

高水头多泥沙引水式水电站建设的几个关键技术

孙祥

(四川美姑河水电开发有限公司,四川成都 610041)

摘要:阐述了美姑河流域水电梯级开发针对河道比降大、集雨面积小、植被覆盖率低、汛期降雨导致河道来水呈典型的“暴涨暴落”特性且裹挟大量泥沙及石料的典型山区河流给高水头混流式水电机组带来的不利危害采取的过流部件喷涂、地下厂房渗漏水“堵、引、排”等应对技术措施,成功地解决了不利因素,确保了水电站运行安全。

关键词:美姑河;高水头;多泥沙;引水式;水电站运行;关键技术

中图分类号:TV7;TV52;TV22

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增2-0076-02

1 概述

美姑河位于四川省凉山州美姑县境内,系金沙江一级支流,发源于大凉山南麓,经雷波县莫红乡于上田坝附近注入金沙江。干流全长170 km,落差2 883 m,河道平均比降13.5%,流域面积3 183 km²,属典型的山区河流。

根据开发规划,美姑河干流自上而下分别布置了牛牛坝、瓦洛、瓦吉吉、柳洪、坪头等“一库五级”五座梯级水电站,总装机容量547 MW。电站均为单一发电开发项目,无灌溉、防洪等综合利用要求。目前,柳洪水电站和坪头水电站已建成投产。

(1)柳洪水电站属美姑河流域梯级电站首期开发项目,为低闸高水头引水式电站,闸首主要建筑物由三孔泄洪闸、一孔冲沙闸、一孔进水口组成,最大闸高26.5 m,正常蓄水位高程1 305 m,总库容65万m³,调节库容46.7万m³,具有日调节能力;引水隧洞长10.218 km,压力管道长903.3 m,设计引用流量57 m³/s;地下厂房设置有主副厂房、安装间,地面设置有主变室及GIS室,装机容量为180 MW,由3台单机容量为60 MW的混流式水轮发电机组组成,额定水头358 m,保证出力34.5 MW,设计多年平均发电量8.45亿kW·h。电站于2007年8月全面建成投产,至2016年底安全运行3 441 d,累计发电量65.378亿kW·h。

(2)坪头水电站属美姑河流域梯级电站二期开发项目,为低闸高水头引水式电站,闸首主要建筑物由三孔泄洪闸、一孔冲沙闸、一孔进水口组

成,最大闸高38.5 m,正常蓄水位高程913 m,总库容62.09万m³,调节库容9.77万m³,具有日调节能力;引水隧洞长12.71 km,压力管道长667 m,设计引用流量72 m³/s;地下厂房设置有主副厂房、安装间、主变室、GIS室,装机容量为180 MW,由3台单机容量为60 MW的混流式水轮发电机组组成,额定水头290 m,额定出力28.6 MW,设计多年平均发电量8.61亿kW·h。电站于2011年7月全面建成投产,到2016年底安全运行2 045 d,累计发电量35.506亿kW·h。

坪头水电站尾水位600 m高程与溪洛渡水电站正常蓄水位600 m高程衔接。坪头水电站地下厂房水轮机层底板高程594.7 m和球阀层底板高程589 m均处于溪洛渡水电站正常蓄水位以下。

2 美姑河梯级电站建设的几个关键技术特点

2.1 柳洪水电站实施的“以库代池”、取消沉沙池的技术方案

美姑河因其上游植被差而导致洪水裹挟大量泥沙下泄,据统计分析得知:汛期代表年5~10月柳洪水电站入库输沙量占全年输沙量的99.7%。为减少泥沙对机组过流部件的损害,采用“以库代池”方案替代了进水口下游设置的双室沉沙池。代表年沉沙实测统计情况见表1。经过五年时间对过机含沙量进行检测得知:在较大发电流量62.9~232 m³/s时,实测水库悬移质总沉降率为22.8%~57.1%,其中粒径大于0.25 mm的粗沙沉降率为97.7%,水库沉沙的效果明显,“以库代池”方案可行。

2.2 机组过流部件高温碳化钨喷涂技术

收稿日期:2018-04-10

表 1 柳洪水电站代表年(2009 年)出库及过机月平均含沙量表

项 目	月 份						/g · m ³
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	
出库含沙量	206	2 704	2 870	1 249	435	110	
过机含沙量	104	324	301	600	160	74.4	
比值	0.505	0.12	0.105	0.481	0.368	0.674	
D≥0.25 mm 悬移质过机含沙量	1.2	3.9	3.6	7.2	1.9	0.9	

为提高机组运行寿命,延长 A 修周期,针对汛期泥沙对导叶、转轮、上下止漏环等过流部件表面的冲蚀情况,采用金属陶瓷碳化钨材料,在约 1 200°C 高温下对设备表面进行了超音速火焰喷涂。

工艺流程:磨损部位修复(预留喷涂层)→预装→碳化钨超音速喷涂→表面打磨→预装→出厂运至水电站现场安装。

表面喷涂后的过流部件表面抗冲磨能力有显著提高。经过喷涂的过流部件最长经历五个主汛期运行后才进行 A 修,延迟了检修时间,创造了明显的经济效益。

2.3 柳洪水电站地下厂房顶拱采用的柔性衬砌技术

原地勘资料预测柳洪水电站地下厂房顶拱岩体以页岩为主,含紫红色粘土夹层,产状平缓,层面裂隙发育,稳定性差,围岩类别以Ⅲ类为主,部分为Ⅳ类偏差。初设采取柔性支护和刚性支护相结合的两期支护方案。开挖过程中,经过优化爆破设计、严格控制爆破参数,根据揭露出的顶拱围岩情况,按岩石强度、岩体完整性、结构面状态、地下水状态、主要结构面产状等五因素进行分析,最终确定围岩类别为Ⅲ类,遂将设计变更为系统锚杆加挂网喷混凝土柔性支护。电站自 2007 年投产以来,地下厂房顶拱稳定、安全,运行良好。

2.4 坪头水电站地下厂房采取的渗漏水处理方案

坪头水电站地下厂房发电机层高程 602.5 m,厂房下部结构处于溪洛渡水库正常蓄水位高程 600 m 的回水影响水位以下。针对厂址区水文地质特点和溪洛渡水库蓄水后地下水对厂区建筑

(上接第 63 页)

龙头水库跨流域引水优化调度效果逐步显现,枯期发电量和比例大幅度增加,流域水能利用率、联合防洪能力和各电站安全运行能力得到明显提升,生产现场工作人员的员工幸福指数明显提升,水电开发效益也有所增加。

物及围岩的影响,采取了以下防渗工程措施:

(1) 加强了厂房结构。地下厂房高程 602.5 m 以下的地板、边墙采用 C25W6 混凝土衬砌,厚 130 ~ 145 cm。洞室周边边墙、地板交错固结灌浆。

(2) 混凝土结构表面喷涂水泥基渗透结晶体防水材料。

(3) 在边墙外侧 603 m 高程设置了一条自流排水洞。

(4) 加大了地下厂房渗漏集水井容量,调整了报警容量和备用容积。

(5) 提高了渗漏排水能力。设置了三台长轴深井泵,一台工作,两台备用,单台额定流量为 460 m³/h,扬程 45 m。

2.5 建立了水情自动测报系统

基于美姑河汛期来水“暴涨暴落”的特点,为提高防洪度汛应急预案启动的准确性,在柳洪水电站水库以上河段,根据不同地形地貌设置了八个雨量计,一个水文站,通过北斗导航卫星将信号传输至集控中心,为水库科学调度提供了准确的降雨信息和洪水预报。

3 结 语

“以库代池”、过流部件表面喷涂、水情自动测报等几个关键技术的实施和投产运用,对处于大凉山腹地高水头、多泥沙河流上的柳洪、坪头水电站安全运行发挥了重要作用,产生了明显的经济效益,对类似项目具有一定的借鉴作用。

作者简介:

孙 祥(1963-),男,甘肃平凉人,副总经理兼总工程师,高级工程师,从事水电工程建设技术与质量管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

作者简介:

尹广民(1980-),男,内蒙古多伦人,副厂长,工程师,从事水电站生产运行技术与管理工作;

侯 强(1985-),男,重庆万盛人,副主任,助理工程师,从事水电站生产运行技术工作。

(责任编辑:李燕辉)