

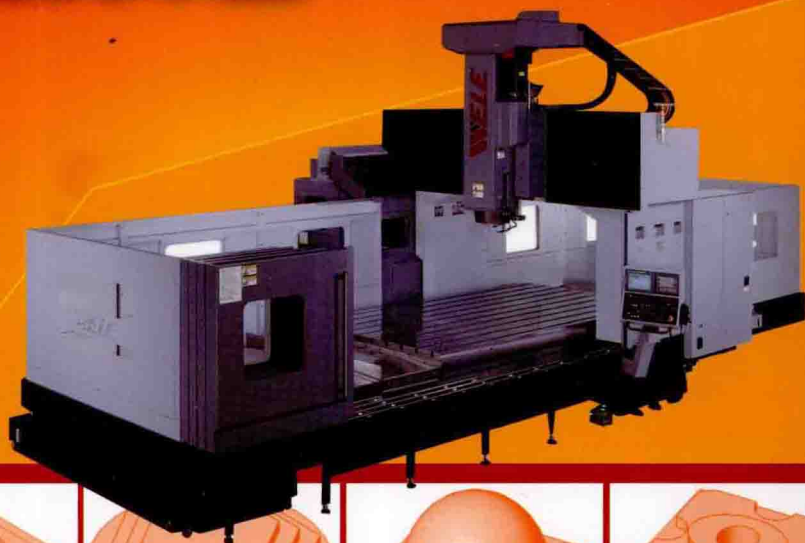
吕斌杰 蒋志强 高长银 等编著



SIEMENS 系统

数控铣床和加工中心

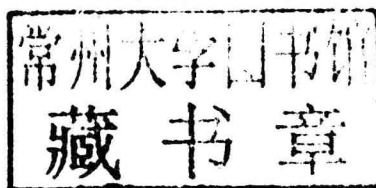
培训教程



化学工业出版社

SIEMENS 系统数控铣床 和加工中心培训教程

吕斌杰 蒋志强 高长银 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

SIEMENS 系统数控铣床和加工中心培训教程 / 吕斌杰,
蒋志强, 高长银等编著. —北京: 化学工业出版社, 2012.8
ISBN 978-7-122-14746-2

I. ①S… II. ①吕… ②蒋… ③高… III. ①数控机
床-铣床-技术培训-教材②数控机床加工中心-技术培训-
教材 IV. ①TG547②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 147290 号

责任编辑: 王 烨

文字编辑: 云 雷

责任校对: 边 涛

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 508 千字 2013 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

SIEMENS 数控系统具有良好的人机界面,丰富而先进的控制功能,装备 SIEMENS 数控系统的数控机床在国内应用广泛。机械制造业需要大量掌握 SIEMENS 系统数控机床的技术工人和编程人员。

数控技术是技术性极强的工作,要求从业人员具有机械加工工艺知识,还要求从业者有数控编程知识和数控机床操作技能。本书以数控铣床、加工中心的应用为目的,基于目前企业中广泛使用的 SIEMENS 数控系统,介绍数控铣床、加工中心程序编制、机床操作方法,工艺参数的选择,典型加工程序等。书中从生产现场精选了典型数控加工实例,加工实例由浅至深、分门别类。由于加工实例选自生产实际,对从事数控加工工作的读者有很好的参考价值。

本书主要内容是数控加工工艺和数控编程。本节有两大特点。

特点之一是书中所述知识均附有例题,所选用的例题实用性强。通过学习数控加工例题,通过对加工例题中工艺的类比,有利于读者学习、掌握数控加工知识和技能,在学习上达到事半功倍的效果。

特点之二是本书的附录部分,其中精选近期数控铣床、加工中心职业技能鉴定考核试题,以及全国数控工艺员考核试题等,供学习数控技能、参加晋级考核人员使用。

书中所有实例的素材文件可在出版社网站 www.cip.com.cn 中“资源下载”区下载,以方便读者使用。

本书能适应数控铣工自学和提高自己的需要,也是从事数控机床加工技术人员的参考书,可作为职业技术学院数控技术专业及机械类学生的教材和参考书。

本书由吕斌杰、蒋志强、高长银、赵汶编著,另外,马龙梅、孙红亮、杨学围、邓力、王乐、张秋冬、涂志涛、闫延超、赵程、赵辉、贺红霞、史丽萍、郭小琴、袁丽娟、刘汝芳、夏劲松、刘媛媛、赵普磊、李晓磊、董延等为本书的编写提供了帮助,在此一并向他们表示感谢!

由于时间有限,书中难免会有一些不足之处,欢迎广大读者批评指正。

编著者

第1章 数控加工基础知识

1

1.1 数控加工概述	1
1.1.1 数控加工的概念和原理	1
1.1.2 数控加工的特点与范围	2
1.1.3 数控机床的组成与类型	3
1.1.4 数控机床的工作过程	4
1.2 数控铣床及加工中心设备	5
1.2.1 数控铣床	5
1.2.2 加工中心介绍	6
1.3 SIEMENS 系统数控铣床/加工中心的日常保养与维护	8
1.3.1 数控机床的保养、维护工作内容	9
1.3.2 更换控制部分(CNC)电源单元的保险丝	11
1.3.3 更换电池的方法	11
1.3.4 数控柜和电器柜散热通风系统的维护	11

第2章 数控镗铣工艺

12

2.1 数控加工工艺分析	12
2.1.1 数控镗、铣削主要加工对象	12
2.1.2 分析零件图样	14
2.2 刀具材料及其选用	17
2.3 数控铣床/加工中心常用刀具	21
2.3.1 数控铣床刀具的选择与操作	21
2.3.2 加工中心刀具系统	31
2.4 在数控铣床、加工中心上装夹工件	34
2.4.1 定位基准的选择	34
2.4.2 数控铣加工对工件装夹的要求	36
2.4.3 数控机床上工件装夹方法	37
2.4.4 使用平口虎钳装夹工件	38
2.4.5 使用压板和 T 形螺钉固定工件	38
2.4.6 弯板的使用	39
2.4.7 V 形块的使用	39

2.4.8 工件通过托盘装夹在工作台上	40
2.4.9 使用组合夹具、专用夹具等	40
2.5 选择铣削用量	44
2.5.1 背吃刀量 a_p (端铣) 或侧吃刀量 a_e (圆周铣) 的选择	44
2.5.2 进给速度 v_f 的选择	45
2.5.3 切削速度 v_c 的选择	45
2.5.4 球头铣刀的切削厚度	46
2.6 数控镗铣方法	47
2.6.1 端铣和周铣	47
2.6.2 顺铣与逆铣	48
2.6.3 工步顺序的安排	48
2.6.4 立铣刀轴向下刀路线	50
2.6.5 立铣刀径向进刀和退刀 (切入、切出工件) 路线	51
2.6.6 选择合理的走刀路线	52
2.7 数控铣床及加工中心操作规程	55
2.7.1 金属切削加工工艺守则	55
2.7.2 数控机床操作安全规范	56
2.7.3 数控铣床、加工中心操作规程	57

第3章 SIEMENS 系统数控铣床和加工中心编程

58

3.1 数控机床加工程序的编制基础	58
3.1.1 数控程序编制的方法	58
3.1.2 字与字的功能	59
3.2 坐标系	62
3.2.1 机床坐标系	62
3.2.2 工件坐标系	64
3.3 常用的编程指令	65
3.3.1 准备功能指令	65
3.3.2 辅助功能指令	66
3.4 孔加工固定循环	67
3.4.1 孔加工固定循环概述	67
3.4.2 孔加工固定循环指令	68
3.5 钻孔样式循环	73
3.5.1 直线均布孔系样式循环	73
3.5.2 圆周均布孔系样式循环	74
3.6 铣削循环	74
3.6.1 圆周阵列槽铣削固定循环 (SLOT1)	74
3.6.2 环形槽铣削固定循环 (SLOT2)	75
3.6.3 矩形槽铣削固定循环 (POCKET1)	76
3.6.4 圆形槽铣削固定循环 (POCKET2)	77
3.7 参数编程	77
3.7.1 参数	77

3.7.2 参数运算	78
3.7.3 跳转指令	79
3.8 极坐标编程	81
3.8.1 极坐标与柱面坐标	81
3.8.2 极坐标系原点	81
3.8.3 极坐标系中的刀具移动方式	81
3.9 可编程平移	82
3.10 比例缩放	82
3.11 可编程镜像	83
3.12 坐标系旋转	84

第4章 SIEMENS 系统数控铣床及加工中心操作

85

4.1 SIEMENS 系统操作设备	85
4.1.1 数控系统操作面板(CRT/MDI 面板)	85
4.1.2 机床操作面板	87
4.2 数控铣床通电操作	88
4.2.1 通电操作	88
4.2.2 关闭电源	88
4.2.3 数控系统的构成	88
4.3 显示屏幕	89
4.3.1 屏幕显示	89
4.3.2 系统快捷键的使用	91
4.3.3 计算器的使用	91
4.3.4 帮助系统	92
4.4 数控铣床的手动操作	93
4.4.1 手动返回参考点	93
4.4.2 手动连续进给操作	94
4.4.3 手动增量 (INS) 进给	95
4.4.4 电子手轮进给操作	96
4.4.5 安全操作	97
4.5 程序管理和编辑	97
4.5.1 进入程序管理模式	97
4.5.2 输入新程序	98
4.5.3 在示教方式中创建程序	99
4.5.4 编辑零件程序	99
4.5.5 加入自动插入程序段顺序号	100
4.5.6 模拟	101
4.5.7 计算轮廓元素	102
4.6 参数设置	105
4.6.1 输入刀具参数和刀具补偿	105
4.6.2 创建新的刀具	106
4.6.3 输入/修改零点偏移	107

4.6.4 计算参数 R	110
4.7 自动运行操作	110
4.7.1 启动自动运行	110
4.7.2 程序自动运行操作	110
4.7.3 程序段查找	112
4.7.4 停止、中断零件程序	113
4.7.5 执行外部程序	113
4.8 报警功能	114
4.8.1 报警显示屏幕	114
4.8.2 故障诊断和解决	115

第5章 铣床及加工中心应用实例

118

5.1 数控孔系加工实例	118
5.1.1 入门实例——平板钻孔数控铣削编程	118
5.1.2 提高实例——铣镗孔数控铣削编程	121
5.1.3 经典实例——模板孔数控铣削编程	125
5.2 凸台、腔槽的数控铣削	129
5.2.1 入门实例——六方凸台数控铣削编程	129
5.2.2 提高实例——圆腔数控铣削编程	132
5.2.3 经典实例——多凸台数控铣削编程	135
5.3 工件上多个相同图形的加工	138
5.3.1 入门实例——镜像加工多个相同图形数控铣削编程	138
5.3.2 提高实例——坐标旋转加工多个相同图形数控铣削编程	140
5.3.3 经典实例——坐标系平移加工多个相同图形数控铣削编程	144
5.4 数控铣削平面、曲面实例	147
5.4.1 入门实例——平面数控铣削编程	147
5.4.2 提高实例——倒角数控铣削编程	150
5.4.3 经典实例——圆弧面数控铣削编程	155
5.5 异形件类零件加工编程案例	158
5.5.1 入门实例——轴类数控铣削编程	158
5.5.2 提高实例——椭圆类数控铣削编程	163
5.5.3 经典实例——凸轮类数控铣削编程	168
5.6 加工箱体类零件实例	172
5.6.1 入门实例——壳体数控铣削编程	172
5.6.2 提高实例——连接器箱体数控铣削编程	176

第6章 自动编程

183

6.1 CAXA 制造工程师 2008 用户界面	183
6.2 CAXA 制造工程师 2008 加工设置管理	184
6.2.1 毛坯定义	184
6.2.2 起始点	185
6.2.3 刀具库	186

6.2.4	加工操作管理	188
6.2.5	后置处理	190
6.2.6	工艺清单简介	193
6.3	CAXA 制造工程师 2008 加工共同参数	194
6.3.1	切入切出	194
6.3.2	切削用量	199
6.3.3	下刀方式	199
6.3.4	公共参数	201
6.3.5	加工边界	201
6.3.6	刀具参数	202
6.4	CAXA 自动编程典型实例——箱体类零件镗铣加工	203
第 7 章	数控铣多轴加工	212
7.1	数控铣多轴加工机床	212
7.1.1	四轴数控加工机床	212
7.1.2	五轴数控加工机床	214
7.1.3	车铣复合加工机床	216
7.2	数控铣多轴加工技术	219
7.2.1	数控铣多轴加工目的	219
7.2.2	数控铣多轴加工编程特点	221
7.3	UG 数控铣多轴加工实例——五环模具零件加工	222
7.3.1	实例描述	222
7.3.2	加工方法分析	223
7.3.3	加工流程与所用知识点	223
7.3.4	具体操作步骤	225
7.3.5	实例小结	250
附录 A	职业技能鉴定试题精选及解答	251
附录 B	数控工艺员（数控铣部分）试题库及解答	261
附录 C	数控技能大赛试题及解答	268
参考文献		275

第1章

数控加工基础知识

1.1 数控加工概述

1.1.1 数控加工的概念和原理

(1) 数控加工的基本概念

由于数字技术和控制技术的发展,数控机床应运而生。国际信息处理联盟(International Federation of Information Processing, IFIP)第五技术委员会,对数控机床做了如下定义:数控机床是一种装了程序控制系统的机床,该系统能逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。数控加工是采用计算机或是专用计算机装置进行数字计算、分析处理、发出相应的指令、对机床走刀及加工过程的控制。

数控系统(Numerical Control System, NCS)是一种控制系统,它自动输入载体上事先给定的数字量,并将其译码进行必要的信息处理和运算后,控制机床动作和加工工件。早期数控系统功能完全依靠数字电路实现,因此称为硬件数控系统(即NC系统)。现代数控系统都采用小型计算机或微型计算机来进行控制,大量采用集成电路,使得功能大大增强,称为计算机数控(Computer Numerical Control, CNC)系统。但目前NC已经成为一种通常的叫法,既可以指数控机床,也可以指数控机床的数控系统。

根据被加工零件的图纸和技术要求、工艺要求等切削加工的必要信息,按数控系统所规定的指令和格式编制成加工程序文件,这个过程称为零件数控加工程序编制,简称数控编程。数控编程方法可以分为两类:一类是手工编程,另一类是自动编程。

(2) 数控加工的原理

数控机床是一种高度自动化的机床,在加工工艺与加工表面成形方法上与普通机床基本相同,最根本的区别在于数控机床是依靠数字化的信息来实现自动控制。数控机床在加工零件时,先根据零件图纸要求确定零件加工工艺过程、工艺参数、刀具参数,转换成数控识别的代码和程序格式,将工件的尺寸、刀具运动中心轨迹、位移量、切削参数(主轴转速、切削用量、背吃刀量)及辅助操作等编制成程序,经过数控机床分析,发出指令控制数控机床自动加工。

① 插补原理 数控机床之所以能够加工一些几何形状复杂的零件,就是因为数控机床的坐标轴能够联动。编程人员在编写数控程序时,使用规定的数控代码体系,只给出联动轴的起点和终点

坐标及插补速度等代码，而完成联动轴在起点和终点间的运动过程参数要由数控机床自动求出，这样才能实现加工过程的自动化，在这个过程中，必须要求数控系统能够自动产生一系列控制坐标轴运动的微指令。因此机床数字控制的核心问题，是数控如何按照输入的数控程序，通过运算处理，来协调控制刀具的运动轨迹、方向及速度，这种协调运动就是插补（Interpolation）。可见，插补是在已知曲线的起点和终点，确定一些中间点坐标的一种计算方法。机械零件大部分是由直线和圆弧组成，因此数控系统都具有直线和圆弧的插补功能。

目前常用的插补方法有两类，即脉冲增量插补法和数据采样插补法。

② 刀具补偿原理 刀具补偿（又称偏置），在 20 世纪 60~70 年代的数控加工中没有补偿的概念，所以编程人员不得不围绕刀具的理论路线和实际路线的相对关系来进行编程，容易产生错误。补偿的概念出现以后大大地提高了编程的效率。具有刀具补偿功能，在编制加工程序时，可以按零件实际轮廓编程，加工前测量实际的刀具半径、长度等，作为刀具补偿参数输入数控系统，可以加工出合乎尺寸要求的零件轮廓。

刀具补偿分为两种，即刀具长度补偿和刀具半径补偿。

1.1.2 数控加工的特点与范围

与传统机床相比，数控机床具有如下特点。

① 生产效率高 由于加工过程是自动进行的，且机床具有自动换刀、自动不停车变速和快速空行程等功能，使加工时间大大减少，且由于只需试车检验和过程中检查，大大减少了停车时间，通常其工效是普通机床的 3~7 倍。

② 能稳定地获得高精度 数控加工时人工干预减少，可以避免人为误差，且机床重复精度高，因此可较经济地获得高精度。

③ 减轻工人的劳动强度 改善劳动条件，这是由于机床自动化程度大大提高，替代了大部分手工操作。

④ 加工能力高 应用数控机床可以准确地加工出曲线、曲面、圆弧等形状非常复杂的零件，因此，可以通过编写复杂程序来实现常规方法难以加工的零件。

数控机床的特点直接决定了其使用范围，主要有最适合数控加工的零件、较适合数控加工的零件、不适合数控加工的零件 3 类。

（1）最适合数控加工的零件

① 形状复杂，加工精度要求高，用通用加工设备无法加工或虽然能加工但很难保证产品质量的零件。

② 用数学模型描述的复杂曲线或曲面轮廓零件。

③ 具有难测量、难控制进给、难控制尺寸的不开敞内腔的壳体或盒型零件。

④ 必须在依次装夹中合并完成铣、镗、铰或攻螺纹等多工序的零件。

对上述零件，先不要过多考虑生产率与经济上是否合理，而首先应考虑能不能把它们加工出来。只要有可能，都应把采用数控加工作为优选方案。

（2）较适合数控加工的零件

① 在通用机床上加工时极易受人因素（如情绪波动、体力强弱、技术水平高低等）干扰，零件价值又高，一旦质量失控便造成重大经济损失的零件。

② 在通用机床上加工必须制造复杂的专用工装的零件。

③ 需要多次更改设计后才能定型的零件。

- ④ 在通用机床上加工需要作长时间调整的零件。
- ⑤ 用通用机床加工时,生产率很低或劳动强度很大的零件。

这类零件在分析其可加工性之后,还要在提高生产率及经济效益方面做全面衡量,一般可把它们作为数控加工的主要选择对象。

(3) 不适合数控加工的零件

根据数控加工的特点及应用实践,下列各种零件不太适合数控加工。

- ① 生产批量大(当然不排除其中个别工序用数控机床加工)。
- ② 装夹困难或完全靠找正定位来保证加工精度的零件。
- ③ 加工余量很不稳定,且数控机床无在线检测系统可自动调整零件坐标位置的。
- ④ 必须用特定的工艺装备协调加工的零件。

以上零件采用数控加工后,在生产效率与经济性方面一般无明显改善,更有可能弄巧成拙或得不偿失,故一般不应作为数控加工的选择对象。

参考上述数控加工的适应性,就可以根据本单位拥有的数控机床来选择加工对象,或根据零件类型来考虑哪些应该优先安排数控加工,或从技术改造角度考虑是否投资添置数控机床。

1.1.3 数控机床的组成与类型

(1) 数控机床的组成

数控机床主要由输入装置(设备)、数控装置、主传动系统、伺服驱动系统、数控自动换刀装置、机床主体六部分组成,如图1-1所示。

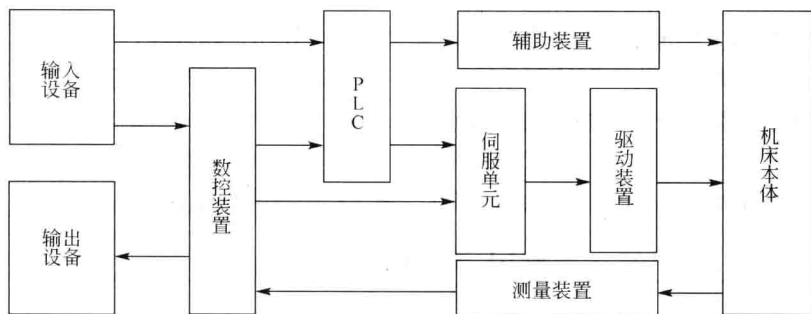


图 1-1 数控机床组成

① 输入装置 输入装置是整个数控系统的初始工作机构,它将准确可靠的接收信息介质上所记录的“工程语言”、运算及操作指令等原始数据,转为数控装置能处理的信息,并同时输送给数控装置。输入信息的方式分手动输入和自动输入。手动输入简单、方便但输入速度慢容易出错。现代数控机床普遍采用自动输入,其输入形式有光电阅读机、磁带阅读机及磁盘驱动器以及无带自动输入方式。

② 数控装置 数控装置是数控机床的核心,数控机床几乎所有的控制功能(进给坐标位置与速度、主轴、刀具、冷却及机床强电等多种辅助功能)都由它控制实现。因此数控装置的发展,在很大程度上代表了数控机床的发展方向。

数控装置的作用是接收加工程序等送来的各种信息,并经处理分配后,向驱动机构发出执行的命令。在执行过程中,其驱动、检测等机构同时将有关信息反馈给数控装置,经处理后,发出新的命令。主要数字控制信息有几何信息(是指通过被加工零件的图样所获得的几何轮廓的信息)、工艺

信息（通过工艺处理后所获得的各种信息）、辅助信息（泛指除几何、工艺信息之外的其他信息，其作用主要为控制机床辅助动作）。

③ 伺服驱动系统 伺服驱动系统位于数控装置与机床主体之间，它的作用是将数控装置输出线路接收到的微弱电信号（脉冲电压约 5V，脉冲电流为毫安级），经功率放大等电路放大为较强的电信号（驱动电压约几十伏至几百伏，电流可达几十安培），然后将接收的上述数字量信息转换成模拟量（执行电机轴的角位移和角速度）信息，从而驱动执行电机带动机床运动部件按约定的速度和位置进行运动。伺服驱动系统主要有高的精度要求、宽的调速范围、快的响应速度、好的稳定性、大的转矩输出等要求。

④ 机床主体 与普通机床相比，数控机床主体结构虽然由主传动装置、进给传动装置、床身及工作台和辅助装置组成，但也做了很多改进和提高。

a. 由于大多数数控机床采用了高性能的主轴和伺服传动系统，因此数控机床的机械传动结构得到了简化，传动链较短，传动系统更为简单。

b. 为了适应数控机床连续地自动化加工，数控机床机械结构具有较高的动态刚度、阻尼精度及耐磨性，热变形要小。

c. 更多地采用高效传动部件，如滚珠丝杠副、直线导轨副，传动装置的间隙要求尽量小，滑动面的摩擦因数小，来适应对数控机床的高定位精度和良好控制性能的要求。

d. 不少数控机床还采用了刀库和自动换刀装置以提高机床工作效率。

（2）数控机床类型

① 按运动方式分类 有点位控制数控机床、直线运动控制数控机床和轮廓控制数控机床。轮廓控制是对两个或两个以上坐标轴同时进行控制，按联动轴数分，也可分两轴联动、两轴半、三轴、四轴、五轴联动机床等。随着制造技术的发展，多坐标联动控制也越来越普遍。

② 按控制方式分类 分为开环控制系统、半闭环控制系统和闭环控制系统。

③ 按功能水平分类 按数控系统的功能水平，通常把数控系统分为低、中、高三类。这种分类方式，在我国用得较多。低、中、高三档的界限是相对的，不同时期，划分标准也会不同。就目前的发展水平看，可以根据表 1-1 的一些功能及指标，将各种类型的数控系统分为低、中、高档三类。

表 1-1 按功能水平分类

功能	底档	中档	高档
系统分辨率	10 μ m	1 μ m	0.1 μ m
G00 速度	3~8m/min	10~24m/min	24~100m/min
伺服类型	开环及步进电机	半闭环及直、交流伺服	闭环及直、交流伺服
联动轴数	2~3	2~4	5 轴或 5 轴以上
通信功能	无	RS232 或 DNC	RS232、DND、MAP
显示功能	数码管显示	CRT、图形、人机对话	CRT、三维图形、自诊断
内装 PLC	无	有	功能强大的内装 PLC
主 CPU	8 位、16 位	16 位、32 位	32 位、64 位
结构	单片机	单微处理器	分布式多微处理器

1.1.4 数控机床的工作过程

数控机床的工作过程如图 1-2 所示。

数控机床的工作过程主要有：

① 首先根据零件加工图样进行工艺分析，确定加工方案、工艺参数和补偿数据。

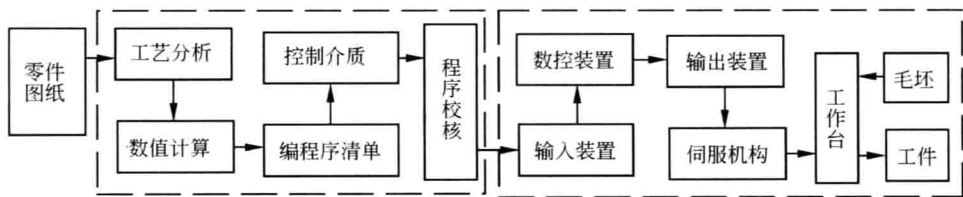


图 1-2 数控机床的工作过程

② 用规定的程序代码和格式规则编写零件加工程序单；或用自动编程软件进行 CAD/CAM 工作，直接生成零件的加工程序文件。

③ 将加工程序的内容以代码形式完整记录在信息介质（如穿孔带或磁带、磁盘）上。

④ 通过输入装置将程序输送给数控装置。输入程序段含有零件的轮廓信息（起点、终点、直线还是圆弧等）、要求的加工速度及其他的辅助信息（换刀、换挡、冷却液开关等）。

⑤ 数控装置将所接收的信号进行一系列处理后，计算机依靠数控装置的译码程序识别这些代码，将加工程序翻译成计算机内部能识别的语言，最终将处理结果以脉冲信号形式向伺服系统发出执行的命令。

⑥ 伺服系统接到执行的信息指令后，立即驱动机床进给机构严格按照指令的要求进行位移，使机床自动完成相应零件的加工。

1.2 数控铣床及加工中心设备

1.2.1 数控铣床

数控铣床是主要采用铣削方式加工工件的数控机床，能完成各种平面、沟槽、螺旋槽、成型表面、平面曲线和空间曲线等复杂型面的加工。

（1）数控铣床的组成

数控铣床的基本组成如图 1-3 所示，它由床身、立柱、主轴箱、工作台、滑鞍、滚珠丝杠、伺服电机、伺服装置、数控系统等组成。

床身用于支撑和连接机床各部件，主轴箱用于安装主轴，主轴下端的锥孔用于安装铣刀，当主轴箱内的主轴电机驱动主轴旋转时，铣刀能够切削工件。主轴箱还可沿立柱上的导轨在 Z 向移动，使刀具上升或下降。工作台用于安装工件或夹具。工作台可沿滑鞍上的导轨在 X 向移动，滑鞍可沿床身上的导轨在 Y 向移动，从而实现工件在 X 向和 Y 向的移动。无论是 X 向、Y 向，还是 Z 向的移动都是靠伺服电机驱动滚珠丝杠来实现的。伺服装置用于驱动伺服电机。控制器用于输入零件加工程序和控制机床工作状态。控制电源用于向伺服装置和控制器供电。

（2）数控铣床的工艺装备

数控铣床的工艺装备较多，这里主要分析夹具和刀具。

① 夹具 数控机床主要用于加工形状复杂的零件，但所使用夹具的结构往往并不复杂，数控铣床夹具的选用可首先根据生产零件的批量来确定。对单件、小批量、工作量较大的模具加工来说，一般可直接在机床工作台上通过调整实现定位与夹紧，然后通过加工坐标系的设定来确定零件的位置。

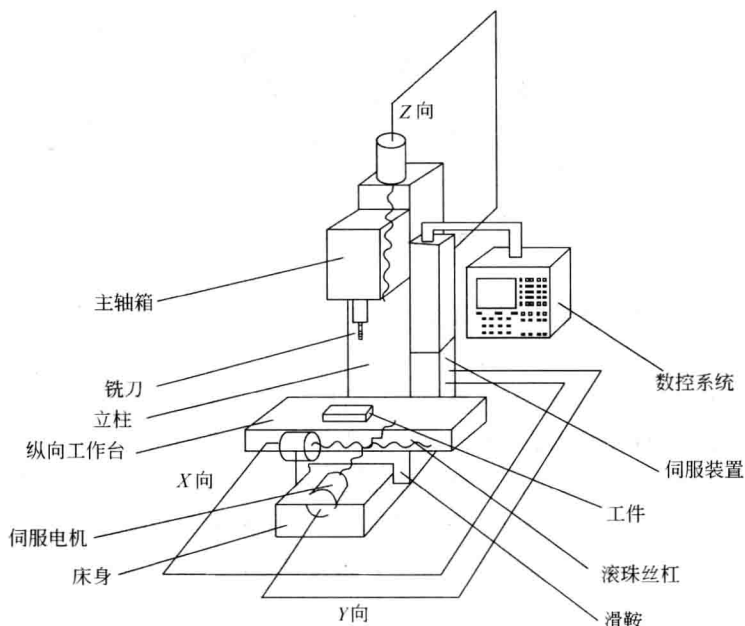


图 1-3 数控铣床的组成

对有一定批量的零件来说，可选用结构较简单的夹具。

② 刀具 数控铣床上所采用的刀具要根据被加工零件的材料、几何形状、表面质量要求、热处理状态、切削性能及加工余量等，选择刚性好、耐用度高的刀具。

(3) 数控铣床的技术参数

数控铣床的主要技术参数包括工作台面积、各坐标轴行程、主轴转速范围、切削进给速度范围、定位精度、重复定位精度等，其具体内容及作用详见表 1-2。

表 1-2 数控铣床的主要技术参数

类 别	主 要 内 容	作 用
尺寸参数	工作台面积（长×宽）、承重	影响加工工件的尺寸范围（重量）、编程范围及刀具、工件、机床之间干涉
	各坐标最大行程	
	主轴套筒移动距离	
	主轴端面到工作台距离	
接口参数	工作台 T 形槽数、槽宽、槽间距	影响工件及刀具安装
	主轴孔锥度、直径	
运动参数	主轴转速范围	影响加工性能及编程参数
	工作台快进速度、切削进给速度范围	
动力参数	主轴电机功率	影响切削负荷
	伺服电机额定转矩	
精度参数	定位精度、重复定位精度	影响加工精度及其一致性
	分度精度（回转工作台）	
其他参数	外形尺寸、重量	影响使用环境

1.2.2 加工中心介绍

加工中心（Machine Center）是由数控铣、数控钻镗类机床发展而来的，集铣削、钻镗、攻螺纹

等各种功能于一体,并配备有规模庞大的刀具库,具有自动换刀功能,是适用于加工复杂工件的高效率、高精度的自动化机床。工件装夹后,数控系统能控制机床按不同工序自动选择、更换刀具、自动对刀、自动改变主轴转速、进给量等,可连续完成钻、镗、铣、铰、攻螺纹等多种工序,因而大大减少了工件装夹时间、测量和机床调整等辅助工序时间,对加工形状比较复杂、精度要求较高、品种更换频繁的零件具有良好的经济效果。

加工中心最初是从数控铣床发展而来的,第一台加工中心是1958年由美国卡尼-特雷克公司首先研制成功的。20世纪70年代以来,加工中心得到迅速发展,出现了可换主轴箱加工中心,它备有多个可以自动更换的装有刀具的多轴主轴箱,能对工件同时进行多孔加工。

(1) 加工中心的组成

加工中心有各种类型,虽然外形结构各异,但总体上是由以下几大部分组成。

① 基础部件 它是加工中心的基础结构,由床身、立柱和工作台等组成,它们主要承受加工中心的静载荷以及在加工时产生的切削负载,因此必须要有足够的刚度。这些大件可以是铸铁件也可以是焊接而成的钢结构件,它们是加工中心中体积和重量最大的部件。

② 主轴部件 由主轴箱、主轴电动机、主轴和主轴轴承等零件组成。主轴的启、停和变速等动作均由数控系统控制,并且通过装在主轴上的刀具参与切削运动,是切削加工的功率输出部件。

③ 数控系统 加工中心的数控部分是由CNC装置,可编程控制器、伺服驱动装置以及操作面板等组成。它是执行顺序控制动作和完成加工过程的控制中心。

④ 自动换刀系统 由刀库、机械手等部件组成。当需要换刀时,数控系统发出指令,由机械手(或通过其他方式)将刀具从刀库内取出装入主轴孔中。刀库结构主要有链式刀库和盘式刀库,如图1-4所示。

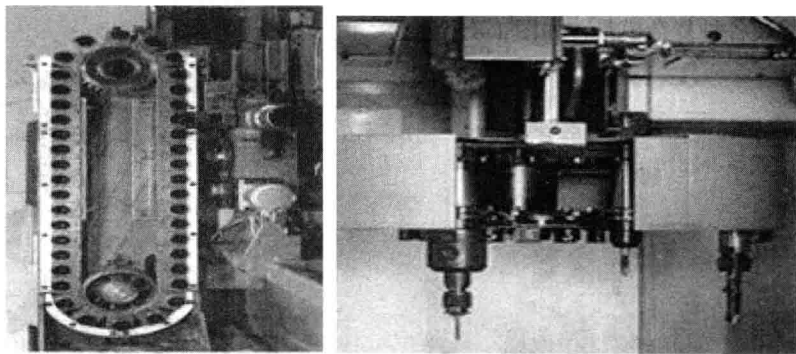


图1-4 刀库系统

⑤ 辅助装置 包括润滑、冷却、排屑、防护、液压、气动和检测系统等部分。这些装置虽然不直接参与切削运动,但对加工中心的加工效率、加工精度和可靠性起着保障作用,因此也是加工中心中不可缺少的部分。

(2) 加工中心的分类

按照机床形态常用的加工中心一般分四种类型:立式加工中心、卧式加工中心、龙门加工中心、复合加工中心。

① 立式加工中心 主轴垂直于工作台,工作台为十字滑台,一般具有3个直线运动的坐标轴,并可在工作台上安置一个水平轴数控转台来加工螺旋线类零件。它的特点是装夹工件方便,便于操作、观察,适宜加工板材类、壳体类等高度方向尺寸相对较小的工件,如图1-5所示。

② 卧式加工中心 主轴是水平设置的,工作台是具有精确分度的数控回转工作台,可实现工

件一次装夹的多工位加工，定位精度高，适合箱体类零件的批量加工，但装夹不方便，观察不便，且体积大，价格高，如图 1-6 所示。

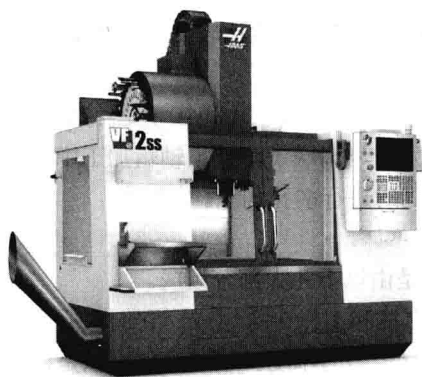


图 1-5 立式加工中心

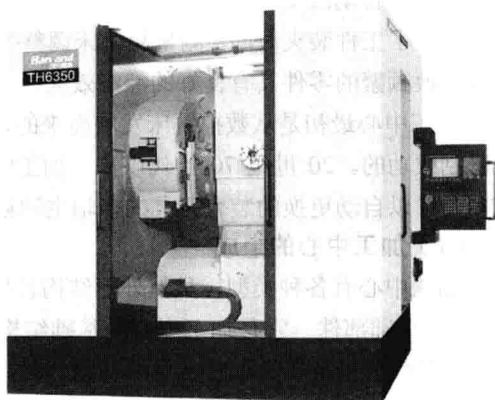


图 1-6 卧式加工中心

③ 龙门加工中心 龙门加工中心是指在数控龙门铣床基础上加装刀具库和换刀机械手，以实现自动换刀功能，达到比数控铣床更广泛的应用范围。大型龙门加工中心适用于加工大型或形状复杂的工件，如航空、航天工业以及大型汽轮机上的某些零件加工，如图 1-7 所示。

④ 复合加工中心 复合加工中心是指在一台加工中心上有立、卧两个主轴或主轴可 90° 改变角度，即由立式改为卧式，或由卧式改为立式。主轴自动回转后，在工件一次装夹中可实现顶面和四周侧面共五个面的加工。复合加工中心主要适用于加工外观复杂、轮廓曲线复杂的小型工件，如叶轮片、螺旋桨及各种复杂模具，如图 1-8 所示。

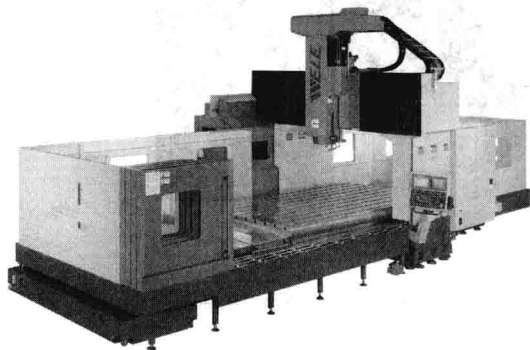


图 1-7 龙门加工中心

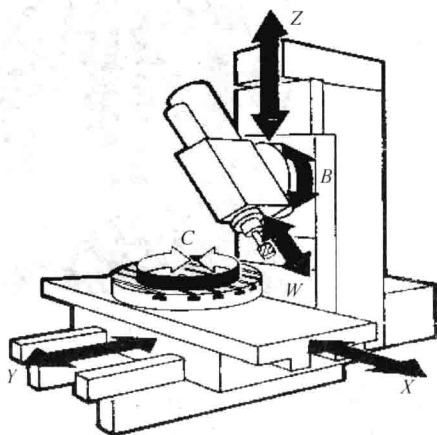


图 1-8 复合加工中心

1.3 SIEMENS 系统数控铣床/加工中心的日常保养与维护

数控机床种类多，各类数控机床因其功能、结构及系统的不同，各具不同的特性。其维护保养的内容和规则也各有其特色，具体应根据其机床种类、型号及实际使用情况，并参照机床使用说明