

金屬切削机床

〔概論及运动学〕

第二册

华东纺织工学院

一九六一年四月

第五章 直线往复运动机床

1. 了解各种直线往复运动机床的用途和使用范围。
2. 了解 B665 型牛头刨床的工作运动及其结构。
3. 了解 B210 型双柱龙门刨床工作台运动的电气控制线路。
4. 了解 7510 型卧式拉床的传动系统。

§1 概 述

这类机床的主体运动（即切削运动）为直线往复运动，故在切削时可以加工各种平面、棱面、弧面和成型表面，属于这类机床的有刨削类机床（如牛头刨床、龙门刨床和插床）和拉削类机床（如拉床）。

§2 刨削类机床概述

2. 刨床的使用特点：

刨床和铣床一样主要用来加工平面，由于刨床在切削过程中，机床往复直线运动产生很大的惯性力，冲击和振动，而不能使用硬质合金刀具，而限制刨床切削速度的提高，同时刨床在返回行程中不进行切削，使辅助时间增多，因而生产率较低。目前在刨床上能进行的工作，均常被生产率较高的铣床、拉床等代替，特别是在大量和大批生产中尤为显著。但是尽管如此刨床仍在某些部门和车间中占有不可代替的地位，因为它有以下一些使用特点：

(1) 刨床和刀具结构简单，操作容易，刃磨方便，设备费用不大。

(2) 在加工细长表面时，生产率很高。

(3) 在精刨时，由于切削力较小，加工表面光洁度高，可

以代替刮研，能节约大量劳动力，提高生产率5~10倍。

因此磨床很适用于单件和小批生产加工，在一般机械加工、修理和工具车间中应用仍多。

磨床的分类：

1. 牛头磨床：(图5-1) 用来加工较小工件，工件固装在工作台上，刀具在滑枕上作直线往复切削运动，工作台作周期性进给运动。牛头磨床一般型式可分为：

(1) 摇臂式：(图5-1a) 此为目前工厂常用的一种型式，刀具装在滑枕的刀架上，由电动机经过变速箱，齿轮传动机构、偏心摇臂，使滑枕沿床身导轨运动，工作台的周期进给运动係由偏心盘—连杆机杆，经棘轮传动给丝杆螺母而得到的，刀架可用手操纵螺杆作垂直和倾斜的进给，工作台垂直移动也用手调整升降的。一般用于中、小件工件加工。

(2) 齿轮齿条式(图5-1b) 滑枕的运动是用齿轮传动装在滑枕下面齿条得到的。

(3) 曲柄连杆式(图5-1c) 滑枕的运动是用齿轮传动，经过曲柄连杆而达到的，加工长而不宽的工件。

(4) 液压式(图5-1d) 滑枕的运动是用液压传动来达到的，其运动速度可以无级调整，工作平稳，反向时冲击、振动小，同时反向速度高，使加工质量和生产率均有提高，用于中等尺寸工件的加工。

(5) 双刀架式(图5-1e) 用来加工长的工件，在床身两端均有齿轮—齿条传动的滑枕，彼此可以独立开动，工件固装在工作台上，由滑枕作周期性的进给运动。

2. 龙门磨床：(图5-2) 用来加工大型工件，工件固装在工作台上，作直线往复切削运动，而刀具装在立柱和横梁上作进给运动，龙门磨床的一般型式如下：

(1) 双柱龙门磨床：(图5-2a) 用来加工大型工件，工件9安装在沿床身导轨作往复运动的工作台上。由安装在工作台T形槽中的撞块10来操纵控制机构11使工作台变向。安装刨刀的刀具溜板6及7周期性地移动(进给)：7在立柱2的导轨上作垂直移动，而6在横梁5的导轨上作水平移动，在立柱2的导轨上可以调节横梁5的位置使它适合于加工工件的高度。此类机床刚性较好，较常应用。

(2) 单柱龙门磨床：(图5-2b) 用来加工较宽的工件，其不像双柱龙门磨床那样加工工件的宽度受门柱宽度限制。刨

刀安装在横梁 3 的两个刀具溜板 4、5 以及立柱侧面刀具溜板 6 上。工件安装在工作台上。1 是驱动工作台的电气装置。

(3) 边缘刨床：(参 5-38) 用来加工板料的侧面，工件安放在工作台 1 上，用若干电力或液压的夹头 2 压住工件，两把刨刀都固装在刀具溜板 3 上，其中一把是当刀具溜板正向运动时工作而另一把是当刀具溜板沿反方向运动时工作，此类机床在船舶、锅炉制造厂常有应用。

3. 插床：插床和牛头刨床不同之处是其滑枕，在垂直方向作往复切削运动，可分为两类：

(1) 普通插床：(参 5-3) 用来加工工件内、外轮廓表面（如键槽、圆弧面或成型表面等），工件固装在工作台 2 上，工作台可以根据加工表面形状和位置作纵向、横向和旋转运动，插刀固装在冲头 5 的刀架上，冲头 5 沿床身 2 的导轨作往复切削运动。这类机床刀具刚性差，所用切削用量比牛头刨床还低，只用于单件小批生产中。

(2) 冲模插床：(参 5-4) 用来加工具有复杂成型表面的阳冲模外型面，这种另件不仅形状复杂，而且为了加强根部需要在另件根部冲出圆弧来。工件 1 固装在工作台上，随工作台纵、横及团团进给，同时刨刀 2 作垂直往复切削运动，并在行程末了作绕轴心旋转运动，使刨刀在工件根部冲出国弧的表面来。

§ 3 B66 型牛头刨床 (736 型)

一、机床的用途：用于加工尺寸不大的工件，能削各种平面（水平的、垂直的和倾斜的）、各种直槽（T 形槽、键槽和燕尾槽等）以及各种形状的直面。

二、机床的技术特性：

滑枕最大行程 650 公厘

最小行程 95 公厘

工作台最大位移 600 公厘（水平）300 公厘（垂直）

刀具溜板最大垂直行程 175 公厘

机床尺寸（长 × 宽 × 高）2170 × 1450 × 1750 公厘

机床重量 1850 公斤

四、机床的运动：(参 5-5)。

1. 主体运动：机床由电动机 ($N = 3.5$ 仟瓦, $n = 950$ 转/分)

驱动，经过由两个滑动齿轮组（一个滑动齿轮组有三个齿轮，另一个滑动组有两个齿轮）构成的变速箱，能以六种不同速度传给 $z=100$ 的摇杆齿轮，此摇杆齿轮的偏心销 1 装在摇杆 2 的滑槽内。

摇杆 2 随滑块 3 的轴心摆动，其下部的叉子在滑块上滑动。固定在刨床滑枕 6 的丝杆 5，以滑块 4 作为螺帽，摇杆上端以滑块 4 与滑枕相连接。

$z=100$ 的摇杆齿轮转一转时，滑枕 6 作一次往复行程，滑枕每分钟的往复行程数有六种，其数在 $10.5 \sim 56.5$ 的范围内。

改变偏心销中心的迴转半径，即可调整滑枕的行程长度，调整时利用锥形齿轮 7 及丝杆 8。丝杆 8 以螺帽与销子 1 相连接（参看各 5-5）。

滑枕行程长度 $L = l + a$ ，

式中 l —— 工件长度，以公厘计；

a —— 工件两边，刨刀超越行程的大小，以公厘计，通常为 $5 \sim 20$ 公厘。

滑块 4 用手柄 9 拧在滑枕 6 上，变更滑块 4 对滑枕 6 的位置，可调节刨刀与工件相对位置，即可调节刨刀行程的起点和终点。

首先松开手柄 9，然后旋转 $z=18$ ， $z=40$ 的锥形齿轮及 $t=6$ 公厘的丝杆，就可以在导轨上移动滑枕，因为调整时滑块 4 并不动，因此能保证得到工件与刨刀间的相对行程位置及工件每边的必要超出距离。

每分钟最少的往复行程次数的运动链方程式为：

$$n = 950 \times \frac{5}{29} \times \frac{20}{40} \times \frac{23}{45} \times \frac{25}{100} = 10.5 \text{ 往复行程/分}$$

2. 摇杆运动：当偏心销以等速旋转时，摇杆使滑枕作变速往复运动。

各 5-6a 中， OA 与 OB 为摇杆的二极端位置，在工作行程中，当摇杆从 OB 移到 OA 时，偏心销将沿箭头转动 α 角，在返回行程中摇杆从 OA 移到 OB 时，偏心销将转动 β 角。

因为偏心销以等速转动，所以，滑枕在工作行程所需时间比返回行程所需时间较多且速度较小，而返回行程所需时间较少，所以速度较大。

在两个行程中，滑枕在不同位置时，速度也是不等的。用速度图（各 5-6b）可表示出滑枕速度与位置的关系。

由速度表(表5-68)很清楚的表明了, 消快在不同位置时速度的变化, 当摇杆在垂直位置时速度最大。

常根据工作行程的平均速度 V_p 及返回行程平均速度 V_x 计算机床的生产率并进行机床的调整。这对实际应用是足够准确的。因为平均速度与最大速度差别并不大。

由上可知 $\frac{V_x}{V_p} = \frac{\alpha}{\beta}$, 以 K 代表比例 $\frac{V_x}{V_p}$ 和以 γ 代表一半摇杆摆角。由表5-6a, 可知: $\alpha = \pi + 2\gamma$; $\beta = \pi - 2\gamma$ 。

由此得
$$K = \frac{V_x}{V_p} = \frac{\pi + 2\gamma}{\pi - 2\gamma}$$

行程长度 L 愈短, 角度 γ 也愈小, 因而 K 就愈近于 1。

当行程长度 L 最大时, 比值 K 的故值也最大但通常不超过 $2 \sim 2.5$ 。

在三角形 OAC 中

$$OA = R; \quad OC = H \text{ 和 } AC = \frac{L}{2}$$

式中 R —— 摇杆长度;

H —— 从摇杆上端的运动线, 到摇杆摆动轴心 O 的距离。

根据摇杆悬挂的方法, 或者 $H = \text{常数}$ 或者 $R = \text{常数}$ 。

现在 $H = \text{常数}$ 及

$$\tan \gamma = \frac{AC}{CO} = \frac{L}{2H}$$

由于 γ 角并不大, 在实际应用上允许误差的情况下, 可取

$$\gamma \approx \tan \gamma = \frac{L}{2H}$$

由此
$$K = \frac{V_x}{V_p} \approx \frac{\pi + \frac{L}{H}}{\pi - \frac{L}{H}}$$

消快一次往返行程时间的计算公式为

$$t_1 = \frac{L}{1000 V_p} + \frac{L}{1000 V_x} \quad \text{分钟}$$

式中 L 以公厘计; V_x 和 V_p 以公尺/分计。

以 V_p 代替 V_x , 得:

$$t_1 = \frac{L}{1000 V_p} + \frac{L}{1000 K V_p} = \frac{L}{1000 V_p} \left(1 + \frac{1}{K}\right)$$

$$= \frac{L}{1000 V_p} \cdot \frac{K+1}{K} \quad \text{分钟}$$

每分钟往复行程次数:

$$n = \frac{1}{t_1} = \frac{1000 V_p}{\left(1 + \frac{1}{K}\right) L} = \frac{1000 V_p}{L} \cdot \frac{K}{K+1} \quad \text{往复行程/分}$$

在某些重型牛头刨床的机构中, 带动滑枕的偏心连杆机构其前进与返回行程的平均速度是一样的即 $K=1$ 。

此时 $n = \frac{1000 V_p}{2L} \quad \text{往复行程/分}$

我们发现: 上述公式很类似机床主轴为旋转主体运动的公式。

$$n = \frac{1000 V}{\pi d} \quad \text{转/分}$$

3. 进给运动: 牛头刨床上的进给运动是间歇的。它是当刨刀切入工件以前, 并在滑枕返回行程时进行的。固定在套筒上的齿轮 $Z=36$ 与 $Z=100$ (图 5-5) 同时旋转, 并带动带 $Z=5$ 齿轮 $Z=36$ 旋转; 在第二个齿轮上的偏心销 10 通过连杆 11, 使有拨爪 13 的杠杆 12 摆动。拨爪 13 与水平传动丝杆 ($t=12$ 公厘) 上的 $Z=36$ 的棘轮连接。

进给运动链方程式为:

$$1 \times \frac{36}{36} \times \frac{K_1}{36} \times 12 = S \text{ 公厘/往复行程}$$

式中 K_1 —— 拨爪使棘轮转动的齿数。

因此 $S = \frac{K_1}{3} \text{ 公厘/往复行程}$

4. 进给量的调节: 依靠调整遮板 1 (图 5-7)。在拨爪 2 摆动角度 φ 范围内, 遮板 1 可以遮住一部分齿。因此拨爪在前进行程中, 将只与摆动 φ 范围未遮住的齿连接, 并因而推动棘轮。

齿数可变范围为 $1 \sim 10$, 因此进给量的范围自 $0.33 \sim 3.33$ 公厘/往复行程。

5. 反向进给: 为了得到反向进给, 须将拨爪 (图 5-7) 转 180° , 并将销子 10 (图 5-5) 挪到 $Z=36$ 齿轮的第二个孔 14 内。

这样当反向往进给时，进给不是在滑枕的前进行程，而将在返回行程进行。

各5—8所示机构能保证拨爪摆动角 φ 的调整，不受机床工作台的横梁上下移动的影响。

$Z=36$ 的下齿轮轴心固定在摇臂1上，带着摇臂1运动的拉杆2，系与横梁3紧密连接。

IV. 滑枕和刀具溜板：各5—9表示牛头刨床的滑枕和刀架。刀架4滑块的导轨1，可绕水平轴转动，并可用螺钉固定。螺钉头部进入滑枕顶端3的“T”形槽²内，将刀具溜板导轨放在倾斜位置时即可进行倾斜表面的加工，分度刻度盘供读出转动角度之用，利用水平手把6旋转丝杆5，可使刀具溜板在导轨上移动。

在刀架滑块前平面上的平板7，可绕轴心8转动，并可用螺钉9加以固定，在平板7上的摆动刀座10，紧紧地挂在轴心11上，摆动刀座上的刨刀系装在刀架12内，并用螺钉固定之。

在滑枕返回行程时，摆动刀座10将被掀起，因此，刨刀在被加工表面上自由滑过。

当刨斜面时，须利用迴转平板7（各5—10），由于平板7的转动，摆动刀座10将围绕轴心I—I转动，使刨刀末端离开加工表面，如果没有平板7，那么刨刀在被掀起时就会碰着加工过的表面。

各5—11为摇杆齿轮的一个剖面， $Z=190$ 的齿轮销在套筒1上，此套筒内穿有轴2，轴2上带锥形齿轮3，此锥形轮与丝杆5上的锥形齿轮4连接，当调节滑枕行程长度时，丝杆5使偏心销6移动。

在 $Z=36$ 的下齿轮上装有进给机构偏心销8的转动圆盘7。圆盘7用弹簧销9与齿轮 $Z=36$ 连接，在反向往进给时应将弹簧销放在第二孔10内。

§4 B210型双柱龙门刨床 (7231A型)

I. 机床的用途：适用于加工大型工件各种平面和型面，由我国济南第二机床厂制造。

II. 机床的技术特性：

加工最大尺寸（长×宽×高）3000×1000×850公厘

工作台速度（无级变速）5~75公尺/分

回程速度 75公尺/分

主传动採用发电机—电动机系统（即 F—M 系统）

机床尺寸（长×宽×高）7200×3650×2680 公厘

机床重量 20500 公斤

Ⅲ 机床工作方法：（参 5-12）工件装在工作台 2 上，由传动装置 8 使其在床身 1 的导轨上作纵向往复运动，横杆 7 将两个立柱连接起来，横梁 5 可以沿两个立柱 6 的导轨作垂直快移，以调整镗刀适合于工件的高度位置。二个垂直刀架 4 可以在横梁上作水平快移和进给，其刀具滑板可作垂直的快移和进给。二个侧刀架 3 分别装在机床两侧立柱旁，只能作垂直的快速和进给，而不能作水平的移动。工作台的传动机构採用齿輪—齿条式。

工作台按下自动循环进行往复运动：

(1) 工作台向前，使工件以低速向镗刀接近。

(2) 镗刀切入工件后，工作台速度逐渐增加到规定的切削速度。

(3) 在工件离开镗刀前，工作台速度减低。

(4) 工作台后退，按规定速度作快速返回。

这个工作循环對於切削速度的使用是最合理的，因为这样可以防止撞击镗刀，而很有效的利用刀具，得到更大的生产效果，并能保护工件边缘不发生崩毁现象。

工作台在前进开始之前，刀架进行进给。在工作台后退开始之前，进给机构返回原来位置。工作台后退时抬刀电磁铁线圈通电，镗刀自加工面抬起，以免划坏已加工的平面。

Ⅳ 机床的运动：（参 5-13）

1. 主体运动：经过列奥纳得组（F—M 系统）调速的直流电动机通过齿輪 $Z = 20$ ， $Z = 99$ 带动螺旋齿輪 $Z = 10$ ， $Z = 10$ 的齿輪推动工作台下面的齿条使工作台移动（参 5-13）。

工作行程速度在 5~75 公尺/分 范围内，电动机的相应转速为 68~1030 转/分，返回行程速度在 15~75 公尺/分 范围内，电动机的转速为 250~1030 转/分。

2. 刀架的进给运动：垂直刀架的垂直与水平进给及快速移动是由单独电动机（1.7 瓩，1450 转/分）经过垂直刀架进给箱而传动的。运动由电动机经过蜗杆輪（双线，34 T）传到中间軸 I，齿輪 90 T 两侧有离合器的齿爪，可在中间軸 I 上滑动，把 90 T 齿輪向左移动，则齿輪左侧齿爪与蜗輪齿爪 K 接合，

而由蜗轮直接带动，使刀架快速移动。把 90° 齿轮向右移动（见截面 $a-a$ 处），运动先传动中间^轴左边的后擦轮 2 和后擦环 3，再通过齿爪 K_2 传到 90° 齿轮，随着工作台移动的变化，进给电动机也随着换向，于是 90° 齿轮得到断续回转，刀架获得间隙进给。

中间轴 I 固定在进给箱两端的轴承内圈上，后擦轮 2 用键固定在中轴 I 上，外套有后擦环 3，环的松紧由环上的螺钉 4 与弹簧 5 调整，环的开口间还夹有挡板 6，中间轴右支承外面，有可转动的套筒，固定着限制后擦环行程的挡铁 9，在进给箱壁上装有限制后擦环行程的固定挡铁 10，如在刀架进给终了时，后擦环上挡板 6 与挡铁 9 相撞，如在进给机构返回终了时，后擦环上挡板 6 与固定挡铁相撞，由于挡板与挡铁相撞，后擦环 3 张开，电动机虽旋转而进给停止，工作台在返回行程终了时，进给电动机启动，使带动后擦环回转，刀架进给直到撞板碰挡铁 9 为止，此时进给停止而电动机仍转到一定时间才停止。工作台在工作行程终了时，电动机反转，进给机构退回原来位置，由于单向齿爪 K_2 的作用，齿轮 90° 不动，进给量大小由挡铁 9 与 10 之间的角度来决定。

旋转运动由齿轮 90° 按下列路线传递。

(1) 通过传动链 $90^\circ/42^\circ$ 传到轴 II，变向离合器 M_1 ，向左连接。

(2) 通过传动链 $90^\circ/42^\circ$ 传到轴 IV，变向离合器 M_2 向左连接。

(3) 通过传动链 $90^\circ/25^\circ, 35^\circ/42^\circ$ 传到轴 II，变向离合器 M_1 ，向右连接。

(4) 通过传动链 $90^\circ/35^\circ, 35^\circ/42^\circ$ 传到轴 IV，变向离合器 M_2 向右连接。

当变向离合器 M_1, M_2 在中间位置时，轴 II, IV 都不被传动。进给箱轴 II, IV 与横梁中的光杆用轴套连接，运动从光杆经过滑动齿轮 30° 带动左右垂直刀架内的带齿爪离合器的齿轮 46° 旋转，向左或向右推动齿轮 46° 时，刀架便得到垂直与水平的进给，工作台每往复行程垂直刀架垂直进给在 $0.125 \sim 6.2$ 公厘范围内，水平进给在 $0.5 \sim 25$ 公厘范围内。

侧刀架的垂直进给系通过与上述相似的侧刀架进给箱传动，工作台每次往复行程垂直进给量在 $0.25 \sim 12.5$ 公厘范围内，侧刀架刀具溜板的水平位移，是用手转动进给箱上的手柄，通过

传动比 $i = 1$ 的锥齿轮和螺距 $p = 5$ 公厘的丝杆而产生的。

1. 机床工作台电气工作原理：（参 5-14）

工作台的运动是采用列奥纳得组（带有 $r-n$ 系统）。这个电机组共有六个电机：交流电动机 A ，直流发电机 F ，直流电动机 M ，直流激磁发电机 N ，控制主电动机 M 转速稳定的直流发电机 P 和转动控制电机 P 用的交流电动机 B 。

机床工作台运动的操纵可用悬挂按钮板和操纵台两处进行。悬挂按钮板可以操纵：

(1) 用“工作台前进”、“停止”、“工作台后退”按钮操纵工作台自动行程；

(2) 用“工作台步进”、“工作台步退”按钮操纵工作台的调整移动。

而操纵台用“电动机组停止”按钮，切断所有电路，也可用激磁调整器操纵工作台前进和后退的速度，这两个速度各自独立调整，互不相关的。

在机床床身的侧面装有工作台速度变换开关 $17K, 27K$ ；工作台行程换位开关 $17X, 27X$ ，工作台限位安全开关 $18K, 28K$ ，由工作台上的挡铁 A, B 碰撞，产生自动变速、换位和越位安全自行等动作。

在工作台动作之前接通三相电路使电源对列奥纳得组的交流电动机 A 和转控电机 P 转动用的交流电动机 B 供电，使其转动到额定（常）转速，就造成了全部线路工作的条件。由于电动机 A 的工作，带着激磁机 N 和发电机 F 旋转。激磁机旋转在其二端线路（ U_1-n, U_2-n ）产生额定电压，使机床自动控制线路（1~2 内各线）受到电压，也使主电动机 M 的激磁线圈（ U_1-U_2, U_3-U_4 ）有电流通过，这时可用指示灯“ α ”亮，来指出工作台可以进行动作。

工作台的动作：也即是主电动机 M 的旋转可用各种按钮和行程开关来控制。现将各种动作分述如下：

(1) 工作台作短距离的调整工作移动：

按“工作台步进”按钮时，接触器线圈 $1B$ 有电（1-115-123-104-2），使其正常断开的触头闭合了接触器线圈 $2B$ 的电路（1-114-2），接触器 $2B$ 的正常断开触头闭合后使接触器线圈 7 有电（1-101-103-102-2），因此将列奥纳得发电机的激磁线圈（ U_1, U_2, U_3, U_4 - 5）的电路接通（1-111 < $U_1-P, U_2-P, U_3-P, U_4-P, 2CB$ > 123, $U_2-P, U_3-P, U_4-P, 2CB$ ）。

168-150-PBK-170-2) 激磁线路电流的大小由 150~170 之间的激磁调整器 PBK 的可变电阻限制的, 发电机 F 的电压建立起来, 则供给给电动机 M 的电枢绕组 (M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4) 使电动机 M 开始向工作台前进方向旋转。如果放开按钮, 接触器 1B 线圈无电, 常开触头释放, 即将发电机 F 的激磁线圈断开, 使加在电动机 M 上的电压消失, 於是电动机即停止了转动。

按“工作台后退”按钮, 也是同样的过程, 这时电动机的极性是相反的, 因此电动机以同样速度反转。

(2) 工作作往复运动:

按“工作台前进”按钮时, 按钮正常闭合的触头断开了接触器线圈 B 的并联电路 (1-115-125-127-110-2), 则电流使接触器线圈 B 有电 (1-115-113-110-2), 接触器 B 的正常断开的触头闭合了接触器线圈 F 的电路 (1-101-105-102-2)。接触器 F 接通后, 使接触器 1B 的线圈有电 (1-115-117-119-123-104-2), 接触器 1B 的接通使列奥纳得发电机的激磁线圈的电路接通 (1-111-168-150-PBK-130-132-2)。此线路事先由接触器 F 的接触头 (1-111) 及 B (132-2) 准备好的。发电机激磁绕组电流的大小, 由调整 PBK 的可变电阻大小来确定, 此使发电机 F 发出直流电供给电动机 M, 使电动机 M 进行旋转, 带动工作台向前移动。

接触器 1B 的正常断开触头 (121A-119) 与“工作台前进”按钮并联, 所以放开“工作台前进”按钮后, 电动机并不停止转动, 它的停止是用“停止”按钮 (113-115) 来操作的。

按“工作台后退”按钮时, 也是同样的过程, 电动机反向转动, 使工作台后退。

当工作台前进終了时, 即刀具将离开工件时, 由於工作台挡块 A 碰着床身上的减速开关 117C, 使其动作, 将正常断开的触头闭合 (159-137) 使接触器 3 的线圈 3 有电 (1-159-137-139-162-2), 接触器 3 触头接通 (120-2) 使发电机激磁绕组电阻由小 (150-130) 变大 (150-120), 使电流降低, 降低的大小由调整器 PBK 决定, 这样使发电机的供给电动机的电压降低, 电动机转速变慢使工作台减速移动, 刀具离开工件, 以避免使工件崩边。工作台继续移动, 挡块 A 碰着床身上的快进开关

117X-1-2, 由於 117X-1 触头断开 (119-123) 使 115 断电, 工作台停止移动, 同时, 由於 117X-2 触头的接触 (1-145), 使中间接触器 117H 线圈有电, 则将接触器 14 也接通 (1-115-117-

121a-129-147-106-2)使发电机的端电压反过来,则工作台变向,反向进行移动,当工作台后退移动,挡铁A离开17X1-2后,PH线圈断电;但因有与PH触头并联的触头1H的作用,不会使接触器线圈1H断电,工作台继续后移。由于1H有电,使2H接通(1-16-2),将接触器电路切断(137-139),则发电机激磁线圈电路在调整器PBK处电阻改变,由大(150-120)变小(150-140),使工作台反向加速到规定的后退速度(由PBK电阻大小决定)进行移动。

当工作台后退到末尾时,由于工作台挡铁B碰到床身上减速开关270,使完闭合了接触器3的线圈电路(159-135),接通接触器3,使发电机激磁绕组调整器中电阻变大(150-120-2),则工作台减速后退。当工作台继续后退移动,挡铁B碰变向开关27X1-2,使27X1-1断开(129-147),使27X1-2闭合(1-143),这样使接触器1H断开,使中间接触器P1B接通,因此使接触器1B,2B均接通,主电动机即反向开始移动。由于事先闭合了P1B触头(135-139)接触器3仍有电作用,故工作台向前移动是慢速的。等到工作台前移,挡铁再碰着27X1+2时,则使27X1-1闭合,27X1-2断开,使中间继电器P1B断开(135-139),切断了接触器3线圈的电路,主电动机即开始加速旋转,使工作台达到规定的工作速度移动(速度大小由调整器PBK的电阻大小而定),此时约切入工件内达70公厘。

开关1BK和2BK的作用是当工作台如果衝出距离过大,或自动换向开关发生故障时,使接触器1断电,停止主传动电源。在接触器1断电时,使正常闭合触头闭合(14,1-160,14,1-161,P),此时激磁线圈与要停止的主电动机电压相连接,这种接法称为能耗制动,使激磁线圈内电流消失的速度增加,自行消失,将发电机的电动势很快的减少,并使主电动机制动电流增大,所以电动机很快的停止。

在梯形电路对角线中(14,1-14,2P)中,插有转控机P及若干电阻和触头,现分别说明其作用如下:

转控机P的作用是保证主电动机在承受各种负载时转速不变,转控机是一个直流发电机,共有三个激磁线圈都和列奥纳特系统中不同的电路相连接,如并激线圈(14,1P-14,2P,14,3P-14,1P),差激线圈(14,1P-14,2P)和串激线圈(14,1P-14,2P)在主电动机转速最大而没有载荷时,这些线圈常能使转控机对列奥纳特系统的激磁线路不起作用。当载荷变动时,上述线圈的安培

逆磁的三相关系也随之变化，转控机向发电机激磁线圈输送激磁电流，电流大小能将发电机的电动势提高到恰能补偿列奥纳得系统电枢电路的电阻。电压所降的大小，使发电机的电动势恢复到原来数值，则电动机转速保持不变。

在桥形电路对角线中接入电阻 $6c\Omega$ ，如果接触器 r 的正常断开触头断开（即付止电动机旋转时），则应用 $6c\Omega$ 以避免转控机的剩磁引起工作台的蠕动。为了使电流峰不致过大，在制动时，将 $7c\Omega$ 电阻与对角线并联，它使激磁电流的下降缓和些，制动一直进行到电动机和工作台完全付止为止，因此工作台在正常速度减速及换向这段时间内，制动的强弱可用 $7c\Omega$ 电阻来调整。同时在换向时应用正常闭合触头 $p\eta B$ 和 $p\eta H$ 以加大发电机的激磁电流下降速度，来减少工作台在付止以前衝出的距离。在工作台换向后进行前进或后退时，用时间继电器 pB 的正常断开触头，给桥式电路对角线造成分路，当接触器 r 断开后，时间继电器 pB 触头须经过 0.7 秒左右才断开，以缓和工作台电动机的加速情况。

自动抬刀是由 4 个电磁铁以机械与刀架上铰刀连接起来操作的。当工作台后退时，接触器 $2H$ 作用（ $1-161-108-2$ ），使电磁铁通电进行工作，将刀架上的铰刀自工件表面抬起，在前进时 $2H$ 无电，铰刀则及时放下。

§ 5 拉床概述

工拉床的使用范围：拉床是用拉削的方法对工件进行加工的机床。在机床上拉刀和工作件作相对的直线运动，拉刀的每一个齿都从工件上切下一层很薄的切屑（约 $0.01 \sim 0.20$ 公厘）。在拉床上由于切削屑薄，切削运动平稳因此能达到很高的加工精度，拉削可以很容易地达到 2 级精度，表面光洁度在 $\nabla \nabla_5$ 至 $\nabla \nabla \nabla_9$ 的范围内。

用内拉削方法，可以拉出圆形、方形、六角形以及其他形状的通孔，键槽，花键孔等（各 $5-15$ ）加工孔的直径一般为 $10 \sim 75$ 公厘，孔长不超过直径的 $2.5 \sim 3$ 倍。在有些情况下直径为 $250 \sim 300$ 公厘的大孔也可进行拉削。

利用外拉^削法可以对各种形状的槽，平面、曲面进行加工。可以加工的面积一般为 $100 \sim 200$ 公分²。

拉削的切削速度一般是1~12公厘/分，有时至18公厘/分，由于拉刀只需以其全长一次通过工件即可加工完毕，因此它的生产率非常高，通常加工一个工件只需几秒钟。利用双刀式拉床可提高生产率50~60%，采用自动与半自动循环的拉床则可使产量增加2~3倍或更多，因此拉床适用于成批及大量生产。

图5-16为外形拉削简图。1为工件毛坯，2为工件装夹在机床上，用拉刀3进行拉削，4即为经过拉削后的工件，工件的齿形由拉刀一次加工出来。

由于拉削加工一种工件，必须採用一把专用的拉刀，这种拉刀的结构复杂，制造困难，价格昂贵，因此拉削只适用于大量或成批生产中。

II. 拉床的分类：按其工作情况可分为内表面拉床和外表面拉床两种。

1. 卧式内拉床：（图5-17）这是一种应用最普通的一种拉床，主要用来加工内轮廓表面，如果应用夹具也可加工外表面。机床的床身1制成箱形体以增加刚性和安装液压设备，拉刀的往复运动（即主体运动）用液压传动来实现的，电动机2带动油泵将油送入油缸中，使活塞连杆4带动滑板9在床身导轨上作往复运动，其上装有夹头5夹持着拉刀6进行拉削，滑板由右向左移动为拉刀在切削工作，而自左向右移动即为空程返回。拉削时工件受切削力紧抵在衬套7的端面上，为了防止拉刀悬臂过长产生弯曲变形，可采用移动支架8支承在拉刀末端。工作行程长度可藉行程挡板来控制。

2. 立式内拉床：（图5-18）这种机床有二种拉削方法。第一种方法是拉刀由下向上移动，拉刀装在滑板2的支架1上，并随其向上移动，工件抵在工作台4的下镜面上，这时拉刀承受拉力。第二种方式是拉刀由上向下移动，拉刀装在支架3上，并随其向下移动进行推削加工，工件被抵在工作台上镜面上，这时拉刀受压力。这种机床也是液压传动的，藉手柄7，杠杆8来操纵机床。

3. 立式半自动内拉床：（图5-19）这种机床供大量和大批生产应用，其特点为生产率高，可以实行多机床管理。其工作循环见图5-18，位置a，工作台1在下面，上夹头3夹住两把拉刀2，此时机床停止，工件放在工作台1的夹具内，然后开动机床，上夹头下降，把拉刀通过工件的孔往下放入下夹头5内并夹住（位置b）位置b为工作行程，此时工作台向上

运动。位置2表示加工完毕，上夹头放开拉刀并向上升起。工作台也继续上升使工件离开拉刀。在位置2，推杆将加工完毕的工件推入容器内。位置3，工作台快速下降，上夹头也下降夹住拉刀再带动它往上移动，于是又恢复到位置1的情形。

4. 立式外拉床：(图5-20)滑板7带着拉刀在床身1导轨上作垂直直线往复运动，但是这种机床是用两把拉刀的，运动时两拉刀的运动方向彼此相反，当一把拉刀向下作工作行程时，则另一把向上作返回行程。工件5装在工作台4的夹具上，工作台4可以在支座3的导轨上作横向移动，当加工完毕时工件离开刀具(让刀运动)横向退出，以免拉刀刀刃与加工表面摩擦。当继续加工时，装夹工件的工作台横向向前，移动到定位块，以供拉刀刀齿形进行控制，调整定位块即可调整工件的切削深度。

5. 链条式连续工作拉床：(图5-21)这是一种大批大量生产的高生产率拉床，在机床箱形床身1内，有连续旋转的链条4，工件6在位置A上用手动或自动固定在链条的一个环上的夹具5中。当链条带着工件通过刀架2上的拉刀3的下面时，拉刀即对工件进行切削。为了保证链条上的夹具能承受切削压力，及控制切削深度，故在拉刀和链条下面装有刚性精确的导轨7，这样链条仅用来带动工件移动，不承受切削压力，以保证夹具位置的正确。链条运动的速度必须允许工人在链条运动时将工件固定，已加工好的工件在位置B上自动离开夹具。

6. 旋转式连续外拉床：(图5-22a)在床身1上装着可旋转的工作台2，由电动机6传动，进行低速回转(约每分钟1转)，工件3用夹具装在工作台上，在床身上沿工作台圆周固定有四个不动的支架4，上面各装有一把弧形的拉刀5，工作台带着工件通过拉刀时，即完成了切削工作。各把拉刀分别完成粗加工、半精加工、精加工和光加工。在位置7由手动或自动进行装卸工件。图5-22b为旋转式拉床用的拉刀。

7. 隧道式外拉床：(图5-23)这是一种半自动拉床，供大批和大量生产中加工大型平面之用。工件由进料孔固定在夹具9中，然后工件由滑块8带动自动上升。拉刀6装在位于拉床上部的滑动装置5上，在工件固定后进行切削运动。切削完毕工件放下并松开，此时拉刀作返回行程。

8. 曲轴颈拉床：(图5-24)专门用来大量生产加工曲轴颈部外圆用的拉床。

在床身 1 中装有由电动机 2 带动的液压传动组合部件。在床身前部有导轨，安装拉刀 6 的溜板 5 沿其滑动。溜板 5 以不同速度完成工作及返回往复行程。床身前面有工作台 3，曲轴装在其上面两个传动箱体 4 之间，并由专设传动装置 8 带动旋转。

§ 6 苏联 7510 型卧式拉床

I. 机床的技术特性：

最大拉力 10 吨

溜板行程长度 150~1400 公厘

活塞运动速度：工作速度 0.50~1.75 公尺/分（用一只油泵）

1.75~3.50 公尺/分（用二只油泵）

快速返回速度 9.5 公尺/分（用一只油泵） 17 公尺/分（用二只油泵）

II. 机床的运动：（参 5-25）

机床有两个输油率为 64 公升/分，工作压力为 60 大气压的定量油泵 1 和 2。当拉削速度在 1.75 公尺/分以下时，仅由油泵 1 供油，此时开关 3 开启，油泵 2 打出的油液经开关 3 而流回油箱。当拉削速度为 1.75~3.5 公尺/分时，关闭开关 3，两个油泵一同进行工作，此时油泵 2 打出的油液经单向阀 4 与油泵 1 打出的油液会合进入油缸。

分配阀 10 的活塞有三个位置：工作、停止、快速返回。

工作行程时，活塞在最左的位置（参示的位置），油泵 1 打出的油液先关闭单向阀 6，再经过由溢流阀 7 与节流阀 8 组成的速度调节器，经油管 5，通过分配阀 10 的油口 9（若油泵 2 工作时，打出的油液在此处与油泵 1 打出的油液会流），而进入油缸的左腔推动活塞向右。油缸右腔的油液经油管 11，油口 12，油管 13 而流回油箱。

分配阀活塞在中间位置时，机床的运动停止。此时油泵 1 打出的油液经油管 14，油口 15 和 16，油管 13 而流回油箱。油泵 2 打出的滑油也顶开单向阀 6 而经过与油泵 1 的油液同样的路线返回油箱。

快速返回行程时分配阀活塞处于最左的位置，此时油缸左右油腔通过油管 14，油口 9、15、12、11 而相互连接，但由于油缸活塞两边面积不等，因此活塞以 19 公尺/分的速度向左返回。

在返回行程时油缸左腔流出的油液不足供给油缸右腔的需要，因此从油泵打出的油液仍有一部分经油口 15，油口 12，油管 11 进入油缸右腔作为补充。