

二滩水电站发电机制动器故障检查及分析

肖玲

(雅砻江流域水电开发有限公司 二滩水力发电厂,四川 攀枝花 617100)

摘要:介绍了二滩水电站发电机制动器的原理和结构特点,针对制动器出现的典型故障,提出了行之有效的检查方法并分析了故障产生的原因,为制动器的运行维护提出了建议。

关键词:发电机;制动器;故障检查;原因分析;二滩水电站

中图分类号:TV7;TV738;TV734

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)01-0093-03

1 概述

二滩水电站位于四川省攀枝花市米易县和盐边县境内的雅砻江下游河段,距攀枝花市46 km,是雅砻江干流上开发的第一座水电站。二滩水电站是以发电为主的水电枢纽工程,水库正常蓄水位高程1 200 m,总库容58亿 m^3 ,调节库容34亿 m^3 ,具有季调节能力。二滩水电站安装6台单机容量为55万kW的水轮发电机组,总装机容量为330万kW,多年平均发电量170亿 $kW \cdot h$ 。

二滩水电站首台机于1998年8月投入运行,2000年工程竣工,累计发电量已超过2 000亿 $kW \cdot h$,取得了巨大的经济和社会效益。机组投产至今,在长达16 a的运行和检修期间,也出现了很多故障和缺陷,但经电厂技术人员的认真分析和处理,机组始终保持较好的运行稳定性和可靠性。笔者针对二滩水电站发电机制动器出现的故障进行了检查分析,并提出了运行维护建议。

2 发电机组制动器结构原理

二滩水电站发电机型号为SF550-42/12782,布置形式为立轴半伞式。水轮发电机组的制动采用机械制动方式,24个制动器分四组对称安装在下机架支腿上以 $\pm X$ 、 $\pm Y$ 四方向定位,各方向布置一组(6台)制动器,内外侧各布置3台;制动环板分2排,共100块,布置在发电机转子下方,材质为Q235-A。另外,检修时在发电机制动系统管道内部通高油压,制动器还起到顶起装置的作用,将水轮发电机组的转动部分顶起并锁锭,以方便对发电机推力瓦进行检修维护等。

制动器结构如图1所示。其为双缸结构,电

站按机组俯视顺时针运行方向给每台制动器缸体编号为#1、#2活塞缸,下部单向进气、弹簧复位。在制动器活塞上设有一道组合式U型动密封,材料为丁氰橡胶,用于阻挡活塞下腔介质进入上腔。活塞缸底部设有一道O型静密封,橡胶材料,用于防止活塞内的介质向外渗漏。活塞缸上部压板内孔装有铜制的抗磨环,铜环内装有一个防尘圈,防尘圈由软毛毡材料制成,用于防止外部粉尘等异物进入活塞上腔。在活塞缸的上部外侧装有一个呼吸器,活塞动作时,上腔的气体经呼吸器排出、吸入,使活塞动作顺畅。在活塞体上部装有一个预压紧的弹簧,活塞上移时,弹簧再次被压缩储能,活塞下腔撤压后弹簧在回复力的作用下将活塞下压。在闸瓦托板的对角位置安装有两个 $\varphi 37$ mm导向柱,其作用是在制动时限制闸板、弹簧等部件在制动摩擦倾覆力矩作用下的过度倾斜;并在制动器起落时引导其起落轨迹、调整活塞不同步时的偏差。活塞顶部的螺栓将闸瓦托板与其紧密联结,使闸瓦随活塞同步上下运动。制动器恢复下落的驱动力来自活塞自重、活塞顶部连接件的重量和受压弹簧的回复力的联合作用。

3 故障现象

2007~2008年,二滩水电站对6台发电机组完成了一轮机组小修工作。2008年2月26日02:43,在5号发电机组自动停机过程中,5号发电机组制动闸腔体气压无压后,CCS扳制动器在“投入”位置;03:17,CCS发“5号发电机组制动器位置下落”。09:00,在停机状态下将制动器投退1次,检查发现 $-X$ 、 $-Y$ 、 $+Y$ 方向侧各有1个制动器未自动下落,2 h后检查 $-X$ 、 $+Y$ 方向侧

收稿日期:2014-11-11

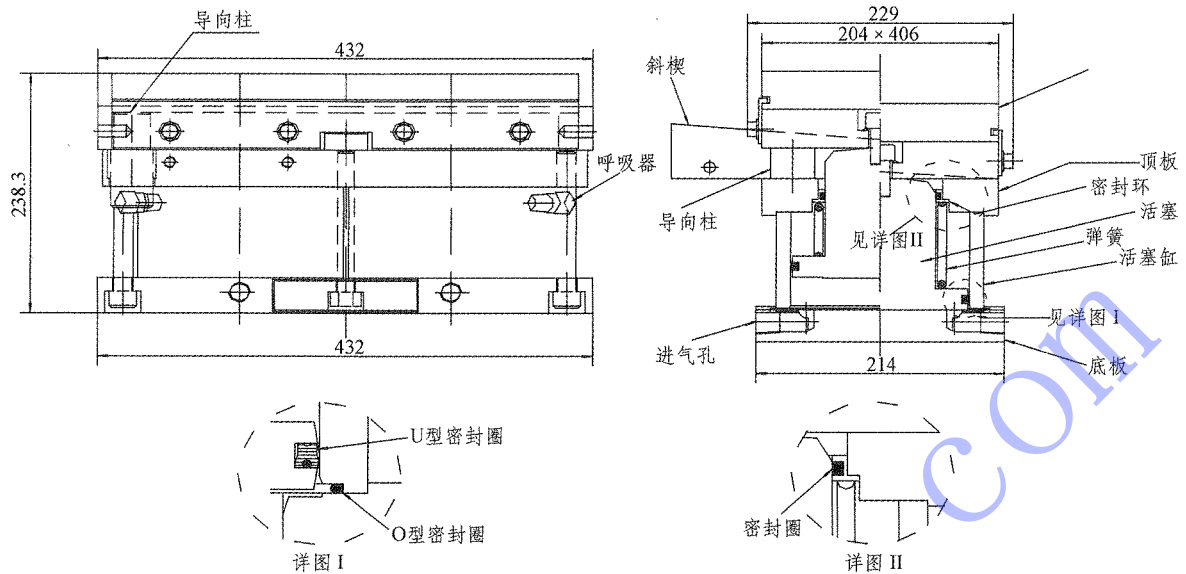


图1 制动器装配图

制动器已自动下落, -Y 方向侧制动器则仍未下落。遂在停机状态下又将制动器投退 1 次, 检查发现 +X、-Y 方向侧各有 1 个制动器未自动下落。将 +X 方向侧未下落的制动器分解检查并重新装配后, 在停机状态下反复投退制动器, 发现 +X 方向侧制动器下落正常, -Y 方向侧一个制动器始终不下落。

4 对出现故障的制动器进行检查

电厂技术人员对始终不下落的 -Y 方向外侧

的 1 个故障制动器进行了分解检查和测量。

4.1 制动器零部件尺寸配合情况检查

对制动器活塞和导向柱等零部件尺寸进行了测量, 测量的尺寸包括: 制动器活塞缸内径、制动器活塞外径、导向孔内径、导向柱外径, 并以此计算活塞缸与活塞、导向孔与导向柱之间的配合总间隙。与 4 号、6 号发电机组制动器的零部件(每台机组抽样 2 台制动器共 4 个活塞、4 个活塞缸)尺寸进行对比的结果见表 1。

表1 活塞和导向柱零部件尺寸对比表

机组编号	活塞编号	活塞缸内径	活塞外径	总间隙	导向孔内径	导向柱外径	总间隙
6	1	152.46	152.1	0.36	37.72	37.08	0.64
	2	152.4	152.1	0.3	37.74	37.1	0.64
	3	152.4	152.16	0.24	38.12	37.06	1.06
	4	152.42	152.16	0.26	38.1	37.06	1.04
4	1	152.46	152.1	0.36	37.72	37.08	0.64
	2	152.4	152.1	0.3	37.74	37.1	0.64
	3	152.4	152.16	0.24	38.12	37.06	1.06
	4	152.42	152.16	0.26	38.1	37.06	1.04
5	1	152.42	152.2	0.22	38.02	37.22	0.8
	2	152.4	152.28	0.12	38	37.2	0.8

注: 5 号发电机组 #2 活塞为故障活塞。

通过尺寸测量和对比发现: 5 号发电机组 -Y 方向外侧故障制动器 #2 活塞缸与活塞之间的配合尺寸相对于其它机组制动器偏小, 最小配合总间隙尺寸为 0.12 mm, 单侧间隙仅为 0.06 mm。由此可以判定, 造成配合总间隙尺寸较小的原因是活塞外径尺寸偏大。

4.2 弹簧性能测试情况

对该制动器的两个弹簧与备品制动器的两个弹簧进行了性能对比测试。

测试方法: 选取试验载荷三个级别: 196 N, 392 N, 588 N, 在试验台上分别作用于四个弹簧, 测量各自的压缩进程和回弹回程位移量并进行位移量对比。

测试结果: 相同试验载荷下, 四个弹簧压缩进

程和回弹回程位移量无显著差异,说明四个弹簧力学性能基本一致。

4.3 其它检查情况

在分解故障制动器后,发现配合总间隙尺寸较小,#2 活塞缸有一处局部摩擦的痕迹较其它活塞缸略为明显,其呈条块形,痕迹表面略显粗糙但未见毛刺;其它部位检查未发现制动器托板有较大变形、活塞密封损坏、油缸内有机械杂质等异常情况。

5 故障原因分析

由于在检修过程中,所有的机组均进行过制动器密封更换的工作,但制动器不能正常下落的缺陷却集中出现在5号发电机组,通过对缺陷进行跟踪和检查,分析其产生的原因如下:

5.1 新换密封的影响

制动器活塞密封为组合式U型密封圈,U型口朝下安装,当机组停机时,制动器下腔通压缩气体,顶起制动器闸瓦实施机组制动,同时气压将U型密封圈紧紧地压在活塞缸壁上以保证不发生压缩气体泄漏。停机流程结束后,制动器气压撤除,活塞在预压弹簧及自重的作用下克服各种摩擦阻力自动落下复位。一方面,由于未经过长时间运行磨损,新密封圈比旧密封圈外径要大,自然增加了制动器活塞下落复位过程中的摩擦阻力;另一方面,由于密封圈在气压作用下,紧密贴在活塞缸壁上,将密封圈外圈表面与活塞缸内壁表面之间的气体挤尽,此时会出现真空状态,两者结合得更加紧密而造成活塞下落复位开始时的初始摩擦阻力增大。

5.2 活塞缸与活塞配合间隙的影响

制动器制动时,制动器会承受较大的切向分力和一定的径向分力的共同作用,制动器动作部分可以在导向孔和导向柱总间隙范围内产生侧向移动,且产生在两个活塞和制动器活动支撑板构成的构架内可以承受的微量偏转,但这种侧向移

动量和偏转量都是微小的。活塞垂直方向圆弧型的设计不足以使活塞和活塞缸直接发生卡塞,但由于其配合间隙小,使得密封圈不仅受到更大的压缩,而且在活塞微量偏转时会产生两侧不对称的、相对于密封圈更大的挤压作用,因而产生出更大的摩擦阻力,该阻力增加了活塞下落复位时的初始摩擦阻力。

此次检查发现的#2 活塞缸有一处较为明显的条块形摩擦痕迹,正是由于其配合间隙小以及活塞缸内存有细小的杂质,在长期运行中的摩擦作用下产生的。

根据以上检查结果和综合分析可以得出以下结论:二滩水电站5号发电机组-Y方向外侧制动器不能正常下落的原因是由于该制动器#2 活塞内活塞与缸体的配合间隙较小,而且在更换新密封圈后摩擦阻力较大造成的。

5.3 处理措施

整体更换该制动器并检查其间隙和密封配合情况。

6 对机组运行维护提出的建议

基于以上检查分析和处理过程可以得出以下结论:更换发电机制动器前一定要仔细检查,确保活塞和缸体之间的间隙符合要求;另外,在运行过程中,类似机构的制动器如果遭受过大切向力的作用,也会造成导向柱、弹簧、活塞的倾斜,会导致导向柱、弹簧变形,因此,一定要提高自动化元件的可靠性和控制逻辑的正确性,确保在规定转速以下投入制动器;在机组检修顶起转子后,检修人员习惯在制动器托板下部塞入锁锭板以承受转动部分的重量,这样的支撑方式易造成托板的拱曲变形,该变形量的叠加也会造成活塞回落卡阻,因此,应当尽量避免这种操作。

作者简介:

肖玲(1977-),女,湖北房县人,工程师,从事水电站机械设备检修维护工作。(责任编辑:李燕辉)

成都院荣获2014年电力行业质量奖

成都院组织编写的《2014年全国电力行业质量奖申报材料》,经中国水电工程顾问集团公司推荐报送中国电力企业联合会、中国水利电力质量管理协会。根据中国水利电力质量管理协会《卓越绩效评价准则电力行业实施指南(试行)》和《电力行业质量奖评审管理办法》,中国电力企业联合会和中国水利电力质量管理协会专家对成都院进行资格审查和材料评审,并通过材料评审。经过对成都院进行现场评审,同意推荐成都院评定“全国电力行业质量奖”。经电力行业质量奖评审委员会综合审定,最终成都院以2014年度申报电力行业质量奖各单位中总分第一名(成都院总分692分,卓越绩效评价标准分值满分为1000分)的骄人成绩荣获2014年全国电力行业质量奖荣誉。