



高等职业教育 **数控技术专业**

教学改革成果 系列教材

数控铣加工技术 训练

◎ 刘红伟 王春霞 主编 ◎ 陈海滨 主审



<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

内容简介

高等职业教育数控技术专业教学改革成果系列教材

数控铣加工技术训练

刘红伟 王春霞 主 编
陈海滨 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

在广泛调研机械制造类企业用人需求,并结合数控铣中级工考证要求的基础上,编者总结多年实际教学经验编写了本书。本书主要介绍基于 FANUC(发那科)系统的数控铣削编程及操作,内容涵盖了数控铣床基本操作、数控铣编程、金属切削基础知识、零件加工工艺分析、零件的精度检测等方面。

本书既可作为数控技术、机械制造等专业的教学用书,也可作为数控加工技术方面的培训资料,还可供从事相关工作的工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣加工技术训练/刘红伟,王春霞主编.--北京:电子工业出版社,2014.1

高等职业教育数控技术专业教学改革成果系列教材

ISBN 978-7-121-22182-8

I. ①数… II. ①刘… ②王… III. ①数控机床—铣床—程序设计—高等职业教育—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 302633 号

策划编辑:朱怀永

责任编辑:朱怀永

特约编辑:王 纲

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:8.5 字数:218 千字

印 次:2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3000 册

定 价:19.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换,若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前言

职业教育重点培养技能型人才,改革以学校和课堂为中心的传统教学方式,重视实践教学、项目教学和团队学习。随着机械加工技术的飞速发展,企业对数控人才的需求也越来越大,引发职业教育蓬勃发展。为了适应产业结构调整,作为职业教育教学改革和职业教育内涵发展核心内容的课程改革迫在眉睫。

为满足数控逻辑相关专业的教学需要,编者以国家职业标准数控铣工中级考核要求为基本依据,结合当前企业需求,精心编写了这本技能学习指导用书。

本书具有以下特点:

1. 充分考虑技能的形成规律,使初学者从对数控铣床朦胧认识到最终熟练操作数控铣床整个过程顺畅自如。

2. 在结构上,参考企业用人需求,用了五个项目十八个任务,每个任务相互独立且目标明确,内容简洁,使读者乐于接受,十分利于开展项目化教学。

3. 全书讲解了在企业广泛使用的 FANUC(发那科)系统数控铣削编程方法,机床操作部分融合了作者多年实操经验,图文并茂,让读者能在最短的时间里掌握数控铣的编程与操作。

本书既可作为数控加工技术、机械制造等专业的教学用书,也可作为数控加工培训资料,还可供相关专业的师生及从事相关工作的工程技术人员参考。

本书由江苏省昆山第一中等专业学校刘红伟、王春霞主编,陈海滨主审。由于时间仓促,书中难免存在不足之处,恳切希望广大读者对教材提出宝贵意见和建议,以便我们加以完善。

编者

2013 年 5 月

任务一 使用坐标系旋转指令加工工件	76
任务二 使用极坐标指令加工工件	82
任务三 使用调用子程序功能加工工件	85
任务四 使用镜像指令加工工件	93
项目五 加工综合零件	98
任务一 加工综合零件训练(一)	98
任务二 加工综合零件训练(二)	106
任务三 加工综合零件训练(三)	118
参考文献	129

目 录

项目一 数控铣床操作基础	1
任务一 学习数控铣床安全操作规程	1
任务二 熟悉数控铣床及其操作面板	2
任务三 手动操作练习	7
任务四 选择与安装铣刀	10
任务五 安装工件并确定工件坐标系的原点	13
项目二 编写简单轮廓的程序并完成加工	18
任务一 学习 FANUC Oi 系统常用指令	18
任务二 加工简单轮廓	26
项目三 加工孔类零件	40
任务一 钻孔	40
任务二 铰孔	52
任务三 攻丝	60
任务四 镗孔	68
项目四 简化编程练习	76
任务一 使用坐标系旋转指令加工工件	76
任务二 使用极坐标指令加工工件	82
任务三 使用调用子程序功能加工工件	88
任务四 使用镜像指令加工工件	93
项目五 加工综合零件	98
任务一 加工综合零件训练(一)	98
任务二 加工综合零件训练(二)	106
任务三 加工综合零件训练(三)	118
参考文献	129

项目一 数控铣床操作基础

在操作数控铣床加工工件之前,首先要熟悉车间的安全规范,确保师生人身安全;其次在了解数控铣床的组成及操作面板之后,通过学习数控铣床的特点与操作要领,亲自动手进行最基本的操作,为后续的操作加工打下良好基础。

任务一 学习数控铣床安全操作规程

【学习目标】

学习数控铣床操作规程,建立牢固的安全生产观念。

【相关知识】

一、数控铣床操作规程及基本注意事项

数控铣床操作规程及基本注意事项具体如下:

- (1) 操作机床前要认真学习相关指导书,明确操作目的、步骤和安全注意事项。
- (2) 进入车间前必须穿好工作服,戴好工作帽,女工应将长发塞入帽子里,不得佩带项链、胸卡等挂件,夏天禁止穿裙子、短裤和凉鞋进入实训场地。
- (3) 进入车间后,应服从安排、听从指挥,开始操作之前未经指导老师同意,不得擅自启动数控系统或操作机床,认真检查本组工具、量具、刀具(后面简称工、量、刀具)是否到位,若发现缺损或有异常现象,应立即报告指导教师。
- (4) 不得在车间嬉戏、大声喧哗、打闹及进行任何与操作无关的活动,以保证教学或生产正常进行。
- (5) 爱护实训设备,工、量、刀具摆放整齐,轻拿轻放,禁止交叉叠放或乱扔。
- (6) 机床周围物品摆放整齐舒适,保证人员畅通。
- (7) 机床系统开启后,认真检查气压、润滑系统工作是否正常。
- (8) 检查夹具夹紧状态,必须确认工件被夹紧后才可切削工件。
- (9) 检查刀具系统各螺纹是否旋紧,必须在确认旋紧后才能加工。
- (10) 机床开动前,必须关好防护门,机床工作台上除夹具与工件外,禁止摆放其他物品。

二、加工中的安全注意事项

加工过程的安全注意事项归纳如下:

- (1) 加工中应集中精力,不准追逐、打闹和做与操作加工无关的事。
- (2) 实训中不许两人同时操作一台机床,如必须多人共同操作时,必须有主有从,统一指挥,不得相互争抢。



(3) 禁止加工过程中测量工件,更不能用棉纱擦拭工件或清扫机床,严禁越过运转刀具取送物品。

(4) 禁止用手或其他任何方式接触正在旋转的主轴、刀具,铁屑必须要用铁钩子或毛刷来清理。

(5) 机床运转中,操作者不得离开岗位,发现机床有异常现象必须立即停止操作,并报告老师。

(6) 在加工过程中,不允许打开机床防护门。

(7) 工、量、刀具按规定放在合适的位置,禁止放在活动的物体上,避免掉落,损坏机床或造成人身伤害。

三、加工完成后的注意事项

加工完成后应注意以下相关事项:

(1) 交接或归还工、量、刀具。

(2) 清扫切屑、擦拭机床,清扫工作场地,按 7S 标准整理物品。

(3) 依次关掉机床操作面板上的电源和总电源。

(4) 填写设备使用记录。

任务二 熟悉数控铣床及其操作面板

【学习目标】

知识目标:

1. 熟练描述数控铣床的组成、特点、应用场合。
2. 了解数控系统的结构组成及工作原理,掌握数控铣床操作面板上的每一个按键的功能。

技能目标:

1. 熟练的进行开/关机操作。
2. 能及时找到数控铣床操作面板上的每一个按键。

【任务介绍】

了解数控铣床各组成部位的名称及作用,掌握其操作面板上每个按键的名称作用及使用方法,为正常操作及故障排除做好充分准备。

【相关知识】

一、数控铣床的组成

1. 组成

数控铣床一般由机械本体、控制系统、驱动系统、辅助装置等部分组成。

2. 特点

- (1) 能加工形状复杂的工件。
- (2) 加工精度高、质量稳定。
- (3) 自动化程度高,能显著降低工人的劳动强度。
- (4) 柔性程度高。
- (5) 生产效率高。
- (6) 利于管理。

3. 应用场合

数控铣床适宜加工批量生产的零件、结构复杂的零件、要求生产周期短的零件。

二、开/关机操作

1. 开机

- (1) 接通车间总电源。
- (2) 启动空气压缩机。
- (3) 开主机电源(转动机床侧面或后面的旋钮开关)。
- (4) 开 NC 电源(按控制面板上绿色的控制系统启动开关)。
- (5) 松开急停开关(顺着急停开关上箭头标示的方向旋转,无箭头的直接拉动即可),当屏幕报警信号消失后才能进行其他操作。
- (6) 选择手动返回参考点模式;按“+Z”键使 Z 轴返回参考点。
- (7) 按“+X”键和“+Y”键,使 X 轴和 Y 轴返回参考点。

手动返回参考点时注意事项:

- ① 确保机床主轴抬起后方可进行其他轴操作,防止主轴与夹具(或工件)发生碰撞。
- ② 当机床坐标系各轴均回至参考点之后各轴的指示灯不再闪烁。
- ③ 机床各轴回参考点之前,机床坐标系中各轴坐标值的绝对值必须大于 100mm,否则该轴回参考点无效。

2. 关机

- (1) 将主轴移至工件(或平口钳)表面之上 150~300mm,保证下次开机回参考点时主轴或刀具不会和工件(或平口钳)发生碰撞,通过目测将工作台水平方向的中心移至主轴下面,使 X 轴和 Y 轴各结构受力平衡。
- (2) 按下急停开关。
- (3) 关 NC 电源。
- (4) 关主机电源。
- (5) 关压缩空气阀门。

三、数控系统操作面板

1. FANUC 0i-M 系统数控铣床操作面板

FANUC 0i-M 系统数控铣床操作面板如图 1-1 所示,按功能可将操作分为图示 4 个组成部分。

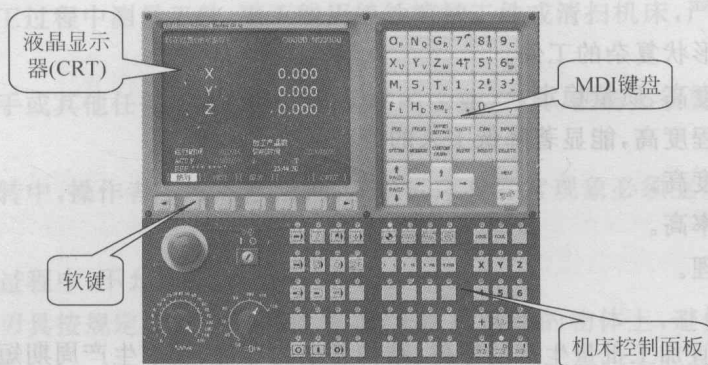


图 1-1 FANUC 0i-M 数控铣床操作面板

2. MDI 键盘使用说明

(1) 数字/字母键

如图 1-2 所示为操作面板上 MDI 键盘上的数字/字母键,用于输入数据到输入区域,系统自动判别取字母还是取数字。字母和数字键通过 **SHIFT** 键切换输入,例如 O/P,7/A。



图 1-2 数字/字母键

(2) 编辑键

MDI 键盘上编辑键及其功能见表 1-1。

表 1-1 编辑键

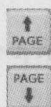
图 标	名 称	功 能
	替换键	用输入的数据替换光标所在处的数据
	删除键	删除光标所在处的数据,或者删除一个程序或者删除全部程序
	插入键	把输入区之中的数据插入到当前光标之后的位置
	取消键	消除输入区内的数据
	回车换行键(分号键)	结束一行程序的输入并且换行
	上档转换键	用来切换同一键上的不同字母、数字、符号等的输入转换

(3) 页面切换键

MDI 键盘上页面切换键及其功能见表 1-2。

(4) 翻页键

翻页键用于显示参数或程序时上、下翻页。



向上翻页。用于参数页面、程序页面的上翻。

向下翻页。用于参数页面、程序页面的下翻。

表 1-2 页面切换键

图 标	名 称	功 能
	程序键	程序显示与编辑页面
	坐标显示键	坐标显示页面,坐标显示有三种形式,按一次该键转换一种形式
	参数设置键	重复按此键屏幕将轮换显示刀具补偿参数页面、系统参数设置页面、坐标系设置页面
	系统参数键	显示、设置系统参数页面
	信息显示键	如“报警”信息
	图形显示键	图形参数设置及图形显示页面,用于调试程序
	帮助键	系统帮助页面

(5) 光标移动键

光标移动键有如下 4 个:



向上移动光标。



向左移动光标。



向下移动光标。



向右移动光标。

(6) 输入键/复位键



输入键。把输入区内的数据输入到参数页面。



复位键。用来结束机床当前的状态,按一下该键能使正在旋转的主轴停转、使正在执行程序的机床停止一切动作、编辑程序时使光标回到程序头。

3. 机床控制面板

以 FANUC 0i-M 标准操作面板为例,如图 1-3 所示。主要用于选择机床的运行模式和控制机床的运动快慢以及启动机床的辅助功能等。各部分的功能简单介绍如下,详细的使用方法将在下文具体操作任务中给予介绍。

(1) 模式选择键



AUTO: 自动加工模式。



EDIT: 编辑模式。



MDI: 手动数据输入模式,用来输入简短的程序或指令。



DNC: 程序传输键,用 RS-232 传输线连接 PC 和数控铣床,进行程序的传输或在

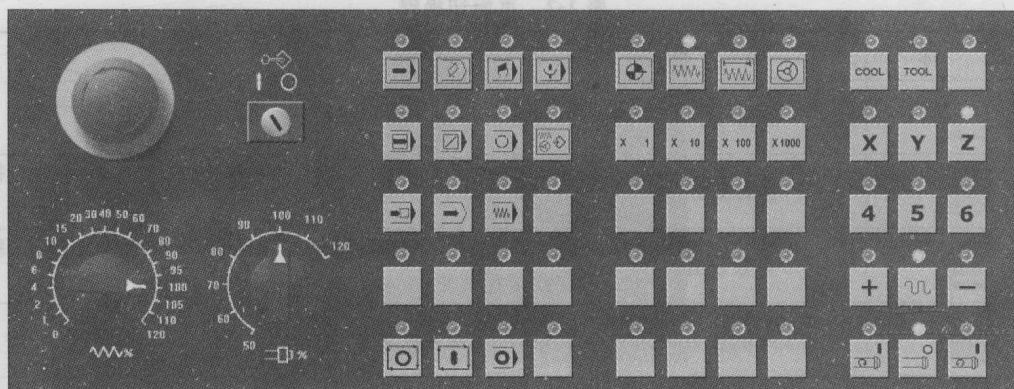


图 1-3 数控铣床控制面板

线加工。



REF: 回参考点模式。



JOG: 手动模式。手动连续移动机床,如选中 **X** 键,按 **+** 键工作台向 X 轴的负方向运动,就等于刀具向 X 轴的正方向运动;运动速度受进给率(F)调节旋钮控制。



INC: 增量进给模式。如在此模式下,按 **X1000** 和 **X** 键再按 **+** 键,工作台向 X 轴的负方向以 1mm 为单位运动; **X100** 键对应的移动单位是 0.1mm; **X10** 键对应的移动单位是 0.01mm; **X1** 键对应的移动单位是 0.001mm。



HNDL: 手轮模式移动机床各轴。

(2) 切削液控制键



冷却液开关键。按下此键,冷却液开;再按一下,冷却液关。

(3) 辅助功能键



单步执行键。在该键有效的情况下,每按一次程序启动键就执行一段程序。



程序段跳读键。在程序运行方式下按下此键,跳过程序段开头有“/”的程序段。



程序停键。在程序运行方式下按下此键,遇有“M00”程序停止。



程序重启动键。由于刀具破损等原因自动停止后,程序可以从指定的程序段重新启动。



机床锁定开关。按下此键,机床各轴被锁住,只能运行程序。



机床空运行。按下此键,各轴以固定的速度运动。

(4) 程序运行控制开关



程序运行开始键。模式选择旋钮在“AUTO”和“MDI”位置时按下有效,其余模式时按下无效。

 程序运行停止键。在程序运行中,按下此键停止程序运行。

(5) 机床主轴手动控制开关



手动主轴正转。



手动主轴反转。



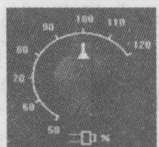
手动停止主轴。

(6) 进给率(F)调节旋钮



调节程序运行中的进给速度,调节范围为 0~120%。

(7) 主轴转速倍率调节旋钮



调节主轴转速,调节范围为 50%~120%。

(8) 手脉



手轮顺时针转,相应轴往正方向移动,手轮逆时针转,相应轴往负方向移动。

(9) 程序编辑锁定开关



置于“0”位置,可编辑或修改程序。



置于“1”位置,不可编辑或修改程序。

(10) 紧急停止按钮



按下此按钮,可使机床停止一切动作。

任务三 手动操作练习

【学习目标】

知识目标:

了解机床坐标系与工件坐标系的概念,掌握工件坐标系及其作用。

技能目标:

手动操作各坐标轴,熟练掌握各轴的运动方向与刀具的切削方向之间的关系。

【任务介绍】

通过学习明确各坐标的名称及方向,抬起刀具移动工作台(以后简称移动刀具,因为工作台相对刀具移动可看成是刀具在移动),在手动切削练习时,能做到操作无误,防止撞刀。

【相关知识】

1. 了解数控铣床坐标系

右手笛卡尔直角坐标系如图 1-4 所示。右手笛卡尔直角坐标系中,伸出右手中指、食指、拇指并且两两垂直,中指指向 Z 轴正方向($+Z$),则拇指指向就是 X 轴正方向($+X$),食指指向就是 Y 轴正方向($+Y$)。数控铣床中,“工件坐标系”和“机床坐标系”各轴的代号以及各轴的相对位置关系都遵循“右手笛卡尔直角坐标系”。

在加工零件前要在工件上建立“工件坐标系”,如图 1-5 所示,即将 $X_{\text{偏置量}}$, $Y_{\text{偏置量}}$, $Z_{\text{偏置量}}$ 输入至工件坐标系 G54 中对应的坐标轴中(具体的设定方法请参照项目一之任务五)。工件坐标系一旦建立便一直有效,直到被新的工件坐标系所取代。在加工零件时,数控系统控制刀具到达工件坐标系内某一点,该点在程序中以坐标形式来体现,例如在图 1-5 所示工件坐标系中设 B 点的 XY 坐标分别是 $X=+20.0$, $Y=+20.0$,那么从 A 点切至 B 点的程序是: $G01 X20.0 Y20.0$;这就是工件坐标系,它有自己的零点(原点、 O 点),各坐标轴都有自己的正方向,在四轴铣床上还有绕 X 轴旋转的 A 轴。通常,当工件重新装夹后,都必须重新设定工件坐标系(简单地说就是重新告诉机床工件在机床中的位置),因为工件在机床中位置变了。机床坐标系是机床固有的坐标系,机床坐标系的原点也称为机床原点或机床零点,它的各个轴正方向也遵从右手笛卡尔坐标系。机床启动时,通常要进行机动或手动回参考点,以建立机床坐标系。

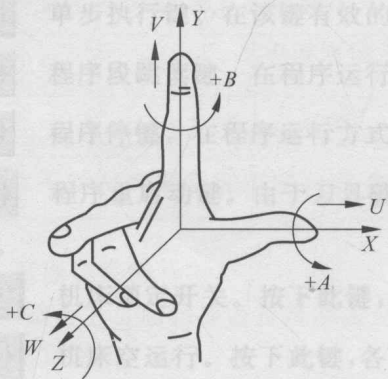


图 1-4 右手笛卡尔直角坐标系

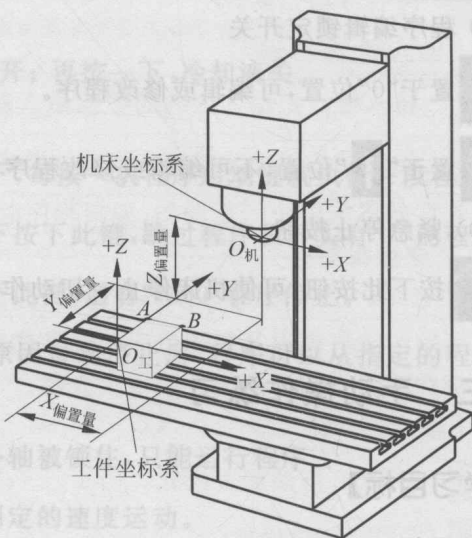


图 1-5 立式铣床坐标系

2. 选择工件坐标系原点位置的原则

工件坐标系的原点又称为工件零点或编程零点,理论上编程原点的位置可以任意设定,

但为方便求解工件轮廓上的交点坐标,一般按以下要求进行设置。

- ① 工件零点应尽量选择在设计基准或工艺基准上。
- ② 工件零点应尽量选择精度较高的轮廓表面上,以提高工件的较高精度。
- ③ 对于对称的工件,工件零点应选择在对称中心上。
- ④ Z 坐标的零点一般设置在工件上表面。

综上所述,必须建立相应的坐标系,才能明确刀具与工件的相对位置。每一个数控编程人员和数控机床的操作者,都必须对数控铣床的坐标系有一个完整、正确的理解。否则,程序编制将发生错误,操作机床时也会发生事故。

【任务实施】

手动操作机床的操作如下。

1. 手动回参考点

- ① 模式旋钮置于  位置。
- ② 选择各轴,按住 **Z** 键,Z 轴回参考点(先回 Z 轴,防止因主轴未抬起发生横向碰撞);按住 **X** 与 **Y** 键,Z 轴回参考点。

2. 移动机床各轴

首先在 、、 各模式下,将刀具装入主轴,按  键(或在 MDI 状态下输入 M3 S1000;再按  键)让刀具正转(从顶部看为顺时针转动),手动移动各轴,并切削工件,具体操作有如下两种。

(1) 方法一 “手脉(手轮)”方式

- ① 选择  方式。
- ② 如旋钮 、、 所示,选择 X 轴或 Y 轴并将移动倍率调至“×100”;转动手摇脉冲发生器(以下简称手脉),目测将刀具移至工件的上方;如旋钮  所示选择 Z 轴,转动手脉使刀具轻轻接触工件表面,然后选择 X 轴或 Y 轴并转动手脉让刀具移出工件表面,将相对坐标系的 Z 值归零(按“Z”键,在屏幕的下端软键区按“归零”),选择 Z 轴,转动手脉使相对坐标系的 Z 值为 -0.2mm。如旋钮  所示,将移动倍率调至“×10”,然后交替选择 X、Y 轴转动手轮将工件的表面切平整,最终选择 Z 轴抬刀。

这种方法能微量调整刀具与工件间的相对位置,让操作者易于观察并控制机床移动。

注意: 刀具靠近工件由快到慢,离开工件由慢到快;为保证良好的表面粗糙度,正常切削时尽量保持进给速度在较小范围内变化。

(2) 方法二 手动切削方式

这种方法移动速度可调,用于手动切削平面或空中长距离移动刀具。



① 选择手脉  方式,选择 **Z** 轴,转动手脉,使刀具轻轻接触工件表面,选择手动进给方式,即  方式。

② 选择 **X** 或 **Y** 轴,转动进给率调节旋钮至合适速度,按方向键 **+** 使刀具相对工件向 X 轴或 Y 轴的正方向移动,按 **-** 键使刀具相对工件向 X 轴或 Y 轴的负方向移动,松开 **+** 键或 **-** 键后停止移动。

③ 按快速移动开关 ,如步骤②所讲选择各轴并按 **+** 键或 **-** 键,各轴快速移动,移动的快慢也受进给率调节旋钮控制。该方式适合在空中快速移动刀具。

任务四 选择与安装铣刀

【学习目标】

知识目标:

1. 熟悉铣刀的种类。
2. 掌握安装铣刀的注意事项。

技能目标:

1. 合理选用与安装铣刀。
2. 确定并录入刀具参数。

【任务介绍】

能根据加工任务,灵活选用并安装切削刀具。

【相关知识】

数控铣削刀具介绍如下。

1. 面铣刀

如图 1-6 所示,面铣刀主要用来铣削工件上面积较大的平面,它圆周表面和端面上都有切削刃,常见的是可转位式面铣刀,刀片材料多为硬质合金,刀体材料为 40Cr。

2. 立铣刀

立铣刀是数控机床上用得最多的一种铣刀,如图 1-7 所示。立铣刀的圆柱表面的切削刃通常叫作主切削刃,端面上的切削刃通常叫作副切削刃。主切削刃做成螺旋齿,以增加切削平稳性,提高加工精度。由于普通立铣刀中心无切削刃,所以立铣刀不能用于纯轴向进给。标准立铣刀的螺旋角 $\beta=40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ (粗齿)和 $\beta=30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ (细齿)。套式结构的立铣

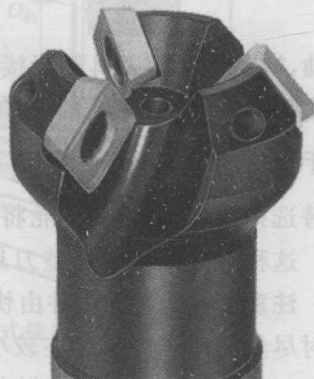


图 1-6 面铣刀

刀 $\beta=15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。

3. 模具铣刀

如图 1-8 所示,模具铣刀由立铣刀发展而来,小直径的硬质合金模具铣刀多制成整体结构,直径超过 $\phi 16\text{mm}$ 的则制成焊接刀片式或机夹可转位刀片式结构。

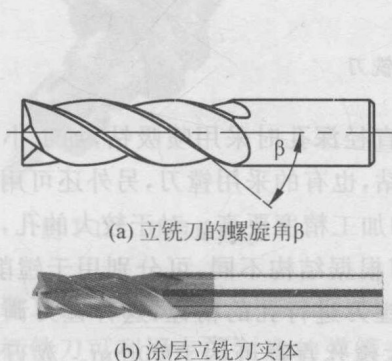


图 1-7 立铣刀



图 1-8 模具铣刀

4. 键槽铣刀

如图 1-9 所示,键槽铣刀有两个刀齿,圆柱面和端面都有切削刃,端面刃通过中心,它整个端部都有切削能力,加工时可以轴向下刀至要求深度,然后横向切出所需平面。通常用来铣削平面轮廓或键槽。国家标准规定:直柄键槽铣刀的直径 $d=2\sim 22\text{mm}$,锥柄键槽铣刀的直径 $d=14\sim 50\text{mm}$ 。

5. 鼓形铣刀

如图 1-10 所示,鼓形铣刀的切削刃分布在圆弧面上,端面无切削刃。加工时控制刀具的位置,可以在工件上切出从负到正的不同斜角。这种刀具刃磨困难,切削条件差,而且不利于切削有底的轮廓表面。



图 1-9 键槽铣刀

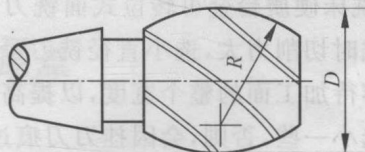


图 1-10 鼓形铣刀

6. 成型铣刀

如图 1-11 所示成型铣刀,一般都是为特定的工件或加工内容专门设计制造的,如角度面、凹槽、成型凸台等。

7. 孔加工刀具

加工孔用的刀具很多,常见的有中心钻、麻花钻、铰刀、丝锥、镗刀等。加工中心上钻孔无钻模进行定位和导向,考虑钻头刚性因素,一般钻孔深度应小于孔径的 5 倍。加工时为保证孔的位置精度,最好先用中心钻钻一中心孔或划窝加工,划窝一般采用 $\phi 8\sim \phi 15\text{mm}$ 的钻头。钻削直径在 $\phi 8\sim \phi 15\text{mm}$ 、孔长径比小于 3 的中等浅孔时,可选用浅孔钻。对于长径比



图 1-11 成型铣刀

大于 5 而小于 100 的深孔,应选用深孔钻,加工大直径深孔时采用喷吸钻,加工小直径深孔时采用单刃外排屑深孔钻。加工中心多采用扩孔钻,也有的采用镗刀,另外还可用键槽铣刀或立铣刀进行扩孔,它比用普通扩孔钻进行扩孔的加工精度要高。对于较大的孔,可采用可转位扩孔钻进行加工,以提高加工效率。单刃镗刀根据结构不同,可分别用于镗削通孔、阶梯孔和盲孔。在加工中心上目前较多地选用微调镗刀进行孔的精镗,这种镗刀调节方便且精度高。镗削大直径的孔可选用双刃镗刀,其最大镗孔直径可达 1000mm。双刃镗刀刚性好,仅用于大批量生产中。

【任务实施】

一、选择铣刀的方法

① 加工立体曲面或变斜角轮廓外形时,常采用球头铣刀、环形铣刀、鼓形铣刀、锥形铣刀、盘形铣刀等。

② 加工平面工件周边轮廓时,常采用立铣刀。高速钢立铣刀多用于加工凸台和凹槽,一般不用来加工毛坯表面。因为毛坯表面的硬化层和夹砂会加快刀具磨损,加工毛坯表面可选镶硬质合金的立铣刀或玉米铣刀进行强力切削。

③ 加工封闭键槽用键槽铣刀。

④ 铣床硬质台金可转位式面铣刀主要用于铣削大平面。粗铣时,铣刀直径选小一些,因为粗铣时切削力大,选小直径铣刀可减小切削力矩。铣床精铣时,铣刀直径选大一些,最好能包容待加工面的整个宽度,以提高加工精度和效率。铣床加工余量大且不均匀时,刀具直径应选小一些,否则,会因挂刀刀痕过深而影响工件的加工质量。但铣刀直径往往受到零件材料、刚性、加工部位的几何形状、尺寸及工艺要求等因素的限制。

⑤ 加工特殊孔及各种型面应用成型铣刀等。

⑥ 刀具半径,应小于工件内轮廓面的最半径。

⑦ 当加工余量较小,且表面粗糙度要求较高时,可选用镶立方氮化硼刀片或镶陶瓷刀片的面铣刀,以便能进行高速切削。

⑧ 在满足加工要求的前提下,尽量选择刀柄较短的刀,以提高刀具加工的刚性。

二、安装铣刀时的注意事项

1. 数控铣削刀具安装前的准备

如图 1-12 和图 1-13 所示,安装之前刀柄和弹簧夹头(或柱形筒夹)应被清理干净,必须