

浅谈桑坪水电站引水隧洞缺陷修复处理方法

张旺明, 徐海英

(成都鸿策工程咨询有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:桑坪水电站受2008年汶川地震及首部枢纽泥沙效果较差等影响,引水隧洞出现淤泥及堆积物沉积、底板冲刷露筋、顶拱塌腔、边顶拱裂缝、局部渗水等,因此对引水隧洞进行缺陷修复势在必行。通过对引水隧洞放空检查,查明了引水隧洞主要缺陷情况,对不同缺陷采用不同的修复处理方法。对渗水处采用直接封堵或灌浆封堵等一系列修复措施,通过这些措施可以有效加固隧洞结构,并防止缺陷进一步发展。

关键词:现场检查;缺陷;隧洞底板;修复

中图分类号:[TM622];TV672+.1;077+9;G264.3 **文献标识码:**B

文章编号:1001-2184(2017)03-0124-03

1 工程概况

桑坪水电站位于四川省阿坝藏族羌族自治州汶川县境内,为岷江一级支流杂谷脑河梯级规划开发中的最下游一级电站,其上游与已建的下庄水电站衔接,电站跨流域引杂谷脑河水至岷江干流发电,为单一发电工程,无灌溉、防洪等要求。电站首部枢纽位于杂谷脑河上,厂区位于岷江上,为低闸跨流域引水式电站,闸坝与厂房相距约12 km,引水隧洞全长约7.98 km。首部枢纽下距汶川县城约6 km,厂区上距汶川县城约5 km,对外交通方便。

电站装机3台,总装机容量72 MW,正常蓄水位1 380.50 m,最低运行水位1 378.50 m,正常蓄水位以下库容为10.8万m³,调节库容5.23万m³,年发电量3.961亿kWh,年利用小时数5 500 h。

桑坪水电站为低闸引水式开发,枢纽工程主要由首部枢纽、右岸引水系统和厂区枢纽三大部分组成。

首部枢纽包括3孔泄洪闸、2孔冲沙闸、左岸挡水坝、右岸取水口、引水明渠和隧洞进水闸等建筑物,闸顶高程1 382.00 m,最大闸高11.5 m。

厂区枢纽由地面主、副厂房和变电站等建筑物组成,主厂房内装设三台单机容量为24MW的混流式水轮发电机组。

桑坪水电站2002年5月开工建设,2007年11月开始下闸蓄水,整个首部枢纽工程计划于

2007年12月全面竣工。电站运行以来,各部位工作正常、运行稳定良好、达到设计各项技术指标。

2 引水隧洞放空后现场检查情况

2017年3月11号~12号,对引水隧洞放空情况进行了一次全面缺陷检查工作,根据现场检查情况,桑坪水电站引水隧洞内发现缺陷问题如下:

- (1)隧洞底板淤泥及堆积物。
- (2)底板露筋等缺陷。
- (3)顶拱塌腔。
- (4)边顶拱裂缝。
- (5)边顶拱渗水现象。



图1 底板露筋典型照片

3 缺陷修复方法

3.1 淤泥及堆积物处理方法

引水隧洞底部沿线均分布有淤泥,淤泥平均厚度约0.1 m,宽约2 m。堆积物在隧洞底部零散

收稿日期:2017-06-05

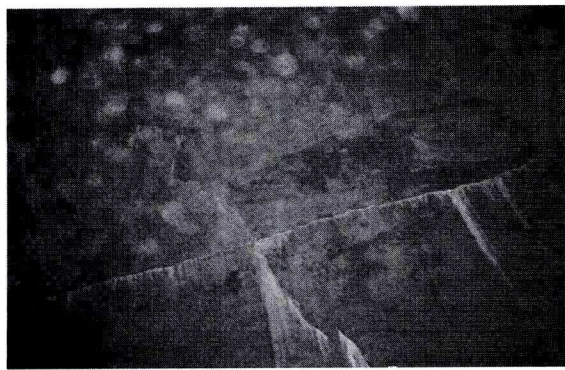


图2 边顶拱裂缝典型照片

分布,大的堆积物分布区约2处,并在前面形成深水区。处理时将隧洞底部淤泥及堆积物清除出洞外,并用清水冲洗干净,对底板缺陷进行修复。并在以后的运行中应注意治理固体物质来源点。

3.2 底板衬砌混凝土缺陷修复方法

经检查:底板主要缺陷主要为表面磨损、露筋及凹坑三类,对此类缺陷一般采用恢复原状或局部加强处理方法。

(1)在进行修补施工前,彻底清除基面上已损坏、松动和胶结不良的表层混凝土、油污及杂质,并以高压水冲洗干净,并保持干燥。

(2)修补区有钢筋出露并锈蚀时,提前进行除锈处理。

(3)对于底板钢筋已断裂或严重锈蚀的,采用重新植筋的方法进行修复。

(4)对于没有露筋且修补深度 $<5\text{ cm}$ 的部位,在混凝土表面用环氧树脂涂刷2~3层,以此形成 $0.1\sim0.2\text{ mm}$ 的增强保护层。

(5)对于露筋且修补深度 $5\text{ cm}\sim10\text{ cm}$ 的凹坑,将混凝土基面凿毛 $2\sim3\text{ cm}$,露出钢筋,使用C30W6F100细石混凝土填充,表面预留 2 cm 用环氧砂浆修补。为保证处理质量,先清除基面松裂混凝土残体,以高压水冲洗干净,并保持干燥。为保持良好的粘结力,环氧砂浆修补前,修补基面先涂刷一层不超过 1 mm 厚的环氧基液,力求基液涂刷薄且均匀,消除涂层中的气泡,并在用手触摸不粘手并能拔丝时(约 30 min)再填补环氧砂浆。环氧砂浆修补时,将砂浆摊铺均匀,每层厚度不超过 $1\sim1.5\text{ cm}$,共2层,用铁钎反复压抹,使表面翻出浆液,气泡必须刺破压紧。环氧砂浆修

补多次进行,来回刮和挤压,将气泡孔内的气体排出,保证填充密实,待材料完成收缩后,再进行一次涂刷处理,表面收光。

环氧砂浆力学控制指标:抗压强度 $\geq 30\text{ MPa}$;与混凝土粘结强度 $\geq 1.2\text{ MPa}$,其余相关要求(材料采购、施工技术要求及安全防护等)应满足《DL/T 5193-2004 环氧树脂砂浆技术规程》及相关招标文件中的有关规定。

(6)对于露筋及修补深度 $\geq 10\text{ cm}$ 的凹坑,将混凝土基面凿除 5 cm ,并凿掉原混凝土已破损部分,露出钢筋,清洗干净,然后采用粗骨料环氧砂浆混凝土回填修复处理。

3.3 顶拱衬砌混凝土塌腔缺陷修复方法

对于隧洞塌腔处一般恢复原状,先清除已损坏、松动和胶结不良的表层混凝土及杂质后,对出露钢筋进行除锈处理,然后采用C30W6F100细石混凝土或者粗骨料环氧砂浆混凝土进行回填修复处理。

3.4 裂缝部位缺陷修复方法

裂缝的产生一般会产生孔隙,需分裂缝的大小及长短分别进行处理。

(1)对于缝宽 $<0.2\text{ mm}$ 且长度 $<1\text{ m}$ 裂缝,处理措施是先清理冲洗干净缝面后在裂缝的表面涂抹环氧树脂涂刷2~3层。

(2)对于较大的裂缝,采用化学灌浆法,灌浆材料可以采用聚氨酯或环氧树脂。

①灌浆孔布置

沿缝两侧布置斜孔(一般为 $\varphi 20\text{ mm}$ 钻孔),孔距可根据现场初步灌浆试验情况在 0.5 m 、 0.75 m 、 1.0 m 间选择确定。各斜孔与缝面交于不同深度,也可采用垂直的骑缝孔,骑缝孔的深度与缝深一致,缝深可通过检查孔确定。见图3。骑缝孔无法避开钢筋处,以不打断钢筋为宜。

②灌浆

a 浆材与缝面粘结强度 $\geq 4.0\text{ MPa}$;

b 灌浆压力:灌浆压力控制在 $0.2\sim0.4\text{ MPa}$;

c 起灌顺序:从最下端开始向上逐孔进行,同一裂缝的灌浆应由深到浅进行;

d 灌浆结束标准:吸浆量小于 $0.02\text{ L}/5\text{ min}$,

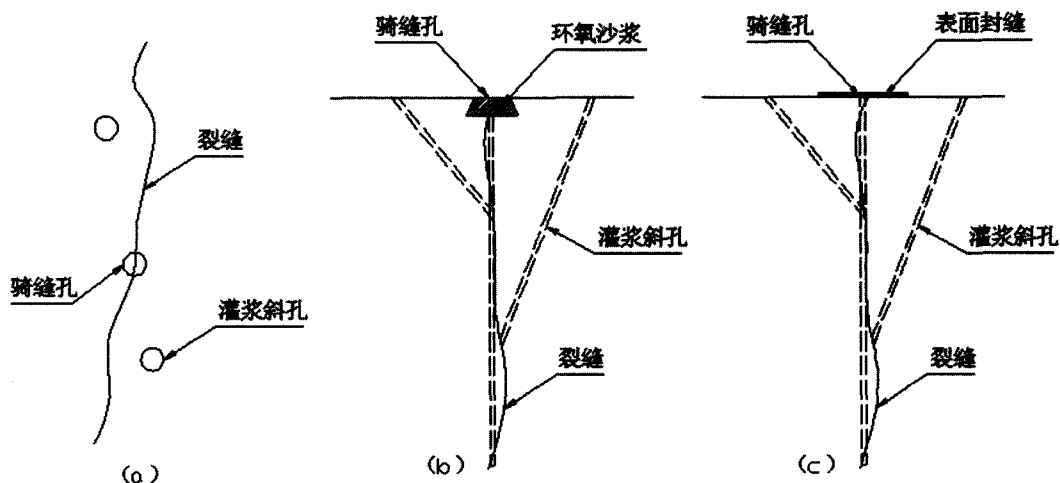


图3 灌浆孔布置示意图

再继续灌注 30 min 压力不下降即可结束灌浆。

e 灌浆前应埋设排气管,以保证灌浆质量。

3.5 渗水部位缺陷修复方法

根据现场检查情况,有点状或面状渗水、集中渗水现象,针对不同部位渗水的压力、渗流量大小等情况分别处理。

(1) 轻微渗漏

采用直接堵漏法,直接堵漏法可用于渗压水头小于 1 m,漏水孔较小的情况,用环氧砂浆对破损混凝土进行修补。

(2) 有压力或流量较大的点状或面状渗水(见图4)

① 渗漏点(面) 50 cm 范围内钻孔(深入基岩 4.5 米,每处不少于 4 孔,对称布置)用水泥浆进行固结灌浆,灌浆压力为 0.8 MPa。

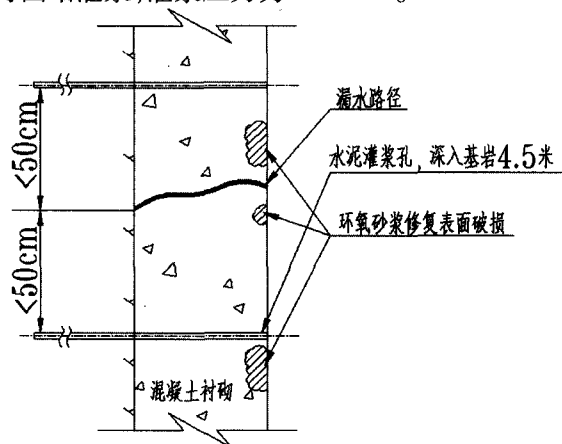


图4 有压力或流量较大的点状或面状渗水处理示意图

② 待浆液达到龄期后,撤除灌浆管,用环氧砂浆对破损混凝土进行修补。

4 结 语

桑坪水电站受 2008 年汶川地震及首部枢纽沉沙效果较差等影响,引水隧洞出现淤积及堆积物沉积、底板冲刷露筋、顶拱塌腔、边顶拱裂缝、局部渗水等,因此对引水隧洞进行缺陷修复势在必行。通过对引水隧洞放空检查,查明了引水隧洞主要缺陷情况,对不同缺陷采用不同的修复处理方法。对淤泥及堆积体直接采用清理出洞外方式,对底板冲刷采用高标号混凝土回填或涂抹环氧树脂,对顶拱塌腔采用细石混凝土或者粗骨料环氧砂浆混凝土回填,对边顶拱裂缝采用涂抹环氧树脂或化学灌浆,对渗水处采用直接封堵或灌浆封堵等一系列修复措施,通过这些措施可以有效加固隧洞结构,并防止缺陷进一步发展。在很多水电站运行过程中均会出现或多或少的类似缺陷,引水隧洞修复对保证水电站安全运行和结构稳定具有重要意义。

参考文献:

- [1] 混凝土结构加固设计规范(GB 50367-2013)
- [2] 环氧树脂砂浆技术规程(DL/T 5193-2004)

作者简介:

张旺明(1982-),男,四川成都人,工程师,学士,从事水利水电工程设计工作;

徐海英(1982-),女,四川成都人,工程师,学士,从事水利水电工程设计工作。

(责任编辑:卓政昌)