

国家中等职业教育改革发展示范学校建设系列成果

数控车削加工

SHUKONG CHEXIAO JIAGONG



主 编 张奇丽

副主编 李豪杰 胡 建

主 审 郭国庆



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

内 容 提 要

本书采用项目教学,以学习任务为驱动,在每个学习任务中设计了2~5个学习活动。主要内容包括数控车床编程与操作基础、轴类零件加工、切槽、切断加工、外圆锥加工、成形面零件加工、三角形螺纹加工、综合练习5个学习项目。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削加工/张奇丽主编. —重庆:
重庆大学出版社,2015.2
(国家中等职业教育改革发展示范学校建设系列成果)
ISBN 978-7-5624-8865-1

I. ①数… II. ①张… III. ①数控机床—车床—车削
—加工工艺—中等专业学校—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 031584 号

数控车削加工

主 编 张奇丽
副主编 李豪杰 胡 建
主 审 郭国庆
策划编辑:鲁 黎
责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:鲁 黎
责任校对:秦巴达 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行
出版人:邓晓益
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 (营销中心)

全国新华书店经销
万州日报印刷厂印刷

*

开本:787×1 092 1/16 印张:7.75 字数:184千
2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷
印数:1—2 600
ISBN 978-7-5624-8865-1 定价:14.70 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

重庆市工贸高级技工学校

数控技术应用专业教材编写

委员会名单

主 任	叶 干		
副主任	张小林	刘 洁	
委 员	胡 建	张奇丽	李豪杰
	黄思庆	冯 涛	杨 鹰
	廖红军	王秀蓉	
审 稿	周进民	刘 洁	张 鑫

合作企业：

重庆长安工业(集团)有限责任公司
重庆前卫科技集团有限公司
重庆华渝电气集团有限公司
重庆红宇精密工业有限责任公司
重庆飞尔达有限责任公司

序 言

////////////////////

重庆市工贸高级技工学校实施国家中职示范校建设计划项目取得丰硕成果。在教材编写方面,更是量大质优。数控技术应用专业6门,汽车制造与检修专业4门,服装设计与工艺专业3门,电子技术应用专业3门,中职数学基础和职业核心能力培养教学设计等公共基础课2门,共计18门教材。

该校教材编写工作,旨在支撑体现工学结合、产教融合要求的人才培养模式改革,培养适应行业企业需要、能够可持续发展的技能型人才。编写的基本路径是,首先进行广泛的行业需求调研,开展典型工作任务与职业能力分析,建构课程体系,制定课程标准;其次,依据课程标准组织教材内容和进行教学活动设计,广泛听取行业企业、课程专家和学生意见;再次,基于新的教材进行课程教学资源建设。这样的教材编写,体现了职业教育人才培养的基本要求和教材建设的基本原则。教材的应用,对于提高人才培养的针对性和有效性必将发挥重要作用。

关于这些教材,我的基本判断是:

首先,课程设置符合实际,这里所说的实际,一是工作任务实际,二是职业能力实际,三是学生实际。因为他们是根据工作任务与职业能力分析的结果建构的课程体系。这是非常重要的,惟有如此,才能培养合格的职业人。

其二,教材编写体现六性。一是思想性,体现了立德树人的要求,能够给予学生正能量。二是科学性,课程目标、内容和活动设计符合职业教育人才培养的基本规律,体现了能力本位和学生中心。三是时代性,教材的目标和内容跟进了行业企业发展的步伐,新理念、新知识、新技术、新规范等都有所体现。四是工具性,教材具有思想品德教育功能、人类经验传承功能、学生心理结构构建功能、学习兴趣动机发展功能等。五是可读性,多数教材的内容具有直观性、具体性、概况性、识记性和迁移性等。六是艺术性,这在教材的版式设计、装帧设计、印刷质量、装帧质量等方面都得到体现。

其三,教师能力得到提升。在示范校建设期间,尤其在教材编写中,诸多教师为此付出了宝贵的智慧、大量的心血,他们的人生价值、教师使命得以彰显。不仅学校不会忘记他们,一批又一批使用教材的学生更会感激他们。我为他们感到骄傲,并向他们致以敬意。

重庆市教科院职成教研究所 谭绍华

2015年3月5日

前言

随着数控机床的发展和普及,社会需要大批数控机床的编程与操作人员,本教材就是为了适应这一需要,根据中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案,特别是核心教学与训练项目基本要求以及人力资源和社会保障部制定的有关国家职业标准相关的职业技能鉴定规范,编写而成。

就数控车削技术的教学和培训而言,本书具有实用价值。它以培养学生综合职业能力为核心,注重学生自主学习能力的培养,教材的编写采用项目和任务的形式,按照企业生产过程进行编写,特别注重每个活动的评价,及时反馈学生的学习效果,努力实现“教、学、做”融为一体,本书重点介绍广州数控系统的程序编制方法和数控机床的操作。通过本书的学习,使读者能掌握数控车工程的编制和数控车床的操作;了解企业的生产流程,通过掌握本书的数控车床编程及操作方法,为进一步掌握其它类型的数控机床的操作方法打下良好基础。

本书内容丰富,图文并茂,通俗易懂,采用活页设计,教师可以根据教学需要将评价表拆下来进行综合评价及存档,既注重实践教学环节,又同时兼顾理论知识,旨在培养既能编制程序又能操作数控机床,同时又掌握一定的理论知识的实用性人才。本书主要针对广州数控车床(GSK—980TD),其他系统可以参考。

本书由张奇丽担任主编,李豪杰、胡建担任副主编,郭国庆担任主审。具体分工如下:项目一由胡建编写,项目二由李豪杰编写,项目三、项目四及全书的活动评价表由张奇丽编写,项目五由张忠明编写,曹阳负责全书的实体图绘制。

在教材的调研、编写过程中得到了江苏盐城技师学院徐国权、陈亚岗、许洪伟,重庆五一技师学院谢安京,福建经贸学校林崇文,湖南工贸技师学院宋炜华,福建铁路机电学校程锦辉,长安工业高级技师邹强及各部门领导和老师的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于时间紧,经验不足,教材难免有疏漏之处,望请各位同仁批评指正。

编者
2014年8月

目 录

项目一 数控车床操作基础	1
学习任务一 数控车床操作	1
学习活动一 数控车床的操作	1
学习活动二 生产现场的“6S”管理	6
学习任务二 数控车床编程基础	9
学习活动一 数控车床的编程基础	9
学习活动二 数控车零件的加工工艺基础	17
学习活动三 数控车零件的加工工艺编制	22
学习活动四 工作总结与评价	25
项目二 轴类零件加工	27
学习任务一 台阶轴的加工	27
学习活动一 台阶轴零件的工艺分析	27
学习活动二 台阶轴零件的编程知识	31
学习活动三 台阶轴的加工	34
学习活动四 台阶轴的检验与质量分析	37
学习活动五 工作总结与评价	39
学习任务二 切槽、切断加工	41
学习活动一 切槽、切断加工的工艺分析	41
学习活动二 切槽、切断加工的知识及编程	45
学习活动三 切槽、切断的加工	49
学习活动四 切槽、切断的检验与质量分析	51
学习活动五 工作总结与评价	53
学习任务三 外圆锥加工	55
学习活动一 外圆锥加工的工艺分析	55
学习活动二 外圆锥加工的知识及编程	59
学习活动三 外圆锥的加工	63
学习活动四 外圆锥的检验与质量分析	65
学习活动五 工作总结与评价	67

项目三 成形面零件加工	69
学习任务一 成形面的加工	69
学习活动一 成形面零件的工艺分析	69
学习活动二 成形面加工的知识及编程	73
学习活动三 成形面的加工	77
学习活动四 成形面的检验与质量分析	79
学习活动五 工作总结与评价	81
项目四 三角形螺纹零件加工	83
学习任务一 三角形外螺纹的加工	83
学习活动一 三角形外螺纹零件的工艺分析	83
学习活动二 外三角形螺纹加工的知识及编程	87
学习活动三 三角形螺纹的加工	93
学习活动四 三角形外螺纹的检测与质量分析	95
学习活动五 工作总结与评价	98
项目五 综合零件加工	100
学习任务一 综合零件加工	100
学习活动一 综合零件的工艺分析	100
学习活动二 综合件加工的知识及编程	104
学习活动三 综合件的加工	108
学习活动四 综合件的检验与质量分析	110
学习活动五 工作总结与评价	112
参考文献	114

项目一

数控车床操作基础

学习任务一 数控车床操作

【学习目标】

1. 了解数控车工在机械加工中的作用,明确数控车工实习的性质和任务。
2. 了解机械零件生产的过程。
3. 了解数控车床实习场地及有关机器设备,了解数控车床基本操作的内容。
4. 能进行数控车床程序的编辑并模拟加工。
5. 能熟练操作数控车床,清楚各个键的功能及用途。
6. 熟悉生产现场的“6S”管理。
7. 会进行生产现场的“6S”管理。
8. 能够参与交流老师设定的主题,学会观察比较。

【建议学时】

18 学时。

学习活动一 数控车床的操作



学习过程

【知识学习】

一、数控车床安全操作规程

数控车床具有较高的技术含量,在操作上要比普通机床复杂,需要严格按照操作规程操

作,才能保证机床正常运行。作为一个熟练的操作人员,必须在了解零件的要求、工艺路线、机床特性后,方可操作机床完成各项加工任务。

数控车床操作安全文明规定如下:

①进入数控实习场以后,应服从安排,听从指挥,不得擅自启动或操作数控车床系统。

②开车前,应该仔细检查机床各部分机构是否完好,各传动手柄、变速手柄的位置是否正确。

③操作数控机床时,对各按键及开关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。

④进入岗位前必须按规定穿戴好劳动用品,进入实习场内严禁穿高跟鞋、拖鞋、凉鞋、短裤、裙子,严禁戴头巾和围巾;严禁赤脚、赤膊,严禁敞胸露怀。

⑤下班前必须清理现场,关闭电源。

⑥严格执行交接班制度,做好交接班记录。

⑦实行定期维护和保养制度,保证机床安全运行。

二、操作前的注意事项

①零件加工前,一定要先检查机床的正常运行。

②在操作机床前,应仔细检查输入的数据,以免引起误操作。

③确保指定的进给速度与操作所需要的进给速度相适应。

④当使用刀具补偿时,应仔细检查补偿方向与补偿量。

⑤不要随意修改参数,如要修改,请一定仔细阅读使用说明书。

三、机床操作过程中的安全操作

①手动操作,要确定刀具和工件当前的位置并保证正确指定了运动轴、方向和进给速度。

②手动返回参考点。机床通电后,请务必先执行手动返回参考点。如果机床没有执行手动返回参考点操作,机床的运动不可预料。

③工件坐标系。手动移动坐标时,一定要看清楚坐标轴的方向和手动速率。

④试运行。一定要确认机床是否锁住,以防程序出错,损坏机床。

⑤自动运行。机床在自动执行程序时,操作人员不得撤离岗位,要密切注意机床、刀具的工作状况,根据实际加工情况调整加工参数。一旦发生意外情况,应立即停止机床动作。

四、与编程相关的安全操作

①坐标系的设定。如果没有设置正确的坐标系,尽管指令是正确的,但机床可能并不按想象的动作运动。

②刀具补偿功能。在补偿功能模式下,发生基于机床坐标系的运动命令或参考点返回命令,补偿就会暂时取消,这可能会导致机床不可预想的运动。

五、机床关机时的注意事项

①确认工件已加工完毕。

②确认机床的全部运动均已完成。

③检查刀具是否已取下。

- ④检查工作台面是否已清洁。
- ⑤关机要求先关功放再关电源。

【知识测试】

判断题（每题 10 分，对的打√，错的打×）

1. 操作前应穿好工作服，戴好工作帽。 ()
2. 天冷时，操作中可以围围巾，可以戴手套。 ()
3. 如果不太会操作机床，可以两人同时操作一台机床。 ()
4. 如果天气太热，可以穿凉鞋和短裤。 ()
5. 认真输入程序后，不必检查，马上就可以开始加工了。 ()
6. 在不太清楚操作步骤的情况下，可进行尝试性操作。 ()
7. 在数控加工中，启动加工程序时，不必检查各手柄的位置。 ()
8. 数控机床中的参数操作者可以随意进行改动。 ()
9. 在程序运行过程中操作者应随时监视显示装置，发现报警信号时，应及时停机排除故障。 ()
10. 清除切屑时，要使用一定的工具，应当注意不要被切屑划破手脚。 ()
11. 测量工件时，必须在机床停止状态下进行。 ()

【知识学习】

熟练操作机床面板

1. 了解数控车床的坐标系

数控车床的坐标系如图 1.1 和 图 1.2 所示。

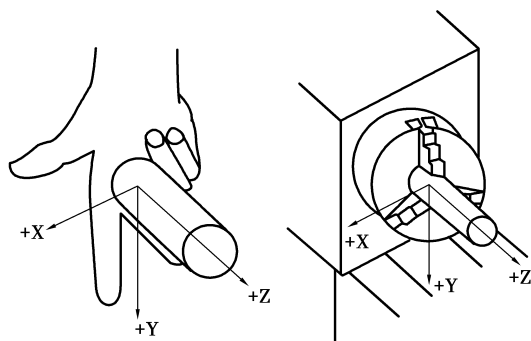


图 1.1 右手笛卡尔坐标系

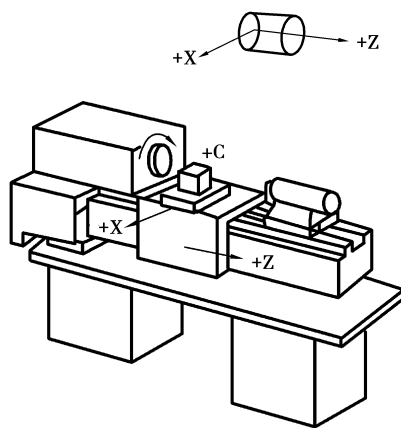


图 1.2 卧式车床

2. 了解数控车床的组成

数控车床的组成如图 1.3 所示。

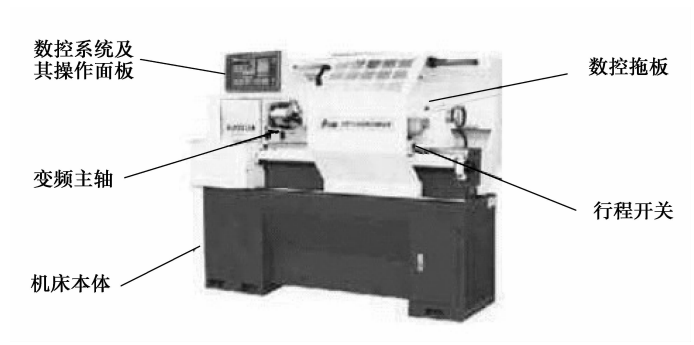


图 1.3 数控车床的组成

【技能训练】

每组每名学生都要单独进行面板操作学习,注意的是:不能两个人同时操作。学生在操作中注意操作步骤,还要注意输入程序的正确性和时间,练习好后再进行操作测试。

【操作测试】

- ①开、关机,机床坐标的回零。
- ②编辑方式下的程序输入、修改、插入、删除。
- ③手动方式下的主轴变速、换刀、坐标移动。
- ④MDI 方式下的位置速度控制。
- ⑤录入方式下的参数修改。
- ⑥手轮的操作。

测试评分标准如下:50 段左右的标准程序

10 min	及格	60 分
9 min		70 分
8 min		80 分
7 min		90 分
6 min 及以下		100 分

学习活动一综合评价表

班级_____

姓名_____ 学号_____

项 目	自我评价			小组评价			教师评价		
	评价标准 优秀:10~9 分 良好:8~6 分 一般:5~1 分			评价标准 优秀:10~9 分 良好:8~6 分 一般:5~1 分			评价标准 优秀:10~9 分 良好:8~6 分 一般:5~1 分		
	占总评 10%			占总评 30%			占总评 60%		
掌握安全操作规程									
面板操作练习									
了解数控车床组成									
了解数控车床坐标系									
操作测试									
表达、沟通能力									
学习主动性									
协作精神									
纪律观念									
工作态度									
小 计									
总 评									

学习活动二 生产现场的“6S”管理



学习过程

【知识学习】

一、熟悉什么是“6S”管理

“6S”管理项目如图 1.4 所示。



图 1.4 “6S”管理项目

- 整理的“三清”原则：

清理——区分需要品和不需要品。

清除——清不需要品。

清爽——按属别管理需要品。

- 整理的要点：丢弃时要有魄力。

- 整理的境界：塑造清爽的工作环境。

- 清扫厉行“三扫”原则：

扫漏（溢出物）

扫黑（落下物）

扫怪（不对劲之处）

- 清扫的境界：塑造干净的工作场所。

- 清洁厉行“三不”原则：

不制造脏乱

不扩散脏乱

不恢复脏乱

- 清洁的境界：塑造洁净的工作场所。

- 素养厉行“三守”原则：

守纪律

守时间

守标准

- 素养的境界:塑造守纪的工作场所。

二、为什么要进行“6S”管理

①降低安全事故发生的概率。例如,通道上不允许摆放物料,保证了通道的畅通,从而降低安全事故发生的可能性。

②节省寻找物料的时间,提升工作效率。在“6S”管理的整顿环节,其金牌标准是 30 s 内就能找到所需的物品。

③降低在制品的库存。“6S”管理要求将与生产现场有关的物料都进行定置定位,并且标识企业内唯一的名称、图号、现存数量,最高与最低限量等,这就使得在制品的库存量始终处于受控状态,并且能够满足生产的需要,从而杜绝了盲目生产在制品的可能性。

④保证环境整洁,现场宽敞明亮。其结果使得生产现场利用空间增大,环境整洁明亮。

⑤提升员工归属感。“6S”管理的实施可以为员工提供一个心情舒畅的工作环境,在这样一个干净、整洁的环境中工作,员工的尊严和成就感可以得到一定程度的满足,从而提升员工的归属感,使员工更加敬业爱岗。

【技能训练】

进行生产现场的“6S”管理

要求:人人动手,各负其责。经过“6S”管理后的效果如图 1.5 所示。



图 1.5 经过“6S”管理后的车间和货架

学习活动二综合评价表

班级_____

姓名_____ 学号_____

项 目	自我评价			小组评价			教师评价		
	10 ~ 9 分	8 ~ 6 分	5 ~ 1 分	10 ~ 9 分	8 ~ 6 分	5 ~ 1 分	10 ~ 9 分	8 ~ 6 分	5 ~ 1 分
	占总评 10%			占总评 30%			占总评 60%		
学习“6S”管理									
进行“6S”管理									
数控车床清洁度									
生产现场整洁度									
表达、沟通能力									
学习主动性									
协作精神									
纪律观念									
工作态度									
小 计									
总 评									

学习任务二 数控车床编程基础

【学习目标】

1. 掌握数控编程的内容及步骤。
2. 掌握绝对值和增量值编程的方法。
3. 掌握数控加工工艺的编制方法及加工工艺卡片的填写。了解数控编程的概念。
4. 会编制数控车床的加工程序。
5. 能用 CAXA 软件绘制零件图样。
6. 会填写加工工艺卡。
7. 能独立阅读生产任务单,明确工时、加工数量等要求,说出所加工零件的用途、功能和分类。
8. 能主动获取有效信息,展示工作成果,对学习和工作进行总结反思,能与他人合作并进行有效沟通。

【建议学时】

18 学时。

学习活动一 数控车床的编程基础



学习过程

【知识学习】

一、数控编程的概念内容及步骤

数控编程是数控加工准备阶段的主要内容之一,通常包括分析零件图样,确定加工工艺过程;计算走刀轨迹,得出刀位数据;编写数控加工程序;制作控制介质;校对程序及首件试切。数控编程有手工编程和自动编程两种方法。总之,它是从零件图纸到获得数控加工程序的全过程。

二、编程的方法

编程的方法一般分两种:手工编程和自动编程。

1. 手工编程

从分析零件图样,确定加工工艺过程;计算走刀轨迹,得出刀位数据;编写数控加工程序;程序输入和程序校验均由人工完成,称为手工编程。但对于形状复杂,特别是非圆曲线等零件,用手工编程就很困难,出错的概率将增大,甚至无法编出程序,对编程者的要求较高。

2. 自动编程

自动编程就是利用编程软件编制数控加工程序。例如,常用 CAXA/UG 等。

三、程序的结构和格式

1. 程序结构

数控程序由程序号、程序内容和程序结束段组成。例如：

程序号：

O0001

程序内容：

N001 G00 X40.0 Y30.0;

N002 G00 X28.0 T0101 S800 M03;

N003 G01 X-8.0 Y8.0 F200;

N004 X0 Y0;

N005 X28.0 Y30.0;

N006 G00 X40.0;

程序结束段：

N007 M30 ;

(1) 程序号

采用程序号地址码区分存储器中的程序,不同数控系统程序编号地址码不同,如日本 FANUC6 数控系统采用 O 作为程序编号地址码;美国的 AB8400 数控系统采用 P 作为程序编号地址码;德国的 SMK8M 数控系统采用 % 作为程序编号地址码等。

(2) 程序内容

程序内容部分是整个程序的核心,由若干个程序段组成,每个程序段由一个或多个指令字构成,每个指令字由地址符和数字组成,它代表机床的一个位置或一个动作,每一程序段结束用“;”号。

(3) 程序结束段

以程序结束指令 M02 或 M30 作为整个程序结束的符号。

2. 程序段格式

每个程序段是由程序段编号以及若干个指令(功能字)和程序段结束符号组成。N,G,X,Z,I,K,S,M,T,R,F,;为地址码。

N——程序段地址码,用来制订程序段序号。

G——准备功能地址码。

X,Z——坐标轴地址码,其后面数据字表示刀具在该坐标轴方向应移动的距离。

I,K——圆心坐标,表示圆心到圆弧起点的距离。

S——表示主轴的转速。

M——辅助功能字。

T——刀具功能字。

R——表示圆弧的半径或锥度中的半径差。

F——进给速度地址码,其后面数据字表示刀具进给速度值,F100 表示进给速度为 100 mm/min。

;——程序段结束码,与“NL”“LF”或“CR”“*”等符号含义等效,不同的数控系统规定有不同的程序段结束符。