

科学研究基础

〔苏〕И. М. 格鲁什科 等著
曹 瑞 等译

上海科学技术文献出版社

SHANGHAI KEXUE JISHU WENXIAN CHUBANSHE

科学研究基础

[苏] И. М. 格鲁什科 等著

曹 瑞 沈天培 潘正中 译

上海科学技术文献出版社

科学研究基础

[苏] Д. М. 格鲁什科 等著

曹 瑞 沈天培 潘正中 译

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

新华书店经销

昆山亭林印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 8.75 字数 211,000

1989年5月第1版 1989年5月第1次印刷

印数: 1—2,100

ISBN 7-80513-297-6/Z·78

定价: 4.50 元

《科技新书目》182-245

译者的话

本书是《研究工作入门》^①的姐妹篇。

本书适用于我国广大科研人员。

科学技术是不断创新开拓的事业。科学技术水平既是反映一个国家物质文明的标志，也是反映一个民族精神文明的重要标志。科学的真知灼见，科学技术的进步是推动一个民族进步的重要力量。

怎样搞科研，这本身就是一门学问。本书提出的第一个问题便是什么叫科学，科学的基本特点是什么？

进行科学研究，首先要选题、立题。选题和立题要求有确切的情报，同时尚需进行情报检索。情报分析又是科研过程中的一项重要任务。

本书着重探讨了理论研究和实验研究的方法。理论研究按不同角度可分成不同的方法和不同的阶段。实验研究的目的是检验理论研究的假设。作者在论述过程中，广泛采用了统计法，并专章讲述了实验设计的数学基础。

我国科研人员在科研过程中对科研的经济效益核算问题一般都感到困难，有关经济效益的概念和内容也不甚清楚，本书有关经济效益的探讨和计算对我们很有参考价值。

科研人员完成了科研项目后，必须对已进行的工作进行总结，写出报告。这也正是我们科研人员应该特别强调并注意的。本书介绍了这方面的程序和有关知识。

^① 《研究工作入门》由上海科学技术文献出版社于1981年6月出版。——译者注

我国对发明创造正越来越给予应有的重视。我国的发明创造工作正在建立。本书对此进行了详细述评。

本书最后讨论了科学研究成果的推广与效益问题，以及科学研究工作的组织与计划管理等。

本书将对促进我国科技管理、推动科学技术进步很有参考价值。

本书由曹瑞、沈天培和潘正中翻译，曹瑞通校，由冯士能负责审阅。如有不当之处，敬希读者批评指正。

译者

1987年10月

绪 论

我们制订了是提高生产效益、改进产品质量和加速科学技术进步的基础上，进一步提高我国人民物质和文化生活水平的宏伟计划。没有科学技术进步，不使生产与科学联系起来，以使社会创造性地和有目的地去影响周围环境，以最快的速度去获得物质和精神财富，社会生产就不能快速发展。

列宁不止一次地指出，科学技术进步在社会主义社会发展中具有决定性意义。列宁在一系列著作，首先在《科学技术著作的计划草案》(1918年4月)中制订了共产党在科学领域的基本政策原则。这就是：科学与生产力的发展有关，对科学实行国家管理，对科学研究进行规划和预测，组织科研机构网络，并进一步完善，组织科研干部队伍，对科研干部进行马克思列宁主义世界观的教育，确定基础研究和应用研究之间的最佳关系，科学管理的民主化，发展国内外科研机构之间的联系。

在苏联共产党的纲领中着重指出，只有在加速发展科学和技术的基础上，才能达到社会主义革命的最终目标，即建成共产主义社会。所以，我们今日的首要任务是加速科学技术进步。

科学技术进步是科学和技术发展的相互制约过程，使人类去影响周围环境，获得物质和精神财富。目前，科学技术进步正以科学技术革命的形式出现。科学技术革命的特点是科学的作用不断增长，不仅体力劳动有可能实行自动化，脑力劳动亦可自动化；科技信息蓬勃发展和更新，材料、结构、机器和工艺

过程被快速更迭；工程解题方式大大增长；全盘机械化和自动化及控制系统的水平在不断提高。

生产的复杂性和水准正与年俱增，生产越来越向多棱化和立体型发展，对物理学、化学、数学、计算技术、电子学、自动化和控制论等的依赖程度日益明显。工程师的手中有着庞大的材料、劳动和财力资源。在这样复杂的多变环境中，不应用科学的创造性和基本的科学研究方法去选择最佳的方案，是没有出路的。

一个现代的工程师不仅要掌握深入的、有关本职的理论和实际知识，还应具有最低限度的有关科学研究方面的知识。这样，才能独立地提出各种复杂的生产问题，并创造性地加以解决。所以，为将科学推广于生产，必须提高工程技术人员水平。

加速科学技术进步，将科学应用于生产，生产课题必须用创造性的方法解决。所有这些都直接影响高等院校的发展。高等院校应该培养具有现代要求水平的专家。如果说，青年专业人员的实际经验系直接来自于生产，则有关科技工作的熟练技巧，应在高等院校中获得。所以，对大学生进行科学的培养，是一种极为重要的教育形式。

大学生的科学研究工作在教学过程中有以下几种形式：学习《科学研究基础》教程，准备定题综述，通过实验室工作和实习作业进行单独的研究，准备报告，在科学讨论会上宣读，在实习和课程设计期间制订科研问题，在毕业论文设计中对教育期间的整个科研工作经验进行总结，准备论文发表和申报发明等。

在经过理论课程的学习和进行实验研究后，大学生应掌握科学研究的方法、规划和组织，学会按题筛选和分析必要的情报

资料,写出科研课程,制订理论前提,进行试验设计,实施试验,对测量结果进行处理,对误差和观察结果进行评估,将实验结果与理论前提进行对照,写出研究的结论,写出总结,根据科研成果写出报告或论文。

目 录

绪 论	(1)
第一章 关于科学、科学研究、科研干部和科研机构的概念	(1)
§1 科学的定义和基本特点	(1)
§2 科学是知识体系	(4)
§3 科学研究的特点及其分类	(9)
§4 苏联的科研机构和干部	(17)
✓ 第二章 题目的选择、科研课题的确定	(26)
§1 科研题目的论证方法	(26)
§2 科研工作中技术经济论证报告的编写	(33)
§3 科学技术情报	(35)
§4 情报资料的检索	(39)
§5 资料的分析和科研课题的确定	(47)
第三章 理论研究的方法	(50)
§1 理论研究的方法	(50)
§2 研究的模型	(54)
§3 解析研究法	(62)
§4 实验研究分析法	(73)
§5 概率统计研究法	(85)
§6 系统分析法	(97)
第四章 实验研究的方法	(108)
§1 实验的方法	(108)

§2	实验计划程序的制订.....	(110)
§3	实验研究中对测量结果的统计评估法.....	(113)
§4	测量器材.....	(133)
§5	实验的实施.....	(139)
§6	测量结果的图解表示法.....	(142)
§7	经验公式的选择方法.....	(147)
§8	回归分析.....	(157)
§9	理论解的相符性计算.....	(164)
§10	分布律及其对实验数据相符性的计算	(168)
第五章	实验设计的数学基础.....	(171)
§1	实验设计的基本概念.....	(171)
§2	为描述研究对象的实验设计.....	(176)
§3	利用实验设计的工艺过程最优化.....	(191)
第六章	科学研究的分析和编写.....	(199)
§1	理论实验研究的分析、结论与建议的编写.....	(199)
§2	科学研究报告的编写.....	(200)
§3	科研材料出版前的准备.....	(204)
第七章	发明工作及其特点.....	(206)
§1	概论.....	(206)
§2	发明是创造性过程.....	(208)
§3	发明课题的系统化解决法.....	(211)
§4	发明的申报.....	(217)
§5	发现、发明和合理化建议者的权利.....	(224)
第八章	科学研究的推广和效益.....	(227)
§1	已完成的科研成果在生产中的推广.....	(227)
§2	科学研究的效益和效益标准.....	(229)
§3	科学研究经济效益的计算.....	(233)

第九章 科学研究的组织和计划	(239)
§1 科学研究计划的制订和预测.....	(239)
§2 科研工作的组织.....	(247)
§3 电子计算机在科学研究中的应用.....	(252)
§4 科研管理.....	(258)
参考文献	(262)

第一章 关于科学、科学研究、科研 干部和科研机构的概念

§1 科学的定义和基本特点

科学是一个不断发展的关于自然界、社会和思维的客观规律的知识体系，它是通过人和机构的专门活动而建立的，并转化成直接的、实际的社会力量。

在马克思、恩格斯和列宁的著作中，都把科学作为社会认识范畴来进行分析。在他们的著作中，全面地论述了有关科学作用的各种概念。科学可以看作是以知识体系为基础的社会认识的一种特殊形式；看作对客观世界规律性的认识过程和知识的产生过程，并把科学在实践中应用的过程看作是一定形式的社会分工。

科学的一个主要作用和目的是认识客观世界，科学的建立是为了直接揭示自然界、社会和思维的所有各种现象的本质。正如列宁所说，科学在所有各个知识领域中，为我们展示了在纷繁复杂的各种现象中存在着的基本规律。

与此同时，社会进步的加速在很大程度上取决于科学的发展。现代科学是科技进步的动力，它决定科技进步的发展方向和速度。科学在生产中的推广应用，反映在劳动生产率的提高，研制出新的机器和材料，改进产品的使用指标、可靠性和寿命，以及降低产品的成本等方面。

现代科学具有许多基本的特点。首先，它的发展是蓬勃的，

迅猛的。科学，在历史上还从来没有出现过这样的发展速度。仅在近 30 年中，就获得了整个人类历史所积累知识总量的约 75% 的信息。

有关自然界、社会和思维的科学知识的数量一直在增长。同时，正如恩格斯指出的那样，新获得的知识数量与已获得知识的数量是成正比的。分析表明，在最近 250 年中，科学活动的基本成果是按指数规律增长。每经过 10~15 年，所有指标都翻一番。所以，人们认为，指数规律是对科学进行分析的基本规律（图 1.1）。

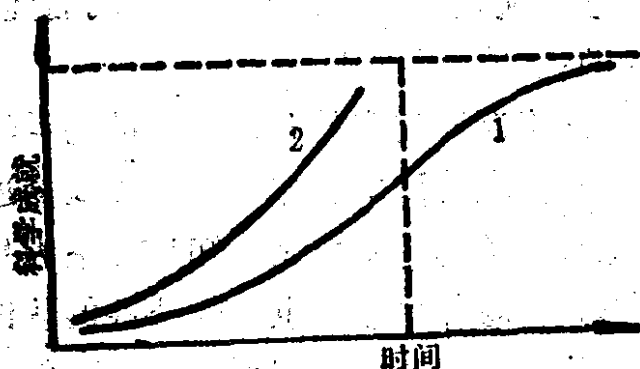


图 1.1 科研成果在不同时间的发展规律

1. 指数规律 2. 概率曲线

许多科学工作者认为，科学发展速度随时间指数的变化规律而变化。对资源（人员、拨款等）的吸引速度将减缓，并将遵循曲线 2（图 1.1）的规律。但资源的利用强度会提高，因此，科学产品的数量和新信息的获得量都将接近指数规律。

科学的迅猛发展还表现在不断地产生新的科学门类、新的方向和新的问题，于是就形成了科学树。每一个新的方向（分枝）都产生新的问题。科学的分枝过程，在很多情况下伴随着某些分枝的合并，产生了由两个、三个及三个以上分枝结合的边缘学科。如最近产生了一些新的学科：数学控制论、计算技术、低

温技术、理化力学、生物物理学、生物地质化学、数学经济学及 X 射线穿透学等。

科学的一个重要特点是它具有一定的效益。科学是直接的生产力和技术进步的基础,由于最终成果的推广,它是能保证取得最大经济效益的一个部门。尽管对科学的投资是巨大的(每年 150~250 亿卢布),但它每年能取得数百亿卢布的经济效益。

目前,各种科学成就在生产中推广应用的速度很快。科研机构的重要任务是将已完成的研究成果在实际生产活动中系统地加以推广。为此,国民经济各部门都在制定有目标的综合纲要,把各科研院所、高校、设计院室、工厂和建筑单位结合组成科研生产联合体。在科研生产联合体中,根据生产的实际需要,创立新的科学思想,而最终科研成果又成为根本改变生产过程的基础,促进采取全新结构的措施和工艺,提高效益和所生产产品的质量。

现代科学正在转变为最活泼的实际社会生产力。科学的发展是实现实践革命化、建立新的生产部门和改善社会关系的出发点。

科学是社会的生产力,表现在科学和生产相互关系的深刻变化:

第一,许多新的生产形式和工艺过程首先是在科学的核心,即科研院(所)中诞生的。原子能的发展、化学工艺的发展、超硬材料的制取,都证明了这一点。

第二,科学发现与其在生产中推广之间的时间间隔缩短了,以前从发现到推广需要几十年。例如,激光从发现到实际应用只有几年时间,原子能和半导体等也是如此。

第三,在自身生产中,科研工作发展顺利,在工业和农业中

发展了科研机构网络。科学家同工程师和工人之间的创造性合作在发展。企业正在转变为科研生产联合体,将自己的工作(产品设计和生产)与科学研究结合起来。现在,在科研生产联合体的“综合性工作人员”组成中,不仅包括工程技术人员和工人,也包括学者和科研机关的研究人员。

第四,工人和工程技术人员的专业水平大为提高,这就可以使他们在生产过程中广泛应用科学知识。群众性的发明者和合理化建议者运动,是使科学接近生产的重要形式。

苏联共产党千方百计地促进各种先进过程进一步高速发展,以便把科学技术革命的成就和社会主义经济体系的优越性有机地结合起来,使科学与生产相结合。

§2 科学是知识体系

不是任何一种知识都可看作为科学。人们在简单观察的基础上得到的知识不能看作是科学的。这种知识在人们的生活中起着重要的作用,但它并不揭示现象的本质及现象与现象之间的相互联系,以解释这一现象为何如此发生,应预测其进一步的发展趋向。

科学知识同没有任何逻辑根据和不经任何实际检验的盲目相信、绝对地承认某一论点为真理有着原则的区别。

科学在揭示现实的各种有规律联系时,将其表达成为与之严格相符的抽象概念和图解。当规律尚未发现时,人们只能描述现象,收集事实,并进行系统化,但一点也不能进行解释和预言。

科学的发展从收集事实开始,对各种事实进行研究和系统化,然后进行总结,并发现其中的规律性,直至使科学知识成为

有联系的、逻辑上严密的体系，只有这样，才得以解释各种已知的事实，并预测新的东西。

认识过程可用列宁一个著名的公式来表达：从实际的静观到抽象的思维，再从抽象的思维到实践。

认识过程包括各种事实的积累。没有系统化和总结，没有对事实的逻辑思维，任何一门科学都不可能存在。但是，正如И.П.巴甫洛夫所说，虽然事实对科学家而言就是空气，但事实本身还不是科学。如果事实以系统化和总结的形式表现出来，它就成了科学知识的一个组成部分。

对事实进行系统化和总结，可借助于最简单的抽象——概念(定义)，这是科学的一个重要结构元素。最广义的概念称为范畴，这是最一般的抽象。关于现象的形式和内容的哲学概念都属于范畴，在政治经济学中有商品、价值等等。

知识的一种重要形式是原理(公设)、公理。原理就是某一门科学的原始论点，它是知识系统化的初始形式(欧几里得几何定律，量子力学中的玻尔公设等)。

科学知识体系中的最重要组成部分是反映自然、社会和思维中最本质的、固定的、重复的客观内在联系的科学定律。在通常情况下，定律都以概念和范畴的一定相互关系的形式出现。

对知识进行总结和系统化的最高形式是理论。理论是能形成科学原理和科学方法的有关经验和实践总结的学说，这些科学原理和方法能用来总结和认识现有的各种过程和现象，分析各种因素对这些过程和现象所产生的作用，并为人们在实际活动中应用这些过程和现象提出建议。

当科学家还没有掌握充分实际材料时，就采用假设作为取得科学成果的手段。假设是为了解释某一过程而提出的有科学

根据的推测，经过检验方可显出其真伪。假设通常是所发现法则或定律的最初文字说明或草案。恩格斯在指出假设在科学发展过程中的重要作用时强调，假设是自然知识发展过程中的一种形式。大多数科学法则和理论都是在预先作出假设的基础上建立起来的。

科学研究是实现和发展科学的一种形式，它研究各种现象和过程，分析各种因素对这些现象和过程的影响，同时研究各现象之间的相互作用，以得到对科学和实践确凿可信的有效解决方法。科学研究有它所针对的**客体**和**对象**。研究的客体（或对象）可以是物质世界（如公路）、现象（如公路内部的热和质量传递过程）、性能（如公路的平坦度和通行能力），以及现象和性能之间的联系。

科学研究的目的是确定一个具体事物，并利用科学中的各种原则和认识方法对这一事物的结构、特征及其联系进行全面的、可信的研究，同时取得对人类活动有益的效果，在生产中推广，取得效益。

科学的唯物主义原则决定了它研究的对象是自然界、社会和思维的各种规律。**科学的目的是**认识自然界和社会的各种发展规律，并在利用各种知识的基础上作用于自然界，以产生有益于社会的效果。科学本身也包括研究的方法。

所谓方法就是对某一现象或过程进行理论研究或实践的办法。方法是解决科学主要课题，即发现各种客观现实规律的工具。根据方法决定采用归纳或演绎、分析或综合，以及采用理论和实践研究比较的必要性和场合。

唯物辩证法是研究中最常用的方法。任何一门科学的学者应该很好掌握马克思列宁主义哲学的各种规律。例如，在研究水泥的硬化过程时，必须考虑硬化时所产生的各种过程的矛盾