

锦屏二级水电站圆筒阀的安装及动水关闭试验

郭玉龙, 田维平, 王承, 李兴易

(四川二滩国际工程咨询有限公司, 四川 成都 611130)

摘要: 锦屏二级水电站未设置快速闸门。圆筒阀作为极端工况下机组可动水关闭的隔断阀将起到快速闸门的重要作用, 介绍了圆筒阀安装及动水关闭试验, 确保了圆筒阀在各种工况下的可靠动作, 进而保证机组安全运行。

关键词: 锦屏二级水电站; 圆筒阀安装; 动水关闭试验

中图分类号: TV7; TV737; TV734

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2015)增2-0024-03

1 概述

锦屏二级水电站采用圆筒阀作为机组可动水关闭的隔断阀, 安装在固定导叶与活动导叶之间, 阀体与导水机构需严格地保持一致和同心, 且活动导叶在任何位置时或脱离控制情况下均不干扰圆筒阀阀体启闭。由于没有设置快速门等动水关闭机构, 因此, 在极端工况下保证圆筒阀动水可靠关闭, 是确保机组运行安全的重要因素。尽管该工程高水头、长引水隧洞的特点增加了圆筒阀动水关闭的难度, 但对圆筒阀结构、控制程序进行了多次优化、改进后, 最终成功地完成了额定负荷下的动水关闭试验。

2 圆筒阀的安装

圆筒阀为两瓣结构, 组拼后总重量约 53.5 t, 筒阀在工地组焊成整圆后与顶盖预装配, 最后与顶盖一起吊入机坑参与导水机构的正式安装。该工程圆筒阀的安装主要从两个方面进行控制, 即工序控制和工艺控制。

2.1 工序控制

鉴于圆筒阀设备安装需要穿插在导水机构的安装过程中, 因此, 合理安排其施工工序尤为重要。为确保施工的合理性, 在圆筒阀安装前, 现场各方共同对施工工序进行了详细的分析及优化, 最后通过现场的安装实践, 总结出一套适合该工程圆筒阀安装的施工工序。

(1) 将主要工序的施工均合理地穿插在导水机构的安装过程中;

(2) 在导水机构预装时进行筒阀本体的组拼及焊接;

(3) 筒阀接力器作为筒阀最重要的传动部件, 为保证活塞杆动作的垂直性, 其安装位置应在导水机构预装时确定, 以避免正式安装时其垂直度不满足要求;

(4) 筒阀导向条间隙的检查应穿插在导水机构预装检查结束后, 使用厂家提供的间隙测量块随顶盖再单独进行一次吊装, 从而确定导向条的现场加工量;

(5) 上、下密封压板及密封条的安装应在导向条间隙检查确定且顶盖与筒阀吊出机坑后进行;

(6) 筒阀本体与接力器活塞杆连接的超级螺母的外侧封板应待筒阀无水调试合格后再封堵焊接, 以便在无水调试过程中对筒阀中心进行修正与调整。

2.2 工艺控制

锦屏二级水电站圆筒阀直径为 8 625 mm, 厚 900 mm, 吊装组拼时易产生变形, 其安装工艺控制是其重点。

(1) 将圆筒阀整体吊至组拼平台后, 方可割除内支撑;

(2) 组拼焊接时应在焊缝位置架设百分表进行监测, 根据焊接变形情况适当调整焊接顺序;

(3) 为控制圆筒阀接力器安装后活塞杆动作的垂直度, 应重点控制接力器支座的水平符合要求, 且在安装后用临时液压装置动作接力器, 并架设百分表检查活塞杆动作的垂直度;

(4) 圆筒阀导向条间隙的检查确定采用塞尺测量、对称方向比较的方法进行, 若对称方向间隙

值偏差较大,可松开圆筒阀本体与接力器活塞杆连接的超级螺母,并在圆筒阀本体上架设百分表监测其位移值,然后用千斤顶侧向顶圆筒阀,进而调整圆筒阀至最佳中心位置。

3 无水、静水调试

在阀体安装、油压系统调整完成后,对圆筒阀进行无水条件及静水条件下的综合调试,以确保圆筒阀综合性能能达到设计要求。结合锦屏二级水电站8台机组圆筒阀无水调试过程,发现圆筒阀接力器动作的同步性控制是贯穿无水调试过程的一条主线。

圆筒阀设置有6个油压操作、双作用直缸接力器,圆筒阀外侧与座环间均布6个导向条。为了确保6个接力器在动作时保持严格的同步性,液压系统采用6出口高速液压马达(分流器)向各个接力器供油,同时,在6个接力器控制阀组上均设置有一个电磁比例阀,比例阀通过接力器直线位移传感器反馈的位置信号调节比例阀阀芯开度,从而调节6个接力器动作保持同步。圆筒阀在全开位置还设有可靠的锁定装置,锁定装置为液控单向阀,其液压控制操作接入圆筒阀液压操作系统中。

锦屏二级水电站在圆筒阀的无水调试过程中,多台机组出现接力器动作不同步而导致阀体卡住的现象。结合圆筒阀液压系统结构特点、现场安装调试环境以及设备、管路安装特点,分析有以下四种情况可导致接力器动作不同步:

(1)液控单向阀活塞发卡,可能导致接力器开启、关闭筒阀时间节点存在差异;

(2)电磁比例阀阀芯发卡,可能导致接力器同步调节失效;

(3)油压系统及管路未充分排气,可能导致各接力器油压压力不均衡,使其动作不同步;

(4)液压马达(分流器)出现问题,可能导致6个接力器供油不均衡。

一旦发生卡阻现象,现场采用排除法对4种情况进行具体分析,即对液压系统、管路及阀组进行充分排气;对液控单向阀、电磁比例阀进行彻底的拆解及清洗,确保阀芯没有明显锈迹且动作灵活可靠。回装后重新进行无水调试,若筒阀动作仍有发卡现象,则可能是液压马达损坏导致了阀

体发卡现象的产生。

在现场调试过程中出现动作不同步现象的机组中,部分液压阀阀芯因长时间存放其表面产生锈迹,产生锈迹的阀芯经清洗、细微研磨后均能动作灵活,不影响其正常使用,同时,为避免后续机组出现类似情况,对长期存放的液压阀及阀组内涂抹黄油或透平油,以避免阀芯生锈。经排除法验证后怀疑是液压马达损坏导致阀体发卡所致,最后将液压马达返厂拆解,均在其内部发现有金属屑,且确认液压马达(分流器)已损坏。该型号液压马达(分流器)转速高,且其材料为铸铁材质,脆性大。而圆筒阀液压系统复杂,接力器、阀组、管路等安装、焊接环节较多,油压系统中极易存在金属杂质在经过分流器时发生高速撞击,从而导致分流器损坏,因此,加强设备及管路前期安装、焊接的过程控制是保证此类分流器能可靠运行的重要保证。为确保此类型圆筒阀无水调试能顺利完成,应从以上方面进行重点控制。任何一个环节或步骤出现问题,都将影响调试工作的进行甚至会对设备造成严重损害。

无水调试完成后,在机组充水后、开机前,应模拟开停机程序进行圆筒阀静水动作试验,调整圆筒阀开关时间、开关曲线满足设计要求。

4 动水关闭试验

锦屏二级水电站先后在3#、5#、8#机组进行了圆筒阀动水关闭试验,即模拟调速系统和导叶传动系统故障,在空载和25%、50%、75%、100%额定负荷下操作圆筒阀全关,并记录关闭过程中接力器上下腔油压、机组摆度、顶盖下沉与振幅、蜗壳、顶盖、压力钢管和尾水管压力波动、机组负荷变化等参数。

锦屏二级水电站水头高、引水隧洞长,机组甩负荷、增减负荷(数值较大)时调压室水位幅值波动大、周期长、波动衰减慢,蜗壳压力上升大,转速上升快,从而给圆筒阀动水关闭试验带来了困难与挑战。2013年9月,3#机组首次进行圆筒阀动水关闭试验,在做300 MW(50%)负荷下动水关闭圆筒阀时,由于圆筒阀关闭太快(关闭时间为60 s),蜗壳内水锤压力已经接近极限值,继续试验风险太大,动水关闭试验被迫终止。厂家经过对相关数据进行分析研究后决定,为了减缓蜗壳

内压力上升过快,将关闭时间延长至80 s,并将之前的一段关闭改为两段关闭(即在最后5%行程时增加缓冲,缓冲时间为12 s)。

2014年5月,5#机组进行动水关闭试验,试验过程中,之前蜗壳内水锤压力过大的问题得到了有效解决。但机组在300 MW负荷下接力器下腔及筒阀上腔出现明显的压力脉动,为了确保机组安全,决定在450 MW前加做一次377 MW负荷试验。在377 MW负荷下动水关闭圆筒阀时,测得接力器压力、筒阀下拉力(接力器活塞杆拉力)峰值已接近设计值,试验再次被迫终止。经过对相关数据进行分析研究后发现是由于筒阀上腔周围水的压力脉动通过接力器活塞杆的下拉力的波动传递至接力器下腔,从而引起接力器下腔的压力脉动。通过厂家的数据分析及模型试验,为了减少圆筒阀动水关闭时上腔压力脉动及下拉力,决定对8#机圆筒阀进行技术改进,即在机坑内顶起顶盖,在座环上环板位置焊接全高度的不锈钢钢板,减小圆筒阀与上环板间的径向间隙(由原设计的12 mm改为6 mm),同时再次调节圆筒阀的关闭规律,二段关闭的拐点由最后5%行程改为最后2%行程时增加缓冲,线性关闭时间也由80 s延长至95 s。

2014年11月,8#机组进行了圆筒阀动水关闭的全过程试验(即空载、150 MW、300 MW、450 MW、600 MW工况),试验过程中圆筒阀在各试验工况下均能可靠关闭,蜗壳内水锤压力、筒阀接力器下腔压力(可换算接力器下拉力)峰值均在设计和预期范围内,100%负荷条件下圆筒阀动水关闭试验终于取得成功。

2015年3月,在锦屏二级水电站1#~7#机组

圆筒阀动水关闭试验咨询会上,与会专家认为经技术改进后的8#机组圆筒阀动水关闭试验是成功的。为此,决定对其余机组按照8#机组的模式进行技术改进,并再选取一台改进后的机组进行动水试验,以验证技术改进后的结构适用于其余机组。2015年5月,改进完成的5#机组顺利完成了圆筒阀动水关闭试验的全过程试验,标志着8#机组的技术改进同样适用于其余机组。因此,在此基础上,电厂将对剩余机组进行相同改进,同时,在经过专家论证后其余机组将不再进行动水关闭试验。

5 结 语

大多数水电站设置圆筒阀的主要作用是减少停机期间导水机构的漏水量,在设置圆筒阀的同时也设置了快速关闭闸门作为电站极端工况的保护,故对圆筒阀是否进行100%负荷下的动水关闭试验并不十分关注。但锦屏二级水电站未设置快速闸门,圆筒阀兼备快速闸门的功能,因此,为了确保动水关闭试验顺利完成,业主高度重视,组织国内知名专家进行了多次现场调研和咨询,厂家也进行了积极的响应和研究,最终完成了100%负荷下的动水关闭试验,为运行单位提供了重要的安全保证。

作者简介:

郭玉龙(1986-),男,山东曲阜人,助理工程师,从事机电设备安装
监理工作;

田维平(1987-),女,重庆江津人,技术员,从事机电设备安装监
理工作;

王 承(1987-),男,四川成都人,工程师,从事机电设备安装监
理工作;

李兴易(1970-),男,贵州遵义人,总监理工程师,高级工程师,学
士,从事机电设备安装监理工作。(责任编辑:李燕辉)

旁多水电站首台和末台机组通过验收

近日,西藏旁多水利枢纽工程通过长江委会同西藏自治区水利厅主持的首台和末台机组启动阶段验收。旁多水利枢纽是拉萨河流域骨干性控制工程,是拉萨河干流水电梯级开发的龙头水库。工程地处拉萨河中游,距拉萨市直线距离63千米,扼拉萨河干流热振藏布和两条支流乌鲁曲、扒曲的汇合口。工程任务以灌溉、发电为主,兼顾防洪和城市供水。水库总库容12.3亿立方米,控制灌溉面积65.28万亩,电站安装4台机组,总装机容量160兆瓦,多年平均发电量5.99亿千瓦时,工程概算总投资45.693亿元。2009年9月工程开工,2011年10月实现截流,2013年10月下闸蓄水,同年12月首台(4号)机组投产发电,2014年7月末台(1号)机组投产发电。截至2015年5月底,电站机组已安全运行530天,累计上网电量4.76亿千瓦时,改善了藏中电网电源结构,缓解了当地电力供需矛盾,发挥了显著的经济效益和社会效益。首台和末台机组启动阶段验收是旁多水利枢纽工程建设的重要里程碑,标志着电站首台、末台机组正式投入运行,对保障藏中电网安全稳定运行、促进西藏经济社会持续发展将发挥重要作用。