



国家示范性高职院校课程建设项目成果
面向“十二五”高等职业教育规划教材

| 基于“校企合作、工学结合”人才培养模式 |

机械零件 数控车削加工实训

◎主编 刘昭琴 温智灵
◎主审 杨小刚 卢 伶



国家示范性高职院校课程建设项目成果
面向“十二五”高等职业教育规划教材

机械零件

数控车削加工实训

主 编 刘昭琴 温智灵
副主编 吴道明 杨 雄 赵文雅
主 审 杨小刚 卢 伶
参 编 赵晓峰 梁明忠 刘 霞 张富强 唐启金 杨建伟
冯勇钦 孔永祥 刘 进 刘珍来 张 嵌 杨成富
高禄江 黄 勇 何 芬 潘 勇

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

《机械零件数控车削加工实训》以数控车削典型特征零件为载体,详细介绍了阶梯轴-后轴轴颈、螺纹轴-半球头零件、薄壁件-接头零件以及配合型面零件加工的相关刀具、夹具和量具知识及使用方法;介绍了零件的仿真模拟操作、实际机床加工操作过程中的注意事项和完整的操作过程。同时,本书还介绍了仿真软件及机床的基本操作;将数控车床操作工中、高级职业资格考证作为项目单独讲解,重在突出学生的实际动手能力培养,包括工件装夹、机床操作、切削参数选择、夹具选择及应用、量具选择及使用等能力培养,提升学生的职业岗位综合技能。

《机械零件数控车削加工实训》教材可作为高职高专、中职院校数控技术以及相关专业的实训教材,也可作为企业职工、成人教育数控车削技术培训的教材,还可供工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

440700

图书在版编目(CIP)数据

机械零件数控车削加工实训/刘昭琴,温智灵主编. —北京:北京理工大学出版社,2013. 1

ISBN 978-7-5640-7286-5

I. ①机… II. ①刘…②温… III. ①机械元件-数控机床-车床-车削
IV. ①TH13②TG519. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 008659 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市文通印刷包装有限公司

开 本/787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张/15.5

字 数/353 千字

版 次/2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数/1~4000 册

定 价/34.80 元

加工编辑/贾 苗

责任编辑/张慧峰

责任校对/杨 露

责任印制/吴皓云

本书以培养学生的数控车削加工知识、技能和职业岗位素质为目标,详细介绍了数控加工工艺设计,数控车床的操作方法;着重介绍了华中世纪星 HNC-21/22T 数控车削系统的操作方法,上海宇龙数控仿真软件的仿真操作等内容。

本书以工作过程为导向,以典型零件为载体,采用项目导向、任务驱动的方式组织教学内容。主要内容包括八个项目,每个项目中首先提出实训目标和实训内容,阶梯轴-后轴轴颈、螺纹轴-半球头零件、薄壁件-接头零件以及配合型面零件加工的相关刀具、夹具和量具知识及使用方法;介绍了零件的仿真模拟操作和实际机床加工操作过程中的注意事项及完整的操作过程。同时,本书还介绍了仿真软件及机床的基本操作;将数控车床操作工中、高级职业资格考证作为项目单独讲解,重在突出学生的实际动手能力培养,包括工件装夹、机床操作、切削参数选择、夹具选择及应用、量具选择及使用等能力培养,培养学生的职业岗位综合能力。

本书由重庆航天职业技术学院刘昭琴、温智灵担任主编,吴道明、杨雄、赵文雅担任副主编,杨小刚和卢伶担任主审;参与编写的还有唐启金、杨建伟、赵晓峰、冯勇钦、孔永祥、刘进、刘珍来以及重庆科创职业技术学院的张富强,重庆市工业高级技工学校刘霞、何芬,重庆机械技师学院潘勇;同时,本书在选取零件载体以及零件工艺方案分析等方面得到重庆重型汽车有限公司梁明忠、中国航天科技集团 7102 厂张崧,中国航天科技集团川南机械厂杨成富、高禄江、黄勇等同志的大力支持,在此深表感谢。

由于时间仓促、编者水平和经验有限,书中难免有欠妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 10 月

目 录

0 课程认知	1
一、文明生产	1
二、数控车床安全操作规程	1
三、数控车床简介	2
四、数控车床的日常维护和保养	7
项目 1 数控车床(华中数控)仿真操作	9
1-1 资讯计划	10
一、分析工艺过程,制定工艺路线	10
二、加工程序编制	11
1-2 决策实施	12
一、机床选择	12
二、机床回零	14
三、安装工件	15
四、选择刀具	17
五、对刀	20
六、数控程序处理	24
七、轨迹检查	28
八、自动加工	28
1-3 检查评价	30
一、加工零件检测	30
二、仿真操作评分标准	32
项目 2 数控车床(华中数控)基本操作	33
2-1 系统认识	33
一、基本配置	34
二、主要技术规格	34

2-2 系统操作	35
一、华中世纪星 HNC - 21/22T 数控系统操作面板介绍及基本操作	35
二、华中 HNC - 21/22T 软件操作界面	37
三、华中世纪星 HNC - 21/22T 数控系统操作面板按键按钮的作用与使用方法	39
四、程序输入与文件管理	46
五、程序运行	49
六、对刀	52
2-3 决策实施	55
一、零件加工方案和程序编制	55
二、零件加工	55
2-4 检测评价	56
一、工件检测	56
二、检测结果分析	56
三、评价标准	56
项目 3 后轴轴颈的数控车削加工	57
3-1 资讯计划	58
一、零件图样结构工艺分析	58
二、刀具相关知识	58
三、量具相关知识	60
四、相关工艺知识	66
3-2 任务实施	68
一、加工准备	68
二、加工操作步骤	69
3-3 检查评价	74
一、零件的测量	74
二、评分标准	75
三、后轴轴颈零件加工误差产生的原因分析	75
项目 4 半球头轴的数控车削加工	77
4-1 资讯计划	77
一、零件加工工艺分析	78
二、刀具相关知识	79
三、量具相关知识	81
四、相关工艺知识	84

4-2 任务实施	87
一、加工准备	87
二、加工操作步骤	88
4-3 检查评价	94
一、检测量具	94
二、评分标准	95
三、接头零件加工误差产生的原因分析	96
项目 5 接头的数控车削加工	98
5-1 资讯计划	99
一、零件加工工艺分析	99
二、刀具相关知识	99
三、量具相关知识	105
5-2 任务实施	110
一、加工准备	110
二、加工操作步骤	111
5-3 检查评价	129
一、检测量具	129
二、评分标准	129
三、接头零件加工误差产生的原因分析	130
项目 6 配合型面零件的数控车削加工	132
6-1 资讯计划	133
一、零件加工工艺分析	133
二、刀具相关知识	133
三、量具相关知识	134
6-2 任务实施	134
一、加工准备	134
二、加工操作步骤	135
6-3 检查评价	153
一、检测量具	153
二、评分标准	153
三、加工误差产生的原因分析	154
项目 7 数控车床操作工中级典型零件加工	155
7-1 资讯计划	156

一、零件图样工艺分析	156
二、切槽的相关工艺知识	156
三、零件加工工艺拟定	161
四、工件坐标系的建立及坐标点位的计算	163
五、编写加工程序	163
7-2 任务实施	164
一、零件的数控车削仿真加工	164
二、零件数控车削加工操作	165
7-3 检查评价	167
一、零件的测量	167
二、评分标准	167
项目8 数控车床操作工高级典型零件加工	170
8-1 资讯计划	171
一、零件工艺分析	171
二、相关工艺知识	172
三、阀塞零件加工工艺制定	173
四、工件坐标系的建立及坐标点位的计算	180
五、编写加工程序	181
8-2 任务实施	185
一、阀塞零件的数控车削仿真加工	185
二、阀塞零件的数控车削加工操作	187
8-3 检查评价	189
一、阀塞零件的测量	189
二、评分标准	190
附录	193
附表	230
参考文献	235

0 课程认知

一、文明生产

文明生产是工厂管理的一项重要内容,它直接影响产品质量的好坏,影响设备和工、夹、量具的使用寿命,影响操作工人技能的发挥。作为职业学校的学生、工厂后备技术人员,从开始学习数控机床基本操作技能时,就要重视养成文明生产的良好习惯。因此,要求操作者在进行数控实训操作时必须做到:

- 1) 严格遵守数控机床的安全操作规程,熟悉数控机床的操作顺序。
- 2) 保持数控机床周围的环境整洁。
- 3) 操作人员应穿戴好工作服、工作鞋,不得穿戴有危险性的服饰品。

二、数控车床安全操作规程

数控车床是一种自动化程度高、结构复杂、价格昂贵的先进加工设备。它与普通车床相比具有加工精度高、加工灵活、通用性强、生产率高、质量稳定等优点。在生产中有着至关重要的地位。数控车床的操作者要做到文明生产,严格遵守数控车床的安全操作规程。

1. 安全操作基本注意事项

- 1) 工作时请穿好工作服、安全鞋,戴好工作帽及防护镜,注意:不允许戴手套操作机床。
- 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) 某一项工作如需要俩人或多个人共同完成时,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。

2. 工作前的准备工作

- 1) 机床开始工作前要有预热,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,有严重破损的刀具要及时更换。
- 3) 调整刀具所用工具不要遗忘在机床内。
- 4) 检查大尺寸轴类零件的中心孔是否合适,中心孔如太小,工作中易发生危险。
- 5) 刀具安装好后应进行试切削。
- 6) 检查卡盘夹紧工件的状态。
- 7) 机床开动前,必须关好机床防护门。
- 8) 数控车床通电后,检查各开关、按钮和按键是否正常、灵活,检查机床有无异常现象。

9) 开机前应对数控车床进行全面细致的检查,包括操作面板、导轨面、卡盘、尾座、刀架、刀具等,确认无误后方可操作。

3. 工作过程中的安全注意事项

- 1) 禁止用手接触刀尖和铁屑,铁屑必须要用铁钩子或毛刷来清理。
- 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、手动挡位变速,更不能用棉丝擦拭工件、清扫机床。
- 4) 车床运转中,操作者不得离开岗位,发现异常现象立即停车。
- 5) 经常检查润滑油高度,过低时应及时添加。
- 6) 在加工过程中,不允许打开机床防护门。
- 7) 严格遵守岗位责任制,机床由专人使用,他人使用须经本人同意。
- 8) 工件伸出车床 100 mm 以外时,须在伸出位置设防护物。
- 9) 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。
- 10) 操作中出现工件跳动、打抖、异常声音、夹具松动等异常情况时必须停车处理。
- 11) 紧急停车后,应重新进行机床“回零”操作,才能再次运行程序。

4. 工作完成后的注意事项

- 1) 清除切屑、擦拭机床,使机床与环境保持清洁状态。
- 2) 注意检查或更换磨损坏了的机床导轨上的油擦板。
- 3) 检查润滑油、冷却液的状态,及时添加或更换。
- 4) 依次关掉机床操作面板上的电源和总电源。

三、 数控车床简介

1. 数控车床简介

数控车床与普通车床一样,也是用来加工零件旋转表面的,一般能够自动完成外圆柱面、圆锥面、球面以及螺纹的加工,还能加工一些复杂的回转面,如双曲面等。数控车床和普通车床的工件安装方式基本相同,为了提高加工效率,数控车床多采用液压、气动或电动卡盘。

数控车床的外形与普通车床相似,由床身、主轴箱、刀架、进给系统、冷却和润滑系统等部分组成。数控车床的进给系统与普通车床有质的区别,传统普通车床有进给箱和交换齿轮架,而数控车床是直接用电机通过滚珠丝杠驱动溜板和刀架实现进给运动的,因而其结构大为简化。

2. 数控车床分类

数控车床品种繁多,规格不一,可按如下方法进行分类:

(1) 按车床主轴位置分类

1) 卧式数控车床。

卧式数控车床是比较常见的,如图 0-1 所示。卧式数控车床又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床,其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性,并易于排除

切屑。

2) 立式数控车床。

立式数控车床简称为数控立车,如图 0-2 所示,其车床主轴垂直于水平面,有一个直径很大的圆形工作台,用来装夹工件。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件。

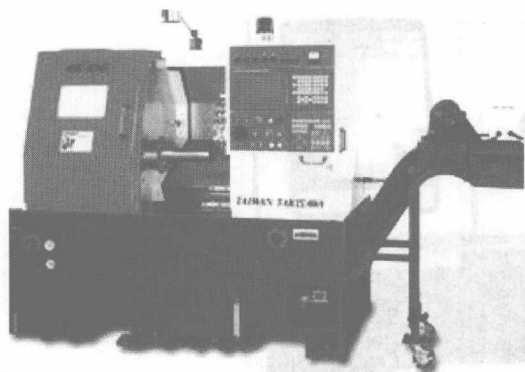


图 0-1 卧式数控车床

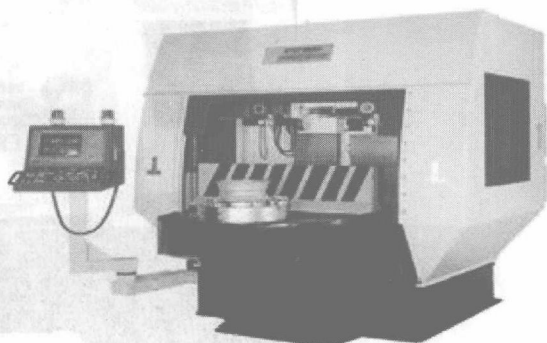


图 0-2 立式数控车床

(2) 按刀架数量分类

1) 单刀架数控车床。

数控车床一般都配置有各种形式的单刀架,如四工位自动转位刀架或多工位转塔式自动转位刀架。如图 0-3 所示是单刀架数控车床。

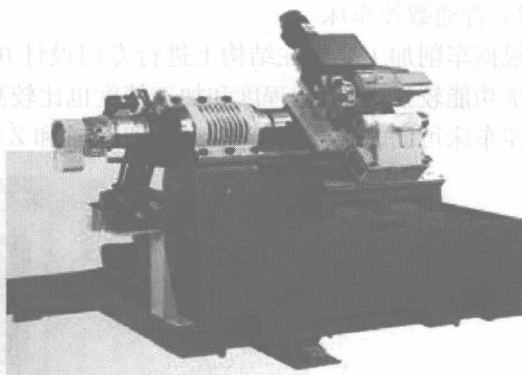


图 0-3 单刀架数控车床

2) 双刀架数控车床。

双刀架数控车床有两个刀架,如图 0-4 所示,这类车床的双刀架配置可以是平行分布,也可以是相互垂直分布。

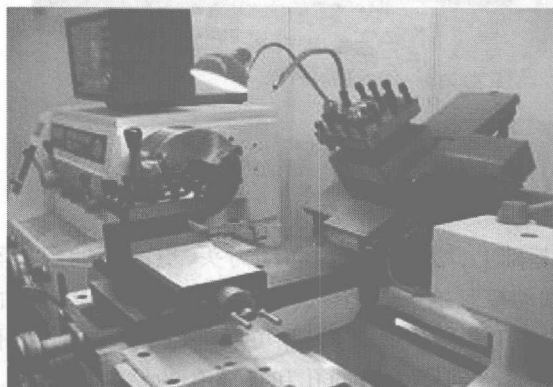


图 0-4 双刀架数控车床

(3) 按功能分类

1) 经济型数控车床。

经济型数控车床是比较简单的数控车床,如图 0-5 所示,这种数控车床采用步进电动机和单片机对普通车床的进给系统进行改造后形成的简易型数控车床,成本较低,但自动化程度较低且功能较少,车削加工精度也不高,适用于要求不高的回转类零件的车削加工。



图 0-5 经济型数控车床

2) 普通数控车床。

根据车削加工要求在结构上进行专门设计并配备通用数控系统而形成的数控车床,数控系统功能较强,自动化程度和加工精度也比较高,适用于一般回转类零件的车削加工。这种数控车床可同时控制两个坐标轴,即 X 轴和 Z 轴。如图 0-6 是常见的普通数控车床。



图 0-6 普通数控车床

3) 车削加工中心。

在普通数控车床的基础上,增加了 C 轴和动力头,更高级的数控车床带有刀库,可控制 X、Z 和 C 三个坐标轴,联动控制轴可以是(X、Z)、(X、C)或(Z、C)。由于增加了 C 轴和铣削动力头,这种数控车床的加工功能大大增强,除可以进行一般车削外可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削等加工。如图 0-7 所示是数控车削加工中心的内部工作示意图。

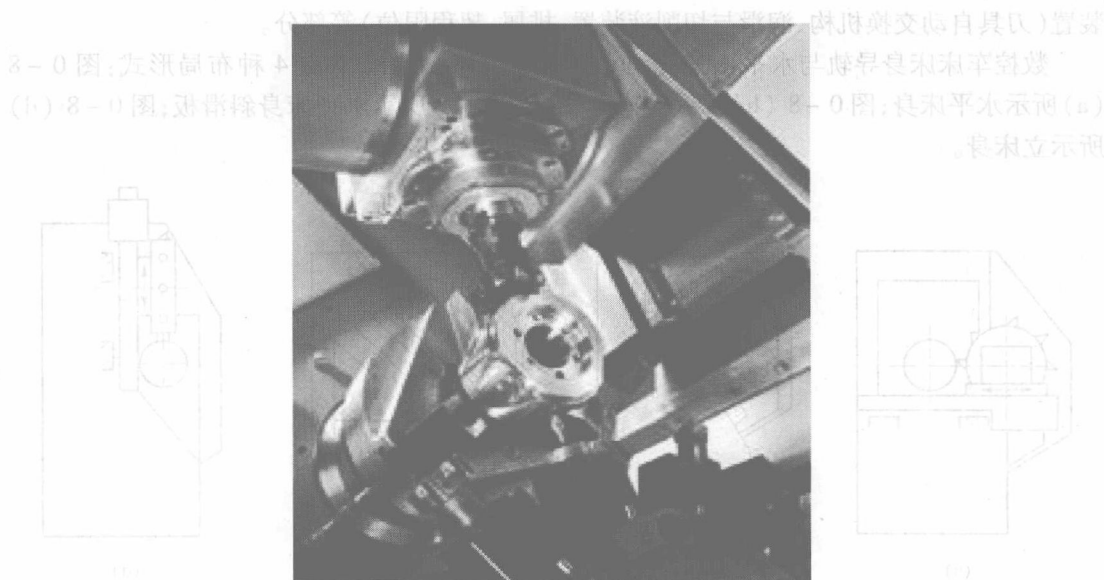


图 0-7 车削加工中心内部示意图

3. 数控车床的结构特点

与传统车床相比,数控车床的结构有以下特点:

1) 由于数控车床刀架的两个方向运动分别由两台伺服电动机驱动,所以它的传动链短。不必使用挂轮、光杠等传动部件,用伺服电动机直接与丝杠联结带动刀架运动。伺服电动机丝杠间也可以用同步皮带副或齿轮副联结。

2) 多功能数控车床采用直流或交流主轴控制单元来驱动主轴,按控制指令作无级变速,主轴之间不必用多级齿轮副来进行变速。为扩大变速范围,现在一般还要通过一级齿轮副,以实现分段无级调速,即使这样,床头箱内的结构已比传统车床简单得多。数控车床的另一个结构特点是刚度大,这是为了与控制系统的精确度控制相匹配,以便适应高精度的加工。

3) 数控车床的第三个结构特点是轻拖动。刀架移动一般采用滚珠丝杠副。滚珠丝杠副是数控车床的关键机械部件之一,滚珠丝杠两端安装的滚动轴承是专用轴承,它的压力角比常用的向心推力球轴承要大得多。这种专用轴承配对安装,是选配的,最好在轴承出厂时就是成对的。

4) 为了拖动轻便,数控车床的润滑都比较充分,大部分采用油雾自动润滑。

5) 由于数控机床的价格较高、控制系统的寿命较长,所以数控车床的滑动导轨也要求耐磨性好。数控车床一般采用镶钢导轨,这样机床精度保持的时间就比较长,其使用寿命也可延长许多。

6) 数控车床还具有加工冷却充分、防护较严密等特点,自动运转时一般都处于全封闭或半封闭状态。

7) 数控车床一般还配有自动排屑装置。

4. 数控车床的布局

典型数控车床的机械结构系统组成包括主轴传动机构、进给传动机构、刀架、床身、辅助

装置(刀具自动交换机构、润滑与切削液装置、排屑、超程限位)等部分。

数控车床床身导轨与水平面的相对位置如图 0-8 所示,它有 4 种布局形式:图 0-8 (a)所示水平床身;图 0-8 (b)所示斜床身;图 0-8 (c)所示水平床身斜滑板;图 0-8 (d)所示立床身。

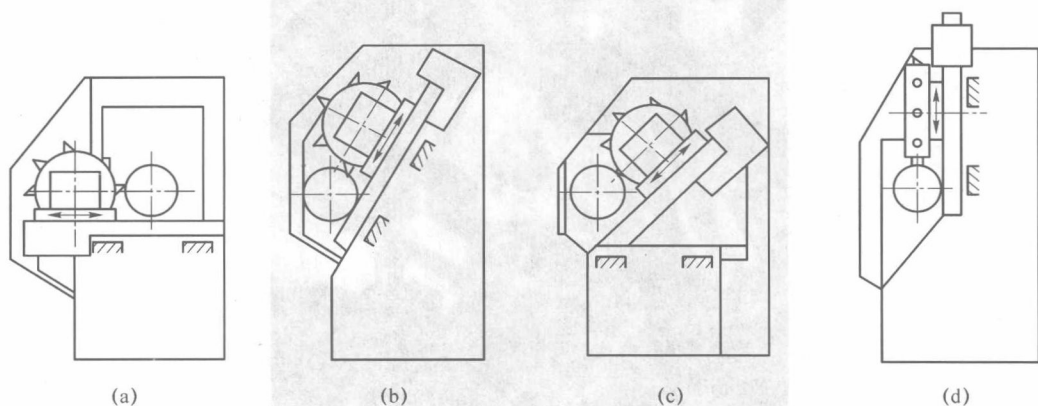


图 0-8 数控车床床身导轨与水平面的相对位置图

(1) 水平床身

水平床身的工艺性好,便于导轨面的加工。水平床身配上水平放置的刀架可提高刀架的运动精度,一般可用于大型数控车床或小型精密数控车床的布局。但是水平床身由于下部空间小,故排屑困难。从结构尺寸上看,刀架水平放置使得滑板横向尺寸较长,从而加大了机床宽度方向的结构尺寸。如图 0-9 所示是数控车床的水平床身。



图 0-9 数控车床水平床身

(2) 水平床身斜滑板

水平床身配置倾斜放置的滑板,并配置倾斜式导轨防护罩,这种布局形式一方面有水平床身工艺性好的特点,另一方面机床宽度方向的尺寸较水平配置滑板的要小,且排屑方便。水平床身配上倾斜放置的滑板和斜床身配置斜滑板布局形式被中、小型数控车床所普遍采用。此两种布局形式的特点是排屑容易,热铁屑不会堆积在导轨上,也便于安装自动排屑器;操作方便,易于安装机械手,以实现单机自动化;机床占地面积小,外形简单、美观,容易实现封闭式防护,如图 0-10 所示是数控车床的倾斜床身。

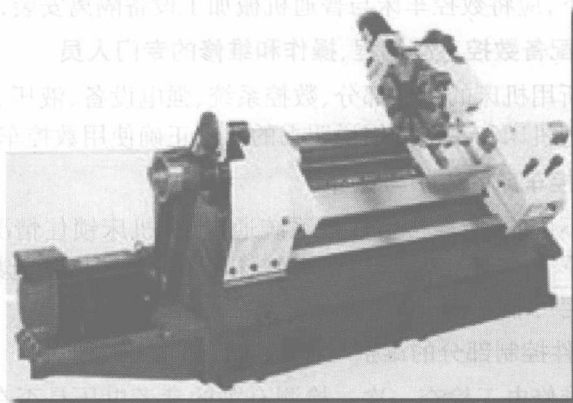


图 0-10 数控车床倾斜床身

(3) 斜床身

斜床身其导轨倾斜的角度分别为 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 90° (称为立式床身, 如图 0-11 所示), 若倾斜角度小, 排屑不便; 若倾斜角度大, 导轨的导向性差, 受力情况也差。导轨倾斜角度的大小还会直接影响机床外形尺寸高度与宽度的比例。综合考虑上面的因素, 中小规格的数控车床其床身的倾斜度以 60° 为宜。



图 0-11 立式床身

四、数控车床的日常维护和保养

数控车床具有机、电、液集于一身的, 技术密集和知识密集的特点, 是一种自动化程度高、结构复杂且昂贵的先进加工设备。为了充分发挥其效益, 减少故障的发生, 必须做好日常维护工作, 所以要求数控车床维护人员不仅要有机械、加工工艺以及液压气动方面的知识, 也要具备电子计算机、自动控制、驱动及测量技术等知识, 这样才能全面了解、掌握数控车床, 及时搞好维护工作。

1. 选择合适的使用环境

数控车床的使用环境(如温度、湿度、振动、电源电压、电源频率及干扰等)会影响机床的正常运转, 所以在安装机床时应严格要求做到符合机床说明书规定的安装条件和要求。在

经济条件许可的条件下,应将数控车床与普通机械加工设备隔离安装,以便于维修与保养。

2. 应为数控车床配备数控系统编程、操作和维修的专门人员

这些人员应熟悉所用机床的机械部分、数控系统、强电设备、液压、气压等部分及使用环境、加工条件等,并能按机床和系统使用说明书的要求正确使用数控车床。

3. 长期不用的数控车床的维护与保养

在数控车床闲置不用时,应经常给数控系统通电,在机床锁住情况下,使其空运行。在空气湿度较大的梅雨季节应该天天通电,利用电器元件本身发热驱走数控柜内的潮气,以保证电子部件的性能稳定可靠。

4. 数控系统中硬件控制部分的维护与保养

每年让有经验的维修电工检查一次。检测有关的参考电压是否在规定范围内,如电源模块的各路输出电压、数控单元参考电压等,并清除灰尘;检查系统内各电器元件连接是否松动;检查各功能模块使用风扇运转是否正常并清除灰尘;检查伺服放大器和主轴放大器使用的外接式再生放电单元的连接是否可靠,清除灰尘;检测各功能模块使用的存储器后备电池的电压是否正常,一般应根据厂家的要求定期更换。对于长期停用的机床,应每月开机运行4小时,这样可以延长数控机床的使用寿命。

5. 机床机械部分的维护与保养

操作者在每班加工结束后,应清扫干净散落于拖板、导轨等处的切屑;在工作时注意检查排屑器是否正常以免造成切屑堆积,损坏导轨精度,危及滚珠丝杠与导轨的寿命;在工作结束前,应将各伺服轴回归原点后停机。

6. 机床主轴电机的维护与保养

维修电工应每年检查一次伺服电机和主轴电机。着重检查其运行噪声、温升,若噪声过大,应查明原因,是轴承等机械问题还是与其相配的放大器的参数设置问题,采取相应措施加以解决。对于直流电机,应对其电刷、换向器进行检查、调整、维修或更换,使其工作状态良好。检查电机端部的冷却风扇运转是否正常并清扫灰尘;检查电机各联接插头是否松动。

7. 机床进给伺服电机的维护与保养

对于数控车床的伺服电动机,要每10~12个月进行一次维护保养,加速或者减速变化频繁的机床要每2个月进行一次维护保养。

维护保养的主要内容有:

用干燥的压缩空气吹除电刷的粉尘,检查电刷的磨损情况,如需更换,需选用规格相同的电刷,更换后要空载运行一定时间使其与换向器表面吻合;检查清扫电枢整流子以防止短路;如装有测速电机和脉冲编码器时,也要进行检查和清扫。

数控车床中的直流伺服电机应每年至少检查一次,一般应在数控系统断电,并且电动机已完全冷却的情况下进行检查;取下橡胶刷帽,用螺钉旋具刀拧下刷盖取出电刷;测量电刷长度,如FANUC直流伺服电动机的电刷由10mm磨损到小于5mm时,必须更换同一型号的电刷;仔细检查电刷的弧形接触面是否有深沟和裂痕,以及电刷弹簧上是否有打火痕迹。如有上述现象,则要考虑电动机的工作条件是否过分恶劣或电动机本身是否有问题。用不含金属粉末及水分的压缩空气导入装电刷的刷孔,吹净粘在刷孔壁上的电刷粉末。如果难以吹净,可用螺钉旋具尖轻轻清理,直至孔壁全部干净为止,但要注意不要碰到换向器表面。

项目1

数控车床（华中数控）仿真操作

实训目标

掌握华中数控系统的基本操作方法及加工的基本步骤；

熟悉华中数控系统的控制面板及各种操作；

掌握数控车床对刀的方法；

掌握程序的输入、输出方法与编辑方法；

掌握程序的运行轨迹生成方法；

掌握输入程序的自动加工方式及零件的检测方法。

实训内容

利用上海宇龙数控加工仿真软件(华中数控 HNC -21/22T 系统)对一个如图 1-1 所示零件阶梯轴进行加工,零件材料为 45 钢,毛坯为 $\phi 63 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$ 的棒料。要求对工件形状轮廓进行粗、精加工。

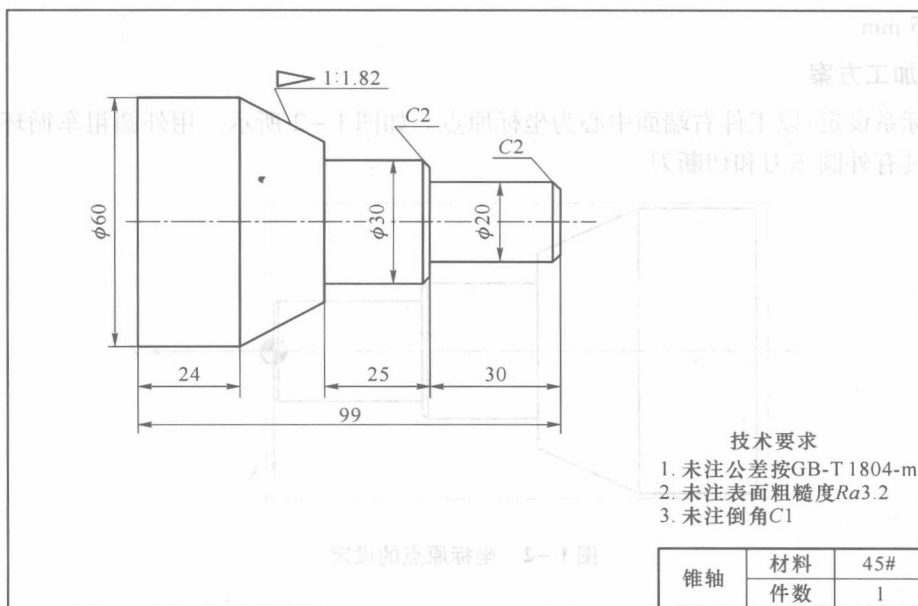


图 1-1 锥轴