

水轮发电机组弹性油箱压缩值偏大分析与处理

张金祥 方红伦

湖南澧水流域水利水电开发有限责任公司 湖南 长沙 410000

【摘要】：弹性油箱是水轮发电机组推力轴承的重要组成部分,负责承受水轮发电机组的轴向推力负荷。推力瓦由弹性油箱支承,各油箱通过弹性油箱底座暗管相连并充入一定压力的油,利用弹性板在波纹管处的变形及油的流动传递各瓦的负荷差,使各推力瓦受力均匀。同时弹性油箱对整个机组转动部件的轴向力起自平衡调整作用。液弹性油箱的自平衡调整能力,在一定范围内随轴向受力的不均匀增大而增大。弹性油箱还能够提供一定的缓冲作用,减少机组运行过程中垂直方向冲击力传递到上机架,从而降低上机架垂直振动,保护机组结构部件不受损害。因此,在水轮发电机组运行过程中,推力轴承弹性油箱可有效提高水轮发电机的运行效率以及稳定性。但由于多种因素的影响,弹性油箱发生渗漏,导致油箱内油压降低,出现弹性油箱压缩值过大及失压等问题,将严重影响水轮发电机组的运行稳定性和安全性。

【关键词】：水轮发电机组;弹性油箱处理;分析与处理

DOI:10.12417/2811-0536.26.08.086

1 现状分析

某水电站水轮发电机组为 100MW,立轴半伞式。使用液压支柱式推力轴承,设置 10 个液压推力弹性油箱。弹性油箱主要由拖瓦、抗重块、锁定板、支柱螺栓、弹性油箱、保护套、推力轴承底座等组成。

电站 2 号机组运行期间,通过查看机组在线监测装置,发现机组的下导摆度、轴向位移偏大。其中,下导 X 摆度 295.4 μ m、下导 Y 摆度 320.07 μ m,轴向位移 A: 368.1 μ m、轴向位移 B: 269.6 μ m、轴向位移 C:361.1 μ m。下导瓦与滑转子设计单边间隙为 0.15mm,即 150 μ m。双边总间隙为 300 μ m。通过数据可以看出,机组在运行时,下导轴向位移大于下导轴承设计间隙值。根据 GB/T 7894-2009《水轮发电机基本技术条件》标准要求,机组摆度报警值为 300 μ m, 2 号机组摆度已超标。

根据在线监测数据,安排对 2 号机组进行了专项检修,在检修期间,重新测量弹性油箱压缩值,测得 2 号机组各弹性油箱实测压缩值如表 1 所示。

表 1 弹性油箱检修前压缩值 (/mm)

序号	压缩值	平均值	设计值
#1	1.22	1.26	1
#2	1.17		
#3	1.25		
#4	1.39		
#5	1.38		

#6	1.50		
#7	1.24		
#8	1.14		
#9	1.22		
#10	1.18		

从此表可以看出, #6 推力瓦受力最大,因此压缩量最大,为 1.50mm; #8 推力瓦受力最小,压缩量最小,为 1.14mm。其压缩值相差达 0.36mm,根据国标 GB/T 8564-2023《水轮发电机组安装技术规范》要求,对于液压支柱式推力轴承,各弹性油箱压缩量偏差应不大于 0.15 mm。同时根据机组设计要求,电站弹性油箱压缩量应不大于 1mm。2 号机组各弹性油箱压缩值均超过电站机组设计压缩值 1mm 要求。

2 原因分析

根据弹性油箱结构,结合经验分析,引起弹性油箱压缩值偏大的原因主要有:

(1)弹性油箱本体金属材料老化。机组在运行过程中,弹性承受整个转动部分压力,以及机组振动的影响,导致弹性油箱金属材料疲劳、老化,致使其刚性降低,压缩值变大。

(2)弹性油箱与底盘密封不严,随着时间的增长,O 型密封圈出现周期性变形老化,失去弹性,从而无法有效密封,导致油渗漏,进而导致压缩值变大。

(3)弹性油箱止回阀密封不严,由于工艺问题或者密封材料质量不过关,密封不严,导致弹性油箱底盘处止回阀内透平油渗漏,从而使弹性油箱内油压降

低，压缩值变大。

根据电站2号机组运行情况，引起弹性油箱压缩值偏大的原因可能为弹性油箱与底盘密封老化，密封不严，需对此返厂处理更换。

#2 机组弹性油箱返厂处理前，测量每个弹性油箱至推力油槽底部的相对高度，记录弹性油箱支架、定位销与推力油槽底部相对位置，以便于回装。数据测量完成后，将弹性油箱运至厂家处理。

弹性油箱返厂后，对10个弹性油箱做24h 负荷试验，每个弹性油箱加载100吨压力，检查是否出现漏油和压缩值超标的现象。试验后，发现弹性油箱出现渗油和压缩值超标现象，由此判断弹性油箱与底盘密封老化，需更换密封。

3 弹性油箱处理

(1) 弹性油箱解体：确定弹性油箱密封不严后，对弹性油箱进行解体，并检查各部件是否存在锈蚀、变形破裂、垫块是否完好等情况。按步骤拆下支柱螺丝，螺丝座，保护罩，各组件按油箱编号分开存放，对进行清理和局部除锈处理。

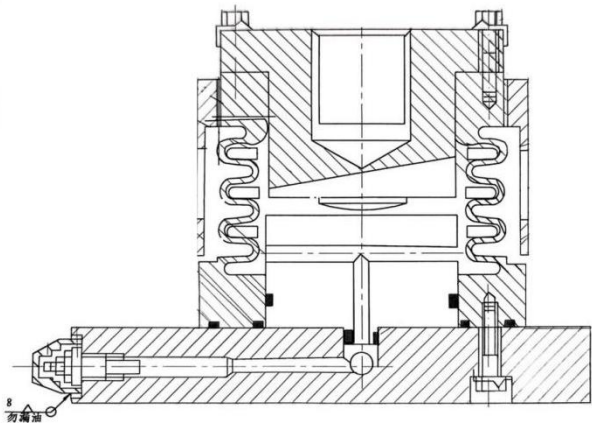


图1 弹性油箱结构示意图

(2) 弹性油箱底盘平面度检查与修复：弹性油箱底盘上设计有多道O型密封圈，以防止油箱内部往外渗油，而底盘光洁度将直接影响密封效果好坏，光洁度越高，密封效果越好。将底盘置于数控立车上，底盘上下平面加工光滑，加工完成后测量把合面内外两环粗糙度，满足图纸粗糙度不大于0.05mm 要求，否则进行加工，以达到图纸要求。

(3) 密封及止回阀更换：拆除止回阀保护罩，原止回阀加工粗糙，承受压力及密封性能不足，需更换新的止回阀。对止回阀阀芯阀体进行研配，适配完成后对阀体进行油压试验，确认无渗油。利用多功能清洗剂清洗所有部件，更换所有密封件为氟橡胶密封、

更换所有螺栓及止动片，之后按图纸重新装配，止回阀保护罩待试验合格后装配并焊接。

(4) 弹性油箱充油：按弹性油箱技术规范对弹性油箱进行装配，对弹性油箱内抽真空与注油，该过程由真空加注机自动完成。

(5) 弹性油箱负荷试验：充压完成后，对弹性油箱进行负荷试验。试验开始前，对油箱进行反复进行升压、泄压、调节，测量初始伸长值，以此确保10个油箱的受力均匀，符合规范后正式进行72小时负荷试验，试验数据如下表2。试验数据表明，试验过程中无渗漏现象，试验数据合格，满足相关技术要求。

表2 弹性油箱负荷试验数据

初始压力：1.1Mpa											
伸长量：0.82mm											
负荷试验压力：1000T											
温 度	架 表 位 置	油箱压缩量(mm)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18 ℃	内	0.6 1	0.6 6	0.2 7	0.4 4	0.4 8	0.6 0	0.3 5	0.5 5	0.4 8	0.6 1
	外	0.5 6	0.6 5	0.3 2	0.4 4	0.4 7	0.5 3	0.3 0	0.4 2	0.4 0	0.4 8
16 ℃	内	0.6 2	0.6 5	0.2 6	0.4 2	0.4 6	0.5 9	0.3 4	0.5 3	0.4 6	0.6 1
	外	0.5 7	0.6 3	0.3 1	0.4 3	0.4 5	0.5 3	0.2 9	0.4 1	0.4 1	0.4 9
结论：合格。											
泄 压 后 百 分 表 数 值	内	+0. 01	+0. 02	+0. 02	+0. 01	+0. 02	+0. 03	+0. 01	+0. 03	+0. 01	+0. 01
	外	+0. 02	+0. 03	+0. 03	+0. 02	+0. 02	0	+0. 01	+0. 02	+0. 01	+0. 02
结论：合格。											



图2 弹性油箱负荷试验

4 弹性油箱处理后机组运行状况

弹性油箱处理完成后进行回装。回装后，对弹性油箱压缩值进行测量及调整，因弹性油箱压缩量调整必然影响镜板水平，两者之间互相关联、互相影响，因此调整完毕后还需测量镜板水平，如镜板水平不合格，仍需通过调整弹性油箱，使镜板水平和压缩量均满足验收标准。通常情况下，各弹性油箱压缩量的差值越小，说明各推力瓦受力越均匀，还需兼顾镜板水平度，因此各弹性油箱的压缩量的差值要在一定范围之内，且镜板水平符合要求，即为受力调整合格。

弹性油箱水平调整后，其压缩值及偏差满足要求。经过半年时间运行，在相同水头（85m）、相同负荷（100MW）下，2号机组弹性油箱检修后压缩值、瓦温等数据，结果分别如下表3、表4所示

表3 弹性油箱检修后压缩值（/mm）

序号	压缩值	平均值	设计值
#1	0.38	0.34	1
#2	0.38		
#3	0.33		
#4	0.35		
#5	0.34		
#6	0.32		

#7	0.34		
#8	0.32		
#9	0.33		
#10	0.38		

表4 各推力瓦瓦温变化

序号	检修前/°C	检修后/°C
1	42.2	41.0
2	42.1	41.2
3	41.8	40.6
4	42.3	41.6
5	42.6	41.2
6	42.3	40.7
7	41.8	40.3
8	40.8	41.2
9	42.8	40.7
10	42.6	41.2

5 结语

2号机组弹性油箱经相关试验调整，弹性油箱压缩值恢复到电站设计允许范围内，且经过半年运行，通过运行数据可以看出，机组振动摆度正常，相比修复前明显减小。各推力瓦温均明显降低，分布均匀且均在规定的范围内，由此可知，此次弹性油箱的修复是成功的。此次修复消除了弹性油箱本体上存在的隐患缺陷，其不仅提升了水轮发电机组设备运行的安全性和可靠性，同时对于优化检修起到了很大的作用。

随着机组运行时间的推移，机组设备的日渐老化，弹性油箱暴露的缺陷也越来越多，此时对于弹性油箱的修复则更加重要，修复的好坏直接影响到机组的安全稳定，因此应加强对弹性油箱运行的检查监视，选用更先进的修复工艺或制造工艺更优秀性能更好的弹性油箱，进一步提升机组的安全稳定运行。

参考文献：

- [1] 王治国.水轮发电机弹性油箱疲劳分析方法及应用[J].东方电气评论,2011,25(4):63-67.
- [2] 韦韦.推力轴承弹性油箱漏油处理一例[J].小水电,2009(5):48-49.