



新世纪高等学校教材

教育学基础课系列教材

杨小微 主编

# 教育研究的理论与方法

JIAOYU YANJIU DE LILUN YU FANGFA



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

第2版

# 教育研究的理论与方法

本书是教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。本书以教育研究的基本理论、基本方法为主线，系统阐述了教育研究的理论与方法。全书共分五章：第一章教育研究概述，第二章教育研究的理论基础，第三章教育研究的基本方法，第四章教育研究的实施，第五章教育研究的成果与评价。本书可作为高等院校教育学专业及相关专业的教材，也可供从事教育研究的学者参考。

教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

高等教育出版社

新世纪高等学校教材

教育学基础课系列教材

# 教育研究的理论与方法

JIAOYU YANJIU DE LILUN YU FANGFA

杨小微 主编



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

---

**图书在版编目 (CIP) 数据**

教育研究的理论与方法/杨小微等编. —北京: 北京师范大学出版社, 2008. 5

新世纪高等学校教材, 教育学基础课系列教材

ISBN 978-7-303-09256-7

I. 教… II. 杨… III. 教育科学-研究方法-高等学校-教材 IV. G40-034

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 060188 号

---

---

出版发行: 北京师范大学出版社 [www. bnup. com. cn](http://www.bnup.com.cn)

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 北京新丰印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 170 mm × 230 mm

印 张: 24. 75

字 数: 408 千字

印 数: 1 ~ 5 000 册

版 次: 2008 年 5 月第 1 版

印 次: 2008 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 37. 00 元

---

责任编辑: 郭兴举      装帧设计: 高 霞

责任校对: 李 菡      责任印制: 马鸿麟

**版权所有 侵权必究**

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825



## 录

<b>第一章 从经验到科学：科学方法的历史与反思</b> ·····	1
第一节 科学兴起时期·····	2
第二节 近代科学时期·····	14
第三节 现代科学时期·····	24
思考与行动·····	40
进一步阅读的书目·····	40
<b>第二章 在自然与人文之间：社会科学研究概观</b> ·····	41
第一节 人文学科与社会科学的比较·····	41
第二节 社会科学研究的实证倾向及其面临的难题·····	44
第三节 社会科学领域的范式变革及其对教育研究的影响·····	50
思考与行动·····	60
进一步阅读的书目·····	60
<b>第三章 追求独特与卓越：教育研究概述</b> ·····	61
第一节 教育研究的对象、性质和意义·····	61
第二节 教育研究的过程与规范·····	69
第三节 教育研究的方法类型·····	92
思考与行动·····	99
进一步阅读的书目·····	100
<b>第四章 教育研究中的观察法</b> ·····	101
第一节 教育观察法的起源及其特点·····	101
第二节 定量观察法·····	107
第三节 定性观察法·····	115
思考与行动·····	122
进一步阅读的书目·····	122
应用实例·····	122



<b>第五章 教育调查研究</b> .....	127
第一节 教育调查概述 .....	127
第二节 问卷调查 .....	129
第三节 访谈调查 .....	147
思考与行动 .....	154
进一步阅读的书目 .....	155
应用实例 .....	155
<b>第六章 教育实验研究</b> .....	165
第一节 教育实验的特征及局限性 .....	165
第二节 教育实验假说的形成与表述 .....	168
第三节 教育实验的变量控制 .....	170
第四节 教育实验的类型分析 .....	178
存在争议的问题 .....	185
进一步阅读的书目 .....	186
应用实例 .....	186
<b>第七章 教育行动研究</b> .....	199
第一节 教育行动研究概述 .....	199
第二节 教育行动研究的模式及其实施 .....	206
第三节 教育行动研究与其他研究的关系 .....	214
思考与行动 .....	217
进一步阅读的书目 .....	217
应用实例 .....	217
<b>第八章 教育叙事研究</b> .....	236
第一节 教育叙事研究概述 .....	236
第二节 合作型叙事研究 .....	247
第三节 教师自传型叙事 .....	251
思考与行动 .....	256
进一步阅读的书目 .....	257
应用实例 .....	257
<b>第九章 教育人种志研究</b> .....	265
第一节 教育人种志研究概述 .....	265
第二节 教育人种志研究的过程 .....	275
思考与行动 .....	280
进一步阅读的书目 .....	280
应用实例 .....	280



<b>第十章 教育案例研究</b> .....	290
第一节 教育案例研究概述 .....	290
第二节 教育案例研究的过程与方法 .....	293
第三节 教育案例研究的理论价值和实践意义 .....	304
思考与行动 .....	306
进一步阅读的书目 .....	306
应用实例 .....	306
<b>第十一章 教育理论研究</b> .....	323
第一节 教育理论研究概述 .....	323
第二节 形成教育理论的过程 .....	334
第三节 教育理论研究的主要方法 .....	335
思考与行动 .....	345
进一步阅读的书目 .....	345
<b>第十二章 教育文献研究</b> .....	346
第一节 教育文献概述 .....	346
第二节 教育研究中的文献法 .....	351
第三节 教育研究中的内容分析 .....	355
思考与行动 .....	364
进一步阅读的书目 .....	364
应用实例 .....	364
<b>第十三章 教育研究中的统计方法</b> .....	366
第一节 统计方法的选用 .....	366
第二节 常用统计参数与描述统计 .....	369
第三节 推断统计 .....	373
第四节 多因素分析简介 .....	377
第五节 SPSS 统计软件简介 .....	380
思考与行动 .....	384
进一步阅读的书目 .....	384
<b>主编后记</b> .....	385
<b>参考文献</b> .....	388

# 第一章 从经验到科学：科学方法的历史与反思

教育研究作为社会科学研究大家族的一个成员，其研究方法与一般意义上的科学研究方法之间有着内在的联系。早在 20 世纪初，就有一些教育学家在一般科学方法的框架内进行教育方法的研究。哈佛大学教育学教授凯利（Kelley, T. L.）撰写了《科学方法：它在研究和教育中的功能》一书<sup>①</sup>。韦斯塔韦（Westaway, F. W.）在他的《科学方法：其哲学基础与应用模式》一书中用了两卷共 100 页的篇幅专门论述“教室里的科学方法”与“讲堂上的科学方法”<sup>②</sup>。此后，科学方法论进入包括教育学科在内的社会科学领域，成为一个自主的领域，取得了许多令人瞩目的成就。仅据哈佛大学多伊奇（Deutsch, K.）、普拉特（Platt, J.）和森哈斯（W. D. Senghaas）三位学者在 1971 年的统计<sup>③</sup>，20 世纪前 65 年全世界社会科学方面的 62 项重大成就中，与科学方法论有关的就有 5 项。

在这种背景下，一般科学研究方法与教育研究方法的结合，便成为许多学者研究的新的关注点。有的自然科学家从自己的研究中概括出科学研究方法论原理，并用于进一步的科学研究和教育研究之中；有的科学哲学家在教育问题上拓展自己的科学方法论成果；有些教育学家则在

- ① T. L. Kelley, *Scientific Method: Its Function in Research and in Education*, The Macmillan Company, New York, 1932. 此书初版于 1929 年。
- ② F. W. Westaway, *Scientific Method: Its Philosophical Basis and its Modes of Application*, Blackie & Son Limited, London and Glasgow, 1939, pp. 487-588. 此书初版于 1912 年。
- ③ K. W. Deutsch, J. Platt and D. Senghaas, *Science*, February 5, 1971, Vol. 171, No. 3970, pp. 450-459.



教育研究中积极采用科学方法论的最新成就。美国得克萨斯大学化学系教授兼物理系教授马特森在 20 世纪 70 年代末提出了 ACP 科学认识论, 并与其合作者一起, 运用这个理论分析已有的分子理论和相应的大学课程中的不足, 不仅提出了一种  $\pi$  电子理论, 而且还设计出一门 MMTM 课程, 在大学化学系一年级开设了 16 年以上, 取得了很大的成功<sup>①</sup>。著名科学哲学家库恩 (Kuhn, T. S.) 在一次科学人才识别研究会议上, 根据自己的科学方法论, 提出在发散式思维与收敛式思维之间维持一种必要的张力, 是从事“最好的科学研究所必需的首要条件之一”<sup>②</sup>。德克斯 (Derkse, W.) 在权威的《化学教育学报》上提出, 要把波普尔的证伪主义方法论作为一种教育学原理或教学法原理<sup>③</sup>。新西兰学者斯坦豪斯 (Stenghouse, D.) 力图把维特根斯坦的“语言游戏”与库恩的“范型”思想加以综合, 提出一种统一的能动的关于教育和科学的哲学<sup>④</sup>。可以预见, 人们对于一般科学研究方法认识的深入, 将有助于教育研究方法的发展, 而人们在教育研究方法方面的探索成果, 将会丰富一般的科学研究方法。

鉴于教育研究方法与科学研究方法的这种联系, 我们在本章中分三个阶段系统讨论科学研究方法发展的历史进程。

## 第一节 科学兴起时期

科学的发展源远流长。在西方, 史学家们把古代希腊的自然哲学作为西方科学的发端。东方的科学兴起则早于古希腊, 像古代埃及、巴比伦、印度和中国在世界范围内率先进入奴隶社会后, 就逐渐形成了自己的文明, 并在古天文学、数学、医学等方面作出了突出贡献, 号称是世界古代文明的发祥地。然而, 就古代科学与哲学融为一体的自然哲学来看, 古希腊的自然哲学同其他古代民族的自然哲学相比更有着特殊的传统, 那就是古希腊的自然哲学家们从一开始就注重自然, 始终以探求自然界的“本原”为目标, 而不像中国古代哲人那样偏重于人事伦理。他

① 见 F. A. 马特森著, 袁江洋译:《理论在化学中的作用》,《自然科学哲学问题》, 1989 年第 1 期;任定成、袁江洋:《ACP 科学认识论及其启示》,《自然辩证法报》, 1989 年第 2 期。

② 托马斯·S·库恩著, 纪树立等译:《必要的张力: 科学研究的传统与变革》, 福建人民出版社 1981 年版, 第 223 页。

③ W. Derkse, Journal of Chemical Education, Vol. 58, No. 7, pp. 565-567.

④ David Stenghouse, Active Philosophy in Education and Science: Paradigms and Language Games, George Allen & Unwin, London, 1985.

们在研究自然的同时非常重视对科学知识的理性反思，通过对知识理论问题的研究，“为科学引入了其不可或缺的元素——方法论，从而奠定了科学赖以发展的坚实基础”<sup>①</sup>。

古希腊丰富的哲学思想包含着近代乃至现代各种科学方法论观点的胚芽。显然，古希腊自然哲学不仅是西方科学的发端，还是科学方法论的摇篮。为此，我们首先考察科学兴起时期，即从古希腊到近代科学产生以前的时期科学研究方法的产生及发展。

### 一、探究自然的最初模式

在西方，自然知识的证明和解释程序与哲学一起发源于公元前6世纪至5世纪的古希腊。当时这种程序还处于萌芽状态，包含在古希腊自然哲学家们对世界本原的探讨中，古希腊第一位自然哲学家泰勒斯（Thales）是米利都学派的创始人。他第一个研究了世界万物的本原，并把抽象和演绎推理作为认识世界的手段，提出万物的本原是“水”。亚里士多德（Aristotelēs）指出，泰勒斯之所以把水当作万物的始基“也许是由于观察到万物都以湿的东西为滋养料，以及热本身就是从潮湿中产生，并且靠潮湿来保持……也可能是由于万物的种子就其本性说是潮湿的，而水则是潮湿的东西的本性的来源”。<sup>②</sup>泰勒斯看到了水存在于万物之中，生命对水的依赖以及水本身的可变化性，从而把水当作万物的本原，认为万物来源于水，又复归于水。

继泰勒斯之后，古希腊早期自然哲学家对万物的本原展开了一系列讨论，产生了各种不同观点，出现了各种不同学派。尽管不同观点和不同学派的自然哲学家对万物本原的理解各异，但他们都继承了泰勒斯的研究传统，在观察的基础上获得万物本原之解，从而摆脱了人类早期认识自然的拟人化方式和神秘色彩，走上了以自然的原因说明世界的正确道路。阿那克西米尼（Anaximenes）认为万物的本原是气而不是水，因为气比水更富有变化性，它可以向稀薄和凝聚两个方面变化，从而形成宇宙中的万事万物。赫拉克利特（Heraclitus）认为万物的本原不是水、不是气，也不是数，而是更富有变化性的火。他把火看成是时刻都在变动的一种具体的物质，指出世界上的一切东西都是由火的浓厚和稀薄化而形成。火产生一切，一切归于火。他说：“这个世界对一切存在物都是同一的，它不是任何神所创造的，也不是任何人所创造的；它过去、现

① 周昌忠：《西方科学方法论史》，上海人民出版社1986年版，第2页。

② 北京大学哲学系外国哲学史教研室编译：《古希腊罗马哲学》，商务印书馆1961年版，第4页。

在和未来永远是一团永恒的活火，在一定的分寸上燃烧，在一定的分寸上熄灭。”<sup>①</sup>这就是说，世界是物质的，是不断运动、变化和发展的。赫拉克利特认为这种变化和发展遵循着普遍的、必然的客观规律，他把这种普遍的、必然的客观规律叫做逻各斯（Logos）。认为这个逻各斯永恒地存在着，万物都根据这个逻各斯而产生。

古希腊早期自然哲学家不仅通过观察认识自然，而且在观察基础上运用抽象、概括和推理作为获取自然知识的手段。在他们对万物本原的认识中已包含了从个别到一般，从现象到本质的思维进程。无论是水、气，还是火，都是从现象中得出的万物本原的最一般概念，是对万物共同本原的概括，这是在观察基础上进行归纳和概括的结果。他们在建立了最一般的概念后，试图用来解释世界万物的形成。由此可见，古希腊早期自然哲学家在探索世界本原过程中已经遵循了一定的论证和解释程序。

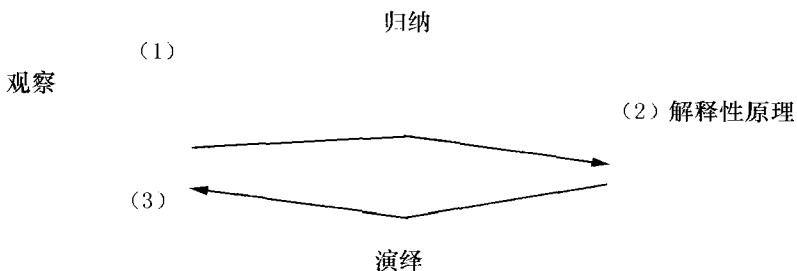
上述这些自然哲学家的着眼点在于回答世界的本原问题，他们并没有明确提出一般的方法论模式。第一个明确提出论证自然知识和解释自然现象的一般模式的是亚里士多德。

亚里士多德是古希腊最伟大的思想家、哲学家、学术的集大成者，其科学兴趣非常广泛，研究涉及了当时几乎全部的领域。他对哲学、科学、逻辑学、心理学、历史、政治等都作出了卓越贡献。其主要著作有《工具论》、《物理学》和《形而上学》。他第一个全面、系统地研究了思维问题，总结概括了当时各方面的研究成果，吸收了前人的方法论思想，确立了逻辑思维的基本规律，建立了比较完整的古典逻辑体系，成为形式逻辑的创始人。亚里士多德的逻辑体系的建立，标志着逻辑方法的产生，它对于以后科学的研究和发展有着极为重要的意义。

亚里士多德的逻辑思想，在以下各小节中我们还要讨论，这里我们着重介绍他提出的科学研究程序。在亚里士多德看来，科学的任务在于探明原因，获得关于事物原因的一般知识。知识来源于观察而形成的感觉经验，但感觉经验提供的只是个别事物的知识，而不能提供关于事物原因的一般知识，只有在有关个别事物知识基础上进行理论思维的加工，才能获得关于事物的一般知识。亚里士多德认为科学研究是在观察事实上运用归纳上升到一般原理，然后通过演绎推理回到观察的过程。这就

<sup>①</sup> 北京大学哲学系外国哲学史教研室编译：《古希腊罗马哲学》，商务印书馆1961年版，第21页。

是他所提出的著名的归纳—演绎程序，可表示如下：<sup>①</sup>



亚里士多德认为要获得解释性原理，必须运用归纳方法。他特别强调简单枚举归纳法和直觉归纳法在获得解释性原理中的作用。不过，他更加重视的是从解释性原理推出需要解释的现象的演绎程序。他认为科学的目的在于解释，并以巴巴拉式的三段论作为演绎推理的形式。所谓巴巴拉式三段论是指推理的大前提、小前提和结论均系全称的肯定命题。如，

大前提：凡生物必死

小前提：凡是人是生物

结论： $\therefore$ 凡人必死

亚里士多德把巴巴拉式三段论看作科学解释中演绎法的范例，认为这种演绎法建立的科学解释或科学证明是可靠的。

## 二、数学方法的形成

数学是专门研究量的科学。它撇开客观对象的其他一切特性只研究量的规律性。对事物理的研究逐渐形成了在量之间进行推导和演算的各种方法，数学也因此成为从量的方面把握自然规律的有效工具。

毕达哥拉斯 (Pythagoras) 是一位数学家和哲学家。在数学方面他提出了著名的毕达哥拉斯定理；在哲学上他把数当作万物的本原，揭示了世界万物都具有量的规定，提出用数学解释万物，从量去把握自然的思想，从而开创了数学方法。毕达哥拉斯不仅把数看作万物之本原，而且从音乐的和谐与数学的关系中推断出宇宙间存在着数学的和谐。据说他一次走过一个铁匠工场，打铁时发出一种和谐的声音引起了他的注意，后来他比较了发出谐音的几个铁锤的重量，并在琴弦上进行试验，发现了音乐的和谐总是以与数学成比例的对应关系而存在。如 2 : 1 的弦长对

<sup>①</sup> 约翰·洛西著，邱仁宗等译：《科学哲学历史导论》，华中工学院出版社 1982 年版，第 6 页。

应八音度，3：2的弦长对应五音度。<sup>①</sup>毕达哥拉斯从音乐的和谐与数学的关系中得出了数学和谐思想，并把这一思想注入自然界，认为自然界是和谐的，有秩序的。自然的和谐是一种数的和谐，自然秩序是数的秩序。知其数便得其自然的秩序和规律。毕达哥拉斯的数学和谐思想是精确科学知识的发端，这一思想深刻地影响着后来的科学家用数学描述自然规律，使科学由定性描述进入定量研究。

毕达哥拉斯的数学和谐思想为柏拉图（Plato）所继承和发展。在毕达哥拉斯那里，数是具体事物，是和具体物体联系的。在柏拉图的理念论中，数是脱离具体事物而独立存在的概念。<sup>②</sup>尽管柏拉图的理论学说从根本上说是错误的，但它标志着西方理论思维的重大进步。因为“它第一次揭示了概念是科学认识的形式和工具”，并且认为“科学认识就在于用数学概念的体系去把握自然”。<sup>③</sup>柏拉图对数学方法的重要贡献还在于他率先把毕达哥拉斯的数学和谐思想运用于天文学的研究，提出了柏拉图原理。柏拉图认为，天体运动应该体现数学和谐，所有的天体运动都应该遵循“正圆形轨道”与“匀速度”这两个原则。天文学的研究就在于主观发明构造天体运行的数学模型，然后通过这一数学模型解释天体现象。这就是所谓的柏拉图原理。柏拉图原理是毕达哥拉斯数学和谐思想的具体化，是对毕达哥拉斯数学方法的发展。它“成为古希腊罗马天文学发展的指南，成为直到开普勒之前天文学追求的理想目标，成为天文学研究中的传统方法”。<sup>④</sup>后来的亚里士多德、托勒密、哥白尼的天文学研究都是运用柏拉图原理来构造各自的宇宙模型，反映了他们对数学和谐的执著追求。约翰·洛西指出：“信奉柏拉图的哲学，加强了对待科学的毕达哥拉斯主义倾向。”<sup>⑤</sup>

继柏拉图把数学应用于天文学之后，阿基米德将数学应用于力学，使数学方法日趋成熟。阿基米德是古希腊后期最伟大的科学家，其研究涉及理论和实用的许多领域，在数学方面留下了大量著作，这些著作被认为是古希腊数学的顶峰。阿基米德研究数学，是为了在实际中应用数学。他用数学探讨力学问题，力求得到准确的量的关系。阿基米德在力学方面的突出成就，取决于他对数学方法的运用。

① 参见《科学哲学历史导论》，第18页。

② 参见《西方科学方法论史》，第12页。

③ 《西方科学方法论史》，第18页。

④ 孙世雄：《科学方法论的理论和历史》，科学出版社1989年版，第12页。

⑤ 《科学哲学历史导论》，第20页。

数学的应用不仅在于它是计算的工具，更主要的它是证明的工具。柏拉图明确指出，洞见理念而获得的知识必须加以证明，而这种证明应以某些概念作为出发点。他说：“你知道研究几何学、数学以及这一类学问的人在开始的时间要假定偶数与奇数、各种圆形、三种角以及其他类似的东西，把这些东西看成已知的，看成绝对的假设，不觉得需要为他们自己或别人来对这些东西加以说明，而是把这些东西当作自明的。他们就从这些假设出发，通过一系列的逻辑推论而最后达到他们所要求的结论。”<sup>①</sup> 柏拉图提出从自明的假设出发作出演绎证明的思想是对数学方法的又一重大发展。后来亚里士多德从知识前提的不可证明性出发，提出了公理化方法。亚里士多德设想，一个完整的科学理论体系应该是一种演绎系统的结构，科学知识都是从初始原理中演绎出的结论。一百多年后，欧几里得成功地应用了公理化方法，建立了第一个演绎系统的几何学体系，实现了自泰勒斯以来追求科学知识体系理论化的理想。公理化方法的出现标志着数学方法的形成与完善。

### 三、公理化方法

所谓公理化方法，就是以尽可能少的不加定义的原始概念和一组不加证明的原始命题（公理、公设）出发，运用逻辑规则推导出其余的命题和定理，以至建立整个理论体系的一种方法。

如前所述，公理化方法是亚里士多德创立的。肖尔兹指出：“亚里士多德并没有局限在简单列举他认为是可靠的推理规则，而是头一次对逻辑作出了某种公理化。这个成就确实是很大的。”<sup>②</sup> 肖尔兹认为，公理化的研究是亚里士多德的《后分析篇》这部著作的核心。亚里士多德关于公理化方法的基本思想是：从不可证明的必然前提出发，运用证明的巴巴拉式三段论，推出所有定理。虽然亚里士多德没有运用公理化方法推出定理，构造一个公理化的知识体系，但他从上述基本思想出发，制定了必然前提的四个逻辑规则：“（1）前提必须是真的；（2）前提必须是无法证明的；（3）前提必须比结论更易解释；（4）前提必须是结论的原因。”<sup>③</sup> 这是亚里士多德对公理化方法的贡献，这些逻辑规则后来为欧几里得系统地加工整理几何学知识提供了必要前提。

欧几里得是古希腊著名的数学家，曾执教于亚历山大里亚学校。作

① 《古希腊罗马哲学》，第200页。

② 亨利希·肖尔兹著，张家龙译：《简明逻辑史》，商务印书馆1977年版，第10页。

③ 《科学哲学历史导论》，第10页。

为一名数学教师，要做的工作是把前人遗留下来的零散的几何学知识整理编写成教科书。他运用了公理化方法创造性地整理出了13卷《几何原本》。《几何原本》被用作教科书达两千多年，并被印成各种文字。这部书推理明确、严密，论断深邃、清晰，直到现在仍是数学的经典著作。这部书的基础是由原始的概念以及公理、公设组成的。原始概念是描述性的定义，公理和公设是一些不加数学证明而直接采用的命题，然后以此为出发点，应用亚里士多德的逻辑推理规则以及数学计算方法，演绎出大量定理和命题。

欧几里得的公理化方法包括三个方面：（1）公理本身是不证自明的真理；（2）公理与定理有演绎关系；（3）定理与观察结果相一致。即一个完备的科学理论系统，应该是一个演绎陈述系统，其逻辑起点是不证自明的公理，从公理可演绎出定理，定理能从观察中得到验证。<sup>①</sup> 欧几里得运用公理化方法使几何知识系统化，建立了科学史上第一个科学演绎理论，从而把亚里士多德的公理化方法的理想变为现实。

继欧几里得之后，阿基米德作公理化方法推演力学的结论，开创了物理学理论结构严谨的传统。阿基米德不仅是一位杰出的数学家，而且在力学上卓有成效。其中最著名的是提出了杠杆原理和浮体定律，被誉为“力学之父”。他崇尚欧几里得的公理化方法，认为科学知识是根据自明公理演绎出来的一套理论体系。在他的《论浮体》和《论平面的平衡》中记述了浮体定律和杠杆原理的严格证明。在《论浮体》中，阿基米德提出了两条公设，并以此出发演绎出浮力定律及其他定理。在《论平面的平衡》中，他提出了七条公设，从这七条公设出发，演绎出了杠杆定律和其他定理。由于公理化方法的运用，使力学成为一个逻辑结构严密的公理化系统。

公理化方法虽然是理性思维的产物，但它不是凭头脑任意想象出来的，而是有其经验基础的。关于这一点，亚里士多德有比较深刻的认识。他不同意柏拉图的灵魂在投生到世间之前就能直接体验到真理，人们只要追忆这种体验就能认识到几何公理的这种所谓前世追忆说。亚里士多德认为，公理来自对经验事实的归纳。欧几里得几何学的五个公理都具有明显的经验性质。阿基米德力学理论中的公设同样是建立在经验基础之上的。梅森认为，阿基米德的力学像欧几里得的几何学一样，是根据自明公理演绎出来的一套理论体系，可是他很可能是先根据实验取得的

<sup>①</sup> 参见《科学哲学历史导论》，第24页。

一些成果，然后再从假设的前提中演绎出这些结果来。<sup>①</sup>

从亚里士多德创立的公理化方法到欧几里得和阿基米德把公理化方法运用于数学与物理学，他们一起共同把古希腊的科学方法推到了最高峰。但由于时代的局限，欧几里得在《几何原本》中所运用的公理化方法带有很大的直观性。为了弥补欧氏几何的不足，现代数学家希尔伯特把公理化系统形式化，把原有公理系统中的概念、命题、推理分别代之以符号、公式、符号变换，把全部数学命题变成数学符号和逻辑符号按一定规则排列的公式的集合，从而发展了形式公理化方法，使公理化方法进一步完善。现在，公理化方法已成为建立科学理论体系的一个重要方法。

#### 四、归纳法的萌芽

归纳法是从个别中推导出一般原理的方法。它是在考察某类事物部分对象的基础上抽取其共性并推广到该类事物的全体，从而形成关于该类事物的一般性认识的一种方法。归纳法是获取知识的一种重要逻辑方法。

在人类的思想史上，最早把归纳法作为一种思维方法进行讨论的是苏格拉底（Socrates）。他是古希腊唯心主义哲学家，没有留下著作。后人从他的学生柏拉图和色诺芬的著作中得知他的学说。苏格拉底的归纳法不是在研究自然，而是在讨论伦理道德问题中提出的。他的归纳法是通过分析个别的伦理行为的事实来确定伦理概念的方法，是为伦理概念找定义的方法。因此他的归纳与其定义紧密相连。苏格拉底认为，伦理知识的获得首先在于对某一道德行为提出初始的定义，然后引进一系列事例，当初始定义应用到这些事例上出现矛盾时，便推翻初始定义而提出新的定义，如此继续下去，直到得出一个令人满意的、能够揭示某一道德行为本质的定义为止。这种对一系列个别的伦理行为进行分析，从而寻找伦理概念的普遍定义的方法就是苏格拉底的归纳法。

苏格拉底的归纳法在柏拉图的理念论中得到了发展。柏拉图提出，概念是按辩证法去获得知识的，并指出辩证法包括两个环节：（1）上升法，即在众多个别中发现一般，由此形成概念，也就是在多中求一般，从而使灵魂得以认识理念；（2）下降法，即由原理下降，由属降到种或划属为种，也就是对概念作逻辑划分。其中上升法就是对苏格拉底归纳法的发展，柏拉图把上升法看作是获取知识的重要手段。

<sup>①</sup> 参见斯蒂芬·F·梅森著，周煦良等译：《自然科学史》，上海译文出版社1980年版，第40页。



对归纳法进行系统研究，并把它确立为获取科学知识的一种基本逻辑方法的是亚里士多德。

亚里士多德认为解释性原理是从对自然的观察中归纳出的，正是由于归纳，才从感觉经验中得出有关形式的概括。他通过对归纳的研究，提出了三类归纳法。

第一类是完全归纳法。亚里士多德称之为归纳三段论，他在《前分析篇》中对归纳三段论进行了论述，认为归纳三段论的逻辑模式为：

$$\begin{array}{l} C \text{ 是 } A; \\ \hline C \text{ 是 } B; \\ \hline \therefore B \text{ 是 } A. \end{array}$$

其实例为：

人、马、骡都长寿；  
人、马、骡都是无胆汁的动物；  
 所以，所有无胆汁的动物都是长寿的。

亚里士多德指出归纳三段论不同于演绎三段论，他说，“在某种意义上，归纳是同三段论相对立的；后者用中项证明，大项属于小项；前者则用小项证明，大项属于中项。”<sup>①</sup>也就是说，演绎三段论是两端辞（A和C）通过中辞（B）发生联系得出结论（C是A），其逻辑模式是：

$$\begin{array}{l} B \text{ 是 } A; \\ \hline C \text{ 是 } B; \\ \hline \therefore C \text{ 是 } A. \end{array}$$

而归纳三段论则是通过一个端辞（C）使另一端辞（A）与中辞（B）发生联系得出结论（B是A）。此外，演绎三段论的结论是特称的，而归纳三段论的结论则是全称的，归纳三段论的结论正是演绎三段论的大前提。

第二类是简单枚举归纳法。亚里士多德在《论题篇》中论述了简单枚举归纳法，它是简单枚举某类事物中部分对象都具有某种属性，无一反例，由此推导出该类一切对象都具有此种属性的一种归纳方法。典型的枚举归纳法有如下的形式：

- a<sub>1</sub> 具有性质 p；
- a<sub>2</sub> 具有性质 p；
- a<sub>3</sub> 具有性质 p；
- .....

所以，所有的 a 都具有性质 p。

<sup>①</sup> 转引自《西方科学方法论史》，第42页。