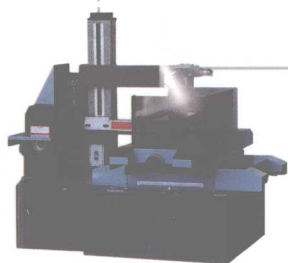


周燕清 主编

数控电加工 操作入门



SHUKONG DIANJIAGONG
CAOZUO RUMEN

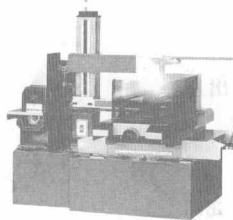


化学工业出版社



周燕清 主编

数控电加工 操作入门

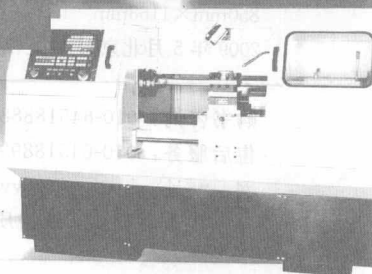


SHUKONG DIANJIAGONG
CAOZUO RUMEN



化学工业出版社

· 北京 ·



定价：00.25元

图书在版编目 (CIP) 数据

数控电加工操作入门/周燕清主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 2

ISBN 978-7-122-04523-2

I. 数… II. 周… III. 数控机床-电火花加工 IV. TG661

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 213674 号

责任编辑: 王 烨

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 陶燕华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 10½ 字数 284 千字

2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

前 言

社会的发展和科学技术的进步,尤其是以计算机、信息技术为代表的高新技术的发展,使制造技术的内涵和外延发生了革命性变化。数控加工技术使机械制造过程发生了显著的变化,特别是数控电加工技术目前在模具、汽配等高精尖制造行业已广泛应用。虽然近年来国内机械制造行业对数控加工的需求高速增长,但数控技术人才包括数控电加工技术人才严重短缺。因此该方向已逐渐成为就业市场的热点,随着技师学院、职业技术学院近年来数控专业逐渐扩大招生规模,从事数控学习的学生人数在显著增长,对此项技术培训的需求正在不断增长。

为了适应对电加工技术学习和培训的需要,满足社会对人才的要求,我们组织编写了本书,本书可作为技工学校、职业技术学院数控电加工技术、YH 绘图、TCAD 绘图培训用书。

本书以电加工机床中使用较普遍的 DK7725 线切割操作机床、北京阿奇 FW 线切割机床、北京阿奇 SE 电火花成型机床为主要介绍对象,由易到难,全面介绍了电加工的基础知识、操作方法、模具零件的加工。通过学习,可使读者对电加工有一个全面而深刻的了解。本书内容简明扼要,图文并茂,通俗易懂,并针对每一课题配备了大量的实例。

本书以简单通俗易操作的实例入手,以任务驱动型教学模式为蓝本,在整个编写过程中,编者结合自身的教学特点,把一体化教学的经验贯彻于其中。全书共六个课题,分别为:数控电加工基础、YH 绘图及编程、DK7725 线切割机床操作、TCAD 绘图及编程、FW 高速走丝线切割机床操作、SE 电火花成型机床操作。对三种机床的操作及维护作了系统的介绍和说明。

本书由江苏省常州技师学院周燕清主编。课题一、课题六由周

燕清负责编写，课题二由江苏省常州技师学院丁金晔负责编写，课题三由广东省轻工业技师学院辛少宇负责编写，课题四由江苏省常州技师学院杨亚伟负责编写，课题五由江苏省常州技师学院恽孝震负责编写，书中图例绘制及文本编辑校对由丁金晔负责，江苏省常州技师学院金伟龙审稿。本书在编写过程中得到了苏州长风有限责任公司李海根工程师，北京阿奇苏州商办谢锋、马磊等工程师的大力帮助，得到江苏省常州技师学院周晓峰、周小伟等的大力支持和热情指导，在此，一并表示衷心感谢！

由于我们水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者给予指正。

编者

目 录

课题一 数控电加工基础	1
1.1 数控机床基础	1
1.2 电加工基础	11
1.3 数控编程基础	19
1.4 典型零件的数控编程	38
1.5 3B 加工指令代码及编程	56
课题二 YH绘图及编程	64
2.1 YH 启动及文件主菜单	64
2.2 图表命令及其使用	87
课题三 DK7725线切割机床操作	120
3.1 DK7725 线切割机功能操作	120
3.2 线切割快走丝切割工艺基础	136
3.3 加工实例 1——与工件外轮廓无位置要求的零件加工	156
3.4 加工实例 2——与工件外轮廓有位置要求的零件加工	162
课题四 TCAD绘图及编程	171
4.1 CAD 界面及绘图命令	171
4.2 显示及编辑命令	183
4.3 辅助绘图及线切割命令	195

课题五 FW高速走丝线切割机床操作	208
--------------------------------	-----

5.1 FW 线切割机床的基本操作	208
5.2 FW 高速走丝线切割机床编程基础	229
5.3 FW 高速走丝线切割机床加工实例	240

课题六 SE电火花成型机床操作	254
------------------------------	-----

6.1 SE 电火花成型机床基本操作	254
6.2 SE 电火花加工工艺及电加工工艺留量计算	267
6.3 SE 电火花成型机床编程基础	281

附 录	298
------------------	-----

参考文献	325
-------------------	-----

课题一 数控电加工基础



学习目的

1. 学习数控机床结构、数控加工工艺、数控编程基础知识等，了解数控电加工和数控机加工不同的加工原理、不同的加工方法和工艺，尤其是对一些难加工材料（加工淬火钢、不锈钢、模具钢、硬质合金）的加工优势。

2. 理解 ISO 代码及 3B 指令，并能结合相关的“数控机床的安全文明操作规程”知识、数控加工工艺及电加工参数，进行编程和程序的修改。

3. 了解电加工机床日常的保养及维护，对电加工机床进行简单的操作。



技能要求

1. 能区别数控电加工机床和数控机加工机床。
2. 能按工艺要求选择合适的电加工工艺。
3. 能对电加工机床进行常规保养。
4. 能理解 ISO 代码及 3B 指令。
5. 能根据图纸加工工艺要求编写程序。

1.1 数控机床基础



任务描述

本课题主要描述数控电加工机床的加工特点及加工范畴。



相关知识

数字控制机床 (Numerically Controlled Machine Tool) 简称数控机床, 随着电子技术的发展, 数控机床采用了计算机 (Computerized Numerically Controlled) 控制系统, 因此也称为计算机数控机床或 CNC 机床。通常数控机加工机床称之为数控机床, 图 1-1 所示为数控机加工机床。数控电加工机床称之为电加工机床, 如图 1-2 所示。

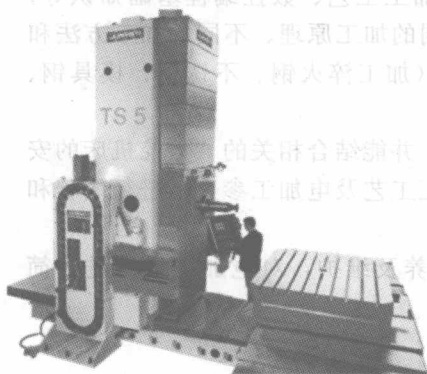


图 1-1 数控机加工机床

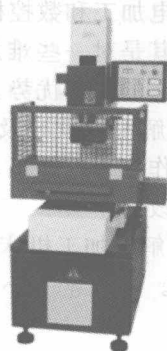


图 1-2 数控电加工机床

(1) 数控加工过程、内容及步骤

数控加工的主要内容有: 分析零件图样, 确定加工工艺过程, 数值计算, 编写零件加工程序, 程序的输入或传输, 程序校验, 完成工件的加工。

数控加工的步骤一般如图 1-3 所示。

① 分析零件图样、确定加工工艺过程 在确定加工工艺过程



图 1-3 数控加工步骤



时,编写人员要根据图样对工件的形状、尺寸、技术要求进行分析,然后选择加工方案、确定加工顺序、加工路线、装夹方式、刀具及切削参数,同时还要考虑所用数控机床的指令功能,充分发挥机床的效能,加工路线要短,要正确选择对刀点、换刀点、穿丝点,减少刀具更换次数。

② 数值计算 根据零件图的几何尺寸、确定的工艺路线及设定的坐标系,计算零件加工的运动轨迹,得到刀位数据;在加工路线、工艺参数及刀位数据确定后,依据数控系统分别控制其参数。对于形状比较简单的零件(如直线和圆弧组成的零件)的轮廓加工,需要计算出几何元素的起点、终点、圆弧的圆心、两几何元素的交点或切点的坐标值,有的还要计算刀具中心的运动轨迹坐标值。对于形状比较复杂的零件(如非圆曲线、曲面组成的零件),需要用直线段或圆弧段逼近,根据要求的精度计算出其节点坐标值,这种情况一般可用计算机来辅助完成数值计算的工作。

③ 编写零件加工程序 加工路线、工艺参数及刀位数据确定以后,编程人员可以根据数控系统规定的功能指令代码及程序段格式,逐段编写加工程序段。

④ 程序的输入或传输 由手工编制的程序,可以通过数控机床的操作面板输入程序;由编程软件生成的程序,通过操作系统传输软件,使用计算机的串行通信接口直接传输到数控机床的数控单元。

⑤ 程序校验、完成工件的加工 在正式加工前,一般要对程序进行检验。对于平面零件可用笔代替刀具,以坐标纸代替工件进行空运转画图,通过检查机床动作和运动轨迹的正确性来检验程序。在具有图形模拟显示功能的数控机床上,可通过显示走刀轨迹或模拟刀具对工件的切削过程、对程序进行检查。当发现工件不符合加工技术要求时,可修改程序或采取尺寸补偿等措施。修改后合格的程序,才能对工件进行加工。

(2) 数控编程的种类

数控编程一般分为手工编程、自动编程两种编程方式。

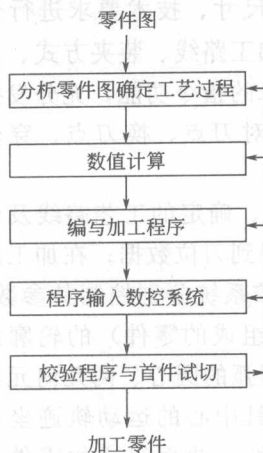


图 1-4 手工编程

① 手工编程 分析零件图样、确定加工工艺过程，数值计算、编写零件加工程序，程序的输入或传输，程序校验都是由人工完成的，这种编程方法叫手工编程，如图 1-4 所示。

对于加工形状简单的零件，计算比较简单，程序不多，采用手工编程较容易完成，而且经济、及时。因此在点定位加工及由直线与圆弧组成的轮廓加工中，手工编程仍广泛应用。但对于形状复杂的零件，特别是具有非圆曲线、列表曲线及曲面的零件，用手工编程就有一定的困难，出错的几率增大，有的甚至无法编出程序，因此必须用自动编程的方法编制程序。

② 自动编程 用计算机编制数控加工程序的过程。编程人员只需根据图样的要求，选择相应的加工参数，使用数控语言编写出零件加工源程序，制备控制介质或将加工程序通过直接通信的方式送入数控机床，指挥机床工作。控制介质又称信息载体，是人与数控机床之间联系的中间媒介物质，反映了数控加工中全部信息。如穿孔纸带、磁盘、U 盘等。自动编程的出现使得一些计算繁琐、手工编程困难或无法编出的程序能够实现。因此，自动编程的使用已经相当广泛。

实现自动编程的方法主要有语言式自动编程和图形交互式自动编程两种。前者是采用高级语言的形式，表示出全部加工内容，计算机采用批处理方式，一次性处理、输出加工程序。这种形式大多使用 CAD 软件二次开发而成。后者是采用人机对话的处理方式，利用 CAD/CAM 系统生成加工程序。目前利用 CAD/CAM 系统进行编程已成自动编程的主流，常用的有 CAXA、UG、Pro/E、Cimatron 等。

利用 CAD/CAM 系统进行零件设计、分析及加工编程适用于制造业中的 CAD/CAM 集成系统，目前已被广泛应用。该方式适



应面广、效率高、程序质量好,适用于各类柔性制造系统(FMS)和集成制造系统(CIMS),但投资大,掌握起来需要一定时间。图1-5所示为科研型柔性制造系统。

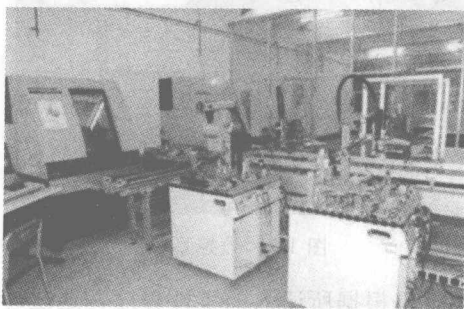


图 1-5 科研型柔性制造系统

(3) 数控机床的组成及其各部分的功能

数控机床一般由数控系统、包含伺服电动机和检测反馈装置的伺服控制系统、强电控制柜、机床本体和各类辅助装置组成。数控机床的组成,如图1-6所示。

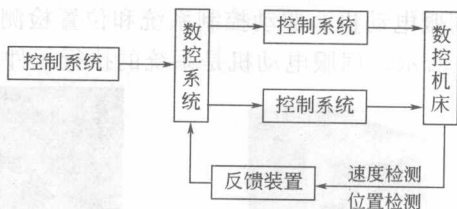


图 1-6 数控机床的组成

① 数控系统 是机床实现自动加工的核心,是整个数控机床的灵魂所在,如图1-7所示。主要由输入装置、监视器、主控制系统、可编程控制器、各类输入/输出接口等组成。主控制系统主要由CPU、存储器、控制器组成。数控系统的主要控制对象是位置、角度、速度等机械量,以及温度、压力、流量等物理量,其控制方式又可分为数据运算处理控制和时序逻辑控制两大类。其中主控制



图 1-7 数控系统

器内的插补模块就是根据所读入的零件程序，通过译码、编译等处理后，进行相应的刀具轨迹插补运算，并通过与各坐标伺服系统的位置、速度反馈信号的比较，从而控制机床和坐标轴的位移。而时序逻辑控制通常由可编程控制器 PLC 来完成，它根据机床加工过程中各个动作要求进行协调，按各检测信号进行逻辑判别，从而控制机床各个部件有条不紊地按顺序工作。

② 伺服控制系统 是数控系统和机床本体之间的电传动联系环节，主要由伺服电动机、驱动控制系统和位置检测与反馈装置等组成，如图 1-8 所示。伺服电动机是系统的执行元件，驱动控制系

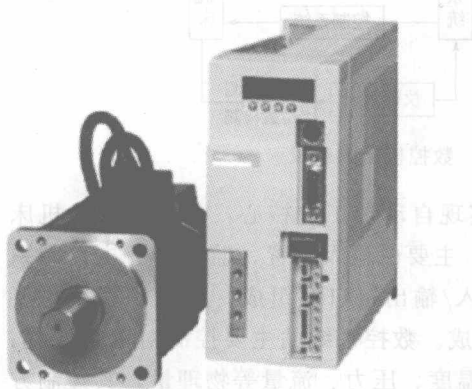


图 1-8 伺服控制系统



图 1-9 强电控制柜



统则是伺服电动机的动力源。数控系统发出的指令信号与位置反馈信号比较后作为位移指令，再经过驱动电动机运转，通过机械传动装置拖动工作台或刀架运动。

③ 强电控制柜 主要用来安装机床强电控制的各种电气元器件，如图 1-9 所示除了提供数控、伺服等一类弱电控制系统的输入电源，以及各种短路、过载、欠压等电气保护外，主要在 PLC 的输出接口与机床各类辅助装置的电气执行元件之间起桥梁连接作用，控制机床辅助装置的各种交流电动机、液压系统电磁阀或电磁离合器等。此外，它也连接机床操作台有关手动按钮。强电控制柜由各种中间继电器、连接器、变压器、电源开头、接线端子和各类电气保护元器件等构成。它与一般普通机床的电气类似，但为了提高对弱电控制系统的抗扰性，要求各类频繁启动或切换的电动机、接触器等电磁感应器件中均必须并接 RC 阻容吸收器，对各种检测信号的输入均要求用屏蔽电缆连接。

④ 辅助装置 主要包括自动换刀装置 ATC(Automatic Tool Changer)、自动交换工作台 APC(Automatic Pallet Changer)、工件夹紧放松机构、回转工作台、液压控制系统、润滑装置、切削装置、排屑装置、过载和保护装置等。

⑤ 机床本体 指机械结构实体，如图 1-10、图 1-11 所示。它与普通机床相比较，同样由主传动系统、进给传动系统、工作台、床身以及立柱等部分组成，但数控机床的整体布局、外观造型、传动机构、工具系统及操作机构等方面都发生了很大的变化。为了满足数控技术的要求和充分发挥数控机床的特点，归纳起来包括以下几个方面的变化。

- a. 采用高性能主传动及主轴部件 具有传递功率大、刚度高、抗振性好及热变形小等优点。
- b. 进给传动采用高效传动件 具有传动链短、结构简单、传动精度高等特点，一般采用滚动导轨副等。
- c. 具有完善的刀具自动交换和管理系统。
- d. 在制造中心上一般具有工件自动交换、工件夹紧和放松机构。
- e. 机床本身具有很高的动、静刚度。



f. 采用全封闭罩壳。由于数控机床是自动完成加工，为了操作安全等，一般采用移动门结构的全封闭罩壳，对机床的加工部件进行全封闭。

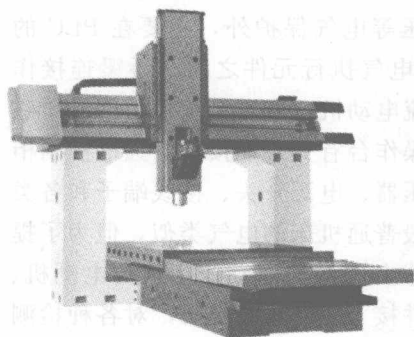


图 1-10 机床本体



图 1-11 带工件换台及换刀装置的机床本体



任务实施

(1) 电加工实习的任务

电加工实习的任务是全面牢固地掌握本电加工机床的基本操作技能；能熟练地使用、调整本技能训练的设备；独立进行设备保养；正确使用工、夹、量具及刀具；能独立完成零件的编程及加工具有安全生产知识及文明生产的习惯；养成良好的职业道德。

(2) 现场参观、加工演示

① 参观数控机加工及数控电加工车间，分析数控机加工及数控电加工的异同点。

② 对数控电加工机床的结构及分布进行讲解，强调数控电加工机床安全操作规程。

③ 演示电加工机床操作步骤：

a. 检查并解除机床主机上的急停按钮；



- b. 合上机床主电源开关；
- c. 合上机床控制柜上电源开关，启动计算机，进入线切割控制系统；
- d. 按机床润滑要求加注润滑油；
- e. 开启机床空载运行两分钟，检查其工作状态是否正常；
- f. 按所加工零件的尺寸、精度、工艺等要求，在电加工机床上编制加工程序，并送入控制系统；
- g. 在控制台上对程序进行模拟加工，以确认程序准确无误；
- h. 工件装夹；
- i. 选择合理的电加工参数按要求加工零件；
- j. 加工完毕后，拆下工件，清理机床；
- k. 退出控制系统，并关闭控制柜电源；
- l. 关闭机床主机电源。

④ 根据零件图，教师用自动编程和手工编程两种形式分别加工零件。

(3) 设备维护及保养

对数控电加工机床维护保养的质量将直接影响加工指标，因此尤为重要。

① 机床润滑 如表 1-1 所示。

表 1-1 机床润滑

序号	润滑部位	油品牌号	润滑方式	润滑周期
1	X、Y 向导轨	根据参考书选择润滑脂	油枪注射	半年
2	X、Y 向丝杠	根据参考书选择润滑脂	油枪注射	半年
3	滑枕上下移动导轨	根据参考书选择机油	油枪注入	每月
4	贮丝筒导轨	根据参考书选择机油	油枪注入	每日
5	贮丝筒丝杠	根据参考书选择润滑脂	油枪注入	每日
6	贮丝筒齿轮	根据参考书选择机油	油枪注入	每日
7	U、V 轴导轨丝杠	根据参考书选择润滑脂	装配时填入	大修
8	机床特别要求	参考机床说明书	厂家要求	要求



② 使用保养 加工液的好坏直接影响到加工速度和粗糙度，应每周更换一次，同时将工作台、液箱等部位的蚀除物清洗干净。如机床连班工作，更要勤换加工液，以保持加工液的低电导率和清洁度。

线切割机床导轮，尤其是两个主导轮，要保持清洁，转动灵活。

③ 线切割机床导电块上不应有蚀除物堆积，否则会造成接触不良，在丝与导电块间产生放电，特别在加工铝及铜等金属时要格外小心，既影响加工效果，又减低丝和导电块的使用寿命。



实训评估 (表 1-2)

表 1-2 安全规范及操作实训评分表

姓 名		总得分				
项目	序号	技术要求	配分	评分要求及标准	检测记录	得分
安全规程掌握 (30%)	1	服装及防护物品	10	不规范扣 2 分/处		
	2	安全条例	10	不正确扣 2 分/处		
	3	工、量准备	10	不规范扣 2 分/处		
机床操作 (40%)	4	机床组成部分认识	20	不规范扣 2 分/处		
	5	机床正确操作	20	不正确扣 2 分/处		
机床维护保养 (30%)	6	机床润滑	10	不合格扣 2 分/次		
	7	机床保养	10	出错扣 2 分/次		
	8	工作场所整理	10	不规范全扣		



拓展探究

1. 通过实习车间的现场参观及讲解，区分数控机加工和数控电加工机床的异同点。指导学生对不同的材料零件采用不同的加工方法。

2. 明确遵守实习车间规章制度的重要意义。