

国家杰出青年科学基金项目研究成果

Managing Risk for Innovation in CoPS

驭险 创新

——企业复杂产品系统创新项目风险管理

陈劲 景劲松 著

知识产权出版社

国家杰出青年科学基金项目研究成果

驭险创新

——企业复杂产品系统创新项目风险管理

陈 劲 景劲松 著

知识产权出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

驭险创新：企业复杂产品系统创新项目风险管理/

陈劲，景劲松著．北京：知识产权出版社，2005.8

ISBN 7-80198-412-9

I. 驭… II. ①陈… ②景… III. 产品—企业管理：

项目管理：风险管理—研究 IV. F272.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 082367 号

本书可作为普通高校管理学专业本科生、研究生参考使用，也可供相关理论工作者和企业的管理人员参考使用。

驭险创新

——企业复杂产品系统创新项目风险管理

陈 劲 景劲松 著

责任编辑：董海龙

责任校对：张春燕

装帧设计：段维东

责任出版：杨宝林

出版发行：知识产权出版社

直 销：中国按需出版网直销

地 址：北京市海淀区马甸南村 1 号

网 址：<http://www.cnipr.com>

邮 编：100088

电 话：(010) 82000893

邮 箱：BJB@cnipr.com

版 次：2005 年 9 月第一版

印 刷：北京市兴怀印刷厂

印 次：2005 年 9 月第一次印刷

开 本：720mm×960mm 1/16

印 张：18.25

字 数：256 千字

定 价：39.50 元

ISBN 7-80198-412-9/F·035 (10130)

如有印装质量问题，本社负责调换。

前 言

复杂产品系统是指研发成本高、规模大、技术含量高（技术密集）、用户定制、单件或小批量生产的大型产品、系统或基础设施。复杂产品系统创新是一类具有非常重要现实意义的产品创新领域，在现代经济发展中发挥着重要作用。它直接影响到一个国家竞争力的构建和提升，是一个国家在竞争日益加剧的国际环境中赖以生存和发展的重要基础，也是一个国家有效提升国际地位的重要途径。实际上，复杂产品系统已成为欧盟经济对抗美国经济的一大法宝，是继美国提出规模划定制（mass customization）之后的又一重大竞争力认识的突破。对我国而言，复杂产品系统创新是在后规模经济时代对适合中国国情的经济发展道路的探索。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。

由于涉及技术的复杂性，以及所要求的组织结构和项目管理的复杂性，复杂产品系统创新除了具有一般产品创新项目面临的问题以外，还面临许多特殊的问题，因而具有比普通大规模制造产品创新更高的风险性。从复杂产品系统创新项目风险管理的现实看，我国复杂产品系统创新项目风险管理存在严重不足，缺乏有针对性的风险管理知识、缺乏有效的风险管理机制。从管理角度对复杂产品系统创新项目风险特征进行系统分析，为其风险调控提供有针对性的依据，是十分迫切而现实的问题。

本书针对现有关于技术创新风险管理研究文献中存在的不足,提出了复杂产品系统创新的风险管理分析框架,并结合复杂产品系统创新项目的特征,在该风险管理分析框架的指导下,运用结构方程建模、基于粗糙集方法定权的模糊综合评价、系统动力学建模等定量分析方法,从关键风险因素识别、风险产生机理、风险评估以及风险动态模拟四个方面,层层深入地分析和刻画了复杂产品系统创新项目风险的特征,揭示了复杂产品系统创新项目风险的横向传递规律和动态变化规律,进而提出了有针对性的风险调控措施。

本书共分为八章。第一章介绍了复杂产品系统的概念,阐述了复杂产品系统创新和国家竞争力的关系,从复杂产品系统创新的高风险性以及我国复杂产品系统创新风险管理不足的现实中推导出本研究的积极意义,并对本书的研究思路作了简要说明;第二章对技术创新风险管理研究现状进行了回顾;第三章在对复杂产品系统创新项目特征进行阐述的基础上,提出了一个复杂产品系统创新项目风险管理分析框架;第四章在对复杂产品系统创新项目风险因素组成结构进行分析的基础上,通过实证研究和定量分析识别了复杂产品系统创新项目的关键风险因素;第五章运用结构方程建模(SEM)方法,对复杂产品系统创新项目风险产生的机理进行了分析,揭示了风险因素到风险后果的主要路径关系,并总结了复杂产品系统创新项目风险的横向传递规律;第六章运用基于粗糙集理论定权的模糊综合评价方法,对复杂产品系统创新项目风险进行了评估,刻画了其风险的静态数量特征;第七章通过建立系统动力学模型和模型模拟,揭示了复杂产品系统创新项目风险的动态变化特征,指出了复杂产品系统创新项目风险的动态变化规律,并提出了有针对性的风险调控措施;第八章对本书的研究结果进行了概括和总结,并展望了复杂产品系统创新项目风险管理研究的发展方向。

由于复杂产品系统创新是技术创新研究领域的新生事物,目前,学术

前 言

界对其研究还处于初级阶段,相关文献较少,关于复杂产品系统创新风险的研究更是缺乏。本书的研究结果显示,复杂产品系统创新风险特征在许多方面具有独特性。希望本书所揭示的复杂产品系统创新项目风险特征,可为企业的复杂产品系统创新项目风险管理,为后续的复杂产品系统创新项目风险管理研究提供一定的参考。

本书是根据国家杰出青年科学基金项目《技术创新与管理》(基金编号:70225004)的部分研究成果整理而成的,在此感谢国家自然科学基金委的资助。

在问卷调查和企业访谈过程中,得到了国内大型通讯设备系统制造、大型自动化控制、大型电力工程项目配套系统、大型计算机制造、航空航天、大型船舶、空气分离系统制造等行业和领域的领先企业的支持,在此深表感谢。

课题研究过程中,浙江大学创新与发展研究中心的吴沧澜、童亮、周永庆和黄建樟等做了有益的工作,在此也向他们表示由衷的谢意。

由于水平所限,书中不足之处在所难免,尚祈读者不吝指正。

作 者

2005 年 5 月

目 录

第一章 复杂产品系统创新风险研究的意义	1
第一节 复杂产品系统创新的重要性	1
第二节 复杂产品系统创新的极高风险性	7
第三节 我国复杂产品系统创新风险管理不足	9
第四节 本书的研究问题和研究思路	14
第二章 技术创新风险管理研究现状	18
第一节 风险及技术创新风险概念	18
第二节 技术创新风险及成败因素识别研究	25
第三节 技术创新项目风险评估研究	42
第四节 技术创新风险调控研究	50
第五节 关于现有研究的总体评述	57
第三章 复杂产品系统创新项目特征及风险管理分析框架	60
第一节 复杂产品系统创新项目的自身特征	60
第二节 复杂产品系统创新项目的背景特征	68
第三节 复杂产品系统创新项目的风险管理分析框架	72
本章小结	86
第四章 复杂产品系统创新项目关键风险因素识别	88
第一节 复杂产品系统创新项目风险因素的组成结构	89

取险创新——企业复杂产品系统创新项目风险管理

第二节 复杂产品系统创新项目的潜在风险因素假设	91
第三节 问卷设计与数据获取	110
第四节 复杂产品系统创新项目风险因素定量分析	126
本章小结	148
第五章 复杂产品系统创新项目风险产生机理	150
第一节 复杂产品系统创新项目风险机理定性分析	150
第二节 复杂产品系统创新项目风险机理定量分析	159
第三节 复杂产品系统创新项目的风险横向传递律	184
本章小结	188
第六章 复杂产品系统创新项目风险评估	189
第一节 复杂产品系统创新项目风险评估的内容	189
第二节 复杂产品系统创新项目风险评估的指标体系	192
第三节 复杂产品系统创新项目风险评估方法与步骤	197
第四节 复杂产品系统创新项目风险评估过程及结果	203
本章小结	218
第七章 复杂产品系统创新风险的动态模拟与调控	220
第一节 复杂产品系统创新项目风险动态模拟方法	220
第二节 复杂产品系统创新项目风险动态变化规律	234
第三节 复杂产品系统创新项目风险调控	244
本章小结	249
第八章 结论与展望	252
第一节 本书的主要结论	252
第二节 未来研究展望	258
附录 I 复杂产品系统创新项目风险管理基本情况调查问卷	259
附录 II 复杂产品系统创新项目风险调查问卷	261
参考文献	269

第一章 复杂产品系统创新 风险研究的意义

第一节 复杂产品系统创新的重要性

一、复杂产品系统的概念

复杂产品系统 (Complex Product and Systems, 简称 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 [霍布德 (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 (陈劲等, 2004a)。

霍布德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。实际上纳尔逊 (Nelson) 和罗森伯格 (Rosenberg) 等许多学者都提到复杂产品系统, 但将复杂产品系统作为特殊系统来进行专门研究的文献比较少。另外, 莫维利 (Mowery) 和罗森伯格 (1982) 对航空业复杂产品系统创新进行了研究, 并且总结了该行业创新的一些特点, 但是所有这些研究都没有上升到范式的高度。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是多技术系统 (multi-technology systems)。学术界和企业界并没有对复杂产品系统的定义形成一致的认识, 但存在一种潜在的共识就是“当你碰上产

品时，你就会知道它是否是复杂产品系统” [霍布德和拉什（Rush），1999]。

根据霍布德（1998）的定义，复杂产品系统是指高成本、技术密集型、用户定制的生产资料、系统、网络、控制单位、软件包、建筑物，它包括了大型电信通讯系统、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、半导体生产线、智能大厦等大型产品、系统或基础设施，是相对于低成本、基于标准零部件的大规模制造产品而言的。汉森和拉什（Hansen and Rush, 1998）将复杂产品系统定义为研发成本高、规模大、技术含量高、单件或小批量生产的大型产品、系统或基础设施。普林赛普（Prencipe, 2000）认为复杂产品系统是为一个单位的产品生产所提供的高成本、高工程含量、有许多内部联系、定制化程度较高的生产资料。

关于复杂产品的范畴，霍布德（1996）认为可从生产类型和生产数量两个维度来认识，如果按生产类型将产品分为项目型、小批量型、大批量型、大规模生产型等类型，以生产类型为一维，以生产/订购批量为一维来构造产品范畴图，则复杂产品系统应属于基于工程项目的、单件或者小批量生产的产品。

然而，并非所有单件、小批量生产或者基于工程的产品都属于复杂产品系统，判断产品是否属于复杂产品系统，还需要识别它是否具备复杂产品系统的其他相关特征，如高技术含量、高成本、高复杂度等。有鉴于此，霍布德（1998）进一步指出，复杂产品系统的复杂性还在于其对技术深度与宽度、新知识运用程度及客户定制化程度的要求高。在对复杂产品系统定义的基础上，霍布德（1998）还给出了部分复杂产品系统实例（表1.1）。对复杂产品系统的复杂性，普林赛普（2000）也认为应从其所内嵌的技术深度和宽度等方面来理解和认识，并指出复杂产品系统支撑的是生产和服务的高技术生产资料，而不是消费品。

第一章 复杂产品系统创新风险研究的意义

表 1.1 复杂产品系统实例

航空控制系统	航空发动机	飞机跑道
机场	导航设备	大型船只
机场行李处理系统	银行自动交易系统	天文台
商业信息网络	大型化工厂	大型计算机
电力网络控制系统	大型桥梁	电信程控交换机
飞行模拟器	船坞	空间站
高速列车	柔性制造系统	同步粒子加速器
智能大厦	直升机	电信业务集散处理系统
半导体生产车间	喷气式战斗机	水净化系统
微芯片生产车间	制导系统	供水系统
核电厂	核聚变设施	污水处理设施
海洋钻井	码头卸载系统	微波发射塔
客机	半导体光刻设施	

资料来源: Hobday M., Product complexity, innovation and industrial organization. *Research policy*. 1998, 26 (6): 689 ~ 710.

国内学者杨志刚和吴贵生(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;复杂产品系统可以看作是资本品的子集,复杂产品系统并不包含一些成本虽然高,但技术要求较低的成熟产品。杨志刚和吴贵生(2003)认为,乘用车等一类包含大量零部件、涉及多种知识和技能的产品,虽然属于复杂技术产品,但由于这类产品是基于标准零部件、规模化生产的产品,因此不属于复杂产品系统研究范围。

陈劲等(2004b)从产品系统自身的物理结构特性出发,提出从产品内嵌技术的深度和宽度两个维度来划分产品系统范畴,即复杂产品系统、高新技术产品、组合产品和简单产品,并从构成复杂产品系统的三个层

面——元件、次系统和集成系统之间的作用机理来说明复杂产品系统的复杂性。

此外,复杂产品系统还具有结构的层次性和系统性、软件密集性、高度定制化等特点。

根据霍布德(1998)、汉森和拉什(1998)等对复杂产品系统概念的描述,本书定义复杂产品系统是指研发成本高、规模大、技术含量高(技术密集)、用户定制、单件或小批量生产的大型产品、系统或基础设施。本书认为,具有下列特征的产品、系统或基础设施可归入复杂产品系统的范畴:

1. 产品特征方面,复杂产品系统的单位成本高、子系统界面复杂、涉及多种知识和技能、产品架构具有层级性/系统性特征,它的部件数量、子系统和部件的定制程度、可能的设计路线数量、系统架构的复杂性、要求知识和技能的广度和深度以及材料的多样性远远超过了普通大规模制造产品。

2. 创新组织方面,复杂产品系统创新项目组织是一个由包括用户、供应商以及其他利益相关单位组成的网络组织。

3. 创新过程方面,要求用户直接参与创新流程,由于产品代际间具有非线性发展特性,即复杂产品系统中任何零部件、次系统的任何变动都将可能使得整个复杂产品系统的功能发生根本性变化。在设计、研发和集成时需要经常的交流互动(霍布德等,2000),以小批量或单件方式进行工程化(生产)。

二、技术创新是国家竞争优势和企业持续发展的关键

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[波特(Porter),1990;安索夫和麦克唐纳(Ansoff and McDonnell),1990;休依特等(Hitt *et al*),

1997] (转引自: 郑刚, 2003)。从宏观上讲, 技术创新是国家获取竞争优势的关键 (陈劲, 2001)。

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、足够高的质量、甚至灵活性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 [库姆普和波尔维金 (Kumpe and Bolwijn, 1994)]。技术创新是现代企业的生命线, 只有在技术创新方面有所作为, 企业才有生存发展的空间 (陈劲, 2001) (图 1.1)。美国产品开发和管理协会 (Product Development & Management Association) 研究显示, 2000 年, 企业总销售额的 37% 来自于新产品, 从 1991 年到 1995 年, 这个比例增加了 28% [赫尔曼等 (Halman *et al*), 2001]。从微观上讲, 技术创新是企业创富和持续发展的关键。

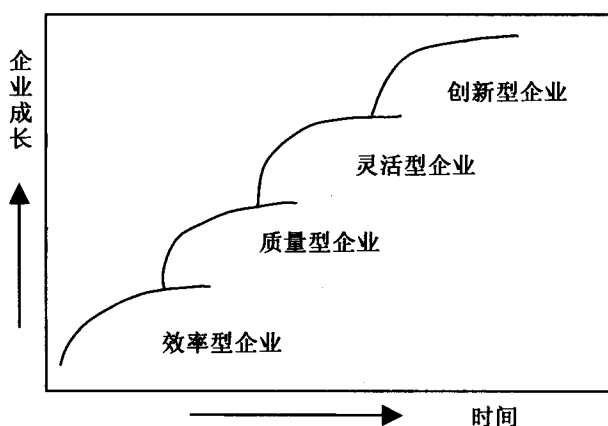


图 1.1 未来企业成长方向

资料来源: 陈劲, 永续发展——企业技术创新透析, 北京: 科学出版社, 2001 年版。

无论是创新本身, 还是未来经济的持续发展, 都依赖于创新能够不断涌现 (布兰斯科姆, 奥斯瓦尔德, 2003)。

三、复杂产品系统创新对国家竞争力有着至关重要的影响

随着信息技术的迅猛发展以及全球一体化进程的加快,技术创新的性质也发生了显著变化,主要表现在:从对数据和信息的依赖转向对知识的依赖;从单一形式的创新向集成创新转变,成功与否在更大程度上取决于企业的技术集成能力和软件内嵌能力。在此背景下,国外技术创新研究领域出现了一个新的分支——复杂产品系统创新。

复杂产品系统创新是继美国提出大规模定制概念之后的又一重大竞争力认识的突破 [戴维斯 (Davies), 1997]。复杂产品系统虽然生产量小,但由于其规模大、单价高,所以总产值占 GDP 的份额较高,在现代经济发展中发挥着重要作用。英国苏塞克斯大学 (Sussex) SPRU 中心的研究人员米勒 (Miller) 等在对英国各种产品数据资料调查的基础上认为,英国复杂产品系统产值在 1994 年大约为 680 亿英镑,至少占英国 GDP 的 11%,并为英国提供了至少 140 万 ~ 430 万个工作岗位 (Miller *et al.*, 1995)。霍布德等通过研究进一步指出,英国之所以能够维持其在世界经济中的地位,复杂产品系统创新功不可没 (Hobday and Rush, 1999)。

凯西和里克罗夫特 (Kash and Rycroft, 2002) 的研究表明,在 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%,由此可以看出复杂产品系统在国民经济发展中发挥的重要作用。实际上,基于资源有限性和高昂的人力成本等多方面原因,欧盟发达工业国家在大规模制造产业中已经很难和美国、日本以及东亚新兴工业化国家相抗衡,所以,欧盟发达工业国家选择了凭借学科综合、技术精湛的优势为客户定制化生产复杂产品和系统,使之成为与其他国家和地区相竞争并保持领先地位的制胜法宝。尽管在个人 PC 方面,他们逊于美国和东亚国家,但在通讯行业中,尤其是大型的移动通讯系统方

面,欧洲一直保持着领先地位。事实上,通过复杂产品系统创新,欧盟发达工业国家已实现了产业的合理调整,并且在某些领域积累了核心竞争力。

复杂产品和系统由于其综合程度高,已逐渐成为促进高新技术产业发展的核心部分。复杂产品系统由许许多多的子系统组成,包含大量不同技术领域的交叉和融合。由于涉及的技术种类多,技术含量和综合程度都很高,因此它可为“简单”产品生产创造条件,是经济和社会现代化的支撑平台[海依斯(Heighes),1997]。如3G移动通讯程控交换网络项目,就综合了无线、有线、微电子、计算机软件、硬件、光纤通讯技术等现代信息技术领域的各个分支,而且移动通讯设备的制造和网络建设还涉及到机械制造、自动控制、材料、能源等领域。

从技术扩散的角度看,复杂产品系统创新的成功能够导致内嵌在其中的各种模块技术直接应用到其他领域,从而引起整个复杂产品系统产业链的技术升级,并带动其他普通大规模制造产品的发展,进而推动其他产业发展,最终带来国家竞争力的提升。

第二节 复杂产品系统创新的极高风险性

技术创新是一项高风险、低成功率的事业。从统计学的角度看,成功的创新是非常罕见的[刘易斯(Lewis),2003]。根据美国学者曼斯菲尔德对美国某三大公司的研究,技术创新项目的技术成功率、商业成功率和经济成功率分别只有60%、30%、12%,也就是说,其失败率分别高达40%、70%和88%(吴运建,周良毅,1996)。巴拉钱德拉和福莱厄(Balachandra and Friar, 1997)研究所引用的数据显示,1991年引入市场的近16 000种新产品中,90%的产品没有实现预定的商业目标。日本学者板治光对200多个技术开发项目的调查结果显示,真正成功的项目在10%以

下；美国一家大公司 1989 年共发展 64 种新产品创意，经过一系列的筛选、试验、开发，最终只有一个创意获得成功；据国内有关部门对全国一万多个新产品开发项目的调查，仅有 11% 的项目开拓了市场（李仕明，银路，1997）。

由于自身的复杂性，复杂产品系统创新除了具有一般创新项目面临的问题以外，还面临许多特殊的问题：

1. 复杂产品系统创新过程中，由于混乱的商业氛围（如并购）、新技术的出现、用户需求的改变，以及研制人员与客户之间沟通的缺乏等原因，常造成客户需求识别的困难，使得复杂产品系统创新从一开始就种下了失败的苦果（Hansen and Rush, 1998）。

2. 复杂产品系统创新组织通常是由不同单位参与的网络组织（Prencipe, 1997; Hobday *et al.*, 2000）。由于网络组织中的各种利益竞争，导致承包商与承包商、承包商与集成商、承包商与客户，以及集成商与客户之间的协调与沟通极为困难，因而项目失败率很高。

3. 复杂产品系统常被划分为多个模块或者子系统由集成商和参与开发的供应商共同研制。项目进展过程中，常常由于合作伙伴不能及时交付成果，或者某些模块开发的延误，造成整个项目在时间进展上的延迟。

4. 复杂产品系统常常是单件或者小批定制（Hansen and Rush, 1998; Hobday, 1998）。由于系统的高度定制性，使得研发和制造合为一体，缺少了传统产品的扩大再生产过程。创新过程中的高度不确定使得研发经费常常超支。

5. 复杂产品系统创新的一个特点是用户高度参与。由于用户需求的不断变更，系统功能需求要不断提高，而由于技术局限性，复杂产品系统常常无法完全满足用户要求。

6. 复杂产品系统创新缺乏最佳实践指导，没有现成的研制流程模式，创新流程中存在很多诸如人员变更、不充分的报告机制和控制机制、跨企

业的文化差异等问题。这些都在不同程度上导致了目前复杂产品系统创新的失败 (Hansen and Rush, 1998)。

正是复杂产品系统创新面临这些特殊问题,使其成功率远小于普通大规模制造产品创新。

第三节 我国复杂产品系统创新风险管理不足

复杂产品系统创新具有极高的风险性。本研究对我国复杂产品系统风险管理现状的调查(调查表内容参见附录 I)也显示:项目最终风险的高低与是否采取有效的风险管理措施有密切的关系(图 1.2);我国的复杂产品系统创新缺乏有效的风险管理,主要表现在:

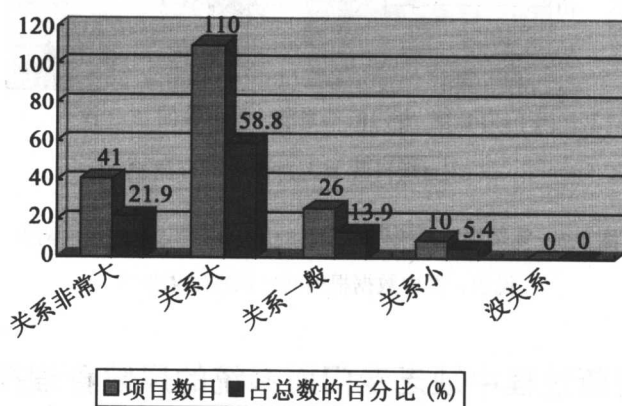


图 1.2 项目风险与风险管理知识及风险管理措施的关系

说明: 图中数据根据问卷调查结果整理

一、项目立项过程中缺乏专门而系统的风险识别和评估

我们对项目立项时是否有专门而系统的风险识别和评估活动这一问题分下列四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;