

第二十四章 机床改装

本章所介绍的机床改装内容有两个方面：一是旧型号机床通过某些结构的改进，使之达到新型号机床的性能；二是对机床原设计的某些机构的改进，使之提高加工精度、扩大加工范围、提高加工效率、延长使用寿命以及减轻劳动强度等。

一、刨 床

1. 皮带龙门刨床改为液压龙门刨床

(1) 改装之前存在以下主要缺点：

1) 由于皮带传动易打滑，不能保证固定不变的传动比，而且机床调速范围较小，因而效率较低；

2) 皮带的耐磨性太差，在工作时断裂会造成工作台超程冲出，很不安全；

3) 电动机装在横梁上，造成机床振动，直接影响工件的光洁度；

4) 大修理较复杂，床身导轨刮研后，导轨直线与床身上传动轴孔的中心线不垂直。为了保证齿轮和齿条的啮合精度，需要以刮研后的导轨为基准，用专用镗孔工艺装备进行床身镗孔，镗孔后配轴承，来满足齿轮与齿条的啮合精度(见图 24-1-1)。或是以传动轴孔为基准来修刮床身导轨；

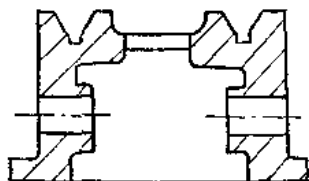


图 24-1-1

5) 机械传动零件制造复杂，并且容易磨损，如齿轮齿条及其轴承等。

(2) 改装后的优点：

1) 在同样功率的情况下传动效率高，生产效率可提高一倍；

2) 液压传动中有溢流阀，并在油缸结构中有限位安全装置，可防止台面超程冲出；

3) 液压传动平稳, 无齿轮传动中的冲击现象, 并且液压操纵箱与机床分开, 电动机的振动不影响工件的光洁度, 使加工光洁度有显著提高;

4) 维修方便;

5) 机床采用无级变速, 可以一机多用, 如在液压设计中适当另加液压元件, 就可以达到龙门磨床和龙门铣床的加工要求。

(3) 液压系统工作原理(图 24-1-2) 当油泵 2 启动后, 压力油通过单向阀 3 流入油管, 由于电磁开停阀 4 在启动时处于卸荷状态, 因此油泵 2 的输出油经电磁溢流阀 4 全部流回油箱。当需要工作台动作时, 按一下工作台面行程按钮, 电磁开停阀 4 的电磁铁和电磁控

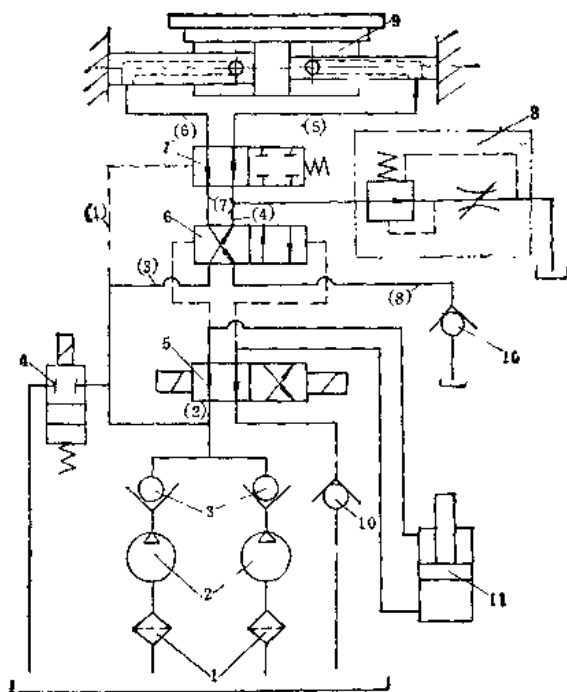


图 24-1-2 液压系统图

- 1—滤油器 2—叶片泵 3—单向阀 4—电磁开停阀 5—电磁控制阀 6—换向阀 7—制动阀 8—调速阀 9—主油缸
10—背压阀 11—走刀油缸

制阀 5 的电磁铁吸上, 电磁开停阀 4 闭合, 从油泵来的压力油分三路同时给系统供油, 一路压力油由油管(1)进入制动阀 7 的左端, 使通向主油缸 9 的油路打开。另一路压力油由油管(2)经电磁控制阀 5, 进入换向阀 6 的左端, 使换向阀 6 左方油路接通。第三路压力油由油管(3)经换向阀 6、油管(4)、制动阀 7、油管(5)进入主油缸 9 的右腔, 推动工作台向右运动。同时油缸 9 左腔的油从油管(6)、(7)、(8)流回油箱, 反之相反。

当工作台面在回程终了时, 碰上行程开关, 使电磁控制阀 5 的工作行程电磁铁吸上, 此刻工作台立即换向, 同时走刀油缸 11 向上运动, 完成了刀架的进给运动, 范围在 0~6 毫米。

由减压阀和节流阀串联组成的调速阀, 能基本上保证节流阀前后压力差等于常数, 使通过节流阀的流量不随负载变化, 调速阀安装在旁油路中可以无级调速工作行程速度, 回程速度不能调整, 这样提高了生产效率。

(4) 设计液压系统的几点说明:

1) 系统中采用两个流量不同的叶片泵, 一个是 70 升/分, 另一个是 100 升/分, 这是考虑到液压系统在需要慢速时, 只要开一个 70 升/分的小流量油泵, 不致引起油箱过分发热。

2) 电磁开停阀有三个作用:

① 在电动机起动时, 电磁开停阀处于卸荷状态, 使电动机的起动电流很小, 起到保护电动机的作用;

② 当系统发生故障时, 起到安全作用;

③ 当机床需要停车时, 按一下“停止”按钮, 可以起到立即停车作用。

3) 制动阀有两个作用:

① 与电磁开停阀配合, 起到立即停车作用。

② 当停车时, 制动阀在弹簧力的作用下, 关闭了主油缸的左右腔, 保证外界空气不进入油缸, 防止工作台产生爬行现象, 同时使工作台面的动作灵敏度相应提高。

(5) 主油缸结构 液压系统选用双杆活塞油缸 (见图 24-1-2)。

它是由一个活塞、两个空心活塞杆、油缸体及端盖等零件组成。这种油缸的活塞杆固定在床身上，系统中的压力油是经空心活塞杆进入油缸的油腔，使油缸带动和它联接的工作台运动。当压力油进入油缸右腔，油缸就向右运动。当压力油进入油缸左腔，油缸就向左运动。活塞杆的支承是球面支承，起到自动定位作用。设计油缸时要注意：

1) 由于龙门刨的工作行程速度与回程速度不相同，因此要选用两个直径不相等的活塞杆来达到工作行程慢、回程速度快的要求。较好的设计方案 $v_{\text{回程}} = 2v_{\text{工作}}$ 。

2) 选择油缸直径不仅考虑油缸往复运动速度，而且要考虑到机床的最大切削力。

$$P = pF_{\text{右}}$$

式中 p ——系统的单位压力(公斤/厘米²)；

$F_{\text{右}}$ ——油缸右腔的面积(厘米²)。

3) 由于双杆油缸的外形尺寸较大，油缸及活塞杆的加工也较困难，所以采用三个柱塞油缸来解决外形尺寸大、加工困难等问题(但也有采用两个柱塞油缸的，一个用于工作行程，另一个用于工作台回程)。柱塞油缸的结构见图 24-1-3。三油缸液压龙门刨床总图见图 24-1-4。其中两个柱塞油缸用于工作行程，一个柱塞油缸用于工作台回程，油缸体是固定在工作台下面，柱塞是固定在床身上。

(6) 走刀箱结构(图 24-1-5) 走刀油缸 11 由电磁控制阀来控制，电磁控制阀由安装在床身上的行程开关来控制。当来自系统压力油进入走刀油缸 11 的右腔时，推动了齿条活塞 10 向左移动，使齿轮 8 转动一角度，锥齿轮也相应转动一个角度。当手柄 6 扳到右走刀位置时，从齿轮 12 传到刀架的丝杠轴。如果刀架 3 和刀架 4 同时加工工件，只要把带有牙嵌离合器的套筒 1 和套筒 2 分别推向带有牙嵌离合器的齿轮 13 和齿轮 14，使牙嵌离合器啮合，这样两个刀架同时获得走刀进给量。

手轮 7 用来调整走刀量的大小，以控制齿条活塞的移动距离。
扳手 5 用来手动刀架的位置。

(7) 电磁抬刀结构及其计算：

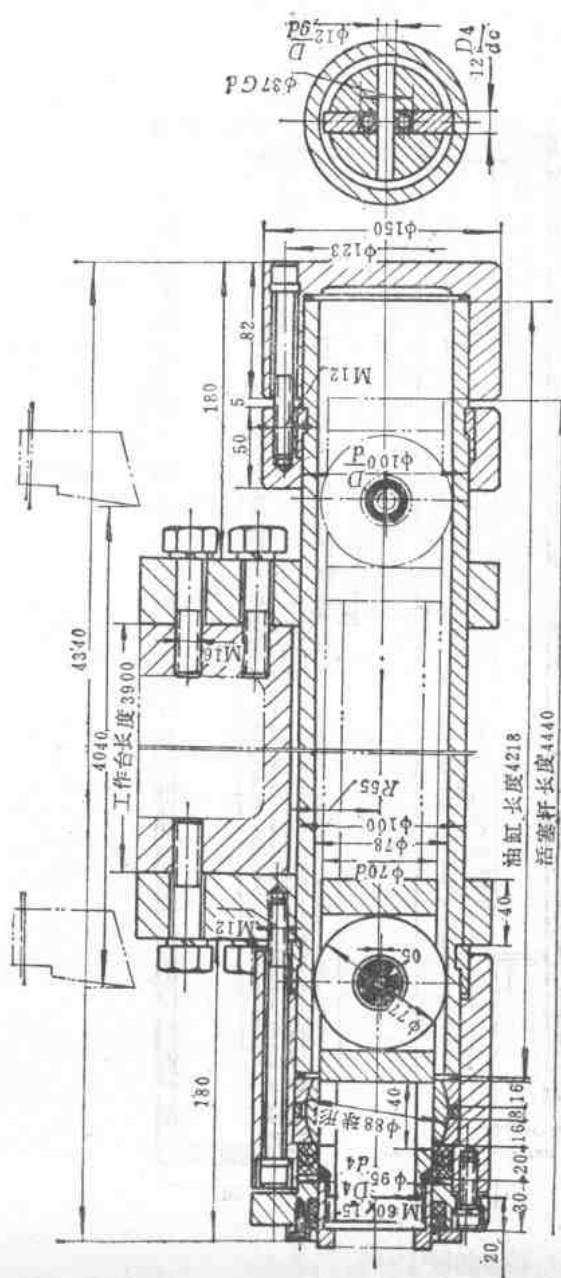


图 24-1-3 柱塞油缸结构图

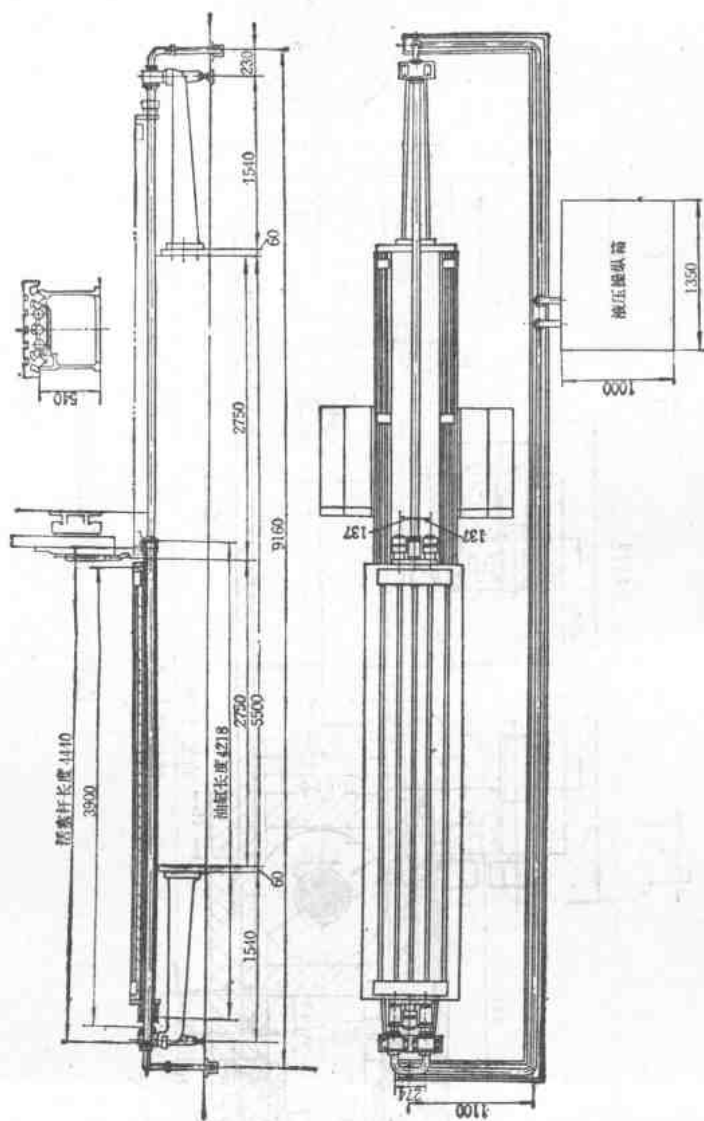


图 24-1-4 三油缸液压龙门刨床总图

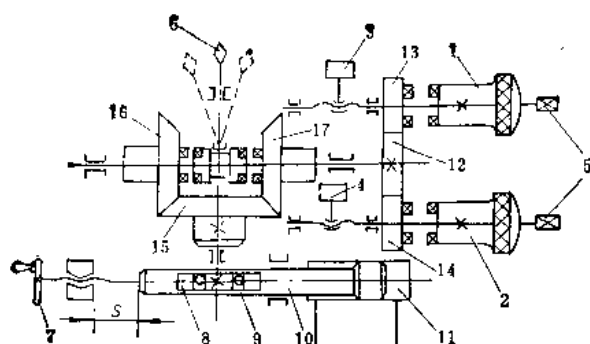


图 24-1-5 走刀传动系统图

- 1、2—套筒 3、4—左、右刀架 5—扳手 6—手柄 7—手轮
8—齿轮 9—超越离合器 10—齿条活塞 11—走刀油缸
12、13、14—齿轮 15、16、17—锥齿轮

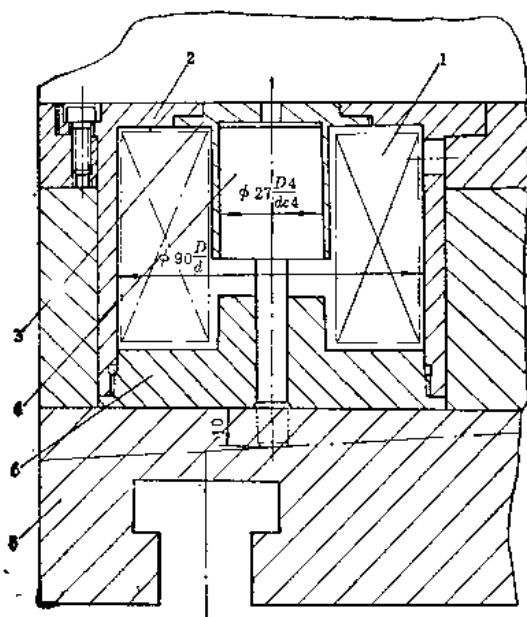


图 24-1-6 电磁抬刀装置

- 1—抬刀线圈 2—刀架电磁外套 3—电磁铁芯套 4—电磁铁芯 5—电磁铁芯盘 6—刀架

1) 电磁抬刀装置安装在刀架拖板上, 它的结构见图 24-1-6。

2) 电磁吸铁的计算(举例):

已知: 吸力 F (抬刀力) 为 9 公斤, 行程 δ 为 0.5 厘米, 线圈电压为 65 伏。

$$\textcircled{1} \text{ 结构因数} \quad K_s = \frac{\sqrt{F}}{\delta} = \frac{\sqrt{9}}{0.5} = 6$$

根据 K_s 查出气隙磁感应强度 $B_p = 6500$ 高斯。

$\textcircled{2}$ 衔铁直径

$$d_c = \frac{5800}{B_p} \times \sqrt{F} = \frac{5800}{6500} \times \sqrt{9} = 2.68 \text{ 厘米}$$

取 $d_c = 2.7$ 厘米。

$$\textcircled{3} \text{ 铁壳内径} \quad D_2 = n \times d_c, \quad \text{取 } n = 2.5$$

$$\text{则} \quad D_2 = 2.5 \times 2.7 = 6.75 \text{ 厘米}$$

$\textcircled{4}$ 线圈厚度

$$b_K = \frac{D_2 - d_c}{2} = \frac{6.75 - 2.7}{2} = 2.025 \text{ 厘米}, \quad \text{取 } b_K = 2 \text{ 厘米。}$$

$$\textcircled{5} \text{ 线圈长度} \quad l_K = \beta \times b_K \quad \text{取 } \beta = 2.5$$

$$\text{则} \quad l_K = 2.5 \times 2 = 5 \text{ 厘米}$$

$$\textcircled{6} \text{ 线圈磁势} \quad I_w = \frac{B_p \times \delta}{\mu_0 \times (1 - \alpha)} \quad \text{取 } \alpha = 0.2, \mu_0 = 1.25,$$

$$\text{则} \quad I_w = \frac{B_p \times \delta}{\mu_0 (1 - 0.2)} = \frac{6500 \times 0.5}{1.25 (1 - 0.2)} = 3250 \text{ 安匝}$$

$\textcircled{7}$ 导线直径

$$d = \sqrt{\frac{4\rho \times D_{cp} \times I_w}{V}}$$

$$D_{cp} = d_c + b_K = 2.7 + 2 = 4.7 \text{ 厘米} = 0.047 \text{ 米。}$$

取 $\rho = 0.02236$, 那末,

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{4 \times 0.02236 \times 0.047 \times 3250}{65}} \\ &= \sqrt{\frac{13.66}{65}} = \sqrt{0.21} \approx 0.458 \text{ 厘米} \end{aligned}$$

取 $d = 0.47$ 厘米, $d' = 0.52$ 厘米。

⑧ 线圈匝数 取 $j=7$

$$W = 4 \times \frac{I_w}{\pi j d^2} = 4 \times \frac{3250}{3.14 \times 7 \times 0.47^2} = 2692 \text{ 匝}$$

⑨ 修正线圈尺寸

$$b_K = \sqrt{\frac{W \times d^2}{\beta}} = \sqrt{\frac{2700 \times 0.52^2}{2.5}} = 1.7 \text{ 厘米}$$

取 $b_K = 2 \text{ 厘米}$ 。

⑩ 电流 $I = \frac{I_w}{W} = \frac{3250}{2700} = 1.2 \text{ 安}$

2. B215K 龙门刨床改装液压走刀

B215K 龙门刨床的垂直刀架的水平和垂直进给及快速移动都是由安装在横梁右端的进给箱传动的，其传动系统见图 24-1-7。当空套在 II 轴上的齿轮 4 向左靠时，左边的牙嵌离合器 3 啮合，电动机 1 经蜗轮副 2，直接带动齿轮 4，由齿轮 4 再传至轴 IV 或轴 V，使

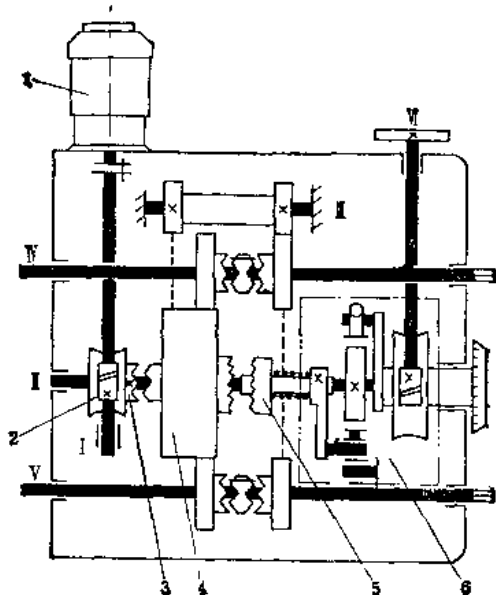


图 24-1-7 进给箱传动系统图

1—电动机 2—蜗轮副 3—牙嵌离合器 4—齿轮 5—牙嵌离合器 6—进给机构

刀架作水平或垂直快移。若齿轮 4 向右靠, 右边的牙嵌离合器 5 啮合, 此时, 电动机 1 经蜗轮副 2 及轴 II 传给进给机构 6, 然后由进给机构 6 带动齿轮 4, 再传至轴 IV 或轴 V, 使刀架作水平或垂直进给。

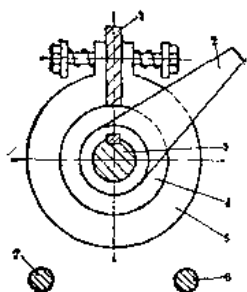


图 24-1-8 进给机构图

1—挡块 2—撞块 3—轴
4—轴套 5—涨紧环 6—固定挡块 7—固定挡块

进给机构见图 24-1-8。进给是在工作台回程结束时开始的, 此时, 台面撞块作用于行程开关, 使进给电动机正转, 直到挡块 1 与可调节撞块 2 相碰时, 涨紧环 5 因受阻挡而被张开, 停止进给。调节撞块 2 的位置, 即可得到所要求的走刀量。当工作行程结束时, 工作作用于另一行程开关, 电动机反转, 使进给机构返回原来位置。两个侧刀架的进给机构也是相同。

由于刀架的进给机构采用涨紧环式, 因此, 走刀不稳定, 影响加工工件表面光洁度的提高。现改用液压走刀, 其结构简单, 传动平稳, 走刀均匀, 提高了加工工件的表面光洁度, 并便于维修。

(1) 液压走刀工作原理 (图 24-1-9) 当齿轮泵 2 启动后压力油分别进入油管 I、II、III、IV、V, 当电磁控制阀 4 动作时, 在电磁铁的作用下, 活塞向上移动, 如图所示。此时压力油从油管 II 进入电磁控制阀 4, 然后进入换向阀 5 下端, 使换向阀 5 活塞上移, 油管 III 和油管 VI 接通, 压力油由油管 VI 经过转阀 6, 分别进入

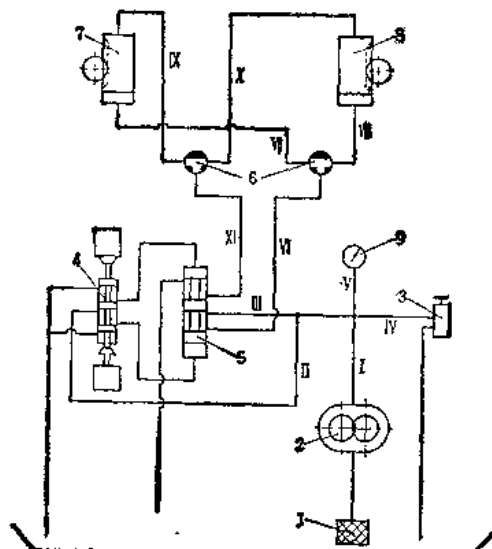


图 24-1-9 液压走刀传动系统图

1—滤油器 2—齿轮泵 3—溢流阀 4—电磁控制阀 5—换向阀 6—转阀 7、8—油缸 9—压力表

垂直刀架油缸 7 和右侧刀架油缸 8，使齿条活塞上移，完成了刀架的进给运动。走刀油缸上部的油经油管 IX、X，转阀 6、油管 XI，换向阀 5，流回油箱。当电磁控制阀 4 活塞向下运动时，压力油由油管 II 进入电磁控制阀 4，再进入换向阀 5 上端，使换向阀 5 活塞下移，油管 III 和油管 XI 接通，压力油由油管 XI 经转阀 6，油管 IX、X 分别进入垂直刀架油缸 7 和右侧刀架油缸 8，使齿条活塞下移，回复原位。油缸下部的油从油管 VII、VIII、转阀 6、换向阀 5 流回油箱。

电磁控制阀 4 的动作是由行程开关控制。转阀 6 在图所示位置时，垂直刀架及侧刀架同时走刀。如果只需要使用其中一个刀架走刀时，只要把转阀 6 以顺时针或逆时针方向转 90° 即可。

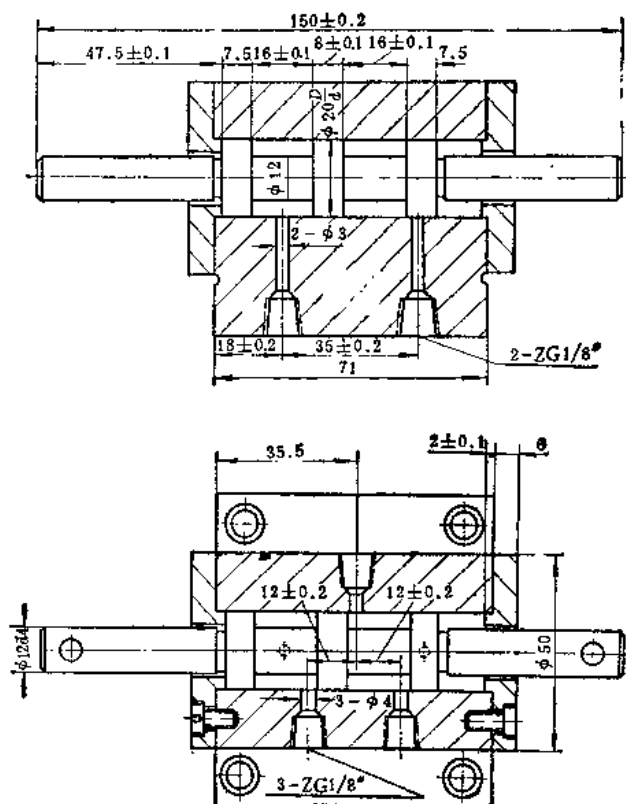


图 24-1-10 电磁控制阀

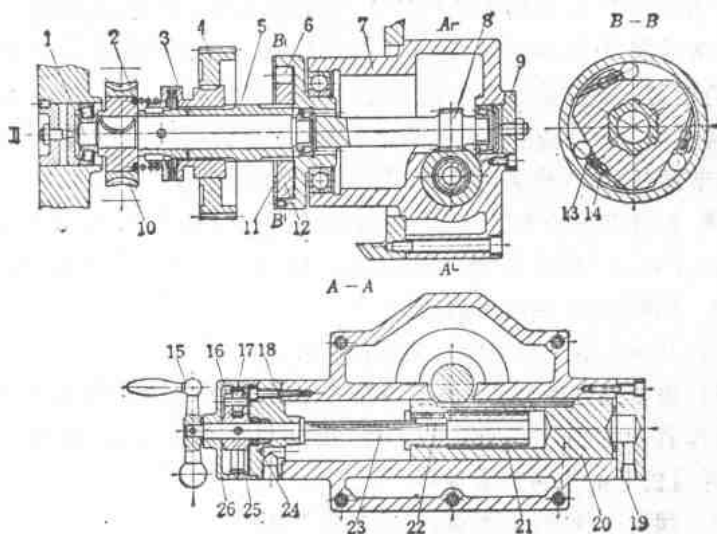


图 24-1-12 进给箱改装部分结构图

- 1—轴 2—轴套 3—牙嵌离合器 4—齿轮 5—轴套 6—滚柱 7—接箱 8—齿轮轴 9—端盖 10—蜗轮 11—盖板 12—转子 13—套 14—弹簧 15—手柄 16—连杆 17—齿轮 18—法兰盖 19—法兰盖 20—齿条活塞 21—螺杆 22—销子 23—轴 24—螺母 25—内齿轮 26—内齿轮

液压系统所用电机为 JO₂-22-4T₂ 型 ($N=1.5$ 千瓦, $n=1425$ 转/分), 齿轮泵为 CB-25, 溢流阀为 Y-25B, 滤油器为 IIIГ 37-25, 压力表为 25 公斤/厘米²。电磁控制阀结构见图 24-1-10, 换向阀和转阀组成一体, 其结构见图 24-1-11。

(2) 进给箱改装部分结构及工作原理 将原进给箱内的 II 轴进行改装, 其余结构照旧。在原进给箱的右端安装一个带有走刀油缸的接箱, 具体改装结构见图 24-1-12。

当空套在 II 轴上的齿轮 4 左移, 使之左面的牙嵌离合器 3 结合, 那末由原进给电动机经蜗轮副带动各轴齿轮, 使刀架作水平或垂直快移。当空套在 II 轴上的齿轮 4 右移至如图位置, 左面牙嵌离合器 3 脱开。来自系统的压力油进入走刀油缸, 推动齿条活塞 20 移动, 使齿轮轴 8 上的齿轮 ($m=2, Z=20$) 转动一个角度, 通过单向超越离

合器, 带动空套在 II 轴上的齿轮 4, 使刀架走刀。在换向阀的作用下, 齿条活塞 20 反向移动, 由于单向超越离合器的单向作用, 此时刀架没有走刀。超越离合器的结构见图 24-1-12, B-B 视图, 走刀油缸的结构见图 24-1-12, A-A 视图。刀架走刀量的调节, 可以转动手柄 15, 调节螺杆 21 在齿条活塞 20 内的伸出量来控制齿条活塞 20 的移动距离。垂直刀架的水平走刀量范围在 $0 \sim 22.7$ 毫米, 垂直走刀量范围在 $0 \sim 5.7$ 毫米, 右侧刀架的走刀量范围在 $0 \sim 10.4$ 毫米。

3. B665 型牛头刨床的改装

(1) B665 型牛头刨床在使用时存在的问题:

1) 电动机直接启动, 由于惯性的作用, 滑枕停留的位置不易控制, 操作者需用两个手指在“开”“停”按钮上进行控制, 浪费时间较多。并且机床的电动机易损坏;

2) 润滑条件差, 易磨损, 机床精度丧失快;

3) 手摇工作台升降时, 劳动强度大;

4) 一次切削完成后, 操作者要摇动手轮将工作台返回到原来开始切削的地方, 否则就必须将棘爪反向转 180° , 重新调整盖板, 十分不方便。

(2) 改装部分的结构简介:

1) 增加工作台升降及进退快速机构如图 24-1-13。

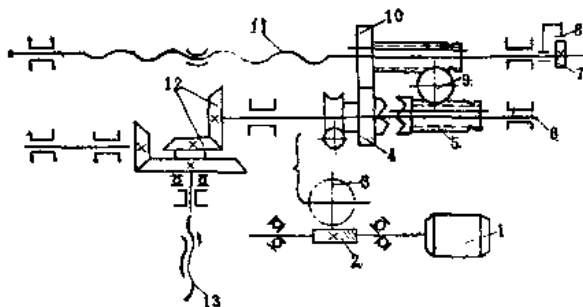


图 24-1-13 快速机构传动系统图

- 1—电动机 2—三头蜗杆 3—蜗轮 ($Z=29$) 4—齿轮 ($Z=25$) 5—圆柱齿条 6—传动轴 7—棘轮 8—棘爪 9—手柄盘 10—齿轮 ($Z=20$)
11—横向丝杠 ($t=6$) 12—锥齿轮 ($Z=22$) 13—升降丝杠 ($t=6$)

工作台横向移动速度:

$$2800 \text{ 转/分} \times \frac{3}{29} \times \frac{25}{20} \times 6 = 2.17 \text{ 米/分}$$

工作台升降速度:

$$2800 \text{ 转/分} \times \frac{3}{29} \times \frac{22}{22} \times 6 = 1.74 \text{ 米/分}$$

快速机构的“升”、“降”或者“进”、“退”是由电动机的正、反转向获得的,按下按钮则获得快速,松开则快速停止。

“升、降”与“进、退”的选择由手柄盘 9 控制,它的端部装有齿轮与上、下两个圆柱齿条啮合,圆柱齿条的端部分别与牙嵌离合器和齿轮 10 相啮合。旋转手柄时,齿轮回转带动圆柱齿条轴向位移,使离合器或齿轮分别啮合或脱开。

快速机构的动力由电动机($N=0.75$ 千瓦, $n=2800$ 转/分)单独供给。通过三头蜗杆传至蜗轮 3,蜗轮 3 是和齿轮 4 用键固定在一起,空套在传动轴 6 上。当手柄盘 9 处于中间位置,齿轮 10 及离合器均脱开,因此蜗轮 3 及齿轮 4 在轴上空转。

如将手柄盘 9 旋转,使圆柱齿条 5 上的离合器和齿轮 4 端部的牙嵌离合器啮合,则动力由圆柱齿条 5 经键使传动轴 6 回转,在传动轴 6 的另一端有一对锥齿轮 12,使升降丝杠 13 旋转,工作台得到快速上升或下降。

如将手柄盘 9 朝另一方向旋转,圆柱齿条 5 上的离合器脱开,另一圆柱齿条上的齿轮 10 与齿轮 4 啮合。动力经蜗杆、蜗轮及齿轮副,带动丝杠 11 回转,工作台由此得到快速进给或退出。

2) 增加离合器启动及制动装置,如图 24-1-14。

电动机的动力,通过安装在轴上的三角皮带轮传至大皮带轮 1,皮带轮 1 是通过滚动轴承空套固定在床身的法兰 2 上,由此轴 11 不承受皮带张力。

在皮带轮的一端凹入部分装有平键两个,以带动外摩擦片 3 旋转。在外摩擦片 3 的相邻两面装有内摩擦片 4,摩擦片 4 及离合片 5 分别与摩擦片座 6 用键联结,摩擦片座 6 与轴套 7 用键及紧固

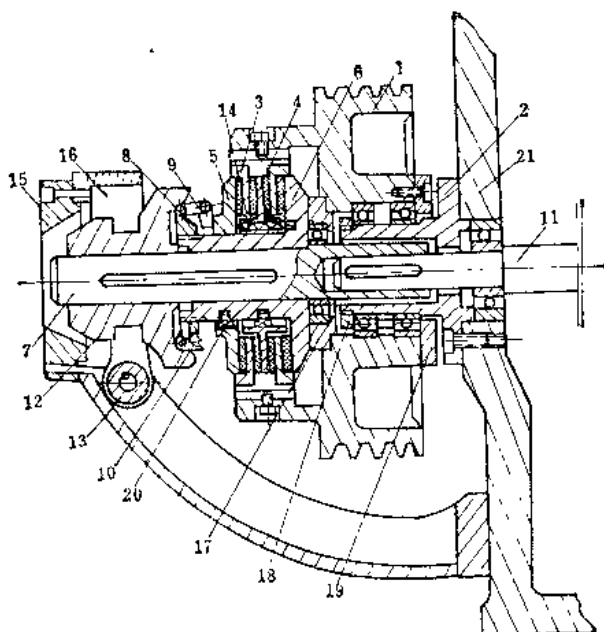


图 24-1-14 离合器启动及制动装置结构图

- 1—皮带轮 2—法兰 3—外摩擦片 4—内摩擦片 5—离合片
6—摩擦片座 7—轴套 8—调节螺母 9—杠杆臂 10—活动销
11—轴 12—凸轮 13—拨叉 14—弹簧 15—锥孔法兰 16—支
架 17—轴承座 18—螺母 19—法兰 20—销钉链 21—床身

螺钉固定。在摩擦片座 6 的一端装有调节螺母 8, 以调节摩擦片之间的间隙及夹紧程度。轴套 7 安装在轴 11 上, 用键和紧固螺钉固定。在轴套 7 的一端装有凸轮 12, 凸轮的移动是通过拨叉 13 以及一系列杠杆传至操作的位置上。

当操作手柄向外拉时, 凸轮 12 向右移动, 压下杠杆臂 9, 在杠杆臂 9 的另一端推动离合片 5, 使内外摩擦片夹紧。皮带轮上的动力即从内、外摩擦片, 摩擦片座传至轴套 7 及轴 11 上, 通过原有的一系列齿轮及摇杆传至滑枕, 使滑枕得到往复运动。

当操作手柄往里推时, 凸轮 12 往左移动, 杠杆臂 9 松开, 离合片 5 在弹簧 14 的作用下, 向左推开, 内外摩擦片互相脱开, 因此皮带轮 1 只在法兰 2 上空转。在凸轮 12 向左移动的同时, 它的另一端外锥

面与固定支架上的内锥孔法兰 15 相接合, 产生摩擦力矩, 使还带有一定惯性的轴 11 产生制动作用, 滑枕即停止往复运动。

(3) 增加油泵润滑装置, 如图 24-1-15。

齿轮泵 3 的动力是利用原轴 11 (图 24-1-14)。在轴 11 上铣一键槽, 安装上链轮 4 ($Z=19$), 通过链条传至安装在床身侧壁的齿轮泵 3 上的链轮 5 ($Z=15$), 使齿轮泵 3 工作。齿轮泵 3 通过吸油管、滤油器 2、在原床身油池 1 内把油吸入, 送至分油器 7。分油器 7 上有三路油管: 一路到摇杆, 一路到所有传动齿轮, 一路到油表。油表上的油在重力作用下, 有两路油管分别进入床身导轨及镶条的侧面上, 使滑枕得到充分的润滑。油表内多余的油经另一路回油池。上导轨两端有挡油板, 多余的油经挡油板上的回油孔亦流入油池。

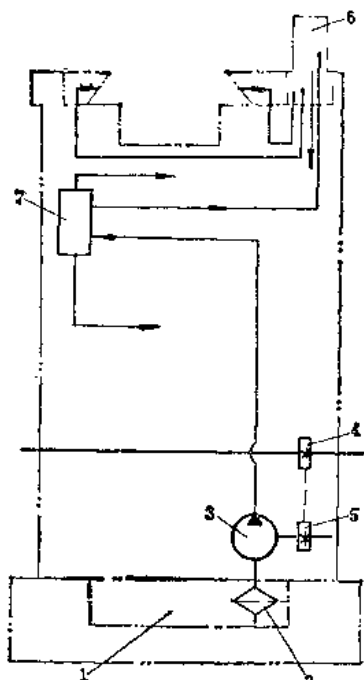


图 24-1-15 油泵润滑装置

1—油池 2—滤油器 3—齿轮泵
4—链轮 ($Z=19$) 5—链轮 ($Z=15$)
6—油表 7—分油器

(3) 改装后在使用上的优点:

1) 由于手柄盘 9 上的齿轮同时啮合上下两个圆柱齿条, 故工作台快速横向进退与升降互不干涉, 只能是其中之一, 或是中间空挡。

2) 在工作台高低位置调整好后, 即可将手柄扳在横向进退的位置上, 不必扳在中间空挡位置, 这给工作带来极大方便。在棘爪带动棘轮工作进给完成后, 将滑枕退到最后位置时刹车, 这时棘爪刚好在遮板上, 不必拉起棘爪即可按下快速按钮。当工作台退出后, 拉动离合器手柄, 滑枕开始往复运动, 第二次走刀开始。由于蜗杆是三头, 没有自锁性, 棘轮的回转角度又小, 因此可将手柄在工作进给时保持快速横向移动的状态。