

高等职业教育“十二五”机电类规划教材

shukong jichuang jixie xitong zhuangtiao yu weixiu yitihua jiaocheng

数控机床机械系统装调 与维修一体化教程

◎ 韩鸿鸾 董先 主编



www.cmpedu.com

配电子课件
习题答案

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等职业教育“十二五”机电类规划教材

数控机床机械系统装调与 维修一体化教程

主 编 韩鸿鸾 董 先
副主编 刘书峰 李 峰 蔡艳辉 王海英
参 编 王 浩 朱晓华 刘辉峰 姜兴道 荣志军
主 审 王增杰



机械工业出版社

本书是根据高等职业学校数控技术专业教学标准中的“数控机床的机械结构与检查”课程标准编写的,在编写过程中也参考了国家职业标准《数控机床装调维修工》对中级工及高级工对数控机床机械装调与维修的要求。共分为七个模块,包括数控机床机械系统装调维修的基础、数控机床主传动系统的装调与维修、数控机床进给传动系统的装调与维修、自动换刀装置的装调与维修、数控机床液压与气动系统的装调与维修、数控机床辅助装置的装调与维修、数控机床整机装调与精度验收等内容。

本教材的教学资源有电子课件(PPT)、理论试题、技能实践、动画、录像等内容,凡使用本书作教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网(<http://www.cmpedu.com>)下载,或发送电子邮件至 cmpgaozhi@sina.com 索取。咨询电话:010-88379375。

本书可以作为高等职业院校、高等专科学校、成人教育及本科院校的二级职业技术学院、技术(技师)学院、高级技工学校、继续教育学院和民办高校的数控专业 and 机电类专业教学用书,也可以作为短期培训、上岗培训用书,还可以作为工厂中数控机床装调与维修人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床机械系统装调与维修一体化教程/韩鸿鸾,董先主编:—北京:机械工业出版社,2013.12

高等职业教育“十二五”机电类规划教材

ISBN 978-7-111-44603-3

I. ①数… II. ①韩…②董… III. ①数控机床—安装—高等教育—教材②数控机床—调试方法—高等教育—教材③数控机床—机械维修—高等教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第257177号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王英杰 责任编辑:王英杰

版式设计:常天培 责任校对:姜艳丽

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.5印张·446千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-44603-3

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着社会的进步,科技的发展,数控机床在我国的应用也越来越普遍,现在数控机床已经在144个机械制造业中得到使用,数量也会越来越多。在我国几乎所有的机床品种都有了数控机床,并且还发展了一些新的品种。它极大地推动了现代制造技术的发展。

由于机床数控系统技术复杂,种类繁多,现在数控机床的“使用难、维修难”问题,已经是影响数控机床有效利用的首要问题。

本书是根据高等职业学校数控技术专业教学标准中的“数控机床的机械结构与检查”课程标准编写的,在编写过程中也参考了国家职业标准《数控机床装调维修工》对中级工及高级工对数控机床机械装调与维修的要求。取材新颖,内容由浅入深、循序渐进,图文并茂,实例丰富,着重于应用;内容突出简明,具有系统性、实用性和先进性等特点。

本课程可以采用理论和实训一体化教学,也可以采用理论、实训分开教学,但更适合理论、实训一体化教学。下表是理论与实训分开教学的学时分配。若采用理论与实训一体化教学,在实训设备保证的前提下应为12~14周。

模块	学时	
	理论(标准课时)	实训(周/人)
一	6	0.5
二	10	2
三	12	2
四	10	2
五	6	1
六	10	1.5
七	6	1

本书由韩鸿鸾、董先任主编,刘书峰、李峰、蔡艳辉、王海英任副主编,王增杰任主审。其中,模块一由刘书峰、王海英编写;模块二由李峰、王浩编写;模块三由蔡艳辉、朱晓华编写;模块四由董先、刘辉峰编写;模块五~七由韩鸿鸾、姜兴道、荣志军编写。全书由韩鸿鸾统稿。

参加本书编审的单位有威海职业学院(参加教师:韩鸿鸾、董先、蔡艳辉、王海英);东营职业学院(参加教师:刘书峰);山东省济宁市第二高级技工学校(参加教师:李峰、刘辉峰);南通工贸技师学院(参加教师:朱晓华);河北轨道运输职业技术学院(参加教师:王增杰);天诺数控有限公司(参加技术人员为首席技师:王浩);联侨仲精(日本)机械有限公司(参加技术人员:姜兴道);豪顿华(英国)工程有限公司(参加技术人员:荣志军)。

该书在编写过程中还得到了南京数控培训中心的大力支持,以及其他各兄弟院校的

大力帮助，部分从事数控专业教学的教师对该书的编写给出了一些建设性的建议，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，再加上编者水平有限，书中缺陷乃至错误在所难免，望广大读者批评、指正。

编者

目 录

前言

模块一 数控机床机械系统装调维修的基础	1
任务一 认识数控机床的机械结构	1
任务二 认识数控机床机械装调维修常用工具	10
模块二 数控机床主传动系统的装调与维修	19
任务一 认识数控机床的主传动系统	21
任务二 数控车床主传动系统的装调与维修	34
任务三 数控铣床/加工中心主传动系统的装调与维修	43
任务四 数控机床的平衡补偿	53
模块三 数控机床进给传动系统的装调与维修	60
任务一 认识数控机床的进给传动系统	62
任务二 数控机床用滚珠丝杠副的装调与维修	69
任务三 数控机床用导轨的装调与维修	85
模块四 自动换刀装置的装调与维修	106
任务一 刀架换刀装置的装调与维修	108
任务二 认识刀库与机械手的结构	120
任务三 刀库换刀装置的装调与维修	136
模块五 数控机床液压与气动系统的装调与维修	153
任务一 数控机床液压系统的装调与维修	153
任务二 数控机床气动系统的装调与维修	164
模块六 数控机床辅助装置的装调与维修	175
任务一 数控机床用工作台的装调与维修	175
任务二 分度头与万能铣头的装调与维修	190
任务三 卡盘与尾座的装调与维修	196
任务四 数控机床润滑与冷却系统的装调与维修	205
任务五 数控机床排屑与防护系统的装调与维修	215
模块七 数控机床整机装调与精度验收	224
任务一 数控机床整机装调	225
任务二 数控机床精度检测	232
附录 常用数控机床维修词汇英汉对照表	248
参考文献	256

模块一 数控机床机械系统装调维修的基础

数控机床是高精度和高生产率的自动化机床，其加工过程中的动作顺序、运动部件的坐标位置及辅助功能等都是通过数字信息自动控制的，整个加工过程由数控系统通过数控程序控制自动完成。期间，操作者一般不进行干预，不像在普通机床上那样，可以由人工随时控制与干预，进行薄弱环节和缺陷的人为补偿。因此，数控机床在结构上比普通机床的要求更高。

通过本模块的学习，要求学生能够掌握数控机床机械结构的组成、数控机床机械装调维修常用工具、仪表，了解数控机床维修用仪器。

任务一 认识数控机床的机械结构

任务引入

图 1-1 所示为典型数控车床的机械结构组成，包括主传动系统（主轴、主轴电动机、C 轴控制主轴电动机等）、进给传动系统（丝杠、联轴器、导轨等）、自动换刀装置（刀架、刀库和机械手等）、液压与气动装置（液压泵、气泵、管路等）、辅助装置（工作台、分度头与万能铣头、卡盘、尾座、润滑与冷却装置、排屑及收集装置等）、床身等部分。

带有刀库、动力刀具、C 轴控制的数控车床通常称为车削中心，如图 1-2 所示。车削中心除进行车削工序外，还可以进行轴向、径向铣削、钻孔、攻螺纹等加工。

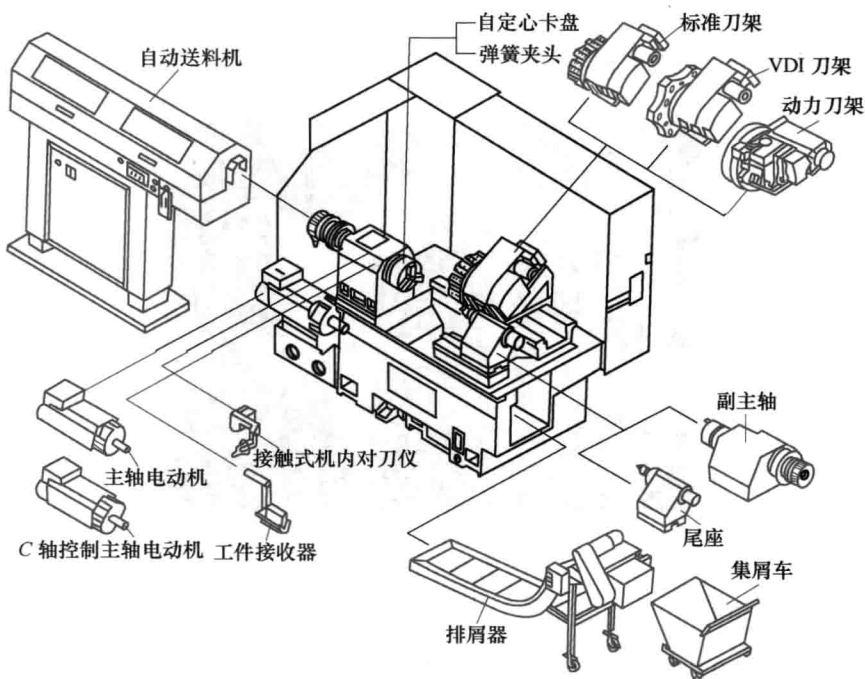


图 1-1 典型数控车床的机械结构组成

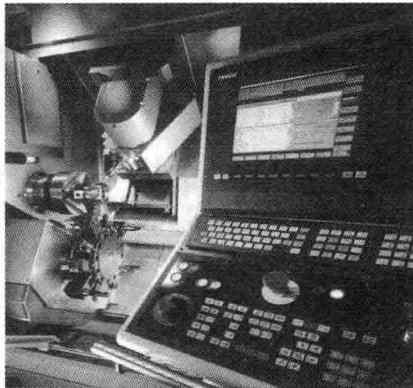


图 1-2 车削中心

任务目标

- 掌握数控机床主要机械结构的组成。
- 掌握数控机床的布局。
- 了解数控机床机械结构的特点。

任务实施

工厂参观

在教师的带领下，让学生到当地数控机床生产工厂中去参观，在参观中应注意数控机床机械部件（若条件不允许，教师可通过视频让学生了解数控机床）。

一、底座（图 1-3）

底座是整台机床的主体，承受机床的所有重量。



图 1-3 底座

二、床鞍（图 1-4）

床鞍下面连着底座，上面连接滑板，用于实现 X 轴向移动等功能。

三、滑板（图 1-5）

滑板连接刀塔和床鞍。

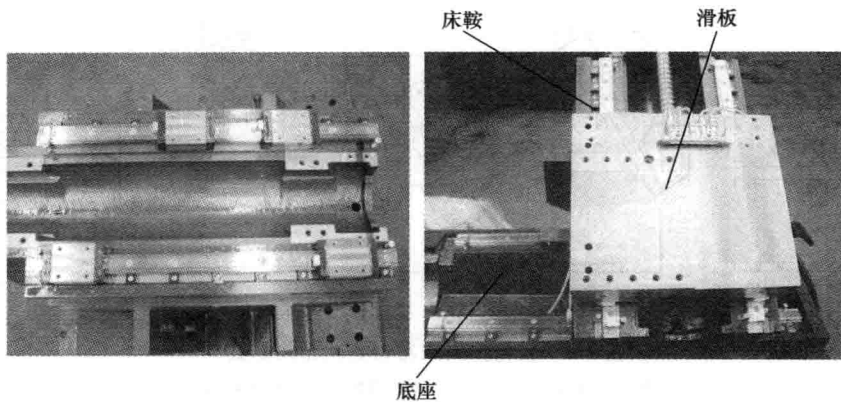


图 1-4 床鞍

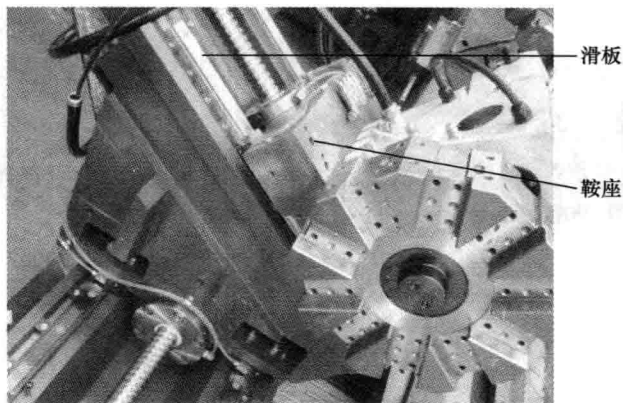


图 1-5 滑板

做一做

请同学们自己补充加工中心刀库、机械手、回转工作台的图片，并了解其结构。

讨论总结

一、数控车床的布局

数控车床的主轴、尾座等部件相对于床身的布局形式与普通车床一样，但刀架和导轨的布局形式有很大的变化，而且其布局形式直接影响数控车床的使用性能及机床的外观和结构。刀架和导轨的布局应考虑机床和刀具的调整、工件的装卸、机床操作的方便性、机床的加工精度以及排屑性能和抗振性。

数控车床的床身和导轨的布局形式主要有图 1-6 所示的几种。图 1-7 所示为不同布局的数控车床照片。

平床身的工艺性好，导轨面容易加工。平床身上配水平刀架时，由于平床身机件及工件重量所产生的变形方向垂直向下，它与刀具运动方向垂直，对加工精度影响较小。由于平床身刀架水平布置，不受刀架、溜板箱自重的影响，定位精度容易提高。平床身布局的机床上，大型工件和刀具装卸方便，但排屑困难，需要三面封闭。此外，刀架水平放置也加大了机床宽度方向的结构尺寸。

斜床身的观察角度好，工件调整方便，防护罩设计较为简单，排屑性能较好。斜床身导轨倾斜角有 30° 、 45° 、 60° 和 75° 等导轨倾斜角为 90° 的斜床身通常称为立式床身。倾斜角度影响导轨

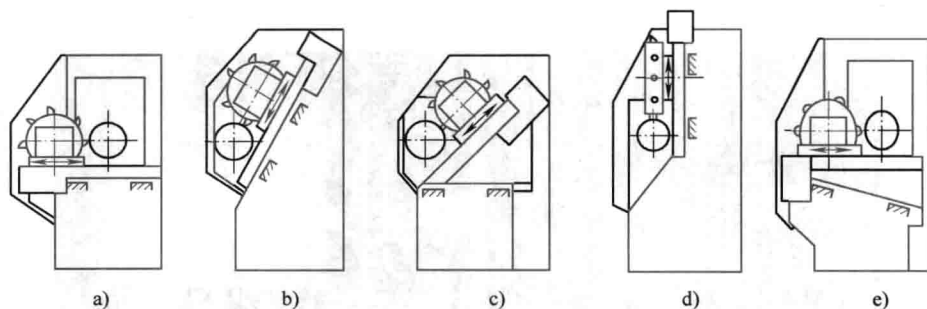


图 1-6 数控车床床身和导轨布局形式

- a) 平床身平滑板 b) 斜床身斜滑板 c) 平床身斜滑板
d) 立床身立滑板 e) 前斜床身平滑板

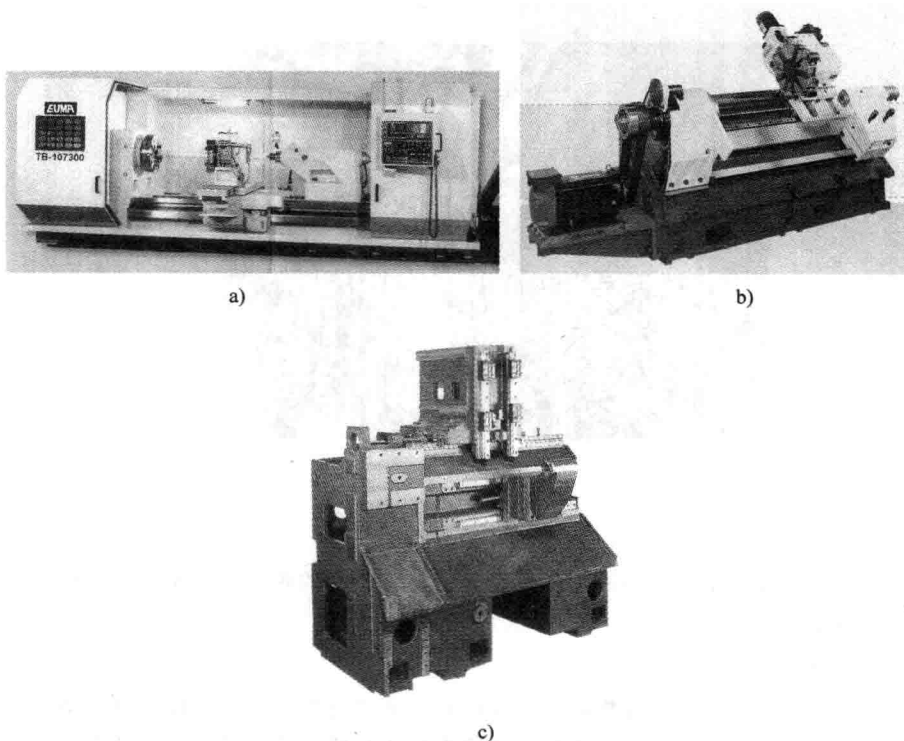


图 1-7 不同布局的数控车床照片

- a) 平床身 b) 斜床身 c) 立床身

的导向性、受力情况、排屑、宜人性及外形尺寸、高度比例等。一般小型数控车床的床身多用 30° 、 45° ，中型数控车床床身多用 60° ，大型数控车床床身多用 75° 。

数控车床采取水平床身配斜滑板，并配置倾斜式导轨防护罩的布局形式时，其特点如下：具有水平床身工艺性好的特点；与配置水平滑板相比，机床宽度方向尺寸小，且排屑方便。

立床身的排屑性能最好，但立床身机床上工件重量所产生的变形方向正好沿着垂直运动方向，对精度影响最大，并且立床身结构的机床受结构限制，布置也比较困难，限制了机床的性能。

一般来说，中小型规格的数控车床常用斜床身和平床身—斜滑板布局，只有大型数控车床或小型精密数控车床才采用平床身，立床身采用较少。

做一做

请同学们自己补充其他布局数控车床的照片。

二、数控铣床的布局

数控铣床是一种用途广泛的机床，分为立式、卧式和立卧两用式三种。其中，立卧两用式数控铣床主轴（或工作台）的方向可以更换，能达到一台机床上既可以立式加工，又可以卧式加工，使其应用范围更广，功能更全。

一般数控铣床是指规格较小的升降台式数控铣床，其工作台宽度多在 400mm 以下，且规格较大、工作台宽度在 500mm 以上的数控铣床，其功能已向加工中心的靠近，进而可演变成柔性制造单元。一般情况下，数控铣床上只能用来加工平面曲线的轮廓。对于有特殊要求的数控铣床，还可以增加一个回转的 A 或 C 坐标，如增加一个数控回转工作台，这时机床的数控系统即变为四坐标数控系统，用来加工螺旋槽、叶片等立体曲面零件。

根据工件的重量和尺寸不同，数控铣床有四种不同的布局方案，如图 1-8 所示，各布局情况见表 1-1。图 1-9 所示是新型五面数控铣床（立卧两用数控铣床）动力头的形式，图 1-10 所示是立卧两用数控铣床的一种布局。

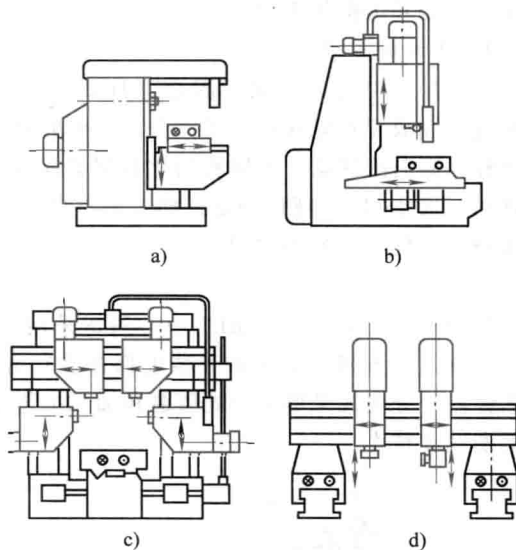


图 1-8 数控铣床布局形式

a) 卧式 b) 立式 c) 立门式 d) 立卧两用式

表 1-1 数控铣床各布局情况

布局	适用情况	运动情况
图 1-9a	加工较轻工件的升降台铣床	由工件完成三个方向的进给运动，分别由工作台、床鞍和升降台来实现
图 1-9b	加工较大尺寸或较重工件的铣床	与图 1-9a 相比，改由铣头带着刀具来完成垂直进给运动
图 1-9c	加工重量大的工件的龙门式铣床	由工作台带着工件完成一个方向的进给运动，其他两个方向的进给运动由多个刀架即铣头部件在立柱与横梁上的移动来完成
图 1-9d	加工更重、尺寸更大工件的铣床	全部进给运动均由立铣头完成

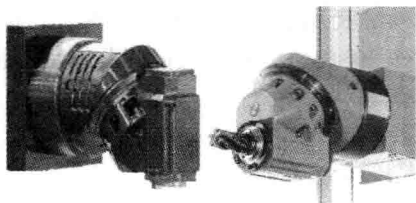


图 1-9 新型五面数控铣床动力头

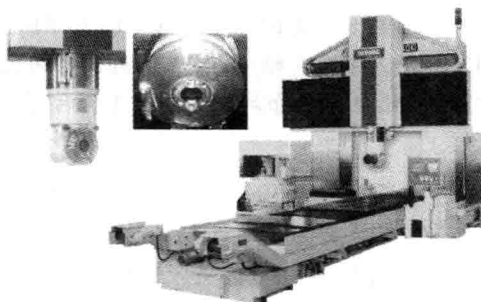


图 1-10 立卧两用数控铣床的一种布局

三、加工中心的布局

加工中心是一种配有刀库并能自动更换刀具、对工件进行多工序加工的数控机床，可分为卧式加工中心、立式加工中心、五面加工中心和虚拟加工中心。

1. 立式加工中心

立式加工中心通常采用固定立柱式，主轴箱吊在立柱一侧，其平衡重锤放置在立柱中。工作台为十字滑台，可以实现 X 、 Y 两个坐标轴方向的移动，主轴箱沿立柱导轨运动实现 Z 坐标轴方向的移动（图 1-11）。现代的立式加工中心也有采用滑枕式、O 形整体床身的布局，如图 1-12 所示。

2. 卧式加工中心

如图 1-13 所示，卧式加工中心通常采用立柱移动式，T 形床身。一体式 T 形床身的刚度和精度保持性较好，但其铸造和加工工艺性差。分离式 T 形床身的铸造和加工工艺性较好，但是必须在联接部位用大螺栓紧固，以保证其刚度和精度。

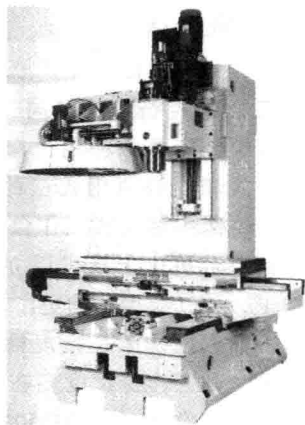


图 1-11 固定立柱立式加工中心

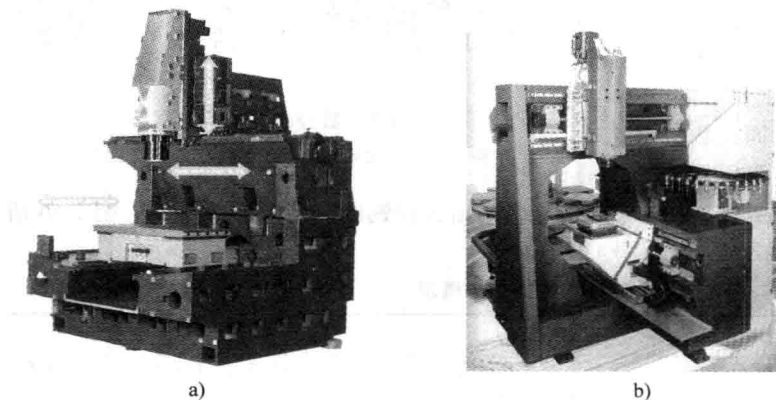


图 1-12 立式加工中心的布局

a) 滑枕式立式加工中心 b) O 形整体床身立式加工中心

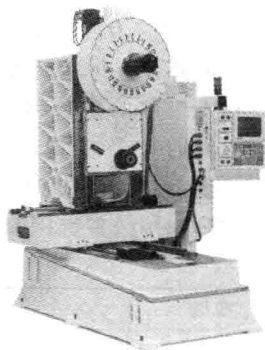


图 1-13 立柱移动式卧式加工中心

做一做

请同学们自己补充其他布局形式的卧式加工中心的照片。

3. 五面加工中心

五面加工中心兼具有立式和卧式加工中心的功能，工件一次装夹后能完成除安装面外的所有侧面和顶面共五个面的加工。常见的五面加工中心有图 1-14 所示两种结构形式，其中图 1-14a 所示的布局形式中，主轴可以作 90° 旋转，可以按照立式和卧式加工中心两种方式进行切削加工；其中图 1-14b 所示的布局形式中，工作台可以带着工件作 90° 旋转，从而完成除装夹面外的五面切削加工。

查一查

五面加工中心与五面数控铣床有什么不同？上网查找其视频并观看。

理论讲解 数控机床机械结构的特点

为了达到数控机床高的运动精度、定位精度和高度自动化的要求，其机械结构应有如下几个主要特点。

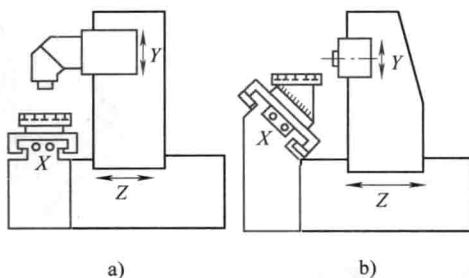


图 1-14 五面加工中心的布局形式

a) 主轴作 90° 旋转 b) 工作台带动工件作 90° 旋转

一、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。

提高静刚度的措施主要是：基础大件采用封闭的整体箱形结构（图 1-15）、合理布置加强肋和提高部件之间的接触刚度。

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、采用新材料以提高抗振性（图 1-16）。

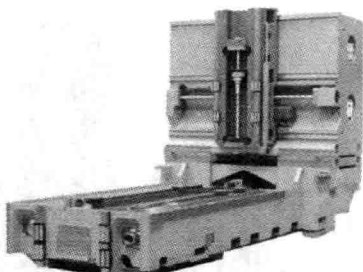


图 1-15 封闭的整体箱形结构

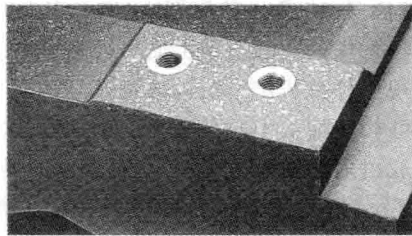


图 1-16 人造大理石床身（混凝土聚合物）

二、高精度和高灵敏度

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。数控机床的运动部件还具有较高的灵敏度。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。

三、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，这对数控机床的动态特性提出了更高的要求。

四、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。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，要对机床热源进行强制冷却（图 1-17），以及采用热对称结构（图 1-18 所示的热对称立柱），并改善主轴轴承、丝杠副、高速运动导轨副的摩擦特性。例如 MJ-50 型数控车床主轴箱壳体就是按照热对称原则设计的，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。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。

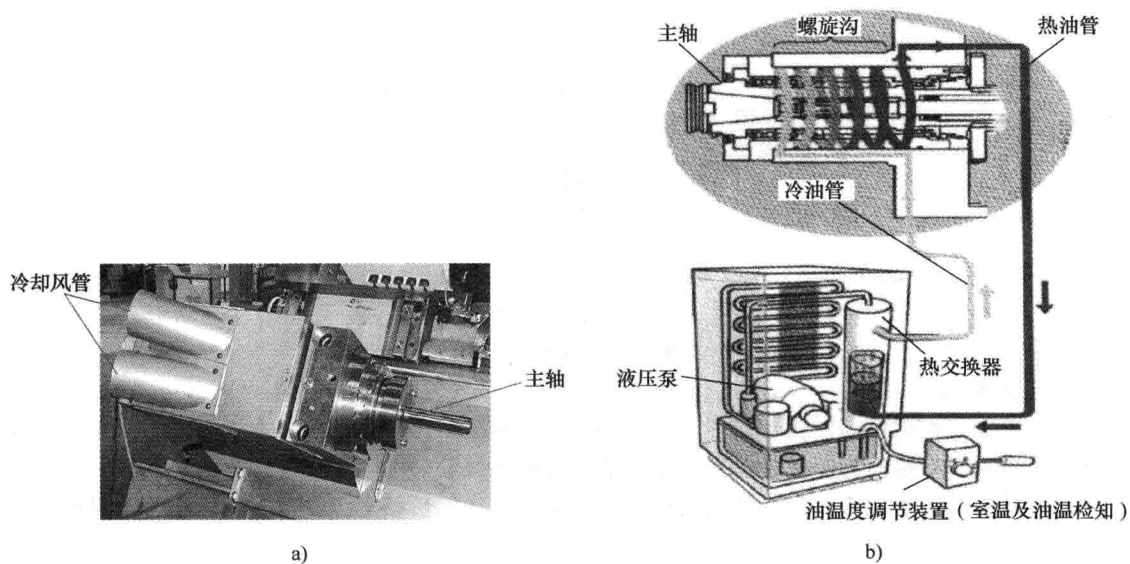


图 1-17 对机床热源进行强制冷却

a) 风冷 b) 油冷

任务扩展 数控铣床/加工中心的结构组成

数控铣床的主轴上装夹刀具并带动其旋转，其进给系统包括实现工件直线进给运动的机械结构和实现工件回转运动的机械结构。加工中心与数控铣床的区别在于它能在一台机床上完成由多台机床才能完成的工作，具有自动换刀装置。图 1-19 所示为某加工中心的外观图，主要由以下几部分组成：

1. 基础部件

基础部件由床身、立柱和工作台等大件组成，是加工中心的基础构件，它们可以是铸件，也可以是焊接钢结构，均要承受加工中心的静载荷以及在加工时的切削载荷，故必须是刚度很高的部件，也是加工中心质量和体积最大的部件。

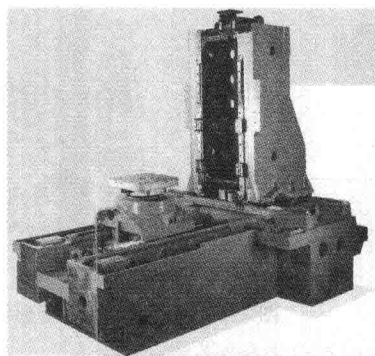


图 1-18 热对称结构立柱

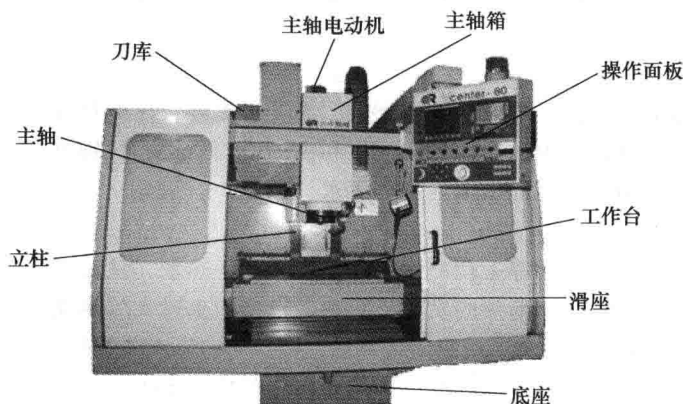


图 1-19 加工中心的组成

2. 主轴组件

主轴组件由主轴箱、主轴电动机、主轴和主轴轴承等零件组成，其启动、停止和转动等动作均由数控系统控制，并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。主轴是加工中心的关键部件，其结构优劣对加工中心的性能有很大的影响。

3. 控制系统

单台加工中心的数控部分是由计算机数控装置、可编程序控制器、伺服驱动装置以及电动机等部分组成。它们是加工中心执行顺序控制动作和完成加工过程的控制中心。计算机数控系统一般由中央处理器、存储器和输入/输出接口组成。计算机数控系统主要特点是输入、存储数据、插补运算以及机床各种控制功能通过计算机软件来完成。计算机与其他装置之间可通过接口连接，当控制对象改变时，只需改变软件与接口。

4. 伺服系统

伺服系统的作用是把来自数控装置的信号转换为机床移动部件的运动，其性能是决定机床加工精度、表面质量和生产率的主要因素之一。

5. 自动换刀装置

自动换刀装置由刀库、机械手和驱动机构等部件组成。刀库是存放加工过程中所使用的全部刀具的装置。刀库有盘式、鼓式和链式等多种形式，容量从几把到几百把，当需要换刀时，根据数控系统指令，机械手（或通过别的方式）将刀具从刀库取出并装入主轴中。机械手的结构根据刀库与主轴的相对位置及结构的不同也有多种形式，如单臂式、双臂式、回转式和轨道式等。有的加工中心不用机械手，而是利用主轴箱和刀库的相对移动来实现换刀。不同的加工中心，尽管其换刀过程、选刀方式、刀库结构、机械手类型等各不相同，但都是在数控装置及可编程序控制器的控制下，由电动机和液压或气动机构驱动刀库和机械手实现刀具的选取与交换。当机构中装入接触式传感器时，还可以实现对刀具和工件误差的测量。

6. 辅助系统

辅助系统包括润滑、冷却、排屑、防护、液压和随机检测系统等部分。辅助系统虽不直接参加切削运动，但对加工中心的加工效率、加工精度和可靠性起到保障作用，因此，也是加工中心不可缺少的部分。

7. 自动托盘更换系统

有的加工中心为进一步缩短非切削时间，配有多个自动交换工件托盘，其中一个安装在工作台上进行加工，其他的则位于工作台外进行装卸工件。当完成一个托盘上的工件加工后，便自动交换托盘，进行新零件的加工，这样可减少辅助时间，提高加工效率。图 1-20 所示为一种自动托盘更换系统。

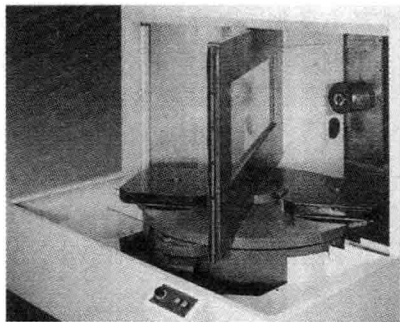


图 1-20 自动托盘更换系统

● 任务巩固

一、填空题

1. 数控机床在结构设计上要尽可能提高其静、动刚度，提高其_____的灵敏度，提高其_____保持性，同时应具有高的_____和高的工作_____等，以提高加工精度。

2. 为了数控机床高的运动精度、定位精度和高度自动化的要求，其机械结构应具备如下主要特点：_____、_____、_____、热变形小、高精度保持性、高可靠性、模块化和机电一体化。

3. 数控机床为了满足高效率和高自动化要求,采用了自动换刀、自动对刀、自动变速、刀库(加工中心)、自动排屑、_____、_____等装置。

4. 带有刀库、动力刀具、C轴控制的数控车床通常称为_____。

5. 车削中心除进行车削工序外,还可以进行____铣削、____铣削、____、_____等,使工序高度集中。

6. 数控车床的机械结构系统组成,包括____、____、刀架、床身、辅助装置等部分。

7. 数控车床的床身和导轨的布局主要有____、____、平床身斜滑板、立床身和_____五种。

8. 数控铣床是一种用途广泛的机床,分为____、____和_____三种。

二、选择题(请将正确答案的代号填在括号中)

1. 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()等装置。

A. 自动润滑 B. 自动测量 C. 自动装卸工件 D. 自动交换工作台

2. 加工中心与数控铣床的主要区别是()。

A. 数控系统复杂程度不同 B. 机床精度不同 C. 有无自动换刀系统

3. 数控机床的主机(机械部件)包括:床身、主轴箱、刀架、尾座和()。

A. 进给机构 B. 液压系统 C. 冷却系统

4. 导轨倾斜角为()的斜床身通常称为立式床身。

A. 60° B. 75° C. 90° D. 30°

三、判断题(正确的画“√”,错误的画“×”)

1. () 数控铣床可以进行自动换刀。

2. () 计算机数控系统的核心是计算机。

3. () 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,生产率非常高。

4. () 数控车床的床身和导轨的布局与普通车床完全一样。

5. () 平床身数控车床的工艺性好,导轨面容易加工,减小了机床宽度方向结构尺寸。

6. () 斜床身数控车床观察角度好,排屑性能好。

7. () 中型数控车床多采用45°倾斜角度的斜床身。

8. () 立床身的排屑性能最好,且立床身机床上工件重量所产生的变形方向正好沿着垂直运动方向,对精度影响最小。

任务二 认识数控机床机械装调维修常用工具

任务引入

一般中小型数控机床无需做单独的地基,只需在硬化好的地面上,采用活动垫铁(图1-21),稳定机床的床身,用支承件调整机床的水平,如图1-22所示。数控机床装调维修所用的工具大都是通用工具,本任务通过让学生参观总结来掌握这些工具的应用。

任务目标

- 掌握数控机床机械装调维修常用工具及其使用。
- 掌握三坐标测量仪的应用。
- 了解激光干涉仪的应用。



图 1-21 活动垫铁

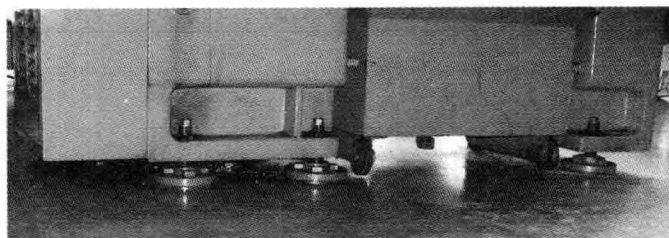


图 1-22 用活动垫铁支承的数控机床

任务实施

工厂参观





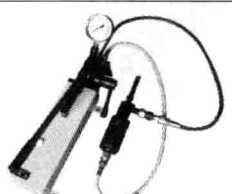
学生在教师的带领下，到当地工厂去参观，并对工厂中数控机床机械装调维修常用工具进行分类。

讨论总结

一、数控机床机械装调维修常用工具

1. 拆卸及装配工具 (表 1-2)

表 1-2 拆卸及装配工具

名称	外观图	说明
单头钩形扳手	 <p>固定式 调节式</p>	分为固定式和调节式，可用于扳动在圆周方向上开有直槽或孔的圆螺母
端面带槽或孔的圆螺母扳手	 <p>端面带槽的圆螺母扳手 端面带孔的圆螺母扳手</p>	可分为套筒式扳手和双销叉形扳手
弹性挡圈装拆用钳子	 <p>孔用弹性挡圈装拆用钳子</p>	分为轴用弹性挡圈装拆用钳子和孔用弹性挡圈装拆用钳子
弹性锤子		可分为木槌和铜锤
测量锥度平键工具		可分为冲击式测量锥度平键工具和抵拉式测量锥度平键工具