

科学逻辑学

KEXUE LUOJI XUE 陈紫明 编著

• 福建科学技术出版社

科学逻辑学

陈紫明 编著

福建科学技术出版社

1991年·福州

科学逻辑学

陈紫明 编著

福建科学技术出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福建第二新华印刷厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 14.25印张 2插页 337千字

1991年5月第1版

1991年5月第1次印刷

印数：1—4500

ISBN 7—5335—0469—0/C·4

定价：5.90元

内 容 提 要

科学逻辑学是一门新兴学科，是一个新的研究领域。它从逻辑学的角度考察自然科学的科学研究方法，从新的侧面和新的层次探讨自然科学方法日趋科学和严密的发展趋势，深化科学方法论的研究。

本书用马克思主义的立场、观点和方法，阐明自然科学认识和科学方法中的逻辑规律问题。对于自然科学的科学发现和科学理论研究的科学方法作了比较系统的阐述，全书论证严谨，举例丰富。可供广大科技工作者、高等院校哲学、自然辩证法和理工医农专业师生等有关人员阅读。

目 录

第一章 引论	(1)
第一节 科学逻辑学的创立	(1)
一、科学逻辑学创立的必要性.....	(2)
二、科学逻辑学创立的可能性.....	(8)
第二节 科学逻辑学概述	(10)
一、逻辑学的产生与发展.....	(10)
二、科学逻辑学的研究对象.....	(12)
三、科学逻辑学的基本内容.....	(13)
四、科学逻辑学的基本特征.....	(16)
第三节 学习和研究科学逻辑学的方法和意义	(19)
一、研究科学逻辑学的方法.....	(20)
二、学习科学逻辑学的意义.....	(21)
第二章 科学认识的逻辑学基础	(26)
第一节 科学规律	(27)
一、什么是科学.....	(27)
二、什么是科学方法.....	(31)
三、什么是规律.....	(34)
四、理论思维的重要作用.....	(41)
第二节 科学起点	(44)
一、科学从问题开始.....	(45)
二、常规问题与反常问题.....	(50)
第三节 科学解释	(52)

第四节	科学发现与证明的逻辑	(55)
一、	科学发现与证明的逻辑思维	(55)
二、	科学发现与证明的逻辑方法	(58)
第三章	创造性思维	(60)
第一节	创造性思维的实质	(61)
一、	什么是创造性思维	(63)
二、	创造性思维的模式	(67)
三、	创造性思维的机制	(71)
四、	科学预见与创造性思维	(74)
第二节	创造性思维的基本特征	(77)
一、	创造性思维的新颖性	(78)
二、	创造性思维的灵活性	(81)
三、	创造性思维的概括性	(82)
四、	创造性思维的知识结构	(84)
第三节	创造性思维的培养	(85)
一、	培养思维能力, 强化创造意识	(86)
二、	遵循创造性思维规律, 掌握创造原理	(88)
三、	激发创造性思维活动, 掌握创造技法	(89)
第四章	创造与直觉	(92)
第一节	直觉的特点及作用	(94)
一、	直觉的概念及其特点	(94)
二、	直觉在科学创造中的地位	(96)
三、	直觉在科学认识中的作用	(104)
第二节	直觉产生的基础	(105)
一、	科学创造需要实践	(105)
二、	科学创造需要博学	(107)
三、	科学创造需要理论思维	(108)

第三节	直觉活动的逻辑性	(111)
第四节	探索和捕捉直觉的方法	(118)
一、	勤于思索和积累,直至思想达到饱和	(119)
二、	留心意外之事,随时准备捕捉突发的 直觉	(120)
三、	注意培养和捕捉思想松弛时产生的直觉	(122)
四、	变换思路,博采众长,促进直觉的产生	(123)
五、	随时记下每一个设想,及时抓住直觉	(123)
第五章	观察与实验	(125)
第一节	经验认识方法	(125)
一、	认识科学事实	(128)
二、	发现不同事物之间的外部联系	(130)
三、	检验科学理论	(131)
第二节	科学观察	(132)
一、	科学观察的概念及其特点	(132)
二、	观察的客观性原则	(137)
三、	可观察性原理	(142)
四、	观察在科学活动中的地位和作用	(145)
第三节	科学实验	(146)
一、	科学实验的概念及其特点	(147)
二、	科学实验与理性思维	(153)
三、	实验的一般程序	(155)
四、	科学实验的一般作用	(159)
第四节	观察和实验中的理论渗透	(161)
一、	观察渗透理论	(162)
二、	实验活动中的理论渗透	(165)
第六章	比较与分类	(168)

第一节 比较方法	(169)
一、比较方法概述	(169)
二、比较方法的类型	(170)
三、比较推理	(172)
四、比较方法在自然科学中的作用	(176)
五、比较法的合理性原则	(177)
第二节 分类方法	(179)
一、分类方法概述	(179)
二、科学分类的发展史	(181)
三、分类方法在自然科学中的作用	(184)
第七章 分析与综合	(187)
第一节 分析方法概述	(188)
第二节 综合方法概述	(195)
第三节 分析与综合的辩证统一	(203)
第四节 分析综合方法与系统方法	(210)
第八章 归纳与演绎	(217)
第一节 归纳和演绎的历史考察	(218)
第二节 归纳法和演绎法概述	(223)
一、归纳法概述	(223)
二、归纳法的类型	(225)
三、演绎法概述	(231)
第三节 归纳和演绎的辩证关系	(233)
一、归纳与演绎之间的相互依赖、相互补充	(235)
二、归纳与演绎之间的互相渗透	(239)
三、归纳与演绎之间的互相联结, 在一定条件下相互转化	(241)
第四节 归纳和演绎在科学认识中的地位和作用	(243)

一、归纳和演绎在科学认识中的作用	(243)
二、归纳和演绎的应用	(247)
第九章 类比与想象	(251)
第一节 类比推理及其特征	(252)
一、什么是类比推理	(252)
二、类比法的特征	(254)
三、类比法的类型	(256)
第二节 类比推理在科学认识中的作用	(260)
一、类比推理是最富于创造性的一种方法	(260)
二、类比法对于科学假说的提出起着重要的 作用	(261)
三、类比法是创造新的实验工具的重要方法	(263)
四、类比法在推论方面有特殊作用	(264)
五、类比法在仿生设计方面有突出作用	(264)
第三节 科学想象概述	(266)
一、科学想象最富于创造性	(267)
二、科学想象必须以形象进行思维	(268)
三、科学想象方法必须依靠推理来实现	(269)
四、科学想象是科学研究的重要手段	(269)
第四节 科学想象的类型和合理性原则	(271)
一、想象法的类型	(271)
二、想象法与科学假说的建立	(272)
三、科学想象的作用	(274)
四、想象法的合理性原则	(278)
第十章 控制与反馈	(281)
第一节 控制论方法	(282)
一、控制论方法的发展史	(282)

二、控制论方法的特点	(285)
三、控制论方法的意义	(286)
第二节 反馈控制方法	(288)
一、反馈控制原理及其方法	(289)
二、反馈控制方法的作用	(290)
三、反馈控制原理的重大意义	(293)
第三节 信息方法	(295)
一、信息方法概述	(296)
二、信息方法的特点	(299)
三、信息方法的作用	(303)
第四节 功能模拟方法	(305)
一、功能模拟方法及其特点	(305)
二、功能模拟方法的作用	(307)
第五节 黑箱方法	(309)
一、黑箱、黑箱方法的概念	(309)
二、黑箱方法的作用	(311)
第十一章 抽象与理想化	(313)
第一节 科学抽象及其逻辑过程	(314)
一、科学抽象及其本质	(314)
二、科学抽象的逻辑行程	(317)
第二节 科学抽象的类型和合理性原则	(321)
一、科学抽象的类型	(321)
二、科学抽象过程中应掌握的原则	(322)
第三节 科学抽象的作用和意义	(325)
第四节 理想化方法	(331)
一、理想化方法及其类型	(332)
二、理想化方法的作用	(338)

第十二章 假说与理论	(341)
第一节 科学假说概述	(342)
一、科学假说的概念	(342)
二、科学假说的基本特点	(344)
三、科学假说的方法论原理	(350)
四、科学假说的作用	(355)
第二节 提出科学假说的方法	(356)
一、科学假说的形成	(356)
二、提出科学假说的合理性原则	(358)
三、科学假说的检验	(364)
第三节 科学理论及其基本特征	(371)
一、什么是科学理论	(372)
二、从假说到理论的过渡	(374)
三、科学理论的基本特征	(376)
第四节 科学理论的结构及建构的逻辑方法	(379)
一、科学理论的结构	(379)
二、构造科学理论体系的逻辑方法	(383)
三、逻辑与历史一致的方法	(388)
第十三章 科学知识增长与科学方法	(392)
第一节 科学知识增长与科学方法的关系	(392)
一、科学知识的概念	(392)
二、科学知识的增长	(393)
三、科学方法论与科学发现	(399)
四、科学知识的结构问题	(405)
第二节 科学知识增长的内在机制	(410)
一、科学知识体系构成的要素	(410)
二、科学知识的生长点	(413)

三、带头学科的更替	(420)
四、科学活动中心的转移	(423)
第三节 科学知识增长的内在逻辑	(427)
一、科学理论的评价	(427)
二、知识的相对性原理和新旧知识之间的 联系	(432)
三、科学知识增长的内在逻辑与社会实践的 统一	(436)
主要参考文献	(441)
后 记	(445)

第一章 引 论

科学逻辑学是一门以自然科学理论和科学认识活动为研究对象的学科，是一个新的研究领域。它要系统地探讨自然科学认识活动这个大系统，分析这一系统的构成、关系及其发展和运动规律，对科学活动、科学思维的逻辑方法进行总体性的探索。它根据科学发展的客观事实，从科学发展的辩证过程出发，把马克思主义唯物辩证法应用于考察自然科学认识的进程，对于自然科学理论的发现、检验和发展，对于科学的进步，将起积极的促进和推动作用。

第一节 科学逻辑学的创立

科学逻辑学的产生是现代自然科学发展的必然结果，是现代科学技术发展的产物。

科学知识，归根到底，都是实践的产物，同时，在一定条件下，又为实践服务。思维科学也是这样。恩格斯曾经指出：“关于思维的科学，和其他任何科学一样，是一种历史的科学，关于人的思维的历史发展的科学。而这对于思维的实际应用于经验领域也是非常重要的。”^① 人类对自然界的研究，已经形成相当庞大的自然科学体系，所取得的成果也是相当可观的。科学逻辑学

^①《马克思恩格斯选集》，人民出版社，1972年版，第8卷第465页。

正是为适应现代自然科学迅猛发展的形势而创立和发展的。

一、科学逻辑学创立的必要性

逻辑科学的产生和发展是与实践分不开的，特别是和自然科学、社会科学的发展有着密切的联系，它涉及一切科学和人类生活极为广泛的方面。逻辑学在各个不同时代的发展都是和当时的科学发展紧密相联的。新的逻辑体系也总是在总结现有的科学成果并且在把握它的发展趋势的基础上产生的。它的许多思维规律以及研究这些思维规律所使用的一般方法，都是从科学实践的材料中和科学理论体系的构成中总结出来的。

早在古代，就已开始了对于思维形式、思维规律的研究。公元前4世纪至5世纪，在希腊、印度和中国就都有了关于逻辑问题的著作出现。古希腊亚里士多德是逻辑学的真正创始人。他给我们留下的最早的逻辑巨著，被后人合编在一起，总称为《工具论》。亚里士多德独立完成了古典逻辑学的所有部门。他首先完成了苏格拉底和柏拉图所发展的概念论，在概念论的基础上构成了判断论，进而又构成了推理论。他是形式逻辑的创始人。此外，柏拉图、德谟克利特等著名哲学家也都写过一系列的逻辑学著作。印度的逻辑学是随着宗教的思索而发达起来的。最古的印度逻辑学著作是医生恰拉卡著述的《恰拉卡本集》，接着出现了《方便心论》。再进一步，以《胜论经》为基础，产生了《正理经》。通过《正理经》，完成了所谓“因明”。由古“因明”发展到陈那、天主和法称的新“因明”，是印度逻辑学发展到顶点的标志。《因明正理门论》、《因明入正理论》等都是有名的逻辑著作。

中国的逻辑思想开始于墨翟。墨翟的《墨经》以及后期墨家的《墨辩》，对判断和推理进行了考察，以类概念的同异为主要依据，作辩经以立名本，建立了相当完整的形式逻辑体系。以后，荀卿

在《正名篇》中把概念的逻辑进行整理和系统化，成为我国古代逻辑思想的集大成者。

我国最早引进印度逻辑的是唐玄奘，他把印度逻辑译为“因明”。最早引进西方逻辑的是明末李之藻，他翻译了葡萄牙高因盘利大学的《逻辑讲义》，称《名理探》。清代李秋将西方逻辑学译为“名理学”，王国维译为“辩学”，严复译为“名学”。严复在其所译的《穆勒名学》中，始用“逻辑”的音译。解放后，统一称为“逻辑学”。

科学技术的每次巨大跃进都必然引起逻辑科学内容和形式上的重大改进。作为研究理论思维工具的逻辑学，在不同的历史时期，也有着不同的具体内容和形式。

古希腊时期，学术空气异常活跃，论辩之风盛行，亚里士多德在总结几何学成就的基础上创立了三段论演绎逻辑，并在《分析后篇》中指出了要关心概念最初是怎样形成的和理论最初是如何生成的这样的研究任务。在《工具论》中，他说：“我们自己的学说是：并非一切知识都是证明的知识；相反，直接前提的知识是独立于证明的（这一点的必然性是明显的，因为，由于我们必须知道证明所由推进的先有前提，又由于逆推必须终止于直接的前提，那些真理必定是不可论证的）。那末，这就是我们的学说。另外，我们还主张：除科学知识外，还有它的使我们能识别定义的创造性的根源。”^①这段话的意思是说某些作为直接前提的知识是独立于证明的，我们必须研究产生科学知识的创造性的根源。这里所说的产生科学知识的创造性根源，就是科学发展的逻辑的最初的明确观念。这是当时科学发展对逻辑科学提出的任务。

文艺复兴以后，到16世纪，实验科学兴起，培根就在此基础

^①亚里士多德：《工具论》，广东人民出版社，1984年版，第162页。

上创立了归纳逻辑。培根的这一重大成果，是对当时新发展起来的实验科学所作的哲学概括和逻辑上的总结，使逻辑科学大大向前推进了一步。17世纪，大数学家莱布尼茨等人在总结前人研究成果的基础上，又建立了“符号逻辑”的体系。以后，以此为基础，用数学方法研究数学思维、数学性质以及数学基础问题，并由这一重大科学成果，促成了数理逻辑这一新学科的建立。

数理逻辑对于数学和计算机科学的发展有着直接的作用，对于社会科学如语言学、经济管理 etc 学科也发生了有重大影响。这门崭新学科——数理逻辑的产生是对19世纪末、20世纪初发展起来的现代数学、物理学和计算机科学所取得的重大成就以及所提出的问题的探索。它关系到各门科学，包括各门自然科学、技术科学、社会科学，以至人类实践的各个方面。它的高度抽象、高度精确所构成的形式系统是培养人们的抽象思维能力、逻辑思维能力的一个重要方法。

进入现代科学发展阶段，科学和技术经历了全面的空前的革命，并在各个方面都表现出一系列鲜明的特点。

科学开始形成一个多层次的、综合的统一整体。在20世纪自然科学的认识活动中，一方面，人们已经深入到微观、宇观这些不可直接观察和控制的新领域，人们凭借新的实验技术和巨大而精密的科学仪器，大大扩展了自己的认识范围。现在人的“视野”在微观和宏观两方面都扩大了10万倍以上，人的洞察力已经从大于 10^{-10} 米的原子集团深入到小于 10^{-16} 米的基本粒子内部；人的眼界已经能从直径10万光年的银河系扩展到200亿光年的大宇宙。同时由于各门科学本身的深入发展，自然界从基本粒子、原子、分子，到细胞、生物个体，到地壳、天体、宇宙，所有的各个层次都得到了比较深入的了解。

另一方面，又由于交叉学科和边缘学科的大量兴起，学科在高

度分化的基础上趋向综合统一，各门学科之间的空隙逐步得到填补。其中特别是分子生物学的出现，使物理科学和生命科学之间深邃的鸿沟开始消失。这样，自然界各个层次之间的过渡环节也开始逐一被人们所认识，整个自然科学正在形成一个前沿不断扩大的多层次的、综合的统一整体。

在技术领域中，随着电子技术的发展，电子计算机的发明，以及控制论、信息论、系统论的建立，综合性技术逐渐起着主导作用。科学的发展，开辟了许多新的技术领域，建立了许多新型的工业，科学和技术的关系也日益密切，许多重大新技术也不再来源于单纯经验性的创造发明，而来源于系统的综合的科学研究。这些情况，已经并将继续深刻地改变着人类的生产和生活的面貌。

当今人类已进入信息时代，并逐步从工业文明进入科学技术的新时代。现代科学的这种发展，其结果必然是一方面使科学认识取得了长足的进步，另一方面则促进了人们对思维活动本身的运动规律的认识。科学技术的发展，要求人们在概括认识成果和经验材料的基础上，形成新概念、新理论，揭示出客观世界的新的规律性，并且日益深刻地认识思维自身运动的规律。这说明，对科学认识、科学思维本身规律的认识和研究，不仅成为现代科学发展的迫切要求，而且也成为它的实际行动。科学逻辑学正是在这种科学发展的历史背景下被人们提出来的。它被理解为研究自然科学理论和科学认识活动中的逻辑规律的一门新学科。简而言之，科学逻辑学是研究自然科学逻辑方法的新兴学科。

关于科学本身发展的逻辑，即科学内在因素是科学发展的内在动力问题，也说明现代自然科学的发展，就其科学内在因素来说，也要求建立科学逻辑学，以加强对科学内在因素及其发展动力的研究，以推动现代科学的深入发展。

科学内在因素主要包括：实验中发现的新现象、新事实、新