

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

可重构 PDM 系统实现方法研究

硕士生姓名 谈 洪
一级学科 机械工程
学科、专业 机械电子工程
研究方向 计算机集成制造
指导教师 叶文华 副教授
王宁生 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

可重构 PDM 系统实现方法研究

硕士生姓名	谈洪
一级学科	机械工程
学科、专业	机械电子工程
研究方向	计算机集成制造
指导教师	叶文华 副教授 王宁生 教授

南 京 航 空 航 天 大 学

二 0 0 二 年 三 月

摘 要

企业信息化工程是现代化企业可持续性发展的基础条件。然而,项目实施周期长、系统缺乏柔性等问题,常常制约着信息工程在企业的推广应用。“软件创造客户价值”。为实现这一目标,人们不断地寻求建立企业信息系统的有效方法。一个好的应用软件不仅要具有完整的解决方案,更重要的是符合该企业的管理特点,并能适应企业不断变化发展的需要。

本文着眼于可重构的产品数据管理系统开发过程和实现方法,包括对软件体系结构、建模方法、软件组件技术等关键技术的研究。为实现应用软件的可重构性,提出了基于组件的 PDM 系统软件体系结构。

作为一次实践过程,本文以复杂电子产品制造企业长期建立起来的“签署表”文档管理制度为线索,较深入地剖析了复杂电子产品设计管理的理念。运用 UML 建立了复杂电子制造企业 PDM 系统中项目管理的需求模型、对象模型和体系结构模型。在此基础框架上,运用 Microsoft 公司开发工具开发了项目管理原型系统,包括逻辑组件、数据组件和用户窗体的开发。在论文的最后,对后期开发所需解决的问题和关键技术提出自己的设想。

关键词： 产品数据管理 、统一建模语言、 组件技术、可重构系统

ABSTRACT

The information engineering is a infrastructure for persisting the development of enterprises. But, the problems of long-term performance and less-flexibility structure restrict the expansion of information projects in the large enterprises. "Software create the value of customer." For this termination, people have sought the useful method for a long time. A good software not only needs an all-round solving plan, but also adapt to the features and varieties of management.

In this article, the process and method of object-oriented development is emphasized on the reconfiguration of PDM system. Including some key technologies, just as software architecture, modeling method, component technology, etc. To realize the reconfiguration of applications, the component-based PDM system with three-tiered software architecture and the developing method is put forward.

In this practical process, the idea of complex electronic enterprises' management is deeply analyzed by the thread of document managing rule—"Document signing table" which has been established for a long time. Requirement models, object models, architectural models of the Item-Management are established by using the object-oriented software modeling language—UML. On this system's architecture, the application system of Item-Management is developed, including business services, data services and user services. At last, the author's ideas of the hypotheses and key-technologies for the further research are set forth.

Keywords: PDM , UML , component technology , reconfiguration system

目 录

第一章 绪论.....	1
1.1 全球制造业的发展	1
1.2 PDM 产生的背景及现状.....	1
1.3 PDM 软件面临的问题.....	3
1.4 课题的提出.....	3
1.5 课题研究的主要内容和章节安排.....	4
第二章 可重构 PDM 系统体系结构研究.....	5
2.1 产品数据管理.....	5
2.1.1 产品数据管理的定义.....	5
2.1.2 产品数据管理在企业信息化建设中的作用.....	5
2.1.3 PDM 功能模型.....	6
2.1.4 PDM 对可重构系统的需求.....	7
2.2 软件体系结构	8
2.2.1 体系结构的定义.....	8
2.2.2 软件体系结构的发展.....	9
2.2.3 对象管理模型.....	11
2.3 基于组件的 PDM 系统体系结构.....	12
2.3.1 组件技术.....	12
2.3.2 基于 CORBA 的 Windchill 体系结构.....	13
2.3.3 基于 Windows DNA 结构.....	14
2.3.4 基于组件的 PDM 体系结构.....	16
2.3.5 基于组件的可重构系统开发过程.....	17
第三章 复杂电子产品数据管理系统建模.....	19
3.1 复杂电子产品数据管理.....	19
3.1.1 复杂电子产品设计管理的模式.....	19
3.1.2 复杂电子产品设计管理的特点.....	20
3.2 面向对象建模方法	21
3.2.1 面向对象技术的发展	21
3.2.2 与结构化建模方法的比较.....	21
3.2.3 建立面向对象模型的原则	22
3.2.4 UML	23
3.2.5 UML 可视化建模框架	24
3.3 应用程序需求模型	24
3.3.1 问题描述	24

3.3.1.1 系统的使用实例.....	24
3.3.1.2 情节描述.....	25
3.3.2 产品数据模型在 PDM 中的视图描述	26
3.3.2.1 项目视图.....	26
3.3.2.2 类属构型视图.....	27
3.3.2.3 设计资源视图.....	28
3.3.2.4 工作流程视图.....	29
3.3.2.5 组织视图.....	30
3.3.3 对象模型.....	30
3.3.4 建立持久数据模型.....	32
3.3.5 定义功能规范.....	33
3.4 建立应用程序三层结构模型	34
3.4.1 数据对象模型化	34
3.4.2 逻辑对象模型化	35
3.4.3 用户层模型化.....	35
3.4.4 组件图.....	36
3.5 物理结构设计.....	37
3.5.1 包图.....	37
3.5.2 配置图.....	38
第四章 PDM 项目管理组件的开发方法研究	39
4.1 组件技术.....	39
4.1.1 组件技术的概念	39
4.1.2 组件技术的发展.....	39
4.1.3 组件模型.....	40
4.2 组件标准.....	40
4.2.1 CORBA	40
4.2.2 COM/DCOM 标准	42
4.3 项目管理组件的开发方法.....	44
4.3.1 逻辑组件开发方法.....	44
4.3.1.1 创建用户接口.....	45
4.3.1.2 实现接口.....	45
4.3.2 数据访问组件开发方法.....	46
4.3.2.1 为组件创建骨架.....	46
4.3.2.2 为骨架添加方法.....	46
4.3.2.3 定义全局常数.....	47
4.3.3 表示层的实现方法.....	47
4.3.3.1 创建用户界面.....	47

4.3.3.2 创建组件引用..... 48

第五章 可重构 PDM 项目管理原型系统的开发..... 49

5.1 系统开发目标.....49

5.2 系统实现的策略.....49

5.2.1 实现用户化的项目管理.....49

5.2.2 基于 ASP 的信息查询方法.....50

5.2.3 基于 ActiveX 组件的标题栏信息自动提取方法.....51

5.3 项目管理原型系统的开发..... 53

5.3.1 项目定义..... 53

5.3.2 定义文件审批清单..... 55

5.3.3 文件审批管理..... 56

第六章 总结与展望..... 58

致谢..... 60

学习期间的研究成果..... 61

参考文献..... 62

第一章 绪论

1.1 全球制造业的发展

科学技术的进步已将制造业的发展推入到一个崭新的信息时代，使企业的生产力得到巨大的发展。以销售为目的的企业生产必然要通过新技术来促进生产并寻找市场，致使区域性和国际性的市场竞争出现了前所未有的激烈程度。从早期围绕降低劳动力成本展开的市场竞争，企业经历了不同的发展阶段。

70 年代以前，产品生命周期很长，设计及开发费用并不占成本的主要份额，出现了产品部件化和部件标准化。泰勒的科学管理思想提出了以系统的观点来处理生产问题，其结果提高了劳动生产率，大幅降低了制造成本。

70 年代后，成本的焦点开始转到如何提高企业的整体效率，如：采用及时制造 (JIT)，减少流动资金，提高资金周转率，进入均衡生产阶段；采用精良生产原则，去掉一切不产生价值的环节；引进自动化装备及系统，从系统出发实现全面质量控制 (TQC)。这时，CIM 的概念诞生了。

80 年代后，用户对产品的要求不断提高，加上技术的进步及竞争对手的不断增加，企业的一切活动开始转到以全面满足用户要求为核心的竞争中，持续改进 T、Q、C、S 成为企业赢得竞争的主题。在这个时期，全面提高企业生产效率的计算机集成制造系统 (CIMS) 得到推广。CIMS 等信息化工程使得实施企业与各种信息系统之间具有更高的集成度。

90 年代以来，如何以最短时间开发出高质量及用户能接受价格的新产品，已成为市场竞争的新焦点。围绕着加速新产品的开发，综合产品开发过程的系统集成技术——“并行工程”迅速获得推广，成为 90 年代企业生存和发展的重要手段。

人类进入 21 世纪，企业信息化工程是现代化企业可持续性发展的基础条件。一方面，随着我国加入 WTO，将给企业带来空前的市场机遇；另一方面，计算机技术、制造技术和管理技术相辅相成地发展，产品开发的生命周期越来越短，一个企业能否对市场的变化作出敏捷的反应，将成为企业竞争的新内容。强调企业间集成的敏捷制造模式——“动态联盟”，正是这样被提出来的，成为面向 21 世纪的企业发展战略的新主题。

1.2 PDM 产生的背景及现状

在广泛地使用计算机处理数据以前，早期用于存储和检索产品数据的工具是微缩胶片 (Microfiche) 和微缩胶卷 (Microfilm) 技术，一般用于存储和处理大型工程图纸。这种技术缺乏修改控制、产品配置管理和用户权限管理等重要功能。本世纪五十年代初期，计算机开始应用于制造领域。其后随着计算机技术的发展，传统的手工制图逐渐被格式化

的计算机图纸所取代,以电子数据的形式存储在磁性介质中。到了七十年代,随着计算机技术的应用更加广泛,许多企业和研究部门开始在局部领域集中解决自动化代替手工的问题,出现了许多所谓的无纸工厂。这导致使用更多的局部自动化产品,如 CAD、CAM、CAE 等。随着自动化系统产生越来越多的数据,用手工控制和管理数据的方式变得越来越困难,如难以追踪数据的位置,难以防止数据的非法获取,难以维护更新产品配置。大型企业拥有大量的数据,如 Rolls-Royce 公司有关 Trent800 引擎外形的设计资料就有 6G 字节之多。大量电子数据的产生,使得数据的输入输出变得难以控制,有时数据丢失严重或数据大量冗余并伴有错误,也难以追踪设计历史。有资料表明,设计人员的大部分工作时间花费在寻找其所需的数据上面。有时一个偶然错误的产生,如果没有及时发现,则需要几个月的时间才能改正它。为此需要一专门的技术管理这些电子数据,以解决上述问题。

八十年代初期,旨在解决电子图纸和文档的管理系统 EDMS (Electronic Document Management System) 正式推出,这可以说是 PDM 系统的雏形。其主要功能在于有效地管理 CAD 文件。到了八十年代中后期,PDM 这一概念引起了广泛关注,几家软件公司意识到了市场的需要,推出了第一代商业性 PDM 产品,其代表性产品有 COPY 公司的 Automanager 等。在一定程度上缓解了信息孤岛问题,但没有实现企业级的数据和过程集成。1986 年 ASME 在工程协会的专门会议上,首次提出了旨在推行 PDM 数据库计划,并于 1987 年举行了第一次数据库年会。CIMData 公司是最先介绍 PDM 概念、对 PDM 需求详细说明、评估一系列 PDM 系统的公司,其所做的工作无疑促成了美国及欧洲 PDM 年会的创办。

随着计算机技术在企业中的进一步推广普及,许多企业开始实施 CAX,甚至 CIMS 工程,并于 1988 年提出了并行工程这一先进的管理思想。在这些先进技术及管理思想实施过程中,面临着大量的电子文件和设计数据。这些数据有可能产生自不同的系统,因而具有不同的格式,也有可能分布在多个互不关联的数据库中。如何管理这些数据,做到物理上分布、逻辑上集成、用户可以透明调用,需要高层次的 PDM 系统。这种 PDM 系统不仅要具有电子仓储和文档管理的能力,还需要具有 workflow 管理、产品分类结构管理、项目管理等功能。正是这种需求,使得 PDM 技术成为近年来飞速发展的技术之一,也是自 CAD/CAM 以来计算机集成制造业中业务增长最快的一项。在此期间推出的第二代 PDM 产品主要有 SDRC 公司的 Metaphase、EDS 公司的 IMAN 等。据 CIMData 公司统计,1994 年全世界范围内 PDM 软件及服务的销售额超过 4 亿美元,1995 年的销售额超过了 5 亿美元,而且仍以每年 30% 的速度增长。

第三代 PDM 产品出现于近几年,其标志性事件是 1997 年 6 月国际 OMG 组织公布了基于 CORBA 的 PDM Enabler 草案,针对 PDM 系统的功能、逻辑模型和多 PDM 产品间的互操作等方面的问题提出了一个标准,它标志着 PDM 产品的标准化走出了第一步。同时这一草案获得了 HP、IBM、SDRC、DEC 等公司的支持,使这一标准有较强的实用性并将得到更广泛的应用。第二个标志性事件是 1997 年 PTC 公司推出的新一代 PDM 产品 Windchill,它是

一个完全建立在 Internet 平台、基于 CORBA 和 Java 技术上的产品。Windchill 的出现使人们近年来关于新一代 PDM 产品的构想变成现实。

1.3 PDM 软件面临的问题

企业通过提高自动化程度和信息集成技术改善生产条件,已获得了一定的经济效益,但这远未达到人们所期望的目标。PDM 技术虽然帮助企业解决了“信息孤岛”问题,实现企业的信息集成,但并非所有的 PDM 系统作用都相同。许多系统自发挥作用之时起,由于技术发展太快,很快就会过时并使支持和维护费用昂贵。同样,当 PDM 供应商不断开发新的软件来管理客户的产品数据时,由于与老系统的集成度不足、实施的高昂费用以及可视性技术应用较少等原因,这些 PDM 的应用并没有如预期的那样被普遍接受或引起用户的足够热情。根据美国 CIMdata 公司的调查,对 PDM 的投资,应用软件只占 30%,而 PDM 的系统集成和咨询服务的投入占 70%。

对国内外企业的调查和分析表明:企业组织结构的改进是企业从应用技术中获得更大潜在效益的重要因素,但改进产品的开发过程比改进产品的生产过程获得的效益更为显著。产品数据管理作为企业信息化建设中的关键环节,其应用软件为企业提供了产品数据定义和过程管理的框架。但由于产品开发过程是动态的,对管理过程的优化不可能一劳永逸,现代企业需要的是具有较高柔性的管理软件。在传统的开发技术下,大量的软件设计工作都集中于相同的设计概念和代码部件的重复开发上。软件开发周期长、维护费高,更不用说能适应企业产品设计的变化。加之许多人对系统集成认识上的误区,认为集成比开发简单。导致复杂系统长期停留在实施阶段,使企业得不到应有的投资回报。

此外,由于企业多年的运行历史,积累了众多知识,例如系统需求、设计决策和业务规则。为了充分有效地利用这些有用资产,对原有系统进行持续性演化就显得尤其重要,因而也引发了更高的应用目标即系统重构问题。

1.4 课题的提出

90 年代软件开发的一个重要进展就是面向对象的程序设计和组件化的开发技术。以分布式计算技术为基础,基于组件的系统体系结构将逐渐取代模块化的系统体系结构。在分布式计算技术的标准方面,一直存在着两大阵营,一个是以 OMG 组织为核心的 CORBA 标准;另一个是以微软为代表的 COM/DCOM 标准。

代表未来应用软件发展方向的第三代 PDM 系统,集中体现了面向对象的建模理论和可实现系统重构的分布式多层体系结构。设计开发人员运用可视化建模工具对应用系统分析,建模领域模型和分布式软件体系结构;利用组件开发工具定制具有标准接口的软件组件;实现组件库的管理和复用商品化的组件;通过对各应用结点组件的配置,开发或重新

构造应用软件系统。本文旨在以复杂电子产品 PDM 领域框架为研究和建模对象，通过面向对象建模、软件组件及分布式应用程序设计等技术的研究和运用，阐明开发基于组件产品数据管理系统的目的和方法。

1.5 课题研究的主要内容和章节安排

第一章 “绪论”。介绍了 PDM 的发展及其在应用过程中面临的困难，并提出了本文研究的中心问题：实现基于组件的可重构 PDM 系统开发。

第二章 “可重构 PDM 系统体系结构研究”，介绍了 PDM 的概念、特征、功能及其在 CIMS 中的地位，及其对系统重构的需求。论述了软件体系结构的发展和对象模型的形成，重点介绍了两种分布式的体系结构：基于 CORBA 的 Windchill 结构和基于 COM 的 DNA 结构。针对实现可重构 PDM 的应用系统目的，提出了基于组件的 PDM 体系结构及其实现方法。

第三章 “复杂电子产品数据管理系统建模”，介绍了面向对象技术的发展、建模原则和统一建模语言。结合复杂电子产品数据管理的特点，从不同的视图角度，描述了 PDM 的组成和功能。运用面向对象开发方法和 UML 详细分析产品开发过程，并建立了企业 PDM 系统的需求模型、对象模型和体系结构模型。

第四章 “PDM 项目管理组件的开发方法研究”，介绍了软件组件技术及二种组件标准（CORBA 和 COM 标准）。详细说明了运用 Microsoft 公司开发工具，定制标准逻辑组件、数据组件和用户窗体的开发方法。

第五章 “可重构 PDM 项目管理原型系统的开发”，介绍了开发复杂电子产品制造企业 PDM 系统的目标和实现策略，包括分布式应用程序的体系结构、整体格局和实现功能。重点描述了根据复杂电子产品设计管理特点开发的项目管理原型系统。

第六章 “总结与展望”，对本课题取得的研究成果作出总结，并为后期开发所需解决的问题和关键技术提出自己的设想。

第二章 可重构 PDM 系统体系结构研究

2.1 产品数据管理

2.1.1 产品数据管理的定义^[1]

产品数据管理 (Product Data Management) 是指以产品为核心, 对产品实现相关数据(如文件、材料清单、电子表格、生产成本和供应商状态等)管理。与产品设计有关的过程包括有关项目管理、审批流程、使用权限、安全、设计标准、机构关系等过程处理的程序, 以及产品生命周期的各方面。

产品数据管理在产品数据与 workflow 集成思想指导下, 继承并发展了工程数据库、电子数据交换、成组技术、并行工程、企业业务重组等核心思想, 能有效地将从概念设计、计算分析、详细设计、工艺流程、加工制造、销售维护到产品消亡整个生命周期内的产品数据及其各个阶段的相关数据, 按照一定的数学模式加以定义、组织和管理, 使产品数据在整个生命周期内保持一致、最新、共享及安全。它将以产品数据和过程为中心, 科学合理地对企业业务过程规范化管理, 使企业提高其产品质量、缩短研制周期、提高工作效率、加快产品投放市场速度, 从而提高企业的竞争能力。

2.1.2 产品数据管理在企业信息化建设中的作用^{[2][3]}

企业信息化工程是现代化企业可持续性发展的基础条件。基于 CIM(Computer Integrated Manufacturing)哲理, 优化运行的企业制造系统——CIMS, 已成为信息化企业的代名词。CIM 是一种概念和哲理, 可用来作为组织现代工业生产的指导思想。1973 年美国学者 Joseph Harrington 针对当时企业所面临的市场激烈竞争形势, 提出了组织企业生产的两个基本观点: 1、企业生产活动是一个不可分割的整体, 其各个环节彼此紧密关联; 2、就其本质而言, 整个生产活动是一个数据采集、传递和加工处理的过程, 最终形成的产品可以视为“数据”的物质表现。

在企业实施信息化工程中, 必须强调“信息流”和“系统集成”的观点, 其核心是“集成”。其集成特性主要包括:

- 人员集成。管理者、设计者、制造者、保障者以及用户应集成为一个协调整体。
- 信息集成。产品生命周期中各类信息的获取、表示、处理和操作工具集成为一体, 组成统一的管理控制系统。特别是产品信息模型 (PIM) 和产品数据管理 (PDM) 在系统中应得到一体化处理。
- 功能集成。产品生命周期中企业各部门功能集成以及产品开发与外部协作企业间功能的集成。

● 技术集成。产品开发全过程中涉及的多学科知识以及各种技术、方法的集成，形成集成的知识库和方法库，以利 CIMS 的实施。

在企业实施信息化工程中，PDM 侧重于产品设计全过程。但企业中信息的种类繁多、千头万绪，产品的数据影响到其整个生命周期。PDM 的有效集成利于数据在不同的领域中重复使用，增进各部门间的交流与合作。但各部门所采用的应用软件和操作系统平台不同，对产生的大量分布数据，缺乏有效的管理，造成数据的混乱。通过 PDM 与 CAD/CAE/CAM/CAPP/ MRP II 的有效集成，实现设计过程中将 CAD/CAE/CAM 产生的图形数据、材料数据和加工数据，送到 CAPP。其它来自 CAT、CAQ 等 CAX 系统的信息，也由 PDM 协调处理。CAPP 产生工艺线路和 CAD 产生的材料清单 (BOM)，通过 PDM 传递到 MRP II 系统。MRP II 根据 BOM 和工艺等信息，在主生产计划的驱动下，将产品分解，制定生产计划和外购件采购计划，作为车间生产和物料采购的依据。从而合理地组织和有效地利用设备、人员、物料等制造资源，以低成本、短周期、高质量生产出满足顾客需求的产品。

2.1.3 PDM 功能模型^[4]

建立在对象管理模型之上的是各种 PDM 系统的功能模型，为企业提供了一种宏观管理与控制。与产品有关信息的机制，覆盖了产品生命周期内的全部信息。其包括以下一些主要功能：

1) 项目管理 (Project Management)

在企业中，项目是就某个工程围绕着设计、生产和制造进行的所有活动的总称。项目管理是在项目的实施过程中对其计划、组织、人员及相关的数据进行管理与配置，对项目的运行状态进行监视，并对完成结果进行反馈。PDM 系统的项目管理为控制项目开发时间和费用、协调项目开发活动和保证项目的运行提供了一个良好的可视化的工具。项目实施的初期，项目管理对新项目进行命名、定义型号、人员组织及相关的配置。根据项目性质定义管理模式，并就该产品设计过程中涉及的数据内容配置工作组、审批流程及管理权限。其主要包括如下几个模块：1)、项目定义；2)、管理模式定义；3)、工作组定义；4)、审批清单定义；5)、权限管理；

2) 工作流程管理 (Workflow Management)

工作流程管理主要实现产品设计、审批、更改等过程的跟踪与控制。工作流程管理主要涉及设计计划节点设置和更改，动态反映设计过程中会发生的情况、人与人之间的数据流动，以及在一个项目的生命周期内跟踪所有事务和数据的活动。能对各种设计任务进行制定，并将任务赋予相应的设计人员（任务承担者），为控制项目开发的时间和费用、协调项目开发活动和保证项目的运行提供了一个良好的可视化工具。其主要包括如下几个模块：1)、计划设置；2)、计划调整；3)、任务配置；4)、计划统计；

3) 产品结构管理

用户通过产品结构管理功能建立产品结构树，或从 PDM 系统集成中的应用系统中自动捕捉产品结构信息来建立产品结构，并根据产品结构树自动生成 BOM(物料清单)。用户对每个产品依据其相互之间的层次关系建立产品结构树，将复杂产品的开发过程分解为若干个子过程，并将与产品有关的人员和资源分配给这些过程，从而降低了产品项目管理的复杂程度。产品结构树以产品为根结点，产品部件为分支，产品中最小组成单元为叶子，每个结点中存放零部件图号，与产品相关的信息以零部件图号为关键字，构成完整的产品结构树。当产品结构组织状态随着时间而改变时，PDM 系统会持续自动的追踪产品的版本有效期以及设置变动。标准的产品结构除了 BOM 的信息外，还包括了属性，对象实体以及所在位置的信息。这些信息都强化了除生产制造规划之外的管理功能。从产品结构中，我们可以产生各种的标准 BOM，这些 BOM 还可以方便地输出到其它有关的系统中去，如 ERP 系统。其主要包括如下几个模块：1)、产品结构定义；2)、编码管理；3)、零件族管理；4)、汇总表生成；

4) 图档管理

产品整个生命周期中所包含的数据：工程设计与分析数据、产品模型数据、产品图形数据、专家知识与推理规则及产品的加工数据等。它们对应的文档为设计文档、工艺文档和专用文档。图文档入库通过内置的压缩程序，将图文档对象压缩后存入数据库中。图文档出库可把数据库中的所需图文档对象按条件下载到本地机上。为了较好地建立、使用与维护这些数据，PDM 系统提供了快速方便的分类技术。它与面向对象的技术相结合，将具有相似特性的数据与过程分为一类，并赋予一定的属性和方法，使用户能够在分布式环境中高效查询文档、数据、零件等对象。

电子仓库是 PDM 图文档管理的核心，用户可以利用它来管理存储在异构介质上的产品电子文档。电子仓库一般建立在关系数据库的基础上，主要保证数据的安全性和完整性，并支持各种查询和检索功能。通过建立在数据之上的相关指针，建立异构产品数据之间的联系，实现文档的层次与联系控制。用户可以利用电子仓库来管理存储与异构介质上的产品电子文档。

其主要包括如下几个模块：1)、基本信息维护；2)、出入库管理；3)、版本管理；4)、图文档查询；

2.1.4 PDM 对可重构系统的需求

1) 企业重组

企业通过组织结构重组、产品开发过程改进、产业结构调整、企业间联合等手段获得并保持竞争优势。但当前 PDM 产品大多采用的客户机/服务器体系结构中，将外观和应用程序逻辑组件集中放在客户端，并利用网络连接共享数据源。客户端软件包含两个主要功

能：向数据库服务器发出数据请求，并返回处理结果；控制处理的结果显示。因此，在客户端的软件中包含处理数据的逻辑和结果显示功能，数据的处理和结果显示紧密结合。这种密切的联系无法对应用程序进行增量式改进，包括处理逻辑或用户界面的改进，都会导致整个程序需要重新编译、安装，使得系统扩展性和维护性差，更加难以适应用户需求的任何变化。

2) 行业化

PDM 可以适用的领域相当广泛，不同规模的不同发展阶段的企业对 PDM 系统有不同程度的需要，包括：（1）制造业：机械、电子、轻纺、化工、电力、航天航空；（2）设计行业：建筑、港口、服装、美工、艺术、交通设施；（3）图书档案：图书馆、档案馆、出版社；（4）信息业：软件开发。在各个行业中，由于产品、生产方式、管理模式的不同，有许多行业中特有的功能需要。PDM 产品应当更好地支持客户化开发，对于从系统模型的改变、系统功能模块的开发到系统配置的整个流程要有很好的支持。解决好这个问题才能真正完成 PDM 技术的应用转化。

3) 开放性

大型企业的产品数据可能分布在不同的地区，每个地区只负责产品的某一部分数据的生成、维护和使用。同时，地区之间还必须相互交流产品数据，在企业的任何地区都能得到该产品的全部数据。传统的 C/S 结构系统中，与数据库交互需预先获取并一直保持连接，而且数据库连接客户机的数量有限。客户程序通常为特定的数据库而配置，难以将数据转移到另一个数据库。

作为面向 CIMS 应用系统的集成框架和企业产品数据管理的核心，在 PDM 实施过程中应增加系统的可伸展性、可重构性，减少企业异构分布环境下各应用系统之间的难度。集成不同环境下的应用系统和各种数据，PDM 应当是一个开放性的系统，开放主要包括数据的开放、功能的开放和系统建模方法的开放。开放性主要表现在可移植性、可扩展性、互操作性、可裁剪性等方面。

4) 安全性

传统的 C/S 结构系统中，应用程序外观和应用程序逻辑组件集中放在客户端，程序逻辑部分容易将业务规则暴露给用户，降低了系统的安全性。

2.2 可重构的软件体系结构

2.2.1 体系结构的定义^[5]

随着软件系统大小和复杂性的增加，在软件设计过程中面临的不再是考虑软件系统功能问题，而是要解决更难处理的非功能性需求，如系统性能、可适应性、可靠性、可复用性等。特别是从八十年代起，对软件系统具有挑战性的任务是要求其能适应不断发生的变

化。这里涉及的已不仅仅是每个功能模块的算法和数据结构的设计与实现，而是涉及系统的整体性问题——“软件体系结构”。以保证在软件系统的整个生命周期中，可以很方便地进行维护、调整和适应所发生的变化。

软件体系结构设计是在高抽象层次上对系统的一种描述，它给出了在系统层次上的系统基本结构，包括软件系统总体组织和全局控制、通信协议、同步、数据存取，给设计元素分配特定功能、组织、规模和性能。对于不同类型的系统需要不同的体系结构，归纳起来具有四种不同的形式：1) 概念结构，从主要的设计元素及其相互关系的角度描述一个系统，包括部件、互连、原则和性能等；2) 模块结构，包括模块界面、模块管理、模块控制和一致性等；3) 执行结构，描述系统的动态结构，包括性能分析、调度分析、动态配置和不同的执行系统间的接口等；4) 代码结构，描述源程序、二进制文件和库文件在开发环境中的组织。

2.2.2 软件体系结构的发展^{[6][7][11]}

最初的系统或软件的运行是不跨程序、语言、操作系统和地区的。一个系统或软件用一种语言编写，运行在一台计算机上，进程间的交互操作由单一程序的几个进程在同一地址空间内完成。但实际业务要求的不断增加，信息系统的使用也随之超出了地域范围。网络使联机的所有设备和软件，成为共享的浩瀚资源，计算机环境也从集中式发展到分布式。人们不再依赖过去的大型主机，转而通过在互连计算机网络上分散计算，以减轻系统负担。动态数据交换（DDE）和动态连接库（DLL）技术的出现，逐步发展为客户/服务器系统，几个不同程序间可跨地址空间、跨地区交互操作。

传统的客户/服务器环境下，客户和服务器通常在分离的计算机上运行，服务器同时与多个客户相互通信，并成为多个客户使用的共享资源。大多数的应用逻辑位于客户端，并使用集中或分散的数据库服务器。这种方法可能导致过大的网络流量，并使维护变得十分困难。为满足客户请求，服务器应能成为一个或多个其它服务器的客户程序，从而形成延伸至每个服务器程序的处理链。传统的计算模型开始向分布式计算模型过渡，逐步形成分布式应用程序。

分布式计算技术的发展，使得数据和处理在客户端与服务器端的分布更加灵活。分布式软件体系结构也先后出现了几种典型的样式：

1) 多层结构

“层”是组件或结点以内的对象分组，而“级”是系统中相互联系又分离的组件或结点实体。从两级（客户/服务器）系统到三级（用户界面级/逻辑级/数据管理级），进而推广到多级系统，它由一连串的客户/服务器对组成。如图 2.1 所示。其中网络服务器负责网络浏览器（轻便客户机），它转换超文本传输协议（HTTP）请求，然后调用逻辑结点中

的对象运算，另一方面客户机直接与逻辑结点对话。由于这种系统的功能可以分布在几个级或服务器上，通过调整中间级与其它系统的连接，利于企业的水平整合，且系统的维护和扩展也都比较容易。

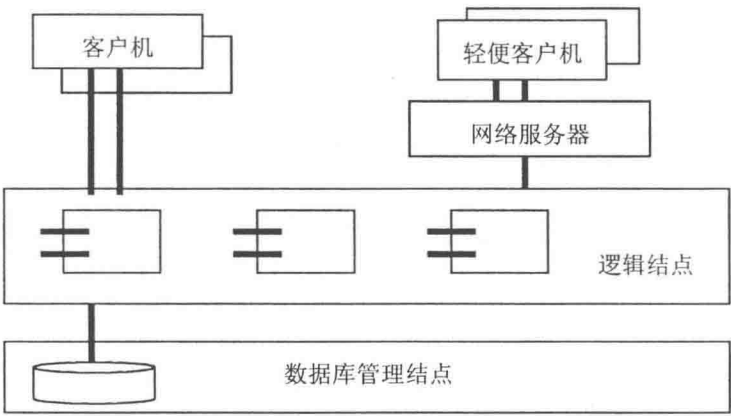


图 2.1 多层体系结构

2) 代理结构

从组件角度来看，代理就是服务器，代理接受客户机的请求并作出处理。如图 2.2 所示。其中有一个控制结点，两个代理和三个客户机，它们都共用一条消息总线作为通讯渠道。代理本身是一个结点，也可以是多级系统。当某个客户机连接到一个代理时，它们之间形成一个虚拟的多级系统。此外，一个代理也可以连接到另一个代理，作为后者的客户机。

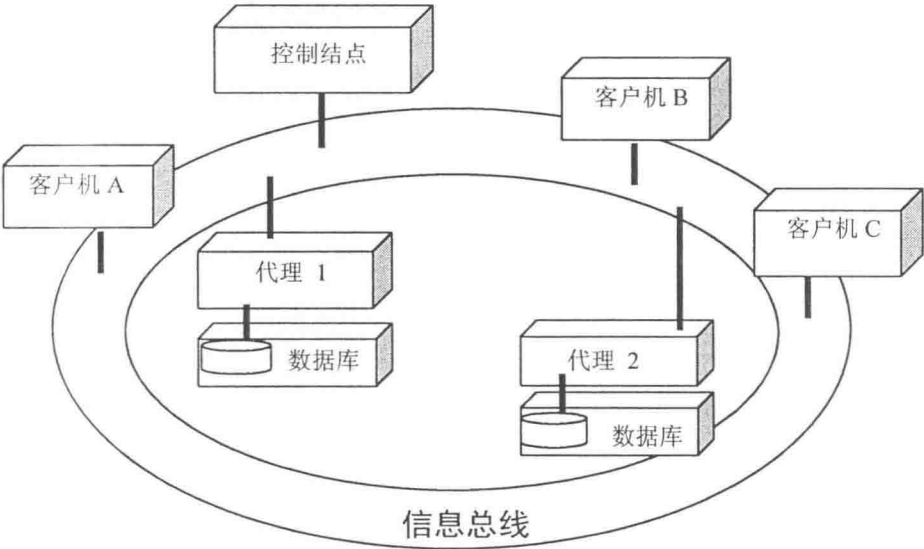


图 2.2 代理体系结构