

SIEMENS

系统数控车床 编程与维护

王立军 朱虹 主编

● 实践指导 操作性强
● 实例典型 提升技能
● 步入蓝领 成就梦想



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

典型数控系统实用技术培训教程

SIEMENS 系统数控车床 编程与维护

王立军 朱 虹 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍了 SIEMENS 系统数控车床加工的程序编制、机床操作与故障诊断知识。全书共分 6 章, 分为 3 部分介绍: 第一部分概括介绍数控车床的基本知识; 第二部分详细介绍数控车削加工工艺知识与典型实例, 以及 SIEMENS 系统数控车床加工程序编制与数控车床操作内容, 并通过典型零件加工实例介绍数控车削加工的工艺分析、编程与操作的过程; 第三部分介绍数控车床故障诊断与维护基础知识。

本书内容广泛, 重点突出。在编写中兼顾了 SIEMENS 系统数控车床加工编程与操作知识的完整性与实用性。可作为高等职业院校数控技术及相关专业的教材或教学参考书、数控技术培训的专门教材, 也可作为 SIEMENS 系统数控车床加工技术人员和操作人员学习的参考用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

SIEMENS 系统数控车床编程与维护 / 王立军, 朱虹主编. —北京: 电子工业出版社, 2008.8

(典型数控系统实用技术培训教程)

ISBN 978-7-121-07158-4

I. S… II. ①王…②朱… III. ①数控机床: 车床—程序设计—技术培训—教材②数控机床: 车床—维护—技术培训—教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 111084 号

策划编辑: 李 洁 (lijie@phei.com.cn)

责任编辑: 李 洁 特约编辑: 王占禄

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 11.5 字数: 292 千字

印 次: 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 22.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

机械制造业是国民经济的支柱产业，也是反映一个国家经济实力和科学技术水平的重要标志。近年来随着计算机技术、电子技术的发展，制造业也朝着数字化方向飞速迈进，而数字化的核心就是数控技术。世界各工业发达国家通过发展数控技术、建立数控机床产业，促使制造业跨入一个新的发展阶段，给国民经济结构带来了巨大的变化。

我国是机械制造业大国，目前急需大批具有较强的数控专业理论知识和丰富的机械基础理论知识，并具备数控设备的编程、操作、维护能力的高素质人才。为了适应国家职业技能培训的核心目标，培养高素质的数控应用型人才，我们编写了《SIEMENS 系统数控车床编程与维护》这本教材。书中介绍了数控车床的基础理论和数控车床加工工艺知识，并针对 SIEMENS 802D 系统详细地介绍了各种常用的编程指令的格式与应用、机床的操作技术以及数控机床的故障诊断及维护技术。

在本书编辑中，始终贯彻以培养生产一线所需的数控车床编程与操作人员为目标，突出 SIEMENS 系统数控车床加工编程与操作知识的技术应用等重点内容，并配有许多典型的加工实例，实用性强。

本书共分 6 章：第 1 章介绍数控车床的基础知识；第 2~5 章介绍数控车床加工工艺、SIEMENS 系统数控车床编程与操作以及典型加工实例，这是本书的重点内容部分；第 6 章介绍数控车床故障诊断与维护基础知识。第 1、2、6 章由王立军编写，第 3、4、5 章由朱虹编写。全书由王立军统稿。

本书在编写过程中，参考了一些教材和厂家的资料，得到了沈阳机床集团数控技术部的大力支持，在此深表感谢。由于编者水平有限，时间仓促，本书难免有不当之处，请读者和各位同仁提出宝贵意见。

编者

2008 年 5 月

目 录

第 1 章 数控车床基础知识	(1)	第 3 章 SIEMENS 系统数控车床编程	(39)
1.1 数控机床概述	(1)	3.1 程序编制的内容与方法	(39)
1.1.1 数控机床的组成与 工作原理	(1)	3.1.1 编程的内容与步骤	(39)
1.1.2 数控加工的基本过程 ...	(3)	3.1.2 编程的方法	(40)
1.1.3 SIEMENS 数控系统	(4)	3.2 数控车床的坐标系	(41)
1.2 数控车床基础知识	(7)	3.2.1 机床坐标系	(41)
1.2.1 数控车床的结构特点与 主要技术参数	(7)	3.2.2 工件坐标系	(43)
1.2.2 数控车床的结构与布局	(9)	3.3 程序结构与格式	(44)
1.2.3 数控车床的分类	(10)	3.3.1 程序的结构	(44)
第 2 章 数控车削加工工艺	(13)	3.3.2 程序段的基本格式	(45)
2.1 数控车削加工工艺概述	(13)	3.4 SIEMENS 系统数控车床 编程指令	(46)
2.1.1 数控车削的主要 加工对象	(13)	3.4.1 定位系统	(49)
2.1.2 数控车削加工工艺的 基本特点	(15)	3.4.2 坐标轴运动	(54)
2.1.3 数控车削加工工艺的 主要内容	(16)	3.4.3 主轴运动	(65)
2.2 数控车削零件加工工艺制定 ...	(16)	3.4.4 刀具补偿编程	(66)
2.2.1 零件图工艺分析	(16)	3.4.5 辅助功能 M	(73)
2.2.2 毛坯的确定	(17)	3.4.6 子程序	(74)
2.2.3 工序和装夹方法 的确定	(18)	3.4.7 钻孔加工循环	(76)
2.2.4 加工顺序和进给 路线的确定	(19)	3.4.8 螺孔加工循环	(81)
2.2.5 车刀的类型及选用	(23)	3.4.9 镗孔加工循环	(85)
2.2.6 切削用量的确定	(28)	3.4.10 切槽固定循环	(92)
2.3 典型零件数控车削工艺分析 ...	(29)	3.4.11 毛坯切削循环指令 CYCLE95	(98)
2.3.1 轴类零件数控车削工艺 分析实例	(29)	3.4.12 螺纹切削循环指令 CYCLE97	(103)
2.3.2 轴套类零件数控车削工艺 分析实例	(34)	第 4 章 SIEMENS 系统数控车床操作 ...	(107)
2.3.3 盘类零件数控车削工艺 分析实例	(36)	4.1 SIEMENS 系统操作设备	(107)
		4.1.1 操作面板	(108)
		4.1.2 控制面板	(109)
		4.1.3 CRT 显示屏	(110)
		4.2 基本操作	(111)
		4.2.1 开机、回参考点及关机	(111)
		4.2.2 各种运行方式	(112)
		4.2.3 参数的设定	(115)

4.2.4	程序的编辑及管理	...	(121)	6.1.4	数控机床故障诊断的 一般步骤	.....	(156)
4.2.5	自动运行方式	.....	(124)	6.1.5	数控机床故障诊断的 一般方法	.....	(157)
第 5 章 SIEMENS 系统数控车床							
	加工实例	.....	(127)	6.2	数控机床的故障诊断 技术及应用	.....	(160)
5.1	轴类零件的加工	.....	(127)	6.2.1	数控机床故障 诊断技术	.....	(160)
5.1.1	零件图纸及要求	.....	(127)	6.2.2	数控机床电气故障 与维修	.....	(164)
5.1.2	工艺分析	.....	(128)	6.2.3	数控机床机械故障的 一般处理	.....	(169)
5.1.3	数控加工程序的编制		(129)	6.2.4	西门子数控系统 故障自诊断	.....	(170)
5.1.4	零件的数控加工	.....	(132)	6.3	数控机床的维护与保养	.....	(173)
5.2	复杂型面零件实例	.....	(133)	6.3.1	数控机床维护与保养的 目的和意义	.....	(173)
5.2.1	零件图纸及要求	.....	(133)	6.3.2	数控机床维护与保养的 基本要求	.....	(173)
5.2.2	工艺分析	.....	(134)	6.3.3	数控机床维护与保养的 点检管理	.....	(174)
5.2.3	数控加工程序的编制		(136)	6.3.4	数控机床维护与保养 的内容	.....	(176)
5.2.4	零件的数控加工	.....	(139)	参考文献	.....		(178)
5.3	配合零件的加工	.....	(141)				
5.3.1	零件图纸及要求	.....	(141)				
5.3.2	工艺分析	.....	(142)				
5.3.3	数控加工程序的编制		(144)				
5.3.4	零件的数控加工	.....	(150)				
第 6 章 数控车床故障诊断与维护							
6.1	数控机床故障诊断概述	.....	(151)				
6.1.1	数控机床的故障诊断		(151)				
6.1.2	数控机床的故障规律		(151)				
6.1.3	数控机床故障的分类		(153)				

第 1 章 数控车床基础知识

本章主要介绍数控机床的组成与工作原理，数控加工的基本过程，数控车床的结构特点与技术参数，数控车床的组成、布局与分类，SIEMENS 数控系统的种类与功能。通过学习本章内容，初步理解 SIEMENS 数控车床及其零件加工的基本知识。

1.1 数控机床概述

数控（Numerical Control, NC）是指用数字、文字和符号组成的数字指令来实现对一台或多台机械设备动作控制的技术。它所控制的通常是位置、角度、速度等机械量和与机械能量流向有关的开关量。

现在，数控技术也叫计算机数控技术（Computer Numerical Control , CNC），它是采用计算机按事先存储的控制程序来执行对设备进行数字控制的一种技术。由于采用计算机替代原先用硬件逻辑电路组成的数控装置，使输入数据的存储、处理、运算、逻辑判断等各种控制机能的实现，均可通过计算机软件来完成。

数控机床（Numerical Control Machine Tools）是采用数字控制技术对机床的加工过程进行自动控制的一类机床。它是用数字代码形式的信息（程序指令），控制刀具按给定的工作程序、运动速度和轨迹进行自动加工的机床，简称数控机床。

1.1.1 数控机床的组成与工作原理

1. 数控机床组成

数控机床一般由输入 / 输出装置、数控装置、可编程控制器、伺服系统、检测反馈装置和机床主机等组成，如图 1-1 所示。

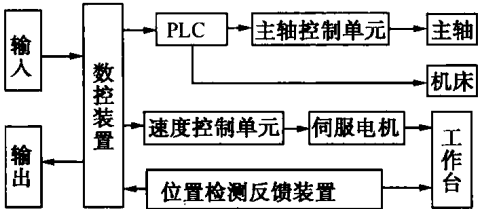


图 1-1 数控机床组成

(1) 输入 / 输出装置

输入装置的作用是将程序载体（信息载体）上的数控代码传递并存入数控系统内。根据控制存储介质的不同，输入装置可以是光电阅读机、磁带机或软盘驱动器等。数控机床加工程序也可通过键盘用手工方式直接输入至数控系统；数控加工程序还可通过编程计算机用 RS232C 或采用网络通信方式传送到数控系统中。

零件加工程序输入过程有两种不同的方式：一种是边读入边加工（数控系统内存较小时），另一种是一次将零件加工程序全部读入数控装置内部的存储器，加工时再从内部存储器中逐段逐段地调出进行加工。

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和故障诊断参数等），一般在机床开始工作状态下，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，可帮助判断机床是否维持正常工作。

(2) 数控装置

数控装置是数控机床的核心。数控装置从内部存储器中取出或接受输入装置送来的一段或几段数控加工程序，经过数控装置的逻辑电路或系统软件进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种控制信息和指令，控制机床各部分的工作，使其按程序进行有序运动和动作。

数控装置完成所有加工数据的处理和计算工作，最终实现对数控机床各功能的指挥工作。它包含微计算机的电路、各种接口电路、CRT 显示器等硬件及相应的软件。

(3) 可编程控制器（PLC）

可编程控制器对主轴单元实施控制，将程序中的转速指令进行处理而控制主轴转速挡位；管理刀库，进行自动刀具交换、选刀方式、刀具累计使用次数、刀具剩余寿命及刀具刃磨次数等管理；控制主轴正反转和停止、准停、切削液开关、卡盘夹紧松开、机械手取送刀等动作；还对机床外部开关（行程开关、压力开关、温控开关等）进行控制；对输出信号（刀库、机械手、回转工作台等）进行控制。

(4) 驱动装置

驱动装置接受来自数控装置的指令信息，经功率放大后，严格按照指令信息的要求驱动机床移动部件，以加工出符合图样要求的零件。因此，它的伺服精度和动态响应性能是影响数控机床加工精度、表面质量和生产率的重要因素之一。驱动装置包括控制器（含功率放大器）和执行机构两大部分。大都采用步进电机、直流伺服电机或交流伺服电机作为驱动机构。

(5) 检测反馈装置

位置检测装置将数控机床各坐标轴的实际位移量检测出来，经反馈系统输入到机床的数控装置之后，数控装置将反馈回来的实际位移量值与设定值进行比较，控制驱动装置按照指令设定值运动。检测装置由检测元件和相应的电路组成，主要是检测速度和位移，实现闭环控制以保证数控机床的加工精度。

(6) 机床主机

数控机床的机床本体与传统机床相似，由主轴传动装置、进给传动装置、床身、工作台等组成。但是，数控机床在整体布局、外观造型、传动系统、刀具系统的结构以及操作机构等方面都已发生了很大变化。这种变化的目的是为了满足数控机床的要求和充分发挥数控机床的特点。

(7) 辅助装置

辅助装置主要包括自动换刀装置 ATC (Automatic Tool Changer)、自动交换工作台机构 APC (Automatic Pallet Changer)、工件夹紧放松机构、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。

2. 数控机床的工作原理

数控机床工作原理如图 1-2 所示。

数控机床进行加工, 首先必须将工件的几何数据和工艺数据等加工信息按规定的代码和格式编制成数控加工程序, 并用适当的方法将加工程序输入数控系统。数控系统对输入的加工程序进行数据处理, 输出各种信息和指令, 控制机床各部分按规定有序地动作。最基本的信息和指令包括: 各坐标轴的进给速度、进给方向和进给位移量, 各状态控制的 I/O 信号等。

数控机床的运行处于不断计算、输出、反馈等控制过程中, 从而保证了刀具和工件之间相对位置的准确性。

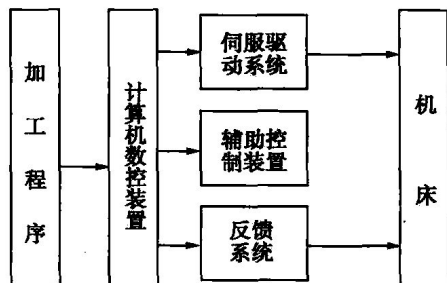


图 1-2 数控机床的工作原理

1.1.2 数控加工的基本过程

数控加工, 就是泛指在数控机床上进行零件加工的工艺过程。数控机床是一种用计算机控制的机床, 用来控制机床的计算机, 不管是专用计算机、还是通用计算机都统称为数控系统。数控机床的运动和辅助动作均受控于数控系统发出的指令。而数控系统的指令是由程序员根据工件的加工要求、机床的特性和系统所规定的指令格式(数控语言或符号)编制的。所谓编程, 就是把被加工零件的工艺过程、工艺参数、运动要求用数字指令形式(数控语言)记录在介质上, 并输入数控系统。数控系统根据程序指令向伺服装置和其他功能部件发出运行或终止信息来控制机床的各种运动。当零件的加工程序结束时, 机床便会自动停止。任何一种数控机床, 在其数控系统中若没有输入程序指令, 数控机床就不能工作。

机床的受控动作大致包括机床的启动、停止; 主轴的启停、旋转方向和转速的变换; 进给运动的方向、速度、方式; 刀具的选择、长度和半径的补偿及刀具的更换; 冷却液的开启、关闭等。图 1-3 是数控机床加工过程框图。从框图中可以看出在数控机床上加工零件所涉及的范围比较广, 与相关的配套技术有密切的关系。合格的编程员首先应该是一个很好的工艺员, 应熟练地掌握工艺分析、工艺设计和切削用量的选择, 能正确地选择刀(辅)具并提出零件的装夹方案, 了解数控机床的性能和特点, 熟悉程序编制方法和程序的输入方式。

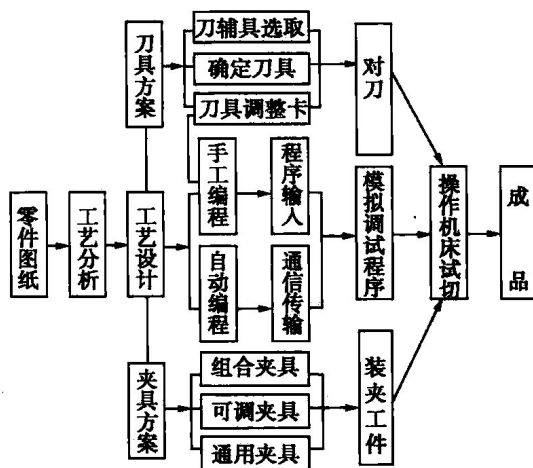


图 1-3 数控机床加工过程框图

数控加工程序编制方法有手工（人工）编程和自动编程之分。手工编程，程序的全部内容是由人工按数控系统所规定的指令格式编写的。自动编程即计算机编程，可分为以语言和绘画为基础的自动编程方法。但是，无论是采用何种自动编程方法，都需要有相应配套的硬件和软件。

可见，实现数控加工编程是关键。但光有编程是不行的，数控加工还包括编程前必须要做的一系列准备工作及编程后的善后处理工作。一般来说数控加工工艺主要包括的内容如下：

- ① 选择并确定进行数控加工的零件及内容；
- ② 对零件图纸进行数控加工的工艺分析；
- ③ 数控加工的工艺设计；
- ④ 对零件图纸的数学处理；
- ⑤ 编写加工程序单；
- ⑥ 按程序单制作控制介质；
- ⑦ 程序的校验与修改；
- ⑧ 首件试加工与现场问题处理；
- ⑨ 数控加工工艺文件的定型与归档。

1.1.3 SIEMENS 数控系统

1. 西门子数控系统产品种类

西门子数控系统是西门子自动化与驱动集团的产品，西门子数控系统 SINUMERIK 已发展了很多代。目前被广泛使用的主要有 802、810、840 等几种类型。

用一个简要的图表对西门子各系统的定位作描述如下（如图 1-4 所示）：

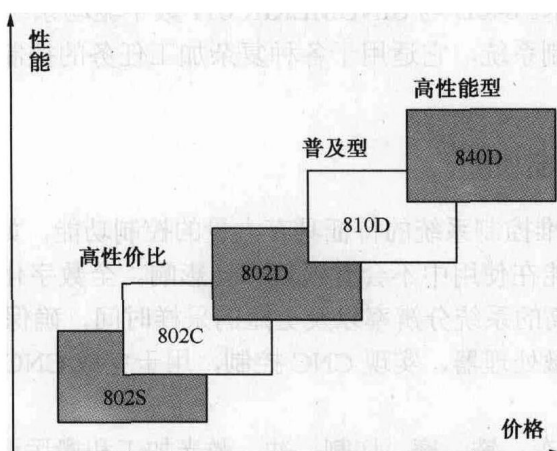


图 1-4 西门子各系统的性价比较

(1) SINUMERIK 802D

具有免维护性能的 SINUMERIK 802D，其核心部件 PCU（面板控制单元）将 CNC、PLC、人机界面和通信等功能集成于一体。可靠性高、易于安装。

SINUMERIK 802D 可控制 4 个进给轴和 1 个数字或模拟主轴。通过生产现场总线 PROFIBUS 将驱动器、输入 / 输出模块连接起来。

模块化的驱动装置 SIMODRIVE611Ue 配套 1FK6 系列伺服电机，为机床提供了全数字化的动力。

通过视窗化的调试工具软件，可以便捷地设置驱动参数，并对驱动器的控制参数进行动态优化。

SINUMERIK 802D 集成了内置 PLC 系统，对机床进行逻辑控制。采用标准 PLC 的编程语言 Micro / WIN 进行控制逻辑设计。并且随机提供标准的 PLC 子程序库和实例程序，简化了制造厂设计过程，缩短了设计周期。

(2) SINUMERIK 810D

在数字控制领域中，SINUMERIK 810D 第一次将 CNC 和驱动控制集成在一块板子上。快速的循环处理能力，使其在模块加工中独显威力。

SINUMERIK 810D NC 软件的一系列突出优势可以帮助您在竞争中脱颖而出。例如提前预测功能，可以在集成控制系统上实现快速控制。

另一个例子是坐标变换功能。固定点停止可以用来卡紧工件或定义简单参考点。模拟量控制模拟信号输出。

刀具管理也是另一种功能强大的管理软件。

样条插补功能（A，B，C 样条）用来产生平滑过渡；压缩功能用来压缩 NC 记录；多项式插补功能可以提高 810D / 810DE 运行速度。

温度补偿功能保证了数控系统在高速度运行状态下保持正常温度。此外，系统还提供了钻、铣、车等加工循环程序。

(3) SINUMERIK 840D

SINUMERIK 840D 数字 NC 系统用于各种复杂加工，它在复杂的系统平台上，通过系统

设定而适用于各种控制技术。840D 与 SINUMERIK 611 数字驱动系统和 SIMATIC 7 可编程控制器一起,构成全数字控制系统,它适用于各种复杂加工任务的控制,具有优于其他系统的动态品质和控制精度。

2. 西门子数控系统产品功能

SINUMERIK 840D 标准控制系统的特征具有大量的控制功能,如钻削、车削、铣削、磨削以及特殊控制,这些功能在使用中不会有任何相互影响。全数字化的系统、更新的系统结构、更高的控制品质、更高的系统分辨率以及更短的采样时间,确保了一流的工件质量。

控制类型 采用 32 位微处理器,实现 CNC 控制,用于完成 CNC 连续轨迹控制以及内部集成式 PLC 控制。

机床配置 可实现钻、车、铣、磨、切割、冲、激光加工和搬运设备的控制,备有全数字化的 SIMODRIVE 611 数字驱动模块,最多可以控制 31 个进给轴和主轴,进给和快速进给的速度范围为 $100\sim 9999\text{mm/min}$ 。其插补功能有样条插补、三阶多项式插补、控制值互联和曲线表插补。这些功能为加工各类曲线曲面零件提供了便利条件。此外还具备进给轴和主轴同步操作的功能。

操作方式 其操作方式主要有 AUTOMATIC (自动)、JOG (手动)、示教 (TEACH IN) 手动输入运行 (MDA)。自动方式,程序可以自动运行,加工程序中断后,能从断点恢复运行;可进行进给保持及主轴停止、跳段功能、单段功能和空运转。

轮廓和补偿 840D 可根据用户程序进行轮廓的冲突检测、刀具半径补偿的进入和退出策略及交点计算、刀具长度补偿、螺距误差补偿、栅测量系统误差补偿、反向间隙补偿、过象限误差补偿等。

安全保护功能 数控系统可通过预先设定软极限开关的方法,进行工作区域的限制及程序执行中的进给减速,同时还可以对主轴的运行进行监控。

NC 编程 840D 系统的 NC 编程符合 DIN 66025 标准 (德国工业标准),具有高级语言编程特色的程序编辑器,可进行公制、英制尺寸或混合尺寸的编程,程序编制与加工可同时进行,系统具备 1.5MB 的用户内存,用于零件程序、刀具偏置和补偿的存储。

PLC 编程 840D 的集成式 PLC 完全以标准 SIMATIC 7 模块为基础,PLC 程序和数据内存可扩展到 288KB, I/O 模块可扩展到 2048 个输入/输出点,PLC 程序能以极高的采样速率监视数据输入,向数控机床发送运动停止/启动等指令。

操作部分硬件 840D 系统提供了标准的 PC 软件、硬盘和奔腾处理器,用户可在 Windows98/2000 下开发自定义的界面。此外,两个通用接口 RS232 可使主机与外设进行通信,用户还可通过磁盘驱动器接口和打印机并联接口完成程序存储、读入及打印工作。

显示部分 840D 提供了多语种的显示功能,用户只需按一下按钮,即可将用户界面从一种语言自动转换为另一种语言,系统提供的语言有汉语、英语、德语、西班牙语、法语、意大利语等,显示屏上可显示程序块、电动机轴位置和操作状态等信息。

3. 西门子数控系统基本构成

西门子数控系统有很多种型号,首先我们来观察一下如图 1-5 所示 802D 构成的实物图, SINUMERIK 802D 是个集成单元,它由 NC、PLC 和人机界面 (HMI) 组成,通过 PROFIBUS

总线连接驱动装置以及输入 / 输出模板, 完成控制功能。

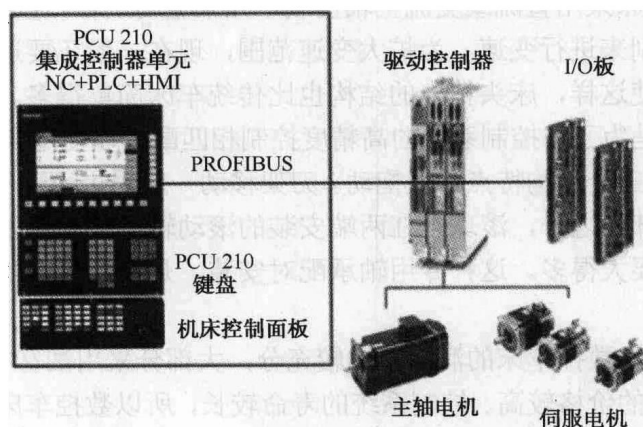


图 1-5 SINUMERIK 802D 系统构成

而在西门子数控产品中最有特点。且最有代表性的系统应该是 840D 系统。因此, 我们可以通过了解西门子 840D 系统, 来了解西门子数控系统的结构。通过实物图观察 840D 系统, 如图 1-6 所示。

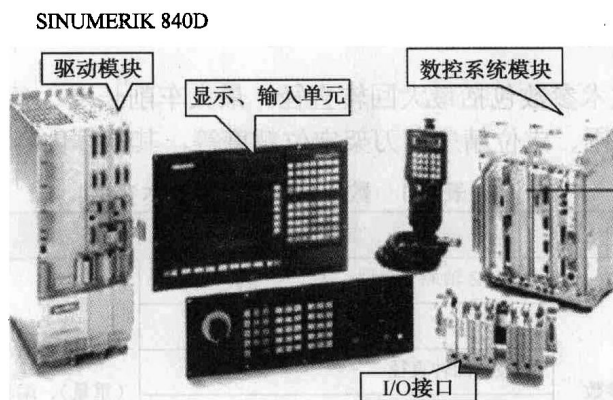


图 1-6 SINUMERIK 840D 系统构成

1.2 数控车床基础知识

1.2.1 数控车床的结构特点与主要技术参数

1. 数控车床的结构特点

与传统车床相比, 数控车床的结构有以下几个特点:

- ① 由于数控车床刀架的两个方向运动分别由两台伺服电动机驱动, 所以它的传动链短。不必使用挂轮、光杠等传动部件, 用伺服电动机直接与丝杠联结带动刀架运动。伺服电动机

与丝杠间也可以用同步皮带副或齿轮副连接。

② 多功能数控车床采用直流或交流主轴控制单元来驱动主轴，按控制指令作无级变速，主轴不必用多级齿轮副来进行变速。为扩大变速范围，现在一般还要通过一级齿轮副，以实现分段无级调速，即使这样，床头箱内的结构也比传统车床简单得多。数控车床的另一个结构特点是刚度大，这是为了与控制系统的高精度控制相匹配，以便适应高精度的加工。

③ 数控车床的第三个结构特点是轻拖动。刀架移动一般采用滚珠丝杠副。滚珠丝杠副是数控车床的关键机械部件之一，滚珠丝杠两端安装的滚动轴承是专用轴承，它的压力角比常用的向心推力球轴承要大得多。这种专用轴承配对安装，是选配的，最好在轴承出厂时就是成对的。

④ 为了拖动轻便，数控车床的润滑都比较充分，大部分采用油雾自动润滑。

⑤ 由于数控机床的价格较高、控制系统的寿命较长，所以数控车床的滑动导轨也要求耐磨性好。数控车床一般采用镶钢导轨，这样机床精度保持的时间就比较长，其使用寿命也可延长许多。

⑥ 数控车床还具有冷却充分、防护较严密等特点。自动运转时一般都处于全封闭或半封闭状态。

⑦ 数控车床一般还配有自动排屑装置。

2. 数控车床的主要技术参数

数控车床的主要技术参数包括最大回转直径、最大车削长度、各坐标轴行程、主轴转速范围、切削进给速度范围、定位精度和刀架定位精度等，其具体内容及作用详见表 1-1。

表 1-1 数控车床的主要技术参数

类别	主要内容	作用
尺寸参数	X、Z 轴最大行程	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
	卡盘尺寸	
	最大回转直径	
	最大车削直径	
	尾座套筒移动距离	
	最大车削长度	
接口参数	刀位数，刀具装夹尺寸	影响工件及刀具安装
	主轴头型式	
	主轴孔及尾座孔锥度、直径	
运动参数	主轴转速范围	影响加工性能及编程参数
	刀架快速进给速度、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
	刀架定位精度、重复定位精度	
其他参数	外形尺寸(长×宽×高)、重量	影响使用环境

1.2.2 数控车床的结构与布局

1. 数控车床的基本结构

如图 1-7 所示, 数控车床由数控装置、床身、主轴及主轴电机、刀架进给系统、尾座、液压系统、冷却系统、润滑系统和排屑器等部分组成。

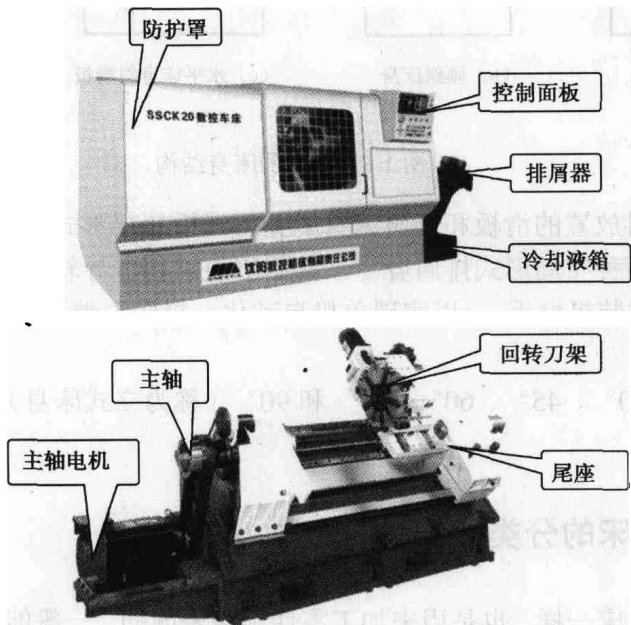


图 1-7 数控车床组成

2. 数控车床的布局

数控车床的主轴、尾座等部件相对床身的布局形式与普通车床基本一致, 而床身结构和导轨的布局形式则发生了根本变化, 这是因为其直接影响数控车床的使用性能及机床的结构和外观所致。数控车床的床身结构和导轨有多种形式, 主要有水平床身、倾斜床身、水平床身斜滑板及立式床身等, 其布局形式如图 1-8 所示: 其中 (a) 水平床身; (b) 倾斜床身; (c) 水平床身斜滑板; (d) 立式床身。

水平床身的工艺性好, 便于导轨面的加工。水平床身配上水平放置的刀架可提高刀架的运动精度, 一般可用于大型数控车床或小型精密数控车床的布局。但是水平床身由于下部空间小, 排屑困难。从结构尺寸上看, 刀架水平放置使得滑板横向尺寸较长, 从而加大了机床宽度方向的结构尺寸。

水平床身配上倾斜放置的滑板, 并配置倾斜式导轨防护罩, 这种布局形式一方面有水平床身工艺性好的特点, 另一方面机床宽度方向的尺寸较水平配置滑板的要小, 且排屑方便。

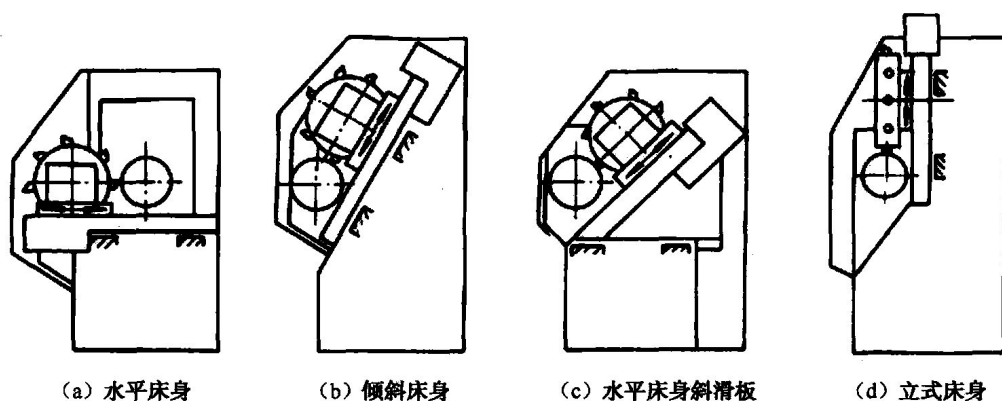


图 1-8 车床的床身结构

水平床身配上倾斜放置的滑板和倾斜床身配置斜滑板布局形式被中、小型数控车床所普遍采用。这是由于此两种布局形式排屑容易，切屑不会堆积在导轨上，也便于安装自动排屑器；操作方便，易于安装机械手，以实现单机自动化；机床占地面积小，外形简洁、美观，容易实现封闭式防护。

倾斜床身多采用 30° 、 45° 、 60° 、 75° 和 90° （称为立式床身）。其中常用的有 45° 、 60° 和 75° 。

1.2.3 数控车床的分类

数控车床与普通车床一样，也是用来加工零件旋转表面的。一般能够自动完成外圆柱面、圆锥面、球面以及螺纹的加工，还能加工一些复杂的回转面，如双曲面等。数控车床和普通车床的工件安装方式基本相同，为了提高加工效率，数控车床多采用液压、气动和电动卡盘。

数控车床的外形与普通车床相似，即由床身、主轴箱、刀架、进给系统、液压系统、冷却和润滑系统等部分组成。数控车床的进给系统与普通车床有质的区别，传统普通车床有进给箱和交换齿轮架，而数控车床是直接用伺服电机通过滚珠丝杠驱动溜板和刀架实现进给运动，因而进给系统的结构大为简化。

数控车床品种繁多，规格不一，可按如下方法进行分类。

1. 按车床主轴位置分类

(1) 立式数控车床

立式数控车床简称为数控立车，其特点是车床主轴垂直于水平工作台面，加工过程中工件用一个直径很大的圆形工作台来装夹工件。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件（如图 1-9 所示）。

(2) 卧式数控车床

卧式数控车床的特点是车床主轴与工作台相平行，它分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性，并易于排除切屑（如图 1-10 所示）。

2. 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床

这类车床没有尾座，适合车削盘类（含短轴类）零件。夹紧方式多为电动或液动控制，卡盘结构多具有可调卡爪或不淬火卡爪（即软卡爪）。

(2) 顶尖式数控车床

这类车床配有普通尾座或数控尾座，适合车削较长的零件及直径不太大的轴类零件。

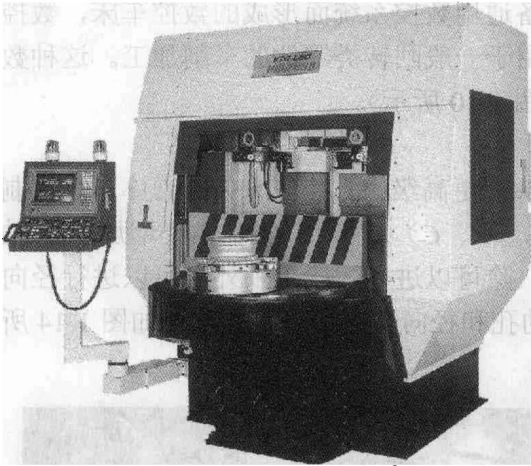


图 1-9 立式数控车床

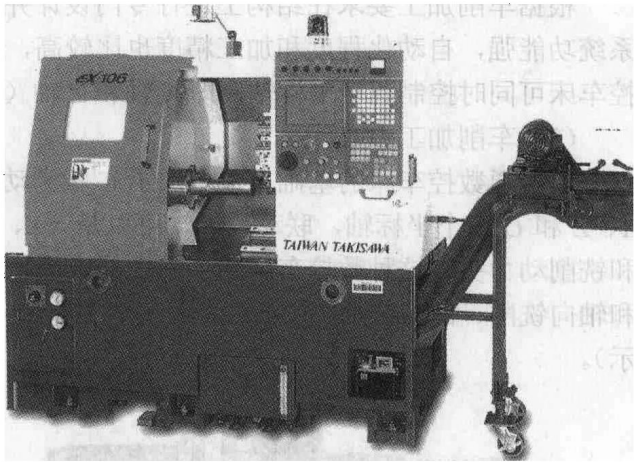


图 1-10 卧式数控车床

3. 按刀架数量分类

(1) 单刀架数控车床

数控车床一般都配置有各种形式的单刀架，如 4 工位转位刀架或多工位转塔式自动转位刀架（如图 1-11 所示）。

(2) 双刀架数控车床

为了提高劳动生产率，有的数控车床配有前后两个刀架。这类车床的双刀架配置可以是平行分布，也可以是相互垂直分布（如图 1-12 所示）。

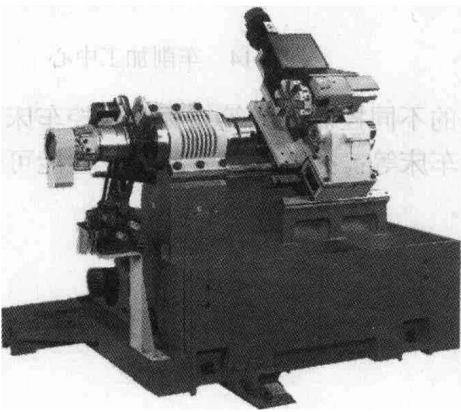


图 1-11 单刀架数控车床

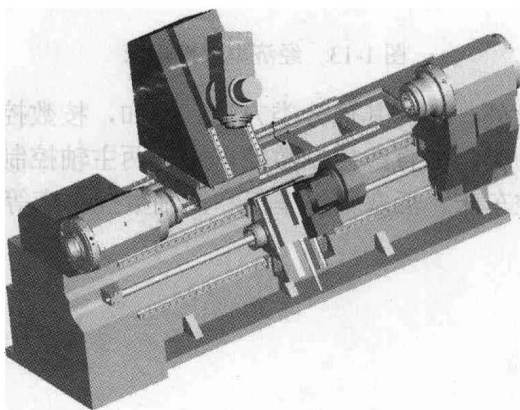


图 1-12 双刀架数控车床