

国家职业技能鉴定培训教材

技·能·型·人·才·培·训·用·书

韩鸿鸾 主编

数控机床装调维修工

(中、高级)

SHUKONG JICHUANG
ZHUANGTIAO WEIXIUGONG



化学工业出版社

国家职业技能鉴定培训教材

技·能·型·人·才·培·训·用·书

韩鸿鸾 主编

数控机床装调维修工

(中、高级)



d124429

广西工学院鹿山学院图书馆



d124429



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床装调维修工 (中、高级)/ 韩鸿鸾主编.

北京: 化学工业出版社, 2011.1

国家职业技能鉴定培训教材

技能型人才培养用书

ISBN 978-7-122-08397-5

I. 数… II. 韩… III. ①数控机床-安装-职业技能鉴定-教材②数控机床-调试-职业技能鉴定-教材③数控机床-维修-职业技能鉴定-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 075603 号

责任编辑: 王 烨
责任校对: 顾淑云

文字编辑: 高 震
装帧设计: 关 飞

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 13½ 字数 368 千字

2011 年 1 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: 32.00 元

版权所有 违者必究

前 言

伴随着数控产业在中国的发展,涌现了大量的数控机床装调维修人员,由此一个全新的职业——数控机床装调维修工应运而生。

数控机床装调维修工是运用机电一体化的相关知识完成对数控机床的装配、调整、维修等工作。要成为一名称职的数控机床装调维修工,首先要掌握机械和电气方面的基本知识;其次,要具有丰富的生产工艺实践经验;第三,要掌握一定的数控系统知识,并能为客户进行产品工艺设计。

本书是根据中华人民共和国人力资源和社会保障部最新制定的国家职业标准《数控机床装调维修工(试行)》中级工及高级工部分编写的。

本书内容先进,引用了新观点、新思想以适应经济社会发展和科技进步的需要,体现以职业能力为本位,以应用为核心,以“必需、够用”为度的原则;紧密联系生产实际;加强针对性,与职业资格标准相互衔接。体系设计合理,循序渐进。

本书为数控机床装调维修工(中级工、高级工)考评教材。在实际应用时,可根据实际情况全用或选用本书的部分内容。

本书由韩鸿鸾主编,陶建海、姜义、曲海波、徐桂洪副主编,郑学军、王艳平、宋玉刚、丛志鹏参编,全书由韩鸿鸾统稿。

本书在编写过程中得到了烟台工程职业技术学院、烟台职业学院、东营职业学院、常州技师学院、威海精密机床附件厂、威海联桥仲精机械有限公司、华东数控有限公司的大力支持，在此深表谢意。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，诚请广大读者给予批评指正。

编者于山东威海

2010年7月

目 录

第一章 数控机床的维修基础	1
第一节 数控机床的基础知识	1
第二节 数控机床的维修管理	20
第三节 数控机床故障诊断	26
第四节 数控机床的维修	43
第五节 数控机床维修常用工具与仪表	55
思考与练习	56
第二章 数控机床的机械装调与维修	57
第一节 数控机床机械结构概述	57
第二节 主传动系统的装调与维修	62
第三节 进给传动系统的装调与维修	79
第四节 自动换刀装置的装调与维修	102
第五节 数控机床工作台	118
思考与练习	121
第三章 数控机床的辅助装置装调与维修	122
第一节 数控机床上典型的液压系统	123
第二节 数控机床上典型气压系统	130
第三节 数控机床的润滑与冷却系统	138
第四节 数控机床的排屑与防护系统	145
思考与练习	151
第四章 数控机床强电及 PLC 部分的故障诊断与维修	152
第一节 数控机床强电部分的故障诊断与维修	152
第二节 数控机床常用 PLC 简介	162
第三节 FANUC 系统上 PMC 的故障诊断与维修	173
第四节 SIEMENS 系统上 PLC 的故障诊断与维修	198

第五节 国产数控系统上 PLC 的故障诊断与维修	216
思考与练习	224
第五章 数控系统的故障诊断与维修	225
第一节 数控系统简介	225
第二节 FANUC 数控系统的硬件及其故障维修	232
第三节 其他数控系统的硬件及故障维修	253
第四节 FANUC 系统的软件及其故障维修	268
第五节 其他数控系统的软件及其故障维修	292
第六节 参数的备份与恢复	310
思考与练习	321
第六章 数控机床精度检测与调整	322
第一节 数控机床的安装	322
第二节 常用检测仪器	331
第三节 数控机床精度检测	344
思考与练习	356
理论试题	357
参考答案	391
技能试题	394
附录	402
附录一 FANUC 系统的编程与操作	402
附录二 SIEMENS 系统的编程与操作	410
参考文献	419

第一章 数控机床的维修基础

第一节 数控机床的基础知识

一、基本概念

数字控制 (Numerical Control) 简称数控 (NC), 是一种借助数字、字符或其他符号对某一工作过程 (如加工、测量、装配等) 进行可编程控制的自动化方法。

数控技术 (Numerical Control Technology) 是指用数字量及字符发出指令并实现自动控制的技术, 它已经成为制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础技术。

数控系统 (Numerical Control System) 是指采用数字控制技术的控制系统。

计算机数控系统 (Computer Numerical Control) 是以计算机为核心的数控系统。

数控机床 (Numerical Control Machine Tools) 是指采用数字控制技术对机床的加工过程进行自动控制的一类机床。国际信息处理联盟 (IFIP) 第五技术委员会对数控机床定义如下: 数控机床是一个装有程序控制系统的机床, 该系统能够逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。定义中所说的程序控制系统即数控系统。

二、数控机床的产生

1949 年美国空军为了在短时间内造出经常变更设计的火箭零件与帕森斯 (John C.Parson) 公司合作, 并选择麻省理工学院伺服机构研究所为协作单位, 于 1952 年研制成功了世界上第一台数控机床。1958 年, 美国的克耐·杜列克公司 (Keaney&Treeker corp-K&T 公司) 在一台数控镗铣床上增加了自动换刀装置, 第一台加工中心

问世了。现代意义上的加工中心是 1959 年由该公司开发出来的。我国是从 1958 年开始研制数控机床的。

三、数控机床的特点

数控机床的特点主要有适应性强, 适合加工复杂型面的零件, 加工精度高、加工质量稳定、自动化程度高、加工生产率高、一机多用, 可以减轻操作者的劳动强度, 有利于生产管理的现代化, 但其价格较贵、调试和维修较复杂, 需专门的技术人员。

四、数控机床的分类

目前数控机床的品种很多, 通常按下面几种方法进行分类。

1. 按工艺用途分类

(1) 一般数控机床 最普通的数控机床有钻床、车床、铣床、镗床、磨床和齿轮加工机床。它们和传统的通用机床工艺用途相似, 但是它们的生产率和自动化程度比传统机床高, 适合加工单件、小批量和复杂形状的工件。图 1-1 是 XK5040A 型数控铣床。

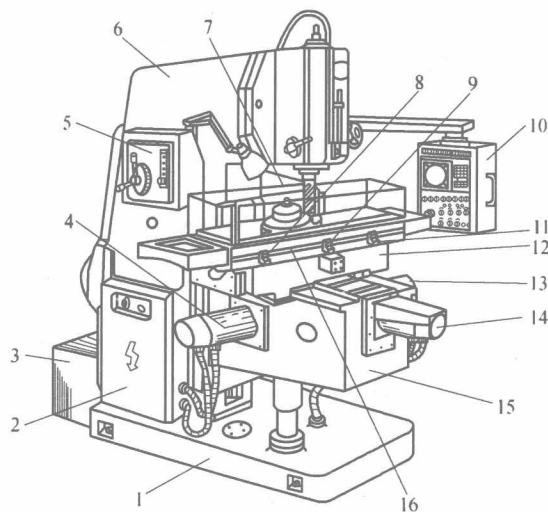


图 1-1 XK5040A 型数控铣床

- 1—底座; 2—强电柜; 3—变压器箱; 4—升降进给伺服电动机; 5—主轴变速手柄和按钮板;
6—床身立柱; 7—数控柜; 8、11—纵向行程限位保护开关; 9—纵向参考点设定挡铁;
10—操纵台; 12—横向溜板; 13—纵向进给伺服电动机; 14—横向进给伺服电动机;
15—升降台; 16—纵向工作台

(2) 数控加工中心 这类数控机床是在一般数控机床上加装一个刀库和自动换刀装置,构成一种带自动换刀装置的数控机床。图 1-2 是 XH754 型卧式加工中心。这类数控机床的出现打破了一台机床只能进行单工种加工的传统概念,实行一次安装定位,完成多工序加工。例如 TH5632 型立式加工中心,它的刀库容量是 16 把刀具,在刀具和主轴之间有一换刀机械手,工件一次装夹后,可自动连续进行铣、钻、镗、铰、扩、攻螺纹等多种工序加工。由于数控加工中心一次安装定位完成多工序加工,可避免因工件多次安装造成的误差,减少机床台数,提高生产效率和加工自动化程度。

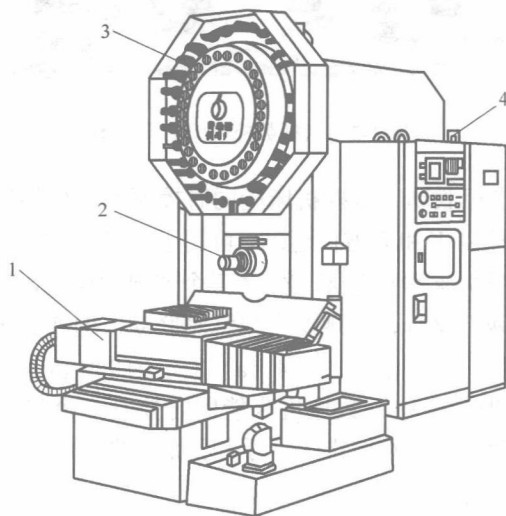


图 1-2 XH754 型卧式加工中心

1—工作台; 2—主轴; 3—刀库; 4—数控柜

(3) 六杆/三杆数控机床(并联数控机床) 在计算机数控多轴联动技术和复杂坐标快速变换运算方法发展的基础上,出现了六杆/三杆数控机床,图 1-3 是一种六杆数控机床的示意图。六杆数控机床既有采用滚珠丝杆驱动又有采用滚珠螺母驱动的。

2. 按可控制联动的坐标轴分类

所谓数控机床可控制联动的坐标轴,是指数控装置控制几个同

服电动机，同时驱动机床移动部件运动的坐标轴数目。

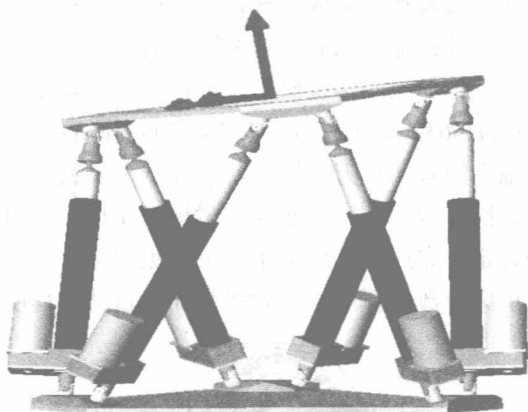


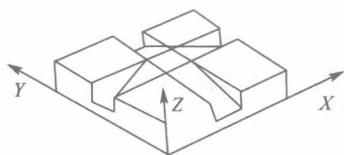
图 1-3 六杆数控机床的示意图

(1) 两坐标联动 数控机床能同时控制两个坐标轴联动，即数控装置同时控制 X 和 Z 方向运动，可用于加工各种曲线轮廓的回转体类零件。或机床本身有 X 、 Y 、 Z 三个方向的运动，数控装置中只能同时控制两个坐标，实现两个坐标轴联动，但在加工中能实现坐标平面的变换，用于加工图 1-4 (a) 所示的零件沟槽。

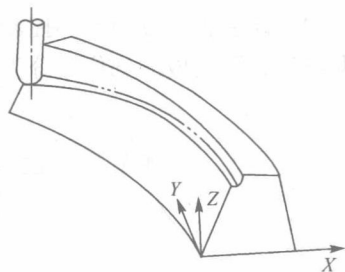
(2) 三坐标联动 数控机床能同时控制三个坐标轴联动，此时，铣床称为三坐标数控铣床，可用于加工曲面零件，如图 1-4 (b) 所示。

(3) 两轴半坐标联动 数控机床本身有三个坐标能做三个方向的运动，但控制装置只能同时控制两个坐标，而第三个坐标只能做等距周期移动，可加工空间曲面，如图 1-4 (c) 所示零件。数控装置在 ZX 坐标平面内控制 X 、 Z 两坐标联动，加工垂直面内的轮廓表面，控制 Y 坐标做定期等距移动，即可加工出零件的空间曲面。

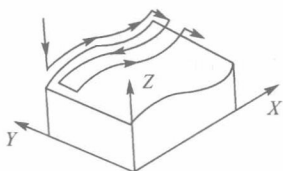
(4) 多坐标联动 数控机床能同时控制四个以上坐标轴联动，多坐标数控机床的结构复杂、精度要求高、程序编制复杂，主要应用于加工形状复杂的零件。五轴联动铣床加工曲面形状零件，如图 1-4 (d) 所示，六轴加工中心示意图，如图 1-5 所示。



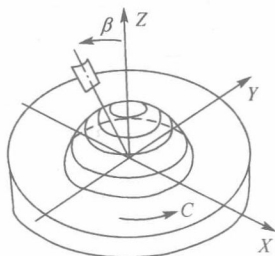
(a) 零件沟槽面加工



(b) 三坐标联动曲面加工



(c) 两坐标联动加工曲面



(d) 五轴联动铣床加工曲面

图 1-4 空间平面和曲面的数控加工

3. 按加工方式分类

(1) 金属切削类数控机床
如数控车床、加工中心、数控钻床、数控磨床、数控镗床等。

(2) 金属成型类数控机床
如数控折弯机、数控弯管机、数控回转头压力机等。

(3) 数控特种加工机床 如数控线（电极）切割机床（图 1-6）、数控电火花加工机床（图 1-7）、数控激光切割机等。

4. 按控制方式分类

数控机床按照对被控量有

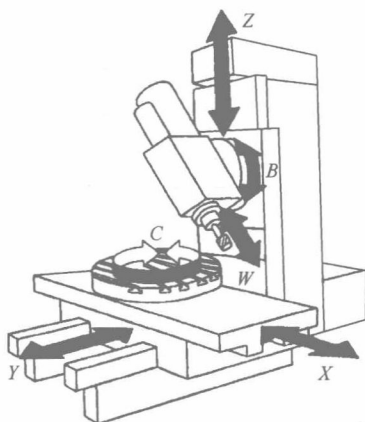


图 1-5 六轴加工中心

无检测反馈装置可分为开环控制和闭环控制两种。在闭环系统中，根据测量装置安放的部位又分为全闭环控制和半闭环控制两种。

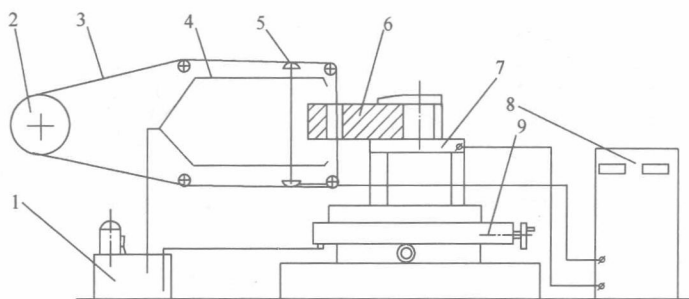


图 1-6 线切割加工原理图

1—工作液箱；2—储丝筒；3—电极丝；4—供液管；5—进电块；6—工件；7—夹具；
8—脉冲电源；9—工作台拖板

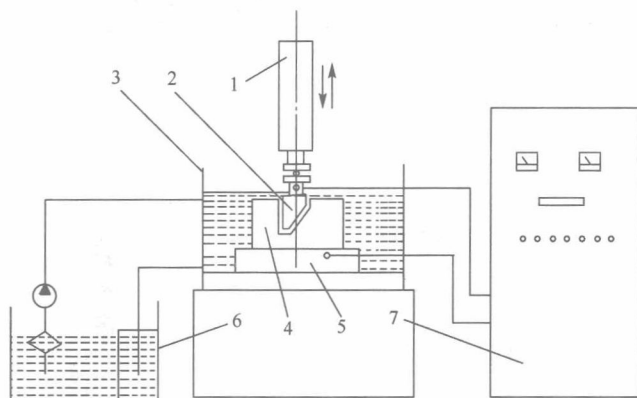


图 1-7 电火花加工原理图

1—主轴头；2—工具电极；3—工作液槽；4—工件电极；5—床身工作台；
6—工作液装置；7—脉冲电源

(1) 开环控制数控机床 图 1-8 是典型的开环数控系统。开环控制系统中没有检测反馈装置。数控装置将工件加工程序处理后，输出数字指令信号给伺服驱动系统，驱动机床运动，但不检测运动的实际位置，即没有位置反馈信号。开环控制的伺服系统主要使用

步进电动机。插补器进行插补运算后，发出指令脉冲（又称进给脉冲），经驱动电路放大后，驱动步进电动机转动。一个进给脉冲使步进电动机转动一个角度，通过齿轮丝杠传动使工作台移动一定距离，因此，工作台的位移量与步进电动机旋转角位移成正比，即与进给脉冲的数目成正比。改变进给脉冲的数目和频率，就可以控制工作台的位移量和速度。由图 1-8 可见，指令信息单方向传送，并且指令发出后，不再反馈回来，故称开环控制。

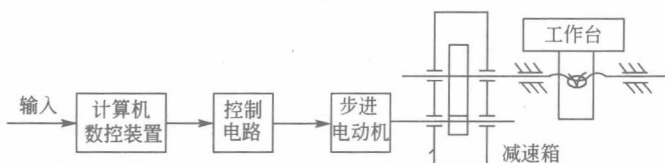


图 1-8 开环控制系统框图

受步进电动机的步距精度和工作频率以及传动机构的传动精度影响，开环系统的速度和精度都较低。但由于开环控制结构简单，调试方便，容易维修，成本较低，仍被广泛应用于经济型数控机床上。

（2）闭环控制数控机床 开环控制系统的控制精度不高，主要是没有检测工作台移动的实际位置，也就没有纠正偏差的能力。图 1-9 是闭环控制系统框图，安装在工作台上的检测元件将工作台实际位移量反馈到计算机中，与所要求的位置指令进行比较，用比较得到的差值进行控制，直到差值消除为止。可见，闭环控制系统可以消除机械传动部件的各种误差和工件加工过程中产生的干扰的影响，从而使加工精度大大提高。速度检测元件作用是将伺服电动机的实际转速转换成电信号送到速度控制电路中，进行反馈校正，保证电动机转速保持恒定不变。常用速度检测元件是测速电动机。

闭环控制的特点是加工精度高，移动速度快。这类数控机床采用直流伺服电动机或交流伺服电动机作为驱动元件，电动机的控制

电路比较复杂，检测元件价格昂贵。因而调试和维修比较复杂，成本高。

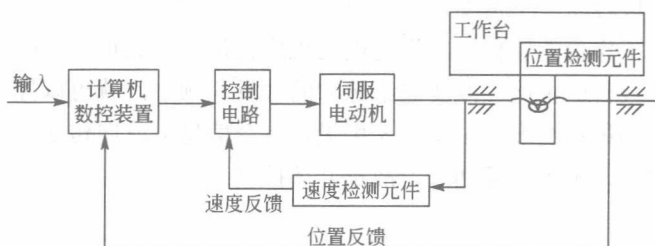


图 1-9 闭环控制数控机床

(3)半闭环控制数控机床 半闭环控制系统框图如图1-10所示，它不是直接检测工作台的位移量，而是采用转角位移检测元件，如光电编码器，测出伺服电动机或丝杠的转角，推算出工作台的实际位移量，反馈到计算机中进行位置比较，用比较得到的差值进行控制。由于反馈环内没有包含工作台，故称半闭环控制。

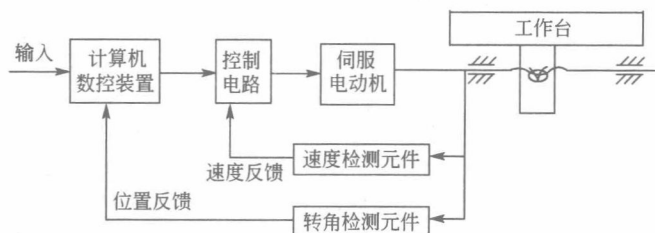


图 1-10 半闭环控制系统框图

半闭环控制精度较闭环控制差，但稳定性好，成本较低，调试维修也较容易，兼顾了开环控制和闭环控制两者的特点，因此应用比较普遍。

五、数控机床的组成

数控机床一般由计算机数控系统和机床本体两部分组成，其中

计算机数控系统是由输入/输出设备、计算机数控装置(CNC 装置)、可编程控制器、主轴驱动系统和进给伺服驱动系统等组成的一个整体系统,如图 1-11 所示。

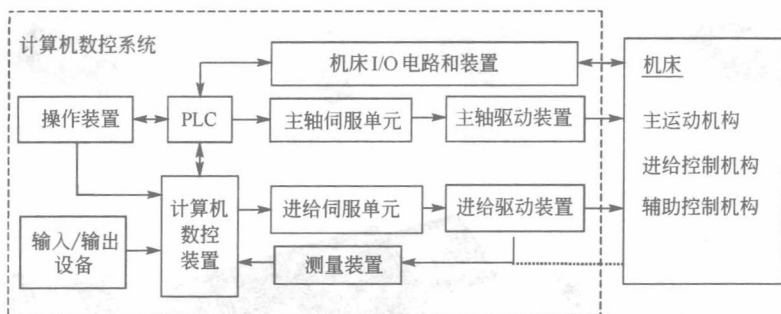


图 1-11 数控机床的组成

1. 输入/输出设备

数控机床在进行加工前,必须接收由操作人员输入的零件加工程序(根据加工工艺、切削参数、辅助动作以及数控机床所规定的代码和格式编写的程序,简称为零件程序。现代数控机床上该程序通常以文本格式存放),然后才能根据输入的零件程序进行加工控制,从而加工出所需的零件。此外,数控机床中常用的零件程序有时也需要在系统外备份或保存。因此数控机床中必须具备必要的交互装置,即输入/输出设备来完成零件程序的输入/输出过程。

零件程序一般存放于便于与数控装置交互的一种控制介质上,早期的数控机床常用穿孔纸带、磁带等控制介质,现代数控机床常用磁盘、移动硬盘、Flash (U 盘) CF 卡及其他半导体存储器等控制介质。此外,现代数控机床可以不用控制介质,直接由操作人员通过手动数据输入(Manual Data Input,简称 MDI)键盘输入零件程序;或采用通信方式进行零件程序的输入/输出。目前数控机床常采用通信的方式有串行通信(RS232、RS422、RS485 等);自动控制专用接口和规范,如 DNC (Direct Numerical Control) 方式,MAP (Manufacturing Automation Protocol) 协议等;网络通信(Internet、

Intranet、LAN 等) 图 1-12 所示为目前常用的部分控制介质及输入/输出设备。



图 1-12 常用控制介质及输入/输出设备

2. 操作装置

操作装置是操作人员与数控机床(系统)进行交互的工具。一方面,操作人员可以通过它对数控机床(系统)进行操作、编程、调试或对机床参数进行设定和修改;另一方面,操作人员也可以通过它了解或查询数控机床(系统)的运行状态,它是数控机床特有的一个输入输出部件。操作装置主要由显示装置、NC 键盘(功能类似于计算机键盘的按键阵列)、机床控制面板(Machine Control Panel,简称 MCP)、状态灯、手持单元等部分组成,如图 1-13 所示为 FANUC 系统的操作装置,其他数控系统的操作装置布局与之相比大同小异。

3. 手持单元

手持单元不是操作装置的必需件,有些数控系统为方便用户配有手持单元,用于手摇方式增量进给坐标轴。