

瀑布沟水电站机组蜗壳水压试验密封解决方法

杨 飞 ,栗皓维

(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 介绍瀑布沟水电站 6 号机蜗壳保温保压浇筑混凝土辅助密封设备的结构形式、止水原理、安装工艺等,安装过程中重点解决了止漏槽深度设计尺寸偏大、顶部压紧力不足造成蜗壳在充水升压过程中密封条两侧产生的渗漏问题,优化了设备厂家的封水环、密封条安装工序,自制了压紧工具,确保了混凝土保压浇筑的顺利完成,总结出一套简捷实用的设计改良方案。

关键词 蜗壳;封水环;密封条;密封设计改良;瀑布沟水电站

中图分类号:TV730.3+12 文献标识码:B 文章编号:1006-764X(2011)S2-0011-02

瀑布沟水电站蜗壳采取保温保压浇筑混凝土的施工方案,是继二滩电站、三峡电站后又一个进行此类方法施工的大型水电站。该电站单机额定容量为 550 MW,属于立轴混流式水轮发电机组。分别由东方电机股份有限公司和通用电气亚洲水电设备有限公司生产供货。其中蜗壳水压试验设备主要包括:封水环、试压闷头,加温加压系统 3 个重要组成部分。封水环、试压闷头分 2 瓣到货,现场组圆焊接,封水环与座环间设置密封条,上、下密封条靠压板压紧。压板共计 48 块,上、下压板各 24 块,当密封条安装后,每块压板用 4 个 M24×100 mm 的高强螺栓固定于试压闷头上,试压闷头下部用 24 个 M80×600 mm 的高强螺栓将试压筒与座环把紧,防止试压过程中试压闷头上串。试压闷头为圆形,板厚为 60 mm,试压闷头上设有排气、测温、加温加压循环孔。锅炉(加温设备)、加温加压循环泵布置在闷头前设平台上。封水环中部设置 1 个 Ø300 mm 的蜗壳注水孔和止水阀门,蜗壳注满水后从闷头处的管道进行加温加压,靠封水环与座环间的密封条反向止水原理进行保压止水。

1 蜗壳封水环结构性能与安装

1.1 外形尺寸

封水环最大外径为 9 028 mm,高为 1 800 mm。结构形式如图 1 所示。

1.2 密封条配置

根据厂家设计原理图,封水环与座环上环、下环

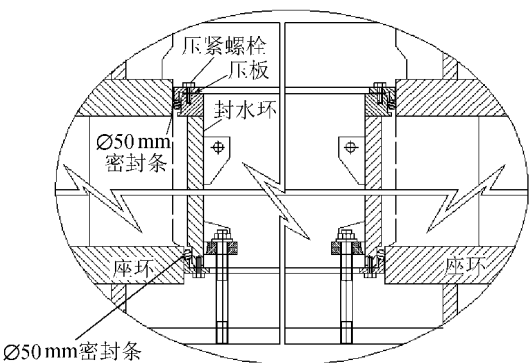


图 1 封水环与座环组装示意图

之间设置有密封止水槽,设计间隙为 40 mm,封水槽内设置 1 根 Ø50 mm 的橡胶密封条(见图 1),作为蜗壳封水环与座环间的止水部分。

1.3 密封条的安装方法

通常密封条的安装方法分 2 种:①静压安装法,即在工作面上设有密封槽,先将密封条放置在密封槽内,靠 2 个密封面把合把紧,从而达到止漏的目的。②动压安装法,即 2 个工作面不动,将密封条用另一特殊的安装工具放置在工作面内,靠垂直于密封条表面的液体或气体反作用力达到止漏的目的。瀑布沟水电站 6 号机密封条的安装属于动压安装法。

上密封条采用直接打入方式,用木条和大锤将密封条锤击变形而置入封水环与座环止水间隙内;下密封条采用千斤顶直压法,将长 200 mm、宽约 38 mm 见方的 2~3 块小方木放置在密封条下面,再在木条下面放 2~3 个千斤顶,采取分段、分压安装。

作者简介:杨飞(1976—),男,四川攀枝花人,助理工程师,从事机电安装工作。E-mail: 654826704@qq.com

1.4 密封条止水原理

a. 密封条受压情况见图 1。当闷头前的试压泵加压时,垂直作用于密封条表面的反作用力使密封条两侧变形,从而使密封条与座环工作面、封水环工作面紧密接合,达到止水的目的。如图 2 所示。

b. 密封条保压止水实际趋向:通过 6 号机第 1 次充水渗水分析,密封条在水压作用力的变形方向并非按设计原理(图 2)所示的那样保压止水,压力水仍然按图 3 中 2 个箭头所指的方向渗出。

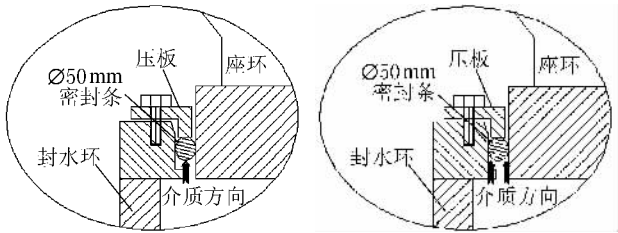


图 2 密封条受压示意图

图 3 压力水渗出方向示意图

c. 压板作用:当水压升高、密封条两侧出现局部渗水而保不住压时,调节上压板能起到压紧密封条与工作面使它们紧密结合的作用,从而达到保压止水的目的。

该类封水原理设计新颖,但理论与实际不相符。按图施工后,6 号机第 1 次充水就出现局部渗水现象,实践证明出现了问题。

2 充水升压后存在的问题

2.1 密封槽止口结构不合理

a. 按设计原理,密封条与封水环下止口面留有大约 25 mm 的距离,当密封条动态安装后理论上有 5~6 mm 的压缩余量,而压缩余量变成轴向的变形量(压板与封水环之间有 5~10 mm 调节量)。

b. 这样的设计原理密封条轴向未有压缩余量,密封条只受上部压板一端的单侧向下压力,当压紧压板螺栓的调节量时密封条仍然会往下移。

2.2 调节垫片不起作用

调节垫片不起作用存在 2 个原因:①原厂家设计的密封条侧面(靠封水环侧)有 2 mm 的调节垫片,垫片为分段到货,设计图中未要求焊接,而焊接后的工作面圆度不能保证。②从图中分析,此垫片的主要作用为弥补封水环、座环因加工精度或现场组焊变形造成的封水环与座环间的间隙差,确保密封条有足够的压缩量。从现场的实际情况看,此调节垫片不能有效解决渗水问题。

2.3 现场情况

按厂家设计原理和施工方案进行施工,蜗壳注完水后试压,当压力升到 0.6 MPa 时上下密封条两侧就出现大面积渗水,压紧上下压板螺栓全部压缩

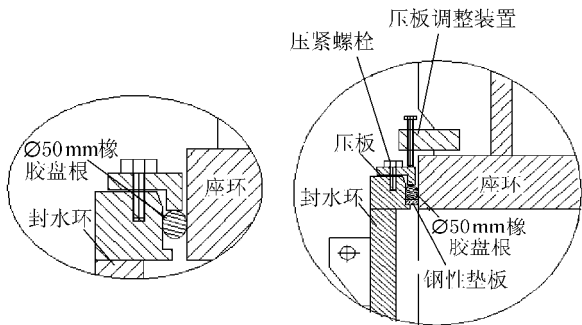
量均起不到密封条压紧作用,第 1 次充水压试失败。

3 解决方法

结合安装图,在安装之前向厂家提出密封结构的弊端,如果按图施工可能存在保不住压的风险,但厂家未采取相应措施按图施工,第 1 次水压失败。总结第 1 次充水失败经验,分析渗水原因,对上下密封结构的止水采取技术改进措施。

3.1 上环密封

对上环密封结构进行技术改进(见图 4),根据密封条组合间隙,在封水环止口密封条下面加装一周宽 40 mm、厚 30 mm 的钢性垫板,并在压板面上每隔 500~800 mm 加压板调整装置,压板调整装置与座环上面的支撑环焊接,水压试验完毕后将其装置割除打磨。



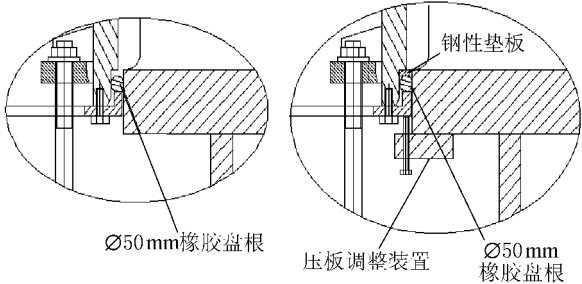
(a) 原设计

(b) 改进后

图 4 上环密封结构

3.2 下环密封

对下环密封结构的改装与上环相同(见图 5)。在下环上止口处加装一周宽 40 mm、厚 30 mm 的钢性垫板,同时在座环下面加装压板调整装置,通过压紧调整螺栓和在上、下水封面采取加一周环形钢垫的措施,使密封条由动压受力方式转变为静压受力方式。



(a) 原设计

(b) 改进后

图 5 下环密封结构

3.3 操作原理

试验时水压升高,如果上密封条两侧出现渗水不能保压时,通过调紧压板装置螺栓来压紧压板,Ø50 mm 的密封条(压板与封水环之间留有 7~10 mm 的压紧余量)在上下受力时发生向(下转第 17 页)

体提到顶部,用砂轮机修磨固定导叶上的导向条,以达到设计间隙。

在筒体下落到底部的时候,安装筒形阀指示器。
在筒形阀全开时,将筒体限位销放入顶盖对应位置,并按要求焊接。

4 结 语

在瀑布沟4号、6号机筒形阀的安装过程中,合理调整了筒形阀接力器安装工序,满足了筒形阀接力器提升杆的垂直度和碟阀压缩量、链条张紧度的要求,筒形阀与顶盖整体参与导水机构的预装和安装,避免了筒形阀变形,缩短了导水机构安装工期,为类似机组筒形阀的安装提供了借鉴:

(上接第12页)两侧形变,使密封条与工作面紧密结合从而达到止水效果。下密封条出现渗水时采用同样的处理措施。

4 改进方案

根据实践经验对密封的设计提出2种改进方案。

4.1 止口调整法

减小封水环与座环的密封止口深度,首先根据密封条的大小算出膨胀量(也可采取止口与密封条等径),再将密封条放置后与止口凸台接触,同时增加凸台的宽度,减小凸台与座环间的理论间隙(参考设计值为15mm),可在密封条上面加压,压板下面加一周垫片,使密封条处于一种上动面和下静面把合的止水方式,见图6。

4.2 密条直接放入法

取消封水环密封止口,减小封水环与座环间的设计间隙,直接将密封条放入倒角槽内,靠密封条上面的压板压紧密封条而止水,封水环间隙与座环间隙参考设计值为15mm,见图7。

上述2种方案简单实用,而且保压承受压力高(可达4MPa),调节余量很大,可作为设计参考。

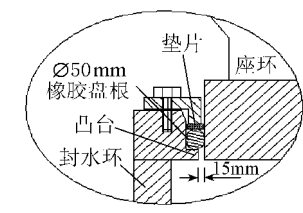


图6 止口调整法改进后的密封

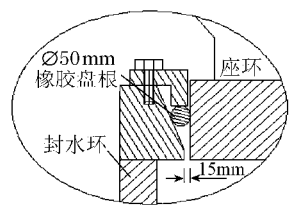


图7 密条直接放入法改进后的密封

5 结 语

由于封水环制造、运输、组焊以及座环圆度和封水环自身圆度等原因,封水环组焊安装后与座环局

a. 筒形阀阀体厚度较大,分瓣组合缝处的焊接坡口尺寸究竟设计成多大,是一个值得研究的问题。实践表明,瀑布沟电站采用U形坡口的设计,有效地避免了焊接对筒形阀阀体尺寸的影响,值得借鉴。

b. 筒形阀预装和组装过程中采用与顶盖一体化吊装的方法,能有效避免吊装过程中引起的筒形阀变形。

c. 筒形阀与顶盖、接力器的组装,密封装置的安装尽量考虑在安装间进行,有利于组、安装质量及进度的控制。

d. 铝青铜导向条采用分段焊接,可以释放部分焊接热应力,有利于减少焊接裂纹。

(收稿日期 2011-07-10 编辑:马敏峰)

部实测间隙达到43~45mm,厂家设计技术要求密封条单侧压缩量为4~5mm,密封条安装后的压缩余量达到相关技术要求,按设计原理完全能保压。但通过第1次水压试验失败分析和技术改进后对6号机蜗壳进行第2次充满水试验,当试验压力升到2.3MPa时,上下密封条局部出现渗水现象,压紧压板调整装置上的螺栓后无渗水,继续试压且试验压力达到3.75MPa(设计值)时所有周向密封无一出现渗漏现象,试压一次成功。在长达4个多月的蜗壳保温保压混凝土浇筑过程中,上下一周密封保持试验时的良好止水状态,其压力值稳定,变化幅度在规范范围内,确保了保温保压混凝土浇筑施工,实践证明通过技术改进后的密封装置满足水压及保温保压混凝土浇筑要求。

首台机组的试验成功为后面几台机组蜗壳的水压试验提供了有力的技术保证,本次技术改进得到了厂家、业主、监理的好评,并比原计划蜗壳浇筑工期提前了38d,为首台机提前发电赢得了宝贵的时间,创造了间接经济效益。

(收稿日期 2011-07-10 编辑:高建群)

