

中等职业学校机电类规划教材

ZHONGDENG ZHIYE XUEXIAO JIDIANLEI GUIHUA JIAOCAI

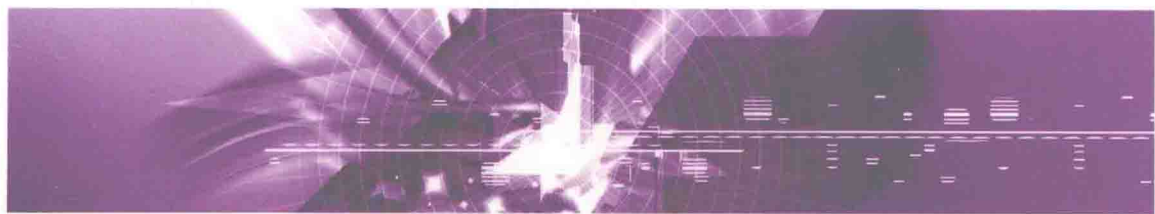


数控技术应用专业系列

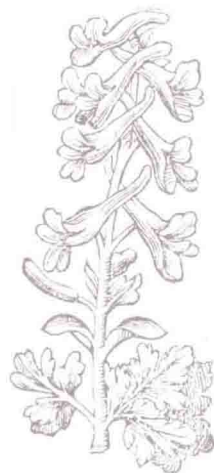
数控铣削编程 与操作基础理论

刘振全 刘华 主编
张翠香 徐超 副主编

CNC TECHNOLOGY



- 多个编程实例，清晰呈现数控编程方法
- 精心选择理论知识内容，紧扣动手操作的要求
- 内容满足中级数控铣削操作技能考核要求



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中 等 职 业 学 校 机 电 类 规 划 教 材

ZHONGDENG ZHIYE XUEXIAO JIDIANLEI GUIHUA JIAOCAI



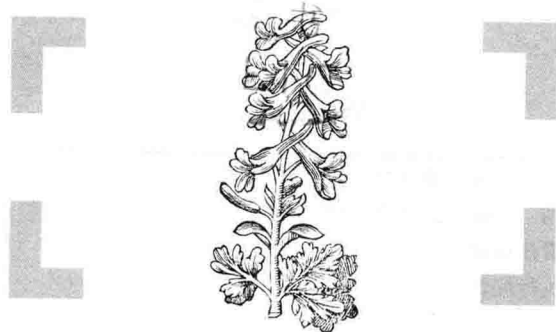
数控技术应用专业系列

数控铣削编程 与操作基础理论

刘振全 刘华 主 编

张翠香 徐超 副主编

CNC TECHNOLOGY



人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削编程与操作基础理论 / 刘振全, 刘华主编

— 北京: 人民邮电出版社, 2014.8

中等职业学校机电类规划教材. 数控技术应用专业系列

ISBN 978-7-115-33272-1

I. ①数… II. ①刘… ②刘… III. ①数控机床—铣床—程序设计—中等专业学校—教材②数控机床—铣床—金属切削—中等专业学校—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第233122号

内 容 提 要

本书在“学中做, 做中学, 理实一体”的教学原则下, 教学内容以职业能力培养为主线精心选择理论知识内容, 紧扣动手操作的要求所需, 结合现在中职学生特点和数控铣削教学内容的具体特点进行组织编写。本书分为三大部分, 一是编程常识部分, 二是加工常识部分, 三是自动编程加工部分。

本书适合中等职业学校数控专业的学生使用。

◆ 主 编 刘振全 刘 华

副 主 编 张翠香 徐 超

责任编辑 李育民

执行编辑 王丽美

责任印制 焦志炜

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京昌平百善印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 10.5

2014年8月第1版

字数: 267千字

2014年8月北京第1次印刷

定价: 26.00元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

前 言

随着数控技术的飞速发展,数控设备的应用日益广泛,因而需要一批既懂数控铣削加工、数控系统及数控机床的基本知识,又能熟悉数控铣床编程与操作的初、中级人才。同时国家正大力发展中职示范校建设,为此,结合职业中等专业学校的现状及长远发展,特编写本书。

本书充分考虑中等职业学校学生的特点,以数控技术和中级数控铣削操作技能考核要求为主线,结合社会企业需求,重点考虑学生动手操作能力的培养、加工工艺的分析、机床操作和编程能力的训练。

本书在“学中做,做中学,理实一体”的教学原则下,教学内容以职业能力培养为主线精心选择理论知识内容,紧扣动手操作的要求所需,结合现在中职学生特点和数控铣削教学内容的具体特点进行组织编写,教材配有大量的实物图片,让学生更容易接受,比较适合中职学生的学习情况。本书分为3大部分,一是编程常识部分,二是加工常识部分,三是自动编程加工部分。编程常识部分根据学校现有的设备,整合数控机床的组成及功能、数控系统、坐标系、编程指令、对刀等理论知识,是学生学习编程的基础;加工常识部分整合了加工工艺、刀具、夹具、量具、附件、冷却液等,是学生动手操作之前必须掌握或了解的知识;自动编程加工部分是以CAXA机械制造工程师2011为载体,通过手把手教学生完成一个实例,使学生能对自动编程加工有一个深刻的了解,从而为学生能够顺利胜任数控加工岗位工作打下基础。

本书的参考学时为94~123学时,强烈建议采用“理论、实践一体化”教学模式,各部分的参考学时见下面的学时分配表。

学时分配表

项 目	课 程 内 容	学 时
课题1	数控铣床概述	9~12
课题2	FANUC 系统数控铣削编程概述	26~30
课题3	数控加工操作概述	5~7
课题4	几个有关加工和生产的概念	16~18
课题5	数控加工刀具	9~12
课题6	部分数控机床附件	4~6
课题7	数控机床夹具	5~8
课题8	数控加工量具	9~14
课题9	数控加工冷却液	1~2
课题10	自动编程	10~14
课时总计		94~123

本书由刘振全、刘华任主编,张翠香、徐超任副主编。刘振全编写了课题1和课题5;刘华编写了课题6和课题8;张翠香编写了课题2;徐超编写了课题3;崔德森编写了课题7;邵长菊编写了课题4;贺军鹏编写了课题10;滕美茹编写了课题9。

由于编者水平和经验有限,书中难免存在疏漏和不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2013年10月

目 录

课题 1 数控铣床概述1	子任务 7 英制输入指令 G20、米制输入指令 G21、脉冲当量输入指令 G22.....24
任务 1 数控铣床的基本知识1	子任务 8 进给速度单位的设定 G94、G95.....24
子任务 1 数控技术.....1	子任务 9 暂停指令 G04.....24
子任务 2 数控机床.....1	子任务 10 参考点返回指令 G27、G28、G29、G30.....25
子任务 3 数控加工.....2	任务 7 数控铣削编程的几个常用 M 代码26
子任务 4 数控铣床的分类.....2	子任务 1 CNC 内定的辅助功能.....26
子任务 5 数控铣床的组成.....3	子任务 2 PLC 设定的辅助功能.....27
子任务 6 数控机床的应用范围.....5	任务 8 主轴功能 S、进给功能和刀具功能 T27
子任务 7 数控技术总的发展趋势.....6	任务 9 刀具半径补偿指令 G40、G41 和 G4228
任务 2 铣床坐标轴6	任务 10 简化编程指令30
子任务 1 坐标系的确定原则.....6	子任务 1 旋转变换指令 G68、G69.....30
子任务 2 坐标轴的实际意义与确定方法.....7	子任务 2 镜像指令 G51.1\G50.1（华中系统：G24\G25）.....31
任务 3 铣床坐标系7	子任务 3 坐标变换——极坐标编程指令 G15、G16.....33
子任务 1 机床原点.....7	子任务 4 孔加工固定循环指令.....33
子任务 2 机床参考点.....7	任务 11 宏程序36
任务 4 工件坐标系8	子任务 1 A 类宏程序.....37
子任务 1 工件坐标系定义.....8	子任务 2 B 类宏程序.....37
子任务 2 工件（编程）坐标系的建立原则.....9	课题 3 数控加工操作概述45
课题 2 FANUC 系统数控铣削编程概述10	任务 1 加工工件的基本过程45
任务 1 一个零件程序的产生过程10	任务 2 了解程序的输入方法45
任务 2 一个零件程序的产生方法10	任务 3 机床的回零45
子任务 1 手工编程.....10	子任务 1 机床回零的工作原理.....45
子任务 2 自动编程.....11	子任务 2 机床回零的操作.....46
任务 3 一个零件主程序的结构14	任务 4 刀具的对刀理论47
任务 4 子程序15	任务 5 刀具的分中对刀操作48
任务 5 程序段格式16	子任务 1 FANUC 系统机床.....48
任务 6 数控铣削编程的几个常用 G 指令17	子任务 2 华中系统机床刀具的分中对刀操作.....50
子任务 1 加工坐标系选择指令（G54~G59）.....18	任务 6 程序的检查、校验与运行52
子任务 2 G92：设置加工坐标系.....18	思考与练习52
子任务 3 平面选择指令 G17、G18、G19.....19	课题 4 几个有关加工和生产的概念54
子任务 4 绝对值输入指令 G90、增量值输入指令 G91.....19	
子任务 5 快速定位指令 G00.....19	
子任务 6 插补指令.....20	

任务 1 生产过程	54	子任务 5 机床夹具的组成	93
任务 2 工艺过程	54	子任务 6 机床夹具的作用	93
任务 3 生产纲领	54	任务 3 工件在夹具中的定位	94
任务 4 生产类型的分类	55	子任务 1 工件定位基本原理	94
任务 5 工艺规程	55	子任务 2 六点定位原则	94
子任务 1 定义、作用及制作要求	55	任务 4 在夹具中限制工件自由度	94
子任务 2 制定工艺规程的基本要求	55	任务 5 工件的夹紧	94
子任务 3 制定工艺规程的方法与步骤	56	子任务 1 夹紧力的确定	94
课题 5 数控加工刀具	68	子任务 2 基本夹紧机构	95
任务 1 数控加工刀具	68	课题 8 数控加工量具	98
子任务 1 数控刀具的分类	68	任务 1 外轮廓测量用量具	98
子任务 2 数控刀具的要求与特点	73	子任务 1 游标卡尺	98
子任务 3 数控刀具的材料	74	子任务 2 螺旋测微量具	102
子任务 4 硬质合金的分类和标志	75	任务 2 内轮廓测量用量具	108
任务 2 数控工具系统分类	76	子任务 1 内测百分尺	108
子任务 1 镗铣类整体式工具系统 (TSG)	76	子任务 2 三爪内径千分尺	109
子任务 2 镗铣类模块式工具系统 (TMG)	77	子任务 3 内径百分表	110
任务 3 常用刀柄	78	任务 3 深度测量用量具	111
子任务 1 整体式	78	子任务 1 深度游标卡尺	111
子任务 2 模块式	81	子任务 2 深度百分尺	112
任务 4 数控刀具中刀柄的应用知识	82	任务 4 测量找正用指示式量具	113
子任务 1 7:24 锥度的通用刀柄	82	子任务 1 百分表、千分表	113
子任务 2 1:10 的 HSK 真空刀柄	83	子任务 2 杠杆百分表和千分表	115
任务 5 拉钉	84	任务 5 螺纹检测用量具	116
课题 6 部分数控机床附件	86	子任务 1 内螺纹检测	116
任务 1 回转工作台	86	子任务 2 外螺纹检测	116
任务 2 数控分度头	87	课题 9 数控加工冷却液	118
任务 3 寻边器	87	任务 1 切削液的分类	118
任务 4 Z 轴设定器	88	任务 2 切削液的作用	118
任务 5 锁刀座	88	任务 3 冷却润滑油的选择	119
课题 7 数控机床夹具	89	思考与练习	119
任务 1 工件的安装	89	课题 10 自动编程	121
子任务 1 工件安装的内容	89	任务 1 计算机自动编程基本知识	121
子任务 2 工件安装的方法	89	子任务 1 什么是自动编程	121
任务 2 机床夹具概述	90	子任务 2 了解 CAXA 机械制造工程师的功能及特点	121
子任务 1 夹具的分类	90	任务 2 认识 CAXA 机械制造工程师	122
子任务 2 通用夹具的选用	91	子任务 1 CAXA 机械制造工程师界面	122
子任务 3 专用夹具	92	子任务 2 几对基本概念	123
子任务 4 组合夹具	92		

子任务 3 常用热键及某功能	123	子任务 4 三角内轮廓编程 (换 $\phi 8$ 的 立铣刀)	142
子任务 4 常用键的含义和使用	123	任务 4 学习 CAXA 机械工程师 2011 的 CAD/CAM 功能训练二	149
子任务 5 点的输入方法	124	子任务 1 阅读图纸	149
子任务 6 鼠标的使用	124	子任务 2 外轮廓编程	150
任务 3 学习 CAXA 机械工程师 2011 的 CAD/CAM 功能训练一	124	任务 5 注意事项	158
子任务 1 阅读图纸	124	任务 6 CAXA 加工方法汇总	159
子任务 2 外轮廓编程	125	思考与练习	159
子任务 3 长圆内轮廓编程 ($\phi 16$ 的立 铣刀)	137	参考文献	162

课题

1

数控铣床概述

任务 1 数控铣床的基本知识

子任务 1 数控技术

数控技术 (Numerical Control Technology) 是指用数字化的信息对某一对象进行控制的技术。控制的对象可以是位移、角度、速度、温度、压力、流量、声音等。数控技术是近年来发展起来的一种自动控制技术,在现代机械加工中起着关键与决定性的作用。

子任务 2 数控机床

将数控技术应用在机械加工机床上,即采用数字信号对机床的动作及加工过程进行控制,或者说是装备了数控系统的机械设备称为数控机床 (Numerically Controlled Machine Tool)。

常用的数控机床有数控车床 (见图 1-1)、数控铣床 (见图 1-2)、数控加工中心 (见图 1-3)、数控雕刻机 (见图 1-4)、数控电火花机 (见图 1-5)、数控线切割机 (见图 1-6 和图 1-7),其他数控设备还有数控磨床、数控冲剪机、数控压力机、数控弯管机、数控坐标测量机、数控绘图仪等。

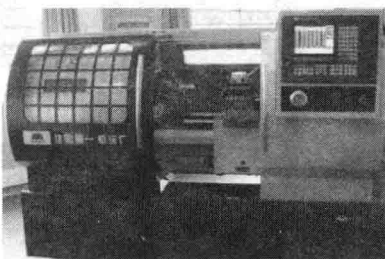


图 1-1 数控车床



图 1-2 数控铣床

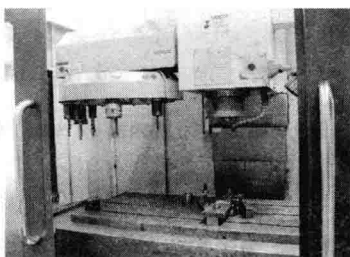


图 1-3 数控加工中心

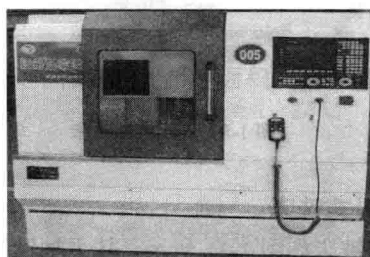


图 1-4 数控雕刻机

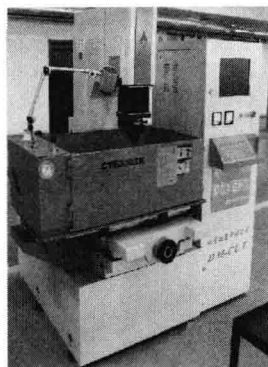


图 1-5 数控电火花机

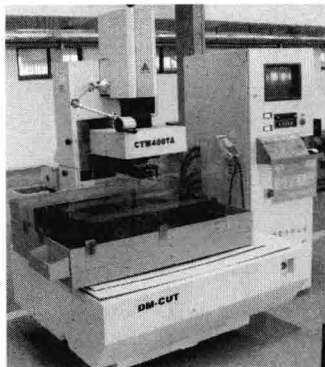


图 1-6 数控线切割机 (快走丝)



图 1-7 数控线切割机 (慢走丝)

子任务 3 数控加工

数控加工 (Numerical Control Manufacturing) 是指采用数字信息对零件加工过程及机床运动进行控制的自动化加工方法。

数控加工是一种具有高效、高精度、高柔性等特点的自动化加工方法, 可有效地解决普通机床无法解决的复杂、精密、多变等问题。

子任务 4 数控铣床的分类

1. 数控立式铣床

数控立式铣床目前的应用较为广泛, 其中, 3 坐标数控立式铣床 (见图 1-8) 占大多数, 可进行 3 坐标联动加工, 完成轮廓、平面、空间曲面等的加工。但也有部分机床只能进行 3 个坐标中的任意两个坐标联动加工 (2 轴半加工)。此外, 还有机床主轴可以绕 X 、 Y 、 Z 坐标轴中的其中一个或两个轴作数控摆角运动的四轴 (4 坐标) 和五轴 (5 坐标) 数控立铣如图 1-9 和图 1-10 所示。

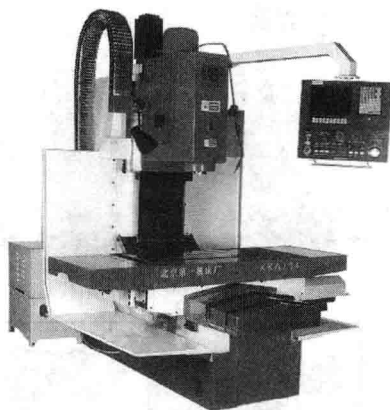


图 1-8 立式三轴铣床

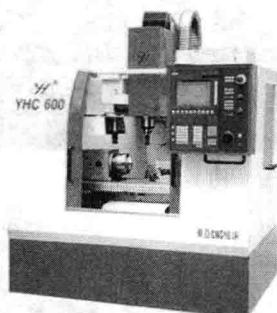


图 1-9 立式四轴 (4 坐标) 铣床

2. 数控卧式铣床

卧式数控铣床如图 1-11 所示, 其主轴轴线平行于水平面。为了扩大加工范围和扩充功能, 通常采用增加数控转盘或万能数控转盘来实现四轴、五轴加工。这样, 不但工件侧面上的连续回转

轮廓可以加工出来,还可以实现在一次安装中,通过转盘改变工位,进行 90° 回转的四面加工。其加工能力明显强于立式铣床,但价格比立式铣床贵。

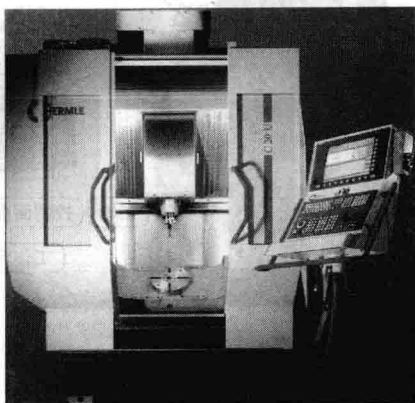


图 1-10 立式五轴（5 坐标）轴铣床



图 1-11 卧式铣床

3. 立卧两用数控铣床

立卧两用数控铣床如图 1-12 所示,目前已不多见。这类铣床的主轴方向可以更换,能在一台机床上既可以进行立式加工,又可以进行卧式加工,使用范围更广,功能更全,选择加工对象的余地更大,给用户带来方便。

4. 龙门式数控铣床

如图 1-13 所示,这类数控铣床主轴可以在龙门架的横向与垂直向的溜板上运动,而龙门架则沿着床身作纵向运动。大型数控铣床,因要考虑到扩大行程、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式。



图 1-12 立卧两用铣床

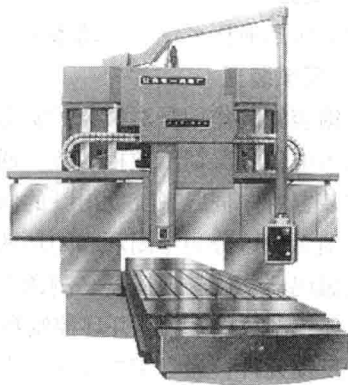


图 1-13 龙门式铣床

子任务 5 数控铣床的组成

数控铣床的组成如图 1-14 所示,主要由数控系统、主传动系统、进给伺服系统和冷却润滑系统等几大部分组成。

1. 主轴箱

主轴箱包括主轴箱体和主轴传动系统,用于装夹刀具和带动刀具旋转。主轴的转速范围和输出转矩及主轴的旋转稳定性对加工有直接影响。

2. 进给伺服系统

进给伺服系统由驱动系统、进给伺服电动机和进给执行机构组成，其作用是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，从而加工出符合图样要求的零件。常见的驱动系统有脉冲宽度调制系统、晶体管调速系统和功率放大器。常用的伺服电动机有步进电动机、直流伺服电动机、交流伺服电动机等。常用的进给执行机构有滚珠丝杠副、蜗轮蜗杆副等。

伺服系统的精度及动态相应决定了数控机床加工零件的表面质量和生产率，整个数控机床的性能主要取决于伺服系统。每个脉冲信号使机床移动部件产生的位移量称为脉冲当量，常用的脉冲当量为 $0.001\text{mm}/\text{脉冲}$ 。

3. 控制系统

数控装置是数控机床的控制核心，它接收输入设备的数字信息，经过数控装置的控制软件和逻辑电路（PLC）进行译码、运算和逻辑处理后，将各种指令信息输出给伺服系统，使设备按照规定的动作执行。

4. 机床本体

机床本体通常是指床身、立柱、横梁等，它是整个机床的支撑、基础和框架。

5. 辅助装置

辅助装置包括液压系统、气动系统、润滑系统、冷却系统、照明系统、排屑和防护等装置。

6. 检测反馈装置

检测反馈装置的作用是对机床的实际运动速度、方向、位移量以及加工状态加以检测，把检测结果转化为电信号反馈给数控装置。通过比较，计算出实际位置与指令位置之间的偏差，如有误差，数控装置将向伺服系统发出新的修正指令，并如此反复进行，直到消除其误差。

检测反馈系统可分为半闭环和闭环两种，常用的检测元件包括光栅尺、圆光栅、磁栅尺、圆磁栅、光电编码器、旋转变压器、测速发电机等。

（1）开环控制数控系统。开环控制数控系统如图 1-15 所示，是指不带反馈的控制系统，即系统没有位置反馈元件，通常用功率步进电动机或电液伺服电动机作为执行元件。

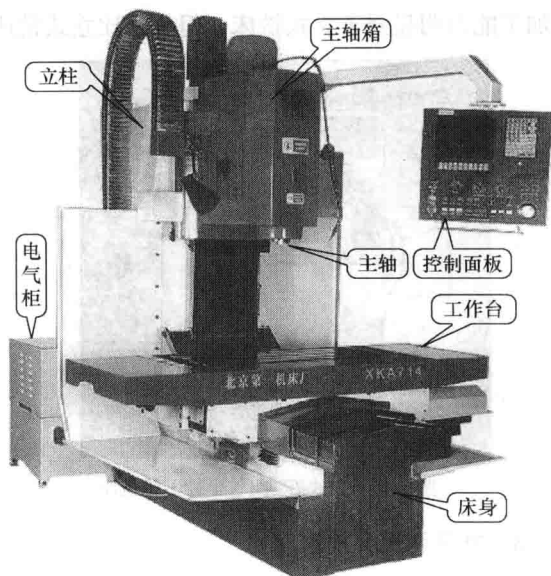


图 1-14 立式数控铣床的结构

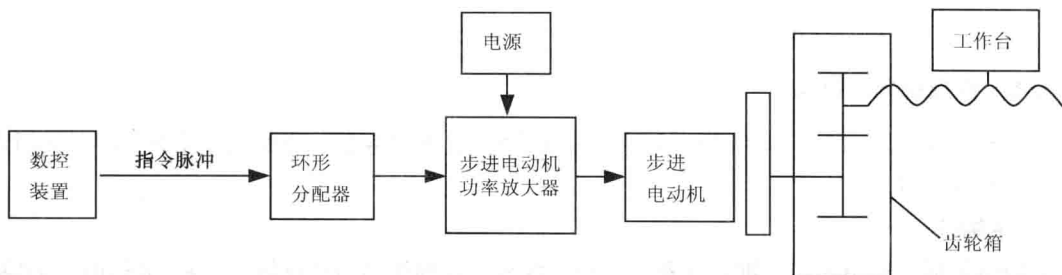


图 1-15 开环控制数控系统

开环控制数控系统具有结构简单、系统稳定、容易调试、成本低等优点。但是对位移部件的误差没有补偿和校正,所以精度低,一般适用于经济型数控机床和旧机床的数控化改造。

(2) 闭环控制数控系统。闭环控制数控系统如图 1-16 所示,是在机床移动部件上直接装有位置检测装置,将测量结果直接反馈到数控装置中,通过实际值与指令值的比较,用得到的差值进行控制,使移动部件按照实际的要求运动,最终实现精确定位。该系统可以消除包括工作台传动链在内的运动误差,因而定位精度高、调节速度快。但闭环伺服系统复杂且成本高,故适用于精度要求很高的数控机床,如精密数控镗铣床、超精密数控车床等。

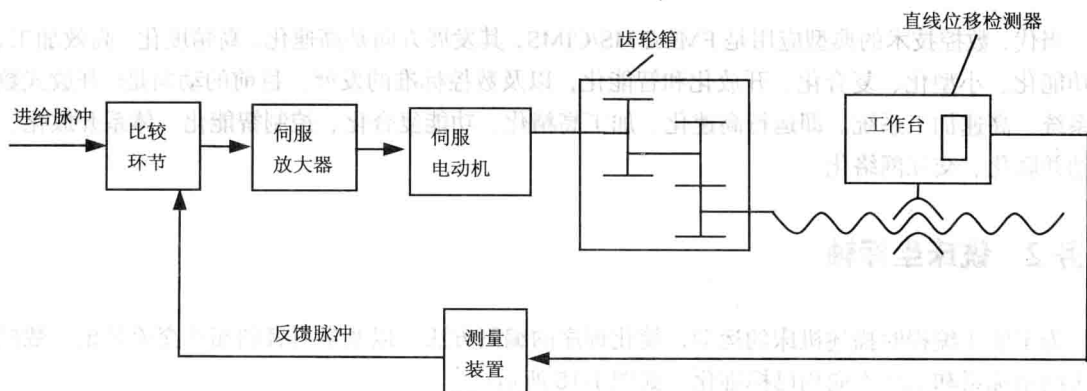


图 1-16 闭环控制数控系统

(3) 半闭环控制数控系统。半闭环控制数控系统如图 1-17 所示,为了降低成本,获得稳定的控制特性,在丝杠上装有角位移检测装置(如感应同步器、光电编码器等),从而间接计算出移动部件的位移,然后反馈到数控系统中,由于机械传动不包括在检测范围之内,因而称作半闭环控制数控系统。半闭环控制数控系统机械传动环节的误差,可以用消隙补偿的方法消除,因此仍可获得满意的精度。在中档数控机床中被广泛采用。

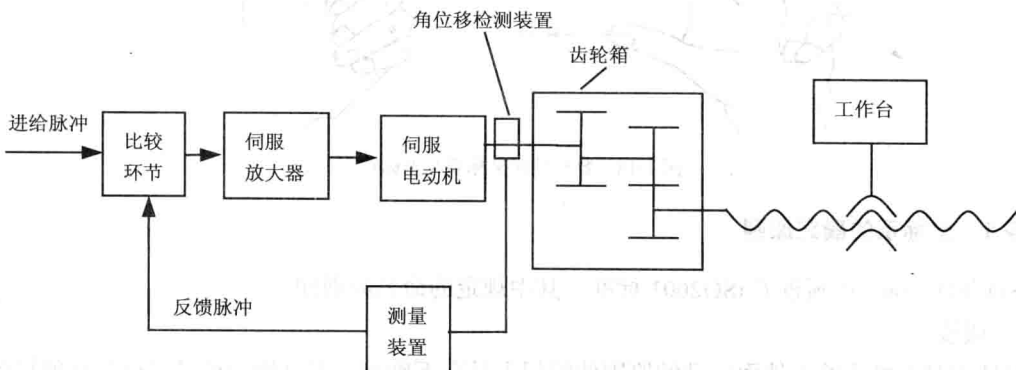


图 1-17 半闭环控制数控系统

子任务 6 数控机床的应用范围

(1) 批量小而又多次重复生产的零件。

(2) 几何形状、结构复杂的零件(如工件上的曲线轮廓内、外形,特别是由数学表达式给出的非圆曲线与列表曲线等曲线轮廓、已给出数学模型的空间曲面)。

- (3) 在加工过程中必须进行多种加工的零件。
- (4) 切削余量大的零件。
- (5) 必须严格控制公差 of 的零件。
- (6) 需要频繁改型的零件。
- (7) 加工过程中如果发生错误将会造成严重浪费的贵重零件。
- (8) 需要全部检验的零件。

子任务 7 数控技术总的发展趋势

当代,数控技术的典型应用是 FMC/FMS/CIMS,其发展方向是高速化、高精度化、高效加工、多功能化、小型化、复合化、开放化和智能化,以及数控标准的发展。目前的动向是:开放式数控系统、高速加工系统。即运行高速化、加工高精度化、功能复合化、控制智能化、体系开放化、驱动并联化、交互网络化。

任务 2 铣床坐标轴

为了便于编程时描述机床的运动,简化程序的编制方法,以及学习者的相互交流讨论,数控机床的坐标系和运动方向均已标准化,如图 1-18 所示。

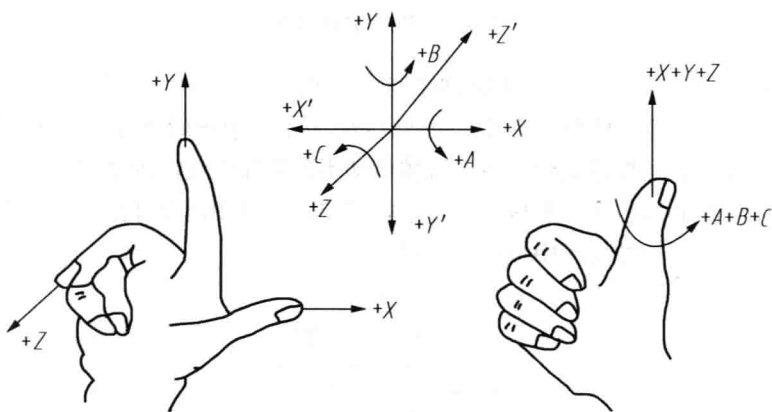


图 1-18 数控铣床坐标系与坐标轴

子任务 1 坐标系的确定原则

ISO 组织 2001 年颁布了 ISO2001 标准,其中规定的命名原则如下。

1. 假设

刀具相对于静止的工件而运动的原则使编程人员在不确定是刀具运动还是工件运动的情况下(不同的机床其运动形式也不一样,有的机床工件固定刀具移动,而有些机床却相反),就可依据零件图样,确定机床的加工过程,并编制加工程序。

2. 标准

标准的机床坐标系是一个右手笛卡儿直角坐标系(拇指为 X 向,食指为 Y 向,中指为 Z 向)。

基本坐标: X 、 Y 、 Z 轴由右手定则确定,并统一规定增大刀具与工件之间距离的方向为各坐标轴的正方向。

回转坐标： A 、 B 、 C 轴由右手螺旋法则确定。由于刀具与工件之间的运动是相对运动，所以规定工件相对于刀具正方向运动的反方向为 $+X'$ 、 $+Y'$ 、 $+Z'$ 。

子任务 2 坐标轴的实际意义与确定方法

参照图 1-19 和图 1-20 来理解各坐标轴的实际意义。

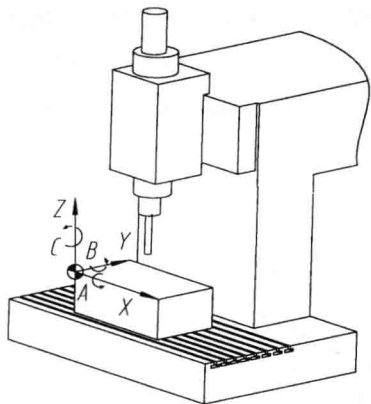


图 1-19 立式铣床坐标轴

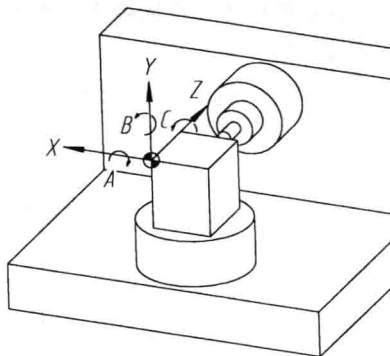


图 1-20 卧式铣床坐标轴

1. Z 轴

一般将产生切削力的主轴轴线作为 Z 轴，刀具远离工件的方向为正。

2. X 轴

X 轴一般位于平行工件装夹面的水平面内。对于刀具作回转运动的机床（如铣床、镗床、铣削中心等），当 Z 轴竖直时，人站在机床的正前方面对 Z 轴，向右为 X 正方向；当 Z 轴水平时（如卧式铣床），则向左为 X 正方向。

3. Y 轴

根据已经确定好的两轴，按照右手笛卡儿直角坐标系确定 Y 轴的方向。

4. A、B、C 轴

A 、 B 、 C 轴为回转进给运动坐标轴（第 4 轴）。根据确定的 X 、 Y 、 Z 轴，用右手螺旋定则确定其各自的方向。

任务 3 铣床坐标系

子任务 1 机床原点

机床原点又称机械原点，它是机床坐标系（MCS）的原点。该点是机床上的一个固定点，其位置是由机床设计和制造单位确定的，通常不允许用户改变。机床原点是工件坐标系、机床参考点的基准点。机床坐标系（MCS），是最基本的坐标系，它是用来确定工件坐标系的基本坐标系，是由机床原点为坐标系原点建立起来的 X 、 Y 、 Z 轴直角坐标系。

子任务 2 机床参考点

机床参考点是设置机床坐标系的一个基准点，是机床上的一个固定不变的极限点，通常设置

在机床各轴靠近正向的极限位置，其位置由机械挡块或行程开关来确定。通过回机械零点来确认机床坐标系。机床参考点与机床原点的相对位置由机床参数设定，数控机床每次开机后都必须先进行回机床参考点操作，让各坐标轴回到机床一个固定点上，这样才能确定机床原点的位置，从而建立起的机床坐标系这一固定点就是机床坐标系的原点或零点，也称为机床参考点，使机床回到这一固定点的操作称为回参考点或回零操作。机床参考点已由机床制造厂家测定后通过参数设定，输入数控系统，一般不需要更改，特殊情况需要更改时，必须注意该点与机床极限位置的安全距离。一般数控铣床的机床原点、机床参考点位置如图 1-21 所示。当机床返回参考点时若坐标值显示为零或负数，则机床坐标系中的绝对坐标值均显示为负数，这是因为参考点的位置通常在机床坐标各轴的正向最远方（极限处）。

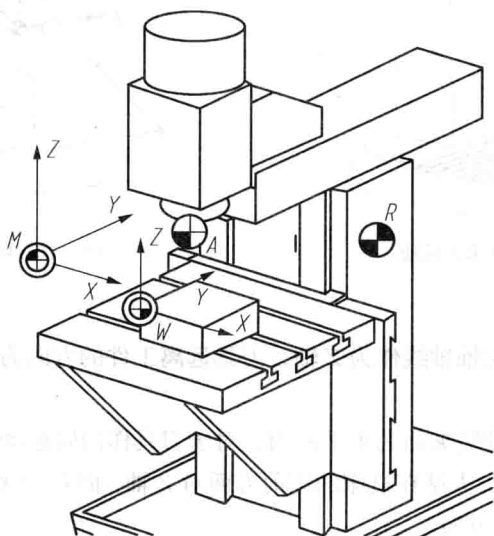


图 1-21 机床参考点

任务 4 工件坐标系

子任务 1 工件坐标系定义

工件坐标系（WCS）实际上是机床坐标系中的局部坐标系（或称子坐标系），在编制零件加工程序时，用于描述刀具运动的位置（也称编程坐标系）。

与机床坐标系不同，工件坐标系是由编程人员根据情况自行选择的。工件坐标系的原点称为工件原点，也叫作工件零点，通常工件的原点设定在工件上某一特定的点上。工件零点一般也是编程零点（或称程序原点），但特殊情况下两点也可不重合。总之，合理地选择编程零点有时可简化编程，同时也便于编程计算。在数控铣床上加工工件时，编程零点一般设在进刀方向一侧工件外轮廓表面的某个角上或中心线上，如图 1-22 所示。该图展示了工件坐标系与机床坐标系的关系。

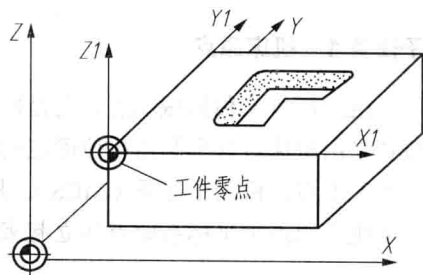


图 1-22 工件零点在机床坐标系的位置

子任务 2 工件（编程）坐标系的建立原则

- (1) 工件零点应选在零件的尺寸基准上，这样便于坐标值的计算，并减少错误。
- (2) 工件零点尽量选在精度较高的工件表面上，以提高被加工零件的加工精度。
- (3) 对于对称零件，工件零点设在对称中心上。
- (4) 对于一般零件，工件零点设在工件轮廓某一角上。
- (5) Z 轴方向上的零点一般设在工件表面。
- (6) 对于卧式加工中心最好把工件零点设在回转中心上，即设置在工作台回转中心与 Z 轴连线适当位置上。
- (7) 编程时，应将刀具起点和程序原点设在同一处，这样可以简化程序，便于计算。

2

课题

FANUC 系统数控铣削编程概述

任务 1 一个零件程序的产生过程

数控机床程序产生的步骤如图 2-1 所示。

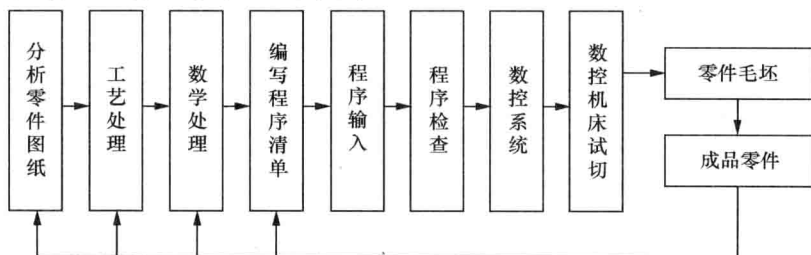


图 2-1 零件的生产和程序产生过程

任务 2 一个零件程序的产生方法

子任务 1 手工编程

手工编程即手动完成程序编制的全部工作（包括计算机辅助进行数值计算），其流程如图 2-2 所示。手工编程内容有零件图样分析、工艺分析、制定工艺规程、根据编写手册编写程序清单、试切修改等。该方法比较简单，容易掌握，适用于中等复杂程度、无空间曲面、计算量不大的零件编程，是机床操作人员必须掌握的技能。

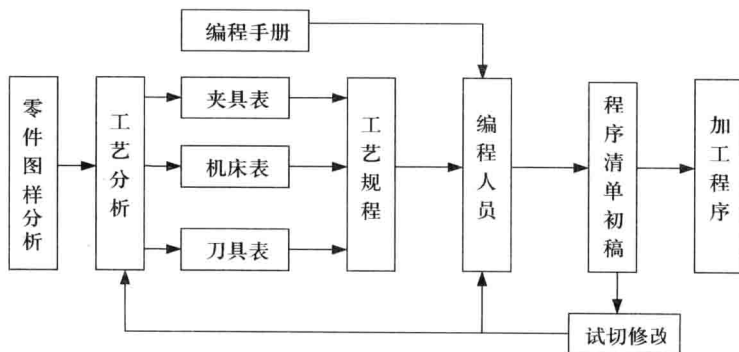


图 2-2 手工编程的过程