

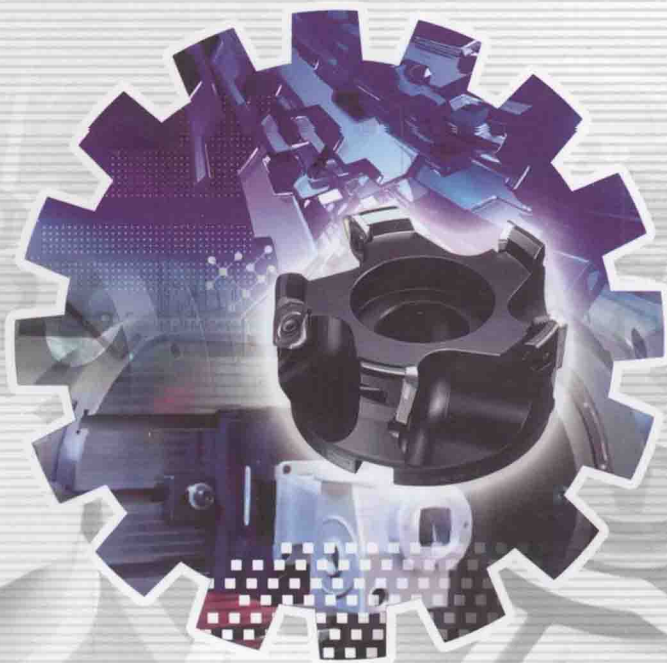


国家示范性高职院校课程建设项目成果
面向“十二五”高等职业教育规划教材

| 基于“校企合作、工学结合”人才培养模式 |

机械零件 数控铣削加工实训

◎主编 刘昭琴 杨 雄
◎主审 吴道明 梁明忠



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

国家示范性高职院校课程建设项目成果
面向“十二五”高等职业教育规划教材

机械零件

数控铣削加工实训

主 编 刘昭琴 杨 雄

副主编 温智灵 张富强 赵晓峰

参 编 唐启金 冯勇钦 孔永祥 赵文雅 杨建伟

杨小刚 刘珍来 高禄江 杨成富 刘 进 刘 霞

何 芬 高 华 黄 勇 卢 伶 张 钦

主 审 吴道明 梁明忠

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

《机械零件数控铣削加工实训》以数控铣削典型特征零件为载体,详细解析了平面外轮廓、封闭槽、型腔、孔系、曲面零件的数控铣削加工工艺、数控加工编程、数控仿真和数控加工实际操作所涉及的相关环节内容和具体做法,以强化应用为目的,重在培养学生的实际动手能力,工件装夹、机床操作、切削参数选择、夹具选择及应用、量具选择及使用等能力,学生的职业岗位综合技能。

《机械零件数控铣削加工实训》教材可作为高职高专、中职院校数控技术以及相关专业的实训教材,也可作为企业职工、成人教育数控铣削技术培训的教材,还可供工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械零件数控铣削加工实训/刘昭琴,杨雄主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 1

ISBN 978 - 7 - 5640 - 7290 - 2

I. ①机… II. ①刘…②杨… III. ①机械元件 - 数控机床 - 铣削 - 高等学校 - 教材
IV. ①TH13②TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 010253 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市文通印刷包装有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 315 千字

版 次 / 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 33.00 元

加工编辑 / 多海鹏

责任编辑 / 张慧峰

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 吴皓云

本书以培养学生的数控铣削加工知识、技能和职业岗位素质为目标，详细介绍了数控加工工艺设计，数控铣床及加工中心的操作方法；着重介绍了华中世纪星 HNC22M 数控铣削系统的编程思想、上海宇龙数控仿真软件的仿真操作等内容。

本书以工作过程为导向，以典型零件为载体，采用项目导向、任务驱动的方式组织教学内容。主要内容包括 7 个项目，每个项目中首先提出实训目标和实训内容，然后按照“资讯计划→决策实施→检查评价”的过程进行讲解，最后以“技能训练”结尾，以拓宽、巩固、加深所学内容。在工作任务部分，给出实训任务，即实训内容——零件图及任务要求；在资讯部分，明确零件加工任务要求、学习要求和其他要求；在计划部分，设计零件加工工艺，介绍学生需要学习的数控加工工艺等相关知识；在决策部分，编写零件工艺文件，编制零件数控加工程序；在实施部分，介绍上海宇龙数控仿真软件操作、零件铣削操作步骤、零件铣削操作中应注意的问题；在检查部分，介绍相应的检查方法、量具使用和零件铣削质量分析等；在评价部分，介绍评价内容、评价方法、评价标准与结果等；在技能训练部分，精心筛选了一定数量的习题，供学生学习参考。

本书由重庆航天职业技术学院刘昭琴、杨雄担任主编，温智灵、张富强、赵晓峰担任副主编，吴道明、梁明忠担任主审。其中，刘昭琴编写了课程认知和项目 1，杨雄、梁明忠编写了项目 2，唐启金、冯勇钦编写了项目 3，杨小刚、高华编写了项目 4，刘霞、何芬编写了项目 5，孔永祥、吴道明编写了项目 6，张富强、赵晓峰编写了项目 7，赵文雅、刘珍来编写了附录部分，杨建伟编写了附表部分，温智灵负责本书的组织策划与协调，卢伶和张崧负责审稿，刘进负责书中插图部分。同时，本书在选取零件载体以及零件工艺、编程与加工等方面得到中国航天科技集团 7102 厂卢伶、张崧，中国航天科技集团川南机械厂杨成富、高禄江、黄勇等同志的大力支持，在此深表感谢。由于时间仓促，编者水平和经验有限，书中难免有欠妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

项目0 课程认知	1
一、课程简介	1
二、数控铣床的认识	2
三、操作规范	10
项目1 数控铣床(华中数控)仿真操作	15
实训目标	15
实训内容	15
1-1 资讯计划	16
1-2 决策实施	18
1-3 检查评价	42
技能训练	46
项目2 数控铣床(华中数控)基本操作	47
实训目标	47
实训内容	47
2-1 系统认识	47
2-2 系统操作	49
2-3 任务实施	85
2-4 检测评价	88
技能训练	90
项目3 平面外轮廓铣削加工——凸台零件加工	91
实训目标	91
实训内容	91
3-1 资讯计划	92
3-2 任务实施	97

3-3 检查评价	99
技能训练	100
项目 4 封闭槽零件铣削加工	102
实训目标	102
实训内容	102
4-1 资讯计划	102
4-2 任务实施	110
4-3 检查评价	112
项目 5 型腔铣削加工——封闭圆头十字型腔零件加工	116
实训目标	116
实训内容	116
5-1 资讯计划	117
5-2 任务实施	125
5-3 检查评价	127
技能训练	129
项目 6 孔系加工——端盖零件加工	132
实训目标	132
实训内容	132
6-1 资讯计划	133
6-2 任务实施	142
6-3 检查评价	145
技能训练	148
项目 7 曲面零件加工——手机外壳零件加工	151
实训目标	151
实训内容	151
7-1 资讯计划	152
7-2 UG 三维造型与加工	155
7-3 任务实施	172
7-4 检查评价	175
技能训练	176

附录	177
附录一 华中 HNC - 21/22M 指令集锦	177
附录二 FANUC 0M 指令集锦	180
附录三 华中 HNC - 21/22M 指令简介	183
附录四 FANUC 0M 系统编程指令简介	200
附表	207
附表一 数控加工刀具卡片	207
附表二 机械加工工序卡片	208
附表三 数控加工工艺过程卡片	209
附表四 标准公差数值	210
参考文献	211

项目0

课程认知

一、课程简介

1. 本课程的地位和作用

本课程是数控技术专业及机械类相关专业的一门以实际操作为主的技能实训课程,是数控技术专业的必修课程。它以训练学生数控铣削加工、工艺制定、程序编制和数控铣床操作技能为目标,将数控铣床的操作和规范等知识嵌入到各个项目的典型载体零件的数控加工中进行案例分析讲解,从而培养学生分析问题和解决问题的能力,培养学生数控铣削工艺与程序编制、数控铣削加工操作的技能和职业岗位综合素质。

2. 本课程的培养目标

通过本课程的学习和实践,培养学生的知识、技能和素质,具体目标如表0-1所示。

表0-1 培养目标

课程能力目标		课程知识目标	课程素质目标
工作	课程技能目标		
一、加工准备	1. 能分析复杂的零件图; 2. 能拟定加工工艺方案; 3. 能正确选择和使用数控铣床刀具、夹具和量具; 4. 能正确选择、安装和调整数控铣床常用附件; 5. 能正确选择切削用量; 6. 能编制数控铣削工艺文件	1. 掌握复杂零件结构分析方法; 2. 掌握较为复杂零件的数控铣削加工工艺方案的拟定方法; 3. 掌握数控铣床夹具的选择和使用方法; 4. 掌握数控铣削加工对刀具的要求及数控铣削刀具选用原则; 5. 掌握切削用量的选择方法; 6. 掌握较为复杂零件的数控铣床加工工艺文件的编制方法	1. 遵守国家法律、法规和有关规定; 2. 具有高度的责任心、爱岗敬业、团结合作精神; 3. 严格执行相关标准、工作程序与规范、工艺文件和安全操作规程; 4. 学习新知识、新技能、勇于开拓和创新; 5. 爱护设备、系统及工具、夹具、量具; 6. 着装整洁,符合规定
二、数控编程	1. 能编制平面零件的数控铣削加工程序; 2. 能编制型腔类零件的加工程序; 3. 能编制孔零件的加工程序; 4. 能编制曲面类的加工程序; 5. 能利用数控加工仿真软件实施加工过程仿真,验证加工程序	1. 掌握数控编程基础知识; 2. 掌握基点和节点的数学处理方法; 3. 掌握固定循环和子程序的编程方法; 4. 掌握各种平面类、型腔类、孔系类及箱体零件编程方法; 5. 掌握数控加工仿真软件的使用方法	
三、数控铣床操作	1. 熟练操作数控铣床的操作面板; 2. 能够通过多种途径输入并编辑加工程序; 3. 能进行对刀并确定相关坐标系并能设置刀具参数; 4. 能够对程序进行校验,完成零件自动加工	1. 掌握数控铣床操作面板的使用方法; 2. 掌握数控加工程序的编辑及输入方法; 3. 掌握数控铣床对刀的方法和刀具、参数的设置方法; 4. 掌握程序调试及校验的方法	
四、零件加工	1. 能进行平面、斜面类零件的数控铣削加工及加工精度控制; 2. 能进行沟槽、型腔类零件的加工及加工精度控制; 3. 能进行内孔及内螺纹、箱体类零件的加工及加工精度控制; 4. 能进行复杂空间曲面零件的加工及加工精度控制	1. 掌握外轮廓类零件的数控铣削加工方法及加工精度的控制方法; 2. 掌握外沟槽、型腔类零件的加工方法及加工精度的控制方法; 3. 掌握孔、箱体、沟槽类零件的加工方法及加工精度的控制方法; 4. 掌握复杂空间曲面零件的加工方法及加工精度的控制方法	

续表

课程能力目标		课程知识目标	课程素质目标
工作	课程技能目标		
五、零件检测	1. 能够进行零件的长度、锥度及形位精度检验; 2. 能够进行在线测量,进行加工技术参数调整; 3. 能进行加工质量分析	1. 掌握通用量具的使用方法; 2. 掌握零件精度检验及测量方法; 3. 掌握在线检测方法; 4. 掌握加工质量的分析方法	7. 保持工作环境清洁有序,文明生产; 8. 职业素养:严、慎、细、实的工作作风,6s行为规范
六、数控铣床与精度检验维护	1. 能够进行数控铣床切削精度检验; 2. 能读懂数控系统的报警信息及常见故障的排除; 3. 能够完成数控铣床的日常维护及保养	1. 掌握数控铣床切削精度检验内容及方法; 2. 掌握数控系统报警信息类型及常见故障排除方法; 3. 掌握数控铣床日常维护及保养方法	

3. 学习本课程前应具备的知识和能力

- 1) 具备识图、CAD 绘图、三维绘图的能力。
- 2) 具备金属材料和机械零件的基本知识。
- 3) 熟悉普通车削、铣削、钻削、磨削等加工方法。
- 4) 具备普通机床零件加工操作基础。
- 5) 熟悉数控机床的分类、工作原理、数控系统、典型结构。
- 6) 掌握机械加工工艺规程的编制、数控加工刀具的选择、数控加工质量分析、常用夹具的使用等。

二、数控铣床的认识

1. 数控铣床简介

数控铣床是世界上最早研制出来的数控机床,是一种功能很强的机床。它加工范围广、工艺复杂、涉及的技术问题多,是数控加工领域中具有代表性的一种机床。数控铣床可进行钻孔、镗孔、攻螺纹、轮廓铣削、平面铣削、平面型腔铣削及空间三维复杂型面的铣削加工。目前迅速发展起来的加工中心和柔性制造单元等都是在数控铣床的基础上发展起来的。人们在研究和开发新的数控系统和自动编程软件时,也把数控铣削加工作为重点。与普通铣床相比,数控铣床的加工精度高、精度稳定性好、适应性强、操作劳动强度低,特别适用于板类、盘类、壳体类、模具类等复杂形状的零件或对精度保持性要求较高的中、小批量零件的加工。

2. 数控铣床的加工特点

数控铣削加工除了具有普通铣床加工的特点外,还有如下特点:

- 1) 零件加工的适应性强、灵活性好,能加工轮廓形状特别复杂或难以控制尺寸的零件,如模具类零件、壳体类零件等。
- 2) 能加工普通机床无法加工或很难加工的零件,如用数学模型描述的复杂曲线零件以及三维空间曲面类零件。
- 3) 能加工一次装夹定位后需进行多道工序加工的零件。
- 4) 加工精度高、加工质量稳定可靠。

5) 生产自动化程度高,可以减轻操作者的劳动强度,有利于生产管理自动化。

6) 生产效率高。采用数控铣床可以比采用普通铣床将生产效率提高2~3倍,尤其对某些复杂零件的加工,生产效率可提高十几倍甚至几十倍。

7) 从切削原理上讲,无论是端铣或是周铣都属于断续切削方式,而不像车削那样连续切削,因此对刀具的要求较高,具有良好的抗冲击性、韧性和耐磨性。在干式切削状况下,还要求有良好的红硬性。

3. 数控铣床主要加工对象

数控铣床可进行钻孔、镗孔、攻螺纹、轮廓铣削、平面铣削、平面型腔铣削及空间三维复杂型面的铣削加工。加工中心、柔性加工单元是在数控铣床的基础上产生和发展起来的,其主要加工方式也是铣削加工方式。

(1) 平面类零件

平面类零件的特点表现在加工表面既可以平行于水平面,又可以垂直于水平面,也可以与水平面的夹角成定角,如图0-1所示。

目前在数控铣床上加工的绝大多数零件属于平面类零件,平面类零件是数控铣削加工中最简单的一类零件,一般只需要用三坐标数控铣床的两轴联动或三轴联动即可加工。在加工过程中,加工面与刀具为面接触,粗、精加工都可采用端铣刀或牛鼻刀。

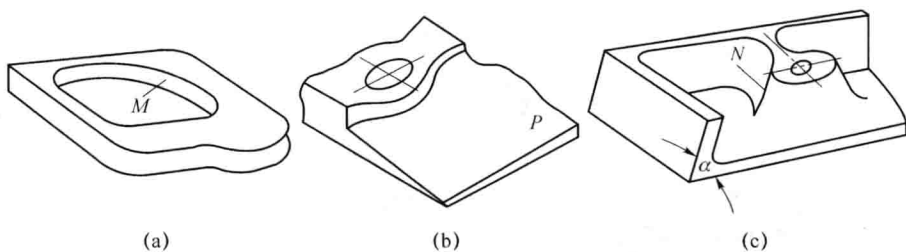


图0-1 平面铣削类零件

(a) 带平面轮廓的平面零件;(b) 带斜平面的平面零件;(c) 带正圆台和斜筋的平面零件

(2) 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。变斜角类零件的变斜角加工面不能展开为平面,但在加工中,加工面与铣刀圆周接触的瞬间为一条直线,如飞机上的整体梁、框、缘条、肋筋等。这类零件的加工一般要采用多坐标联动的数控铣床加工,也可在三坐标数控铣床上通过两轴半联动近似加工,但精度稍差,如图0-2所示。

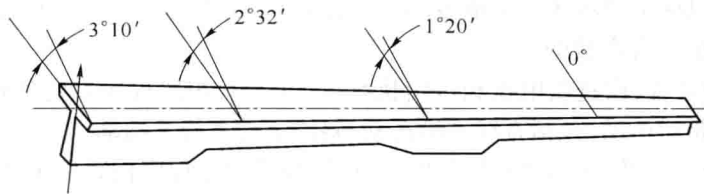


图0-2 变斜角零件

(3) 曲面类零件

加工面为空间曲面的零件称为曲面类零件,如模具、叶片、螺旋桨等。曲面类零件的加

工面不能展开为平面,加工表面为空间曲面,在加工过程中,加工面与铣刀始终为点接触,表面精加工多采用球头铣刀进行。对曲率变化不大和精度要求不高的曲面的粗加工,常用两轴半坐标的行切法加工,即 X、Y、Z 轴中任意两轴做联动插补,第三轴做单独的周期进给,如图 0-3 所示。对曲率变化较大和精度要求较高的曲面的精加工,常用 Z、Y、Z 三坐标联动插补的行切法加工。对像叶轮、螺旋桨这样的零件,因其叶片形状复杂,刀具容易受相邻表面干涉,常用五坐标联动加工,如图 0-4 所示。

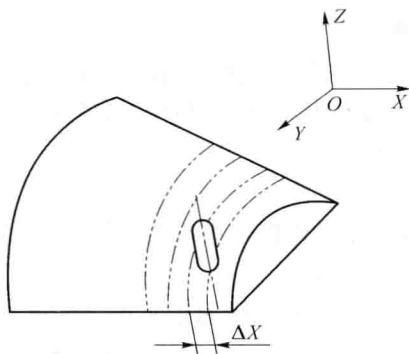


图 0-3 两轴半加工

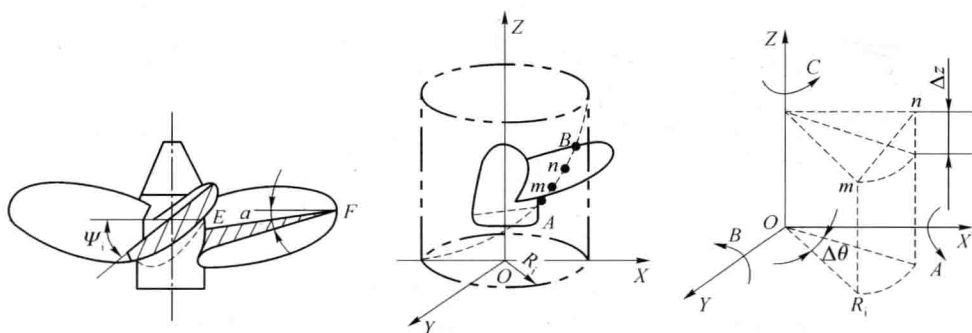


图 0-4 曲面 5 轴联动加工

4. 数控铣床的结构组成

如图 0-5 所示,数控铣床一般由数控系统、主传动系统、进给伺服系统、冷却润滑系统等几大部分组成。

1) 主轴箱,包括主轴箱体和主轴传动系统,用于装夹刀具并带动刀具旋转,主轴转速范围和输出扭矩对加工有直接的影响。

2) 进给伺服系统,由进给电机和进给执行机构组成,按照程序设定的进给速度实现刀具和工件之间的相对运动,包括直线进给运动、斜线运动和旋转运动。

3) 控制系统,数控铣床运动控制的中心,执行数控加工程序控制机床进行加工。

4) 辅助装置,如液压、气动、润滑、冷却系统和排屑、防护等装置。

5) 机床基础件,铣床基础件称为铣床大件,通常是指床身、底座、立柱、横梁、滑座、工作台等,它是整台铣床的基础和框架。铣床的其他零、部件,或者固定在基础件上,或者工作时在它的导轨上运动。其他机械结构的组成则按铣床的功能需要选用。

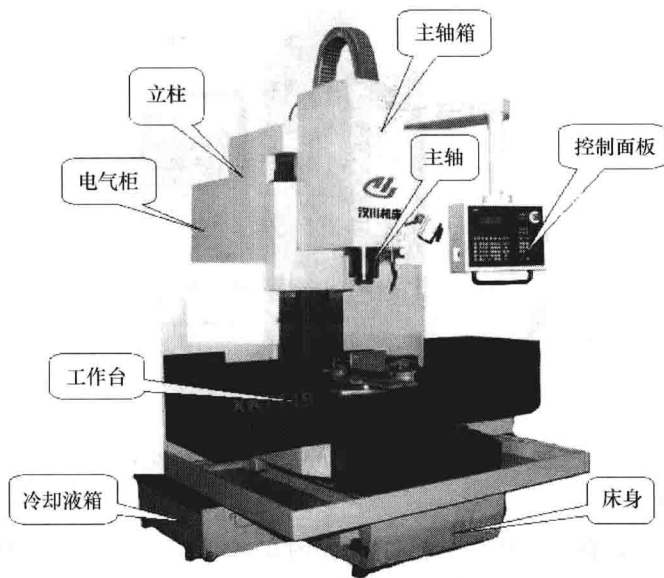


图 0-5 数控铣床结构

5. 数控铣床的分类

数控铣床种类较多,常见的分类方法有以下几种。

(1) 按数控系统的功能分类

1) 经济型数控铣床。

经济型数控铣床一般是在普通立式铣床或卧式铣床的基础上改造而来的,采用经济型数控系统,成本低,机床功能较少,主轴转速和进给速度不高,主要用于精度要求不高的简单平面或曲面零件加工。

2) 高速铣削数控铣床。

一般把主轴转速在 $8\,000 \sim 10\,000 \text{ r/min}$ 的数控铣床称为高速铣削数控铣床,其进给速度可达 $10 \sim 30 \text{ m/min}$ 。这种数控铣床采用主体结构及材料不同的全新的机床结构、安装电主轴和直线电机驱动进给的功能部件、功能强大的数控系统以及配置加工性能优越的刀具系统,可对大面积的曲面进行高效率、高质量的加工。

3) 全功能数控铣床。

全功能数控铣床一般采用半闭环或闭环控制,控制系统功能较强,数控系统功能丰富,一般可实现四坐标或以上的联动,加工适应性强,应用最为广泛。

(2) 按主轴布置形式分类

1) 立式数控铣床。

立式数控铣床的主轴轴线与工作台面垂直,如图 0-6 所示,是数控铣床中最常见的一种主轴布置形式。立式数控铣床一般为三坐标(X、Y、Z)联动,其各坐标的控制方式主要有以下两种:

① 工作台纵、横向移动并升降,主轴只完成主运动。目前小型数控铣床一般采用这种方式。

② 工作台纵、横向移动,主轴升降。这种方式一般运用在中型数控铣床中。

立式数控铣床结构简单、工件安装方便、加工时便于观察,但不便于排屑。



图 0-6 华中 XD-40A 型立式数控铣床

2) 卧式数控铣床。

卧式数控铣床的主轴轴线平行于水平面,如图 0-7 所示。为了扩大加工范围和扩充功能,卧式数控铣床通常采用增加数控转台或万能数控转台的方式来实现四轴和五轴联动加工。这样既可以加工工件侧面的连续回转轮廓,又可以实现一次装夹中通过转台改变零件的加工位置,也就是通常所说的工位,进行多个位置或工作面的加工。



图 0-7 卧式数控铣床

3) 立卧两用转换铣床。

立卧两用数控铣床的主轴轴线可以变换,使一台铣床具备立式数控铣床和卧式数控铣床的功能。这类机床适应性更强,应用范围更广,尤其适合于多品种、小批量又需立、卧两种方式加工的情况,但其主轴部分结构较为复杂。目前,这类数控铣床已不多见。

(3) 按照构造分类

1) 工作台升降式数控铣床。

工作台升降式数控铣床采用工作台移动、升降而主轴不动的方式,小型数控铣床一般采用此种方式。

2) 主轴头升降式数控铣床。

主轴头升降式数控铣床采用工作台纵向和横向移动且主轴沿垂直滑板上下运动的方式,主轴头升降式数控铣床在精度保持、承受重量、系统构成等方面都具有很多优点,已成为

数控铣床的主流。

3) 龙门式数控铣床。

龙门式数控铣床的主轴可以在龙门架的横向与垂向溜板上运动,而龙门架则沿床身做纵向运动,是大型数控铣床,如图0-8所示。因为考虑到扩大行程,缩小占地面积及刚性等技术上的问题,往往采用龙门架移动方式。

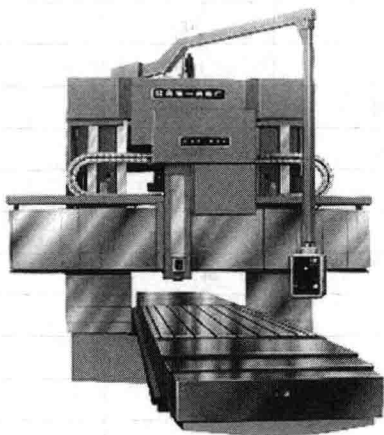


图0-8 龙门数控铣床

6. 数控铣床的性能指标与功能

(1) 数控铣床的主要技术参数

数控铣床的主要技术参数包括工作台面积、各坐标轴行程、主轴转速范围、切削进给速度范围、定位精度、重复定位精度等,其具体内容及作用如表0-2所示。

表0-2 数控铣床的主要技术参数

类别	主要内容	作用
尺寸参数	工作台面(长×宽)、承重	影响加工工件的尺寸范围(重量)、编程范围及刀具、机床之间干涉
	各坐标最大行程	
	主轴套筒移动距离	
	主轴端面到工作台距离	
接口参数	工作台T形槽数、槽宽、槽间距	影响工件、刀具及机床附件等的安装
	主轴孔锥度、直径	
运动参数	主轴转速范围	影响加工性能及编程参数
	工作台进给速度、切削进给速度范围	
动力参数	主轴电机功率	影响切削负荷
	伺服电机额定转矩	
精度参数	定位精度、重复定位精度	影响加工精度及其一致性
	分度精度(回转工作台)	
其他参数	外形尺寸、重量	影响使用环境

以华中 HNC-22M XD-40A 型数控铣床为例,其主要技术参数如表0-3所示。

表 0-3 XD-40A 型数控铣床的主要技术参数

项目	单位	参数
机床型号		XD-40A
工作台规格(长×高)	mm	800×400
T 型槽尺寸、槽高	mm	18H7×125×3(中央 T 型)
工作台最大载重	kg	500
X,Y,Z 行程(max)	mm	600,420,520
主轴中心线距 Z 向导轨面距离	mm	511
主轴端面距工作台上平面距离	mm	150~670
X,Y,Z 轴伺服电机	N·m	11,11,11
X,Y,Z 向切削进给速度	mm/min	1~10 000
X,Y,Z 向快速进给速度	m/min	20,20,20
主轴最高转速	r/min	8 000
主轴功率	kW	7.5~11
主轴锥孔		No. 4
主轴前支撑直径	mm	φ70
主轴轴承润滑方式		油脂润滑
工作电源		AC 380 V±10%;50 Hz
工作环境		温度 8℃~40℃,湿度≤80%,气压 0.5 MPa
机床尺寸	mm	2 376×2 248×2 458
主机重量	kg	4 400
数控系统	HNC-18iM/19Im、HNC-21M 华中世纪星数控系统	

(2) 数控铣床的运动指标

1) 控制机床运动的坐标特征。

为了把工件上各种复杂的形状轮廓连续加工出来,必须控制刀具沿设定的直线、圆弧或空间的直线、圆弧轨迹运动,这就要求数控铣床的伺服控制系统能在多坐标方向同时协调动作,并保持预定的相互关系,也就是要求机床应能实现多坐标联动。数控铣床要控制的坐标数至少是三坐标中任意两坐标联动,而要实现连续加工直线变斜角工件,则要实现四坐标联动控制;若要加工曲面变斜角工件,则要求实现五坐标联动控制。因此,通常数控铣床所配置的数控系统在档次上、功能上都比其他数控机床相应更高一些。

2) 数控铣床的主轴特征。

现代数控铣床的主轴开启、停止及准停,主轴正反转与主轴变速等都可以按程序介质上编入的程序自动执行。不同的机床其变速功能与范围也不同,有的采用变频机组(目前已很少采用),固定几种转速,可任选一种编入程序,但不能在运转时改变;有的采用变频器调速,将转速分为几挡,编程时可任选一挡,在运转中可通过控制面板上的旋钮在本挡范围内自由调节;有的则不分挡,编程可在整个调速范围内任选一值,在主轴运转中可以在全速范围内进行无级调整,但从安全角度考虑,每次只能调高或调低在允许的范围内,不能有大起大落

的突变。在数控铣床的主轴套筒内一般都设有自动拉、退刀装置,能在数秒钟内完成装刀与卸刀,使换刀显得较方便。此外,多坐标数控铣床的主轴可以绕 X、Y 或 Z 轴做数控摆动,也有的数控铣床带有万能主轴头,从而扩大了主轴自身的运动范围,但其主轴结构更加复杂。

(3) 数控铣床的精度指标

1) 脉冲当量(分辨率)。

脉冲当量即一个脉冲所产生的坐标轴移动量。脉冲当量是脉冲分配的基本单位,按机床设计的加工精度选定,普通精度的机床一般取脉冲当量为 0.01 mm,较精密的机床取 0.001 mm 或 0.005 mm。精密或超精密数控机床的脉冲当量为 0.001 ~ 0.000 1 mm。

2) 定位精度。

定位精度指零件或刀具等实际位置与标准位置(理论位置、理想位置)之间的差距,差距越小,说明精度越高。定位精度是零件加工精度得以保证的前提。如 XD-40A 型数控铣床 X、Z 轴的定位精度为 0.05 mm, Y 轴的定位精度为 0.04 mm。

3) 重复定位精度。

重复定位精度是在相同条件下,同一台数控机床上,操作方法不同,应用同一零件程序连续加工一批零件所得结果的一致程度。重复定位精度受伺服系统特性、进给系统的间隙与刚性以及摩擦特性等因素的影响,一般情况下,重复定位精度是呈正态分布的偶然性误差,它影响一批零件加工的一致性,是一个非常重要的精度指标。如 XD-40A 型数控加工中心重复定位精度为 0.02 mm。

(4) 数控铣床的主要功能

各种类型数控铣床所配置的数控系统虽然各有不同,但各种数控系统的功能,除一些特殊功能不尽相同外,其主要功能基本相同。

1) 铣削加工。

数控铣床一般应具有三坐标以上联动功能,能够进行直线插补和圆弧插补,并能自动控制旋转的铣刀相对于工件运动进行铣削加工。其中,坐标联动轴数越多,对工件的装夹要求就越低,加工工艺范围越大。

2) 孔及螺纹加工。

可以采用定尺寸孔加工刀具进行钻、扩、铰、镗、镗削等加工,也可以采用铣刀铣削不同尺寸的孔。

3) 刀具补偿功能。

一般包括刀具半径补偿功能和刀具长度补偿功能。

4) 公制、英制单位转换。

可以根据图纸的标注选择公制单位(mm)和英制单位(inch)进行程序编制,以适应不同企业的具体情况。

5) 绝对坐标和增量坐标编程。

程序中的坐标数据可以采用绝对坐标或增量坐标,使数据计算或程序的编写更方便。

6) 进给速度、主轴转速调整。

数控铣床控制面板上一般设有进给速度、主轴转速的倍率开关,用来在程序执行中根据加工状态和程序设定值随时调整实际进给速度和主轴实际转速,以达到最佳的切削效果。一般进给速度调整范围为 0 ~ 200%,主轴转速调整范围为 10% ~ 150%。

7) 固定循环。

固定循环是固化为 G 指令的子程序,并通过各种参数适应不同的加工要求,主要用于实现一些具有典型性的需要多次重复的加工动作,如各种孔、内外螺纹、沟槽等的加工。使用固定循环可以有效地简化程序的编制。但不同的数控系统对固定循环的定义有较大的差异,在使用的时候应注意区别。

8) 通信功能。

数控系统一般都配有 RS-232 或 CRS-422 远距离串行接口,可以按照用户的格式要求,与同一级计算机进行多种数据交换。现代数控系统大都具有制造自动化协议(MAP)接口,并采用光缆通信,提高数据传送的速度和可靠性。

9) 子程序调用功能。

有些零件需要在不同的位置上重复加工同样的轮廓形状,将这一轮廓形状的加工程序作为子程序,在需要的位置上重复调用,就可以完成对该零件的加工。

10) 宏程序功能。

该功能可用一个总指令代表实现某一功能的一系列指令,并能对变量进行运算,使程序更具灵活性和方便性。

11) 自诊断报警功能。

现代数控系统具有人工智能的故障诊断系统,可以用来实现对整个加工过程的监视,诊断数控系统的故障,并及时报警。

三、 操作规范

1. 安全文明生产

文明生产是工厂管理的一项重要内容。它直接影响产品质量的好坏,设备和工、夹、量具的使用寿命,操作工人技能的发挥等,所以作为学校的学生、工厂后备技术力量,从开始学习基本操作技能时,就要养成文明生产的良好习惯。因此,要求操作者在操作时必须做到以下几点:

- 1) 严格遵守数控机床的安全操作规程,熟悉数控机床的操作顺序。
- 2) 保持数控机床周围的环境整洁。
- 3) 操作人员应穿戴好工作服、工作鞋,不得穿戴有危险性的服饰品。

2. 数控铣床安全操作规程

为了正确合理地使用数控铣床或加工中心,保证机床正常运转,必须制定比较完整的数控铣床操作规程,通常有以下几点要求。

(1) 安全操作基本注意事项

- 1) 进入车间实习时,要穿好工作服,大袖口要扎紧,衬衫要系入裤内。女同学要戴安全帽,并将发辫纳入帽内。不得穿凉鞋、拖鞋、高跟鞋、背心、裙子和戴围巾进入车间。
- 2) 不要移动或损坏安装在机床上的警告标牌。
- 3) 不要在机床周围放置障碍物,工作空间应足够大。
- 4) 某一项工作如需要两人或多人共同完成,则应注意相互间的协调一致。
- 5) 不允许采用压缩空气的方法清洁机床、电气柜及 NC 单元。