

高等职业院校机械设计制造类专业

数控车床加工 工艺与编程 (第二版)

教学辅导书

与《数控车床加工工艺与编程(第二版)》配套使用

高等职业院校机械设计制造类专业

数控车床加工工艺与编程 (第二版)

教学辅导书

主 编 杨 琳

参 编 王大伟 王忠斌 李正伟 赵均家

王栋臣 龙吉业 张路华 李灿军

王科健

主 审 赵正文

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控车床加工工艺与编程(第二版) 教学辅导书/杨琳主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2009

高等职业技术学院机械设计制造类专业

ISBN 978-7-5045-8069-6

I. 数… II. 杨… III. ①数控机床:车床-加工工艺-高等学校:技术学校-教学参考资料
②数控机床:车床-程序设计-高等学校:技术学校-教学参考资料 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 201322 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出 版 人:张梦欣

*

北京鑫正大印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.75 印张 245 千字

2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷

定价:25.00 元(本书附光盘)

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

目 录

数控车床加工工艺与编程（第二版）教学大纲	（ 1 ）
模块一 数控车削加工基础	（ 6 ）
模块二 外圆与端面加工	（ 17 ）
模块三 锥面与圆弧加工	（ 28 ）
模块四 孔加工	（ 38 ）
模块五 槽与螺纹加工	（ 48 ）
模块六 非圆曲线加工	（ 61 ）
模块七 数控车床加工程序综合实例	（ 74 ）
模块八 自动编程与仿真加工	（ 90 ）
模块九 数控车床的检验与保养	（ 102 ）
数控车床加工工艺与编程（第二版）习题册答案	（ 113 ）

秀麗校園學 四

数控车床加工工艺与编程（第二版）教学大纲

一、课程的性质和内容

本课程是高等职业技术学院数控技术专业的一门专业一体化课程，是学生掌握数控车床加工基本操作技能的必修课。

课程的主要内容有数控车削加工基础、外圆与端面加工、锥面与圆弧加工、孔加工、槽与螺纹加工、非圆曲线加工、数控车床加工程序综合实例、自动编程与仿真加工、数控车床的检验与保养。

二、课程的任务和要求

本课程的主要任务是培养学生的数控车床加工工艺分析及基本的程序编制能力，使学生能熟练操作数控车床进行各种加工。

本课程的要求是通过学习使学生掌握数控车削的基本知识及国家标准规定的数控代码和指令，掌握分析典型零件加工工艺的基本方法及程序编制的基本技能，熟悉自动编程与仿真的知识，掌握自动编程与仿真软件的操作，了解数控车床检验与保养的基本知识。

三、教学中应注意的问题

本课程的教学应采用一体化教学模式。在教学环节中，应注意培养学生分析问题、解决问题的能力，提高实际操作水平。

本课程的教学重点是数控车床加工工艺的制定及加工程序的编制。教学中可以教材中的具体实例为任务，也可根据学校实际情况设置任务，重点向学生介绍分析加工工艺的方法、编程的技巧及操作数控车床的注意事项。在一体化教师的指导下，运用相关知识，进行工艺分析，编写加工程序，通过模拟仿真检验，最终在数控车床上将任务零件加工出来，并对零件进行加工误差分析，找出产生各种误差的原因，从而真正掌握数控车床加工的基本技能。

在教学中，为了达到本课程的教学要求，应保证足够的实训教学时间。

四、学时分配表

章节	授课内容	学时安排		
		总学时	讲授学时	实训学时
模块一	数控车削加工基础	12	6	6
任务 1	认识数控车床		1	2
任务 2	数控车床的基本操作		1	1
任务 3	程序的编制、输入与编辑		2	2
任务 4	建立工件坐标系		2	1
模块二	外圆与端面加工	18	6	12
任务 1	短轴加工		4	6
任务 2	多台阶轴加工		2	6
模块三	锥面与圆弧加工	20	8	12
任务 1	简单圆锥零件的精加工		4	8
任务 2	大余量锥体加工		2	2
任务 3	球头零件加工		2	2
模块四	孔加工	20	8	12
任务 1	阶梯孔加工		4	8
任务 2	深孔加工		2	2
任务 3	套类零件加工		2	2
模块五	槽与螺纹加工	24	8	16
任务 1	单槽加工		1	2
任务 2	多槽加工		1	2
任务 3	普通螺纹加工		2	4
任务 4	圆锥螺纹加工		1	2
任务 5	多线螺纹加工		1	2
任务 6	梯形螺纹加工		1	2
任务 7	变导程螺纹加工		1	2
模块六	非圆曲线加工	18	6	12
任务 1	椭圆加工		4	8
任务 2	抛物线加工		2	4

续表

章节	授课内容	学时安排		
		总学时	讲授学时	实训学时
模块七	数控车床加工程序综合实例	30	12	18
任务 1	典型零件的加工		4	6
任务 2	复杂零件的加工		4	4
任务 3	配合零件的加工 1		2	4
任务 4	配合零件的加工 2		2	4
模块八	自动编程与仿真加工	30	10	20
任务 1	典型零件的自动编程		6	12
任务 2	典型零件的仿真加工		4	8
模块九	数控车床的检验与保养	8	6	2
任务 1	数控车床的安装		1	0.5
任务 2	数控车床的调试		1	0.5
任务 3	数控车床的精度检验		2	0
任务 4	数控车床的维护与保养		2	1
合 计		180	70	110

注：实训时间可集中安排，也可边讲边练。如教学时间充裕，实训时间还可适当增加。

五、教学设备和设施

各学校可根据本专业的实际班级数对实训课程进行合理安排，并配备相应数量的仪器设备。为保证基本教学要求，按同时满足 40 人/班开设实训教学的要求，应配备如下设备：

实训 教学 类别	实训 教学 场所	实训教学目标	仪 器 设 备					
			序号	名 称	规格、主要参数或主要要求	单 位	数 量	备 注
金工实训	机械加工实训车间	1. 了解机床的结构、工作原理、工艺范围、操作与保养方法 2. 掌握常用量具的使用、测量方法与尺寸公差知识 3. 掌握刀具的种类、结构、刃磨及使用方法 4. 能合理选择切削用量，具备零件的加工工艺知识与加工能力	1	卧式车床	1. 回转直径 ≥ 320 mm 2. 主电动机功率 ≥ 3 kW	台	10	
			2	砂轮机	砂轮直径 ≥ 200 mm	台	4	
			3	配 套 辅 具、 工具	1. 每台设备配工具箱 1 个 2. 备有刀具、工具、辅具	套	15	
			4	配套量具	1. 游标卡尺 $\geq 0 \sim 125$ mm	件	15	
					2. 外径千分尺：0 ~ 25 mm、25 ~ 50 mm、50 ~ 75 mm、75 ~ 100 mm	件	10	
					3. 内径百分表：0 ~ 25 mm、25 ~ 50 mm、50 ~ 75 mm、75 ~ 100 mm	套	5	

续表

实训 教学 类别	实训 教学 场所	实训教学目标	仪 器 设 备					
			序号	名 称	规格、主要参数或主要要求	单 位	数 量	备 注
金工实训	钳工实训车间	1. 掌握量具的使用、尺寸测量的方法及公差知识 2. 掌握普通钳工的基本操作技能 3. 具备零件的加工工艺知识与加工能力	1	台虎钳	钳口宽度 ≥ 150 mm	台	40	
			2	钳工工作台		工位	40	
			3	台钻	最大钻孔直径 ≥ 12 mm	台	4	
			4	划线平板	$\geq 1\,000$ mm $\times 800$ mm	块	5	
			5	划线方箱	≥ 250 mm $\times 250$ mm $\times 250$ mm	个	5	
			6	配 套 辅 具、 工具、量具	台钻用平口钳	台	4	
					划线用工具	套	10	
					钳工工具	套	40	
					量具（高度尺等量具）	套	40	
数控加工实训	数控加工实训车间	1. 熟悉数控车床的分类、结构、工艺特点、加工范围 2. 具备合理制定数控车床加工工艺的能力，能熟练编制零件数控加工程序 3. 具备操作数控车床及零件加工的能力 4. 具备对数控车床进行日常维护保养的能力	1	数控车床	1. 最大回转直径 ≥ 320 mm 2. 有效行程：X轴行程 ≥ 170 mm Z轴行程 ≥ 500 mm 3. 主轴功率 ≥ 2.2 kW 数控系统配置及主要要求： a) 数控装置位置控制分辨率 ≤ 0.001 mm b) X/Z轴交流伺服驱动 c) 半闭环控制	台	4	
			2	数控车床	1. 最大回转直径 ≥ 400 mm 2. 有效行程：X轴行程 ≥ 220 mm Z轴行程 ≥ 750 mm 3. 主轴功率 ≥ 5.5 kW 数控系统配置及主要要求： a) 数控装置位置控制分辨率 ≤ 0.001 mm b) X/Z轴交流伺服驱动 c) 半闭环控制	台	2	
CAD/ CAM 实训	CAD/ CAM 实训室	1. 掌握机械零件的计算机三维造型方法 2. 具备熟练应用数控加工仿真软件对零件进行数控编程和模拟加工的能力	1	计算机	1. P（Ⅳ）系列 2. 内存 ≥ 512 MB 3. 显示器尺寸： ≥ 43 cm（17 in） 4. 以太网卡	台	40	联 网
			2	CAD/CAM 软件	1. 企业使用 2. 使用界面清晰，操作简单、易学 3. CAD/CAM 集成	节点	40	网 络 版

续表

实训 教学 类别	实训 教学 场所	实训教学目标	仪 器 设 备					
			序号	名 称	规格、主要参数或主要要求	单 位	数 量	备 注
CAD/ CAM 实 训	CAD/ CAM 实 训 室	3. 具备利用 CAD/ CAM 软件完成零件数控 加工程序生成及零件加 工的能力 4. 熟悉工程图纸的创 建与打印	3	服务器	工作站级	台	1	
			4	交换机	48 口	台	1	
			5	数控加工仿 真软件	1. 使用界面清晰, 操作方便 2. 仿真软件中, 数控系统基本包含 目前企业常用产品 3. 可对仿真加工结果进行测评 4. 具备考试环境	节 点	40	网 络 版
			6	投影仪	1. 光通量 $\geq 2\ 000\ \text{lm}$ 2. 对比度 $\geq 400:1$	台	1	
			7	激光打印机	可打印 A3 图纸	台	1	
			8	多媒体教学 软件	1. 可进行教学过程的演示与学生机 的监控 2. 具备电子文档的实时收发功能	节 点	40	网 络 版

模块一

数控车削加工基础



教学要求

1. 了解数控车床的基本概念、分类和加工特点。
2. 了解常用数控代码的含义。
3. 熟悉数控车床的安全操作规程。
4. 掌握机床坐标系与工件坐标系的关系。
5. 熟悉 FANUC Oi 系统数控车床的操作面板。
6. 掌握数控车床的规范操作方法。
7. 掌握正确的数控编程格式。
8. 掌握数控程序手工输入与编辑的方法。
9. 掌握工件坐标系的设定方法。
10. 理解并掌握数控车床的对刀方法。



重点和难点

模块重点：

1. 数控车床的结构特点和加工特点。
2. 数控车床的各种基本操作，包括开机、关机、急停等，以及安全操作规程。
3. 数控程序的结构与格式，数控程序的输入与编辑方法。
4. 机床坐标系和工件坐标系的确定。

模块难点：

1. 数控车床控制面板或操作面板功能按键的正确使用，如修改键、删除键、输入键、插入键等。
2. 数控程序的正确输入与编辑，以及刀具功能字的设定技巧。
3. 数控车床的对刀操作。



教学建议

一、课堂教学建议

1. 可通过制作丰富多彩的多媒体课件来讲解任务1。多媒体课件应尽量选取不同型号、不同规格、不同厂家生产的产品来讲解数控车床的结构、组成和分类。在讲解数控车床的加工对象时,可以选取陀螺、奖杯、高脚酒杯等能够激发学生学习兴趣的被加工对象的图片等资料。

2. 可利用仿真软件进行任务2的教学。指导学生通过反复的模拟操作,熟练掌握数控车床的基本操作。同时,教师要加强巡回指导,针对学生练习过程中出现的问题和误操作给予解答和纠正,使学生养成文明、规范的操作习惯。练习过程中穿插考核、竞赛等方式,效果会更好,更有利于任务的完成。

3. 利用仿真软件进行任务3的教学。教师课前编制若干完整的程序,要求学生对照输入,出现问题及时修正,培养学生输入程序的准确性和编辑程序的能力。在这一训练过程中,教师可以有意设置一些错误点,使学生通过纠错的方式来完成任务,如G41和G42,G90和G91,G02和G03,M02和M03、M04、M05、M30等的区分。按照先程序字后程序段再完整程序的顺序,观察和掌握数控指令的含义。按照先简单轮廓后复杂轮廓的顺序进行程序的编制、输入与编辑,掌握程序的编制格式与编辑方法。

4. 可利用仿真软件进行任务4的教学。学生通过应用仿真软件,完成对机床坐标系和工件坐标系的认识,掌握对刀的方法。在训练过程中,教师可以将工件坐标系原点设定在工件的不同位置,使学生通过正确的对刀操作来完成任务。

二、技能训练教学建议

1. 组织学生到数控加工车间参观。通过实地观察,增强学生对数控车床的感性认识,从而激发学生的学习兴趣。

2. 组织学生到数控加工车间进行上机操作练习。先组织学生在仿真软件上进行模拟练习,然后再组织仿真软件练习考核合格的学生分批次到数控车床上进行操作练习。练习数控车床的各种基本操作、程序的输入及编辑方法、机床坐标系和工件坐标系的确定方法、数控车床的对刀操作。

注意:一定要加强安全教育,确保人身和设备的安全,严禁学生修改机床参数。

3. 指导学生分析不合格零件的误差产生原因,并加以纠正,使每位学生都能独立加工出合格的练习件,完成任务。



知识拓展

1. 数控机床的产生和发展

数控机床发展到今天,完全依赖于数控系统的发展。自1952年美国研制出第一台数控铣床起,数控系统经历了两个阶段六代的发展。

(1) 数控(NC)阶段(1952—1970年)

第一代数控:1952—1959年,采用电子管元件构成的专用数控装置(NC)。

第二代数控:1959—1964年,采用晶体管电路的NC装置。

第三代数控：1965—1970年，采用小、中规模集成电路的NC装置。

(2) 计算机数控（CNC）阶段（1970年—现在）

第四代数控：1970—1974年，采用大规模集成电路的小型通用计算机控制系统（CNC）。

第五代数控：1974—1990年，微处理器应用于数控系统。

第六代数控：1990年以后，PC机（微机）的性能已发展到很高的阶段，可满足作为数控系统核心部件的要求，数控系统从此进入了基于PC（PC-BASED）的时代。

2. 数控加工的内容

一般来说，数控加工主要包括以下几方面内容：

(1) 分析图样，确定加工方案

对所要加工的零件进行技术要求分析，选择合适的加工方案，再根据加工方案选择合适的数控加工机床。

(2) 工件的定位与装夹

根据零件的加工要求，选择合理的定位基准及合适的夹具，完成工件的找正与装夹。

(3) 刀具的选择与装夹

根据零件的加工工艺性与结构工艺性，选择合适的切削刀具，完成刀具的安装与对刀。

(4) 编制数控加工程序

根据零件的加工要求，编制零件加工程序，并输入到机床数控系统。

(5) 试切削、试运行并校验数控加工程序

对所输入的程序进行试运行，并进行首件试切。

(6) 数控加工

当首件试切检验合格后，便可进入数控加工阶段。

(7) 工件的验收与质量误差分析

在工件入库之前，应进行工件的检验，并通过质量分析，找出误差产生原因，得出纠正误差的方法。

以上内容可以放在任务1认识数控车床中数控车床的基本组成前讲解，能够激发学生的学习兴趣，拓展学生的知识面。

3. 数控机床的分类

数控机床的种类很多，从不同角度有不同的分类方法，通常有以下几种分类方法：

(1) 按数控机床的工艺用途分类

1) 一般数控机床。与普通机床工艺可行性相似的各类数控机床，其种类与普通机床一样，如数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床和数控刨床等。

2) 加工中心。带有刀库和自动换刀装置的数控机床。

3) 特种数控机床。装备了数控装置的特种加工机床，如数控电火花成型机床、数控线切割成型机床和数控激光加工机床等。

(2) 按数控机床的运动轨迹分类

1) 点位控制数控机床。其数控装置只控制机床移动部件从一个位置（点）移动到另一个位置（点），而不控制点到点之间的运动轨迹，刀具在移动过程中不进行切削加工，如数

控钻床、数控镗床和数控冲床等。

2) 直线控制机床。其数控装置除了要控制机床移动部件的起点和终点的准确位置外,还要控制移动部件以适当的速度沿平行于某一机床坐标轴的方向或与机床坐标轴成 45° 的方向进行直线切削加工,如简易数控车床、简易数控磨床等。

3) 轮廓控制数控机床。其数控装置能够同时对两个或两个以上坐标轴进行联动控制,从而实现曲线轮廓和曲面的加工,如数控车床、数控铣床和加工中心等。

(3) 按伺服系统的控制方式分类

1) 开环控制系统。是指没有反馈的控制系统,通常以功率步进电动机或电液伺服电动机作为执行机构,一般用于经济型数控机床,如图1—1所示。

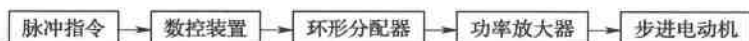


图 1—1 开环控制系统

2) 闭环控制系统。在机床移动部件上装有位置检测装置,将检测结果直接反馈到数控装置中,与输入的指令进行比较,用偏差进行控制,使移动部件按照实际的要求运动,最终实现精确定位,如图1—2所示。

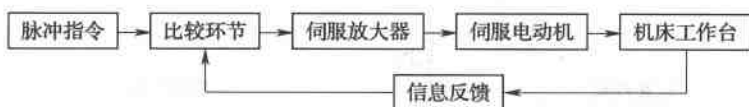


图 1—2 闭环控制系统

3) 半闭环控制系统。半闭环控制系统是在开环控制系统的丝杠上装有角位移检测装置,通过检测丝杠的转角间接地检测移动部件的位移,然后反馈给数控装置,如图1—3所示。

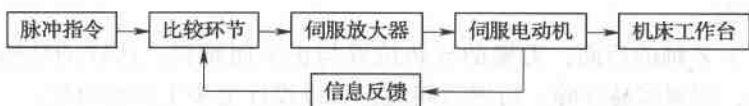


图 1—3 半闭环控制系统

(4) 按控制的坐标轴数分类

1) 两坐标数控机床。指可以同时控制两个坐标轴联动来实现轮廓加工的数控机床,如数控车床等。

2) 三坐标数控机床。指可以联动控制的坐标轴为三轴的数控机床,可以用于加工不太复杂的空间曲面,如三坐标数控铣床等。

3) 两轴半数控机床。这类数控机床有三个坐标轴,能作三个方向的运动,但控制装置只能同时联动控制两个坐标轴,第三个坐标轴仅能作周期性的等距移动,如经济型数控铣床。

4) 多坐标数控机床。指可以联动控制的坐标轴为四轴或四轴以上的数控机床,主要用于复杂形状零件的加工,如五坐标数控机床。

这部分内容可以放在任务1认识数控车床中车床的分类前讲解,拓展学生的知识面。

4. 典型数控系统介绍

当今世界上数控系统的种类规格繁多,在我国使用比较广泛的有 FANUC (法那克) 系统、三菱系统、大森系统、法格系统、SIEMENS (西门子) 系统、华中系统、广数系统、北京凯恩帝系统和北京航空航天系统等。其中,华中系统、广数系统、北京凯恩帝系统和北京航空航天系统是我国自行研制开发的较为成熟的数控系统。

这部分内容可以放在任务2 数控车床的基本操作中系统控制面板前讲解,能够激发学生的学习兴趣,拓展学生的知识面。

5. 数控车床刀架布置形式

数控车床刀架布置有两种形式,如图1—4所示。

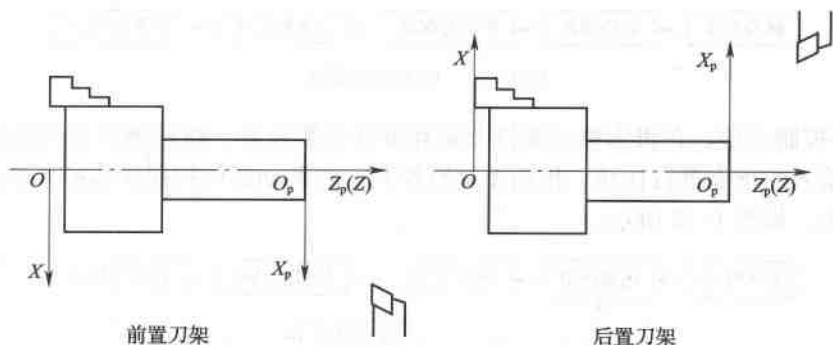


图1—4 数控车床刀架布置形式

(1) 前置刀架

前置刀架位于Z轴的前面,与传统卧式车床刀架的布置形式一样,刀架导轨为水平导轨,大多使用四工位电动刀架。

(2) 后置刀架

后置刀架位于Z轴的后面,刀架的导轨位置与正平面倾斜,这样的结构形式便于观察刀具的切削过程,切屑容易排除,后置空间大,可以设计更多工位的刀架,一般多功能的数控车床都设计为后置刀架。

这部分内容可以放在任务1 认识数控车床中车床的结构特点前讲解,以拓展学生的知识面。

6. 数控车床日常保养

为了使数控车床保持良好的状态,除了发生故障后应及时修理外,经常进行维护保养是十分重要的。因不同型号的数控车床日常保养的内容和要求完全不一样,对于具体的车床,应按说明书中的规定执行。一般的日常维护内容有:

(1) 清洗润滑各导轨面,有自动润滑系统的车床要定期检查、清洗自动润滑系统,检查油量,及时添加润滑油,检查油泵是否定时正常工作。

(2) 检查主轴的自动润滑系统工作是否正常,定期更换主轴的润滑油。

(3) 检查电器柜中冷却风扇工作是否正常,风扇过滤网有无堵塞,并清洗过滤网上的尘土。

(4) 检查冷却系统, 检查液面高度, 如液面高度不符合要求应添加, 切削液脏时要及时进行更换。

(5) 检查主轴驱动带, 调整松紧程度。

(6) 检查导轨镶条松紧程度, 调节间隙。

(7) 检查车床液压系统油箱、油泵有无异常噪声, 工作油面高度是否合适, 压力表指示是否正常, 管路及各接头有无泄漏。

(8) 检查导轨机床防护罩是否安全有效。

(9) 检查各运动部件的机械强度, 减少形状和位置偏差。

(10) 保持车床整洁, 清扫铁屑, 擦净导轨部位的冷却液, 防止导轨生锈。

这部分内容可以放在任务1认识数控车床中车床的加工特点后讲解, 有助于培养学生的职业意识。

7. 数控车床控制面板或操作面板功能按键的正确使用

(1) 修改键 **CAN** 和删除键 **DELETE** 的正确使用

修改键用于删除已输入到缓冲区里的最后一个字符或符号; 而删除键用于删除光标所在处的数据, 或者删除一个数控程序或全部数控程序。学生在使用过程中, 容易将这两个功能键的功能混淆, 给程序的编辑带来很大困难。

(2) 输入键 **INPUT** 和插入键 **INSERT** 的正确使用

输入键用于把输入区域内的数据输入参数页面或者输入一个外部的数控程序; 而插入键用于把输入域之中的数据插入到当前光标所在的位置。学生在使用过程中, 容易将这两个功能键的功能混淆, 给程序的编辑带来很大困难。

(3) 手动返回参考点的正确操作

在这一操作过程中, 一定要提醒学生, 操作过程中为了避免相对运动部件之间发生碰撞干涉, “返回参考点”之前, 先沿Z轴负方向, 再沿X轴负方向将溜板移到减速挡块之前, 然后按下“手动返回参考点键”, 在返回过程中, 先回X轴正方向, 再回Z轴正方向, 使各轴都返回参考点。在返回参考点过程中, 切忌同时按下其他模式选择按键。学生在使用过程中, 经常会出现选择错方向键或车床未返回参考点就改变操作模式的情况。

(4) 超程解除的正确操作

当数控车床某一移动轴出现超程后, 先按下“复位键”, 然后按住“超程解除键”, 同时再按与超程方向相反的方向键即可完成超程解除。学生在使用过程中, 容易出现运动轴超程后, 没有按“复位键”而直接按住“超程解除键”和“超程相反方向键”的情况, 导致无法解除超程。

(5) 在进行螺纹切削时, 进给倍率修调操作无效。

这部分内容可以放在任务2数控车床的基本操作中讲解。

8. 数控车床的急停操作

数控车床无论是在手动或自动状态下, 遇有不正常情况需要紧急停止时, 按急停按钮, 以确保操作人员及车床的安全。按下紧急停止按钮后, 车床的动作及各种功能立即停止执行。屏幕上闪烁未准备好的报警信号。待故障排除后, 顺时针旋转紧急停止按钮, 压下的紧

急停止按钮弹起，则急停状态解除。此时，应按下复位键，使 CNC 系统复位。同时要恢复机床的工作，必须先进行手动返回机床参考点的操作（绝对编码器可以不回零）。

这部分内容可以放在任务 2 数控车床的基本操作中讲解控制面板中的急停按钮时介绍。

9. 程序结束指令 M02/M30

程序结束指令代表零件加工程序的结束。可以作为程序结束标记的指令有 M02 和 M30，为了保证最后程序段的正常执行，通常要求 M02/M30 单独占一行，并且必须写在程序的最后。

这部分内容可以放在任务 3 程序的编制、输入与编辑中讲解辅助功能代码时介绍。

10. 程序段顺序号

程序段顺序号是用于识别程序段的编号。由地址符 N 和后面的若干位数字组成。在大部分数控系统中，程序段号仅作为“跳转”或“程序检索”的目标位置指示。因此，它的大小及次序可以颠倒，也可以省略。程序段在存储器内以输入的先后顺序排列，而程序的执行是严格按照信息在存储器内的先后顺序逐段执行，也就是说，执行的先后次序与程序段号无关。但是当程序段号省略时，该程序段将不能作为“跳转”或“程序检索”的目标程序段。

这部分内容可以放在任务 3 程序的编制、输入与编辑中讲解程序指令字时介绍。

11. 数控程序的正确输入与编辑

(1) 模态功能代码与非模态功能代码的区别

模态功能代码表示该功能代码一经在一个程序段中指定，在接下来的程序段中一直持续有效，直到出现同组的另一功能代码，该功能代码才失效。

非模态功能代码只在编入的程序段中有效，如 G 指令中的 G04 指令，M 指令中的 M00、M06 等指令。

模态功能代码的出现避免了在程序中出现大量的重复指令，使程序简单、清晰、明了。

(2) 指定圆心坐标的方法

用尺寸字 I、J、K 指定圆心坐标时，其值为圆弧圆心相对圆弧起点的矢量在 X、Y、Z 坐标上的分量值。学生在应用过程中，容易出现遗漏正负号的情况。

有的数控系统还可用圆弧半径 R 指定圆心坐标。如果圆弧的圆心角小于等于 180° ，R 的值取正；否则，取负。

(3) 刀具功能字的设定技巧

刀具功能字 T0102 表示选择 01 号刀具并调用 02 号刀具补偿值。在实际编程加工中，为了避免对刀过程中出现错误，一般选择几号刀就调用几号刀补值，如 T0101、T0303 等。

这部分内容可以放在任务 3 程序的编制、输入与编辑中讲解。

12. 刀位点、对刀点和换刀点及其确定

所谓刀位点，是指在编制加工程序时用以表示刀具位置的特征点。车刀刀位点为刀尖或刀尖圆弧中心，如图 1—5 所示。对刀时应使对刀点与刀位点重合。对刀点可以设置在零件、夹具或机床上，应尽可能设在零件的设计基准或工艺基准上。换刀点则是指加工过程中需要换刀时刀具的相对位置点。换刀点往往设在工件的外部，以便顺利换刀、不碰撞工件及其他部件。

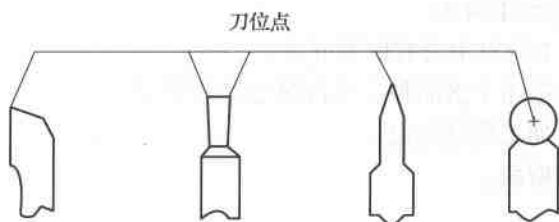


图 1—5 车刀刀位点

这部分内容可以放在任务4 建立工件坐标系中任务实施的对刀操作前讲解。

13. 数控机床的标准坐标系和运动方向的命名原则

数控机床坐标系为右手笛卡儿坐标系。ISO 标准和我国的 JB 3052—1982 部颁标准都规定：

(1) 不论机床的具体结构是工件静止、刀具运动，或是工件运动、刀具静止，在编程时，一律假定刀具相对静止的工件运动。

(2) 规定刀具远离工件的方向为 Z 轴的正方向。

这部分内容可以放在任务4 建立工件坐标系中机床坐标系前讲解。

14. 数控车床的对刀操作

对刀的实质是确定随编程而变化的工件坐标系原点在唯一的机床坐标系中的位置关系。由于学生没有完全掌握对刀的实际意义，在对刀过程中经常会出现重复对刀和对刀值不正确的现象。

(1) 更换了加工零件，但是工件坐标系原点中的 X 零点没有发生变化，学生在对刀操作过程中经常会再次重复 X 向的对刀操作。

(2) 更换了加工零件，工件坐标系原点中的 Z 零点发生了变化，学生在加工操作过程中经常会不再重新对刀，而直接使用更换零件前的对刀值。

(3) 重新安装切削刀具后，学生在加工操作过程中经常会不再重新对刀，而直接使用安装前的对刀值。

(4) 在对刀过程中，学生经常会将刀位值误输入到 MDI 键盘中的 [磨耗] 界面中，导致对刀值叠加计算，造成机床事故。

(5) 在试切对刀过程中，学生经常会输入错误的刀具偏置值，而导致对刀值无效，如将2号刀具偏置值输入到1号刀具偏置表中。

这部分内容可以放在任务4 建立工件坐标系中讲解。



思考与练习答案

教材第26页思考与练习题参考答案如下：

1. 数控车床由哪几大部分组成？各部分的作用是什么？

答：数控车床主要由车床本体（主要包括床身、主轴、溜板、刀架等）、数控系统（主要包括显示器、控制面板等）和辅助装置（液压系统、冷却和润滑系统、排屑装置）等组成。车床本体的作用是支撑各部件及辅助装置。数控系统的作用是将编码的程序进行处理后，将各种指令信息输出到伺服系统，控制数控机床运动。辅助装置的作用是冷却、润滑、排屑、夹紧等。