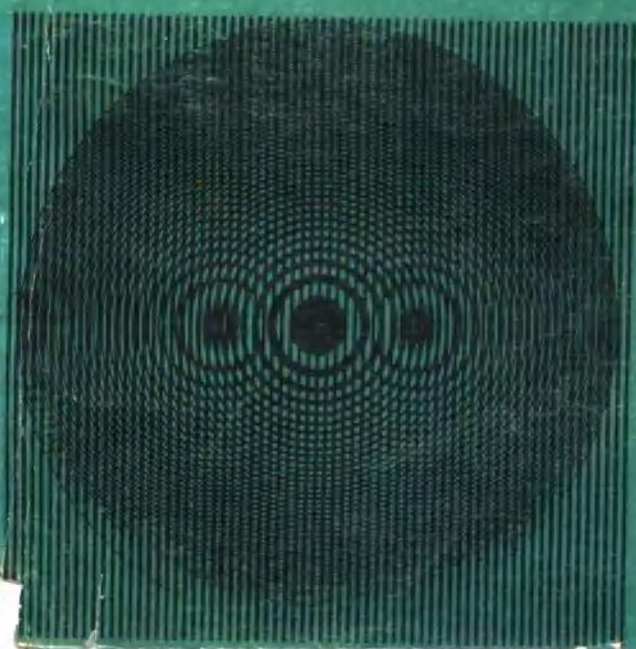


科学研究的原理和方法

张湘琴 姚德炳 陈文林 主编

辽宁人民出版社



科学研究的原理和方法

编 著 孙琦厚 邢培来
邹先定 葛松林
主 编 张湘琴 姚德炳
陈文林

辽宁人民出版社

一九八六年·沈阳

科学研究的原理和方法
Kexue Yanjiu de YuanLi he Fangfa

张湘琴
姚德炳 主编
陈文林

辽宁人民出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳市南京街6段1里2号) 北镇县印刷厂印刷

字数: 200,000 开本: 787×1092¹/₃₂ 印张: 9¹/₈
印数: 1—6,950

1986年8月第1版 1986年8月第1次印刷

责任编辑: 杨永富 插图: 赵 铭
封面设计: 杨丽珠 责任校对: 姚喜荣、李文杰

统一书号: 2090·89 定价: 1.35元

前 言

当代自然科学的发展，一方面高度分化，一方面又高度综合，呈现了整体化趋势；而且在研究方法上，也从经验主义的方法走向辩证思维的综合方法。因此，自然科学比过去任何时期更需要哲学指导，更需要理论思维。掌握科学研究的原理和正确的研究方法，也就成为当代科技工作者的必备素质，也是衡量一个成熟的知识结构的标志。为适应这一新形势需要，我们编写了这本《科学研究的原理和方法》。

本书以马克思列宁主义、毛泽东思想为指导，以科学史和当代重大科研成果为材料，系统阐述科学研究的基本理论，介绍科学研究的基本方法，论证科学人才成长的基本道路。并着重探讨了：如何根据科学发展的规律，发挥理论思维的能动性和创造性。我们希望这本有关自然科学研究的基础理论读物，对广大读者在攀登科学高峰的征途中能有些帮助。

本书在编写过程中，得到了遗传育种学家谭其猛教授的帮助，他为提高全书的思想性、理论性、科学性付出了辛勤的劳动。中国自然辩证法研究会、全国高等农业院校自然辩证法研究会也在各方面给予了支持。对这些帮助，我们在此深表感谢。

本书是由七所高等农业院校的同志集体编写的。参加执笔的同志有：张湘琴（北京农业大学）、姚德炳（沈阳农学院）、陈文林（南京农学院）、孙琦厚（北京农业机械化学

院)、邢培来(甘肃农业大学)、邹先定(浙江农业大学)、葛松林(华中农学院)。其中,前三位同志负责了全书的统稿、修改和定稿工作。

由于我们的水平所限,书中定有不少缺点和错误,敬请读者批评指正。

编著者

一九八四年六月

目 录

前 言

第一篇 科学研究的基本原理	(1)
第一章 科学研究概述	(2)
第一节 科学研究的性质和任务	(2)
第二节 科学研究的特点和要求	(9)
第三节 科学研究的演化和趋势	(17)
第二章 科学研究的动力、功能和成果评价	(32)
第一节 科学研究的动力	(32)
第二节 科学研究的功能	(39)
第三节 科研成果的评价	(44)
第三章 科学研究体系	(49)
第一节 基础研究	(49)
第二节 应用研究	(53)
第三节 发展研究	(56)
第四节 国外科研体系类型评价	(59)
第四章 科学的管理	(63)
第一节 科研管理的作用	(63)
第二节 科研管理的要素	(65)
第三节 科研管理的原则	(73)
第四节 研究人才的管理	(77)
第二篇 科学研究中的基本方法	(82)
第五章 辩证思维在科学研究中的作用	(83)
第一节 辩证思维的形式	(83)
第二节 辩证思维方法	(96)

第三节	辩证思维的作用	(104)
第六章	科学研究的一般程序	(109)
第一节	科研课题的选择和确定	(109)
第二节	作业假说的制定	(114)
第三节	科研设计及其实施	(118)
第四节	科研总结和论著撰写	(121)
第七章	方法类型——经验性方法	(125)
第一节	观察方法	(125)
第二节	实验方法	(135)
第三节	调查方法	(144)
第八章	方法类型——理论性方法	(152)
第一节	类比方法	(152)
第二节	模拟方法	(158)
第三节	数学方法	(163)
第四节	理想化方法	(169)
第五节	假说方法	(174)
第九章	方法类型——综合性方法	(181)
第一节	移植方法	(181)
第二节	规划方法	(192)
第三节	系统方法	(202)
第四节	信息方法	(212)
第十章	重大科研成果的方法论探讨	(223)
第一节	量子论创立的方法论启示	(223)
第二节	DNA双螺旋结构模型建立的方法论探讨	(237)
第三节	粳型杂交水稻育成的方法论探讨	(253)
第十一章	科研才能的培养和施展的辩证法	(265)
第一节	扬长避短和取长补短	(265)
第二节	按部就班和随机转移	(268)
第三节	激烈竞争与和谐合作	(274)

第一篇 科学研究的基本原理

科学研究是人类社会实践的基本形式之一。科学研究活动从社会生产实践中分离出来以后，按照其自身的特点和规律不断地向深度和广度发展，日益提高人类认识自然和改造自然的能力，并且对社会的发展和进步起到愈来愈显著的作用。当前，一场世界范围的新技术革命正以人们意想不到的速度发展，对社会生活的各个领域都将发生重大的影响。赶超世界先进科学技术水平，是我们实现四个现代化的宏伟目标的关键。邓小平同志在《全国科学大会开幕式上的讲话》中指出：“四个现代化，关键是科学技术的现代化。没有现代科学技术，就不可能建设现代农业、现代工业、现代国防。没有科学技术的高速度发展，也就不可能有国民经济的高速度发展。”^①我们科学研究工作者，为振兴中华，献身四化，就需要掌握科学研究的基本原理，了解科学研究的性质和特点，认识科学研究的动力和功能。只有这样，才能不断完善科学研究的体系和结构，增强科学研究的能力，提高科学研究的效率，扩大科学研究的成果。

^① 《邓小平文选》，第83页。

第一章 科学研究概述

科学研究有其固有的规定性、任务、基本特点和历史的演化过程。从理论上对这几个方面加以阐述，是科学研究基本原理的重要方面。

第一节 科学研究的性质和任务

了解科学研究的性质，明确科学研究的任务，这是制定正确的科学技术方针、政策的理论基础，也是开展科学研究活动的认识前提

一、科学研究的性质

我们可以从下面两个方面来理解科学研究的性质。

1. 科学研究是人类特有的活动方式。科学研究是人类认识自然、改造自然的一种活动。科学研究活动包括知识生产和知识应用两个互相促进、相辅相成的过程。科学研究通常分为基础研究、应用研究和发展研究，三者都交织着实践和理论的复杂认识过程。人类正是通过这种特殊的活动方式，产生新思想，形成新理论，创立新学科，使知识形成为严密的体系。所以我们可以把科学研究的过程看作是知识生产的生产过程，把科学研究看作是“知识工业”。在“知识工业”系统中，科学技术工作者是科学劳动者，科学技术研究设备是科学劳动工具，各种自然现象和自然界是科学劳

动的对象，科学技术知识是科学劳动的产品。

当然，作为知识形态的自然科学并不是物质生产的直接生产力，而是“社会的智慧所含有的一般生产力。”^①只有当它被应用于生产过程，转变为“物化的智力”，即被物质生产的劳动者所掌握，被物质生产的工具所凝结，而生产出更多的、人们的生活所需要的物质产品时，科学才能转化为直接的生产力。那么，科学知识如何转化为直接的生产力呢？最迅速而有效的过程仍然是通过科学研究来实现的。因为科学研究所取得的成果，武装了物质生产的劳动者，改进了生产工具，开辟了新的生产领域，革新了生产结构，优化了生产过程，使物质产品日益丰富和精良。马克思主义由此肯定科学研究是一种劳动，是不同于一般体力劳动的智力劳动，从事科学研究工作的知识分子，是工人阶级的一部分。

2. 科学研究是人类社会实践的基本形式之一。生产实践是人类社会赖以生存和发展的最重要的实践形式，但并不是唯一的实践形式。毛泽东同志指出：“人的社会实践，不限于生产活动一种形式，还有多种其他的形式，阶级斗争，政治生活，科学和艺术的活动。”^②物质的生产活动是最基本的实践活动，其他形式的实践活动都是物质的生产活动发展到一定阶段才产生的。人的认识，主要地依赖于这些活动，逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律性，人与自然的关系，而且也逐渐地认识了人和人的一定的相互关系。

① 马克思：《政治经济学批判大纲》，第3分册，第348页。

② 《毛泽东选集》合订本，第260页。

随着科学技术水平的提高,科学研究这种社会实践形式,对人的认识起着越来越重要的作用。在科学知识十分丰富的今天,不对客观事物进行深入的科学的研究,就不可能产生新的认识。科学研究对人们认识的深刻作用,还在于科学研究的每一个新发现及其所产生的新认识,都具有历史的性质。人类认识的每一发展水平,总是与当时所达到的生产水平和科学技术水平相联系的。近代科学研究的发展,促进了形而上学思想体系的形成,但对宗教唯心主义却是致命的打击。“上帝在信仰他的自然科学家那里所得到的待遇,比在任何地方所得到的都坏。”^①十九世纪科学研究的一系列重大发现,冲破了形而上学的理论体系,向人们展现了客观世界的辩证性,从而为辩证唯物主义的创立提供了科学根据。现代科学研究的深化,对辩证唯物主义的丰富和发展,同样起着巨大的推动作用。科学领域的每一划时代的发现,不仅使唯物主义不断地改变自己的形式,同时也使社会科学的各种理论形态不断地变换其形式。

随着科学技术水平的提高,科学研究这种实践形式对整个社会的发展也产生了巨大的推动力。科学的发展和通过科学研究促使科学物化为直接的生产力,从而导致了整个社会经济结构的变化。资本主义生产方式的确立和发展,是机器和大工业的产物,而机器大工业的产生和发展,又是科学技术进步的结果。同样,没有高度发展的现代科学技术,共产主义也是不可能实现的。正因为这样,我们在建设四化的过程中,不能不把科学技术的现代化作为关键的环节。

① 恩格斯:《自然辩证法》,第178页。

二、科学研究的任务

这里所讨论的，是科学研究作为人类特有的活动方式所承担的总任务。具体表现有以下几个方面：

1. 揭示自然现象的奥秘及其规律。自然界是形形色色而又千变万化的，它既给人类活动提供了物质场所和条件，又能摧毁人类辛勤劳动的成果。在人类文明史前的蒙昧时代，由于人类对自然的无知，人们的生存不仅在物质上依赖自然的恩赐，过着朝不保夕和十分简陋的生活，而且在精神上也受到自然的支配，把自然力视为变幻无常和神秘莫测的神灵。然而，自从人类从动物界中分化出来以后，人类在大自然所留下的印记，则越来越多。尤其是从生产活动中分化出科学研究这一特殊的实践方式后，自然的奥秘逐步被人们揭示出来，自然界的规律也逐步被人们所掌握。揭示自然现象的奥秘及其发展变化的规律，就成了科学研究活动的固有任务，离开了这个任务，也就谈不上科学研究的存在和发展了。

2. 提高利用自然现象及其规律的能力。人们进行科学研究，就其主流而言，无论是自觉的还是不自觉的，都不是为研究而研究。人们认识自然是为了利用自然。任何层次的自然规律都不是以人的主观意志为转移的，人们只能适应它、利用它，而不能改变它、创造它。所以，科学研究不能只停留在认识自然的阶段，还必须在认识自然的基础上，进一步探索如何利用自然。而解决人类在适应自然和利用自然过程中提出的各种理论问题和技术问题，则是科学研究的一项重要任务。毛泽东同志指出：“马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于

拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。……如果有了正确的理论，只是把它空谈一阵，束之高阁，并不实行，那末，这种理论再好也是没有意义的。”^①人类社会的生产发展史，实际上就是人类适应自然、利用自然的能力不断提高的历史。任何自然现象的出现和规律的表现，都有其前因后果和一定的条件。原因有主次，结果有好坏，条件更是复杂多变。所以，无论是寻因料果，或是控制条件，都要历尽艰巨的探索，进行严密的分析和研究，才能使人类逐步地完善起来。

3. 推动社会物质生产的发展。科学来自生产，科学也指导生产。科学如果不能直接或间接、或迟或早地对生产起指导作用，它也就没有存在的价值。如果说，从古代到近代，科学的演进发展离不开生产的发展，那么在现代，生产的发展更离不开科学的不断创新。现代科学所取得的一系列研究成果，不仅为生产技术的进步开辟着道路，而且往往决定它的发展方向。许多新的生产工具，新的工艺，首先在科学实验室里被研制出来，一系列新兴的工业，大多是建立在先进的科学基础之上。虽然有若干理论研究项目，暂时人们还看不到它在生产上应用的成果，但是历史已多次地证明，理论研究一经获得重大突破，迟早会给生产和技术的发展带来极其巨大的影响。当代的科学研究正以空前的规模和速度应用于生产，使社会物质生产的各个领域面貌一新，现在以同样数量的劳动和时间，却能生产出比过去多几十倍、几百倍的产品，并且生产出越来越多的新产品。由于科学研究把解决生产过程中的科学技术问题作为重要的目的和任务，科研和生产的联系日臻紧密，科学—技术—生产一体化的趋势

① 《毛泽东选集》合订本，第268—269页。

也日渐增强了。

4. 促进精神文明的进步。物质文明和精神文明发展的程度体现着社会进步的程度。我们建设社会主义现代化的目标，不仅在于发展社会生产力，而且要在建设高度的物质文明的同时，建设高度的精神文明。科学研究工作者之所以必须把促进精神文明的进步作为自己的任务，不仅是因为人类认识自然和利用自然的研究成果的多少，反映了一定的物质生产水平的高低，而且还因为科学研究是知识生产，也是向社会提供精神产品的主要途径和方式。没有发达的科学文化，就不可能有高度的物质文明和高度的精神文明相统一的社会主义的现代化强国，而科学研究也只有把实现高度的物质文明和精神文明相统一作为自身的目标，才会兴旺发达。

总之，揭示自然现象及其规律性，提高人类利用自然及其规律的能力，推动社会物质生产的发展和促进社会精神文明的进步，是科学研究的基本任务。

三、为实现“四化”搞好科研

科学研究肩负着认识自然和推动社会进步的任务。科技工作者在进行科研活动中，必须坚定实现“四化”宏伟目标的信念，树立赶超世界先进科技水平的雄心。

近几十年来，科学技术的发展日新月异，无论在广度还是在深度上，都与本世纪初期大不相同。我国的科学技术虽曾有一个较快发展的开端，但仍有不小的落差。特别是在十年动乱期间，林彪、江青反革命集团极力摧残科学文化、摧残科技人才，致使我国与世界先进科学技术水平的差距又拉大了。党的十一届三中全会重新确立了马克思主义的正确路

线，把工作的重点转移到了社会主义现代化建设上来，党的十二大又把科学技术作为经济建设的一个战略重点，把依靠科学技术进步振兴经济作为战略问题提了出来，为我国科技事业的发展创造了有利的条件。但是，正如邓小平同志所指出的：“为了缩短和消除两三个世纪至少一个多世纪所造成的差距，必须下长期奋斗的决心。”^①就世界范围来说，与信息有关的电脑、光导纤维、激光、遥感等新技术正在蓬勃发展，新的技术革命正在兴起。只要我们坚定地按照中央制定的正确路线走下去，充分利用一切有利的条件，正确执行对外开放政策，处理好引进与独创的关系，并把赶超世界先进的科学技术水平“这个雄心壮志牢固地树立起来，扭着不放，‘顽固’一点，毫不动摇”，^②那么，用现代化科学技术武装的中华民族，必将自立于世界民族之林。

为了实现科学技术的现代化，必须坚持实事求是的思想路线。实事求是是无产阶级世界观的基础。过去，我们进行革命斗争所取得的一切胜利，是靠实事求是，现在我们搞四个现代化，同样要靠实事求是。科学研究是一种有目的、有计划、有系统的、采用严密的方法去探索自然的实践活动和获得知识的认识过程。这样的认识活动是十分复杂的。有无成果、成就大小，要受到研究装备、研究对象的范围、特点及其表现程度、研究者的素质（尤其是知识构成和思想状态），甚至社会的状况（尤其是科技政策和科研管理水平）等等因素的制约。所以科学研究工作者进行科学研究，出色地承担和完成科研任务，不仅要有赶超世界先进水平的雄心，还必须有实事求是

① 《邓小平文选》，第224页。

② 《邓小平文选》第213页。

的科学态度。我们的国家底子薄,特别要避免不问实际需要,片面追求“全面赶超”的倾向。要力争把我国有限的人力、物力、财力切切实实用在能够有效地取得科技成果,产生最大的经济效益的项目上。在具体的科研活动中,无论是制定研究方案,还是采取研究措施,都必须避免主观臆想,而应从研究对象的客观实际出发,充分地占有资料,并通过对事实进行深入的了解分析和全面概括,揭露出事物的本质和规律,才会有所建树。实事求是既是指导我们工作的思想路线,也是科研工作者不可缺少的品格。

第二节 科学研究的特点和要求

科学研究虽然方法多样,但有着许多共同的基本特点。这些特点在社会科学和自然科学研究中都有一定的体现,但在自然科学研究中更为突出。

一、科学研究的探索性

古希腊著名哲学家和科学家亚里士多德说:“求知是人类的本性”^①。俄国化学家门捷列夫认为:“生活便是寻求新知识”^②。人类求知的形式、内容和方法,最集中地体现在科学研究过程中。科学研究就其实质来说,是一种探索性的活动,是揭示未知的认识过程。例如美国“发明大王”爱迪生在一生中有一千三百二十八项发明,仅在发明电灯的过程中,

① 转引自王通讯、朱彤编:《科学家名言》,河北人民出版社1980年版,第38页。

② 转引自王通讯、朱彤编:《科学家名言》,河北人民出版社1980年版,第38页。

为了寻找合适的灯丝，他就先后用过一千六百多种材料进行实验，直到成功。瑞典化学家舍勒(1742—1786)为了揭开空气在燃烧中的作用之谜，对燃烧现象反复进行了实验，虽然取得了新知，查明了空气并不是元素，而是由一种可以燃烧的“火焰空气”和另一种不能燃烧的“无用空气”混合而成的气体。可是当时舍勒本人也不知道自己在实验中分离出来的所谓“火焰空气”其实就是氧。随着科学研究的进一步发展，后来人们才揭开了氧的秘密。我国卓越的气象学家竺可桢为了探索百花为什么总是按照一定的次序开放，百鸟为什么按照一定的次序鸣叫，他从东南到西北，走遍祖国各地，随身携带照相机、罗盘、气温表和高度表四件宝，几十年如一日地观察记载不同海拔高度的作物生长情况，不同季节的花鸟活动情况，为我国物候学的发展做出了重要贡献。

科学研究的无数历史事实证明：没有探索，就没有发现。苦心探索是揭开自然之谜的钥匙。然而，科学的探索并不是轻而易举的事情。科学研究是一种有意识、有目的、有计划的活动，但毕竟是以揭示未知为目标的；在研究过程中将会发生什么情况、可能产生什么结果，并不是全能预料的。如果科学研究工作者没有为追求科学真理而献身的精神，要想取得科学研究的重大突破是不可能的。中国有句古话：“不入虎穴，焉得虎子。”美国科学家富兰克林(1706—1790)正是冒着生命危险，在雷电交加的暴风雨中，用风筝进行了一次高空引雷实验，当雷暴沿着潮湿的绳索向他扑来时，富兰克林被弹倒在地，几乎致死。但是这一实验的成功，使他揭开了雷电之谜。可见，在科学的道路上是无平坦大道可走的，要想获得科研成果，就必须经过艰苦的努力，甚至献出生命。