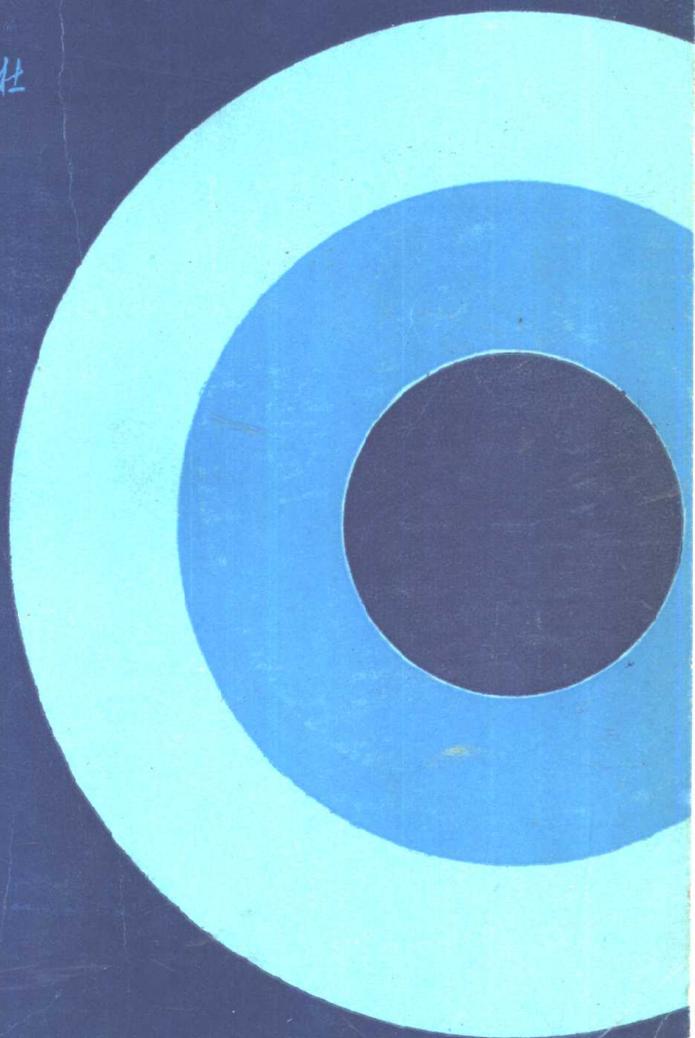


高等学校教材

科学技术方法论基础

侯吉侠 编

兵器工业出版社



科学技术方法论基础

侯吉侠 编

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书以科学研究和技术开发的一般程序为逻辑线索，着重撰写了科学技术方法的基础理论知识。既论述了科学研究、科学发现的方法，又论述了技术开发和创造发明的方法。本书特点在于从科学技术方法的基础理论研究入手，由浅入深地使大学生及广大青年自学者得到科学技术方法的基础训练。内容简明，通俗易懂，适用性较强。

本书是理工科高等院校本科各专业自然辩证法选修课教材和研究生学习自然辩证法门类课程的参考书。本书可供科技人员、大中学校教师阅读和参考，也是广大青年自学提高的有益读物。

科学技术方法论基础

侯吉侠 编

兵器工业出版社 出版

(北京市海淀区车道沟10号)

新华书店总店北京科技发行所发行

华新科技印刷厂印装

开本：787×1092 1/32 印张：8.875 字数：195千字

1989年8月第1版 1989年8月第1次印装

印数：1~3000 定价：1.75元

ISBN 7-80038-076 -9/N·4 (课)

前 言

自然辩证法是关于自然界和科学技术发展的普遍规律的科学。它是马克思主义的自然观、科学观和技术观，又是人们认识自然和改造自然的方法论。科学技术方法论是自然辩证法的重要组成部分。

本教材是在几年来为我校本科各专业高年级开设自然辩证法选修课的基础上，经反复修改，精选提炼，充实加工而成。本书以1979年教育部统编的《自然辩证法讲义》（初稿）中第三篇“自然科学方法论”为主要依据，增加了技术方法论的内容。

科学技术方法论是联结哲学与科学技术的纽带，它是自然辩证法体系中“极富兴趣”的部分，很受同学们的欢迎。这些关于一般研究方法的理论，不仅告诉我们怎样借鉴前人的经验教训，继续探索；而且教给我们如何进行科学的思维，灵活巧妙地克服前进道路上的艰难险阻，找准自己的主攻方向，综合地运用各种方法，达到预期的目的。学习和研究科学技术方法论，对于即将走上科技战线的大学生，或是已经在科技岗位上工作的青年人，都具有十分重要的现实意义。当代科学技术发展的特点和我国目前全面改革的历史任务，要求加快科技前进的步伐，科学技术方法论能够帮助科技人员提高效率，少走弯路，缩短盲目摸索的时间，早出成果，事半功倍。它使我们的科技人员视野开阔，思想活跃，培养较强的分析问题和解决问题的能力，成为适应当代科技发展需要的科技人才。学习科学技术方法论，从更深远的意义来讲还可以大大提高我们民族的思维素质。

本书以科学研究和技术开发的一般程序为逻辑线索，努力实现研究开发的程序、人的认识规律与科学技术方法论体系结构三者的历史和逻辑的统一，认识论与辩证法的统一。全书内容包括确定题目和收集资料的方法；观察、实验和试验等经验方法；科学思维过程所遵循的基本逻辑方法；机遇、灵感、直觉、想象等非常规科学思维的技巧和方法；科学抽象、科学假说等理性方法；技术仿制仿造、技术改制改造等一般技术方法；科学原理向技术原理转化的原理推演法；以及移植综合法；比较技术方法；现代科学技术研究开发的最新方法以及渗透到上述许多方法之中的数学方法。全书共十五章，适于讲授40学时。在使用本教材时应根据当代科学技术的发展和改革的需要，确定有关章节如“现代科学技术的最新方法”等作为重点讲授章节，对于比较熟悉的如观察、实验等方法，可作为学生自学阅读章节，重点和一般有机结合，使学生得到科学技术方法论的基础训练。

科学技术方法论内容十分丰富，涉及的范围也很广泛。在编写过程中参阅了大量的有关文献，并引用了其中的一些资料。在此，谨对原编著者们表示诚挚地感谢！本书初稿编写大纲，承蒙吉林大学哲学系自然辩证法教研室主任张长城副教授审阅，并对本书的编写提出了许多指导意见。在这次正式出版前，又经西北工业大学社科系傅正阳教授和西安交通大学社科系副主任黄麟雏副教授的审阅，在此致以衷心的感谢！

限于水平，缺点错误可能不少，敬请批评指正。

编著者

一九八八年九月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 科学技术方法论的含义.....	(1)
第二节 科学技术方法论的体系结构.....	(19)
第三节 学习科学技术方法论的目的和意义.....	(26)
第二章 选定题目和收集资料	(31)
第一节 选定题目的重要性.....	(31)
第二节 选题的基本原则.....	(34)
第三节 课题的来源和综合评价.....	(42)
第四节 资料搜集方法.....	(45)
第三章 观察方法	(51)
第一节 观察方法及其历史发展.....	(51)
第二节 观察方法在科学中的地位和作用.....	(56)
第三节 怎样运用观察方法.....	(61)
第四章 实验和试验方法	(68)
第一节 实验方法和试验方法及其相互关系.....	(68)
第二节 实验和试验方法在科学研究中的作用.....	(71)
第三节 实验和试验的基本类型.....	(78)
第四节 实验和试验的一般程序.....	(83)
第五章 机遇利用	(88)
第一节 机遇的特点和类型.....	(88)
第二节 机遇在科技发展中的作用及其产生的根源.....	(91)
第三节 机遇的捕捉和利用.....	(94)
第六章 比较和分类方法	(103)

第一节	比较方法	(104)
第二节	分类方法	(107)
第七章	类比和模拟方法	(113)
第一节	类比方法	(113)
第二节	模拟方法	(120)
第八章	归纳和演绎方法	(127)
第一节	归纳法	(127)
第二节	演绎法	(137)
第九章	分析和综合方法	(145)
第一节	分析方法	(145)
第二节	综合方法	(150)
第十章	科学抽象方法	(158)
第一节	科学抽象及其作用	(158)
第二节	科学抽象的进程及其成果	(163)
第三节	理想化方法	(168)
第十一章	假说方法	(176)
第一节	假说的特点和作用	(176)
第二节	科学假说的建立	(181)
第三节	科学假说向理论的转化	(184)
第十二章	非常规科学思维方法	(191)
第一节	非常规科学思维的特点和作用	(191)
第二节	非常规思维的本质及方法的运用	(199)
第十三章	数学方法	(210)
第一节	数学方法及其特点	(210)
第二节	提炼数学模型	(217)
第三节	数学方法的新发展	(221)
第十四章	技术方法论	(225)

第一节	技术方法与科学方法·····	(225)
第二节	一般技术方法·····	(231)
第三节	技术方法的基本原则·····	(239)
第四节	工程技术的发明创造方法·····	(242)
第十五章	现代科学技术的研究方法 ·····	(247)
第一节	控制论方法·····	(248)
第二节	信息方法·····	(257)
第三节	系统方法·····	(266)
参考文献		

第一章 概 述

本教材主要研究和探讨有关自然科学和工程技术研究开发方法的基础理论。

第一节 科学技术方法论的含义

一 方法和方法论

“方法”一词最早出现在古希腊文里，其原意是“顺着直的道路”。人们做任何事情都要讲求方法，方法对头，事半功倍，反之事倍功半，甚至一事无成。人们对方法的追求总是对认识世界的最优方法的追求，不是任意的方法，不是少慢差费而是多快好省的方法。

1 方法概念的不同含义

“方法”是科学方法论的一个基本概念。对“方法”概念的含义，中外古今的学者从不同的角度有不同的理解。

认为方法是一种道路和途径 从一些欧洲文字的词源来看，英文中的“method”（方法）、德文中的“methode”（方法）等，都来自拉丁文中的“methode”（方法）。而拉丁文中的“methode”一词，是从希腊文原来的词义上看，“方法”一词意味着沿着（正确的）道路运动，意味着接近或达到某一目标的途径。17世纪英国的唯物主义哲学家霍布斯（T·Hobbes 1588—1679）认

为：在哲学里，“方法”就是根据结果的已知原因来发现结果，或根据原因的已知结果来发现原因时所采取的最便捷的道路。他在这里不仅把方法看作是发现的道路和途径，而且把方法看作是可以使人们少走弯路的捷径。现在，苏联和德国的一些百科全书，也都把道路和途径作为“方法”定义的一项重要内容。

认为方法是一种工具和手段 这是对方法的一般功能的一种理解。亚里士多德 (Aristoteles, 公元前384—322) 以演绎逻辑为主的方法论著作，曾被他的继承者命名为《工具论》；弗兰西斯·培根 (F. Bacon, 1561—1626) 把他的新方法论即阐述归纳法的著作同《工具论》相比较而称之为《新工具》(1620)。黑格尔 (G. W. F. Hegel, 1770—1831) 在他的《逻辑学》中明确指出：在探索的认识中，方法也就在工具，是主观方面的某种手段，主观方面通过这个手段和客体发生关系。恩格斯把唯物主义辩证法称作“最好的劳动工具和最锐利的武器”^[1]。列宁也称马克思的哲学是“伟大的认识工具”^[2]。苏联的一些工具书和方法论专著，把“方法”定义为“解决某一具体问题”或用来“达到某种目的的手段之总和”。我们常把“任务”比作“过河”，而把“方法”比作“桥”或“船”^[3]。这也是把“方法”作为一种工具和手段来理解的。

认为方法是一种程序和结构 从认识或操作过程的角度，把方法看作是一种程序或步骤的观点由来已久。亚里士多德把逻辑学称为“科学的实际程序”。弗兰西斯·培根把实验方法称之为“实验程序”。把他所倡导的“实验——归纳法”称作“我的程序和方法”。现在，把方法看作是某种程序的说法更为普遍了。1973年，韦伯斯特的

新学院词典对科学方法作了如下的定义：“科学方法是系统追求知识的原理和程序，它包括识别和提出问题，通过观察和实验搜集资料，以及提出和检验假说”。美国科学哲学家约翰·洛西（J·Losee）认为：“科学方法……的主题是各门科学的程序和结构”。近年来，我国工具书中，也有的把“方法”定义为“关于解决思想、说话、行动等问题的门路、程序等等。”^[4]

认为方法是一种技巧和艺术。苏联学者萨奇柯夫（Ю·С Сачков）说：“科学方法往往被看作科学发现的技巧，这时，特别注意人的理论活动、纯粹精神活动的特点，即注意创造过程的内在机制的特点。”在这个意义上，可以说“关于科学思维和科学方法问题的研究目的，是揭示科学探索的创造性本质。”英国剑桥大学动物病理学教授贝弗里奇（William Lan Beardmore, 1908—）则把自己论述科学研究方法的著作，命名为《科学研究的艺术》^[5]。意大利的学者佩拉（M·Pera）在谈到“方法”的含义时，认为它至少包含三种不同的表述：“首先，科学方法是一个程序，是一个总战略，包括科学家们为实现其研究目标必须通过的步骤”；“其次，科学方法是一套规则，是关于构成程序的每一步骤的实施和建议”；“第三，科学方法是一种概念上和操作上的技巧，由于它的作用，由程序构成的规则、规定的一个步骤才被实际完成。”^[6]他强调了科学方法的创造性本质，即科学方法作为一种技巧的重要意义。^[6]

认为方法是一种理论知识的实际应用和自我认识。苏联学者认为，理论和科学方法之间的区别是相对的。甚至可以说，科学方法就是理论的实际应用，就是行动中的理论。认为知识既是物质世界的属性、结构和规律性的反映，同时又

是认识自身发展的最重要的方法。按上述的认识，可以把方法理解为理论的应用或应用中的理论。任何理论，都具有方法的功能。黑格尔在谈到“真正的哲学方法”时曾指出，这个方法就是关于逻辑内容的内在自身运动的形式意识。以科学认识的方法为研究对象的方法论，就是一种特殊的元理论（即以某一种或某类理论为研究对象的理论）。从方法的元理论地位来看，方法本身就是一种理论知识的自我认识。

2 方法概念不同含义之间的关系

“方法”概念同其它一切概念一样，都是在实践中逐步形成和发展起来的。随着实践的不断发 展，其内涵和外延是日益丰富和不断变化的。因此，对方法概念的含义应作历史的、全面的理解。人们对“方法”概念的不同理解，可以对方法作出不同的定义。当然不能把“方法”概念上述几个方面的含义机械地割裂开来或堆积起来，而应当力求把它们有机地结合起来，加以全面的理解。当我们把“方法”看作是一种工具和手段的时候，还要看到这种工具和手段本身又往往是某种理论知识的实际应用。正确理论知识的实际应用会产生正确的方法，反之，则会产生错误的方法。当我们把“方法”看作是某种程序和结构的时候，还要看到这种程序和结构既不是主观任意的东西，也不是僵死不变的东西，而是同认识规律相一致的、具体的和历史的东 西，是理论知识发展中的一种自我认识。特别是当我们把“方法”看作是一种规则 and 标准、道路和途径的时候，还要看到在科学认识中，它并不是保证人人都能够走向胜利的一种固定的逻辑通道，也不是要人们去死记硬背的某些教条，而是一种创造性的技巧和艺术。

综上所述，我们对方法概念，既可以从不同角度作出不

同的定义，也可以将不同的含义作综合性的理解。所谓方法，是人们凭借客观规律为实现预期目的而使用的手段或行为方式，这种手段或行为方式通常是某种理论知识的实际应用或自我认识。例如，人们对数学理论的具体运用，形成了数学方法；对形式逻辑知识的实际应用，形成了基本的逻辑方法；对系统理论的广泛应用，形成了适应于现代科学技术研究开发的系统方法，等等。从认识论的角度考察，观点与方法具有同一性，观点可以转化为方法。观点是指对客观规律的认识。所以，反映客观规律性的科学理论与科学方法之间的区别是相对的，科学方法是行动中的理论，任何理论都具有方法的功能。运用正确的、行之有效的方法进行科学研究和技术创新，对于充分发挥人们的聪明才智、推动科学技术的进步和发展有重大意义。这是因为：认识一种天才的研究方法，对于科学的进步在一定意义上比发现本身更为重要。科学研究的方法经常是极富兴趣的部分。

3 方法论

“方法论”是关于方法的规律性的知识体系，是理论化、系统化了的的方法。如前所述，在探索未知的领域中，方法即是工具，是主体认识客体的通道、桥梁和工具。方法这个工具，是认识的工具、思维的工具。因此，作为知识体系的方法论，实质上是关于认识的科学，思维的科学。长期以来，人们在从事科学研究和技术开发中都要运用一定的方法。人们为了寻求更有效的研究方法、思维方法，便对“方法”本身加以研究，从中总结出规律性的东西来，用以指导人们的实践，以便能更准确、更迅速地认识和改造自然界。

方法论并不是各种方法的大汇总，而是对科学研究和技

术开发常用的各种方法，从其基本特点、在科研中的地位 and 作用中，抽象和概括出它们的共同特性、总结出它们的基本规律。随着科学技术的发展，研究开发的进展，方法日益增多，当今出现了许多新的方法，如系统方法、控制论方法、信息方法以及最新出现的耗散结构理论、协同学、突变论等新兴学科的方法论意义等等，这些方法具有普遍的适用性。就各门学科而言，新方法也在不断地创造出来，这些层出不穷的新方法为方法理论的发展提供了大量的、丰富的材料，并将“方法论”这门科学推向新的发展阶段。

二 科学技术方法论

科学和技术是两个不断发展着的历史范畴的概念，尽管人们对它们的说法不一，但基本可以作这样的表述：科学是人类实践经验的概括和总结，是关于自然界、社会和思维规律的知识体系。其目的在于认识自然界，表现为知识形态。技术是人类在生产（或非生产）活动中运用自然规律所创造的物质手段和相应的技能和方法，表现在协同组成的各种工具、设备、经验、工艺的体系等物化的形态。科学技术方法论，包括科学研究、科学发现的方法论，也包括技术开发、技术发明的方法论。

科学方法的理论研究，历史比较悠久。古代人在研究自然科学的同时，就在不断地总结、归纳研究的方法。相比而言，技术方法的理论研究则是现代尤其在近几十年来才被人们广泛地重视起来。科学技术方法论研究的内容并不包括所有各门科学和各种技术所使用的一切方法。它所研究的是基础科学和工程技术研究开发中普遍运用的那些一般方法，是关于科学技术一般研究方法的规律性的理论，它既包括一般

的单个方法(如观察法、类比法)的规律性,也包括这些单个方法之间的相互联系、相互区别的规律性。技术方法,也只是研究一般技术方法,而不去研究那些特殊的专业方法。在科学研究和技术开发中所普遍运用的一般方法的特点、性质如何?它们的功能、作用怎样?在科学技术方法论体系中占有什么样的位置?彼此之间的辩证关系以及运用它们的时候所应遵循的原则、应注意的问题等等,这些就构成了一般研究方法的规律性的理论。而这些问题也就是科学技术方法论所研究的主要内容。

科学技术方法论来自于人类的实践活动与认识活动。人们在认识世界和改造世界时,总要自觉或不自觉地思考自己的行动方式,以某种方式同客观世界发生联系。通过长期的认识和实践,人们发现有些行动方式是行之有效的而另一些行动方式是无效或错误的。当那些有效的行动方式成为意识的对象时,就成为科学方法和技术方法的源泉了。

科学方法、技术方法与科学理论、技术原理是不同的范畴。但在现代科学发展的情况下,这种区别又是相对的。任何一种科学理论、技术原理都可以在建立某些其它理论或构思某些其它技术原理时,起到提供思维的概念工具和研究制造科学仪器的理论基础。例如,化学元素周期律的发现和不断完善,使人们得以确立寻找未知元素或人工合成新元素的方法。量子力学理论一经建立,很快就成为研究微观粒子运动规律不可缺少的理论工具。系统工程理论已成为科学研究、技术开发以及科学技术管理的重要手段和方法。人们对信息论的运用,并不是仅仅取之信息理论的具体内容,而是从这种具有方法论意义的新兴学科中,抽象概括出更普遍的信息概念,从而形成具有普遍适用意义的信息论方法。这种

综合性方法丰富了科学方法论的内容，也增强了科学方法的作用。此外，数学方法，控制论方法不仅本身是一门理论学科，而且具有广泛的方法论意义，它们已横向伸入其它许多门类的学科，起到一般方法论的作用，因此又称之为横断学科。

可见，方法与理论之间是可以相互转化的。科学理论是人们进行科学研究所获得的成果，科学成果的重要意义不仅在于它告诉了我们某些真理，同时还在于它为我们提供了新的思想、新的原则，提供了寻求科学真理的主观手段。重大成果本身可以提炼和转化为科学方法。在一定意义上，科学方法与技术方法就是对科学理论、技术原理的实际应用。作为过去研究开发活动结果的科学理论、技术原理，为现在的研究开发活动提供思路，逻辑手段和操作原则，即履行科学方法、技术方法的功能，使科学技术工作者的思维活动，以及整个研究开发活动，按照那些客观世界所固有的规律来运动，也就是使主观辩证法符合客观辩证法。

三 方法和方法论对科学技术发展的影响

方法及其一般规律性的理论对科学技术来说，无疑是极端重要的。古人有言：“工欲善其事，必先利其器”，器者，乃方法与工具之谓也。方法是科学技术进步的动力之一，在一定意义上说，科学方法是科学的灵魂。科学技术发展的历史告诉我们，每一项重大科技成果的取得总伴随着科学方法上的突破和创新。反过来，方法的每次重要进展，又总是使人类对自然规律普遍性的认识深化一步。总之，正确的方法会促进科学技术的发展，拙劣的方法会阻碍科学技术的进步。我们以历史上中外科技方法的发展及其对科技发展的影响来

证明这一观点。

1 我国历史上的科学技术与研究方法

我国是世界上四大文明古国之一。在上古时代，就有了象形文字，农业灌溉技术。青铜器时代，就有了陶器制造和丝绸纺织业等手工业。公元前6世纪就知道使用铁。秦代的水利工程、长城建筑；汉代的造纸；唐宋时代的刻版印刷和活字印刷，火药和火器，宋代的磁针罗盘等，都是世界闻名的重大发明创造。从周代到汉代，已经有了多种图形的面积计算和体积计算，并且写成了数学专著《九章算术》。天象观察早在上古时期就已经开始，并且积累了大量的观测资料和数据。到了近代和现代，中国的科学技术却大大地落后于世界先进水平。造成近代科技落后的原因是多方面的，其主要的、根本的原因是两千多年封建社会以及近代帝国主义列强的侵略和掠夺使中国沦为半封建半殖民地社会，是这个整体造成的。但是，从民族的传统文、传统思维方式以及研究方法而论，我国历史上科学技术研究方法、风格上有三大缺陷：

第一 没有建立起系统的科学的实验研究方法。中国古代学者在不同的时代也进行过一些实验研究，如东晋时代的医学家、制药家并炼丹家葛洪（公元281—341）通过实验发现了某些化学反应的可逆性，如他指出丹沙（硫化汞）加热后，可炼出水银，而水银和硫磺化合又可得到丹沙。宋代卓越的科学家沈括（1031—1095）在物理学方面曾作过许多实验，其中他用纸人进行共振现象的实验，比欧洲人所做的类似实验要早好几个世纪。清代农学家们所作的种植桑树的实验等等，都在不同程度上有所发现，并将实验结果写入书中。但这些实验本身没有形成较系统的逻辑-贯性的研究方