

苏洼龙水电站导流隧洞设计

薛宝臣, 王剑涛, 史晓阳, 赵万青

(中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司,北京 100024)

摘要:苏洼龙水电站导流隧洞具有洞身断面尺寸大、运行时间长和泄流量大的特点。本文通过对导流隧洞洞身、进出口、堵头等方面的设计进行分析,为其它大中型导流隧洞的设计提供了参考与借鉴。

关键词:导流隧洞;地质条件;断面设计;进出口

中图分类号:[TM622];TV551.1+2;TK402

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)06-0120-02

1 工程概况

苏洼龙水电站位于金沙江上游河段四川巴塘县和西藏芒康县的界河上,为金沙江上游水电规划13个梯级电站的第10级。枢纽建筑物主要由沥青混凝土心墙坝、右岸溢洪道、右岸泄洪放空洞、左岸引水系统、左岸地面厂房等建筑组成。沥青混凝土心墙坝最大坝高112 m,总库容6.38亿 m^3 ,总装机容量1200 MW,为一等大(1)型工程。

拦河坝施工导流采用断流围堰一次拦断河流、隧洞泄流(枯水期导流隧洞泄流,汛期导流隧洞与泄洪放空洞联合泄流)的全年施工导流方式。

2 导流隧洞地质条件

导流隧洞位于苏洼龙坝址右岸,地形陡峭,大部分基岩裸露,地面高程一般2425~2680 m,为高原-高山峡谷地貌。地震基本烈度为Ⅷ度,属于强震不发育和小震分布较为稀疏地带。基岩岩性主要为花岗岩、石英片岩、及少量大理岩。其中花岗岩约占总长度81.9%,以微新岩体为主,岩体强度较高。石英片岩多与大理岩互层状出露,片理发育,弱风化。进口明渠位于中等密实状砂卵砾石层,厚度一般6~25 m。

导流隧洞洞室处于花岗岩深部,构造不发育,以Ⅳ、Ⅴ级结构面为主,围岩整体以Ⅱ~Ⅲ1类为主。洞室埋深一般100~300 m,弱风化岩体厚度一般25~30 m,洞室大部分位于微新状花岗岩中,卸荷不发育,仅进口边坡存在少量弱卸荷岩体,厚度一般小于10 m。

地下水类型有孔隙性潜水和基岩裂隙水,孔

隙性潜水分布于进口明渠河床覆盖层中,其补给来源主要来自大气降水及地表水的补给;导流隧洞位于地下水位以下,开挖过程中以渗滴水及少量线状滴水为主,为基岩裂隙水。地表水及地下水类型均为重碳酸钙型。根据水化学分析成果分析,江水、地表水及时下水水样对混凝土均无腐蚀性。

3 导流隧洞断面设计

3.1 导流隧洞平面布置

苏洼龙水电站导流隧洞布置于坝址右岸,导流隧洞洞身长度896.53 m,其中明洞段长10.68 m。平面上布置一转弯段,转弯半径100 m,转弯角度60°。导流隧洞进口底板高程2379.0 m,并在进口前端设置2385.0 m高程到2379.0 m高程的反坎,出口底板高程为2376.0 m,后接消力池,消力池后明渠底板高程为2380 m,导流隧洞纵坡为3.53‰。

3.2 导流隧洞洞身断面

可研阶段对导流隧洞洞径进行了技术经济综合比较,以优选合适的断面尺寸。洞径比选时根据泄流能力拟定了14 m×18 m,15 m×19 m,16 m×20 m三个不同洞径方案,从截流条件、水力学特性及导流工程量等方面进行综合分析比较,导流隧洞断面尺寸推荐采用15 m×19 m(宽×高)的城门洞型,顶拱中心角为120°。导流隧洞按有压流设计,洞身采用钢筋混凝土衬砌。

3.3 导流隧洞洞身支护

苏洼龙水电站导流隧洞为4级建筑物,导流隧洞洞身采用初期支护与钢筋混凝土衬砌结合的支护方案。

收稿日期:2018-10-17

导流隧洞上导洞贯通后,根据现场实际揭露的地质条件、结构优化、施工需要等原因,对导流隧洞洞身的开挖支护型式以及导流隧洞衬砌结构型式进行了系统的设计优化调整。

初期支护型式根据不同的围岩类型及断面尺寸确定。导流隧洞进口洞段开挖断面尺寸较大且围岩条件较差,采用了锚喷支护、钢支撑及悬吊锚筋桩的初期支护方案;洞室Ⅲ、Ⅳ类围岩洞段分别采用了挂网喷混凝土及系统锚杆的支护方案;洞室Ⅱ类围岩堵头段采用喷混凝土及系统锚杆的支护方案;堵头前洞室Ⅱ类围岩段采用喷混凝土、顶拱系统锚杆和边墙随机锚杆的支护方案;堵头后洞室Ⅱ类、Ⅲ类围岩段由于实际施工过程中优化取消了该部位的顶拱衬砌,因此顶拱部位初期支护均相应进行了加强处理。

根据苏洼龙水电站导流隧洞穿越地层的地质条件及实际施工情况,洞身堵头段前采用全断面钢筋混凝土衬砌,堵头段及堵头段后Ⅱ类、Ⅲ类围岩洞段顶拱不衬砌。导流隧洞洞身各洞段的钢筋混凝土衬砌厚度为洞身稳定分析与结构计算,并参考同类工程经验确定。

4 导流隧洞进出口

4.1 导流隧洞进出口边坡

导流隧洞进口为整体开挖,最大开挖边坡高度为104 m,右侧明渠设3级马道,马道设置高程为2 415.0 m、2 435.0 m和2 460.0 m,岩质边坡开挖坡比1:0.5,覆盖层边坡开挖坡比1:1.1~1:1.5;导流隧洞出口边坡最大开挖高度约为108 m,设4级马道,马道设置高程为2 398.0 m、2 420.0 m、2 440.0 m和2 460.0 m,岩质边坡开挖坡比1:0.3,覆盖层边坡开挖坡比1:1.1~1:1.5。

进出口边坡支护型式为系统锚杆、喷混凝土、挂钢筋网、网格梁和锚索支护等支护。边坡开挖后并采取及时支护措施,边坡稳定,未出现大范围塌方等现象,且进出口边坡监测数据成果分析表明,进、出口边坡处于稳定状态。

4.2 导流隧洞进出口明渠

导流隧洞进口明渠长约476.2 m,渠底宽25.0~100.5 m。左侧边墙扩散角为25°,右侧边墙扩散角为8°。进口明渠道0-362.3 m~导0-498.2 m,底高程为2 386.5 m,进口明渠道0-230.0 m~导0-362.3 m,纵坡为1.98%,进口

明渠道0-080.9 m~导0-230.0 m,底高程为2 384.0 m。进口明渠道0-032.0 m~导0-080.9 m设置2 385.0 m高程到2 379.0 m高程的反坎,进口明渠道0-022.0 m~导0-032.0 m底板高程为2 379.0 m。进口明渠道0-022.0 m~导0-080.9 m底板、左侧边墙导0-022.0 m~导0-096.2 m及右侧边墙导0-022.0 m~导0-104.0 m高程2 435.0 m以下采用1 m厚C20钢筋混凝土防护。

导流隧洞出口明渠长约336.5 m,出口明渠道0+896.53 m~导0+954.57 m为明渠内异形反台阶消力池,底板高程为2 367.0 m,共设置5级台阶,台阶高程分别为2 370.0 m、2 374.0 m、2 378.0 m、2 382.0 m和2 386.0 m。消力池分三块浇筑,块与块之间为结构缝,结构缝设键槽并填充闭孔泡沫板。出口明渠道0+954.57 m~导0+985.85 m为消力池后护坦,护坦厚1 m,顶高程2 377.0 m。护坦分块浇筑,块与块之间为结构缝,护坦钢筋过结构缝,结构缝设键槽并填充闭孔泡沫板。消力池及护坦为C30钢筋混凝土。护坦后明渠底高程为2 380.0 m。明渠右侧高程2 398.0 m以下岸坡采用1 m厚C20钢筋混凝土防护。

4.3 导流隧洞进水塔

为后期导流隧洞封堵需要,导流隧洞进口设置了进水塔,采用钢筋混凝土结构。综合考虑施工导流期间度汛水位及导流隧洞汛后下闸封堵条件,同时兼顾进水塔顶与右岸公路的衔接,进水塔顶部高程确定为2 435.0 m。

导流隧洞进水塔长22 m,宽30 m,高61 m,进水塔设置一道中墩,两道封堵闸门孔口尺寸为矩形7.5×19 m(宽×高),分别设置一扇平板闸门。进口喇叭口采用三面收缩(底板不收缩)型式,体型曲线按1/4椭圆曲线,进口上缘曲线方程为,两侧及中墩曲线方程。

5 导流隧洞封堵堵头

导流隧洞堵头为1级永久挡水建筑物,与大坝具有同等的重要性。堵头按1000年一遇洪水设计,设计洪水位2 475.0 m,校核洪水标准为PMF,校核洪水位2 476.89 m。堵头最大设计水头约96 m。

(下转第128页)

表1 试验期间设备采样点相关水质变化

| 项目 | 氨氮 /mg · L ⁻¹ | 氨氮 /mg · L ⁻¹ | 氨氮 /mg · L ⁻¹ | 氨氮 /mg · L ⁻¹ | 氨氮 /mg · L ⁻¹ | 氨氮 /mg · L ⁻¹ | 氨氮 /mg · L ⁻¹ |
|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 天数 /d | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 对照缸 | 0.05 | 5.23 | 10.53 | 15.86 | 18.56 | 20.3 | 20.3 |
| 试验缸 | 0.05 | 0.27 | 0.42 | 0.49 | 0.38 | 0.40 | 0.40 |
| 生物过滤器 | 0.03 | 0.19 | 0.29 | 0.30 | 0.28 | 0.31 | 0.31 |

3.3 结果与讨论

表1表示在系统运行过程中各个采样点的总氨氮,试验缸水体总氨氮的最高浓度为0.49 mg/L,在18℃水温条件下,非离子氨最高浓度为0.0043 mg/L,远小于标准要求的0.002 mg/L,表明养殖试验池在循环使用养殖水体的情况下,氨氮指标符合淡水渔业水质国家标准 GB11607-89的要求

由表1可知,试验7d后,对照缸水体积累了大量氨氮,浓度达到20.3 mg/L,从第2天起,已经严重超出养殖水质标准;而养殖试验缸排水口的氨氮浓度为0.27 mg/L,进水口的氨氮浓度为0.19 mg/L,符合养殖水质标准,分析表明,经过循环水处理后的水体,其氨氮含量在进水口较低,经过养殖缸后,由于鱼类的排泄对养殖水体造成了污染而使氨氮浓度进一步增加,需要进一步处理,从而形成了养殖污染—处理—再污染—再处理的循环利用模式。

通过对表1数据的比较可知,养殖缸排出废水中的氨氮经过微滤机和生物滤器处理后,已经有了一定的下降,总计约有95%的总氨氮被处理,只有5%左右的氨氮可能会积累在养殖水体中,但在实际应用中,循环系统正常使用时每天须

通过抗滑稳定计算导流隧洞堵头长度为30 m,布置在洞身桩号导0+402.0 m~导0+432.0 m,位于坝体帷幕灌浆线上,混凝土堵头采用楔形体型式。堵头内部设置纵向灌浆廊道,廊道长度17 m,廊道为城门洞型,洞径尺寸3 m×3.5 m(宽×高)。

6 结语

苏洼龙水电站导流隧洞已于2017年11月21日成功分流。根据监测成果分析,导流隧洞及相关建筑物安全、稳定,导流隧洞的设计是合理的,可作为其它大中型导流隧洞设计参考及借鉴。

要补充一定量新水源,5%浓度经过稀释后不会引起氨氮的积累。

4 结语

鱼类增殖站的修建,是苏洼龙水电站贯彻落实国家环评要求的实际行动和有力举措,对改善水域生态、保护水生生物资源、促进渔业可持续发展、增强全社会的生态环保意识和促进人水和谐等具有重要意义。

通过以物化和生化处理相结合的方式进行低温下养殖水体的氨氮处理试验表明,采用该方式可处理冷水鱼养殖产生的总氨氮的95%,使冷水性鱼类循环水养殖的水质达到淡水渔业水质标准的要求。目前,苏洼龙水电站鱼类增殖放流站已完成进站驯养、培育短须裂腹鱼、四川裂腹鱼和长丝裂腹鱼三种鱼类亲本共计470kg,实现了短须裂腹鱼、四川裂腹鱼和长丝裂腹鱼的人工催产繁殖工作。此次鱼苗的自主繁育成功,为水电行业增殖放流站工程的运行模式做出了积极、有益的探索和尝试,保证了增殖放流的可持续发展。

作者简介:

罗宗伟(1975-),男,四川彭州人,工程硕士,工程师,华电金沙江上游水电开发有限公司苏洼龙分公司,水电建设管理工作。(责任编辑:卓政昌)

作者简介:

薛宝臣(1962-),男,山东济宁人,教授级高级工程师,现供职于中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司,从事水利水电工程技术与管理工作;

王剑涛(1984-),男,河北藁城人,高级工程师,现供职于中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司,从事水利水电工程技术与管理工作;

史晓阳(1987-),男,河北衡水人,工程师,现供职于中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司,从事水利水电工程技术与管理工作;

赵万青(1968-),男,河南汝州人,教授级高级工程师,现供职于中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司,从事水利水电工程技术与管理工作。

(责任编辑:卓政昌)