

当代中国管理科学优秀研究成果丛书

# 复杂产品系统创新管理

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>

**中国科学院印刷厂印刷**

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(科印))

# 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



# 总 序

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

<b>第1章</b>	
	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
<b>第2章</b>	
	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

<b>第3章</b>	<b>复杂产品系统创新过程管理模式</b> ·····	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
<b>第4章</b>	<b>复杂产品系统创新管理的战略要素</b> ·····	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
<b>第5章</b>	<b>复杂产品系统创新的战略外包</b> ·····	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

<b>第6章</b>	<b>模块化管理——复杂产品系统创新的组织管理</b> ·····	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）。

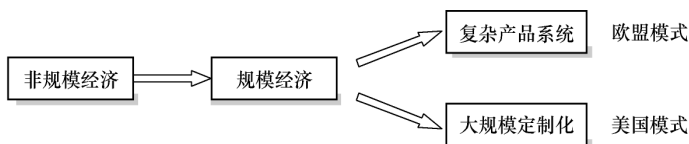


图 1.1 美国与欧盟产品创新模式比较

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将会扰乱生产过程,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的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	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
航空航天器制造业	106	114	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 & 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> 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	美国	日本	德国	法国	英国	加拿大	意大利	韩国
	2004 年	2000 年	2001 年	2001 年	2002 年	2001 年	2001 年	2002 年	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 & 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/gjscopy/data2005/2005-1.htm>



另外,根据中国科学技术指标研究会的数据(图 1.2、图 1.3)所示,我国的航空航天系统、大型计算机系统、大型电信系统等典型复杂产品系统创新增加值占产值的比重与国际发达国家相比有着较大的差距,研发投入严重不足。复杂产品系统对我国国民经济发展的影响和推动作用有待进一步提高。当前我国也在不断利用复杂产品系统开发成功所带来的技术效应来推动国民经济结构的调整,提高国民经济运行的整体质量,增强我国产品在国际市场的竞争力。

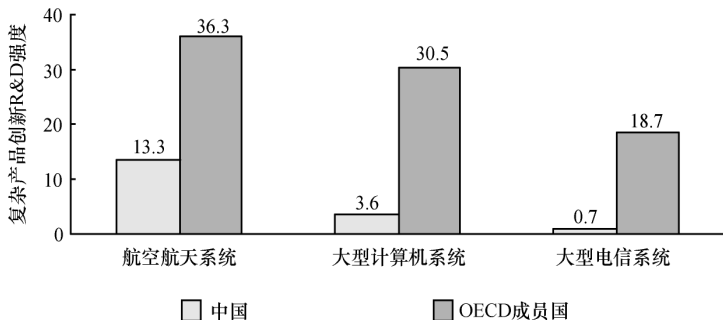


图 1.2 中国和 OECD 成员国复杂产品创新 R&D 强度比较

资料来源:《中国高新技术产业数据》,中国科学技术指标研究会,2000

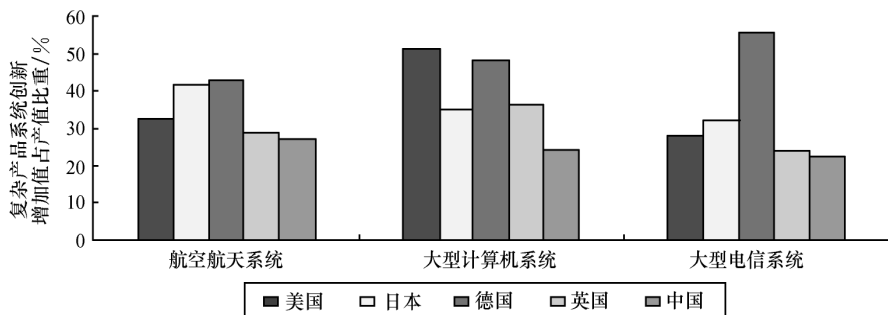


图 1.3 复杂产品系统创新增加值占产值比重的国际比较

资料来源:中国科学技术指标研究会,《中国高新技术产业数据》,2000

众多工业自动化系统的运用,大型项目(三峡水电站、大型火电或核电站)的投资建设,3G 系统开发等这些复杂产品系统将极大地推动我国经济的再次腾飞。然而,WTO 的加入使得我们所面临的国际市场竞争空前激烈,中国国家竞争能力由于高新技术产业的弱势地位难以承受经济全球化浪潮的猛烈冲击而将面临巨大的考验,对国民经济起着支柱作用的复杂产品系统将承担起在开放的环境下支撑我国经济应对国际竞争的重任。如果再不重视复杂产品系统的研究和创

新，不仅是复杂产品系统行业本身，甚至中国高新技术产业以及整体国民经济未来发展的方向、规模和速度都将受到直接的影响。

面对日益激烈的国际竞争和科技发展的迅猛态势，一方面要积极发展拥有自主知识产权和专利技术的高新技术产业；另一方面，传统产业仍然是经济发展的基础，中国现有13亿人口的现实告诉我们，近十年内，中国仍需要适度发展劳动密集型传统产业。而在劳动密集型传统产业上，中国又面临东南亚国家的强大挑战，只有用高新技术改造和带动中国传统产业的发展，才能提升中国传统产业在国际上的竞争力。因此，如何从有限的机会中学习和借鉴发达国家跨国公司的先进经验，将复杂产品系统作为国家竞争力的突破点，探索适合中国国情的复杂产品系统创新之路，从而提升我国科技和经济竞争力已是十分迫切的问题。

从前面的分析可以看到，我国在复杂产品系统创新方面的投入远低于其他发达国家。企业的基础型创新能力非常薄弱。首先是企业技术开发机构不齐全。技术中心建设虽取得一定进展，但经国家认定的技术中心目前多数尚不完善，超前研究尚未完全开展。许多经过认定的技术中心也没有配备相应技术力量及投入必要费用。另外，测试手段落后、设计手段落后、中试条件差等更是普遍性问题。其次是技术人才缺乏。人才缺乏不仅体现在数量上，更突出地表现在质量上。目前复杂产品系统行业中普遍缺乏能够独立承担复杂创新项目的技术骨干，更缺乏专业造诣较深、能解决创新过程中关键技术问题的、在行业中有一定影响的技术带头人。企业，尤其是国有企业面临技术人员招不进留不住的困境。同时，企业对技术创新相关人员激励不足，影响了技术人员的积极性，缺乏知识更新措施，严重影响了技术人员的成长。再次，技术开发投入不足。技术开发投入占销售额的比例是国际上衡量企业技术创新强度的又一指标，我国只有少数大中型企业超过了3%，平均水平低于2%，与国际数据10%的差距很大。而技术创新投入要比技术开发投入大得多，其中包括信息投入、工程化和市场开拓投入。由于投入不足，许多企业只能搞些低水平、渐进型项目。另外，经营者普遍创新意识淡薄，有些企业把控制创新投入作为平衡盈亏的措施，为保利润常常削减创新费用。最后，技术创新机制不适应。突出表现在信息工作薄弱和技术创新的决策机制不完善。目前相当多的企业还是闭合性的，没有信息机构，没有信息采集研究的力量，没有信息共享的有效机制。信息的缺乏使得企业技术创新的动力不足，调整经营决策缓慢。还有，许多企业技术决策没有一套科学合理的程序和组织机构，创新决策以经营者个人经验为主。此外，由于复杂产品系统是一个相对较新的概念，在我国该领域的研究还不成熟，我国企业对其创新过程的认识就更为不足，缺乏相应的过程管理的工具。各系统集成商以及复杂产品系统供应商在创新过程中，依旧按照传

统产品的研发模式并结合各自长期创新活动中积累的经验，来进行复杂产品系统的研制，造成了不少资金的浪费。如果企业不能从根本上提高复杂产品系统创新管理水平，就不可能提高复杂产品系统创新业绩。从长远来看，如果不能强化企业复杂产品系统创新过程的管理，加强企业的自主创新能力和技术水平，我国企业就难以在竞争激烈的国际市场上争得一席之地。

### 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

#### 1. 我国复杂产品系统创新缺乏战略管理框架指导

我国复杂产品系统创新需要大量的投入，然而一些大型项目似乎变成了资金的“黑洞”，即便投入巨额资金，也无法取得预期的效果，这多少源于缺乏专门针对复杂产品系统创新系统的理论指导和科学的评价体系，在这些项目的实际操作过程中，企业大多按照传统的管理理论进行项目的管理，但这些基于传统大规模制造产品创新研究基础上得出的管理理论并不能完全适用于复杂产品系统。因此，很多大型的系统集成商、复杂产品系统供应商为此付出了昂贵的代价，但他们也从未停止过探索适用于复杂产品系统创新过程管理的方法。即使是像德国的西门子这样有着百年历史且具有丰富的产品研发经验的国际性大公司，面对设计和制造磁悬浮列车这样的大型复杂产品系统的时候，也为缺乏系统的管理理论的支持而深感苦恼。因此，他们也对欧洲的 SPUR 中心复杂产品系统的研究产生浓厚的兴趣。过去的研究表明，在复杂产品系统研制过程中完全套用大规模制造的技术创新管理理论将会导致复杂产品系统技术创新活动的失效。由于复杂产品系统创新风险极高，一旦失效将给企业带来无法弥补甚至致命的损失。因此，该领域里的研究逐步为这些复杂产品系统供应商所重视，他们的确迫切需要合适的战略管理理论的指导和支持，以帮助复杂产品系统创新顺利地完成。

#### 2. 复杂产品系统创新组织管理与跨组织合作管理需要加强

根据我们调查的数据，大约有 30% 的项目创新失败，综合看待各类失败的原因，大致可以分为以下几种：由于技术上不成熟或技术难度大而失败的占 20.86%；由于创新过程中缺乏有效控制 and 风险管理而导致项目失败的占 45.97%；由于创新项目的资源得不到满足而失败的占 9.36%；由于创新网络中各个成员之间无法形成有效的知识流动或者无法实现各个跨组织有效合作而造成项目失败的占 29.68%（图 1.4）。尽管很多复杂产品系统项目创新失败由两个或多个原因造成，但我们可以看出，在复杂产品系统项目创新过程中，过程管理与跨组织合作管理是最主要的原因。

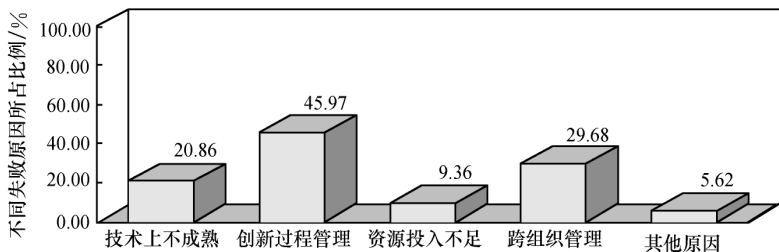


图 1.4 复杂产品系统项目创新失败原因调查

说明：图中数据根据笔者问卷调查结果整理

具体来看，创新过程中缺乏专门而系统的过程管理措施。笔者对项目开展过程中是否有专门而系统的创新过程管理（包括风险管理）活动这一问题分下列三个选项让被调查者选择：有专门而系统的风险识别和评估活动；有专门的风险识别和评估活动，但不系统；附带性的或没有。结果显示（图 1.5），仅有 12.8% 的复杂产品系统项目有专门而系统的过程风险管理和控制措施；61.2% 的复杂产品系统创新项目虽然有一定的过程风险管理和控制措施，但相当不系统；26% 的复杂产品系统创新项目则仅仅是附带性地进行，甚至就没有风险控制措施。

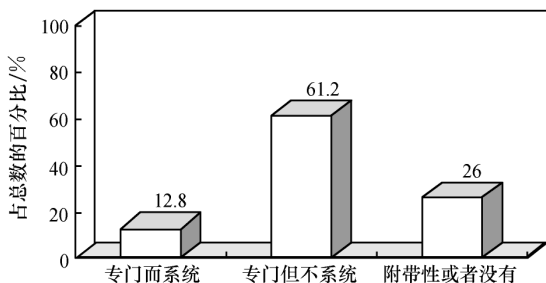


图 1.5 复杂产品系统创新项目的过程风险管理和控制现状调查

说明：图中数据根据笔者问卷调查结果整理

### 3. 复杂产品系统创新过程中缺乏知识共享等资源管理的内容

笔者还对复杂产品系统企业在项目开发过程中是否建立了与合作伙伴、用户单位之间知识管理的机制做了调查。同样设置了三个选项：公司有专门而系统的机制；没有，公司已经意识到这一点，依靠非正式知识流动为主；没有，公司也没有意识到。对这个问题作完全正面积极回答的只占有所有被调查对象的 26.5%，而对这个问题持否定态度回答的则占到了 10.5%，另有 63% 的被调查对象表示公司不鼓励与合作伙伴、用户单位的知识共享，与它们的知识共享以非正式的方

式为主(图 1.6)。显然,多数复杂产品系统创新企业在项目开发过程中专门建立系统机制来与合作伙伴共享技术知识的积极性并不高。

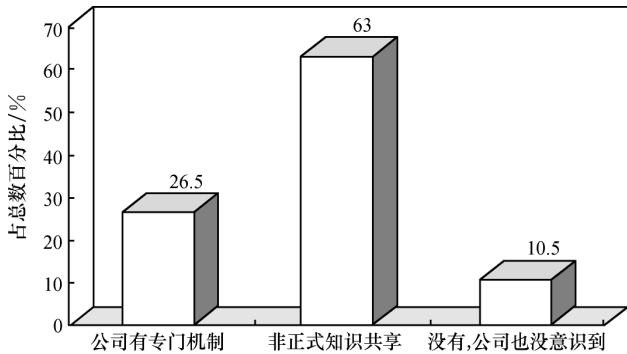


图 1.6 复杂产品系统创新过程中跨组织的知识流动和管理现状调查

说明: 图中数据根据笔者问卷调查结果整理

## 1.4 本书的主要研究内容

传统的技术创新理论认为,技术创新的成功实施和优秀业绩依赖于产品开发过程、组织形式、技术战略、创新氛围、高层管理者的支持等因素。Cooper 和 Kleinschmidt (1995) 的“新产品业绩三角”框架就将创新业绩归结于创新战略性因素、资源保证和创新组织三者的共同作用。因此,本书的研究内容也按照这样的逻辑来开展,即从复杂产品系统的战略性因素、创新组织模式以及资源管理保证来构建复杂产品系统创新管理的框架(图 1.7)。

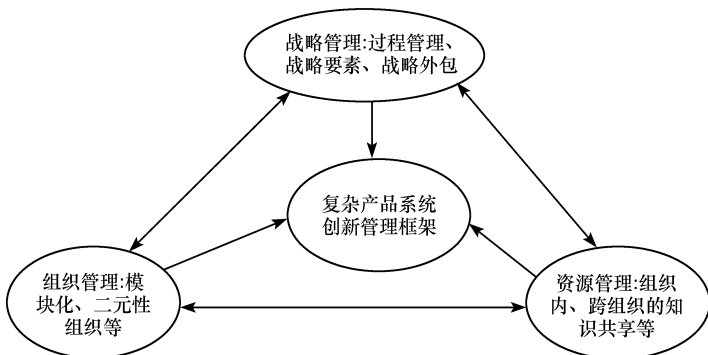


图 1.7 复杂产品系统创新管理框架

针对企业在复杂产品系统创新实践中普遍存在战略、组织与资源管理等问题，出于为复杂产品系统创新项目管理提供帮助的目的，本书试图从复杂产品系统创新的过程模式及在创新过程中涉及的战略管理、组织管理、资源管理等方面来研究复杂产品系统创新。

## 第 2 章

# 复杂产品系统创新理论研究现状

### ■ 2.1 复杂产品系统概念界定

复杂产品系统的概念最早由英国的 Hobday 提出，并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。实际上 Nelson 和 Rosenberg 等许多学者都提到复杂产品系统，例如，Mowery 和 Rosenberg（1982）对航空业的产品创新进行了研究，并且总结了该行业创新的一些特点，但都没有明确提出复杂产品系统概念，复杂产品系统是一个成本高、工程含量高的产品，具有亚系统或者说是构造的产品系统。它们是一族在创新过程的动力、竞争策略以及工业化的联合分类等方面都与简单产品和大批量产品有所差别的产品（Prencipe 2000）。Prencipe 还提出鉴别产品是否是复杂产品系统主要考虑其成本、项目周期、复杂程度、技术不定性、系统层次、定制化程度、风险、元器件种类、知识和技能含量、软件应用范围等因素。

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。同时，复杂产品系统大多数属于多学科综合性产品，而且包含了较高的技术含量。以集散控制系统（DCS）为例，它综合了自动控制、网络通信、计算机、电子、机电一体化等现代自动控制技术各个分支，它的设备制造和网络建设还涉及机械、土木工程等多个领域。

国内学者张炜（2001）、杨志刚和吴贵生（2003）在综合前人研究的基础上指出，复杂产品系统所定义的范围既不完全等同于一般所说的复杂技术产品，也

不等同于资本品的范围，复杂产品系统并不包含一些成本虽然高、但技术要求较低成熟产品。

陈劲等（2004a）从构成复杂产品系统的三个层面：元件、次系统和集成系统间的作用机理来说明它的复杂性，并且从产品和系统自身的物理结构特性出发提出从技术深度和宽度两个维度来将所有的产品和系统划分为四个产品类型：复杂产品、高新技术产品、组合产品和简单产品，如图 2.1 所示。

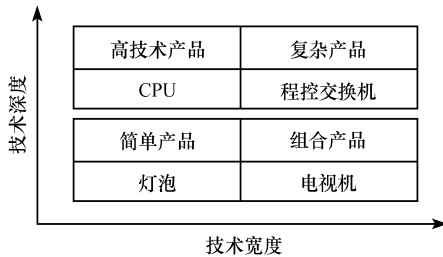


图 2.1 产品和系统的分类：从技术深度和技术宽度的视角

资料来源：陈劲、黄建樟，2004a

Hobday 还提出对于复杂产品系统范围的认识可以从生产类型和生产数量两个维度来进一步深化，图 2.2 来源于 Hill（1993）关于生产流程的经典论述。他将产品分为下列几种生产类型：①项目型；②小批量型；③大批量型；④大规模生产型；⑤连续流程型。复杂产品系统属于上述产品类型中的①与②。需要注意的是并

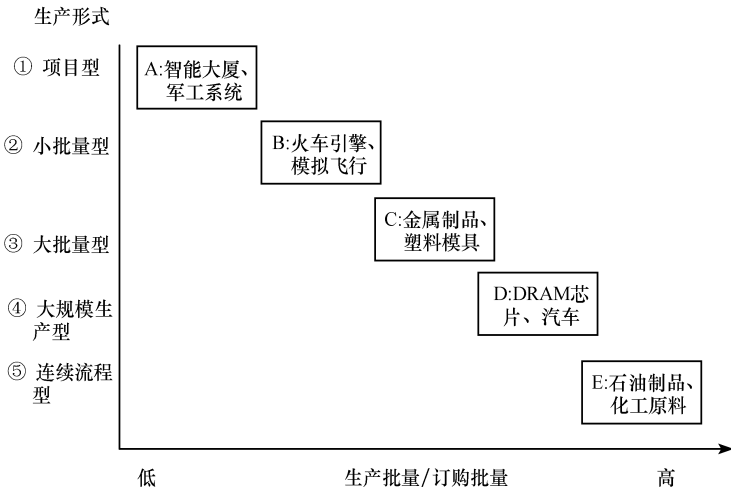


图 2.2 复杂产品系统范围示意图

资料来源：根据 Hill（1993）整理



非所有的符合①、②两类型的产品都属于复杂产品系统，还需要满足复杂产品系统其他的相关特征：高技术含量、高研发投入、高复杂度、软件特性等。

虽然 Woodward 的分类模型被广泛采用，但其缺陷是忽视了产品新颖度及不确定性等维度。在这方面，Shenhar 模型（图 2.3）弥补了这方面的不足，从产品范围和技术不确定性两个维度来理解和认识复杂产品系统，将系统范围分为三个层面：阵列层面、装配层面和系统层面，将技术不确定性分为四个类型：低技术类型、中等技术类型、高技术类型和超高技术类型。通过这两个维度的划分将复杂产品系统的范围定义为图 2.3 中的 C2、C3、D2 及 D3。

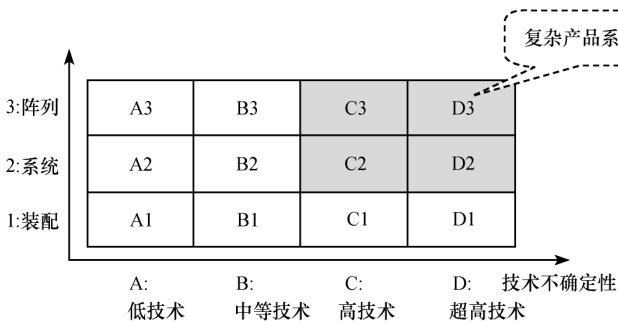


图 2.3 项目的两维度图

资料来源：根据 Shenhar（1993）模型修订而成

基于以上分析，本书参考前人的研究，界定复杂产品系统是：研发成本较高、子系统（或模块）较多、界面复杂、涉及多种知识和技能、产品架构具有层级性特征、用户定制化需求的大型产品或系统。

## 2.2 复杂产品系统创新特征的相关研究

前人对于复杂产品系统的研究已经界定了这类产品系统与传统大规模制造产品的区别（表 2.1）。

表 2.1 大规模产品和复杂产品系统产品的性质比较

	批量制造/简单产品	CoPS 开发/复杂产品
管理的目标	清晰定义	模糊定义
	目标聚焦	多个目标
制造任务	生产密集型	设计密集型
	常规化	非常规化
	信息易固化	信息很难固化

续表

	批量制造/简单产品	CoPS 开发/复杂产品
组织	以职能活动为基础 科层制结构	以项目为基础/跨职能 项目团队式结构
学习效应	在职能活动中学习 显性知识/固化知识	在项目活动中学习 隐性知识
创新流程	供应商为驱动 单个企业为中心 市场为中介	客户为驱动 合作网络为中心 直接谈判
管理工具	现成的管理工具 成熟的 IT 工具 与以往实践经验一致	很少而且往往是不成熟的工具 没有现成的完善 IT 工具 可能与以往经验不一致
风险	可控制的 可预测的 短期的 稳定的	难以控制 突发性的 短期的 不稳定的
决策制订	环境稳定 信息全面 目标导向	环境不确定 信息不完整 学习导向
客户/市场	市场交易 市场定价 需求事先得以界定	专业化的客户 谈判定价 需求得通过谈判界定
成败因素	成本/效率 容易界定和测度 部门效率	柔性/有效性 难以界定和测度 团队有效性

资料来源: Hobday and Rush, 1999

其中,复杂产品系统的单件或小批量制造特性、部件/子系统层面的高度不连续性、开发过程中所要求的知识深度和广度、产品系统的高度定制化以及用户在系统开发过程中的参与度等,都使得系统创新的流程和反馈与传统创新理论所强调的不一致。

### 2.2.1 产品特征

复杂产品系统的内嵌技术有着高度的不确定性和高风险性,无法在复杂产品系统研发和生产前进行预测,此外还需要注意到复杂产品系统的客户对其需求的模糊性,使得复杂产品系统的投资决策分析需要花费很长的时间,甚至是延续的几年时间。从产品特性的角度来看,复杂产品系统与传统大规模制造系统在几个方面存在显著的差异。

首先,复杂产品系统的研发和生产成本非常高,通常都是由许多零部件构成

数量众多的子系统然后经过系统集成才形成完整的复杂产品系统，而传统大规模制造产品往往都是由许多零部件组合而成。需要进一步指出的是复杂产品系统中的许多子系统和零部件是定制化的，它们之间有着复杂的界面，为适应不同的用户需求，通常通过变换定制元件的方式完成对整个复杂产品系统的调整。复杂产品系统越来越多地应用 IT 技术，用软件来代替硬件产品，逐渐成为复杂产品系统的核心技术部分。基于人的软件开发过程其协调和控制的困难程度大大增加，软件开发过程中所积累的知识很难编码化，知识学习和传递的效率和效果被削弱。复杂产品系统的生命周期比传统的大规模制造产品长，其技术的快速变化对其生命周期的影响可能没有传统大规模产品那样深远，复杂产品系统往往是经历过多次的升级后才完全被淘汰。

其次，复杂产品系统有着非线性特征，即复杂产品系统中任何零部件、次系统的任何变动都可能使整个复杂产品系统的功能发生根本性变化，实际上复杂产品系统的集成调试是非常艰巨的任务，因此涉及非常多的非线性反馈作用机理。复杂产品系统的升级过程中，为保持系统的稳定性，每一细微的调整都需要一套精密的控制系统对其进行监测控制，以保证产品的其他部分不受影响。复杂产品系统在研发和生产过程中，客户的参与程度非常高，而且客户通常发挥着非常关键的作用。一方面是由于客户需求在复杂产品系统研发和生产前期的模糊性；另一方面是由于客户直接参与研发过程，并且可能提供创新思路。

再次，层级机构是复杂产品系统的另一重要特性。Walker 在研究军事系统时将复杂产品系统按照层级结构进行分类。在多层级系统中，下一层级的系统往往是上一层级的构成元件。随着系统层级数量的递增，产品变得越来越复杂，同时单层次元件的数量不断递减。另外，随着层级数量的递增，产品逐渐从传统大规模产品过渡到复杂产品系统，由于复杂产品系统的这种“金字塔”层级分布状态，最终的复杂产品的复杂度非常高。

最后，随着复杂产品系统开发流程的不断深入，对该系统的性能、容量及稳定性的要求也逐渐增加，从而使得复杂产品系统的复杂度越来越高。复杂产品开发成本越来越高，同时其功能与相关技术也越来越复杂。以航空发动机为例，20 世纪 30 年代 Frank Whittle 推出的航空发动机结构非常简单，仅有一个移动部件。然而，随着航空业对压力、速度、飞行高度、温度等各因素的要求不断提高，航空发动机在原产品的基础上不断添加新的子系统，然后又需添加控制与监测子系统的其他相关元件，从而使得现代航空发动机发展成为具有代表性的复杂产品系统。现代的航空发动机由 22 000 多个部件组成（其中许多部件是定制的），它能够实现许多新的功能，能挑战原有发动机所不能克服的恶劣环境（Miller and Hobday 1995）。

### 2.2.2 生产特性

复杂产品系统往往以单件或小批量的方式进行研发和生产,需要注意的是复杂产品系统的研发和生产往往是融合在一起的,很难对研发和生产做出明显的区分,研发的成功也就意味着生产的结束。同时复杂产品系统往往是针对市场中特定的用户或用户群,由于复杂产品系统本身的特性和市场结构,对复杂产品系统产生需求的用户在数量上比较少,因此复杂产品系统的交易频度与大规模生产产品相比也非常有限。复杂产品系统的典型代表第三代移动通信设备,其用户的需求数量就非常少。

虽然传统大规模制造产品在创新循环的早期阶段也牵涉到用户和供应商之间的及时反馈,但随着创新循环的展开,企业的重点逐渐向生产职能转移。整个创新流程逐渐趋于正式化,顾客与供应商之间的直接交流也逐渐为间接交流所替代,顾客通过交流媒介——市场表达他们的意愿,供应商也通过市场的反映来判断自己的未来创新方向。相反,复杂产品系统的创新过程始终贯穿了用户和供应商之间的合作交流。

复杂产品系统的总供应商通常充当系统集成商的角色。该类供应商的核心能力在于出类拔萃的大型项目管理技巧、掌握众多技术领域中的深层次核心技术并且能够很好地运用技术来进行系统集成工作。系统集成商不但需要承担起内部管理的任务,同时也需要承担起协调多家供应商的任务。由于复杂产品系统中的大量元件和次系统属于定制类型,来源于不同的供应商,有时甚至牵涉到不同国家的供应商,系统集成商需要对各集成商的进度进行管理。除协调各供应商之间的关系外,系统集成商也承担着协调与政府部门、标准制定组织、领先用户之间的关系的任务。总供应商不同于普通供应商的重要一点就是它所拥有的强大集成能力。Mowery 与 Rosenberg (1982) 曾经对航空业的大型研发项目做过统计,发现商用客机研发支出中的 40 亿~60 亿美元被投入到项目的最终集成阶段 (Mowery and Rosenberg 1995)。

信息技术的迅猛发展,使系统集成发生戏剧性、革命性的变革,其中最为主要的是软件技术的应用逐步替代硬件技术系统。通过改进和完善核心内嵌式软件,企业有可能优化复杂产品系统性能。软件技术的进一步发展也使得复杂产品系统能够展开并行式开发,从而将复杂产品系统管理过程中的各环节更加有效地联结起来。以飞行模拟器为例,软件工程的应用使得供应商能够提供虚拟飞行模拟器样品,从而缩短开发时间,降低开发成本,并且避免重大产品缺陷。软件的内嵌性将复杂产品系统相关各方(供应商、领先用户、政府部门及其他相关利益群体)更加紧密地联结在一起 (Miller and Hobday 1995)。

### 2.2.3 创新流程

如上所述,复杂产品系统的用户参与度在所有产品中是最高的。通过供应商与领先用户之间的互动沟通,新的创新思维从用户处转移到供应商处。传统大规模制造产品创新过程中,市场充当用户与供应商之间的沟通桥梁,此时用户与供应商之间的沟通是一种间接沟通。而在复杂产品系统创新过程中,由于产品的定制化服务,用户一旦和复杂产品系统供应商建立起合同关系后,就直接和供应商接触,市场已经不再具备信息传递中介的作用。复杂产品系统供应商与用户之间是一种直接的沟通关系,用户的创新思想和对复杂产品系统功能的需求直接渗透于创新的每一层面,从项目的投标、设计、开发到最后项目的交付与维护。

复杂产品系统创新流程的核心点在于项目的设计与开发,而非规模效益。很明显,与传统大规模制造相比,复杂产品系统的生产数量有限,很难实现规模效益。由于复杂产品系统创新流程与常规产品创新流程的侧重点不同,二者在制定创新战略与技术战略时也存在着很大的差异。常规产品在设计过程中非常注重产品的适于生产性,而这一点在复杂产品系统创新流程中几乎可以忽略不计。

复杂产品系统供应商的创新优势重要来源之一就是项目管理技巧,尤其是风险管理技巧及最佳软件工程实践。通常,标准化的最佳软件实践工具适合于常规创新模式。但当其应用于复杂产品系统创新模式时,则需要进行大量的修正工作。传统的流程管理工具(如ERP)大多针对于常规创新模式,其中的持续改进、质量环、全面质量管理等思想都是着眼于企业内部的项目管理,对于跨企业的项目管理则不具有指导意义。

复杂产品系统的创新管理无须注重项目的规模经济性。通常项目是由跨企业的多职能项目小组承担。由于复杂产品系统的开发任务及开发人员多元化,其最终成败与否取决于各项目成员及各相关供应商之间的有效沟通、协调。项目管理系统及项目沟通系统必须适应不同特征的开发目标、开发风格及管理结构。复杂产品系统总供应商为推动项目的总体进度,必须在风格上与各子系统供应商匹配。

### 2.2.4 市场特性

复杂产品系统的典型市场特征结构是双头寡头市场,即复杂产品系统的供给市场和需求市场都呈现出寡头垄断的市场结构。这种双头寡头市场结构决定复杂产品系统往往不是通过市场来完成交易的,而是通过供给方和需求方的谈判机制来完成,需要指出的是尽管谈判是确定复杂产品系统的价格,但部分复杂产品系统对价格并没有太多的限制,尤其政府主导的复杂产品系统,比如,国家航空航天系统。需要进一步指出的是复杂产品系统的研发和生产成功能够发挥带动作用,对国家经济发展能够产生巨大的影响,而且关系到国家的国际市场竞争能

力,因此在复杂产品系统研发和生产、市场交易和客户使用等方面受到政府的高度宏观调控。

政府对复杂产品系统的宏观调控、复杂产品系统本身的市场结构特性和复杂产品系统的市场交易特征等方面的原因决定复杂产品系统的竞争并没有传统大规模制造产品那样激烈,尽管复杂产品系统所处的市场结构特征是寡头垄断市场。需要指出的是这种市场竞争的不激烈指的是在国家区域范围内,实际上由于复杂产品系统对国家经济发展有着重要作用,国家间对复杂产品系统的专业竞争却是异常激烈,最为显著的实例就是电信市场中的大型通信设备。

复杂产品系统(如飞行模拟器和程控交换机)与普通的消费品(如自行车和台灯)相比较,还有很重要的一个特征就是其软件的应用程度高。嵌入式软件和 IT 技术的广泛应用对复杂产品系统的开发具有推动作用(Hobday and Rush 1999)。IT 技术常用来管理复杂产品系统,而嵌入式的软件对于相当多的复杂产品而言已经成为核心整合技术。软件开发对人的思想依赖程度超过硬件,软件开发的这种特征使得开发知识和经验积累比较困难,过程中的隐性知识很难显性化。因而作为复杂产品系统的核心部分,嵌入式软件开发被认为是一种不确定的高风险的开发活动。大多数的延期、费用超支以及不能满足用户的要求都是存在于软件开发的问题。由于这些特性的存在,复杂产品系统制造商面临的挑战和困难与传统大规模产品生产企业所面临的也有所不同。在复杂产品系统创新模式中,组织模式的复杂度是由用户与供应商、供应商与供应商、供应商与政府部门之间的互动作用而引起的。另外,复杂产品系统的软件内嵌特性对其组织模式有着很大的影响,例如,并行工程软件辅助工具推动了组织流程的重组。

针对复杂产品系统的特性,已经有不少学者开始了探索性的研究,并且在复杂产品系统行业的演化模式、复杂产品系统项目制组织形式、复杂产品系统技术结构、复杂产品系统开发流程模式等方面取得了比较显著的成果(表 2.2)。

表 2.2 复杂产品系统制造商所面临的挑战

主 题	挑 战	建议解决方案
项目和产品管理战略	难以事先计划产品路线图	部件/子系统共享
在设计阶段的协调活动	初始设计方案和开发工具的高度多样性	突出 IT 技术管理的重要性,实现标准化和模块化开发模式的并存;开发工具的标准化
知识储存和转移	即使是同一个系列,产品开发和发布也是不连续的	系统工程师和主要科学家承担起流程推动和设计方案评审的责任
学习能力	新技术的重新利用度很低;而新技术的开发成本却很高	成立专门的学习中心,突出学习的重要性
组织形式	各项目团队、各参与组织之间联系不够,隔离性太高	形成项目制组织/拟定正式项目程序来促进项目管理知识的共享