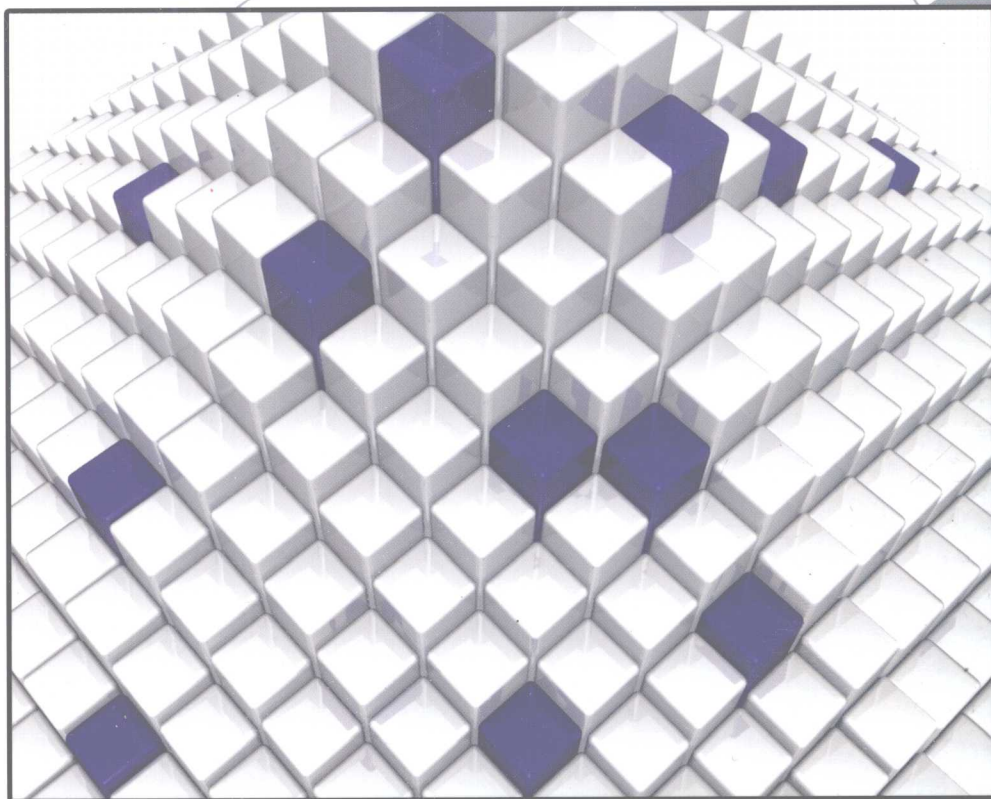




中等职业教育“十一五”规划教材
中职中专机电类教材系列

模具数控加工技术与实训

刘华刚 何兵 主编



科学出版社
www.sciencep.com

中等职业教育“十一五”规划教材

中职中专机电类教材系列

模具数控加工技术与实训

刘华刚 何 兵 主 编

刘 明 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书将实际操作、编程以及加工实例等内容系统地分成7个项目,包括数控机床基本知识、模具数控加工基础、数控加工工艺、数控铣(加工中心)加工、数控车加工、D7125 数控电火花加工实训、DK7725 数控线切割加工实训。内容编排上注重实际操作技能,使学生快速了解和掌握冲压模具与塑料模具数控加工的知识 and 技能,并且能够贴近模具生产企业的实际生产过程,有较强的实用性和先进性。

本书可作为模具等相关专业的高职或中专教材,也适合从事模具行业的工程技术人员、技术工人和模具生产管理人员作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

模具数控加工技术与实训/刘华刚,何兵主编. —北京:科学出版社,2008
(中等职业教育“十一五”规划教材·中职中专机电类教材系列)
ISBN 978-7-03-022977-9

I. 模… II. ①刘…②何… III. 模具-数控机床-加工-专业学校-教材
IV. TG76 TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 140783 号

责任编辑:陈砺川 / 责任校对:耿 耘
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏 志 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年9月第 一 版	开本:787×1092 1/16
2008年9月第一次印刷	印张:13
印数:1—4 000	字数:295 000

定价:21.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135763-8020

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

近年来我国的模具技术得到了很大发展,模具制造水平也有了很大提高,这使得模具的质量和寿命明显提高,模具交货期较前缩短,模具数控加工技术也相当广泛地得到应用。利用模具生产制件具有生产率高、生产成本低、材料利用率高、能成形复杂零件、适合大批量生产等优点,因而对发展生产、提高效益、加快产品更新换代等方面具有重要作用。

经过调查,从事模具设计、模具工艺过程实施、产品质量检验和监督工作的人数占到模具行业总人数的 42%;其次是具体从事生产设备的操作、模具的制作、调试和维修的人员,这类人员是智能型操作人员,占总数的 26%;三是从事生产的组织、技术指导和技术监督工作的人员,占总人数的 14%;余下的是从事模具及其他产品的营销工作、售后技术服务的人员,占总人数的 18%。模具技术人员已成为我国的紧缺人才。

本书是培养掌握模具数控加工技术的技能型紧缺人才的综合性教材,编写人员具有多年企业经验和丰富的模具专业教学经验,其编写内容本着以实际应用技术为本,以企业需求为基本依据,以就业为导向,适应企业技术发展,体现模具数控加工技术的先进性的原则。本书涉及模具零件的数控加工、电加工、线切割加工以及模具的装配、调试等方面的内容,使学生掌握模具数控加工的核心技术,了解周边技术和跟踪前沿技术。

本书由刘华刚、何兵任主编,刘明任副主编。参编人员有天津工程技师学院刘明、天津劳动经济学校熊艳、天津轻工学校王敏、天津冶金学院臧昆岩、北京电子科技职业学院何兵、北京电子科技职业学院刘华刚。

由于编者的水平有限,书中难免存在错误和不足之处,敬请读者批评指正。

目 录

项目 1 数控机床基本知识	1
任务 1 数控机床的安全操作	2
知识 1 数控机床的安全规程	2
知识 2 数控机床的日常维护	3
任务 2 数控机床的基本组成原理	5
知识 1 数控机床的产生与发展	5
知识 2 数控机床的概念及组成	7
知识 3 数控机床的种类	9
知识 4 数控机床在模具加工中的应用	13
任务 3 数控机床的基本工作过程	16
知识 1 数控机床加工零件的过程	16
知识 2 计算机数控的工作过程	17
思考与练习	20
项目 2 模具数控加工基础	22
任务 1 数控程序的格式与编制	23
知识 1 数控编程的步骤和种类	23
知识 2 常用指令的应用	25
知识 3 数控程序的格式	31
任务 2 数控机床的坐标系统	33
知识 1 数控机床坐标系的确定	33
知识 2 数控机床的两种坐标系	35
任务 3 模具数控加工刀具材料及种类	37
知识 1 数控加工对刀具的特殊要求	37
知识 2 刀具的材料	37
知识 3 刀具的种类	38
任务 4 切削用量的选择	52
知识 1 切削用量的选择原则	52
知识 2 数控车削切削用量的选择	52
知识 3 加工中心刀具切削用量的选择	55
思考与练习	57

项目 3 数控加工工艺	59
任务 1 数控加工工艺分析	60
知识 1 数控加工工艺的概念及特点	60
知识 2 数控加工工艺分析	62
任务 2 数控加工工艺编制实例	72
思考与练习	75
项目 4 数控铣(加工中心)加工	78
任务 1 数控铣加工特点及应用	79
知识 1 数控铣床主要功能	79
知识 2 数控铣床主要加工对象	80
知识 3 数控铣床加工的特点	80
知识 4 数控铣加工在模具加工中的主要应用	80
任务 2 FANUC Series 0i Mate-MB 系统操作实训	81
实训 1 数控系统面板基本操作	81
实训 2 通电开机	84
实训 3 手动操作	85
实训 4 自动运行操作	86
实训 5 创建和编辑程序	87
实训 6 设定和显示数据	91
任务 3 SIEMENS 802D 数控铣加工实训	94
实训 1 SIEMENS 802D 数控铣面板基本操作	94
实训 2 手动控制运行	96
实训 3 自动运行	97
实训 4 加工模具零件程序分析	98
任务 4 模具数控铣加工实例	102
实训 1 综合编程加工实例一	102
实训 2 综合编程加工实例二	113
思考与练习	124
项目 5 数控车加工	125
任务 1 数控车加工特点及应用	126
知识 1 数控车加工特点	126
知识 2 数控车加工在模具制造中的主要应用	127
任务 2 数控车床工件的装夹	128
知识 1 夹具的设计使用要求	128
知识 2 夹具类型	129
知识 3 数控车床常用夹具	130
任务 3 刀具装夹与对刀调整	131
实训 1 数控车削刀具的安装	131

实训 2 对刀操作	134
任务 4 FANUC 0i-TB 数控车加工实训	138
实训 1 数控车床的启动和停止	138
实训 2 手动操作	139
实训 3 MDI 运行操作方式	141
实训 4 安全功能操作	142
实训 5 程序的编辑	143
实训 6 加工实例	147
任务 5 SIEMENS 802D 数控车床加工实训	150
实训 1 基本操作	150
实训 2 加工实例	151
任务 6 模具数控车加工实例	153
思考与练习	157
项目 6 D7125 数控电火花加工	160
任务 1 机床结构及工作原理	161
知识 1 机床安全操作规程	161
知识 2 电火花机床的安全要求	161
知识 3 电火花成形机床的基本工作原理及应用	163
知识 4 电火花成形机床的结构和特点	163
知识 5 电火花成形机床的型号及分类	166
任务 2 电火花模具数控加工实训	167
实训 1 电火花成形机床操作	167
实训 2 凹模型腔电火花加工	168
实训 3 模具零件电火花加工实例	175
思考与练习	179
项目 7 DK7725 数控线切割加工	181
任务 1 机床结构及工作原理	182
任务 2 线切割模具数控加工实训	185
知识 数控电火花线切割加工工艺	185
实训 模具零件线切割加工实例	193
思考与练习	197
参考文献	199

项目 1



知识目标

数控机床基本知识

本章主要讲述数控机床的安全操作规程和数控机床的基本组成原理，这是数控机床基本知识的主要内容。

知识目标

- 了解数控机床的产生背景、发展趋势及其在模具加工中的应用。
- 掌握数控机床的基本组成及种类。
- 掌握数控机床的基本工作过程。

技能目标

- 掌握模具数控加工机床的安全操作规程。

■ 任务1 数控机床的安全操作 ■



知识1 数控机床的安全规程

模具数控加工机床的安全操作规程如下。

- 1) 机床通电前, 检查电压、气压、油压是否正常, 有手动润滑的部位要先进行手动润滑。
- 2) 机床通电后, 检查各旋钮状态、按钮及键是否正常、灵活, 机床有无异常现象。
- 3) 各坐标轴手动回零(机床参考点), 若某坐标轴在回零前已在零位, 必须先将该坐标轴向零点移动一段距离, 再进行手动回零。
- 4) 在进行工作台回转交换时, 台面上、护罩上、导轨上不得有异物。
- 5) 机床空运转达 15min 以上, 使机床达到热平衡状态。
- 6) 程序输入后, 应认真核对, 保证无误, 其中包括对编程代码、指令、地址、数值、正负号、小数点及语法的核对。
- 7) 按工艺规程找正夹具, 并安装工件, 检查零件毛坯和尺寸有无超常现象, 注意螺钉压板是否妨碍刀具运动。
- 8) 利用对刀工具(找正器、量块、对刀仪等)进行对刀, 并正确测量和计算工件坐标系, 并对所得结果进行验证和验算。
- 9) 将工件坐标系输入到偏置页面, 并对坐标、坐标值、正负号、小数点进行认真核对。
- 10) 安装刀具, 包括: 检查各刀头的安装方向及各刀具旋转方向是否合乎程序要求; 测量把刀的刀长; 镗刀头尾部露出的刀杆直径部分, 必须小于刀尖露出刀杆的直径部分; 检查每把刀刀柄在主轴孔中是否都能拉紧。
- 11) 将刀具补偿值(刀长、半径)输入到偏置页面, 并对刀具补偿号、补偿值、正负号、小数点进行认真核对。
- 12) 无论是首次加工的零件, 还是周期性重复加工的零件, 都必须对照图样、工艺卡、程序卡和刀具卡, 逐次进行程序的试运行(单段程序试运行时, 快速倍率旋钮必须先打到最低挡)。
- 13) 程序运行中要注意观察机床面板上的坐标显示, 以了解当前刀具运动点在机床坐标系及工件坐标系中的位置、当前程序段及剩余移动量等信息。
- 14) 试切和加工中, 刃磨刀具和更换刀具后, 一定要重新测量并修改好刀补值和刀

补号。

- 15) 程序修改后，对修改部分一定要仔细计算和认真核对，再次进行试运行，确定无误后再加工。
- 16) 手摇进给和手动连续进给操作时，必须检查各开关的位置是否正确，确定正负方向，认准按键，再进行操作。
- 17) 整批零件加工完成后，应核对刀具号、刀补值，使程序、偏置页面、调整卡及工艺中的刀具号、刀补值一致。
- 18) 从数控机床刀库中卸下刀具，按刀具调整卡及程序进行清理编号后将刀具入库。
- 19) 卸下夹具，一些专用夹具应标记安装位置及方位，并作好记录并存档。
- 20) 清扫机床并将各坐标轴停在中间位置。

知识 2 数控机床的日常维护

1. 维护保养的意义

数控机床使用寿命的长短和发生故障频率的高低，不仅取决于机床的精度和性能，在很大程度上还取决于它的正确使用和维护。正确的使用能防止设备非正常磨损，避免突发故障的发生，精心的维护可使设备保持良好的技术状态，及时发现和消除隐患，从而保障安全运行，保证企业的经济效益，实现企业的经营目标。因此，机床的正确使用与精心维护是贯彻设备管理以防为主的重要环节，数控机床的日常维护如表 1.1 所示。

表1.1 数控机床日常维护

序号	检查周期	检查部位	维护要求
1	每天	导轨润滑油箱	检查油标、油量，及时添加润滑油，润滑油泵能定时启动打油及停止
2	每天	X、Y、Z轴导轨面	消除切屑，检查润滑油是否充分，导轨面有无划伤损坏
3	每天	压缩空气气源压力	检查气动控制系统，使压力保持在正常范围内
4	每天	气源自动分水滤气器	及时清理分水器中滤出的水分，保证自动空气干燥器工作正常
5	每天	气液转换器和器油面	发现油面不够要及时补油
6	每天	主轴润滑恒温油箱	工作正常、油量充足并调节温度范围
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，管路及各接头无泄漏，工作油面高度正常
8	每天	液压平衡系统	平衡压力指示正常，快速移动时平衡阀工作正常
9	每天	CNC 的输入/输出单元	光电阅读机清洁，机械结构及润滑良好等
10	每天	各种电气柜散热通风装置	各电气柜冷却风扇工作正常，风道过滤网无堵塞
11	每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩等无松动漏水
12	每天	各电气柜过滤网	经常清洗

续表

序号	检查周期	检查部位	维护要求
13	每半年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器、油箱箱底, 更换或过滤液压油
14	每半年	滚珠丝杠	清洗丝杠上旧的润滑脂, 涂上新油脂
15	每半年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器, 更换润滑油
16	每年	直流伺服电机炭刷	检查换向器表面, 吹净炭粉, 去除毛刺, 更换长度过短的刷, 并应跑合后才能使用
17	每年	润滑油泵、滤油器清洗	清理润滑油池底, 更换滤油器
18	不定期	各轴导轨上镶条、压紧滚轮松紧状态	按机床说明书调整
19	不定期	冷却水箱	检查液面高度, 冷却液太脏时需更换并清理水箱底部, 经常清理过滤器
20	不定期	排屑器	经常清理切屑, 检查有无卡住等
21	不定期	废油池	及时取走废油池中废油, 以免外溢
22	不定期	主轴驱动带松紧	按机床说明书调整

2. 维护保养必备的基本知识

数控机床将机、电、液设备集于一体, 并具有技术密集和知识密集的特点。因此, 数控机床维护人员不仅要具有机械加工工艺及液压、气动方面的知识, 还要掌握计算机、自动控制、驱动及测量技术等知识, 这样才能全面了解、掌握数控机床, 做好机床的维护保养工作。维护人员在维修前应详细阅读与数控机床相关的说明书, 对数控机床要有详细的了解。

3. 数控机床进行日常维护和保养的目的

日常维护和保养的目的是延长器件的使用寿命和机械部件的更换周期, 防止发生意外的恶性事故, 使机床始终保持良好的状态, 并保持长时间的稳定工作。不同型号的数控机床的日常保养内容和要求不完全一样, 机床说明书中已有明确的规定, 但就共性而言还应注意以下问题。

- 1) 数控机床要经常开机使用或定期使系统空运行, 以保证电子元器件的性能可靠。
- 2) 定期检查调整机械精度, 以减少各运动部件之间的开关和位置偏差, 包括换刀系统、工作台交换系统、丝杠、反向间隙等的检查调整。
- 3) 定期检查、清洗自动润滑系统, 及时添加或更换油脂、油液, 使丝杠导轨等运动部位始终保持良好的润滑状态, 以降低机械的磨损速度。
- 4) 经常清扫卫生, 以防止灰尘、油雾和金属粉末落在电路板上, 造成元器件及电路板的损坏, 引起故障。

■ 任务2 数控机床的基本组成原理 ■

知识



知识1 数控机床的产生与发展

1. 数控机床的产生

社会需求是推动生产力发展最有力的因素。自20世纪40年代以来,由于航空航天技术的飞速发展,对于各种飞行器的加工提出了更高的要求,这些零件大多形状非常复杂,材料多为难加工的合金。用传统的机床和工艺方法进行加工,不能保证精度,也很难提高生产效率。为了解决零件复杂形状表面的加工问题,1952年,美国帕森斯公司和麻省理工学院研制成功了世界上第一台数控机床。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。

(1) 数控(Numerical Control, NC)阶段(1952~1970年)

早期的计算机运算速度低,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(NC)。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(Computer Numerical Control, 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。

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显现出来。

2. 数控机床的发展趋势

数控机床的出现不但给传统制造业带来了革命性的变化,使制造业成为工业化的象征,而且随着数控技术的发展和应用领域的扩大,它对国计民生的一些重要行业(IT、汽车、轻工、医疗等)的发展起着越来越重要的作用,因为这些行业所需装备的数字化已是现代发展的大趋势。当前世界上数控机床的发展呈现以下趋势。

(1) 高速度、高精度化

速度和精度是数控机床的两个重要技术指标,它直接关系到加工效率和产品质量。对于数控机床,高速度化首先是要求计算机数控系统在读入加工指令数据后,能高速度处理并计算出伺服电机的位移量,并要求伺服电机高速度地做出反应。此外,要实现生产系统的高速度化,还必须谋求主轴转速、进给率、刀具交换、托盘交换等各种关键部件也要实现高速度化。

(2) 多功能化

一机多能的数控机床,可以最大限度地提高设备的利用率。如数控加工中心(Machining Center, MC)配有机械手和刀具库,工件一经装夹,数控系统就能控制机床自动地更换刀具,连续对工件的各个加工面自动地完成铣削、镗削、铰孔、扩孔及攻螺纹等多道工序加工,从而避免多次装夹所造成的定位误差。这样也减少了设备台数、工夹具和操作人员,节省了占地面积和辅助时间。为了提高效率,新型数控机床在控制系统和机床结构上也有所改革。例如,采取多系统混合控制方式,用不同的切削方式(车、钻、铣、攻螺纹等)同时加工零件的不同部位等。现代数控系统控制轴数多达 15 轴,同时联动的轴数已达到 6 轴。

(3) 智能化

数控机床应用高技术的重要目标是智能化。智能化技术主要体现在以下几个方面。

1) 引进自适应控制技术。自适应控制技术(Adaptive Control, AC)的目的是要求在随机的加工过程中,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。通常数控机床是按照预先编好的程序进行控制,但随机因素,如毛坯余量和硬度的不均匀、刀具的磨损等难以预测。为了确保质量,势必在编程时采用较保守的切削用量,从而降低了加工效率。AC 系统可对机床主轴转矩、切削力、切削温度、刀具磨损等参数值进行自动测量,并由 CPU 进行比较运算后发出修改主轴转速和进给量大小的信号,确保 AC 处于最佳的切削用量状态,从而在保证质量条件下使加工成本最低或生产率最高。AC 系统主要在宇航等工业部门用于特种材料的加工。

2) 附加人机会话自动编程功能。建立切削用量专家系统和示教系统,从而达到提高编程效率和降低对编程人员技术水平的要求。

3) 具有设备故障自诊断功能。数控系统出了故障,控制系统能够进行自诊断,并自动采取排除故障的措施,以适应长时间无人操作环境的要求。

(4) 小型化

蓬勃发展的机电一体化设备,对数控系统提出了小型化的要求,体积小化便于将机、电装置合为一体。日本新开发的 FS16 和 FS18 都采用了三维安装方法,使电子元器件得以高密度地安装,大大地缩小了系统的占有空间。此外,它们还采用了新型 TFT 彩色液晶薄型显示器,使数控系统进一步小型化,这样可更方便地将它们装到机械设备上。

(5) 高可靠性

数控系统比较贵重,用户期望发挥投资效益,因此要求设备具有高可靠性。特别是对在长时间无人操作环境下运行的数控系统,可靠性成为人们最为关注的问题。提高可靠性,通常可采取以下一些措施。

1) 提高线路集成度。采用大规模或超大规模的集成电路、专用芯片及混合式集成电路,以减少元器件的数量,精简外部连线和减低功耗。

2) 建立由设计、试制到生产的一整套质量保证体系。例如,采取防电源干扰,输入/输出光电隔离,使数控系统模块化、通用化及标准化,以便于组织批量生产及维修;在安装制造时注意严格筛选元器件;对系统可靠性进行全面的检查考核等。通过这些手段,可以保证产品质量。

3) 增强故障自诊断功能和保护功能。由于元器件失效、编程及人为操作失误等原因,数控机床完全可能出现故障。数控机床一般具有故障自诊断功能,能够对硬件和软件进行故障诊断,自动显示出故障的部位及类型,以便快速排除故障。新型数控机床还具有故障预报、自恢复功能、监控与保护功能。例如,有的系统设有刀具破损检测、行程范围保护和断电保护等功能,以避免损坏机床及报废工件。由于采取了各种有效的可靠性措施,现代数控机床的平均无故障时间(MTBF)可达到10000~36000h。

知识 2 数控机床的概念及组成

1. 数控机床的基本概念

(1) 数控(NC)

数控机床是采用数字化信息实现加工自动化的控制技术。

(2) 数控机床

用数字化信号对机床的运动及其加工过程进行控制,此机床称为数控机床。现代数控机床都装备了计算机数控系统的机床,简称CNC机床。

2. 数控机床的组成

数控机床由输入/输出设备、计算机数控装置(简称CNC装置)、伺服系统和机床本体等部分组成,其组成框图如图1.1所示,其中输入/输出设备、CNC装置、伺服系统合起来就是计算机数控系统。

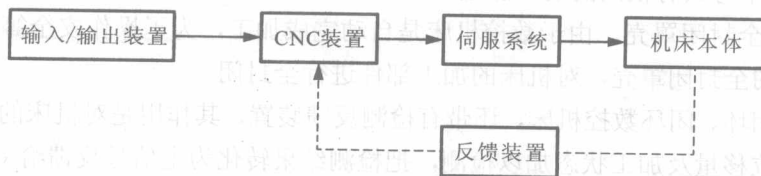


图 1.1 数控机床的组成

(1) 输入/输出装置

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、尺寸和技术条件,确定加工工艺,然后编制出加工程序,程序通过输入装置,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出。输入/输出装置是机床与外部设备的接口,常用输入装置有软盘驱动器、RS-232C 串行通信口、MDI 方式等。

(2) CNC 装置(数控装置)

CNC 装置是数控机床的核心,通常由一台通用或专用微型计算机构成,主要有输入装置、存储器、运算控制器、输出装置和控制电路等组成。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。

(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 CNC 装置的脉冲信号转换成机床的运动,使机床工作台精确定位或按规定的轨迹做严格的相对运动,最后加工出符合图纸要求的零件。每一个脉冲信号使机床移动部件产生的位移量叫做脉冲当量(也叫最小设定单位),常用的脉冲当量为 0.001mm/脉冲。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、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机、直流伺服电机、交流伺服电机等。伺服系统的控制方式有开环控制、闭环控制、半闭环控制三种。

(4) 机床本体

机床本体是数控机床的机械结构实体,主要包括主运动部件、进给运动部件(如工作台、刀架)、支承部件(如床身、立柱等),还有冷却、润滑、转位部件,如夹紧、换刀机械手等辅助装置。与普通机床相比,数控机床的整体布局、外观造型、传动机构、工具系统及操作机构等方面都发生了很大的变化。为了满足数控技术的要求和充分发挥数控机床的特点,归纳起来,包括以下几个方面的变化。

1) 采用高性能主传动及主轴部件。具有传递功率大、刚度高、抗振性好及热变形小等优点。

2) 进给传动采用高效传动件。具有传动链短、结构简单、传动精度高等特点,一般采用滚珠丝杠副、直线滚动导轨副等。

3) 具有完善的刀具自动交换和管理系统。

4) 在加工中心上一般具有工件自动交换、工件夹紧和放松机构。

5) 机床本身具有很高的动、静刚度。

6) 采用全封闭罩壳。由于数控机床是自动完成加工,为了操作安全等,一般采用移动门结构的全封闭罩壳,对机床的加工部件进行全封闭。

对于半闭环、闭环数控机床,还带有检测反馈装置,其作用是对机床的实际运动速度、方向、位移量及加工状态加以检测,把检测结果转化为电信号反馈给 CNC 装置。检测反馈装置主要有感应同步器、光栅、编码器、磁栅、激光测距仪等。

(5) 反馈装置

反馈装置的主要元件是检测传感器,其主要作用是,将准确测得的直线位移或角位移迅速反馈给数控装置,以便与加工程序给定的指令值进行比较,如有误差,数控装置将向伺服系统发出新的修正命令,并如此反复进行,直至消除其间接误差。

数控机床的运动性能、控制精度、柔性水平很大程度上取决于检测装置,故要求检测装置灵敏度高、动态性能好、稳定可靠、抗干扰能力强、准确性好、精度高、能适应不同的环境,维护方便、成本低。

知识 3 数控机床的种类

数控机床的分类方法很多,大致有以下几种。

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源于同类型的普通机床,按工艺用途分类,大致如下。

(1) 普通数控机床

这类机床的品种和传统的通用机床一样,有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控镗床、数控磨床等,而每一种又有很多品种和规格。例如,数控磨床中,有数控平面磨床、数控外圆磨床、数控工具磨床等。这类机床的工艺可能性与普通机床相似,不同的是它的主传动和进给传动结构比通用机床简单,但精度高,机床布局可能有局部变化,以适应自动加工复杂形状工件的要求。这类机床的控制轴数一般不超过三个坐标轴。

(2) 数控加工中心机床

数控加工中心机床简称加工中心(即 MC),也称为可自动换刀的数控机床,是在一般数控机床的基础上发展起来的。这类数控机床都带有一个刀库和自动换刀系统,刀库可容纳 16~100 多把刀具。工件一次安装后,能连续地进行铣(车)、钻、镗、铰、攻螺纹等多道工序加工,以减少安装误差,提高生产率。图 1.2、图 1.3 分别是立式加工中心、卧式加工中心的外观。立式加工中心适宜加工高度方向尺寸相对较小的工件,一般情况下,除底部不能加工外,其余 5 个面都可以用不同的刀具进行轮廓和表面加工。卧式加工中心适宜加工有多个加工面的大型零件或高度尺寸较大的零件。

(3) 数控特种加工机床

这类机床是通过特殊的数控装置并自动进行特种加工的机床,其特种加工的含义主要是指加工方法特殊、零件的加工部位特殊、加工的工艺性能要求特殊等。常见的数控特种加工机床有数控线切割机床、数控电火花加工机床、数控火焰切割机床、数控激光加工(切割、打孔、焊接等)机床及数控弯管机床等。

(4) 其他类型的数控机床

其他数控机床如数控三坐标测量仪、数控对刀仪、数控绘图仪等。

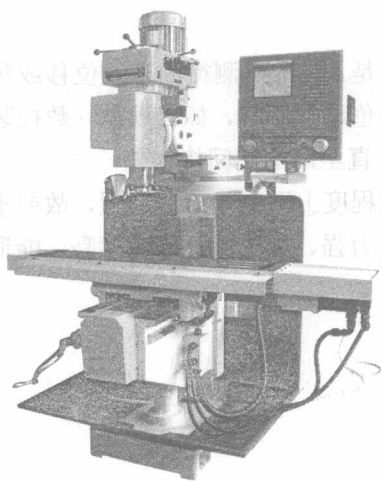


图 1.2 立式加工中心

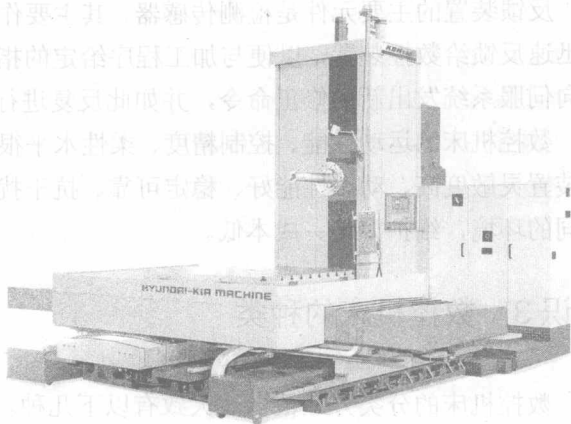


图 1.3 卧式加工中心

2. 按机床运动的控制轨迹分类

(1) 点位控制数控机床

点位控制数控机床的机械运动实行点到点的准确定位控制，而对其点到点之间的运动轨迹不作要求，这是因为刀具在定位运动的过程中不进行切削，而以快速进给到定位位置（即不与工件接触），如图 1.4 所示。为了实现既快又准的定位，常采用先快速移动，然后慢速趋近定位点位的方法来保证定位精度。

数控钻床、数控冲床、数控坐标镗床、数控元件插装机及数控测量机等均属于点位控制数控机床。

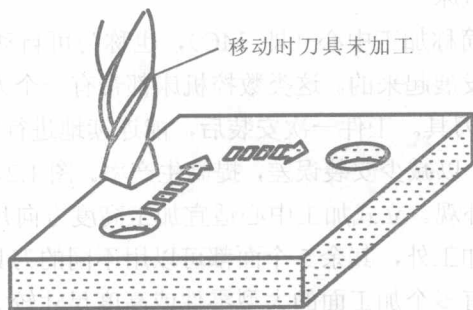


图 1.4 点位控制数控机床加工示意图

(2) 直线控制数控机床

直线控制数控机床的机械运动方式除了要控制刀具相对工件（或工作台）的起点和终点的准确位置外，还要控制每一程序段的起点与终点间的位移过程，即使刀具以给定的进给速度做平行于某一坐标轴方向的直线运动，因为这类数控机床在两点之间移动时要进行切削加工，如图 1.5 所示。