



高等学校机械设计制造及其自动化专业“十一五”规划教材



数控加工进阶教程

主编 张立新 何玉忠
主审 张永贵



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校机械设计制造及其自动化专业“十一五”规划教材

数控加工进阶教程

主编 张立新 何玉忠

主审 张永贵

西安电子科技大学出版社

2008

内 容 简 介

本书包括数控加工概论、数控编程基础、数控机床操作、数控加工编程实例、数控加工的宏程序编程、CAXA 数控加工、UG 数控加工和数控加工仿真软件共 8 章内容,主要以数控加工编程的流程为主线,以数控车削和数控铣削为对象,由浅入深地讲解了数控加工的切削和工艺知识;数控程序的构成、调用;数控车、铣床的基本编程指令和固定循环指令的使用方法;数控车、铣床操作面板,系统界面和装夹、对刀、补偿等基本操作;数控车削、铣削典型零件加工实例;宏程序车削、铣削编程及示例;CAXA 数控车、铣的基本操作和应用;UG 数控车、铣的基本操作和应用;数控加工仿真软件的简介和应用等数控加工方面的系统知识。

全书注重理论联系实际,力求知识与技能并重,手工编程、宏程序编程和自动编程相结合,强调内容的渐进性、完整性和实用性,是一本实践性强、适用面广的教材和专业技术参考书。

本书可作为普通高等院校机电类专业的实践教材,也可作为高职、高专、成人教育、中职等学校数控类和机电类专业相关课程的教材或教学参考书,还可作为数控加工技术人员的自学与参考用书。

★ 本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工进阶教程 / 张立新, 何玉忠主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.8

高等学校机械设计制造及其自动化专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2073-2

I. 数… II. ①张… ②何… III. 数控机床—加工工艺—高等学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 091731 号

策 划 陈 婷

责任编辑 陈 婷

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 20.75

字 数 487 千字

印 数 1~4000 册

定 价 30.00 元

ISBN 978-7-5606-2073-2/TG · 0022

XDUP 2365001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

高等学校

自动化、电气工程及其自动化、机械设计制造及其自动化专业

“十一五”规划教材编审专家委员会名单

主任：张永康

副主任：姜周曙 刘喜梅 柴光远

自动化组

组长：刘喜梅（兼）

成员：（成员按姓氏笔画排列）

韦 力 王建中 巨永锋 孙 强 陈在平 李正明
吴 斌 杨马英 张九根 周玉国 党宏社 高 嵩
秦付军 席爱民 穆向阳

电气工程组

组长：姜周曙（兼）

成员：（成员按姓氏笔画排列）

闫苏莉 李荣正 余健明
段晨东 郝润科 谭博学

机械设计制造组

组长：柴光远（兼）

成员：（成员按姓氏笔画排列）

刘战锋 刘晓婷 朱建公 朱若燕 何法江 李鹏飞
麦云飞 汪传生 张功学 张永康 胡小平 赵玉刚
柴国钟 原思聪 黄惟公 赫东锋 谭继文

项目策划：马乐惠

策 划：毛红兵 马武装 马晓娟

前 言

机械制造业是国民经济的基础产业，它的发展水平直接影响着一个国家的国计民生。在国民经济生产力的构成中，制造技术的作用占到一半以上；在社会财富的来源中，机械制造业也占到 60%以上。世界各国均把机械制造业的发展放在极其重要的位置，随着机械产品国际市场竞争的日益加剧，各国都把高新技术注入机械产品的生产与开发当中，以提高国家的竞争力。当今制造科学、信息科学、材料科学、生物科学等四大支柱科学相互依存，机械制造业是其他高新技术实现工业价值的最佳载体，而数控机床是集机械、电子、控制、计算机、材料等众多技术于一体的现代机械设备。承载于数控机床的数控加工是机械加工的发展方向，未来的机械加工将普遍是数控加工。当今，制造业的世界格局正在发生巨大的变化，针对激烈的国际竞争，我国机械制造业面临着严峻的挑战，也面临着前所未有的发展机遇。与发达国家相比，我国机械制造业的水平存在着很大的差距，其中数控加工人员的技术水平是重要的制约因素之一。随着与国际制造业的积极接轨，我国制造业数控化率也在不断提高，社会急需数控加工技术领域的应用型人才。

在此背景下，编者结合企业需求和当前学校的教学要求编写了本书，力求从培养数控加工技术应用型人才的角度出发，注重理论联系实际，手工编程、宏程序编程和自动编程相结合，突出知识的掌握与技能的提高，强调内容的渐进性和实用性，多处关键内容是编者独立的见解和多年教学实践的积累。

本书在素材组织上以技术先进、应用广泛的 FANUC(发那科)数控系统、SIEMENS(西门子)数控系统和国内较知名的华中数控系统为对象进行剖析解说，以“必需，够用”为原则，通过实例来提高学习者运用知识的能力及实践技能的熟练掌握程度。

本书力求体现以下几个特色：

- (1) 为高等院校机电类专业学生提供一本实践类教材。
- (2) 为高职、高专、成人教育、中职等学校数控类和机电类专业学生提供相应课程的教材。
- (3) 为从事数控加工技术的人员提供一本自学与参考用书。
- (4) 注重数控加工的体系和完整性，以内容的适度、渐进和实用为原则。

石河子大学机电学院张立新副教授和新疆农业职业技术学院何玉忠高级讲师担任本书主编，兰州理工大学张永贵高级工程师担任主审。本书第 2~5 章由张立新编写，第 1、8 章由何玉忠编写，第 6 章由石河子大学机电学院王磊老师编写，第 7 章由石河子大学机电学院王晓东老师编写。在本书的编写过程中，编者参考了国内外同行的相关文献资料，在

此向各位作者致以诚挚的谢意，同时也谨向为编写本书付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者
2008 年 4 月

目 录

第 1 章 数控加工概论	1
1.1 数控切削加工基础	1
1.1.1 数控车床的组成、分类、特点和功能	1
1.1.2 数控铣床的组成、分类、特点和功能	3
1.1.3 加工方法的选择和加工阶段的划分	5
1.1.4 数控加工的精度和质量分析	7
1.1.5 数控加工对象的材料和切削加工性	9
1.1.6 刀具及其几何参数的选择	10
1.1.7 切削用量的选择	16
1.1.8 切削液的选用	21
1.2 数控加工工艺基础	23
1.2.1 工件定位的原理及定位基准的选择	23
1.2.2 机床夹具和定位元件	25
1.2.3 工件的定位与夹紧	28
1.2.4 常用量具的选择与使用	28
1.2.5 工艺路线和工艺规程	31
习题	35
第 2 章 数控编程基础	36
2.1 数控编程概述	36
2.1.1 手工编程	36
2.1.2 自动编程	36
2.1.3 机床坐标轴	36
2.1.4 绝对编程与增量编程	38
2.1.5 程序结构与格式	39
2.1.6 数控加工编程步骤	40
2.1.7 数控加工编程指令	40
2.2 数控编程通用知识	41
2.2.1 机床坐标系及机床原点	41
2.2.2 工件坐标系、程序原点和对刀点	43
2.2.3 直径编程与半径编程、绝对编程与增量编程	43
2.3 数控车削编程常用指令	44

2.3.1 FANUC 数控车床常用指令	44
2.3.2 SIEMENS 数控车床常用指令	63
2.3.3 华中数控车床常用指令	69
2.3.4 刀具参数补偿	70
2.4 数控铣削编程常用指令	75
2.4.1 FANUC 数控铣床常用指令	75
2.4.2 SIEMENS 数控铣床常用指令	91
2.4.3 华中数控铣床常用指令	100
2.4.4 刀具长度补偿	102
2.4.5 刀具半径补偿	104
习题	107
第 3 章 数控机床操作	109
3.1 数控车床的操作	109
3.1.1 数控车床的控制面板及系统操作界面	109
3.1.2 数控车床的基本操作	113
3.1.3 数控车床的对刀操作与工件坐标系的建立	118
3.1.4 数控车床的刀具补偿及参数设置	121
3.1.5 数控车床的操作流程	123
3.2 数控铣床的操作	125
3.2.1 数控铣床的控制面板及系统操作界面	125
3.2.2 数控铣床的基本操作	127
3.2.3 数控铣床的对刀操作与工件坐标系的设定	129
3.2.4 数控铣床的刀具补偿及参数设置	132
3.2.5 铣削工件装夹对刀示例	133
3.2.6 数控铣床的操作流程	136
习题	137
第 4 章 数控加工编程实例	138
4.1 数控车削编程实例	138
4.1.1 圆柱及螺纹的车削加工	138
4.1.2 零件孔的车削加工	140
4.1.3 特形面的车削加工	142
4.1.4 轴类零件的车削加工	143
4.1.5 盘套类零件的车削加工	145
4.1.6 球体类零件的车削加工	148
4.2 数控铣削编程实例	149
4.2.1 零件平面及侧面的铣削加工	149
4.2.2 零件外轮廓的铣削加工	151

4.2.3 腔、槽的铣削加工	155
4.2.4 钻扩铰的加工	158
4.2.5 内槽轮廓的铣削加工	164
4.2.6 钻铰铰孔的加工	165
习题	167
第 5 章 数控加工的宏程序编程	170
5.1 宏程序概述	170
5.1.1 宏程序的特点及实质	170
5.1.2 宏程序的变量和格式	171
5.2 宏程序的运算及规则	172
5.3 宏程序的控制指令	173
5.3.1 无条件分支(GOTO)语句	173
5.3.2 条件分支(IF)语句	174
5.3.3 循环(WHILE)语句	174
5.4 宏程序的调用	175
5.4.1 简单调用(G65)	175
5.4.2 模调用(G66、G67)	176
5.4.3 G 码调用宏	176
5.4.4 M 码调用宏	177
5.4.5 M 码调用子程序	177
5.4.6 T 码调用子程序	177
5.5 宏程序调用和子程序调用之间的异同	177
5.6 用户宏程序车削编程实例	178
5.6.1 用户宏程序台阶轴编程实例	178
5.6.2 用户宏程序螺纹轴编程实例	180
5.6.3 用户宏程序车削椭圆类零件通用程序编程实例	182
5.6.4 用户宏程序车削抛物线形状外轮廓编程实例	184
5.7 用户宏程序铣削编程实例	185
5.7.1 用户宏程序型腔铣削编程	185
5.7.2 用户宏程序轮廓铣削编程	188
5.7.3 用户宏程序椭圆轮廓铣削编程	190
5.7.4 用户宏程序双曲线轮廓铣削编程	191
5.7.5 用户宏程序凹槽铣削编程	194
5.7.6 用户宏程序内圆弧面铣削编程	195
5.7.7 用户宏程序方料对角线钻孔编程	197
5.7.8 用户宏程序矩阵孔加工编程	199
习题	201

第 6 章 CAXA 数控加工	203
6.1 CAXA 数控车削	203
6.1.1 CAXA 数控车削概述	203
6.1.2 CAXA 数控车 XP 用户界面及功能	203
6.1.3 CAXA 数控车 XP 的基本操作	209
6.1.4 CAXA 数控车 XP 的零件造型	212
6.1.5 CAXA 数控车 XP 加工操作	214
6.1.6 CAXA 数控车 XP 加工实例	218
6.2 CAXA 数控铣削	224
6.2.1 CAXA 数控铣削概述	224
6.2.2 CAXA 制造工程师 2006 用户界面及功能	224
6.2.3 CAXA 制造工程师 2006 的基本操作	228
6.2.4 CAXA 制造工程师 2006 的零件造型	230
6.2.5 CAXA 制造工程师 2006 铣削加工操作	234
6.2.6 CAXA 制造工程师 2006 造型加工实例	238
习题	247
第 7 章 UG 数控加工	249
7.1 UG 概述	249
7.1.1 UG NX 的特点、功能模块和加工模块	249
7.1.2 UG NX 4.0 的安装与启动	251
7.1.3 UG NX 4.0 的用户界面及功能	253
7.1.4 鼠标按键的使用及对话框的应用	254
7.1.5 物体的选择和构造器	255
7.1.6 常用的构造器	256
7.2 UG NX 4.0 的零件造型	258
7.2.1 盘套类零件	258
7.2.2 销轴类零件	263
7.2.3 箱体类零件	268
7.3 UG 数控模块通用知识	268
7.3.1 创建加工操作的基本流程	268
7.3.2 创建操作中的基本要素	270
7.3.3 创建程序组	272
7.3.4 生成刀具路径及后处理	272
7.4 UG 数控车削	273
7.4.1 车削加工的基本概念	273
7.4.2 创建车削操作的基本步骤	273
7.4.3 UG NX 4.0 的车削加工实例	274
7.5 UG 数控铣削	279

7.5.1 平面铣加工	279
7.5.2 型腔铣加工	282
7.5.3 固定轴曲面轮廓铣加工	283
7.5.4 可变轴曲面轮廓铣加工	285
7.5.5 顺序铣加工	286
习题	294
第 8 章 数控加工仿真软件	296
8.1 数控加工仿真软件概述	296
8.1.1 数控加工仿真软件的特点、功能与应用	296
8.1.2 国内外数控加工仿真软件简介	297
8.2 典型数控加工仿真软件的使用	299
8.2.1 宇龙数控加工仿真软件数控车床的应用与操作	299
8.2.2 宇龙数控加工仿真软件数控铣床的应用与操作	307
8.2.3 VERICUT 数控加工仿真软件多轴铣削的应用与操作	315
8.3 数控加工仿真软件的优势、不足与对策	317
8.3.1 数控加工仿真软件的优势	317
8.3.2 数控加工仿真系统应用存在的问题及解决方法	318
习题	318
参考文献	319

第1章 数控加工概论

1.1 数控切削加工基础

1.1.1 数控车床的组成、分类、特点和功能

数控车床是指采用数控技术控制的用于完成车削加工的机床。

1. 数控车床的组成

数控车床主要由机械本体、动力源、电子控制单元、检测传感部分和伺服系统组成。

(1) 机械本体：数控机床的主体，是用于完成各种切削加工的机械部分，主要由床身、刀架进给系统、尾座、液压系统、润滑系统、排屑器等部分组成。

(2) 动力源：数控机床提供动力的部分，主要使用电能，如交流伺服电动机，如图 1-1 所示。

(3) 电子控制单元：核心是计算机数控(简称 CNC)装置，任务是接收到的各种数字信息经过译码、运算和逻辑处理，生成各种指令信息，输出给伺服系统，使机床按规定的动作进行加工。另外，还包括相应的外围设备，如显示器等，如图 1-2 所示。

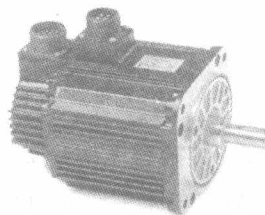


图 1-1 交流伺服电动机

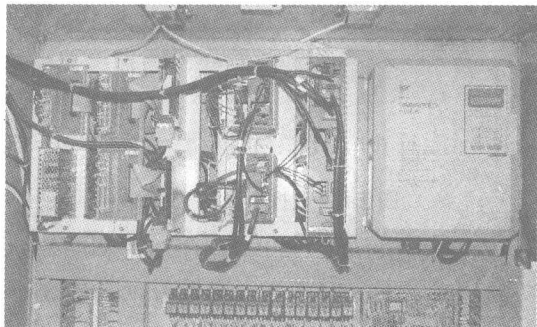


图 1-2 计算机数控装置

(4) 检测传感部分：主要对工作台的直线位移和回转工作台的角位移进行检测，将检测结果送入计算机，用于位置显示和反馈控制。

(5) 伺服系统：用来驱动机床上的移动部件作相应的运动，并对其定位精度和速度进行

控制。伺服系统又分为主轴伺服传动系统(如图 1-3 所示)和进给伺服传动系统(如图 1-4 所示)两大部分, 主要由伺服电机、滚珠丝杠螺母副(如图 1-5 所示)等组成。

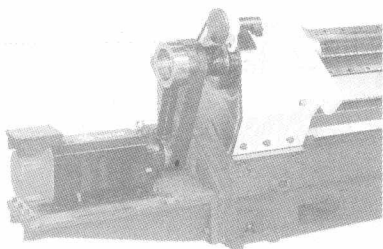


图 1-3 主轴伺服传动系统

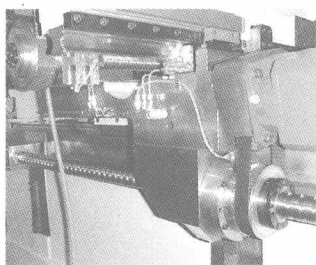


图 1-4 进给伺服传动系统

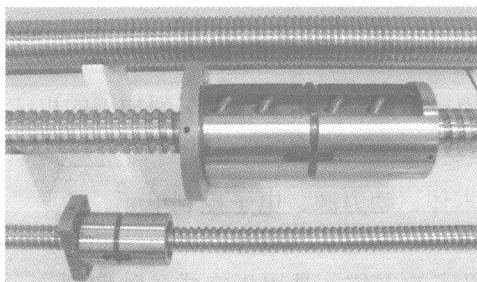
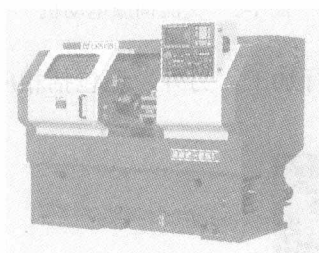


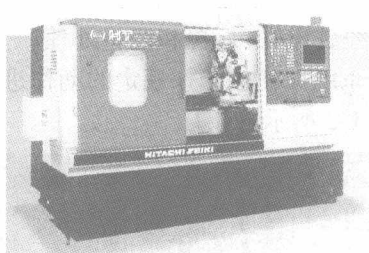
图 1-5 滚珠丝杠螺母副

2. 数控车床的分类

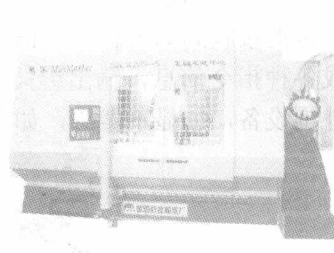
数控车床主要分为经济型数控车床、普通数控车床和车削加工中心等三类, 它们的外观图如图 1-6 所示。



(a) 经济型数控车床



(b) 普通数控车床



(c) 车削加工中心

图 1-6 数控车床的分类

(1) 经济型数控车床具有单色显示的 CRT、程序储存和编辑功能, 一般属开环或半闭环控制, 没有恒线速度切削功能, 刀尖圆弧半径自动补偿功能属于可选项。主轴变速一般为手动有级变速。

(2) 普通数控车床的主轴采用可调速的直流或交流主轴电机控制单元来驱动, 进给系统采用伺服电机, 一般为半闭环或闭环控制, 具备刀尖圆弧半径自动补偿、恒线速度切削、倒角、固定循环、螺纹切削、图形显示、用户宏程序等功能。

(3) 车削加工中心就是配有刀库和机械手的数控车床。卧式车削中心除了具备普通数控

车床所有的功能外, 还具备以下两种功能: 一是具有动力刀具功能, 即刀架上某一刀位或所有刀位可使用回转刀具, 如铣刀和钻头; 二是具有 C 轴位置控制功能, 该功能能达到很高的角度定位分辨率(一般为 0.001°), 且能使主轴和卡盘按进给脉冲作任意低速的回转, 使机床具有 X、Z 和 C 三个运动坐标轴, 实现三坐标两联动控制。

3. 数控车床的特点

(1) 可加工具有复杂型面的回转类和不规则工件。

(2) 加工精度高, 尺寸一致性好。数控车床本身的精度都比较高, 一般数控车床的定位精度为 $\pm 0.01 \text{ mm}$, 重复定位精度为 $\pm 0.005 \text{ mm}$, 工件的加工精度全部由车床保证, 降低了操作者的人为失误, 因而加工出来的工件精度高, 尺寸一致性好, 质量稳定。

(3) 生产效率高。数控车床的主轴转速、进给速度和快速定位速度高, 通过选择切削参数, 充分发挥刀具的切削性能, 减少切削时间, 不仅能保证高精度, 而且加工过程稳定, 减少了辅助动作时间和停机时间。因此, 数控车床的生产效率高。

(4) 减轻工人劳动强度, 可实现一人多机操作。一般数控车床加工出第一个合格工件后, 工人只需要进行工件的装卡、车床和程序的启动, 从而大大减轻了劳动强度。

(5) 保护措施齐全, 具有自诊断和自动停机功能。

4. 数控车床的功能

数控车床主要用于旋转体零件的车、钻、铰、镗孔和攻丝等加工, 一般能自动完成内外圆柱面、圆锥面、球面、圆柱螺纹、圆锥螺纹、槽及端面等工序的切削加工。

1.1.2 数控铣床的组成、分类、特点和功能

数控铣床是指采用数控技术控制的用于完成铣削或镗削加工的机床, 也称数控镗铣床。

1. 数控铣床(加工中心)的组成

数控铣床(加工中心)与数控车床的组成类似, 主要由数控系统、主轴伺服系统、进给伺服系统、检测装置、辅助装置和机床本体等组成。

(1) 数控系统一般由计算机系统、可编程控制器、输入/输出设备和通信设备等组成, 如图 1-7 所示。

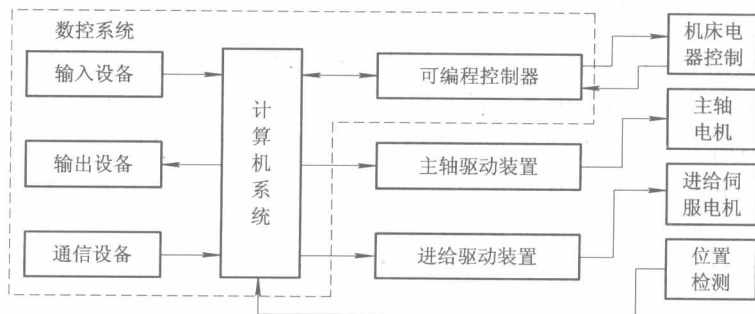


图 1-7 数控铣床数控系统的主要组成

计算机系统: 数控系统(CNC)的核心, 用来实时控制、计算和处理主要信息。

可编程控制器: 主要用来实现辅助功能, 主要是进行开关量的控制。按数控系统中 PLC

的配置方式可分为内装型 PLC 和外装型 PLC，现代 CNC 系统一般均采用内装型 PLC。

输入、输出及通信设备：用来完成程序的输入与输出，传递人机界面所需的各种信息，主要包括键盘、显示器、RS232 接口等。

(2) 主轴伺服系统：主要由主轴驱动装置和主轴电机组成。主轴驱动装置多为变频器，其任务是控制主轴转速和主轴定位。主轴电机大多采用交流伺服电机。CNC 只需要输出相应的控制信号到变频器，就能实现对主轴转速和主轴定位的控制。

(3) 进给伺服系统：主要由进给驱动装置和进给伺服电机组成，一般由速度控制与位置控制两个控制环节构成。CNC 根据位置控制单元信息，处理并形成控制信号，再通过速度控制单元完成速度控制，达到对各运动进给轴的驱动和控制。

(4) 检测装置：根据系统要求不断测定运动部件的位置或速度，并将检测到的信号转换成电信号传输到数控装置中，与目标信号进行比较、运算，配合主轴驱动装置和进给驱动装置完成位置和速度的控制。检测装置主要采用光电编码器和光栅尺等。

(5) 辅助装置：指数控铣床(加工中心)的一些配套部件，包括刀库、液压和气动装置、冷却系统和排屑装置等。

(6) 机床本体：由床身、主轴箱、工作台、进给机构等组成的机械部件。

2. 数控铣床的分类

(1) 普通数控铣床可分为通用数控铣床、数控仿形铣床、数控齿轮铣床三类，也可以分为立式数控铣床、卧式数控铣床和龙门式数控铣床三类。

(2) 数控铣削加工中心一般分为立式铣削加工中心、卧式铣削加工中心、龙门式铣削加工中心三类。

立式铣削加工中心指主轴轴线为垂直状态设置的加工中心，其结构形式多为固定立柱式，工作台为长方形、“十”字形滑台，适合加工各类铣削类零件，具有三个直线运动坐标，并可在工作台上安装一个水平的数控转台用以加工螺旋线类零件。

卧式铣削加工中心指主轴轴线水平设置的加工中心，又有固定立柱式和固定工作台式两种形式。固定立柱式的卧式铣削加工中心，其立柱不动，主轴箱在立柱上做上下移动，工作台可在水平面上做两个方向(X、Z)的移动。固定工作台式的卧式铣削加工中心，其 Z 坐标的运动由立柱移动来定位，安装工件的工作台只完成 X 坐标的移动。卧式加工中心通常带有可进行分度回转运动的正方形分度工作台，一般具有 3~5 个运动坐标，常见的是三个直线运动坐标(沿 X、Y、Z 轴方向)加一个回转运动(回转工作台)，它能够使工件在一次装夹后完成除安装面和顶面以外的其余四个面的加工，最适合加工箱体类工件。

龙门式铣削加工中心与龙门式铣床相似。其主轴多为垂直设置，带有自动换刀装置和可更换的主轴头附件，数控装置的软件功能也较齐全，能够一机多用，尤其适用于大型或形状复杂的工件，如航天工业及大型汽轮机上某些零件的加工。

立式铣削加工中心的结构简单，占地面积小，价格低；卧式铣削加工中心的结构复杂，占地面积大，重量大，价格也较高。

3. 数控铣床的特点

1) 数控铣床的特点

数控铣床具有高精度、高柔性、高效率的特点，也就是加工精度高、灵活、通用、生

产周期短。它适用于加工不同形状的工件,通常不需要使用专用夹具,在更换工件时,只需调用存储于计算机中的加工程序、装夹工件和调整刀具数据即可。一般的数控铣床都具有铣床、镗床和钻床的功能。数控铣床的主轴转速和进给量都是无级变速的,这有利于选择最佳切削用量。采用数控铣床比普通铣床可提高生产率3~5倍,对于复杂的成型面加工,生产率可提高十几倍,甚至几十倍。

2) 数控铣削加工中心与普通数控铣床的区别

数控铣削加工中心与普通数控镗铣床的区别主要在于前者附有刀库和自动换刀装置。前者除了具有数控机床的共同特点外,最大特点就是工序集中和自动化程度高,可大幅度减少工件的装夹次数,避免了工件多次定位所产生的累积误差。此外,主轴电机的运动经一对齿形带轮传到主轴,主轴转速的恒功率范围宽,低转速的转矩大,机床的主要构件刚度高,故可以进行强力切削。由于驱动刀库的伺服电机经蜗轮副使刀库回转,机械手的回转、取刀、装刀机构均由液压系统驱动,所以可根据程序实现随机换刀。

4. 数控铣床的功能

数控铣床一般都能完成铣平面、铣斜面、铣槽、铣曲面、钻孔、镗孔、攻螺纹等加工,能够进行外形轮廓、平面、斜面或曲面型腔的铣削及三维复杂型面的铣削,如凸轮、模具、叶片等。另外,数控铣床还具有孔加工的功能,通过特定的功能指令可进行一系列孔的加工,如钻孔、扩孔、铰孔、镗孔和攻螺纹等,如图1-8所示。一般情况下,可以在一次装夹中完成所需的加工工序。

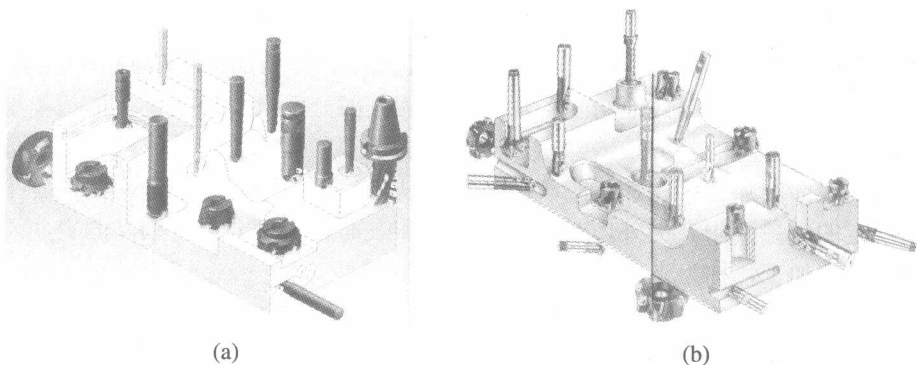


图 1-8 数控铣削功能示意图

数控铣削加工中心是一种备有刀库并能自动更换刀具对工件进行多工序加工的数控铣床,以镗铣为主,适用于箱体、壳体类零件的加工以及各种复杂零件的特殊曲线和曲面轮廓的多工序加工,适用于多品种、小批量的生产方式,适用于中、小批量零件的钻孔、铰孔、镗平台、扩孔、铰孔、攻螺纹及连续轮廓铣削等多工序加工,适用于小型板类、盘类、壳体类、模具等零件的多品种小批量加工。

1.1.3 加工方法的选择和加工阶段的划分

1. 加工方法的选择

表面加工方法的选择,就是为零件上每一个有质量要求的表面选择一套合理的加工方法。在选择时,一般先根据表面精度和粗糙度要求选择最终加工方法,然后再确定精加工

前前期工序的加工方法。选择加工方法时,既要保证零件表面的质量,又要争取高生产效率,同时还应考虑以下因素:

- (1) 首先应根据每个加工表面的技术要求,确定加工方法和加工次数。
- (2) 应选择相应的能获得经济精度和经济粗糙度的加工方法。加工时,不要盲目采用高的加工精度和小的表面粗糙度的加工方法,以免增加生产成本,浪费设备资源。
- (3) 应考虑工件材料的性质。例如,淬火钢精加工应采用磨床加工,但有色金属的精加工为避免磨削时堵塞砂轮,则应采用金刚镗或高速精细车削等。
- (4) 要考虑工件的结构和尺寸。例如,对于 IT7 级精度的孔,采用镗、铰、拉和磨削等都可达到要求。但箱体上的孔一般不宜采用拉或磨削,其上的大孔宜选择镗削,小孔则宜选择铰孔。
- (5) 要根据生产类型选择加工方法。大批量生产时,应采用生产率高、质量稳定的专用设备和专用工艺装备加工;单件小批量生产时,则只能采用通用设备和工艺装备以及一般的加工方法。
- (6) 应考虑本企业的现有设备情况和技术条件以及充分利用新工艺、新技术的可能性。应充分利用企业的现有设备和工艺手段,节约资源,发挥群众的创造性,挖掘企业潜力,同时应重视新技术、新工艺,设法提高企业的工艺水平。
- (7) 其他特殊要求。例如工件表面纹路要求、表面力学性能要求等。

2. 加工阶段的划分

为了保证零件的加工质量和合理地使用设备、人力,零件往往不可能在一个工序内完成全部加工工作,而必须将整个加工过程划分为粗加工、半精加工和精加工三大阶段。

粗加工阶段的任务是高效地切除各加工表面的大部分余量,使毛坯在形状和尺寸上接近成品;半精加工阶段的任务是消除粗加工留下的误差,为主要表面的精加工做准备,并完成一些次要表面的加工;精加工阶段的任务是从工件上切除少量余量,保证各主要表面达到图纸规定的质量要求。另外,对零件上精度和表面粗糙度要求特别高的表面还应在精加工后增加光整加工,称为光整加工阶段。

划分加工阶段的主要原因有以下几点:

- (1) 保证零件加工质量。粗加工时切除的金属层较厚,会产生较大的切削力和切削热,所需的夹紧力也较大,因而工件会产生较大的弹性变形和热变形。另外,粗加工后由于内应力重新分布,也会使工件产生较大的变形。划分加工阶段后,粗加工造成的误差将通过半精加工和精加工予以纠正。
- (2) 有利于合理使用设备。粗加工时可使用功率大、刚度好而精度较低的高效率机床,以提高生产率,而精加工时则可使用高精度机床,以保证加工精度要求。这样既充分发挥了机床各自的性能特点,又避免了以粗干精,延长了高精度机床的使用寿命。
- (3) 便于及时发现毛坯缺陷。由于粗加工切除了各加工表面的大部分余量,毛坯的缺陷如气孔、砂眼、余量不足等可及早被发现,及时修补或报废,从而避免了继续加工造成的浪费。
- (4) 避免损伤已加工表面。将精加工安排在最后,可以保护精加工表面在加工过程中少受损伤或不受损伤。
- (5) 便于安排必要的热处理工序。划分加工阶段后,在适当的时机插入热处理工序,可