

重庆市巫溪县王家河库岸 139 段塌岸预测研究

彭 辉¹, 刘德富¹, 童广勤²

(1. 三峡大学土木水电学院, 湖北 宜昌 443002; 2. 武汉长意岩土工程有限公司, 武汉 430070)

摘 要:随着三峡工程库水位的不断上升, 库区长江支流水位相应增长, 不仅造成库区土地淹没和移民问题, 而且时刻有发生库岸塌岸的危险。通过采用卡丘金塌岸预测方法, 对重庆市巫溪县花台乡王家河库岸进行塌岸预测, 其结果是可靠的, 为选定工程处理措施提供了科学的依据。

关键词:三峡工程; 库岸塌岸预测; 卡丘金法

中图分类号: TV621; P642.21

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)04-0107-04

Study on Forecasting the No. 139 Section of Wangjiahe Reservoir Bank Destruction in Wuxi County of Chongqing City

PENG Hui¹, LIU De-fu¹, TONG Guang-qin²

(1. College of Civil & Hydroelectric Engineering of China Three Gorges University, Yichang, Hubei 443002, China;

2. Wuhan Changyi Geo-technical Engineering Limited Company, Wuhan 430070, China)

Abstract: The water level of branch rivers in upstream section of Three Gorges Dam will rise correspondingly to water level rising in reservoir. As a result, the problems of inundation and resettlement as well as the potential disasters of reservoir bank destruction will take place. Through application of EΓKa ЧУТИН forecasting method, the No. 139 section of Wangjiahe Reservoir bank collapse in Wuxi county of chongqing City was well forecasted which provided scientific evidence for practical treatment methods.

Key words: Three Gorges Project; reservoir bank destruction forecast; EΓKa ЧУТИН method

1 前 言

重庆市巫溪县位于三峡库区长江支流大宁河上中游, 该县塌岸、滑坡、泥石流等地质灾害频繁。截至目前, 已出现多处地灾险情, 严重威胁人民的生命财产安全。按照三峡水库 175 m 蓄水方案, 库水将沿大宁河迳水至该县东南部的花台乡, 使得该乡成为巫溪县惟一受三峡水库影响的乡镇。库水位的上升将人为抬高大宁河水位, 使得该区原本处于稳定状态的岸坡、滑坡等, 将变得不稳定或稳定程度降低, 原来就已稳定程度很低的岸坡与滑坡, 会出现失稳变形并加速下滑的趋势。因此, 库岸再造、滑坡等地质灾害对该区人民生命财产的影响日益增加, 及时有效地对岸坡、滑坡等地质灾害进行防护已成为一项重要任务。

位于巫溪县花台乡大宁河左岸的王家河库岸, 为巫溪县花台乡乡政府所在地。随着三峡水库 175 m 正常蓄水, 该段库岸存在滑移型与侵蚀剥蚀型塌岸的可能。为保证水库 175 m 水位线以上居民的生命财产安全, 对库岸的工程防治十分必要。

2 工程概况

2.1 地形地貌

本库岸位于巫溪县花台乡王家河, 总长 580 m。总的形

态表现为中缓凸型斜坡, 依地貌特征可分为两段:

(1) 花台中学以北长约 120 m 地段, 依地表形态可分为三部分: 高程 187 m 以下, 为花台中学所在地, 以台阶状宽缓平台为主, 总体坡度 10° 左右, 局部可达 25~35°, 平台宽度 10~30 m, 前缘建有堡坎, 高度 2~6 m; 高程 187~210 m, 为崩坡积碎石土构成的中缓斜坡, 坡度 20~30°, 坡体稳定, 未见变形迹象; 高程 210 m 以上为三叠系下统嘉陵江组(T_{1j})。灰岩组成的横向斜坡, 坡度 30~40°, 表层零星分布厚 0.5~2 m 的碎石土。

(2) 花台中学以南至桥头长约 460 m 地段, 依地表形态亦可分为三部分: 高程 172 m 以下, 为冲积河漫滩, 地形平坦, 坡度 5° 以内; 高程 172~192 m 之间, 为崩坡积、坡积碎石土构成的缓坡, 坡度 5~15°, 局部可达 20°, 居民房屋多集中于此; 高程 192 m 以上, 为三叠系下统嘉陵江组(T_{1j}) 灰岩组成的逆向斜坡, 坡度 40~60°, 表层零星分布厚 0.5 m 左右的碎石土。

2.2 地层岩性

本库段地层较杂, 按成因有两类, 即第四系(Q) 和三叠系下统嘉陵江组(T_{1j}) 基岩。

2.3 地质构造

库岸段整体呈单斜构造, 岩层产状 355°∠25~40°。

2.4 岸坡地质结构

该库岸上部为土质, 下部为基岩, 局部基岩出露地表, 属

* 收稿日期: 2005-07-30

作者简介: 彭 辉(1976-), 男, 讲师, 博士研究生, 主要从事边坡工程与土工结构工程教学与科研。

岩土混合岸坡。

2.5 水文地质条件

本库段因覆盖层较薄,地下水以基岩裂隙水为主,径流形式为地下水向长江排泄。由于基岩中裂隙发育,强风化层厚度大,岩体破碎,透水性较强,呈弱一中等透水性。

表 1 139 段库岸细粒土体颗粒组成及力学性质试验成果与统计表

土样编号	颗 粒 组 成										力 学 性 指 标			
	碎石	圆砾/角砾			砂 粒			粉 粒	黏粒	胶粒	土的压 缩 性		抗剪强度	
					粗	中	细							
粒径大小/mm, %										压缩系数	压缩模量	饱和固 结快剪		
60~ 20	20~ 5	5~ 2	2.0~ 0.5	0.5~ 0.25	0.25~ 0.075	0.075~ 0.05	0.05~ 0.005	< 0.005	其中< 0.002	a_v 0.1~ 0.2MPa	$E_{s0.1\sim 0.2MPa}$	C/kPa	ϕ °	
ZK3- 1				0.2	0.5	0.4	3.2	46.1	49.6	31.9	0.270	7.054	50.68	14.6
ZK3- 2	10.8	11.5	4.5	3.7	1.9	1.6	1.9	35.1	29.0	16.6	0.350	5.025	18.45	19.3
ZK6- 1		1.5	0.6	0.3	1.9	6.6	8.0	33.8	47.3	30.8	0.440	4.076	20.21	19.8
ZK7- 1					0.3	3.2	12.4	55.0	29.1	18.0	0.200	8.270	6.27	30.5
ZK9- 1		10.7	2.5	6.6	3.0	18.5	11.8	29.2	17.7	12.4	0.210	7.531	12.67	33.0
ZK10- 1	7.5	6.1	2.9	5.2	2.9	2.7	4.2	40.0	28.5	16.0				
ZK11- 1		8.7	0.6	1.8	1.2	9.4	12.3	41.6	24.4	16.5	0.230	6.941	11.70	30.1
KCl	5.1	6.4	4.2	5.4	3.9	2.6	2.7	44.1	25.6	14.8				
最大值	10.8	11.5	4.5	6.6	3.9	18.5	12.4	55	49.6	31.9	0.440	8.270	50.68	33.0
最小值	5.1	1.5	0.6	0.2	0.3	0.4	1.9	29.2	17.7	12.4	0.200	4.076	6.27	14.6
平均值	7.8	7.5	2.6	3.3	2.0	5.6	7.1	40.6	31.4	19.6	0.283	6.483	20.00	24.6
标准差		2.82	1.32	2.18	0.99	4.41	4.06	6.09	8.53	5.86	0.07	1.29	10.30	6.66
变异系数		0.38	0.52	0.66	0.51	0.78	0.58	0.15	0.27	0.30	0.26	0.20	0.52	0.27

表 2 139 段库岸粗粒土体颗粒组成及力学性质试验成果与统计表

土样 编号	颗 粒 组 成										力 学 性 指 标			
	碎石	圆砾/角砾			砂 粒			粉 粒	黏粒	胶粒	土的压 缩 性		抗 剪 强 度	
					粗	中	细							
粒 径 大 小/mm, %										压 缩 系 数	压 缩 模 量	饱 和 固 结 快 剪		
												凝 聚 力	内 摩 擦 角	
60~ 20	20~ 5	5~ 2	2.0~ 0.5	0.5~ 0.25	0.25~ 0.075	0.075~ 0.05	0.05~ 0.005	< 0.005	其 中< 0.002	a_v 0.1~ 0.2MPa	$E_{s0.1\sim 0.2MPa}$	C/kPa	$\varphi/^\circ$	
ZK3- 1	26.5	12.1	5.2	5.4	2.2	1.8	1.7	31.6	13.5	7.6	0.450	3.573		
ZK3- 2	20.0	15.2	9.0	10.7	4.1	3.5	1.6	18.0	17.9	10.3				
ZK6- 1	17.4	18.7	11.0	8.1	3.3	2.3	1.6	20.6	17.0	10.0	0.390	3.872	9.43	28.4
ZK7- 1	31.8	15.2	10.3	13.3	4.7	2.7	0.6	12.4	9.0	5.3				
ZK9- 1	15.1	18.6	8.1	6.3	2.7	2.2	0.5	25.8	20.7	12.0	0.290	5.398	5.01	34.2
ZK10- 1	20.6	11.3	6.4	8.0	3.3	4.8	3.1	18.6	23.9	16.4				
ZK11- 1	21.6	36.4	11.4	7.0	3.5	3.1	1.4	8.9	6.7	3.9				
KCl	37.7	24.7	8.1	8.1	8.8	7.8	0.8	2.3	1.7	1.0				
最大值	37.7	36.4	11.4	13.3	8.8	7.8	3.1	31.6	23.9	16.4	0.380	8.477	64.61	33.8
最小值	15.1	11.3	5.2	5.4	2.2	1.8	0.5	2.3	1.7	1.0	0.190	4.435	27.86	16.2
平均值	23.8	19.0	8.7	8.4	4.1	3.5	1.4	17.3	13.8	8.3	0.290	6.572	43.13	23.6
标准差	6.12	5.76	1.74	1.82	1.34	1.39	0.59	7.06	6.08	3.86				
变异系数	0.26	0.30	0.20	0.22	0.33	0.39	0.42	0.41	0.44	0.46				

纵观上述试验成果,在细粒土物理性指标中,液塑限指标普遍离散性大,其它各指标试验值离散性小;细粒土的颗粒组成与力学性指标的离散性普遍较大。

2.6.2 岩体物理力学性质

取岩样 8 件进行岩石试验,结果见表 3。

3 塌岸预测方法

3.1 计算原理

三峡水库蓄水至 175 m 后,随着库水位上升及周期性涨落,岸坡岩土体在水的作用下软化,波浪对岸坡冲刷搬运、库水位及地下水的孔隙水压力和渗透作用,导致岸坡工程地质条件发生变化,使得塌岸的可能性增大。在水库蓄水之前,对可能塌岸地段采用定量分析方法,以便对塌岸宽度、高度等进行预测,再采取行之有效的防护措施,是十分必要的。

2.6 岩土体物理力学性质

2.6.1 土体物理力学性质

勘查单位现场共取土样 16 组进行土常规物理力学性质试验,细粒土样与粗粒土样各 8 组,对其物理性质与颗粒组成及力学性质分别进行了统计,结果见表 1、表 2。

139 段库岸为岩土质岸坡,岩性以碎石土为主,塌岸预测采用 E·Γ·卡丘金提出的库岸最终塌岸预测宽度计算公式而演变的卡丘金图解法(图 1)进行预测。该法的实质是依据实测的洪水、枯水位变幅带各岩土岸坡长期稳定坡角,根据几何关系用基于地质类比的图解法求解库岸最终塌岸宽度,因而较经验公式更为直观、准确。

根据三峡水库正常蓄水位 175 m,低水位 145 m,可将岸坡划分为三个带,即 145 m 以下为水下岸坡带,145~ 175 m 水位变幅带,及 175 m 以上水上岸坡带。水库蓄水运行后,经过长期的侵蚀冲刷作用,岸坡三带最终以各自的稳定坡角存在,从而完成岸坡的塌岸再造过程。

另外,在库水位周期性涨落条件下,滑移失稳的可能性很大,应根据有关地质条件对其稳定性进行计算,以判别其在各种工况下的稳定性。

复技术研究现状,结合山东省自然及社会条件,确定了以下几项关键技术,供大家参考。

(1)破坏山体绿化植物品种选择研究。山东省属于暖温带半干旱气候区,多年平均降雨量不足 700 mm,而且年际、年内降雨分布极为不均,其中丰水年降雨量可达枯水年降雨量的 3.0 倍左右,年内汛期的 6~9 月降雨量可达全年降雨量的 70% 以上。分配不均的降雨条件是破坏山体生态植被恢复的最不利因素,由此也造成了国内丰水地区普遍采用的植物品种在山东难以适生的客观事实。所以,破坏山体的生态修复首先要做好选种工作。

(2)乔灌木结合的优化配置种植模式研究。正如前文所述,单一的草种培育并不利于破坏山体坡面的长久防护。天然植被一般都是草木混生的,种群结构较为合理,所以具备很强的自我修复能力。破坏山体绿化应走当地化的路子,即以当地区域性植被、乡土植物为主,适当引进适于本地生长条件的野生植物和外地植物,同时兼顾浅根植物和深根植物的结合、豆科植物与非豆科植物的结合,并尽可能配置抗逆性强的植物和水、肥、光、热利用率高的植物,这样才能使植物更能适应当地气候与自然植被融为一体,建设一个具有生物多样性的、稳定的、生命力强的立体生态群落。

(3)破坏山体植被快速恢复技术研究。破坏山体植被快速恢复主要是指由人工强制的绿化植物构成向原始植物群落的顺利演替。在较短的时间内把开挖的边坡恢复到自然状态,主要面临这样几个问题:对于不同的立地条件,如何在经济允许的范围内选择适宜的施工方式;如何充分考虑当地自生优势群落的结构特点,从而进行植物种子的选择和配比;如何利用已有条件,促使植物种子、树苗的迅速成活并与当地优势群落相融合。只有对这些问题作详尽的研究分析,才能正确指导施工,实现破坏山体的快速恢复。因此,应对可能的各类破坏山体的施工工艺进行比选,确定其适宜的立地条件,寻求在较短时间内确定破坏山体当地自生优势群落结构特点的方法,探索人工植被与自然植被快速融合的关键技术。

(4)破坏山体绿化配套技术研究。由于山东省特有的自然条件,为提高破坏山体绿化植物的成活率、促进破坏山体植被的快速恢复,需进行相关的配套技术研究,包括工程防护技术、集雨拦蓄技术、节水灌溉技术及施肥保墒技术等。其中,工程防护技术结合水土保持要求,利用各类工程设施加强破坏山体的自身稳定性,满足选定植物配置的种植要求,便于后期的安全管护;集雨拦蓄技术是尽可能地利用大

气降雨,满足破坏山体绿化植被对水分的要求,保证植物措施的成活率;节水灌溉技术通过利用各类设备或材料在减少植被水分损失的同时高效地提供补充水源;施肥保墒技术,则用于补充绿化植被养分、减少水分流失。

(5)破坏山体绿化管护技术研究。管护是破坏山体完成绿化和实现快速恢复不可或缺的一环,包括灌溉、补植、防病害、更新等措施。应该针对山东省的自然特点,摸索出一套完整的破坏山体绿化的管护方法的技术,保障绿化成效的持续发挥。

4 研究的创新性要求

山东省是我国经济大省,近几年来社会经济建设迅猛发展,城市开发、高速公路、铁路、石材开发等建设活动也得到了充分发展,山体破坏已开始影响山东生态省建设的进程。破坏山体生态植被快速恢复应运用造林学、生态学、生态恢复学、水土保持学、系统工程学等相关学科的基本原理,以科学发展观为指导,以适用性广、可操作性强为原则,力求在以下方面取得突破:

(1)在绿化植被品种的选择上完全立足于山东省自然及社会条件,以乡土种为导向,在生理特性上要求具有抗旱、速生、易成活等特征。

(2)在植物配置上以植被群落快速恢复为突破点,放弃“好看不多用”的做法而走“当地乡土化”的路子,一方面是注重乔灌木或灌木的有机搭配,一方面是注重与当地自生优势群落的融合,最终实现在种植模式上的突破和创新。

(3)在技术整合方面,由于山体破坏的复杂性和破坏山体恢复植被的困难性,单一的植树种草措施并不能保证治理效果的长久保存。如能整合造林绿化、水土保持、水利工程、节水灌溉等多个学科的技术,并使之有机交叉和结合,从而形成独特的技术措施体系,则必定能产生良好的效果。

(4)在管护方面,应摒弃过去“重建设、轻管理”的思想观念,用科学发展观作为指导思想。

5 结 语

破坏山体的修复和绿化是我国生态环境建设的重要组成部分,由于各地的自然、社会条件差异很大,必然要求广大水土保持及相关行业工作者对适宜的树草种及其栽培方式、管理模式等做充分的研究。山东省破坏山体生态植被快速恢复已提上日程,对其开展广泛的研究工作势在必行。

[1] 朱海鹰,徐国钢,等.高速公路边坡生态防护施工技术[J].中外公路,2003,23(3):83-85.
[2] 张俊云,周德培,李绍才.岩石边坡生态种植基试验研究[J].岩石力学与工程学报,2001,20(2):239-242.

(上接第 110 页)

参考文献:

[1] 张倬元,王士天.工程动力地质学[M].北京:中国工业出版社,1964.28-68.
[2] AB卡拉乌舍夫.河流与水库水力学[M].北京:水利水电出版社,1958.
[3] Dipper Martin J Jr. Ship borne wave height measurements[J]. Marine Technology, Soc of Naval Architects & Marine Engineers,1997,34(4):267-275.
[4] 余广明.堤坝防浪护坡设计[M].北京:水利电力出版社,1987.
[5] ИВ波波夫,等.水力发电建设工程地质勘察[M].电力部译.北京:电力工业出版社,1956.230-247.
[6] Ragozin A L, Burova V N. A method for approximate forecast reservoir bank destruction[J]. Russia: Gidrotekhnicheskoe Stroitel'stvo, 1993,(4):20-26.