

机床数控技术

机床数控技术

邵俊鹏 董玉红 主编

哈尔滨工业大学出版社

TC659
32

版社

机 床 数 控 技 术

主 编 邵俊鹏 董玉红
副主编 隋秀凜 王 达 王广怀
主 审 孔庆华

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书由浅入深地讲述 NC 机床、CNC 机床的基本数控原理,主要内容包括数控机床(NC 机床)的程序编制,连续切削控制系统的插补原理,闭环数控系统的检测装置,数控机床的常见伺服系统。在此基础上,讲述计算机数控装置(CNC 装置)的基本概念、特点及软硬件结构。本书最后以 TC-30 卧式数控加工中心和 TND 360 型数控车床为例,具体地介绍数控机床的组成、技术参数、加工特点和程序编制。

本书既可作为大中专院校机电专业或机械专业的教材,也可供有关工程技术人员参考使用。

2P40/28
24

机 床 数 控 技 术

Jichuang Shukongjishu

邵俊鹏 董玉红 主编

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行

肇东市粮食印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 12 字数 274 千字

1996 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 3 次印刷

印数 10 001 ~ 15 000

ISBN 7-5603-1101-6/TH·50 定价 13.80 元

前 言

数控机床从产生至今已有四十多年的历史。由于它具有高柔性、高效率、高精度等优点,已成为机床的发展方向。近几年,我国自行设计制造了相当数量的数控机床。数控机床被广泛地应用在各种机械加工中以取代原始的手动机床,这就要求机械工程技术人員掌握有关机床数控方面的知识,以便更好地推广和使用数控机床。为此,我们编写了这本数控机床教材。

本书主要讲述数控机床的基本原理,共分七章。前五章主要讲述机床数控的基础知识,包括程序编制、插补原理、检测装置和伺服系统等;第六章讲述计算机数控装置;第七章讲述两种数控机床加工的实例。

本书主要作为大中专机电专业的数控机床课选修教材和工程技术人员短期培训教材,也可供有关科技人员参考使用。

本书由邵俊鹏和董玉红主编,其中第一章和第四章由王达编写,第二章和第三章由董玉红编写,第五章由邵俊鹏编写,第六章及习题由王广怀编写,第七章由隋秀凜编写。全书由孔庆华主审。

由于编者水平有限,书中一定会有疏漏之处,恳切地希望读者予以指正。

编 者

1995年6月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 数控机床的产生及特点.....	(1)
第二节 数控机床的组成与分类.....	(3)
第三节 数控机床的发展.....	(8)
本章小结	(12)
思考题与习题	(12)
第二章 数控机床的程序编制	(13)
第一节 数控机床编程概述	(13)
第二节 有关编程代码及格式	(16)
第三节 手工编程实例	(25)
第四节 自动编程简介	(31)
本章小结	(37)
思考题与习题	(37)
第三章 数控插补原理	(38)
第一节 概述	(38)
第二节 数字脉冲乘法器	(41)
第三节 逐点比较法	(46)
第四节 数字积分法	(56)
第五节 其他插补方法简介	(67)
本章小结	(70)
思考题与习题	(71)
第四章 伺服系统的检测装置	(72)
第一节 旋转变压器	(72)
第二节 感应同步器	(75)
第三节 光栅	(80)
第四节 磁栅	(85)
第五节 光电盘和编码盘	(88)
本章小结	(92)
思考题与习题	(92)
第五章 数控机床的伺服系统	(93)
第一节 概述	(93)
第二节 步进式伺服系统	(94)
第三节 鉴相式伺服系统.....	(105)

第四节 数字比较式伺服系统.....	(115)
本章小结.....	(120)
思考题与习题.....	(121)
第六章 计算机数控装置(CNC 装置)	(122)
第一节 概述.....	(122)
第二节 CNC 装置硬件结构	(125)
第三节 CNC 装置软件结构特点	(131)
第四节 CNC 装置的插补原理及进给速度控制	(134)
第五节 输入数据处理及故障诊断.....	(138)
第六节 数控机床用可编程控制器.....	(145)
本章小结.....	(151)
思考题与习题.....	(151)
第七章 数控机床实例	(152)
第一节 TC-30 卧式加工中心.....	(152)
第二节 TND 360 型数控车床	(179)

第一章 绪 论

第一节 数控机床的产生及特点

一、数控机床的产生

科学技术的迅速发展,对机械产品提出了高精度、高复杂性的要求,而且产品改型频繁。这对机床设备不仅提出精度与效率的要求,而且也提出了通用性与灵活性的要求。特别是宇航、造船、武器生产等工业部门,需要加工的零件多具有精度高、形状复杂、批量小、经常变动等特点。使用普通机床加工这些零件,不仅劳动强度大、效率低,而且难以保证精度,有些零件甚至无法加工。

世界上第一台数字控制机床(简称数控机床)是为满足航空工业加工复杂零件的需要而产生的。1948年,美国巴森兹公司(Parsons Co.)在研制加工直升飞机叶片轮廓检查用样板的机床时,提出了数控机床的初步设想。后来,受空军委托与麻省理工学院(MIT)合作开始了将三坐标铣床数控化的研究工作。1952年,研制出了世界上第一台数控机床。这是一台直线插补连续控制的三坐标铣床,使用的是电子管元件。之后,经过改进与自动编程的研究,1955年进入实用阶段,投产了一百台类似产品。这些数控铣床在复杂的曲面零件加工中,发挥了很大的作用。

直到50年代末,由于价格和技术上的原因,数控机床的应用局限在航空工业中,品种也多为连续控制系统。到了60年代,由于晶体管的出现,数控系统提高了可靠性,而且价格开始下降。一些民用工业开始使用数控机床,其中多数是钻床、冲床等点位控制的机床。我国从1958年开始研制数控机床,在推广使用数控机床方面取得了一定的成绩。至80年代初,开始引进国外数控装置和伺服系统为国产主机配套。这使得我国数控机床在品种、数量和质量方面得到迅速发展。目前,我国已有几十家机床厂能够生产不同类型的数控机床和加工中心机床。与发达国家相比,我们虽然还有差距,但这种差距正在缩小。

二、数控机床的特点

数控机床的产生较好地解决了复杂、精密、小批多变的零件加工问题,是一种灵活、高效能的自动化机床。它与其它自动、半自动化机床相比,具有突出的优点。

仿型机床可实现对大批量、复杂零件的自动化加工。它借助靠模加工出较复杂的零件,具有一定灵活性,但靠模的制造、安装、调整需花费许多手工劳动。对批量很小,甚至单件零件为其制造靠模很不经济,同时靠模的制造精度直接决定零件的精度,因此不能满足一些高精度零件的加工要求。

程控机床可以对形状不太复杂的零件进行自动化加工。它不使用靠模,而用事先调整

好尺寸的挡块或凸轮来控制刀具对工件的相对运动,由行程开关发信号以控制机床按预先顺序动作切削。这种机床具有一定的通用性,但精度较差,加工准备时间长,使用不方便。

专用自动化机床及由它们组成的加工自动线可以对大批量零件进行自动化加工,加工效率高,但对单件小批量生产不宜使用这类“刚性”自动化设备。因为产品一旦改型就要重新对自动化设备进行调整,重新设计专用的工夹具。

数控机床可以把加工的要求、步骤和零件尺寸用代码化的数字表示,通过信息载体(如穿孔纸带)输入专用计算机,经处理计算,发出各种控制信号,控制机床的动作,实现刀具与工件间的相对运动,自动地将零件按图纸的要求加工出来。当被加工零件改变时,只要改用另一条信息载体纸带即可,不需要对机床做其它方面的改变和调整。

数控机床以其高精度、高效率且能适应小批量复杂零件的加工等特点,在机械加工领域中得到越来越广泛的应用。概括起来,使用数控机床具有以下优点:

1. 提高加工精度

数控机床具有较高的加工精度,一般在 $0.005\sim 0.100\text{ mm}$ 之间。更重要的是数控机床加工精度不受零件复杂程度的影响,同时用数控机床加工的零件精度不受操作者技术水平的影响,使同批零件加工的一致性较好,产品质量稳定。这是用一般普通机床加工零件无法保证和达到的。

2. 提高生产效率

使用数控机床加工零件,因对工夹具的要求降低,又免去了划线工作,可使加工准备时间大大缩短;在加工过程中,又有较高的重复精度,节省了对零件的检验时间;在零件改型时,只需更换纸带,节省了准备和调整时间。这些都提高了生产效率,一般可提高约 $3\sim 5$ 倍。如果使用能自动换刀的数控加工中心机床,可通过一次装夹,完成多道工序的连续加工,缩短半成品的周转时间,生产效率可提高 $5\sim 10$ 倍。

3. 减轻劳动强度,改善劳动条件

数控机床在输入纸带启动后,就能自动连续加工,直至工件加工完毕自动停车。这样就简化了工人的操作,对工人的加工技术水平要求降低了。同时,在加工过程中,工人的紧张程度也大为减轻。

4. 有利于生产管理

用数控机床加工零件,能准确地计划零件的加工工时,简化检验工作,减轻工夹具、半成品的管理工作,减少因误操作造成废品和损坏刀具的可能性。这些都利于生产管理水平的提高,可实现生产管理现代化。当然,要相应增加纸带的准备与管理工作。

5. 有利于产品的更新改型

用数控机床加工零件,在产品改型时只需重新制作信息载体或重新编制手动输入程序,就能实现对新零件的加工。它不同于传统的机床,不需要制造、更换工夹具和模具,更不需要重新调整机床。这就为单件、小批量生产以及试制新产品提供了极大的方便。

第二节 数控机床的组成与分类

一、数控机床的组成

数控机床一般由控制介质、数控装置、伺服机构和机床本体四部分组成。图 1-1 中粗实线所示的为开环控制的数控机床框图。为了提高机床的加工精度,在开环数控系统中再加上测量装置,如图 1-1 虚线所示,就构成了数控机床的闭环控制系统。开环系统的工作过程为:将机床工作台运动的位移量、位移速度、方向轨迹等参数通过控制介质输入给机床数控装置,数控装置根据这些参数指令计算得出进给脉冲序列(包含有上述各个参量),然后进给脉冲序列经伺服机构转换放大输出,控制工作台按所要求的速度、轨迹、方向和距离移动。若为闭环系统,则在输入指令值的同时,测量装置将工作台实际位置进行测量,反馈量与输入量在数控装置中进行比较。若有偏差,说明实际位移与给定位移有误差存在,则数控装置输出信号控制机床向着消除误差的方向移动。现将数控机床各组成部分的作用功能分述如下。

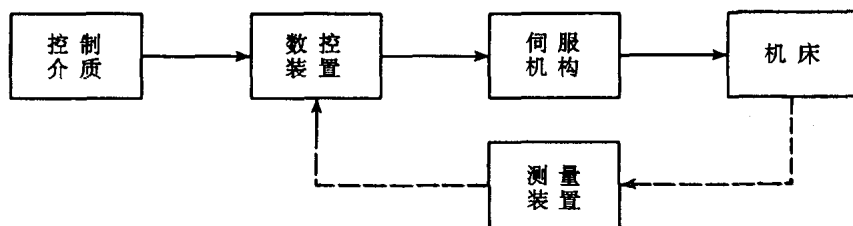


图 1-1 数控机床的组成

1. 控制介质

数控机床工作时,不需要工人去直接操作加工,但又必须执行人的意图。这就必须在人和数控机床之间建立某种联系,这种联系的中间媒介物称为控制介质,也可称为信息载体。在控制介质上存储着加工零件所需要的全部操作信息和刀具相对于工件的位移信息。控制介质可以是多种形式的,由数控装置的类型而定。常用的有穿孔带、穿孔卡和磁带等。目前数控机床常用的是八单位标准穿孔带。它可以制成为多种颜色的纸带、塑料带和金属带。实际中应用最广泛的是黑色纸带,它的尺寸如图 1-2 所示,每一行最多可有八个信息孔,且必须有一个 $\varnothing 1.17$ 的同步孔。

信息按规定的格式以代码的形式存储在纸带上。所谓代码,就是由一些小孔按一定规律排列的二进制图案。每一行代码可以表示一个十进制数或一个字母或一个符号。目前国际上使用的八单位代码有 EIA 代码和 ISO 代码。把穿孔带输入到数控装置的读带机,由读带机把穿孔带上的代码转换成数控装置可以识别和处理的电信号,并传送到数控装置中去。至此完成了指令信息的输入工作。

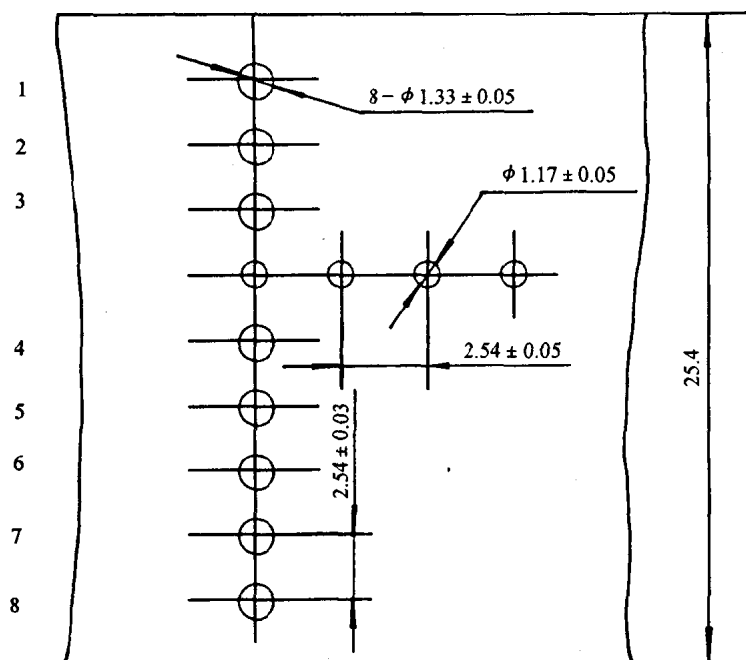


图 1-2 八单位标准穿孔带

2. 数控装置

数控装置是数控机床的中枢。普通数控机床的数控装置一般由输入装置、控制器、运算器和输出装置四部分组成,组成框图如图 1-3 中虚线框内所示。

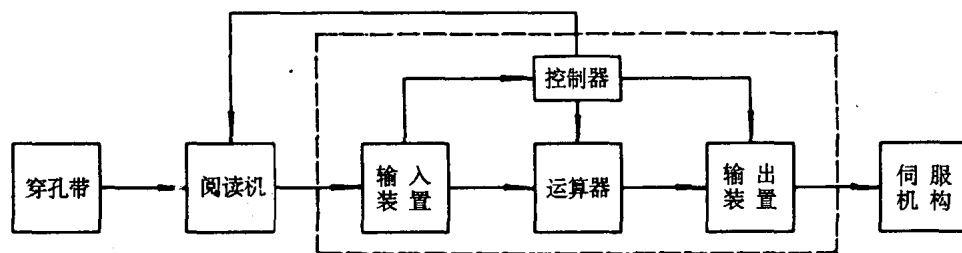


图 1-3 数控装置

输入装置接受阅读机输出的指令代码,经识别译码后分别送到各相应的寄存器。这些指令与数据将作为控制和运算的原始数据。

控制器接受输入装置的指令,根据指令控制运算器和输出装置,以实现机床的各种操作。作为被控对象的机床,受控动作概括为:主轴启停、转向、速度;进给坐标、进给方式、进给速度;刀具、刀具补偿和各种辅助操作。

运算器接受控制器指令,将输入装置送来的数据进行某种运算,并不断向输出装置送出运算结果,使伺服系统执行所要求的运动。

输出装置根据控制器的指令将运算器送来的计算结果输送到伺服系统,经功率放大,驱动相应的坐标轴,使机床完成刀具相对工件的运动。

以上介绍了数控装置各组成部分的作用。通常,我们把这种用专用计算机的硬件结构实现的数控装置称为硬线数控或硬联接数控。也可以用一台小型通用计算机或微型计算机来作为数控装置,我们把它称为软线数控或软联接数控。两种数控装置的工作原理基本相同,只是前者采用专用的硬件,而后者是使用通用的硬件加系统软件。

3. 伺服机构

伺服机构的作用是把来自数控装置的脉冲信号转换为机床移动部件的运动,使机床工作台精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动,最后加工出符合图纸要求的零件。由于伺服机构是将数字信号转化为位移量的环节,因此它的精度及动态响应是决定数控机床的加工、表面质量和生产率的主要因素。相对于每一个脉冲信号,机床移动部件的位移量称为脉冲当量,一般用 δ 表示。常用的脉冲当量为 $\delta=0.01\text{mm/p}$ 、 $\delta=0.005\text{mm/p}$ 及 $\delta=0.001\text{mm/p}$ 。

伺服机构一般包括驱动装置和执行机构两大部分,目前大都采用直流伺服电机或交流伺服电机作为执行机构。因为这些电机均带有光电编码器等位置检测元件和测速发电机等速度检测元件。多数的执行机构由相应的驱动装置来驱动。

4. 机床

由于数控机床在加工过程中切削用量大、连续加工发热多,并且在加工过程中工件精度不能人为进行补偿,因此与传统的手动机床相比,数控机床的外部造型、整体布局、传动系统与刀具系统的结构以及操作机构等方面都已发生了很大的变化。这些变化的目的是为了更充分发挥数控机床的特点。

二、数控机床分类

数控机床的品种规格多,可以按多种原则进行分类。归纳起来,常用以下三种方法进行分类:

1. 按工艺用途分类

(1) 普通数控机床

这种数控机床与传统的通用机床品种一样,有数控车、铣、镗、钻、磨床等,而且每一种又有很多品种。例如,数控铣床中还有立铣、卧铣、工具铣、龙门铣等。这类数控机床的工艺可能性与通用手动机床相似,所不同的是它能加工形状复杂的零件。

(2) 数控加工中心机床

这类机床是在普通数控机床的基础上加装一个刀库(可容纳10~100多把刀具)和自动换刀装置,从而构成了一种带自动换刀装置的数控机床,也称为多工序数控机床。这使数控机床更进一步地向自动化和高效化方向发展。

这类机床与普通数控机床相比,优点是工件可以经过一次装夹后,数控装置就能控制机床自动地更换刀具,连续地对工件各加工面自动地完成铣、镗、钻、铰及攻丝等多工序加工。工序集中,减少了机床的台数,减少了零件重复定位误差,也大大减少了辅助时间。这类机床多以镗、铣加工为主,加工对象主要是一些箱体类零件。

2. 按加工路线分类

(1) 点位控制数控机床

这类机床的数控装置只能控制机床移动部件从一个位置(点)精确地移动到另一位置(点),在移动过程中不进行任何切削加工。至于两相关点之间的移动速度及路线则取决于生产率。为了在精确定位基础上有尽可能高的生产率,两相关点之间的移动先是以快速移动接近定位点,然后降速1~3级,再慢速接近它,以保证定位精度。

这类机床主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床和数控测量机等,其相应的数控装置称为点位控制装置。

(2) 点位直线控制数控机床

这类机床工作时,不仅要控制两相关点之间的距离,还控制两相关点之间的移动速度和轨迹,其路线一般都由和各轴线平行的直线段组成。当这类机床移动部件移动时,可以沿一个坐标轴方向或沿45°斜线方向进行切削加工,但不能沿任意斜率直线切削,而且增加了机床的辅助功能。例如,要增加主轴转速控制、循环进给加工、刀具选择等功能。

这类机床主要有简易数控车床、数控镗铣床和数控加工中心等,其相应的数控装置称为点位直线控制装置。

(3) 轮廓控制数控机床

这类机床的控制装置能够同时对两个或两个以上的坐标轴进行连续控制。加工时不仅要控制起点和终点,还要控制整个加工过程中每点的速度和位置,也就是要控制移动的轨迹,使机床加工出符合图纸要求的复杂形状的零件。它的辅助功能比较齐全。

这类机床主要有数控车床、数控铣床、数控磨床和电加工机床,其相应的数控装置称为轮廓控制装置。

3. 按有无检测装置分类

(1) 开环控制数控机床

所谓开环控制系统,就是机床上没有安装反馈检测装置,没有构成反馈控制回路的系统,如图1-4所示。伺服元件通常使用步进电机或电液脉冲马达。数控装置输出的脉冲通过环形分配器和驱动线路,不断地改变供电状态,使伺服元件转过相应的步距角,再经过减速齿轮带动丝杠旋转,最后转换为移动部件的直线位移。移动部件的移动速度和位移量取决于输入脉冲的频率和数量。

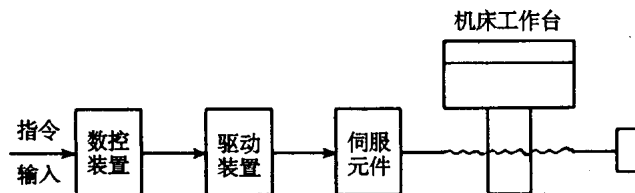


图 1-4 开环控制系统

这种开环控制系统的特点是结构简单,稳定性好,调试和维修方便,成本低。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时,这种系统得到非

常广泛的应用。

(2) 半闭环控制数控机床

在开环控制系统的丝杠上安装角位移检测装置(如感应同步器或光电编码器等),通过测丝杠转角间接地得到移动部件的位移,然后反馈送至数控装置中,如 1-5 所示。由于反馈量取自转角,而不是工作台的实际位移,即机床工作台未包括在反馈回路内,所以称该系统为半闭环控制系统。

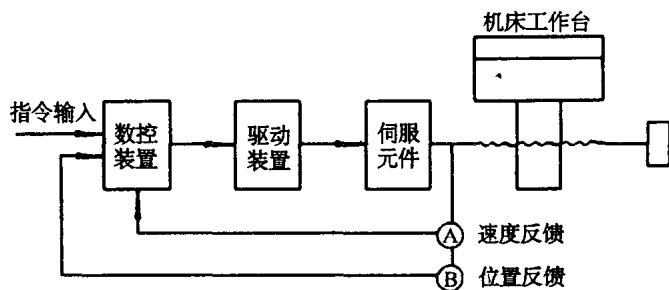


图 1-5 半闭环控制系统

这种系统由于没有把惯性大的工作台包含在闭环回路内,因此该系统稳定性好,调试方便。系统的控制精度和机床的定位精度比开环系统高,而比全闭环系统低,因它并没有消除机床工作台的误差。

(3) 闭环控制数控机床

这种系统在机床移动部件上安装了直线位移检测装置,因为把机床工作台纳入了反馈回路,故称闭环控制系统,如图 1-6 所示。该系统将测量到的实际位移反馈到数控装置中,然后与指令值相比较而得到差值信号。由该差值信号控制工作台的运动,直至偏为零为止。

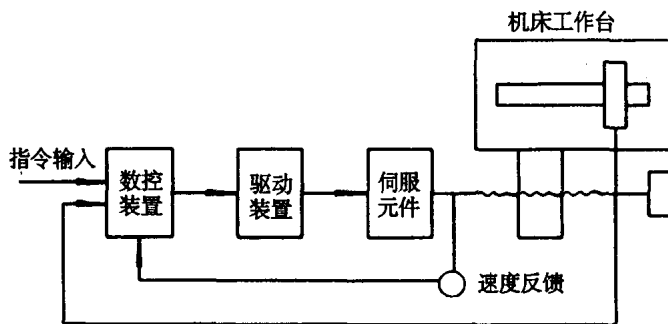


图 1-6 闭环控制系统

这种系统定位精度高、调节速度快,但由于机床工作台惯量大,对系统稳定性带来不利影响,同时也使调试、维修困难,且系统复杂,成本高,故只有在精度要求很高的机床中才采用这种系统。

第三节 数控机床的发展

数控机床是综合应用了微电子、计算机、自动控制、自动检测以及精密机械等技术的最新成果而发展起来的全新型机床。就其数控系统而言已经历了几代变化:

第一代:1952~1959年采用电子管元件;

第二代:从1959年开始采用晶体管元件;

第三代:从1965年开始采用集成电路;

第四代:从1970年开始采用大规模集成电路及小型通用计算机;

第五代:从1974年开始采用微处理机或微型计算机。

从数控系统的发展来看,它主要向着增强功能、方便使用、提高可靠性和降低价格方向发展。

数控机床的发展不仅表现为数量的迅速增长,而且在质量与性能上也有显著提高。现将其主要发展方向简述如下。

一、数控加工中心机床

为了进一步提高加工精度和生产效率,在普通数控机床基础上发展了数控加工中心机床。它是一种具有刀具迅速交换机能的复合数控机床,又称为自动换刀数控机床。它将数控铣床、数控镗床、数控钻床的功能组合起来,再附加一个自动换刀装置和一个有一定容量的刀库。这样就可以进行多道工序的连续加工。如箱体类零件,一次装夹后就能进行多次的铣削、铰孔、镗孔、钻孔、攻丝等加工。这显然比使用多台机床多次装夹与调整节省了大量时间,也提高了加工精度。据估计,一台数控加工中心机床加工箱体类零件时相当于5台普通数控机床的加工效率。

二、自动程序编制

数控床机与传统手动机床相比节省了许多辅助时间,但同时却增加了编程与纸带制作的准备工作,这在很大程度上影响了数控机床的使用。

程序编制可以由人工来完成,即所谓手工编程。对于简单零件的加工程序,可以用手工编程。但对于复杂的零件,特别是一些复杂的曲面零件,用手工编程十分繁杂,工作量大,不仅容易出错,而且难于查找,不得不求助于通用计算机,即所谓的自动编程。

自动编程的要点是:采用简单、习用的语言去描述工件的几何形状与加工过程,由计算机接受、翻译,并根据指定的要求进行分段和计算,最后处理成数控机床适用的加工纸带。

国外成熟的自动编程语言系统是美国的APT系统。它在1955年完成模型后不断改进,目前已发展到APTⅣ系统。APT语言系统的规模很大,需配备大型通用计算机或使用分时系统,这对于许多中小厂家难以实现。因而又在此基础上发展了适用一定范围的、使用方便的小型自动编程系统,如日本的FAPT系统和德国的EXAPT系统。

我国对自动编程也进行了许多研制工作,目前已有SKC-1、ZCX-1等系统,它主要是

为二轴联动的三坐标数控铣床设计的。又配合数控线切割机,研究了多种自动编程语言,在使用中取得了很好的效果。

三、计算机数字控制(CNC)

CNC 数控又称为软线数控,是 70 年代初出现的新型数控系统。与使用专用计算机的 NC 数控(也称为硬线数控)的不同之处在于:它的数控装置使用的是一台小型通用计算机。用这种小型通用计算机去控制某一特定对象时,要靠事先存放在存储器里的系统程序。系统程序事先编好由纸带输入计算机,CNC 系统靠它来实现数控机床的控制逻辑,改变系统程序就改变了控制逻辑。系统程序属于计算机的软件,而普通数控系统的控制逻辑是由专用计算机中固定接线的硬件结构实现的,专用计算机造好后就难以再改变。

CNC 系统能用软设备的方法灵活地增加或改变数控机床的机能,具有良好的“柔性”,这是一个明显的优点;同时,CNC 系统能将全部零件加工程序一次输入存储器,避免了在加工过程中频繁开启光电输入机造成的差错,提高了可靠性;CNC 系统还易于设立各种诊断程序,能进行故障的预检和自动查找;CNC 系统还能使编程简化,并对已输入的加工程序进行修改提供了方便。

四、直接数字控制(DNC)

DNC 亦称为计算机群控系统。它可理解为用一台计算机直接管理和控制一群数控机床的系统。在计算机群控系统中,各台数控机床的零件加工程序都由计算机统一储存和管理,并根据加工的要求适时地把加工程序分配给各台机床。

根据机床与计算机或中央处理装置结合的形式不同,DNC 系统分为间接型群控系统和直接型群控系统两大类。

1. 间接型群控系统

间接型群控系统是在已有的一些单台数控机床的基础上,配上电子计算机联成一个群控系统。通用计算机中存储的各机床的加工程序通过接口装置直接送到机床群中每台机床的数控装置中去,而不需要再经过读带机,其系统框图如图 1-7 所示。

2. 直接型群控系统

在直接型群控系统中,每台机床不再装设普通的数控装置,只有由伺服控制驱动电路和操作盘所组成的机床控制器。数控机床的插补运算等功能完全由计算机承担,而计算机又通过接口直接控制各机床。因此,DNC 系统实际上具有 CNC 系统的功能和优点,同时还能对生产组织、技术状态等方面进行管理,从而提高机床的生产率,该系统框图如图 1-8 所示。

五、自适应控制(AC)

数控机床在加工零件时是严格按照事先编制好的程序进行的。在编制程序时,大量难以考虑周到的参数变化影响着机床性能的充分发挥,也往往使加工过程偏离了最佳状态。数控机床的自适应控制就是在加工过程中不断检查某些代表加工状态的参数,例如切削力、切削温度等,及时对主轴转速和进给速度等参数进行校正,使数控机床保持在最佳切

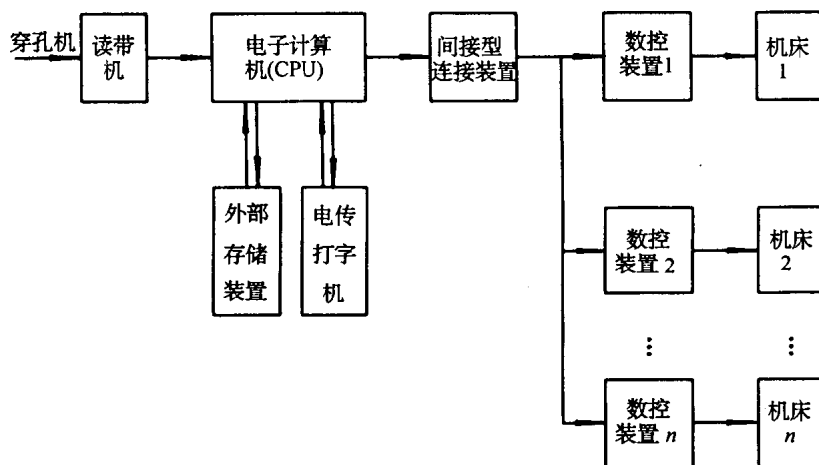


图 1-7 间接群控系统

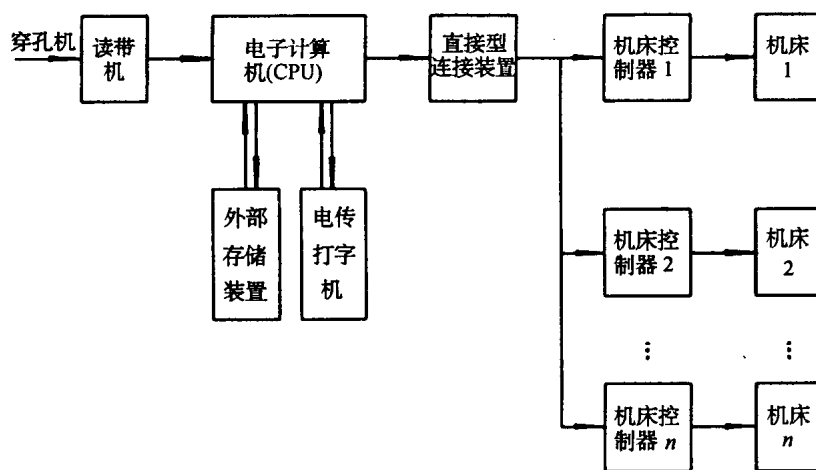


图 1-8 直接群控系统

削状态。

自适应控制在数控机床中应用较普遍,并在数控磨床、数控线切割机床和数控电火花成型机床中取得较好效果。这些机床采用自适应控制后,在提高生产效率、延长刀具使用寿命和改善表面质量等方面均有明显效果。

六、柔性制造系统(FMS)

FMS 系统是一种适用于多品种、大中小批量生产的自动化生产方式,主要由计算机辅助设计、生产系统、数控机床、智能机器人、全自动化输送系统和自动化仓库组成。全部生产过程由一台中央计算机进行生产的调度,若干台控制计算机进行工位控制,组成一个各种制造单元相对独立而又便于灵活调节、适应性很强的制造系统,这种系统称为柔性制造系统(FMS),其系统构成如图 1-9 所示。

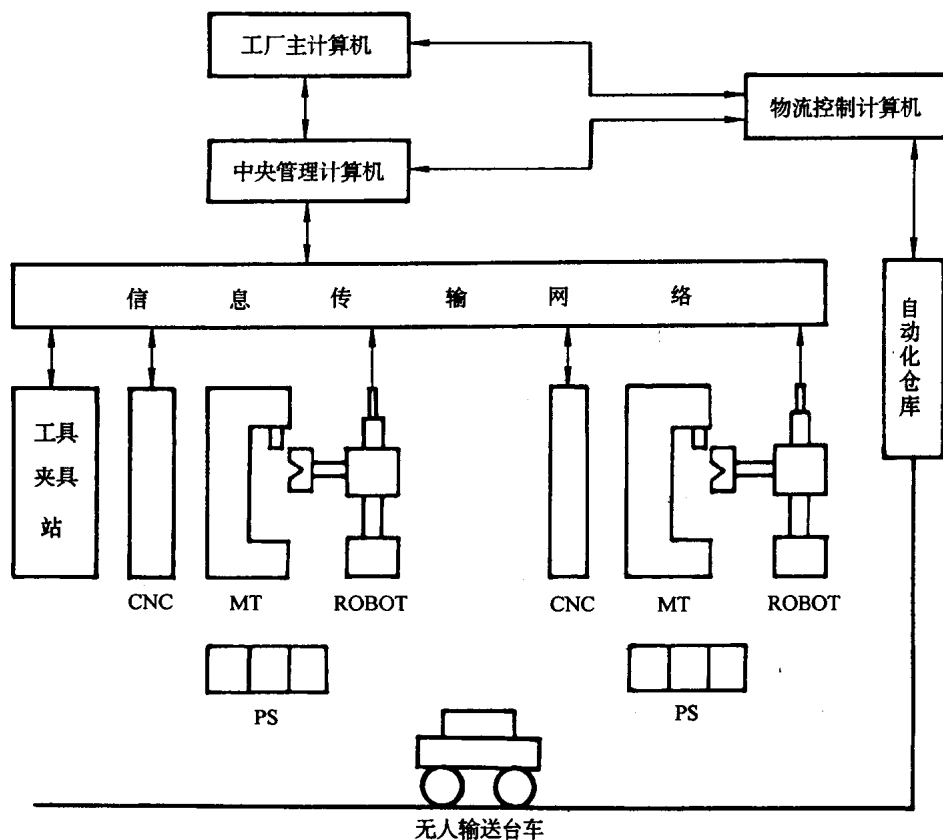


图 1-9 柔性制造系统示意图

工厂主计算机：主要承担生产计划的制定和调整,材料及外购件的仓库管理,计算机辅助设计,订货合同及销售计划的管理,设备状态管理以及其它方面的管理。其功能是接受操作者的命令和根据下一级计算机传送的信息做出决断而向下一级中央管理计算机发布命令。

中央管理计算机：对整个生产系统进行监控,如对每一台 CNC 系统、工业机器人以及工具和夹具管理站进行集中管理和指令数据控制。

物流控制计算机：主要负责对自动化仓库、自动输送台车进行控制,对加工条件及过程控制实行集中管理。

制造单元：它由 CNC 系统、机床(MT)、工业机器人(ROBOT)组成,这是柔性制造系统的基本单元。

自动化仓库：对加工用的毛坯、零件、半成品及成品进行自动贮存和自动调用。

信息传输网络：将各台 CNC 系统、工业机器人及工具夹具集中管理站与中央管理计算机相联络的电缆或光纤通信网络。

PS：随行工作站点。

柔性制造系统可分为物质流(如制造单元、自动化仓库、工具夹具管理站等)和信息流