



中央广播电视大学教材

数控加工操作实训

SHUKONG JIAGONG CAOZUO
SHIXUN

申世起 主编



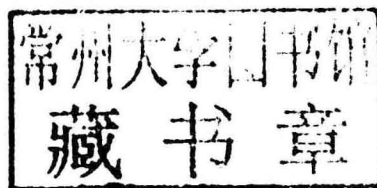
中央广播电视大学出版社

Central Radio & TV University Press

中央广播电视大学教材

数控加工操作实训

申世起 主编



中央广播电视大学出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

数控加工操作实训 / 申世起主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2011. 8

中央广播电视大学教材

ISBN 978 - 7 - 304 - 05204 - 1

I. ①数… II. ①申… III. ①数控机床—加工—
电视大学—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 152379 号

版权所有, 翻印必究。

中央广播电视大学教材

数控加工操作实训

申世起 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010 - 58840200

总编室 010 - 68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 杜建伟

责任版式: 张利萍

责任编辑: 杜建伟 邹伯夏

责任校对: 王 亚

责任印制: 赵联生

印刷: 北京博图彩色印刷有限公司

印数: 0001 ~ 2000

版本: 2011 年 8 月第 1 版

2011 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 14.5 字数: 319 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 05204 - 1

定价: 22.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

数控技术专业教学资源建设咨询委员会

顾 问：于云秀 郝广发 严 冰

主 任：李林曙 孙长庆

成 员：（以姓氏笔画为序）

王 军	方院生	冯雪飞	任 岩
任庆国	刘春佳	关德章	杜纯梓
李 涛	李长江	吴炳岳	何阳春
沈炳生	陈 昊	季连海	周延军
聂荣华			

数控技术专业教学资源建设委员会

主 任：陶水龙 刘亚琴

副主任：张超英 杨 琳 郭 鸿 章振周

宁 晨 王兆山 李西平

成 员：（以姓氏笔画为序）

石 亮	田 虎	冯小平	齐 宏
孙海维	杨海东	何勇军	谷 良
冼建生	洪晓锋	栾振涛	高鸿庭
郭士义	崔虹雯	梁柳青	舒大松

前 言

为了配合中央广播电视大学数控技术专业的教学,中央广播电视大学与机械工业教育发展中心合作,共同组织编写了数控技术专业系列教材。该系列教材的编写以职业为导向,以学生为中心,以基础理论教学的“必需、够用”为度,突出实践技能的教学地位,旨在培养学生具有一定的工程技术应用能力,以适应实际工作岗位的需要。

“数控加工操作实训”是核心实践课程,是以数控机床为实训平台,综合应用数控加工技术基础知识的课程。通过对本课程的学习,学生可以掌握识图、数控加工工艺编制、加工程序编制、工艺装备使用的基本技能,掌握数控机床的基本操作技能,掌握工件加工技能与检测等操作技能。

该书分数控车削加工实训和数控铣削(数控铣床加工和加工中心加工)加工实训两大部分。通过项目训练,使学员掌握基本技能(识图、工艺规程编制、对工艺装备的了解与使用)、数控机床操作技能和零件加工技能。

基本技能主要训练的是从理论知识到实践的应用能力,数控机床操作技能训练的是加工技能训练的基础,加工技能实训体现的是技能的综合应用。该书按照由简至繁的原则,通过单项技能训练到综合技能训练,使学生掌握从单一工序工作到多工序工作的应用能力。

该书采用企业应用较多的“发那科”(FANUC)数控系统进行程序讲解。通过典型零件的加工将各部分教学内容互相联系、渗透、结合,突出工作能力和实际操作技能,加强和提高学生对所学知识的融会贯通、应用。

该书打破传统培养方式,以工作为导向,以能力为依托,以工作流程为序,按照工作流程需要的知识体系、技能需求完成知识和技能的递进,以职业工作岗位需求为本,编写中力求体现“精练”和“实用”。该书将原有的理论知识穿插在实训环节中,在形式上前后贯通,在内容上紧密相连。

该书由西安技师学院申世起工程师编写,北方工业大学张超英主审。在该书编写过程中,中央广播电视大学出版社编辑杜建伟提出了许多宝贵意见,在此对主审及编辑人员一并致以衷心的感谢。

该书在编写过程中,得到了机械工业教育发展中心刘亚琴、董旭梅老师的大力关心和支持,在此致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足,恳请广大读者和同人不吝批评指正。

编 者
2011 年 6 月

目 录

上篇 数控车削加工

项目1 数控车床安全操作规程实训	(3)
1.1 数控车间实习安全管理制度	(3)
1.2 数控车床安全操作规程	(4)
1.3 数控车床维护与保养	(5)
复习思考题	(6)
项目2 数控车床操作实训	(7)
2.1 数控车床的分类及加工对象	(7)
2.2 数控车床操作	(9)
复习思考题	(18)
项目3 加工技能实训——外圆锥加工	(19)
3.1 相关知识	(19)
3.2 实训资源	(20)
3.3 实训指导	(21)
3.4 重点、难点提示	(25)
复习思考题	(25)
项目4 加工技能实训——圆弧加工	(27)
4.1 相关知识	(27)
4.2 实训资源	(31)
4.3 实训指导	(31)
4.4 重点、难点提示	(34)

复习思考题	(35)
项目5 加工技能实训——螺纹锥堵件加工	(36)
5.1 相关知识	(36)
5.2 实训资源	(40)
5.3 实训指导	(40)
5.4 重点、难点提示	(44)
复习思考题	(45)
项目6 加工技能实训——内螺纹手柄加工	(46)
6.1 相关知识	(46)
6.2 实训资源	(51)
6.3 实训指导	(52)
6.4 重点、难点提示	(56)
复习思考题	(56)
项目7 加工技能实训——典型综合零件的加工	(57)
7.1 实训资源	(57)
7.2 实训指导	(58)
7.3 重点、难点提示	(62)
复习思考题	(63)
项目8 加工技能实训——配合组件加工	(64)
8.1 实训资源	(64)
8.2 实训指导	(65)
8.3 重点、难点提示	(77)
复习思考题	(78)
项目9 加工技能拓展实训——缸体类零件加工	(80)
9.1 实训资源	(80)
9.2 实训指导	(80)
复习思考题	(106)

下篇 数控铣削加工

项目 10 数控铣床安全操作规程实训	(109)
10.1 数控车间实习安全管理制度	(109)
10.2 数控铣床安全操作规程	(109)
10.3 数控铣床和加工中心的保养	(110)
复习思考题	(111)
项目 11 数控铣床和加工中心操作实训	(112)
11.1 数控铣削加工设备知识	(112)
11.2 数控铣床操作实训	(116)
复习思考题	(128)
项目 12 加工技能实训——平面轮廓加工	(129)
12.1 相关知识	(129)
12.2 实训指导	(134)
12.3 重点、难点提示	(137)
复习思考题	(138)
项目 13 加工技能实训——孔系加工	(139)
13.1 相关知识	(139)
13.2 实训指导	(143)
13.3 重点、难点提示	(146)
复习思考题	(147)
项目 14 加工技能实训——槽加工	(148)
14.1 相关知识	(148)
14.2 实训指导	(149)
14.3 重点、难点提示	(154)
复习思考题	(155)
项目 15 加工技能实训——曲面加工	(156)
15.1 相关知识	(156)

15.2 实训指导	(159)
15.3 重点、难点提示	(163)
复习思考题	(164)
项目 16 加工技能实训——典型零件加工	(165)
16.1 相关知识	(165)
16.2 实训资源	(166)
16.3 实训指导	(167)
16.4 重点、难点提示	(179)
复习思考题	(182)
项目 17 加工技能实训——复杂零件加工	(183)
17.1 实训资源	(183)
17.2 实训指导	(184)
17.3 重点、难点提示	(197)
复习思考题	(199)
项目 18 加工技能拓展实训——易变形零件加工	(201)
18.1 相关知识	(201)
18.2 实训资源	(203)
18.3 实训指导	(204)
18.4 重点、难点提示	(218)
复习思考题	(220)

The background features a large circle centered on the page. A vertical line and a horizontal line intersect at the center of the circle, dividing it into four quadrants. The leftmost portion of the image is a solid gray vertical band. At the bottom, there are several thin, horizontal, parallel lines.

上 篇

数控车削加工

项目1 数控车床安全操作规程实训

实训目标

- 1. 能遵守实训车间管理制度，做到安全、文明生产；
- 2. 熟悉并掌握数控车床安全操作规程，预防安全事故；
- 3. 能对数控车床进行保养。

1.1 数控车间实习安全管理制度

数控车间实习安全管理制度如下：

- (1) 数控加工实训车间是数控工种（数控车工、数控铣工等）的训练场地。
- (2) 数控加工实训车间由专人负责管理。
- (3) 实习学生必须由任课实习指导教师带入数控加工实训车间实习。实习学生必须严格遵守车间各项规章制度和设备安全操作规程。
- (4) 数控加工实训车间内的设备、物品由专人负责使用与维护。
- (5) 任课实习指导教师、实习学生必须穿工作服进入数控加工实训车间，女生（包括发长度过耳的男生）必须戴工作帽，辫子或长发应盘在工作帽内。工作服穿戴应做到三，即领口紧、袖口紧、下摆紧。禁止穿凉鞋、高跟鞋、拖鞋等进入数控加工实训车间。所车间内的人员不得佩戴挂件、饰物。
- (6) 实习期间，实习学生应按时进入数控加工实训车间，不得旷课、迟到或早退，不在车间进食、随地吐痰和乱丢纸屑杂物，严禁在车间内追逐打闹、嬉戏、闲谈、吸烟、觉。
- (7) 实习学生进入实训车间后，要服从教师的指导，在规定的时间内认真、独立地完成实习课题。实习学生不应做与实习无关的事，不动用没有指定的实习设备，不妨碍他人实，如需使用其他设备时，必须服从教师的调配。

(8) 实习学生应爱护公物、实习设备、器具、工装,并且不破坏、不自行拆装设备、器具等。损坏设备及工具、量具后,应检查事故原因,视具体情况按有关规定给予赔偿。

(9) 数控加工实训车间执行定置管理,工具、量具、刀具、零件、材料等物品要按规定区域、位置摆放整齐且不能混放。

(10) 实训期间,数控机床周围环境要时刻保持整齐、清洁。车间安全通道必须保持畅通。距数控加工实训车间内变电柜 1 m 的范围内,禁止放置任何物品。

(11) 指导教师必须对实训车间里的人员、设备、财物的安全负责。当班指导教师不得脱岗、离岗;不得做与实训无关的事情。实训结束,当班指导教师必须断开设备电源、气源,锁好门窗并做好班次交接,指导教师检查完毕后,方可离开实训车间。

(12) 实习指导教师必须按规定填写交接班记录。

(13) 学生实习中如遇设备工作异常或事故应立即停机,保护现场,第一时间向指导教师报告。遇到重大事故时,实习指导教师应做好现场应急措施,同时向上级领导汇报。

(14) 每天各教学班应以组为单位,清扫工作场地;每周周末,各教学班要对机床进行一次周保养,对实训车间进行一次大扫除。

1.2 数控车床安全操作规程

数控车床安全操作规程如下:

(1) 实习指导教师和实习学生必须经过安全教育培训,掌握设备安全操作知识,经考核合格后,方可操作。

(2) 实习学生必须在实习指导教师指定的数控车床上进行实习训练,未经实习指导教师允许,不准随意掉换设备。

(3) 启动车床前,实习学生必须熟悉数控车床的安全操作规程、紧急停车方法;必须熟知每个按钮的作用以及操作注意事项;注意车床各个部位警示牌所警示的内容。

(4) 实习学生应按照正确的操作规范操作车床,未经指导教师允许,不得随意开动车床的电源开关;不可随意搬动各种旋钮,或点击按键,或操作车床其他开关。

(5) 实习学生在车床通电启动前,应检查润滑油箱,确定润滑油液面高于规定的最低刻度线(对全功能数控车床应检查气压表,确定气压已达到 0.4 Mpa 以上方可启动车床)。

(6) 禁止戴手套操作数控车床。

(7) 数控车床通电启动顺序为:先接通数控车床总电源,然后接通系统电源,并旋开紧急停止开关。

(8) 数控车床启动后,先进行回参考点操作,然后让主轴预热 3 ~ 5 min,确认刀具、夹具、工件、参数等正确无误后,方能开始正常工作。

(9) 夹具、工件和刀具安装应紧固、牢靠,在车床工作中应经常检查工件夹紧力及液压夹紧力是否正常。装卸工件、刀具,以及调整车床时,必须使车床处于静止状态;擦拭车床时,必须关闭车床电源。

(10) 操作车床时,不要用力过猛,更不允许用扳手或其他工具对数控车床面板进行操作;在车床操作中,只允许单人操作,其他人不得随意触摸按键;在进给倍率为快速时,应确保主轴和刀具不会与工件、夹具相撞。

(11) 装夹工件后,确认卡盘扳手已经卸下,方可启动车床。装刀具时,要确认刀具底座安装进入刀具槽中,刀杆伸出长度不得超过车床规定值。刀塔转位时,应回到安全位置,防止干涉。

(12) 对刀时应注意选择合适的进给速度,对刀后立即修改车床零点偏置参数及刀具参数。完成对刀后,要做模拟仿真加工,检验对刀是否正确,防止运行程序时发生碰撞事故,使刀具、工件或设备等损坏。

(13) 加工程序须经实习指导老师检查、同意并经过严格检验后,方可进行操作运行。不得随意更改、删除他人程序,严禁更改、删除数控系统参数。

(14) 车床开始切削前一定要关好防护罩门,加工工件时严禁打开防护罩门;车床运转过程中,不能用手或其他物品接触运行中的或即将停止运行的加工工件或车床部件,以避免出现人身伤害事故;加工工件时,不可调整刀具、测量工件尺寸,或靠近旋转的刀具和工件;测量工件必须在车床停止状态下进行。

(15) 当车床出现报警时,要先查明报警原因,采取相应措施取消报警后,再进行操作;车床出现突发故障时,应立即按压紧急停止开关,维护故障现场,并及时向实习指导老师报告。

(16) 在执行不需要尾座的程序时,应将尾座移动到离车床主轴最远的位置。

(17) 车床运行时,操作人员不得做与加工无关的事情,更不允许擅自离开加工现场,如必须离开时,要停止车床后方能离开。

(18) 停机清除切屑时,要使用指定的工具,应当注意不要被切屑划破手脚,禁止用压缩空气清洁车床上的切屑或冷却工件。

(19) 实训结束后,实习学生应按规定的断电顺序关闭车床电源,清理现场,认真对数控车床进行清洁、保养、维护工作,并做好车床使用情况的交接记录。

1.3 数控车床维护与保养

1. 保养要求

数控车床的保养要求如下:

(1) 实习学生在完成每日工作后,应整理好工具,将车床导轨、工作台擦干净,对车床添加润滑油,并认真填写工作日志。

(2) 实习学生应在每周五对所使用的实习设备进行彻底清扫、保养。

2. 车床保养工作主要内容

(1) 日检

日检的主要项目包括对车床液压系统、主轴润滑系统、导轨润滑系统、冷却系统、气压

系统的检查。日检就是对车床各系统的使用情况加以检测。例如,当进行主轴润滑系统的过程检测时,应保证电源灯点亮,并使油泵处于正常运转状态,若电源灯不亮,则应保证主轴处于停止状态,并与机械工程师联系,进行维修。

(2) 周检

周检的主要项目包括对车床零部件、主轴润滑系统的检查。管理人员应该每周对车床进行正确的检查,特别是对车床零部件要清除铁屑,清扫外部杂物。

(3) 月检

月检主要是对电源和空气干燥器进行检查。电源电压在正常情况下的额定电压为 180~220 V,频率为 50 Hz,如有异常,要对其进行测量、调整。空气干燥器应该每月拆卸一次,进行清洗后再装配好。

(4) 季检

季检应该主要对车床床身、液压系统、主轴润滑系统 3 方面进行检查。例如,对车床床身进行检查时,主要看车床精度、车床水平是否符合手册中的要求,如有问题,应马上和机械工程师联系。

(5) 半年检

半年后,应该对车床的液压系统、主轴润滑系统以及 X 轴进行检查,如出现问题,应该更换新油,然后进行清洗工作。

3. 数控装置的日常维护与保养

数控系统是数控车床电气控制系统的核心。数控系统日常的维护与保养工作主要包括数控系统的使用检查和数控系统的日常维护,它们的具体内容如下:

① 应尽量少打开数控柜门和强电柜门,因为,在机械加工车间的空气中往往含有油雾、尘埃,它们一旦落入数控系统的印刷线路板或电气元件上,则易引起电路元器件的绝缘电阻下降,甚至导致线路板或者电气元件损坏。

② 定时清理数控装置的散热通风系统,以防止数控装置过热。散热通风系统是防止数控装置过热的重要装置。为此,应每天检查数控柜上各个冷却风扇的运转是否正常,每半年或者一季度检查一次风道过滤器是否有堵塞现象,如果有堵塞现象则应及时清理。

③ 经常监视数控车床装置用的电网电压。计算机数控(Computer Numerical Control, CNC)系统对工作电网电压有严格的要求。例如,FANUC 公司生产的 CNC 系统允许电网电压在额定值的 85%~110% 波动,否则会造成 CNC 系统不能正常工作,甚至会引起 CNC 系统内部电子元件的损坏。为此要经常检测电网电压,并控制其在额定值的范围内。

复习思考题

- (1) 为什么要进行安全文明生产?
- (2) 数控机床安全操作规程的具体内容是什么?
- (3) 数控机床的日常维护包括什么?

项目2 数控车床操作实训

实训目标

1. 了解数控车床的分类；
2. 熟悉数控车床的操作说明书；
3. 掌握数控车床操作面板的使用方法；
4. 能熟练操作数控车床，掌握操作数控车床的基本技能。

2.1 数控车床的分类及加工对象

数控车床是目前使用广泛的数控机床之一，主要用于加工轴类、盘类等回转体零件。它通过数控加工程序的运行，可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，并能进行车槽、钻孔、扩孔、铰孔等工作。车削加工中心可在一次装夹中完成更多的加工工序，提高了加工精度和生产效率，特别适合加工复杂形状的回转类零件。

2.1.1 数控车床的分类

数控车床的品种繁多，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。其中，数控倾斜导轨卧式车床的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，其车床主轴垂直于水平面，并用一个直径很大的圆形工