

第14章 油压机的修理

王 锦 崔庆勇

第1节 概 述

油压机是锻压机械的一大类，其产量仅次于机械压力机，在汽车工业、电子工业、飞机制造业等国民经济各部门起着越来越重要的作用。随着技术的进步，油压机有了很大的发展。油压技术与电子技术相结合，使油压机实现了机电一体化。随着国民经济各部门对油压机使用性能要求的不断提高，油压机正向着快速化、高压化、大型化、安全化等方向发展。此外还正在研究高压水基介质液压机，以求达到节省能源、经济、防火的目的。为了综合各种传动的优点，还研制了各种复合传动油压机，如：气动油压机、杠杆油压机、曲柄油压机等。

本章主要介绍锻造行业常见的四柱万能油压机、单柱校正压装油压机、热校正油压机、热切边油压机等设备的修理要求、常见结构、修理方法及故障诊断等内容。

(一) 锻造行业常用的油压机简介

1. 单柱校正压装油压机简介

(1) 用途及技术参数 该机主要用于对轴类和套类零件进行校正、压装，也可作其他类似工艺之用。其外形图见图 14-1-1，该机为单柱开式，采用直立的布置形式，机器的各组成部件均装于机身之内，可用手柄或脚踏板进行操作。机器的压力可在规定范围内调节，行程大小可以控制。该机具有校正、压装的双重用途，根据使用要求可在压装工作台上另附校正工作台。由合肥锻压机床厂生产的 Y 41 系列单柱校正压装油压机有五种规格，其主要技术参数见表 14-1-1。

(2) 油压机液压系统简介 图 14-1-2 所示为单柱校正压装油压机的液压系统图，该液压系统

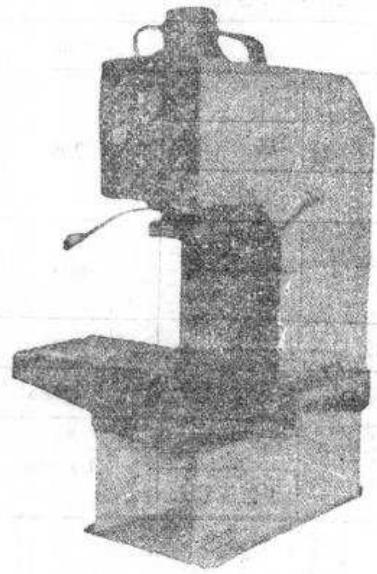


图14-1-1 Y41-40C压机外形图

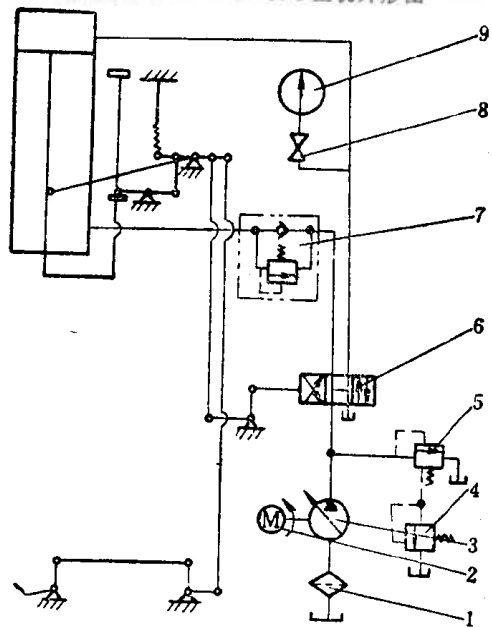


图14-1-2 液压系统图

1—滤油器 2—电动机 3—轴向柱塞泵 4—远程调压阀 5—溢流阀 6—换向滑阀 7—支承阀 8—压力表开关 9—压力表

表14-1-1 Y41型油压机技术参数

技术参数		单位	Y41-10C	Y41-25C	Y41-40C	Y41-63C	Y41-100C
公称压力		kN	100	250	400	630	1000
液体最大工作压力		$\times 10^5 \text{Pa}$	125	200	260	200	200
滑块距工作台面最大距离	校正	mm			600	550	600
	压装		630	630	770	800	900
滑块最大行程		mm	400	500	560	500	500
滑块速度	最大下行速度	mm/s	80	50	50	50	34
	最大回程速度		180	116	100	100	90
喉深		mm	350	355	325	320	325
工作台尺寸	左右	校正			1000	1600	2000
		压装	410	510	600	630	700
	前后		420	570	550	600	600
工作台距地面高度	校正	mm			770	800	1000
	压装		710	710	600	600	700
落料孔开口尺寸		mm	140	180	200	200	200
定级变量轴向柱塞泵	最大使用工作压力	$\times 10^5 \text{Pa}$	125	200	200	200	200
	最大压流量	L/min	≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20
	最低压流量		40	40	60	100	100

表14-1-2 四柱万能油压机主要技术参数

技术参数	单位	型 号								
		YH32-200	YH32-315	YH32-315A	Y32-500	YH32-500	YH32-500B	YH32-630	YH32-1000	
公称压力	kN	2000	3150	3150	5000	5000	5000	6300	10000	
滑块行程	mm	710	800	800	900	900	900	900	1000	
滑块下平面至工作台上平面最大距离	mm	1120	1250	1250	1500	1500	1500	1500	1600	
工作台尺寸	前 后	mm	830	1220	1150	1400	1400	1500	1600	1800
	左 右	mm	900	1220	1220	1400	1400	2000	1600	2000
顶出缸	压力	kN	400	630	630	1000	1000	1000	1250	2000
	行程	mm	250	300	300	360	360	360	400	450
滑块速度	空程向下	mm/s	160	>100	>100	≥ 150	200	>150	>150	>100
	工 作	mm/s	10	10	10	12	12	12	12	10
	上 升	mm/s	55	55	55	90	100	90	65	60
总功率	kW	15	22	22	60	15	60	60	67	

由以下几部分组成：

1) 高压轴向柱塞泵 该机采用 MYCY 14-1A 定级变量轴向柱塞泵，由电机直接驱动，该泵采用盘式配油、缸体旋转，通过小柱塞和变量活塞的运动控制倾斜盘的倾角，达到直接调节泵流量的目的。

2) 溢流阀、远程调压阀 这两只阀分别调整系统中的最大压力和使用压力。

3) 手动换向阀 换向阀的作用在于变换油流的方向，使油泵排出的压力油经由此阀送到油缸的上腔或下腔，得到滑块的下行或回程运动。

4) 支承阀 支承阀的作用在于支承活塞及滑块等，使其不因自重而下降。

2. 万能油压机简介

(1) 压机的用途及技术参数 万能油压机工艺用途广泛，适用于弯曲、翻边、拉深、成型和冷

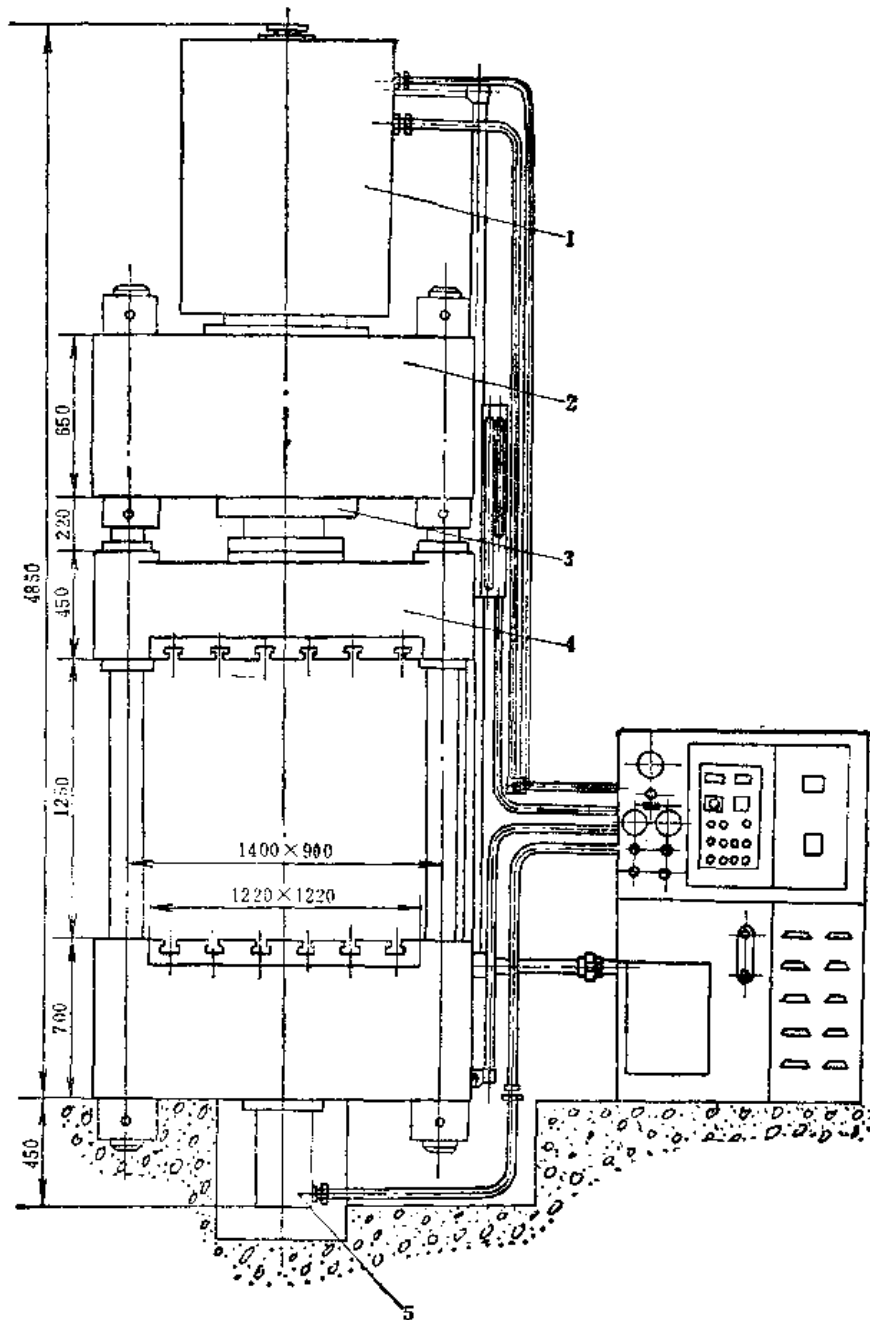


图14-1-3 万能油压机外形图

1—油箱 2—机身 3—主缸 4—滑块 5—顶出缸

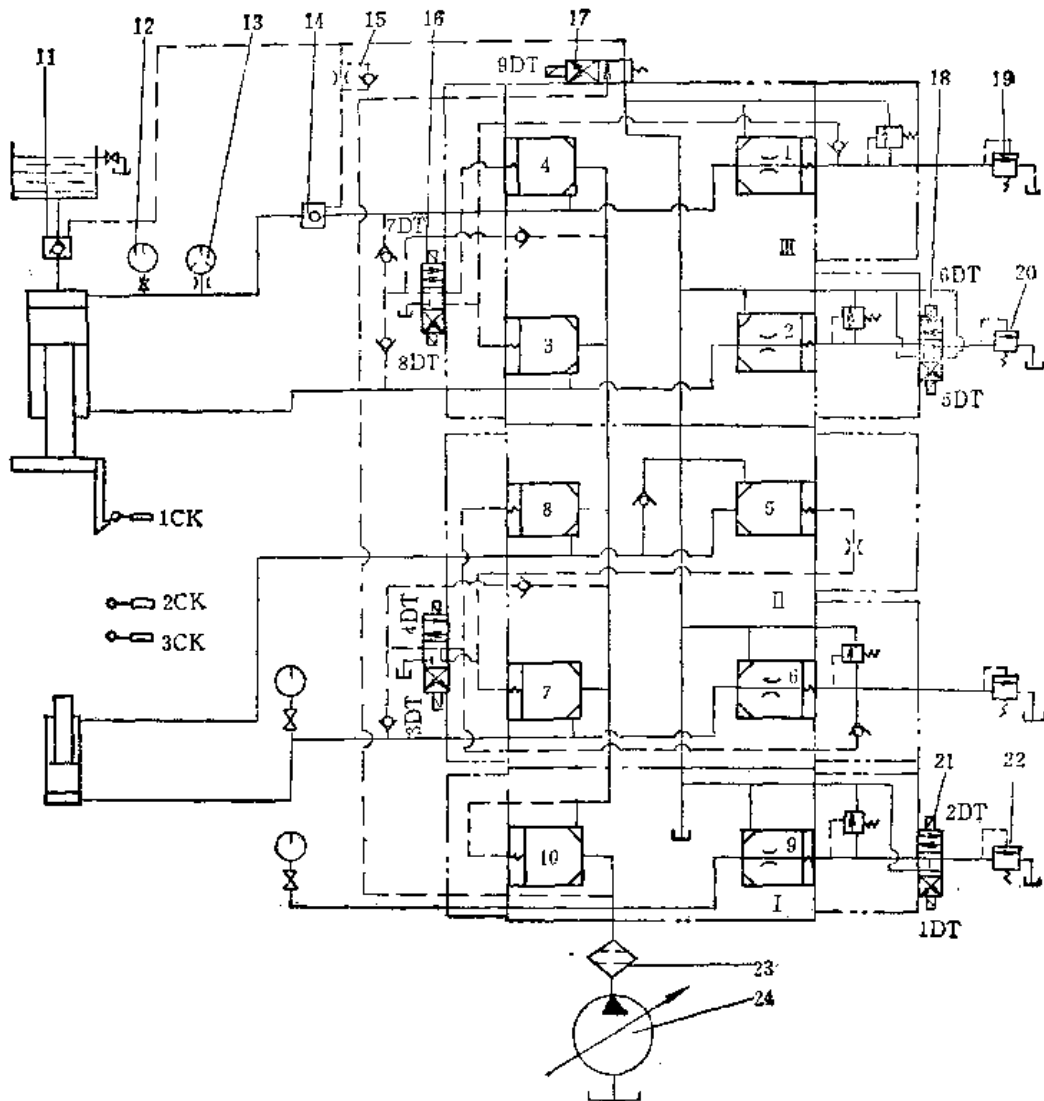


图14-1-4 Y32-315液压机液压原理图

1~10—锥阀 11—充液阀 12—压力表 13—电接触压力表 14—液控单向阀 15—调速阀
16、18、21—三位四通电磁滑阀 17—二位四通电磁滑阀 19、20—先导压阀 22—远程调压
阀 23—过滤器 24—油泵

表14-1-3 油压机运动原理

压机功能	电磁铁	1DT	2DT	3DT	4DT	5DT	6DT	7DT	8DT	9DT	说 明
油泵启动											
滑块快速下行		+				+			+	+	
慢速加压		+					+		+		
保压		如果 $P \geq P_0$, 全部断电, 14闭锁。如果 $P < P_0$, 1DT、6DT、8DT通电									P 为上缸上腔压力 P_0 为压力表13调定工作压力
卸压			+						+	+	
滑块回程		+							+	+	
顶出缸顶出		+			+						
顶出缸回程		+		+							

挤压等冲压工艺，适用于金属粉末制品和非金属材料制品的压制成型工艺，也可以适用于锻件的冷热校正和压装工艺。YH 32、Y 32型四柱万能油压机主要技术参数见表 14-1-2。万能油压机外形图见图 14-1-3。

(2) 液压系统的工作原理 液压原理图见图 14-1-4，它主要由三块基本回路组成，即油泵调压卸荷控制回路Ⅰ、顶出缸控制回路Ⅱ及主缸控制回路Ⅲ。其运动原理见表 14-1-3。

(二) 油压机的典型机构介绍

1. 四柱万能油压机

1) 主缸 主缸为活塞式结构。如图 14-1-5 所示，主要由缸体、活塞和导向套等零件组成。缸体 1 的上底和侧壁有进油孔，缸体与上梁用法兰固定，用锁紧螺母 5 锁紧。活塞为组装件，由活塞杆

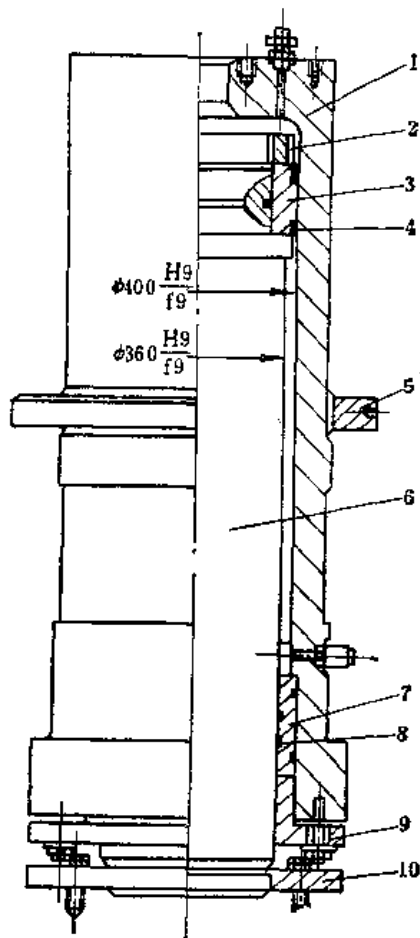


图14-1-5 主缸结构简图

1—缸体 2—螺母 3—活塞头 4、8—Y型密封圈
5—锁紧螺母 6—活塞杆 7—导向套 9—压紧环
10—压环

6 和活塞头 3 组成，用螺母 2 固紧。活塞杆内导向套 7 导向。活塞头与缸体内壁用 Y 型密封圈 4、8 密封。活塞杆用压环 10 与劲梁固接。

2) 顶出缸 顶出缸也为活塞式结构，如图 14-1-6 所示，主要由缸体活塞及导向套组成。缸体为组合结构，由缸壁 5、底板 9 和堵头 10 组成。活塞也为组合结构，由活塞杆 6 和活塞头 7 组成。活塞杆由导向套 3 导向。缸体与下梁也为法兰固定，用螺母 4 锁紧。

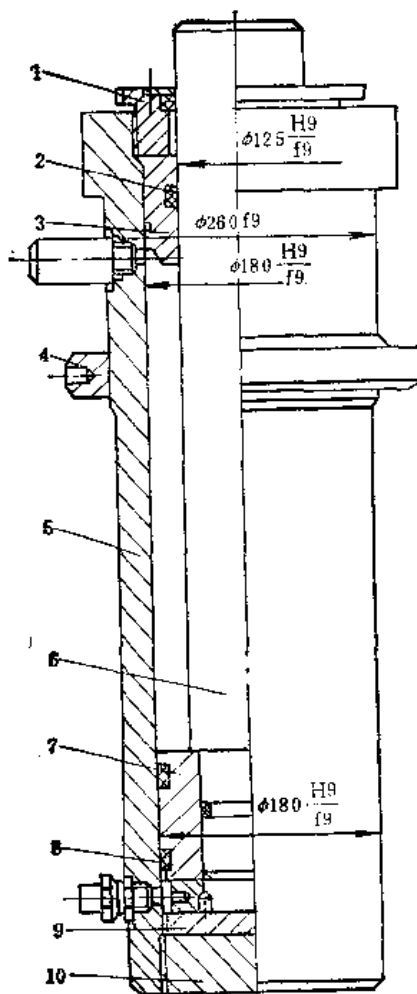


图14-1-6 顶出缸结构简图

1—螺母 2、8—Y型密封圈 3—导向套 4—锁紧螺母 5—缸壁 6—活塞杆 7—活塞头 9—底板 10—堵头

2. 单柱校正压装油压机

1) 油缸 如图 14-1-7 所示结构。缸体 1 为钢件组合结构，由锁紧螺母 3 固定于机身的上横梁上，油缸系活塞式结构。活塞 4 头部由四个聚胺脂 Y 型密封圈密封，与活塞杆配合的端盖由两个聚胺

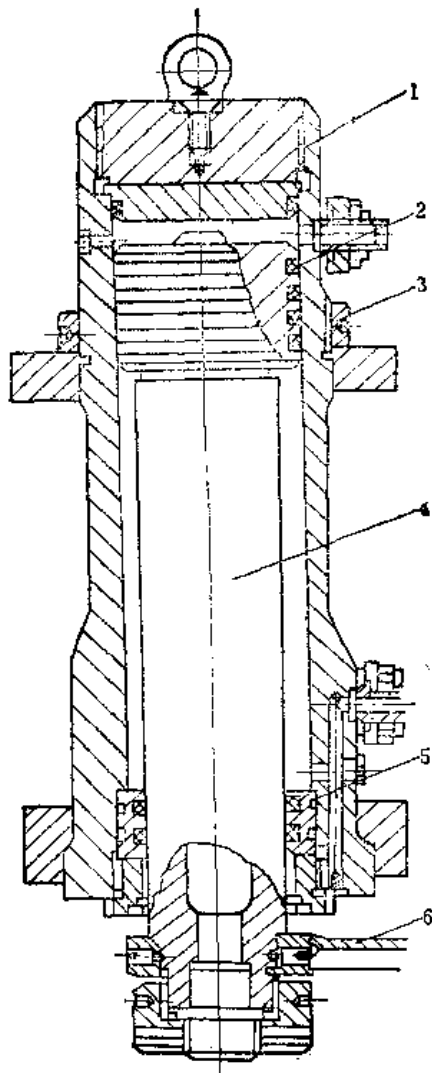


图14-1-7 油缸

- 1—缸体 2、5—聚胺脂Y型密封圈 3—锁紧螺母
4—活塞 6—托板

脂Y型密封圈密封。上下腔分别与换向阀连通，上腔为高压工作腔，托板6同操纵系统联结，以带动限程装置。

2) 限程装置 如图14-1-8所示为限程装置，主要由导向杆4、活动导向套3、导向杆内的丝杠5、下撞块2、上滑块6、手柄1等零件所组成。当活塞下行时，带动导向杆4下行，丝杠5及滑块6也随之下行。当滑块6下行至某一确定位置时，滑块碰击到操纵机构上的碰臂8，由于碰臂8是与换向阀联动的，所以此时换向阀移动，关闭油腔上腔的进油，而高压油进入油缸下腔，迫使活塞回程。当活塞回程到某一确定位置时，固定在导向杆4上的撞块2碰击导向套3，导向套3又碰击碰臂

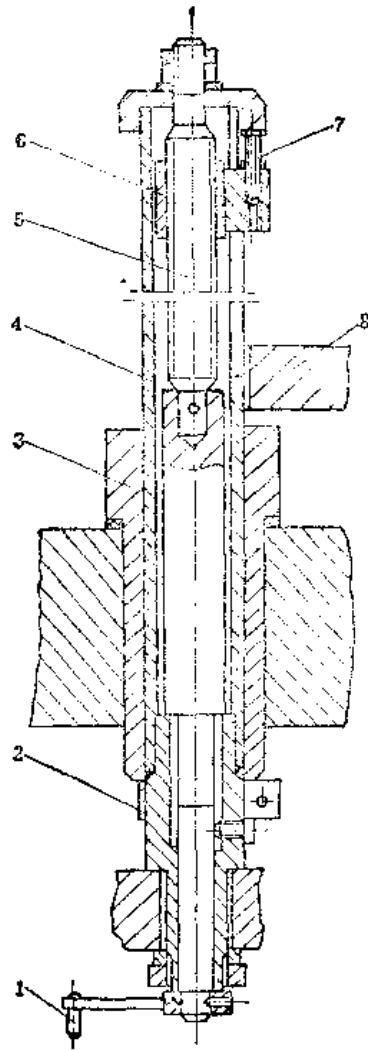


图14-1-8 限程装置

- 1—手柄 2—下撞块 3—活动导向套 4—导向杆
5—丝杠 6—上滑块 7—调整螺钉 8—碰臂

8，因而使换向阀左移到中间位置，此时高压油流回油箱，活塞不动。行程的调整可通过摇动手柄1，使丝杠5转动，而使调整滑块6上下移动。调整螺钉7是极限位置。

第2节 油压机的修理

油压机是以液压油为工作介质来传递能量和信息锻压设备，由本体和液压系统两大部分组成。故油压机的修理有和一般锻压设备相同点，又具有自己的特点。

经验表明，提高液压系统的工作稳定性、减少故障发生率、延长元件使用寿命是提高油压机利用率的重要途径。对于提高故障诊断技术、快速排除

故障并及时发现和消除隐患是油压机修理工作中的重要环节。

所以油压机的修理应由日点检、定期维护和计划修理三部分组成。

(1) 油压机的日点检工作 预防性日点检可使故障消除在萌发状态中, 是避免严重事故发生的重要措施。加强管理是提高日点检的重要保证。在分析点检、维护记录后对系统功能的不断改进可大幅度降低重复性故障的发生。油压机的日点检卡见表 14-2-1。

(2) 油压机的定期维护内容

1) 定期检查 季检: 泵壳温度, 滤网堵塞情况, 泵的輸出压力, 联轴节磨损情况, 油马达的运转情况, 蓄能器的封入压力, 工作油液的性能和污染情况。半年检: 每个工作周内各个压力计的指示情况, 滑块、活塞杆的运动速度, 机械装置的循环时间, 轴承温度和噪声, 胶管老化情况, 泵的轴向密封情况, 活塞杆的密封情况。年检: 联轴节的磨损情况, 压力表、温度计等仪器仪表的校正, 测定电气系统的绝缘情况及电源电压。

2) 定期紧固 紧固管接头, 止动调节螺钉, 紧固螺钉, 蓄能器的连接管路; 行程开关、挡铁固

定螺钉(高中压以上的每月紧固一次, 中压以下的每季度紧固一次)。

3) 定期更换密封件 动密封件每半年至一年更换一次, 静密封件一年更换一次。

4) 定期清洗或更换液压件(半年清洗一次)。

5) 定期清洗或更换滤芯(两个月清洗一次)。

6) 定期清洗油箱(每半年清洗一次)。

7) 定期清洗管道(每隔 3~4 年清洗一次)。

8) 定期过滤(每 300~500 h 一次), 定期更换油液(两班制生产每年更换一次)。

9) 定期紧固滑块与活塞杆的连接螺栓。

(3) 油压机的计划修理项目

1) 机械部分

① 修理或更换损坏了的油缸、活塞、活塞杆及密封件和防尘件。

② 修理滑块、导向梁、导柱及导套等。

③ 修理工作台板。

④ 修理机架上下支承面、导轨支承面。

⑤ 修理或更换导轨板。

⑥ 修理上下顶料装置。

⑦ 修理操纵装置。

⑧ 修理其它机械辅助装置。

表14-2-1 油压机日点检项目卡

设备编号		设备型号	操作者			点检维护者					年月					
序号	点检内容		1	2	3	4	29	30	31			
1	泵的声音															
2	系统各部位有无泄漏															
3	油温															
4	油箱液面位置															
5	滑块或柱塞运动平稳情况															
6	各测压点压力是否稳定															
7	设备有无振动															
8	挡铁、凸轮、行程开关固定是否可靠															
9	液压系统工作循环是否正常															
10																
符号	完好	√											处理意见	审 阅		
	异常	△														
	待修	×														
	修好	⊗														

2) 液压系统部分

① 修理或更换液压泵, 并按性能要求做性能试验。

② 清洗所有的液压阀, 更换密封件、失效了的弹簧, 修理或更换阀中磨损或失效了的元件。

③ 更换修复或标定所有测量用仪器、仪表。

④ 清洗全部管路, 更换压扁了及敲出凹坑和斑点的管子, 更换已到寿命及有缺陷的胶管。

⑤ 清洗油箱、空气滤清器、滤油器等。修复配齐油箱附件。

3) 润滑系统部分

① 修理油泵并标定压力。

② 清洗配油器、过滤器。修理或更换已失效了的配油器。

③ 检查润滑管道, 做到畅通、无泄漏。

(4) 精度检验和试车 大修后的油压机应按精度检验要求进行精度检验, 按试车要求进行试车。

(一) 油压机零部件的修理

(1) 油缸的修理 油压机液压缸的结构见图 14-1-7 所示。油缸是液压系统中的执行元件, 在工作中缸体、活塞、活塞杆、缓冲装置及密封等都有不同程度的损坏, 大修时都应根据情况进行修理或更换, 以恢复其精度。

1) 缸体的失效主要是缸径磨大或研出较深的沟槽, 产生内部泄漏, 使油缸输出力减小, 影响设备正常运转, 故大修时应恢复其精度, 修理方法分以下三种。

① 油缸内孔磨损较小, 有较窄的研伤沟槽, 深度一般在 0.5mm 以内, 可采用滚压或内孔珩磨的方法来恢复几何形状精度和表面粗糙度。

② 油缸内孔磨损较小, 研伤的沟槽较深, 在对内孔进行滚压或珩磨后, 用银合金焊条对沟槽进行钎焊填补修复或用耐磨胶对沟槽进行填补修复。沟槽内的填充修补物用人工打磨并应略低于本体表面, 以防止重新刮伤填补物。

③ 当油缸内孔研伤面积较大, 较深时, 可按精度要求将缸内孔镗大 1~3mm, 并用滚压或珩磨等方法对内孔进行精整加工。同时按液压缸的间隙要求制做新的活塞、活塞环或非标准丁腈橡胶、聚胺脂密封圈。但必须注意缸的内孔应尽量少镗, 因为油缸孔径加大后, 不仅油缸的工作性能会发生变

化, 还会引起一些其它的问题。

2) 活塞杆是油压机的重要传力零件, 有较严的尺寸精度、几何形状精度及高的表面粗糙度。由于偏载造成局部磨损或因防尘圈损坏, 杆部粘上灰尘、砂子或氧化皮使杆部研伤, 造成外漏 (每 2~3 min 渗漏 1 滴), 不仅损失能量、消耗油料而且污染环境。对活塞杆部的轻微研伤, 可用水磨砂纸或油石打磨, 同时修刮研伤的导套。对于活塞杆上窄而深的沟槽可采用钎焊银合金或采用涂胶修补。当活塞杆上有较严重的锈蚀时, 可采用砂带磨削修整外圆, 也可采用直径比活塞杆直径大 0.02~0.05mm 的铸铁半瓦, 并加用煤油稀释的研磨膏, 在车床上进行研磨。当活塞杆上的镀铬层严重脱落时, 可先磨去原镀铬层后再行镀铬。

HVP 热校正油压机的铜活塞是用螺纹与铸铁活塞杆联结在一起的, 在长期交变应力作用下, 联接螺纹的过度处曾有过疲劳断裂。在无备件及生产急需的情况下, 可采用预应力螺栓将它们联接在一起。如果处理得当, 能使用相当一段时间。活塞杆下端与滑块联接的螺栓容易松脱, 联接螺栓松脱退出后会压坏活塞杆上的螺纹, 所以应注意联接螺栓的防松。螺纹防松方法见第 9 章。

3) 油缸的缓冲装置应进行仔细的修理, 以恢复其功能。对于采用节流阀的缓冲装置应保证单向阀的密封性能和节流阀的调节性能。对于采用缓冲活塞的缓冲装置, 拉毛部分应打磨光滑, 拉出的沟槽应填充修补, 间隙过大者应更换活塞, 以保证缓冲效果。

4) 修理或更换磨损了的导套, 新更换的导套必须与油缸保证一定的同轴度。

5) 更换所有老化、失效及损坏了的密封件支承环等。更换活塞杆部的防尘圈等。

6) 紧固端盖或充液阀的螺栓必须同时承受液压缸所产生的液压力 (其它重要受力螺栓也应如此), 如果各个螺栓受力不均, 受力大的势必被拉坏。为了达到各个螺栓受力一致及有足够的预紧力, 故必须对螺栓的紧固力矩 $M_j(N \cdot m)$ 进行计算, 公式如下:

$$M_j \approx Q_0 d_0 \left[0.16 \frac{P}{d_0} + \mu \left(0.6 + \frac{R_n}{d_0} \right) \right]$$

式中 Q_0 ——螺栓承受的拉力, $Q_0 = \frac{\pi}{4} d_1^2 \sigma_s (N)$

其中 σ_s 为预紧应力, $\sigma_s = (0.5 \sim 0.6) \times \sigma_s (Pa)$;

- d_0 ——螺纹外径 (m);
 - d_1 ——螺纹内径 (m);
 - P ——螺距 (m);
 - μ ——螺纹间的摩擦系数, $\mu = 0.15$;
 - R_n ——螺纹接触面平均半径 (m)。
- 对粗牙螺纹, $M_j \approx 1.96Q_0d_0(N \cdot m)$ 。
- 油压机常用螺栓预紧力矩可参见表 14-2-2。

表14-2-2 油压机液压件螺栓预紧力矩 (N·m)

螺栓规格	承受压力 (P) 与螺栓材料		
	$P \leq 2.5MPa$	$P \leq 8MPa$	$8MPa < P \leq 30MPa$
	Q235A 10 20	35 35Mn 45	40Cr 35CrMn 40CrMn 15MnVB
M6	3	7	12
M8	8	12	35
M10	15	35	68
M12	27	70	118
M14	42	90	167
M16	65	150	287
M18	90	200	365
M20	130	250	540
M24	250	450	960
M30	450	700	1800

施加预紧力矩工具可用力矩扳手, 也可用定力矩扳手。如果先算出螺栓的承受拉力采用液压螺栓拉伸器更好。

(2) 液压泵和液压马达的修理

1) 齿轮泵的修理 齿轮泵的大部分零件磨损或损坏之后都可以更换, 如齿轮、轴、套及轴承等。齿轮两侧面与配油盘或端盖配合面被拉伤或磨损, 可将齿轮侧面、配油盘等磨光后再修配泵体来保证侧向间隙。侧向间隙的修理界限值为标准间隙的 1.3 倍。修理后的泵如果容积效率比规定值降低 10%~15% 时, 就应该更换新泵。

2) 叶片泵和叶片油马达的修理 当泵和油马达的容积效率比规定值降低 10%~15% 时就需进行修理, 在无法恢复效率或无修理价值时, 应报废更新。

叶片泵具有较高的维修性, 更换零件也比较容

易, 如传动轴、支承传动轴的球轴承和滚针轴承, 密封件、转子、定子、配油盘及叶片等零件都可以修理或更换, 当修理不能恢复精度者应予以更换新的零件。

对磨损不严重, 修理后测试合格的泵可继续使用。

① 定子圈内有异常磨损或有条痕存在, 会造成压力波动和产生噪声。因此, 必须对定子圈内表面进行修磨, 如果磨损不太严重, 可用油石将内表面修磨光滑。

② 配油盘被磨出沟槽和划痕等缺陷, 可先在磨床上磨去沟槽, 再进行研磨至粗糙度要求。

③ 对叶片胶粘、磨损及折断的应清洗或更换新叶片。

④ 转子端面有划痕、磨损或金属胶合等, 需对转子端面进行修磨, 同时对相关件进行修磨, 以保证转子、叶片及定子三者的配合间隙达到表 14-2-3 的规定。

3) 柱塞泵和柱塞油马达的修理

① 泵和油马达的容积效率比规定值降低了 10%~15% 时, 须进行检修, 修后经测检还达不到

表14-2-3 常用液压元件修理用配合间隙 (mm)

液压元件名称与部位	配合间隙
中低压齿轮泵: 齿顶圆与壳体内孔 轴向间隙	0.05~0.10
	0.04~0.08
中高压齿轮泵: 齿顶圆与壳体内孔 轴向间隙	0.05~0.10
	0.03~0.05
中低压叶片泵: 叶片与转子槽 叶片与配油盘 转子与配油盘 (轴向)	0.02~0.03
	0.01~0.02
	0.02~0.04
柱塞泵: 柱塞与缸体内孔	$d \leq 12$ 0.01~0.02
	$d \leq 20$ 0.015~0.03
	$d \leq 35$ 0.02~0.04
配油盘与缸体之间(轴向)	0.01~0.02
中低压滑阀: 阀芯与阀套	$d \leq 16$ 0.008~0.025
	$d \leq 28$ 0.010~0.03
	$d \leq 50$ 0.012~0.035
	$d \leq 80$ 0.015~0.04
高压滑阀: 阀芯与阀套	$d \leq 16$ 0.005~0.015
	$d \leq 28$ 0.007~0.02
	$d \leq 50$ 0.009~0.025
	$d \leq 80$ 0.011~0.03

规定值时就应该报废。

② 柱塞与其相配的孔磨损后,其配合间隙比图样规定值增大15%~20%时,应重做新的柱塞对孔进行配研修复。柱塞与其相配孔的间隙应符合表14-2-3的规定。

③ 变量控制阀的阀芯与阀孔磨损后,其配合间隙比图纸规定值大15%~20%时,须做新阀芯对孔进行配研修复。

④ 配油盘有磨损或有条状划痕,可用研磨的方法修复。

⑤ 转子(缸体)端面有条状划痕或磨损,可研磨修复。

⑥ 变量控制弹簧弹力不足会影响变量性能,必须更换新弹簧。

当各种油泵和油马达的油封件失效,丧失密封性能时,应当更换新密封件。对所用之密封件应精心挑选,对有缺陷的或存放期过长的密封件应当及时报废,决不能使用。安装时应注意唇口方向,密封件的唇口决不能被损坏。

(3) 液压阀的修理

1) 阀芯与阀体(套)孔磨损,其配合间隙比图样规定值大20%~25%时,须换新阀芯,并对孔进行研磨修配,以恢复精度。

2) 锥阀芯与阀座的圆锥面接触不良,密封性能降低时,应进行研配修复。

3) 梭阀、单向阀的弹子与阀座因磨损而接触不良,密封性能降低时,阀座进行研磨,弹子应更换。

4) 阀中的弹簧折断、弯曲或疲劳失效等应予以更换。

5) 密封件的老化,失效应更换新密封件。

6) 网上的各种调节、紧固及防松等零件在修理时配齐全。

(4) 常用液压元件修理用配合间隙见表14-2-3。

(5) 液压系统各元件修理后主要测试内容
液压元件修理之后,必须经过技术性能测试,以考核和评定修理质量。其测试内容可比液压元件出厂时的测试内容少一些,其性能指标值也可适当降低一些,但不应低于设备对液压元件的使用要求。液压元件修理后必测项目如下:

1) 液压泵的测试项目

① 压力 它是液压泵的主要性能参数。

② 排量 它也是液压泵的主要性能参数。

③ 容积效率 它是考核液压泵修理装配质量的一个重要指标。计算公式如下:

$$\text{容积效率} = \frac{\text{满载排量(公称转速下)}}{\text{空载排量(公称转速下)}} \times 100\%$$

④ 总效率。它也是衡量液压泵修理的一个重要技术指标。计算公式如下:

$$\text{总效率} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率}} \times 100\%$$

⑤ 运转平稳性 在额定转速下,空运转或负载运转都要平稳、无噪声和无振动现象。

⑥ 压力摆差。它也是液压泵的一个性能参数,因此,摆差值不能超过性能指标。

⑦ 变量机构性能试验。要求变量机构动作灵敏、可靠。

2) 液压马达的测试项目 其中压力、排量、总效率及变量机构性能试验同液压泵。

$$\text{① 容积效率} = \frac{\text{空载排量(相应转速)}}{\text{满载排量(同空载排量转速)} + \text{泄漏}} \times 100\%$$

② 低速稳定性试验 要求液压马达在最低转速时不产生“爬行”运转。试验时,最低转速不得高于规定值。

③ 启动转矩试验 在最大排量、额定压力时,启动转矩应满足使用要求。

3) 液压缸测试项目

① 运动平稳性 空载,全行程试验。

② 最低启动压力 应满足使用要求。

③ 最低稳定速度 要求液压缸在最低速度运动时无“爬行”现象。

④ 内泄漏量 测量在额定压力下进行,应满足使用要求。

⑤ 耐压试验 被试液压缸公称压力 $\leq 16\text{MPa}$ 时,试验压力为公称压力的1.5倍,保压1min以上;被试公称压力 $\geq 16\text{MPa}$ 时,试验压力为公称压力的1.25倍,保压2min以上,并不得有外泄漏等不正常现象。

⑥ 缓冲效果 对带有缓冲装置的液压缸要求在最高速度下进行运动,以观察其缓冲效果,应满足使用要求。

⑦ HVP热校正油压机滑块下滑速度的测试。将滑块升到上死点,停掉电机检验滑块下滑速度,

以考查系统内泄漏情况。

4) 方向控制阀的测试项目

① 换向平稳性 换向时应平稳, 换向冲击都应满足使用要求。

② 换向时间和复位时间 主阀芯换向灵活, 复位迅速, 换向压力和换向时间的调节必须良好, 换向时间和复位时间应满足使用要求。

③ 压力损失 在额定流量时压力损失不得超过规定值。

④ 在额定压力下, 应无外泄漏, 内泄漏不得超过规定值。

5) 流量控制阀测试项目

① 调节流量特性 在最小和最大流量调节范围内均能调节且调节机构灵敏、可靠。

② 稳定性 试验时将节流口调到最小开度时, 流量要稳定, 其变化值应满足使用要求。

③ 在额定压力下, 不得有外泄漏, 内泄漏不得超过规定值。

6) 压力控制阀测试项目

① 调节压力特性 在最低压力及额定压力范围内均能调节, 且压力值稳定。调节螺钉灵敏可靠。

② 压力损失 在额定流量下, 压力损失值应小, 能满足使用要求。

③ 压力摆差 压力摆差应稳定, 不得超过规定值。

④ 在额定压力下, 不得有外泄漏, 内泄漏不得超过规定值。

(二) 管道的酸洗和冲洗

为确保液压系统的正常运转, 对新铺设的管道在试压前, 必须进行严格的酸洗和冲洗。对于在长

期使用中的管道, 也必须结合大修或定期进行循环冲洗。因新铺设的管道有大量的铁锈、氧化物等杂质, 使用中的管道会因液压系统长期工作后, 油液劣化、橡胶落渣及金属磨损物等沉积, 附着在管道中, 污染油液, 影响系统正常工作。故定期冲洗是减少液压系统故障的主要措施, 必须认真对待。

(1) 管道的酸洗 液压(润滑)管道的除锈, 宜用酸洗法。管道的酸洗, 应在管道配制完成, 且已具备冲洗条件后进行。对涂有油漆的管子, 在酸洗前应把油漆除净。

酸洗可分槽式酸洗法和循环酸洗法两种, 管子酸洗时, 必须严格按酸洗工艺和酸洗液配方要求进行。酸洗液配方见表 14-2-4、14-2-5。

1) 槽式酸洗法即是将须酸洗的管子放在长槽中进行酸洗, 一般工序为:

脱脂→水冲洗→酸洗→水冲洗→中和→钝化→水冲洗→干燥→喷防锈油(剂)→封口。

液压站内的管路多用槽式酸洗法。

2) 液压站到工作地点或工作缸的大型网络管道易用循环酸洗法。组成循环酸洗回路的管道长度, 可根据管径、管压等条件而定, 一般不宜超过 300m。回路的构成, 必须使所有管道的内壁全部接触酸液。必须设立专用酸洗泵站装置。酸洗回路必须与工作缸、液压马达、蓄能器及控制阀分开。

循环酸洗的一般工序为:

水试漏→脱脂→水冲洗→酸洗→中和→钝化→水冲洗→干燥→涂防锈油(剂)。

回路的管道最高部位应设排气点, 在酸洗进行前, 应将管内空气排尽; 最低部位应设排空点, 在酸洗完成后, 应将溶液排净。

在酸洗回路中通入中和液应使出口溶液不呈酸

表 14-2-4 脱脂、酸洗、中和、钝化剂配比及使用条件 (一)

溶 液	成 分	浓 度 (%)	温 度 (°C)	时 间 (min)	pH 值
脱脂液	氢氧化钠	8~10	60~80	240左右	—
	碳酸氢钠	1.5~2.5			
	磷酸钠	3~4			
	硅酸钠	1~2			
酸洗液	盐 酸	12~15	常 温	240~360	—
	乌洛托品	1~2			
中和液	氨 水	8~12	常 温	2~4	10~11
钝化液	亚硝酸钠 氨 水	1~2	常 温	10~15	8~10

表14-2-5 脱脂、酸洗、中和、钝化剂配比及使用条件(二)

溶 液	成 分	浓度(%)	温度(°C)	时间(min)	pH 值
脱脂液	四氯化碳	—	常 温	30左右	—
酸洗液	盐 酸 乌洛托品	10~15 1	常 温	120~240	—
中和液	氨 水	1	常 温	15~30	10~12
钝化液	亚硝酸钠 氨 水	10~15 1~3	常 温	25~30	10~15

注: 1. 优先选用表14-2-4的配比(一)。

2. 可采用脱脂、酸洗、中和、钝化四个工序合一的清洗液(四合一清洗剂)进行管道酸洗。

性为止。溶液可用 pH 值试纸检查。

(2) 管道的冲洗 单机和自动线均可利用本设备上的液压泵作为供油泵, 并临时增加一些必要的元件和管件, 使液压系统管道在安装位置上组成循环冲洗回路, 但必须将液压缸、液压马达及蓄能器与冲洗回路分开, 伺服阀和比例阀必须用冲洗板代替。冲洗回路中的节流阀或减压阀, 应将其调到最大开口度。对复杂的液压系统可分区域进行冲洗。

冲洗方法如下:

1) 冲洗液选用低粘度的专用冲洗油(或用38°C时粘度为 $20 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 的透平油), 并且有溶解橡胶能力。冲洗时把油加热到50~80°C。

2) 在主管道的回油管处临时接一个回油网式滤油器, 其过滤精度为80~100目。

3) 冲洗过程中要经常轻轻地敲击管子, 这样可以收到除去水锈和附着物的效果。冲洗20min后应拆卸滤油器, 清洗滤网。然后, 再进行冲洗, 反复多次, 直至滤油器上无大量的污染物出现为止。总冲洗时间一般为2~3h。

4) 冲洗后, 必须将冲洗油尽可能排净, 防止使冲洗油混入新液压油中, 引起液压油变质, 影响液压油使用寿命。

5) 管道冲洗完毕之后, 再清洗油箱。使之符合清洁度要求。

6) 拆除临时管路, 恢复原设计液压系统管路。

(三) 油压机机架的预紧

梁柱式和框架式油压机必须使梁柱或机架处于较大的预应力之下。预应力的多少, 根据机架在工作状态时, 弹性变形不能使任何部分出现间隙。故油压机机架在组装时应预加预应力, 预应力的

小, 预应力的施加方法均应符合随机技术文件的规定, 文件无规定时, 可按下述方法施工:

(1) 梁柱式油压机的立柱的预紧(或拉紧螺栓) 采用加热法预紧时, 应符合下列要求:

1) 立柱的伸长量、螺母的旋转角度和立柱的加热温度, 对材料为45号钢的可按下列公式进行计算:

① 立柱(或拉紧螺栓) 伸长量 λ 的计算

$$\lambda = K \frac{\sigma L}{E}$$

式中 σ ——在公称力时, 立柱(或拉紧螺栓) 的最大预应力(一般为100~120MPa);

L ——立柱(或拉紧螺栓) 被拉紧部分的长度(即上横梁高度)(m);

E ——立柱(或拉紧螺栓) 的弹性模数, (Pa);

K ——修正系数(推荐 $K=1.3\sim 1.5$, 中、小型油压机 K 取大值, 大型油压机 K 取小值)。

② 立柱螺母的旋转角度

$$\gamma = \frac{360 \lambda}{P}$$

式中 γ ——螺母旋转角(°);

λ ——立柱(或螺栓) 伸长量(m);

P ——螺栓螺距(mm)。

③ 立柱加热温度

$$t_1 = \frac{\lambda}{\alpha l}$$

式中 t_1 ——立柱(或拉紧螺栓) 加热温度(°C);

α ——立柱(或拉紧螺栓) 材料的线膨胀系数(1/°C);

l ——立柱(或拉紧螺栓) 加热部分的长度(m)。

测量温度 $t = t_1 + t_2$ ，式中 t_2 为环境温度 $^{\circ}\text{C}$ 。

2) 立柱加热前的冷态预紧应对称均匀的紧固，紧固后的螺母与横梁应用 0.05mm 的塞尺检查，只许局部插入，插入深度一般不应超过宽度的 20%，其塞入部分的移动长度不可超过可检长度的 10%。

3) 立柱加热预紧宜两立柱对称同时进行（四立柱同时进行更为理想），加热预紧后应即将开合螺母锁紧，防止松动。

(2) 框架式油压机机架的组装 对框架式油压机的机架组装时，预加预应力方法可按下述步骤进行，如图 14-2-1 所示。机架是由两块机架立板、两个带止口的夹紧板、工作台及油缸，通过两块配合键预拉机架板而成的刚性框架。

1) 装配顺序

- ① 装液压缸、工作台并用螺钉紧固。
- ② 装入夹紧板（承压立板）并与机架立板用螺钉进行固定。
- ③ 按图示位置装入预紧工装（液压缸和液压千斤顶）。

2) 机架的预张方法 机架的预紧力由垂直预

紧力 ($F_{\text{垂}} = K_1 \cdot g$) 和水平预紧力 ($F_{\text{水}} = K_2 \cdot g$) 组成。在组装时的预张力 F ($F = K \cdot g$) 应略大于实际预紧力。式中 g 为油压机名义压力， K 为预张系数， K_1 、 K_2 为预紧系数，见表 14-2-6。

表14-2-6 预张系数和预紧系数值

预张系数 K	垂直预紧系数 K_1	水平预紧系数 K_2
1.7~2	1.65~1.7	0.1

根据 $F_{\text{垂}}$ 及 $F_{\text{水}}$ 选用液压千斤顶、高压油缸等工装，油缸压力应控制在 100MPa 内为宜。油缸产生的预张力为：

$$F_{\text{缸}} = Ap\eta$$

式中 A ——油缸活塞面积；
 p ——油缸压力；
 η ——效率（一般取 0.95）。

3) 配合键尺寸的确定 按图 14-2-1 进行施加预紧力后，保压测量配合键尺寸“ a ”和“ b ”。

4) 按实测“ a ”、“ b ”尺寸加工配合键。

5) 配合键装入力的确定 配合键的装入力应

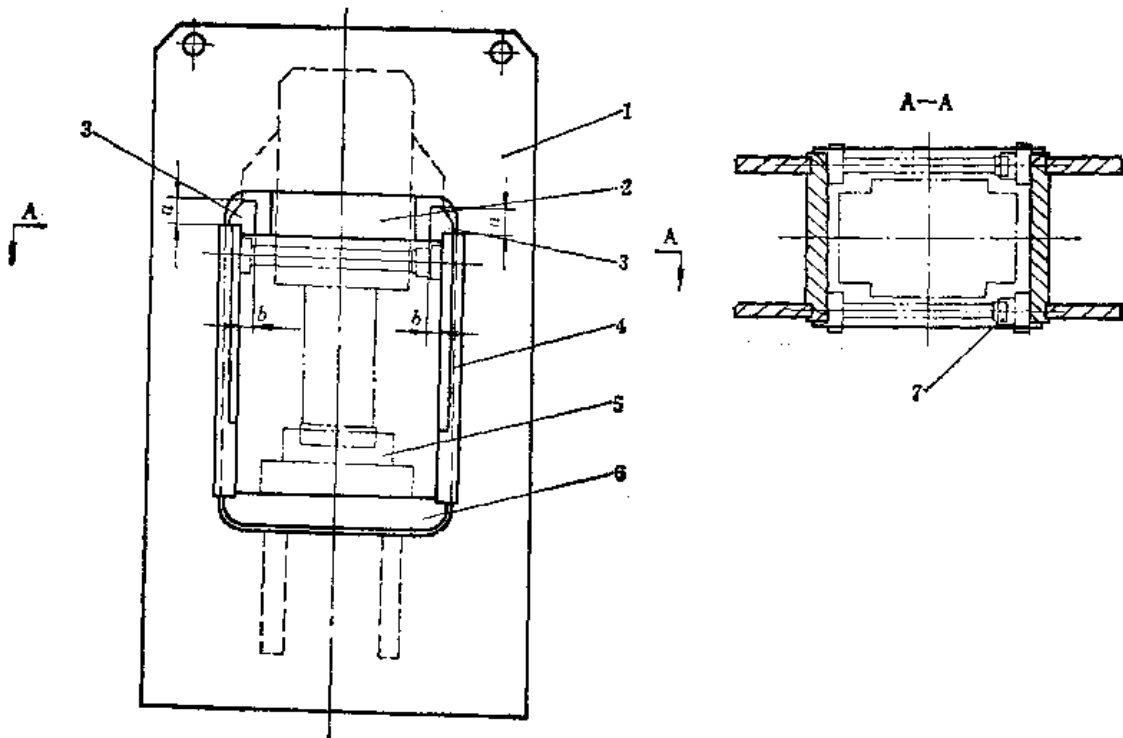


图14-2-1 框架式油压机机架的组装

- 1—机架立板 2—工作油缸 3—配合键 4—夹紧板 5—液压缸 6—工作台 7—液压缸

略大于预张力。以使配合键能顺利地装入。装入力的装入系数见表 14-2-7。

表14-2-7 装入力装入系数

垂直装入系数 K_1	水平装入系数 K_2
1.8~1.85	0.13~0.14

在装键的过程中，由于预张力比较大，机架会发出较大的声响，属正常现象，可不必担心。又由于横向支撑点窄，距离大，机架会产生局部变形，被支撑处间隙大，中间部分间隙小，故水平装入系数 K_2 应取得大一些。

6) 装入配合键后，液压缸卸压。

7) 工作台两侧面与机架同时打定位销定位。

8) 配合键与液压缸的支脚焊牢，其焊角为S10A、间距为50/100配合键与夹紧板焊牢，其焊角为S10A间距为50/100的断续焊缝。

(四) 液压油污染的控制

液压系统能否正常工作，油的清洁度是一个十分重要的因素。液压油受污染后不仅使系统工作不正常，增加故障频率，而且会加速元件磨损，降低元件使用寿命及降低工作效率。美国流体动力协会认为：液压系统的故障至少有75%是由于液压油

污染所致。日本也曾做过这样的对比试验：用工作液重量的0.005%的5~15 μm 的细粉尘分三次投入系统内，运转50h，泵的磨损量与使用清洁油运转1000h的磨损量相等。由此看来液压油受污染后对液压元件带来的危害是多么令人吃惊。

机械工业部1986年发布了参照国际标准ISO 4406《固体污染物代码》制定了中华人民共和国专业标准 锻压机械液压系统 清洁度 ZBJ 62001-86。代号从30~0.9共分32个等级。锻压机械、普通液压（润滑）系统清洁度应符合表14-2-8的规定。

表14-2-8 锻压机械、普通液压系统清洁度

系统类型 (MPa)	中、低压系统 (<8)	中、高压系统 ($>8\sim 16$)	高、超高压系统 (>16)
清洁度	20/17	19/16	18/15

普通机床对液压油的劣化界限值和液压元件对过滤精度的要求分别见表14-2-9和表14-2-10。

表中加有三项指标超过界限值时应更换新油。但水分可用油水分离器进行分离，颗粒杂质也可在系统外进行强制过滤。

表14-2-9 普通机床液压系统油液劣化界限值

项 目	粘度变化	酸 值 (mg(KOH)/g)	水 分	颗粒杂质	
界 限 值	$\pm(10\sim 15)\%$	$\pm(20\sim 30)\%$	$>$ 体积的15%	不低于表14-2-10的规定	
项 目	比重变化	锈蚀试验	腐蚀试验	乳化状况	油的状态变化
界 限 值	± 0.05	生 锈	腐 蚀	已 乳 化	发臭、发黑

表14-2-10 液压元件对过滤精度的要求

(μm)

液压元件名称	齿轮泵及马达	叶片泵及马达	柱塞泵及马达	高压柱塞泵及马达	
过滤精度	30~50	20~30	15~25	10~15	
液压元件名称	中低级液压阀	高压液压阀	调速阀、比例阀	伺服阀	精密伺服阀
过滤精度	15~25	10~15	10~15	5~10	3~5

第3节 油压机装配技术要求、试车和精度检验

(一) 装配技术要求

(1) 装配质量 重要的固定结合面应紧密贴合。预紧牢固后用0.05mm的塞尺进行检验,只许塞尺局部塞入,其塞入部分累计不得大于可检长度的10%。

重要的固定结合面有:

- 1) 立柱肩台与工作台面的固定结合面。
- 2) 立柱调节螺母、锁紧螺母与上横梁和工作台的固定结合面。
- 3) 液压缸锁紧螺母与上横梁或机身梁的固定结合面。
- 4) 活(柱)塞肩台与滑块的固定的结合面。
- 5) 机身与导轨和滑块与镶条的结合面。
- 6) 工作台板与工作台的固定结合面等。

(2) 解体修理的油压机应对拉梁按文件要求从新预紧。

(3) 对有预紧力要求的联接应按规定的预紧力进行预紧;可选用机械法、液压拉伸法和加热法。钢制螺栓加热温度不得超过400℃。

(4) 密封件的装配不得拉伤表面及使密封圈的唇部受损伤。

(5) 带支承环密封结构的液压缸,其支承环应松紧适度和锁紧可靠。以自重快速下滑的运动部件(包括活塞、活动横梁或滑块等),在快速下滑时不得有阻滞现象。

(6) 液压、润滑、冷却系统的管路系统通道以及充液装置和油箱的内表面,在装配前均应进行彻底的除锈去污处理,并应符合有关清洁度标准的规定。

(7) 全部管路、管接头、法兰及其它固定与活动联接的密封处,均应连接可靠,密封良好,不应有油液的外渗漏现象。

(二) 试车

修理后的液压机必须进行空运转试车及负荷运转试车,其顺序和要求如下:

- 1) 空运转试车不小于4h,其中驱动滑块作

全行程连续往复运转时间不少于2h,其余时间作性能试验。

① 起动、停止试验:连续进行,不少于3次,运动应灵敏可靠。

② 滑块的运转试验:连续进行,不少于3次,运动应平稳可靠。

③ 滑块行程的调整试验:按最大行程长度进行调整,运动应平稳可靠。

④ 滑块行程限位器试验,一般可结合滑块行程调整试验进行,动作应准确可靠。

⑤ 滑块行程调整速度试验,按最大空行程速度进行调整,动作应准确可靠。

⑥ 压力调整试验,按规定从低压到高压分级调试,每个压力级的压力试验均应平稳可靠。

⑦ 保压与补压试验,按额定压力进行。补压试验应灵敏可靠。

⑧ 附属装置试验,坯料送进装置、制品送出装置、移动工作台、机械手、计数器以及其它附属装置的动作均应协调、准确、可靠。

⑨ 安全阀试验,结合超负荷试验进行,动作试验不少于3次,应灵敏可靠。

2) 负荷运转试车

① 按文件规定进行逐级升压的调压试验。

② 按表14-3-1检查零部件的温升和最高温度。

表14-3-1 油压机零部件工作温度值

检查部位	温升	最高温度
滑动轴承	<35℃	<70℃
滚动轴承	<40℃	<75℃
滑块镶条与导轨	<15℃	<50℃
油温	最低10℃,正常20℃	60℃

(三) 精度检验

- 1) 安装、检验基准为油压机的工作台面。
- 2) 安装时的水平度为 0.10/1000(mm)。

3) 精度检验应在空运转试验、负荷运转试验及超负荷试验之后分别进行。并以满负荷运转试验后的实测精度值为准。

4) 精度检验值见表 14-3-2。

表14-3-2 单柱、四柱油压机几何精度值 (mm)

	允 差			
	单 柱	四 柱		
		$L \leq 1m$	$L > 1 \sim 2m$	$L > 2m$
工作台上平面及滑块下平面的平面度	0.06/1000	$0.02 + \frac{0.045}{1000} L_1$	$0.03 + \frac{0.06}{1000} L_1$	$0.04 + \frac{0.075}{1000} L_1$
滑块下平面对工作台上平面的平行度	0.15/300	$0.04 + \frac{0.09}{1000} L_2$	$0.06 + \frac{0.12}{1000} L_2$	$0.08 + \frac{0.15}{1000} L_2$
滑块运动轨迹对工作台面的垂直度	0.2/300	$0.02 + \frac{0.025}{100} L_3$	$0.03 + \frac{0.025}{100} L_3$	$0.04 + \frac{0.025}{100} L_3$
因负载引起的滑块下平面对工作台上平面的倾斜度	—	$\frac{1}{1000} L_4$		

注：1. 检测方法见JB1292—85单柱液压机精度及GB9166—88四柱液压机精度。
 2. 检测长度 L 为被检测面的最大长度。 L_1 为工作台面的最大实际检测长度， $L_1 = L - 2t$ 。 L_2 为滑块下平面的实际检测长度 $L_2 = L - 2t$ 。 L_3 为检测垂直度的实际检测长度。 t 为不检测长度。当 $L \leq 1m$ 时， $t = 25mm$ ；当 $L > 1m$ 时， $t = 50mm$ 。

参 考 文 献

- [1] 史纪定等。液压系统故障诊断与维修技术。北京，机械工业出版社，1990
- [2] 夏廷栋等。液压系统的使用与管理。北京，机械工业出版社，1986
- [3] 俞新陆，杨津光。液压机的结构与控制。北京，机械工业出版社，1989