务和生物多样性”<sup>②</sup>。这样的结论或许算不上有多少新意，因为即使是非生态学专业的人士也能够依据常识作出类似判断，但这篇论文的意义在于：把一些大而笼统的关于人与自然的关系的描述，变成可以进行精确的、量化的分析，并且能够通过在不同地点进行重复性实验而得以强化其正确性的科学结论。Faculty of 1000 对它给予了很高的评价：“这篇文章是重要的，因为它第一次证明了经济增长与对生物多样性所提供的生态系统服务的使用是正相关的。作者比较 92 个生物多样性热点国家和 60 个非热点国家之间在 1980-2005 年间对三种生态系统服务的使用，即木材生产、水电发电和旅游投资……”

生态学史上确实有一些开辟了新领域、提出了新理论或创造了新方法的论文。而这些新理论往往在相当长一段时期内启发了大量跟进研究，对之进行验证、支持、反驳与修正。这类文献可能引动了学术史上的“Paradigm shift”(范式转移)，也可能因为提供了处理问题的有效手段而促成了相关领域的知识累积。1991 年，美国生态学会建立 75 周年之际，里尔 (L. A. Real) 与布朗(J. H. Brown)主编的《生态学的基础：经典论文(附评论)》就提供了这样的材料<sup>③</sup>。如果我们把国内外生态学发展史上那些经典、重要的生态学论文以及相关的跟进工作做一些整理，那么今后生态学的学科发展思路应该会更加清晰和全面，同时对于原始创新研究工作与次创新、非创新研究工作的比例会有一个更加合理的布局。

① 关于美国大学教育这件事. <http://www.r-d-x.org/archives/1027.html>

② Guo, Z., Zhang, L. & Li, Y. (2010) Increased Dependence of Humans on Ecosystem Services and Biodiversity. PLoS ONE. 5(10): 1-7.

③ Leslie Real, James H. Brown. Foundations of ecology: classic papers with commentaries. University of Chicago Press, 1991.

## 二、外来与本土

中国古人在长期劳动实践和调查研究中，很早就积累并记录了有关生物物种、生态环境等方面的知识。成书于春秋时代的《诗经》中提到了 200 多种动植物的名称，而且还注意到部分物种分布的生态环境，如“隰有萋楚”、“于以采蘋？南涧之滨；于以采藻？于彼行潦”<sup>①</sup>。《管子·地员篇》的全篇都系论及水土、植物群落的分布以及土地合理的利用<sup>②</sup>。到西汉时，生物分类学有了飞速发展，《尔雅》中的《释草》、《释木》、《释虫》等篇中较全面地反映了动植物分类，并记载了 1000 多种动植物名称和 600 多种动植物的性状。而《淮南子·主术训》则明确提出有关生物资源可持续利用的观点：“畋不掩群，不取麇夭，不涸泽而渔，不焚林而猎。豺未祭兽，罟罟不得布于野。獭未祭鱼，网罟不得入于水。鹰隼未挚，罗网不得张于溪谷。草木未落，斤斧不得入山林。昆虫未蛰，不得以火烧田。孕育不得杀，穀卵不得探。鱼不长尺不得取，彘不期年不得食。是故草木之发若蒸气，禽兽之归若流泉，飞鸟之归若烟云，有所以致之也。”<sup>③</sup>汉代以后，专门的讨论生态学方面的著作较少，农学方面的著作较多。因此生态思想大部分是通过农学方面的著作体现出来。

从农学史相关的文献来看，在我国古代，无论从耕作方式<sup>④</sup>、生活习俗<sup>⑤</sup>等方面，都有一些非常具有生态价值的案例，它们对生物多样性保护、提高土地利用方式乃至解决城市化扩张与耕地面积减少的矛盾等方面都极有借鉴意义。因此，中国传统农业发展的历史不仅是对环境的改造，更是对环境的适应；改造与适应相结合使环境及其变迁对农业的不利影响缩小到最低限度。这就是中国传统农学中的天人关系<sup>⑥</sup>。

19 世纪以后，西方殖民主义进入亚洲，亚洲的传统文化面临挑战。亚洲文化经历了一个自我否定，重新认识或认同，到持续争议的过程<sup>⑦</sup>。中国自改革开放以来，传统文化又呈

① 潘富俊 (著), 吕胜由 (摄影). 诗经植物图鉴. 上海书店出版社. 2002.

② 李继侗. 植物地理学, 植物生态学和地植物学的发展. 科学出版社. 1958: 66.

③ 王勋陵. 中国古代在认识和保护生物多样性方面的贡献. 生物多样性. 8 (4): 429-434.

④ 曾雄生. 杂种: 农业生物多样性与中国农业的发展.《亚洲农业的过去、现在与未来》, 农业出版社, 2010 年, 289-334 页.

⑤ 曾雄生. 城市化与未来农业发展—历史的启示.《亚洲农业的过去、现在与未来》, 农业出版社, 2010 年, 472-493 页.

⑥ 曾雄生. 适应和改造: 中国传统农学理论与实践中的天人关系略论.

<http://www.iguoxue.cn/html/15/n-49015.html>

⑦ 曾雄生. 导言: 农业文化视角下的亚洲可持续发展. 亚洲农业的过去、现在与未来. 农业出版社. 2010:

复兴之势。但是自然科学界对传统文化的整体态度是漠视的。具体到生态学领域，虽然有些中文生态学著作也会引用一下古代文献上的只言片语，但是基本上可以将之视为全书中可有可无的点缀。回顾中国现代生态科学发展，侯学煜先生（1950年回国，在中科院植物研究所工作，成为我国植物学奠基人之一）是第一代带头人，他引进了植物生态学这门学科。第二代学人张新时院士（1990至1998年任中科院植物研究所所长）是康莱尔大学回来的，引进了数量生态研究学科，研究气候变化。第三代应该是韩兴国（1998年至今任中科院植物研究所所长），他强调现代的生态学研究，更加强调要论文了，与国际竞争<sup>①</sup>。这些以海外求学背景为主的各个时期的学术带头人，深刻地影响和塑造了中国生态学的发展方向与精神气质。西方的生态学为什么具有那么大的感召力？我们有必要回顾一下西方的生态思想史。

生态学上的两大传统在18世纪都已出现。第一种传统是以自然博物学者吉尔伯特·怀特为代表的对待自然的“Arcadia 式的态度”（Arcadia 是古希腊的一个高原区，后人喻为有田园牧歌式的淳朴风尚的地方）。这种田园主义观点倡导人们过一种简单和谐的生活，目的在于使他们恢复到一种与其他有机体和平共存的状态。第二种是帝国传统，人们一般都认为它在 Linnaean, Carolus 以及 Linnaean 派的著作中最具代表性。他们的愿望是要通过理性的实践和艰苦的劳动建立人对自然的统治<sup>②</sup>。此后，这两种观点随着社会的发展也各自在不同的历史时期获得不同人的支持，并且演变出其他的派别，前者如 Thoreau（梭罗）的浪漫主义生态学<sup>③</sup>、Clements 的“植被群落的生态演替动态学和植被结构的有机特性”<sup>④</sup>等等；后者包括维多利亚时代的自然观<sup>⑤</sup>（即大自然除了带给人美好，还会带给人恐怖与灾难，因此人对自然的抗争是值得鼓励的），反顶级理论（即大自然不可能自发演替成完美状态，现代农业第一次有可能是一个地区具有秩序、平静与和谐）<sup>⑥</sup>。也有一些人是在两者之中徘徊的：“尽管达尔文是那样有力地粉碎了田园主义的自然理想，他却依然与那种传统保持着某些联系”<sup>⑦</sup>……但是总体而言，“帝国”传统占上风——它得到了宗教和培根科学的双重支持。

44.

- ① 蒋高明:中国植物生态学研究追英赶美. <http://news.qq.com/a/20091021/001076.htm>
- ② Donald Worster (著), 侯文慧 (译): 自然的经济体系——生态思想史. 商务印书馆,1999: 19-20.
- ③ Thoreau, Henry David. The Works of Henry Thoreau. Walden edition. 20 vols. Boston, 1906.
- ④ Clements, F.E. 1916. Plant succession: An analysis of the development of vegetation. Washington, DC: Carnegie Institute. Washington Publ. No. 242. 3-4.
- ⑤ Donald Worster (著), 侯文慧 (译): 自然的经济体系——生态思想史. 商务印书馆,1999: 160.
- ⑥ Malin, James. Soil, Animal, and Plant Relations of the Grassland, Historically Reconsidered. Scientific Monthly 76 April 1953:207-220.
- ⑦ Donald Worster (著), 侯文慧 (译): 自然的经济体系——生态思想史. 商务印书馆,1999: 224.

历史学家 White, Lynn, Jr.认为,在一般的基督徒心目中,自然的主要功能就是满足人类的需求……与基督教相比,没有一种宗教更以人类为中心。没有一种宗教在把人之外的一切都排斥在这个神圣的王国之外。……基督耶稣,人类伟大的拯救者,几乎从来就没考虑过要引导他的教徒们对生命表示谦恭。他对田园的职责一直局限经常是在面临自然的侵蚀和毁灭时,在如何保护其被保护者人类的福祉上<sup>①</sup>。同样的,在 Arcakia 式的自然主义者在自然界面前恭敬地奉为生命范例的地方,培根的英雄却是一个属于“能动科学”的人,忙于研究如何改造自然和改善人类的地位。培根毫不谦卑,而是用一种完全自信的口气宣称,“将人类帝国的界限,扩大到一切可能影响到的事物”<sup>②</sup>。这种传统也影响到现代生态学家。理论生态学家 MacArthur 一直致力于寻求一种建立更精细严密的研究、更多的数学应用和更强的可预见性基础上理论生态学。他还坚持说,真正的科学总是“倾向机械论”的<sup>③</sup>。这样的思潮对中国生态学界影响极深。据统计,近十年来,中国生态学领域 SCI 发文最多的期刊就是 Ecology Modeling<sup>④</sup>,充分体现了研究人员对理论生态学的偏好。而中国古代的生态思想与这种机械论的自然观大相径庭,因此我们的传统的生态学知识难免会被大部分现代自然科学研究者忽视和疏离。

值得一提的是,西方学者已开始意识到自己生态思想的局限性,并且探讨学习其他民族的文化。Worster 写道:“我自己作为历史家的研究表明,持久性的社会,不管是基于捕猎采集技术还是农业技术,都有一个最主要的特点:它们创造各种规则来制约自己的行为……它们并不想摆脱自然界或社会团体而独立存在,也不怨恨那些对个人创造性的限制,或者让每一个个体完全决定如何行为。刚好相反,它们接受了很多针对自己的限制,并且彼此坚持执行。它们执行规则的方法可能不符合我们现代美国人的隐私标准和公平标准,也可能与我们当代强烈的个人权利意识不相吻合,而且理所当然它们会抑制创造力或积极性。但是,通过历史可以发现,拥有这些规则并加以强有力地执行似乎是长期的生态生存的必要条件”<sup>⑤</sup>。

有些国外生态学家甚至比中国生态学家更了解中国古代的智慧。在《以自然之力恢复自

① White, Lynn, Jr. “The Historical Roots of Our Ecologic Crisis”. In *Machina ex Deo: Essays in the Dynamism of Western Culture*. Cambridge, Mass., 1968.

② Bacon, Francis, *The Works of Francis Bacon*. Edited by James Spedding et al. 2 vols. New York, 1872-1878.

③ Kingsland, Sharon E. *Modeling Nature: Episodes in the history of Population Ecology*. Chicago, 1985.

④ 邢颖, 孔红梅, 刘天星. 基于 SCI 发文的中国生态学研究态势文献计量分析. 2010, 19 (2): 447-452.

⑤ Donald Worster (著), 侯文慧 (译): *自然的经济体系——生态思想史*. 商务印书馆, 1999: 496-497.

然》<sup>①</sup>中，蒋高明写道，1992年，英国利物浦大学的一位恢复生态学家应邀到北京讲学。在景山公园参观时，他问蒋高明，“景山下面的土壤是什么？”听者无言以对。问者说，“是煤渣。”——这是他根据景山公园的英译（Coal Hill Park）猜测的结果。随后，他利用随身携带的小铲子证实了自己的猜测——地表30cm以下的土是黑色的。他于是感叹，聪明的中国人，利用了一点土覆盖煤渣，种植了一些本地的树木，其它的地表植被就自然恢复了。这位科学家，对此种信赖自然力量的中国式智慧给予了高度的赞赏。

### 三、自主与融合

生态学作为一门探讨生物与其周围环境相互关系的科学，必然会发展出很多分支学科，同时也会和很多其他学科发生联系。调查物种、监测气象数据、测算生物代谢速率以及生态系统中的能量流动、建立数学模型等等，一篇生态学论文往往需要借助多门学科的帮助才能讲述一个完整的故事。因此，对生态学自身分支学科进行梳理以及对生态学与其他学科的互动关系进行研究和整理非常有必要。如果忽略这样的过程，往往会对生态学发展造成影响，以下试举两例。

通过对我国生态学期刊的现状分析，研究人员指出，生态学在迅速扩展过程中越来越失去自身的学科边界性。现有的12种期刊中，综合类期刊的表现要优于小学科类的期刊。因为生态学科还没有形成稳定的、特色鲜明的分支学科，所以新的、不属于现有小学科的文章往往投到了综合类期刊。综合类期刊的发表能力总是有限度的，而新闻出版署严格的期刊审批制度也导致新刊物难以审批，这种情况已经严重束缚了生态学的进一步发展，压抑了新的分支学科的发展空间……强调要有系统的学科群的界定和与之相匹配的专业性期刊的涌现<sup>②</sup>。如果能够对生态学各个分支学科在国内外的的发展过程及其重要性做出详细阐述，那么对于“成立新的生态学分支期刊”这一议题，将会提供更多具有说服力和可操作性的资料。

另一方面，中国当代生态学与其他学科的合作也不容乐观，篇幅所限，本文只略举一例。1974年，普林斯顿大学心理学家 Daniel Kahneman 在 science 发表文章 Judgment under uncertainty:

<sup>①</sup> 蒋高明：以自然之力恢复自然。中国水利水电出版社，2008。

<sup>②</sup> 刘天星，孔红梅，段靖。中国生态学期刊现状分析。生态学报，2011,31(10): 2924-2931。

Heuristics and biases, 凭借对决策行为理论的研究, 该理论为众多学科开辟了新的思路<sup>①</sup>。在生物学领域, 它对对动植物行为、自然资源管理、生物多样性保护均有重要意义<sup>②</sup>。由于影响甚广、验证颇多, 2002年, Kahneman 因凭借这一理论获得了 Nobel 经济学奖。然而这样一个经典的跨学科研究的案例, 中国生态学家却几乎至今无人关注。

#### 四、理想与现实

生态学家与“环境保护”之间应该保持怎样的关系? 生态学家们一般都会强调, 生态学是一门典型的基础理论研究学科, 它有其自身的发展规律与抱负, 它并不是依附于“生态环境的保护和治理”这样的领域而存在的——虽然它的原理和规律可以用于环保领域。

然而谁也无法否认, 生态学领域近些年来获得的大量资助, 主要还是因为政府与公众对其赋予了较高的解决实际生态问题的期望。当对生态事业的这种理解(把环境问题视为纯技术性的, 而不是政治性或文化性的)在资助者心目中占据主导位置时, 美元和英镑在 60 年代和 70 年代像泛滥的江水流进干涸的土地一样涌向生态系统研究领域<sup>③</sup>。

那么生态学家们对此有什么反应呢? 普林斯顿大学的生态学家 MacArthur 指出, 科学都应该着眼于非常细小的部分并从那里获取确有助益的知识。理论必须是抽象而细致的。理论必须首先敢于提出一些可以试验、证明、或反证的论断。生态学还是一门很弱的学科, 其原因不在于它缺乏持续的资金支持, 而是因为它缺乏稳定的理论。……在那些执着的生态学家中, 麦克阿瑟这个名字可能是令人激动而且富于挑战性的, 但是, 他不属于那种公众熟悉或者愿意向他征询如何处理全球性危机建议的人<sup>④</sup>。

在中国的生态学界, MacArthur 拥有大量簇拥者。中科院植物所首席研究员蒋高明在谈论中国生态学发展时说, 有段时间知识分子想出成果, 就开始将更多的精力放在数量生态学上, 因为数量生态学相比之下更容易<sup>⑤</sup>。事实上, 理论生态学的这种发展态势在一定程度上体现了科学界的马太效应。一开始, 由于国家决策层开始重视生态环境问题, 于是生态学领

① Tversky A, Kahneman D. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Science, 1974, 185:1124~1131.

② Donald Ludwig, Ray Hilborn, Carl Waters. Uncertainty, Resource Exploitation, and Conservation: Lessons from History. Science, New Series, 1993,260 (5104),17-36.

③ Donald Worster (著), 侯文慧 (译): 自然的经济体系——生态思想史. 商务印书馆,1999: 429 页.

④ Sharon E.Kingsland. Modeling Nature: Episodes in the History of Population Ecology (Science and Its Conceptual Foundations). University of Chicago Press (Tx). 1985.

⑤ 蒋高明:中国植物生态学研究追英赶美. <http://news.qq.com/a/20091021/001076.htm>

域的资助增加，并催生出一批职业生态学。在国际刊物上发表文章，无疑是快速提高影响力、从众多同行中脱颖而出的最佳途径，于是研究者们纷纷偏重于理论生态学。而他们通过高水平的论文在业内取得了威信，成为生态学领域的领军人物，于是会吸引更多的人才与资金……相比之下，那些关注实实在在的生态学问题、或者从事一些基础支撑性工作的学者，多少都会显得土气和过时。

在基础性学科当中，受打击最深的一门学科当数基础分类学。80年代后期至90年代初期，“生物多样性保护”开始受到生态学家们的普遍重视。他们强调，“不管是什么未确定的理论，我们都必须阻止任何或某些动、植物物种在人类手中灭绝。……生态学如今已变成是对不断变化的物种丰富程度的相当复杂的研究，现在必然要成为一个阻止令人惊恐的动植物物种减少趋势的工具。”<sup>①</sup>直到现在，生物多样性保护依然是生态学研究中的一个热门领域。

众所周知，分类学是生物多样性保护的基础。但是植物、动物基础分类学由于其特殊的学科特点，往往在以SCI为王的现代科学界评价体系中处于劣势。2000年，Nature上刊登了一封题为“依赖引用数据损害生物多样性研究”的信，文中提到，“一方面，人类对生物多样性的关注度越来越高，而另一方面，对分类群进行确切描述的工作——这是一切生物多样性研究的基础——只好被迫放弃。如果由于引用率低而使得基金机构不愿意资助这类描述性的工作，再加上发表这类工作成果的期刊越来越少，这种在生物多样性中最基础的研究将注定消亡，实际上这种事情正在发生<sup>②</sup>”。

这种情形在中国甚至比国外更为严重。因为中国的植物分类学还有一点比较特殊的是，我们的植物区系至少在种类组成上与欧洲、北美差异甚大。我国的植物区系早期虽然主要由外国人研究，但自1949年以来，国外已很少有人专门研究中国植物。我国植物分类学家既得地利之便，又经多年研究和积累，对中国植物的分类已具有最大的发言权……虽然目前植物分类人才青黄不接，但还有一批老一辈分类学家在坚持工作，可以审查部分稿件。我国学者将稿件寄到国外发表，并不说明水平就高，而且有时会出现本可以由我国分类学家容易发现的错误。……目前，对分类学专业研究生的考评标准也主要是发表论文，但是吴征镒先生的论著目录显示，他早年很少发表论文。据说他那时在标本、文献、野外工作方面下过苦功，做了很多中国植物的卡片，因而腹笥甚丰，终于蔚然而成一代大师<sup>③</sup>。

① Donald Worster (著), 侯文慧 (译): 自然的经济体系——生态思想史. 商务印书馆. 1999: 480-481.

② A G Valdecasas, S Castroviejo, L F Marcus. Reliance on the citation index undermines the study of biodiversity. Nature, 2000, 403:698

③ 杨亲二. 过分依赖SCI正在损害我国的传统分类学研究——从《Nature》上的两封信说开去. 植物分类

生态学对动植物基础分类学的依赖是不言而喻的。现在，分类学到了后继无人、资金短缺，几乎快成为“绝学”的时候，才开始有人呼吁对它重视。但是，由于这样的呼吁仅仅来自分类学专业内部的研究者，发表的平台也仅仅是分类学相关的期刊，因此上文引用的这篇发表于 2001 年的文章并没有起到明显作用。直到 2011 年，相关机构的研究人员仍在对分类学的处境表示担忧：在当前的考评机制下，基础性的支撑系统（如标本馆等）部门的人员处于劣势<sup>①</sup>。

这种过于漠视现实问题的态度，引起了一些人的反思。Söderqvist 针对瑞典的生态学研究，评论道：生态学领域的最新一代学者们“似乎把生态学研究只当一种乐趣，而不关心包括拯救人类这样的实际问题；他们在数学和理论方面显得十分复杂，他们宁愿呆在室内坐在电脑前进行计算，而不愿去野外旅行。他们是个体主义者，厌恶大型生态系统工程的思想<sup>②</sup>。

国内目前也有人注意到这一问题。《从萌芽到分裂》一文指出，中国科学生态学界的不作为和人文生态学界对西方观点的生吞活剥会给中国发展带来若干不利影响。首先，难以产生“适合国情、以我为主”的生态学观念，因此不得不听命西方，在国际气候谈判等国际谈判中处于不利地位。第二，中国公众对环境问题难以理性解读，会进一步加重他们对政府的不信任，比如今年的若干环境问题（如南方大旱等），政府的官方解释虽然合于科学生态学界的观点，却无法有效辟谣。第三，由于人文生态学界的西方视角，他们难以理解中国尚处于发展中国家的现实，其绝对的批判态度，往往和地方官僚机构的发展目标（社会稳定和经济增长）直接对抗，这样会增加解决中国环境问题的难度<sup>③</sup>。

该文所提到的“人文生态学界对西方观点的生吞活剥”是指，人文生态学和环保运动在反对现代工业对环境的破坏时，厌恶任何改变自然现状的社会变迁，而且他们的主张还具有浓厚的西方中心色彩。比如，这些学者认为发展中国家保持工业化前的状态才是生态的、环保的，而往往不顾当地赤贫，人民福利得不到保障的事实。

---

学报. 2001, 39 (3): 283-288.

① 我园召开“十二·五”战略规划咨询会.[http://www.xtbj.ac.cn/xwzx/zhxw/201101/t20110103\\_3053325.html](http://www.xtbj.ac.cn/xwzx/zhxw/201101/t20110103_3053325.html)  
② Söderqvist, Thomas. *The Ecologists: From Merry Naturalists to Saviours of the Nation. A Sociologically Informed Narrative Survey of the Ecologization of Sweden, 1895-1975.* Stockholm, 1986, 281.  
③ 从萌芽到分裂: 生态学思想简史.<http://article.m4.cn/problem/1124041.shtml>

以上部分是从中国当代生态学发展进程中被关注的话题中挑出来的四项，即创新与充实、外来与本土、自主与融合、理想与现实四个方面。当然，很多案例的边界实际上并没有这么泾渭分明，往往同时会涉及到几个方面。另外，某种现象得以产生，背后必然有多方面原因，如政策、社会心理等等，以上论述仅仅是从历史的角度，来探讨生态学史能够为生态学的发展提供的助益，可大致总结如下：（1）将国内外生态学发展史上那些经典、重要的生态学论文以及相关的跟进工作罗列出来，以期更好地了解生态学科的发展规律、创新与非创新工作的比例。（2）对本土生态学知识的忽略，源于我们对生态思想史很少进行全面细致的回顾。如果综合比较中国与西方的生态思想史就会发现，两者的差别并没有我们想象的那么巨大。在历史的细部，往往充盈着相同的故事与情感——不外乎是人对自然的依赖、适应、改造以及因极端情况（自然灾害）而引发的怀疑。（3）“期刊分类程度不高是否已压抑了生态学分支学科的发展？”“跨学科研究有哪些方面值得挖掘？”生态学史研究可以为生态学科内在议题提供具有说服力和可操作性的资料。（4）生态学史可以促进自然与人文学科的有效沟通，从而能够消除一些误解，在环境教育、科普以及生态环境政策制订方面做出贡献。

就中国当代生态学史研究的成果来说，无论是内史还是外史都远远少于国外。骆世明在比较中美农业生态学教科书时指出，美国教材除了本国的例子外，比较经常运用多国获得的一手素材，也比较多运用自身研究的结果；而中国的教材很少引用别国的成功经验，也很少有编写人员自己的研究成果<sup>①</sup>。这种状况显然与生态学史研究的薄弱有一定关系。如何有效开展中国当代生态学史与生态学思想史的研究，值得进一步思考。

## Historical Reflections on the Development of Modern Ecology in China

CHEN Mu

The Institute for the History of Natural Sciences, CAS

Abstract: After half a century of rapid expansion, the modern ecology has become a first level discipline in China. Ecology now is a fairly large science in view of the number of researchers, the amount of publication and the support of National Natural Science Foundation of China. However, in the course of the rapid development of

<sup>①</sup> 骆世明. 中美《农业生态学》教材的比较分析. 生态学杂志. 2010, 29 (7): 1458-1462.

ecology, there are also some weak links. To some degree, it is resulted from the fact that the study of history of ecology is relatively delayed compared with ecology. From four sets of the contradictions, originality and enrichment; foreignness and indigenusness; independence and blending; ideal and reality, which influence the development of ecology, this paper reconsiders Chinese modern ecology, and try to provide some reference for the improvement of ecology in our country.

Key words: Ecology, A History of Ecology, A History of Ecological Ideas.

# 区域经济发展与环境保护协调机制研究

——以小汤山地区为例

董阳<sup>①</sup>

## 摘要

经济发展与环境保护之间存在着密切的关系，只有促进二者相协调，才能够实现可持续发展的目标。在当前中国的区域经济发展与环境保护治理结构之中，上级政府、下级地方政府、资源管理部门和企业等利益相关者扮演着不同的角色，并表现出显著的行为差异，突出体现在地方政府的机会主义倾向和企业环境保护动力不足；解决这一问题应当创新政策手段，采用区域资源开发中过程导向的调适性政策模式，将区域资源开发过程视为一个生命周期，在开采阶段、利用阶段和废弃阶段分别实施规制性政策、市场性政策和诱导性政策，并通过激励约束机制和传导反馈机制进行运作；小汤山地区的经验即是对于这种政策模式的实践，分别从政策手段、运作模式两个维度展示了本地区经济发展与环境保护协调机制的实现路径和政策效果；这种调适性政策模式为区域经济发展与环境保护协调机制的提供了有效的政策选择，以期探索出一条可持续发展之路。

关键词：区域，经济发展，环境保护，协调，机制

## Abstract

It is close between economic development and environmental protection. Only if promote them coordinate with each other, the goal of sustainable development can be achieved. Based on the method combined with institutional analysis, document analysis, empirical research and logical deduction, firstly, analyzes governance structure about economic development and environmental protection in China now, governments of higher levels, governments of higher levels, resource management departments and enterprises. Secondly, based on progressive decision-making model, regional resources development process is regarded as a lifecycle, and divided into exploiting period, using period and abandonment period. In these periods, regulative policy, marketability policy, and leading policy can be used through incentive and restraint

<sup>①</sup>董阳，男，1989年生，硕士研究生。研究方向：公共管理与科技政策。

mechanism and conduction and feedback mechanism. Thirdly, take the town of Xiaotangshan for example, analyzes policy instruments and operation model of its coordination mechanism between economic development and environmental protection, and evaluate its policy effects. Lastly, conclude the policy choices of regional coordination mechanism between economic development and environmental protection to achieve goal of sustainable development.

**KEY WORDS:** Regional, Economic development, Environmental protection, Coordinates, Mechanism

## 一、绪论

### (一) 选题背景及意义

#### 1. 选题背景及问题的提出

区域环境与经济的协调发展作为可持续发展理论的重要组成部分,它要求协调社会经济发展与自然资源利用以及生态环境的关系(晏路明, 2001)①。区域发展最重要的是经济发展,但它是在一定生态环境条件下的发展,生态环境质量的恶化将会严重制约经济发展的进程和质量。中国作为发展中国家,经济水平还不高,但资源消耗、环境污染却很严重,人口、资源、环境的矛盾尤为突出,据相关机构预测,“如果不解决资源节约、环境友好两大问题,中国到 2020 年可能变得很穷”(新浪网, 2006)②。所以环境保护与经济发展相协调,是人类社会可持续发展的必由之路,也是我国实现社会主义现代化的客观需要。

可持续发展虽然缘起于环境问题,但它已超越了单纯的环境保护。它将环境问题和发展问题有机地结合起来,成为一个有关社会经济发展的全面性战略并引起世界各国的重视。在经济可持续发展方面,应鼓励经济发展而不是以保护环境为名实行所谓的零增长。改变传统粗放型的经济增长方式,积极转向集约型的经济增长方式。在环境可持续方面,要求将人类的发展控制在环境承受范围内。改变经济增长方式,从根本上解决环境问题,最终实现经济与环境共同发展的良性循环。

在人类可持续发展系统中,经济可持续是基础,环境可持续是条件,社会可持续是目的。如何做出恰当的政策选择和实施来实现区域可持续发展,如何在经济发展的同时保持环境不受破坏,使二者相互支撑,是摆在我们面前的一项艰巨任务。

#### 2. 研究意义

① 晏路明:《人类发展与生存环境》. 北京:中国环境科学出版社, 2001 年,第 2 页.

② 新浪网.《环保总局解释十五环境未达标:高投入高污染盛行》. 2006 年 6 月 14 日,  
<http://news.sina.com.cn/c/2006-04-13/03439603670.shtml>. 2011 年 2 月 9 日

本文对于区域经济发展与环境保护协调机制的研究,将会具有一定的学术价值和现实意义。

从理论方面来看,区域经济发展与环境保护协调机制的研究属于区域经济学、资源环境经济学、公共经济学、行政管理学和政治学领域的交叉问题。区域经济发展与环境保护协调机制是一个新兴的研究领域,本文从区域经济发展与环境保护治理结构现状、区域经济发展与环境保护治理结构等方面,对区域经济发展与环境保护协调机制进行深入研究,在一定程度上实现了理论的创新,并有可能对上述几个研究领域的融合作出一点贡献,而这种理论上的融合对于理论问题和实际问题的解决都是有价值的。

从实践方面来看,应该说具有较为重要的现实意义。当前的区域公共管理问题已经引起了政府官员、学者和企业家的广泛关注,并迫切需要在区域管理体制方面实现突破来推动区域经济发展与环境保护的协调发展,从这个角度来看,本研究具有较强的现实性和针对性。特别是,在最后根据理论和实证研究的结论,尝试探索了中国区域经济发展与环境保护协调机制的发展方向,并提出相应的政策建议。

## (二) 文献综述

### 1. 关于经济与环境关系的研究

环境是人类赖以生存的基础和依托,是实现可持续发展的重要保证。面对日益突出的经济社会发展的环境制约问题,破解之道是深入贯彻落实科学发展观,加快转变经济发展方式,建设生态文明。<sup>①</sup>

环境保护与经济发展之间的关系一直是环境资源经济学和环境政策等学科范围内的研究焦点内容。综合学界的观点,经济发展与环境保护之间存在两种关系,一种认为是此消彼涨的矛盾关系,另一种认为是相互促进的和谐关系(潘家华,1997)<sup>②</sup>(p42-43)。所谓此消彼涨,就是如果选择了经济增长,就必须以牺牲环境为代价;如果追求环境保护,则必须接受经济衰退的后果。经济与环境的协调关系是此消彼涨还是相互促进,很大程度上取决于经济发展与环境保护之间的取舍,并与当时的经济发展状态有关。

其中,一方认为环境保护和经济发展是矛盾的,根据能量守恒的原理,认为经济发展和环境资源之间是矛盾的,因而要保护环境就必须停止经济的无限制增长(Georgescu-Roegen,1971)<sup>③</sup>。1972年罗马俱乐部发表《增长的极限》,其基本观点为:第一,

<sup>①</sup> 于春晖:《积极开展环境竞争力研究——省域经济研讨会述要》。《人民日报》,2011年3月25日,第1版。

<sup>②</sup> 潘家华:《持续发展途径的经济学分析》。北京:中国人民大学出版社,1997年:第42-43页。

<sup>③</sup> Georgescu-Roegen:《The Entropy Law and the Economic Process》。Cambridge: Harvard University Press,

地球是个有限系统,这种有限性决定了人口和经济增长必然有限度;第二,对增长的陶醉与崇拜必然导致世界体系的崩溃;第三,技术无法从根本上解决在有限系统中解决无限增长的问题,技术只能缓解有限与无限的矛盾;第四,任何一个动态系统中都存在滞后现象,因此,绝不能等到滞后中内含的问题都充分显现后再采取措施,否则将造成无法挽回的灾难;第五,人类的明智选择是从过度增长转向全球均衡。

另一方则认为,经济增长是可以和环境改善相互伴生的。当前研究多是针对某一区域或领域(重点是自然资源)的开发造成的环境问题进行定性的描述或者是针对区域开发与环境的关系进行定量分析,判断其可持续发展程度及主要影响因素,在此基础上提出实现区域开发与环境协调发展的具体措施。比较典型的研究有,选取1988—2002年的山东省环境与经济数据,对二者之间的关系进行了计量分析,用于检验库兹涅茨曲线(邢秀凤、刘颖宇,2006)<sup>①</sup>(p58—61)。在《陕北能源开发对环境生态及经济可持续发展的影响》中,探讨了陕北能源开发所引发的如水土流失、土地沙化、水资源短缺、耕地缺失、环境污染以及资源的浪费和破坏等环境问题,提出了促进陕北能源开发与生态环境保护和经济可持续发展的具体应对策略(董岁明等,2007)<sup>②</sup>(p10—13)。

发展经济是人类社会持续发展的重要内容,生态与环境则是人类社会、经济和文化持续发展的重要基础和载体(王祥荣,2000)<sup>③</sup>(p2)。协调发展被公认是处理发展经济和保护环境之间的最佳选择(方一平等,2000)<sup>④</sup>(p21),寻求经济与环境的协调发展,是实施人类社会可持续发展战略的核心(陈国阶,1997)<sup>⑤</sup>(p43)。

区域经济发展与环境保护协调发展理论的提出,从理论上澄清了区域经济与环境的关系,即二者不仅存在对立关系,同时也存在统一关系,环境的破坏最终只能导致经济发展无以为继,丧失发展的可持续性;而通过建立区域开发与环境协调发展的良性机制,区域开发与环境协调发展是可以实现的。从这一角度来看,区域经济发展与环境保护协调发展具有重要的理论价值。

## 2.促进区域经济发展与环境保护协调的对策研究

1971, p.3.

<sup>①</sup> 邢秀凤,刘颖宇:《山东省经济发展与环境保护关系的计量分析》.《中国人口资源与环境》,2006年第1期,第58—61页.

<sup>②</sup> 董岁明,殷玥,董延芳:《陕北能源开发对环境生态及经济可持续发展的影响》.《西安文理学院学报(自然科学版)》,2007年第1期,第10—13页.

<sup>③</sup> 王祥荣:《生态与环境—城市可持续发展与生态环境调控论》.南京:东南大学出版社,2000年,第2页.

<sup>④</sup> 方一平,陈国阶:《成都市环境与经济协调发展分析》.《城市环境与城市生态》,2000年第5期,第21页.

<sup>⑤</sup> 陈国阶.《经济与环境协调发展的意义与类型》.《区域可持续发展研究》.北京:中国环境科学出版社,1997年,第43页.

环境保护工作除了为社会提供良好的环境福利之外,还具有优化经济增长和提高人民福祉保证民生的双重使命和重要功能(沈晓悦,2011)①(p36-39)。因此,只有促进经济发展与环境保护相协调,才能够实现可持续发展的目标。而对于实现二者协调发展的路径,则存在着不同的观点。

其中,一方侧重于环境保护,主张资源开发绝不能走“先污染,后治理”、“先破坏,后恢复”的老路,要实行“在保护中开发,在开发中保护”的方针,重视资源开采的环境响应,实现资源开发和环境保护的一体化(古德生等,2011)。②(p11)同时,提出了“绿色发展”的概念,可以理解为“发展的绿色化”,即发展仍是首要,不过是在发展的过程中尽量减少环境污染和生态破坏,朝着环境友好和资源节约的方向前进。与“可持续发展”概念相比,后者强调经济、社会和环境三个支柱的平衡以及代际间的公平,而绿色发展更关注经济,意图通过环境优化经济增长,同时又通过新的发展方式来带动环境的改善(俞海,2011)。③(p10)

另一方则认为,应该通过经济发展来助推环境保护,主张在市场经济环境中,循环经济作为一种的经济形态必须进入市场,通过市场机制来调节其运行。不仅要考虑科学原理、技术规则和技术方法,而且要把循环经济真正纳入市场经济体制中,不仅要依靠政府的推动,而且要是循环经济参与市场竞争(马中,2005)。④在市场经济条件下,环境产权应当是政府公共产权与厂商交易产权的双重结构(肖国兴,2000)。⑤(p7-9)并进而实现“环境创新”,指的是与相关的替代品相比,创造新的或显著改善的产品(商品和服务)、工艺、营销方式、组织结构和体制安排,意在促进环境绩效的改善。⑥(p522-528)

## 二、当前中国的区域经济发展与环境保护治理结构

任何一项经济活动的开展总是参与该活动的行为主体在一定的动力支配下发生的,在区域经济发展与环境保护的过程中,二者的协调发展同样有相应的动力来推动。分析区域经济发展与环境保护协调发展的动力,实质上就是分析区域开发各行为主体的环境保护动力。一般意义上的行为主体是指某种行为的实施者或承担者。区域开发行为主体(或称区域开发主体)则是指直接或间接参与区域开发过程、从事区域开发活动的组织和个人。

① 沈晓悦,赵艳雪,马煜姗:《环保行政管理体制改革,路在何方》。《环境保护》,2011年第6期,第36-39页。

② 古德生,吴超:《金属矿山科技和环境问题及思考》。《科技导报》,2011年第12期,第11页。

③ 俞海:《中国“十二五”绿色发展路线图》。《环境保护》,2011年第1期,第10页。

④ 马中:《政府企业与循环经济》。中国网,2005年07月21

日。<http://www.china.com.cn/chinese/zhuanti/lx/921209.htm>,2011年4月1日。

⑤ 肖国兴:《论中国资源产权制度的架构》。《环境保护》,2000年第11期,第7-9页。

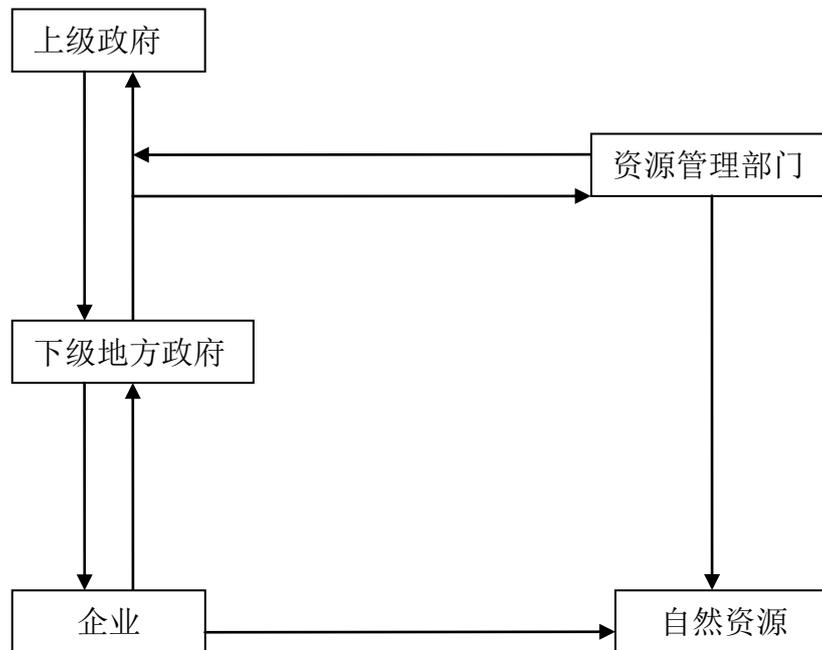
⑥ 程华,廖中举:《中国区域环境创新绩效评价与研究》。《中国环境科学》,2011年第3期,第522-528页。

“区域开发，即对特定区域的自然、经济和社会资源进行综合利用，在不损害环境与生态效益的基础上，求得最大的经济发展和社会进步。”<sup>①</sup>(p1)我国资源开发地区分布广泛，按照开采的矿种可划分为：煤炭型、油气型、林业型、黑色冶金型、有色冶金型以及其他型（非金属、温泉）等；按照开采区域可划分为：建制镇、县城（市辖县）、县级市、地级市（地级区盟）等。

综合学界的观点，区域经济发展活动的主体包括两大类，分别是政府和企业。其中，政府为主，企业为辅。因为“政府几乎直接或间接地参与所有区域开发过程，并且以区域发展的整体利益、长期利益作为最终目标；企业之所以是区域开发的主体，是因为企业发展的过程客观上是区域资源开发利用的过程”，但是，由于“企业的开发行为是在接受政府政策的指导和调控下进行的，因而企业只能是区域开发的第二主体”。<sup>②</sup>(p3-4)

而在政府中，还分为上级政府和下级地方政府，其中，上级政府主要包括中央政府和更高层级的区域下级地方政府，下级地方政府主要指的是本地区（主要指市、县）的下级地方政府。

其中，资源管理部门，即国土资源部门自 2006 年起实行省级垂直管理，将省以下的审批权限统一集中到升级国土资源部门。因此，国土资源部门直接受省级政府领导，而不与市、县以及乡镇一级的下级地方政府发生直接的联系。



<sup>①</sup> 张敦富：《区域经济开发研究》。北京：中国轻工业出版社，1998年，第1页。

<sup>②</sup> 孙久文，叶裕民：《区域经济学教程》。北京：中国人民大学出版社，2003年，第3-4页。

图 2-1 当前中国的区域资源环境治理结构<sup>①</sup>

在这一治理结构中，上级政府主要职责是对本区域内的经济发展和环境保护做出整体性的规划；上级政府所属的资源管理部门主要是执行具体的资源开发与保护的政策；下级地方政府隶属于上级政府，管理所辖区域内的经济发展和环境保护工作；而区域内的企业则是接受下级地方政府的管理，主要是通过开发相关自然资源，开展生产与经营活动。

### （一）区域经济发展与环境保护治理结构中的利益相关者

根据利益相关者理论，可以得知，在区域经济发展与环境保护治理结构中主要的利益相关者分别为上级政府、资源管理部门、下级地方政府和企业，各个利益相关者之间的相互联系和作用构成了区域经济发展与环境保护治理结构。

#### 1. 上级政府与下级地方政府环境保护角色与行为差异

在环境保护中，上级政府和下级地方政府由于各自利益考虑的不同，有着不同的行为选择。上级政府强调全面的经济、社会发展和生态环境的协调，其出于对整个区域内良性发展的宏观考虑，期盼的是一个和谐的社会，对环境的重视由来已久。因此，上级政府对于环境保护的明确态度和积极行为通常是显而易见的。

而下级地方政府则有着更为复杂的利益考量，下级地方政府的利益诉求主要表现在短期内地方经济发展，这使得下级地方政府在环境保护中会主动权衡自己的利益得失，以自己利益最大化作为行为标准和主要目标。环保工作遭遇地方保护主义阻力已成为全国的共性问题，因为缺少下级地方政府的支持，不少基层环保部门工作陷入困境。

中央与下级地方政府利益关系的症结并非控制与服从，更多是双方有意识地妥协。在互动—妥协模型中，下级地方政府迫于 GDP 的压力，以及相应的环保部门双重角色，甚至于和排污企业有直接关联，有可能在生态环境保护和治理问题上不作为。<sup>②</sup>(p148)

上述事实表明，目前我国下级地方政府的环境保护动力严重不足。要实现区域经济发展和环境保护的协调发展，就政府部门来看，主要在于下级地方政府的行为，保证上级宏观调控的有效性，激发下级地方政府的环境保护动力事关重大。

#### 2. 企业的角色

企业是从事生产、流通、服务等经济活动，以生产或服务满足社会需要，实行自主经营、独立核算、依法设立的一种盈利性的经济组织。由于企业是以盈利为目的，即企业以实现利

<sup>①</sup> 本文中的资源管理部门主要指的是国土资源部门。

<sup>②</sup> 余敏江：《生态治理中的中央与地方府际间协调：一个分析框架》，《经济社会体制比较》，2011年第2期，第148页。

润最大化为目标,企业的行为始终受到利益的驱动,其一切经济行为都是以追求利润最大化为核心展开的。

企业的环境行为也是在追求利润最大化过程中诸项积极因素和消极因素共同作用的结果。在我国,由于环境监管范围有限、执法力度较弱以及制度设计等方面的问题,受经济利益驱使,生态破坏、资源浪费、环境污染等行为屡见不鲜,而且很多屡禁不止。因此,从某种程度上讲,企业是区域开发活动的主要承担者,也是环境问题的主要制造者。<sup>①</sup>企业的资源和环境保护动力不足,亟待增强。

### 3.资源管理部门的角色

在当代中国政治体制中,资源管理部门主要包括国土资源部门、林业部门、环保部门等,其中,发挥主要作用的是国土资源部门。而国土资源部门实行省级垂直管理,将省以下的审批权限统一集中到升级国土资源部门,与市、县级下级地方政府之间不存在直接的隶属关系。但是,由于下级地方政府对资源管理部门的影响或多或少地存在,这些潜在的影响都将制约垂直部门在地方块块的行为。<sup>②</sup>(p144)

其次,目前资源管理部门的主要治理手段为行政手段。一些行政手段目前相关法规上并没有明确的规定,仅仅依靠罚款等方式试图遏制企业的资源浪费和环境破坏行为。但是行政手段有其自身的弱点,存在着不稳定性、阶段性,甚至还有寻租的可能,其本身并不能自动达到人们所期望的目标或者取得预期的效果,因此行政手段似乎已经走到了尽头。

再次,资源管理部门的管理方式通常是末端治理。末端治理是指在生产过程的末端,针对产生的污染物开发并实施有效的治理技术。末端治理在环境管理发展过程中是一个重要的阶段,它有利于消除污染事件,也在一定程度上减缓了生产活动对环境污染和破坏趋势。但末端治理的局限性也日益显露,首先,治理的成本上升,经济效益下降;其次,末端治理往往不是彻底治理,而是污染物的转移,所以不能根除污染;第三,末端治理未涉及资源的有效利用,不能制止自然资源的浪费。

## (二) 下级地方政府和企业的环境保护动力分析

### 1.下级地方政府的机会主义倾向分析

在环境保护的问题上,上级政府和下级地方政府之间的关系之所以难以真正实现协调与合作,其最主要的原因在于下级地方政府存在着机会主义的倾向,即地方总是采用随机应变、投机取巧、主动违背或空头承诺的方式,为自己谋求更大的利益。而这样一种的机会主义的

<sup>①</sup> 邱桂杰:《区域开发与环境保护的动力研究》. 博士学位论文, 东北师范大学, 2009年, 第17页.

<sup>②</sup> 周黎安:《转型中的地方政府——官员激励与治理》. 上海: 格致出版社, 2008年, 第144页.

重要表现是“杀鸡取卵”、“竭泽而渔”的短视行为。尤其是在自然资源较为丰富的地区，下级地方政府往往会在其任期内大力甚至是过度开发资源，从而导致严重的环境问题。政府主导经济发展的制度框架下，经济增长和城市化、工业化引导的现代化进程始终是下级地方政府的关注核心。

同时，由于分级管理体制，加上缺乏问责机制，下级地方政府对辖区内的环境质量负责的法律责任在一些市县级地区难以落实。在经济利益驱使下，一些地方领导人选择了“先发展，后环保”的道路，一些政府出台各种“土政策”阻挠和干预环保执法，包庇、纵容污染行为，甚至不惜充当污染者的“保护伞”。由于地方环保部门受制于下级地方政府的“位子”、“票子”，环保工作困难重重。环保工作遭遇地方保护主义阻力已成为全国的共性问题。因为缺少下级地方政府的支持，不少基层环保部门工作陷入困境。环境保护和生态治理要在地方获得顺利的推行，那么必要条件是将其纳入到地方发展利益之中。

## 2.企业的环境保护动力来源分析

在现代可持续发展理论中，自然资源的价值内涵十分广泛。而对于企业来说，自然资源的价值主要体现于经济价值，即它作为生产要素被利用所具有的价值。大多数企业、产业部门的第一职能并不是保护环境资源，而是通过开发利用自然资源创造经济效益，因此在利益受到影响时，即与环保部门、资源管理部门发生权利冲突。因此，企业的环境保护动力较弱，据分析，其动力来源主要有三个方面：

第一，是来自于政府规制的动力。对企业从事资源开发所必须具备的条件进行的规制，使得企业必须达到一定的环境保护标准才能进行开发，否则就只能停产或关闭，从而无法获得经济利益；对企业生产造成的环境污染后果进行经济处罚或者要求企业进行经济补偿的规制，无疑会增加企业的生产成本，减少企业的利润。政府规制从上述两个方面使得企业基于自身经济利益考虑具有环境保护的动力。

第二，是来自于市场竞争的动力。市场经济条件下，企业面临着激烈的市场竞争，想要在激烈的竞争中生存下去，并获得最大限度的经济利益，企业就必须提供比竞争对手更为优质或相对价格较低的产品或服务，即企业提供的产品或服务在同样的价格下品质优于竞争对手或在相同的品质下价格更低，这样才能提高企业竞争力，增加其市场份额。

第三，是来自于社会舆论的动力。随着社会进步，“绿色”、“生态”、“环保”已成为众多社会公众的共识。而经济发展水平的提高和法制的逐步健全，使得社会公众的环境保护意识越来越强，公众和媒体对于资源问题以及企业如何开发、利用和处理资源的关注正在提高，有力地增强了企业的环境保护积极性。

### 三、调适性政策模式在区域资源开发中的应用<sup>①</sup>

根据渐进决策理论的观点,决策过程只是决策者基于过去的经验对现行政策稍加修改而已。这是一个渐进的过程,看上去似乎行动缓慢,但积小的变化为大的变化,其实际速度要大于一次大的变革,政策上大起大落的变化是不可取得,往往“欲速则不达”,会危及社会的稳定。渐进决策需要遵循三个基本原则:按部就班原则、积小变大原则、稳中求变原则。

政策工具,又称治理工具(Governing Instruments)或政府工具(Government Instruments),是实现公共政策目标、“解决政策问题的手段、作为或行动”。<sup>②</sup>(p21)环境政策是政府管理环境问题的行动准则和方案,它决定并反映着政府管理环境的方式和效果,包括环境污染控制政策、生态建设与保护政策、环境影响评价政策及环境标准政策。<sup>③</sup>(p102)

环境部部长周生贤则认为,环境承载力越来越成为经济发展规模和发展空间的主要制约因素,将环境保护的“倒逼机制”传导到结构调整和经济转型上来,能更好地推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。<sup>④</sup>

由于上级政府与下级地方政府之间总是存在着一种动态博弈的关系,即下级地方政府会根据上级政府的相关政策规定,对自身的相关行为做出一定程度的调整,而这样一种“规范”与“调整”的关系是长期的、动态性的,也就是通常所说的“上有政策,下有对策”。因此,在区域环境治理的领域之中,上级政府对于环境治理的最有效手段就是运用环境和资源领域的调控政策,对地方的经济发展方式设置某种限制,倒逼地方的经济发展方式进行转型。

要以生态系统综合管理思想为指导,整合、调整和优化相关部门的职能,体现生态系统的整体性或完整性,避免人为割裂生态系统各要素的内在联系,建立“强而善治”的环境和资源管理部门。

由于上级的资源环境管理部门与下级地方政府之间并不存在着直接的相互隶属关系,也并不是区域内的相关企业的生产经营活动进行管理,所以不能直接与下级地方政府以及企业发生相互作用。而上级资源管理部门的主要职能是运用一定的政策手段,对本区域内的相关企业的资源开发行为进行规制和管理,而这样一种政策又会直接传导给企业,并通过企业与下级地方政府之间的互动行为,作用于下级地方政府,产生一定的政策效果。从而,可以在某种意义上实现上级资源管理部门与下级地方政府之间的互动与博弈。

<sup>①</sup> 本章是基于对渐进决策理论的实践和应用。

<sup>②</sup> 余致力:《民意与公共政策——理论探讨与实证研究》.中国台湾:五南图书出版公司,2003年,第21页。

<sup>③</sup> 程克群,潘骞,王晓辉:《安徽省主体功能区环境政策框架设计》.《环境保护》,2011年第2、3期合刊,第102页。

<sup>④</sup> 周小苑:《环境保护部部长周生贤:用环境倒逼机制促经济转型》.人民日报海外版,2011年4月13日,第1版。

依据生命周期的理论,可以将企业的整个资源开发行为视为一个完整的生命周期,并进而划分为三个阶段,即开采阶段、利用阶段以及废弃阶段。其中,开采阶段最主要的问题在于缺乏系统的规划和有效的准入机制,导致了开采的主体过于杂乱,且开采行为难以得到有效的规范。利用阶段最突出的问题是,资源利用结构不合理,利用方式不科学,进而导致了资源浪费等严重的问题。废弃阶段的问题往往被忽视,主要是由于资源开发主体通常直接将废弃的资源随意处置,而产生了极为严重的生态破坏和环境污染,同时,也不能实现资源的循环利用。

综上所述,企业的资源和环境保护的动力来源分别是来自政府规制的动力、来自市场竞争的动力、来自社会舆论的动力等三个方面,因此,针对企业的资源开发行为的整个周期,资源管理可以采用规制性政策、市场性政策和诱导性政策三种手段进行管理<sup>①</sup>(p86),从而形成一种过程化的管理。

根据企业资源开发中上述三个阶段的相关问题及特征,设计了一套综合治理政策模式——区域资源开发中过程导向的调适性政策模式。通过不同主体相互博弈和调适所形成的区域资源开发管理政策,构成一个追求经济发展和环境保护相协调的动态平衡过程。

---

<sup>①</sup> 周国梅,曾维华,周军,等:《区域循环经济》.北京:中国轻工业出版社,2010年,第86页.



源开发等生产经营活动。

### 1.加强区域资源规划

资源管理部门应当对区域资源开发作出总体规划，其原则是以资源为依据，对可采资源量实行总量控制；尊重历史，逐步调整开采布局，优化资源配置；突出重点，培育示范性项目，带动面上的开发利用；与地区经济发展相适应，促进当地经济持续发展；开发保护并重，维持资源均衡开采与可持续利用；强化管理，推进开采动态自动化监控系统的建立，逐步实行资源总量信息化管理。规划实施分两步走：

首先，应当形成总体资源开采的基本格局，控制开采规模及开采总量，将资源总量的下降速率控制在一定范围内，建立不同形式、不同类型的开发利用示范性工程，推进资源有序开发及自动化监测系统。

其次，应当着力调整资源利用结构，增大利用的科技含量，优化资源配置，提高资源利用效率，减少开采量，降低资源总量的下降速度，完善资源开发利用示范工程，建成资源开采自动监测系统与资源开发管理模型。

### 2.建立资质审批机制

资源管理部门在区域内企业的资源开发行为的管理上，应当根据其开发利用规划，有计划、有步骤地进行。首先，应当依法确定资源开采主体或项目的准入条件，明确资源开采项目的环境影响评价、安全生产评估、水土保持方案、地质灾害评估和用地预审等准入标准，逐步形成由开发企业承担环境成本的新机制。

资源管理部门应当依法有偿出让区域内自然资源开发使用权：根据资源的稀缺性和市场价值确定出让标的，通过招标、拍卖、挂牌出让等国家法律、法规规定的形式，决定取得开发使用权的资格；并与取得开发使用权资格的项目申请人签订协议，项目申请人缴纳资源出让费后，正式出让开发使用权。

同时，需要对取得开发使用权的项目进行预评估：对项目建设方案的可行性和合理性进行严格的技术审查；从保护生态环境、优化重大布局、保障公共利益、防止出现垄断等方面对项目进行综合评估。

### （二）利用阶段——市场性政策

市场性政策主要指的是管理者通过经济手段，如价格机制、产权界定等方式来对市场主体的行为进行调节。

利用阶段最突出的问题是，资源利用结构不合理，利用方式不科学，进而导致了资源浪费等严重的问题。针对这一问题，应该透过经济的手段，对企业的资源利用方式以及利用效

率进行规制和管理，从而实现资源的有效、有序利用。

### 1.建立区域市场竞争机制

针对企业追求利润最大化的特征，管理部门应当在区域开发中适当地引入市场竞争机制。因为在市场经济条件下，企业面临着激烈的市场竞争，想要在激烈的竞争中生存下去，并获得最大限度的经济利益，企业就必须提供的产品或服务在同样的价格下品质优于竞争对手或在相同的品质下价格更低，这样才能提高企业竞争力，增加其市场份额。为此，企业需从两个方面入手：一是通过加强管理和更新技术等途径提高劳动生产率，降低成本，在产品价格和品质既定的条件下增加利润；二是通过开发新产品或增加产品附加值等方式，延长产品生命周期，提高产品价格，扩大利润空间。

因此，运用这种方式，可以使企业运用有限地资源，提高资源利用效率，实现资源的集约型开发，创造最大的经济效益。

### 2.完善资源价格形成机制

在多数地区，企业利用自然资源的价格机制为单一价格体系，资源征费的项目及价格的划分还不尽合理，未能充分体现支持高效、限制高耗的有效保护的开发政策。一些资源性产品方面，主要还是实行政府定价或政府指导价，价格水平不能准确地反映市场供求关系、资源稀缺程度和环境损害成本的问题。

因此，区域资源管理部门应当完善资源价格形成机制，积极推行资源利用的阶梯价格制度。对于不同的资源开发方式和开发效率应当区别对待，阶梯价格就是将资源价格分为不同的阶梯，在不同的定额范围内，执行不同的价格。利用资源量在基本定额之内，采用基准水价，如果利用的资源超过基本定额，则超出的部分采取另一阶梯的资源价格标准收费。同时，对高能耗、高污染、资源消耗型产业实行惩罚性价格，加速产业转型，淘汰落后产能，推动发展方式的转变。

### （三）废弃阶段——诱导性政策

诱导性政策指的是利用舆论宣传、信息公开、环境教育和专业培训等方式，引导资源环境损害者自觉地履行应尽义务的手段。

废弃阶段的问题往往被忽视，主要是由于资源开发主体通常直接将废弃的资源随意处置，而产生了极为严重的生态破坏和环境污染，同时，也不能实现资源的循环利用。因此，要实现企业对于废弃阶段的资源进行科学、合理地处理，就应当运用相应的政策手段对企业进行引导。

### 1.完善信息公开制度

资源管理部门可以对企业处理废弃资源的行为的过程进行实时、有效的监控，并通过电子政务等相关平台对企业的废弃资源处理信息进行公开和披露。大力深化信息公开制度，力求环境信息公开的及时、准确、完整。从而，借助于网络平台，是企业的资源开发行为接受全社会、公众、以及舆论的监督。

这样一种制度，可以改变以往那种依靠行政强制手段的较单一的管理模式，使区域资源管理部门从被动管理变为主动管理，并进一步提高了企业的环境保护意识，推进企业环境信息公开，有效地实现了政府、企业、公众三方面的灵活互动。

一方面资源管理部门能更全面了解企业资源开发和环保管理状况，另一方面企业也有了一个展示其独具魅力企业文化的平台，从而进一步塑造企业品牌形象，宣传企业社会责任，提高社会知名度。同时，各企业通过环境信息的披露，发现自身在环保方面存在的不足，通过改造设备、优化工艺等措施来降低废物产生量，从源头上控制废弃物的产生，提高了生产效率，也降低了生产成本。

## 2.加强环保奖励机制

为了有效地配合信息公开制度，资源管理部门可以运用激励的手段对企业进行引导。资源管理部门可以对企业废弃资源处理情况进行检测，并定期评估验收，在规定期限内通过验收，应给与一定额度的物质奖励和表彰，对于不能通过验收的企业给予相应额度的惩罚，以此来调动企业环境保护的积极性，走一条资源利用最优化、环境污染最小化、经济效益最大化的生态化发展之路。

### （四）区域资源开发中过程导向的调适性政策模式的实现机制

#### 1.激励约束机制

资源管理部门通过对企业的资源开发行为的全过程运用三种政策手段予以调控，从而使整个政策模式的执行结果达到了企业参与下的社会最优。

在企业的资源开采阶段，资源管理部门运用规制性政策，即加强区域资源规划、建立资质审批机制等方式，对资源进行总量控制，使之与地区经济发展相适应，促进当地经济持续发展。

在企业的资源利用阶段，资源管理部门运用市场性政策，即建立区域市场竞争机制，完善资源价格形成机制等方式，对企业的资源利用方式以及利用效率进行规制和管理，从而实现资源的有效、有序利用。

在企业的资源废弃阶段，资源管理部门运用诱导性政策，即完善信息公开制度，加强环保奖励机制等方式，促使企业对已经废弃的资源进行科学、合理地处理，从而实现资源的循

循环利用。

综上所述，资源管理部门基于资源保护目的而制定相关资源管理政策，对企业的整个资源开发行为起到了一定的激励约束作用，从而有效促进了企业对于资源的可持续开发。

## 2. 传导反馈机制

资源管理部门的政策手段主要目的是对企业的资源开发行为进行规制和管理，但是通过政策传导效应，传导到企业自身，对企业的生产经营活动形成一定程度的影响。而企业处于自身成本收益的考虑，必然会采用一定的方式对该类政策所造成的成本进行一定程度的抵消。在自身对于经济效益的追求和来自于外部的环境保护政策压力的双重动力驱动下，必然会对生产技术以及经营模式进行一定程度的调整，并反馈到资源开发行为上，从而实现资源的集约开发。

同时，由于下级地方政府与区域内企业之间存在着直接的关系，下级地方政府进行招商引资，并为企业提供服务，而企业则向下级地方政府上缴利税，并表达自己的利益诉求。因此，资源管理政策也会通过企业传导给下级地方政府。由于资源管理政策在一定程度上为企业乃至区域经济发展方式设置了某种限制，从而“倒逼”地方转变发展方式。

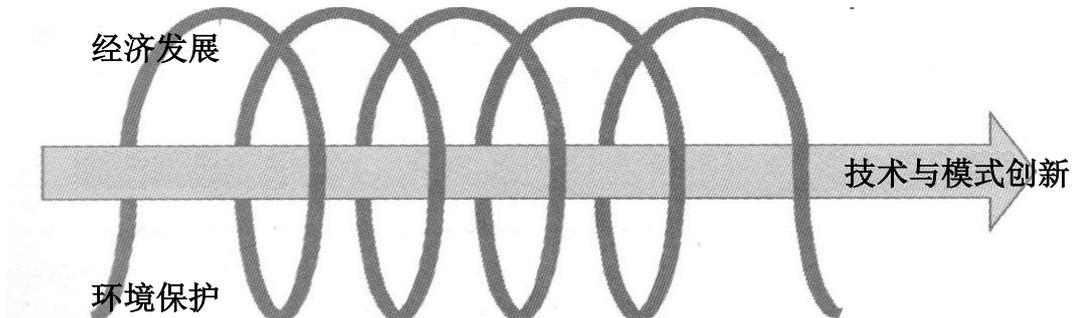


图 3-2 区域资源开发中过程导向的调适性政策的运作机制

资料来源：本模型是受到了浙江大学陈劲教授的 NIS（国家创新体系）的运作机理的启发，构建而成。

在区域生态系统中，各政策主体的生态位不同，决定了其利益诉求的异质性，但各主体之间的利益博弈也在推动了经济和环境的协同演进，实现技术的创新和模式的转变。

## 四、区域经济发展与环境保护协调机制的实践——以小汤山地区为例<sup>①</sup>

小汤山镇位于北京昌平卫星城东南，距首都机场 10 公里，离奥运中心 12 公里，处在首都北京南北中轴线的北延长线上，镇域总面积 70.1 平方公里，总人口 5.1 万人。1995 年被

<sup>①</sup> 本章的相关数据是由实地调研和小汤山镇政府提供所得。

确定为国家级小城镇综合改革试点镇，2002 年被联合国开发计划署确定为中国可持续发展小城镇，2005 年 11 月被中国矿业联合会命名为“中国温泉之乡”。

京都古镇小汤山，因其地热资源丰富，温泉出量大，水质好而驰名天下。经地质资源勘查，以小汤山为中心，按深度 2000 米、井出水温度大于 40 摄氏度圈定，全热田面积 86.5 平方公里，储存的地热资源总量约含 6.5 亿吨标煤的发热量，每年可开采热水 437.2 万平方米，平均水温在 40—50 摄氏度，最高水温可达 70 余摄氏度，属重碳酸钠钙型氟硅医疗热矿水，不但对皮肤病、关节炎等病有较好的疗效，而且还有润肤养颜、延年益寿之功效，故被称为“一盆金汤”。

地热是集热能、水和矿产于一体多用途的自然资源，开发地热既可利用其热能，亦可利用其水资源，还可作为医疗矿水资源予以利用。

北京小汤山是北京市地热资源开发利用最早、开采井群最集中、目前开采量最大的地热田。大规模的开发利用地热资源已有 36 年的历史，在仅 80 余 km<sup>2</sup> 内，已先后钻地热井 70 余眼，年平均开采量达 350 万 m<sup>3</sup>，年最大开采量近 470 万 m<sup>3</sup>，近 10 年来年平均开采量为 316 万 m<sup>3</sup>/a，占全市总量的 35.9%。小汤山热田早期有地热水天然露头即温泉 11 处，至上世纪七十年代中期，天然泉水断流，热田进入了钻井开采阶段。

表 4-1 小汤山热田资源基本状况统计表①(p69)

热田	面积 (km <sup>2</sup> )	热储存量		储存热量		年可采热量		
		热量 (×10 <sup>18</sup> J)	折合 煤 (×10 <sup>8</sup> t)	水量 (×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	折标 煤 (×10 <sup>6</sup> t)	热量 (×10 <sup>12</sup> J)	水量 (×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	折合 标煤 (×10 <sup>4</sup> t)
小汤山	18 6.42	43. 146	24.5 4	14.9 2	18.5 4	671	1466 .48	8.34

资料来源：李心庚，张道富，白铁珊，夏珍，李明歧，贡美珍. 北京市小汤山地热田地下热水资源评价勘察报告[R]. 北京：北京市地矿局水文地质工程地质公司，1985：69.

20 世纪 70 年代中期开始了本区早期地热开发，北京市水产局和昌平区都在当地建了数百亩地热水产养殖基地，至 80 年代，这里又陆续建起了地热温室特种蔬菜基地，这些特色经营增加了当地的经济产值，但规模有限，只属于“特供”点缀。

随着我国经济体制改革向市场经济的转轨，20 世纪 90 年代开始，投资商投资地热，以龙脉温泉为带头，逐渐带来一大批投资商对地热资源的经营开发，规模逐渐扩大，档次逐步

① 李心庚，张道富，白铁珊，夏珍，李明歧，贡美珍：《北京市小汤山地热田地下热水资源评价勘察报告》. 北京：北京市地矿局水文地质工程地质公司，1985 年，第 69 页.

提高，对温泉医疗健身、温泉休闲娱乐等各自形成特色经营，从而带动和构成了当地的温泉经济。

自 2005 年 11 月被中国矿业联合会命名为“中国温泉之乡”以来，小汤山镇在经济建设、文化建设、社会建设等各个方面都取得了巨大成就，对加快地区经济发展，推进城镇化进程，促进社会全面进步起到了重要作用。①(p17)

(一) 2001 年以前小汤山地区经济发展状况与环境问题

1. 对小汤山地区经济发展状况的判定

小汤山地区虽然在温泉经济的带动下有了较快的发展，但是这样一种基于资源开发的经济发展方式却存在着一系列的不合理的现状。

(1) 产业结构同质化

上世纪 70 年代后期，开始在小汤山温泉露头外围区钻井开采，逐步用于供热、采暖、医疗、洗浴、娱乐、温室（养殖、种植）等领域。截止 2008 年底，已钻地热井 71 个，其中：现用生产井 41 个、待用井 21 个、观测井 2 个、回灌井 3 个、废井 4 个。年开采总量达 377.49 万 m<sup>3</sup>。不同用途及其所占比重如图 1 所示：

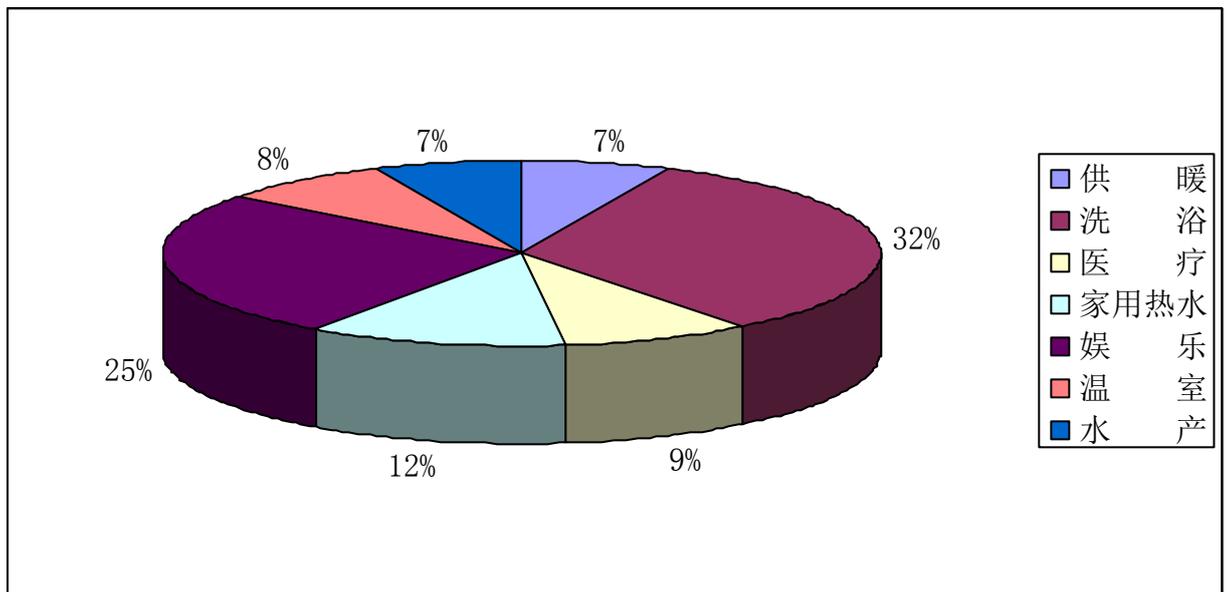


图 4-1 2000 年小汤山地热资源不同用途及其开采量比例  
数据来源：相关数据由小汤山镇政府提供。

由图 1 可知，由于市场的导向作用，小汤山地区企业在地热资源开发时，通常会选择温泉洗浴、休闲娱乐等附加值较高的产业。因此，在小汤山地区，规模较大的温泉类企业就有

① 柳志国，徐巍，郑克棣：《北京市小汤山地热田地热资源评价报告》。北京：北京市地质工程勘察院，2005 年，第 17 页。

龙脉温泉、九华山庄、富来宫温泉等十多家，其他规模较小的企业则数量更加可观。而在一个乡镇一级的区域内，企业规模如此的同质化，从而形成同构竞争，必然会导致区内经济发展内耗严重，并产生资源的浪费、恶性竞争、利润空间被压缩等一系列严重的问题，难以形成规模效应，不利于企业和区域的经济的发展。

同时，由于温泉产业自身的产业链较短，相关产业发展较慢，产品单一，区域内大多数企业仅仅围绕温泉洗浴休闲一种产品，相互模仿，行业空间难以实现拓展，相关衍生产业不能够得到有效地培育和发展。

对于企业来讲，其经营过程所追求的最主要的目标就是利润。因此，作为地热能开发与利用的主体之一的企业，成本收益的考虑必然会左右其对于地热开发的行为。

根据镇政府提供的相关数据，可以得知，之所以小汤山地区的地热资源开发利用已经从原先的以工农业生产和供暖为主，转变为以休闲娱乐为主，地热资源的供给逐渐由第一二产业向第三产业倾斜，主要是由于地热能在不同行业、不同领域上所产生的效益不同，从而所获得的利润也不可同日而语。

表 4-2 不同用途的利润分析

参数取值			2008 年	2011 年
项 目	依 据	取值 (元/ m <sup>3</sup> )	现状 (元)	预计 (元)
供 暖	汤 38 井	10	7531710	10260000
洗 浴	汤 22 井	6	914094	1368000
医 疗	汤山、 九华山	80	13336880	27360000
家 用 热 水	比照洗浴	10	4514060	5700000
娱 乐	九华山、 龙脉	50	14764400	34200000
温 室	汤 39 井	25	26099075	35625000
水 产	汤 30 井	30	27360000	42750000
合 计			94520219	157263000

数据来源：相关数据由小汤山镇政府提供。

## (2) 资源利用效率较低

根据 2001 年 8 月 27 日北京市人民政府令第 82 号修正公布的《北京市地热资源管理办法》中的第十条规定：开发利用地热资源，应当按照温度的差异实施梯级利用，采用先进技术，提高地热利用率。从理论上讲，地热能的开发与利用可以根据其水温的梯度变化，实施梯级利用，从而实现一种可持续的发展。不同梯度的水温有着不同的用途。小汤山地区的水

温普遍在 50℃至 60℃之间，适宜作为“种植蘑菇、矿泉疗养”的用途，然而温室种植和医疗领域的用水量仅占 27.7%和 4.4%，直接用于温泉洗浴、家用热水和水产养殖等对水温要求不高的领域的地热水资源则超过了 40%，比重过大。并且由于经过洗浴和鱼类养殖之后的水温将明显下降，能量损失较多，而无法进行其他用途的利用，这也使得整个利用过程的效率不高。

通过选取小汤山地区的 15 家地热开发单位进行相关调查，结果显示，在该镇地热能的梯级利用程度并不高，多数单位仅仅只能做到一级利用，便将地热水进行排放；3 家单位能够达到二级利用的标准，最终能够实现三级利用这样一个较为高效的利用水平的单位则只有 1 家。

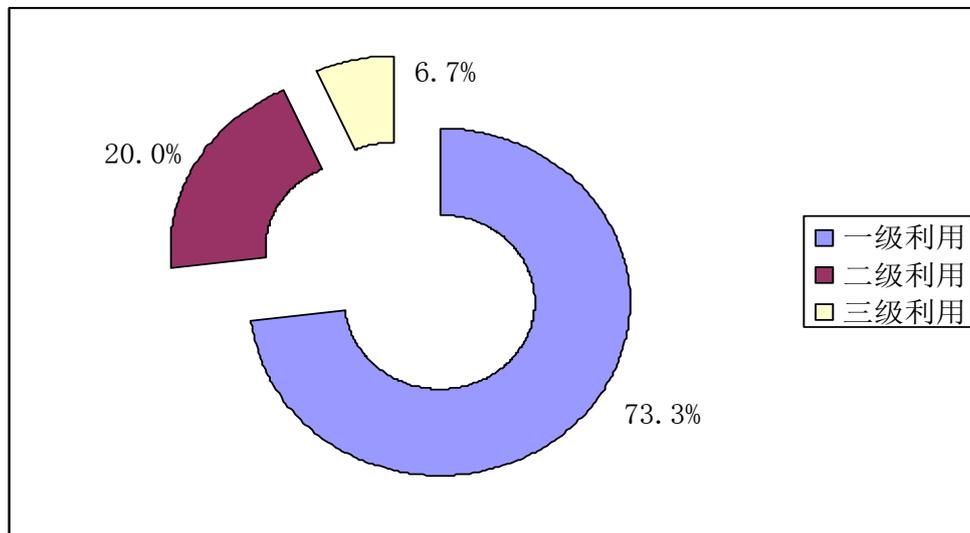


图 4-2 小汤山地热梯级利用状况

数据来源：相关数据由小汤山镇政府提供。

以小汤山镇的农业基地特菜大观园为例，其主要的地热开发模式为二级利用，即通过水泵直接从地下抽取地热水，基地内共开采有三眼井，水温分别为 52℃、56℃和 57℃（水温沿着西北-东南方向递增）；经除砂后，将地下水直接送入暖气管道内，首先用于温室内的加温采暖和办公场所的供暖；地热水失热后，则直接排入养殖罗非鱼的鱼池中，进行二级利用。

因此，从整体水平上来看，小汤山地区的地热梯级利用水平并不高，利用效率也较为有限。与之形成鲜明对比的是，在北京市南部的丰台区王佐镇南宫村，地热能的开发已经实现了四级利用的水平。

表 4-3 小汤山特菜大观园和南宫村地热梯级利用情况对照

程度 单位	梯级利用	一级利用	二级利用	三级利用	四级利用
小汤山特菜大观园		温室种植	温泉养殖		
南宫村		供暖	休闲娱乐	温泉养殖	灌溉

资料来源：作者根据实地调研的资料整理。

### (3) 技术创新步伐缓慢

目前地热开发有两种方法：一是浅层地热直接开发，把地下温泉水直接抽上来用；另一种是地热水源热泵技术，通过水源热泵把深层的地下水抽上来利用。

据调查，在小汤山地区，地热水源热泵技术尚未得到有效地推广与普及，90%以上的地热井依旧是采用直接利用的模式来进行开发。之所以小汤山地区大部分民用和商用建筑物的供暖和制冷还是依靠常规空调系统，而无法普及地热供暖，也是由于地源热泵技术尚不成熟，未能得到较为广泛的应用，地热供暖也只能采用直供直排形式，供暖效果并不好。地热—热泵系统是地源热泵中的一种。一套地热热系统运行成本约每年15元/平方米，而一套燃气锅炉房的成本每年要达到近40元/平方米，而且地热热泵系统几乎不向空气排放任何有害物质。但目前地热—热泵系统一次性投资较高，地热井的建设费用不菲。如果同时开凿两口地热井，一抽一灌，可以保证水资源的回收利用，既利用了资源，又减少了开支。由于地源热泵系统基础设施建设投资较高、且受用地空间限制，加之消费者和管理者的不信任等原因，大规模推广利用浅层地温能还受到一定限制。小汤山地区也只有党校一个单位在使用地源热泵。

同时，由于小汤山地区以前的产业集群主要是以温泉洗浴为主的低成本、低技术的资源开发利用产业，进入门槛低、产业的科技含量不高，企业忽视技术投入、设备改造和管理创新，大部分属于初级产品，产业层次低，缺乏核心竞争力。正因为如此，也限制了高技术、创新性的产业发展，加大了节能减排的压力。

## 2. 资源导向型地区的典型环境问题

### (1) 资源量的大幅下降

根据相关统计数据，可以得知，由于大量地开采地热水资源，地热水累降深度逐年提高，从而导致资源量大幅度地下降，也使得生产性回灌成为了资源开发中的必然。

表 4-4 小汤山地热田热水位多年动态监测结果统计表<sup>①</sup>(p17)

观测年	累 计	观 1 井	观 25	观 40
-----	-----	-------	------	------

<sup>①</sup> 张立和，徐巍：《2004年度地热水动态监测分析研究报告》。北京：北京市地质工程勘察院，2005年，第17页。

	开采量 (万 m <sup>3</sup> )	水位深 (m)	年下降 (m)	水位深 (m)	年下降 (m)	水位深 (m)	年下降 (m)
1989	1819.265	8.576					
1990	2204.940	9.825	1.249				
1991	2545.500	10.365	0.541				
1992	2885.957	11.543	1.178				
1993	3212.766	14.440	2.897				
1994	3566.034	16.131	1.691				
1995	3917.172	18.270	2.139				
1996	4322.012	22.943	4.673				
1997	4775.193	26.340	3.397				
1998	5244.556	26.673	0.333				
1999	5683.140	27.366	0.693	25.35		30.53	
2000	6094.919	29.389	2.023	/	(1.05)	31.97	1.44
2001	6467.400	29.793	0.404	/		37.75	(1.02)
2002	6734.421	31.146	1.353	28.50		34.00	
2003	7084.430	32.834	1.688	28.94	0.44	35.00	1.00
2004	7358.766	33.288	0.454				
平均	4619.779	/	1.650	/	0.900	/	1.12

数据来源：张立和，徐巍．2004年度地热水动态监测分析研究报告[R]．北京：北京市地质工程勘察院，2005：17．

目前在小汤山热田内的水位监测井3处，对地热开采动态水位进行长期监测。汤观1（小汤山大队院内）为专门观测井，于上世纪80年代后期即开始观测，已积累了20多年的水位动态监测资料；观25（小汤山苗圃）和观40（常兴庄）原为地热开采井，从1999年开始转为水位动态监测井，也已积累了10年的水位动态资料。2004年前，观1井地热水位埋深已由1989年的8.57m，降至33.29m，累计下降了24.71m，年均下降1.65m。观1、观25、观40近5年的平均水位下降幅度在0.9—1.2m之间，三井的平均水位变化较接近。

## （2）资源质量下降

在经历长达几十年的开发之后，地热资源的总量不断地下降，同时，由于长期的无序开采，地热资源的质量也有一定程度的下降，尤其是其热品位的变化十分明显。

表 4-5 雾迷山组热储的地球化学温标温度分年段平均值（℃）

分年段	56~65	66~75	76~80	81~85	86~90	91~95	96~00	01~04
钾镁温度	67.43	70.04	69.64	69.68	68.60	68.05	68.16	67.47
石英温度	87.10	100.90	88.54	85.09	83.41	83.88	84.01	83.38

资料来源：李心庚，张道富，白铁珊，夏珍，李明歧，贡美珍．北京市小汤山地热田地下水热水资源评价勘察报告[R]．北京：北京市地矿局水文地质工程地质公司，1985：69．

在监测点汤热-1 井及其前身疗养院西泉所表现的温度动态，与前述主要水化学成分的变化趋势有相似的规律，即前期的温度相对较高，然后在 1975 年春热田钻成汤热-1 井时出现最高。可以想到，原先的天然温泉自流是处在承压状态，在钻通了一个泄压通道后，当时热水水头高出地面 9 米多，自流量每昼夜 2623m<sup>3</sup>，因此激发了深部热源的热流都往这儿涌流而来。但是，自此以后，钾镁温度和石英温度都显示略有波动的趋势性下降。这一现象显示了小汤山热田在后期的增大开采中增加了冷地下水的补给。由于该监测点位于热田的北界，所以体现的冷水补给更加敏感。

### (3) 环境持续恶化

过量、持续地开采地热水，不但会造成地下水位下降，并可能导致地面沉降和地下水水质恶化等一系列环境地质问题。由于大量的地热水在利用之后都未经处理就随意排放，则导致了较为严重的面源污染。因为，地热水本身含有氟等化学物质，并且在利用之后依旧保持着较高的温度，所以当弃水被随意排放之后，也会对土壤及相关农作物造成一定的污染和损伤。

而环境问题主要可以归纳为：地热资源利用的低效率，仅仅是以初级产品的形态进入市场，尤其是地热水中所含有的大量的矿物质未能够得到充分的开发和利用，而当这些矿物质的流失不仅是一种严重的损失，同时，也会给环境，特别是作物的生长带来严重的影响。同时，未能实现梯级利用的地热资源直接被排放到自然界，也会影响区域内原先的生态平衡。从某种意义上讲，环境问题是由于资源开发、利用或配置不当而引起。

## (二) 小汤山地区经济发展与环境保护协调机制的分析

### 1. 小汤山地区经济发展与环境保护协调机制的政策手段

小汤山地热田属北京市国土资源局下属的地热管理处统一管理，并属于各用户单位的分散开发。各热水井产权单位都办理了采矿登记，有开采许可证，其中规定有批准开采年限和允许开采量。2001 年以来，经过实施有效的管理，地热开发从勘查钻井立项开始，到成井后日常开发利用的管理，包括项目申请、泵房与井口设施验收、安装节约利用设施、核定开采指标、开采统计与监管、征收资源费、违规处罚等等，地热管理逐步到位，开发行为逐步规范，综合利用和节约利用水平逐步提高。因此，地热开发单位逐渐增多，但地热开采量却没有成正比增大，连续多年呈下降趋势。通过加强管理，遏制了地热开发的混乱局面，规范了地热开发行为，有效地保护了地热资源。

#### (1) 开采阶段——规制性政策

在北京市地热处 2005 年制定的《北京市地热资源 2006-2020 年可持续利用规划》中对整个北京地区的地热资源做出了全面的规划。地热资源发展的相关政策为：重点发展以能源

利用为主要的可实现回灌的地热供暖项目，支持发展新农村建设的地热利用，特别是精品农业项目的发展，适量发展高效低耗的休闲健身项目，控制发展单一洗浴等纯消耗性项目，为提高城市宜居环境水平和促进旅游服务业的发展服务。

至 2020 年，将全热田地热水的实际消耗量控制在 370 万 m<sup>3</sup>/a 以内，其中开采量控制在 520 万 m<sup>3</sup>/a 以内，提高灌采比率，将回灌量保持在 150 万 m<sup>3</sup>/a 以上；减缓地热水位下降速率至 1.0m/a 左右，热田开采中心区静态地热水位埋深不大于 60m。地热井总数控制在 96 个左右，其中开采井在 60 个以内。依靠科技进步，提高资源的利用率及资源利用的经济社会效益，完善地热采暖、医疗洗浴、娱乐健身、温室种植、温室水产养殖等示范性工程，完善地热动态自动监测系统和热田开发管理模型。

而且，小汤山地热田现有的 70 多眼地热井分属于 50 多个用户，开发商用户在勘探钻井前，各自申报在自己地盘范围内的探矿权，热水井成井后由各用户申报采矿权。依法实行“两证一费”制度，即地热开发必须取得勘查许可证、采矿许可证并征收矿产资源补偿费的制度，严格按照规定审批地热项目。在 2001 年公布的《北京市地热资源管理办法》中，对于地热开发与利用中的违法行为的处理作了较为严格的规定。

表 4-6 《北京市地热资源管理办法》中对于违法行为的处理办法

违法行为	处罚办法
未取得勘查许可证、采矿许可证，擅自勘查、开采地热资源或者擅自开发利用报废地热井	责令停止违法行为，没收违法所得，予以警告，可以并处 10 万元以下的罚款。
擅自印制或者伪造、冒用勘查许可证、采矿许可证	没收违法所得，可以并处 10 万元以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。
不按期缴纳本办法规定应当缴纳的费用	责令限期缴纳，并从滞纳之日起每日加收 2% 的滞纳金；逾期仍不缴纳的，吊销勘查许可证、采矿许可证，并可以申请人民法院强制执行。
无节能节水设施或者节能节水设施不符合要求以及超过核定的开采计划指标、采取破坏性开采方法开采地热资源	处以 1 万元以上 10 万元以下的罚款，可以吊销采矿许可证；造成地热资源严重破坏的，依法对直接责任人员追究刑事责任。
拒绝接受监督检查，不如实报告并提供有关情况 and 资料	责令限期改正；逾期仍不改正的，处以 5000 元以上 5 万元以下的罚款；情节严重的，吊销勘查许可证、采矿许可证。
未经批准，擅自转让地热资源探矿权、采矿权	责令改正，没收违法所得，处以 1 万元以上 10 万元以下的罚款；情节严重的，吊销勘查许可证、采矿许可证。

资料来源：作者根据《北京市地热资源管理办法》整理。

## (2) 利用阶段——市场性政策

地热处从统一管理调度出发，向各地热用户每年分配一定的用水定额。各地热用户单位

服从分配用水，有计量表实施计量，并按实际用水量交纳资源补偿费。

地热处实行计划用水节约用水管理，提出要求并限期安装节能节水设施，节约利用设施逐渐先进，节约效果明显。实行限量开采管理，逐年向各单位统一核定年度开采指标，对超指标开采的，按超过比例累进加价收费。发挥价格调节作用，调整资源补偿费征收标准。从1997年起逐年连续7次调高了资源补偿费征收标准，调整之后，资源补偿费从每立方米最低2分调到最高为61元。

表 4-7 2004 年调整的矿产资源补偿费（地热）征收标准（元/m<sup>3</sup>）

温度 用途	50℃ 以下	50℃ — 60℃ 以下	60℃ — 70℃ 以下	70℃ 以上
一类：居民生活住宅供暖农业温室 生产	3.5	4	4.5	5
二类：行政事业单位	5	6	7	8
三类：工业、旅店业、商业服务业	9	10	11	12
四类：洗浴业、公共娱乐场所	55	57	59	61

资料来源：作者根据《北京市地热资源管理办法》整理。

### （3）废弃阶段——诱导性政策

回灌是指从热储层中开采出来的地热水经过循环利用后被注回到热储层中，它是开采的逆过程。许多事实证明回灌不仅可以维持热储压力而且可以通过低温水被热储层加热而汲取更多的热能。

目前市地热处在小汤山地区原则上不再增加新的开采井，调整地热资源利用结构，限制资源利用率低、利用经济效益差、弃水量大的用户用量，优化资源配置，以供热、采暖利用为重点，加大地热弃水回灌，逐步实现采灌平衡。实施的地热回灌全部采用对井回灌模式，回灌方法为常压回灌，回灌后回灌井应定期回扬，防止堵塞。回灌期间，对各回灌井都进行了定期监测，有些回灌井上还安装了自动监测仪，进行实时监测，保证回灌顺利进行。

表 4-8 2004 规划的开采与回灌量控制数

时 段	开采量 (m <sup>3</sup> /a)	回灌量 (m <sup>3</sup> /a)	实消耗量 (m <sup>3</sup> /a)
2004 年	3774888	约 1000000	2774888
至 2010	5700000	1500000	4200000
至 2020	5200000	>1500000	3700000

数据来源：张立和，徐巍，2004 年度地热水动态监测分析研究报告[R]，北京：北京市地质工程勘察院，2005：17。

地热处会借助于电子政务平台，将企业的回灌状况在网上进行信息公开，以便更好地接受社会公众以及舆论的监督，促进企业社会责任的建设，以社会的力量推动企业开展回灌工

作。

同时，地热处还制定相关政策对企业的回灌工作进行激励，即依据 2004 年的资源费征收标准，计算出企业回灌时的水温和水量所等值的额度，并将这一部分额度的费用作为奖励重新返还给积极开展回灌工作的企业，从而大大加强了企业回灌工作的积极性。为了有效保护地热资源，实现地热资源的可持续利用，北京市发改委联合市财政局下发文件（京发改[2004]1911 号），规定对实行地热采暖尾水回灌的单位，按回灌量免征矿产资源补偿费。

## 2.小汤山地区经济发展与环境保护协调机制的运作模式

### （1）激励约束机制

地热处通过对企业的资源开发行为的全过程运用三种政策手段予以调控，从而使得整个政策模式的执行结果达到了企业参与下的社会最优。2001 年起，地热处分别制定了《北京市地热资源管理办法》、《北京市地热资源 2006-2020 年可持续利用规划》等相关文件，对区域内地热资源总量进行规划，并对企业的地热开发资质作了限制。地热处建了地热资源费的阶梯价格征收机制，对企业的地热利用方式以及利用效率进行管理，从而实现资源的有效、有序利用。同时，地热处通过电子政务平台对企业的回灌情况进行公开，并运用奖励手段，规定对实行地热采暖尾水回灌的单位，按回灌量免征矿产资源补偿费，促进企业开展回灌。

综上所述，地热处基于资源保护目的而制定相关地热资源管理政策，对企业的全周期地热资源开发行为起到了一定的激励约束作用，从而有效促进了企业对于地热资源的可持续开发。

### （2）传导反馈机制

地热的政策手段主要目的是对企业的资源开发行为进行规制和管理，但是通过政策传导效应，传导到企业自身，对企业的生产经营活动形成一定程度的影响。而企业在自身对于经济效益的追求和来自于外部的环境保护政策压力的双重动力驱动下，必然会对大力改进地热开发运用的技术，例如大力推广地源热泵技术、推动回灌技术的更新等，并反馈到资源开发行为上，从而实现资源的集约开发。也有一部分企业会对自身的经营模式进行转变，例如九华山庄转型经营会展产业，并取得了巨大成功。

同时，由于地热管理政策在一定程度上为企业乃至小汤山地区经济发展方式设置了某种限制，从而“倒逼”下级地方政府转变自身的发展方式。小汤山政府因此对本地区的经济发展作出重新规划：建设“温泉之乡，会展之都”，实现北京旅游会展中心的北移；大力支持温泉旅游会展龙头企业的建设与发展；继续挖掘小汤山温泉文化底蕴，树立温泉文化品牌。

### (三) 小汤山地区经济发展与环境保护协调机制的效果评价<sup>①</sup>

依据 2010 年初对小汤山地区全部地热井开发利用情况的实际调查分析,自 2004 年小汤山地区实施资源管理政策以来,开发利用地热资源已为当地创造了良好的经济效益和环境效益。

#### 1. 对小汤山地区环境保护工作的促进

地热资源在小汤山地区的开发利用,不仅创造良好的社会效益和经济效益,也为小汤山地区创造出良好的环境效益。

通过地热回灌量的增加,小汤山热田地热水位下降幅度逐渐减小,甚至在 2004 年的 11 月份开始还出现回升(见图 7),缓解了该区地热水位下降的问题。同时,几年的回灌实践证明,地热回灌并没有引起热储温度的降低(从开采井出水温度分析)和地热水水质的变化,地热资源实现可持续利用。

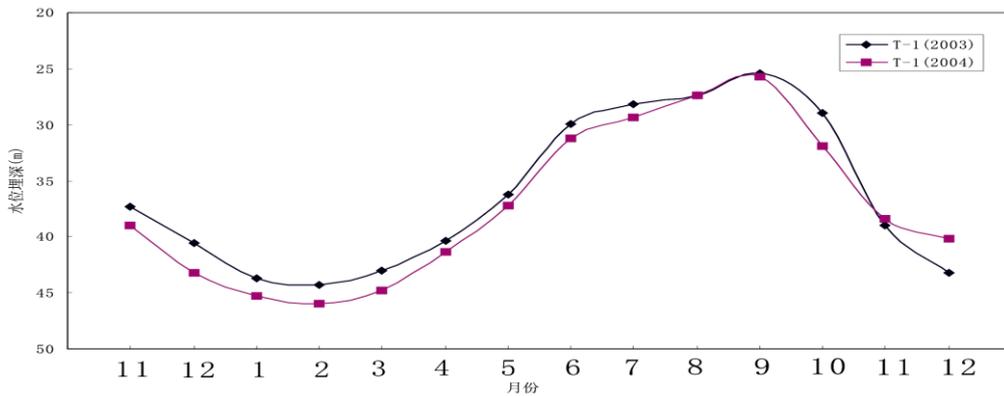


图 4-3 2003 年与 2004 年汤观 1 井水位动态曲线对比图

数据来源:张立和,徐巍. 2004 年度地热水动态监测分析研究报告[R]. 北京:北京市地质工程勘察院, 2005: 17.

据最新的资料显示,目前小汤山热田的回灌规模在全市最大。在 2001 年回灌试验的基础上,2002 年—2007 年五个采暖季,小汤山热田都进行了地热采暖回水的回灌,回灌井数从 1 个增加到 1 个,回灌量也逐年增加,从不到 10 万 m<sup>3</sup> 增加到 130 万 m<sup>3</sup> 以上,灌采比(回灌量占开采量的比例)也由 1.9% 增加到 50% 以上。根据近年来对小汤山热田地热水的水位动态监测显示,2002 年以来地热水位下降趋势逐渐变缓,2005 年已经出现抬升,回灌对于缓解热储压力起到至关重要的作用。而地热回灌在提升地热水水位的同时,并没有对地热水温度和水质造成影响,热田保持正常开采。

<sup>①</sup> 小汤山地区 2001 年起大力开展地热资源保护工作,至 2004 年,建立起较为健全的资源环境保护机制,因此,此处对 2004 以来的效果进行评价。

观 1、观 25、观 40 近 5 年的平均水位下降幅度在 0.9—1.2m 之间，三井的平均水位变化较接近，反映了近几年控制开采和加强回灌使水位下降幅度有变缓的趋势。①(p17)

地热利用还产生相应的环境效益，目前年开采地热水量 350 万 m<sup>3</sup>，所携出热量约 0.632×10<sup>15</sup>J/a，相当于 2.5 万吨标准煤的发热量。因此这相当于每年减少排放二氧化碳 567.5 吨、碳氢化合物 112.5 吨、氮氧化物 25 吨，还减少排放废渣数千吨。

按目前小汤山地区年平均开采 377.5×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup> 地热水量计算，所携带的热量为 0.632×10<sup>15</sup>kJ/a，即相当于 25164t 标准煤的发热量。按燃煤有效利用 0.6 计，相当于在该地区每年减少燃煤 41940 吨，减少向大气排放废气约 4068t、减少向大气排放粉尘 419t、减少渣土外运 6291t。随着地热产业的不断深入和扩大，开发利用技术水平的提高，其环境效益还将相应提高。

## 2.对小汤山地区经济发展的良性影响②

小汤山地区开发地热资源，用于冬季供暖、浴室洗浴、医疗保健、游泳娱乐、温室种植和水产养殖，发展了地热产业，为社会增加了从业人员。据统计，2008 年在小汤山地区直接从事地热产业的人员有 3245 人，间接从业人员有 1327 人，地热产业为小汤山地区提供了 4572 个就业岗位。

表 4-9 小汤山地区地热产业从业人员统计表

序号	产业用途	直接从业人员（人）	间接从业人员（人）	合计（人）
1	冬季供暖	18	0	18
2	浴室洗浴	43	51	94
3	医疗保健	9	60	69
4	游泳娱乐	3093	1140	4233
5	温室种植	22	130	152
6	水产养殖	60	63	123
合 计		3245	1327	4572

数据来源：张浩宇. 小汤山地热资源勘查开发规划[R]. 北京：昌平区小汤山镇镇政府，2010.

按开采地热水量与从业人员之比，可以看出小汤山地区平均每开采 826m<sup>3</sup> 的地热水，可为社会提供一个就业岗位。其中用于旅游康乐的地热水，每开采约 70m<sup>3</sup> 的地热水，即可为社会提供一个就业岗位。

表 4-10 小汤山地区地热开发不同产业从业人员占用资源比较表

① 张立和，徐巍：《2004 年度地热水动态监测分析研究报告》。北京：北京市地质工程勘察院，2005 年，第 17 页。

② 张浩宇：《小汤山地热资源勘查开发规划》。北京：昌平区小汤山镇镇政府，2010 年。

序号	产业用途	地热水年用量 ( $\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ )	从业人员(人)	人均占用量( $\text{m}^3/\text{人}$ )
1	冬季供暖	120.4577	18	66921
2	浴室洗浴	15.2349	94	1621
3	医疗保健	16.6711	69	2416
4	游泳娱乐	29.5288	4233	70
5	温室种植	104.3963	152	6868
6	水产养殖	91.2000	123	7415
合计		377.4888	4689	805

注：温泉入户的水量，计入供暖的量中。

数据来源：张浩宇. 小汤山地热资源勘查开发规划[R]. 北京：昌平区小汤山镇镇政府，2010.

小汤山地热田从钻井开始开采地热水利用已有 30 多年的历史，年平均开采地热水 350 万  $\text{m}^3$ ，最大年开采量曾近 470 万  $\text{m}^3$ ，产生巨大的经济、社会和环境效益。

地热利用还带来明显社会效益，带动相关的服务行业配套发展，增加了社会就业机会，构成和谐发展局面。

表 4-11 经济效益按利用项目所占比例和统计依据测算如下表

利用项目	用水比例	统计依据	测算取值	年经济效益
地热供暖	20 %	信苑温泉会议中心	10 元 / $\text{m}^3$	753.17 万元
温泉洗浴	4 %	移动通信培训中心	6 元 / $\text{m}^3$	91.41 万元
医疗健身	4 %	汤山疗养院、九华山庄	80 元 / $\text{m}^3$	1333.69 万元
家用热水	12 %	比照洗浴利用	10 元 / $\text{m}^3$	451.41 万元
娱乐休闲	8 %	九华山庄、龙脉温泉	50 元 / $\text{m}^3$	1476.44 万元
温室种植	28 %	人大办公厅服务局	25 元 / $\text{m}^3$	2609.91 万元
水产养殖	24 %	农垦综合养殖场	30 元 / $\text{m}^3$	2736.00 万元
合计	100 %			9452.02 万元

数据来源：张浩宇. 小汤山地热资源勘查开发规划[R]. 北京：昌平区小汤山镇镇政府，2010.

小汤山地区地热产业的不断发展，也创造出丰硕的经济效益。地热产业直接经济效益统计如表 12。

表 4-12 效益估计

参数取值			2004 (元)	2010 年 (元)
项目	依据	取值 (元/ $\text{m}^3$ )		
供暖	汤 38 井	10	7531710	10260000
洗浴	汤 22 井	6	914094	1368000
医疗	汤山、九华山	80	13336880	27360000
家用热水	比照洗浴	10	4514060	5700000

娱乐	九华山、龙脉	50	14764400	34200000
温室	汤 39 井	25	26099075	35625000
水产	汤 30 井	30	27360000	42750000
合计			94520219	157263000

数据来源：张浩宇. 小汤山地热资源勘查开发规划[R]. 北京：昌平区小汤山镇镇政府，2010.

目前只是统计小汤山地区地热产业年直接收益为 9452.02 万元，由于在小汤山地区地热相关产业分布广而散，无法详细进行收益统计，如以温泉会议为主的九华山庄的年收益为 15000 万元，以此推测，小汤山地区与地热相关的产业年收益也是比较大的，地热已成为小汤山地区的重要产业。

### 五、区域经济发展与环境保护协调机制的政策选择

通过对小汤山地区的地热资源开发及其政策调控状况进行调查，总结其经验，可以为区域经济发展与环境保护协调机制的构建提供以下政策选择：

#### （一）机制的构建应以规范企业的资源开发行为为核心

区域发展模式建立在资源利用的基础上，通过这种区域优势资源的开发，进而吸引投资，促进当地基础设施和公共服务的改善。

环境问题也主要可以归纳为资源利用的低效率，使污染物排放的增加；资源的非可持续利用。从某种意义上讲，环境问题是由于资源开发、利用或配置不当而引起的。<sup>①</sup>(p100-112)

因此，对于这种围绕区域优势资源开发所构建的区域发展模式，其优势资源的保护应是环境保护的重中之重。而直接参与区域资源开发的主体应为企业，所以，要建立区域经济发展与环境保护的协调机制，必须以规范企业的资源开发行为为核心。

#### （二）资源管理的体制应采用垂直化管理

在区域生态系统中，政策主体的生态位不同，决定了其利益诉求的异质性。尤其是地方政府的机会主义倾向等原因，导致了其在环境保护工作上的惰性。基于经济利益的考虑，地方政府通常会选择“先发展，后环保”的道路，一些地区的地方政府包庇、纵容污染行为，甚至不惜充当污染者的保护伞。

而中央政府和省级政府等较高级别的政府出于对整个国家、区域良性发展的宏观考虑，期盼的是一个和谐的社会，对环境的重视由来已久。因此，资源管理的主体应为较高级别的政府，采用垂直化管理体制，由其所属的资源管理部门承担相应的资源管理职能，将资源管

<sup>①</sup> 王国印，王动：《波特假说、环境规制与企业技术创新——对中西部地区的比较分析》。《中国软科学》，2010 年第 1 期，第 100-112 页。

理的职能集中化,从而对下级地方政府和企业的资源开发行为形成一种约束,实现区域环境治理中的上下级府际间协调。

### (三) 资源管理的模式应该从末端治理向全程控制转变

资源管理的模式应从末端治理向全程控制转变。资源管理部门的管理方式通常是末端治理,但末端治理的局限性也日益显露。因此,应该将企业的整个资源开发行为视为一个生命周期,即开采阶段、利用阶段和废弃阶段,基于过程导向,对资源开发的每一个阶段实施全面的质量控制。

资源管理要以生态系统综合管理思想为指导,整合、调整和优化相关部门的职能,体现生态系统的整体性,避免人为割裂生态系统的各个部分的内在联系。

### (四) 资源管理的手段应向系统化、综合化的方向发展

资源管理的手段应该向系统化、综合化的方向发展。目前资源管理部门的主要治理手段为行政手段,但是行政手段有其自身的弱点,存在着不稳定性、阶段性,甚至还有寻租的可能。因此,针对资源开发行为的不同阶段的不同特征,应采取不同的政策手段,以实现规制性政策、市场性政策和诱导性政策的系统化、综合化的使用。

### (五) 资源环境保护的政策“倒逼”机制不失为一种有效的作用路径

企业和地方政府之所以环境保护的动力不足,主要是由于缺乏外部刺激,从而不能够有效地履行其环境保护方面的职能和义务。所以,应通过资源与环境保护的政策形成“倒逼”机制,促进经济发展方式转型,最终实现区域经济和环境的协调发展。

基于此种考虑,势必要建立“强而善治”的资源管理部门,突破现有资源环境保护体制的障碍,将代价小、效益好、排放低、可持续的要求全面体现到国民经济体系的各个领域和社会组织体系的各个方面,以环境容量优化区域布局,以环境改善倒逼发展方式转变,以生态建设再造环境优势,是有效减轻环境治理压力、扭转生态恶化趋势的治本之策。

### (六) 区域经济与环境协调发展的实现机制是一个渐进调适的过程

根据渐进决策理论,政策的制定是由不同的政策主体、利益相关者基于自身利益的相互博弈和妥协而达成的结果,其演变过程必然是一种渐进调适的过程。

在区域治理和发展的过程中,不同的利益相关者分别基于经济发展和环境保护的不同动机,推出不同的政策以及方案,并根据对方的政策提出自己的应对方案,不断地改变和调整着自身的行为,实现了区域发展的模式在经济发展和环境保护的不同取向之间的协调和均衡。同时,政策主体之间的渐进式博弈推动了发展方式的转变,即技术的创新和模式的优化。因此,各主体之间利益博弈也在一定程度上推动了经济与环境的协调发展。

## 结 语

可持续发展是 21 世纪全人类普遍关注的议题，尤其是在当前全世界面临气候变化、生态破坏等严峻的环境问题之际，实现一个地区、一个国家乃至整个地球的和谐发展则显得尤为重要。可持续发展意味着经济发展与环境保护的协调与均衡，因此，构建区域经济发展与环境保护的协调机制势在必行。

在人类可持续发展系统中，经济可持续是基础，环境可持续是条件，社会可持续是目的。如何做出恰当的政策选择和实施来实现区域可持续发展，如何在经济发展的同时保持环境不破坏，使二者相互支撑，是摆在我们面前的一项艰巨任务。

在过去的几十年间，我们已经如此深长地浸润于“眼前利益和短期效益”的文化氛围当中。当前，向可持续发展的转型过渡，目前的难关，在经济发展和环境保护这两个维度上，各类利益相关者才算体现公平公正的不同意见间之博弈。

而本文即旨在探索出一条经济发展与环境保护的协调发展之路，基于小汤山实践，通过政策手段的调控，以期实现二者的协调发展，也为区域可持续发展模式提供了一种较为可行的思路。

# 试析秉志对于中国人“国民性”的认识

范思璐<sup>①</sup>

**摘要：**秉志是中国近代生物学的主要奠基人和开拓者，是20世纪中国科学家代表。20世纪上半叶，在中国人争取独立自强的过程中，秉志与同时代的许多科学家一样，在从事生物学研究的同时，对中国人的国民性进行了深入的探讨。立足于科学的出发点，其见解独到，且有代表性。文章从国民性问题的提出、国民性观点的揭示、国民性改造及其意义等几方面，阐述了秉志对于中国人“国民性”的认识。

**关键词：**科学思想；国家观念；国民性；秉志

国民性是指一国民众，在一定时期内在心理、精神、观念、行为习惯各方面所存在的带有普遍性的倾向。在近代中国，关于国民性问题的探讨一直是十分引人关注的话题，许多知识分子对此有过严肃而深入的思考，并提出了独到而深刻的见解。他们纷纷将这种思想熔入于自己的学术与政治见解中，其目的是为了更好地推动民族觉醒，谋求国家独立、富强。秉志先生也对此展开了思考。秉志（1886-1965），中国科学院学部委员，动物学家，教育家，是我国现代动物学的奠基人、现代生物学教育的启蒙者和开拓者，是中国最早的群众性学术组织“中国科学社”和最早的学术期刊《科学》的创办人。他早年受儒家思想熏陶，曾先后考中秀才和举人，之后被河南省选送到京师大学堂读书，并于1909年公费赴美留学，成为中国早期留美学生中获生物学博士学位的第一人。秉志历经清朝末期、中华民国时期以及中华人民共和国初期，人生经历丰富，知识融通中西；生物学的独特科学训练又使得他对国民性的思考凸显特殊性。

## 1 国民性问题的提出

从1840年鸦片战争开始，中国屡遭列强蹂躏，中华民族的生存遇到前所未有的挑战。如何救国自强，将中国从落后挨打的地位解救出来，寻找富强、振兴民族之路已成为所有中国人民面临的最大的历史任务。不同阶级，不同阶层纷纷开展爱国救亡运动，特别是一些先进的知识分子也开始了探索爱国救亡之道。洋务运动和维新变法便是他们寻求救亡道路的探路石，然而，洋务运动随着甲午战争中北洋海军的全军覆没而宣告失败，维新变法也只是经历了百日而破产。这些残酷的事实，使一部分中国人开始转变观念，突破原先停留在器物、制度上的改革，把目光转向思想文化层次，转向对国民本身的弱点反思，从而对中国国民性进行了深入的剖析。

秉志生于清末，思想形成的早年正值清末民初，深受当时各种社会思潮的影响，关注社

---

**【作者简介】** 范思璐（1987—），女，辽宁鞍山人，中国科学院大学人文学院硕士研究生，主要研究方向：科学哲学、科学史、科学的社会研究。电话：15117982347，E-MAIL：[fs11515@126.com](mailto:fs11515@126.com)。

会变迁。他晚年在个人自传中写道，“当在京时，看见欧美各国人气焰太大（离庚子不久），中国人民受气压迫，我年龄已长，留心国事，见国家处于危难地位，强权国家时时向我国要求特权（如路矿土地等），心中不免恐惧与愤激。”<sup>①</sup>

近代思想启蒙运动的先驱者严复较早的觉察到国民性的问题，他主要以斯宾塞的社会进化论和社会有机体学说为理论依据，充分强调了竞争的价值和个人价值，认为必须以西方自由、民主、平等的精神和科学的方法论来启迪国民，教育国民，提出三民主张，即“鼓民力，开民智，新民德”，来真真正正地改造国民性。<sup>②</sup>此后，梁启超又根据严复“三民”理论发表了《新民说》。他希望能培养人民“公德至上”的观念、独立自主进取精神和现代国家政治观念即国民国家观念，以及权利义务观念。<sup>③</sup>梁启超的《新民说》推动了国民性改造运动的发展，并在辛亥革命前达到高潮。“五四”新文化运动时期，更多先进的知识分子参与到国民性改造中来。胡适通过批判忠孝节义、鬼神信仰等封建传统思想，提倡国民性改造，认为要摆脱贫困和软弱就必须改造这些思想。陈独秀也继续深入探讨国民性问题。他极力提倡个性解放和纯粹的个人自由。20世纪30年代至抗日战争结束是近代国民性问题探讨的尾声。林语堂为其中的代表人物。在他笔下的“国民性”没有“褒贬”与“好坏”之分，它往往随条件与程度而定。<sup>④</sup>他一方面对中国人性格中的老成温厚、消极避世、超脱老滑、因循守旧进行了批判，另一方面又从中国人民品德中看到了可以对抗消极因素的希望。

秉志深受严复、梁启超、陈独秀等人的影响，在其文章中，对“民力”、“民智”、“民德”均有论述。在《科学与国力》中，他就指出“何为民力，爱国之心，与自立之知识是也。”<sup>⑤①</sup>在他看来，我国在20世纪上半叶的贫弱就是因为缺乏民力。发展教育，使国人深知自己与国家的密切关系，同仇御侮，便可改良社会，充实国力。同时，他认为应以科学教育开“民智”，他说，“凡所以开发民智，灌输常识，如地理、生物、社会、卫生，及一切自然之现象，无一不本诸科学。”<sup>⑥</sup>他对民德也进行界定，“民德者，非独其个人之存心行事，时时依据道德，以为准绳。而对于国家民族，必须具极大之热诚，尽应尽之责任。视国家之利害，与一己有密切之关系。坚持极大之决心，以谋国人之利益。甚至一己作甚大之牺牲，亦所不惜。夫如是，则其人对于国家，乃最良之分子也。此乃为之民德。”<sup>⑦</sup>

秉志出生于教师家庭，他从小深受儒家思想影响，在十四岁时，已有国文基础。在京师大学堂预科读书期间，看到欧美各国国力强盛，认为这是由于科学与技术强大而来，“每日除学习正式功课，最好泛览心数，渐觉欧美各国国力强盛，是由科学与专门科学与技术而来。”

<sup>①</sup>秉志：《自传》，翟启慧、胡宗刚编：《秉志文存》（第三卷），北京：北京大学出版社，2006年，第303页。

<sup>②</sup>严复：《严复集》（第二册），王栻主编，北京：中华书局，1986年。

<sup>③</sup>梁启超：《新民说》，沈阳：辽宁人民出版社，1994年。

<sup>④</sup>王兆胜：《林语堂论“国民性”》，《徐州师范大学学报》2006年第4期。

<sup>⑤</sup>秉志：《科学与国力》，《科学》第16卷第7期，1932年7月。

<sup>⑥</sup>秉志：《科学与国力》，第1014页。

<sup>⑦</sup>秉志：《立国之二元素（续）》，《南行》1947年第三期。

<sup>①</sup>于是，他决定专心学习科学，认为自然科学是格物致知，破除迷信，强国富民的利器。赴美留学期间，他与任鸿隽、胡明复等人交往密集，组织创办了“中国科学社”和《科学》杂志。1920年自美国归国任教，又先后创建了中国大学中第一个生物系和第一个生物研究所。在抗日战争期间，滞留孤岛上海，并用“骥千”、“伏枥”为笔名，发表大量时评文章，先后写有《民性改造论》、《竞存论略》、《训子女书》等著作。正是在这一时期，秉志在探讨以科学方法来救国的同时，开始更深层次的去探寻中国落后的根源和救国救民的真理。<sup>②</sup>

## 2 秉志关于中国人“国民性”的主要观点

中国古代典籍中就有关于中国“民性”的探讨。《礼记》中即有“司徒修六礼以节民性，明七教以兴民德”<sup>③</sup>的记载；在《荀子》一书中，也曾出现“不富无以养民情，不教无以理民性”等内容。<sup>④</sup>然而，学者们对国民性的描述纷杂，除“民性”一词外，还有“积习”、“民族性格”、“民众性情”等多种描述。“国民性”一词直到近代中国国民性改造的问题提出后才出现，并得到一致认同，此后，学者们逐渐用“国民性”一词替代中国“民性”、“积习”等描述。秉志在其著作中也先后出现有“民性”、“人民近来之性情”、“民族性格”等多种说法，本文为援引方便，如无特殊说明外，均视之为“国民性”。

秉志对于国民性的认知，特别是其改造国民性的思想是建立在生物学知识基础上。他认为：自然界的竞争无处不在；作为动物之一的人类，其国家的盛衰兴亡，也不能避免，“凡立国于大地之上，其人民必精诚团结，日夜淬砺，方不为人所夷灭。”<sup>⑤</sup>在秉志看来，国民性还体现在民众对于环境的适应上，“立国之道非一端，民性其最要者也。民性适于环境之所需，国家必日盛强，民族亦日膨胀，其次者亦不失为治平之国度。否则国势陵夷，委靡不振，等而下之，则庶政混淆，机隍万状，内忧外患，纷至沓来，亡国灭种之祸，亦所不免。”<sup>⑥</sup>他认为：“吾国人民思想之幼稚，实为数十年来紊乱之最大原因。”<sup>⑦</sup>

在《弱族之奋斗》一文中，他针对国民性的优缺点提出自己的观点，“大凡有为之民族，皆最敏于自救，一受外侮，立即警惕，向善之趋势最强，汲汲师人之长，以补己短。凡一群之中，其恶劣之政治风俗，足以自弱自害者，如自私、自残，如欺民、媚外，如依赖、贪污，等等，群中志士，所宜奋斗死争，涤荡廊清，而不容其余孽稍存。民族能有如是之努力，然后可存在于大地之上。”<sup>⑧</sup>在秉志看来，一国民众面对外侮欺凌能够精诚团结、发奋团结、学人志强才是可取的，而在大敌当前，民众自相残害、欺民媚外；面对公共利益，人人追求自私自利，不顾及他人是可耻的，需要严加批判。

秉志在剖析中国的国民性时，虽然也涉及到国民性优点，如他认为忠、爱、信、义、仁、

<sup>①</sup>秉志：《自传》，第302页。

<sup>②</sup>秉志：《秉志文存》（第三卷），翟启慧、胡宗刚编，北京：北京大学出版社，2006，第1页。

<sup>③</sup>《礼记》，北京：中华书局，2001年。

<sup>④</sup>《荀子》，北京：中华书局，2011年。

<sup>⑤</sup>秉志：《秉志文存》（第二卷），翟启慧、胡宗刚编，北京：北京大学出版社，2006，第1页。

<sup>⑥</sup>秉志：《民性改造论》，《国风》第8卷第1期，1936年。

<sup>⑦</sup>秉志：《秉志文存》（第二卷），第135页。

<sup>⑧</sup>秉志：《秉志文存》（第二卷），第46页。

恕、廉、耻等中华民族的传统美德都内容丰富，如果连一般民众都富于这些观念，且养成风气，那么国家即使遭受到严重的患难，仍能颠扑不破。<sup>①</sup>不过，相较于秉志对中国国民性的肯定，他还是主要把其精力集中在针砭国民劣性上。秉志指出的中国国民劣性主要有如下四个方面：

#### 1) 自私而无公德观。

秉志对国民性中国人好自私，缺乏公德等思想观念，从不同角度和不同层面进行了分析。他在《科学精神之影响》中写道：“吾国人对于己之所长，最喜严守秘密，唯恐人知……又吾国人最易自逞私见，凡作一事，皆不肯廓然大公，平日存心，既极偏私，遇一小事，以私心处之，已不免于误人僨事矣。”<sup>②</sup>他还进一步分析了年轻人在进入政途之前曾雄心壮志，进入政途之后易于腐败的原因，“私德有亏，只知自利。”<sup>③</sup>

秉志认为中国人缺乏公德观念主要表现在国人缺乏合作精神，彼此不妥协，嫉妒，缺少团体观念与国家观念。他指出“中国人之特性，即意见太重，往往两派相争，即至天塌地陷，同归于尽，而个人意见终不肯牺牲……今中国无论何种团体，求其中之各分子，不彼此争执意气者甚鲜，两团体之间，不彼此嫉妒，恶意相向者，尤不多觐。”<sup>④</sup>他更指出培养国家观念的重要性，“今日任何国家，其人民若泄沓因循，缺乏爱国之责任心，其国家之灭亡，可立而待也。”<sup>⑤</sup>不过，秉志并没有一味的批判国人，他借欧洲各国一战之前，存在党派之争，战事开始，所有党派都拥护自己政府，同仇敌忾的爱国精神来鼓励国人，以此增强爱国精神，国家观念。作为一名科学家他还希望科学同人宜诚恳合作，“吾既希望全国习科学者之努力于研究，及向社会灌输科学常识矣。而彼此之间，尤宜开诚相见，互相提携。”<sup>⑥</sup>

#### 2) 愚昧无知，易轻举盲从

秉志认为，国人愚昧无知，极其缺乏政治经验、历史知识，表现出好同恶异的心理排他性和缺乏个性的轻举盲目性。他指出：“遇家国安危攸关之大事，万不可轻易尝试者，乃为喜唱高调不负任之人所鼓吹。于是举国若狂，群趋于危险之途而不悟。当时若有深思远虑之士，欲解国人之迷梦，俾出于万全，而持论稍异，必为全国所唾骂。”<sup>⑦</sup>他强调，“二十年来之紊乱，皆人民眼光短浅，缺乏稳健之态度之所致。”<sup>⑧</sup>他回顾历史，指出数十年来，国家遭遇危难，若国人沉着应对，便化险为夷，若国人轻举妄动，便一筹莫展，无法解决。他人为，要改造这种愚昧无知，易轻举盲从的劣性，推动社会的进步，必需科学。“举国上下，养成科学之习惯，国家之事，皆开诚布公，脚踏实地，以应付之，一切内政，何者不可使攸

<sup>①</sup>秉志：《立国之二元素》，《南行》1947年第1期。

<sup>②</sup>秉志：《科学精神之影响》，《国风》第7卷第4期，1935。

<sup>③</sup>秉志：《民性改造论》，第9页。

<sup>④</sup>秉志：《民性改造论》，第8页。

<sup>⑤</sup>秉志：《国家观念与国防》，《国风》第8卷第11期，1936年。

<sup>⑥</sup>秉志：《彻底之觉悟》，《国风》第7卷第1期，1935年。

<sup>⑦</sup>秉志：《民性改造论》，第9页。

<sup>⑧</sup>秉志：《科学与国力》，第1013页。

往咸宜。”<sup>①</sup>

### 3) 隳颓自甘，缺乏诚信

在秉志看来，国人颓废懒惰，不肯努力，却自得其乐，“国人之通病，即隳颓自甘。”

<sup>②</sup>作为科学家，他着重批评了国人学习科学往往只学习表面东西，却不深入研究，投机追风的做法。“每谓某种科学重要，某种科学不重要，因一时风尚所趋，好为时髦。以某一种科学足以怂动一般人之视听，遂恭维之，而睥睨其他。”<sup>③</sup>并认为“乃颓惰自甘，贩货转卖，甚至改途易辙，以求自利。毫不知以所学为国家效其分寸，此最可痛心者也。”<sup>④</sup>他希望国人学习科学要有信仰，“万不可存优游无事之心，各本所学，努力前进。”<sup>⑤</sup>

他还批判国人缺乏诚信，“文人之虚诞夸张无论已，学者著书立说，往往不求诚信，社会欺诈相仍，亦时所不免，皆坐不信之故。”<sup>⑥</sup>他强调诚信的重要性，“倘能忠心效力于其所属之团体，则吾国早已无事不上轨道，不至受人奇耻大辱，日濒与危殆也。”<sup>⑦</sup>特别是科学家更应该做到诚信，“科学以求真理为唯一之目的，所研究之问题，几经困难，得有结果，是即是，非即非，不能少有虚饰之词。”<sup>⑧</sup>他希望科学家能够做到对于各种学理和各种事实，反复推求，得是乃止，毫不容参加意气，尤不允许作伪骄强，自欺欺人。

### 4) 无毅力

秉志认为国人没有持久的毅力，近年来尤其严重。其他国家人民讥讽中国人只有五分钟爱国热。“一遇国难，举国哄然。或唱抵制仇货，或组义勇军队，卧轨劫车，示威请愿，未及数月，乃云消雾散。”<sup>⑨</sup>秉志再度指出没有恒心，无法存于世上，“夫无恒之人，何事能有成功，薄弱之民族，岂容生存于今日之世。”<sup>⑩</sup>同时，他还认为我国的学习科学者，在留学国外期间，成绩好，归国之后，却没有坚持学习，荒废学业，也是无毅力的表现。他批评国内青年具有浮薄之气，“青年求学时，畏惧科学之难，不易立见速效，缺乏坚忍有恒之精神，亟亟图有以自见”<sup>⑪</sup>强调“真正之科学家，对于科学无论处何等环境，遭如何困难，必锲而不舍，一息尚存，不容稍懈。”<sup>⑫</sup>秉志相信，若群起奋作，力排万难，坚持不懈，工作者众，科学在我国，不久将大形发达，必有重要贡献，是国家人民的福利。

## 3 秉志对“国民性”改造的认识

秉志不仅对国民劣性进行了深刻地剖析，他还紧密联系中国社会现实，提出改造国民性

<sup>①</sup>秉志：《科学与国力》，第1015页。

<sup>②</sup>秉志：《科学三点》，《科学画报》第1卷第21期，1934年。

<sup>③</sup>秉志：《科学三点》，第802页。

<sup>④</sup>秉志：《所望于科学同人者》，《国风》第6卷第6期，1935年。

<sup>⑤</sup>秉志：《所望于科学同人者》，第2页。

<sup>⑥</sup>秉志：《科学精神之影响》，第2页。

<sup>⑦</sup>秉志：《科学精神之影响》，第2页。

<sup>⑧</sup>秉志：《科学精神之影响》，第1页。

<sup>⑨</sup>秉志：《民性改造论》，第10页。

<sup>⑩</sup>秉志：《民性改造论》，第10页。

<sup>⑪</sup>秉志：《训子女书》，《南行》1946年第1期。

<sup>⑫</sup>秉志：《科学精神之影响》，第2页。

的理论主张，以解决中国人的劣性。在他看来“夫救火莫若水，阻水莫若土，欲除民之劣性，对症下药，即培养‘国家之观念’”<sup>①</sup>。秉志对国家观念进行了叙述，明确国家与国民的关系，“各国人民，皆有国家观念，知其个人与国家之关系，爱国之心，久经陶铸，已成第二天性……人人皆知其个人与国家关系之密切。个人不能自立，其害必波及国家。国家受人凌侮，不能自存，个人之自由，必尽丧失，其生命财产，亦必为人所剥削，将来欲生不能，求死不得，举世无立足之地，永为世界人民所不齿。”<sup>②</sup>他认为应该由上至下的培养国家观念，“在上者须至公至廉，以爱国大义训导其僚属，如塾师之诲弟子，务使皆有尽瘁报国，洁己奉公之精神，”<sup>③</sup>以此类推所有国民皆以爱国大义，相互劝勉，使爱国教育成为风尚，全国上下，万众一心。这样国家公务人员会尽个人所能，报效祖国，政府清廉，贪污腐败消失；知识分子为国防实力的增加而努力，各效其长，埋头肯干；普通民众，勤苦奋勉，随着生产力加强，国家收入也增长，对无聊政客蓄意挑拨所不齿，国家统一便近在眼前。

他认为“然此非有教育唤醒国家之观念，使全国民众皆明大义不为功。”<sup>④</sup>并且提倡科学精神更是重中之重，“科学精神，足以革新道德，改造民性。故欲就国家目前之祸，必须提倡科学之精神，刻不容缓，人人能公、能忠、能信、能勤、能久，则贪污自私、卖国自利，虚伪狡诈、偷懒无恒等劣性，可以渐行免除，国家之观念日强，爱国之热忱亦日挚。”<sup>⑤</sup>

然而如何科学教育的普及呢？秉志也提出自己的看法。“故吾国今之急需，为推行科学之教育。而执行之人，必具科学之精神以赴之。其初步系先使一般民众，获到普及之教育。然后将科学之浅近常识，尽量灌输。继此之工作，由国内热心有力者，募集巨资，提倡高深之造就……使其力量所能达到之处，多数之人民，皆可受到初级之教育。文盲之成分，因而减少。继此再推行科学之教育，使科学之常识，普及乎社会之子民。”<sup>⑥</sup>

他在实践教育理念的时候，针对不同人群采取不同措施。关于儿童的科学教育，“最易起首者，莫若就其玩具加意改良，使多就于科学化。”<sup>⑦</sup>他希望富裕家庭，父母可购置纸质小地球，使孩子能对各洲大洋及世界各国分布有所了解；购置太阳月球及地球的轨道仪，了解太阳，月亮及地球之间的关系；购置扩大镜，教孩子时时观察事物，养成观察自然现象的习惯。“其次则为儿童之读物，宜多包含科学之意义。”<sup>⑧</sup>他认为针对儿童的科学读物可以文字较为浅显，多用插图，价格低廉便于贫寒儿童所得。“除此之外，复制各种挂图，在学校讲堂，及家庭之中，皆便于悬挂”他提倡以讲故事的方法，来阐释科学现象。<sup>⑨</sup>

关于妇女科学教育，他指出如果生于富裕家庭，可借助学校来获取知识，先学习数学，

<sup>①</sup>秉志：《民性改造论》，第11页。

<sup>②</sup>秉志：《彻底之觉悟》，第1页。

<sup>③</sup>秉志：《国家观念与国防》，第1页。

<sup>④</sup>秉志：《国家观念与国防》，第1页。

<sup>⑤</sup>秉志：《秉志文存》（第三卷），第172页。

<sup>⑥</sup>秉志：《立国之二元素（续）》，第11页。

<sup>⑦</sup>伏枥：《儿童科学》，《科学画报》第10卷第2期，1944年。

<sup>⑧</sup>伏枥：《儿童科学》，第2页。

<sup>⑨</sup>伏枥：《儿童科学》，第3页。

化学，物理等基础科学，再学习教育、心理、社会等学科，最后学习家政及医学。如果生于贫苦家庭，可以“立志自修，博求科学之书报，吸收以上所言各种学术之常识。”<sup>①</sup>

关于工人科学教育，秉志把工人分为两种，一种与科学家接近之劳工，一种不与科学家接近之劳工。前者可“时时观察科学家工作方法，及习惯之可仿效者取以为师，更可时时向之领教之”<sup>②</sup>并以瓦特、法勒第等为榜样而奋斗；后者则希望最初可以看一些浅显的科学刊物，以增进知识，利用工作业余之时，从事于基本科学之小册，实行自我教育计划。

关于农民科学教育，秉志认为“农民以处于乡曲之故，其受教育机会远不如城市居民，”<sup>③</sup>因此要区别与其他教育方法，力行农民识字之运动，编著极浅易的科学读物，效仿美国所出的《农村小页》，免费散布于农村。之后由政府组织，讲演，展览的工作。“全国之科学家，若皆热心于灌输科学常识之义举，所作儿童妇女之读物亦可广布与农村。力行数十年，农民之家人，必能沾润于科学之化雨。以全国大多数之人民悉有科学之头脑，国家何忧贫弱哉。”<sup>④</sup>

他还勾画出理想大学的蓝图，他认为理想大学应该“课程完备，教材优美；学术自由，打破牵制；机会平等，赋予弹性；注重研究，促进学术。”<sup>⑤</sup>就如赫胥黎所说的“大学之中各种学术，及所有求学之机会，应有尽有，为来学者所享用”他还认为大学教育并不仅仅局限于造就青年学子，中年教授及助教，均有成为著名专家之潜力。虽然是美好蓝图，但也可以实现，“吾国从事于新式教育已逾半个世纪之久，国内教育界不乏人心之士，倘皆努力向此途迈进，此理想之大学不难实现，而上不在天，下不在地之大学，徒耗费国家之金钱，其成绩不是学潮，即是失业者，亦可扫迹者矣。”<sup>⑥</sup>

#### 4 评述

秉志关于中国人的“国民性”的认识，与其同时代人不同，有其独特性。和他同时代的思想家通常对中国传统文化更多地持批判态度。例如在胡适看来，中国传统文化只有“灵异鬼怪的迷信”、“谩骂无理的议论”、“用‘诗云子曰’做根据的议论”、“把西洋古人当成无上真理的议论”和“目的热”，<sup>⑦</sup>因此若想改变中国人的劣性、实现国家的振兴，必须对中国的传统文化进行整理和改造，使中国的传统文化发生根本的改变。但秉志却认为，中华民族能长久存于世界主要的原因是受中国传统文化熏陶，“国家民族所以有如此长久之历史，而继续生存于大地，不至如埃及，巴比伦，希腊，罗马等古国，盛极而衰，倾覆消灭者，乃吾国先圣先贤教泽之深、存心之厚，将整个民族陶铸感化，成为忠厚仁爱，不为己甚之人

<sup>①</sup>伏枥：《妇女科学》，《科学画报》第10卷第3期，1944年。

<sup>②</sup>伏枥：《工人科学》，《科学画报》第10卷第4期，1944年。

<sup>③</sup>伏枥：《农民科学》，《科学画报》第10卷第5期，1944年。

<sup>④</sup>伏枥：《农民科学》，第2页。

<sup>⑤</sup>秉志：《理想之大学教育》，《科学》第30卷第9期，1948年。

<sup>⑥</sup>秉志：《理想之大学教育》，第260页。

<sup>⑦</sup>胡适：《胡适全集》（第二十一卷），季羨林编，合肥：安徽教育出版社，2007年，第65—266页。

民。而重廉耻，讲气节，尤为有知识，有身份，读书明理，敦品饬行者之风尚。”<sup>①</sup>他强调“真正之文学根本于六经百氏，陶熔于近世科学哲学之事实理想以出之者。”<sup>②</sup>

留学美国攻读生物学博士的经历使秉志于中西文化均有根底，为他融通中西打下了基础。因其所学专业生物学为研究生物进化，深受达尔文进化论和斯宾塞社会有机体学说的影响，其培养“国家之观念”的思想就来源于此。同时期的陈独秀提倡纯粹的个人主义，指出国家利益、社会利益与个人主义相冲突时，要以个人利益为主，“举一切伦理，道德，政治，法律，社会之所向往，国家之所祈求，拥护个人之自由权利与幸福而已。”<sup>③</sup>与之不同，秉志强调国民与国家密不可分的关系，注重团体观念，国家观念。虽然秉志讨论、宣扬过个人自由，然而从抵御外侮、挽救民族危亡的角度思考问题时，他还是将团体利益置于个人利益之上，视国家自由高于个人自由。

同时，作为一名科学家、生物学家，其调查对象一般存在于乡间野里。这致使其国民性改造思想深入群众，没有脱离实际，其以科学教育普及的方式来培养“国家观念”，更具体，更详细。特别是，他具体问题具体分析，针对不同人群提出不同的策略来改造国民性，更是独特。

当然，由于时代、身份的制约，在秉志的国民性改造思想中也存在着一定的历史局限性。他过于追求“国家观念”，希望国民把国家视为唯一的生命，“将全国人民无老无少，无男无女，皆灌输以国家之观念，是人人爱其国家，视国家为唯一之生命。”<sup>④</sup>这使他忽视个人价值存在的意义。国民性改造不可能一蹴而就，需要一个长期的历史过程。秉志对于中国人“国民性”的分析及其改造国民性的倡议，在今天仍然有借鉴意义。

<sup>①</sup>秉志：《秉志文存》（第二卷），第201页。

<sup>②</sup>秉志：《训子女书》，第20页。

<sup>③</sup>陈独秀：《陈独秀著作选》（第一卷），上海：上海人民出版社，1993年，第166页。

<sup>④</sup>秉志：《国家观念与国防》，第1页。

# 工程伦理生成的道德哲学分析

何 菁

摘要：当今，工程伦理在很大程度上仅关注工程运用中出现的具体的道德困境，一些为职业工程师制定的“行为伦理准则”也倾向于对工程中出现的具体问题开药方。工程伦理“何以有善”的贫弱现状下必须转变传统工程伦理的单向度思维“我们应该服从什么样的规则”为“我们应当如何生活”，“做得好”更要“活得好”。“如何为善”赋予工程伦理在形而下和形而上两个层面的道德哲学涵义，指出我们工程实践应然的伦理价值关切。“外化之善”将工程伦理对“善”之追求的可能性变为现实，即，使人能够过上“好的生活”，面向未来的自由而幸福的生活。因而，“何以有善”→“如何为善”→“外化之善”，三者构成了工程伦理生成的存在论框架。

关键词：工程伦理 何以有善 善如何可能 善之必然 道德哲学

作者何菁，哲学硕士，东南大学人文学院伦理学专业博士研究生（南京 210096），南京林业大学机械电子工程学院讲师（南京 210037）

纵观半世纪以来国内外学界对工程伦理的研究，可以发现，工程伦理绝大多数是由被具体化到当前所接受的工程伦理章程的条款所构成，比如美国全国职业工程师协会（NSPE）伦理准则、电气和电子工程师协会（IEEE）伦理准则、美国化学工程师协会（AIChE）伦理准则、美国土木工程师协会（ASCE）伦理准则、美国机械工程师协会（ASME）政策伦理等，并逐步认可工程伦理“由那些从事工程的人们赞同的责任和权利以及在工程中值得期望的理想和个人承诺组成”<sup>①</sup>。

从描述性意义来看，工程伦理具象为工程师的伦理，是工程师应当具有的职业伦理，它具有典型的职业特点和行为要求；在其规范性的意义上，“工程伦理”指工程中得到论证的道德价值，是嵌入工程的“德行”（Virtues）和“卓越”（Excellences）。但“德行”和“卓越”如何嵌入工程？我们如何在工程的视域中对道德的本质、道德要求我们做什么，即，对“我们应当如何生活”以及为什么这样生活达到系统性理解的努力？这就需要道德哲学以经验世界作为关注支点，关怀工程伦理“何以有善”的贫弱，回应“我们应当如何生活”这一古老却常新的命题；从形而下和形而上两个层面回答工程伦理“如何为善”，给予工程实践应然的伦理关切；“外化之善”重塑工程对人之向往的“好的生活”的伦理期待，回归伦理学对人之实然存在的价值制约，对人之应然存在方式价值关切和对人之必然存在的价值激励。

## 一、何以有善：“做得好”更要“活得好”

溯源西方传统伦理学，“伦理”在很大程度上与“道德”互用。“伦理”一词起源于希腊语的 *ethilos*，它指的是一种对待生活的精神气质和目标，这种对待生活的精神气质和目标可以被描述为“善”（good）；“道德”来自于拉丁语的 *moralis*，尤其是在西塞罗对亚里士多德

<sup>①</sup> 迈克·W·马丁、罗兰·辛津格：《工程伦理学》，李世新译，北京：首都师范大学出版社，2010年，第7页。

著作的翻译和评论中，它更多关注的是行为是对的还是错的，更多指的是规则或规范，用以作为人的精神气质和人的生活目标提供具体指导。因此，作为表达规范和规则构成的道德只是一个有限的伦理目标现实化，这成为工程伦理尤其是西方工程伦理研究的一个基本理路：工程伦理在很大程度上仅关注工程运用中出现的具体的道德困境，这被视为工程伦理的主要实践；一些为职业工程师制定的“行为伦理准则”也倾向于对工程中出现的具体问题开药方。然而，工程伦理的研究不能仅仅停留在对“规范”或“准则”的关注上——人之为人的存在难以离开价值关怀，即使在现代社会中，人与高新技术集聚的工程活动已经密不可分，人们为争取物质生活的极大丰裕而努力“做得好”，却依然需要一种价值关怀通过确认人是目的而赋予人“活得好”以实质内容。这就要求我们必须直面现代工程的发展和实践带给人类生活的复杂性和风险性，转变传统工程伦理的单向度思维“我们应该服从什么样的规则”为“我们应当如何生活”，从而使人的“行为的影响与真正人类生活的长久相一致”<sup>①</sup>。

近代工业文明以来，几百年间，作为技术聚集化的物化负载的工程带来的曾经在一定意义上被定义为经济增长的发展，不仅使得近代以来的人类生活不断丰足和富裕，拉着人类以奔跑的速度进入到现代社会，也使得置身风险之中成为当今人类生存的持久的可能性状态。技术无论多么进步、工程无论看起来多么复杂和完美，工程伦理规范让我们无论怎么“做得好”，却在技术进步乃至重大的技术突破的背后，常常隐藏着人类深深的担忧：我们怎么才能“活得好”？以善为价值表征的幸福，需要人类怎样作为？

亚里士多德（Aristotélēs,前 384-前 322）在他的《尼各马科伦理学》中提出了千年疑问：幸福（eudaimonia）是指一种人类所过的善生活（“活得好”），还是好的理性活动（“做得好”）？在他看来，“做得好”一方面是幸福人类生活的生成成分，另一方面，幸福是“值得欲求的实现活动”<sup>②</sup>，这种活动自身就是幸福，“活得好”的幸福是以“做得好”的幸福为特征的。人类的工程实践，其原初的也是最终的目的是为了快乐幸福地生活，人类社会发展的最高价值追求，是以最大多数人的幸福为幸福；以技术的不断革新和复杂技术高度聚集的现代工程项目的运作为显现的发展样态，都不是目的，只是手段。被看作是幸福之学的传统道德哲学，它一方面追寻幸福生活的目的意义，另一方面也探寻如何实现幸福目的的价值方式或手段，它明确了目的高于并先于手段。但是，近代以来，人类理性踏上了片面的科学主义歧途，物质至上幸福论构成了人类生存发展的唯一目标，目的渐渐被手段遮蔽，由此形成的傲慢物质霸权主义和绝对经济技术理性，构成了近代以来人类生存发展和追求幸福的唯一目标。以“行为伦理准则”为具象的当代工程伦理，仍然主要龟缩在人类中心主义和物质至上幸福论的模式里，“将公众的安全、健康和福利放在首位”<sup>③</sup>，“始终如一地为公众利益服务”<sup>④</sup>；其理论阐发与构建也是以绝对经济技术理性行动原则为主流方向，对工程活动的过程把握、对技术风险的评估大多是依据以往的经验所进行的假设性判断，伦理的目的只是尽可能避免这些“经验”再一次发生。“行为伦理准则”的愈加细化，导致人们越来越重视在具体的工程环节中依据“手册”指导规避眼下的道德两难，却难以及时评估工程整体对环境、社会以及未来的责任，并由此导致了人类生活实践本能地漠视或排斥伦理理想和道德规范。工程实践的道德危机，是在一种“道德陌生人”<sup>⑤</sup>状况下思考道德可能性；道德和实践的两分、

<sup>①</sup> Jonas Hans., *The imperative of responsibility: in search of an ethics for the technological age*, Chicago University Press, 1984, p11.

<sup>②</sup> 亚里士多德：《尼各马科伦理学》，廖申白译注，北京：商务印书馆，2003年，第303页。

<sup>③</sup> 参见（美国）全国职业工程师协会（NSPE）工程师伦理准则，I。转引自转引自迈克·W·马丁、罗兰·辛津格：《工程伦理学》，李世新译，北京：首都师范大学出版社，2010年，第337页。

<sup>④</sup> 参见软件工程伦理与职业行为准则 ACM/IEEE-CS “软件工程伦理与职业行为”联合工作组（完整版），原则1。转引自转引自迈克·W·马丁、罗兰·辛津格：《工程伦理学》，李世新译，北京：首都师范大学出版社，2010年，第356页。

<sup>⑤</sup> “道德陌生人”，是指有着不同的道德观念和不同的道德标准人们，他们是“孤独的道德人群，单独行动，而且只依赖他们自己的内在道德准则来确定采取哪种道德行为”。参见唐纳德·里德：《追随柯尔伯

“做得好”与“活得好”的脱节，形成了当今工程伦理“何以有善”的贫弱，这不仅体现在整个世界范围内的气候问题、能源问题、安全问题等，也体现在全球生态进一步恶化，更体现为我们现实的工程活动呈现出“向善”的真空。

工程伦理“何以有善”？我们必须转变传统工程伦理的单向度思维“我们应该服从什么样的规则”为“我们应当如何生活”，“做得好”更要“活得好”。当下工程伦理思维的困境是过分依存规范，丧失伦理神性。道德是使人成为人的根本力量，唯有道德给人注入灵魂和神性精神，人才能成为完整世界性存在者，才能“活得好”；若只盲目追求财富增长、物质幸福，就必然只关注世俗生活，形成一种绝对的世俗生活态度，这种生活态度必然造就出注重效用、追求“做得好”的工程伦理原则。在如此原则的引导和规范下，参与工程活动的共同体或每一个人，最重要的不是寻求人类的永恒福祉，而是改造世界；并且即使以寻求人类永恒福祉的名义去认识世界，也仅仅是由原来的目的变成了手段，行动、征服、创造才是至关重要的。人在这样的世俗生活态度和行为原则支配的行动世界里，完全断绝了与自然宇宙和生命世界之间的原初关联和亲密联系，人最终成了由物质财富、感官欲望和享乐需求所装裱起来的空心化的“人”，丧失了人的神性、灵魂、精神，丧失了对更大范围之存在责任的承担，也丧失了对人自身“活得好”的伦理期望。伦理学是以实存的人为起点，去构建人的应存方向与道路，并努力探求人实现“活得好”的方法和智慧。工程伦理亦然也当以此作为努力的价值方向，追求至全至美的善的生活与人生。

## 二、 如何为善：形而下与形而上

工程伦理内在道德规范的基础，就是工程如何为善的问题。这个问题涉及对所倡导的工程伦理的终极性解释，因而成为工程伦理道德哲学分析的基本问题。主流的工程伦理研究观点认为，工程伦理不同于传统伦理，它明显带有某种外在的、工具的特征。美国著名的技术哲学家米切姆（Carl Mitcham, 1941-）认为，工程伦理是“考虑我们是否做了好的工作”<sup>①</sup>，工程伦理学所关注的“好工作”和“好工程”就是对工程之“善”的倡导。“工程伦理并不必然追求它自身的善，作为职业伦理的一部分，工程伦理是在社会礼仪中维持工程师的正直、利益和社会责任”<sup>②</sup>。美德伦理学在当代的复兴，逐渐影响了近年西方工程伦理的研究进路，部分西方学者把工程之“善”区分为内在善和外在善——内在善“包括技术卓越性的标准和产生于个人教养的满意度”<sup>③</sup>，外在善“包括工程制品和财富”<sup>④</sup>。另有学者认为，“工程的特点决定了工程善是一种现实性、实践性或物质性的善，是一种走向实际地改变世界的善，一种被‘应用’的善”<sup>⑤</sup>。然而，笔者认为，这只是工程之“善”形而下的方面，是工程的工具之“善”。

从应用伦理的角度，工程之“善”的形而下的两面——工具之“善”与人格之“善”并非彼此分离，二者应更确切地看作是人追求至善幸福生活以及人的存在的相关之维。布伯（Martin Buber, 1878-1965）用我-它（I-It）关系和我-你（I-Thou）关系描述了人类的存在方式，这为我们对工程的人格之“善”提供了一种理解视角。我-它（I-It）世界是以“人类生活的维持、救助和装备”<sup>⑥</sup>为目的的有用的世界，工程师经常在这个经验世界中开展职业行为，从事职业活动。我-你（I-Thou）世界以相遇（meeting）为特征，通过联系而产生对

格——自由和民主团体的实践》，姚莉译，哈尔滨：黑龙江人民出版社，2003年，第184页。

<sup>①</sup> 卡尔·米切姆：《技术哲学概论》，殷登祥等译，天津：天津科学技术出版社，1999年，第86页。

<sup>②</sup> Wha-Chul Son, *Philosophy of Technology and Macro-ethics in Engineering*, *Sci Eng Ethics*, 2008(14), pp.405-415.

<sup>③</sup> W.Richard Bowen, *Engineering Ethics: Outline of an Aspirational Approach*, Springer.com, 2009, p12.

<sup>④</sup> W.Richard Bowen, *Engineering Ethics: Outline of an Aspirational Approach*, Springer.com, 2009, p12.

<sup>⑤</sup> 肖峰：《论工程善及其实现方式的选择》，《哲学研究》，2007年第4期，第89-97页。

<sup>⑥</sup> Martin Buber, *I and Thou*, Continuum, London, 2004, p36.

自然、社会和他人关怀与责任的可能性。“我”有着多方面的规定，既是某一特定的工程师个体或某个具体的工程共同体，也是“类的本质的承担者”<sup>①</sup>；既追求工程活动的产品与财富，更意欲在行为活动中获得自身存在价值的体现，追求“善”的生活。借用列维纳斯（Emmanuel Lévinas, 1906-1995）“脸”（face）的隐喻，工程伦理的人格之“善”更进一步表征我-你关系中“我”对他者的责任意识，包含着扬弃人与自然、人与他人、人我之间的分离性、扩展存在境遇的意向。在人与自然的关系中，人对自然负有责任，自然与人共生共在，工程师不能因为暂时的利益向自然压榨性索取资源，必须抛却人类中心主义的狂热和工具理性至上的虚妄，无条件遵循人与自然和谐共存的责任。在人与他人关系中，要求工程师在职业活动中必须时刻感知他人的需要，“运用同情心发展道德上可以负责任的技术”<sup>②</sup>，时刻评估技术活动带来的对他人不愉快的影响；树立对公众生命、健康和安全的责任意识，“对风险保持敏感性”<sup>③</sup>，时刻规避工程项目引发的风险乃至灾害性事故。在人我关系中，“我”以其自我本身多方面规定的完成为其指向，自我的责任更多地表现为工程人格之“善”的内在向度。

从形而上的角度，工程伦理规范、规则的与时俱进、自我超越，还不是“活的善”；工程之“善”必须立足于生活的本原，不断流动、自我更新，从认识走向实践、从“理性”生长为“精神”。伦理道德是一种“关于善的价值的意识和理性，以及关于善的价值体系的形上理念和形上理性”<sup>④</sup>。工程伦理的规范、原则、意识不能仅仅追根究底于理论细节的完善，也不能只是工程师职业活动的伦理行为“手册”，它必须具有外化为现实的品质和能力，由意识上升为意志，由理性迈向行为。如何完成“理性”向“精神”、认识向实践的过渡？黑格尔（Georg Wilhelm Friedrich Hegel, 1770-1831）或可提供解决这一难题的学术智慧。“当理性之确信其自身即是一切实在这一确定性已上升为真理性，亦即理性已意识到它的自身即是它的世界、它的世界即是它的自身时，理性就成了精神。”<sup>⑤</sup>即，工程伦理的规范、规则、意识等“理性”必须与现实的社会生活相关，必须与人类创造文明社会的实践活动的哲学逻辑相贯通，当与现实世界同一时，它就上升为精神。这内涵有二：其一，工程之“善”必须立足于生活的本原，“精神”必须是“理性”和现实世界同一；其二，“精神”是“行动着的理性”或“行动着的意识”，不仅是理性与行为的同一、意识与意志的同一，而且本质上是具体的、客观的、现实的、行动着的“理性”。当“理性”上升为“精神”，这些外在的规范、规则、意识就转化成工程之“善”潜在的和自在的“精神”。个别的、感性的伦理准则在具体的工程实践中作为“单一物”被经验地把握，透过“精神”的努力和“精神”的中介，扬弃自身的个体性与多样性，向作为共体与本质存在的“伦理现实”皈依，工程之“善”就达到了“单一物与普遍物的统一”<sup>⑥</sup>，工程伦理因而具有了自在又自为的精神气质。

### 三、 外化之善：自由与幸福

工程伦理学的核心是工程实践中的人存在的意义与行为的合理性。从实然角度看，工程伦理要成为完美完整的“行为伦理准则”是不可能的，技术的不断创新，工程的不断革新，人类文明生活创造之于人类道德观念或伦理规范原则具有持续不断的挑战性和前沿性，伦理与工程实践这两个方面始终存在着一种张力，在这种张力下，若伦理学理论不能与时俱进，

<sup>①</sup> 杨国荣：《伦理与存在：道德哲学研究》，上海：华东师范大学出版社，2009年，第74页。

<sup>②</sup> Sabine Roeser, *Emotional Engineers: Toward Morally Responsible Design*, *Sci Eng Ethics*, Published with open access at Springerlink.com, Published online: 09 October 2010.

<sup>③</sup> Charles E. Harris Jr, *The Good Engineer: Giving Virtue its Due in Engineering Ethics*, *Sci Eng Ethics*, 2008 (14), pp153-164.

<sup>④</sup> 樊浩：《道德形而上学体系的精神哲学基础》，北京：中国社会科学出版社，2006年，第256页。

<sup>⑤</sup> 黑格尔：《精神现象学（下卷）》，贺麟、王玖兴译，北京：商务印书馆，1996年，第1页。

<sup>⑥</sup> 黑格尔：《法哲学原理》，范扬、张企泰译，北京：商务印书馆，1996年，第176页。

则必然日渐显现出“何以有善”的贫弱。从应然的角度看，工程伦理的准则、原则一旦产生，就必须指导和规范人类的工程活动，并以其密切关注现实、不断自我超越的“理性”涵育现代工程伦理的“精神”。这其中，蕴含的一个目的是，要将工程伦理对“善”之追求的可能性变为现实，使人能够过上“好的生活”，面向未来的自由而幸福的生活。这就是工程伦理的“外化之善”。

一方面，传统主流伦理学对自由的考察与追问都是立足于“人”本身并以“人”为绝对视域，关于自由的道德哲学审查，代表性的思想有先天“意志”（康德）、“本原冲动”（费希特）或天赋“人性”、“人权”（洛克、卢梭）等，这些过于抽象、单一的思想在人类工程发展实践中，恰恰造就了人的自我孤立和在与宇宙自然的共生共在进程中的自我狂妄与自我盲昧——人在工程活动中不断推动技术的突飞猛进，技术化生存下的自由蕴含着不断自我超越的创造机制，不仅张扬着一种积极、创新的力量，也使“我们的发展速度越来越快，但我们却迷失了方向”<sup>①[18]</sup>。道德是人之为人的内在规定，也为人在与世界及其一切存在者自在与互存中为自己规定了主体性、能动性、实践性，从而呈现出一种“向善”的内在规范力量和引导作用。工程伦理所倡导的“善”正是面对传统规范伦理的衰微和伦理“手册”的低效，在这种更为严峻的工程发展现实的压力下，转变在社会生活实践和工程活动中对“规则”依赖，正视责任之于人自由生存与发展的内在本质，启发人对真正“好的生活”的信仰与追求的动力。从而，“外化之善”所意指的自由，内蕴一种自我秩序的约束机制，喧哗一种自我稳定和人-自然-社会相互稳定的共生与互生的力量。它彰显了人在工程实践中的自由意志，融会贯通了人的主体意识、能动信念、实践要求和对人、社会、自然的责任，既把人之为人的完满存在之最高目的内化其中，又确立工程伦理所倡导的“善”从实然向应然状态的展开，并朝向未来的幸福生活的理想。

另一方面，从实质的意义上看，善的追求总是内含着对幸福的向往；略去或疏离了幸福，工程之“善”便不免流于抽象化和虚幻化。在实践的层面上关注工程的发展，便不能不涉及幸福的问题。以人过“好的生活”、以人的完满存在为指向，幸福意味着人通过工程活动使得自身潜能充分展开，达致人自身多方面的发展，即科技进步和工程实践应以提高人的幸福度为价值指向，以增进人类的幸福、促进人-自然-社会和谐发展和完善作为工程伦理的核心目标。当幸福仅仅流于感性的满足和物质的丰裕时，工程作为工具性的手段便不可避免地造成对人的尊严与价值的忽视与贬损，工程之“善”被片面化、世俗化；而以“好的生活”和人的完满存在为指向的“外化之善”，则显现了人之为人的理想的价值期待。工程之“善”通过对人的尊严和人的应然存在本质的确认，为幸福获得合乎人性的发展方向提供担保。因此，工程伦理对幸福的制约，并不仅仅表现为“行为伦理准则”的外在规范，在更深刻的意义上，它乃是通过对工程之“善”的“实然→应然→外化”的存在以影响、指引、激励幸福的发展趋向。

## 结语

当代工程伦理“何以有善”的贫弱致使工程伦理在现实中对既有规则的过分依从以及对人类生活期望的世俗化理解，导致道德和实践的两分、“做得好”与“活得好”的脱节。这是我们不可回避的实然存在。“如何为善”赋予工程伦理在形而下和形而上两个层面的道德哲学涵义，指出我们工程实践应然的伦理价值关切。“外化之善”深刻关注我们重塑工程对人之向往的“好的生活”的伦理期待，并关涉工程伦理的价值指向。因而，“何以有善”→“如何为善”→“外化之善”，三者构成了工程伦理生成的存在论框架。

<sup>①</sup> 维克多·奥辛廷斯基：《未来启示录》，徐元译，上海：上海译文出版社，1988年，第193页。

## ABSTRACT

Nowadays engineering ethics only focus on specific moral dilemmas in engineering applications in the very great degree, and some “Behavioral codes of ethics” formulated for professional engineers also tend to prescribe for specific problems in engineering. Engineering ethics often thinks about moral possibilities as “moral strangers” in reality, it is necessary to transform traditional one-dimensional thinking that is “what we should obey the rules” to “how we should live” in engineering ethics because of poor actualities about “why should be goodness”. It is important that we should pay attention to “live well” more than “done well”. “How goodness becomes probabilities” give engineering ethics two levels of moral philosophy meaning at physical and metaphysical, and points out the ethical value which should be concerned in engineering practices. “Inevitable goodness” will profoundly concern about the remodeling engineering that people aspire to the ethical expectations of “good life”, and relate to the valuable directions of engineering ethics. “Why should be goodness”, “How goodness becomes probabilities” and “Inevitable goodness”, constitute the ontological framework of engineering ethics’ generation.

## P2P 在线视频点播软件与影视作品著作权保护问题的探讨

田宪策<sup>①</sup>

### 摘要

随着 P2P 技术的出现和普及,应用此技术的在线视频点播软件也广受用户青睐。但是软件终端用户在使用过程中的下载行为会造成对影视作品著作权的侵害,构成直接侵权。网络服务提供者为用户提供侵权的帮制,也构成间接侵权。

应对技术的发展所造成的著作权侵权问题,著作权人应积极采取技术措施保护自己的合法权益,立法部门应不断完善著作权法,行政部门应加大网络监管力度打击网络盗版。同时,应在我国创造性的建立著作权补偿金制度。这样才能应对挑战,构建起和谐的网络秩序。

### 关键词

P2P 技术; 在线视频点播软件; 侵权; 著作权保护

### Abstract

As we know, with the developments of the technology, which is called P2P, the application of online video on demand software is also very popular. However, during the process of download behavior, the user will infringe film and television works copyright violations. Further more, the network service provider for the user made the indirect copyright infringement.

To deal with the copyright infringement problems caused by the development of technology, the copyright owner should be taken technical measures to protect their legal rights, and the legislative branch should be constantly perfect the copyright law, administrative departments should enhance network supervision to crack down on online piracy. So as we can solve the problems and construct a harmonious network order.

### Keywords

Peer to peer download technology; online video on demand software; Infringement; Copyright protection

### 前言

生活在网络时代的我们,已经习惯于使用网络来去做从前只能通过传统的手段才能做到的事情,解决从前只能通过传统手段才能解决的问题,观看影视作品也是如此。我们使用网络的同时,往往并未注意到自身的很多行为已经触碰了传统行业权利人的合法权益。但是法律的空白使得网络上许多行为的侵权与否难以界定。

当今,基于 P2P 技术开发的在线视频点播软件非常流行,终端用户在大饱眼福的同时,可否想过自己已经侵犯影视作品的著作权呢?软件终端用户在使用 P2P 在线视频点播软件播放下载影视作品时,并未得到著作权人的授权,且观看下载到的片源多是网络流传的盗版,而自己的观看行为又扩大了盗版视频的传播,因此对著作权的构成侵害无疑。但用户的复制行为并没有法律上的清晰界定,并且该行为与作品合理使用情况相似,因此著作权人常常得不到法律的保护。网络服务提供者也在为用户的侵权提供帮助。他们提供搜索引擎和大量的片源,为用户观看提供了方便,而界定他们的侵权行为由于技术的限定而变得困难重重。法律和制度的不完善,使得著作权人在面对侵权的时候一方面得不到很好的保护,另一方面也

<sup>①</sup>田宪策,1989年生,男,中国科学院大学人文学院法律与知识产权系学生。主要研究方向为网络著作权、专利法、不正当竞争法等。

得不到及时有效的救济。这些方面都对影视作品著作权的保护提出了挑战。

科学的进步和法律的滞后所导致的著作权保护问题是一个永恒的话题。这一问题要想有所突破,首先著作权所有者、网络服务提供者与终端用户三个方面需要达到一个平衡点,令三方共赢。而在上述目标达到之前,应通过相关部门努力及技工作,加快网络知识产权立法步伐,完善网络环境下的著作权集体管理制度。同时,笔者提倡在中国创造性的引入著作权补偿金制度。行政部门也应当加强并打击盗版行为,对用户进行积极的引导,建立软件企业的诚信自律制度,使企业远离盗版行为。

### 一、P2P 在线视频点播软件及对影视作品保护的影响

#### (一) 关于 P2P 技术及 P2P 在线视频点播软件

P2P (peer-to-peer, 又称点对点), 是互联网用户间进行文件共享和下载的一种技术。P2P 技术的特点是: 第一, 该技术可以使用户直接接入互联网交换数据, 而不再依赖传统的中央信息集合服务器, 并以终端对终端的方式传送文件。第二, 用户在下载文件的同时, 可以利用闲置的网络带宽上传共享文件, 使得同一文件下载的人数越多, 下载的速度越快。第三, 采用 P2P 技术的搜索引擎, 由于信息传播无需依赖中央信息集合服务器, 可使用户能够深度搜索文档, 达到传统搜索引擎如“Google”、“百度”等(只能搜索到 20%~30% 的网络资源)无可比拟的深度。以上这些技术特点使得 P2P 技术广受用户喜爱。[1]

P2P 在线视频点播软件, 是利用 P2P 技术针对网络视频点播而提出的一整套解决方案, 这套系统包括本地视频播放客户端、在线视频点播插件以及为用户提供视频点播服务的视频点播网站和视频资源搜索引擎。将 P2P 技术应用在视频点播上, 既可以解决用户带宽不足的问题, 提高了用户观赏影视作品的流畅度, 又依托其强大的搜索引擎, 满足了用户对视频内容丰富度的需求。同时, P2P 在线视频点播软件结合网络插件可以做到快速建立在线视频点播网站, 并利用广告联盟进行盈利, 使得网络服务提供者得以利益最大化。目前国内 P2P 在线视频点播软件主要有“百度影音”、“快播”等, 由于这些软件是免费的, 而且用户体验良好, 使得其成为目前最流行的在线视频观看方式。

#### (二) P2P 在线视频点播软件的使用主体

P2P 在线视频点播软件的使用主体包括终端使用者和网络服务提供者。

软件的终端使用者即终端用户, 是产品的最终使用者。P2P 技术的边下载边上传特性使得整个 P2P 网络实际上是由终端用户构成的, 因此, 没有终端用户也就没有了 P2P 网络。

软件的网络服务提供者, 是指网络中的信息技术提供者以及中间服务提供商。P2P 在线视频点播软件的信息技术提供者主要为用户提供了视频点播技术以及视频搜索引擎。网络服务提供者是网上信息的传播中介, 为网上信息交流提供各种中介服务的第三方主体, 也是信息传播的中枢。

#### (三) P2P 在线视频点播软件引发的影视作品著作权保护问题

P2P 在线视频软件的各使用主体在应用软件的过程中, 对著作权的保护提出了诸多挑战。

由于软件的免费性, 终端用户使用软件观看到的影视作品基本是合法性不明或是侵犯著作权的盗版作品。众所周知, 以电影及类似方法制作的作品, 通常都会耗费大量的人力物力, 并且牵扯到著作权人以及诸多人员的精神权利和财产权利。P2P 在线视频点播软件的出现, 方便了盗版的传播, 侵犯了影视作品著作权人得复制权和信息网络传播权。但是终端用户的个人使用行为通常与合理使用相类似, 且我国法律在规定网络复制方面没有具体规定, 因而造成著作权人经常得不到法律的有效保护。

P2P 在线视频点播软件强大的搜索技术使得检索到侵权作品的概率大增, 加大了侵权作品传播的范围, 其危害程度是传统视频软件无法比拟的。由于 P2P 技术不需要使用者连接中央信息集合服务器, 使得侵权变的隐蔽和难以取证, 这使得侵权的成本变的很低, 因而大

量的网络服务提供者都在利益的驱使下参与了这场“盗版盛宴”。

法律的空白和制度的不完善，加上技术的飞速发展，都对影视作品著作权人权利的保护提出了严重的挑战：在网上影视作品被肆意盗版和传播，著作权人不能有效的取证和主张权利，并且在侵权发生时也不能得到及时的司法救济。面对以上问题，笔者将在下文具体分析 P2P 在线视频点播软件使用主体行为的侵权性，并提出应对 P2P 在线视频点播软件带来的影视作品著作权保护问题的对策。

## 二、P2P 在线视频点播软件使用主体行为侵权性分析

### （一）终端使用者下载影视作品的行为

在网络环境中，人们利用计算机浏览信息，就不可避免地要将信息复制到计算机的内存中，形成事实上的复制行为。P2P 在线视频点播软件的终端用户在使用过程中，会下载及保存影视作品视频文件。

我国《著作权法》中仅简单的规定了几种具体复制方式，相关司法解释也未对用户网络下载行为有特殊的规定，也未涵盖网络环境下的各种复制行为。并且，用户下载观看视频文件的行为与合理使用的情况很相似。因而，在司法实践中，许多著作权人的诉请终端用户侵权都会被法院以合理使用为由驳回。因此，要判断 P2P 在线视频点播软件终端用户的下载行为是否构成侵权，应当先鉴别该行为是否属于合理使用。

作品合理使用通常的定义是：在法定条件下，当事人可以直接使用作品而不必征得著作权人的同意，也不必向其支付报酬。美国著作权法相关问题的判例认为，人们在网络上对作品进行数字化的浏览属于作品的合理使用。但如果数字化的浏览带有商业性质，而且因该浏览行为而导致人们不必再从著作权人那里购买作品的复制件，则不构成合理使用。《伯尔尼公约》也规定，成员国应使对专有权利的限制或例外仅局限于某些不与作品的正常使用相冲突、也不致不合理地损害权利人地合法利益地特殊情况下。我国《著作权法》及《信息网络传播权保护条例》（以下简称《条例》）中对作品的合理使用有着明确的规定。我国《著作权法》第二十二条及《条例》第六条都规定了作品合理使用时不应具有商业性目的，且不得侵害著作权人依照著作权法的其它合法权益。[2]

综合各国立法及国际条约并对比 P2P 在线视频点播软件终端用户的行为，可以发现：软件以及影视作品资源的免费性使得终端用户在使用该软件时可以“不必从著作权人那里购买作品复制件”，这明显具有了商业的性质，违背了《伯尔尼公约》及著作权法关于合理使用精神。因此，笔者认为，终端用户下载影视作品的行为不构成对作品的合理使用。

P2P 在线视频点播软件的资源都是免费的，而网络上普遍流传的免费视频文件一般都无法辩明其来源是否合法，甚至可以认为下载到的影视作品都是盗版的。P2P 在线视频点播软件的终端用户未经著作权人许可，擅自下载以及保存这些合法状况不明或者非法的影视作品已经损害了作者对作品正常使用。笔者认为，在排除了合理使用的可能性后，应当认定其侵害了我国《著作权法》中规定的著作权人所享有的复制权和信息网络传播权。

### （二）终端使用者的上传共享影视作品的行为

终端用户在观看影视作品的同时会将作品上传共享，导致侵权作品被反复下载并扩大了传播的范围，使得损害后果远远大于单纯的下载行为，侵害了著作权人的合法权益。对于这种行为的性质，有的学者认为是侵犯了著作权人的发行权，也有学者认为是侵犯了著作权人的信息网络传播权。笔者认为，不论侵犯著作权人哪种权利，最终都导致著作权人因作品传播获得荣誉和物质利益权利受到实质性的损害，应当受到法律的约束。

国际上已有诸多因 P2P 用户上传行为而获法律制裁的案例。2005 年，一名男子利用 P2P 文件共享软件在网上传播三部电影罪而被香港屯门法院定罪，并判监禁三个月。法院认为利用 P2P 文件共享软件传播作品的行为已超出个人合理使用的范围，妨碍了著作权人正常地行使权利，对著作权人的利益造成侵害，构成侵权。2006 年，美国维吉尼亚州男子 Grant

Stanley 因利用 BT（一种 P2P 下载软件）传播了 200 多万份影视作品文件而被判入狱并处罚款。2011 年，台湾一网友也因使用 BT 软件传播电视剧作品而被判九个月。[3]

### （三）网络服务提供者提供搜索引擎的行为

“技术本身没有对错的價值判断”。P2P 技术与搜索引擎技术的结合，使得用户搜索效率大大提高，但同时也使得用户得到侵权文件变得越加容易。网络服务提供者作为终端用户提供视频搜索引擎，对用户直接侵权提供了帮助。那么网络服务提供者是否构成间接侵权并应当承担何种侵权责任呢？[4]

间接侵权通常是指，行为人没有实施之间侵权的行为，但是故意引诱他人实施直接侵权；或者是行为人明知或应当知道他人即将或是正在实施直接侵权，但却为其直接侵权提供了实质性的帮助。理论界通常将后一种情况称为“帮助侵权”。[5]

根据《条例》第二十三条以及最高人民法院《关于审理涉及计算机网络著作权纠纷案件适用法律若干问题的解释》（以下简称《解释》）第三条的规定，P2P 在线视频点播软件作为网络服务提供者，如果参与终端用户的侵权行为，或教唆、帮助他人实施侵权，或明知用户直接侵权而不采取措施，或在著作权人提出侵权通知后仍不采取措施制止中止前述行为，则可能承担共同侵权责任。

判断网络服务提供者是否构成帮助侵权，应当首先判断网络服务提供者是否具有主观的故意。一般的搜索引擎，尽管搜索结果中会包含有侵权内容的链接，而且搜出的结果肯定会在客观上使侵权作品的传播范围扩大，但除非搜索引擎的提供者能够合理预见搜索结果也许会包含指向侵权结果的链接，并对具体的某一项搜索结果进行处理，否则根本无法通过技术手段加以屏蔽，因此也无法判定搜索引擎提供者具有主观的侵权故意。其次，应当判断网络服务提供者的行为是否符合法律免责的情况。

美国在《数字千禧版权法》中提供了判断搜索引擎提供者是否侵权所依据的原则，后来为世界知识产权界所通用的著名的“避风港”和“红旗原则”原则。这两种原则规定了网络服务提供者的免责条件：如果网络服务提供者发现其服务的帐户所有人正在实施反复的侵权行为时，能够中止服务。并且，当网络服务提供者发现侵权行为时，履行了通知义务，则网络服务提供者可以免除间接侵权责任。我国《条例》第二十三条的规定也体现了这一原则的精神。从以下两个软件网络服务提供者的行为，可以具体说明如何利用“避风港”原则来判断其是否构成帮助侵权。

在 2001~2004 年间，在美国、加拿大等国家出现了一系列唱片及影视行业企业状告“KaZaA”（一种 P2P 文件交换软件）网络运营商侵权的案例。“KaZaA”的网络运营商最终都由于其无法直接得知个别文件的传输情况，同时也没有直接责任阻止侵权文件的传输而被判决无罪。[6]

在国内，以“快播”软件为例。用户通过“快播”提供的影视作品搜索引擎，可以获得分门别类的影视作品内容，但这些内容大多为在电影院盗录的“枪版”和从 DVD 中翻录的盗版。这些搜索结果往往具有相当的有效性和连续性，可以保障用户观看时的流畅度。这是因为“快播”采用了一种“tracker”服务器进行调度（“tracker”服务器是指在 P2P 下载过程中，缓存有关种子文件持有者、下载者的 IP 地址和路由信息以及完成度等信息的数据库，所有的持有者和下载者都向同一个“tracker”服务器提交自己的信息，“tracker”服务器收集这些信息并根据 P2P 客户端的请求返回这些信息）。与前述 KaZaA 等类软件的不同之处就在于，KaZaA 等软件的搜索引擎只是提供了一个场所，让用户自己互相传输文件，用户间的传输内容，不会在 KaZaA 网站的主机空间里留下任何痕迹，因此很难证明网络运营商具有侵权的故意。而“快播”利用有明确指向性的“tracker”服务器的搜索引擎，其目的也不再是简单的 P2P 文件传输，而是为了自身利益吸引用户的一种手段。

“快播”将大量盗版影视作品文件进行集中并保持其有效性，再加上众多盗版视频网站

的在线接力，保证了盗版影视作品的播放和传播。因此，“快播”虽然不直接提供影视作品资源，却采用“tracker”服务器的搜索引擎保证盗版影视作品资源的搜索结果，已经具有侵权的故意。

综合以上观点，只提供搜索引擎技术的 P2P 在线视频点播软件，虽然其搜索结果中可能含有侵权的结果，但其网络运营商不构成对用户的帮助侵权；但采用与“快播”相类似模式的 P2P 在线视频点播软件则具备侵权的要件，网络运营商构成帮助侵权。

### 三、我国在 P2P 技术下影视作品法律保护现状及应对侵权问题的对策

#### （一）我国法律的现状及完善的建议

##### 1. 我国网络影视作品著作权保护的立法现状

我国目前适用于 P2P 技术下影视作品著作权保护的立法，首先是我国的《著作权法》。该法中规定了作者享有“信息网络传播权”这一经济权利。同时在国务院颁行的《信息网络传播权保护条例》提供了信息网络传播权具体的保护措施，这其中就包括了网络服务提供者的侵权责任及免责条款等。并在《关于审理涉及计算机网络著作权纠纷案件适用法律若干问题的解释》中，对网络服务提供者的侵权责任和免责条件做了更加详细和明确的规定。这些法律及司法解释为影视作品著作权的保护提供了重要的司法依据。但是，目前的立法还不能满足 P2P 技术环境下对影视作品法律保护的需要，需要完善。

##### 2. P2P 技术下我国著作权法的不足及完善

###### （1）对于网络复制权的界定滞后于网络技术的发展

复制权是著作权人经济权利中的一种，是著作权的基础和核心，也是著作权法重点保护的權利。我国在《著作权法》第十条列举了七种侵犯作者复制权的方式。然而，在 P2P 技术环境下，终端用户对影视作品进行数字化浏览，需要对作品文件进行传输、下载，这一过程必然伴随着作品复制，而我国相关立法方面并未对这方面的复制行为有具体的规定。这显然不能跟上网络技术发展的节奏，满足对网络影视作品著作权保护的需要。

这种不足产生的原因，是因为我国目前立法中对复制权的界定还停留在列举具体复制行为的方式上。这种方式使得其不能很好的应用到网络环境中，因此不应当将立法拘泥于其中。因此，我国立法应当借鉴国外及国际条约有关的先进经验。《伯尔尼公约》中对复制权的定义是一种概括式的定义，界定复制行为的范围非常宽泛，从而能够很好的将其延伸到 P2P 网络环境中。而且对于复制和网络传输行为的规定应当具有协同性，因为网络传输的过程中时常伴随着下载和上传的同时进行，而这分属于复制行为和网络传输行为。若将两者分开来则许多问题不容易厘清，只有将其当作一个整体并在立法上进行规定，才可以有效应对 P2P 技术及相关网络技术所带来的法律难题。

###### （2）对作品合理使用的界定过于模糊

我国《著作权法》第二十二条具体规定了符合合理使用的行为总共五大类十二项，可见，我国合理使用立法采取的方法是将合理使用的各种情况在立法中加以确定并形成具体规则。这样做的好处在于，法律对于合理使用行为的规定明晰且固定，司法中有很强的操作性。但这同样也不可避免地造成法律相对滞后，并且立法者对合理使用制度单纯采取列举方式，没有将这一制度上升归纳成概括性的原则和判断标准，使得法律内容局限、缺乏灵活性。这些都使新技术引发的新问题得不到法律公正的裁判，而且不能发挥合理使用制度的作用。

因此，笔者建议：在合理使用立法形式中，应当顺应技术发展的形式，采用概括性归纳与列举条款相结合的方式以弥补自身的不足。同时，在司法中应当明确合理使用的判断标准。美国在 1976 年著作权法中规定了判断某行为是否为合理使用的标准，即考察使用者对作品使用的目的、被使用作品的性质、作品使用的程度、使用者行为对作品的潜在影响，这是值得我国学习借鉴的。[7]

###### （二）创新规则解决侵权举证难问题

当著作权人的合法权益被侵害，影视作品被侵权，著作权人最为有效的方式之一就是寻求司法保护。按照我国的法律制度，谁主张谁举证，提出诉请的著作权人首先要提出证据证明 P2P 在线视频点播软件用户未经许可或未付费擅自使用了其影视作品，如果提不出相关证据，其主张就不能得到支持。无论从技术角度还是面对侵权人的数量，对一般的著作权人而言获取被侵权证据十分困难，甚至成为不可能。著作权人由于举证困难或不能，已经不可能很好地维护自己的合法权益，本来普遍适用的谁主张的司法原则，在此适用就出现了“不公平”。

从大量的 P2P 软件著作权侵权案件中看到，著作权人有效的救济方式是追究 P2P 软件网络运营商的间接侵权责任，而非追究个体侵权者。这是由于个体侵权者数量众多、承担责任能力有限以及难以抓到。从《条例》第二十三条可知，P2P 网络运营商是否实际知道或者应当知道 P2P 软件具体的侵权情况，乃是判断网络运营商是否具有主观侵权故意的关键。但是对于“知道或应当知道”的判断就显得尤为困难，因为其是一种心理状态，外人无法知晓，除行为人明确承认之外，需要一种确定的标准加以推断。

因此，为了应对这种取证困难，理论界引入了一种“实质性非侵权用途规则”来加以判断。其判断标准为：产品的作用不只是提供侵权帮助，则即使产品提供商明知会有人使用其产品进行侵权，也不能以事实上确实有人利用产品进行侵权行为为由，认定提供商具有主观上的过错构成间接侵权；反之，如果产品的设计只是为了用户间接侵权提供手段，那么判定其有主观故意无疑。这种判断标准既保证了产品的研发，又能有效判断产品开发者的主观意愿，非常具有实际意义。[8]

这种“实质性非侵权用途规则”应首先被司法实践所认识，继而上升为一种普遍遵循得裁判规则，如最高人民法院的规范性文件、司法解释等，最后升华到法律层面，成为著作权法律制度的组成。

### （三）完善网络著作权集体管理制度

著作权集体管理是著作权人将著作权授权给有资质的组织代为管理的制度，其性质类是一种民事权利管理制度，使用信托的一种具体表现形式。影视作品由于传播面广，因此单靠著作权人主张权利恐难达到理想的效果并且费时费力，而著作权集体管理组织在这方面的优势就能够很好的发挥出来：著作权人可以利用著作权集体管理组织维护影视作品的著作权，利用著作权集体管理组织的特制与 P2P 软件运营商、在线视频点播平台、广告联盟等沟通交涉，维护影视作品著作权人的权益。但著作权集体管理组织及著作权集体管理制度尚有问题，需改进完善。[9]

我国在 2009 年成立了电影著作权协会，并在 2010 年宣布建成著作权集体管理体系。但目前集体管理组织并没有成为保护著作权人合法权益的有利武器，究其原因，体系的不完善以及行政干预导致的强制化管理是主要问题。政府以法律形式将信息网络传播权强制性交给了著作权集体管理组织代为管理，虽然可以推进制度的施行，但其负面因素往往大于正面效果：

其一，强制推行著作权集体管理制度并不符合集体管理的性质。著作权集体管理组织应当是非盈利的机构，与著作权人之间形成信托或者代理关系。强制推行著作权集体管理，势必改变集体管理组织与著作权人之间的关系，为集体管理组织涂上行政的色彩，而这正是问题的关键。

其二，强制推行著作权集体管理制度容易导致集体管理组织权利的滥用。其结果是著作权集体管理组织处在一种垄断的地位上，而相应监管约束机制尚未形成，这就导致中国目前比较普遍的状况：每年著作权人都交给集体管理组织年费，但却不见其为著作权人维护权利。

从世界角度来看，由著作权集体管理组织来实行著作权的信息网络传播权是一种协调著作权人与社会公共利益并使著作权得到切实保护的有效途径。面对 P2P 及不断涌现的新技

术，如果建立了完善的著作权集体管理制度，那么很多问题都将迎刃而解。因此，有关部门应该尽快完善著作权集体管理制度，并谨慎实行“强制集体管理”。[10]

#### （四）建立著作权补偿金制度

著作权集体管理组织一定程度上保障了著作权人在遭受侵权后获得赔偿的概率，但著作权集体管理组织在面对终端用户未经授权的复制行为时，往往显得束手无策：一方面，终端用户数量庞大难以确定其位置并取证；另一方面，即使确定了终端用的位置，由于终端用户的行为与合理使用间的区别法律尚无明确界定，也很难对其加以制裁。因此，寻求一种新的救济途径就显得尤为必要。从世界范围来看，著作权补偿金制度正符合这一需求。

著作权补偿金制度运行的基本模式为：著作权补偿金管理者通过向复制设备和存储介质的制造商及销售商收取一定费用，并向著作权人支付这笔费用，来弥补著作权人因复制设备私自复制行为所造成的经济损失。复制设备和存储介质的制造商及销售商将这笔费用转嫁给消费者，消费者支付间接支付了这笔费用的同时也获得规定情况下的豁免，可以自由的进行私人复制。[11]

这项制度的好处在于，避免了著作权人因侵权取证难而造成的不必要损失；而终端用户通过缴纳一定费用获得授权，避免了技术使用上的侵权风险。同时，这项制度可以很好的达到技术与法律的平衡，因此是值得我国学习和借鉴的。

#### （五）加强网络行业管理，加大网络监管力度

在我国，依靠行政部门的作用可以使问题得以有效的解决，并且行政部门也理应在法律尚未完善的时候对网络盗版侵权行为加以监管，肩负起应有的责任，避免造成网络秩序的混乱。

首先，行政部门应当加强网络行业的管理，尤其对知识产权的保护加大力度，并对网络行业各个环节进行有效监督和指导，要对企业的违法违规行为追究相应责任。其次，进行普法教育，例如，在大学开设相关课程和讲座进行网络、计算机安全和著作权保护的法制教育；投放著作权保护的公益广告，加大宣传力度；组织网络终端用户了解知识产权法，熟悉相关国际公约，鼓励合法正当的网络作品使用行为。

行政部门在监管的同时也应当给予新技术一定的宽容度，避免用简单的“禁止”方法来对待问题，应当积极引导用户与企业自觉尊重知识产权，并坚决打击盗版行为，做到“疏堵结合”。在立法、司法、行政各方面部门的努力下，积极完善立法与制度，加强监管，并引导用户与企业守法，才能有效地保障各方利益，建立起和谐的网络环境。

#### （六）采取技术措施保护影视作品著作权

科学技术的革新，势必会对人们已经习惯的已有事物提出挑战，P2P 技术以及应用 P2P 技术的在线视频点播软件也不例外。著作权人应当采取有效的措施，保护自己的作品免受盗版，减少对著作权人利益的损害，避免著作权人的经济损失。

##### 1. 著作权保护的技术措施

技术与著作权一直都有紧密的联系。正是由于产生了印刷术，使得盗版变得有利可图，才需要著作权法保护作品。也正是由于技术的发展和革新，才为人们创作出更多的作品提供了方便。这种现象在互联网时代以前就已经存在了。著作权保护的技术措施，是指著作权人主动采取技术手段来保护自己的著作权，防止他人的侵权行为，也就是用技术来抵御技术。

[12]

美国《知识产权与国家信息基础建设》白皮书一开篇就中指出，技术的发展使得侵权更加容易，权利的保护更加困难，因此著作权人不得不借助技术措施来保护作品。各国立法对技术措施的保护也都有相关的规定：美国在《家庭录音法》中规定，禁止美国境内数字化录音设备装置或其他类似的设备的输入、制造、散布或是提供类似的服务。英国在著作权法中也规定，禁止制造、散布或销售规避反复制的设备。世界知识产权组织版权条约（WCT）

第十一条规定了,对于缔约国内作者采用的保护作品不受非法使用的技术措施,各缔约国应当提供充分的法律保护和有效的法律救济。我国《条例》第四条规定,为了保护信息网络传播权,权利人可以采取技术措施;第十八条、十九条同时规定了,故意避开或破坏著作权人技术措施的行为,构成违法,应当承担民事、行政、刑事责任。[13]

当前,著作权保护的技术措施已经广泛的应用到计算机软件、数据库等著作权保护领域,但是对影视作品采用技术措施保护尚未有先例。以下笔者将简要介绍技术措施的分类并提出影视作品技术措施保护的构想。

## 2. 技术措施的分类

技术的发展使得著作权保护的技术措施变得越来越种类繁多、类型复杂。若按照技术措施功能的不同,可以将目前现有的技术措施划分为控制接触作品的技术措施和控制作品使用的技术措施两大类。

### (1) 控制接触作品的技术措施(Access Control)

这类技术措施主要通过阻止对网络访问端口的访问、限制信息的受众和使用者的访问、限制用户对已获得作品的访问、阻止对作品的后续访问等方式实现对作品的访问控制。主要的形式有口令技术措施(Access Code)和问题化技术措施(Encryption)。口令技术措施,就是设置密码以防止未经授权的人观看作品。根据不同的密码级别,技术措施实施者可以控制未经授权的人能够观看到的作品的程度。而问题化技术与口令技术措施的原理完全不同,问题化技术措施旨在改变作品或信息的表现形式,使得未经授权的人在进行普通浏览时无法得到作品的真实内容,从而达到保护作品著作权的目的。

### (2) 控制作品使用的技术措施

控制使用作品的技术措施,可以控制他人在未经授权时无法复制、发行作品;也可以当他人未经授权使用时给予著作权人取证帮助。前一种情况是一种反复制设备(anti-copy devices),最有代表的是一种“连续性著作权管理系统”(The Serial Copy Management System,简称 SCMS)。这种系统可以识别作者身份,通过加密保护作品,还可以控制作品的第一次复制和再复制,避免作品的复制件被作为数字化主盘。另一种情况是可以保证支付报酬的技术措施,当中包含了追踪系统、电子水印、数字签名及电子著作权管理系统。保证支付报酬的技术措施会纪录作品使用的频率和次数,按照著作权人的依据计算出应当支付的报酬。这种技术措施可以保证当作品发生大规模未经授权的使用和传播时,著作权人可以得到直接的证据以便于向法院提出赔偿请求。[14]

## 3. 应对 P2P 技术的影视作品技术措施的设想

从技术角度抑制 P2P 在线视频点播软件对影视作品的侵权,试作以下的设想。

片源是 P2P 在线视频点播软件的关键,如果没有从 DVD 盗版并进行压制的片源,那么恐怕此类软件的用户数量会骤减,同时各类小型视频点播网站也会纷纷倒闭。根据影视作品的特点,一般的影视作品都是由相应的视频编码压制而成,并固定在 DVD 等载体中发行或通过网络数字发行。盗版者从载体中或网络中利用数字技术对编码进行解压后再压缩,从而得到相应的盗版数字文档用以传播。应对这种情况,著作权人可以采取全新的加密编码技术对作品片源进行加密,只有当用户在经过授权的情况下才得以解码并观看。采用全新的编码技术虽然可以解决绝大多数的盗版问题,但是成本以及普及等问题不容小觑,恐难成为周全的解决之道。

著作权人在片源母带中可以采用反复制技术,保护作品不被复制,抑者采取口令措施等限制访问技术措施。类似做法在几年前曾经大行其道:当时国内外众多电子游戏厂商制作发行的单机游戏,由于采用光盘碟片为载体,很容易被复制盗版,于是游戏厂商纷纷采用防止碟片被复制的技术措施,其中最有名的是法国育碧公司的 DRM(Digital Rights Management)系统。由于采取该系统的游戏往往变得安装困难并且经常出现因该系统引发的故障,导致了

用户数量的下滑，最后都取消了这种做法。虽然游戏公司取消了这种做法，并不妨碍在影视作品尝试这种技术措施。

从影视作品拍摄的目的来看，更多是为了让人们了解到制作者的艺术。而放到艺术层面来讲，对影视作品的保护就不应当单纯的限制接触，而应当在不妨碍用户接触的同时保证著作权人的一定经济利益，这样也许能够达到一种平衡。那么之前提到的保证支付报酬的技术措施就符合这一要求，它可以允许用户正常观看作品，同时在发生大规模未经授权的使用和传播作品行为时给与著作权人取证的帮助，这种做法是值得参考的。

## 结 论

面对 P2P 技术的发展,影视作品著作权人在寻求法律保护上有很大的局限性,因此需要著作权人首先应当利用技术措施进行自我保护。但是当我们应对新技术领域对传统权利造成的侵害时,要寻求相关问题的解决方案,也不能简单依赖技术克制技术的“以暴制暴”。更多的是当考虑终端用户、著作权人以及网络服务提供者等各方面的利益平衡点,并使各方达到利益共赢,才能从根本上解决由技术的进步所带来的问题。

但是,技术以及网络的发展不能称为终端以及用户网络服务提供者逃避侵权责任的理由。法律在认定终端用户及网络服务提供者直接或间接侵权时,碍于技术的专业、功能的复杂性,带来了识别上的难度,这暴露了立法的滞后性。因此,立法者需要不断填补法律上的空白,完善相关制度,保护技术正常发展,行政部门也应肩负打击网络著作权侵权行为的责任,从而达到技术与法律相平衡。

总之,法律并不是万能的,单纯运用法律和技术都不能达到网络环境的和谐。但是在构建和谐的网络秩序时,应将法律居于首要位置。完善已有法律并在制度上有所突破乃是 P2P 技术下著作权得以充分保护的关键所在。

### 参考文献

- [1] 喻志强.点对点下载与帮助侵权[C].钱锋.中国知识产权审判研究.北京:人民法院出版社,2009:242.
- [2] 郭卫华,金朝武等.网络中的法律问题及对策[M].北京:法律出版社,2001:34-38.
- [3] 汤显明.网络侵权与 BT 刑事犯罪[J].法学杂志.2008,(8):50-53.
- [4] 李炳宽.技术价值与技术异化的伦理反思[J].理论纵横.2007,(7):20-22.
- [5] 王利明.民法(第五版)[M].北京:中国人民大学出版社,2010:565-585.
- [6] 林晓静.回顾 P2P 典型案例浅谈网络版权问题[J].中国知识产权.2007,(17):12.
- [7] 吴汉东.著作权合理使用制度研究[M].北京:法律出版社,1996:14-18.
- [8] 曹世海,李沁.网络环境中帮助侵权之认定-以“实质性非侵权用途规则”为标准[C].钱锋.中国知识产权审判研究(第三辑).北京:人民法院出版社,2011:50-56.
- [9] 吴汉东.知识产权法[M].北京:法律出版社,2011:116-119.
- [10] 李德成.试论网络环境下著作权集体管理制度的建立与完善[C].张平.网络法律评论(第 2 卷).北京:法律出版社,2002:114-142.
- [11] 李屹. P2P 技术与网络著作权的法律保护[D].北京:中央民族大学,2008.
- [12] 郭卫华,金朝武等.网络中的法律问题及对策[M].北京:法律出版社,2001:38-39.
- [13] 金锋.版权“技术措施”保护与规制研究[D].上海:华东政法大学,2006.
- [14] 李杨.技术措施及其反思[C].张平.网络法律评论(第 2 卷).北京:法律出版社,2002:3-20.

# 晚清归纳逻辑入华研究评述

王慧斌<sup>①</sup>

(中国科学院大学 人文学院, 北京 100049)

摘要: 现有对晚清归纳逻辑入华的研究可分为三个专题: 对传教士影响下归纳逻辑入华的研究侧重对入华过程史料的完善, 并讨论其在认识论和政治观念上的影响; 对严复引入归纳逻辑的研究除了对严复归纳逻辑思想的梳理, 还侧重为严复推崇归纳逻辑并产生较大影响提供解释; 对日本影响下归纳逻辑入华的研究集中于日本教科书与日译术语对中国的影响及其原因。在现有研究的基础上, 尚有四个问题值得探讨: 第一, 对归纳逻辑术语历次更迭的评价; 第二, 归纳逻辑入华与归纳科学入华的关系; 第三, 对严复引入归纳逻辑的影响的评价, 以及严复所处群体推崇与传播归纳逻辑的共性; 第四, 通过史料的挖掘寻找其他可能引入归纳逻辑的群体。

关键词: 晚清 归纳逻辑 传教士 严复 日本

归纳逻辑自晚清开始以古典归纳逻辑为主要内容传入中国。对于晚清归纳逻辑入华这一历程, 目前不仅已有大量著作、论文进行整体讲述或专题研究, 而且也常被晚清科学史、政治史等研究论及。围绕晚清归纳逻辑入华, 研究者们也产生了不同的观点。按照引入主体的不同, 可将现有研究集中关注的论题分为对传教士影响下归纳逻辑入华的研究、对严复引入归纳逻辑的研究和对日本影响下归纳逻辑入华的研究三个专题。

## 一、对传教士影响下归纳逻辑入华的研究

### 1. 对传教士影响下归纳逻辑入华过程的研究

归纳逻辑入华始于传教士和他们的中国合作者对培根(Francis Bacon)及其著作《新工具》(The New Organon)的介绍。对这一阶段的研究注重对史料的搜集。张江华于较早时提出, 王韬在1873年出版的《瓮牖余谈》一书的《英人倍根》中, 最早向中国人介绍了培根的学术观点及其著作《格物穷理新法》(即《新工具》)。<sup>②</sup>邹振环随后在艾约瑟(Joseph Edkins)1856年翻译的《大英国志》中发现了培根的中文译名“倍根”和该书对培根学说的重视,

<sup>①</sup>王慧斌(1990-), 男, 中国科学院大学人文学院科学技术哲学专业硕士研究生, 研究方向为科学的社会研究。

<sup>②</sup>张江华:《最早在中国介绍培根生平及其学说的文献》,《中国科技史料》1990年第4期。

并认为王韬对培根的了解源于慕维廉 (William Muirhead) 等人。<sup>①</sup>邓亮和冯立昇则提出, 培根学说介绍到中国的时间应不晚于 1826 年, 依据是当年开办于马六甲的英华书院出版了介绍培根经验论和归纳法的书籍; 而培根思想最早在中国境内的介绍, 应为艾约瑟、王韬翻译并分载于 1853 年、1858 年《中西通书》的“格致新学提纲”, 其中 1853 年一文中就已经提及培根并做了基本介绍; 之后王韬的《英人倍根》则是综合参考了《中西通书》、《大英国志》乃至同期的其它译著。<sup>②</sup>

在此之后, 慕维廉对《新工具》第一卷进行了译介。译文的不同版本以《格致新法》为名分别连载于 1877 年《格物汇编》2、3、7、9 期和 1878 年《万国公报》第 505 至 513 卷, 并于 1888 年以《格致新机》为名由广学会出版。顾有信 (Joachim Kurtz) 的研究中提及该文还曾于 1876 年以《格致新理》为题刊登于《益智新录》第 7 至 11 期。<sup>③</sup>在顾有信看来, 慕维廉并没有将归纳描述为一个理性的和受规则约束的过程, 而是一种意识到上帝赋予人类心灵的潜能的方式。<sup>④</sup>与之类似, 郭桥也将慕维廉译介的特点与其传教士身份联系起来, 认为慕维廉并没有注意到逻辑的基础性与工具性, 他对培根思想的介绍只是从属于希望找到中国文化薄弱环节的宗教目的。<sup>⑤</sup>

国内逻辑史研究所论及的归纳逻辑最早入华的工作, 多为在此之后的《辨学启蒙》。该书是艾约瑟按照总税务司赫德 (Robert Hart) 要求而编纂的《西学启蒙十六种》的第十三种, 以耶方斯 (William Stanley Jevons) 的《逻辑学》(Logic)<sup>⑥</sup>为原本, 于 1886 年由总税务司署发行。全书共分为 27 章, 其中第 15-24 章介绍被译为“即物察理之辨法”的归纳推理、第 27 章介绍归纳推理的谬误。尽管艾约瑟的翻译较为忠实原文, 并在翻译过程中将举例按照更易为中国人理解的方式处理, 但相关研究较为一致地认为该书的影响有限——究其原因, 国内逻辑史研究主要是从翻译晦涩的角度解释, 而袁伟时则认为这与科举制度下传统封

<sup>①</sup> 邹振环:《影响中国近代的一百种译作》, 南京: 江苏教育出版社, 2008 年, 第 84-85 页。

<sup>②</sup> 邓亮, 冯立昇:《培根和笛卡尔及其学说在晚清》,《自然辩证法通讯》2011 年第 3 期。

<sup>③</sup> Kurtz J, “Matching Names and Actualities: Translation and the discovery of ‘Chinese Logic’,” in Lackner M, Vittinghoff N, eds., *Mapping Meanings: The Field of New Learning in Late Qing China*, Leiden and Boston: Brill, 2004, p.477.

<sup>④</sup> Kurtz J, *The Discovery of Chinese Logic*, Leiden and Boston: Brill, 2011, p.100.

<sup>⑤</sup> 郭桥:《逻辑与文化: 中国近代时期西方逻辑传播研究》, 北京: 人民出版社, 2006 年, 第 26-27 页。

<sup>⑥</sup> 不少研究误作为“《逻辑学基础》(Primer of Logic)”。错误可能源于耶方斯本人曾将其称为“Primer of Logic”(参看 Jevons W S, “To his wife,” in Jevons H A, ed., *Letters and Journal of W. Stanley Jevons*, London: Macmillan, 1886, p.352), 并且该书作为 Science Primers 系列之一, 其页眉上也写有“Primer of Logic”(参看 Jevons W S, *Logic*, London: Macmillan, 1890)。不过也有研究者有意为之, 如赖特在清楚这一问题的情况下仍使用了“Primer of Logic”(参看 Wright D. “Yan Fu and the Task of the Translator,” in Lackner M, Amelung I, Kurtz J, eds., *New Terms for New Ideas: Western Knowledge and Lexical Change in Late Imperial China*, Leiden and Boston: Brill, 2001, p.238)。

建教育仍占绝对统治地位有关。<sup>①</sup>

傅兰雅 (John Fryer) 翻译的《理学须知》于 1898 年由格致书室出版, 是其主编的《格致须知》的一种。陈启伟首先提出此书是对密尔 (John Stuart Mill) 所著《逻辑学体系》(A System of Logic, Ratiocinative and Inductive: Being a Connected View of the Principles of Evidence and the Methods of Scientific Investigation) 虽简略但完整的概述。<sup>②</sup>在顾有信看来, 傅兰雅之所以翻译《逻辑学体系》, 并非如傅兰雅本人所说是因为不满于《辨学启蒙》的翻译而提供一个对逻辑学更为简单的介绍, 而是因为其译为“类推之法”的归纳推理被视为当时科学活动中最可靠的方法。不过, 由于此时中国人已转为关注西方的政治、法律与社会, 并且更为注重从日本获取知识, 这导致该书没能产生足够的影响。<sup>③</sup>

## 2. 对传教士影响下归纳逻辑入华影响的研究

研究者们结合归纳逻辑入华的文本媒介与时代背景, 围绕受其影响而产生的对传统认知方式与政治观念的反叛进行了讨论。袁伟时早年即提出, 由于培根思想的传入有利于摆脱已经过时的意识形态的束缚, 于是被力图学习西方而实现富强的朝野人士引为同调。<sup>④</sup>顾有信注意到慕维廉只翻译了《新工具》第一卷这一细节, 并认为这也就决定了在慕维廉那里, 培根的“新工具”与其说是新的逻辑, 倒不如说是对传统论证方式的完全拒斥。<sup>⑤</sup>

按照通常的观点, 晚清时期西学的传入是以技术为主流。而相较于与中国传统认识论有所会通并早在明末清初就曾介绍到中国的演绎推理<sup>⑥</sup>, 归纳推理更是影响甚微。如艾尔曼 (Benjamin A. Elman) 认为, 尽管中国传统的自然研究和西方科学在 19 世纪晚期出现了一个融会发展的局面, 但这些自然研究几乎就是翻译技术知识和使用新得到的文本, 而实验室在近代科学中发现和检验新发现的作用则在很大程度上被忽视了;<sup>⑦</sup>陈美东等人也认为, 洋务运动时期的进步思想家“在哲学思想和自然观上, 除了强调万事万物都处在变化之中作为他们变法主张的理论根据之外, 没有突出的表现”。<sup>⑧</sup>究其原因, 在雷诺德 (David C. Reynolds) 看来是因为传教士将科学当作吸引中国知识分子信奉基督教的途径, 他们只是科学的“耕种者”而并不是“研究者”, 因此也就较少注意到科学的方法论问题。不仅如此,

<sup>①</sup> 袁伟时:《中国现代哲学史稿·上册(北洋军阀统治时期的中国哲学)》, 广州: 中山大学出版社, 1987 年, 第 47、63-64 页。

<sup>②</sup> 陈启伟:《再谈王韬和格致书院对西方哲学的介绍》,《东岳论丛》2001 年第 5 期。

<sup>③</sup> Kurtz J, "The first Chinese Adaption of Mill's logic: John Fryer and his Lixue xuzhi(1898)," *Wakumon*. no.8(2004), pp.35-52.

<sup>④</sup> 袁伟时:《19 世纪中西哲学和文化交流的几个问题》,《哲学研究》1992 年第 7 期。

<sup>⑤</sup> Kurtz J, *The Discovery of Chinese Logic*, pp.102-103.

<sup>⑥</sup> 尚智丛:《明末中西认识论观念的会通》,《自然辩证法通讯》2003 年第 6 期。

<sup>⑦</sup> Elman B A, *A Cultural History of Modern Science in China*, Cambridge&London: Harvard University Press, 2006, p.198.

<sup>⑧</sup> 陈美东主编:《简明中国科学技术史话》, 北京: 中国青年出版社, 2009 年, 第 666 页。

由于科学当时面临的任务是在中国的传统智识结构中寻求“智识空间”，因此从策略上也有必要避免讨论方法论层面上的问题。<sup>①</sup>

然而需要注意的是，归纳逻辑思想还可以通过科学知识的引入而对中国原有认识论产生冲击。已有研究者注意到这一影响，并且发现其不仅明显地表现在杰出科学家中——如周济提出徐寿已将实验思想引入到了科学研究和科学教育之中<sup>②</sup>，而且还表现在普通知识分子之中。这方面的研究主要以《格致书院课艺》（以下简称《课艺》）为研究对象。《课艺》是王韬自1886年主持格致书院并设立考课制度后，汇总1886年至1894年间的题目、优秀答卷和评阅人评语的结集出版物。由于参加考课的范围并不限于书院学生，这就为研究者通过《课艺》分析当时知识分子的知识结构、学术兴趣等提供了可能性。张哲慧认为，当时的知识分子的思维方式发生了根本性的转变，已经开始用科学的思维方式来思考问题。<sup>③</sup>尚智丛更为具体地提出，《课艺》中不少关于“中西格致异同”的论题与答卷都反映了晚清学者智力兴趣的转移，并具体表现为三个方面：研究对象由“义理”转为“物理”，即由对形而上的理念和规律的探讨转向对事物现象间联系的研究；研究方法由思辨转为经验主义的实证方法；对研究成果的认同由博物学转为分科化、体系化的近代科学。<sup>④</sup>李志军基于“中国古代科学转变为近代科学的突出标志就是接受了机械论思想”的主张和“机械论=原子论+还原论+因果论+时空观”的界定，认为《课艺》表明格致书院师生正在完成“气本论-象数论-机械论的过渡转化过程”。<sup>⑤</sup>

## 二、对严复引入归纳逻辑的研究

尽管传教士及其中国合作者最早介绍了归纳逻辑，但在不少研究者看来，严复才是真正将归纳逻辑乃至逻辑学引入中国的第一人。严复自19世纪90年代就已经开始在《论世变之亟》、《救亡决论》等文章和《天演论》等译作中论及归纳推理，之后更是翻译有两本著作：一是以密尔《逻辑学体系》为原本的《穆勒名学》，1905年由金粟斋木刻出版、1912年由商务印书馆铅印出版。不过严复只翻译了原书的前三章和第四章的部分内容：部甲为引论，部乙介绍名和辞，部丙介绍被译为“外籀”的演绎推理，部丁则是被译为“内籀”的归纳推理的部分内容。顾有信在其研究中提及，1903年还曾出版有只包括《穆勒名学》引论和部甲

<sup>①</sup> Reynolds D C, "Redrawing China's Intellectual Map: Images of Science in Nineteenth-Century China," *Late Imperial China*, vol.12, no. 1(1991), pp.27-61.

<sup>②</sup> 周济：《试论徐寿的科学思想》，《科学技术与辩证法》1994年第4期。

<sup>③</sup> 张哲慧：《传教士与洋务运动时期科学建制萌芽》，硕士学位论文，山西大学科学技术哲学研究中心，2010年，第17页。

<sup>④</sup> 尚智丛：《1886-1894年间近代科学在晚清知识分子中的影响——上海格致书院格致类课艺分析》，《清史研究》2001年第3期。

<sup>⑤</sup> 李志军：《中国近代科学思想的变革历程》，《江汉论坛》2003年第10期。

的版本。①二是以耶方斯《逻辑学》为原本的《名学浅说》，1909年由商务印书馆出版。除此之外，严复还通过自己发起的“名学会”和诸多讲座传播归纳逻辑。

### 1. 对严复的归纳逻辑思想的研究

尽管严复是否为“全归纳派”曾引起研究者的争论②，但其对归纳逻辑的推崇是毋庸置疑的。由于他在翻译的《穆勒名学》和《名学浅说》中加入大量按语，还曾在其它译作、文章中论及归纳逻辑，这就使解读严复的归纳逻辑思想成为可能。为数不少的研究都对其归纳逻辑思想进行了详实的梳理。而除了一般性的介绍外，还有陈鸿儒从动态的视角解读严复从《穆勒名学》到《名学浅说》中所体现的归纳逻辑思想的变化③、冯契等人将严复重视归纳与其经验论倾向联系起来④、高航对严复的归纳逻辑思想所体现的中西逻辑会通的研究⑤。

对于严复推崇归纳逻辑的动机，研究者们也有着不同的解释。蔡元培较早从学术角度上指出，“严氏于天演论外，最注意的是名学，……严氏觉得名学是革新中国学术最要的关键”；⑥马来平通过进一步梳理严复对传统认识方式和科学的论述得出，严复认为中国传统认识方式和科学的不相适应表现在宗经征圣、求诸方寸、短于逻辑，因此要从“读无字之书”、“不得以既成外籀，遂与内籀无涉”、“严于印证”三个方面培养中国人的尚实心习⑦。还有研究者将严复对归纳逻辑的推崇与其试图自强保种的努力联系起来，如在史华兹（Benjamin I. Schwartz）看来，严复“关注的并不仅仅是把中国所特别缺乏的一门极为重要的学科引入中国”，其对归纳主义的信奉首先是因为他看到这种逻辑对中国传统思想中的某些逻辑错误倾向有独特的纠正与解毒的功用⑧。彭漪涟也提出，在严复那里，归纳主要是作为方法来对待的，而主要不是指作为一种推理形式的归纳推理：严复深刻意识到要自强保种就必须大力提高人民的素质，而中国旧学不仅不重视学生的独立思考、不注意发展学生的逻辑思维能力，反而极力引导学生迷信古书、古训，以禁锢其智慧、破坏其心术，因此就必须学习和掌握科

① Kurtz J, *The Discovery of Chinese Logic*, p.171.

② 周云之：《评严复在译释〈穆勒名学〉中的逻辑思想》，中国社会科学院哲学研究所逻辑研究室主编：《逻辑学论丛》，北京：社会科学文献出版社，1983年，第186-196页。

③ 陈鸿儒：《从〈穆勒名学〉按语到〈名学浅说〉：试论严复逻辑思想的发展轨迹》，习近平主编：《科学与爱国——严复思想新探》，北京：清华大学出版社，2001年，第51-60页。

④ 冯契主编：《中国近代哲学史（上册）》，上海：上海人民出版社，1985年，第315页。

⑤ 高航：《中西交融的严复逻辑思想》，硕士学位论文，黑龙江大学哲学与公共管理学院，2011年，第23-28页。

⑥ 蔡元培：《五十年来中国之哲学》，高平叔编：《蔡元培全集（第四卷）》，北京：中华书局，1984年，第352页。

⑦ 马来平：《严复论传统认识方式与科学》，《自然辩证法通讯》1995年第2期。

⑧ 史华兹：《寻求富强：严复与西方》，叶凤美译，南京：江苏人民出版社，1990年，第128-129页。

学的学习方法和研究方法以改变以往旧的思维习惯和思维方式。<sup>①</sup>张志建、董志铁还提出，严复推崇归纳逻辑除了有学术方面的考虑，更是要以西方逻辑为武器对中国封建“旧学”进行批判，扫除变法维新的思想障碍，以便为资产阶级改良派政治上变法维新服务。<sup>②</sup>宁莉娜则较为全面地分析了严复逻辑观念的目标指向：通过直指概念含混的缺陷、揭露直觉体悟的弊端、破除思维偶像的心理，为变革思维方式提供科学方法；通过确立批判意识、导入实证精神、引进科学观念，为文化革新寻求有效方略。<sup>③</sup>

## 2. 对严复在归纳逻辑入华过程中地位的研究

如前所述，不少研究将严复认定为中国真正引入逻辑学的界点。其依据有二：一是以传播者为标准，如郭桥提出西方逻辑在中国的成功传播“主要是就西方逻辑传播过程中主导力量是中国知识分子而言”，并进一步认为近代时期西方逻辑之所以能够成功地在中国社会开始传播，是以严复为典型的中国学人开始关注西方思维方式的必然产物<sup>④</sup>；二是以影响为标准，如郭湛波较早提出“自明末李之藻译《名理探》，为论理学输入中国之始，到现在已经三百多年，不过没有什么发展。一直到了严几道先生，译《穆勒名学》、《名学浅说》，形式论理学始盛行于中国”，并详细指出“自严先生译此二书，论理学始风行于国内；一方学校设为课程，一方学者用为致学方法”。<sup>⑤</sup>具体到归纳逻辑，由于在严复之前并不缺乏对归纳逻辑的介绍，尤其严复的两本译作先前已有人翻译，因此就有必要对严复引入归纳逻辑所产生的巨大影响提供解释。

关于这一论题的第一类观点可概括为“学术辛劳说”。可划归为这一立场的研究通常强调，严复在介绍归纳逻辑时加入大量按语，并对原书进行了改写，尤其是使用了“名学”等中国逻辑思想中的术语，这就使得归纳逻辑更为广泛地为国人尤其是知识分子所知晓与认可。如周云之提出严复翻译的《穆勒名学》“第一次用比较通俗的语言向中国学术界介绍了西方的重视观察、实验为基础的归纳逻辑，才使西方逻辑真正得到中国学术界的重视和承认”。<sup>⑥</sup>

第二类观点可概括为“时势需要说”。甲午战争的失败促使中国知识分子开始反思先前的救国之道。在这一背景下，归纳逻辑就因其反对迷信于权威的主张和“科学之科学”的地

<sup>①</sup> 彭漪涟：《中国近代逻辑思想史论》，上海：上海人民出版社，1991年，第25、55页。

<sup>②</sup> 张志建，董志铁：《试论严复对我国逻辑学研究的贡献》，《中国逻辑史研究》编辑小组编：《中国逻辑史研究》，北京：中国社会科学出版社，1982年，第316-318页。

<sup>③</sup> 宁莉娜：《中国近代文化革新视域中的逻辑方法研究》，博士学位论文，黑龙江大学哲学与公共管理学院，2008年，第75-80页。

<sup>④</sup> 郭桥：《逻辑与文化：中国近代时期西方逻辑传播研究》，第302页。

<sup>⑤</sup> 郭湛波：《近五十年中国思想史》，上海：上海古籍出版社，2010年，第166、161页。

<sup>⑥</sup> 周云之主编：《中国逻辑史》，太原：山西教育出版社，2004年，第367-368页。

位而为广大知识分子所欢迎。宁莉娜就提出，“严复之所以因译介和传播穆勒逻辑思想而成为中国近现代逻辑观的先驱，源于穆勒逻辑所具有的科学性和实用性与严复的文化革新、社会转型甚至自强保种的理想追求相契合”。<sup>①</sup>侯昂好和文学锋还将严复所译的《名学浅说》和王国维翻译的《辨学》进行了对比，认为相较于王国维更注重理论本身细节和价值的“学术性传播”，严复则将西学看作是开启民智、强国保种的工具，在传播上更注重宏观思想的启蒙和应用，因而这种“社会性传播”也就产生了更为明显的影响。<sup>②</sup>

郭桥则综合了上述两类观点，认为：近代中国的特殊实践活动价值取向为严复输入西方逻辑提供了现实土壤，严复对西方逻辑在新环境中生长点的积极探索为其输入该科学构筑了桥梁，严复逻辑译著的品质内含了其成功输入西方逻辑的可能性。<sup>③</sup>这与冯友兰在分析严复译作风行的原因——丧权辱国震破了中国人的优越感并渴望了解西方思想、严复在译文中加入的按语便于读者了解、严复采用了最典雅的古文<sup>④</sup>也是一致的。

第三类观点可概括为“个人声望说”。也就是说，严复翻译《天演论》产生的学术威望和社会影响，推动了他所介绍的学说都得以广泛流传并为人们所接受。曾昭式就曾提出，“严复对逻辑学的传播和发展起到了示范作用。本处所讲的‘示范作用’是指某一思想的传播借助社会知名人士的宣传，达到社会影响的效果，而形成一种社会思潮。”<sup>⑤</sup>邹振环也认为虽然严复翻译《穆勒名学》时尚没有多少中国人了解其所谓的“名学”，“但由于《穆勒名学》是由当年译述《天演论》的‘用文雅的古文以达旨的’严复的又一部译著，因此颇受学界注意”。<sup>⑥</sup>

不过，也有研究者对严复引入归纳逻辑的影响持一定程度的不同意见。一方面是由于严复译文的风格限制了读者范围与影响程度，如杨沛荪等人指出，严译“因辞害意、深奥难解，这就限制了读者范围，削弱了译著在现实生活中的影响和作用”。<sup>⑦</sup>不过蔡元培仍然认为，严复的译文“很雅训，给那时候的学者，都很读得下去。所以他所译的书，在今日看起来，或嫌稍旧；他的译笔，又或者不是普通人所易解”。<sup>⑧</sup>除此之外，对严复在归纳逻辑入华过程中地位的争议还集中于其选用的术语大都已被替换。熊月之就曾基于对商务印书馆“严译名著八种”后附的《中西译名表》的查考，提出“严译八种，除了《天演论》，社会影响却

<sup>①</sup> 宁莉娜：《穆勒逻辑思想与中国近现代逻辑观》，《求是学刊》2011年第2期。

<sup>②</sup> 侯昂好，文学锋：《论近代西学在中国传播的两种范式》，《江海学刊》2006年第2期。

<sup>③</sup> 郭桥：《严复输入西方逻辑探源》，《科学技术与辩证法》2000年第3期。

<sup>④</sup> 冯友兰：《中国哲学简史》，涂又光译，北京：北京大学出版社，2010年，第262-263页。

<sup>⑤</sup> 曾昭式：《包容与拒斥——逻辑学东渐命运研究》，长春：吉林人民出版社，2002年，第30页。

<sup>⑥</sup> 邹振环：《影响中国近代的一百种译作》，第199页。

<sup>⑦</sup> 杨沛荪主编：《中国逻辑思想史教程》，兰州：甘肃人民出版社，1988年，第293页。

<sup>⑧</sup> 蔡元培：《五十年来中国之哲学》，《蔡元培全集（第四卷）》，第351-352页。

是很大，晚清翻译的所有社会科学书籍，无出其右者，其它七种，就不能一概而论”，因此“对严译的社会影响，估计得不能过分”。<sup>①</sup>不过顾有信仍然认为，“严复在近代中国智识史上的地位确实被夸大了，但其在逻辑学中的贡献确实是决定性的”。<sup>②</sup>

### 三、对日本影响下的归纳逻辑入华的研究

甲午战争的失败不仅使先觉者们开始反思先前的救国之道，还促使他们开始关注近邻日本的富强之路。清政府不仅开始向日本派出留学生，而且出台了仿效日本的教育改革措施。在这一过程中，归纳逻辑也得到了更为广泛的介绍。

相关研究较为关注源自日本的译著对逻辑学入华的影响，如宋文坚已将“翻译日本人编著的教材”与“严复等人直接翻译西方逻辑学家著作”并列作为西方逻辑学引入中国的两条渠道<sup>③</sup>。而根据顾有信的考证，前文提到的王国维的《辨学》虽是以耶方斯的《逻辑学基础课程》(Elementary Lessons in Logic: Deductive and Inductive)为原本，但也是在王国维跟随日本教员服部宇之吉学习该书之后，同时根据英文原本及其日译本翻译的。在顾有信看来，1902年-1911年间出版的22本(篇)逻辑学教材全部是基于日本的，这些出版物按照对逻辑学的定位可分为三类：第一类将逻辑学视作推理的科学，共9本(篇)；第二类将逻辑视作检验思维法则的科学，共11本(篇)；第三类以符号、图表介绍逻辑学，共2本。尤其需要指出的是，顾有信的考证是以教育改革这一较为独特的角度进行的——在他看来，逻辑学进入中国的教育系统才加速了这一时期上述教科书的引入。<sup>④</sup>

从日本引入的逻辑学不仅向中国人介绍了归纳逻辑思想，更重要的是提供了一套包括“归纳”一词在内的术语。根据顾有信的分析，上述出版物的译者都同意，由于在汉语中没有合适的词语来表达逻辑观念，因此就要建立崭新的术语。<sup>⑤</sup>在此背景下，日译术语由于其汉语形式以及语法和系统上的统一性，而且还解决了先前艾约瑟、傅兰雅、严复等人造成的术语不统一的问题，这就为中国译者提供了极大的便利。在顾有信看来，日本教科书对于逻辑学引入中国影响最大的贡献就是一个全新的逻辑学核心观念词汇表。<sup>⑥</sup>

如果将严复翻译所使用的术语与源自日本的术语的不同境遇进行比较，那么严复的术语为何被日译术语所取代就值得关注。王中江曾一般性地分析出严复所译的哲学、经济学、法学和社会学等学科的术语为日译术语所取代的两个原因：一是严复出以古文、执意雅驯的译

<sup>①</sup> 熊月之：《西学东渐与晚清社会》，北京：中国人民大学出版社，2011年，第569-570页。

<sup>②</sup> Kurtz J, *The Discovery of Chinese Logic*, p.149.

<sup>③</sup> 宋文坚：《逻辑学的传入与研究》，福州：福建人民出版社，2005年，第7页。

<sup>④</sup> Kurtz J, *The Discovery of Chinese Logic*, pp.204-227.

<sup>⑤</sup> Kurtz J. "New Terms for Telling the Truth: Notes on the Formation of Modern Science Logical Terminology, 1886-1911," *East Asian Science, Technology and Medicine*. no.20(2003), pp.73-91.

<sup>⑥</sup> Kurtz J, *The Discovery of Chinese Logic*, pp.247-251.

书方式不利于向大众传播，二是近代中国思想与日本的紧密关系。<sup>①</sup>黄克武将相关研究成果归纳为五个原因：第一，严译书刊数量远远小于日译书刊，因而在影响力方面有所局限；第二，严译刻意模仿先秦文体导致不易被理解；第三，严复好用丰富性低于复合词的单音词；第四，严复喜用音译；第五，严复虽然负责名词统一工作却迟迟未能推行。但他同时也指出，“翻译语本身的优劣似乎并无法决定它们是否会为人们所接受”。<sup>②</sup>

#### 四、结语

可以看出，对晚清归纳逻辑入华已经有了较为全面而深入的研究。而除了上述具体研究，崔清田、郭桥、曾昭式还从整体上分析了20世纪逻辑学对中国思维方式的影响，认为不仅使有识之士意识到“以注意经验、整体、直觉和辩证思维为特征的中国传统思维方式”变革的必要性，而且还找到了具体的变革方向：（1）变“唯圣”、“唯古”为创新自得；（2）变臆断为实证；（3）变整体认识为分析思考；（4）变模糊为清晰；（5）变零碎之说为系统之学。<sup>③</sup>尽管20世纪只有最初的十余年为晚清时期，且上述影响也包括演绎逻辑的影响，但这些分析也基本符合晚清归纳逻辑入华的影响。

在上述研究之外，下列问题还有必要得到关注：

第一，对归纳逻辑术语历次更迭的评价问题。有研究基于艾约瑟乃至严复翻译的术语与现行术语相比差别较大、对于今人来讲晦涩难懂，就认为其不利于归纳逻辑的传播，这是值得商榷的。而在新近的研究中，顾有信已经详实地梳理了各套术语<sup>④</sup>，黄克武还从“竞赛”的视角对严复译语与和制汉语的竞争进行了详细的分析<sup>⑤</sup>。在此基础上，还可进一步结合术语所反映的译者对归纳逻辑的理解、所处的历史语境等论题对术语的更迭进行分析。

第二，归纳逻辑入华与归纳科学入华的关系问题。现有研究通常认为，归纳逻辑在严复之前并没有得到较好的介绍与传播。如果这一观点是恰当的，那么在严复之前的知识分子的归纳逻辑思想就极有可能来自于归纳科学的影响。彭漪涟曾概括地提出，“离开了具体科学特别是近代自然科学的发展及其对逻辑-方法论工具的需要，是不可能近代中国逻辑科学的发展的”<sup>⑥</sup>，但这一过程是如何发生的，还没有得到具体的描述。

第三，对严复引入归纳逻辑的影响的评价问题，以及严复所处群体推崇与传播归纳逻辑的共性问题。由于缺少对普通知识分子和大众的研究，加之严复对归纳逻辑的介绍和日本影

<sup>①</sup> 王中江：《中日文化关系的一个侧面——从严译术语到日译术语的转换及其缘由》，《近代史研究》1995年第4期。

<sup>②</sup> 黄克武：《惟适之安：严复与近代中国的文化转型》，北京：社会科学文献出版社，2012年，第97页。

<sup>③</sup> 崔清田，郭桥，曾昭式：《20世纪逻辑学在中国的影响》，《云南社会科学》2000年第4期。

<sup>④</sup> Kurtz J, *The Discovery of Chinese Logic*, pp. 141-145, 177-182, 372-424.

<sup>⑤</sup> 黄克武：《惟适之安：严复与近代中国的文化转型》，第93-133页。

<sup>⑥</sup> 彭漪涟：《中国近代逻辑思想史论》，第20-21页。

响下归纳逻辑的引入处于同期,因此严复引入归纳逻辑的影响应如何判定仍是一个重要的问题。与之同时,在现有研究对与严复同时代的梁启超、蔡元培等人的归纳逻辑思想已有探究的基础上,还可进一步研究这一时期知识分子群体、维新派推崇与传播归纳逻辑的共性。

第四,结合史料的挖掘讨论其他可能引入归纳逻辑的群体。例如,除了本文所讨论的三大主体,洋务运动时期的留美幼童也是这一时期的中国人学习先进国家的重要渠道。而与留美幼童对晚清的现代化做出重要贡献形成鲜明对比的是,现有研究并没有显现出他们参与了引入归纳逻辑的迹象。而如果他们确实没有参与其中,那么这种“不在场”也是值得探究的。

### **Review of the Study of the Naturalization of Inductive Logic during Late Qing**

WANG Hui-bin

(School of Humanities and Social Sciences, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

**Abstract:** The study on the naturalization of inductive logic during Late Qing focuses on three topics. Firstly, the study of introduction by missionaries focuses on the complement of historic materials and its impact upon epistemology and political idea. Secondly, the study of introduction by Yan Fu focuses on Yan's thought on inductive logic and the explanation of Yan's greater affection. Thirdly, the study of introduction effected by Japan focuses on the affection of Japanese textbooks and terms. There are four questions worth exploring: the assessment of the transformation of terms, the relation between the naturalization of inductive logic and inductive science, the assessment of the introduction by Yan Fu and common characters of Yan Fu and his peers and the search for others who introduced inductive logic to Late Qing.

**Key words:** Late Qing, Inductive Logic, Missionaries, Yan Fu, Japan

# 基于专利信息传播视角的专利制度设计

## ——以专利公开期限的制度设计为例

闫文锋<sup>①</sup> 刘斌强<sup>②</sup>

摘要：科学技术已经成为经济发展的重要推动力量，而专利及专利申请中蕴含着大量的科技信息资源，通过对专利制度的针对性设计，可以有效的促进专利信息尤其是其中的科技信息的传播，有助于提高我国的科学技术水平和其对经济发展的促进作用。介绍了专利信息传播的理论基础、讨论了专利申请公开时间的制度设计及其可能造成的影响、分析了科研机构的专利对策和需要注意的因素。基于中国国情而针对性的设计专利公开期限，是建立具有中国特色专利制度体系的体现，不仅有助于使专利制度更好的服务于国家经济建设和国家利益，也有助于中国在当今的全球专利一体化进程发挥更多的主动性，逐步提升中国知识产权制度的影响力，而不是一味的被动接受和改变。

关键词：专利制度 专利信息传播 中国特色 专利一体化

### 一、引言

在当今的知识经济时代，创新与技术革新已经成为经济增长的关键驱动因素<sup>③</sup>，知识产权，尤其是专利，已经在国家竞争中起到越来越重要的作用，同时，全球专利一体化的进程仍然在持续推进。对于尚处于发展中国家阵营的我国而言，如何使专利制度更好的服务于国家经济与科技建设，如何在全球专利一体化进程中占据主动地位而不是一味的被动接受和改变，对于我国国家竞争力的提升和国际地位的提升都具有重要影响。

专利制度的设计是一项非常复杂的系统工程，对专利体系中不同参数的设计，会对专利申请人创新活动和社会福利造成不同的影响<sup>④</sup>，以往关于专利制度设计的讨论中，几乎仅聚焦于专利权客体、专利保护范围<sup>⑤</sup>、专利保护期限<sup>⑥</sup>以及专利的基本专利性（Patentability）

<sup>①</sup> 闫文锋，男，法律硕士、人文学院在读博士，国家知识产权局。

<sup>②</sup> 刘斌强，男，理学硕士，国家知识产权局审查员、助理研究员。

<sup>③</sup> A New Economy? The Changing Role of Innovation and Information Technology in Growth, *OECD(Paris)*, 2000.

<sup>④</sup> Janusz A. Ordover, A Patent System for Both Diffusion and Exclusion, *Journal of Economic Perspectives*, Volume 5, Number 1, Winter 1991.

<sup>⑤</sup> Robert P. Merges, On The Complex Economics of Patent Scope, *90 Colum. Columbia Law Review*, MAY, 1990.

<sup>⑥</sup> Richard Gilbert, Optimal Patent Length and Breadth, Vol. 21, No. 1, *The RAND Journal of Economics*, Spring, 1990.

要求<sup>①</sup>等方面。关于专利信息公开的讨论则聚焦于专利说明书公开是否充分，这些讨论都只关注了专利信息公开的一个方面，即专利技术公开的程度是否满足能够教导本领域技术人员实施该专利技术<sup>②</sup>，但却忽略了另外一个重要方面，即专利申请技术公开的时机。由于专利制度中关于专利（申请）技术公开时间的规定<sup>③</sup>对于申请人的专利申请行为具有重要影响，并由此影响到专利技术信息的公开与传播，因而对专利公开制度的研究和设计同样具有重要的意义，本文正是基于如何通过专利制度促进专利信息传播和科技进步的视角，对专利制度中专利公开制度的设计进行探讨，并期望能够引发更多的讨论。

## 二、专利信息传播的理论基础

专利及专利申请（如不特别指出，以下统称为专利）包含大量的科技信息<sup>④</sup>，专利信息传播的理论基础之一是社会契约理论（Social Contract）<sup>⑤</sup>：专利申请人通过公开其专利的技术信息，换取由政府为代表而授予的一定时期的专利技术独占性排他权利。即，在符合相关规定<sup>⑥</sup>的条件下，政府承诺给予申请人在一定时期<sup>⑦</sup>内，独占该专利技术、排除他人使用该专利技术的权利<sup>⑧</sup>。

除了社会契约理论，专利信息传播的理论基础还包括相对更为隐秘的经济学理论基础，简单的说，专利活动其实是一项经济活动，专利申请人申请专利，目的是为了获得排他性独占权，从而可以确保自己在该专利技术对应的商业领域中的独占性地位，赢取商业利润。但是，一旦公开申请人的专利技术信息公开，便意味着其专利技术信息进入了公众领域（Public Domain），那么他人有可能能够基于公开的专利技术信息，做出进一步的设计绕开专利申请人的技术壁垒，进入同样的商业领域，在申请人看来，这无异于给自己培养了更多的竞争对

<sup>①</sup> 主要包括专利的新颖性、创造性、实用型和专利说明书是否公开充分。

<sup>②</sup> 例如 Maram Suresh Gupta, Sufficiency of Disclosure in Patent Specification, *Journal of Intellectual Property Rights*, Vol 14, July 2009; Jeanne C. Fromer, Patent Disclosure, 94 *IOWA LAW REVIEW*, 2009.

<sup>③</sup> 全球专利体系中，大多数国家/地区都是采用先申请后审查制度，这种制度下，实行的是专利申请先公开、应申请人请求再进行审查；即使是美国也在新修改的专利法中规定“发明人先申请制”，并在 2000 年 11 月 29 日开始，对于不只在在美国申请专利的专利申请，实行 18 个月公开的规定（在此之前，美国的所有专利申请只有在最终被 USPTO 授予专利权时才会公开）。

<sup>④</sup> 专利所包含的信息可以划分两大类，即技术类信息和非技术类信息，技术类信息指的是专利的摘要、权利要求书和说明书（及其附图）中所包含的技术信息，除此以外的信息均可以归为非技术类信息，包括专利申请人信息、专利发明人信息、专利所属技术领域信息和专利优先权信息等，非技术类信息对于分析专利技术发展趋势、分析竞争对手及其专利策略等都具有重要作用。本文主要涉及专利的技术类信息，讨论如何设计专利申请的公开制度以促进专利技术信息的传播。因此如不特别指出，以下所称专利信息指专利的技术信息。

<sup>⑤</sup> 社会契约理论与奖励理论（Reward Theory）是讨论专利制度时应用最广泛的两个理论基础。

<sup>⑥</sup> 各专利体系下的专利性规定，最基本的为新颖性、创造性和实用性。

<sup>⑦</sup> 发明专利一般为 20 年，实用新型和外观设计专利为 10 年。

<sup>⑧</sup> 如果他人要使用该专利技术，必须获得专利权的许可。具体的许可方式在现实中存在很多种，比如单纯的单向许可，即专利权人将专利技术许可他人使用并收取一定的许可费用，另外一种非常常见的许可方式为交叉许可，即不同的专利权人之间互相许可使用对方拥有的专利技术，具体的许可条件取决于各自拥有的专利技术组合和实际需求而定。

手，对于申请人而言，存在潜在的经济利益损失。

从经济学角度来看，申请人实际上存在不愿意披露和公开其专利技术信息的倾向，但是，社会契约理论又要求申请人必须公开其专利技术方可以换取独占性权利，并且这种契约要求是由专利制度规定的，其中具有重要影响的是各国/地区专利制度中有关专利申请公开的规定<sup>①</sup>。因而，专利技术的公开可以视为政府与申请人之间的博弈结果：申请人公开其专利技术，政府给予申请人法定的权利保护。

### 三、公开时间的制度设计与影响

前面已经提出，专利制度中关于专利技术公开的规定，是影响专利技术公开的重要方面。目前，在全球专利体系中通行的做法都是专利申请自申请日<sup>②</sup>起 18 个月即行公开<sup>③</sup>，这种做法称为早期公布或早期公开（Early Publication）<sup>④</sup>。

早期公开制度中，非常重要的一个设计就是 18 个月这一期限，尽管该期限目前已经成为了事实上的全球标准，并且在实践中似乎运行良好，但是，毕竟该做法从创立之处至今已有近 50 年的时间，当时的环境与如今相比不可同日而语，尤其是在如今科学技术更新周期日益加快<sup>⑤</sup>、互联网技术的出现，有必要对该制度设计进行重新思考<sup>⑥</sup>，并结合我国国情，考虑对该制度的重新设计，以使专利制度更好的服务于我国经济建设。这也是本文要讨论的重点，以下从如何设计该制度和重新设计之后的影响两方面进行分析。

#### 1) 正式申请即行公开制度

关于专利申请 18 个月公开这一目前普遍实行的做法，虽然没有更为直接的证据，但是可以肯定的是，最初荷兰专利局在设定这一 18 个月期限时，本国的专利审查能力、本国的专利申请数量以及当时的科学技术水平<sup>⑦</sup>必然是主要的考虑因素，显然，在近 50 年之后的

<sup>①</sup>《中华人民共和国专利法》（2008 年第三次修改）第三十四条：国务院专利行政部门收到发明专利后，经初步审查认为符合本法要求的，自申请日起满十八个月，即行公布。国务院专利行政部门可以根据申请人的请求早日公开其申请。

<sup>②</sup>有优先权日的从优先权日起（优先权的概念源自于 1883 年形成的《保护工业产权巴黎公约》[简称《巴黎公约》]）。我国于 1985 年 3 月 19 日正式加入该公约成为成员国。

<sup>③</sup>该做法实际上是发明专利审查制度中的“延迟审查制度”的一部分，即先行公开、申请人提出审查请求之后再行审查，该做法为荷兰于 1964 年首次提出实行。我国专利法从建立之初就采取了这种制度。

<sup>④</sup>美国直到 2000 年 11 月 29 日才开始实行早期公开制度，在此之前，只有获得授权的专利才会公开。实际上，关于是否应该采取 18 个月公开的早期公开方式，在很长一段时间内，美国各界进行了激烈的讨论，最终在以美国大企业为代表的支持方的推动下和为了适应全球专利一体化进程，最终美国专利法进行了修改采取了早期公开制度。

<sup>⑤</sup> United Nations Conference of Trade and Development (UNCTAD)(2005), *World Investment Report 2005: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D (New York and Geneva)*.

<sup>⑥</sup>实际上，日本专利局在 2001 年之前就已经感叹在快速发展的技术领域，18 个月的公开等待时间对于有效的实现专利的技术公开功能而言太长了而达不到实际效果（WM Cohen etc., *R&D spillovers, patents and the incentives to innovate in Japan and the United States, Research Policy*, 2002）。

<sup>⑦</sup>尤其是出版印刷的限制。关于该 18 个月的期限具体是如何制定出来的，就本文所及的参考来源未能找到最原始的出处。

今天, 这些影响因素已经发生了巨大的变化, 科学技术发展周期的加快、出版技术的进步和因特网技术的出现, 以及专利审查机构审查能力的提升<sup>①</sup>, 与最初设立该制度时相比, 都有了显著的进步<sup>②</sup>。因此, 有必要对该期限的设计进行重新审视与思考。

一方面, 从专利申请公开的技术手段方面看, 如今出版技术的进步和因特网技术的出现, 实际上已经可以提供基于任意时间的信息公开手段, 不论是 12 个月、6 个月或者即时公开, 在技术层面而言, 都已经做好了准备。

另一方面, 也是更为重要的一面, 即专利申请公开会带来的实际效果, 也即专利技术的传播与运用, 都存在缩短专利申请公开等待时间的迫切需求。如今科学技术的快速发展周期、科学技术的日益复杂, 都要求能够尽快的获悉专利技术, 避免重复研究、重复研发投入, 在公开的专利技术基础上改进和发展, 促进科学技术的更快进步。

因此, 本文对于公开制度的设计建议采用“正式申请<sup>③</sup>即时公开制度”, 即对于申请人提交的正式申请, 只要满足作为正式申请的最低要求, 在申请人提交之后即行公开<sup>④</sup>。

## 2) 即时公开制度影响分析

对于实行即时公开制度, 能够带来以下方面的改善:

a) 由于专利申请能够即时公开, 因而专利技术能够更快的进入公众领域, 公众能够尽快的获悉专利申请技术, 有利于专利技术的快速传播、有利于基于专利技术的技术更新和改进, 有利于整体上提升我国的科学技术水平;

b) 由于即时公开专利申请, 公众能够更早的获悉可能存在的专利保护, 因而避免进行重复性的资源投入, 包括研发投入、申请经费的投入等;

c) 由于专利申请即时公开, 能够更快速的丰富现有技术资源, 有利于审查工作中现有技术的获取, 避免低质量的专利申请被授权;

d) 由于专利申请会被即时公开, 或者说相比于现有的 18 个月公开做法更早公开, 因而, 申请人将重新审视其专利申请策略, 对于没有重大价值的技术, 会更倾向于不需求专利保护。

针对于目前专利申请量增加较为迅速的情形, 本文认为, 首先, 就专利制度历史悠久或

<sup>①</sup>专利审查机构能力提升很大程度上归因于审查员规模的增加、信息技术在审查工作中的大量应用(包括专利申请的电子化检索与审批、专利电子申请等)。

<sup>②</sup>对此可能会出现的一个质疑便是同时快速增长的专利申请数量, 由此给专利审查机构带来的工作量积压。关于这一点, 随后的影响分析中将会进行讨论。

<sup>③</sup>所谓正式申请, 只要满足各国/地区专利法的最低规定即可, 比如, 中国的发明专利正式申请至少应该提交请求书与三/五书(摘要、摘要附图、权利要求书、说明书、说明书附图, 注: 如果五者都有称为五书, 没有摘要附图和说明书附图时, 剩余三者即为三书), 并缴纳必须的申请费用。

<sup>④</sup>为了避免形式上明显不符合规定的专利申请被公开, 目前世界上各专利机构都会对专利申请进行初步审查以确保申请符合形式上的规定。本文认为这种做法可以在重新设计专利申请公开制度时予以保留, 以避免形式上明显不符合规定的申请被公开(但如果从纯技术公开角度而言, 即使是公开这种明显形式不符合规范的申请, 也并不会造成大的影响, 相反的, 对于丰富专利技术信息资源是有益的)。

者说专利制度较为成熟的情况看,比如美国、日本和欧洲发达工业国家,其专利申请基本都是在一定阶段之后趋向于平稳,因此,虽然我国当前专利申请量增长较为迅猛,很大的原因在于我国专利制度起步晚,尚未进入成熟稳定阶段,而且随着国家对于专利制度的导向的逐渐调整<sup>①</sup>,我国的专利申请趋势也会区域平稳,因而由于专利申请所带来的积压问题实际上并不是需要担心的主要问题;其次,根据前面的社会契约理论和经济学理论基础可知,面对必须公开专利技术和申请专利以期获得专利权<sup>②</sup>的选择,理性的申请人会进行权衡,并最终决定是否申请专利,在这种权衡的结果之下,相比于不实行更早的公开(或者说现行的18个月公开规定),专利申请数量应当会减少,因此实际上并不会带来专利积压更为严重的问题;再次,虽然专利申请数量可能会相对减少,但是,如前曾提及,由于申请人会对其申请策略进行重新审视,从而在专利申请与其它的技术保护手段之间进行选择,因此,可以认为,理性的申请人只会对于那些认为值得进行专利申请保护的技术才会进行专利申请,对于那些能够采用其它非专利手段保护的技术,申请人会采用技术秘密或其它方式进行保护,申请人的这种做法,同样不会带来专利积压更严重的问题;最后,即时公开制度可能会引发的另一个担忧是是否会导致专利申请量迅速减少,以致于社会福利<sup>③</sup>整体减少的问题,对此,本文认为,这一担忧也是不必要的,因为,实际上,一项技术的发现或发明,并非真的仅仅只会出自于某一个申请人<sup>④</sup>,现实情况是,如果发现或发明了某项技术的一方试图以技术秘密的形式保护该技术,整体上的社会福利并不会有很大的损失,因为相同的或类似的技术通常会在其它地方被发现或发明,因而,实行即时公开可能会导致专利申请数量在某种程度上的减少<sup>⑤</sup>,但是,专利申请的质量应相对会有提升,因为与不实行即时公开制度相比,申请人在试图保护更多技术秘密的情况下,选择进行专利保护的的技术的质量会更高,而更高的专利申请质量、可能减少的专利申请以及由此带来的更少的专利,实际上最终会增加社会福利和消费者剩余<sup>⑥</sup>。

除了上述影响,实行即时公开,还能够带来其它有利于技术传播的影响,比如,由于公众能够更早的获悉专利申请技术,因而可以更快的寻找到潜在的技术提供方面,可以促进技

<sup>①</sup>目前我国从中央至地方层面推行的专利奖励激励政策肯定不会是一个非常长期的政策,毕竟专利制度的深层次原因还是市场因素。政府的奖励式干预肯定会在一定时间之后逐步退出。

<sup>②</sup>在进行专利申请时,申请人实际上需要承担不可预期的风险,即其申请有可能会由于不符合授予专利圈的规定而被驳回,从而导致其专利技术公开并进入公众领域,同时却没有获得专利权。

<sup>③</sup> 主要指整体的技术资源积累、以及可供开发的技术并由此带来的用户产品等。

<sup>④</sup> 假如真的有,这种情况也是非常少见的(本文所及资料没有发现关于这方面的证据)。

<sup>⑤</sup>实际上,一般情况下,对于那些不容易以技术秘密形式保护的技术,比如易于被反向工程的技术通过技术秘密的形式保护实际上力度非常弱,理性的申请人对于这种技术申请专利保护的动因不会因其申请技术会被更早的公开而放弃申请专利保护。

<sup>⑥</sup> [2]Reiko Aoki, etc., Pre-grant patent publication and cumulative innovation, *International Journal of Industrial Organization*, 27(2009).

术需求方与技术供应方的合作，更快的、更早的启动技术许可<sup>①</sup>，也有利于科学技术的推广和应用<sup>②</sup>。

#### 四、科研机构专利对策设计

本文第三部分从整体上论述了我国重新设计专利公开制度并实行即时公开制度的必要性与可行性<sup>③</sup>，本部分将针对包括大学、科研院所等尤其是政府资金支持的科研机构的专利对策设计进行讨论。

科研机构是技术的重要来源地，尤其是基础性科学技术的重要来源，在专利领域，越是基础性的专利技术，其价值和垄断性地位更高，因而，对于科研机构的专利对策设计，政府在制定相关制度、出台相关政策时，应当更加的审慎和严密，本文将从专利信息、科学技术传播视角对此进行探讨。

##### 1) 鼓励科研机构申请专利

由于大量的基础性科学技术都来自于科研机构，而基础性技术的影响也更为深远，这类技术一旦申请为专利，其垄断性相对也更强，因而，一方面应当鼓励科研机构更多的将其研究成果申请专利<sup>④</sup>，另一方面应当避免基础性专利落入商业性目的更强、并且可能对相关技术发展造成专利障碍的一方。

为了更快的推广和促成科研机构的成果转化，科研机构的专利申请应以快申请、早公开为指导原则，以便于更早的向外界发出科研成果信号，有利于在科研机构与感兴趣的另一方之间达成合作、有利于科研成果的有效转化和促成最终产品的早日形成，有利于增加社会福利和消费者剩余。

##### 2) 严格的专利政策干预

前面已经提到，由于科研机构的研究成果以基础性技术居多，而基础性技术一旦申请专利那么其垄断性更强，这种垄断性专利的应用如果没有正确的政策指导，很可能不仅不会促进技术进步，反而会形成技术阻碍，会减少社会福利和消费者剩余，增加社会经济成本。因此，政府在制定涉及科研机构的制度和政策时，应当对科研机构的专利权利归属、专利技术

<sup>①</sup> Gideon Parchomovsky, Publish or Perish, *Michigan Law Review*, Vol. 98, No. 4 (Feb., 2000).

<sup>②</sup> 许可已经成为国际技术转移中的重要渠道 (Hoekman etc., *Transfer of Technology to Developing Countries: Unilateral and Multilateral Policy Options, Policy Research Working Paper No. 3332 (Washington, D.C., World Bank)* (2004))。

<sup>③</sup> 实际上，实行即时公开对于整个社会而言（不仅仅是我国）都是有益的，有利于科学技术的更快推广与运用，在整体上增加社会福利和消费者剩余。我国技术进口需求大、经济的出口依赖性强的特点，更加需要科学技术的快速传播和应用。

<sup>④</sup> 具体实践中，还应当考虑是否有的成果更加适合以科技文献的形式予以公开和传播，而不是申请专利，也就是说，申请专利不是唯一的选择，在制定研究成果的传播策略时，还应当具有灵活性。

转让<sup>①</sup>、专利技术转化等有较强的干预，但应当注意的是，这种干预不应当是蛮横的、而应该是理智、理性和策略性的，应当以增加社会福利、增加消费者剩余<sup>②</sup>为首要考虑因素。

## 五、结语

可以肯定的是，更快、更广泛的技术传播有利于促进科学技术的发展，进而有利益增加福利和消费者剩余，但是以专利（申请）为载体的技术传播，存在其独特之处，对于技术的发现或发明者，在面对公开其专利（申请）技术和申请专利这两种选择时，需要权衡两者各自可以带给其带来的利益回馈。本文的分析认为，采用正式专利申请的即时公开制度，可以提高专利技术的传播速度和效率，虽然这种制度设计可能会导致专利申请数量的相对减少，但是有利于提升专利申请的质量，会促进更多的创新产品真正的、更快速的进入社会消费领域，从而在整体上有利于增加社会福利和消费者剩余。由于科研机构的技术成果的基础性，在鼓励科研机构快申请、多申请、快公开专利的同时，还应当制定更具有针对性的专利对策和制度，其中的基本原则应以增加消费者剩余和社会福利为导向。

虽然专利申请 18 个月公开的规定自 1960 年代实行至今将近 50 年，世界各专利机构也给出了申请人可以请求提前公开的制度选择，但是，本文的分析认为，随着社会的进步和科技的发展，当初关于专利申请公开制度设计时的环境与如今显然存在巨大差异，因而这一制度设计也应当随时代的发展而有所变化，专利管理机构不能够因为既有规定的执行习惯而拒绝做出改变，而应该对制度设计的影响进行评估并在必要时加以重新设计，而现在已经到了这个必要的时候<sup>③</sup>，通过重新设计和实行正式申请即时公开的专利申请公开制度，尤其是对于仍处于技术进口需求阶段的中国而言，将更有助于科学技术的进步和水平的提升，此外，在当今专利全球一体化的进程中，中国也应当在这一进程中争取发挥更多的主动性，在规则许可范围内，做出有利于国家利益的制度改变，形成符合社会发展趋势的影响力，而不是一味的被动接受和适应改变，而专利公开制度的设计就是一个非常合适的突破口。

---

<sup>①</sup> 比如，来自美国的高智公司（Intellectual Ventures）也在中国开展专利收购与运营的业务，对于涉及这类公司与科研机构的专利转让事宜，应当在政策上进行严格把握。因为如果基础性的专利技术被掌握在这类私营的企业，尤其是来自国外的私人企业手中，很可能在日后对于我国某些技术领域的科技发展造成不便。

<sup>②</sup> 一个基本前提假设是，任何发明或专利，如果无法转化为实际的消费品，那么其商业价值是不存在的。

<sup>③</sup> 目前全球专利体系面对的专利积压问题、低质量专利问题（有观点认为，低质量专利的产生与专利积压是有关系的，因为专利审查机关为了解决专利积压问题，用于每个申请的审查资源和时间受到限制，由此导致低质量专利顺利通过审查环节）。

# 墨卡托投影在晚清的应用与传播

张佳静

**摘要：**1569年墨卡托首次采用正轴等角圆柱投影（即墨卡托投影）来绘制海图，此后该投影被广泛应用于绘制世界地图和海图中。晚清时期，中国的地图集中首次出现了应用墨卡托投影绘制的地图，并且西方译著和中国人的地理著作中也出现了对墨卡托投影的介绍。墨卡托投影通过地图和书籍两个途径被系统地引入中国。墨卡托投影的传播与应用是一个同时进行的过程，通过地图中对其应用推动了它的传播，而通过书籍中对它的传播强化了对它的应用。

**关键词：**墨卡托投影 地图投影 传播 地图学史

**作者：**张佳静，中国科学院自然科学史研究所博士研究生（北京 100190）

地图投影是利用一定数学方法把地球表面的经、纬线转换到平面上的理论和方法。中国古代一直信奉“天圆地方”的地理空间思想，认为大地是一个平面，所以在中国的地图上，也就不存在把球面的经纬线转绘到平面地图上的理论和技术。中国的地图投影技术发展的过程，是一个与西方世界交流，并接纳新知识的过程。

地图投影技术是如何一步步传入中国，并被中国人接受并采用的呢？涉及此问题的专著有海野一隆的《地图的文化史》<sup>①</sup>中，作者从全球视野角度下，简单阐述了东西方的地图文化交流。卢良志在《中国地图学史》<sup>②</sup>中，谈到明末西洋制图学的输入与清初全国地图的测绘，对利玛窦所绘地图在中国的研究和影响做了探讨，并对《皇舆全览图》和《乾隆内府舆图》的测绘始末进行了研究。杨泽忠的博士论文《明末清初西方画法几何在中国的传播》<sup>③</sup>系统梳理了明末清初画法几何在中国的传播历程。前两部专著都是从宏观角度谈西方地图对中国地图绘制的影响，涉及地图投影的内容不多；杨泽忠的博士论文主要以几何画法为主要研究对象，而几何画法中只涉及了投影的一小部分内容。

<sup>①</sup> 海野一隆著，王妙法译：《地图的文化史》，北京：新星出版社，2005年，第70~77页。

<sup>②</sup> 卢良志：《中国地图学史》，北京：测绘出版社，1984年，第170~190页。

<sup>③</sup> 杨泽忠：《明末清初西方画法几何在中国的传播》，上海交通大学博士学位论文，2005年

对此问题进行深入研究的文章有：杨泽忠的《利玛窦与西方投影几何之东来》<sup>①</sup>一文中论述了利玛窦给中国带来的投影几何，例如椭圆投影、球极投影、平行正投影和透视法等等，并给国人介绍了其中的概念、原理和性质，分析说明了他们的应用。汪前进的文章《康熙铜板〈皇舆全览图〉投影种类新探》<sup>②</sup>一文中，探讨了《皇舆全览图》的投影类型，是最早对中国古代地图的投影类型进行探讨的研究，经过分析认为该图属于桑逊投影。随后刘丽群、乔俊军在《〈皇舆全览图〉数学基础的考证与研究》<sup>③</sup>一文中，又对该地图的数学基础经过考证与研究，认为该地图属于以倾斜直线为经线的等面积伪圆柱投影，即桑逊投影。陆俊巍、韩昭庆、诸玄麟、钱浩的文章《康熙〈皇舆全览图〉投影种类的统计分析》<sup>④</sup>中，通过对该图经纬线间距的仔细量测，运用数理统计和回归分析方法，从统计学上证实该图属于桑逊投影。以上的论文研究中，第一篇偏重几何画法，后面几篇文章是围绕《皇舆全览图》投影的个案研究，尽管能对西方地图投影的传入提供很好的案例，但不能窥见地图投影传播的发展脉络。

在本文中，笔者以墨卡托投影这个在十八、九世纪风靡全球的投影类型为例，从传播学的角度，利用地图和文字史料，简述它在中国的传入和应用过程。从墨卡托投影这一个小的视角出发，以期能为地图投影史研究尽绵薄之力。

#### 墨卡托投影简介

墨卡托（Gerardus Mercator, 1512~1594），原名 Gerard Cremer，是荷兰裔比利时地图学家。出生于荷兰佛兰德斯省（现比利时安特卫普附近）。1530~1532年就读于卢万大学。1552年移居德国的杜伊斯堡。早在1537年绘制了第一幅地图（巴勒斯坦），后接受对佛兰德斯进行实地测绘任务，采用哥伦布发现的磁子午线为标准经线。1540年在卢万开设地图作坊，印出依据比例尺实测的地图，并制成了地球仪。<sup>⑤</sup>

1569年，墨卡托首次采用一种圆柱投影编制了著名航海地图——“世界平面图”。在使用这种投影绘制的地图上，循着两点间的直线航行，方向不变可以一直到达目的地，因此它对船只在航行中定位、确定航向提供了极大的便利，给航海者带来很大方便。并且利用这种投影上，人们第一次将世界完整地表现在地图上。1630年以后这种投影被普遍采用，对世界性航海、贸易、探险等有重要作用，至今仍然是最常用的海图投影。这种投影类型被人们

<sup>①</sup> 杨泽忠：利玛窦与西方投影几何之东来，科学技术与辩证法，2004年第1期，第76~79页。

<sup>②</sup> 汪前进：康熙铜板〈皇舆全览图〉投影种类新探，自然科学史研究，1991年第2期，第186~194页。

<sup>③</sup> 刘丽群，乔俊军：〈皇舆全览图〉数学基础的考证与研究，测绘通报，2007年第5期，第46~48页。

<sup>④</sup> 陆俊巍，韩昭庆，诸玄麟，钱浩：康熙〈皇舆全览图〉投影种类的统计分析，测绘科学，2011年第6期，第16~18页。

<sup>⑤</sup> Nicholas Crane. *Mercator*. Orion Publishing Group, Limited. 2003.

称为“墨卡托投影”。

墨卡托投影，即正轴等角圆柱投影。假设地球被围在一个中空的圆柱体里，赤道与圆柱相切，然后再假想地球中心有一盏灯，把球面上的图形投影到圆柱体上，再把圆柱体展开，这就是一幅正轴方向的“墨卡托投影”绘制出的地图。使用这种投影绘制的地图上没有角度变形，它的经纬线都是平行直线，且相交成直角，经线间隔相等，纬线间隔从基准纬线处向两极逐渐增大。

尽管使用这种投影的地图上长度和面积变形明显，但基准纬线处无变形，从基准纬线处向两极变形逐渐增大，但因为它具有各个方向均等扩大的特性，保持了方向和相互位置关系的正确。

## 二、墨卡托投影在清末地图中的应用

根据地图中所表现的区域不同、比例尺不同而采取的投影类型也不同。现代地图学中，按照比例尺不同而把地图分为大比例尺地图、中比例尺地图和小比例尺地图，大于 1:1 万的是大比例尺地图，小于 1:10 万而大于 1:100 万的是中比例尺地图，小于 1:100 万的是小比例尺地图。<sup>①</sup>因为大比例尺地图中地图投影类型往往比较统一，而且投影类型对地图中表现信息影响不大，所以本文暂且不考虑大比例尺地图中的投影，例如州县地图、城市地图等等都不涉及，而只考虑中比例尺和小比例尺地图。

中国古代一般把世界地图称为天下寰宇图。中国古人对天下寰宇、地球和域外的认识是逐步深入的，这些知识主要来自两个方面：一方面是来华的外国人将域外的地理信息带入中国，特别是 16 世纪西方传教士的到来，将欧洲人编制的用经纬线控制的投影世界地图传入中国，带来了对地球的科学性认识；另一方面，历代中国王朝在疆域拓展过程中，或从派遣使臣传回的信息中，逐渐增加完善了国人对地球与世界各大洲的认识。<sup>②</sup>

中国最早可见使用西方科学投影方法的世界地图是利玛窦绘制的《坤舆万国全图》，使用了椭圆投影和正轴方位投影。椭圆投影应用在主图中，正轴方位投影用来绘制两幅附图，表现在主图中不能很好体现的南北极地区。在世界地理知识和采用投影方面，利玛窦主要参考了奥特利乌斯（Abraham Ortelius）的《地球大观》和墨卡托、普兰修的世界地图。<sup>③</sup>而在中国地理知识方面，他参考了《大明一统志》、罗洪先《广舆图》、喻时《古今形胜之图》等资料。<sup>④</sup>

<sup>①</sup> 蔡孟裔，等编著：新编地图学教程，北京：高等教育出版社，2002 年，第 29~30 页。

<sup>②</sup> “中华舆图志编制及数字展示”项目组：中华舆图志，北京：中国地图出版社，2011 年，第 1 页。

<sup>③</sup> 黄时鉴，龚纓晏：利玛窦世界地图研究，上海：上海古籍出版社，2004 年，第 63~72 页。

<sup>④</sup> （国立）台湾博物馆：四百年以来相关台湾地图，台北：南天书局有限公司，2007 年，第 34~35 页。

尽管在明末带有地图投影的地图已经传入中国,但是使用墨卡托投影的地图主要出现在晚清。在1868年傅兰雅为江南制造局订购的书籍中,就有伯格汉(Berghans)、司徒斐那格(Stulfinagel)著的《墨卡托投影世界地图集》。<sup>①</sup>可见当时国人是有机会看到墨卡托投影的,但是因为这种投影的地图传入中国比较晚,影响力自然就没有利玛窦的《坤舆万国全图》和南怀仁的《坤舆全图》那么大。而且墨卡托投影一般适用于海图,而中国的地图一般重视陆地疆域的表现,所以也是这种投影不能很早就流行的一个原因。

地图册与单幅的地图相比,能表达多个地区的地理位置和政区详情。在晚清从《海国图志》开始,中国出现了多种地图册。而在这些地图册中,就收录了使用不同投影来表示不同区域的地图,这其中就有墨卡托投影地图。表1中,收录了笔者目前所见到的清末地图册中使用的墨卡托投影的地图。

表1 清末使用墨卡托投影的地图集列表

序号	地图册名	图名	绘制时间	绘制人	质地
1	海国图志	朝鲜国、朝鲜国中界图、朝鲜国南界图、安南国图、东南洋各岛图、荷兰国所属葛留巴岛图、澳大利亚及各岛图、澳大利亚洲专图、澳大利亚新瓦里士图、地面岛图	咸丰二年(1852)	魏源	纸本墨印
2	汉西域图考 <sup>②</sup>	四幅西域图、一幅全球图	同治九年(1870)	李光廷	纸本墨印
3	五洲图考 <sup>③</sup>	太平洋群岛图、台湾图	光绪二十四年(1898)	龚柴	纸本墨印
4	地理志略 <sup>④</sup>	万国通商图	光绪二十七年(1901)	(美)戴德江辑	纸本彩印
5	中外舆地全图 <sup>⑤</sup>	太平洋东偏群岛、海洋洲、大地平方全图	光绪二十九年(1903)	邹代钧	纸本墨印
6	二十世	潮流雨期及排水图、海面温度图、冬至后之	光绪三十	周世	纸

<sup>①</sup> 王红霞:傅兰雅的西书中译事业,复旦大学博士学位论文,2006年,第47页。

<sup>②</sup> 李光廷:汉西域图考,同治九年(1870),序刻本。

<sup>③</sup> 龚柴:五洲图考,上海:徐家汇印书馆,光绪二十四年(1898)。

<sup>④</sup> (美)戴德江辑:地理志略,福音印刷合资会社刷印,光绪二十七年(1901),

<sup>⑤</sup> 邹代钧编:中外舆地全图,1903年,舆地学会排印版。

	纪中外 大地图 ①	平均气压及风位图、磁石偏差图、夏至后之 平均气压及风位图、植物分布图、世界全图	二 年 (1906)	棠, 孙 海环	本 彩 印
7	世界各 国地图 ②	世界全图	宣统元年 (1909)	武昌亚 新地学 社	纸 本 彩 印

从表 1 中可知, 中国最早使用墨卡托投影的地图出现在魏源 (1794~1857) 的《海国图志》中。《海国图志》参考了大量的西方书籍, 在绘图方面, 主要参考香港英夷公司的《大宪图》。③在《海国图志》中, 共有 75 幅图。其中有八幅为沿革图: 东西洋各国沿革图、西南洋五印度沿革图、小西洋利未亚洲沿革图、大西洋欧罗巴各国沿革图, 汉西域沿革图、北魏西域沿革图、唐西域沿革图、元代西北疆域沿革图, 这八幅图没有经纬度, 也没有采用投影法; 还有一副《异域录俄罗斯国图》没有采用投影。剩下的地图中均使用了不同的地图投影方法。其中朝鲜国、朝鲜国中界图、朝鲜国南界图、安南国图、东南洋各岛图、荷兰国所属葛留巴岛图、澳大利亚及各岛图、澳大利亚洲专图、澳大利亚新瓦里士图、地面岛图中采用墨卡托投影。

魏源参考的主要地图是《大宪图》, 尽管目前笔者还无法考证《大宪图》的来源, 但是从当时西方发达的绘图技术可以推测, 《大宪图》应该采用了先进的测量手段测绘, 并使用了地图投影。魏源绘制的地图中, 就是对这些地图的临摹。徐继畲 (1795~1873) 在《瀛环志略》的序中, 写到曾经见过米利坚人雅裨理 (David Abeel, 1804~1846) 携带的地图册子, 绘刻极细, 但因为不识字而看不懂, 询问后得知上面的字是各国的地名。④可见雅裨理所带的册子应该是一本世界地图集。19 世界西方的地图集中几乎都采用了各种投影方法。但是徐继畲在雅裨理的帮助下写成的《瀛环志略》中, 所有的插图都没有使用投影方法, 只是对各地形状的简单描绘。可见与林则徐相比, 徐继畲还没有真正认识到地图投影的作用。

《汉西域图志》成书于 1870 年, 其中的几幅图均采用墨卡托投影, 这算是使用墨卡托投影的一个特例。作者主要表示的区域是西域, 即中亚地区, 一般在地图中都采用圆锥投影或伪圆锥投影表示, 但作者却采用了墨卡托投影, 因为作者认为墨卡托投影具有其他投影不具备的优点: “纬度每递加而形势不变, 且南北皆子午, 东西皆卯酉, 无欹斜颠倒之病, 益用切线对数亦精亦矣。”

①周世棠, 孙海环编辑: 二十世纪中外大地图, 上海, 宁波: 新学会社, 光绪三十二年 (1906), 第五图。

② 世界各国地图, 武昌亚新地学社, 1909 年。

③ 魏源: 海国图志, 一百卷本, 咸丰二年 (1852), 光绪六年邵阳急当务斋镌刻。

④ 徐继畲辑著: 瀛环志略, 总理衙门藏版, 道光戊申年 (1848) 初刻, 同治四年 (1865 年) 重刻。

《五洲图考》由清末龚柴博览当时的中外舆地书籍而写成，其中的《太平洋群岛图》、《台湾图》等这些表示海洋上岛屿的地图都采用了墨卡托投影。

《地理志略》是一本美国人辑的地图集，其中有一副《万国通商图》采用了墨卡托投影。该图使用墨卡托投影，表示出了各个国家之间的航道和海运路线。

《中外舆地全图》是我国最早的教学地图集。它的资料以胡林翼的《大清一统舆图》为基本资料，又使用了当时各省新绘的地图，英国人测绘的长江等水道图和中国沿海图，俄国人所制东三省、蒙古、新疆等地图，以及有关的边界图。<sup>①</sup>他的主要绘制者邹代钧，曾于1885年至1889年随使节出访过英、法等国，收藏了很多中外地图，对西方的地图绘制方法有一定钻研，作者在绘制地图的过程中，对相关的西文地图进行译印，所以该图中采用了墨卡托投影就不足为奇。《中外舆地全图》中的《太平洋东偏群岛》、《海洋洲》等表示海洋上岛屿的地图采用了墨卡托投影。其中还有一副《大地平方全图》用墨卡托投影展示了地球概括。

1906年的《二十世纪中外大地图》是一本地图册，在它的《地文图之一》中就有对横轴正射方位投影、斜轴正射方位投影、横轴球面（等角）投影、斜轴球面（等角）投影、横轴等距离方位投影、斜轴等距方位投影、墨卡托投影（书中称为“马加多射影法”）、圆锥投影、桑逊投影（文中称为“法郎得射影法”）的介绍，绘出了示意图，便于读者一目了然地理解这些投影的特点和区别。该图册的主要资料来源是1903年邹代钧编绘的《中外舆地全图》和上海商务印书馆的《大清帝国全图》，还参考了西文地图 Bartholomew, J.G.的 *Twentieth century citizen's atlas*, Philips 的 *New Handy General atlas of the world*, *Times atlas* 等等地图集，以及日本人小贯庆一的《万国新图》。可见这幅地图集吸收了中西方众多地图集的知识，其中的《潮流雨期及排水图》、《海面温度图》、《冬至后之平均气压及风位图》、《磁石偏差图》、《夏至后之平均气压及风位图》、《植物分布图》、《世界全图》等需要表示世界大势的地图全都采取了墨卡托投影。《二十世纪中外大地图》的出版和流行，使墨卡托投影的世界地图广为流传。

武昌亚新地学社在宣统元年（1909）出版的《世界各国地图》地图册中，世界地图也采取了墨卡托投影来表示。

以上使用了墨卡托投影的地图或图册，有中国人绘制的，也有翻译外国人的，这些地图中的投影使国人不仅了解了国外的信息，也认识了墨卡托投影。从以上地图上还可以看出，墨卡托投影主要用来表示世界地图和大洋中的岛屿图，但是《汉西域图考》中，作者还用这

<sup>①</sup> 周茹燕：我国最早的教学地图集——清代〈中外舆地全图〉，地图，1988年第1期，第39~40页。

种投影来表示西域地区陆地图。

清末民国的地图集编制，大都参考了西方地图或日本地图中的资料，所以对其中的墨卡托投影知识也有不同程度的摹绘。但是是否绘图人真正能理解墨卡托投影的知识？是否能真正懂得这些墨卡托投影的意义？是否能区分不同投影背后不同的数学原理呢？这些不能在地图中体现，这还需要从书籍中寻找踪迹。

### 三、墨卡托投影知识的传播

墨卡托投影知识在中国的传播，是一个循序渐进，从简到繁的过程。这种传播通过两种途径实现，一种是上文提到的在地图中体现应用，另一种就是在书籍中记载传播。

#### （一）萌芽阶段

中国目前所见最早介绍地图投影的书籍是李之藻在《浑盖通宪图说》<sup>①</sup>中介绍的方位投影。西方最早使用墨卡托投影绘制地图始于 1569 年，所以在明代时，不可能很快地传入中国，而此时只出现了墨卡托投影的萌芽。

在明末汤若望著《浑天仪说》<sup>②</sup>中介绍了“制天地球十二长圆形法”，也就是制作地球仪的方法，但要在地球仪上绘制出经纬线等信息，就需要先在纸上画出地图，然后敷在球面上，这里介绍了一种方法：

先制星图及地图，刊于平板，以楮印之，糊于球面必合。因其圆形为长圆，设长直线以三十平分之，从第一分为心，十一分为界，作弧，渐次以往，止于十二弧。后复从下对前弧，亦如前作十二弧，得十二长圆形。……

地图亦分十二形，但中横线指赤道，分为度。余内外线，即冬夏二至，南北两极圈，各

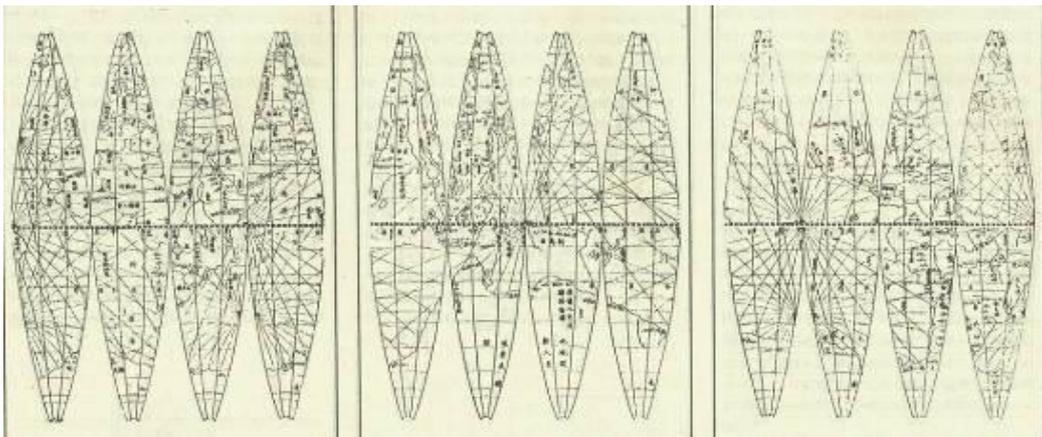


图1 “制天地球十二长圆形法”（资料来源：《浑天仪说》）

<sup>①</sup>李之藻：浑盖通宪图说，守山阁丛书影印本，明万历三十五年（1607年）。选自：王云五主编：丛书集成初编，浑盖通宪图说及其它一种，上海：商务印书馆，1936年。

<sup>②</sup>汤若望撰：浑天仪说，选自：故宫博物院编：西洋新法历书，第五册，故宫珍本丛刊，海口：海南出版社，2000年。

于本纬取定也。其每距十度横过线者，乃与赤道平行线，而过赤道线，每距十度至二极中点复合者，为经度线。其中能量各处东西之距，且可较赤道上度，因得各处实度，化之为里。又于十二点。赤道上四点，赤道内外相距等，各又为四点。出弯线，各三十二以定方向者，乃用以分舟行海上之道耳，今总天地各球十二等形如左。①

这是一种典型的正轴圆柱投影模式。如果把图 1 中的 12 个瓣伸展并连接起来，就会得到一个方形世界地图，这种投影类型就是墨卡托投影。文中提到“出弯线，各定三十二以定方向”，并在图中绘出了航海方位线。

尽管书中没有明确出现墨卡托投影的名称，但这种切圆柱的方法，与墨卡托投影的绘制原理一样，所以是墨卡托投影的雏形。

## （二）传播阶段

最早介绍墨卡托投影的书籍是李善兰翻译的《谈天》。在这本书中，介绍了三种在平面上画球面的投影方法，分别是简平仪法、浑盖通宪图法和墨加禱法，其中墨加禱法即为墨卡托投影：三曰墨加禱法，乃以意造之。以赤道为直线，诸经线正交赤道，皆为直线，经纬度大小俱同，此法亦可作地面小分图，而大分不合，愈近极愈不合也。②

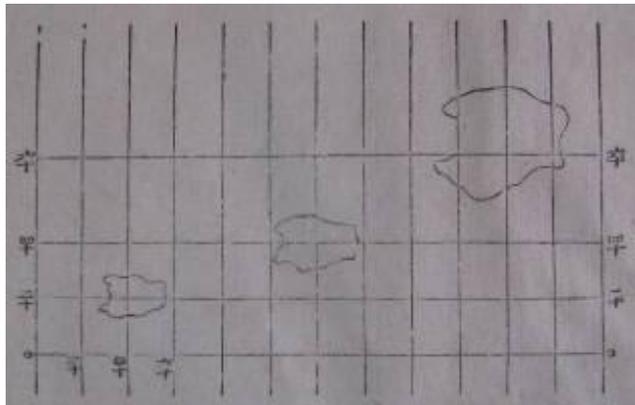


图 2 墨加禱法（资料来源：《谈天》）

文中提到墨卡托投影法是意大利制造，这是不正确的，或许是书的原作者从意大利的地图或者书中看到此法，所以才有此言论。而且提到墨卡托投影中赤道为直线，各条经线也为直线，经纬度正交，适合绘制地面小分图，如果绘制大图，缺点是离极地愈近变形越大。这是对墨卡托投影基本特征的介绍，并配合图 2，可以看出在墨卡托投影中，同一地区的地图，在不同纬度形状不同，随着纬度的增加，变形越来越大。

在《地志启蒙》中，也介绍了投影方法，从论述中可知，此方法来源于对《谈天》中的内容的复述，不过稍有扩充：侯失勒《谈天》内，有地图三种线法，言之甚详。其第一法名

①汤若望撰：浑天仪说，选自：故宫博物院编：西洋新法历书，第五册，故宫珍本丛刊，海口：海南出版社，2000年。

②（英）侯失勒，（英）伟烈亚力口译，李善兰删述：谈天，卷四，墨海活字版印，咸丰己未年（1859），第22~23页。

筒平仪法，第二法名浑盖通宪法，第三法名墨加到法，俱以球面之形变为平面之图。<sup>①</sup>对墨加到法的介绍比较详细，而且从圆柱投影的角度介绍了该投影的原理：“如将球形之外，套以空筒，从球心与球面之各点，作线引至筒面，然后剖开筒体，而矫为平面。”<sup>②</sup>

傅云龙（1840~1901）在光绪十五年（1889）七月初五日游历日本时，曾见到过日本人绘制的用墨卡托投影绘制的《万国全图》，于是对墨卡托投影进行了考述：大清一统地舆，胡氏图开平方矣，而以虚线堆经，是用圆锥切线法，论者谓未若通径法之便。通径云者，不用圆锥外之切线，而用圆锥内之通径，出入圆面，交于中圈，此法百馀年前犹未行也。别有圆柱法，以圆柱剖为平幅，亦谓之推方格法，创之者明嘉靖四十五年荷兰人墨加到也。以其名名之，谓之“墨加到”，而法犹疏。阐厥法者，谓应用余纬度折半之正切，自赤道至八十九度止，以距等圈之横线与经线成直角。是以纬线近极弥疏，以长补狭，即等于球面经线，近极益密之率。盖不于形势论其面积，惟以算法定其远近。航海者便之图，海岸者宜之，然舆地家亦未始不用其法。日本人绘万国全图，其一也。<sup>③</sup>他首先评价了胡林翼绘制的《皇朝中外一统舆图》，接着介绍了圆柱法投影类型。并说明这种投影中纬线越靠近极地越稀疏，在航海中使用较多，可以给航海者提供方便。这是中国人首次对墨卡托投影的介绍。

《绘地法原》<sup>④</sup>是英国人 Hughes 的书 *Mathematical Geography*<sup>⑤</sup>的中译本，是一本介绍西方投影知识的重要书籍，其中非常详细地介绍了各种投影类型。在第十一章中，论述了圆柱投影，并介绍了这种投影方法的优点在于绘制海图，在航行时使用这种地图可以不用转换罗盘方向。“若用以航海，须用圆柱画法。……有荷兰人墨加到，思得一法。领相距方向与圆相符。其法以各经线为平分直线，各距等圈为横线，与经线成直角，其纬线之相距愈近，极愈疏，即同于球面经线，愈近极愈密之率。”

并简述了这种投影法的绘制方法：“法以地球变为同径之圆柱，赤道处球面与柱面相合，赤道南北渐与球面不合，则将各距等圈展大，以抵于圆柱。次以圆柱剖开，展为平幅，若用此法，即以赤道之一分为相度之尺。”<sup>⑥</sup>作者在文中还介绍了英国人赖德（Edward Wright）制作的投影表，并说这个表不太准确，而随后的 70 年内，有人对此订正，并列在书后，便于绘图使用。

<sup>①</sup>（英）艾约瑟（Edkins. J.）译：地志启蒙，总税务司署印，光绪丙戌（1886 年）。

<sup>②</sup>（英）艾约瑟（Edkins. J.）译：地志启蒙，总税务司署印，光绪丙戌（1886 年）。

<sup>③</sup>傅云龙：游历日本图经余记后编[A]，选自：罗森等著：早期日本游记五种[M]，长沙：湖南人民出版社，1983 年，第 195 页。

<sup>④</sup>（英）金楷理（Carl Traugott Kreyer）口译，王德均笔述：绘地法原[M]，江南机器制造总局版，1897 年。

<sup>⑤</sup> William Hughes, F.R.G.S.. *Mathematical Geography*[M]. Longman, Brown, Green, & Longmans.

<sup>⑥</sup>（英）金楷理（Carl Traugott Kreyer）口译，王德均笔述：绘地法原[M]，江南机器制造总局版，1897 年。

在 1906 年的中学教科书《瀛寰全志》中，介绍了地图的概念，并提到了墨卡托投影和横轴方位投影：然地球仪，巨者价昂，小者形略，故舆地学家，皆绘平纸为图，常用者有二法：一曰墨驾祷法，经纬俱成正交，即地舆方图也；其一则经线上下窄而中宽，象地之圆，地志多用之。<sup>①</sup>书中所提到的“经线上下窄而中宽，象地之圆”的投影方法，即横轴方位投影，最早在南怀仁的《坤舆全图》中就采用过。而墨驾祷法，即墨卡托投影法，经纬线成直角，地图成方形。

在 1909 年的《中国近世舆地图说》<sup>②</sup>中，简单地介绍几种投影方法，分别是中纬法、圆锥函球法、经弧纬直法、墨加祷法：而画经纬两线，法亦不一。有经纬线均作曲线者，有经曲纬直者，有纬曲经直者。大都以纬曲经直为无差。其法用圆锥函圆球，求圆锥为公中心，以规作距等圈，而曲纬之线成矣，要之绘地，内分广狭。即画地各有所宜，如画一都一司与州县图，宜用中纬法。画一府一省一国及大洲图，宜用圆锥函球法，或经纬皆弧线法。画赤道上之大洲图，宜用经弧纬直法，画全球与海图，宜用荷人墨加祷法，盖经纬俱成正交，即地舆之方图是也。从文中内容可以看出，尽管作者对投影方法没有准确地分类，但已经对投影方法的使用有一定的了解，对每种投影适合绘制哪一类地图做了说明。在绘制全球图和海图时，最适合采用墨卡托投影法。

表 2 清末书籍中对墨卡托投影记载比较列表

书名	年代	作者	版本	内容	原著
谈天	1859	(英) 伟烈亚力口译, 李善兰译	墨海活字版印	三曰墨加祷法, 乃以意造之。以赤道为直线, 诸经线正交赤道, 皆为直线, 经纬度大小俱同, 此法亦可作地面小分图, 而大分不合, 愈近极愈不合也。	John Herschel : Outlines of Astronomy
地志启蒙	1886	(英) 艾约瑟 (Edkins. J.) 译	总税务司署印	第三法名墨加到法, 俱以球面之形变为平面之图。如将球形之外, 套以空筒, 从球心与球面之各点, 作线引至筒面, 然后剖开筒体, 而矫为平面。	(英) 赫德 (Hart S.) 辑
游历日本图经余记	1889	傅云龙		别有圆柱法, 以圆柱剖为平幅, 亦谓之推方格法, 创之者明嘉靖四十五年荷兰人墨加祷也。以其名名之, 谓之“墨加祷”, 而法犹疏。阐厥法者, 谓应用余纬度折半之正切, 自赤道至八十九度止, 以距等圈之横线与经线成直角。是以纬线近极弥疏, 以长补狭, 即等于球面经线, 近极益密之率。盖不于形势论其面	

<sup>①</sup> 谢洪贲: 瀛寰全志[M], 上海: 商务印书馆, 1906年, 第16~17页。

<sup>②</sup> 罗汝南编: 中国近世舆地图说[M], 卷一上, 广东教忠堂石印本, 宣统元年(1909)。

后编				积，惟以算法定其远近。航海者便之图，海岸者宜之，然舆地家亦未始不用其法。	
绘地法原	1897	(英)金楷理 (Carl Traugott Kreyer) 口译, 王德均笔述	江南机器制造总局版	若用以航海, 须用圆柱画法。……有荷兰人墨加禱, 思得一法。领相距方向与圆想符。其法以各经线为平分直线, 各距等圈为横线, 与经线成直角, 其纬线之相距愈近, 极愈疏, 即同于球面经线, 愈近极愈密之率。法以地球变为同径之圆柱, 赤道处球面与柱面相合, 赤道南北渐与球面不合, 则将各距等圈展大, 以抵于圆柱。次以圆柱剖开, 展为平幅, 若用此法, 即以赤道之一分为相度之尺。	William Hughes: <i>Mathematical Geography</i> , Longman, Brown, Green, & Longmans. 1852.
瀛寰全志	1906	谢洪贲	上海: 商务印书馆	一曰墨驾禱法, 经纬俱成正交, 即地舆方图也。	
中国近世舆地图说	1909	罗汝南编	广东教忠堂石印本	画全球与海图, 宜用荷人墨加禱法, 盖经纬俱成正交, 即地舆之方图是也。	

从以上表中可以看出, 最早在中国介绍墨卡托投影的书籍, 是西方的译著。而且在西方译著中, 对墨卡托投影的介绍逐渐深入。从最开始只介绍它的形状, 到后来介绍它的绘制原理, 不断细化。在晚清中国人的地理著作中, 也有对墨卡托投影的介绍, 傅云龙是最早介绍墨卡托投影的中国人, 尽管与西方译书相比, 比较简略, 但是这说明中国人已经认识到地图投影的重要性, 并且掌握了墨卡托投影的基本特征和原理, 并且而且把它和其他投影区分开来。

### (三) 学习阶段

在郑观应(1842~1922)的《致招商局盛督办书》中, 建议培养驾驶人才, “先招学生若干名学习驾驶诸法, 兹嘱副总船主鼎德, 将英国商部用以考验学生欲领船主执照者章程三十条译列于后, 倘以为可行, 乞即示悉。”<sup>①</sup>并在其后列出《泰西练船学生应学驾驶诸法》, 第十一是墨加禱法; 第十四为: 讲论海图及用法, 平图、墨加禱图。<sup>②</sup>并在《拟定泰安练

<sup>①</sup> 夏东元编: 郑观应集, 下册, 上海: 上海人民出版社, 第846~847页。

<sup>②</sup> 同上。

《船规条大略》中列出了船上学生的课程，其中在每天的课程三点到四点中，为“习地图”<sup>①</sup>。可见，在清末的航海教育中，已经把学习墨卡托投影列入正常教学中，清政府已经在培育能够掌握墨卡托投影的人才。

#### 从计里画方到墨卡托投影

中国传统表示地图上某一点方位的方法是计里画方，它表示出来的形状和墨卡托投影比较类似，都是由一格一格的小方块组成，纵线和横线正交。不同之处在于：墨卡托投影的理论依据是地圆说，而计里画方是依据是天圆地方说；墨卡托投影的每一根经线都标有经度，每一根纬线都标有纬度，而计里画方的线条是地面上距离在图上的缩绘；墨卡托投影越向高纬度地区，纬度之间的间距越大，而计里画方都是使用长、宽等距的正方形网格表示。

最早使用计里画方的人是裴秀（公元 224~271），他曾经以一寸折百里编绘过《地形方丈图》。目前可见的采用计里画方绘制的地图是南宋年间（1137 年）的的石刻《禹迹图》，图上有“每方折地百里”的注记，并划满了纵横等距、直线交叉的正方形小格。这种绘图方式一直在清末都很流行，例如，尽管康熙主持编绘了采用了西方投影的《皇舆全览图》，但是雍正年间的《雍正十排舆图》还是继续采用了中国传统的计里画方的方法绘制，而没有采用西方投影。直到民国时期，随着墨卡托投影等一系列的西方投影方法不断传入，中国的地图投影体系建立起来后，中国传统的计里画方绘图方法才逐渐淡出了历史舞台。

为什么墨卡托投影能够代替中国传统的计里画方呢？首先这和中国当时的社会背景关系密切。晚清时期，尤其是鸦片战争之后，中国处于一个内忧外患、备受凌辱的时期，中国的一部分知识分子开始寻找富国强民的路径，而西方的科技使他们在备受震惊的同时也眼前一亮，于是发出了——“师夷长技以制夷”的口号，这也是学习西方投影的时代背景。

其次，自西学东渐后，中国之外各国的地理知识和信息不断传入中国，使中国人的世界观不断改变，眼界不断拓展，尤其是利玛窦带来的地圆说，在中国产生了很大的影响。相信地圆说的部分中国人，也开始在地图中把这种思想表现出来，于是西方投影被引入中国，而墨卡托投影在西方海洋国家中使用率很高，这也是它能够传入中国原因之一。

再次，地图和一个国家的政权、疆域息息相关，使用计里画方绘制的小比例尺地图不够精密，误差比较大；而采用墨卡托投影的地图却能一目了然地表现出世界大势，大陆与海洋之间的轮廓线也清晰可辨，这也是它能够在晚清流传的另一原因。

## 结 语

尽管在明末中国已经具有墨卡托投影的萌芽，但是该投影真正系统性地传入中国是在晚

<sup>①</sup> 夏东元编：郑观应集，下册，上海：上海人民出版社，第 848 页。

清时期。墨卡托投影在中国的传播和应用是同时进行的。通过传播体现了它的应用，而通过应用推动了它的传播。这种传播和应用通过两个途径进行：第一，通过地图。地图可以使国人一目了然认识墨卡托投影的形状和特点，也是国人模仿、学习墨卡托投影的一个体现。第二，通过书籍。书籍向国人介绍了墨卡托投影的原理、性质以及绘制方法，使国人真正能够掌握墨卡托投影的使用方法。

墨卡托投影在清末传入中国过程中，因为它具有可以使等角航线表示成直线的优点，所以较多表示海洋、海洋中的岛屿或者世界地图。也因为它具有纬度越高变形越大的缺点，所以它没有成为表示中国地图的主流投影。可见中国人在对墨卡托投影的学习和使用过程中，也是具有选择性的。

### The Application and Transmission of Mercator projection in Late-Qing Dynasty

ZhangJiajing

Abstract: From the time when Mercator made chart with conformal cylindrical projection, also called Mercator projection in 1569, this projection was be widely used in making world maps and charts. Mercator projection was appeared in China in late-Qing dynasty. This projection was transmitted into China in two ways: maps and literatures. The transmission of Mercator projection accompanied with its application, to be used in maps promoted its transmission, and to be introduced in literature strengthened its application.

Keywords: Mercator projection; Map projection; technology transmission; history of cartography