

高 级 技 工 学 校 教 材

数控 机床

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心 组织编写
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会



加工

中央广播电视大学出版社

高级技工学校教材

数控机床加工

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组织编写

中央广播电视大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床加工/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心,全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织编写. —北京:中央广播电视大学出版社,2004.12

高级技工学校教材

ISBN 7-304-02939-0

I. 数… II. ①劳…②全… III. 数控机床—加工—技工学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 125367 号

版权所有,翻印必究。

数控机床加工

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组织编写

出版·发行:中央广播电视大学出版社

电话:发行部:010—68519502 62529338 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:苏 醒

封面设计:王 容

责任编辑:尹立宏

版式设计:张 彦

责任印制:赵联生

责任校对:刘 仙

印刷:北京云浩印刷有限责任公司 印数:0001—3000 册

版本:2005年5月第1版 2005年5月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:15

字数:340千字

书号:ISBN 7-304-02939-0/TP·242

定价:26.80元

(如有缺页或倒装,本社负责退换)

高级技工学校教材

机电类专业编审工作委员会

主 任：陈 宇 郝广发

副主任：孙长庆 张永麟 杨黎明

委 员：(按姓氏笔画排序)

于 平	王 军	王兆山	王洪琳	王晓君
付志达	付元胜	冯振君	刘大力	刘亚琴
许炳鑫	孙国庆	李 涛	李长江	李木杰
李鸿仁	李超群	杨耀双	杨君伟	杨柳青
何阳春	张 斌	张仲民	张跃英	陈 蕾
林 青	林爱平	周学奎	单渭水	郝晶卉
赵杰士	贾恒旦	董桂桥	甄国令	

《数控机床加工》编写人员

主 编：许 铭

主 审：尹燕军

编 者：许 铭 李 伟 张 文

序

为实施人才强国战略，加快高技能人才培养，劳动和社会保障部组织实施了国家高技能人才培养工程。为配合这项工程实施，我部委托中国就业培训技术指导中心、全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会，组织专家编写了高级技工学校机床切削加工、机械设备维修、模具制造与维修、数控机床加工、电气维修 5 个专业的配套教材。

高级技工学校是我国培养高技能人才的重要基地。这次编写的 5 个专业的配套教材，是高级技工学校多年教学实践经验的积累和总结。教材依据《国家职业标准》和《高级技工学校专业教学计划》，瞄准经济发展对技能人才的要求，以职业技能为核心，注重教学内容的科学性、先进性和规范性，突出实践创新能力的培养。本套教材在编写中，特别注意了中、高级技能人才培养的衔接，教材的适用范围为具备中级职业资格水平的读者对象。本套教材同时可作为相关职业（工种）高级工、技师等企业职工培训教材，也可作为相关专业高职院校的课程教材，并且还可为相关专业技术人员作为参考。

本套教材的编写得到了学校、企业等有关方面的大力支持，30 多所高级技工学校和企业专家参加了教材的编审工作，付出了辛勤的劳动，在此向所有参与教材编审工作的同志和给予大力支持的学校、企业表示感谢。

劳动和社会保障部培训就业司

前 言

本书是根据全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织召开的延吉会议确定的编写计划,依据高级技工学校数控机床加工专业教学计划编写的。既可作为高级技工学校的数控机床加工专业、中等专业学校的机电一体化专业的教材,也可作为其他培训的教材。

本书在编写过程中,编者根据教学经验和实践,依照既要使学生能够学到实际操作技能,又能掌握相应的理论知识的原则,着重突出了其实用性。

本书内容共分 8 章。第一章为数控机床加工概论,讲述数控机床的构成、原理与发展;第二章为数控机床加工工艺,讲述数控加工工艺的基本内容;第三章为数控加工程序的编制,讲述数控机床编程的方法与实例;第四章为计算机数控系统,讲述 CNC 系统的常用软件;第五章为数控机床的机械结构,讲述数控机床的传动系统、进给系统及刀库与换刀装置;第六章为电气元件,讲述数控机床所用的步进电动机、伺服电机、主轴电机及位置检测装置;第七章为数控机床的验收、安装与调试,讲述数控机床的验收内容与步骤、安装程序与调试方法;第八章为数控机床的使用、维护和保养,讲述数控机床的使用、维护和保养的内容与注意事项。

本书由许铭统稿并主编,由尹燕军主审。编写分工如下:第二章、第四章由许铭编写;第一章、第三章、第七章由李伟编写;第五章、第六章、第八章由张文编写。

本书在编写过程中得到段星光、闫永斌、仲德玉、郝晶卉、郎效雷等同志的大力支持和热情帮助,在此一并谨致衷心的感谢。

限于编者的水平及编写时间,书中一定有许多错误与欠妥之处,恳请各位同行和读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 数控机床加工概论	1
第一节 数控机床的工作原理和组成	1
第二节 数控机床的分类	3
第三节 数控技术的发展	5
第二章 数控机床加工工艺	9
第一节 数控机床加工工艺规程的制定	9
第二节 数控车床加工工艺	15
第三节 数控铣床加工工艺	34
第四节 加工中心加工工艺	51
第五节 数控线切割机床加工工艺	74
第六节 数控电火花成型机床加工工艺	79
第三章 数控加工程序的编制	88
第一节 数控编程的基本方法和过程	88
第二节 数控编程基础	90
第三节 数控程序中的常用功能指令	92
第四节 编程实例	104
第五节 自动编程	122
第六节 刀具中心轨迹计算	126

第四章 计算机数控系统	132
第一节 计算机数控系统装置及应用	132
第二节 计算机数控装置中微处理器系统的组成.....	136
第三节 计算机数控装置的控制软件	149
第五章 数控机床的机械结构	153
第一节 数控机床机械结构及特点.....	153
第二节 数控机床的传动系统.....	155
第三节 数控机床的进给系统.....	160
第四节 加工中心的刀库及换刀装置	169
第六章 电气元件	175
第一节 步进电机.....	175
第二节 伺服电机.....	180
第三节 主轴电机.....	189
第四节 位置检测装置	194
第七章 数控机床的验收、安装与调试	204
第一节 数控机床的验收.....	204
第二节 数控机床的安装与调试	207
第八章 数控机床的使用、保养和维护	211
第一节 数控机床的使用.....	211
第二节 数控机床的保养.....	221
第三节 数控机床的维护	225

第一章 数控机床加工概论

第一节 数控机床的组成和工作原理

随着生产和科学技术的发展,机械产品日趋精密、复杂,而且改型频繁,这就对制造机械产品的设备机床提出了高性能、高精度和高自动化的要求。在机械产品中,单件和小批量产品占绝大部分。采用传统的普通加工设备已很难适应高效率、高质量、多样化的加工要求。机床数控技术的应用,一方面促使机械加工的大量前期准备工作与机械加工过程连成一体;另一方面又促使机械加工的全过程与柔性自动化水平不断提高,即提高了制造系统适应各种生产条件变化的能力。数控技术同时又是 FMS (柔性制造系统)、CIMS (计算机集成制造系统) 的技术基础之一。

一、数控机床的组成

数字控制 (Numerical Control, 简称 NC) 技术是用数字化信息进行控制的自动控制技术,采用数控技术控制的机床,或者说装备了数控系统的机床,称之为数控机床。数控机床是机电一体化的典型产品,是集机床、计算机、电机及拖动、自动控制、检测等技术为一体的自动化设备。现代数控系统为计算机数控系统 (Computer Numerical Control), 简称 CNC。

数控机床作为一种典型的机电一体化设备,其组成主要包括机床控制系统和机床本体两大部分。从机械的角度讲,其基本布局和普通机床相似。因此,数控机床和普通机床相比,主要特征是数控机床具有功能强大的电控制系统。一般的标准型数控机床组成如图 1-1 所示。

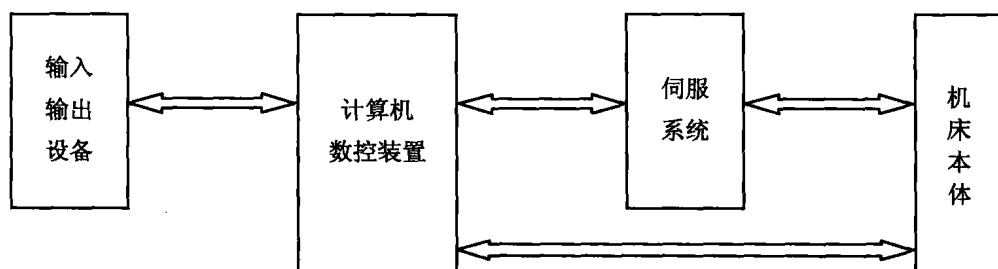


图1-1 数控设备基本结构框图

现将各组成部分的功能简述如下:

1. 输入、输出设备

输入设备的主要功能是将工件加工程序、机床参数和刀补值等数据输入到机床计算机数控装置。具体地说,数控机床上的输入设备主要有键盘、光电阅读机、磁盘及磁带接口、通信接口等。输出设备主要是将工件加工过程和机床运行状态等打印或显示输出,以便于工作人员操作。一般的数控机床输出设备主要有 CRT 显示器、LED 显示器、LCD 显示器以及各种信号指示灯、报警蜂鸣器等。RS-232 接口是一种标准串行的输入、输出接口。可实现工件加工程序的打印、数控机床之间或机床和计算机之间的数据通信等。

2. 数控装置

数控装置是数控设备的控制核心。它是根据输入的程序和数据,完成数值计算、逻辑判断、输入输出控制、轨迹插补等功能。数控装置一般由专用计算机、输入输出接口以及机床控制器(可编程控制器)等部分组成。机床控制器主要用于实现对机床辅助功能 M、主轴选速功能 S 和换刀功能 T 的控制。

3. 伺服系统

伺服系统包括伺服控制线路、功率放大线路、伺服电动机、机械传动机构和执行机构。其主要功能是将数控装置插补产生的脉冲信号转化为执行机构的位移(运动)。伺服电动机可以是步进电动机、直流伺服电动机或交流伺服电动机。

4. 机床本体

机床本体是被控制的对象,是数控机床的主体,是用来完成各种切削加工的机械部分。数控机床的机械结构,除了主运动系统、进给系统以及辅助部分,如液压、气动、冷却和润滑部分等一般部件外,还有一些特殊部件,如刀库、自动换刀装置(ATC)、自动托盘交换装置等。

5. 位置检测装置

在数控机床中,检测装置的作用主要是对机床的转速及进给实际位置进行检测并反馈回计算机数控装置,进行补偿处理。运动部分通过传感器,将角位移或直线位移转换成电信号,输送给计算机数控装置,与给定位置进行比较,并由计算机数控装置通过计算,继续向伺服结构发出运动指令,对产生的误差进行补偿,使机床工作台精确地移动到要求的位置。

二、数控系统的工作原理

综上所述,数控机床的基本工作过程为:操作人员首先根据工件加工图纸的要求确定工件加工的工艺过程、工艺参数和刀具位移数据,再按编程手册的有关规定编写工件加工程序,然后通过键盘、穿孔纸带、通信或 MDI(手动数据输入)等方式,将工件加工程序输入到计算机数控装置。当加工程序输入到数控装置后,在数控系统内部的控制软件支持下,经过处理和计算后,发出相应的运动指令,通过伺服系统驱动机床工作台按预定的轨迹运动,以进行工件的自动切削加工。

第二节 数控机床的分类

数控设备品种繁多，各行业都有自己的数控设备和分类方法。在机床行业，数控机床的品种已达 500 多种，通常可从以下角度进行分类。

一、按用途分类

1. 金属切削类数控机床

金属切削类数控机床有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控镗床、数控磨床、数控刨床和车削加工中心等。

加工中心 MC (Machine Center) 是带有刀库和自动换刀装置的数控机床。它将数控铣床、数控钻床、数控镗床的功能组合在一起，工件在一次装夹后，可对其进行铣、钻、镗、扩、铰及攻螺纹等多工序加工，主要用于加工箱体类零件。车削加工中心几乎可以完成回转体零件的所有加工工序，车削加工中心除了基本的 X、Z 轴外，还有回转轴 C 轴和附带的 Y 轴。加工中心实现了一次装夹、一机多工序的加工方式，有效地避免了零件多次装夹造成的定位误差，大大提高了加工精度、生产效率和自动化程度，是实现柔性制造系统 (FMS) 的必要装备之一。

2. 金属成型类数控机床

金属成型类数控机床有数控折弯机、数控弯管机和数控压力机等。

3. 特种数控加工机床

特种数控加工机床是配置有专用的计算机数控系统并自动进行特种加工的机床。特种加工的含义主要是指加工手段特殊，工件的加工部位特殊，加工的工艺性能要求特殊等。例如，数控电火花线切割机床，数控激光切割、打孔、焊接机床，数控火焰切割机床，数控剪板机床等。

二、按控制运动的方式分类

1. 点位控制数控机床

这类机床只控制运动部件从一点到另一点的准确定位，在移动过程中不进行加工，对两点间的移动速度和运动轨迹没有严格要求，可以沿多个坐标同时移动，也可以沿各个坐标先后移动。为了减少移动时间和提高终点位置的定位精度，一般先快速移动，当接近终点位置时，再减速缓慢趋近终点，以保证定位精度。

采用点位控制的机床有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床和数控测量机等。

2. 直线控制数控机床

这类机床不仅要求控制点的准确定位，而且要求控制刀具（或工作台）以一定的速度

沿与坐标轴平行的方向进行切削加工。机床应具有主轴转速的选择与控制、切削速度与刀具的选择以及循环进给加工等辅助功能。这种控制常用于简易数控车床、数控镗铣床等。

3. 轮廓控制数控机床

这类机床能够对两个或两个以上运动坐标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。其数控装置一般要求具有直线和圆弧插补功能、主轴转速控制功能及较齐全的辅助功能。这类机床用于加工曲面、凸轮及叶片等复杂形状的零件。

轮廓控制数控机床有数控铣床、数控车床、数控磨床和加工中心等。

三、按伺服系统分类

1. 开环控制系统

开环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脉冲,经驱动电路功率放大后,驱动步进电动机旋转一个角度,再经传动机构带动工作台移动。这类系统信息流是单向的,即进给脉冲发出去以后,实际移动值不再反馈回来,所以称为开环控制。

开环控制系统的特点是结构较简单、成本较低、技术容易掌握,但由于受步进电动机的步距精度和传动结构的传动精度的影响,难于实现高精度的位置控制,进给速度也受步进电动机工作频率的限制。一般适用于中小型数控机床,特别适用于旧机床改造的简易数控机床。

2. 闭环控制系统

闭环控制系统带有直线位移检测装置,直接对工作台的实际位移量进行检测。伺服驱动部件通常采用直流伺服电动机或交流伺服电动机。如在工作台上直接装有直线位移检测装置,将检测到的实际位移反馈到数控系统中,与系统中的位置指令值进行比较,用比较后的差值控制移动部件移动,直到差值消除时才停止移动。位置检测的装置有光栅、感应同步器和磁栅等。由于这类控制系统把机床工作台纳入了控制环节,故称闭环控制系统。该系统可以消除包括工作台传动链在内的传动误差,因而定位精度高。但由于工作台惯性大,对机床刚性、传动部件的间隙及导轨副的灵敏性等提出了严格的要求,否则会给系统稳定性带来不利影响。

闭环控制系统的特点是定位精度高,但调试和维修都较困难,系统复杂,成本高,一般适用于精度要求高的数控设备,如数控精密镗铣床。

3. 半闭环控制系统

半闭环控制系统与闭环控制系统的区别在于采用角位移检测元件,检测反馈信号不是来自工作台,而是来自与电动机相联系的角位移检测元件。半闭环控制系统是在伺服电动机上同轴安装,或在滚珠丝杠轴端安装角位移检测装置,通过测量角位移间接地测量出移动部件的直线位移,然后反馈至数控系统中,控制方式与闭环控制系统相同。能实现角位移检测的装置有光电编码器、旋转变压器等。

由于在半闭环控制系统中,进给传动链的滚珠丝杠螺母副、导轨副的误差不全部包括在位置反馈内,所以传动结构的误差仍然会影响到移动部件的位置精度,但因为反馈过程

中不稳定因素的减少,因此调试较方便,稳定性好,目前应用比较广泛。至于传动链误差,如反向间隙、丝杠螺距累计误差可以通过数控系统的参数设置来进行补偿,以提高机床的定位精度。

四、按坐标轴分类

数控机床按控制的联动轴数可分为两轴、两轴半、三轴及多轴数控机床。

五、其他分类方式

按数控装置的功能水平通常把数控机床分为低、中、高档 3 类。低、中、高档的界限是相对的,不同的时期划分标准不同。其中,高、中档一般称为全功能数控和标准型数控。在我国还有经济型数控的说法。经济型数控属于低档数控,它是功能简单、价格低的数控系统。经济型数控主要用于车床、线切割机以及旧机床改造等。

第三节 数控技术的发展

一、数控机床的特点

数控机床在各行业中得到了日益广泛的应用,是因为它具有如下特点:

1. 适应性强

适应性即所谓的柔性,是指数控机床随生产对象变化而变化的适应能力。在数控机床上进行产品加工,当产品(生产对象)改变时,仅仅需要改变数控机床的输入程序就能适应新产品的生产需要,而不需改变机械部分和控制部分的硬件,而且生产过程是自动完成的。适应性强是数控机床最突出的优点,也是数控机床得以产生和发展的主要原因。

2. 能实现复杂的运动

普通机械设备难以实现或无法实现运动,如螺旋桨、气轮机叶片之类的空间曲面加工,数控机床可以实现。数控机床可以实现几乎是任意轨迹运动和加工任何形状的空间曲面,适用于复杂异型零件的加工。

3. 精度高,质量稳定

数控机床是按照预定的程序自动工作的,一般情况下工作过程不需要人工干预,这就消除了操作者人为产生的误差。数控装置的脉冲当量(分辨率)目前可达 0.0005mm ,同时,可以通过实时检测反馈修正误差或补偿来获得更高的精度。因此,数控机床可以获得比设备本身精度更高的精度。尤其提高了同一批零件的一致性,使产品质量稳定。

4. 生产率高

数控机床具有良好的刚性,可以进行强力切削,而且空行程可采用快速进给,大大减

少了空行程的时间；数控机床进给量和主轴转速范围都很大，可以选择最合理的切削用量；对工夹具要求低，机床不需要进行复杂的调整；数控机床有较高的重复定位精度，大大地缩短了生产准备周期，节省了测量和检测时间。

5. 减轻工人的劳动强度和改善劳动条件

利用数控机床进行加工，操作人员要做的工作主要有程序的编制和调试，监视加工过程并装卸工件。除此以外，不需要进行繁重的重复性手工操作，劳动强度和紧张程度均可大为减轻。

6. 良好的经济效益

在数控机床上改变加工对象时，只需要重新编写加工程序，不需要制造更换许多工夹具和模具，节省了大量工艺装备费用，质量稳定，减少了废品率，使生产成本下降。

7. 有利于生产管理

采用数控机床加工能准确地计算工件的加工工时，并有效地简化检验、工夹具和半成品的管理工作，易于构成柔性制造系统（FMS）和计算机集成制造系统（CIMS）。

虽然数控机床有上述优点，但初期投资大、维修费用高，要求管理及操作人员的素质也较高。因此，应合理地选择及使用数控机床，提高企业经济效益和竞争力。

二、数控伺服系统的发展

伺服系统是数控系统的重要组成部分，伺服系统的静态和动态性能直接影响数控机床的定位精度、加工精度和位移速度。当前伺服系统的发展方向是：

1. 全数字式控制系统

伺服系统传统的位置控制是将位置控制信号反馈至数控系统，与位置指令比较后输出速度控制模拟信号至伺服驱动装置，而全数字式控制系统的位置比较是在伺服驱动装置中完成的，数控系统仅输出位置指令的数字信号至伺服驱动装置。

另外，直流伺服系统逐渐被交流数字伺服系统所代替。在全数字式控制系统中，位置环、速度环和电流环等参数均实现了数字化，实现了几乎不受负载变化影响的高速响应的伺服系统。

2. 采用高分辨率的位置检测装置

现代数控机床的位置检测大多采用高分辨率的光栅和光电编码器，必要时采用细分电路，进一步提高分辨率。

3. 软件补偿

现代数控机床利用数控系统的补偿功能，通过参数设置对伺服系统进行多种补偿，如位置环增益、轴向运动误差补偿、反向间隙补偿及丝杠螺距累计误差补偿等。

4. 前馈控制

传统的伺服系统是将指令位置 and 实际位置的偏差乘以位置环增益作为速度指令，经伺服驱动装置拖动伺服电动机，这种方式总是存在着位置跟踪滞后误差，使得在加工拐角及圆弧时加工情况恶化。通过前馈控制，使跟踪滞后误差大为减少，提高了位置控制精度。

5. 机床静、动摩擦的非线性控制技术

机床静、动摩擦的非线性会导致爬行现象。除采取低静摩擦的措施外,新型的伺服系统还具有自动补偿机械系统静、动摩擦非线性的控制功能。

三、以数控机床为基础的自动化生产系统

加工中心、网络控制技术、信息技术的发展,为单机数控向计算机数控的多机控制系统发展创造了必要的条件。已经出现的计算机直接数控系统(DNC)、柔性制造系统(FMS)及计算机集成制造系统(CIMS),就是以数控机床为基础的自动化生产系统。

1. 计算机直接数控系统(DNC)

计算机直接数控系统就是用一台中央计算机直接控制和管理一组数控机床进行零件加工或装配的系统,因此,也称它为计算机群控系统。在DNC系统中,各台数控机床都各自有独立的数控系统,并与中央计算机组成计算机网络,实现分级控制管理。中央计算机不仅用于编制零件的程序以控制数控机床的加工过程,而且能控制工件与刀具的输送,同时还具有生产管理、工况监督及刀具寿命管理等功能,形成了一条由计算机控制的数控机床自动化生产线。

2. 柔性制造单元(FMC)和柔性制造系统(FMS)

柔性制造单元是由加工中心(MC)与工件自动交换装置(APC)组成,同时,数控系统还增加了自动检测与工况自动监控等功能,如工件尺寸测量补偿、刀具损坏和寿命监控等。柔性制造单元既可以作为组成柔性制造系统的基础,也可用作独立的自动化加工设备。

柔性制造系统是在DNC基础上发展起来的一种高度自动化加工生产线,由数控机床、物料和工具自动搬运设备、产品零件自动传输设备、自动检测和试验设备等组成。这些设备及控制分别组成了加工系统、物流系统和中央管理系统。

柔性制造系统是当前机械制造技术发展的方向,能解决机械加工中高度自动化和高度柔性化的矛盾,使两者有机地结合于一体。

3. 计算机集成制造系统(CIMS)

CIMS的核心是一个公用的数据库,对信息资源进行存储和管理,并与各个计算机系统通信。在此基础上,需要有3个计算机系统:一是进行产品设计与工艺设计的计算机辅助设计与计算机辅助制造系统,即CAD/CAM;二是计算机辅助生产计划与计算机生产控制系统,即CAP/CAC,此系统对加工过程进行计划、调度与控制,FMS是这个系统的主体;三是计算机工厂自动系统。它可以实现产品的自动装配与测试,材料的自动运输与处理等。在上述3个计算机系统外围,还需要利用计算机进行市场预测、编制产品发展规划,分析财政状况和进行生产管理与人员管理。虽然涉及的领域非常广泛,但数控机床仍然是不可缺少的基本工作单元。

四、数控机床的发展趋势

随着微电子技术、计算机技术、精密制造技术及检测技术的发展,数控机床性能日趋

完善, 数控系统应用领域日益扩大。科学技术的发展推动了数控机床的发展, 各生产部门工艺要求的不断提高又从另一方面促进了数控机床的发展, 当今数控机床正不断采用最新技术成就, 朝着高速度、高精度、高可靠性、多功能、智能化、复合化等方向发展。

1. 高速度、高精度

速度和精度是数控系统的两个重要技术指标, 它直接关系到加工效率和产品质量。对于数控系统, 高速度化首先是要求计算机数控系统在读入加工指令数据后, 能高速度处理并计算出伺服电动机的位移量, 并要求伺服电动机高速度地作出反应。此外, 要实现生产系统的高速度化, 还必须谋求主轴、进给、刀具交换、托板交换等各种关键部分的高速度化。

2. 高可靠性

新型的数控系统(CNC)大量采用大规模或超大规模的集成电路, 采用专用芯片及混合式集成电路, 使线路的集成度提高, 元器件数量减少, 功耗降低, 为提高可靠性提供了保证。

现代数控机床都装备了计算机数控系统, 只要改变软件控制程序, 就可以适应各类机床的不同要求。实现数控系统的模块化、标准化和通用化。数控控制软件的功能更加丰富, 具有自诊断及保护功能。为了防止超程, 可以在系统内预先设定工作范围(即软极限), 以避免由于限位开关的不可靠而造成的轴端超程。数控系统还具有自动返回功能(即断点保护功能)。

3. 多功能

大多数数控机床都具有CRT图形显示功能, 可以进行二维图形的加工轨迹动态模拟显示, 有的还可以显示三维彩色动态图形; 具有丰富的人机对话功能, “友好”的人机界面; 借助CRT与键盘的配合, 可以实现程序的输入、编辑、修改、删除等功能。现代数控系统, 除了能与编程机、绘图机、打印机等外设通信外, 还应能与其他CNC系统通信, 或与上级计算机通信, 以实现FMS的连接要求。

4. 智能化

数控系统应用高技术的重要目标是智能化。如引进自适应数控技术、人机会话自动编程、自动诊断并排除故障等智能化功能。

5. 复合化

复合化是近几年数控机床发展的模式, 它将多种动力头集中在一台数控机床上, 在一次装夹中完成多种工序的加工。

复 习 题

1. 什么是数控技术?
2. 数控机床多用于什么场合?
3. 数控机床由哪几部分组成?
4. 数控机床有哪些分类方式?
5. 概述数控系统的发展方向。
6. FMS中的柔性指什么?