



简明 数控机床 操作工手册

沈文渊 编著

机 电 工 人 技 术 丛 书

jidian

gongren

jishu

congshu

上海科学技术出版社

机电工人技术丛书

简明数控机床操作工手册

沈文渊 编著

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

简明数控机床操作工手册 / 沈文渊编著. — 上海: 上海科学技术出版社, 2007.11

(机电工人技术丛书)

ISBN 978-7-5323-9039-7

I. 简... II. 沈... III. 数控机床-操作-技术手册
IV. TG659-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 118390 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787 × 1092 1/32 印张 8.875

字数 184 千字

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1-5 100

定价: 20.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书内容包括:数控加工概论、数控加工程序编程、数控车床、数控铣床等内容。特别介绍了不同系统加工程序的编制,具有较强的实用性。本书内容简洁精练、通俗易懂,适合数控机床操作人员、数控机床编程人员及职校师生参考使用。

目 录

第一章 数控加工概述	1
第一节 数控机床简介	1
一、数控机床的发展	1
二、数控机床的基本组成	2
三、数控机床的分类	5
四、数控机床的主要性能指标	12
第二节 数控机床的工作原理	15
一、数控机床的结构及工作原理	15
二、数控系统	17
三、伺服系统	27
四、位置检测装置	47
第二章 数控加工程序编制	56
第一节 数控加工编程的概念	56
一、数控加工的特点	57
二、数控加工应用范围	58
第二节 数控加工工艺	59
一、数控加工工艺的主要内容	59
二、数控加工工艺内容的选择	59
三、数控加工工艺性分析	60
四、数控加工工艺方案	61
五、数控加工工艺与普通工序的衔接	63
第三节 数控加工工序	63

一、确定走刀路线和安排加工顺序	63
二、确定定位和夹紧方案	66
三、确定刀具与工件的相对位置	66
四、确定切削用量	67
五、数控加工技术文件	69
第四节 数控程序编制的概念	71
一、数控程序编制的定义	71
二、数控程序编制的方法	73
三、“字”与“字”的功能	74
四、程序格式	79
第五节 数控机床坐标系	81
一、机床坐标系	81
二、编程坐标系	87
三、加工坐标系	88
第六节 常用编程指令	90
一、绝对尺寸指令和增量尺寸指令	90
二、预置寄存指令 G92	91
三、坐标平面选择指令	92
四、快速点定位指令	93
五、直线插补指令	94
六、圆弧插补指令	94
七、刀具半径补偿指令	96
八、刀具长度补偿指令	103
第七节 程序编制中的数学处理	105
一、选择编程原点	105
二、基点	106
三、非圆曲线数学处理的基本过程	107

四、数控加工误差的形成	108
第三章 数控车床	110
第一节 数控车床简介	110
一、数控车床的类别	110
二、数控车床的机械结构特点	112
第二节 数控车床加工工艺	113
一、数控车床的加工对象	113
二、数控车床加工刀具	114
三、对刀	121
第三节 数控车床程序编制的基础	123
一、数控车床的编程特点	123
二、数控车床的基本编程方法	125
第四节 FANUC 系统数控车床的操作	146
一、程序的编制	146
二、操作简介	150
三、零件加工	159
第五节 PA8000 系统操作	167
一、PA8000NT 数控指令格式	167
二、程序的编制	171
三、操作简介	178
四、零件加工	185
第四章 数控铣床	198
第一节 数控铣床程序编制基础	198
一、数控铣床的主要功能	198
二、数控铣床的加工工艺范围	199
三、数控铣床的工艺装备	202
四、数控铣削的工艺性分析	215

第二节 数控铣床程序编制的基本方法	223
一、加工坐标系的建立	224
二、刀具半径补偿功能 G40、G41、G42	227
三、坐标系旋转功能 G68、G69	229
四、子程序调用	232
五、比例及镜像功能	234
第三节 图形的数学处理	238
一、两平行铣削平面的数学处理	238
二、两相交铣削平面的数学处理	240
第四节 FANUC 系统的编程及操作	242
一、程序的编制	242
二、数控铣床操作简介	246
三、零件加工	252
第五节 PA8000 系统的编程及操作	259
一、指令代码	259
二、程序的编制	261
三、操作简介	267
四、零件加工	271

第一章 数控加工概述

第一节 数控机床简介

一、数控机床的发展

随着生产和科学技术的发展,机械制造技术也发生着深刻的变革,产品趋向于精密复杂,特别是在航空、航天、造船等领域,对零件的精度要求高,而且形状复杂,批量又不大。在这种情况下,传统的普通机械加工设备和制造方法越来越不能适应市场竞争和对产品多样化的要求。因此,以数字控制技术为核心的数控机床以及数控加工应运而生。

在1948年,美国帕森斯公司与麻省理工学院合作进行数控机床的研制工作。1952年,第一台三坐标立式铣床试制成功,但是直到1954年第一台工业用数控机床才生产出来。

随着电子技术与计算机技术的高速发展,数控机床控制系统,经历了以下几代变化:

第一代,1952年起由电子管电路构成的专用数控装置。

第二代,1959年起由晶体管数字电路构成的专用数控装置。

第三代,1965年起由中、小规模集成电路构成的专用数控装置。

第四代,1970年起由大规模集成电路构成的小型通用计算机数控装置。

第五代,1974年起采用微处理器(CPU)和半导体存储器构成的微型计算机数控装置。

21世纪以来,数控技术更是得到迅速发展和广泛应用。数控技术已成为现代制造技术的基础,其水平的高低和拥有量的多少是衡量一个国家工业现代化的重要标志。

数控机床在机械制造业中得到日益广泛的应用,更有效地解决了复杂、精密、多变的零件加工工艺问题。之后相继出现的加工中心(MC)、直接数字控制(DNC)系统、柔性制造系统(FMS)和柔性制造单元(FMC)、计算机集成制造系统(CIMS)、智能制造系统(IMS),更是适应各种机械产品、模具产品等迅速更新换代的需要,极大程度地满足了市场的需要。

二、数控机床的基本组成

1. 输入输出设备

数控机床在进行加工前,必须接收由操作人员输入的零件加工程序和加工参数,然后才能根据输入的信息进行加工控制,从而加工出符合图纸要求的零件。在加工过程中,数控机床要为操作人员显示必要的信息,如坐标位置、加工参数、报警信号、机床运行状态等。另外,由于工艺等因素,加工程序也需要调试、编辑以及修改。这就需要操作人员能与数控机床进行信息交流,因此数控机床必须具备必要的输入/输出设备,数控机床的组成见图1-1。

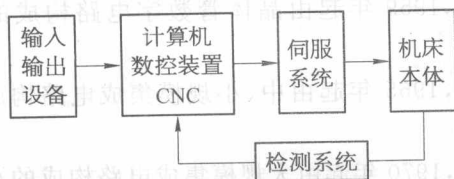


图 1-1 数控机床的组成

输入信息的方式为手工输入和自动输入。进行手工输入时,主要通过数控机床操作面板上的键盘;自动输入时,数控机床通过磁盘接口和通信接口接收输入的信息,根据需要还可以一边加工一边由通信接口接收输入程序。

输出设备主要有 CRT 显示器、LED 显示器和各种信号指示灯,报警蜂鸣器等。可以通过打印端口打印输出,也可以由通信接口实现加工程序的打印,或由数控机床之间、数控机床与计算机之间实现数据通信。例如:RS-232 接口就是一种标准串行接口,此外,还可以通过网络端口组建工业网络。

2. 数控系统

数控系统,就是计算机数控装置(CNC 装置)。它是数控机床的核心,被称为“中枢系统”,功能类似人的大脑。数控机床几乎所有的控制功能,如坐标轴位置、速度、主轴、刀具、冷却等,都是由它来实现控制的。

数控系统的作用是:接收由加工程序等输入的各种信息,经过识别与译码后,进行计算处理和分配,向驱动机构发出执行控制的命令,指挥机床各个部件准确地进行工件的加工。在执行过程中,还将反馈给数控系统的信息重新运算后,再发出新的运行命令。

数控系统主要由输入/输出线路、运算器、控制器和存储元件等构成。

3. 伺服系统

伺服系统是数控机床的执行机构和电气驱动部分,包括驱动和执行装置。伺服系统接收计算机数控装置发来的各种动作命令,将接收到的微弱电信号,转换成强电信号,将数字量信息转换成模拟量,从而驱动执行电机,带动机床进给轴或

主轴精确地进行运动。伺服系统见图 1-2。



图 1-2 伺服系统

伺服系统直接影响数控机床的加工速度、位置精度、加工精度、表面粗糙度等。

4. 机床主体

机床主体是数控机床的主体机械结构,用来完成各种切削加工。它主要包括主运动系统、进给系统和辅助部分如液压、气动、润滑部件等。另外还有刀库、自动换刀装置等。

5. 位置检测装置

位置检测装置也称反馈元件,类似于普通机床刻度。数控机床的运动部件通过各种传感器,将角位移量或直线位移量转换成电信号,反馈给计算机数控系统,进行给定位置的比较。比较得到的差值,再由计算机数控系统通过计算,继续向伺服机构发出运动指令,最终使机床工作台或刀架精确地移

动到给定位置。

位置检测装置对数控机床的定位精度、加工精度、生产效率和自动化程度的高低起到非常重要的作用。

6. 数控机床加工的特点

数控机床是由数字控制设备按程序实施对机床的自动控制。除了数控机床外,还有许多自动机床,如多轴自动车床、仿形铣床及靠模车床等机床。但是,这些自动机床是通过预先配置并调整精确的凸轮、挡块、靠模、行程开关和液压阀等机械装置去完成单一工件的自动加工。这些机床不采用程序软件,没有或只有少量的电气元件。刀具或靠模等磨损后,引起的工件尺寸变化,仍然需要用手工的方法进行调校。而数控机床的加工操作,操作者不直接操纵机床,即使对工件加工进行调校,也只是通过修正加工参数来完成。数控机床完全由一套功能强大、智能化高的电气控制系统操控,并配合各种程序软件,因此大大提高了机床加工的灵活性和可靠性。

三、数控机床的分类

数控机床发展至今,规格、型号繁多,品种已达数千种,其结构和功能也各具特色。按照不同的技术指标,可以对数控机床大致作以下分类:

1. 按机床的工艺用途分类

(1) 普通数控机床

普通数控机床是指与传统的普通机床工艺相似,在加工工艺过程中的一个工序上实现数控的各种数控机床的统称。例如:数控车床、数控铣床、数控刨床、数控磨床、数控齿轮加工机床,数控钻床、数控电加工机床等。

(2) 加工中心

加工中心是带有刀库和自动换刀装置的数控设备。是一种具有多种工艺手段的数控机床。也就是说,加工中心是将几种普通数控机床的功能组合为一身,在零件完成一次装夹后,可以进行车、铣、镗、钻、扩、铰、螺纹加工等多道工序加工。能够有效地避免多次安装而引起的定位误差。

加工中心的类型较多,一般分为卧式加工中心、立式加工中心,单柱式加工中心,双柱式(龙门式)加工中心,车削加工中心等。

2. 按机床的工艺类型分类

(1) 金属切削类数控机床

金属切削类数控机床与传统的通用机床最相似,都是零件的切削加工机床。

(2) 金属成型类数控机床

金属成型类数控机床主要有数控弯管机、数控组合冲床等。此类数控机床起步晚,但发展较快。

(3) 数控特种加工机床

数控特种加工机床主要包括数控电火花线切割机床,数控电火花成型机床、数控激光切割机、数控激光加工机等。

3. 按运动轨迹分类

(1) 点位控制数控机床

点位控制数控机床是数控系统只控制刀具或工作台,进行点到点的准确定位移动,而点与点之间的运动轨迹不需要严格控制。一般移动部件先以快速移动到终点附近,然后以低速准确移动到终点定位位置,以保证较短的定位时间和良好的定位精度。要注意的是在移动过程中刀具是不进行切削加工的,点位控制见图 1-3。

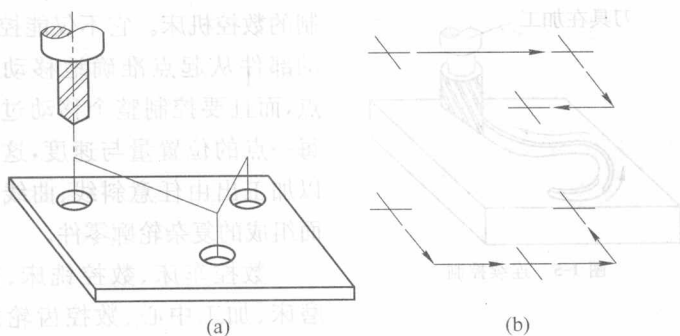


图 1-3 点位控制

数控钻床、数控冲床、数控坐标镗床、数控折弯机和数控测量机等均属于点位控制数控机床。

(2) 直线控制数控机床

直线控制数控机床是指系统不仅要控制刀具或者工作台的起点和终点的准确位置，还要控制两点之间位移过程中的运动速度和轨迹。刀具相对工件移动的轨迹是平行于机床某一坐标轴的直线方向运动，刀具在移动过程中进行切削加工。直线控制见图 1-4。

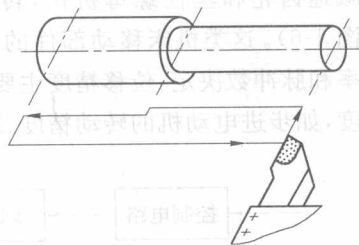


图 1-4 直线控制

直线控制数控机床有数控车床、数控钻床、数控铣床和数控磨床等。

(3) 连续(轨迹)控制数控机床

连续控制数控机床又称轮廓控制数控机床(见图 1-5)。它是指系统能够对两个或两个以上的坐标轴同时进行严格连续控



图 1-5 连续控制

制的数控机床。它不仅能控制移动部件从起点准确地移动到终点,而且要控制整个移动过程中每一点的位置量与速度,这样可以加工出由任意斜线、曲线或曲面组成的复杂轮廓零件。

数控车床、数控铣床、数控磨床、加工中心、数控齿轮加工机床、数控电火花线切割机等都属于连续控制数控机床。

4. 按伺服系统的类型分类

(1) 开环伺服系统数控机床

开环伺服系统数控机床结构最为简单,它没有位置检测装置。它是根据数据指令,经过控制运算后,发生脉冲信号,传送到步进电动机,使步进电动机转动相应的角度,而后经过减速齿轮和丝杠螺母机构,转换成移动部件的直线位移(见图 1-6)。这类机床移动部件的速度与位移量由输入脉冲的频率和脉冲数决定,位移精度主要决定于各个相关零件的制造精度,如步进电动机的转动精度、减速装置和滚珠丝杠的精度等。



图 1-6 开环伺服系统

(2) 半闭环伺服系统数控机床

半闭环伺服系统数控机床在伺服机构中有角位移检测装置。通过测量滚珠丝杠的转角而间接检测移动部件的位移量,然后反馈到数控装置中去,与原指令位移值进行比较,用

比较后的差值进行补偿,使移动部件继续移动,直到差值消除,即运动到指定位置(见图 1-7)。

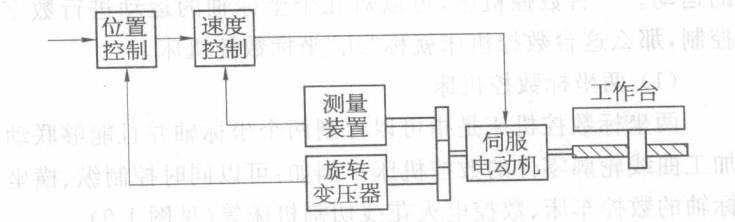


图 1-7 半闭环伺服系统

这类机床精度高于开环伺服系统数控机床。其测量装置结构简单,安装调试方便。但是,传动丝杠螺母机构的误差仍然会影响到移动部件的位移精度。

(3) 闭环伺服系统数控机床

闭环伺服系统数控机床是精度最高的数控机床。它是在数控机床的移动部件(刀架或者工作台)上直接安装直线位置检测装置,将测量到的实际位移量反馈到数控装置中去,与输入的原指令位移值作比较,再用比较后的差值控制移动部件进行补偿位移,最终使差值消除,机床移动部件停止移动,达到精确的定位。

闭环伺服系统数控机床加工精度高、定位精度高,但是结构复杂,设计、调试和维修都比较困难(见图 1-8)。

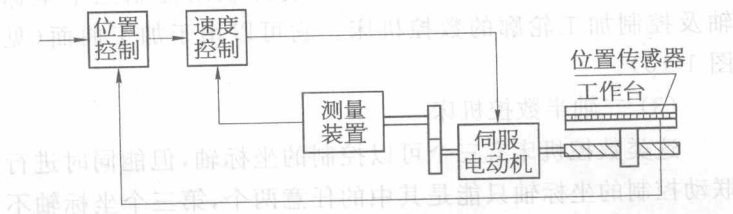


图 1-8 闭环伺服系统