

# 组合防渗技术在水利工程除险加固中的运用

苏佳凯

黑龙江省水利水电勘测设计研究院 黑龙江 哈尔滨 150080

【摘要】在我国已建水库项目中，尤其是中小型水库，土石坝的渗漏问题一直存在，为水库的日常运行带来巨大的安全隐患，不仅会造成水库防洪排涝、供水灌溉功能的发挥，还可能造成坝体坍塌与崩裂等事故，造成严重后果。为此，为了对水库土石坝进行相应的除险加固，本文主要对土石坝组合防渗技术进行探讨，并对其在具体工程中的实践运用进行了分析，得出有效结论，供相关工程施工技术人员参考借鉴。

【关键词】组合防渗技术；土石坝；除险加固；实践运用

高压喷射灌浆防渗技术具有无需挖掘地基、可灌性好等优点，但是由于该技术在使用中的工艺限制，使得其工程造价比较高；而振动沉模防渗墙技术在使用时具有效率高、工艺简单、机械化程度高等优点，但其成墙深度无法超过25m，无法到达基岩相对不透水层。所以经过对一般工程概况和防渗技术的全面分析，形成了将高压灌浆与振动沉模技术相结合的加固方案，利用两种技术的各自优点来弥补彼此间的不足，从而保证土石坝的除险加固施工能够具有较高的可行性和经济效益。

## 1 组合防渗技术

### 1.1 高压喷射灌浆防渗技术

高压喷射灌浆防渗技术的运用，首先需要在出现渗漏的土石坝裂缝处钻一个孔径在50-300mm范围内的小孔，然后将配备特制金属合金喷嘴的高压喷射管放线到预定的加固位置，最后利用高压水泵（20-40MPa）将水或者浆液喷射出来形成强烈的冲击切割或者扰动，破坏土石坝土体，使其在强烈冲击下与浆液进行充分混合搅拌，并按一定的浆土比和质量大小进行重新排列，待其凝固后在土层内形成一定形状的凝结体。高压喷射灌浆防渗技术主要有8个施工工序，如图1所示<sup>[1]</sup>。

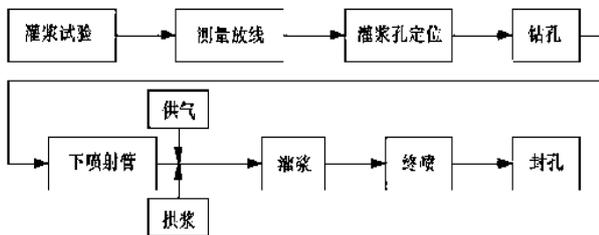


图1 高压喷射灌浆施工工序

### 1.2 振动沉模防渗墙技术

振动沉模防渗墙技术是具有一定深度与厚度的连续完整的防渗墙体。振动沉模防渗墙的施工工序为A模板就位 -A

模板下沉 -B模板就位 -B模板下沉 -A模板灌浆拔出 -A模板下沉 -B模板灌浆拔出 -B模板下沉 -如此反复连续灌浆拔出施工，形成连续密实的单板防渗墙体。具体施工工序如图2<sup>[2]</sup>。

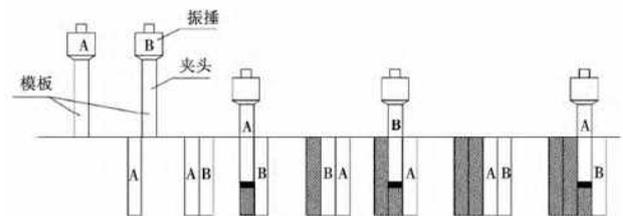


图2 振动沉模防渗墙施工工序

## 2 组合防渗技术在土石坝除险加固工程中的实践运用

### 2.1 工程概况

某待除险加固土石坝属于一座主要用途以灌溉为主，且能起到防洪、发电等作用的综合性中型水库，总库水量可达1993.10万立方米，正常库容量为1620万立方米，该水库于1959年开始修建，在1963年开始蓄水投入使用，坝体为砂壤土石坝，坝基高程为37.20m，坝顶高程65.35m，坝体最高点位28.25m，正常蓄水为66.60m，洪水设计位66.64m，校核洪水位52.37m，坝顶宽度为5m。

### 2.2 坝体险情分析

由于该土石坝建成年代较远，设计标准低、质量差，所以该坝自建成到投运引来，坝体和坝基经常出现渗漏现象且逐年增多，大坝周围农田地下水位在水库蓄水后有明显上升，土地盐碱化情况加重，经当地水库管理局检查校验后将此坝确定为三类坝，对坝体进行取样试验可以得出结论：坝体各区域碾压压实度差异性较大，结合面处填筑质量较差，存在裂缝、流土、渗水等问题，坝基与坝体的渗透系数K为 $1.95 \times 10^{-4} - 7.20 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，现属于中度渗水状态。坝体建造时坝基清理不到位、填筑材料碾压压实度差、土层内有蚂蚁活动、坝背迫常年长有植物，使坝背坡受到大面积的浸

润,大坝一直以低水位运行,渗水稳定性差,且有加重趋势,急需采用合理的除险加固措施对其进行施工,解除安全隐患,恢复水库正常运行状态<sup>[3]</sup>。

### 3 土石坝组合防渗技术运用预案

由于该坝坝基的岩体风化程度较大、坝体填筑碾压密度差且不均匀、坝基以及坝体出现大面积渗水现象,经水库管理局安全复核后认为该大坝需要进行全面的除险加固施工,为了提高工程施工的投资效益以及确保工程施工质量和效率,先拟定优先使用高喷灌浆与振动沉模相结合的组合防渗技术,对坝体与坝基进行全面除险加固施工,具体施工操作为:先对坝基以下2m和以上9.20m的区域内运用高喷灌浆技术进行加固,然后在高喷防渗墙以上至坝顶20m内的区域运用振动沉模技术进行加固,在沉模板与高喷灌浆防渗墙之间预留1m间距,在结合部处运用高喷灌浆技术进行施工<sup>[4]</sup>。

### 4 土石坝除险加固效果分析

#### 4.1 高喷灌浆区域内加固效果

针对土石坝坝基与坝体下部的除险加固施工,采用的是高喷灌浆防渗技术,总计对坝基与坝体打孔610孔,钻孔总深度9250m,为了检验加固后的坝体与坝基的防渗效果,先根据施工现场的实际情况,选取5处作为测试点,对其进行降水头注水试验以及室内抗压检测,具体试验结果如表1所示。

表1 坝基及坝体下部高喷灌浆防渗效果

测试点 编号	钻孔 桩号	室内抗压强度(MPa)		注水渗透系数(cm/s)	
		测试值	设计值	测试值	标准值
测试点1	1	4.51	2.5	$6.2 \times 10^{-8}$	$1 \times 10^{-6}$
测试点2	2	4.68		$5.5 \times 10^{-8}$	
测试点3	3	4.75		$3.8 \times 10^{-8}$	
测试点4	4	4.08		$7.8 \times 10^{-8}$	
测试点5	5	4.55		$6.3 \times 10^{-8}$	

### 【参考文献】

- [1] 王珊珊,何丽.组合防渗技术在土石坝除险加固工程中的应用[J].吉林水利,2019(08):29-32.
- [2] 查演,陈文斌.高喷灌浆与振动沉模组合防渗技术在水库大坝除险加固中的应用[J].水利科技与经济,2017,23(09):14-18.
- [3] 杨占才.水利工程堤防防渗施工技术[J].吉林农业,2019(17):66.
- [4] 王诗蕊.水利工程施工中堤坝防渗加固技术的应用[J].科学技术创新,2019(26):117-118.
- [5] 李岩.水利工程施工中堤坝防渗加固技术的运用[J].吉林农业,2019(18):59.

从表1可以明显的看出,在运用高喷灌浆防渗技术对坝基及坝体下部进行全面加固处理以后,在对五个随机测试点进行抽检时,室内抗压强度最小值为4.08MPa,均比设计值2.5MPa要大;注水渗透系数最大值为 $7.8 \times 10^{-8}$ cm/s,在标准值 $1 \times 10^{-6}$ cm/s以下,完全符合安全规定<sup>[5]</sup>。

#### 4.2 振动沉模区域内加固效果

对土石坝坝体上部进行振动沉模施工,工期持续30天,共计完成防渗墙面积为5662平方米,平均每天建成188.73平方米,施工效率较高、成本较低。待防渗墙全面建成后随机对其5个测试点的加固效果进行抽检,具体防渗效果如表2所示。

表2 坝体上部振动沉模防渗效果

测试点 编号	钻孔 桩号	室内抗压强度(MPa)		注水渗透系数(cm/s)	
		测试值	设计值	测试值	标准值
测试点1	1	6.32	4	$0.68 \times 10^{-6}$	$9 \times 10^{-6}$
测试点2	2	6.55		$0.51 \times 10^{-6}$	
测试点3	3	5.88		$0.79 \times 10^{-6}$	
测试点4	4	5.86		$0.73 \times 10^{-6}$	
测试点5	5	6.17		$0.47 \times 10^{-6}$	

由表2可知,坝体上方在运用振动沉模防渗墙技术进行除险加固以后,防渗墙测试点中最低抗压强度为5.86MPa,最大注水渗透系数为 $0.79 \times 10^{-6}$ cm/s,均满足坝体规范设计值要求,达到正常运行标准。

### 5 结束语

通过以上工程案例可以得知,高喷灌浆与振动沉模相结合的组合防渗技术,在中小型轻危土石坝的除险加固施工中具有实际意义,而且防渗效果良好,应该得到广泛推广,并不断优化施工工艺,从而将两种施工技术更好地结合在一起,提高工程施工效率与质量,并获得更好的经济效益。