

官地水电站2号机组蜗壳水压试验

莫斌伟,魏吉峰

(中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局,四川 彭山 620860)

摘要:详细介绍了官地水电站蜗壳水压试验过程及监测方法,对2号机组蜗壳水压试验变形情况进行分析。试验结果表明:座环最大变形位置在机组坐标 $+Y' \sim +X'$ 和 $-Y' \sim -X'$ 方向,且这两个方向座环轴向、径向变形趋势相反;座环变形较大,在试验过程中较容易出现渗水问题。

关键词:蜗壳;座环;水压试验;变形监测;官地水电站

中图分类号:TV547.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2013)S2-0001-03

官地水电站是雅砻江干流卡拉至江口河段水电规划五级开发的第三个梯级电站,右岸地下厂房装机4台600 MW机组,4台水轮机由东方电气集团东方电机有限公司制造,4台水轮发电机由哈尔滨电机厂有限责任公司制造^[1-3]。

官地水电站蜗壳安装焊接完成后进行水压试验,并保压浇筑混凝土。蜗壳水压试验的目的是检验蜗壳设计的合理性和安装质量,检查焊缝焊接质量及消除焊接应力,是实现蜗壳与钢筋混凝土联合受力的一项重要措施,也是确定机组安装能否进入下一道安装工序的关键环节^[1]。水压试验最大压力为2.125 MPa,保压浇筑混凝土时的压力为0.98 MPa。蜗壳水压试验按不大于0.1 MPa/min上升(下降)速度,用试压泵进行加压(降压)。加压(降压)过程中,对座环、蜗壳变形情况按0.2 MPa/次的监测频率进行监测,同时增加各控制点的监测数据,如0.85 MPa、0.98 MPa(蜗壳保压压力)、1.7 MPa、2.125 MPa(蜗壳水压试验最大压力)。水压试验过程分两次三步,分别为充水阶段、试验第一阶段、试验第二阶段。

1 水压试验过程简介

水压试验步骤:①蜗壳充水阶段。②蜗壳水压试验第一阶段,升压至0.85 MPa,保压15 min;升压至1.70 MPa,保压15 min;泄压至0 MPa。③蜗壳水压试验第二阶段,升压至0.85 MPa,保压15 min;升压至1.70 MPa,保压15 min;升压至2.125 MPa,保压30 min;泄压至0.98 MPa,开始保压浇筑。

2 蜗壳水压试验测点布置

蜗壳水压试验监测蜗壳、座环变形情况,通过架设百分表监测座环轴向、径向变形及蜗壳膨胀变形情况。测点布置方案为:布置测量断面5个(机组坐标 $\pm Y'$ 、 $\pm X'$,蜗壳直管段断面),布置测点23个。

水压试验测点布置见图1~3。

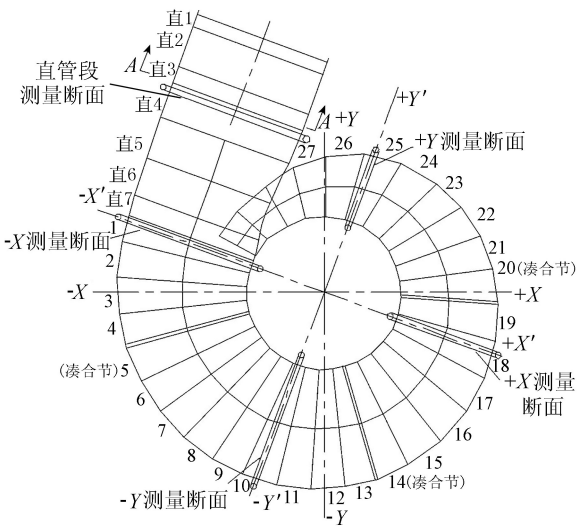


图1 蜗壳水压试验测量位置

3 蜗壳水压试验变形分析

官地水电站2号机组蜗壳水压试验自2010年12月23日20:30开始充水,至2010年12月27日21:15蜗壳压力升至2.125 MPa并保压30 min结束,至2010年12月28日3:20蜗壳压力下降至0.98 MPa,开始蜗壳保压浇筑,蜗壳水压试验全部结束。

作者简介:莫斌伟(1984—),男,甘肃陇西人,工程师,主要从事水电站机电设备安装技术管理工作。E-mail:158316183@qq.com

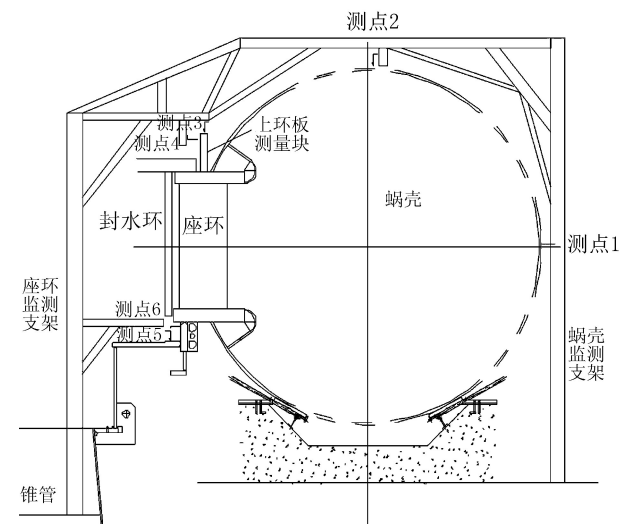


图2 蜗壳水压试验蜗壳座环测点布置

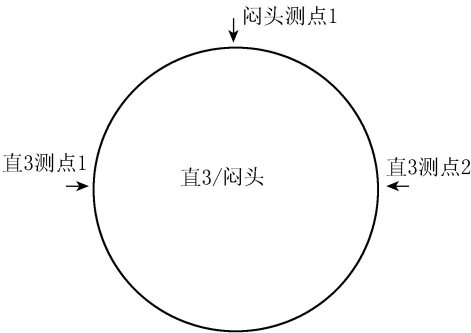


图3 蜗壳水压试验直管段断面测点布置(A—A断面)

3.1 充水阶段

充水阶段,随蜗壳内水量的增加,受水重力影响,蜗壳、座环整体呈现下沉趋势,座环上环板水平

变化如图4所示,座环上环板整体下沉幅度为0.2~1.0 mm,变化幅度最大的位置为机组坐标 $-Y' \sim -X'$ 方向。蜗壳远点变化为 $-0.03 \sim 0.78$ mm;蜗壳上中心变化为蜗壳整体下沉,下沉幅度为0.98~1.85 mm;蜗壳直管段变化为直管段下沉,变化值5.55 mm,直管段端部有水平移动趋势,偏向3号机组方向最大为1.15 mm。

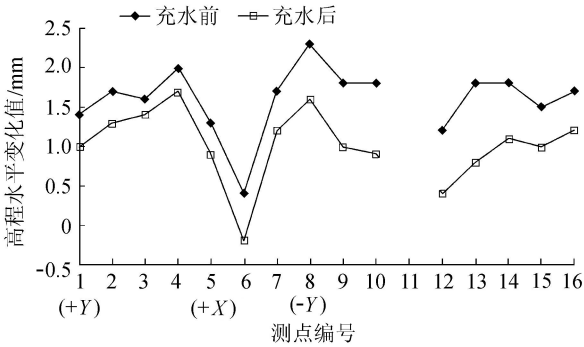


图4 蜗壳水压试验充水阶段座环上环板高程水平变化

3.2 试验阶段

蜗壳水压试验阶段,随压力升高,座环上环板整体呈现上浮趋势,上浮幅度为0.3~3.5 mm, $-Y' \sim -X'$ 方向变化较大;随压力下降,座环上环板整体呈现回落,恢复至试验前的高程水平状态,试验前后座环环板水平无较大变化,详见表1和图5。

3.2.1 升压阶段(0~2.125 MPa)

a. 座环轴向整体上浮,但 $+Y'$ 方向出现下沉现象,座环上环板整体变形幅度为 $-1.09 \sim 5.15$ mm, $-Y' \sim -X'$ 方向的变化绝对值最大。

表1 2号机组蜗壳水压试验阶段数据分析

测量方位	压力变化/MPa	变化值/mm						压力变化/MPa	变化值/mm		
		座环轴向	座环径向	底环板轴向	蜗壳远点	蜗壳上中心	座环开档		直3测点1	直3测点2	闷头
$+Y'$	0~0.98	-0.27	-1.33		2.67	0.60		0~0.98	3.90	-1.38	2.62
	0~2.125	-1.09	-3.00	0.31	5.50	1.15	-1.40				
	2.125~0	0.85	2.80	-0.15	-6.33	-1.4	1.00				
	0.98~0	0.36	1.85	-0.10	-3.01	-0.99	0.46				
	0~0	-0.24	-0.20	0.16	-0.83	-0.25	-0.40				
$+X'$	0~0.98	0.45	-1.67		2.71	2.53		0~2.125	10.42	-3.27	6.65
	0~2.125	0.81	-4.61	0.10	6.56	5.36	0.71				
	2.125~0	-0.65	4.10	-1.95	-6.02	-4.93	1.30				
	0.98~0	-0.70	1.99	-0.82	-3.30	-2.50	0.12				
	0~0	0.16	-0.51	-1.85	0.54	0.43	2.01				
$-Y'$	0~0.98	2.30	1.50	1.64	0.29	3.83	1.66	2.125~0	-7.88	1.97	-5.70
	0~2.125	5.15	3.25	3.98	0.95	8.63	1.17				
	2.125~0	-4.90	-3.35	-3.91	-0.91	-8.40	-0.99				
	0.98~0	-3.15	-1.53	-2.41	-0.55	-4.99	-0.74				
	0~0	0.25	-0.10	0.07	0.04	0.23	0.18				
$-X'$	0~0.98	1.06	-1.25		1.10	4.20		0~0	2.54	-1.30	0.95
	0~2.125	2.62	-1.93	0.39	4.29	8.46	2.23				
	2.125~0	-2.35	2.03	-1.41	-3.48	-8.60	-0.94				
	0.98~0	-1.72	0.70	-1.60	-1.47	-4.95	-0.12				
	0~0	0.27	0.10	-1.02	0.81	-0.14	1.29				

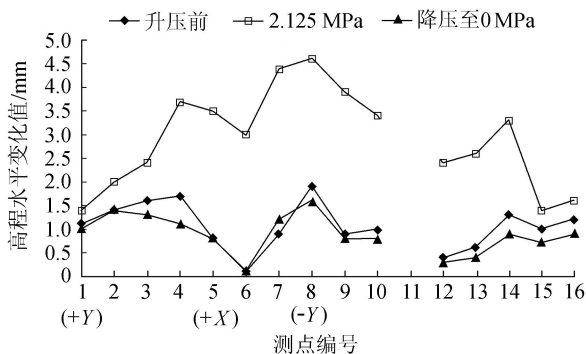


图5 蜗壳水压试验阶段座环上环板高程水平变化

b. 座环径向(座环上环板内圆,内圆直径变大为膨胀、变小为收缩)呈现膨胀趋势,但 $-Y'$ 方向出现收缩,变化幅度为 $-4.61 \sim 3.25$ mm, $+X' \sim -Y'$ 方向的变化绝对值最大。

c. 座环底环板整体上浮,变化幅度为 $0.31 \sim 3.98$ mm, $-Y' \sim -X'$ 方向变化最大。

d. 座环开档变化幅度为 $-1.40 \sim 1.17$ mm。

e. 蜗壳远点呈现膨胀趋势,变化幅度为 $0.95 \sim 6.57$ mm, $+Y' \sim +X'$ 方向变化最大。

f. 蜗壳上中心呈现膨胀趋势,变化幅度为 $1.15 \sim 8.98$ mm, $-Y'$ 方向变化最大。

g. 直管段呈现膨胀趋势,上部膨胀 6.86 mm,同时存在水平移动趋势,向3号机组方向移动变化为 $3.27 \sim 5.72$ mm。

3.2.2 降压阶段(2.125 ~ 0 MPa)

a. 座环轴向整体回落,但 $+Y'$ 方向出现上浮现象,座环上环板整体变化幅度为 $-4.9 \sim 0.85$ mm, $-Y' \sim -X'$ 方向变化绝对值最大。

b. 座环径向呈现收缩趋势,但 $-Y'$ 方向膨胀,整体变化幅度为 $-3.35 \sim 4.1$ mm, $+X' \sim -Y'$ 方向的变化绝对值最大。

c. 座环底环板回落,变化幅度为 $0.15 \sim 3.91$ mm, $-Y' \sim -X'$ 方向变化最大。

d. 座环开档变化幅度为 $-0.99 \sim 1.3$ mm。

e. 蜗壳远点呈现收缩趋势,变化幅度为 $-0.91 \sim -6.33$ mm, $+Y' \sim +X'$ 方向变化最大。

f. 蜗壳上中心呈现收缩趋势,变化幅度为 $1.4 \sim 8.6$ mm, $-X'$ 方向变化最大。

g. 直管段呈现收缩趋势,上部收缩 -5.7 mm,同时存在水平移动趋势,向1号机组方向移动变化为 $1.97 \sim 7.88$ mm。

3.2.3 试验全阶段(0 ~ 2.125 ~ 0 MPa)

蜗壳水压试验阶段升压及降压全过程,各测点位置均无较大永久变形,数据基本恢复原位(除个别测点读数回零后偏差较大)。百分表残余变化值(降压变化值-升压变化值)分别为:座环轴向 -0.24

~ 0.27 mm;座环径向 $-0.51 \sim 0.1$ mm;蜗壳远点 $-0.83 \sim 0.81$ mm;蜗壳上中心 $-0.25 \sim 0.43$ mm。直管段百分表残余变化值较大,闷头测点 0.95 mm,直3测点分别为 -1.3 mm和 2.54 mm。

针对上述百分表的残余变化值,分析认为:在水压试验过程中,监测采用的百分表量程为 10 mm,蜗壳、座环变形值较大,在百分表预压紧时,不确定变形方向,故百分表预压紧值选择 5 mm,百分表读数可测量范围变为 $-5 \sim +5$ mm,根据现场实际变化情况,对百分表进行多次调整预压紧值,此调整可能会引起测点位置的局部变化,蜗壳、座环监测表面均为非精加工工作面,局部位置存在不平整度,是造成百分表残余变化值的主要原因。

4 结 语

水轮发电机组蜗壳水压试验是检验蜗壳焊接质量、蜗壳焊接应力消解的主要措施。官地水电站1号、2号机组蜗壳水压试验结果表明,座环最大变形位置在机组坐标 $+Y' \sim +X'$ 和 $-Y' \sim -X'$ 方向,且这两个方向座环轴向、径向变形趋势相反。同时因座环变形较大,此位置在试验过程中较容易出现渗水问题,在水压试验前安装封水环密封时,需着重注意此位置的密封安装情况。

参考文献:

- [1] 吴海滨. 官地水电站3号机蜗壳水压试验[J]. 四川水力发电, 2012, 31(5): 19-21.
- [1] 陈居森, 姚海明. 雅砻江官地水电站蜗壳水压试验密封结构改进方案[J]. 四川水力发电, 2011(5): 61-63.
- [3] 张彬. 官地水电站600 MW混流式水轮机结构设计[J]. 水电站机电技术, 2012(1): 10-12.

(收稿日期: 2013-07-22 编辑: 熊水斌)

