

新课程学科教学论丛书

● 总主编 钟启泉

XINKECHENG  
XUEKE JIAOXUELUN CONGSHU

# 科学 课程与 教学论

袁运开 蔡铁权 主编  
KEXUE KECHENG YU JIAOXUELUN

浙江教育出版社

新 课 程 学 科 教 学 论 丛 书

总主编 钟启泉

科学 KEXUE KECHENG YU JIAOXUELUN  
**课程与教学论**

袁运开 蔡铁权 主编

浙江教育出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

科学课程与教学论/袁运开,蔡铁权主编. —杭州:  
浙江教育出版社, 2003.9

(新课程学科教学论丛书/钟启泉主编)

ISBN 7-5338-4960-4

I. 科... II. ①袁... ②蔡... III. 科学知识—教学  
研究—中学 IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 070644 号

---

责任编辑 汤菊芬 胡献忠

封面设计 曾国兴

责任出版 陆江

 新课程学科教学论丛书

## 科学课程与教学论

---

总主编 钟启泉

主 编 袁运开 蔡铁权

出版发行 浙江教育出版社

(杭州市体育场路 347 号 邮编 310006)

网 址 [Http://www.jys.zjcb.com](http://www.jys.zjcb.com)

印 刷 杭州富春印务有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 26.25

插 页 2

字 数 477 000

版 次 2003 年 8 月第 1 版

印 次 2003 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5338-4960-4/G·4930

定 价 36.50 元

版权所有 翻印必究

# 前言

新课程的实施为教师的“教学创新”提供了广阔的舞台。无论“文本课程”“实施课程”“习得课程”都需要教师去体认、去再造、去落实。课程改革的成败归根结底取决于教师。从这个意义上说，“教师即课程”。

不过，作为新课程的教师仅仅局限于教师个体的“职业技能训练”，是远远不够的，因为教学不仅是技术，更是一种艺术。它要求从“工匠型教师”转型为“专家型教师”。“专家型教师”应当致力于通过“创新教学”的实践，摆脱“应试教育”的束缚，创造出崭新的“素质教育”的“课堂文化”。在我看来，这种“教师角色”的关键特质，就是“反思”与“合作”。

教师的自我反思是“教学创新”的动力。教师需要聚焦课堂，反思自身的教学，因为，课堂教学占了教师教育工作的大部分。而课堂教学本身是社会的一个缩影，这里面有着太多的社会学、心理学、教育学、生理学、信息学的问题需要解读。什么是“好的课堂教学”？如何评价“课堂教学”？不久前，我们请来了两位外国课堂教学专家来上海听课，分别听取了一所“名牌”小学和一所“一般”小学的一节社会课。这两名专家旗帜鲜明地猛烈抨击前者，高度赞赏后者。其结论跟我国教育界传统的主流观点是针锋相对的。确实，有什么教学观念，就会有什么教学行为。“教学创新”的基点在于教会学生如何学习。教师应当扮演引导者、启发者、咨询者的角色。“教学创新”意味着教师“教学观念”的转变，同时也意味着“教师团队”的形成。归根结底，意味着教师在“传道、授业、解惑”三个方面得到转变：从“单纯道德说教”转变为“确立人格楷模”，从“灌输现成知识”转变为“共同建构知识”，从“提供标准答案”转变为“共同寻求新知”。

理论与实践之间的对话、合作是推进“教学创新”的重要途径。长期以来，我国的教育发展造成了理论与实践之间的对立。然而，教育理论不是空泛概念的“文字游戏”，而是指引教育实践的参考原则；教育实践也不是尝试错误的技术性活动，而是检验理论的试金石。没有理论的实践是盲目的，没有实践的理论是空洞的。因此，既要消除“理论优位”“理论第一”的偏执，也要消除“反理论”的心态。当然，我们强调“理论与实践的统一”“研究者与实践者的对话”，并不是“取消”这两种角色，不是把两者“等同”起来。亦即，并不是要求每个教育理论工作者都直接走上中小学讲台，也不是要求每个教育实践工作者都撰写理论著作，而是两者从各自角色的角度，共同为直面教育问题提供思路。所谓“教师研修”，不是指单纯地灌输现成的理论教条，而是指激活教师的“实践性智慧”或是“实践性知识”。所谓“大学与中小学合作伙伴关系”，也不是指中小学教师一味听命于大学教师的“理论”，而是指提供专业支持，平等对话，共同求得教学的智慧。

“学会反思，学会合作”，这就是新课程所要求的“教师角色”转型的课题。

这套“新课程学科教学论丛书”正是出于上述教育信念撰写、编辑的。课程改革在某一阶段需要轰轰烈烈的氛围,但随着课程改革的深化更需要扎扎实实的探究,这种探究不仅要促进对一般课程理念的认识,而且更要有益于对学科领域的特殊课程问题的解决。因而,结合学科深入研究课程、教学的实践与理论,对于教师的专业成长实在是一件必要而有意义的事情。为此,一批教育工作者,尤其是学科的教育工作者走到一起来了。他们大多是参加国家标准研制的核心人员,或者是投身课程教材实验的第一线教师。经过辛勤的劳动,他们将自己关于国际国内学科课程发展的动态与问题的研究心得整理成书,奉献给广大的教师,以唤起大家对课程改革的更深沉的思考。

反思什么、如何反思,是这套丛书关注的焦点。在课程改革的大背景下,学科的课程与教学遇到许多问题,例如:究竟是“教材为本”还是“标准为本”?教材设计如何才能摆脱“新瓶装旧酒”的尴尬?应该如何看待课堂教学的“主体”角色?怎样发挥教学的“主导”作用?嘴上讲“知识是自我建构的产物”,但实际上以“灌输”为主的课堂风景线又有多少改观呢?学科本身蕴涵着丰富的教育因素,而人为的“渗透”是学科教学的德育范式吗?我们的教学是基于教育技术的一种课程统整,还是技术至上、工具主义的表演?“学科性”应该成为本学科发展的旗帜呢,还是应该强调在解决问题中搭建与其他学科知识进行综合的“平台”,并逐步将“学科课程”转型为“领域课程”呢?上述问题,都需要我们进行理性的思辨与认真的实证,从而做到具体问题具体分析,从学科实际出发寻找能够解决自身问题的合适的课程措施与教学策略。

真正合作,实属不易。从某种意义上讲,这套丛书就是在为实现合作而架桥铺路。理论与实践的对话是一种合作,而教育工作之间的牵手也是一种合作。一个人的精力是极有限的,他不可能事事通晓,也不可能样样亲身实践,要汲取他人的经验为我所用,要善于利用他山之石去攻玉,要学会共享各种教育技术与课程资源。合作还包括上下的协调。目前,一种“课程领导”的观念正在冲击传统的“课程管理”模式,真正的合作是平等的互动的关系,是新课程建设中的伙伴关系,那种“你工作我检查”“你实验我评论”的做法以及课程培训中的“一言堂”“满堂灌”都是反合作的表现。用一种理论、一杆标尺、一个模式来衡量,要求教师去划一地实施课程与教学,几乎是不可能的。课程改革是开放的过程,我们探究的结论也不可能是一成不变的,理论不是永恒的,永恒的是实践。

课程改革为我们开辟了大显身手的创新天地,学科教学从来没有像今天那样思想活跃、举措新颖、策略多样。但是,我们必须看到:新课程不是幻想中的“空中楼阁”,而是需要理论与实践作为支撑;新课程的建设不是一蹴而就的突击,而是一个不断内化积淀的长期过程;新课程的实践不是纸上谈兵的部署,它需要一批批的志愿兵与生力军去冲锋陷阵。让我们为新课程的崛起鸣锣开道,重塑教师新形象,重筑课程新文化,进一步焕发课程改革的勃勃生机!

钟启泉

2003年3月

# 目 录

## 第一编 科学与科学教育

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| <b>第一章 科学、科学的本质与科学观</b> ..... | 3  |
| 第一节 20 世纪科学观的变迁 .....         | 3  |
| 第二节 作为知识系统的科学 .....           | 9  |
| 第三节 作为探究活动的科学 .....           | 15 |
| <b>第二章 科学、技术与社会</b> .....     | 37 |
| 第一节 科学与技术 .....               | 37 |
| 第二节 科学、技术与社会的互动 .....         | 49 |
| 第三节 加强科学、技术与社会关系的教育 .....     | 66 |
| <b>第三章 科学教育与科学素养</b> .....    | 68 |
| 第一节 科学教育 .....                | 69 |
| 第二节 科学素养的内涵 .....             | 73 |
| 第三节 STS 教育与科学教育 .....         | 80 |
| 第四节 科学教育的价值 .....             | 88 |

## 第二编 科学课程

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| <b>第四章 世界科学课程的历史演变与发展趋势</b> ..... | 93  |
| 第一节 世界中学科学课程的发展历程 .....           | 93  |
| 第二节 美国、英国中学科学课程的改革 .....          | 109 |
| 第三节 其他国家的科学课程改革简介 .....           | 133 |
| <b>第五章 我国科学课程的历史演变与实践经验</b> ..... | 143 |
| 第一节 我国科学课程的发展历程 .....             | 144 |
| 第二节 大陆科学课程的历史演变与实践经验 .....        | 149 |
| 第三节 港、台地区科学课程的历史演变与实践经验 .....     | 165 |
| <b>第六章 科学课程标准</b> .....           | 178 |

|     |                                 |     |
|-----|---------------------------------|-----|
| 第一节 | 科学课程标准的框架结构及其与我国传统教学大纲的差异 ..... | 178 |
| 第二节 | 课程定位、基本理念与培养目标 .....            | 181 |
| 第三节 | 标准内容的特点 .....                   | 185 |
| 第四节 | 科学课程标准的实验教材 .....               | 189 |
| 第五节 | 上海市的科学课程标准 .....                | 207 |

### 第三编 科学课程的教学

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>第七章 中学科学教学的规范</b> .....   | 215 |
| 第一节 中学科学教学规范的理论基础 .....      | 216 |
| 第二节 中学科学教学中的探究学习 .....       | 223 |
| 第三节 中学科学教学中的合作学习 .....       | 234 |
| 第四节 中学科学教学中的社区服务与社会实践 .....  | 239 |
| <b>第八章 中学科学的教学</b> .....     | 242 |
| 第一节 中学科学的教学过程 .....          | 242 |
| 第二节 信息技术与中学科学课程的整合 .....     | 248 |
| 第三节 中学科学的教学设计 .....          | 263 |
| 第四节 中学科学的教学评价 .....          | 277 |
| <b>第九章 中学科学教学的能力培养</b> ..... | 291 |
| 第一节 学习能力 .....               | 291 |
| 第二节 实践能力 .....               | 300 |
| 第三节 综合能力 .....               | 307 |
| <b>第十章 中学科学实验教学</b> .....    | 316 |
| 第一节 中学科学实验概述 .....           | 316 |
| 第二节 中学科学实验的基本技能与技术 .....     | 321 |
| 第三节 中学科学的实验教学 .....          | 341 |
| 第四节 中学科学课程资源的开发与利用 .....     | 346 |

## 第四编 科学教师的专业化

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| <b>第十一章 中学科学教师的基本素质</b> ..... | 365 |
| 第一节 中学科学教师专业化 .....           | 365 |
| 第二节 中学科学教师的角色转换 .....         | 368 |
| 第三节 中学科学教师的专业素质 .....         | 370 |
| 第四节 中学科学教师的培养与培训 .....        | 379 |
| <b>第十二章 中学科学教育研究</b> .....    | 383 |
| 第一节 中学科学教育研究的意义与取向 .....      | 383 |
| 第二节 中学科学教育研究的基本方法 .....       | 388 |
| 第三节 教育研究的一般过程 .....           | 398 |
| 第四节 教育研究成果的表述与应用 .....        | 404 |
| <b>主要参考文献</b> .....           | 409 |
| <b>后记</b> .....               | 410 |



A decorative border with a repeating floral or leaf-like pattern surrounds the central text.

第一编

科学与科学教育



# 第一章 科学、科学的本质与科学观

## 第一节 20 世纪科学观的变迁

合理的科学教育的基本理念,是建立在对科学本质的准确理解的基础上的。因此,在回答“什么是科学教育”之前,应该先弄清“什么是科学”,这就涉及所谓“科学观”的问题。但是,人们的科学观也是众说纷纭,莫衷一是。历史上,不同的科学观曾经对科学教育的基本理念产生过不同的影响。科学观本身也有一个合理性问题。在本章,我们将梳理一下 20 世纪科学观变迁的轨迹,并试图站在更为合理的科学观的基础上,介绍一下科学本质的概观。

### 一、常识性的科学观

科学是什么?自古以来有人说,科学是一种知识系统,这是一种常识性的科学观。比如,我国的《辞海》就持这样的观点。它认为,科学是“关于自然、社会和思维的知识体系。它适应人们生产斗争和阶级斗争的需要而产生和发展,是实践经验的结晶。每一门科学通常都只是研究客观世界发展过程的某一个阶段或某一种运动形式。”“科学的任务是揭示事物发展的客观规律,探求客观真理,作为人们改造世界的指南。”自然科学是“研究自然界的物质形态、结构、性质和运动规律的科学。包括数学、物理学、化学、天文学、气象学、海洋学、地质学、生物学等基础学科,以及材料科学、能源科学、空间科学、农业科学、医学科学等应用技术科学,是人类改造自然的实践经验即生产斗争经验的总结。它的发展取决于生产的发展,并反过来推动生产的发展。”<sup>①</sup>

这种常识性的观点有一定的合理性。因为作为科学研究的成果即科学理论,比如欧几里得几何学、哥白尼的日心说、牛顿的经典力学、爱因斯坦的相对论、道尔顿的原子论、达尔文的进化论、赖伊尔的地质学原理等等,确实是一种知识,而且是一种系统的知识。

<sup>①</sup>参见《辞海》,上海辞书出版社 1979 年版,第 1746、1897 页。

但是,这种常识性的观点有很大的局限性,它没有把科学的本质刻画出来,因而也不能将科学和非科学、前科学、伪科学的界线划分出来。按照这种常识性的观点,哲学家会说,哲学也是一门(自然)科学。因为“哲学”这个词原来在希腊语中的含义就是“智慧”,也就是说,哲学是告诉人怎样聪明的一种知识,而且这种知识是系统的,所以哲学家就可以标榜哲学是一门自然科学。显然,今天我们所讲的自然科学是不包括哲学的,哲学属于人文科学。这就是说,按照常识性的观点,我们并不能很好地将科学和哲学区别开来。更有甚者,按照这种常识性的观点,宗教神职人员会说,宗教也是一门自然科学,因为宗教的主要功能是提出一套宗教伦理价值观来规范人的行为,因此宗教教义在一定程度上可以被看做是告诉人们怎样做人的知识,而且宗教也研究自然现象,也回答诸如“自然界的起源”、“人类的起源”等问题,并且有系统的结论,只不过这些结论并不被科学工作者认同而已,但宗教包含着一个一定的知识系统则是确定无疑的,因此宗教也应该是一门自然科学。这就是说,按照常识性的观点,我们并不能很好地将科学和宗教区别开来。确实,科学、哲学甚至宗教都是一种知识系统,但是科学这种知识系统与哲学、宗教等知识系统还是有区别的。

## 二、经验主义的科学观

自近代以来,科学家往往强调通过实验检验来断定科学定理的真理性,也就是说,科学是最讲究“实证”的。这一特点,哲学、宗教等知识系统却并不具备。于是,经验主义特别是20世纪上半叶的逻辑经验主义便把“可确证性”作为科学的本质特征。他们认为,科学是一种可确证的知识体系。

那么,怎么确证一个命题是科学的命题呢?那就是将这个命题所断言的内容与经验事实加以对照,如果它们是一致的,那么这个命题就被确证,它就是一个真的命题,否则它就是一个假的命题。科学命题就是能够被经验事实检验其真伪的命题。可确证性实际上就是“可检验性”。比如,1915年科学家爱因斯坦提出了广义相对论的理论,其中有一条定理是“光线通过强的引力场会弯曲传播”。一般认为,在同一种媒质中光线总是沿直线传播的,但是爱因斯坦的这条定理告诉我们,即使在同一种媒质中,光线如果通过强的引力场不会沿直线传播,而是弯曲地传播。显然爱因斯坦的这条命题是可以用经验事实来加以检验的。若干年后,英国科学家爱丁顿就利用一次全日食的观察组织了一次对这条定理的检验,结果定理与经验事实完全相符,于是爱因斯坦的理论也就被经验事实所确证。

逻辑经验主义者认为,可确证性反映了科学知识的本质,利用可确证性这一本质特征就可以将科学与宗教、哲学等不同的文化系统区别开来。例如,宗教命题:“上帝是存在的”,就是一个不可确证的命题,它是没办法被经验事实所检验

的,所以不是科学命题。同样哲学命题也有这种情况。

### 三、理性主义的科学观

与逻辑经验主义不同,英国科学哲学家波普尔在 20 世纪 40 年代以后从另一个侧面揭示了科学知识的可检验性的特征,他认为科学是一种“可证伪”的知识系统。他说:“因此,显然需要另外一种分界标准,我建议(尽管几年以后才发表这个建议)应当把理论系统的可反驳性或可证伪性作为分界标准。按照这个观点,一个系统只有作出可能与观察相冲突的论断,才可以看做是科学的;实际上通过设法造成这样的冲突,也即通过设法驳倒它,一个系统才受到检验。因而可检验性即等于可反驳性,所以也同样可以作为分界标准。”<sup>①</sup>

波普尔之所以认为可检验性(即可证伪性)是科学知识的本质特征,主要原因如下:

第一,他认为,从科学史上来看,科学往往具有“可错性”。亚里士多德的物理学、托勒密的地心学说、斯塔尔的燃素说,历史上都曾经被认为是真理,但是随着科学实践的深入,人们发现其中有错误。

第二,他认为,从逻辑上来看,全称命题要证实它很难,但要证伪它却易如反掌,只要举一个反例就行了。例如,我们要证实“凡天鹅皆白”很难,因为这儿的“天鹅”是泛指今天所有的天鹅、历史上所有的天鹅和未来所有的天鹅,显然它的“个体域”是无穷的,而人的经验操作对无穷是无能为力的。相反,我们要证伪“凡天鹅皆白”却很容易,我们只要枚举一个天鹅并非白色的,则该全称命题就可以被断定为假。

以上三种科学观虽然都有一定的合理性,但我们只能称之为狭义的科学观。这种狭义的科学观基本上只是静态地审视科学,把科学仅仅等同于科学研究的结果——科学理论,而忽视了科学研究的动态过程本身;它们基本上只是从科学的内部去审视科学,仅仅看到科学研究内部的认知要素,而忽视了科学研究的内部和外部的社会文化因素和条件;虽然它们正确地指出了科学研究的结果即科学理论是一个可确证或可证伪的知识系统,但是局限于这个命题的本身却容易给人们留下一个误区:以为科学只与两个因素有关,一是科学理论即知识系统,二是观察、实验的技能,因为在它们看来确证或证伪一个科学理论,需要用到经验事实,而经验事实是通过观察、实验获取的,因此具备观察、实验的技能就尤为重要。

以上三种科学观曾经深深地影响着近现代科学教育理论的基本理念。依据

<sup>①</sup>波普尔:《猜想与反驳》,上海译文出版社 1986 年版,第 365 页。

这些对科学本质的理解, 近现代科学教育理论都把科学教育仅仅等同于科学知识的教育, 仅仅强调科学知识和实验技能(即“双基”)的传授与学习。当然强调科学知识和实验技能的传授与学习是必要的, 但仅局限于此就忽视了其他科学素养的培养, 这样就导致学校的科学教育并不能有效地全面提高每一个学生的科学素养, 而把没有达到的目标部分地留给个别学生毕业之后或进入社会去完成。

#### 四、历史主义的科学观

20世纪60年代之后, 科学哲学界的历史主义学派提出了一种广义的科学观。他们认为, 从广义的角度看, 科学实际上是一种特殊的社会文化探究活动。这里有两点需要强调, 一是科学本身是一种探究活动, 而作为知识系统的科学理论只是这种探究活动的结果; 二是科学是一种特殊的社会文化现象, 而且可以说它是人类历史上至今为止最后出现的一类文化现象, 是今天人类文化的最高层次和最为突出的成就。它是一种只有在特殊条件下才可能得以产生和发展的探究活动。从这样的角度来界定科学的人, 有著名的科学哲学家邦格。

邦格的工作是从一个最基本的概念开始的, 这个概念就是“认知域”(cognitive field)。他认为, 人类的活动有相当一部分是认识活动, 如逻辑与神学、数学与数灵术、天文学与占星术、化学与炼金术、心理学与心灵学、社会科学与人文科学等等。从文化的视角来看, 这些认识活动均包含十大要素, 这些要素相互作用, 由此构成了一个“认知域”, 可以记为 E:

$$E=(C, S, G, D, F, B, P, K, A, M)$$

其中 C(the research community)是认知主体, 即人及其组成的确定知识的社团; S(society)是指承认 C 的地位的社会; G(general outlook)是指 C 所持的总体看法、世界观或哲学; D(domain)是指 E 的“论域”, 即 E 所谈论的事物; F(formal background)是指“形式背景”, 即 E 所使用的逻辑或数学工具; B(specific background)是指“特殊背景”或从其他知识领域借来的有关 D 的一组前提; P(problematics)是指问题组合或 E 可能处理的一组问题; K(the fund of knowledge)是指 E 所积累的特殊的知识储备; A(aims)是指 C 在对 E 的提高上所抱的目的或目标; M(methodics)是指方法体系或 E 中所有可用的方法。

在认知域概念的基础上, 邦格对科学做了如下的界定: 科学是一种特殊的社会文化探究活动。那么, 这种特殊性即本质性具体表现在哪些方面呢? 邦格认为, 它表现在下面 12 个方面:

“(1) E 的 10 个组成部分都各自随着同一领域或有关领域(特别是那些提供 E 中形式背景 F 和特殊背景 B 的领域)的研究成果而发生变化, 不管这种变化多么缓慢。

(2) E 中进行研究工作的社团 C 由这样一些人组成,他们受过专门的训练,彼此有密切的信息交往,并且开创或者维护一种研究传统。

(3) 承认 C 的地位的社会 S 鼓励或者至少容忍 C 的成员进行活动。

(4) 论域 D 完全由过去、现在或未来(得到确认的或者认为存在的)的真正实体(而不是自由变动的思想)组成。

(5) 总体看法或哲学包括以下各项:①一种认为现实世界是由按照规律发生变化的(而不是由不变的、无规律的、幻影般的)事物组成的本体论;②一种实在论立场的(而不是唯心主义或约定主义的)认识论;③一种推崇清晰、精确、深度、融贯和真理的价值体系;④主张自由探索真理的精神(而不是专门为了追求功利、迎合大家的意见或教条)。

(6) 形式背景 F 是一个由最新的逻辑或数学理论组成的集合。

(7) 特殊背景 B 是由从与 E 有关的其他研究领域中得到的最新的和有理由认为是可得到确证的数据、假说和理论组成的集合。

(8) 问题组合 P 完全由有关 D 的组成部分的性质(特别是规律)的认识问题以及有关 E 的其他组成部分的认识问题所组成。

(9) 知识储备 K 是一个由最新的和可检验的(尽管不是最后的)理论、假说和数据组成的集合,它们与 B 和以前在 E 中取得的理论、假说和数据相一致。

(10) 目的 A 包括发现或使用 D 的规律,把有关 D 的假说加以系统化(使之成为理论),以及改进 M 中的方法。

(11) 方法体系 M 只包括可考察的(可检验的、可分析的、可批评的)和可以找到理由的(可以说明的)程序。

(12) E 是一个更大的知识领域的组成部分,也就是说,至少有另外一个(相邻的)研究领域,使得:①这两个领域的总体看法、形式背景、特殊背景、知识储备、目的和方法体系有着真正重合的部分;②一个领域的论域包括在另外一个领域的论域之中,或者说一个领域的论域中的每个分子(即组成部分)都是属于另一个论域的体系的组成部分。”<sup>①</sup>

邦格认为,按照上述定义,科学包括物理学、化学、天文学、地学和生物学这五门学科。邦格这种广义的关于科学活动的定义方式,较狭义的定义方式具有更大的合理性。它首先告诉我们,科学研究活动不只有两个要素(即经验事实和理论),它有 10 个要素,它既包含经验事实和理论(B,K),又包括文化观念因素(G,F,A,M),还包括社会因素(C,S)等等。以往人们常说,科学家是站在一个理论背景上去研究自然的,实际上科学家是站在一个包含理论但又比理论大得多的文

<sup>①</sup>邦格:《什么是伪科学》,载《哲学研究》,1987 年第 4 期。

化背景上去研究自然的。因此,科学探究活动的展开就与认知因素、文化观念因素和社会因素有关。其次,邦格还具体地刻画了科学活动的12个特点,这12个特点具体而深刻地揭示了科学这种社会文化活动的特殊性即本质特征;反之,一种社会文化认知活动如果具备这12个特点,它就是科学活动。

界定科学的概念之后,邦格认为“非科学”就很好界定了,“任何不能满足上面所说的所有12个条件的认知域都将被称为‘非科学’。神学和文学批评是典型的例子。”这样,邦格就把科学和非科学的界线清楚地划分出来。

在认知域概念的基础上,邦格又提出了“研究域”(research field)的概念。研究域就是人们那些带有研究性的认知活动,它满足上述12条中的第(1)、(2)、(3)、(8)、(11)和第(12)条等六个特征。它包括人类如下的认知活动:自然科学、应用科学、形式科学(数学和逻辑)、技术(包括医学)、社会科学(政治学、社会学、经济学和法学等)和人文科学(哲学、文学、历史学和语言学等)。在研究域概念的基础上,邦格认为可以把科学和前科学的界线划分出来,前科学就是指这样一些认知活动,它正处在从研究域向科学转化的过渡阶段,即它在满足研究域的六个本质特征的基础上,又满足了科学的其他几个本质特征,但尚未达到满足科学的12个本质特征。历史上,天文学、地学等在成为科学之前都经历过这个阶段。

历史主义的这种科学观是一种更新颖、更精致、更全面和更合理的科学观。它不仅从静态的科学研究成果,而且从动态的科学研究活动过程本身来审视科学;不仅看到科学研究活动内部的认知要素,而且还看到其内部的社会文化要素;不仅从内部的认知性,而且从外部的社会性来审视科学。

这种新的科学观自提出之后就开始影响现代科学教育理论的基本理念,从20世纪80年代之后的科学教育理论的文献和基本理念来看,这种观点已经得到反映。其重要标志是,科学教育从原先仅仅强调科学知识的传授和学习,发展为现在要全面提高每一个学生的科学素养;从原先仅仅强调观察与实验技能的培养,发展为现在的注重科学探究能力的全面培养;从原先仅仅强调解决科学内部的认知问题,发展为现在还要关注涉及科学、技术与社会热点问题的分析和决策能力的培养。

下面我们将站在历史主义学派的科学观的基础上,从科学活动的结果——科学理论,以及科学活动过程的本身——科学探究,这两个方面作进一步的阐述,以全面地展示这种最新的科学观。



## 第二节 作为知识系统的科学

### 一、科学知识的本质特征

#### 1. 可检验性是科学知识的本质特征之一

科学理论的可确证性和可证伪性实质上都是指它的可检验性。前者是可用经验事实证明它对(真),后者是可用经验事实证明它错(假)。

逻辑经验主义者亨佩尔说过,科学理论的可确证性意味着它是“至少潜在地能够用经验证据来检验的”。波普尔更是认为可证伪性实际上也是一种“可检验性”。他认为,可检验性是科学知识的最重要的特征。他说:“我当然只在一个系统能为经验所检验的条件下,才承认它是经验的或科学的。这些考虑提示:可以作为划界标准的不是可证实性而是可证伪性。换句话说,我并不要求科学系统能在肯定的意义上被一劳永逸地挑选出来;我要求它具有这样的逻辑形式:它能在否定的意义上借助经验检验的方法被挑选出来,经验的科学的系统必须有可能被经验反驳。”

因此,这样的陈述:‘明天这里将下雨或不下雨’,不能被看做经验的,就只因为它不可能被反驳;而这样的陈述:‘明天这里将下雨’,就被看做经验的。”

“经验方法应被表征为明确地排除那些逃避证伪的方法,这些方法正如我想象中的批评者所正确坚持的,是逻辑上可能的。按照我的建议,经验方法的特征是,它使待检验的系统以一切可设想的方式面临证伪的态度,它的目的不是去拯救那些站不住脚的系统的生命,而是相反,使这些系统面临最剧烈的生存竞争,通过比较来选择其中的最适应者。”<sup>①</sup>

#### 2. 真理性是科学知识的本质特征之二

科学的目的在于求真,在于对自然界客观现象背后的规律作出真理性的描述。科学家认为通过科学特有的探究过程,人们可以获得有关自然界的真的知识。如果一个理论后来终于被经验进一步证明是错误而被抛弃,那是因为科学家在科学研究活动中的失误或不正确地运用科学方法而导致的错误。只要人们不断地正确使用科学方法,就一定会不断地建立关于自然界的真知识。所谓“真理”就是“符合事实”。从这个意义上来说,科学知识的可确证性促成了它的真理性。

<sup>①</sup>波普尔:《科学发现的逻辑》,科学出版社1986年版,第14~16页。