

紫坪铺工程冲砂放空洞工作门充压止水装置设计及改造

葛凯, 苏豪娟

(四川省紫坪铺开发有限责任公司, 四川 成都 610091)

摘要:紫坪铺冲砂洞工作门充压止水装置改造,充分利用了原有管道和抽水设备,将经过过滤的水源抽到计算安装高程处水箱,不但能为承压围带提供稳定可靠的压力源,还能应用于消防设施水源。同时充分利用了枢纽条形山脊的天然地理优势,运用实施便捷的水压平衡原理克服了原有充压方式的运行弊端,全面、稳定、可靠地保障了冲砂洞高水位下的运行安全。

关键词:充压止水;存在的问题;恒压止水;方案实施

中图分类号:[TM622];U449.86;TV663

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)04-0060-03

0 引言

紫坪铺水利枢纽工程位于四川省成都市西北60余公里的岷江上游,是一座以灌溉和供水为主,兼有发电、防洪、环境保护、旅游等综合效益的大(I)型水利枢纽工程。枢纽泄洪设施由两条泄洪排砂洞和一条冲砂放空洞组成,其中冲砂放空洞为有压隧洞,其工作门为潜孔弧门,布置于事故检修门后的隧洞出口处,安装高程757.49 m,设计水头高达126 m,水库正常蓄水位高程877.00 m下工作门挡水水头达119.51 m,孔口尺寸仅3.0 m×3.0 m。因此,高水头下工作门挡水止水效果良好与否直接影响冲砂洞安全运行。

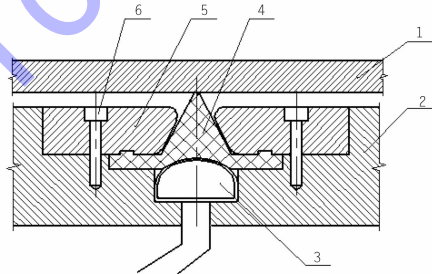
1 原充压止水实现方式及存在的问题

1.1 工作门主止水原理

为解决紫坪铺工程冲砂洞高水头下工作门全关挡水下止水问题,冲砂洞工作门特别布设了主、副两套水封,主水封为充压止水型式,辅助水封为常规弧门橡胶止水。为布置充压止水装置,冲砂放空洞隧洞底部比闸门底水封座板高出260 mm,形成一个台阶。充压止水是否投用是根据水库水位情况和辅助水封止水效果共同决定的,在冲砂洞工作门挡水运行工况下,首先应加强辅助水封止水效果观察,若不能满足止水要求,则相应投用主水封充压止水。

紫坪铺工程冲砂洞主水封的止水工作原理如图1所示,在投用充压止水进行止水时,承压围带

在内部流体介质(空气或水)压力作用下,产生充压膨胀,推动山型水封尖部向外凸起变形,与门叶面板紧密贴合,并产生压缩量,以实现充压止水目的。



1 - 工作门门叶面板;2 - 主水封座;3 - 承压围带;4 - 山型水封;5 - 水封压板;6 - 压板螺栓

图1 冲砂洞工作门主水封止水原理截面示意图

2.2 原充压止水的充压方式

原充压止水的压力源来自于空压机,充压方式有以下两种:一种是使用空压机产生的高压空气直接向承压围带充压;另一种是借助储水罐间接向承压围带充压,其原理是空压机向压力罐中注入加压空气或者是直接给储水罐中加压。其中向压力罐中加注压缩空气是将压缩空气存储在压力罐中,进行充压止水时不需要频繁启用空气压缩机;而直接给储水罐中的水加压的目的是为了在充压止水时可直接投入使用。以上充压方式的设备、零部件布置如图2所示,图中未标明部分辅助元件,如卸载阀、压力表以及一些自动控制的辅助件等。

由图2可知,原充压止水具体充压工作方式

收稿日期:2018-03-27

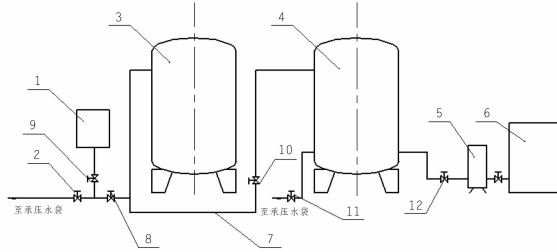
有以下两种:

(1)当进行承压围带充气实现充压止水时,可以直接利用空压机进行充气,同时关闭压力球阀8,当压力达到设定值时,关闭空压机和压力球阀9,同时打开压力球阀8,使得储气罐3能直接为承压围带补气,以达到充压止水的目的。

(2)当进行承压围带充水实现充压止水时,

关闭压力球阀2、8、9,打开压力球阀11、12,启动多级水泵5向储水罐4中补水,待压力达到设定平压值后,关闭多级水泵5和压力球阀12,同时关闭压力球阀11,若遇承压围带发生压力降低现象,则可打开压力球阀10和11,利用储气罐3向承压水袋中补压,从而达到持续补压止水的目的。

2.3 存在的问题



1-空气压缩机;2、8、9、10、11、12-压力球阀;3-储气罐;4-压力水罐;5-多级水泵;6-水池;7-压力管道

图2 原充压止水充压设备布置示意图

使用空压机为储气罐、储水罐加压存在以下几方面问题:

(1)压力罐属于特种设备,维护要求相对于传统设备较为复杂,同时相关的压力表和压力安全阀需要进行定期校验和特检等,导致运行安全条件要求和维护维修成本偏高。

(2)由于空气压缩性较大,气体发生渗漏时需要补气的情形时有发生,原充压方式无天然稳定可靠的压力源,对冲砂洞工作门主水封零部件的自身良好状态提出了严苛要求。

(3)紫坪铺水利枢纽工程供水的重要性和地理位置的特殊性,使得水库在蓄水期高水位运行时对充压止水效果要求较高,在前期使用过程中,采用充气充水的止水方式,会使自动控制的空压机或多级水泵出现频繁启动的情形,前期运行中存在诸多不便和潜在风险。

(4)若发生压力储气罐不能及时补气的故障,承压围带内压力降低,将会导致山型水封与工作门门叶面板的贴合度(橡胶压缩量)降低,在水库高水位运行条件下,冲砂洞工作门会出现射水现象,破坏闸门水封和金属结构,严重威胁枢纽的运行安全。

3 改造后的恒压止水方式

3.1 改造方案设计

为解决原充压止水的充压方式在运行中存在

的问题,对原有充压方式的压力源进行了改造设计和实施。改造仍根据压力平衡的原理,即水库校核洪水位产生的压力同水封与门叶面板的正向摩擦力相平衡,达到平压的目的,即可实现充压止水。如图3所示,冲砂放空洞隧洞内腔高水头产生的压力对水封形成压力为 P ,承压水袋在充压情况下通过山型水封作用在门叶面板上的正压力为 N ,水封与门叶面板所产生的摩擦力 f 。

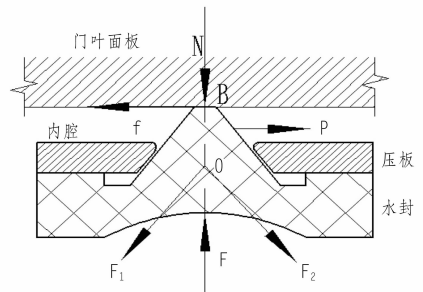


图3 充压止水压力平衡截面示意图

在力学平衡上有:

$$P = \mu N = f \quad (1)$$

取山型水封橡胶与门叶钢板间摩擦系数为0.85,考虑水头损失和一定安全系数,以校核洪水位计算内腔压力,代入公式(1)求得设计压力约为 $p_F = 1.50 \text{ MPa}$ 。

在改造过程中,考虑使用恒压水源充水的方式对承压围带进行充水平压,为保证承压围带产生的压力足以平衡库水位压力,充分利用紫坪铺

工程条形山脊天然地理优势,在坝上条形山脊一定高程处修建压力水池,同时考虑水质问题,采用了过滤水水源。坝上水箱安装高程根据公式(2)求得:

$$p_F = \rho gh \quad (2)$$

代入设计压力 $p_F = 1.50 \text{ MPa}$ 到公式(2)求得水箱安装高程为:910 m。

3.2 改造方案实施

改造方案考虑以下因素:(1)提高改造后的恒压止水水源洁净度,延长围带使用寿命;(2)利用枢纽地理位置优势选择合理的水箱安装位置;(3)引水管路较长,选择方便维护检修的管路形式;(4)考虑气候条件因素,确保引水管路运行稳定。

综以上因素分析出发,改造实施方案如下:水箱布置于枢纽条形山脊净水房后高程910 m 高程处,利用净水房水泵引用净水至水箱;引水管路采用分段法兰螺纹连接,并选择金属石棉法兰垫片,采用此类型管路不仅能适应气候变化引起管路的热胀冷缩变化,还能使日常维护检修经济、便捷。

紫坪铺工程冲砂洞工作门充压止水装置改造实施后,恒压水源设备、管路运行和维护较原充压方式更安全、经济和稳定,恒压充压止水装置实际运行中压力维持在1.41 MPa左右,在运用频率较高的水库汛限水位高程850 m和更高的正常蓄水位高程877 m下,均满足止水要求。实践证明,该

改造项目成效显著。

4 结 语

紫坪铺冲砂洞工作门充压止水装置改造,充分利用了原有管道和抽水设备,将经过过滤的水源抽到计算安装高程处水箱,不但能为承压围带提供稳定可靠的压力源,还能应用于消防设施水源。同时充分利用了枢纽条形山脊的天然地理优势,运用实施便捷的水压平衡原理克服了原有充压方式的运行弊端,全面、稳定、可靠地保障了冲砂洞高水位下的运行安全。本改造项目实施成本较低,操作和维护便捷、可靠。另一方面,这种恒压水源改造项目推广受地理位置制约影响,在高纬度地区,压力源中的水介质会出现结冰的不利现象,但因其实施成本和运行安全稳定的优势,为低纬度地区同类高水头弧门充压止水提供了经验和参考。

参考文献:

- [1] 徐衡. 二滩拱坝中孔弧形闸门水封充排压系统模式[J]. 水电站机电技术,2007,30(04):38-40.
- [2] 于永军,刘岂,王建军. 小浪底水利枢纽排沙洞工作闸门止水设计[J]. 水力发电,2007,33(02):75-77.
- [3] 张文强,刘文广. 喜河水电站中孔工作闸门充压式水封改造[J]. 西北水电,2012,31(06):94-96,100.

作者简介:

葛 凯(1989-),男,四川仁寿人,工程师,硕士,主要从事水工金结设备运行维护技术与管理工作;

苏豪娟(1983-),女,河南南阳人,工程师,大专学历,主要从事电力生产。 (责任编辑:卓政昌)

杨家湾水电站顺利通过蓄水验收

7月20日上午,四川省发改委委托四川省工程咨询研究院在成都组织召开了阿坝州抚边河杨家湾水电站蓄水验收会。四川省发改委、四川省工程咨询研究院、阿坝州发改委、阿坝州水务局、小金县县政府、成都勘测设计研究院等单位负责人及相关专家组成验收委员会,对杨家湾水电站按相关规程规范进行了蓄水验收综合审查,验收委员会一致同意杨家湾水电站通过蓄水验收。

验收委员会根据会前查看现场、听取验收工作汇报、查看资料等情况,通过综合审查,一致认为:杨家湾水电站与水库蓄水有关的枢纽工程建设符合国家有关法律、法规和审批文件的规定;实施过程中首部枢纽重大设计变更已通过审查;工程设计符合相关规程规范要求;工程质量满足工程蓄水的要求,同意《阿坝州抚边河杨家湾水电站蓄水验收鉴定书》,确认杨家湾水电站具备下闸蓄水条件,同意该电站下闸蓄水。

白鹤滩水电站大坝首个导流底孔顺利封顶浇筑

8月18日凌晨03:53,白鹤滩水电站大坝4号导流底孔流道封顶顶仓(19-034仓)顺利开浇,经过23.7个小时,该仓顺利浇筑完成。