

Application practice of composite geomembrane anti-seepage scheme in regulating pool engineering—taking the Harabula irrigation area water storage regulating pool project as an example

Qipeng Wu

Tacheng Water Conservancy Design and Research Institute Co., Ltd., Tacheng, Xinjiang, 834700, China

Abstract

With the continuous development of water resource management and irrigation engineering, the anti-seepage technology of regulating ponds has become increasingly critical. This article takes the Harabula Irrigation Area Water Storage and Regulation Tank Project as an example to analyze the practical application effectiveness of composite geomembranes in anti-seepage. Through a systematic analysis of the construction process, material properties, and anti-seepage effect on the engineering site, the results show that the composite geomembrane has excellent anti-seepage performance and can effectively improve the service life and operational efficiency of the regulating pool. This scheme reduces maintenance costs while ensuring engineering quality, presenting good economic and environmental benefits. The research in this article provides useful reference for similar irrigation area regulating pool projects.

Keywords

composite geomembrane anti-seepage scheme; Regulating pool project; Application; Xinjiang

复合土工膜防渗方案在调节池工程中的应用实践——以哈拉布拉灌区蓄水调节池工程为例

吴其朋

塔城水利设计研究院有限公司, 中国·新疆 塔城 834700

摘要

随着水资源管理以及灌溉工程持续向前发展, 调节池的防渗技术变得日益关键。本文以哈拉布拉灌区蓄水调节池工程当作实例, 剖析复合土工膜在防渗方面的实际应用成效。经由对工程现场的施工工艺、材料性能以及防渗效果展开系统剖析, 结果显示复合土工膜拥有出色的防渗性能, 而且可切实提高调节池的使用寿命以及运行效率。该方案在保证工程质量之际, 降低了维护成本, 呈现出良好的经济和环境效益, 本文的研究为类似灌区调节池工程给予了有益参考。

关键词

复合土工膜防渗方案; 调节池工程; 应用; 新疆

1 引言

调节池是灌溉系统里的关键设施, 它的防渗性能对于水资源的有效利用以及工程的可持续运行有着直接关联。传统的防渗方法有着施工复杂、材料容易损坏等情况, 很难契合现代灌区对于高效防渗的要求。近些年来, 复合土工膜凭借结构稳定、耐久性强以及施工便捷等优点, 渐渐成为防渗领域受欢迎的选择。哈拉布拉灌区蓄水调节池工程把复合土工膜用作防渗材料来解决传统防渗技术的不足之处, 提高调

节池的整体性能。

2 选择复合土工膜材料规格

塔城地区裕民县哈拉布拉灌区蓄水调节池工程属平原蓄水工程, 围坝型式为挖填结合的复合土工膜斜墙砂砾石坝结构, 总容积 $300 \times 10^4 \text{m}^3$ 。引水首部设计洪水标准采用 10 年一遇洪水, 相应设计洪峰流量为 $41.8 \text{m}^3/\text{s}$; 校核洪水标准采用 30 年一遇洪水, 相应设计洪峰流量为 $64.6 \text{m}^3/\text{s}$, 防洪堤设计洪水标准采用 20 年一遇洪水, 相应设计洪峰流量为 $5.3 \text{m}^3/\text{s}$ 。

2.1 复合土工膜防渗方案

复合土工膜有出色的防渗性能, 其变形适应能力也颇

【作者简介】吴其朋(1994-), 男, 中国新疆塔城人, 本科, 工程师。

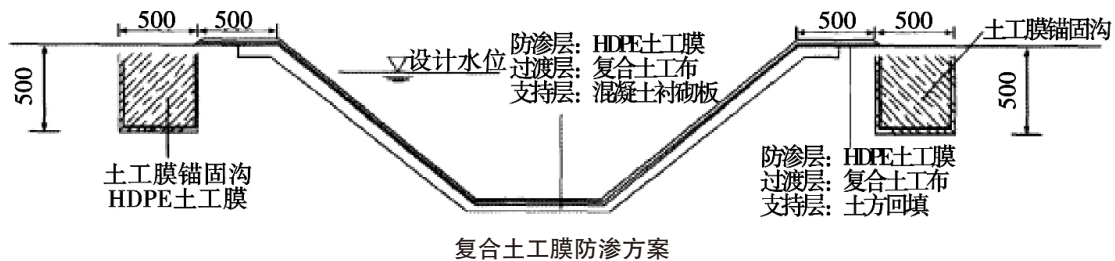
为强大, 拥有良好的柔韧性、延展性以及较强的抗拉强度, 可适应各种不同形状的坝体断面, 同时也能适应可能发生沉降和位移的基础, 同时在水下不容易老化, 不会出现冻胀破坏的情况^[1]。在我国发展速度较快, 应用范围也十分广泛。对于蓄水深度不大的丘陵水库、平原水库以及老坝渗漏防治等工程而言, 复合土工膜是一种施工速度较快、防水效果好且投资费用较低的防渗材料。不过施工现场的粘接工艺对施工现场环境和质量控制有着较为严格的要求。

2.2 沥青混凝土面方案

沥青混凝土面板有相当不错的防渗能力, 拥有出色的适应基础变形以及温度变形的能力, 自身无需设置结构接缝, 施工速度较快, 并且无毒、环保, 耐久性良好, 十分适宜用作围坝防渗体。沥青混凝土面板也存在产生裂缝的可能性, 不过维修较为简便, 容易快速进行修补, 然而其施工工艺繁杂, 工程投资相对较大。

2.3 分离式素混凝土防渗面板方案

分离式素混凝土防渗面板在新疆有着较为广泛的应用



复合土工膜防渗方案

3.2 缓冲层

鉴于池底以及坝坡区域都采用就地开挖的砂砾石回填, 现场依据填料颗粒分析试验, 挑选粒径控制较为合理且杂质含量低的中粗砂砾来进行摊铺。该缓冲层的铺设厚度控制在大概 0.5m, 在干密状态下碾压至相对密度不小于 0.8, 这样能保证防止尖角石材刺破膜体的物理隔离效果, 又能为膜体预留充足的柔性基础以适应可能出现的微量沉降。整个缓冲层要避免出现反粗一细一粗颗粒的非均匀结构, 防止异物逐层移动对膜体造成潜在威胁。

4 铺设土工膜调整搭接宽度

4.1 地质条件评估确定搭接宽度

哈拉布拉灌区蓄水调节池工程处在砾质平原区, 这里地势开阔且平坦, 地形起伏程度较小, 平均纵坡大概为 4%。依据地质勘查资料说明, 该区域地层主要是第四系上更新统至全新统冲洪积级配良好的砾石, 勘察深度达 20m 时未发现地下水, 地质状况良好, 在这种相对稳定的地质条件当中, 复合土工膜的搭接宽度设计要充分考量基础面的实际情形^[1]。工程技术人员在现场进行踏勘时发现, 虽说整体地形较为平坦, 然而局部区域依旧存在微小的起伏变化, 在池底与围坝连接的部位以及转角区域。针对这些特殊部位, 搭接宽度需在标准的 15 至 20 厘米基础上适当给予增加, 一般会

实例, 像哈密地区的西黑沟水库围坝、四道沟水库围坝以及阿腊通盖水库等, 这些水利设施均采用了分离式素混凝土防渗面板坝的形式, 历经多年的运行实践, 其防渗效果颇为良好。

3 平整基础面铺设缓冲层

3.1 基础面

施工时对基础面的平整程度有着非常严格的要求, 要达到“没有软弱夹层、没有突起杂物”的标准, 而且整个坡面和池底要实现缓坡过渡以及光滑衔接, 防止形成局部薄弱之处^[2]。基础整平不光依靠机械平整, 人工修整的关键性也不能忽视。在坝坡、高差转折线或者边界过渡区域, 施工人员要反复找坡并精准定位, 以此提升贴膜后的紧贴程度, 防止出现膜体悬空或者褶皱的情况。工程区域地表覆盖植被稀少, 没有稳定地下水的影响, 池基压实后的整体结构呈现出高密度度、低沉降率的优势, 为复合土工膜的铺设提供了坚实的“第一层台阶”。

增加 5 至 10 厘米的余量。

4.2 施工技术要求优化搭接参数

哈拉布拉调节池工程所选用的复合土工膜规格为 400g/m²/0.75mm/400g/m², 此规格的膜材对于搭接宽度存有特定的技术要求。热熔焊接工艺乃是该工程采用的主要连接方式, 焊接设备需有充足的操作空间方可形成可靠的双焊缝结构。施工人员在铺设膜材时会严格依照技术规范预留搭接宽度, 以此保证焊接质量可达到设计要求。在围坝迎水侧坡比为 1:2.5 的斜坡面上, 膜材会遭受一定的拉伸应力, 搭接宽度需要进行相应调整以补偿这种应力带来的影响。现场施工时还需考虑温度变化对膜材尺寸的作用, 该地区昼夜温差相对较大, 膜材会出现热胀冷缩的现象, 搭接宽度的设计要充分顾及这种变化。

5 焊接膜片进行锚固处理

5.1 边界压埋

调节池池底与边坡交接的地方是膜片应力变化最为集中的区域, 同时也是防渗体系比较容易出现隐患的位置之一。为保证膜片在长期水压以及地表荷载作用下不会发生滑移或者翘边, 工程设计时预留了连续的锚固沟, 锚固沟主要设置在边坡顶端和池壁转折处^[4]。施工时, 焊接后的膜片沿着设计路径压入锚固沟, 并且同步进行夯实处理, 让其牢固

地嵌入基底,形成有效的止水结构。压埋之前一定要清除沟内的碎石杂物,防止膜片在应力集中的时候出现刺破或者撕裂的问题。整个压埋过程注重施工步调的配合,也就是焊接、检测、压埋要形成闭环,防止焊缝暴露或者二次受损。



复合土工膜施工现场

5.2 张力控制

哈拉布拉地区的昼夜温差较为较大,而且风力出现得较为频繁,倘若膜片在模板铺设或者焊接的时候被拉得过于紧,那么一般在锚固结束之后会随着环境应变出现回缩撕裂的情况,这会对后期的防渗效果产生严重的影响。施工团队在铺设的过程中采用“顺坡自然落膜+局部调整裁剪”的方式,合理地给膜体预留伸缩的余量,在转角以及凹槽等位置加密锚固点并且设置缓冲层,以此来分散应力集中。焊接膜片的时候要避免强拉强拽,锚固回填的时候也不要盲目地追求打压,而是逐层进行夯实并且适度释放应力。借助一系列的张力控制手段,膜片可紧贴基层,同时又不会因为外力扰动而产生形变,最终达成结构柔性与稳定性的动态平衡^[5]。

6 检测防渗效果完成验收

6.1 防渗膜完整性检测验收

防渗膜完整性检测验收主要依靠目视检查以及专业仪器检测这两种途径来达成。工程技术人员会认真检查膜材表面有无破损、穿孔或者焊接不佳的状况,在膜片搭接部位以及锚固区域,这些地方大多时候是防渗的薄弱之处。同时运用电火花检漏仪对整个防渗膜逐段进行扫描,该设备可精准识别出肉眼难以察觉的微小破损点。检测过程中发现的任何缺陷都需立刻标记并加以修补,修补完毕后还要对修补区域开展二次检测,以保证修补质量符合设计要求。整个检测工作要实现全覆盖、无遗漏,检测记录要详尽记录缺陷位置、修补方法以及复检结果,为后续工程验收提供可靠的技术

资料。

6.2 防渗系统渗漏量测试验收

哈拉布拉调节池工程运用分区注水试验的方式来检验防渗效果,此方式可真切呈现防渗系统于实际运行状况下的性能表现。在试验进程里,会于池内注入一定深度的清水,接着借助精密水位计持续监测水位变化状况,在池底以及池壁周边布设渗漏量观测点,实时记录可能出现的渗漏情形。测试周期一般持续72小时以上,如此便能充分揭示防渗系统可能存在的问题。依据工程设计标准,调节池的渗漏量应控制在允许范围之内,要是测试结果超出设计指标,那就需要排查原因并采取相应的处理举措^[6]。整个测试过程需严格依照相关技术规范实施,测试数据要准确且可靠,为工程最终验收提供科学依据。

7 结语

综合来看,复合土工膜于哈拉布拉灌区蓄水调节池工程里的应用实践,充分彰显出其出色的防渗性能以及良好的工程适应性。这种材料有效防止了水体出现渗漏情况,保障了调节池的蓄水能力,还让施工流程得到简化,提高了工程的整体质量与运行效率,并且复合土工膜的耐久性和环保特性,也给工程的长期维护给予了明显优势。经由此次工程实践可发现,复合土工膜作为一项先进的防渗技术,有着广泛的推广价值与应用前景,为类似灌区调节池工程给予了宝贵经验与技术支持。

参考文献

- [1] 刘飞飞,丁金海. GB/T 17642—2025《土工合成材料 非织造布 复合土工膜》国家标准解读[J]. 纺织科学研究, 2025, (Z3): 50-54.
- [2] 郭玉涛,李洪泉,陈志皓. 复合土工膜-防渗墙联合防渗在导流围堰中的应用——以汉江雅口航运枢纽一期围堰为例[J]. 中国水能及电气化, 2025, (02): 65-70.
- [3] 李小峰,马文振. 复合土工膜面板堆石坝无动力自浮式拦污漂施工创新技术应用实践[J]. 陕西水利, 2022, (04): 21-22.
- [4] 郑紫荆,朱云海,王巧,谢海建,陈赞. 有机污染物在含土工膜复合隔离墙和含水层系统的运移半解析模型[J]. 岩土力学, 2022, 43 (02): 453-465.
- [5] 杨洋,刘辉,李玉桥. 库水位和地下水位作用下岩溶地区水库防渗复合土工膜的应力变形分析[J]. 人民珠江, 2021, 42 (08): 62-68.
- [6] 黄耀英,谢同,费大伟,包腾飞,颜剑. 基于测压管实测水位的王甫洲水利工程复合土工膜工作性态反馈[J]. 岩土工程学报, 2021, 43 (03): 564-571.