

Keyan
Fangfa Lun

刘新民 编著

科研方法论

山东大学出版社

科研方法论

刘新民 编著

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

科研方法论/刘新民编著. — 济南: 山东大学出版社, 2011. 8
ISBN 978-7-5607-4393-6

I. ①科...

II. ①刘...

III. ①科学研究—研究方法

IV. ①G312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 156423 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

山东省英华印刷厂印刷

720×1000 毫米 1/16 14.25 印张 260 千字

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

定价: 20.00 元

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

前 言

科学研究是一个批判创新的创造过程,其业绩的大小不仅取决于研究人员知识结构、能力、精力等素养,而且受制于研究方向的选取、研究方法技巧的选择等因素。研究工作应该如何起步,怎样展开,并争取收到事半功倍的效果,这是每个刚刚踏上探索之路的科研工作者都或多或少地思考和求证的问题。正如贝尔纳所言:“良好的方法能使我们更好地发挥运用天赋的才能,而拙劣的方法则可能阻碍才能的发挥。因此,科学中难能可贵的创造性才华,由于方法拙劣可能被削弱,甚至被扼杀;良好的方法则会增长、促进这种才华。”因此,探讨科研工作过程中的内在规律,阐明如何规范地进行科研选题、资料收集、结题鉴定和成果展示等过程,搭建一座科学理论与科研工作实践之间的方法论桥梁,是一件十分有价值、有意义的事情。

本书紧紧围绕科研工作的各个环节,按照科学研究的基本路径,顺序自然连贯地编排体系结构,试图从复杂的科学研究过程中找出带有普遍意义的、一般性的规范、要求和方法,从而提高科研工作的效率和质量。全书分为科研工作准备、科研方法技能和科研成果展示三大部分。各个部分不仅保持很强的独立性,可以单独查阅,也可以根据不同研究目的重新排序。科研工作准备由第一章至第四章构成。其中,第一章主要明确科学研究过程中的一些相关概念,并指出大学教师在教学科研工作过程中应具备的科研素养。第二章主要探讨科研选题的选择和研究计划的制定,是科学研究的首要环节。第三章介绍了文献资料的收集与整理方法,引导科研人员在前人或他人工作的基础上,进行科技创新。第四章详细论述了撰写科研立项申报书的方法和技巧,实例讲解了撰写科研立项申报书的各个步骤。科研方法技能由第五章和第六章构成。其中,第五章主要对

一些科研方法的概念内涵进行界定,使之科学和准确,便于科研人员掌握有关科研方法的实质和功能。第六章是承接第五章的内容,分析各种研究的数据处理方法,介绍了一些常用的数理统计方法。科研成果展示由第七章构成,主要介绍了科研论文的撰写方法和技巧、专利申请的流程,以及成果鉴定和报奖的注意事项。为保证章节内容的完整性,部分内容可能有所重复。另外,同一问题、概念在不同的章节可能重复出现,但阐述的角度不同,也一并保留。

本书是在山东省教育厅和教育厅人事处各级领导支持和指导下完成的。本书主要针对研究生和广大科研工作者,尤其是新进入高校的教师,以科研工作实际为逻辑起点进行相关概念、理论的阐述,而非某学科的理论专著。山东省高师培训中心的各位领导和老师对此书的撰写也给予了大量的关注和支持。在整书成稿过程中,从明确目的要求、确定立项选题,到梳理框架结构、编写写作提纲、讨论交流问题、明确体例统稿,作者都得到了大量的鼓励和帮助,其中丁黎黎博士参与撰写了第三章,闫春博士参与撰写了第五章,吴士健博士参与撰写了第七章。

在本书的写作过程中,作者参考、引用了大量相关资料,恕不赘述,谨表感谢!引用文献虽大多都一一注明,但恐仍有疏漏,敬请涵谅。另外硕士生范可心、纪大琳、黄腾、江志博、辛晓燕、姜亚楠、刘晨曦等在资料收集、文字录入、格式编排等过程中做了大量工作,在此一并致谢。

由于作者学识、能力与水平有限,加之科研方法论本身就是一门较新的学科,在某些问题上作者仅仅做了一些有益的探讨,因此期待同行专家和广大科研工作者提出批评,并将致力于进一步的完善。

作 者

2011年6月

目 录

第 1 章 导 论	(1)
1.1 科学与科学研究	(1)
1.2 科学研究方法论与科学研究方法	(9)
1.3 科学思维	(17)
1.4 高校教师的科研素养及形成	(25)
第 2 章 科研选题	(31)
2.1 科学问题的识别与界定	(31)
2.2 科研选题的选择	(39)
2.3 科研选题的论证	(47)
第 3 章 文献检索与整理	(53)
3.1 资料的收集	(53)
3.2 文献检索	(61)
3.3 文献的整理与分析	(71)
3.4 文献综述	(77)
3.5 常用的文献数据库	(83)
第 4 章 科研立项	(87)
4.1 科研立项及其分类	(87)

4.2	科研立项申报书的撰写	(96)
4.3	科技查新	(103)
第5章	科研方法	(111)
5.1	科研方法的类型	(111)
5.2	实验研究方法	(117)
5.3	调查研究方法	(123)
5.4	实地研究方法	(131)
5.5	无干扰研究方法	(141)
5.6	理论研究方法	(147)
第6章	数据的处理与分析	(152)
6.1	数据的处理	(152)
6.2	数据的描述性分析	(158)
6.3	数据的误差分析	(165)
6.4	常用的数据统计分析方法	(172)
第7章	科研成果	(191)
7.1	科研成果的形式	(191)
7.2	科技论文	(195)
7.3	专 利	(205)
7.4	科技成果鉴定	(212)
	主要参考文献	(217)

第1章

导 论

本章从介绍科学的概念及其概念发展开始,对科学与科学研究的概念、分类、特点以及科学研究的一般步骤、科学研究方法论等基础问题进行了探讨,突出了科学方法与科学思维对科学研究的重要意义,论述了作为一名高校科研人员所应具备的科学素养以及科学素养的培养途径。

1.1 科学与科学研究

1.1.1 科学

“科学”作为一个广泛使用的词汇,源起于中国古汉语,本意为“科举之学”。宋代著名词人陈亮在《送叔祖主筠州高要簿序》中曾有言:“自科学之兴,世之为士者往往困于一日之程文,甚至于老死而或不遇。”其中的“科学”就是这个意思。现代的科学主要是指科学知识,尤其是指经过分类、整理的知识。

1. 科学的概念

在英语中,词汇“science”是“natural science”(自然科学)的简称,它源于拉丁语词“scientia”。“scientia”就最广泛的意义来说,是学问或知识的意思。16世纪中叶,西方科学传入中国,“science”一词被译为“格致”,用来指研究事物而获得知识。如近代郑观应在《盛世危言·教养》篇中有言:“故西人广求格致,以为教养之方。”“格致”源于《礼记·大学》:“致知在格物,物格而后致知。”中国古代的思想家认为,要获得知识,知道某物的奥妙,就要去格物。

将“science”最早译为“科学”的是日本明治维新时期著名的科学启蒙大师福

泽瑜吉。他在翻译西方科学著作的时候,引用了中国古汉语的“科学”一词,意为各种不同类型的知识和学问。到了1893年,康有为引进并使用了“科学”二字。严复在翻译《天演论》等科学著作时,也使用了“科学”代替“格致”。自此以后,“科学”这个称谓就一直沿用至今。

“科学”是一个变化、发展的概念。随着时代的前进、社会的进步,“科学”获得了愈来愈丰富的内涵和越来越宽广的外延。亚里士多德认为的科学是一种从观察上升到一般原理,然后再返回到观察活动,科学的重要功能在于解释,即从有关某种事实的知识过渡到关于这个事实的原因的知识。12世纪初,宇宙论者威廉提出了“科学是知识”的思想,认为科学是以物质为基础的知识的一部分,从而与神学区分开来。直到19世纪末20世纪初,“科学是知识”的观点仍然是大多数人的主要看法。培根强调科学是通过积累、整理事实材料,从个别上升到一般,从经验归纳出理论而建立起来的。达尔文、爱因斯坦、费舍尔等都持有传统的归纳主义观点,把科学看作一种知识体系,把科学的进步和发展看成是知识下不断积累的过程。

著名的《韦伯斯特新世界大辞典》将“科学”定义为:“科学是从确定研究对象的性质和规律这一目的出发,通过观察调查和实验而得到的系统的知识。”这一定义首先规定了科学的对象,确定研究对象的性质与规律。这个确定研究对象是不依赖于我们认识主体而存在的客观世界,这个世界有着自己的规定性和发展规律。这一点是一切科学的前提。我国1979年出版的《辞海》将“科学”定义为:“科学是关于自然界、社会和思维的知识体系。”1999年修订版的《辞海》将“科学”界定为:“科学是运用范畴、定理、定律等思维形式反映现实世界各种现象的本质的规律的知识体系。”法国《百科全书》则将“科学”定义为:“科学首先不同于常识,科学通过分类,以寻求事物之中的条理。此外,科学通过揭示支配事物的规律,以求说明事物。”前苏联《大百科全书》对“科学”的解释为:“科学是人类活动的一个范畴,它的职能是总结关于客观世界的知识,并使之系统化。‘科学’这个概念本身不仅包括获得新知识的活动,而且还包括这个活动的结果。”而国际上最具权威的百科全书《不列颠百科全书》对“science”的解释是“任何涉及真实世界和它的现象的知识系统,这一知识系统需要无偏见的观察和系统化的实验”。由上述可以看出,“科学”的定义虽多,但都将“科学”作为一种知识体系,是按照内在逻辑关系把已知知识条理化、系统化、综合化,使之成为反映客观事实和规律的知识体系,而且这种知识体系仍旧处于不断的补充和完善之中。

在现代观念看来,科学不只是已经形成的知识体系,它在漫长的历史发展中显示出另一个更为重要的方面,即科学是人类不断探求知识、认识世界和改造世界的创造性活动。科学活动不是人和对象“两体”,而是科学共同体、科学范式和

特定的客观对象相互作用的“三体活动”，是一项在范式的指导下从事解决疑难的活动。科学活动作为人类活动的一个重要组成部分，其变化发展的规律应当放在整个人类活动中去研究，而不应孤立地考察它的个别方面。

在《论历史的起源与目标》一书中，德国著名哲学家雅斯贝尔斯提出了科学的三条划界标准：第一，方法论认识；第二，令人信服的确定性；第三，普遍有效性。所谓方法论认识意味着，人们意识到方法的重要性，借助它就能够获得知识，奠定知识；令人信服的确定性意味着，科学中并没有绝对的确定性，而只有与假设有关的确定性；普遍有效性意味着，对任何一种知识而言，纯粹知识都是能够令人信服地经验得到的。换言之，雅斯贝尔斯的科学概念是，科学是方法上有意识的、无可辩驳的、普遍有效地对事物的认识；在认识的完成过程中科学摆脱了偏见和价值；但是在决心去认识时，在对其对象的每一次一定程度的接近过程中，科学又不是没有前提的。因此，科学认识是零散、个别、非总体的，是相对的、非绝对的，是暂时的和有限的。

2. 科学的哲学范畴

近代的科学，是指在理性、客观的前提下，用知识（理论）与实验完整地证明出的真理。是以培根倡导的实证主义，伽利略为实践先驱的实验方法为基础，以获取关于世界的系统知识的研究。科学分为以自然现象为对象的自然科学和以社会现象为对象的社会科学。现代科学还包括以人类思维存在为对象的思维科学。

那么，科学的哲学基础究竟是什么？19世纪德国古典哲学中，“科学”概念是建立在对人类文化的唯心主义解释之上的。在黑格尔看来，人类文化世界是一种特殊的主体（精神），这种主体不仅实现了认识和自我认识，也实现了自己本身，它处于不断的历史性运动中。因此，不能脱离社会孤立地研究人，也不能脱离认识的历史关系研究认识。在这个意义上，黑格尔把科学看成是一个不断变化的历史发展过程。

波塞尔作为德国当代著名哲学家，首先指出了科学是个非常复杂的现象，我们无法从某一单一的角度出发去研究它。他以康德的定义为基础，即每一种学问，只要其任务是按照一定的原则建立一个完整的知识体系的话，皆可被称为科学。波塞尔对康德的科学定义进行了分析并在此基础上对科学的定义进行了补充和扩展。波塞尔认为，科学具有以下三个特征：第一，科学是被证明为真的知识；第二，科学可以被理解为通过一定方法或程序构成的陈述系统；第三，这个系统必须具有说理性与论证性。科学的中心和出发点就是科学要求科学性的陈述与表达必须含有认识，并且是真实的，经得起检验的系统知识。科学的特点就是系统性地提出问题并在一定的方法指导下研究问题。科学寻求答案并对答案的

可靠性和可检验性进行解释和反思,从而得到可靠的知识。

科学是人类历史上最深刻的划时代的现象,是取得一切人类尊严的必要条件。然而,现代科学同样也有其界限。所谓科学的“原则性界限”意味着,任何可能的科学进步都无法克服这种界限,而使人认识到这一界限,乃是世界的哲学定位的任务。在《哲学》一书中,雅斯贝尔斯列举了科学的三条界限:第一,凭借科学,我获得令人信服的见识,但这种见识并不成为绝对的见识;第二,凭借科学,我驾驭无限性,但这种无限性依然停留在不可克服的无限性中;第三,凭借科学,我达到统一,但达不到世界的统一。换言之,科学知识并非无所不能、无所不知。首先,科学的事实知识并不是存在知识;其次,科学知识不能给生活提供任何目标,科学不能提出人生的价值标准;再次,科学并不能回答关于它自身意义的问题。

哲学与科学的联系在于:科学是全部真正哲学的条件,任何从事哲学思维活动的人都必须熟悉科学的方法,一种哲学的世界观总是通过科学的方法而得到证明的;为了科学任务本身的缘故,纯粹的哲学是必不可少的;因为哲学是实际科学中固有的,它是科学的内在意义,所以科学家如果拒绝哲学只会导致一种恶的哲学。

3. 科学的分类

科学按照研究对象不同可以分为哲学、自然科学和社会科学。

(1)哲学。哲学的研究,简要地说就是客观规律的主观运用。哲学是人们对世界总体的规律性认识,是人们对整个自然、社会和思维认识体系,是对自然知识和社会知识概括与总结基础上形成的系统化、理论化的世界观。哲学伴随着人类社会发展而发展着,它揭示整个客观世界的复杂思想体系,因此决定了研究哲学的方法必须是多种多样的。

(2)自然科学。自然科学包括了许多领域的研究,它是研究无机自然界和包括人的生物属性在内的有机自然界的各门科学的总称。它的根本目的在于寻找自然现象的原因。一种有代表性的观点认为,现代自然科学由基础科学、技术科学和应用科学三部分组成。其中,基础科学包括物理、化学、生物、天文学、地理学和数学六个学科,且随着科学的发展,正在不断分化、交叉,产生了许多新的分支,如分子物理学、天体物理学、非线性光学等。技术科学一般要按生产技术所需要解决的某些共同问题而划分,如能源科学、材料科学和自动控制理论等。应用科学一般按物质生产部门所需要解决的应用问题划分,如水利工程学、土木建筑学和医学等。

(3)社会科学。社会科学研究是用科学的方法,研究人类社会的种种现象的各学科总体或其中任一学科。广义上来说,社会科学是人文学科和社会科学的

统称。它是在理论层面上展开的社会认识活动的专门化和典型性形式,以及人类社会自我意识的科学理论和科学认识方式。社会科学的门类众多,并各具特色,它们之间虽有严格界限,但其共性决定了其研究方法的一般性原则,即社会存在决定社会意识,以及社会意识的相对独立性,其最具体的原则便是世界观、整体观、历史观和发展观这四个方面。

1.1.2 科学研究

1. 科学研究的概念

人们最早提出的科学研究概念是指创造和应用知识的探索工作,它由两部分组成,即基本成分是“探索工作”,限定成分是“创造和应用知识”。从字义上看,“科学研究”一词来源于英文“research”,由前缀“re”(再度、反复)与“search”(探索、寻求)组成,合起来的意思为反复探索。然而,许多国家更习惯于用“研究与开发”(research and development, R&D)来表示科学研究。日本则直接用“研究开发”,即“RD”表示科学研究。

我国教育部将科学研究定义为:“科学研究是指为了增进知识包括关于人类文化和社会的知识以及利用这些知识去发明新的技术而进行的系统的创造性工作。”英国《牛津大辞典》和经济合作与发展组织(OECD)则将“科学研究”定义为:研究与开发是为了增加知识量,知识包括人类文化和社会知识的探索,以及利用这些知识去发明新用途所从事的系统创造性工作。“系统创造性工作”是创造知识、整理知识以及开拓知识新用途的探索工作。科学研究的实践表明,对已经产生知识的收集、整理和分析利用也应当属于科学研究的范畴。

综合上述观点,我们可以将科学研究定义为:科学研究是人们探索未知事实或未完全了解事实的本质和规律,以及对已有知识分析整理的实践活动。它就是用科学的方法来探索物质世界的客观规律,以推动学科的发展,或解决工程技术中的一些问题。其结果必须是在科学技术现有水平上更进一步;其成功与否的标准只能以是否取得了新的结果来衡量。科学研究并不以改造世界为直接目的,它的直接目的是认识世界。它要求认识和掌握研究对象的新特点和新规律,发现新对象,新领域。科学研究过程结束时,不是要求重复已有的理论,而是要提供新信息、新知识、新理论,将现有的理论和知识推向前进,丰富和发展现有的知识理论宝库。

2. 科学研究的特点

美国科学家罗斯坦认为,科学研究是扩大或修改知识为目的的批判性的透彻的探索工作。日本学者内野晃认为:科学研究就是追求真理,探索学问的行为。科学研究是创造知识和整理知识以开拓新用途的探索性工作。创造知识就

是创新、发现、发明,是探索未知事实及其规律的实践活动;整理知识就是对已经产生的知识进行分析整理、鉴别和运用,是知识的规范化和系统化,是知识继承的实践活动。因此科学研究的基本组成既有知识的创新和发展,又有知识的整理和继承。科学研究的基本特点就表现为创新性和继承性。

(1)科学研究创新性。科研工作者对探索自然界奥秘具有强烈兴趣,这种求知欲是人们认识自然、理解自然、利用自然规律为人类服务的内在动力源泉。科学研究的生命在于创新,创新是科学发展的前提。科研工作者要充分发挥自己的才智,在科研工作中磨炼个人的意志和品格,在学习、领会科研方法的同时,注意锻炼、提高科研工作的组织和协调能力,为将来承担重点科研课题做好准备。

(2)科学研究的继承性。科学研究是一项传承、连续、终身学习的不断认识过程,是科研工作者经过几代人的探索、不断发现真理并累积科学知识的过程。任何人的任何科研活动,终究还是站在前人的肩膀上向上不断攀登的过程。一个人的精力、智力和体力是有限的,但科学研究的探险队伍绵延无垠,前赴后继并不断壮大,摘取的科研成果丰富了人类智慧,提高了人类技能,并继续为人类的进步铺设通天之梯。

3. 科学研究的意义

知识及其创新在世界范围内已经被认为是组织最具竞争力的优势,而无论是知识还是创新都与科学研究活动有着最为密切的联系。因为科学研究的生命力就在于不断创新,进行科学研究的主要目的就是产生知识。而科学研究,正是为了增加知识量,由一些具有特殊技能的人,使用特殊的工具,应用特殊的生产资料,支付特殊的劳动力,使生产工具作用于劳动对象,通过知识交流与共享以及增值,对所提出的问题进行校验和修正,获得源于自己而与众不同的发现和阐明前人未知的现象及其本质或运用规律的机理,形成自己的新理论、新思想、新观点,或是发明创造前人未有、未用或未曾检验的方法、方案、技能、技艺、产品或装置等,生产出有利于人类和社会发展的新的产品 and 价值,为人类认识自然,改造自然创造财富。

1.1.3 科学研究的类型

1. 从研究过程看,科学研究可分为基础科学研究和应用研究

基础科学研究是指认识自然现象、揭示自然规律,获取新知识、新原理、新方法的研究活动。基础科学研究主要包括:科学家自主创新的自由探索和国家战略任务的定向性基础研究;对基础科学数据、资料和相关信息系统地进行采集鉴定、分析、综合等科学研究基础性工作。

应用研究是指为获得新知识而进行的创造性的研究。首先,它主要是针对某一特定的实际目的或目标。具体表现为:为了确定基础研究成果可能的用途,或是为达到预定的目标探索应采取的新方法(原理性)或新途径。其次,应用研究在围绕特定目的或目标进行研究过程中获取新的知识,为解决实际问题提供科学依据。再次,应用研究将理论发展成为实际运用的形式。

2. 从研究性质看,科学研究可分为探索性研究和发展性研究

探索性研究是对所研究的现象或问题进行初步了解,获得初步印象和感性认识,为今后的深入研究提供基础和方向,它属于社会调查的一个研究方式。它的基本目的是提供一些资料以帮助调研者认识和理解所面对的问题。

发展性研究是一个动态的、开放的、发展的概念体系,它包含研究目的、研究内容、研究队伍组织、研究成果及运用、研究评价等维度方面的指向,其目的既是为了研究出更好的研究成果,也是为了研究成果在实际运用中的可持续发展。

3. 从研究方法看,科学研究可分为实验研究、调查研究和观察研究

实验研究是研究者运用科学实验的原理和方法,是一种受控的研究方法,通过一个或多个变量的变化来评估它对一个或多个变量产生的效应。实验的主要目的是建立变量间的因果关系,一般的做法是研究者预先提出一种因果关系的尝试性假设,然后通过实验操作来对假设进行检验。

调查研究是科学研究中的一种常用方法,在描述性、解释性和探索性的研究中都可以运用调查研究的方法。它是人们深入现场进行考察,以探求客观事物的真相、性质和发展规律的活动。一般通过抽样的基本步骤,多以个体为分析单位,通过问卷、访谈等方法了解调查对象的有关咨询,加以分析来开展研究。

观察研究就是科学地观察事物的方法,是通过感官或辅助仪器,有目的、有计划地对自然状态下发生的现象或行为进行系统、连续的考察、记录、分析,从而获取事实材料的研究方法。

1.1.4 科学研究的步骤

科学研究是一项复杂的创造过程和认识过程,在一般情况下,科学研究往往包括几个相互衔接的环节,由此构成了科学研究的一般程序。所谓科学研究程序,是指在科学研究中所采用的最基本、最有成效的步骤。在现实的科学研究中,科学认识大多是从科学问题开始的,具体表现为提出科学问题、分析科学问题、从思维和理论上对解决科学问题的途径进行初步构想,根据科学实践的结果对原来提出的有关问题的答案进行修改、修正、重构、创造、创新等的过程。然而根据研究领域不同,科研程序亦有所不同。在科研工作中,采用恰当的研究方法并遵循有效的研究程序,是事半功倍、获得正确研究结果的必要条件。

科学研究的一般过程主要包括确立科研选题,设计研究方案,获得研究数据与资料,对研究资料进行总结分析并提出研究结论,撰写研究论文或研究报告、申请专利、应用推广研究成果等。简言之,就是提出问题,解决问题,形成成果。

1. 确立科研选题

确立科研选题是科学研究的起点,也是首要环节。爱因斯坦认为:“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要。因为解决一个问题也许仅是一个数学上的或实验上的技能而已,而提出新的问题、新的可能性,从新的角度去看旧的问题,却需要有创造性的想象力,而且标志着科学的真正进步。”^①科学学家贝尔纳也曾指出:“课题的形成和选择,无论是作为外部的经济技术要求,抑或作为科学本身的要求,都是科研工作最复杂的一个阶段。一般说来,提出课题比解决课题更困难。”^②因此从这个意义上说,正确地提出问题等于解决了问题的一半。

科学研究的选题主要是科学认识的过程,具体表现为提出科学问题、选择科学问题、分析科学问题、在思维和理论上解决问题的途径进行初步构想的过程,并且最后加以确认。科学问题的一项基本要求是,它必须是可以被证实或证伪。有些问题由于不能被经验事实检验,因而,没有科学价值。科研选题可以表现为提出新理论、新假设;也可以表现为对一项业已存在,但尚未得到证实或证伪的理论进行批评或检验。

2. 设计研究方案

设计方案主要包括科学实践的具体研究内容、技术路线、研究方法等。并且根据现有的理论基础、工作基础和工作条件对开展实践研究的现实可能性进行评估。研究方案的设计既有创新性又有继承性,既可以是一项全新的方案设计,也可以使对原有研究方案的改进和完善。科学地设计研究方案是科研选题实现的关键保障。

3. 研究资料的收集整理和研究数据的获取

科学研究立足于文献资料和经验事实。无论从事何种科学研究,一旦研究课题确定之后,首要的任务便是搜集文献资料和经验事实。库恩指出:“虽然科学是由个人来研究的,它却本质上是集体的产物,不提及产生它的那些集体,它的特殊的效力和它怎样发展起来的方式都将不会被理解。”^③因此,科学研究的一项重要工作是收集和整理已有的研究文献,了解前人的研究成果。在获得经验事实数据方面,研究者可以根据需要设计相应的方案,如可以灵活采用调查

① 爱因斯坦:《物理学的进化》,湖南教育出版社 1999 年版,第 66 页。

② J. D. 贝尔纳:《科学研究的战略》,科学出版社 1980 年版,第 28~29 页。

③ 库恩:《基本的紧张状态》,美国芝加哥大学出版社 1977 年版,第 88 页。

法、观察法、实验法等来获得研究所需要的数据资料。

4. 研究资料的分析判断

对收集来的文献资料和经验事实资料进行分析研究以获取所需要的信息,是科学研究的又一重要环节。研究人员要具有深厚的知识背景,有很强的分析综合能力、推理判断能力以及创造性思维能力,否则,即使收集、阅读的文献再多,也无法获取足够有用的信息。它需要研究人员运用比较、分类、抽象、概括、分析、综合、归纳、演绎等各种逻辑方法,或者直觉、灵感等非理性判断能力,对所获得的研究数据资料进行总结分析,得出研究结论。

5. 研究结果的系统化和撰写论文或报告

研究完成后,研究人员要将研究情况进行总结,将有关成果通过撰写科研论文或研究报告、申请专利等方式发布出来,并将研究的意义应用到现实中去。

1.2 科学研究方法论与科学研究方法

科学研究必须以科学的方法论为指导。科学方法论作为对科学方法的反思,是与科学知识同步发展的。科学方法论是关于科学的一般研究方法的理论,探索方法的一般结构,阐述它们的发展趋势和方向,以及科学研究中各种方法的相互关系问题。

1.2.1 科学研究方法论

科学方法论的研究最早可以追溯到古希腊的柏拉图、亚里士多德和欧几里得等。当时的自然科学尚未从哲学中分化出来,被包容于“自然哲学”的学说体系之中。当时真正有影响力的科学方法论思想是与公理几何系统相应的演绎方法论。笛卡儿以及莱布尼茨、康德都认为科学知识是依赖于演绎逻辑的。在他们看来,欧几里得几何学的严密的公理化体系和逻辑推理就是科学之所以成为科学的重要依据,因此科学是与“前提真,结论必真”这样一套演绎逻辑密切相关的。这就是古典唯理主义的演绎方法论。

科学方法论作为一门学科的兴起是20世纪20年代维也纳学派成立之后的事。该学派由一些受过良好的数学和自然科学训练的科学家组成,他们专门从事科学方法论的研究,强调科学命题必须是可以证实的、科学方法必须经过严密的科学论证以及科学的统一性,并由此产生了逻辑实证主义方法论,以及基于对逻辑实证主义批判而形成的逻辑证伪主义。

综观科学方法论的产生和发展,可谓学派观点纷呈,内容殊异而又变幻不定。但就其发展趋势而言,可以概括为三个阶段,即逻辑主义方法论、历史主义

方法论和逻辑主义与历史主义并重的科学研究纲领方法论。

1. 逻辑主义科学方法论

逻辑主义方法论包括维也纳学派所倡导的逻辑实证主义和波普尔提出的逻辑证伪主义。逻辑实证主义的理论来源于休谟、孔德、马赫等人的实证主义哲学。主要代表人物有罗素、石里克、卡尔纳普、莱辛巴赫等人,他们之中大多是相当有成就的哲学家。逻辑实证主义认为,科学主要来自于经验事实,是以我们的感官为基础的,即以我们所看到、听到、嗅到、触到的物理实体为基础的,是通过严格的实验、观察所证明了的的知识。逻辑实证主义强调归纳逻辑的重要意义,认为科学知识的主体是由观察所提供的可靠的(真的)证据通过归纳而建立起来的。因此,归纳逻辑就成了他们理论赖以维持下去的唯一途径。

波普尔批评了逻辑实证主义的归纳逻辑。他认为,归纳往往是通过感觉经验,不可能从特殊上升到普通,从偶然上升到必然。归纳法只能告诉你过去发生的,不能告诉你未来发生的。归纳也只是有限的归纳,而不是完全归纳。归纳法就是一种概率意义上的逻辑演算、由“强证实立场”退到“弱证实立场”(确证),并以确证度来刻画理论被观察实践确证的程度。波普尔将科学观称为批判理性主义,由此他提出了逻辑证伪主义。波普尔认为,逻辑意义上普遍的经验陈述虽然不能证明,但可以通过反驳它们的一系列尝试而得以检验,科学规律虽然不能最终被证实,但却可以被证伪,这就是“证伪”方法。波普尔证伪主义的原则是,一个系统只能作出可能与观察相冲突的论断,才可以看作是科学的,即“可证伪性”。“可证伪性”的分界标准完全不需要以任何归纳推理作为前提条件,从可证伪性做科学判据出发,归纳问题的产生条件也不复存在了,矛盾也无从产生。所以他认为证伪主义解决了归纳问题,但还是有学者指出,在历史进程中,归纳法是具有其必然性的,不能完全否认归纳法的作用。所以波普尔并没有完全解决归纳问题,归纳问题在逻辑上基本无解。

2. 历史主义科学方法论

历史主义的科学方法论起源于19世纪后期,当时马赫和迪昂就很重视历史知识在科学方法论中的作用。不过迪昂和马赫的工作直到20世纪60年代才在库恩那里得到继承和发展。库恩沿袭了柯瓦雷的工作,以历史为基础,借助科学编年史学来思考科学,从而对逻辑经验主义提出了挑战。库恩否认逻辑经验主义认为科学理性可以还原为任何一组显而易见的方法论规则,坚持科学理性存在于科学共同体基于可靠信息所作出的判断之中。

库恩在方法论上的贡献主要体现在三个概念之上:范式、不可通约性、革命。在库恩看来,一门成熟的科学是由单一的一种范式所支配的,“范式”为在它所支配的科学内合法的工作规定了标准,它协调并指导在该范式内工作的一群常规