

HLA551-691 型水轮机水导轴承油箱 水冷却器漏水原因分析及处理

程云山¹, 罗跃林², 徐成林²

(1. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 柘林水电开发责任有限公司, 江西 九江 332000)

摘要 柘林水电站 6 号机组 HLA551-691 型水轮机的水导轴承油箱水冷却器运行不到一年就发生漏水事故. 原因是冷却器结构设计存在缺陷. 投入运行前的试验压力过高, 造成接头处强度降低. 采用在不拆卸发电机、不进行机组总轴线调整的情况下, 拆卸水导轴瓦修复水冷却器, 然后将水导轴瓦装复, 且不影响机组轴线的检修方法, 对该机组进行检修. 修复后的机组运行正常.

关键词 水轮机 水导轴承 冷却器 事故检修

中图分类号 :TK730.3+22

文献标识码 :B

文章编号 :1006-7647(2003) 07-0049-02

1 事故及原因分析

江西柘林水电站 6 号机组是 2002 年 6 月投运的机组, 水轮机型号为 HLA551-691, 设计水头 35.5 m, 最大水头 43.9 m, 最小水头 26.4 m, 额定出力 122.45 MW, 最大出力 140 MW, 额定流量 380 m³/s, 额定转速 75 r/min, 飞逸转速 145 r/min, 最高效率 95.4%. 其水导轴承采用稀油润滑分块瓦轴承, 轴瓦材料为巴氏合金, 共有 10 块. 在轴承体内设置有油冷却器 2 个, 冷却水可以从冷却器的两个管口中的任一管口进入, 从另一管口流出. 润滑油采用 L-TSA 46 号汽轮机油. 水导轴承瓦温为发信号 65℃, 停机 70℃. 水导轴承油温不超过 60℃. 水导轴承油冷却器进水温度不高于 25℃. 水导轴承油冷却器额定压力 0.2~0.5 MPa. 水导轴承油冷却器进水与出水压力差不大于 0.05 MPa.

按照有关规程^[1], 柘林水电站 6 号机组计划在 2004 年春天进行投产后的第一次检查性大修, 但是在 2003 年 9 月的例行检查中发现水导轴承油箱中油温异常, 抽取油样化验, 发现油箱中存在大量漏水, 润滑油已经呈乳化状. 分析其原因, 是水导轴承油箱冷却器漏水所致, 不得已只能将大修时间提前到 2003 年 10 月.

检修中, 打开水导轴承油箱盖板时, 发现该水轮机的水导轴承在设计安装上存在明显的缺陷: 油箱冷却器在水导瓦架的下部, 无法实现不动轴承瓦架和轴瓦就可以检查冷却器是否渗漏, 所以必须将水导轴承分解, 吊出水导瓦及瓦架和油箱方可检查冷却器. 这样就带来一个问题: 拆卸检修完毕, 水导瓦及瓦架在油箱装复时, 必须维持大轴旋转中心处在

检修前的位置或满足设计要求. 而机组在这种状态下已正常运行 1 a. 各处导瓦间隙检修前比较紊乱, 水导轴承瓦架及轴瓦一旦拆卸下来, 要想在装复时完全恢复到拆卸时的位置而没有丝毫误差, 这在技术上非常困难. 当然也可以在检修完成后进行机组总轴线的调整(即盘车), 但这样做的工作量将非常大, 工期太长, 将影响电网的调度和运行. 因此, 需要综合考虑各种因素, 采取妥善的检修方法, 确保装复时大轴旋转中心处在检修前的位置或满足设计要求.

2 检修步骤及方法

为了满足设计要求, 在检修前后需要测量数组数据来衡量大轴中心所处的位置, 并以此作为依据和定位基准. 其检修步骤如下:

a. 确定大轴在停机状态下的中心位置. 将水导轴承盖板拆除后, 测量水导轴瓦与大轴各处间隙值, 并测量水导轴承瓦架与大轴各处间隙. 为了保证结果的可靠性和装复时的参照基准, 还需测量上导轴瓦与大轴间隙、上下止漏环间隙. 这是因为油箱及瓦架在装复时如果有变动或不能装回原位, 那么水导瓦在装复时就无参照物来说明大轴在水导处所处的位置. 所以必须测量这些数据, 并通过这些数据来确定大轴的中心位置. 测点布置见图 1. 检修前的测量数据见表 1.

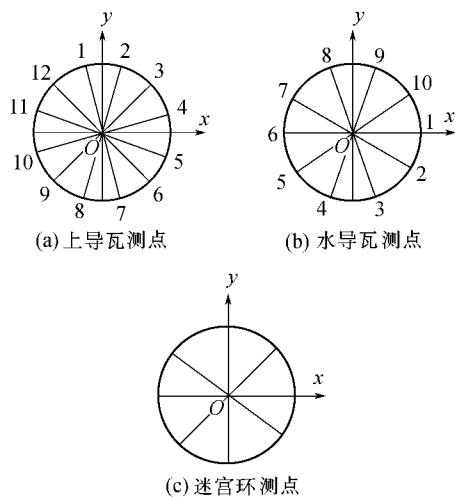


图 1 测点布置

表 1 检修前测量数据 mm

瓦号	水导间隙			上导间隙		
	塞尺 测量值	垫子 厚度	瓦间隙	塞尺 测量值	垫子 厚度	瓦间隙
1	4.02	3.60	0.38	3.32	3.30	0.20
2	4.26	4.12	0.14	3.32	3.52	-0.20
3	3.49	3.40	0.90	3.67	3.48	0.19
4	3.48	3.40	0.80	4.11	3.98	0.13
5	3.83	4.00	0	3.72	3.50	0.22
6	3.76	3.70	0.60	3.24	3.00	0.24
7	3.74	3.52	0.22	3.47	3.20	0.27
8	3.77	3.50	0.22	2.55	2.18	0.37
9	4.35	3.80	0.55	3.21	2.10	1.11
10	4.55	4.12	0.43	2.92	2.36	0.56
11	—	—	—	2.38	2.20	0.18
12	—	—	—	2.05	1.96	0.90

b. 将水导轴承分解吊出和装复.待水导轴承处各间隙测量完毕后,将水导轴承分解吊出,检查水导冷却器,检查时按要求将冷却器通水,加压至工作压力下(工作压力为 0.25 MPa),经检查发现冷却器冷却铜管在端盖一胀口处有水渗出,并且在另一端结合面上有一砂眼,检修时将渗漏铜管的两头封堵,砂眼处进行内外补焊.待这项工作完成后,再加上 0.5 MPa 的试验压力,1 h 后检查,要求:①压力无下降;②各处无渗漏^[1].经检查,试验结果符合设计要求,然后将油箱及瓦架装复,并测量瓦架与大轴间隙,再与检修前作比较,结果移动量很小.

c. 分析调整各处导瓦间隙.根据对检修前测量的各处间隙分析,大轴在此停机位置时,偏离中心 0.1 mm,水导瓦架在装复后移动量较小,可忽略不计.如果要优化大轴中心位置,需调整导轴瓦间隙,那么各导瓦间隙需向偏离方向移动 0.1 mm,使大轴中心接近理想的中心位置,理论上符合,但考虑到大轴装机时的轴线是否正常,如不正常则调整后的大轴在运行时弊大于利,特别是对导瓦损伤大.根据设计要求,上导处间隙为 0.15 ~ 0.20 mm,水导处间隙

为 0.2 ~ 0.25 mm^[1],而实际只偏离 0.1 mm,只需要在调整时,将上导瓦间隙均调至 0.15 mm,将水导瓦间隙均调至 0.20 mm,这样既符合设计要求,又不影响机组稳定运行.检修后的测量数据见表 2 和表 3.首次检修的机组在偏差小的情况下,可暂时不记发电机空气间隙的偏差,待下次检修时再考虑,但必须测量发电机空气间隙.

表 2 检修后测量数据 mm

瓦号	水导间隙			上导间隙		
	无垫瓦 间隙	加垫 厚度	加垫后 间隙	无垫瓦 间隙	加垫 厚度	加垫后 间隙
1	3.91	3.71	0.20	3.25	3.10	0.15
2	4.24	3.04	0.20	3.34	3.19	0.15
3	3.65	3.45	0.20	3.68	3.53	0.15
4	3.42	3.22	0.20	4.06	3.91	0.15
5	4.11	3.91	0.20	3.73	3.58	0.15
6	3.73	3.53	0.20	3.31	3.16	0.15
7	3.78	3.58	0.20	3.49	3.34	0.15
8	4.10	3.90	0.20	2.54	2.39	0.15
9	4.29	4.09	0.20	3.22	3.07	0.15
10	4.52	4.32	0.20	2.93	2.78	0.15
11	—	—	—	2.44	2.29	0.15
12	—	—	—	2.07	1.92	0.15

表 3 检修后的迷宫间隙 mm

方位	上迷宫环	下迷宫环	方位	上迷宫环	下迷宫环
+ y	3.41	3.60	- x	2.96	3.50
+ y + x	3.80	3.50	- x + y	3.08	3.45
+ x	3.62	3.97	平 均	3.34	3.369
+ x - y	3.71	3.18	允许最大	4.008	4.043
- y	3.03	2.78	允许最小	2.672	2.695
- y - x	3.11	2.97			

d. 装复及开机试验.按国家标准^[2]进行检修后机组的稳定运行试验,结果上导处全摆度小于或等于 0.12 mm,水导处全摆度小于或等于 0.30 mm,均符合规程要求.轴承温度正常,其他各部位未见异常.试验后机组投入运行,运行工况稳定.

3 结 语

通过检修发现,HLA551-691 型机组在设计上有待改进的地方有:①水导轴承油箱冷却器在安装位置上存在缺陷,没有考虑各种情况下的检修,设计上应该采用更便于检修及维护的结构;②冷却器材料和结构应加以改进,应使用导热性能好且经久耐用的材料;③导瓦抗重块与瓦间隙调整垫片不精确,该型机组结构要求的安装和调整环节繁琐且不易掌握,调整垫片在测量上误差大,使检修时轴瓦间隙精确度系数降低,对轴瓦间隙调整造成困难且不可靠.

参考文献:

[1] DL/817-2002,立式水轮发电机检修技术规程[S].
 [2] DL/T507-2002,水轮发电机组启动试验规程[S].

(收稿日期 2003-11-08 编辑 冯敏峰)