



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十二五”国家重点图书出版规划项目

先进制造技术与应用前沿

JICHENGHUA CHANPIN SHUJU
GUANLI JISHU

集成化产品数据 管理技术

葛江华 吕 民 王亚萍

编著

上海科学技术出版社



国家出版基金项目

NATIONAL PUBLISHING FOUNDATION

“十二五”国家重点图书出版规划项目
先进制造技术与应用前沿

集成化产品数据 管理技术

葛江华 吕 民 王亚萍 编著



上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

集成化产品数据管理技术/葛江华,吕民,王亚萍编著.

—上海:上海科学技术出版社,2012.1

(先进制造技术与应用前沿)

ISBN 978-7-5478-1078-1

I. ①集... II. ①葛... ②吕... ③王... III. ①制造业—工业产品—数据管理系统 IV. ①F407.406.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 273866 号

上海世纪出版股份有限公司
上 海 科 学 技 术 出 版 社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 20 插页 4

字数 350 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-1078-1/TH·25

定价: 65.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内容提要

本书介绍了产品数据管理(PDM)的基本概念、主要功能及 PDM 与其他软件的集成,并讨论了 PDM 的实施方法。全书共分为七章,内容包括概述、集成化产品数据管理的内涵、产品数据管理的功能、产品配置管理与设计技术、产品数据管理与先进制造模式、集成化产品数据管理的整体解决方案与应用案例、商用 PDM 软件应用。

本书的主要特点是:在基本理论基础上,注重联系企业实际,用实例介绍了 PDM 的实施。叙述深入浅出、通俗易懂,极具参考价值。

本书可作为从事 CAD/CAM、PDM、MIS/ERP 系统开发与应用的研究人员和工程技术人员的参考书,也可作为大专院校有关专业的本科生和研究生的专业教材。此外,本书还可作为 PDM 技术推广应用的培训用书。

编撰委员会

先进制造技术与应用前沿

主 任 路甬祥

副 主 任 李蓓智 曹自强

委 员 (按姓氏笔画排序)

王庆林 石来德 包起帆 严仰光

杜宝江 李 明 李 春 李希明

何 宁 何亚飞 陈 明 閻耀保

葛江华 董丽华 舒志兵

学术专家 艾 兴 汪 耕 周勤之

前 言

二十世纪六七十年代,企业在其设计和生产过程中开始使用 CAD、CAM 等技术,这些技术的应用在促进生产力发展的同时也带来了新的挑战。对于制造业而言,虽然各单元的计算机辅助技术已经日益成熟,但各自动化单元自成体系,彼此之间缺少有效的信息沟通与协调,这就是所谓的“信息孤岛”问题。在这种情况下,许多企业已经意识到:实现信息的有序管理将成为它们在未来的竞争中保持领先地位的关键因素。

产品数据管理(product data management, PDM)正是在这样的背景下产生的一项新的管理思想和技术。PDM 是管理产品全生命周期过程的数据和产品开发过程的工具。PDM 以产品为中心,通过计算机网络与数据库技术把所有与产品相关的信息和过程集成起来,使产品数据在其生命周期内保持一致、有效和安全。PDM 为工程技术人员提供一个协同的工作环境,优化工作流程,从而缩短产品研发周期、提高产品质量,并可及时、有效地利用信息化手段进行企业重组。从过程来看,PDM 系统可协调并组织整个产品生命周期内诸如设计审查、批准、变更、工作流程优化以及产品发布等的事件。PDM 与产品生命周期的每一个阶段相互联系,是面向设计制造的信息流与面向生产管理的信息流之间的桥梁,是实现产品设计、制造与管理并行工程的基础,它从根本上解决了各个环节数据交换和共享的问题。

产品数据管理从开始的工程图档管理逐渐扩展,迅速成为一门管理所有与产品相关的信息和所有与产品有关的过程的技术,它集数据管理能力、网络通信能力及过程控制能力为一体,提供了对产品全生命周期的信息管理能力,为企业提供了产品设计与制造的并行协同工作环境。经过 40 多年的发展,PDM 技术已经取得了长足的进步,在机械、电子、航空/航天等领域

得到了普遍的应用。

本书全面系统地介绍了 PDM 的原理与实施方法,全书共分为 7 章:第 1 章是概述;第 2 章介绍了集成化产品数据管理的内涵;第 3 章介绍了产品数据管理的功能;第 4 章介绍了产品配置管理与设计技术;第 5 章介绍了产品数据管理与先进制造模式;第 6 章介绍了产品数据管理的整体解决方案与应用案例;第 7 章介绍了商用 PDM 软件应用。

本书由哈尔滨理工大学葛江华(第 1~3 章)、哈尔滨理工大学王亚萍(第 4 章、第 7 章)、哈尔滨工业大学吕民、哈尔滨商业大学官运启(第 5、第 6 章)编著,哈尔滨工业大学周宇鹏也参加了第 6 章的部分编写工作,葛江华、吕民对全书进行了统稿和审定,哈尔滨理工大学段铁群教授、研究生祁晶蕊、杨传潇也在本书的整理过程中做了许多工作。

感谢武汉开目信息技术有限公司和达索系统中国公司提供的相关信息和资料。由于编著者水平有限,难免有疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 概述

1

第一节 制造业信息技术	1
一、中国制造业的发展	1
二、信息、信息技术和信息化	5
三、信息技术的由来和迅速发展	6
四、制造业与信息技术的关系	7
五、制造业信息化发展	9
第二节 产品数据管理定义及由来	10
一、产品数据管理的定义	10
二、产品数据管理产生的背景	11
第三节 制造企业产品数据特点	18
第四节 制造企业产品数据管理的需求与技术	19
一、急需产品数据管理的企业	19
二、制造企业对产品数据管理的需求	21
三、制造企业产品数据管理技术	22
第五节 产品数据管理技术的发展	26
一、产品数据管理的最新技术	26
二、产品数据管理的发展趋势	27
三、PDM 软件在我国的应用状况	31
四、国内外相关领域研究状况	34
第六节 产品数据管理的目标与内容	37

第二章	集成化产品数据管理的内涵	41
第一节	产品数据的分类与组织	41
一、	产品数据的分类	41
二、	产品数据的组织	42
第二节	产品数据标准	45
一、	信息集成技术交换和共享的标准化背景	45
二、	通用标记语言 SGML	46
三、	产品数据交换标准	48
第三节	产品数据的信息集成	53
一、	基本概念	53
二、	集成工具	56
三、	信息集成模式	56
第四节	集成化产品数据管理的业务流程与框架体系	59
一、	集成化产品数据管理的业务流程	59
二、	产品生命周期管理的基本框架	60
第五节	PDM 与 CAD/CAPP/CAM 的集成	61
一、	应用框架	62
二、	数据框架	63
第六节	PDM 与 ERP 的集成	65
第七节	PDM 与企业信息的集成	68
第三章	产品数据管理系统的功能	70
第一节	产品数据对象的信息模型	70
一、	人员管理模型	70
二、	产品对象模型	71
三、	产品对象模型的建立	72
第二节	图文档管理	75
一、	图文档管理的对象	75
二、	图文档管理方法和功能	76
三、	图文档的组织方式	79
第三节	产品结构 with 零部件管理	79
一、	产品结构 with 零部件的关系	79

二、产品结构与零部件管理的方法	80
第四节 产品开发过程管理	83
一、基本概念	83
二、PDM 与产品开发过程	83
三、工作流程管理的功能	85
四、工作流程管理的分类	85
第五节 产品开发项目管理与版本管理	88
一、项目管理	88
二、版本管理	92
第六节 产品数据管理系统的安全性	95
一、产品数据管理系统中的安全隐患	95
二、产品数据管理系统安全保护方案	96
第七节 产品数据管理与质量管理体系	98
一、质量的概念与内涵	98
二、质量管理	99
三、全面质量管理	101
四、PDM 与质量管理体系关系	102

第四章 产品配置管理与设计技术 106

第一节 产品配置管理概述	106
一、产品配置概念	106
二、产品配置原理与方法	107
三、产品配置管理的概念与内容	110
四、集成化产品配置管理	112
第二节 客户需求分析与产品族的建立	115
一、客户需求分析	115
二、产品族的建立	128
第三节 产品配置设计过程	137
一、规则驱动的产品配置原理	137
二、配置设计中的规则知识表达	139
三、基于规则的产品配置过程实现	146
四、配置方案评价	150
五、配置设计实例	154

第五章 产品数据管理与先进制造模式

161

第一节 并行工程	161
一、并行工程的应用与发展	161
二、并行工程的原理	163
三、PDM 对并行工程环境的支持	167
四、基于 PDM 的并行工程集成的特点	169
五、PLM 在并行设计环境中的作用	169
第二节 敏捷制造	170
一、敏捷制造的意义及必要性	170
二、敏捷制造的产生及发展	170
三、敏捷制造的原理	171
四、敏捷制造中的信息系统	174
五、虚拟企业对 PDM 系统的需求	175
第三节 大量定制	180
一、大量定制的发展	180
二、大量定制的原理	181
三、大量定制的优势与应用	187
四、大量定制对 PDM 的需求	189
五、大量定制与 PLM 的关系	193
第四节 成组技术	194
一、成组技术的发展	194
二、成组技术的应用案例	195
三、成组技术与 PDM	196
第五节 精益生产	197
一、精益生产的产生与发展	197
二、精益生产的内涵和特点	198
三、案例:精益化改造生产单元	201
四、基于信息化的精益生产	203
第六节 计算机集成制造	203
一、计算机集成制造的发展	203
二、计算机集成制造系统的内涵、组成和关键技术	204
三、案例:某机床厂实施 CIMS	209

四、CIMS 与 PLM	213
第七节 虚拟制造	214
一、虚拟制造的发展	214
二、虚拟制造的定义与体系结构	215
三、虚拟制造的分类与关键技术	218
四、案例:美国波音 777 客机的开发	220
五、面向虚拟制造的 PDM 的系统结构	221
六、基于 PLM 的虚拟制造平台	221
第八节 网络化制造	223
一、网络化制造的发展	223
二、网络化制造的概念、特点及应用	225
三、面向网络化制造的产品数据管理系统	228

第六章 集成化产品数据管理的整体解决方案与应用案例 231

第一节 产品数据管理系统的结构设计	231
第二节 产品数据管理系统的功能设计	233
一、产品数据管理系统的主要功能模块	233
二、Teamcenter 的层次组成及功能	235
第三节 产品数据管理系统的关键技术	236
一、产品编码体系建立	236
二、产品数据组织方式	239
三、产品结构搭建	239
四、配置体系建立	240
五、数据状态划分及流程管理	242
第四节 产品数据管理系统的应用分析	244
一、PDM 系统应用的层次	244
二、实施 PDM 系统的目的	244
三、应用 PDM 系统的好处	245
四、PDM 系统在企业中的地位	247
第五节 产品数据管理系统实施的特点及目标	249
一、PDM 系统实施原则	250
二、实施 PDM 系统的现实困难	250

三、PDM 系统实施目标	251
四、PDM 系统的实施特点	252
五、实施 PDM 系统失败的原因分析及对策	252
第六节 产品数据管理系统的实施步骤与实施内容	255
一、PDM 系统的实施步骤	255
二、SDRC 实施 PDM 系统的步骤	256
三、PDM 系统的实施内容	257
第七节 汽车行业产品数据管理系统应用案例	260
一、汽车行业产品数据管理要点	260
二、A 公司	261
三、B 公司	266
四、C 公司	268
五、某企业 PDM 系统实施及应用	269

第七章 商用 PDM 软件应用

276

第一节 国内外 PDM 软件	276
一、商用 PDM 软件介绍	276
二、PDM 软件在国内外应用现状	281
第二节 开目 PDM 系统	284
一、开目 PDM 系统概述	284
二、开目 PDM 系统的核心功能	287
第三节 MatrixOne	299
一、ENOVIA MatrixOne PLM 简介	299
二、ENOVIA MatrixOne PLM 平台	300
三、ENOVIA MatrixOne 协作应用程序	301
四、ENOVIA MatrixOne 产品生命周期应用程序	302
五、ENOVIA MatrixOne PLM 建模工作室	303
六、ENOVIA MatrixOne 提供针对不同行业的 PLM 解决方案	304

参考文献	305
------------	-----

第一章

概 述

第一节 制造业信息技术

一、中国制造业的发展

(一) 制造业在国民经济中的重要地位

制造业是国民经济的支柱产业,是国家创造力、竞争力和综合国力的重要体现。它不仅为现代工业社会提供物质基础,还为信息与知识社会提供先进装备和技术平台。

人们的衣食住行都离不开制造业,如所需的服装、食品、建材、汽车、船舶、飞机等都需要制造业,要提高人们的生活质量,首先需要发展制造业;制造业还是制造生产工具的部门,如农机、机床、生产线等生产工具无不是由制造业生产出来的;高新技术的发展依赖于制造业制造水平的提高,如航天技术、纳米机械、机器人、计算机等都依赖于高水平的制造技术;国防力量的增强也与制造业直接相关,高技术条件下的现代战争,其武器装备要保持技术上的优势,先进的制造业便是不可缺少的强大后盾。制造业不仅直接制造物质财富,而且通过其对中间产品、原材料以及服务等的需求,对整个经济起到拉动作用;制造业对增加就业机会、稳定收入、社会保障以及环境保护等都有重大影响。制造业在国民经济中起着重要的主导作用,主要体现在以下几个方面:

1) 制造业是国民经济的物质基础和产业主体 制造业是国民经济中发展完善、分工严密、专业化程度高的产业,也是中国需求最大的产业。制造业的状况表明了国家的经济发展水平并决定了人民生活的基本水平,是国民经济

和社会发展的物质基础,是国民生产总值的主要组成部分。

2) 经济高速增长的发动机,产业结构优化的推动力 随着改革开放的不断推进,在内部竞争和外部冲击的双重压力下,中国制造业的国际竞争力已有显著提升,对中国经济发展的贡献也越来越大。主要表现为中国工业品出口的增长速度不断加快,出口结构不断优化;中国制造业产值在世界制造业产值中所占比重持续提高。此外,制造业的稳定发展已越来越成为中国经济快速稳定增长的关键要素。

3) 国际竞争力的重要表现,国际贸易中的主力军 目前,中国制造业已经全面进入全球市场,国际贸易增长速度高于世界经济的增长速度,反映了经济全球化的发展趋势。同时,国际贸易结构和比价也在发生着深刻变化。自从2000年开始,中国出口商品中制成品出口份额已经达到89.78%,这表明了中国制造业在出口贸易中的主力军地位。

(二) 中国制造业的发展趋势

新中国成立初期,中国工业处于“一穷二白”的境地。1953年,新中国开始实施的“一五”计划,确立了以重工业优先发展为主导的新中国工业化发展的主要方向。飞机、汽车、重型和精密机器等一大批重型工业部门从无到有逐渐建立起来。

60年来,中国制造业取得了突飞猛进的发展。数据显示,2007年中国机械制造业增加值为18000亿元,是1978年的180多倍,年均增长为19.6%;对外贸易出口额为1929亿美元,是1978年的739倍,年均增长25.9%。据统计,2008年中国制造业总产值达到19630亿美元,同期美国为19800亿美元,日本为15022亿美元,德国为11197亿美元。2008年中国发电设备产量是1.3亿kW,数控金属切削机床产量是12.3万台,均居世界第一。

当今世界正在发生着深刻的变化,对制造业产生了深刻的影响,制造过程和制造工艺也有了新的内涵。传统制造业不断吸收机械、信息、材料等方面的最新成果,并将其综合应用于产品开发与设计、制造、检测、管理及售后服务的制造全过程。21世纪的制造业呈现出高技术、信息化、智能化、服务增值等特点和趋势。

1. 高技术化

在高技术的带动下,制造技术出现了前所未有的新进展,制造技术及制造工艺的高技术化应用主要体现在以下几个方面:

1) 微加工成为常规制造技术 制造业的常规性尺度由原来的微米级精度提高到亚微米及纳米级,并成为主流。

2) 特种加工技术广泛应用 与传统的机加工相比较,特种加工技术利用非机械能进行加工,例如激光加工、电火花加工、电解加工、电化学加工等,将成为常规的制造手段,使原来难加工或不能加工的零件成为可能加工的零件。

3) 生长型制造的比重日益提高 快速原型制造技术改变了传统加工“去除材料”的思维定式,通过材料的逐层累加使零件成型。在微制造领域,“从下而上”的制造和生长/去除复合型制造将成为主要的制造方式。

4) 制造技术和材料技术联系更加紧密 纳米材料的应用使制造业发生巨大改变,无论是产品的设计还是制造过程,都因此产生了根本性的改变。

5) 极端制造得到发展 极端制造是指在极端制造环境下,制造极端尺度或极端性能的器件或系统。

2. 信息化

信息化与工业化的融合,为现代制造服务业提供了技术保障。信息化的作用表现在为各制造行业的服务之中,并与各制造行业融合发展。在融合发展中,信息化充分发挥了“倍增器”和“催化剂”的作用。信息化与工业化的融合,为现代制造服务业发展提供了技术保障。借助于两者的融合,电子商务、物流与供应链、金融保险业、管理咨询业、信息服务业以及基于产业和产业集群的协作等这些服务性产业,得到了快速、深入发展。同时,两化融合也推动了生产性服务业的发展,例如设计、研发、管理咨询以及各类中介等制造的前端活动,以及下料配送、维修、检测、备件配件供应、生产线的上线物流、设备改造等,借助两化融合的技术手段实现了升华,其服务模式都得以不断改进和优化,服务质量都得到了更好的监控和提高。

制造业正向全面的信息化迈进,主要表现在对制造信息的控制,实现制造的高速、精密、智能、周期缩短、质量保证、成本降低、高附加值等。其关键在于信息技术和工业技术的融合。专家指出,借助全球经济拐点的有利时机,制造业信息化将引导中国制造借助信息技术实现产业结构调整、企业转型、制造服务业发展,信息技术及网络技术将支撑制造业信息技术的深化应用。

3. 智能化

随着产业结构不断调整升级,近年来中国智能制造装备市场规模不断扩大。工业和信息化部装备工业司副司长李东表示:“智能制造装备是高端装备制造业的重点方向之一。”

据不完全统计,2009年中国智能制造装备行业销售产值达3 000亿元以上。另有数据显示,2009年中国新装配工业机器人约8 000台。根据国际机器人协会的预测,2011年中国将新安装各类工业机器人9 500台,市场保有量将达到48 600台,同比增长24.3%。此外,随着中国制造业的发展和升级,未来几年工业机器人的装配量还将稳定上升。

据分析,中国未来5~10年智能制造装备行业将迎来高速增长,预计“十二五”期间智能制造装备主营业务收入年均增长率将超过25%;2015年智能制造装备市场规模将超过1万亿元,占高端装备制造业的比重将达到20%。

据了解,有关规划将明确,“十二五”期间智能制造装备要突破新型传感器与仪器仪表、工业机器人等核心关键技术,推进制造、生产过程的智能化和绿色化,支撑国防、交通、能源、环保与资源综合利用等国民经济重点领域的发展和升级。

4. 服务增值

过去十年,中国装备制造业已经局部达到了世界先进水平,然而在未来十年,如何能从大而不强跻身真正的世界制造业强国,面临着一系列的挑战,也是个需要认真考虑的问题。正如中国经济学家樊纲所指出的,中国制造的转型升级并非单纯的放弃原有产业,转而去搞高科技,在企业转型升级背后,必须要与其关联的要素市场相配合。

中国机械科学研究总院原副院长屈贤明向《中国联合商报》表示,未来十年,中国装备制造业需要由生产型制造向服务型制造转变,大力发展包括系统设计、系统成套、工程承包、设备租赁、远程诊断服务、回收再制造等现代的制造服务业。制造服务业的发展滞后,也令企业在价值链高端缺席。他指出:“为用户提供系统设计、系统成套、工程承包、远程诊断维护、回收再制造、租赁等服务业未能得到培育,绝大多数企业的服务收入所占比重低于10%,国外已经超过50%,我们主要业务是属于价值链低端的加工装配环节。”

事实上也证明,中国制造企业重构商业模式、向服务业务转型有两条路可走,一是提供基于产品的增值服务,从总体上提升客户的产品拥有体验;二是提供脱离产品的专业服务,利用企业在研发、供应链、销售等运营能力上的优势,为其他企业提供专业服务。湖北富邦科技和其他一些中国制造企业已经开始重构商业模式的有益探索,主要是为客户提供基于产品的增值服务,以保留自身原有的产品制造优势,减少变革风险。