

# Analysis of engineering cases of contact loss and damage and their characteristics

Wei Wang

Shihezi Branch of Xinjiang Production and Construction Corps Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Shihezi, Xinjiang, 832000, China

## Abstract

Contact seepage, a prevalent form of seepage failure in engineering practice, typically occurs at interfaces between different soil layers, soil masses, or structures. Its destructive mechanisms are concealed yet result in severe consequences. This paper analyzes a typical reservoir project affected by contact seepage through field investigations and operational data, summarizing its conceptual principles, characteristics, and assessment methods. The failure originates from inadequate structural understanding of contact interfaces during design phases. Without transitional or filter layers, this condition easily creates continuous migration pathways within the dam body's seepage channel, causing explosive increases in seepage coefficients. Therefore, enhanced understanding of contact interfaces and implementation of protective structural designs are crucial to prevent such issues.

## Keywords

Contact seepage; Characteristics; Remediation measures; Analysis

## 接触流失破坏的工程实例及其特征浅析

王伟

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司石河子分公司, 中国·新疆 石河子 832000

## 摘 要

接触流失是工程实践中常见的一种渗透破坏形式, 一般发生在不同土层、土体或结构物的接触面部位, 其破坏机理隐蔽、后果严重。文章基于典型的接触流失破坏蓄水池工程, 通过现场调查以及工程实际运行的情况, 总结归纳了接触流失破坏的概念、特征以及判定方法。该破坏的发生是由设计时对于接触面的结构认识不到位引起的, 在没有过渡层及反滤层情况下极易形成坝体破坏通道内径粒体连续贯通的迁移路径, 致使坝体渗透系数呈爆裂式增长。因此, 在设计过程中需要增强对接触面的认识, 并且做好接触面结构构造防护, 避免此类问题发生。

## 关键词

接触流失; 特征; 处理措施; 浅析

## 1 引言

在我国水利水电工程、交通等重大工程建设过程中, 渗透破坏一直是个影响工程稳定性的关键因素, 而接触流失作为其中一种特殊的破坏形式, 在宏观上很容易同管涌和流土混淆。但是它通常出现在异质材料接触面上或者结构-地基结合处, 且潜伏性、突发性强等特点。传统的勘察与设计普遍只关注单一均质土层, 并且在接触面潜在的渗流路径识别以及相关的防护措施方面都不够完善, 容易引发不可逆性结构破坏。随着工程等级越来越高, 使用年限越来越长, 接触流失问题也显示了较强的普遍性和复杂性, 这在理论上和实际控制过程中都应该得到重视。所以归纳与分析接触流失

破坏工程实例, 对于推动该类破坏模式的机制认识和工程应对具有重要意义。

## 2 工程概述

2001 年, 某民营矿业公司新建了一座多金属选矿厂。为保证选矿厂生产用水的需要, 厂方在建厂的同时修建了一座容量 15 万  $\text{m}^3$  的蓄水池。该蓄水池当年由选矿厂委托本单位技术人员提供设计方案, 厂方自行建设完成。蓄水池由河道已有的引水渠首取水, 池水经沉淀处理后供选矿厂生产使用。蓄水池为长方形, 长 230m, 宽 100m, 坝高 7 ~ 9m, 蓄水深度 6m 左右。蓄水池采用全库盘防渗, 库盘和坝前坡铺设两布一膜防渗材料, 坝前坡浇筑了混凝土护坡板。蓄水池位于河道右岸高阶地上, 距离山脚约 100m。场地地形平坦开阔, 地面坡降 2% 左右。场地内出露的地层为第四系上更新统一全新统冲洪积层 (Q4alp), 岩性为卵石混合土,

【作者简介】王伟 (1968-), 男, 本科, 工程师, 从事岩土工程勘察、水利水电工程勘察研究。



为  $1.98\text{g/cm}^3$ ，天然含水率为  $2.1\% \sim 7.4\%$ ，天然休止角为  $34^\circ$ ，渗透系数为  $4.3 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ ，属中等透水层；土的不均匀系数为 50.9，曲率系数为 0.1，承载力建议值为  $180\text{kPa}$ ，变形模量为  $16\text{MPa}$ 。该层土为坡积成因，呈带状分布于山脚一线，由山脚向下游，其厚度逐渐变小，颗粒也逐渐变细。粉土质砂的颗粒分析曲线见图 2.2-2。

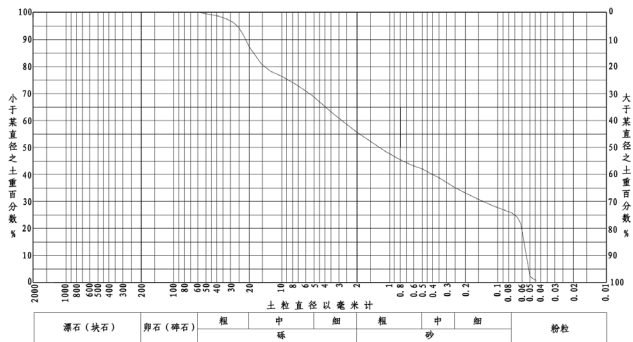


图 2.2-2 粉土质砂颗分曲线

根据颗粒分析成果，卵石混合土的不均匀系数为 206.7，粉土质砂的不均匀系数为 50.9，不满足上述评价依据的要求，因此可以判定坝体和坝基存在接触流失破坏，这与蓄水池实际发生的情况一致。

#### 4 处理措施的建议

由于蓄水池建成后经过了较长时间的运行，渗透破坏已使坝体粉土质砂中的细颗粒大量流失，坝体结构破坏十分严重，压实度等指标已不符合坝体填筑质量要求。加之在作为堆料场期间，坝体多处有严重损毁，现状坝体已不能继续利用。技术人员对于蓄水池的恢复重建，提出如下建议：

##### 4.1 原址清除重建以消除结构隐患

经过一段时间的运行，原蓄水池坝体由于接触流失造成的渗透破坏导致粉土质砂的细颗粒流失严重，坝体整体稳定性受破坏程度较大。现场实际观测发现：坝体内多处出现塌陷点、裂缝和渗流路径扩大的情况，且坝体结构完整性被破坏。此外，由于坝体临时做为堆料场地，在堆料的作用下表层结构受扰动影响，造成坝体表层的压实度和结构均匀性差等问题，很难达到设计初始要求。通过分析可知对原有坝体采取常规的维修加固措施不能恢复原有坝体的工作状态和安全性的要求，无法满足后续的运行要求。对原来有损毁的大面积坝体必须挖除劣化土，将清除后的所有劣化土清理运出坝区并在原地重建坝体，这样才能彻底根治上述隐患。

##### 4.2 全面开展地质勘察与坝体设计优化

为了确保蓄水池后续运行具有良好的结构安全和渗透稳定性，应在工程建设程序中选聘有水文建筑物设计经验的专业勘察设计单位，对水库及大坝等开展全面、系统的地质

和坝重构建造设计工作。其中勘察工作主要包括坝基持力层厚度、渗透系数分布及潜在软弱夹层位置等参数；而设计上也应根据原工程运行情况对其坝体结构类型、断面布置及材料选择等方面进行科学合理的优化改进。最后，在此基础上根据后续用水规模的变化趋势对蓄水池库容适当扩大，使坝体重建的服务周期、运行效益等均有所提高，并使其具有更强的适应性和可持续性。

##### 4.3 构建反滤系统以防止渗透破坏再发

假如选择继续用粉土质砂做此大坝的坝体填料，则需要做好大坝坝体与坝基的结合部位结构的处理。首先，进行大坝坝体填筑时，应将多级过渡材料设置于两者接触部位，且实施分层压实，以减少细颗粒在渗流场作用下向下游迁移的风险。其次，可将粒径级配合理的反滤层设置于坝体与基础之间，以此来拦截上游的泥沙物质，并把水排走，在根本上杜绝坝体接触流失的现象再现。这一结构措施不仅能改善坝体的抗渗性能，还可显著提升整体的运行安全等级。

#### 5 结语

综上所述，接触流失破坏具有难以辨识、隐蔽性强的特点，如果在工程初期没有及时辨识，且制定针对性的防护方案，就会容易导致结构功能失效与工程安全隐患。在此次工程中蓄水池早期缺乏系统的勘察及规范化的设计，无法辨别坝体和坝基是否存在结构上的不连续，在工程实际中形成了渗透路径，进一步促使了接触流失破坏现象的发生，造成了坝体失稳及蓄水功能丧失的问题。所以，在后续的工程恢复方案中提出将坝体和坝基之间合理设置过渡层及反滤层是对于接触界面渗透安全性的一种合理控制思路。该实例表明，针对双层结构土层或存在界面变化的地基条件，应在工程勘察与设计阶段引起足够重视，特别是加强对接触流失机制的识别与评估，从源头上预防类似破坏的发生。此类工程经验不仅对同类水工结构的建设具有重要警示意义，也为完善渗透破坏防治理论体系提供了实践支撑。

##### 参考文献

- [1] 住房和城乡建设部、国家质量监督检验检疫总局,水利水电工程地质勘察规范[S]. GB50487-2008(2022年版), 2022.北京.中国计划出版社.
- [2] 程声龙, 土石坝渗流破坏及其控制措施[J], 黑龙江水利科技.2011年第4期(第42卷): 120-122
- [3] 史西西, 土石坝破坏及防治的研究进展[J].农业技术推广.2017年8月上:80-81
- [4] 范伟、张宏博, 土石坝渗透破坏影响因素分析[J].工程建设.2016年9月:1-2转10
- [5] 闫海玲, 防止土石坝渗透破坏的技术措施[J].技术研发.2012年第4期:58-59.
- [6] 姜淞腾, 浅谈土石坝材料选择及渗透变形防治[J].吉林农业.2013年第4期(总第301期): 272