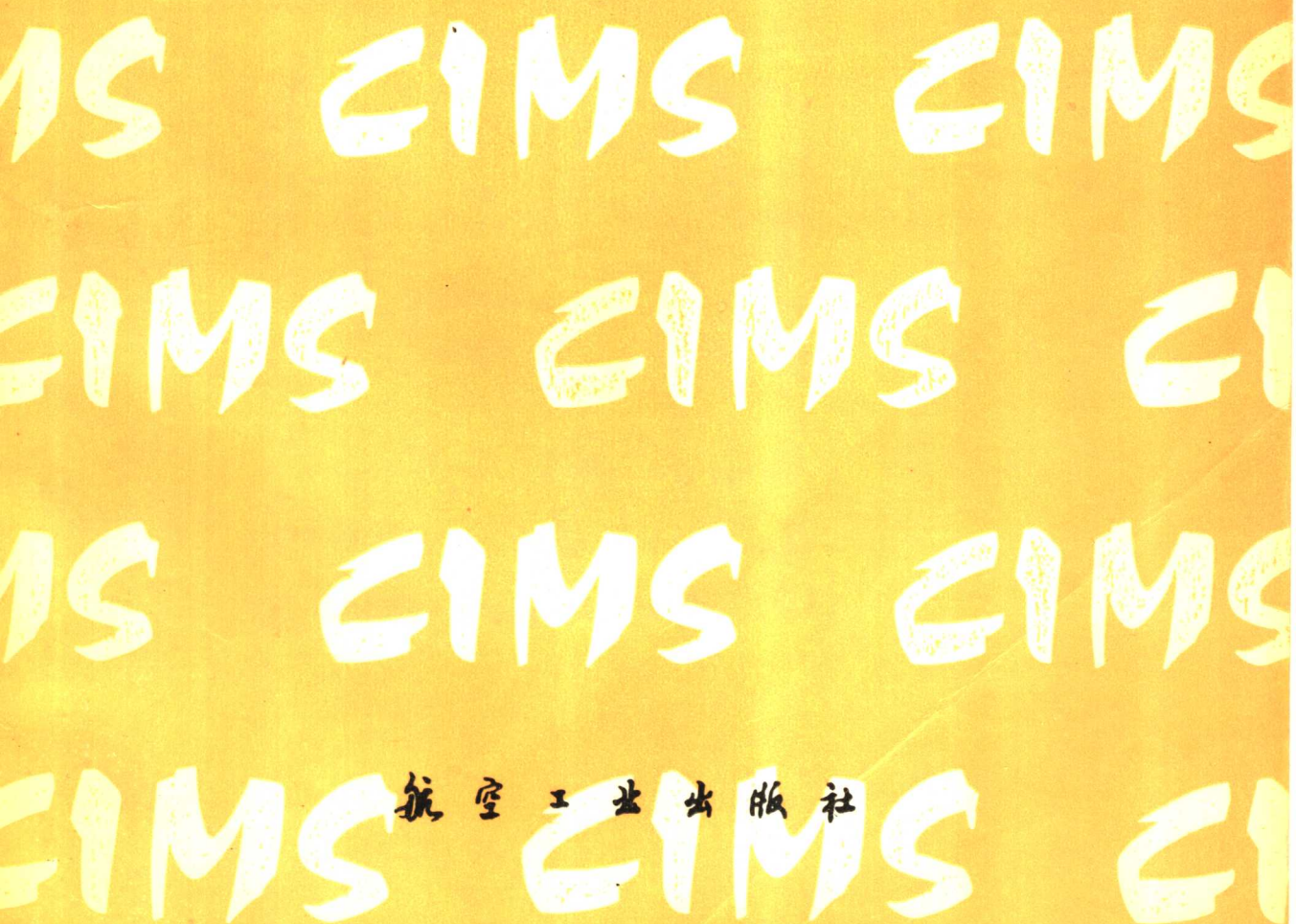


计算机集成制造

——辅助设计/辅助制造/管理信息系统

李靖谊 编著



航空工业出版社

计算机集成制造

——辅助设计/辅助制造/管理信息系统

李靖谊 编著

航空工业出版社

1996

内 容 提 要

计算机集成制造(CIM)是一种哲理。本书以此为出发点,阐述CAD/CAM/MIS的原理、应用和集成,反映制造业在21世纪的发展方向。全书共五部分:绪论、CAD、CAM、MIS、CIM。绪论部分展示CIM的框架结构。CAD部分以几何造型为基础阐述设计工程的优化、分析、装配,以及CAD标准化的实现。CAM部分根据递阶控制结构和JIT制造原理论述CAPP、制造控制、机器人和CAD/CAPP/CAM集成技术。MIS部分以MRPⅡ为核心,叙述生产管理和办公自动化,指出企业技术改造的目标应是信息集成。CIM部分讨论了并行工程、柔性制造系统、分布处理技术与CIMS的两大技术支持系统(工程数据库和计算机网络)。

本书可作为制造业管理、设计和生产的科技人员以及工科和企业管理学科师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机集成制造——辅助设计/辅助制造/辅助管理/李靖谊编著. —北京:航空工业出版社,1996.1
ISBN 7-80046-896-8

1. 计… I. 李… II. ①计算机集成制造②计算机辅助设计③计算机辅助制造④计算机辅助管理 IV. ①TH166
②TP391.7

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第01275号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

北京地质印刷厂印刷 全国各地新华书店经售
1996年1月第1版 1996年1月第1次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:399千字
印数:1—3500 定价:18.50元

序

为不落俗套,仅就本书的作者、书的内容、书的特点、书的价值,快言直语说出,以此代序。

作者多年在航空界从事计算机辅助设计和计算机辅助制造(CAD/CAM)领域的教学和科研工作,功底颇厚,并积累了丰富的实践经验。前几年,又远涉重洋,在彼岸进行学术访问。返归故土,遍观国内书市,作者深感有关计算机辅助设计(CAD)、辅助制造(CAM)、管理信息系统(MIS)、集成制造(CIM)等方面的综合论述素材不够新颖,决意出一本可读性/价值比较高的专业书,参加书市竞争。

全书内容分为五部分:

第一部分绪论,统观全局;第二部分计算机辅助设计(CAD),系统地论述了CAD环境和发展趋势,几何造型及工程设计;第三部分计算机辅助制造(CAM),有重点地阐述了CAM的主要技术;CAPP、NC技术和工业机器人;第四部分管理信息系统(MIS),扼要地介绍了经营管理(BM)、生产管理(PM)、物料管理(MM)、劳务管理(LM)、财务管理(FM),对MRP、MRP I和MRP II进行了分析性的介绍;第五部分探讨了制造业中的计算机集成制造(CIM),并详细讨论了CIM的两大技术支持系统。全书结构严谨、内容丰富、实用性强。

通读全书,深感有以下特点:

集成性 CAD/CAM/MIS/CIM涉及诸多学科和技术,文献浩瀚,作者从集成的观点出发,综合性地介绍了许多高新技术,着眼于各章节的内在联系。

新颖性 公差分析、装配分析、仿真、Just-in-Time、STEP、工程数据库、多媒体技术、面向目标设计等,都是既新颖又实用的技术。

导向性 对CAD/CAM/MIS/CIM都做了导向性分析,有利于推动技术进步。

可读性 全书信息量大,取材适当,表达流畅。

本书价值:

本书对工科院校师生是一本可用的好教材,建立基本概念,利于进一步钻研各领域的专著;对工程技术人员是一本“快速”参考书,便于知识更新;对“非同行”专家是一本有价值的“案头书”,可了解众多新名词、术语及新的发展思路;对工程界的领导干部,包括厂长、经理们,按此书的观点导向,推动企业技术改造,使企业能面对新世纪挑战。

本书是对作者学术水平的综合考核,在繁重的教学、科研任务条件下完成此书,真是“文章”皆辛苦。特写此序以示祝贺。

丁秋林

1995. 4. 6

目 录

绪 论

- 0.1 计算机集成制造技术的发展 (1)
- 0.2 计算机集成制造的内涵 (2)
- 0.3 计算机集成制造的目标 (3)
- 0.3.1 逻辑功能结构 (3)
- 0.3.2 信息结构 (4)
- 0.3.3 递阶控制结构 (4)
- 0.3.4 网络体系结构 (5)

第 1 篇 计算机辅助设计

第 1 章 计算机辅助设计环境和发展趋势

- 1.1 CAD 技术与工程设计过程 (6)
- 1.2 CAD 系统 (8)
- 1.2.1 硬件平台 (8)
- 1.2.2 软件平台 (11)
- 1.2.3 标准化的图形软件 (17)
- 1.2.4 中文平台 (20)
- 1.3 图形图像数据库 (21)
- 1.3.1 数据库概念 (21)
- 1.3.2 图形图像数据库 (24)
- 1.4 多媒体技术 (25)
- 1.4.1 多媒体计算机 (25)
- 1.4.2 多媒体通信 (26)
- 1.5 CAD 技术的标准化 (26)

第 2 章 几何造型

- 2.1 计算机图形技术 (28)
- 2.1.1 图形程序设计 (29)
- 2.1.2 几何变换 (30)
- 2.1.3 动画技术 (31)
- 2.1.4 逼真图形的生成 (32)
- 2.1.5 产品几何形状数学描述特点 (32)
- 2.2 线架造型 (33)
- 2.2.1 基本算法 (33)
- 2.2.2 几何元素间的位置关系 (39)
- 2.2.3 线架模型的输出 (40)

2.2.4	小结	(44)
2.3	曲面造型	(44)
2.3.1	曲面造型方法	(44)
2.3.2	相关计算	(46)
2.3.3	曲面模型的输出	(46)
2.3.4	小结	(48)
2.4	实体造型	(48)
2.4.1	集合运算和欧拉运算	(48)
2.4.2	半空间	(51)
2.4.3	实体模型构造	(52)
2.4.4	实体模型的物质性质	(57)
2.4.5	小结	(57)
2.5	特征造型	(58)
2.5.1	特征概念	(58)
2.5.2	特征模型分类	(59)
2.5.3	特征描述的拓扑结构	(60)
2.5.4	特征造型操作	(61)
2.5.5	小结	(62)
第3章 计算机辅助工程设计		
3.1	有限元建模和分析	(63)
3.1.1	有限元分析	(63)
3.1.2	有限元建模	(64)
3.1.3	有限元分析结果的输出	(68)
3.2	优化设计	(69)
3.2.1	优化设计数学模型的建立	(69)
3.2.2	优化设计数学模型的求解	(70)
3.3	物质特性计算	(71)
3.3.1	几何特性公式	(72)
3.3.2	物质特性公式	(75)
3.3.3	物质特性计算	(76)
3.4	机械公差	(76)
3.4.1	公差与配合概念	(76)
3.4.2	制造中的“尺寸与公差”	(78)
3.4.3	公差建模和表示	(79)
3.4.4	公差分析和分配	(82)
3.5	机械装配	(84)
3.5.1	装配建模	(84)
3.5.2	装配表示法	(85)
3.5.3	装配分析	(85)

3.6 仿真技术.....	(87)
3.6.1 仿真技术概念.....	(88)
3.6.2 模拟计算机仿真和数字计算机仿真.....	(88)
3.7 CAD 集成	(89)

第 2 篇 计算机辅助制造

第 4 章 计算机辅助制造基础

4.1 CAM 技术和制造工程	(91)
4.2 计算机递阶控制结构.....	(93)
4.2.1 管理层.....	(95)
4.2.2 操作层.....	(96)
4.2.3 控制层.....	(96)
4.2.4 通信网络.....	(96)
4.3 准时制造原理.....	(98)
4.4 CAD/CAM 数据传递	(99)
4.4.1 加工信息数据库.....	(99)
4.4.2 CAD/CAM 数据传递	(101)

第 5 章 计算机辅助工艺过程设计

5.1 基础知识	(106)
5.1.1 零件族和复合零件	(106)
5.1.2 零件信息描述	(108)
5.1.3 材料清单	(110)
5.2 工艺过程设计	(112)
5.2.1 变异式 CAPP	(114)
5.2.2 创成式 CAPP	(115)
5.3 CAD/CAPP/CAM 集成技术.....	(124)

第 6 章 数控加工技术

6.1 数控加工基本原理	(127)
6.1.1 数控机床结构	(127)
6.1.2 数控机床运动	(128)
6.1.3 数控机床分类	(129)
6.1.4 CNC 系统	(131)
6.1.5 DNC 系统.....	(132)
6.2 数控机床控制	(132)
6.3 数控机床自适应控制	(133)
6.4 数控加工编程	(134)
6.4.1 基本概念	(134)
6.4.2 编程工艺处理	(136)

6.4.3	刀具轨迹产生	(137)
6.4.4	数控编程语言 APT	(140)
6.4.5	数控编程后置处理	(142)
6.5	举例	(143)
第7章 工业机器人		
7.1	机器人定义、组成和主要术语	(145)
7.1.1	机器人定义	(145)
7.1.2	工业机器人体系结构	(146)
7.1.3	工业机器人的主要技术术语	(147)
7.2	机器人的基本运动	(148)
7.2.1	运动坐标系	(148)
7.2.2	坐标变换	(149)
7.2.3	运动轨迹方程	(150)
7.3	机器人性能特征	(151)
7.3.1	工作空间描述	(151)
7.3.2	准确度和重复度	(151)
7.3.3	驱动系统和传感器	(152)
7.4	机器人编程语言	(153)
7.4.1	初始动作级语言	(153)
7.4.2	结构化编程语言	(154)
7.5	工业机器人的标准化	(155)
7.6	工业机器人应用前景	(157)

第3篇 计算机辅助管理

第8章 管理信息系统综述

8.1	管理信息技术	(160)
8.1.1	信息内涵和实质	(161)
8.1.2	MIS 总体规划	(161)
8.1.3	MIS 数据管理	(162)
8.2	管理信息系统开发	(163)
8.2.1	生命周期法	(163)
8.2.2	原型法	(164)
8.3	管理信息系统规范化	(165)
8.3.1	管理信息系统发展规律	(165)
8.3.2	管理信息系统规范	(166)
8.4	管理信息系统和企业组织	(168)
8.5	信息集成	(169)
8.5.1	信息集成的实现原则	(169)
8.5.2	信息集成中的人机关系	(170)

8.5.3	信息集成与企业技术改造	(170)
第9章 计算机辅助管理		
9.1	制造业管理概述	(171)
9.1.1	预测、决策和估算	(172)
9.1.2	总生产计划和总生产进度计划	(172)
9.1.3	供应计划、库存管理和采购	(172)
9.1.4	调度和监督	(172)
9.1.5	质量管理	(172)
9.2	经营管理	(172)
9.2.1	经营管理范畴	(173)
9.2.2	经营管理意识	(174)
9.2.3	决策支持系统	(175)
9.3	生产管理	(178)
9.3.1	MRP(MRP I 和 MRP II)	(179)
9.3.2	主生产计划	(182)
9.3.3	车间生产管理	(182)
9.3.4	能力需求计划	(184)
9.3.5	计算机辅助生产调度	(185)
9.4	物资管理	(186)
9.4.1	库存控制	(186)
9.4.2	材料收发	(187)
9.4.3	订货系统	(188)
9.5	财务管理	(188)
9.5.1	财务管理基本概念	(189)
9.5.2	财务管理信息系统	(190)
9.6	人力资源管理	(191)
9.7	办公自动化	(191)
9.7.1	办公自动化的概念	(191)
9.7.2	办公自动化的发展	(192)
9.8	小结	(193)

第4篇 计算机集成制造

第10章 制造业的计算机集成制造

10.1	CIM 和 CIMS 的含义	(195)
10.2	并行工程	(197)
10.3	柔性制造系统	(198)
10.3.1	车间自动化递阶结构	(199)
10.3.2	FMS 工件传送及其管理系统	(200)
10.3.3	FMS 刀具交换及其管理系统	(201)

10.3.4	FMS 加工单元	(201)
10.3.5	FMS 清洗工作站	(201)
10.3.6	FMS 在线测量工作站	(202)
10.3.7	FMS 单元控制器和工作站控制器	(202)
10.3.8	FMS 规划	(203)
10.4	CIM 方法论及其体系结构	(204)
10.4.1	系统功能模型的建立方法(IDEF0)	(205)
10.4.2	系统信息模型的建立方法(IDEF1)	(206)
10.4.3	系统决策模型的建立方法	(209)
10.4.4	CIMS 生命周期的结构化进程	(211)
10.5	我国 CIMS 的开发举例	(213)
10.5.1	SEJ CIMS 结构	(214)
10.5.2	SEJ CIMS 技术方案和资源配置	(216)
10.6	CIM 技术的发展动向	(217)
第 11 章 CIMS 技术支持系统		
11.1	计算机网络	(219)
11.1.1	计算机局部网络	(220)
11.1.2	组网规则和联网设备	(224)
11.1.3	网络软件	(228)
11.1.4	网络计算环境	(231)
11.2	工程数据库	(233)
11.2.1	工程数据特点	(233)
11.2.2	工程数据库结构	(234)
11.3	分布式数据库管理系统	(237)
11.3.1	分布式数据库管理系统结构	(237)
11.3.2	异构分布式数据库管理系统主要功能	(238)
11.3.3	工程数据库管理系统的发展	(240)
11.4	计算机应用系统软硬平台发展趋势	(242)
参考文献		(244)
致谢		(245)

绪 论

0.1 计算机集成制造技术的发展

今天,人们每天的社会活动和生产活动,其实质都是产生、发送、接收信息和对相关信息作出相应反应。信息处理的速度和质量已成为一个国家文明和发展程度的基本标志。

毫无例外,产业向信息化方向发展是历史的必然。计算机集成制造(CIM——Computer Integrated Manufacturing)是与这个历史发展进程同新的概念。

计算机集成制造的发展极其迅速,文献浩瀚。本书仅以图 0-1 作为轮廓描述,并有选择地将计算机集成制造的单元技术和集成技术提供给读者,相信本书在产业信息化这个历史发展进程中将会起到应有的积极作用。

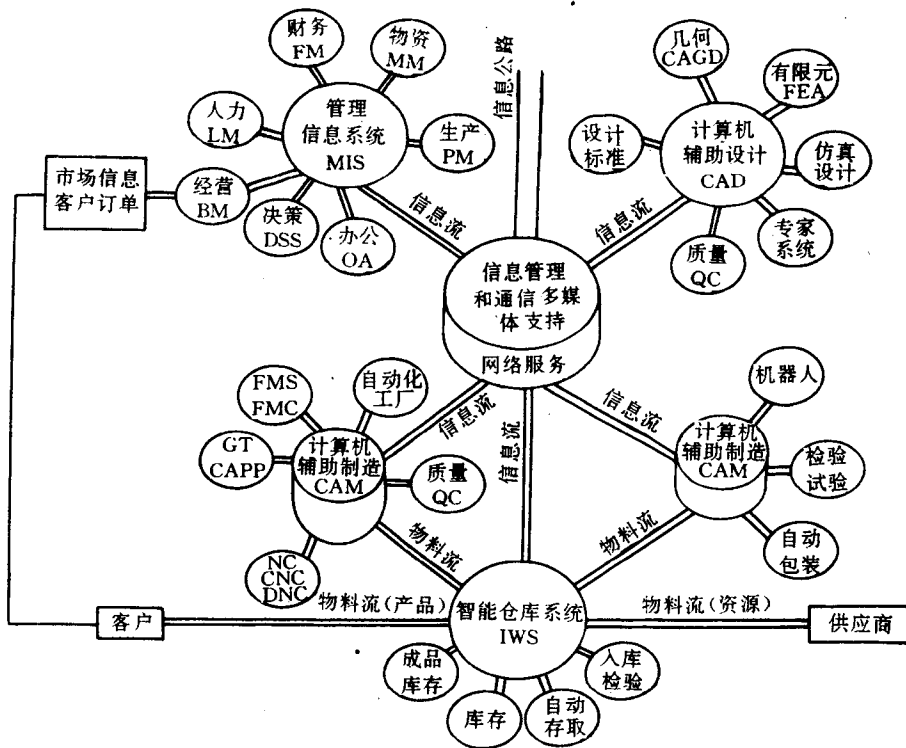


图 0-1 CIM 的轮廓描述

0.2 计算机集成制造的内涵

表 0-1 以信息流和物料流为脉络,充分反映了现代化产业工厂结构。

表 0-1 计算机集成制造的内涵

级 内容		工业	公司	工厂	单元	工作站
管 理	资源管理	趋势分析,资源有效指标	趋势分析,设备计划,数据管理	工厂布局,库存,进度计划,人力资源,制造或采购决定,数据管理	工作流程,库存,数据管理	
	经营管理	战略计划	项目管理,扩大与兼并	成本跟踪,客户清单和订单,会计,制造或采购订单,成本估算,计划调整	工作跟踪,经济数据采集	经济数据采集
设 计	文件	设计标准,CAD接口,标准零件数据库	零件数据库,材料单,成组技术/零件分类,数据管理	零件数据库,CAD/绘图,材料单,成组技术/零件分类,工夹具设计和编码,数据管理	工艺过程指令	工艺过程指令
	试验	试验标准	试验数据库,外场报告数据库	计算机辅助工程试验	数据采集	数据采集
	综合与分析	综合指标	计算机辅助工程分析,生产能力分析,设计标准	计算机辅助工程分析;设计分析,系统模型	成组技术/设计调整	
生 产	生产计划	生产能力	进度表,设备计划,材料需求计划	材料需求计划,材料单,时间定额标准进度表,制造或采购决定,设备计划,能力计划,车间布局,人力利用,成组技术/加工流程	生产负荷平衡	
	零件计划		加工技术数据库,成组技术,研究和设计	加工技术数据库,成组技术/计划调整,计算机支持工艺过程设计,研究和设计,零件计划,成本估算	加工技术数据库,计算机支持工艺过程设计,零件计划,NC验证	计算机支持工艺过程设计
	生产控制	交货计划	数据管理	库存,加工路线,进度计划,材料管理,质量控制,维护,数据管理	材料管理,加工路线,进度计划,质量控制,检验,标准方法,库存,数据管理	维护、事故、诊断
	零件制造		研究和设计试验	研究和设计试验	自动装配,自适应控制,机器人,数据采集	CNC、NC、DNC,自适应控制,自动检测,事故诊断,数据采集

一个计算机辅助工厂的物料流路径——采购、入厂检验、入库存放、出库发送、厂内运输、进入生产线缓冲区作加工准备、加工设备间的传输、零件检测、合格零件入缓冲区或成品库、配套零件进装配线、装配、测试、包装、发运、售后服务程序等,所有经过生产环节的原料、采购件和在制品都处于工厂递阶控制的各级计算机控制之下流动,变成成品,进入市场。

在信息流方面：由信息中心预先、及时地通过递阶控制系统将控制物流的信息传输给各级计算机、分工储存，并输给各种控制设备的计算机、执行控制任务；另一方面，将生产现场采集的实际数据、生产数据和质量数据，经由下向上分级处理后传给信息中心，据此算出职工工资、实际生产成本，及时调整生产计划，提供决策支持数据等(图 0-2)。

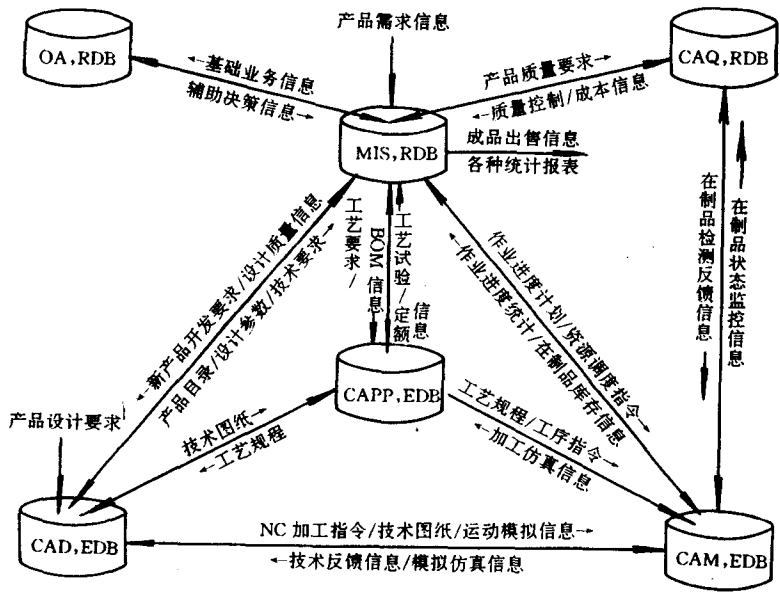


图 0-2 制造业的一般信息结构

作为 21 世纪具有战略意义的高新产业技术，CIM 融现代管理/设计/制造技术、计算机网络/数据库技术和系统集成技术等多种技术为一体，集 MIS/CAD/CAPP/CAM 等多种应用于一身，是变革传统生产方式与管理体制的现代化大生产体系，代表了未来工厂的方向。

0.3 计算机集成制造的目标

CIM 目标规划必须与企业各个发展阶段的经营战略目标相适应，以 CIM 本身一些关键技术的发展为基础。

0.3.1 逻辑功能结构

系统功能是系统目标的具体体现。系统的逻辑功能结构是系统实施功能集成的根据。为了体现有限目标原则，可以按照关键子系统及主体功能覆盖思想设计系统。通常，企业经营生产的全部活动可以概括为管理、设计和制造三大主体环节，这与 CIM 的三大单元技术(MIS、CAD 和 CAM)形成对应关系。

MIS 的一种流行模式是以制造资源计划(MRP)为核心，包括 5M 主体功能：经营管理 BM，生产管理 PM，物料管理 MM，财务管理 FM，人力资源管理 LM；以及可扩展的 MIS 功能，如设备管理、工具管理、能源管理、质量管理等。尽管 MIS 的功能划分方法不同，其功能覆

盖应尽可能满足企业主体应用要求。大型企业的典型办公大楼环境,应由通信自动化(CA)、办公自动化(OA)和楼宇自动化(BA)组成。

CAD 的主要发展方向是产品虚拟设计,从以支持计算机绘图为主转向支持设计全过程,从文件系统转向工程数据库系统,从静态工程分析转向动态模拟;主要功能包括:设计需求交互分析及数据格式转换,设计方案生成与选择,产品结构与工程计算,工程分析,优化设计,运动模拟,工程绘图等。

CAM 有利于实现从原材料、毛坯、在制品的输送,各种工序存储、加工、检测、装配到成品输出全过程的自动化;有利于推动企业的工艺改造工作,使引进国际先进设备和技术与创新及国产化的工作有机结合。一个强功能的 CAM 系统包括高架仓库(HRW)、资源调度及自动送料系统、CAPP 系统、FMC/FMS 柔性生产线、工业机器人(ROB)以及具有先进的质量检测手段的 CAQ 系统。

综上所述,不可强求一个统一的 CIM 逻辑模型,应按实际应用需求定义系统功能和合理划分应用界面,注重应用类型及数据处理类型的归类与组合。

0.3.2 信息结构

信息结构反映整个系统的信息流程及子系统间的信息传输关系,是系统信息集成的基本依据。信息集成是在信息论和系统工程的指导下,借助于计算机与通信技术、自动控制技术、系统工程、管理科学和检测与传输等多种技术,从信息角度对系统进行分析;通过信息采集、加工处理和输出等,实现对生产过程的全面监测、最佳控制和高效管理,优化整个生产活动,获得企业生产过程总体的高效益(表 0-2)。

表 0-2 信息集成的组成结构

信息集成组成结构			信息集成功能(生产过程)		
过程信息采集	信息加工处理	信息输出	全面监测	优化控制	高效管理
<ul style="list-style-type: none"> • 生产控制信息 • 反馈信息 • 操作信息 	<ul style="list-style-type: none"> • 生产过程监测 • 生产过程控制 • 生产过程管理 	<ul style="list-style-type: none"> • 控制信息 • 报警信息 • 显示信息 	<ul style="list-style-type: none"> • 设备运行状态 • 设备运行参数 • 设备运行故障 	<ul style="list-style-type: none"> • 自动控制 • 自适应控制 • 节能控制 	<ul style="list-style-type: none"> • 自动统计 • 高效调度 • 故障显示及分析

建立 CIM 信息结构的基本需求是指能够支持异构数据源的分布式处理。系统的信息处理由数据库承担,系统功能与应用关联主要体现为数据库间的互操作能力;MIS 的信息处理技术是 RDB 技术;对于 CAD 和 CAM,则采用 EDB 技术,OODB 技术代表了 EDB 的应用发展方向。RDB 与 OODB 并存且融为一体,构成了当代 CIM 的主流数据支撑环境。

0.3.3 递阶控制结构

递阶控制结构是系统物理布局及设备集成的基本依据。一种典型做法是把一个系统分为工厂级、车间级、单元级、工作站级和设备级五个层次。设备级处于最底层,与加工制造过程相关,具体执行各种作业任务。其次是工作站级,用作加工过程的任务排序;协调和控制下层设备的工作,并处理反馈的状态信息。第三级为单元级,执行车间下达的周/日作业计划,进行作业

加工排序,对各工作站进行调度与监控。第四级车间接收工厂级的月/周生产计划和来自MRP的信息,接收CAD、CAPP或CAM的相关指令,采集下层模块数据并进行实时反馈处理,生成各种作业统计报表和分析报告。最顶层的工厂级连接所有车间子网,处理大量的数据信息、生成相应的表报凭证,综合处理各种应用问题,对实时性要求不高。

0.3.4 网络体系结构

CIM网络结构是网络集成的基础。它支持异种机入网和异种网互连,实现LAN与PDN的广域连接;提供透明网络环境和一致的用户界面;具有较高的可靠性和良好的安全保密性。大型网络系统的构型需注重考虑地理环境和技术条件的约束、网络流量对系统发展的适应能力。这样的平台应为解决一些关键性技术问题做好系统的试验转轨及应用移植工作建立必要的典型实验环境。

计算机应用开发平台的特点是开放性、可集成性、缩小化、分布化、网络化,并体现软平台第一及以硬适软的平台选型思想。开放系统的本质在于强调软件的可移植性,多厂家计算机之间的互操作性,人机界面的交互一致性和应用系统与软硬件平台的无关性;其核心是形成在操作界面、人机界面和网络通信界面上共同遵循的标准,形成标准的软件开发环境和标准的硬件制造环境。只要按照开放体系结构构筑平台,就有利于避免或减少投资风险及应用开发风险,较好地保护用户资源,并使系统有可能跟得上应用需求增长的变化。缩小化意在把硬件系统的规模降下来,把过去需由大型机或小型机实现的高性能计算和大容量事务处理用小模式组合方式取代,促使基于主机的集中式计算环境迅速转变为基于LAN的分布式环境。缩小化将改变CIM结构体系的设计思想,客户机/服务器(Client/Server)计算模式越来越普及。

CIMS的核心在于集成,包括集成的原理与方法、实现集成的关键技术手段等。网络集成主要解决异构和分布式环境下的网内和网间的设备互连、传输介质互用、网络软件互操作和数据互通信问题。其解决方式主要通过标准的网络协议和网关技术实现,信息集成主要解决异构数据源和分布式应用环境下的数据互操作和数据共享,解决途径是通过采用专用数据接口、标准数据接口或工程数据库方法实现。功能集成主要解决应用互通互换、应用程序互操作及界面一致问题。实现方法:其一,在系统结构设计过程中,把先进的管理、设计和制造方法融入系统的逻辑结构设计中,对相关功能进行整体性和一致性考虑;其二是体现在结构化的软件调用关系和应用编程接口(API)上;最后,在网络集成和信息集成的基础上,伴随某些关键技术的实现。随着世界级制造技术的发展,人的集成问题已引起高度重视,由此提出人的集成制造(HIM)概念。人的集成不仅依赖于知识库、人工智能和自动化技术的发展,而且还必须正确处理好整个系统的人机界面和大量非技术问题。

CIM是制造业技术发展的一种目标。它是一种运用计算机与通信技术将制造业中的产品设计、加工制造、生产管理、测试装配等各个环节在信息集成的基础上进行统一控制和管理、提高多品种、中小批量产品生产效率的思想方法。CIM是信息集成在制造领域的具体化和深化。信息集成作为一种高度抽象、高度概括的哲理和思想,是各种类型制造业共同追求的目标——产业向信息化方向发展。

第 1 篇 计算机辅助设计

第 1 章 计算机辅助设计环境和发展趋势

“计算机辅助设计”的英文为 Computer Aided Design, 缩写 CAD。它是计算机应用方面的一个极为活跃的领域。运用 CAD 技术的目的是把工程设计人员和计算机结合成一个组, 让这样的组更有效地解决设计工程问题, 即“人机配合, 取长补短”。

至今, CAD 技术的发展大致经历了四个阶段。50 年代是第一阶段, 以美国麻省理工学院 (MIT) 的学者为代表, 他们致力于交互式计算机绘图 (Interactive Computer Graphics) 技术的研究。60 年代是交互式计算机绘图技术取得突破性进展阶段——交互式绘图技术走出实验室, 进入实用阶段, “计算机辅助设计”术语出现, CAD 技术开始被应用, 意味着具有设计功能的计算机绘图已经超出它的原有含义。60 年代的努力在 70 年代成熟, 这是交互式计算机绘图技术的黄金时代, 不仅计算机图形学方面的硬件设备和基础理论研究工作获得创新成果, 而且显示出交互式计算机绘图技术在提高制造业生产效率方面的极大潜力。另外, CAD 系统被创建, 包括物质特性计算、有限元模型等, 为今天的 CAD 技术奠定了基础。80 年代以后是 CAD 技术大发展阶段, 主要研究焦点是拓宽 CAD 系统的工程应用, 如基于 Coons、Bézier、B 样条和 NURBS 方法的雕塑曲面精确表示促使物质特性计算、有限元等应用技术向前发展了一大步, 又如实体造型理论的完善, 它的唯一性和完整性的表示使 CAD 技术趋于商品化和普及化, 以及软件标准化, 并向智能化方向发展。

CAD 技术是过去 30 年世界上工程技术十大成就之一。它改变传统设计工程的面貌, 提高了工程设计的质量和效益。CAD 技术发展迅速, 遍及整个制造业, 正向着第三代以工程数据库为核心的集成化方向发展。它将和计算机辅助工程 (CAE)、计算机辅助制造 (CAM) 和计算机管理信息系统 (MIS) 集成起来, 成为计算机集成制造 (CIM) 的重要组成部分, 并在传统制造业的技术改造中发挥巨大作用。

1.1 CAD 技术与工程设计过程

一个产品的开发起始于用户和市场需求。从理想概念到最后产品形成要经历两个主要过程: 设计过程和制造过程。本节主要论述设计过程。

设计过程是一个面向目标问题求解的活动过程, 包含问题形成、创造性构思和综合分析, 以及判断和决策, 直到最后形成生产信息 (图 1-1 和表 1-1)。设计分三种类型: 新品设计、改进设计和改型设计。不同的设计类型有不同的设计阶段, 新品设计类型经历所有设计阶段: 功能分析、产品定义、总体方案、图样和文档。在设计过程中, 综合和分析是互相迭代的两个分过程, 迭代贯穿于整个设计过程, 综合确定产品的设计原理、功能和唯一性, 预期产品的概念设计是

综合的最终目标。综合产生的定性信息较难用计算机处理。分析涉及力学性能分析计算、几何特性分析计算和设计方法分析计算,其目的是根据概念设计条件(设计要求、目标和约束条件)分析计算所期望的产品性能。分析过程的特点是处理“如果……那怎么办”情况,计算机能理想地、以较短时间和多种设计方案作出最好的选择。综合和分析的迭代过程促使设计方案的改进,直至设计方案满足工程要求为止。

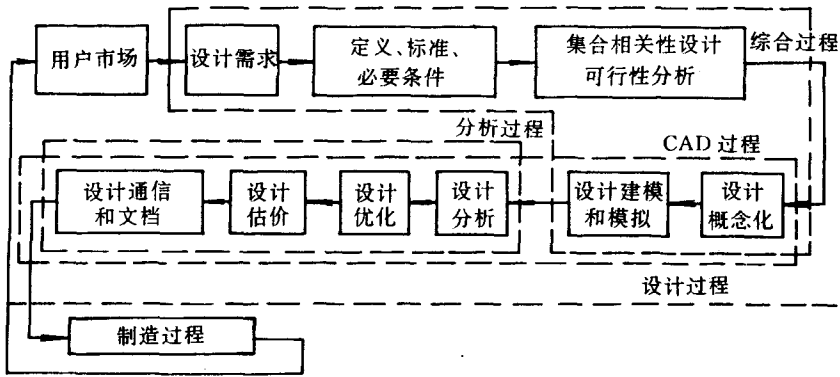


图 1-1 设计过程

表 1-1 设计过程的四阶段

阶段	功能分析	产品定义	总体方案	图样/文档
内容	任务、方法、评论、鉴定(这三阶段内容基本一样,各有侧重)			任务、办法确定
目的	形成产品概念	进一步提炼功能分析结果	原理设计	生产信息
方法	方法学、形态学、经验	设计学、数值分析、仿真	规划学、计算方法、数值分析	人机技术
范畴	人工范畴	具备仿真技术的计算机图形系统	CAD 技术	高度自动化

从表 1-1 可知,应用计算机参与工程设计的关键是弄清楚在哪些设计阶段应用计算机会产生最大效益。在完成设计过程的综合、分析、评价、再设计和表达的任务时,CAD 技术运用三种模型(概念模型、数学模型和几何模型)描述不同阶段的设计对象。概念模型是对设计对象的高度概念性表示,即初步设计方案。用数学符号和语言描述客观事实,反映客观事物各主要因素之间的内在联系的模型是数学模型。几何模型的功能是确切地描述和表示几何形体。

设计过程的结果是一个设计。图 1-1 表示 CAD 过程是设计过程的子集,包括几何造型、工程分析、设计审核和评价,以及自动绘图/文档。几何造型涉及构造物体几何模型的数学描述,数学描述使物体的图像通过 CAD 系统在图形终端上进行显示和处理,物体的描述信息以合适的数据结构方式存储在数据库中。工程分析与数据库相连,从而获得几何造型的物体描述信息,同时,工程分析还从用户那儿获得设计约束、边界条件和其他分析详情,最后,用计算机图形技术显示分析结果。用户运用设计审核和评价检测零件的正确性、可制造性和过程详情。例如,将零件的最终成形图像覆盖到锻件图像上,可以分段地校核零件加工过程中的每个步骤,