

瀑布沟水电站筒形阀启闭控制流程

樊林余耀

(中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局 四川 彭山 620860)

摘要 介绍应用于瀑布沟水电站水轮机活动导叶与固定导叶之间布置的能快速关闭水流的筒形阀,其中6号机筒形阀为机械同步工作方式,5号机筒形阀为电液同步工作方式。分别对2种筒形阀的动作原理、安装调试及控制方式进行介绍,说明2种筒形阀各自所具备的特点。

关键词 筒形阀;安装调试;启闭控制流程;瀑布沟水电站

中图分类号 TV732.7

文献标识码 B

文章编号 1006-764X(2011)S2-0020-02

瀑布沟水电站位于大渡河中游,地处四川省西部汉源和甘洛两县交界处,距成都市直线距离约200 km,距重庆市直线距离约360 km,靠近负荷中心。电站下游7 km处的乌斯河镇有成昆铁路汉源火车站瀑布沟水电站铁路转运站,并设置有本工程铁路转运站;108国道通过距电站枢纽区约29 km的汉源县城,交通方便。瀑布沟水电站以发电为主,兼有拦沙、防洪等综合利用效益。电站装设6台额定装机容量为550 MW的混流式水轮机组,总装机容量3300 MW,年平均发电量为145.8亿kW·h。电站在系统中担负调峰、调频及事故备用,枯水期担负峰腰荷,丰水期主要担负基荷和部分腰荷,是四川电力系统中的骨干电站之一。

水轮机筒形阀是法国ASLSTOM公司于1947年提出的专利,它是一个位于水轮机导叶与转轮或导叶与座环之间的可垂直移动的圆筒。机组停机时,该圆筒被移到导水机构的位置,切开水流,起到截流阀的作用。机组运转时,圆筒藏于专门的腔中。近年来我国大型水电机组采用筒形阀的结构越来越多,如云南漫湾水电站、小湾电站、糯扎渡电站、贵州光照电站等等。在国内外厂家多年的开发下,筒形阀技术取得长足进步。而瀑布沟水电站同时采用了国内和国外两家厂家的产品,比较具有代表性。

1 筒形阀特点

a. 机组停机时,筒形阀具有良好的密封性能,有效地减少了因导叶漏水引起的能量损失和水轮机导水机构的气蚀磨损,这对于高水头或多泥沙河流

电站或担任调峰及事故备用的机组尤为有利。

b. 在水轮机运行时,筒形阀完全离开了流道,底环上的筒形阀密封装置以及阀门底侧的几何形状设计成光滑的水力通道,可以避免引起水头损失或空蚀破坏,水轮机效率不因安装筒形阀而被影响。

c. 可以有效地保护导叶,延长机组大修周期和使用寿命,提高机组的可用率。在不装设筒形阀(仅装设快速闸门或球阀、蝶阀)的电站,停机时水轮机导叶存在间隙空蚀和泥沙磨损,损坏的导叶及顶盖、底环检修困难,且工作量大,检修期长,费用高。若装设筒形阀,停机时关闭筒形阀可使漏水量几乎为零,从而有效地保护导叶,避免间隙空蚀和泥沙磨损,延长大修周期,节省检修费用,并可提高机组可用率而增加发电量。

d. 具有防飞逸能力,提高了机组的事故保护能力。筒形阀具有动水关闭速度快的特点,因而在事故飞逸情况下可快速切断水流,保护机组。其操作比快速闸门更加灵活、快速、方便、可靠,可以说,设置筒形阀的机组比常规的机组更安全。因此,机组进水口可不再设置快速闸门,仅设有单机单用或多机公用的检修闸门即可。

e. 缩短机组启动准备时间和停机时间,运行操作更加灵活方便。机组启动前,关闭筒形阀,因其漏水量很小,可使蜗壳充水及进水闸平压时间大幅度缩短,从而缩短机组启动准备时间;停机时,当转速降至一定值时落下筒形阀,截断水流,从而缩短停机时间,同时也可减少机组制动闸的磨损。

f. 由于筒形阀与进入水轮机的水流方向是轴对

称的,故在关闭筒形阀时对水流干扰不强烈,相应传至水轮机固定件和转动件上的荷载变动幅度也较小。

g. 筒形阀直接装设在水轮机活动导叶和固定导叶之间,结构紧凑,勿需专门布置位置或辅助厂房。

h. 安装方便。筒形阀与主机同时安装,不另设专用起吊设备。

i. 结构简单,制造方便,质量小。尤其对大型机组,筒形阀便于分瓣制造、运输。

2 筒形阀的结构及同步机构原理

瀑布沟水电站分别采用了国内外2个厂家所提供的筒形阀,其中2号、4号、6号机组由国内东方电机厂提供(以下简称6号机组),1号、3号、5号机组由奥地利安德里茨公司提供(以下简称5号机组)。以下从安装、调试方面分别对两家公司所提供的筒形阀进行简要介绍。

2.1 6号机组筒形阀

6号机组筒形阀由3台110kW的三相异步电动机提供油压,其标准工作压力为6.3 MPa。解决同步问题的主要方法采用接力器驱动链条同步,在筒形阀圆周围均匀布置多只液压接力器,每只接力器动杆(活塞)下端连接固定在阀体上,活塞上下运动可以驱动阀门启闭。各活塞的同步移动由可逆传动的滚动螺旋副实现,它是在活塞上固定的1只滚动螺旋传动的螺母,螺母连接传动丝杆,当活塞上下移动时丝杆做正反旋转,丝杆上端连接齿轮将筒形阀的垂直运动变为齿轮的旋转,齿轮带动链条一起连动其他接力器的齿轮同速旋转并反作用于其丝杆而实现多只接力器的同步。此同步方案的缺点在于:①如果直径大的筒形阀将布置数量较多的接力器,增加整个系统的投资。②接力器油缸进油口无调节能力,均由预先调定的节流阀控制流量,接力器运行速度的调节控制没有按调节规律运动的随动性。③链条同步对发生异步的油缸矫正能力差,易发生链条张力矩过载甚至拉断,导致筒形阀启闭失败。④由于油缸进油量由节流阀调整固定,筒形阀只能定速启闭,丧失了筒形阀直线运动可按程序指定启闭速度进行启闭的优势。

安装的电气元件有:①行程杆上2只高精度传感器,用于监测筒形阀的实际开度。②行程杆上3只位置开关(全开位置、全关位置、90%位置)用于监测筒形阀的实际位置。③每只接力器上安装行程开关,用于判断接力器是否过载、卡阻。④油管路上安装3只两位电磁阀,用于切换油路。

开启控制流程为:①判断机组导叶是否全关,调

速器接力器锁定是否投入,蜗壳是否平压。②上述条件满足后,投入快开启与慢开启2只电磁阀,筒形阀处于第1段快速开启过程。③当筒形阀开启至90%位置时,快开启电磁阀复归,由慢开启管路单独供油,筒形阀处于第2段缓慢开启过程。④当收到全开信号后,流程结束,而慢开启管路继续供油,以保持油压不让筒形阀由于受地心引力而缓慢下降。

关闭控制流程为:①收到关闭信号,慢开启电磁阀复归,关闭电磁阀投入,筒形阀处于关闭过程。

②当收到全关信号时,流程结束。

在开启、关闭过程中出现卡阻现象时,所有电磁阀复归,筒形阀处于静止状态,保持当前位置不动。

6号机组筒形阀设计开启时间为60s,实际有水调试最快开启时间为第1段66s,第2段33s,超过设计时间,但对机组影响不大。设计关闭时间为90s,实际有水调试时关闭时间为88s,满足设计要求。

2.2 5号机组筒形阀

5号机组筒形阀采用全液压技术,通过位移变送器的反馈值进行比较,控制比例阀的供油量以达到6只接力器的同步性。取消了滚动螺旋副和链传动的同步机构。接力器本身不需再设缓冲装置,缓冲功能由PLC控制程序实现。采用此控制系统与传统的同步控制系统相比有如下特点:①可以灵活地改变(修改控制程序)阀门关闭、开启的运动规律,使之更符合机组运行之需要。例如:当事故紧急停机、调速器主配拒动而需快速关闭筒形阀时,为了既快速又不至于使蜗壳及压力钢管水压上升率过高,可采用分段关闭的控制规律。②可以取消机械同步机构,大幅度简化控制操作机构,从而精简筒形阀的整体结构,节省机坑内的空间,改善运行维护条件。③减少操作执行组件数量,降低工程造价。④利用计算机通讯技术,为实现计算机远程监控提供坚实的现场控制和数据采集单元。其自动化程度较高,要求PLC运算能力较强。在机械安装方面,其机械结构较精简,安装过程较方便。

5号机组筒形阀同样由3台110kW的三相异步电动机提供油压,其标准工作压力为6.3 MPa,与6号筒形阀相比,在相同的压力作用下开启、关闭时间均达到设计要求。

安装的电气元件有:①主油管路上安装3个电磁阀,1个用于开启供油,2个用于切断供油;安装1个压力开关,用于监测管路油压。②6只接力器分别安装高精度传感器和比例阀,用于监视各接力器的实时开度和控制供油量。③行程杆上安装1只浮球开关,共3组节点(全开、非全开、全关),用于监测筒形阀的实际位置。

(下转第24页)

(AWS A5.7 ERcUSi-A) 焊丝直径选取 2.0~3.0 mm 为宜。③焊接方式采用冷态焊法,首先对深度大的裂纹进行清根,然后再进行焊补处理,对焊角较高处的浅裂纹进行打磨圆滑过渡处理。

5 改良方案

a. 导向条的选材。①对于导向条,根据国内的行情,尽量选取青铜材质。②导向条不易整根安装,可分为 3 段安装;分段焊接可以有效释放部分焊接热应力,能尽量减少出现焊接裂纹趋向。③手工焊条焊接方式改用钨极手工氩弧焊。④建议取消塞焊孔(原设计图中每根导向条上均布 10 个 $\varnothing 24$ mm 的塞焊孔)工艺。

b. 导向的安装布置(可分多种)。①第 1 种是将铜条直接焊在阀体上,铜条与钢材焊接过渡量不宜过大,铜条的厚度尽量偏小、分段,可跟据相关强度计算,以能满足使用要求为宜。②第 2 种为活动布置,即将导向条用多个螺栓固定在筒体或导叶上,安装时只需控制固定部位的垂直度就行,这样导向条容易更换、处理。③第 3 种是采用螺栓固定和焊

接相连接的方式。这种方式焊角不宜过大且分段,选取 3~5 mm 的过渡焊角。安装方式可在筒体上,也可以在固定导叶上。

6 结 语

通过对 5 号机组筒阀导向条的安装,合理地调整了安装、焊接工艺,采用冷态焊接方式和焊条相匹配的焊丝对导向条进行施焊,有效地解决和控制了焊接时出现裂纹、夹渣和气孔等现象,加快了导向条的安装进度,为后续工作的顺利开展赢得了宝贵的时间,为本台机组提前发电创造了间接的经济效益。

参考文献:

[1] 通用电气亚洲水电设备有限公司. 厂家安装技术指导说明书[R]. 彭山: 中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局, 2010.
[2] 通用电气亚洲水电设备有限公司. 瀑布沟筒形阀工地组焊接工艺[R]. 彭山: 中国水利水电第七工程局有限公司机电安装分局, 2010.
[3] 焊接工艺规范 Welding Procedure Specification(WPS)[S].
(收稿日期 2011-07-10 编辑: 高建群)

(上接第 21 页)

开启流程为: ①监控系统检测筒形阀 PLC 是否正常,各部是否无故障,调速器接力器锁定投入。②以上条件满足后,由监控系统开启主油管供油电磁阀,发给筒形阀 PLC“准备开阀”命令。③再次判断筒形阀 PLC 是否正常,各部是否无故障。④满足条件后由监控系统发给筒形阀 PLC“开阀”命令,筒形阀处于开启状态。⑤筒形阀 PLC 根据安装于各接力器上的传感器反馈信号相比较,控制各比例阀供油量的大小。⑥当收到全开信号时,流程结束。

关闭流程为: ①由监控发给筒形阀 PLC“关阀”命令,筒形阀处于关闭状态。②筒形阀 PLC 根据安装于各接力器上的传感器反馈信号相比较,控制各比例阀供油量的大小。当收到全关信号时,流程结束。

在开启、关闭过程中,若出现筒形阀各接力器不同步的现象,则筒形阀停止当前操作,保持当前位置。因中外理念和环境要求不同,5 号机组筒形阀在调试期间出现过几次不同步现象,为应对筒形阀出现不同步造成阀体发卡现象,厂家特在控制面板增加单根接力器的操作方式,可手动对特定的接力器进行开启、关闭,从而使阀体平衡。

2.3 两家厂所提供产品各具特点

综上所述,国内外两家厂所提供的产品各有特点,6 号机组筒形阀采用的技术原理较简单,操作较

方便,造价便宜,实用,但其结构复杂,安装过程工序多、工期长。5 号机组筒形阀采用的技术先进,结构精简,安装方便、自动化程度较高,但对运行环境、基础条件要求较高,广泛应用性较差。

3 结 语

瀑布沟水电所采用的筒形阀基本反映出国内外产品的各自优缺点,望各厂在良好的市场环境下,取彼之长,补己之短,不断完善,使之达到新的辉煌。

(收稿日期 2011-07-10 编辑: 高建群)

