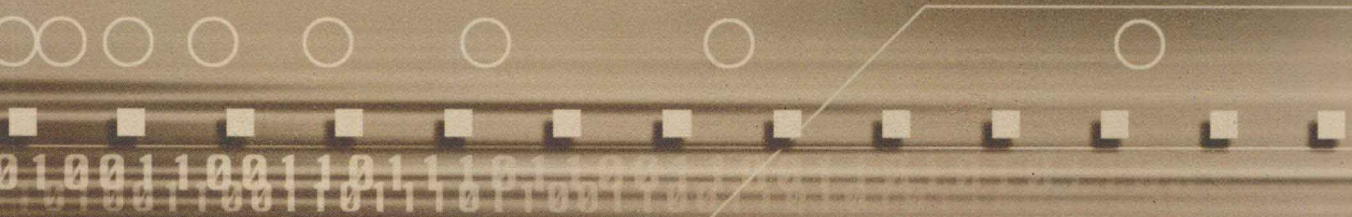


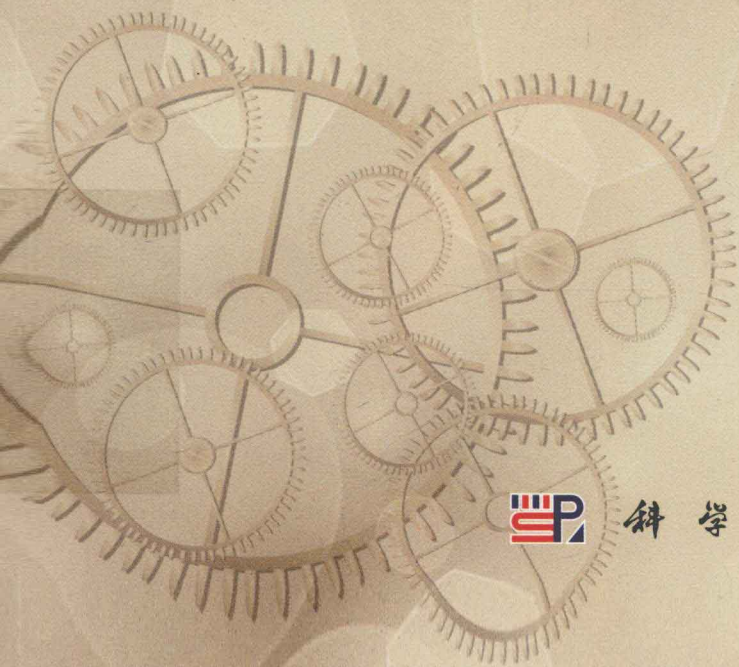
现代学科教育与教学论系列丛书



中学科学教学论

Zhongxue Kexue Jiaoxuelun

陈志伟 陈秉初 主编



科学出版社

浙江省高等学校重点建设教材

现代学科教育与教学论系列丛书

中学科学教学论

陈志伟 陈秉初 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是为高等师范院校科学教育专业开设“中学科学教学论”课程专门编写的,旨在为师范生将来从事初中科学课程的教学与研究工作提供必要的理论基础和方法指导。全书共分13章,分别叙述了科学本质、科学教育理论、科学课程标准、科学教学技能、科学教学方法、科学教学设计、科学教学过程、科学方法教育、科学实验教学、科学教学评价等理论与实践问题,力求做到理论联系实际,反映当代成果,突出实用性、新颖性、科学性。

本书除供师范院校科学教育相关专业学生使用外,也可作为中学科学教师继续教育的教材、日常教学的参考书,还可供相关研究人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

中学科学教学论/陈志伟,陈秉初主编. —北京:科学出版社,2012.9

现代学科教育与教学论系列丛书

ISBN 978-7-03-035151-7

I. ①中… II. ①陈…②陈… III. ①科学知识—教学研究—中学②科学知识—教学研究—高等学校—教材 IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 162072 号

责任编辑:陈 露 严明霞 / 责任校对:刘珊珊

责任印制:刘 学 / 封面设计:殷 靓

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

上海欧阳印刷厂有限公司印刷

上海蓝鹰文化传播有限公司排版制作

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年9月第一次印刷 印张:15 3/4

字数:346 000

定价:36.00 元

《中学科学教学论》编辑委员会

主编 陈志伟 陈秉初

编委 (按姓氏笔画排序)

王文军	王耀村	任山章	杨蓓芬
吴银银	沈建民	陈 珣	陈志伟
陈秉初	林飞华	周业宇	周华松
施时迪			

前言

《中学科学教学论》是高师院校科学教育专业学生必修的一门专业课,但一直缺少合适的教材。为此,浙江省教育厅于2005年10月,把《中学科学教学论》列为浙江省高等学校重点建设教材项目,由我和其他诸位同仁共同承担。在各方支持下,该书于2007年12月由浙江教育出版社正式出版,并被浙江师范大学、杭州师范大学、湖州师范学院等院校相关专业选作必修或选修教材,反响良好。

自该书出版以来,我国的科学教育发展很快,特别是2011年又公布了新修订的初中科学课程标准。为了适应科学课程的快速发展,部分原作者与新邀请的作者一起,对有关内容进行了修改。修改中力图从科学本质角度理解科学教学的本质,寻求科学教学的规律。全书共分13章,分别叙述了科学与科学教育、科学教育相关的理论概述、科学课程标准与教材分析、科学教学基本技能、科学教学方法、科学教学设计、科学教学过程、科学方法教育、科学实验教学、科学教学评价、科学教学研究、科学教师的专业素养与发展等理论与实践问题。我们把先进的科学教育思想、教学方法、教学评价与我国的科学教育实际相结合,力求做到理论联系实际,反映当代成果,突出实用性、新颖性、科学性。但由于我们经验、水平的限制,书中难免有错误或不妥之处,恳请同行们批评指正,以便修订时参考。

本书是集体智慧的结晶。陈志伟教授提出了全书各章节的框架结构、编写体例及修订要求,然后由各位老师分工修改:绪论(陈志伟)、第一章(陈珺、吴银银)、第二章(沈建民)、第三章(王耀村)、第四章(周业宇)、第五章(任山章、陈志伟)、第六章(周华松、林飞华)、第七章(任山章、陈志伟)、第八章(王文军、陈志伟)、第九章(施时迪、杨蓓芬、陈志伟)、第十章(陈秉初)、第十一章(陈秉初、陈志伟)、第十二章(陈秉初)。全书最终由陈志伟教授完成协调、审阅、统稿、定稿等工作。

在编写过程中,我们参考和引用了国内外一些专家、学者及老师的文献资料,也引用了他们的一些研究成果,在这里向文献作者表示深深的谢意!杭州师范大学、科学出版社对本书的出版给予了大力支持,在此表示衷心地感谢!

陈志伟

2012年5月于杭州师范大学

目 录

■ 前 言

■ 绪 论 / 001

■ 第一章 科学与科学教育 / 004

- 第一节 科学的本质 / 004
- 第二节 科学本质的哲学背景 / 005
- 第三节 科学本质内涵的发展 / 013
- 第四节 科学本质与科学教育 / 016

■ 第二章 科学教育相关的理论概述 / 024

- 第一节 脑科学与教育 / 024
- 第二节 行为主义学习理论 / 028
- 第三节 认知主义学习理论 / 033
- 第四节 建构主义学习理论 / 037
- 第五节 科学学 / 041

■ 第三章 科学课程标准与教材分析 / 045

- 第一节 科学课程的性质 / 045
- 第二节 科学课程标准的设计 / 048
- 第三节 科学课程的基本理念 / 049
- 第四节 科学课程的目标 / 052
- 第五节 科学课程的类型 / 056
- 第六节 中学科学教材分析 / 059

■ 第四章 科学教学基本技能 / 063

- 第一节 科学课堂教学的基本技能 / 063

第二节 调控科学教学过程的基本技能 / 072

第三节 说课与模拟上课 / 077

第四节 计算机辅助教学 / 082

■ 第五章 科学教学方法 / 086

第一节 讲授式教学 / 086

第二节 探究式学习 / 087

第三节 研究性学习 / 096

第四节 HPS 教学 / 100

第五节 PBL 教学 / 104

第六节 概念转变教学 / 105

第七节 SSI 教学 / 109

■ 第六章 科学教学设计 / 114

第一节 教学设计的理论依据 / 114

第二节 科学教学设计的特征和要素 / 118

第三节 科学教学设计 / 119

■ 第七章 科学教学过程 / 133

第一节 教学过程理论简述 / 133

第二节 科学教学过程模式 / 135

第三节 科学教学过程的预设与生成 / 138

第四节 科学教学过程的优化 / 139

第五节 科学教学过程案例分析 / 141

■ 第八章 科学方法教育 / 152

第一节 基本的科学方法 / 152

第二节 综合的科学方法 / 159

第三节 科学思维方法 / 169

第四节 科学方法教育的方式与途径 / 172

■ 第九章 科学实验教学 / 175

第一节 科学实验教学的意义与类型 / 175

第二节 科学实验教学设计 / 177

第三节 科学实验教学评价 / 184

■ 第十章 科学教学评价 / 193

第一节 教学评价概述 / 193

第二节 科学知识的评价 / 197

第三节 科学过程与方法的评价 / 200

第四节 科学情感态度价值观的评价 / 201

第五节 科学试题命制的理论和技术 / 204

第六节 科学素养的国际学生评价 / 211

■ 第十一章 科学教学研究 / 215

第一节 科学教学研究概述 / 215

第二节 科学教学研究方法 / 216

第三节 科学教育研究的基本步骤 / 226

第四节 科学教学研究论文的撰写 / 229

■ 第十二章 科学教师的专业素养与发展 / 233

第一节 科学教师的专业素养 / 233

第二节 科学教师专业素养的发展与提高途径 / 235

■ 主要参考文献 / 238

绪 论

一、中学科学教学论的含义

中学科学教学论是高等师范院校科学教育专业学生必修的一门学科教育类专业课程,由物理学、化学、生物学、地学、教育学、心理学和教育技术等诸多学科相互交叉、渗透形成,兼有文、理学科特点。内容极其丰富,其中理、化、生、地的基础知识是科学教学论的学科基础,教学论、心理学、课程论、哲学等是科学教学论的理论指导。

中学科学教学论是在教育教学理论指导下,由一线的生物教师和专业研究人员,根据长期积累下来的教学经验,经系统化、理论化的学科教育理论,是直接用于指导中学科学教学的有力工具。学习本课程的主要目的是培养学生掌握从事中学科学教育工作所必备的专业技能和持续发展自身专业素养的基本能力。

通过本课程的学习,学生应理解科学教育的基本特征,掌握从事科学教育工作的基本理论和方法,逐步形成科学教育工作者的职业素养和职业技能;应形成从事科学教育工作的专业素养,尤其是设计和实施科学教学的专业能力;应掌握一些运用教学媒体和技术手段实施科学教学的专门技能,以及进行科学教学研究的一些基本方法;应逐步养成科学教师的职业道德、敬业精神和教育价值观,思考如何在未来的教师生涯中形成自己的教学风格;应具备为人师表、教书育人、严谨认真的职业道德和兢兢业业、不辞辛苦、热爱教育事业的敬业精神。

中学科学教学论同其他学科一样,有其特有的规律和特点:

(1) 严密的理论性。科学教学论以课程理论、教学理论、学习理论及评价理论等现代教育理论成果为理论基础,结合《科学》课程自身的特点和科学技术的发展,探索中学科学教育的一般规律,从而成为科学地教与学、不断提高教学质量、不断提高学生科学素养的教育理论支柱。

(2) 鲜明的实践性。首先,科学教学论来源于科学教学实践。它是总结中学科学教学实践经验,并把科学教学中的具体现象和问题理论化、科学化、规律化,形成的严密的科学教学理论体系。其次,它用于实践。研究、探索和总结中学科学特有的教学规律,目的就是指导、调控具体的教学过程,直接为教学实践服务,为培养合格的中学科学教师服务,因而具有鲜明的实践性。所以,本课程既是应用性的理论科学,又是工具性的技术科学。

(3) 高度的创造性。在教育问题上不存在直接用来解决实际具体问题的灵丹妙药,面对复杂多变的科学教学实践,科学教学论也不可能给科学教师提供统一的、固定的方法或模式。因此,科学教师必须根据学生的认知水平、办学条件等,通过富有创见性的思维,开展教学实验,进行教学改革。这是一种创造性的活动。

(4) 高度的发展性。随着科学技术的迅猛发展、社会的进步,社会对人才类型的需求

也在发生变化,对科学教学以及科学教师也提出了更高更新的要求。科学教学论要与时俱进,体现基础课程改革的新理念,体现高等师范院校教师教育自身发展的特色以及现代教育教学理论与实践成果。通过教学目标、理论体系、教学方法、教学手段等方面的改革,全面促进科学学科自身的现代化,集中反映了时代对科学教师的新要求。

(5) 明显的综合性。综合性主要反映在两个方面,其一是指本课程所涉及的课堂教学、课堂训练、教学模拟、教育实习等各个教学环节,在完善学生的知识结构,培养学生教学实践能力上,是相互联系、相互协调的统一整体;其二是指实现本课程教学目标不是孤立的,而是为实现高等院校教师教育的总目标服务的,即在贯彻落实国家新时期教育方针,培养德、智、体全面发展的建设者和接班人的前提下,研究本课程的教学内容和教学方法,既优化学生的知识和智能结构,又使每位学生受到教育、得到发展。

基于以上这些特点,科学教学论在高等师范院校课程体系中具有不可替代的重要地位。

二、中学科学教学论的研究对象

中学科学教学论是教育科学的组成部分,是学科教育论的一个重要分支学科。科学教育活动本身的复杂性、广泛性和多样性,使得以其为研究对象的科学教学论所涉及的内容非常广泛。总的来说,包括以下三个方面:

(1) 有关科学教育基础理论的研究。主要是指有关科学教育的价值取向、科学教学的理论基础、科学教学的目的与基本理念、科学课程的理论与实践等方面的研究。其核心是探讨科学教育的基本理论问题,为建立、丰富和改善科学教育的理论体系提供新的教育观念、方法、模式以及原理、原则和方法论基础。基础理论研究是建立科学教育的思想体系和概念体系的重要途径,目的是提高科学教育的理论化和科学化程度。

(2) 科学教学的实践与应用研究。主要涉及有关科学教学设计、科学教学方法、科学实验教学、科学教学测量与评价、科学教学研究、科学思想方法等方面的研究,以实证及面向实际为特点,常常采用调查研究、教学实验、案例分析、经验总结等实践性较强的研究方法。

(3) 科学教育的发展研究。这类研究以探讨学校科学教育发展的趋向、模式为主体,着重为丰富科学教育的思想体系和指导实践的方法提供客观基础和现实依据,主要包括比较分析、历史研究和学科趋势研究等多个方面,其研究成果对科学教育理论的创新和指导改革实践具有重要的价值。

需要说明的是,科学教学论的理论和实践研究也是建立在一定的理论基础之上的。从现代科学教育革新发展的实践来看,科学哲学、科学方法论、科学社会学、科学史、脑科学、心理学以及教育学等学科的理论,对科学教育理论和实践研究的影响巨大,进行科学教育研究和实践也离不开这些学科理论方法和思想观念的指导,因而深入思考和研究这些科学理论在科学教育理论和实践发展中的指导作用,也是本课程研究不可缺少的。

三、中学科学教学论的教学方法

科学教学论课程可以采用“一、二、多、全、优”的教学方式,即:一个中心,以养成学生

科学教师基本素养为中心;两个层次,在教育理论和教学基本技能两个层次上;多种渠道,采取请进来、走出去等多种渠道;全方位,多种感官感受教育信息,加强直观和实践教学对多种感官全方位刺激;优化教学过程,实现教育最优化的模式。

在具体的教学过程中,可以采用“看、听、议、读、写、做、讲”7字学习方法,即:①看:看优秀教师的教学录像、教案、案例等;②听:听教师讲授、专题报告、各种讲座等;③议:议论、讨论、评议,学生之间、师生之间交流互动;④读:教师指导学生阅读、查阅相关资料;⑤写:写心得体会,写评议报告,写专题总结,写教案、说案、案例等书面作业;⑥做:制作简易科学教具、多媒体课件、概念图等;⑦讲:学生试讲,微格教学训练,口试等。

此外,收集资料与文献阅读的方法、案例分析与研究的方法、角色转换的方法、调查研究的方法、探究学习的方法等,也值得在本课程的学习中实践。

第一章 科学与科学教育

科学,英语为 science,本义是学问、知识,源于拉丁语 scio(知,知识)。scio 逐步演化为 scientia(知识),scientia 又演变为 science。语词的演化记录着人类认识的进步。

在古代,科学并没有取得独立的地位,而是依附在哲学的母体之内,被称为自然哲学。直到 1687 年,牛顿完成了经典力学基础的名著——《自然哲学的数学原理》,他所说的自然哲学就是科学。后来,科学家为了区分科学和哲学,采用本义为知识的 science 来称谓自己的研究。这一说法逐渐流传开来,并得到了公认。

在我国,形成科学这个概念并有科学这个名词迟于西方,大致是在 16 世纪以后,受西方文化交流的影响而产生的。严格地说,“科学”是个引进的概念。当时我国学者把它翻译为“格物致知”。所谓“格物”,就是要以“物”为本,要解决实际问题,它强调“实践”的重要性。所谓“致知”,是指人们可以获得知识。早在春秋战国时代的古籍《礼记·大学》中就有“格物”、“致知”二词。原文是“致知在格物,格物而后知之”。后来,历代学者们都使用“格物致知”表示。但随着科学文化的交流与发展,人们越来越感觉到该词的含义和后来的科学在概念上是有出入的。

1893 年,康有为在翻译介绍日本的书目时首先使用了“科学”这个词。1896 年前后资本主义理论的译介者、著名科学理论翻译家严复,在翻译《天演论》和《原富》这两部名著时,把 science 译成科学,过后更多的学者都使用了科学这一词。

然而,科学究竟是怎样的,至今没有一个公认的结论。几个世纪以来,人们一直想给科学下一个合适的定义,直到现在,这种努力还在继续。可是,大家发现每一个定义都不能令人满意。于是,渐渐感觉到世界上有很多东西是不能下定义的,不下定义比下定义往往更好。大家倾向于从另外一个方面去理解科学,去说科学到底应包含哪些本质特征,而不是直接去定义什么是科学。当然,这些罗列出来的本质特征在不同的时期,也是不断变化的。这种难以定义科学的状况,正好说明科学的博大和无限生机。

第一节 科学的本质

“科学本质”英语是“the nature of science”,缩写为“NOS”。在有些文献中也出现了“科学的本质”、“科学的本性”、“科学的性质”等术语。它们与“科学的本质”属于同一个概念。事实上,“nature”本身就有“本性”、“性质”、“天性”、“特性”的意义。

一般认为,科学是反映客观事物本质和运动规律的知识体系,是科学知识、科学方法和科学精神三个方面组成的一个不可分割的有机整体。尽管近来对科学本质的讨论非常多,但至今未能达成共识。事实上,对于科学本质的认识和科学本身一样,也是试探性的、动态的。

美国《国家科学教育标准》提出,科学是格物致知的一种途径,其基本特点是以实证为

判断尺度,以逻辑作论辩的武器,以怀疑作审视的出发点。^① 美国科学促进会(American Association for the Advancement of Science, AAAS)(1989)对科学本质的论述是:①科学所看到的世界:世界是可以被认识的,科学是一个产生知识的过程,这个过程依赖于对现象的细致观察以及由此提出的理论,但科学知识不是绝对真理,科学观点的变化通常不是彻底抛弃,而是修正,科学知识是有生命力的并会越来越接近事实真相,科学并不能对所有问题提供完全的答案;②科学探究:科学重视证据,科学糅合了逻辑与想象,科学进行解释并预测,科学尽量避免偏见,科学拒绝专制;③科学事业具有个人、社会和公共机构三个维度,科学是复杂的社会活动,科学具有不同的研究领域,科学研究中具有普遍接受的道德原则,科学家既作为专家也作为公民参与公共事务。^②

MaComas(1998)归纳了8个国家的科学教育标准中,对科学本质的阐述一致性的部分:①科学知识是可信的,同时又是试探性的,科学知识非常(不是完全)依赖于观察、实验证据、理性的辩论和质疑,应清楚地、开放地报告新知识;②科学试图解释自然现象,不存在做科学的唯一方法,定律和理论在科学中具有不同的角色;③所有文化背景的人都对科学有贡献,科学家是创造性的人,科学家需要精确的记录保存、同事评议;④观察建立在理论的基础上,科学结果是可重复的;⑤科学的历史既是进化的,又具有革命性,科学是社会和文化传统的一部分;⑥科学和技术相互作用,科学观点受社会和历史背景影响。^③

Lederman 等(2002)指出,目前对科学本质的认识在以下三方面是基本一致的:科学观察依赖理论指导,科学知识不是绝对真理,科学知识具有经验性。他们认为,科学本质的7个方面代表了当代的科学本质观:①当发现新的证据和对已有事实有新的解释时,科学知识将会改变;②科学知识最终是建立在经验证据基础之上,那就是对自然世界的观察;③人类的想象和创造性参与了科学知识发展的所有阶段,包括假设的提出、实验的设计和数据的解释;④科学观察受到个体科学价值观和先前知识等主观性的影响;⑤科学受到文化和社会价值观念的影响;⑥科学知识建立在观察和推论基础之上,观察是通过人的感官或这些感官的扩展收集的,推论是对这些观察的解释;⑦科学定律和理论是不同的科学知识。^④ 虽然科学本质与科学的探究过程密不可分,但两者在本质上是不同的概念。因此,要注意两者的区分。

第二节 科学本质的哲学背景

科学教育的重要理论基础是科学哲学。科学本质的观点深受科学哲学观点的影响。科学哲学观点的演进,使科学教育家与学者对于科学本质的看法有所改变。科学哲学家在20世纪再度广泛讨论科学本质,但科学教育则没有赶上现代科学哲学的信念。因此,

① 美国国家研究理事会. 美国国家科学教育标准[M]. 戴守志等译. 北京: 科学技术文献出版社, 1999. 1~28

② American Association for Advancement of Science (AAAS). Project 2061, Science for all Americans[M]. AAAS Publication, 1989. 25~31

③ Macomas W F. The Nature of Science in Science Education, Rationales and Strategies[M]. Netherlands: KluwerAcademic Publishers, 1998. 6~7

④ Lederman N G et al. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2002, 39(6): 497~521

Cleminson(1990)建议,一个好的科学课程,必须能反映出科学本质的现代信念^①。

一、科学哲学的内涵

“科学哲学”这个词产生于近代。17世纪以来,随着新科学兴起、认识论成为哲学研究的中心,对科学知识的考察与反省在哲学中占有重要的地位。就研究对象而言,科学哲学是研究科学的一种学问,研究科学领域中的哲学问题。就研究范围而言,科学哲学所要解决的问题主要是认识论的问题,是属于知识范围的问题,因为科学本身就是知识的一种形式。因此,科学是什么,科学怎样发展,科学的目的是什么,科学的结构是怎样的,这些均属于科学哲学所研究的范畴^②。

科学哲学与科学相联系的表现形式有以下三个方面^③: ①科学成为科学哲学研究的对象,其探讨的课题为科学的本性及其与非科学的分界问题、科学的模式、科学革命和科学进步问题、科学探索的程序、观察和理论的关系、论证和检验的问题,科学哲学就是科学的认识论和方法论;②科学哲学要利用科学,科学哲学家或从哲学出发探究科学的方法,或者为了哲学引进科学方法;③科学哲学的任务在于理解科学,运用科学,推进科学,澄清科学中的概念、命题,以及引导科学家在各种可能性中做选择。科学,尤其是理论科学愈发达,科学哲学所占的地位就愈重要。

科学本质的哲学观点随着时代的演进而有不同的意涵。Nussbaum(1989)将1950年以前的逻辑实证(经验主义)与理性主义视作传统科学哲学观点^④,而将建构主义视野下的证伪主义与科学历史主义视为当代科学哲学的观点。

二、科学本质的哲学观点

在17世纪之前,西方的科学几乎都是被包含在哲学的范畴之内,许多的哲学家同时是科学家,如古希腊时代的苏格拉底、柏拉图、亚里士多德等。在此漫长岁月中,科学哲学主要是受到亚里士多德学派的影响,科学主体见解是绝对存在,而且是唯一的实体。

17世纪,西方新科学兴起,认识论受到重视而使得科学哲学受到瞩目。在此阶段,科学哲学的主流是经验主义。经验主义起源于培根的“归纳推理法”,强调科学定律是由观察和实验收集的数据所形成,使科学方法、步骤趋于系统化,符合客观观察得到的科学知识。至19世纪,科学哲学正式发展为一个独立的学科。休厄尔(Whewell W.)和穆勒(Mill)分别是科学哲学中两大学派的奠基者,Whewell主张科学理论是一个假说演绎系统,提倡检验假说的科学方法。而Mill则主张科学理论是经验概括,提倡归纳法。此阶

① Cleminson A. Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary nations of the nature science and of how children learn science[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1990, 27(5): 429~445

② 舒炜光. 科学哲学导论[M]. 台北: 水牛, 1987. 65~67

③ 舒炜光, 邱仁宗. 当代西方科学哲学述评[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2007. 3~7

④ Nussbaum J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives[J]. International Journal of Science Education, 1989, (11): 530~540

段科学哲学的发展为日后的逻辑实证主义打下了深厚的基础。

20 世纪是科学哲学迅速发展时期,一个强大的科学哲学运动在英美哲学界出现。在这一时期,从科学哲学的视角来看,可以粗略地将科学本质观分成传统的科学本质观与现代的科学本质观两类。传统的科学本质观主要有经验主义科学本质观、理性主义科学本质观和逻辑实证主义科学本质观。现代的科学本质观主要有证伪主义科学本质观和历史主义科学本质观。当前,西方国家正在兴起和流行的一种建立在当代科学哲学基础上的新的科学本质观——建构主义科学本质观,也属于现代科学本质观的范畴。

1. 传统的科学本质观

自从自然科学产生以来,什么是科学本质的问题就一直受到哲学家的关注。传统的科学哲学认为,科学是用仔细的观察和实验收集的“事实”,以及运用某种逻辑程序从这些事实中推导出的定律和理论。持这种观点的科学观主要有经验主义科学本质观、理性主义科学本质观和逻辑实证主义科学本质观。

(1) 经验主义科学本质观。就像培根和洛克所指出的,一切自然的知识都应求之于感官;我们的一切知识都在经验里扎着根基,知识归根到底是由经验而来的。经验主义科学本质观也被称为归纳主义科学本质观,它以哲学上的经验论为理论基础,其代表人物有培根、洛克、贝克莱、休谟等。经验主义强调经验和感觉的重要性。经验主义科学本质观的基本观点是:①知识的来源是现实的生活,而不是间接经验和书本知识;②知识获得的方式是从个别到一般,而且只有以这种方式获得的知识才是可靠的。它反对由一般演绎为特殊。也就是说,认为知识是纯粹经验的产物而不是理性的产物。因为知识的源泉是经验,而科学是建立在事实基础上的。自近代以来,经验主义科学本质观的影响巨大,在一个相当长的历史时期内,它成为普遍流行的、主导的科学本质观。19 世纪兴起的实证主义科学本质观继承并发展了经验主义科学本质观,并把它推向极致。

(2) 理性主义的科学本质观。理性主义认为,一切知识均源于理性所显示的公理。理性主义的知识观把知识当作外在于主体的客观存在,学生的学习就是要获得这些客观知识。理性主义知识观以哲学上的唯理论为哲学基础,其主要代表有笛卡尔、斯宾诺莎、康德、黑格尔等。早在古希腊哲学家柏拉图时代,知识就被认为是人类理性的产物。柏拉图认为,感性世界是不可靠的,只有理性世界才是真正的知识世界。笛卡尔的“我思故我在”,将理性思维置于重要地位,明确了知识是如何产生的、知识与主体的关系,即只有通过理性思维才能获得可靠的知识。康德虽然承认感性直觉的意义,但却认为经验之所以可能,仅仅是由于给予感觉以组织的、具有普遍性的“自我意识”或“统觉”。他说:“如果不能被接纳到意识里边,那么,一切直观对于我们就等于什么也没有,就跟我们毫不相干。它们可以直接或间接进入意识,只有这样,才可能有知识。”^①黑格尔认为,直觉的确信、知觉、悟性等是各自包含了应当扬弃的矛盾的辩证法的诸阶段,最终应当在绝对理念上统一起来。

① 王树人等. 西方著名哲学家评传[M]. 济南:山东人民出版社,1984. 35

概而言之,在理性主义知识观中,知识被认为是“客观的”、“绝对的”、“科学的”。“客观的”是指知识是一种具有客观基础的、得到充分证据的真实信念,它与仅仅是个人的意见或证据支持的主观信念相区别。“绝对的”是指通过严格的与科学的逻辑过程(即理性思维过程)获得的知识具有绝对的、永恒的和普遍的价值特性,是不容置疑的。“科学的”是指知识是按照学科体系各自成为一种具有某种共同本质属性的学科知识,每一种学科都有自己的知识体系和语言。比如,数学就是一种典型的科学,它是一种基于定理、公理的明确的、规范的知识体系。

(3) 逻辑实证主义科学本质观。逻辑实证主义的观点对人们认识科学的本质影响巨大。逻辑实证主义又被称为逻辑经验主义,亦即相对于英国传统经验主义的“新经验主义”,也是相对于孔德的传统实证主义的“新实证主义”。从名字可以看出,它的两个基本原则是:一是逻辑;二是实证或经验。前者来自于弗雷格和罗素所创立的现代逻辑的分析方法,而后者无疑来自于休谟、孔德、穆勒到马赫的经验主义传统,维特根斯坦的《逻辑哲学论》则为其奠定了基本的哲学原则。

逻辑实证主义是实证主义传统中的当代科学哲学。它崇尚经验科学,主张用怀特海和罗素的符号逻辑分析现代科学,所提倡的科学方法是假设—演绎法。逻辑实证主义强调科学知识的可证实性,认为观察是科学知识的来源,而且观察是一种价值中立、客观的活动,不受任何因素的影响(如观察者的已有知识、理论和信念),故所得的资料一定是客观的。由于科学知识形成过程被认为相当客观,而且它是对自然界的本质的真实的描述,因此是极难改变的,故科学知识被视为绝对客观的真理。同时,因为每一种科学知识都被视为真理,因此,科学知识的增长就意味着真理不断地累积。由于视科学知识是客观真理,人们自然地把知识及其结构看作是科学的本质。正如布鲁纳在《教育过程》一书中指出:“……一门学科的课程是由其基本原理赋予学科结构的,应当以这些基本原理的最基本的理解为目标决定其课程。未能弄清知识领域的广泛的基本结构情境而教授具体课程和技能,在某种意义上是不经济的。”^①

总之,传统的科学本质观主要建立在经验主义、理性主义和逻辑实证主义基础上,认为:科学理论知识是经过实证检验过的、具有永恒价值的真理性知识;科学认识的过程当然就是逻辑实证的过程,即事实→定律→理论的过程;科学理论来自对某种现象的特定例证的大量观察;在自然观上,认为万物皆自然,反对把自然和人进行区别对待,反对主观意志的投入和作用。

2. 当代的科学本质观

当代的科学本质观是以当代的科学哲学为基础的。当代科学哲学的研究,在20世纪50年代发生了急剧的变化,涌现了波普尔、库恩、邦格等一批杰出的科学哲学家,形成了包括证伪主义科学观、历史主义科学观和建构主义科学观在内的当代科学哲学。虽然他们的观点并非完全一致,但都对科学主义的逻辑实证进行了批判。

(1) 证伪主义科学本质观。证伪主义科学哲学的代表波普尔是当代著名的奥地利犹太裔英国籍哲学家。波普尔称他的批判理性主义的哲学为证伪主义,这是由于他反对逻

^① Bruner J S. The Process of Education[M]. New York: Vintage, 1960. 31

辑实证主义的“经验证实原则”，针锋相对地提出了一个“经验证伪原则”。证伪主义者波普尔批评道，通过归纳和证实方式获得的科学知识是不可靠的。科学知识不过是科学家为解决科学问题而提出的尝试性的、探索性的理论假设。

在证伪主义者看来，科学认识活动具有明显的建构色彩。波普尔认为，科学理论虽然无法证实，但却可以证伪。因此，按照他的证伪主义观点，科学理论从本质上来说都是假说。他说，在一个理论系统内，我们可以区别属于各种普遍水平的陈述。普遍性水平最高的陈述是公理，较低水平的陈述能由它们演绎出来。较高水平的经验陈述相对于从它们演绎出来的较低水平的陈述来说，总是具有假说的性质，它们能为这些不那么普遍的陈述之被证伪所证伪。但是，在任何假说的演绎系统中，这些不那么普遍的陈述本身仍然（在这里所理解的意义上）严格全称陈述。因此，它们也必定具有假说的性质。他还甚至认为，“某些单称陈述也是假说，因为（依靠一个理论系统的帮助）可以从它们演绎出结论，使这些结论的被证伪可以证伪这些单称陈述”。这从反面进一步说明了科学结构的非归纳性质。“所以我能愉快地承认，像我这样的证伪主义者宁愿通过大胆推测，试图解决一个有意义的问题，而不愿详述一连串无关的老生常谈，即使（并且尤其是）这个推测很快被证明是假的。我们宁愿这样做，因为我们相信：这是我们能从我们的错误中学习的方法，在发现我们的推测是假设时，我们将学到很多有关真理的东西，并将更加接近真理。”波普尔否认科学理论来自经验事实的归纳，那么科学理论是从哪里来的呢？波普尔的回答是它们来自科学家的灵感与假设。在证伪主义者看来，科学假设是来自于科学家们创造性的猜想。由此可见，科学知识、科学理论就是科学家的假设与猜想，具有明显的主观性、偶然性和差异性。科学家提出假设与猜想的过程就是依据个人的观念、知识和经验创造性地、尝试性地解决问题的过程。

（2）历史主义科学本质观。历史主义科学哲学的代表人物库恩是当代美国著名的科学史家、科学哲学家、教育家。库恩的科学观一般被认为体现在他的《科学革命的结构》一书之中。在这部书中，库恩认为科学中的观察和方法的理论依赖性强，拥有不同的理论前提或范式的科学家相当于生活在不同的世界之中。因此，库恩提出了历史主义科学本质观，其核心思想是科学的发展观，认为科学是一个“进化与革命、积累和飞跃的不断发展过程”。库恩用“范式转换”概念来解释科学的发展，他科学的发展与进步不是积累的，而是革命性的，即不断实现旧范式向新范式的转变。旧范式被新范式所替代，就是所谓“范式转换”。那么，新旧范式间的关系又是怎样的呢？库恩认为二者是根本对立、互不相容的。科学革命就是世界观的根本改变，是一个与心理学上的格式塔转换相类似的过程。在革命之后，科学家所面对的是一个不同的世界。革命之前科学家世界中的鸭子到革命之后就成了兔子。换言之，按照新范式，科学家在先前的观察领域中看到的是完全不同的事物。比如，按照地心说，观察者看到的是太阳每天东升西落，绕地球一周。而当他接受日心说之后，他看到的则是地球绕太阳公转的同时还在自转，而原先看到的太阳东升西落只不过是地球每天自转一周的结果，并非太阳真的绕地球旋转所致。在每次科学革命中范式都将发生彻底的更迭，这就是库恩讲的范式之间的不可通约性。范式之间的不可通约将导致科学发展的主观性、相对性和非连续性。库恩很重视科学家的学术环境，强调科学家的主体性、科学理解的多元性和科学家在科学危机中的创造性。由此可见，他的理论中