

高等职业教育“十二五”数控技术专业规划教材

数控车削加工技术

SHUKONG CHEXUE JIAGONG JISHU

唐利平 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

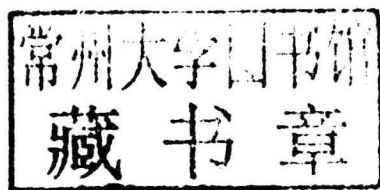


高等职业教育“十二五”数控技术专业规划教材

数控车削加工技术

主 编 唐利平

参 编 周志伟 苏先辉 杨吉初 洪美琴



机械工业出版社

本书是根据数控技术领域职业岗位群的需求,以“工学结合”为切入点,以“工作任务”为导向,模拟“职业岗位情境”开发的理论与实践一体化的项目式教材,是根据高职高专的教学大纲,并参考数控车工的国家职业标准中的理论知识要求编写的。本书内容以 FANUC Oi 数控系统为主,共有四个项目,分别是轴类零件的车削加工、孔类零件的车削加工、复杂回转体类零件的车削加工及配合件的加工。每个项目又包括若干个任务。

本书可作为高职院校、高等专科学校、成人教育及本科院校二级职业学院的数控技术专业教学用书,还可作为数控机床操作与编程人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削加工技术/唐利平主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 8

高等职业教育“十二五”数控技术专业规划教材

ISBN 978-7-111-35094-1

I. ①数… II. ①唐… III. ①数控机床: 车床 - 车削 - 加工工艺 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 151714 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王英杰 责任编辑:王英杰

版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:鞠 杨 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.5 印张·331 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-35094-1

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部数控技术应用专业技能型紧缺人才培养方案和劳动与社会保障部制订的有关国家职业标准及相关职业技能鉴定规范编写的。数控加工技术是现代制造业已广泛使用的一种先进加工技术。随着经济的飞速发展,我国现已成为世界上数控机床的消费大国和生产大国,国民经济各行各业需要大量的数控机床的开发人才和应用人才。

为了适应我国高等职业技术教育的发展以及应用型人才培养的需要,经过大量的企业调研,编者结合多年教学经验和生产实践经验,并吸取了近年来先进的教学方法,本着“实用、实际、实践”的原则,编写了本书。本书在编写过程中得到了株洲汽车齿轮厂的周志伟、株洲联诚集团的杨吉初、中航工业航空动力机械研究所的苏先辉等的大力支持,在此一并表示感谢。

本书以 FANUC Oi 系统的数控车床为背景,讲述了数控车床的加工工艺、数控车床的编程及应用、数控仿真。本书是采用任务驱动型的编写体例编写的。每个任务主要包括任务描述、任务目标、相关知识、任务实施、任务巩固五个部分,有的任务还包括任务评价、任务反馈等延伸部分。由于时间仓促,编者水平有限,书中缺陷及错误在所难免,恳请广大读者给予批评指正。

编 者

目 录

前言

项目一 轴类零件的车削加工	1
学习情境一 简单轴类零件的车削加工	1
学习单元一 圆柱零件的车削加工	1
学习任务一 圆柱零件的手动加工	1
学习任务二 圆柱零件的仿真加工	16
学习任务三 圆柱零件的车削加工	30
学习单元二 圆锥零件的车削加工	52
学习单元三 圆弧零件的车削加工	63
学习单元四 典型简单轴类零件的车削加工	71
学习情境二 一般轴类零件的车削加工	82
学习单元一 外圆上槽类零件的车削加工	82
学习单元二 外螺纹的车削加工	91
项目二 孔类零件的车削加工	106
学习情境一 简单孔类零件的车削加工	106
学习情境二 阶梯孔零件的车削加工	120

学习情境三 内槽零件的车削加工	130
学习情境四 内螺纹的车削加工	135
学习情境五 带有孔、螺纹的回转体零件的车削加工	142
项目三 复杂回转体类零件的车削加工	149
学习情境一 典型复杂回转体类零件的车削加工	149
学习情境二 用宏程序车削加工复杂回转体类零件	162
项目四 配合件的加工	180
附录 A FANUC 0i 系统数控车床常用的 G 代码	206
附录 B FANUC 0i 系统数控车床常用的 M 代码	209
参考文献	210

项目一 轴类零件的车削加工

学习情境一 简单轴类零件的车削加工

学习单元一 圆柱零件的车削加工

学习任务一 圆柱零件的手动加工

【任务描述】

用手动加工的方式将 $\phi 50\text{mm} \times 80\text{mm}$ 的毛坯加工成 $\phi 45\text{mm} \times 20\text{mm}$ 圆柱，如图 1-1 所示，分两次车削。

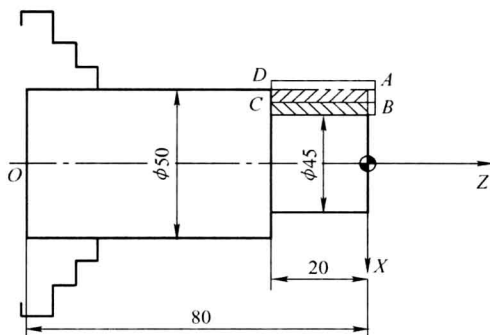


图 1-1 任务一零件图

【任务目标】

1. 知识目标

- 1) 熟悉数控加工的生产环境。
- 2) 了解安全操作规程在生产中的重要性。
- 3) 了解数控车削加工的安全操作规程。

2. 能力目标

- 1) 使学生了解并掌握数控车床控制面板的各功能键，能熟练使用。
- 2) 掌握数控车床的基本操作及步骤。
- 3) 掌握数控车床的日常维护。

3. 素质目标

- 1) 树立安全第一的意识，养成安全、文明生产的习惯。
- 2) 培养良好的职业道德。

【相关知识】

一、FANUC 0i 数控系统控制、操作面板的基本组成及各功能键的使用说明

图 1-2 所示为 FANUC 0i 数控系统的操作面板，它是由 CRT 显示器和 MDI 键盘两部分

组成。CRT 显示器可以显示机床的各种参数和功能,如机床参考点坐标、刀具起始点坐标、指令数据、刀具补偿量的数据、报警信号、自诊断结果、滑板快速移动的速度及间隙补偿值等。

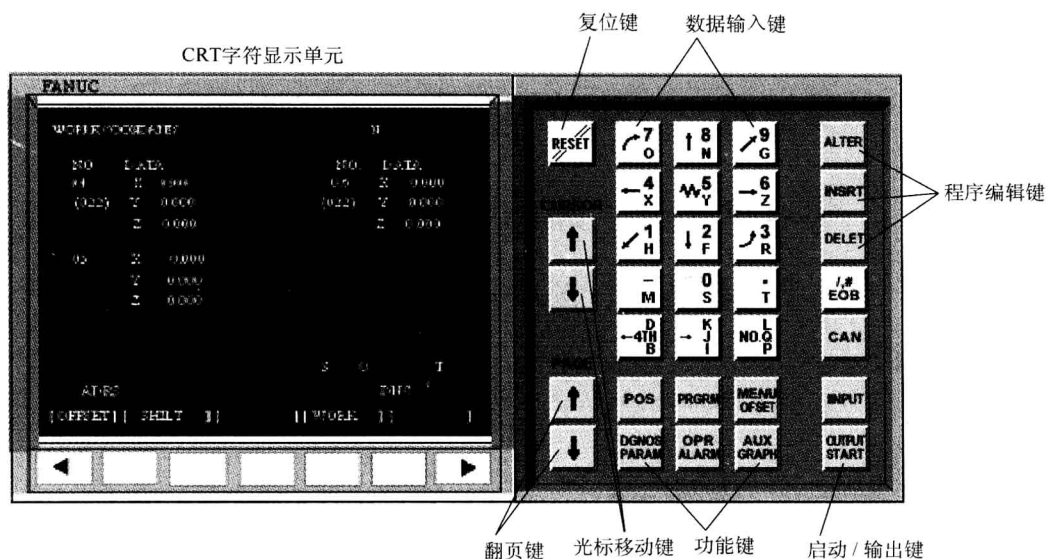


图 1-2 FANUC Oi 系统的操作面板

FANUC Oi 数控系统的键盘说明见表 1-1。

表 1-1 FANUC Oi 数控系统的键盘说明

按钮	功能
	复位
CURSOR 、	向上、下移动光标
	数字/字母输入 输入时自动识别所输入的为字母还是数字 三个键需要连续点击, 实现在相应字母间的切换
PAGE 、	向上、下翻页
	编辑程序时修改光标块内容
	编辑程序时在光标处插入内容; 插入新程序
	编辑程序时删除光标块的程序内容; 删除程序

(续)

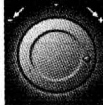
按钮	功 能
	编辑程序时输入“;”换行
	删除输入区最后的一个字符
	切换 CRT 到机床位置界面
	切换 CRT 到程序管理界面
	切换 CRT 到参数设置界面
	自诊断参数键
	报警
	自动方式下显示运行轨迹
	DNC 程序输入；参数输入
	DNC 程序输出键

FANUC Oi 数控系统的控制面板说明见表 1-2。

表 1-2 FANUC Oi 数控系统的控制面板说明

按钮	名称	功能	
	模式选择	DNC	进入 DNC 模式，输入、输出资料
		DRY RUN	进入空运行模式
		JOG	进入手动模式，连续移动机床
		STEP/HANDLE	进入点动/手轮模式
		MDI	进入 MDI 模式，手动输入并执行指令
		REF	进入回零模式，机床必须首先执行回零操作，然后才可以运行
		AUTO	进入自动加工模式
		EDIT	进入编辑模式，用于直接通过操作面板输入数控程序和编辑程序
	循环启动	程序运行开始，模式选择旋钮在“ AUTO”或“ MDI”位置时按下有效，其余模式下使用无效	

(续)

按键	名称	功能
	进给保持	程序运行暂停，在程序运行过程中，按下此按钮运行暂停，再按“Start”键从暂停的位置开始执行
	停止运行	程序运行停止，在程序运行过程中，按下此按钮运行暂停，再按“Start”键从头开始执行
	单段	将此按钮按打开后，运行程序时每次执行一条数控指令
	跳段	当此按钮按下时，程序中的“/”有效
	选择性停止	当此按钮按下时，程序中的“M01”代码有效
	紧急停止	紧急停止
	主轴控制	主轴旋转、主轴停止
	手动进给	机床进给轴正向移动、机床进给轴负向移动
	进给倍率调节	将光标移至此旋钮上后，通过单击鼠标左键或右键来调节进给倍率
	进给轴选择	将光标移至此旋钮上后，通过单击鼠标左键或右键来选择进给轴
	点动步长选择	X1、X10、X100 分别代表移动量为 0.001mm、0.01mm、0.1mm
	手动进给速度	将光标移至此旋钮上后，通过单击鼠标左键或右键来调节手动进给速度
	手轮	将光标移至此旋钮上后，通过单击鼠标左键或右键来转动手轮

FANUC Oi 数控系统控制面板如图 1-3 所示，其具体操作如下：

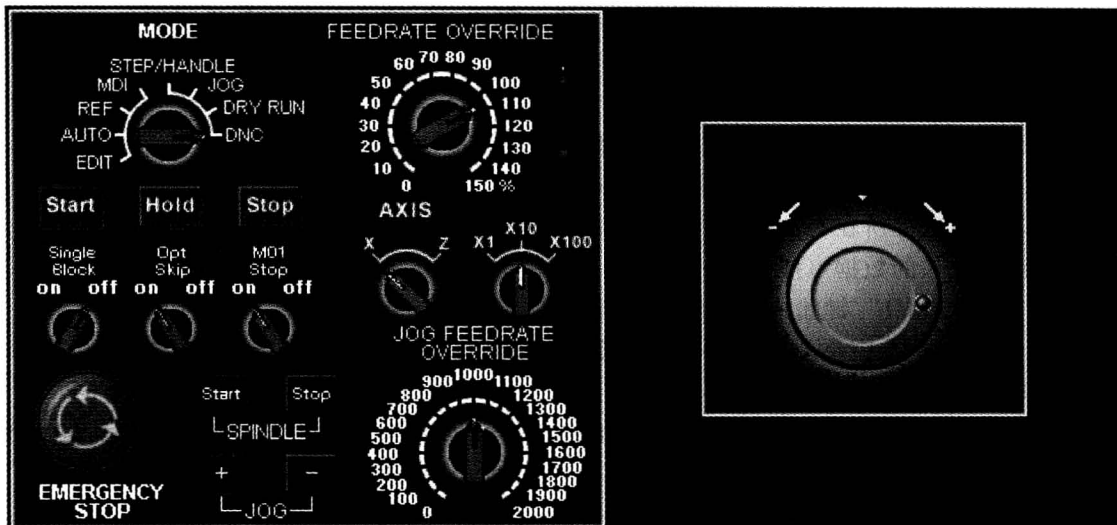


图 1-3 FANUC Oi 数控系统的控制面板

1. 手动操作方式

(1) 机床回零 将机床操作面板的“MODE”旋钮拨到“REF”挡，旋转 X、Z 轴的控制旋钮“AXIS”，选择相应的坐标轴，再单击“JOG”的“+”按键，此时所选的坐标轴将回零，相应操作面板上的坐标轴回零指示灯亮，同时显示器上的坐标显示出机床回零坐标值。

(2) 手动 / 连续加工

1) 将机床操作面板的“MODE”旋钮拨到“JOG”挡。

2) 按下配合移动按键“JOG (+、-)”，旋转 X、Z 轴的控制旋钮“AXIS”，选择相应的坐标轴，通过步进量调节旋钮“×1、×10、×100”快速准确地调节机床。

3) 按“SPINDLE”键来控制主轴的转动与停止。

(3) 手动 / 单步加工

1) 在对准基准时或在手动连续加工时，若需要精确调节机床，可进行单步调节。

2) 将机床操作面板的“MODE”旋钮拨到“STEP/HANDLE”挡（STEP 为点动，HANDLE 为手轮移动）。

3) 按下配合移动按钮“JOG (+、-)”和步进量调节旋钮“×1、×10、×100”，单步调节机床或使用手轮调节机床。

注：“×1”表示每次步进量为 0.001mm，“×10”表示每次步进量为 0.01 mm，“×100”表示每次步进量为 0.1 mm。

4) 按“SPINDLE”键控制主轴的转动与停止。

2. 手动数据输入方式（MDI 方式）

1) 将机床操作面板的“MODE”旋钮拨到“MDI”挡，可进行 MDI 操作。

2) 在 MDI 键盘上，如图 1-2 所示，按“PRGRM”键，进入编辑界面。

3) 输入数据，在键盘上点击数字/字母键，第一次点击为字母输出，第二次点击为数字输出。

4) 按数字/字母键, 键入字母“O”, 再输入程序号。输入的程序号不可以与已有的程序编号重复。

5) 输入一个程序段后, 换行按回车键“EOB”换行。

6) 移动光标, 按“PAGE”键的上、下方向键翻页, 移动光标。

7) 若删除输入域中的数据, 可按“CAN”键。

8) 若删除光标所在处的代码, 可按“DELET”键。

9) 清除输入的数据可按“RESET”键。

10) 按“INPUT”键输入所写的的数据指令。

11) 要运行一个完整的数据指令, 可按运行控制按钮“Start”运行程序。

3. 编辑方式

(1) 程序目录的显示 将“MODE”旋钮置于“EDIT”挡或“AUTO”挡, 在MDI键盘上按键, 按软件“lib”, 即可将程序目录显示出来。

(2) 程序的选择 将“MODE”旋钮置于“EDIT”挡或“AUTO”挡, 在MDI键盘上按键, 进入编辑页面, 按键入字母“O”, 按数字键键入搜索的号码“XXXX” (搜索号码为数控程序目录中显示的程序号), 按“CURSOR”键开始搜索。找到后, “OXXXX”显示在屏幕右上角的程序号位置, 程序内容显示在屏幕上。

(3) 回程序头 将“MODE”旋钮置于“EDIT”挡或“AUTO”挡, 在MDI键盘上按键, 键入“O”, 按“CURSOR”键, 或按“RESET”键。

(4) 一个程序的删除 将“MODE”旋钮置于“EDIT”挡, 在MDI键盘上按键, 进入编辑页面, 按键入字母“O”, 按数字键键入要删除的程序的号码“XXXX”, 按键, 程序即被删除。

(5) 全部程序的删除 将“MODE”旋钮置于“EDIT”挡, 在MDI键盘上按键, 进入编辑页面, 按键入字母“O”, 按键入“-”, 按键键入“9999”, 按键。

(6) 一个指定代码的搜索 将“MODE”旋钮置于“EDIT”挡, 在MDI键盘上按键, 键入字母或代码, 按CURSOR键进行搜索。

(7) MDI方式的程序输入和运行

1) 将控制面板上“MODE”旋钮置于“MDI”挡, 进入MDI模式, 进行MDI操作。

2) 在MDI键盘上按键, 进入编辑页面, 如图1-4所示。

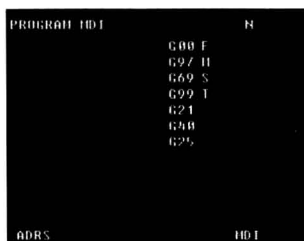


图 1-4 编辑页面

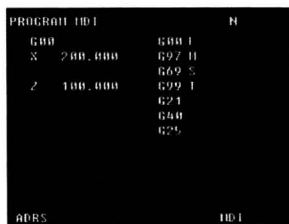


图 1-5 编辑页面

3) 输入程序指令: 在MDI键盘上单击数字/字母键输入程序指令。按键, 删除输入域中最后一个字符。若重复输入同一指令字, 后输入的数据将覆盖前输入的数据。

4) 按键盘上的  键, 将输入域中的内容输入到指定位置, CRT 界面如图 1-5 所示。

5) 按  键, 已输入的 MDI 程序被清空。

6) 输入完整的数据指令后, 按循环启动按钮  运行程序。运行结束后, CRT 界面上的数据被清空。

(8) 程序的编辑 将“MODE”旋钮置于“EDIT”挡, 在 MDI 键盘上按  键, 进入编辑页面, 选定了一个数控程序后, 此程序显示在 CRT 界面上, 此时可对数控程序进行编辑操作。

1) 移动光标。按“PAGE”  或  翻页, 按“CURSOR”  或  移动光标。

2) 插入字符。先将光标移到所需位置, 点击 MDI 键盘上的数字/字母键, 将代码输入到输入域中, 按  键, 把输入域的内容插入到光标所在代码后面。

3) 删除输入域中的数据。按  键用于删除输入域中的数据。

4) 删除字符。先将光标移到所需删除字符的位置, 按  键, 删除光标所在的代码。

5) 查找。输入需要搜索的字母或代码, 按“CURSOR”  开始在当前数控程序中光标所在位置后搜索(代码可以是一个字母或一个完整的代码, 如“N0010”、“M”等)。如果此数控程序中有所搜索的代码, 则光标停留在找到的代码处; 如果此数控程序中光标所在位置后没有搜索的代码, 则光标停留在原处。

6) 替换。先将光标移到所需替换字符的位置, 将替换成的字符通过 MDI 键盘输入到输入域中, 按  键, 把输入域的内容替代光标所在的代码。

(9) 用 MDI 键盘的手工输入程序 将“MODE”旋钮置于“EDIT”挡, 在 MDI 键盘上按  键, 键入字母“O”, 接着键入程序编号, 按“INPUT”输入程序内容。

4. 自动加工

1) 选择数控程序或自行编写程序, 输入。

2) 将控制面板上“MODE”旋钮调到“AUTO”上, 进入自动加工模式。

3) 将单步开关“Single Block”置“ON”上, 运行程序时每次执行一条指令。

4) 将跳过开关“Opt Skip”置于“ON”上, 此时“M01”代码有效。

5) 根据需要调节进给速度调节旋钮“FEEDRATE OVERRIDE”, 调节数控程序运行的进给速度, 调节范围从 0% ~ 150%。

6) 利用“Start”、“Hold”、“Stop”按钮, 控制其开始、暂停、停止。

7) 若此时将控制面板上的“MODE”旋钮调到“DRY RUN”空运行上, 则表示此时是以 G00 速度进给。

5. 数控车床的操作规程

文明生产与安全操作是企业管理中一项十分重要的内容, 它不仅直接影响产品质量, 影响设备和工具、夹具、量具的使用效果及寿命, 还会影响操作者技能的发挥。因此, 严格遵守下列操作规程不仅可以给操作者提供一个安全的工作环境, 而且可以提高生产率。

1) 操作时请戴上防护目镜, 穿上安全防护鞋。

2) 戴安全帽, 工作服的袖口和衣边应系紧。

3) 操作过程中不能戴手套。

4) 操作数控系统前, 应检查两侧的散热风机是否正常, 以保证良好的散热效果。应该

仔细检查车床各部分机构是否完好,各种手柄、变速手柄(主要指经济型数控车床)的位置是否正确,还应按要求认真检查数控系统及各电气附件的插头、插座是否连接可靠。

5) 操作数控系统时,对各按键的操作不得用力过猛,更不允许用扳手或其他工具进行操作。

6) 机床周围环境应干净、整洁、光线适宜,附近不能放置其他杂物,以免给操作者带来不便。

7) 未经过安全操作培训的人,不能操作机床。

8) 操作者尽量不要更换或增加夹具、工装和辅助设备。

9) 机床上所用的夹具、工装必须具有足够的刚性,安装时必须采取防松措施。

10) 机床,特别是机床的运动部件上不能放置工件、工具等东西。

11) 数控系统在不使用时,要用布罩套上,防止进入灰尘,并应定期进行内部除尘或细微清理。

12) 在清除沉积在机床、配电板以及数控控制装置上的灰尘、碎屑时,避免使用压缩空气。

13) 操作和维修人员必须特别注意安全标牌上的有关安全警告说明,操作时应完全按照说明进行。

14) 机床上的固定防护门、各种防护罩、盖板,只有在调试机床时才能打开,数控控制单元以及配电柜的门更不能随便打开。

15) 安全装置均不得随意拆卸或改装,如行程两端的限位撞块以及电器互锁装置的限位开关。

16) 调整和维修机床时所用的扳手等工具必须是标准工具。

17) 记住急停按钮的位置,以便在紧急情况下能够快速按下。

18) 机床在运转时,身体各部位不能接近运转部件。

19) 清理切屑时,应先停机。注意,不能用手清理刀盘及排屑装置里的切屑。

20) 先停机,然后再调整冷却喷嘴的位置。

21) 安装刀具时,应使主轴及各运动轴停止运转,注意其伸出长度不得超过规定值。刀盘转位时要特别注意,防止刀尖和床身、滑板、防护罩、尾座等发生碰撞。

22) 当自动转位刀架未回转到位时,不得强行用外力使刀架非正常定位,以防止损坏刀架的内部结构。

23) 完成对刀后,要做模拟换刀过程试验,以防止正式操作时发生撞坏刀具、工件或设备等事故。

24) 工件装夹时应尽量平衡,未平衡时不能起动手轴。

25) 虽然数控车削加工过程是自动进行的,但并不是无人加工,仍需要操作者经常观察,不允许随意离开生产岗位。

26) 要注意环境温度对数控系统的影响,勤观察纵、横向步进电动机的温升变化情况,以便出现异常时立即停机检查。

27) 卡爪必须为标准卡爪。卡爪装好后,其外围必须在卡盘外径以内。

28) 软爪成形切削时,应注意软爪的夹紧位置和形状。软爪成形后,检查其夹持零件是否牢靠,夹持力是否合适。

29) 当同时用卡盘和顶尖夹持工件时, 应注意工件的重量、中心孔的形状和大小及顶紧力。如果顶持一个重而中心孔又小的工件, 在加大载荷时, 会损伤顶尖, 致使工件飞出。因此, 要特别注意顶尖孔的大小, 使顶尖的负荷不要太大。

30) 下班时, 按规定切断电源, 然后把机床各部位 (包括导轨) 擦干净, 再按使用说明书中的规定给导轨和各运动部位涂上防锈油。还应认真做好交接班工作, 必要时, 应做好文字记录 (如加工程序及程序执行情况等)。

6. 数控车床的日常维护

数控车床应是自动化程度高、结构复杂且价格昂贵的先进加工设备, 在现代工业生产中发挥着巨大的作用。做好数控车床的日常维护、保养, 降低数控车床的故障率, 将能充分发挥数控车床的功效。一般情况下, 数控车床的日常维护和保养是由操作人员来进行的。

二、数控机床的坐标系

数控机床的坐标系及其运动方向在 ISO841 国际标准中有统一规定。我国也制订了等效于 ISO841 的标准 GB/T 19960—2005。

1. 坐标命名规则

(1) 刀具相对于静止的工件而运动的原则 数控机床加工时的进给运动可以是刀具相对于工件的运动, 也可以是工件相对于刀具的运动。规定刀具相对于静止的工件而运动的原则, 可使编程人员在不知道是刀具移近工件还是工件移近刀具的情况下, 就可依据零件图样, 确定加工时刀具的运动轨迹坐标。

(2) 笛卡儿右手直角坐标系 标准的机床坐标系是一个右手笛卡儿直角坐标系, 如图 1-6 所示。它规定了 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴的方向: 用右手的拇指、食指和中指分别代表 X 、 Y 、 Z 轴的正方向, 围绕 X 、 Y 、 Z 各轴的回转运动分别用 A 、 B 、 C 表示, 其正向用右手螺旋定则确定。

(3) 运动的正方向 数控机床的某一部分的运动正方向, 是增大工件和刀具之间距离的方向。

(4) 坐标轴确定的方向和步骤

1) Z 轴。一般取机床的主轴为 Z 轴, 其正方向是使刀具远离工件的方向, 或者说是增大刀具与工件距离的方向, 如卧式车床, 立式和卧式铣床的 Z 轴。当机床有几个主轴时, 选一个垂直工件装夹面的主轴为 Z 轴; 当机床无主轴时, 以与装夹工件的工作台面相垂直的直线为 Z 轴, 如图 1-7、图 1-8、图 1-9 所示。

2) X 轴。 X 轴是水平的, 平行于工件的装夹面, 其正方向按以下方法确定: 对 Z 轴水平布置的机床, 如卧式铣床、钻床、镗床等, 由主轴向工件看, X 轴的正方向指向右方; 对 Z 轴垂直布置的机床, 如立式铣床、钻床、镗床等, 由主轴向立柱看, X 轴的正方向指向右方; 对工件旋转的机床如车床, X 轴布置在径向, 即横拖板方向, 并以增大刀具和工件距离的方向为正方向。

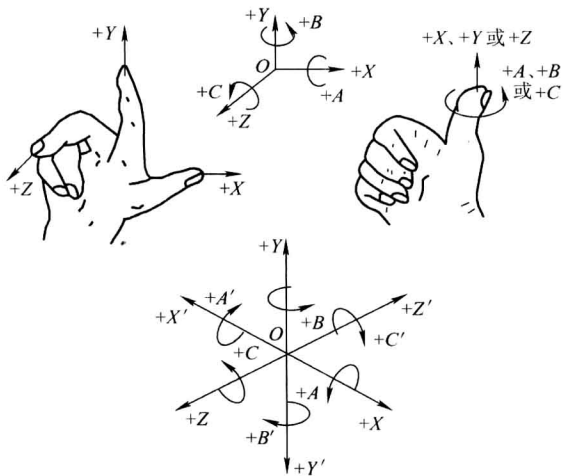


图 1-6 笛卡儿右手定则

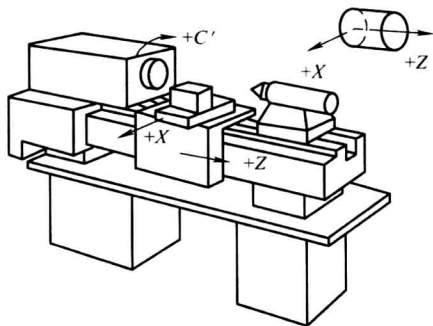


图 1-7 卧式数控车床

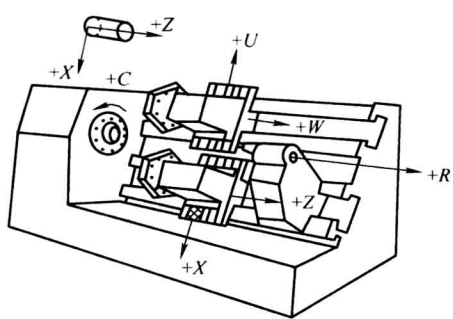


图 1-8 具有可编程尾座的数控双刀架车床

3) Y 轴。在 Z 轴和 X 轴确定后,按右手直角坐标定则即可确定 Y 轴和正向。

4) A 、 B 、 C 轴。此三轴为回转进给运动坐标,根据已确定的 X 、 Y 、 Z 轴,用右手螺旋法则确定。

5) 附加坐标。若机床除有 X 、 Y 、 Z (第一组) 方向的主要直线运动外,还有平行于它们的坐标运动,则分别命名为 U 、 V 、 W (第二组);若还有第三组运动,则命名为 P 、 Q 、 R 。若除了 A 、 B 、 C (第一组) 回转运动外,还有其他回转运动,则命名为 D 、 E 和 F 。

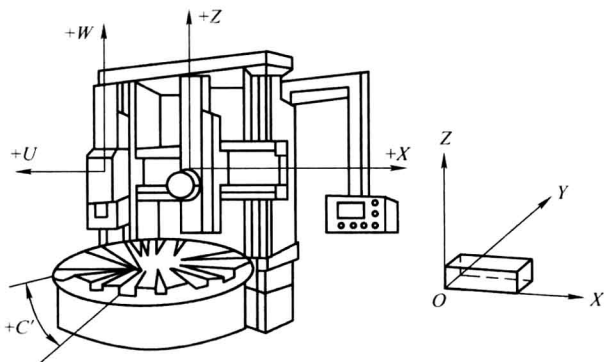


图 1-9 立式转塔式数控车床

2. 数控车床坐标系的判断

(1) 数控车床坐标轴和运动方向的命名原则

1) 机床坐标系符合右手笛卡儿直角坐标系定义原则。

2) 数控车床的 Z 轴规定为传递切削动力的主轴方向, X 轴规定为水平方向,在工件的径向上,且平行于横向滑板。

(2) 数控车床坐标系的确定与应用 数控车床是两坐标的机床,只有 X 轴和 Z 轴。

1) 先确定 Z 轴,然后再确定其 X 轴。

2) 数控车床坐标系的原点一般定义在卡盘中心线与中间端面的交点。

3. 数控车床上的相关位置点

(1) 机床原点 机床原点也称机床零点,为机床上的一个固定的点。车床的机床原点为主轴回转中心线与卡盘中间端面之交点,如图 1-10 所示。数控车床有两种不同位置的刀架,即前置刀架和后置刀架。以机床原点为坐标原点为建立起来的 X 、 Z 轴直角坐标系,称为机床坐标系。

机床坐标系是机床固有的坐标系,是制造和调整机床的基础,也是设置工件坐标系的基础。机床坐标系在出厂前已经调整好,一般不允许随意变动。参考点也是机床上的一个固定不变的极限点,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。回机械零点前先要开机。数控车床开机前先要熟悉数控车床的面板,因为面板的形式同数控

系统密切相关。数控车床的开机有难有易，有的车床开机大都比较简单，一般打开电源后，直接启动数控系统即可。开机后，通过回零，使工作台回到机床原点（或参考点，该点为与机床原点有一固定距离的点）。数控车床的回零（回参考点）步骤为：开关置于“回零”位置，按手动轴进给方向键“+X”、“+Z”至回零指示灯亮。开机后必须先回零（回参考点），若不做此项工作，则螺距误差补偿、间隙补偿等功能将无法实现。设定机床机械原点同编程中的 G54 指令有直接关系。

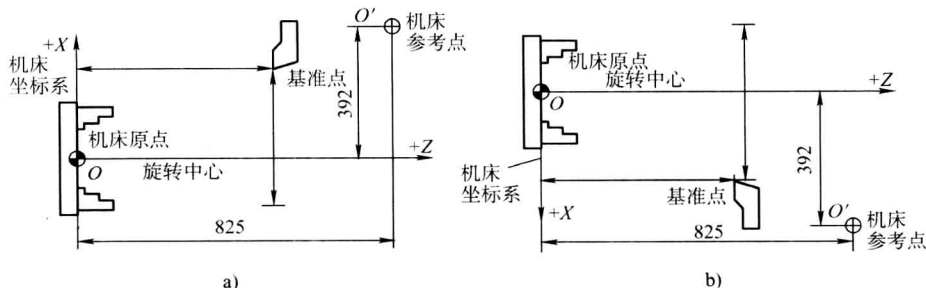


图 1-10 机床坐标系和机床参考点

a) 后置刀架 b) 前置刀架

(2) 机床参考点 参考点也是机床上一个固定点，该点是刀具退离到一个固定不变的极限点，如图 1-10 所示，（点 O' 即为参考点）。其固定位置由 X' 向与 Z' 向的机械挡块及电动机零点位置来确定，机械挡块一般设定在 Z 轴正向的最大位置。当进行回参考点的操作时，装在纵向和横向拖板上的行程开关碰到挡块后，向数控系统发出信号，由系统控制拖板停止运动，完成回参考点的操作。

通过设置参数的方法，也可以将机床原点设定在 X 、 Z 坐标的正方向极限位置上，即参考点。

(3) 工件原点（编程原点） 工件坐标系是编程时使用的坐标系，所以又称为编程坐标系。数控编程时，应该首先确定工件坐标系和工件原点。工件原点也称编程原点，是人为设定的点，其设定的依据是：既要符合图样尺寸的标注习惯，又要便于编程。因此，当编程时，一般先找出图样上的设计基准点，并通常以该点作为工件原点。编程原点的选择要尽量满足编程简单、尺寸换算少、引起的加工误差小等条件。数控车床的编程原点（也称工件原点）一般选择在轴线与工件右端面、左端面或卡爪的前端面的交点上，如图 1-11 所示。图 1-11a 所示为后置刀架的工件坐标系，图 1-11b 所示为前置刀架的工件坐标系。

确定编程坐标系的原点最根本的原则有以下三条：

1) 编程原点的选择要便于坐标计算。尽量选择能直观地确定零件基点坐标值的一些特殊点为坐标原点，可以简化计算的工作量，也便于程序检查。

2) 编程原点的选择要便于加工中的对刀。因为对刀的目的是要确定编程原点在工件毛坯上的位置，即找出该点在机床坐标系中的坐标值，使图样上的编程坐标系转化为加工中的工件坐标系。

3) 编程原点要尽量与设计基准或工艺基准统一，以利于保证加工精度。

一般情况下，以坐标形式标注尺寸的零件，编程原点应选在尺寸标注的基准点；对称零件或以同心圆为主的零件，编程原点应选在对称中心线或圆心上。

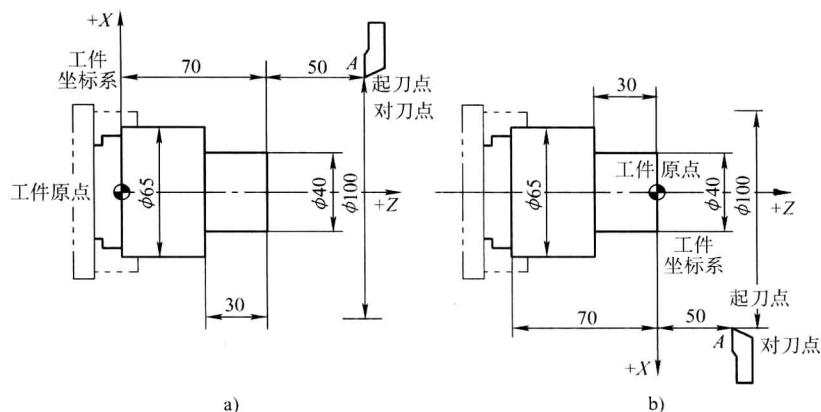


图 1-11 工件坐标系的设定

a) 后置刀架 b) 前置刀架

由于数控车床加工的零件都是回转体，径向尺寸都是关于轴线对称的，所以车削件的 X 坐标原点应取在零件加工面的回转中心，即零件的轴线上， Z 坐标原点可以选在工件的右端面或左端面。对于左右对称的零件，还可以选在对称中心。 Z 坐标原点放在右端面有利于对刀，当刀具离开工件时， Z 坐标为正值；当刀具进入工件加工时， Z 坐标为负值，有利于程序检查。

编程坐标原点的选择也会影响坐标计算的难易，如果零件轮廓中包含有椭圆、抛物线等曲线，则应把坐标原点放在其对称中心上，可以简化曲线的方程，使计算变得简单。

(4) 数控车削加工中与对刀有关的概念及相关注意事项 对刀的目的是确定编程原点在机床坐标系中的位置，将编程坐标系的原点转换成机床坐标系的已知点，这时刀具所在的点就称为对刀点，对刀点可与编程原点重合，也可在任何便于对刀之处。

1) 起刀点是零件程序加工的起始点，即刀具相对零件运动的起点，其位置通常设定为换刀时刀架不受干涉和最接近工件的位置。

2) 换刀点是指程序中指定的用于换刀的位置点，分为两种类型，即固定换刀点和自定义换刀点。

3) 刀位点代表刀具的基准点，是对刀时的注视点。尖形车刀的刀位点为假想刀尖点，刀尖带圆弧时刀位点为圆弧中心；钻头的刀位点为钻尖。数控系统控制刀具的运动轨迹，准确地说是控制刀位点的运动轨迹。手工编程时，程序中所给出的各点（基点）坐标值就是指刀位点的坐标值；自动编程时程序输出的坐标值就是刀位点在每一有序位置的坐标数据，刀具轨迹就是由一系列刀位点的有序位置点和连接这些位置的直线（直线插补）或圆弧（圆弧插补）组成的。

4) 对刀点是用来确定刀具与工件的相对位置关系的点，是确定工件坐标系与机床坐标系的关系点。对刀就是将刀具的刀位点置于对刀点上，以便建立工件坐标系。

5) 对刀基准（点）是对刀时为确定对刀点的位置所依据的基准。该基准可以是点、线或面，它可设在工件上（定位基准或测量基准）、夹具上（如夹具定位元件的起始基准）或机床上。

6) 选择起刀点、换刀点的位置通常要注意：①方便数学计算和简化编程；②容易找正对刀；③便于加工检查；④引起的加工误差小；⑤不要与机床、工件发生碰撞；⑥方便拆卸工件；⑦空行程不要太长。