

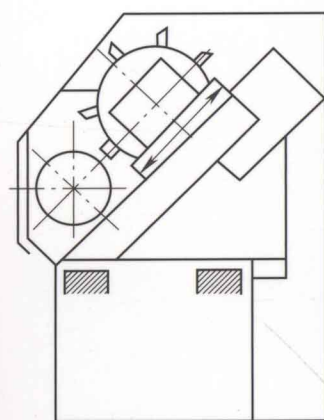
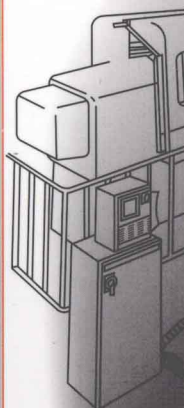
KRANTU
XUEYI
ZHUA

看图
学艺

专业篇

数控车床 维修识图

林岩 主编



化学工业出版社

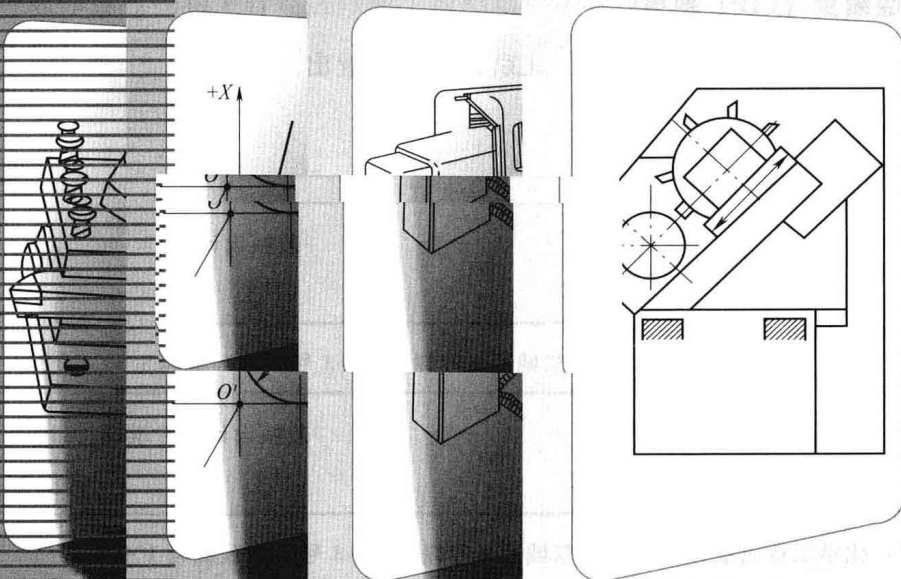
KANTU XUEJI ZHUANYI PIAN

看图
学艺

专业篇

数控车床 维修识图

林岩 主编



70.519.1/60

化学工业出版社

· 北京 ·

本书的编写主要针对目前广大维修人员缺乏维修实践经验以及在维修工作中缺少相关的图样和资料的现状,以 FANUC 0i 数控系统为例,通过详细的图解实例对 FANUC 0i 数控系统与维修相关的功能进行说明,力求使读者快速了解与保养和维修作业相关的每项操作的具体方法。书中对如何利用 FANUC 0i 系统所提供的使用和故障检测功能,对数控车床进行高效快速的日常维修保养作业、故障快速诊断与排除方面内容做了重点叙述。

本书适合于从事数控机床,特别是刚刚接触 FANUC 系统的维修人员、车间保全人员阅读参考,也可以作为数控相关行业进行职工技能培训的教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床维修识图/林岩主编. —北京:化学工业出版社, 2010.3

(看图学艺)

ISBN 978-7-122-07702-8

I. 数… II. 林… III. 数控机床: 车床-维修-识图法 IV. TG519.102.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 017185 号

责任编辑: 宋 薇

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 战河红

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 313 千字 2010 年 4 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: 35.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着我国机械加工工业的快速发展，数控车床得到了广泛的应用。由于数控车床采用了先进的数控技术，有较高的加工精度和加工效率，所以特别适合于高精度、高效率的现代机械加工。在满足机械加工各项要求的同时，数控车床也存在着结构复杂、故障率较普通车床高、维修难度较大、对维修人员的素质要求越来越高等问题。为了更适应生产，要求数控车床出现故障后，能尽快排除。本书的编写主要针对目前广大维修人员缺乏维修实践经验以及在维修工作中缺少相关的图样和资料的现状，以 FANUC 0i 数控系统为例，通过详细的图解实例对 FANUC 0i 数控系统与维修相关的功能进行说明，力求使读者快速了解与保养和维修作业相关的每项操作的具体方法。

本书对如何利用 FANUC 0i 系统所提供的使用和故障检测功能，对数控车床进行高效快速的日常维修保养作业、故障快速诊断与排除方面内容做了重点叙述。全书共分为 8 章，由林岩主编、李武副主编。第 1 章由谢婉茹编写，第 2 章由黄琨编写，第 3 章由李武编写，第 4 章由邹斌编写，第 5 章和第 8 章由刘辉编写，第 6 章由王娜编写，第 7 章由林岩和李超编写。

本书适合于从事数控机床，特别是刚刚接触 FANUC 系统的维修人员、车间保全人员阅读参考，也可以作为数控相关行业进行职工技能培训的教材。

由于作者水平有限，书中若有不足之处，恳请批评指正。

编者

2010 年 1 月

目 录

1 绪论	1
1.1 数控机床的工作原理	1
1.1.1 数控机床的概念	1
1.1.2 数控机床的组成	1
1.1.3 数控机床的工作过程	3
1.2 数控车床与分类	3
1.2.1 数控车床	3
1.2.2 数控车床的分类	6
1.3 数控车床维护的主要内容	10
2 FANUC 0i-MC 系统的基本操作	13
2.1 手动连续进给的操作	13
2.2 手轮进给的操作	13
2.3 MDI 方式操作	14
2.4 超程报警的排除方法	16
2.5 报警信息的查看方法	16
2.5.1 报警履历画面	16
2.5.2 外部操作信息履历画面	20
2.5.3 显示诊断页画面	21
2.5.4 维修信息画面	37
2.5.5 日常维修画面	39
3 典型故障处理过程与方法图解	47
3.1 发生故障时的处理方法	47
3.2 典型故障的处理	49
3.2.1 手动及自动均不能运行	49
3.2.2 不能 JOG 运行	52
3.2.3 不能手轮运行	55
3.2.4 不能自动运行	59
3.2.5 自动运行启动信号 LED 关断 (OFF)	63
3.2.6 即使接通电源画面什么都不显示	66
3.2.7 与 I/O 设备的输入和输出不能执行或输入/输出不能正确执行	67
3.2.8 在连接面板 I/O 单元中, 数据输入到一个不期望的地址中	68
3.2.9 在连接面板 I/O 单元中无数据输出到扩展单元	69
3.2.10 90 号报警 (返回参考点位置异常)	69
3.2.11 300 号报警 (要求返回参考点)	70
3.2.12 401、404 号报警	71
3.2.13 462、463 号报警	72
3.2.14 417 号报警 (数字伺服系统异常)	72
3.2.15 700、701 号报警	73
3.2.16 704 号报警 (主轴速度波动检测报警)	74
3.2.17 749、750 号报警	75
3.2.18 5134、5135、5137、5197、5198 号报警	76
3.2.19 5136 报警 (FSSB: 放大器数目太少)	77
3.2.20 900 号报警 (ROM 奇偶校验错误)	77
3.2.21 912~919 报警 (DRAM 奇偶校验性错误)	78
3.2.22 920 报警 (伺服报警)	78
3.2.23 926 报警 (FSSB 报警)	78
3.2.24 930 报警 (CPU 中断)	81
3.2.25 935 报警 (SRAM ECC 错误)	81
3.2.26 950、951 报警	82
3.2.27 972、973 号报警	84
3.2.28 974、975、976 号报警	84
3.2.29 伺服报警	85
3.2.30 SPC 报警	88
3.2.31 主轴报警	88
3.3 提高维修技术水平的方法	89
4 硬件连接	93
4.1 硬件配置	93
4.2 总体连接图	94
4.2.1 控制单元连接图	94
4.2.2 I/O Link 接线示例	95
4.3 硬件的安装与拆卸	96
4.3.1 主板的交换方法	96
4.3.2 安装和拆卸 PCB 卡	97
4.3.3 安装和拆卸 DIMM 模块	98
4.4 更换控制单元的保险	99

4.5 更换电池	100	7.1 在引导系统屏幕画面进行数据的备份和恢复	141
4.5.1 内置电池(锂电池)更换方法	100	7.1.1 数据分区和分类	141
4.5.2 使用干电池	101	7.1.2 显示引导系统屏幕画面的操作	142
4.5.3 位置编码器电池(6VDC)	102	7.1.3 备份/恢复 PMC 程序	144
4.6 噪声控制	103	7.1.4 用户数据的备份与恢复	146
4.6.1 信号线的分组	103	7.1.5 存储卡文件的删除	148
4.6.2 接地	104	7.1.6 存储卡的格式化	149
4.6.3 控制单元的信号地线的连接	104	7.1.7 结束引导系统屏幕画面操作	149
4.6.4 噪声抑制器	105	7.1.8 引导画面备份数据注意事项	150
4.6.5 电缆的装夹及屏蔽处理	105	7.2 使用计算机进行数据的备份和恢复	150
4.7 机床 I/O 接口的连接	108	7.2.1 硬件与软件的准备	150
4.7.1 连接插头、LED 等的安装位置	108	7.2.2 数控系统通信协议的设定	151
4.7.2 I/O 一览表	108	7.2.3 计算机侧超级终端程序的设定	151
5 参数详解	110	7.2.4 串行通信电缆(RS232C)的连接	153
5.1 参数画面的显示与调出	110	7.2.5 加工程序的备份和恢复	153
5.1.1 参数画面调出	110	7.2.6 参数、刀具补偿、宏参数以及工件坐标系的备份和恢复	156
5.1.2 指定参数快速调出参数显示画面	111	7.2.7 螺距误差补偿数据的备份和恢复	157
5.2 参数的分类	112	7.2.8 PMC 参数的备份和恢复	158
5.2.1 参数的分类	112	7.2.9 PMC 程序的备份和恢复	161
5.2.2 调出参数分类情况显示画面	114	8 数控车床典型机械故障的分析与维修	175
5.3 参数的设定	116	8.1 主传动系统的常见故障及排除方法	175
5.3.1 参数的设定和修改	116	8.1.1 主传动系统故障分析与排除	175
5.3.2 位型参数的修改	117	8.1.2 主轴部件故障分析与排除	176
5.3.3 字型参数的修改	117	8.1.3 直流主轴控制系统的常见故障	177
6 数控车床加工程序	120	8.1.4 交流主轴控制系统的常见故障	180
6.1 概述	120	8.2 滚珠丝杠副的常见故障及排除方法	181
6.1.1 数控车削加工的内容	120	8.3 自动换刀装置的故障诊断及排除方法	182
6.1.2 数控车削加工的编程特点	120	8.3.1 概述	182
6.1.3 数控车床坐标系统的设定	122	8.3.2 电动转塔结构和动作原理	182
6.1.4 绝对编程方式与增量编程方式	124	8.3.3 电动刀塔的电气控制及 PMC 控制	184
6.2 FANUC 0i 系统编程指令代码	124	8.3.4 电动刀塔常见故障及维修实例	186
6.2.1 准备功能指令	124	参考文献	191
6.2.2 辅助功能指令	135		
6.2.3 主轴功能	137		
6.2.4 刀具功能	137		
6.3 数控车床数控加工程序不执行的故障处理	138		
7 数据备份与传输	141		

1 绪 论

1.1 数控机床的工作原理

1.1.1 数控机床的概念

数控 (Numerical Control, 简称 NC), 国家标准 (GB 8129—87) 定义为: “用数字化信号对机床运动及其加工过程进行控制的一种方法。”定义中的“机床”, 不仅指为金属切削机床, 还包括其它各类机床, 如线切割机床等。

数控机床 (Numerical control machine tools) 是技术密集度及自动化程度很高的机电一体化加工装备。它是按国际或国家甚至生产厂家规定的数字和文字编码方式, 把各种机械位移量、运转参数、辅助功能 (如刀具变换、切削液自动供停等) 用数字、文字符号表示出来, 通过能识别并处理这些符号的微电子系统变成电的信号, 继而利用相关的电气元部件把电能转换成机械能, 实现我们要求的机械动作, 从而完成加工任务。上面提到的微电子系统, 通常称为数字控制系统 (Numerical control system), 习惯称作数控系统。在初步理解了数控机床这些特点以后, 可以简单地认为, 数控机床是用数控系统装备起来的“工作母机”、工艺技术装备。

虽然数控机床是一种先进的加工设备, 但也必须由人们去熟悉、掌握和合理使用它, 否则, 再好的设备也难以发挥其所长。大量应用实践表明, 数控机床的使用效果很大程度上取决于用户在数控加工中技术水平的高低。随着我国数控机床用户的不断增加, 应用范围的不断扩大, 普及与提高数控加工技术已成为推动我国数控技术应用与发展的重要环节。

1.1.2 数控机床的组成

数控机床是一种自动化程度较高、结构较复杂的先进加工设备, 是一种典型的机电一体化产品, 能实现机械加工的高速度、高精度和高度自动化, 在企业生产中往往占有重要的地位。所以如何搞好数控机床的维修管理工作, 使其发挥应有的效率, 直接关系到企业生产的经济利益。

数控机床一般由输入输出设备、CNC 装置、伺服单元、驱动装置 (或称执行机构)、可编程控制器 (PLC) 及电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量装置组成。图 1-1 是数控机床的组成框图。

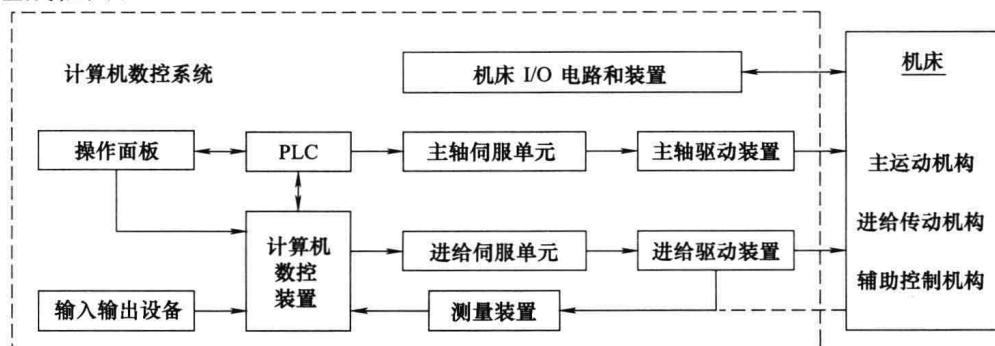


图 1-1 数控机床的组成

1.1.2.1 输入和输出装置

输入和输出装置是机床数控系统和操作人员进行信息交流、实现人机对话的交互设备。

输入装置的作用是将程序载体内有关加工的信息读入数控装置。根据程序载体的不同,输入装置可以是录音机或软盘驱动器等。也可以通过数控机床操作面板上的键盘,用手工将加工程序输入数控装置;或者将存储在计算机硬盘上的加工程序传送到数控装置。输出装置是显示器,有 CRT 显示器或彩色液晶显示器两种。输出装置的作用是:数控系统通过显示器为操作人员提供必要的信息。显示的信息可以是正在编辑的程序、坐标值以及报警信号等。

1.1.2.2 数控装置(或称计算机数控装置)

数控装置是计算机数控系统的核心,是由硬件和软件两部分组成的。它接受的是输入装置送来的脉冲信号,信号经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种信号和指令,控制机床的各个部分,使其进行规定的、有序的动作。这些控制信号中最基本的信号是各坐标轴(即做进给运动的各执行部件)的进给速度、进给方向和位移量指令(送到伺服驱动系统驱动执行部件做进给运动),还有主轴的变速、换向和启停信号,选择和交换刀具的刀具指令信号,控制冷却液、润滑油启停、工件和机床部件松开、夹紧、分度工作和转位的辅助指令信号等。

数控装置主要包括微处理器(CPU)、存储器、局部总线、外围逻辑电路以及与 CNC 系统其他组成部分联系的接口等。

1.1.2.3 可编程控制器(PLC 或称 PMC)

在 FANUC 系统中专门用于控制机床的 PLC,记作 PMC,称为可编程机床控制器。数控机床通过 CNC 和 PMC 的共同作用来完成控制功能,其中 CNC 主要完成与数字运算和管理等有关的功能,如零件程序的编辑、插补运算、译码、刀具运动的位置伺服控制等。而 PMC 主要完成与逻辑运算有关的一些动作,它接收 CNC 的控制代码 M(辅助功能)、S(主轴转速)、T(选刀、换刀)等开关量动作信息,对开关量动作信息进行译码,转换成对应的控制信号,控制辅助装置完成机床相应的开关动作,如工件的装夹、刀具的更换、冷却液的开关等。它还接收机床操作面板的指令,一方面直接控制机床的动作(如手动操作机床),另一方面将一部分指令送往数控装置,用于加工过程的控制。

1.1.2.4 伺服单元

伺服单元接收来自数控装置的速度和位移指令。这些指令经伺服单元变换和放大后,通过驱动装置转变成机床进给运动的速度、方向和位移。因此,伺服单元是数控装置与机床本体的联系环节,它把来自于数控装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。伺服单元分为主轴单元和进给单元等,伺服单元就其系统而言又有开环系统、半闭环系统和闭环系统之分。

1.1.2.5 驱动装置

驱动装置把经过伺服单元放大的指令信号变为机械运动,通过机械连接部件驱动机床工作台,使工作台精确定位或按规定的轨迹做严格的相对运动,加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件。目前常用的驱动装置有直流伺服电机和交流伺服电机,且交流伺服电机正逐渐取代直流伺服电机。

伺服单元和驱动装置合称为伺服驱动系统,它是机床工作的动力装置,计算机数控装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施,伺服驱动装置包括主轴驱动单元(主要控制主轴的速度)、进给驱动单元(主要是进给系统的速度控制和位置控制)。伺服驱动系统是数控机床的

重要组成部分。从某种意义上说,数控机床的功能主要取决于数控装置,而数控机床的性能主要取决于伺服驱动系统。

1.1.2.6 测量装置

测量装置的作用是通过位置传感器将伺服电动机的角位移或数控车床执行机构的直线位移转换成电信号,输送给数控装置,使之与指令信号进行比较,并由数控装置发出指令,纠正所产生的误差,使数控车床按工件加工程序要求的进给位置和速度完成加工。

1.1.2.7 机床本体

机床本体即数控机床的机械部件,包括主运动部件、进给运动执行部件(工作台、拖板及其传动部件)和支承部件(床身、立柱等),还包括具有冷却、润滑、转位和夹紧等功能的辅助装置。加工中心类的数控机床还有存放刀具的刀库、交换刀具的机械手等部件,数控机床机械部件的组成与普通机床相似,由于数控机床的高速度、高精度、大切削用量和连续加工的要求,其机械部件在精度、刚度、抗振性等方面的要求更高。

此外,为保证数控机床功能的充分发挥,还有一些辅助系统,如冷却、润滑、液压(或气动)、排屑、防护系统等。

1.1.3 数控机床的工作过程

先把加工零件所需的所有机床动作以程序的形式记录下来,登载到某种存储物上(该存储物就称为控制介质),输入到数控装置中,由数控装置处理程序,发出控制信号指挥机床的伺服系统驱动机床,协调指挥机床的动作,完成零件加工,如图 1-2 所示。

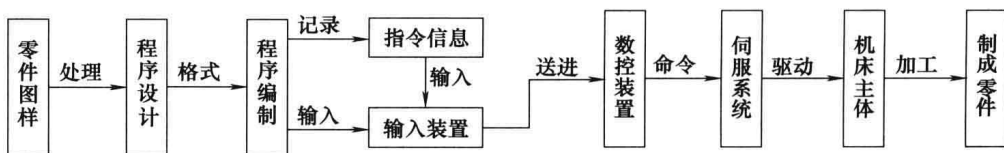


图 1-2 数控机床的工作过程

- ① 根据零件图样上给出的形状、尺寸、材料及技术要求等内容,进行各项准备工作。
- ② 按数控装置所规定的程序格式编制出加工程序。
- ③ 将加工程序以代码形式完整地记录在信息介质(如穿孔带或磁盘等)上。
- ④ 通过阅读机把信息介质上的代码转换为电信号,并送入数控装置。如为手工输入,则可以通过数控装置操作面板上的微机键盘,将加工程序的内容直接输送给数控装置。
- ⑤ 数控装置将所接受的信号进行一系列处理后,再将其处理的结果以脉冲信号形式向伺服系统发出执行的命令。
- ⑥ 伺服系统接到执行信号指令后,立即通过电动机驱动机床进给机构,严格按照指令的要求位移,使机床自动完成加工。

1.2 数控车床与分类

1.2.1 数控车床

1.2.1.1 数控车床的功能及结构特点

数控车床是数字程序控制车床的简称,是国内使用量最大、覆盖面最广的一种数控机床。数控车床在数控设备中相对性价比高,其中尤以数控卧式车床相对普遍,所以应用较为广泛。

数控车床又称 CNC 车床,能自动完成对轴类与盘类零件内外圆柱面、圆锥面、圆弧面、螺纹等切削加工,并能进行切槽、钻孔、扩孔和铰孔等工作。数控车床具有加工精度稳定性好,加工灵活,通用性强,能适应多品种、小批生产自动化的要求等优点,特别适合加工形状复杂的轴类或盘类零件。

从总体上看,数控车床没有脱离卧式车床的结构形式,其结构上仍然是由主轴箱、刀架、进给系统、床身以及液压、冷却、润滑系统等部分组成,只是数控车床的进给系统与卧式车床的进给系统在结构上存在着本质的差别。卧式车床的进给运动是经过交换齿轮架、进给箱、溜板箱传到刀架实现纵向和横向进给运动的,而数控车床是采用伺服电动机经滚珠丝杠传到滑板和刀架,刀架滑板由纵向(z 向)和横向(x 向)滑板组成。横向滑板安装在纵向滑板上,沿纵向滑板上的导轨实现横向(x 向)运动。刀架安装在横向滑板上,其结构较,卧式车床大为简化,图 1-3 为数控车床的结构示意图。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,不必使用交换齿轮、光杠等传动部件。伺服电动机可以直挂,与丝杠联结带动刀架运动,也可以用同步齿形带联结。多功能数控车床一般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,所以数控车床主轴箱内的结构也比卧式车床简单。

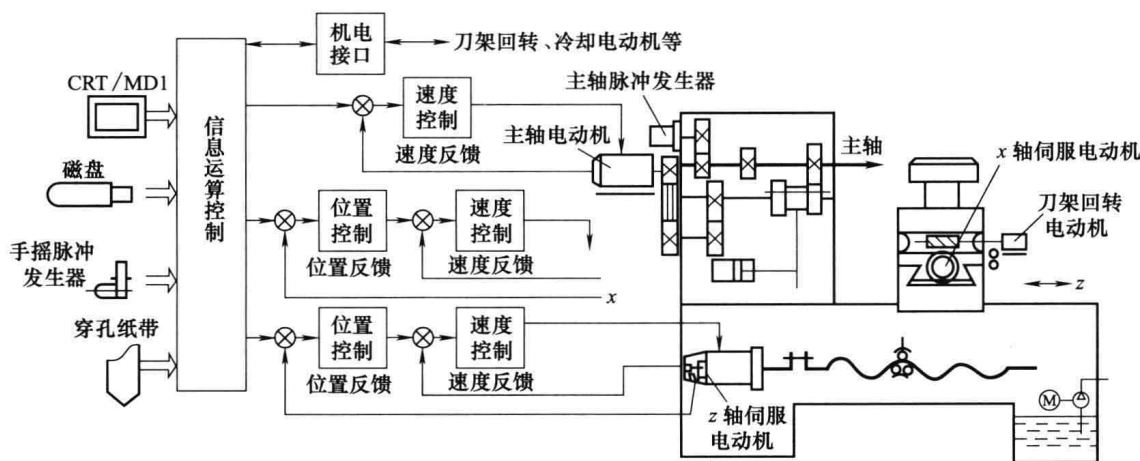


图 1-3 数控车床结构示意图

在数控车床上增加刀库和 c 轴控制,可使它除了能车削、镗削外,还能进行端面和圆周面上任意部位的钻、铣、攻螺纹,而且在具有插补功能的情况下,还能铣削曲面,这样就构成了车削中心,如图 1-4 所示。

综上所述,数控车床机械结构特点如下:

- ① 采用高性能的主轴部件,具有传递功率大、刚度高、抗振性好及热变形小等优点。
- ② 进给伺服传动一般采用滚珠丝杠副、直线滚动导轨副等高性能传动件,具有传动链短、结构简单、传动精度高等特点。
- ③ 高档数控车床,有较完善的刀具自动交换和管理系统。工件在车床上一次安装后,能自动完成工件多道工序。

1.2.1.2 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卧式车床基本一致,但刀架和床身导轨的布局形式却发生了根本的变化。这是因为刀架和床身导轨的布局形式不仅影响机床的结构和外观,还直接影响数控车床的使用性能,如刀具和工件的装夹,切屑的清理以及机床

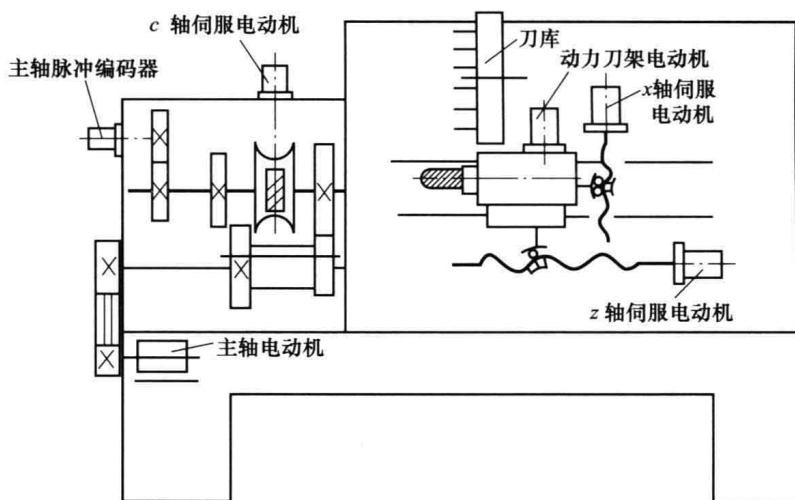


图 1-4 车削中心结构示意图

的防护和维修等。

数控车床床身导轨与水平面的相对位置有四种布局形式。

(1) 水平床身 [如图 1-5 (a) 所示]

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。但水平刀架增加了机床宽度方向的结构尺寸，且床身下部排屑空间小，排屑困难。

(2) 水平床身斜刀架 [如图 1-5 (b) 所示]

水平床身配上倾斜放置的刀架滑板，这种布局形式的床身工艺性好，机床宽度方向的尺寸也较水平配置滑板的要小且排屑方便。

(3) 斜床身 [如图 1-5 (c) 所示]

斜床身的导轨倾斜角度分别为 30° 、 45° 、 75° 。它和水平床身斜刀架滑板都因具有排屑容易、操作方便、机床占地面积小、外形美观等优点，而被中小型数控车床普遍采用。

(4) 立床身 [如图 1-5 (d) 所示]

从排屑的角度来看，立床身布局最好，切屑可以自由落下，不易损伤导轨面，导轨的维护与防护也较简单，但机床的精度不如其他三种布局形式的精度高，故运用较少。

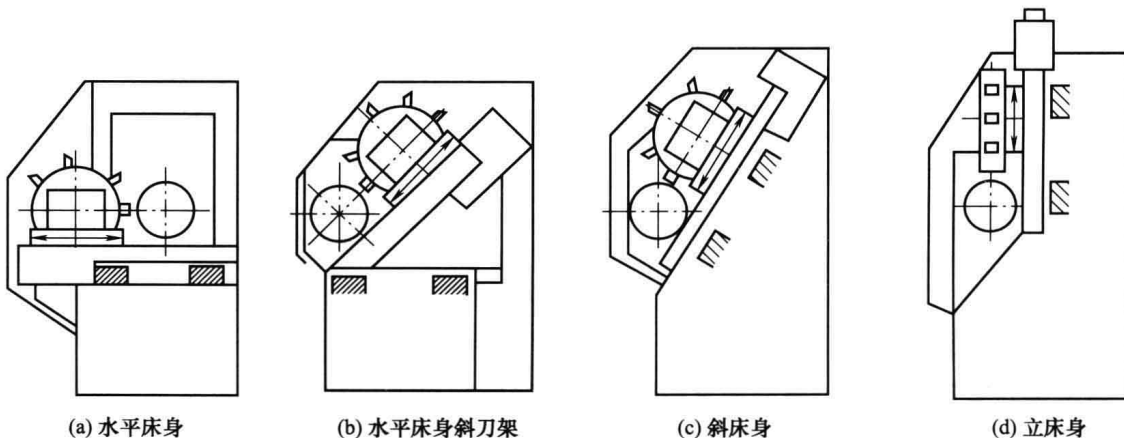


图 1-5 数控车床的布局形式

在卧式数控机床布局中,刀架位置和导轨的位置较大地影响了机床和刀具的调整、工件的装卸、机床操作的方便性以及机床的加工精度,并且考虑到排屑性和抗振性,导轨宜采用倾斜式。以前斜床身(斜导轨)-平滑板式为最佳布局形式。

1.2.2 数控车床的分类

数控车床种类繁多,规格不一。数控车床的工艺范围同普通车床一样。根据结构的不同,可分为数控卧式车床、数控立式车床和数控专用车床或分为普通数控车床和车削加工中心,也可以分为卧式车床、落地式车床、单立柱立式车床、双立柱立式车床和龙门移动式立式车床,还可分为单主轴单刀架、单主轴双刀架、双主轴双刀架。

1.2.2.1 按数控车床主轴位置分类

(1) 立式数控车床

立式数控车床的主轴垂直于水平面,并有一个直径很大的圆形工作台,供装夹工件用。这类数控机床主要用于加工径向尺寸较大,轴向尺寸较小的大型复杂零件。

(2) 卧式数控车床

卧式数控车床的主轴轴线处于水平位置,它的床身和导轨有多种布局形式,是应用最广泛的数控车床。

1.2.2.2 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床

这类数控车床未设置尾座,主要适用于车削盘类(含短轴类)零件,其夹紧方式多为电动液压控制。

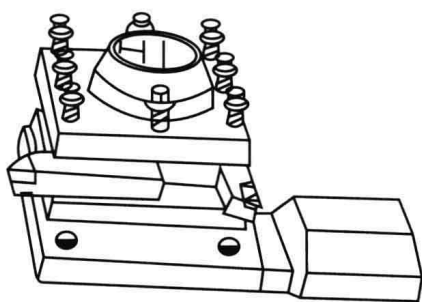
(2) 顶尖式数控车床

这类数控车床设置有普通尾座或数控尾座,主要适合车削较长的轴类零件及直径不太大的盘、套类零件。

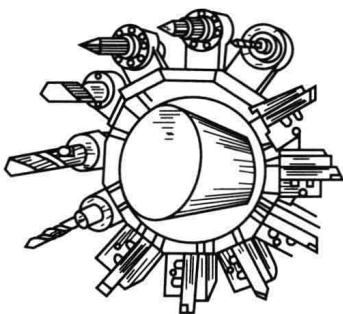
1.2.2.3 按刀架数量分类

(1) 单刀架数控车床

普通数控车床一般都配置有各种形式的单刀架,如四刀位卧式回转刀架,如图1-6(a)所示;多刀位回转刀架,如图1-6(b)所示。



(a) 四刀位卧式回转刀架



(b) 多刀位回转刀架

图 1-6 单刀架形式的自动回转刀架

(2) 双刀架数控车床

这类数控车床中,双刀架的配置可以是平行交错结构,如图1-7(a)所示;也可以是同轨垂直交错结构,如图1-7(b)所示。在数控车床上,各种刀架转换刀具的过程都是:接受转位指令→松开夹紧机构→分度转位→粗定位→精定位→锁紧→发出动作完成回答信号。

其驱动刀架工作的动力有电动和液压两类。

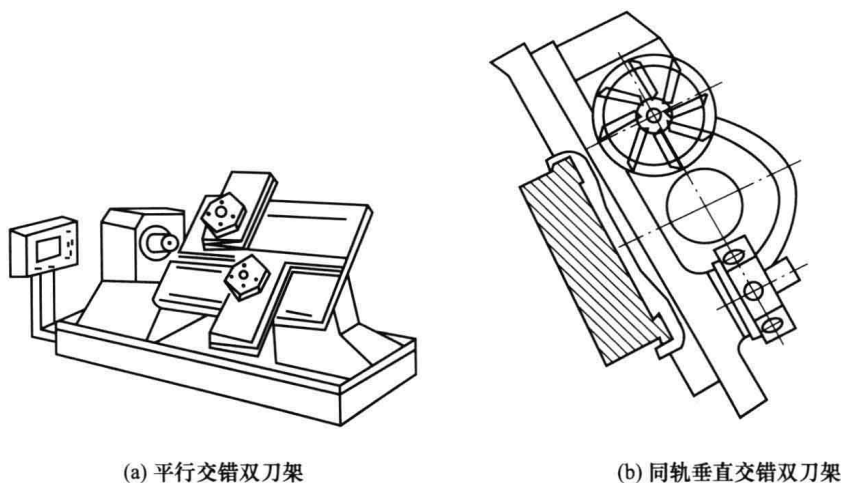


图 1-7 双刀架形式的自动回转刀架

1.2.2.4 按数控车床的档次分

(1) 简易数控车床

简易数控车床一般是用单板机或单片机进行控制，属于低档数控车床。机械部分由卧式车床略作改进而成。主电动机一般不作改动，进给多采用步进电动机，开环控制，四刀位回转刀架。简易数控车床没有刀尖圆弧半径自动补偿功能，所以编程时计算比较烦琐，加工精度较低。

(2) 经济型数控车床

经济型数控车床一般有单显 CRT、程序储存和编辑功能，属于中档数控车床，多采用开环或半闭环控制。它的主电动机仍采用普通三相异步电动机，所以它的显著缺点是没有恒线速度切削功能。

(3) 全功能数控车床

全功能（或多功能）数控车床主轴一般采用能调速的直流或交流主轴控制单元来驱动，进给采用伺服电动机，半闭环或闭环控制，属于较高档数控车床。多功能数控车床具备的功能很多，特别是具备恒线速度切削和刀尖圆弧半径自动补偿功能。

(4) 高精度数控车床

高精度数控车床主要用于加工类似磁鼓、磁盘的合金铝基板等需要镜面加工，并且形状、尺寸精度都要求很高的零部件，可以代替后续的磨削加工。这种车床的主轴采用超精密空气轴承，进给采用超精密空气静压导向面，主轴与驱动电动机采用磁性联轴器等。床身采用高刚性厚壁铸铁，中间做填砂处理，支撑也采用空气弹簧三点支撑。总之，为了进行高精度加工，在机床各方面均采取了很多措施。

(5) 高效率数控车床

高效率数控车床主要有一个主轴两个回转刀架及两个主轴两个回转刀架等形式，两个主轴和两个回转架能同时工作，可提高机床加工效率。

(6) 车削中心

在数控车床上增加刀库和 c 轴控制后，除了能车削、镗削外，还能对端面和圆周面上任意部位进行钻、铣、攻螺纹等加工；而且在具有插补的情况下，还能铣削曲面，这样就构成了车削中心，如图 1-8 所示。它是在转盘式刀架的刀座上安装上驱动电动机，可进行回转驱

动, 主轴可以进行回转位置的控制 (c 轴控制)。车削加工中心可进行四轴 (x, y, z, c) 控制, 而一般的数控车床只能两轴 (x, z) 控制。

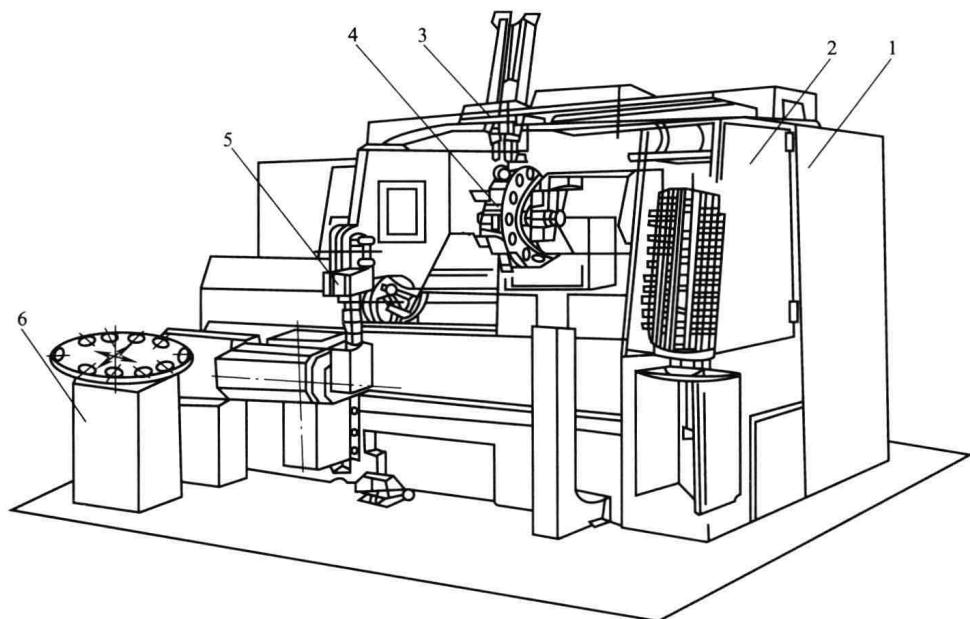


图 1-8 车削中心

1—车床主机；2—刀库；3—自动换刀装置；4—刀架；5—工件装卸机械手；6—载料机

车削中心的主体是在数控车床上配刀库和换刀机械手, 它与数控车床单机相比, 自动选择和使用刀具的数量大大增加。但是, 卧式车削中心与数控车床的本质区别并不在刀库上, 它还应具备如下两种先进的功能: 一种是动力刀具功能, 如铣刀和钻头, 通过刀架内部结构, 可使铣刀、钻头回转; 另一种是 c 轴位置控制功能, c 轴是指以 z 轴 (对于车床是卡盘与工件的回转中心轴) 为中心的旋转坐标轴。位置控制原有 x, z 坐标, 再加上 c 坐标, 就使车床变成三坐标两联动轮廓控制。例如, 圆柱铣刀轴向安装、 $x-c$ 坐标联动就可以在工件端面铣削; 圆柱铣刀径向安装; $z-c$ 坐标联动, 就可以在工件外径上铣削。这样, 车削中心就能铣削出凸轮槽和螺旋槽, 如图 1-9 所示。

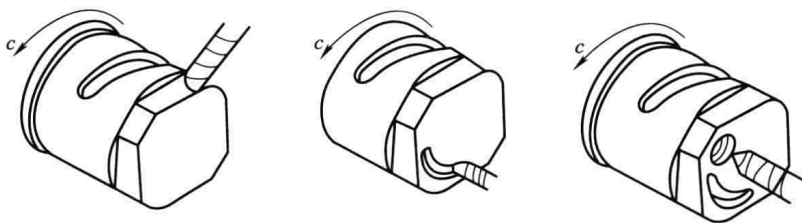


图 1-9 车削中心 c 轴加工能力

(7) FMC 车床

FMC 车床实际上是一个由数控车床、机器人等构成的柔性加工单元。它除了具备车削中心的功能外, 还能实现工件的搬运、装卸的自动化和加工调整准备的自动化, 如图 1-10 所示。

数控车床选择配置与机械结构组成如图 1-11 所示; 各类数控车床的坐标系如图 1-12 所示。

1.3 数控车床维护的主要内容

数控系统经过长期使用后,一些元器件会老化或者损坏。如果及时开展有效的维护工作,可以延长元器件的工作寿命,延长机械部件的磨损周期,防止各种故障,特别是恶性故障的发生。具体的日常维护保养在数控机床、数控系统的使用、维护说明书中都有明确的规定。概括起来应注意以下几个方面。

(1) 严格遵守操作规程和日常维护制度

数控机床的编程、操作、维修人员必须经过专门的培训,熟悉所用数控机床数控系统的使用环境、条件等,能按机床和系统的使用说明书的要求正确、合理地使用,应尽量避免因操作不当引起的故障。通常新投入使用的数控机床或者由新操作人员操作数控机床,机床容易出现故障。在数控机床使用的第一年,有 1/3 的机床故障是由于操作不当引起的。应根据操作规程的要求,针对数控机床各个部件的特点,编制保养条例,并且严格执行。

(2) 应尽量少开电气柜的柜门

在机械加工现场,空气中含有大量的油雾、灰尘甚至金属粉末,一旦它们散落在数控机床控制部分的电路板或者电子器件上,容易引起元器件绝缘电阻下降,甚至导致元器件及电路板的损坏。有的用户在夏天为了使控制系统超负荷长期使用,打开控制柜的柜门来散热,这是一种极不可取的方法,其最终将导致控制系统的加速损坏。正确的方法是降低控制系统的外部环境温度。因此应该有一个严格的规定,除非进行必要的调整和维修,否则不允许随意开启电气柜柜门,更不允许在使用时敞开柜门。

一些已受尘埃、油雾污染的电路板和接插件,可采用专门的电子清洗剂喷洗。在清洁接插件时可对插孔喷射足够的液雾,将原来插脚插入,再拔出,即可将脏物带出,可反复进行,直至全部清洁为止。接插件插接好后,多余的清洁剂自然滴出,将其擦除干净,经过一段时间之后,自然干燥的清洁剂会在非接触面形成绝缘层,使其绝缘良好。在清洗受污染的电路板时,可用清洁剂对电路进行喷洗,喷完后,将电路板立放,使尘污随多余的清洁剂一起流出,晾干后即可使用。

(3) 定期检查控制系统的冷却通风装置

数控系统的控制元件都在电气柜中,大部分的电气柜都采用了制冷装置或者通风装置,为了减少数控系统因过热引起的损坏,应经常检查冷却或者通风装置的效果,经常清洁过滤装置和换风扇,保证冷却效果。冷却效果好,可减少控制系统元器件的老化程度,延长系统的使用寿命。

(4) 定期更换系统备用电池

因为很多机床数据、加工程序都存在系统随机存储器 RAM 中,备用电池在系统断电时,给存储器供电,保证这些数据不至于在系统断电时丢失。在一般情况下,即使电池尚未失效,为了使系统可靠工作,也要一年更换一次电池。另外一定要注意,更换电池一定要在系统供电的状态下进行,这样才不至于将存储器中的数据丢失。一旦系统数据、程序丢失,在更换新电池后,可将数据、程序重新输入,这时机床才能正常工作。

(5) 数控机床要满负荷工作

应该提高数控机床的使用率,这里所说的使用率就是要让数控机床满负荷工作,不要让机床闲置。如果闲置时,最好经常通电,因为数控系统经常在长期停用后重新启动时出现故障。

在夏天雨季时,空气湿度较大,特别在南方的梅雨季节,数控机床尽量不要关机,以靠自身的发热及风扇作用,使水雾不致凝结在电路板上,防止开机通电时烧毁数控系统的电气元器件。

(6) 加强润滑管理

为了保证数控机床机械部件的正常运行,减少机械磨损和因为机械部件磨损严重引起的机床故障,应保证机床的润滑。润滑质量提高,可以增加数控机床机械故障的平均无故障时间。因此要经常检查润滑装置、润滑油油位、润滑油油质及润滑效果。如发现异常,及时排除。

(7) 检查电源的供电质量

供数控机床使用的电源电压应在规定范围之内($-15\% \sim 10\%$),并且波动不要太大,如果超出此范围,轻则系统不能正常工作,重则会造成电子部件损坏。因此要经常注意电网电压的波动。还要经常检查电源三相是否平衡,接地是否良好,以确保电源的可靠性。

(8) 定期检查和更换直流电动机的电刷

对于使用直流电动机的数控机床,直流电动机电刷的过度磨损会影响电动机的性能,甚至造成电动机的损坏。为此,应对电动机电刷进行定期的检查和更换。检查步骤如下:

① 要在系统断电状态,且电动机已经完全冷却的情况下进行检查。

② 取下橡胶刷帽,用螺钉旋具拧下刷盖取出电刷。

③ 测量电刷长度,如磨损到原来长度的一半左右时必须更换同型号的电刷。

④ 仔细检查电刷的弧形接触面是否有深沟或裂缝,以及电刷弹簧上有无打火痕迹,如有上述现象必须用新电刷更换。更换后如果下次检查还出现这种现象,则应考虑电动机的工作条件是否过分恶劣或检查电动机是否有问题。

⑤ 用不含金属粉末、水分的压缩空气吹电刷孔,吹掉沾在孔壁上的电刷粉末。如果难以吹掉,可用螺钉旋具刀尖轻轻清理,直至孔壁全部干净为止。但要注意不要碰到换向器表面。

⑥ 重新安装电刷,拧紧刷盖。如果换了电刷,要使电动机空运行一段时间,进行磨合,使电刷表面与换向器表面吻合良好。

(9) 适时对各坐标轴进行超程限位试验

尤其是对于硬件限位开关,由于切削液等原因产生锈蚀,平时又主要靠软件限位起保护作用,但关键时刻如锈蚀,不起作用将产生碰撞,甚至损坏滚珠丝杠,严重影响其机械精度。试验时用手按一下限位开关看是否出现超程警报,或检查相应的 I/O 接口输入信号是否变化。

(10) 定期进行机床水平和机械精度检查并校正

机械精度的校正方法有软、硬两种。软方法主要是通过系统参数补偿,如丝杠反向间隙补偿、各坐标定位精度补偿、机床回参考点位置校正等;硬方法一般要在机床大修时进行,如进行导轨修刮、滚珠丝杠副进行反向间隙调整等。

(11) 数控机床长期不用时的维护

为了提高数控机床的利用率和减少数控机床的故障,数控系统应满负荷使用,而不是长期闲置不用。但由于某些原因造成数控机床长期不用时,为了避免数控机床一到投入使用时就出现故障,需注意以下几点:

① 要经常给数控机床通电,并进行机床功能试验程序的完整运行。要求每 1~3 周能通电试运行一次,尤其是在环境温度较大的梅雨季节,应增加通电次数,每次空运行 1h 左右,