

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：

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

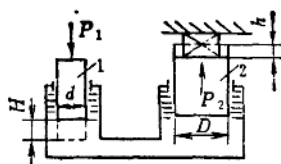


图13-1-1 静压原理
1—小柱塞 2—大柱塞

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。如果液泵打出的液体压力为32MPa，水压机工作柱塞面积为4000cm²，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。

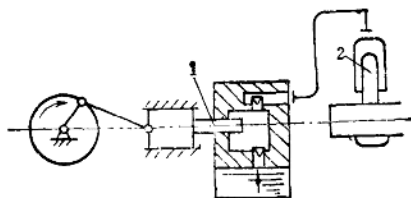


图13-1-2 水压机的作用原理
1—水泵柱塞 2—工作柱塞

(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根立柱为向导，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

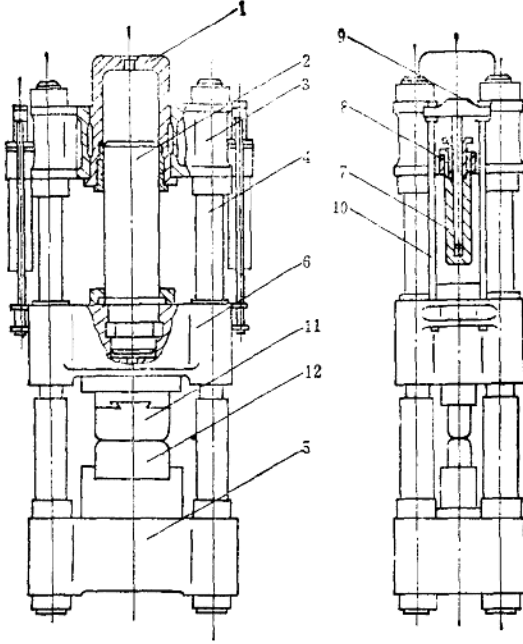
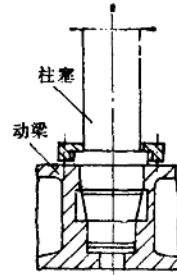
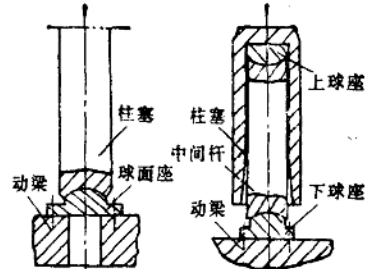


图13-1-3 水压机体

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



a) 刚性连接



b) 球面支承连接 c) 双球面中间杆连接

图13-1-5 柱塞与动梁的连接

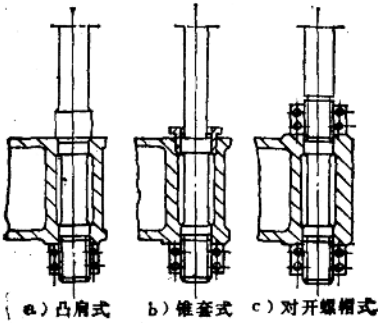
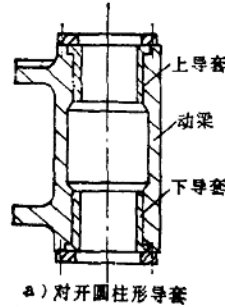


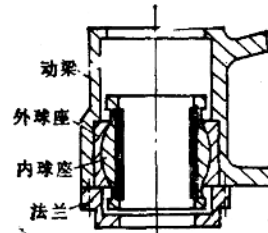
图13-1-4 立柱与横梁的连接

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，剖分面选为与轴向成 5° 夹角的外平面，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。



a) 对开圆柱形导套



b) 带球座导套

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、接力器、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, 而且还可由蓄势器供给, 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, 控制循环阀的关闭, 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(I 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, II 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, II 号和 I 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。

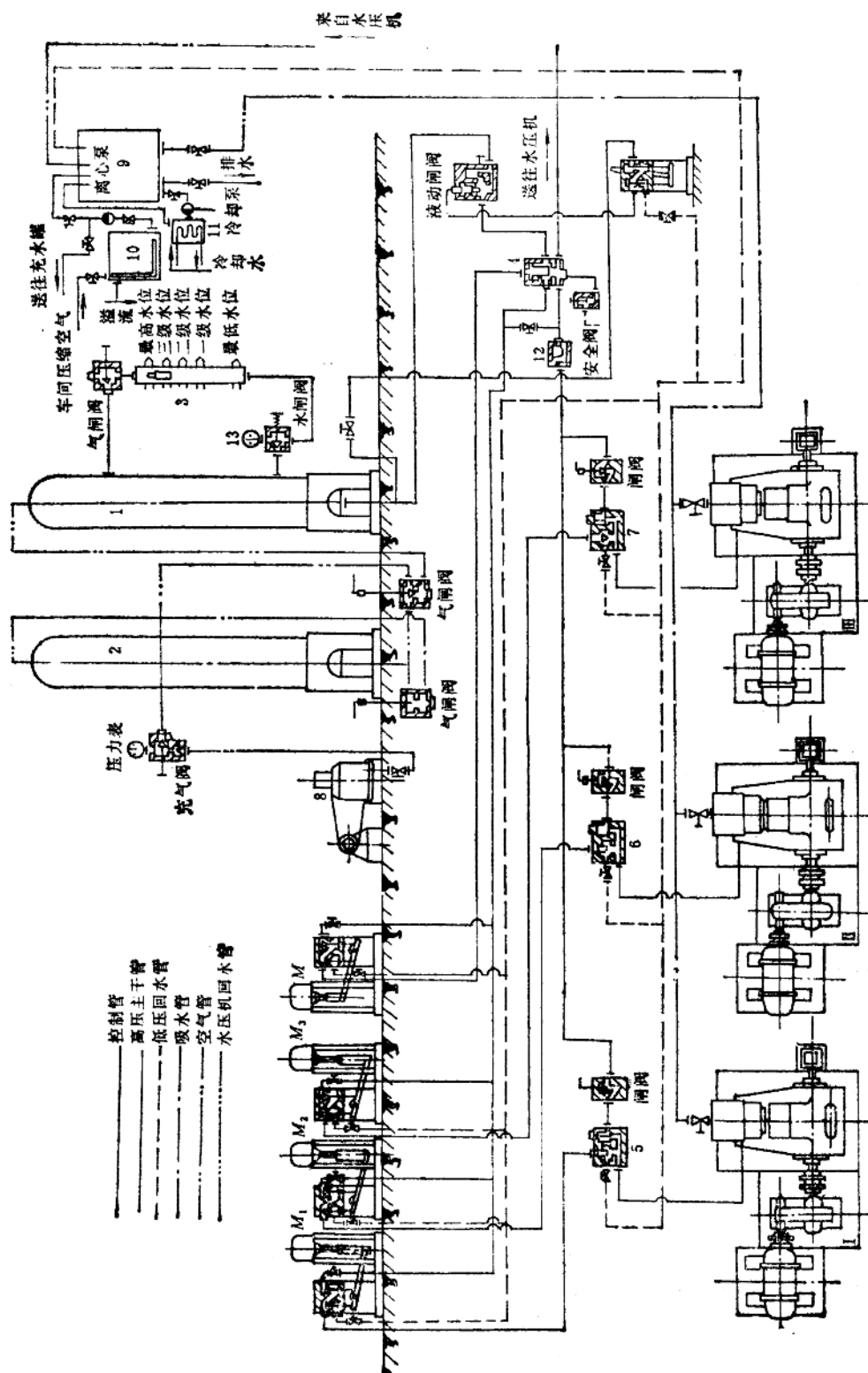


图13-1-7 水泵-蓄能站系统原理图

I、II—高压水泵 1、2—高压水气罐 3—水位指示器 4—最低水位阀 5、6、7—循环阀 8—空气压缩机 9—水箱 10—乳化水罐
 拌箱 11—冷却器 12—过滤器 13—电磁压力方表 M_1 、 M_2 、 M_3 —电磁两阀分配器

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纹损坏。应设法取出断在螺孔中的螺栓，对于螺纹损坏者应扩孔攻丝，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

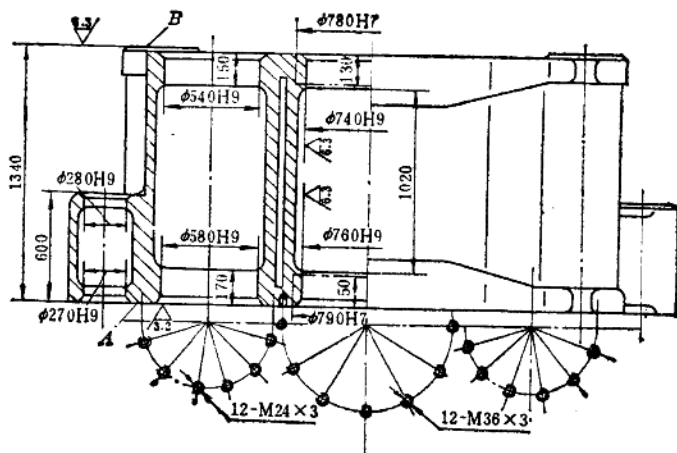


图13-2-1 12.5MN锻造水压机上梁大修技术要求

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Ra3.2μm。

2) 将孔φ760H9、φ740H9、φ580H9、φ540H9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Ra3.2μm。

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Ra3.2μm，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φ760H9、φ740H9分别按图镗至φ790H7和φ780H7，镗孔

深度符合图样, 表面粗糙度达 $R_{a}6.3 \sim 3.2 \mu\text{m}$ 。镗孔后过盈压入一铜套 (铜套加工尺寸另附图), 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:

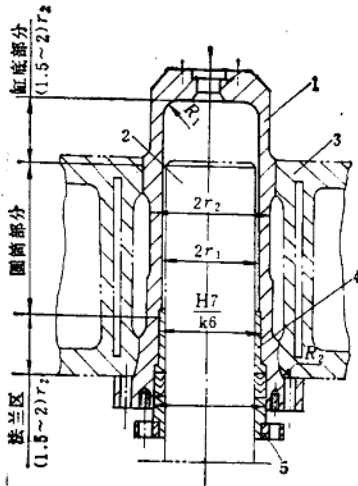


图13-2-2 工作缸

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, 见图见平。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 $\alpha = \frac{d_1}{d}$;

δ ——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, α 和 λ/δ 的对应关系如表13-2-1所列。

表13-2-1 α 和 λ/δ 的对应关系

α	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5	0.4	0.3
$\frac{\lambda}{\delta}$	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 (λ/δ 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 $R_a 3.2\mu m \sim R_a 1.6\mu m$ 。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 $R_a 0.8\mu m$ 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。

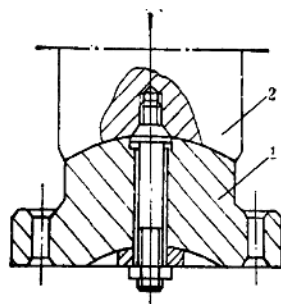


图 13-2-3 柱塞的球面支承
1—球形座 2—柱塞

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。钢丝绳上端穿球形座及空心螺栓, 并把绳头分散, 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

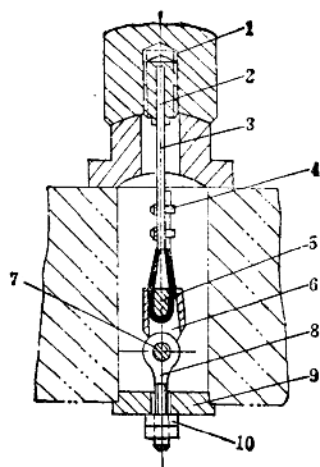


图13-2-4 柱塞与球座的楔形连接

1—溜铅绳头 2—空心螺栓 3—钢丝绳 4—绳乳
头 5—楔子 6—夹套 7—轴 8—螺钉 9—堵板
10—螺母

一掌一次。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

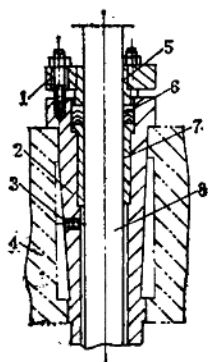


图13-2-5 回程缸

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

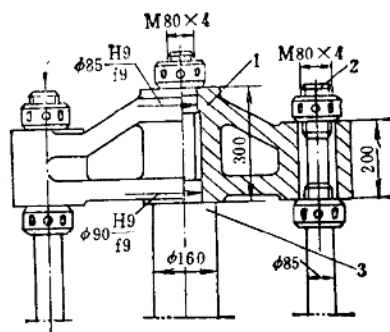


图13-2-6 回程缸的改装

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

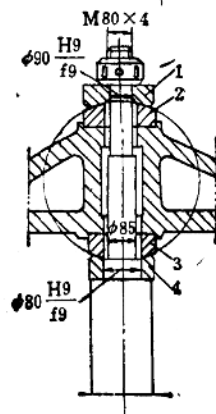


图13-2-7 柱塞与小横梁之间的刚性连接改装图

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

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。

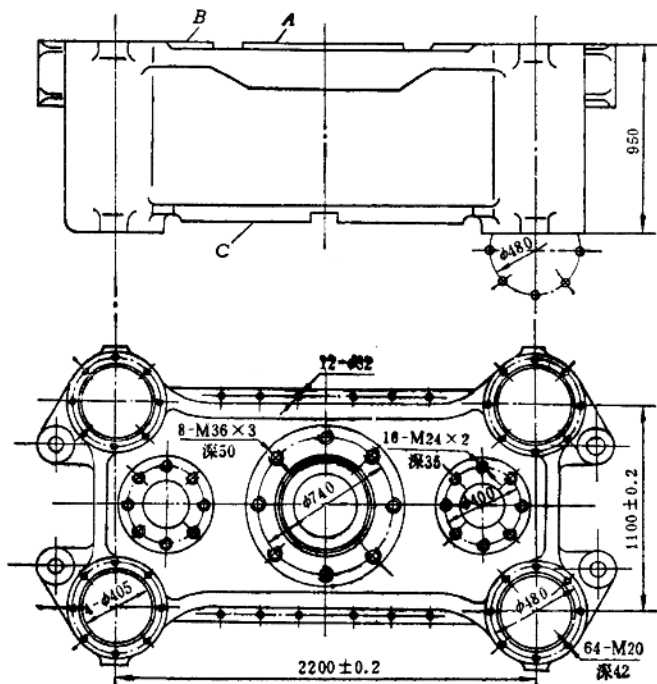


图13-2-8 12.5MN锻造水压机活动横梁

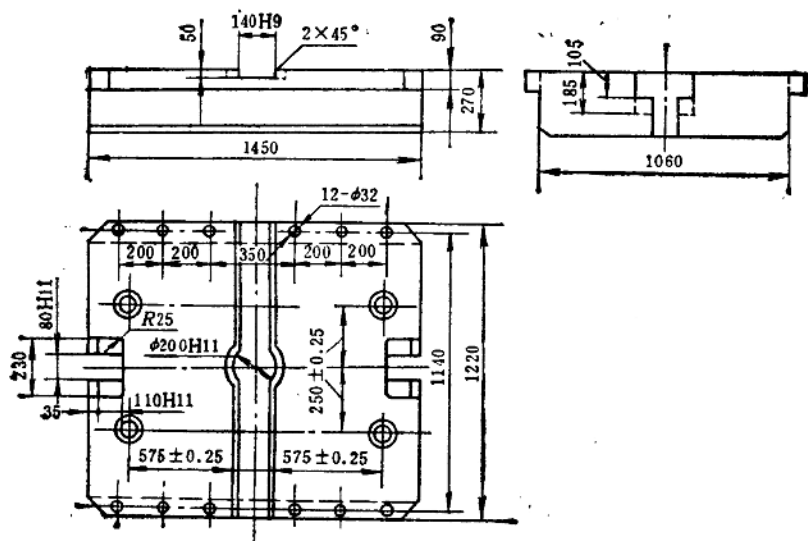


图13-2-9 12.5MN锻造水压机上锤头垫板

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中装入或取出。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° 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。

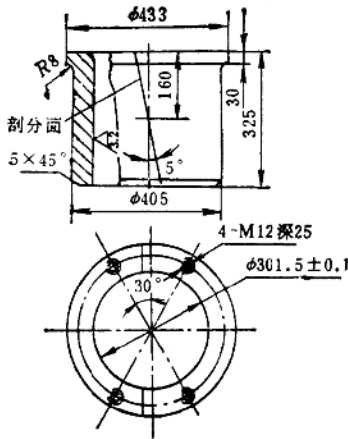


图13-2-10 立柱导套

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° 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”。

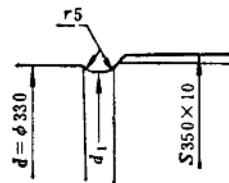
(2) 立柱的改装 立柱的断裂, 多在经过多年使用的小型水压机上发生断裂, 其部位多在下横梁的上表面附近从光滑区至螺纹部分的过渡区。这是由于水压机小, 机架刚度差, 锻造速度快, 次数频繁, 螺母容易松动等造成。立柱一经断裂, 要分析原因, 切不可照旧重做一件换上。避免再次发生问题。

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 $r5$ 根部, 如图13-2-11, 该水压机有关技术参数为:

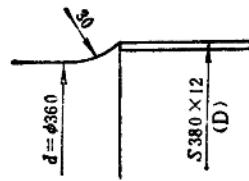
$$P = 1600 \times 10^4 (\text{N}),$$

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

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



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:

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

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

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

2) 校核疲劳强度:

$$k = 1 + q(k_1 - 1)$$

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

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

查得 $k_1 = 2.5$

$$q = 0.93$$

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

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

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

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

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 30mm 。校核强度结果如下:

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

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

$$\textcircled{2} \quad \sigma = k \sigma_{\text{合}}$$

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

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

查得 $k_1 = 1.58$

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

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

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

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 0.05mm , 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, 将螺母戴上一把把端面修好。

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 σ ——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的), 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(cm);

S ——立柱螺纹的螺距(cm);

E ——弹性模数(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

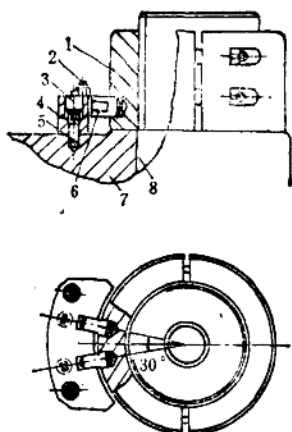


图13-2-12 某水压机立柱外侧螺母锁紧装置
1—螺母 2—螺栓 3—顶出螺钉 4—锁紧环
5—定位销 6—锁紧销 7—横梁 8—立柱

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。

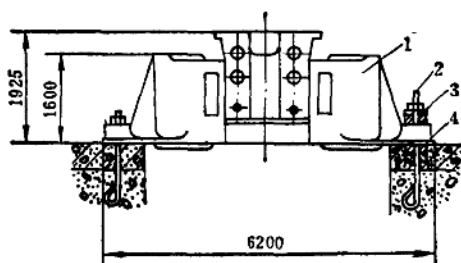


图13-2-13 地脚螺栓结构的改进
1—底座 2—地脚螺栓 3—上球形垫 4—下球形垫

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。

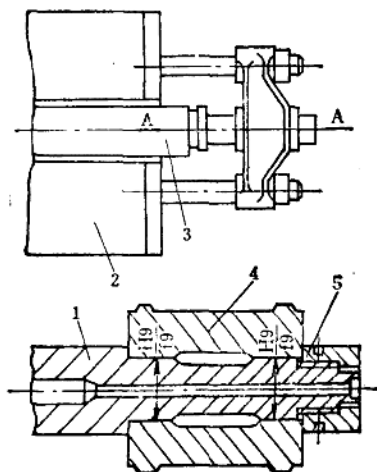


图13-2-14 移动工作缸的结构
1—柱塞 2—底座 3—移动缸
4—小横梁 5—螺母

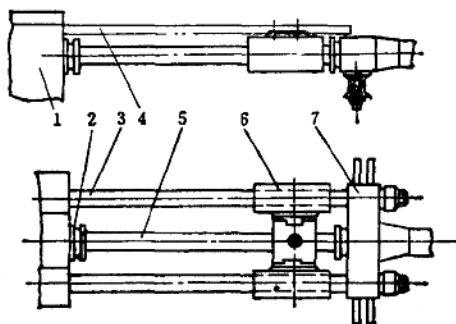


图13-2-15 移动工作缸的结构
1—底座 2—内移动缸 3—拉杆 4—拉带 5—带力头柱塞 6—滑块 7—外移动缸

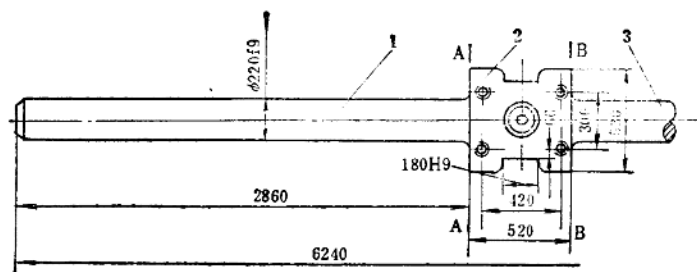


图13-2-16 柱塞连同中间的方头是整体的

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。

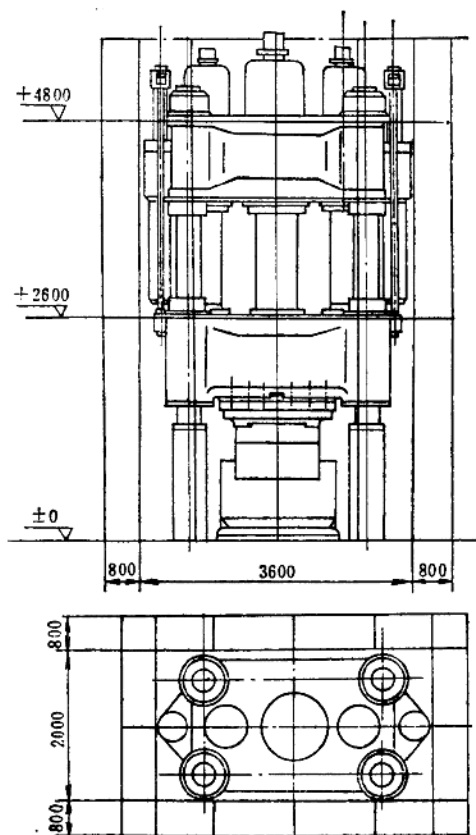


图13-2-17 脚手架尺寸

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

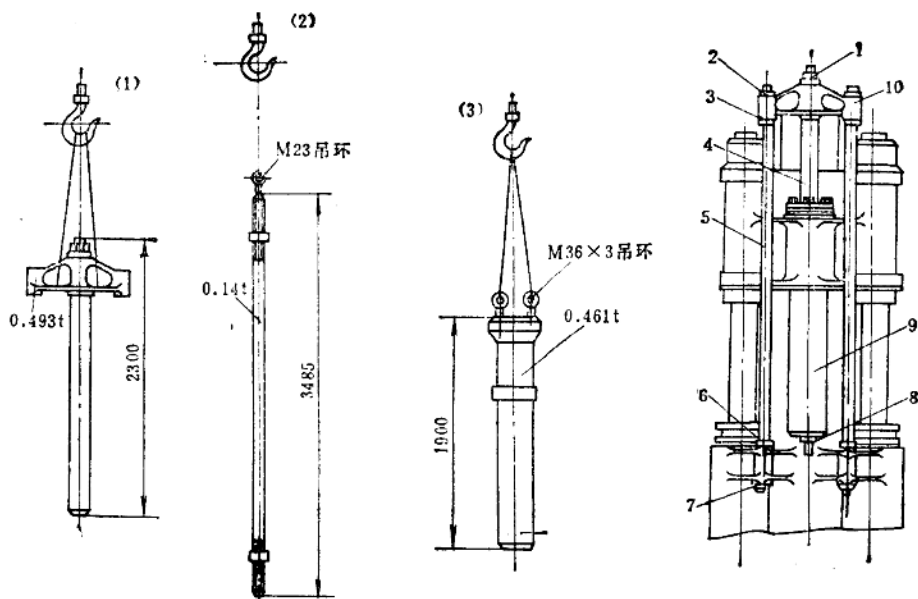


图13-2-18 拆卸回程缸
1、2、3—螺母 4—柱塞 5—拉杆 6、7—螺母 8—进水管 9—回程缸 10—小横梁

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, 行车要吊平稳, 松去安全绳, 缓慢拉提, 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锤头垫板, 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。

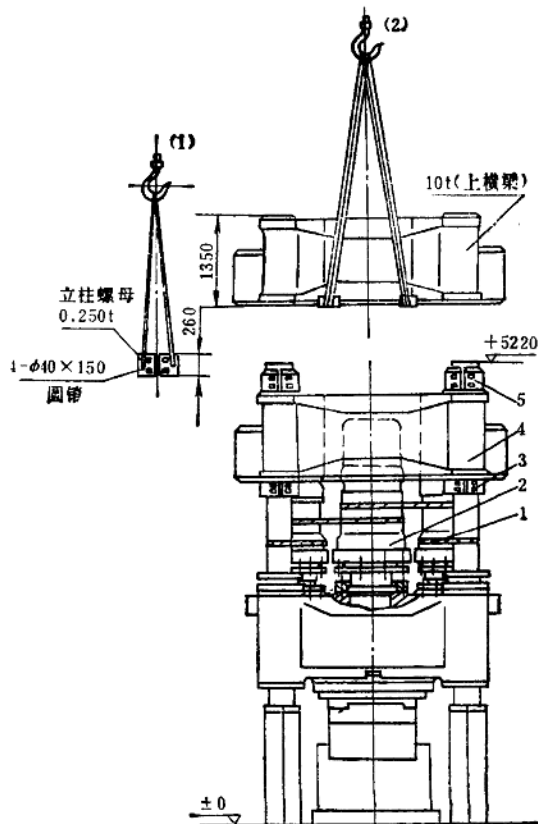


图13-2-19 拆吊上横梁

1—侧工作缸 2—主工作缸 3—立柱螺母 4—上横梁 5—立柱螺母

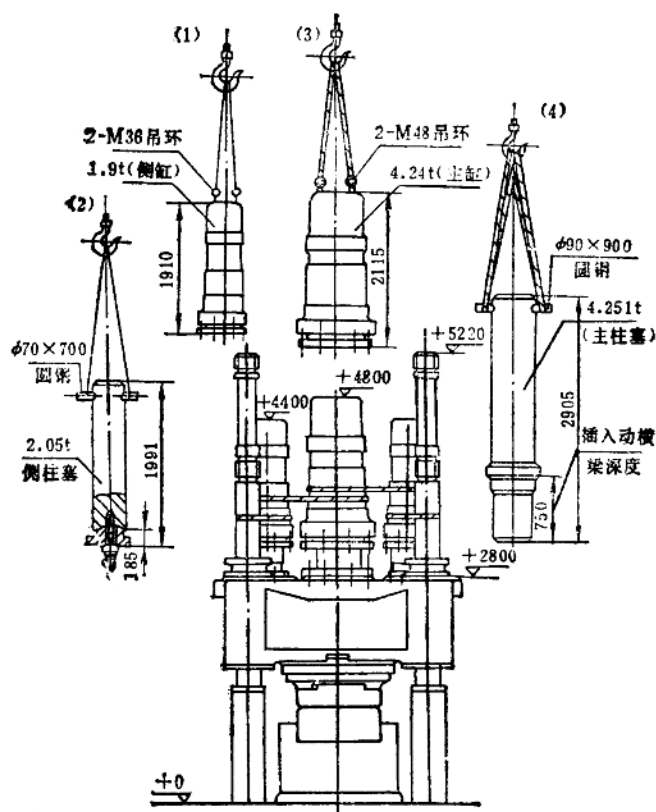


图13-2-20 拆吊主侧工作缸及柱塞

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

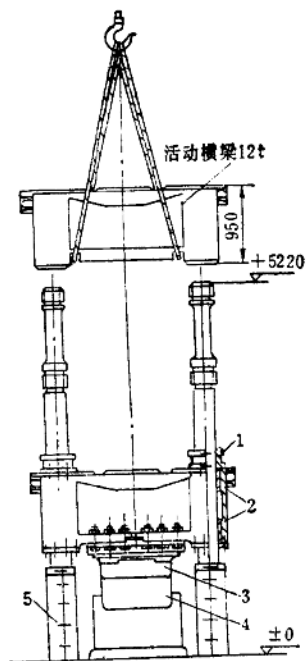


图13-2-21 拆吊活动横梁

1—上限程套 2—立柱导套 3—锤头
4—砧座 5—限程套

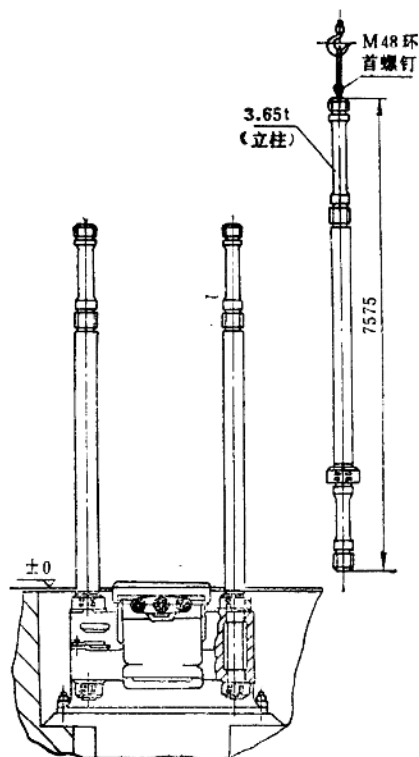


图13-2-22 拆吊主柱

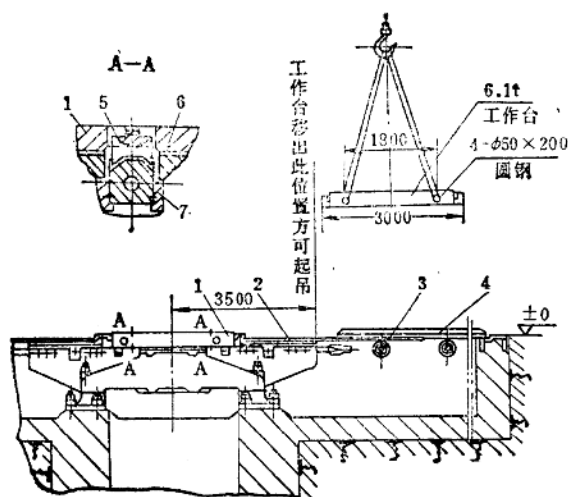


图13-2-23 工作台拆卸

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

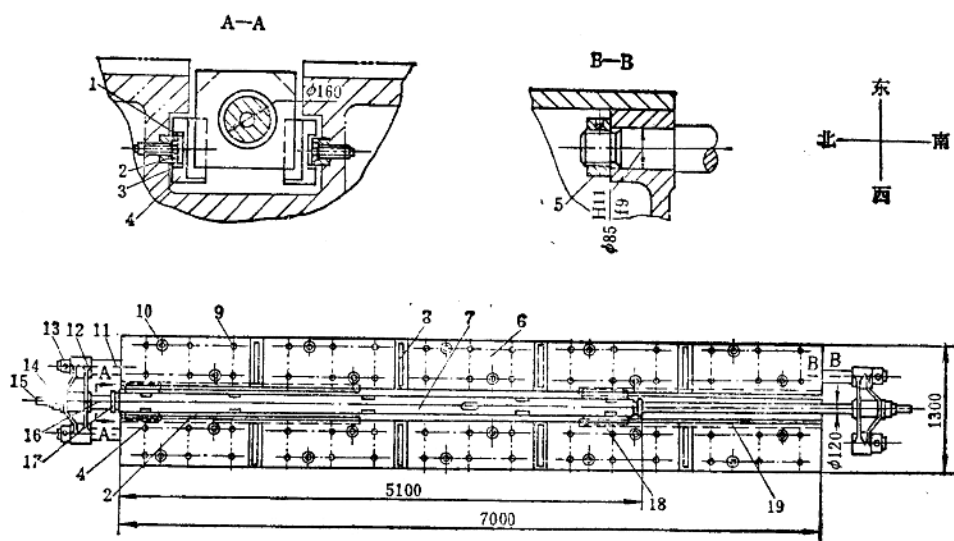


图13-2-24 移动缸及滑板的拆卸

1、3—导向钢条 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 $3\sim 5\text{mm}$ 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, 将底座下部的螺母拧紧, 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 $0.1/1000$; 然后吊装限位套, 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 $0.1/1000$ 。

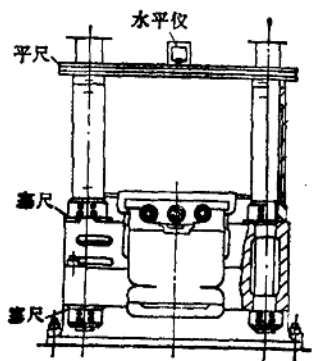


图13-2-25 立柱检查测量

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, 调整导套内孔与立柱之间隙, 导套的剖面位置应符合图 13-2-27, 内孔与立柱的间隙,

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

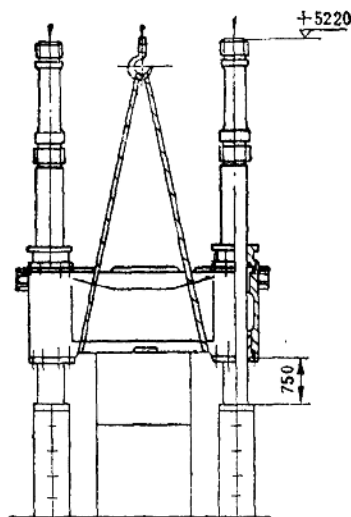


图13-2-26 动梁部分的吊装

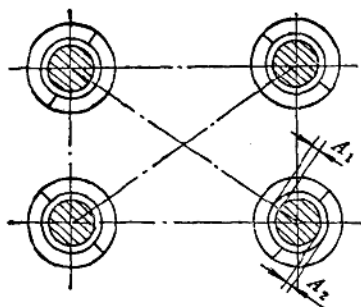


图13-2-27 导套的剖面位置

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

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限位套上, 检查与 4 个限位套均应同时接触, 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应以安全绳