

官地水电站蜗壳水压试验封水环封水方案优化

苏 大,莫斌伟

(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: 在介绍官地水电站封水环密封结构的基础上,对官地水电站1号机组蜗壳水压试验封水环密封质量问题进行了分析,针对上部密封状态和下部密封状态分别提出了优化方案,采取了有效的控制措施和处理方法。官地水电站1号机组蜗壳水压试验结果表明,所采取的优化方案是有效的,确保了官地电站1号机组蜗壳水压试验一次成功。

关键词: 蜗壳水压试验;封水环;密封;方案优化;官地水电站

中图分类号: TV547.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7647(2013)S2-0004-03

官地水电站位于四川省凉山州西昌市与盐源县交界的雅砻江上,东距西昌市直线距离约40 km,是锦屏一、二级电站和二滩电站的中间梯级电站^[1-2]。右岸地下厂房装机4台600 MW机组,总装机容量2400 MW,年平均发电量为111.29亿kW·h^[3]。4台水轮机由东方电气集团东方电机有限公司制造,4台水轮发电机由哈尔滨电机厂有限责任公司制造。

官地水电站蜗壳焊接后,要求进行水压试验并保压浇注混凝土,水压试验压力2.215 MPa,保压试验压力0.98 MPa。根据上述要求,蜗壳水压试验及保压浇筑施工将涉及封水环的安装和拆除、蜗壳闷头的安装及拆除等问题。蜗壳水压试验需要控制蜗壳内压力,并进行保压浇筑,因此水压试验既对蜗壳的焊缝质量进行了一次全面、彻底的检验,消除焊接时产生的应力;同时又保证蜗壳在膨胀状态下模拟正常运行工况进行混凝土浇筑,防止蜗壳在运行过程中受水锤压力变形时,直接传力至混凝土上,危及厂房安全。

蜗壳水压试验及保压浇注方案,座环封水环的安装和拆除施工、蜗壳闷头的安装及拆除施工是控制好蜗壳水压试验保压环节质量和安全的关键。在借鉴以往类式施工(三峡水电站保温保压设施的布置系统及方案,瀑布沟水电站地下厂房水压试验方案等)成功经验的基础上,通过优化施工方案和改进封水环的封水结构设计,保证了蜗壳水压试验一次成功,并在设备供货滞后的情况下确保了1号机

组蜗壳水压试验按期完成。

1 封水环密封结构设计

官地水电站封水环分两瓣到货,在安装间组装成整圆后焊接成整体。封水环密封分上部密封和下部密封,密封部位用直径50 mm橡胶条密封,如图1所示。

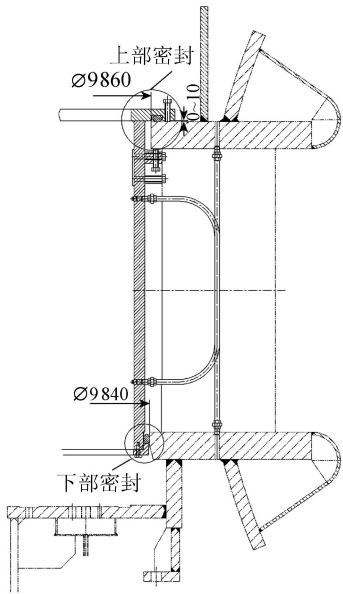


图1 封水环结构示意图(单位:mm)

封水环上部密封为密封槽平面密封结构,在封水环上环板上开有35 mm×75 mm密封槽,密封槽中心分布圆直径为9945 mm。安装时在密封槽内安装直径50 mm密封橡胶条,与座环上环板加工面接触,

允许封水环上环板平面与座环上环板平面间隙 0 ~ 10 mm,平面密封压缩量为 5 ~ 15 mm。通过封水环压紧螺栓和上环板的调整螺栓调整密封条压缩量,达到封水效果,如图 2 所示。

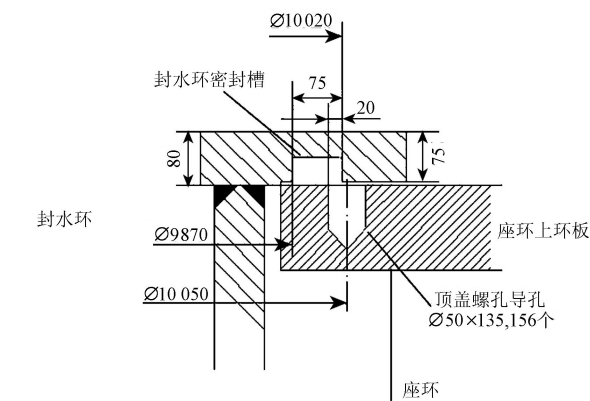


图 2 封水环上部密封示意图(单位:mm)

封水环下部密封为立面密封结构,封水环下部与座环下环板之间安装直径 50 mm 密封橡胶条,密封条底部用托板支撑。设计密封间隙 43.5 mm,密封条设计压缩量 6.5 mm。通过封水环内部水压力使密封条受力压紧,与封水环下部、座环下环板接触压缩达到封水效果,如图 3 所示。

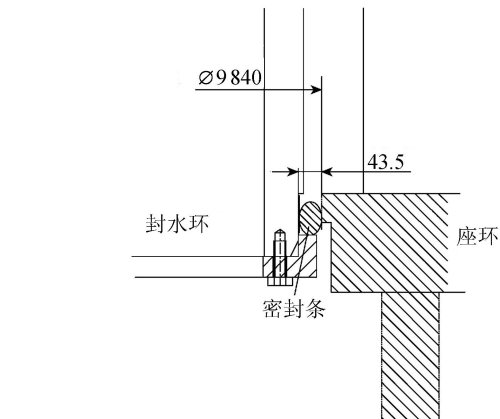


图 3 封水环下部密封示意图(单位:mm)

2 封水环密封优化方案

2.1 问题分析

a. 问题一:上环板密封位置,封水环密封槽外侧边界超过座环上环板导孔位置,座环上环板导孔为顶盖把合螺栓孔导孔,圆周均布 156 颗,导孔直径 50 mm。密封槽与导孔交错位置约 20 mm,且由于密封环与座环同心度影响,交错尺寸有所不同。在安装密封条后,受封水环内部水压力作用,密封条向外侧移动,至接触到密封槽外侧边缘位置停止。在此位置状态下,密封条下部中心在座环上环板导孔位置,密封条底部空心,不能达到平面密封作用,导孔位置将出现漏水现象,而且密封条极容易受水压冲

击而损毁,如图 4 所示。

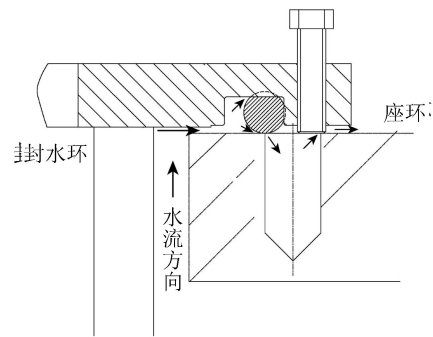


图 4 封水环上部密封状态

密封条设计为通过压紧螺栓、顶起螺栓的平衡来调整密封条压缩量,圆周均布 24 颗 M36 压紧螺栓和 72 颗 M36 调整螺栓。理论设计为通过 24 颗 M36 压紧螺栓预紧扭矩 130 N·m 来压紧密封条,通过 72 颗 M36 调整螺栓来调整密封条的均匀压缩和受力。由于封水环自重达 450 kN,在自重作用下,密封条压缩量已经达到 8 mm,即在压紧螺栓和顶起螺栓未安装的状态下,上部密封间隙为 7 mm,按图纸要求压紧螺栓采用扭矩 130 N·m 预紧后,密封间隙仍然为 7 mm,未发生改变。因此,螺栓并未起到调节密封状态的作用,无法改善上部平面密封效果。

b. 问题二:下环板密封位置,密封条受力为左右两侧的立面密封,密封条托板设计深度不能对密封条进行有效压紧,密封条的压紧力取决于封水环刚度及内部水压。因此要求封水环圆度、座环下环板圆度应该为绝对理想的正圆状态,同心度为绝对理想状态,且封水环刚度能够满足在内部水压作用后仍然不产生变形的状态下,才能达到较好的密封效果。在实际安装中,封水环的圆度是不能达到绝对理想化的,存在封水环圆度偏差、座环下环板圆度偏差、封水环与座环同轴度差等问题,两者间的间隙不能达到绝对的一致,密封条的受力将同样出现不一致,压缩变形量不一致,因此将会对封水效果产生影响。座环下环板位置从设计上应该为斜面过渡,密封条通过下部托板挤压到工作面,但设备上座环下环板位置存在台阶状,工作密封位置为上部台阶位置,要通过下部的托板将密封条压进台阶内是比较困难的,如图 5 所示。

2.2 优化解决方案

通过对上述问题的分析,须对封水环的密封状态进行有效更改,以便达到更好的封水效果,以确保水压试验一次成功。优化方案如下:

a. 优化方案一:针对上部密封状态,在密封槽内增加密封条挡板,挡板采用 $\delta = 10$ mm 扁铁制作,

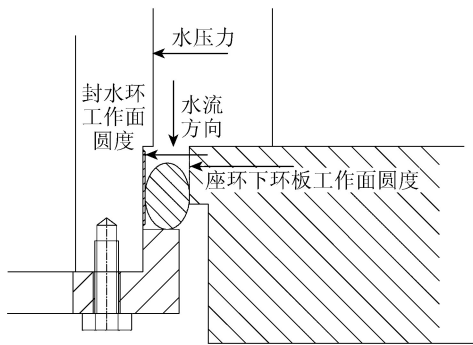


图5 封水环下部密封状态

安装在密封槽内部外侧部位,减小密封槽宽度尺寸,以使密封条在水压作用下的向后移动量减小,避免密封位置在座环环板导孔位置;同时对座环环板导孔进行环氧封堵,达到平面密封效果;控制密封面间隙为7 mm(厂家设计值为0~10 mm)。

直径50 mm 密封橡胶条计算面积 $S = \pi D^2 / 4 = 1963.5 \text{ mm}^2$,更改前密封槽计算面积(密封面间隙为0 mm)为 $75 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} = 2625 \text{ mm}^2$,更改后密封槽计算面积(密封面间隙为0 mm)为 $65 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} = 2275 \text{ mm}^2 > 1963.5 \text{ mm}^2$;更改后密封槽计算面积(密封面间隙为7 mm)为 $65 \text{ mm} \times (35 + 7) \text{ mm} = 2730 \text{ mm}^2 > 1963.5 \text{ mm}^2$ 。更改后的密封状态如图6所示。

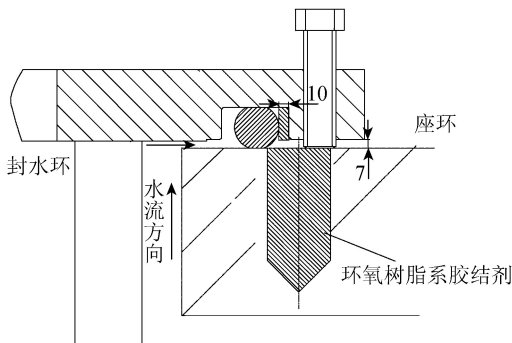


图6 封水环上部密封优化方案示意图(单位:mm)

b. 优化方案二:针对下部密封状态,将密封条的两侧立面密封更改为类似密封槽密封结构,在密封前对密封条进行预压紧,通过托板的压紧力使密封条紧密接触,从而达到有效的密封效果。

在密封条上部焊接挡块,形成密封槽结构的一侧边界,安装密封条后,将托板加长,密封条压进工作面位置,并对密封条进行预压紧,托板预留5 mm压紧量,此预留压紧量作为后续水压试验过程中调整用,当下部密封局部出现渗水时,可用来对密封条进行再次压紧。

更改后的密封状态如图7所示。

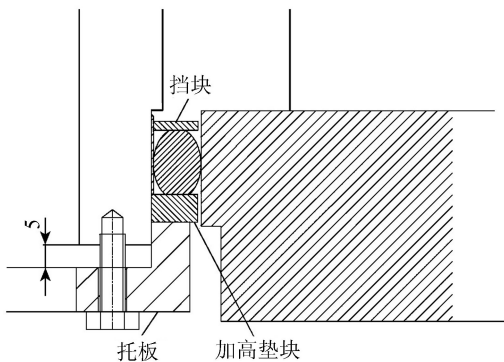


图7 封水环下部密封优化方案示意图(单位:mm)

3 结 语

通过对密封环上部、下部密封结构的更改和优化,使封水环的密封结构有了很大的改进,更为有效地实现密封效果。在官地水电站1号机组水压试验过程中,从蜗壳充水至水压试验,以及蜗壳保压混凝土浇筑整个过程中,密封环位置未发现渗漏现象,达到了很好的密封效果,确保了水压试验一次成功。

通过官地水电站1号机组水压试验,证明了此优化方案的可行性,并因此而实现蜗壳水压试验的一次成功,从而有效地缩短了蜗壳水压试验的工期,保证了官地水电站1号机组安装的直线工期。

参考文献:

- [1] 陈居森,姚海明. 雅砻江官地水电站蜗壳水压试验密封结构改进方案[J]. 四川水力发电,2011(5):61-63.
- [2] 戴宁,阳新峰,武丰林. 浅析官地水电站技术供水滤水器堵塞成因及对策[J]. 四川水力发电,2012(5):142-144.
- [3] 张彬. 官地水电站600 MW混流式水轮机结构设计[J]. 水电站机电技术,2012(1):10-12.

(收稿日期:2013-07-22 编辑:熊水斌)

