

科学研究方法 概论

林定夷 著

kexueyanjiufangfa gailun

浙江人民出版社

林定夷 著

科学研究方法概论

kexue yanjiu fangfa gailun

浙江人民出版社

封面设计：王义钢

科学研究方法概论

林定夷

*

浙江人民出版社出版

(杭州武林路125号)

浙江印校印刷厂排版 浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本850×1168 1/32 印张16.125 插页2 字数365,000

1986年2月第一版

1986年2月第一次印刷

印数：1—5,500

统一书号：3103·226

定 价：3.00 元

序

中山大学教师林定夷同志的《科学研究方法概论》是一本新书。其所以新，在于书中能把科学技术的发展史，尤其是科学思想典型，用辩证唯物主义的认识论和现代的分析哲学结合起来进行处理。这是一项繁难而属于开创性的工作。定夷同志总算初步地而且比较出色地完成了这项任务——把数年来的讲稿和发表过的论文，编写成一本书出版。我为此感到高兴。

定夷同志的这本书，既是几篇研究性的学术论文，也是一本专著，富有独特的见解，这在全书中到处可以看到，无待我在此多说。但该书也不是没有缺点。其缺点是较少系统地列出参考文献，对大量出现的当代科学技术，如现代天文学、分子生物学、神经科学和电脑技术等接触不多；更重要的是对于各个时代东方和西方科学思想方法的对比，做得不够。这些都是本书的不足之处，希望作者今后多加注意，在改订或增补时能有所改进。

黄友谋

1984. 12. 30

自序

科学研究的方法论问题是一个重大课题，它不但受到许多有成就的科学家、科技工作者的重视，还特别受到广大的青年科技工作者、大学生、研究生的关心。但直到目前为止，科学研究方法论问题的探索，在我国仍然是一个落后的领域。近年来，一些学者向国内介绍了西方科学哲学在这方面的成就，这对我国科学方法论这门学科的建设，无疑是具有启迪作用的。而科学方法论这门学科的发展，必将大大有助于我国科学研究工作者们创造性才智的发挥，从而推动我国四个现代化事业的发展。但是，我们也应该看到，科学方法论毕竟是一门哲学学科，这就决定了在国外许多学者所取得的成就中，不能不带有他们的传统文化和哲学的印痕，因而也往往夹杂着许多唯心主义的、错误的东西。更何况科学哲学也是一门新兴的、发展中的学科，许多难解之题也仍然摆在他们面前需要继续探索。这就要求我们一方面应不抱任何偏见地对待国外在这个领域中的一切先进成果，批判地吸取其中合理的内容，并且对其中需要探索的问题作出马克思主义的回答。另一方面，要从科学发展的实际出发，创立马克思主义的科学哲学。

这本《科学研究方法概论》，就是试图在吸取国外科学哲学研究的合理成果的同时，建立我们自己的科学方法论理论的一种尝试。但是，这是一项十分困难的工作。一方面是由于作者学识有限，另一方面，为了吸取那些合理的成果，常常需要

翻动一些基础性的东西，以至于很难保持逻辑上的一贯性。作者虽然力图作出艰辛的努力，但其结果很可能仍如欧洲谚语所说：“我们始于混乱，终于更高水平的混乱。”但是，当我想到即使象数学和物理学那样的精密科学在发展中还难于避免“悖论”，或“佯谬”，也就部分地原谅了自己，更何况“悖论”和“佯谬”的揭露，往往是理论发展的先声，只要这种“悖论”和“佯谬”不是肤浅的和显而易见的。

我希望这本书能起到抛砖引玉的作用，希望由于对这本书中的毛病的揭露和批评，能推动我国科学方法论这门学科研究的深入。我希望本书能得到一种正常的学术批评，就是说，从探索上给作者以容忍，从学术上则给予严格无情的批评，深入揭露其中存在的困难和问题。因为只有通过批评和揭露问题才能引起进步，同时也只有容忍探索才能进步。探索是一种寻求真理的活动。在寻求真理的活动中难免要犯错误，然而，我相信怀特海的这句话是正确的：“畏惧错误就是毁灭进步。”探索也常常要付出代价。但是莱辛(Lessing·G·E)的名言“为寻求真理的努力所付出的代价，总是比不担风险地占有它要高昂得多”，使我深受鼓舞，决心义无反顾地一往直前。为了便于批评，我尽我之所能，尽量把我的见解表述得清晰而明确，决不故意用含浑的遁词来敷衍搪塞，除非我本身的见解尚未明晰。道理很简单：用以掩盖无知的语言外衣，往往是阻碍进步的服饰。

本书的大部分初稿完成于1981年底。其中部分内容曾以论文的形式参加全国首届自然科学方法论学术讨论会（1981年11月、北京）和其他学术会议，也有部分内容自1981年底起，曾以论文的形式发表于一些学术刊物。为了对全书的内容进行认真锤打，几年来我还曾以此书稿为内容，在中山大学先后对八一、八二、八三级的理科研究生讲授了“科学方法论”课程（作为教

学计划中的“自然辩证法”课程而讲授)。理科研究生们对教学内容的良好反映曾给我以精神上的支持和鼓舞，并给我以新的启示。

在本书出版以前，黄友谋教授、钱学森教授、张宏达教授、刘焯教授、罗克汀教授、张华夏副教授、柳树滋副教授、孙小礼副教授以及湖南师范学院物理系主任洪定国等同志曾阅读了本书书稿或其中的部分章节，并提出过宝贵意见，谨此表示感谢。作者，特别感谢中山大学前副校长、广东省物理学会会长、广东省人大常委会副主任黄友谋教授在本书写作过程中所给予的支持和关怀，并在百忙中为本书写作了序言。

本书吸取和借鉴了西方许多著名科学哲学家在科学哲学研究中的有益成果。除了文中已作引文或注脚说明的以外，许多被吸取或借鉴的成果不可能都一一细注，谨此说明并向他们致谢。

本书第四章是在作者1980年参加广东省自然辩证法年会的论文和1981年参加全国首届自然科学方法论学术讨论会的论文的基础上写成的。其中（尤其在第四节中）较多地引入了抽象的符号逻辑运算，这可能会影响读者阅读的兴趣或增加阅读的困难。但作者认为，本章内容对于科学方法论来说是重要的，只要耐心阅读，对于本书所要面向的大多数读者对象将不会发生根本性的困难。但是如果读者跳过本章的内容，也并不会阻碍后面两章的阅读和领会。

作 者

1984年12月于广州

补述:

正当本书排印之际，作者幸运地得到了钱学森教授的来信，和他对本书的批评意见。有鉴于钱学森教授的意见对于读者更全面地理解科学方法论将是有益的，作者有幸征得了钱教授同意，将他的来信补于书后，供读者阅读本书时的参考。

作 者

1985年3月19日补

目 录

序.....	黄友谋
自序.....	(1)
第一章 导言.....	(1)
第一节 自然科学方法论的对象和内容.....	(1)
第二节 研究自然科学方法论的意义.....	(4)
第三节 自然科学方法论发展的历史概况.....	(9)
第四节 学习和研究自然科学方法论的方法.....	(23)
第二章 科学研究中的问题——科学需要怀 疑精神.....	(27)
第一节 科学研究从问题开始，问题从怀疑产生.....	(28)
第二节 问题的产生和种类.....	(42)
第三节 问题的意义.....	(53)
第四节 课题的选择.....	(63)
第五节 问题的分解.....	(70)
第六节 问题的转移.....	(75)
第七节 问题的逻辑.....	(84)
第三章 科学研究中的抽象思维和形象思维.....	(97)
第一节 抽象与具体.....	(100)
第二节 分析与综合.....	(115)
第三节 归纳与演绎.....	(125)
第四节 归纳问题.....	(148)

第五节	类比与联想	(176)
第六节	发现的模式。直觉的作用	(193)
第七节	科学研究中的形象思维及其与抽象思维的关系	(208)
第四章	因果关系的模型化理论	(218)
第一节	关于因果关系理论的意义和目前存在的困难	(218)
第二节	因果关系的抽象模型	(223)
第三节	判明因果关系的三项原则	(235)
第四节	求解因果关系的“符号逻辑”	(239)
第五节	因果关系的数学表达	(290)
第六节	因果模型与科学预见	(295)
第七节	因果关系的理论解释方法	(299)
第八节	再论归纳问题	(311)
第五章	实验与观察	(316)
第一节	科学实验和观察方法发展的历史	(316)
第二节	科学实验和观察活动的认识论特点	(328)
第三节	科学实验的分类	(334)
第四节	测量仪器中的认识论问题	(338)
第五节	关于观察的客观性	(352)
第六节	重要的是把实验和观察当作理性活动来把握	(378)
第六章	假说与理论	(393)
第一节	假说是自然科学理论发展的形式	(393)
第二节	科学解释的特点与结构	(398)
第三节	科学理论的特点与结构	(420)
第四节	假说的基础和形成方法	(431)

第五节	假说的验证.....	(439)
第六节	假说的修正.....	(456)
第七节	理论的竞争与选择.....	(461)
第八节	自然科学中假说的意义和它所带来的认识论问题.....	(488)

附：钱学森同志的来信

第一章 导 言

如果把哲学理解为在最普遍和最广泛的形式中对知识的追求，那末，显然，哲学就可以被认为是全部科学研究之母。可是，科学的各个领域对那些研究哲学的学者们也发生强烈的影响，此外，还强烈地影响着每一代的哲学思想。

——斐因斯迪

在世界的进步中，起作用的不是我们的才能，而是我们如何运用才能。

——弗雷德里希·罗伯逊

第一节 自然科学方法论的对象和内容

什么是自然科学方法论？一般认为，自然科学方法论是关于自然科学的一般研究方法的规律性的科学。

但这里有一个问题：自然科学方法论能不能称得上是一门科学？如果我们不是在严格意义上使用“科学”(Science)这个词，而是暂时地在不太严格的意义上把“科学”理解为是包含着规律性知识的理论知识（因为关于什么是“科学”这一概念，是大有争论的，并且这种争论是不无意义的），那末，科学方法论

能不能称得上是这种意义下的“科学”呢？有的自然科学家说，科学方法问题是一种技巧，是一门艺术，其中没有多少一般规律性可言；每一个科学家都各自用他自己的、具有独特风格的方法，而且在解决不同问题的时候，试探着使用不同的方法。如果科学方法是一种技巧，是一门艺术，那末主要就应当通过实践摸索，通过师傅带徒弟的方式传授经验。如果要写科学方法的书，那也应当是有经验的科学家通过总结自己的和别人的经验，把这种技巧以文字的形式转录下来，传授给后代。这种观点至少反映了科学研究的某些实际情况。贝弗里奇就写过一本非常著名的、流行于全世界的书：《科学研究的艺术》，这是一本内容十分丰富而精彩的好书，其中就包含了他自己以及其他许多著名科学家从事科学研究的宝贵的经验和技巧。

不过，依我看，科学方法论还是可以称得上是一门我们刚才所说的那种意义上的“科学”的（虽然它现在可能还不是那么成熟），因为它毕竟还是有可能建立相应的理论，来研究其中的规律的。我们固然不必去反对关于科学研究的方法是一种技巧，是一门艺术的观点。但是，我们确实还可以从另一个角度提出问题。

从认识论的角度看，科学研究的方法究竟是什么呢？它从哪里来呢？乍看起来，科学研究的方法是很灵活的东西，似乎没有什么规律性可言，好象每一个科学家都可以有自己的独特的方法。但是，在某种程度上，所谓“方法”，归根结蒂就是规律的运用；方法是和规律相平行的东西；遵循规律就成了方法。所以，从这个意义上说，方法并不是任意的。我们演算一道数学题，尽管可以运用许多种方法，但是它们实质上都要遵循数学规律，都是数学规律的运用。在生物学研究中，我们运用分类方法，这种分类方法实质上是自然界中生物的物种关系的规

律性的反映；人们首先获得了这种规律性的认识，然后自觉运用这种规律去认识自然，就成了方法。光谱分析法是近代化学分析中的一个极其重要的方法，但这种方法的基础就是对各种原子光谱谱线的规律性认识；把这种规律性的认识运用于进一步的研究，就成了光谱分析法。由此可见，从一个方面说，自然科学的研究方法是和自然科学本身密切相关的，是存在于自然科学本身之中的。对自然界的任何规律（一般规律和特殊规律）的认识，都可以使之转化为对自然界的研究方法。我们所认识的规律愈普遍，其所对应的方法的适用范围也就愈宽广；反之，由特殊规律转化而来的方法也只适用于特殊的领域。自然规律是自然科学的研究对象，这种由自然规律转化而来的方法是各门自然科学的内容，也就用不着建立另外的学科来涉足这些方法了。但是，问题在于，人们发现了规律固然可以使之转化为方法，但人们在自然科学的研究中，如何去发现这些规律呢？科学中发现规律或创立理论应当遵循一些什么样的方法呢？规律转化为方法，它的逻辑依据是什么呢？把问题再扩大一些来说，科学中固然使用了诸如力、质量、速度、加速度、电子、化学键、基因等等这些概念以及诸如万有引力定律、门捷列夫周期律、孟德尔遗传律等等这些规律或定律，这些概念和定律是直接涉及自然科学的研究对象的。但是，自然科学中还不可避免地使用着诸如假说、理论、规律、解释（阐述）、观察、事实、验证、证据、因果关系，以致“科学的”、“非科学的”等等这些用来描述科学和科学活动的概念和语词。在科学中，怎样的一组陈述才称得上是科学假说或科学理论？理论应当具有什么样的结构？什么样的命题才称得上是规律？规律应当具有什么样的结构和特征？一个现象被解释了，就形式上来说，什么样的解释才称得上是科学的？科学解释应当具有什

什么样的结构？假说、理论是如何被验证的？通常说，科学家总是通过观察（实验）以获得事实来验证假说或理论的，但是，观察就不受理论的影响吗？观察与理论之间到底是一种什么样的关系呢？理论的验证服从什么样的逻辑结构呢？现象之间的因果关系是如何判定的？现行的判定因果关系的方法严格吗？……以上所讨论的那些概念和问题都是科学和科学活动中不能不涉及的，但却又不是自然科学本身所研究的。这些概念和问题可以称之为“元科学概念”和“元科学问题”。自然科学本身不研究这些问题，但却以对这些概念和问题的某种预设来从事自己的研究和活动。自然科学方法论可以说就是一门“元科学”，它以“元科学概念”和“元科学问题”为自己的研究对象。回答诸如“科学理论的结构”、“科学阐述的逻辑”、“科学检验的逻辑”、“科学发现的模式”、“科学发展的模式”等等这样一些元科学的基本问题，探索其中的规律。由此可见，科学方法论是一门哲学学科，特别是一门研究认识论和逻辑的学科，只不过它是以“元科学概念”和“元科学问题”为自己特定的对象，研究其中的认识论问题和逻辑问题。当然，在这里不可能全面讨论涉及科学方法论的所有问题，而只能对其中某些重要的问题作较系统的探讨。

第二节 研究自然科学方法论的意义

研究自然科学方法论，推动自然科学研究方法的发展，无论对于自然科学或哲学的发展，以致于对科技政策的制定和科技管理水平的提高，都有极其重大的意义。

首先，它是自然科学发展的一种强大的内在动力。

大家知道，生产斗争是自然科学发展的一种强大的推动力

量，自然科学的发生和发展归根结蒂是由生产斗争的需要而引起的。所以，恩格斯说：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”（《自然辩证法》，人民出版社1971年版第162页）“社会上一旦有了技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”（《马克思恩格斯选集》第4卷第505页）生产对科学的推动，大体上不外是通过以下三个方面而起作用：一、提出需要；二、提供大量的可供观察和研究的资料；三、提供科学研究所需要的物质基础和手段。但是，这种推动作用，从某种意义上说，特别是就近代自然科学来说，可说是一种外部的推动力量（虽然是一种强大的推动力量）。

我们说自然科学的产生和发展归根结蒂是由生产斗争的需要引起的，这是从自然科学的发展动力方面说的。然而从内容方面来说，自然科学中的许多内容，是概括科学实验和观察资料的结果，或者是它自身的逻辑发展的结果。这些内容从当时的生产斗争中是无论如何概括不出来的，如爱因斯坦的相对论、罗巴切夫斯基的非欧几何等等。如果认为自然科学都是依赖于生产斗争，那么就必须认为：自然科学的理论所赖以建立于其上的素材，都必须来自生产实践所提供的资料；只有当生产斗争中提供了相应的素材之后，自然科学才可能对它们进行概括和总结，并建立起相应的理论。而且即使就生产斗争作为自然科学发展的动力来说，也不能不加分析地把它绝对化。要不然，就会抹煞科学实验的重大意义，发生象林彪、四人帮所曾经做过的那样，把自然科学工作者都赶到生产第一线，不然就给扣上脱离生产、脱离实际等等大帽子的现象，给科学带来无穷的灾难。

但是，科学方法论的发展对于自然科学的进步来说，却是一种内部的推动力量。并且，毫无疑问，这种推动作用是直接

的、巨大的。在科学发展的历史上，科学方法的伟大变革，总是直接引起科学发展的巨大飞跃，甚至革命性的变革。每一时代的自然科学发展的水平总是与那一时代的科学方法的发展水平相适应的。

古代的科学基本上是以直觉的方法和建立在直觉基础上的思辨方法为基础的。虽然直觉的方法至今仍然是科学发现中的一个重要因素，而且归根结蒂不可能排除直觉因素的作用（思辨也一样），但现代科学的直觉思维是以其他精致的方法为基础的，单纯的直觉和思辨往往会把人引入歧途。古代科学中通过直觉猜测虽然也说出了许多有价值的意见，但也说了许多荒唐的见解。如认为物体的运动速度与它所受的力成正比，等等。

亚里士多德建立并发展了逻辑学，这就为科学研究提供了重要的方法武器，以致于后来产生了欧几里德几何学。但纯粹依靠逻辑也会使人误入歧途，如柏拉图的宇宙模型。

阿基米德把实验方法运用于自己的研究，并在某种程度上把数学方法与实验方法结合起来，研究斜面、杠杆、滑轮的省力的规律，以及关于浮力的阿基米德原理，这些原理至今还是正确的。阿基米德的方法使古代科学发生了伟大的跃进。

中世纪的宗教扼杀科学，首先是从方法上扼杀了科学。它只准引证亚里士多德的著作或者圣经，不准人们用实证的方法研究科学。

伽里略在科学中的伟大贡献，与其说是建立了许许多多的科学原理和发现，不如说是在科学方法上进行了伟大的革命。他自觉地、系统地运用实验的方法来研究自然现象，并非常自觉地把实验方法与数学方法结合起来，把实验的结果用数学的方法来加以描述，揭开了近代精密自然科学的最初的篇章。他还开始制作大量的实验、观察仪器，创造了一些在当时来说是