

国家自然科学基金资助项目

《基础学科发展预测和评价系统的综合研究》丛书

我国基础性学科的结构与发展

——基础科学产出的计量分析

席酉民 贾理群 著

科学技术文献出版社

《基础学科发展预测和评价系统的综合研究》丛书

我国基础性学科的结构与发展

——基于科学产出的计量分析

席酉民 贾理群 著

科学技术文献出版社

3506 67
(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书是《基础学科发展预测和评价系统的综合研究》系列丛书之一。主要内容是通过对基础性学科产出的统计分析和计量分析研究我国基础性学科的结构和演变过程以及主要影响因素,为基础性学科发展政策的制定提供依据;以图书、期刊、论文、成果为计量指标,对我国基础性学科及其演变的影响进行评价分析,并提出了若干政策建议。针对基础性学科产出结构分析这一特定问题,运用计量分析方法进行研究,其成果在国内属首创,对开拓计量分析新领域具有重要意义,有一定的学术价值和实用性,必将产生很好的社会效益。适于决策人员;科技管理、科技信息、综合计划人员;计量、统计人员;科技政策研究者、广大科技人员以及部分高校师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

我国基础性学科的结构与发展:基于科学产出的计量分析/席酉民,贾理群著. —北京:科学技术文献出版社, 1995. 4

(《基础学科发展预测和评价系统的综合研究》丛书)
ISBN 7-5023-2303-1

I. 我… I. ①席…②贾… III. 科学-发展-科研管理-统计分析(数学) IV. G304

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 02932 号

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)

河北省大厂兴源印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1995 年 4 月第 1 版 1995 年 4 月第 1 次印刷

850×1168 毫米 32 开本 5.375 印张 134 千字

科技新书目: 326—111 印数: 1—2000 册

定价: 6.00 元

国家自然科学基金委员会重大项目—— 《基础学科发展预测和评价系统的综合研究》

学术领导小组

组长：李光临

成员（按姓氏笔画）：李光临 朱东华 陈玉祥
 席酉民 袁海波 韩文秀

项目主持人：陈玉祥

主持单位：合肥工业大学预测与发展研究所

子课题之一：基础学科预测和评价的理论与方法研究

课题组组长：陈玉祥

承担单位：合肥工业大学预测与发展研究所

子课题之二：基础学科发展的比较研究

课题组组长：朱东华

承担单位：合肥工业大学预测与发展研究所

子课题之三：基础学科发展历史和现状的评价研究

课题组组长：韩文秀

承担单位：天津大学系统工程研究所

子课题之四：基础学科发展的影响和作用的评价研究

课题组组长：席酉民

承担单位：西安交通大学战略与决策研究所

子课题之五：基础学科发展政策研究（化学科学发展战略研究）

课题组组长：陈德棉 陈玉祥

承担单位：合肥工业大学预测与发展研究所

总 序

随着科学技术的突飞猛进，科学技术的社会功能日益增强，科学技术已成为促进一个国家或地区社会、经济发展的关键因素。当前，越来越多的国家已认识到，恰当地选择科研主攻方向，适时调整科学研究力量布局，从整体上提高科学研究活动的效率、科学研究质量和科研水平，使有限的科技资源发挥更大的作用已成为科技管理的基本目标。

正因为如此，80年代以来，科技政策研究引起广泛重视。当前世界各国，尤其是西方工业化国家，科技政策调整的一个共同点是：加强科技决策研究，注重科学预测和超前规划，强化政府在科技活动方面的引导和调控能力，增加投入，从各方面对科研活动提供更有力的支持。

我国虽属发展中国家，但在科技领域又有别于许多发展中国家。一方面，经过四十多年努力，已形成相对庞大和较完整的科研体系，并在一些领域取得了令人瞩目的进展；另一方面，同发达国家相比，我国的整体科技水平和国家能对科学研究投入的资源（人力、物力和财力等）仍存在很大的差距。

当前，我国现代化建设对科学发展的需求正日趋增长，为了协调日益增长的科学技术发展对科研经费的需求与社会难以满足这种需求的矛盾，更充分地发挥科学技术在促进社会经济发展中的作用，我们必须回答以下问题：

- 国家必须在哪些领域里增加投资，以保持一定领先地位；

- 应该在哪些领域只保持足够的研究，主要进行动向记录式的跟踪，当别国有所突破时，可以迅速引进和消化；

- 国家在哪些学科领域，应充分利用其他国家的发现和新发明，目前可以维持较少研究力量？

上述问题的解决都与科学选择和优先领域确定有关。通过选择和规划，突出重点，把基础性研究中相对比较成熟，对国家的发展和科学技术进步具有全局性和带动性的重大关键项目，由国家以指令性的方式纳入计划予以实施，这样做有利于集中力量在一些有优势的重要领域取得突破，实现科技的纵深部署；从整体上全面提高我国科研活动的质量和水平。

在我国，围绕科技规划和资助政策的制定，系统地开展科学选择、科学预测、科学评价的理论和方法论的研究基本上还是一个新课题，对我国在制定科技规划，以及科学选择中的一些成功的经验也缺乏系统的总结。正是在这种情况下，1990年国家自然科学基金会设立了“基础学科发展预测和评价系统综合研究”重大科研项目，围绕着基础性研究的资助政策和资源分配问题，系统地开展科学选择、科学预测和优先领域确定的理论和方法论的研究。该项研究的目标是：

1. 通过研究，系统地分析和评价我国基础学科发展现状及其运行机制，建立对未来基础学科的发展途径、学科热点，以及优先发展领域选择、评价和预测的理论和方法体系，把科技政策与管理科学研究和政府部门的管理与决策工作紧密结合起来；在理论和方法上，为科技管理部门决策、规划和学科发展管理提供支持。

2. 以基金管理为背景，通过科学选择、科学预测和评价方法在若干基础学科发展战略研究中的实际操作运行，为资源分配和资助政策的制定，学科发展战略和学科政策的制定，提供系统的信息支持和理论方法支持。

3. 通过该项研究，促进科学选择、科学预测和科学评价理论在我国的传播和发展，促进决策者、管理人员和科学工作者的观念更

新，为科学家和科研人员适时调整科研方向开辟新的思路，从更广泛的角度促进我国科技资源和国家发展目标的协调和优化。

其中，基础性研究的科学选择和优先领域确定是本项研究的中心；比较分析、科学预测和科学评价研究则为科学选择提供了基本方法和手段；最终目的是从理论和方法上为基金管理、科学资源分配，以及资助政策的制定提供支持。

围绕上述目标，我们将主要研究内容划分为以下五个子课题：

1. 基础学科发展的国际间的比较研究；
2. 基础学科发展现状分析与评价；
3. 基础学科发展的影响与作用的评价研究；
4. 科学预测与评价的理论和方法论研究；
5. 学科发展战略研究。

其中，子课题4着重从理论和方法论方面为本项研究提供理论基础和研究工具，子课题1、2、3分别从国际比较，统计分析和文献计量研究的角度对我国基础性研究的学科结构和学科布局的合理性进行研究，为资源分配和资助结构的调整提供依据，其中，子课题2还对基金预算分配系统进行了研究。子课题5则以化学科学为实证研究对象，对如何运用科学选择和优先领域评价方法进行学科发展战略研究进行了系统的探讨和实证研究。

经过课题组全体同志3年多的努力，本项研究在科学选择和优先领域确定理论、学科结构的国际比较、科学产出的计量分析、基金预算分配理论与方法，以及学科发展战略制定等方面进行了开拓性的研究。在科学政策的理论、方法论和应用研究方面均取得了丰富的成果，圆满地实现了本项研究的预定目标，於1994年4月22日在京通过了专家验收。本套丛书即是该项研究的主要成果。

应该指出，围绕科学选择、科学的协调发展和资源分配等问题展开的科学政策研究，在各国都是一项难度很大，并且仍在不断开拓和探索的工作。本丛书仅仅是作者立足于现有的认识水平，对该领域的工作进行的初步研讨，限于我们的能力和水平，其中一些观

点还有待进一步完善,真诚地希望得到各方面专家的批评和指教,以求把工作做得更好。

本项研究的完成,首先感谢国家自然科学基金会,正是在基金会的大力扶植下,使我们能够有一个较为宽松稳定的科研环境,致力于学习和开拓,在实践中不断总结与提高。本项研究自始至终得到了许多专家的指导,尤其是原国家自然科学基金会政策局李光临局长,以及陈晓田等同志的帮助。此外,在本项研究中,还参阅和引用了大量国内外有关专家学者的研究成果和观点,在此一并表示感谢。

陈玉祥

1994年4月於北京

目 录

总 序	(1)
前提与说明	(1)
第一章 绪论	(5)
一、研究背景和意义	(5)
二、科学学、科学计量学的研究历史及现状	(8)
三、本研究的思路、目标和难点	(15)
四、本研究报告的内容和结构	(17)
第二章 基础性学科及其产出的系统分析	(19)
一、基础性学科的系统范畴及其特点	(19)
二、基础性学科系统的投入产出分析	(21)
三、基础性学科系统的功能及影响因素	(21)
第三章 科学计量学的方法与选择	(25)
一、科学计量学及其在本项研究中的应用	(25)
二、计量研究对象和方法的选择	(26)
三、计量分析的基础单元和主要分类	(28)
第四章 基础性学科图书的计量分析	(33)
一、基础性学科图书的计量指标与统计规则	(33)
二、1949—1987 年基础性学科图书总量 (按学科和类型) 的统计分析	(36)
三、我国基础性学科图书产出的指数规律	(51)
四、我国基础性学科图书结构的计量分析	(58)

第五章 自然科学正式期刊的计量分析 (1949—1990)	 (95)
一、自然科学正式期刊的分析指标与分类准则	 (95)
二、自然科学正式期刊总量和创刊量的统计分析	 (96)
三、自然科学正式期刊学科结构的计量分析	 (103)
四、核心期刊种数与论文篇数学科结构的计量分析	 (110)
第六章 基础性学科成果的计量分析	 (117)
一、基础性学科成果计量指标、数据和来源说明	 (117)
二、科技成果的总量分析	 (118)
三、基础性学科成果的结构分析	 (120)
第七章 基础性学科结构与发展的综合计量分析	 (123)
一、基础性学科图书、期刊、论文、成果计量结果的 比较研究	 (123)
二、基础性学科结构及其演变的影响因素分析	 (125)
三、学科结构及其演变的评价分析	 (140)
第八章 关于基础性学科发展资助政策的建议	 (144)
一、较大幅度地增加我国应用基础性学科的资助比例 是促进我国基础性学科结构合理化以及整体水平 和效益的关键	 (144)
二、从微观方面看,一些学科的资助比例应 适当调整	 (145)
主要参考文献	 (148)
附录一 1949—1987 年图书计量分析统计系统说明	 (151)
附录二 正式期刊数据库系统及使用说明	 (158)

前提与说明

1. 课题的任务

本研究报告是国家自然科学基金会重大项目《基础学科发展预测和评价系统的综合研究》的第三分课题。课题的主要任务是通过基础性学科产出的统计分析,研究我国基础性学科的结构和演变过程以及主要影响因素,为基础性学科发展政策的制定提供依据和建议。

2. 基础性学科的定义

基础性学科指基础学科和应用基础学科。参照国家自然科学基金会学科设置和学科分类情况以及总项目的要求,我们在研究中将基础性学科分为数学、物理、力学、天文学、地学、生物学、化学、材料与工程科学、环境科学、农学、信息科学、医学十二个学科。其中前七个为基础学科类(化学中包括基础化学和化工科学两类,但为了宏观分析的方便,这里仍将其归为基础学科),后五个为应用基础学科类。

3. 基础性学科产出的限定

基础性学科的直接产出主要是新理论、新方法。科学文献是这些产出的主要载体,科学成果则是这些产出的一种评价和表现形式。在本项研究中,基础性学科产出的计量分析对象包括基础性学科图

书(1949—1987)、期刊(1949—1991)、论文和科学成果(1949—1990)。为将统计对象在学科属性方面限于基础性学科,在时间方面限于反映同期的科学新发现、新进展或新探索,我们在统计时剔除了文献中普及性、知识(已有知识)性、资料性、教育性(如习题集、教学内容研究)和技术性(如工业标准、纯技术等)等方面的图书与期刊以及工程技术类非基础性的成果,并在统计分析时制定与遵循统一的统计和分类标准。此外,我们在图书统计中还对图书进行了类型分类(如专著、编著、译著、高等教材等)。

4. 计量对象选择的原因

图书种数(数据库中还可录有字数)、期刊种数、论文篇数和成果个数是本项计量研究的基本单元。尽管这4种计量单元如同其他科学计量学指标一样,都存在不严格可比的问题,但以下几点分析表明,在目前条件下采用这些计量指标是可行、有效和必然的:

(1) 尽管图书和期刊种数不如论文篇数精确,但仍是科学计量学的重要指标。对自然科学期刊的抽样统计表明,每一种期刊的页数基本是固定的,论文篇数成正态分布,当从纵向的角度进行比较分析时,这一指标有一定的可比性;对图书来说,虽然存在对科学产出反映的时滞性(一般滞后一二年或数年)和计量上的一定重复性(也许同一科学理论或方法出现在一本以上的著作中),但在大样本的统计分析时,仍能反映出学科结构的演变规律和发展的总体趋势。所以,在样本数足够大时,这两种计量对象足以从科学产出的角度反映学科的结构和演变过程,从我们研究的目标来看,采用这些指标是可行的(在我们的数据库中,图书样本总计50795种,期刊样本总计2282种)。

(2) 当我们围绕学科结构及其演变这一核心问题开展科学计量学研究时,样本空间必须有相当长的时间跨度。因核心期刊论文篇数和引文方面的统计分析仅有几年数据,远不足以讨论学科结构的变动情况,而且在短时间内和有限经费情况下又不可能扩充该方面

的统计分析。所以，报告中除了部分采用论文和引文进行统计分析外，图书、期刊种数和成果个数等具有大样本数和样本空间的计量指标也就成为本项研究的重要内容。

5. 科学产出结构分析的重要性

通过科学产出的定量数据来研究基础性学科的结构与发展问题，是科学计量学的重要研究内容。但科学产出只是衡量学科结构的一个重要方面，在本项研究中我们称之为产出结构。此外，科学的认识结构（科学知识体系的学科结构）和科学劳动的社会结构（包括科学家队伍、组织、科研经费等方面的学科结构）也是反映学科结构的重要方面。科学的产出结构既是科学劳动社会结构的结果，也是科学认识结构变动的外部反映。因而它是对科学发展水平、科学劳动规模和效率的综合计量。

6. 科学产出分析的局限性和处理策略

科学文献是基础性学科产出的载体，成果是科学产出的一种表现形式和评价，因此这是两项不可加和的产出形式。此外，由于表述形式、职能、出版周期的差异以及各学科具有不同的特点，对著作与期刊进行综合计量将是非常牵强的。故我们在报告中对图书（以对著作的分析为主）、期刊（全部正式期刊和核心期刊）和科学成果从时间与学科结构分布等方面分别进行了计量分析；在此基础上对图书、期刊、论文和成果的计量结果进行了综合评价与比较；然后根据我国基础性学科发展的历史、政策、重大事件，探讨了影响学科结构与发展的主要因素，最后对我国基础性学科发展资助政策的制定提出了一些建议。

综上所述，本项研究是以“学科布局和资源分配”为中心目标，以科学计量学为基本途径，以科学产出为基本计量对象，以学科结构为主线，分析描述我国基础性学科的结构、发展及其动因。这是

制定基础科学政策的重要基础。但它不是政策本身，我们必须根据研究问题的目的和实现的可能性来加以取舍。由于时间、水平及阅历的限制，我们所建立的数据库尚未得到充分有效的利用（如没有进行二三级学科的计量分析），所作的分析也难免有偏颇之处。但从报告的后续部分可以看到一些十分有益的与基础性学科发展政策有关的分析结果已经取得，同时报告中的图表数据也为有关学者进行这方面的研究提供了重要的基础。我们寄希望于这项基础性工作能得到国内有关学者更好地进一步深入地开发和利用；也希望有关结论和政策建议能有益于基础性学科的健康发展。文中不足和错误在所难免，真诚欢迎读者不吝赐教！

第一章 绪 论

一、研究背景和意义

1. 大科学时代科学的主要特征

科学并不是发生于人类社会的诞生之时，而是随着人类社会文明的发展并以文字符号系统的出现为契机，逐渐由一种简单的社会现象演变成为一个在一定程度上独立于其他社会现象的现象体系。这一现象体系以知识为内核不断运转发展成为一个有机的、具有高度创造性的社会系统。作为系统的科学在其功能上表现为内涵的不断丰富完善和对外部环境即对社会、经济、文化施加的日益扩大的影响。这种影响以“大科学”时代的到来为标志，在力度、广度和深度等方面都有了质的飞跃^[1]。资本主义经济史无前例的发展速度以及发生在国家之间，企业之间的激烈竞争和学科系统内在发展逻辑一起成为促使科学从“小科学”时代步入“大科学”时代的动因。正是发达的经济水平和竞争才足以奠定大科学的物质基础，而大科学又通过支撑高、新技术促进经济的进一步发展。大科学时代科学的主要特点有以下几个方面：

(1) 科学家成为独立的一种职业，科学研究者人数众多，官方、民间科学共同体规模庞大；

(2) 科学研究活动需巨额科学经费支持；

(3) 科学与社会、政治、经济、文化联系紧密，息息相关，成为重要的社会事业之一。

2. 科学政策研究的必要性

基于以上现实，各国政府对科技政策都予以较高的重视。而科学选择，包括优先发展领域和重点项目的确定，是制定科学资助政策的核心和基础。围绕科学选择、科学协调发展和科学资源分配等科学政策的研究，在各国都是一项难度很大并且仍在不断开拓和探索的研究工作。从本质上讲，在各种科学政策的研究中，科学选择的研究是居首要地位的，它是科学政策制定的依据，直接决定着在此之下稀缺的科学资源在科学系统内的配置，进而通过资源的配置结构影响科学本身的协调发展以及科学系统与其他社会系统的协调关系。各个国家在发展科学时都必须有所选择，主要是由于下列原因：

(1) 科学资源的稀缺（包括人才和经费）与科学研究的日益广泛性之间的矛盾

科学研究的日益广泛和深入，需要庞大的科学研究经费开支和人数众多的科学研究队伍，这是任何一个国家都无法满足的。对每一个科学家而言，各自都有其感兴趣的研究领域和自认为需要研究的问题，然而政策必须对这些汇集起来的大量研究领域和研究问题有选择地予以资助。

(2) 科学发展的内部制约性

现代科学已经发展成为一个规模庞大、结构复杂的大科学体系，学科间的交叉渗透使其形成了较强的相互制约关系，其中某些学科或领域起着带头或瓶颈的影响作用，因而存在着重点和优先发展即存在选择问题。

(3) 科学发展与社会、经济、政治、文化和技术发展的相互影响

每个国家在某一特定的发展时期都有其特定的社会、政治、经济、文化和技术的发展目标，为使科学的发展目标与这些目标相协调一致，必须对科学发展的规模、结构以及质量、方向有所选择。

(4) 科学研究也存在效率问题

科学选择不仅包括对研究领域、研究项目的选择，也包括对科学家的选择。然而，任何国家都不可能在各个学科领域都居领先水平，因此，对国家而言，公正合理的科学选择将使有限的科学资源发挥更大的作用。

3. 本研究的作用和意义

在大科学时代的今天，科学技术是第一生产力。从某种意义上讲，如果哪个国家 90 年代科学技术发展得比较成功，那么这个国家就会在 90 年代乃至 21 世纪初在国际社会的政治、经济竞争中占居有利的地位。对中国而言，虽然目前科学技术水平与发达国家有较大的差距，然而基于我国科学体系较为完整以及科学家资源较为丰富，更基于科学的普遍性及公有性特点，如果我国科学系统能充分把握住又一次科学革命到来的契机，我国科学的整体水平有望赶上发达国家的水平，而这些均在一定程度上取决于科学选择的合理性。基础性学科的发展水平决定着整个科学的发展水平，因此无论从中国科学系统的自我完善角度，还是从中国经济改革的长远目标来看，合理地进行科学选择，尤其是基础性学科优先和重点领域的选择已成为科学界乃至整个社会都必须尽快解决的大问题。科学选择应遵循科学的发展规律及其内部的逻辑体系结构，同时结合人类社会实践的需要而进行。基于此点，本研究试图利用科学计量学的有关方法，从基础性学科产出的计量分析入手，以学科结构为主线，分析描述我国基础性学科的结构、发展及其动因，透视基础性学科发展的内在规律及其与政治社会发展间的相互作用关系，为以“学科布局和资源分配”为中心目标的科学选择及基础科学发展政策的制定服务。总的来看，本研究报告为基础性学科发展和政策研究提供了