



自然科学学科发展战略调研报告

机械制造科学

(热加工)

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

机 械 制 造 科 学

（热加工）

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,对发展我国科技事业有重要的指导意义。

书中首先分析了我国国民经济各工业部门的 2000 年发展规划及其对机械热加工学科提出的严峻挑战,讨论了我国热加工学科的现状和与国外的差距,继而研究了世界工业发达国家机械热加工学科的发展趋势,在此基础上,提出了我国机械热加工学科的发展战略目标、战略重点和基本措施。此外,还列出了国家自然科学基金近期鼓励研究的领域。书末附有 10 余幅彩图,介绍了国外先进的热加工工艺。

本书可供机械制造热加工学科及有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

机械制造科学(热加工)

国家自然科学基金委员会

责任编辑 范铁

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16

邮政编码: 100717

北京科地亚印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1995 年 12 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1995 年 12 月第一次印刷 印张: 7 插页: 4

印数: 1—2 020 字数: 173 000

ISBN 7-03-004390-1/TH·35

定价: 19.50 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 蔡睿贤 许振嘉

吴述尧

机械制造科学(热加工)学科发展战略研究组

组 长 潘际銮 中国科学院 清华大学
 院 士

成 员 (以姓氏笔画为序)

田锡唐	教	授	哈尔滨工业大学
周尧和	中国科学院		西北工业大学
	院	士	
孟凡中	教	授	清华大学
俞新陆	教	授	清华大学
夏天赳	教	授	山东工业大学
斯重遥	研	究 员	中国科学院金属研究所
缪 良	教	授	中国铸造协会

机械制造科学(热加工)学科发展战略评审组

组 长 雷天觉 中国科学院 机械工业部机械科学研究院
院 士

成 员 (以姓氏笔画为序)

王祖唐	教 授	清华大学
关 桥	教 授	中国航天工业总公司 625 研究所
张文钺	教 授	天津大学
陈锡禄	教 授	中国锻造协会
胡汉起	教 授	北京科技大学
陶令桓	教 授	机械工业部机械科学研究院

自然科学学科发展战略调研报告
《机械制造科学(热加工)》编辑部

主 任 陈佳洱

副主任 吴述尧

编 辑 陈栋豪 雷源忠 韩 宇

范铁夫 刘兴民

《自然科学学科发展战略调研报告》序

国家自然科学基金会委员的基本任务是：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，对学科的建设和发展起到学术规划作用，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像力、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，开拓科学的新领域。

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外，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，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，不但需要深厚的知识，还需要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有可能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

机械工程科学是科学技术中的重要组成部分。研究机械科学的运行规律和发展趋势,发展有中国特色的机械工程科学,促进我国工业的发展,是机械科技工作者面临的一项重要任务。基于这个目的,在国家自然科学基金委员会领导和组织下,本学科从1987年起开始组织机械工程科学界的专家和教授研讨机械工程科学的未来和发展。先后组织了机械学、机械冷加工和机械热加工三个学科发展战略研究组进行研究。

机械工程科学是研究机械产品(或系统)的性能、设计和制造的基础理论和技术的科学。机械系统从构思到实现要经历设计和制造两大不同性质的阶段。按照其经历阶段的不同,机械工程科学可分成两大分学科:机械学和机械制造。

机械学是对机械进行功能综合并定量描述以及控制其性能的基础技术科学。它的主要任务是把各种知识、信息注入设计,加工成机械制造系统能接受的信息并输入机械制造系统。

机械制造是将设计输出的指令和信息输入机械制造系统,加工出合乎设计要求的产品的过程,机械制造科学是研究机械制造

系统、机械制造过程和制造手段的科学。它包括机械冷加工学和机械热加工学两大部分。

机械工程科学发展战略调研报告分成《机械学》、《机械制造科学（冷加工）》和《机械制造科学（热加工）》三个分册出版。前两个分册已经出版，现在《机械制造科学（热加工）》分册也问世了。

机械热加工是研究如何将材料加工成为人类社会所需要的机器部件，并研究如何保证、评估、提高这些部件的安全可靠度和寿命的技术科学，主要任务是研究如何制造生产工具。

加工方法的创造，材料的发现和利用是推动人类社会发展的主要动力。但是由于古代没有科学，人类的科技发展史是极为艰难和漫长的。石器时代由用石头相互打击而制造工具，进步为磨制石器，乃至焙烧陶瓷，共用了二三百万年时间。由红铜发展到青铜用了约 1 600 年。由炼铜发展到炼铁又用了约 1 000 年的时间。当前的工业突飞猛进，科学技术以指数函数迅速发展，一切进化过程都将大大缩短，这是与过去不同的地方，但是这些规律仍然起着支配作用。例如核电站反应堆及航天运载工具标志着当今人类征服自然的最高水平。前者，为一庞大的，完全封闭而绝对不能泄漏的高温高压装备，后者则为一具有足够推力和重量比的轻巧结构，数十年以前，是不可能制造的。现在之所以变成现实，材料和热加工工艺起了关键作用。目前人类在征服自然过程中遇到的主要障碍之一仍然是材料和加工工艺问题。众所周知，热机效率取决于最高工作温度，虽然燃烧物质的温度可以很容易地达到 3 000℃ 以上，但是现有常规热机工作温度均限在 1 200℃ 左右，主要原因是加工工艺问题，例如钨、钼等难熔合金以及现代陶瓷等。虽然可以工作在更高的温度，但是由于还没有掌握对它