

# 柔性分离式支护在堰塞湖治理工程中的应用

杜 鹏

(四川省水利水电勘测设计研究院,四川 成都 610072)

**摘要:**针对因地震、滑坡、泥石流等灾害在天然河道形成的堰塞湖,由于堰塞体及两岸边坡都存在较长时段的沉降期,因此,在工程治理设计中应充分考虑到这一特点,结合施工条件,采用合理、有效地处理方案。采用绿格网块石在堰塞体过流槽进出口一定范围对边坡进行柔性分离式支护,不仅适应了堰体本身变形,同时也满足了其抗冲刷要求。在生态环境的协调上,也取得了较好的效果。

**关键词:**堰塞湖;绿格网块石;柔性分离式;变形协调;防冲刷

中图分类号:TU94+2;K928.43;TV876

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2012)02-0168-02

## 1 概述

“5.12”汶川大地震发生时,由于强震作用,震区多条河流两侧山体产生了滑坡、崩垮,堵塞了河道,形成了规模不一的大小堰塞湖,给两岸及下游生产生活设施及人民生命财产安全带来了极大威胁。各堰塞湖在完成应急排险后相继开展了后期综合治理工作,以四川安县茶坪河为例,“5.12”地震中形成了肖家桥、观音岩等共计18座堰塞湖。在这些堰塞湖的综合治理初步设计中,基本上都采用混凝土护坡等刚性固槽并加以边坡喷锚支护等工程措施,但在实际施工过程中,暴露出原设计方案存在的一些问题:一方面,投资较大;另一方面,由于堰塞体形成的特殊性,堰体和两岸边坡物质组成复杂、稳定性差,岸坡非常陡峻,使得施工难度很大,而且先期施工的部分泄槽护坡在堰塞体自身不均匀沉降作用下产生了程度不一的拉裂破坏。通过对堰塞体动态变化的进一步分析研究,设计对原刚性支护方案进行了调整,采用绿格网块石,结合泄槽流速分布情况,重点将穿堰塞坝泄流槽进口和下游出口区调整为分离式柔性支护方案,取得了较好的效果。笔者以其中较为有代表性的肖家桥堰塞湖治理对柔性分离式支护方案进行介绍。

## 2 堰塞体泄槽刚性支护方案

肖家桥堰塞坝是“5.12”汶川大地震时在强震作用下由右岸岩质顺层滑坡形成,滑坡体分布高程为725~920 m,顺河方向最大宽度280 m。

河床段堰塞坝地震后坝顶高程为760~780 m,堰塞体高30~50 m,坝顶顺水流方向长390 m,垂直水流方向长110 m,堰体体积约为242万 $m^3$ 左右。其三维地形效果图见图1。

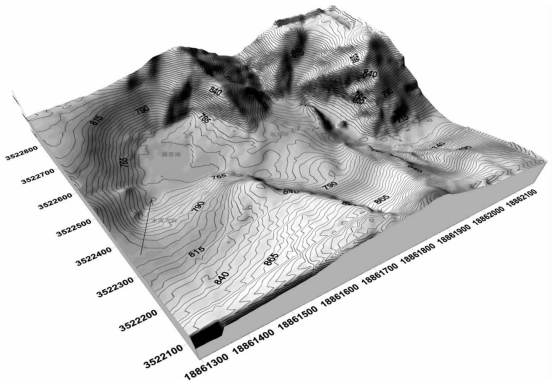


图1 肖家桥堰塞湖三维效果图

该堰塞湖治理后泄流槽按10年一遇洪水标准设计。治理原则为:在有条件情况下,尽可能降低堰塞体高度、消减堰塞湖库容。最终确定泄槽清理宽度为35 m,泄槽底高程由742 m降至728 m,清理深度约14 m。右侧公路路面高程750 m,将公路路面以上的所有滑坡物质全部清除;高程750 m以下的河岸坡比为1:1.5,坡高10 m,衬以厚0.5 m的C15混凝土,护坡坡脚以下为C15混凝土抗冲齿槽,齿槽底高程深入河床基岩以下0.5 m。该方案设计断面见图2(肖家桥堰塞湖泄槽刚性支护方案)。通过计算分析,泄流槽的过流能力、进出口及槽身的防冲消能均能满足要求。

治理工程于2009年10月正式开工,在施工过程中,由于堰塞体及岸坡一直处于自身沉降的

收稿日期:2012-01-06

动态变化之中,前期实施的混凝土刚性护坡、护底出现了程度不一的拉裂破坏,尤以进出口一定范围内表现突出。经分析得知,出现这种情况,除了与堆填体沉降变形有关外,进出口水流流态较为

紊乱也加剧了这种变形破坏的发展。通过现场资料的收集并经过多方案比选,最终提出了将混凝土刚性支护调整为柔性分离式支护的方案。

### 3 柔性分离式支护方案

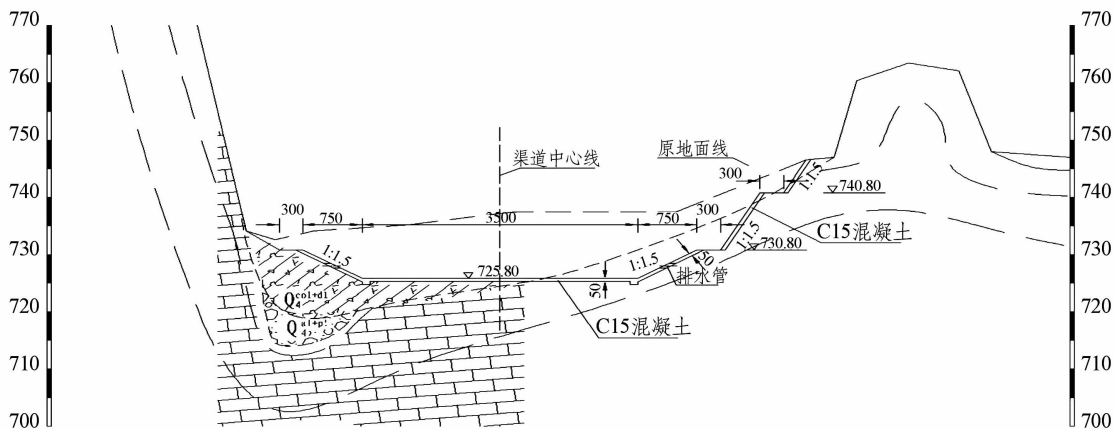


图 2 肖家桥堰塞湖泄流槽刚性支护方案剖面图

柔性分离式支护理念的提出,主要是基于堰塞湖形成过程中的自身特点与常规的工程填筑坝体或在稳定原状基础上开挖的泄流渠道有着本质的差异,天然形成的堰塞体及两岸边坡存在一个较长期的自稳沉降过程,且高岸坡施工条件困难,结合这一具体情况,制定了“疏挖降库、河道恢复;泄槽过流、前扩后护;柔性支挡、兼防并固”的治理原则,对原设计的混凝土护坡、护底方案进行了调整。具体方案如下:

(1)堰塞体泄流槽在尽量下挖的前提下(有

条件时最好降至原河床),前部适当扩宽,最前缘宽度为泄槽宽度的 1.5 倍左右。出口底板与下游河道自然衔接,纵坡不陡于 1:10,避免出现急弯、陡坎等。

(2)泄流槽进口以下、出口以上各 80 m 范围两侧护坡均采用绿格网块石型式,在形成的稳定边坡上,设置 5 层绿格网,一个网格单元尺寸为 1 m × 1 m × 2 m(宽 × 高 × 长),总支护高度 5 m,嵌入槽底以下 1 m,格网结构顶高程高于通过 10 年一遇洪水水位 1 m。其断面结构见图 3。

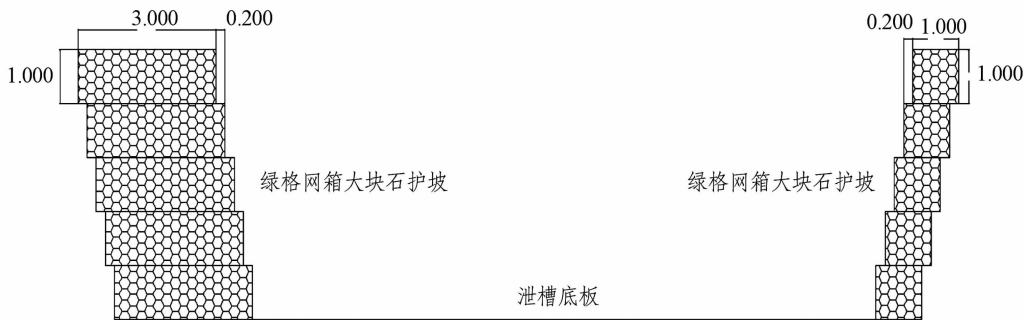


图 3 肖家桥堰塞湖泄流槽绿格网柔性支护方案剖面图

(3)为保证网格间具有良好的柔性分离适应变形的效果,在每个网格之间均采用高强钢丝相连,钢丝长 20 cm,间距 30 ~ 40 cm,梅花形分布。绿格网本身也采用同样的高强钢丝,单根网丝拉断时的应力可达 3 500 ~ 4 000 kg;箱笼网箱结构

抗压强度达 300 ~ 400 t/m<sup>2</sup>,抗拉强度达 495 N/m<sup>2</sup> 以上。

### 4 应用效果及结语

肖家桥堰塞湖治理通过应用绿格网大卵石柔 (下转第 173 页)

m,按梅花形桩位布置,振冲桩的平均桩径为 1.2 m。

### 6 闸坝基础沉降分析与评价

根据首部枢纽的布置及分缝,划分为泄洪闸

部分,冲沙闸、排污闸部分和左、右挡水坝部分,考虑的工况为正常蓄水位工况和完建工况,并进行了相应的沉降计算。计算成果见表 4。

综合分析以上计算结果,在地基处理之前,在

表 4 闸、坝基础处理前、后沉降计算成果表

计算工况	计算部位	闸、坝基础处理前		闸、坝基础处理后	
		沉降量 /cm	泄洪闸、挡水坝 沉降差/cm	沉降量 /cm	泄洪闸、挡水坝 沉降差/cm
施工完建	泄洪闸	27.52	13.67	9.59	3.62
	右岸挡水坝	13.85		12.94	
正常蓄水	泄洪闸	27.87	15.40	9.35	1.39
	右岸挡水坝	12.47		9.35	

完建和正常蓄水两种工况下,闸室的沉降量和沉降差均不满足规范要求。闸坝基础经振冲碎石桩处理后,粉细砂层和粉质壤土层的压缩模量由处理前的 4 MPa 提高到 27 MPa。经计算,闸室最大沉降量为 9.59 cm,最大沉降差为 3.62 cm,两种工况下闸室的沉降量和沉降差均比较小。建基面允许承载力由处理前的 0.28 MPa 提高到 0.36 MPa,均大于建筑物基础应力。经振冲加固处理后,有效地减少了地基沉降,使沉降差在规范允许的范围内,首部枢纽主要建筑物基础经过振冲碎石桩处理后达到了地基抗液化的各项指标(表 4)。

### 7 结 语

(上接第 169 页)

性分离式护坡技术,不仅满足了边坡抗冲的要求,充分提高了其对后期变形的适应能力,同时也体现出绿色生态的美观效果,最大程度地实现了治理后的环境生态效益。由于该方案将原混凝土护坡调整为就地取材的生态柔性分离式护坡,不仅大大减少了水泥、沙石骨料等外来物质,降低了对环境的负面影响,而且还有效加快了施工进度,节省工程投资 230 万元。

堰塞湖往往是在自然灾害中突发性地形成,在其治理过程中,应充分考虑该类型地质灾害产生的自身特点,因地制宜、因势利导,结合相关基础设施的建设需要,统筹兼顾,做到工程干预与生

目前,对基础处理采用的方法和适用性还少,有系统介绍,特别是振冲碎石桩的应用,过去由于受设备能力的影响,振冲桩的处理深度不够,工程应用较少。随着工程设备制造技术的提高,振冲碎石桩的技术应用越来越广泛,笔者通过金康水电站首部枢纽在采用大面积、大功率深孔振冲碎石桩穿过砂卵砾石沙土层进行地基处理的实际成果,系统介绍了各种地基处理的方法和适用性,并着重介绍了振冲碎石桩技术。对地基处理,特别是振冲碎石桩技术的应用具有指导意义。

#### 作者简介:

苏 玮(1960-),女,广西梧州人,高级工程师,从事水电工程水工设计工作。(责任编辑:李燕辉)

态修复的协调共处。肖家桥堰塞湖综合治理工程起到了很好的指导、示范作用。在茶坪河其余 20 多座堰塞湖的综合治理中,大量推广并采用了该工程的成功经验,这批堰塞湖工程投资总额达 1.2 亿元,相对初设批复投资节省约 3 400 万元。

这批堰塞湖治理工程竣工后,经受住了 2009 年“9.24”洪水和 2010 年“8.17”大洪水的考验,目前运行良好。肖家桥堰塞湖的治理设计获得了 2011 年度四川省工程勘察设计“四优”二等奖。

#### 作者简介:

杜 鹏(1969-),男,四川成都人,高级工程师,硕士,从事水利水电工程设计工作。(责任编辑:李燕辉)

## 向家坝云南库区移民安置规划设计专题报告通过评审

4 月 16 日,中国水利水电建设工程咨询公司会同云南省移民开发局在昆明主持召开了《金沙江向家坝水电站工程蓄水云南库区移民安置规划设计专题报告》评审会议。会议认为,《专题报告》根据移民安置节点计划任务和电站蓄水的要求,对向家坝电站蓄水云南库区移民安置工作进行了梳理,与电站蓄水总体进度相衔接,拟定了电站蓄水移民搬迁安置实施形象进度基本要求,经补充修改完善后,可作为下一步向家坝水电站蓄水移民搬迁安置专项验收工作的依据。本月底前将同时召开向家坝电站蓄水移民专项验收机构成立大会和移民专项验收工作大纲审查会,逐步启动向家坝电站蓄水(云南部分)移民专项验收工作。