



自然科学学科发展战略调研报告

工程热物理 与能源利用

国家自然科学基金委员会

科学出版社

自然科学学科发展战略调研报告

工程热物理与能源利用

国家自然科学基金委员会

科学出版社

1995

(京) 新登字 092 号

内 容 简 介

本书是《自然科学学科发展战略调研报告》之一。这套调研报告是国家自然科学基金委员会邀请有关科学家、信息专家、科技管理专家组成的 50 多个学科发展战略研究组的研究成果。这些成果具有较高的科学性、权威性和较好的可行性,对发展我国的科技事业有重要的指导意义。

本书阐述了工程热物理学科的内涵和战略地位;详细分析了工程热力学、气动热力学、传热传质学、燃烧学、多相流、热力系统动态学、热物性学、工程热物理测试技术、新能源利用等方面的研究现状和发展趋势;提出了我国工程热物理学科和能源利用研究的中、近期发展方向和目标,给出了 3—5 年内应在我国优先发展的课题以及相关战略措施的建议。

本书可供工程热物理和能源利用及相关方面的科技领导干部、科技管理人员和科技工作者参考,亦可供大专院校有关专业师生阅读参考。

自然科学学科发展战略调研报告

工程热物理与能源利用

国家自然科学基金委员会

责任编辑 李淑兰

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

北京朝阳大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1995 年 3 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1995 年 3 月第一次印刷 印张: 7 1/8

印数: 1—2 500 字数: 173 000

ISBN 7-03-004391-X/TK · 12

定价: 13.50 元

自然科学学科发展战略调研报告

编辑委员会

顾 问 唐敖庆 师昌绪 王 仁

主 任 张存浩

副主任 陈佳洱

委 员 张存浩 胡兆森 梁栋材 孙 枢

陈佳洱 金国藩 王鼎盛 徐光宪

吴 旻 钱祥麟 李恒德 许振嘉

吴述尧

工程热物理与能源利用学科发展战略研究组

顾 问 吴仲华 中国科学院院士 中国科学院工程热物理研究所

史绍熙 中国科学院院士 天津大学

陈学俊 中国科学院院士 西安交通大学

王补宣 中国科学院院士 清华大学

组 长 陈乃兴 研究员 中国科学院工程热物理研究所

副组长 过增元 教 授 清华大学

成 员 (以姓氏笔画为序)

马毓义 教 授 华中理工大学

刘高联 教 授 上海机械学院

朱 瑾 高级工程师 原能源部科技司

李淑芬 高级工程师 国家自然科学基金委员会

闵桂荣 中国科学院院士 中国航天工业总公司科学技术委员会
中国工程院院士

辛明道 教 授 重庆大学

陈听宽 教 授 西安交通大学

苏万华 教 授 天津大学

吴志坚 研究员 中国科学院广州能源研究所

范维澄 教 授 中国科学技术大学

姚福生 中国工程院院士 机械工业部

翁史烈 教 授 上海交通大学

蔡睿贤 中国科学院院士 中国科学院工程热物理研究所

秘 书 蒋洪德 副研究员 中国科学院工程热物理研究所

胡梹林 副教授 清华大学

潘忠刚 研究员 中国科学院工程热物理研究所

工程热物理与能源利用学科发展战略评审组

组 长	梁守槃	中国科学院院士	中国航天总工业公司
副组长	童秉刚	教 授	中国科学技术大学研究生院
成 员 (以姓氏笔画为序)			
	孙济美	教 授	吉林工业大学
	陈之航	教 授	上海机械学院
	周 盛	教 授	北京航空航天大学
	侯增琪	研究员	航天工业总公司五院
	凌志光	教 授	上海工程技术大学
	秦裕琨	教 授	哈尔滨工业大学
	程尚模	教 授	华中理工大学
	葛新石	教 授	中国科学技术大学
	樊建人	教 授	浙江大学

自然科学学科发展战略调研报告
《工程热物理与能源利用》编辑部

主 任 陈佳洱

副主任 吴述尧

编 辑 李淑芬 张卫东 范铁夫 刘兴民

《自然科学学科发展战略调研报告》序

国家自然科学基金委员会的基本任务是：根据国家发展科学技术的方针、政策和规划，遵照科学发展的自身规律，有效地运用科学基金，指导、协调和资助基础研究和部分应用研究工作，发现和培养人才，促进科学技术进步和经济、社会发展。为达到这一目标，正确地选择资助项目和有效地运用资金，是科学基金工作的核心问题，也是学科发展战略研究所要解决的根本问题。

国家自然科学基金委员会的学科发展战略研究大多是以它资助的 56 个学科为基础，对各学科分别设题进行的。研究的内容和任务是：认清各学科发展的国际动态、趋势和前沿，调查国内研究状况、条件和需求，明确各有关学科领域在学科发展和科技、经济、社会发展中的地位、作用和相互影响关系，从而把握学科发展的全局，确定学科发展的中、近期战略目标、重点和优先发展领域，

并对必须采取的重大步骤和措施提出建议。我们希望这一战略研究活动能对科学基金的项目资助工作起到宏观引导作用，特别是对一个时期内资助的重点领域和方向、重点和重大课题的选择起到一定的指导作用，对学科的发展和建设起到学术规划作用，对学科工作人员起到培养作用，对国内其他研究人员和政府决策起到参谋和咨询作用，最终起到促进学科发展的作用。

(一)

国家自然科学基金委员会之所以开展学科发展战略研究，是基于这样一种认识：科学事业既是科学家个人的事业，更是科学家群体共同努力奋斗的事业。

为了促进科学事业的发展，科学基金工作最根本的原则是：尊重并依靠科学家，按科学规律办事；坚持让科学家们根据学科发展的国际动向和国内情况，并结合自己的研究积累和兴趣，自由地选择研究方向和申报课题；在科学家自由申请的基础上，依靠同行科学家群体，做出最佳选择。正是依靠了科学家们无止境的想象力、勇敢的开拓精神和对科学的执著追求，我们才得以不断地推进科学的前沿，开拓科学的新疆域。

我们清楚地认识到：在基础科学研究中，为了拓展人类对自然规律的认识，最具意义的是那些科学前沿的新发现。然而，正是这种最前沿的思维和发现，特别是某些

具有突破性的科学进展，开始时常常只是被个别或少数人所洞察，并时而带有偶然的特点，在一段时间内往往难以得到多数人的共识。对这样的研究，显然无从谈预测或计划。相反地，如何创造条件，更好地支持科学家，特别是中青年科学家的这种新思想、新观念、新方法的研究，正是我们自然科学基金工作面临的一项重大任务。

基础科学研究，是科学技术应用开发的源泉和先导。从这个意义上说，基础性研究同科技应用开发有着密切的关系，基础科学不仅要研究自然界的基本规律，而且要解决科技应用开发中的基础科学问题。为了有效地运用基金促进科学事业的繁荣，有必要也有可能把科学家的智慧汇集起来：

——科学发展到今天，学科和学科领域之间的综合交叉在不断扩展和深化，许多最富生命力的新兴边缘学科在不断涌现，知识已经突破传统的学科界线。在任何一个学科都已不能孤立存在和发展的条件下，对学科前沿和发展趋势的判断，对学科领域之间相互作用关系的认识和协调关系的建立，对影响和带动学科发展的重要领域的把握，都需要以更广阔的眼光去观察，这已不是哪一个专业的某个科学家个人力所能及；

——科学活动需要的投入在急剧增加，环境条件对科学研究成果的影响日见显著，任何国家都难以保持所有科学领域上的全面优势。因此，必须根据学科发展的国际态势并结合国情，选择那些意义重大、力所能及、必

须开拓掌握的领域或方向，作为本国学科发展的优先或重点发展领域，有些给予突破性的重点支持，有些给予持久而稳定的扶持。这一工作，也不是个别科学家所能胜任；

——科学作为技术、经济和社会的一个有机组成部分，已经难以与之互相分离。技术、经济和社会的发展对科学提出了越来越高的要求，科学的发展也更多地需要社会的理解和支持。为了在二者之间建立和谐的相互促进关系，科学除了必须遵循其内在规律外，还必须考虑技术、经济、社会长远发展的需要，树立为之服务的宏远目标。为此，不但需要远见卓识的科学家参与，还需要了解未来需要的许多其他领域的专家参加；

——科学研究的规模在迅速扩大，复杂性日益增强，在不同层次和不同形式上都需要由科学家、工程师和其他辅助人员组成的群体来实现其既定目标。为了开展有条不紊的、高效率的工作，任何这样的群体都应有自己的发展战略作指导。科学的实践表明，科学家个人的思维和发现，是科学进步的知识源泉，但只有合理组织起来的科学活动，才能把科学家们的智慧汇合起来，形成大江大河般的排山倒海之势。国家自然科学基金委员会开展学科发展战略研究，就是为了把科学家们的智慧从宏观上更好地汇集起来。

(二)

为了顺利完成学科发展战略研究工作，凡开展研究的学科都成立了专门的研究组，由国内知名的科学家担任组长，并邀请有较高学术水平的专家参加。为了使研究工作具有超脱部门、行业利益的学术权威性，我们做了一系列规定。首先，研究组人员的构成，除必须具有较高的学术权威性外，还要具有代表性；既有老一辈的科学家指导，也有做出贡献的中青年学者参加；既要以前线学术研究人员为主，还吸收少量专业情报研究人员和学术管理人员参加；既以中国科学院、高等院校和产业部门研究所的科学家为主，必要时还吸收少量其他单位的专家参加。其次，我们要求研究组随时注意以书面或座谈会方式听取国内各界专家的意见。第三，对研究组反复讨论修改后拟定的调研报告初稿，必须经专家评审组的认真评议认可，必要时，应进行再次修改补充。评审组由国家自然科学基金委员会邀请各方各界有代表性的权威科学家组成。

由此可见，我们的学科发展战略调研报告不是哪一个部门或哪一个人的作品，而是国内众多科学家集体智慧的结晶，它所提出的战略、目标、优先重点发展领域和措施等，是科学家的共识和预测，而不是行政的干预；是对研究方向或学科领域的引导，而不是对具体研究课题

的设定；是对那些应当特别关注的学术领域或方向的强调，而同时还要支持其他领域的研究工作（这些研究仍然可能是卓有成效的）。所以，我们希望这一发展战略调研报告系列的出版发行，不但不会限制科学家的自由思维和项目申请，而是会启发和帮助他们更有效地进行思维，使科学研究的宏观指导发挥应有效益。

科学在迅速发展，学科领域在迅速地突破和不断重新组合，学科发展战略研究必须跟上科学发展的步伐，不能一劳永逸。在各学科第一轮研究的基础上，我们将在更高水平上开展新一轮的研究。

（三）

在研究学科发展战略的过程中，正确地处理好几个具体关系，是完成一份高质量调研报告的重要环节。我们始终特别强调的是：

——既要有学术深度，又要有战略高度，既立足于分支学科的深入分析，又超越个别的或自己从事的分支学科，突出横向的交叉综合，避免调研报告成为分支学科报告的汇集，面面俱到，没有重点，以达到把握学科全局的高度；

——在确定战略方向和优先领域时，既要考虑国际学科前沿情况，更须实事求是，从国情出发，落实在国内；

——既要从科技、经济、社会发展的长远需要提出问

题，更要把它概括深化为学术思想，落实到如何促进学科发展，使其不同于一般行业的技术规划；

——在内容的编排上，必须客观材料和分析并重，以做到根据丰实准确，结论明确具体。

国家自然科学基金资助的 56 个学科，几乎覆盖了自然科学和工程科学的所有领域，而这些学科的特点真可谓千姿百态，迥然不同。因此，对于各学科调研报告的编写方式，除了必须有统一的研究目标、内容和编写体例，要求资料准确、论证科学、观点明确、重点突出、畅达易读、生动活泼外，在风格上提倡百花齐放，不强求统一。调研报告将分期分批出版，我们希望后来者居上，汲取先期调研报告的优点，越做越好。

(四)

国家自然科学基金委员会于 1988 年 6 月决定在全委开展学科发展战略研究以来，已有 50 多个学科开展了研究工作，其中部分调研报告已交付出版，其他学科的调研报告，在今后几年内将陆续安排出版。

业经审批决定出版的报告，都是 3—5 年的研究成果，每一个调研报告都不仅是研究组成员，而且是成百甚至上千学者心血的结晶。在此我们谨向所有参与这一研究工作的学者表示诚挚的感谢。

在这一系列调研报告的编辑出版过程中，得到了有

关部门，特别是科学出版社的大力支持。在此，我们向所有为此做出贡献的朋友表示衷心的感谢。

在调研报告出版之际，我们要向以唐敖庆教授为首的国家自然科学基金委员会第一届领导班子表示敬意，是他们发动并领导了这一开创性的工作。我们尤其要向师昌绪教授表示特别的感谢，是他首先倡议并具体指导了这项研究工作。

学科发展战略的研究，不但需要深厚的学科知识，还需其他方面的广博知识。由于这项工作首次进行，经验不足，加之经费有限，时间仓促，无论在内容上或编排上都会有诸多不尽人意之处，恳盼读者不吝指正。

国家自然科学基金委员会

《自然科学学科发展战略调研报告》编辑委员会

1991年8月1日

前 言

能源、材料、信息是当代国民经济发展的三大支柱。能源的开发和合理利用是整个社会发展的源泉和依据，它标志着人类的文明和进步，决定着一个国家的竞争实力和综合国力。工程热物理与能源利用学科是研究能量以热和功的形式在转化、传递中的基本规律及其利用的应用基础科学。它的任务是在工程热物理基本规律的基础上，综合应用近代数学、近代物理学、电子计算机和现代工程新理论、新技术，深入全面地研究分析能量的转化、传递和利用的物理过程，建立数学模型，为有关的高新技术及工程问题提供理论依据、设计方法和技术手段。

近年来，世界各国科学技术的发展日新月异，科技领域的竞争日趋激烈。尤其是我国改革开放以来，随着国际交往的频繁，广大科研人员无论是在高新技术的开拓，还是在基础研究的创新方面，都有了较强的竞争意识。基础研究的创新性项目是国际竞争的前沿和制高点，如何在这个前沿和制高点上找到本学科的位置，并明确战略发展的主攻方向，是我们面临的重要议题。

国家自然科学基金委员会为了充分发挥科学基金对全国基础