

(广西玉柴机器股份有限公司铸造厂, 广西玉林 537005)

关键词: KW 造型线; 液压系统; 油温高; 红外成像仪监控

(Guangxi Yuchai Machinnery Co., Ltd. Yulin 537005, Guangxi)

1

2 液压系统中油温过高的危害

液压站作为造型线的心脏，而液压油就是系统的血液。液压油污染和油温过高对系统危害很大，而油温高更像是一种慢性病，容易被忽略。油温过高的危害主要有：

(1) 液压油黏度、容积效率和液压系统工作效率均下降，泄漏增加，甚至使机械设备无法正常工作。

(2) 液压系统的零件因过热而膨胀，破坏了相对运动零件原来正常的配合间隙，导致摩擦阻力增加、液压阀容易卡死，同时，使润滑油膜变薄、机械磨损增加，结果造成泵、阀、马达等的精密配合面因过早磨损而使其失效或报废。

(3) 加速橡胶密封件老化变质，寿命缩短，甚至丧失其密封性能，使液压系统严重泄漏。

(4) 油液汽化、水分蒸发，容易使液压元件产生穴蚀；油液氧化形成胶状沉积物，易堵塞滤油器和液压阀内的小孔，使液压系统不能正常工作。

因此，液压油油温过高会严重影响机器的正常使用、降低液压元件的使用寿命，并增加工程机械的维修成本。

3 油温过高的原因分析

3.1 液压系统的热平衡分析

液压油的温度取决于液压系统的功率损失、散热元件所处的位置和表面面积。下列因素将导致热量传入液压系统：①加热元件和/或环境，如温度比较高的环境；②油泵和电机的功率损失；③内部泄露造成的功率损失；④节流阀，比例阀，伺服阀处的功率损失；⑤流动阻力造成的功率损失。

如果不将损失的功率从系统中导出将导致油温的急剧上升。KW 造型线上安装的液压系统通过两种方式导出损失的功率。

(1) 通过液压站本身的油箱散发热量。通过油箱表面和环境空气之间的温差散发热量。泵站房充分的通风非常重要。

(2) 通过热交换器的循环水带走热量。热交换器能将热量散发掉。冷却介质使用水，冷却水的流量和温度要满足要求。液压油和冷却水之间的温度差越大，冷却功率也越大。

3.2 液压系统油温高的原因分析

(1) 液压油清洁度差。铸造厂环境比较恶劣区域(灰尘大)、本厂地处广西东南地区(潮湿地区)，液压系统工作时间长，油液中容易混入杂质和污物，破坏液压元件配合表面的精度，增加泄漏，严重时使元件寿命短。尤其是当污物通过滤油器时，会被吸附在滤油器内的滤芯上，造成回油阻力和能耗增加，引起油温升高。

(2) 油箱内液面过低。油箱内油量太少，液压系统就没有足够的流量将系统内部产生的热量带走，导致油温升高。

(3) 系统中混入空气。低压状态下，空气在油中形成很多小气泡，当其运动到高压区时，这些小气泡将被高压油瞬间击碎，受到急剧压缩而破碎的气泡会释放出大量的热量，引起油温升高。注意检查液压泵吸油管泄漏或吸油管深度不够的问题，平时注意通过液压噪声进行判断吸空现象的发生。

(4) 液压系统的泄漏。功率损失的原因是换位阀的内部泄露，通过节流阀调节流量以及节流阀棱边处的能量损失。尤其是在换位阀内，比例阀内和调节阀内的这部分损失要特别加以考虑。随着设备的使用内部泄露会随着阀的磨损而增加。

泄露同样存在于油泵。随着累计工作时间的增长，磨损也会过度地增大，油泵的效率降低，产生更多的热量。

(5) 检查液压泵限压阀的设置情况。如果油泵在无压状态下工作，实际上不会产生热量。在泵油阀上装有限压阀，保证系统免受过高的压力。限压阀的压力应设置到高于系统压力，否则在正常

工作状态下，油泵会将油在很高的压力下送回油箱，产生很高的功率损失。限压阀的压力应设置在高于系统压力 10% 左右。经常出现的另一个故障是，活塞蓄能器的终位检测开关出现故障。当活塞蓄能器满时，泵油阀不转换到无压力的状态，系统压力超过限压阀的设置压力，产生很高的功率损失。

(6) 检查氮气压力。为了将单个油泵组转换到无压力工作状态，活塞蓄能器要充满，充满的位置是通过终位开关检测。如果氮气压力过高，要求充满氮气瓶的压力也高。这个压力甚至可能超过限压阀的设置压力。系统压力超过了限压阀的设置压力，将产生很高的功率损失。在活塞蓄能器满时，氮气压力最多允许高于系统压力 10bar。在高温季节可能要放掉一些氮气。在热带地区建议始终监控氮气压力。如果氮气瓶放在通风很差的液压房内，氮气的压力会升高

(7) 环境因素影响。天气太热或液压站附近有热源，辐射热大，会使油温升高。特别是泵站空气流通不良造成的环境温度升高。

(8) 液压回路短路。压力很高时的短路泄压会相应地产生很高的功率损失。KW 造型线在所有安装用于冲洗或泄压的球阀的地方都可能发生压力管路和回油管路之间的短路。所以要检查，是否所有的球阀在设备运行期间都满足了其功能的要求，是否完全关闭。通常这类阀在液压原理图上用黑颜色标记。同时要注意液压系统中的电加热功能是否存在故障，导致加热控制失常。

(9) 冷却循环系统工作不良。热交换器油侧和水侧连接不正确，冷却功率降低。冷却器在使用一段时间后，由于水质处理较差，一些沉淀物积附于冷却管或冷却板的表面，越积越多并逐渐将冷却水管管径变小乃至堵塞，阻止了冷却水对油的冷却传递作用。

4 防止 KW 造型线系统油温过高的措施

KW 造型线液压系统在设计的时候已经考虑了各种合理性，我们需要注意的就是在做设备整改可能会对原系统造成的影响，另外就是设备长时间运行之后会导致原有的一些合理性改变，需要考虑在实际使用过程中的监控、进一步优化的措施。针对上述导致系统油温高的原因，结合实际处理 KW 造型线的经验来分享解决油温高的一些措施：

(1) 预防液压油污染的主要措施是培训维修人员注意平时维修过程的污染物进入系统；落实液压专项检查制度，每季度对液压油取样检测；每半年清洗、更换回油过滤器；每年把管路的液压油全部回油，使用 5 微米级别的滤油机集中过滤，清洗油箱；每两年更换液压油。

(2) KW 造型线通过电子液位计来监测油箱液位情况，能够将液位反馈在 WINCC 监控操作界面，也能够设定液位最低报警值，但是需要经常检查对比液位计数值与实际是否一致，避免液位计故障造成的实际油量不足。

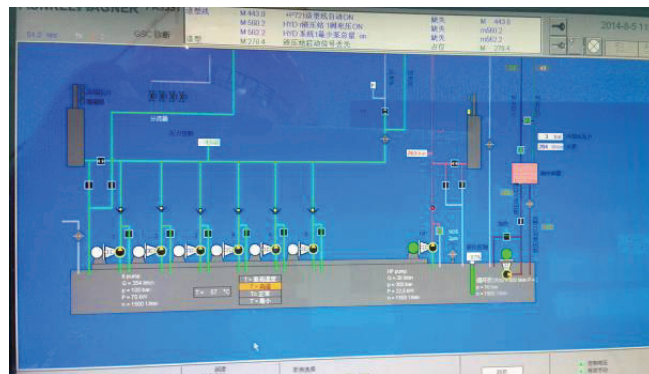


图2 KW造型线液压站监控画面

(3) 经常检查进油管接口等的密封性，防止空气进入；同时，每次换油后要使用 KW 造型线自带的管道冲洗功能排尽系统中的空气。另外，维修人员平时巡检时，需要注意泵站的液压噪声，用噪声测试仪定期对每台泵进行噪声测试和数据分析。

(4) 液压系统内部泄露有些比较难检查，特别需要注意蓄能器的内部泄露问题。确定设备内部

泄露情况的简单方法如下：拔下油泵上泵油阀的阀插头。通过手动操作泵油阀充满活塞蓄能器。测量关掉油泵后的排空时间，即从活塞离开上位检测开关至活塞到达蓄能器低部（能听到声音）的时间。用存储容积除以排空时间能算出设备单位时间内的泄漏量。用这种方法可以经常检查泄漏量增加了多少。另外，可以通过红外成像仪来监测液压元件内部泄露发热的情况。



图3 红外成像仪监测

(5) 液压泵限压阀的设置及氮气压力的设置在原因分析时已经讲述清楚要求，在此不再累赘。

(6) 铸造车间的环境一般都相对较高，因此泵站房的冷却通风必须保持畅通。泵站环境温度主要取决于分布在泵站房两侧一进一出的 2 台循环风机的作用。要保证风机工作正常，风道畅通，定期清理风道口滤网粘结的灰尘。泵站不能堆放杂物，保持最够的空气流通空间。

(7) 冷却循环系统工作不良是导致油温高最常见的原因，这里进行着重分析。

①热交换器进出水方向与进出油方向不能接反，热油与冷水逆向流动才能充分交换热量。

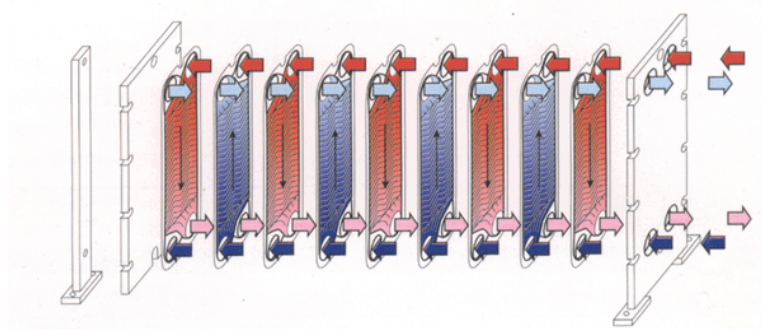


图4 板式热交换器介质流向图

②循环泵压力（流量）不足。一方面是循环泵本身的问题；另一方面是循环泵溢流阀堵塞或压力调整过低造成。根据循环系统能力检查调整溢流阀压力，保障液压油循环量，也就保障了能够将液压油中的热量最大量的通过热交换器交换给冷却水。以下是一次将循环泵溢流阀压力从 3bar 调整到 6bar 的案例，导出结果如表 1 所示。

表 1 导出结果

关键数据	系统油温	进油温度	出油温度	进水温度	出水温度
调整前	58	50	41	36	46
调整后	54	52	46	40	51

对比分析上表进出油温差：调整前温差为 9℃，调整后温差为 6℃，单从温差看，调整后温差反而变小了，而其实是调大循环泵溢流阀压力之后进入到冷却器的流量增大了，但热交换器没有足够的能带走热量。

对比分析上表进出水温差：调整后的出水温达到了 51℃，比调整前的 46℃高了 5℃，说明冷却水比之前要带走更多的热量。

对比分析上表进油与出水温差： 52°C （调整后的进油温度）- 51°C （调整后的冷却器出水温度）= 1°C ，说明冷却水的能力已经到了极限，因此需要改善冷却水压力、流量和其它热交换器堵塞等问题。

③冷却水流量不足，包括冷却水压力不足和热交换器内部结垢堵塞两方面。根据热交换器设计最大流量能力 $450\text{L}/\text{min}$ ，调整进水压力，使其能够最大发挥作用；对热交换器每年用醋酸等进行清洗，清除散热片结垢。并对 KW 造型线液压站监控画面数值进行目视化标识、监控。

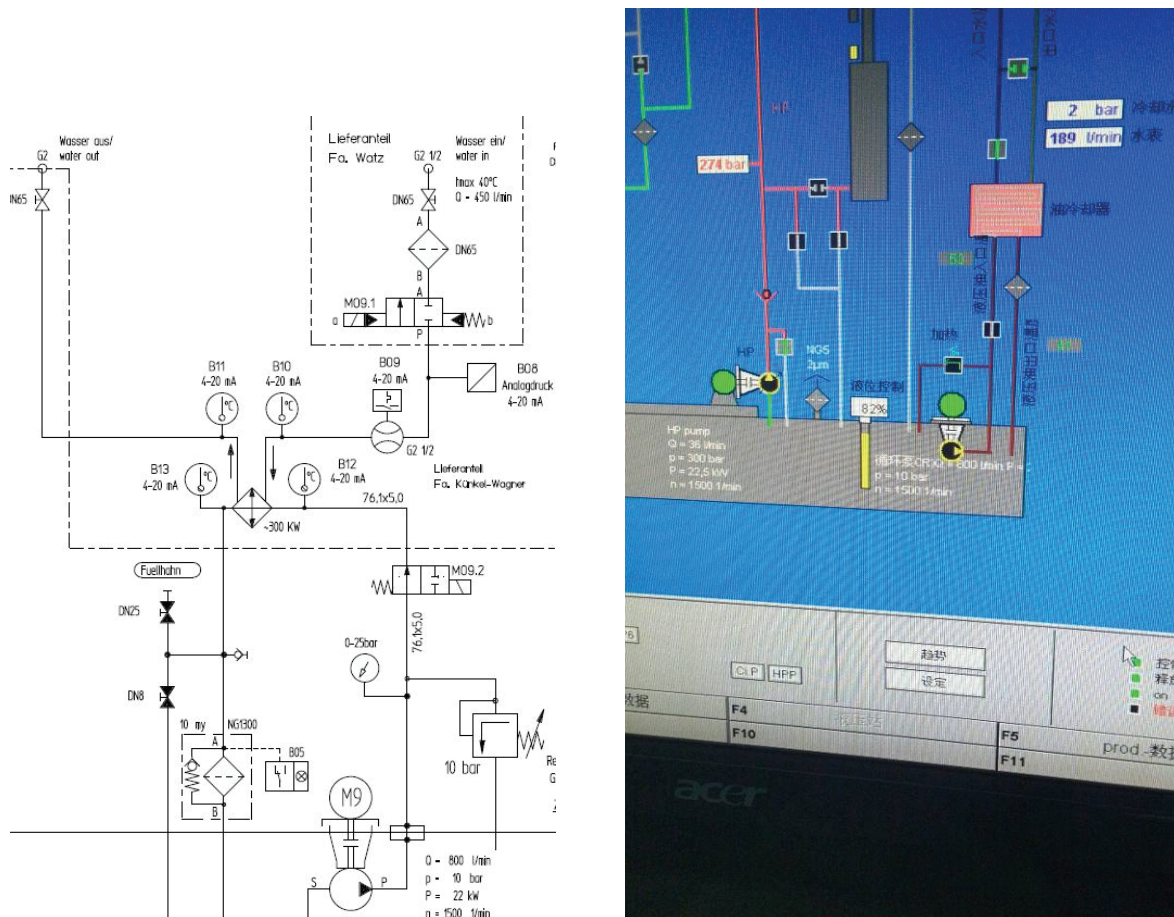


图6 循环泵液压示意图及监控画面

如果散热器无法满足现状实际油温控制，需要考虑增加二级冷却。采用液压油二级串联，冷却水二级并联的方式，相当于延长了液压油热交换的路径，液压油循环运行阻力也会相应增加，必须调整循环泵溢流阀压力。

5 结束语

在分析 KW 造型线液压系统温度过高的故障时，应在熟悉各部分机构和系统工作原理上，结合实际情况分析原因，制定出排障顺序，查处故障部位，排除故障要遵循保证设备性能且不可影响设备正常工作，同时要适当考虑经济性原则。另外，特别注意液压油的定期检验、液压站的日常维护，只有在这个基础上，才能使液压系统运转的更稳定，使用寿命更长。

参考文献：

- [1] 张群生. 液压传动与润滑技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2004.
- [2] 雷秀, 王丽, 纪熙. 高效液压传动技术研究[J]. 机床与液压, 2005,(8).