

浅析撒多水电站进水蝶阀漏水的原因分析及处理

万连彬¹, 汪从俊¹, 翟兴学²

(1. 四川凉山水洛河电力开发有限公司, 四川 凉山 615000;

2. 中阀科技(长沙)阀门有限公司; 湖南 长沙 410000)

摘要:对撒多水电站水轮机原进水蝶阀的结构、运行原理、技术参数、主密封损伤漏水现象等进行了介绍,对原进水蝶阀严重漏水原因进行了分析,并对更换新进水蝶阀的金属密封结构和特点进行了较为详细的说明,可为水电站进水蝶阀主密封结构的选用提供参考。

关键词:撒多水电站;水轮机进水蝶阀;漏水;分析;改造

中图分类号:TV7.7;TV737;TV735

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)增2-0129-04

水电站中的水轮机进水蝶阀是安装在水轮机蜗壳延伸管上的大型阀门,其公称尺寸应与蜗壳直径相同,且应与压力钢管直径相匹配,通过阀门全开、全关起到接通或切断水源的作用,

1 撒多水电站的基本情况

撒多水电站为四川省境内金沙江中游左岸一级支流水洛河流域梯级开发的第九级电站。四川凉山水洛河电力开发有限公司是水洛河流域开发的建设单位,撒多水电站是水洛河梯级开发的第一期工程,该电站上、下游分别为宁朗电站和捷可电站。电站坝址位于木里县宁朗乡政府下游,经右岸引水至撒多沟口下游1 km处建地下厂房发电。撒多水电站水轮机型号为HLY151-LJ-260,额定流量为51.47 m³/s,额定水头为152 m,额定转速为300 rpm。发电机型号为SF-J70-20/5400,额定功率为72.16 MW,额定电压为13.8 kV,功率因数为0.875。该水电站的开发任务主要为发电,兼顾下游生态环境用水要求。枯水期平均出力为17.8/27.2 MW(单独/联合),多年平均年发电量为8.860/9.152亿kW·h(单独/联合),年利用小时数为4 220/4 360 h(单独/联合)。

撒多水电站水轮机进水蝶阀SKD7zH-24为重锤式水轮机进水蝶阀(以下简称进水蝶阀),其设计、制造、试验及验收要求符合GB/T14478《大中型水轮机进水阀门基本技术条件》国家标准和相关技术规范的要求。该进水蝶阀安装在水轮机

蜗壳延伸管上,主要作用为:

(1) 停机检查或检修水轮机时关闭阀门,截断水流,形成检修的安全条件。

(2) 机组较长时间停机时截断水流,以减少导叶漏水损失及因漏水造成的间隙汽蚀损坏,还可避免机组长期运行后因导叶漏水量增大而不能停机的的问题。

(3) 事故情况下,在动水中紧急关闭阀门截断水流,防止事故扩大。

2 撒多水电站蝶阀的工作原理、技术参数及结构

2.1 进水蝶阀开、关原理

开阀启动油泵,将压力油输入蓄能器至额定压力后自动停止。蓄能器提供压力油,打开液压旁通阀,介质进入水轮机蜗壳,空气阀自动排气,待阀前后平压后解除液压锁锭,开启进水蝶阀。进水蝶阀开启到位后,液压锁锭投入,关闭旁通阀。关闭时,首先解除液压锁锭,进水蝶阀摆动油缸电磁阀换向,在重锤和蝶板偏心力矩的作用下阀门关闭。关闭到位后,液压锁锭油缸电磁阀换向,液压锁锭投入。

2.2 进水蝶阀的主要技术参数

进水蝶阀的主要技术参数见表1。

2.3 进水蝶阀设备的主要结构

进水蝶阀主要由阀体、活门(或称蝶板、阀板)、接力器、连接头、重锤、阀轴、轴封部件、阀轴定位部件、锁定机构及液压系统、电气控制操作系统等组成。

2.4 密封结构及原理

收稿日期:2017-01-10

表1 进水蝶阀主要技术参数表

公称通径 DN/mm	最大静水头 /m	适用 介质	介质温度 /℃	对介质的 控制方式	液压系统额定 压力/MPa	开阀时间 /s	关阀时间 /s
3 200	178	泥沙河水	<80	全开或全关	16	60~120	60~120

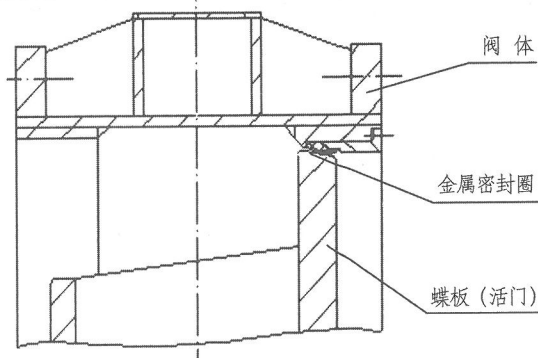


图1 进水蝶阀密封结构示意图

撒多水电站发电前的进水蝶阀密封结构见图1。阀门采用双偏心密封原理,主密封(即工作密封)为硬性金属密封结构,密封环为不锈钢材质(cF8M)。阀体密封圈为活动的、类似L形的弹性金属密封圈,通过压圈固定在阀体上,在金属密封圈后装有大小两道弹性橡胶密封盘根提供辅助密封并调整密封副压缩过盈量。蝶板密封面为经数控机床精加工成球形面,关闭后与阀体弹性密封圈吻合并形成一定的密封比压,在设计密封宽度范围内实现密封。

3 进水蝶阀密封出现漏水现象

撒多水电站布置为一管三机,三台进水蝶阀主密封部件在安装后调试及后续运行过程中均出现不同程度的破损及漏水,其中1#、3#进水蝶阀漏水严重,严重影响到电站的安全运行及检修。进水蝶阀于2014年6月进入充水动态调试和试运行,运行过程中发现主阀活门在关闭过程中出现卡阻,厂家将进水蝶阀通过重锤自重关闭改为双作用油缸加油压关闭,蝶阀卡阻和关闭不到位现象暂时消除,但进水蝶阀在关闭后出现严重漏水现象,导致3#水轮发电机组正常停止过程中需要添加液压制动克服机组漏水方能停止机组,同时造成水轮机无法开展正常的导水机构检查、检修工作,降低了机组正常发电效率,存在严重威胁机组安全运行的重大安全隐患。

通过对撒多水电站停水进入蝶阀内部检查后分别发现撒多水电站1#机组进水蝶阀的主阀活门下端的止水活动金属密封环脱离工作位置60~65 mm、宽18 mm,弹性压缩橡胶盘根断裂,阀

体活门与活动金属密封环工作面间隙为0.1 mm,金属密封环底部与密封座间隙超过10 mm,活门与上段金属密封环接触面的1/5区域间隙为0.75 mm,活动金属密封环存在突出变形段,最大变形宽度约2.5 cm,金属密封下的弹性O型圈被挤压变形脱槽断裂(图2);开启阀门后进行检查发现阀门的活动金属密封环严重偏移和严重变形,橡胶密封盘根多处断裂和外露损坏。3#进水蝶阀活动金属密封圈整件完全脱离工作位置,金属密封圈断裂严重扭曲变形已被水冲到机组蜗壳区域,严重威胁机组的安全运行。2#进水蝶阀弹性压缩橡胶盘根也有较大范围外露及断裂现象。



图2 1#进水蝶阀密封损伤情况

4 进水蝶阀漏水的原因分析

进水蝶阀在关闭过程中有卡阻现象并在后期出现蝶阀严重漏水。根据现场调试的运行跟踪记录及运行反馈,结合停水现场勘查,经过组织相关技术专家查阅相关资料和专题会议论证,分析出进水蝶阀主密封部件破损及漏水的主要原因为:

(1) 进水蝶阀的主密封结构设计不适合撒多水电站运行工况。

撒多水电站丰水季节泥沙含量多,因进水蝶阀口径较大,运行水头较高,而进水蝶阀主密封为硬性金属硬密封结构,且活动的弹性金属密封圈设在阀体上,通过调节压圈压紧定位,但活动的弹性金属密封圈限位结构不好,可靠性差,为了满足大口径高水头阀门运行密封要求,必须充分调节压圈以

压紧活动的弹性金属密封圈使其达到足够的过盈量、形成一定的密封比压才能密封,从而造成开关过程中密封面摩擦力矩过大,带动活动的弹性金属密封圈位移并偏转理论工作位置,会直接挤压和破坏橡胶密封盘根并造成密封盘根外露破损。由于活动的弹性金属密封圈的密封调节压圈固定在阀体上,也无法直接调整及更换密封部件,检修不方便,检修可行性很差;另外,此种主密封限位结构对泥沙及杂物的适应性也很差,密封面一旦稍有卡阻,关阀时会直接将活动的弹性金属密封圈挤压脱离密封工作位置,损伤所密封的相关部件。

(2) 进水蝶阀部分构件刚性存在欠缺。撒多水电站三台进水蝶阀规格为 DN3 200 mm PN2.4 MPa, 针对该工况, 阀门的轴径选取及活门结构设计布置偏弱, 阀门在正常关闭工况下封水承压后活门变形超出设计理论要求, 造成活门密封面与阀体活动的弹性金属密封圈接触受力不均匀增加, 从而引起活动的弹性金属密封圈偏移量增加, 加大了活动的弹性金属密封圈挤压脱离密封位置作用因素。

(3) 进水蝶阀设计关闭力矩不足。进水蝶阀设备原要求为重锤关阀, 投运后出现了阀门关闭不到位的情况, 厂家对液压系统进行了改造, 将其改造为双作用型油缸。阀门关闭增加了关阀油路, 欲消除进水蝶阀关闭过程中发卡、关不到位现象, 但加大了对阀门密封结构的不合理配合的承受力, 强制关阀, 一旦阀门关闭过程中密封出现卡阻现象将会导致阀体活动的弹性金属密封圈强制偏移, 密封结构会加速破坏。

5 解决方案

由于撒多水电站地处偏远地区, 交通运输不便, 且原进水蝶阀主密封结构存在不适合该电站运行工况的缺陷及构件刚性问题的解决现场无法消除, 同时, 为减少因蝶阀漏水造成撒多水电站停电的损失, 最终决定采取整体更换不同密封结构主阀的高效方案措施, 一次性安全、可靠地消除了撒多水电站原进水蝶阀存在的严重漏水隐患。

新更换的进水蝶阀经过选型论证并通过对上中游宁朗水电站进水蝶阀运行情况的考证, 确定了采用中阀科技(长沙)阀门有限公司生产的金属硬密封结构进水蝶阀。新阀门密封副亦采用不锈钢—不锈钢, 但该密封结构更适合撒多水电站运

行工况, 其密封结构参见图3。

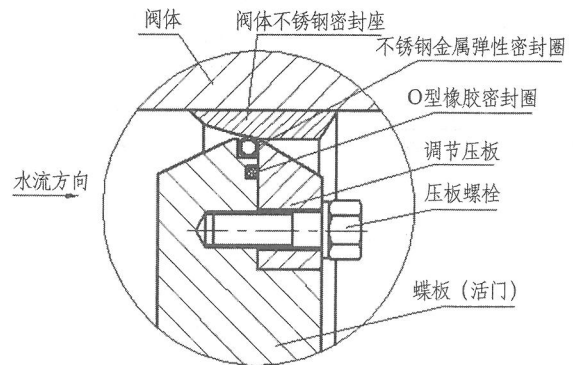


图3 新进水蝶阀密封结构图

该金属密封蝶阀最突出的特点是固定地将不锈钢密封座设在阀体上, 且采用特殊的锥形密封面, 阀门关闭后, 在一定的密封宽度内均能实现密封; 活动的不锈钢金属弹性密封圈经过特殊的硬化处理, 采用压板固定在活门上, 其仅能径向移动, 具有自动定心功能。这种密封副具有三重补偿功能, 密封可靠、不老化、使用寿命长, 经过特殊工艺处理的不锈钢金属弹性密封圈具有良好的耐磨性、耐疲劳性, 抗泥沙及杂物能力强, 使用过程中若有局部损伤可快速修复处理, 严重损伤时易更换, 检修调整与维护方便。

首先, 该蝶阀密封结构采用三偏心原理, 选取合理的三偏心结构参数。其一偏心 E1 是将阀轴与阀体密封座中心偏移一定距离, 使其互不干涉, 并保证密封座为整圈; 二偏心 E2 是阀轴中心偏移管道中心线一定距离, 使其在关阀过程中上下半部迎水面积不等, 动水有助于阀门的关闭, 从而使蝶阀在关闭过程中越关越紧, 密封效果越来越好; 三偏心 E3 是指密封面的锥角中心线与阀体中心线不重合、偏移了一定的角度, 在阀门关闭时减少了密封面相对滑移的距离, 实现了阀体及阀板密封面之间的瞬时脱离和瞬时接触, 减少了密封面之间的摩擦, 同时实现了其越关越紧的功能。

该蝶阀三偏心结构原理见图4。

该蝶阀三重补偿是指阀门在实际工况运行过程中密封副具有弹性补偿、位移补偿和压力补偿功能。弹性补偿是指所采用的密封圈是一种弹性金属密封圈, 这种密封圈本身就具有弹性补偿功能, 能起到消除间隙的作用; 位移补偿是指密封圈装在阀板的密封槽内, 可以在一定范围内滑移、自

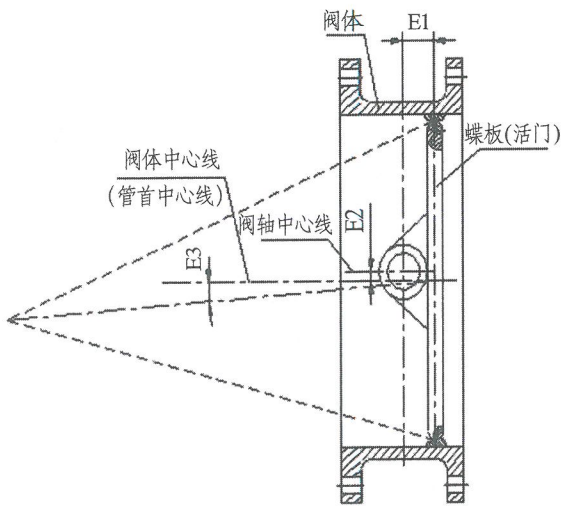


图4 1#新进水蝶阀三偏心结构原理图

动中对中进行位置补偿;压力补偿是指所采用的这种密封结构能将压力介质引入密封圈后面,随着介质压力的升高,密封圈外圆直径也随之增大,从而增大密封比压使密封更严密,形成压力补偿。

在新蝶阀更换过程中,根据新颁布的 GB/T14478-2012《大中型水轮机进水阀门基本技术条件》要求及多个电站的实践运行经验,对液压

和电气系统也进行了改造优化,提高了阀门开关阀的快速响应能力,动水关阀安全性也进一步得到提高。

6 结语

进水蝶阀作为水电站的重要辅助设备,对水轮发电机组的事故保护及机组检修安全具有非常重要的作用。更换后的撒多水电站3#进水蝶阀已安全运行近1年时间,阀门运行及密封效果良好,再未出现因密封损伤漏水而影响机组运行及检修的情况,后续1#、2#机组进水蝶阀将陆续投入改造。撒多水电站3#进水蝶阀改造的成功说明大口径、高水头、多泥沙水电站进水蝶阀主密封的选用非常重要,所取得的经验可为类似电站在进水阀门选用时借鉴。选用适合电站运行工况、可靠的主密封可以大大提高电站运行的经济效益。

作者简介:

万连彬(1982-),男,四川攀枝花人,工程师,学士,从事水电站机电技术与设备管理工作;

汪从俊(1979-),男,四川攀枝花人,工程师,学士,从事水电站机电技术与设备管理工作;

翟兴学(1970-),男,湖北襄阳人,高级工程师,工程硕士,从事阀门设计工作。(责任编辑:李燕辉)

(上接第115页)

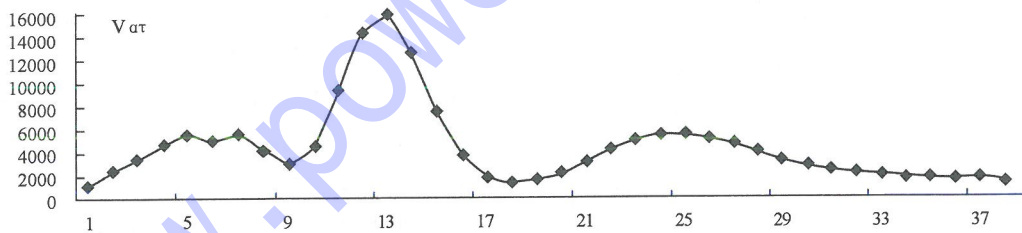


图2 小波方差图

极值表现的最为显著。说明紫坪铺水文站年径流过程存在以5 a、13 a和24 a左右变化的主周期,这三个周期的波动,决定着岷江上游年径流在整个时间域内变化的特性。特别是13 a周期的变化,决定着紫坪铺水库年平均径流丰枯变化趋势。

4 结语

(1)紫坪铺水库入库径流量年内变化大。丰水期5~10月入库径流量占全年水量的78.9%,11月~次年4月枯水期入库径流量占全年水量的21.1%。

(2)20世纪70年代以来的47 a间,紫坪铺水库径流量较多年平均减少5.17%。特别是本世纪初期10 a的入库径流量最枯,比多年平均减少

了10.4%,直到2010年才开始有所好转。

(3)在1937~2016年的80 a间,紫坪铺水库径流突变点在1949年,该年径流量达到一个最丰值,但突变不显著。

(4)1937~2016年80 a间,紫坪铺水库年径流呈现出下降趋势,主要存在5 a、13 a和24 a左右的变化周期。特别是13 a周期的变化,决定着紫坪铺水库年平均径流丰枯变化趋势。

作者简介:

黎永红(1969-),女,四川眉山人,工程师,从事水库调度管理工作;

薛晨(1991-),男,江苏南通人,助理工程师,硕士,从事水库调度管理工作。(责任编辑:李燕辉)