



· 经济管理学术文库 ·

彭武良 / 著

产品开发项目管理

——基于系统的视角

Research of Product Development Project
Management from System View

本书采用系统工程的方法首先通过对项目管理
的三个核心目标——时间、成本和质量进行系统的
理论研究，为产品开发项目的有效管理提供指导。
然后对面向产品开发的项目管理信息系统进行研究，
提出了面向产品开发项目的管理的信息模型。该系统
与既有的应用系统如产品数据管理系统、工作流管
理系统相互协作、相互集成，必将提升企业产品设
计过程的信息支撑能力和自动化程度，从而缩短产
品开发周期，降低企业的运营成本，提升企业的质
量，并最终提升企业的市场竞争力。



YZLI 0890093179



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE



• 经济管理学术文库 •

产品开发项目管理

——基于系统的视角

Research of Product Development Project
Management from System View

彭武良 / 著



YZLI 0890093179



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

产品开发项目管理:基于系统的视角/彭武良著.
—北京:经济管理出版社,2011.1
ISBN 978-7-5096-1257-6

I. ①产… II. ①彭… III. ①产品—技术开发—
企业管理:项目管理—研究 IV. ①F273.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 000829 号

出版发行:经济管理出版社

北京市海淀区北蜂窝8号中雅大厦11层

电话:(010)51915602 邮编:100038

印刷:北京银祥印刷厂

经销:新华书店

组稿编辑:徐雪

责任编辑:徐雪

技术编辑:杨国强

责任校对:蒋方

720mm×1000mm/16

11.5 印张 188 千字

2011年1月第1版

2011年1月第1次印刷

定价:28.00元

书号:ISBN 978-7-5096-1257-6

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书,如有印装错误,由本社读者服务部
负责调换。联系地址:北京阜外月坛北小街2号

电话:(010)68022974

邮编:100836

自序

激烈的市场竞争环境要求企业不断地通过产品开发活动进行产品创新。对产品开发过程进行有效管理、提升产品开发过程的执行力，是企业提升创新能力、增强核心竞争力的关键。近年来与产品开发过程相关的研究比较多，但大多是对产品开发过程的建模和分析，属于对过程的定性研究，不能直接用于产品开发项目的计划与控制。产品开发过程一般都是通过项目的形式组织和实施的，项目管理技术在产品开发过程管理中发挥着关键作用。作为项目管理基础的网络计划技术，虽然在产品开发过程的建模方面与其他几种技术相比有着明显的不足，但在产品开发过程的计划和控制方面却被广泛使用。

随着项目管理技术在企业管理实践中应用的普及，国内很多出版社出版了项目管理领域的国外经典论著和一些关于项目管理师认证的图书。但是根据作者的检索和调研，已发行的有关项目管理的图书多是从项目组织、管理和实施的角度介绍项目管理技术，虽然内容涵盖了项目管理的全部过程，但是没有针对产品开发项目的特点，从系统的角度对产品开发项目中的调度问题和信息系统实现进行深入研究。从实践上讲，以作者掌握的资料来看，目前很多企业拥有优秀的研发人才和先进的研发工具，但是仍然没有形成良好的项目管理机制，项目管理成熟度低，自动化程度不够，难以研发出高质量的产品，其主要原因是企业的项目管理仍然处于较低水平，存在不少问题。

项目管理中的网络计划技术是一种单纯的时间优化技术，难以满足现代项目管理的需要。而基于网络计划技术进一步发展的项目优化调度问题则能够支持项目决策人员综合平衡项目资源、工期、成本和质量等多种因素，制订最优的项目计划。因此，将项目优化调度理论用于产品开发项目中，根据产品开发项目的特点建立相应的优化调度模型和算法，将能够有效地提高产品开发项目



管理水平。另外，产品开发项目管理是一个企业级的业务过程，在执行过程中需要多种项目相关人的协同参与。但目前如 PDM 等产品开发支持工具主要支持技术人员进行设计和开发，其项目管理功能普遍较弱，往往只能支持任务分配等简单功能。因此，有必要对产品开发项目管理的业务过程进行分析和建模，实现产品开发过程中技术与管理的集成，最终提升产品开发项目的信息支撑能力。

本书采用系统工程的方法首先通过对项目管理的三个核心目标：时间、成本和质量进行系统的理论研究，为产品开发项目的有效管理提供指导。然后对面向产品开发的项目管理信息系统进行研究，提出了面向产品开发项目管理的信息模型。该系统与既有的应用系统如产品数据管理系统、 workflow 管理系统相互协作、相互集成，必将提升企业产品设计过程的信息支撑能力和自动化程度，从而缩短产品开发周期，降低企业的运营成本，提升产品的质量，并最终提升企业的市场竞争能力。

作者从 2000 年开始在企业兼职担任一线项目负责人，积累了比较丰富的实践经验。之后在国家新世纪优秀人才项目、国家 863 计划项目、辽宁省教育厅高校科研计划项目以及沈阳理工大学博士启动基金支持项目等的支持下，从事制造业产品开发项目管理方面的理论研究工作，取得了一些重要的研究成果。本书是作者多年研究的结晶，同时汲取了国内外最新资料。研究内容从项目管理中的基础理论问题——资源约束项目调度问题出发，面向产品开发项目的特点，比较全面地给出产品开发项目的调度问题模型和算法，并基于现代企业信息系统分析和设计方法，对产品开发项目管理信息系统实现进行研究。

全书共分 7 章，第一章提出问题，对研究范围和研究方法进行说明；第二章对产品开发项目管理的研究现状进行综述；第三章至第五章分别以时间、时间/成本、时间/成本/质量作为目标，建立产品开发项目调度问题模型，并给出相应的求解方法；第六章介绍了最新项目管理技术——关键链项目管理方法在产品开发项目管理中的应用方法；第七章对产品开发项目管理信息系统进行研究，并给出相应的原型系统。

本书所给出的研究结论可供产品开发研究人员、从事产品开发项目管理的项目负责人和企业项目管理人员参考。尽管作者尽了最大的努力，但限于作者的能力和目前的计算手段，所得出的结论还无法做到完美，在此作者表示歉



意，也是作者未来进一步努力的方向。

在形成本书的过程中，作者所在的专业团队给予了许多宝贵意见，作者所在单位沈阳理工大学信息管理与信息系统方向的领导给予了大力的支持。本书的研究得到国家 863 计划项目的支持，辽宁省教育厅高校科研计划项目和沈阳理工大学博士启动基金的支持。在此一并表示感谢！

由于受作者水平和时间的限制，书中错误之处在所难免，恳请读者批评指正！作者邮件地址：Peng-wuliang@163.com。

彭武良

2010 年 12 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 研究范围的界定	3
第二节 研究意义	4
第三节 研究思路	5
第四节 主要内容	6
第二章 相关研究综述	8
第一节 产品开发过程的相关研究	8
第二节 项目管理的概念和研究方法	12
第三节 项目调度理论的研究现状	15
第四节 项目管理信息系统	26
本章小结	27
第三章 面向时间优化的项目调度问题研究	28
第一节 群智能算法及其在项目优化调度问题中的应用	28
第二节 扩展串行调度方案	30
第三节 基于蚁群算法的 MMRCPSP 问题求解	35
第四节 实验测试	47
本章小结	52
第四章 面向产品开发项目的离散时间/成本平衡问题	54
第一节 DTCTP 和 RLP 介绍	54



第二节	产品开发项目的成本特点	58
第三节	面向产品开发的离散时间/成本平衡问题模型	60
第四节	求解算法	64
	本章小结	74
第五章	基于质量功能展开的离散时间/成本/质量平衡研究	75
第一节	相关概念和研究现状	75
第二节	QFD 技术及其与项目的关系定位	79
第三节	基于 QFD 的产品开发项目离散时间/成本/质量平衡问题	83
第四节	问题的求解算法	88
第五节	实例论证	91
	本章小结	96
第六章	基于积极计划的关键链优化调度	98
第一节	关键链方法的理论基础	99
第二节	基于积极计划的 CCM 计划生成方案	106
第三节	关键链方法的优化调度模型	117
第四节	求解算法	119
第五节	试验仿真	122
	本章小结	125
第七章	产品开发项目管理信息系统的研究与实现	126
第一节	产品开发项目的可重构过程	127
第二节	产品开发项目技术与管理的集成	132
第三节	面向产品开发的项目管理信息系统建模	134
第四节	系统开发实现	149
	本章小结	157
	参考文献	158

第一章 绪 论

项目管理有着悠久的历史。然而，直到 20 世纪初，项目管理一直没有科学的方法体系、操作规程和技术标准。第二次世界大战中，由 Henry L Gantt 发明的横道图（又称甘特图）成为计划及控制军事工程与建设项目的工具。到了 50 年代时，在西方发达国家中，项目管理已作为一种重要的管理手段广泛应用于科学研究和生产实践。50 年代后期人们又发明了网络计划技术，网络计划技术克服了甘特图的种种缺陷，能够清楚地反映项目进展中各活动之间的逻辑顺序关系，为项目管理人员对项目实行有效管理带来了极大的方便^[1]。1957 年，杜邦公司将应用网络计划技术中的关键路径法应用于一个投资千万美元的化工项目，结果大大缩短了建设周期，节约了 10% 左右的投资，取得了显著的经济效益。1958 年，美国海军在研究北极星号潜水舰艇所采用了远程导弹 F. B. M 项目，并从中开发出了计划评审技术（PERT），缩短了 25% 的项目工期^[2]。美国建筑业普遍认为：“没有一种管理技术像网络计划技术那样对建筑业产生如此大的影响。”但传统的观念认为项目管理主要是工程建设和建筑部门的事情，直到 20 世纪 80 年代，项目管理的使用还仅限于建筑、军事等少数几个行业。而进入 90 年代以来，由于项目管理的方式在运作上从根本上提高了管理人员的工作效率，其应用领域扩展到电子、通信、计算机、软件开发、制造业、金融业乃至政府机关，并发挥着越来越大的作用。

20 世纪末以来，制造业的经营环境迅速变化，市场不断成熟并趋于全球化。竞争是市场经济的绝对法则，企业要在竞争中生存，就必须不断地开发有竞争力的产品。而多数产品开发活动都是以项目的形式组织和实施的。产品开发项目管理可以对产品开发过程的工期、资源、资金和质量等实施进行管理，确保企业在一定的开支预算条件下、一定的开发周期内完成产品开发目标，提



高企业的市场竞争力。然而，有相当数量的项目并没有给企业带来预期的收益。根据斯坦福国际研究所 S. P. 布莱克统计，约有 40% 的研究开发项目在技术上未能最终完成，技术上获得成功的项目中约有 45% 没能开发出产品，已经商品化的项目中，约 60% 在经济上不能获利^[3]。国外新产品创新的成功率最高可接近 60%，英国产品创新的成功率为 50%，日本为 59.8%，美国为 55%。我国的产品研究和开发项目的成功率则更低，能够转化为生产力的科研成果不足 15%^[4]。之所以出现这样的情况，除了一些技术原因之外，有很大一部分原因源于项目管理不善。项目管理失败的主要原因是缺少合理的项目管理手段、过程和方法，其后果是给企业和国家造成了极大的资源浪费，使企业失去了很多市场机会，这对企业的发展极为不利。因此，越来越多的企业认识到，提高产品开发项目管理水平对加快市场投放速度、提高开发效率、增强企业市场竞争能力能起到关键的作用，并将项目管理提高到企业战略的高度。

另外，项目管理的广泛流行和应用，大大推动了项目管理领域学术研究的发展。计算机技术、价值工程和行为科学等理论在项目管理中的应用，极大地丰富了项目管理的内容，使项目管理在理论和应用上的研究更加全面、更加深入，逐步把计划和控制技术与系统论、信息论、组织理论、经济学、管理学、行为科学、价值工程以及项目管理实践结合起来，发展成为一门完整的独立学科。而我国无论在项目管理理论研究上，还是在项目管理的应用上都明显落后于欧美发达国家。产品开发项目管理关系到企业的创新能力和竞争力，与企业的生存和发展密切相关。提升我国项目管理理论研究水平并将其应用于产品开发过程中，具有重要的经济和社会意义。

在国家大量科研计划项目的支持下，我国许多高校和研究所对制造业信息化进行了长期的研究，开发出了产品数据管理和多学科优化系统等相应软件产品。多学科优化系统能够综合利用来自多个学科领域的知识，集成多种相关设计工具，系统考虑结构、力学性能、可靠性等各种性能指标对产品设计过程进行优化。产品数据管理系统能够集成管理企业设计数据的版本，包括产品结构、设计图纸等，同时为产品开发人员提供了一个进行产品开发的协同平台，并对开发过程进行管理。多学科优化系统侧重于对产品的优化，产品数据管理系统侧重于为产品开发人员提供协同工作的平台。产品数据管理系统能够对产



品的技术资料进行积累，却不能对产品开发的项目管理经验进行传承。多学科优化设计系统为复杂产品的设计提供了一个优化设计平台，但是，该系统仍然侧重于对产品设计技术进行优化，而不能从管理的角度，对整个项目的时间、成本、质量进行优化。现代企业不仅需要提升技术水平，还需要借助于现代管理方法提升其技术管理水平。在这种大背景下，人们经常将项目管理系统作为上述产品的一个功能模块，对项目信息、任务分配信息进行管理。但项目管理的业务过程非常复杂，有其完整的知识体系。无论是多学科优化系统还是 PDM 系统均无法将其完整地包含，从而难以站在项目决策者的角度对整个项目执行过程进行优化调度，更不能站在企业决策者的角度对企业范围内的所有项目执行过程进行管理。因此，我们认为，项目管理系统与其他专业过程管理软件之间不能是包含和被包含的关系，而应该是相互协作和集成的关系。在现代制造业中，需要将先进的项目管理理论和方法应用于产品开发项目中，优化产品开发过程，并实现企业技术与管理的有效集成。本书的研究内容来源于产品生命周期管理、产品数据管理、多学科优化设计等课题，结合产品开发项目的特点，对项目管理理论模型和信息化方法进行进一步深入的研究。

第一节 研究范围的界定

产品开发项目依赖于项目管理技术对其进行管理。项目管理技术的基础是项目计划与控制，而项目计划与控制技术的基础又是网络计划技术。虽然网络计划技术因无法根据产品的技术特征描述更复杂的活动关系，不太适合于产品开发过程建模，但以 CPM/PERT 为基础的网络计划技术却被证明是对产品开发项目进行计划和控制的一种有效工具。

传统的网络计划技术仅仅是一项时间优化技术，并没有关注项目的成本和质量。此外，它往往还忽略了项目执行过程中的资源限制，编制的项目计划在有限的资源条件下往往无法顺利实施，由此便产生了资源受限项目调度问题 (Resource Constrained Project Scheduling Problem, RCPSp)。RCPSp 属于 NP 难问题，其求解非常困难，如何提升 RCPSp 问题的求解速度和质量还需



要进一步的研究。RCPSP 模型丰富, 其中 MMRCPSPP (Multi-mode Resource Constrained Project Scheduling Problem) 和 DTCTP (Discrete Time-cost Trade-off Problem) 均在有限的资源条件下用于对项目的时间和成本的优化。随着 RCPSP 问题研究的深入, 近年来还出现了离散时间、成本和质量的平衡问题模型。但目前这些问题的研究还始终停留在理论研究阶段, 也没有针对产品开发项目的特点。

同时, 企业领导层和项目决策人员往往不能充分理解项目的知识体系和操作流程, 在执行过程中往往会导致项目流程不规范, 项目计划不合理。对企业而言, 项目执行过程中会产生大量的数据和文档, 随着项目越来越多, 这些数据和文档将变得无法管理。目前的项目管理信息系统软件虽然能够部分地解决上述问题, 但它在产品开发项目中的应用还存在着许多问题。

综上所述, 本书将结合产品开发项目管理的特点, 研究项目优化调度理论模型和项目管理信息系统。主要工作包括:

(1) 选用更具有普遍意义的多模式资源受限项目调度问题, 对面向时间优化的项目调度问题求解算法进行研究, 包括调度计划生成方案和启发式算法。

(2) 针对产品开发项目的特点, 对离散时间成本平衡问题的问题模型和求解算法进行研究。

(3) 针对产品开发项目的特点, 对时间、成本和质量平衡问题的问题模型和求解算法进行研究。

(4) 针对产品开发项目中的不确定性, 基于关键链方法研究项目的不确定性管理方法。

(5) 面向产品开发项目管理的需求, 对企业级项目管理信息系统进行设计。

第二节 研究意义

项目管理既是一种全新的管理方式, 又是一门有着完整体系的管理科学。将项目管理应用于产品开发项目, 能够使企业对产品开发的工期、资金、人员



等实施有效的管理，促进项目决策人员应用先进的项目调度理论和方法对项目进行合理的计划与控制，从而在给定的资源条件下，达到或超过产品开发项目的预期目标。

本项研究在理论和实践两方面都有重要的意义。从理论上讲，项目管理有其丰富的内涵，项目优化调度理论的研究是当前管理科学、系统工程和应用数学的一个重要研究方向。而面向生产实践的需要对项目优化调度模型进行改进或通过先进的计算手段提升问题模型的求解质量又是其中两个最主要的研究热点，本书对项目优化调度算法、产品开发项目的调度模型进行研究，能够丰富项目优化调度问题的模型和求解算法，并促进项目计划和调度理论在产品开发项目中的应用研究。同时项目管理和产品设计过程都是产品全生命周期管理的重要组成部分，针对产品开发过程对项目管理理论进行研究，可以在产品全生命周期的框架内实现技术与管理的集成。

从实践上讲，以作者掌握的资料来看，目前很多企业拥有优秀的研发人才和先进的研发工具，但是仍然没有研发出高质量的产品，其主要原因是企业的项目管理仍然处于较低水平，存在不少问题。本书通过对项目管理的三个核心目标：时间、成本和质量进行系统的理论研究，为产品开发项目的有效管理提供指导。同时，本书对面向产品开发的项目管理信息系统进行研究和设计，提出了面向产品开发项目管理的信息模型，并进行开发实现。该系统与既有的应用系统，如产品数据管理系统、 workflow 管理系统相互协作、相互集成，必将提高企业产品设计过程的信息支撑能力和自动化程度，从而缩短产品开发周期，降低企业的运营成本，提升产品的质量，并最终提升企业的市场竞争能力。

第三节 研究思路

本书的研究工作力求理论与实践相结合，在查阅大量文献的基础上，通过参与项目开发和项目管理工作了解产品开发项目管理的复杂性和重要性，通过体验一些商业项目管理软件和制订项目计划，感性认识到目前经典的项目优化调度问题模型的不足、企业级项目管理系统开发的紧迫性以及所面临的实际



问题。通过查阅文献了解国内外的研究热点和难点，在前人研究成果的基础上，针对产品开发项目的实际需要，对项目调度理论的一些重要问题进行研究和应用。本书的研究思路如下：

(1) 首先熟悉本书背景，通过参与实际课题了解项目管理对项目成功的重要意义，了解项目管理系统与其他企业应用系统之间的集成需求。

(2) 学习各种项目优化调度问题模型及其求解算法。通过查阅大量的文献资料，了解经典项目优化调度模型和算法，各种项目管理信息系统的功能和应用情况，以及该领域的国内外研究现状和发展趋势。

(3) 系统地学习并掌握目前组合优化问题的求解算法，包括精确算法和智能求解算法。项目优化调度问题模型的求解多是组合优化问题，不能采用普通的线性规划方法进行求解。作者将针对项目优化调度问题尝试采用各种算法进行求解。

(4) 在经典项目调度问题的基础上，针对产品开发项目中的不同项目调度目标，提出适合于产品开发项目的优化调度模型，并对模型的求解算法进行研究。

(5) 对企业信息化相关理论和技术进行研究，对产品开发项目管理的信息系统进行建模、设计和开发。

第四节 主要内容

本书的写作过程基本上遵循了上述研究思路。前后共分绪论、相关研究综述、面向时间优化的项目调度问题研究、面向产品开发项目的离散时间/成本平衡问题、基于质量功能展开的离散时间/成本/质量平衡研究、基于积极计划的关键链项目优化调度、产品开发项目管理信息系统的研究与实现七个部分：

第一章：绪论。引出问题及研究背景，在对相关概念进行初步介绍的基础上，界定本书的研究范围，说明本书的研究意义，明确本书的研究思路。

第二章：相关研究综述。首先介绍产品开发过程管理和项目管理的概念和研究现状，然后从理论模型和求解算法两个方面对项目优化调度的研究现状进



行综述，最后对项目管理信息系统的研究、应用情况进行说明。

第三章：面向时间优化的项目调度问题研究。选用具有普遍意义的多模式资源受限项目问题对调度计划生成方案、求解算法进行研究。

第四章：面向产品开发项目的离散时间/成本平衡问题。经典的离散时间/成本平衡问题只考虑了不可更新资源，而产品开发项目中更值得关注也是最主要使用的是可更新资源。本章将针对产品开发项目主要使用人力资源的特点，研究产品开发项目的离散时间/成本平衡问题。

第五章：基于质量功能展开的离散时间/成本/质量平衡研究。在目前的项目优化调度研究中，以质量为目的的调度问题模型还很少，其关键一点是质量很难像时间和成本一样在制订项目计划时给出一个明确的数量值。本章将采用质量功能展开（Quality Function Deployment, QFD）方法对项目活动的质量进行量化，并进一步建立一个面向产品开发项目的离散时间/成本/质量平衡问题模型。

第六章：基于积极计划的关键链项目优化调度。针对产品开发项目不确定性更大的现实情况，对关键链项目调度方法进行研究。关键链方法是一种新的项目管理方法，近年来在国内外引起了人们的广泛关注，但到目前为止，在关键链、非关键链的查找和项目缓冲区的设定等方面还存在不少问题，更重要的是还没有一种适合于关键链的项目优化调度问题模型。本章将对此展开研究。

第七章：产品开发项目管理信息系统的研究与实现。首先对产品开发项目的可重构性和集成需求进行了分析，提出一种可重构的产品开发项目过程管理方法。然后采用面向对象的方法对产品开发项目管理信息系统进行建模，包括组织模型、业务过程模型、用例模型和对象模型等。最后对系统的开发实现情况进行介绍。

第二章 相关研究综述

本章对本书主要工作的相关研究进行综述。首先阐述人们对产品开发过程的研究情况，然后说明项目管理的相关概念和研究方法，进而从模型和算法两个方面对项目优化调度的理论研究现状进行综述，最后对项目管理信息系统的研究和应用现状进行回顾。

第一节 产品开发过程的相关研究

产品开发过程包括从产品概念产生到产品正式投产前的所有活动，目标是在特定的环境下用最佳的执行方式得到满足市场和企业需求的产品。产品开发过程管理可以定义为为取得目标产品对产品开发过程进行的规划、优化、监控、控制等所有管理工作。它涉及多门学科知识，追求开发过程和产品的整体最优，因此是一个典型的制造系统工程问题^[5]。目前对产品开发过程的研究主要集中在以下五个方面：①产品开发过程生命周期模型。②产品开发过程建模。③活动之间迭代（Iteration）和重叠（Overlapping）。④产品开发过程要素均衡。⑤产品开发支持工具。

产品开发过程生命周期模型过程的研究方法是将产品开发过程划分为若干个阶段，把这些阶段按照不同的连接方式组合起来，建立不同的生命周期模型。比较典型的有瀑布模型、渐进原型模型和并行模型。瀑布模型将开发过程分为可以识别的4~5个阶段，在每个阶段结束处设置检查点，只有通过该检查点才能够进入下一个阶段。这种模型由 R. G. Cooper 倡导^[6]，适合于产品定



义比较明确的产品开发。渐进原型模型是从开发系统概念开始项目的一种生命周期模型，通常是从产品最显著的地方开始，向用户展示产品已完成的部分，然后根据用户的反馈信息继续开发原型；重复这一过程，直到企业和用户都认为原型已经“足够好”；最后完成结尾工作，交付作为最终产品的原型^[7]。此方法对于需求变化快、用户需求很难明确的产品开发非常有效。并行模型是将并行工程理论应用到产品开发过程管理中，使后续开发阶段尽早开始，缩短产品开发阶段之间的间隙时间，最终达到加快开发速度的目的。目前关于并行工程的理论研究众多^[8,9]，但仍处于理论研究阶段，至今还没有一个能够在企业实施应用的方法。

产品开发过程建模是对产品开发过程的抽象，是对产品开发及其相关过程中的各种活动进行分解和重组，揭示活动间的复杂联系及整个开发过程的本质规律，给出一个指导开发过程优化运行的策略，为优化其管理、控制及有效的知识集成提供必要的分析手段和实施基础^[10]。人们在对产品开发过程建模进行研究时，主要采用的方法有网络计划技术^[11,12]、Petri 网^[13]、IDEF3^[14,15]、设计结构矩阵 (Design Structure Matrix, DSM)^[8,16,17]等。网络计划技术能清晰、准确地反映特定复杂过程中活动间的信息依赖关系和次序，但无法准确完整地描述具有反馈信息及迭代特征的开发过程。Petri 网能较好地描述离散事件的动态过程，并精确描述事件的顺序、并发和冲突关系，比较适合产品开发过程的建模。但该模型所遇到的最大问题是复杂性问题，产品开发过程的特点使得它在实际应用中受到很大限制。IDEF 方法是一种结构化分析建模技术，其中 IDEF3 主要用于过程建模。它主要强调过程描述，获取能反映活动的时间和时序特征。IDEF3 模型在描述活动的信息关系及过程动态变化方面较弱，而且对事件参数的表示不是很直观，若活动过多，会出现计算工作量大、参数计算容易出错等问题。设计结构矩阵最早由 Steward^[18]提出，经过不断改进和扩展，成为当前开发过程建模的研究热点。设计结构矩阵模型可以描述设计活动之间的技术依赖和信息流关系，能够对设计迭代特征进行分析。然而，设计结构矩阵相对于其他几种建模方法，不够直观，虽然有大量的仿真模型，但缺乏实际的工具支持。

活动之间的迭代 (Iteration) 和重叠 (Overlapping) 是产品开发过程中的两个主要特征，很多研究工作都着重于对这两个特征进行描述和分析，提出了