

WEIJI

SHUKONGXITONG

微机数控系统

黄大贵



电子科技大学出版社

293893

[川]新登字 016 号

微机数控系统

黄大贵

*

电子科技大学出版社出版

(四川成都建设北路二段四号 邮编 610054)

成都理工学院印刷厂印刷

四川省新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 25.375 字数 586 千字

版次 1996 年 11 月第一版 印次 1996 年 11 月第一次印刷

印数 1—3000 册

ISBN 7-81043-642-2/TP·248

定价:25.00 元

内 容 简 介

本书系高等院校电子机械类专业的教学用书。本书共有九章,用机电一体化观点,对微机数控系统的智能、动力、结构、运动及感知等组成要素进行阐述。其中第一章是全书概要与机电一体化方法概述;第二章简介了数控技术的基本概念;第三、四章着重讲述了微型计算机数控装置的软、硬件组成原理以及位置命令生成及插补原理,是本书的一个重点;第五章介绍了伺服系统的控制方法;第六、七、八章分别介绍了 CNC 系统中的运动、动力、感知、结构组成要素;第九章叙述了经济型数控系统、机床数控改造的应用实例,具有示范性、实用性。

本书结构新颖,特色鲜明,取材先进、技术综合性强,机电融合与集成,且也通俗易懂,是机械电子工程专业的教材,也可供从事机电一体化的科研、工程技术人员参考。

前 言

本书为高等院校电子机械类学生教学用书,也可供从事微机数控系统及数控技术的科研及工程技术人员参考。

本书用机电一体化的系统观点,以微机数控系统作研究对象,以智能、动力、结构、运动及感知为组成要素,分别予以阐述,并着重叙述了数控系统的命令生成及插补原理、执行器、驱动器及伺服系统、检测传感器及反馈系统等方面的 CNC 系统以及数控技术的有关内容。并有 CNC 系统的典型应用实例。每章有复习题,可供复习与思考。

本书由电子科技大学黄大贵编写。编写过程中得到西安交通大学林其骏教授的指导与帮助,书中有些材料取自于林其骏教授主编的教材,在此致以衷心感谢。本书的如期出版,还要感谢电子科技大学出版社的大力支持、成都理工学院激光照排中心、印刷厂的积极配合。书中不少绘图工作由电子科技大学蔡智老师协助完成,研究生谢伟、武好明也协助作了工作,在此一并表示诚挚谢意。

“微机数控系统”已由全国工科电子信息类,电子机械专业教学指导委员会审定“九五”电子工业部部级重点规划教材。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点与错误,殷切希望读者批评指正,以利进一步提高教材质量。

编 者
1996 年 8 月

目 录

第一章 引论	(1)
§ 1-1 概述	(1)
§ 1-2 MNC 系统分类及用途	(3)
§ 1-3 CNC、MNC 与 INC 相关技术及其发展	(13)
复习题	(34)
第二章 数控加工的程序编制	(36)
§ 2-1 数控加工程序编制的基本概念	(36)
§ 2-2 数控机床的坐标系	(49)
§ 2-3 微机数控中 G 指令编程说明	(53)
§ 2-4 手工编程	(60)
§ 2-5 计算机数控自动编程与数控语言	(68)
复习题	(74)
第三章 CNC 系统中的计算机	(76)
§ 3-1 概述	(76)
§ 3-2 CNC 系统中计算机的组成原理	(80)
§ 3-3 MNC 计算机的实现方法	(88)
§ 3-4 CNC 系统中典型的控制计算机	(113)
§ 3-5 一种用于 CNC 的多微机控制系统	(134)
§ 3-6 可编程序控制器与 CNC 系统接口	(137)
§ 3-7 CNC 系统控制软件	(156)
§ 3-8 CNC 系统的模块组成	(163)
复习题	(174)
第四章 CNC 系统的控制命令生成与插补技术	(176)
§ 4-1 引言	(176)
§ 4-2 逐点比较法插补原理	(176)
§ 4-3 数字积分法插补原理	(185)
§ 4-4 扩展数字积分法与时间分割法	(193)
§ 4-5 进给速度的控制方法	(198)
§ 4-6 时间分割法插补原理在开环 CNC 系统中的应用示例	(202)
§ 4-7 点位控制命令的生成	(205)
§ 4-8 样条函数产生同步运动命令	(211)
复习题	(217)

第五章 CNC 系统中进给伺服系统	(219)
§ 5-1 进给伺服系统的概述	(219)
§ 5-2 进给伺服系统分析	(222)
§ 5-3 脉冲比较的进给伺服系统	(229)
§ 5-4 相位比较的进给伺服系统	(234)
§ 5-5 幅值比较的进给伺服系统	(240)
§ 5-6 数据采样式进给伺服系统	(247)
复习题	(251)
第六章 伺服系统中的感知组成要素及其应用	(254)
§ 6-1 伺服系统中感知组成要素的概述	(254)
§ 6-2 感应同步器	(255)
§ 6-3 光栅传感器	(263)
§ 6-4 磁栅	(273)
§ 6-5 脉冲发生器	(277)
复习题	(283)
第七章 伺服系统中运动与动力组成要素	(284)
§ 7-1 步进电动机及其驱动控制装置	(285)
§ 7-2 进给直流伺服电动机及其速度控制单元	(304)
§ 7-3 进给交流伺服电动机及其速度控制单元	(318)
§ 7-4 主轴交流电动机及其控制单元简介	(330)
复习题	(332)
第八章 CNC 机床的结构组成要素	(334)
§ 8-1 CNC 机床各结构组成要素概述	(336)
§ 8-2 进给系统的机械传动机构	(339)
§ 8-3 CNC 机床的导轨	(350)
§ 8-4 CNC 机床的精度	(359)
§ 8-5 定位误差补偿原理和方法	(371)
§ 8-6 数控机床的工作精度	(375)
复习题	(379)
第九章 CNC 系统的应用示例	(381)
§ 9-1 五维插补数控加工透平叶轮的 MNC 铣床	(381)
§ 9-2 苏制 IM532 3.4 米立车左刀架数控化改造	(385)
参考文献	(399)

第一章 引 论

§ 1-1 概 述

随着科技的进步,数字控制技术、数控系统得到飞速发展。机床的微机数控系就是这些机电一体化技术最具代表性的系统。所谓微机数控系统是由微型计算机系统承担数控中的命令发生器与控制器的数控系统。计算机接收的位置运动的指令,将其生成各坐标轴的位置命令并实时输出给各坐标轴的控制器,控制器按控制策略控制各轴伺服系统,使驱动器驱动执行机构,带动机器的各坐标轴按给定命令运动。因而,数控机床是典型的机电一体化产品。它综合运用了自动控制、微型计算机、精密检测、伺服驱动与精密机械等多种技术,是现代制造系统与技术的必需基础设备,它已充分显示了强大生命力和广阔的应用前景。

一、微机数控系统是数控机床的核心

微机数控(MNC)机床由 MNC 系统与机床两部分组成,数控机床一般由计算机系统、伺服系统和机械主体等部分组成。从结构上,若分得细一些,计算机系统将主要包含 CPU、存储器与 I/O 接口部分,完成输入与输出以及系统的命令发生与实时控制等任务,伺服系统主要包含驱动器、执行器与检测传感器。由微型计算机系统与伺服系统组成微机数控系统,所以微机数控系统是 MNC 机床的核心。

二、数控机床是发展现代机械制造技术必需的基础设备

随着科学技术的发展和社会经济的进步,人们对机械制造技术提出了许多新的和更高的要求,例如:

(1)为了提高机电产品的性能质量,发展高新技术,现在有越来越多的零件要求机械加工的精度越来越高,形状也越来越复杂。如液浮陀螺球面的球度要求为 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$;空对空导弹的红外接收器的非球面反射镜的形状误差为 $0.1 \sim 0.3 \mu\text{m}$;激光打印机的平面反射镜和录像机磁头的平面度要求为 $0.04 \mu\text{m}$,粗糙度为 $0.02 \mu\text{m}$;高精度轴承的滚动体圆度要求小于 $0.5 \mu\text{m}$;轿车气缸体的缸孔和连杆两端的圆孔的圆柱度要求也在 $1 \mu\text{m}$ 之内。为了提高效率,减少阻力和降低噪声,飞机的螺旋桨,涡轮发动机的叶片,潜水艇的推进器等都具有极其复杂的空间曲面;现代汽车发动机的活塞也不是圆柱形,而是要求具有椭圆腰鼓形的;为了减轻重量而保证具有足够的结构刚度,飞机的大梁机架、发动机壳体和泵、阀体等,都是由整块原材料铣去多余部分加工而成;为了美观和节材,轿车、家电等许多产品零件的模具形状也是非常复杂的,精度要求也很高。所有这些就要求制造技术必需具有实现高精度和稳定地加工复杂形状零件表面的能力。

(2)由于科技日新月异的发展,机电产品的升级、换代加快,用户的需求日趋多样化和个性化,加上世界变得比以前开放、市场竞争愈来愈激烈。机械制造的企业要生存,要发展,光能按设计要求制造出产品就不够了,企业必须具有对市场需求变化有非常快速的应变能力,即以最快的速度进行产品生产调整,推出市场上适销对路的产品,并以最具竞争力的取得更多的利润。这就要求企业的制造技术必需具有尽可能大的柔性(灵活性),以根据市场需求的变化快速调整自己的产品生产,提高企业的竞争能力。

(3)随着生产经济的发展,人们物质文化生活的水平提高了,人们对劳动的时间和条件提出了更高的要求。如要求减少工作日(已普遍实行每周五天工作制),缩短劳动时间(要求每天只工作 6~7h),非但不愿干重活、累活,也不愿在节假日加班和上夜班,而且还要求工作轻松,环境舒适等。为了满足人们的愿望,达到“歇人不歇马”,充分利用设备的目的,这又要求现代制造技术必需能高度自动化,以便能在较长的时间(24h 乃至 72h 或更长的时间)内实现“无人”或少人参与的安全生产。

(4)由于制造自动化技术的发展和应用,在过去的 20~30 年里,生产过程中的体力劳动已得到很大的解放,然而脑力劳动,还在一定程度上阻碍着生产过程的进一步缩短和取得更大效益,比如,现在生产过程中所出现的许多问题还得有专家亲自参与才能解决。为了不受专家条件的限制和生产过程更好的优化,现在人们已在酝酿和提高发展智能化的制造技术(IMT)和智能化的制造系统(IMS)的计划。因此,智能化便是对现代制造技术的又一个新的要求。

所有上述的对现代机械制造技术的要求,显然普通机床和刚性自动化设备,都是不可能综合地满足的,只有现代的数控机床才能担此重任。因为数控机床是电子技术、信息技术和机床技术相结合的产物,其本质上是“数据驱动”和软件控制的自动化设备,并且正朝着“知识驱动”的智能化发展。与传统的普通机床比,现代数控机床有许多优点和特点。最大的特点是加工复杂的零件不要求专门的工夹具,生产准备周期短;加工过程所需的运动和动作,包括切削速度和进给量的改变,刀具的更换和补偿,工件的上、下和装夹,润滑油和冷却液的供给等,全部可以编入程序并按程序执行,不需人的参与;定位误差,刀具误差,环境温度变化和重力变形带来的误差等,均可以通过专门设定的模型进行补偿,还可以通过数控系统赋予数控机床其他功能,如检测监控功能,诊断功能,自动编程功能等。这就意味着现代数控机床具有较高的加工精度和效率,更高的柔性自动化程度,更易于集成为具有更好综合性能的制造单元和制造系统,并向智能化发展,事实上,现代数控机床已发展成各种加工中心(如车削中心,磨削中心,电加工中心和冲压中心等)并在此基础上发展了柔性加工单元(FMC)和柔性制造系统(FMS)且获得了广泛的应用,并依靠共用数据库与网络这两大支撑系统,现正进一步与工厂的技术信息系统(CAD/CAPP/CAM)及管理信息系统(MIS)联结,使物流和信息流集成为 CMIS。这些设备和系统基本上都满足了现代机械制造技术的要求。所以说,数控机床是发展现代化机械制造技术所必需的基础设备。它不仅开辟了机械制造柔性自动化的新纪元,而且它的普及应用将会引起机械制造工艺装备的革命,并从而导致机械工业的生产方式、管理体制,产品结构,产业结构和劳动方式的改变。

§ 1-2 MNC 系统分类及用途

数控技术的发展是随着电子技术、计算技术、自动控制技术及精密测量技术的迅速发展而发展起来的,并广泛应用于各种机械加工机床,各种生产自动线以及各种专用生产机械(如线切割机、绕线机、SMT 电子设备、上胶机、贴片机、火焰切割机、绘图机和坐标测量机等)。数控装置自它诞生以来,几经演变,从低级的硬布线常规数控装置到目前应用的微机数控装置,品种繁多。但就其结构形式、工作方式和实现的功能而言,大致可按下列原则进行分类。

一、按控制轨迹分类

1. 点位控制系统

这类控制系统的特点是:只要求保证点与点之间的准确定位,即只控制行程的终点坐标值,而对点与点之间刀具所移动的轨迹不加控制。在移动过程中,刀具也不进行切削。采用这类控制系统的机床有钻床、冲床、坐标镗床、SMT 电子设备等。

2. 直线控制系统

这类控制系统的特点是:除了控制点与点之间的准确定位外,还要保证刀具在被控制的两点之间的运动轨迹是一条直线,且在运动过程中,刀具按给定的进给速度进行切削。采用这类控制系统的机床有加工中心机床、车床、铣床和磨床等。

3. 连续控制系统

这类控制系统的特点是:实现点与点之间的各种复杂运动轨迹的控制,如直线、圆弧、二次曲线和高次曲线。并保证对给定的零件尺寸和轮廓进行连续加工控制,所以又称为轮廓控制,这就要求数控装置能够对两个或两个以上的坐标方向实现严格的连续控制,并准确地保持每个坐标的行程控制和速度控制之间的关系。在这类控制系统中,计算机根据基本的输入数据(如直线的终点坐标,圆弧的起点坐标,圆心坐标和半径等),一边进行插补运算,一边发现各坐标方向的控制命令,使刀具按照给定的轨迹(直线或曲线),对工件表面进行连续切削,将整个工件的表面轮廓加工出来。目前,大多数的机械加工设备,如车床、铣床、磨床、加工中心、齿轮专用机床和其他专用机械设备(切割机、绘图机、测量机等)均采用这类控制系统。

二、按控制方式分类

这一分类原则,主要根据对被控制对象有无反馈控制这一点来确定。所谓反馈控制是指在被控制对象上装设测量装置,对其运动部件的实际位移量进行检测,并将其反馈给计算机,通过比较得出误差信号,再去控制被控对象的运动,直到实际位移量与程序给定值相符为止。根据控制功能和控制精度的要求不同,目前广泛采用的有以下三种系统:

1. 开环控制系统

如图 1-1,在这种系统中,没有检测装置,因此,也没有反馈信号。计算机根据输入数据,

经过运算给出控制量(即指令值,一般用输出脉冲量表示),通过伺服机构驱动被控对象的工作台沿一定方向移动,移动的距离由指令值确定。由于工作台实际位移量与指令值不进行比较,其定位精度就取决于伺服机构、机械传动机构(如丝杆)和机床本身的精度。开环控制的优点是系统结构简单,系统稳定性能够保证,调试和维修方便,且易于掌握使用,造价低。缺点是控制精度较差,对进一步提高定位精度受到限制。在一些精度要求不太高的场合,开环控制系统是一个很实用的系统,特别是在高精度的步进电机作为伺服元件的开环系统中,得到非常广泛的应用,特别是随着混合式步进电机的应用,恒流斩波、PWM 等新技术及微步驱动、超微步驱动技术,使得步进伺服的高频出力与低频振荡得到极大改善,它的应用前景更加广阔。

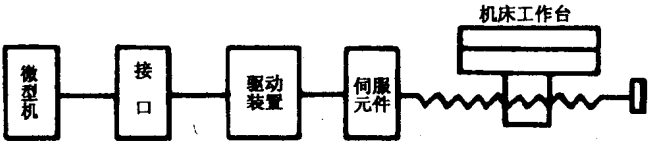


图 1-1 开环控制系统

2. 半闭环控制系统

在这种系统中,是通过测量齿轮传动机构的转角或者滚珠丝杠的转角推算出工作台的位移量,将此位移量与指令值相比较,得到误差信号并用此误差去控制工作台的运动,直到误差为零为止。由于反馈量取自转角,而不是工作台的实际位移,亦即机床工作台未包括在反馈环内,因而称为半闭环控制系统,该系统由于排除了惯量很大的机床部分,使得系统的稳定性得以保证,且结构较简单,调试和维护也易于掌握。该系统的控制精度和机床的定位精度比开环系统高,但由于未消除机床工作台部分的误差,比起全闭环系统又低。该系统如图 1-2 所示。

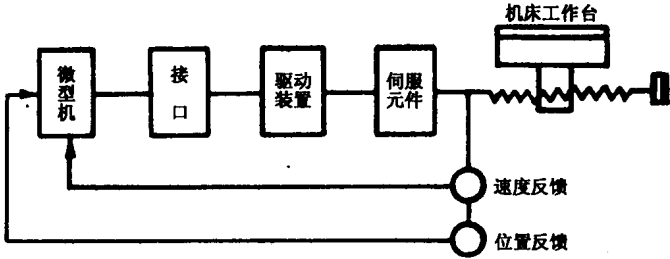


图 1-2 半闭环控制系统

3. 闭环控制系统

在该系统中,检测装置直接对工作台的实际位移量进行检测。因为把机床工作台纳入了

控制环,故称闭环控制系统。工作台的实际位移量与指令值相比较后形成的误差信号作为控制量去控制工作台的运动,直到误差为零为止。整个系统可以消除包括机床工作台在内的误差,因而定位精度高,调节速度快。但由于机床工作台惯量大,对系统的稳定性会带来不利影响,使调试、维修困难,且系统复杂和成本高,故一般在精度要求很高的机床中才采用这种系统,如铣床、坐标镗床等。系统结构见图 1-3。

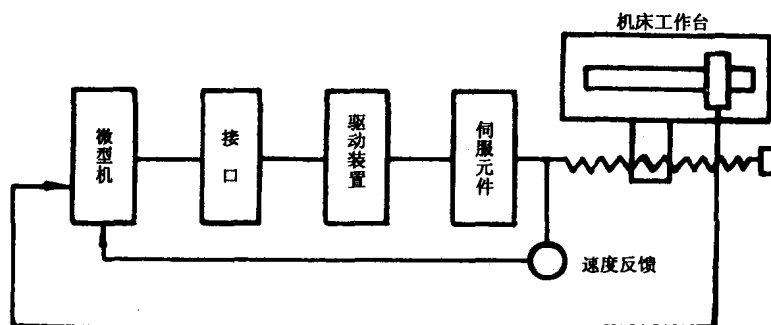


图 1-3 闭环控制系统

三、多功能与经济型数控系统

多功能机床的微机数控系统功能比较齐全,适用于功率较大、动作较多、运动较复杂、定位精度较高的大、中型数控机床。这种数控系统虽然功能丰富,但配置这种系统的数控机床价格昂贵。我国一般中、小企业购买困难,而有些机床厂生产的经济型数控机床却很受用户欢迎。这些数控机床就是在通用机床的基础上,对机械部分作必要的改进,配上经济型数控系统,使具备必要的数控功能。

经济型数控机床,一般采用控制较简单、成本较低的功率步进电机伺服系统。步进伺服驱动从高低压切换控制,逐步经历了高低压恒流斩波及 PWM(脉宽调制)的调频调压直到恒流斩波、PWM 及细分驱动,正在朝着集恒力矩、PWM 及微步驱动一体的智能控制驱动发展。随着计算机技术的飞速发展,已出现对一个步进电机驱动采用 8051 或 8098 单片机的控制,其伺服性能将能与交直流伺服系统媲美,并以其极佳的性能价格比而得到广泛应用。为了提高加工精度,防止失步,较高性能的经济型数控机床在滚珠丝杆端部装有回转编码器,或者在机床工作台上装有直线编码器进行反馈补偿。计算机的 CPU 一般采用 8051 系列单片机或工控机以增加抗干扰能力和提高工作的可靠性。

经济型数控系统在我国发展很快,应用面也很广,这是我国很有特色的数控系统。

四、适应控制系统

1. 概述

前述的闭环控制系统,主要是监控机床和刀具的相对位置或移动轨迹的精度。机床根据

事先编好的加工程序运动。在编程时无法考虑在实际加工时出现的一些其他因素,如工件加工余量的一致,工件材质的不均匀,刀具的磨损情况,切削力的变化等对加工过程产生影响。因此,加工过程往往不是处于最佳状态。为了提高切削效率和加工精度,机床的数控系统最好能在加工条件下改变机床的切削用量,以适应任一瞬时实际发生的加工情况。这种控制方法称之为适应控制(Adaptive Control,简称AC)。

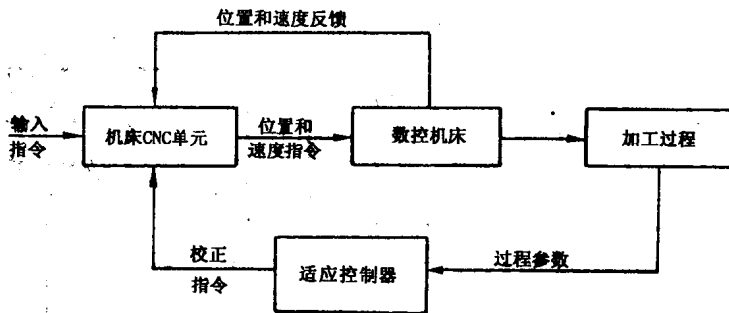


图 1-4 适应控制

由图 1-4 可知,适应控制与闭环控制的主要区别在于有一适应控制器,它的作用如下:通过装在机床上各个部位的传感器,将检测到的加工参数(如切削负载、刀具磨损量等)变化信息,送至适应控制器,与预先存储的有关信息进行分析比较,然后发现校正指令给机床,自动调整机床的有关参数。这样,机床就具备“适应”加工过程的能力,成为适应控制机床。

适应控制机床的优点为

(1) 提高切削效率 适应控制能在满足加工质量的前提下,充分利用机床和刀具的切削能力,在加工过程中修正机床的进给量和切削速度,提高单位时间内切除金属的体积量。

(2) 提高加工质量 主要是提高加工工件的尺寸精度、形状和位置精度以及表面质量。适应控制在切削加工中可对刀具磨损、机床-刀-工件系统的刚度和热变形进行监测,及时修正指令减少误差,提高加工质量。

(3) 降低成本 要降低成本,必须缩短单件加工时间和提高刀具寿命。但是,要减少单件加工时间,必须提高切削用量,从而减少刀具寿命。适应控制器能够计算出最佳工艺参数以控制机床,使单件加工成本为最低。

(4) 防止切削过载 适应控制系统在加工中通过各种检测装置,监视诸如切削扭矩、切削力、振动等过程参数,使它们在容许范围内,防止机床、刀具和工件由于过载而损坏。

(5) 简化编程 适应控制系统可根据实际的加工情况决定切削用量。此外,尚可自动决定快速和工作行程,减少空行程,决定最佳走刀次数等,使编程工作大为简化。

适应控制的分类方法很多,但总的说来可分为几何适应控制和工艺适应控制两大类。几何适应控制的目的在于保证达到预定的加工精度或表面质量。用监控机床几何参数的办法,自动校正机床或刀具造成的位置误差,以提高加工精度。这种控制主要用于测量机的测量控制系统或精密加工中。工艺适应控制主要是为了提高生产率或充分发挥机床性能,主要用于

粗加工或半精加工。

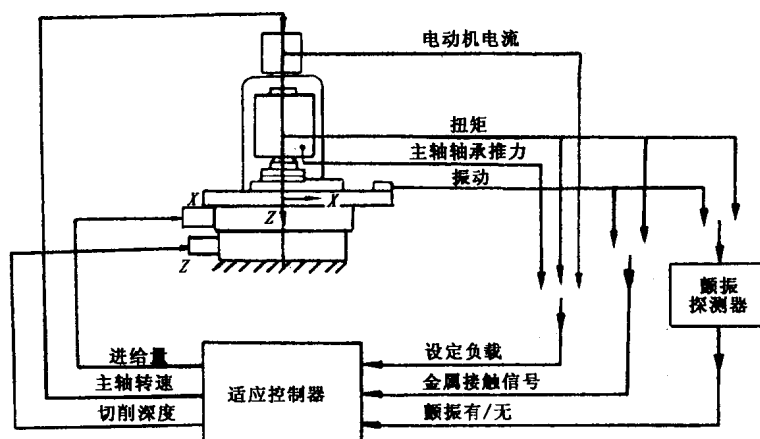


图 1-5 适应控制机床

2. 适应控制机床

图 1-5 为铣床的工艺适应系统框图。为了充分利用机床功率,或者使机床负载恒定而进行适应控制机床时,可利用传感器检测主轴电动机的电流、扭矩或主轴的轴向推力等作为过程参数,将信号输入适应控制器,经处理后,适应控制器发出指令,改变机床的切削用量,以达到上述的目的。

铣削工件时,往往会产生机床的自激振动(颤振)。使用检测振动的传感器,通过专门的颤振探测装置将信号输入适应控制器,当颤振发生时,自动改变切削用量,可有效地控制颤振。

五、直接数控系统

直接数控(Direct Numerical Control)系统,可以理解为用一台计算机直接控制一群机床。直接数控系统,可简称为 DNC 系统,又称为群控系统。

中、小批量生产的工厂中,越来越多地使用数控机床。这些工厂中,加工零件种类多,更换频繁,使得穿孔带的保管、分发和使用很不方便,因此,产生了 DNC 系统。这种系统将几台数控机床的 NC 数据,用一台计算机来集中管理,并由它将控制信息输入数控机床。

根据机床群联系方式的不同,DNC 系统可分为以下三种类型:

1. 间接型 DNC 系统

间接型 DNC 系统是将已有的单台数控机床,配上主计算机联接而成的系统。主计算机通过接口装置,绕开原有的读带机,将加工程序分别送到机床群中的每台数控机床。数控机床也可将执行情况,通过接口装置及时通知主计算机。

间接型 DNC 系统内的数控机床,仍保留原有功能,它可以脱离系统而独立操作。

2. 直接型 DNC 系统

直接型 DNC 系统内的数控机床,简化了数控装置,只有由伺服驱动电路和操作面板组成的机床控制器,原来一般数控装置中的插补运算等功能,全部集中由主计算机完成。这种系统内的数控机床不能脱离主计算机而单独工作。

DNC 系统,除了以分时方式控制一群机床加工工件外,还可与生产计划管理等结合在一起,需要较大容量的计算机,软件的编制也较复杂,系统的成本较高,这就限制了它的应用。

3. 分布式 DNC 系统

为了克服上述缺点,近年来出现一种新的直接数控系统,称为分布式数控系统 (Distribute Numerical Control System),它的框图如图 1-6 所示。这种系统使用计算机网络,协调各个 CNC 机床工作。最终可将该系统的主计算机与整个工厂的计算机联成网络,以形成一个较大的、完整的制造系统。

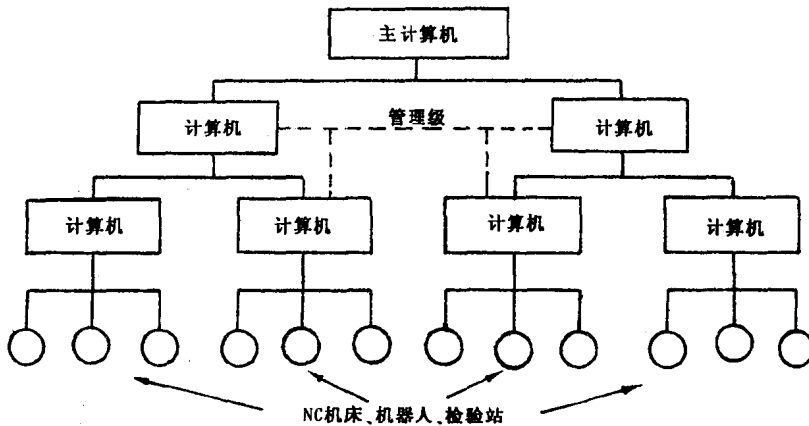


图 1-6 分布式数控系统

六、微机数控系统在金属切削机床中的应用

数控技术在金属切削机床上应用最多。除了在通用机床上实现数控化外,随着生产技术的发展,还出现了在一台机床上能完成多种加工的数控机床,提高了生产率和加工精度。

根据数控机床用途的不同,大致可分为以下几类:

1. 普通数控机床

这类数控机床的主要性能和结构与相应的通用机床类似,但数控化后增加了自动化程度,功能有所扩展,结构也有所改进。属于这类的数控机床有:

(1) 数控车床 数控车床主要用于轴类和盘类回转体的加工。利用数控系统上的插补器可加工有曲面的回转体工件。此外,还可自动选择主轴转速和转塔刀具上的刀具。

(2) 数控铣床 数控铣床主要用于较复杂的平面、曲面和壳体类零件的加工,如各种模

具、样板、凸轮和箱体等。这类铣床的数控系统可实现三轴联动,因而可加工立体曲面等零件。较简单的也有 $2\frac{1}{2}$,其中两轴完成运动轨迹的控制,第三轴作逐行进刀(点位控制),不能同时与其他轴联动。

(3) 数控钻床 数控钻床适用于以钻孔为主的工序加工,例如印制电路板的钻孔等。它能自动按程序规定的孔坐标进行钻孔。主轴的进刀和退刀运动一般也由程序控制。

(4) 数控磨床 数控磨床主要用于多品种、小批量零件的自动加工,其中有数控外圆磨床、数控平面磨床和数控坐标磨床等。有的磨床还配备有数控成形砂轮修整器,以磨削成形工件,提高精度和生产率。

(5) 数控齿轮机床 数控齿轮机床用来加工渐开线齿轮、摆线齿轮以及有特殊要求的齿状零件。主要有数控插齿机、数控滚齿机和数控磨齿机等。

2. 加工中心

有些复杂的零件,加工工序较多,希望能在工件一次装夹中进行自动换刀,以进行诸如镗孔、钻孔、攻螺纹等加工。以保证加工表面的相对位置。这类零件可在加工中心上加工。加工中心主要有两类:一类是在镗铣床基础上发展起来的,称为铣削加工中心;另一类是在车床基础上发展起来的,称为车削中心。

(1) 铣削加工中心 铣削加工中心主要用于箱体零件和成形曲面如模具,螺旋桨等的加工。为了加工复杂曲面,需采用高档 CNC 系统以实现 3~5 坐标轴的联动。

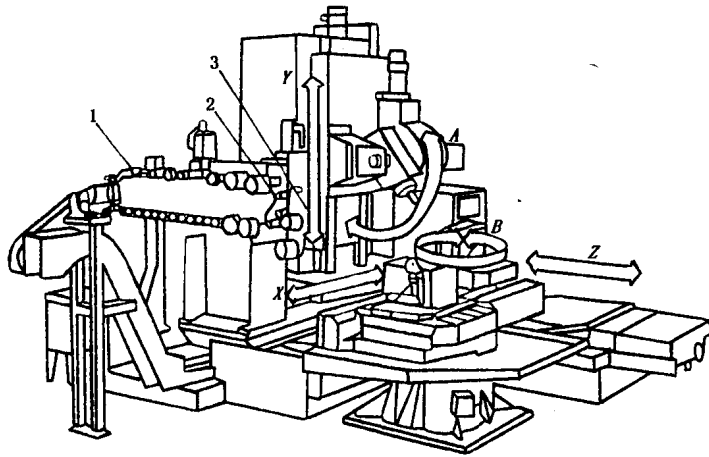


图 1-7 五坐标铣削加工中心

1—刀库 2—刀具 3—机械手

图 1-7 为五坐标铣削加工中心。由图可见,这类加工除了有沿 X、Y、Z 轴三个方向的移动外,还有刀具绕 X 轴回转运动 A 和工件绕 Y 轴回转运动 B,这种铣削加工中心还备有刀库 1,刀库中备有几十把各种刀具 2,刀具上有可供识别的编码,根据加工程序的规定,利用机械手 3 自动交换所需刀具。为了减少装卸工件的辅助时间,有的较大型的铣削加工采用可交

换工作台。此工作台还可通过传送运输机构送到下道工序的机床上。

(2) 车削加工中心 车削加工中心主要用于加工轴类零件。这类加工中心的主轴也可以进行伺服控制,即所谓C轴控制。所以除了进行车削加工外,还可在零件的端面和圆周上进行钻削、铣削和攻螺纹等加工。也可以在端面上铣出曲面或在圆柱面上铣出凸轮槽。

这类加工中心也设有刀库,配置相应的带动力的或不带动力的刀具。一般可使用机械手上、卸料。

在加工中心这类的现代数控机床上,都配有较高档的数控系统。除了联动控制的坐标轴较多外,尚具有各种补偿功能,减少加工误差。同时有的系统还具备自动编程系统,以提高编程速度。

七、微机数控系统在电加工机床中的应用

电加工机床是利用电极间脉冲放电时,电火花的腐蚀作用来加工工件的。电火花放电时,火花通道中瞬时产生大量的热,足以使电极表面的金属局部熔化(甚至汽化)蒸发而被蚀除掉,使被加工零件获得各种形状,达到加工的尺寸精度、表面粗糙度和生产率的要求。这类机床主要用来加工模具、难加工材料等。

数控电加工机床主要有两类:数控电火花成形机床和数控线切割机床。

1. 数控电火花成形机床

图 1-8 所示为数控电火花加工的原理图。工件固定在工作台上,工具电极固定在主轴头上。在数控系统的伺服控制下,使工具电极与工件之间维持一个可发生火花放电的间隙。脉冲电源发出频率较高的单向脉冲电流以产生电火花。通过火花放电对工件的腐蚀作用,在工件上加工出形状近似于工具电极的型腔。图中的工作液循环过滤系统则可保证在清洁的液体介质中产生电火花作用。

数控系统除了对主轴头的运动轨迹进行控制外,还可对电火花加工过程进行适应控制。数控系统对加工过程中检测出的信号进行识别和处理。例如,系统可根据加工间隙状态随时修改脉冲电源输出的电参数,使之达到最佳的加工过程。此外,还具有自诊断功能,对异常现象进行报警等功能。

2. 数控线切割机床

图 1-9 所示为数控线切割机床工作原理图。工件固定在工作台上,工件台由数控系统进行伺服控制实现所需的运动轨迹。电极丝沿导轮运动。电极丝和工件

之间保持适当间隙。脉冲电源发出频率较高的脉冲电流产生电火花。在电火花的腐蚀作用下,加工出各种形状要求的工件来。其他部分的作用与电火花成形机床类似。

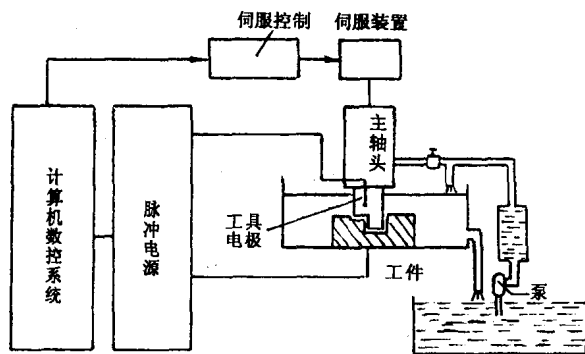


图 1-8 数控电火花成形机床

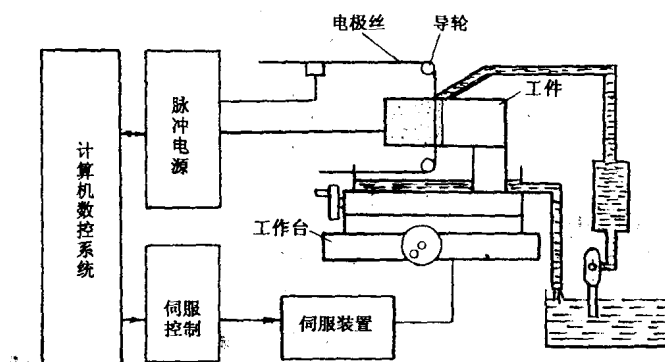


图 1-9 数控线切割机床示意图

与数控电火花成形机床一样。数控系统除了能够对工作台进行精密位置控制外,尚可对电极丝位置进行自动校正、自动对位以及对脉冲电源的电参数、电极丝的张力等进行适应控制,以提高加工质量和生产率。

八、微机数控系统在工业机器人中的应用

工业机器人(Industrial Robot)是一种能模拟人的手、腕和臂等部分动作,按照预定的运动轨迹、动作等要求编成程序,使工业机器人实现抓取、搬运工件或操纵工具的自动化装置。工业机器人可以在改善劳动条件、保证生产安全、提高产品质量和生产率方面起重要作用。它主要用在机器制造业的生产线上的装卸料和装配等方面,以及在诸如喷漆、喷砂、焊接等恶劣的劳动环境下进行工作,甚至在人类无法进入的环境(如深水作业、对放射性物质的操作、太空作业等)下进行工作。发展工业机器人对国民经济和科学研究有重要作用。

图 1-10 所示为一工业机器人系统。它由执行机构、动力部分和控制部分等组成。

1. 执行机构

执行机构由机械结构、驱动装置等组成,能模仿人臂的动作,如肩膀的转动、手臂的摆动、肘部的伸缩、腕关节的仰俯和摇摆等。如果装上爪部就可以抓握工具和物件。

图 1-10 中所示的是固定底座的工业机器人。如果装上专门的行走机构,如导轨、滚轮等,就可以自动地移动,扩大工业机器人的活动范围。

执行机构可以由液压、气动或伺服电动机等驱动。

2. 动力部分

动力部分向执行机构的驱动装置提供动力,使执行机构在驱动元件的作用下实现动作。

3. 控制部分

控制部分由微机数控系统构成,是工业机器人的指挥系统,它控制机器人按规定的程序运动,并可记忆各种指令信息(如动作顺序、运动轨迹、运动速度等),向各驱动装置发出指令,使工业机器人完成规定的动作。必要时还可对工业机器人的动作进行监视,当该动作出