

峡江水电站灯泡贯流式水轮发电机组受油器安装

吴庆华

(湖南水利水电工程监理承包总公司,湖南 长沙 410000)

摘要:本文介绍了灯泡贯流式水轮发电机组受油器的作用、结构、经常出现的事故以及发生事故的原因,以峡江水电站机组为例,对受油器的安装流程、安装工艺、间隙检查调整、盘车摆度检查调整等作了具体介绍,并提出了几点建议,仅供参考。

关键词:峡江水电站;受油器;浮动瓦;安装;烧瓦;漏油;间隙;摆度

中图分类号:TV735

文献标识码:B

文章编号:1004-4701(2016)02-0125-07

1 受油器概况

1.1 受油器的作用

受油器是水轮机的重要组成部件,其主要作用是将调速系统的压力油自固定油管引入到转动着的操作油管内,并将其传送至桨叶接力器,及时、有效地调整桨叶开度,从而使水轮发电机组始终处在协联工况下稳定运行。

1.2 受油器的结构^[1]

不同制造厂家、不同水电站,受油器的结构会有所差别,但整体结构大同小异。受油器主要由受油器支架、受油器体、受油器罩、受油器后端盖、转轴、浮动瓦、压板以及桨叶反馈装置等组成。浮动瓦又分为A、B、C三道瓦,分别与桨叶接力器开腔、关腔、轮毂恒压腔相通。调速器压力油从A瓦通过到桨叶接力器开腔从而开启桨叶,接力器关腔的油就通过B瓦回到调速器回油箱。调速器压力油从B瓦通过到桨叶接力器关腔从而关闭桨叶,接力器开腔的油就通过A瓦回到调速器回油箱。轮毂高位油箱的油通过C瓦到轮毂腔,在轮毂内形成一恒压,该压力大于流道内的水压,确保水不渗入转轮内。

2 受油器的常见事故及原因

受油器事故,一直是困扰灯泡贯流式机组安全运行的一大问题。通过国内各灯泡贯流式机组运行情况,受油器常见的事故主要有以下几种:

2.1 受油器严重串油、漏油量大

受油器严重串油、漏油量大,一方面使漏油泵启动频繁、运行时间长,漏油泵甚至来不及抽油导致油溢出油箱;另一方面调速器压力油泵启动频繁、运行时间长。油泵频繁启动抽油,液压油经螺杆泵加压后,调速系统的油温必然要升高,严重影响调速系统的安全运行。不断向受油器补充压力油,桨叶主配压阀可能出现抽动。

湖南某水电站18 MW、江西某水电站12.5 MW、四川某水电站30 MW灯泡贯流式机组在启动试运行过程或检修后投运过程中,发生过受油器严重串油、漏油事故。上述三个电站受油器严重串油、漏油事故具有普遍的代表性,通常原因有:

- (1)浮动瓦径向间隙偏大;
- (2)浮动瓦端面轴向间隙偏大;
- (3)转轴摆度偏大,机组运行中使浮动瓦产生偏磨;
- (4)设备或管道未清洗干净,机组运行中遗留的杂质拉伤浮动瓦;
- (5)浮动瓦端面密封出槽或端面密封损坏。

2.2 受油器运行温度高、浮动瓦烧损

受油器运行温度高、浮动瓦烧损,机组将被迫停机检修,严重影响电站的经济效益。

四川某水电站40 MW灯泡贯流式机组从2006年机组首次启动到2008年机组检修,共发生5次浮动瓦烧损事故,该电站浮动瓦烧损事故具有普遍的代表性。浮动瓦烧损的通常原因有:

- (1)浮动瓦的径向间隙偏小;
- (2)浮动瓦端面轴向间隙偏小;
- (3)转轴的摆度偏大;

收稿日期:2016-01-26

作者简介:吴庆华(1974-),男,大学本科,工程师。

(4) 浮动瓦压板拧紧后变形,使浮动瓦端面轴向间隙发生变化,机组运行中浮动瓦与转轴产生了憋劲,起不到浮动作用;

(5) 受油器支架与转轴的同心度偏差大;

(6) 机组充水后,泡头上浮量过大,使受油器支架与转轴的间隙发生变化。

3 受油器的安装

在灯泡贯流式机组部件中,受油器虽然是小部件,但其结构紧凑,安装精度高、安装工艺要求严。因此,每个安装工序都必须认真细致,严格把关。任何一个环节的疏忽,都有可能严重影响到整台机组的安全运行。

以峡江水电站东方电气集团东方电机有限公司生产的机组为例,具体介绍受油器的安装。峡江水电站安装9台40 MW灯泡贯流式水轮发电机组,其中8[#]、7[#]、4[#]、3[#]机组为东方电气集团东方电机有限公司生产,水轮机型号GZ(982)-WP-770,转轮直径7.70 m,最大水头14.39 m,额定水头8.60 m,最小水头4.00 m,额定流量528 m³/s,额定出力41 MW,额定转速71.4 r/min,飞逸转速210 r/min(非协联工况)。发电机型号SFWG40-84/8700,额定功率40 MW,额定电压13.8 kV,额定电流1 859.4 A,功率因素0.9。

3.1 受油器的结构及安装程序框图^[2]

受油器结构如图1,受油器安装程序如图2。

3.2 安装前的清扫检查及间隙测量

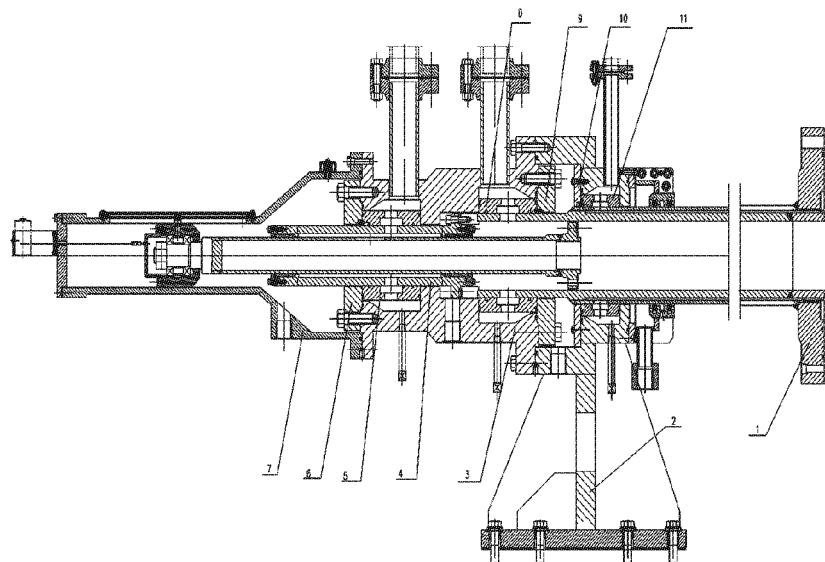


图1 受油器结构图

(1) 转轴后段;(2) 受油器支架;(3) 受油器体;(4) 转轴前段;(5) 浮动瓦A;

(6) 压板A;(7) 受油器罩;(8) 浮动瓦B;(9) 压板B;(10) 压板C;(11) 浮动瓦C。

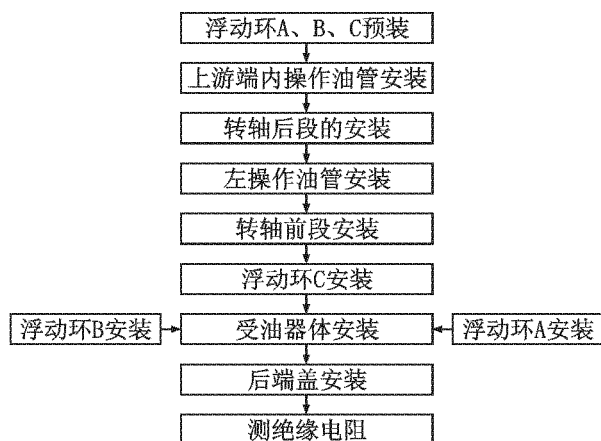


图2 受油器安装程序框图

3.2.1 零部件清扫检查

将受油器装配所有零部件进行全面清扫,去除毛刺、高点、锈蚀、油污或其它污物。按图纸检查各部位的配合尺寸,检查各密封条和密封槽的配合情况。

3.2.2 浮动瓦径向间隙测量

在安装间将浮动瓦A、浮动瓦B、浮动瓦C分别临时套装于转轴前段、转轴后段相应的配合部位,测量三套浮动瓦与转轴前段、转轴后端的配合间隙。配合总间隙应在0.08 mm~0.11 mm之间,若间隙太小,则对浮动瓦进行修刮或打磨处理,直到总间隙符合厂家设计要求;若间隙太大,则应对浮动瓦进行更换处理。检查合格后拆除浮动瓦,调整浮动瓦C进油孔中心与转轴后段

油孔中心重合,并在转轴上作好浮动环 C 的轴向标记。

浮动瓦 A 与转轴前段的间隙测量如图 3 和表 1,浮

动瓦 B 与转轴后段的间隙测量如图 4 和表 2,浮动瓦 C

与转轴后段的间隙测量如图 5 和表 3。

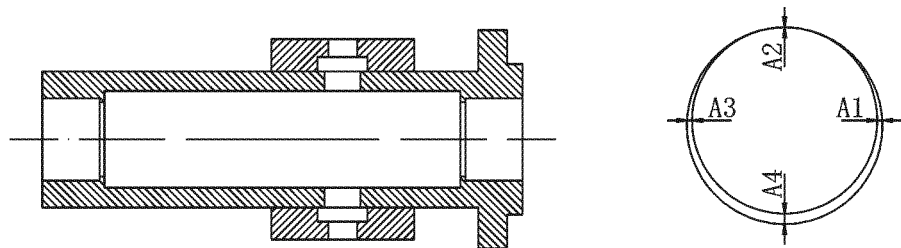


图 3 浮动瓦 A 与转轴前段间隙示意图

表 1 浮动瓦 A 与转轴前段间隙实测值									mm
测点	8#机		7#机		4#机		3#机		
	上游侧	下游侧	上游侧	下游侧	上游侧	下游侧	上游侧	下游侧	
A1	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	
A3	0.05	0.055	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	
A4	0.09	0.09	0.12	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	
A1 + A3	0.10	0.10	0.12	0.11	0.08	0.08	0.09	0.09	
A2 + A4	0.09	0.09	0.12	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	

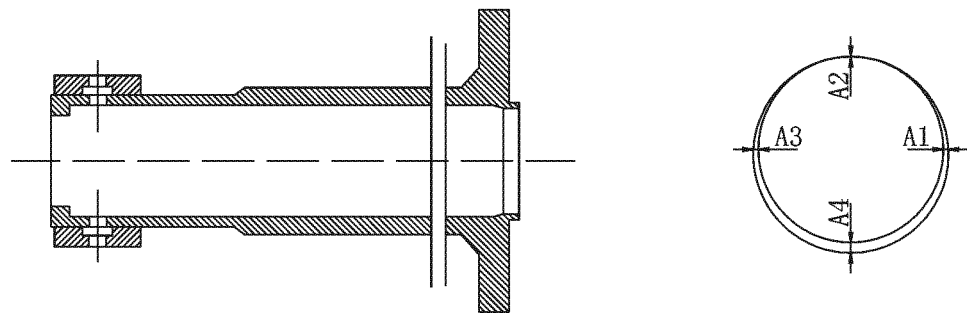


图 4 浮动瓦 B 与转轴后段间隙示意图

表 2 浮动瓦 B 与转轴后段间隙实测值									mm
测点	8#机		7#机		4#机		3#机		
	上游侧	下游侧	上游侧	下游侧	上游侧	下游侧	上游侧	下游侧	
A1	0.04	0.04	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	
A3	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	
A4	0.08	0.08	0.11	0.08	0.10	0.11	0.09	0.09	
A1 + A3	0.08	0.08	0.11	0.08	0.10	0.09	0.09	0.09	
A2 + A4	0.08	0.08	0.11	0.08	0.10	0.11	0.09	0.09	

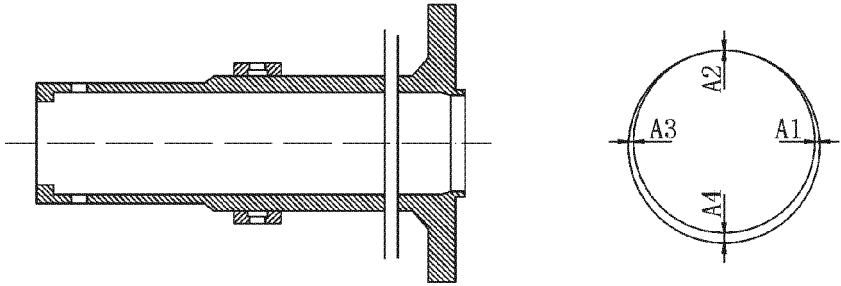


图5 浮动瓦 C 与转轴后段间隙示意图

表 3 浮动瓦 C 与转轴后段间隙实测值 mm

测点	8 [#] 机		7 [#] 机		4 [#] 机		3 [#] 机	
	上游侧	下游侧	上游侧	下游侧	上游侧	下游侧	上游侧	下游侧
A1	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
A2	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05
A4	0.08	0.08	0.08	0.13	0.10	0.09	0.09	0.09
A1 + A3	0.08	0.08	0.08	0.11	0.09	0.10	0.09	0.09
A2 + A4	0.08	0.08	0.08	0.13	0.10	0.09	0.10	0.09

3.2.3 浮动瓦端面间隙测量

在安装间将浮动瓦 A、浮动瓦 B、浮动瓦 C 分别与压板 A、压板 B、压板 C 以及受油器体和受油器支架配装,三个浮动瓦两端的密封圈暂时都不要安装,压板 A、压板 B 与受油器体或压板 C 与受油器支架把合时,只均匀把紧 4 颗螺栓即可。用塞尺检查浮动瓦的端面间隙,三个浮动瓦的端面间隙设计值均为 0.30 ~ 0.50 mm。若间隙太小,则对浮动瓦进行打磨处理,直到间隙

符合厂家设计要求,否则机组在运行时转轴有一定的摆动,浮动瓦不能自由浮动、憋劲造成烧瓦;若间隙太大,则应对浮动瓦进行更换处理,否则端面密封不严,受油器漏油量偏大。

浮动瓦 A 端面间隙测量如图 6 和表 4,浮动瓦 B 端面间隙测量如图 7 和表 5,浮动瓦 C 端面间隙测量如图 8 和表 6。

3.3 受油器正式装配

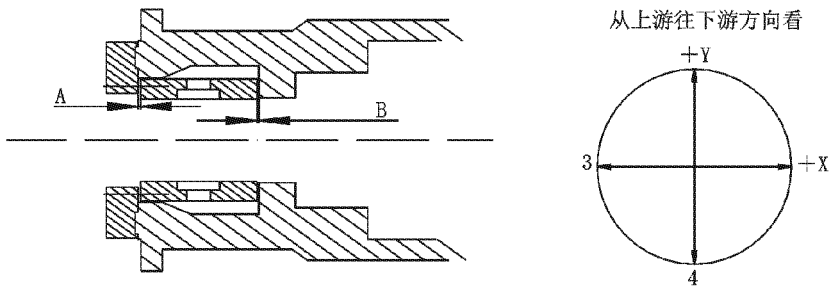


图6 浮动瓦 A 端面间隙示意图

表 4 浮动瓦 A 端面间隙实测值 0.01 mm

测点	8 [#] 机				7 [#] 机				4 [#] 机				3 [#] 机			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A	45	45	45	45	45	45	45	45	36	38	40	38	40	42	40	40
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A + B	45	45	45	45	45	45	45	45	36	38	40	38	40	42	40	40

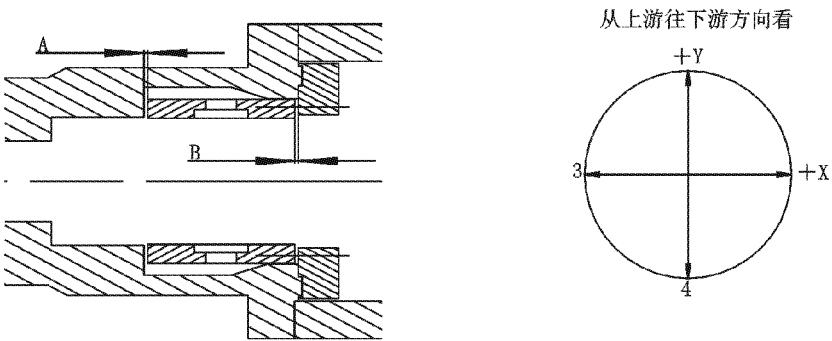


图 7 浮动瓦 B 端面间隙示意图

表 5 浮动瓦 B 端面间隙实测值 0.01 mm

测点	8 [#] 机				7 [#] 机				4 [#] 机				3 [#] 机			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A	50	50	50	50	35	35	35	35	40	38	40	42	40	40	40	42
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A + B	50	50	50	50	35	35	35	35	40	38	40	42	40	40	40	42

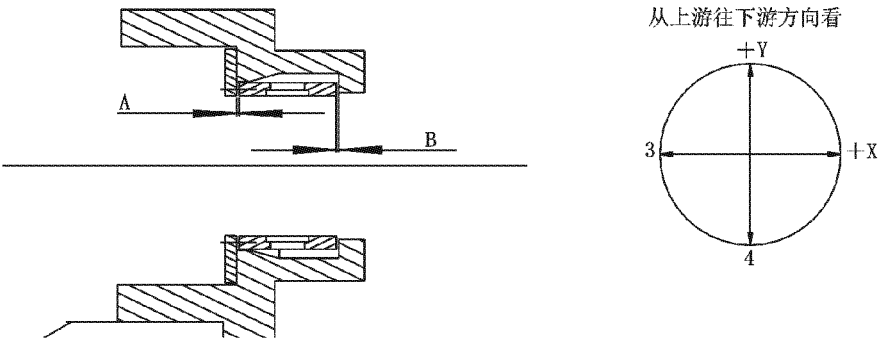


图 8 浮动瓦 C 端面间隙示意图

表 6 浮动瓦 C 端面间隙实测值 0.01 mm

测点	8 [#] 机				7 [#] 机				4 [#] 机				3 [#] 机			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	45	45	45	45	30	30	30	30	48	50	46	48	46	48	46	48
A + B	45	45	45	45	30	30	30	30	48	50	46	48	46	48	46	48

(1)把即将装配的零部件清理干净,相应装入 O 形密封圈或耐油橡胶条,依次把紧上游端内操作油管于内操作油管 I 上、转轴后段于主轴法兰上、左操作油管于上游端内操作油管上,再把紧转轴前段于转轴后段上。

(2)受油器盘车。在转轴后段、转轴前段与浮动瓦配合部位架设百分表,启动高压油顶起装置,旋转主轴盘车。主轴每旋转 45°,读取百分表的读数。计算出转轴后段、转轴前段相应部位的摆度,计算出转轴后段与浮动瓦配合部位的中心与主轴中心的偏差量。根据计算结果,确定转轴后段与主轴的相对调节量。调整范围较小的,

可松开转轴后段与主轴的把合螺栓,重新调整与主轴法兰面把合螺栓的拧紧先后顺序;调整范围较大的,则须刮削法兰面。调整后重新旋转主轴,测量出转轴后段的摆度,直至转轴后段与浮动瓦配合部位的摆度不大于 0.10 mm 为止。本次盘车,转轴前段的摆度只作记录。

根据上述转轴前段盘车摆度记录确定是否需要调整,若转轴前段与浮动瓦配合部位的摆度不大于 0.10 mm,则不再需要对转轴前段进行调整;若转轴前段与浮动瓦配合部位的摆度大于 0.10 mm,则需要对转轴前段进行调整。直至转轴前段与浮动瓦配

合部位的摆度不大于 0.10 mm 为止。本次盘车,在调整转轴前段时要兼顾转轴后段摆度。

转轴盘车百分表的架设和测量如图 9 和表 7。
(3)依次把受油器后端盖装配、水封、甩油环(2/2)套在转轴后段上,把绝缘板安放在受油器底板上,把受油器支架整体套在转轴后段适当的位置上。把浮动瓦 C 按之前所作标记安装到位,然后移动受油器支架直至浮动瓦 C 下游侧端面贴紧它后再把浮动瓦 C 移走。

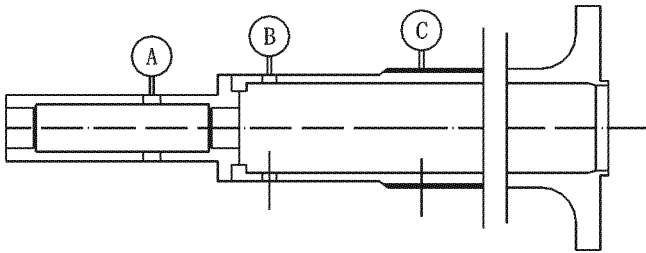


图 9 转轴盘车百分表架设示意图

表 7 转轴盘车实测值 mm

机组	测点	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°	摆度
8#机	A	0	+0.05	+0.06	+0.03	+0.05	-0.02	+0.02	+0.03	0	0.08
	B	0	-0.05	-0.05	-0.05	-0.03	-0.03	-0.01	0	0	0.05
	C	0	-0.02	-0.01	0	+0.01	0	0	+0.02	0	0.04
7#机	A	0	+0.05	+0.06	+0.04	0	-0.02	-0.04	-0.04	0	0.10
	B	0	+0.03	+0.03	-0.04	-0.07	-0.07	-0.06	-0.05	0	0.10
	C	0	+0.03	+0.05	+0.05	0	0	-0.01	-0.01	0	0.06
4#机	A	0	-0.01	-0.03	-0.03	0	+0.03	+0.03	+0.01	0.01	0.06
	B	0	-0.03	-0.07	-0.09	-0.09	-0.07	-0.03	0	-0.03	0.09
	C	0	+0.03	+0.03	0	+0.02	+0.03	0	-0.01	-0.01	0.04
3#机	A	0	-0.01	-0.03	-0.05	-0.03	+0.01	+0.03	0	+0.01	0.08
	B	0	-0.03	-0.02	-0.02	+0.02	-0.06	-0.03	-0.02	0	0.08
	C	0	+0.03	+0.01	+0.02	-0.01	-0.03	-0.04	0	-0.01	0.07

(4)受油器支架安装。将受油器支架缓慢平移吊装到位,吊装过程中防止受油器支架与转轴碰撞、摩擦。调整受油器支架与转轴的同心度,±X 方向间隙应调整均匀;考虑到流道充水后泡头有一定的上浮量,调整 +Y 方向间隙应比 -Y 方向间隙小些,根据以往类似水电站的安装经验,流道充水后泡头约上浮 0.4 mm,则调整 +Y 方向间隙约比 -Y 方向间隙小 0.8 mm,待流道充

水后泡头上浮,受油器支架与转轴的同心度基本居中。在受油器支架同心度调整时,±X 方位间隙不均匀应左右调整受油器支架,±Y 方位间隙不达标应在受油器支架与受油器底座把合缝处加减垫片,加减垫片时应防止受油器支架接地。调整好后再把紧螺栓及绝缘锥销,对底板对称施焊。

受油器支架与转轴的间隙测量如图 10 和表 8。

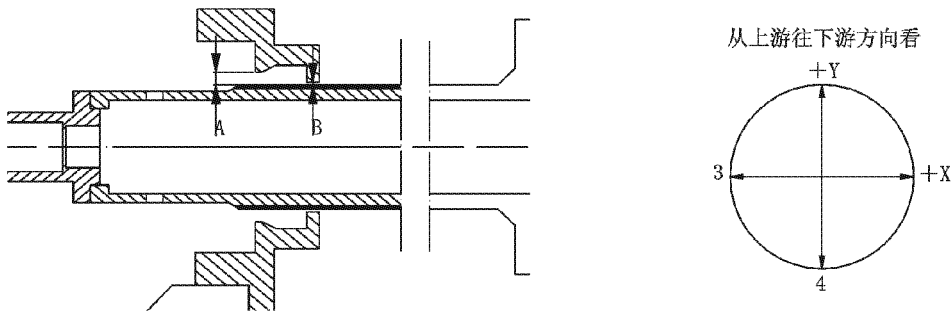


图 10 受油器支架与转轴间隙示意图

(5)受油器体及浮动瓦安装。把两 O 型密封圈装在浮动瓦 C 的两端,把圆柱销装在浮动瓦 C 上后再把浮动瓦 C 安装到位,转动浮动瓦 C 使柱销处于正上方;把 O 型密封圈装在受油器支架上,使压板 C 的圆柱销槽对准圆柱销后再安装到位。

把圆柱销装在浮动瓦 B 上,再在浮动瓦 B 的两端装上 O 型密封圈后把浮动瓦 B 装入受油器体内,有柱销的位置朝上;把 O 型密封圈装在受油器体上后再把紧压板 B 于受油器体上。
把 O 型密封圈装于受油器支架上,然后把受油器体

表 8 受油器支架与转轴间隙实测值

mm

测点	8 [#] 机		7 [#] 机		4 [#] 机		3 [#] 机	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	35.00	1.95	35.14	2.50	35.07	2.45	35.00	2.50
2	34.60	1.65	34.82	2.16	34.74	2.03	34.70	1.90
3	35.00	1.97	35.14	2.50	35.10	2.55	35.10	2.40
4	35.40	2.36	35.44	2.80	35.55	2.78	35.50	2.70

穿过转轴前段及转轴后段后把紧在受油器支架上。

把圆柱销装在浮动瓦 A 上,再在浮动瓦 A 的两端装上 O 型密封圈后把浮动瓦 A 装入受油器体内,有柱销的位置朝上;把 O 型密封圈装在受油器体上后再把紧压板 A 于受油器体上。

(6)受油器其它零部件安装。根据受油器装配图中示意图的尺寸确定甩油环在转轴后段上的位置,使用油环在以后机组运行时不会与后端盖相碰,在转轴上作出相应标记。把甩油环的两半在所作标记处把合在一起,检查甩油环分半组合面间隙、错牙及其甩油环与转轴后段之间的间隙,甩油环与转轴后段之间应无间隙,若有时则可修磨甩油环分半组合面。把 O 型密封圈装于受油器支架上,水封安装到位后,再把紧受油器后端盖于受油器支架上。

把 O 型密封圈装于受油器体上,再通过圆柱销及螺栓把紧受油器罩于受油器体上。在端盖上装上耐油橡胶圆条后再把紧端盖于受油器罩上。

(7)受油器安装完成后,测量受油器对地绝缘电阻 $\geq 0.5 \text{ M}\Omega$ 。

4 几点建议

(1)机组零部件安装前,要对零部件的尺寸特别是关键的装配尺寸进行测量复核或进行预装,及时发现和处理机组生产厂家在设计方面考虑不周或加工超差等

问题;避免设备安装完成后或机组运行后才暴露问题,造成更大的返工和安装工期的延误。

(2)设备内部清洗和油管道清洗必须到位,严格执行安装单位“初检、复检、终检”三检制度和监理单位检查验收制度,确保设备和管道内清洁、无遗留焊渣和其它杂质。

(3)安装调整受油器支架,要考虑流道充水后泡头上浮的影响。如果条件允许,可在流道充水后安装调整;条件不允许,首台机组可参考类似电站进行调整。流道充水时,务必架设百分表监测泡头实际上浮量,为以后机组检修和后续机组安装调整提供参考。

(4)不要忽视受油器绝缘问题,受油器接地短时间可能不会暴露什么问题;但机组长期运行,轴电流从转轴与浮动瓦接触部位通过,转轴和浮动瓦表面就会发生电流烧伤痕迹。

(5)受油器安装完成后,配管、电气等其它工种人员进行相关收尾工作,机组安装人员必须做好技术交底,特别是在需要施焊时,注意电焊机地线的位置,防止焊接过程中电流通过转轴、浮动瓦致设备烧损。

参考文献:

[1] GB8568 - 2003 水轮发电机安装技术规范[S].

[2] DL/T5038 - 2012 灯泡贯流式水轮发电机组安装工艺规程[S].

编辑:张绍付

Installation profile of the oil head in Xiajiang Hydropower Station bulb tubular turbine generating set

WU Qinghua

(Hunan Water Resources and Hydropower Engineering Supervision Contractors, Changsha 410000, China)

Abstract: This paper introduces the function, structure, frequent accidents and corresponding reasons of the bulb tubular turbine generating set. Taking the hydropower generating set in Xiajiang as an example, the oil head's installation process and technique, clearance check adjustment and barring throw test adjustment are detailly introduced. And a few suggestions are made for reference.

Key words: Xiajiang; Oil head; Floating tile; Installation; Tile burning; Oil leakage; Clearance; Throw

翻译:邹晨阳