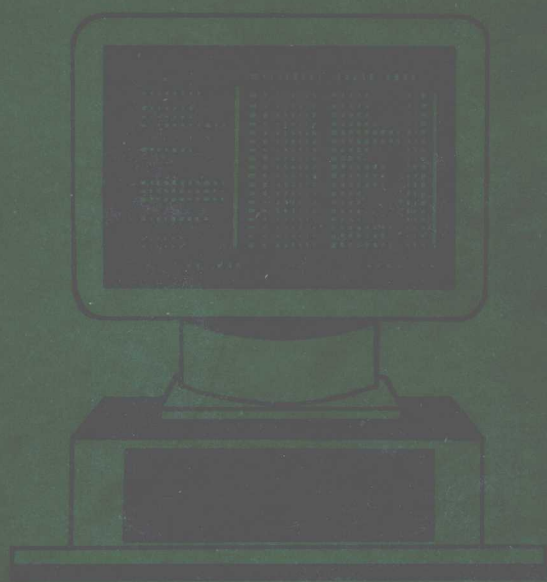


现代设计 计算机应用技术

主 编 李政人

副主编 熊华鑫 徐扬 胡新如



四川科学技术出版社

内容简介

现代设计 计算机应用技术

主编 李政人
副主编 熊华鑫 徐 扬 胡新如

四川科学技术出版社

1994年·成都

ISBN 7-309-03004-1

定价 15.80元

ISBN 7-309-03004-1

内容简介

本书着重介绍了当前我国在工程设计中正推广应用的几种现代设计方法。CAD 技术是现代设计方法的一项关键技术,本书给出了在微机上和大中型计算机上参数化绘图的方法与许多实用程序,同时给出计算机图形扫描技术。书中对现代设计的有限元法、工程优化设计、模糊优化、模糊控制、价值工程均给出了许多工程应用实例。

该书内容先进、实用,主要为从事产品设计的工程设计人员和技术管理干部学习现代设计方法与 CAD 技术而编写,可作为知识更新,成人教育培训参考书,也可供计算机软件人员及大专院校计算机专业学习 CAD 技术的参考书。

(川)新登字 004 号

现代设计计算机应用技术

主 编 李政人

副主编 熊华鑫 徐 扬 胡新如

责任编辑·谢增恒 侯凯楠

封面设计·李焕伦

版面设计·杨璐璐

出 版 四川科学技术出版社

发 行 成都盐道街 3 号 邮编 610012

印 刷 四川德阳教育装璜彩印厂

版 次 1994 年 3 月成都第一版

1994 年 3 月第一次印刷

规 格 787×1092 毫米 1/16

印张 23

580 千字

印 数 1—2000 册

定 价 12.80 元

ISBN 7-5364-2712-3/TP·43

言 前

现代设计计算机应用技术 编委会

顾问：陈卫建 东方电机厂厂长 高级工程师
主任：王荫清 成都科技大学 教授
李世生 中国东方电气集团公司副总经理 高级工程师
副主任：薛炽寿 成都飞机工业公司 总工程师 高级工程师
陈宪权 东方电机厂 副总工程师 国家级专家
杨万年 重庆大学 教授 系主任
主编：李政人 东方电机厂 高级工程师
副主编：熊华鑫 四川大学 教授 系主任
徐 扬 西南交通大学 教授
胡新如 成都飞机工业公司 高级工程师

编委(按姓氏笔划为序)：

李国达 东方电机厂总师办主任 高级工程师
吴升义 第二重机厂副总会计师 高级会计师
时汉武 东方电机厂计算中心主任 高级工程师
封增祺 第二重机厂 高级工程师
张光澄 成都科技大学 教授
戴庆忠 东方电机厂情报室主任 高级工程师

清 华

1993年8月30日

前 言

为了进一步开拓学术思想,广泛交流设计经验,在工程设计中大力推广应用现代设计方法,尽快提高我国产品设计水平,由四川省应用数学协会计算机应用专委会和德阳市工业与应用数学学会工业计算机应用专委会牵头,组织有关大中型企业从事多年设计工作和计算机应用的高级工程师及大学教授编写了《现代设计计算机应用技术》一书。该书内容先进、实用,着重介绍当前我国正在推广应用的几种现代设计方法:有限元法、工程优化设计、计算机辅助设计(CAD)、模糊优化、模糊控制和价值工程。CAD技术是现代设计方法中一项关键技术,它的推广应用,使设计水平、设计质量和新产品的开发都有了很大的提高,并大大缩短了设计周期。

全书共分十二章,整个编排以现代设计中计算机应用技术为主线,把应用分两方面来进行介绍。

第一篇——计算机辅助设计(CAD)。着重介绍用高级语言 FORTRAN、BASIC 与 C 实现参数化绘图的方法以及高级语言与数据库 FOXBASE+ 联接技术。结合机电产品设计、飞机设计与土木工程设计,给出许多 CAD 实用程序。参数化绘图分别给出微机上和大中型计算机上实现的具体方法和绘图程序设计技巧,计算机图形扫描技术是 CAD 中一项先进技术,它的推广应用将促进工程设计图纸实现现代化管理。

第二篇——现代设计方法。

这篇重点介绍了有限元法、工程优化设计、模糊优化、模糊控制和价值工程。结合工程实际给出了大量应用实例。

本书由东方电机厂计算中心李政人高级工程师主编,四川大学熊华鑫教授、西南交通大学徐扬教授、成都飞机工业公司胡新如高级工程师副主编。各章编写分工如下:

第1章由李政人(高工)编写,第2章由吴天智(工程师)编写,第3章§1、§2、§3(§3.1—§3.12)由李政人编写,§3.13由叶鸿涛(高工)编写,§4由温国珍(高工)编写,第4章由封增祺(高工)编写,第5章由李政人(高工)编写,第6章由孙林夫(副教授)编写,第7章由胡新如(高工)编写,第8章由熊华鑫(教授)、冯民富(副教授)、汪海波(讲师)编写,第9章由时汉武(高工)编写,第10章、第11章由徐扬(教授)、黄天民(副教授)、赵海良、吴建乐、秦克云(讲师)编写,第12章由蔡长林(副教授)编写。

李政人高级工程师进行了组稿,全书结构设计,作了第1章~第5章、第9章的定稿,熊华鑫教授作了第8章、第12章的定稿,徐扬教授作了第10章、第11章的定稿,胡新如高级工程师作了第7章的定稿。郭复高级工程师惠阅了第1章,封增祺高级工程师惠阅了第3章部分内容和第5章,曹联刚高级工程师惠阅了第9章,胡淑礼副教授惠阅了第12章。

本书编写出版得到四川省应用数学协会、德阳市工业与应用数学学会、东方电机厂、成都飞机工业公司、第二重机厂、四川大学、西南交通大学等单位的大力支持,在此一并表示深切的谢意。

东方电机厂常务副厂长、国家级专家饶芳权为本书的出版作了大量的工作,特表示深切的谢意。

由于编者水平所限,书中难免有不当或错误之处,恳请读者批评指正,以便加以改进。

作 者

1993年6月30日

目 录

第一篇 计算机辅助设计(CAD)

第一章 计算机辅助设计概论	(1)
§ 1 机械CAD概述	(1)
§ 1.1 现代设计方法与CAD	(1)
§ 1.2 CAD的发展过程	(1)
§ 1.3 CAD的应用	(2)
§ 1.4 计算机集成制造系统	(2)
§ 2 机械CAD的关键技术	(3)
§ 2.1 计算机图形处理	(3)
§ 2.2 三维产品造型	(3)
§ 2.3 数据交换技术	(4)
§ 2.4 工程数据管理技术	(4)
§ 3 CAD系统	(5)
§ 3.1 CAD硬件的组成	(5)
§ 3.2 CAD系统分类	(6)
第二章 计算机图形扫描输入处理技术	(11)
§ 1 图形输入的重要性	(11)
§ 2 常用的图形输入方式	(11)
§ 2.1 人机交互地以菜单方式输入图形	(11)
§ 2.2 应用数字化仪人机交互地拷贝输入图形	(12)
§ 2.3 图形的自动扫描输入	(13)
§ 3 图形扫描设备	(13)
§ 3.1 图形扫描设备的原理	(13)
§ 3.2 图形扫描设备的特性	(15)
§ 4 光栅数据的处理	(16)
§ 4.1 光栅数据的存贮	(16)
§ 4.2 光栅图像的编辑和输出	(18)
§ 4.3 光栅图象的矢量化	(18)

§ 5 光栅/矢量混合编辑	(21)
§ 6 当前发展的方向	(22)
第三章 Auto CAD 参数化绘图	(24)
§ 1 高级语言、数据库与 Auto CAD 的联接技术	(25)
§ 1.1 生成文本文件的命令	(25)
§ 1.2 Auto CAD 属性提取	(25)
§ 1.3 BASIC 程序与 FoxBASE+数据库的接口	(26)
§ 1.4 FORTRAN 程序与 FoxBASE+数据库的接口	(29)
§ 1.5 C 语言与 FoxBASE+数据库的接口	(30)
§ 1.6 FoxBASE+数据库与 Auto CAD 的联接技术	(32)
§ 1.7 FoxBASE+数据库生成 Auto CAD 样板文件	(33)
§ 2 命令组文件法(SCR 法)	(34)
§ 2.1 文本编辑软件生成 SCR 文件法	(34)
§ 2.2 FORTRAN 语言自动生成命令组文件	(35)
§ 2.3 Auto LISP 函数编写 FORTRAN 程序自动生成命令组文件法	(37)
§ 2.4 C 语言自动生成命令组文件法	(39)
§ 2.5 FoxBASE+BASIC 与 Auto CAD 联用生成 SCR 文件法	(40)
§ 2.6 SCR 文件的执行方式	(42)
§ 3 绘图交换文件法(DXF 法)	(43)
§ 3.1 DXF 文件	(43)
§ 3.2 DXF 文件结构	(44)
§ 3.3 DXF 文件的组代码	(46)
§ 3.4 DXF 文件的标题段	(47)
§ 3.5 DXF 文件的表段	(51)
§ 3.6 DXF 文件的块段	(56)
§ 3.7 DXF 文件的实体段	(57)
§ 3.8 DXF 文件的操作命令	(60)
§ 3.9 BASIC 程序自动生成 Auto CAD 的 DXF 文件法	(60)
§ 3.10 FORTRAN 程序自动生成 DXF 文件	(73)
§ 3.11 C 语言自动生成 DXF 文件	(77)
§ 3.12 用 C 语言程序读取 DXF 文件	(79)
§ 3.13 用 FORTRAN 程序读取 DXF 文件	(81)
§ 4 用绘图机指令绘图	(83)
§ 4.1 一般介绍	(83)
§ 4.2 绘图机指令	(83)
§ 4.3 绘图机指令的应用	(84)
第四章 机械零部件的 CAD	(87)

§ 1	概述	(87)
§ 2	圆弧圆柱蜗杆传动啮合原理的数学模型	(87)
§ 2.1	基本参数	(87)
§ 2.2	蜗杆端面齿廓方程式	(87)
§ 2.3	蜗杆与蜗轮啮合时的瞬时接触线方程式	(88)
§ 2.4	蜗杆与蜗轮啮合时的两类界限曲线	(89)
§ 2.5	蜗杆与蜗轮啮合时的啮合区方程式	(91)
§ 3	计算机绘图程序	(92)
§ 3.1	标识符说明	(92)
§ 3.2	计算机源程序	(93)
§ 3.3	应用实例	(105)
第五章 机械 CAD 参数化绘图		(106)
§ 1	几何接口的功能	(106)
§ 1.1	计算机辅助设计分类	(106)
§ 1.2	几何接口的功能	(107)
§ 2	几何接口子程序	(107)
§ 2.1	生成 2D 几何图形的子程序	(107)
§ 2.2	2D 实用服务程序	(108)
§ 3	参数化绘图程序设计技术	(109)
§ 3.1	图形文件管理子程序的设计	(109)
§ 3.2	图形尺寸标注子程序的设计	(112)
§ 3.3	菜单程序的设计	(114)
§ 4	水轮机转轮叶片的计算机图形自动设计	(116)
§ 4.1	轴流式转轮叶片的数学模型	(116)
§ 4.2	绘图系统几何接口用户界面开发工具 GID	(118)
§ 4.3	支撑软件与用户界面程序参数绘图方法	(119)
§ 4.4	某电站转轮叶片自动设计	(123)
§ 4.5	图形处理	(124)
§ 5	水轮发电机机座的 CAD	(125)
§ 5.1	程序的总体设计与综合管理	(126)
§ 5.2	初步设计	(127)
§ 5.3	刚度分析	(128)
§ 5.4	图形设计	(131)
§ 6	图形硬拷贝的绘制	(132)
§ 6.1	二维图形的绘制	(132)
§ 6.2	三维图形的绘制	(137)

第六章 土木工程 CAD 技术	(138)
§ 1 土木工程设计特点	(138)
§ 1.1 土木工程的基本属性	(138)
§ 1.2 三个典型的工程设计问题示例	(139)
§ 1.3 工程设计的思维特点	(141)
§ 1.4 土木工程设计问题的特点	(141)
§ 2 土木工程 CAD 系统设计	(142)
§ 2.1 土木工程 CAD 系统的开发特点	(142)
§ 2.2 土木工程 CAD 系统设计方法	(143)
§ 2.3 土木工程集成化 CAD 系统设计	(146)
§ 3 土木工程智能 CAD 技术	(148)
§ 3.1 有关智能问题	(149)
§ 3.2 工程设计方法	(149)
§ 3.3 工程设计问题的智能模型	(152)
§ 4 土木工程 CAD 图形系统设计	(155)
§ 4.1 图形标准	(155)
§ 4.2 土木工程 CAD 图形系统设计	(157)
第七章 计算机辅助飞机设计 (CAAD)	(159)
§ 1 飞机的综合设计概述	(159)
§ 1.1 飞机设计工作的一般过程	(159)
§ 1.2 计算机技术在飞机综合设计中应用综述	(160)
§ 2 飞机的综合设计	(161)
§ 2.1 飞机设计的依据	(161)
§ 2.2 飞机设计要求的综合分析	(163)
§ 3 飞机主要参数的选择	(164)
§ 3.1 飞机总体设计模型	(167)
§ 3.2 作战效能模型	(169)
§ 3.3 飞机主要参数的选择	(171)
§ 3.4 飞机总体参数的优化方法	(175)
§ 4 飞机总体布局	(177)
§ 4.1 飞机几何外形的布局和三面草图绘制	(177)
§ 4.2 飞机内部装载的布置	(178)
§ 4.3 飞机主要承力结构的布置	(183)
§ 4.4 飞机质量中心的设计和定位	(183)
§ 5 飞机总体外形设计概述	(187)
§ 5.1 飞机外形设计的定义	(187)
§ 5.2 外形设计在飞机设计中的地位	(188)

§ 6	机身外形的设计方法	(189)
§ 6.1	机身设计流程	(189)
§ 6.2	机身主要参数选择	(191)
§ 6.3	数学方法	(197)
§ 6.4	曲线、曲面和光顺	(200)
§ 7	翼面外形的设计方法	(214)
§ 7.1	机翼参数的选择	(214)
§ 7.2	尾翼参数的选择	(216)
§ 8	进气道和尾喷管的设计方法	(217)
§ 8.1	进气道型式和参数选择	(217)
§ 8.2	尾喷管的型式和参数选择	(218)
§ 9	飞机外形设计的优化方法	(219)
§ 9.1	概念	(220)
§ 9.2	简介 ACDS 系统	(220)

第二篇 现代设计方法

第八章	有限元方法	(226)
§ 1	引言	(226)
§ 2	有限元法的物理背景	(227)
§ 3	变分原理和 RitzGalerkin 方法	(232)
§ 4	一维线性元的有限元计算	(237)
§ 4.1	从 Ritz 法出发	(238)
§ 4.2	从 Galerkin 法出发	(242)
§ 5	一维高次有限元	(244)
§ 5.1	二次元	(245)
§ 5.2	三次元	(247)
§ 6	一维有限元应用实例	(249)
§ 7	二维有限元计算	(257)
§ 8	有限元法的近来发展简介	(262)

第九章	工程结构优化设计	(264)
§ 1	工程结构优化设计思想的发展与应用概述	(264)
§ 2	简单结构的优化设计举例	(265)
§ 2.1	几何条件限制	(265)
§ 2.2	承载限制条件	(266)
§ 2.3	寻求最优设计点	(267)

§ 3	结构优化设计问题的数学表示及常用术语	(267)
§ 3.1	结构优化问题的数学表示	(267)
§ 3.2	常用术语及其定义	(268)
§ 4	结构优化方法的分类	(270)
§ 4.1	准则优化法	(270)
§ 4.2	数学规划法	(271)
§ 5	结构优化设计的实施	(273)
§ 6	结构优化设计的工程应用实例	(276)
§ 6.1	混流式水轮机转轮结构优化设计	(277)
§ 6.2	主轴结构优化设计	(277)
§ 6.3	混合式水轮机顶盖结构优化设计	(278)
§ 6.4	轴流式水轮机顶盖、支持盖结构优化设计	(278)
§ 6.5	水轮机座环、蜗壳组合结构优化设计	(278)
§ 6.6	水轮发电机推力轴承支架结构优化设计	(279)
§ 6.7	水轮发电机圆盘式转子支架结构优化设计	(279)

第十章 模糊优化

§ 1	模糊集的基本知识	(281)
§ 1.1	模糊集的基本概念	(281)
§ 1.2	模糊集的记法	(281)
§ 1.3	模糊集的运算	(282)
§ 1.4	模糊集的包含与相等	(283)
§ 1.5	模糊集的并、交、补运算性质	(283)
§ 1.6	模糊集的分解	(283)
§ 1.7	扩展原理	(285)
§ 1.8	模糊集的其它一些基本概念	(286)
§ 2	模糊约束条件下的极值问题	(290)
§ 2.1	普通的极值问题	(290)
§ 2.2	模糊约束条件的论域与目标函数定义域相同情况下的极值问题	(290)
§ 2.3	模糊约束条件的论域与目标函数定义域不同情况下的极值问题	(292)
§ 2.4	多个模糊约束条件和多个目标函数情况下的极值问题	(293)
§ 3	模糊线性规划	(293)
§ 3.1	对称模糊线性规划	(293)
§ 3.2	非对称模糊线性规划	(295)
§ 3.3	约束带有模糊系数的线性规划	(296)
§ 3.4	目标带有模糊系数的线性规划	(297)
§ 4	多目标线性规划的模糊最优解	(298)
§ 5	模糊多阶段规划	(301)
§ 5.1	具有普通状态变换的模糊动态规划	(301)

§ 5.2 具有模糊状态变换的模糊动态规划	(303)
第十一章 Fuzzy 控制	(304)
§ 1 预备知识	(304)
§ 1.1 Fuzzy 关系与 Fuzzy 矩阵	(304)
§ 1.2 Fuzzy 逻辑	(306)
§ 1.3 Fuzzy 推理	(308)
§ 2 模糊控制的基本原理	(309)
§ 3 设计 Fuzzy 控制器的基本方法	(310)
§ 3.1 输入、输出变量的选择	(310)
§ 3.2 设计 Fuzzy 控制规则	(310)
§ 3.3 模糊化与去模糊算法	(312)
§ 3.4 Fuzzy 关系的 R 的确定	(313)
§ 3.5 合理确定采样周期	(314)
§ 4 Fuzzy 控制器的基本结构及应用实例	(314)
§ 5 前景展望	(322)
第十二章 价值工程	(324)
§ 1 价值工程的历史	(324)
§ 1.1 价值工程的产生	(324)
§ 1.2 价值工程的发展	(324)
§ 2 价值工程的基本概念	(325)
§ 2.1 价值工程的定义	(325)
§ 2.2 价值工程与管理技术的关系与应用特点	(328)
§ 2.3 价值工程的工作步骤	(329)
§ 2.4 麦尔斯十三原则	(330)
§ 3 价值工程小组	(331)
§ 3.1 成立小组	(331)
§ 3.2 相互协同的小组活动	(332)
§ 3.3 小组活动的注意事项	(332)
§ 4 分析对象的选择	(332)
§ 5 收集情报	(336)
§ 5.1 什么是情报	(336)
§ 5.2 收集情况的原则与方法	(337)
§ 6 功能分析	(337)
§ 6.1 功能定义	(337)
§ 6.2 功能定义的方法	(338)
§ 6.3 功能分类	(339)

§ 6.4 功能整理	(341)
§ 7 功能评价	(342)
§ 7.1 功能评价概述	(342)
§ 7.2 功能成本分析	(343)
§ 7.3 功能评价系数法	(346)
§ 8 制定改进方案	(353)
§ 8.1 提出改进方案	(353)
§ 8.2 方案评价	(354)
§ 8.3 提案	(356)
§ 3.1 输入输出变量的选择	(310)
§ 3.2 模糊矩阵	(310)
§ 3.3 模糊矩阵的合成	(313)
§ 3.4 Fuzzy 关系的 R 的确定	(313)
§ 3.5 模糊矩阵的合成	(314)
§ 4 Fuzzy 控制器的基本结构及应用实例	(314)
§ 5 前馈控制	(322)
第十二章 价值工程	(324)
§ 1 价值工程的概念	(324)
§ 1.1 价值工程的概念	(324)
§ 1.2 价值工程的发展	(324)
§ 2 价值工程的基本概念	(325)
§ 2.1 价值工程的概念	(325)
§ 2.2 价值工程与系统工程的关系	(325)
§ 2.3 价值工程的工作步骤	(325)
§ 2.4 价值工程三原则	(330)
§ 3 价值工程小组	(331)
§ 3.1 成立小组	(331)
§ 3.2 小组的组成	(332)
§ 3.3 小组活动的注意事项	(332)
§ 4 功能评价	(332)
§ 4.1 功能评价	(332)
§ 4.2 功能评价	(332)
§ 4.3 功能评价	(332)
§ 4.4 功能评价	(332)
§ 4.5 功能评价	(332)
§ 4.6 功能评价	(332)
§ 4.7 功能评价	(332)
§ 4.8 功能评价	(332)
§ 4.9 功能评价	(332)
§ 4.10 功能评价	(332)
§ 4.11 功能评价	(332)
§ 4.12 功能评价	(332)
§ 4.13 功能评价	(332)
§ 4.14 功能评价	(332)
§ 4.15 功能评价	(332)
§ 4.16 功能评价	(332)
§ 4.17 功能评价	(332)
§ 4.18 功能评价	(332)
§ 4.19 功能评价	(332)
§ 4.20 功能评价	(332)
§ 4.21 功能评价	(332)
§ 4.22 功能评价	(332)
§ 4.23 功能评价	(332)
§ 4.24 功能评价	(332)
§ 4.25 功能评价	(332)
§ 4.26 功能评价	(332)
§ 4.27 功能评价	(332)
§ 4.28 功能评价	(332)
§ 4.29 功能评价	(332)
§ 4.30 功能评价	(332)
§ 4.31 功能评价	(332)
§ 4.32 功能评价	(332)
§ 4.33 功能评价	(332)
§ 4.34 功能评价	(332)
§ 4.35 功能评价	(332)
§ 4.36 功能评价	(332)
§ 4.37 功能评价	(332)
§ 4.38 功能评价	(332)
§ 4.39 功能评价	(332)
§ 4.40 功能评价	(332)
§ 4.41 功能评价	(332)
§ 4.42 功能评价	(332)
§ 4.43 功能评价	(332)
§ 4.44 功能评价	(332)
§ 4.45 功能评价	(332)
§ 4.46 功能评价	(332)
§ 4.47 功能评价	(332)
§ 4.48 功能评价	(332)
§ 4.49 功能评价	(332)
§ 4.50 功能评价	(332)
§ 4.51 功能评价	(332)
§ 4.52 功能评价	(332)
§ 4.53 功能评价	(332)
§ 4.54 功能评价	(332)
§ 4.55 功能评价	(332)
§ 4.56 功能评价	(332)
§ 4.57 功能评价	(332)
§ 4.58 功能评价	(332)
§ 4.59 功能评价	(332)
§ 4.60 功能评价	(332)
§ 4.61 功能评价	(332)
§ 4.62 功能评价	(332)
§ 4.63 功能评价	(332)
§ 4.64 功能评价	(332)
§ 4.65 功能评价	(332)
§ 4.66 功能评价	(332)
§ 4.67 功能评价	(332)
§ 4.68 功能评价	(332)
§ 4.69 功能评价	(332)
§ 4.70 功能评价	(332)
§ 4.71 功能评价	(332)
§ 4.72 功能评价	(332)
§ 4.73 功能评价	(332)
§ 4.74 功能评价	(332)
§ 4.75 功能评价	(332)
§ 4.76 功能评价	(332)
§ 4.77 功能评价	(332)
§ 4.78 功能评价	(332)
§ 4.79 功能评价	(332)
§ 4.80 功能评价	(332)
§ 4.81 功能评价	(332)
§ 4.82 功能评价	(332)
§ 4.83 功能评价	(332)
§ 4.84 功能评价	(332)
§ 4.85 功能评价	(332)
§ 4.86 功能评价	(332)
§ 4.87 功能评价	(332)
§ 4.88 功能评价	(332)
§ 4.89 功能评价	(332)
§ 4.90 功能评价	(332)
§ 4.91 功能评价	(332)
§ 4.92 功能评价	(332)
§ 4.93 功能评价	(332)
§ 4.94 功能评价	(332)
§ 4.95 功能评价	(332)
§ 4.96 功能评价	(332)
§ 4.97 功能评价	(332)
§ 4.98 功能评价	(332)
§ 4.99 功能评价	(332)
§ 5.00 功能评价	(332)

第一篇 计算机辅助设计(CAD)

第一章 计算机辅助设计概论

§ 1 机械 CAD 概述

§ 1.1 现代设计方法与 CAD

长期以来,人们普遍采用的常规设计方法,是以实践经验为基础,设计工作是根据设计对象的技术要求,参考有关设计工艺资料,通过设计人员的经验和构思,运用已有的经验公式、图表、手册作为设计的依据,通过计算分析和综合比较,拟定出方案,使设计的方案在经济性、工艺性及可靠性方面,尽量趋于合理与完善,这是一种半理论、半经验的常规设计方法。随着现代科学技术的发展,对产品质量、品种、效益等方面的要求越来越严格,为满足社会的需求和加速国民经济的发展,针对国内外两个市场,提高新产品的开发能力,关键取决于产品设计。如何开发适销对路的产品,增强商品经济观念、市场开拓能力和应变能力,使产品更新换代快,生产出更多的名、优、新、特产品,这就必需采用现代设计方法,以增强产品市场竞争力。

现代设计方法和技术是以设计产品为目标的一个总的知识群体的统称,其种类繁多,内容广泛,主要有设计方法学、优化设计、价值工程、计算机辅助设计(CAD)、可靠性设计、工业艺术造型设计、模块化设计、计算机仿真、专家系统、反求工程、有限元法等;还有一系列的分支,如相似性设计、系统化设计、人机工程学、静态设计、动态设计、疲劳设计、三次设计等都属于现代设计方法的范畴。现代设计方法内容虽很广泛,但是从目前来看,计算机辅助设计、优化设计和动态设计是它的核心。

计算机具有运算速度快、计算精度高、存储容量大和具有逻辑判断功能等特点。人们应用这些特点,与图形处理、数据库技术以及各种现代设计方法相结合,形成当代一门新兴学科——计算机辅助设计(Computer Aided Design),简称CAD。CAD就是用计算机系统来辅助构思、修改、分析或优化一项设计工作。CAD是将人和计算机各自特点组合起来,人主要承担创造性的构思活动(如设计方案的构思、工作原理拟定等),人们将设计原则、要求、方法及该产品有关的大量数据、标准、图形、曲线和公式等通过程序、指令及输入参数以信息形式存入计算机数据库。计算机在进行繁琐重复性计算分析和检索信息,通过图形显示,对设计模型反复进行综合分析和计算、修改和审定,最后由计算机控制自动绘图机绘制出全部工程零件图、装配图,给出工艺要求,并打印出零件装配明细表和其它有关文件资料。

§ 1.2 CAD 的发展过程

CAD 主要研究用计算机及其外围设备和图形输入输出设备帮助人们进行工程和产品设

的技术,它是随着这些技术及其软件的发展而发展的。其发展可分以下几个阶段:

1. 计算机用于CAD,开始于50年代的末期。当时,美国麻省理工学院将计算机显示图形的处理技术用于数控机床中数控纸带的自动图象传输装置中。

2. 60年代麻省理工学院,首次提出了计算机图形学、交互技术、分层存储符号的数据结构等新思想,从而为CAD技术的发展和應用奠定了理论基础。

3. 70年代,美国Applicon公司第一个推出完整的CAD系统。

4. 80年代初,计算机集成技术突飞猛进,使得计算机朝着巨型机和小型化两个方面发展,特别是高性能低价格的微型电脑大量普及,以及功能更强的外围设备的问世,有力地推动CAD/CAM技术向实用阶段迈进。

5. 80年代中期以后,CAD/CAM技术正朝着标准化、集成化、智能化发展。人工智能和专家系统技术在CAD中的应用大大提高了自动化设计的程度,从处理数据逐渐转向处理知识。

§ 1.3 CAD 的应用

CAD技术可广泛应用于国民经济的各个方面,在技术先进的国家中,如美国、日本等国家,CAD技术已经广泛地应用于飞机、汽车、船舶、模具、印刷电路板、集成电路、管道布置、钣金、建筑等领域中,其中用于机械产品设计的比例最大。在欧洲,机械CAD/CAM系统的需求在不断增长,目前已使它成为这些系统的世界上最大的地区市场。欧洲的CAD/CAM的主要应用领域是汽车、航空航天和国防工业以及建筑工程。欧洲在这些工业领域中所用的CAD/CAM约占全球机械CAD/CAM市场的60%。建筑所占的份额也很大,约占23%。1990年,欧洲的CAD/CAM市场规模将扩大三倍,达到62亿美元。目前,CAD/CAM软件支持UNIX/XENIX操作系统,今后,看来有可能支持更大范围的平台和操作系统。

在我国,机械工业从60年代开始将计算机用于生产过程控制,70年代末和80年代初,在CAD/CAM方面有了较大的进展。例如在航空方面研制开发了飞机总体设计、气动力分析、结构设计与分析、数控加工编程等;在船舶方面完成船体CAD系统;在机械工业方面,特别是“七五”期间,完成了许多CAD重点科研项目,如轮式拖拉机系统CAD、农机具CAD、轮式装载机CAD、重型机械基础件CAD、中小功率内燃机产品CAD、中小型异步电动机CAD、发电设备及其关键零部件CAD、大型水电设备及系统CAD、透平压缩机的CAD/CAM一体化、工业汽轮机交互式CAD系统等。这些科研项目的完成,对机械工业CAD技术的推广和应用是一个极大的促进。

§ 1.4 计算机集成制造系统

CAD系统只能产生工程图纸及其有关的技术说明,只有把CAD和生产制造结合成一体,才能进一步提高生产力和加工精度。计算机、数控技术和加工中心等的发展,使得机械制造的过程由产品设计到制造能够实现全盘自动化。这包含:设计自动化,即CAD;制造自动化,即计算机辅助制造,简称CAM(Computer Aided Manufacture);以及管理自动化,即计算机辅助管理,简称CAM(Computer Aided Management)。而CAD/CAM/CAM三位一体的系统,是当今最高水平的计算机集成制造系统CIMS(Computer Integrated Manufacture System),用以真正实现无人加工工厂(或车间)。CIMS是以计算机辅助设计为核心的工程信息处理系统,计算机辅助制造为

中心的加工、检测、装配自动化工艺系统和经营管理信息系统所组成的综合体。CAD与CAM连接的关键是计算机辅助工艺规程设计CAPP(Computer Aided Process Planning),它是在成组技术基础上,用计算机来编制合理的零件加工工艺过程,从而把产品的设计信息转化为制造信息,真正实现设计、制造与管理一体化。

涉及计算机集成制造系统的有关工程问题、技术应用、理论方法等内容研究,目前可分为以下五类:

(1)管理: CIMS 管理与决策支持系统、CIMS 的经济分析、CIMS 与人机工程等。

(2)工程: CAD/CAPP/CAM 等。

(3)制造: 柔性制造系统(FMS)、柔性加工单元(FMC)、集成质量控制系统等。

(4)CIMS 的支撑技术: DB&NT 等。

(5)系统集成: 集成技术、标准化、体系结构、软件工程等。

§ 2 机械 CAD 的关键技术

机械工业是我国工业的基石。机械设计与制造是机械工程的灵魂。近几年来,计算机辅助设计(CAD)与计算机辅助制造(CAM)技术发展十分迅速。被誉为自电力发明以来最具有生产潜力的工具。CAD 的技术,特别是机械 CAD 的关键技术主要包括下面技术:

§ 2.1 计算机图形处理

计算机图形处理所涉及的内容有: 用户接口管理, 二维、三维图形生成, 真实感图形显示, 图形数据库及其管理, 图形软件标准化, 它实际上是一个与计算机及其外围设备、应用软件及程序设计语言均无关的图形软件接口, 用户通过应用能方便地调用 GKS(Graphics Kernel System)的全部功能。另外, 还有图形上汉字与符号的处理, 图形变换、消隐、裁剪、拖动以及智能化图形处理技术等。

当前计算机生成图形有两种方法, 其一是交互式的图形处理, 生成一幅图形后除可继续修改外, 还可作整个图形的线性变换。但同一系列不同参数值的图形不能用这种方法获得。其二是参数化方法, 根据系列化产品的参数编写源程序以满足系列化产品图形的需要, 然后还可进行交互修改, 但这样编写的源程序对不同系列无通用性。上述两种方法都存在着一一定的问题, 即交互式生成的图形不能参数化, 用参数化方式生成图形必须编写源程序。另外, 无论哪种方法, 图形的形状信息与标注信息的输入量都很大。为了进一步满足生产发展需要, 克服目前图形处理中存在的问题, 研制一种更好的图形处理方法, 开拓一条新路是非常必要的。

§ 2.2 三维产品造型

三维造型是产品造型的基础, 它涉及的问题比较广泛。通常的造型与建模方式有: 线框模型、表面模型、曲面造型、实体造型及最新发展的特征造型。用线框模型表示三维几何形状的传统方法已不能满足 CAD/CAM 的要求, 只有实体模型才能满足 CAD/CAM 的要求。

计算机三维造型理论主要研究的是如何在计算机内用一数学模型来描述一个三维物体。该理论的发展可分两个分支。第一个分支的研究称为曲面造型, 它研究在计算机内如何描述一张曲

面,如何对它的形状进行交互式的显示和控制。从最早的 Coons 曲面到后来的 Bezier 曲面、B 样条曲面都属于曲面造型研究的范畴。飞机、船舶、新型的汽车,照相机的外形设计越来越多地趋向使用流畅曲面。用曲面造型系统来设计这些产品的外形,已相当成功。第二个分支的研究称为实体造型,它着重研究如何在计算机内定义和表示一个三维物体。利用实体模型描述三维物体通常有二种数据结构,一种是构造实体几何法,另一种是边界表示法。

构造实体几何法(CSG —— Constructive Solid Geometry)。该法是用交互式图形系统提供的基本体素(如立方体、圆柱体、球体、锥体等)之间的布尔操作(并、交、差)来描述一个物体。这种方法记录的信息少,占内存贮量小。但要显示其图形时需要进行较多的运算,处理速度没有边界表示法快,它只能产生某些形体,如对雕塑面的形体用它来表示就比较困难了。

边界表示法(Boundary representation,简称 B-rep)。边界表示通常把物体的边界拆成一些有界的面,每一个面又通过它的边界的边和顶点来表示,例如,一个四面体的表示方法,通常用体、面、边和顶点建立一个有向树。这种方法记录的信息比较具体,因而占用较多的内存,但在显示其图形时,不需要作较多的运算,所以处理速度比较快。

§ 2.3 数据交换技术

CAD/CAM 技术在工业上的广泛应用,越来越多的用户需要把它们的数据在不同的 CAD/CAM 系统之间交换。为了统一各系统在机内的数据表示格式,使不同系统间、不同模块间的数据交换顺利进行,必须建立各 CAD/CAM 系统软件都应遵守的数据交换规范。目前世界各国使用的规范标准有:IGES、VDA-18、SET、PDES、STEP 等。下面我们简要地介绍目前应用最广泛的 IGES 标准。

IGES(Initial Graphics Exchange Specification)基本图形交换规范,是由美国 IGES 委员会研制开发的。它不仅包括描述产品数据的不同系统通过 IGES 交换数据实体,还规定了用于数据传输的文件格式。1990 年 10 月正式公布了 IGES5.0 版。IGES 的作用是在不同的 CAD/CAM 系统之间交换数据,其结构如图 1-1 所示。如数据要从系统 A 传送到系统 B,必须由系统 A 中的 IGES 前处理器把这些传送的数据格式转换成 IGES 格式,而 IGES 的实体数据再由系统 B 中的 IGES 后处理器把 IGES 转换成该系统内部的数据格式。把系统 B 的数据转送给系统 A 也需相同的过程。

随着 CAD/CAM 的不断发展,依然要求接口的通用性和兼容性。特别是要实现 CAD/CAM 的集成,必须要有可靠的数据交换技术作支持。数据交换是进行 CAD/CAM 集成必须完成的一个重要内容,系统接口的标准化是解决 CAD/CAM 系统间数据交换的根本办法。

§ 2.4 工程数据管理技术

工程领域要求对工程数据进行管理,为此产生了工程数据库(EDBMS)。

当前的数据库系统大多是为了处理商用事务数据发展起来的,如关系型数据库 DBASE、