



# 科学学基础

夏禹龙 刘吉 冯之浚 编著  
张念椿 孙章

科学出版社

# 科学学基础

夏禹龙 刘吉 冯之浚 编著  
张念椿 孙章

科学出版社

1983

## 内 容 简 介

科学学是研究科学和科学活动的发展规律及其社会影响的新兴学科，又是自然科学（包括技术）与社会科学高度综合的一门学科。综合地运用科学、技术、经济、管理和教育等各方面的知识和力量，来解决当代社会问题，是科学学的重要使命。本书包括：科学学产生的背景，科学学的由来与发展，科学的总体研究，科学与管理，科学与经济，科学与情报，科学与教育，科学与心理，科学与美学，科学与法学，科学与道德，科学与预测，科学的代谢运动等十三章内容。可供从事科技、社会科学和现代管理工作的广大人员和干部阅读参考，并可作为大专院校、干部训练班的教学参考用书。

## 科 学 学 基 础

夏禹龙 刘吉 冯之浚 编著  
张念椿 孙章  
责任编辑 王玉生

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1983年9月第一版 开本：850×1168 1/32  
1983年9月第一次印刷 印张：12.5/8  
印数：0001—24,000 字数：287,000

统一书号：13031·2350

本社书号：3222·13—18

定 价：2.35 元

## 写在前面

科学学是一门新兴的学科。

科学学是研究科学和科学活动的发展规律及其社会影响的一门学科。

这里讲的科学主要指的是自然科学（包括技术）。但是，现代科学活动已是一项广泛的社会活动；同时，科学学的研究成果还要广泛应用到社会的各个领域中去。由于这两点，科学学必然深刻地渗入到社会科学之中。所以，科学学又是自然科学与社会科学高度综合的一门学科。

自然科学和社会科学的结合，是当代科学发展的一大潮流。综合地运用科学、技术、经济、管理和教育等各方面的知识和力量，来解决当代社会问题，是科学学的重要使命。

因此，不难理解：对于科学技术工作者们，科学学可以帮助他们从整体上了解科学发展的趋向，把握科学运动的脉搏。从而，开阔视野，活跃思想，更好地钻研自己的专业，取得更多富有创造性的成果。

对于社会科学工作者们，科学学可以帮助他们熟悉自然科学的总貌，学习和借鉴自然科学的一些基本思想和方法。这必将给研究工作增添新的活力，以使用敏锐的目光洞察社会实际，去攀登社会科学的新高峰。

对于现代管理工作者们，要按科学规律办事，要充分而有效地发挥科学技术和社会科学专家的作用，科学学是他们必修的一

门课程。科学学不仅可以提高他们的科学素养，而且对他们工作的许多方面更有着直接的具体的指导意义。

当然，科学学还不是一门成熟的学科。现代科学发展越来越表明：学科的研究对象和范围只有一个明确的核心，而边界是模糊的，不固定的；学科的研究方法也力求综合运用一切可以利用的科学方法。尚不成熟的科学学当然更是如此。何况著者们才疏学浅，钻研不深，挂一漏万，在所难免。然而，唯其尚不成熟，才有更广阔的研究天地！本书只是提供一个探索的基础，以期更多的同志共同参加这一新领地的开拓。尤其希望广大同志在实际工作中去运用，通过实践加以检验、修正和补充，使科学学逐步完善起来。

风光正大好，时月不待人。谨以本书献给正为祖国现代化事业艰苦奋斗、为振兴中华而立志改革的同志们。

编著者

# 目 录

写在前面	v
第一章 科学学产生的背景	1
第一节 科学的综合化	1
第二节 科学的社会化	9
第三节 社会的科学化	16
第四节 科学的数学化	21
第二章 科学学的由来与发展	29
第一节 科学学的发展简史	29
第二节 国外科学学研究动态	37
第三节 我国科学学研究概况	40
第三章 科学的总体研究	44
第一节 科学的定义	44
第二节 科学的知识体系	48
第三节 科学发展的模式	54
第四节 科学技术的生产力属性	59
第五节 科学研究的结构	64
第六节 科学的异化	76
第四章 科学与管理	88
第一节 科研管理的基本原理	89
第二节 研究所管理	130

第五章	科学与经济	162
第一节	生产是科学技术的起点与归宿	162
第二节	科学技术的发展必须与经济发展相适应	171
第三节	发展科学技术工作必须遵循经济规律	183
第六章	科学与情报	190
第一节	科学情报的重要性	190
第二节	情报与情报学	192
第三节	现代情报的发展趋势	200
第四节	科技情报工作的现代化	211
第七章	科学与教育	217
第一节	知识量指数增长与智能教育	217
第二节	科学综合化与通才教育	222
第三节	经营规模扩大与管理教育	233
第四节	知识更新与终身教育	239
第八章	科学与心理	243
第一节	科学家的动力	244
第二节	科学家的智力	247
第三节	灵感和机遇	252
第四节	启示的力量	258
第五节	科学家的集团心理	268
第九章	科学与美学	276
第一节	追求美也是科学创造的动力	276
第二节	科学理论的美学评价	281
第三节	科学家的形象思维	289
第四节	科学和艺术的联合	294

第十章 科学与法学	303
第一节 科学法的性质与功能	303
第二节 专利法	307
第三节 环境法	312
第十一章 科学与道德	320
第一节 道德的性质	321
第二节 科学家的道德	324
第三节 科学对道德的影响	330
第十二章 科学与预测	338
第一节 科学预测的由来和发展	338
第二节 预测研究的基本理论	348
第三节 科学预测的方法	359
第十三章 科学的代谢运动	377
第一节 带头学科的更替	377
第二节 科学中心的转移	384



# 第一章 科学学产生的背景

科学学这门新学科，是近代科学技术发展的必然产物。随着科学的高度分化和高度综合，科学研究规模的不断扩大，科学对社会的影响日益加深以及科学的日趋数学化，人们逐渐认识到，为了制订正确的科学技术政策，使科学更好地服务于社会，就必须对科学进行全方位的总体研究，加强对科学技术发展规律的认识，注意科学发展与社会发展之间的联系。于是，在现代科学技术的肥沃土壤里，科学学这株新苗终于破土而出。下面首先考察一下科学学产生的几个条件。

## 第一节 科学的综合化

宇宙本是个统一的整体，只是在人们对它进行研究的时候，才分成许多互相独立的学科。

学科的高度分化和高度综合是现代科学技术发展的重要特征之一。早期的自然科学，学科门类较为简单，而随着科学领域的扩展和研究的深入，现代自然科学的学科划分越来越细，分支越来越多，加之学科之间相互渗透和相互交叉，产生了许多边缘学科。目前，学科门类已达 2000 门之多。1746年版的《大英百科全书》只由两名科学家编写，而 1967 年版的《大英百科全书》则是一万名专家共同劳动的结晶。据美国国家研究委员会和联合国教科文组织的统计表明：当代的基础科学已有 500 个以上的主要专业，

技术科学则有412种专攻领域。新的研究对象还在不断增加，新学科还在不断产生，学科分化的趋势仍在继续中。

然而，自然界是统一的整体，是一个多层次、多结构、多序列的完整网络。学科的分化，新学科的产生，就填补了原有学科之间的空白，加强了原有学科之间的联系，为科学的进一步综合提供了基础；而进一步的综合又为新的分化创造条件。这就是分化和综合的辩证关系。就这样，随着现代科学技术的发展，人们越来越不满足于一鳞半爪地认识世界，而需要了解它的各部分之间的纵横联系和交叉效应。这就加强了人们以“立体作战”的形式对自然界作综合探索的趋势。

综合化的趋势首先表现在各门自然科学的发展过程之中。在每门自然科学高度分化的同时，伴随有综合探索的趋势，如在数学领域中随着数学分支的日趋庞杂，数学家根据数学各个领域潜在的共性，提出了种种统一数学各部门的新观点和新理论。十九世纪后期，德国数学家克莱因提出用“群”的观点来统一各种几何学的厄兰格计划；十九世纪与二十世纪之交，出现了公理化运动，以公理系统作为数学统一的基础；二十世纪二十年代，美国伯克霍夫提出用“格”来统一代数系统的新理论；三十年代法国布尔巴基学派，除了继承公理化运动，又提出结构概念，把数学的核心部分统一在结构概念之下，使之成为一个整体；与此同时，美国麦克莱恩和艾伦伯格提出“范畴”与“函子理论”，以此作为统一数学的基础。

在现代物理学的研究领域，从三十年代起，人们逐渐认识到，自然界的基本相互作用，除了引力相互作用和电磁相互作用外，还存在着作用距离极短的弱相互作用和强相互作用。于是开始探索用统一的理论和方法，把自然界的四种作用统一起来。这

种统一场论的研究是从爱因斯坦开始的，他为此花费了整个后半生四十年的精力，而未取得结果。以后，美国S.温伯格、S.格拉索和巴基斯坦A.萨拉姆在弱相互作用和电磁相互作用的统一理论方面作出了重大贡献，并共同获得了1979年诺贝尔物理奖。

其它科学也都有这种趋势。例如，生物学有两大类：功能生物学和进化生物学，前者表征了学科的分化，后者就是高度综合的了。

综合化的趋势还表现在新的综合科学和横向科学的出现。综合科学是以特定的自然界的客体为研究对象，采用多学科的理论和方法进行研究的学科，新兴的综合科学主要有环境科学、能源科学、生态科学、材料科学、海洋科学和空间科学等等。以环境科学为例，它是一门研究人类环境质量及其保护和改善的科学，其研究领域十分广阔，不仅包括各种自然因素，也包括了一定的社会因素。环境科学以生态学和地球化学为主要基础理论，充分利用化学、生物学、物理学、地学、医学、工程学等各领域的科学知识和技术，对人类活动引起的空气、水和土地、生物等环境的问题，进行系统的综合的研究。再以材料科学为例，就是一门涉及面极广的综合科学。材料的品种繁多，琳琅满目，按物理性质分类，可以分成高强度材料、高温材料、超硬材料、导电材料、绝缘材料、磁性材料，透光材料及半导体材料等。研究这些材料所牵涉的学科知识，更是不胜枚举，如研究材料的物质合成过程，就需要化学、热力学、物理化学、结晶化学、量子化学等学科知识；研究材料的物性测定过程，就要应用力学、光学、热学、电磁学、声学、化学等学科知识……。因而，作为一门材料科学的研究内容至少有如下几个方面：（1）研究材料的形成机理和制备方法；（2）研究材料的组成、结构、缺陷与性能的关系和探

索新材料；（3）研究材料物性的测定；（4）材料的应用研究。

横向科学主要是指信息论、控制论、系统论等学科。信息论是研究信息的计量、传送、变换、储存的科学，其范围非常广泛，如电子计算机程序是技术信息，遗传密码是生物信息，人的语言是社会信息。控制论所研究的是生命现象、人类社会、机器系统、思维和一切可能的一般结构里的调节和控制的规律，它在生物学、技术科学和社会科学之间，架起了“桥梁”。系统论研究和分析各式各样系统的共同特性，它们的层次、结构与相互作用，找出适用于一般化系统的模式、原则和规律，并对系统的性质作出数学的描述，以求得系统的最佳效能。信息论、控制论、系统论等横向科学的诞生，表明在客观世界中除了具有数学所研究的空间形式和量的关系之外，还存在着一些普遍的关系。人们在研究这些关系时，能够而且必须撇开各个过程的具体物质特性。这些学科产生了许多新的特有的概念和科学认识方法，为科学的统一提供了一种新的可能的途径。

横向科学的出现，对科学世界的图景和科学方法论的研究，也产生了很大的影响。有的学者认为，系统论和控制论是本世纪四十年代科学园地中迸发的两朵奇葩，综合观点和整体观点的运用，改变了科学世界的图景，丰富了科学的方法论，促进了科学综合化、整体化的趋向。系统论、控制论的诞生，形成了新颖的知识“金字塔”；马克思主义哲学作为普遍抽象的科学，成为这个“金字塔”顶，哲学的下一层次则是系统论、控制论，而在这两门科学下面，则是研究某一种物质运动基本形式或其特定范围内的客体（物理学、化学、生物学等）的部门科学，使科学世界的图景成为一个多层次、多结构的整体网络。与此同时，科学方法论也相应地划分成具有普遍意义的哲学方法论、系统方法和

控制论的方法以及部门学科的具体科学的方法论。由此可见，由于横向科学在自然系统、社会系统和技术系统的接触点上进行富有成果的探索和研究，对于克服引起科学知识急剧分化所形成的“信息壁垒”，促进现代科学技术的综合化发展起了很重要的作用。

综合化的趋势还表现在自然科学与社会科学的合流。很多科学家觉察到了科学综合化的趋势。德国物理学家普朗克曾经说过：“科学是内在的统一体，它被分解为单独的部门不是由于事物的本质，而是由于人类认识能力的局限性。实际上存在着从物理到化学，通过生物学、人类学到社会科学的连续链条。”

事实上，自然科学与社会科学都是认识物质世界的，而物质世界的统一性、多样性与复杂性要求两者紧密联系起来。但是，在过去人类漫长的历史长河中，由于生产和科学技术还没有发展到足够的水平，没有大量全局性的综合命题，人们的认识能力也不可能达到系统综合的深度。因此，人们对物质世界的认识长期被分割了。各个学科从不同领域分别地割裂地认识世界，难免有瞎子摸象的片面性。现代社会不同了，据美国巴特尔研究所研究，人的技术能力（指人的认识、创造和利用科学技术的能力）已经开始发生了突飞猛进的变化，因此，人类认识物质世界也已从连续链条发展到系统和网络了。

在自然现象、社会现象和思维现象之间，除了早已发现的数量方面的共性以外，还具有信息的、控制的、系统的广泛统一性。

一系列综合科学，如环境、生态、能源、城市建设等，需要自然科学家和社会科学家协同作战，共同探索。

数学和语言学是两门最古老的学科，它们被喻为人类文明的一对翅膀，似乎构成了人类知识宝库的两极，语言学家兼数学家

的学者是极其罕见的。然而，由于现代通讯技术的发展与电子计算机的出现，两者已紧密地联系起来，形成了一门新学科——数理语言学。1955年，美国哈佛大学创办了数理语言学讨论班，不久日本也成立了计量语言学会。目前，西德波恩大学、苏联莫斯科大学等校都为数学系和语言文学系开设数理语言学课程。人们已开始利用电子计算机进行文学研究。如果把一个经典作家的惯用句式、常用词语及其搭配方式等，编成样本储存到电子计算机里，就能用来鉴别作品的真伪。英国以此新发现了莎士比亚的作品。根据同样原理，美国有人将电子计算机用于《红楼梦》研究，竟发现《红楼梦》前八十回与后四十回出自一人之手。此说在1980年召开的国际红学研究会议上，引起了人们的普遍注意。

由于科学技术的高度发展与广泛的社会应用，现代社会除了人与人之间的关系以外，又出现一个越来越重要的关系，即所谓“人——机关系”。科学要研究怎样使人的生理条件和心理条件同现代科学技术系统的特点协调起来，在这里蕴藏着提高劳动生产率的极大潜力。于是，一大批自然科学和社会科学之间的边缘科学产生了。

在解决社会实际问题的过程中，社会科学和自然科学在思想和方法方面也在不断渗透和汇流。一些自然科学中的特定概念，日益被社会科学所吸收，如罗根把热动力学中“熵”的概念引入经济学，电子学家坦纳把“阈值”概念引入感觉、知觉范畴，建立起心理学的新理论。另外，自然科学中的一些方法、手段，如数学方法、模拟方法、计量方法、元素的分析 和电子计算机等等，也都在社会科学中起着越来越大的作用。数学与经济学结合在一起，产生了计量经济学。1970年第十三届国际历史学家代表大会，把在历史学研究中如何应用数学方法问题列入重要议题。

与这同时，一些社会科学的思想和概念，如“系统分析”、“模糊集合”、“目的的假定”等等，也被自然科学许多学科所吸收，促进了学科的发展。

总之，自然科学与社会科学都具有追求事物本质和规律性的共同特点，因此可以相互借鉴、相互促进，做到水乳交融。日本著名教授玉野井芳认为：“自然科学可称为‘自然的社会科学’，社会科学可称为‘社会的自然科学’。”日本学术振兴会会长增田四郎认为，自然、人文和社会这三个学术领域是不能截然分开的。凡此种种，说明自然科学与社会科学合流的趋势是一股势不可挡的时代潮流。

综合化的趋势还突出地表现在技术领域之中。回顾二十世纪的科学技术发展的历程，似乎给人这样一种印象：即三、四十年代的科学发明，到五十年代的物化为技术，六十年代变为产品，七十年代进入了“饱和增长”的“非常时期”。1925年到1945年的重大科学发现与发明有42件，如晶体管、原子能、计算机等都是这一时期的发明和发现；五十年代把这些科学成果物化为技术；六十年代使之变成产品，形成社会生产力，有力地推动了经济的发展。七十年代的科学技术很少有重大的突破，而主要是沿着综合和转移的途径前进。综合化的趋势，导致技术领域中的“种子”型技术的减少，“需求”型技术的增加。所谓“种子”型技术，指的是直接来源于科学发现与发明的技术，如原子能、半导体、激光等，这些技术都是立足于新的科学原理而研制成功的。进入七十年代以来，这种依靠全新的科学发现发明而产生的技术突破越来越少。代之而起的是“需求”型技术，这种技术是从社会市场需要出发，将已知的科学原理和老的技术有系统地综合起来，从而形成与原有技术完全不同的新技术。美国阿波罗登月计划总

指挥韦伯指出，阿波罗飞船计划中都是现成的技术，没有一项新技术，关键在于综合。同时指出，重大技术的突破现在极少，而各项技术的组合系列化则是发展趋势。日本学者更明确地指出：“综合就是创造。”二十世纪世界上重大的发明创造，很少有日本的份。但是，日本善于在别国先进技术的基础上搞综合，从而创造出不少世界上第一流的新技术、新产品。

技术领域中的综合趋势还表现在“技术转移”上。“技术转移”的种类繁多，如表1所示。第一种类型是系统化，如机电一体化趋势便属于这一类；第二种类型是向新领域转移已有技术；第三种类型是向生产率低的部门转移高水平技术；第四种类型是技术向发展中国家转移。

表1 技术转移的各种形式

分类	序号	转移种类	解 释	实 例
的技术 为研 制新 产品	1	向复合产品 转移（系列化）	为了创造出某一新的功能，利用现有技术组合成新产品	使用集成电路的台式计算机，综合铁路技术的新干线，无人仓库，数控机床
	2	向新市场 转移	向新发展的社会领域——新市场转移高度技术	使用电子计算机的教育仪器，利用空间技术勘探地球表面
域的 向低 水平 转移	3	向低生产率 部门转移	在现有的技术领域内，向生产水平低的部门转移高水平技术	预制法在建筑部门的应用，应用于零售业的生产管理系统
	4	适应出口的 技术	将先进国家的技术向发展中国家技术输出	向巴西出口的钢铁技术，向中国台湾省出口的家用电器技术

由此可见，综合化是现代科学技术的发展趋势。整个科学技术已经成为一个具有立体结构的纵横交错的网络系统，要求人们从对事物的研究过渡到对系统的研究；从单值的研究过渡到多值



的研究；从单向的研究过渡到网络、矩阵的研究。一言以蔽之，要求人们采取“立体作战”的形式，对自然界进行综合的整体的探索。

科学技术综合化的发展趋势，要求科学劳动结构进行必要的改革，使之适应立体作战的需要；科学技术的综合化，也使科学技术面临的任務更加复杂，它涉及技术、经济、社会、文化及心理等各个方面。我们在分配人力财力时，务必把交织在一起的各种因素都考虑进去，这是对科学政策的一个严重挑战。制订科技政策不能再局限于自然科学及工程研制范围内考虑问题，还要注意充分利用社会科学的概念和知识。

多学科如何协同作战？“立体作战”的结构究竟如何建立？各项技术如何组成系列化？这就必须对科学进行总体研究，只有这样，才能为制订正确的科学政策提供理论依据。

## 第二节 科学的社会化

回顾科学发展的历程，可以发现：科学研究活动虽然早已开始，但作为一种独立的事业，却为时不久。这只要考察一下“科学家”这个词的孕育和出现，就可以了然了。

“天文学家”一词在六世纪下半叶的英文文献中已出现。

“数学家”一词大约比这晚二、三十年。化学家直到十四世纪才同炼丹术士分道扬镳，不过那时还只是称为“蒸馏水的人”。

“动物学家”、“植物学家”等词的诞生就更晚了，大约在十七世纪才为世人所承认，而被综合称为“生物学家”，则还要晚二个世纪。十八世纪，“心理学家”和“地质学家”等词相继出现。“物理学家”一词迟到十九世纪中叶才形成。1840年，英国