

JIDIAN YITIHUA
JINENGXING RENCAI
YONGSHU

机电一体化技能型人才用书

数控铣床 / 加工中心 编程与加工 一体化教程

周晓宏 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

JIDIAN YITIHUA
JINENGXIN
YONGSHU

机 电 一 体 化 技 能 型 人 才 用 书

数控铣床 / 加工中心 编程与加工 一体化教程

常州大学图书馆
藏书章
周晓春 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书根据数控铣床/加工中心操作工岗位的技术和技能要求,介绍了数控铣床/加工中心编程与加工的技术和技能。本书按“项目”编写,在“项目”下又分解为若干个“任务”,是一种理论和实操一体化的教材。本书按照学生的学习规律,从易到难,精选了16个“项目”,每一个“项目”下又设计了若干个“任务”,在任务引领下介绍完成该任务(编程、加工工件等)所需的理论知识和实操技能。

本书内容包括学习数控铣床/加工中心编程与加工基础、学会操作FANUC系统数控铣床/加工中心、直槽零件编程与加工、螺形零件编程与加工、槽轮编程与加工、沟槽零件编程与加工、孔类零件编程与加工、凹模零件编程与加工、双面零件编程与加工、薄壁、深型腔加工、配合件编程与加工、简单三维零件编程与加工、应用宏程序编程与加工曲面零件、加工五边形凸模、数控铣床操作工职业技能综合训练、加工中心操作工职业技能综合训练。

本书的读者对象为各高等职业技术学院、技校、中等职业学校数控、模具、数控维修、机电一体化专业的学生,以及相关工种的社会培训学员。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床/加工中心编程与加工一体化教程 / 周晓宏主编. —北京:
中国电力出版社, 2017.2
机电一体化技能型人才用书
ISBN 978-7-5198-0170-0

I. ①数… II. ①周… III. ①数控机床-铣床-程序设计-教材
②数控机床加工中心-程序设计-教材 IV. ①TG547②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 314352 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2017年2月第一版 2017年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 19.5印张 436千字

印数 0001—2000册 定价 49.00元

敬告读者

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

◎ 前 言

目前,企业中数控机床的使用数量正大幅度增加,因此急需大批数控编程与加工方面的技能型人才。然而,目前国内掌握数控编程与加工的技能型人才较短缺,这使得数控技术应用技能型人才的培养十分迫切。为适应培养数控技术应用技能型人才的需要,我们将在生产一线和教学岗位上多年的心得体会进行总结,并结合学校教学的要求和企业要求,组织编写了本书。

本书按“项目”编写,在“项目”下又分解为若干个“任务”,是一种理论和实操一体化的教材。本书按照学生的学习规律,从易到难,精选了16个“项目”,每一个“项目”下又设计了若干个“任务”,在任务引领下介绍完成该任务(编程、加工工件等)所需的理论知识和实操技能。

本书内容包括学习数控铣床/加工中心编程与加工基础、学会操作FANUC系统数控铣床/加工中心、直槽零件编程与加工、蝶形零件编程与加工、槽轮编程与加工、沟槽零件编程与加工、孔类零件编程与加工、凹模零件编程与加工、双面零件编程与加工、薄壁、深型腔加工、配合件编程与加工、简单三维零件编程与加工、应用宏程序编程与加工曲面零件、加工五边形凸模、数控铣床操作工职业技能综合训练、加工中心操作工职业技能综合训练。

本书可操作性强,读者通过对这些项目的学习和训练,可很快掌握数控车床加工技术和技能。本书可大大提高读者学习数控车床加工技术和技能的兴趣和针对性,学习效率。在编写过程中,突出体现“知识新、技术新、技能新”的编写思想,以所介绍知识和技能“实用、可操作性强”为基本原则,不刻意追求理论知识的系统性和完整性。

本书由深圳技师学院周晓宏副教授、高级技师主编。本书可供各高等职业技术学院、技校、中等职业学校数控、模具、数控维修、机电一体化专业的学生,以及相关工种的社会培训学员作教材使用。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

◎ 目 录

前言

● 项目一 学习数控铣床/加工中心编程与加工基础	1
任务一 认识数控铣床/加工中心	1
任务二 学习数控铣床/加工中心操作规程	8
任务三 学会维护数控铣床/加工中心	9
任务四 选择和装夹数控铣削刀具	14
任务五 认识数控铣床/加工中心坐标系	19
任务六 认识铣削三要素	20
任务七 制定数控铣削加工工艺	23
● 项目二 学会操作 FANUC 系统数控铣床/加工中心	32
任务一 操作 FANUC 系统数控铣床/加工中心	32
任务二 使用对刀工具对刀	52
任务三 学习设定加工中心刀具长度补偿的方法	55
任务四 设定加工中心刀具长度补偿训练	58
● 项目三 直槽零件编程与加工	61
任务一 学习数控铣床编程基础知识	62
任务二 学习数控铣床编程指令	68
任务三 学习铣削加工工艺知识	69
任务四 项目实施	78
任务五 完成本项目的实训	81
● 项目四 蝶形零件编程与加工	82
任务一 学习数控铣床编程指令	83
任务二 掌握立铣刀知识及使用方法	85
任务三 项目实施	88
任务四 完成本项目的实训任务	89
任务五 知识拓展：铣削方法	90
● 项目五 槽轮编程与加工	93
任务一 学习相关编程指令	94
任务二 项目实施	97
任务三 完成本项目的实训任务	102

任务四	知识拓展: 刀具长度补偿的应用	103
● 项目六	沟槽零件编程与加工	106
任务一	学习槽加工工艺知识	107
任务二	学习相关编程指令	110
任务三	项目实施	114
任务四	完成本项目的实训任务	117
任务五	技能拓展: 用百分表对刀	118
● 项目七	孔类零件编程与加工	119
任务一	学习孔加工和螺纹加工编程指令	119
任务二	掌握孔加工方法、刀具及切削用量选用	123
任务三	项目实施	135
任务四	完成本项目的实训任务	138
● 项目八	凹模零件编程与加工	140
任务一	学习型腔铣削工艺知识	141
任务二	项目实施	144
任务三	完成本项目的实训任务	149
● 项目九	双面零件编程与加工	151
任务一	学习双面件对刀方法	152
任务二	项目实施	153
任务三	完成本项目的实训任务	161
任务四	知识拓展: 加工中心的换刀程序	162
● 项目十	薄壁、深型腔加工	164
任务一	工艺分析与工艺设计	165
任务二	程序编制	166
● 项目十一	配合件编程与加工	176
任务一	学习配合件的加工方法	176
任务二	凸模铣削加工	178
任务三	凹模铣削加工	181
任务四	完成本项目的实训任务	183
● 项目十二	简单三维零件编程与加工	186
任务一	型芯铣削	186
任务二	曲面凹槽加工	188
任务三	球面环槽加工	190
任务四	凹模加工实训	192
任务五	知识拓展: 高速切削	193
● 项目十三	应用宏程序编程与加工曲面零件	198
任务一	学习宏指令编程方法	198

任务二	凹模型腔加工	204
任务三	球面台与凹球面铣削	212
任务四	加工椭圆锥台	215
任务五	上圆下方凸台铣削	217
任务六	半内球体加工实训	219
● 项目十四	加工五边形凸模	221
任务一	认识 MasterCAM 的基本功能	222
任务二	图形绘制与修整	224
任务三	刀具路径与后处理程序生成	226
任务四	项目实施	238
任务五	完成本项目的实训任务	241
● 项目十五	数控铣床操作工职业技能综合训练	243
任务一	中级数控铣床操作工职业技能综合训练一	243
任务二	中级数控铣床操作工职业技能综合训练二	246
任务三	中级数控铣床操作工职业技能综合训练三	249
任务四	高级数控铣床操作工职业技能综合训练一	252
任务五	高级数控铣床操作工职业技能综合训练二	257
任务六	高级数控铣床操作工职业技能综合训练三	260
● 项目十六	加工中心操作工职业技能综合训练	264
任务一	加工中心中级操作工实操考核一	264
任务二	加工中心中级操作工实操考核二	266
任务三	加工中心中级操作工实操考核三	270
任务四	加工中心高级操作工实操考核一	273
任务五	加工中心高级操作工实操考核二	282
任务六	加工中心高级操作工实操考核三	287
任务七	加工中心高级操作工实操考核四	292
● 参考文献		301

学习数控铣床/加工中心编程与加工基础

任务一 认识数控铣床/加工中心

一、数控铣床的分类

1. 按机床主轴的布置形式及机床的布局特点分类

数控铣床可分为数控立式铣床、数控卧式铣床和数控龙门铣床等。

(1) 数控立式铣床。如图 1-1 (a) 所示，数控立式铣床主轴与机床工作台面垂直，工件安装方便，加工时便于观察，但不便于排屑。一般采用固定式立柱结构，工作台不升降。主轴箱作上下运动，并通过立柱内的重锤平衡主轴箱的重量。为保证机床的刚性，主轴中心线距立柱导轨面的距离不能太大，因此这种结构主要用于中小尺寸的数控铣床。

(2) 数控卧式铣床。如图 1-1 (b) 所示，数控卧式铣床的主轴与机床工作台面平行，加工时不便观察，但排屑顺畅。一般配有数控回转工作台，便于加工零件的不同侧面。单纯的数控卧式铣床现在已比较少，而多是在配备自动换刀装置 (ATC) 后成为卧式加工中心。

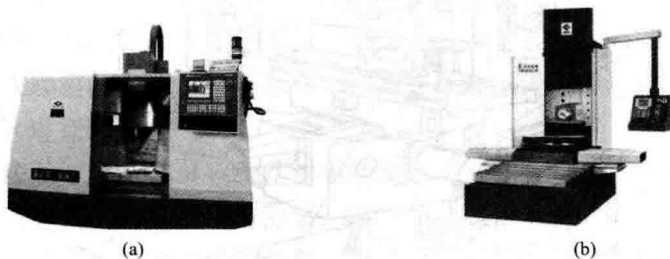


图 1-1 数控铣床

(a) 数控立式铣床; (b) 数控卧式铣床

(3) 数控龙门铣床。对于大尺寸的数控铣床，一般采用对称的双立柱结构，保证机床的整体刚性和强度，即数控龙门铣床，有工作台移动和龙门架移动两种形式。它适用于加工飞机整体结构体零件、大型箱体零件和大型模具等，如图 1-2 所示。

2. 按数控系统的功能分类

数控铣床可分为经济型数控铣床、全功能数控铣床和高速铣削数控铣床等。

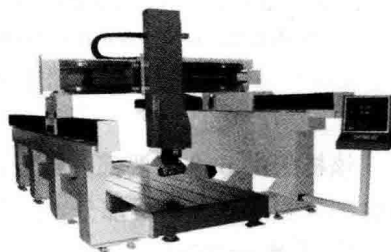


图 1-2 数控龙门铣床

(1) 经济型数控铣床。一般采用经济型数控系统，如 SIEMENS 802S 等，采用开环控制，可以实现三坐标联动。这种数控铣床成本较低，功能简单，加工精度不高，适用于一般复杂零件的加工。一般有工作台升降式和床身式两种类型。

(2) 全功能数控铣床。采用半闭环控制或闭环控制，数控系统功能丰富，一般可以实现 4 坐标以上联动，加工适应性强，应用最广泛。

(3) 高速铣削数控铣床。高速铣削是数控加工的一个发展方向，技术已经比较成熟，已逐渐得到广泛的应用。这种数控铣床采用全新的机床结构、功能部件和功能强大的数控系统并配以加工性能优越的刀具系统，加工时主轴转速一般在 $8000\sim40\,000\text{r/min}$ ，切削进给速度 $10\sim30\text{m/min}$ ，可以对大面积的曲面进行高效率、高质量的加工。但目前这种机床价格昂贵，使用成本比较高。

二、数控铣床的组成

数控铣床形式多样，不同类型的数控铣床在组成上有所差别，但都有许多相似之处。下面以 XK5040A 型数控立式升降台铣床为例介绍其组成情况。

XK5040A 型数控立式升降台铣床，配有 FANUC-3MA 数控系统，采用全数字交流伺服驱动。

数控铣床的结构布局如图 1-3 所示。

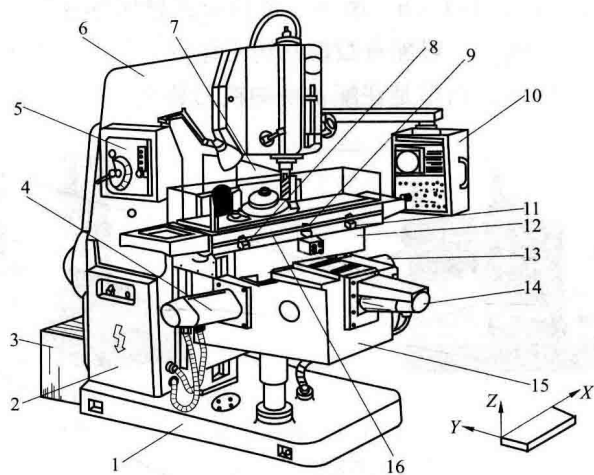


图 1-3 XK5040A 型数控铣床的布局图

- 1—底座；2—强电柜；3—变压器箱；4—垂直升降（Z 轴）进给伺服电机；5—主轴变速手柄和按钮板；6—床身；
7—数控柜；8、11—保护开关（控制纵向行程硬限位）；9—挡铁（用于纵向参考点设定）；10—操纵台；
12—横向溜板；13—纵向（X 轴）进给伺服电动机；14—横向（Y 轴）进给伺服电动机；
15—升降台；16—纵向工作台

该机床由 6 个主要部分组成，即床身部分，铣头部分，工作台部分，横进给部分，升降台部分和冷却、润滑部分。

1. 床身

床身内部布筋合理，具有良好的刚性，底座上设有 4 个调节螺栓，便于机床调整水平，

冷却液储液池设在机床底座内部。

2. 铣头部分

铣头部分由有级（或无级）变速箱和铣头两个部件组成。

铣头主轴支承在高精度轴承上，保证主轴具有高回转精度和良好的刚性，主轴装有快速换刀螺母，前端锥孔采 ISO50[#] 锥度。主轴采用机械无级变速，调节范围宽，传动平稳，操作方便。刹车机构能使主轴迅速制动，节省辅助时间，刹车时通过制动手柄撑开止动环使主轴立即制动。启动主电机时，应注意松开主轴制动手柄。铣头部件还装有伺服电动机、内齿带轮、滚珠丝杠副及主轴套筒，它们形成垂向（Z 向）进给传动链，使主轴作垂向直线运动。

3. 工作台

工作台与床鞍支承在升降台较宽的水平导轨上，工作台的纵向进给是由安装在工作台右端的伺服电动机驱动的。通过内齿带轮带动精密滚珠丝杠副，从而使工作台获得纵向进给。工作台左端装上手轮和刻度盘，以便进行手动操作。

床鞍的纵横导轨面均采用了 TURCTTE-B 贴塑面，提高了导轨的耐磨性、运动的平稳性和精度的保持性，消除了低速爬行现象。

4. 升降台（横向进给部分）

升降台前方装有交流伺服电动机，驱动床鞍作横向进给运动，其传动原理与工作台的纵向进给相同，此外，在横向滚珠丝杠前端还装有进给手轮，可实现手动进给。升降台左侧装有锁紧手柄，轴的前端装有长手柄可带动锥齿轮及升降台丝杆旋转，从而获得升降台的升降运动。

5. 冷却与润滑装置

（1）冷却系统。机床的冷却系统是由冷却泵、出水管、回水管、开关及喷嘴等组成，冷却泵安装在机床底座的内腔里，冷却泵将冷却液从底座内储液池打至出水管，然后经喷嘴喷出，对切削区进行冷却。

（2）润滑系统及方式。润滑系统是由手动润滑油泵、分油器、节流阀、油管等组成。机床采用周期润滑方式，用手动润滑油泵，通过分油器对主轴套筒、纵横导轨及三向滚珠丝杆进行润滑，以提高机床的使用寿命。

三、数控铣床/加工中心的工作原理

数控机床的工作过程如图 1-4 所示。

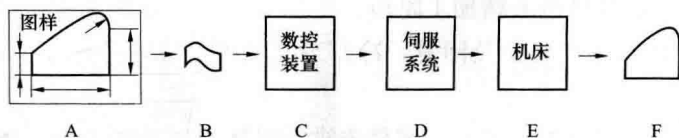


图 1-4 数控机床的工作过程

图 1-4 中，A 为零件图样，它记载着两类信息——几何信息和工艺信息。这些信息是编制数控加工程序的原始依据，根据图样编写数控程序。B 为控制介质，即程序的载体，

如穿孔纸带、磁盘等，其上记载有数控程序。C 为数控装置，一般由控制计算机和控制电路组成。数控程序经过它处理后，变成伺服系统能够接受的控制电信号。D 为伺服系统，它由伺服电路和伺服执行元件组成，它把控制电信号转换为运动物理量。“伺服”这个词起源于希腊语“奴隶”，我们可以把数控装置比作人的“头脑”，“伺服系统”则相当于人的“手”和“足”，伺服系统执行“大脑”的意志（数控装置发出的控制信号）。E 为机床，它最终完成一个零件的加工，形成最后的零件 F。

四、加工中心的特点

加工中心（Machining Center, MC）是一种能把铣削、镗削、钻削、螺纹加工等功能集中在一台设备上的数控加工机床。

加工中心与数控铣床、数控镗床的本质区别是配备有刀库，刀库中存放着不同数量的各种刀具或检具，在加工过程中由程序自动选用和更换，它的结构相对较复杂，控制系统功能较多。加工中心是一种综合加工能力较强的设备，与普通数控机床相比，它具有以下特点。

1. 工序集中，加工精度高

MC 数控系统能控制机床在工件一次装夹后，实现多表面、多特征、多工位的连续、高效、高速、高精度加工，即工序集中，这是 MC 的典型特点。由于加工工序集中，减少了工件半成品的周转、搬运和存放时间，使机床的切削利用率（切削时间和开动时间之比）比普通机床高 3~4 倍，达 80% 以上，缩短了工艺流程，减少了人为干扰，故加工精度高，互换性好。

2. 操作者的劳动强度减轻、经济效益高

3. 对加工对象的适应性强

加工中心是按照被加工零件的数控程序进行自动加工的，当改变加工零件时，只要改变数控程序，不必更换大量的专用工艺装备。因此，能够适应从简单到复杂型面零件的加工，且生产准备周期短，有利于产品的更新换代。

4. 有利于生产管理的现代化

用 MC 加工零件时，能够准确地计算零件的加工工时，并有效地简化检验和工具、夹具、半成品的管理工作。这些特点有利于使生产管理现代化，当前许多大型 CAD/CAM 集成软件已经具有了生产管理模块，可满足计算机辅助生产管理的要求。

加工中心虽然具有很多优点，但也还存在一些必须考虑的问题。

（1）工件粗加工后直接进入精加工阶段。粗加工时，一次装夹中金属切除量多、几何形变大，工件温升高，温升来不及回复，冷却后工件尺寸发生变化，会造成零件的精度下降。

（2）工件由毛坯直接加工为成品，零件未进行时效处理，内在应力难以消除，加工完一段时间后内应力释放，会使工件产生变形。

（3）装夹零件的夹具必须满足既能承受粗加工中切削力大，又能在精加工中准确定位的要求，而且零件夹紧变形要小。

(4) 多工序集中加工, 要及时处理切屑。在加工过程中, 切屑的堆积、缠绕等将会影响加工的顺利进行及划伤零件的表面, 甚至使刀具损坏、工件报废。

(5) 由于自动换刀装置 (Automatic Tool Changer, ATC) 的应用, 使工件尺寸受到一定的限制, 钻孔深度、刀具长度、刀具直径及刀具质量都要加以综合考虑。

五、加工中心的分类

1. 按功能特征分类

按功能特征可分为镗铣、钻削和复合加工中心。

(1) 镗铣加工中心。如图 1-5 所示, 镗铣加工中心是机械加工行业应用最多的一类数控设备, 有立式和卧式两种。其工艺范围主要是铣削、钻削、镗削。镗铣加工中心数控系统控制的坐标数多为 3 个, 高性能的数控系统可以达到 5 个或更多。

(2) 钻削加工中心。以钻削为主, 刀库形式以转塔头形式为主, 适用于中、小批量零件的钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹及连续轮廓铣削等多工序加工。钻削加工中心如图 1-6 所示。



图 1-5 镗铣加工中心



图 1-6 钻削加工中心

(3) 复合加工中心。在一台设备上可以完成车、铣、镗、钻等多种工序加工的加工中心称之为复合加工中心, 可代替多台机床实现多工序的加工。这种方式既能减少装卸时间, 提高机床生产效率, 减少半成品库存量, 又能保证和提高形位精度。复合加工中心如图 1-7 所示。

2. 按主轴的位置分类

按主轴的位置分卧式、立式和五面加工中心, 这是加工中心通常的分类方法。

(1) 卧式加工中心。卧式加工中心如图 1-8 所示, 是指主轴轴线水平设置的加工中心。卧式加工中心有固定立柱式或固定工作台式。

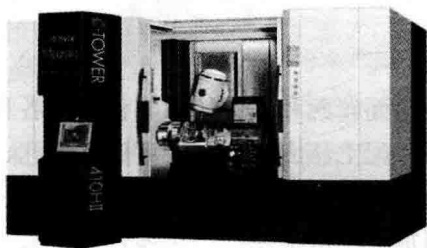


图 1-7 复合加工中心

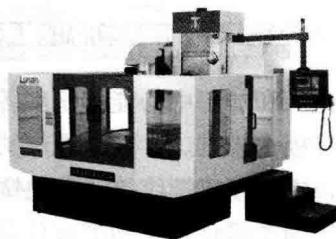


图 1-8 卧式加工中心

(2) 立式加工中心。立式加工中心如图 1-5 所示, 立式加工中心主轴的轴为垂直设置, 其结构多为固定立柱式, 工作台为十字滑台。

(3) 五面加工中心。五面加工中心如图 1-9 所示, 这种加工中心具有立式和卧式加工中心的功能, 在工件的一次装夹后, 能完成除安装面外的所有 5 个面的加工。这种加工方式可以使工件的形位误差降到最低, 省去二次装夹的工装, 从而提高生产效率, 降低加工成本。

3. 按支撑件分类

(1) 龙门式镗铣加工中心。如图 1-10 所示, 龙门式加工中心的典型特征是具有一个龙门型的固定立柱, 在龙门框架上安装有可实现 X 向、 Z 向移动的主轴部件, 龙门式加工中心的工作台仅实现 Y 向移动。龙门型加工中心结构刚性好, 该种形式常见于大型加工中心。

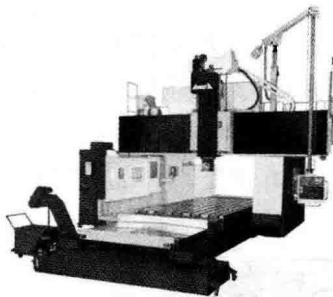


图 1-9 五面加工中心

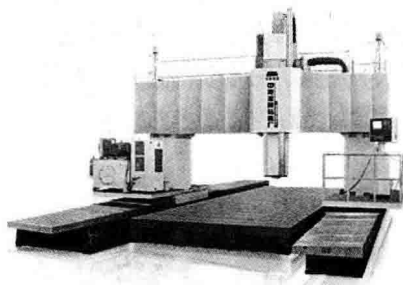


图 1-10 龙门式镗铣加工中心

(2) 动柱式镗铣加工中心。动柱式镗铣加工中心如图 1-5 所示。动柱式加工中心主轴部件安装在加工中心的立柱上, 实现 Z 向移动, 立柱安装在 T 形底座上实现 X 向移动。动柱式加工中心由于立柱是通过滚动导轨与底座相连, 刚性比龙门式结构差, 一般不适宜重切削加工; 加工过程中立柱要完成支承工件和 X 向移动两个功能, 较大的立柱质量限制了机床的机动性能。该种形式常见于中小型立式或卧式镗铣加工中心。

六、加工中心的使用过程

加工中心的使用过程如图 1-11 所示, 由图可见加工中心加工零件是完全按照指令进行的, 程序是决定加工质量的重要因素。但编制程序是综合工艺要素和机床功能的过程, 应考虑机床的功能、零件结构特点、装夹方式、刀具及切削用量等因素。各种数控系统程序编制的内容和格式有所不同, 但是程序编制方法和使用过程是基本相同的。

七、数控铣床和加工中心的工艺范围

数控铣床和加工中心能够铣削各种平面、斜面轮廓和立体轮廓零件, 如各种形状复杂的凸轮、样板、模具、叶片、螺旋桨等。此外, 配上相应的刀具还可进行钻孔、扩孔、铰孔、镗孔和攻螺纹等。数控铣床可以加工的零件类型如下。

(1) 平面类零件。平面类零件是数控铣削加工中最简单的一类零件, 一般只用数控铣床的两坐标联动 (即两轴半坐标联动) 就可以把它们加工出来, 如图 1-12 所示。

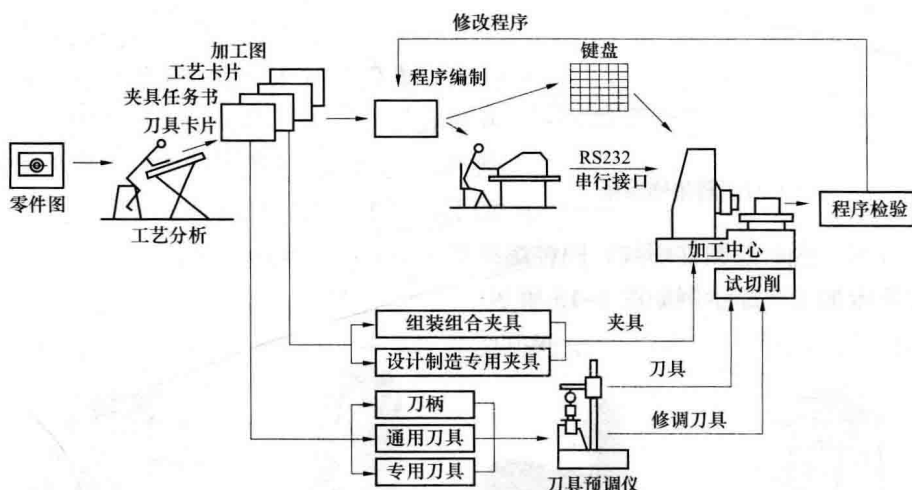


图 1-11 加工中心的使用过程

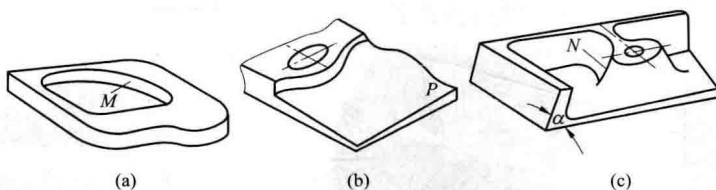


图 1-12 平面类零件

(a) 带平面轮廓的平面类零件；(b) 带斜平面的平面类零件；(c) 带正台和斜肋的平面类零件

(2) 空间曲面轮廓零件。空间曲面轮廓零件的加工面为空间曲面，如模具、叶片、螺旋桨等。空间曲面轮廓零件不能展开为平面，加工时铣刀与加工面始终为点接触，一般采用球头刀在三轴数控铣床上加工，当曲面较复杂、通道较窄、会伤及相邻表面及需要刀具摆动时，要采用四坐标或五坐标铣床加工，如图 1-13 所示。

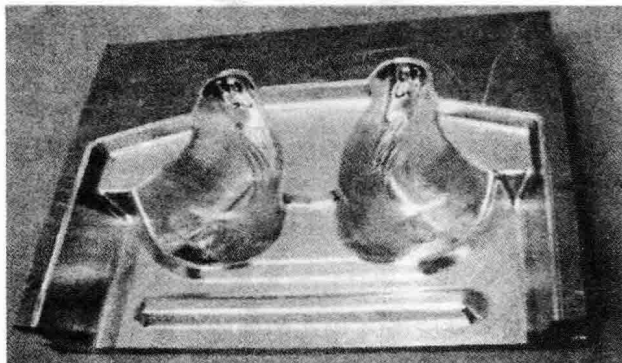


图 1-13 空间曲面轮廓零件

(3) 变斜角类零件。加工面与水平面的夹角呈连续变化的零件称为变斜角类零件，如飞机上的变斜角横梁条，如图 1-14 所示。加工变斜角类零件最好采用四轴或五轴数控铣床进行摆角加工，若没有上述机床，也可以在三轴数控铣床上采用两轴半控制的行切法进行近似加工，但精度稍差。

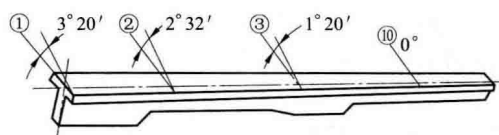


图 1-14 飞机上的变斜角横梁

(4) 孔及孔系类零件。孔及孔系类零件的加工可以在数控铣床上进行, 如钻孔、扩孔、铰孔和镗孔等。孔加工多采用定尺寸刀具, 需要频繁换刀, 当加工孔的数量较多时, 应采用加工中心加工, 更加方便、快捷。

(5) 螺纹。内、外圆柱螺纹、圆锥螺纹都可以在数控铣床上加工。

数控铣床加工产品示例如图 1-15 所示。



图 1-15 数控铣床加工产品示例

任务二 学习数控铣床/加工中心操作规程

一、开机前的注意事项

- (1) 操作人员必须熟悉数控铣床/加工中心的性能和操作方法。经机床管理人员同意方可操作机床。
- (2) 机床通电前, 先检查电压、气压、油压是否符合工作要求。
- (3) 检查机床可动部分是否处于可正常工作状态。
- (4) 检查工作台是否越位, 超极限状态。
- (5) 检查电气元件是否牢固, 是否有接线脱落。

- (6) 检查机床接地线是否和车间地线可靠连接(初次开机特别重要)。
- (7) 已完成开机前的准备工作后方可合上电源总开关。

二、开机过程注意事项

- (1) 严格按机床说明书中的开机顺序进行操作。
- (2) 一般情况下开机过程中必须先进行回机床参考点操作,建立机床坐标系。
- (3) 开机后让机床空运转 15min 以上,使机床达到热平衡状态。
- (4) 关机后必须等待 5min 以上才可以再次开机,没有特殊情况不得随意频繁进行开机或关机操作。

三、调试过程注意事项

- (1) 编辑、修改、调试好程序。若是首件试切必须进行空运行,确保程序正确无误。
- (2) 按工艺要求安装、调试好夹具,并清除各定位面的铁屑和杂物。
- (3) 按定位要求装夹好工件,确保定位正确可靠。不得在加工过程中发生工件松动现象。
- (4) 安装好所要用的刀具。
- (5) 设置好刀具半径补偿。
- (6) 确认冷却液输出通畅,流量充足。
- (7) 再次检查所建立的工件坐标系是否正确。
- (8) 以上各点准备好后方可加工工件。

四、加工过程注意事项

- (1) 加工过程中,不得调整刀具和测量工件尺寸。
- (2) 自动加工中,自始至终监视运转状态,严禁离开机床,遇到问题及时解决,防止发生不必要事故。
- (3) 定时对工件进行检验。确定刀具是否磨损等情况。
- (4) 关机时,或交接班时对加工情况、重要数据等做好记录。
- (5) 机床各轴在关机时远离其参考点,或停在中间位置,使工作台重心稳定。
- (6) 清扫机床,必要时涂防锈油。



提示

操作数控铣床/加工中心时一定要遵守操作规程,注意人身安全和设备安全。

任务三 学会维护数控铣床/加工中心

数控铣床/加工中心是机电一体化的技术密集设备,要使机床长期可靠地运行,很大程度上取决于对其的使用与日常维护。正确地使用可避免突发故障,延长无故障时间。精心维护可使其处于良好的技术状态,延缓劣化。因此,数控铣床不仅要严格地执行操作规程,而且必须重视数控铣床的维护工作,提高数控铣床操作人员的素质。

一、数控铣床/加工中心维护的内容

任何数控铣床/加工中心与普通机床一样，使用寿命的长短和效率的高低，不仅取决于机床的精度和性能，很大程度上也取决于它的正确使用与维护。对数控铣床/加工中心进行日常维护与保养，可延长电器元件的使用寿命，防止机械部件的非正常磨损，避免发生恶性事故，使机床始终保持良好的状态，尽可能地保持长时间的稳定工作。

要做好数控铣床/加工中心日常维护与保养工作，要求数控铣床/加工中心的操作人员必须经过专门培训，详细阅读数控铣床/加工中心的说明书，对机床有一个全面的了解，包括机床结构、特点和数控系统的工作原理等。不同类型的数控铣床/加工中心日常维护的具体内容和要求不完全相同，但各维护期内的基本原则不变，以此可对数控铣床/加工中心进行定点、定时的检查与维护。

数控铣床/加工中心的维护内容包括：数控铣床/加工中心的正确使用、数控铣床/加工中心各机械部件的维护、数控系统的维护、伺服系统及常用位置检测装置的维护等。

其中，数控铣床/加工中心使用时应注意以下几点。

(1) 数控铣床/加工中心的使用环境。机床的位置应远离振源，避免潮湿和电磁干扰，避免阳光直接照射和热辐射的影响，环境温度应低于 30℃，相对湿度不超过 80%，使其置于有空调的环境。

(2) 电源要求。电源电压波动必须在允许范围内（一般允许波动±10%），并且保持相对稳定，以免破坏数控系统的程序或参数。数控铣床/加工中心采用专线供电或增设稳压装置，可以减少供电质量的影响。

(3) 遵守数控铣床/加工中心操作规程。

(4) 数控铣床/加工中心不宜长期封存。数控铣床/加工中心长期封存不用会使数控系统的电子元器件由于受潮等原因而受到变质或损坏，即使无生产任务，数控铣床/加工中心也需定时开机，利用机床本身的散热来降低机床内的湿度，同时也能及时发现有无电池报警发生，以防止系统软件、参数丢失。

(5) 注意培训和配备操作人员、维修人员及编程人员。

数控铣床/加工中心是高技术设备，只有相关人员的素质均较高，才能尽可能避免使用不当和操作不当对数控铣床/加工中心造成的损坏。

一般数控铣床/加工中心各维护周期需要维护与保养的主要内容见表 1-1，发现问题应及时采取必要的措施。

表 1-1 数控铣床/加工中心维护与保养的主要内容

序号	检查部位	检 查 内 容			
		每 天	每 月	每 半 年	每 年
1	切削液箱	观察箱内液面高度，及时添加	清理箱内积存切屑，更换切削液	清洗切削液箱、清洗过滤器	全面清洗、更换过滤器
2	润滑油箱	观察油标上油面高度，及时添加	检查润滑泵工作情况，油管接头是否松动、漏油	清洁润滑箱、清洗过滤器	全面清洗、更换过滤器