

学科门类： 工学
中图分类号： TP315

单位代码： 10287
密级： 公开

硕士学位论文

产品开发项目管理系统的技术研究

学生姓名	袁军
一级学科	机械工程
研究方向	机械电子工程
学科专业	计算机集成制造系统
指导教师	戴勇 教授 陈蔚芳 副教授

南京航空航天大学

二〇〇二年三月

学科门类： 工学
中图分类号： TP315

单位代码： 10287
密级： 公开

硕士学位论文

产品开发项目管理系统的技术研究

学生姓名	袁军
一级学科	机械工程
研究方向	机械电子工程
学科专业	计算机集成制造系统
指导教师	戴勇 教授 陈蔚芳 副教授

南京航空航天大学

二 0 0 二 年 三 月

摘要

有效的产品开发项目管理可以对产品开发进行全生命周期的控制,从而缩短产品开发周期、提高产品质量、增强产品市场竞争力。本文针对 PDM 项目管理模块功能较弱的现状,对产品开发项目管理系统进行了技术研究,以达到完善其管理功能和软件性能的目的。

本文首先分析了项目管理的四个基本视图,在此基础上建立了“纵向分解成项目树、横向具有 workflow”的产品开发项目体系,并描述了项目管理的生命周期和管理功能,然后重点探讨了项目管理两个主要功能——纵向项目树分解、横向 workflow 规划的方法或算法,最后选择基于 Web 的多层体系结构和支持 Web Services 组件技术的 .NET 开发平台,实现了一个产品开发项目管理系统原型的设计和与主要部分的开发。

关键词: 产品开发项目管理、产品开发项目管理系统、PDM、项目树、workflow、并行工程、C/S 体系、B/S 体系、Web Services

Abstract

Effective Project Management (PM) can control the product development from beginning to the end, to condense development time, improve the quality and competitive power of the product. So this paper talks something about the product-developing-project management (PDPM) information system.

First, the paper analyzes four basic view pictures, and build up a product-developing-project system, which can be decomposed into a "project-tree" in the upright direction and has "workflow-networks" in the horizontal direction, with its life cycle and management work.

Then the paper studies the methods of decomposing the "project-tree" and designing the "workflow-network".

Finally, the paper studies how to develop such a PDPM information system and designs it, and compares the traits of different software structures and the new Web Services technology by the way.

Key Words: PM, PDPM information system, PDM, "project tree", "workflow network", C/S, B/S, Web Services

目录

摘 要	I
Abstract	II
目 录	III
第一章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 课题的由来和意义	2
1.3 课题的国内外研究现状	3
1.4 本文的内容结构	4
第二章 产品开发项目体系与管理功能	6
2.1 产品开发项目体系的四个视图	6
2.1.1 项目视图	6
2.1.2 流程视图	7
2.1.3 组织视图	8
2.1.4 资源视图	9
2.2 产品开发项目体系	10
2.3 产品开发项目的生命周期与管理工作	12
第三章 项目树管理和工作流程优化	15
3.1 纵向项目树分解的方法	15
3.2 纵向项目树分解的优化思想	16
3.3 横向 workflow 规划的并行工程思想的优化	16
3.3.1 传统的串行流程模式与不足	16
3.3.2 并行流程的模式与优点	17
3.3.3 实现并行流程优化的方法	18
3.4 横向 workflow 节省费用的优化算法	19
3.4.1 网络图和甘特图	19
3.4.2 网络计划技术和关键路径法	21
3.4.3 优化工作前半段: 计算节点式网络图的时间参数	21
3.4.4 优化工作后半段: 时间-费用优化	24
第四章 项目管理系统的架构和开发平台	28
4.1 系统的体系结构	28
4.1.1 传统的 C/S 结构	28
4.1.2 本系统的多层体系结构	28

4.2	系统采用的技术	30
4.2.1	现有系统的需改进之处	30
4.2.2	Web Services 技术趋势	31
4.2.3	Web Services 的特点	32
4.2.4	Web Services 应用系统的建造框架	33
4.2.5	Web Services 技术的优点	33
4.3	系统的开发平台	34
4.3.1	IBM Websphere 平台	35
4.3.2	Sun 开放网络环境(Sun ONE)平台	35
4.3.3	本系统的开发平台	37
第五章	项目管理系统的实现	39
5.1	系统的基本要求	39
5.2	系统的配置与功能模型	40
5.3	用户界面层的实现	42
5.3.1	登录	42
5.3.2	浏览器端配置 FTP 服务器和 Email 服务器功能	43
5.3.3	浏览器端的用户管理功能	44
5.3.4	浏览器端的项目树管理	45
5.3.5	浏览器端的工作流管理	48
5.3.6	系统的其它功能和组件	49
第六章	总结与展望	50
	致谢	51
	在学期间研究成果	52
	参考文献	53
	附录 系统数据库	57

第一章 绪论

1.1 引言

不论时代如何变化，只要是市场经济，各个制造企业面临的市场竞争始终遵循以下规律：(1)用户选择，(2)性能价格比，(3)优胜劣汰。企业为了适应市场，需要实现产品的时间(T)、质量(Q)、成本(C)、服务(S)甚至知识创新(K)这些品质的全面提升。为此，有不少大企业采用了信息化管理系统，如 ERP 系统、PDM 系统、CRM 系统、电子商务系统、SCM 系统等。

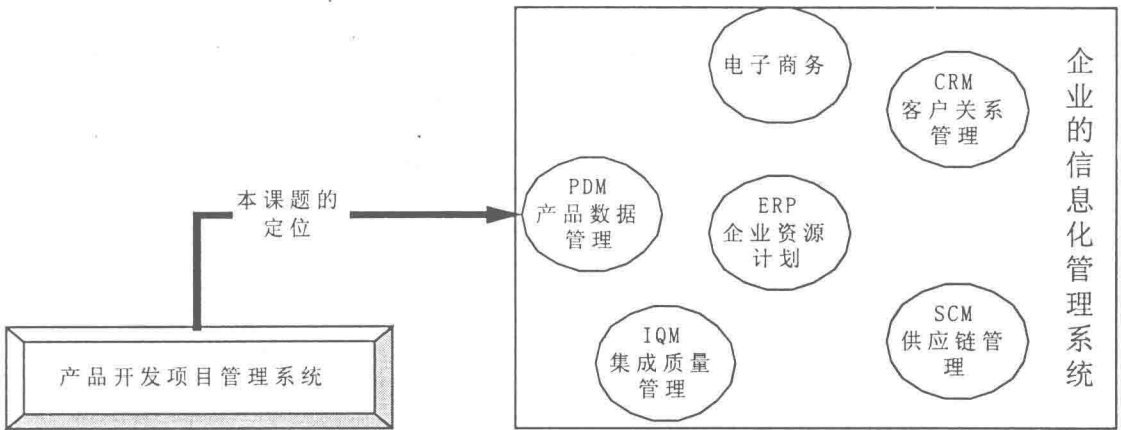


图 1-1 产品开发项目管理系统的定位

其中，产品开发项目管理系统作为 PDM 系统的一部分，越来越受到企业的重视。产品开发项目管理系统是本文研究的对象，其在企业信息化中的定位如图 1-1 所示，其与 PDM 系统其关系则如图 1-2 所示。

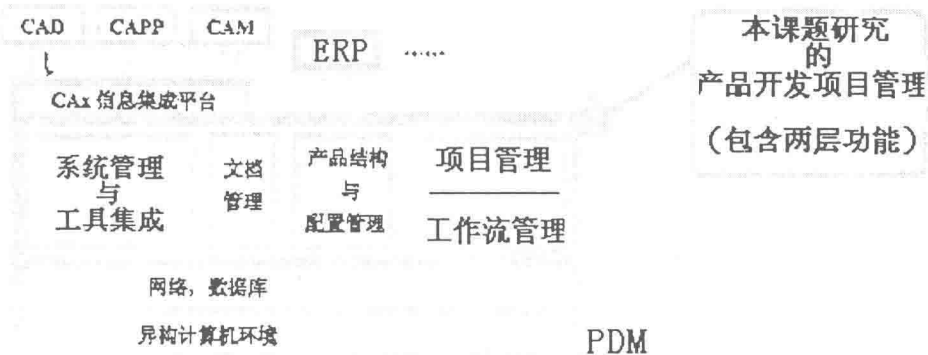


图 1-2 本系统在 PDM 系统中的位置

而下面则是几个相关概念在本文中的定义：

PDM: PDM 是指以软件技术为基础，以产品为核心，实现对产品相关的数据、

过程、资源一体化集成管理的 product 数据管理系统。

产品开发：即企业开发产品的工作，包含企业为了开发产品而进行的概念设计、详细设计、过程设计、原型制造测试、交付生产制造这一系列活动及配套活动。

项目：指一系列相关工作，有规定的完成时间、规定的目标。

产品开发项目管理：指对产品开发立项，进行计划、实施，并在实施过程中对项目运行状态进行监视、反馈、控制调整，最后进行总结，完成项目生命周期，所以也有人称之为 PDM 的产品生命周期管理、或者过程管理。

产品开发项目管理系统：为产品开发项目管理所作的信息管理系统，是 PDM 系统的一个组成部分。

1.2 课题的由来和意义

随着新技术的涌现与发展，产品开发和销售在世界制造业中的比重越来越大，并受到很大的重视。产品开发中信息技术、计算机技术、自动化技术被大企业广泛应用。而我国制造企业，也在努力增强产品开发能力、提高管理水平，并采用了很多 CAD/CAPP/CAM、MRPII、PDM 之类的信息化设计与管理系统。

其中的 PDM 系统，最早的管理目标是解决大量工程图纸、技术文档的计算机管理问题；然后逐渐扩展到产品开发中的三个主要领域--设计图纸和电子文档管理、产品结构配置管理、工程发放和变更管理；后来，随着对集成产品开发（IPD）、并行工程等思想的重视，企业提出了对整个产品开发进行协调和进度控制的要求，即对产品开发进行管理的要求，于是，PDM 中又增加了新的功能——产品开发项目管理。

为什么产品开发需要有良好的项目管理？理由如下：(1) 企业要求缩短产品开发周期，因此，项目本身必须成为控制和优化的对象。(2) 以项目的下属流程为基础进行成本核算，能够更全面地反映成本的构成，基于项目活动的成本核算（activity based costing）就体现了这种思想。(3) 以项目的下属流程为基础进行质量控制，把质量控制从事后检测转变为事前预防，能够尽量减少大的设计更改。需求管理、质量功能配置（quality function deployment）、全面质量管理（total quality management）都是这种思想的反映。(4) 以可视化产品开发项目模型为基础的协同设计支持环境是信息化管理的基础。(5) 追踪由最初的开发需求到最终产品实现的全过程，从中获得有益的经验 and 知识，是企业增强产品开发能力的基本手段。(6) 从组织的角度来看，项目管理也是企业对自身行为的认知、反省和控制。

一个功能齐全的 PDM 系统应该具有良好的项目管理模块，然而现在很多 PDM 系统的项目管理功能还很弱，有的只是象征性的支持，对管理产品开发项目的全生命周期、提高企业的反应能力、适应不同需求还没有很好的支持，还不能满足企业增长的需求。而且，现在的产品开发项目管理功能多数基于 C/S 软件结构，在 Web 浏览

器客户端只能提供较弱的表格管理功能，在与其他软件交互、软件升级等方面存在很多困难。

所以，本文打算对产品开发项目管理系统进行一点研究。作者希望能得到一个良好的项目管理系统的原型，项目管理者可以利用项目管理信息系统来灵活而合理地制定项目计划、分解项目并规划项目的下属工作流程，而项目执行者则可以快速方便地按照项目计划来执行任务，并把执行的进展情况填入系统，实现向项目管理者们的实时报告和管理者对工作进展的实时监控调整，从而使产品开发的管理品质得以提升。同时采用完全的 B/S 软件结构、并将需要与其它软件交互的较复杂的功能块做成可部署的 Web Service 软件组件，提高软件的低成本、可分布、可升级性能。

期待本文能够完善对产品开发项目管理的研究，并给制造业集成化管理平台的研究提供有价值的参考。

1.3 课题的国内外研究现状

国内外对于产品开发项目管理的相关研究，已经有不少进展，以下是主要的两点：

(1) 在项目的下属 workflow 规划方面。国内外对产品开发项目管理的不研究中，集成化产品开发等综合的概念及其重要性已很明确，集成化管理工具软件已见报道，如 PTC 公司的 PDM 软件 Winchill 中的过程管理（包括项目管理和下属 workflow 管理，即项目管理）功能，能将设计至生产全程集成到一起，让所有的用户并行地进行同一产品的设计制造工作，即实现所谓的基于并行过程的项目管理。到目前为止，国内外对项目分解和流程优化的研究与应用趋势主要有以下几方面：

- 企业的组织从目前的串行模式转变为并行模式，可能面临哪些问题、应采取哪些措施和方法。
- 集成算法方面，如 Microsoft Project 能够根据用户定义的网络图自动生成关键路径等重要路线。
- 建模方法及流程的优化方面，比如国外 DICE 计划 PPO 模型（Product, Process, Organization）试图通过引入标准（PDES/STEP）为产品、过程、操作建一个集成模型，然后以关系矩阵的方式组织和管理全过程；
- 冲突与仲裁技术方面，利用通信和多媒体技术，进行管理约束和过程跟踪。

(2) 在系统软件的架构方面，很多公司已应用面对对象的系统分析和设计技术、基于 Web 平台的多层结构、以及分布式组件技术（CORBA/DCOM/EJB 组件技术）来建造项目管理软件系统，适应网络时代对企业级应用的要求。如 PTC 公司的 PDM 软件 Winchill 包括其中的项目管理模块，已具备初步的 Web 功能，它是采用先进的网络技术（TCP/IP.HTTP.HTML.URL.APPLET 等）作为核心技术，运用 Rational Rose、Visual Cafe 等功能强大的建模语言和开发环境开发完成的；该系统可以通过企业的

网站同 Internet 很好的结合起来, 使一个企业员工或一个客户无论身在何方, 只要通过 Internet 就可以与企业内部的 WindChill 包括项目管理模块联系起来, 处理各种工作, 或得到各种服务。此外, 目前能完全基于 Web 使用的项目管理软件还很少见。随着 Java 相关技术体系和 Microsoft .NET 技术体系的快速发展, 相信局面会有快速的改观。

另外, 目前国外的通用项目管理软件的情况如下: 根据功能和价格水平, 可分为两个档次, 一种是高档项目管理软件, 供专业项目管理人士使用, 这类软件功能强大, 价格一般在 2000 美元以上, 如 Primavera 公司的 P3、Gores 技术公司的 Artemis、ABT 公司的 WorkBench、Welcom 公司的 OpenPlan 等; 另一类是低档项目管理软件, 应用于一些中小型项目, 这类软件虽然功能不很齐全但价格较便宜, 如 TimeLine 公司的 TimeLine、Scitor 公司的 ProjectScheduler、Primavera 公司的 SureTrak、Microsoft 公司的 Project 2000 等。

1.4 本文的内容结构

图 1-3 所展示的是本文的内容顺序: 首先从产品开发项目的基础视图开始, 描述出产品开发项目体系、项目生命周期及各部分管理功能, 然后对两个主要的管理功能--项目树分解和 workflow 规划的方法和优化进行了论述, 最后设计产品开发项目管理系统的软件体系架构, 并选择 .NET 平台来实现一个产品开发项目管理系统的原型。各章的内容如下:

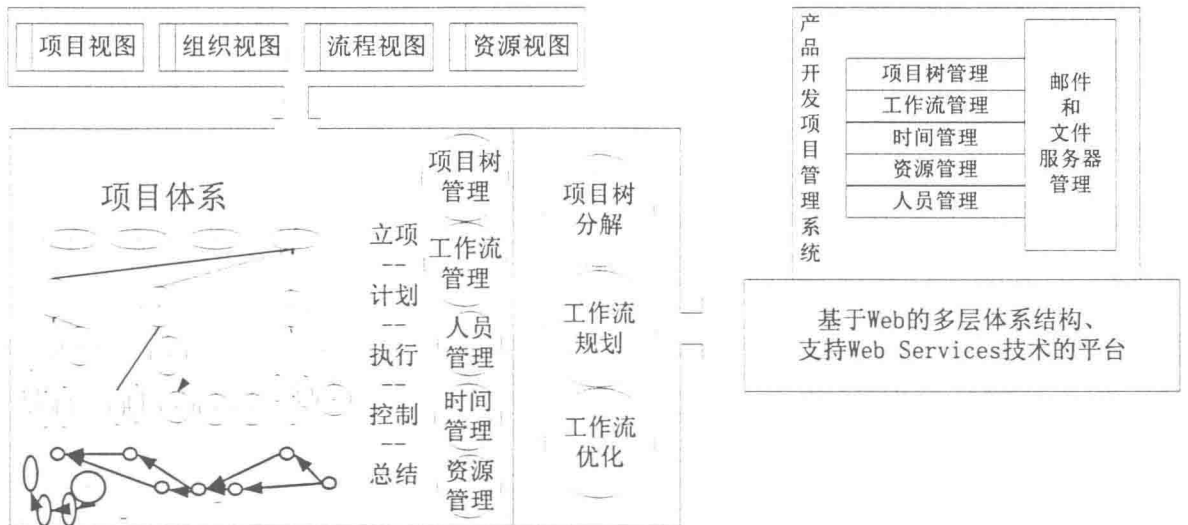


图 1-3 本文的内容安排顺序

第一章是绪论, 介绍了课题的定位、来由意义以及国内外研究现状。

第二章首先分析产品开发项目管理的描述视图, 然后建立了产品开发项目的总体体系, 并描述出项目管理的生命周期和管理功能。

第三章针对产品开发项目管理中的两个主要功能——纵向项目树分解、横向 workflow 规划，提出项目树分解步骤，和 workflow 网络的并行工程思想的优化方法，并采用经典的关键路径法扩展模型（时间—费用曲线模型）来获取对于 workflow 的最经济的工期安排方式。

第四章对软件架构及技术的历史、现状进行了分析，并计划采用基于 Web 的三层体系结构、和支持 WebServices 技术的开发平台来实现系统的原型，另外把 workflow 规划的“关键路线时间-费用优化算法”做成 Web Service 组件，使之能被不同地点、不同系统的其他软件调用。

第五章介绍了产品开发项目管理系统的实现，通过系统总体结构设计、建模、最后在 .NET 平台上基本实现了产品开发项目管理系统的原型，该系统具有跨平台开放操作以及客户端灵活的特性，用户通过 Web 浏览器可以方便地进行产品开发项目管理。

第六章对全文进行了总结，并指出文中在项目的工作流优化、复杂产品开发项目的建模分析、以及系统软件实现技术方面的有待改进之处。

第二章 产品开发项目体系与管理功能

要研究产品开发项目管理系统，首先应该描述产品开发的项目体系，然后再分析具体要执行哪些管理功能，所以本文从描述项目体系开始。

2.1 产品开发项目体系的四个视图

描述产品开发的项目体系，首先要知道有些什么项目、项目有什么流程、谁来完成、需要那些资源，所以本文从项目、流程、组织、资源四个基本的视图着手描述产品开发的项目体系。

2.1.1 项目视图

项目视图描述产品开发的项目分配结构、及相关信息，是产品开发项目的信息模型基础。产品的过程和组织视图必然受到项目视图的约束。

项目计划网络视图的整体结构可分为两类，一类是多级网络，另一类称为多阶网络。（1）多级网络。以三级网络为例，多级网络如图 2-1 所示，级次划分与管理机构层次划分相一致，各级绘制自己管辖范围内的计划网络，下一级进度网络的安排必须服从并满足上一级网络的要求。级与级之间没有结构上的联系，互相独立各自自行计算，其中任一级的网络发生变动，各级涉及部分都要独自进行修改，以适应各级网络保持协调的一致要求。这种类型的网络整体结构在级数较多时，计划修订起来非常繁琐，不利于项目管理。（2）多阶网络。多阶网络也称主-子网络，结构图如图 2-1 所示。多阶网络在划分阶次上与多级网络相同，但各阶之间是互相联系的，在任一阶上发生网络结构上与数据上的变动，立即在各阶次上反映出来，并产生互动，自行协调适应。

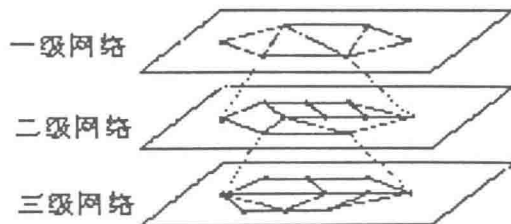


图 2-1 项目计划网络视图之多级网络视图（三层）

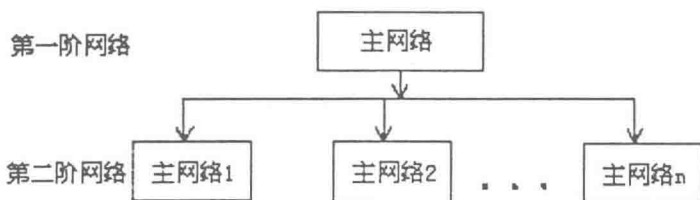


图 2-2 项目计划网络视图之多阶网络视图 (二阶)

据以上分析本文项目视图采用的项目计划网络中的多阶网络，从项目实施的特点出发，将每个项目依所需要的人员、经费、物资、时间分解成若干个具有逻辑顺序的子项目，把子项目分解成若干任务，形成类似于图 2-2 的多阶项目树视图。

2.1.2 流程视图

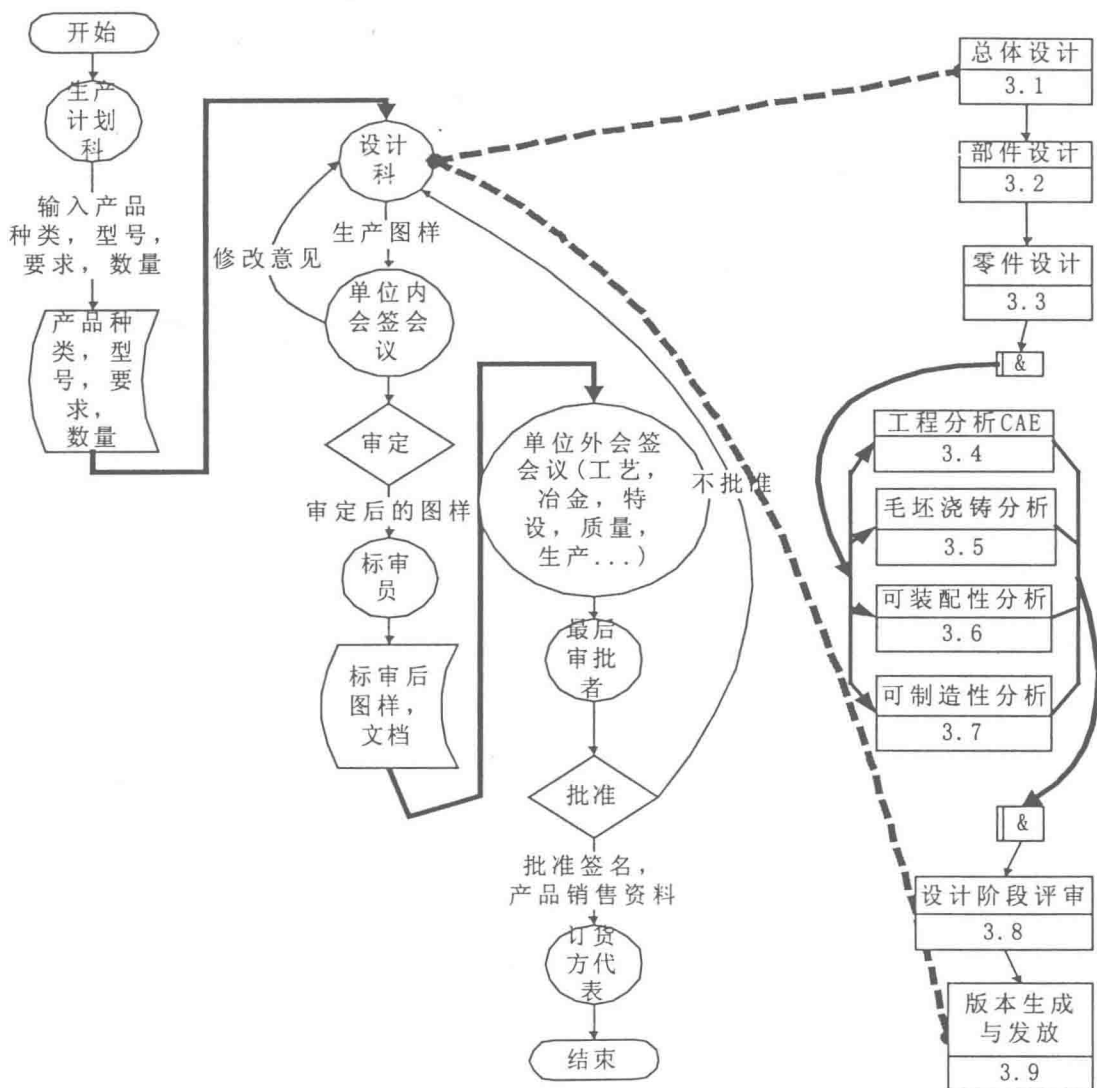


图 2-3 产品开发过程流程视图

流程视图描述项目和子项目的下属工作的流程、流程中各个节点的内部运作机制

和节点间的联系。描述产品如何开发的流程通常由 4 个要素组成：

- (1) 功能要素表示流程由哪些元素组成，以及这些元素的相互关系；
 - (2) 行为要素表示流程元素何时执行，以及它们如何通过反馈、迭代、开始和结束判断执行过程；
 - (3) 组织要素表示流程在哪里和由谁来执行，所使用的资源和它们之间的关系；
 - (4) 信息要素表示由流程操纵和产生的信息实体，以及信息实体之间的关系。
- 图 2-3 是一种具体的产品开发流程视图。

2.1.3 组织视图

组织视图描述参与产品开发的组织实体、组织实体间的关系、组织实体与其它视图中实体间的关系、组织实体的职责与权限。组织视图对描述产品开发的项目体系中具有重要的作用。

目前组织模式主要有以下三种：

(1) 职能部组织模式。这是目前我国企业盛行的企业的组织模式，它依职能而设立的部门建制，每个部门独自运作。这种企业组织形式由于组织结构的逐渐膨胀而导致“信息孤岛”激增，难以使部门间密切协作，不利于缩短产品开发周期和提高产品质量。

(2) 纯项目组织模式。人员被划分成围绕项目组织起装备齐全的项目小组。这种模式专业化程度不够，研发创新力受到影响，且人员缺少“家”的感觉，可能在项目结束后“无家可归”。

(3) 矩阵式组织模式。矩阵式组织模式是针对以上两种模式的不足，而对组织结构重构，建立的新组织模型。基于并行过程的产品开发组织模式，是这种多学科团队进行协作的模式。在这种模式下，多个学科之间加强了信息、思想交流以及约束的识别，克服了部门制管理信息层层传递的缺点，改善了小组人员的知识结构，开阔了视野，使设计后续环节的人员能够及时的参与到设计开发过程中来，从而缩短了产品开发周期。也克服了纯项目组织模式的不足。

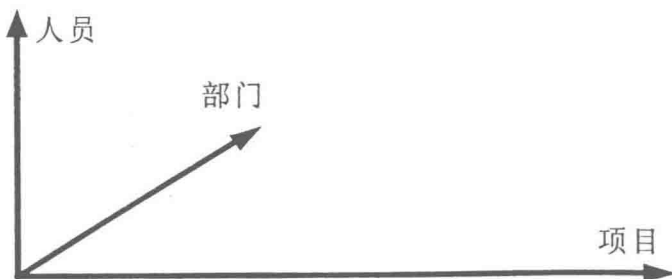


图 2-4 描述矩阵式组织三维图

要描述矩阵式组织模式，可以用如图 2-4 所示的三维图，但其缺点是不适于人类的平面阅读。所以本文的组织视图采用了邻接矩阵法。参加项目的项目组--多学科团队，是“矩阵式”的跨学科跨部门的集成产品开发团队。

邻接矩阵法的优点是简单易行。本文采用的组织视图与表 2-1 类似。表中描述组织视图与其它视图关系的邻接矩阵，可以在 PDM 系统实施前的调查表中获得这些信息。

表 2-1 邻接矩阵示例

	Tom	Jack	Mary	Jone
活动 1	Role1		Role2	
活动 2		Role1	Role2	
活动 3	Role1		Role2	Role
活动 4		Role1		

人员/活动矩阵

	Dep1	Dep2	Dep3	Dep4
活动 1		Task		
活动 2	Task1		Task2	
活动 3		Task1		Task2
活动 4	Task			

部门/活动矩阵

	Tom	Jack	Mary	Jone
Tom		信息名		
Jack	信息名		信息名	
Mary		信息名		信息名
Jone	信息名			

人员/人员矩阵

	Dep1	Dep2	Dep3	Dep4
Dep1		信息名		
Dep2	信息名		信息名	
Dep3		信息名		信息名
Dep4	信息名			

部门/部门矩阵

在表 2-1 中，人员/活动矩阵反映了每个活动所涉及的人员，以及每个人员在活动所承担的角色。分析人员/活动矩阵可保障每个人的分工是否合理。部门/活动矩阵反映了每个活动所涉及的部门。人员/人员矩阵则描述了小组成员之间是否有信息传递。部门/部门矩阵则反映了哪些部门之间具有信息共享的问题等。

2.1.4 资源视图

资源视图描述了完成项目、子项目、任务所需要的设备、物料等资源、资源的分配使用的关系。资源的使用是产品开发活动的前提，资源的转变决定产品开发的实际成果，而资源的管理是实施企业成本控制、管理的基础。

	项目	项目	项目	项目
资源种类				
资源种类				
资源种类				

	子项目	子项目	子项目	子项目
资源种类				
资源种类				
资源种类				

	任务	任务	任务	任务
资源种类				
资源种类				
资源种类				

图 2-5 资源矩阵图

资源视图可以分为按种类划分的资源树图和按项目、子项目、任务所使用资源种类数量划分的资源矩阵图（如图 2-5 所示）。

2.2 产品开发项目体系

本文以项目视图为起点，把产品开发体系分解为：项目、子项目、任务组成的项目树，其中项目、子项目、任务定义如下：（1）项目：一系列相关的工作，这些工作通常有产出，而且需要一些时间完成；（2）子项目：项目的进一步细分，子项目在时间跨度上一般在几个月之内，通常由一个小组来完成；（3）任务：通常指总量不大的一组或一个活动。

如图 2-6 上部所示，项目树分成最上层、中间层、最下层，其中中间层可能包含多层子项目：

最上层是项目，每个项目有规定的完成时间、规定的目标；每一个项目下属若干任务和子项目，它们组成一定的横向工作流，参照图 2-1 下部的项目 I 的下属工作流。

中间层是子项目，每一个子项目也下属若干任务和子项目，任务之间也组成一定的横向工作流，参照图 2-1 下部的子项目 g 的下属工作流。

最下层是任务，每一个任务可以下属若干具体活动，本文假设任务下属的活动时间一般很短，因此不适合使用专门的计算机管理网络来分解任务、管理活动之间的工作流，而更适合使用看板管理法，所以本文中不对任务进行分解与活动之间工作流规划。

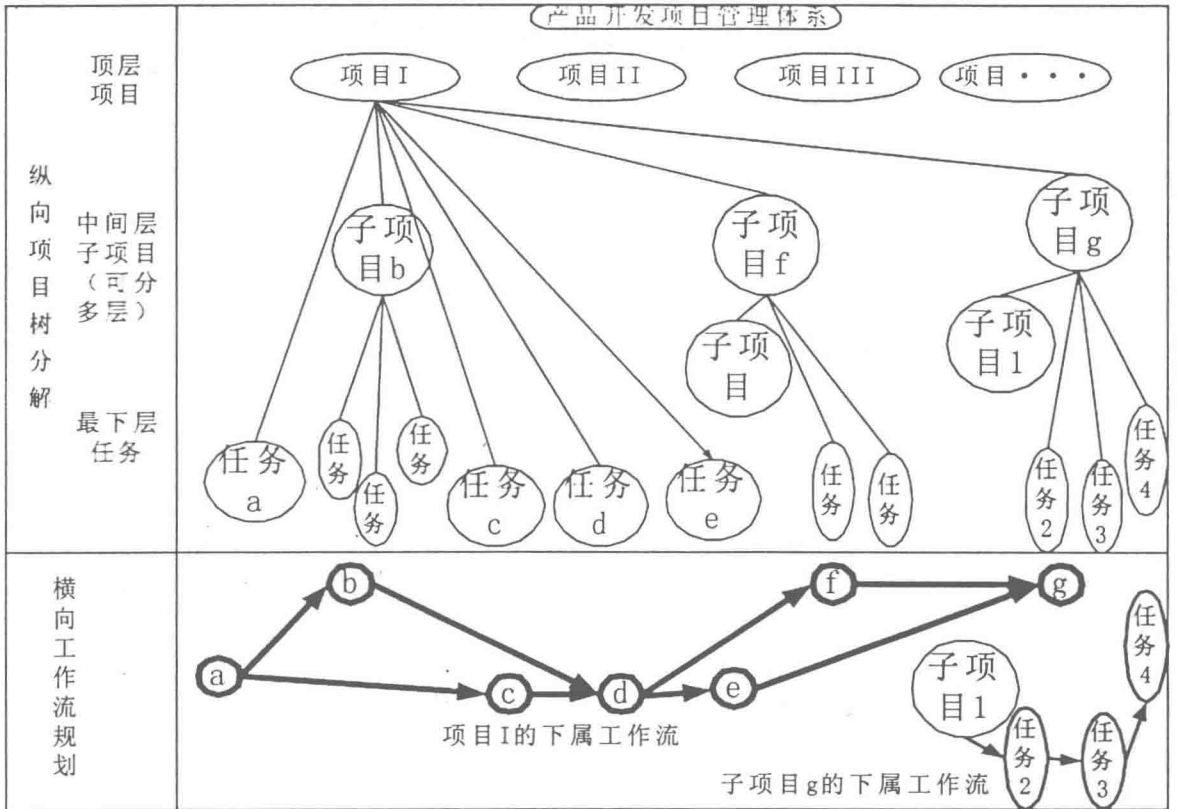


图 2-6 产品开发项目的总体体系：纵向项目树与横向 workflow

而人员、时间、经费、物资、分解、流程等被包含项目、子项目、任务的相关属性信息中与操作中，如图 2-7 所示。

产品开发	项目		子项目		任务	
人员 经费 物资	编号 名称 说明		编号 名称 说明		编号 名称 说明	
立项	负责人 项目组	实际进展值 实际进展说明	负责人 子项目组	实际进展值 实际进展说明	负责人 任务组	实际进展值 实际进展说明
	计划开始时间 计划结束时间 计划周期 计划日历	实际开始时间 实际结束时间 实际周期 实际日历	计划开始时间 计划结束时间 计划周期 计划日历	实际开始时间 实际结束时间 实际周期 实际日历	计划开始时间 计划结束时间 计划周期 计划日历	实际开始时间 实际结束时间 实际周期 实际日历
	计划经费 计划资源	实际消耗经费 实际消耗资源	计划经费 计划资源	实际消耗经费 实际消耗资源	计划经费 计划资源	实际消耗经费 实际消耗资源
	项目文档的位置 项目计划备注 项目总结评价	实际进展备注	子项目文档位置 子项目计划备注 项目总结评价	实际进展备注	任务文档的位置 任务计划备注 任务总结评价	实际进展备注
	纵向项目分解	项目分解修改	纵向子项目分解	子项目分解的修改		
	项目下属的 横向流程规划	项目下属的 横向流程修改	子项目下属的 横向流程规划	项目下属的 横向流程修改		

图 2-7 项目、子项目、任务的属性与操作