柔性防护网在阴坪水电站厂房后边坡防护中的应用

李 俊, 田 赟, 袁 赟, 仵凌丰
(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 都江堰 611830)

摘 要:阴坪水电站后边坡为高边坡,坡面散布着大量体积不等的危石。为避免因施工生产及村民放牧、耕种对边坡危石的扰动而造成人员伤亡及财产损失,经过比选,采用主动与被动柔性防护网相结合的方式,在较短的时间内达到了防护效果。对阴坪水电站防护结构的比选及主动与被动柔性防护网的施工方法进行了介绍。

关键词:阴坪水电站;柔性防护网;施工
中图分类号:TV7;TV513;TV52 **文献标识码**: B **文章编号**:1001-2184(2018)05-0049-03

1 概 述

阴坪水电站位于涪江支流火溪河上,为火溪河水电梯级开发的最后一级,系低闸引水式电站,共装机2台,单机容量为50 MW,总装机容量为100 MW。

阴坪水电站厂区枢纽布置在火溪河右岸,右岸为高边坡,边坡上存在大小不同的危石群且分布较分散。由于该危石群受到爆破施工的扰动、汛期雨水冲刷等影响,加上当地村民在该范围还有放牧及生产活动,对施工期间人员与设备的安全造成了极大威胁。另外,因阴坪水电站所在地区为地震高发区,受地震影响,该范围危石的存在对今后电站的运行安全也构成了较大的安全威胁。经现场查勘,需要对厂房右岸沿线边坡作防护处理,以消除危石群带来的安全隐患。

2 防护处理的原则

(1) 必须最大限度地确保阴坪水电站厂区枢纽建设施工期和建成后发电运营期的安全,尽量避免崩塌落石灾害的发生,既便有岩体松动或脱离坡面下落,也需在防护措施的控制范围内;

(2) 处理措施快捷适用,施工周期短,能较快地达到防护条件;同时,防护施工时尽量减少开挖或不开挖以避免对边坡稳定性的进一步破坏;

(3) 具有足够的工作寿命,在使用年限内无须或仅需要少量维护,且维护和修复工作简单、易行;

(4) 出于环保和工程美学的考虑,边坡处理措施应尽可能不破坏原有地形地貌,坡面防护措施与线路周边环境之间不形成明显的反差。处理后的边坡表面美观、视觉效果好,并且不影响后期自然或人工绿化植被的生长;

(5) 经济适用,在同等防护效果的前提下尽量节约成本。

3 防护方案的选择

由于阴坪水电站厂区枢纽布置在该危石群的边坡坡脚,同时受场地限制,临时生产生活区也必须修建在该边坡坡脚。为了尽快使临时生产生活区正常投用以展开主体工程施工,防护工作必须在短时间内达到防护效果,以确保人员和财产的安全。遵照上述防护处理原则,在锚喷防护、钢筋混凝土挡墙防护、主动柔性防护网防护、被动柔性防护网防护、主动与被动柔性防护网联合防护等备选方案中选择了主动与被动柔性防护网联合防护方案。

3.1 主动柔性防护网之防护原理

主动柔性防护网采用系统锚杆固定并根据柔性网的特点,分别通过支撑绳和缝合张拉(钢丝绳网或铁丝格栅)对柔性网部分实现预张拉,从而对整个边坡形成连续支撑,其预张拉作业使系统尽可能地紧贴坡面并形成抑制局部岩土体移动或在发生局部位移或破坏后将其裹缚(滞留)于原位附近的预应力,进而实现其主动防护(加固)功能。

3.2 被动柔性防护网之防护原理

被动柔性防护网是一种能拦截和堆存落石的柔性拦石网,整个系统由钢丝绳网或环形网(需拦截小块落石时附加一层铁丝格栅)、固定系统

收稿日期:2018-08-08

www.powerfoo.com

(锚杆、拉锚绳、基座和支撑绳)、减压环和钢柱四个主要部分构成,系统的柔性主要来自于柔性网、支撑绳和减压环等结构,且钢柱与基座间亦采用可动铰联结以确保整个系统的柔性匹配。被动柔性防护网以落石所具有的冲击动能这一综合参数作为最主要的设计参数,避开了传统结构设计中以荷载作为主要设计参数时所存在的冲击动荷载难以确定的问题,实现了结构的定量设计。

3.3　联合防护网设置位置及型号的确定

在距坡脚 10 m 高位置沿厂区枢纽生产生活区全线通长设置一道被动防护网,再在局部危石块体较大区域加设一道被动防护网,两道被动防护网之间距离 10 m。两道被动防护网形成了对坡面落石的漏斗过滤式效应,即第一道被动网有效的削减了边坡上崩塌落石的动能,既使穿越了该道防护网的落石通过缓坡带到第二道被动网时的动能也大大降低,从而保证了防护网能最大限度地拦截较大冲击能量的落石。在靠近地面的缓坡面局部地方存在较多松散的碎落石位置,采用主动柔性防护网覆盖防护,保证了坡面碎落石在网内有限的位移或束缚在原位置,不会散落和崩塌溜坍到地面,进而危及人员与设备的安全。

根据对坡面乱石滚落动能进行的计算和现场试验得知,落石动能均小于 500 kJ,故将被动柔性防护网型号确定为能防护 500 kJ 动能冲击的 RX－050 型柔性防护网,防护网高度为 4 m。主动防护网型号确定为 GPS2 型。

4　被动柔性防护网的安装

4.1　测量定位

按设计要求并结合现场地形对钢柱和锚杆基础进行测量定位,柱间距为 10 m,局部根据地势其间距可在 8～12 m 之间缩短或加宽进行调整。

4.2　基础施工

覆盖层位置的基础必须按设计要求挖至设计深度;在半基岩、半覆盖层基坑内加设锚杆,锚杆分别锚于基岩和基础混凝土内;基岩出露基础直接打设锚杆,锚杆与钢柱连接。锚杆规格为 φ25,$L \geqslant 2$ m,采用 M20 水泥砂浆灌注,优先选用粒径不大于 3 mm 的中细砂。钢柱基础采用 C20 混凝土回填,回填前将地脚螺栓定位并加固牢靠,混凝土养护期不少于 14 d。

4.3　钢柱及拉锚绳的安装

基础强度满足要求后将基座安装就位,再将钢柱底部置于基座处,将上拉锚绳的挂环挂于钢柱顶端挂座上,然后将拉绳的另一端与对应的上拉锚杆环套连接用绳卡暂时固定。将钢柱底部插入基座中,插入连接螺栓并拧紧。通过上拉锚绳调整好钢柱,收紧上拉锚绳并用绳卡固定。上拉锚绳安装好后进行侧拉锚绳的安装,安装方法与上拉锚绳相同。

4.4　支撑绳的安装

4.4.1　上支撑绳的安装

将起始端钢柱的第一根上支撑绳的挂环暂时固定于钢柱的底部,上调支撑绳将其引至基座的下部,并将减压环调节就位,同一根支撑绳上每一跨的减压环对称布置于钢柱两侧,距钢柱 50 cm,再将该支撑绳的挂环置于端柱的顶部挂座上。当支撑绳拉引至第二根钢柱时,将支撑绳用绳卡固定于挂座的外侧。在第三根钢柱位置,将支撑绳拉引至挂座的内侧暂时固定。按照上述方法将该支撑绳分别安装在后续钢柱基座挂座的外侧和内侧,在安装至最后一根钢柱时向下绕至该钢柱基座的挂座上,再用绳卡暂时固定。将所有减压环位置调整好后,拉紧支撑绳并用绳卡固定到位。第二根上支撑绳由最后一根钢柱向第一根钢柱的方向反向安装,安装方法同第一根上支撑绳的安装方法,唯一的区别只是将减压环布置在同跨的另一侧。在拉引第二根上支撑绳时,在距减压环 40 cm 处用绳卡将两根上支撑绳连接在一起。

4.4.2　下支撑绳的安装

将起始端钢柱的第一根下支撑绳的挂环挂于钢柱基座的挂座上,调直支撑绳并将减压环调节就位,同一根支撑绳上每一跨的减压环对称布置于钢柱两侧,距钢柱 50 cm。在第二个基座处,用 30% 标准紧固力用绳卡将支撑绳固定于挂座的外侧,在第三个基座处,仍用 30% 标准紧固力用绳卡将支撑绳固定在挂座内侧,按照上述方法交叉安装支撑绳在后续钢柱基座挂座的外侧和内侧,在安装至最后一个基座时将支撑绳尾端绕在该基座的挂座上,再用绳卡暂时固定,将所有减压环位置调整好后,拉紧支撑绳并用绳卡固定到位。按上述步骤反向安装第二根下支撑绳,在同一挂座处形成内侧和外侧两根交错的双支撑绳结构。

www.powerco.com

4.5　钢绳网的安装

将钢绳网在钢柱之间铺开，再用起吊钢绳穿过钢绳网上缘网孔将同一跨内两张绳网同时吊起，绳网的一端固定在其中一根钢柱的顶端，另一端绕过另一根钢柱暂时固定在基座挂座。收紧起吊绳使钢绳网与上支撑绳水平并用绳卡将绳网与上支撑绳锁扣在一起。为确保缝合绳网时的安全，将绳网与下支撑绳也用绳卡锁扣在一起，然后抽出起吊绳。按照相同的方法将全部钢绳网挂到上支撑绳上，同时将其调整就位。

4.6　钢绳网络的缝合

将缝合绳从防护结构的一端开始，先将缝合绳中点固定在每一张网的上缘中点处支撑绳上，从中点开始用缝合绳分别向左右两端逐步将网与支撑绳绕在一起，直到与另一张网交界的位置再顺着网面由上而下将相邻两张网缝合在一起，最后用绳卡将缝合绳与钢绳网固定住，绳卡应设置在离缝合绳末端 0.5 m 的地方，并保证左右侧的缝合绳端头重合 1 m。

4.7　格栅的安装

为封闭下支撑绳与地面间的缝隙，在钢绳网的内侧铺设格栅，每张格栅间重叠约 10 cm。格栅上缘覆盖住钢绳网下缘，覆盖宽度不小于 50 cm，并用铁丝将格栅固定到网上，铁丝绑扎间距不大于 1 m。格栅下缘沿边坡向上敷设 50 cm 左右并采用土钉将格栅底部压住。

5　主动柔性防护网的安装

主动柔性防护网网内按 4.5 m 间距布置系统锚杆，网周边按 3 m 间距布置钢绳锚杆。锚杆规格为 φ25，$L \geqslant 2$ m，采用 M20 水泥砂浆灌注，优先选用粒径不大于 3 mm 的中细砂。先安装纵横向支撑绳并张拉收紧，两端用绳卡与锚杆外露环套固定连接，再从上向下铺挂格栅网，同时从上向下铺设钢绳网并缝合。格栅网间需重叠适当宽度并用铁丝绑扎固定，钢绳网和格栅网间亦采用铁丝绑扎固定。

6　结　语

采用被动与主动柔性防护网相结合的防护方式，在较短时间内将阴坪水电站后边坡危石控制在可控范围内，在“5.12 大地震”中仅有一处被动防护网被一个体积超过 3 m^3 的巨石洞穿，其余落石均被有效地拦截，达到了设计防护效果，最大程度地减小了损失。

作者简介：

李　俊(1979-)，女，四川威远人，工程师，从事水利水电工程施工技术及管理工作；

田　赟(1981-)，男，湖北恩施人，经济师，从事水利水电工程造价及合同管理工作；

袁　赟(1985-)，男，湖北宜昌人，工程师，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

仵凌丰(1986-)，男，河南南阳人，工程师，从事水利水电工程施工技术与管理工作.

(责任编辑：李燕辉)

(上接第 25 页)

5　结　语

老挝南立 1-2 水电站于 2009 年 12 月 14 日下闸蓄水，大坝已安全运行 9 a，坝体最大沉降量为 0.299%，最大渗流量为 12 L/s。与类似工程相比，其最大沉降量和渗透量较小，实际情况表明：在施工过程中采用的施工工艺合理，特别是面板滑模的使用对保证面板质量发挥了重要的作用。

作者简介：

胡清焱(1972-)，男，四川蓬溪人，高级工程师，学士，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

邓　斌(1980-)，男，四川威远人，工程师，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

王　抗(1974-)，男，四川资阳人，工程师，从事水利水电工程施工技术与管理工作；

李　锐(1977-)，男，四川盐边人，高级工程师，从事水利水电工程施工技术与管理工作.

(责任编辑：李燕辉)

四川拟对电力企业进行补贴 火电厂最高补 1 377 万元

四川省经信委日前发布了《关于利用 2016 年直购电及富余电偏差资金对电力企业进行补贴相关数据公示》，国网四川省电力公司提供了各相关水电企业 2016 年实际执行市场电量和各相关燃煤火电企业 2018 年 7－8 月份实际上网电量及拟补贴资金，其中拟补贴资金排名前三位的分别是：方山电厂、广安三期、金堂电厂。方山电厂 7、8 月份合计上网电量 61 821.27 万千瓦时，拟补贴资金 1 377.743 万元。

www.powerfoo.com