

小型病险水库除险加固防渗处理技术探讨

罗春艳

黔南州水旱灾害防御服务中心

摘要:为解决小型病险水库除险加固防渗处理问题,本文结合某小型病险水库实际情况,对其除险加固过程中的防渗处理进行深入分析,提出具体的防渗处理技术,即混凝土防渗墙,提出具体的施工技术方法和要点,以期为相关人员提供参考,保证小型病险水库除险加固防渗处理效果。

关键词:小型病险水库;水库除险加固;水库防渗处理;混凝土防渗墙

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.20.087

水库经长时间运行难免出现一些病害问题,影响水库运行安全,尤其是小型水库,对此必须对小型病险水库除险加固引起高度重视,尤其是要采取合理可行的防渗处理技术。而要想保证小型病险水库除险加固防渗处理效果,有必要结合小型病险水库实际情况,深入分析探讨相应的除险加固防渗处理技术。混凝土防渗墙是小型病险水库除险加固过程中常用的防渗处理技术,具有施工简单、技术成熟和防渗效果良好等优势,以下结合小型病险水库实际情况,分析除险加固过程中混凝土防渗墙技术的应用。

一、工程概况

库区地处高原东部,区内翠峰林立,山峦起伏,蜿蜒叠嶂。除北西部及南东侧一般海拔标高1000~1300m,比高大于500m以外,其余地区一般海拔在800~1000m,比高50~300m。山脉多呈北东向展布,与构造线方向基本一致。舞阳河及其支流上游多为侵蚀

峡谷地形,下游一般为宽阔的河流堆积地形。侵蚀峡谷地形的地貌特征:河道窄、水流湍急,河床基岩裸露,一般不存在河流堆积阶地,河流横剖面呈“V”形,河谷两侧有的为高达100m以上的悬崖陡坎,有的则为坡高大于50m、深度300m以上的峡谷。工程区内地形主要为低山中低山地貌,地形起伏较大,河谷深切,形成中低山峡谷。由于河流的强烈切割,高原面被分割得支离破碎,基本上形成了群山起伏的高原景观。工程区总体地势为南高北低,南部以山体、沟谷为主,北部较为平缓,地貌类型以山间岩溶洼地、岩溶谷地、岩溶溶丘地貌为主。山势常呈鱼脊状起伏。

地势北西、南西高,北东、南东低,最高峰为水库北西面的水塘坳山顶,高程944.5m,最低处为瓮岩坝溪的伏流出口处,高程为470m,最大高差约470m。区内地貌以溶蚀侵蚀形成的岩溶地貌为主,另外为侵蚀低中山地貌;岩溶区主要地貌形态有岩溶洼地、岩溶谷地及岩溶峡谷竖井、溶沟、溶槽、漏斗、落水洞等。在非岩溶地层区,常形成陡坡低山,具有切割深、山顶尖、山脊窄等特点,山坡较陡,一般地形坡度为25~45°,多形成悬崖陡壁。河谷切割深度多达50~100m以上,工程区为“V”型河谷。

该水库防渗处理方式采用混凝土防渗墙,其桩号为坝0+085.47m~坝0+494.17m,墙厚60cm,采用强度不低于15MPa的混凝土,弹性模量在2000~3000MPa范围内,抗渗系数为 $K=i \times 10^{-7} \text{m/s}$ 。该水库防渗处理施工机械设备配置如表1所示。

表1 水库防渗处理施工机械设备配置

| 序号 | 设备名称 | 型号、规格 | 单位 | 数量 | 功率(kW/台) | 用电量(kW) |
|----|--------|----------------------|----|-----|----------|---------|
| 1 | 冲击钻机 | CZ-8 | 台 | 8 | 75 | 600 |
| 2 | 冲击钻机 | CZ-6 | 台 | 6-8 | 55 | 440 |
| 4 | 泥浆制浆机 | XLD4 | 台 | 1 | 3 | 3 |
| 5 | 杆泵 | NL76-9 | 台 | 3 | 3 | 9 |
| 10 | 离心式清水泵 | DA ₁ 80-8 | 台 | 2 | 15 | 30 |
| 11 | 电焊机 | BX3-500 | 台 | 8 | 28 | 224 |
| 13 | 切割机 | J3G2-400 | 台 | 1 | 3 | 3 |
| 16 | 照明系统 | | | | | 25 |
| | 合计用电量 | | | | | 1334 |

二、施工工艺

(一) 先导孔施工

按照工程技术要求,在墙体施工开始前先做好地质复勘,于墙体轴线布置先导孔。先导孔钻进借助地质钻机进行,钻头采用金刚石钻头,具体孔位如表2所示。先导孔钻进完成进行芯样编录,明确墙体所在位置地质条件,并确定槽段范围内是否存在基岩陡坡与大块孤石,进而为之后的墙体施工奠定良好基础^[1]。

(二) 成槽工艺

为如期完成墙体施工任务,槽段施工需分成两期进行,先对一期槽段进行施工,再对二期槽段的不同槽孔进行施工。

(1) 对于一期槽孔,其造孔设备以冲击钻机为主,辅以空心或十字钻头以及抽砂筒,将主孔钻进完成后劈打副孔。在桩孔钻进过程中必须保证孔位的准确性,将孔斜率控制在0.4%以内,否则会对与二期槽段之

表2 先导孔孔位布置

| 序号 | 孔号 | 桩号 (m) | 孔口高程 (m) | 备注 |
|----|---------|---------|----------|----|
| 1 | ZK15-8 | 坝0+042 | 2696.25 | |
| 2 | ZK15-7 | 坝0+100 | 2663.27 | |
| 3 | ZK15-9 | 坝0+131 | 2637.05 | |
| 4 | ZK14-2 | 坝0+276 | 2631.88 | |
| 5 | ZK14-3 | 坝0+349 | 2640.77 | |
| 6 | ZK15-11 | 坝0+415 | 2647.37 | |
| 7 | ZK15-5 | 坝0+4462 | 2678.12 | |

间的连接造成影响,使墙体不连续。成槽时,以前期勘探获得的地质资料为依据,在即将到达基岩面后,采集基岩样品,然后进行鉴定。副孔造孔方式为劈打法,因与副孔相邻的孔都是钻进完成的主孔,存在两个自由面,所以成孔速度相对较快。对于副孔劈打产生的岩屑,及时捞出孔外。成槽质量应满足下列各项设计要求:孔位偏差在3cm以内;孔斜在0.4%以内,当有孤石或漂石存在或基岩面倾斜度相对较大时,可将孔斜率的偏差放宽到0.6%以内。两期槽孔之间的接头方式为接头管法,其应达到如下要求:套接孔两次孔位中心任意深度偏差不超过图纸要求的墙厚的1/3,同时还要采取有效措施使厚度达到设计要求。一期槽孔成孔并清孔完成,经验收确认合格后,方可开始混凝土浇筑,所有混凝土均在搅拌站生产拌制,完成生产后由罐车运输到

场,借助导管浇筑到位^[2]。

(2)对于两期槽孔之间的接头,其连接方法为接头管法,也就是清孔换浆完成后,在一期槽两端孔下部分别设置钢制接头管,以此将孔口固定,在之后的浇筑施工中,以混凝土初凝时间、液面上升速度与高度为依据向上拔出接头管。在混凝土浇筑结束后将在接头管处形成二期槽端孔,在二期槽成槽之后即可连接成墙。对接头管的制作需分节进行,采用插销相连,拔管借助液拔管机完成^[3]。

(三) 固壁泥浆

在槽孔施工过程中需要用膨润土泥浆做好护壁,泥浆配比为水:膨润土:Na₂CO₃:CMC=100:5-8:0-0.3:0-0.1,泥浆性能指标控制标准如表3所示。

在搅拌筒中加入适量的水以后即可开启制浆机,在

表3 固壁泥浆性能指标控制标准

| 项目 | 密度 (g/cm ³) | 马氏漏斗黏度 (s) | 失水量 (ml/30min) | 泥皮厚 (mm) | pH值 | 含砂量 (%) |
|------|-------------------------|------------|----------------|----------|--------|---------|
| 新制泥浆 | <1.10 | 30~90 | ≤20 | ≤1.5 | 9.5~12 | — |
| 施工中 | <1.25 | 30~90 | ≤50 | ≤6.0 | 7.0~12 | — |

连续加水的同时加入膨润土粉和外加剂,连续搅拌2min的时间后,若需要可适量添加CMC液,然后继续1min,完成拌制的泥浆在储浆池内静置6-8h。泥浆经连续使用其黏度指标可能降低,此时需掺入适量新浆加以调整,若黏度较高,可通过添加分散剂来改善,若泥浆遭到严重污染,则必须将其废弃。在混凝土浇筑过程中,从槽口处返回的浆液需直接使用输送到回浆池当中,在回浆池内完成处理后可以为其他槽孔的开挖施工提供浆液。混凝土浇筑时,伴随液面不断上升,槽中优质泥浆借助泥浆泵抽到回收浆池中,经检验确认合格后即可重复利用,若检验不合格,则要进行处理后才能重复使用。在液面即将到达槽孔口时,泥浆各项性能指标都会降低,理论上不予回收^[4]。

(四) 清孔换浆

槽孔终孔完成且经验收确认合格后,组织人工开始清孔换浆,另外在二期槽终孔以后还要做好接头孔刷洗,清孔方法为抽筒法。清孔过程中持续向孔中补充新浆,以此改善泥浆性能指标,为之后的混凝土浇筑创造便利条件,保证成墙质量。如果槽段中不同槽孔的深度不同,则需要按照从浅到深的顺序清孔。接头孔刷洗借助圆形钢丝刷钻头进行,从孔底到孔口使钻头做往返运动,以此对接头孔壁进行清洗,待钻头没有泥屑同时孔底处的淤泥不再增加方可完成接头孔壁洗刷。在清孔换浆完成1h后,需在槽孔中取样实施泥浆试验,经试验确认达到结束换浆的标准后,方可完成清孔换浆,具体的清孔换浆结束标准为:孔底淤泥层厚度在10cm以内、泥

浆密度在1.15g/cm³以内、泥浆黏度在32-50s范围内、泥浆含砂量不超过6%^[5]。

(五) 混凝土浇筑

墙体材料以自密性塑性混凝土为主,要求抗压强度达到2.5-5.0MPa,弹性模量保持在600-1000MPa范围内,渗透系数不超过1×10⁻⁷cm/s,允许渗透比浆大于50。所有原材料都要在使用前取得相应的合格证明,同时按照标准要求抽样检测^[6]。

混凝土生产拌制时需要用电子秤准确称取各类大宗材料的重量,同时需将外加剂配成溶液添加。从原材料计量开始到搅拌的间隔时间都应实现自动控制,尽可能减少人为因素造成的影响。在混凝土拌制过程中应认真检查和易性、稠度与均匀性,确认合格以后才能放入到储料斗当中。拌制完成的熟料由罐车运输到待浇筑槽口处,然后采用溜槽、漏斗和导管均匀放料,确保混凝土液面能够均匀上升^[7]。

混凝土浇筑时使用的导管以φ250mm钢管为宜,用快速丝扣相连,并配备足够长度在0.3-1.0m范围内的短管,此外还要在导管的接头部位增设悬挂设施。浇筑导管使用前应做好检验,以确定导管的水密性、圆度、磨损度等,未经检验与检验结果不合格的导管均不能在施工中使用。用型钢在孔口架设导管支撑架,其承载力必须大于导管被充满后总重量的2.5倍。导管下设前应绘制相应的配管图,然后按图纸依次下设导管,一般每个槽段需配置2-3套导管,每套导管的安装都应满足下列要求:一期槽导管和接头管之间的距离按1.0-1.5m的范

围控制,二期槽导管与孔端之间的距离按不超过1.0m控制,相邻两根导管之间的距离按不超过5.0m控制,如果槽底高差达到25cm以上,则导管中心应处在控制范围最低部位,同时混凝土浇筑还要从最低处开始。混凝土先从罐车输送到槽口的小料罐,再从小料罐中进入到浇筑导管。开浇一般采用压球法进行,为此所有导管都要下入隔离球,并在开浇前于导管中注入一定量水泥砂浆,待隔离球挤出以后,使导管底端进入到混凝土当中。槽孔中混凝土液面上升速度按照2m/h以上控制,同时应连续上升到设计要求的高程^[8]。

在混凝土浇筑过程中应做好如下控制:导管进入到混凝土中的深度需保持在1-5m范围内,防止泥浆进入到导管当中;槽孔中混凝土液面应均匀上升,使高差小于0.5m。按30min的时间间隔检测混凝土液面,在浇筑开始与结束阶段还要增加检测次数,以实测结果为依据填写相应的记录,并绘制指标图,通过对浇筑方量的核

对,为之后的导管拆除提供指导;浇筑不能使用质量不合格的混凝土;在混凝土浇筑过程中需在孔口布置盖板,以免混凝土散落至槽孔当中。如果槽孔底部不平,则要从最低处实施浇筑,将混凝土浇筑结束后,其顶部应比设计要求的高程高50cm;在混凝土浇筑过程中,一旦发生质量事故,应立即停止施工,同时将事故产生原因及具体位置和时间都上报至监理人,在按照相关规定进行处理的基础上,还要向监理人报送相应的处理措施及补救方案,得到监理人的批准后予以严格执行。另外在混凝土浇筑时还要做好坍落度试验,严格按照相关要求制备试块,每一组混凝土试块都要按照规范的要求进行制作与养护,在龄期达到28d后移交室内进行检测试验^[9]。

(六) 施工质量标准

防渗墙施工质量检查项目、方法与标准如表4所示。

表4 防渗墙施工质量检查项目、方法与标准

| 序号 | 检查项目 | 检验方法 | 质量标准 | |
|----|-------|----------|-------------|------------------------|
| 1 | 造孔 | 槽孔中心偏差 | 现场测量 | ±3cm |
| 2 | | 终孔深度 | 现场测量 | 不小于设计孔深 |
| 3 | | 孔斜率 | 现场测量、计算 | 不大于0.4% |
| 4 | | 槽孔宽度 | 据钻头直径 | 满足设计要求 |
| 5 | 清孔 | 接头刷洗 | 现场测量 | 刷子钻头不带泥屑,孔底淤积不再增加 |
| 6 | | 孔底淤积 | 现场测量 | ≤10cm |
| 7 | | 泥浆密度 | 比重秤 | ≤1.15g/cm ³ |
| 8 | | 泥浆黏度 | 500/700mL漏斗 | 32-50 |
| 9 | | 泥浆含砂量 | 含砂量器 | ≤6% |
| 10 | 混凝土浇筑 | 导管间距与埋深 | 现场测量 | 符合设计要求 |
| 11 | | 混凝土面上升速度 | 现场测量、计算 | ≥2m/h |
| 12 | | 混凝土坍落度 | 现场测试 | 18~22cm |
| 13 | | 混凝土扩散度 | 现场测试 | 34~40cm |
| 14 | | 终浇高程 | 开挖检查 | 符合设计要求 |
| 15 | | 混凝土性能指标 | 室内试验 | 符合设计要求 |
| 16 | 施工记录 | 综合检查 | 齐全、准确、清晰 | |

三、结语

综上所述,现在越来越多的小型水库面临到除险加固问题,在实际的水库除险加固过程中,做好防渗处理是一项十分重要的工作,在很大程度上决定了除险加固成败。以上结合小型病险水库实际情况,对其除险加固过程中防渗处理技术具体应用进行了初步分析与总结,即混凝土防渗墙技术,旨在为其他类似小型病险水库除险加固防渗处理提供可靠技术参考。

参考文献

- [1]管淑涛,杨善国,郭鹏等.关于水利部稽察小型病险水库除险加固情况的思考[J].水利技术监督,2022(06):3-5+26.
- [2]臧少慧,张明占,刘仲秋等.我国水库除险加固研究进展[J].山东农业大学学报(自然科学版),2019,50(06):1097-1103.
- [3]张洪志.浅谈翠屏区小型病险水库除险加固中存在的问题及对策[J].城市建设理论研究(电子版),2018(14):156.
- [4]郭锐.旌德县小型病险水库加固技术探讨——

以乔上口水库为例[J].黑龙江水利科技,2017,45(03):73-74.

[5]温鹏,童学卫,赵春等.全国小型病险水库除险加固进度管理系统研究[J].中国水利水电科学研究院学报,2016,14(05):334-339.

[6]刘启够.福建省小型病险水库除险加固和运行管理中存在的问题与对策[J].当代经济,2015(14):122-123.

[7].水利部部署做好新增小型病险水库除险加固工作[J].中国防汛抗旱,2015,25(01):99.

[8]黄骁男.莆田市小型病险水库坝体渗漏原因与防渗施工实例[J].水利科技与经济,2014,20(11):151-152.

[9]冉瑞勇.浅谈复合土工膜在小型病险水库除险加固中的运用[J].科技资讯,2014,12(20):55.

作者简介:罗春艳,女,1988年1月,汉族,贵州绥阳,本科,现任职称:工程师(水利水电工程),从事的工作方向:水旱灾害防御、水利工程运行管理。