

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

化学科学 发展战略

陈德棉 刘云 陈玉祥 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》 389425

化学科学发展战略

陈德棉 刘 云 陈玉祥 著



科学技术文献出版社

(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。全书分为理论和实证两部分。第一部分论述学科发展战略研究的基本特点、内容和系统方案设计,以及如何综合运用科学计量学、科学评价的理论和方法等进行战略能力和战略重点分析。第二部分具体运用学科发展战略研究的一般理论与方法,系统地介绍了我国化学科学发展战略研究的实证过程和主要成果,着重阐明了化学科学发展战略环境、科学研究能力和优先领域评价等问题。它是一本政策性很强的参考书,适于决策人员;科技管理、科技信息、综合计划人员;化学化工及相关专业的科研人员;软科学研究人员;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

化学科学发展战略/陈德棉等著.-北京:科学技术
文献出版社,1994.12

(《基础学科发展预测和评价系统的综合研究》丛书)

ISBN7-5023-2256-6

I. 化… I. 陈… II. 化学-发展-战略-研究 N.O6-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 01537 号

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)

北京建华胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行

1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月第 1 次印刷

850×1168 毫米 32 开本 10.25 印张 264 千字

科技新书目: 325—094 印数: 1—3000 册

定价: 12.00 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，于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月于北京

序

《化学科学发展战略》是一本极有价值的书。本书所反映的内容与美国学者作的《化学中的机会》一书比较并无逊色,所反映的研究成果超过国内外同类工作的水平,在运用科学计量学方面有独到之处,方法上应为国际先进,针对中国现实问题而提出的解决方法则为国际领先。

书中关于学科发展战略研究的理论与方法探讨、运用逻辑符号表征学科相关性、进行的中美两国的对比和针对本国国情所作的分析很有意义,对学科发展战略研究方法的发展有推进作用。书中充分考虑了化学与邻近学科、化学与社会需求、化学各分支学科之间的关系,对我国化学科学研究与发展的现状、水平、存在问题、与发达国家的差距、优先发展领域等作了比较全面分析,通过国内外比较,系统地分析了化学科学研究与发展的投入与产出情况,对我国化学学科的发展作了战略性与全局性的分析。书中材料殷实,图表资料丰富。

更可贵的是,书中通过中外对比等分析,阐明了增加投入、促进产出的必要性,对当前人才流失的根本原因和解决办法,我国高校、研究所与工业企业联系合作的严重脱节等问题及其解决办法,都提出了精辟见解,因此对有关领导决策有重要参考意义。

该书对化学家了解化学全局有激发性,将为我国化学学科的发展提供宝贵的和有一定指导性的方向,可供化学化工的从业人员在选题和考虑研究方向时参考,因而对推

动化学学科的发展有重大意义，有巨大社会效益。

书中提到的有关研究经费投入不足导致的严重后果问题，应引起有关部门的重视，在可能范围内尽快增加投入。

黄葆同

1994年5月18日

前 言

在近四年时间内，我们承担了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》子课题之一：化学科学发展战略研究，本书是该项研究成果的结晶。通过研究，我们试图解决如下几方面的问题：

1. 学科发展战略研究的系统组成及研究方法；
2. 化学的科学与社会功能、科技与社会经济发展对化学的需求及化学与这些需求间关系；
3. 化学发展的方向和优先发展领域；
4. 我国化学的科学研究能力；
5. 化学科学发展战略方案。

通过研究，我们深深地体会到：

1. 化学是一个如此庞大的体系，要了解和掌握其全貌实非易事。因此，学科发展战略研究不是一劳永逸的事，这项工作需要不断地进行。

2. 化学对于促进其他科学的发展、增产食物、增加能源、发展材料、裨益健康、改善环境、增强国防等方面均起着“中心科学”的作用。

3. 建国以来我国化学家在如此艰苦的条件和环境能够下能够使我国的化学发展到目前的水平，并为国家作出如此大的贡献，其投入产出比之高是世界上其他国家所不能及的。

4. 发达国家投入化学与化工的研究经费占化学工业总产值比重有的高达 5.0%，最低也在 3.8% 左右，远高于科技总投入占国民总产值的平均比重，而目前在我国，这种比重仅是 0.7%，低于

科技投入占国民总产值的比重，与国外情况远远相反。研究经费与实际需要相比只是杯水车薪，许多化学家正是所谓的“巧妇难为无米之炊”，造成了人才的极大浪费和严重流失，因此，要使我国化学科学的研究与发展上一新台阶的前提是必须增加投入。

在本项研究过程中，我们自始至终保持与广大化学家的沟通，共有 126 位化学家（其中包括 18 位学部委员）对本项研究进行了多轮的多方面的咨询。在本书出版之前，我们曾印发了征求意见稿，广泛地听取了意见，基本上已经与广大化学家取得了共识，并得到了高度的评价。

在研究过程中得到了国家自然科学基金委员会化学部主任徐光宪、朱光美等同志及原国家自然科学基金委员会政策局局长李光临、现管理科学组陈晓田主任的指导和支持，特别是朱光美同志在本项研究中，提出了许多很好的建议，给予了极大的支持。在此，我们表示衷心的感谢！

合肥工业大学许海力、毛家杰、吴旺顺、林琼、吴其锐、王华丽在研究过程中给予了很多的帮助，林琼、吴其锐承担了大部分打字和排印工作，在此一并感谢。

作 者

1993. 11

目 录

总 序

序

前 言

第一部分 学科发展战略研究的理论与方法

第一章 概论 (1)

第一节 科技发展战略概论 (1)

第二节 学科发展战略研究的系统构成 (4)

第三节 学科发展战略研究的方法 (10)

第二章 学科发展的综合评价与优先领域 (14)

第一节 相关性问题的研究 (14)

第二节 学科优先发展领域的确定 (23)

第三节 学科科学能力评价 (29)

第二部分 化学科学发展战略研究

第三章 化学的科学与社会功能及其发展 (37)

第一节 化学的社会功能及其发展概况 (37)

第二节 化学与其他科学 (50)

第三节 化学工业、化学工程与化学 (52)

第四节 社会问题和社会需要 (54)

第五节 化学各学科需求与相关性分析 (66)

第四章 化学与发展目标之间相关性的专家评价 (119)

第一节 评价的目的与方法 (119)

第二节 评价过程和结果 (122)

第五章 化学各分支学科之间的相关性 (131)

第一节 基于传统学科分类体系上的相关性评价 (131)

第二节	学科分类与学科之间的相关性·····	(132)
第六章	学科发展的综合评价·····	(145)
第七章	化学中的优先领域·····	(152)
第一节	化学中的优先领域概念·····	(152)
第二节	化学中的优先领域·····	(156)
第三节	对化学反应性能的理解·····	(157)
第四节	分子设计与分子工程·····	(165)
第五节	催化·····	(166)
第六节	生命过程的化学·····	(173)
第七节	材料研究·····	(177)
第八节	能源研究·····	(178)
第九节	药物研究·····	(179)
第十节	农药研究·····	(180)
第十一节	环境化学·····	(181)
第十二节	极端条件下的化学行为·····	(183)
第八章	我国化学基础性研究科学能力分析·····	(186)
第一节	化学基础性研究人力资源的现状分析·····	(186)
第二节	化学高等教育与人才培养·····	(207)
第三节	化学基础性研究机构的学科分布·····	(217)
第四节	化学仪器设备和化学试剂·····	(224)
第五节	化学研究经费投入水平及学科分布·····	(226)
第六节	我国化学基础性研究产出分析·····	(238)
第九章	战略方案·····	(260)
第一节	化学发展目标和优先领域·····	(262)
第二节	研究经费·····	(272)
第三节	仪器与设备·····	(275)
第四节	人才使用与培养·····	(275)
第五节	资助政策·····	(277)
附 录	建国以来国家重大科技规划中的化学重点发展学科	

和重大项目	(281)
参考文献	(285)
46 位化学家对本项研究报告的原征求意见稿的评价	(291)
化学科学发展战略研究咨询专家名单	(307)

第一部分

学科发展战略研究 的理论与方法

第一章 概 论

第一节 科技发展战略概论

一、战 略

“战略”在西方来自于希腊语“指挥官”(strategos)一词,英语叫做“strategy”,德语叫做“strategie”。汉语中,“战”即战争、战斗,表示对抗双方的争斗,“略”即谋划,出奇制胜的良策。无论东方、西方,“战略”一词总是起源于军事,意指“为将之道”,其本意是指对战争全局的筹划和指导^[1]。

随着人类社会的发展,“战略”一词被广泛应用于其他领域,其含义为:战略是指重大的、带全局性或决定全局的谋划。它具有以下三个特征^[2]:

1. 全局性。它研究对全局有指导性的规律。那些只关系到局部的指导规律,不包括在战略研究的范围之内。

2. 长期性。战略研究所涉及的问题都是在较长时期内发生作用的重大问题。因此战略研究的着眼点不是当前,而是未来。立足当前,放眼未来,照顾当前和未来的关系是战略考虑的紧要之点。

3. 层次性。战略是把握全局的。全局实质上是一个系统,系统是有层次的,对应于不同层次的系统,应有不同层次的战略。

战略研究的内容主要包括:战略环境和目标分析、战略布局和战略重点、实施能力分析和战略方案的确定。

战略学是研究重大的、带全局性的或决定全局的谋划的科学,其主要内容有三个方面:

1. 研究战略的演变发展过程,即从全球范围内纵向研究主体战略的演变过程,揭示战略的特点及其变化规律。

2. 研究战略规划系统的构成及其建立。

3. 研究战略实施管理系统。战略实施阶段是战略规划阶段的继续,又是检验战略规划是否正确标准,它由三个子系统构成:一是战略实施指挥系统;二是战略实施执行系统;三是监督反馈系统。

进行战略研究主要方法有系统分析法、比较分析法、评价与预测、统计计量法、运筹方法和专家咨询法。

二、科技发展战略

第二次世界大战后,科学进步对社会、经济活动的影响日益增强。科学技术所涉及的领域越来越广,影响也越来越深入。随着基础研究、科学发现到新技术、新产品开发的周期急剧缩短,世界各国普遍存有一种危机和紧迫感,能否占领科技前沿、夺取科技优势已经成为各国经济发展的关键制约因素。另一方面,由于科技活动规模日趋庞大,科学技术的发展在客观上受到资源(人力、物力)等经济条件的制约,迫使人们从系统的角度来考察科学研究及其发展问题。在这种情况下,各国政府逐步形成了这样一种共识:在全球经济竞争日益加剧的时代,较长期的科技规划是不能取消的。为了有效地和最大限度地开发和利用本国的科技潜力,如何制定合理的科技发展规划?是各国科技管理决策者首先面临的重要问题。科技战略是战略术语在科学技术领域的延伸和推广,特指科技领域重大的、带全局性或决定全局的谋划。舒利茨于1977年5月10日至14日在捷克斯洛伐克社会