

宝珠寺电站水导瓦隙调整工艺改进

万奇奇

宝珠寺水力发电厂, 四川 广元 628003

[摘要]宝珠寺电站4台混流式水轮发电机组水导瓦通过抗重螺栓调整、维持水导瓦间隙。至运行以来,已历经对此大修,每次大修后根据图纸设计要求将水导瓦间隙调整工艺均为调整抗重螺栓与水导瓦背部垫块之间间隙为0.30mm,误差在0.02mm以内。同时在后期检修中,为保证水导瓦摆度,检修人员已刻意将水导瓦间隙调小,其中1号机组最小调整为0.26毫米,已经远远低于设计要求。但是,机组运行一段时间水导摆度均有所增加,最大可达0.65mm,已超出调整总间隙,针对此问题,根据实际检修经验,分析原因,改进水导瓦隙调整工艺。在1号机组大修后机组运行一段时间观察水导摆度保持在0.25mm,效果明显。为以后同类型导轴承间隙调整工艺提供参考。

[关键词]混流式机组;水导轴承;水导瓦;抗重螺栓;铬钢垫;间隙

DOI: 10.33142/hst.v7i2.11483

中图分类号: TV663.1

文献标识码: A

Improvement of the Adjustment Process for Water Guide Bushing Gap of Baozhushi Power Station

WAN Qiqi

Baozhushi Hydropower Plant, Guangyuan, Sichuan, 628003, China

Abstract: The water guide pads of four mixed flow hydro generator units at Baozhushi Power Station are adjusted and maintained with anti weight bolts to maintain the clearance between the water guide pads. Since its operation, it has undergone major repairs. After each major repair, according to the design requirements of the drawings, the clearance adjustment process for the water guide tile is to adjust the clearance between the anti weight bolt and the back cushion block of the water guide tile to 0.30mm, with an error of within 0.02mm. At the same time, in the later maintenance, in order to ensure the swing of the water guide tile, the maintenance personnel have deliberately reduced the gap between the water guide tiles. Among them, the minimum adjustment for Unit 1 is 0.26 millimeters, which is far below the design requirements. However, after running the unit for a period of time, the water guide swing has increased, reaching a maximum of 0.65mm, which has exceeded the total adjustment gap. In response to this problem, based on actual maintenance experience, the cause is analyzed, and the water guide tile gap adjustment process is improved. After the overhaul of Unit 1, the water guide swing was observed to remain at 0.25mm during operation for a period of time, and the effect was significant, which provides a reference for adjusting the clearance of similar guide bearings in the future.

Keywords: mixed flow unit; water guide bearing; water guide tile; anti weight bolts; chromium steel pad; clearance

宝珠寺水力发电厂位于四川省广元市三堆镇境内,是白龙江干流域开发的第二座水电站,地处白龙江下游,为坝后式厂房。宝珠寺电站具有不完全年调节能力,担负着四川电网调峰、调频和事故备用的任务,电站装有4台单机容量为175MW的半伞式水轮发电机组,型号为HLD89—LJ—500,导轴承仅有上导轴承和水导轴承,其中上导轴承安装有12块水轮发电机组巴氏合金轴瓦,采用楔子板支撑;水导轴承装有10块巴氏合金轴瓦,并采用抗重螺栓支撑方式,抗重螺栓型号为M90×3。水导瓦为偏心瓦,背后装有垫块,正对抗重螺栓,垫块为铬钢垫,安装时要高出槽面。上导轴承及水导轴承间隙调整必须精确,盘车后,根据盘车结果相互之间间隙分配考虑分析需要精确,实际检修中发现,其中的0.01毫米误差,会导致水导瓦或者上导瓦温度升高及推力轴承处摆度增加。

1 水导瓦摆度增加

宝珠寺电站各机组一直采用次调整工艺水导瓦间隙,但是2018年12F机组大修三个月后,水导瓦摆度在同工

况下由原来的0.23mm增加到0.53mm。2020年13F机组大修一星期后,水导瓦摆度在同工况下由原来的0.35mm增加到0.54mm。2021年11F机组大修一个月后,水导瓦摆度在同工况下由原来的0.21mm增加到0.46mm。各机组水导瓦摆度增加的同时,伴随的还有瓦温增加如下表11F机组摆度增加数据。

2 水导瓦摆度增加原因分析

以上几台机组水导摆度发生变化后,12F机组2018年12月份,13F机组在2020年8月,11F机组2022年1月分别进行检查。

2.1 机组轴线变化

检查机组上端轴连接螺栓、下端轴连接螺栓及水发连接螺栓预紧力,在要求规定要求扭力值预紧下,螺栓无松动,排除主轴各连接部分松动的影响;对三台机组轴线检查并检查推力受力、镜板水平值均在合格范围内。重新对机组定中心后调整水导瓦间隙,经过一段时间运行,摆度值再度增加。

表1 2021年宝站11F机组大修后,机组运行一段时间不同负荷、时间下机组状态

序号	负荷(MW)	上导摆度 X	上导摆度 Y	推力摆度 X	推力摆度 Y	水导摆度 X	水导摆度 Y	上机架振 动 X	上机架振 动 Y	上导最高 瓦温	水导最高 瓦温	水位	时间
1	119.1	359	109	418	513	304	319	55	60	54.1	50.7	564.3	7.7
2	93.6	325	105	427	466	189	202	49	53	54.3	50.4	563.7	7.8
3	115.8	354	111	442	492	264	279	57	56	54.4	50.2	563.7	7.8
4	132.6	350	113	406	490	262	282	55	57	54.2	50.8	563.6	7.9
5	130	368	117	412	470	246	270	59	59	54	50	562.1	7.12
6	150.3	438	200	435	502	240	249	63	65	50.2	44.3	567.5	7.19
7	124.9	406	163	442	535	236	261	58	64	51.5	48.9	567.5	7.19
8	18.4	342	122	478	567	229	200	52	67	48.1	45.3	567.2	7.21
9	143.9	411	153	445	540	302	322	58	65	52.2	50.8	567.2	7.21
10	136.4	407	151	454	556	323	345	61	65	52.2	50.9	567.2	7.21
11	139	425	155	468	541	264	284	61	65	52.7	51.1	566.7	7.26
12	100.2	413	137	459	497	125	176	56	59	52.8	51.1	566.7	7.26
13	121.8	455	197	469	532	157	179	62	65	51	47.6	566	7.30
14	123.5	444	188	445	514	165	197	58	63	51.5	48.3	566	7.30
15	117.2	439	168	449	527	160	210	60	64	52.2	49.2	566	7.30
16	126.3	435	182	444	523	212	230	59	66	52.1	49	566	7.30
17	150	469	199	504	581	400	410	70	70	53.3	52.1	564.4	8.2
18	149.8	481	211	546	622	454	481	74	74	53.7	52.7	564.4	8.2号连续运行9小时

表2 统计增大数据

序号	项目	单位	修后值	运行后值
1	出力(换算到额定水头下)	MW	140	141.0
2	开度	%	85.6	86.9
3	耗水率(换算到额定水头下)	m ³ /KW·h		
4	下机架最大垂直振动(双振幅)	mm	0.007	0.012
5	上机架最大水平振动(双振幅)	mm	0.056	0.074
6	上导轴承最大摆度(双振幅)	mm	0.293	0.480
7	水导轴承最大摆度(双振幅)	mm	0.308	0.458
8	推力轴承最大摆度(双振幅)	mm	0.364	0.629
9	推力瓦瓦温(最大值)	℃	30.7	37.5
10	上导瓦瓦温(最大值)	℃	51.0	53.8
11	水导瓦瓦温(最大值)	℃	44.0	52.9

2.2 水导瓦间隙发生变化

各机组后期检查时,在拆除前对水导瓦间隙进行检查,检查发现三台机组修前的总间隙为12F机组0.75mm,13F机组0.82mm,11F机组0.78mm,均大于要求总间隙0.6mm。但是,在修后水导瓦间隙调整后再次检查时发现,水导瓦间隙与修前相同。分析,数据变化主要来自三个方面:一是水导轴承变形,二是水导瓦间隙调整错误。为检查两个因素,三是水导轴承存在影响水导瓦间隙变化的因素。

2.2.1 水导轴承变形检查

将水导轴承划分为四个对称方位,用水导瓦对称抱紧两个方位,在每一个方位架设百分表,用力顶其中一个方位水导瓦,观察四个方位百分表数据变化,最大变化仅动作0.02mm,再次加大力度抱紧后百分表无变化。换一块

水导瓦使用同样方式检查变形量,最大变化值不变。可见,水导轴承变化影响因数较小,排除水导轴承变形的影响。

2.2.2 水导瓦间隙调整错误

按照检修规程要求工艺调整水导瓦间隙:机组中心合格后,在水导轴承处用所有瓦抱紧主轴,并监视该处(x、y方向设两块百分表)x、y方向百分表变化不超过0.01mm。

检查水导轴承挡油环其间隙均匀,在0.35-0.64mm间,要求四周均匀。

将水导瓦顶瓦螺丝旋入手动靠紧水导轴瓦,在轴承体上沿顶瓦螺丝同方向架两块百分表,表针指向轴瓦背面,百分表小针指5大针调零,同时在轴瓦中部方向架设一百分表指向轴颈,百分表小针指5大针调零,两人用扳手同

时拧紧顶瓦螺丝监视轴瓦两侧百分表变化读数一致,其读数一般不超过 0.05mm,在中间百分表读数变化 0.01mm 左右时停止扳动顶瓦螺丝,用 55 方扳手将抗重螺栓松开,检查中间百分表读数应无变化,轴瓦顶紧完毕。按同样方法将十块瓦抗重螺栓顶轴更换到顶瓦螺丝,检查主轴监视用两表的读数应不大于 $\pm 0.01\text{mm}$ 。

水导瓦间隙调整:调整值均匀调整 $0.30\pm 0.01\text{mm}$,在抗重螺丝与铬钢垫间塞入 0.25mm 塞尺,带入抗重螺丝初步用 55 方扳手和 130 套扳手配合使备紧螺母与抗重螺栓相互有一定的预紧度,取出塞尺,一人扳住 55 方扳手防止抗重转动,一人用大锤逐渐加大力度敲击 130 套扳手,边敲边用塞尺测量抗重螺丝与铬钢垫的间隙,当 0.30mm 塞尺可以塞入而 0.31mm 塞尺不能塞入且螺母备紧时合格;其余轴瓦按同样方法调节,全部调好后,待上导部分间隙调整完毕后拆除调节螺栓及百分表。

调整后复测间隙:在要测间隙的位置及与其呈 90° 方向各装一只百分表,将百分表调零,并留有 2~3mm 的行程。顶轴:在测点的对称方向用千斤顶顶轴,直至百分表的长针稳定不动为止,此时百分表的读数即测点处轴承的间隙。千斤顶松开后,百分表应回零,若不回零,应记下不回零的误差值,并进行分析。 90° 方向的百分表用于监视千斤顶有没有向两边偏移,若有偏移,应对千斤顶的位置进行纠正。用同样的方法测量 4 点或 8 点的间隙。注意事项有:(1)由于橡胶瓦有弹性,为了准确地测量,要求操作人员用力要均匀;(2)在操作过程中,应由同一人操作,用同一台千斤顶、同一个把手;(3)各百分表要装设牢固,读数要正确。

调整后统计三台机组水导瓦间隙为:12F 机组 0.80mm,13F 机组 0.87mm,11F 机组 0.75mm,同样大于要求总间隙 0.6mm,排除水导瓦间隙调整错误的影响。

2.2.3 水导轴承存在影响水导瓦间隙变化的因素

检查水导轴承各部件,首先检查了抗重螺栓、铬钢垫,水导瓦面,水导轴承本体无损伤,检查抗重螺栓、铬钢垫硬度符合要求,接触面平整,无损伤。

检查水导瓦背铬钢垫套装在水导瓦背槽内,无螺栓固定,采用液氮冷套,但是,后来的检修中发现铬钢垫套装并未使用液氮冷装,同时铬钢垫固定螺栓因水导瓦上无螺栓孔,固定螺栓也未使用。现在的铬钢垫套装工艺并不能保证铬钢垫与水导瓦背紧贴,所以采用以前检修工艺:直接测量抗重螺栓与铬钢垫之间间隙,会存在巨大间隙误差。所以,必须改变水导瓦间隙调整工艺,以消除水导瓦背铬钢垫间隙带来的影响。

3 水导瓦间隙调整新工艺

(1) 机组定中心后,将水导瓦使用两边顶瓦螺栓将水导瓦抱紧,水导瓦为偏心瓦,抱瓦过程中,应使用三块百分表,每次两边的数值变化一致,抱瓦结束,中间百分表应归零,抱瓦过程中应注意水导瓦两边用力均匀。(2) 旋转抗重螺栓靠紧铬钢垫,靠紧过程中以感觉到铬钢垫受力、但抗重螺栓又旋转不动为基准,停止旋紧螺栓。(3)

检查抗重螺栓外表面,将外表面处理光滑、无损伤,同时应为平面,不可以处在突出、凹面。(4) 在水导油盆架设百分表,百分表底座吸在油盆固定部件上,百分表指针贴近步骤 3 中选择平面,百分表小针对 5 点,大针对零点,复查百分表可靠性稳定。(5) 逆时针旋转抗重螺栓,使抗重螺栓远离铬钢垫,使百分表小针不动,大针行走 0.30mm,注意:旋转抗重螺栓过程中不得触碰百分表,保证百分表行走数值的准确性。(6) 使用塞尺检查抗重螺栓及铬钢垫之间间隙,因水导瓦为偏心瓦及铬钢垫固定不牢,使用塞尺检查时应测量抗重螺栓和铬钢垫之间最小数值,记录数据,此时数据即为消除铬钢垫变形后的事迹数值,按此数值调整后的间隙就是水导瓦间隙的真实值。(7) 重复步骤 5 和步骤 6 两次,同时应有两个人同时测量,对比最后数据应一致,消除测量误差。(8) 一人扳住 55 方扳手防止抗重转动,一人用大锤逐渐加大力度敲击 130 套扳手,边敲边用塞尺测量抗重螺丝与铬钢垫的间隙,调整抗重螺栓与铬钢垫之间间隙为记录数据,当小于记录数据 0.01mm 塞尺可以塞入而大于记录数据 0.01mm 塞尺不能塞入且螺母备紧时合格。(9) 调整完毕后,焊接抗重螺栓挡块,清理油槽后恢复水导轴承。

4 处理后的效果检查

将水导瓦间隙调整新工艺应用于宝珠寺电站 2 号机组 2022 年小修及宝珠寺电站 1 号机组 2023 年季节性检修中,调整后复测间隙分别为 0.31mm 和 0.33mm,准确度明显提升。同时机组运行一段时间后,水导瓦摆度稳定,无明显上升现象。特别是宝珠寺电站 1 号机组,彻底解决了至 2021 年 6 月大修结束后多次出现水导瓦摆度开机后摆度增加和稳定瓦温慢慢升高的现象。同时使用此工艺减少了水导瓦调整次数,降低了生产、劳动成本,提高了安全系数,也给后续机组维护、检修带来了很大的方便。

5 结束语

通过对宝珠寺水力发电厂两台机组水轮发电机组水导瓦间隙调整新工艺的实践证明,用此方法能很好的水导瓦间隙因铬钢垫与瓦背贴近不牢,或者因抗重螺栓、铬钢垫弹性变形造成水导瓦间隙调整不精确的问题,使设备运行环境得到很好改善,减少了检修中需重新调整水导瓦间隙的次数。确保机组安全、可靠地运行。后续检修中会在宝珠寺 3 号机组及 4 号机组中,使用新工艺调整水导瓦间隙,以改善机组运行工况。同时,希望能为其他兄弟电站类似问题的消除提供参考。

【参考文献】

- [1] 薛锋,赵宇豪,周向东.某水电站左岸机组上导瓦温度异常变化分析[J].工程地质学,2021(5):78.
 - [2] 张涛,万懿纬,广波.某大型水电站#6 机组水导摆度大分析处理[J].科学技术哲学,2019(6):67.
 - [3] 陈寿森,陈栋,段鑫.某大型水电站机组水导轴承摆度偏大原因分析及处理[J].产业经济,2023(5):67.
- 作者简介:万奇奇(1987—),男,宝珠寺水力发电厂工程管理部,大学本科学历,工程师,长期从事电力设备检修及管理工作。