

宝珠寺水电站机组盘车方法及摆度计算

邢峰

(中国水利水电第五工程局机电安装分局, 河北 三河 065200)

摘要: 盘车是检查镜板与机组轴线及机组各轴法兰间的垂直情况, 轴线有无曲折及弯曲现象, 盘车记录是处理机组轴线的依据。

关键词: 盘车; 机组轴线; 摆度; 不垂直度

中图分类号: TV 734

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)增-0058-02

1 机组的主要参数

宝珠寺水电站共安装4台机, 是由东方电机厂设计, 制造的半伞式水轮发电机组。水轮机型号为HLD80LT-500, 额定水头为84.4m, 额定流量为 $239\text{m}^3/\text{s}$, 额定转速为136.4r/min, 发电机型号为SF175-44/10350, 额定出力为175MW。水轮发电机组共设置了上导、水导两套导轴承和一套推力轴承。上导有12块导轴瓦, 水导有10块水导瓦; 推力轴承位于上导和水导之间, 采用液压支柱式弹性油箱结构, 装配有14块弹性金属塑料瓦, 推力轴承总负荷为1400t, 推力瓦单位压力为2.12MPa。

2 盘车的目的

盘车就是调整机组轴线, 通常用机械或电动方法使机组转动部分缓慢旋转, 在转动部件的特定部位用百分表进行测量, 并记录出各个方向的摆动值, 然后按这些数据来分析计算机组倾斜方向及倾斜值, 以便调整机组, 确保发电机轴和水轮机轴在同一根轴线上。主要要进行的检测内容为: 大轴是否铅垂; 发电机轴与水轮机轴是否同心; 镜板和大轴及转子中心体与发电机小轴是否垂直。

但应注意的, 由于在盘车之前, 发电机轴、水轮机轴及转动部分的法兰是在工厂进行加工的, 因此要求应达到所要求精度, 即单个轴一定是一个直轴, 各法兰间一定要相互平行才行。

3 有关盘车的几个几何尺寸

镜板直径为 $\varnothing 340\text{mm}$, 水轮机轴长为2525mm。发电机轴长为4590mm, 上导中心至镜板摩擦面间距、镜板摩擦面与水轮机轴法兰间距离为3850mm, 水导中心至水轮机轴法兰距离为2825mm, 镜板摩擦面与水导中心的距离为6675mm。

4 盘车前准备工作

4.1 机组中心位置调整

盘车前先调整推力轴承、弹性油箱, 调节镜板高程及水平, 并把转动部分推在迷宫环的中心位置上。

4.2 弹性油箱受力调整

在受力调整过程中, 要始终包住上导和水导瓦, 使机组

轴线一直处于强迫垂直状态。调整14个支柱螺栓, 使各弹性油箱的压缩变形值能够符合一定的规范。受力调整工作结束后, 要复查镜板的水平、主轴垂直度以及水轮机迷宫环间隙, 并作记录, 供准备盘车之用。

5 盘车

5.1 盘车方法

由于只有上导、水导两套导轴承和一套推力轴承, 故只有用水导和上导作为径向支承, 为了使瓦不致和轴抱得太紧, 但又不能抱得太松, 所以要调整间隙以 $0.03\sim 0.05\text{mm}$ 为宜, 太紧使轴不能自由转动, 太松又可能使轴在转动过程中发生位移。

盘车前要仔细进行检查, 确保转动部分和静止设备之间要有一定的间隙, 各轴承挡油环和轴要有一定距离, 并检查迷宫环间隙和风闸闸板间隙, 防止转动部分和静止部分相碰撞, 影响测量结果。

宝珠寺电站盘车为电动盘车, 在发电机转子励磁的情况下, 对发电机定子三相绕组逐相轮换通入直流电, 使发电机转子在电磁力的驱动下发生转动。电动盘车定子所需电流, 一般采用实际试验的方法来确定。

5.2 测点分布

弹性盘车不仅要反映出各转动部分的径向跳动值, 而且还要反映出镜板轴向跳动值, 即轴线与镜板间垂直情况。校核测点分布不仅要有水平测点, 还要在镜板处布置有垂直测点, 其测量部件分别为上导、镜板、发电机大轴法兰、水轮机大轴法兰、水导等。其测量部件序号布置和测点序号布置分别如图1、图2所示。

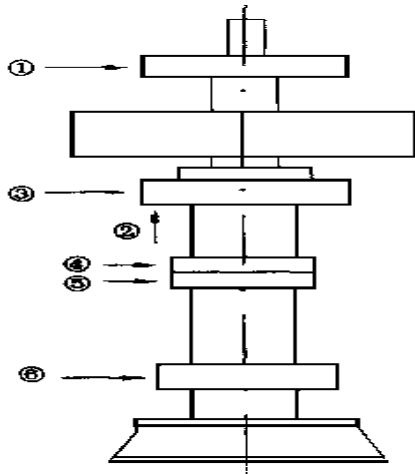
5.3 盘车数据记录分析及调整

在每个测量部件间距90°方向上, 各置两块百分表, 通常位于+X和+Y方向上, 百分表表座吸在固定部件上, 表头指针指向转动部分, 盘车时, 每个部件的百分表都可以准确地记录此部件各测点的相对摆度值。

表1和表2分别为宝珠寺电站4号机在第一次盘车时的记录值。

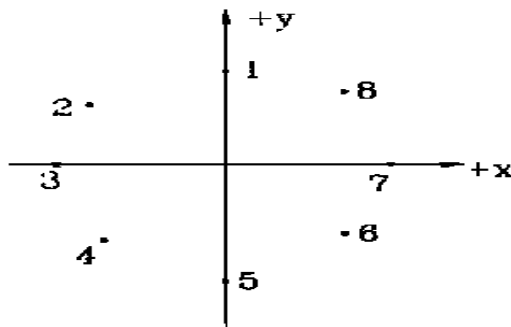
上述记录值, 只是各转动部件在+X轴和+Y轴向的相对摆度值。分析盘车结果好坏, 不但需要知道相对摆度值,

更重要的是要知道每一转动部件的全摆度值。表3和表4分别为+X、+Y方向的全摆度数值表。



注: 上导; 镜板轴向; 镜板径向; 发电机大轴法兰; 水轮机大轴法兰; 水导。

图1 测量部件序号布置图



注: 测点序号为机组未转动时序号, 各部件测点对应一致。

图2 测量部件测点序号布置图

表1 +X方向摆度记录值表 单位: 0.01 mm

部件序号	测点序号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
-3	0	0	-1	-2	-2	-2	-2	-3
-5	-2	0	-1	-3	1	2	2	-2
7	-2	2	21	37	45	39	23	
10	4	3	7	14	18	19	15	
7	3	0	4	10	12	12	10	
1	-1	0	2	2	2	2	3	

表2 +Y方向摆度记录值表 单位: 0.01 mm

部件序号	测点序号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
-1	-1	0	0	0	0	-1.5	-1	
-2.5	0.5	2	1.5	0.5	3.5	5	1	
-17	-25	-22	-10	12	18	11	-8	
10	5	4	14	15	22	17	15	
9	4	2	7	10	15	15	12	
0	-1	-1	1	1	2	1	2	

表3 +X方向全摆度值表 单位: 0.01 mm

序号	相对点			
	5-1	6-2	7-3	8-4
1	-2	-2	-2	-2
2	3	2	-1	
30	47	37	2	
4	14	16	8	
3	9	12	6	
1	3	2	1	

表4 +Y方向全摆度值表 单位: 0.01 mm

序号	相对点			
	5-1	6-2	7-3	8-4
1	1	-1.5	-1	
3	3	3	-0.5	
29	43	33	2	
5	17	13	1	
1	11	13	5	
1	3	2	1	

从表中可以看出, 净摆度值与全摆度值相差甚微, 可用全摆度值代替净摆度值进行盘车结果分析。

根据国际 GB 8564-88 及有关水轮发电机线安装技术规范要求, 盘车全摆度值应小于 $0.03 \text{ mm/m} \cdot L$ 计算值。盘车时抱住上导和水导, 参量 L 为上导或水导到各测点的距离, 由于镜板推力头距离上导和水导最远, 镜板径向全摆度值为最大, 其计算所得允许最大值为 0.20 mm , 而实际所测数据值大大超过要求。

从整个水轮发电机组的设计来看, 只有发电机小轴与转子中心体连接是普通螺栓和止口连接外, 其余各法兰都是销钉螺栓连接, 因此, 只有通过推动发电机小轴来调整机组轴线。

由 +X、+Y 方向全摆度值分析可知, 镜板径向 6-2 点全摆度值最大, 5-1 和 7-3 点的全摆度值相差无几, 8-4 点的全摆度值较小, 因此, 在 6-2 点方向上推小轴, 由计算结果知, 从测点 2 向测点 6 推小轴 0.20 mm 。

松开上导和水导瓦, 用百分表监视推小轴到计算所需要位置上, 再复测镜板是否水平, 并使机组在中心位置, 检查各转动部分和静止部分间隙, 按要求重新抱住上导瓦和水导瓦, 重新盘车, 并记录各测点的摆度值。表5和表6分别为宝珠寺水电站4号机在第二次盘车时的记录值。表7和表8是根据相对摆度记录值计算出的全摆度值表。

表5 +X方向摆度记录值表 单位: 0.01 mm

部件序号	测点序号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
-1	-1	-3	-4	-3	-2	-3	-1	
-5	-6	-3	-5	-5	0	3	0	
-10	-13	-12	-11	-6	-6	-10	-8	
-9	-10	-9	-8	-8	-3	-4	0	
-2	-4	-6	-5	-7	-5	-4	0	
0	0	0	-1	-3	-2	0	1	

表6 +Y方向摆度记录值表 单位: 0.01 mm

部件序号	测点序号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
3	3	4	1	1	2	2	3	
1	2	4	2	2	6	7	5	
7	5	3	3	9	12	10	6	
-3	-2	-2	0	2	5	4	0	
-1	-4	-5	-5	-4	-5	-3	0	
0	-0.5	-0.5	-1.5	-2.5	-2.5	-1.5	0	

表7 +X方向全摆度值表 单位: 0.01 mm

序号	相对点			
	5-1	6-2	7-3	8-4
-2	-1	0	3	
0	6	6	5	
4	7	2	3	
1	7	5	1	
-5	-1	2	5	
-3	-2	0	2	

(下转第63页)

4 渗漏处理施工概述

选择无尘土飞扬、无污染的晴天，器身及冷却器的温度高于环境温度 5℃ 以上方能施工。现以 12B 主变为例，按工序概述施工方法（11B 主变的处理情况与 12B 几乎相同）。主变油循环系统见图 3。

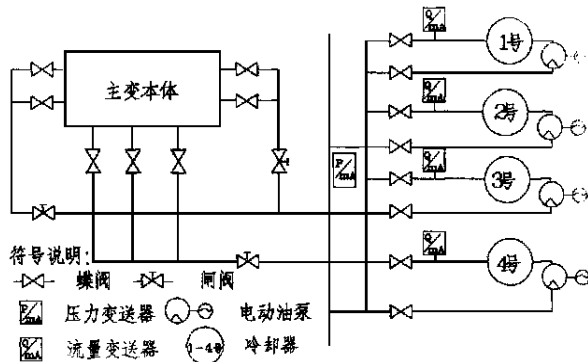


图 3 主变油循环系统图

(1) 工作内容：流量变送器、油出口环管压力变送器、排气塞等处渗漏的处理以及对冷却器加装硅胶。

(2) 停机、主变退出运行。

(3) 关闭油枕（储油柜）至主变本体的蝶阀；关闭进出主变本体各支路油管的蝶阀；关闭进出冷却器组的闸阀。

(4) 从冷却器组的油出口横管的一端堵板处排油，在排油的过程中要不断地从冷却器的排气塞吸入气体，以消除负压，加速排油。排出的油要及时收集到油罐，并进行真空处理，保持油质符合 GB 7665-87 规定。

(5) 加装密封环。拆去流量变送器，清除基座内螺纹表面的油渍、残余物等，再涂上管螺纹密封胶，同时要做好防止异物从基座孔进入冷却器内部的措施。清除流量变送器管螺纹上的异物，按顺序装上压环及“O”型密封垫，再涂上管螺纹密封胶，装配到基座上，“O”型胶垫压缩约 2/5 即可。

(6) 1 h 后，打开油枕与本体间蝶阀，然后再打开进入本体各支路油管上的蝶阀。最后缓缓打开闸阀，将本体内的油注入冷却器，往冷却器注油的过程中要不断地从排气塞排气，直到冷却器充满变压器油，排气塞无气泡排出为止。

(7) 从油枕下部的补油阀处加入工作前从冷却器排出并经处理合格的变压器油至正常油位，补加油时要打开油枕上部的排气塞，以免形成假油位。在本次排油、油处理、补加油过程中几乎没有油的浪费，补加完排出的油已使油位正常。

(8) 排气。投入 4 台冷却器的油泵运行 3 h 后，油循环约 7 次，从升高座、压力释放开关上部、瓦斯继电器、冷却器的排气塞排气 1 次。再运行 12 h 后排气，各处排气塞已无气泡。

(9) 完成以上各项工作仅用 20 h，前 6 h 完成改进密封各项工作，后 14 h 为排气时间。

5 结束语

(1) 11B 主变是 1997 年 12 月 17 日改进，12B 主变是 1998 年 4 月改造，14B 委托施工单位完成。目前无一处有渗漏迹象。

(2) 该方法与重新配装基座，单纯的加密封胶来密封相比较能够节约工时 24 h 以上，具有较好的经济性。

(3) 改造后所用的硅橡胶密封垫具有良好的耐油性、抗老化能力，与变压器本体的密封垫具有同样长的使用寿命。

根据我厂改造的经验，该方法加工配件简单，施工方便，具有较好的经济性，该方法适宜于与我厂具有同类性质的渗漏处理。

作者简介：

蒲小勇（1965 年-），男，四川广元人，宝珠寺水力发电厂检修部主任，工程师，从事发电设备检修工作。

（上接第 59 页）

表 8 + Y 方向全摆度值表 单位：0.01 mm

序号	相 对 点			
	5-1	6-2	7-3	8-4
	- 2	- 1	- 2	2
	1	4	3	3
	2	7	7	3
	5	7	5	0
	- 3	- 1	2	5
	- 2.5	- 2	- 1	1.5

从以上记录上看，全摆度的最大值为 0.07 mm，净摆度的最大值为 0.09 mm，满足安装规范要求，在机组空载试运行摆度实测中也完全符合规范要求。

6 机组盘车的体会

(1) 宝珠寺水电站的盘车方法简单，现场容易操作，通过

机组的运行实践证明，振动和摆度都符合设计要求，说明此盘车方法和摆度计算方法是完全可行的。

(2) 盘车前要进行受力调整，使各弹性油箱的压缩变形值符合一定的规范值，机组转动部分应处于中心位置，大轴应垂直，以免影响测量结果。

(3) 盘车时要注意机组转动部分和固定设备之间不能相碰，特别是各轴承挡油环。因为机组轴线并不是一条理想直线，盘车时，在弹性电磁力的作用下，转动部分和静止部分相抗，会损坏推力瓦和导轴瓦，甚至会导致小轴。

作者简介：

邢 峰（1969 年-），男，湖北黄石人，中国水利水电第五工程局安装分局技术科科长，工程师，学士，从事水电站机电安装工作。