



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

随书附赠光盘

数控机床 结构及维修

主编 邓三鹏
主审 王先逵

国家级规划教材

作者权威, 学术领先

面向21世纪教学改革

全国优秀出版社倾力打造



国防工业出版社

National Defense Industry Press

TG659/235D

2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

数控机床结构及维修

主 编 邓三鹏
副主编 刘朝华
参 编 赵 巍 田南平
 石秀敏 陈 欢
主 审 王先逵

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书共分九章,按照数控机床基础知识、数控系统、数控机床的主传动系统、数控机床的进给传动系统、自动换刀装置、数控机床的液压与气动装置、数控机床的辅助机构、常用数控机床介绍和实验九个部分来讲述,体系结构全面系统先进,内容全面、综合,深入浅出,既考虑到目前数控机床应用的实际情况,又考虑到数控机床的发展趋势。每章都有典型的维修实例讲解,每章后边都有一定的思考题供读者选用。

本书是数控专业与机电专业用教材,在编写中力求做到“理论先进,内容实用、可操作,理论与实践紧密结合”。也适合机械类和近机类各专业本科、高职高专教学和技能考核培训教学用书及工厂操作、编程、设计与维修等工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床结构及维修/邓三鹏主编. —北京:国防工业出版社,2008.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-118-05447-7

I. 数… II. 邓… III. ①数控机床-结构-高等学校-教材②数控机床-维修-高等学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 175511 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13 字数 295 千字

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 29.00 元(含光盘)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422 发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535 发行业务:(010)68472764

前 言

随着我国工业的快速发展,数控机床种类和数量急剧增长,随之而来的是数控维修人才的短缺,为改变这种局面,许多高职高专院校开始数控维修人才专科层次的教育,许多高等院校亦开始数控维修方向人才的培养。天津工程师范学院在原有数控专业的基础上又投入大量资金进行数控维修专业建设,开展数控维修专业本科层次的教育。

数控机床是集机、电、液于一身的现代机电设备,具有技术密集和知识密集的特点,及时准确地进行诊断与维修是一件很复杂的工作。数控维修人才的培养是一个系统工程。数控机床的机械故障占总故障的30%以上,了解数控机床的结构亦是进行其他故障诊断与维修的基础,因此在进行数控维修人才培养时,数控机床结构及维修知识的系统学习是必不可少的一个环节。

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。建议学时48学时,其中实验学时10学时。我们在编写过程中力求做到“理论先进,内容实用、可操作,理论与实践紧密结合”,把教学改革实践的最新成果在教材中体现出来。本书具有如下特点:

(1)体系结构全面系统先进。在编写的过程查阅大量的资料,内容上覆盖了数控机床的机电结构,论述翔实细微。将近年来数控机床结构方面的最新发展并且成熟的结构,在书中有所体现。比如高速电主轴、直线电动机拖动进给、自动对刀装置、工件自动检测装置等。

(2)内容实用、可操作。按照内容实用、可操作的原则精选内容,先剖析典型的部件结构,后讲整个数控机床的结构,使学生达到触类旁通,举一反三的效果。

(3)理论与实践紧密结合。结合教学中的经验,教材始终保持理论与实践结合紧密的特点,每章都分析具体实例,并开发出6个实验,通过理论讲解—实例分析—实验的过程,学生可以较好地掌握数控机床结构及维修技术。

(4)注意与其他课程的衔接。注意与先修课机械设计基础,液压与气动等课程和后续课数控机床维修技术的衔接,尽量减少内容的简单重复,把教学改革实践的最新成果在教材中体现出来。

本书由邓三鹏统稿。参与本书编写工作的有邓三鹏(第1、3、6章)、赵巍(第3、4章)、田南平(第4、9章)、刘朝华(第2、5章)、陈欢(第7章)、石秀敏(第8章)。本书在编写过程中得到了天津工程师范学院的数控维修教研室和现代制造实训中心、天津大学的章青教授、北京信息科技大学的徐小力教授的大力支持和帮助,在此深表谢

意,对宋培培老师及参与本书编写工作的学生表示感谢。本书承蒙清华大学的王先逵教授细心审阅,提出许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

(可通过 sanpeng@eyou.com 与编者联系)

编者

2007.8

目 录

第一章 绪论	1
1.1 数控机床的基本概念	1
1.2 数控机床机械结构的主要组成	3
1.3 数控机床机械结构的主要特点	4
1.4 数控机床故障分类	7
1.5 数控机床的最新发展	8
思考题	10
第二章 机床数控系统结构与维修	11
2.1 数控系统组成与原理.....	11
2.2 数控系统硬件.....	14
2.3 数控系统软件.....	17
2.4 可编程控制器.....	19
2.5 数控机床检测装置.....	22
2.6 伺服驱动系统.....	31
2.7 数控系统诊断技术及维修.....	35
思考题	42
第三章 数控机床的主传动系统	43
3.1 概述.....	43
3.2 主轴部件.....	47
3.3 主轴准停.....	59
3.4 高速电主轴.....	64
3.5 主传动部件的结构与调整.....	69
3.6 主传动系统常见故障及排除方法.....	75
思考题	78
第四章 数控机床的进给传动系统	79
4.1 概述.....	79
4.2 滚珠丝杠螺母副	80
4.3 导轨滑块副	86
4.4 静压蜗杆—蜗轮条传动.....	92

4.5 直线电动机传动	94
4.6 进给传动系统常见故障诊断及维修	96
思考题	97
第五章 自动换刀装置	98
5.1 概述	98
5.2 刀架换刀	101
5.3 刀库与机械手换刀	105
5.4 更换主轴换刀与更换主轴箱换刀	115
5.5 自动换刀装置的常见故障与维修	117
思考题	120
第六章 数控机床的液压与气动装置	121
6.1 数控机床上典型的液压回路分析	121
6.2 数控机床液压回路常见故障及维修	130
6.3 数控机床上典型的气压回路分析	135
6.4 数控机床气压回路常见故障及维修	140
思考题	143
第七章 数控机床的辅助机构	144
7.1 数控机床用回转工作台	144
7.2 高速动力卡盘、尾座与分度头	150
7.3 万能铣头	154
7.4 自动排屑装置	155
7.5 典型数控机床的安全防护系统	156
思考题	159
第八章 常用数控机床介绍	160
8.1 数控车床	160
8.2 数控铣床	164
8.3 加工中心	168
8.4 特种数控加工机床	173
8.4.1 数控电火花加工机床	173
8.4.2 数控电火花线切割加工机床	177
思考题	182
第九章 实验	184
实验一 数控机床机械部件的拆装	184
实验二 数控车床几何精度检测	184
实验三 数控铣床几何精度检测	188

实验四	数控机床主轴准停装置故障维修	192
实验五	数控机床进给系统回参考点故障维修	194
实验六	加工中心换刀装置故障维修	196
参考文献		198

第一章 绪 论

1.1 数控机床的基本概念

一、数控机床的组成

(1)主机。主机是数控机床的本体,主要由各种机械部件组成,包括底座、床身、主轴箱、进给机构等。

(2)数控装置。数控装置是数控机床的控制核心,一般由一台专用计算机构成。

(3)驱动装置。驱动装置是数控机床执行机构的驱动部件,包括主轴电动机、进给伺服电动机等。

(4)辅助装置。辅助装置是数控机床的一些配套部件,如自动排屑部件、自动对刀部件、工作台、安全防护装置、自动检测装置等。

二、数控机床的基本工作原理

数控机床就是用计算机与数字化指令控制机床各运动部件的动作,从而实现机床加工的自动化。数控机床基本工作原理框图如图 1-1 所示。

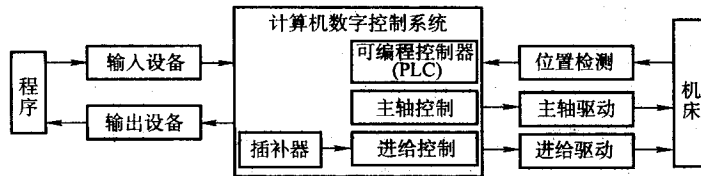


图 1-1 数控机床基本工作原理框图

加工程序可通过输入设备存储于数控装置(CNC 计算机数字控制系统)内的存储器上,在需要的时候也可将存储器内的加工程序通过输出设备把加工程序存储在外部存储介质上,以长期保存。

数控装置是数控机床的控制系统,它采集和控制着机床所有的运动状态和运动量。数控装置是由中央处理单元(CPU)、只读存储器(ROM)、随机存储器(RAM)、相应的总线和各种接口电路所构成的专用计算机。

驱动装置接受数控装置输出的进给指令,严格按照指令驱动电动机转动,经滚珠丝杠驱动机床的工作台运动,加工出符合图纸要求的工件,所以驱动装置的精度和动态响应是影响数控机床的加工精度、表面质量与生产效率的重要因素之一。目前,驱动装置的电动机有步进电动机、直流伺服电动机、交流伺服电动机等。

三、数控机床的特点

数控机床与普通机床加工零件的区别在于数控机床是按照程序自动加工零件,而普通机床主要由工人手工操作来加工零件。在数控机床上加工零件只要改变控制机床动作

的程序,就可以达到加工不同零件的目的。因此,数控机床特别适用于加工小批量且形状复杂、要求精度高的零件。

由于数控加工是一种程序控制过程,使其相应形成了以下几个特点:

(1)自动化程度高,可以减轻工人的劳动强度。数控机床对零件的加工是按事先编好的程序自动完成的,操作者除了操作键盘、装卸零件、安装刀具、完成关键工序的中间测量以及观察机床的运行之外,不需要进行繁重的重复性手工操作(有的数控机床可自动装卸零件、安装刀具等);劳动强度与紧张程度均可大为减轻,劳动条件也得到相应的改善。

(2)加工精度高、加工质量稳定可靠、重复性好。加工误差一般能控制在0.01mm左右。数控机床进给传动链的反向间隙与丝杠螺距误差等均可由数控装置进行补偿,因此,数控机床能达到比较高的加工精度。此外数控机床的传动系统与机床结构都具有很高的刚度和热稳定性,从而提高了它的制造精度和重复性,特别是数控机床的自动加工方式避免了生产者的人为操作误差,同一批加工零件的尺寸一致性好,产品合格率高,加工质量十分稳定。

(3)加工生产率高。零件加工所需要的时间包括机动时间与辅助时间两部分。数控机床能够有效地减少这两部分时间,因而加工生产率比普通机床高得多。数控机床主轴转速和进给量的范围比普通机床的范围大,每一道工序都能选用最合理的切削用量;良好的结构刚性允许数控机床进行大切削用量的强力切削,有效地节省了机动时间。数控机床移动部件的快速移动和定位的时间要比一般机床少得多。数控机床在更换被加工零件时,几乎不需要重新调整机床,而零件又都装夹在简单的定位夹紧装置中,用于停机进行零件装夹、调整的时间可以节省很多。

(4)对零件加工的适应性强、灵活性好、能加工形状复杂的零件。

(5)有利于生产管理的现代化。用数控机床加工零件,能准确地计算零件的加工工时,并有效地简化检验和管理工装夹具、半成品的工作。这些特点有利于使生产管理现代化,便于实现计算机辅助制造。数控机床及其加工技术是计算机辅助制造系统的基础。

随着市场经济的发展,产品更新周期变短,中小批量的生产所占比例越来越大,对机械产品的精度和质量要求也在不断地提高,普通机床越来越难以满足加工的要求。同时,由于技术水平的提高,数控机床的价格在不断下降,因此,数控机床在机械行业中的使用将越来越普遍。

四、数控机床的分类

数控机床的种类很多,功能各异,人们可从不同的角度对其进行分类。一般按机械运动的轨迹可分为点位控制系统、直线控制系统和连续控制系统。按伺服系统的类型可分为开环伺服系统、半闭环伺服系统和闭环伺服系统。按控制坐标数可分为两坐标数控机床、两坐标半数控机床、三坐标数控机床和多坐标数控机床。

但从用户角度考虑,按机床加工方式或按能完成的主要加工工序来分类可能更为合适。目前在常用的金属切削机床中,如车床、铣床、磨床、钻床、镗床以及齿轮加工机床,均开发了相应的数控机床,而且品种分类越来越细。按照数控机床的加工方式,可以把它分为以下几类:

(1)金属切削类:数控车床、铣床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床和加工中心等。

(2)金属成形类:数控折弯机、弯管机、冲床、旋压机、切管机等。

(3)特种加工类:数控线切割机(如图 1-2)、电火花加工机床(如图 1-3)、激光切割机和快速成型机等。

(4)其他类:数控火焰切割机床、数控激光热处理机床、三坐标测量机等。

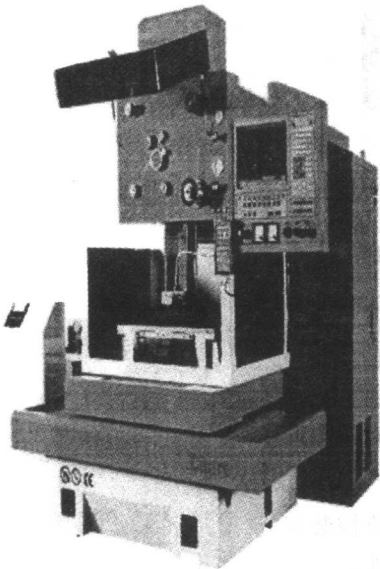


图 1-2 数控线切割机床

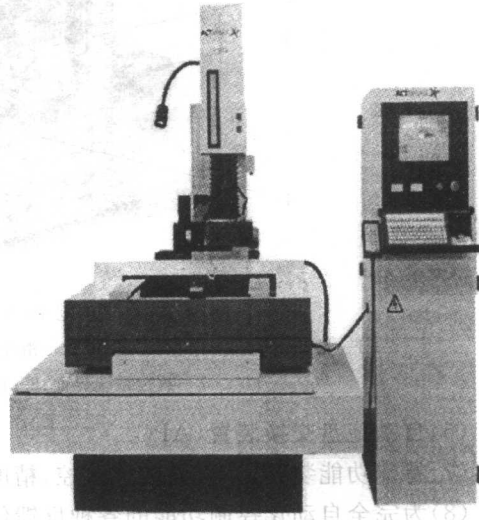


图 1-3 电火花加工机床

1.2 数控机床机械结构的主要组成

由于进给伺服驱动、主轴驱动和 CNC 技术的发展,以及为适应高生产率的需要,数控机床的机械结构已从初期对普通机床局部结构的改进,逐步发展为数控机床的独特机械结构。图 1-4 所示为 CK6136 型数控车床,图 1-5 所示为 DMC 75 V linear 立式加工中心。

数控机床的机械结构,除机床基础部件外,还有下列几部分:

- (1)主传动系统。
- (2)进给传动系统。
- (3)实现工件回转、定位的装置和附件。

(4)实现某些部件动作和辅助功能的系统和装置,如液压、气动、润滑、冷却等系统和排屑、防护等装置。

- (5)刀架或自动换刀(ATC)。

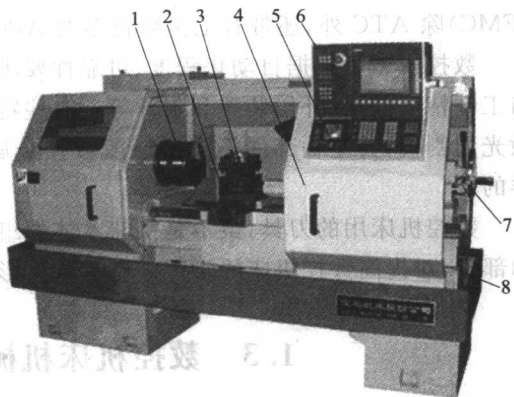


图 1-4 CK6136 型数控车床

- 1—主轴;2—床鞍;3—刀架;4—防护罩;
5—机床控制操作面板;6—数控系统;7—尾座;8—床身。

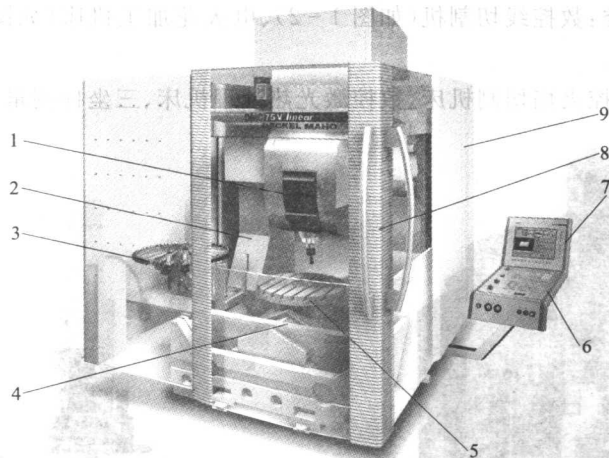


图 1-5 DMC 75 V linear 立式加工中心

1—摆动主轴;2—床身;3—刀库;4—滑座;5—数控回转工作台;6—机床操作面板;
7—数控系统界面;8—防护门;9—强电控制柜。

(6)自动拖盘交换装置(APC)。

(7)特殊功能装置,如刀具破损监控、精度检测和监控装置。

(8)为完全自动化控制功能的各种反馈信号及元件。

机床基础件又称机床大件,通常是指床身、底座、立柱、横梁、滑座、工作台等。它是整台机床的基础和框架。机床的其他零、部件,或者固定在基础件上,或者工作时在它的导轨上运动。其他机械结构的组成则按机床的功能需要选用,如一般的数控机床除基础件外,还有主传动系统、进给系统以及液压、润滑、冷却等其他辅助装置,这是数控机床机械结构的基本构成。加工中心则至少配有 ATC,有的还有双工位 APC 等。柔性制造单元(FMC)除 ATC 外,还带有工位较多的 APC,有的配有用于上下料的工业机器人。

数控机床可根据自动化程度、可靠性要求和特殊功能需要,选用各类破损监控、机床与工件精度检测、补偿装置和附件等。有些特殊加工数控机床,如电火花加工数控机床和激光切割机,其主轴部件不同于一般数控金属切削机床,但进给伺服系统的要求则是一样的。

数控机床用的刀具,虽不是机床本体的组成部分,但它是机床实现切削功能不可分割的部分,对提高数控机床的生产效率有重大影响。

1.3 数控机床机械结构的主要特点

一、高刚度和高抗振性

在一台机床上尽可能加工完一个零件的所有工序,同时又保持机床的通用性,能够迅速适应加工对象的改变,因此要求机床具有高刚度和高抗振性。

1. 机床刚度的基本概念

机床刚度是机床的技术性能之一,它反映了机床结构抵抗变形的能力。根据机床所受载荷性质的不同,机床在静态力作用下所表现的刚度称为机床的静刚度;机床在动态力

作用下所表现的刚度称为机床的动刚度。

2. 提高数控机床结构刚度的措施

(1)提高机床构件的静刚度和固有频率改善薄弱环节的结构或布局,以减少所承受的弯曲负载和转矩负载。例如,数控车床上加大主轴支承轴径;尽量缩短主轴端部受力悬伸长度以减少所受弯矩;采用合理布置的肋板结构,以便在较小质量下具有较高的静刚度和适当的固有频率;数控机床的主轴箱或滑枕等部件,可采用卸荷装置来平衡载荷,以补偿部件引起的静力变形,常用的卸荷装置有重锤和平衡液压缸;改善构件间的接触刚度和机床与地基联结处的刚度等。

(2)改善数控机床结构的阻尼特性。在大件内腔填充泥芯和混凝土等阻尼材料,在振动时因相对摩擦力较大而耗散振动能量。也可采用阻尼层法,即在大件表面喷涂一层具有高阻尼和较高弹性的黏滞弹性材料(如沥青基制成的胶泥减振剂,高分子聚合物和油漆腻子等),涂层厚度越大,阻尼越大。阻尼涂层常用于钢板焊接的大件结构。采用间断焊缝,也可以改变接合面间的摩擦阻尼,间断焊缝虽使静刚度略有下降,但阻尼比大为增加。

(3)用新材料和钢板焊接结构。长期以来,机床大件材料主要采用铸铁,现在部分机床大件已用新材料代替。主要的新材料是聚合物混凝土,它具有刚度高、抗振好、耐腐蚀和耐热的特点,用丙烯酸树脂混凝土制成的床身,其动刚度比铸铁高6倍。用钢板焊接构件代替铸铁构件的趋势也不断扩大,开始在单件和小批量生产的重型机床和超重型机床上应用,逐步发展到有一定批量的中型机床。采用钢板焊接构件的主要原因是焊接技术的发展,使抗振措施十分有效;轧钢技术的发展,又提供了多种形式的型钢;制造周期缩短,节省了制作木模和铸造成本,不易出废品等。

二、减少机床热变形的影响

机床的热变形是影响机床加工精度的重要因素之一。由于数控机床主轴转速、进给速度远高于普通机床,而大切削量产生的炽热切屑对工件和机床部件的热传导影响远比普通机床严重,而热变形对加工精度的影响操作者往往难以修正。因此,应特别重视减少数控机床热变形的影响,常用措施有以下几种。

1. 改进机床布局和结构

(1)采用热对称结构。这种结构相对热源是对称的,在产生热变形时,其工件或者刀具回转中心对称线的位置基本保持不变,因而可以减少对加工件的精度影响。例如卧式加工中心采用框式双立柱结构,主轴箱嵌入立柱内,并且从立柱左右导轨内侧定位。这样,热变形时主轴中心将主要产生垂直方向的变化,而双立柱结构的单向热膨胀又很容易用垂直坐标(Y轴方向)移动的修正量加以补偿。

(2)采用倾斜床身和斜滑板结构。CK7815型数控车床采用倾斜角 60° 的导轨结构,这样便于配置倾斜的防护罩,使炽热的切屑容易进入排屑口,被自动排屑装置及时排出。

(3)采用热平衡措施。某些重型数控机床由于结构限制,不能采用上面所述的对称结构方法,可采用热平衡法。例如,立柱导轨部分和两侧及后壁的厚度悬殊时,热容量差别很大,当室温变化时,各部分的温度变化率不同,会造成立柱的弯曲变形。可采用保持温度场均匀的方法(热平衡法)加以解决。

2. 控制温度

对机床易热部位(如主轴箱等)采用散热、风冷和液冷等控制温升的方法来吸收热源

发出的热量。这是各类数控机床上广泛采用的一种减少热变形影响的对策。

3. 对切削部位采取强冷措施

在大切削量切削加工中,落在工作台、床身等部件上的炽热切屑是重要的热源。现代数控机床,特别是加工中心和数控车床普遍采用多喷嘴、大流量冷却液来冷却并排除这些炽热切屑,并对冷却液用大容量循环散热以控制温升。

4. 热位移补偿预测热变形规律

建立数学模型存入计算机中进行实时补偿。图 1-6 所示为热变形自动补偿装置。

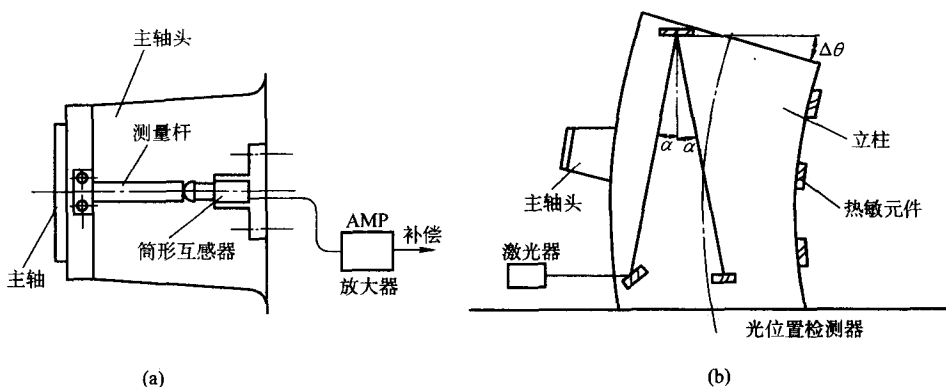


图 1-6 热变形自动补偿装置
(a)轴向补偿;(b)立柱热平衡补偿。

三、驱动系统机械结构简化

数控机床的主轴驱动系统和进给驱动系统,分别采用交、直流主轴电动机、伺服电动机驱动,这两类电动机调速范围大,并可无级调速,因此使主轴箱、进给变速及传动系统大为简化,箱体结构简单,齿轮、轴承和轴类零件数量大为减少甚至不用齿轮,由电动机直接带动主轴或进给丝杠。图 1-7 是某普通车床与数控车床的传动系统图。由图 1-7(b)中可以看出主轴箱内传动轴和齿轮数大为减少。庞大而复杂的进给箱和溜板箱则被伺服电动机通过齿形带驱动所代替。普通车床传统的两杠——即走刀光杠、丝杠及挂轮架的功能由数控系统、伺服电动机和数控机床用丝杠完成。

四、高传动效率和无间隙传动装置

数控机床在高进给速度下,工作要求平稳,并有高定位精度。因此,对进给系统中的机械传动装置和元件要求具有高寿命、高刚度、无间隙、高灵敏度和低摩擦阻力的特点。目前,数控机床进给驱动系统中常用的机械装置主要有 3 种:滚珠丝杠副、静压蜗杆—蜗轮条机构和预加载荷双齿轮—齿条机构。

五、低摩擦因数的导轨

机床导轨是机床的基本结构之一。机床加工精度和使用寿命在很大程度上决定于机床导轨的质量,数控机床的导轨则有更高的要求。如在高速进给时不振动,低速进给时不爬行,具有很高的灵敏度,能在重载下长期连续工作,耐磨性高,精度保持性好等。现代数控机床使用的导轨,从类型上乃是滑动导轨、滚动导轨和静压导轨 3 种,但在材料和结构上已发生了质的变化,已不同于普通机床的导轨。

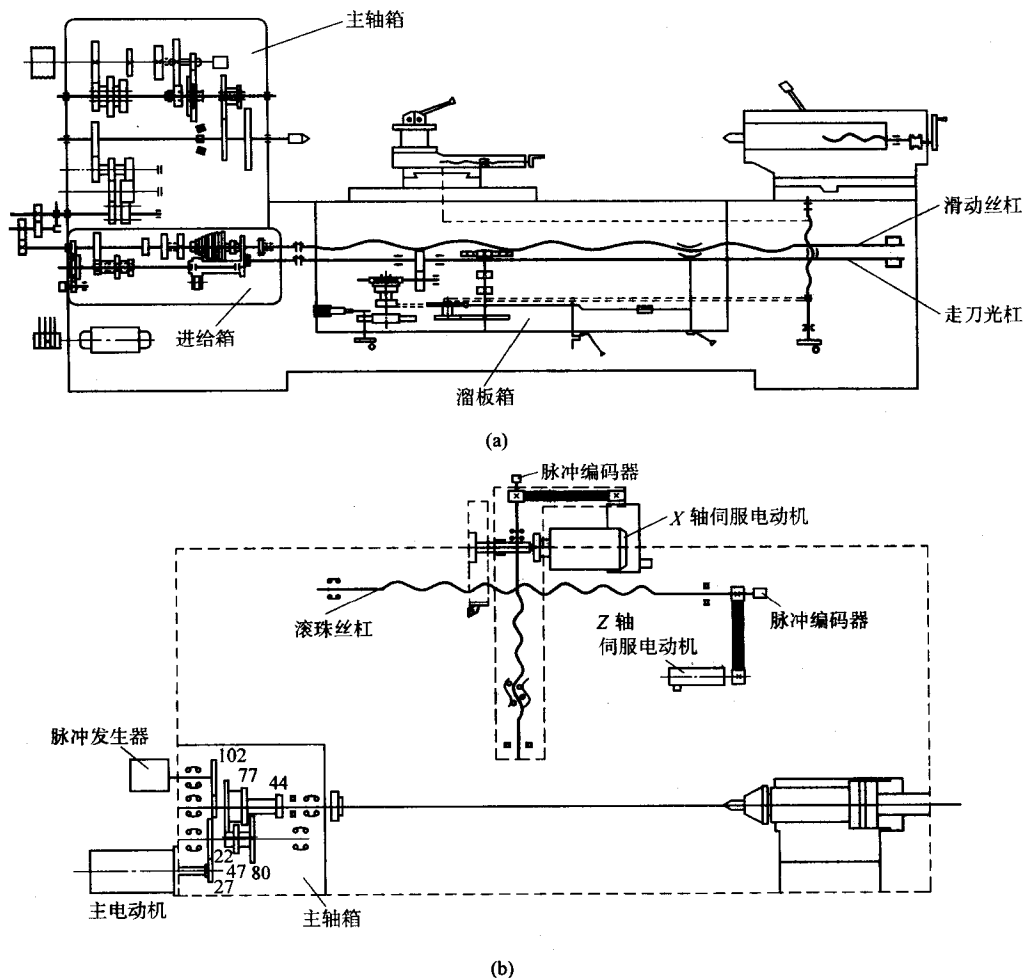


图 1-7 传动系统比较
(a)普通车床;(b)数控车床。

1.4 数控机床故障分类

数控机床全部或部分丧失了系统规定的功能就称为故障。数控设备的故障是多种多样的,可以从不同角度对其进行分类。

1. 从故障的起因分类

从故障的起因上看,数控系统故障分为关联性和非关联性故障。非关联性故障是指与数控系统本身的结构和制造无关的故障。故障的发生是由诸如运输、安装、撞击等外部因素人为造成的。关联性故障是指由于数控系统设计、结构或性能等缺陷造成的故障。关联性故障又分为固有性故障和随机性故障。固有性故障是指一旦满足某种条件,如温度、振动等条件,就出现故障。随机性故障是指在完全相同的外界条件下,故障有时发生或不发生的情况。一般随机性故障由于存在着较大的偶然性,给故障的诊断和排除带来

了较大的困难。

2. 从故障的时间分类

从故障出现的时间上看,数控系统故障又分为随机故障和有规则故障。随机故障发生时间是随机的;有规则故障的发生是指有一定的规律性。

3. 从故障的发生状态分类

从故障发生的过程来看,数控系统故障又分为突然故障和渐变故障。突然故障是指数控系统在正常使用过程中,事先并无任何故障征兆出现,而突然出现的故障。突然故障的例子有:因机器使用不当或出现超负荷而引起的零件折断;因设备各项参数达到极限而引起的零件变形和断裂等。渐变故障是指数控系统在发生故障前的某一时期内,已经出现故障的征兆,但此时(或在消除系统报警后),数控机床还能够正常使用,并不影响加工出的产品质量。渐变故障与材料的磨损、腐蚀、疲劳及蠕变等过程有密切的关系。

4. 按故障的影响程度分类

从故障的影响程度来看,数控系统故障分为完全失效和部分失效故障。完全失效是指数控机床出现故障后,不能再进行正常加工工件,只有等到故障排除后,才能让数控机床恢复正常工作的情况。部分失效是指数控机床丧失了某种或部分系统功能,而数控机床在不使用该部分功能的情况下,仍然能够正常加工工件,这种故障就是部分失效故障。

5. 按故障的严重程度分类

从故障出现的严重程度上看,数控系统故障又分为危险性故障和安全性故障。危险性故障是指数控系统发生故障时,机床安全保护系统在需要动作时因故障失去保护作用,造成了人身伤亡或机床故障。安全性故障是指机床安全保护系统在不需要动作时发生动作,引起机床不能起动。

6. 按故障的性质分类

从故障发生的性质上看,数控系统故障又分为软件故障、硬件故障和干扰故障3种。其中,软件故障是指由程序编制错误、机床操作失误、参数设定不正确等引起的故障。软件故障可通过认真消化、理解随机资料、掌握正确的操作方法和编程方法,就可避免和消除。硬件故障是指由CNC电子元器件、润滑系统、换刀系统、限位机构、机床本体等硬件因素造成的故障。干扰故障则表现为内部干扰和外部干扰,是指由于系统工艺、线路设计、电源地线配置不当等以及工作环境的恶劣变化而产生的。

1.5 数控机床的最新发展

当今世界先进制造技术不断兴起,超高速切削、超精密加工等技术的应用,柔性制造系统的迅速发展和计算机集成系统的不断成熟,对数控加工技术提出了更高的要求。为适应这种情况,数控机床正朝着以下几个方面发展。

1. 高速度、高精度化

速度和精度是数控机床的两个重要指标,它直接关系到加工效率和产品质量。目前,数控系统采用更高位数、频率的处理器,以提高系统的基本运算速度。同时,采用超大规模的集成电路和多微处理器结构,以提高系统的数据处理能力,即提高插补运算的速度和精度。并采用直线电机直接驱动机床工作台的直线伺服进给方式,其高速度和动态响应

特性相当优越。采用前馈控制技术,使追踪滞后误差大大减小;从而改善拐角切削的加工精度。

为适应超高速加工的要求,数控机床采用主轴电机与机床主轴合二为一的结构形式,实现了变频电机与机床主轴一体化,主轴电机的轴承采用磁浮轴承、液体动静压轴承或陶瓷滚动轴承等形式。目前陶瓷刀具和金刚石涂层刀具已开始得到应用。

2. 多功能化配有自动换刀机构(刀库容量可达 100 把以上)的各类加工中心

配有自动换刀机构的各类加工中心可实现在同一台机床上同时进行铣削、镗削、钻削、车削、铰削、扩孔、攻螺紋等多道工序,现代数控机床可采用多主轴、多面体切削,即同时对一个零件的不同部位进行不同方式的切削加工。数控系统由于采用了多 CPU 结构和分级中断控制方式,即可在同一台机床上同时进行加工和程序编制,实现所谓的“前台加工,后台编辑”。为了适应柔性制造系统和计算机集成系统的要求,数控系统具有远距离串行接口,甚至可以联网,实现数控机床之间的数据通信,也可直接对多台数控机床进行控制。

3. 引进自适应控制技术

智能化现代数控机床将引进自适应控制技术,根据切削条件的变化,自动调节工作参数,使加工过程中能保持最佳工作状态,从而得到较高的加工精度和较好的表面粗糙度,同时也能提高刀具的使用寿命和设备的生产效率。具有自诊断、自修复功能,在整个工作状态中,系统随时对 CNC 系统本身以及与其相连的各种设备进行自诊断、检查。一旦出现故障,立即采用停机等措施,并进行故障报警,提示发生故障的部位、原因等。还可自动使故障模块脱机,而接通备用模块,以确保无人化工作环境的要求。

4. 数控系统将采用更高集成度的电路芯片以提高可靠性

利用大规模或超大规模的专用及混合式集成电路,以减少元器件的数量来提高可靠性。通过硬件功能软件化,以适应各种控制功能的要求,同时采用硬件结构机床本体的模块化、标准化、通用化及系列化,使得既提高硬件生产批量、又便于组织生产和质量把关。还可通过自动运行启动诊断、在线诊断、离线诊断等多种诊断程序,实现对系统内硬件、软件和各种外部设备进行故障诊断和报警。利用报警提示,及时排除故障;利用容错技术,对重要部件采用“冗余”设计,以实现故障自恢复;利用各种测试、监控技术,当生产超程、刀具损坏、干扰、断电等各种意外发生时,自动进行相应的保护。

5. 计算机辅助设计/计算机辅助制造(CAD/CAM)图形交互式自动编程

CAD/CAM 图形交互式自动编程已得到较多应用这是数控技术发展的新趋势。它是利用 CAD 绘制的零件加工图样,再经计算机内的刀具轨迹数据进行计算和后置处理,从而自动生成 NC 零件加工程序,以实现 CAD 与 CAM 的集成。计算机集成制造系统(CIMS)技术的发展,当前又出现了 CAD/CAPP/CAM 集成的全自动编程方式,它与 CAD/CAM 系统编程的最大区别是其编程所需加工工艺参数不必由人工参与,直接从系统内的计算机辅助工艺规程设计由(CAPP)数据库获取。

6. 工序集约化

工序集约化是指在一台机床上能加工完毕一个零件的所有工序,通常也称为复合加工或完整加工(complete machining),五面体镗铣加工中心就是其中典型的例子。德国 Index 公司的最新推出的车削加工中心就能够完成车削、铣削、钻削、滚齿、磨削、激光热