

高职高专“十二五”规划教材

数控机床 维修技术

SHUKONG JICHUANG WEIXIU JINENG SHIXUN

主编◎贺应和



合肥工业大学出版社

高职高专“十二五”规划教材

数控机床维修技术

主 编 贺应和

副主编 谢志勇 马国伟 禹劲草

参 编 张胜文 黄泽峰

合肥工业大学出版社

内容简介

本书是根据高职高专教育的教学要求,以培养学生实际动手能力为主线,力求体现高等职业教育的特色,结合当前数控机床维修技术的发展和企业对数控机床维修人员的需求而编写的,主要内容包括数控机床的使用、数控机床故障诊断与维修基础、数控机床机械结构的维修、数控机床电气控制系统的维修、数控系统的维修、伺服驱动系统的维修、检测反馈装置的维修和可编程控制器的维修等。全书用较大篇幅介绍了数控机床典型结构及各组成部分故障诊断与维修的应用实例,讲练结合,内容浅显、易懂、实用,具有很强的针对性和可操作性。

本书可作为高职高专数控类、机械制造类、模具类、机电一体化类、工业自动化类专业用教材,也可作为各类数控技术的培训教材,还可作为从事数控机床操作、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

数控机床维修技术 / 贺应和主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2014. 6

ISBN 978-7-5650-1841-1

I. ①数… II. ①贺… III. ①数控机床—维修—高等教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 107043 号

数控机床维修技术

主 编 贺应和

责任编辑 武理静 马成勋

出 版 合肥工业大学出版社

地 址 合肥市屯溪路 193 号

邮 编 230009

电 话 总 编 室:0551-62903038

市场营销部:0551-62903198

网 址 www.hfutpress.com.cn

E-mail hfutpress@163.com

版 次 2014 年 6 月第 1 版

印 次 2014 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 21

字 数 498 千字

印 刷 安徽省瑞隆印务有限公司

发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-1841-1

定价:40.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。



前 言

本课程是高职高专数控技术、数控设备应用与维护等专业的主干课程之一。通过本课程的学习,可以帮助学习者熟悉数控机床各主要组成部分的工作过程、故障分析与处理方法,使学习者基本掌握本专业就业岗位所需要的相关专业知识与技能。

本书是编者结合多年的实际教学经验和数控机床发展的最新成果,以培养学生分析问题、解决问题以及动手能力为主线,按照数控技术、数控设备应用与维护等专业的教改思路编写的,主要内容包括数控机床的使用、数控机床故障诊断与维修基础、数控机床机械结构的维修、数控机床电气控制系统的维修、数控系统的维修、伺服驱动系统的维修、检测反馈装置的维修、和可编程控制器的维修等。通过讲练结合、项目驱动、工学结合的教学模式,使学生对数控机床及其使用与维修有更进一步的理解和掌握。

本书由贺应和担任主编,具体参与本书的编写工作有湖南省娄底职业技术学院贺应和(模块一、模块三、模块五和模块六)、谢志勇(模块四)、马国伟(模块八)、禹劲草(模块二),湖南人文科技学院张胜文和三一集团黄泽峰(模块七)。

本书在编写过程中参阅了有关院校、工厂、科研单位的教材、资料与文献,并得到了许多同行专家、教授的支持和帮助,在此谨致谢意。

由于编者水平有限,经验不足,书中难免有不少缺点或错误之处,恳请读者批评指正。

编 者



目 录

模块一 数控机床的使用	(1)
项目 1 数控机床的认知	(1)
项目 2 数控车床的使用	(17)
项目 3 数控铣床的使用	(26)
项目 4 加工中心的使用	(33)
项目 5 数控机床的选购、安装、调试及验收	(39)
模块二 数控机床故障诊断与维修基础	(49)
项目 1 数控机床故障诊断与维修基本技能	(49)
项目 2 数控机床的故障处理	(59)
项目 3 数控机床的维护与管理	(64)
模块三 数控机床机械结构的维修	(77)
项目 1 数控机床机械结构的认知	(77)
项目 2 数控机床的典型机械结构	(80)
项目 3 数控机床机械结构的维修	(112)
模块四 数控机床电气控制系统的维修	(131)
项目 1 数控机床电气控制系统的认知	(131)
项目 2 数控机床常用低压电器的使用	(133)
项目 3 数控机床电气控制电路分析	(149)
项目 4 数控机床电气系统的维修	(163)
模块五 数控系统的维修	(169)
项目 1 数控系统的认知	(169)
项目 2 数控系统的连接	(185)
项目 3 数控系统的参数配置	(196)
项目 4 数控系统的维修	(209)
模块六 伺服驱动系统的维修	(215)
项目 1 伺服系统的认知	(215)



项目 2 数控机床伺服驱动电动机的使用与维修	(220)
项目 3 伺服系统的连接与控制	(234)
项目 4 主轴伺服驱动系统的维修	(255)
项目 5 进给伺服驱动系统的维修	(268)
模块七 检测反馈装置的维修	(280)
项目 1 检测反馈装置的认知	(280)
项目 2 位置检测元件的使用与维护	(283)
项目 3 检测反馈装置的维修	(296)
模块八 可编程控制器的维修	(300)
项目 1 可编程控制器的认知	(300)
项目 2 可编程控制器在数控机床上的应用	(307)
项目 3 可编程控制器的维修	(322)
参考文献	(329)



模块一 数控机床的使用

项目1 数控机床的认知

【学习目标】

- (1) 了解数控机床的产生和发展过程。
- (2) 熟悉数控机床的有关概念。
- (3) 了解数控机床的发展趋势。
- (4) 掌握数控机床的特点与应用范围。
- (5) 掌握数控机床的基本组成及工作过程。
- (6) 熟悉数控机床的分类方法。
- (7) 熟悉数控机床的精度和运行性能指标、数控系统的主要技术指标。

基本知识

一、数控机床的产生

从产生到现在,数控机床经历了两个阶段六个时代的发展过程。

1. 数控(NC)阶段(1952—1970)

20 世纪五六十年代,用电子元件来构成专门的逻辑部件,组成专用计算机来实现机床加工的要求,称之为硬件连接数控(Hand-Wired NC)。

(1) 电子管时代(第一代)

1952 年,美国帕森(Parsons Compan)公司接受美国空军委托与美国麻省理工学院(MIT)试制成功世界上第一台由大型立式仿形铣床改装而成的、用专用电子计算机控制的三坐标立式数控铣床。这是公认的第一台数控机床,当时所用的电子元件为电子管。

(2) 晶体管和印刷电路板时代(第二代)

1958 年,开始采用晶体管和印刷电路板。美国的克耐—杜列克公司(Keaney & Trecker Company)开发出了装有自动换刀装置、能够一次装夹、多工序加工的加工中心。从 1960 年开始,其他一些国家,如原联邦德国、日本也陆续生产出了数控机床。

(3) 小规模集成电路时代(第三代)

1965 年,数控装置开始采用小规模集成电路,使数控装置的体积减小、功耗降低、可靠



性提高。1967年,英国首先把几台数控机床连接成具有一定柔性的加工系统,即柔性制造系统(Flexible Manufacture System,FMS)。

2. 计算机数控(CNC)阶段(1970年至今)

20世纪60年代后期,小型计算机走向成熟并被引入机床中,NC部分功能开始改由软件来实现,从此进入了计算机数控CNC(Computer Numerical Control)阶段。

(1) 小型计算机时代(第四代)

1970年,美国芝加哥国际机床展览会上首次展出用小型计算机控制的数控机床,这是世界上第一台计算机数字控制(CNC)的数控机床。

(2) 微处理器或微型计算机时代(第五代)

1974年,微处理器用于数控装置,促进了数控机床的普及应用和数控技术的发展。20世纪80年代初,国际上又出现了以数台加工中心为主体,再配上工件自动装卸和监控检验装置而构成的柔性制造单元(Flexible Manufacture Cell,FMC)。20世纪80年代末90年代初,计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacture System,CIMS)已经逐渐投入使用,并呈现出迅猛发展的态势。

(3) 基于PC-NC的智能数控系统时代(第六代)

20世纪90年代后,发展了基于PC-NC的数控系统,它充分利用现有PC机的软硬件资源,规范设计新一代数控机床。

3. 我国数控机床的发展现状

我国1958年开始研制数控技术,但国产元件不配套、工艺和技术不够成熟,发展很慢。1975年,我国研制出了第一台数控机床。20世纪80年代初,从德国、日本、美国等国家引进了一些数控系统和伺服技术,在一定程度上促进了数控机床的发展。到1985年,我国已经拥有加工中心、数控铣床、数控磨床等80多个品种的数控机床,数控机床的发展进入了实用阶段。90年代后,我国的数控机床的发展速度逐年加快,多轴、全功能、中高档数控系统及交、直流伺服系统相继研制成功,FMS和CIMS也先后投入使用,数控机床的发展进入了快速阶段。

二、数控机床的相关概念

1. 数字控制

利用数字化信息对机械运动及加工过程进行控制的一种方法,称为数字控制(Numerical Control),简称为NC。由于现代数控技术都采用了计算机进行控制,因此也可以称为计算机数控(Computerized Numerical Control),简称为CNC。

2. 数控系统

用来实现数字化信息控制的硬件和软件的整体称为数控系统(Numerical Control System)。现在的数控系统由装有数控系统程序的专用计算机、输入输出设备、可编程序控制器(PLC)、存储器、主轴驱动及进给驱动装置等部分组成。

3. 数控机床

采用数控技术进行控制的机床,称为数控机床(Numerical Control Machine)。或者说数控机床是一种装了程序控制系统的机床。

4. 柔性制造单元

在加工中心的基础上,通过增加多工作台(托盘)自动交换装置(Auto Pallet Changer,



APC)以及其他相关装置组成的加工单元称为柔性制造单元(Flexible Manufacturing Cell), 简称为 FMC。FMC 不仅实现了工序的集中和工艺的复合, 而且通过工作台(托盘)的自动交换和较完善的自动检测、监控功能, 可以进行一定时间的无人化加工, 从而进一步提高了设备的加工效率。图 1-1 为一个包含两台机床(一台加工中心和一台数控车床), 并由一个物料运输系统连接起来的 FCM。

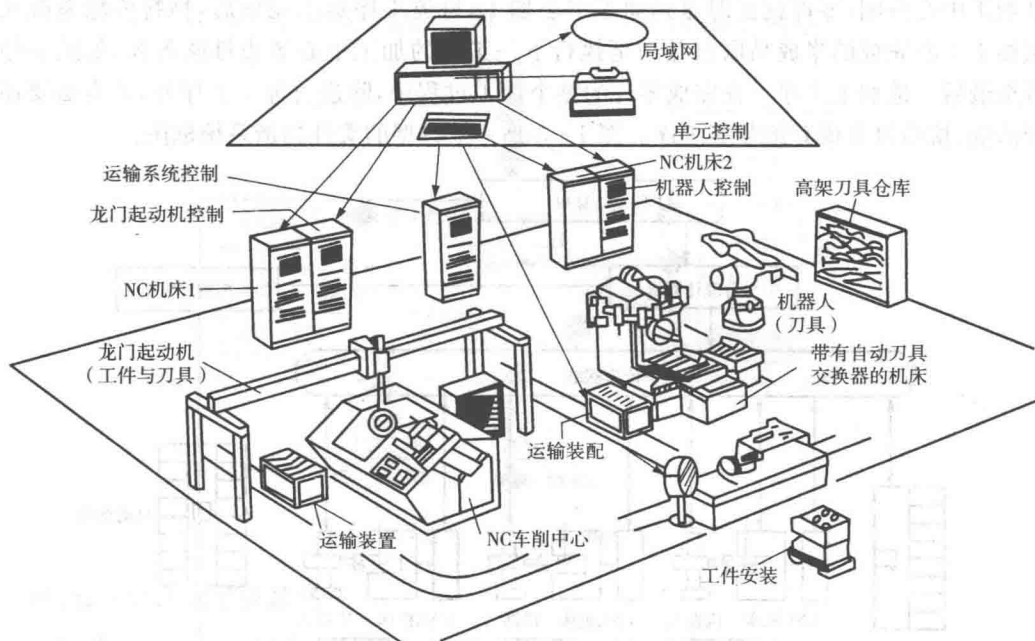


图 1-1 一个 FMC 结构

5. 柔性制造生产线

柔性制造生产线(Flexible Manufacturing Line)是以少数几个品种的工件为加工对象形成的一种生产线, 简称为 FML。它与传统的刚性自动线的区别在于它能同时或依次加工少量不同的工件。FML 用于加工具有高度相似性的工件, 加工时具有固定的时间周期。FML 采用的大多为多轴主轴箱的换箱式或转塔式组合加工中心, 如图 1-2 所示。

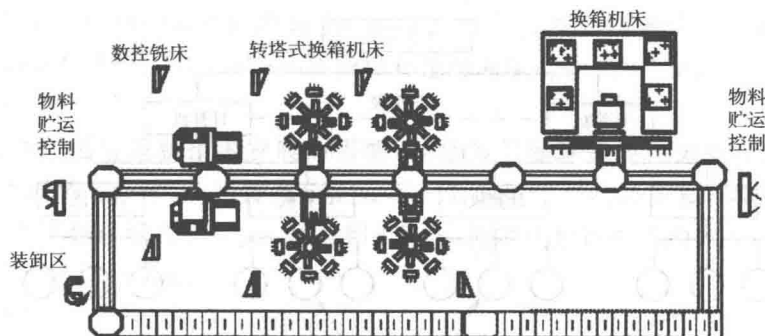


图 1-2 多轴主轴箱的换箱式和转塔式组合加工中心组成的 FML



6. 柔性制造系统

在 FMC 的基础上,通过增加物流系统、工业机器人以及相关设备,并由中央控制系统进行集中、统一控制和管理,这样的制造系统称为柔性制造系统(Flexible Manufacturing System),简称为 FMS。FMS 的工作过程如下:在装卸站将毛坯安装在早已固定在托盘上的夹具中;然后物料传送系统把毛坯连同夹具和托盘输送到进行第一道加工工序的加工中心旁边排队等候,一旦加工中心空闲,零件就立即送到加工中心加工;每道工序加工完毕后,物料传输系统还要将该加工中心完成的半成品取出并送至执行下一工序的加工中心旁边排队等候;如此不停地进行至最后一道加工工序。在完成零件的整个加工过程中,除进行加工工序外,若有必要还要进行清洗、检验以及成套组装等工序。图 1-3 是一个典型的柔性制造系统框图。

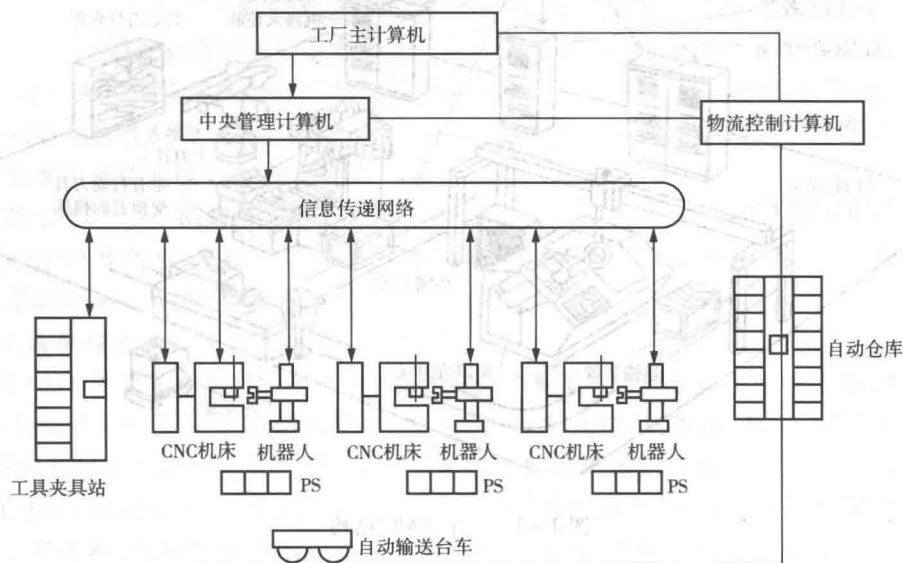


图 1-3 典型柔性制造系统

7. 直接数字控制或分布数字控制

将若干台数控设备直接连接在一台中央计算机上,由中央计算机负责 NC 程序的管理和传送,称为直接数字控制或分布数字控制(Direct Numerical Control 或 Distributed Numerical Control),简称为 DNC。图 1-4 为分布式 DNC。

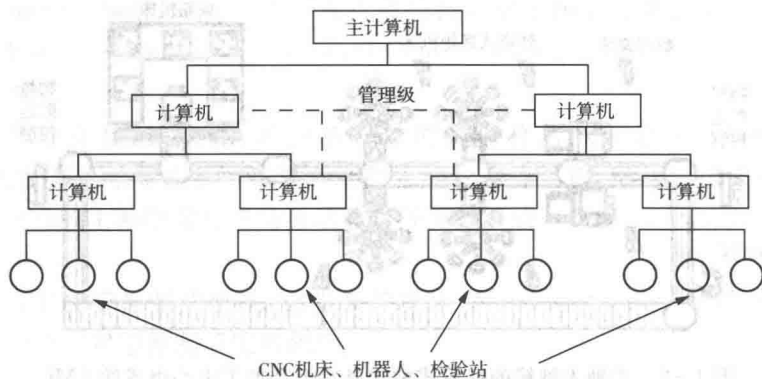


图 1-4 分布式 DNC



8. 计算机集成制造系统

将制造工厂的全部生产活动——设计、制造及经营管理(包括市场调研、生产决策、生产计划、生产管理、产品开发、产品设计、加工制造以及销售经营)等与整个生产过程有关的物料流与信息流实现计算机高度统一的综合化管理,把各种分散的自动化系统有机地集成起来,构成一个优化的完整的生产制造系统,称为计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System),简称为 CIMS。图 1-5 为 CIMS 的概念模型。

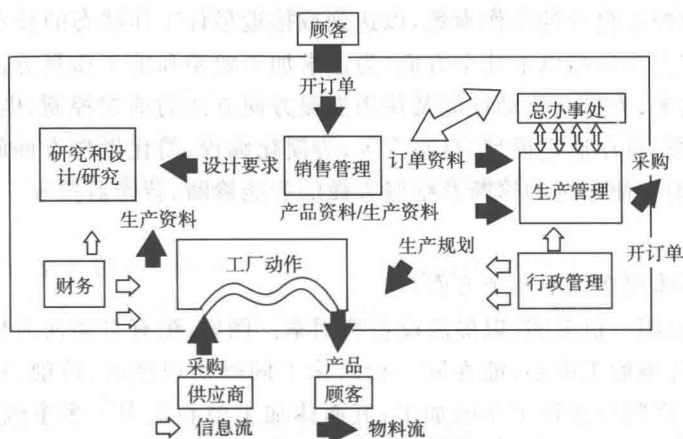


图 1-5 CIMS 模型

三、数控机床的发展趋势

随着社会需求的多样化和计算机等相关技术的不断突破,数控机床将会向更广泛的领域和更深的层次发展。

1. 高速化

数控机床向高速化方向发展,可充分发挥现代刀具材料的性能,大幅度提高加工效率,降低加工成本,提高零件的表面加工质量和精度。

依靠快速、准确的数字量传递技术对高性能的机床执行部件进行高精密度、高响应速度的实时处理,由于采用了新型刀具,车削和铣削的切削速度已达到 $5000 \sim 8000 \text{ m/min}$ 以上;主轴转速在 30000 r/min (有的高达 100000 r/min) 以上;工作台的移动速度(进给速度)在分辨率为 $1 \mu\text{m}$ 时,在 100 m/min (有的到 200 m/min) 以上,在分辨率为 $0.1 \mu\text{m}$ 时,在 24 m/min 以上;自动换刀速度在 1 s 以内;小线段插补进给速度达到 12 m/min 。

2. 高精度

高精度是为了适应高新技术发展的需要,也是为了提高数控机床的性能、质量和可靠性,减少其装配时的工作量,从而提高装配效率。为满足用户对机床加工精度的要求,普通级数控机床的加工精度已由 $\pm 10 \mu\text{m}$ 提高到 $\pm 5 \mu\text{m}$,精密级数控机床的加工精度也从 $(\pm 3 \sim 5) \mu\text{m}$ 提高到 $(\pm 1 \sim 1.5) \mu\text{m}$;

3. 高可靠性

数控系统的可靠性要高于被控设备的可靠性一个数量级以上,但也不是可靠性越高越好,受性能价格比的约束。当前国外数控机床的平均无故障运行时间(MTBF)值已达 6000 小时以上,驱动装置达 30000 小时以上。



4. 模块化

目前,现代数控系统功能越来越强大,使得系统的硬件、软件结构实现了模块化、标准化和通用化,便于组织生产、提高质量及产品的维修。

5. 智能化

现代数控系统中,引进了自适应控制技术。自适应控制(Adaptive Control, AC)技术是要求在随机变化的加工过程中,通过自动调节加工过程中所测得的工作状态、特性,按照给定的评价指标自动校正自身的工作参数,以达到或接近最佳工作状态的技术。

智能化的内容主要包括以下几个方面:为追求加工效率和加工质量方面的自适应控制、工艺参数自动生成等;为提高驱动性能及使用连接方便方面的前馈控制、电机参数的自适应运算、自动识别负载、自动选定模型、自整定等;为简化编程、简化操作方面的自动编程、智能化的人机界面等;为方便系统的诊断及维修方面的智能诊断、智能监控等。

6. 多功能化

多功能化主要体现在以下几个方面:

(1)数控机床采用一机多能,以提高设备利用率。例如,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,能在同一台机床上同时实现铣削、镗削、钻削、车削、扩孔、铰孔、攻螺纹,甚至磨削等多种工序的加工;五面体加工中心采用了多主轴、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。

(2)良好的人机对话功能。例如,在同一台数控机床上可同时进行零件加工和程序编制,即具有前台操作、后台编辑的功能;现代数控系统利用彩色 CRT 进行二维图形的轨迹显示,更好的还可实现彩色三维动态图形的模拟等。

(3)更强的通信功能。数控机床由单机发展到 FMS、FMC,进而联网形成计算机集成制造系统(CIMS),需要数控系统具有更强的通信功能。大多数控系统都具有 RS-232C 和 RS-422 高速远距离串行接口,可以按照用户级的格式要求同上一级计算机进行多种数据交换。高档的数控系统应具有 DNC 接口,可以实现几台数控机床之间的数据通信,也可以直接对几台数控机床进行控制。

7. 数控编程自动化

CAM 自动编程是当前最先进的数控加工编程方法。目前, CAD/CAM 图形交互式自动编程软件得到较多应用,它是利用 CAD 完成零件几何图形的计算机绘制,再经计算机内的刀具轨迹数据计算和后置处理,而自动生成 NC 零件加工程序,再通过通信接口传入数控机床,进行自动控制加工,从而达到 CAD/CAM 集成一体化,实现无图样化设计与制造。另外,随着 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的加工工艺参数不必由人工参与,而直接从系统内的 CAPP(计算机辅助工艺设计)数据库获得。

8. 高自动化

从数控系统发展到以微处理器为主的 CNC 装置后,系统的功能得到不断扩大,因此数控机床的自动化程度也不断提高。除了自动换刀和自动交换工件外,先后出现了如刀具寿命管理、自动更换备用刀具、刀具尺寸自动测量和补偿、工件尺寸自动测量及补偿、切削参数的自动调整等功能,使单机自动化达到了很高的程度。



四、数控机床的特点

1. 数控机床相对普通机床的优点

(1)工作方式多。数控机床具有手动加工、机动加工和按程序自动加工的功能,在加工过程中一般不需要人工干预。而普通机床只具有手动加工和机动加工功能,加工过程全部由人工干预。

(2)控制功能强大。数控机床通过 CRT 显示器可显示加工程序、工艺参数、刀具运动轨迹、工件图形以及加工时间等;还具有自动报警功能,根据报警信号或报警提示,可以迅速查找到机床故障。

(3)传动系统简单。数控机床的主传动和进给传动系统采用直流或交流无级调速伺服电动机驱动,不需要主轴变速箱和进给变速箱,因此传动链短。而普通机床主传动和进给传动系统一般采用三相交流异步电动机,由变速箱实现多级变速以满足工艺要求,机床传动链长。

(4)适应性强。数控机床与普通机床相比最显著的区别,在于当加工对象改变时数控机床只需更改相应的加工程序,而不需要对机床作较大的调整,即可加工出所需的各种不同工件。

2. 数控机床的加工特点

(1)能加工复杂型面。由于数控机床能够实现多轴联动,可加工出普通机床无法完成的空间曲线和曲面。因此,在航空、航天领域和对复杂型面的模具加工中得到广泛应用。

(2)具有高度柔性。数控机床只需更改加工程序和重新调整刀具,就能满足多品种、中小批量和复杂型面零件的加工要求,生产准备周期短。

(3)加工精度高、质量稳定。数控机床的运动分辨率远高于普通机床,而且传动系统和机床结构都具有很高的刚度、热稳定性,工件加工精度高,进给系统采用消除间隙措施,反向间隙与丝杠螺距误差可由数控装置自动补偿,所以数控机床能达到很高的加工精度。数控机床的加工完全是自动进行的,消除了操作者人为产生的误差,使得同一批工件尺寸的一致性好,加工质量十分稳定。

(4)生产效率高。工件加工所需的时间主要包括机动时间和辅助时间两部分,数控机床有效地减少了这两部分的时间。数控机床的刚性好、功率大,容易选择较大及合理的切削用量;主轴转速高和进给速度范围比普通机床大,并且为无级变速,从而提高数控机床的切削效率,可以减少许多机动时间。此外,数控机床加工可免去划线工序,节省加工过程的中间检验时间。空行程速度远高于普通机床,由此也能省出大量的辅助时间。

(5)自动化程度高,劳动强度低。数控机床对工件的加工是按事先编好的程序自动完成的,工件加工过程中不需要人的干预。加工完毕后自动停车,使操作者的劳动强度与紧张程度大为减轻。加上数控机床一般都具有较好的安全防护、自动排屑、自动冷却和自动润滑等功能,操作者的劳动条件也大为改善。

(6)有利于实现生产管理的现代化。数控系统能准确计算并自动记录加工过程,便于半成品、成品加工统计资料的分析,能实现计算机对数控机床的集中控制与管理。

3. 数控机床的适用范围

数控机床、专用机床和普通机床各自的使用范围是不同的,如图 1-6 所示。各种机床的加工批量与成本的关系也不一样,如图 1-7 所示。



从图 1-7 中可以看出,数控机床适用于加工比较复杂而生产批量不大的零件。当零件复杂程度相当,生产批量很大时应采用专用机床加工。

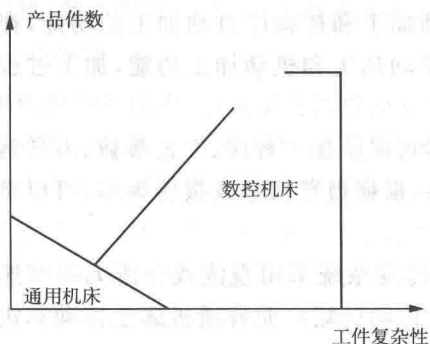


图 1-6 机床的使用范围

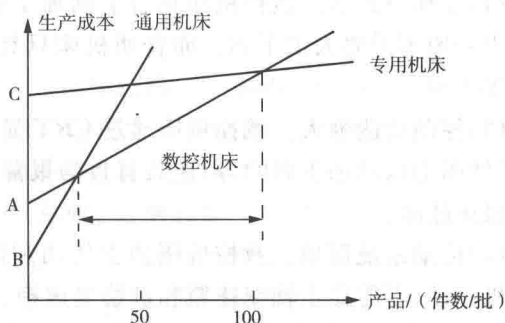


图 1-7 机床加工批量与成本关系

数控机床最适合加工具有以下特点的零件:

- (1)多品种、小批量生产的零件。
- (2)形状结构比较复杂,普通机床无法加工或很难保证质量的零件。
- (3)要多次更改设计后才能定型的零件。
- (4)价值昂贵,不允许报废的零件。
- (5)要求在一次性装夹中综合完成铣、镗、铰或攻螺纹等多工序的零件。
- (6)精度高的贵重零件。
- (7)通用机床加工的生产率低或体力劳动强度大的零件。

五、数控机床的工作过程及基本组成

1. 数控机床的工作过程

利用数控机床进行零件加工的工作过程如图 1-8 所示。

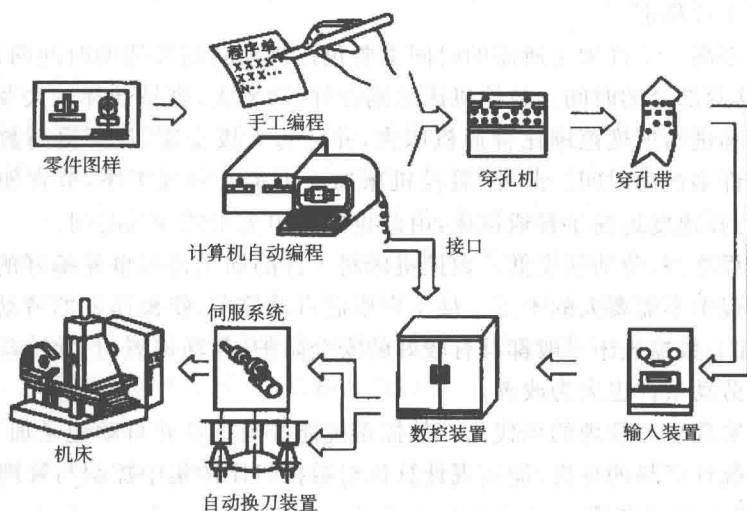


图 1-8 数控机床的工作过程



(1)根据被加工零件的图样(零件形状、尺寸)及工艺要求等,用规定的代码和程序格式,采用手工或计算机编制零件的加工程序,将刀具的运动轨迹、加工工艺过程、工艺参数、切削用量等编写成数控系统能够识别的指令代码,即编写加工程序。

(2)将这些程序代码存储在控制介质(如穿孔带、磁带、光盘等)上。

(3)将加工程序通过程序载体输入到数控装置。

(4)数控装置对输入的程序(代码)进行处理、运算及控制转变成脉冲信号,再将脉冲信号传送到机床的伺服系统,经传动装置驱动机床有关运动部件,产生加工零件所需的各种运动。

(5)在运动过程中,数控系统需要随时检测机床的坐标位置、行程开关的状态等,并与程序的要求相比较,以决定下一步动作,直到加工出合格的零件。

(6)操作者可以随时对机床的加工情况、工作状态进行观察、检查,必要时还需要对机床动作和加工程序进行调整,以保证机床安全、可靠的运行。

2. 数控机床的基本组成

数控机床主要由机床本体和计算机数控系统两大部分组成,如图 1-9 所示。其中,数控系统又包括程序载体、数控装置、可编程控制器、伺服驱动系统、检测与反馈装置及辅助装置等。

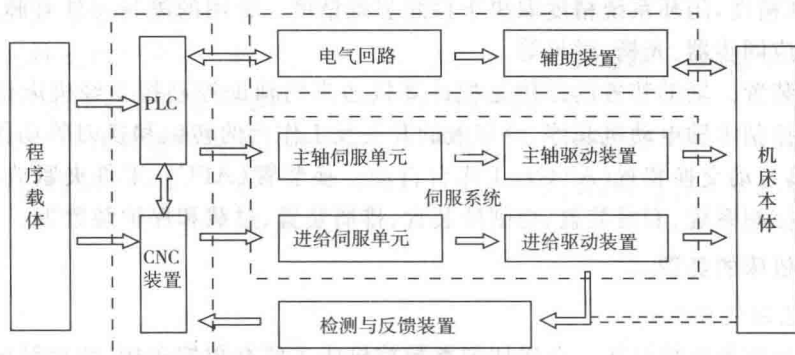


图 1-9 数控机床的基本组成

(1)机床本体。机床本体是数控机床的主体,包括主传动系统、进给传动系统、床身、箱体、导轨、主轴、立柱、横梁、工作台、刀架及自动换刀装置等机械部件。它不仅要实现由数控装置控制的各种运动,而且还要承受包括切削力在内的各种力,因此机床本体必须保证有良好的几何精度、足够的刚度、小的热变形、低的摩擦阻力,才能有效地保证数控机床的加工精度。

(2)程序载体。数控机床加工时,所需的加工程序及各种控制信息要靠某种中间载体携带和传输,这种载体称作程序载体。常用的程序载体有穿孔纸带、软磁盘、盒式磁带、硬盘和闪存卡等。

(3)数控装置。数控装置是数控机床的核心,其作用就是根据输入的数据段,插补运算出理想的运动轨迹,输出到执行部件(伺服单元、驱动装置等),加工出所需要的零件。数控装置主要包括微处理器 CPU、存储器、局部总线、外围逻辑电路和与其他部分联系的接口等。输入、轨迹插补、位置控制是数控装置的三项基本任务,由 CNC 的系统程序(亦称控制



程序)组织完成,保证使整个数控系统有条不紊地进行工作。

(4)可编程控制器。可编程控制器 PLC 的主要作用是解决数控机床的逻辑关系与开关量控制。数控机床的自动控制由 CNC 和 PLC 共同完成。其中,CNC 负责完成与数字运算和管理有关的功能,如编辑加工程序、插补运算、译码、位置伺服控制等。PLC 负责完成与逻辑运算有关的各种动作,没有轨迹上的要求;PLC 接受 CNC 控制代码 M(辅助功能)、S(主轴转速)、T(选刀、换刀)等顺序动作信息,对其进行译码后转换成相应的控制信号,驱动辅助装置完成一系列开关动作,如装夹工件、更换刀具和开关切削液等;PLC 还接受来自机床操作面板的指令,直接控制机床动作,并将部分指令送往 CNC 用于加工过程的控制。

(5)伺服驱动系统。伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分。其作用是把接收来自数控系统的指令信息,经功率放大、整形处理后,转换成机床执行部件的直线位移或角位移运动。伺服驱动系统包括伺服单元和驱动装置两大部分,由主轴伺服单元、进给伺服单元和主轴驱动装置、进给驱动装置组成。步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机是常用的驱动装置。

(6)检测反馈装置。检测反馈装置是高性能数控机床的重要组成部分,通常安装在机床工作台或丝杠上。其作用主要是检测速度和位移,并将信息反馈到控制系统,构成闭环控制。数控系统按有无检测装置可分为开环、闭环与半闭环系统。开环系统精度取决于步进电动机和丝杠精度,闭环系统精度取决于检测装置精度。常用的测量元件有脉冲编码器、旋转变压器、感应同步器、光栅、磁尺等。

(7)辅助装置。辅助装置的作用是把计算机送来的辅助控制指令经机床接口转换成强电信号,用来控制主轴电动机起停、冷却液的开关及工作台的转位和换刀等动作。辅助装置主要包括刀具自动交换装置(ATC)、工作台自动交换装置(APC)、工件夹具放松机构、回转工作台、液压控制系统、润滑装置、切削液装置、排屑装置、过载和保护装置等。

六、数控机床的类型

1. 按工艺用途分类

(1)金属切削类数控机床。金属切削类数控机床主要有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床、数控镗床和加工中心等。

(2)金属成形类数控机床。金属成形类数控机床是指采用挤、冲、压、拉等成形工艺的数控机床。这类数控机床主要有数控折弯机、数控弯管机、数控剪板机和数控高效卧式滚齿机等。

(3)数控特种加工机床。数控特种加工机床主要有数控电火花线切割机床、数控电火花成形机床、数控火焰切割机 and 数控激光切割机床等。

(4)其他类型的数控机床。其他类型数控机床主要有数控三坐标测量机、数控装配机、工业机器人和数控对刀仪等。

2. 按运动轨迹分类

(1)点位控制数控机床。如图 1-10a 所示,点位控制数控机床只控制刀具从一点运动到另一点的准确定位,在移动的过程中不进行切削加工。这种控制方式多应用于数控钻床、数控冲床、数控坐标镗床和数控点焊机等。

(2)直线控制数控机床。如图 1-10b 所示,直线控制数控机床的特点是刀具与工件相对运动时,除控制从起点到终点的准确定位外,还要保证刀具相对于工件移动的轨迹是平行



机床各坐标轴的直线或两轴同时移动构成的 45° 斜线。具有直线控制功能的机床主要有比较简单的数控车床、数控铣床、加工中心和数控磨床等。

(3) 轮廓控制数控机床。如图 1-10c 所示, 轮廓控制数控机床的特点是刀具与工作相对运动时, 能对两个或两个以上坐标轴的运动同时进行切削加工控制。它不仅能控制机床移动部件的起点和终点坐标, 而且能按需要严格控制刀具移动的轨迹, 从而可以加工平面曲线轮廓或空间曲面轮廓。采用这类控制方式的数控机床有数控车床、数控铣床、数控磨床、数控电火花线切割机床和加工中心等。

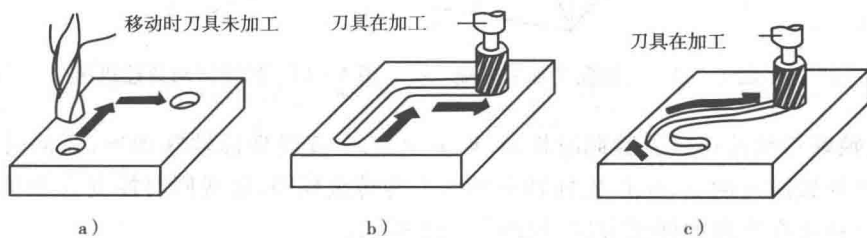


图 1-10 按运动轨迹分类

a) 点动控制 b) 直线控制 c) 轮廓控制

3. 按控制联动的坐标轴数分类

(1) 两坐标联动数控机床。数控机床能同时控制两个坐标轴联动(如图 1-11 所示), 主要用于数控车床加工旋转曲面或数控铣床加工曲线轮廓面等。

(2) 两轴半坐标联动数控机床。数控机床本身有三个坐标能作三个方向的运动, 但控制装置只能同时控制两个坐标, 而第三个坐标只能作等距周期移动, 可加工空间曲面, 如图 1-12 所示。

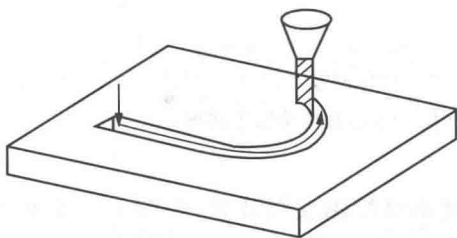


图 1-11 两轴联动加工曲线轮廓

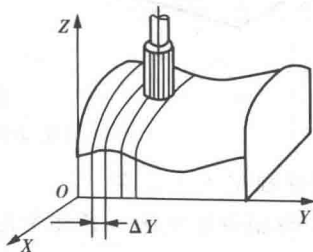


图 1-12 两轴半联动加工曲面

(3) 三坐标联动数控机床。数控机床能同时控制三个坐标轴联动(如图 1-13 所示)。一般分为两类: 一类是 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴联动, 一般用于数控铣床、加工中心等; 另一类是除了同时控制 X 、 Y 、 Z 中任意两个直线坐标外, 还同时控制围绕其中某一直线坐标轴旋转的旋转坐标轴。例如, 车削加工中心, 它除了纵向(Z 轴)、横向(X 轴)两个直线坐标轴联动外, 还需同时控制围绕 Z 轴旋转的主轴(C 轴)联动。

(4) 四轴联动数控机床。同时控制 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴与某一旋转坐标轴联动, 如图 1-14 所示。