

水利工程堤坝防渗加固技术

靳 宇 杨明辉

淮河水利水电开发有限公司 安徽蚌埠 233000

【摘要】大坝和堤坝承担着调节水流、防洪、供水等重要功能，是重要的水利工程设施。但大坝或堤坝在长期使用过程中，由于受水压和地下水位的影响，可能发生渗漏问题，对工程安全造成严重威胁。而在水利工程中，堤坝防渗加固技术是预防水坝、堤坝渗水、保证工程稳定为关键的施工技术。该技术通过对大坝或堤坝采用不同的加固材料和方法进行防渗处理，以确保工程安全运行。本文结合实际，对水利工程堤坝防渗加固技术类型与技术运用关键方法进行深入研究，希望论述后，能给相关工作人员参考。

【关键词】水利工程；堤坝渗漏；防渗加固技术

引言

我国拥有丰富的水力资源，水库堤坝遍布江河湖海，在国民经济建设和水量调节、防洪等方面发挥着至关重要的作用。然而，随着水利工程的建设年代逐渐久远，许多水利堤坝由于年久失修而出现不同程度的安全隐患，甚至可能引发决堤事故，严重威胁下游人民的生命和财产安全。因此，为了确保水利工程的正常安全运行，必须对水利工程堤坝防渗漏技术进行深入研究，提升堤坝的防渗漏水平。只有这样，才能够有效地保障水利工程的安全运转，确保其在国民经济建设和灾害防控中发挥应有的作用。

1 水利工程堤坝险情分析

水利工程堤坝险情包含下述几种形式：1) 散浸。该险情在汛期容易发生，并且在水位较高的状态下，河水会经过堤身或者内坡脚逐步渗出，并且持续时间比较长，造成堤坝结构的硬度下降而产生浸润水流的现象。如果降雨量较大且持续时间比较长，浸润水流比较严重，水位较高进而引发散浸的问题。2) 浪坎。该现象在汛期的发生概率较高，如果水面宽、风浪大的部位产生较大的冲击力，受到冲击力的作用堤外坡的土体直接被水冲刷走而形成浪坎，如果不能及时采取应对措施将会导致堤身崩塌的问题发生。当浪坎问题出现之后，表面铺设土工织物的方式抵抗外部冲击作用，也可以利用土工膜达到防护的效果，顶部需要放置重物达到压载、稳定的效果。3) 堤身裂缝。堤坝运行时间比较长的情况下，长期受到自然环境侵蚀而引发

裂缝的问题。堤顶、堤坡的部位发生裂缝之后，造成该结构渗漏问题的出现，进而造成安全事故的出现^[1]。

2 水利工程堤坝渗漏的原因

2.1 技术缺陷

水利工程施工比较复杂，且现场施工技术要求比较高。为确保选择的施工技术满足现场施工要求，施工环节应进行技术选择，加强受力分析，详细计算数据信息，指导现场施工作业顺利完成。设计方案确定时应综合分析现场去看，考虑到最不利因素，并进行方案的优化、改进。目前水利工程项目施工的环节，设计人员往往不能考虑到全面性的因素，或者存在设计方案不合理的情况，造成技术、工艺方面使用不当，坝体结构本身存在隐患问题。此外，水利工程堤坝结构建设阶段没有选择合理的防渗施工技术，或者现场施工技术控制不到位而出现渗漏的现象。比如坝基透水层厚度比较小，利用防水墙建设的方式可以有效改进，提高结构的防渗效果。但很多单位在选择防渗墙时，却没有考虑到现场实际情况，或者选用其他的防水方法，造成防渗效果比较差，投入使用后发生渗漏危险。

2.2 自身变形渗漏

水利工程往往建设在地理条件、自然环境比较恶劣的区域，长期受到水流的冲刷、浸泡等出现破坏、变形等危险，造成结构渗漏问题的出现。当长期受到与水流冲刷后，坝体结构局部位置损坏严重，完整性无法达到标准，进而引发严重危害。此外，坝基结构容易造成变形问题，

一旦不能采取合理的处理措施，将会造成坝体结构严重变形，对后期的结构使用造成不利影响。

3 水利工程堤坝防渗加固施工关键技术

3.1 渗漏涌水处理技术

3.1.1 导管注浆

堤坝结构局部渗漏是水利工程项目建设过程中面临的一般问题，而导管注浆加固方式在处理坝基、坝肩等渗漏部位时优势明显，能使结构防渗性能明显增强。在现场施工环节，对渗漏部位的精确处理可以通过使用专用设备直接注入高聚物注浆材料来实现，由于这些注浆材料流动性好，膨胀性强，对土的缝隙、接缝等部位都能进行充分的填充。当这些材料一旦注入土体，就会发生膨胀性反应，使土体的结构密实度明显提高，使土体空间逐渐填满。在水利工程堤坝防渗加固处理时，这种加固方式既可以填补土体的微小裂缝和孔隙，又可以对土体整体结构进行加固，形成防渗结构的完善体系，该技术不仅操作简单，而且施工周期比较短，在工程实践中运用比较广泛^[2]。

3.1.2 膜袋注浆与封堵管涌

膜袋注浆与封堵管涌是水利工程堤坝防渗加固中常用的技术手段，原理是利用特定的注浆材料或液体的固化或密封性质对堤坝内部或周围的渗漏通道进行封堵，从而有效地阻止水的渗透，主要采用膜袋注浆与封堵管涌。在具体施工时在渗漏通道周围设置注浆孔，将特定的注浆材料注入其中，从而形成一层坚固的注浆体，具有较好的流动性和固化性，能够填满渗漏通道的空隙，形成一道坚固的防渗屏障。同时，对于封堵管涌技术来说，它主要是针对堤坝中出现的水流通过裂缝或孔洞进入堤坝内部，形成喷涌或泥浆流，是由于水压力过大或地下水位升高而引起的管涌现象。封堵管涌技术采用堵料(如水泥浆、高分子浆料等)注入管涌孔内，形成密实的封堵层，以防止管涌现象对堤坝结构的破坏。注入后，这些封堵材料固化为坚固的封堵体，使管涌水流无法有效进入，堤坝结构的整体性、稳定性得到保证。

3.2 防渗墙技术

3.2.1 高压喷射法

高压喷射法是水利工程堤坝防渗加固中的一项关键技

术，其原理是利用高压水或混凝土等材料通过专用设备进行喷射，将堤坝表面或内部的裂缝、孔洞等处填充密实，形成一层坚固的防渗层，以阻止水流的渗透。首先，高压喷射法利用专用喷射设备将高压水或混凝土等材料喷射到堤坝表面或内部需要加固的位置。通过高压喷射，这些材料可以深入到堤坝的裂缝、孔洞等处，填满其中的空隙，形成一层致密的防渗层。高压水喷射时，水流的冲击力可以将土壤颗粒重新排列，使其更加紧密，从而提高了堤坝表面的密实度和抗渗能力。而高压混凝土喷射则通过混凝土的固化特性，在堤坝表面形成一层坚固的防渗层，有效阻止了水的渗透。其次，高压喷射法可以根据实际情况和需要，调整喷射材料的种类、比例和喷射压力等参数，以达到最佳的加固效果。通过喷射设备的控制，可以精确地将材料喷射到需要加固的位置，确保加固层的均匀性和致密性，从而提高了堤坝的整体稳定性和抗渗能力^[3]。

3.2.2 水泥搅拌桩法

利用搅拌桩将水泥与周围泥土混合，形成坚固的墙体，从而有效地阻止水流的渗透，是水利工程堤坝防渗加固中的一种重要方法。对于土质较松或需要加固的地段，为了提高堤坝的防渗能力，提高整体的稳定性，这种技术一般都是适用的。具体施工阶段，水泥拌合桩技术的运用是将水泥与泥土通过机械设备充分拌和，使其混合均匀，密实。在实际施工中一般采用旋挖式钻头或搅拌式钻头，将搅拌好的水泥放入土中，形成一系列的水泥土柱，呈竖向或倾斜式。由于这些水泥土柱的空隙将原有泥土的缝隙填满，能把泥土颗粒紧紧地连在一起形成坚固的防渗墙体。从这方面而言，水利工程堤坝防渗加固阶段，利用水泥的固化特性来使混合物在施工后逐渐硬化成为坚固的墙体，形成密实的防渗墙体，有效地阻止水的渗透。水泥搅拌桩与土壤的混合物在固化过程中逐渐凝固为坚硬的搅拌桩，使其形成既具有一定的承载能力又能够抵抗水流的冲击和侵蚀，从而使堤坝的整体稳定性和抗渗能力得到了有效的提高^[4]。

3.3 灌浆技术

3.3.1 劈裂式帷幕灌浆技术

劈裂式帷幕灌浆技术是目前水利工程堤坝以及防渗加

固中比较普遍的技术，提高结构的运行稳定性。该技术使用到堤身加固、渗漏处理等方面优势非常明显，选择规范化的施工措施，确保结构施工效果合格，堤坝结构具备较高的安全性，渗漏的概率也能大幅降低。劈裂式帷幕灌浆技术使用环节，使用浅孔轻便钻机开展坝体结构的钻进作业，并且按照规律进行钻孔设置，从而提高现场施工作业效果。根据以往工程的经验，钻孔设置环节选用梅花型布置方式比较常见，特殊情况下也可采用直线布置的方式。如果现场选用直线布置的方法，应沿着堤坝轴线向坝肩方向延伸1.5m的宽度，孔距3m左右。在钻孔深度确定时，由技术人员进入到现场全面勘察，了解现场具体情况确定，钻孔作业效果合格。按照目前施工要求，钻孔深度在1~2m之间，且钻孔结束后进行检测，钻孔检测达到要求后开始灌浆作业施工，并加强灌浆压力、灌浆量控制，保证劈裂式帷幕灌浆施工效果达到工程标准^[5]。

3.3.2 灌浆加固技术

浆砌石重力坝修复处理的环节，加固的过程中灌浆加固技术使用比较普遍。加固环节对坝体上游采用灌浆加固方式，降低裂缝和漏洞的发生概率，提高坝体结构总体运行的稳定性，具备较高的防渗性能，承载力提升较为明显。施工环节如下游结构出现严重损坏现象，必然会造成水平孔、斜孔问题的出现，对整个水利工程极为不利。基于上述问题，选择灌浆加固技术修复损坏结构，保证结构的性能合格。

3.4 水平防渗加固技术

水平防渗加固应用到水利工程中能达到堤坝加固的效果，施工环节应考虑到如下问题：1) 如果堤坝本身已经出现严重的渗漏问题，影响范围比较大，对防渗加固技术要求较高，需要组织技术人员进入到现场测量水量、水位等因素，再确定合适防渗加固技术；2) 对于渗漏率控制较大的大坝，采用水侧拦截处理方式，提高防渗加固的连续性，结构性能恢复到最初状态。

4 堤坝防渗加固施工关键技术的应用

4.1 工程概况

某水利工程项目堤坝防渗加固施工中，其长度为1000m，高度6m，防渗加固作业环节由于距离汛期比较短，所以施工工期较为紧张。经过技术人员勘察发现，该项目存在严重涌水现象，水利工程堤坝损坏风险较高，必须及时采取防渗加固措施。

4.2 劈裂式帷幕灌浆技术的应用

经过对该水利工程的全面勘察分析，技术人员选择使用劈裂式帷幕灌浆技术，施工现场钻孔采用梅花型布置方式，从顶部沿着堤坝直线向外钻孔1.5m，孔间距为3m。经过勘察确定该项目的渗漏问题，并明确灌浆作业的速度、流量等参数，证灌浆加固效果合格，防渗加固符合技术标准。

5 结语

总结而言，水利工程堤坝工程作为一项综合性工程，若堤坝出现渗漏情况会给主体结构稳定操作很大的影响。因此，进行水利堤坝工程加固施工时，需深入施工现场查看渗漏的基本原因与位置，同时通过防渗加固技术比较以后确定加固施工方案，如此才能让加固效果提升，也可以降低施工成本。

参考文献：

- [1] 李奕赞.灌浆技术在农业水利工程堤坝防渗施工中的应用研究[J].时代农机, 2016, 43 (03): 173-174.
- [2] 张勇.浅析水利工程堤坝防渗加固应用技术[J].科技创新与应用, 2016, (18): 206.
- [3] 王金松.水利堤坝工程防渗加固工艺相关分析[J].科技风, 2017, (06): 163.
- [4] 张培俭.水利工程施工中堤坝加固防渗技术的应用[J].农业科技与信息, 2017, (14): 95-96.
- [5] 邢磊.水利工程施工中堤坝防渗加固技术应用及质控要点分析[J].中国高新区, 2018, (08): 200.