

凝汽器水室真空破坏阀内漏原因分析及处理

李攀攀 杨博文 金泽 韩鹏

(中核核电运行管理有限公司 浙江 嘉兴 314300)

摘要: 核电机组在正常运行期间,为了保证凝汽器水室满水(特别是在低潮位时),就要使用凝汽器水室抽真空泵来抽出管道最上部的的气体,使水室维持在满水状态,从而使得水室能充分冷却低压缸排出的气体,如果水室不满水则会影响凝汽器内的换热效果。凝汽器水室真空破坏阀就在水室的上方,如果该阀门有漏,则可能导致空气进入水室,引起水室不满水。针对凝汽器水室真空破坏阀频繁出现的内漏现象,本文根据阀门的密封结构,分析阀门内漏的原因,并给出针对性的修复措施,同时明确修复后阀门的检测方式,可以有效解决阀门内漏故障,保证阀门功能的可靠性。

关键词: 凝汽器; 控制阀; 负压; 内漏

1 阀门内漏的原因分析及对策

凝汽器真空破坏阀为 Masoneilan 公司生产的 4 英寸/CL150 带手动操作机构的气动控制阀,阀座采用螺纹联接式可拆卸结构,如图 1 所示。每台机组有 4 台凝汽器真空破坏阀。机组在运行过程中已经出现多次阀门内漏的故障,导致水室抽真空泵频繁启/停,影响凝汽器的换热效果,或者海水充满管道后,海水从阀门入口处流出。本文主要对凝汽器水室真空破坏阀内漏的原因进行分析,并提出针对性的修复方案和检测手段。

由于真空破坏阀的工作压力为负压,且阀门是

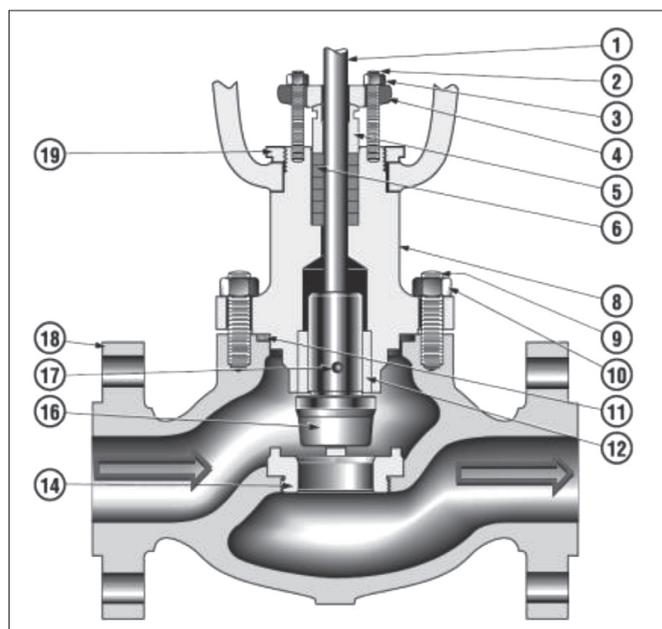


图 1 阀体结构图

高进低出的流关型结构设计,所以常见的填料泄漏和中法兰联接处泄漏并不会影响阀门对系统的密封功能。真空破坏阀的内漏仅发生在阀腔内部密封副之间。

1.1 阀芯与阀座密封面未接触

由于阀门阀杆与气缸杆联接位置不当,造成阀门在全关位置时,阀芯与阀座密封面未接触,阀门出现内漏。对策:拆除阀门执行机构的正式气源管线,联接临时气源管线。由于该阀门是失气关类型,首先对气缸排气,然后将阀门阀杆与气缸杆联接块脱开。由于此时阀芯与阀座密封面未接触,故需要手动将阀门阀杆往下压,直至阀芯与阀座实现完全接触。再对气缸进行少量充气,将气缸杆向上抬起一定距离,然后重新安装阀门阀杆与气缸杆联接块,此时即可保证阀门在失气关的情况下,阀芯与阀座实现良好接触。

1.2 阀芯与阀座密封面之间夹杂异物

阀门在解体回装过程中异物控制不当,导致阀门密封副之间夹杂异物,或者阀门在开关动作过程中,由于真空吸附效应,将阀门入口处的杂质吸入阀门密封副之间。对策:对阀门进行解体,清理阀腔内部、阀芯/阀座密封面上的异物,然后重新回装。

1.3 阀芯密封面有损伤

阀门在运行过程中,受冲刷、腐蚀或夹杂异物的影响,阀芯密封面可能会产生点坑、划痕、锈蚀等异常,需要对阀芯进行车削修复或者对阀芯进行整体更换。

1.3.1 对阀芯进行车削修复

如果阀芯损伤轻微,可以在车床上对阀芯进行车削

修复。由于阀芯密封面上的有效密封位置位于2个曲面的交界处,如图2所示,故很难采用加工研磨胎具的方式对阀芯进行手工研磨。在车床上进行机加工时需要注意保持阀芯密封面的角度(28°)不变。

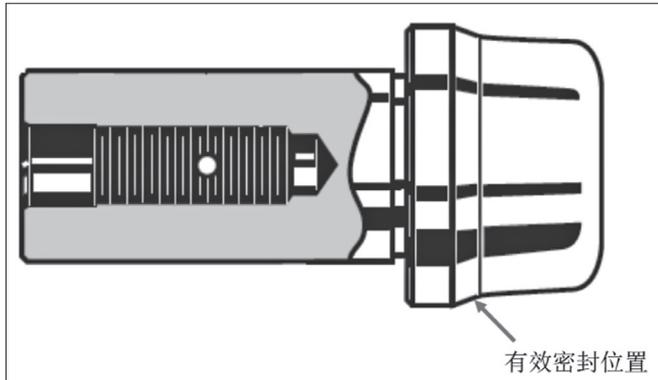


图2 阀芯有效密封位置

1.3.2 对阀芯进行整体更换

如果阀芯损伤严重,则需要更换阀芯新备件。注意在更换阀芯新备件时,阀杆必须同步更换新备件。更换阀芯时,首先测量新阀芯联接结构中无螺纹部分的长度 X ,如图3所示。然后在阀杆端部距离螺纹相同距离 X 处做好标记。将阀芯固定在台钳上,然后将新阀杆旋入阀芯中,注意新阀杆安装到位时,新阀杆上的 X 位置标记应该刚刚没入阀芯尾部的孔内。然后将阀芯/阀杆组件放在一块V型铁上,测量阀芯上预加工孔的内径,选择同规格的钻头,沿着阀芯上的预加工孔钻穿整根阀杆。

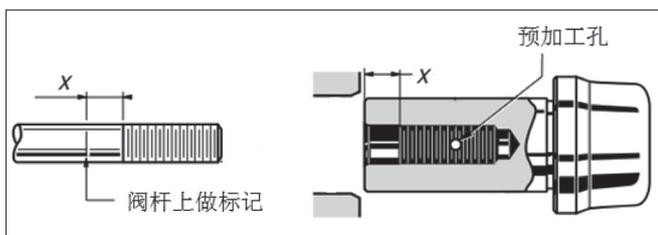


图3 更换阀芯

根据阀芯上预加工孔的内径,选择同规格外径的销钉,在销钉表面均匀涂抹一薄层润滑脂后,将销钉装入阀芯的预加工孔内。注意销钉安装后,需保证销钉处于中间位置,即销钉端部距离阀杆表面的距离相等。

1.3.3 阀芯、阀座的对研

如果更换了新阀芯或新阀座,或对阀芯/阀座密封面进行机加工修复,则需要对阀芯和阀座进行对研,以保证阀门的密封性能。首先拆除阀门中法兰联接螺栓,将阀芯/阀杆/阀盖组件整体拿出,对阀芯和阀座密封面进行清理。然后在阀芯密封面上均匀涂抹一些

研磨膏,然后小心回装阀芯/阀杆/阀盖组件,对称回装4颗中法兰联接螺栓。为了方便手工对研的操作,可以加工一个T字型手柄,安装在阀杆顶部,并用锁紧螺母进行锁紧,如图4所示。利用T字型手柄稍微用力,以小角度回旋往复的方式转动T字型手柄,转动8~10次后,提起T字型手柄旋转90°后放下,再次以小角度回旋往复的方式转动T字型手柄,重复该动作若干次。

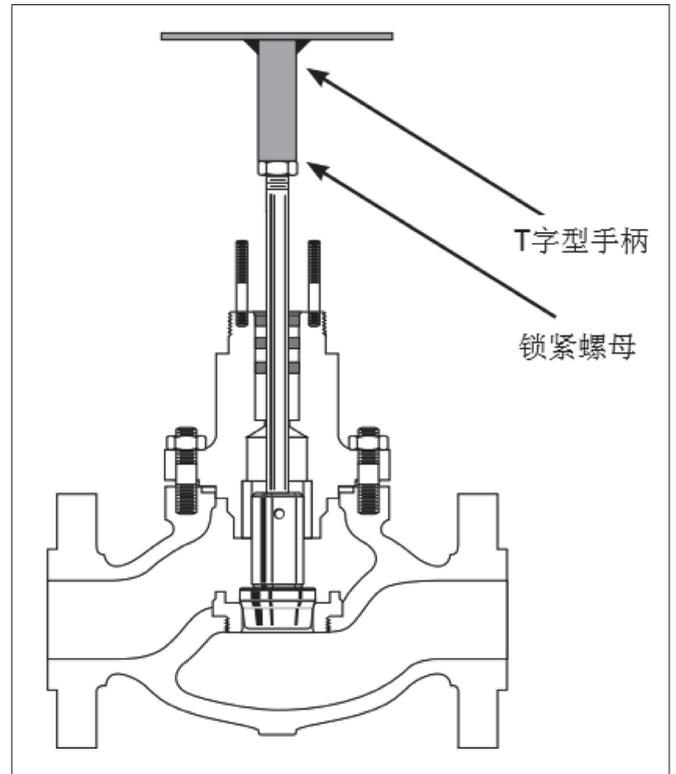


图4 阀门对研工具

由于阀芯和阀座的角度不同,阀芯密封面与阀杆中心线呈28°,而阀座密封面与阀杆中心线呈30°,因此阀芯与阀座密封面的接触是线接触,阀芯与阀座密封面接触线越窄,密封效果越好。如果研磨过量变成面接触,则阀门密封比压会减小,容易产生泄漏。

对研完毕后,对阀芯和阀座进行红印试验,红印压痕应该均匀、连续、清晰、无断线,且必须是一条细线,而不能是一个很宽的面。

1.4 阀座密封面有损伤

阀门在运行过程中,受冲刷、腐蚀或夹杂异物的影响,阀座密封面可能会产生点坑、划痕、锈蚀等异常,同样需要对阀座进行车削修复或者对阀座进行整体更换。

1.4.1 对阀座进行车削修复

如果阀座损伤轻微,可以在车床上对阀座进行机加

工。在车床上进行机加工时需要注意必须保持阀座密封面的角度(30°)不变。机加工完毕后,需要检查阀座加工面上直径最小部分的本体状况,如有缺损、凹凸不平、锯齿的现象,则需要对阀座密封面进行再次车削,注意此次车削时需要调整刀头角度,只要去除掉阀座加工面上直径最小部分的本体受损部分即可,不要过量车削。阀座车削示意图如图5所示。

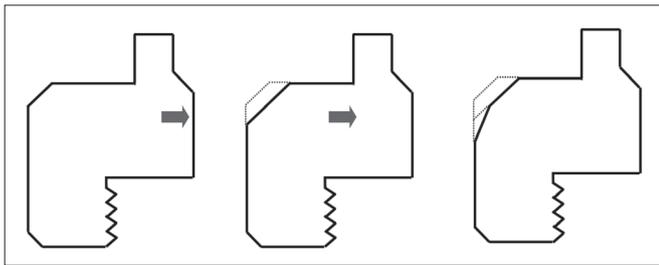


图5 阀座车削示意图

1.4.2 对阀座进行整体更换

如果阀座损伤严重,则需要更换阀座新备件。阀门的阀座是通过螺纹联接固定在阀体上的。阀门出厂时,阀座被牢固地安装在阀体上,经过若干年的运行后,阀座可能很难拆除。为了安全、顺利地拆除阀座,需要提前用松锈润滑剂对阀座螺纹联接处进行浸泡除锈。同时还需要制作1个阀座拆装专用工具。鉴于阀座上有4个凸起的施力块,因此加工的专用工具上需要有4个对应的凹槽,以匹配阀座上的施力块,便于对阀座施力。为了保证专用工具在拆除阀座时具有良好的定位功能,同时避免阀座受力不均,还需要根据阀门中法兰螺栓孔的分布加工一个法兰型定位板。

当阀座从阀体上拆除后,对阀体上的螺纹进行清理,为了确保阀座和阀体上的螺纹配合完好,先徒手安装新阀座,要求阀座能够顺滑地安装到位。当新阀座最终安装到阀体上后,可以使用阀座拆装专用工具配合力矩扳手对阀座进行紧固。阀座安装要求力矩值为480Nm。

1.5 阀座与阀体的联接处有泄漏

由于阀座上的联接螺纹不具备密封性能,因此为了避免阀座与阀体的联接处产生泄漏,可以采用以下2种方法实现密封:一是在螺纹处涂抹螺纹密封胶;二是在阀座安装的台阶处增加1个密封垫片。这两种密封方式各有优劣:前者施工方便,但是拆除阀座时会比较费力;后者需要加装一个密封垫片,要求阀座安装的台阶表面平整,无明显点坑、腐蚀、磨损等异常,但是拆除阀座时较为省力。

2 阀门密封性能的检测

真空破坏阀的泄漏等级为 Class V, 根据 ANSI/FCI 70-2-2013《控制阀阀座泄漏率》的规定,该阀门的泄漏率相关要求如表所示。

表 阀门的泄漏率相关要求

序号	阀座最大泄漏率	试验方法
1	用水做试验时,每阀座直径(in),每压差(psi), 5×10^{-4} mL/min	方法 A
	用水做试验时,每阀座直径(mm),每压差(bar), 5×10^{-12} m ³ /s	
2	用空气做试验时,每阀座直径(in), 4.7 mL/min	方法 B
	用空气做试验时,每阀座直径(mm), 11.1×10^{-6} m ³ /s	

考虑到实施的便捷性,通常采用方法 B 进行试验,方法如下:

(1) 试验介质采用 10 ~ 52℃ 干净的水。

(2) 用水做试验时,试验压差应在阀门关闭件两侧的最大工作压差的 ±5% 之内,在室温下不得超过 ANSI B16.1、B16.5 或 B16.34 所规定的最大工作压力,或者根据个别协定的某些较低压力。

(3) 试验介质应从阀体正常的或规定的入口端进入阀体。阀门关闭件应为开启状态,阀体组件包括出口部分及其连接管应全部充满水,然后迅速关闭。

(4) 调整传动装置,使其符合规定的工作条件,然后施加按照上述(2)中规定的水压差。传动装置的有效轴向力应是规定的最大值,但不得超过最大值。

(5) 当泄漏介质流量稳定时,应对泄漏量观察一段时间,以便得到规定的精确度。

(6) 所得到的泄漏率不应大于阀座最大泄漏率的计算值。

采用方法 B 通过使用手操泵、1根联接软管和1片法兰即可实现在现场进行打压测试,免去在现场与检修车间之间来回搬运阀门的操作,效率更高。需要注意的是,由于真空破坏阀的工作压力为负压,打压时需要在阀门对空侧(即阀门入口侧)连接打压装置,不要弄错阀门出/入口。同时由于阀门为流关型结构,为了保证测量数据的准确性,在对阀门进行打压测试时,需要用检漏液检查阀门填料处有无泄漏。真空破坏阀阀座直径为4in,阀座最大允许泄漏量为18.8mL/min。测量阀门泄漏量时可以用橡胶塞或盲板封堵阀门出口,连接专用测漏管(外径6mm,壁厚1mm),管道末端

(下转第72页)

助力转向器极限位置的转向溢流压力由 13MPa 降低至 6MPa。

更换故障件后进行矿区累计运行 32424km 后跟踪检查，未重复发生此类故障，问题得到有效解决。

7 结语

本文采用故障树分析法 (FTA) 对某型 19 座防爆电动人员运输车转向弯臂和转向直臂断裂进行故障分析，对可能造成断裂事件的原因从设计、生产、装调过程中可能存在的原因进行了逐一分析筛查，最终确定了导致故障发生的主要原因为：设计过程中未对转向压力进行理论核算，液压系统和转向系统之间未设置

减压阀导致方向盘打死时助力转向器持续溢流输出最大力矩，最终导致转向弯臂和转向直臂断裂。

参考文献：

[1] 张亦良, 姜公锋, 徐学东, 等. 汽车转向横拉杆断裂失效分析 [J]. 北京工业大学学报, 2010, 36(10): 1317-1323.

[2] 嵇正波, 菅宝柱, 孙见君. 42CrMo 转向横拉杆断裂分析及优化设计 [J]. 锻压技术, 2015, 40(12): 136-140.

[3] 吴文祥, 尚灿, 廖冰, 等. 汽车转向直拉杆断裂原因分析 [J]. 理化检验 (物理分册), 2016, 52(11): 818-821.

(上接第 68 页)

浸入水中 3 ~ 6mm, 观察一段时间, 待气泡排出速度稳定后, 测量每分钟气泡数量。阀门泄漏量测量装置如图 6 所示。

3 结语

通过分析凝汽器水室真空破坏阀内漏的各种原因, 并提出针对性的调整、车削、对研及整体更换的方法, 同时明确密封性能测试的要求和方法, 可以有效解决阀门内漏故障。希望能够对类似结构阀门的检修提供一些借鉴和指导。

参考文献：

[1] Masoneilan 21000 系列截止阀产品手册 [Z].

[2] ANSI/FCI 70-2-2013, American National Standard Control Valve Seat Leakage[S].

作者简介：李攀攀 (1982.12-)，男，汉族，河南洛阳人，本科，高级工程师 / 技师，研究方向：核电站维修；杨博文 (1989.06-)，男，汉族，山西忻州人，

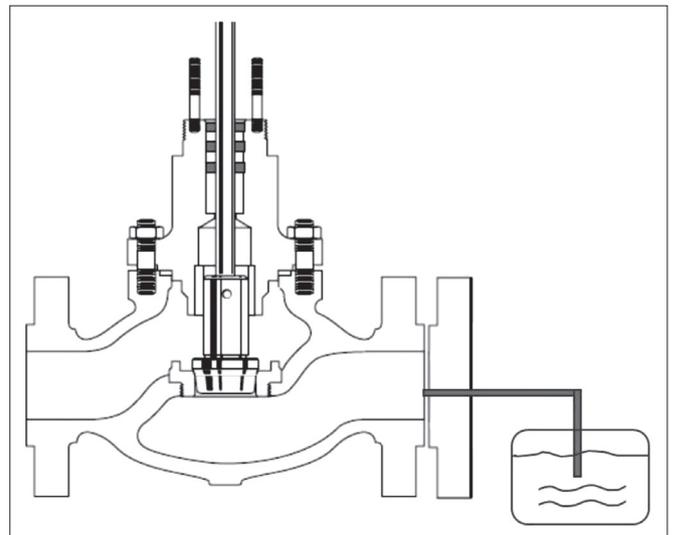


图 6 阀门泄漏量测量装置

本科，工程师 / 技师，研究方向：核电站维修；金泽 (1989.06-)，男，汉族，宁波慈溪人，本科，工程师 / 技师，研究方向：核电站维修；韩鹏 (1985.05-)，男，辽宁沈阳人，本科，工程师 / 技师，研究方向：核电站维修。