

水利工程土石坝防渗处理技术措施

杨平军

嵩县水旱灾害防御服务中心

DOI:10.12238/hwr.v8i3.5230

[摘要] 土石坝是水利工程中重要的组成部分,因其具有结构简单、施工难度低、成本较低等多种突出的优点,成为我国目前数量最多的水利工程之一,应用范围十分广泛。在具体的应用过程中,土石坝坝体长期在水中遭受浸泡和冲刷,因其施工材料的颗粒属性,经常出现渗透情况,致使坝体受损,易引发事故,存在重大的安全隐患。因此,防渗处理是土石坝工程施工工程中的关键。对此,本文从土石坝的特点出发,针对实际的情况,阐述多种防渗处理技术的选择和应用。

[关键词] 水利工程; 土石坝; 防渗处理; 技术措施

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Technical measures for seepage prevention and treatment of earth-rock DAMS in water conservancy projects

Pingjun Yang

Song County Flood and Drought Disaster Prevention Service Center

[Abstract] Earth-rock dam is an important part of water conservancy engineering, because of its simple structure, low construction difficulty, low cost and many outstanding advantages, has become one of the largest water conservancy projects in our country, the application range is very wide. In the specific application process, the dam body of earth-rock dam is soaked and washed in water for a long time, because of the particle properties of its construction materials, there is often penetration, resulting in damage to the dam body, easy to cause accidents, and there is a major safety hazard. Therefore, anti-seepage treatment is the key in the construction of earth-rock dam. Based on the characteristics of earth-rock dam and the actual situation, this paper expounds the selection and application of a variety of anti-seepage treatment technologies.

[Key words] water conservancy project; Earth-rock dam; Anti-seepage treatment; Technical measure

引言

近年来,我国的水利工程如雨后春笋般开始涌现,全国的水利工程数量处于持续上升的状态。其中,小型水利工程占据多数,主要用于民生设施建设,如农业生产用水、防洪减灾等。水利工程大规模建设的同时,渗透问题也愈发的凸显。土石坝作为我国历史悠久、数量最多的水利工程,其防渗问题引发了业内人士的关注。防渗技术虽不断的进步,有着丰富多样的选择,但是如何根据具体情况选择合适的防渗技术,是从业人士不得不认真思考问题。

1 水利工程施工中的防渗概述

水利工程的建设目的,是为了更好地控制和利用自然界中的水资源,包括地下水资源和地面水系,是一项协调人与自然关系的利民工程。但是,水利工程一般处于地理环境极为复杂的环境之中,不仅修建难度高,也为后期的防渗工作带来了较大的困难。同时,水利工程的建设,需要庞大的资金投入,而且会涉及当

地群众的切身利益和人身安全。因此,水利工程的防渗技术尤为关键。虽然我国的水利工程防渗技术一直处于不断地进步和完善之中,但是防渗问题依然未得到本质上的解决。

2 土石坝渗透变形的含义及危害

土石坝的主体部分,长期处于水中,会受到水的冲刷和浸泡。在这样的情况下,土石坝周围的主体,在周围土体的渗透作用下,会发生一定程度的浮动变形。当土体本身的质量,小于浮容重时,土石坝主体结构中的土石就会逐渐被水流带走,致使土石坝的结构受损,发生变形。在初期阶段,渗透的能力弱,只会造成土石结构松动,不会出现水石流失的现象,还有挽救的空间,需及时处理。若未能及时处理,让土石坝经受过日复一日的冲刷,则会发生不可估量的重大安全事故,如土石坝滑坡等。另外,土石坝出现渗透变形的情况后,还要根据渗透变形的具体部分展开分析,进行有针对性地处理。

3 土石坝的分类及特点

随着我国基建工程的大规模覆盖和工程建设能力不断提高,水利工程建设达到了空前的规模,覆盖了我国多个主要的水系。其中,土石坝在众多水坝工程中脱颖而出,成为我国目前水利工程中数量最多的水利工程之一。通过对土石坝工程的特点分析,主要原因在于工程结构和施工材料两方面,土石坝工程的结构简单,施工材料可以就地取材。

具体而言,首先土石坝工程的原材料,主要由石料和土料混合而成,这两种材料在施工现场中可直接获得,省去了购买材料和运输材料的时间,显著地缩减了施工的总体时间,极大地降低了施工的成本。同时,原材料主要由土料和石料组成,散体的颗粒有着较强的适应性。因此,和其他坝型的施工相比,土石坝的施工难度和施工要求较低。其次,和其他水利工程相比,土石坝的结构较为简单,施工过程中不需要复杂的机械和繁琐的流程,只需简单的机械和少数的流程即可竣工。正因如此,土石坝工程投入使用后,因其简单的结构,影响工程质量的因素较少,后期的维修也极为简单。

土石坝的施工过程虽简单,但是所暴露出的缺点也较为明显。例如,在连绵不断落雨的雨季,土料和雨水结合成为黏土后,填筑时困难重重等一系列缺点。

4 施工过程中出现渗流病害的原因

4.1 渗流的形成

根据对土石坝工程特点的分析,土料和石料是其主要的施工原料,两种材料状态相同,均为颗粒状。不规则的颗粒与颗粒之间,必然会存在一定程度的空隙。这些空隙的存在,并不会对土石坝的整体结构和质量造成影响,可良好的透水性,却为渗流埋下了伏笔,成为潜在的安全隐患。大坝和水库是水利工程的主要组成部分,大坝虽有多种类型,可本质作用基本相同,都是为了拦截水流而生;而水库,则用于蓄水。通过蓄水和拦截水流,起到控制和调节的作用。当水库蓄水以后,土石坝周围的水位就会迅速的攀升。水位升高所产生的压力,会推动水流进入土石坝的内部,进入到土料和石料的空隙之中。在这样的情况下,土石坝的总体和内部极为容易出现渗漏的现象。渗透的严重程度,取决于土石坝内部的积水情况,因此有一定的处理的时间。当渗漏情况发现的及时,总体处于可控的状态,不会对坝体造成结构性的损害。当渗漏情况未能及时发现、及时处理时,则会超出可控的范围,在土石坝内部形成较大的水流。这些湍急的水流,穿梭在土料和石料的缝隙之中,将会带走大量的土石颗粒,水质也会变得浑浊不透明。大量土石颗粒聚集在一起,会在土石坝的坝体和坝基中造成堵塞。后续接踵而来的土石颗粒,在水流的驱动下,冲击坝体,从而对坝体造成破坏。这样的现象,在水利工程中被称之为异常渗流。如果不能以科学有效的措施及时处理,坝体结构会严重受损,造成溃坝,后果难以估量^[1]。

4.2 异常渗流的成因

上文中,简单阐述了异常渗流的发生是源自于施工材料的颗粒属性,但是这并非唯一的原因。异常渗流的情况发生,有多种原因,是多种因素共同作用导致的结果。除了施工材料的特性

之外,也会发生在反滤层的设计问题上。一般而言,在土石坝的施工过程中,施工人员会在填土和排水体之间,设计一层专用于防止异常渗流的过滤层。如果设计上出现问题,存在缺陷或者设计的方案与实际不符,会导致填土穿过过滤层,随着水流的流动而流失,反滤能力逐渐降低,从而造成异常渗流的情况。

5 常用坝体防渗技术

5.1 高压喷射灌浆防渗

高压喷射灌浆技术,建立在静压灌浆的基础之上,跟随高压旋喷灌浆技术的进步而发展起来的。高压喷射灌浆技术的原理和应用并不复杂,该技术的应用需要提前打好钻孔,在钻孔中安装喷射装置,利用喷射装置的高压水束,连续冲击被灌地层结构,为浆液创造进入的空间。接下来,根据施工的设计方案,依据特定的方向、厚度、深度等数据进行灌浆,使其与地基紧密结合在一起,形成连续、完整包围的防渗帷幕体。在应用高压喷射灌浆防渗技术的过程中,要注意以下几点:在开始灌浆之前,应仔细查阅当地的水文地质资料,全面细致的了解被灌地基土层的水质情况和地质情况。同时,深度调查和分析病险土坝存在的种种问题,选择土质相似的地基,通过喷射灌浆围井实验,得出可靠的实验数据,如钻孔的直径、钻孔之间的孔距、钻孔的布置形式等等,从而推进高压喷射灌浆防渗技术的顺利应用,使其发挥出应有的效果和作用。

5.2 冲抓套井回填

冲抓套井回填技术的应用,根本目的在于利用黏土打造出具有防渗效果的防渗墙,具体而言,冲抓套井回填技术,是利用冲抓式打井机械,在土石坝周围或者存在渗漏隐患的特定部位造井,再将粘性土料填入井内,利用分层回填的方式将井内的黏土夯实,多次重复后,井与井之间形成防渗墙,从而达到防渗的目的。应用该技术的过程中,应注意以下几点:首先是套井防渗墙的设计层,套井的布置应主、套相间布置,一住一套相交而成,组建成墙。同时,还要仔细考虑浸润线的位置和高度,黏土心墙坝或者是均质坝套井,必须布置在坝轴线的上游。其次,合理设计套井的排数和排距,套井的排数和排距决定着黏土防渗墙的、宽、厚度数据。设计时,可以通过相关的公式: $T \geq \Delta H \div J$,计算出准确的数据,公式中的T是防渗墙的有效厚度, ΔH 代表防渗墙所能承担的最大水头,J为防渗墙允许渗透的坡度数据。而套井的深度,需要根据坝体的建筑质量而确定,必须要做到密实的填筑。一般而言,套井的深度在30米以内。如果涵洞洞顶达到5米时,不要冲击黏土,以免影响涵洞的质量,应利用钻头的自重抓土。

5.3 混凝土防渗墙

混凝土防渗墙和黏土防渗墙在本质和形式上有许多相似之处,都是利用墙体的形式,阻拦水流的持续渗透。黏土防渗墙所需要的材料可以就地取材,成本较低,但是防渗的效果和墙体的质量弱于混凝土防渗墙。混凝土防渗墙,需要使用专用的工具,在坝体中开凿造孔,再用泥浆固壁。应用过程中,利用直升导管,向凿好的孔内注入混凝土,从而形成连续完整的混凝土墙,实现

防渗的目的。对于已经出现渗漏情况的坝体,混凝土防渗墙应建立在坝体的下部,与基础的防渗体连接。筑墙的过程中,钻孔的形式选择和数据需要特别注意。钻孔主要有圆孔和槽型孔两种形式,圆形孔,是由多个直径在60-80米之间的混凝土圆柱搭接而成,施工的流程较为复杂,先单孔再双控,还有精准的有效空度。同时,圆形孔因搭接而成,搭接的缝隙较多。钻孔需使用专用的铅,造价较高。在多种弊端凸显的情况下,现在已很少使用圆形孔;槽型孔可以直接由混凝土板墙套接而成,施工难度地,效果好,应用的效果较为广泛。

6 水利工程土石坝坝体的防渗处理措施

坝体的渗漏,应根据不同的坝型和渗漏的具体位置,采取不同的处理方式。当坝体下游局部出现渗漏时,可在上游局部开槽,然后铺贴黏土,或者利用人工膜封堵;当坝体出现大范围的渗漏,或者渗漏处较为集中时,应结合坝型、坝高以及下游情况,在众多方案中选择最优选。例如下游反虑排水体、板桩灌注墙、高压灌浆、冲抓套井黏土回填等多种方案。其中,从成本的角度出发,混凝土防渗墙的成本较高,极少在处理防渗时采用^[2]。

为了避免渗水对堤坡的冲刷,以及对渗流出口造成的流土破坏,可以采用贴坡反滤技术和堤坡排水技术结合处理,在为贴坡排水的同时,利用反滤装置过滤水中的泥沙颗粒,减少颗粒对堤坡的冲刷力度。开始施工之前,应对堤坡表面进行清理,清除表面的杂物、草皮等,清除的深度不能过浅,最少不能低于10米,最高不超过20米,将深度控制在10米和20米之间。贴坡反滤的高度也有严格的要求,应高出最高的渗流点50厘米以上,贴坡反滤的长度超出散浸堤段两端3米以上。

土坝劈裂灌浆技术作为一种加固坝体的有效措施,能有效提高坝体的防渗能力,改善土坝的应力状况,应用的范围十分广泛。该技术在应用的过程中,应注意以下几点:灌浆时应增加一点压力,根据坝体应力的分布规律,沿着坝体轴线的方向劈裂。同时,灌注粘度适中的泥浆,从而形成垂直与底部的防渗泥墙,实现防渗目的。另外,还要及时的用泥浆堵住漏洞、裂缝,提高坝体整体的防渗能力。劈裂灌浆的孔位布置,应根据槽段不同的

部位,分别进行不同的孔位设计。例如,在河槽段,一般沿着坝轴线,以单排的方式布控。如果坝体的碾压质量较低,也可以布设双排孔或者三排布控;在岸坡段,进行布控设计,再适当的缩小孔距,最后确定灌浆方法;弯曲段布控设计,与岸坡段相同。面对存在隐患的部位时,造孔的深度应比隐患部位高出2米-3米,泥墙的厚度也要有所调整,一般采用5-20厘米的厚度数据,具体的厚度数值应根据土坝的坝高和土质情况决定。泥墙由泥浆灌注而成,泥墙的设计容量,可以根据灌浆方式决定,还要考虑浆液中颗粒的含量。为了提高泥墙后期的强度,以及加速浆液的凝固速度,可以在泥浆中加入适量的水泥,一般是总量的百分之十五。若担心达不到应用的效果,可以再次增加水泥含量,增加之前要通过实验测试,不可盲目添加。灌浆的压力大小,影响着灌浆的效果,应经过准确的计算再控制压力,或者在施工现场进行实验测试。灌浆的具体方式,主要分为孔底注浆、全孔灌注和分序灌注^[3]。

7 总结

综上所述,土石坝是我国数量最多的水利工程,对环境 and 群众有着多种积极的作用。但是,土石坝的渗漏问题也必须正视。水利工程土石坝坝体的防渗处理,可以选择的技术较多,这些技术都经过了时间的考验和实践的验证,较为成熟。具体选择哪一种技术,还需要结合坝体的实际情况进行综合的考虑。

[参考文献]

- [1]郭强.水利工程中土石坝的施工技术探讨[J].黑龙江水利科技,2023(08):4.
- [2]张爱民.关于土石坝施工技术方案的深化应用[J].科技创新与应用,2023(24):345.
- [3]林立文.混凝土防渗墙在土石坝防渗加固中的应用[J].黑龙江水利科技,2023(05):29.

作者简介:

杨平军(1980--),男,汉族,河南省洛阳市人,大学本科,中级工程师,从事水毁工程修复技术方面的研究。