

双色印刷
标注重点线路
和部件

SIEMENS

数控机床机电维修

200 例

韩鸿鸾 编著

- 数控系统维修 30 例
- 可编程控制器的维修 30 例
- 主传动系统维修 35 例
- 进给传动系统维修 35 例
- 自动换刀装置的维修 35 例
- 数控机床辅助装置的维修 30 例



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

SIEMENS

数控机床机电维修

200例

韩鸿鸾 编著
刘辉峰 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书参考了《数控机床装调维修工》职业资格标准,根据工厂中数控机床维修人员需要的理论知识要求和技能要求编写而成。全书采用双色印刷,对重点线路和部件进行颜色标注,便于读者阅读和掌握。本书主要内容包括数控机床维修基础、数控系统的维修 30 例、可编程控制器的维修 30 例、主传动系统的维修 34 例、进给传动系统的维修 35 例、自动换刀装置的维修 35 例、数控机床辅助装置的维修 30 例,附录中还给出了 240 多个常见故障的诊断与维修,以备数控机床维修人员使用。

本书重点突出、特色鲜明,内容取自于实践,可供工厂数控机床维修人员使用,也可作为企业培训部门、职业技能鉴定培训机构的教材,以及高级技校、高职、各种短训班的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

SIEMENS 数控机床机电维修 200 例/韩鸿鸾编著. —北京:
中国电力出版社, 2016. 2
ISBN 978-7-5123-8515-3

I. ①S… II. ①韩… III. ①数控机床-电气设备-维修
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 262316 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 2 月第一版 2016 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 32.75 印张 938 千字

印数 0001—2000 册 定价 79.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



SIEMENS

数控机床机电维修 200例

前言

数控机床综合应用了机械、电子、液压、计算机与通信技术，以其适用性强，加工效率、生产率及自动化程度高等优点，在工业制造、加工等领域得到了广泛的应用。但由于其结构复杂，出现故障后诊断和排除的难度都比较大。

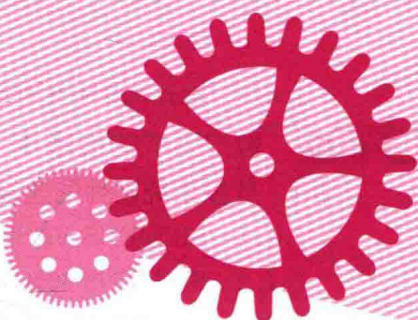
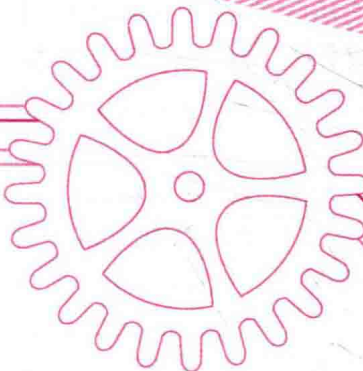
人们对事物的认识总是从实践到理论，理论再指导实践，这样一个不断循环逐步提高的过程。同样维修工作也离不开这样的循环过程。通过对个别机床的了解和维修，逐步积累经验，以达到对一般机床和复杂机床的了解，从而获得新的知识和理念，让自身的维修水平逐步提高。

为了给广大数控机床维修人员及学习者打下扎实的理论基础知识，建立对各种机床的了解，并通过提供典型维修实例，使其学习诊断和维修的思路及方法，便于举一反三，特编写本书。本书还提供了丰富的数据、图样及其他资料以供参考。

本书共分七章，由威海职业学院韩鸿鸾编著，山东省济宁第二高级技校刘辉峰担任主审。在编写过程中，编者参阅了国内外出版的有关教材和资料，得到了全国数控网络培训中心、常州技师学院、临沂技师学院、东营职业学院、烟台职业学院、华东数控有限公司、山东推土机厂、联桥仲精机械有限公司（日资），豪顿华工程有限公司（英资）的有益指导，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者
于山东威海



SIEMENS

数控机床机电维修 200例

目 录

前 言

第1章	数控机床维修基础	1
1.1	数控机床概述	1
1.1.1	数控机床的产生	1
1.1.2	数控机床的定义	1
1.1.3	数控机床的特点	1
1.1.4	数控机床的分类	5
1.2	数控机床的结构	14
1.2.1	数控机床的组成	14
1.2.2	数控机床的布局	18
1.3	数控技术的发展	24
1.3.1	数控系统的发展	24
1.3.2	制造材料的发展	24
1.3.3	结构的发展	24
1.3.4	加工方式的发展	29
1.3.5	检测技术的应用	32
1.4	数控机床的维修管理	35
1.4.1	数控机床的故障	35
1.4.2	数控机床故障产生的规律	38
1.4.3	数控机床故障诊断技术	39
1.4.4	数控机床诊断技术的发展	40
1.4.5	数控机床的故障维修	42
1.4.6	数控机床维修常用工具	44
1.4.7	数控机床机械部件的拆卸	50

1.4.8 数控机床电气部件的更换	51
-------------------------	----

第2章 数控系统的维修 30 例 57

2.1 数控系统硬件的连接	57
2.1.1 SIEMENS 802SE 数控机床的分析	57
2.1.2 SIEMENS 802C 数控系统的连接	65
2.1.3 SIEMENS 802D 数控系统的连接	72
2.1.4 SIEMENS 810D/840D 系统数控机床的硬件连接	77
2.2 SIEMENS 数控系统的参数设置	93
2.2.1 SIEMENS 810D/840D 数控系统的参数设置	93
2.2.2 SIEMENS 802D 数控系统的参数设置	102
2.3 SIEMENS 参数的备份与恢复	106
2.3.1 SIEMENS 802D 参数的备份与恢复	106
2.3.2 SIEMENS 840D 参数的备份与恢复	110
2.4 典型故障的维修	121
2.4.1 报警信息调用	121
2.4.2 故障维修实例	123

第3章 可编程控制器的维修 30 例 131

3.1 PLC 在数控机床上的典型应用	131
3.1.1 数控机床用 PLC	131
3.1.2 PLC 在 SIEMENS 系统数控机床中的应用	137
3.2 编辑数控机床 PLC 的程序	145
3.2.1 SIEMENS 系统上 PLC 的装调	145
3.2.2 SIEMENS 系统数控机床用 PLC 的编辑	146
3.3 利用 PLC 对数控机床的故障进行诊断与维修	160
3.3.1 CPU 性能的诊断	160
3.3.2 与 PLC 的通信诊断	161
3.3.3 PLC 的 CPU 停机原因的诊断	161
3.3.4 诊断输入/输出信号	162
3.3.5 修改输入/输出地址	162
3.3.6 西门子 840D 系统 PLC 报警的产生	162
3.3.7 西门子 840D 系统 PLC 报警信息的调用	162
3.3.8 故障诊断与维修实例	164

第4章 主传动系统的维修 34 例 184

4.1 主传动系统机械结构的组成与维修	184
4.1.1 主轴变速方式	185
4.1.2 传动带	185
4.1.3 主轴的支承	187
4.1.4 数控机床的主轴部件	191

4.1.5	主轴准停装置的故障诊断与维修	200
4.1.6	主传动链的检修	204
4.2	变频主轴的故障诊断与维修	207
4.2.1	变频主轴的连接	207
4.2.2	参数设置	210
4.2.3	故障诊断	212
4.3	伺服主轴的故障诊断与维修	215
4.3.1	650 系列主轴驱动	215
4.3.2	611A 系列主轴驱动	231
4.3.3	SIEMENS 主轴常见故障	238
4.4	电主轴驱动	239
4.4.1	高速主轴结构	239
4.4.2	高速主轴安装	240
4.4.3	电主轴的电气连接	244
4.4.4	辅助系统的连接	249
4.4.5	高速主轴维护	251
4.4.6	电主轴的维修	253

第5章 进给传动系统的维修 35 例 255

5.1	进给系统的机械组成	255
5.1.1	进给传动的组成	255
5.1.2	数控机床用联轴器	258
5.1.3	进给传动装置	259
5.1.4	数控机床用导轨	267
5.1.5	数控机床常用检测元件	271
5.2	步进驱动的维修	278
5.2.1	STEPDRIVE C/C+步进驱动的组成	278
5.2.2	STEPDRIVE C/C+步进驱动的连接	280
5.2.3	STEPDRIVE C/C+步进驱动的调整与维修	282
5.3	SIEMENS 交流进给驱动	285
5.3.1	611U/Ue 系列伺服驱动	285
5.3.2	SINAMICS S120 伺服驱动	316
5.4	直接进给驱动	340
5.4.1	直线电动机系统	340
5.4.2	力矩电动机驱动	342
5.5	返参考点控制	346
5.5.1	返参考点的过程	346
5.5.2	返参考点常见故障	351

第6章 自动换刀装置的维修 35 例 358

6.1	刀架换刀装置的维修	358
-----	-----------------	-----

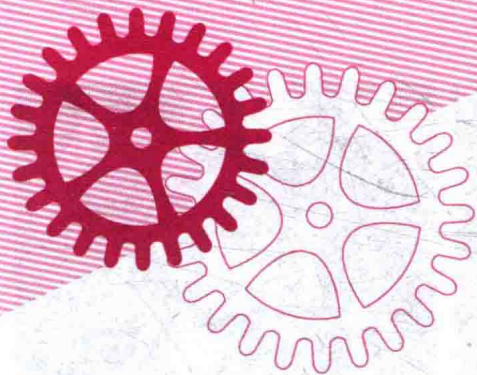
6.1.1	经济型数控车床方刀架	358
6.1.2	卧式回转刀架	367
6.1.3	凸轮选刀刀架的结构	370
6.1.4	刀架常见故障诊断及维修	375
6.1.5	动力刀架	382
6.2	刀库换刀装置的维修	385
6.2.1	无机械手刀具交换	385
6.2.2	刀库机械手刀具交换	390
6.2.3	刀库换刀装置常见故障诊断与维修	402

第7章 数控机床辅助装置的维修 30 例 408

7.1	数控车床用辅助装置的维修	408
7.1.1	卡盘	408
7.1.2	尾座	414
7.1.3	自动送料装置	416
7.2	数控铣床/加工中心辅助装置的维修	418
7.2.1	数控工作台	418
7.2.2	数控分度头	433
7.2.3	万能铣头	434
7.3	数控机床液压与气动装置的维修	436
7.3.1	数控机床液压系统的维修	436
7.3.2	数控机床的气动装置装调与维修	453
7.4	数控机床的润滑与冷却系统的维修	461
7.4.1	机床的冷却系统	461
7.4.2	数控机床的润滑系统	465
7.5	数控机床的排屑与防护系统的维修	470
7.5.1	排屑装置	470
7.5.2	防护装置	473

附录 常见 SIEMENS 系统的故障诊断与维修 477

参考文献	513
------------	-----



1.1 数控机床概述

1.1.1 数控机床的产生

1949 年,美国空军后勤司令部为了在短时间内制造出经常变更设计的火箭零件与帕森斯(John C. Parson)公司合作,并选择麻省理工学院伺服机构研究所为协作单位,于 1952 年研制成功了世界上第一台数控机床。1958 年,美国的克耐·杜列克公司(Keaney&Treeker corp-K&T 公司)在一台数控镗铣床上增加了自动换刀装置,第一台加工中心问世了,现代意义上的加工中心是 1959 年由该公司开发出来的。我国是从 1958 年开始研制数控机床的。

1.1.2 数控机床的定义

数字控制(Numerical Control, NC, 简称数控),是一种借助数字、字符或其他符号对某一工作过程(如加工、测量、装配等)进行可编程控制的自动化方法。

数控技术(Numerical Control Technology)是指用数字量及字符发出指令并实现自动控制的技术,它已经成为制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础技术。

数控系统(Numerical Control System)是指采用数字控制技术的控制系统。

计算机数控系统(Computer Numerical Control)是以计算机为核心的数控系统。

数控机床(Numerical Control Machine Tools)是指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。国际信息处理联盟(IFIP)第五技术委员会对数控机床定义如下:数控机床是一个装有程序控制系统的机床,该系统能够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。定义中所说的程序控制系统即数控系统。

1.1.3 数控机床的特点

1. 数控机床的应用特点

(1) 适应性强。数控机床加工形状复杂的零件或新产品时,不必像通用机床那样采用很多工装,仅需要少量工夹具。一旦零件图有修改,只需修改相应的程序部分,就可在短时间内将新零件加工出来。因而生产周期短,灵活性强,为多品种小批量的生产和新产品的研制提供了有利条件。

(2) 适合加工复杂型面的零件。由于计算机具有高超的运算能力,可以瞬间准确地计算出每个坐标轴瞬间应该运动的运动量,因此数控机床能完成普通机床难以加工或根本不能加工的复杂型面的零件,如图 1-1 所示。所以在航空航天领域(如飞机的螺旋桨及蜗轮叶片)及模具加工中,得到了广泛应用。

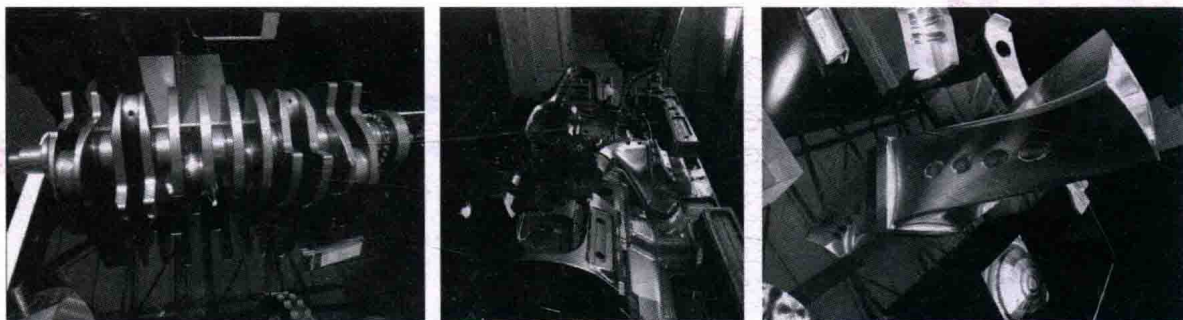


图 1-1 复杂型面的零件

(3) 加工精度高、加工质量稳定。数控机床所需的加工条件，如进给速度、主轴转速、刀具选择等，都是由指令代码事先规定好的，整个加工过程是自动进行的，人为造成的加工误差很小，而且传动中的间隙及误差还可以由数控系统进行补偿。因此，数控机床的加工精度较高。此外，数控机床能进行重复性的操作，尺寸一致性好，减少了废品率。最近，数控系统中增加了对机床误差、加工误差等修正补偿的功能，使数控机床的加工精度及重复定位精度进一步提高。

(4) 自动化程度高。数控机床对零件的加工是按事先编好的程序自动完成的，操作者除了操作键盘，装卸工件，进行关键工序的中间检测以及观察机床运行外，不需要进行繁杂的重复性手工操作，劳动强度与紧张程度均可大为减轻。另外，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装置。

(5) 加工生产率高。数控机床能够减少零件加工所需的机动时间和辅助时间。数控机床的主轴转速和进给量范围比通用机床的范围大，每一道工序都能选用最佳的切削用量，数控机床的结构刚性允许数控机床进行大切削用量的强力切削，从而有效节省了机动时间。数控机床移动部件在定位中均采用加减速控制，并可选用很高的空行程运动速度，缩短了定位和非切削时间。使用带有刀库和自动换刀装置的加工中心时，工件往往只需进行一次装夹就可完成所有的加工工序，减少了半成品的周转时间，生产效率非常高。数控机床加工质量稳定，还可减少检验时间。数控机床可比普通机床提高效率 2~3 倍，复杂零件的加工，生产率可提高十几倍甚至几十倍。

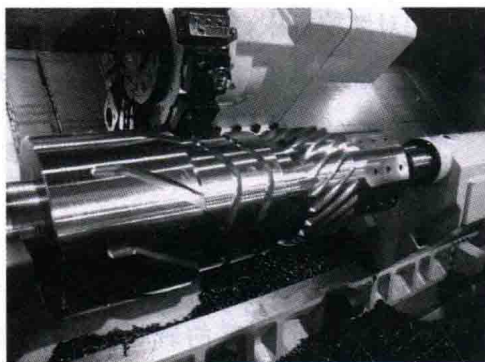


图 1-2 一机多用

(6) 一机多用。某些数控机床，特别是加工中心，一次装夹后，几乎能完成零件的全部工序的加工，可以代替 5~7 台普通机床。如图 1-2 所示，就是在一台车削中心上完成了车、铣、钻等加工。

(7) 减轻操作者的劳动强度。数控机床的加工是由程序直接控制的，操作者一般只需装卸零件和更换刀具并监视数控机床的运行，大大减轻了操作者的劳动强度，同时也节省了劳动力（一人可看管多台机床）。

(8) 有利于生产管理的现代化。数控系统采用数字信息与标准化代码输入，并具有通信接口，易实现数控

机床之间的数据通信，最适宜计算机之间的连接，组成工业控制网络。同时用数控机床加工零件，能准确地计算零件的加工工时，并有效地简化了检验、工装和半成品的管理工作，这些都有利于生产管理现代化。

(9) 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,它涵盖了机械、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,尤其是采用了许多高、新、尖的先进结构,使得数控机床的整体价格较高。

(10) 调试和维修较复杂,需专门的技术人员。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长,导致数控机床的利用率不高。

2. 数控机床结构的特点

为了达到数控机床高的运动精度、定位精度和高的自动化性能,其结构特点主要表现在如下几个方面。

(1) 高刚度。数控机床要在高速和重负荷条件下工作,因此,机床的床身、立柱、主轴、工作台、刀架等主要部件,均需具有很高的刚度,以减少工作中的变形和振动。例如,有的床身采用双壁结构,并配置有斜向肋板及加强筋,使其具有较高的抗弯刚度和抗扭刚度;为提高主轴部件的刚度,除主轴部件在结构上采取必要的措施以外,还要采用高刚度的轴承,并适当预紧;增加刀架底座尺寸,减少刀具的悬伸,以适应稳定的重切削等。提高静刚度的措施主要是基础大件采用封闭整体箱形结构(见图1-3)、合理布置加强筋和提高部件之间的

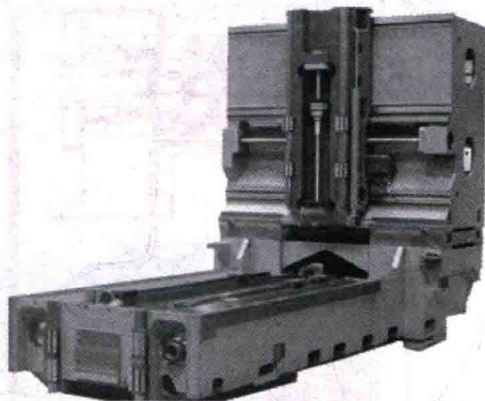


图 1-3 封闭整体箱形结构

的接触刚度。提高动刚度的措施主要是改善机床的阻尼特性(如填充阻尼材料)、床身表面喷涂阻尼涂层、充分利用结合面的摩擦阻尼、采用新材料,提高抗振性。

(2) 高灵敏度。数控机床的运动部件应具有较高的灵敏度。导轨部件通常用滚动导轨、塑料导轨、静压导轨等,以减少摩擦力,使其在低速运动时无爬行现象。工作台、刀架等部件的移动,由交流或直流伺服电动机驱动,经滚珠丝杠传动,减少了进给系统所需要的驱动转矩,提高了定位精度和运动平稳性。

(3) 高抗振性。数控机床的一些运动部件,除应具有高刚度、高灵敏度外,还应具有高抗振性,即在高速重切削情况下减少振动,以保证加工零件的高精度和高的表面质量。特别要注意的是避免切削时的谐振,因此对数控机床的动态特性提出更高的要求。

(4) 热变形小。机床的主轴、工作台、刀架等运动部件在运动中会产生热量,从而产生相应的热变形。而工艺过程的自动化和精密加工的发展,对机床的加工精度和精度稳定性提出了越来越高的要求。为保证部件的运动精度,要求各运动部件的发热量要少,以防产生过大的热变形。为此,对机床热源进行强制冷却(见图1-4),采用热对称结构与热位移补偿(见图1-5),并改善主轴轴承、丝杠螺母副、高速运动导轨副的摩擦特性。如MJ-50CNC数控车床主轴箱壳体按照热对称原则设计,并在壳体外缘上铸有密集的散热片结构,主轴轴承采用高性能油脂润滑,并严格控制注入量,使主轴温升很低。对于产生大量切屑的数控机床,一般都带有良好的自动排屑装置等。

(5) 高精度保持性。为了加快数控机床投资的回收,必须使机床保持很高的开动比(比普通机床高2~3倍),因此必须提高机床的寿命和精度保持性,在保证尽可能地减少电气和机械故障的

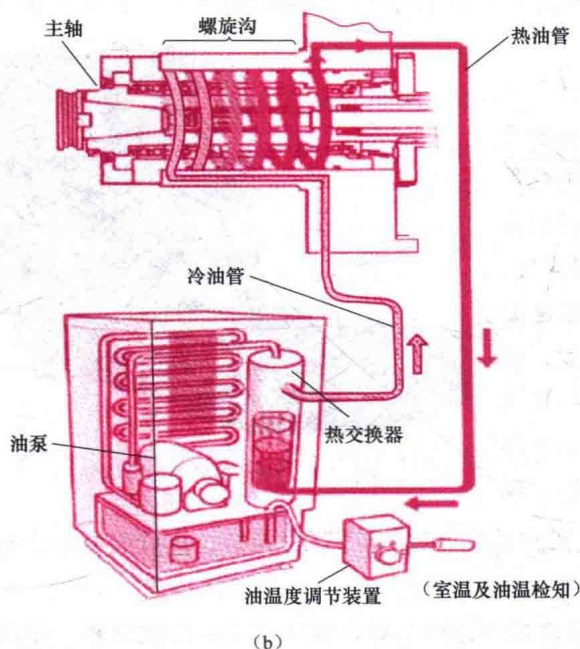
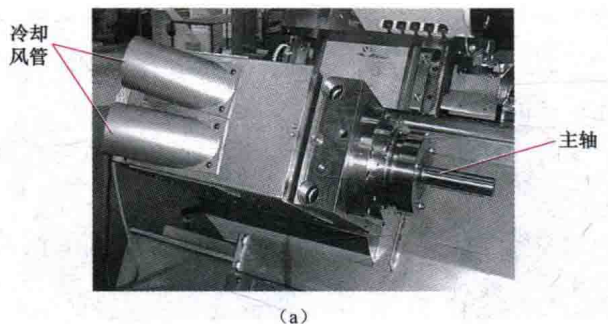


图 1-4 对机床热源进行强制冷却
(a) 风冷；(b) 油冷

同时，要求数控机床在长期使用过程中不丧失精度。

(6) 高可靠性。数控机床在自动或半自动条件下工作，尤其在柔性制造系统 (FMS) 中的数控机床，可在 24h 运转中实现无人管理，这就要求机床具有高的可靠性。为此，要提高数控装置及机床结构的可靠性，例如在工作过程中动作频繁换刀机构、托盘、工件交换装置等部件，必须保证在长期工作中十分可靠。另外，引入机床机构故障诊断系统和自适应控制系统、优化切削用量等，也都有助于机床可靠地工作。

(7) 模块化。模块化设计思想的灵活机床配置，使用户在数控机床的功能、规格方面有更多的选择余地，做到既能满足用户的加工要求，又尽可能不为多余的功能承担额外的费用。

数控机床通常由床身、立柱、主轴箱、工作台、刀架系统及电气总成等部件组成。如果把各种部件的基本单元作为基础，按不同功能、规格和价格设计成多种模块，用户可以按需要选择最合理的功能模块配置成整机。这不仅降低数控机床的设计和制造成本，而且能缩短设计和制造周期，最终赢得市场。目前，模块化的概念已开始从功能模块向全模块化方向发展，它已不局限于功能的模块化，而是扩展到零件和原材料的模块化。

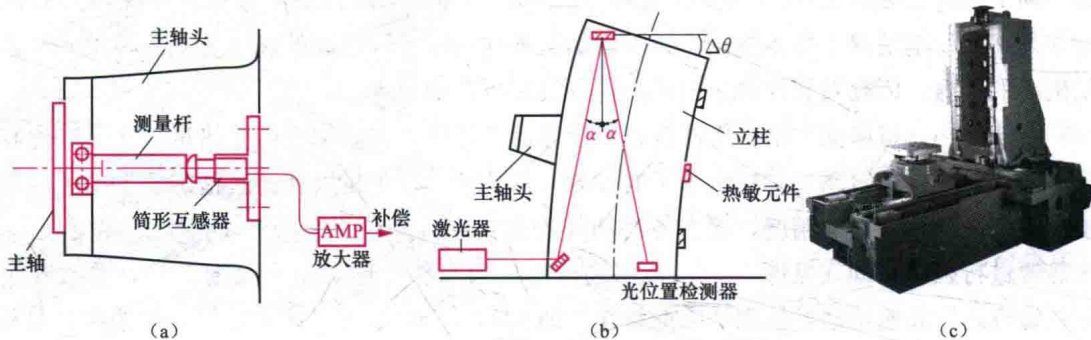


图 1-5 热对称结构与热位移补偿
(a) 轴向补偿；(b) 立柱热平衡补偿；(c) 热对称结构立柱

(8) 机电一体化。数控机床的机电一体化是对总体设计和结构设计提出的重要要求。它是指在

整个数控机床功能的实现以及总体布局方面必须综合考虑机械和电气两方面的有机结合。新型数控机床的各系统已不再是各自不相关联的独立系统。最具典型的例子之一是数控机床的主轴系统已不再是单纯的齿轮和带轮的机械传动,而更多的是由交流伺服电动机为基础的电主轴。电气总成也不再是单纯游离于机床之外的独立部件,而是在布局上和机床结构有机地融为一体。由于抗干扰技术的发展,目前已把电力的强电模块与微电子的计算机弱电模块组合成一体,既减小了体积,又提高了系统的可靠性。

1.1.4 数控机床的分类

目前数控机床的品种很多,通常按下面几种方法进行分类。

1. 按工艺用途分类

(1) 一般数控机床。最普通的数控机床有钻床、车床、铣床、镗床、磨床和齿轮加工机床,如图1-6所示。初期它们和传统的通用机床工艺用途虽然相似,但是它们的生产率和自动化程度比传统机床高,都适合加工单件、小批量和复杂形状的零件。现在的数控机床其工艺用途已经有了很大的发展。

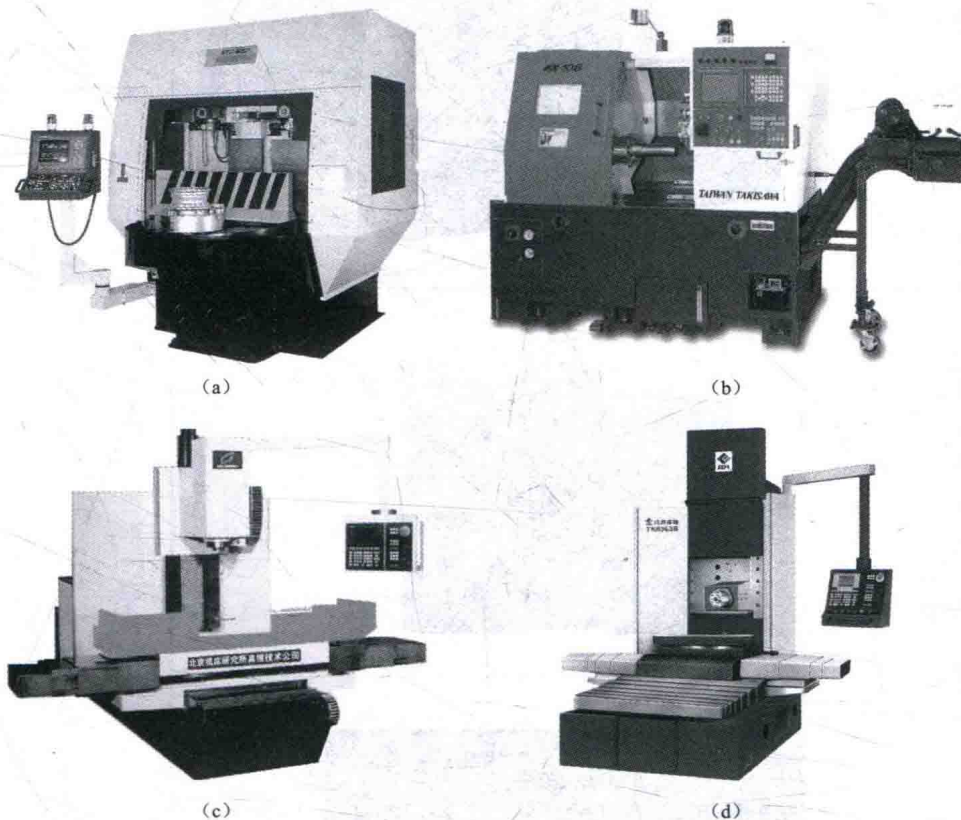


图 1-6 常见数控机床

(a) 立式数控车床; (b) 卧式数控车床; (c) 立式数控铣床; (d) 卧式数控铣床

(2) 数控加工中心。这类数控机床是在一般数控机床上加装一个刀库和自动换刀装置,构成一种带自动换刀装置的数控机床。这类数控机床的出现打破了一台机床只能进行单工种加工的传统概念,实行一次安装定位,完成多工序加工方式。数控加工中心有较多的种类,一般按以下几种方式

分类:

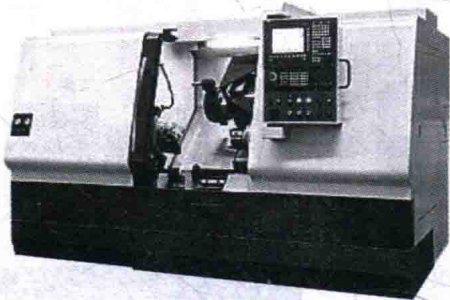
1) 按加工范围分类。车削加工中心、钻削加工中心、镗铣加工中心、磨削加工中心、电火花加工中心等。一般镗铣类加工中心简称加工中心。其余种类加工中心要有前面的定语。现在发展的复合加工功能的机床,也常称为加工中心,常见的加工中心见表 1-1。

2) 按机床结构分类。立式加工中心、卧式加工中心(见图 1-7)、五面加工中心和并联加工中心(虚拟加工中心)。

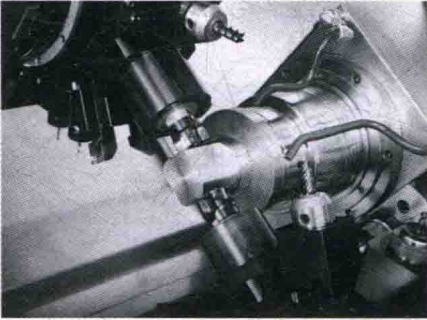
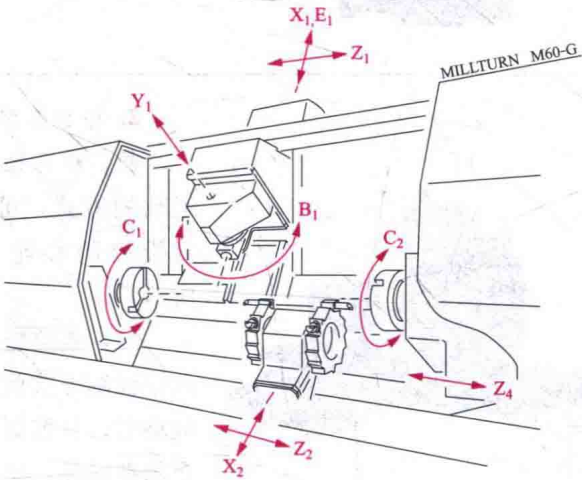
3) 按数控系统联动轴数分类。有 $2\frac{1}{2}$ 坐标加工中心、3 坐标加工中心和多坐标加工中心。

4) 按精度分类。可分为普通加工中心和精密加工中心。

表 1-1 常见的加工中心

名 称	图 样	说 明
车削加工中心		
钻削加工中心		
磨削加工中心		五轴螺纹磨削加工中心

续表

名 称	图 样	说 明
车铣复合加工中心		德马吉公司
		WFL 车铣复合加工中心
		WFL 车铣复合加工中心的坐标
车铣磨插复合中心		瑞士宝美 S-191 车铣磨插复合中心

续表

名 称	图 样	说 明
铣磨复合中心		德国罗德斯铣磨复合中心 RXP600DSH
激光堆焊与高速铣削机床		Roeders RFM760 激光堆焊与高速铣削机床

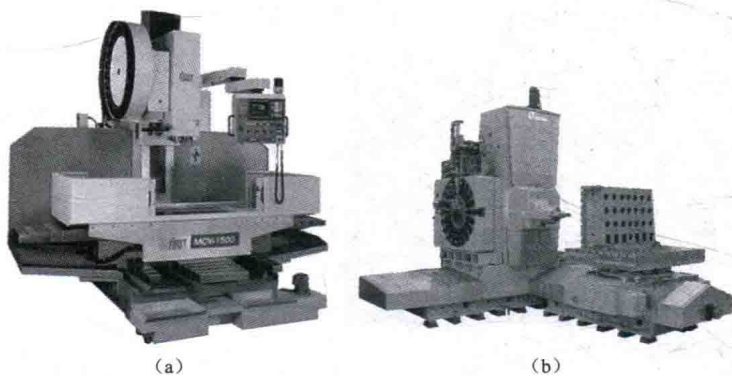


图 1-7 常见加工中心

(a) 立式加工中心；(b) 卧式加工中心

坐标镗床和数控点焊机等。

(2) 直线控制 [见图 1-8 (b)]。直线控制方式就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，还要保证平行坐标轴的直线切削运动。由于只作平行坐标轴的直线进给运动，因此不能加工复杂的零件轮廓。这种控制方式用于简易数控车床、数控铣床、数控磨床等。

有的直线控制的数控机床可以加工与坐标轴成 45° 角的直线。

(3) 轮廓控制 [见图 1-8 (c)]。轮廓控制就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控制。因此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

2. 按加工路线分类

数控机床按其进刀与工件相对运动的方式，可以分为点位控制、直线控制和轮廓控制，如图 1-8 所示。

(1) 点位控制 [见图 1-8 (a)]。点位控制方式就是刀具与工件相对运动时，只控制从一点运动到另一点的准确性，而不考虑两点之间的运动路径和方向。这种控制方式多应用于数控钻床、数控冲床、数控

机床有数控车床、数控铣床、数控磨床、加工中心等。

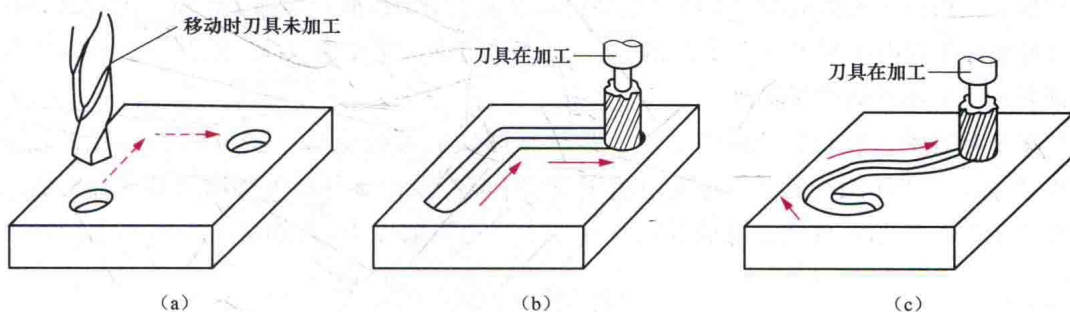


图 1-8 数控机床分类

(a) 点位控制; (b) 直线控制; (c) 轮廓控制

3. 按可控制联动的坐标轴分类

所谓数控机床可控制联动的坐标轴,是指数控装置控制几个伺服电动机,同时驱动机床移动部件运动的坐标轴数目。

(1) 两坐标联动。数控机床能同时控制两个坐标轴联动,即数控装置同时控制 X 和 Z 方向运动,可用于加工各种曲线轮廓的回转体类零件。或机床本身有 X 、 Y 、 Z 三个方向的运动,数控装置中只能同时控制两个坐标,实现两个坐标轴联动,但在加工中能够实现坐标平面的变换,用于加工图 1-9 (a) 所示的零件沟槽。

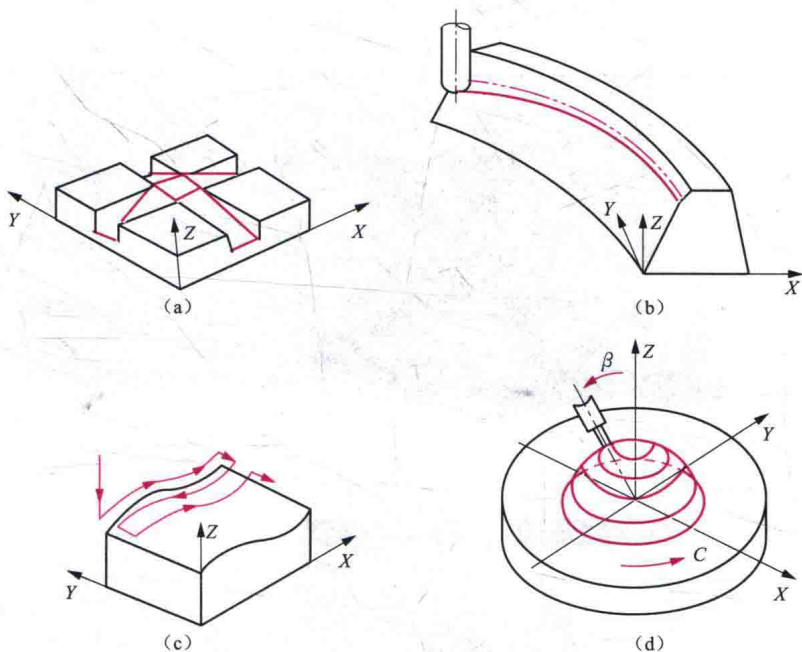


图 1-9 空间平面和曲面的数控加工

(a) 零件沟槽面加工; (b) 三坐标联动曲面加工; (c) 两坐标联动加工曲面; (d) 五轴联动铣床加工曲面

(2) 三坐标联动。数控机床能同时控制三个坐标轴联动,此时,铣床称为三坐标数控铣床,可用于加工曲面零件,如图 1-9 (b) 所示。