

民族地区技能人才培养专业教材

总主编 张 健 副总主编 王贵红 程国建

# 数控车削编程与操作

SHUKONG CHEXIAO BIANCHENG YU CAOZUO

◇ 主 编 尹隆灿 刘建新



重庆大学出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

数控车削编程与操作 / 尹隆灿, 刘建新主编. -- 重庆: 重庆大学出版社, 2021. 8  
ISBN 978-7-5689-2651-5

I. ①数… II. ①尹… ②刘… III. ①数控机床—车  
床—车削—程序设计—中等专业学校—教材②数控机床—  
车床—车削—操作—中等专业学校—教材 IV.  
①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 101505 号

### 数控车削编程与操作

主 编 尹隆灿 刘建新  
副主编 罗光明 艾 龙 程 焱 杨 行  
策划编辑:章 可  
责任编辑:李定群 版式设计:章 可  
责任校对:姜 凤 责任印制:赵 晟

\*

重庆大学出版社出版发行  
出版人:饶帮华  
社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号  
邮编:401331  
电话:(023) 88617190 88617185(中小学)  
传真:(023) 88617186 88617166  
网址:<http://www.cqup.com.cn>  
邮箱:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn) (营销中心)  
全国新华书店经销  
POD:重庆新生代彩印技术有限公司

\*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:10.25 字数:232 千  
2021 年 8 月第 1 版 2021 年 8 月第 1 次印刷  
ISBN 978-7-5689-2651-5 定价:26.00 元

---

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换  
版权所有,请勿擅自翻印和用本书  
制作各类出版物及配套用书,违者必究



# Preface 前言



本书是根据教育部最新颁布的《中等职业学校数控技术应用专业技能型紧缺人才培养培训指导方案》来编写的,力求以培养学生综合素质为基础,以技能培训为核心,引导学生由简到繁、由易到难、循序渐进地完成一系列“任务”,便于学生厘清思路,掌握方法和知识结构,并在完成任务的过程中培养分析问题、解决问题、处理问题的能力。教学内容中,加强了实践性教学环节,力求使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者。职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾实用性。课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出数控技术应用专业领域的新知识、新技术、新工艺及新方法。教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。

本书以项目引领、任务驱动的形式,介绍了数控车床的操作及数控编程基本方法。作为理实一体化教材,本书将数控车编程与操作中的知识与技能转化为若干具体的训练项目,围绕项目开展教学活动,而每一个项目中又包含一个或多个任务,体现在教中学、学中做,将教、学、做融为一体,并在编写中配以大量图片、典型编程实例,有的还用图例加以说明。本书的编写特点是既简单易学,又注重实践。本书可作为中等职业学校数控技术应用专业的适用教材,也可作为数控车工的行业培训教材。

由于编者水平有限,在编写过程中难免出现疏漏和不当之处,敬请读者批评指正,让我们修订更改,使本书更完善、更合理。

编者

2020年1月



# Contents 目录



项目一 数控车床基本知识 .....	1
【相关知识】 .....	1
知识一 概述 .....	1
知识二 数控车床基本组成 .....	1
【知识拓展】 .....	2
【思考与练习】 .....	3
项目二 数控车床的基本操作 .....	4
【相关知识】 .....	4
知识一 华中数控系统操作面板装置 .....	4
知识二 控制面板(MCP)及按键功能 .....	5
知识三 数控车床安全生产和操作 .....	6
【项目训练】 .....	7
任务一 车床手动操作 .....	7
任务二 新建程序与程序编辑 .....	9
【知识拓展】 .....	9
【思考与练习】 .....	10
项目三 数控车削常用工具 .....	11
【相关知识】 .....	11
知识一 数控车床夹具 .....	11
知识二 数控车床刀具 .....	13
知识三 数控车床量具 .....	15
【项目训练】 .....	18
任务一 零件的装夹 .....	18
任务二 车刀的安装 .....	18
任务三 精度为0.02游标卡尺的读数方法 .....	19

任务四 试切对刀 .....	19
【知识拓展】 .....	20
【思考与练习】 .....	21
<b>项目四 数控编程基础 .....</b>	<b>22</b>
【相关知识】 .....	22
知识一 概述 .....	22
知识二 数控车床的坐标系 .....	23
知识三 机床原点、机床参考点、工件坐标系原点 .....	24
知识四 程序的结构 .....	26
知识五 华中 HNC-21T 数控系统的编程指令体系 .....	29
知识六 数控系统常用功能指令 G00,G01 .....	37
【项目训练】 .....	39
任务一 程序的输入与校验 .....	39
任务二 低位台阶轴的加工 .....	40
【知识拓展】 .....	43
【思考与练习】 .....	44
<b>项目五 轴类零件编程与车削 .....</b>	<b>46</b>
【相关知识】 .....	46
知识一 固定循环 G80 的编程 .....	46
知识二 端面固定循环 G81 的编程 .....	48
知识三 内外径车削复合循环 G71 的编程 .....	49
知识四 端面粗车复合循环 G72 的编程 .....	53
知识五 闭环车削复合循环 G73 的编程 .....	55
【项目训练】 .....	57
任务一 圆柱面零件的程序编制与加工 .....	57
任务二 圆锥面零件的程序编制与加工 .....	59
任务三 G81 端面循环指令的编程与加工 .....	60
任务四 有凹槽 G71 外径车削复合循环的加工 .....	62
【知识拓展】 .....	64
【思考与练习】 .....	65

项目六 成形面零件的编程与车削 .....	66
【相关知识】 .....	66
知识一 圆弧插补指令 G02,G03 的编程 .....	66
知识二 刀具补偿功能 .....	68
【项目训练】 .....	72
任务一 用圆弧插补指令 G02,G03 编程和加工圆弧零件 .....	72
任务二 运用复合循环指令 G71,G73 编程和加工手柄 .....	76
【知识拓展】 .....	77
【思考与练习】 .....	78
项目七 切槽和切断的编程与车削 .....	80
【相关知识】 .....	80
知识一 切槽和切断的相关知识 .....	80
知识二 用 G01 线性进给切槽的编程 .....	81
知识三 用 G75 外径切削循环切槽的编程 .....	83
【项目训练】 .....	84
任务一 用 G01 切窄槽的程序编制与加工 .....	84
任务二 用 G01 切宽槽的程序编制与加工 .....	86
任务三 用 G75 切宽槽的程序编制与加工 .....	87
【知识拓展】 .....	88
【思考与练习】 .....	89
项目八 螺纹编程与车削 .....	90
【相关知识】 .....	90
知识一 螺纹基本术语及参数 .....	90
知识二 螺纹切削 G32 的参数说明 .....	92
知识三 螺纹切削循环 G82 的编程 .....	94
知识四 螺纹切削复合循环 G76 的编程 .....	96
【项目训练】 .....	97
任务一 用螺纹切削循环 G82 加工螺纹 .....	97
任务二 用螺纹切削复合循环 G76 加工直螺纹 .....	98
【知识拓展】 .....	100
【思考与练习】 .....	101

项目九 套类零件编程与车削 .....	102
【相关知识】 .....	102
知识一 套类零件内孔的加工方法 .....	102
知识二 车削内孔时起刀点与退刀路线的选择 .....	103
知识三 车套类零件的对刀方法 .....	104
【项目训练】 .....	104
任务一 套类零件的编程与加工 .....	104
任务二 内螺纹车削的编程与加工 .....	107
【知识拓展】 .....	109
【思考与练习】 .....	110
项目十 宏程序编程 .....	111
【相关知识】 .....	111
知识一 宏程序概述 .....	111
知识二 宏变量及宏常量 .....	112
知识三 运算符与表达式 .....	115
知识四 赋值语句 .....	116
知识五 条件判别语句 .....	116
知识六 循环语句 .....	116
【项目训练】 .....	118
任务 用宏程序编制抛物线 $Z = -X^2/8$ 在区间 $[0,16]$ 内的程序 .....	118
【知识拓展】 .....	118
【思考与练习】 .....	119
项目十一 数控车削智能制造 .....	120
【相关知识】 .....	120
知识一 智能制造概述 .....	120
知识二 智能数控系统的发展 .....	122
知识三 如何实现制造环节智能化 .....	125
知识四 如何实现网络互联互通 .....	126
知识五 我国制造业现状和首要任务 .....	126
【思考与练习】 .....	127

项目十二 CAXA 数控车自动编程软件 .....	128
【相关知识】 .....	128
知识一 CAXA CAM 数控车 2016 版本说明 .....	128
知识二 CAXA 数控车 2016 系统 .....	130
【思考与练习】 .....	131
附录 .....	132
附录一 综合零件编程与加工实例(技能提升练习) .....	132
附录二 技能实操实例(技能拓展练习) .....	137

# 项目一 数控车床基本知识

## 【相关知识】

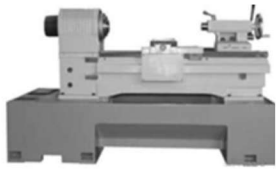
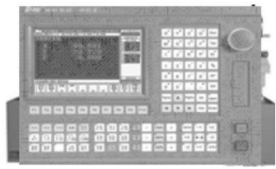
### 知识一 概述

数控车床是目前使用较广泛的数控机床之一,国内使用量约占数控机床总数的25%。数控机床是集机械、电气、液压、电子及信息等技术为一体的机电一体化产品,具有高精度、高效益、自动化程度高的优点。数控技术的发展是衡量一个国家国民经济发展和机械制造业整体水平不可缺少的重要标志之一。



### 知识二 数控车床基本组成

数控车床由车床本体、控制系统、驱动系统及辅助系统组成,见表1.1。

表 1.1 数控车床基本组成

序号	组成部分	作用	图例
1	车床本体	用于完成各种切削加工的机械结构,同普通车床	
2	控制系统	是数控车床的核心结构,完成数控车削加工各方面的控制	

续表

序号	组成部分	作用	图例
3	驱动系统	借助主轴变频电机和进给伺服电机,完成机构的驱动作用	
4	辅助系统	用液压装置、气动装置、冷却系统及润滑系统等配套机构,完成车床加工时的辅助工作	

## 【知识拓展】

### 一、数控车床的工作原理

数控车床简称 CNC 车床,是利用计算机数字控制(Computer Numerical Control)的车床。操作数控车床时,首先要将被加工零件图纸的轮廓形状信息和工艺信息,用规定格式以指令、代码的形式编写成加工程序,然后将加工程序输入数控装置,按程序要求,经过数控系统信息处理、控制其先后顺序,并与指定的主轴转速配合,实现刀具与工件的相对运动,完成零件的加工。

### 二、数控车床的分类

#### 1. 按主轴位置分类

数控车床按主轴位置,可分为立式数控车床和卧式数控车床两种,如图 1.1 所示。



图 1.1 数控车床的分类

#### 2. 按数控车床控制系统分类

目前,市面上占有率较高的数控车床有法拉克、华中、广数、西门子、凯恩帝、三菱及大



森等。

### 3. 按控制方式分类

数控车床按控制方式,可分为开环控制数控车床、闭环控制数控车床和半闭环控制数控车床。

## 三、数控车床的加工范围

数控车床与普通车床一样,主要用于轴类、套类和盘类等回转体零件的加工,完成各种内外圆柱面、圆锥面、切槽、圆弧、非圆曲面以及各种螺纹的车削加工,还可进行钻孔、铰孔、扩孔及镗孔等。数控车床特别适用于复杂零件或小批量零件的加工。

## 【思考与练习】

### 简答题

1. 简述数控车床的工作原理及分类。
2. 数控车床由哪些基本结构组成?

## 项目二 数控车床的基本操作

### 【相关知识】

### 知识一 华中数控系统操作面板装置

操作面板装置主要由显示装置、NC 键盘(其功能类似于计算机键盘的按键阵列)、机床控制面板、状态灯及手持单元等组成。如图 2.1 所示为华中数控世纪星 HNC-21T(简称“华中 HNC-21T 数控系统”)的操作面板。

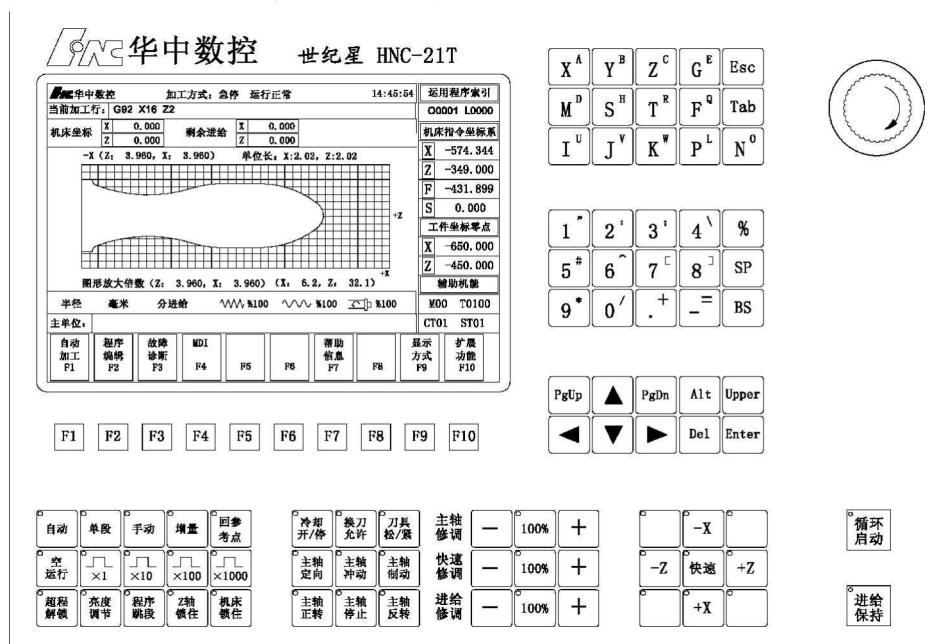


图 2.1 华中数控世纪星 HNC-21T 的操作面板

## 知识二 控制面板(MCP)及按键功能

机床手动操作主要由机床控制面板(MCP)完成。机床控制面板如图 2.2 所示。



图 2.2 机床控制面板

机床控制面板包括按键和状态灯。其中,除“急停”按键位于操作面板的右上角外,其余大部分按键位于操作面板的下部。控制面板用于直接控制机床的动作或加工过程,如启动、暂停零件程序的运行,手动进给坐标轴,以及调整进给速度等。华中 HNC-21T 数控系统各按键的作用及使用方法见表 2.1。

表 2.1 华中 HNC-21T 数控系统各按键的作用及使用方法

按键类型	按键名称	功能说明
方式选择键	自动	按下此键,进入自动运行方式
	单段	按下此键,进入单段运行方式
	手动	按下此键,进入手动连续进给运行方式
	增量	按下此键,进入增量运行方式
	回参考点	按下此键,进入返回机床参考点运行方式
进给轴手动键	+ X, + Z, + C, - X, - Z, - C, 快进	用来选择机床欲移动的轴和方向。例如,当按下“+ X”键后,机床向 X 轴正向移动;当按下“快进”键后,指示灯亮,表明快进功能开启,再按一下此键,指示灯灭,表明快进功能关闭
功能键	F1—F10	具有选择程序、程序编辑、参数、设置、保存程序、通信、刀具偏置、程序校验、显示切换、返回等功能,同时还具备一键多功能的作用
主轴旋转键	主轴正转、主轴 反转、主轴停止	用来开启和关闭主轴
倍率键	-	按一下,修调倍率递减 2%
	100%	按下此键(指示灯亮),修调倍率置为 100%
	+	按一下,修调倍率递增 2%

续表

按键类型	按键名称	功能说明
循环启动/停止键	循环启动	按下此键,在自动与 MDI 运行下加工程序
	进给保持	按下此键,所有系统和机械动作处于停止状态,打开可解除紧急停止
刀位键	刀位选择	在手动和手轮状态选择刀位
	刀位转换	按下此键,执行指定刀位
超程解除键	超程解除	在报警状态下,同时按下此键和坐标移动键可移动刀架并解除报警
机床锁住键	机床锁住	按下此键,机床 X 轴、Z 轴锁住
冷却开/停键	冷却开/停	按下此键,切削液开启或关闭
程序跳段键	程序跳段	自动加工模式时按此键,跳过程序段开头带“/”的程序
字母键	X—N	用于程序中字母的输入
数字键	1—0	用于程序中数字的输入
BS 键	BS	用于删除光标前面的字符
上档键	Upper	用于输入该数字或字母键右上角的字符
Del 键	Del	按下此键,可删除当前字符
回车键	Enter	按下此键,可确认当前操作
光标移动键	▲▼◀▶	用于光标向上、下、左、右分别移动

## 知识三 数控车床安全生产和操作

### 一、安全操作与注意事项

①操作人员工作时,应穿好工作服、安全鞋,戴好工作帽及防护镜,不得穿凉鞋、拖鞋、高跟鞋等,严禁戴手套操作机床。

②不要移动或损坏安装在机床上的警告标牌。

③不要在机床周围放置障碍物,工作空间应足够大。

④某一项工作如需要两人或多人共同完成时,应注意相互间的协调一致。

⑤不允许采用压缩空气清洗机床、电气柜及 NC 单元。

⑥严禁在实训室嬉戏、打闹,做与操作无关的事情。



## 二、工作前的准备工作

- ①机床工作开始工作前要预热,认真检查润滑系统工作是否正常。如机床长时间未开动,可先采用手动方式向各部分供油润滑。
- ②使用的刀具应与机床允许的规格相符。
- ③严重破损的刀具要及时更换。
- ④所用工具不要遗忘在机床内。
- ⑤观察大尺寸轴类零件的中心孔是否合适,以免发生危险。
- ⑥为了确保安全,刀具安好后应进行一次或二次试切。
- ⑦认真检查卡盘夹紧的工作状态。
- ⑧机床开动前,必须关好机床防护门。

## 三、工作过程中的注意事项

- ①禁止用手接触刀尖和铁屑。铁屑必须要用铁钩或毛刷来清理。
- ②禁止用手或其他任何方式接触正在旋转的主轴、工件或其他运动部位。
- ③禁止在加工过程中测量工件或变速,更不能用棉丝擦拭工件,也不能清扫机床。
- ④车床运转中,操作者不得离开岗位。发现机床有异常现象时,应立即停车。
- ⑤在加工过程中,不允许打开机床防护门。
- ⑥工件伸出车床 100 mm 以外时,须在伸出位置设防护装置。

## 【项目训练】

# 任务一 车床手动操作

## 一、开机

- ①检查车床状态是否正常。
  - ②检查电源电压是否符合要求,接线是否正确。
  - ③打开外部电源开关,启动机床电源。
  - ④接通数控系统电源。
  - ⑤旋开车床急停按钮。
  - ⑥检查风扇电动机运转是否正常。
  - ⑦检查面板上的指示灯是否正常。
- 接通数控装置电源后,液晶显示器显示如图 2.3 所示的操作界面。

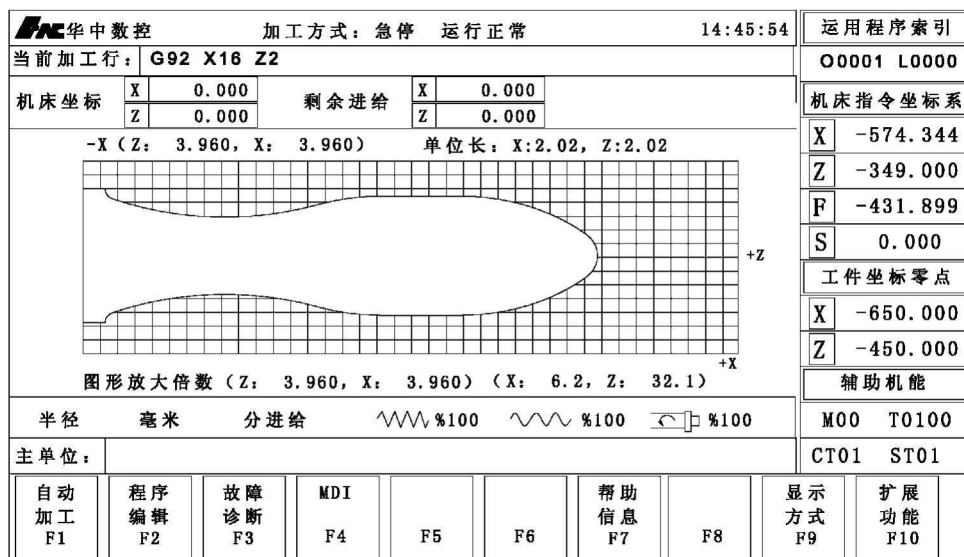


图 2.3 液晶显示操作界面

## 二、回零(返回机床参考点)

- ①按下控制面板上“回零”键,确保系统处于回零方式。
  - ②按下控制面板“+X”键,使 X 轴回零。
  - ③按下控制面板“+Z”键,使 Z 轴回零。
- 若指示灯都亮了,则表明已回零到位。

## 三、手动进给

先按下“手动”键,再按“-Z”或“-X”键(可同时按“快进”键)进行手动进给。

## 四、手轮(手摇脉冲发生器)进给

先按下“增量”键,再根据需要,转动手轮“+”“-”进行刀架的移动。

## 五、主轴正/反转及停止

在手动操作方式下,设定主轴转速。按手动操作键“顺时针转”“逆时针转”“主轴停止”,可控制主轴正转、反转和停止。

## 六、手动倍率修调

手动倍率修调即主轴修调、进给修调和快速修调。根据需要,用“-”“100%”“+”键调整倍率。



## 七、换刀操作

在手动操作方式下,按“刀位选择”键选定刀位后再按“刀位转换”键;界面显示刀具号后,按“Enter”键确认。

# 任务二 新建程序与程序编辑

## 一、新建程序

选择“程序”→“新建程序”,键入以“O”开头的文件名,按“Enter”键;再键入以“%”开头的程序名,如“% × × × ×”,按“Enter”键进入程序编辑。

## 二、程序编辑

运用字母键和数字键编辑程序。每写完一段程序,均按一次“Enter”键,即可进入下一段程序的编写。

## 三、程序的保存

程序录入结束后,按“保存程序”键。

## 四、删除程序文件

经编辑录入并保存在电子盘中的程序,根据需要“▲”“▼”上下光标选择后,先按“Del”键,后按“Enter”键(或字母 Y),即可删除该文件。

## 五、程序的校验

当编辑的程序在正式加工前需要校验时,可按程序校验,用 F9 显示切换→F1 自动→锁住机床→循环启动。

## 【知识拓展】

### 数控车床开机为什么要回零?

开机回零的目的是建立机床坐标系,即通过参考点当前的位置和系统参数中设定的参考点与机床原点的距离值来反推出机床的原点位置。

回零即可校准偏差,防止造成尺寸不稳定,例如:机床有问题或程序出错,机床撞车导