

三峡库区头道河Ⅲ号滑坡综合治理施工技术

陶 坤¹, 张金钢², 陶兴文²

(1. 中国交通建设股份有限公司第二公路工程局, 陕西 西安 710065; 2. 湖北地矿建设工程承包集团有限公司, 湖北 武汉 430030)

摘要:湖北省秭归县头道河Ⅲ号滑坡治理工程是三峡库区三期地质灾害防治应急项目。通过抗滑支挡、地表排水和监测等综合防治措施在该滑坡治理工程中的应用实例,介绍了该滑坡的地理环境及滑坡特征,抗滑桩和排水沟的施工工艺以及控制要点等,重点论述了如何准确的判识滑坡带以及常见质量通病的防治措施,为堆积体滑坡治理施工提供一定的参考。

关键词:头道河Ⅲ号滑坡;综合治理;滑坡带判识;质量通病;防治

中图分类号:TV223.3⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)03-0057-05

Construction Technology of Comprehensive Treatment for No. 3 Landslide in Toudaohe River of Three Gorges Reservoir District/TAO Kun¹, ZHANG Jin-gang², TAO Xing-wen² (1. No. 2 Highway Department of China Communication Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi 710065, China; 2. Hubei Geology & Mineral Construction Contact Group Co., Ltd., Wuhan Hubei 430030, China)

Abstract: The No. 3 Landslide control of the Toudaohe River of Zigui County of Hubei Province is one of the emergency projects for the third phase of the geologic hazard prevention and control. This article introduced the geographical conditions and characteristics of the landslide areas as well as anti-slide piles and drains by application case. The method of landslide areas discrimination and prevention and control on common quality problems were emphasized, and it would be surely a reference for similar projects.

Key words: No. 3 Landslide of the Toudaohe River; comprehensive treatment; landslide areas discrimination; common quality problems; prevention and control

湖北省秭归县头道河Ⅲ号滑坡在三峡库区 135 m 蓄水后,由于江水渗入滑坡体内浸泡、软化滑坡堆积体及滑带,降低了其力学性质,粘聚力及摩擦系数减小;同时由于移民安置修路,房建及其它相关配套工程的实施,破坏了滑坡岩土结构,增大了坡体的下滑力等因素的影响,降低了滑坡的稳定性,导致处于稳定状态的滑坡开始明显变形。由于前缘在 156 m 高程以下,三峡库区洪水汛期完成三期蓄水后,滑坡中下部将淹没于水中,其稳定性将进一步降低。此滑坡的治理事关滑坡上数百居民和四家县镇企业的安危,事关两条省道的顺利畅通。

1 滑坡的地理环境及特征

1.1 滑坡的地理位置

头道河Ⅲ号滑坡位于湖北省秭归县郭家坝镇头道河村,长江一级支流童庄河右岸。头道河Ⅲ号滑

坡范围内有居民 701 人,有烟叶复烤厂等 4 家企业,各类建筑面积 62147 m²,农田 144 亩,225 省道和 334 省道两条公路横穿滑坡,滑坡上还有电力通讯、集镇供水等基础设施,在 210 ~ 245 m 之间生产、生活设施和人口集中分布。

1.2 滑坡的气象条件

滑坡区属亚热带季风气候区,具有雨量充沛、四季分明等特点。多年平均气温 18 ℃,极端最高气温 42 ℃,极端最低气温 -8.9 ℃。汛期为 6 ~ 9 月,非汛期为 10 ~ 5 月。根据秭归县 1960 ~ 1985 年水文记录,滑坡区年平均降雨日数约为 136 天,多年平均降雨量 1439.2 mm,汛期最大月降雨量 425.6 mm,汛期日最大降雨量 116.9 mm,非汛期最大月降雨量 276.4 mm。

1.3 滑坡的物质组成及结构特征

头道河Ⅲ号滑坡为较典型的堆积体滑坡,滑体

收稿日期:2007-11-11

作者简介:陶坤(1982-),男(汉族),湖北黄冈人,中国交通建设股份有限公司第二公路工程局助理工程师,隧道与地下工程专业,从事桥梁工程、隧道工程施工工作,陕西省西安市含光南路 176 号交通科技大厦中交二局隧道公司 8909 室,taokun52014@yahoo.com.cn;张金钢(1975-),男(汉族),湖北武汉人,湖北地矿建设工程承包集团有限公司工程师,探矿工程专业,从事岩土工程、桩基工程、地质灾害治理工程的技术、施工管理工作;陶兴文(1953-),男(汉族),湖北黄冈人,湖北地矿建设工程承包集团有限公司教授级高级工程师,探矿工程专业,从事岩土工程、桩基工程、地质灾害治理工程的技术、施工管理和研究工作。

物质主要由崩坡积碎石土和残坡积粉质粘土夹碎石组成。崩坡积碎石土中碎石含量 50% ~ 80%, 残坡积粉质粘土中碎石含量 15% ~ 45%。

滑坡体前缘宽 240 m, 后缘宽 215 m, 滑坡纵长 530 m, 其中 175 m 高程以上纵长 450 m。滑坡面积 $12 \text{ m} \times 10^3 \text{ m}$, 体积 $220 \times 10^4 \text{ m}^3$, 主滑方向 275° , 由东向西倾向河道。滑坡体的北侧边界位于近东西向山脊的南侧坡脚凹地; 南侧边界以东西向山脊的北侧坡脚为界; 后缘位于高程 274 m 的山坡处, 呈圈椅状; 前缘缓倾进入童庄河, 剪出口高程为 110 m。滑坡滑床地层为泥质粉砂岩夹泥岩。滑坡体后部厚度为 1.0 ~ 5.0 m; 中部厚度为 6.6 ~ 24.8 m; 前部厚度为 7.8 ~ 21.8 m。

滑带为灰绿、黄褐色可塑软塑状粘土、粉质粘土夹碎石组成, 碎石含量 15% ~ 25%, 呈次圆次棱角状, 一般直径 2 ~ 5 cm, 多见擦痕与磨光面, 力学强度低, 遇水极易软化。

滑床为侏罗系下统泥质粉砂岩夹泥岩, 顶部强风化带呈粉质粘土状或碎裂块状, 厚度约 1 m, 其下为中风化泥质粉砂岩。滑床地层为单斜构造, 产状为 $220^\circ \angle 45^\circ$, 与滑体的组合关系为斜向坡。

2 滑坡的综合治理措施

2.1 滑坡综合治理方案

头道河 III 号滑坡防治工程采用了抗滑支挡、地表排水和监测等综合防治措施, 具体工程如下。

2.1.1 抗滑支挡

在高程 235 ~ 240 m 之间布置一排抗滑桩 Z1 ~ Z10, 共计 10 根, 采用截面为 $2.2 \text{ m} \times 3.6 \text{ m}$ 的矩形桩, 桩长 23 m。Z11 ~ Z24 抗滑桩布置在高程 215 ~ 220 m, 共计 14 根, 采用截面为 $2.3 \text{ m} \times 3.8 \text{ m}$ 的矩形桩, 桩长 23 ~ 27 m, 桩底嵌入滑床深度为 8 m, 抗滑桩剖面详见图 1。

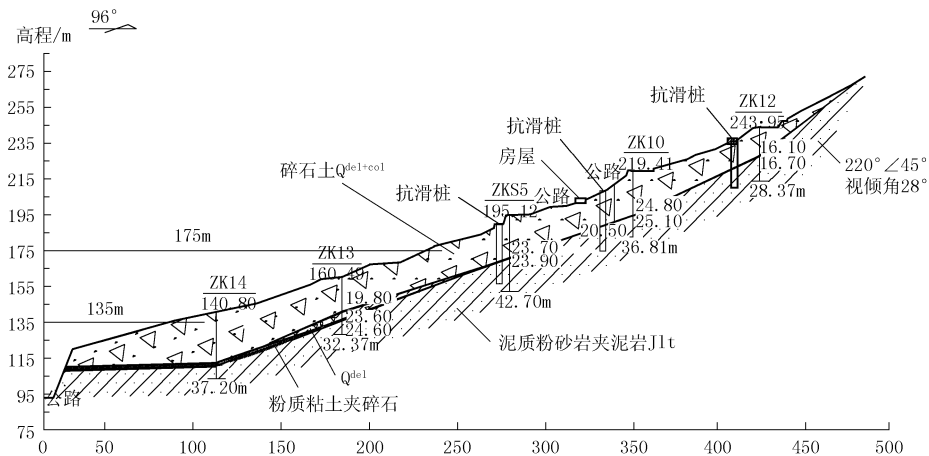


图 1 头道河 III 号滑坡防治工程 III - III' 剖面布置图

2.1.2 地表排水

在滑坡后缘高程 254 ~ 258 m 与 225 省道内侧 (高程 240 ~ 246 m) 各布置一条横向截水沟, 对滑坡中部原自然纵向排水沟进行疏通衬砌, 与横向截水沟形成地表排水系统。排水沟宽 0.3 ~ 0.6 m、深 0.4 ~ 1.0 m、总长 552 m。

2.1.3 监测

滑坡区监测系统由大地形变监测、地面形变宏观巡视监测、深部位移监测、地下水水位监测及抗滑桩应力监测等组成。

2.2 抗滑桩支挡工程

2.2.1 抗滑桩桩孔开挖

2.2.1.1 测量放孔位

抗滑桩施工前, 应准确测量放样, 并应从桩位中

心位置向四周引测桩心控制点桩。当第一节桩井挖好安装护壁模板时, 必须用桩心控制点桩来校正模板位置, 并在第一节混凝土护壁上设十字控制点, 每节护壁模板的安装必须用桩心点校正模板位置, 检查护壁厚度。

2.2.1.2 成孔挖土

抗滑桩分两序开挖, I 序桩为单号桩, II 序桩为双号桩, 待 I 序浇注后再开挖 II 序桩。

抗滑桩采用人工开挖, 每次开挖深度控制在 1.5 m 之内, 遇地下水发育或土层松散易塌陷时应减小开挖深度, 及时浇注护壁。抗滑桩定位后, 应清除井口及其周围的地表松散堆积物, 确保井口稳定。井口设置锁口梁, 锁口梁必须高于地面 0.2 m, 以防地面人员、石头、杂物及地表水落(流)入桩孔。

松散层段的桩孔人工开挖,当进入完整基岩或松散层内有坚硬孤石时,可采用小药量、小炮眼进行微振动微差控制爆破,但每次剥离厚度不宜大于 1 m,孔内爆破时,每次放炮放入井下的药量不能超量。

开挖断面不小于桩身设计断面尺寸加上护壁厚度,护壁后的桩孔净断面不小于桩身设计断面尺寸。桩井在挖掘时,如少量渗水,可在井内先挖较深的集水井,安设小型潜水泵将渗出的地下水排出孔外,随挖随加深集水井。桩井开挖断面不允许欠挖,不得有尖角,桩井长边与短边应垂直,井壁竖向垂直度允许偏差 $\geq 0.5\%$ 。

2.2.1.3 护壁施工

桩孔开挖过程中应及时对松散软弱桩壁进行全程钢筋混凝土护壁,一般每开挖 1.0 m 护壁一节,当遇流砂或涌土时,每节深度减至 0.3 ~ 0.5 m。模具采用“梯形”钢模。如遇到孔壁塌陷严重,可采用短锚加固的方法进行处理,护壁的横向钢筋与锚杆捆扎后再装模板浇注护壁。护壁砼强度等级不得小于 C20。

护壁竖向钢筋顶部弯成圆弧钩,下部弯成 90° 直钩,在灌注下一节护壁时将 90° 直钩扳直,并与下节竖筋相连,以加强护壁的纵向联接及整体性。为确保施工安全,浇筑第一节护壁时,应连同锁口梁一起浇注。锁口梁壁厚 ≤ 200 mm,并高出地面 200 mm,井圈中心线应和桩的轴线重合,偏差 ≥ 20 mm。

2.2.2 抗滑桩钢筋制作与安装

抗滑桩钢筋笼安装时应注意竖向主受力筋应放在桩的受拉侧。竖向受力钢筋的接头不得设在土石层分界处或滑动带处。钢筋接头布置在抗滑桩同一截面内受拉区的接头截面积不应超过钢筋总截面积的 1/3,分散布置,间隔错开,错距不小于 35 倍钢筋直径,且不小于 50 cm。主筋接头应采用套筒直螺纹或电焊连接,不得采用绑扎连接。绕筋、加强筋与主钢筋连接可采用交叉绑扎连结。

2.2.3 抗滑桩混凝土浇注

单桩灌注最大可达 235.98 m³,采用泵送混凝土工艺,按 28 m³/h 生产能力估算,单桩灌注只需要 9 h,但若按普通搅拌机人工上料灌注,单桩灌注需 40 h,效率差别明显。为了保证工期,采用泵送混凝土浇筑桩身混凝土。

桩井内积水、泥渣、杂物及松动岩石均应清除,保持底面洁净。在浇筑基岩面第一层混凝土时必须先铺一层 100 mm 厚的水泥砂浆,水泥砂浆水灰比

应与混凝土强度相适应,保证混凝土与基岩结合良好。

混凝土经混凝土泵管送至孔口,通过漏斗、串筒接至桩底,串筒底部距桩井内砼面不能超过 2 m,以防砼离析影响质量。为防止混凝土表面出现明显的分层界面线,必须尽量缩短上、下层混凝土浇筑间隔时间。每连续灌注 0.5 m 应由井下操作工人用插入式振动棒将砼分层振捣,在振捣上层混凝土时振捣棒插入下层混凝土 50 ~ 100 mm,使上下层混凝土融为一体。混凝土振捣器移动间距不超过振捣器作用半径的 1.5 倍,与侧模保持 50 ~ 100 mm 的距离,振捣棒快插慢拔,保证混凝土振捣密实,不出现漏振、欠振或过振等现象。

2.3 排水工程

排水沟与抗滑桩施工可同时进行,以尽早发挥截排水沟的作用,图 2 为 FG 段排水沟典型断面。

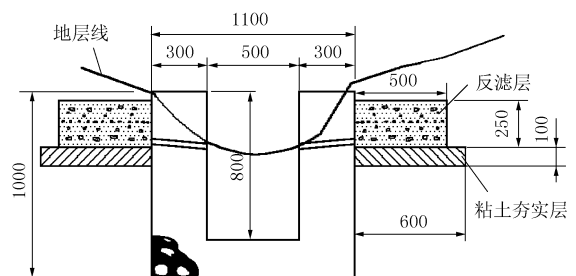


图 2 FG 段排水沟典型断面图

2.3.1 浆砌材料选择

石料必须选用质地坚硬、不易风化、没有裂缝且大致方正的岩石,厚度 ≤ 20 cm,极限抗压强度 ≤ 30 MPa。石料表面泥垢、水锈等杂质在砌筑前应清洗干净。浆砌块石采用砂浆标号为 M7.5。砂浆配合比须经试验确定,一次搅拌量应在其初凝前使用完。

2.3.2 排水沟沟槽开挖

截排水沟施工应遵循先纵后横的原则,自上而下分段连续完成。

施工前准确测量出截排水沟的轮廓,根据设计图纸结合实际自然地形坡度对截排水沟起点、拐点及出口位置坐标进行定点放样。开挖沟道保证顺直,平纵面形态圆顺连接,不设死弯硬折,沟底顺坡平整。

开挖以人工开挖为主,局部基岩露头处采用限制爆破方式开挖,尽量减少对滑坡体的扰动。开挖清理完成的沟道遇降雨,沟内土体被冲刷变形时,应重新清理沟壁及沟底。开挖深度应大于底厚与侧墙高度之和。

2.3.3 排水沟砌筑

对排水沟布置范围内施工场地进行清理平整,清理上覆松散堆积物及杂草。浆砌块石体必须严格采用铺浆法施工,砌筑时先铺砂浆,后放石块,石块应分层卧砌,上下错砌,内外搭砌,砌立稳定。铺浆前石料应洒水湿润,但不得有积水。砂浆初凝后,不得再移动或碰撞已砌筑的石块,如必须移动再砌筑时,须将原砂浆清理干净,重新砌好。排水沟出口选用较大的块石砌筑,所有砌筑采用立杆挂线控制沟形及沟面的平整度。

按设计要求设置滤水孔、反滤层、排水孔和伸缩缝。排水沟伸缩缝间距10~15 m,缝宽30 mm。缝内填充沥青杉木板,迎水面用沥青填充。排水孔采用75 mm PVC管,外倾5%。

截排水沟的纵横坡率 $\leq 2\%$;坡率大于30%时应选择有利地段设置急流槽。急流槽采用M7.5浆砌块石砌筑,长度过长时应分段修筑,每段长度 ≥ 10 m,每3 m设一道防滑台阶,槽身每5 m设一道伸缩缝。

2.4 滑坡监测

监测项目分为地表位移监测及宏观变形监测。

2.4.1 地表位移监测

地表位移监控共设置了7个临时监测点,所有的测点均在施工前读取初始读数,施工期间每14天观测一次,将水平位移和沉降分别绘制 $s-t$ 曲线和 $\Delta h-t$ 曲线,位移观测出现陡增时,应加密监测,并加强巡视,发现异常情况及时反馈。LJ5监测点坐标成果见表1,水平位移、沉降曲线见图3。

表1 头道河Ⅲ号滑坡 LJ5 监测点坐标成果表

检测次数	检测日期	X/m	Y/m	H/m	$\Delta X/m$	$\Delta Y/m$	$\Delta f/m$	$\Delta h/m$
初始观测	2006.04.17	3423422.171	474252.863	218.993				
1	2006.05.03	3423422.170	474252.860	218.985	0.001	0.003	0.003	0.008
2	2006.05.18	3423422.168	474252.858	218.985	0.003	0.005	0.006	0.008
3	2006.06.04	3423422.168	474252.858	218.985	0.003	0.005	0.006	0.008
4	2006.07.04	3423422.165	474252.858	218.987	0.006	0.005	0.009	0.006
5	2006.08.04	3423422.165	474252.856	218.987	0.006	0.007	0.011	0.006
6	2006.09.05	3423422.165	474252.855	218.988	0.006	0.008	0.011	0.005
7	2006.10.10	3423422.163	474252.854	218.988	0.008	0.009	0.012	0.008

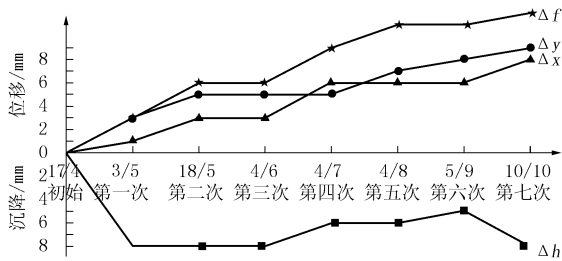


图3 LJ5 监测点水平位移、沉降曲线

2.4.2 宏观变形监测

在施工前和施工过程中,随时对已有建筑物进行仔细的观察,当发现建筑物有裂缝时,应增加裂缝观测内容,观测频率为每周两次,查看裂缝的情况。

3 滑坡带的判识

头道河Ⅲ号滑坡防治工程采用抗滑桩,桩的深度取决于滑带的埋深位置及滑带上下岩土的结构特征。因此准确判断滑带的埋深位置,是保证灾害治理工程安全可靠且经济合理的一个关键因素。成孔施工过程中对每节护壁施工前进行孔内照相、地下水观测、岩性判断、产状描述,以便准确判断滑带位置。

(1)地质岩性判识:滑带受挤压碾磨,碎石呈次棱角状、次圆角状,结构密实,与正常土体存在颜色差异、成分差异、结构差异等。

(2)擦痕和磨擦镜面判识:①滑带的擦痕和磨擦镜面的方向和倾角,基本与滑带滑移方向和倾角一致;②层间挤压带和层间错动面的擦痕和磨擦镜面的方向和倾角与挤压带和错动方向基本一致。

(3)地下水判识:在地下水的赋存特点上,由于滑带的隔水性,可能存在上层滞水。

该滑坡为较典型的堆积体滑坡,滑带土一般厚0.3~1.6 m,由灰绿、黄褐色可塑~软塑状粘土、粉质粘土夹碎石组成,碎石含量多在10%~25%,呈次圆次棱角状,一般直径2~5 cm,多见擦痕与磨光面,滑带土力学强度低,遇水极易软化。

4 质量控制措施

4.1 抗滑桩

4.1.1 抗滑桩开挖

抗滑桩成孔过程中经常出现开挖的断面尺寸过大或过小,桩长控制不合理等现象,特别是岩层施工中由于爆破位置不合理或炸药用量控制不当更容易

导致断面尺寸不标准。因此在成孔施工中采取如下措施。

(1) 桩孔断面尺寸的控制: 挖孔中遇基岩需爆破时, 应重点检查炮眼布置和装药量的合理性。对不同的岩石和开挖尺寸, 应制定相应的爆破方案。

(2) 分析桩长的合理性: 要正确判断滑面或嵌固段顶面深度。开挖过程中应随时观察记录岩土变化, 绘制桩四壁地质素描图, 要特别关注滑面埋深, 如滑面埋深与设计的深度不一致时, 必须对桩深重新调整。

4.1.2 钢筋

钢筋应严格按照设计图纸布置, 检查钢筋规格, 有无锈蚀及焊接质量等, 特别注意受力筋的位置, 悬臂桩主受力侧在滑坡后缘面。钢筋工程的质量通病主要有: 钢筋下料长度不准, 箍筋歪斜扭曲, 绑扎间距不均, 主筋保护层不够等。

预防及纠正措施: (1) 指派熟练工人操作钢筋机械, 定期校核调直机的计量部件; (2) 加工箍筋时, 一次性加工个数不宜过多; (3) 钢筋绑扎时, 先划线, 后绑扎, 严格按线绑扎; (4) 严格按照规定布置具有足够强度的混凝土垫块; (5) 避免踩踏。

4.1.3 模板

模板制作加工中经常出现加工质量粗糙, 拼缝不严, 板面变形, 尺寸偏差大等现象。因此在模板制作中严格要求尺寸制作, 选用的材料质量合格, 接缝严密。支模前按图纸弹好轴线和断面尺寸, 矫正钢筋位置, 防止出现胀模、漏浆等现象。支撑模板时在模板中部加设的支撑, 拉好水平杆和剪力撑。纵横格栅尺寸必须一致, 以减少护壁混凝土的变形。板模多次周转使用时, 将表面的水泥砂浆清理干净, 涂刷膜剂, 对变形和四周破损的模板及时修整和更换以确保接缝严密, 板面平整。

4.1.4 混凝土

混凝土常见的通病比较多, 如强度不稳定、蜂窝、麻面、离析、烂根及表面裂隙发育等现象, 因此在混凝土施工中重点控制混凝土材料质量, 特别是水泥质量, 不合格的水泥严禁使用。混凝土搅拌时严格按配合比上料, 搅拌时间充分。浇注过程中每 0.5~0.7 m 振捣一次, 振捣时边角到位, 既不漏振也不过振。在混凝土浇注前应疏干桩底积水, 防止造成混凝土离析。

4.2 排水沟

(1) 基槽坍塌控制: 因槽壁自身稳定性差或受雨水浸泡而坍塌, 必须分段开挖、砌筑, 减少基槽壁坍塌几率。必须先砌筑沟底, 再砌筑边墙。

(2) 原材料控制: 检查石料质量(坚硬程度、块度)、砂料质量(含泥量)、水泥质量(是否过期、结块)。

(3) 槽底的控制: 检查基槽开挖是否满足要求, 槽底有无浮土、腐质土、软土等不良土层。检查碎石垫层质量、厚度及夯实是否符合要求。

(4) 砌筑质量控制: 检查块石是否清洗干净, 砂浆中水泥量是否不足, 砂浆充填是否饱满。

(5) 沟底坡度控制: 检查沟底坡度是否平顺, 能否使水流畅通。纵坡大、设阶梯式水沟段的消能设施是否符合要求, 同时应注意水沟与坡面衔接情况, 避免水不进沟, 甚至形成沟外沟。

5 结语

(1) 头道河Ⅲ号滑坡为较典型的堆积体滑坡, 防治工程采用了抗滑支挡、地表排水和监测等综合防治措施, 治理效果较好。

(2) 在滑坡治理施工过程中, 要建立有效的质量控制体系和防治措施, 避免抗滑桩、排水沟常见的质量通病的发生。

(3) 抗滑桩的深度取决于埋深位置及滑带上下岩土的结构特征, 通过对滑带的地质岩性、擦痕和磨擦镜面、地下水等特征的判识, 准确判断滑带的埋深位置, 保证灾害治理工程安全可靠且经济合理。

参考文献:

- [1] 匡详纯, 等. 三峡库区湖北省秭归县头道河Ⅲ号滑坡勘查报告[R]. 北京: 中国地质工程集团公司, 2005.
- [2] 黄帮芝, 程丽. 三峡库区湖北省秭归县头道河Ⅲ号滑坡稳定性分析与评价[J]. 资源环境与工程, 2007, (3).
- [3] 苏爱军, 等. 湖北省三峡库区滑坡防治地质勘察与治理工程技术规定[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2003.
- [4] 向贤华, 张欣, 李传才, 等. 三峡库区滑坡成因分析及治理措施综述[J]. 建筑技术开发, 2003, 30(10).
- [5] 胡本涛, 季伟峰, 李长明, 等. 三峡库区何家湾滑坡监测及防治措施研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2007, 18(1).
- [6] 伍法权. 三峡工程库区影响 135 m 水位蓄水的滑坡地质灾害治理工程及若干技术问题[J]. 岩土工程界, 2007, 5(6).
- [7] 吴礼生, 陈少平, 侯国伦, 等. 秭归县归州镇北门沟滑坡治理实例[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, (S1).