

# 第13章 水压机的修理

李 鸣 崔春电

## 第1节 水压机概述

### (一) 水压机的作用原理

水压机是根据“在密闭的容器中液体压力在各个方向上相等”这个最基本的静压原理（帕斯卡原理）而制作的。它是一种利用液体的压力能来传递能量的机器。如图13-1-1所示，两连通的容器一端放小柱塞1，它端连一大柱塞2，当小柱塞受外力 $P_1$ 作用后，容器中液体各部分都将产生相同的压力，因此，大柱塞由于面积大将产生更大的力量。其力量关系如下，

$$P_2 = P_1 \frac{D^2}{d^2}$$

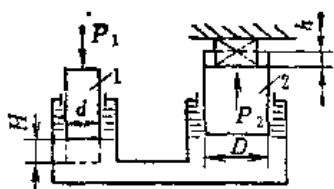


图13-1-1 静压原理  
1—小柱塞 2—大柱塞

由此可知，柱塞2的面积大几倍， $P_2$ 将相应的较 $P_1$ 大几倍。

水压机的作用原理如图13-1-2所示，小柱塞1为水泵柱塞，大柱塞2相当于水压机的工作柱塞。如果液压泵打出的液体压力为32MPa，水压机工作柱塞面积为4000cm<sup>2</sup>，根据上面的关系可知水压机将能产生12.8MN的总的力。由此可知，水压机产生的总力取决于工作柱塞的面积和液体压力的大小，如果需要得到较大吨位的总力，只要增大工作柱塞的面积或者提高液体的压力就可以了。

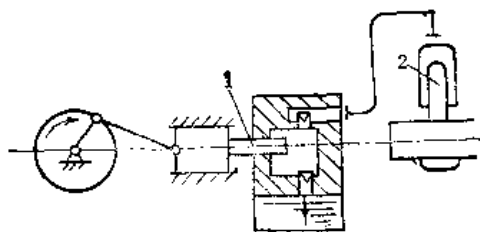


图13-1-2 水压机的作用原理  
1—水泵柱塞 2—工作柱塞

### (二) 锻造水压机的本体结构

锻造水压机的本体广泛采用三梁四柱立式上传动结构，如图13-1-3所示。它是由上横梁3，下横梁5，4个立柱4和16个螺母组成的一个封闭刚性框架，整个框架承受全部工作载荷。除框架外，一般还有1个或3个工作缸，2个回程缸、活动横梁及移动工作台等主要部件。工作缸1固定在上横梁3上，工作缸内装有工作柱塞2，它与活动横梁6相连接。活动横梁以4根立柱为导向，在上下横梁之间往复运动。活动横梁下面固定有上砧11，下砧12固定于下横梁上。上横梁的两侧还固定有回程缸7，回程柱塞8的顶部通过小横梁9及拉杆10与活动横梁连接。

(1) 机架的结构 四柱式机架的刚度除了决定于上、下横梁和4根立柱本身的刚度外，还取决于它们之间的连接形式。

如图13-1-4所示，立柱与横梁的连接型式有：凸肩式、锥套式和对开螺母式。对开螺母式是我国锻造水压机普遍采用的一种连接型式。

(2) 柱塞与活动横梁的连接 如图13-1-5所示，有固定连接(刚性连接)、球面支承连接和双球面中间杆连接。我国单缸和三缸水压机的中间柱塞与活动横梁的连接大都采用刚性连接，三缸水压机的两侧缸柱塞多采用球面支承连接。近年来，在许

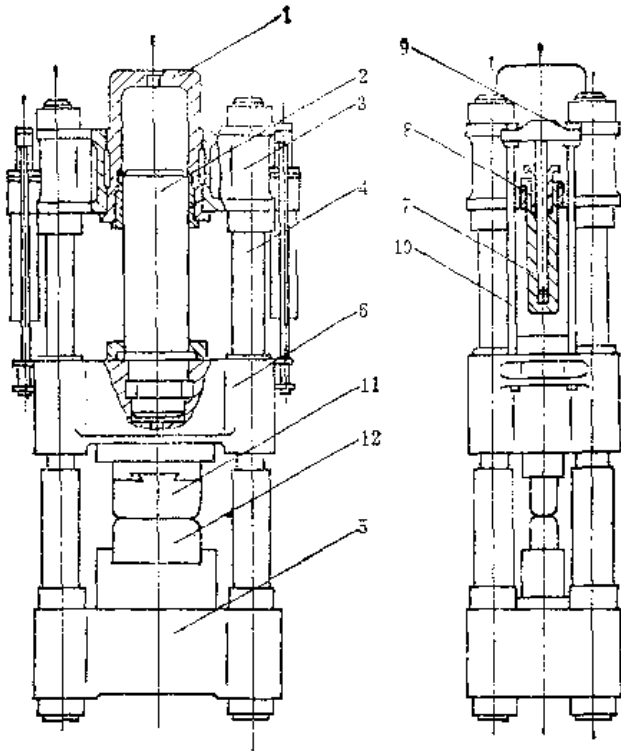


图13-1-3 水压机本体

1—工作缸 2—工作柱塞 3—上横梁 4—立柱 5—下横梁  
6—活动横梁 7—回程缸 8—回程柱塞 9—小横梁  
10—拉杆 11—上砧 12—下砧

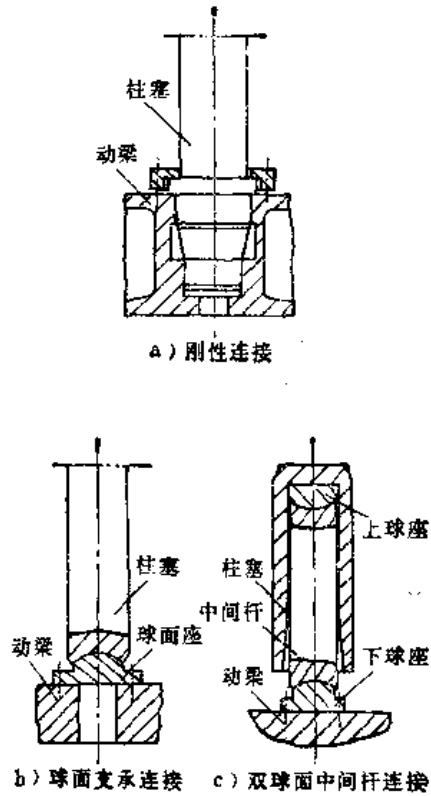


图13-1-5 柱塞与动梁的连接

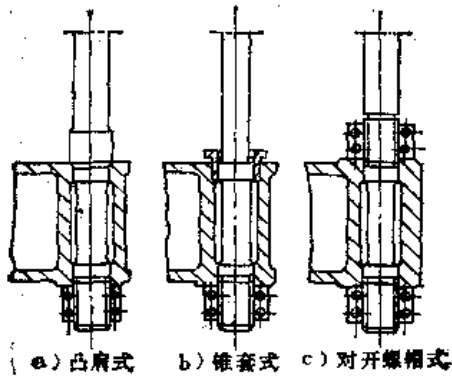


图13-1-4 立柱与横梁的连接

多大型锻造水压机上，每个缸的柱塞均采用双球面中间杆连接。

(3) 活动横梁导向装置 活动横梁和立柱的配合处装有导向套，称立柱导套，如图13-1-6所示。中小型水压机的立柱导套多做成对开圆柱形，剖面面选为与轴向成 $5^\circ$ 夹角的平面，有利于拆装。大型水压机在对开圆柱形导套外另加球形套，以使偏锻时立柱和导套仍然保持面接触，改善了导套本身和整个机架的受力情况。

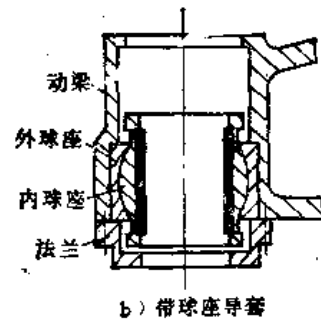
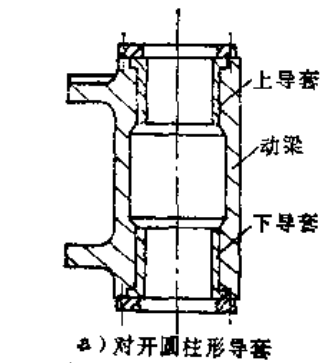


图13-1-6 动梁导向装置

### (三) 锻造水压机的操纵系统

水压机的操纵系统，是完成水压机及其辅助机械各种行程和动作的控制机构。操纵系统的种类很多，但都应当满足以下的基本要求：

1) 水压机及其辅助机构的各种行程和动作，它们的速度参数首先应该满足在该水压机上实现的各种工序和工艺上的要求。

2) 操纵应轻便、灵活、准确、安全可靠。

3) 经济的利用高压水源和其它辅助能源。

4) 操纵系统本身结构应简单、适用，易于制造和维修。

5) 优先采用标准化的零部件和液压元件。

操纵系统是通过手柄、控制元件、继电器、反馈装置等环节去操纵各种分配器的阀开和阀闭，实现水压机的工作。

### (四) 水压机的动力装置形式

水压机的动力装置有3种基本形式：

1) 水泵直接传动：即高压水直接由泵送入工作缸及回程缸。这种传动形式由于水泵利用系数很低，因此，对于快速和大吨位的水压机不宜采用。

2) 水泵-蓄势器传动：即于水路系统中增添高压容器-蓄势器。当水压机工作时，高压水不仅由泵供给，而且还由蓄势器供给，因此，在比较短的时间内可以供给水压机大量的高压水。当水压机不工作时，由泵打出的高压水则存于蓄势器内。所以水泵及电动机的功率可以小些，其利用系数及水压机的速度都可以提高。锻造水压机通常都采用这种传动。

3) 增压器传动：增压器是用以增加液体压力的装置。它是用两个不同直径的工作缸将压力提高。低压部分的能源可以用蒸汽或压缩空气，也可由泵直接供给或蓄势站供给。

### (五) 水泵-蓄势器站

水泵-蓄势器传动，由于采用了蓄势器，可使水泵以某一平均载荷工作，同时起到稳定压力的作用。可使水压机具有较高的工作速度，这对于提高锻造速度，保证“趁热打铁”，减少火次和氧化皮，

节省动力消耗都是十分必要的。

蓄势器的种类很多，近代较完善的一种结构形式为空气水压式蓄势器。它是由几个气罐和水罐组成；气罐由专门的空气充气，每个气罐都有自己的气闸阀，便于单独检修；水罐下部是水，上部是气，并与气罐相通。

水泵-蓄势器站简称泵站，是产生高压水供水压机用的动力源。水泵站的组成及工作原理如图13-1-7所示。泵站是这样进行工作的：乳化水经搅拌后，由低压泵打入水箱中，高压泵从水箱吸水，而高压泵打出的高压水则经过止回阀和闸阀直接送往水压机，或者经过最低水位阀进入蓄势器-水罐中贮存。水泵也可以进行空运转，把水从循环阀打回水箱去。水泵向水罐供高压水或者作空运转，是依靠设置在水罐上的水位指示器发出信号进行自动控制的。水罐的水位有最低和最高的限制，如果水罐中的水降至最低水位时，可能导致空气跑入管道中引起事故；为此，将水罐中的最低到最高以及中间各级水位显示出来。同时利用水位指示器本身的作用使相应的电磁分配器动作，控制循环阀的开闭，从而控制高压泵打循环或者向水罐送水。如果水罐在2级水位以下时，3台泵除1台(Ⅲ号)作备用外，其余2台同时向水罐供高压水。当水罐内达到2级水位后，水位指示器的两个电极由于水的淹没而接通，2级水位指示灯亮。同时使电磁两阀分配器 $M_1$ 断电，铁芯下落，将Ⅰ号泵循环阀打开，从而使Ⅰ号泵投入空运转。当水罐内达到3级水位时， $M_2$ 断电，Ⅰ号泵也停止向水罐供水。如果水位指示器失灵， $M_1$ 、 $M_2$ 不断电，水罐水位继续上升达到最高水位时，即亮红灯并鸣笛报警，继而安全阀开启，电接点压力表高压极限动作，切断水泵电机电源，反之，如果水罐中水位由于向外供水而逐次下降时，又可使 $M_2$ 、 $M_1$ 通电，Ⅰ号和Ⅱ号泵又相继恢复负荷运转。有时也因为水罐向水压机供水量太大或管道中有严重漏损，会出现最低水位。这时，电磁两阀分配器 $M$ 将断电，使最低水位阀紧急关闭，水罐停止向外供水。这样，最低水位阀只允许水泵向水罐里送水，而不允许水罐向外供水，好象止回阀一样。当水罐恢复正常水位后，最低水位阀才又重新打开。也可能发生自动控制失灵，当水罐的水位降至最低水位时，出现假水位， $M$ 不断电，这时就要依靠电接点压力表低压极限动作，将最低水位阀关闭。

来自水泵机

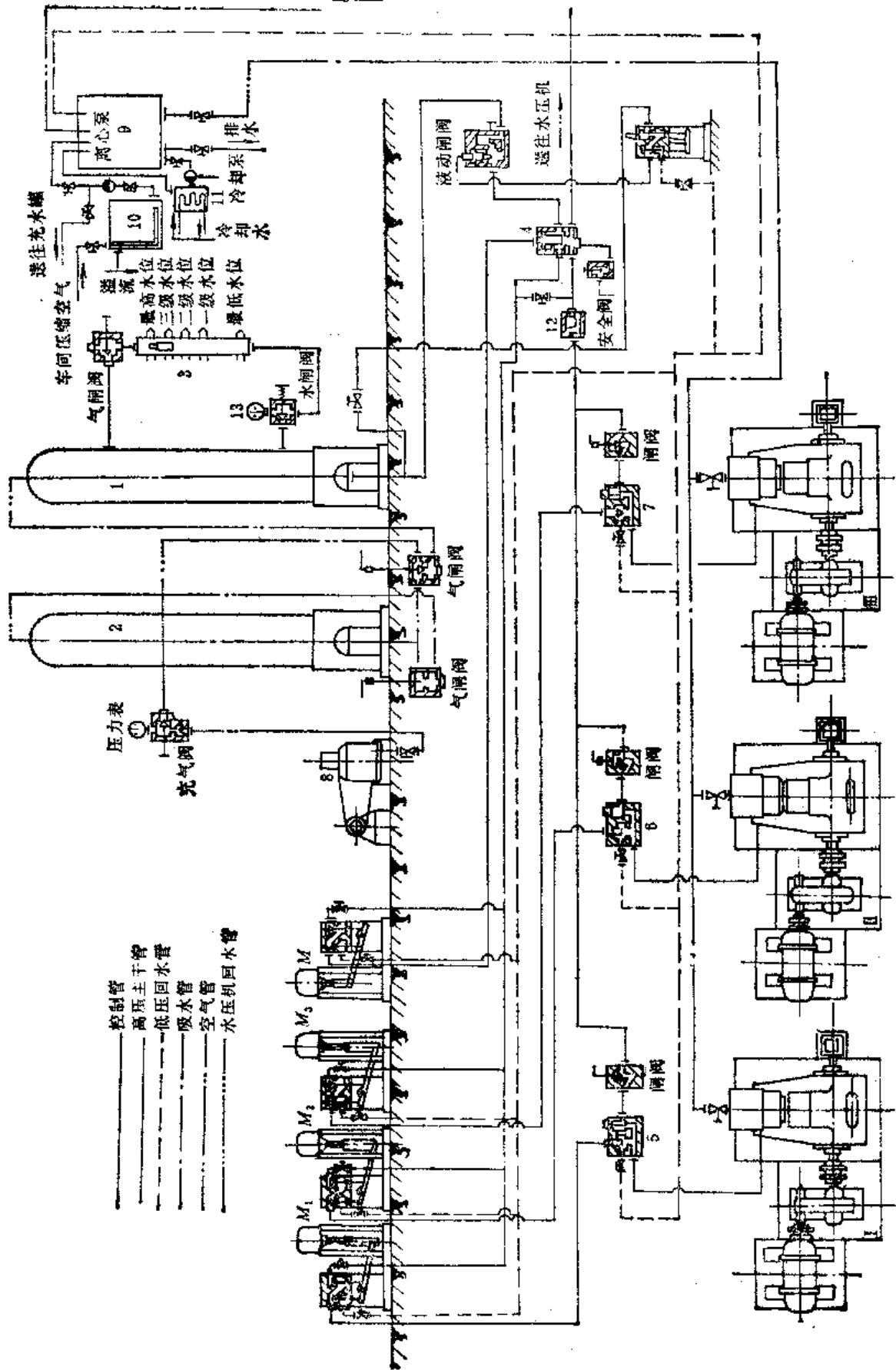


图13-1-7 水泵-蓄能站系统原理图  
 I、II—高压水泵 1、2—高压空气罐 3—水位指示器 4—最低水位 5、6、7—循环阀 8—空气压缩机 9—水箱 10—乳化水罐  
 11—冷却器 12—电接触压力表 M、M<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>、M<sub>3</sub>—电磁两流分配器  
 13—过滤器

## 第2节 锻造水压机 本体的修理

### (一) 主要零部件的修理

#### 1. 上横梁的修理

上横梁用以安装工作缸，两侧装回程缸和平衡缸，上横梁工作巢孔与缸配合的定位腰带做成下大上小，便于安装，缸体与缸的配合为H9/f9，上横梁立柱孔与立柱的配合处应有1~2mm的间隙，以补偿安装中立柱出现的垂直度误差。上横梁常见的损坏及修理方法如下：

(1) 固定工作缸法兰用的螺孔损坏（或者螺栓断在螺孔中）这是由于水压机在工作中部分螺栓松动而未及时紧固，导致其它螺栓受力增大而断裂，或者螺栓普遍松动使缸体上下窜动而引起螺孔损坏。应设法取出断在螺孔中的螺栓，对于螺孔损坏者应扩孔攻丝，一般是在大修时，将上横梁拆下，在镗床或摇臂钻床上进行，并且要保证螺孔对工作缸巢孔端面的垂直度。

(2) 巢孔定位腰带与缸体有较大间隙 安放工作缸的巢孔定位腰带处，经长期使用后，与缸体产生较大的间隙，尤其是中小型水压机的中间工作缸，其间隙甚至可达数毫米（要求配合间隙为H9/f9），而且多偏于一个方向。这是由于水压机经常在一个方向工作之故。若不及时修理，会使工作缸受力情况变坏，也是影响缸体法兰螺栓断裂的重要原因。因此，在拆修时，有的采用在定位腰带处镗孔镶套的办法，套的厚度可根据上横梁的具体结构来确定，一般宜取20mm，采用大过盈量压入，并要有防止其松动的定位措施。随着焊接技术的提高，目前也有的工厂采用堆焊后镗孔到所需尺寸的办法。

(3) 立柱螺母产生深坑 螺母和工作缸法兰与上横梁接触的承压面，长期使用后，尤其是在立柱螺母和缸体松动的情况下使用，会出现圆弧形深坑。螺母处凹坑深度可达2~5mm，拆修时应将这

些平面铣平，否则会引起立柱螺母松动，工作缸法兰区应力集中。在设计时，最好在上述区域预留的凸台，能保证满足几次的修复量。

上横梁在大修时，拆下后应检查它的损坏情况，并做出修复的技术要求。某12.5MN锻造水压机大修时，上横梁是采用堆焊的办法，将立柱孔、安放工作缸的巢孔定位腰带处全部堆焊。做法是：焊前将需要焊的部位预热到250~300℃，然后用二氧化碳气体保护焊进行焊补。焊补到要求的尺寸后，进行退火处理，即加热到300℃，保温2h，炉

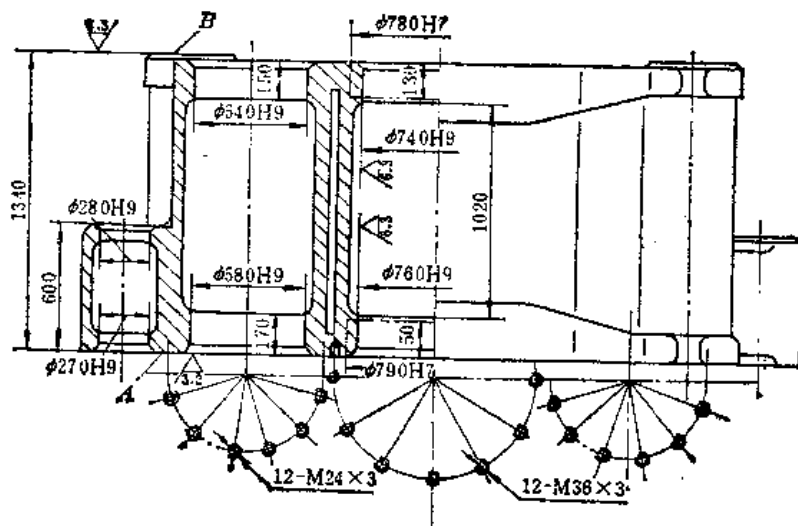


图13-2-1 12.5MN锻造水压机上梁大修技术要求

冷，消除焊接应力后，安排在落地镗床上进行修复加工，如图13-2-1，其技术要求如下：

1) 以各工作缸巢孔以及立柱孔为基准综合找正，保证A面与各孔的垂直度符合原图的要求后，将A面铣平，表面粗糙度达 $R_a 3.2\mu\text{m}$ 。

2) 将孔 $\phi 760\text{H}9$ 、 $\phi 740\text{H}9$ 、 $\phi 580\text{H}9$ 、 $\phi 540\text{H}9$ 分别镗至比原尺寸小一些（该尺寸根据工作缸外圆修理后的尺寸来确定），镗孔深度符合图纸，表面粗糙度达 $R_a 3.2\mu\text{m}$ 。

3) 将损坏的螺孔按图扩大一级，重新扩孔攻丝。

4) 掉面二次找正，保证B面与A面的平行度符合原图要求，将4个立柱螺母承压面铣平，表面粗糙度达 $R_a 3.2\mu\text{m}$ ，允许4个面之间有阶梯度。

有的也采用镶套的办法，如图13-2-1，其做法是：找正方法如上面(1)所述，然后将孔 $\phi 760\text{H}9$ 、 $\phi 740\text{H}9$ 分别按图镗至 $\phi 790\text{H}7$ 和 $\phi 780\text{H}7$ ，镗孔

深度符合图样, 表面粗糙度达  $R_a 6.3 \sim 3.2 \mu\text{m}$ 。镗孔后过盈压入一钢套(钢套加工尺寸另附图), 并将套的内孔镗至要求尺寸(该尺寸根据工作缸外圆修理后的尺寸来确定), 表面粗糙度达  $R_a 3.2 \mu\text{m}$ 。然后再按上面 3) 和 4) 项所述进行加工修复。

## 2. 工作缸的修理

工作缸多以法兰支承的形式安装在上横梁上, 如图13-2-2所示。工作缸内有用锡青铜 6-6-3 制成的导向套和密封压紧套。常见的损坏情况及修理方法如下:

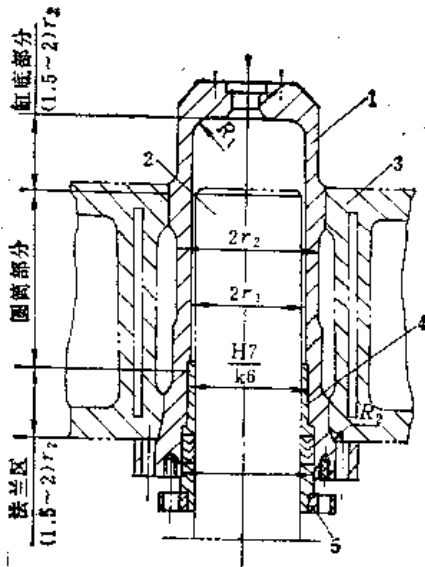


图13-2-2 工作缸

1—工作缸 2—柱塞 3—上横 4—导套 5—压套

(1) 缸孔端面螺孔损坏(或螺栓断在螺孔中) 多是因使用不当造成。应扩孔攻丝, 将缸体置于镗床或摇臂钻床上找正加工至图样要求。

(2) 定位面和承压面磨损变形 与上横梁工作缸集孔配合的定位面及工作缸法兰与上横梁配合的承压面磨损变形, 应以缸体端面和缸孔综合找正后, 分别加工上述两个面, 见圆见平。再以实测尺寸, 配作上横梁安放工作缸的内孔尺寸。

(3) 导套或压套磨损研伤 一般3~5年内要更新, 否则会影响柱塞导向和密封寿命。导套都是先准备好毛坯或者做成半成品, 在内、外直径上留3~5mm的余量, 待定出准确尺寸后再进行精加工, 这样还可以检查毛坯是否有缺陷。同时导套内、外径的尺寸是经实测缸体和柱塞的尺寸后确定的, 这就保证了与缸孔的配合符合H7/k6; 与柱塞的配合符合H9/f9。

值得注意的是, 如果导套采用过盈压入缸孔

内, 那末缸体作为包容件, 外径要增大, 这里可以忽略不计; 但导套作为被包容件, 受缸体压缩, 内径要缩小, 必须预先考虑补偿量(将内孔适当放大)。否则, 会影响柱塞与导套的配合间隙, 出现将柱塞抱住或研伤的现象。

要计算导套过盈压入缸孔后的内孔收缩量, 有的工厂采用下面近似计算公式, 用作考虑补偿量的参考。

$$\lambda = \left( \frac{3.6 \alpha}{2.45 + 1.15 \alpha} \right) \delta$$

式中  $\alpha = \frac{d_1}{d}$ ;

$\delta$  —— 选取的最大过盈量;

$d_1$  —— 导套内径;

$d$  —— 导套外径。

根据上述公式计算,  $\alpha$  和  $\lambda/\delta$  的对应关系如表13-2-1所列。

表13-2-1  $\alpha$  和  $\lambda/\delta$  的对应关系

$\alpha$	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5	0.4	0.3
$\lambda/\delta$	0.95	0.93	0.90	0.87	0.83	0.79	0.75	0.70	0.65	0.55	0.43

由于水压机的工作缸导套  $\alpha = \frac{d_1}{d}$  大都在 0.8 ~ 0.95 范围内, 因此, 内孔收缩量和过盈量基本相等( $\lambda/\delta$  接近于 1)。

根据某些工厂的实际经验, 先掌握导套的过盈量, 然后将导套内孔放大过盈量的 1~1.5 倍。直径 800mm 以上的导套宜取 1 倍, 直径 800mm 以下的宜取 1.2 倍, 直径 300mm 以下的取 1.5 倍, 效果较好。压套最好先过盈压入法兰中, 再加工内孔保证与柱塞 H9/f9 的配合。

(4) 工作缸裂纹 有的工作缸经过长期使用后, 出现裂纹。其部位有的在圆筒部分, 首先出现在内壁, 该处应力最大, 逐渐向外发展。裂纹多为纵向或与纵向约成 45° 方向; 有的裂纹出现在法兰区, 该处受拉力和弯剪, 加之断面变化使应力集中。裂纹首先由缸体外部过渡圆角处出现, 呈环状。逐渐向里扩展, 最后裂透, 使局部法兰裂掉, 严重者整圈裂掉。还有一些裂纹出现在缸底部分, 裂纹从内过渡圆角处开始向外扩展裂透。

分析缸体裂纹的原因大致有以下几个方面,

1) 设计不合理, 法兰高度太小或外径太大, 使综合应力过高, 过渡圆弧太小, 引起应力集中;

2) 加工制造有缺陷, 过渡区圆弧粗糙度高, 甚至有很深的刀痕, 形成疲劳缺口, 或是锻造、焊接、热处理等过程存在隐患, 焊缝位置太接近缸底等。

3) 安装使用有问题, 例如法兰承压面与上横梁接触不良, 上横梁变形不均, 增加缸体局部应力, 严重的违章偏锻, 上横梁安放工作缸的巢孔磨损变大, 法兰螺栓松动而长期失修等。

对于出现裂纹的缸体, 如果裂纹在缸底或圆筒上, 可视具体情况采取局部挖补或割去裂纹部分另锻筒体与底部焊上, 作为应急措施是可行的, 但必须进行热处理消除内应力, 再按图纸重新加工有关的孔、面。对于法兰区有裂纹者就无焊补价值了。

更换损坏的缸体时, 应分析原因。制作新缸体时应做强度校核并考虑以下方面: 法兰高度应大于缸壁厚度的 2.5 倍, 法兰外径尽可能减小, 法兰区过渡圆角  $R_2$  不得小于 30mm, 缸底内圆角  $R_1$  不小于  $1/8$  缸孔内径, 小尺寸缸不小于 30mm, 过渡区表面粗糙度达  $R_a 3.2\mu\text{m} \sim R_a 1.6\mu\text{m}$ 。最好进行滚压处理。焊缝要离开缸底 1.5~2 倍的缸的外半径这样一个距离, 焊后要消除应力和做探伤检查焊缝质量。

另外, 应加强对设备的维护保养, 定期检修, 严禁违章操作。

### 3. 工作缸柱塞的修理

中小型水压机的柱塞大都采用整体锻造加工制成, 大型水压机的工作缸柱塞也有采用分段锻造后电渣焊接而成。柱塞材料一般用 40~50 号钢。

柱塞经过多年使用后, 表面往往出现研伤的沟痕或锈蚀的凹坑, 这就影响导套和密封环的使用寿命, 造成漏水。又经长期磨损, 柱塞往往变成两头粗中间细, 在直径上差 1mm 甚至还要多。一般是在大修时将柱塞拆下进行修磨。先上车床以未磨损面找正, 车去柱塞两头粗中间细的“马鞍”形, 再将柱塞表面磨至表面粗糙度达  $R_a 0.8\mu\text{m}$  以上, 或者用滚压方法代替。对于直径磨损 1mm 以内的柱塞, 可继续使用原尺寸密封环, 不至于漏水。导套应根据柱塞磨后的尺寸配作。

为了提高柱塞本身和相关零件的使用寿命, 在修理或制造新柱塞进行更换时, 可采用以下方法:

1) 柱塞表面淬火。简单易行的办法是火焰表面淬火, 但容易出现“软带”; 目前许多工厂采用

中频或工频淬火后再磨的办法, 硬度可达 HRC50 以上。

2) 柱塞表面镀铬。镀铬层厚度宜取 0.1 毫米左右, 镀得太厚容易剥落, 镀铬后的柱塞在硬度和表面粗糙度上都十分理想。

3) 将旧柱塞车小, 在柱塞表面堆焊一层不锈钢, 焊后进行热处理, 再加至要求的尺寸, 效果也很好。

4) 柱塞表面进行氮化处理, 因都有一定困难, 所以不常采用。

对于中、小水压机的侧柱塞, 往往还需要修理一个球形座, 如图 13-2-3 所示。球形座是为了改善缸的受力状况。对于中小型水压机来说, 侧柱塞是通过螺栓与固定在活动横梁上的球形座相连。常见的故障是螺栓断裂。当活动横梁空程向下时, 如果侧缸柱塞被密封抱得太紧或者工作缸内的充水压力太低时, 就会发生柱塞与活动横梁脱节的现象, 加压时, 柱塞又会冲下来打在球形座上。应该立即更换螺栓。方法是压紧密封环, 使柱塞被抱住不致于落下, 然后下降活动横梁, 取下球形座, 更换螺栓。

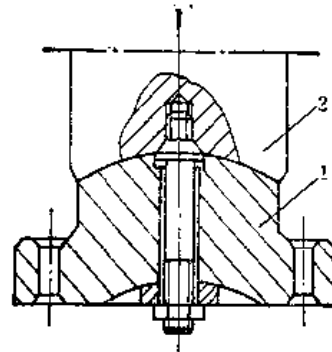


图 13-2-3 柱塞的球面支承  
1—球形座 2—柱塞

柱塞与球形座的连接螺栓断裂的主要原因是在锻造过程中, 柱塞倾斜使螺栓受弯矩、剪力。因此, 有的工厂将螺栓连接改为钢丝绳柔性连接, 如图 13-2-4 所示。钢丝绳上端穿过球形座及空心螺栓, 并把绳头弄散, 使每根绳头弯转, 然后用氯化锌清洗并灌铅, 使钢丝绳头和空心螺栓牢固连接, 其下端收紧拉紧螺钉, 使钢丝绳卡紧在绳夹套和楔子之间, 使用效果还好。

对于采用球面支承的柱塞 (包括双球面中间杆支承), 都存在一个球面副的润滑问题。对于双球面柱塞可定期用电动泵向上球面注干油, 至少保证

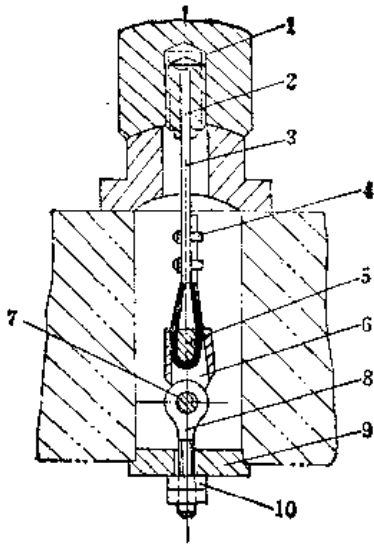


图13-2-4 柱塞与球座的柔性连接

- 1—道铅绳头 2—空心螺柱 3—钢丝绳 4—绳乳头
- 5—螺母 6—夹套 7—轴 8—螺钉 9—堵板
- 10—螺母

一拿一次。下球面的润滑最简便的办法是将柱塞抬起来抹油。只要维修和设计人员重视，润滑问题是能够得到解决的。

柱塞在使用中发生研伤，除大修时拆下修磨，平时一般可采用人工局部焊补，砂轮打磨，油石磨光。对于球面支承的柱塞，还可以将柱塞转动90°或180°使用，效果也很好。

#### 4. 回程缸的修理和改装

图13-2-5是某水压机的回程缸，常见损坏情况及修理方法一般与工作缸类似，但其螺孔不容易损坏。但柱塞、导套以及密封环的使用寿命则较工作缸低得多，其柱塞除大型水压机外，一般都不采用

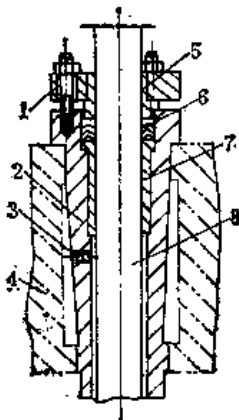


图13-2-5 回程缸

- 1—压套法兰 2—回程缸 3—放气阀孔 4—上横梁
- 5—压套 6—密封环 7—导套 8—柱塞

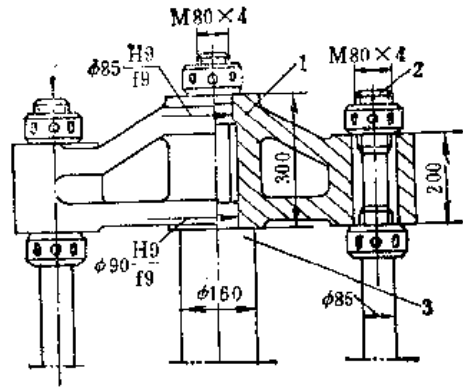


图13-2-6 回程缸的改装

- 1—小横梁 2—回程拉杆 3—回程柱塞

修磨而是更换。

中小型水压机的回程缸柱塞，如图13-2-6所示，回程缸柱塞3插入小横梁1并紧固成一体（刚性连接）。这样，当发生偏心锻造时，水压机活动横梁将出现歪斜。当活动横梁运动导向不良时（主要在工作缸柱塞与导套、立柱与立柱导套的间隙变大以后），活动横梁歪斜更加严重，引起回程拉杆2歪斜。由于该拉杆是连于活动横梁之上的，这时小横梁1和柱塞3也就发生歪斜。而回程缸又是固定在上横梁上不动的，这就导致了柱塞与导套的偏磨，使柱塞研伤，密封环也容易磨坏。

根据上述原因，可将柱塞与小横梁之间的刚性连接改装成图13-2-7那样的结构。加以上下球面垫，内球面垫在小横梁上定位，柱塞与小横梁孔之间留出适当的间隙，这样，柱塞与小横梁之间可以发生

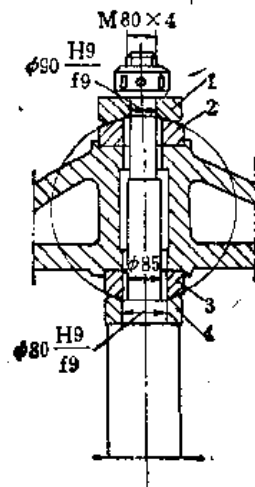


图13-2-7 柱塞与小横梁之间的刚性连接改装图

- 1—上外球面套 2—上内球面套
- 3—下内球面套 4—下外球面套



相对转动。不仅可以补偿柱塞安装时的垂直度误差，而且可以减轻磨损，大大延长了柱塞和导套的使用寿命。

5. 活动横梁的修理

图 13-2-8 为某 12.5MN 锻造水压机活动横梁

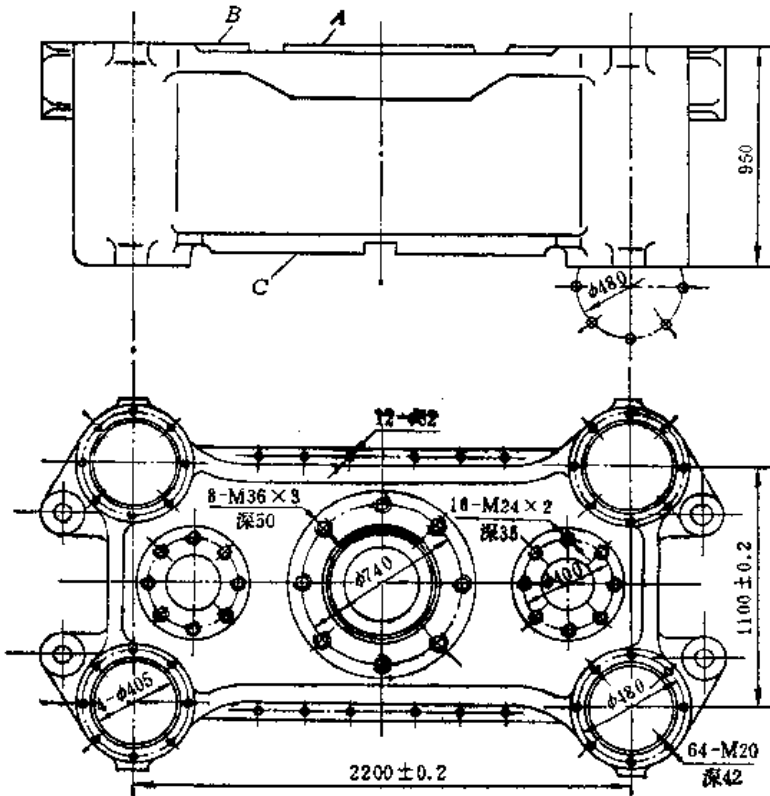


图13-2-8 12.5MN锻造水压机活动横梁

经过多年使用后，常出现的损坏情况及修理方法如下：

1) 螺孔损坏，尤其是中小型水压机压紧立柱导套的法兰孔容易损坏（图中M20螺孔）。其它螺孔也有损坏的，在拆修时应扩孔攻丝。

2) 主缸柱塞与活动横梁、侧缸柱塞的球形座与活动横梁的接触承压面 A 和 B，发生变形，在拆修时要铣平或进行手工铲刮修理。C 面有的压成锅底形，铣平后，垫上一层厚钢板，使用效果也很好。

3) 安装立柱导套的孔（图中  $\phi 405$  孔），也有可能出现变形，变形太大时，可在拆修时找正后镗孔，配作立柱导套。也可用焊补的办法，然后重新加工至要求的尺寸。

4) 活动横梁局部发生裂纹，可在裂纹两端钻孔来防止裂纹发展。或局部加热焊补，焊后消除内应力。

6. 上锤头垫板的修理

图13-2-9是某12.5MN 锻造水压机上锤头垫板。上与活动横梁连接，下挂锤头(上砧)，常见损坏情况及修理方法如下。

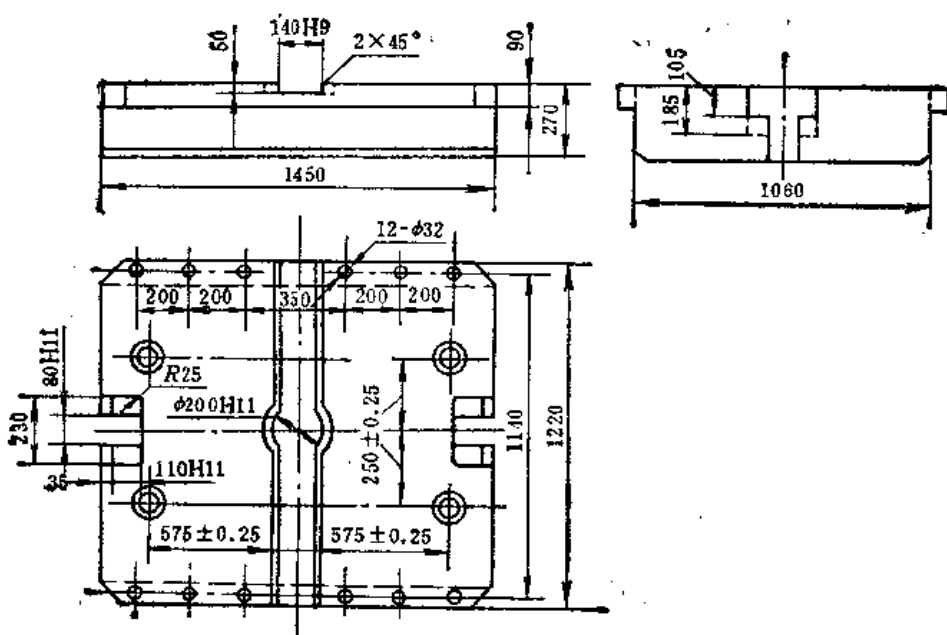


图13-2-9 12.5MN锻造水压机上锤头垫板

1) 与活动横梁连接的螺栓被拉长或者断掉, 穿螺栓的孔(图中 $\phi 32$ )变形, 其螺栓一经松动或变长, 锤头与垫板之间便会出现较大的间隙, 锻造时发出碰撞和巨大的冲击声, 可适当选用高强度的材质做螺栓。加强维护, 采取螺栓的防松措施。

2) 锤头的挂销容易断裂, 而且更换十分困难, 要将垫板拆下来才行。为此, 将垫板上安放挂销的方槽加开一个缺口(图中105处), 这样更换挂销可直接从缺口装入或取出。方槽总的深度要加大, 垫板要适当增厚。

3) 垫板经多年使用后发生变形、键槽(图中140H9)损坏, 拆修时上刨床加工见平, 键槽修复后, 重新配键。有的工厂将键与垫板做成一体, 使用效果也很好。

### 7. 立柱导套的修理

立柱导套一般都做成如图 13-2-10 那样的结构形式, 将剖分面选为与轴成 $5^\circ$  夹角的平面, 便于拆装。导套安装在活动横梁内, 保证其与立柱的良好导向。大修时一般都要更换。平时如发现立柱研伤, 应取出导套清洗、修刮。如间隙太大时可重新更换。

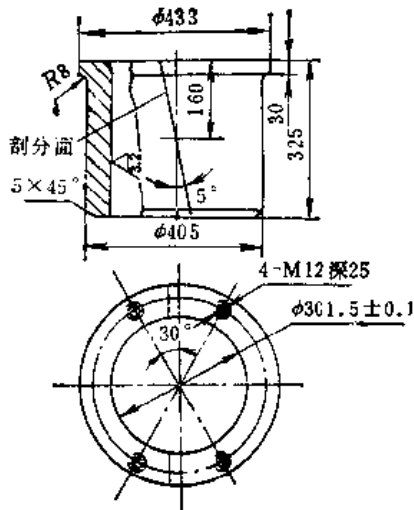


图13-2-10 立柱导套

### 8. 立柱的修理与改装

水压机的立柱用来连接上下横梁, 它作为机架支持整个水压机, 同时又是活动横梁的导轨。

#### (1) 立柱的修理:

1) 立柱研伤和撞伤。水压机在使用中, 如果立柱或者立柱导套不清洁, 润滑不良, 操作不慎, 都容易引起立柱拉伤。有时锻件或辅具也会撞伤立

柱。发现上述情况应立即清洁立柱和导套, 改善润滑条件、消除研伤痕迹。

2) 经过长期使用, 立柱会磨损和变形, 主要是立柱的中间区段被磨细。在拆修时用车床精车, 滚压修复, 然后重新配立柱导套。

3) 某水压机在大修时, 发现立柱在下横梁的上表面附近从光滑区至螺纹部分的过渡部分发现裂纹。如要做新立柱更换, 周期长, 来不及, 耽误生产。于是将裂纹铲磨后, 与原来的位置成 $90^\circ$  安装, 使用了两年多的时间, 做为应急措施是可取的。直到新立柱做好后, 把螺母松开, 将此立柱从上面抽出, 再将新立柱从上面穿进去即可, 故名“穿葫芦”。

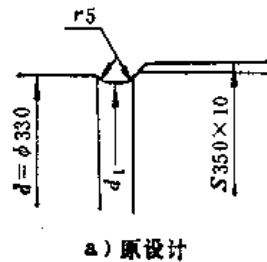
(2) 立柱的改装 立柱的断裂, 多在经过多年使用的小型水压机上发生断裂, 其部位多在下横梁的上表面附近从光滑区至螺纹部分的过渡区。这是由于水压机小, 机架刚度差, 锻造速度快, 次数频繁, 螺母容易松动等造成。立柱一经断裂, 要分析原因, 切不可照旧重做一件换上。避免再次发生问题。

如某厂16MN 锻造水压机立柱, 使用10个多月后便断裂, 位置恰在光滑区至螺纹部分的过渡区, 即在退刀槽 $r 5$ 根部, 如图13-2-11, 该水压机有关技术参数为:

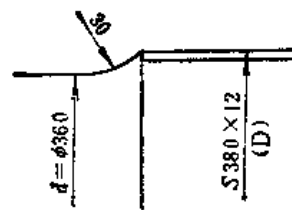
$$P = 1600 \times 10^4 (\text{N}),$$

$$d = 0.33 (\text{m}),$$

$$d_{\text{min}} = 0.325 (\text{m}),$$



a) 原设计



b) 改进后

图13-2-11 16MN 锻造水压机立柱过渡区

$$e = 0.1(\text{m}).$$

立柱材料为45号钢正火处理:

$$\sigma_s = 2700 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

1) 校核其静载合成应力为:

$$\sigma_{\pm} = \frac{P}{4F} + \frac{mPe}{W} = \frac{P}{\pi d_1^2} + \frac{0.25Pe}{0.1d_1^3}$$

$$= 1647 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$\sigma_{\pm} > [\sigma] = 1500 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

2) 校核疲劳强度:

$$k = 1 + q(k_t - 1)$$

$$\frac{r}{d} = \frac{5}{330} = 0.015$$

$$\frac{d}{d_1} = \frac{330}{325} = 1.015$$

查得  $k_t = 2.5$

$$q = 0.93$$

$$k = 1 + 0.93(2.5 - 1) = 2.39$$

$$\sigma = k \sigma_{\pm} = 2.39 \times 1647 \times 10^5$$

$$= 3936 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$\sigma > [\sigma_d] = 2200 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

通过上述校核证明立柱应力过大, 因此断裂。为此对原立柱尺寸和结构做了修改, 直径增大到  $\phi 360\text{mm}$ , 过渡圆角增加到  $30\text{mm}$ 。校核强度结果如下:

$$\textcircled{1} \quad \sigma_{\pm} = \frac{P}{\pi d^2} + \frac{mPe}{0.1d^3} = 1253 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$\sigma_{\pm} < [\sigma] = 1500 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$\textcircled{2} \quad \sigma = k \sigma_{\pm}$$

$$\frac{r}{d} = \frac{30}{360} = 0.0835$$

$$\frac{D}{d} = \frac{380}{360} = 1.055$$

查得  $k_t = 1.58$

$$k = 1 + 0.93(1.58 - 1) = 1.54$$

$$\sigma = 1.54 \times 1253 \times 10^5 = 1929 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$\sigma < [\sigma_d] = 2200 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

立柱更换后, 使用多年未发生问题, 通过上述计算, 认为该立柱过早断裂的原因是退刀槽圆角太小, 应力集中严重, 值得设计和维修人员注意。

另外, 要加强对水压机的维护, 防止螺母松动, 禁止违章偏载, 对延长立柱的使用寿命也是十分重要的。

(3) 立柱螺母的防松措施 立柱与横梁的外侧螺母在使用中容易松动, 小型水压机最为突出。

它会使立柱及其它部件受力变坏, 甚至造成立柱断裂等重大事故, 一般采用如下措施:

1) 在安装或修理水压机时, 严格要求立柱螺母与横梁的接合面, 其接触均匀, 局部间隙不应大于  $0.05\text{mm}$ , 累计移动长度不应大于周长的  $1/5$ 。若发现不良, 应修理螺母端面或横梁的承压面。修理螺母端面的方法是: 做一截相当于立柱螺纹部分的芯轴, 将螺母戴上, 找正后车其端面, 或在大修时, 在修复立柱的同时, 将螺母戴上一起把端面修好。

2) 预紧立柱螺母, 主要有加热预紧和超压预紧两种方法。

① 加热预紧: 立柱必须是空心的或两端钻有加热孔。在螺母“冷紧”并检查接合面基本符合要求后, 采用蒸汽或电加热(电阻丝棒或硅碳棒), 立柱受热温度升高, 长度增长, 将螺母旋转一定角度, 立柱冷却后便产生一个很大的预紧力, 可防止螺母松动。

螺母的旋转角度按下式计算:

$$\alpha = \frac{360^\circ \sigma L}{SE}$$

式中  $\sigma$ ——许用应力, 一般取  $1000 \times 10^5 \text{Pa}$ ;

为了补偿“冷紧”时力量不足而在螺母和横梁承压面之间残存的间隙(一般说来是存在微量), 许用应力可视情况取到  $1200 \times 10^5 \sim 1300 \times 10^5 \text{Pa}$ , 实际证明也是安全可靠的。

$L$ ——立柱被拉紧部分的长度, 即为横梁之高度( $\text{cm}$ );

$S$ ——立柱螺纹的螺距( $\text{cm}$ );

$E$ ——弹性模数( $\text{Pa}$ )。

② 超压预紧: 其超压值应为压机额定压力的  $1.25$  倍, 在此压力下加压, 使立柱略微增长, 旋紧立柱内侧螺母。一般不用此法, 因为它达不到应力为  $1000 \times 10^5 \text{Pa}$  以上的预紧力, 还会损坏水压机上横梁以内侧螺母为水平基准的安装精度。

3) 立柱螺母的机械锁紧, 虽然加热预紧螺母, 但仍可能发生松动, 为此再辅以机械锁紧较为可靠。图13-2-12所示, 是某水压机立柱外侧螺母锁紧装置, 在螺母径向预钻两个放销子的孔, 放入两个销子, 然后用锁紧环卡住该销子, 并用螺钉将这个锁紧环固定在横梁上, 实践证明, 防松有效。

### 9. 底座的修理

底座也是水压机的主要零件之一, 常见损坏情况与上横梁相似, 诸如与立柱螺母接合面变形, 立

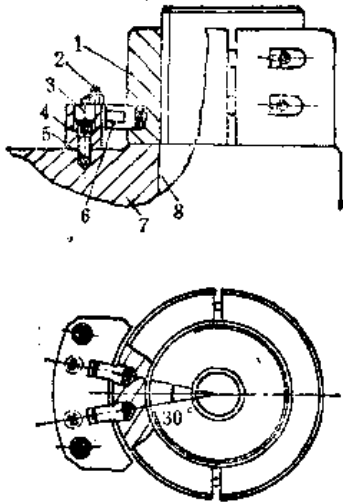


图13-2-12 某水压机立柱外侧螺母锁紧装置  
1—螺母 2—螺栓 3—顶出螺钉 4—锁紧环  
5—定位销 6—锁紧销 7—横梁 8—立柱

柱孔成椭圆形，与滑板接触的平面变形，局部发生裂纹等，参照上横梁并结合具体情况进行修理。

此外，也有水压机发生底座地脚螺栓被拉断，与底座接触的二次灌浆被搓坏。按理说，地脚螺栓并不承受水压机发出的力，它为什么会断裂？二次灌浆为什么又会被搓坏呢？这是因为底座设计的刚度不够，加压时中间向下弯曲，卸压后又回过来，这样频繁的动作，使二次灌浆被底座的往复伸屈所搓坏，地脚螺栓亦被连剪带拉所破坏。解决的办法如图13-2-13所示，将图中左边地脚螺栓结构改成右边那种带球形垫的结构，这样底座的挠曲就不会影响螺栓的受力了。

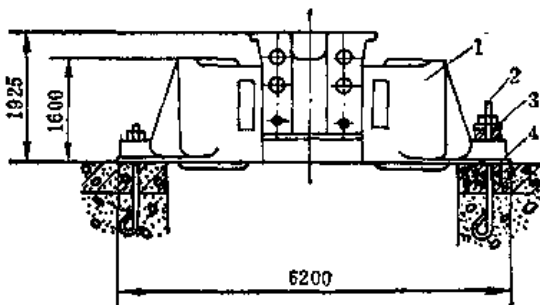


图13-2-13 地脚螺栓结构的改进  
1—底座 2—地脚螺栓 3—上球形垫 4—下球形垫

### 10. 工作台及滑板的修理

工作台与滑板接触的平面容易研伤和磨损，而铸铁滑板除研伤外，水压机中心部分的滑板大量磨损甚至压碎。在拆修时应将工作台研伤平面刨平刨光，使用5年左右的中小型水压机工作台，每次刨

修量约需3~5mm。

在大修时滑板要全部更换。发现压碎的滑板要立即更换与两侧同等厚度的滑板。为了减小工作台与滑板的磨损，延长滑板的使用寿命，有的工厂在下横梁上安装液压缸和弹簧滚轮装置，把工作台与垫板之间的滑动摩擦改成滚动摩擦。当水压机加压时，工作台紧贴在滑板上承压。卸压后，工作台需要移动时，用液压缸把工作台顶起，脱离滑板，在滚轮上滚动。这种结构还节约润滑油，并减少维修工作量等。

### 11. 移动工作缸的修理

移动工作缸常见的结构有两种，一种如图13-2-14所示，缸体移动而柱塞固定不动。另一种如图13-2-15所示，缸体固定不动而柱塞可动。

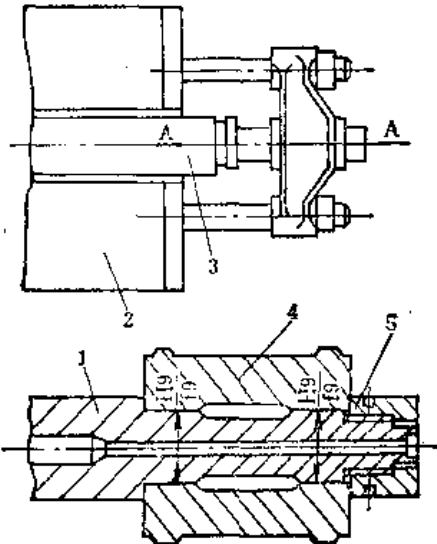


图13-2-14 移动工作缸的结构  
1—柱塞 2—底座 3—移动缸  
4—小横梁 5—螺母

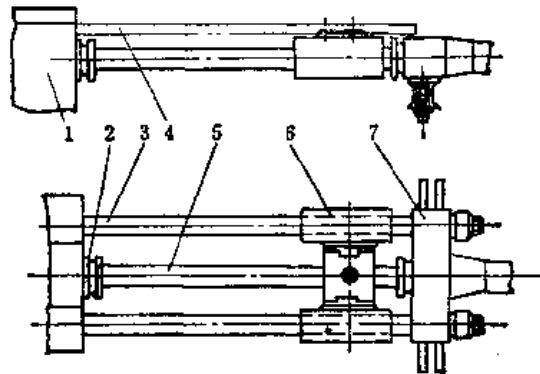


图13-2-15 移动工作缸的结构  
1—底座 2—内移动缸 3—拉杆 4—拉带 5—持力头柱塞 6—滑块 7—外移动缸

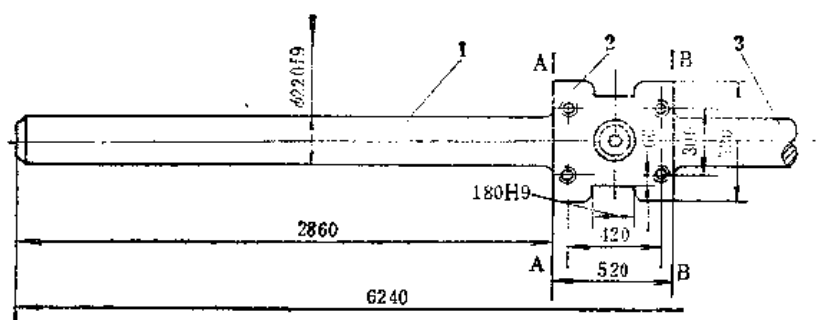


图13-2-16 柱塞连同中间的方头是整体的

移动工作缸与回程缸相类似，也是柱塞、导套、密封环易磨损。对于直径大于250mm的柱塞，可采用修磨后再用的办法。每次修磨量不会少于2~4mm，然后重新配作导套及更换非标准密封环。

移动缸的柱塞、导套等较回程缸更容易磨损，因移动缸卧放，有自重因素。如图13-2-14所示，缸体在底座装有铜条（有的用淬火钢板）的滑道上滑动，而铜条容易磨损，尤其是润滑不良时更严重。有的在使用半年以后，铜条可磨下去5mm左右，这样缸体下沉，其全部重量不再由滑道承受，而是压在悬臂的柱塞上，若继续使用，将会急剧地偏磨柱塞和导套。鉴于上述情况，某水压机对移动缸柱塞进行了改装。以前柱塞与中间的方头是做成整体的，如图13-2-16所示，方头和滑块连在一起，滑块的导向铜套一经磨损整个柱塞就下沉，造成与移动缸导套的偏磨，后来将柱塞从图中A—A和B—B两处分成3件组成，从此，方头下沉再也不影响柱塞了；而且柱塞的加工和更换也比以前容易，效果很好。对于像图13-2-14那样缸体移动的结构，某120MN水压机已改装成功：在缸体下面装上滚轮让其在滑道上滚动，减少磨损，防止缸体下沉，效果很好。另外，对于这种结构的移动缸，原设计柱塞是插入一小横梁孔内，其配合为H9/f9，如果缸体下沉，柱塞将无法补偿。为此，可将横梁孔做得比柱塞大几毫米，间隙留在柱塞下方，使柱塞可以随缸下沉一个量。

也有的工厂把缸体与滑道之间由平面接触改成在缸底下面成“八”形接触，使用效果很好。

## (二) 水压机本体大修的拆装工艺

本部分着重介绍水压机本体大修时的拆装方法及要求。中小型水压机以12.5MN锻造水压机为例，大型水压机以100MN锻造水压机为例，都是经过实

践总结出来的，可供同类型水压机大修时参考。

### 1. 12.5MN锻造水压机本体大修的拆装

#### (1) 拆卸方法及要求

1) 搭脚手架：尺寸如图13-2-17所示，脚手架的负荷以20人工作计算，允许承受1.5t重，不得在脚手架上堆放零件和工具，可用木、竹质杆搭制，也可用金属管架。架上分层铺放平稳的走台板、栏杆、攀登扶梯等。

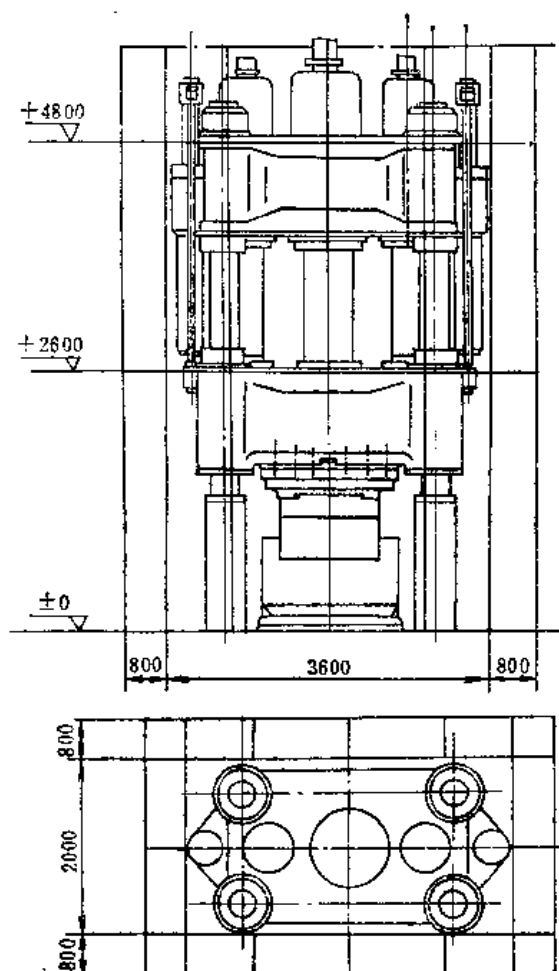


图13-2-17 脚手架尺寸

2) 拆卸回程缸：如图13-2-18所示，先拆螺母2，将柱塞4与小横梁10一起吊出后，再将柱塞与小横梁拆开。然后拆螺母7，将回程拉杆5逐一吊出，最后拆回程缸9。先用行车试吊，起吊时要注意观察有无卡死现象，不可强力提升，最好用千

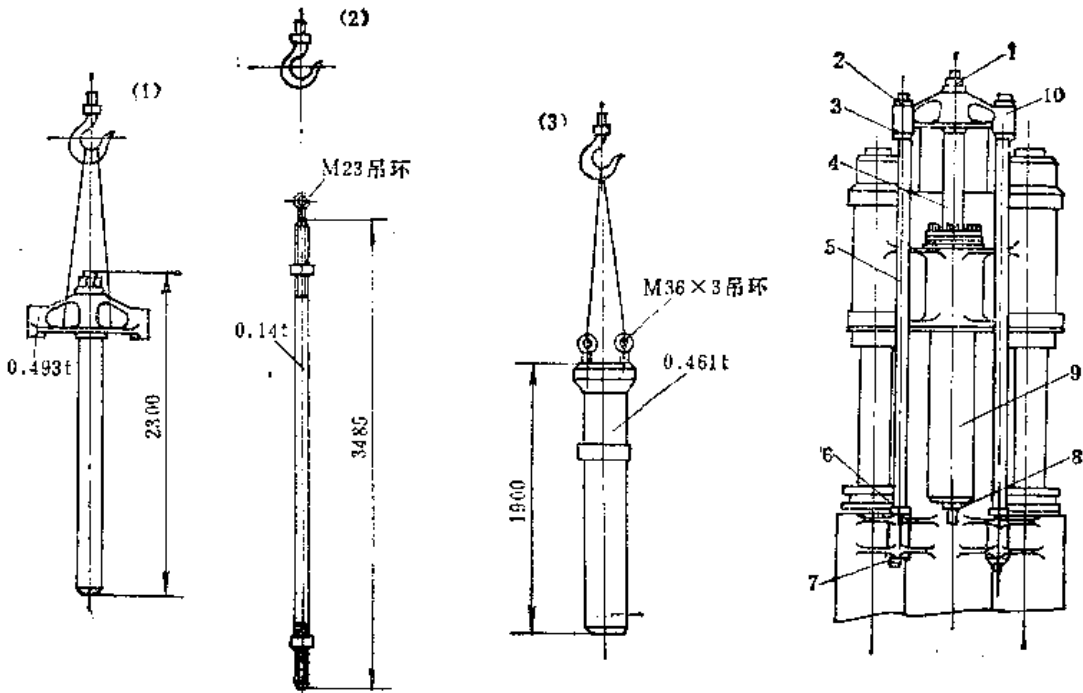


图13-2-18 拆卸回程缸  
1、2、3—螺母 4—柱塞 5—拉杆 6、7—螺母 8—进水管 9—回程缸 10—小横梁

斤顶将缸体顶松后再起吊。

3) 拆吊上横梁：如图 13-2-19 所示，先拆除主、侧工作缸的高压进水管和充液阀，然后将主、侧缸逐一下放至柱塞上。方法是用行车把缸体吊住，松掉缸体与上横梁连接的螺栓，然后缓慢将缸体放下去。应该注意，侧缸柱塞下部为球形座支承，为了防止倾倒，应以钢丝绳固定住。并做出缸体与上横梁相对位置的拆装记号。最后拆吊上横梁。此前先拆去立柱螺母 5，拆吊时要求起吊平稳，防止撞刮立柱螺纹。接着拆立柱螺母 3，并做出拆装记号。

4) 拆吊主、侧工作缸及柱塞：如图 13-2-20 所示，先拆吊侧缸体，行车要吊平吊稳，松去安全绳，缓慢抽提，提升 1m 左右后停止，待侧柱塞用安全绳固定后，方可将侧缸吊出。接着起吊侧柱塞，此前要先拆去球形座与活动横梁的连接螺栓。

待主缸拆吊后，再拆去柱塞的压紧法兰，然后试吊主柱塞，观察主柱塞插入在活动横梁部分是否有锈住现象，不可强力提升。若试吊不成功，应拆去活动横梁下部的锥头垫板，在活动横梁下部正对中心孔处放一“冲子”，用行车将梁提起、然后墩下，直至将主柱塞顶松后方可起吊。

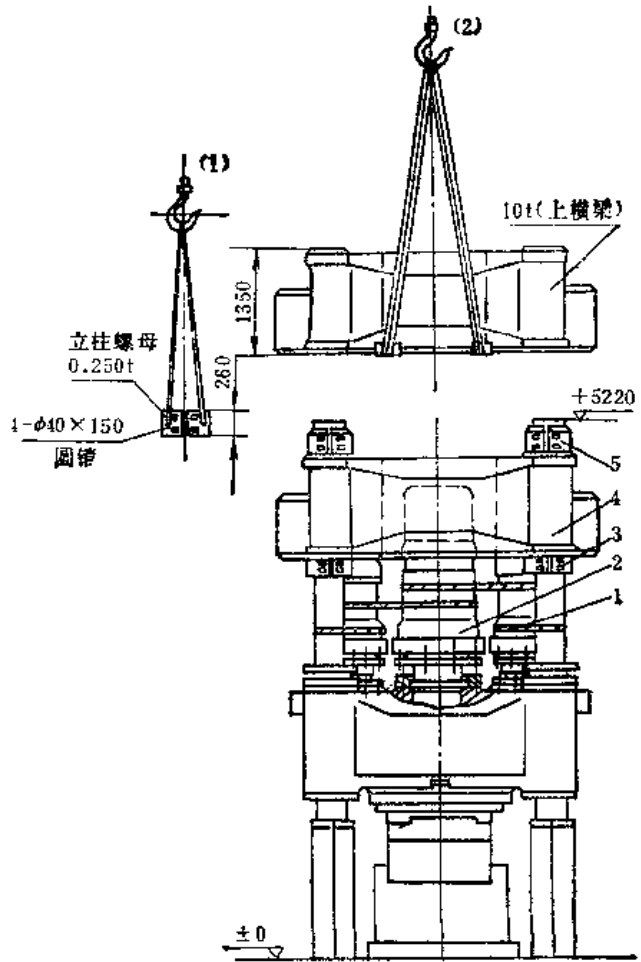


图13-2-19 拆吊上横梁

1—侧工作缸 2—主工作缸 3—立柱螺母 4—上横梁 5—立柱螺母

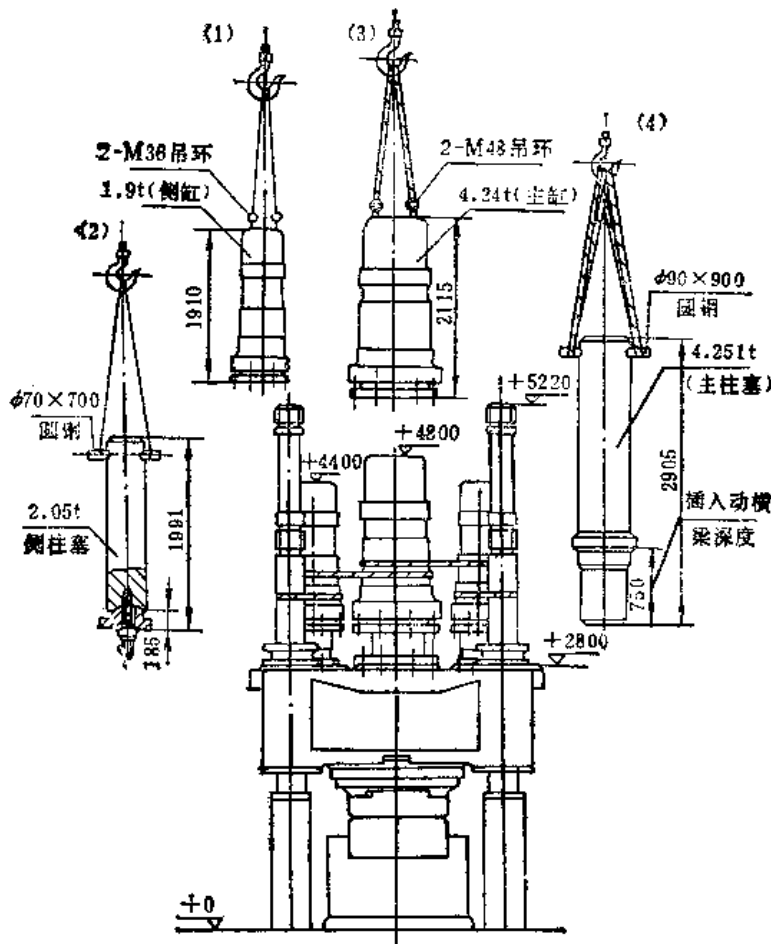


图13-2-20 拆吊主侧工作缸及柱塞

5) 拆吊活动横梁: 如图 13-2-21 所示, 先拆上限程套 1, 再拆立柱导套 2, 然后起吊活动横梁。起吊过程中要平稳, 提至接近立柱螺纹部分时, 务必缓慢提升, 做到安全通过。最后拆除锤头 3, 砧座 4 及限程套 5。根据现场情况, 部分脚手架也随之拆除。

6) 拆吊立柱: 如图 13-2-22 所示, 先拆除底座下面的立柱螺母后, 将立柱缓慢平稳的吊出, 平放在地面上并防止滚动, 最后拆下立柱上面剩下的螺母。

7) 工作台的拆卸: 如图 13-2-23 所示, 先拆除地沟盖板, 并在地沟周围设置栏杆以保证安全, 再拆除移动盖板及滚轮, 最后拆吊工作台。此前先拔去工作台与移动缸连接的销子。用桥式起重机车将工作台微微吊起, 再配合卷扬机水平牵引, 使工作台往外平移至图中所示位置方可垂直起吊。

8) 移动缸及滑板的拆卸: 如图 13-2-24 所示。先拆两端的移动缸柱塞, 为此须先拆进水管 15

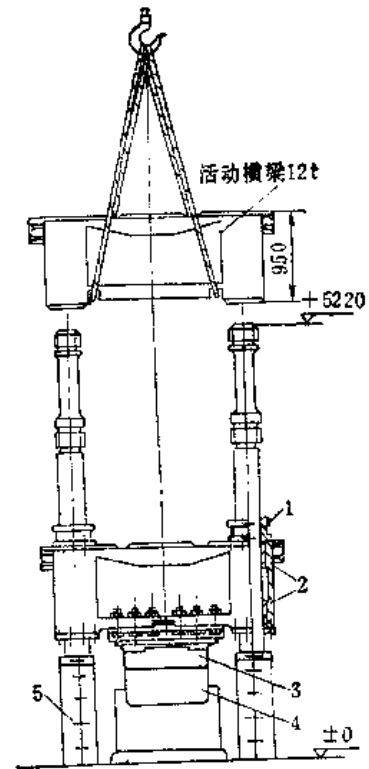


图13-2-21 拆吊活动横梁  
1—上限程套 2—立柱导套 3—锤头  
4—砧座 5—限程套

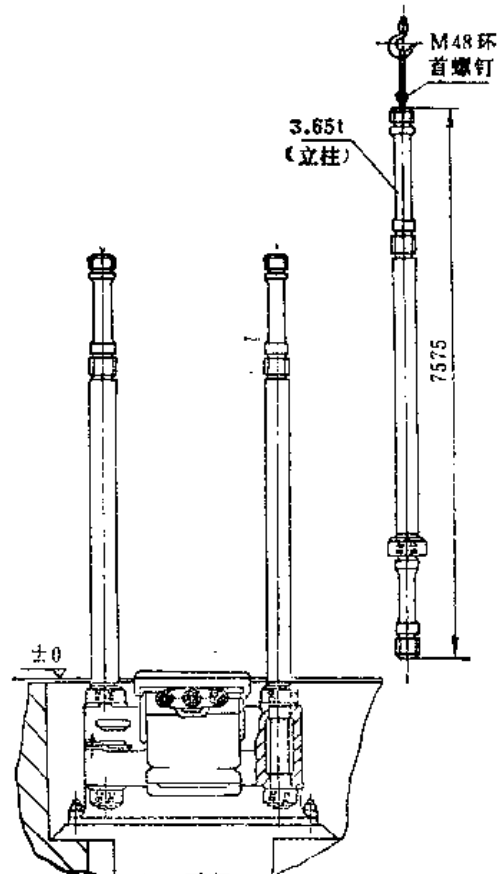


图13-2-22 拆吊立柱

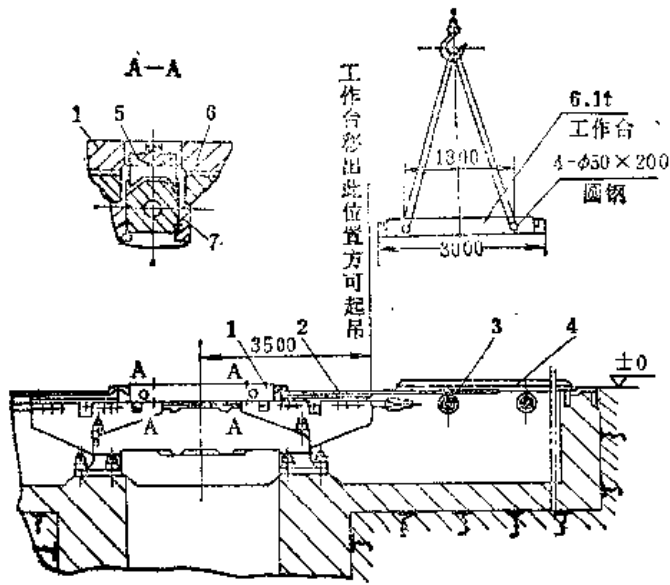


图13-2-23 工作台的拆吊

- 1—工作台 2—移动盖板 3—滚轮 4—地沟盖板  
5—销子 6—滑板 7—移动缸

及螺母14和13, 用千斤顶将小横梁12和柱塞16顶出拉杆11之外, 再用行车吊住平移至缸体外, 方可垂直起吊。然后拆吊缸体, 因为缸体上有滑块4咬合在底座导轨之上, 故不能直接垂直起吊, 须先用行车将缸吊平, 使钢丝绳略微吃劲, 然后使缸体水平往北移, 至使北端滑块脱离导轨后, 拆下滑块; 再用同样的方法使缸体往南水平移动, 取下南端滑块18,

方可垂直起吊。最后拆铸铁滑板6, 为此先拆螺钉9和销子10, 再逐一吊下滑板; 最后吊出主辅底座。

至此, 整个大的拆卸工作基本完成, 然后对各部件进行修理, 其修理项目和方法参照前面所述, 并根据具体情况确定。

(2) 安装工艺及要求 安装前必须测量基础的水平度, 不平时只许凿修高处, 不允许垫平。允许误差0.5/1000。

1) 底座装配:

① 吊装底座、调整垫铁, 找正底座, 纵横向水平误差不大于0.1/1000, 把紧底座。

② 将底座与辅座的连接孔清理干净, 除去毛刺。吊装辅座, 找正水平, 纵横方向误差不大于0.1/1000, 检查底座与辅座的上平面等高, 其误差不超过0.15/1000。

2) 移动工作缸及滑板和柱塞的吊装:

首先清洗零部件, 检查有关配合尺寸。吊装移动缸前, 导套可先压入缸孔, 并检查底座导轨的水平度及导轨之间的阶梯度, 再吊装移动缸, 缸体纵横向水平度误差不大于0.1/1000。滑块与导轨的间隙应为0.2~0.3mm。

移动缸柱塞可与小横梁组装后吊装, 并将压套法兰以及密封环预先套在柱塞上, 并要注意密封环

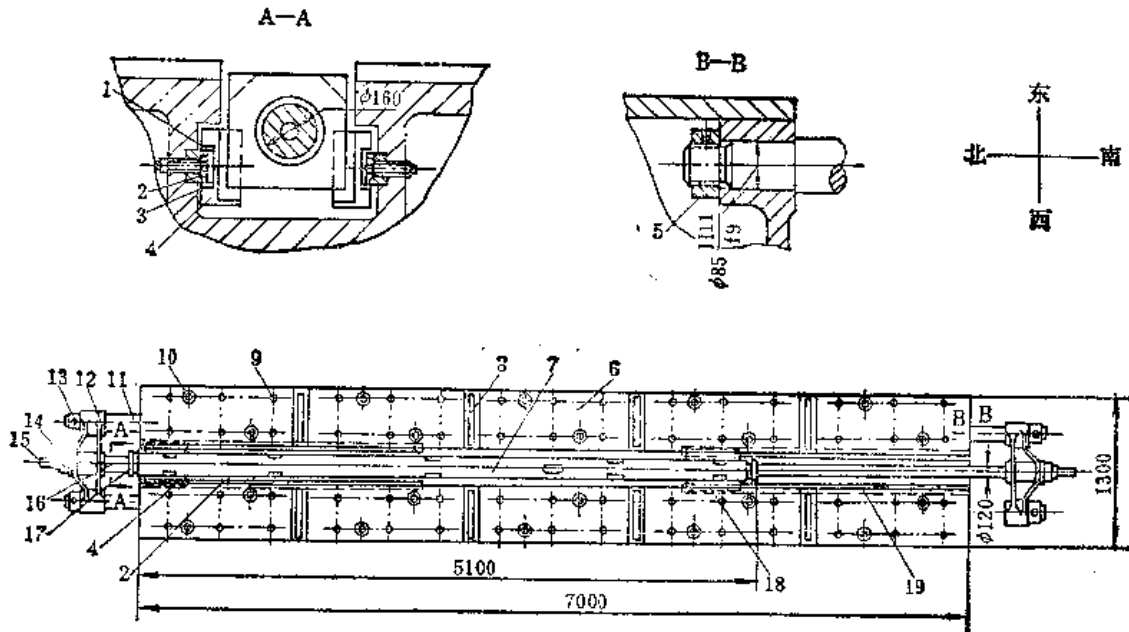


图13-2-24 移动缸及滑板的拆卸

- 1、3—导向铜条 2—导轨 4—滑块 5—螺母 6—滑板 7—缸体 8—油槽 9—螺钉 10—销子  
11—拉杆 12—小横梁 13、14—螺母 15—进水管 16—柱塞 17—法兰 18—滑块 19—导轨



的方向。柱塞的水平度误差不应大于 0.15/1000。

3) 滑板及工作台的吊装：吊装滑板后，在滑板上复查水平度，其纵横向水平度误差不应大于 0.1/1000；相邻两滑板高低差不应大于 0.1mm。两滑板接头处应倒圆，滑板上销孔应与底座配铰，螺钉与销头部均应低于滑板上平面 3~5mm 以上。

工作台吊装前，应仔细清洁工作台和铸铁滑板，与两边的滑板间接触应均匀，接触面积应大于 60% 以上。可用涂色、压研检查并修磨，最后吊装移动盖板及地沟盖板。

4) 立柱部分的吊装：首先清洁立柱，在可能的条件下还可将立柱对角两立柱调换位置安装，以延长其使用寿命。立柱吊装后，如图 13-2-25，将底座上下的螺母拧紧，并检查螺母与横梁的接触情况，接触面积应均匀，局部间隙不应大于 0.05mm，累计移动长度不应大于周长的 1/5。立柱的垂直度可用框架式水平仪分别在立柱的工作面上，至少分上、中、下 3 处进行测量，沿圆周 90° 量一点，取其平均值，其垂直度不应大于 0.1/1000。两立柱间的平行度不应大于 0.1/1000；然后吊装限程套，用高度尺检查等高，或在其上跨放平尺检查，不水平度不应大于 0.1/1000。

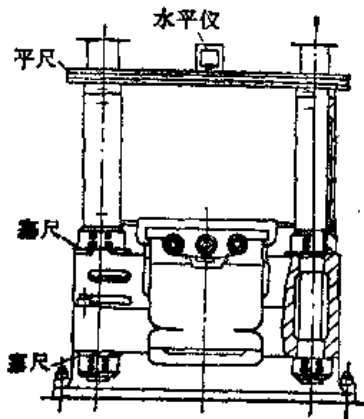


图13-2-25 立柱检查测量

5) 活动横梁的装配：如图 13-2-26 所示，清洁活动横梁，先用行车试吊找平，然后一次提升，略高于立柱后，平移至 4 立柱上方，使 4 立柱对准活动横梁的立柱孔，缓慢下降，使活动横梁安全顺利地套入立柱，并放于方箱上。然后装上部导套于横梁孔内，调整导套内孔和立柱之间隙，导套的剖面位置应符合图 13-2-27，内孔与立柱的间隙，

$$A_1 = 0.75 \sim 1 \text{ mm}$$

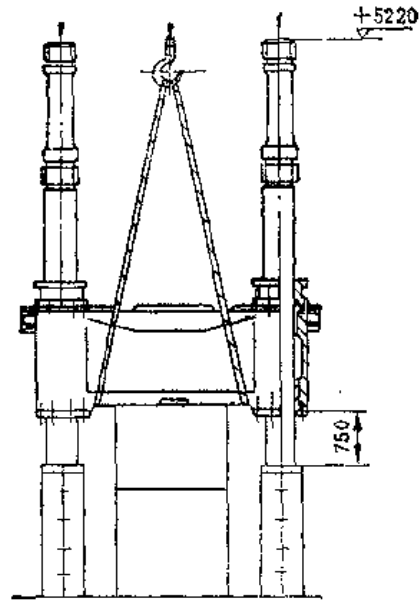


图13-2-26 动梁部分的吊装

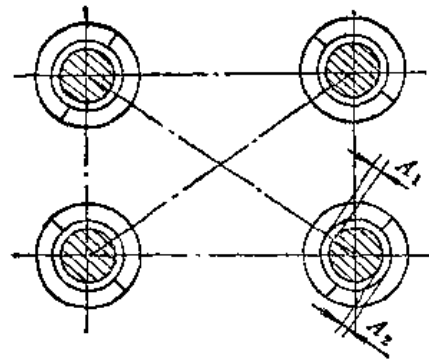


图13-2-27 导套的剖面位置

$$A_2 = 0.5 \sim 0.75 \text{ mm}$$

但是，这样的要求必须将导套内孔加工成偏心的，刮起来很费事。在实际修理中，将导套内孔尺寸加工成比立柱大  $A_1 + A_2$ ，实践证明，使用效果很好。

将活动横梁落在下限程套上，检查与 4 个限程套均应同时接触，并在活动横梁的柱塞支承面上检查，水平度误差不应大于 0.1/1000。

重新搭脚手架。

6) 上横梁部分的安装：首先吊装主、侧柱塞到活动横梁的孔内并紧固。要求主柱塞台阶与活动横梁上平面应接触均匀，局部间隙不应大于 0.05mm。侧柱塞与球形座的接触应均匀，其接触面应在 90% 以上。球形座与活动横梁接触应均匀，局部间隙不应大于 0.1mm。为了防止侧柱塞倾倒是以安全绳

固定。

吊装主工作缸。导套应先压入缸孔中，压套法兰以及密封环套在主柱塞上，然后将主工作缸吊至主柱塞上。再以同样的方法吊装侧工作缸。

上横梁的吊装应如图13-2-28，装好立柱螺母并搭桥检查，其水平度不大于 $0.05/1000$ 后方可进行。用行车一次起吊并移至水压机中心，缓慢下降，达到安全套入立柱，然后装4个立柱螺母并拉紧。如图13-2-29所示，检查各螺母与上横梁接合面，要求接触均匀，局部间隙不应大于 $0.05\text{mm}$ ，累计移动长度不应大于周长的 $1/5$ 。检查上横梁纵横向水平度不大于 $0.1/1000$ 。

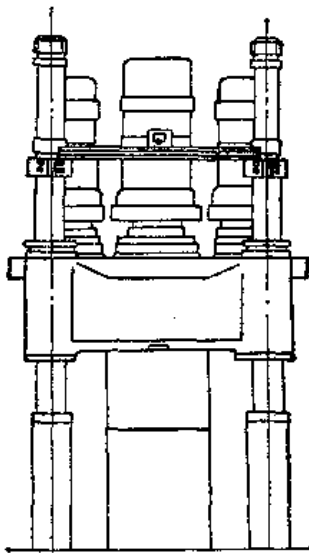


图13-2-28 上横梁的吊装

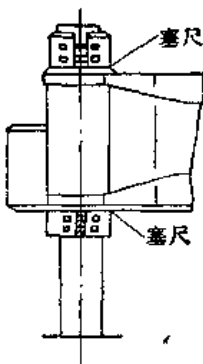


图13-2-29 检查各螺母与上横梁接合面

抽提主、侧工作缸。先确定缸体法兰孔的正确方位，然后抽提工作缸。当缸体与横梁的配合面接近时，要缓慢提升，达到安全进入，不得强行提升。拧紧法兰螺栓，检查法兰与横梁的接合面，接

触应均匀，局部间隙不应大于 $0.05\text{mm}$ ，累计移动长度不应大于周长的 $1/5$ 。组装主、侧缸密封环和压紧法兰。

最后吊装回程缸。先清洁零件，将导套压入缸孔中，然后吊装缸体至上横梁，缸体法兰与上横梁接合面接触应均匀，局部间隙不大于 $0.05\text{mm}$ 。再吊装回程拉杆，为了保证每对拉杆等长，应如图13-2-30那样检查两螺母的不水平度不大于 $0.05/1000$ ，符合要求后再装回程柱塞，回程拉杆上所有上下螺母应拉紧，与横梁接触应良好。如图13-2-31用塞尺检查，要有锁紧装置。

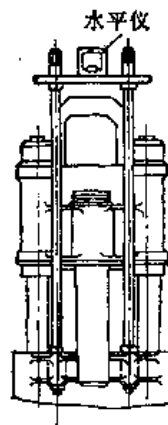


图13-2-30 检查两螺母的水平度

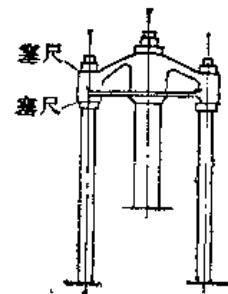


图13-2-31 用塞尺检查

7) 连接管道：先配研各个阀口，清洗阀并组装成部件，工艺要求及方法按图样上的要求。

再先后接通本体各部与分配器之间的连接管道，在此之前先用低压水冲洗一次，以清除污物及锈粉。因管道已经拆开，金属密封环必须更换。

8) 加热预紧立柱螺母：在严格的试动规程下，让压机试动。这时应换上工作砧，检查各运动部分有无卡死或研伤现象，立柱导套的间隙如何，活动横梁悬空或落于限程套上（这时严禁加压并有安全措施）时，检查主缸柱塞的垂直度不大于 $0.1/1000$ ，符合要求后便开始对立柱加热。方法是：将硅碳棒插入立柱的加热孔内，接通电源后，经过 $1.5\text{h}$ 的时间，立柱表面温升便可达到 $60^\circ\text{C}$ 以上，接着就可按计算好的角度或弧长旋转立柱螺母。比之蒸汽加热，可大大缩短了加热时间，既经济又简便。然后配以机械锁紧。

9) 表面修饰：铲磨各处的焊疤、挡块，喷刷油漆，其颜色规定为：高压管道为红色；低压管道为绿色；润滑油管为黄色，空气管道为蓝色，本体

为灰色。

最后拆脚手架并清理现场。

(3) 12.5MN锻造水压机大修计划方案:

1) 大修工序表见表13-2-2。

2) 大修网络图示于图13-2-32。

## 2. 100MN锻造水压机本体大修的拆装

由于水压机太大,按前面介绍的方法拆装十分困难,因此大胆采用了接长回程缸拉杆,用回程缸的力量下放活动横梁至底座上。然后再将主侧缸柱塞拍出来进行修磨的办法,并根据情况采取一些其他措施,顺利地完成了该水压机本体的大修任务。下面着重介绍拆装方法及注意事项。

### (1) 拆卸方法:

1) 拆主、侧工作缸导套:因导套在装配时大都采用过盈压入缸孔内,极难拆出。常规办法是等缸体拆下后,上镗床将旧套镗掉。新方法则比较简便,先将主、侧缸压紧法兰松退到柱塞底部,然后由操纵系统控制,使每个缸单独进高压水,导套便被冲出来,套在柱塞上,只需几个小时的时间。

2) 拆立柱导套:可借助操纵系统将压机活动横梁放至限程套上,拆去压套法兰,再提升活动横梁如图13-2-23中所示位置,此时立柱导套将全部暴露于活动横梁之外,可逐一取下内外球形套及导套芯。

表13-2-2 12.5MN水压机大修工序表

工序	工序名称或内容	先行工序	工序时间(天)	工序	工序名称或内容	先行工序	工序时间(天)
1	审核修理文件及材料准备情况,布置各单位协作任务	—		17	找底座水平,清理底座基坑	12	4
2	组织有关维修人员进行安全教育,布置短期任务	— (班前)		18	安装底座及附件,二层螺母安装	14,30,17	4
3	进行大修准备,准备各种工、检具	— (修前)		19	准备脚手架材料	18	1
4	机修精加工8个螺母、提升缸、铜导套,压套,8个铜套	—	6月30日完	20	竖4根立柱	6,18	4
5	取出8个铜套,松动二层螺母,男卸上层螺母,拆卸上横梁附件	1、2、3	5	21	将活动横梁吊入	15、20	1
6	将4根立柱送车间精加工	9	16	22	搭脚手架	19、21	1
7	吊下上横梁,拆卸主、侧缸体,拆卸主、侧柱塞及三层螺母	5	3	23	安装三层螺母,安主柱塞于活动横梁上	22	3
8	拆卸活动横梁附件,吊出活动横梁	7	1	24	吊装上横梁,安上横梁各附件	15、29、23、28、16	5
9	对上横梁活动横梁做鉴定,提出修复工艺	7、8	3	25	安装活动横梁8个铜套	24	2
10	上横梁活动横梁送焊接车间按工艺补焊	9	8	26	安装管道	24、32	2
11	拆卸一层螺母,吊出4根立柱	8	2	27	试车	25、26	3
12	拆卸底座附件,吊出底座	11	2	28	修复上横梁附件	5	2
13	对底座及附件做鉴定,提出工艺	12	2	29	修复主、侧缸体及柱塞	7	4
14	将底座送车间精加工	13	1	30	修复底座附件	12	3
15	将上横梁活动横梁送车间按工艺精修	10	14	31	修复活动横梁附件	5	2
16	装配提升缸、主侧充液阀	4、12	7	32	准备修理管道材料	28	1

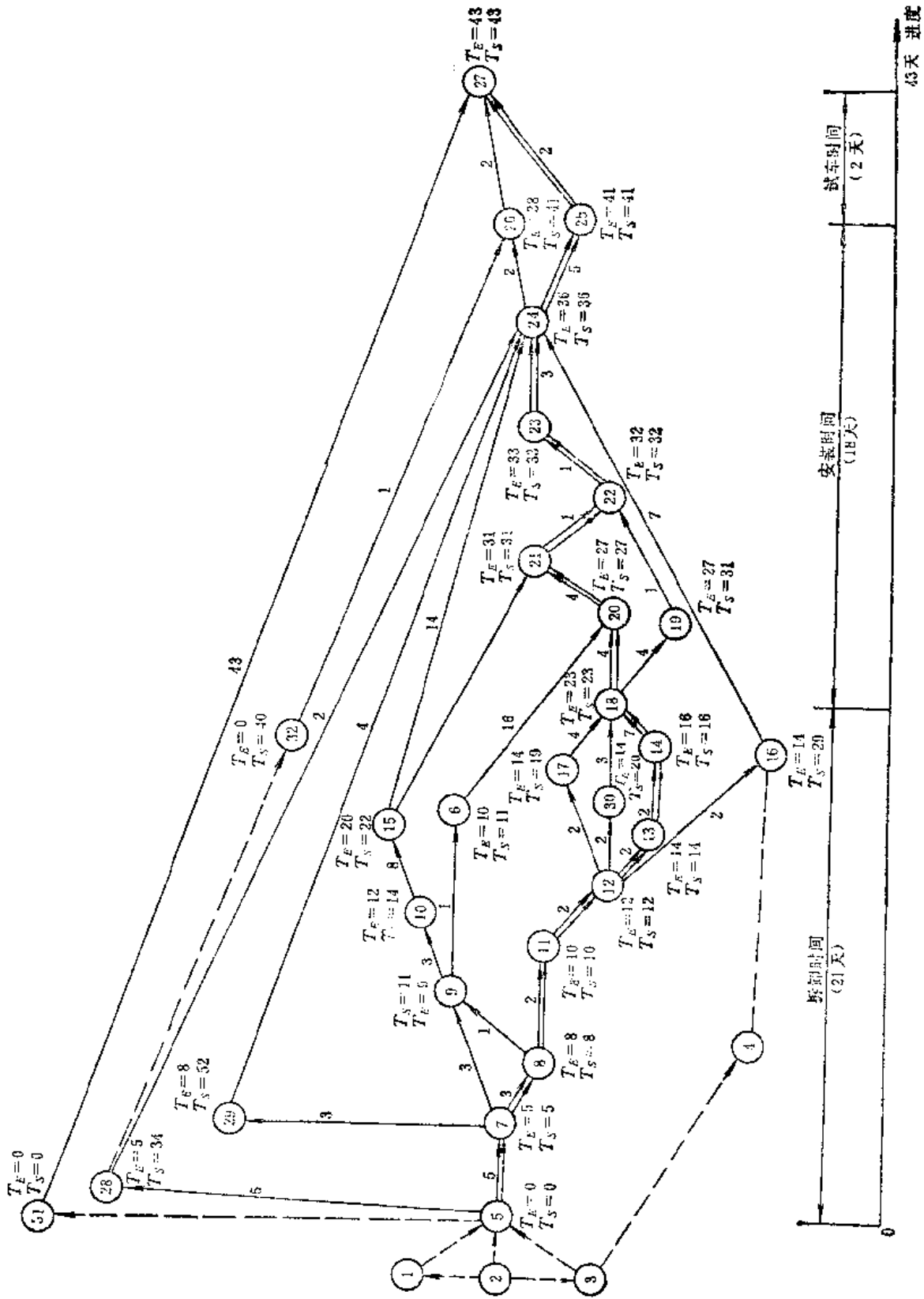


图13-2-32 12.5MN水压缸大修网络图

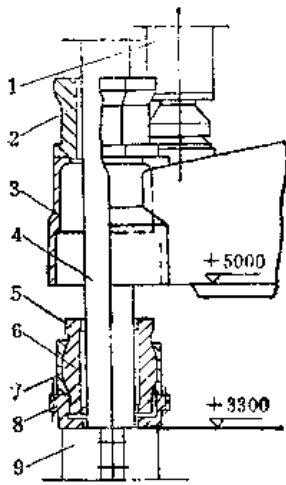


图13-2-33 拆立柱导套

- 1—侧柱套 2—上限程套 3—活动横梁 4—立柱  
5—内球形套 6—导套芯 7—外球形套 8—压紧  
法兰 9—下限程套

3) 拆主、侧缸柱塞：这是难度最大的项目，这里采用图 13-2-34 所示的方法，将回程缸拉杆接长，利用回程缸的力，把活动横梁下放至底座滑板上。接长拉杆的长度应根据活动横梁下放的总高度来确定，其下放高度约5m，而回程缸柱塞每次最大行程为3m，所以需分两次下放。接长拉杆可做两次使用。

第1次下放活动横梁：先将活动横梁落于比限程套稍高的位置，拆去限程套，为下放活动横梁做好准备。停止向压机供水，把回程缸拉杆与活动横梁脱开，用行车抽提回程缸柱塞（连同拉杆）2m左右，将接长拉杆接上（使用前面一段）并与活动横梁紧固。向回程缸供水，使活动横梁微微浮起，撤去活动横梁下面的垫砧，让回程缸排水，活动横梁就缓缓下降至新的一层垫砧上（下降距离为2m左右）。

第2次下放活动横梁：用上述相同的办法，使用接长拉杆的后一段，将活动横梁下放至底座滑板上。此时，主、侧缸柱塞已拔出上横梁缸孔，便于拆卸。

抬吊主、侧缸柱塞，活动横梁下放后，用图 13-2-35 所示方法挑出主、侧缸柱塞，并置于地沟后解体。主柱塞（包括主导杆）拆吊较困难，可采用图 13-2-36 所示方法，先将主导杆从活动横梁孔中顶出来（借用压机顶出器或千斤顶等工具）。在顶出过程中，应用安全绳将柱塞稳住，防止倾倒，然后利用上下“担梁”把主导杆和柱塞抬起来。上担梁放在压机两边用方箱搭起来的台子上，中间垫以圆钢滚杠，用卷扬机牵引上担梁，主导杆连同柱塞就缓慢移出压机中心，再用行车吊出柱塞。上、下“担梁”的设计应经过认真的强度计算。下担梁带一圆弧缺口，正好卡在主导杆的台阶上。上担梁较长，为节约材料和减轻重量，可将上担梁设计成等强度变断面梁。拉紧和连接螺栓都应取较大的安全系数。

修理部件的拆卸基本完成，柱塞即可进行修磨，其修磨量均在1mm左右。

(2) 安装方法 在吊装柱塞以前，应先将主

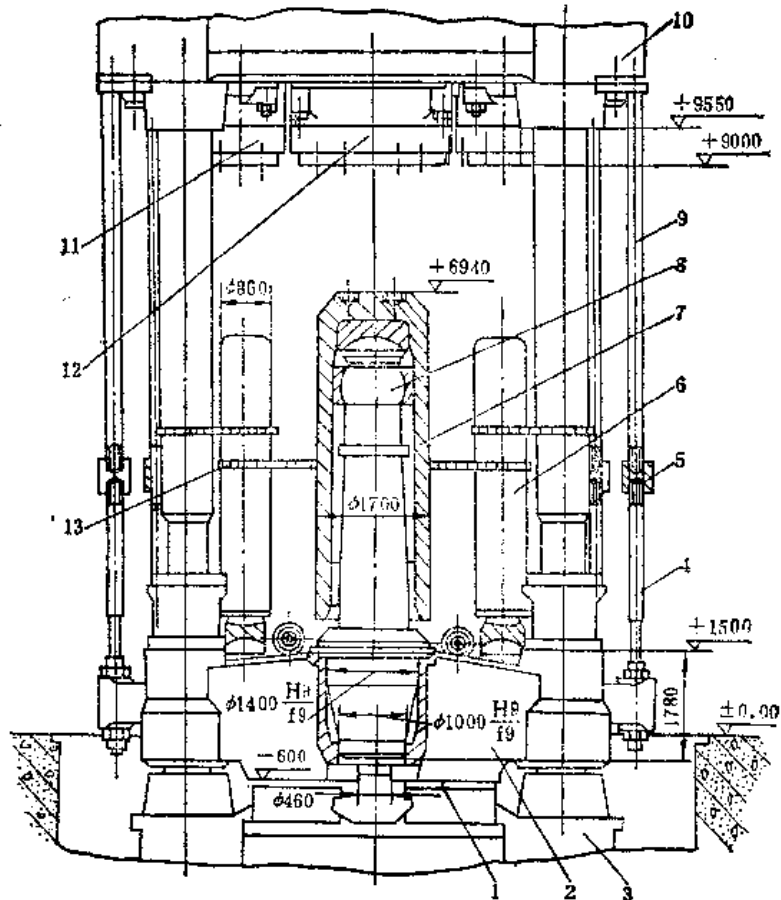


图13-2-34 下放动梁

- 1—滑板 2—动梁 3—底座 4—接长拉杆 5—接合螺母 6—侧  
柱塞 7—主柱塞 8—主导杆 9—回程拉杆 10—上横梁 11—侧  
缸 12—主缸 13—安全绳

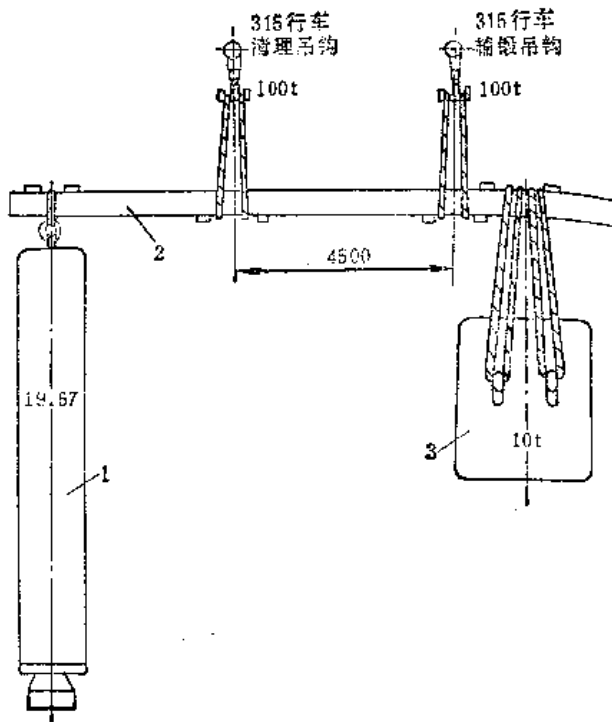


图13-2-35 挑侧柱塞  
1—侧柱塞 2—抗杠 3—配重

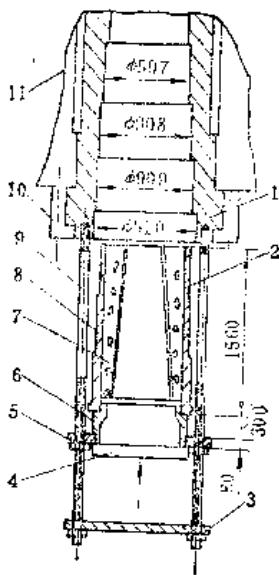


图13-2-36 抬吊主柱塞  
1—主柱塞 2—下扁担 3—连接螺栓  
4—拉紧螺栓 5—上扁担 6—方箱  
7—连接板 8—滚杠 9—索引绳

侧缸导套装好，方法是：不需要拆下主、侧缸，是用“冷却法”将导套装入缸孔内。如图13-2-37所示，借用主、侧缸压紧密封法兰孔，拧入4根特制拉杆。拉杆下方悬挂一法兰，法兰孔内装入一托环，

利用托环止口放置导套。导套内有一芯筒，在导套和芯筒之间填充一些棉纱之类的东西，再往棉纱上浇入冷却剂。一般选用液态空气为冷却剂，约需20kg，便能将导套急速冷却到零下温度，导套外径可收缩0.50mm左右，再用千斤顶将导套轻松地顶入缸孔内。主缸导套外径1700mm左右，用此法装配十分容易，收到良好的效果。这是利用了液空的超低温(-90℃)以及铜这种金属在超低温时能保持原有塑性的特点。

装主、侧缸柱塞，导套装完后，将修磨好的主、侧缸柱塞复位，方法可采用拆卸时同样的工装和方法。

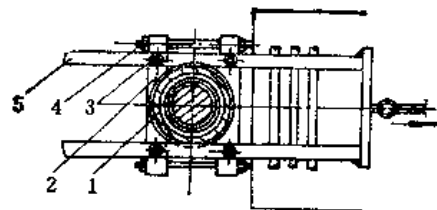
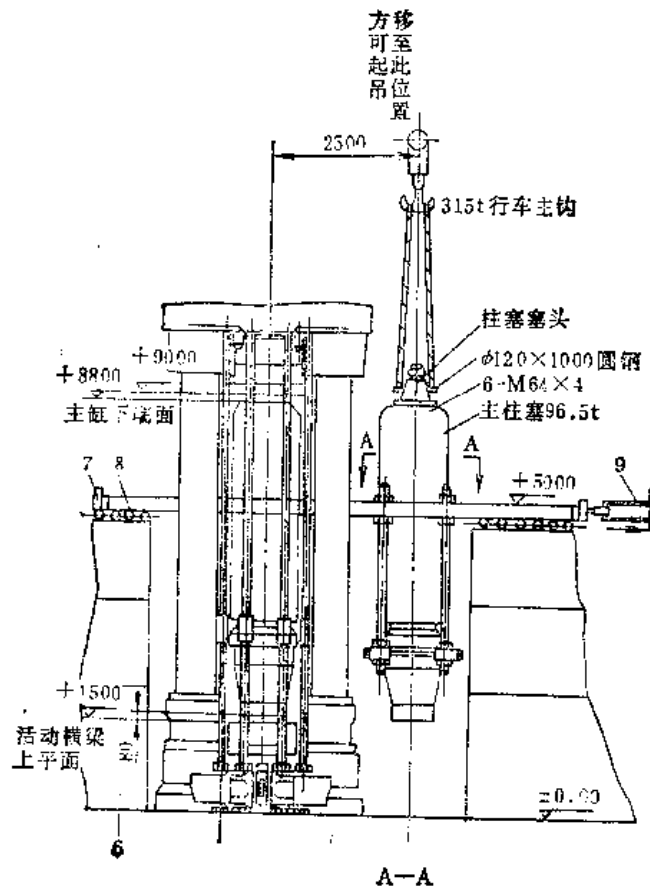


图13-2-37 冷却法装导套  
1—侧缸 2—浸液空的棉纱 3—底板(放千斤顶)  
4—扁担 5—活塞 6—托环 7—芯筒 8—导套  
9—拉杆 10—法兰 11—上横梁

提升活动横梁；柱塞复位后，再将活动横梁分两次提升，使柱塞进入缸孔中并换下长拉杆。装上主、侧缸密封环，由于柱塞仅磨去1mm，密封环可用原规格而不影响性能。

装立柱导套，先装限程套，再将立柱导套及压紧法兰吊至限程套上，下放活动横梁使立柱导套进入动梁孔中，拧紧法兰螺栓。

以上是主要部件的吊装方法。

### (3) 注意事项：

1) 上述方法是在压机操纵系统配合下带压进行检修，如主闸阀，移动缸进、排水阀，回程缸进、排水阀等，务必使其安全可靠。

2) 对大件的起重工具，行车包闸等都要认真检查。

3) 为了安全，应将平衡缸管路堵塞，不使用平衡缸，以防拆去柱塞后活动横梁因重量减轻而浮起。此外，并应派有实际操作经验的司机配合修理。

## 第3节 锻造水压机操纵系统的修理

### (一) 接力器的修理

#### 1. 接力器简介

接力器主要起放大作用，水力传动的接力器的结构一般都是差压式，即具有常、变压缸。通常是常压缸内常通高压水，由于变压缸封闭憋压，使接力器的柱塞或活塞处于静止。当操作司机用不大的力量搬动一个手把或小旋把，使一个小型的二阀分配器之类的控制元件动作，向接力器变压缸供高压水，由于变压缸大于常压缸，接力器柱塞或活塞在压差作用下移动，带动分配器传动轴转动。

对于水力传动的操纵系统，其接力器多采用活塞式、卧式柱塞式、齿轮齿条式，立式柱塞上(下)动式等几种结构。对于油压传动操纵系统也采用油压随动接力器。对于电气传动操纵系统，实际上是把电动机做为接力器。

水力传动的接力器，如活塞式、柱塞式等由于检修方便，比用油清洁，安全，又不需要辅助能源，如油泵站或直流电源。所以在锻造水压机的操纵系统中被广泛采用。

#### 2. 接力器的常见故障及修理

以水力传动的齿轮齿条式接力器为例介绍常见

故障及其修理方法。齿轮齿条接力器的结构如图13-3-1中所示。我国早期制造的中小型水压机上也多采用。它的主要优点是能满足凸轮轴大转角(大于90°以上)的要求，易于实现压力分级。但是其结构较复杂，占地面积大，而且齿轮与齿条存在啮合间隙，一旦运动反向时会发生撞击。

(1) 齿轮齿条磨损，啮合间隙增大 如果此时操纵系统的杠杆和各个传动环节的铜套磨损，由于空隙、死程的影响会使传动积累误差增大，反馈不灵敏。接力器对手把的跟踪会大为滞后，造成操作不灵敏，不可靠。

可将齿轮拆下换一个角度另开键槽装上。因为齿轮仅使用一小部分，其余仍然完好。至于齿条缸可掉换一个面重新开齿或者在原齿部位堆焊后再开齿。

另外，应对其加强润滑，尤其对于各个传动铰链处尽可能改用滚针轴承，以减少空隙和死程的影响。

(2) 常、变压缸的柱塞磨损、研伤，密封环损坏漏水 应及时更换密封，柱塞要保证有很高的硬度和较低的粗糙度，最好淬火处理后磨削加工，或表面镀铬，镀铬层宜控制在0.10mm左右。

(3) 接力器发生跳动 有时不动操纵手把，接力器齿条缸会发生频率较大的振动，实际上是微小的往复窜动，甚至将常压管震裂。主要原因是控制接力器的两阀分配器的进、排水阀串压，使变压缸进入高压水，与常压缸压力趋于相等又不平衡，产生震动和微小的窜动，又反馈到两阀分配，使进、排水阀频繁开闭而造成。此时，必须马上修理两阀分配器，并使两阀分配器阀的顶杆均留1mm左右的保护行程。

如果主分配器的进、排水阀调整得好，开启力小。但接力器的力量往往都比被动力大得多，变压缸一旦进水，齿条缸会发生迅速的冲击运动，使反馈速度大于手把速度或者不协调，造成两阀分配器在这一过程中发生颤振，也会反作用于接力器造成冲击、“爬行”或“跳动”现象。此时，可以对变压缸进水管实行节流，使其运动平稳。

### (二) 分配器的修理

#### 1. 阀体的修理

阀体多用35号钢制成。阀体上不仅要加工出装配阀的阀孔，而且阀与阀之间还有纵横交错的过水

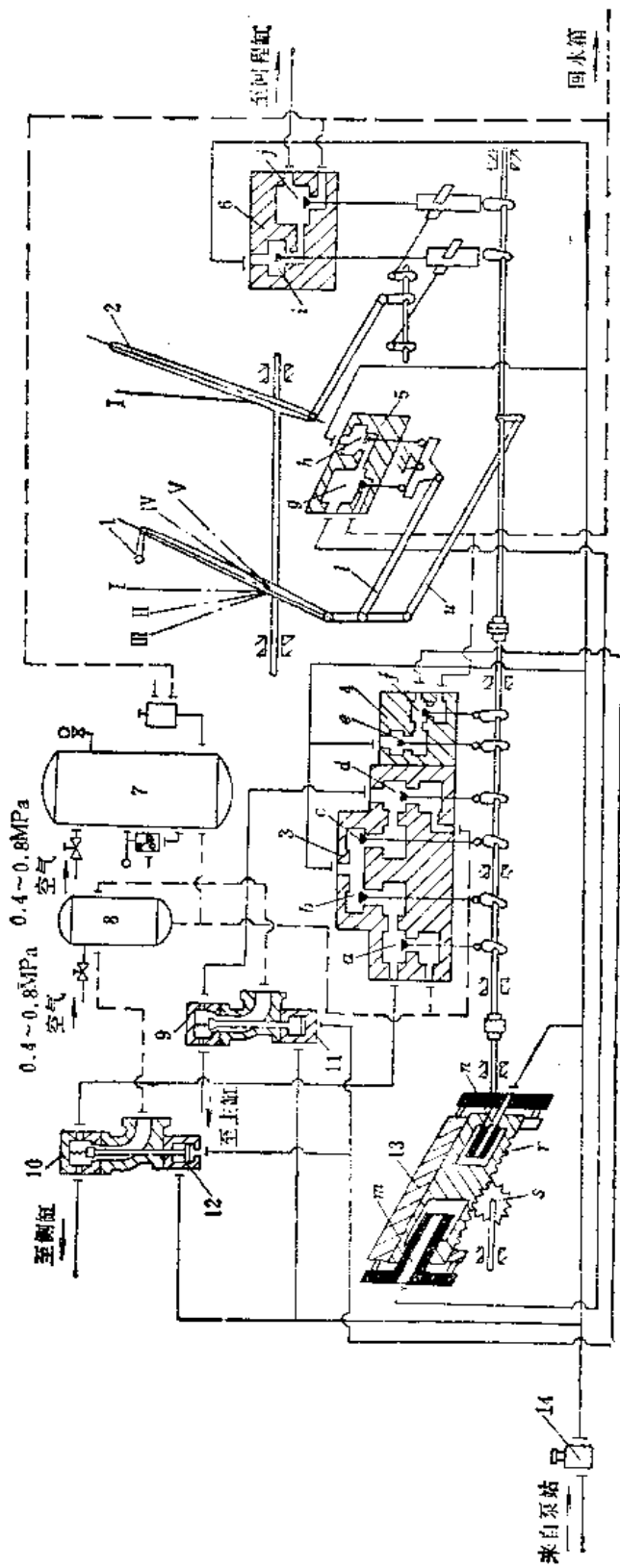


图13-3-1 31.5MN锻造水压机的水力传动操纵系统  
 1—操纵手把 2—快慢手把 3—主分配器 4—两侧分配器 5—两侧分配器 6—两侧分配器 7—低压力水罐 8—低压力水罐 9—主缸充水阀  
 10—侧缸充水阀 11—主缸充水阀 12—侧缸充水阀 13—侧缸充水阀 14—侧缸



通道, 制造一个复杂的分配器阀体, 时间较长, 造价昂贵。阀体大都在使用七、八年后便有不同程度的损坏, 甚至需要更换。对于阀体的正确设计、维护和改造是一项十分重要的任务。常见损坏情况及修理方法如下:

(1) 阀孔损坏 进、排水阀的阀杯在阀体中旋转, 造成阀孔被严重磨损或研伤。这是由于设计阀体时仅考虑结构紧凑和尽量减少工艺通孔, 将阀的进、排水孔道做成斜孔, 而且偏离阀的中心。结果进水时产生切向冲击力, 使阀杯旋转。如果长久失修, 可能造成阀体报废。对于上述情况应拆修阀体, 阀孔研伤严重者可考虑镗孔后配作阀杯和阀座, 并采用打固定销的办法防止阀杯旋转。

(2) 阀体上的工艺孔丝堵漏水 阀体上工艺孔丝堵紧固和密封的办法如图13-3-2所示, 有碾压法、焊接法、压铜垫法几种。碾压法使用后常发生漏水而且拆修困难, 必须上镗床加工。用焊接法也往往漏水, 一般也不宜采用。最好是采用压铜垫法, 保留方头, 使用中发生漏水, 可更换铜垫, 比较方便。

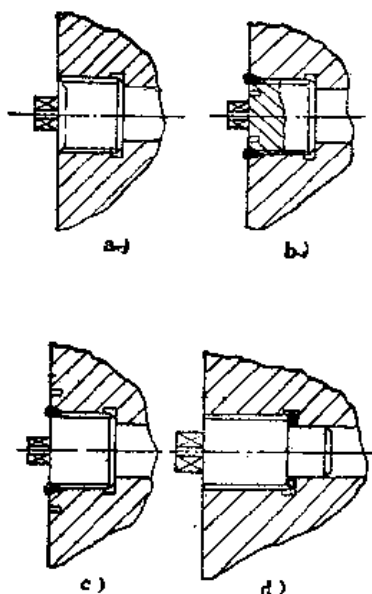


图13-3-2 阀体上工艺孔丝堵紧固和密封  
a) 碾压法 b)、c) 焊接法 d) 压铜垫法

(3) 阀的汽蚀和裂纹 不少阀体在使用七、八年后, 某些通水孔腔及阀体中工艺孔死腔部分便发生严重的气蚀破坏, 甚至因无法修复而报废。汽蚀的表面呈海绵状麻点, 其原因是汽穴现象造成的。当液体的压力低于相应温度的饱和蒸汽压或者

过饱和蒸汽的气体分离压时, 液体便加速汽化或者过饱和的蒸汽就分离出来, 称为汽穴现象。

在操纵系统中阀门、节流中甚至密封等部位, 当高压水从小孔或微小间隙中高速流过时, 流速急剧增加, 压力急剧降低, 析出汽体就会发生汽穴现象。而当通过小孔后, 达到流速较慢的高压区, 汽泡消失, 引起汽蚀。改善和防止汽蚀的办法, 除在设计时采用抗汽蚀性能较好的材料, 减少工艺孔, 合理设计过水通道外, 在使用修理中, 可在易产生汽蚀的部位, 如阀体的排水阀孔下密封位置, 安装可拆换的密封盒。另外, 适当限制充水速度、减低回程缸排水阀流速就可以延长其使用寿命。

分配器阀体还可能因为裂纹而报废。一个主阀分配器的阀体, 制造复杂、价格昂贵。为此, 某厂120MN水压机主分配器阀体在作备件时, 维修人员大胆提出改进意见, 将原来的阀体改成由两块以上组合而成。过水通道连接的密封采用图13-3-3所示的两种结构。采用这种阀体的优点: 不需占用大型镗床, 可分散加工, 可简化阀体结构, 减少一些工艺孔死腔, 减短一些工艺孔的长度, 不致于因为一个阀腔严重气蚀或裂纹而将整个阀体报废, 可以有针对性的更换。

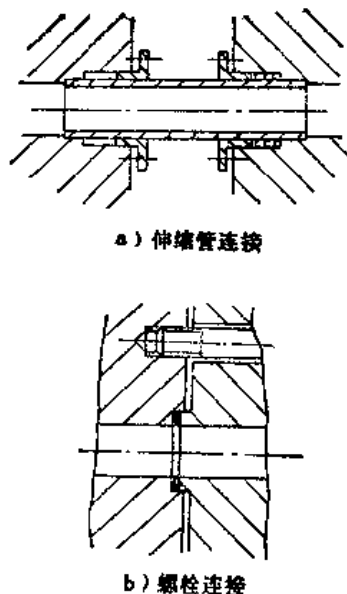


图13-3-3 组合式阀体

## 2. 分配器传动轴的修理

以凸轮轴为例介绍修理方法。接力器带动凸轮轴回转, 由于凸轮面高度的变化使顶杆上下运动以

开闭阀,如图13-3-4所示。凸轮曲面常常被磨损,啃伤,严重时将凸轮轴扭断。应该选用强度高的材质制作凸轮,并对凸轮曲面进行表面硬化处理。如某31.5MN水压机的凸轮由45钢改为34CrMnV制成,磨损大为减轻;后来又将凸轮改成38CrMoAlA并进行氮化处理,曲面硬度可达HRC60以上。另外,还将顶杆滚轮的铜套改为滚针轴承。滚轮和小轴均改为GCr15制成,防止了滚轮被研伤挤坏,减轻了滚轮和凸轮的接触摩擦,使用效果较好。如果在凸轮曲面上注意润滑,效果会更好。

至于摇杆式分配器的摇杆轴,从制作、调整和修理都较凸轮轴简便,而且可以配备柱塞式或活塞式接力器。这种分

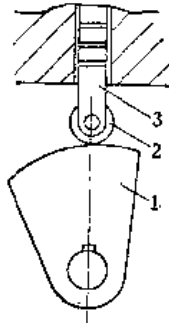


图13-3-4 接力器带动凸轮轴回转  
1—凸轮 2—滚轮  
3—顶杆

配器的进、排水阀总是分布在摇杆轴的两边,它们的运动方向是相反的,保证了安全工作所要求的联锁。其缺点是不能满足大转角的要求,阀的行程受到限制,尤其是压力分级必须采用专用机构。为了克服这一缺点,某重型机器厂的60MN锻造水压机,在摇杆式分配器支架上设计安装了一套用气缸控制的水平活动滑块装置,司机用按钮控制两个气缸的进、排气,使滑块伸进或退出以实现压力分级,并配备压力数值显示,既方便又醒目。

### (三) 阀的修理

#### 1. 进、排水阀的修理

进、排水阀是分配器中的主要组成部分。进、排水阀的开闭是通过分配器传动轴来控制的,而且它们一般需并列使用,即每个缸的进、排水需分别由一个进水阀和一个排水阀来操纵。

##### (1) 一般故障及其修理方法:

1) 密封漏水造成窜压,使操纵失灵,应该及时更换密封。对密封环的质量、尺寸要严格控制,安放密封环的沟槽也应合适。

2) 阀口关闭不严造成窜压,是因为阀口研伤,出现沟槽或者有锈皮、渣粒垫在阀口处。应重新研磨阀口,如果沟槽太深应先车后研磨。阀口要进行淬火处理。

3) 阀杯和阀旋造成表面研伤,应采用定位防转措施。

4) 阀杯阀座和卸压阀等有关过水节流部位经常发生汽蚀损坏,应采取防汽蚀措施。

(2) 主阀打不开或自动连续撞击 进、排水阀除上述一般故障外,还会遇到主阀打不开或连续自动撞击现象。一般主阀打开应在0.1~0.2s的短时间内完成,如果说主阀需要较长时间才能打开或者根本打不开,都称为主阀打不开。有时又发生这样的现象,主阀的打开不是靠卸压阀的顶力,而是当卸压阀刚刚升起,在20mm空行程内尚未顶着主阀时,主阀立即随之自动浮起并迅速跟上卸压阀,与卸压阀发生撞击。在卸压阀继续上升的过程中,这种撞击将连续发生并伴随频繁的撞击声。一般称这种现象为主阀的自动连续撞击。

上述情况使用中常常发生,尤其是对于新安装或经过修理换件后的水压机操纵系统,如果认为主阀打不开就是因为卸压阀杆的顶力不够大,因而往往只考虑“接力器”的力量。一旦发生卸压阀杆被顶弯,则又怀疑卸压阀杆的强度,因而决定修改“接力器”或卸压阀。这样的判断和处理方法是不妥当的。

为此,先对主阀的受力情况进行分析,如图13-3-5所示,主阀上腔由两个直径为2mm的压阀小孔(也称补给小孔)与高压水源相通,下腔则与充水罐或水箱相通,中间 $(D_1 - D_2)$ 环形面处有一个直径2mm的小孔(又称浮力孔)也与高压源相通。当卸压阀未打开时,主阀受到的压力为:

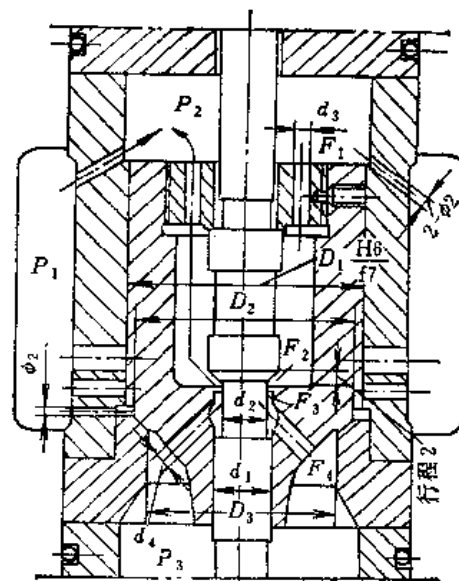


图13-3-5 主阀的受力分析

$$p_{\text{压}} = p_2 \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d_2^2) Q$$

式中  $p_2 = p_1$  一般为  $320 \times 10^5 \text{ Pa}$ ;

$Q$  ——主阀自重加弹簧压力。

主阀受到的浮力:

$$p_{\text{浮}} = p_1 \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d_1^2) + p_2 \frac{\pi}{4} (D_2^2 - d_1^2) + p_1 \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_3^2) 0.45$$

式中第3项为考虑阀口关闭不严受的浮力, 0.45为经验系数。

显然,  $p_{\text{压}}$  远大于  $p_{\text{浮}}$ , 所以主阀紧紧关闭。但是, 当卸压阀上升2mm时, 主阀的受力情况立即发生了变化, 主阀上腔的高压水迅速经“卸压通道”

(图13-3-5中箭头所示路线) 卸去, 此时  $p_2$  渐近于  $p_3$ , 远小于  $p_1$ , 所以主阀很容易被顶开。

由于主阀上腔迅速卸压, 主阀所受浮力会相对增大, 因此有使主阀自动浮起而跟上卸压阀发生撞击的可能。但是, 在主阀上腔卸压过程中, 通过两个直径为2mm的压阀小孔迅速而不断地向主阀上腔补给高压水, 使主阀上腔卸压不至于太快太大。所以压阀小孔称补给小孔, 道理就在于此。

如果“卸压通道”的面积与“补给小孔”的面积选择得恰当, 主阀在卸压阀上升2mm的一瞬间应该处于浮升的临界状态, 即  $p_{\text{压}} = p_{\text{浮}}$ , 主阀处于将浮未浮的时刻。在这种最理想的情况下, 卸压阀继续上升, 只需给主阀一个极微小的顶力, 就可使其打开, 而在这个过程中又不会发生主阀自动连续撞击现象。然而, 临界状态区间狭窄, 又受各种因素的影响, 所以在实际设计和调整中对主阀的这种临界状态很难把握。只要共同努力, 在设计和维修过程中摸索和积累经验, 使主阀容易打开而又不发生自动连续撞击则完全可以实现。

通过以上分析, 说明主阀打不开的主要原因是“卸压通道”截面太小甚至堵塞, 补给小孔截面过大。在  $(D_1 - D_2)$  的环形面积适当的情况下, 主阀自动连续撞击的主要原因是由于补给小孔截面太小或“卸压通道”截面太大。

除了几个补给小孔以外, 主阀的导向间隙也起着一定的补给作用, 在设计和维修中, 对这一因素也不可忽视, 尤其对大直径的阀更是如此。另外, 所说的“卸压通道”, 包括图13-3-5所示的  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 。这些截面都不同程度地受到零件尺寸的限制。其中  $F_1 > F_4 > F_3 > F_2$ , 以  $F_2$  最小, 是

“卸压通道”中起决定性作用的截面。

(3) 维修经验 下面几个实例说明上述两种截面对主阀开启的影响。

1) 一台120MN水压机在安装完毕试车时, 有一进水阀打不开, 甚至将卸压阀顶弯也未把主阀打开。当时曾一度认为是卸压阀材质的问题。后来经仔细检查才发现原来图中规定两个补给小孔的直径为2mm, 实际却加工成3mm, (截面增大了两倍多)。将其重新改为2mm后, 主阀就能够打开了。由此提醒我们, 在加工补给小孔时, 直径不容任意改动。

2) 一台12.5MN水压机在检修进水阀时, 操作司机为了调整卸压阀的2mm空行程, 在限程螺塞下面垫了一个垫圈, 便出现主阀打不开的现象。经反复查找原因, 才发现当卸压阀升起2mm时, 该垫圈正好遮住了“卸压通道”的  $F_1$  截面, 故主阀上腔的压力卸不掉, 所以打不开, 取掉垫圈后主阀就打开了。

也是这台水压机, 有一次修理换件后出现主阀打不开, 经检查才发现是阀杯下面的“浮力孔”未钻出。

3) 一台31.5MN水压机操纵系统大修后, 试车时发现移动工作台的四阀分配器一进水阀打不开, 检查后发现卸压阀上供卸压用的三角形断面  $F_3$  (有的加工成环形面) 未加工, 当即取下镗出一三角形断面, 主阀就能打开了。同时, 这台水压机的另一进水阀在试车时发生主阀自动连续撞击现象, 检查后发现两个补给小孔只钻了一个, 补钻后, 就不再发生上述现象了。

4) 一台12.5MN水压机在正常使用中, 突然发生主阀自动连续撞击声。拆检该进水阀, 发现限程螺塞因为定位螺钉松脱而退扣, 使卸压阀空行程加大, 即卸压截面  $F_2$  变大, 以致主阀容易浮起并与卸压阀撞击。将限程螺塞复位后, 便消除了故障。

实践说明, 一旦发生主阀打不开的情况, 应首先检查“卸压通道”是否畅通或是否过小, 补给截面 (补给小孔加上主阀与阀杯内孔间的间隙) 是否过大。如果上述截面不宜修理, 可试用车小主阀  $D_2$  尺寸增大主阀所受浮力来解决。如果发生主阀自动连续撞击, 一般应增钻补给小孔或考虑适当加大主阀的导向间隙。

## 2. 进、排水阀的改进

(1) 阀的导向和导向间隙的改进 阀的导向

高度对保证阀口关闭的严密是十分必要的，象卸压阀这样的细长杆零件，除关系到阀口的关闭外，尚影响密封环的使用寿命。有了正确的导向高度，还要考虑阀的导向间隙。间隙的大小除了直接影响阀的导向外，导向间隙还起“补给孔”的作用。而且主阀的尺寸越大，后者的影响也越显著。例如，一个外径为90mm的主阀，若与导向孔采用H9/f9配合，在直径方向允许的最大间隙为0.21mm，而这个截面积竟达29.673mm<sup>2</sup>，相当于9个直径为2mm的补给孔。这个补给因素是不可忽视的。

一台120MN大型水压机的进、排水阀经常发生阀杯旋转，使主阀磨损或研伤，维修人员为了节约主阀，采取车光主阀外圆再行使用的办法，有的外圆竟车小1mm以上，后来逐渐发现很多阀都打不开了，卸压阀杆被顶弯。经分析原因是主阀导向间隙过大，相当于增大了补给截面，后来一方面采用打定位销防转，另一方面决不轻易车小主阀外圆，使问题得以解决。

主阀的导向间隙，对于一般的阀，配合间隙在直径上为0.10mm较为合适。

目前关于阀的导向间隙，我国多数选用H9/f7，苏联选用H9/f9，捷克选用H7/h7。以苏联的配合间隙为最大，捷克最小。在实际修理中总结出，大尺寸阀采用H7/h7配合，小尺寸阀采用H9/f9配合。视阀的尺寸大小采用不同的配合，使用效果较好。

(2) 进、排水阀密封装置的改进 如图13-3-6所示，为了防止漏损，共在4处放置密封。固定件的密封用“O”形密封圈；活动件密封用“U”形密封圈，在使用中，密封圈的外形尺寸和质量都必须符合要求。在安放“U”形密封圈时要特别注意，支承环上的过水小孔不要被皮碗夹住，要使高压水将皮碗两翼撑开，提高密封效果。较陈旧的进、排水阀，更换“U”形下密封时，需将全部零件从上面拆出，非常麻烦，而且这个下密封也是容易坏的。在修理中改成如图13-3-7所示结构，更换“U”形下密封圈时，可将大螺母一并拧下来，在外面将密封换好后，再一并拧入，比较简便。

(3) 关于限程螺塞的定位 限程螺塞可以限制卸压阀的空行程（一般为2mm），并保证了“卸压通道”F<sub>2</sub>截面的大小，对于主阀的打开关系甚大。为了防止其松退，过去都采用在螺塞边缘打骑缝螺钉，(如图13-3-6中10)。在使用中螺钉容易

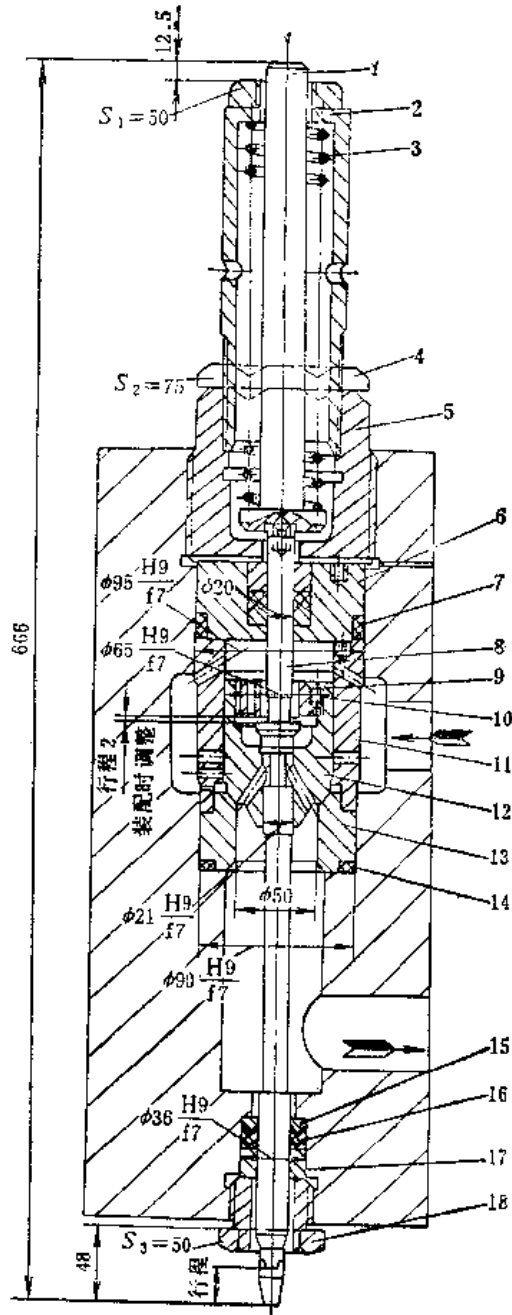


图13-3-6 Dg50进水阀

- 1—导杆 2—调节套 3—弹簧 4—螺母 5—螺塞
- 6—密封座 7—密封环 8—卸压阀 9—限程螺塞
- 10—螺钉 11—阀杯 12—主阀 13—阀座
- 14—密封环 15—支承环 16—密封环 17—导套
- 18—螺塞

退出，形成螺塞退扣，使卸压阀空行程增大，主阀开启高度相应减小，甚至会造成主阀自动连续撞击。更为严重的是，骑缝螺钉退出后，被高压水冲击，逐渐变成“小球状”。如果检修时不当心，“小球状”容易掉进阀腔里或被水带进工作缸内，造成

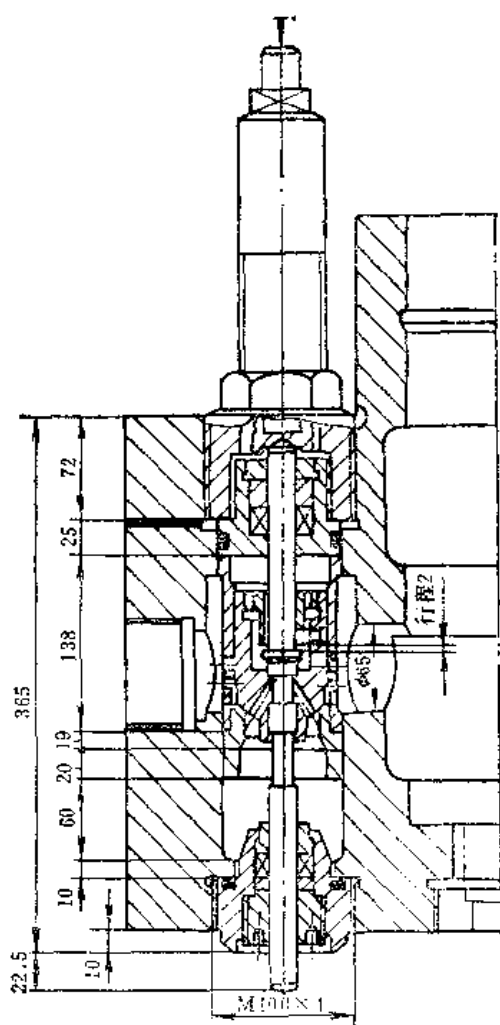


图13-3-7 进(排)水阀的密封装置的改进

将工作柱塞和导套严重伤伤的事故。有一台100MN 水压机就曾出现过这样的事, 应引起重视。

#### (四) 充水系统的修理

充水系统属于操纵系统中的低压补水和排水系统, 下面着重介绍充水阀、充水罐的修理及低压水击的防止措施。

##### 1. 充水阀及其接力器的修理

充水阀的结构如图13-3-8所示。它是充水罐和工作缸之间的连接阀, 也是一种自动和控制混合作用的阀门。大多数直接装在工作缸顶上, 目前很少把它设置在操纵台下面。

(1) 常见故障及其修理 充水阀常常发生弹簧折断, 使阀不能自行关闭, 加压时, 高压水将阀强行关闭, 这就产生阀的打击及部分高压水的泄漏, 需及时更换弹簧。有时在加压时高压水发生泄漏, 严重时发出“嘶—嘶”的泄漏声, 使压力上不

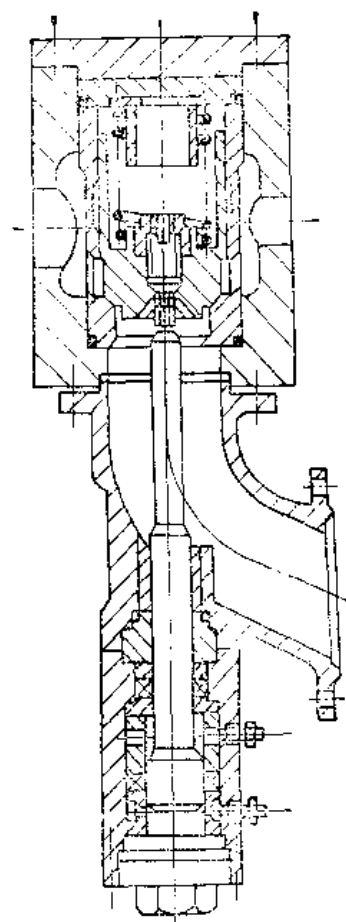


图13-3-8 充水阀

去, 这是由于充水阀的阀口或密封圈损坏, 应立即修理。

如果活动横梁回程时, 充水阀打不开或者打开缓慢, 致使回程速度大大降低, 这是由于接力器发生故障所致。包括控制接力器的二阀分配器和接力器水缸的密封, 应进行检修。

有时还会发生阀杯破裂, 排水通道发生气蚀等, 均应及时修理或更换。

(2) 充水阀接力器的改进 标准充水阀接力器为差动柱塞式结构。目前许多新设计的水压机都已采用结构简单、动作可靠、不容易出故障的水滑阀式接力器。图13-3-9是某16MN 锻造水压机改进后的水滑阀结构。它的特点在于滑阀上有一个阀口, 当高压水推动滑阀走一定的行程后(此时充水阀已打开), 阀口就关闭了, 能防止高压水的泄漏。

##### 2. 充水罐的修理

充水罐是低压水的供给者和贮存者。当充水行程时, 它不断地向工作缸供给低压水, 回程时工作缸中大量的水排入充水罐。在充水罐和工作缸之间

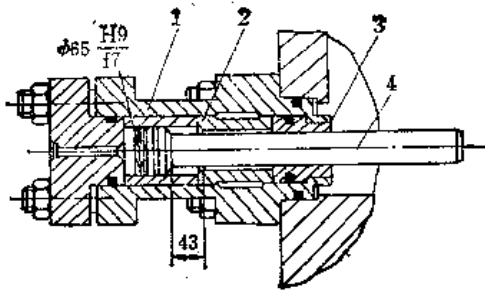


图13-3-9 接力器的改进  
1—导套 2—阀座 3—衬套 4—滑阀式顶杆

还增加一个缓冲罐，并大都横放在水压机顶上，也有放在地面上的。

充水罐要加强对安全阀和溢流阀的调整和维修，一旦溢流阀和安全阀失灵会导致罐中压力增高，甚至发生意外事故，如导致低压闸阀或罐体破裂。有一台12.5MN锻造水压机就曾因溢流阀失灵，造成罐体拉长事故。大口径的溢流阀做排水用，安全阀保证超压时卸压。重锤式安全阀和溢流阀难以调整，多改为弹簧式，阀芯可以不动，只加上弹簧即可。安全、溢流阀常发生阀口、密封和弹簧损坏，应及时修理或更换。一旦罐内缺水需要补充时，禁止采用先向工作缸施加高压水，再回程将工作缸的水返回罐中的办法补水。

对安装在水压机顶上的缓冲罐，往往因为工作缸上下窜动失修，造成缓冲罐被连接管拉裂。对于经过多次补焊的罐体，可能引起局部脱碳，应拆下进行局部挖补，在新补的一块钢板上重新开孔接管。而在焊缝周围应加焊一圈钢板，以增加强度。

### 3. 低压水击及其排除方法

水击和汽蚀都是属于水力学现象。如果阀门突然开关或者柱塞突然停止运动，会因水流速度急剧地改变而出现很大的惯性力，液体的动能瞬间转变为压力能，产生压力急剧升高很大的水击压力波，并沿管道传播，这种现象称为水击。伴随水击将有响声和管道的振动，严重时引起管道和阀门的损坏。高压管路系统中的水击，多采用柱塞式高压缓冲器防止。对于低压充水系统的水击，也必须重视。不少水压机由于没有低压缓冲罐或者罐的大小和位置不合理，发生很严重的低压水击，可以听见水击响声以及阀门被震坏。缓冲罐安放在水压机顶上

的，效果较好，但一定要接好通入压缩空气的管道、水位检查管道及压力表装置。司机应经常检查，防止罐内无空气而引起事故。

缓冲罐安放在地面上或地沟内者，缓冲效果差一些。图13-3-10是31.5MN锻造水压机的缓冲罐及充水阀布置在地沟内的情况，它曾经出现低压水击严重。为了便于分析研究，在罐上装了一根观察水位变化的玻璃管。为了保证玻璃管的强度，将玻璃管装在开有轴向长槽的直径略大的钢管内。钢管和玻璃管之间充填半透明的聚脂玻璃钢，管内放一红色浮漂，可以清晰地观察罐中水位变化。当充水行程时，水位下降约200~300mm，这是由于缓冲罐向工作缸充水。随着缓冲罐向工作缸充水而压力降低，使充水罐压力瞬间高于缓冲罐并迅速克服沿程阻力跟随补水，根据压力平衡和容积大小等因素，充水罐补水多而缓冲罐补水少。充水停止时，缓冲罐水位略回升并发生波动，起到了缓冲作用。在回程时，按理缓冲罐水位应增加，然而恰相反，几乎在活动横梁回升的同时，缓冲罐水位瞬间迅速大幅度下降约400~500mm，然后才又回升，致使罐中空气从出水口逸出，反复多次，罐中空气就所剩无几了，起不到缓冲作用。经分析缓冲罐在活动横梁回程时反而跑水的原因与图13-3-11所示阀体的工艺孔死腔会出现负压的情况相似，瞬间压力降低，这也是设计上的忽视。因此，修理时将罐加高（防止空气从出水口跑掉）。另外，又增设两根小管和一根大管（俗称盲肠）以自然贮存空气。大管约10m高，

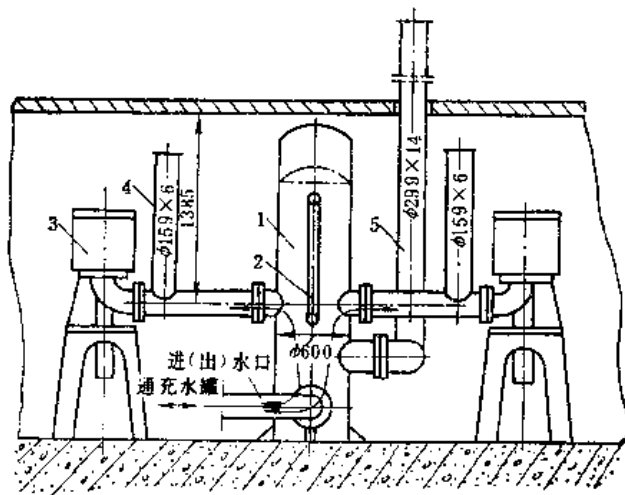


图13-3-10 31.5MN锻造水压机的缓冲罐及充水阀布置在地沟内的情况  
1—缓冲罐 2—玻璃管 3—充水阀 4—“小盲肠”  
5—“大盲肠”

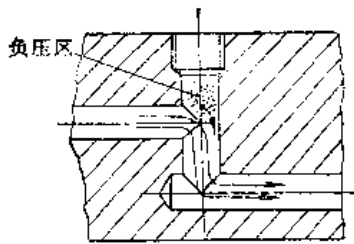


图13-3-11 阀体的工艺孔死腔出现负压的情况

沿水压机敷设。自此以后，低压水击基本克服。

### (五) 31.5MN 锻造水压机主操纵系统性能的改进

#### 1. 存在问题

所谓主操纵系统是指操纵压机活动横梁运动的那部分操纵系统，不包括移动工作台及顶出器等的操纵。图13-3-1所示，是31.5MN 水压机的主操纵系统，结构上存在着操纵笨重，振动大等缺点外，在使用性能上还存在着空程向下及回程速度慢，即工作缸卸压时间太长，操纵手把从加压位置扳到回程位置后，活动横梁往往不是立即回程，而要停滞一个时间。

通过测定，该水压机空程向下和回程速度均小于原设计水准 ( $500\text{mm/s}$ )，而每次加压完了以后的卸压时间大于  $1.5\text{s}$ ，因此，导致水压机完成一个工作循环的时间增长。

由于该水压机配备了一台  $100\text{kN}$  操作机，为了适应操作机的速度，在一次操纵系统的大修中进行了改进。

#### 2. 改进措施

1) 提高水压机空程向下速度的措施：这个速度一般说来与充水罐的压力以及回程缸的排水速度有关。

为了加快活动横梁空程向下的速度，修理中将水压机回程缸的排水阀由原来的  $\phi 40$  改为  $\phi 62$ ，阀体也因此而更换。其排水管由  $\phi 60 \times 5$  改为  $\phi 114 \times 10$ ，并规定充水罐压力不得低于  $4 \times 10^5 \sim 6 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

2) 提高压机回程速度的措施：活动横梁回程速度取决于回程缸进水和在工作缸排水的快慢，工作缸的水仅有  $10\%$  左右是

先从工作缸排水阀排出，一旦工作缸水的压力降至某一值后，大量的水还是从充水阀返回充水罐去。

为了加快回程速度，在大修时，将回程缸的进水阀由  $\phi 52$  改为  $\phi 62$ ，阀的进水和出水管分别由  $\phi 76 \times 13$  和  $\phi 89 \times 15$  改为  $\phi 127 \times 22$ 。

3) 缩短加压完了后的卸压时间的措施：工作缸的卸压时间一般是从它的排水阀打开时算起，到充水阀开始排水为止。

在修理中，第 1 个措施是将工作缸的排水阀加大，由原来的  $\phi 40$  改为  $\phi 62$  (其进水阀为  $\phi 70$ )，排水管由  $\phi 60 \times 5$  改为  $\phi 114 \times 10$ 。没有制作新阀体，而是利用主分配器的旧阀体钻孔后换上  $\phi 62$  的新阀芯，并将该阀体上所有的 4 个“U”形下密封装置改成如图13-3-7所示的那种结构。便于维修和更换。

第 2 个措施是利用充水阀帮助卸压 (一般设计

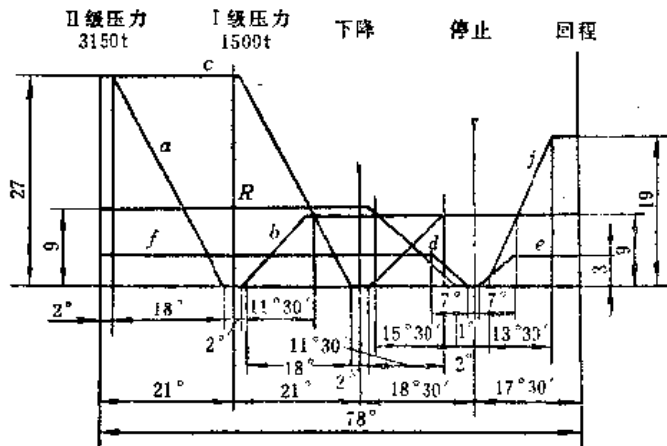


图13-3-12 改进前阀的行程图

a—侧缸进水阀 b—侧缸排水阀 c—主缸进水阀 d—主缸排水阀 e—充水阀接力器进水阀 f—充水阀接力器排水阀 j—回程缸进水阀 R—回程缸排水阀

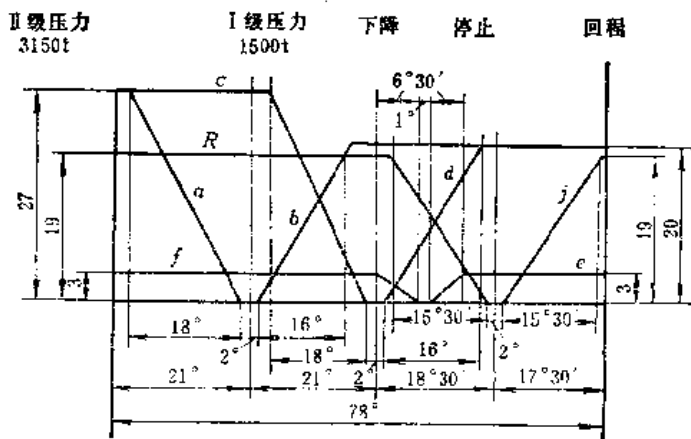


图13-3-13 改进后阀的行程图

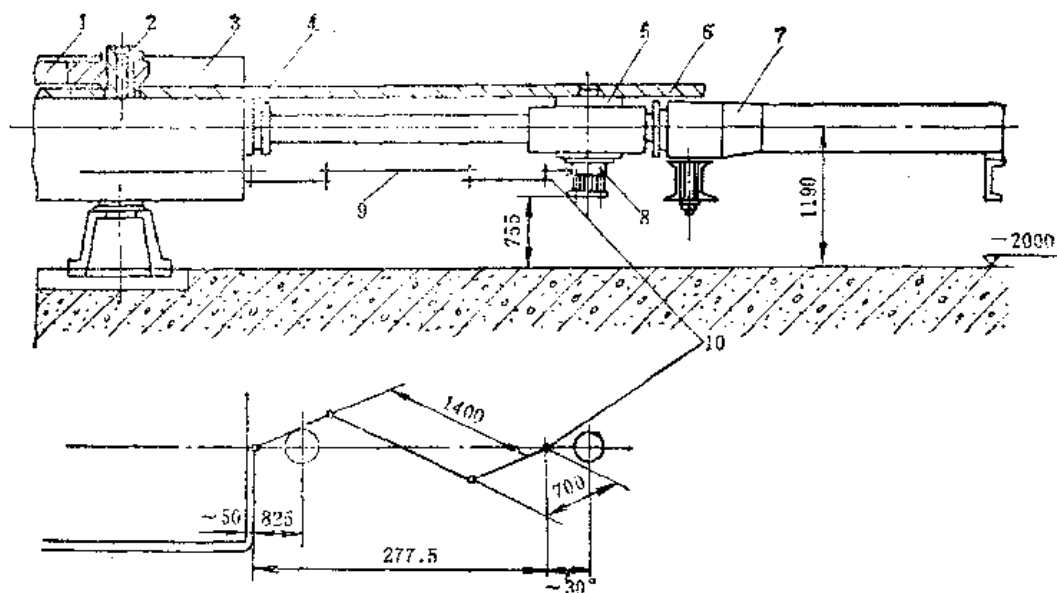


图13-3-14 某水压机移动工作台自动拔销装置管路布置示意图  
 1—挺杆(与工作台连接) 2—固定销子 3—底座 4—移动缸 5—柱销方头 6—拉带  
 7—移动缸 8—拔销装置 9—拔销装置进水管 10—活动接头

是卸压完了充水阀才打开), 原设计充水阀 接力器 进水时间与回程缸进水时间大致相同。实际上, 经过测定证明, 接力器的动作太晚了, 往往在工作缸压力卸完之后才将充水阀顶开。

在修理中进行了大胆改进, 使充水阀接力器的进水时间大大超前于回程的进水时间, 仅仅比主工作缸排水阀的打开晚一个微小时间。即工作缸的压力被排水阀卸至顶杆力量能顶开时, 便立即将充水阀顶开, 帮助排水阀卸去工作缸剩余压力并大量排水。

4) 改进前后阀的行程图: 上述改进就是对阀的行程图进行了更合理的重新设计。图 13-3-12 和图 13-3-13 分别为该水压机主操纵系统改进 前后阀的行程图。从改进后的行程图上可以看出以下变动。①  $b$ 、 $d$ 、 $j$ 、 $R$  4 个阀的行程加大了, 这是因为需要加大这几个阀的直径, 行程也要相应增加, 阀打开的时间无太大变化。② 充水阀接力器的进水阀  $e$ 、 $f$  的行程未变而开启时间提前了  $11^{\circ}30'$  (指凸轮的转角)。这就保证了充水阀接力器提前进水。一开始接力器顶杆力量可能不足以顶开充水阀, 只要工作缸压力卸至某一值时, 便立即可以顶开, 加速卸压, 缩短卸压时间。

上述行程图的改变, 是通过修改凸轮曲面和调整凸轮之间的相对角度来实现的。

### (六) 移动工作台自动拔销装置

如图 13-3-14 所示, 是某水压机改造后的移动工作台自动拔销装置管路布置示意图。以前大多数

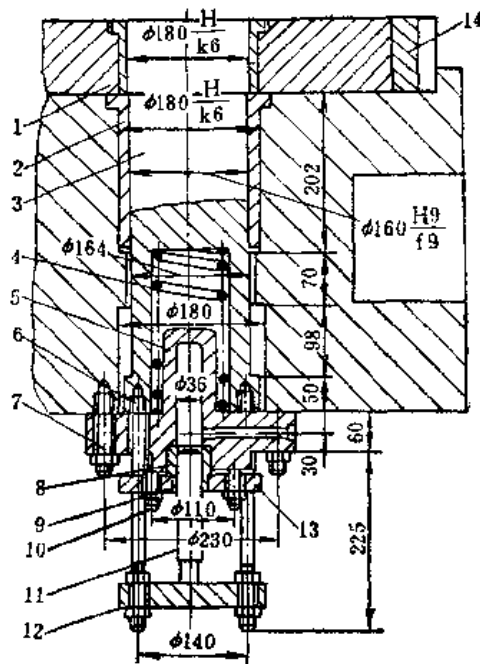


图13-3-15 拔销装置  
 1—衬套 2—导向衬套 3—销 4—弹簧 5—缸 6—拔销螺栓 7—双头螺栓 8—密封环 9—衬套 10—双头螺栓 11—柱塞 12—法兰 13—法兰 14—导板



同类型水压机，拉带与挺杆的连接活动销子，都是靠人工拔出和放入。在锻造过程中，拔销频繁，劳动强度很大。改造后的结构是将拉带与挺杆改成固定销子，而将拉带与移动柱塞方头的连接改为活动销子并用拔销装置来控制，如图13-3-15所示。水缸如果进水，柱塞下行，借助拔销螺栓将销子拉下来，使拉带与方头脱离。如果缸内不进水时，销子是借助弹簧之力上升使拉带与方头连接。缸的进水可选用一个标准电磁分配器来控制，踏板放在操纵台上，司机用脚踩控制，非常方便。

由于拔销装置要随柱塞方头一起运动，因此，进排水管采用图13-3-16所示的活动接头，管子可以自由伸缩。也可以采用钢丝编制的高压软管代替。

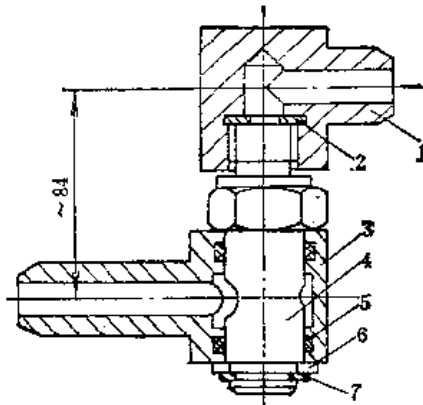


图13-3-16 进、排水管  
1—三通 2—铜垫 3—接头套 4—接头芯  
5—密封环 6—挡隔 7—弹簧挡圈

## 第4节 水泵-蓄势器站的修理

### (一) 水位指示器的选用

水位指示器不仅是水罐中水位变化的指示装置，更重要的是自动控制水位和发出事故信号，保证泵站安全可靠自动正常运转的关键装置。

水位指示器应灵敏、可靠、维修简单，使用寿命长。我国常用的几种水位指示器：

- 1) 水银接点式水位指示器；
- 2) 极板式水位指示器；
- 3) 干簧管式水位指示器。

干簧管式水位指示器是最近国内外大量使用的一种水位指示器，如图13-4-1所示。在与高压水罐

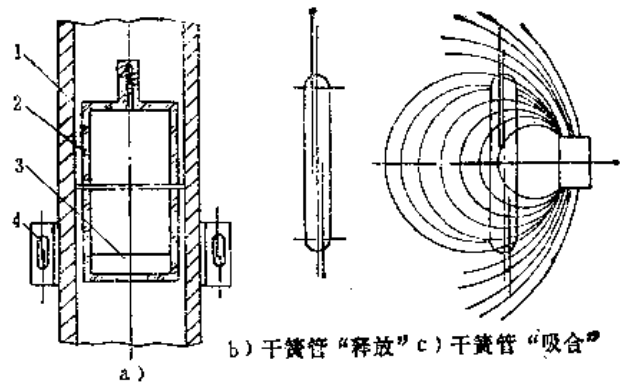


图13-4-1 干簧管式水位指示器

连通的不锈钢管1内，装有能随水位升降而漂浮的浮筒2，浮筒内装有磁钢3，若浮筒带着磁钢上下浮动经过设置在钢管外面的干簧管4的位置时，由于空间磁场的变化，而使干簧管的接触点动作（吸合或释放）发出信号，实现水位自动控制。这种水位控制方式，结构简单，工作可靠，检查维修方便，使用寿命长。也有少数发生浮筒沉降而失灵的现象，经改进后已能克服。

干簧管式水位指示器有以下主要元件：

(1) 浮筒 多用有机玻璃制成，有的需要粘合，其粘合剂采用氯仿，不能用万能胶，因为它对有机玻璃不适用。有的浮筒也采用有机玻璃棒车出，上下段轻压配合而不需粘结。还有使用0.3~0.4mm厚的紫铜皮焊合而成，使用情况都很好。

浮筒上必须开设压力平衡口，防止压力波动时导致浮筒内外产生压差而压破浮筒。平衡口为 $\phi 1.5 \sim \phi 2\text{mm}$ 小孔。安装时要先缓慢充气然后缓慢充水，次序不宜颠倒。

依平衡口的形式，浮筒可分3种：

1) 上开口形式，如图13-4-2 a所示，是目前应用最广的一种，要求A、B面用氯仿粘合，不许渗漏。

2) 上平衡通道的形式；如图13-4-2 b所示，从浮筒顶部将一细管直插至距筒底1~2mm的地方，其作用是利用压差将筒底积水排出，避免浮筒下沉。

3) 浮筒倒扣形式；如图13-4-2 c所示。它借助浮筒内水的进排以平衡内外压差，上底不允许有漏气现象。最好用实心棒车出，使其无接缝，使用效果更好。

在设计制造浮筒时，除注意平衡口和防止渗漏



(4) 干簧管 是干式舌簧管的简称, 内封常态空气, 区别于封有液态物质(如水银)的舌簧管。封在玻璃管内的两个簧片是由铁镍合金制成的。它是软磁性材料, 在弱磁场中有很高的导磁系数而矫顽力很小。当磁钢的微弱磁场进入其所在空间时, 簧片被磁化, 两触头产生吸引力, 当其吸合力矩能克服两簧片的复原力矩时, 触头吸合, 反之则又释放。触头端部镀金可起导磁导电双重作用, 使之接通线路, 发出电气信号。

簧片触头的吸合或释放, 不但决定于磁感应强度的数值大小(即磁力线的密度), 同时也取决于磁力线的切线方向与簧片轴线间的夹角, 只有干簧管轴线与磁力线切线的夹角为零时最有利。所以干簧管立置最为合理, 相应磁钢也应立置。

目前用得最多的是JAG-2H型干簧管继电器的常开式干簧管, 外形尺寸为 $\phi 4 \times 35\text{mm}$ 。寿命为吸合 $10^7$ 次。

为了供水位指示器改装或设计时参考, 现将我国各主要厂现采用的干簧管式水位指示器列于表13-4-1。

在水压机泵站中, 对于水位指示器的正确选用、维护和改进是一项十分重要的工作。

## (二) 高压水泵的修理

### 1. 高压泵的结构型式

高压泵是泵站的关键设备, 过去我国各泵站大

都采用卧式三柱塞或四柱塞泵, 今后将继续采用3W-B系列卧式三柱塞高压泵和大力采用最近发展起来的高速泵。

(1) 3W-B系列卧式三柱塞高压泵 是单作用往复泵, 结构如图13-4-3所示。其工作柱塞由曲柄连杆机构带动而作往复运动。泵体为箱形整体结构, 刚性和强度都较高。泵由电动机经减速机驱动。该类型泵由机械传动和液压两部分组成。机械传动部分由曲轴、连杆、十字头等组成; 液压部分由泵头、进、排液阀, 柱塞, 密封环等组成。泵头还设有安全阀和压力表。

(2) 高速泵 卧式三柱塞泵由于转速低、行程长、效率低、设备重、体积大, 已经不能适应现代水压机发展的需要。目前我国已经研制成功重量轻、体积小、高转速、大流量的高速泵。如图13-4-4所示。

### 2. 高压泵的修理

下面是以卧式柱塞泵为例, 说明泵的维修方法。

(1) 泵的润滑 泵一般采用各项指标均符合要求的N68或N100机油作为润滑油, 夏季宜采用N100, 而冬季可采用N68。

润滑油应在开始运转后一个月内换一次油, 以后视情况而定。一般情况下, 曲轴箱一季度换油一次; 减速机半年换一次油。换出的油经净化过滤去水后, 若酸值及粘度变化不大时, 可以重新使用。

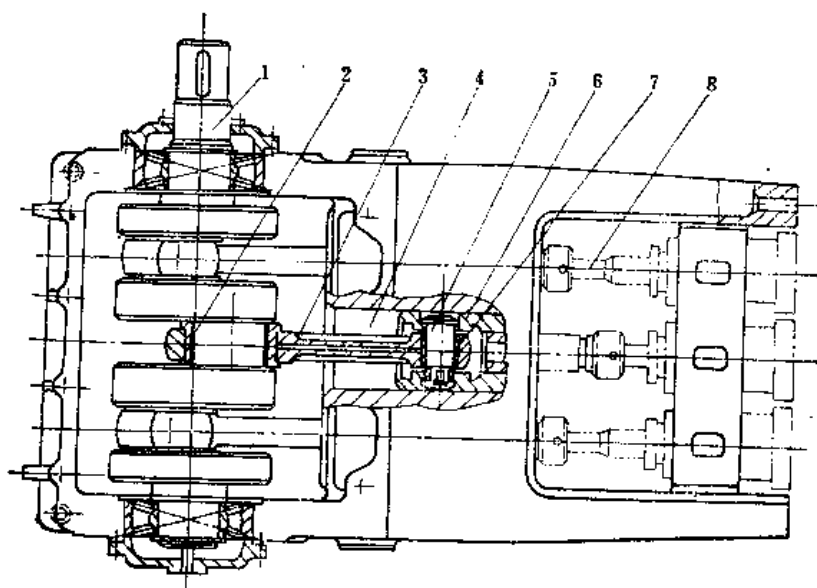


图13-4-3 单作用往复泵

1—曲轴 2—连杆大头瓦 3—连杆 4—滑道 5—十字头销 6—十字头 7—连杆小头瓦 8—柱塞

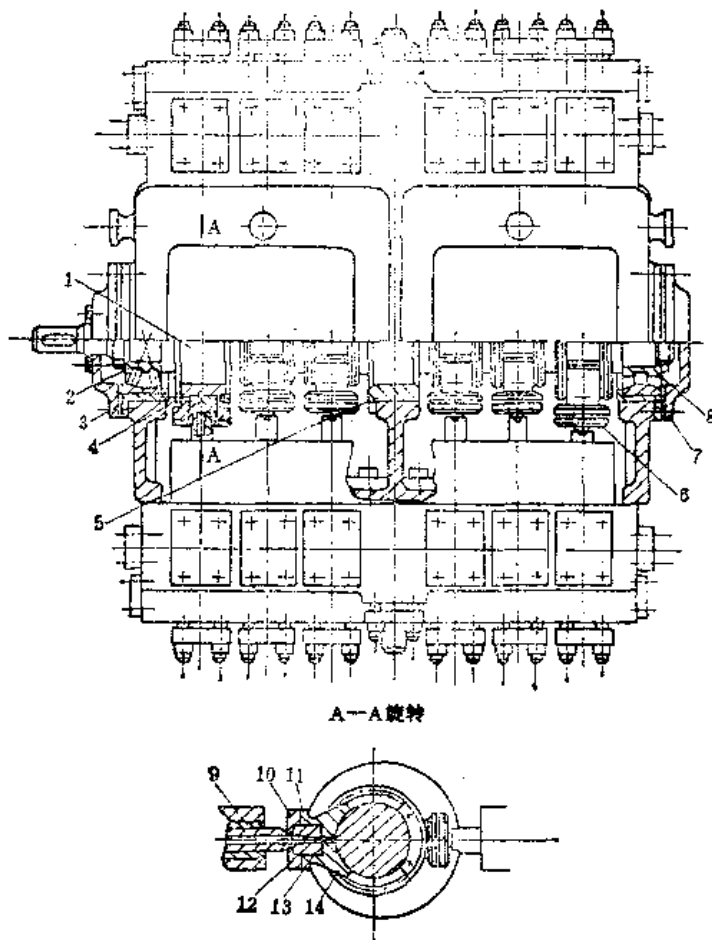


图13-4-4 12SB高速泵

1—离心曲轴 2—轴承 3—轴承座 4—回程环 5—滑动轴承  
6—垫片组 7—轴承座 8—轴承 9—柱塞 10—法兰 11—圆球十字头 12—剖分球面垫 13—球面垫 14—连杆

储油箱在每次换油时，应加以清洗，滤油网应根据使用情况经常清洗。

滚动轴承必须定期清洁并加润滑油脂。

(2) 泵的维护和保养 若泵已停用较长时间，在重新使用前，应拆洗研磨所有阀门，检查油质及摩擦部位，若发现有任何缺陷，均应加以修复或更换。

如果联轴器同轴度有变动，可能造成轴承发热或使齿轮运转不正常，应重新进行调整。

发现密封渗漏时，应及时检修或更换密封环、盘根等。

泵长期停用时，泵内存水应全部放掉，同时将全部零件清洗干净，并涂防锈油以防锈蚀。

安全阀要定时检查和校正释放压力的正确性。释放压力一般取超过额定压力的10%，压力调整后必须打上铅封。

(3) 泵在运转中的检查工作 泵在运转中，主机润滑系统油压在  $2 \times 10^5 \sim 4 \times 10^5 \text{ Pa}$  范围内；减速机润滑系统油压可在  $0.5 \times 10^5 \sim 1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$  范围内，否则必须停车。

泵本体润滑油的温度和减速机润滑油的温度均不得超过  $50^\circ\text{C}$ 。

检查轴承(轴瓦)、柱塞等处的温度以及润滑油面的温度不得超过  $50^\circ\text{C}$ 。

检查泵排液压力情况，不应有急剧升高或下降等现象，可看压力表或泵的工作电流是否波动来检查。

(4) 易损件的更换 泵的易损件，如十字头销，衬套、连杆轴瓦，连杆螺栓、柱塞以及密封环需要经常检查，一发现有损坏，就要修复或更换。

特别指出的是连杆螺栓，它在工作时，受到频繁的交变应力，容易疲劳破坏，而且还要防止其螺母松动。螺母有了松动，使螺栓受到冲击力，更易折断。有时由于螺母松动未加警惕，造成螺母松动、连杆被掘起，将整个泵打飞，无法修复，甚至由于一个小螺栓便造成机毁人伤的重大事故。为此，对连杆螺栓最好先探伤后使用，定期更换。另外，螺母松动虽然会发出异常声音，但不易听出，为了便于观察，可在机盖上开观察孔，放上有机

玻璃。

柱塞大都是磨损研伤，为了延长使用寿命，节约贵重的不锈钢材料，可将柱塞用普通碳素钢制作，然后镀铬或淬硬。这样，既增加了耐磨性，又节约了贵重材料。

高压泵头也经常发生裂纹，在结构上要注意避免应力集中。由于焊补修复价值不大，需备件更换。

(5) 轴瓦刮研 高压泵曲轴瓦(有的采用滚动轴承)、连杆轴瓦和十字头(滑块)表层大都用巴氏合金制成，经常发生磨损研伤，需要刮瓦修理。其研伤原因有：润滑不良或润滑油的压力过低，油质太脏或轴瓦间隙过小，装配时瓦座压紧螺栓拧得不均匀，巴氏合金浇挂不当成片脱落等。应针对原因及时修理，保证油路通畅，定期清洗过滤器，检查油冷却器，防止漏油，以保证润滑系统正常运

行。

1) 采用曲轴瓦的泵, 其曲轴瓦如图 13-4-5 所示, 由 4 块组成, 其中一块侧瓦为可调整的。刮瓦前先将曲轴用油石磨光, 修补巴氏合金, 然后用轴径与瓦配研修刮。刮瓦时要保证曲轴的水平度要求, 刮好后, 涂色检查, 轴径与轴瓦承受负荷部分的接触弧面不小于  $60^\circ$ , 接触面积不小于接触弧面的 70%, 且接触点均匀。轴瓦与瓦座应紧密贴合, 接触面积不小于接触弧面的 60%, 接触点要分布均匀, 在侧瓦 1/2 高度处检查, 间隙应在  $0.05 \sim 0.07 \text{ mm}$  范围内, 上瓦顶部间隙为曲轴颈直径  $1/1000$  左右, 曲轴中心与十字头滑道中心的垂直度允差为  $0.2/1000$ 。

2) 刮连杆大头和小头轴瓦(套), 要求与曲轴

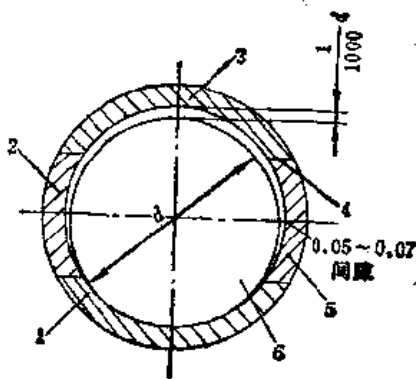


图 13-4-5 曲轴瓦

1—下瓦 2—可调整瓦 3—上瓦 4—垫片  
5—侧瓦 6—曲轴颈

销和十字头销的接触面积分别不小于大头和小头轴瓦面积的 80%。在刮连杆大头轴瓦时, 必须装上十字头, 盘动曲轴配研。

3) 十字头与十字头滑道的接触面积不得小于十字头面积的 70%, 且接触点要分布均匀, 十字头顶部与滑道间隙为  $0.25 \sim 0.35 \text{ mm}$ 。

瓦上要开十字油槽, 以保证存油和油路畅通。刮瓦完成后, 要经过 2 h 以上空运转, 视其温升正常后方能投入负荷试车, 连续或累计时间一般不宜少于 8 h。

另外, 泵头中的进、排液阀采用锥阀结构比平阀好, 注意改进。

(6) 高压泵大修工艺步骤:

- 1) 拆卸并清洗整个泵以及附属的阀类;
- 2) 确定修理件和更换件的配件尺寸;
- 3) 修磨曲轴, 修镗机座的十字头孔;
- 4) 将机座重新找平, 纵横向水平误差不大于  $0.05/1000$ ;
- 5) 零部件组装并刮瓦;
- 6) 以泵为基准, 调整减速机及电动机的水平, 并进行重新找正找平, 重新调整联轴器的安装精度;
- 7) 维修润滑系统, 保证油路畅通;
- 8) 表面修饰;
- 9) 调整试车。

### 3. 高压泵的常见故障及排除方法

高压泵在工作中的常见故障及其排除方法列于表 13-4-2。

表 13-4-2 高压泵工作中常见故障及其排除方法

序号	故障名称	产生原因	排除方法
1	泵无法启动	油压不足或超高	重新调整
2	泵的出水压力低(或称为不上压)	1. 控制循环阀关闭的电磁分配阀失灵 2. 循环阀密封损坏 3. 进排液阀密封损坏 4. 进排液阀阀口打坏 5. 由于泵体振动, 吸水板阀自动关闭	1. 修理电磁分配阀 2. 更换密封 3. 更换密封 4. 重新修理或更换 5. 打开吸水板阀
3	泵在空运转时, 压力突然逐渐升高	排液阀的阀套由于销子断脱, 自动旋转, 使排水口闭塞	阀套复位
4	柱塞发生偏磨, 将衬套磨坏, 密封环被挤入柱塞和衬套之间	柱塞与十字头不同轴度相差太大	重新调整不同轴度

(续)

序号	故障名称	产生原因	排除方法
5	泵体内发生不正常响声出口压力表指针摆动	泵的进, 排液阀泄漏	逐个打开放气阀检查, 如射水是连续的 (不是断续的) 则证明该柱塞的进排液阀泄漏, 停泵研磨或更换
6	泵的运动机构有敲击声	1. 连杆螺母松动 2. 连杆轴瓦磨损 3. 运动机构的其它零件松动	1. 拧紧连杆螺母 2. 调整连杆轴瓦的间隙 3. 调整发生松动的零件
7	曲轴主轴承或减速机轴承温度过高	1. 曲轴主轴承装配不良 2. 减速机轴承轴向间隙过小或过大 3. 弹性联轴器两个单联轴器不同轴 4. 轴承内进入污物 5. 轴承内润滑不足 6. 轴承使用过久造成疲劳蚀痕	1. 重新装配 2. 调整间隙 3. 调整不同轴度 4. 仔细检查和清除污物 5. 补充润滑油 6. 更换轴承
8	减速机油温过高	油质变坏	更换润滑油
9	泵体内进排液阀敲击声不均	1. 弹簧断裂 2. 阀口打坏	1. 更换弹簧 2. 研磨或更换
10	减速机内有不正常的敲击声	1. 减速机落入异物打毛齿轮 2. 齿轮断裂	1. 检查并清洗减速机, 修光齿轮 2. 更换齿轮
11	泵的密封环损坏冒水	1. 密封环使用日久自然损坏 2. 水不纯, 密封环处进入污物 3. 未使用乳化水	1. 更换密封 2. 清除泵体及管道中的污物 3. 使用乳化水

### (三) 高压罐的修理

高压罐包括气罐和水罐, 容积多数为  $4\text{m}^3$ , 内径为  $800$  和  $900\text{mm}$  的标准规格。高压罐制造方法很多: ①单层卷板和冲压封头焊接式, 见图13-4-6; ②深拉伸半筒体对焊式, 见图13-4-7; ③两个冲压半球体对焊 (成球状); ④还有整体锻造筒体、多层卷板筒体等等。前3种制造简单、重量轻、质量高, 被普遍采用。

高压 (水) 罐在经过多年使用后, 罐壁和底部沉积很多油污, 每5~7年清理一次是必要的。对于德国、捷克的水罐和我国少数水罐由于没有开设人孔, 清理检查较困难, 但也应采用水力清洗。

此外, 高压罐在使用中, 应定期进行检查和检验。其最基本的要求是: 内、外部检验应以宏观检查为主, 对壁厚、壁温和腐蚀介质含量应加测定等。必要时可采用以下检验方法:

#### 1) 表面探伤;

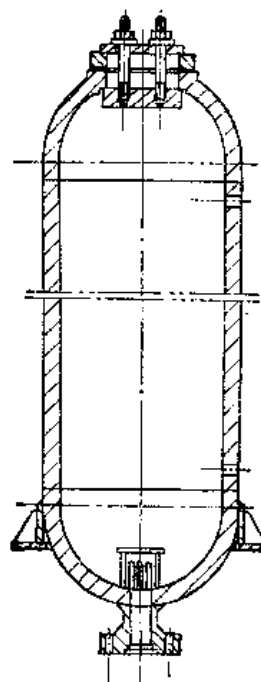


图13-4-6 单层卷板和冲压封头焊接式

- 2) 射线探伤;
- 3) 超声波探伤;
- 4) 硬度测定;
- 5) 金相检验;
- 6) 应力测定;
- 7) 声发射检测;
- 8) 耐压试验等。

为加强压力容器的安全管理,降低压力容器的事故率,我国劳动部特制定“压力容器安全技术监察规程”。为实行在用压力容器的定期检验制度,保证在用压力容器的安全运行,还制定了“在用压力容器检验规程”。应根据本厂的具体情况,按国家的规定,定期进行鉴定。

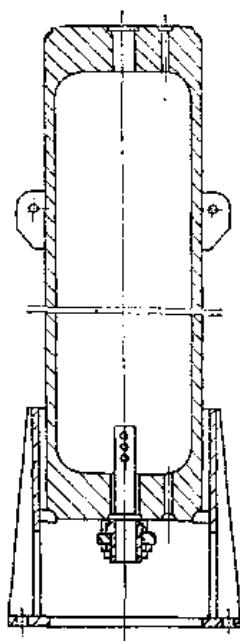


图13-4-7 深拉伸半筒体对焊式

#### (四) 管道及其修理

由于水压机采用压力很高的工作介质,而且管路也十分复杂,并且还受水击、汽蚀、锈蚀和振动等水力学、物理化学现象的影响。若管道敷设得不好,也会影响整个水压系统的发热、压力损失和憋气等。为了保证水压机的正常运行,对管道的安装和维修的要求如下:

##### 1. 管道的敷设

- 1) 每根管道的流速在全长上尽可能一致,不要有急剧的变化。
- 2) 横平竖直,整齐美观,接头和弯头应尽可能少,接头留在经常拆卸的部位,应简单可靠,装拆方便。外径小于20mm的钢管可以冷弯,大于25mm的则需加热煨弯。加热温度在950~1000℃范围内。外径小于20mm的管道,弯曲半径不应小于其外径的2倍;外径20~70mm的管道,弯曲半径不应小于其外径的3倍;外径大于70mm的管道,弯曲半径不应小于其外径的4倍。100m以上的长管,中间应考虑做伸缩管。

3) 管道同一标高偏差不大于 $\pm 3\text{mm}$ ,并有1:500坡度,最高处有放气装置,最低处有放水塞。

4) 木质管夹易损坏,可用焊接或铸造管夹,在管夹和管子之间应垫胶皮。管夹宽度应取管径的1.5倍,长度应取管径的2倍。管夹一般每隔2~

4m设置一组,直线段取大值,弯曲段取小值。管道支架固定在基础预埋件和设备上时,应在管道安装找正找平后,方可二次灌浆或焊接。

5) 管道的接头尽量采用凸缘法兰连接,不宜采用螺纹法兰连接。高压管接头密封采用紫铜垫,应经退火处理、厚薄要均匀。嵌入接头后,外圆应有一定间隙,内径应比管内径大2~4mm。其厚度应按接头端面实际间隙决定,并留有10%左右的压缩量,一般厚度为4~5mm;低压管亦可采用非金属垫。

6) 管道一般都采用二次安装,一次安装时装好接头法兰,对口先点定位置,然后拆下焊接。焊完后清理干净再第二次安装,保证安装的准确性和内洁性。目前由于安装中采用了衬环焊接法,使一次安装的管道可达全部管道的40%。维修中也多采用。

7) 管道应按下列规定涂色:高压管为红色;低压管为绿色;润滑管为黄色;空气管为蓝色。

##### 2. 管道的焊接

1) 应根据管道的材料选取焊条。一般碳钢含碳量小于0.25%,合金钢的含碳量小于0.18%,可焊性好,所以管道大都采用10号或20号钢。如果采用高碳钢或合金钢管道,可焊性不好,淬裂倾向大,需在焊前预热,焊后局部退火才行。

2) 管道对口焊接时,间隙应均匀,其间隙和坡口尺寸如表13-4-3所列。坡口宜用机械加工车

表13-4-3 管道的对口焊接坡口

	s	a	b	$\alpha$
	8~12	$2 \pm 0.5$	$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$50^\circ \sim 60^\circ$
	14~22	$2 \pm 0.5$	$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$55^\circ \sim 60^\circ$
	24~40	$2 \pm 0.5$	$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$55^\circ \sim 60^\circ$

出,如采用手工气割加工,坡口面和端面要用砂轮或锉刀修平,坡口上不得有裂纹。

3) 外径小于76mm的管子,焊口的不同轴度不应大于1mm;外径大于76mm的,焊口不同轴度不应大于1.5mm。

4) 一次安装的管道可采用衬环电焊。衬环厚度为2~3mm,宽度为40~50mm;外径与管子内径配合应小于0.5mm;衬环焊接的第一层焊接时应

尽量采取小电流和细焊条，切不可将衬环焊透。

### 3. 管道的清洗

1) 新管道在安装前应进行清洗。清洗方法优先采用喷砂清洗，可用粒度为1~4mm的河砂和黄砂，压缩空气压力为 $6 \times 10^6 \sim 8 \times 10^6 \text{Pa}$ ，喷砂后的管道应用压缩空气将管内的焊渣、砂粒和氧化铁皮等杂物吹干净。对于形状复杂的管道可进行酸洗，要根据管道内壁锈蚀程度选取浓度不超过20%的盐酸或硫酸溶液，也可增添适量的乌洛托平、硫化乙二醇等缓蚀剂，酸洗至管壁显出金属光泽为止。酸洗后用清水冲洗，碱液中和，热风吹干等常规工艺。清洗后的管道口应做临时封闭。

2) 管道中应安放过滤器，并定期清洗；

3) 坚持用乳化水。

### 4. 管道常见故障及其修理

1) 管道漏水是水压机常见的故障，原因很多，如管道弯曲段太多，强制管道变形，使法兰连接螺栓断裂，密封损坏等，应视具体情况，立即修理或更换。

2) 管道爆裂，对于使用多年的水压机经常发生，是因为管壁逐渐腐蚀变薄所致，再加上某些管道弯曲半径太小或者强制变形产生内应力，便发生爆裂事故。

管道被高压水冲刷变薄以弯曲处为甚，直管部分减薄量约为弯管的 $1/3 \sim 1/2$ ，弯曲部位还会增添水力损失，造成水压系统发热等。因此，减少弯管和增大弯曲半径是十分必要的。

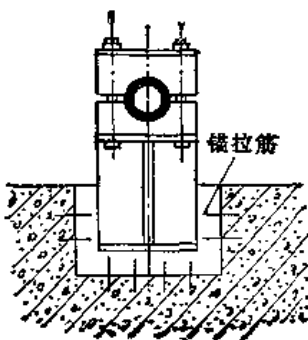


图13-4-8 管夹支架二次灌浆固定

3) 管道振动，涉及一系列水力学现象，很难彻底解决。管夹损坏也是常见的故障，为此，对管

道应加强维护，及时修理松动的管夹支架。提高二次灌浆的水泥标号，预先清理基础孔的油污，将基础打毛，增添加强筋，浇灌时要捣实混凝土。图13-4-8为支架二次灌浆固定方式。

### (五) 乳化水的使用

水压机应该使用洁净的乳化水。现在各厂一般都不自行配制乳化脂，而是买商品乳化油，按比例放入软水中，经乳化水搅拌机搅拌后送入水箱。

使用乳化水可以对水压机各部分起润滑、防锈、冷却、洗涤等作用。有的泵站由于漏水严重或者嫌配制乳化水麻烦，不使用乳化水而直接用自来水。由于自来水带进杂质，严重的研伤运动部件，加速管道和容器的锈蚀，大大缩短了零件和密封的使用寿命。并且还使分配器阀门和水泵站的阀加速冲刷磨损，影响正常运行。

乳化水的冷却对负荷重和地处我国南方的泵站非常重要，为使乳化水控制在 $<50^\circ\text{C}$ 的温度范围内，确保水压机的正常工作，为此南方大多数泵站都增设冷却器。目前已有各种类型的冷却器应用于泵站中。从传热效率高，结构紧凑、体积小、重量轻和便于拆装的情况来看，波纹式和伞板式换热器效果较好。

水箱、乳化水搅拌箱、冷却器都需定期清洗。

某厂冷却器的清洗是这样的：以往每次清洗时，必须把它拆开，清洗一次拆装很麻烦。改进后的方法是：在冷却器通水箱的管路上接一闸阀，然后另用管道将搅拌箱和冷却器连通。清洗时，将闸阀关闭，在搅拌箱中放入清洗剂，在搅拌箱和冷却器之间形成循环，连乳化液搅拌箱都一起得到清洗。简便省事，效果很好。

另外，某厂为使水的温度确保控制在 $50^\circ\text{C}$ 以下，便在水箱下面泵的吸水管上装了电接头温度表，来控制冷却泵的停开。即水温到 $20^\circ\text{C}$ 时（温度表的范围是可调的）冷却泵停，当水温达到 $45^\circ\text{C}$ 时，冷却泵开，以确保乳化水控制在要求的范围之内。

## 第5节 水压机运行常见故障及其排除方法

水压机运行常见故障及其排除方法列于表13-5-1。



表13-5-1 水压机运行中常见故障及其排除方法

序号	故障名称	产生原因	排除方法	序号	故障名称	产生原因	排除方法
1	动梁空程向下运动的速度慢	1.充水罐压力低 2.回程缸排水阀未全开	1.调整充水罐压力 2.调整并修理排水阀	9	工作缸密封漏水	1.密封使用日久自然磨损 2.柱塞研伤后未处理,刮坏密封 3.柱塞与缸孔不同心,使密封环偏后 4.导套间隙过大,密封环被挤入缝中损坏 5.密封环质量与规格不合要求	1.换密封 2.修理柱塞 3.调整同心度或改进柱塞结构 4.更换导套 5.重新更换
2	动梁空程向下运动时发生剧烈跳动	两个回程缸排水通道截面积不一致	重新检查并加工	10	充水罐跑水(短期停车出现水位或压力下降)	安全溢流阀泄漏	修理溢流阀
3	动梁在空程向下运动停止时仍徐徐下降	回程缸排水阀泄漏	研阀或换密封环	11	运动部件被研伤	1.润滑不足或油不通 2.有污物进入接合面	1.修理、调整 2.清洗
4	水压机加不上压或升压时间长	1.充水阀泄漏高压水 2.工作缸进水阀未打开或未全打开 3.工作缸排水阀泄漏	1.修理充水阀 2.调整进水阀 3.研阀或换密封	12	水压机本体晃动大	1.缓冲罐空气少或压力低 2.立柱螺母松动 3.违章偏载等误操纵	1.调整 2.重新加热预紧并锁紧 3.停止误操纵
5	动梁回程速度慢	1.充水阀未打开或未全开 2.回程缸排水阀泄漏	1.检查充水阀接器 2.研阀或换密封	13	工作缸缸体窜动	法兰螺栓松动	紧固螺栓
6	动梁回程停止时仍徐徐上升	回程缸进水阀泄漏	修理或换密封				
7	移动工作台自行窜动	控制移动台的进、排水阀泄漏	研阀或换密封				
8	手柄位置和动梁运动不一致	1.水力或油压接器窜压 2.控制接器的分配器或油压随动滑阀窜压	1.修理或换件 2.修理换件				

项十分重要的工作

## 附录 锻造水压机的密封

密封圈是防止液体漏损,保证水压机正常工作的不可缺少的零件。一台水压机往往需要几十种或者上百种不同类型的密封圈,如果密封不好,由于水的泄漏不但造成很大的损耗,而且要经常停机修理,影响生产。尤其是操纵系统和工作缸,如果密封不可靠,还会引起“窜压”,致使操纵失灵或压力上不去,严重时还会造成重大事故。因此,合理选用密封圈,不断改进密封装置的结构,以提高密封的可靠性,延长其使用寿命,是一

(1) 活动件的密封圈 这种密封圈多用于活动零件的密封,如各种工作缸柱塞(柱塞运动)和阀类(阀杆运动)的密封等。这些密封圈按其断面形状分为“U”、“Y”和“V”形几种,多采用皮革、橡胶、夹织物橡胶或塑料制成。这类密封的特点是它能在高压水的作用下自动起密封作用,而不是靠压紧密封。例如,当高压水进入工作缸时,其密封圈的两翼分别压向缸壁和柱塞表面,自动密封,压力越大,密封越好,摩擦力也越大。往往一个工作缸新换上密封时,最初充入低压水时尚有漏水现象,一旦进入高压水后便不漏了。因此,在安

装多层式密封圈时，无须将法兰压得太紧，只要消除了每层密封圈之间的间隙再略微压紧就行了。

近年来，对于牛皮制作的密封圈大都逐步改用塑料（聚氯乙烯或聚四氟乙烯）制作。因牛皮价钱昂贵，容易磨损，弹性及强度都比较低，无论用于低压或高压封水都不太适合。当低压水作用时，皮碗撑不开，容易漏水，为此，将皮碗内径做成比柱塞直径小 $0.5\sim 1\text{mm}$ ，这样又增大了摩擦力，使皮碗容易磨损。改用橡胶或塑料制成的密封圈后，上述缺点就克服了。

工作缸的密封大都采用了多层式“V”形密封装置，为了装拆方便，将密封圈切成斜口，安装时将切口错开。一般说来，主要是第一圈在高压水的作用下起密封作用，其余的受不到那么大的压力，

但可在第一圈磨损后发挥作用。

(2) 固定件的密封圈 这类密封圈多用于各种连接法兰以及阀类中阀杯，阀座与阀体之间的密封等。

连接法兰处的密封多采用有色金属制成的垫圈。它靠压紧封水，要求压匀，垫圈在厚度方向上的压下量在 $0.3\sim 0.5\text{mm}$ 左右，可保证良好的密封，使用时垫圈需要进行“退火”处理（即将垫圈加热后再放入冷水中使其变软）。

在各种阀类中，固定件密封近年来更多的是采用“O”形耐油橡胶密封圈。它不单靠压紧封水，主要靠高压水的挤力自动封水，因此，“O”形橡胶密封已广泛用于法兰或阀类固定件的密封和往复或回转式活动件的密封。