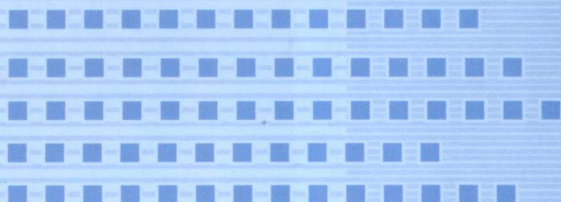




全国普通高等教育“十二五”课程改革创新规划教材



数控技术技能训练

SHUKONG JISHU JINENG XUNLIAN

◎ 主 编 张贻摇

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

全国普通高等教育“十二五”课程改革创新规划教材

数控技术技能训练

主 编 张贻摇

副主编 田 科 宋金波 刘井才

主 审 付廷龙



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分为七章,内容包括:数控机床的基本知识;数控车床的基本结构及配置了 FAUNC Oi、三菱、广州数控系统车床的实际操作方法和步骤,各系统编程的要求和特点;数控铣床的基本结构及配置了 FAUNC Oi、西门子的实际操作方法和步骤,各系统编程的要求和特点;加工中心的结构特点及加工的特殊要求;快走丝和慢走丝线切割机床、单轴和双轴电火花成型机床的基本结构及加工方法以及利用数控激光雕刻机床的基本结构及操作方法和步骤;还对特种数控机床——数控激光扫描机、三坐标测量机、快速成型机的特性、结构、使用方法进行了详细的介绍。并对 CAD/CAM 数控加工软件时所用的自动编程等都作了较为详细的介绍。取材新颖,内容全面,理论与实际相结合,反映了数控技术发展的最新成果。

本书是高等院校数控专业、模具专业、机械专业、机电专业等专业进行实践教学教材,对理论教学也有较好的辅导作用。也可作为各级各类学校相关专业学生的参考书,还可以供工厂中数控机床操作人员与数控机床编程人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控技术技能训练/张贻摇主编. —北京:北京理工大学出版社, 2011. 3
ISBN 978 - 7 - 5640 - 4225 - 7

I. ①数… II. ①张… III. ①数控机床 - 高等学校 - 教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 012522 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 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 21.75

字 数 / 507 千字

版 次 / 2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 38.00 元

责任校对 / 王 丹

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

数控机床自 1952 年诞生以来,在短短的 50 年间已得到突飞猛进的发展。数控机床是现代机械工业的重要技术装备,也是先进制造技术的基础装备。数控机床随着微电子技术、计算机技术、自动控制技术的发展而得到飞速发展。目前,几乎所有传统机床都有了数控机床品种。数控技术极大地推动了计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机集成制造系统等的发展,并为实现绿色制造打下了基础。

我国改革开放以来,经济发展很快,科技水平得到大幅提高,数控机床在我国的应用越来越普遍,数量也越来越多。在我国几乎所有的机床品种都有了数控机床,极大地推动了现代制造技术的发展。

随着数控机床的应用日趋普及,社会对其相应的人才的需求越来越大,要求也越来越高。为此,数控技术的教学和人才培养更应强调其实用性、先进性和可操作性。为了使学生能更好地学习数控技术这一学科,使学生受到系统的实训方法和实际技能的训练,重点培养学生的基本操作能力,最大限度地发挥实训的作用,同时根据教学大纲的要求,由江西蓝天学院制造技术中心策划而编写了本书。

本书是高等院校数控专业、模具专业、机械专业、机电专业等专业进行实践教学教材,对理论教学也有较好的辅导作用。也可作为各级各类学校相关专业学生的参考书,还可以供工厂中数控机床操作人员与数控机床编程人员参考。

本书由江西蓝天学院制造技术中心(国家级数控技术实训基地)策划,由张贻摇副教授、高级工程师任主编并统稿,田科、宋金波、刘井才任副主编,由付廷龙副教授主审。其中第一章由蒋建洲编写,第二章由程义、刘井才、熊春生、宋金波编写,第三章由王根如、黄育根、吴孝泉编写,第四章由田科、罗达、李超、李敏编写,第五章由卢桂琴、罗井明、李华波编写,第六章由袁江波、郭卓才编写,第七章由黄飞腾编写。

由于时间仓促,编者水平有限,书中错误和不足之处在所难免,希望广大读者给予批评、指正。

编 者

目 录

第一章 数控加工技术基础	(1)
第一节 数控技术基本概述	(1)
一、引言	(1)
二、新技术在数控系统中的广泛应用	(1)
三、数控机床的组成	(2)
四、数控机床的特点	(3)
第二节 数控机床的分类	(4)
一、按加工工艺方法分类	(4)
二、按控制运动轨迹分类	(4)
三、按驱动装置的特点分类	(5)
第三节 数控机床的维护	(6)
一、数控机床的日常维护	(6)
二、数控系统长期不用时的维护	(7)
第二章 数控车削加工	(9)
第一节 数控车床概述	(9)
一、数控车床的分类	(9)
二、数控车床的结构	(12)
三、数控车床的结构特点	(15)
第二节 FANUC 系统数控车床	(15)
一、FANUC 0-TD II 数控车床的编程与操作	(15)
二、FANUC Oi 数控车床的编程与操作	(26)
三、FANUC Oi 数控车床加工实例	(29)
第三节 三菱系统数控车床	(32)
一、三菱系统的操作界面	(32)
二、三菱系统数控车床基本操作	(33)
三、三菱系统数控车床加工实例	(36)
第四节 广州系统数控车床	(37)
一、概述	(37)
二、广州系统的操作界面	(39)
三、广州系统数控车床基本操作	(42)
四、广州系统数控车床加工实例	(44)
第五节 FANUC Oi-TC 数控车削中心	(45)
一、概述	(46)

二、操作界面	(48)
三、典型操作及步骤	(56)
四、车削中心的加工实例	(61)
第三章 数控铣削加工	(66)
第一节 数控铣床结构	(66)
一、概述	(66)
二、数控铣床主要组成部分和特点	(67)
三、数控铣床的刀具	(70)
第二节 FANUC Oi 系统数控铣床	(74)
一、概述	(74)
二、FANUC Oi 数控铣床控制界面	(76)
三、FANUC Oi 数控铣床基本操作	(80)
四、FANUC Oi 数控铣床加工实例	(88)
第三节 SIEMENS 系统数控铣床	(93)
一、概述	(94)
二、SIEMENS 系统控制界面	(95)
三、SIEMENS 系统数控铣床基本操作	(96)
四、SIEMENS 系统数控铣床加工实例	(104)
第四章 数控加工中心加工	(111)
第一节 FANUC Oi 系统加工中心	(111)
一、概述	(111)
二、FANUC Oi 系统的控制界面	(114)
三、FANUC Oi 系统加工中心的基本操作	(116)
四、FANUC Oi 系统加工中心加工实例	(121)
第二节 华中数控系统加工中心	(128)
一、概述	(128)
二、控制面板与操作界面	(130)
三、华中数控系统加工中心的基本操作	(132)
四、华中数控系统加工实例	(137)
第三节 卧式加工中心	(144)
一、概述	(144)
二、控制界面	(147)
三、卧式加工中心的基本操作	(156)
四、卧式加工中心的加工实例	(160)
第五章 数控电火花加工机床	(165)
第一节 线切割机床	(165)
一、DK7740 快走丝线切割机床	(165)
二、DK7725B 快走丝线切割机床	(179)
三、HCX300 慢走丝线切割机床	(186)

第二节 电火花成型机床	(189)
一、概述	(189)
二、HCD300K 精密数控电火花成型机	(190)
三、D7140 三轴精密电火花成型机	(207)
第三节 数控激光切割(雕刻)机	(211)
一、机床特点及应用领域	(212)
二、Lasersculptl 软件简介	(214)
三、机床操作指导	(223)
第六章 特殊数控机床	(227)
第一节 三坐标测量机	(227)
一、概述	(227)
二、三坐标测量机软件和工件检测过程	(228)
三、测量程序的建立和校验测头	(230)
四、特征元素的手动测量和零件坐标系的建立	(234)
五、特征元素的构建和形位公差的评价	(241)
第二节 对刀仪	(254)
一、技术参数	(254)
二、结构	(255)
三、使用方法	(255)
四、维护保养	(256)
第三节 数控激光三坐标扫描仪	(257)
一、概论	(257)
二、三维激光扫描机工件扫描流程	(259)
三、扫描数据的处理	(262)
第四节 数控快速成型机	(272)
一、HPR-LOM 系统简介	(273)
二、模型加工	(275)
三、软件界面	(277)
第七章 应用 CAD/CAM 软件进行数控编程加工	(283)
第一节 基础知识	(283)
一、UG NX 的主要技术特点	(283)
二、UG NX 的应用领域和功能模块	(283)
三、UG NX 的主界面	(285)
四、各菜单介绍	(286)
五、工具图标栏的设置	(287)
六、对象操作	(288)
第二节 UG NX6.0 的草图功能	(290)
一、草图基本环境	(290)
二、草图基本设置	(290)

三、创建和编辑草图	(292)
四、草图的约束	(294)
五、草图操作	(297)
六、课堂练习例题	(298)
第三节 绘制和编辑曲线	(299)
一、UG NX 中的曲线功能概述	(299)
二、曲线的基本图元和高级曲线	(300)
三、基本曲线	(304)
四、样条曲线	(307)
五、曲线操作	(308)
六、编辑曲线	(315)
七、课堂练习	(319)
第四节 特征建模	(321)
一、基准特征	(321)
二、基本体素特征	(323)
三、创建扫描特征	(324)
四、创建设计特征	(327)
五、其他特征	(328)
六、课堂练习	(330)
第五节 UG NX6 数控加工	(331)
一、UG NX6 加工模块概述	(331)
二、创建父节点组	(332)
三、创建操作	(336)
四、仿真操作刀具路径	(337)
五、生成车间文档并执行后处理	(338)
参考文献	(339)

第一章 数控加工技术基础

第一节 数控技术基本概述

一、引言

机械工业是我国国民经济的重要支柱产业,必须改变早期生产过程操作与控制实施主要由人来完成而造成的金字塔式管理结构,其中关键问题是如何构建综合自动化系统来实现扁平化管理和综合生产指标优化。回顾数控技术的发展,它是以数控机床的发展揭开序幕的,第二次世界大战后,美国空军为了军备需要,首先进行数控技术的研发工作。随着科学的飞速发展,数控技术的发展异常迅猛,从发展的角度看,数控技术大致经历了以下几个发展阶段。世界上第一台数控机床在美国诞生,是由美国帕森斯公司(Parsons Co.)和麻省理工学院伺服机构研究所(Servo Mechanismus Laboratory of the Massachusetts Institute of Technology)为推进导弹和飞机的研制联合开发的,1955年进入实用阶段,称为第一代数控系统。由于晶体管的发明,1959年,数控系统采用了晶体管元件和印制电路板技术,使系统的可靠性提高、成本下降,数控技术跨入了第二阶段。20世纪60年代以后,随着体积小、功耗低的小规模集成电路在数控系统中的使用和专用功能器件的出现,数控系统以其更可靠的性能进入了第三代。这三代数控系统均为硬件式数控,零件程序的输入、运算、插补及控制功能均由专用硬件来完成,其功能简单、柔性通用性差、设计研发周期较长。20世纪70年代初,小型计算机的普及并逐渐在数控系统中得以应用,系统中的许多功能由软件来实现,计算机数控(CNC)技术从此问世,数控系统进入了第四代。随着计算机技术的飞速发展,1974年,数控系统进入了其发展史上的第五个阶段,也就是微处理器的投入使用。20世纪80年代以后,随着数控系统和其他相关技术的发展,产品逐渐规格化、系列化,数控系统的效率、精度、可靠性进一步提高,投资少见效快的柔性加工系统FMS(Flexible Manufacture System)进入实用化阶段。现在数控系统使用的微处理器(CPU),已普遍采用32位或64位字长,时钟频率高于16 MHz。大规模/超大规模集成电路、精简指令集计算机和多CPU的使用,使得数控系统的运算速度和处理能力进一步提高。在这种背景下,人们从系统角度出发,重点思考的是整个系统的优化问题,当然这并不意味着人们对众多单项关键技术的研究兴趣减少。

二、新技术在数控系统中的广泛应用

1. 数字图像处理技术应用

目前,数字图像处理技术在工业生产中有广泛的应用。数字图像处理技术发展迅猛,无论在理论上还是在实践上都有着巨大的潜力,对我国的现代化建设有着深远的影响。其发展

方向主要体现在以下几个方面：在高分辨率、高速度方面，其目标是实现实时处理；立体化使图像包含的信息更为丰富和完整，将图像和图形结合实现三维成像或多维成像；智能化可实现图像的自动生成、自动识别和处理；在新理论新算法研究方面，近年来，在图像处理领域引入了一些新的理论及算法，如 Wavelet、神经网络、遗传算法等，促进了图像处理技术在数控系统中应用的发展。

2. 自动编程技术的应用

数控自动编程技术受到广泛关注，各国的专家学者都在潜心研究自动编程系统。数控加工是指在数控机床上按事先编制好的程序，对零件进行自动加工的一种加工工艺方法，零件加工的最终效果直接取决于数控程序编制的效率和准确率。随着计算机辅助设计和制造（CAD/CAM）技术的推广和计算机数控加工技术的广泛应用，计算机辅助自动编程势在必行。自动编程是用计算机代替编程人员完成编程工作，自动生成加工指令，解决一些人工编程难以解决的难题，充分利用计算机计算快而准的特点，可极大地提高编程的效率和准确率。

三、数控机床的组成

数控机床的组成如图 1-1 所示。

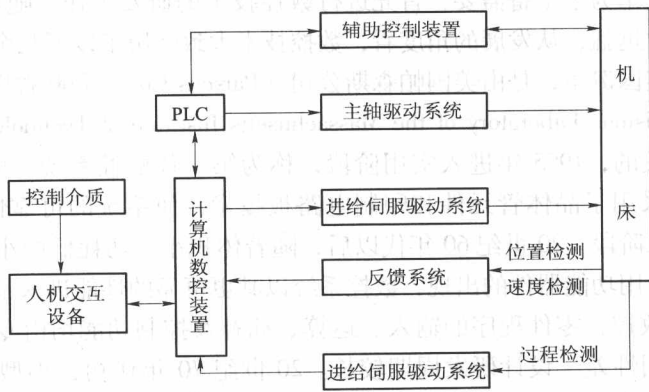


图 1-1 数控机床的组成

1. 控制介质

人与数控机床之间建立某种联系的中间媒介物就是控制介质，又称为信息载体。常用的控制介质有穿孔带、穿孔卡、磁盘和磁带。

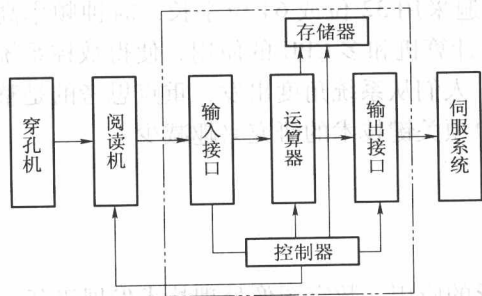


图 1-2 数控装置的结构

2. 计算机数控（CNC）装置

数控装置是数控机床的中枢。目前，绝大部分数控机床均采用微型计算机控制。数控装置由硬件和软件组成，图 1-2 中双点划线框内包含的部分是数控装置硬件结构框图，它由运算器、控制器（运算器和控制器构成 CPU）、存储器、输入接口、输出接口等组成。

3. 进给伺服驱动系统

进给伺服驱动系统由伺服控制电路、功率

放大电路和伺服电动机组成。伺服驱动的作用,是把来自数控装置的位置控制移动指令转变成机床工作部件的运动,使工作台按规定轨迹移动或精确定位,加工出符合图样要求的工件,即把数控装置送来的微弱指令信号,放大成能驱动伺服电动机的大功率信号。

常用的伺服电动机有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。根据接收指令的不同,伺服驱动有脉冲式和模拟式,而模拟式伺服驱动方式按驱动电动机的电源种类,可分为直流伺服驱动和交流伺服驱动。步进电动机采用脉冲驱动方式,交、直流伺服电动机采用模拟式驱动方式。

4. 辅助控制装置

辅助控制装置包括刀库的转位换刀、液压泵、冷却泵等控制接口电路。

5. 机床

数控机床是高精度和高生产率的自动化加工机床,与普通机床相比,应具有更好的抗振性和刚度,要求相对运动面的摩擦因数要小,进给传动部分之间的间隙要小。所以其设计要求比通用机床更严格,加工制造要求精密,并采用加强刚性、减小热变形、提高精度的设计措施。

四、数控机床的特点

数控机床主要针对小批量的产品生产,由于生产过程中产品品种的变换频繁,批量小,加工方法的区别大,与其他加工设备相比,数控机床具有如下特点:

1. 适应性强,适合加工单个或小批量复杂工件

在数控机床上改变加工工件时,只需要重新编制新工件的加工程序,更换新的加工孔带或用手动方式输入工件程序,就能实现工件加工,且不需要制作特别的工装夹具,也不需要重新调整机床。因此,特别适合单件、小批量及试制新产品的工件加工。

2. 加工精度高,产品质量稳定

数控机床的脉冲当量普遍可达 0.001 mm/P ,传动系统和机床结构都具有很高的刚度和热稳定性,工件加工精度高,进给系统采用消除间隙措施,并对反向间隙与丝杠螺距误差等由数控系统实现自动补偿,所以加工精度高。特别是因为数控机床加工完全是自动进行的,这就排除了操作者人为产生的误差,使同一批工件的尺寸一致性好,加工质量十分稳定。

3. 生产率高

工件加工所需时间包括机动时间和辅助时间。数控机床加工工件时能有效地减少机动时间和辅助时间。因为数控机床主轴转速和进给量的调速范围都比普通机床的范围大,机床刚性好,快速移动和停止采用了加速、减速措施,因而既能提高空行程运动速度,又能保证定位精度,有效地降低了加工时间。

4. 减轻劳动强度、改善劳动条件

5. 良好的经济效益

数控机床价格昂贵,设备费用较大,但是使用数控机床可节省许多其他费用,总体成本会下降,可获得良好的经济效益。

6. 有利于生产管理的现代化

数控机床使用数字信息与标准代码处理、传递信息,特别是在数控机床上使用计算机控制,为计算机辅助设计、制造以及实现生产过程的计算机管理与控制奠定了基础。

第二节 数控机床的分类

根据数控机床的加工工艺、控制原理、功能和组成的区别，可以从以下几个不同的角度进行分类。

一、按加工工艺方法分类

1. 金属切削类数控机床

与传统的车、铣、钻、磨、齿轮加工相对应的数控机床有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床、数控齿轮加工机床等。

2. 特种加工类数控机床

除了切削加工数控机床以外，数控技术也大量用于数控电火花线切割机床、数控电火花成型机床、数控等离子弧切割机床、数控火焰切割机床以及数控激光加工机床等。

3. 板材加工类数控机床

常见的应用于金属板材加工的数控机床有数控压力机、数控剪板机和数控折弯机等。

近年来，其他机械设备中也大量采用了数控技术，如数控多坐标测量机、自动绘图机及工业机器人等。

二、按控制运动轨迹分类

1. 点位控制数控机床

点位控制数控机床的特点是机床移动部件只能实现由一个位置到另一个位置的精确定位，在移动和定位过程中不进行任何加工。机床数控系统只控制行程终点的坐标值，不控制点与点之间的运动轨迹，因此几个坐标轴之间的运动无任何联系。可以几个坐标同时向目标点运动，也可以各个坐标单独依次运动。

这类数控机床主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床、数控点焊机等。点位控制数控机床的数控装置称为点位数控装置。

2. 直线控制数控机床

直线控制数控机床可控制刀具或工作台以适当的进给速度，沿着平行于坐标轴的方向进行直线移动和切削加工，进给速度根据切削条件可在一定范围内变化。

直线控制的简易数控车床，只有两个坐标轴，可加工阶梯轴。直线控制的数控铣床，有三个坐标轴，可用于平面的铣削加工。

数控镗铣床、加工中心等机床，它的各个坐标方向的进给运动的速度能在一定范围内进行调整，兼有点位和直线控制加工的功能，这类机床应该称为点位/直线控制的数控机床。

3. 轮廓控制数控机床

轮廓控制数控机床能够对两个或两个以上运动的位移及速度进行连续相关的控制，使合成的平面或空间的运动轨迹能满足零件轮廓的要求。它不仅能控制机床移动部件的起点与终点坐标，而且能控制整个加工轮廓每一点的速度和位移，将工件加工成要求的轮廓形状。

数控车床、数控铣床、数控磨床就是典型的轮廓控制数控机床。数控火焰切割机、电火花加工机床以及数控绘图机等也采用了轮廓控制系统。轮廓控制系统的结构要比点位/直线

控系统更为复杂，在加工过程中需要不断进行插补运算，然后进行相应的速度与位移控制。

三、按驱动装置的特点分类

1. 开环控制数控机床

图 1-3 所示为开环控制数控机床系统框图。

这类控制的数控机床是其控制系统没有位置检测元件，伺服驱动部件通常为反应式步进电动机或混合式伺服步进电动机。数控系统每发出一个进给指令，经驱动电路功率放大后，驱动步进电动机旋转一个角度，再经过齿轮减速装置



图 1-3 开环控制数控机床的系统框图

带动丝杠旋转，通过丝杠螺母机构转换为移动部件的直线位移。移动部件的移动速度与位移量是由输入脉冲的频率与脉冲数所决定的。此类数控机床的信息流是单向的，即进给脉冲发出去后，实际移动值不再反馈回来，所以称为开环控制数控机床。

开环控制系统的数控机床结构简单，成本较低。但是，系统对移动部件的实际位移量不进行监测，也不能进行误差校正。因此，步进电动机的失步、步距角误差、齿轮与丝杠等传动误差都将影响被加工零件的精度。开环控制系统仅适用于加工精度要求不很高的中小型数控机床，特别是简易经济型数控机床。

2. 闭环控制数控机床

闭环控制数控机床是在机床移动部件上直接安装直线位移检测装置，直接对工作台的实际位移进行检测，将测量的实际位移值反馈到数控装置中，与输入的指令位移值进行比较，用差值对机床进行控制，使移动部件按照实际需要的位移量运动，最终实现移动部件的精确运动和定位。从理论上讲，闭环系统的运动精度主要取决于检测装置的检测精度，也与传动

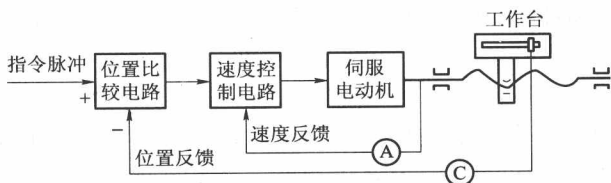


图 1-4 闭环控制数控机床的系统框图

链的误差无关，因此其控制精度高。图 1-4 所示为闭环控制数控机床的系统框图。图中 A 为速度传感器、C 为直线位移传感器。当位移指令值发送到位置比较电路时，如工作台没有移动，则没有反馈量，指令值使得伺服电动机转动，

通过 A 将速度反馈信号送到速度控制电路，通过 C 将工作台实际位移量反馈回去，在位置比较电路中与位移指令值相比较，用比较后得到的差值进行位置控制，直至差值为零时为止。这类控制的数控机床，因把机床工作台纳入了控制环节，故称为闭环控制数控机床。

闭环控制数控机床的定位精度高，但调试和维修都较困难，系统复杂，成本高。

3. 半闭环控制数控机床

半闭环控制数控机床是在伺服电动机的轴或数控机床的传动丝杠上装有角位移检测装置（如光电编码器等），通过检测丝杠的转角间接地检测移动部件的实际位移，然后反馈到数控装置中去，并对误差进行修正。图 1-5 所示的为半闭环控制数控机床的系统框图。图中 A 为速度传感器、B 为角度传感器。通过测速元件 A 和光电编码盘 B 可间接检测出伺

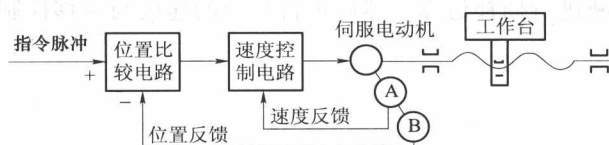


图 1-5 半闭环控制数控机床的系统框图

伺服电动机的转速，从而推算出工作台的实际位移量，将此值与指令值进行比较，用差值来实现控制。由于工作台没有包括在控制回路中，因而称为半闭环控制数控机床。

半闭环控制数控系统的调试比较方便，并且具有很好的稳定性。目前大多将角度检测装置和伺服电动机设计成一体，使结构更加紧凑。

第三节 数控机床的维护

数控系统是数控机床的核心部件，因此，数控机床的维护主要是数控系统的维护。数控系统经过一段较长时间的使用，电子元器件性能要老化甚至损坏，有些机械部件更是如此，为了尽量地延长元器件的寿命和零部件的磨损周期，防止各种故障，特别是恶性事故的发生，就必须对数控系统进行日常的维护。概括起来，要注意以下几个方面。

一、数控机床的日常维护

1. 制订数控系统日常维护的规章制度

根据各种部件特点，确定各自保养条例。如明文规定哪些地方需要天天清理（如 CNC 系统的输入/输出单元——光电阅读机的清洁，检查机械结构部分是否润滑良好等），哪些部件要定期检查或更换（如直流伺服电动机电刷和换向器应每月检查一次）。

2. 应尽量少开数控柜和强电柜的门

因为在机加工车间的空气中一般都含有油雾、灰尘甚至金属粉末。一旦它们落在数控系统内的印制线路或电器件上，容易引起元器件间绝缘电阻下降，甚至导致元器件及印制线路的损坏。

3. 定时清扫数控柜的散热通风系统

应每天检查数控系统柜上各个冷却风扇工作是否正常，应视工作环境状况，每半年或每季度检查一次风道过滤器是否有堵塞现象。如果过滤网上灰尘积聚过多，需及时清理，否则将会引起数控系统柜内温度高（一般不允许超过 55°C ），造成过热报警或数控系统工作不可靠。

4. 经常监视数控系统用的电网电压

FANUC 公司生产的数控系统，允许电网电压在额定值的 $85\% \sim 110\%$ 的范围内波动。如果超出此范围，就会造成系统不能正常工作，甚至会引起数控系统内部电子部件损坏。

5. 定期更换存储器用电池

FANUC 公司所生产的数控系统内的存储器有两种：

(1) 不需电池保持的磁泡存储器。

(2) 需要用电池保持的 CMOS RAM 器件，为了在数控系统不通电期间能保持存储的内容，内部设有可充电电池维持电路，在数控系统通电时，由 $+5\text{V}$ 电源经一个二极管向 CMOS RAM 供电，并对可充电电池进行充电；当数控系统切断电源时，则改为由电池供电

来维持 CMOS RAM 内的信息,在一般情况下,即使电池尚未失效,也应每年更换一次电池,以便确保系统能正常工作。另外,一定要注意,电池的更换应在数控系统供电状态下进行。

二、数控系统长期不用时的维护

为提高数控系统的利用率和减少数控系统的故障,数控机床应满负荷使用,而不要长期闲置不用,由于某种原因,造成数控系统长期闲置不用时,为了避免数控系统损坏,需注意以下两点:

(1) 要经常给数控系统通电,特别是在环境湿度较大的梅雨季节更应如此,在机床锁住不动的情况下(伺服电动机不转时),让数控系统空运行。利用电器元件本身的发热来驱散数控系统内的潮气,保证电子器件性能稳定可靠,实践证明,在空气湿度较大的地区,经常通电是降低故障率的一个有效措施。

(2) 数控机床采用直流进给伺服驱动和直流主轴伺服驱动的,应将电刷从直流电动机中取出,以免由于化学腐蚀作用,使换向器表面腐蚀,造成换向性能变坏,甚至使整台电动机损坏。

对数控机床的维护保养要求,在相应的机床说明书上都有具体规定,其大致内容如表 1-1 所示。

表 1-1 数控机床日常维护保养一览表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑油箱	检查油量,及时添加润滑油,润滑泵是否定时启动打油及停止
2	每天	主轴润滑恒温油箱	工作正常,油量是否充足,温度范围是否合适
3	每天	机床液压系统	油箱油泵有无异常噪声,工作油面是否合适,压力表指示是否正常,管路及各接头有无泄漏
4	每天	压缩空气气源压力	气动控制系统压力是否在正常范围之内
5	每天	气源自动分水滤气器,自动空气干燥器	及时清理分水器中滤出的水分,保证自动空气干燥工作正常
6	每天	气液转换器和增压器油面	油量不够时要及时补足
7	每天	X、Y、Z 轴导轨面	清除切屑和脏物,检查导轨面有无划伤损坏,润滑油是否充足
8	每天	液压平衡系统	平衡压力指示是否正常,快速移动时平衡阀能否正常工作
9	每天	CNC 输入/输出单元	如光电阅读机的清洁,机械润滑是否良好
10	每天	各保护装置	导轨、机床防护罩等是否齐全有效
11	每天	电气柜各散热通风装置	各电气柜中散热风扇是否工作正常,风道过滤网有无堵塞,及时清洗过滤器
12	每周	各电气柜过滤网	清洗粘附的尘土

续表

序号	检查周期	检查部位	检 查 要 求
13	不定期	冷却油箱、水箱	随时检查液面高度，及时添加油（或水），太脏时需要更换清洗油箱（水箱）和过滤器
14	不定期	废油池	及时取走存积的废油，避免溢出
15	不定期	排屑器	经常清洗切屑，检查有无卡住等现象
16	半年	检查主轴驱动皮带	按机床说明书要求调整皮带的松紧程度
17	半年	各轴导轨上镶条、压紧滚轮	按机床说明书要求调整松紧状态
18	一年	检查或更换直流伺服电动机碳刷	检查换向器表面，去除毛刺，吹净碳粉，及时更换磨损过短的碳刷
19	一年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器、油箱，过滤或更换液压油
20	一年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器、油箱、更换润滑油
21	一年	润滑油泵，过滤器	清洗润滑油池
22	一年	滚珠丝杠	清洗丝杠上旧的润滑脂，涂上新油脂

第二章 数控车削加工

第一节 数控车床概述

车削加工是机械加工中应用最为广泛的方法之一，主要用于回转体零件的加工。数控车床的加工工艺类型主要包括：钻中心孔、车外圆、车端面、钻孔、镗孔、铰孔、切槽、车螺纹、滚花、车锥面、车成型面、攻螺纹，此外借助于标准夹具（如四爪单动卡盘）或专用夹具，在车床上还可完成非回转体零件上的回转表面加工。

根据被加工零件的类型及尺寸不同，车削加工所用的车床有卧式、立式、仿形、仪表等多种类型。按被加工表面不同，所用的车刀也有外圆车刀、端面车刀、镗孔刀、螺纹车刀、切断刀等不同类型。此外，恰当地选择和使用夹具，不仅可以可靠地保证加工质量，提高生产率，还可以有效地拓展车削加工工艺范围。

一、数控车床的分类

1. 按结构分类

数控车床分为立式数控和卧式数控车床两种类型。

1) 立式数控车床

用于回转直径较大的盘类零件的车削加工。

2) 卧式数控车床

用于轴向尺寸较大或较小的盘类零件加工。相对于立式数控车床来说，卧式数控车床的结构形式较多、加工功能丰富、使用的面积较广。本章主要是对卧式数控车床结构进行介绍。

卧式数控车床按功能来说可分为：经济型数控车床、全功能型数控车床、车削加工中心和 FMC（柔性制造单元，Flexible Manufacturing Cell）车床。

（1）经济型数控车床。它所使用的是步进电动机和单片机，是通过对普通的车床的车削进给系统改善后形成的简易型数控车床，成本较低，但是自动化程度和功能都比较差，加工的精度也不高，适用于要求不太高的回转类零件的车削加工。经济型数控车床如图 2-1 所示。

（2）全功能型数控车床。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。这种数控车床加工可以同时控制两个坐标轴，即 X 轴和 Z 轴。如图 2-2 所示。

（3）车削加工中心。在普通数控车床的基础上，增加了 C 轴和动立头，更高级的机床还带有刀库，可控制 X、Z 和 C 三个坐标轴，联动控制可以是（X、Z）、（Z、C）或（X、C）。