



管理科学优秀研究成果丛书

复杂产品系统 创新管理

MANAGING THE INNOVATION OF COMPLEX PRODUCTS AND SYSTEMS

陈 劲 / 著



科学出版社

www.sciencep.com



管理科学优秀研究成果丛

复杂产品系统 创新管理

MANAGING THE INNOVATION OF COMPLEX PRODUCTS AND SYSTEMS

陈 劲/著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

复杂产品系统创新关系到国家的科技进步、经济建设和社会繁荣等多个方面,甚至影响到国家竞争力。本书针对企业开展复杂产品系统创新实践中普遍面临的问题,主要从战略管理、组织管理与资源管理三个方面开展了研究;全书包括复杂产品系统创新过程管理模式、创新影响因素、外包商评价、模块化管理以及知识管理等共九章内容。本书能够为复杂产品系统的创新活动提供指导与参考,从而增强复杂产品系统生产厂商的创新管理能力和竞争优势。

本书适合企业从事产品研发管理、技术创新管理的中高层管理人员阅读,以及政府科技管理部门、高等院校从事创新管理的研究人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

复杂产品系统创新管理/陈劲著. —北京:科学出版社,2008.1

(当代中国管理科学优秀研究成果丛书)

ISBN 978-7-03-020768-5

I. 复… II. 陈… III. 企业管理-产品开发-系统设计-研究 IV. F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 200057 号

责任编辑:陈 亮 马 跃 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 12 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007 年 12 月第一次印刷 印张: 19 3/4

印数: 1—3 000

字数: 358 000

定价: 42.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

当代中国管理科学优秀研究成果丛书编委会

编委会主任：

郭重庆 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部

编 委：

蔡 莉	教 授	吉林大学
陈国青	教 授	清华大学
陈荣秋	教 授	华中科技大学
陈晓红	教 授	中南大学
党延忠	教 授	大连理工大学
方 新	研究员	中国科学院
冯芷艳	研究员	国家自然科学基金委员会管理科学部
高自友	教 授	北京交通大学
何继善	教 授	中南大学
黄海军	教 授	北京航空航天大学
黄季焜	研究员	中国科学院地理科学与资源研究所
贾建民	教 授	西南交通大学
寇纪淞	教 授	天津大学
李善同	研究员	国务院发展研究中心
李维安	教 授	南开大学
李一军	教 授	哈尔滨工业大学
刘人怀	教 授	暨南大学
刘源张	研究员	中国科学院数学与系统科学研究院
刘作仪	副研究员	国家自然科学基金委员会管理科学部
马费成	教 授	武汉大学
曲福田	教 授	南京农业大学
宋学锋	教 授	中国矿业大学
汪定伟	教 授	东北大学

汪寿阳	研究员	中国科学院数学与系统科学研究院
汪同三	研究员	中国社会科学院技术经济与数量经济研究所
汪应洛	教授	西安交通大学
王如松	研究员	中国科学院生态环境研究中心
王众托	教授	大连理工大学
王重鸣	教授	浙江大学
魏一鸣	研究员	中国科学院科技政策与管理科学研究所
温铁军	教授	中国人民大学
吴冲锋	教授	上海交通大学
吴世农	教授	厦门大学
席酉民	教授	西安交通大学
薛 澜	教授	清华大学
杨列勋	副研究员	国家自然科学基金委员会管理科学部
杨起全	研究员	中国科学技术促进发展研究中心
姚先国	教授	浙江大学
于景元	研究员	中国航天科技集团公司 710 所
张 维	教授	国家自然科学基金委员会管理科学部
张金隆	教授	华中科技大学
张维迎	教授	北京大学
赵纯均	教授	清华大学
赵曙明	教授	南京大学
朱道立	教授	复旦大学



管理科学是促进经济发展与社会进步的重要因素之一，作为一门独立的学科，它主要在 20 世纪发展起来。在 20 世纪的前半叶，从泰勒式的管理科学发展到以运筹学为代表的着重于数据分析的管理科学；而在 20 世纪下半叶，管理科学与信息技术和行为科学共同演化，从一棵孤立的管理科学大树发展成为管理科学丛林。

现代管理科学在中国得到迅速发展得益于改革开放后管理实践的强烈需求。从 20 世纪 80 年代开始，管理科学与工程学科得到广泛关注并在管理实践中得到普及应用；随着市场经济“看不见的手”的作用逐渐增强，市场的不确定性增加，作为市场经济细胞的企业，想要更好地生存和发展就要掌握市场经济发展的规律，对工商管理学科的需求就必须随之增加，从而推动了企业管理相关领域的研究。进入 21 世纪，公共管理与公共政策领域成为管理科学的后起之秀，而对它们的社会需求也越来越大。

“管理科学，兴国之道”。在转型期的中国，管理科学的研究成果对于国家富强、社会进步、经济繁荣等具有重要的推动作用。《当代中国管理科学优秀研究成果丛书》选录了国家自然科学基金委员会近几年来资助的管理科学领域研究项目的优秀成果，本丛书的出版对于推动管理科学研究成果的宣传和普及、促进管理科学研究的学术交流具有积极的意义；对应用管理科学的最新研究成果服务于国家需求、促进管理科学的发展也有积极的推动作用。

本丛书的作者分别是国家杰出青年科学基金的获得者和国家自然科学基金重点项目的主持人，他们了解学术研究的前沿和学科的发展方向，应该说其研究成

果基本代表了该领域国内的最高水平。丛书所关注的金融资产定价、大宗期货与经济安全、公共管理与公共政策、企业家成长机制与环境、电子商务系统的管理技术及其应用等，是国内当前和今后一段时期需要着力解决的管理问题，也关系到国计民生的长远发展。

希望通过本丛书的出版，能够推出一批优秀的学者和优秀的研究成果。相信通过几代中国管理科学研究者的共同努力，未来的管理科学丛林中必有中国学者所培育的参天大树。

国家自然科学基金委员会

管理科学部

2007年12月

前言

复杂产品系统的研发与商业化,是国家科技进步、经济建设和社会繁荣的重要标志。复杂产品系统的创新是一个国家在竞争加剧的国际环境中赖以生存和发展、提升国际地位的有效途径,是关系国家强弱盛衰的命脉。对我国而言,面对欧美发达国家的经济压力和挑战,复杂产品系统创新是突破规模经济发展瓶颈的有效途径之一,也是构建中国未来经济核心竞争力的手段之一。但是,目前我国复杂产品系统的发展状况和发达国家相比还有一段很大的差距,这不仅仅是技术本身的问题,更重要的是科学管理问题。由于复杂产品系统无论是在行业特征、创新过程、最佳管理实践方面,还是在知识学习、组织网络方面都与普通大规模消费品有着本质的差别,经典的创新管理理论并不适用于这类系统性很强的产品。而我国自改革开放以来又是凭借劳动密集型产业的快速发展赢得了“世界工厂”的称号,企业实践的重视使得学术界也把研究焦点放在了一般消费品的创新理论上,而对航空、电信程控交换机、大型计算机、分布式自动化控制系统之类的复杂产品创新没有投入过多的精力进行研究。在这种背景下,复杂产品系统的创新理论与创新管理的实践方法是我国有关企业和部门亟待学习与渴求的。

本书是国内首部关于复杂产品系统创新的探索性、系统性研究成果,通过对大量的典型复杂产品系统项目的实地考察和问卷调查,建立了复杂产品系统创新的系统模型,研究了复杂产品的创新过程,提出了符合复杂产品系统特征的创新过程模式以及管理策略,揭示了复杂产品系统创新的过程和内在机制,以期为我国复杂产品系统的创新提供较为系统的理论支持和实践指导。期望本书成果有益于完善我国技术创新的理论体系,加强技术创新管理理论与企业管理理论与项目

管理实践的融合，提升我国管理科学的研究水平，并对我国工程界、企业界复杂产品系统创新的实践有指导作用。

受国家自然科学基金杰出青年基金（资助号 70225004）的资助，我和我领导的最佳创新管理学术团队撰写了本书。桂彬旺、童亮、张洪石、宋建元、姚威、蒲晓雨等博士以及周笑磊、周永庆、黄建樟等硕士都对本书的写作做出了积极的贡献。再次感谢国家自然科学基金会委员的资助，感谢管理学部陈晓田常务副主任、李若筠处长、杨列勋博士等项目以及本书出版的悉心指导和鼎力支持，感谢浙江大学“创新与持续竞争力”国家哲学社会科学创新基地许庆瑞教授、吴晓波教授、魏江教授等的支持与鼓励，感谢科学出版社马跃编辑的精心工作，希望本书的出版对中国创新管理的研究有一定的推动作用。

限于作者水平，书中错误与不足之处在所难免，敬请读者批评并不吝指正。

作 者

2007 年 6 月

目 录

总序

前言

第1章

绪论	1
1.1 复杂产品系统创新的重要性	1
1.2 我国复杂产品系统创新投入与产出的现状分析	5
1.3 我国企业在开展复杂产品系统创新过程中的管理困境	8
1.4 本书的主要研究内容	10

第2章

复杂产品系统创新理论研究现状	12
2.1 复杂产品系统概念界定	12
2.2 复杂产品系统创新特征的相关研究	14
2.3 复杂产品系统创新管理的相关研究	20
2.4 现有研究的总结	22

复杂产品系统创新的战略管理篇

第3章

复杂产品系统创新过程管理模式·····	27
---------------------	----

3.1 现有复杂产品系统创新过程管理研究及存在的问题·····	27
---------------------------------	----

3.2 复杂产品系统创新过程管理的典型案例分析·····	32
------------------------------	----

3.3 复杂产品系统创新过程管理·····	47
-----------------------	----

第4章

复杂产品系统创新管理的战略要素·····	56
----------------------	----

4.1 项目流程和企业流程在复杂产品系统创新中的紧密结合·····	56
-----------------------------------	----

4.2 以往关于技术创新成功影响因素的研究·····	59
----------------------------	----

4.3 复杂产品系统创新的战略性影响因素及绩效测度·····	67
--------------------------------	----

4.4 战略性影响因素对复杂产品系统创新的影响·····	89
------------------------------	----

4.5 针对复杂产品系统创新战略性影响因素的管理建议·····	104
---------------------------------	-----

第5章

复杂产品系统创新的战略外包·····	107
--------------------	-----

5.1 复杂产品系统创新的战略外包·····	107
------------------------	-----

5.2 复杂产品系统创新战略外包的关键——外包商的评价·····	113
----------------------------------	-----

5.3 复杂产品系统创新外包商评价的管理建议·····	130
-----------------------------	-----

复杂产品系统创新组织管理篇

第6章

模块化——复杂产品系统创新的组织管理·····	135
-------------------------	-----

6.1 模块化方法的相关研究·····	135
---------------------	-----

6.2 复杂产品系统创新模块化管理的组织管理·····	142
-----------------------------	-----

6.3 复杂产品系统模块化创新组织模式的研究模型与理论假设·····	144
------------------------------------	-----

6.4	复杂产品系统创新模块化管理的数据分析	156
-----	--------------------------	-----

第7章

	泛二元性组织模式——带有突破性技术的复杂产品系统创新的组织管理	183
--	---------------------------------------	-----

7.1	带有突破性技术的复杂产品系统创新的组织管理	183
7.2	泛二元性组织模式的提出	192
7.3	泛二元性组织模式实证检验	208
7.4	带有突破性技术的复杂产品系统创新的组织模式的案例	212
7.5	复杂产品系统创新中组织模式的适用范围比较	216

复杂产品系统创新资源管理篇

第8章

	复杂产品系统创新中的知识管理	221
--	----------------------	-----

8.1	复杂产品系统创新所面临的知识挑战	221
8.2	知识管理与创新的关系	223
8.3	复杂产品系统创新的组织内部知识管理	233
8.4	复杂产品系统创新的组织间知识流动	255

第9章

	结论和展望	284
--	-------------	-----

9.1	复杂产品系统创新的模式	285
9.2	复杂产品系统创新研究的下一步热点	288

参考文献		290
------	-------	-----

第 1 章

绪 论

1.1 复杂产品系统创新的重要性

1.1.1 复杂产品系统创新——技术创新演化的新模式

当今，全球竞争越来越体现为经济和科技实力的竞争，而技术创新则日益成为促进经济增长和提高科技竞争力的关键。随着中国加入 WTO、市场竞争的国际化，国内企业必定会遇到人才流动、资金、知识产权等一系列的新问题与新情况，此时，只有通过不断的技术创新才能够应对日益激烈的国际竞争。现在技术创新已经成为国家竞争优势的关键，是一个国家在日益激烈的国际竞争环境中赖以生存和发展的基础，它关系到整个国家的强弱盛衰。随着知识经济时代的来临，越来越多的企业发现仅有良好的生产效率与足够高的质量的产品已不足以保持市场竞争优势，创新正日益成为企业生存与发展的不竭源泉和动力。

全球各个国家及国际组织都曾先后展开对技术创新理论的探索和实证研究。随着各种新技术的快速发展、全球经济一体化浪潮的不断加快，技术创新的性质已经发生深刻的变化，技术创新已经从依赖数据、信息、仪器转向各种智力资本开发、积累和应用，以及各种知识的不断流动、转换、交融。智力资本已经成为技术创新的关键要素（Miller and Hobday 1995）。需要指出的是随着历史的发展，对技术创新的研究不断取得进展，理论的发展总不能脱离理论所处的特定历史环境。从技术创新研究发展的演进过程来看，对技术创新的研究大概可以分为四个阶段。

第一阶段技术创新的时间范围从 20 世纪 50 年代开始延续到 20 世纪 60 年代初期。其基本特征是企业领导高度重视研究与发展,但并不了解研究与发展工作的具体目标,缺乏明确目的、规划和管理的活动,采用放任式管理。研究与发展没有任何的战略框架,企业的技术由研究与发展部门独自掌握。

第二阶段技术创新的时间范围是 20 世纪 70 至 80 年代。研发处于直觉性和有目的性管理方式之间的一种过渡状态,公司通过加强组织间的关系为其提供更好的秩序来实现。第二阶段的技术创新提供了一种战略性的结构框架,将企业内部参与者和外部参与者同等看待来增强企业与研发管理者间的交流和沟通,试图将研发管理纳入战略管理中,从公司战略的角度来思考研发管理。

第三阶段技术创新为 20 世纪 90 年代。着重强调企业研发必须在战略的指导下有目的地进行,注重企业领导与研发部门领导间的相互交流和紧密合作。创造一般管理者和研发管理者间的合作和相互信任的精神,共同来决定何时研发、研发什么、研发投资额度等问题。研发管理能根据企业所面临的特定环境来考虑短、中和长期发展的需要。

21 世纪以来,第四阶段技术创新在第三阶段技术创新的基础上强调适应快速变化的同时进行非连续性创新,从而突破企业在市场需求和理性决策等分析模型所导致的持续创新带来的限制。技术创新的演进逐步由盲目研发经与公司战略导向匹配走向更加面向终端顾客需求,不仅仅满足现有消费者需求,还要满足客户的潜在需求,需要不断创造、开发、重新定义消费者需求。值得一提的是技术创新四阶段的演进都与特定的历史经济特征相关,都是建立在经济特征演化发展的基础上。对技术创新未来发展趋势的认识不能离开对未来经济发展特征的理解和认识,对经济特征演化发展的正确认识能够使人们更好地开展对技术创新管理的研究。

迄今为止,经济的发展经历了两个非常重要的历史阶段:非规模经济阶段和规模经济阶段。人们对这两个重要阶段的技术创新过程和作用机理有着广泛的、一致的认识,需要关注的是经济发展的下一个阶段模式的形式和内容。对下阶段的经济发展模式存在两种看法,其主要代表是美国和欧盟发达工业国家(图 1.1)。

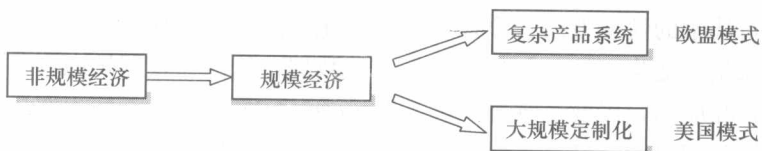


图 1.1 美国与欧盟产品创新模式比较

美国认为,大规模定制化是突破规模经济范式的有效手段,通过大规模定制

化,企业可以满足日益增长的个性化需求,同时又能实现生产过程中的经济性。早在20世纪初期由亨利·福特倡导的大规模生产模式,不仅可以获得生产上的规模经济,而且可互换的零件又让其获得相关产品上的范围经济,这使得产品的生产成本大大降低,这二者的结合使采用大规模生产模式的美国企业获得了巨大的竞争优势,并超越英国而成为世界制造业的霸主。大规模生产模式的理念是通过稳定性和控制力取得高效率,从而以几乎人人买得起的低价格提供产品和服务。但这种大规模生产模式必须建立在以下三个基础之上(Anderson and Holml 2003):①开发和制造的产品是标准化的。因为产品的非标准性所带来的任何复杂性或定制工作都会扰乱生产过程,导致成本升高。②统一的大市场。只有统一的大市场存在才能获得大规模生产得以制胜的法宝——规模经济,使单位产品成本降低。③稳定的需求。需求的相对长时期的稳定可以使产品生命周期、开发周期得以延长,流水线的沉没资本投入才是有效率的。

而欧盟发达工业国家则将复杂产品系统作为实现竞争优势的有效手段。通过复杂产品系统的研究开发,欧盟发达工业国家实现了产业的合理调整,并且在某些领域建立了核心竞争力,从而克服了欧盟劳动力成本高、资源相对不足等不利条件。

两种类型的创新带来了各自所在的国家或者地区经济的发展,并取得了令人瞩目的成就,奠定了他们在全球经济中的领先地位。而从我国的情况来看,虽然近年来经济高速增长,但现有的技术创新绝大多数是基于技术引进或模仿创新,突破性、基础性创新极少。为了实现创新战略模式的跃迁,我国的技术创新应尽快从单纯引进、模仿发达国家的科学与技术,转向建立自主创新能力,实现从技术引进、消化吸收逐渐过渡到渐进式创新和基本式创新。复杂产品系统是基础型技术创新的一种主要形式,研究复杂产品系统创新过程对提升我国创新能力具有重要的现实意义。

1.1.2 复杂产品系统创新与国家战略竞争力

复杂产品系统(complex products and systems, CoPS)是由美国军事开发系统中大型技术系统(large technical systems)演化而来的(Hobday 1998),即使在西方复杂产品系统也是一个较新的概念,到20世纪90年代末期才出现了比较清晰简单的定义。Hobday最早将复杂产品系统作为与传统大规模制造产品有重大差异的产品类型进行单独研究,从而开创了复杂产品系统创新研究的新领域。尽管部分学者认为大技术系统和复杂产品系统之间存在差异,但其概念的本质内涵趋于一致,都强调产品系统由许多部件组成的多技术系统(multi-technology systems)。

复杂产品系统指的是研发投入大、技术含量高、单件或小批量定制生产的大

型产品、系统或基础设施 (Hobday 1998, Hansen and Rush 1998)。它包括了大型电信通信系统、大型计算机、航空航天系统、智能大厦、电力网络控制系统、大型船只、高速列车、半导体生产线、信息系统等, 与现代工业休戚相关。它们虽然产量小, 但由于其规模大、单价高, 所以整个复杂产品系统产业的总产值占 GDP 的份额比较高, 在现代经济发展中发挥着非常重要的作用。英国 Sussex 大学 SPRU 中心研究人员 Miller 和 Hobday 通过调查英国各种产品数据资料认为复杂产品系统至少占 GDP 的 11%, 至少提供了 140 万~430 万个工作岗位 (Miller and Hobday 1995)。他们的研究进一步指出英国之所以能够维持其在水世界经济中的地位, 复杂产品系统创新功不可没。复杂产品系统由于其综合程度高, 由众多子系统和零部件组成, 其开发的成功能够推动其他产业发展, 进而带动其他普通大规模制造产品的发展 (例如, 更为先进的、大规模制造产品的生产线的研制和应用)。从技术扩散的角度来看, 复杂产品系统由于涉及的技术种类多、技术含量高, 其开发成功能够直接导致内嵌在复杂产品系统的各种模块技术应用到其他领域, 这种技术扩散的速度远远快于普通产品创新, 从而引起整个相关产业链的技术升级, 带来国家竞争力的提升。复杂产品系统属于大型资本型产品, 它们为生产“简单”产品以及提供现代化的服务创造了条件, 它们是经济和社会现代化的支撑平台。例如, 3G 移动通信程控交换网络, 综合了无线、有线、微电子、计算机软件和硬件、光纤通信技术等现代信息技术的各个分支, 此外移动通信设备的制造和网络建设还涉及机械制造、自动控制、材料、能源等领域。Kash 和 Rycroft 的研究表明 1970 年每 30 件最有价值的世界出口货物中有 43% 的货物包含了复杂技术, 而到 1996 年这一比例达到 84%, 由此可以看到复杂产品系统在国民经济发展中发挥的重要作用。欧盟发达工业国家由于受资源的局限和人力成本相对高昂等多方面原因, 在大规模制造产业中已经很难与美国、日本及东亚新兴工业化国家相抗衡, 所以他们选择凭借学科综合、技术精湛的优势为客户定制生产复杂产品系统, 使得欧盟工业发达国家能与其他国家和地区相竞争, 并保持其领先地位。

在某些行业和部门, 整个产业链实质上都是围绕着复杂产品系统在运作。例如, 据估计 20% 的建筑业产品是复杂产品系统, 最典型的例子就是具备各种功能的智能大厦、奥运会体育场馆和世博会展览中心等。而这些产品系统的诞生, 无一不是人类想像力和创造力的体现, 无一不包含着各种高精尖技术的融合。从短期的经济效益角度来看, 复杂产品系统未必是最合适的, 但它们无疑是最能体现一个国家的综合国力和科技竞争力的, 能够使一个国家在当今以科技和知识为主导的国际竞争中占有相当的主动地位, 同时还可以为国民经济结构调整以及整体发展方向指出战略性的道路。可以说复杂产品系统的创新是一个国家在竞争加剧的国际环境中赖以生存和发展、提升国际地位的有效途径, 是关系国家强弱

盛衰的命脉。

1.2 我国复杂产品系统创新投入与产出的现状分析

复杂产品系统属于大型生产资料型产品，它们为生产“简单”产品以及提供现代化的服务创造了条件，它们是经济和社会现代化的支撑平台。复杂产品系统对国家经济发展有着巨大的推动作用。然而我国在复杂产品系统研制方面处于落后地位。据新华社报道，我国企业对于科技创新的投入还处于一个相当低下的水平。普查数据显示，2004 年代表企业自主创新能力的 R&D 经费仅占企业销售收入的 0.56%。分行业看，R&D 经费投入超过百亿元的行业仅 3 个：通信设备、计算机及其他电子设备制造业，交通运输设备制造业，电气机械及器材制造业。研发投入占销售收入在 1% 以上的行业也只有 4 个：医药制造业，通信设备、计算机及其他电子设备制造业，交通运输设备制造业，电气机械及器材制造业。从纵向时间来看，我国对这些包含了许多系统型产品的行业创新投入也呈逐年递增趋势（表 1.1）。但是，同发达国家一比较，可以发现我国的复杂产品系统创新投入还处于比较低下的水平。从表 1.2 中可以看出，我国在 2003 年投入到这些复杂产品系统行业的 R&D 经费强度相对于发达国家而言，仍然可以说是比较低的。

表 1.1 我国对复杂产品系统 R&D 的投入 (单位：亿元)

项 目 \ 年 份	2000		2001		2002		2003		2004	
航空航天器制造业	106	11.4	124	10.4	149	19.5	141	19.9	150	25.3
电子及通信设备制造业	1471	73.7	1623	88.1	1939	101.1	2572	118.8	3366	188.5
电子计算机及办公设备制造业	374	13.3	432	16.5	604	23.3	1022	37.9	1226	39.6
医疗设备及仪器仪表制造业	174	4.6	193	5.4	242	6.1	275	8.1	429	10.6

注：产业增加值 产业的 R&D 经费支出

资料来源：本研究根据中国国家统计局网站 <http://www.sts.org.cn> 上的数据整理

表 1.2 部分国家高技术产业的 R&D 强度

项 目	中国 2004 年	美国 2000 年	日本 2001 年	德国 2001 年	法国 2002 年	英国 2001 年	加拿大 2001 年	意大利 2002 年	韩国 2003 年
高技术产业	4.6	22.5	26.3	23.8	28.6	23.1	41.1	11.6	18.3
航空航天器制造业	16.9	20.8	22.3	23.7	29.4	21.2	15.3	23.4	—
电子及通信设备制造业	5.6	18.6	18.6	43.7	57.2	18.5	71.5	19.4	23.4
电子计算机及办公设备制造业	3.2	30.7	59.5	19.7	15.8	4.2	71.8	8.8	4.4
医疗设备及仪器仪表制造业	2.5	30.2	28.7	14.8	16.1	8.8	—	6.4	10.7

注：R&D 强度按 R&D 经费占工业增加值的百分比计算

资料来源：中国国家统计局 <http://www.sts.org.cn/sjkl/gjsey/data2005/2005-1.htm>