

Shukong Jichuang

Biancheng ji Caozuo



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十二五”规划教材

数控机床 编程及操作

任重 ▲ 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



内 容 简 介

本书包含了数控机床基础知识、手工编程(包含数控仿真系统的应用)和自动编程(Mastercam 软件)三大块内容。本书首先从产生、原理及特点等方面介绍了数控机床的相关基础知识;然后以华中数控系统为例介绍了数控车床、数控铣床和加工中心三大类常用机床的手工编程知识与技能,最后介绍了采用自动编程Mastercam 软件实现二维零件和三维零件的建模及自动生成 NC 程序的方法与技巧。全书以任务驱动学习过程,将数控机床的编程与操作同仿真实训相结合,实现了从项目引入、自动编程或手工编程到仿真模拟的数控机床操作过程。本书可作为从事数控加工的技术人员和操作人员的培训用书,还可作为高校数控专业和机电专业数控机床编程与操作的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程及操作/任 重 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.9
工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5609-8875-7

I. 数… II. 任… III. ①数控机床-程序设计-高等职业教育-教材 ②数控机床-操作-高等职业教育-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 081453 号

数控机床编程及操作

任 重 主 编

策划编辑:张 毅
责任编辑:张 琼
封面设计:范翠璇
责任校对:何 欢
责任监印:张正林
出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915
录 排:武汉楚海文化传播有限公司
印 刷:华中理工大学印刷厂
开 本:787mm×1092mm 1/16
印 张:22
字 数:558 千字
版 次:2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
定 价:42.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务版权所有 侵权必究

前言



国家“十二五”规划已将振兴装备制造业作为推进工业结构优化升级的主要内容,数控机床则成为振兴装备制造业的重点之一。受益于国家振兴装备制造业的大环境和强劲的市场需求拉动,国内机床行业出现了技术长足发展、投资热情高涨的局面。突出表现在两个方面:一方面是数量快增,数控机床消费占机床总消费的比例上升到60%以上,且预计在“十二五”期间仍将继续快速攀升;另一方面是需求档次不断提高。鉴于此,国家对数控操作人员的数量和质量都提出了更高的要求,这既为国内高职高专院校机电、模具及数控等专业的发展营造了良好的政策氛围,又对专业建设尤其是教材建设提出了更高的要求。

本书是根据教育部现阶段高端技能型人才培养目标的指导思想和最新的专业教学计划编写的。参与本书编写的人员是来自长期进行数控及相关专业课程教学第一线的教师,他们有着丰富的教学经验和实践经验。全书共设置了5个大项目,以培养数控专业技能型人才、紧贴岗位实际为目标,分别为绪论、数控车床编程及操作、数控铣床编程及操作、加工中心编程及操作、Mastercam软件的应用五部分内容。

本书的创新之处在于:每个大项目采用2~3个教学模块组织内容,全书共设12个任务。每个任务参照国家中、高级数控操作工题库真题设置典型工作任务,以12个经过教学改造的典型零件或学习任务为载体来开发,在开发过程中引入国家职业技能鉴定数控机床操作工职业标准,集理论、仿真和实操为一体。每个任务由任务目标、任务引入、相关知识、思考题与习题等组成,它按照数控编程过程组织学习过程,并运用数控仿真系统模拟加工过程,让学生能够从头到尾感受到工作氛围。通过学习和训练,学生不仅能够掌握数控编程知识,而且能够掌握零件数控加工程序编制的方法,达到高级数控车床操作工、数控铣床操作工和加工中心操作工水平。

本书由长江工程职业技术学院任重担任主编,邓敏、李丰和卢俊担任副主编。具体分工是:项目1和项目5由任重编写;项目2由李丰编写;项目3由邓敏编写;项目4由卢俊编写;任重负责全书的统稿和审核。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、中等职业院校和独立学院数控技术、模具设计与制造、机械制造及自动化、计算机辅助设计与制造和机电一体化技术等机械类专业的教学用书,也可供相关技术人员参考、学习、培训之用。

由于编者水平有限,书中疏漏之处和错误在所难免,恳请专家和广大读者予以指正。

编者

2013年1月于武汉

目录



项目 1 绪论	(1)
任务 1 数控机床概述	(2)
任务 2 数控机床编程基础	(15)
项目 2 数控车床编程及操作	(31)
任务 1 销轴的数控加工	(32)
任务 2 典型车床零件的数控加工	(81)
任务 3 复杂车床零件的数控加工	(104)
项目 3 数控铣床编程及操作	(123)
任务 1 S形槽的数控加工	(124)
任务 2 典型铣床零件的数控加工	(175)
任务 3 复杂铣床零件的数控加工	(217)
项目 4 加工中心编程及操作	(241)
任务 1 简单加工中心零件的数控加工	(242)
任务 2 典型加工中心零件的数控加工	(261)
项目 5 Mastercam 软件的应用	(269)
任务 1 二维加工	(270)
任务 2 三维曲面加工	(324)
参考文献	(345)



项目

绪论

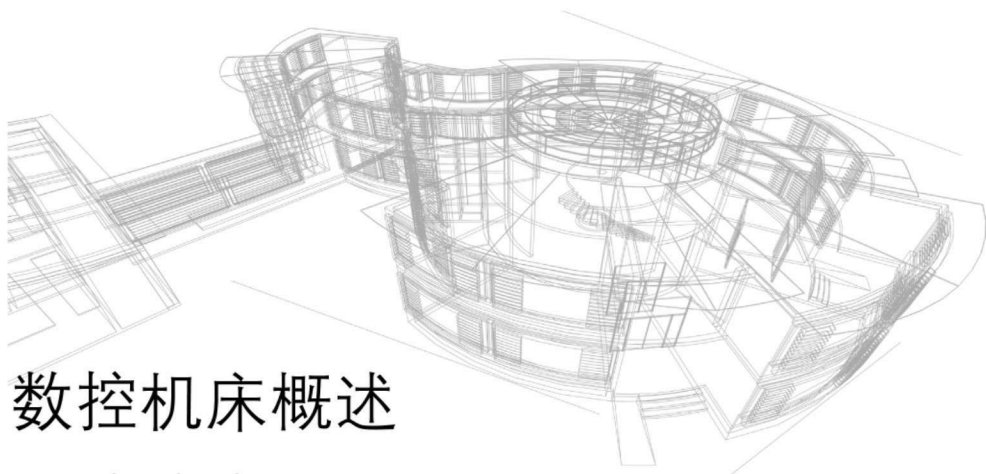
学习目标

○ ○ ○ ○



通过本项目的学习,读者能够了解数控机床的产生、发展、组成等相关知识,会确定数控机床的坐标系,并对数控程序的组成及格式有初步的了解。

任务 1 数控机床概述



【任务目标】

一、知识目标

- (1) 了解数控机床的概念及其产生和发展过程。
- (2) 熟悉数控机床的分类方法,能根据数控机床的特点,确定其应用场合。
- (3) 熟悉数控机床的结构及其加工原理。
- (4) 熟悉数控机床的安全操作规程及日常保养要点。

二、能力目标

- (1) 了解本课程学习内容及学习方法,熟悉数控机床概念、产生、发展、分类、特点及应用。
- (2) 理解数控机床的基本工作原理和加工过程。
- (3) 熟悉数控机床的结构及各主要部分的功能。
- (4) 重视数控机床的安全操作规程及日常保养。

【任务引入】

本任务包括本课程的学习目标及内容,本课程的学习方法,数控机床的基本概念、产生、发展、分类、组成及工作原理、加工特点和应用范围、安全操作规程与日常维护等内容。

【相关知识】

一、学习目标及内容

1. 学习目标

通过本课程的学习,能独立读懂零件加工图样,制订数控加工工艺,编写零件加工程序,熟练操作数控机床,加工产品合格。

2. 学习内容

手工编程部分:数控车床编程及操作、数控铣床编程及操作和数控加工中心编程及操作。
自动编程部分:Mastercam 软件的应用。

二、学习方法

本课程主要以华中世纪星数控系统编程指令及方法为主要讲授内容。目前,市场上存在多种数控系统,如日本 FANAC 数控系统、德国西门子数控系统等。这些数控系统虽然在编程指

令格式和用法上有所不同,但编程的基本方法是一样的。因此,学习本课程时,重点要学习编程的方法,在运用其他数控系统编程时能够做到举一反三,只是按编程方法用当前系统编程指令替换华中世纪星数控系统编程指令即可。

三、数控机床的基本概念

数字控制技术,简称数控(numerical control,NC),是采用数字化信息实现加工自动化的控制技术。

数字控制机床(numerical control machine tool),即 NC 机床,是应用一种借助数字化信号对控制对象(如机床的运动及其加工过程)进行自动控制的技术对加工过程进行控制的机床,或者说是装备了数控系统的机床。

计算机数字控制机床(computer numerical control machine tool),即 CNC 机床,是指装备了计算机数控系统的机床,也称现代数控机床。它是综合应用了计算机、自动控制、电气传动、精密测量、精密机械制造等技术的最新成果而发展起来的,它采用微处理器作为机床的数控装置,通过编制各种系统软件来实现不同的控制功能和加工功能。

数控机床将加工过程所需的各种操作(如主轴变速、松夹刀具、进刀退刀、自动开停冷却液、程序的启停等)、步骤,以及工件的形状、尺寸用数字化代码表示,然后通过控制介质(磁盘、串口、网络)送入数控装置,数控装置对输入的信息进行处理与运算并发出相应的控制信号,控制机床的伺服系统或其他驱动元件依据控制信号使机床自动加工出合格的零件。

四、数控机床的产生

客观原因及背景:普通机床在加工具有精度要求高、形状复杂、加工批量小且改型频繁的一些零件(而且,这类产品占机械制造工业产品总量的 75%~80%)时,存在效率低、劳动强度大等一系列问题。

应对措施:机械加工工艺过程的自动化是实现机械产品质量与生产率“双赢”的重要措施之一。它不仅能够提高产品的质量,提高生产效率,降低生产成本,还能够大大改善工人的劳动条件。电子技术、计算机技术、控制技术的发展也为实现机械加工工艺过程的自动化提供了必要条件。

必然结果:一种新型的数字程序控制机床应运而生并逐渐被市场所接受,为单件小批量生产精密复杂零件提供自动化的加工手段,这就是数控机床。

五、数控机床的发展

数控机床为单件、小批生产的精密复杂零件提供了自动化加工手段。半个多世纪以来,数控技术得到了迅猛的发展,加工精度和生产效率不断提高。数控机床的发展至今已经历了两个阶段和六个时代,详见表 1-1-1。

1. 数控(NC)阶段(1952—1970 年)

早期的计算机运算速度慢,不能适应机床实时控制的要求,人们只好用数字逻辑电路“搭”成一台机床专用计算机作为数控系统,这就是硬件连接数控,简称数控。随着电子元器件的发展,这个阶段经历了三代,即 1952 年的第一代——电子管数控机床,1959 年的第二代——晶体管数控机床,1965 年的第三代——集成电路数控机床。

2. 计算机数控(CNC)阶段(1970 年至今)

1970 年,通用小型计算机已出现并投入成批生产,人们将它移植过来作为数控系统的核心部件,从此进入计算机数控阶段。这个阶段也经历了三代,即 1970 年的第四代——小型计算机数控机床,1974 年的第五代——微型计算机数控系统,1990 年的第六代——基于 PC 的数控机床。

表 1-1-1 数控机床的发展

发展阶段	时代特征	计算机发展节点	数控装置发展历程
第一代	电子管 (世界上第一台)	1946 年	1952 年,计算机控制的硬件逻辑数控系统 NC,世界上第一台数控机床
第二代	晶体管	1957 年	1959 年的 NC,世界上第一台数控加工中心
第三代	集成电路	1965 年	1965 年的 NC
第四代	小型计算机	1970 年	1970 年 CNC
第五代	微型计算机	1980 年 (从 1970 年开始)	1974 年 CNC
第六代	基于 PC	1990 年	1990 年 CNC

随着微电子技术和计算机技术的不断发展,数控技术也随之不断更新,发展非常迅速,几乎每 5 年更新换代一次,其在制造领域的加工优势逐渐体现出来。当今的数控机床已经在机械加工部门占有非常重要的地位,是计算机直接数控(direct numerical control,DNC)系统、柔性制造系统(flexible manufacturing system,FMS)、计算机集成制造系统(computer integrated manufacturing system,CIMS)、自动化工厂(factory automation,FA)的基本组成单位,并向更高层次的自动化、柔性化、敏捷化、网络化和数字化制造方向推进。

我国从 1958 年开始研制数控机床,1966 年研制出晶体管数控系统,并将样机应用于生产。1968 年成功研制 X53K-1 立式铣床。20 世纪 70 年代初,加工中心研制成功。1988 年,FMS 通过验收投入运行,用于生产伺服电动机的零件。

近年来,在引进、消化、吸收国外先进技术的基础上,我国对数控机床进行了大量的开发工作,一些高档次的数控系统,如五轴联动的数控系统、为柔性制造单元配套的数控系统陆续开发出来。目前我国数控机床生产已经初步建立了以中、低档为主的产业体系,为今后的发展奠定了基础,与发达国家的差距在不断缩小。

六、数控机床的分类

数控机床的种类繁多,通常有以下四种分类方法。

1. 按加工原理分类

按加工原理分类,数控机床分为金属切削类数控机床、金属成形类数控机床、特种加工类数控机床、其他类数控机床等类别。

1) 金属切削类数控机床

金属切削类数控机床是指采用车、铣、镗、铰、钻、磨、刨等各种切削工艺的数控机床。此类数控机床包括数控车床、数控铣床、数控镗床、数控磨床、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。此类数控机床有数控板料折弯机、数控弯管机、数控冲床等。

3) 特种加工类数控机床

此类数控机床包括数控线切割机床、数控电火花加工机床、数控火焰切割机、数控激光切割机

4) 其他类数控机床

其他类数控机床包括数控三坐标测量仪、数控对刀仪等。

2. 按运动轨迹分类

按运动轨迹分类,数控机床分为点位控制数控机床、直线控制数控机床、轮廓控制数控机床三类。

1) 点位控制数控机床

点位控制数控机床只控制刀具相对于工件定位点的位置,即控制刀具从一点到另一点的精确定位运动,对轨迹不作控制要求,在移动和定位过程中不进行任何加工,如图 1-1-1 所示。为提高生产效率和保证定位精度,机床设定快速进给,临近终点时自动减速,从而减少运动部件因惯性而引起的定位误差。

具有点位控制功能的数控机床有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床和数控点焊机等。

2) 直线控制数控机床

直线控制数控机床是指刀具或工作台以给定的速度按直线运动,不仅控制两点之间的准确位置,还要控制两点之间移动的速度和轨迹的机床,如图 1-1-2 所示。

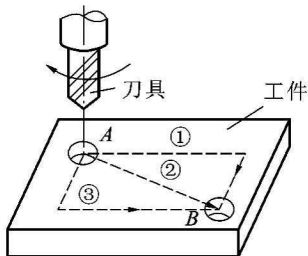


图 1-1-1 点位控制数控机床加工示意图

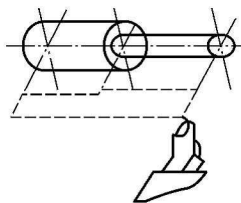


图 1-1-2 直线控制数控机床加工示意图

具有直线控制功能的数控机床有比较简单的数控车床、数控镗铣床、数控磨床等。

3) 轮廓控制数控机床

轮廓控制数控机床是指刀具或工作台按工件的轮廓轨迹运动,运动轨迹为任意方向的直线、圆弧、抛物线或其他函数关系的曲线的机床。它具有控制几个进给轴同时协调运动(坐标联动),使工件相对于刀具按程序规定的轨迹和速度运动,在运动过程中进行连续切削加工的数控系统,如图 1-1-3 所示。

常见的轮廓控制数控机床有数控车床、数控铣床、加工中心等用于加工曲线和曲面零件的机床。现代的数控机床基本上都是这种数控机床。

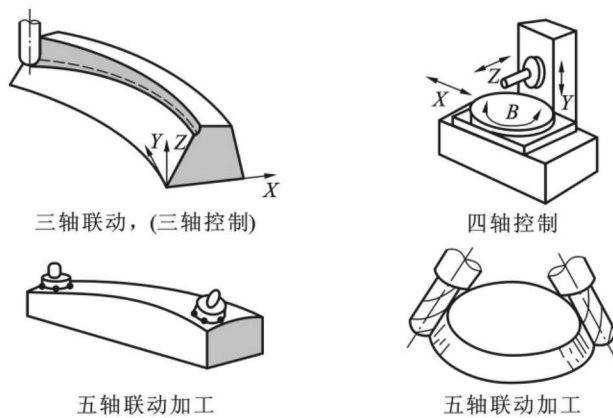


图 1-1-3 轮廓控制数控机床加工示意图

3. 按控制方式分类

按控制方式分类,数控机床分为开环控制数控机床、闭环控制数控机床、半闭环控制数控机床三类。

1) 开环控制数控机床

开环控制数控机床采用步进电动机驱动,无位置及速度测量元件,故无位置及速度反馈,如图1-1-4所示。

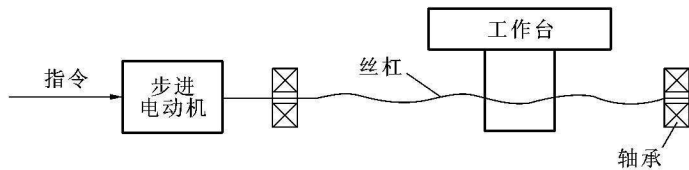


图 1-1-4 开环控制数控机床

开环控制数控机床结构简单、设备成本低、调试方便、操作简单,但控制精度低,工作速度受步进电动机短频特性的限制。

2) 闭环控制数控机床

闭环控制数控机床控制精度高,采用交流或直流伺服驱动装置及伺服电动机,有位移、速度检测装置,如图 1-1-5 所示。

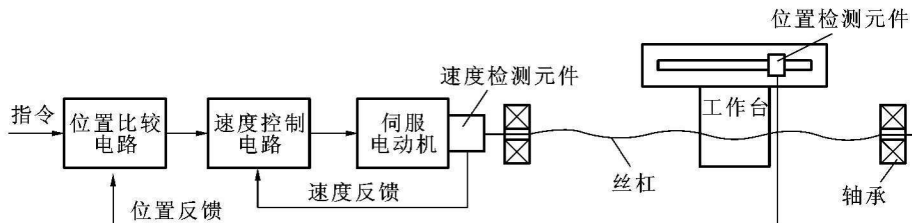


图 1-1-5 闭环控制数控机床

闭环控制数控机床刚度高,机床的加工、装配要求高,价格贵,调试困难。位置检测装置中的测量元件(光栅尺)安装在机床的运动部件上,测出工作台的实际位移值并反馈给数控装置。

3) 半闭环控制数控机床

半闭环控制数控机床的零件加工精度高于开环控制系统,调试比闭环控制系统容易,设备成本处于开环和闭环控制系统之间。采用交流或直流伺服驱动装置及伺服电动机,有角位移、角速度检测装置,结构紧凑,如图 1-1-6 所示。

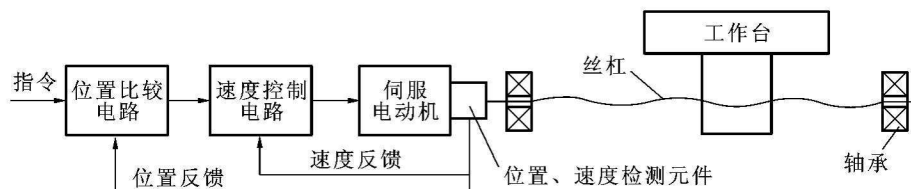


图 1-1-6 半闭环控制数控机床

它实际控制的是丝杠的转动,其检测装置包括位移检测装置和速度检测装置,既可检测工作台的位置,又能检测工作台移动的速度。

4. 按功能水平分类

按照数控系统的功能水平,通常可把数控机床划分为低、中、高档三类,即经济型、普及型和高级型,如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 不同档次数控系统功能及指标

控制系统功能	高档	中档	低档(经济型)
主轴功能	无级变速、C 轴功能		机械变速
分辨率	0.1 μm	1 μm	10 μm
进给速度	15~100 m/min	15~24 m/min	8~15 m/min
伺服驱动	闭环	半闭环	开环
电动机	交流、直流伺服电动机		步进电动机
联动轴数	2~4 轴或 2~5 轴		2~3 轴
通信功能	MAP, 联网功能	RS-232C, RS-485	无
显示功能	三维图形彩显	图形显示	数码或字符
内装 PLC	有	有	无

七、数控机床的组成及工作原理

1. 数控机床的组成

数控机床一般由输入/输出装置、数控装置、伺服系统、机床本体及测量反馈装置组成,其基本组成框图如图 1-1-7 所示。

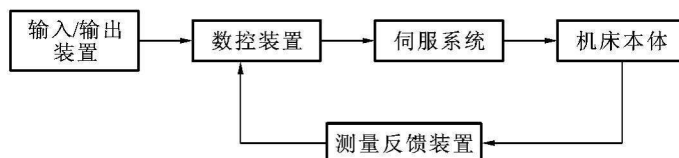


图 1-1-7 数控机床的组成框图

1) 输入/输出装置

输入设备可将不同加工信息传递给计算机。在数控机床产生的初期,输入装置为穿孔纸带(现已趋于淘汰),后来发展成用盒式磁带,再发展成使用键盘、磁盘等,大大方便了信息输入工作,现在用 DNC 网络通信(串行通信)的方式输入。输出指输出内部工作参数(含机床正常、理想工作状态下的原始参数,故障诊断参数等),一般在机床刚工作状态需输出这些参数作记录保存,待工作一段时间后,再将输出与原始资料作比较、对照,可帮助判断机床工作是否维持正常。数控系统一般配有显示器或点阵式液晶显示器,其所显示的信息较丰富,并能显示图形。操作人员通过显示器获得必要的信息。

2) 数控装置

数控装置是数控机床的核心部件,它接受输入装置送来的数字信息,经过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,加工出所需的零件。目前数控装置一般使用多个微处理器,以程序化的软件形式实现控制功能。

3) 伺服系统

伺服系统是数控机床的执行部分,其作用是把来自数控装置的指令转换成机床的运动,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,最后加工出符合图样要求的零件。每一个脉冲信号使机床移动部件产生的位移量称为脉冲当量(也称为最小设定单位),常用的脉冲当量为 0.001 mm。每个进给运动的执行部件都有相应的伺服系统,伺服系统的精度及动态响应决定了数控机床的加工精度、表面质量和生产率。伺服系统一般包括驱动装置和执行机构两大部分,常用执行机构有步进电动机、直流伺服电动机、交流伺服电动机等。

4) 测量反馈装置

测量反馈装置的作用是将机床的实际位置、速度等参数检测出来,转变成电信号,传输给数控装置,通过比较机床的实际位置、速度与指定位置、速度是否一致,并由数控装置发出指令修正所产生误差。目前,数控机床上常用的检测反馈装置主要有光栅、磁栅、感应同步器、码盘、旋转变压器、测速发电机。

5) 机床本体

数控机床本体是完成各种切削加工的机械部分,主要包括床身、底座、立柱、横梁、滑座、工作台、主轴箱、进给机构、刀架及自动换刀装置。与普通机床相比,数控机床具有更高的刚度和抗振性,相对运动面的摩擦因数小,传动间隙小,所以数控机床的外观、整体结构、传动系统、刀具系统及操作机构与普通机床有着很大的差异。

2. 数控机床的工作原理

各种信息按一定的格式形成加工程序存放在信息载体上,再由机床上的数控装置读入。经过数控装置对这些信息进行的译码处理,处理所得到的指令输出给驱动装置,从而使机床按照要求执行与工件之间的相对运动,进而完成金属切削,加工出符合要求的工件,如图 1-1-8 所示。

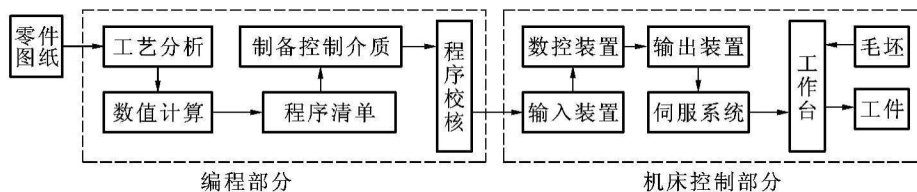


图 1-1-8 数控机床的工作原理框图

3. 数控机床的工作过程

数控机床加工工件时,首先由编程人员按照零件的几何形状、技术要求和加工工艺要求将加工过程编成数控加工程序。数控装置读入加工程序后,将其翻译成机器能够理解的控制指令,控制机床的主轴运动、进给运动、更换刀具,以及工件的夹紧与松开,冷却、润滑泵的开与关,刀具、工件和其他辅助装置严格按照加工程序规定的顺序、轨迹和参数进行工作,由伺服系统将其变换和放大后驱动机床上的主轴电动机和进给伺服电动机转动,并带动刀具及机床的工作台移动,实现加工,从而加工出符合图样要求的零件,如图 1-1-9 所示。

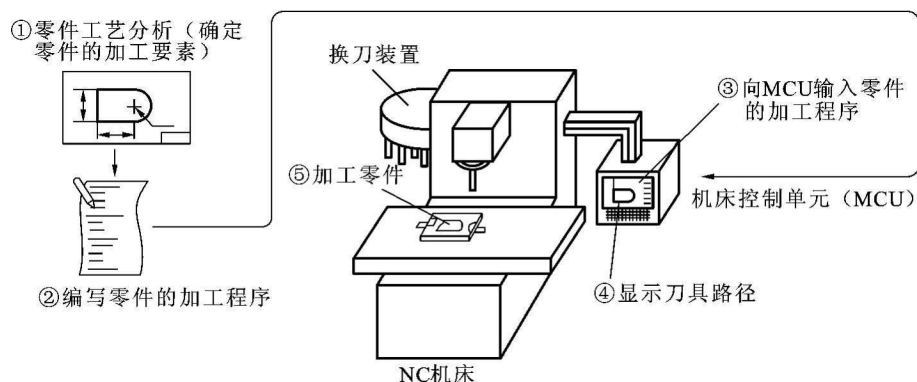


图 1-1-9 数控机床的工作过程

八、数控机床的加工特点和应用范围

1. 数控机床的加工特点

数控机床与普通机床相比,具有以下特点。

1) 适应性强,具有高柔性

适应性即所谓的柔性,是指数控机床随生产对象变化而变化的适应能力。在数控机床上改变加工零件时,只需重新编制程序,输入新的程序后就能实现对新的零件的加工;而不需改变机械部分和控制部分的硬件,且生产过程是自动完成的。这就为复杂结构零件的单件、小批量生产以及试制新产品提供了极大的方便。适应性强是数控机床最突出的优点,也是数控机床得以迅速发展的主要原因。

2) 加工精度高,产品质量稳定

数控机床是按数字形式给出的指令进行加工的,一般情况下工作过程不需要人工干预,这就消除了操作者人为产生的误差。在设计制造数控机床时,采取了许多措施,使数控机床的机械部分达到了较高的精度和刚度。数控机床工作台的移动当量普遍达到了 $0.01\sim 0.0001\text{ mm}$,而且进给传动链的反向间隙与丝杠螺距误差等均可由数控装置进行补偿,高档数控机床采用光栅尺进行工作台移动的闭环控制。数控机床的加工精度由过去的 $\pm 0.01\text{ mm}$ 提高到 $\pm 0.005\text{ mm}$ 甚至更高。20世纪90年代初中期,定位精度已达到 $\pm 0.002\sim \pm 0.005\text{ mm}$ 。此外,数控机床的传动系统与机床结构都具有很高的刚度和很好的热稳定性。通过补偿技术,数控机床可获得比本身精度更高的加工精度。尤其提高了同一批零件生产的一致性,产品合格率高,加工质量稳定。

3) 自动化程度高,劳动强度低(改善劳动条件)

数控机床加工前经调整好,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。操作者主要是程序的输入、编辑、装卸零件、刀具准备、加工状态的观测,零件的检验等工作,劳动强度极大降低,机床操作者的劳动趋于智力型工作。另外,机床一般是封闭式加工,既清洁又安全。

4) 生产效率高,减少辅助时间和机动时间

零件加工所需的时间主要包括机动时间和辅助时间两部分。数控机床主轴的转速和进给量的变化范围比普通机床大,因此数控机床每一道工序都可选用最有利的切削用量。由于数控机床结构刚度高,因此允许进行大切用量的强力切削,这就提高了数控机床的切削效率,节省了机动时间。数控机床的移动部件空行程运动速度快,工件装夹时间短,刀具可自动更换,辅助时间比一般机床大为缩短。数控机床更换被加工零件时几乎不需要重新调整机床,节省了零件安装调整时间。数控机床加工质量稳定,一般只作首件检验和工序间关键尺寸的抽样检验,因此节省了停机检验时间。在加工中心机床上加工时,一台机床实现了多道工序的连续加工,生产效率的提高更为显著。

5) 良好的经济效益

数控机床虽然设备昂贵,加工时分摊到每个零件上的设备折旧费较高。但在单件、小批量生产的情况下,使用数控机床加工可节省画线工时,减少调整、加工和检验时间,节省直接生产费用。数控机床加工零件一般不需制作专用夹具,节省了工艺装备费用。数控机床加工精度稳定,降低了废品率,使生产成本进一步下降。此外,数控机床可实现一机多用,节省厂房面积和建厂投资。因此使用数控机床可获得良好的经济效益。

6) 有利于生产管理的现代化

使用数控机床加工工件,可预先精确估算出工件的加工时间,所使用的刀具、夹具可进行规范化、现代化管理。数控机床使用数字信号与标准代码为控制信息,易于实现加工信息的标准化,目前已与计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)有机地结合起来,是现代集成制造技术的基础。

7) 价格较贵

数控机床是以数控系统为代表的新技术对传统机械制造产业渗透形成的机电一体化产品,它涉及机械、信息处理、自动控制、伺服驱动、自动检测、软件技术等许多领域,尤其采用了许多高、新、尖技术,使得数控机床的整体价格较高。

8) 调试和维修较复杂

由于数控机床结构复杂,所以要求调试与维修人员应经过专门的技术培训,才能胜任此项工作。此外,由于许多零件形状较为复杂,目前数控机床编程又以手工编程为主,故编程所需时间较长,这样会使机床等待时间变长,导致数控机床的利用率不高。

2. 数控机床的应用范围

数控机床具备普通机床所没有的许多优点,但这些优点只有在一定的具体条件下才能得以体现。数控机床的应用范围正在不断扩大,但它并不能完全取代其他类型的机床,也还不能以最经济的方式解决机械加工中的所有问题。根据数控机床自身的特点,它通常最适合加工以下类型的零件。

(1)结构复杂、精度高或必须用数学方法确定的复杂曲线、曲面类零件。通常数控机床适合于加工结构较为复杂,在普通机床上加工时需要准备复杂、贵重工艺装备的零件。

(2)多品种小批量生产的零件。加工零件批量大时,选择数控机床加工是不利的,原因之一是数控机床设备费用昂贵。此外,与大批量生产通常采用的专用机床相比,数控机床的效率还不够高。数控机床一般适合于单件小批生产加工,并有向中批量发展的趋势。

(3)需要频繁改型的零件。在军工企业和科研部门,零件会被频繁改型,这就为数控机床提供了用武之地。

(4)价值昂贵、不允许报废的关键零件。

(5)希望最短生产周期的急需零件。

数控机床的应用范围如图 1-1-10 所示。

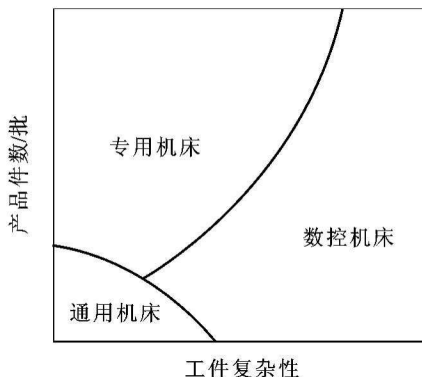


图 1-1-10 数控机床的应用范围

九、数控机床安全操作规程与日常维护

1. 数控机床安全操作规程

数控机床作为精密的加工设备,不光对操作者的编程和操作技术要求很高,而且要求机床操作人员能够养成遵守数控机床安全操作规程的习惯,避免人身伤害事故的发生。具体来说,数控机床的安全操作规程有如下几点。

(1)操作者必须熟悉机床的性能、结构、传动原理及控制,严禁超性能使用。

(2)操作机床前必须紧束服装,戴好工作帽,检查机床有无异常情况,工作时严禁戴手套。

(3)工作台不得放置工具或其他无关物件,注意不要使刀具与工作台撞击。机床通电启动后,先进行机械回零操作,低速运行 3~5 min,查看各部分运转是否正常。

(4)加工工件前,必须进行加工模拟或试运行,严格检查调整加工原点、刀具参数、加工参数、运动轨迹,并且要将工件清理干净,特别注意工件是否装夹牢固,调节工具是否已经移开。

(5)确认操作面板上进给轴的速度及其倍率开关状态,切削加工要在各轴与主轴的扭矩和功率范围内使用。

(6)装卸及测量工件时,把刀具移到安全位置,主轴停转。

(7)主轴旋转切削过程中不能用手去除铁屑或触摸工件,消除铁屑时应使用刷子,不能用嘴去吹或用棉纱擦。

(8)工作中发生不正常现象或故障时,应立即停机排除,或通知维修人员检修。

(9)工作完毕后,应及时清扫机床,并将机床恢复到原始状态,各开关、手柄放于非工作位置上,切断电源,认真执行交接班制度。

2. 数控机床的日常维护

为了更好发挥数控机床的功效,应建立数控机床日常保养的长效机制。数控机床的日常保养如表 1-1-3 所示,以供参考。

表 1-1-3 数控机床日常维护保养

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑	检查润滑油的油面、油量,及时添加油,润滑油泵能否定时启动、打油及停止,导轨各润滑点在打油时是否有润滑油流出
2	每天	X、Y、Z 轴及回旋轴导轨	清除导轨面上的切屑、污物、冷却水剂,检查导轨润滑油是否充分,导轨面上有无滑伤及锈斑,导轨防尘刮板上有无夹带铁屑,如果是安装滚动滑块的导轨,当导轨上出现划伤时应检查滚动滑块
3	每天	压缩空气气源	检查气源供气压力是否正常,含水量是否过大
4	每天	机床进气口的油水自动分离器和自动空气干燥器	及时清理分水器中滤出的水分,加入足够润滑油,空气干燥器是否能自动切换工作,干燥剂是否饱和
5	每天	气液转换器和增压器	检查存油面高度并及时补油
6	每天	主轴箱润滑恒温油箱	恒温油箱正常工作,由主轴箱上油标确定是否有润滑油,调节油箱制冷温度后能正常启动,制冷温度不要低于室温太多(相差 2~5℃,否则主轴容易产生空气水分凝聚)
7	每天	机床液压系统	油箱、油泵无异常噪声,压力表指示正常压力,油箱工作油面在允许的范围内,回油路上背压不得过高,各管接头无泄漏和明显振动
8	每天	主轴箱液压平衡系统	平衡油路无泄漏,平衡压力指示正常,主轴箱上下快速移动时压力波动不大,油路补油机构动作正常
9	每天	数控装置及输入/输出装置	如光电阅读机的清洁,机械结构润滑良好,外接快速穿孔机或程序服务器连接正常
10	每天	各种电气装置及散热通风装置	数控柜、机床电气柜进气排气扇工作正常,风道过滤网无堵塞,主轴电动机、伺服电动机、冷却风道正常,恒温油箱、液压油箱的冷却散热片通风正常
11	每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩应动作灵敏而无漏水,刀库防护栏杆、机床工作区防护栏检查门开关应动作正常,恒温油箱、液压油箱的冷却散热片通风正常
12	每周	各电柜进气过滤网	清洗各电柜进气过滤网
13	半年	滚珠丝杠螺母副	清洗丝杠上旧的润滑油脂,涂上新的油脂,清洗螺母两端的防尘网
14	半年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器、油箱油低,更换或过滤液压液压油,注意加入油箱的新油必须经过过滤和去水分