

中国电子教育学会中专教育委员会
全国中专电子类教材协会

推荐教材



中等专业学校教材

CAD/CAM 实用教程

● 黄诚驹 主编

● 张宪立 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

中等专业学校教材

CAD/CAM 实用教程

黄诚驹 主编

张宪立 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书分为2篇。第1篇计算机辅助设计,主要介绍 AutoCAD R14 的基本操作、平面绘图及三维造型;第2篇计算机辅助制造,主要介绍 CAD/CAM 集成化软件 MasterCAM 6.12~7.0 的基本操作、平面绘图及二维构建、三维曲面造型及数控编程加工。

本教材依照职业教育特点和面向21世纪的要求,可满足机电类职业岗位群对 CAD/CAM 应用技术的能力培养的需求。教材内容的处理按单元式训练的模式,并在每个单元的单元练习中配有大量的练习实例,每一篇另配有用作提高的综合练习,以帮助读者能在实践的过程中迅速掌握命令的使用,相信这种实训的思路使本书具备较好的职教特色和实用性。同时教材力求采用应用普及和最新的软件版本进行介绍,保证教材在 CAD/CAM 的应用技术上具有新型的知识含量。

本书可作为中专、技校相应课程的教材,也可作为高职、高专院校相应课程的教材与上机手册。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 实用教程/黄诚驹主编. - 北京:电子工业出版社,2000.2

中等专业学校教材

ISBN 7-5053-5294-6

I. C… II. 黄… III. ① 计算机辅助设计-专业学校-教材 ② 计算机辅助制造-专业学校-教材
IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 67267 号

丛 书 名: 中等专业学校教材

书 名: CAD/CAM 实用教程

主 编: 黄诚驹

主 审: 张宪立

策划编辑: 胡毓坚

责任编辑: 张孟玮

特约编辑: 朱强国

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京天宇星印刷厂

装 订 者: 河北涿州桃园装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19.5 字数: 499 千字

版 次: 2000 年 2 月第 1 版 2000 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5294-6

G·449

印 数: 6000 册 定价: 22.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

随着中等专业学校电子类专业教学改革的不深入,尽快组织出版一批适应中专学校教学实际、体现职业技术教育特点的教材,已成为各中专校的迫切要求。有鉴于此,中国电子教育学会中专教育专业委员会、全国中专电子类教材协会决定联合成立全国中专电子类教材工作领导小组,组织出版一套中专电子类教材,以满足中专学校的教学需要。经过一段时间的准备,领导小组会同全国二十余所电子类中等专业学校,成立了“计算机及应用”、“电子技术应用”、“机电技术应用”3个专业教材编委会,共同组织协调这套教材的编审出版工作。

领导小组和各编委会确立了“根据中专生的培养目标,贯彻中专教育适应社会经济发展的需要,强化应用为教学重点的思想,反映现代职业教育思想、教育方法和教学手段和综合化、直接化、形象化特点,突出工程实践能力培养”的编写原则,以“新、简、实”作为这套教材的编写特色。所谓“新”,是根据电子技术日新月异、发展迅速的特点,在教材中尽可能反映当前电子信息产业的新技术、新知识、新工艺,缩短教材编审出版周期;所谓“简”,是针对现行教学内容与中专学生的文化基础不相适应,以及中专毕业生越来越直接面向生产第一线这一现实,适当降低教学内容的深度和难度,简化理论知识的讲授;所谓“实”,就是突出教学内容的实用性,强调对学生实践能力和技术应用能力的培养。

各编委员会的编审程序大致是,针对中专计算机及应用、电子技术应用、机电技术应用(机电一体化)的教学现状和现行教材存在的问题,尤其是针对目前中专教学改革的新情况,拟定各专业方向的课程设置计划和教材选题计划。在充分酝酿、广泛征集的基础上,由编委会确定每个选题的编写大纲和编审人员。编委会通过责任编委联系制度对编写实行质量控制。

这套教材的编写,都是来自各中专学校教学第一线的经验丰富的教师。由于他们辛勤的工作,这套教材基本反映了近年来各中专学校教学与教材改革的成果。相信这套教材会受到中等专业学校和其他中等职业学校电子类专业广大师生的欢迎。

特别应该感谢电子工业出版社高质量、高效率的工作,为这套教材的出版提供了极大的便利,使之能及早与读者见面。

电子技术发展迅速,中专学校的教学内容也日新月异。我们衷心地希望广大师生对本套教材提出意见和建议,以便再版时予以修正。

全国中专电子类教材工作领导小组
电 子 工 业 出 版 社

全国中专电子类教材工作领导小组成员名单

顾问	赵家鹏	电子工业出版社
组长	李绍庭	山东省电子工业学校
副组长	陈炳声	南京无线电工业学校
	孟宪洲	山东省信息工程学校
	穆天保	辽宁电子工业学校
	卢小平	北京无线电工业学校
	安志鹏	武汉无线电工业学校
成员	吴家礼	天津无线电机机械学校
	曹建林	无锡无线电工业学校
	陈建忠	福建省电子工业学校
	周智文	上海电子技术学校
	王献中	淮阴电子工业学校
	武马群	北京市计算机工业学校
	张福强	天津市仪表无线电工业学校
	王祥生	珠海市工业学校
秘书长	胡毓坚	电子工业出版社
副秘书长	王协瑞	山东省电子工业学校

计算机及应用编委会成员名单

主任委员	郑 三	山东省电子工业学校
副主任委员	武马群	北京市计算机工业学校
	吴顺发	辽宁省电子计算机学校
	肖鹏旭	山东省信息工程学校
	周智文	上海电子技术学校
委员	张黎明	河南省电子工业学校
	王书增	天津无线电机机械学校
	王德年	辽宁电子工业学校
	孔旭影	北京市计算机工业学校
	李 玲	南京无线电工业学校
	裴有柱	天津市仪表无线电工业学校
	王 敏	广州轻工业学校
	陶 洪	常州无线电工业学校
	刘瑞新	河南开封黄河水利学校
	李丛江	无锡无线电工业学校
	丁 勤	淮阴电子工业学校
	黄甘洲	福建省电子工业学校
	王 泰	珠海市工业学校
	孙心义	辽宁省电子计算机学校
	陈丽敏	上海电子技术学校
	梁 军	山东省电子工业学校
	朱连庆	山东省信息工程学校
秘书	王新新	山东省电子工业学校

电子技术应用编委会成员名单

主任委员	王钧铭	南京无线电工业学校
副主任委员	张福强	天津仪表无线电工业学校
	王丹民	淮阴电子工业学校
	马 彪	辽宁电子工业学校
	梁德厚	北京无线电工业学校
委员	邓 红	无锡无线电工业学校
	崔金辉	辽宁省本溪电子工业学校
	孙亚维	内蒙古电子学校
	任德齐	重庆市电子工业学校
	彭利标	天津无线电机械学校
	杨元挺	福建省电子工业学校
	李晓荃	河南省电子工业学校
	魏立东	河北省电子工业学校
	刘 勇	山东省电子工业学校
	吴立新	常州无线电工业学校
	张中洲	珠海市工业学校
	蔡继勇	北京市电子工业学校
	章大钧	佛山市机电学校
秘书	陈 松	南京无线电工业学校

机电技术应用编委会成员名单

主任委员	吴家礼	天津无线电机械学校
副主任委员	毛海兴	无锡无线电工业学校
	黄诚驹	武汉无线电工业学校
	张 华	福建省电子工业学校
委员	梁 栋	辽宁省本溪电子工业学校
	王 丽	黑龙江省电子工业学校
	张 铮	无锡无线电工业学校
	董 智	南昌无线电工业学校
	甄占双	河北省电子工业学校
	高 燕	天津无线电机械学校
	徐耀生	淮阴电子工业学校
	韩满林	南京无线电工业学校
	刘靖岩	辽宁电子工业学校
	张吴祥	北京无线电工业学校
	何彦延	贵州无线电工业学校
	李新平	山东省电子工业学校
	黄礼东	贵州省电子工业学校
秘书	郝秀凯	天津无线电机械学校

参加全国中专电子类教材编审工作的学校

山东省电子工业学校
山东省机械工业学校
山东省广播电视学校
辽宁电子工业学校
辽宁省本溪电子工业学校
武汉市电子工业学校
天津市仪表无线电工业学校
上海化学工业学校
无锡无线电工业学校
山西省电子工业学校
大连电子学校
福建省电子工业学校
北京市计算机工业学校
河南开封黄河水利学校
贵州省电子工业学校
内蒙古电子学校
安徽省电子工业学校
重庆市电子工业学校

山东省信息工程学校
山东省邮电学校
济南信息学校
辽宁省电子计算机学校
武汉无线电工业学校
天津无线电机机械学校
上海电子技术学校
淮阴电子工业学校
常州无线电工业学校
南京无线电工业学校
河北省电子工业学校
北京无线电工业学校
北京电子工业学校
河南省电子工业学校
珠海市工业学校
南昌无线电工业学校
黑龙江省电子工业学校
佛山市机电学校

前 言

计算机辅助设计和计算机辅助制造(CAD/CAM)是一门新型的应用技术,随着现代制造技术的发展,这门技术已经得到越来越普遍的应用,工程技术人员有必要掌握这门实用技能。

西方发达国家迅速推进现代化进程的一个经验,即是重视了新技术的推广应用,而有效的职业教育体制,是他们推广应用新技术的重要途径。学习他们的先进经验,建立现代化的职教体系,包括不同层次的职教学校、相应的师资、适宜的教材等都将成为中国现代化进程中的迫切问题。本书力图适应当前中国社会的这种发展需要,使本书成为一本具有职业技能培训的特色教材。

在实践操作中学习软件的使用,无疑是最直接、最有效的方式。基于这样的认识,让读者在练习中去学,是贯穿本书的一条主线,也是本书最具职教特色的方面。因此,在教材内容的组织形式上采用了单元训练模式。本书的每一节,都将是一个训练单元。在一个单元中,除了集合这个单元训练所需要的知识点外,还将配有一个适合操作的单元练习。我们希望通过这个单元练习,指导读者自行练习相关命令的操作,从而在实践中掌握本单元的知识点。我们建议读者在学习每单元的命令之前,先上机完成每单元的练习操作,从中悟出命令的功能及操作要领,返回去再学习命令及命令操作介绍。这种学习方式,会令读者更清楚命令的含义和操作步骤的具体内涵,使读者学习 CAD/CAM 技术的应用变得更生动、更容易。

全书按计算机辅助系统的 2 种不同应用范畴,共分为 2 篇。第 1 篇计算机辅助设计由第 1 章 AutoCAD 的运行环境及基本操作、第 2 章 AutoCAD 平面绘图、第 3 章 AutoCAD 三维实体造型组成;第 2 篇计算机辅助制造由第 4 章概述、第 5 章 MasterCAM 二维图形的构建、第 6 章 MasterCAM 的三维曲面造型、第 7 章 MasterCAM 的数控加工组成。每章中的节是我们这本书的基本单元和灵魂,全书共有 35 个编书单元,通过它们贯穿了单元训练的编书思路。依托这些节,我们把一个单元训练所需要的相关知识点融汇在其中。为了把握好每个编书单元的内容,我们邀请了全国机电中专学校中最富有 CAD/CAM 课程教学经验的老师,参加本书的编审工作。经过深入地切磋和讨论,按照各位老师所独具的经验及擅长,作出分工如下:武汉无线电工业学校的高级讲师黄诚驹主编全书,辽宁电子工业学校的高级讲师张宪立作本书的主审;福建省电子工业学校讲师朱建风编写了第 1、2 章中各 2 个单元,天津无线机械学校的讲师王伟编写了第 2 章的 3 个单元,淮阴电子工业学校讲师朱延娟编写了第 3 章的 3 个单元,河北省电子工业学校的讲师刘艳玉编写了第 2 章的 2 个单元,武汉无线电工业学校的高级讲师黄诚驹编写了绪论、第 2 章的 1 个单元、第 4 章的 1 个单元、第 5 章的 1 个单元、第 7 章的 4 个单元及编写第 6 章全章,佛山市机电学校的讲师李柏青编写了第 5 章的 1 个单元及第 7 章的 3 个单元,无锡无线电工业学校的讲师金卫国编写了第 5 章的 4 个单元及第 7 章的 1 个单元。另外,编写第 1 篇综合训练的是贵州无线电工业学校的讲师龙光涛;编写第 2 篇综合训练的是武汉无线电工业学校的讲师应文豹。此外,参加本书编写工作的还有辽宁电子工业学校的戴高男老师及南京无线电工业学校的谢承俊老师。

本书打破了原有同类教材的理论体系,以适合单元式训练的要求为目的,以实用的相关知识
点架构了新的编书单元,最后形成一本颇具职教特色的培训教材。编者相信这本书将在我
国贯彻单元训练的职教模式中成为配合职教改革的一本培训教材。

编著者

1999 年 9 月

目 录

绪论	(1)
----------	-------

第 1 篇 计算机辅助设计

第 1 章 AutoCAD 的运行环境及基本操作	(5)
1.1 运行环境	(5)
1.1.1 AutoCAD R14 工作界面简介	(5)
1.1.2 设置绘图环境	(6)
1.1.3 AutoCAD 的坐标系统及坐标输入格式	(8)
1.2 基本操作	(10)
1.2.1 命令输入方式	(10)
1.2.2 图形文件操作	(11)
1.2.3 其他基本操作	(13)
1.2.4 单元练习	(16)
第 2 章 AutoCAD 平面绘图	(19)
2.1 绘点、线、圆及修剪命令等	(19)
2.1.1 绘点	(19)
2.1.2 绘等分点	(20)
2.1.3 绘线	(20)
2.1.4 绘圆	(21)
2.1.5 修剪	(22)
2.1.6 断开	(23)
2.1.7 延伸	(24)
2.1.8 单元练习	(25)
2.2 绘多义线、复合线、拷贝等命令	(28)
2.2.1 绘多义线	(28)
2.2.2 绘复合线	(30)
2.2.3 多义线编辑	(30)
2.2.4 拷贝	(32)
2.2.5 阵列	(33)
2.2.6 镜像	(33)
2.2.7 同心拷贝	(34)
2.2.8 单元练习	(34)
2.3 绘剖面线、样条曲线、编辑样条曲线等	(37)
2.3.1 绘剖面线	(37)
2.3.2 绘样条曲线	(39)
2.3.3 拉伸	(39)
2.3.4 修改	(40)
2.3.5 比例	(40)

2.3.6	分解	(41)
2.3.7	单元练习	(41)
2.4	层操作、建立选择集等	(47)
2.4.1	层操作	(47)
2.4.2	目标捕捉方式	(50)
2.4.3	功能键	(52)
2.4.4	建立选择集	(52)
2.4.5	有关设定	(52)
2.4.6	单元练习	(54)
2.5	绘弧、矩形、移动、旋转等	(55)
2.5.1	绘圆弧	(55)
2.5.2	绘矩形	(57)
2.5.3	绘多边形	(57)
2.5.4	绘椭圆	(58)
2.5.5	绘圆环	(58)
2.5.6	移动	(59)
2.5.7	旋转	(59)
2.5.8	单元练习	(60)
2.6	写文字、查询、尺寸标注等	(64)
2.6.1	设置字体	(64)
2.6.2	写文本	(65)
2.6.3	写动态文本	(65)
2.6.4	写多行文本	(66)
2.6.5	查询	(67)
2.6.6	线性尺寸标注	(68)
2.6.7	单元练习	(71)
2.7	其他尺寸标注及尺寸标注变量设定	(73)
2.7.1	标注角度、半径、直径	(74)
2.7.2	引线标注、绘中心标记	(75)
2.7.3	尺寸标注样式及变量设置	(76)
2.7.4	标注形位公差	(80)
2.7.5	尺寸标注的编辑	(82)
2.7.6	单元练习	(82)
2.8	块操作、绘图机操作等	(87)
2.8.1	图块的建立	(87)
2.8.2	文件图块	(88)
2.8.3	插入图块	(89)
2.8.4	绘图文件输出	(90)
2.8.5	绘图机操作	(90)
2.8.6	单元练习	(93)
第3章	AutoCAD 三维实体造型	(98)
3.1	基本知识	(98)
3.1.1	三维建模类型	(98)
3.1.2	模型空间与图纸空间	(99)

3.1.3	多视区及三维视点	(99)
3.1.4	绘制三维点、线、面及绘基本三维实体	(101)
3.1.5	三维实体的布尔运算	(105)
3.1.6	单元练习	(107)
3.2	二维半实体造型及 UCS 应用	(110)
3.2.1	设置绘图高度和厚度实现二维半实体造型	(110)
3.2.2	将二维实体拉伸成三维实体	(111)
3.2.3	将二维实体旋转成三维实体	(111)
3.2.4	用户坐标系 UCS 的建立与使用	(112)
3.2.5	着色处理	(113)
3.2.6	渲染	(114)
3.2.7	单元练习	(114)
3.3	编辑三维实体	(115)
3.3.1	倒直角	(115)
3.3.2	倒圆角	(116)
3.3.3	切开实体	(116)
3.3.4	生成剖面	(118)
3.3.5	分解实体	(118)
3.3.6	三维旋转	(118)
3.3.7	三维镜像	(119)
3.3.8	三维阵列	(119)
3.3.9	单元练习	(120)
3.4	综合练习	(126)
3.4.1	减速器零件图的绘制	(127)
3.4.2	减速器装配图的绘制	(133)
3.4.3	减速器箱体的实体造型	(139)

第 2 篇 计算机辅助制造

第 4 章	概述	(145)
4.1	MasterCAM 简介	(145)
4.1.1	系统基本运行要求	(146)
4.1.2	系统框架及目录	(146)
4.2	MasterCAM 组成模块及功能	(146)
第 5 章	MasterCAM 二维图形的构建	(148)
5.1	MasterCAM 的运行环境及命令输入	(148)
5.1.1	运行环境	(148)
5.1.2	命令输入方式	(152)
5.1.3	功能键	(153)
5.1.4	基本操作	(153)
5.1.5	单元练习	(154)
5.2	点、线、弧的构建	(155)
5.2.1	构建点	(156)
5.2.2	构建线	(156)
5.2.3	构建圆弧	(159)

5.2.4	单元练习	(161)
5.3	目标捕捉、定义选择集、层操作、线型及颜色的设定	(164)
5.3.1	目标捕捉	(164)
5.3.2	定义选择集	(164)
5.3.3	层操作	(165)
5.3.4	线型及颜色的设定	(166)
5.3.5	单元练习	(167)
5.4	其他构建命令	(169)
5.4.1	倒圆角	(169)
5.4.2	倒直角	(169)
5.4.3	构建矩形	(169)
5.4.4	构建椭圆	(170)
5.4.5	写文字	(170)
5.4.6	尺寸标注及剖面线	(170)
5.4.7	单元练习	(171)
5.5	变换与编辑命令	(173)
5.5.1	变换	(173)
5.5.2	编辑	(175)
5.5.3	单元练习	(180)
第 6 章	MasterCAM 的三维曲面造型	(185)
6.1	曲面种类	(185)
6.1.1	曲面的定义	(185)
6.1.2	曲面组织	(186)
6.1.3	曲面种类的设定	(187)
6.2	举升、直纹、扫描、拉伸、旋转曲面	(187)
6.2.1	举升与直纹曲面构建	(187)
6.2.2	扫描曲面构建	(189)
6.2.3	拉伸曲面构建	(190)
6.2.4	旋转曲面构建	(191)
6.2.5	单元练习	(192)
6.3	昆式曲面	(198)
6.3.1	昆式曲面构建	(198)
6.3.2	单元练习	(199)
6.4	圆角曲面	(204)
6.4.1	圆角曲面构建	(204)
6.4.2	曲面与曲面的圆角曲面构建	(205)
6.4.3	单元练习	(207)
6.5	曲面修剪及延伸	(209)
6.5.1	按曲面修剪单义曲面	(210)
6.5.2	构建封闭曲面	(211)
6.5.3	圆角顺接曲面	(212)
6.5.4	单元练习	(213)
第 7 章	MasterCAM 的数控加工	(220)
7.1	概述	(220)

7.1.1	MasterCAM 的数控加工方式	(220)
7.1.2	刀具路径菜单项说明	(220)
7.2	数控加工同一切削用量表(NC 表)设定	(222)
7.3	平面轮廓及钻孔加工	(225)
7.3.1	平面轮廓加工	(225)
7.3.2	钻孔加工	(226)
7.3.3	单元练习	(227)
7.4	挖槽加工	(229)
7.4.1	挖槽加工的注意事项	(230)
7.4.2	挖槽加工的参数解释	(230)
7.4.3	挖槽选项说明	(234)
7.4.4	挖槽时的过切保护及相关信息	(235)
7.4.5	单元练习	(236)
7.5	单一曲面加工	(241)
7.5.1	单一曲面加工的特点及应用	(241)
7.5.2	单一曲面的加工参数说明	(241)
7.5.3	单元练习	(243)
7.6	多义曲面加工	(247)
7.6.1	多曲面加工目录与注意事项	(247)
7.6.2	过切检查的设定	(248)
7.6.3	多曲面粗加工及精加工操作方式	(250)
7.6.4	多曲面精加工的参数解释	(251)
7.6.5	多曲面粗加工的参数解释	(254)
7.6.6	挖槽式多曲面粗加工参数列表	(256)
7.6.7	Advanced 详细部分的参数页解释	(257)
7.6.8	重新切削	(260)
7.6.9	单元练习	(260)
7.7	投影曲面、刻字加工	(264)
7.7.1	投影曲面加工	(264)
7.7.2	刻字加工	(267)
7.7.3	单元练习	(267)
7.8	刀路的修剪与编辑	(271)
7.8.1	刀路的修剪	(271)
7.8.2	刀路的编辑	(272)
7.8.3	刀路编辑变换视窗主选项解释	(272)
7.8.4	刀路编辑变换工具选项解释	(274)
7.8.5	转换中的刀路重绘	(276)
7.8.6	刀具路径编辑项解释	(276)
7.8.7	NC 公用管理简介	(277)
7.9	综合练习	(278)

绪 论

1. 计算机辅助系统的含义

计算机辅助系统从广义定义,它泛指一切以计算机作为辅助工具的各种应用系统。从目前主要应用面看,它包括有:计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助测试(CAT)、计算机辅助生产计划(CAP)。以上各个应用领域还可统称为计算机辅助工程(CAE)。

上述辅助系统的英文全称为:

计算机辅助设计(Computer Aided Design)

计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing)

计算机辅助教学(Computer Aided Instruction)

计算机辅助测试(Computer Aided Test)

计算机辅助生产计划(Computer Aided Production Planning)

计算机辅助工艺过程设计(Computer Aided Process Planning)

计算机辅助工程(Computer Aided Engineering)

本书的内容将针对目前应用最广的 CAD、CAM 进行研究。

CAD 是由人和计算机合作,完成各种设计(如机械设备设计、集成电路设计、建筑土木工程、服装设计、动画影片设计等)的一种技术。这种技术在对设计过程认真分析后,按人与计算机各自特点,去完成各自最合适的部分。如设计的经验和判断必须由人来完成,而存储和组织数据以及繁重的计算、绘图由计算机来完成,使设计的效果比人或计算机任何一方单独工作都要好而快,这就是 CAD 倍受各行业重视和欢迎的原因。它不仅提高了设计的速度和质量,而且能在设计完成后由计算机预先显示产品最终的外形结构及估价,使设计者在投产之前可进行评价并作出决策。

CAM 是利用计算机辅助完成生产计划和控制生产过程的一门技术。在这门技术中,人凭借丰富的生产实践经验,选择合适的工艺路线及加工方法、加工刀路、切削用量,而计算机则以其强大的数值计算和分析处理能力,完成对加工过程的控制、干涉处理和工步、工序的优化后置处理成数控(NC)加工程序。通过两者的紧密结合,完美地实现了高质量生产加工产品的自动化过程。CAM 技术与 CAD 密切相关,CAD/CAM 系统使设计与生产连接成自动化工程。CAM 直接使用 CAD 产生的数据完成对生产过程的控制,所以在机械、模具应用领域中,CAD/CAM 集成化的软件越来越多,已经成为这类软件的一种发展趋势。在当今的机械、模具制造业中,对于那些结构复杂、精度要求高的产品,CAD/CAM 已经愈加是不可缺少的重要工具。

2. 计算机辅助设计、辅助制造的应用及发展

(1) 应用

随着工业中高新技术的应用和发展,新一代的产品对设计和制造的要求愈来愈高。传统的设计与制造方法已不能适应工业产品及时更新换代和提高质量的要求。

汽车工业对 CAD 技术的发明首先做出了响应。美国通用汽车公司和 IBM 公司率先开发了 DAC-I(Design Augmented by Computer)系统,用来设计汽车外型与结构。美国洛克希德(Lockheed)公司和 IBM 公司联合开发了基于大型计算机上运行的 CAD/CAM 系统 CADAM(计算机图形扩充设计与制造)用于设计与绘图,并具有三维结构分析能力。随后 CAD 技术在英、日、意等国的汽车公司也都得到了广泛的应用,并逐渐扩展到其他部门。

模具 CAD/CAM 技术发展得很快,应用范围也日益扩大。在冲模、锻模、注塑和压铸模等方面都有比较成功的 CAD/CAM 系统。采用 CAD/CAM 技术是模具生产的一次革命,是模具技术发展的一个显著特点。

模具 CAM 在国外应用较广。早在 80 年代末期,由数控机床及加工中心(MC)加工的模具已占 30% ~ 50% 左右,此外柔性制造系统(FMS)也已开始用于模具制造。一般来说 CAM 比 CAD 的应用更为广泛。80 年代末,在欧洲,用传统的机械加工方法生产模具和用 NC 或 CNC 机加工方法生产的模具之比为 70:30,在日本为 40:60。

我国模具 CAD/CAM 的开发开始于 70 年代末,发展也很迅速。到目前为止,先后通过国家有关部门鉴定的有华中理工大学、北京航空航天大学等院校与厂矿联合开发的精冲模、普通冲裁模、辊锻模、锤模和注塑模等 CAD/CAM 系统。1997 年,北京航空航天大学的北京华正软件工程研究所正式推出“CAXA 电子图板 97”CAD 软件。目前,CAXA 已经成为国内 CAD/CAM/CAE 较为著名的应用软件,在模具设计、注塑工艺分析和数控加工领域中得到较为广泛的应用,据华正软件研究所报道,截至 1998 年 1 月 CAXA 正版用户已突破 10000 家。

(2) CAD/CAM 技术的发展趋势

从 1952 年诞生第 1 台数控铣床、1963 年提交第 1 个 SKETCH-PAD 的 CAD 系统以来,CAD/CAM 发展到今天已经经历了四十多年的历程,CAD/CAM 技术已经成为一种日益得到广泛应用的高新技,并转变成愈加得到各国政府和各企业重视的巨大生产力。尽管对未来要做出科学而精确的预言是很困难的,但相信 CAD/CAM 技术将会逐步取代机械应用领域中落后的技术手段,并由此推动工业产品向高、精、尖的方向发展。

目前,CAD/CAM 正向智能化、三维化、集成化、网络化的方向发展。

1. 智能化

现有的计算机辅助设计系统智能化程度越来越高,原来的繁琐操作逐渐由计算机智能化

进行处理。如图纸尺寸标注,原来每增加一个尺寸,都要作很多步的操作,现在用户只要指明要标注的对象,尺寸就能在图上适当的位置标注出来。甚至整个设计对象都能用一个命令完成尺寸标注。在图形的绘制和串联加工刀路方面,很多系统增加了智能导引的机能。在规划多个相关曲面加工中是否产生过切问题方面,系统能正确判断、猜测用户的意图,用户使用这些软件系统感到更加得心应手。

2. 三维化

目前,普遍应用的 CAD/CAM 软件大多具有 3D 功能。计算机中的三维曲面和实体更接近真实的产品,并能方便地生成各个二维工程视图,同时又为数控编程提供了必要的刀路模型。建立三维实体模型后,还可以进行装配、干涉检查、有限元分析、运动分析等高级的计算机辅助设计工作。

在产品的设计、制造过程中,对于设计和制造的工程人员来讲,对象是三维物体,而工程上曾一直习惯用二维图形表示三维物体,这种习惯方式具有很大的局限性。随着三维图形技术的发展,二维绘图将很快被三维实体造型所代替。

3. 集成化

计算机辅助设计在工程中是一项基本的技术。随着技术的发展,计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工艺(CAPP)也逐步在企业中得到推广和应用。由于这些系统大多是作为自主系统独立开发的,产品的表示方法有很大的差异。例如 CAD 系统应用的是几何模型,这种模型较完善地描述了产品的几何特征,工艺参数只是当作图纸上的标注加以处理。这些模型进入 CAPP 后,需要人工介入,以提取 CAPP 所需的几何信息,补充面向加工的信息。同样,在 CAD 与 CAM 之间也需要由数控加工人员进行大量的数据提取、组织和重新输入的工作。这不仅造成了信息中断和重复劳动,严重影响工作效率的进一步提高,而且可能发生信息丢失和错误,降低系统的可靠性。因此,必须使计算机绘图所建立的模型能被 CAD/CAM/CAE 所接受,以达到总体最佳效果。

为了解决这一问题,目前在工作站和微机 CAD/CAM 系统中正推出越来越多的集成度很高的软件,如国外有 UGII、Pro/E 和 MasterCAM、Cimatron 等;国内有 CAD/CAPP、CAXA CAD/CAM 等。这些软件除了能完成二维绘图、结构设计外,还能进行曲面或实体造型,并能进行结构有限元分析及动、静态干涉分析,最后还能完成工艺过程设计、数控编程加工,今后还能进一步发展成除上述功能外还集成有生产管理与调度的应用软件。

4. 网络化

随着计算机网络的飞速发展,计算机辅助设计系统的网络化已经是不可阻挡的历史潮流。网络化可以充分发挥系统的总体优势,共享昂贵的设备,节省投资。借助现有的网络,用户可以用高性能的 PC 代替昂贵的工作站。不同设计人员可以从网络上方便地进行交流,这种交流是一种全球性的交流。只要企业的网络与 Internet 相连,在未来的设计、制造活动中,可在 Internet 上找到,然后在浏览器上运行就是了。

消费市场的瞬息多变,在今后的机械工业中,多品种小批量的生产形式将成为生产领域中的主流。因此,柔性自动化生产将成为机械制造生产技术的重要发展趋势。计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System),简称 CIMS,也已成为众所注目的高技术之一,