



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

# 数控机床零件加工

## (第2版)

主 编 张 伟  
副 主 编 陈树艳 杨朝全  
李涛远 顾 伟  
企业顾问 赵联银



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

## 内 容 简 介

本书是按照工学结合的人才培养模式,密切联系企业数控加工的生产实际而开发编写的。本书包含数控车床零件加工、数控铣床零件加工、数控车铣组合零件加工和自动编程零件加工四个学习情境,以及附录部分。本书针对数控编程与加工的相关岗位,根据相应职业能力培养的要求,以企业生产产品的工作过程为依据,设计了十三个典型任务,并按照任务驱动、项目导向的设计思想,组织和编排了各个任务的教学内容;教学内容的选取和规划参照了相关国家职业资格标准,涵盖了数控编程与加工相关职业资格中级工和高级工的理论和实际操作,充分体现了本书内容的针对性、实用性与先进性;课程内容突出对学生职业能力的训练,引入工作过程系统化的理念,以能力为本位,以面向应用为目标,以能力培养和实践操作为主线来讲解内容。

本书适合高职高专工科院校机械、数控等相关专业使用,也可供相关技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

数控机床零件加工/张伟主编. -- 2版. -- 北京:北京邮电大学出版社,2015.8(2023.1重印)

ISBN 978-7-5635-4458-5

I. ①数… II. ①张… III. ①数控机床—零部件—加工—高等教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 178563 号

策划编辑:马子涵 责任编辑:滕耘 封面设计:黄燕美

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码:100876

发行部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:三河市骏杰印刷有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:16.5

字 数:408 千字

版 次:2015 年 8 月第 2 版

印 次:2023 年 1 月第 6 次印刷

ISBN 978-7-5635-4458-5

定 价:49.80 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

服务电话:400-615-1233

# CONTENTS

# 目 录

## 学习情境一 数控车床零件加工 ..... 1

### 任务一 数控车床的认知与基本操作 ..... 1

任务描述 ..... 1

相关知识 ..... 2

一、数控技术与数控机床 ..... 2

二、数控车床的组成 ..... 2

三、数控车床的工作原理与加工对象 ..... 3

四、数控车床面板操作 ..... 5

五、数控车床安全操作规程 ..... 8

任务实施 ..... 9

检测评估 ..... 11

拓展训练 ..... 11

### 任务二 数控车床的编程操作 ..... 14

任务描述 ..... 14

相关知识 ..... 14

一、数控车床的坐标系 ..... 14

二、数控车床的程序格式 ..... 17

三、数控车床的基本编程指令 ..... 18

四、数控车刀 ..... 20

五、数控编程与加工的一般步骤 ..... 24

任务实施 ..... 25

检测评估 ..... 28

拓展训练 ..... 28

### 任务三 简单阶梯轴的加工 ..... 29

任务描述 ..... 29

相关知识 ..... 30

一、基本编程指令 ..... 30

二、切削用量选择 ..... 32

三、数控外圆车刀 ..... 36

四、切削液 ..... 37

五、轴的测量 ..... 39

任务实施 ..... 42

检测评估 ..... 44

拓展训练 ..... 45

### 任务四 螺纹轴的加工 ..... 45

任务描述 ..... 46

相关知识 ..... 46

一、编程指令 ..... 46

二、外螺纹车刀 ..... 49

三、螺纹切削工艺 ..... 50

四、螺纹的检测 ..... 52

任务实施 ..... 54

检测评估 ..... 56

拓展训练 ..... 57

### 任务五 过渡套的加工 ..... 58

任务描述 ..... 58

相关知识 ..... 58

一、孔的加工方法 ..... 58

二、零件数控加工工艺分析 ..... 61

三、加工工序和加工顺序的确定 ..... 63

四、刀尖圆弧半径补偿 ..... 65

五、内孔的检测 ..... 69

六、圆弧的检测 ..... 70

任务实施 ..... 71

检测评估 ..... 74

拓展训练 ..... 75

<b>任务六 端盖的加工</b> .....	76	相关知识 .....	130
任务描述 .....	77	一、数控铣削刀具 .....	130
相关知识 .....	77	二、刀具半径补偿 .....	135
一、编程指令 .....	77	三、进给路线的确定 .....	137
二、数控车床夹具 .....	81	任务实施 .....	139
三、端面切槽刀 .....	84	检测评估 .....	141
任务实施 .....	84	拓展训练 .....	141
检测评估 .....	87	<b>任务十 泵盖的加工</b> .....	142
拓展训练 .....	88	任务描述 .....	142
<b>任务七 椭圆轴的加工</b> .....	89	相关知识 .....	143
任务描述 .....	89	一、铣削内轮廓的加工工艺 .....	143
相关知识 .....	90	二、切削用量的选择 .....	145
一、宏程序编程 .....	90	三、数控铣削时的工件装夹 .....	147
二、子程序编程 .....	94	任务实施 .....	149
三、进给路线的确定 .....	97	检测评估 .....	152
四、锥度和锥角的检测 .....	100	拓展训练 .....	153
任务实施 .....	101	<b>任务十一 复杂平面轮廓零件的</b>	
检测评估 .....	104	<b>加工</b> .....	154
拓展训练 .....	104	任务描述 .....	154
<b>学习情境二 数控铣床零件</b>		相关知识 .....	155
<b>加工</b> .....	108	一、孔的固定循环指令 .....	155
<b>任务八 油槽板的加工</b> .....	108	二、坐标系旋转功能指令 .....	162
任务描述 .....	108	三、极坐标指令 .....	162
相关知识 .....	109	四、刀具长度补偿指令 .....	163
一、数控铣床的组成 .....	109	任务实施 .....	166
二、数控铣削的主要加工对象 .....	110	检测评估 .....	170
三、数控铣床的坐标系 .....	112	拓展训练 .....	170
四、数控铣床的基本操作 .....	113	<b>学习情境三 数控车铣组合零件</b>	
五、数控铣床的对刀操作 .....	119	<b>加工</b> .....	173
六、数控系统 FANUC 0i-M 的编程		<b>任务十二 异形垫块的加工</b> .....	173
指令代码 .....	122	任务描述 .....	173
任务实施 .....	125	相关知识 .....	174
检测评估 .....	126	一、零件表面加工方法的选择 .....	174
拓展训练 .....	127	二、加工阶段 .....	176
<b>任务九 手柄支撑板的加工</b> .....	130	三、比例与镜像编程指令 .....	178
任务描述 .....	130	任务实施 .....	179

检测评估 .....	182
拓展训练 .....	183
<b>学习情境四 自动编程零件加工 .....</b>	<b>185</b>
<b>任务十三 透镜凹模的自动编程与加工 .....</b>	<b>185</b>
任务描述 .....	185
相关知识 .....	186
一、自动编程的基本步骤 .....	186
二、UG NX CAM 数控加工的一般过程 .....	187
三、铣削加工类型 .....	188
四、合理选择加工刀具与切削用量 .....	191
五、FANUC Oi 和 PC 机的程序传输 .....	193
任务实施 .....	195
检测评估 .....	207
拓展训练 .....	208
<b>附录 职业资格考试 .....</b>	<b>210</b>
<b>附录 A 数控车工职业资格考试知识考核 .....</b>	<b>210</b>
<b>附录 B 数控铣工职业资格考试知识考核 .....</b>	<b>221</b>
<b>附录 C 数控车工(中级工)技能考核 .....</b>	<b>233</b>
<b>附录 D 数控车工(高级工)技能考核(一) .....</b>	<b>235</b>
<b>数控车工(高级工)技能考核(二) .....</b>	<b>239</b>
<b>数控车工(高级工)技能考核(三) .....</b>	<b>242</b>
<b>附录 E 数控铣工(中级工)技能考核 .....</b>	<b>246</b>
<b>附录 F 数控铣工(高级工)技能考核(一) .....</b>	<b>248</b>
<b>数控铣工(高级工)技能考核(二) .....</b>	<b>250</b>
<b>数控铣工(高级工)技能考核(三) .....</b>	<b>252</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>256</b>



## 任务一 数控车床的认知与基本操作

数控车床是目前使用较广泛的一种数控机床。与普通车床相比,数控车床是将编制好的加工程序输入数控系统中,由数控系统通过车床 X、Z 坐标轴的伺服电动机控制车床进给运动部件的动作顺序、移动量和进给速度,从而加工出各种形状不同的回转体零件。



### 学习目标

- 了解数控技术与数控机床的概念;
- 掌握数控机床的组成与工作原理;
- 熟悉数控车床操作面板的基本结构;
- 熟练地手动操作数控车床;
- 培养安全文明生产的习惯。



### 任务描述

用手动方式加工如图 1-1 所示轴的外圆柱面。已知毛坯为  $\phi 35$  mm 的棒料,材料为 45 钢。

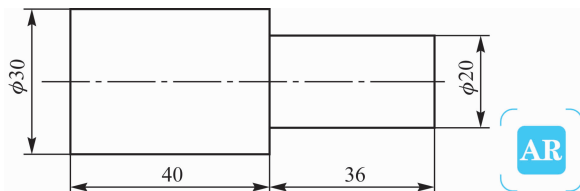


图 1-1 轴 1

## 相关知识

### 一、数控技术与数控机床

数控技术即数字控制(numerical control, NC)技术,是一种用数字化的信息(数字、字母和符号)对某一工作过程进行可编程的自动控制技术。现在的计算机数控技术(computer numerical control, CNC)采用计算机实现数字程序控制,即利用计算机按事先存储的控制程序来执行对设备的控制功能,也称为数控系统。

数控机床是指装备了数控系统的机床,即用一定格式的程序指令对机床的运动及其加工过程进行控制的机床。

### 二、数控车床的组成

如图 1-2 所示,数控车床主要由数控系统、主轴箱、回转刀架、尾座、床身、底座、防护罩、液压传动系统、润滑系统、切削液系统、强电气控制系统组成。

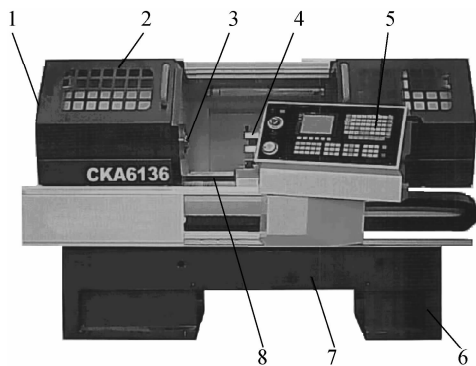


图 1-2 CKA6136 型数控车床

1—主轴箱; 2—防护罩; 3—主轴; 4—回转刀架; 5—数控系统;  
6—底座; 7—床身; 8—导轨

#### 1. 数控系统

数控系统是数控机床的核心,它将输入装置送来的脉冲信号进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种信号和指令,控制机床的各个部分,使其进行规定的、有序的动作。数控系统主要由输入/输出装置、数控装置、伺服单元、驱动装置、可编程控制器(PLC)、检测反馈装置及相应的软件组成。

#### 2. 主轴箱

主轴箱固定在床身的最左边,主轴箱中的主轴通过卡盘等夹具装夹工件。主轴箱的功能是支承主轴并起传动作用,使主轴带动工件按照规定的转速旋转,以实现机床的主运动。

#### 3. 回转刀架

刀架安装在机床的刀架滑板上,四方电动刀架一般可同时安装四把刀具,加工时可实现自动换刀。刀架的作用是装夹车刀、孔加工刀具及车螺纹刀具,并在加工时能准确迅速地选



择刀具。

#### 4. 尾座

尾座安装在床身导轨上,并可沿导轨进行纵向移动调整位置。尾座的作用是安装顶尖支承工件,在加工中起辅助支承作用。

#### 5. 床身

床身固定在机床底座上,是机床的基本支承件,在床身上安装着车床的各主要部件。床身的作用是支承各主要部件,并使它们在工作时保持准确的相对位置。

#### 6. 底座

底座是车床的基础,用于支承机床的各部件,连接电气柜,支承防护罩和安装排屑装置。

#### 7. 防护罩

防护罩安装在机床底座上,加工时用于保护操作者的安全和保证环境的清洁。

### 三、数控车床的工作原理与加工对象

#### 1. 数控车床的工作原理

数控车床的工作原理是用代码化的数字信息将刀具移动的信息记录在程序介质上,然后送入数控系统,经过编译、运算来控制机床的刀具与工件的相对运动,从而加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件。在数控车床上加工零件要经过以下几个阶段。

##### 1) 编程准备阶段

编程准备阶段需要分析待加工零件图样,确定合理的加工工艺,包括加工步骤、刀具轨迹及切削参数(切削深度、主轴转速、进给速度),并准备好刀具和夹具。

##### 2) 编程阶段

编程阶段需要根据零件图样和加工工艺,计算出编程所需的数据,用机床数控系统能识别的指令编写数控加工程序。程序就是对加工工艺过程的描述。

##### 3) 加工准备阶段

加工准备阶段包括程序的输入、工件装夹及对刀等。

##### 4) 加工阶段

加工阶段是指当执行程序时,机床系统对程序进行译码和运算,向机床伺服系统发出运动指令,以驱动机床的运动部件自动完成零件的加工。数控车床的工作流程如图 1-3 所示。

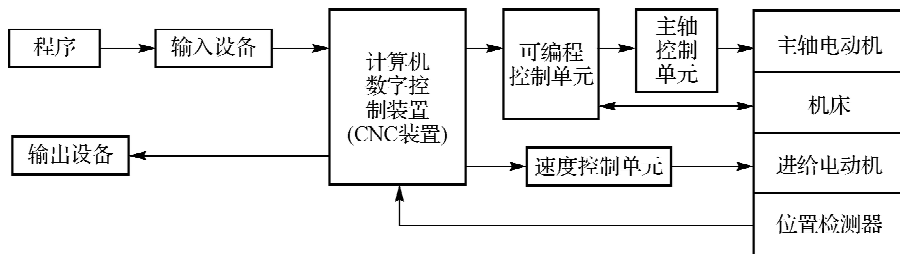


图 1-3 数控车床的工作流程

## 2. 数控车削的主要加工对象

### 1) 精度要求高的零件

数控车床的刚度高,制造和对刀精度高,能方便和精确地进行人工补偿,甚至自动补偿,因而它能够加工尺寸精度要求高的零件。一般来说,数控车床车削的零件尺寸精度可达IT6或更高。此外,由于数控车削时刀具运动是通过高精度插补运算和伺服驱动来实现的,再加上机床的刚度和制造精度高,所以它能加工对直线度、圆度、圆柱度要求高的零件。对圆弧以及其他曲线轮廓的形状,数控车床加工出的形状与图样上的目标几何形状的接近程度要比仿形车床好。母线为曲线形状的零件常采用数控线切割加工并稍加修磨的样板来检查,数控车床车削出来的零件形状精度不会低于这种样板本身的形状精度。此外,一些位置精度要求高的零件使用普通车床车削往往达不到要求,只能再采用磨削或其他方法弥补。而数控车削能够有效提高零件的位置精度,因此,在这种情况下便可采用数控车床进行零件加工。车削零件位置精度的高低主要取决于零件的装夹次数和机床的制造精度。在数控车床上加工零件时,如果发现位置精度要求较高,可以通过修改程序内数据的方法来校正位置,以提高其位置精度,而这种位置校正是普通车床无法实现的。

### 2) 表面粗糙度小的回转体

数控车床能加工出表面粗糙度小的零件,不仅由于数控机床的刚度和制造精度高,还由于它具有恒线速切削功能。在材质、精车留量和刀具已定的情况下,表面粗糙度值的大小取决于进给速度和切削速度。在普通车床上车削端面时,由于主轴转速在切削过程中恒定,理论上只有某一直径处的表面粗糙度最小,实际上也可发现端面内的表面粗糙度不一致。使用数控车床的恒线速切削功能,就可选用最佳线速度来切削端面,这样切出的表面粗糙度小且一致。数控车床还适于车削各部位表面粗糙度要求不同的零件,表面粗糙度要求小的部位可以用减小进给速度的方法来达到,而普通车床是不能实现的。

### 3) 超精密、超低表面粗糙度值的零件

磁盘、录像机磁头、激光打印机的多面反射体、复印机的回转鼓、照相机等光学设备的透镜及其模具,以及隐形眼镜等要求超高的轮廓精度和超低的表面粗糙度值,它们适于在高精度、多功能的数控车床上加工。超精加工的轮廓精度可达 $0.1\ \mu\text{m}$ ,表面粗糙度 $Ra$ 值可达 $0.02\ \mu\text{m}$ ,超精加工所用数控系统的最小设定单位应达 $0.01\ \mu\text{m}$ 。以前超精车削零件的材料主要是金属,现已扩大到塑料和陶瓷。以往很难加工的塑料散光用的透镜现在也可以用数控车床来加工。

### 4) 表面形状复杂的回转体零件

数控车床具有直线和圆弧插补功能,部分车床数控装置还有某些非圆曲线插补功能,因而数控车床可以车削由任意直线和平面曲线组成的形状复杂的回转体零件和尺寸难以控制的零件,如具有封闭内腔的壳体零件。图1-4所示为壳体零件封闭内腔的成形面,其在普通车床上是无法加工的,而在数控车床上则很容易加工。

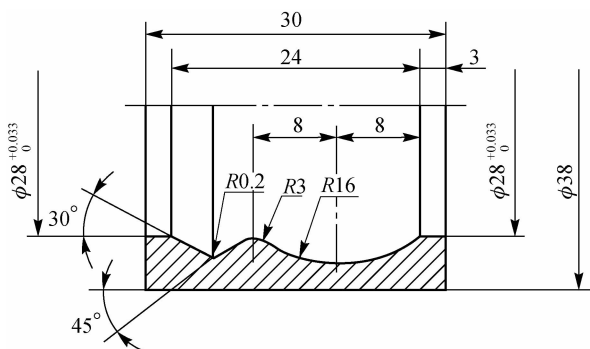


图 1-4 壳体零件封闭内腔的成形面示意图

组成零件轮廓的曲线既可以是数学方程式描述的曲线,也可以是列表曲线。对于由直线或圆弧组成的轮廓,可以直接利用机床的直线或圆弧插补功能;对于由非圆曲线组成的轮廓,可以用非圆曲线插补功能。若所选机床没有曲线插补功能,则应先用直线或圆弧去逼近,然后再用直线或圆弧插补功能进行插补切削。一般来说,车削圆弧零件和圆锥零件既可选用普通车床,也可选用数控车床,但车削形状复杂的回转体零件只能使用数控车床。

#### 5)带特殊螺纹的零件

普通车床所能切削的螺纹类型相当有限,只能车削等螺距的直螺纹、锥面米制和英制螺纹,而且一台车床只限定加工若干种螺距。数控车床不但能车削任何等螺距的直螺纹、锥面螺纹和端面螺纹,而且能车削增螺距、减螺距,以及要求等螺距、变螺距之间平滑过渡的螺纹和变径螺纹。数控车床车削螺纹时主轴转向不必像普通车床那样交替变换,它可以一刀接一刀地连续车削,直至完成,所以车削螺纹的效率很高。数控车床可以配备精密螺纹切削功能,可以使用较高的转速,再加上采用机夹硬质合金螺纹车刀,所以车削出来的螺纹精度较高、表面粗糙度值较小。因此,包括丝杠在内的螺纹零件很适合在数控车床上加工。

## 四、数控车床面板操作

配置 FANUC 0i-TD 数控系统的机床操作面板如图 1-5 所示,它由数控系统操作面板和机床操作面板两部分组成。



图 1-5 机床操作面板

### 1. 数控系统操作面板(FANUC 0i-TD)

数控系统操作面板由 CRT 显示器和 MDI 键盘两部分组成,如图 1-6 所示。

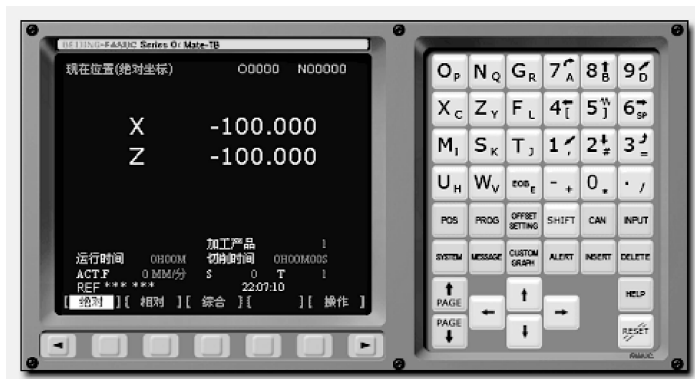



图 1-6 数控系统操作面板


#### 1) CRT 显示器

CRT 显示器可以显示车床的各种参数和状态,如显示车床参考点坐标、刀具起始点坐标、输入数控系统的指令数据、刀具补偿量的数值、报警信号、自诊断结果等。

在 CRT 显示器的下方有软键操作区,共有 7 个软键,用于各种 CRT 界面的选择。

(1)中间软键。中间共有 5 个软键,其功能由显示器上相应位置所显示的内容而定。




(2)左端软键。左端软键  用于选择操作功能后返回最初的界面状态,即在 MDI 键盘上选择操作功能时的界面状态。

(3)右端软键。右端软键  可以显示当前操作功能界面未显示完的内容。















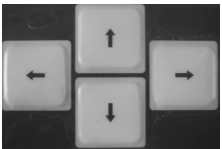
#### 2)MDI 键盘

MDI 键盘上各按键的名称及功能见表 1-1。

表 1-1 MDI 键盘上各按键的名称及功能

名 称	示 意 图	功 能
地址/数字键		<p>同一个键可用于输入地址,也可输入数值或符号。按“地址/数字”键后,输入的信息都显示在 CRT 屏幕的最下边一行,此时只是把相关的信息输入缓冲寄存器中,若要把缓冲寄存器中的信息输入偏置寄存器中,则必须按“插入”键 。  为程序段结束符</p>

续表

名称	示意图	功能
编辑键		<p>:“切换”键。当“地址/数字”键上有两个字符时,按此键可进行相互转换;</p> <p>:“取消”键。用于删除最后一个进入输入缓存区的字母或符号;</p> <p>:“输入”键。用于输入工件偏移值、刀具补偿值等,也可在手动数据输入方式下输入命令数据,还可用于输入/输出设备的输入开始。当按下字母或者数字键后再按该键,数据就被输入缓存区,并且显示在屏幕上;</p> <p>:“替换”键。用于程序修改中的替换;</p> <p>:“插入”键。用于程序的输入,先输入新的程序内容,再按该键,则新的程序内容将被插入光标所在点之后;使用该键还可以建立新的程序,先输入新的程序号,再按该键,则在系统中建立新的程序;</p> <p>:“删除”键。用于程序的删除。如要删除某一程序内容,可先移动光标到达所需删除之处,再按该键,可删除程序内容</p>
功能键		<p>:“位置显示”键。用于当前数控车床位置的显示;</p> <p>:“程序”键。用于程序的显示。在编辑方式下,编辑、显示存储器里的程序;在手动数据输入方式下,输入、显示手动输入数据;在车床自动运行方式下,显示程序指令值;</p> <p>:“偏移/设置”键。用于设定和显示刀具的偏置量和宏程序变量;</p> <p>:“系统屏幕显示”键。用于系统参数的设定和显示,及自诊断数据的显示;</p> <p>:“信息屏幕显示”键。用于报警号等的显示;</p> <p>:“图像显示”键。用于图形的显示</p>
光标移动键		用于控制光标上、下、左、右移动

续表

名称	示意图	功能
翻页键		用于前后翻页
帮助键		用于显示如何操作机床,可在 CNC 报警时提供报警的详细信息
复位键		用于解除报警,使数控系统复位。当数控车床自动运行时,按此键,则数控车床的所有运动都停止

## 2. 机床操作面板

机床操作面板的功能和按钮的排列与具体的数控车床的型号有关,CK6136 型数控车床的操作面板如图 1-7 所示。

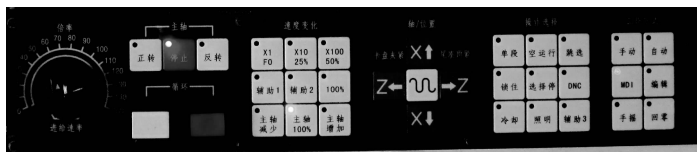


图 1-7 CK6136 型数控车床的操作面板

## 五、数控车床安全操作规程

- (1) 操作人员必须熟悉机床使用说明书等有关资料。
- (2) 操作者的穿戴必须符合要求,应穿紧身工作服,扎紧袖口。女生要戴工作帽,操作机床时严禁戴手套。
- (3) 开机前应对机床进行全面细致的检查,确认无误后方可操作。
- (4) 机床通电后,检查各开关、按钮和电压、油压是否正常,机床有无异常现象。
- (5) 发生故障时,立即按下急停按钮并报告指导教师。
- (6) 程序输入后,应仔细核对。核对内容包括代码、地址、数值、正负号、小数点及语法等。
- (7) 未经指导教师同意,不准擅自启动机床。多人共用一台机床时,只能一人操作,并注意他人安全。
- (8) 未装工件前,空运行一次程序,看程序能否顺利运行,刀具和夹具安装是否合理,有无超程现象。
- (9) 无论是首次加工的零件,还是重复加工的零件,首件都必须对照图样、工艺规程、加工程序和刀具调整卡进行试切。

- (10) 扳手使用完毕, 必须随时取下, 否则不能启动机床。
- (11) 刀具首次使用时, 必须先验证它的实际长度与所给刀具半径补偿值是否相符。
- (12) 当操作中出现工件跳动、抖动、异常声音、夹具松动等情况时, 必须立即停车处理。
- (13) 试切和加工过程中刃磨刀具和更换刀具后, 要重新测量刀具位置并修改刀具半径补偿值和刀具半径补偿号。
- (14) 手动进给连续操作时, 必须检查各种开关所选择的位置是否正确, 运动方向是否正确, 然后再进行操作。
- (15) 必须在确认工件夹紧后才能启动机床, 严禁工件转动时测量、触摸工件。
- (16) 工作结束后, 立即关闭电源, 收好量具、工具、工件, 清除切屑, 擦拭机床, 保持良好的工作环境。

## 任务实施

本任务是在学生了解数控车床的基础上, 完成如图 1-1 所示外圆柱面的加工, 主要练习数控车床的简单操作。该零件形状简单, 要求表面粗糙度  $Ra$  最小值为  $3.2 \mu\text{m}$ , 无几何公差要求。数控车床手动方式操作过程见表 1-2。

表 1-2 数控车床手动方式操作过程












序号	操作步骤	操作内容
1	打开机床电源开关	—
2	打开数控系统电源开关	机床上电后, 电源灯  亮, 按下系统电源开关后, 数控系统进行自检
3	机床回零	将“工作方式”的“参考点”键  按下, 再分别按  、  , 机床回零后, 回零灯  亮
4	装夹工件	利用三爪自定心卡盘夹紧工件, 工件外伸量适当
5	安装刀具	安装外圆车刀
6	启动主轴	按“主轴正转”键  , 启动主轴。开机, 首次启动主轴时须以“MDI 方式”启动, 步骤如下: 顺次按下“MDI 方式”键  、“程序”键  , 找到 MDI 页面, 输入 M03 S500; 按“插入”键  后, 按“循环启动”键  , 主轴即按 500 r/min 的速度旋转, 按“主轴修调倍率”键  可以对正在旋转的主轴转速进行调整

续表

序 号	操作步骤	操作内容
7	手动快速移动	将“工作方式”的手动键  按下；同时按下  和  ，刀具将沿 +X 方向快速移动；同时按下  和  ，刀具将沿 -X 方向快速移动；同时按下  和  ，刀具将沿 +Z 方向快速移动；同时按下  和  ，刀具将沿 -Z 方向快速移动
8	手动进给	靠近工件时，改为慢速，转动“进给倍率选择”开关  ，选择恰当的挡位，按下  、  、  或  ，刀具将沿相应方向进给运动，进行切削
9	快速退刀，停主轴	按“主轴停止”键  ，主轴停止
10	测量工件，长度	—
11	确定余量	根据位置显示确定还需加工的量
12	再加工	重复 6、7、8、9 的步骤






利用手轮的手摇方式操作过程见表 1-3。

表 1-3 手摇方式操作过程

序 号	操作步骤	操作内容
1	打开机床电源开关	—
2	打开数控系统电源开关	机床上电后，电源灯  亮，按下系统电源开关后，数控系统进行自检
3	机床回零	将“工作方式”的“参考点”键  按下，再分别按下  、  ，机床回零后，回零灯  亮
4	装夹工件	利用三爪自定心卡盘夹紧工件，工件外伸量适当
5	安装刀具	安装外圆车刀
6	启动主轴	按“主轴正转”键  ，启动主轴。开机，首次启动主轴时须以“MDI 方式”启动，步骤如下：顺序按下“MDI 方式”键  、“程序”键  ，找到 MDI 页面，输入 M03 S500；按“插入”键  后，按“循环启动”键  ，主轴即按 500 r/min 的速度旋转，按“主轴调速率”键  可以对正在旋转的主轴转速进行调整



续表

序号	操作步骤	操作内容
7	手摇移动	将“工作方式”的“手轮方式”键  按下；按“点动”键  ，选择刀具移动的速度（三挡 X1、X10、X100）；拨动“轴选择”开关  ，选择刀具移动的轴；旋转手轮  ，移动刀具（顺时针正方向，逆时针负方向）
8	手摇进给	进行切削
9	快速退刀，停主轴	按“主轴停止”键  ，主轴停止
10	测量工件长度	—
11	确定加工余量	根据位置显示确定还需加工的量
12	再加工	重复 6、7、8、9 的步骤

## 检测评估

数控车床操作的检测评估记录见表 1-4。

表 1-4 检测评估记录表

序号	项目	考核内容	配分	检测结果	得分
1	现场操作规范	工具的正确使用	15		
2		量具的正确使用	10		
3		刀具的合理使用	15		
4		设备的正确操作和维护保养	40		
5	外圆	直径 $\phi 20$ mm	5		
6		长度 36 mm	5		
7	外圆	直径 $\phi 30$ mm	5		
8		长度 40 mm	5		

## 拓展训练

### 1. 轴的加工

用手动方式或手摇方式加工如图 1-8 所示的轴。已知毛坯为  $\phi 30$  mm 的棒料，材料为 45 钢。

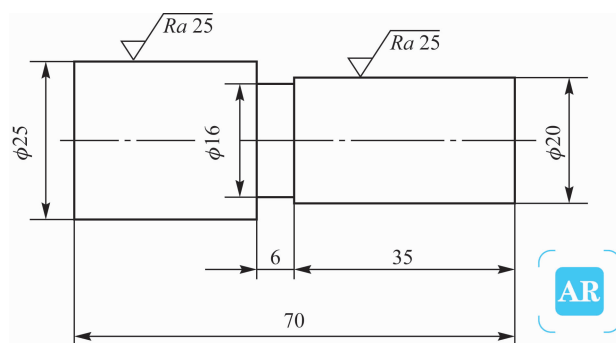


图 1-8 轴 2

## 2. 华中数控系统面板

华中数控系统在我国应用比较广泛,其系统操作面板与机床操作面板如图 1-9 所示。

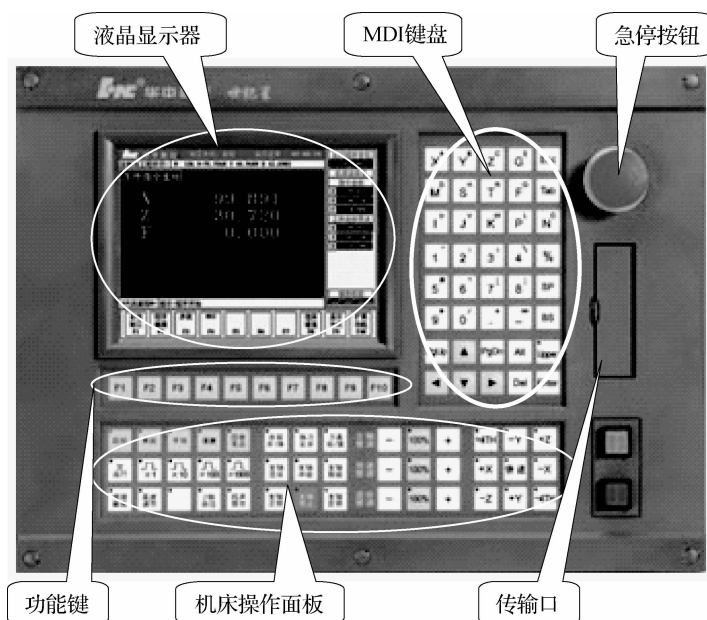


图 1-9 HNC21/22T 数控系统操作面板

### 1) HNC21/22T 数控系统的面板组成

(1)显示窗口。显示窗口用于功能菜单、系统状态、故障报警、坐标位置、人机交互的显示及加工图形的模拟仿真。HNC-21T 的主显示窗口共有 4 种显示模式可供选择:正文、大字符、ZX 平面图形、坐标值联合显示。

(2)功能键。通过功能键 F1~F10 来完成系统功能的操作。点击其中的某一按键,操作界面就可切换到相应功能的子菜单,子菜单相应的进行系统的操作和控制。

(3)MDI 键盘。MDI 键盘用于零件程序的编制、参数输入、MDI 及系统管理操作等。

(4)机床操作面板。机床操作面板主要用于直接控制机床的动作和加工过程。

(5)传输口。传输口主要用于程序的输入、输出,数据远程传输,参数备份等。

## 2) 机床操作面板按钮操作

机床开停和操作面板按钮如图 1-10 所示。

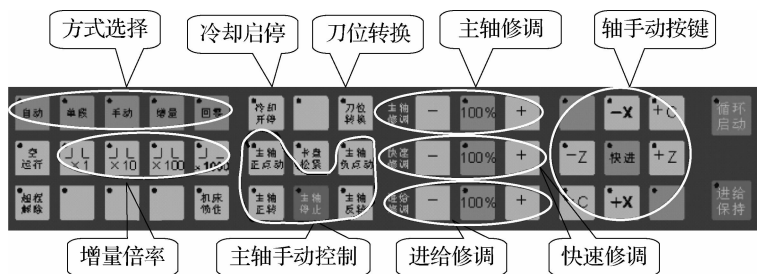


图 1-10 机床操作面板

通过方式选择开关,可以选择自动、单段、手动、步进、回零、手摇等几种操作方式。

在手动方式下,压下±X、或±Z,选择的轴将正向或负向产生连续地移动,松开后即减速停止;若±X、或±Z和“快移”键同时按下,则选择的轴将正向或负向快速移动,此时速率为最大进给速率乘以进给倍率。通过主轴手动控制按钮可以实现主轴的起停和正反转,调整主轴修调开关改变主轴的转速。按操作面板上的“刀架开停”按钮,刀架可自动转位,人工完成换刀和装刀的动作。

在 MDI 方式下,如图 1-11 所示,同时可一次输入多条指令,输入完一个 MDI 指令后,把加工方式打到“自动”,按下“循环启动”键,系统开始运行所输入的 MDI 指令。如输入过程中发现错误,可直接在界面底部的命令行输入要修改的内容,按 Enter 键后,在主窗口就可显示已修改好的内容。系统正在 MDI 运行中,按下 F7 键,可停止 MDI 的运行,根据提示进行相应的操作即可。

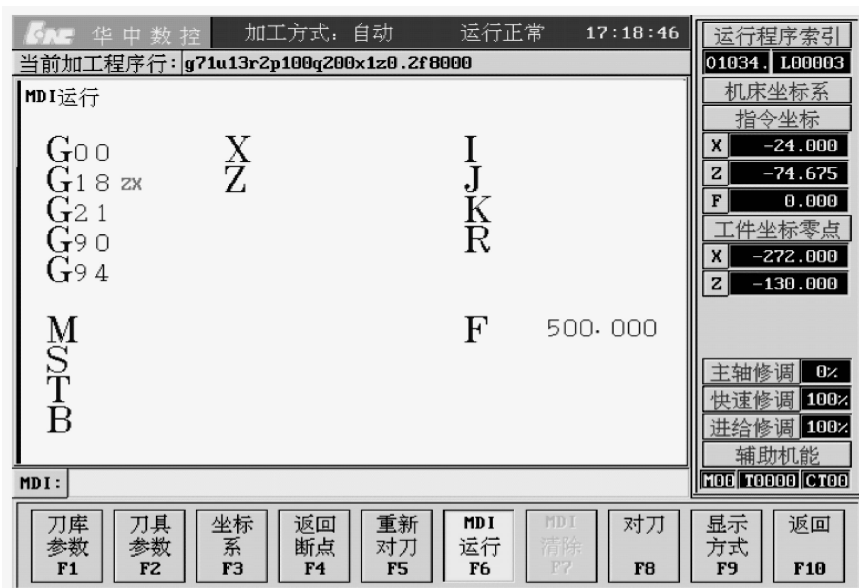


图 1-11 MDI 运行方式主界面

在增量(步进)方式下,按一下±X、±Z选择的轴将向正或负方向移动一个相应的增量值,增量值的大小由增量倍率×1、×10、×100、×1000控制。

在自动方式时,机床控制由CNC自动完成,在主菜单下,按F1键进入自动加工子菜单,再按F1键,选择要加工的程序,按下“循环启动”按钮,自动运行程序加工工件。

## 任务二 数控车床的编程操作

数控车床严格按照加工程序,能自动完成内外圆柱面、圆锥面、成形表面、螺纹和端面等工序的切削加工,因此,数控程序的编制是数控加工的基础。

### 学习目标

- 掌握数控程序的基本格式和程序指令的含义;
- 会建立工件坐标系,会设定磨损值;
- 熟练掌握数控车床的基本指令G00、G01等;
- 能正确选择刀具;
- 掌握手工编程的内容与一般步骤;
- 培养安全文明生产的习惯。

AR



### 任务描述

使用自动运行方式加工如图2-1所示轴的外圆柱面。已知毛坯为 $\phi 30$  mm的棒料,材料为45钢。

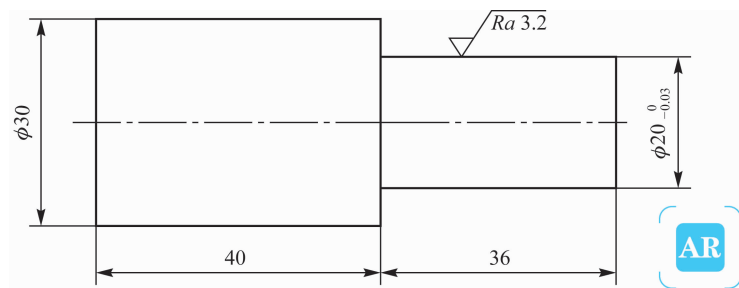


图 2-1 轴 3



### 相关知识

#### 一、数控车床的坐标系

##### 1. 机床坐标系

##### 1) Z 坐标轴的确定

规定数控车床的主轴轴线方向为Z坐标轴,刀具远离工件的方向为Z坐标轴的正方向。