

交叉科学文库之三

科学学与系统科学

王兴成著

光明日报出版社

1987年

·交叉科学文库·

科学学与系统科学

王兴成著

光明日报出版社

北京永安路106号

*

新华书店上海发行所发行 江苏武进村前印刷厂印刷

开本：850×1156 印张11.875 插页：1 字数：256千

1987年4月第一版， 1987年4月第一次印刷

印数：1-10,000

*

书号：13263·021 定价：2.90元

1952/12

序

伊壁鸠鲁之神在世界的狭缝里生活，一代人在伊壁鸠鲁神中间生活。

他们既无有他们长辈们的那种史诗般的英雄履历，也没有他们晚辈们的那种“田园诗”般的现代快乐。

当他们来到科学王国的时候，这里是一派“纳鸟戛”（Hayka）气氛；当他们开始耕耘的时候，这里又泛起“赛因斯”（Science）清波。

所以，他们要用两倍的生命，去推动生活的战车。

党的旗帜，他们紧紧跟随；科学的焦点，他们拼命追逐。

他们既做儿子，又当父亲；他们既要革命，又要建设。

学科与生产的交界处，他们去开发；自然与社会之间的处女地，他们去探索。

他们用生命谱写着历史，历史有时却表现得有点吝啬。

自然科学家说，他们不会在“希尔伯特空间”里走路；社会科学家说，他们不会用“科班的语言”进行经典式的临摹。

在革命家的眼里，他们是“承上启下”的模范后生，在企业家的眼里，他们又变成“星期五经济学”里的标准顾客。

别人争相去的地方，他们不会去；别人不愿去的地方，他们不断去进击。别人欲取的东西，他们不愿取；别人欲弃

的东西，他们却恋恋不舍。

当人们都在“赋生命以时间”的时候，他们却“赋时间以生命”；当人们都在寄欢乐于空间的时候，他们却寄空间于欢乐。

……。

啊——他们，

一群科学世界里的“普罗米修斯”，一批交叉科学领域的拓荒者。

他们已经做了什么？

他们将要做些什么？

所有这一切，成了外部世界都在竭力窥探的秘密；所有这一切，成了内部世界都在激烈论争的功过！

为了让历史记忆，为了让世人评说，我们出版了《交叉科学文库——一束历史的花朵。

作为一代人的智慧，作为一种科学观的浓缩，作为一种理想的追求，作为一桩事业的拼搏，……。

这是特殊时期历史交叉的产物，又是特殊领域科学交叉的结果。

采摘这朵奇妙的历史花絮吧！

研究这幅神秘的历史画卷吧！

世纪之交的伟大使者！

中国管理科学研究院

1987年

目 录

科学学篇

- 科学学的形成和发展……………(1)
- 科学学的研究对象和领域……………(14)
- 科学学的特点和研究方法……………(31)
- 科学社会学……………(36)
- 科学经济学……………(43)
- 科学情报学……………(50)
- 科学预测学……………(60)
- 社会科学的科学学……………(67)
- 我国科学学研究的现状和特点……………(70)
- 我国科学学研究的建制化进程……………(84)
- 我国科学学研究和开发的近况及趋势……………(91)
- 苏联和东欧诸国的科学学研究……………(103)
- 英、法两国科学学的教学活动……………(109)
- 联邦德国、瑞典和荷兰的科学学研究……………(114)
- 发展中国家的科学学研究……………(121)
- 有关科学学的国际组织及其活动……………(128)
- 国外科学学的某些出版物……………(137)
- 现代交叉科学的信息流活动……………(140)
- 科学研究和科学信息流活动……………(144)

| | |
|--------------------------|---------|
| 试谈科学政策研究专业化····· | (150) |
| 现代技术革命与组织管理活动····· | (158) |
| 南、苏、美三国科研所的管理体制····· | (172) |
| 美、日、苏三国科研管理的时弊····· | (181) |
| 美国科学人才的现状和预测····· | (195) |
| 现代科学技术的发展趋势和学会建设的关系····· | (205) |
| 《普通科学学导论》述评····· | (209) |

系统科学篇

| | |
|--------------|---------|
| 系统科学的兴起····· | (215) |
| 系统方法初探····· | (223) |

跨学科研究的范型

| | |
|---------------------|---------|
| ——试论系统工程的结构和功能····· | (240) |
| 系统分析和决策研究····· | (264) |
| 系统方法的形成及其研究····· | (274) |
| 系统研究的方法论原则和课题····· | (283) |
| 关于系统科学和跨学科研究····· | (294) |
| 国外系统研究的发展趋势····· | (305) |
| 引人注目的全球问题研究····· | (308) |
| 全球发展问题及其模拟系统····· | (328) |
| 跋····· | (342) |

科学学的形成和发展*

科学学是研究科学本身的一门学问，又称“科学的科学”。它把科学作为一种重要而特殊的社会现象来研究，考察它在社会中的地位和功能，揭示现代科学发展的客观规律，分析它的体系结构，探讨现代科学最佳管理的理论和方法，使人们在自觉地认识和驾驭现代科学方面，由必然王国大踏步地向自由王国跃进。科学学是一门新兴的边缘学科，在国外，近年来发展迅速，产生了许多分支学科，研究领域十分广阔，跨及自然科学、技术科学和社会科学，同时又正在开始形成科学学本身从基础理论到应用的综合而统一的学科体系。很多自然科学家、科技史家、哲学家、经济学家、社会学家、心理学家和科学研究的组织管理工作等等，都投入科学学的研究工作。有的国家成立了专门的研究机构，开展各种学术交流活动，出版了一些专门的刊物和著作，取得了一批研究成果。目前，国外科学学的研究重点为应用方面，着重研究科学政策和组织管理问题，对加速科学技术的发展，日益发挥重要的作用。

英国科学家 J. 贝尔纳(J. Bernal)高度评价了科学学在现

* 本文发表于《科学管理》(试刊), 1979年2月, 中国科学院图书馆。

代科学广阔世界上的地位，他指出，“科学的科学，或者如我在其他场合称之为科学的自我认识，乃是二十世纪下半叶的伟大创举。”

一、科学学的形成

科学学始萌于二十世纪三十年代。1935年波兰学者M. 奥索夫斯卡(Ossovska)和C. 奥索夫斯基(Ossovski)发表了一篇论文，题为《科学的科学》，正式提出和论述了这一学科。在这前后，波兰学者T. 科塔尔宾斯基(Kotarbinski)等人曾提议把这一学科定名为“科学学”、“科学论”、“认识论”、“科学理论”和“普通科学学”等，其含义无非都是研究科学本身一门学科。

1939年，英国贝尔纳的《科学的社会功能》^①一书问世，这是第一本科学学的基础理论著作。该书主要论述了数量分析方法、科学结构的理论模式和科学政策及科学管理问题。贝尔纳认为在研究整个科学问题时，必须以科技史为基础，把质量分析方法和数量分析方法结合起来，他收集、整理、分析和研究各种科学数据，来探讨科学发展的原理，得出了科学发展按指数增长的结论。关于科学发展的理论模式问题，他认为，科学研究的每一步，看来都要重建科学结构的模式。可以把科学看成一座日渐增高的金字塔，也可以看成一棵枝桠交错的大树。可以把摘录的科学文献组成一张网，把所有的著作联合成一个统一的综合体。在科学政策和科学

^① J. 贝尔纳：《科学的社会功能》，陈体芳译，张今校，商务印书馆，1982年。

管理方面，贝尔纳指出现代社会的科学规划是非常必要的，应该研究在国家范围内组织科学的方法以及发展科学的途径。贝尔纳在科学学方面的著作还有《科学与社会》^①（1953年）、《历史上的科学》^②（1954年）等，这些著作概括了当时科学的成就，揭示了科学在哲学上的意义和在人类历史上的作用，科学在剥削制度社会发展中的矛盾性和它在社会主义制度下的不断进步。现在，世界各国的科学学家都公认贝尔纳为科学学的主要创始人。

1964年，英美等国学者为纪念贝尔纳《科学的社会功能》一书问世二十五周年，他们出版了一本论文集《科学的科学》。^③该书以现代科学的迅猛发展为背景，探讨了贝尔纳的科学学思想在四分之一世纪中的进展情况。该书广泛论述了科学史、科学现状和科学未来的问题，这些都是当时极为紧迫的问题，作者们都力图寻找它们的答案。美国科技史家D.普赖斯D. Price在为该书撰写的《科学的科学》^④一文中指出，科学学是由科学派生出来的具有头等重要意义的学科。科学不是在一个方面，而是在几个方面同时成为研究的对象，因此构成科学社会学、科学心理学、科学经济学等分支学科。他认为研究科学的学科是逐个产生的，但是，现在明显地表现出接近为统一整体的特征，这个统一的整体——科学学，大于其各分支学科简单相加的总和。这门新兴学科可以称为

① J. 贝尔纳：《科学与社会》，刘若水译，生活·读书·新知三联书店，1956年。

② J. 贝尔纳：《历史上的科学》，伍况甫等译，科学出版社，1983年。

③ M. 戈德史密斯、马凯主编。《科学的科学》赵红州、蒋国华译，科学出版社，1985年。

④ D. 普赖斯：《科学的科学》，见M. 戈德史密斯、A. 马凯主编的《科学的科学》一书，第227—245页。

“科学、技术、医学等的历史、哲学、社会学、心理学、经济学、政治学、运筹学等”，“我们认为称之为‘科学的科学’更好。”这就是普赖斯给科学学下的定义。贝尔纳为该书撰写的论文《二十五年以后》，^①指出了现代科学发展的三个战略方面：1.作为工业生产基础的动力和工业原料；2.制造和改进计算机，机器数学领域的研究成果几乎在人类各方面活动中都能运用，这里蕴藏着提高劳动效率和生产质量的无穷无尽的力量；3.深刻广泛地研究和正确地理解生物过程的本质，二十世纪中叶，生物化学方面的发现，生物化学向细胞内部结构的超微生物化学的变化，导致揭示遗传机制和遗传密码，这对未来科学发展的影响极为深远。其他科技史家如英国的李约瑟(Joseph Needham)等也为该书撰写了论文。六十年代中期在英国伦敦出版的这本论文集《科学的科学》，主要反映了当时英美等国科学学理论研究的概貌。

1965年8月，举行第十一届国际科学史大会，贝尔纳和A.马凯(A. Mackay)联名发表报告《在通向科学学的道路上》，^②论述了科学学的定义、科学学的必要性、科学学产生的初步条件、科学学的性质等问题。在报告的第一部分论述科学学的定义时，他们引用了中国古典名著老子的《道德经》中的名言：“道可道，非常道；名可名，非常名。”他们认为“道”就是在一定的有机结构内永无休止的变化，科学和科学学正是这种性质的活动，所以无需对科学学下一个过于刻板的定义，否则有使精神实质被阉割的危险。作为对科学学的

① J.贝尔纳：《二十五年以后》，见M.戈德史密斯、A.马凯主编的《科学的科学》一书，第246—267页。

② J.贝尔纳、A.马凯：《在通向科学学的道路上》，见《科学学译文集》一书，第13—24页。

一般认识，他们认为可以采纳普赖斯的定义。贝尔纳等在报告中还指出，科学学可以分为理论和应用两部分，前者是描述和分析，说明科学和科学家活动的方式；后者要解决如何使科学运用于人类社会的问题。科学学要成为真正的科学，应该充分运用现代科学理论和现代技术手段。“科学学不是从天上掉下来的，必须通过研究现实生活，花大气力去寻觅。”为了发展科学学，贝尔纳等在“结论”部分呼吁：在高等学校设立科学学的研究机构，促使现有的科学史研究机构从事现代科学学的研究，支持科学评论家的职业和活动，建立国家的和国际性的科学学研究机构，并积累有关科学的统计资料。第十一届国际科学史大会以后，英、美和西欧其他国家、日本以及苏联才逐步广泛展开科学学的研究。

在1971年举行的第十二届国际科学史大会上，成立了国际科学政策研究委员会，这实际上是有关科学学的国际性研究机构。在第十四届国际科学史大会上该会改名为国际科学政策研究理事会。1975年该会举行柏林会议，研究了理事会的组织问题，讨论了基础研究和应用研究的关系问题。1976年举行巴黎会议，讨论了“社会、文化和政治对科学政策研究的影响”问题。1977年该会的全体会议于波兰的雅布沃举行，议题为“科学政策研究与科学政策的关系”。在同年举行的第十五届国际科学史大会上，该会参加“科学与社会”小组的工作，讨论“科学史和科学政策史，社会发展和科学政策”等问题。

综上所述，人们可以清楚地看到，在现代世界上，科学学正在形成一门独立的学科，正在成为一个蓬勃发展的知识领域。

二、科学学发展的两个阶段

几十年来，科学学的形成和发展，就其主要的的方法论而言，大致可以分为两个阶段：从三十年代末至五十年代为第一阶段，这期间人们主要运用数量分析方法，来研究科学发展按指数增长的理论；从六十年代开始进入第二阶段，从这时起，科学学中运用系统方法的趋势日益加强，人们深入探讨科学发展的一般规律和理论，据此来制订科学政策，大力改善科学的组织管理，提高科学研究的效率。

贝尔纳在三十年代末发表的《科学的社会功能》一书，就运用了数学分析方法，初步研究了科学发展按指数增长的理论。到四十年代末五十年代初，也就是第二次大战以后的经济恢复时期，由于自然科学研究和技术探索的规模急剧地扩大，各种情报资料排山倒海地涌来，发生了“情报爆炸”。当时科学学家的注意力集中在各种各样的科学数据上：科学家的人数、科研机构和学术团体的数目、科学出版物的数量、科研经费和科研效率等等。人们通过大量的数量分析，使原来已知的科学活动的规律更加准确，并不断揭示新的规律。据研究，按任何一种科学数据来分析，三百年期间，这些指标都是每隔十年至十五年增长一倍，这就是科学发展按指数增长的理论。它证明了科学结构的有序性，科学作为一个统一的整体在发展，它在发展的过程中保持着内在的平衡。

科学发展按指数增长的理论，在五十年代曾经在科学学中占主导地位。它在方法论方面起着一种规范的作用，又称积累规范，当时这是从总体上描述科学发展的令人满意的工

具。人们运用这种理论，研究了范围十分广泛的科学学问题，他们据此计算和预测科学发展的速度，绘制科学著作在各国分布的图式和欧洲各国大学和科学出版物增长的曲线等等。

然而，随着科学事业的迅速发展，逐渐暴露出这种按指数增长的理论的种种缺陷和不可靠性。现代科学技术的发展，错综复杂，瞬息万变，单纯的数量增长，往往不能完全地正确地反映科学发展的实质。从个别科学数据按指数增长的情况，能否得出整个科学都是按指数增长的结论，这是一个值得重新研究的问题。实际上，在情报增长和科学知识增长之间，出现了不成比例的现象，因为有不少情报，其内容是重复的或虚假的。预计二十世纪下半叶科技情报总量将增长三十多倍，而知识量只将增加一倍。如果各种科学数据都无限制地按指数增长的话，那势必出现不可思议的情况，譬如，到二十一世纪，按指数增长的科学经费将吞没任何一个国家的国民生产总值，而全部科学家的人数将超过地球上居民的总数，这是完全不可能的。按这种理论来预测科学的发展，有朝一日终将出现科学的“饱和”或“衰减”，这既不符合社会发展的规律，也不符合科学发展的规律。所有这一切都充分反映了这种理论的局限性和不完备性。于是人们开始寻找新的理论武器，来解决科学学面临的新问题。

从本世纪六十年代起，各国科学学家开始重视系统论的研究，运用系统方法来研究科学学问题，这是现阶段科学学发展的一种基本趋势。在科学学中运用的系统方法，其主要特征如下：1.把科学作为一个整体(系统)来研究；2.科学这个整体按它的体系结构可以逐级地分解为各个子系统；3.强调各学科之间的不可分割的联系，科学学具有鲜明的综合性

和跨学科性；4.以研究最复杂的能动系统为目标，这包括人的复杂因素在内的科学管理问题。

系统方法并不是一种运用于科学学或其他学科的外在的总的规则，而是一种首先在自然科学(如生物学)研究中发展起来的，后来在更为广泛的应用领域得到反映的科学的内在趋势。根据系统论的原理来研究科学的发展，不是不可避免地将出现科学的“饱和”或“衰减”，而是在科学的结构中必将出现革命性的变化。美国科学史学家 T.库恩(T.Kuhn)所著的《科学革命的结构》^①一书，运用系统论的思想，研究科学发展的结构问题，提出了规范变革的理论，这对科学一般理论的研究，作出了一定的贡献。该书主要研究自然科学理论发展中的革命问题，他认为凡科学上的创造发明都是从根本上推翻过去科学家们造成的普遍认识或“常规认识”，因而不得不重新编写科学的教科书。他否认科学的进步是在客观上一贯正确的同一条道路上取得的，或者是在前人业绩的基础上不断积累知识并形成传统。他把淘汰了的某一门科学的旧框框叫做旧规范，而把打破这种旧框框的思想和行动叫做“科学革命”，从而构成新规范。他并不否认科学知识有积累和充实的过程，但他认为这些都属于对新规范的培育，而不是科学革命。他以哥白尼和爱因斯坦为例，认为他们的思想是打破旧规范创立新规范的典型，哥白尼的日心说从根本上推翻了托勒密的地心说，爱因斯坦力学和牛顿力学完全不同。不同的规范不仅在对客观事物的看法上迥然不同，而且在解决问题的范围上、方法上和标准上都是不同的。新规范

^① T.库恩：《科学革命的结构》，李宝恒、纪树立译，上海科学技术出版社，1980年。

的出现往往需要对有关的科学重下定义，人们似乎面临了一个新的世界。库恩指出，“每个转折点都必然要求科学团体放弃在许多世纪中受人尊重的各种科学理论，而支持和以前理论不相容的另一种理论。”“未曾预料到的发现并不意味着新事物的单纯增多，正是由于这个原因，重要的新事物或新理论给科学界带来了质的变化，这种质变的程度相当于其在数量上得到丰富的程度。”库恩通过科学发展的理论，说出了从量变到质变的辩证法的道理。库恩的规范变革的理论对研究科学发展的规律，分析现代科学的体系结构，预测未来科学的发展，搞好当前的科学管理都有一定的价值。

系统论和科学学在本世纪三十年代同时产生，并非巧合。科学乃是由一系列新的跨学学科对象统一起来的一门新兴学科，这既反映了现代科学发展的整体化趋势，也反映了系统论作用于科学本身这个实践领域的必然结果。

三、科学学的研究领域

当前，国外科学学的研究发展迅速，学科越分越细，分支越来越多，几乎涉及与科学有关的一切方面。据了解，科学学现有的分支学科二十有余，例如：科学的一般理论、科学方法论、科学逻辑学、科学社会学、科学经济学、科学管理学、科学计量学、科学政策学、科学组织学、科学运用学、科学模拟学、科学预测学、科学情报学、科学心理学、科学伦理学、科学法学、科学美学、科学语言学、科学教育学、科学人口学、科学流派以及科技史等。还有人提出既然有自然科学的科学学，也应该有社会科学的科学学。如此众多的分支学科，有的已有一定的研究成果，~~出版了一些有关的专著~~，并在实践中得到了运用；有的只是刚刚提出~~三个学~~

科名称，尚未见到具体学术内容。

科学学的大量分支学科可以区分为两类：1.理论科学学或普通科学学，如：科学的一般理论、科学方法论等。理论科学学在整个科学学的学科体系中是联结其他部分的纽带，它提供科学发展的全貌，起着方法论的作用。它的任务是系统地再现科学的发展，研究科学的体系结构和发挥作用的一般规律。它的研究目的则是确立科学管理的理论基础，根据科学发展的客观规律，保证以最高的速度发展科学和提高科学研究的效率。2.应用科学学，如：科学经济学、科学情报学、科学预测学、科学心理学等。这类学科把科学的一般理论广泛运用于科学实践的各个领域，总结各种经验，探讨各种行之有效的办法。

科学学作为一门完整的学科，它从整体上对科学进行全面的、研究，探索整个科学发展的规律。科学学的各分支学科都以特殊的方法分解科学，研究科学领域某一侧面的特殊规律和专门的知识体系，而研究对象的共同性又把它们联结起来，构成一门统一的学科。不能轻易地否定已经形成或正在形成的各分支学科的存在，这些学科都有专门的研究对象、专门的研究任务和目的、甚至专门的概念语言。科学学各学科研究对象的共同性和研究科目的不同，使它成为既是完整的内部又是分门别类的一门综合性科学。

自六十年代中期以来，国外对科学学的看法，有两种不同的观点：1.在有些学者看来，科学学已形成对科学进行综合研究的统一的独立的领域，科学学的存在与发展，同研究各分支学科密切相关，互相促进，然而并不归结为其中的某一分支学科。英国的贝尔纳为建立统一的科学学作了很大的努力，美国的普赖斯也持这种观点。2.另一些学者则强调

科学学各分支学科的独立研究，认为科学学首先就是科学社会学、科学管理学和科学情报学。西方和苏联顿河—罗斯托夫的一些学者则强调科学社会学，认为这门学科的研究可以代表整个科学学。

四、科学学与哲学的关系

在现有的两千多门学科中，长期来有两门学科系统地研究科学的经验。其中第一门是哲学，它集中研究人类知识发展的一般方法论问题和最一般的规律性。第二门是科技史，它编纂科技进步的历史，总结它的历史规律性。为了正确而有效地开展科学学的研究，认真地探讨一下科学学与哲学的关系是十分重要的。

人类文明史告诉我们，在古代社会，人们对客观世界的一切认识，都被囊括在哲学这门学科之中。随着社会的发展和文明的进步，自然科学才从哲学中分化出来。从近代到现代，科学的发展突飞猛进，分工越来越细，新兴学科越来越多。这种学科的分化和独立是科学进步的表现。同时，现代科学的发展又出现了整体化趋势，出现各种综合性的边缘学科。在现代科学高度分化和高度综合的两种趋势的作用下，科学学这门学科就应运而生了。

马克思主义哲学是关于自然、社会和思维的最一般的规律和方法论的体系，它对各门科学起总的指导作用，各门科学的发展丰富和加深了哲学的认识，推动了哲学的发展。科学学是从现代哲学和科技史中分化出来的，同时也是各相邻学科——经济学、社会学、心理学等综合作用的结果。科学学与哲学的关系，首先由理论科学学体现出来，它介乎哲学