

JIDIAN

GAOZHI GAOZHUAN JIDIAN SHIXUN

高职高专机电实训
系列教材

数控车床编程与操作实训

● 主 编 陈 华 滕 冠

● 参 编 张映故

● 主 审 卢 明

Shukong Chechuang Biancheng Yu Caozuo Shixun



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

数控车床编程与操作实训

主编：陈 华 滕 冠

参编：张映故

主审：卢 明

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书为高职高专机电类实训系列教材之一,全书介绍了数控机床基本知识;车削加工工艺与数控编程结合的特点;单独列出了车削加工中的数值计算和图形处理方法;侧重介绍 GSK928TA 和 GSK980TA 功能编程指令,并针对这两个数控系统的基本操作做了重点介绍;列举了典型零件的加工应用实例;精选了数控车工技能考级试题和各地数控车工技能大赛试题,供读者参考;最后对数控车床的保养和维修做了简要的介绍。每章节后都配有一定数量的练习题供读者练习。

本实训教材可供高职高专数控、模具、机械制造、机电一体化等机电类专业学生使用,也可供有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床编程与操作实训/陈华,滕冠主编. —重庆:

重庆大学出版社,2006.7

(高职高专机电类实训系列教材)

ISBN 7-5624-3659-2

I. 数... II. ①陈...②滕... III. ①数控车床:车
床—程序设计—高等学校:技术学校—教材②数控机床:

车床—加工工艺—高等学校:技术学校—教材

IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 075056 号

数控车床编程与操作实训

主编:陈 华 滕 冠

参编:张映故

主审:卢 明

责任编辑:周 立 版式设计:周 立

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

四川新华彩色印务有限公司印刷

*

开本:787 × 1092 1/16 印张:13.25 字数:331千

2006年7月第1版 2006年7月第1次印刷

印数:1-4000

ISBN 7-5624-3659-2 定价:18.50元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

近年来,数控加工技术在生产中得到了广泛的应用,生产上需要大量的数控加工技术人才,尤其是能熟练掌握数控机床编程、操作、维修的一线技术人员缺口较大。在这种背景下,国家教育部适时地提出了大力发展现代职业技术教育的战略构想,在一定程度上缓解了数控技术人才的供需矛盾。经过几年的职业教育实践,各高职高专职业技术教育院校都意识到:教材是否适应现代职业技术教育的要求,是制约职业技术教育发展和提高教学质量的重要因素。为了更好地适应职业技术教育的发展要求,编者根据多年的教学和生产经验,结合高职高专的特点和要求,组织编写了高职高专机电类实训系列教材。本书是其中之一。

本书介绍了数控车床编程的基本知识和工艺方法;着重讲述了广州 GSK928TA 及 GSK980TA 数控系统编程、操作方法及机床基本的维护知识;并根据“数控车床操作工”的培训和考核要求,分课题、循序渐进地安排了零件编程与加工举例,以达到引导操作者逐步完成操作之目的;同时配备了足够的练习题供学生实习训练使用,精选了数控车工技能考级的试题和各地数控车工技能大赛的试题作为学生考证、考级参考练习。本书是按照培养职业技术应用型人才为目的,结合生产实际情况,遵循“实用为主、够用为度、注重应用、面向实践”的原则来进行编写的。

本书是针对高职高专数控技术应用专业、模具专业、机制专业及机电一体化专业学生实训而编写的教材,内容简明、通俗易懂、实用性强,做到了深入浅出,注重了生产应用,重视学生的动手能力的培养。也可作为中专、技校教材和从事数控车床加工的技术人员参考书。本教材讲授教学课时参考数为 60 学时,要求有相应的机床设备和数控系统与教学配套。

本书由广西柳州职业技术学院陈华和滕冠老师共同主编,其中第1章、第4章由陈华编写,第3章、第6章由滕冠编写,第2章、第5章由张映故编写,第7章、第8章由卢明编写。卢明副教授还对全书进行了审阅。在编写过程中也得到蓝星华、吴坤、阙斌彬等机电实训教研室许多教师的大力支持,在此表示衷心地感谢。

由于编写时间仓促、编者水平有限,书中不当之处在所难免,恳请同行专家及读者批评指正。

编 者

2006年3月

目 录

第 1 章 数控机床与数控编程概述	1
1.1 数控机床入门知识	1
1.2 数控机床的分类	4
1.3 数控机床的产生和发展趋势	7
1.4 数控编程基本概念	9
习题 1	11
第 2 章 数控车床与工艺编制基础	12
2.1 数控车床概述	12
2.2 数控车削加工工艺编制基础	17
习题 2	28
第 3 章 数控车床编程中的数值计算	29
3.1 图形数学处理的基本内容	29
3.2 尺寸链的计算	32
习题 3	34
第 4 章 数控车床系统编程指令	35
4.1 数控车床系统的 M,S,F,T 功能指令	35
4.2 GSK928TA 数控车床系统 G 功能指令	36
4.3 GSK980TA 数控车床系统 G 功能指令	56
习题 4	67
第 5 章 数控车床基本操作	70
5.1 GSK928TA 数控车床的操作	70
5.2 GSK980TA 数控车床的操作	77
习题 5	84
第 6 章 典型零件的加工应用举例	85
6.1 轴类零件的加工	85

6.2 盘(套)类零件的加工	97
6.3 特形面的加工	107
6.4 复合零件加工	111
习题6	126
第7章 数控车工技能等级考试题、竞赛题精选	140
7.1 数控车工国家职业标准简介	140
7.2 数控车工中级技能考核试题精选	148
7.3 数控车工高级技能考核试题精选	158
7.4 数控车工技能大赛试题精选	172
习题7	182
第8章 数控车床的安全操作与维护	187
8.1 数控车床的安全操作与常规保养	187
8.2 数控车床的常见故障及处理	190
习题8	196
附 表	197
附表一 FANUC-0T 数控车床 G 功能指令表	197
附表二 SINUMERIK 802S 数控车床常用指令表	198
参考文献	202

第 1 章

数控机床与数控编程概述

1.1 数控机床入门知识

机床是制造业的主要生产设备,许多产品的零件都直接或间接地经过机床加工。对于大批量生产的产品,如机电产品,为了提高生产率和加工精度,一般采用组合机床等专用机床,或由这类机床组成的生产线进行加工;对于单件或小批量生产的产品,它们的零件一般采用通用机床进行加工。然而,应用专用机床加工零件,生产准备周期长,费用高,产品不易更新;应用通用机床,由于其生产效率和加工质量完全取决于操作者的技术水平,要得到优质产品也较为麻烦。随着科学技术和社会生产的迅速发展,机械产品日趋复杂,社会对机械产品的质量和生产率提出了越来越高的要求。在航空航天、造船、军工、计算机等工业中,在进行个性化产品的生产中,其零件精度高、形状复杂、批量小、经常改动、加工困难、劳动强度大、质量难以保证。传统的刚性生产线很难满足这些加工要求,为解决这些问题,一种灵活、通用、高精度、高效率的“柔性”自动化生产设备——数控机床在这种情况下应运而生,制造业进入了自动化加工时代。

1.1.1 数控与数控机床

数控即数字控制(Numerical Control),是数字程序控制的简称。其实质就是通过特定处理方式下的数字信息去自动控制机械装置进行动作。这里所讲的数控,特指用于机床加工中的数控(即机床数控),此外,数控还广泛应用于测量、理化试验与分析、物质与信息的传输、建筑以及科学管理等领域。

数控机床是指通过数字化信息控制机床按给定的运动规律,进行自动加工的一种设备。它是数字控制技术与机床相结合的产物。

早期的数控机床控制系统由各种逻辑元件、记忆元件组成随机逻辑电路,是固定接线的硬件结构,由硬件来实现数控功能,称为硬件数控。一般用这种技术实现的数控机床称为 NC 机床。现代数控系统是采用微处理器或专用微机的数控系统,由事先存放在存储器里的系统程

序(软件)来实现控制逻辑、实现部分或全部数控功能,并通过接口与外围设备进行连接,成为计算机数控(Computer Numerical Control)系统,简称 CNC 系统。具有 CNC 系统的机床称为 CNC 机床。有些数控机床具有刀库、自动换刀装置、自动交换工作台或回转工作台,能在一次装夹中对工件的多个表面进行多工序加工,如进行钻孔、铰孔、镗孔、攻螺纹、平面铣削、轮廓加工等,这种数控机床称为加工中心(Machining Center),它代表着当今数控机床发展的主流。

1.1.2 数控机床的基本组成及工作过程

(1) 数控机床的基本组成

现代数控机床由程序、输入输出设备、计算机数控装置、伺服系统、机床本体等部分组成,见图 1.1。

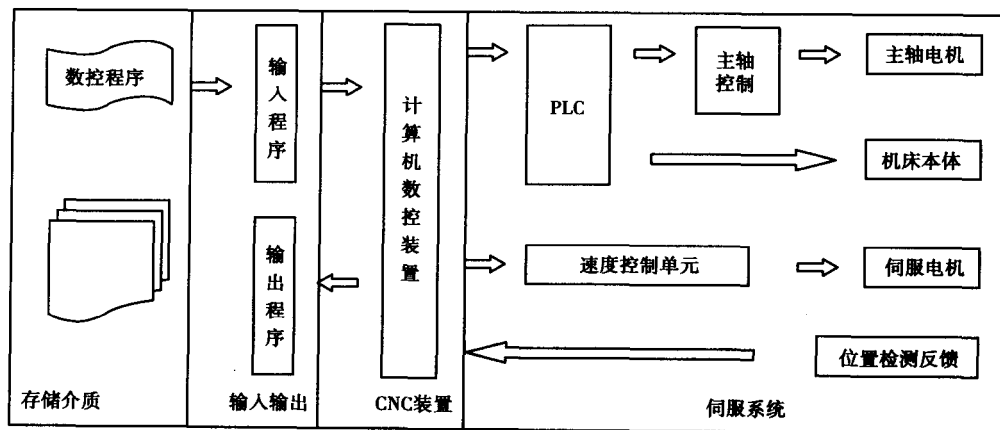


图 1.1 CNC 系统图

1) 程序的存储介质

在数控机床上加工零件时,首先根据零件图纸上的零件形状、尺寸和技术要求,确定加工工艺,然后编制出加工程序。程序必须存储在某种存储介质中,如磁盘等。

2) 输入、输出装置

存储介质上记载的加工信息须由输入装置输送给机床数控系统,机床内存中的零件加工程序可以通过输出装置传送到存储介质上。输入、输出装置是机床与外部设备的接口,目前输入装置主要有软盘驱动器、RS232 串行通信口、MDI 方式等。

3) 数控装置

数控装置是数控机床的核心,它接受输入装置送入的数字信息,经过数控装置的控制软件和逻辑电路进行译码、运算和逻辑处理后,将各种指令信息输出给伺服系统,使设备按规定的动作执行。

4) 伺服系统

伺服系统包括伺服驱动电机、各种伺服驱动元件和执行机构等,是数控系统的执行部分。其作用是来自数控装置的脉冲信号转换成机床移动部件的运动。每个脉冲信号使机床移动部件产生的位移量叫脉冲当量(也叫最小设定单位)。常用的脉冲当量为 0.001 mm/脉冲。每个进给运动的执行部件都有相应的伺服驱动系统,整台机床的性能主要取决于伺服系统。常用的伺服驱动元件有直流伺服电机、交流伺服电机、电液伺服电机等。

5) 检测反馈系统

检测反馈装置的作用是对机床的实际运动速度、方向、位移量以及加工状态进行检测,把检测结果转化为电信号反馈给数控装置,通过比较,计算出实际位置与指令位置之间的偏差,并发出纠正误差指令。测量反馈系统可分为半闭环和闭环两种系统。半闭环系统中,位置检测装置主要使用感应同步器、磁栅、光栅、激光测距仪等。

6) 机床本体

机床本体是加工运动的实际机械部件,主要包括:主运动部件,进给运动部件(如工作台、刀架)和支承部件(如床身、立柱等)以及冷却、润滑、转位部件,如夹紧、换刀机械手等辅助装置。

(2) 数控机床的工作过程

数控机床的工作过程如图 1.2 所示。

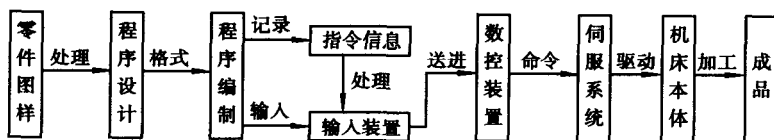


图 1.2 数控机床的工作过程

1) 根据零件图样上给出的形状、尺寸、材料及技术要求等内容,确定加工工艺和有关的加工数据(刀具轨迹、刀具夹具的选用、加工时的切削用量等),进行编程前的各项准备工作。

2) 根据加工工艺信息,按数控装置所规定的程序格式编制出加工程序。简单的零件可用手工编程,复杂的零件要借助 CAD/CAM 软件编程。

3) 将程序输入到数控系统。目前,常用的输入方式有手动直接输入程序或通过串行接口 RS232 或 DNC 通信接口,将计算机编程的信息传送给数控装置。

4) 数控装置将所接受的信号进行一系列处理后,再将其处理结果以脉冲信号的形式向伺服系统发出执行命令。

5) 伺服系统接到执行信号的指令后,立即通过执行电动机驱动机床进给机构严格按照指令的要求位移,使机床自动完成加工。

1.1.3 数控机床的加工特点

与传统机床相比,数控机床加工具有以下特点。

(1) 具有高度柔性

在数控机床上加工零件,主要取决于加工程序,它与普通机床不同,不必制造、更换许多工具、夹具,不需要经常重新调整机床。因此,数控机床适用于所加工的零件频繁更换的场合,即适合单件、小批量产品生产及新产品的开发,缩短了生产准备周期,节省了大量的工艺装备的费用。

(2) 加工精度高

数控机床的加工精度一般可达 $0.005 \sim 0.1 \text{ mm}$ 。数控机床是按数字信号形式控制的,数控装置每输出一个脉冲信号,则机床移动部件移动一个脉冲当量(一般为 0.001 mm),而且机床进给传动链的反向间隙与丝杆螺距平均误差可由数控装置进行补偿,因此,数控机床定位精度比较高。

(3) 加工质量稳定、可靠

加工同一批零件,在同一机床,在相同加工条件下,使用相同刀具和加工程序,刀具的走刀轨迹完全相同,零件的一致性良好,质量稳定。

(4) 生产率高

数控机床可有效地减少零件的加工时间和辅助时间,数控机床的主轴转速和进给量的范围大,允许机床进行大切削量的强力切削。数控机床目前正进入高速加工时代,数控机床移动部件的快速移动和定位及高速切削加工,极大地提高了生产率。另外,与加工中心的刀库配合使用,可实现在一台机床上进行多道工序的连续加工,减少了半成品的工序间周转时间,提高了生产率。

(5) 改善劳动条件

数控机床加工前经调整后,输入程序并启动,机床就能自动连续地进行加工,直至加工结束。操作者要做的只是程序的输入、编辑、零件装卸、刀具准备、加工状态的观测、零件的检验等工作。劳动强度大大降低,机床操作者的劳动趋于智力型工作。另外,机床一般是封闭加工的,既清洁,又安全。

(6) 利于生产管理现代化

数控机床的加工,可预先精确估计加工时间,对所使用的刀具、夹具可进行规范化、现代化管理,易于实现加工信息的标准化。目前与计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)有机地结合起来,是现代化集成制造技术的基础。

1.2 数控机床的分类

1.2.1 按工艺用途分类

数控机床是在普通机床的基础上发展起来的,各种类型的数控机床基本上起源于同类型的普通机床,按工艺用途分类大致如下:

(1) 金属切削类数控机床

这类数控机床包括数控车床、数控钻床、数控铣床、数控磨床、数控镗床以及加工中心。切削类数控机床发展最早,目前种类繁多,功能差异也较大。这里需要特别强调的是加工中心,也称为可自动换刀的数控机床。这类数控机床都带有一个刀库,可容纳10~100把刀具。其特点是:工件经一次装夹后,数控系统能控制机床自动地更换刀具,自动连续地对工件各加工面进行铣(车)、镗、钻、铰、攻螺纹等多道工序。

(2) 金属成型类数控机床

这类数控机床包括数控折弯机、数控组合冲床、数控弯管机、数控回转压力机等。这类机床起步晚,但目前发展很快。

(3) 数控特种加工机床

如数控线(电极)切割机床、数控电火花加工、火焰切割机、数控激光切割机床等。

(4) 其他类型的数控机床

如数控三坐标测量机等。

1.2.2 按运动方式分类

(1) 点位控制数控机床

刀具从某一位置向另一位置移动时,不管中间的移动轨迹如何,只要刀具最后能正确到达目标位置的控制方式,称为点位控制。这类控制在移动过程中不进行切削加工,对两点间的移动速度及运动轨迹没有严格要求。数控钻床、数控冲床等均属于点位控制数控机床,如图 1.3 所示。

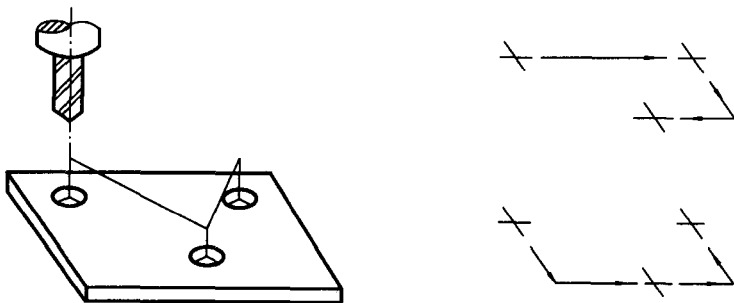


图 1.3 点位控制示意图

(2) 直线控制数控机床

这类数控机床除了控制点的位置之外,还要保证两点之间的移动轨迹是一条平行坐标轴直线,对移动速度也要进行控制,因为机床在两点之间移动时要进行切削加工。一些数控车床、数控磨床和数控镗床等都属于直线控制数控机床,如图 1.4 所示。

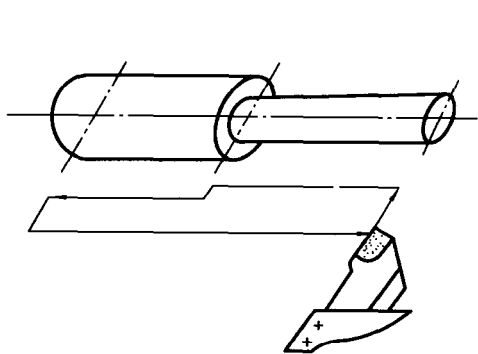


图 1.4 直线控制示意图

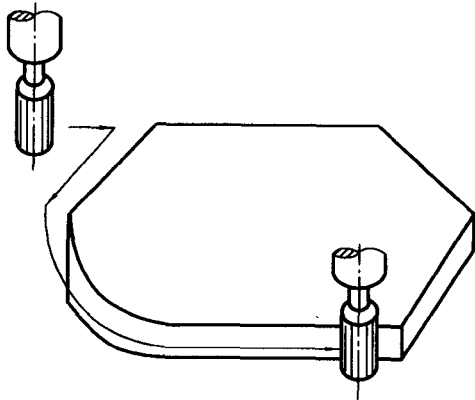


图 1.5 轮廓控制示意图

(3) 轮廓控制数控机床

轮廓控制又称连续轨迹控制,这类数控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联动控制,因而可以进行曲线或曲面的加工。属于这类机床的有数控车床、数控铣床、加工中心等,如图 1.5 所示。

1.2.3 按伺服系统的类型分类

按机床进给伺服系统不同的控制方式,可分为开环控制数控机床、半闭环控制数控机床和

全闭环控制数控机床。

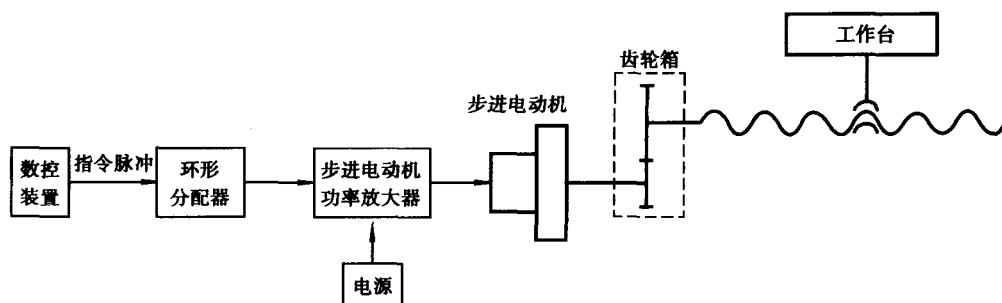


图 1.6 开环伺服系统控制原理框图

(1) 开环控制数控机床

开环控制系统是指不带反馈装置的控制系统,即系统没有位置反馈元件,通常用步进电动机作为执行机构。输入的数据经过数控系统的运算,发出指令脉冲,通过环形分配器和驱动电路,使步进电动机转过一个步距角,经过减速齿轮带动丝杆旋转,最后转换为工作台直线移动,如图 1.6 所示。

(2) 半闭环控制数控机床

半闭环控制系统是在开环控制系统的丝杆上装有角位移测量装置,通过检测丝杆的转角间接地检测移动部件的位移,然后反馈到数控系统中。由于惯性较大的机床移动部件不包括在检测范围之内,因而称作半闭环控制系统,如图 1.7 所示。

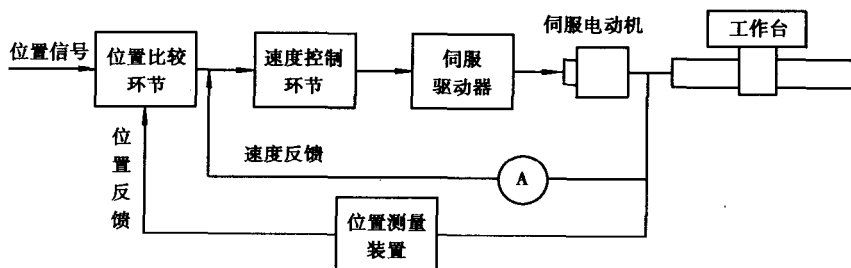


图 1.7 半闭环控制系统

(3) 全闭环控制数控机床

全闭环控制是指在机床移动部件上直接装上位置检测装置,将测量的结果直接反馈到数控装置中,与输入的指令位移进行比较,用偏差进行控制,使移动部件按照实际的要求运动,最终实现精确定位,因而这类机床的控制精度很高,如图 1.8 所示。

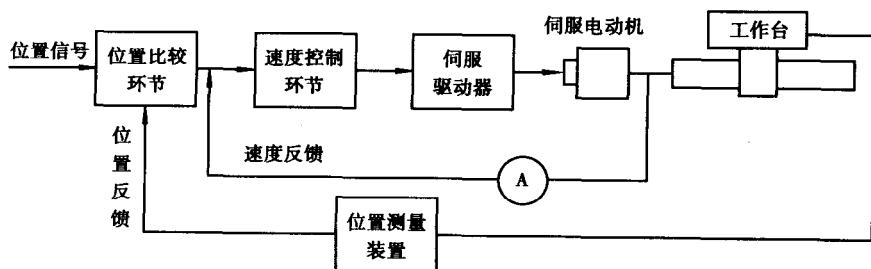


图 1.8 全闭环控制系统

1.2.4 按可联动的坐标轴数分类

在识别数控机床时,不仅要考查机床具有的坐标轴数,还要考查坐标联动轴数。数控机床的联动轴数是指机床数控装置控制的坐标轴同时达到空间某一点的坐标数目。目前有两轴联动(如数控车床、数控线切割机床)、三轴联动(数控铣床)、四轴联动、五轴联动(如加工中心)等。三轴联动数控机床可以加工空间复杂曲面,四轴联动、五轴联动数控机床可以加工宇航叶轮、螺旋桨等零件。

数控机床在加工零件时,常常要控制两个或两个以上坐标轴方向的运动。随着计算机技术的迅猛发展,数控机床的两坐标(如数控车床)、三坐标联动(如数控铣床)已经十分普及。而为了使刀具合理切削,刀具的回转中心线也要转动,于是便产生了五坐标联动的数控镗铣床,使得螺旋桨曲面加工可以一次装夹便能完成。

1.3 数控机床的产生和发展趋势

1.3.1 数控机床的产生及发展历程

为适应美国航空工业制造复杂零件的需要,美国麻省理工学院伺服机构研究所历经三年时间,于1952年成功研制出世界上第一台数控机床,1955年正式投入实用阶段。1958年,我国清华大学也研制出了电子管式的数控铣床。数控机床以微电子技术发展为推动力,先后经历了第一代电子管NC、第二代晶体管NC、第三代小规模集成电路NC、第四代小型计算机CNC和第五代微型机MNC数控系统五个发展阶段。前三代系统是20世纪70年代以前的早期数控系统,它们都是采用专用电子电路实现的硬接线数控系统,称之为硬件式数控系统或NC系统。第四代和第五代系统是20世纪70年代中期开始发展起来的软件式数控系统,称之为现代数控系统或CNC系统。第五代数控系统由于采用了微处理器,使数控装置的体积显著减小,功能更为完善、价格也相应减少,可靠性显著提高。目前,微型计算机数控系统几乎完全取代了以往的数控系统。

从编制加工程序方面看,自动编程从20世纪50年代就开始了。美国于1955年最早研制成APT数控自动编程语言系统,到20世纪60年代发展成APT-Ⅲ型,20世纪70年代发展成APT-Ⅳ型。近年来更是出现了各种图形数控自动编程系统。

数控技术在我国起步稍晚,北京第一机床厂于1964年生产的晶体管型的数控系统首次用于铣床上。北京机床研究所、北京第二机床厂、汉川机床厂、青海第一机床厂等单位分别于1975年前后研制了镗铣加工中心。进入20世纪80年代以后,数控技术的应用在我国得到了较快的发展。2000年我国一大批数控机床新产品相继通过国家鉴定并投入生产使用,可供品种已达1300多种,产量过万台。我国已有相当一批企业形成了数控机床的规模生产,如北京第一机床厂、北京第二机床厂、上海机床厂、济南机床厂、沈阳机床厂、汉川机床厂和青海第一机床厂等一些著名的数控机床厂。

1.3.2 数控机床发展的趋势

科学技术的发展以及世界先进制造技术的兴起和不断成熟,对数控加工技术提出了更高的要求;超高速切削、超精密加工等技术的应用,对数控机床的数控系统、伺服性能、主轴驱动、机床结构等提出了更高的性能指标;FMS 的迅速发展和 CIMS 的不断成熟,又将对数控机床的可靠性、通信功能、人工智能和自适应控制等技术提出了更高的要求。随着微电子计算机技术的发展,数控系统的性能日臻完善,数控技术的应用领域日益扩大。当今数控机床正在不断采用最新技术成就,朝着高速化、高精度化、多功能化、智能化、模块化、系统化与高可靠性等方向发展。

(1) 高速化

采用高速的 32 位以上的微处理器,使得数控系统的输入、译码、计算、输出等环节都在高速下完成,并可提高数控系统的分辨率及实现连续小程序段的高速、高精加工。

目前正在开发的采用 64 位中央处理器(CPU)的新型数控系统,增强了插补运算功能、快速进给功能,实现了高速加工与多轴控制功能。一般控制轴数为 3~15 轴,最多为 24 轴,同时控制轴数可达 3~6 轴。

(2) 高精度化

以加工中心为例,其主要精度指标——直线坐标的定位精度和重复定位精度都有了明显的提高。定位精度由 $\pm 5 \mu\text{m}/\text{m}$ 提高到 $\pm 0.15 \sim 3 \mu\text{m}/\text{m}$;重复定位精度由 $\pm 2 \mu\text{m}/\text{m}$ 提高到 $\pm 1 \mu\text{m}/\text{m}$ 。为了提高加工精度,除了在结构的总体设计、主轴箱、进给系统中采用低热胀系数材料并采取通入恒温油等措施外,在控制系统方面采取的措施是采用高精度的脉冲当量、采用交流数字伺服系统、前馈控制、机床静止摩擦的非线性控制等。

(3) 多功能化

具有多种监控、检测及补偿功能。如刀具磨损的检测、系统的精度及热变形的检测等,还具有刀具寿命管理、刀具长度偏置、刀具半径补偿、刀尖补偿、螺距补偿等功能。大多数现代数控机床都采用 CRT 显示,可以进行二维图形的轨迹显示,有的还可以实现三维彩色动态图形显示。借助 CRT,利用键盘可以实现程序的输入、编辑、修改和删除等功能。现代数控系统还具有硬件、软件及故障自诊断功能。

(4) 智能化

在现代数控系统中,引进了自适应控制技术。自适应控制技术是能调节在加工过程中所测得的工作状态特性,且能使切削过程达到并维持最佳状态的技术。

现代数控系统智能化的发展,目前主要体现在以下几方面:

- ①工件自动检测、自动定心;
- ②刀具破损检测及自动更换备用刀具;
- ③刀具寿命及刀具收存情况管理;
- ④负载监控;
- ⑤数据管理;
- ⑥维修管理;
- ⑦利用前馈控制实时补偿矢量的功能;
- ⑧根据加工时的热变形,对滚珠丝杆等的伸缩进行实时补偿的功能。

(5) 高可靠性

数控系统工作的可靠性一直是人们经常关注的重要性能指标,为了提高数控系统的可靠性,人们采取了如下一些措施:

1) 提高数控系统的硬件质量

选用高质量的集成电路芯片、印制线路板和其他元器件,建立从元器件筛选、稳定新产品的制造及装配工艺、性能测试等一系列完整的质量保证体系,并予以实施。

如日本 FANUC16 数控系统采用了三维插装技术,与平面高密度插装技术相比,进一步提高了印制线路板上电子零件的插装密度。使控制装置更加小型化,进而将典型的硬件进行集成化、做成专用芯片,为提高系统的可靠性提供了保证。

2) 模块化、标准化和通用化

现代的数控系统性能越来越完善,功能越来越多,促使系统的硬件、软件结构实现了模块化、标准化和通用化。“三化”的实现,不仅便于组织开发、生产和应用,而且也提高了制作和运行的可靠性,并便于用户的维修和保养。

1.4 数控编程基本概念

1.4.1 数控编程的概念

数控机床是一种自动化机床,在数控机床上加工零件时,首先要编制零件的加工程序。所谓数控编程,就是将被加工零件的全部工艺过程、工艺参数和位移数据等,按规定的格式以数字信息的形式记录下来,然后输入给数控装置,从而由数控系统控制机床对零件进行加工。在现代数控机床上,可通过控制面板、磁盘或计算机直接通信的方式将零件加工程序送入数控系统,提高了程序信息传递的速度及可靠性。

1.4.2 数控编程的种类

数控编程可分为手工编程和计算机辅助编程两类。

(1) 手工编程

即由操作者或程序员以人工方式完成整个加工程序编制工作的过程。由于整个过程是由人工完成的,这就要求编程人员不仅要熟悉功能代码及编程规则,而且还必须具备机械加工工艺知识和数值计算的能力。

(2) 计算机辅助编程

对于几何形状复杂、尤其是需用三轴以上联动加工的空间曲面组成的零件,由于编程时数值计算烦琐,编程所需时间长且容易出错,程序校验也困难,用手工编程难以完成,只能借助计算机进行辅助编程。目前,常用方法是:先用 CAD 软件进行零件造型,再利用 CAM 软件直接生成零件加工程序。

1.4.3 数控编程的内容及方法

编程的主要内容包括:分析零件图样;确定加工工艺方案;计算刀具轨迹坐标值;编制零件

加工程序单;程序输入数控系统;校核程序及首件试切等。

(1) 分析零件图样,确定加工工艺方案

首先对零件的图样及技术要求进行详细分析,从而确定零件的加工方法、加工路线及定位夹紧方案,然后再选用合适的机床,确定刀具及切削用量等。

(2) 计算刀具轨迹的坐标值

根据零件图样和所确定的加工路线,算出零件图样在工件坐标系中的坐标数据与刀具中心轨迹等,对于那些形状比较复杂的零件,通常还需借助计算机完成数值计算。

(3) 编写加工程序

根据计算出的刀具运动轨迹中各点坐标值和已确定的运动顺序、刀具号、切削参数以及辅助运动等,按照数控系统规定使用的功能代码及程序格式,逐段编写加工程序单。

(4) 程序输入数控系统

目前,加工程序的输入主要通过控制面板、磁盘或采用直接通信的方式将加工程序传送到数控系统中。

(5) 程序校验与首件试切

程序单上编写的加工程序输入机床后,必须经过调试和实际切削运行后方可使用。常用的调试方法是在不装夹工件的数控机床上进行空运行。先观察刀具运动轨迹是否正确,然后再装上工件与刀具进行首件试切,进一步考察程序的正确性并检查工件是否满足加工精度。只有首件试切合格后才可供加工使用或输入磁盘进行保存。

1.4.4 加工程序的结构与格式

不同的数控系统,其加工程序的格式也不相同,编程时必须严格按照机床说明书的规定格式进行。下面介绍 FANUC 数控系统加工程序的结构与格式。

(1) 程序的结构

一个完整的程序由程序编号、程序内容和程序结束三部分组成。

例如:

O9999	; 程序编号
N10 G92 X50 Y50	; 程序内容
N20 G90 G00 X36	;
N30 T02 M03 S500	;
N40 G01 X10 Y10 F200	;
N50 X20 Y10	;
N60 G00 X50	;
⋮	;
N200 M05	;
N210 M02	; 程序结束

1) 程序编号 程序编号是程序的开始部分,每个程序都要有程序编号,在编号前采用程序编号地址码。如在 FANUC0MD 系统中,一般采用英文字母“O”作为程序编号地址码。而有的系统采用“P”,“%”等。

2) 程序内容 程序内容是整个程序的核心,它由若干个程序段组成,每个程序段都由一