

基于工作过程的项目化课程系列教材

丛书主编 黄 晨

丛书副主编 杨淑芳 张 宏

数控铣工 技能实训

► 黄国明 主编

SHUKONG XIGONG
JINENG SHIXUN



苏州大学出版社
Soochow University Press

基于工作过程的项目化课程系列教材

丛书主编 黄 晨

丛书副主编 杨淑芳 张 宏

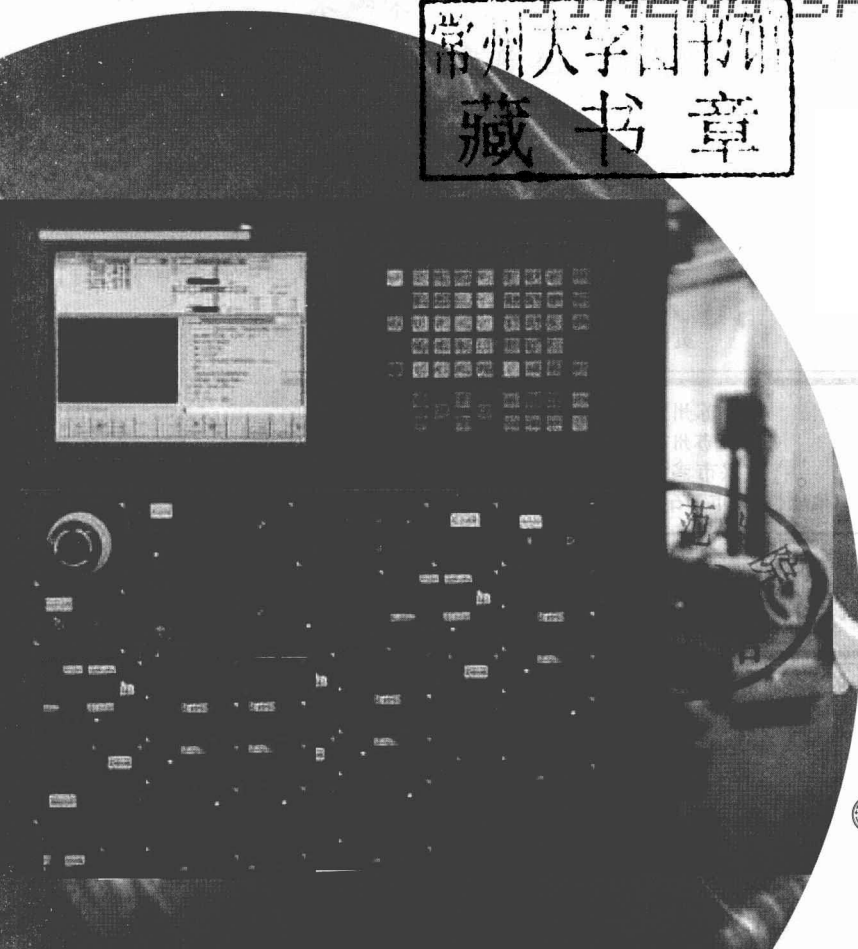
数控铣工 技能实训

► 黄国明 主编

SHUKONG XIGONG

JINENG SHIXUN

常州大学图书馆
藏书章



苏州大学出版社
Soochow University Press

图书在版编目(CIP)数据

数控铣工技能实训/黄国明主编. —苏州:苏州
大学出版社,2015.5
基于工作过程的项目化课程系列教材
ISBN 978-7-5672-1298-5

I. ①数… II. ①黄… III. ①数控机床—铣床—中等
专业学校—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 076326 号

数控铣工技能实训

黄国明 主编

责任编辑 征 慧

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市十梓街1号 邮编:215006)

宜兴市盛世文化印刷有限公司印装

(地址:宜兴市万石镇南漕河滨路58号 邮编:214217)

开本 787 mm×1 092 mm 1/16 印张 10.75 字数 252 千

2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-1298-5 定价:22.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话:0512-65225020

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

基于工作过程的项目化课程系列教材

编委会

主 编 黄 晨

副主编 杨淑芳 张 宏

编 委 谭星祥 贡国忠 朱益湘 石金炳 倪菊仙

朱晓忠 黄国明 陈 豪 张伟明 周建平

徐永辉 陈辉定 周伟巍 杨春风 陈国锋

蒋丽芳 戎智勇 曾 晖 杨庆丰 刘 锦

束炳荣 戴键强 唐 君 陈苏兰 束芬琴

陆 霞 贺玲花 邴发仲 王 巍 秦玉婷

吴小芳 韦光辉

本书编审人员

主 编 黄国明

副主编 汤志强

编 委 吴小芳 陈晨霞 陈 豪

葛新刚 江新芳 陈建平

主 审 徐 泓

前言

QIANYAN

本书以 FANUC Oi mate-MC 系统数控铣床及加工中心为例,详细介绍数控铣床及加工中心操作,以及常规零件的加工。同时,结合职业教育特点,以培养职业技能为特色,培养技术应用能力和岗位工作能力为核心。知识内容的选择坚持“必需、够用、实用”的原则,突出体现“知识新、理念新、技术新”的编写思路,不追求理论知识的系统性和完整性。实践内容结合国家加工中心中级操作工职业标准要求,通过大量实用性较强的例题、习题训练,帮助学生较快地掌握生产第一线数控铣削加工工艺设计与实施、程序编制及数控铣床及加工中心操作等技能,并获得相应技能证书。

本书编写以项目化结构形式设计,项目一~项目四的内容基本包括实训准备、实训目的与要求、实训难点与重点、实训方式、实训过程五个部分,主要突出理实一体化;项目五为综合零件加工,该课题来自生产教学一线和职业技能鉴定国家题库,并将每个项目分解成工艺分析及处理、程序编制、机床操作及质量检测和评分四个部分,有利于学生在任务驱动下,自主学习、自我实践,也有利于教师组织教学。

本书“项目一 安全文明生产”由黄国明编写,“项目二 机床操作”由汤志强编写,“项目三 基本形状加工”由吴小芳、陈晨霞编写,“项目四 组合零件加工”由葛新刚、江新芳编写,“项目五 综合零件加工”由陈建平、陈豪编写。

本书任务清晰、操作步骤明确、图文并茂,可供职业学校、中等专业学校、技工学校、职业培训机构的数控技术专业、机械设计与制造专业、模具设计与制造专业学生使用,也可作为岗前培训的实训教学参考书。

限于编者的水平有限,加之时间仓促,书中不足之处,恳请专家、同仁和广大读者批评指正。

编者

2015年3月

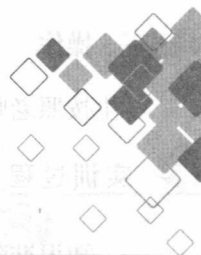
目 录

MULU

项目一 安全文明生产	001
项目二 机床操作	010
项目三 基本形状加工	023
任务一 平面加工	023
任务二 轮廓加工	033
任务三 槽类加工	039
任务四 孔类加工	048
项目四 组合零件加工	060
任务一 平面、轮廓、槽加工	060
任务二 平面、槽、孔类加工	065
任务三 镜像组合零件加工	071
任务四 旋转组合零件加工	076
项目五 综合零件加工	083
任务一 综合加工训练一	083
任务二 综合加工训练二	093
任务三 综合加工训练三	102
任务四 综合加工训练四	132
附录一 综合实训评价汇总表	160
附录二 常用切削用量表	162



安全文明生产



实训准备

- 认真阅读实训指导书的机床操作规程。



实训目的与要求

- 熟悉安全文明操作与劳动保护。
- 熟悉铣床系统及工具、夹具、量具的基本结构。
- 能根据说明书完成数控机床定期和不定期的维护保养。



实训难点与重点

- 机床结构、主要工作原理。
- 机床的暂停和急停。
- 铣床开机和关机的注意事项。
- 数控机床的日常保养步骤。
- 工具、夹具、量具的使用与维护。



实训方式

一、讲授

1. 机床操作规程。
2. 机床结构、主要工作原理。
3. 数控系统介绍。
4. 常用工具、夹具、量具的结构、使用与维护。
5. 数控机床的日常保养步骤。

二、演示

1. 铣床开机和关机的注意事项。
2. 机床的行程范围。
3. 机床的暂停和急停。

三、操作

学生按照老师所讲的步骤进行操作。



实训过程

一、知识准备

1. 安全文明生产知识

数控操作者应该养成文明生产的良好工作习惯和严谨的工作作风,具有良好的职业素质、责任心,严格遵守以下数控车床安全操作规程:

① 数控系统的编程、操作和维修人员必须经过专门的技术培训,熟悉所用数控铣床的使用环境、条件和工作参数,严格按机床和系统的使用说明书要求正确、合理地操作机床。

② 数控铣床的使用环境要避免光的直接照射和其他热辐射,避免太潮湿或粉尘过多的场所,特别要避免有腐蚀气体的场所。

③ 数控铣床的开机、关机,一定要按照机床说明书规定的顺序操作。

④ 主轴启动开始切削之前一定要关好防护罩门,程序正常运行中严禁开启防护罩门。

⑤ 机床在正常运行时不允许打开电气柜的门。

⑥ 加工程序必须经过严格检验方可进行操作运行。

⑦ 手动对刀时,应注意选择合适的进给速度;手动换刀时,主轴距工件要有足够的换刀距离以不至于发生碰撞。

⑧ 加工过程中如出现异常现象,可按下“急停”按钮,以确保人身和设备的安全。

⑨ 若机床发生事故,操作者应注意保留现场,并向指导老师如实说明情况。

⑩ 未经许可,操作者不得随意动用其他设备,不得任意更改数控系统内部制造厂设定的参数。

⑪ 经常润滑机床导轨,做好机床的清洁和保养工作。

2. 数控铣床的组成与系统(进行现场讲解)

(1) 组成。

数控铣床主要由程序输入介质、数控系统、伺服系统(主轴伺服系统、进给伺服系统)和机床本体四部分组成。

铣削加工是机械加工中最常用的加工方法之一,如图 1-1 所示,它主要包括平面铣削和轮廓铣削,也可以对零件进行钻、扩、铰、镗、铰孔加工及螺纹加工等。数控铣削和加工中心是高效率、高精度的数控机床,使工件在一次装夹中便可完成多道工序的加工,加工中心同时还备有刀具库,具有自动换刀功能。

(2) 数控系统介绍。

20 世纪 80 年代 FANUC 数控系统产生于日本,具有操作简单、高可靠性、高性能价格比等优点,被广泛应用于工业生产中。FANUC 数控系统主要的型号有 Oi-MA、Oi-MB、Oi-MC。

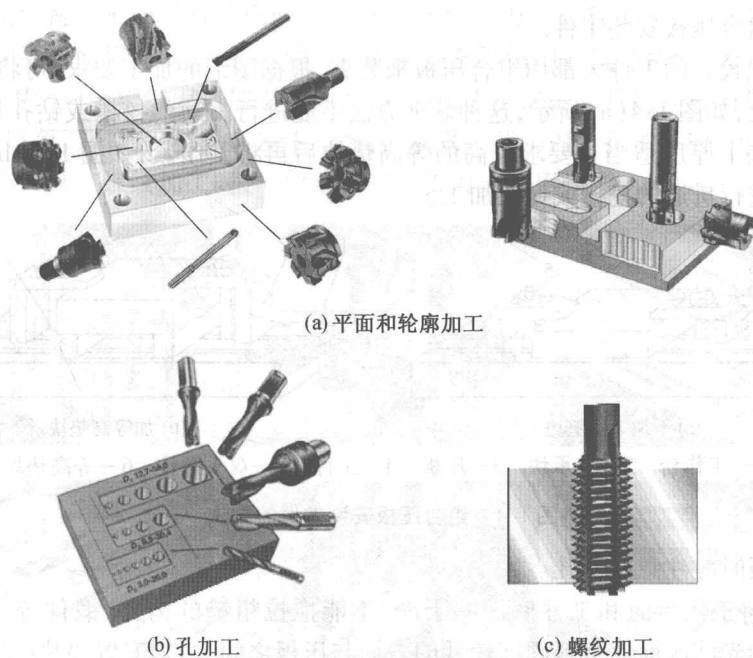


图 1-1 数控铣削加工内容

3. 铣削工件的常见安装方式

(1) 用机用平口钳安装工件。

机用平口钳(图 1-2)是一种通用夹具,适用于安装中小尺寸和形状规则的工件。安装平口钳时必须先将底面和工作台面擦干净,利用百分表校正钳口(图 1-3),使钳口与横向或纵向工作台方向平行,以保证铣削的加工精度。

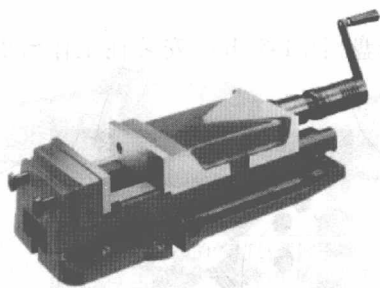


图 1-2 机用平口钳

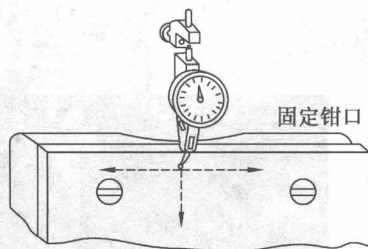


图 1-3 百分表校正钳口

平口钳安装好后,把工件放入钳口内,并在工件的下面垫上比工件窄、厚度适当且精度要求较高的等高垫块,然后把工件夹紧。为了使工件紧密地靠在垫块上,应用铜锤或木锤轻轻地敲击工件,直到用手不能轻易推动等高垫块时再将工件夹紧。工件应当紧固在钳口比较中间的位置,装夹高度以铣削尺寸高出钳口平面 3~5mm 为宜,用平口钳装夹表面粗糙度较差的工件时,应在两钳口与工件表面之间垫一层铜皮,以免损坏钳口,并能增加接触面。

(2) 用组合压板安装工件。

对于体积较大的工件大都用组合压板来装夹,根据图纸的加工要求,可将工件直接压在工作台面上,如图 1-4(a) 所示,这种装夹方法不能进行贯通的挖槽或钻孔加工等;也可在工件下面垫上厚度适当且要求较高的等高垫块后再将其压紧,如图 1-4(b) 所示,这种装夹方法可进行贯通的挖槽或钻孔加工。

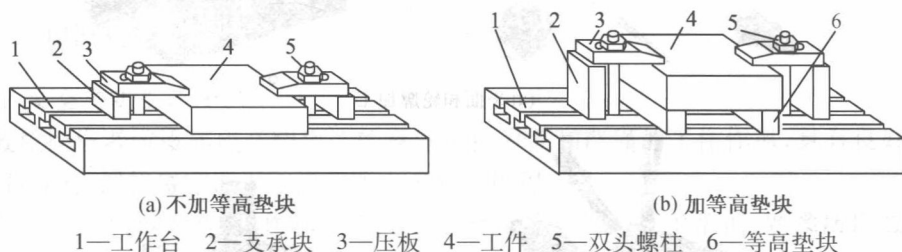


图 1-4 组合压板安装工件的方法

使用压板时应注意以下几点:

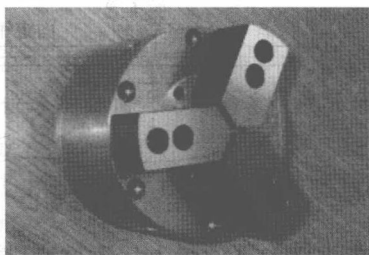
① 必须将工作台面和工件底面擦干净,不能拖拉粗糙的铸件、锻件等,以免划伤台面。在工件的光洁表面或材料硬度较低的表面与压板之间,必须安置垫片(如铜片或厚纸片),这样可以避免表面因受压力而损伤。

② 压板的位置要安排得妥当,要压在工件刚性最好的地方,不得与刀具发生干涉,夹紧力的大小也要适当,不然会产生变形。

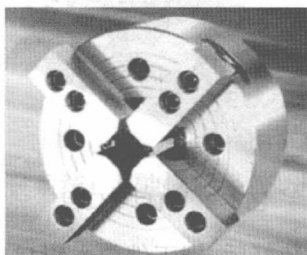
③ 支撑压板的支承块高度要与工件相同或略高于工件,压板螺栓必须尽量靠近工件,并且螺栓到工件的距离应小于螺栓到支承块的距离,以便增大压紧力。螺母必须拧紧,否则将会因压力不够而使工件移动,以致损坏工件、机床和刀具,甚至发生意外事故。

(3) 用卡盘安装。

利用压板将三爪卡盘[图 1-5(a)]或四爪卡盘[图 1-5(b)]安装在工作台面上,可装夹圆柱形零件。



(a) 精密三爪卡盘



(b) 精密四爪卡盘

图 1-5 卡盘

4. 常用铣削刀具

(1) 常用刀具。

数控铣床上所采用的刀具(图 1-6)要根据被加工零件的材料、几何形状、表面质量要求、热处理状态、切削性能及加工余量等进行选择。被加工零件的几何形状是选择刀具类

型的主要依据。铣削平面或台阶面时一般采用通用铣刀。铣较大平面时,为了提高生产效率和提高加工表面粗糙度,一般采用刀片镶嵌式盘形铣刀。铣键槽时,为了保证槽的尺寸精度,一般用两刃键槽铣刀。加工曲面类零件时,为了保证刀具切削刃与加工轮廓在切削点相切,而避免刀刃与工件轮廓发生干涉,一般采用球头刀。孔加工时,可采用钻头、镗刀等孔加工类刀具。螺纹加工时,一般采用螺纹铣刀或机用丝锥。

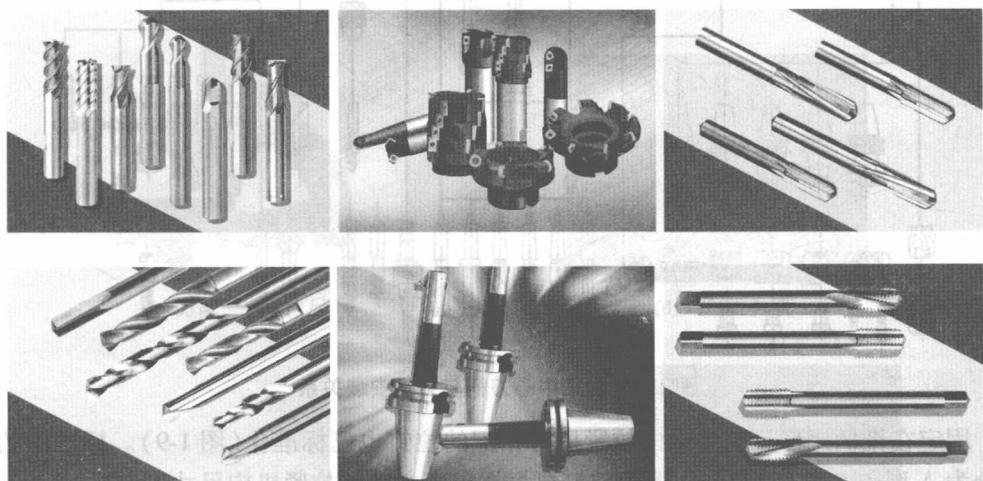


图 1-6 常用铣削刀具

(2) 刀柄。

数控铣床/加工中心的刀柄是必备的辅具,在刀柄上安装不同的刀具(图 1-7),存放在刀库中,以备加工时选用。刀柄要和主机的主轴孔相对应,刀柄是系列化、标准化产品,其锥柄部分和机械手抓拿部分都已有相应的国际和国家标准(图 1-8)。

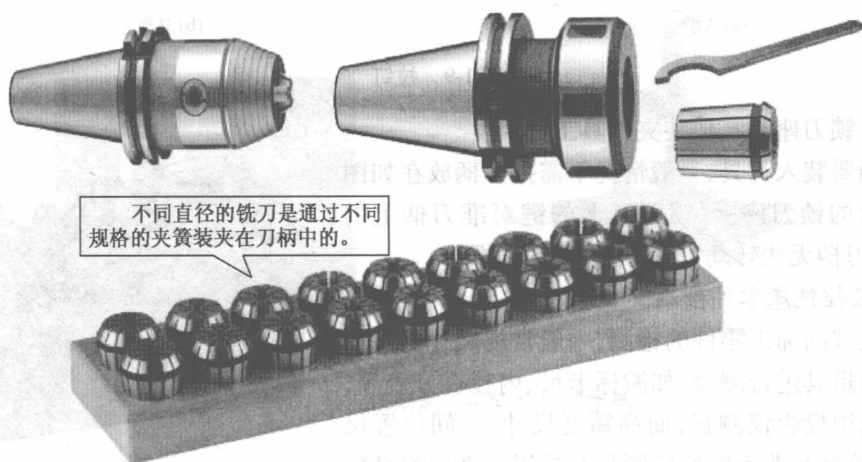


图 1-7 刀柄、夹簧、扳手

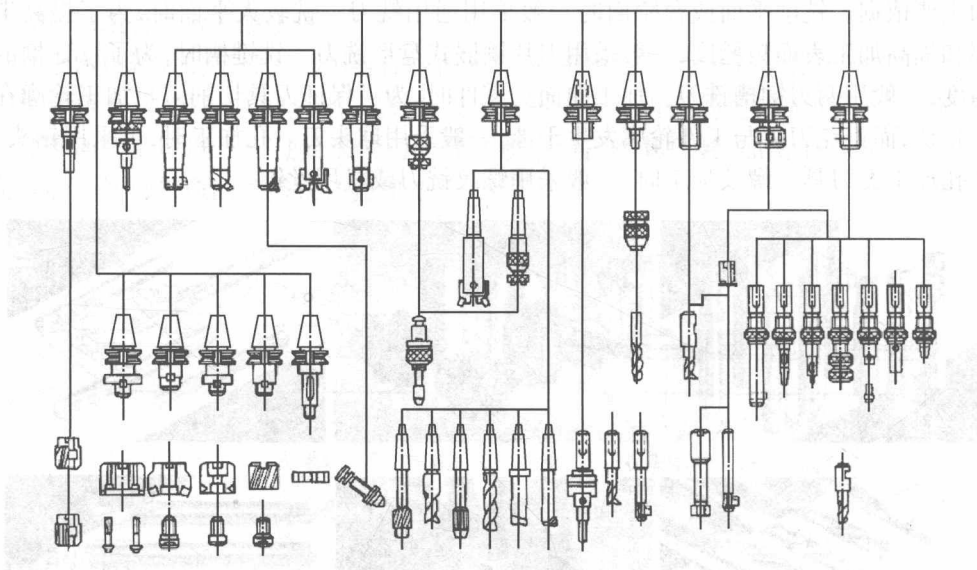


图 1-8 加工中心刀柄与刀具安装关系

固定在锥柄尾部且与主轴内拉紧机构相配的拉钉也已标准化(图 1-9)。标准中的拉钉分为 A 型和 B 型两种,选用哪种拉钉要根据机床主轴的拉紧机构尺寸确定。

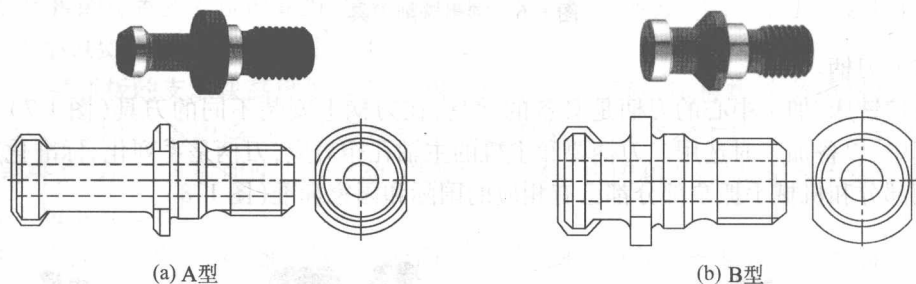


图 1-9 拉钉

(4) 锁刀座与其他装夹刀具工件。

刀柄要装入刀具,一般情况下需把刀柄放在如图 1-10 所示的锁刀座上,锁刀座上的键对准刀柄上的键槽,使刀柄无法转动,然后用扳手锁紧螺母。

5. 数控铣床零件检测

数控铣削加工零件的检测,一般常规尺寸仍可使用普通的量具进行测量,如游标卡尺、内径百分表等,也可以采用投影仪测量;而高精度尺寸、空间位置尺寸、复杂轮廓和曲面的检验则只有采用三坐标测量机才能完成。

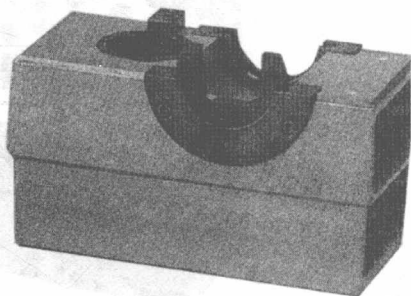


图 1-10 锁刀座

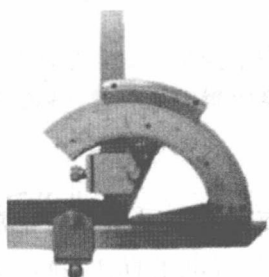
数控铣削加工中常用到的量具如图 1-11 所示。



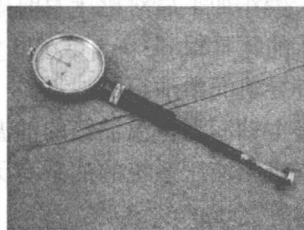
(a) 内径千分尺



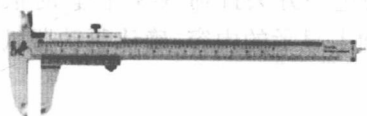
(b) 外径千分尺



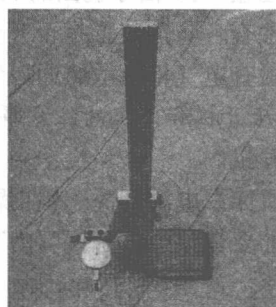
(c) 万能游标角度尺



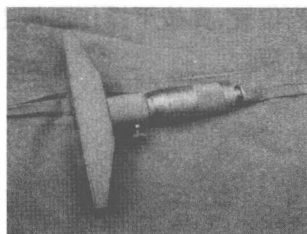
(d) 内径百分表



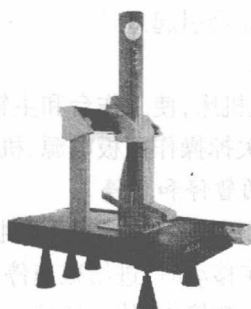
(e) 游标卡尺



(f) 高度游标卡尺



(g) 深度千分尺



(h) 三坐标测量机

图 1-11 数控铣削加工中常用到的量具

6. 数控铣床的维护与保养

数控铣床的维护与保养包括:机械、电器、液压、冷却及数控系统检查和日常保养。

数控机床集机、电、液于一身,是一种自动化程度较高的机床,为充分发挥机床的效益,必须做好安全检查和日常保养:

- (1) 严格遵守操作规程和日常维护保养制度,尽量避免因操作不当引起的故障。
- (2) 操作者操作机床之前,必须确认主轴润滑油与导轨润滑油是否符合要求,油量不足时应按说明书加入合适的润滑油,并确认气压是否正常。
- (3) 定期检查清扫数控柜空气过滤器、电气柜内电路板和电气元件,避免积累灰尘。
- (4) 每天检查数控装置上各冷却风扇是否正常。
- (5) 对于数控铣床伺服电动机,定期进行维护保养。
- (6) 每天操作加工后对机床及时做好清洁保养工作。

数控铣床的每日保养:

- (1) 检查导轨润滑油箱的油量。
- (2) 检查主轴润滑恒温油箱的油温和油量。
- (3) 检查机床液压系统的油泵有无异常噪音,油面高度、压力表是否正常,管路及各接头有无泄露等。
- (4) 检查压缩空气气源压力是否正常。
- (5) 检查 X、Z 轴导轨面的润滑情况,清除切屑和脏物,检查导轨面有无刮伤损坏。
- (6) 检查各防护装置是否齐全。
- (7) 检查电气柜各散热通风装置是否正常工作,有无堵塞。

7. 铣床开机和关机的注意事项

(1) 开机。

合上机床总电源开关。(在操作面板上讲授)电源开关打到“ON”位置时根据机床厂家说明书的要求接通电源按“ON”,确认 LCD 画面上显示的内容,确认驱动器风扇是否正常转动。

注意:接通电源的同时,请不要按面板上的键。

在 LCD 显示以前,不要按 CRT/MDI 面板上的键。因为此时面板键还用于维修和特殊操作,有可能会引起意外。

(2) 关机。

手动操纵机床,使工作台和主轴箱停在中间适当位置,先按下操作面板上的紧急停止按钮,再依次关掉操作面板电源、机床总电源、外部电源。

8. 机床的暂停和急停

(1) 按下暂停后,机床呈下列状态:

- ① 机床在移动时,进给减速停止;
- ② 在执行暂停中,休止暂停;
- ③ 执行 M、S、T 的动作后,停止;按自动循环启动键后,程序继续执行。

(2) 一按急停按钮,机床就被锁住,电机的电源被切断,在解除之前,要消除机床异常的因素。旋转按钮后解除。

二、操作演示

讲完理论后由老师上机床操作演示。

三、操作实训

1. 学生按照老师所讲的步骤进行机床安全操作。
2. 巡回指导。

四、实训小结

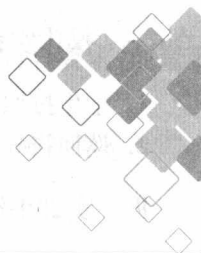
本次课要求掌握安全文明生产知识,数控铣床的组成与系统,常用刀具、夹具、量具的结构、使用与维护,数控铣床维护和保养,铣床开机和关机的注意事项,机床的暂停和急停等知识。

五、课后作业

完成自学网站上的自测练习题。



机床操作



实训准备

- 铣刀 $\phi 8$ 、 $\phi 10$ 、 $\phi 12$ 各若干把。
- 工件: 方块 $100 \times 100 \times 30$, 45#钢, 数量若干。
- 大连数控 K40 FANUC。



实训目的与要求

- 按照操作规程启动和停止机床。
- 正确使用操作面板。
- 通过面板输入加工程序。
- 编辑加工程序。
- 进行对刀并输入刀具半径。



实训难点与重点

- 功能键的应用。
- 程序的输入与编辑。
- 试切法对刀。



实训方式

一、讲授

1. 机床开启的步骤。
2. 功能键的应用。
3. 工件坐标系的设定。
4. 程序的输入、编辑方式。

二、演示

1. 机床的开启。
2. 程序的输入。

3. 试切法对刀。
4. 刀具参数的建立。

三、操作

检查学生操作情况,指出不足。



实训过程

一、知识准备

1. 机床操作面板

如图 2-1 所示,FANUC 系统操作面板各按键作用如下:

:复位键。按下这个键可以使 CNC 复位或者取消报警等。

:帮助键。当对 MDI 键的操作不明白时,按下这个键可以获得帮助。

:软键。根据不同的画面,软键有不同的功能。软键功能显示在屏幕的底端。

:地址/数字键。按下这些键可以输入字母、数字或者其他字符。

:切换键。在键盘上的某些键具有两个功能,按下 <SHIFT> 键可以在这两个功能之间进行切换。

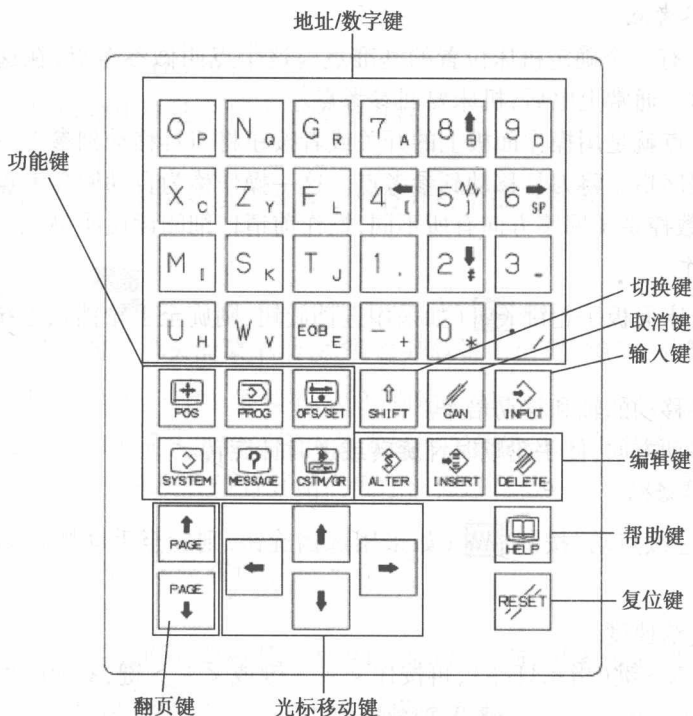


图 2-1 操作面板