

国家制造业信息化
三维 CAD 认证规划教材

CAXA 制造工程师

3D 造型与数控编程基础及应用教程

北航 **CAXA** 教育培训中心 组 编
国家制造业信息化三维 CAD 认证 审 定
培训管理办公室
鲁君尚 林克伟 吕光华 宋卫科 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从数控加工基础、线面设计、实体设计、知识加工、粗加工、精加工、工艺分析和加工仿真等多个方面对 CAXA 制造工程师 3D 造型与数控编程基础及应用做了深入浅出的讲解,并对其中每一功能的操作方法、应用领域、效果特色都做了相应介绍,尤其是对 2~5 轴数控铣床与加工中心机床的应用做了详细讲解。

本书附光盘 2 张,包括 CAXA 制造工程师试用版软件和基于工程的典型加工实例,可方便本书的教学和自学。

本书是科技部国家制造业信息化培训中心三维 CAD 认证培训规划教材,也可作为大专院校设计专业及相关课程的辅助教材,以及 CAXA 实体设计用户和广大设计人员的培训学习指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

CAXA 制造工程师 3D 造型与数控编程基础及应用教程/
鲁君尚等编著. —北京:北京航空航天大学出版社 2006. 9
ISBN 7-81077-847-1

I. C... II. 鲁... III. 数控机床—计算机辅助设计
—软件包 CAXA—教材 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 060639 号

CAXA 制造工程师 3D 造型与数控编程基础及应用教程

北航 **CAXA** 教育培训中心 组 编

国家制造业信息化三维 CAD 认证
培训管理办公室 审 定

鲁君尚 林克伟 吕光华 宋卫科 等编著
责任编辑 李文轶

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话 010-82317024 传真 010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本 787×960 1/16 印张 19 字数 426 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷 印数 4 000 册

ISBN 7-81077-847-1 定价 37.00 元(含 2 张光盘)

“三维数字化设计师”系列培训教材编写委员会

顾问(按姓氏笔画排序)

王君英 清华大学教授、CAD 中心主任
乔少杰 北京航空航天大学出版社社长
刘占山 教育部职业教育与成人教育司副司长
孙林夫 四川省制造业信息化工程专家组组长
朱心雄 北京航空航天大学教授
祁国宁 浙江大学教授 科技部 863/CIMS 主题专家
杨海成 国家制造业信息化工程重大专项专家组组长
陈 宇 中国就业培训技术指导中心主任
陈李翔 劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心副主任
林宗楷 中国计算机学会 CAD 专业委员会主任、中科院计算所研究员
唐荣锡 中国图学学会名誉理事长、北京航空航天大学教授
唐晓青 北京航空航天大学副校长、科技部 863/CIMS 主题专家
席 平 北京工程图学学会理事长 北京航空航天大学教授、CAD 中心主任
黄永友 《CAD/CAM 与制造业信息化》杂志总编
游 钧 劳动和社会保障部劳动科学研究所所长
韩新民 机械科学院系统分析研究所所长
雷 毅 CAXA 总裁
廖文和 江苏省数字化设计制造工程中心主任

主任委员

鲁君尚 赵延永 杨伟群

编委(按姓氏笔画排序)

王 锦 王芬娥 王周锋 史新民 叶 刚 任 霞
邢 蕾 佟亚男 吴隆江 张安鹏 李绍鹏 李培远
陈 杰 周运金 梁凤云 黄向荣 虞耀君 蔡微波

本书作者

鲁君尚 林克伟 吕光华 宋卫科 等编著

前 言

随着我国综合国力的进一步增强和世界贸易组织(WTO)的加入,我国经济逐渐与国际的接轨,大批跨国企业在国内争先恐后的办厂,以实现生产加工向中国的转移,使我国正在成为全球最重要的制造业中心。这必然对掌握现代信息化制造技术的技术人才,特别是对一线技术工人产生了巨大需求。

2002 年我国模具行业增长 15% 左右,达到 360 亿元,居世界第 3 位。虽然我国劳动力资源非常丰富,但生产一线的技术工人整体素质并不高。目前,我国技术工人中初中以下文化程度的占到近 7 成。同时,我国现有技工、技师往往只有传统操作经验,而缺乏对现代信息化制造技术的掌握与应用。因此,现代概念的“技术工人”紧缺问题突显,对掌握现代信息化制造技术的技工“万金难求”的状况在经济发达的浙江、江苏、深圳、上海和山东等沿海地区尤为突出,“月薪 6 000 难聘数控技工”、“年薪 16 万招不到模具技工”成为全社会普遍关注的热点问题。根据机床工具协会报告,“十五”期间我国每年将生产各类数控机床 3 万台,加上进口机床,每年将新增数控机床超过 5 万多台,也就是说,今后每年还将新增数控技工 20 万~50 万人。

2000 年劳动部公布的首批 90 多个技术工种就包括针对数控技术的“加工中心操作工”等。而且大部分技工学校、职业学校及各类大专院校,特别是工程类职业技术学院也都将 CAD/CAM/NC 等现代制造技术纳入了职业技能的培训教学。但是,由于企业对现代制造技术应用程度相对不高、需求相对不足,大部分院校及职业培训机构的课程体系改革对快速发展的现代先进制造技术的理解、消化和把握尚处在探索阶段,用人单位与培训院校对现代制造技术条件下新的人员岗位及其职责要求等的认识和界定存在很大盲区……,所以现行职业技术培训及技能认证从模式到内容都亟待改革、强化和提升。

2002 年 6 月,在劳动和社会保障部、科技部及教育部等有关方面支持下,劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心与北航海尔软件有限公司(CAXA),在“CAXA 大学”培训体系基础上共同组织实施了“CETTIC 全国现代制造技术应用软件课程培训”项目,针对我国制造业数控技术应用需求及当前技术工人文化程度较低的现状,以实用为原则、以应用为目标、以实际动手操作为重点,采用具有

技术领先和良好用户基础的全中文、易学、实用的国产 CAXA 制造工程师系列数控软件及其仿真模拟实训系统作为主要技术平台,首先展开了“数控工艺员——数控铣(加工中心)编程”培训。

2002 年 6 月至 2003 年初,全国已有 28 个省、市、自治区的 149 所院校派教师参加了“数控工艺员”师资培训,并有 3 739 名学生于 2002 年 12 月参加了首期“数控工艺员”认证考试。2003 将有超过 15 000 人参加“数控工艺员”认证考试。“数控工艺员”认证培训必将成为我国制造业打造掌握现代制造技术技能大军的重要形式。

本书所需的 CAXA 制造工程师软件是 CAXA 公司十多年来在 CAM 领域孜孜不倦、专注钻研的成果。它基于对中国数控加工业深厚的理解,积极吸纳国际先进技术,因“贴近中国用户”和“国际技术水准”而特色鲜明。希望通过本书的介绍能够使该软件在造型和数控领域发挥应有的贡献!

由于时间仓促、水平有限,书中的错误和遗漏之处,恳请读者指正。

欢迎通过以下方式咨询交流。

E-mail :3ddl@163.com

网 址 :www.3dl.com.cn

北航 CAXA 教育培训中心
国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室

目 录

绪 论

- 0.1 CAD/CAM 与现代制造技术的应用和发展 1
- 0.2 数控加工的特点 5
- 0.3 数控编程技术基础 7

第 1 章 CAD 基本概念与操作

- 1.1 CAXA 制造工程师的窗口 11
- 1.2 功能键 16
- 1.3 点工具及拾取工具 18

第 2 章 线面造型

- 2.1 曲线绘制 21
- 2.2 曲线编辑 33
- 2.3 曲面生成 42
- 2.4 曲面编辑 53

第 3 章 实体特征的生成与编辑

- 3.1 草图、基准平面与实体造型 68
- 3.2 实体特征的生成 73
- 3.3 实体特征的编辑 81
- 3.4 造型的使用 87
- 3.5 模型的输出 89

第 4 章 CAM 基本概念

- 4.1 数控加工概述 92
- 4.2 基本概念与基本操作 94
- 4.3 知识加工 104
- 4.4 工艺分析 105

- 4.4.1 毛坯的装夹、对刀点和所用刀具 106
- 4.4.2 工序与工步安排 109
- 4.4.3 加工管理 110

第 5 章 加工方法

- 5.1 粗加工 117
 - 5.1.1 区域式粗加工 117
 - 5.1.2 等高线粗加工 120
 - 5.1.3 扫描线粗加工 125
 - 5.1.4 摆线式粗加工 127
 - 5.1.5 插铣式粗加工 131
 - 5.1.6 等壁厚粗加工 133
 - 5.1.7 导动线粗加工 134
- 5.2 精加工 135
 - 5.2.1 参数线精加工 136
 - 5.2.2 等高精加工 139
 - 5.2.3 扫描线精加工 143
 - 5.2.4 浅平面精加工 146
 - 5.2.5 限制线精加工 148
 - 5.2.6 导动线精加工 150
 - 5.2.7 轮廓线精加工 154
 - 5.2.8 三维偏置精加工 157
 - 5.2.9 深腔侧壁精加工 158
- 5.3 补加工 161
 - 5.3.1 等高线补加工 161
 - 5.3.2 笔式清根加工 163
 - 5.3.3 区域式补加工 166
- 5.4 槽加工 168
 - 5.4.1 扫描式铣槽 168

5.4.2 曲线式铣槽	171	7.2 生成 G 代码及工艺单	219
5.5 孔加工	174	7.3 机床通信基础	224
5.5.1 孔加工工艺	174	7.3.1 DNC 与 CNC	224
5.5.2 孔加工操作	177	7.3.2 RS-232C 串行通信	224
5.6 刀具轨迹编辑	178	7.4 RS-232C 接口	224
5.7 知识加工	183	7.4.1 RS-232C 接口介绍	224
第 6 章 轨迹仿真		7.4.2 通信电缆的连接	226
6.1 轨迹仿真器	185	7.5 CAXA-HZ-DNC 通信软件	228
6.1.1 启动	185	7.5.1 用户界面	228
6.1.2 菜单栏	187	7.5.2 参数管理	228
6.2 轨迹编辑	189	7.6 机床通信应用	229
6.2.1 裁剪	190	7.7 CAXA-DNC 方案	230
6.2.2 打断	191	7.7.1 CAXA 普通 DNC	230
6.2.3 连接	193	7.7.2 CAXA 多路 DNC	231
6.2.4 移动	195	7.8 CAXA-网络 DNC	232
6.2.5 反转	195	第 8 章 文件管理与数据传输	
6.2.6 旋转	196	8.1 文件管理	235
6.2.7 镜像	197	8.1.1 并入文件	235
6.2.8 缩放	198	8.1.2 读入草图	235
6.2.9 行间连接编辑	198	8.1.3 样条输出	236
6.2.10 延伸截面	199	8.1.4 输出视图	237
6.3 轨迹仿真	200	8.2 编辑	239
6.3.1 显示	201	8.3 显示	240
6.3.2 轨迹显示状态	202	8.3.1 显示变换	240
6.3.3 单步仿真	202	8.3.2 显示效果	242
6.3.4 高度截面各刀位点及轨迹的显示	203	8.3.3 视向定位	244
6.3.5 真实仿真	204	8.4 坐标系和查询	245
第 7 章 后置处理与机床通信		8.4.1 坐标系	245
7.1 机床后置	210	8.4.2 查询	248
7.1.1 机床信息	210	8.5 设置	249
7.1.2 后置设置	217	8.5.1 当前颜色	249
		8.5.2 层设置	250

8.5.3 拾取过滤设置	251	9.1.2 双动拉深模具压边圈的加工 ...	266
8.5.4 系统设置	252	9.1.3 双动拉深模具动模块加工	273
8.5.5 光源设置	253	9.2 吹塑模具凹模、切口底模块造型及加工	277
8.5.6 材质设置	253	9.2.1 吹塑模的造型	277
8.5.7 自定义	254	9.2.2 吹塑模的加工轨迹	283
8.6 数据接口	256	9.3 轮毂及其凹模镶块加工	287
第9章 案例分析		9.3.1 轮毂造型	287
9.1 车门的双动拉深模造型与加工	258	9.3.2 造型的加工	290
9.1.1 双动拉深模具的压边圈、动模块造型	258		

绪 论

0.1 CAD/CAM 与现代制造技术的应用和发展

制造业是国民经济的支柱产业,其物质生产是国家和民族赖以繁荣昌盛的基础。20 世纪 70 年代初制造业在美国曾一度被贬低为“夕阳产业”,随后制造业的竞争力优势即为日本所占,直至 90 年代中期通用和福特公司分别取代三菱和三井公司而居汽车制造业的第一和第二。与此同时,还崛起了 300 家芯片公司和 3 万家软件企业,它们是主导美国经济的 2001 年《财富》500 强中制造业的 204 家企业,生产总值占到 40%。美国全国制造业协会 2000 年发表的制造业报告显示,制造业是推动 20 世纪 90 年代美国经济增长的第一大动力。

加入 WTO 后,我国经济将全面融入全球经济一体化的大循环。一方面,世界范围产业格局的快速调整,使全球制造业中心按照垂直整合的方式迅速向亚太地区转移;另一方面,我国传统的制造业正面临一场全新的全球性的挑战,以信息化、数字化加快制造业的发展是我国制造业参与国际竞争的必然选择。制造业及现代制造技术的发展,关系到能否促进我国经济体系持续、健康、稳定和快速的发展,关系到我国在全球经济一体化格局中能否占据有利地位,更关系到能否保障我国众多人口高质量的生活。图 0-1 为现代数字化制造技术广泛应用的示意图。



图 0-1 现代数字化制造技术的广泛应用

20 世纪 90 年代以来,计算机的迅速普及、互联网络的快速延伸,信息化、数字化技术的高速发展,正迅猛、深刻地改变着人类社会的生产和生活方式。因此 21 世纪被称为信息化的新世纪。在当代信息化技术的推动下,传统的制造业和制造技术也正通过计算机、网络、数控机床、加工中心和柔性制造单元以及集成制造系统等信息技术,向高效率、高品质和高智能化方向发展;同时,全数字化无纸生产、无金属样机的数字化虚拟制造(VPD, VM)、互联网上的异地协同设计与异地制造等技术也已经崭露头角。图 0-2 为一个日资企业使用 CAXA-CAD/CAM 软件实现的远程虚拟制造的实例。

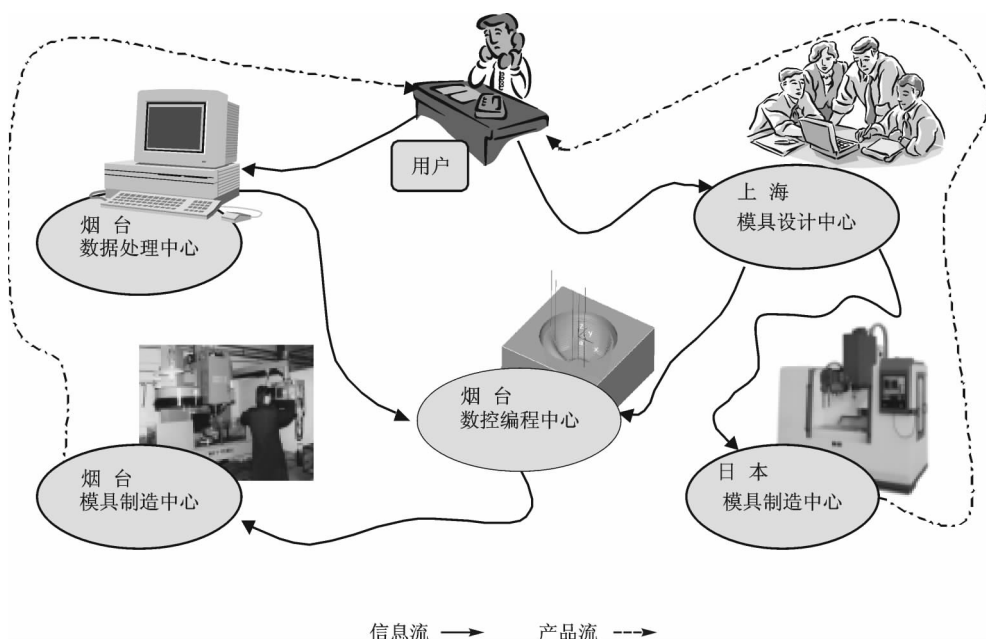


图 0-2 日资企业使用 CAXA - CAD/CAM 软件实现的一个远程虚拟制造

随着信息化高速发展的同时,全球经济一体化的进程也在加速,市场的国际化竞争和生产的全球化已成为新的特点,制造业的概念和模式也因此发生深刻变革。现代“大制造”的时间尺度已经涵盖了从产品市场需求、调研到最终报废处理的产品全生命周期,其空间尺度已形成市场—产品结构计划—产品设计开发—制造装配—市场的全方位空间。这些都要求制造业朝着知识—技术—产品的方向使更新周期更短、产品批量更小,质量的要求更高、性能规格多样化、个性化发展。图 0-3 为“蓝色巨人”IBM 提出的制造业信息化方案,即产品全生命周期管理 PLM。

当前,以 CAD/CAM 为基础的现代数字化制造技术的广泛应用,极大地增强了企业的技术创新能力,不仅能够计算机上建立起产品数字化模型,而且能够在虚拟状态下构思、设计、制造、测试和分析产品,以有效地解决那些反映在时间、成本和质量等诸多存在于制造、生产和管

理中的问题。同时,产品的数字化 3D 仿真模型使伴随互联网兴起的数字化商务(电子商务)得以运行,未造先得、先看后买、个性化定制等手段也极大地促进了企业的市场创新能力的提高。

图 0-4 为 CAD/CAM 数据源在制造业信息化中的全面应用的图示。



图 0-3 IBM 提出的制造业信息化方案 PLM

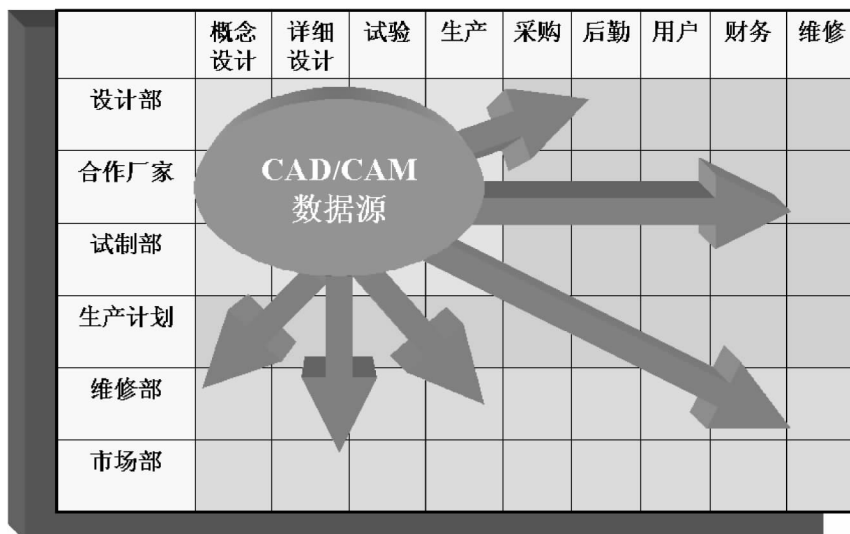


图 0-4 CAD/CAM 数据源在企业信息化中的全面应用

CAD/CAM (Computer Aided Design & Manufacture, 计算机辅助设计与制造) 技术是计算机信息技术与制造技术的结晶。CAD 通过交互式几何建模及对模型进行模拟和优化, 生成产品的 3D 数字模型及二维数字工程图样; CAM 自动读入零件的 3D 数字模型, 通过设定加工工艺参数, 自动生成数控加工刀路轨迹, 编辑修改轨迹, 并通过预览确认仿真加工无误后, 可根据机床参数直接生成 NC 代码及其工艺表单, 并以数字信号传输到数控机床进行零件的数控加工。CAD/CAM 通过 CAPP (计算机辅助工艺安排)、CAE (计算机辅助工程)、PDM (产品数据管理)、CIMS (计算机集成制造系统)、VPD (虚拟产品开发)、VM (虚拟制造), 以及 MRPII (制造资源管理系统)、ERP (企业资源管理系统)、MIS (管理信息系统) 等信息化系统为现代企业建立了基础的数字化平台。CAD/CAM 技术是现代数字化制造和数字化企业的基础和关键, 其应用程度已成为衡量一个国家科技现代化和产业现代化水平的重要标志。图 0-5 为 CAXA - CAD/CAM 软件实现的数字化制造和数字化商务的图例。

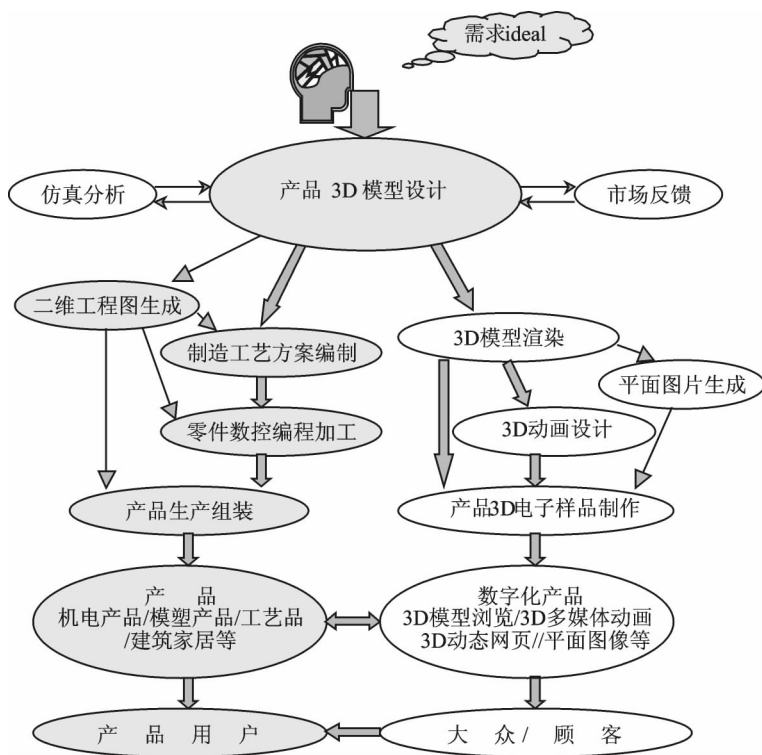


图 0-5 CAXA-CAD/CAM 软件实现的数字化制造和数字化商务

0.2 数控加工的特点

数控加工 (Numenclal Control , NC) 是以数字指令操纵机床刀具与零件运动、实现零件自动加工的过程,它是现代数字化制造的基础和核心。数控代码的编制和对数控加工机床的控制是数控加工的关键。

现代产品不仅要求美观、灵巧 ;由于其结构复杂 (零件表面多由自由曲面组成) ,还得保障配合精度高、表面质量好。于是传统制造模式往往无法实现。而同时 现代数控编程技术的发展与数控机床性能的提高 共同推动现代数控加工技术向高精度、高效率、高柔性和高智能化方向迈进。基于现代 CAD/CAM 技术进行图形交互的自动编程方法日趋成熟 ,速度快、精度高、直观、使用简便并便于检查 ,正得到广泛应用。

CAD 运用线架、曲面、实体等几何方法实现零件的数字化模型的构建 ;CAM 在零件 3D 模型基础上通过设置加工参数生成加工刀路轨迹 ,并经过机床后置设置的处理生成加工代码 (数字指令信息) ;零件的加工制造最终通过将加工代码传输给数控机床并由机床来实现。CAD/CAM 集成系统不仅可以提供单一准确的产品三维模型 ,而且模型的产生与图形交互自动数控编程处理手段灵活、多样和方便 ,实现了设计、制造的一体化。现代数控加工过程如图 0-6 所示。

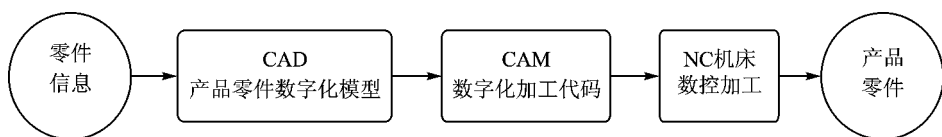


图 0-6 现代数字化加工(数控加工)过程

现代数控加工机床多为 CNC 机床 (计算机数字控制机床) ,一般由控制系统、伺服系统、检测系统、机械系统及其他辅助系统组成。控制系统用于数控机床的运算、管理和控制 ,对输入的控制指令进行运算和解释 ;伺服系统根据控制系统的指令驱动机床 ,使刀具和零件执行数控代码规定的运动 ;检测系统用于检测机床执行件 (工作台、转台、滑板等) 的位移和速度变化量 ,并将检测结果反馈到输入端 ,与输入指令进行比较 ,根据其差别调整机床运动 ;机械系统是由进给伺服驱动元件至机床执行件之间的机械进给传动装置 ;辅助系统种类繁多 ,如固定循环 (能进行名种多重加工) 、自动换刀 (可交换指定的刀具) 、传动间隙补偿 (补偿机械传动系统产生的间隙误差) 等。

数控机床按工艺用途分为一般数控机床、带刀具库及自动换刀装置的自动换刀数控机床 (加工中心 MC) 和多坐标轴数控机床 3 大类。按切削方式分则有如下 16 大类 :

- 数控车床 (含有铣削功能的车削中心) 。

- 数控铣床(含铣削中心)。
- 数控镗床。
- 以铣镗削为主的加工中心。
- 数控磨床(含磨削中心)。
- 数控钻床(含钻削中心)。
- 数控拉床。
- 数控刨床。
- 数控切断机床。
- 数控板材成型加工机床。
- 数控管料成型加工机床。
- 数控齿轮加工机床。
- 数控激光加工机床。
- 数控电火花切割机床。
- 数控电火花成型机床(含电加工中心)。
- 其他数控机床。

其中,以数控铣/镗削加工需解决的问题最多,并具代表性。本书将重点以数控铣/镗削加工中心机床为例介绍数控加工,如图 0-7 所示。



图 0-7 数控铣/镗削加工中心机床

数控机床(加工中心)的加工过程如图 0-8 所示。

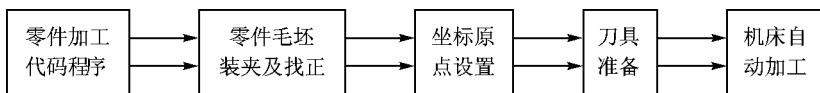


图 0-8 数控机床的基本加工过程

与传统加工相比,数控加工有如下特点:

- ① 可加工普通机床无法加工的复杂零件。
- ② 操作简便,人员不需较长时间训练。
- ③ 极大提高生产效率。
- ④ 加工精度高、质量好。
- ⑤ 易于加工过程中的设计变更、检测和管理。

数控加工由于设备昂贵、加工准备环节多,一般也有如下适用范围。

① 最适合类零件:形态复杂,加工精度要求高,用通用机床无法加工或虽然能加工但很难保证产品质量的零件;复杂曲线轮廓或复杂曲面的零件;难测量、难控制进给及难控制尺寸的具有内腔的壳体或盒型零件;必须在一次装夹中完成铣、镗、铰、钻或攻丝等多道工序的零件。

② 较适合类零件:在通用机床上加工时极易受人为因素干扰,材料不昂贵的零件;在通用机床上必须有复杂专用工装的零件;需要多次更改设计后才能定型的零件;在通用机床上加工需要做长时间调整的零件;在通用机床上加工,生产率较低或体力强度很大的零件。

③ 不适合数控加工的零件:装夹困难或完全靠找正定位来保证加工精度的零件;加工余量很不稳定,且数控机床上没有在线检测系统,加工过程中不能自动调整零件坐标位置的零件。

0.3 数控编程技术基础

数控机床是按照事先编制好的代码程序加工运行的。组成这些程序的代码格式有 ISO 格式和 EIA 格式两种。目前大多数系统使用国际通用的 ISO 格式。数控编程就是根据零件的加工要求编写操纵数控机床的格式代码。

数控编程分机内编程和机外编程。机内编程指利用数控机床本身提供的交互功能进行编程,可以“手工”方式逐行输入控制代码(手工编程)、交互方式输入控制代码(会话编程)、图形方式输入控制代码(图形编程)等。机内编程一般适用于简单形体,而且效率较低。机外编程也分成手工编程、计算机辅助 APT 编程和 CAD/CAM 编程等,由于其可以脱离数控机床进行数控编程,相对机内编程效率较高,是普遍采用的方式。

目前,大多数自动编程系统都在沿用 APT 系统的一些模式,如编程中的三个控制面:零件面(PS)、导动面(DS)和检查面(CS)的概念;刀具与检查面的 ON、TO、PAST 关系等等。随着计算机技术和 CAD 技术的发展,自动编程系统也逐渐过渡到以图形交互为基础并与 CAD 集成的 CAD/CAM 系统为主的编程方法。

1. 数控加工系统

数控加工系统一般包括固定的控制软件、计算机主机、显示器、NC 面板和通信接口等。

数控系统负责接受加工代码程序,并经过计算、编译后通过伺服系统控制机床产生相应动作,包括主轴的启停、转向、速度选择、进给的坐标、进给方式(直线、圆弧等)、进给速度、刀具及刀具补偿、辅助操作(机台锁紧/松开、冷却泵等开闭)等。

控制系统也具有一定的编程能力(机内编程),甚至还有加工仿真功能。

CNC 机床系统为 SINUMERIK 系列,它包括 802S/D/C 810D 840D/C 等。其中 802S/D/C 为经济型数控系统,在国内应用非常广泛。比较典型的是 SINUMERIK 802S/D。SINUMERIK 802S 是采用步进电机系统的经济型 CNC 机床系统。

SINUMERIK 802D 是采用具有免维护性能的核心部件——控制面板单元(PCU)。其具有 CNC、PLC、人机界面和通讯等功能,集成的 PC 硬件可使用户非常容易地将控制系统安装在机床上。SINUMERIK 802D 可控制 4 个数字进给轴和 1 个主轴。其主轴完全通过 PCU 控制,既有数字接口,也可通过模拟接口控制。使用 Profibus 可非常简洁地将伺服和 I/O 模块等系统各部件直接相连。模块化的驱动装置 SIMODRIVE 611 universal E 可根据数控车床或数控铣床的需要配置各种驱动和电机。强大的 Windows 工具可非常轻松地设置驱动参数,您只需单击鼠标。SINUMERIK 802D 具有功能强大的 PLC—SIMATIC S7—200,其编程工具可运行在任何 PC 机上,其诊断功能也非常完善。梯形图编程和经典的 PLC 程序举例可非常方便地应用于机床控制。

2. 数控加工代码

国际通用的 G 代码具体包括 G 指令和 M 指令等。不同控制系统的指令含义会稍微有些区别,但基本的“直线”“圆弧”“速度”“进给”等指令是通用的。

通用加工代码具体含义如下:

① G 指令如表 0-1 所列。

表 0-1 G 指令

快速移动	< G00 >	绝对指令	< G90 >	半径补偿关闭	< G40 >
直线插补	< G01 >	相对指令	< G91 >	长度补偿	< G43 >
顺圆插补	< G02 >	半径左补偿	< G41 >	坐标设定	< G54 >
逆圆插补	< G03 >	半径右补偿	< G42 >	坐标设定	< G55 > 等 *

注:某些数控铣床没有 G55、G56、G57 等坐标设置。

② M 指令如表 0-2 所列。

表 0-2 M 指令

主轴正转	< M03 >	主轴停止	< M05 >	冷却液关	< M08 > 或 < M09 >
主轴反转	< M04 >	程序停止	< M30 >	冷却液开	< M07 >

③ 其他指令如表 0-3 所列。

表 0-3 其他指令

进给速度	<F>	主轴转速	<S>	刀具调用	<T>
------	-----	------	-----	------	-----

在正常走刀加工前,还需要定义一些辅助项。作为一个程序应有的指令如下。

(1) 绝对坐标与相对坐标编程指令

代码 G90 为绝对坐标编程方式指令,G91 为相对坐标编程方式指令。绝对坐标编程是将程序中的所有需要表达的点的坐标,按工作坐标系的坐标表示的编程方式。相对坐标编程是将程序中的所有点的坐标,都以前一点为坐标原点来表示的编程方式。绝对坐标与相对坐标编程指令如表 0-4 所列。

(2) 工作坐标系指令

代码 G54 为最通用的工作坐标系指令。对于大多数机床还可以设置多个工作坐标系如 G55、G56、G57 等。

(3) 刀具调用指令

对于加工中心来说,机床具有刀具库。在程序中可以指定使用刀具库中的第几号刀具。一般用 T 指令作为刀具调用指令。在“T”后跟随一个数字,代表调用刀具库中的第几号刀。如“T03”代表调用刀具库中的第 3 号刀具。有些机床在刀具调用前还必须让主轴运行到某一特定换刀位置上,然后才可以调用刀具。有些机床的 T 指令包含了这一功能,则主轴可以在任意位置执行 T 指令。

表 0-4 绝对坐标与相对坐标编程指令

程 序	说 明	俯视图形
G54G90	调用坐标 G54,按绝对坐标加工	
G43H01G00Z300.000	调用刀具补偿 H01 后快速移动到 Z300	
X0.000,Y0.000	快速移动到 X0,Y0 位置	
Z50.000	快速移动到 Z50	
S800M03	设置主轴转速 800 后开始转动	
G01Z0.000F100	以 F100 速度直线走刀至 Z0	
X100.000F500	以 F500 速度直线走刀至 X100	
Y100.000	以 F500 速度直线走刀至 Y100	
X0.000	以 F500 速度直线走刀至 X0	
Y0.000	以 F500 速度直线走刀至 Y0	
Z300.000F4000	以 F4000 速度快速抬刀至 Z300	
M05M30	主轴停止程序结束	