

水库大坝防渗面板改造加固技术

付玉君

平桥区水产技术推广中心 河南 信阳 464100

[摘要]近年来,我国水库大坝的规模和数量持续增长,为水资源的科学引用和保护带来了新的契机。目前,多数水库大坝建设中,仍沿用内部砌体和外部钢筋混凝土结构两种施工方式作为施工建设的重要结构方式。而许多上游混凝土砌块在长期使用后出现老化、开裂、钢筋外露、碳化等不良现象,导致渗漏问题比较严重,危及坝体和下游居民的安全。本文首先对防渗面板改造加固工艺进行了详细的介绍,接着以某项目为例,系统阐述了防渗面板改造加固技术的具体应用。

[关键词]水库大坝;防渗面板;加固技术;具体应用

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.08.796

引言

我国改革开放前建成的既有浆砌石重力坝大部分已投入使用40多年,坝体上逐渐显现出各种问题和隐患,尤其是渗漏问题的日益严重。鉴于中国当前在水库工程施工方面还缺乏经验,在混凝土施工工程方面的专业知识与技能水平也还不够理想,混凝土防渗面板的功能就更重要甚至更关键。所以,通过研发与引入新型的工程技术对浆砌石重力坝上游防渗面板加以更新与强化已是必然趋势。

一、防渗面板改造加固工艺分析

防止砂浆渗漏和加固重力坝的措施首先包括改造前面板或改造原有的钢筋混凝土前面板,在原有上游板外加钢筋混凝土板,可以保留原有板和部分原有板的渗透能力,在不破坏水库大坝的情况下,可以增加大坝的渗透能力,降低施工的复杂程度。因此,通常采取措施增加上游防渗面板对浆砌石重力坝进行加固,主要考虑以下几个方面:

(一) 重建面板结构的稳定性

保证新面板不和旧面板之间脱离,而且板构件自身的稳定性良好,是新面板可以实现其防止渗漏效果的重要前提。可以通过以下三种方式来给面板提供适当的垂直保持力和水平抗拉强度^[1]。一是新旧面板内部的钢筋,经过切割和剪切使锚索变硬并与化学结合。抗拉强度主要提供了垂直方向的维持能力和水平锁定能力;第二种则是在旧混凝土表面上,面板界面涂有无机界面粘合剂,界面化合物主要用来确保垂直保持力和对改性面板的附着;第三类则是把改建后的面板底部置于同一个石头或水泥板上,可以改善提供反向垂直支撑。

(二) 重建面板施工缝的止水

结构裂缝和上游防渗面板裂缝通常是抗渗部位中最脆弱的部分,而施工裂缝和面板渗漏通常是大坝渗漏破裂的最主要因素。所以,改造面板的竖向施工缝应切穿原坝的竖向施工裂缝。水平施工缝也可按照要求进行构造,但施工接缝仍需要有可靠的封闭构造,可考虑恢复并完善原面板的封闭构造。

(三) 重建面板的防裂性

砌体上游面积通常较大,坝体变形和温度变化直接影响改造面板的加载变形,导致面板内部结构逐渐膨胀,进而造成面板开裂和损坏。因此,为解决此类问题,需要适当制作施工缝,提高材料性能,增加面板强度,以满足抗裂要求。此外,

顶层必须用防裂钢筋充分锚固,以承受外部温度频繁变化引起的热负荷。

(四) 改造面板的防冻防腐性

大坝运行时,防渗面板的下部将能长时间耐受高温水压,在冬季也能经受冻融。使用寿命受循环的影响,所以需要对面板加以全面的漏水防护和抗冻、防腐性能,要按照大坝的环境类型选用适当的钢筋直径,限制水泥的最大氯化物发生浓度,可以在必要时增加水泥的密度,加入适当的增强剂或使用特殊的表面防护涂料等。

二、混凝土面板裂缝成因分析

(一) 拱坝弹性变形及拉伸行为分析

水库大坝为砂浆砌筑的重力式单拱坝。在正常蓄水条件下,拱段以坝旁群山为界,坝体向下游位移。压缩在沿坝轴线的弹性变形中占主导地位。蓄水排空后,坝体表面压力释放,坝体变形、回弹、向上游移动。受拱端的限制,沿拱轴线形成表面拉应力。随着时间的推移大坝会发生某种程度的变化。

(二) 从大坝温度应力分析

大坝防渗面板混凝土浇筑时间主要集中在5月份,6月以后气温迅速上升,昼夜温差大。由于温度变化的影响,坝体产生温度变形,如果坝体受坝体附近群山的限制,必然会发生向上位移,从而导致混凝土板出现裂缝。

(三) 从大坝混凝土面板结构设计分析

坝体水面铺设防渗混凝土板,坝体变形对坝体变形影响较大。混凝土浇筑硬化后,其早期强度和抗拉强度较低。因为锚杆将防渗板和坝体连接成一个整体。坝体的变形和位移作用于渗滤板,使渗滤板沿坝轴线产生拉应力。板坯不足以补偿混凝土的拉应力,从而导致板坯出现垂直裂缝。防渗板静力配筋不足以评估施工期空置时防渗板横向温度钢筋的要求。单靠单面钢筋不能承受大坝温度变化引起的拉应力。由于混凝土收缩变形的影响,如果混凝土过早硬化,混凝土会因收缩变形而产生裂缝并破坏。

三、防渗面板改造加固技术具体应用

(一) 项目概况

以某水库除险加固工程为例,水库容量为 3560×10^4 ,坝顶高度为115.2m,宽8.0m,坝顶长257m,其溢流段长度为八十一米,溢流坝由五个闸室构成,闸室最大宽度十二米,工级为

三级。鉴于本工程大坝标高已达到七十米以上,可将工程水平从三级提升一级或二级以及防洪能力达标。但通过近几年的工作,重力坝前的面板已经撕掉了砂浆,露出蜂窝、裂缝、脱钙等问题,坝体通道也出现了多处的明显裂纹和渗漏,由于外露混凝土板的防渗工程水平已不能满足安全需要,薄弱环节主要集中在这种结构上,所以需要浆砌石重力坝进行更新与补强。

(二) 设置具体参数

为了克服大坝漏水问题,工程的主要防渗漏措施就是在原来防渗面板上改建防渗面层,而改建后的面板则是与钢筋混凝土结合,在混凝土防渗面层施工中最核心的环节便是选用合格的混凝土原料,而一般情况下应选用标号大于C30的混凝土料,目的就是提高防渗面层施工性能。水库坝混凝土防渗面层浇筑项目中,结合了施工现场的实际状况使用了C30的混凝土。由于防渗面板施工容易受到水灰比波动的影响,一般情况下水灰比应控制在 0.5 ± 0.05 。

(三) 面板与原坝面粘结工艺

为了保证后续安装的防渗板的稳定性和安全性,采用了两种加固方式:较低的承载能力和新旧板的结合。其中新旧板结合包括钢筋锚固技术和相接技术。

1. 化学植筋锚固技术

上游混凝土砌体配重墙有 $1.0 \sim 1.46\text{m}$ 厚的钢筋混凝土板,为实现新旧混凝土板组合,界面采用植杆锚固技术,锚杆排间距为 1.5m 锚杆为水平坡度为5度的波纹管,锚固深度为 50cm ,锚杆抗拉强度大于 100kN 。

2. 界面粘结技术

为了确保新旧混凝土的防渗面板无缝连接,根据化学植筋措施,钢筋还采用了在新旧混凝土结合界面喷涂无机界面胶的办法。采用凿毛处理界面,表面均匀地涂刷了一层无机界面胶,然后再进行改造后的防渗面板水泥,其抗拉强度超过了一般水泥。

(四) 面板施工缝和防水密封

1. 面板接缝处的防水密封

为保证改造后防渗面板的垂直稳定性,面板下侧位于基岩上,面板水平分隔是施工冷接缝,接缝处没有缝隙。面板中的竖向钢筋穿过横向施工缝,防止竖向钢筋在接缝处被切断。面板水平施工缝分别为 180.9m 、 190.0m 和 202.6m ,新建钢筋混凝土密封板的竖向支柱切穿原坝体竖向支柱,相邻支柱之间的距离为 $11.5 \sim 14.75\text{m}$ 铜带,带厚 1mm ,间隙在隔墙内填充闭孔高压聚乙烯泡沫。

2. 新老混凝土结构部分之间接缝的密封

SR塑料填料安装于新面板和溢流支架之间的过渡部,或从水泥构件上突出的进水口部。SR填料也是另一类应用于SR塑料填料上的粘合剂。SR的最外层填充物是由三元乙丙橡胶所增强的漏水层,纵向和横向拉伸强度均高于 4.0MPa ,最大延伸度达到了百分之三百五十。由于改建后的面板的竖向施工缝穿越

了坝体原有的竖向施工缝,相邻施工缝间的距离与混凝土变形要求相对应,可以有效增加面板的抗裂性。双面钢筋大直径材料分布在改造面板的最表面,聚丙烯纤维和改性防渗板混凝土混合聚丙烯单丝大直径纤维为 $13 \sim 20\ \mu\text{m}$,大直径不低于二十毫米,密度差不低于二十毫米,小于 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$,抗拉能力不低于 $700\text{N}/\text{mm}^2$,弹性模量不低于 $15000\text{N}/\text{mm}$,在改性防渗板中加入了聚丙烯纤维,可增加板结构的延展性,避免了新裂缝增加,温度裂缝和永久收缩产生的裂缝,大幅度提高了防渗板结构的抗裂性能^[2]。

(五) 面板防渗、防冻和防腐工艺

改建后的面板需要承受六十米以上的水柱,而混凝土防水强度需要达W6等级以上。水库冬季的最冷月是一月,室内平均温度在 $4.6 \sim 5.3\text{C}$ 之间。这也表明水库处在较温暖的气候区,而对于耐久性要求,水泥的抗冻级别也应该超过F100(100次冻融循环)。而经过对水库内水质的分析评价,也表明水库里的水质可以对碳酸氢盐存在低至中等程度的腐蚀,在浇筑中可以采用掺入粉煤灰水泥中的普通硅酸盐混凝土,来维持水泥不被侵蚀。对于水泥的品种和用量、混凝土外加剂和外加剂、水灰比和含气量通过实验确定。

四、面板改造及加固效果

大坝上游改造工程完成后,应对防渗面板质量进行抽查。检查过程中进行了钻孔取样。采样点包括混凝土抗压强度和抗渗面抗渗程度,抗压强度采样板和混凝土共10组,每组3次,并选取6组进行防渗。10组试样的耐压性能测试值,全部高于国家标准的混凝土抗拉强度 16.7MPa ,另外六组线性渗流测试数值也超过了设计要求,达到质量要求,成功重建了防渗结构。对防渗板进行除险加固后,施工结构和砌体的配重墙均经过了质量检验。防水渗漏板质量满足了工程设计需要,从而克服了漏水问题,显著改变建筑外观,并取得了加固设计的预期效益。

结论

通过文章分析得知,我国水库的规模和数量不断增加,也为保障经济社会发展和人民生活发挥了重要作用。许多大坝经过几十年的运行,都经历了不同的渗漏。渗透保护是加强浆砌石重力坝的最常见方式,而面板改造加固则是处理建筑承重、构造节点与密封、抗裂、渗漏、防冻等问题的关键,因此需要采用相应的保护措施。处理措施以保证稳定性、可靠性和耐久性,同时避免渗漏问题。在过去进行的多种砌体配重坝加固施工中,已经探讨了一些防渗面板改造新技术的运用,并积累了一定相关的工程技术经验,期望能为今后各类建筑的防渗改善与加固工程提供借鉴。

参考文献

- [1] 刘丽芳. 浆砌石重力坝老化问题分析[J]. 河南水利与南水北调. 2020(04): 90-93.
- [2] 牛欢, 尹璐. 病险浆砌石重力坝加固设计要点分析[J]. 技术与市场. 2019(01): 134-136.