

普通车床的工作精度检验,可按国家规定的精度标准或车床说明书中规定的精度标准进行,也可按企业选定的典型零件进行加工和检测;专用车床应按设备工艺规定进行加工和检测。

② 普通车床的几何精度检验,可按国家规定的车床精度标准或车床说明书中规定的精度标准进行检验,也可按企业规定的精度标准进行检验;专用车床应按专用精度标准进行检验,检验记录作为验收依据存入档案。

在车床几何精度检验过程中,不得对影响精度的机构和零件进行调整;检验时,凡是与主轴承(或拖板)温度有关的项目,均应在主轴承(或拖板)温度达到稳定后方可进行检验。如对影响精度的机构和零件进行过调整,则应复查因调整而受影响的有关项目,包括车床工作精度的有关项目也应复查。



单元测试

5班 3.3 数控机床的安装与调试

数控机床安装与调试的过程和方法与普通机床有较多相似之处,主要区别在于数控机床具有智能化、精度高等特点,通常具备气动、液压系统和程序控制系统。所以在零部件及驱动件的类型选用、安装方法和步骤上,具有其自身的特点。本节主要以常用的数控机床(数控车床)的安装为例,进行数控机床安装与调试内容的讲解。



教学视频

3.3.1 数控机床的类型和典型结构

1. 常见的数控机床类型

常用的数控机床有:数控车床如图 3-37(a)所示;数控铣床如图 3-37(b)所示;加工中心如图 3-37(c)所示;电加工设备包括数控电火花、数控线切割,分别如图 3-37(d)、(e)所示;数控冲床如图 3-37(f)所示。

2. CK7815 型数控车床的结构和特点

CK7815 型数控车床的外观,如图 3-38 所示。本节以长城机床厂的数控车床为例对数控机床的结构、功能和装配方法加以说明。CK7815 型数控车床可选配 FANUC-6T 或 FANUC-5T 系统,为两轴联动、半闭环控制的 CNC 车床。该车床能车削直线(圆柱面)、锥面(锥面)、圆弧(成形面)、公制和英制螺纹(圆柱螺纹、锥螺纹及多头螺纹),能实现对盘形零件的钻、扩、铰和镗孔加工。

CK7815 数控车床的床身导轨为 60° 倾斜布置,排屑方便。导轨截面为矩形,刚性好。主轴由直流(配 5T 系统时)或交流(配 6T 系统时)调速电机驱动。主轴尾端带有液压夹紧油缸,可用于快速自动装夹工件。床鞍拖板上装有横向进给驱动装置和转塔刀架,刀盘可选配 12 位小刀盘和 12 位大刀盘。

CK7815 数控车床的纵横向进给系统采用直流伺服电机带动滚珠丝杠,使刀架移动;尾架套筒采用液压系统驱动;可采用光电读带机和手工键盘程序输入方式,带有 CRT 显示器、数控操作面板和机械操作面板;有液动式防护门罩和排屑装置。也可另外配置上下料的机械手,形成一个柔性制造单元(FMC)。

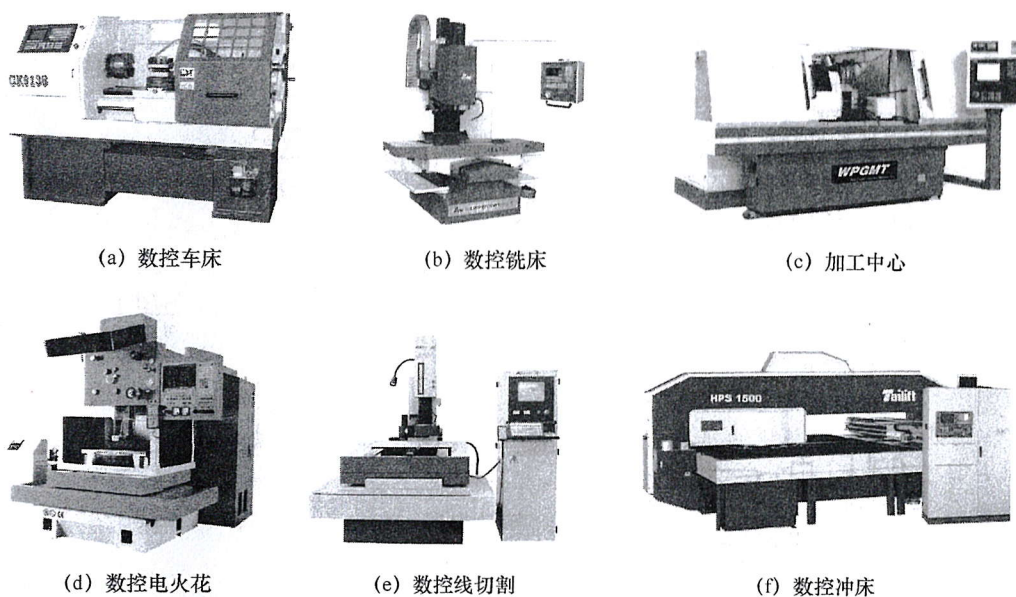


图 3-37 数控机床的种类

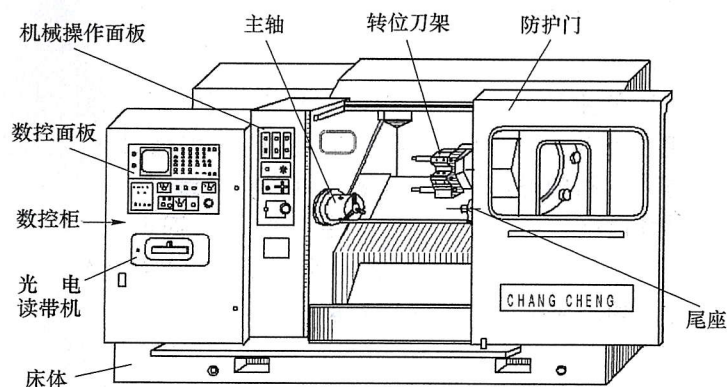


图 3-38 CK7815 数控车床

CK7815 传动系统如图 3-39 所示。主轴由 AC-6 型 5.5 kW 交流调速电动机或 DC-8 型 1.1 kW 直流调速电动机驱动,由电器系统控制,实现无级变速。由于电机调速范围的限制,故采用两级塔形带轮实施高、低两挡速度的手工切换,在某挡的范围内可由程序代码 S 任意指定主轴转速。结合数控装置还可进行恒线速度切削。但最高转速受卡盘和卡盘油缸极限转速的限制,一般不超过 4 500 r/min。

纵向 Z 轴进给由直流伺服电机直接带动滚珠丝杠实现;横向 x 轴进给由直流伺服电机驱动,通过同步齿形带带动横向滚珠丝杠实现,这样可减小横轴方向的尺寸。刀盘转位由电机经过齿轮及蜗杆副实现,可手动或自动换刀。排屑机构由电机、减速器和链轮传动实现。

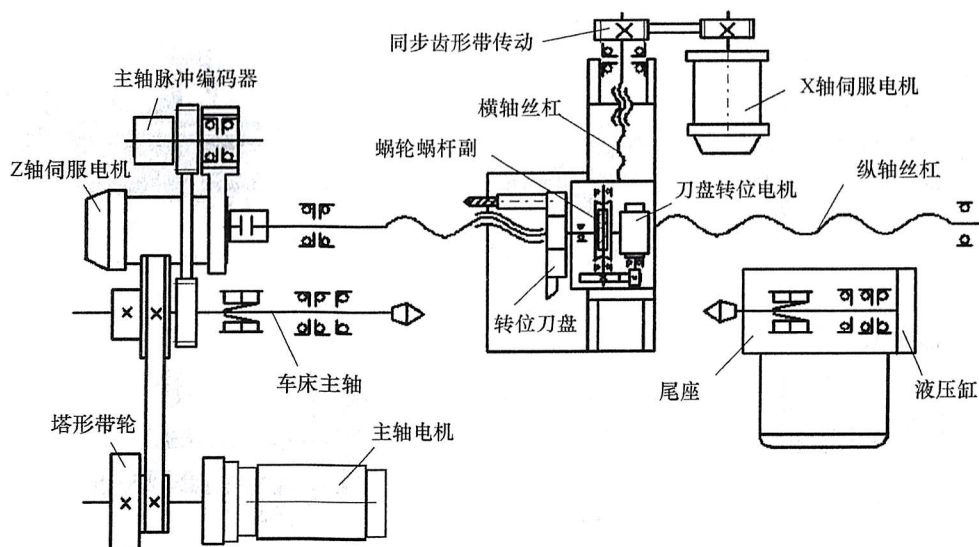
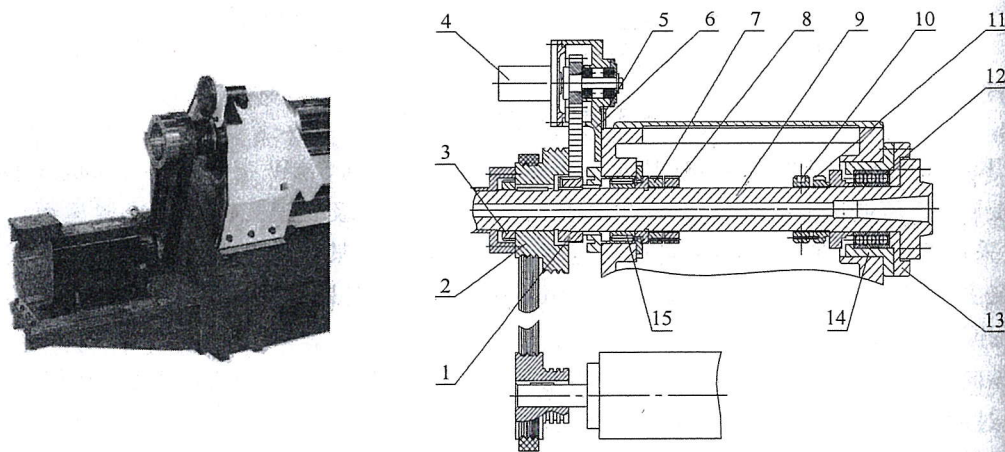


图 3-39 CK7815 数控车床传动系统

3.3.2 主轴部件的结构与装配调整

1. 主轴的结构特点

CK7815 型数控车床的主轴部件结构,如图 3-40 所示。该主轴的转速范围是 15~5 000 r/min。主轴采用三个角接触轴承 12,通过前支承套 14 实现支承,并由螺母 11 预紧。后端采用圆柱滚子轴承 15 支承,间隙由螺母 3 和螺母 7 调整。螺母 8 和螺母 10 分别用来锁紧螺母 7 和螺母 11,防止其回松。带轮 2 直接安装在主轴 9 上,同步带安装在主轴后端支承与带轮之间,通过同步带和安装在主轴脉冲发生器 4 轴上的同步带轮相连,带动主轴脉冲发生器 4 和主轴同步转动。在主轴的前端安装有液压卡盘等(图中未示出)。



1—同步带轮; 2—带轮; 3、7、8、10、11—螺母; 4—主轴脉冲发生器; 5—螺钉; 6—支架;
9—主轴; 12—角接触球轴承; 13—前端盖; 14—前支承套; 15—圆柱滚子轴承

图 3-40 CK7815 型数控车床主轴部件结构图

2. 主轴部件的装配方法及顺序

装配前的准备工作参见普通车床,各零部件应进行严格清洗,需要预先加涂油的部件应加涂油。装配工具以及装配方法,应根据装配要求及配合部位的性质选取。

① 将三个角接触轴承 12 装入前支承套 14 孔中。三个轴承中,应注意前两个大口向外(朝向主轴前端),后一个大口向里(与前面两个轴承相反方向)。

② 把主轴 9 穿入端盖 13 后,装入轴承 12 孔中,不得碰伤各部分螺纹及圆柱配合表面。

③ 依次装上前油封、螺母 11 和 10,再装上螺母 8 和 7。

④ 装上油封、轴向定位盘和圆柱滚子轴承 15。

⑤ 将主轴部件装入主轴箱后端孔中(向后端方向)。

⑥ 装上主轴前支承套的固定螺钉。

⑦ 装上主轴后支承处轴向定位盘螺钉。

⑧ 装上后端油封件和同步带轮 1。

⑨ 装上主轴脉冲编码器(含支架、同步带等),装上支架 6 上的螺钉,拧紧螺钉 5。

⑩ 装上主轴后端的键、带轮和电机传动带,旋紧后端螺母 3。

⑪ 将液压卡盘(图中未示出)及主轴后端液压缸等部件清洗后,进行安装。

3. 主轴装配的调整

① 前端轴承的预紧调整:螺母 11 的预紧量应适当,预紧后应注意用螺母 10 锁紧,以防止回松。

② 后端圆柱滚子轴承的径向间隙调整:由螺母 3 和螺母 7 调整此间隙,调整完成后用螺母 8 锁紧,以防止回松。

③ 同步带的张紧度调整:为保证主轴脉冲发生器与主轴转动的同步精度,同步带的张紧力应合理。调整时,先略松开支架 6 上的螺钉,然后调整螺钉 5,使其张紧同步带。同步带张紧后,再旋紧支架 6 上的紧固螺钉。

④ 液压卡盘的装配调整:充分清洗卡盘内锥面和主轴前端外短锥面,保证卡盘与主轴短锥面接触良好。卡盘与主轴连接螺钉应对角均匀施力,以保证卡盘的定心精度。

⑤ 调整液压卡盘(图中未示出)夹紧行程:应调整卡盘拉杆长度,保证驱动液压缸有足够的、合理的夹紧行程储备量。

4. 主轴装配的查检

装配后,转动电动机叶片,主轴应能轻松旋转,无阻滞现象。否则,应检查相关部位,重新装配或调整。

3.3.3 主轴箱与床身的装配

CK7815 型数控车床的主轴箱固定在床身的左上部,主要功能是支撑主轴,使主轴带动工件按规定转速旋转实现主运动。为满足数控机床高速度、高精度、高生产率、高可靠性和高自动化程度的要求,与普通机床相比,数控机床有更高的静、动刚度,更好的抗震性,故主轴箱在安装过程中与床身导轨的几何精度和结合面精度要求较高。

CK7815 型数控车床主轴箱的装配方法及步骤如下:

① 将床身用垫铁垫好检测床身导轨。

纵向:检测导轨在垂直面内的直线度,其上限为 $0.002 \sim 0.018 \text{ mm}$ (只许凸)。

横向:检测导轨平行度,上限为 $0.032/1\ 000\text{ mm}$ 。

② 将主轴箱用螺钉固定在床身上,并保证主轴锥孔中心对床身导轨的平行度。

上母线精度为 $(-0.003\sim+0.005)/300\text{ mm}$ 。

侧母线精度为 $(+0.005\sim+0.008)/300\text{ mm}$ (只许向前倾)。

③ 刮研床身上平面和侧平面定位墙面。

根据以上测量结果,以主轴箱为基准刮研床身上平面和侧平面定位墙面,达到要求后将主轴箱用螺钉紧固在床身上。

3.3.4 传动部件的结构与装配调整

数控机床进给运动是数字控制的直接对象,其作用是在伺服电机的驱动下完成直线运动的定位和进给。被加工工件的最后轮廓精度和加工精度都会受到进给运动的传动精度、灵敏度和稳定性的影响。因此,对于进给系统中的传动装置和元件,要求具有高的寿命、高的刚度、无传动间隙、高的灵敏度和低摩擦阻力的特点。数控机床进给系统包括驱动组件、机械传动组件和检测组件。机械组件主要由传动部件(滚珠丝杠螺母副、蜗轮蜗杆副等)和支撑部件(直线导轨和轴承组件)组成。

1. 驱动组件的装配与调整

数控机床进给伺服驱动对位置精度、快速响应特性、调速范围等有较高的要求。实现进给伺服驱动的电动机主要有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机三种。目前,步进电动机只适用于经济型数控机床,直流伺服电动机在我国广泛使用,交流伺服电动机作为比较理想的驱动元件已成为进给伺服驱动电动机的发展趋势。

数控机床进给伺服系统当采用不同的驱动元件时,进给伺服传动机构也不同。电动机与滚珠丝杠的连接主要有齿轮传动、同步带传动和直连传动三种。

(1) 带有齿轮传动的进给伺服运动

通过齿轮传动可实现减速。齿轮在制造中不可能达到理想的齿面形状,需要有一定的齿侧间隙才能正常工作,但齿侧间隙会造成进给伺服系统的反向失动量。因为这一点会影响闭环控制系统的工作稳定性,所以齿轮传动副通常采取一定的措施尽量减少齿轮侧隙。

(2) 同步带传动的进给伺服运动

这种连接形式的机构简单。同步带传动综合了带传动和齿轮传动的优点,可以避免齿轮传动时引起的振动和噪声,但只适用于低转矩特性要求场合。安装时中心距要求严格,多采用中心距可调结构。因为同步带与带轮的制造工艺复杂,所以通常由专门厂家生产。

(3) 电动机与滚珠丝杠通过联轴器直接连接

该结构用在电动机轴与滚珠丝杠之间,常采用锥环无键连接或高精度十字联轴器连接,因此进给伺服传动系统具有较高的传动精度和传动刚度,并且极大地简化了机械结构,多数数控机床都采用这种连接方式。

2. 机械传动组件的装配与调整

(1) 滚珠丝杠螺母副的装配与调整

① 滚珠丝杠副的特点如下:

► 传动效率高,摩擦损失小。以滚珠的滚动摩擦代替普通丝杠螺母副的滑动摩擦,摩擦力大为降低。滚珠丝杠副的传动效率为 $\eta=0.92\sim0.96$,比滑动配合的丝杠螺母副提高 3~4 倍。

此功率消耗只相当于滑动丝杠螺母副的 $1/30 \sim 1/4$ 。

➤ 给予适当预紧,可消除丝杠和螺母间的螺纹间隙,反向时就可以消除空程死区,定位精度高,刚度好。

➤ 运行平稳、无爬行现象,传动精度高。

➤ 有可逆性,可以从旋转运动转化为直线运动,也可以由直线运动转化为旋转运动,即丝杠和螺母均可以做主动件。

➤ 磨损小,使用寿命长。

➤ 制造工艺复杂,加工精度要求高,表面粗糙度要求高,成本高。

➤ 不能自锁,有时需添加制动装置。

② 滚珠丝杠副的结构和工作原理:

滚珠丝杠副结构如图 3-41 所示。常用的循环方式有外循环和内循环两种。滚珠在循环过程中有时与丝杠脱离接触的称为外循环,如图 3-41(a)所示;始终与丝杠保持接触的称为内循环,如图 3-41(b)所示。外循环滚珠丝杠副在丝杠和螺母上有半圆弧形的螺旋槽,套在一起形成滚珠的螺旋滚道,螺母上有滚珠回路管道,将几圈螺旋滚道的两端连接起来,构成封闭的环形滚道。滚道内装满滚珠,当丝杠旋转时,滚珠在滚道内既自转又沿滚道循环滚动,从而使螺母和丝杠间产生相对的螺旋移动。

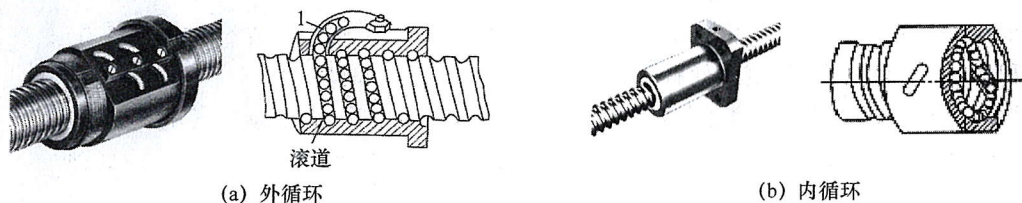


图 3-41 滚珠丝杠螺母副

③ 滚珠丝杠副的固定方法如下:

滚珠丝杠有多种固定方法,合理的支撑结构并正确安装十分重要,水平安装的丝杆主要承受轴向载荷,径向载荷主要是丝杆的自身重量。滚珠丝杆的轴向精度和刚度要求较高,为提高支撑的轴向刚度,要选择适当的滚动轴承和支撑方式。

机电设备的滚珠丝杠固定方式主要有以下几种:

➤ 一端装止推轴承,另一端无支承

支承结构如图 3-42(a)所示。该支承结构简单,承载能力小,轴向刚度小,一般用于丝杠较短和传动距离较小的情况下,升降式铣床的垂直传动采用此结构。

➤ 一端装止推轴承,另一端装向心轴承

支承结构如图 3-42(b)所示。滚珠丝杠较长时,一端固定,另一端自由,可以减小丝杠的热变形影响,固定端一般布置在远离热源的一侧。这种结构使用最广泛,目前国内中小型数控车床、立式加工中心等均采用这种结构。

➤ 两端装止推轴承

支承结构如图 3-42(c)所示。止推轴承安装在丝杠的两端,这种支承方式,固定端轴承都可以同时承受轴向力,可以对丝杠施加适当的预紧力,提高丝杠支承刚度,可以部分补偿丝杠的热变形。大型机床、重型机床以及高精度镗铣床常采用此种方案。

► 两端装止推轴承及向心轴承

支承结构,如图 3-42(d)所示。丝杠两端采用双重支承,提高了支承刚度,丝杠热伸长会转化为轴承的预紧力。

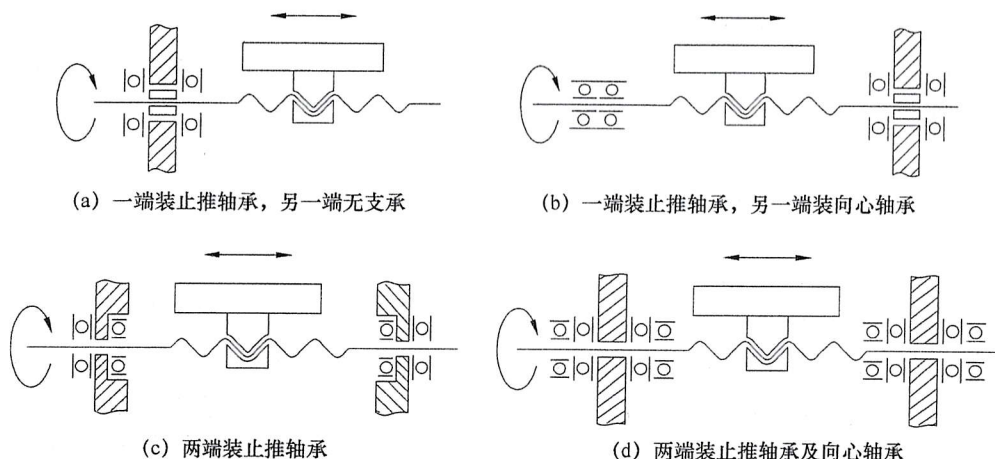


图 3-42 滚珠丝杠支撑方式

④ 滚珠丝杠副的装配方法如下:

滚珠丝杠副的装配一般由供货厂家完成,不需使用者进行装配或组装。但在设备安装调试过程中,由于某种原因,滚珠丝杠副需要进行重新组装或间隙调整。

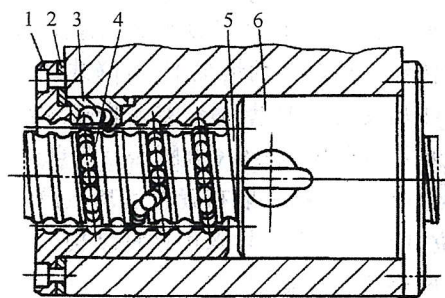
滚珠丝杠副的各零件在装配前必须进行退磁处理,否则在使用时容易吸附微小铁屑等杂物,使丝杠副卡住研磨,甚至损坏。经退磁的滚珠丝杠副各零件需要做彻底清洗处理。

滚珠丝杠副的装配有两种方法:一种是先将循环反向装置安装在螺母上,然后把滚珠装在螺母内,在套筒的辅助支撑下将装满滚珠的螺母装到丝杠上,这种方法适用于各种形式的螺母;另一种方法是先把螺母套在丝杠上,然后将滚珠逐个放入循环孔内,最后把装满滚珠的循环部件安装在螺母上,这种方法适用于外循环,内循环的方法不能采用这种方法。内循环装配时必须有一端是螺纹开通的。装滚珠时,一个完整的循环里,必须空出 1~2 个滚珠直径的空间,这样会减少滚珠与滚珠的相互摩擦,有利于提高滚珠丝杠副的效率。滚珠丝杠副装配时关键的一个项目就是预紧力的调整和轴向间隙的调整。

⑤ 滚珠丝杠螺母副间隙的调整方法如下:

轴向间隙通常是指丝杠和螺母无相对转动时,丝杠和螺母之间的最大轴向窜动。常用消除滚珠丝杠螺母副间隙的方法有以下几种:

► 垫片调隙 垫片调隙结构如图 3-43 所示,调整垫片 2 的厚度,使左右两个螺母不发生相对转动,只产生轴向位移的条件下,即可消除间隙和产生预紧力。这种方法结构简单、刚性好,但在调整时需拆下调整垫圈进行修磨,在滚道有磨损时不能随时消



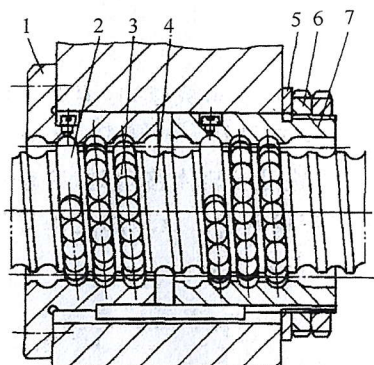
1、6—螺母; 2—调整垫片; 3—返向器; 4—钢球; 5—螺杆

图 3-43 垫片调整结构

除间隙和进行预紧。

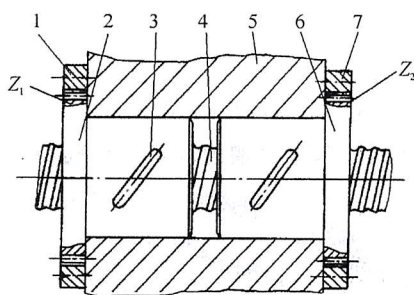
➤ 螺纹调隙 螺纹调隙结构如图 3-44 所示,滚珠丝杠左右两螺母以平键与外套相连,用平键限制螺母在螺母座内的转动。调整时,拧动圆螺母即可消除间隙并产生预紧力,然后用锁紧螺母锁紧,这种方法结构简单工作可靠、调整方便,但预紧量不容易控制。

➤ 齿差调隙 齿差调隙结构如图 3-45 所示,在两个螺母 2、6 的外凸缘上有外圆柱直齿,分别与紧固在套筒两端的内齿圈 1、7 啮合,且齿数相差一个齿。调整时先取下内齿圈,让两个螺母相对于套筒同方向都转动一个齿。然后再插入内齿圈,则两个螺母产生相对角位移。这种调整方法能精确调整预紧量,调整方便可靠,但结构尺寸较大,在调整间隙的大小时需注意螺母旋转方向。



1、7—螺母; 2—反向器; 3—钢球;
4—螺杆; 5—垫圈; 6—圆螺母

图 3-44 螺纹调隙结构



1、7—内齿圈; 2、6—螺母; 3—反向器;
4—螺杆; 5—螺母座

图 3-45 齿差调隙结构

对于双螺母垫片预紧滚珠丝杠副来说,首先要调整单个螺母安装到丝杠上的间隙,轴向间隙一般调整到 0.005 mm 左右,若单个螺母间隙太大将会导致滚珠丝杠副的空回转增量增大。调整轴向间隙的方法是更换滚珠,通常一个型号的滚珠都配备了从 $-0.010\sim+0.010\text{ mm}$ 范围的滚珠,每间隔 0.001 mm 为一挡。例如:对于直径 3.969 mm 的滚珠,供选配的滚珠直径为 $3.959、3.96、3.961\cdots 3.979\text{ mm}$ 。

螺母间隙调整好后开始装配垫片,首先将选配的量块插入两螺母中间,然后测量转矩,若转矩在设计要求范围内,则按量块尺寸配磨垫片,若不在范围之内,重新更换量块再测转矩直至符合要求为止。对于单螺母变位预紧和增大滚珠直径预紧来说,预紧力的调整需更换不同尺寸的滚珠。

(2) 传动齿轮副的装配与调整

在数控设备的进给系统中,由于齿轮副的传动间隙,会造成进给运动反向滞后于指令信号,形成反向死区,影响传动精度和系统的稳定性,因此必须通过一定方法消除齿轮副的间隙。

在实际生产中,直齿轮传动的消除方法主要有偏心套法调整法(调整啮合齿轮的中心距)和双齿轮错齿调整法;锥齿轮传动的消除方法主要有轴向调整法和周向调整法。

3.3.5 导轨的装配与调整

1. 数控机床导轨的种类和特点

(1) 滑动导轨

优点是结构简单、制造方便、接触刚度大、抗震性高;缺点是摩擦阻力大、磨损大、动静摩擦系数差别大、低速易产生爬行现象。目前,数控机床已不采用传统滑动导轨,而是采用带有耐磨粘贴、带覆盖层的滑动导轨或新型塑料滑动导轨,这类导轨具有摩擦性能良好和使用寿命长等特点。

(2) 滚动导轨

优点是摩擦因数小、动静摩擦系数接近、运行平稳、磨损小、能够施加预紧力;缺点是抗震性差。

滚动直线导轨的外观和结构如图 3-46 所示,由导轨体、滑块、承载球列(滚珠)、保持架和端盖等组成。生产厂家组装成的导轨单元又称单元式直线滚动导轨。使用时,多数情况下导轨固定在不运动的部件上,滑块固定在运动的部件上。当滑块沿导轨体移动时,滚珠在导轨体和滑块之间的圆弧直槽内滚动。目前在国内外的小型数控设备上广泛应用这种导轨。

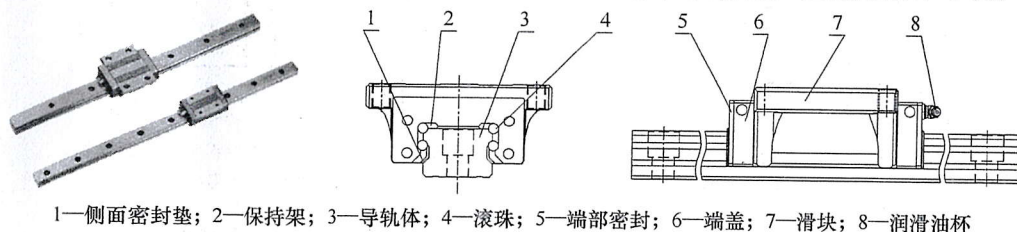


图 3-46 滚动直线导轨

数控机床的典型传动系统结构,如图 3-47 所示。伺服电机将运动和动力通过联轴器传递给丝杆,带动螺杆做回转运动,推动螺杆上的螺母做往复直线移动,并带动固定在滑块上的工作台一同运动。

(3) 静压导轨

静压导轨摩擦因数小、机械效率高、低速不易爬行,结构复杂。这类导轨多用于重型、精度要求较高的设备。

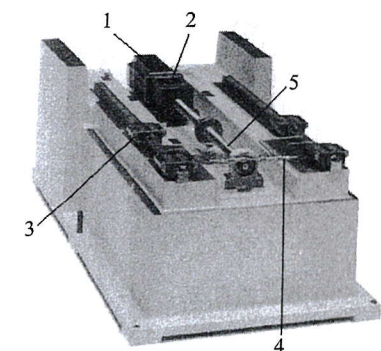
2. 滚动直线导轨对安装基面的要求

滚动直线导轨由于承载球列多,对误差有均化作用,导轨弹性变形又能降低安装面的实际误差,多个滑块对误差也有均化作用,因而安装在导轨上的运动件的运动误差将减小到安装基面误差的 $1/2 \sim 1/5$ 。因此,一般情况下安装面无须磨削加工,采用精刨或精铣加工即可。当然,要想达到更高的精度,安装面的精度要求也就更高。

安装误差对摩擦力和导轨寿命有一定的影响。安装误差较大时,会造成动摩擦力增大、导轨寿命降低。在通常情况下两根导轨的平行度误差和高度误差必须控制在要求的公差范围内,以保证稳定的摩擦力和较长的使用寿命。导轨安装之前应事先测定安装基面的精度,在测定前需要使用油石将机床基面上的毛刺及微小凸出部位擦去、修直,并用纱布擦干净,然后用挥发性液体擦干净。

导轨安装基准面包括导轨底结合面和导轨侧结合面,应对这两个基准面的直线度和平行

度进行测量,测量部位如图3-48所示。



1—伺服电机；2—联轴器；3—直线导轨；
4—润滑管路；5—滚珠丝杠副

图 3-47 典型进给传动系统

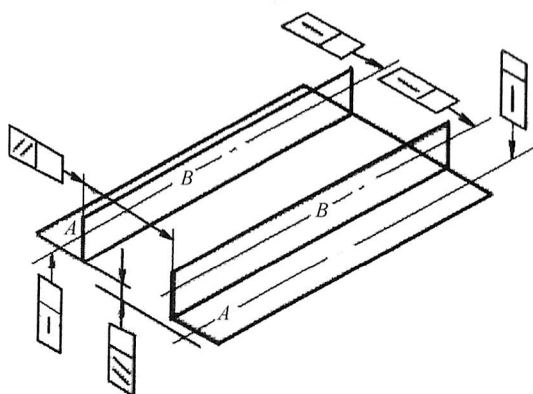


图 3-48 导轨安装基准面的精度测量要求

导轨安装基准面精度的测量方法由数控机床厂根据现场条件进行选择,并将测量数据作为导轨安装检测的参考数据。安装基准面精度的测量一般可以按照下列方法进行。

安装基准 A 面的精度测量方法是先将千分表固定在表座上,再将表座放置在基准 A 面上,按一定的距离轻轻移动表座,测量与基准面平行的平尺表面。通过测量所得的数据求出 A 面的直线度误差 X ,用同样方法测量出基准 A 面的另一侧的直线度误差 X 。在测量时注意不要移动平尺,以免影响测量精度。根据测量结果,可求出基准 A 面的平行度误差。

滚动直线导轨安装基准 B 面的直线测量方法与 A 面相同,先将平尺安装调整到与 B 面平行,然后测量平尺的侧面,即可得到 B 面的直线度误差。

在双导轨定位的情况下,两个安装基准面均应进行测量,并进行两基准面的平行度误差计算。基准面的精度测量完成后,即可进行滚动直线导轨的安装。

3. 滚动直线导轨的固定方法

滚动直线导轨可以根据结构与负载方向等实际需要,选择水平、垂直或倾斜等安装形式。滑块的安装方向应考虑到润滑油杯在方便注入油脂的位置。导轨在工作中,可能会受到振动和冲击力,导轨和滑块应根据受力的大小与作用方向选择压板、推拔块、定位螺钉和滚柱等固定方法。

(1) 压板固定法

采用压板固定法时,导轨和滑块的侧面需要少量超出安装基准面的边缘,如图3-49所示。在压板上需要加工出槽,以防止压板在安装时与导轨或滑块接触不良。

(2) 推拔固定法

推拔固定法是通过推拔块的锁紧来施压,如图3-50所示。过大的锁紧力会造成导轨弯曲或外侧局部变形,安装时要特别注意锁紧力的大小。

(3) 螺钉固定法

螺钉固定法是采用螺钉直接固定的安装方法,如图3-51所示。因安装空间所限,应考虑是否可行,并选用尺寸合适的螺钉。

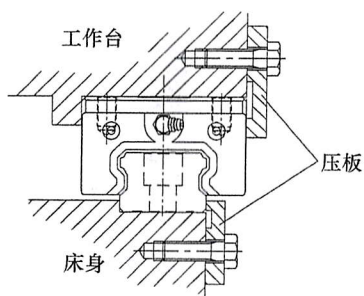


图 3-49 压板固定法

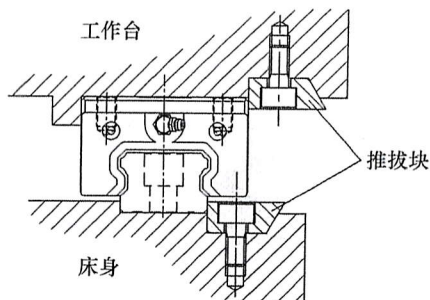


图 3-50 推拔固定法

(4) 滚柱固定法

滚柱固定法是利用螺钉头部斜度的推进来施压,应特别注意螺钉头部的位置,如图 3-52 所示。

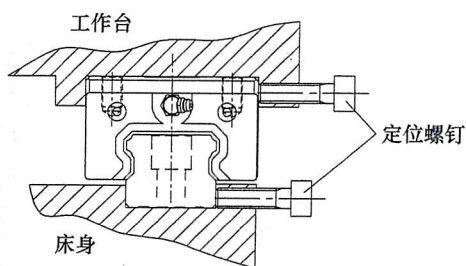


图 3-51 螺钉固定法

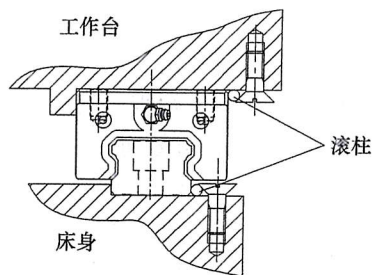


图 3-52 滚柱固定法

4. 滚动直线导轨的安装

① 在有振动和冲击场合,且具有高刚度和高精度安装要求的导轨,安装结构如图 3-53 所示。

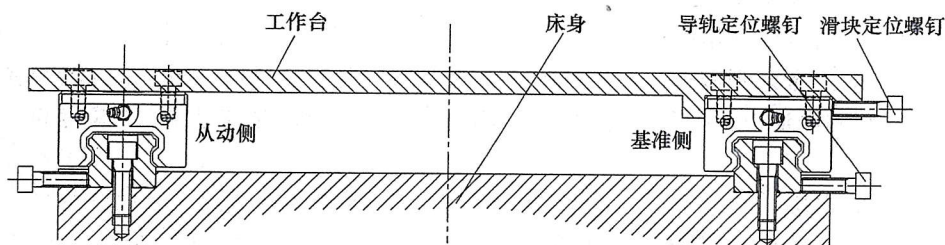


图 3-53 导轨安装图

滚动直线导轨的安装分为导轨安装和滑块的安装。导轨安装前先用油石清除安装基准面的毛刺和污物,然后将直线导轨平放在安装面上,并使导轨基准面尽量紧贴床身的侧向安装面,将装配螺钉紧固(但注意不要完全锁死)。为控制拧紧力矩,可使用指针式扭力扳手,在锁紧时须由导轨的中间向两端依次锁紧,以获得稳定的精度。

在完成导轨的安装后,将工作台放在滑块上,锁定滑块的装配螺钉,但不要完全锁紧。使用定位螺钉将滑块基准面与工作台侧向安装面压紧,以定位工作台。滑块的紧固次序应按从①至④进行,如图 3-54 所示。

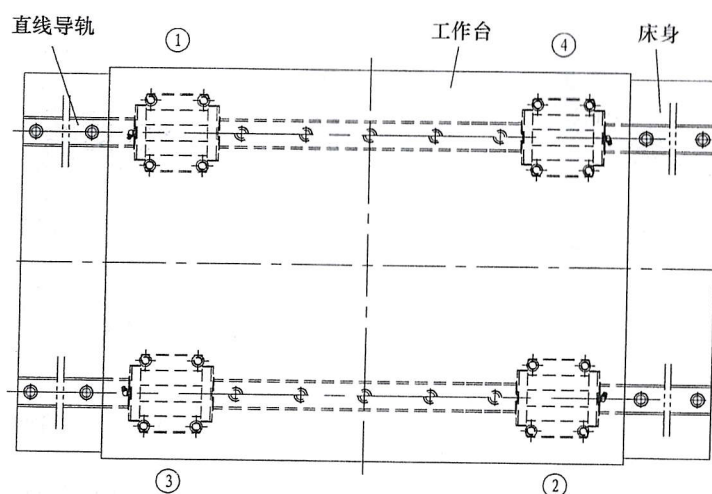


图 3-54 滑块的安装

② 导轨无定位螺钉的安装形式,如图 3-55 所示。安装无定位螺钉的导轨时,先将装配螺钉锁定但不完全锁紧,利用机用平口虎钳将导轨的基准面紧贴床身侧向安装面,如图 3-56 所示,再使用指针式扭力扳手,按规定的扭矩值依次锁紧导轨装配螺钉。

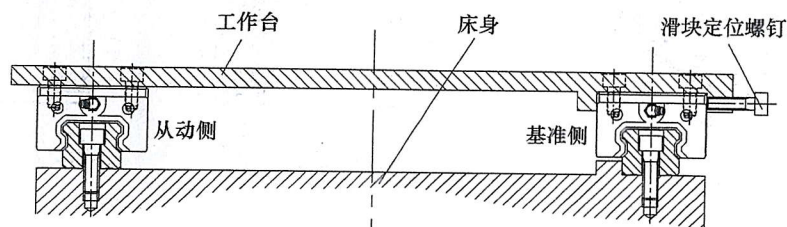


图 3-55 导轨无定位螺钉的安装

无定位螺钉导轨的从动侧导轨的安装可以采用直线块规法、移动工作台式、仿基准侧导轨法和专用工具法。

➤ 直线块规法 如图 3-57 所示,先将直线块规置于两根导轨之间,使用千分表将其调整至与基准侧导轨侧向基准面平行,然后再以直线块规为基准,利用千分表调整从动侧导轨的直线度,并自轴端依次锁紧导轨的装配螺栓。

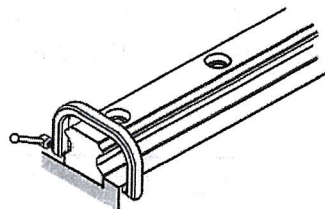


图 3-56 基准导轨的安装

➤ 移动工作台式 如图 3-58 所示,先将基准侧的两个滑块固定锁紧在工作台上,使从动侧的导轨与一个滑块分别锁定于床身或工作台上,但不要完全锁紧。将千分表固定在工作台上,并使其测头接触从动侧滑块侧面,自轴端移动工作台校准从动侧导轨平行度,并同时依次锁紧装配螺钉。

➤ 仿基准侧导轨法 如图 3-59 所示,将基准侧的两个滑块固定锁紧在工作台上,而从动侧的导轨与一个滑块分别锁定于床身或工作台上,但不要完全紧固。自轴端移动工作台,依据滚动阻力的变化调整从动侧导轨的平行度,并同时依次锁紧装配螺钉。

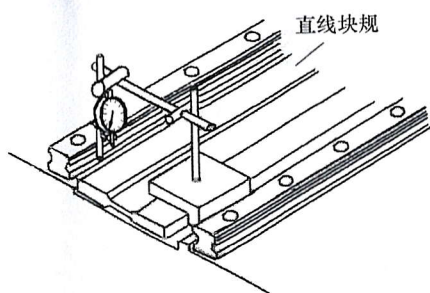


图 3-57 直线块规法

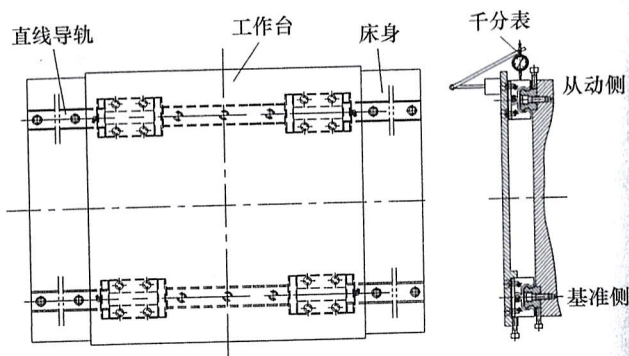


图 3-58 移动工作台法

➤ 专用工具法 以基准侧导轨的侧向基准面为基准,自轴端依安装间隔调整从动侧滑轨侧向基准面的平行度,并同时依次锁紧装配螺钉,如图 3-60 所示。

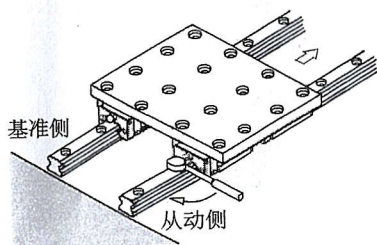


图 3-59 仿基准侧安装法

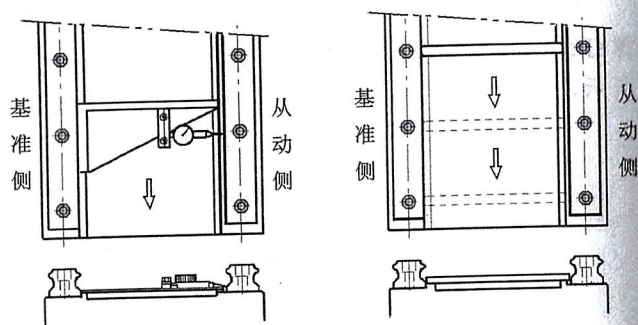


图 3-60 专用工具安装法

③ 滑块无侧向定位面的导轨安装,如图 3-61 所示。滑块无侧向定位面的导轨的从动侧安装与前面的安装方法相同,基准侧的安装通常采用假基准面法和直线块规法两种方式。

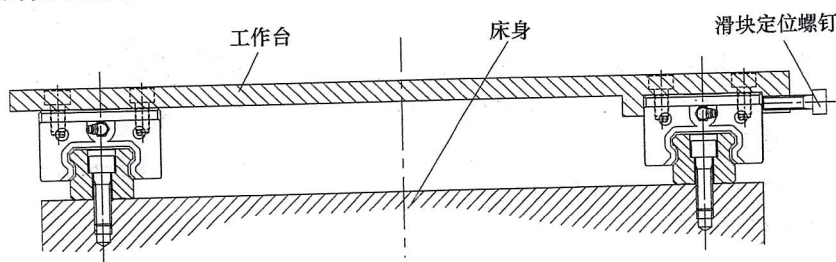


图 3-61 滑块无侧向定位面的导轨安装

➤ 假基准面法 先将两个滑块靠紧并固定在检验平板上,以导轨附近设定的床身基准面为基准,使用百分表,自轴端开始校准导轨直线度,并同时依次锁紧装配螺钉,如图 3-62 所示。

➤ 直线块规法 先用螺钉将导轨锁定在床身上,但不完全锁紧,以直线块规为基准,使用百分表,自轴端开始校准导轨直线度,并同时依次锁紧装配螺钉,如图 3-63 所示。

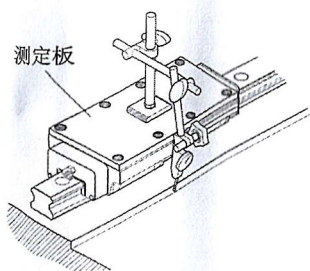


图 3-62 假基准安装法

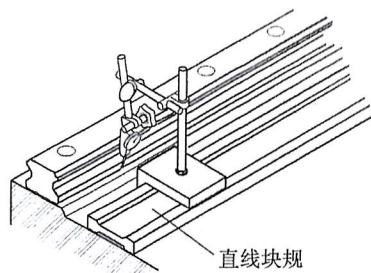


图 3-63 直线块规法

3.3.6 检测件的装配与调整

1. 检测装置的选用

数控机床的检测装置多指位置检测装置,它们通常安装在机床的工作台或丝杠上,相当于普通机床的刻度盘和人的眼睛,不断地将工作台的位移量检测出来并反馈给控制系统。数控机床的加工精度主要取决于检测装置,因此数控机床的检测装置要满足以下条件:

- ① 受温度、湿度的影响小,工作可靠,抗干扰强。
- ② 在机床移动范围内能满足精度和速度要求。
- ③ 使用和维护方便,能适应机床的工作环境。
- ④ 易于实现高速的动态测量。
- ⑤ 成本低。

通常检测装置的检测精度为 $0.001 \sim 0.01 \text{ mm/m}$,分辨率为 $0.001 \sim 0.01 \text{ mm/m}$,并能满足机床工作台以 $1 \sim 10 \text{ m/min}$ 的速度移动。

2. 位置检测装置

数控机床中常用位置检测装置有:旋转变压器、感应同步器、光栅和脉冲编码器等。

① 旋转变压器又称同步分解器。它是一种测量角度用的小型交流电动机,用来测量旋转物体的转轴角位移和角速度。其由定子和转子组成,其中转子轴与电动机轴或者丝杠连接在一起,实现对轴或丝杠转角的测量。

② 感应同步器是利用电磁原理将线位移和角位移转换成电信号的一种装置。根据用途,可将感应同步器分为直线式和旋转式两种,分别用于测量线位移和角位移。直线型感应同步器定尺安装在机床的不动部件上,滑尺安装在机床的移动部件上,安装时保证定尺和滑尺平行,两平面的间隙为 $0.20 \sim 0.30 \text{ mm}$ 。

③ 光栅是一种直线位移传感器。在数控机床上使用的光栅属于计量光栅,用于直接测量工作台的位移,并把位移量转换为脉冲信号,反馈给 CNC 系统,构成全闭环的数控系统。光栅主要由标尺光栅和光栅读数头组成,其中标尺光栅一般安装在机床活动部件上,光栅读数头安装在机床固定部件上。

④ 脉冲编码器,它能把被测轴的机械转角转换成脉冲信号,是数控机床上使用很广泛的位置检测元件,同时也作为速度检测元件用于转速检测。编码器装在被测轴上,并随之一起转动,将被测的角位移转换成增量脉冲形式或者绝对式的代码形式。

3.3.7 自动换刀装置的结构与调整

为了提高数控机床的加工效率,除了要提高切削速度外,减少非切削时间也是非常重要的。现代数控机床正向着工件在一台机床上一次装夹可完成多道工序或全部工序加工的方向发展,这些多工序加工的数控机床在加工过程中需使用多种刀具,因此必须有自动换刀装置或者刀库,以便选用不同的刀具来完成不同工序的加工。数控机床常用的自动换刀装置的类型、特点、适用范围见表3-7。

表3-7 自动换刀装置的主要类型、特点和应用范围

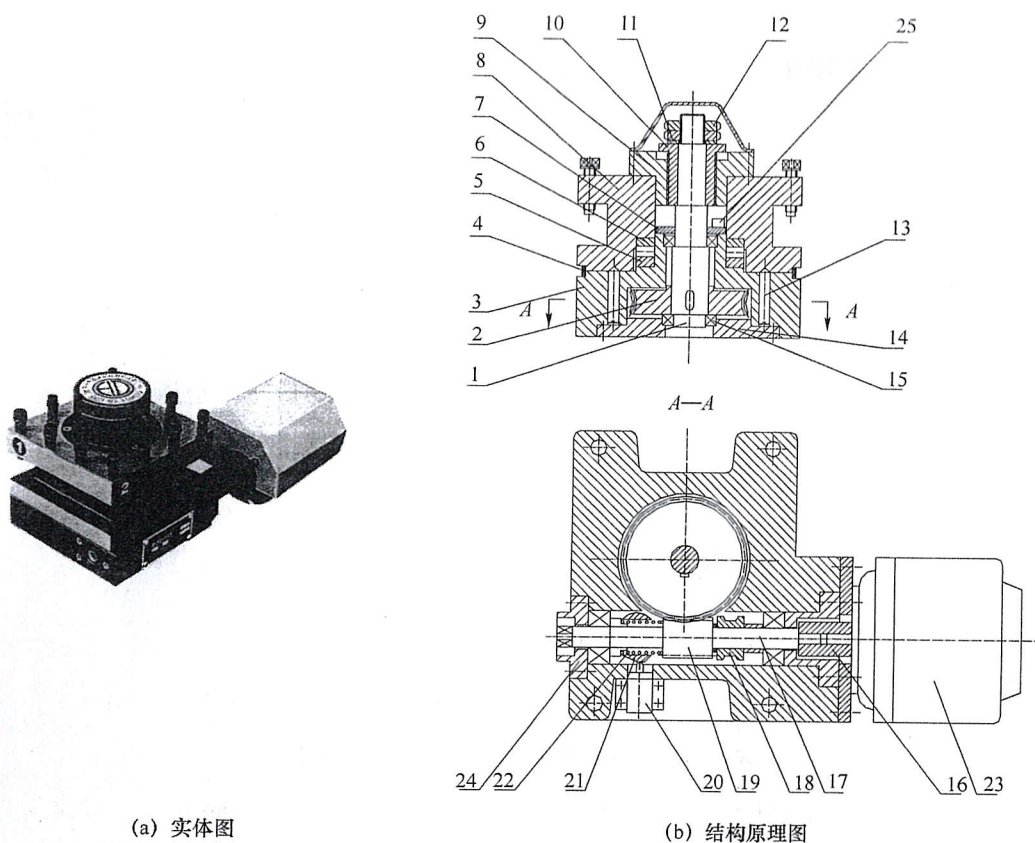
类 型	特 点	适用范围
转塔刀架	回转刀架多为顺序换刀,换刀时间短,结构简单紧凑;但容纳刀具较少	各种数控车床,车削中心机床
	顺序换刀,换刀时间短,刀具主轴都集中在转塔头上,结构紧凑;但刚性较差,刀具主轴数受限制	数控钻床、镗床
刀库式	刀库与主轴之间直接换刀	各种类型的自动换刀数控机床,尤其是对使用回转类刀具的数控镗铣,钻镗类立式、卧式加工中心机床,要根据工艺范围和机床特点,确定刀库容量和自动换刀装置类型,用于加工工艺范围广的立、卧式车削中心机床
	用机械手配合刀库换刀	
	用机械手、运输装置配合刀库换刀	
带刀库转塔头换刀装置	弥补转塔头数量不足的缺点,换刀时间短	扩大工艺范围的各类转塔式数控机床

刀架是数控车床的重要功能部件,其结构形式很多,下面以典型的数控车床方刀架为例进行安装与调试说明。数控车床方刀架是在普通车床方刀架的基础上发展的一种自动换刀装置,它有四个刀位,能同时装夹四把刀具。刀架每回转 90° ,刀具变换一个刀位,转为信号和刀位号的选择由加工程序指令控制。图3-64所示为数控车床用于加工轴类零件的常用四方刀架结构,换刀机构在调整后应满足以下功能要求:

① 刀架抬起。当数控装置发出换刀指令后,电动机23正转,经联轴套16、轴17,由滑移花键带动蜗杆19、蜗轮2、轴1和轴套10转动。轴套10的外圆上有两处凸起,可在套筒9内孔中的螺旋槽内滑动,从而抬起与套筒9相连的刀架8及上端齿盘6,使上端齿盘6和下端齿盘5分开,完成刀架抬起动作。

② 刀架转位。刀架抬起后,轴套10仍在继续转动,同时带动刀架8转过 90° (如不到位,刀架还可继续转位至 180° 、 270° 或 360°),并由微动开关25发出信号给数控装置。

③ 刀架夹紧。刀架转动到位后,由微动开关发出信号使电动机23反转,销13使刀架8定位而不随轴套10回转,于是刀架8只能向下移动,上下端齿盘啮合并压紧。蜗杆19继续转



- 1、17—轴；2—蜗轮；3—刀座；4—密封圈；5、6—齿盘；7、24—压盖；8—刀架；9—套筒；
10—轴套；11—垫圈；12—螺母；13—销；14—底盘；15—轴承；16—联轴套；
18—套；19—蜗杆；20、25—开关；21—凸轮；22—弹簧；23—电动机

图 3-64 四方刀架结构

动则产生轴向位移,压缩弹簧 22,凸轮 21 的外圆曲面压缩开关 20 使电动机 23 停止旋转,从而完成一次转位。

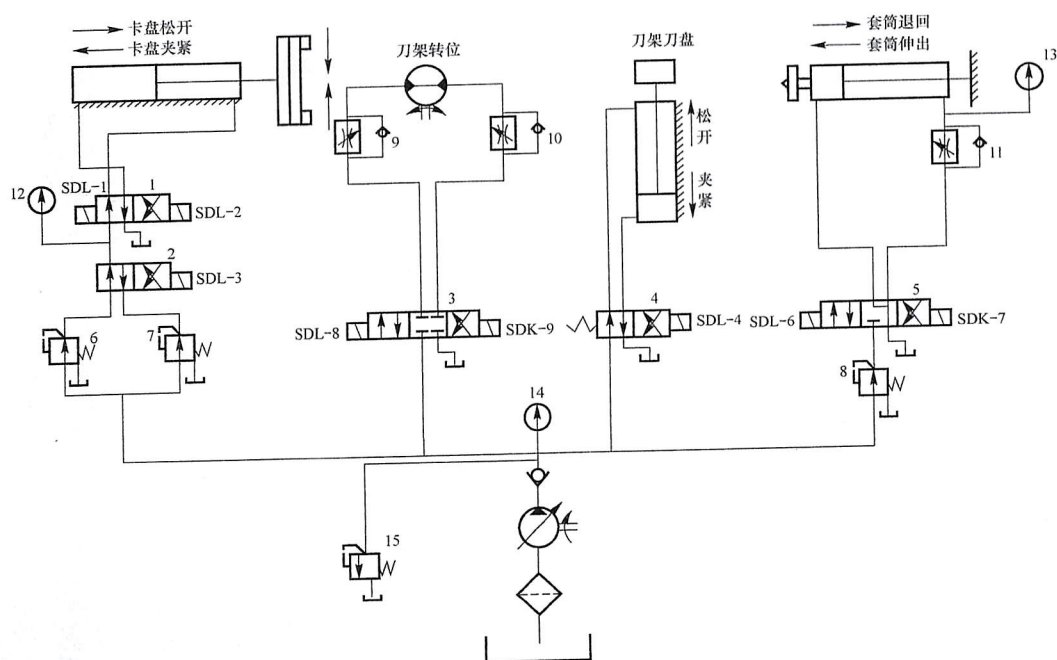
3.3.8 液压系统的识读与调整

数控机床对控制的自动化程度要求高,液压与气压传动由于能方便地实现电气控制和速度调节,从而成为数控机床中传动和控制的重要组成部分。液压传动具有结构紧凑、输出力大、工作平稳可靠、易于控制和调节等优点。

本节以 MJ-50 数控车床的液压系统为例进行液压系统原理识读和调整次序说明,该液压系统原理图如图 3-65 所示。MJ-50 数控车床卡盘的夹紧与松开、卡盘夹紧力的高低压转换、刀架刀盘的正转与反转、回转刀架的夹紧与松开、尾座套筒的伸出与退回都是由液压系统驱动。液压系统中各电磁阀电磁铁的动作由数控系统的 PLC 控制。

(1) 卡盘的动作控制

主轴卡盘的夹紧和松开,由二位四通电磁换向阀 1 控制。卡盘的高压夹紧与低压夹紧的转换由电磁换向阀 2 控制。当卡盘处于正卡(也称外卡)且在高压夹紧状态下时,夹紧力的大小由减压阀



1、2、3、4、5—电磁换向阀；6、7、8—减压阀；9、10、11—调速阀；12、13、14—压力表；15—溢流阀

图 3-65 MJ-50 数控车床液压系统原理图

6 来调整,由压力表 12 显示卡盘压力。系统压力油经减压阀 6→电磁换向阀 2(左位)→电磁换向阀 1(左位)→液压缸右腔,活塞杆左移,卡盘夹紧。这时,液压缸左腔的油液经电磁换向阀 1(左位)直接回油箱。反之,系统压力油经减压阀 6→电磁换向阀 2(左位)→电磁换向阀 1(右位)→液压缸左腔,活塞杆右移,卡盘松开。这时,液压缸右腔的油液经电磁换向阀 1(右位)直接回油箱。当卡盘处于正卡且在低压夹紧状态下,夹紧力的大小由减压阀 7 来调整。系统压力油经减压阀 7→电磁换向阀 2(右位)→电磁换向阀 1(左位)→液压缸右腔,卡盘夹紧。反之,系统压力油经减压阀 7→电磁换向阀 2(右位)→电磁换向阀 1(右位)→液压缸左腔,卡盘松开。

(2) 回转刀架的动作控制

回转刀架换刀时,首先松开刀盘,之后刀盘就近转位到指定的刀位,最后刀盘复位夹紧。刀盘的松开与夹紧,由二位四通电磁换向阀 4 控制。刀盘的旋转有正转和反转两个方向,并可停止,由三位四通电磁换向阀 3 控制。压力油经电磁换向阀 3(左位)→调速阀 9→液压马达,刀架正转。若系统压力油经电磁换向阀 3(右位)→调速阀 10→液压马达,则刀架反转。电磁换向阀 4 在左位时,刀盘夹紧。

(3) 尾座套筒的动作控制

尾座套筒的伸出与退回由三位四通电磁换向阀 5 控制,套筒伸出工作时的预紧力大小由减压阀 8 来调节,并由压力表 13 来显示。系统压力油经减压阀 8→电磁换向阀 5(左位)→液压缸左腔,套筒伸出。此时,液压缸右腔油液经调速阀 11→电磁换向阀 5(左位)流回油箱。反之,系统压力油经减压阀 8→电磁换向阀 5(右位)→调速阀 11→液压缸右腔,套筒退回。此时,液压缸左腔的油液经电磁换向阀 5(右位)回油箱。

3.3.9 电气系统的安装

电气系统的具体安装步骤参见第2章2.5节。在此仅以CK6140数控车床的电气系统为例,重点介绍安装前期的关键步骤,即对电气系统的功能和工作原理进行识读分析,为后阶段的电气系统安装提供理论准备。

1. CK6140 数控车床的电气系统组成

CK6140 数控车床的主轴旋转采用变频调速,由 5.5 kW 变频主轴电动机经带传动至 I 轴,经三联齿轮变速将运动传至主轴,获得低速、中速和高速三段范围内的无级变速。

机床进给为 Z 轴、X 轴的两轴联动,由数控系统控制。Z 轴大拖板的左右运动,由 GK6063—6AC31 交流永磁伺服电动机直联带动滚珠丝杠实现。X 轴中拖板的前后运动,由 GK6062—6AC31 交流永磁伺服电动机通过同步齿形带及带轮带动滚珠丝杠和螺母实现。为保证螺纹车削加工时主轴转 1 圈,刀架移动一个导程(即被加工螺纹导程),主轴箱的左侧安装了光电编码器配合纵向进给交流伺服电动机,主轴至光电编码器的齿轮传动比为 1:1。

除上述运动外,该数控车床还配有电动刀架的转位、冷却电动机的起停等。

2. 主回路分析

CK6140 数控车床的电气控制中的 380 V 强电回路如图 3-66 所示。QF1 为电源总开关,QF2、QF3、QF4、QF5 分别为伺服强电、主轴强电、冷却电动机、刀架电动机的断路器,它们的作用是接通电源及在短路、过流时起保护作用。其中 QF4、QF5 带辅助触点,该触点输入到 PLC,作为 QF4、QF5 的状态信号,并且这两个断路器的保护电流可调,可根据电动机的额定电流来调节断路器的设定值,起到过流保护作用。

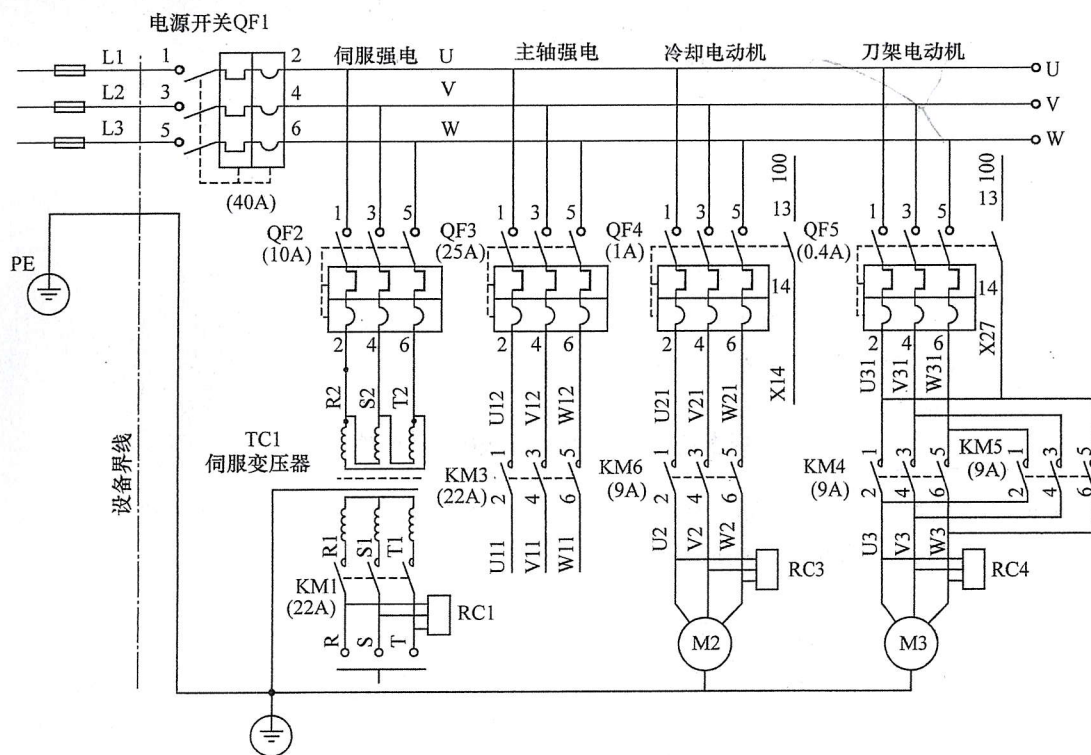


图 3-66 CK6140 数控车床强电回路

KM3、KM1、KM6 分别为主轴电动机、伺服电动机、冷却电动机的交流接触器,由它们的主触点控制相应电动机。KM4、KM5 为刀架正反转交流接触器,用于控制刀架的正反转。TC1 为三相伺服变压器,将 AC 380 V 变为 AC 200 V,供给伺服电源模块。RC1、RC3、RC4 为阻容吸收,当相应的电路断开后,吸收伺服电源模块、冷却电动机、刀架电动机中的能量,避免产生过电压而损坏器件。

3. 电源电路分析

如图 3-67 所示为 CK6140 数控车床电气控制中的电源回路图。TC2 为控制变压器,初级为 AC 380 V,次级为 AC 110 V、AC 220 V、AC 24 V。其中,AC 110 V 给交流接触器线圈和强电柜风扇提供电源;AC 24 V 给电柜门指示灯和工作灯提供电源;AC 220 V 通过低通滤波器滤波给伺服模块、电源模块、DC 24 V 电源提供电源。VC1 为 24 V 电源,将 AC 220 V 转换为 DC 24 V 电源,为数控系统、PLC 输入/输出、24 V 继电器线圈、伺服模块、电源模块、吊挂风扇提供电源。

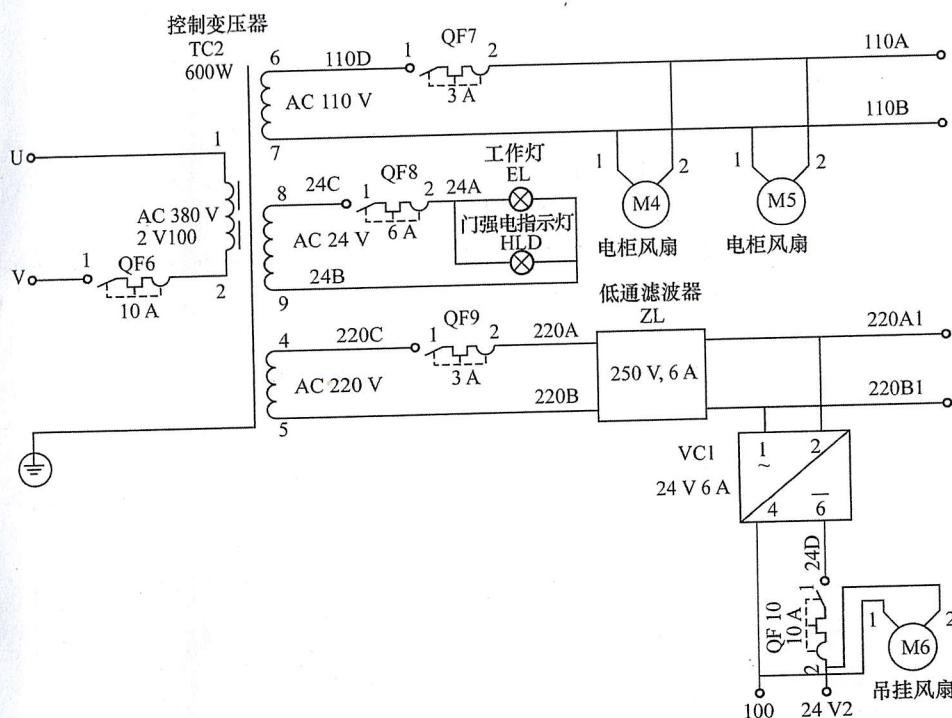


图 3-67 CK6140 数控车床电源回路

4. 控制电路分析

CK6140 数控车床控制电路主要对主轴电动机、刀架电动机和冷却泵电动机 3 部分进行控制。图 3-68 所示为交流控制回路,图 3-69 所示为直流控制回路。

(1) 主轴电动机的控制

在图 3-66 中,先将 QF2、QF3 断路器合上。在图 3-69 中,当机床未压限位开关、伺服未报警、急停未压下、主轴未报警时,KA2、KA3 继电器线圈通电,继电器触点吸合。此时,PLC 输出点 Y00 发出伺服允许信号,KA1 继电器线圈通电,继电器触点吸合。在图 3-68 中,KM1 交流接触器线圈通电,交流接触器触点吸合,KM3 主轴交流接触器线圈通电。在图 3-66 中

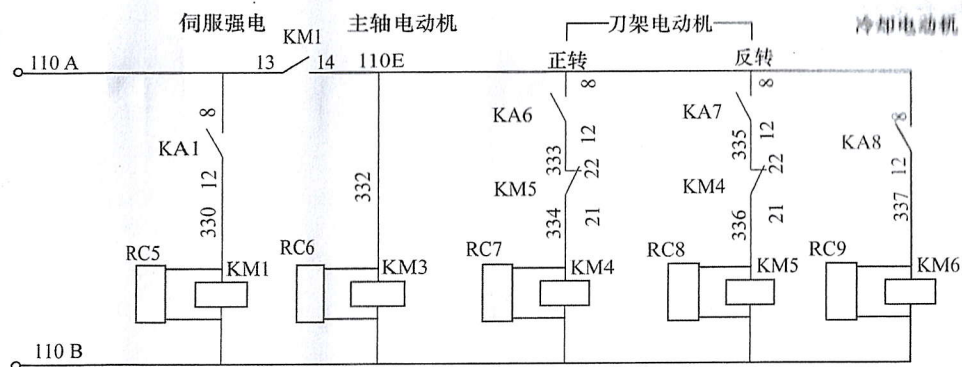


图 3-68 CK6140 数控车床交流控制回路

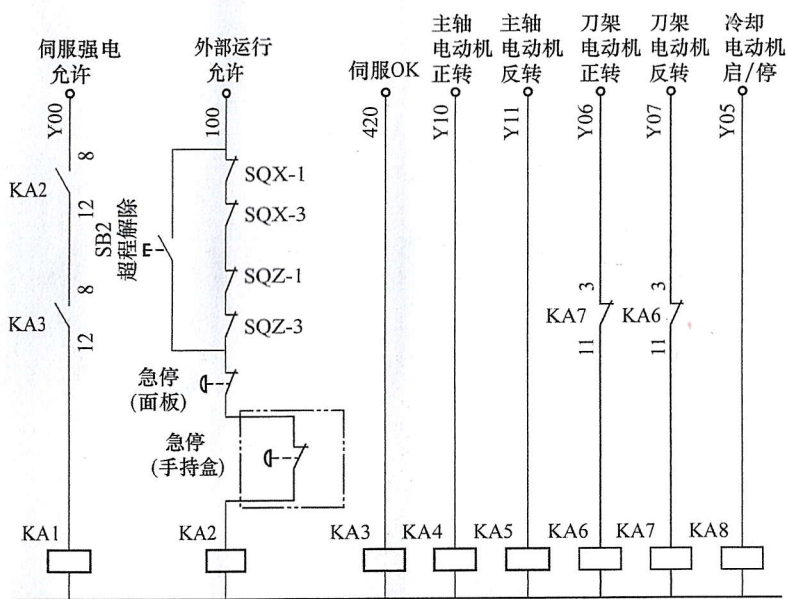


图 3-69 CK6140 数控车床直流控制回路

交流接触器主触点吸合,主轴变频器加上 AC 380 V 电压。若有主轴正转或主轴反转及主轴转速指令时(手动或自动),在图 3-69 中,PLC 输出主轴正转 Y10 或主轴反转 Y11 有效、主轴转速指令对应于主轴转速的直流电压值(0~10 V)至主轴变频器上,主轴按转速指令值正转或反转。当主轴速度达到指令值时,主轴变频器输出主轴速度到达信号给 PLC,主轴转动指令完成。主轴的启动时间、制动时间由主轴变频器内部参数设定。

(2) 刀架电动机的控制

当有手动换刀或自动换刀指令时,经过系统处理转变为刀位信号。这时,在图 3-69 中,PLC 输出 Y06 有效,KA6 继电器线圈通电,继电器触点闭合。在图 3-68 中,KM4 交流接触器线圈通电,交流接触器主触点吸合,刀架电动机正转。当 PLC 输入点检测到指令刀具所对应的刀位信号时,PLC 输出 Y06 有效撤销,刀架电动机正转停止。接着 PLC 输出 Y07 有效,KA7 继电器线圈通电,继电器触点闭合。在图 3-68 中,KM5 交流接触器线圈通电,交流接触器主触点吸合,刀架电动机反转,延时一定时间后(该时间由参数设定),并根据现场情况作调整,PLC 输出 Y07 有

效, KM5 交流接触器主触点断开, 刀架电动机反转停止、换刀过程完成。为了防止电源短路和电气互锁, 在刀架电动机正转继电器线圈、接触器线圈回路中串入了反转继电器、接触器常闭触点, 反转继电器、接触器线圈回路中串入了正转继电器、接触器常闭触点。应注意, 刀架转位选刀只能一个方向转动, 即刀架电动机正转; 若刀架电动机反转时, 刀架则锁紧定位。

(3) 冷却泵电动机控制

当有手动或自动冷却指令时, 图 3-68 中的 PLC 输出 Y05 有效, KA8 继电器线圈通电, 继电器触点闭合。在图 3-68 中 KM6 交流接触器线圈通电, 交流接触器主触点吸合, 冷却电动机旋转, 带动冷却泵工作。



单元测试

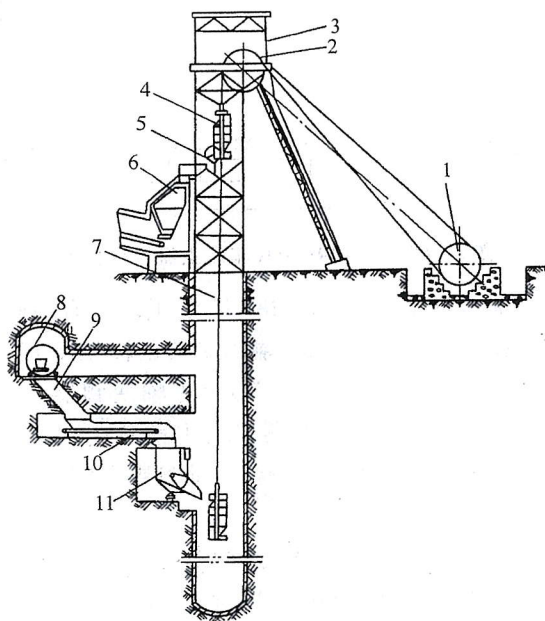
3.4 矿井提升设备的装配实例

在矿山生产中, 提升设备的地位十分重要。它能否安全可靠运转, 不仅影响生产的正常进行, 而且可能造成重大事故。因此, 必须按要求进行提升设备的装配与调试工作, 并做好后期的维护、保养和检修工作, 以保证设备的安全运转和延长使用寿命。

3.4.1 矿井提升设备的结构及工作原理

矿井提升设备分为缠绕式提升设备和摩擦式提升设备两种类型。

我国目前广泛使用的矿井提升机可分为两种类型: 单绳缠绕式提升机和多绳摩擦式提升机。单绳缠绕式提升机又分为滚筒直径 2 m 以下的小绞车和提升机(见图 3-70)两种; 多绳摩擦式提升机结构, 如图 3-71 所示。本节重点对单绳缠绕式提升机的安装进行说明。



1—提升机; 2—天轮; 3—井架; 4—箕斗; 5—卸载曲轨; 6—煤仓;
7—钢丝绳; 8—翻笼; 9—煤仓; 10—给煤机; 11—装载设备

图 3-70 单绳缠绕式提升机箕斗提升系统