

学科门类：工学
中图分类号：TH166

学校代码：10287
密 级：公 开

硕 士 学 位 论 文

面向客户的产品定制系统 建模与应用开发

硕士生姓名	李继斌
一级学科	机械工程
学科、专业	机械电子工程
研究方向	CIMS/FMS
指导教师	楼佩煌 教授

南京航空航天大学

二 零 零 二 年 三 月

学科门类：工学
中图分类号：TH166

学校代码：10287
密 级：公 开

硕 士 学 位 论 文

面向客户的产品定制系统 建模与应用开发

硕士生姓名	李继斌
一级学科	机械工程
学科、专业	机械电子工程
研究方向	CIMS/FMS
指导教师	楼佩煌 教授

南京航空航天大学
二 零 零 二 年 三 月

摘 要

为了能满足客户不断变化的个性化需求,增强企业的竞争力,实现产品的定制生产是必然趋势。在此背景下,本文试图研究一种适合我国大多数中小型企业的面向客户的产品定制系统,实现产品的客户定制和客户化产品结构模型向企业产品结构模型的转换,为实现按客户订单的制造打下基础。

为了实现系统的研究目的,充分利用了当前一些先进的技术:与设计 and 制造相关的产品结构与配置管理是本系统的基础;产品设计的模块化以及零部件的标准化和通用化是面向客户的产品定制的前提;客户定制产品构型与产品结构与配置管理当中的产品构型之间的转换,借助了质量功能配置(QFD)的思想和方法;面向客户的最广泛的形式是 Internet 技术,其核心是动态 WEB 服务器。

最后,利用当前流行的对象建模技术,建立了本系统的对象模型,并在此对象模型的基础上,以某企业片梭织机为例介绍了该系统的实现情况。

关键字:面向客户,产品定制,产品结构与配置管理,模块化设计,质量功能配置,动态 Web 服务器,对象建模

Abstract

For satisfying the constantly variation individual requirement of the customers and strengthening the competitive capacity of the enterprises, realizing the customization production of the product is the inevitable tendency. Under this background, this paper attempts to study a customer-oriented product customization system that suits the majority of the small and medium enterprise, realizes the customization production of the product and the transform from the custom product structural model to the enterprise product structure model, and lay the foundation of realizing the manufacture according to the customer order.

To realize the research purpose of the system, this paper take full advantage of some advanced technology. Product structure and configuration management related to design and manufacture is the foundation of the system; the modularized design of the product and the standardization and versatility of the components are the premise of the customer-oriented product custom; the transform of product modal from custom product to product structure and configuration management asks for the help of the thought and method of the Quality Function Deployment (QFD). the widest customer-oriented form is Internet technology, and its kern is dynamic Web Service.

Finally, making use of the object-oriented modeling, the object-oriented model of the system is established. And based on this model, taking an enterprise for example, the paper introduces the realization case of the system.

Keywords: Customer-oriented, Product Customization, Product Structure and Configuration Management, Modularized Design, QFD, Dynamic Web Service, Object-oriented Modeling

目 录

第一章 绪论	1
1.1 大规模定制的提出	1
1.2 国内外研究现状	2
1.3 面向客户的产品定制的提出	4
1.4 本文的主要研究内容和目标	6
第二章 面向客户的产品定制系统中的关键技术	8
2.1 产品结构与配置管理	8
2.1.1 产品配置管理的目标	8
2.1.2 产品结构模型	9
2.1.3 产品配置规则	10
2.1.4 产品配置视图	11
2.2 产品的模块化设计	11
2.3 质量功能配置	13
2.4 动态 web 技术	14
2.4.1 动态 Web 技术的基本原理	14
2.4.2 动态 web 与数据库的连接方式	15
2.4.3 Sybase 公司的动态 Web 服务器——PowerDynamo	16
2.5 关键技术 in 系统中的应用	17
第三章 面向对象的系统建模	18
3.1 面向对象的建模技术	19
3.1.1 面向对象设计的特点	19
3.1.2 标准建模语言 UML 的内容	20
3.1.3 面向对象建模技术在本系统中的应用	21
3.2 面向对象的产品结构与配置管理	22
3.2.1 产品结构与配置管理概述	22
3.2.2 产品类属模型的建立	23
3.2.3 类层次的构造	24
3.3 面向客户的产品定制的对象模型	24
3.3.1 面向客户的产品模型	24
3.3.2 产品定制类属模型	26
3.3.3 面向客户的产品定制中要考虑的问题	27
3.4 两个模型的衔接	28
3.4.1 基于类封装的模糊推理	29
3.4.2 Zadeh 语言变量的模糊处理	30
3.4.3 模糊推理中的知识库的建立	31
第四章 应用系统的实现	33
4.1 应用实例——片梭织机简介	33
4.2 产品结构与配置管理的技术方案	33
4.3 客户定制系统的解决方案	36
4.3.1 功能定义	36

4.3.2 对象属性值（模型参数）的确定.....	37
4.4 数据库设计.....	38
4.5 定制产品配置管理的实现.....	40
4.5.1 面向客户的产品定制.....	40
4.5.2 定制产品配置管理的实现.....	42
4.6 企业实施本系统的经验总结.....	42
第五章 总结与展望.....	45
5.1 本文总结.....	45
5.2 产品定制生产的展望.....	46
致 谢.....	47
在学期间研究成果.....	48
参考文献.....	49
附录 1 面向客户定制的产品对象模型参数.....	51

第一章 绪论

1.1 大规模定制提出的提出

我国的许多制造企业在前些年大量投资,进行技术改造,取得了很好的效果。可以说,制造设备达到了国际一流水平。许多企业在中国信息化的道路上也已经迈出了重要的一步,如何在这个基础上更加贴近市场、面向客户就成了企业的迫切需求。在“供不应求”、以规模经济为特征的竞争时代,制造的水平与能力起着决定性的作用,产品的个性化需求并不突出。现在,绝大多数产品的总生产能力远超过现阶段市场需求,“供大于求”,竞争已到了白热化的程度。能否占领制高点,满足用户的个性化需求,在激烈竞争的的市场中获得较大的市场分额,关系到企业的生存。按用户的特殊要求发展个性化产品将成为市场产品的主流,传统制造业的生产和管理方式与新的市场环境将越来越不适应的情况会更加突出。

企业想以“适销对路”的产品来谋求相对稳定的生产已越来越困难。真正意义上的适销对路产品应该是“用户要什么就能生产什么”的个性化产品。但是,这种个性化产品必然形不成生产批量,多品种、单件小批量的生产比例不断扩大,传统按批量大小组织生产的原则显然已不适用,因为新的市场竞争要求企业不但能提供优质的、能满足用户特殊要求的产品,而且必须快速、及时和价廉,从而突出了生产批量虽小,但生产率要高、质量要好、成本要低的矛盾。

传统的大批量自动化生产模式(H. Ford 模式)在技术上的和经济上的辉煌成就就是毋庸置疑的,怎样继承和吸收它的先进技术和生产组织方式来解决个性化产品的生产问题,已经得到制造业界的普遍关注。1993年,美国哈佛大学的B. JosephPine^[1]系统地阐述了大规模定制生产(Mass-Customization)的概念,并与D. M. Anderson合作论述了为大规模定制生产开发敏捷产品的问题(1997年)。它根据每个用

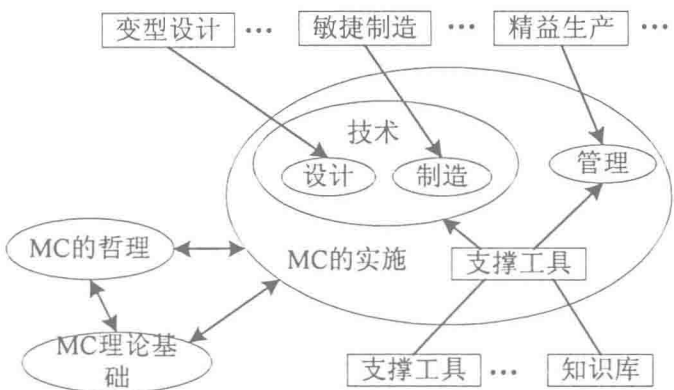


图 1-1 大批量定制生产的思想与方法体系结构示意图

户的特殊需求,用大规模生产的效益完成定制产品的生产,从而实现用户的个性化和大规模生产的有机结合。由于它能够以过去不可思议的模式来满足当今市场的要求,所以正在逐步成为信息时代企业的重要生产模式之一。传统的相对稳定

市场已经演变成动态的变型市场,产品生命周期缩短、客户需求多样化,以交货期为主要竞争因素,多品种小批量生产比例增大。在 20 世纪占主导地位的大批量生产方式越来越不适应市场的需求,而能以大批量生产的效率快速向客户提供定制产品的大批量定制生产(或称大规模定制生产)很好的迎合了市场的需求。

Internet/Intranet 技术、分布式对象技术的迅速发展为在 Internet 上进行产品定制提供了很好的技术环境。三层的“浏览器/Web 服务器/应用服务器”结构形成新型的网络计算体系,这种体系用于事务处理,具有开放性、可伸缩性、可扩展性、安全性的特点。在这种三层结构中,Web 服务器和应用服务器之间通过 Web 请求代理联系起来,以支持基于 HTTP/HTML 的应用和事务处理应用之间的无缝集成。HTTP 的独立性为这种事务处理带来了一定的伸缩性和扩展性。通过 HTTP 构筑的初始框架,例如在 JavaApplet 的支持下,用户在浏览器、应用服务器之间维持一个永久的会话,将事务处理的 Client/Server 应用扩展到 Internet 上。运用这种技术,可以通过配置不同的应用服务器,实现基于 Web 的电子商务、电子贸易以及在客户参与的产品定制等应用。安全问题是事务处理应用的关键。通过运用数字签名、加密、认证等技术,保证数据保密性、完整性。

1997 年底,美国乔治,华盛顿大学的一个专门小组对新兴技术发展作了预测,提出了世界未来的 85 项新兴技术,其中,包括大批量定制技术,到 2015 年大约有 30%的产品可以大批量定制。^[2]大批量定制生产的基本思想是:将定制产品的生产问题通过产品重组和过程重组转化为或部分转化为批量生产问题,对用户而言,所生产的产品是定制的、个性化的;对生产厂家而言,该产品却主要采用大批量定制生产方式得到的。产品的定制生产是大势所趋,企业要想在未来在激烈竞争的市场中立于不败之地,实施产品的定制是非常得力的措施。

1.2 国内外研究现状

根据市场预测进行有库存的大批量生产,当接到客户定单时,在库存原材料或预制零部件的基础上,开始进行满足客户需求的定制生产。因此,在生产过程中存在一个客户定单分离点(Customer Order Decoupling Point, CODP)。所谓 CODP 是指企业生产活动中由基于预测的库存生产,转向响应客户需求的定制生产的转换点。

按照客户需求对企业生产活动影响程度的不同,即 CODP 在企业生产过程中位置的不同,可以进一步将大批量定制分成以下四种类型(如图 1-2):^[2]

- 1) 按定单销售(Sale-to-Order, STO) 按定单销售又可称为库存生产(Make-to-Stock, MTS)方式,这是一种大批量生产(Mass Production, MP)方式。在这种生产方式中,只有销售活动是由客户订货驱动的,如日常生活用品、家用电器等。
- 2) 按定单装配(Assemble-to-Order, ATO)按定单装配是指接到客户定单

后，将企业中已有的零部件经过再配置后向客户提供定制产品的生产方式，如模块化的汽车、个人计算机等。在这种生产方式中，装配活动及其下游的活动是由客户订货驱动的。

3) 按定单制造 (Make—to—Order, MTO) 按定单制造是指接到客户定单后，在已有零部件的基础上进行变型设计、制造和装配，最终向客户提供定制产品的生产方式，大部分机械产品属于此类生产方式。在这种生产方式中，变型设计及其下游的活动是由客户订货驱动的。

4) 按定单设计 (Engineer—to—Order, ETO) 按定单设计是指根据客户定单中的特殊需求，重新设计能满足特殊需求的新零部件或整个产品，在此基础上，向客户提供定制产品的生产方式，如化工装备等大型装置的制造。在这种生产方式中，开发设计及其下游的活动是由客户订货驱动的。

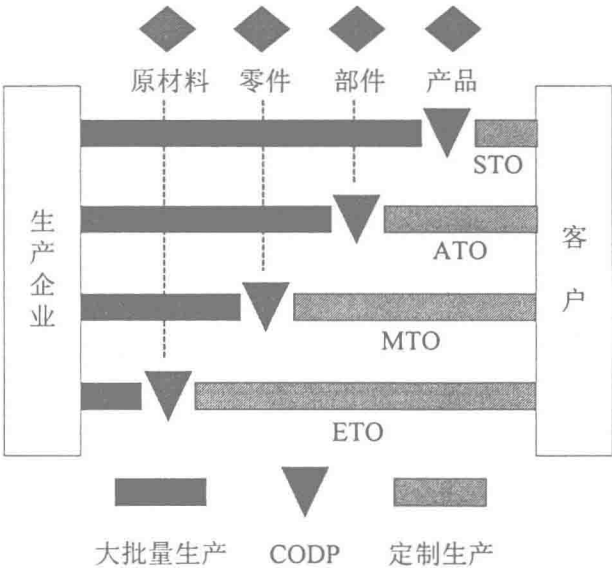


图 1-2 从大批量生产到定制生产的转变

在实际生产过程中，上述四种类型的界限并不像图 1-2 那样清晰，而是相互交织，有一定的重叠。

从图 1-2 可以看出，在大批量生产中，按定单销售 (STO) 的 CODP 处于生产过程的最下游，按定单装配 (ATO)、按定单制造 (MTO)、按定单设计 (ETO) 的 CODP 依次向生产过程的上游移动。CODP 越靠上游，表示客户定单中的技术要求对企业生产过程的影响越大，定单完成的难度也相应增加。

大批量定制的核心策略是增加库存生产的比例，将 CODP 尽可能向生产过程的下游移动，减少为满足客户定单中的特殊需求而增加设计、制造及装配等环节中的各种费用。在具体实现方面，即根据市场预测，按照大批量生产方式生产中的基型产品或零部件，在此基础上，根据客户定单的实际要求，通过对基型产品或零部件的重新配置和变型为客户提供个性化的定制产品，从而实现大批量生产和传统定制生产的有机结合。

21 世纪的制造业必将以产品创新和技术创新搏取市场，企业的产品是否能根据用户的当前需要和潜在需求快速抢先提供，将成为企业成败的关键。产品结构和功能的模块化、通用化和标准化，是企业推陈出新、快速更新产品的基础。模块化产品便于按不同要求快速重组，任何产品的更新换代，决不是将原有的产品全部推翻重新设计和制造的。更新一个模块、在主要功能模块中融入新技术，

都能使产品登上一个新台阶,甚至成为换代产品,而多数模块是不需要重新设计和重新制造的。因此,在敏捷制造中,模块化产品的发展已成为制造企业所普遍重视的课题。例如,福特汽车公司的发动机总部将 6 缸、8 缸、10 缸、12 缸等不同规格的发动机结构进行了模块化,使其绝大部分组件都能相互通用,以尽可能少的规格部件实现最大的灵活组合,并能用同一条生产线制造不同规格的发动机,取得了巨大的经济效益。^[5]此外,模块化产品便于分散制造和寻找合作伙伴,开发新产品的主干(核心)企业主要做好产品的不断创新研究、设计和市场开拓工作,产品的制造可以分散给专业化制造企业协作生产,主干企业将从传统的“大而全、小而全”的橄榄型模式中解脱出来,转换成只抓产品设计和市场开拓的哑铃型企业。企业可以通过 Internet 发布产品结构及其技术要求,寻找合作伙伴,组成“虚拟公司”,发挥公司中各企业的特殊优势,达到快速推出新产品响应市场的目的,需要时还可以组织合作企业共同参与新产品的研究开发。模块式产品的另一个突出的优点在于:用户只需要更新个别模块即能满足新的要求,不需要重新购买一台新产品。这既节省了用户的开支,又能节约原材料消耗和减少废弃物,这在自然资源越用越少和环境污染愈来愈严重的今天无疑是非常重要的。

国外的一些企业,正在研究或者已经实现了用户参与的产品定制。例如美国的波音公司,经过周密计划提出了基于产品数据管理(Product Data Management, PDM)的飞机构型定义与控制(DCAC),由客户选择飞机构型,通过构型软件,与产品数据管理(PDM)相连,生成与生产制造相关的该客户所定制飞机的制造系列号,实现按架次生产的模式^[3]。这项计划的实施可大大降低成本和缩短周期,最大限度的满足客户的需求。

国内企业在此方面才刚刚起步,海尔集团公司率先做到了冰箱的网上定制,称为 B2C 产品定制。消费者可以在海尔冰箱提供的配件当中任意挑选,选择他们喜欢的色彩或者部件,然后根据客户的选择来装配,让消费者享有充分自主的选择权利,从而满足他们的个性化需求。海尔的定制模式就属于按订单装配的模式。B2C 产品(冰箱)定制立刻引起了全国消费者的喜爱,各大商场的海尔冰箱销量也随之上升,据有关部门统计,在北京冰箱市场,海尔冰箱已占到了 70% 以上的市场份额。B2C 产品定制真正将消费者的需求放在第一位,引领了个性化消费新时尚,必将作为一种全新的经营模式而风行冰箱业乃至整个生产制造业。

1.3 面向客户的产品定制的提出

产品定制的模式虽然已经在国外实行了很多年,国内也在此方面作了有益的探索,但是国外的模式并不完全适合国内很多企业的现状,我们在为江西南昌某纺织机械企业实施客户定制产品时就遇到了这样的问题,对于一个中型企业实施如此庞大的系统,并不划算,因而我们针对这样的企业:产品结构复杂,且种类

繁多，客户要求也各不相同，提出了自己的产品定制模型：面向客户的产品定制系统。前面讲过，产品定制的类型有四种：按订单销售、按订单装配、按订单制造、按订单设计。按订单销售实际上仍然是大批量生产的模式，并没有体现客户的意愿；按订单装配部分体现了客户的个性化需求，但是在生产制造当中仍然沿用了老的生产模式，客户也仅是在企业提供的众多产品种类之中做一个简单的选择装配，不能充分体现客户定制优越性；若完全实行按订单设计，不仅实现起来难度很大，而且就目前的技术状况上难以实现，必须实现技术上的变革之后，才能实现，这也是不切实际的。

相对现有企业状况而言，作者认为产品定制的核心思想是以客户可以接受的交货时间和价格，通过为客户提供定制（或个性化）产品来赢得客户，从而增强企业竞争优势的。

经过上面的分析我们所提出的面向客户的产品定制系统具有如下的特点：

- 1) 以面向客户订单的制造为主，而对于某些容易更改的部件，实现按订单的设计；
- 2) 为了实现按订单制造的目的，系统以产品结构与配置管理为基础，来生成产品 BOM 以及各种 BOM，以便与其它制造资源管理软件（如 MRP-II）的集成。
- 3) 客户定制完成后，为了便于与客户的长期交流甚至客户提出更改，使用单一产品数据源，存放在产品结构与配置管理系统中；
- 4) 应用面向对象的方法构造系统，方便系统的扩展及与其它系统的集成；
- 5) 应用 Internet/Intranet 技术来实现面向客户的沟通，使客户能方便的表达自己对产品的意愿；

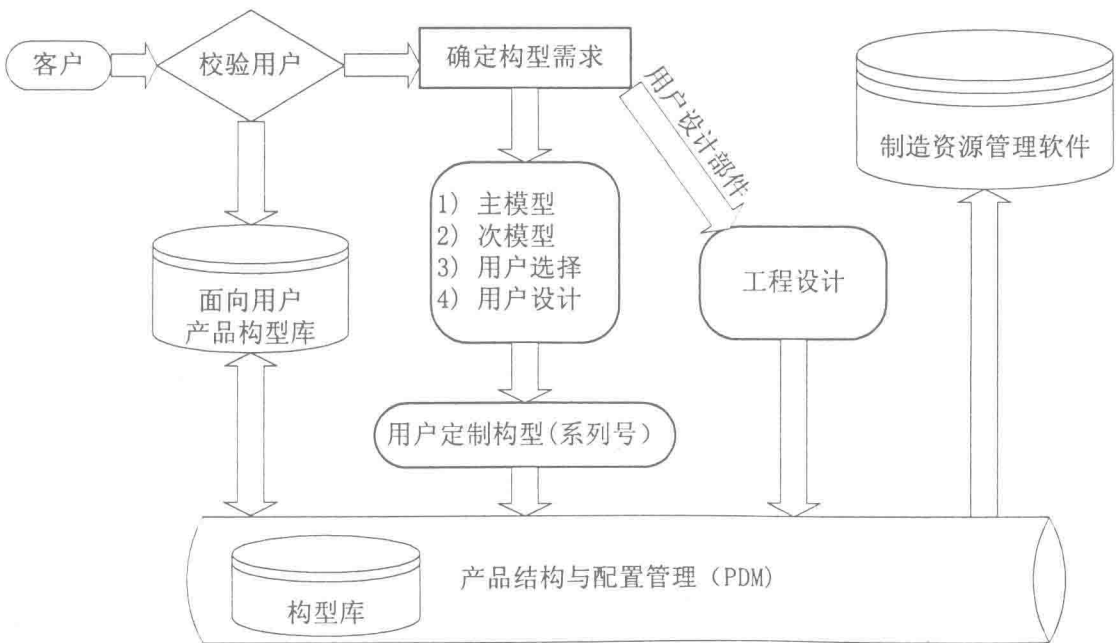


图 1-3 面向客户的产品定制系统

根据以上对系统特点的描述,总结出该系统的重点与难点在于面向用户产品构型库的建立(即客户的定制模式)和用户定制产品构型到产品结构与配置管理的转换,从而实现面向客户订单的制造。在下面的章节中我们将重点介绍。

1.4 本文的主要研究内容和目标

在上一节当中对系统做了简单的描述,本课题的研究目标是如何构建一个适合我国大多数中小企业发展现状的面向客户的产品定制的系统,实现按订单制造的模式,以客户可以接受的交货时间和价格,为客户提供定制(或个性化)产品来赢得客户,从而增强企业竞争优势,这也正是多数中小企业所面临的问题。

为实现上述目标,从江西南昌某企业的现状入手,探讨利用企业现有资源(Intranet/Internet 的建立、产品设计模块化、已经实现了产品信息的一些集成如 CAD/CAPP/CAM 的集成等),发展适合企业本身的客户定制产品的生产模式。

本文有以下五章内容:

第一章 绪论

本章简要阐述了大规模定制(MC)的兴起和发展情况,分析了我国在面向客户的产品定制上的应用现状,以及产品定制给企业带来的深远影响,并结合我国大多数企业的现状,提出了适于他们的面向客户的产品定制系统,最后简要介绍了本文的研究内容和全文结构。

第二章 面向客户的产品定制系统中的关键技术

本章介绍了本系统所涉及到的各种关键技术及其在本系统中的应用体现:与设计和制造有关的产品结构与配置管理,这是本系统的基础;面向客户的产品定制的前提是产品设计的模块化以及零部件的标准化和通用化;客户定制产品构型与产品结构与配置管理当中的产品构型之间的转换,借助了质量功能配置(QFD)的思想和方法;面向客户的最广泛的形式是 Internet 技术,其中的核心是动态 WEB 服务器,它能够使客户和企业资源达到充分的交流;最后介绍了各项关键技术在本系统中的应用及其作用。

第三章 面向对象的系统建模

本章结合面向对象建模技术和大多数产品的特点,建立面向对象的系统模型:面向对象的产品结构与配置管理的模型和客户定制产品的模型,应用 QFD 的理论,利用模糊推理的思想来实现两个对象模型之间的转换。这也是本文研究的核心内容。

第四章 应用系统的实现

本章以片梭织机为例,根据第三章建立的系统对象模型,介绍了系统各部分的解决方案及实施结果,举例介绍了系统的整个运行过程,最后对本系统在企业实施过程所出现的问题和经验做了一个简单的小结。

第五章 总结与展望

本章总结了全文的研究工作，展望了今后需要进一步完善和深化的工作。

第二章 面向客户的产品定制系统中的关键技术

本文所研究的系统是为了使企业能生产出满足客户个性化需求的产品，最大限度的实现与客户的沟通。当前 Internet 技术的成熟使得这种沟通变得简单易行，客户通过 Internet 来了解企业的资源信息，根据企业提供的这些信息来选择合适自己的产品型号，当然客户也可以提出自己对产品的要求，企业接受来自客户的信息，显然这些需求不能马上就成为企业的生产制造信息，如何实现两种信息的集成，正是本系统要做的工作之一。而另外的工作是提供给客户面向客户的产品资源信息作为客户与企业交流的载体，以及对企业产品资源信息的管理，前者利用 Internet 技术——动态 Web 服务器来实现，后者则利用产品结构与管理来实现，作为以生产制造为本的企业而言，实现对产品信息的管理是其基础，因此本系统也是基于产品结构与管理来构建的。同时作为一个面向现代企业的信息管理软件，它涉及到网络技术、多层结构软件技术及多种生产制造和管理上的技术多种技术。

2.1 产品结构与管理

产品数据管理（Product Data Management, PDM）融合了面向对象技术、分布式数据库技术、网络技术、客户机 / 服务器结构与图形化用户接口，具备了信息集成框架系统的基本功能。PDM 所带来的好处大致可表述为：PDM 的文档管理实现对文档的有效控制，能够使使用者方便快捷地查找到所要的文档，与此同时，由于版本管理的作用，能够查找到文档的准确版本；实现对数据的安全管理，保障数据的完整性和安全性；实现信息的再利用，避免重复工作。对于企业来讲，已经不是上不上 PDM 的问题，而是何时上 PDM 的问题。

PDM 是管理所有与产品相关的信息和过程的技术，主要包括以下几个功能：电子资料室（Data Vault）和文档管理（Document Management）、产品配置管理（Product Configuration Management）或称产品结构管理、工作流程管理（Workflow or Process Management）、分类与查询管理和项目管理等，其中产品结构与管理是非常重要的内容。

2.1.1 产品配置管理的目标

- 1) 建立产品的整体模型 产品数据不仅数量大，而且数据的种类繁多，不同类型的数据之间相互关联。计算机的高速运算能力提供了建立产品的整体模型的能力，使用户对产品有完整的了解。
- 2) 建立产品的配置规划 对系列产品来说，产品的整体模型中会有若干个带

有各式各样选项的零部件，不同用户有不同的要求，产品对象应可以根据用户的要求选择。另则产品配置应具有灵活的产品数据配置模式，配置规划的目标是带最少的零件数，产生最多的产品类型。因此，产品配置系统要提供方便、简洁的配置规划，以便给用户提所关心的不同类型的产品对象。为了降低成本，还要求灵活的零件替换，尽量选择标准零件和根据当地可用性资源选择替代品，以最低的成本来满足设计的要求。

- 3) 建立一致的产品材料清单（BOM） 在生产制造过程中，企业随时需要获得最新的产品信息，即各类材料清单。设计工艺、生产计划、物资供应等不同部门对材料清单的要求不一致，但相互之间还必须保持一致，因此，在产品配置系统中必须提供自动生成各类材料清单的工具。
- 4) 建立产品更改的历史记录——版本管理 在设计制造和维修服务过程中，产品经常会发生各式各样的更改。产品配置系统不仅要保存当前有效的数据，还要将产品演变的整个历程记录在案。因此，在产品配置管理中，要完整地保存产品数据的全部版本，同时还要建立一套完整的有效性规则，保证在任何时候，任何人得到的是正确的版本。

2.1.2 产品结构模型

产品分解是制造业的一项基础工作，也是企业应用 CIMS 技术的主要工作之一，广泛用于产品生产计划编制、产品的物资采购计划编制和新产品开发等。在产品配置管理中，要计算产品对零件的需求量，即产品分解计算。特别是在企业生产多种系列产品，且产品结构又很复杂时，在编制生产作业计划中产品分解是非常耗时的计算。若产品对零件的需求是独立需求，则可用产品零件汇总表的方式表示。若产品对零件的需求是相关需求，则一般采用产品零件结构树来表示。

装配件是一组相互关联的零件的集合，描述一个完整的装配件，除每个零件的信息外，还需要零件间相互关联的性质和结构。因此，装配模型的完整信息包括三个方面：零件信息、装配件中零件之间的层次关系、确定装配中零件位置和方向的装配关系。

产品零件结构树是由产品装配系统图和产品零部件明细表（通用件、标准件、自制件、外购件、外协件、原材料）产生。产品结构树以树状方式描述，树中的根节点代表产品，各结点分别表示部件或组件，叶结点表示零件。这种图视方式反映了产品、零部件之间的层次关系。有了结构树，管理者即可分层展开，走不同的分支，直观地找到自己所要的数据，而不用考虑其物理位置。要根据企业的管理模式建立产品结构树。有的企业用一棵树表示一个系列的产品，有的企业用一棵树只表示一个产品。产品结构树的层次要根据企业的产品复杂程度来分，多者 7、8 层，少的也要 2、3 层。

每个零部件都有属性，如零件的材料、质量、尺寸和颜色等，部件由多少零

件组成等。因为对象实例被分散地存放在网络中的若干结点上,为实现面向对象数据模型到关系数据模型的转换,要将对象的描述属性转换为关系数据库中二维表的信息,因此,结构树的每个结点都连接着相关的零部件属性。

每个零部件还有相关的文档,如各零件的二维图样、三维模型、技术说明、各部件的装配图等。这些文件都存放在文件服务器内。一个企业可能有多个文件服务器,甚至有的文件服务器在异地。电子资料室(Data Vault)将数据库和文件系统连接起来,使描述零部件的文件信息与产品结构树结点上的相关零部件有机地连接在一起,实现不同类型的产品数据管理,形成完整的产品结构化管理。

2.1.3 产品配置规则

产品配置的规则由用户自行选择,可以根据产品的版本或工作状态来决定。不仅可以针对产品对象的指定版本进行配置,还可以针对产品若干个版本组合的结构进行。并且产品配置管理还支持有效性管理,以便确保生产制造的正常进行。

根据指定版本进行产品配置时,产生各类的BOM表可供用户编辑和查阅,而且还可以产生一个包括所有版本的全部零部件的产品清单,以便对样机进行修改。为了使用户按一定的产品配置规则构造出满足一定要求的产品对象,一般产品配置规则有两类:变量配置规则和有效期配置规则。

变量配置规则 产品的某一个零部件可有若干个可选项。例如一台空调机的压缩机部件,可以选用国产件,也可选用进口件。在产品定义信息中可以设置该零部件的一个属性为“产地”。“产地”作为一个变量,可以有“国产”和“进口”两个取值。当用户配置产品时,可以按照“产地”变量的值来确定某个产品对象,这种产品配置的方法称变量配置。

在变量配置中通常有多种逻辑运算法则。可以是“=”、“<”、“>”、“<>”、“Like”、“AND”、“OR”等,也可以用多种逻辑运算综合配置的法则。变量既可以是字符型,也可以是数字型、日期型和逻辑型等(其中“Like”是指带有通配符变量值的逻辑运算符)^[12]。

有效期配置 产品的某个零部件可能在多处被引用,被引用的部位也可能不在同一层。当进行产品配置时,由于该零部件的供应商不同,安装方式不同或性能、价格差异等原因,存在着不同的版本,所以必须建立有效期配置规则。

有效期配置规则可以根据生产日期的有效期、系列号的有效规则或根据产品价格有效期等来进行产品配置,例如根据供应商的不同,零件A有版本1和版本2。在某个产品的两个不同配置方案中,都有相同的零件A,并且分别分布在不同的层内。

2.1.4 产品配置视图

1) 产品结构视图 在企业中,不同的部门需要不同的产品信息,称之为视图。不同的部门需要不同的组织视图。如制造部门、设计部门、经营部门、维修服务 and 销售部门,所需要的 BOM 数据不同,就构成了相应部门的不同产品结构视图。制造部门关心如何完成产品的装配和测试,需要什么材料,按什么顺序;经营计划部门需要成本分析,什么时候用什么零件,需要多少钱。

对应于产品生命周期中不同阶段,例如,“设计阶段”、“组装阶段”等,不同的 BOM 代表了从不同角度对同一产品的定义信息。产品结构树把产品定义的全部数据,包括几何信息、分析结果、技术说明、工艺文件等,都和产品结构建立起联系,因此,用户可以很方便地得到某一项变化所造成的影响。不同部门从不同的角度来配置 BOM,针对某一产品对象、产品装配还可以定义多层视图的 BOM。而且多层视图功能不需要高级配置管理的技巧,从任何一个 BOM 的视图都应可以访问产品的全部数据。

2) 统一的材料清单 (BOM) 产品结构树描述系列产品的总模型,根据配置条件得到产品对象的子模型。每个子模型都由树型结构进行描述,全面正确地反映了该具体产品的全部信息。在产品结构树的每一个节点上都带有特征属性,其中有关类型的属性描述了该节点对应的零部件分别属于自制件、外协件、原材料等不同的类型。若是自制件,还要有相应的特征属性表明它是机加工件、塑料件、冷作件还是热处理件等等不同的加工方法。诸如此类的特征属性将产品结构树上的每一个节点作了明确的分类。由此可见,产品结构树就是该产品最完整的材料清单。从不同的角度查看这棵产品结构树,不同的部门便可自动生成相应的结构视图。设计人员需查看产品结构树的全部叶节点构成的材料清单,形成设计 BOM; 生产计划人员需查看产品结构树上由自制件构成的全部叶节点构成的材料清单,形成生产 BOM,以便安排生产制造。利用不同的零部件的特征属性,可以构成不同的子模型,该子模型上的全部叶节点的特征属性就形成了该部门所需的 BOM。

2.2 产品的模块化设计

所谓“模块化”亦称积木化、模件化,是为顺应现代化工业多品种小批量生产方式的需要,在系统工程原则指导下,在标液化其它形式主要是组合化的基础上逐渐发展起来的一种标准化高级形式。它遵循超前标准化原则,运用综合标准化方法,设计并生产相当数量的,主要由标准零部件组成,并在今后相当时期内具有广泛通用性和互换性的标准化模块,再根据各个用户的不同要求将上述各层次模块优化组合为各种批量(尤其是小批量甚至单件)的多品种复杂产品的过