

自然科学

方法论
概论

季子林 陈士俊 王树恩 著

内蒙古人民出版社

自然科学方法论概论

季子林 陈士俊 王树恩 著

内蒙古人民出版社

一九八三·呼和浩特

自然科学方法论概论

季子林 陈士俊 王树恩 著

*

内蒙古人民出版社出版

(呼和浩特市新城西街82号)

内蒙古新华书店发行 内蒙古新华印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 11.25 字数: 281千

1983年6月第一版 1983年6月第1次印刷

印数: 1—4,000册

统一书号: 13089·42 每册: 1.30元

前 言

科学技术对当代社会的深刻影响在各个方面都已强烈地体现出来，引起了整个社会的普遍关注。事实表明，科学技术的发展不仅同各种社会因素密切相关，而且同科研人员所进行的科学研究这一特殊形式的创造性生产劳动密切相关。在科学研究中，科研人员有无正确的思维方法和研究方法，对于科研工作能否成功以及能否尽快尽多地取得科研成果，往往起着关键的作用。因此，作为促进科学技术发展的重要途径之一，深入探讨科学研究本身的规律性，开展自然科学方法论的学习和研究，以提高科研人员的理论思维能力和科学研究水平，是十分必要的。正是基于这种认识，我们研究和编写了这本《自然科学方法论概论》的书。

自然科学方法论所包含的内容十分广泛。按照不同的研究重点，自然科学方法论可以分为“宏观的”和“微观的”两种情况。所谓“宏观的”方法论主要探讨在发展科学技术中带有战略意义的方法论问题，诸如科研规划的方法，科研组织管理的方法等等。所谓“微观方法论”主要探讨具体科学研究过程的一般方法。本书着重对微观方法论的有关问题作概要论述。

科学研究是一个复杂的认识过程。它包括许多环节和步骤。本书以自然科学研究的一般过程为线索，对其中各主要环节和相应研究方法的特点、作用、应该遵循的原则，以及运用中需要注意的事项等问题作了较为系统的阐述。我们力图把科学认识过程同科学研究的一般方法结合起来，以便为读者，特别是那些科技

后备人才——大学生和研究生学习和研究自然科学方法论、从事自然科学研究活动提供一个入门的向导。

本书在写作过程中，曾经参考了散见于各种书刊杂志中的许多同志的论文和研究成果。由于篇幅所限，在书中未能一一指出，但我们对他们始终是怀有感激之情的。

在本书修改、定稿过程中，王文亮同志花了相当大的功力，对此谨表谢意。

比较系统地阐述自然科学方法论，对于我们来说，也许是一个过于大胆的尝试。本书无论在体系和内容上都很不成熟，缺点错误一定不少。但即使如此，我们仍然愿意把它奉献给读者。这是因为，一方面我们可以乘此求教于广大读者；另一方面也想以此来激起广大读者的研究兴趣，以壮大和加强自然科学方法论的研究队伍。“为了引出兰田玉，我先抛出半块砖”，如果真的能够以此陋作引出美玉的话，那正是我们所期望的。

编 者

一九八一年十二月于天津大学

目 录

第一章 自然科学方法论概述

第一节 自然科学的分类及其体系结构	(1)
一、自然科学及其发展简述	(1)
二、自然科学的分类及其体系结构	(5)
第二节 自然科学方法论的研究对象及范围	(11)
一、什么是自然科学方法论	(11)
二、自然科学方法论的研究对象	(13)
三、自然科学方法论同相关学科的区别与联系	(15)
四、自然科学方法论的研究内容和范围	(18)
第三节 学习和研究自然科学方法论的意义	(21)
一、为科研工作提供方向上的指导	(22)
二、为科研工作提供方法上的启发和借鉴	(24)
三、丰富和发展马克思主义哲学的需要	(26)
四、现代科学技术迅速发展的需要	(27)
第四节 科学研究的一般程序	(29)
一、确定科研选题	(29)
二、积累事实、搜集资料	(29)
三、观察与实验	(31)
四、科学抽象与逻辑思维	(32)
五、科学假说与科学理论	(32)

第二章 科研课题的选择和确定

第一节 科研课题及其在科学研究中的作用	(35)
一、什么是科研课题	(35)
二、确定选题的意义	(36)

第二节 科研课题的类型及其基本来源	(42)
一、科研课题的类型	(42)
二、科研课题的基本来源	(44)
第三节 发现问题和提出课题应具备的条件	(50)
一、丰富的知识储备是正确选择和确定科研课题的基础	(50)
二、良好的思维品质是做好选题工作的实在因素	(53)
三、加强情报工作,掌握科技动态,作好科技预测是正确选择和确定科研课题的重要保证	(58)
第四节 确定科研选题的一般原则	(60)
一、需要性原则	(60)
二、可能性原则	(62)
三、发展性原则	(65)
四、经济合理性原则	(66)
五、发挥优势原则	(67)

第三章 科学观察

第一节 科学观察及其基本类型	(71)
一、什么是科学观察方法	(71)
二、科学观察的应用范围	(72)
三、科学观察的基本类型	(74)
第二节 科学观察的基本原则和要求	(79)
一、对观察人员的基本要求	(80)
二、进行观察应遵循的基本原则	(85)
第三节 科学观察方法在科学研究中的作用	(90)
一、取得原始材料的基本方法	(90)
二、科学发现的重要手段	(93)
三、检验科学假说和理论的重要途径	(94)

第四章 科学实验

第一节 实验方法的历史发展及现代实验的新特点	(97)
一、什么是实验方法	(97)

二、对实验方法的历史考察	(98)
三、现代科学实验的新特点与新动向	(105)
第二节 实验方法在自然科学认识中的作用	(109)
一、多种仪器的使用使获得的感性材料更丰富、更准确、更精确	(110)
二、排除次要因素的干扰, 更快揭示出研究对象的本质	(111)
三、揭示极端条件下物质运动的规律	(113)
四、节省人力、物力的消耗, 加速科研进程	(114)
五、提供更多发现新事物、新现象的机会	(115)
六、迅速验证或否定假说与理论, 加速科学研究周期和人类知识的积累过程	(116)
第三节 科学实验的常见类型及其运用	(118)
一、基本分类: 探索实验与验证实验	(118)
二、常见的几种实验方法及其运用	(119)
三、对实验的基本要求	(129)

第五章 科学研究的思维形式

第一节 科学抽象	(130)
一、科学抽象及其基本原则	(130)
二、建立“理想模型”, 设计“理想实验”	(137)
第二节 概念的形成及其发展	(141)
一、概念的形成	(141)
二、概念的运动、变化与发展	(145)
三、研究概念辩证本性的意义	(151)
第三节 判断及其分类	(153)
一、判断及其特征	(153)
二、判断的结构及其辩证本性	(155)
三、判断的分类与作用	(157)
第四节 推理、推理的形式及其意义	(161)
一、推理及推理的形式	(161)
二、推理的客观基础	(165)

第六章 科学研究的思维方法

第一节 抽象与具体	(167)
一、抽象与具体的概述	(167)
二、具体上升到抽象,抽象规定的综合再现具体	(169)
三、从抽象上升到具体的方法在科学研究中的作用	(172)
第二节 归纳与演绎	(173)
一、归纳与演绎的概述	(173)
二、归纳与演绎的辩证关系	(179)
三、归纳与演绎在科学研究中的作用	(184)
第三节 分析与综合	(187)
一、分析与综合的概述	(187)
二、分析与综合的辩证关系	(191)
三、分析与综合在科学研究中的作用	(193)
第四节 历史与逻辑	(196)
一、历史与逻辑的概述	(197)
二、历史与逻辑的辩证关系	(198)
三、历史与逻辑的统一在科学研究中的作用	(201)

第七章 数学方法及现代科学研究的新方法

第一节 数学方法	(204)
一、数学方法及其发展	(204)
二、数学方法在科学研究中的作用	(207)
三、运用数学方法的一般程序	(212)
第二节 系统方法	(219)
一、系统与系统方法	(219)
二、系统方法的基本原则	(223)
三、系统方法在科学研究中的作用	(229)
第三节 控制论方法	(230)
一、控制论方法的产生	(230)
二、控制论方法及其重要特点	(232)

三、控制论方法在科学研究中的作用	(237)
第四节 信息方法	(243)
一、信息及其本质	(243)
二、信息方法及其特点	(247)
三、信息方法在科学研究中的作用	(251)

第八章 科学假说的提出和建立

第一节 科学假说的特点、作用、产生和类型	(254)
一、什么叫科学假说	(254)
二、科学假说的基本特点	(255)
三、科学假说在科学研究中的地位和作用	(257)
四、科学假说的产生	(262)
五、科学假说的基本类型	(263)
第二节 提出和建立科学假说的一般方法	(264)
一、归纳方法	(265)
二、演绎方法	(267)
三、类比方法	(268)
四、模拟方法	(270)
五、对称方法	(272)
六、移植方法	(274)
七、比较—分类方法	(278)
八、数学方法	(281)
第三节 提出和建立科学假说应遵循的基本原则	(282)
一、以唯物辩证法为指导的普遍原则	(282)
二、条件具备原则	(285)
三、超越事实原则	(286)
四、透过现象看本质的原则	(287)
五、继承与突破原则	(288)
六、大胆设想原则	(289)
七、机敏捕捉、深入研究偶然发现的原则	(291)

第九章 科学假说的验证和发展

第一节 验证科学假说的基本途径和一般方法	(292)
一、科学观察和科学实验是验证科学假说的基本途径	(292)
二、验证科学假说的一般方法	(295)
第二节 验证科学假说应遵循的基本原则	(308)
一、实践标准的普遍原则	(308)
二、可证性原则	(309)
三、过程性原则	(310)
四、具体问题具体分析的原则	(313)
五、设想服从事实的原则	(313)
六、可重复性原则	(316)
第三节 科学假说发展为科学理论的条件	(318)
一、科学假说对于原有科学理论已经正确说明过的事实和现象的解释在实践中得到了证实	(319)
二、科学假说对于原有科学理论所不能解释的新的事实和现象的说明在实践中得到了证实	(320)
三、根据科学假说所作的逻辑推论和预言在实践中得到了证实	(320)
四、科学假说对于在同一个问题上所产生的其它假说所包含的真理成份的综合以及对其片面性的驳斥在实践中得到了证实	(322)

第十章 科学理论的特征、功能和发展

第一节 科学理论的基本特征	(324)
一、科学理论是主观形式和客观内容的统一	(324)
二、科学理论是具体与普遍的统一	(325)
三、科学理论是相对与绝对的统一	(326)
四、科学理论的系统性和逻辑性	(326)
五、科学理论的无阶级性和可继承性	(327)
六、科学理论是生产力的知识形态	(328)
第二节 科学理论的基本功能	(329)
一、科学解释功能	(329)

二、科学预见功能	(330)
三、科学方法功能	(331)
四、生产力功能	(332)
五、发展唯物主义哲学的科学基础	(333)
六、批判唯心主义、形而上学的思想武器	(334)
第三节 科学理论的丰富和发展	(335)
一、在指导实践中丰富和发展	(335)
二、在争鸣与斗争中丰富和发展	(337)
三、在继承与突破中丰富和发展	(339)
四、在移植与渗透中丰富和发展	(341)
五、在分化与综合中丰富和发展	(342)
六、自然科学理论发展中的革命变革	(344)

第一章

自然科学方法论概述

自然科学方法论是人类知识体系的重要组成部分，它主要研究自然科学研究中的方法论问题，对整个自然科学发展的历史进程都有着深刻影响。因此，在阐述它的具体内容之前，首先概要介绍什么是自然科学、它的发展简况、体系结构以及自然科学方法论的概念、研究范围、学科性质、研究意义等等，对于更好地理解它和把握它是十分必要的。

第一节 自然科学的分类及其体系结构

一、自然科学及其发展简述

众所周知，科学是人们对客观世界的规律性认识。科学的发生和发展，从根本上说来是由生产决定的。人们为了获得生存和发展，就要进行一般物质生产。而为了使得这种生产活动进行得更有效，就需要认识世界，认识世界上各种自然现象、社会现象和思维现象本身。这种认识随着人们的各种实践活动的不断丰富和深化，逐渐形成了对某些事物的比较完整、比较系统的知识，于是就产生了科学。

广义的科学，其研究对象是客观世界。客观世界通常被认为由三大基本领域所组成。这三大基本领域就是自然界、社会和人类思维。对于这三大基本领域进行分别考察和研究，便导致了三大基本科学部门即自然科学、社会科学和思维科学的建立。

由此可见，自然科学是科学的一个部门，是整个科学有机体

的重要组成部分。它以自然界各种具体物质运动形式及其相互联系为其研究对象，是人类关于自然界的现象、性质和规律的知识体系，是人们长期从事生产斗争、科学实验而逐渐积累起来的经验和知识的结晶。

自然科学作为人类对自然界的逐步认识过程，已经走过了漫长的历史年代。一般来说，可以把自然科学的发展历程划分为三个大的阶段，即古代自然科学（公元十六世纪以前）、近代自然科学（十六至十九世纪末）和现代自然科学（二十世纪初至今）。

古代自然科学是自然科学发展的初级阶段，它经历了原始社会、奴隶社会以及封建社会等不同社会发展阶段。在原始社会，由于人类刚刚脱离动物界不久，那时生产力还极端低下，生产经验尚不丰富，因此严格意义上的科学还不存在。但是作为萌芽状态的自然科学却已经产生了。人们在打猎过程中，逐渐认识了动物的习性，学会了如何将野兽驯化成家畜；在采集植物时，千百次看到种子发芽、生长的过程，逐步学会了植物培育，并成功地将野生植物驯化成粮食作物；在进行生产的过程中，学会了打制石器、制造弓箭和钓具，同时学会了天然火的使用和人造火的制取；此外还积累了与生活密切相关的制陶知识和建筑知识。所有这些经验和知识虽然在现在看来都很简单，但它却是现代自然科学发展的最初基础。

到了奴隶社会，生产工具有了显著改进，金属工具逐步代替了以前的石器和木石工具，提高了生产力；同时劳动范围也有了明显扩大，除传统的畜牧业和农业以外，手工业、商业和航海业等也发展起来；此外从原始社会后期开始出现了作为思想和语言交流工具的文字以及体力劳动和脑力劳动的分工，这些都有力地促进了人们对生产经验的积累以及对各种自然现象的观察、研究，从而加速了自然科学的发展。

古代的自然科学知识起初是被包含在哲学之中，作为哲学的一个组成部分（自然哲学）而存在的。后来，随着生产斗争和阶

级斗争的发展，产生了对世界各个部分进行详细研究的必要和可能，因此作为一切知识总汇的哲学便出现了分化，有关自然界的某些专门知识经过相当时间的积累，逐步达到某种比较完备的程度，开始作为不同的科学部门而独立出来。这种分化标志着自然科学发展的重大进步。

自然科学的各种专门学科与哲学的这种分离过程是按照一定顺序进行的。这一方面取决于生产发展的需要程度，同时也取决于各门学科具体研究对象的复杂程度。最早独立出来的是天文学，其次是数学和力学。正如恩格斯所说：“在整个古代，本来意义的科学研究只限于这三个部门”。^①作为这一时期自然科学获得重大进展的标志，许多天文现象的观测和历法的制定、欧几里得（Euclid，约前330—前275）《几何原本》的出版以及包括阿基米德（Archimedes，前287—前212）发现的浮力原理、杠杆原理和滑轮原理等在内的较为系统的静力学知识是非常突出的。

从十六世纪到十九世纪末叶，是自然科学发展的近代阶段。十五世纪下半叶，在欧洲出现了一次伟大的思想解放运动，即“文艺复兴”运动。它实质上是从封建社会的城市市民中分化出来的新兴资产阶级反对封建制度和中世纪宗教统治的一场思想革命。这次革命有力地促进了资本主义的发展。资本主义的发展，特别是工业生产的进步，不仅为科学提出了许多新的研究课题，同时为科学研究提供了新的观察材料和新的研究手段。在这一时期，实验方法逐渐在科学研究中盛行起来，并成为与古代科学相区别的显著特点。它有力地推动了科学技术的发展。

近代自然科学诞生的标志是哥白尼（N. Copernicus，1473—1543）的太阳中心说。1543年哥白尼的《天体运行》一书出版，它对统治中世纪达千年之久的托勒密（C. Ptolemaeus，约90—

^① 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社1971年版，第162页。

168) 地球中心说是一个沉重打击,同时也是对宗教神学的有力批判。“从此自然科学便开始从神学中解放出来”^①,获得了“大踏步地前进”^②。实验方法的采用,大大加速和加深了人们对自然界各种自然现象细节的了解和认识,许多新的自然科学部门和学科相继建立起来。除上述三门最古老的学科外,物理学、化学、生物学、地质学等都有了自己的独立内容。到了十八世纪,差不多研究一切基本运动形式的专门学科都从哲学中分化了出来。

近代自然科学最伟大的成就是由伽利略(G. Galilei, 1564—1642)开创、中经开普勒(J. Kepler, 1571—1630),最后由牛顿集其大成的力学体系的建立。其他如波义耳(R. Boyle, 1627—1691)、拉瓦锡(A. L. Lavoisier, 1743—1794)、道尔顿(J. Dalton, 1766—1844)、门捷列夫(Д. Н. Менделеев, 1834—1907)等把化学从炼金术中解放出来并使之建立在科学的基础之上;在物理学方面则有能量守恒与转化定律的发现以及由法拉第(M. Faraday, 1791—1867)、麦克斯韦(J. C. Maxwell, 1831—1879)等发展的电磁理论;在生物学上则有细胞理论的建立和达尔文(C. R. Darwin, 1809—1882)生物进化论的提出等等,也都是这一时期自然科学中的丰硕成果。它们为现代科学的发展奠定了重要基础,并在整个自然科学知识宝库中占有光辉地位。

从十九世纪末、二十世纪初开始,科学的发展进入到现代时期。作为这一时期开端标志的是十九世纪末物理学中的三大发现,即1894年发现X射线;1896年发现天然物质放射性,以及1897年对电子的发现。这三大发现把人们的视野引向了原子内部,从此开辟了现代科学研究的一个新方向。几十年来,自然科学无论在宏观、微观还是宇观领域,都获得了突飞猛进的发展。在本世纪三十年代以前,是现代科学理论奠基时期。在此期间,诞生了相对论和量子论这两大现代科学的理论支柱,人们对物质

① ②《自然辩证法》,第8页。

微观结构的认识也取得了重大进展。三十年代是合成化学飞速发展的时期，许多新兴材料和药物被人工合成出来。四十年代和五十年代，在自然科学基本理论的指导下，大批技术科学和新兴技术产生出来，其中最引人注目的是原子能科学技术、电子计算机科学技术，以及空间科学技术，被人们称为现代三大尖端技术。其他如半导体技术、电子技术、雷达技术等也如雨后春笋般发展起来。此外还出现了象控制论、系统论、信息论等这样一些具有强烈方法论功能的新学科。五十年代以后，在继续深入揭示无机界物质运动规律的同时，人类对于生命现象的探索也有了令人鼓舞的进展。五十年代初，发现了遗传物质DNA的双螺旋结构，开辟了分子生物学和现代遗传学研究的新纪元。以后，人们又进一步弄清了生物遗传基因就是DNA长链上的一个片段，片断上排列着象密电码一样的三联遗传密码，通过转录、翻译等一系列反应，把生物性状传给后代。经过长期探索，人类终于揭开了生物遗传的秘密。

在当代，借助现代科学和技术，人们正在深入探讨一些更为基本的理论问题。基本粒子研究、天体演化和生命起源作为三大前沿科学，正在酝酿着新的突破。

随着科学知识的积累和研究能力的提高，现代科学一方面高度分化；另一方面又高度综合。各门学科相互联系，相互渗透，共同发展，使现代自然科学逐步形成一个具有多层结构的庞大知识体系。它对人类社会的生产和生活都发生着越来越大的影响。

二、自然科学的分类及其体系结构

自然科学的迅速发展和研究领域的不断扩大，导致了自然科学内部新的部门和许多新学科的产生。据统计，现代科学技术大约已有二千多个专业。深入探讨自然科学的分类，建立一个合乎现代科学发展实际的分类体系，弄清不同学科之间的关系和内在