

分类号_____

密 级_____

UDC_____

学 号_____

重慶大學

硕士学位论文

论文题目：新产品开发流程的管理及其优化

论文作者：康 涛

指导教师姓名、
职称、工作单位：徐宗俊 教授 重庆大学

申请学位级别：硕士 专业名称：机械制造及其自动化

论文提交日期：2002年4月15日 答辩日期：2002年5月14日

学位授予单位：重庆大学 授位日期： 年 月 日

答辩委员会主席：张根保 教授

论文评阅人：蒋工亮 高工 郭钢 教授

2002年4月15日

摘 要

新产品开发流程管理已经成为制造企业提升竞争力的途径之一，但目前大多数制造企业的流程管理思想和工具还都不能满足其实际需要。本文以新产品开发流程为研究对象，在以下方面进行了探讨。

首先分析了制造企业新产品开发流程管理方法与手段的现状，然后归纳出完整的流程管理理论体系，并以一个具体的新产品开发流程为例，运用这些先进的管理思想对其进行优化，变传统职能管理为面向过程管理，事后控制为事前控制，以提高产品开发质量，缩短产品开发周期，提高客户满意度。

其次本文提出一个具体的支持并行协同的新产品开发流程管理的体系结构模型，并对其中的组成对象及其属性和相互关系，以及包括项目管理、 workflow 管理（审批流程和变更流程）和协作控制（协作、并发和版本控制）的具体实现功能进行研究。该体系结构实现了项目管理和 workflow 管理之间的集成，以及产品开发过程、产品信息和产品开发组织之间的集成，并使其从宏观和微观两方面对整个新产品开发流程进行管理，最终提供一个支持新产品协同开发，对流程进行整体优化和持续改进的平台。

然后为了证实这一体系结构在实践中的可行性，对其功能（项目管理和 workflow 管理）实现的关键技术进行了研究，其中项目管理主要研究了项目计划和进度控制，重点分析了工作分解原则，给出了甘特图和节点式网络图的自动生成算法；workflow 管理技术主要介绍了 WPMC 参考模型和基于状态和活动网络的过程模型。

最后，本文结合 LG-PDM 和面向设计院流程管理系统介绍了新产品开发流程管理系统（主要是项目管理和 workflow 管理）的运行实例和实施效果，为理论研究提供了有力的论据。

关键词：新产品开发流程管理，项目管理，workflow 管理技术，并行工程，
业务流程重组

Abstract

Management of new product development process has been one of approaches to increase competitive power of manufacturing enterprises, while both the ideas of management and the tools of management can't satisfy the needs of most of them at present. The primary object of the thesis is new product process, and its main contents are as follows:

At first, after the existing state of the approaches and methods of new product development process in manufacturing enterprises is introduced, the whole architecture of process management theory (including Concurrent Engineering, Business Process Reengineering and Project Management) is concluded. A typical new product development process is taken as a concrete example and optimized by employing the advanced ideas of management mentioned above, as traditional functionalized organization management is transformed into process-oriented management and post control is transformed into planned control, to improve the quality of product development, shorten the period of it and satisfy the needs of customers more.

Then the author describes an architecture of a new product development process management supporting concurrent collaboration, which integrates project management and workflow management, and surveys its component objects, attributes and their relations, with the function including project management, workflow management (examination and approval flow、change management) and collaboration control (collaboration, concurrence and version control). The architecture realizes the integration of product development process, product information and product development organization so that the entire flow of new product development can be managed in both macroscopic view and microscopic view, and provides a platform that can support collaborative development of new product, optimize the process entirely and improve the process continuously.

To verify the feasibility of the architecture, the key technologies to realize the two main functions are explored: in project management, project plan and progress control tools are investigated, and the principles of work breakdown, Gantt chart and the automatic-generated algorithm of AON are discussed specially; in workflow management, the WFMC reference model and the network process model based on activity and status are introduced.

At last, taking LG-PDM and the process management system of designing institute as the examples, the author presents the cases and the effects of the process management system of new product development (mainly project management and workflow management) to verify the above research.

Keywords: Process Management of New Product Development,
Project Management, Workflow Management Technology,
Concurrent Engineering, Business Process Reengineering

1 绪论

1.1 新产品开发流程管理现状

我国加入 WTO 以后, 国际化市场竞争越来越激烈, 使我国制造企业遇到了前所未有的挑战。企业必须转变观念, 吸收国际上最先进的企业管理思想和管理模式, 进行全面的创新和变革, 才能提高自己的综合竞争力。

流程管理是一种对业务流程进行管理和控制的管理模式, 是目前国际上最先进的企业管理思想之一, 它强调的管理对象是业务流程, 即一系列相互关联的行为, 这些行为可以共同将企业输入转化为输出, 并共同为顾客创造价值。流程管理理论认为传统企业中以部门为界限的分散流程正是企业绩效产生问题的根源, 只有把全部流程当作整体对待并进行全程的管理, 才能大幅度提高业绩。因此, 流程管理强调以流程为目标和导向进行业务流程的不断再造和创新, 以保持企业的活力^[1]。

首先选取最关键的流程进行改造是推进企业管理模式向流程化改进的突破口。流程管理强调“作对的事情比把事情作对更重要”, 因此选取正确的流程进行改造远比对错误或不相关的流程进行正确的改革还重要^[1]。新产品开发流程是企业的核心流程, 是企业将满足市场需求的新的设想转化为规定的特性和产品实现过程规范的一组过程, 在设计阶段是指将顾客、法规等要求转换为产品图样及质量特性, 包括将产品的要求转换为设计要求, 并确定实现设计要求的原理方案、结构方案、参数及容差的过程, 即全部产品设计过程。新产品开发的水平直接关系到企业的前途和命运, 而且它在整个产品生命周期中的影响也是极其深远的, 决定了产品的“先天质量”, 不仅会影响设计阶段本身的结果, 还会对后续加工、装配、使用、销售和服务带来巨大的影响。除此之外, 新产品开发是决定产品成本的主导因素, 产品的寿命周期成本(包括制造成本、使用成本和处理成本)在产品的开发阶段就大体确定了^[2]。因此首先选取新产品开发流程进行改造可以取得以点带面, 最后达到全面突破的效果。

我国有些企业通过流程管理已经取得了很大的成效, 如某汽车空调系统有限公司借助 CMIS 系统实施的机会同时对企业进行全面的流程再造, 彻底转变企业的管理模式, 不但实现了企业管理的创新, 而且保证系统成功实施, 提高企业整体管理水平和综合竞争能力, 使得企业在激烈的市场竞争中, 市场占有率近几年来一

直稳步在 54%以上。其中产品开发流程再造大大增强了产品设计与创新能力，提高了产品的设计速度和质量，增强了自主开发新产品的能力，使公司从仿制、等效替代进口产品，走向了独立自主开发汽车空调。产品品种增加到与 17 种车型配套的汽车空调器；缩短了产品设计周期，由原来平均六个月下降为四个月，即提高设计效率 30%；同时降低了设计成本，减少了设计错误^[3]。

但大部分国内企业目前还不具备规范的流程化管理模式，对新产品开发流程的执行、管理和控制基本上处于手工管理状态，虽然也有很多企业采用了现代化的计算机系统和相应的软件，可以较快和较好地解决一些局部性的问题，但现有技术水平下的新产品开发流程是多专业、多工种协同工作完成的，从全局的高度优化整个产品形成过程来考虑，这种做法已远远满足不了当前竞争形势的需要，还存在很多问题如：

① 新产品开发流程中产生的数据和流程本身没有关联

企业现有的系统和软件只能进行简单的文档管理，不能很好地将所产生的文档与新产品开发流程在逻辑上关联起来，形成完整的新产品开发项目文档，也没有一种计算机支持下的有效、透明的管理手段，系统产生的大量数据资源不但增加了用户查询需要的时间和部门间信息处理过程的时间，而且也没有产生应有的价值，有可能还会丢失很多信息。

② 新产品开发流程各阶段所使用的不同系统之间集成不充分

从产品开发流程来看企业现存系统有 CAD、CAPP 和 CAQ 等，在实际应用中对特定某个部门的技术和管理取得了比较令人满意的效果，但它们之间无法进行信息共享，形成了一个的“信息孤岛”，因此有些企业开始利用基于数据库的平台解决该问题，虽然有所改善，但在整个新产品开发流程中方案设计、详细产品设计和工艺设计等阶段之间的数据彼此存在一定的联系，如果系统之间不能很好的集成，就减少了数据的重用性，造成了公司资源和信息的浪费，增加了产品的开发周期，推迟了新产品的上市时间。

而且还会造成新产品开发力度不够，一次成功率较低，推出速度缓慢，不能真正满足用户的需求，跟不上市场变化，成本居高不下，质检信息反馈不及时，质量不稳定，部门之间信息的传递手段落后（主要是通过书面文件、报表、电话和开会等），不畅通，协作不好等很多问题。

1.2 新产品开发流程管理思想和解决方案

1.2.1 新产品开发流程管理的思想和技术

目前世界上存在的并行工程(CE)、业务流程重组(BPR)、项目管理等先进管理思想和 workflow 管理技术分别从不同的角度和范围为新产品开发流程管理和优化提供了指导思想和解决方案。

并行工程通过组成多学科产品开发队伍、使新产品开发流程尽量并发优化、并利用各种信息化的设计、制造与支持工具,使产品开发的早期阶段能够充分考虑产品生命周期中各环节的可实现性,力争产品开发一次成功,达到缩短产品开发周期,提高产品质量,降低产品成本,从而增强企业竞争能力的目标^[4]。如南京某摩托集团对产品研制过程运用并行工程思想,在产品设计和研制过程中充分考虑工艺、市场、成本效益和质量的可行性,并加强产品研制的过程管理,使开发周期缩短了30%,设计费用减少了10%;在压铸模、浇铸模、油箱模具等方面实现了设计、制造一体化,减少了进口,使模具开发成本节省了30~40%;实现了产品质量跟踪与反馈,建立质量评价体系、使废品率降低了50%,质量成本降低了50%;总体效益按94年水平计算每年可平均增加利润5000~7000万元^[3]。

BPR的主要目标是过程的有效性和柔性,主要考虑过程是否增值、过程的时间是否缩短、并发活动是否替代顺序活动等因素,能够对快速多变的市场做出响应。比如八十年代的福特汽车公司首先从财务部门着手改革降低间接成本和管理成本,通过对原有采购流程进行分析,发现了问题的根源在于员工大部分时间都用于核实订单、验收单和发票是否一致上,因此把“收到发票以后才付款”改为“验收货物以后就付款”,使流程发生戏剧性的变化,员工从原来500多人下降到125人,而且工作效率大大提高。新产品开发流程是企业流程的重要组成部分,运用BPR理论对其进行重新设计,能够使新产品在设计阶段就充分考虑顾客的需求,提高产品开发绩效^[5]。

项目管理知识体系包含的了许多内容,涉及的范围也很广,是对项目管理专业知识的一个总结。它起源于50年代,在美国出现了CPM和PERT技术,60年代在阿波罗登月计划中取得巨大成功,从此项目管理得到了迅猛发展。而我国是在1984年鲁布革水电站才

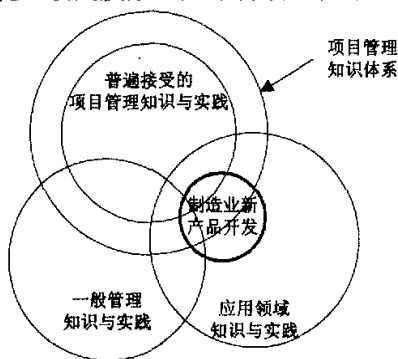


图 1.1 制造业新产品开发在项目管理知识体系中的位置

Fig.1.1 The Position of Manufacturing New Product Development in Project Management Body of Knowledge

首次应用了项目的思想，并取得了明显的经济效益，以后项目的探索和推行在包括钢铁冶金、石油、煤炭、铁路、公路、航空航天、水利、市政、民用建筑、科学研究、软件工程等各个领域得到了快速地发展^[6]。

如图 1.1 表示的是制造业新产品开发与项目管理知识体系的关系，它们之间有一定的交叉，但不是完全的从属关系，因此合理运用项目管理思想，能够对新产品开发流程进行宏观管理、控制、跟踪和优化。

工作流的概念起源于生产组织和办公自动化领域，是针对日常工作中具有固定程序的活动而提出的。工作流管理系统是一种面向过程的系统集成技术，进入 20 世纪 90 年代更多新的技术融入工作流中，使其由最初的创建无纸办公环境，转而成为同化企业复杂信息环境，是企业实现业务流程自动执行的必要工具^[7]。

运用工作流管理技术能够将新产品开发流程中相对固定的审批和变更等流程进行工作分解，形成定义良好的任务、角色，并按照一定的规则和过程来执行这些任务，同时进行一定的监控，从而达到提高开发效率、降低产品成本、提高企业管理水平和竞争力的目的。

1.2.2 新产品开发流程管理工具

目前存在的与新产品开发流程管理和优化相关的管理系统软件有专门的项目管理软件、工作流管理软件和并行工程关键使能技术数据管理 PDM 等。

现存的项目管理软件按照价格分类，高档有 Primavera 公司的 Primavera Project Planner (简称 P3, 已成为项目管理的行业标准)、Gores 技术公司的 Artemis、ABT 公司的 Project Management Workbench(PMW)、Welcom 公司的 OpenPlan 等,低档有 TimeLine 公司的 TimeLine、Scitor 公司的 ProjectScheduler、Primavera 公司的 SureTrak、Microsoft 公司的 Project 2000 等^[8]。它们基本上针对的是工程项目，提供了项目建模、分析和控制的图形化手段，能够简便、快速地建立项目计划、对项目进行管理，并在执行过程中追踪所有活动，使用户实时掌握项目进度的完成情况、实际成本与预算差异、资源的使用情况等信息，同时提供多种标准报表，还可以通过工作分解结构、组织分解结构、资源分解结构进行数据调整和汇总。

专业的工作流管理软件按照不同的建模方法和实现工具对业务过程进行建模、自动执行和改进，其分类有多种如 IBM 的 MQSeries Workflow 属于生产型的，以消息队列为其实现技术、Action Technologies 公司的 Metro 是基于对话机制的模型，强调让用户满意、FileNet 公司的 Visual WorkFlo 属于文档管理集成的一部分、JetForm 公司的 InTTempo 电子邮件为传递工具、Pavone 公司的 EspressoLotus 是基于 Notes/Domino 系统的工作流系统等^[9]。

PDM 是一门用来管理所有与产品相关信息（包括零部件信息、配置、文档、CAD 文件、结构、权限信息等）和所有与产品相关过程（包括过程管理和控制）的技术。国内主要有重庆迈特 MIT-PDM2000、武汉天喻 IntePDM、清华同方 PDM、同创 PDM、开目 PDM、TH-P3DM、DHPDM 和 TOP PDM 等，大多数是 C/S 结构的部门级 PDM 产品，还处于数据管理阶段，没有很好的项目管理功能，不能很好的支持产品生命周期的过程管理和并行协同设计的 Team Work 工作方式。

国际上先进的 PDM 软件，不论是企业级还是部门级都体现了流程管理思想，主要有 PDM 行业占领导地位的 SDRC 公司的 Metaphase、Matrix One Inc. 的 Matrix One、UGS 公司的 IMAN、PTC 与 CSC 的 WindChill、HP 的 WorkManager 和 IBM 的 PM 等。全面的企业解决方案有 EDS 的 PLM（实施 PLM 的最佳方案是 TeamCenter）、UGS 的 In-Keys 和 PTC 的 CPC 等。利用计算机系统控制整个产品的开发设计流程，通过逐步建立虚拟的产品模型，有效、实时、完整地控制从产品规划到产品报废处理的整个产品生命周期中各种复杂的数字化信息。最终形成完整的产品描述、控制数据，并使技术信息和管理信息系统有机集成，构成支持整个产品形成过程的信息系统。

通过以上对项目管理和 workflow 管理软件分析，可见项目管理强调目标管理方法的应用，“只看结果，不看过程”，站在管理者的角度从宏观上对任务的结果（目标）及一些重要的工作状态（阶段性目标、里程碑）进行检查控制，而对完成任务的具体过程不作硬性规定或要求；而 workflow 管理主要管理需要经常重复的流程，注重的是过程和具体的任务。因此单纯依靠项目管理或 workflow 管理来实现产品开发流程管理都是不够的，必须将二者的优势结合起来，在实行项目目标管理的同时，重视工作流的构建和管理，达到对流程的全面控制。而国内的 PDM 还存在者很多不足，基本不能满足流程管理的需求，国际上先进系统虽然具有流程管理的功能，但价格和实施费用一般都很昂贵，而且大部分需要进行二次开发才能满足国内企业的需求。因此分析我国企业的具体情况，吸收先进的管理思想和使能技术，开发符合我国企业发展的新产品流程管理工具非常必要。

1.3 论文研究的背景和意义

1.3.1 论文研究的背景

本课题是根据现代制造企业在流程管理方面的需求不断加强，针对目前存在解决方法的不足，分析实际企业新产品开发流程普遍存在的问题，以 863 研究成果“产品虚拟设计集约使能关键技术，集成框架及实例化研究”和自然科学基金项

目“产品虚拟集约设计支持理论及系统研究”为理论基础着重研究新产品开发流程管理理论,以柳州机械股份有限公司“LG-PDM”和重钢设计院“面向设计院流程管理系统”两个系统的开发和实际应用为背景,并综合分析市场已有的项目管理、 workflow管理和 PDM 系统软件的优缺点,提出一个新产品开发流程管理体系模型,力图改善企业的内部新产品开发流程,增强企业竞争力。

1.3.2 论文研究的学术意义和应用价值

目前国内传统企业大都是基于职能部门的专业化组织结构,其新产品设计和开发要经由不同部门、不同层次,大量的时间和资金都浪费在这些不增值的活动中了,很难适应当前的竞争环境。若不触及传统管理模式,仅对企业设计流程简单地采用计算机化,或完全照搬国外企业现在的产品开发过程和组织机构都是行不通的,不能给企业带来预期效益。而国内的软件系统在过程管理方面有很多不足,需要进一步的研究和开发。因此,要想取得实效,首先必须分析企业的新产品开发流程,借鉴国外企业的经验,从企业整体的角度考察产品的主要开发流程,剔除无效活动,对其进行合理优化,使其符合 ISO9001:2000 标准的要求,并能满足并行工程和协同工作的目标,最终实现整个企业的业务流程优化。计算机是新产品开发流程管理实现的使能工具,综合运用并行工程、业务流程重组和项目管理等思想、科学知识和专门技术,针对新产品设计和开发的特点,提出一个完整的流程管理理论体系及其使能工具和实现技术,具有很大的学术意义和应用价值。

1.4 论文的研究内容

本论文正文包括如下四个方面的内容:

① 新产品开发流程的管理理论基础

阐述并行新产品开发理论及协同工作模式,论述 BPR 基本内涵及其对新产品开发流程优化的原则,并对新产品开发项目管理的基本概念及特点和新产品开发流程管理组织结构的转变进行研究。

② 新产品开发流程管理及其建模

针对现代企业新产品开发的特点,运用流程管理的基本理论和方法对一个具体的新产品开发流程进行分析和优化。

集成项目管理和 workflow 管理,提出一个基于流程的新产品开发流程管理体系模型,描述该体系结构的对象、属性和相互关系,及产品信息、过程和集成组织的实现,并论述其主要功能(包括项目管理、 workflow 管理和协作控制)。

③ 新产品开发流程管理实现的关键技术

分别对流程管理中项目管理和 workflow 管理的关键实现技术进行研究。着重研究项目管理的工作分解结构、甘特图和网络图，同时给出甘特图和节点式网络图（包括关键路径）的自动生成算法，并对 WPMC 提供的工作流管理模型和基于状态活动网络的过程模型进行研究。

④ 结合 LG-PDM 和面向设计院流程管理系统实例，说明新产品开发流程管理系统的实现。

2 新产品开发流程管理理论基础

本章根据已有的理论研究成果，结合目前新产品开发流程中存在的问题，对新产品开发流程管理和优化的基本理论进行研究。

2.1 支持并行协同的新产品开发过程

2.1.1 并行产品开发过程的产生^{[10][11]}

在传统的产品开发过程中，产品开发工作是分别由不同的专业部门按顺序一步步串行完成的，上游的工作全部完成后再进行下一步工作。产品开发过程只是一个静态的、顺序的和互相分离的流程。在这种串行路径中，除了在设计后期和制造阶段发现问题能提出工程修改外，其它各阶段之间不存在经常性的信息交换。如图 2.1 所示，这种情况就好像在产品开发的各阶段（部门）之间存在着一堵堵墙，开发人员按要求完成本职工作后将成果抛向下游，出现问题后则抛回上游。

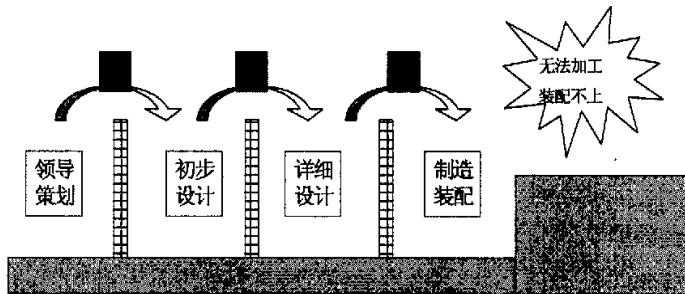


图 2.1 串行产品开发流程

Fig.2.1 Serial Product Development Process

然而，随着产品复杂性的不断提高，在产品开发周期的早期做出的设计决策对制造、质量和产品费用等都会产生重大影响。为解决这一问题，设计人员往往也应用一些朴素的并行思想，如协商解决冲突，提前发布信息等。但毕竟在产品开发过程中，串行开发只能从宏观上描述开发活动的时序关系，这不符合实际开发过程中串、并行同时存在的实际情况；另一方面，并行只存在于设计人员的潜在意识中，且具有很大的随意性，造成对产品开发过程的管理松散，最终导致开发周期的拖延。

生产制造前的产品设计阶段是产品开发的关键阶段。研究表明，产品的早期设计阶段决定了产品成本的 70%~80%，并且在此阶段进行修改的风险最小，费用最低。所以，在产品开发过程中，应依照并行工程的思想对产品开发过程进行规划、监控和管

理，在设计早期就全面考虑产品生命周期中的各种因素，尽可能地减少修改和反复，扭转产品开发过程中的被动局面，实现产品的高质量、低价格和短时间，增强企业的市场竞争力。

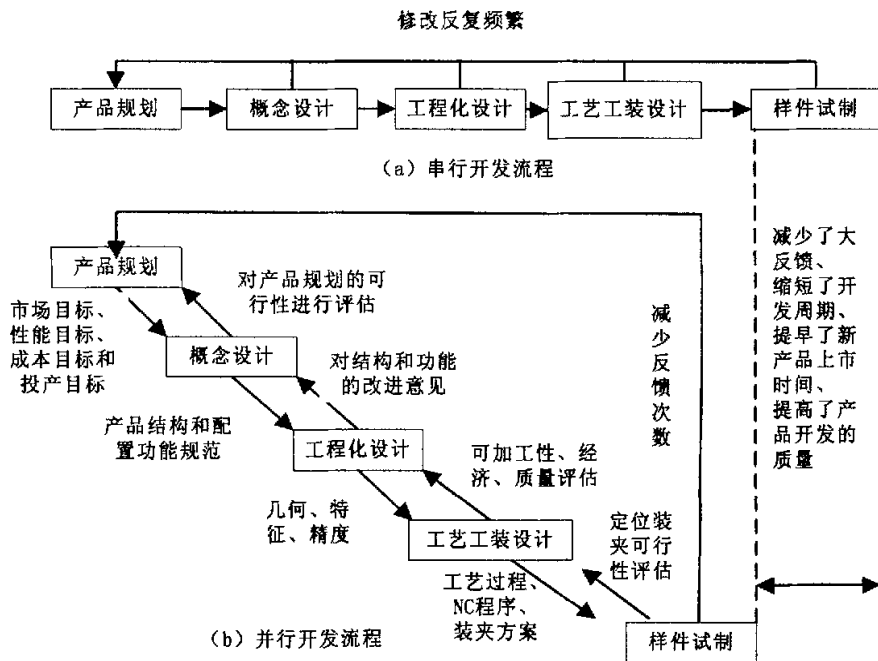


图 2.2 串并行产品开发流程比较

Fig.2.2 The Comparison between Serial and Concurrent Product Development Processes

如图 2.2 所示, 并行工程将传统的产品开发过程转换为并行产品开发过程。在满足用户需求的前提下, 产品开发过程通过在产品开发的早期阶段考虑整个产品生命周期中的所有因素来提高开发活动的并行度, 从而实现时间、质量和费用的指标要求。

并行工程与传统生产方式之间的本质区别在于它把产品开发过程中的各个活动视为统一的整体, 从全局优化的角度出发, 对该过程整体进行管理和控制。概括起来主要有以下几点^{[11][12][13]}:

① 并行产品开发过程是建立在以计算机软硬件为支持的信息共享基础上的。产品开发过程包括整个产品全生命周期内与产品(增值)相关的技术、活动以及对应的数据和信息。它要求同时进行产品设计和下游的过程设计, 而不是同时或交叉进行设计和制造, 只是强调在产品正式生产开始前就完成所有的设计工作, 而不是“边设计, 边制造”。

② 并行产品开发过程以 Teamwork 团队为工作和组织方式, 即多学科综合产品开发队伍的组织 and 实施。它强调在管理中发挥人的作用, 实质上是合作、协同的过程,

人相互合作和协调是最重要的，是转变原有的管理机制，简化各种过程，注重整体利益的关键因素。

③ 产品开发过程在反映产品结构相关信息的同时，也反映了产品开发活动中信息的流动和增值关系，即信息的动态变化。

④ 产品开发过程在实施过程中要满足企业的各种组织、资源和逻辑制约关系，并反映它们之间的相互作用。

可见并行产品开发过程是指以产品开发工作组为执行实体，以产品结构相关信息为操作对象，以企业资源为物质基础，以过程间逻辑和时序关系约束为执行纽带的产品开发活动。

2.1.2 并行产品开发的协同工作模式

并行产品开发强调产品设计及其相关过程同时交叉进行，即在设计阶段就要考虑制造、装配等下游活动所涉及的所有环节和因素。因此，涉及产品整个生命周期的各个不同部门的小组成员必须协同工作，即在产品的设计阶段，不但设计小组成员之间进

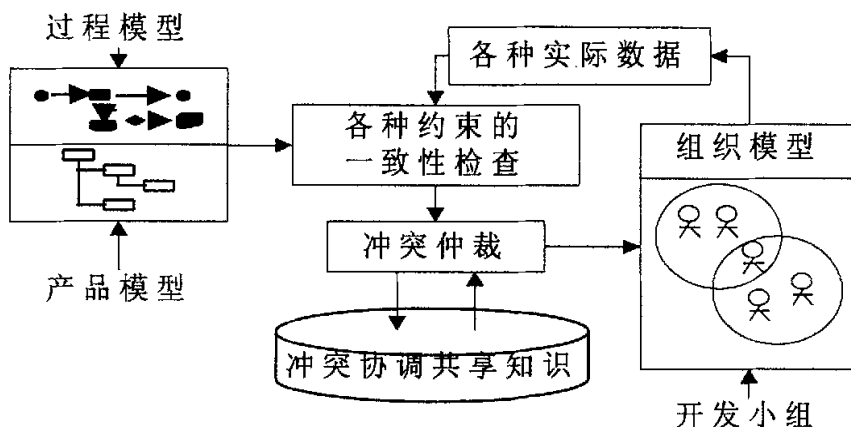


图 2.3 冲突协调模型

Fig.2.3 The Conflict Coordination Model

行讨论、协调产品的设计任务，而且其它部门如工艺、制造、质量等小组要参与产品设计工作，如对产品设计方案提出修改意见等等，使设计尽可能一次成功。

在协同产品开发模式下，产品开发过程中经常发生冲突，及时发现和解决冲突是减少设计重复，提高设计质量，避免无谓浪费的有效手段，因而也一直是设计人员所关注的重点问题。但由于种种原因，目前解决冲突主要还是通过有关人员面对面直接交流的方式。在这种方式下，冲突仲裁的效果很大程度上取决于决策人员有关冲突领域知识的丰富程度，这与开发人员采用的先进设计工具和技术水平极不相称。实际上如图 2.3 所示，冲突各方可充分利用计算机、网络等有关技术改进现有的冲突仲裁方法，以提高仲裁效率，缩短仲裁所需时间。并通过建立协同设计集成过程，监控自身

的开发过程与设计伙伴之间的内外交互，协作开发过程，最后实现设计产品的整体优化、冲突协调和协同决策^{[14][16]}。协同产品开发的冲突协调技术^{[16][17]}包括：

① 约束管理技术

组建多学科开发小组的必然结果是开发人员在开发过程中要处理大量的相互依赖、相互制约关系，即各种约束。因此，必须建立一个约束管理机制，以表达、管理产品开发过程中的各种约束关系及约束间的层次关系，并将其在线应用于产品开发过程。

② 冲突仲裁技术

在并行工程产品开发过程中，冲突可能发生在各个阶段、各个组织层次。从某种程度上来说，产品开发的过程也就是冲突的不断发生、不断解决的过程。随着冲突的不断解决，设计中的冲突被逐步消除，一个完善的更优的设计也随之产生，最终能够使产品开发过程顺利进行，提高多学科小组协同工作的效果和效率，解决并行工程环境下出现的各种冲突问题，协调产品开发过程。

2.1.3 实现并行产品开发的支撑环境和技术^{[18][19][20]}

并行工程作为实现产品高质量、低成本、上市快和满足用户需求的先进制造技术，它基于传统的 CAD、CAPP 和 CAM 技术，采用先进的 PDM 作为支撑平台（如图 2.4 所示），通过组建多学科的团队和设计流程重组，从根本上改变传统的产品设计模式。

在并行工程产品开发模式下，产品开发是由分布在异地的采用异种计算机软件工作的多学科小组完成的，多学科小组之间及多学科小组内部各组成人员之间存在者大

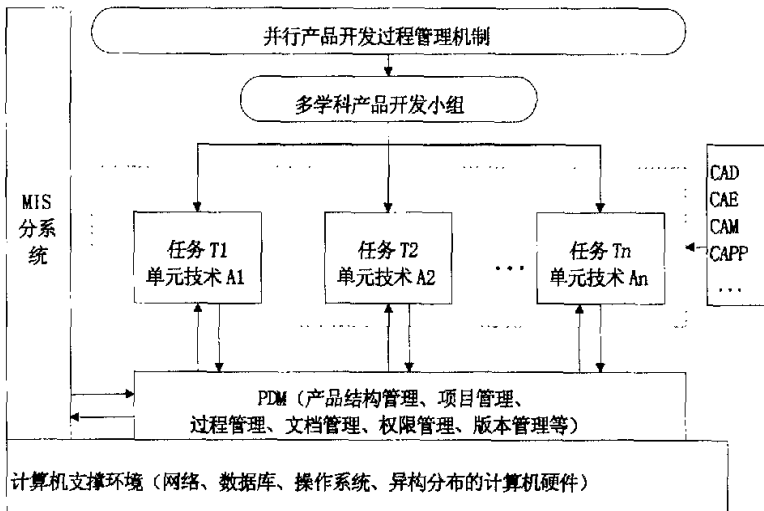


图 2.4 并行产品开发支持环境和技术

Fig.2.4 The Supporting Environment and Technology of Concurrent Product Development

量相互依赖的关系，并行工程的不同应用软件之间也存在大量的数据共享和应用活动逻辑之间的约束。因此，建立能够屏蔽硬件、软件系统的异构性，并能够高效实时地支持数据管理、应用管理、应用协调和过程管理（包括项目管理和 workflow 管理）的支持环境对于成功实施并行工程具有非常重要的意义。

2.2 新产品开发流程的优化（BPR）

2.2.1 BPR 的基本内涵

顾客（Customer）、竞争（Competition）和变化（Change），简称为“3C”的三股力量的变化及其对企业的影响不断增强，已特别引起企业的关注，这也使得企业对外部的环境有一种前所未有的陌生感。在这样的环境下，原封不动地套用传统的管理模式，只会给企业的发展套上枷锁。因为传统企业组织形式和管理模式是生产主导型而非顾客主导型，缺乏创新意识。致使业务流程被分割得支离破碎，企业中层管理者各自为政，而员工在生产经营活动中“只见树木，不见森林”；等级森严的官僚体制束缚了职工的主动性、创造性和积极性；信息需层层传达，无法对顾客的需要和市场变化做出及时的反应。企业为了能够改变“3C”带来的影响，提高自身的竞争力，寻求持续的增长，就必须打破传统的管理模式，寻找新的途径，因此，业务流程重组应运而生^[21]。其基本内涵^[18]如下：

BPR 的基本内涵是以作业为中心，摆脱传统组织分工理论的束缚，提倡顾客导向、组织变通、员工授权及正确地运用信息技术，达到适应快速变动的环境的目的。其核心是“过程”观点和“再造”观点。

①“过程”观点，即集成从订单到交货或提供服务的一连串作业活动，使其建立在“超职能”基础上，跨越不同职能部门的分界线，以求管理作业过程重建；

②“再造”观点，即打破旧有管理规范，再造新的管理程序，以回归原点和从头开始，从而获取管理理论和管理方式的重大突破。

企业管理信息系统不仅与企业的技术方面（技术、控制、系统等）而且与社会方面（企业组织、人员、政策等）具有密切的关系。

2.2.2 新产品开发流程再设计的基本准则

新产品开发流程是企业流程的一个组成部分，而且是重要的组成部分；将并行工程的思想正确地运用到对企业的产品开发流程再造的设计当中去，这对于合理优化企业人、才、物等各种资源，从技术设计角度改善重新设计的流程的效率会起到一定的促进作用。同时运用 BPR 的理论，将关注的焦点放在满足顾客需要和重视流程（或过程）上，研究如何对现有企业的状况进行分析、合理地定位并对企业产品开发流程进

行重新设计，使产品开发在流程设计阶段就充分重视顾客的需要，实现产品开发活动与市场（顾客）的紧密连接，以提高产品开发的绩效。

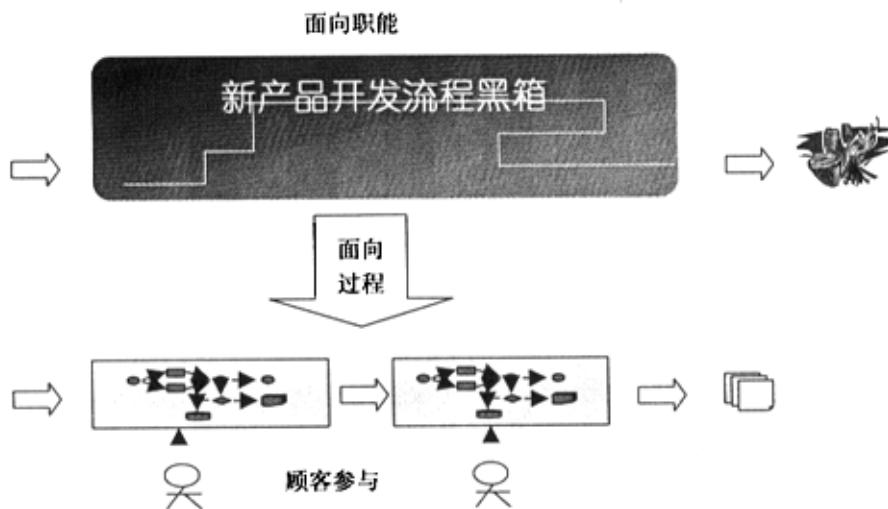


图 2.5 新产品开发流程再设计

Fig.2.5 New Product Development Process Redesign

产品开发作为企业产品经营的关键，其流程的设计就应该遵循企业经营的最基本原则^[2]（如图 2.5 所示）：

① 以顾客为导向

产品开发过程再设计所追求的改造是以顾客需求为导向，凡是无法为顾客创造价值的活动，均为其改革的目标。

② 以流程为导向

传统企业在分工的架构下，强调“功能部门”而非“流程”，产品设计人员往往只从自己本身的职能活动出发，而忽略了设计结果对整个产品开发质量、周期和成本的影响，其强调各别部门完成各部门的工作，而非全体完成一项整合的工作。产品开发过程再设计则强调打破部门及组织的界限，以流程为工作单位，重新设计工作及组织架构。

③ 重思考及重设计

所谓根本的重思考，指对现有产品开发流程进行分析，找出根本性问题及问题存在的原因，经由思考提出解决问题的最佳策略和方法。所谓彻底的重设计，指企业必须彻底根除现有的架构及产品开发流程，重新设计及建构新的流程，而不是在原有的组织架构上作改进或修补的工作。

④ 大幅度的绩效改善

产品开发流程再设计不是在原有的组织架构上作修补的工作，而是彻底改变开发

流程。因此，追求的是组织绩效大幅度改善，不是单一目标的改善，而是同时在多方面（反应速度、品质、成本、弹性等）获致大幅度的改善。

⑤ 信息技术的运用

有效运用信息技术是产品开发流程再设计中重要的一环。信息技术一项重要的功能是能突破时间及空间制限，适时、适地将信息传给使用者，使得开发流程中的信息流能迅速的传达。

2.3 新产品开发项目管理的基本概念和特点

项目管理涉及的内容非常广泛，如图 2.6 所示，本论文在新产品开发流程管理中仅包括新产品开发项目计划和进度控制，如何运用这两方面对新产品开发流程进行宏观上的计划和控制，将在下一章做详细的研究。

如图 2.7 所示，这里我们仅从新产品开发的角度，说明新产品开发项目及其管理的基本概念和特点^{[23][24][25]}。

① 新产品开发项目：是一个特殊的将被完成的有限任务。它是一定时间内，满足一系列新产品开发特定目标的多个相关工作的总称。包含三层含义：

- 1) 新产品开发项目是一项在特定的环境与要求下进行的有待完成的任务。
- 2) 在一定的组织结构内，利用有限资源（人力、物力、财力等）。
- 3) 新产品开发流程中的各项任务要满足一定性能、质量、数量、技术指标等要求。

② 新产品开发项目管理：就是以新产品开发项目为对象的系统管理方法，是在一定的约束条件下，以高效率开发出令用户满意、低成本和高质量的新产品为目的、以开发项目经理个人负责制为基础和以项目为独立实体进行经济核算，通过一个临时性的专门的新产品开发小组，并按照新产品开发项目内在的逻辑规律对项目进行高效率的计划、组织、指导和控制，以实现新产品开发项目全过程的动态管理和目标的综合协调与优化。在并行产品开发中，多学科团队一般是以项目为单位组建的，其管理方式也基本上按照项目的思想进行。

项目管理贯穿于新产品开发的整个生命周期，对整个过程进行管理，是一种运用既有规律又经济的方法，对新产品开发项目进行高效率的计划、组织、指导和控制的手段，并在时间、费用和技术效果上达到预定目标。

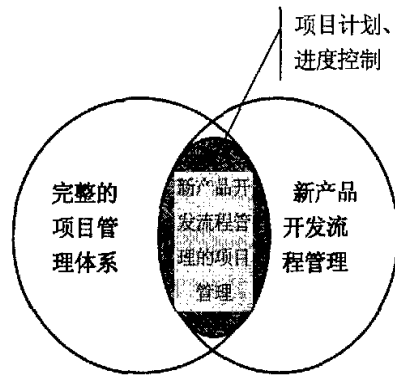


图 2.6 新产品开发流程管理的项目管理
Fig.2.6 Project management of New Product Development Process

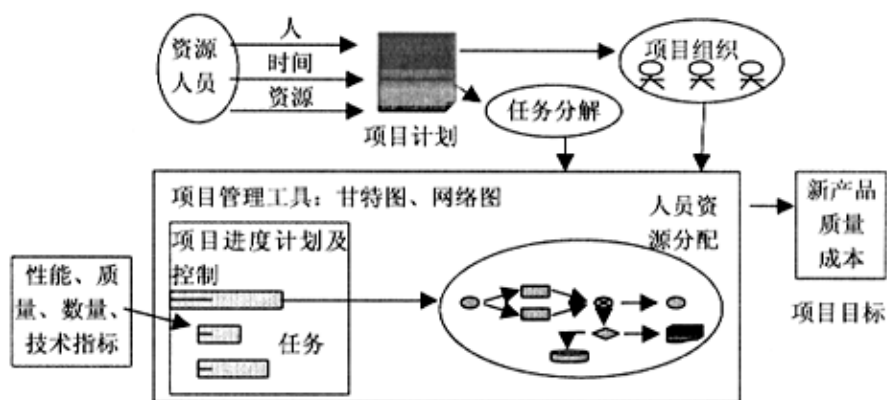


图 2.7 新产品开发项目管理

Fig.2.7 New Product Development Project management

③ 新产品开发项目管理的主要特点

新产品开发项目管理与传统的部门管理相比最大的特点就是综合性管理，并且有严格的时间期限，它必须通过不完全确定的过程，在确定的期限内生产出不完全确定的产品，日程安排和进度控制常对其产生很大的影响，特点主要表现为以下几个方面：

- 1) 新产品开发项目管理的全过程都贯穿着系统工程的思想。
- 2) 新产品开发项目管理的组织具有特殊性：项目组织是临时性、柔性的、强调其协调控制职能。
- 3) 新产品开发项目管理的体制是一种基于团队管理的个人负责制。
- 4) 新产品开发项目管理的方式是目标管理。
- 5) 新产品开发项目管理的要点是创造和保持一种使其顺利进行的环境。
- 6) 新产品开发项目管理的方法、工具和手段具有先进性和开放性。

2.4 新产品开发的组织结构

① 新产品开发组织的重要性

既然新产品开发属于项目范畴，那么也就是一种“临时性”的任务，但它与长期性组织（区别于“项目”的临时性组织而言，如企业）之间存在着必然的联系。如：

- 1) 新产品开发项目是在企业这种长期性组织范围内完成。
- 2) 新产品开发项目游历在长期性组织之外，但使用长期性组织提供的资源。

因而，新产品开发项目管理的有效实施离不开与项目相关的长期性组织的支持，这就要求项目与其相关的长期性组织在管理方式和方法上应协调一致。此外，新产品开发流程的计划、编制、执行和监控都离不开人的参与，人员在整个产品生命周期中起着至关重要的作用，合理的进行人员组织和调配，不但可以减少流程各环节完成时

间，合理协调流程各环节及流程与流程之间的资源和人员的配置，而且可以增加企业响应市场变化的速度和柔性，达到整体优化的效果。

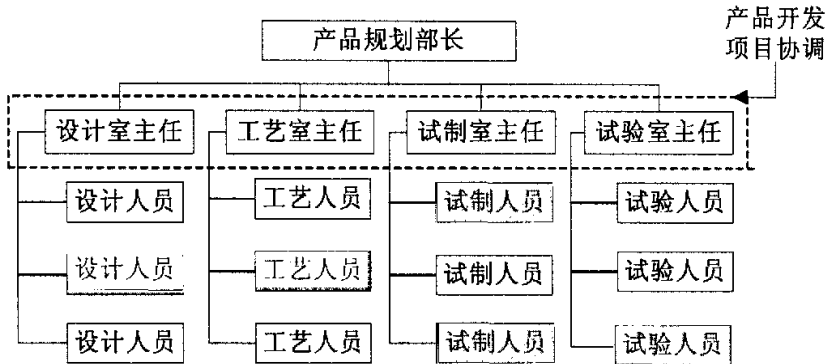


图 2.8 新产品开发职能式组织结构

Fig.2.8 The Functionalized Organization Structure of New Product Development

② 传统的新产品开发组织存在的问题^[26]

传统的新产品开发组织结构大多是职能型组织，整个组织的结构呈金字塔形，具有明确的等级划分，每一个雇员都有一个明确的上级，员工高度地依各人专长进行组合。如图 2.8 所示，新产品开发项目任务是以企业中现有的产品开发职能部门作为承担任务的主体来完成的，各开发室对新产品开发的研究范围被局限于室内的职能界限内，而新产品开发项目通常由多个职能室共同完成。各职能室之间与新产品开发项目相关的协调工作需在职能室主任这一层次上进行。优缺点主要表现在：

新产品开发职能式组织的优点主要表现在它以职能部门作为承担新产品开发项目任务的主体，由各开发室主任调集下属的资源来完成新产品开发任务，可充分发挥各室类似人员和资源相对集中的优势，人员个体间便于相互交流和支援，有利于保障新产品开发项目所需人员及开发任务完成的质量。

存在的缺点主要反映在组织的柔性差、产品开发周期长、市场响应速度慢和客户需求满足度差等方面：（如图 2.9 所示）

1) 新产品开发项目需由多个部门共同完成，但当在一个开发室内部又涉及到多个产品开发项目时，这些项目在人员和资源使用的优先权上肯定会产生冲突，各室主任通常难以把握项目间的平衡。

2) 新产品开发项目需由多个部门共同完成，各开发室往往会更注重本室内部的工作领域，而忽略了整个产品开发项目的目标，并且跨室之间的沟通也比较困难。

3) 在没有形成最终产品之前，客户无法知道其在各开发室间复杂的逻辑传递和执行情况，严格的等级制度也很容易导致扯皮和责任不清现象，而且很难满足客户的变

更需求。

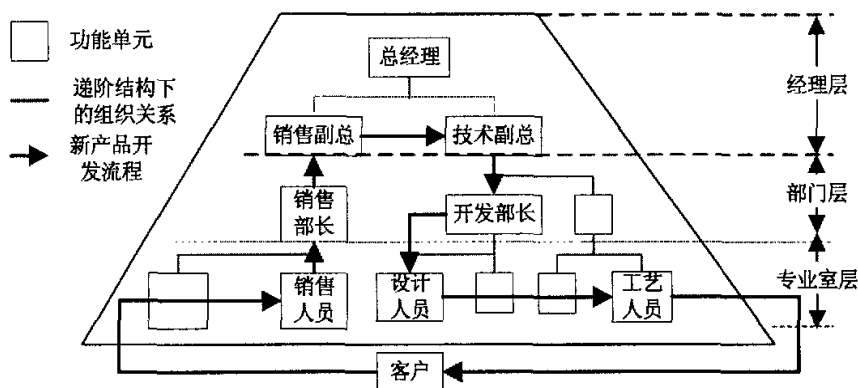


图 2.9 职能组织结构中新产品开发流程的传递

Fig.2.9 New Product Development Process Transfer in The Functionalized organization Structure

③ 新产品开发组织结构再造

从纵向和横向两方面对组织结构进行再造，为新产品开发流程再设计提供制度上的维护和保证。如图 2.10 所示，横向按照项目的管理思想，把部门按照新产品开发项目进行设置，形成一种单目标、项目型的垂直组织方式。在这种组织方式中，为达到某一特定目标所必需的所有人员、资源按确定的功能结构进行划分，并建立以新产品开发项目经理为首的自控制单元。项目型组织中也会设立一些组织单位，直接向某一项目经理汇报工作，还要为各个不同的新产品开发项目提供服务。其优缺点^[25]为：

项目化组织的优点是目标单一，命令的协调，决策速度快，结构简单灵活和易于操作。

缺点是由于人员、资源独占，可能造成一定的浪费，无法对临时项目结束后的工作问题进行保障和各个项目组之间的横向联系少。

纵向按照业务流程重组 BPR 思想和过程管理思想，遵循新产品开发业务流程来配置组织结构，从而大大缩短新产品开发所需的时间，提高对市场的响应能力。其特点^{[27][28]}：

- 1) 使客户参与新产品开发过程并对结果进行满意度评价，达到及时正确的检验。
- 2) 打破传统职能部门界限，将原来割裂的产品开发流程集成起来，减少不必要的部门间的协调过程和可能出现的扯皮现象。

④ 矩阵式扁平型的新产品开发组织模型^{[9][23]}

虽然项目式面向过程的组织结构可以给企业带来显著的效果，但相对于职能型组织的管理过程，其管理的环节数量多、过程跨度大，不同环节之间功能进行协调的要

求很高，而且企业组织结构的变化需要经历一个相当长的过程，除领导提高意识和进行组织结构调整外，还需在整个企业普及过程管理的概念和方法，并建立相应的管理制度和支撑环境。

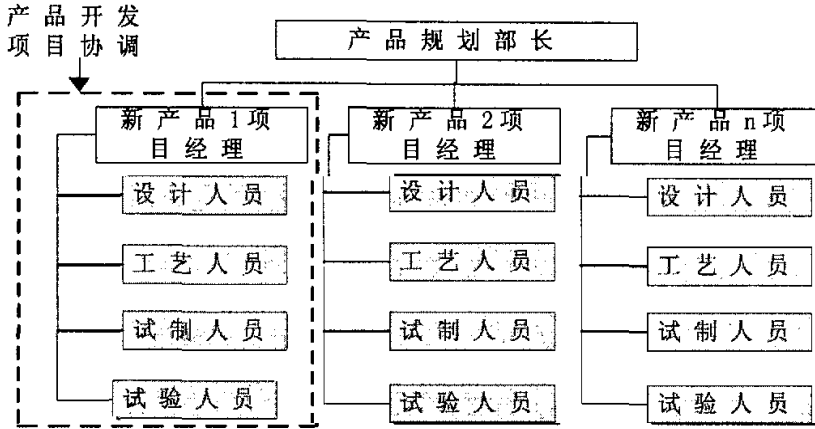


图 2.10 新产品开发的项目型组织结构

Fig.2.10 The Project Organization Structure of New Product Development

如图 2.11 所示，在当前环境下，现实可行地采用过渡阶段矩阵式扁平型的组织结构，可以尽可能减少企业组织层次，减少不必要的决策环节，提高对市场的响应速度。这种矩阵式扁平型组织结构不仅可以看成是由职能式组织向项目式面向过程的组织结构的过渡阶段，而且还是职能型和项目型的混合体，既具有职能型组织的特征又具项目型组织的特征。各取职能组织结构和项目式面向过程的线性组织结构的特点，将各自的特点混合而成的一种多元化结构，力求最大限度地发挥项目式和职能式结构的优点并尽量避免其弱点。

在矩阵式扁平型组织中，项目经理在项目活动的“什么”和“何时”方面，即内容和时间方面对职能部门行使权力，而各职能部门负责人决定“如何”支持。每个项目经理要直接向最高管理层负责，并由最高管理层授权。而职能部门则从另一方面来控制，对各种资源做出合理的分配和有效的控制调度。职能部门负责人既要对他们的直线上司负责，也要对项目经理负责。其组织类型又可分为弱矩阵式、平衡矩阵式、强矩阵式和复合式四种，不同程度对产品开发项目进行协调。其优缺点：

优点是能够通过项目协调员或项目经理使各项目目标平衡、各个功能部门条块之间的协调、以及项目目标的可见性，并且能够避免资源的重置。

缺点是中层管理人员为两个以上的主管工作，当冲突时，可能处于两难困境，处理不好会出现责任不明确、争抢功劳的现象。

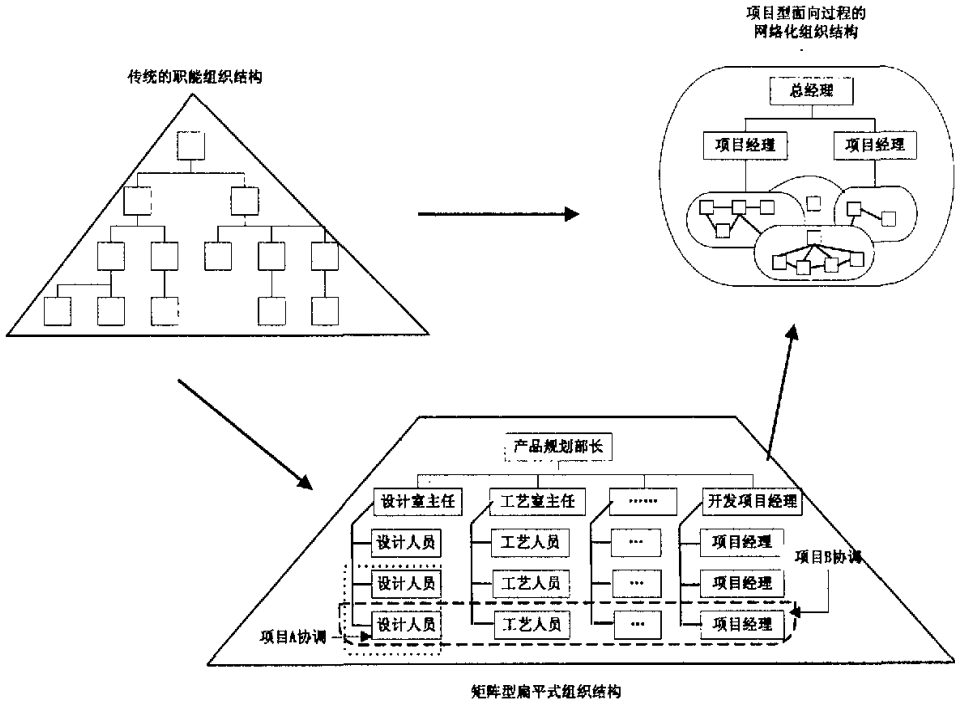


图 2.11 新产品开发组织结构的转化

Fig.2.11 The Transformation of New Product Development Organization Structure

2.5 本章小结

本章分别从并行工程 (CE)、业务流程重组 (BPR)、项目管理思想和新产品开发组织四个方面阐述了新产品开发流程管理的基本理论，为下一章分析新产品开发流程存在的问题和进行优化提供了指导思想，并为流程管理体系结构中项目管理和工作流管理相结合实现新产品开发流程管理提供了理论基础。

3 新产品开发流程管理及其建模

本章首先对一个具体的新产品开发流程进行分析,找出根本性问题,并利用先进的管理思想对其进行优化。然后提出了一个支持并行协同的新产品开发流程管理体系结构,并从该体系结构的对象、集成性和实现功能方面做详细的描述,对后续系统设计具有指导意义。

3.1 某公司新产品开发流程的管理现状及其优化

3.1.1 某公司新产品开发流程管理的现状

如图 3.1 所示,虽然近几年某零配件公司在竞争压力不断增强的情况下,对组织结构和企业的业务流程作了相应的调整,但由于缺乏先进管理思想和管理手段的指导 and 辅助,仍然存在很多问题,具体如下:

① 该公司新产品开发流程是按照职能部门划分的,致使开发流程不透明,职责不清,很容易出现相互扯皮现象,直接后果首先是产品开发周期延长,成本高;其次是顾客满意度不高,顾客很难了解当前产品的状态和对需求进行改变;还有一点就是公司的管理者整天忙于解决各种纠纷,没有时间和精力投入真正的企业管理工作。

② 缺乏知识共享平台,项目管理困难,协同工作能力低。由于缺乏一个共享的项目信息环境,设计、管理人员无法及时得到项目的一些基本信息,如设计阶段计划、各个设计人员的工作负荷、当前进度情况、项目最新更改情况等,以致项目负责人对项目的控制、反应、调整的能力较弱,各专业设计人员和管理人员间协同工作能力较弱,这是影响设计质量和设计效率的一大主要因素。而且由于该公司属于零配套厂商,生产的产品具有种类多,工艺制造不稳定因素多和不确定等特点,而公司产品开发人员有限,每个人员可能完整地负责多种产品,知识和经验都存放在自己的头脑中,一旦出现开发人员调动等情况,不但会带走所有的知识和经验,而且很难有人能够在短时间内补足空缺给公司带来很大的麻烦。另一方面新的开发人员无法借鉴他人的成功的经验和失败的教训,要经过自己长时间的学习、实践和总结经验才行,结果造成了公司资源和信息的浪费。

③ 设计过程管理随意性大,导致设计规范、设计标准流于形式,产品的质量无法得到保障。每个开发人员按照自己的习惯和经验进行,导致产品开发各阶段评审无据可查,评审人员无法决定一个方案是否合格,无法对产品开发进行监控,造成了质量隐患,而且由于产品工艺加工中有很多不确定参数,需要不断的试验总结,才能保证

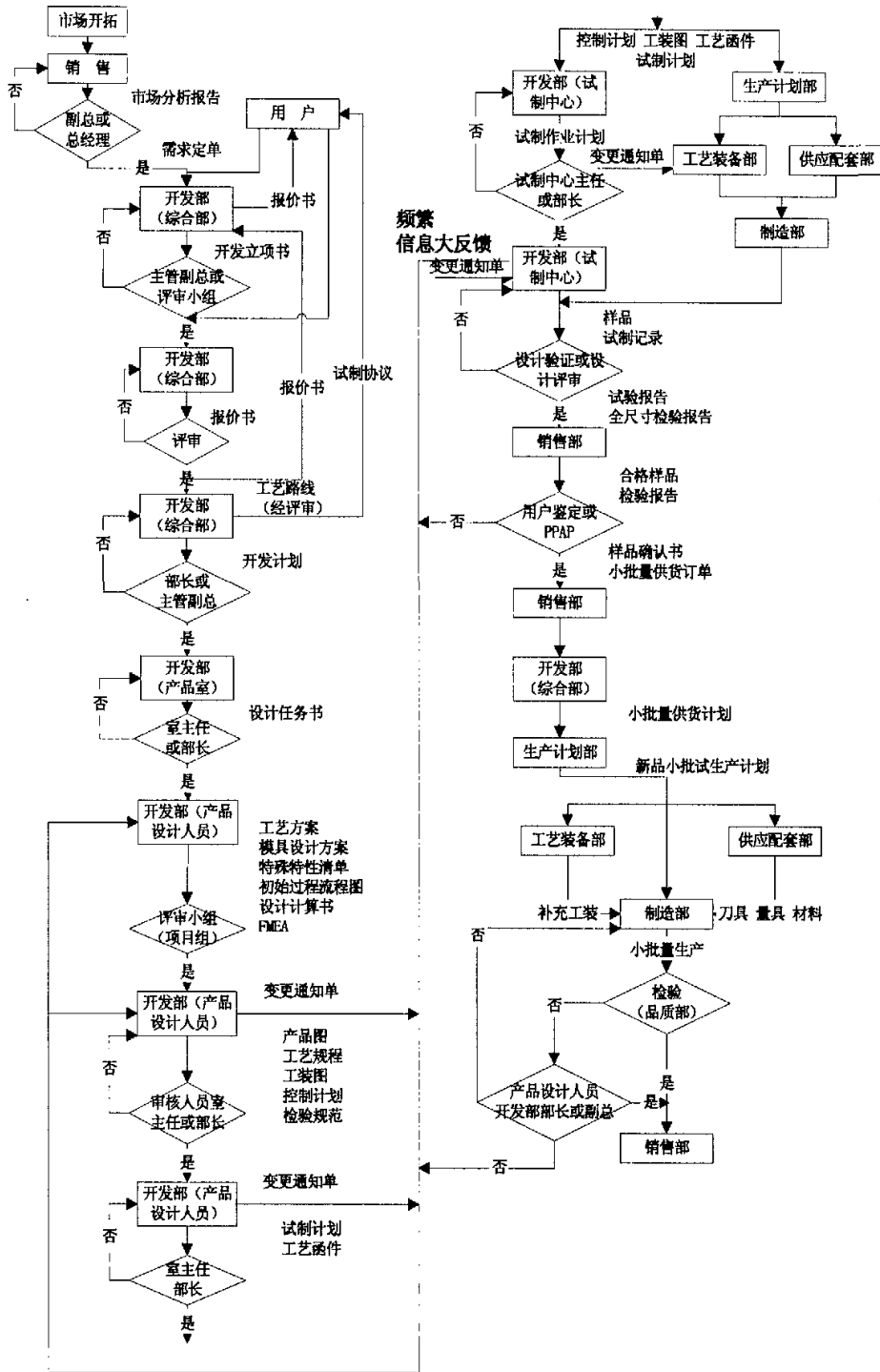


图 3.1 现存新产品开发流程

Fig.3.1 The New Product Development Process at Present

最终产品的质量，但每次试验反馈和总结都没有保存记录，使工艺参数值的选择缺乏可追溯性，在下一类似产品开发设计时，又要从头来过，造成了不必要的浪费。

④ 文档管理混乱、电子化程度和信息流转效率低。以传统纸张为载体的信息传递与处理方式的效率很低，需要花费相当的人力、物力来完成信息的处理、组织、存储以及查询检索，而且文档的编制、安全性、版本管理、归档等问题没有得到很好解决，降低了对客户需求的响应速度。而且没有系统的管理方案，每个人设计的电子文档在没有最终归档前都存放在自己的计算机的文件夹中，如果不是某份文档的创建者，那么就很难追溯该文档状态和版本变化的历史。

3.1.2 某公司新产品开发流程的优化

可见，现存的新产品开发流程已远远不能满足该公司的发展需求，已经成为公司扩大市场的障碍，公司的高层领导已经意识到问题的严重性，试图通过实现企业信息

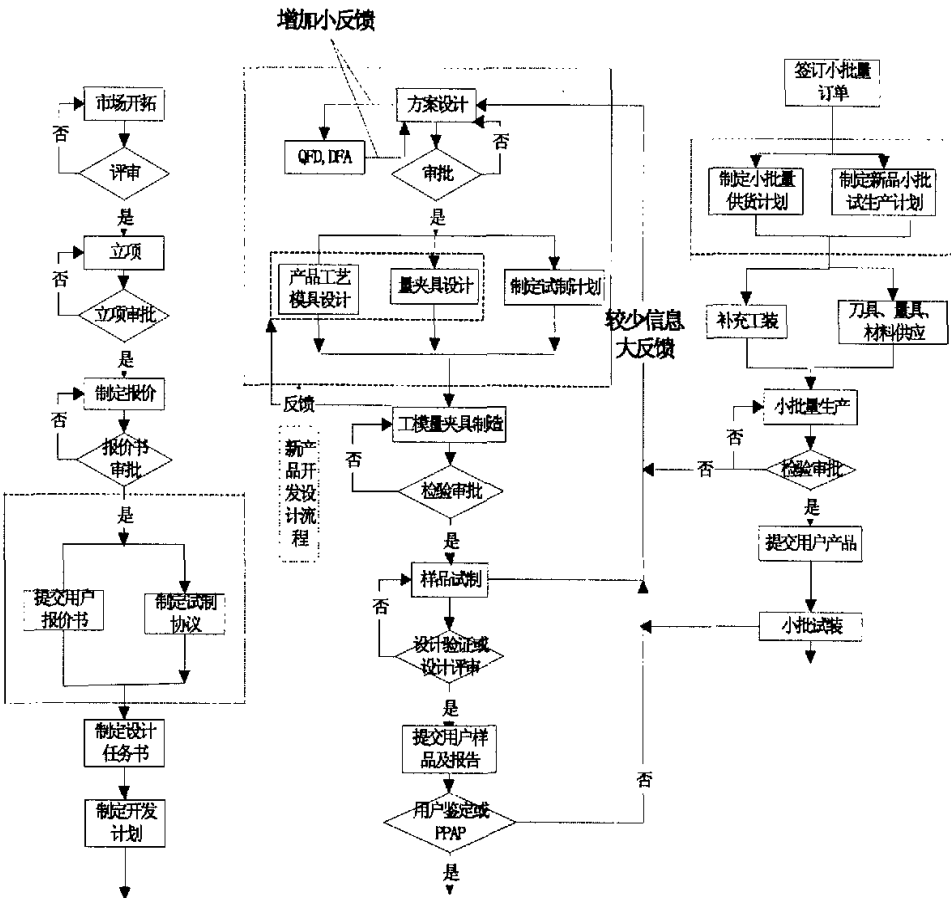


图 3.2 面向过程的并行新产品开发流程

Fig.3.2 Procedure-Oriented Concurrent New Product Development Process

化进行解决，增强企业竞争力，但仅仅采用某种管理软件系统（如CAD/CAPP/PDM/ERP），是不能从根本上解决问题的，只能暂时改善或缓解某些局部问题，解决燃眉之急。应该考虑公司整体和长远的利益，首先从企业的核心流程开始，以先进的管理思想和手段来实现新产品开发流程的优化和重组，最终达到整个企业流程的优化，因为再好的管理软件系统都只是一种使能工具，都必须在充分发挥人的作用下，对现存问题进行根本性和彻底性地分析，再选取一种适合公司需求的软件系统辅助管理和优化才能最终达到目的。

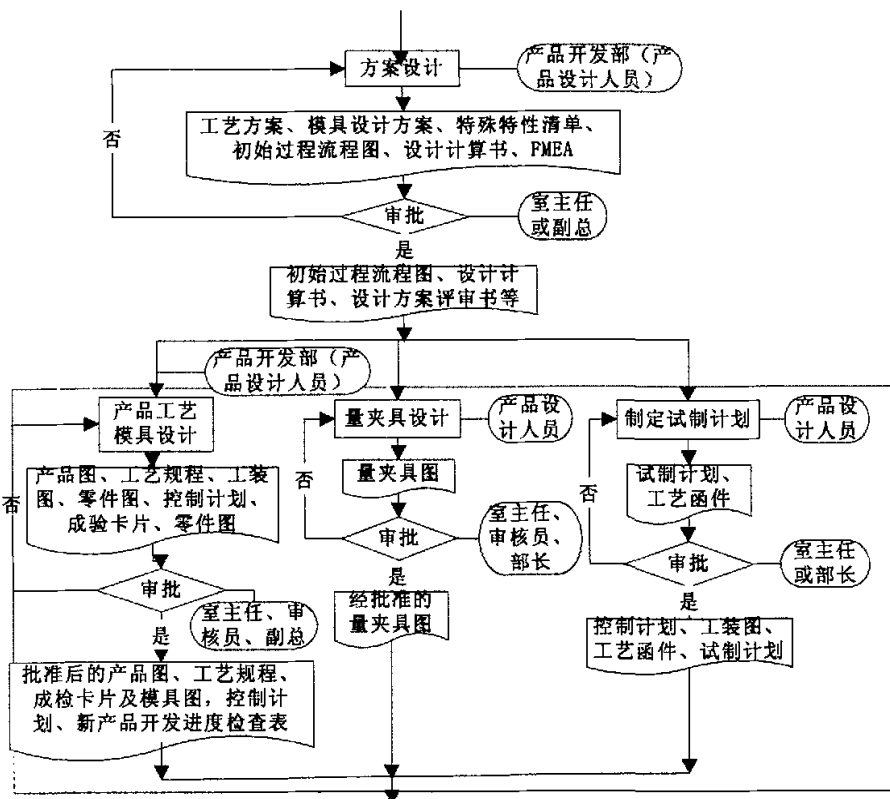


图 3.3 文件化新产品开发流程

Fig.3.3 Documented New Product Development Process

① 如图 3.2 所示，根据该公司责任矩阵对流程进行优化，变职能管理为过程管理，重新规划设计新产品开发流程，删除不增值的环节，使之更加透明化、简洁化。并按照项目管理的思想，把每个新产品的开发都看作是一个项目，由专业的开发人员负责从产品报价、方案设计等一直到提交用户样件合格整个流程，其中包括与客户之间的沟通与协调，做到责任明确，任务明确，提高了用户参与度和满意度。

② 变串行为并行结构，增加小循环减少大循环，再通过加强通信手段减少小循环，同时变事后管理为事前管理，减少不必要的审核、检查和控制活动。

③ 按质量管理文件规范具体的开发工作流程,使之文件化,具有一定的可追溯性,做到评审有据可查,及时发现设计中的错误并纠正,从而缩短开发周期,减少开发成本。如图 3.3 所示为该公司新产品开发流程的文件化和任务权限分配。

④ 采用流程管理系统,一方面使新产品开发流程实现部分自动化执行和控制,另一方面建立信息和知识共享平台,不但每个开发人员设计的文档要存入共享服务器,按照一定规则存放,一定权限读取修改,而且在开发中积累的经验、问题及解决方法也存放到公司的知识库中,使企业内部信息的获取更加快速和准确,减少因人员流失给公司带来的损失。

3.2 新产品开发流程管理建模

通过对企业现有新产品开发流程进行分析,找出存在的根本性问题,运用目前存在的并行工程、业务流程重组和项目管理等先进的管理思想对其进行优化和重组之后,再使用先进的技术手段对其实施辅助管理,可以保证流程的持续改进。

为了满足更多制造企业在新产品开发流程管理方面的需求,我们结合新产品开发流程的特点,对市场上现存的流程管理工具如项目管理软件、 workflow 管理软件和国内产品数据管理系统的功能、优点和不足进行了分析,以迈特公司自主开发的 LG-PDM 和面向设计院流程管理两个系统为基础,并吸取国际上先进的管理思想和解决方案,提出一个以新产品开发流程管理为主线的支持并行协同开发的管理体系模型。

如图 3.4 所示,该体系结构以 WPMC 提供的工作流管理参考体系结构^{[29][30]}为基础,给出了抽象的面向新产品开发流程管理系统的功能组成部件和接口,能够满足流程管理系统应该具有的主要功能特征,该系统主要由三类构件组成:

- ① 软件组件:是系统实现各种功能的组成部分。
- ② 系统控制数据:为系统软件组件提供使用的数据。
- ③ 应用与应用数据:属于外部的系统和数据,被流程管理系统调用来完成整个或部分功能。

该体系结构将过程逻辑和任务逻辑分开,任务逻辑被嵌入到各个用户的应用中,这种分离允许两者独立修改,以此来提高软件的重用程度和集成异构性。

3.2.1 新产品开发流程管理体系结构的对象及属性

如图 3.4 所示,项目、过程、文件夹、项目组、项目日历、过程定义、流程相关数据、角色和应用软件对象是流程管理体系结构的组成元素^{[29][31]}这些对象的属性如表 3.1 所示。

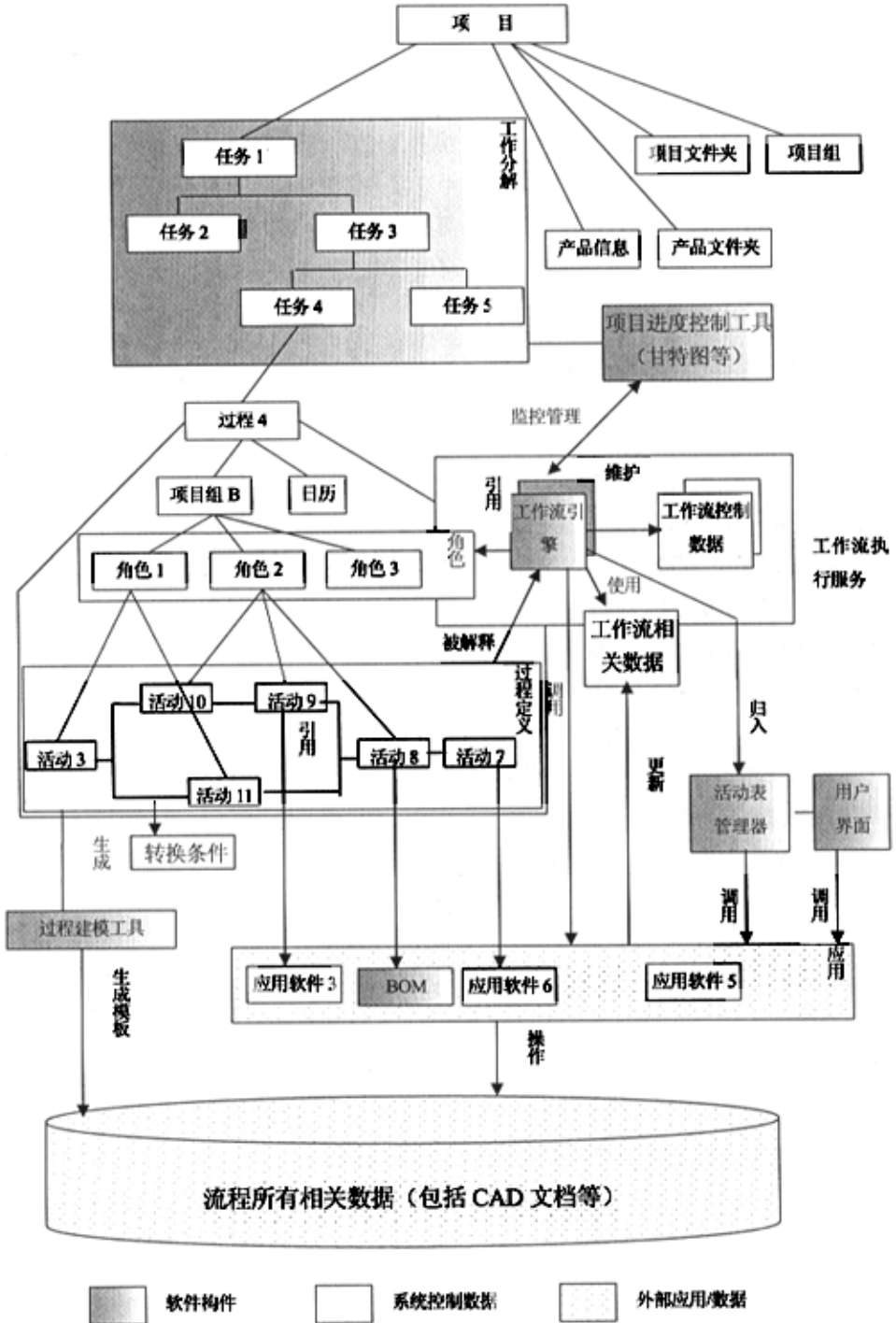


图 3.4 新产品开发流程管理系统体系模型

Fig.3.4 The Model of New Product Development Process Architecture

① 项目：包括了与所开发项目相关联的所有信息。为了有效实施一个项目，需要执行项目规划、制定进度计划、监视和分析过程等步骤。在项目规划阶段，需要利用任务和过程实例来确定项目的结构，将一个项目划分成一些相对独立的、小规模的任务单元，以便使需要执行的活动可以组成一个简单的子过程。

② 过程：一个活动可以与一个确定的应用软件相关联来执行，使活动直接启动相应的应用软件，而且可以确定哪些产品数据应该用哪个应用软件来创建。

③ 文件夹：按照不同的要求分类管理某个项目的所有文档，并对项目执行过程中所产生的各种资料，如项目说明、过程计划、状态报告和电子邮件等进行管理。

④ 项目组：包括项目负责人在内的所有项目组成员。

⑤ 项目日历：是项目的进度和时间方面的数据。

⑥ 过程定义（过程模型）：反映过程实现的目的和最终达到的目标。

⑦ 转换条件：主要负责为过程实例的推进提供导航依据，对应于产品开发流程中的业务规则和操作顺序。

⑧ 流程相关数据：可以被应用软件访问和修改，用来确定过程实例的转换条件，并选择下一个将执行的活动。

⑨ 角色：主要描述新产品开发流程中参与某个活动的人员和组织单位。

⑩ 应用软件：主要描述完成新产品开发所采用的系统模块和工具。

表 3.1 体系结构中对象的属性

Table 3.1 The Attributes of Objects in Architecture

对象	基本属性	对象	基本属性
项目	项目编号	任务	任务编号
	项目名称		任务名称
	项目说明		任务说明
	项目负责人		项目编号
	项目组		任务负责人
	计划开始时间		计划开始时间
	计划结束时间		计划结束时间
	实际开始时间		实际开始时间
	实际结束时间		实际结束时间
	项目状态		任务状态
项目来源	活动	活动编号	
过程编号		活动名称	
过程名称		项目编号	
项目编号		任务编号	
任务编号		过程编号	
过程实施小组	执行者		

对象	基本属性	对象	基本属性
过程	计划开始时间	活动	应用软件
	计划结束时间		计划开始时间
	实际开始时间		计划结束时间
	实际结束时间		实际开始时间
	过程状态		实际结束时间
应用软件	应用软件类型	过程定义	活动状态
	应用软件名称 (或系统模块)		过程模型编号
	版本		过程模型名称
	路径		版本号
	文件格式		过程启动条件
	运行参数		过程终止条件
流程相关数据	数据名称	角色	角色编号
	数据类型		角色名称
	数据值		组织实体
			角色能力

3.2.2 新产品开发流程管理体系结构中对象之间的联系

图 3.5 表示新产品开发流程管理体系结构中对象之间的相互关联^[31]，具体描述如下：

- ① 一个新产品开发项目由 n 个任务组成，一种任务可以从属 m 个项目。
- ② 任务与过程之间存在一对一的联系，每一个任务对象对应于一个过程对象。
- ③ 项目与文件夹之间的联系，一方面被用来对项目的组织数据进行管理，另一方面被用来管理在一些成功实施的项目中形成的结果和产品数据。
- ④ 每一个过程可以与一个过程组相关联，该过程组由任意数量的、扮演不同角色的系统用户组成。
- ⑤ 一个角色可以在多个过程组中工作，也可以属于多个项目组。
- ⑥ 项目、过程、活动和角色可以与一个项目日历相关联，以便了解项目、过程和活动的进展情况并将实际的进度与目标进度进行比较。将角色对应的实际系统用户与项目日历相关联，就可以向流程管理系统用户分配各种不同的任务而不会发生时间上的冲突。确保将企业所能提供的人力资源进行尽可能优化配置，以最终达到既定的目标。
- ⑦ 过程定义与活动、流程相关数据之间是一对多的关系，即一个过程定义由多个活动和多个流程相关数据组成。
- ⑧ 活动、角色、流程相关数据、应用软件和转换条件之间都是多对多的对应关系。如一个活动可以引用多个角色、使用多个流程相关数据，同样，一个角色，一个流程

相关数据可以被多个活动引用。

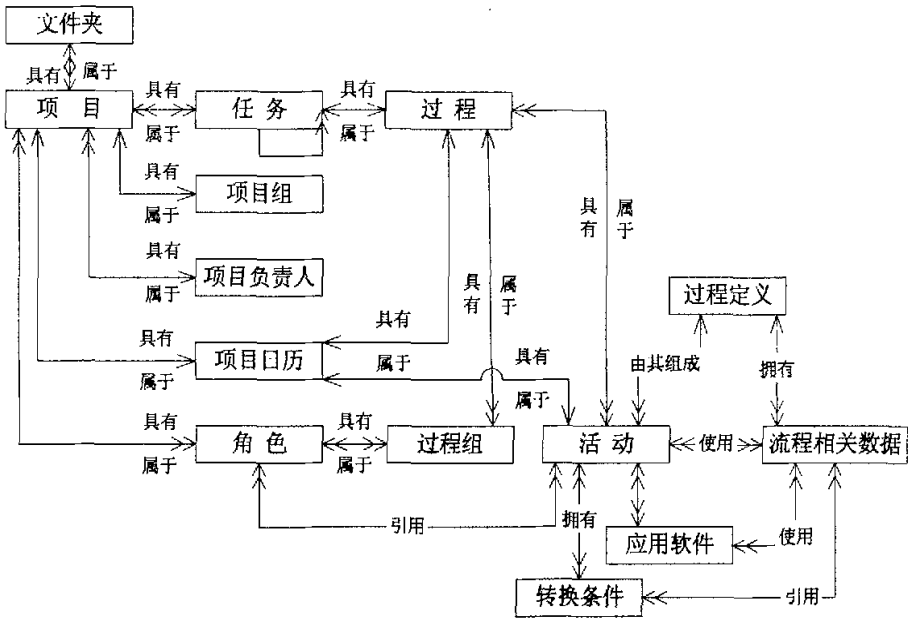


图 3.5 体系结构中对象及其关联

Fig.3.5 The Objects in Architecture and their Correlations

3.3 新产品开发流程管理的功能描述

3.3.1 新产品开发流程管理中的流程定义

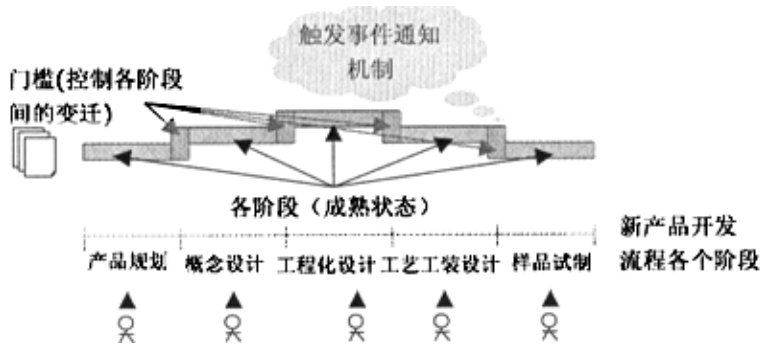
由于新产品开发项目具有高风险性、不稳定性和成果阶段性等特点，不可能预先定义好所有的开发流程，经常会出现循环和反馈，因此流程的定义必须支持动态修改和动态扩充，及时信息反馈和阶段性结果的预发布，从而缩短整个开发时间。流程定义的内容包括新产品开发流程，流程内部的相互关系及流程间的协作，以及流程内部各项任务的执行步骤等的描述。

如图 3.6 所示过程建模工具可以通过定义新产品开发流程的各阶段和“门槛”（即项目阶段评审）及各种信息的各种不同成熟状态实现项目管理中的阶段性管理。对其中每个阶段定义参与人员、基于访问权限的角色、可以选择的工作流模板和执行规则，对于“门槛”定义变迁规则和可以选择的工作流模板，每个阶段的状态变化完成，就表示通过了一个“门槛”，同时事件通知机制会将信息发给相应人员，使流程在启动后，能够自动执行流转。

如图 3.7 所示为新产品开发流程的执行规则，对于阶段包括：

- ① 执行活动：按一定的时间和逻辑顺序执行实例化流程模板中定义的各种任务。

- ② 项目阶段提交：将该阶段中的各种对象移交给相邻的“门槛”。



处于不同阶段的信息被不同角色的人看到

图 3.6 新产品开发流程的定义

Fig.3.6 The Definition of New Product Development

“门槛”的执行规则包括：

- ① 提交：“门槛”流程执行审批合格后，将各种对象移交到下一个项目阶段。
- ② 打回：“门槛”流程执行审批不合格后，将各种对象打回到不合格的项目阶段。
- ③ 否决：“门槛”流程执行审批不合格后，将各种对象否决到上一个项目阶段。

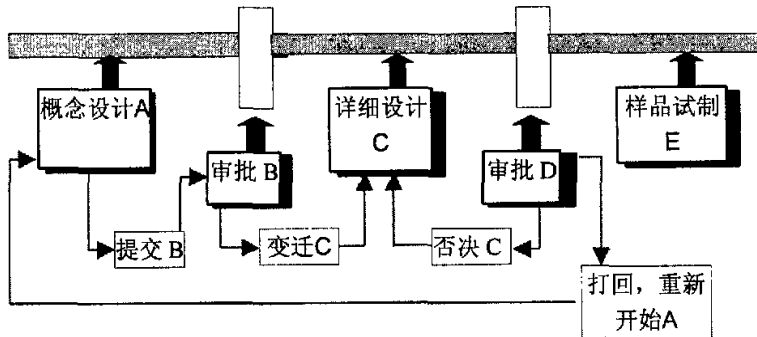


图 3.7 新产品开发流程的执行规则

Fig.3.7 The Rules of New Product Development Process in

3.3.2 新产品开发流程管理中的项目管理

项目管理从新产品开发项目的整体任务分解状况和进展状况来控制产品开发生命周期过程，提供项目的状态信息以便规划项目的优化路径，找到影响项目的障碍环节，进行相应的调整，以保证项目的进度。如图 3.8 所示，这里我们从新产品开发流程管理的角度，运用项目管理中项目计划、计划进度控制从宏观上对新产品开发流程进行计划、监督和控制^[32]。

- ① 新产品开发项目计划

根据新产品开发目标的要求，对其各项活动做出合理安排。系统地确定项目的任务、进度和完成任务的人员等，使项目在合理的工期内，用尽可能低的成本和尽可能高的质量完成。

1) 新产品开发项目工作分解：根据新产品开发项目具体的责任分配矩阵，确定各项工作和内容，并逐层将其进行工作分解成具有树状结构的任务树，反映新产品开发项目所包含工作的详细分解示意图和所有工作及其活动。

通常是将新产品开发项目分解成若干个相互联系的任务，然后逐级分解为子任务（同一父任务的各子任务之间有串并行关系），直至分解为具体的活动为止。同时考虑历史数据，确定和描述工作的范围，并确定具体活动的负责人。

2) 新产品开发项目的进度安排：是指在工作分解完成后，依据工作的先后顺序、工作延续时间估计、资源安排描述、日历、限制和约束等，通过项目网络图和关键路线法，分析和设置每项工作的计划开始日期和期望完成日期。项目进度的主要表示形式有项目网络图、甘特图和里程碑事件图等。

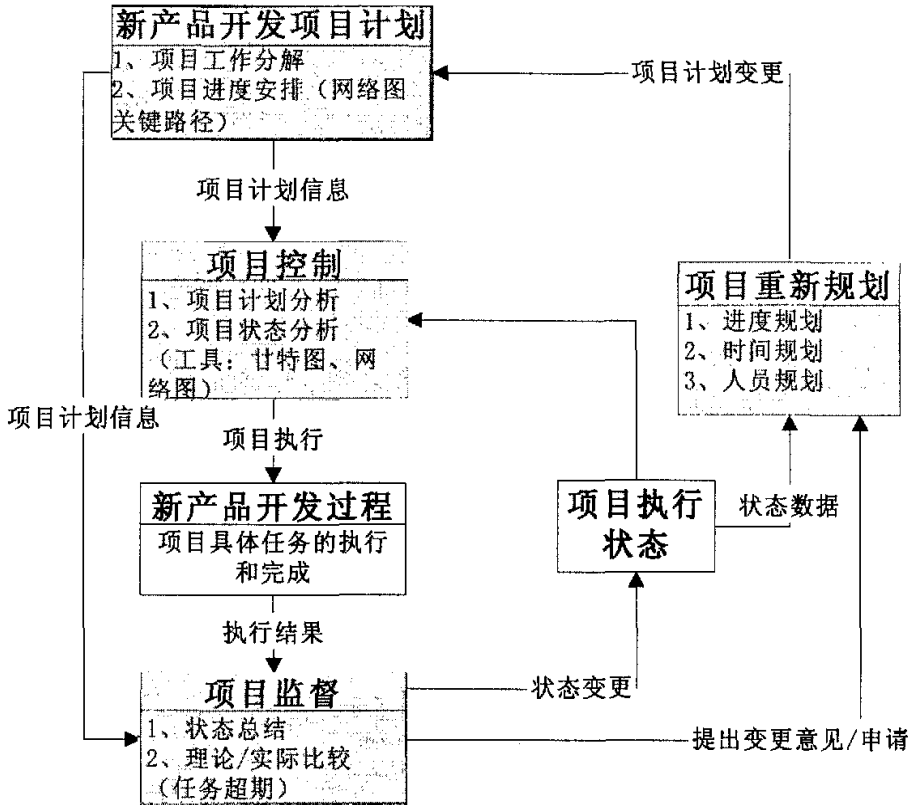


图 3.8 新产品开发流程管理的项目管理
Fig.3.8 The Project Management of New Product Development Process Management

② 新产品开发项目控制

项目控制是指保证新产品开发项目根据流程、进度和人员分配的情况运行，项目的负责人可以通过项目进度控制工具甘特图或网络图随时观察到所负责项目的执行情况，并做出相应的控制决策和发出协同信息。项目完成进度由项目负责人提交，通常按百分比表示并记录提交时间。项目提交后总项目负责人通过项目甘特图可以实时形象地查看和控制项目进展情况。

③ 新产品开发项目监督

项目监督的目的是为了保证各项活动的结果符合提出的要求，并对项目任务的实际状态进行了解，将其与理论（计划）做比较，形成修改计划的依据和出发点。

④ 新产品开发项目的重新规划

项目计划只是根据预测而对未来做出的安排，由于在编制计划时难以预见的问题很多，因此在项目组织实施过程中往往会产生偏差，因此必须识别偏差、消除偏差或调整计划，保证项目目标的实现。

3.3.3 新产品开发流程管理中的 workflow 管理

workflow 管理在面向设计院流程管理系统和 LG-PDM 中都得到了很好的实现，它从微观上对产品开发中的设计和修改等任务进行跟踪控制，包括了开发流程中所有相关信息及其流动过程的灵活定义，创建相应的工作流实例，并对 workflow 任务转移进行自动控制，同时任务督促机制保证整个 workflow 能够按进度进行。

① 审批流程

审批是新产品开发流程管理的重要组成部分，只有经过审批的产品文档才能保证在使用过程中不会发生错误，通常在产品形成过程中产生或更改的所有文档都需进行审批。由于产品设计图纸是产品信息的最重要的信息载体，描述了一个产品或其零部件在整个生命周期中的各种状态，因此必须对其审批过程进行管理，图 3.9 表示的是设计审批流程。



图 3.9 设计审批流程

Fig.3.9 Process of Design Examination and Approval

② 变更管理流程

在制造企业中，产品变更几乎是一种每天都要执行的过程。一个技术方案不可能完美到不能再进一步改进的程度，在企业的实际运作过程中，有很多对产品进行变更的原因，如为了符合新的法律规定和满足新的顾客需求而对产品进行变更；通过价值

分析简化产品结构，从而降低生产成本或减少废品；通过对产品的变更提高产品的技术含量和创新性，使其比对手更具竞争力等。

变更是指当某个零部件或文档已经处于归档发放状态时，对该零部件和文档进行的修改。产品变更是一个不断重复的业务流程，该流程包括该产品的设计部门、工艺装备设计、工艺过程规划、制造、成本核算、采购、销售以及用户服务等多个部门^[31]。

按照 ISO9001 标准，变更流程可以由某个员工、小组或部门发起。具体步骤如图 3.10 所示：

1) 通常第一步为描述变更的建议，需要编制一份变更建议书，对建议的更改内容或原因进行详细的说明。

2) 指明各种变更策略，根据各种相关信息分析变更对其他信息产生什么影响，同时对这些影响进行评估。如：利用产品结构，可以指出需要变更的零件被安装在哪些部件上，有哪些 CAD 文档与其相关联，更改后其可装配性如何等。还可进一步确定，被变更零件的几何图形还与哪些产品数据相关，如计算书、工艺过程规划或 NC 程序等。

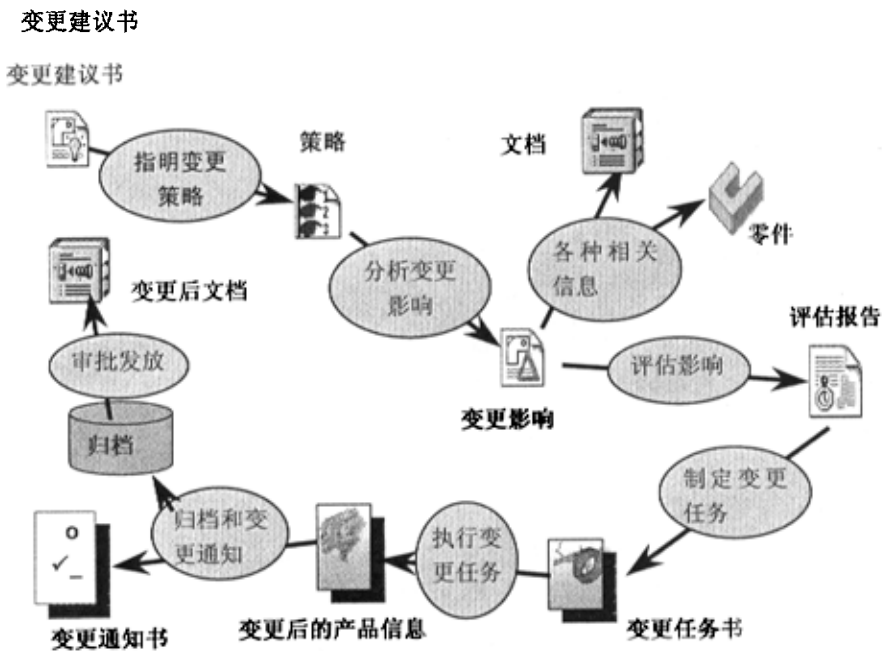


图 3.10 变更管理流程

Fig.3.10 Change Management Process

3) 制定变更任务，根据信息分配表在变更执行前变更任务书发放给相关的执行者，并对变更的产品数据进行审核，确保相关并行变更的准确性。

4) 接着就可执行具体的变更任务了。

5) 变更工作结束后 workflow 管理模块对变更对象进行归档, 同时执行审批发放和变更通知书发放过程。

利用 workflow 管理模块可以有效地对变更申请过程和工程变更过程进行控制和管理, 能够避免形成冗杂的纸张流和较长的处理时间。按照整个变更过程的执行顺序, 过程中的有关信息被完整地记录下来, 这样因为变更而对其他产品数据产生的影响可以一目了然, 而平时进行影响分析既费时又易出错。在对庞大的信息和数据源进行维护和检查时, 想清楚地了解所有信息之间存在的横向联系是很困难的, 但流程管理系统的工作流管理模块很容易在任何时候完整地提供产品描述数据、开发流程描述数据以及流程控制数据之间的联系, 体现了流程管理和数据管理的集成。

3.3.4 新产品开发流程管理中的协调控制^[33]

流程管理的协调控制包括协作控制、并发控制、版本控制三个主要功能。

如图 3.11 所示协作控制的含义是: 在新产品开发中用户操作主要有引用、新设计、更改几种。用户进行设计时, 可以参考已有的归档设计数据, 对已有的零部件可以加以引用, 并进行引用跟踪, 一旦有设计变更, 引用的用户可以得到相应的通知。通过不同部门视图定义, 企业不同部门的用户可以在统一的数据源下只考虑自己部门感兴趣的数据。无论新设计还是变更, 通过协作控制, 有效的协同不同用户对零部件不同操作要求, 以支持构造一个企业信息平台。

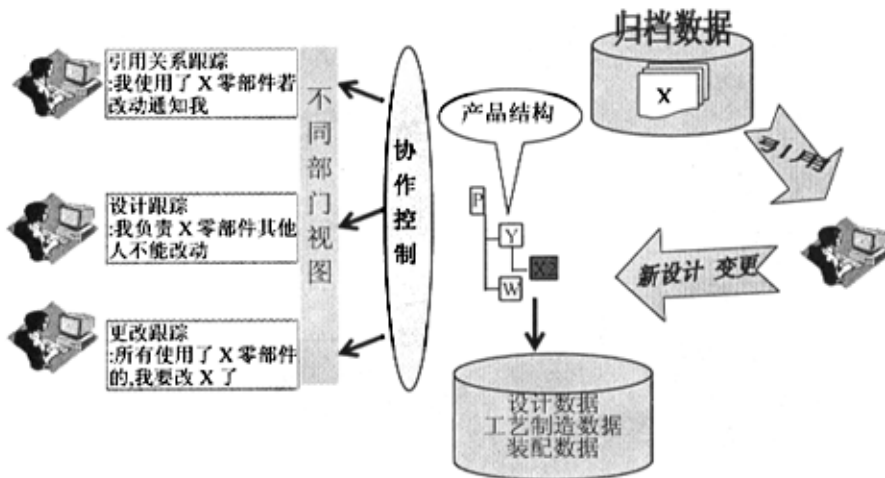


图 3.11 协作控制

Fig.3.11 Collaboration Control

并发控制和版本控制含义如图 3.12 所示。这里主要解释几个重要名词是锁、检入、检出、下载和超级资源权限。

锁是一种逻辑概念, 可以理解为对共享资源的访问权。它是用于控制并发性的一

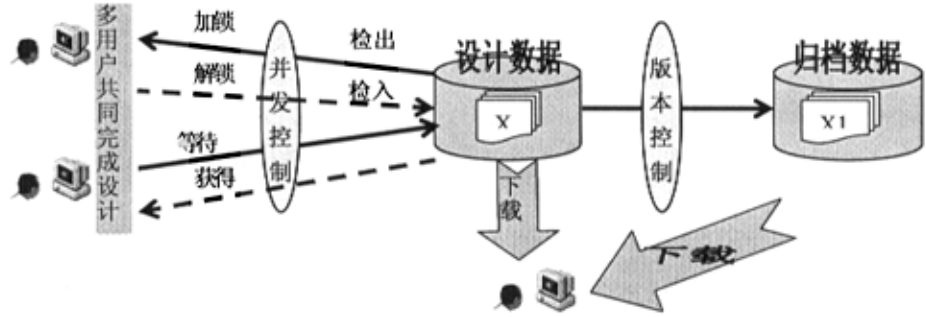


图 3.12 并发控制和版本控制

Fig.3.12 Concurrent Control and Version Control

种对象。按照共享的要求可以分为排它锁 (X)，共享锁 (S)，共享修改锁 (US)。排它锁是对一种共享资源的独占标记，用户要访问资源，首先通过并发控制模块向系统申请 X 锁，如果资源没有被 X 锁定，用户申请成功，独占资源，否则等待。共享锁是提高并发性的一种方案，用户访问资源，如果资源没有被排它锁定，则获得共享锁，可以对资源进行读操作，要写操作必须升级为 X 锁。共享修改锁是在用户需要对资源写操作时，对资源加这种锁，只有在真正进行这一操作时才升级该锁为排它锁。各种锁的相容性矩阵如图 3.13 所示。

检出实质是将协同设计环境中的一个工作小组组员对于大家都可访问的资源（比如工程图纸）拷贝到本地，同时对该资源加一个版本锁定标记，其他用户无法再对该资源作检出操作。

检入实际是检出操作的逆操作，它把已检出的资源的本地版本拷贝到大家可共享的服务端，同时将原版本的锁定标记取消。检入时可以产生新的版本也可覆盖旧的版本。新版本版本号按系统定义的版本管理规则而定。

下载是将协同设计环境中本人可以访问的资源（比如工程图纸）拷贝到本地，不作其他操作，其他人员仍可对该资源进行操作。

	X	S	US	无
X	N	N	N	Y
S	N	Y	Y	Y
US	N	Y	N	Y
无	Y	Y	Y	Y

图 3.13 各种锁的相容性矩阵

Fig.3.13 Interrelation Matrix of Each Lock

为了防止因意外而使资源处于死锁状态，还应设立一个超级资源的权限，具有该权限的用户可以取消对任何资源的锁存状态，进而释放该资源。

3.4 新产品开发流程管理中过程、产品和组织的集成^{[34]-[37]}

如图 3.14 所示，该体系结构体现了产品、过程和组织的集成，为实施并行工程及集成产品数据、开发过程和产品开发组织提供了综合多视图建模和管理工具。

① 产品视图

产品视图描述了产品结构、设计信息和相关文档，可以建立产品结构树模型、实现产品配置和版本管理、图文档管理以及产品数据的提取和提交等操作，并对过程和组织视图提供支持。产品视图的产品结构、配置管理和 BOM 数据的生成与管理，保证了数据共享与数据的一致性，实现了 BOM 之间的转换，是产品信息集成的重要组成部分。

② 过程视图

过程视图描述了产品开发活动的全过程，并建立可视化的工作流程模型，控制和管理产品开发的反馈以及版本数据的审签和更改等。它通过规定对产品开发过程进行统一描述和管理，支持团队协作工作的组织和管理模式，控制并行开发过程的实施，而且过程视图还通过对执行过程中产生的信息进行历史记录来提供项目计划的依据。

该体系结构中的过程建模工具可以为用户提供自定义流程的可视化界面，并可以将其保存成流程模板，在这些模板中详细定义了各级任务，以及使此任务达到各种状态的活动和规则，同时还可定义执行每级任务的项目组、角色和他们在任务中的权限

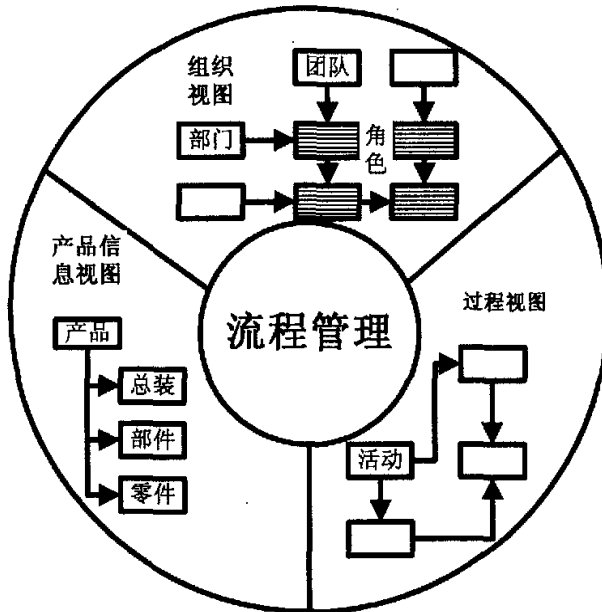


图 3.14 产品、过程和组织集成模型

Fig.3.14 The Integrated Model of Product、Process and Organization

等，有了这些流程模板，新产品开发人员就能按照预先定义好的步骤逐级完成设计开发审批发放等任务，使得各种相关的信息归档入库。而且系统可以实时对流程执行过程进行相应的记录和查询，为项目负责人提供监控手段。如图 3.15 所示是流程执行过程的历史管理，它记录工作发生的全过程，在需要的时候回放，从而建立项目与过程追踪机制，并为人员的业绩考核提供一定的客观依据。

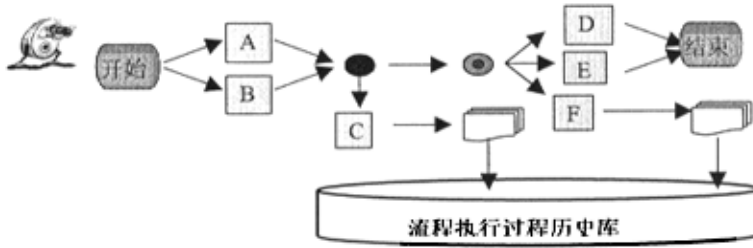


图 3.15 流程执行过程历史纪录
Fig.3.15 History of Process Execution

③ 组织视图

组织视图描述了产品开发活动中的人员组织情况，定义和管理产品开发团队、用户名称、工作小组、项目人员、各种角色和访问权限。它建立人员组织模式，提供灵活和方便的方法有效地管理开发活动中的人员，以实现团队协作工作，并对产品、过程视图的建模和管理提供有关的组织信息。

这三个视图分别描述新产品开发流程管理体系结构支持产品并行开发的三个方面，它们之间不是简单拼凑，而是集成的综合模型，反映它们之间的内在联系。其中产品视图是基础，过程视图体现新产品开发过程重组，支持产品生命全周期各阶段和活动的建模和管理。活动是过程集成模型的核心，过程的各种对象都围绕活动来组织。产品是过程中各活动执行的结果，而组织又是活动的执行者。这三个视图在产品开发生命周期中相互作用，自顶向下逐渐共同生长，保证产品并行开发模型的完整性和一致性。

3.5 新产品开发流程管理的协同环境

该体系结构实现项目协同平台，为控制整个新产品开发流程需要的共享信息提供基本构架，并为流程上分散的人员建立一个实时共享的工作空间，使产品开发项目团队的任务和时间安排能够同步。团队成员根据收集到的相关项目信息，实时进行项目时间安排、人员管理和项目跟踪/汇报。并帮助新产品开发流程上的授权参与者敏捷地访问以获得同其角色相对应的产品信息，包括相关需求、规格说明和工程变更指令等，及早诊断出设计的问题，考察设计可行性，同时允许授权用户参与自动化电子流程，

使产品开发团队能够清楚掌握工程更改对项目日程安排以及资源方面所造成的影响，以便做出合理的决策，从而减少工程更改，加快产品上市。

这种协同的新产品开发环境，从整个开发流程的角度将各阶段相互关联的产品知识有选择地共享给授权的用户，以便更准确地促进流程自动执行，使新产品开发流程中各类知识不断积累成为企业共同财富，同时积累管理经验，使流程逐渐规范和优化，实现循环递增式演进（如图 3.16 所示）。

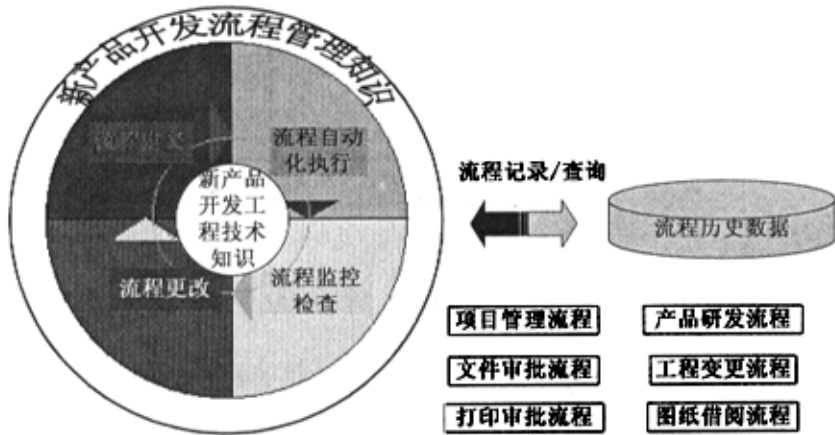


图 3.16 流程的持续优化

Fig.3.16 the Persistent Optimization of Process

3.6 本章小结

本章首先分析了某企业实际新产品开发流程中存在的根本性问题，利用流程管理先进思想对其进行优化。

然后提出了一个具体的支持并行协同的新产品开发流程管理体系结构模型，并分别从模型对象、功能、集成性和协同性加以论述，具体如下：

- ① 论述了该体系结构的重要对象、属性和相互关系；
- ② 对新产品开发流程管理主要功能（包括项目管理、 workflow 管理和协作控制）进行研究；
- ③ 对该体系结构的产品、过程和组织集成性进行研究；
- ④ 最后论述了新产品开发流程管理的协同环境。

4 新产品开发流程管理实现的关键技术

本章对新产品开发流程管理中项目管理和 workflow 管理的关键实现技术进行了研究，为新产品开发流程管理系统的实现提供了技术上的可行性。

4.1 新产品开发流程管理中项目管理实现的关键技术

4.1.1 项目管理中的项目计划实现技术

项目计划的实现技术包括工作分解结构和里程碑计划等，将粗略的新产品开发目标逐层分解成明确的阶段和任务，为项目进度计划控制打好基础。

① 工作分解结构

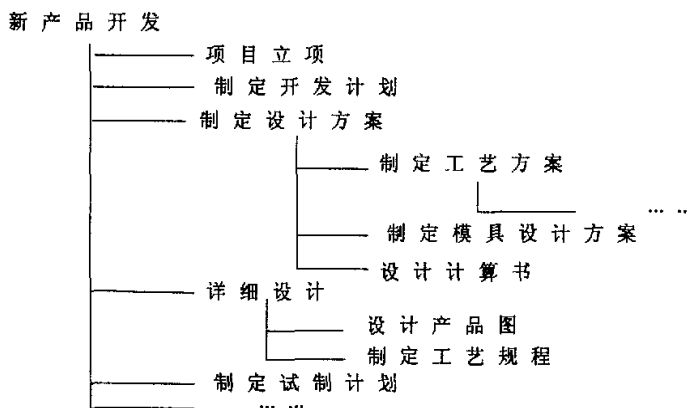


图 4.1 工作分解结构

Fig.4.1 Work Breakdown Structure—WBS

如图 4.1 所示工作分解结构是新产品开发项目管理中的一种在全范围内分解和定义各层次工作包的基本方法，是按照新产品开发项目发展的规律，依据一定的原则和规定，进行系统化、相互关联和相互协调的层次分解。结构层次越往下则开发项目组成部分的定义越详细。工作分解结构通常是一种面向“成果”的“树”，最底层是细化后的“可交付成果”，整个树结构确定了新产品开发项目的整个范围^[37]。工作分解的原则^[18]如下：

1) 纵向开发层次与横向结构相结合的原则

新产品开发项目可以分解为若干子项目和工作流，其中工作流是一种操作性最强的原子性任务的集合，而子项目的存在可以支持进一步的分解，同时使得项目分解工作可以由多个人完成和并行工作，处于最底层的子项目只包含工作流。研究表明，这

种划分是与现实世界相符合的。项目向子项目划分与产品开发纵向过程相符，而 workflow 则与横向开发过程相符。

2) 完全层次原则

指进行逐步分解，上层只传递给下层一个项目目标，而对其开发细节和实现方法不做过多的干涉，只起修改协调的作用；下层开发设计者在完成上层任务目标和不违反全局资源约束的前提下可以充分发挥能动性，能够在局部范围内解决的问题决不提交到上层解决。

3) 粒度适中原则

在工作分解中，应注意粒度的适中。如果粒度太大，子项目能够并行开展的余地就减少；而如果粒度太小，则项目分解过于零碎。可以在任务分析的基础上进行适当的合并或者细化。

4) 独立性原则

产品开发过程中，各个开发设计任务之间相互影响、相互制约。在新产品开发项目分解时，如果独立性不够，则易导致开发过程中大量的大循环（本文称项目各阶段之间的反馈为大循环，而一个项目阶段内部的反馈为小循环），大循环将严重影响项目进度。因此，当子项目 A 和子项目 B 关系十分紧密、交互十分频繁，并且涉及的人员和工作量较少时，应考虑合并为一个子项目 C。

② 里程碑计划

如图 4.2 所示，里程碑计划是一个战略计划或项目的框架，以中间产品或可实现的结果为依据。显示了项目为达到最终目标而必须经过的条件或状态序列，描述了在每一阶段要达到什么状态，而不是如何达到。体现了项目管理的阶段化管理，每个阶

里程碑事件	三月	四月	五月	六月	七月	八月
项目立项	△					
制定设计方案		△				
方案设计			△			
详细设计				△		
.....						

图 4.2 里程碑图示

Fig.4.2 Milestone Plan

段都有明确的目标和成果验收，以及必要的监督回馈，这样就能够很好地减少项目经理和客户的分歧，增加项目风险的可控性。在项目经理提交给客户的需求分析和初始报告里，就已经把每个阶段要完成的工作，可出的成果，都清晰的描述出来了。这样，在每个阶段完成后，客户和项目负责人都能够比较清楚地了解项目的进展、完成情况以及客户对项目完成部分的满意程度，同时也方便进行项目组成员的绩效评估。

4.1.2 项目管理中的项目计划进度控制技术

项目管理计划进度控制技术包括网络计划技术和甘特图，其中网络计划技术是先进的项目管理技术，应用它可以达到对项目的最优控制，在很多行业中都具有广泛的应用，而甘特图是项目管理中编制项目进度计划的主要工具，因此这里对甘特图和网络计划技术作比较详细的论述。

① 甘特图

如图 4.3 所示，甘特图 (Gantt Chart) 只能比较粗略地给出计划指示，是进度计划最常用的一种工具，最早由 Henry L.Gantt 于 1917 年提出。由于其简单、明了、直观和易于编制等特点，它成为小型项目管理中编制项目进度计划的主要工具。即使在大型工程项目中，它也是高级管理层了解全局、基层安排进度的有用工具。

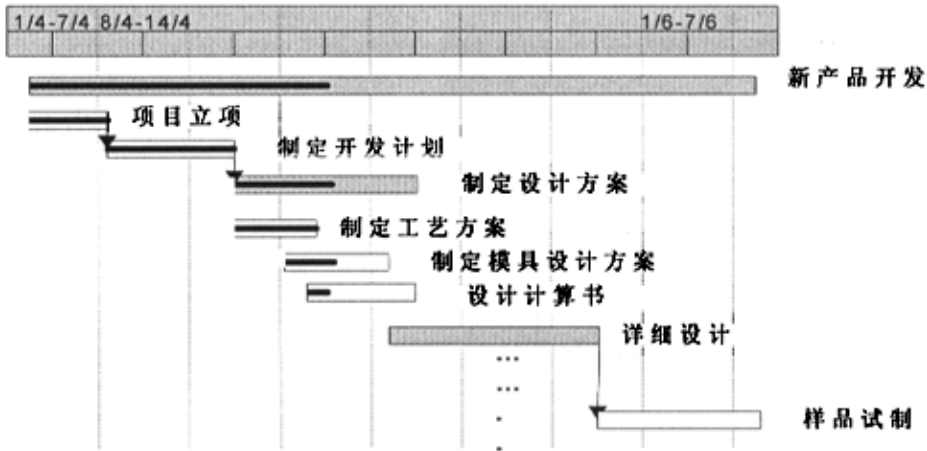


图 4.3 甘特图

Fig.4.3 Gantt Chart

现结合实际工程，将甘特图的自动生成算法说明如下，首先是甘特图时间标尺的生成：

1) 找出要显示项目组中的最早开始时间和最晚结束时间，计算显示区中时间标尺的起始和结束点。

2) 将标尺的起始和结束点间的距离按照一定的时间单位（如天/周、月/年）分割，确定显示区的时间标尺。

其次是甘特图中横条的生成：

1) 由各项目间的层次关系，根据递归算法找出所要显示的各项项目所有的父子和兄弟关系（包括子级的子级、孙级等）确定所有横条相对于标尺的纵向位置。

2) 由项目本身属性（起始时间、结束时间等）确定每个横条相对时间标尺的横向起始和结束位置。

3) 由同级项目间的时间紧前和紧后关系确定横条间的逻辑关系。

② 网络计划的表示方法——网络图^[38]

网络图是把推进计划所必须的各项工工作，按其时间顺序和从属关系，用网络形式表示出来。它是一张有向无环图，借助它对项目的进行过程及其内在的逻辑关系进行综合描述，这是进行计划和计算的基础，也是网络计划技术的一个显著特点。

关键路径又称为主要矛盾线，是网络图中一个极其重要的概念，其周期决定了整个项目进度的周期。关键路线上的延迟或提前，将直接导致整个项目总工期的拖延或提前完成。关键路径上的活动称为关键活动。关键活动在时间上没有回旋的余地。因此，要缩短总开发周期，必须抓住关键路径上的薄弱环节，采取措施、挖掘潜力，以压缩总周期。关键路径能使管理者对项目做到心中有数，重点明确。

网络图的分类如下：

1) 节点式网络。

如图 4.4 所示，节点式网络又称单代号网络，活动用节点表示，如同逻辑依存关系一样，显示出一个活动紧随另一个活动的节点式关系。如图 4.5 所示，活动的逻辑依存关系有以下四种类型：

- 结束—开始型 (finish-to-start): B 在 A 结束之前不能开始；
- 开始—开始型 (start-to-start): B 在 A 开始之前不能开始；
- 结束—结束型 (finish-to-finish): B 在 A 结束之前不能结束；
- 开始—结束型 (start-to-finish): B 在 A 开始之前不能结束。

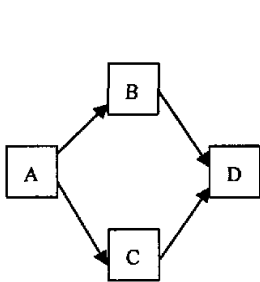


图 4.4 节点式网络
Fig.4.4 AON

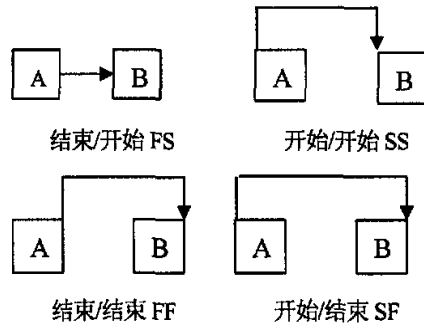


图 4.5 逻辑依存关系
Fig.4.5 Logic Relation

2) 箭条式网络

如图 4.6 所示，箭条图又称为双代号网络，因为每个活动都有两个数字 (i, j) (开始结束) 来定义。在箭条式网络中，活动由连接两个节点的弧线 (箭条) 表示，每个活动因此就可由这两个节点的数字来标识。在箭条图中，路径最长的路径称为关键路线，它的长度代表完成整个工程的最短时间，称为总工期。

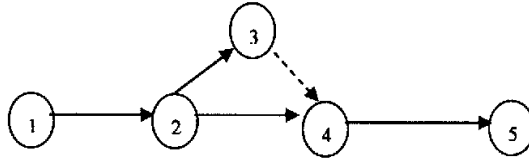


图 4.6 箭条式网络

Fig.4.6 ADM

③ 有关结束—开始型节点式网络图的算法^{[38][40]}

由于将工作用方框表示更为自然, 构建节点式网络更加灵活, 编写节点式网络软件更容易和从甘特图中构建带有节点式逻辑关系的条形图更加容易等优点, 下面以一个简单的典型例子说明结束—开始型节点式网络图、节点最早开始时间和关键路径的自动生成算法^{[41][42]}:

例如项目 A、B、C、D、E 是同级项目, 作业长度 (单位: 天) 分别为 10、20、10、20 和 20, 其中逻辑关系为项目 B 和项目 D 紧随项目 A 之后, 项目 C 和项目 D 在项目 B 之后, 项目 E 紧随项目 C 和项目 D 之后。

1) 构造结束—开始型节点式网络图:

首先由项目的层次结构, 找出所有同级子项目 A、B、C、D、E, 根据有向无环原则和项目间的逻辑关系, 生成项目节点式网络图, 如图 4.7 (A) 所示。

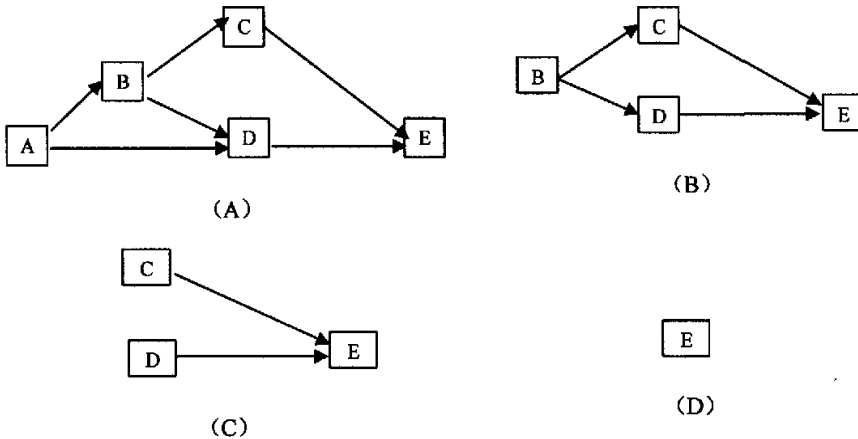


图 4.7 节点式网络图例

Fig.4.7 The Sample of AON

2) 节点最早开始时间的确定:

第一步, 首先找出网络图的开始节点 A (即只有紧后, 没有紧前项目的节点), 设其最早开始时间为 $Ta^E=0$;

第二步, 将 A 节点减去, 网络图变成如图 4.7 (B) 所示, 找出其开始点 B, 其最早开始时间为 $Tb^E = Ta^E + 10 = 10$;

第三步, 重复第二步, 将 B 节点减去, 网络图变成如图 4.7 (C) 所示, 找出其开始点 CD, 其最早开始时间为 $Tc^E = Tb^E + 20 = 30$, $Td^E = \max(Tb^E + 20, Ta^E + 10) = 30$ 。将节点 C、D 减去, 网络图如图 4.7 (D) 所示, $Te^E = \max(Tc^E + 10, Td^E + 20) = 50$;

最后, 循环至网络图结束节点 E (即只有紧前, 没有紧后项目的节点), 就确定了所有项目节点的最早开始时间。

3) 关键路径的生成:

首先, 由网络图的开始节点开始, 遍历所有紧后节点, 如果其紧后节点的最早开始时间等于该节点的最早开始时间与作业长度之和, 将其记录为一条路线 (可能形成多条路线); 继续向下遍历, 直到紧随其后所有节点的最早开始时间都不等于该节点的

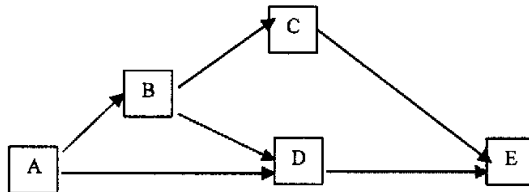


图 4.8 关键路径
Fig.4.8 CPM

最早开始时间与作业长度之和, 或遍历到网络图的结束节点为止。

其次, 对每条路线的结束点进行判断, 如果是网络图的结束点, 那么该条路线是网络图的关键路线。

如从节点 A 开始遍历其紧后节点 B、D, 由于 $Tb^E = Ta^E + 10$ 、 $Td^E < Ta^E + 10$, 形成路线 A—B, 继续遍历节点 B 的紧后节点 C、D, 由于 $Tc^E = Tb^E + 20$ 、 $Td^E = Tb^E + 20$, 形成两条路线为: A—B—C, A—B—D, 继续遍历节点 C 的紧后节点 E, 由于 $Te^E < Tc^E + 10$, 第一条路线结束为: A—B—C; 继续遍历节点 D 的紧后节点 E, 由于 $Te^E = Td^E + 20$ 并且 E 为网络图的结束点, 第二条路线结束为: A—B—D—E。判断两条路线的结束点 C 和 E, 因 E 为网络图的结束点, 所以如图 4.8 中红线所示, 该网络图的关键路线为 A—B—D—E, 作业总长度为: $Te^E + 20 = 70$ (天)。

④ 网络计划的优化^[15]

网络计划的优化包括时间、资源和费用三个方面, 下面给出各种优化的主要实现目标^[14]:

1) 时间优化: 就是在人力、物力、财力等资源不受限制的情况下, 寻求完成一项工程或一项任务所需最短的周期。

2) 资源优化: 在资源限制的情况下解决网络计划中资源的供需矛盾或实现资源均衡利用。

3) 费用优化: 又称时间—费用优化, 就是找出一个缩短工程周期的方案, 使得

完成工程任务所需的费用最低，它包括两个方面的含义，一是根据计划需要的工期，规划最低成本；二是控制成本，求得成本与工期的最佳组合。

以上三种优化过程贯穿整个网络计划实施的各个阶段，根据不同的情况及约束条件，有着各自不同的理论基础和处理方法，优化也是网络计划的最终目标。

4.2 新产品开发流程管理中 workflow 管理实现的关键技术

4.2.1 WFMC 参考模型^{[26][30]}

如图 4.9 所示是 WFMC 提供的工作流管理参考模型，它包括涉及的数据和接口两方面的内容，具体描述如下：

① 涉及的数据

1) 工作流控制数据：这些数据由工作流执行服务/工作流机进行控制，来辨别每个过程或活动实例的状态。用户和应用程序不能对其直接进行读写操作，但可以通过向工作流执行服务发消息请求来获得工作流控制数据的内容。

2) 工作流相关数据：这些数据可以被工作流应用程序访问并修改，因此工作流管理软件需要在活动实例之间传递工作流相关数据。

3) 工作流应用数据：指那些由应用程序操作的数据，是企业完成具体的业务功能所需要的数据，如产品结构数据等。

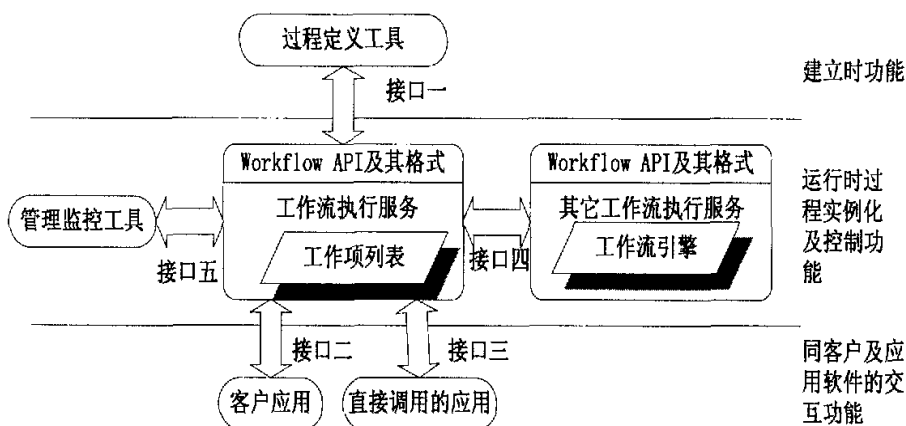


图 4.9 WFMC 参考模型

Fig.4.9 WFMC Reference Model

② 接口

1) 过程定义工具（接口一）

过程定义工具主要功能是给用户提供一种对实际业务过程进行分析、建模的手段，并生成使业务过程能够被计算机处理的形式化描述（即过程定义）。它为工作流与

过程定义信息交换提供了标准的交互格式及 API 调用。

2) 客户应用程序 (接口二)

它提供给用户一种处理需要人工干预任务的手段, 包括处理的一些要求 (如处理时间的限制) 及待处理的数据对象等。它可以提供 WFMS 的各种服务如会话连接、过程控制、活动控制、过程状态、活动状态、工作项列表的处理以及过程实例的管理等。WFMS 将为每一个用户维护一个工作项列表, 表示当前需要该用户处理的所有任务。

3) 被调用的应用程序 (接口三)

指 workflow 执行服务在过程实例的运行过程中调用的、用以对应用数据进行处理的应用程序。在过程实例中包含有这种应用程序的详细信息, 如: 类型和地址等。

4) workflow 执行服务 (接口四)

workflow 执行服务借助于一个或多个 workflow 引擎, 来激活并解释全部或部分的过程定义, 并同外部的应用程序进行交互来完成 workflow 实例的创建、执行和管理 (创建、激活、暂停、终止等), 在过程各活动之间的转移 (控制条件的计算和数据的传送等), 并生成有关的工作项通知用户进行处理等。它为 workflow 的执行提供了一个运行时的环境。

5) 系统管理与监控接口 (接口五)

其功能是对 WFMS 中过程实例的状态进行监控和管理, 如用户管理、角色管理和审计资源控制 (包括过程管理及过程状态控制) 等, 描述了需要从过程执行中所发生的各种事件上捕获和记录的各种信息, 如过程实例、活动实例、工作项和远程操作等信息。

4.2.2 workflow 模型的设计原则^[43]

① 面向企业用户, 以简单、直观和容易掌握为前提。过程模型有多种, 如活动网络图、Petri 网、状态图和语义一行为模型等。由于活动网络的可读性最好, 它比 Petri 网容易学习和理解, 对于非专业人员来说是最为直观、最自然的过程表达方式。

② 过程描述能力强, 能够定义可能发生的各种过程逻辑。除由 WFMC 定义的常见基本逻辑关系如“与分支”、“或连接”等, 还可能出现更复杂的逻辑关系, 如“A 活动的执行不能早于 B 活动”、“A 与 B 互斥, 但具体的选择机制是随机的”等。因此, 要进行合理地扩展, 通过增加模型元素以及模型元素的属性来弥补其描述能力的不足, 并引入“状态”这一概念。

③ 系统模型应是一种综合性的模型, 能够描述经营过程“是什么”、“由谁做”和“怎么做”。

4.2.3 基于状态和活动网络的过程模型描述^{[9][44]-[47]}

在活动网络图中, workflow 过程是一个由节点与连接线所组成的有向图。其中节点

代表活动，连接线代表活动间的顺序关系。

① 节点分为任务节点、关系结点和起始节点。

1) 任务节点：表示组成一个实际经营过程所需的各种类型的活动与任务，如表 4.1 所示分为人工型活动、自动型活动和子过程三种类型。

表 4.1 任务节点的类型

Table 4.1 Types of Task Node

任务节点类型	说 明
人工型活动	由执行者从自己的工作项列表中来选择执行，系统只监视活动的状态，并管理由活动产生的相关数据。
自动型活动	不需要人参与，直接由系统激活相关应用来执行的活动。
子过程	它是一类能够分解的节点，增强了过程模型的表达能力，具有了层次化的概念，并支持自顶向下的建模过程。

2) 关系节点：是为了直观地表示任务节点之间的关系而设立的，不代表任何需要执行的活动。WFMC 定义的六种基本关系分别是串行、与分支（并行）、与连接、或分支、或连接和循环。

通过以下两条约定，如图 4.10 所示可以隐含串行、或连接和与分支三种关系。

- ◇ 某节点的所有输入连接线，只要有一条发生转移，该节点即可执行；
- ◇ 某节点执行完后，其所有输出连接线都可发生转移。

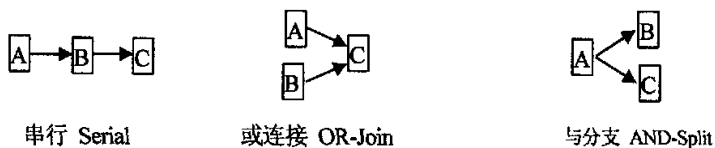


图 4.10 基本逻辑关系

Fig.4.10 Basic Logic Relation

仅仅这三种逻辑关系还不能满足需求的，因此引入了“与节点”和“空节点”。

与节点：如图 4.11 所示，表达“与连接”关系，执行过程就是判断其所有输入连接线是否都发生了转移，只有所有前趋节点都已经执行完，则“与节点”执行完毕。

空节点：如图 4.12 所示，表达组合复杂的关系，一旦激活立即结束，如： $(A \cup B) \cap C$ 。

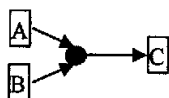


图 4.11 与节点

Fig.4.11 AND Node

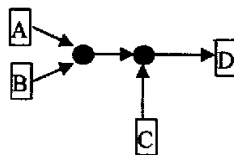


图 4.12 空节点

Fig.4.12 None Node

3) 起始节点：活动网络本身是一个可能带有自环的有向图，非线性的数据模型结

构，可能具有多个入口节点。为简化对流程开始的定义和结束的判断，引入了开始节点和结束节点。

② 连接线：控制连接线和数据连接线。

1) 控制连接线：体现过程的控制逻辑、节点的时序关系，其转移意味着节点状态的转移与整个过程的演进。其中规定只有前趋节点执行完毕后，并且经过该控制连接线的转移，后继节点才被允许执行。

无条件连接线：不需要任何条件的判断，只是一种顺序关系。

有条件连接弧：实现对某节点的多个后继节点的选择性激活，是一种选择关系。

如图 4.13 所示通过“有条件连接弧”，可以表达“或分支”与“循环”这两种逻辑关系。对于“或分支”是当节点 A 执行完毕后，会根据执行结果来选择节点 B 或节点 C 继续执行，B 与 C 可能是互斥的；对于“反复”的情况，是当节点 A 执行完毕后，根据结果来决定是继续返回 A 执行还是执行后继节点 B。



图 4.13 或分支和循环

Fig.4.13 OR-Split and Circle

2) 数据连接线：解决数据流和控制流不一致，在单独存在数据关系的不同节点间建立数据输出→数据输入的关系。

③ 状态：

主要是为了解决活动网络模型在状态表达方面的能力欠缺问题。与基于 Petri 网的过程模型相比，活动网络图隐去了节点的部分可见状态，从而造成模型语义上的模糊，使过程模型的表达能力不足。因此引入“状态”，建立一种与显式逻辑表达相辅助的隐式表达方式。

如表 4.2 所示，活动状态有初始、就绪、执行、挂起、终止、执行后和完成。

在 S1 组状态中分为中间状态和结束状态两类，中间状态是不稳定的状态，还可能继续变迁，结束状态是活动的最终状态，此后活动不能变迁，包括完成和终止，正常结束的状态为完成，非正常结束的状态为终止，其余都为中间状态。当活动为中间状态时，在 S2 组状态中有挂起和运行两种选择。活动的挂起状态是一种暂停状态，活动的状态变迁如图 4.14 所示。

表 4.2 活动状态列表

Table 4.2 Activity State List

状态组	状态名称	说 明
S1	初始	整个过程的控制流还未达到某一需要执行的活动时，该活动所处的状态。
	就绪	表示该活动已满足“开始条件”，即该活动被使能；若不满足条件则继续进行判断，直到条件被满足为止。
	执行	当被使能的活动经过触发机制（包括人工触发、自动触发）触发后，就进入执行状态。
	执行后	活动已经执行完，但还未满足完成条件。
	完成	活动已经执行完并满足完成条件。
	终止	在活动执行过程中，出现例外或错误情况，所处的状态。
S2	挂起	该活动被临时中断，状态禁止变迁。
	执行	外部命令“重启”，活动状态恢复变迁。

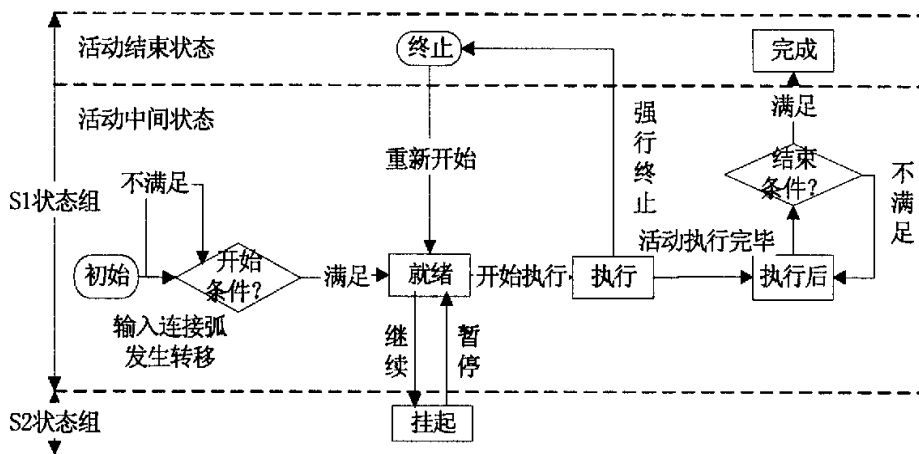


图 4.14 活动状态变迁图

Fig.4.14 The Transition of Action State

4.3 本章小结

本章主要从关键实现技术的角度对新产品开发流程管理的项目管理和 workflow 管理进行了研究，为系统软件的实现提供了技术上的可行性。

在项目管理中，主要研究项目计划和计划进度控制的实现工具，包括工作分解结构、里程碑计划、甘特图和网络图等，其中重点研究了工作分解原则和方法，并给出了甘特图和网络图（包括关键路径）的自动生成算法等。

workflow 模型是 workflow 管理技术的关键，本章主要论述了 WFMC 提供的参考模型，并重点对状态活动网络过程模型进行了详细研究。

5 应用实例

本论文从项目管理和 workflow 管理两个方面分别介绍 LG-PDM 和面向设计院流程管理系统的运行实例。

5.1 LG-PDM 系统

5.1.1 系统需要解决的问题和功能需求

LG-PDM 是柳工产品数据管理系统, 在新产品开发流程方面主要是以柳工技术中心的产品开发流程为研究背景, 系统需要解决的问题主要有:

① 柳工技术中心的产品开发流程主要依靠手工管理, 是按照传统串行的方式进行的, 没有充分发挥计算机和网络的作用。

② 项目管理与产品开发流程管理没有结合起来。柳工采用了 MS Project 软件, 没有和其它产品开发软件集成, 使开发流程中的动态信息无法利用项目管理软件管理起来, 需人工输入并进行进度计划调整, 造成产品开发过程与项目管理脱节。

③ 零部件相关修改不彻底。技术中心尚无有效的相关修改控制手段和支撑技术, 而是通过更改通知单与后续部门联系, 相关修改无法彻底进行, 有时会造成严重的后果。

④ 技术信息没有版本管理机制的支持。设计人员各自设计的图纸在更改后, 新的图文件直接替换旧的, 而没有对其实施有效的版本管理机制, 造成产品图纸文档管理混乱。

在产品开发流程管理方面对系统的功能需求如下:

① 项目管理功能需求

包括创建项目、设定产品开发工作流程、项目任务分解与人员任命、项目资源调度、项目计划管理和进度控制、项目工作总结管理等。

② workflow 管理需求

包括零部件审批过程管理、工程变更及版本管理、电子邮件与通讯管理、产品开发文件归档管理等。

5.1.2 系统运行实例

① 如图 5.1 所示, 项目管理包括编辑项目属性、添加子项目、删除和保存子项目, 可以为项目关联文件并显示和预览, 同时自动生成项目 Gantt 图。

② 如图 5.2 所示, workflow 管理可以自定义各种审批流程和实例化, 并对文档进行自动流转和控制。

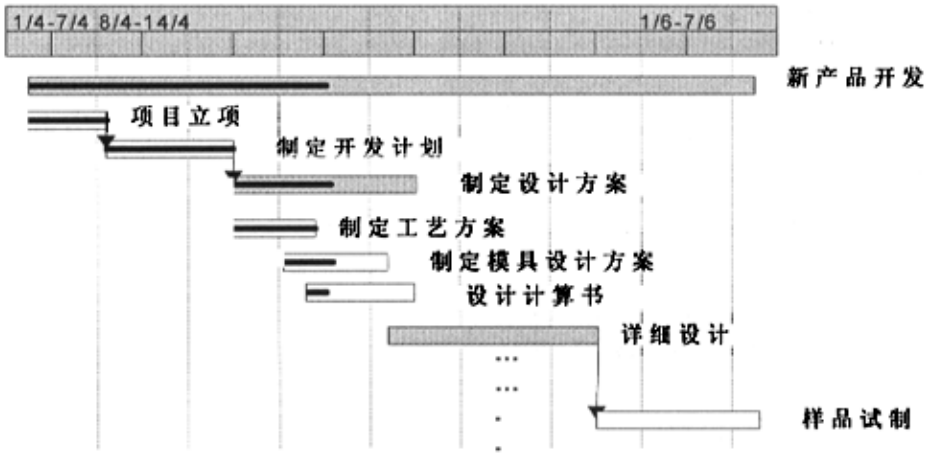


图 5.1 项目管理
Fig.5.1 Project Management



图 5.2 workflow 管理
Fig.5.2 Workflow Management

③ 网络会议在线讨论

如图 5.3 所示，首先系统自动查找在线人员，用户进行选择建立讨论组，客户端会自动弹出讨论窗口，就可以自由发言了，而且所有的内容都可保存成文件，作为会议记录。



图 5.3 网络会议在线讨论

Fig.5.3 Net Meeting

5.2 面向设计院流程管理系统

5.2.1 系统需要解决的问题和功能需求

面向设计院流程管理系统是以重钢设计院工程设计过程控制和管理为研究背景，由于工程设计院设计的是工程图纸，因此在工作流管理方面主要管理图纸的自动流转和控制监督，不涉及到制造业产品结构和配置问题，是一种定制化流程管理系统。它在流程方面需要解决的主要问题有：

① 工程设计过程基本上还是串行。一方面由于传统的组织结构基本上是按照职能进行划分的，管理层次多，各机构间协调复杂，信息交流和传递困难。另一方面专业之间、设计和制造施工都相互独立，每个阶段都很少考虑后续阶段的技术限制和约束，经常出现大的循环和反馈，延长了设计周期，增加了设计成本。

② 系统集成不充分，没有将相对独立、功能各异的各专业设计软件进行集成，使信息、资料只能由人工方式进行传递，造成设计效率很低。

③ 缺乏知识共享平台，项目管理困难，协同工作能力低。由于缺乏一个共享的项目信息环境，设计和管理人员无法获得当前实际的项目设计情况，以致控制、反应、调整的能力和各专业设计、管理人员间协同工作能力较弱，而且无法有效地利用已有的知识资源，造成了信息和资源的浪费。

5.2.2 面向设计院流程管理系统的项目管理子系统

面向设计院流程管理系统项目管理子系统包括了项目计划、项目组织和项目控

制。首先，根据重钢设计院项目管理的特点将其划分为三级项目计划（项目总体计划、项目阶段计划和专业计划）模式（如图 5.4 所示）对项目自身属性以及与项目相关信息如任务、人员进行定义和修改，其中项目总体计划、项目阶段计划、项目专业计划反映了工程项目制定的阶段性，而专业接口计划则反映了每一个设计阶段中各参与专业设计的并行性，体现了工程设计的多项目、多专业、多成员同时参与的复杂、并行和协同等特点，对于重钢设计院是非常适用的。

项目组织是根据不同的工程项目，成立项目工作小组，动态组织各专业人员，实现了信息的横向流动，具有扁平组织结构上下级方便沟通和信息交流的特点。因此，形成了矩阵型扁平化的新产品开发组织结构，使其既具有“金字塔”组织结构的优点，又具有扁平化组织结构的优点。

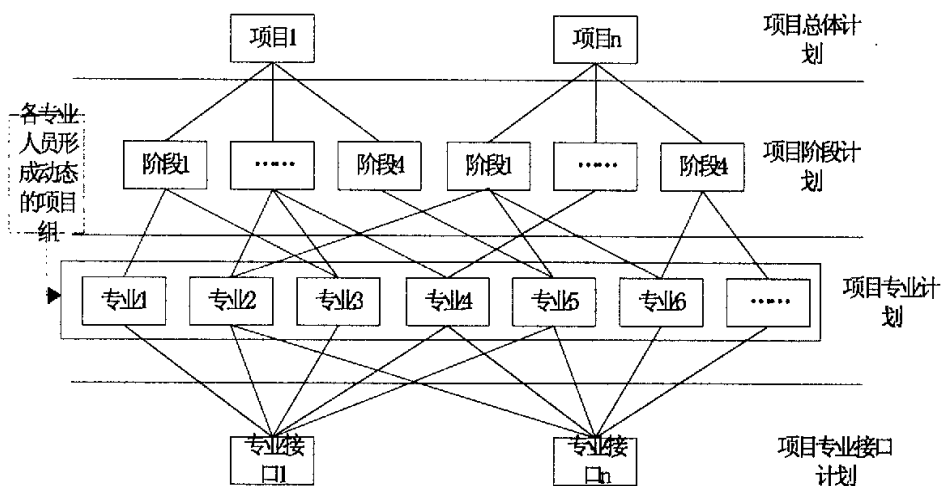


图 5.4 三级项目计划模式

Fig.5.4 Three-Class Project Mode

项目控制是利用项目进度控制工具甘特图对项目进程和状态等信息进行管理和监控，当发现计划进度和项目实际进度有出入时，分析原因并运用网络图对其关键路径进行重新计算和编排。而且面向设计院流程管理系统将 ISO9001 质量管理体系思想贯穿整个系统，并设立日志管理子系统，保证项目的所有过程实行文件化，并具有一定的可追溯性，确保了项目文档的完整性。

5.2.3 系统运行实例

① 项目的工作分解

项目工作分解如图 5.5 所示，界面包括项目工作分解结构，归档文件区和未归档文件区。主要功能有项目的创建、修改和删除，编辑项目间的逻辑顺序关系，及网

络图（包括关键路径）和甘特图的自动生成。

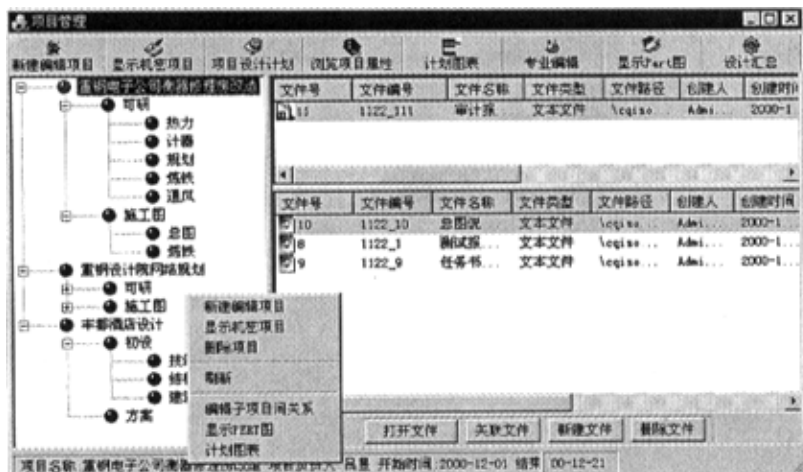


图 5.5 项目工作分解

Fig.5.5 Project Work Breakdown

② 项目计划编制

项目计划编制包括项目总体计划、项目阶段计划、专业计划和专业计划接口四部分。如图 5.6 所示，表示项目组成员为了控制、协调专业间的并行设计，与各相关专业共同协商而制定的专业设计并行接口计划。



图 5.6 项目计划编辑

Fig.5.6 Project Plan Edit

③ 如图 5.7 所示，项目甘特图粗略地表示项目的总体计划，用于对项目计划的宏观调控。横条间的连线表示各子阶段和任务间的逻辑关系。

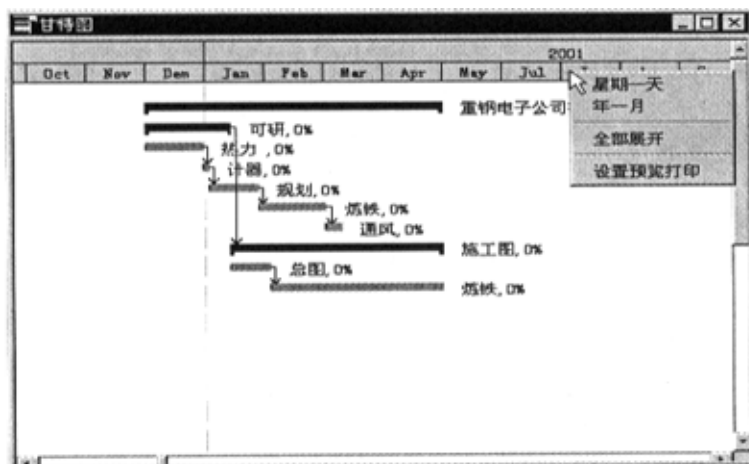


图 5.7 项目甘特图

Fig.5.7 Ganrt Chart

④ 如图 5.8 所示项目网络图，定义子项目或任务之间的逻辑顺序关系，并计算关键路径，为时间进度安排提供依据和工具。

其中圆圈表示项目节点，箭头表示项目间的逻辑关系，红色节点表示子项目，双击可展开子级网络图；蓝色节点表示一个独立的任务；灰色节点表示该节点存在子级网络关系，但已展开，双击可收回子级网络图；红色箭条线表示关键路径。

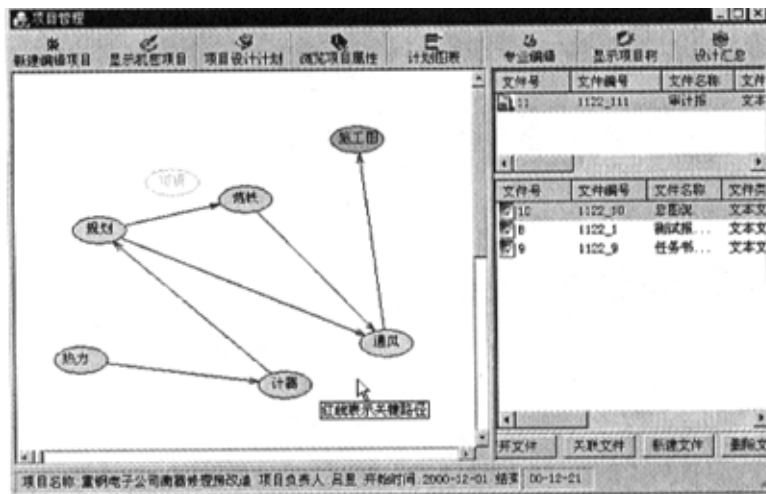


图 5.8 项目网络图

Fig.5.8 Project Pert

⑤ 如图 5.9 所示，项目计划汇总是对某段时间（如某个季度，某年）内将要进行的所有项目的预定计划表，提供给主管院长以供参考，一般用户也可浏览。

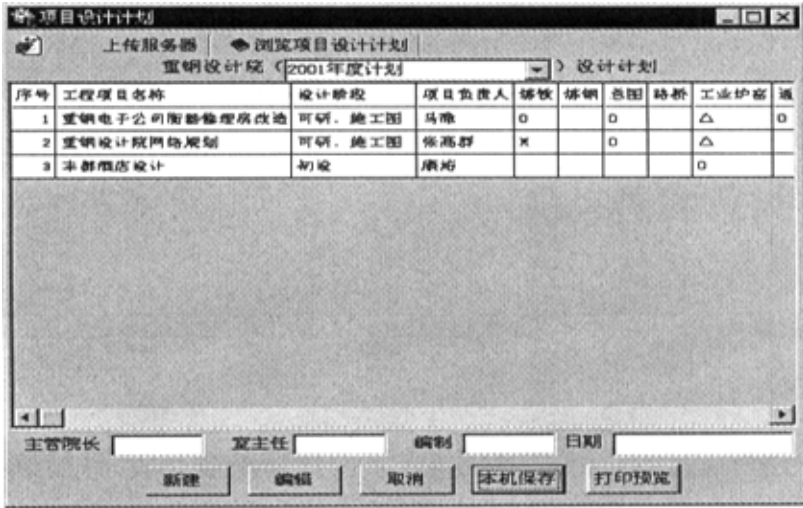


图 5.9 项目计划汇总

Fig.5.9 Project Plan Statistics

⑥ 如图 5.10 所示， workflow 管理自定义和控制文档的流转，包括流转的步骤、时间和人员等。



图 5.10 workflow 管理

Fig.5.10 Workflow management

⑦ 任务的感知

如图 5.11 所示，对任务箱中的任务分类成未完成、已完成和所有，用户每次登录系统，其个人的任务箱和邮件箱自动打开，提示任务和邮件。



图 5.11 任务感知

Fig.5.11 Task Notifying

5.3 系统实施效果及作者在系统开发中的主要工作

作者主要从事了 LG_PDM 系统第三次改版的工作,设计并开发了 LG_PDM 中的项目管理、网络会议模块。LG_PDM 的设计完全达到了柳工技术中心对产品开发信息管理的要求,并作为柳工 CIMS 工程的一个子系统通过了 CIMS 一期工程的验收。现在柳工技术中心已经把该 PDM 系统成功地应用于产品开发管理,该 PDM 系统管理着 5 个挖掘机的产品数据和 10000 余个零部件的设计和工艺信息。

作者在面向设计院流程管理系统中参加了第二次改版,先后参加了调研、设计和开发的全过程,主要承担项目管理模块的设计和开发。该系统第一版从 1998 年 6 月正式在重钢集团设计院运行使用,2001 年 1 月开始使用第二版,已经在近 80 个工程项目及设计管理工作中得到应用,涉及范围包括建筑工程、市政工程、环保工程、冶金工程、城市规划等工程设计,完成设计投资约 8 亿,设计施工图 4045 张。实现了并行协同工程设计过程控制和管理(多专业多项目计划管理、并行协同设计过程管理、电子化图文档流转控制、质量记录管理)的电子化管理,解决了人工难以解决的技术问题和管理问题,缩短了设计周期 50%,提高工效 3~5 倍,取得明显的经济和社会效益,并获得了重庆市科技进步三等奖。

5.4 本章小结

本章将理论和实践相结合,主要从项目管理和 workflow 管理两个方面给出了 LG-PDM 系统和面向设计院流程管理系统的实例及实施效果,并列出了作者在系统开发中所做的工作。

6 结论

新产品开发流程是企业的核心流程，对产品开发周期、质量和成本都很大影响，因此对其进行管理和优化具有非常重要的意义。

① 新产品开发组织模式与新产品开发流程是相辅相承的，它为流程管理和优化提供必要的人员支持，因此在新产品开发流程优化的同时，必须对现存的组织结构进行重组，使之达到协调一致。本文根据所调研企业实际情况，参考流程管理基本理论业务流程重组和项目管理思想，提出一种将两种组织模式相结合，使新产品开发组织结构同时从横向和纵向两个方面由职能式向矩阵式和面向过程转变。

② 在使用任何流程管理软件之前必须对企业现有新产品开发流程进行优化和规范化。本文针对某企业现有流程存在的问题进行分析，并运用新产品开发流程管理先进的思想（如并行工程、业务流程重组和项目管理）将原来面向职能的新产品开发流程优化成面向过程的流程，使产品开发周期明显缩短，提早了产品的上市时间；同时实现新产品开发流程的文件化和可追溯性，使出现错误的机率达到最小，最终达到整个产品成本的降低。

③ 合适的流程管理系统是流程管理和优化的使能工具。通过对现有项目管理、 workflow管理和 PDM 软件的功能和特点分析，本文提出了一个新产品开发流程管理的体系框架模型，能够支持新产品协同开发，集成产品结构、产品过程和组织，集成项目管理、 workflow管理和数据管理，使流程实现自动执行和持续改进，其中的流程定义工具可以使用户进行流程自定义，增强了该体系模型使用的灵活性。

④ 本文对新产品开发流程管理中项目管理和 workflow管理实现的关键技术进行了研究，给出了甘特图和节点式网络图（包括关键路径）的自动生成算法。

⑤ 通过 LG-PDM 和面向设计院流程管理系统的运行实例及实施效果说明新产品开发流程管理系统实现的可行性。

致 谢

行文至此，回想起三年的点点滴滴，感慨万分，心中充满了感激。这里我要感谢所有关心过我的老师、亲人和朋友，感谢他们长期以来对我的支持和帮助，我会把这一切铭刻于心，带着它继续努力。

首先要感谢我的导师徐宗俊教授和郭钢教授。徐老师渊博的知识、敏锐的思维、一丝不苟的工作作风和严谨的治学态度使我在研究生的学习和工作中得到许多启发和帮助。感谢郭钢教授，对我的学习、工作和论文给予了悉心的指导。是两位老师耐心的辅导和帮助使我获取今天这样的成绩。

感谢我亲爱的父母和亲人，他们是我心灵的港湾，感谢他们对我所做一切的包容、支持和爱护。

最后，感谢我们这个集体中所有的老师和师兄姐妹们三年来对我的帮助，特别感谢吕昱师兄在学习和工作中给予的指导和帮助，感谢吴琦峰和王宁两位师弟在我论文撰写期间给予的帮助。我会永远记住这个温暖的集体，记住我们互相学习、共同努力的时光，愿这真诚的友谊永伴我们成长。

康 涛

2002年4月于重庆

参考文献

- [1] 李新春. BPR 实施—须改变现行企业的职能管理模式. <http://www.cimsnet.com>
- [2] 柴邦衡, 陈卫等著. 《设计控制》. 机械工业出版社. 2001.04
- [3] 863/CIMS 企业实施案例. <http://www.cimsnet.com/corporationcases/jincheng/jin51.htm>
- [4] 朱全敏, 熊光楞, 辜承林. 产品开发过程管理的研究进展和展望. <http://www.e-works.net.cn>
- [5] 裴金林. 面向企业流程——BPR 的要点之一. <http://www.amteam.org>. 摘自《IT 经理世界》
- [6] 向鹏成. 我国工程项目管理的发展趋势及对策. <http://www.project.net.cn/project-14.htm>
- [7] 罗海滨, 范玉顺, 吴澄. 工作流技术综述. 软件学报. Vol.11. No.7. 2000: 899—907
- [8] 左美云, 王小波, 陈昕. 项目管理软件. <http://www.e-works.net.cn/zt126/>. 2002.03
- [9] 范玉顺. 《工作流管理技术基础》. 清华大学出版社. 2001.07
- [10] 并行工程简介. <http://www.e-works.net.cn/xxjs/bx11.htm>
- [11] 张珂殊, 陈加栋, 熊光楞. 产品开发过程——并行工程实施的引擎. <http://www.sunytek.com/html/empolder/cpkfgc.htm>
- [12] 熊光楞, 张玉云, 李伯虎. 并行工程——系统化、集成化产品开发方法与技术. <http://www.e-works.net.cn/xxjs/bx4.htm>. 摘自计算机世界
- [13] Urban and Hanser. Design and Manufacturing of New Products. Engelword Cliffs. N.J. Prentice-Hall. 1985
- [14] 协同工作环境. <http://www.cimsnet.com/MonographicTech/>
- [15] M Gaspari, F. Motta and A StuttAn open Framework for Cooperative Problem Slosing. IEEE Expert. June 1995
- [16] 李涛, 熊光楞, 徐文胜. 关键技术之二: 并行工程协调技术与应用. <http://www.e-works.net.cn> 摘自: 计算机世界网
- [17] 徐文胜, 常天庆, 张新访, 周济. 并行工程基于实例的冲突. <http://www.e-works.net.cn/> 摘自: 中国机械工程
- [18] 胡建. 硕士论文. 《产品设计过程管理方法及其在 PDM 系统中的应用》. 2000.05
- [19] 马万太, 王宁生. 并行工程下集成设计框架的研究. 航空学报. Vol.20. No.2. 1999.03
- [20] 谢列卫, 潘伯松. 基于集成化产品开发的过程建模和管理系统研究. 机电工程. No.5. 1999
- [21] 王云. 业务流程重组—企业获得突破性成长的有效途径. <http://www.amteam.org> 摘自《IT 经理世界》
- [22] 郭代华. 企业流程改造与商业自动化. <http://www.amteam.org> 摘自《IT 经理世界》
- [23] 中国项目管理研究委员会. 《中国项目管理知识体系与国际项目管理专业资质认证标准》. 机械工业出版社. 2000.05
- [24] Ou Lixinong and Qian Fupei. Project Management Body of Knowledge and The Thinking of

- Its Modular Research. International conference on Management Science and The Economic Development of China. Hong Kong. 1996
- [25] 项目管理. <http://www.stcsm.gov.cn> (上海科技在线学习)
- [26] 孙少辰, 吴海明. 应用并行工程实现新产品开发. 河北工业大学学报. Vol.28. No.6. 1999.12
- [27] 孔祥云. 流程分析与优化重组技术. <http://www.amteam.org>
- [28] 裴金林. BPR 理论与技术—BPR 的原则. <http://www.amteam.org> 摘自《IT 经理世界》
- [29] Workflow Management Coalition. The workflow reference model. [WFMC-TC-1003]
- [30] Workflow Management Coalition. Workflow management coalition terminology & glossary. WFMC TC00-1011. 1994
- [31] (德)约瑟夫·萧塔纳著. 祁国宁译.《制造企业的产品数据管理》. 机械工业出版社. 2000.12
- [32] 王昕, 熊光楞, 王计斌. 关键技术之一: 并行工程过程管理. <http://www.ccw.com.cn>
- [33] 吕昱. 硕士论文.《产品数据管理体系结构与实施方法学研究》. 2000.05
- [34] Bernhard Westfechtel. Integrated Product and Process Management for Engineering Design Applications. Integrated Computer-Aided Engineering. 1996. 3(1): 20-35
- [35] 过程管理与集成技术. <http://www.863cims.net>
- [36] Dik Lee, Chen Y. Integrated Product and Process Data Management. Integrated Computer Aided Engineering. 1996. 3(1): 1-4
- [37] Jack R.Meredith, Samuel J, Mantel Jr. Project Management: A Management Approach (Third Edition). John Wiley&Sons.Inc.. 1995
- [38] 毕星, 翟丽.《项目管理》复旦大学出版社. 2000
- [39] 康涛, 李华川, 唐业, 刘晓勇. 现代企业中的项目管理技术及其实现. CAD/CAM 计算机辅助设计与制造. Vol4. 2001
- [40] 项目管理与网络计划技术. <http://www.amteam.org>
- [41] 汪应洛, 陶谦坎.《运筹学与系统工程》. 机械工业出版社. 1993
- [42] 《运筹学》教材编写组.《运筹学》. 清华大学出版社
- [43] Haibin Luo, Yushun Fan. CIMFLOW: A WORKFLOW MANAGEMENT SYSTEM BASED ON INTEGRATION PLATFORM ENBIRONMENT, Proceedings.ETFA '99.1999 7th IEEE International Conference on Volume 1. 1999. pp.233-241
- [44] 罗海滨, 范玉顺, 吴澄. 一种面向企业用户的工作流模型. 计算机集成制造系统—CIMS. Vol.6. No.3. 2000: 55—59
- [45] 潘俊勇, 欧阳由, 万立. PDM 系统中任务管理的研究. 计算机辅助设计与制造. 1999.05
- [46] 曹健, 张友良, 赵海燕, 黄双喜. 并行工程中设计任务的动态分配方法研究. 中国机械工程. <http://www.e-works.net.cn>. 摘自: 计算机辅助设计与图形学学报
- [47] 许超. 适用于动态流程管理的 PDM 模型研究. 制造业自动化. Vol.22. No.2. 2000.2

附 录

硕士期间参与的主要工作:

- 1、作为参与人员进行了柳州机械股份有限公司 PDM 系统第三次改版工作,该系统在柳工运行良好,并作为柳工 CIMS 应用工程的一个子系统通过了柳工 CIMS 应用工程一期工程的验收。
- 2、作为主研人员完成面向设计院流程管理系统的第二次改版工作,已交付重庆钢铁设计院使用,并获重庆市科技进步三等奖。
- 3、独立开发完成了重大高科机电设备分公司进销存管理系统,该系统已交付使用。
- 4、作为负责人完成了重庆市沙坪坝公安分局刑警队档案管理系统的研究和开发,该系统已交付使用。
- 5、作为参与人员进行了迈特售楼管理系统的开发,该系统已被重庆多家房地产开发商购买。
- 6、李华川、康涛主编《Visual C#入门与提高》于 2001 年 5 月由重庆大学出版社出版。

硕士时期间发表的论文:

康涛、李华川、唐业、刘晓勇,“现代企业中的项目管理技术及其实现”发表在《CAD/CAM 计算机辅助设计与制造》杂志 2001 年第 4 期。