

文章编号:1674-2869(2009)05-0037-04

泥灰岩质高陡人工边坡加固技术及其应用 ——以湖北省巴东县聂家沟大桥居民点高切坡为例

郭志明¹, 武卫星², 陈家红³

(1. 武汉工程大学环境与城市建设学院, 湖北 武汉 430074;

2. 长江水利委员会长江勘测规划设计研究院交通处, 湖北 武汉 430010;

3. 深圳市勘察研究院有限公司, 广东 深圳 518000)

摘 要:在明确治理范围的基础上,通过边坡稳定性计算分析,以及边坡破坏机制的研究,明确工程治理必要性,进一步探讨具体治理方案,是三峡库区地质灾害治理工作的一般思路.在对高切坡的物理力学性质一般分析的基础上,确定稳定性分析有关模量,进行定量分析计算,并进一步确定高切坡的加固防护措施.

关键词:高切坡;泥质灰岩;稳定性分析与评价;安全系数

中图分类号:P642

文献标识码:A

0 引 言

由于三峡水电工程修建,三峡沿江两岸居民点整体上移后靠,许多居民居住在凿山修建公路和居民住房时形成的高切坡附近,由于地形、地质条件的变化,形成新的地质灾害,将会严重威胁着移民群众的生命及财产安全.为了保证高切坡的稳定,通常对边坡不稳定坡体进行加固,对坡体表面进行防护,防治坡面风化脱落,并完善地表排水系统,以减少地表水对坡体的冲刷,整体上提高坡体的稳定性.本研究以湖北省巴东县聂家沟大桥居民点高切坡为例,探讨了泥灰岩质高陡人工边坡加固技术及其应用.

1 高切坡工程地质与自然条件

聂家沟大桥高切坡地质为三叠系下统嘉陵江组(T1j)厚中厚层灰岩、泥灰岩、第四系残坡积层(c1+dlQ)、第四系崩滑堆积体(Col-dclQ)^[1].高切坡的表层为第四系残坡积物所覆盖,高切坡最大坡高17.8 m,坡长109 m,平均坡度70°,切坡面积1 745 m².该高切坡为连续坡,根据坡向可以分为以下几段:第一段里程K0+0 m~K0+42.8 m段的坡面倾向为202°;第二段里程K0+42.8 m~K0+76.2 m段的坡面倾向为203~107°;第三段里程K0+76.2 m~K0+109 m段的坡面倾向为203°.第四系覆盖层厚度大约2~3 m.高切坡强风

化基岩厚约2~5 m,为一倾向坡外的单斜岩层^[1].节理裂隙较发育,延伸长度大于5 m者有30余条,其走向玫瑰花图略.

该高切坡位于湖北省巴东县,地处亚热带季风气候区,气候温和湿润,多年平均气温17.5℃,最高气温41.4℃,最低气温-9.4℃.历年主导风向为偏东风.区域雨水充沛,多年平均降雨量1 082.74 mm;年最大降雨量1 522.44 mm(1954年);年最小降雨量625.2 mm(1970年).降雨具有集中、强度大的特点,每年的5~9月为雨季,期间降雨量占全年的80.4%,日最大降雨量193.3 mm,小时最大降雨量75.98 mm^[1].

该切坡所属区属构造剥蚀、溶蚀中~低山区峡谷地貌,地形总趋势为北西及南东两侧高中部低,北西及南东两侧为构造剥蚀、溶蚀残峰(丘),中部为沿渡河河谷,谷峰之间多以中~陡坡相接,局部临河谷为陡坎或陡崖,构造剥蚀、溶蚀残峰(丘)峰顶高程一般800~1 200 m,河谷谷底高程一般140~200 m,相对高差800~1 000 m.

2 高切坡稳定性分析与评价

2.1 高切坡变形破坏模式分析预测

通过现场踏勘,发现该高切坡目前已经有较大面积的崩滑现象.由于修建移民连接路与修建移民迁建房屋沿山开挖,形成人工边坡,使坡体的应力状态发生改变,经受长时间的风化作用,尤其

收稿日期:2008-12-02

基金项目:国务院三峡委高边坡治理第四期应急项目(EBD02)

作者简介:郭志明(1965-),男,湖北武穴人,博士研究生,副教授,研究方向:经济学、灾害学与工程管理研究.

在降雨及其它荷载作用下,导致边坡局部滑动,有大的块体掉落现象,如果不进行工程治理,边坡稳定性会继续降低,边坡失稳,会危及道路交通和居民点居民生命财产安全。

高切坡破坏模式取决于边坡岩体中的节理裂隙、层面和边坡面的相互组合关系,由于节理裂隙在数量、分布程度和方向上的规律性不强,连接性差,造成的软弱面,使本坡体的破坏模式复杂^[2-6]。

根据边坡区工程地质条件与边坡特征,高切坡的破坏模式主要有:①沿面的滑移,沿滑面分解的抗滑力小于下滑力,沿崩滑体与强风化岩体的接触面可能产生破坏;②沿由层面和节理面组成的贯通面产生折线形滑动破坏;③边坡表层的剥落与掉块;侵蚀和地表水的楔形体破坏,使边坡沿侵蚀裂隙,发育成层状崩塌^[1]。

2.2 稳定性分析计算与评价

2.2.1 典型剖面的选择与潜在滑面的确定

根据聂家沟大桥高切坡其空间分布和工程地质条件,选取 3 个剖面进行稳定性分析,编号分别为聂家沟大桥 1-1'、2-2'、3-3'。

计算剖面 1-1',该剖面考虑一个潜在滑动面,其潜在滑动面是一个圆弧滑动面,其后缘和剪出口经过最危险滑移面搜索确定(图 1)。计算剖面 2-2',该剖面考虑一个潜在滑动面,其潜在滑动面是一个圆弧滑动面,其后缘和剪出口经过最危险滑移面搜索确定(图 2)。计算剖面 3-3',该剖面考虑一个潜在滑动面,其潜在滑动面是第四系与岩层层面组合的滑面(图 3)。

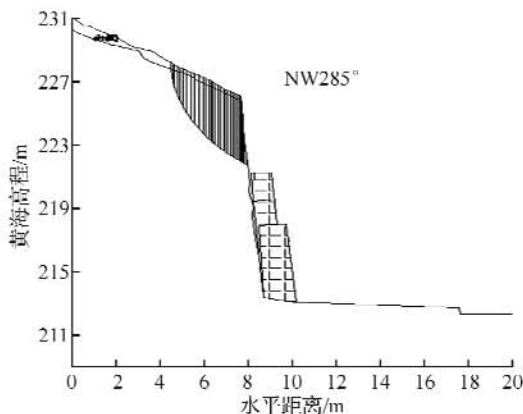


图 1 1-1'剖面潜在滑面及条块剖分图

Fig. 1 Section 1-1' possible glide slope and it's dissections

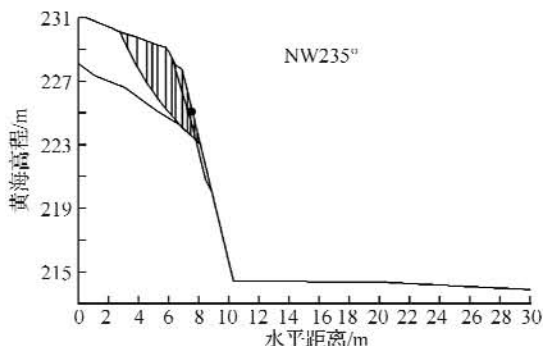


图 2 2-2'剖面潜在滑面及条块剖分图

Fig. 2 Section 2-2' possible glide slope and it's dissections

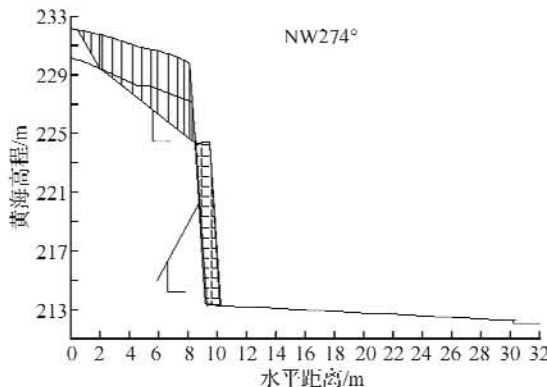


图 3 3-3'剖面潜在滑面及条块剖分图

Fig. 3 Section 3-3' possible glide slope and it's dissections

计算参数在室内试验的基础上,结合邻区经验类比与《建筑边坡技术规范》(GB50330-2002)4.5边坡力学参数中有关参数值的有关规定综合确定其计算参数,结果见表 1^[7]。

表 1 计算参数表

Table 1 Parameters used in the computation for different working conditions

类别	地层岩性	天然重度	饱和重度	抗剪强度	
		$/(kN \cdot m^{-3})$	$/(kN \cdot m^{-3})$	C/kPa	$\Phi/^\circ$
土体	残坡积层	20.0	20.5	13	15
	强风化泥灰岩	25.0	25.5	200	35
	中风化泥灰岩	25.5	26.0	300	37
土岩接触面	残坡积层与基岩接触面	/	/	13	16
	强风化泥灰岩	/	/	35	25
层面	中风化泥灰岩	/	/	45	27
	强风化泥灰岩	/	/	50	26
结构面	强风化泥灰岩	/	/	50	26
	中风化泥灰岩	/	/	55	28

聂家沟大桥高切坡的安全等级为一级,折线滑动其安全系数为 1.35,圆弧滑动其安全系数为 1.30。在以上模型与参数给出的情况下,利用剩余推力法对每一潜在滑面进行稳定性计算,计算结果见表 2。

表2 稳定性系数计算结果

Table 2 The asserted stabilities of different sections by computation

不同工况条件下稳定性计算			
剖面	天然条件	饱雨条件	安全系数
1-1'剖面	1.415 61	1.324 68	1.30
2-2'剖面	1.417 90	1.313 58	1.30
3-3'剖面	1.287 65	1.139 87	1.35

2.2.2 稳定性分析与评价

高切坡稳定性分析与计算表明:

a. 该高切坡自形成以来,除表面掉块、风化剥落和小规模滑坡外,整体处于稳定或基本稳定状态。

b. 对于聂家沟大桥高切坡而言,1-1'剖面、2-2'剖面代表的坡段(K0+0 m~K0+76.2 m)在天然工况和暴雨工况下稳定性均较好,但由于坡面风化严重,需要进行表层防护,防止掉块和局部破坏。3-3'剖面段代表的坡段(K0+76.2 m~K0+109 m)在暴雨工况下可能会出现不稳定状态,不能满足安全系数1.35的安全储备要求,需要进行加固治理。

c. 根据野外工程地质调查和宏观综合分析,本高切坡整体处于稳定或基本稳定状态。局部坡段安全储备不够,需要进行加固治理,另外存在表层岩体的风化剥落和局部掉块现象,需要进行表层处理。

3 治理方案

高切坡治理方案选择在遵循技术可行、安全可靠、经济合理的原则,在保证安全和正常使用的前提下,采用便于施工,对环境影响最小,且最经济的治理方案^[8-9]。

由于泥灰岩体对于雨水的特殊敏感,即岩质因雨水量急剧下降,因此采用尽量减少开挖的基本策略。这样可以充分发挥地表植被对边坡的保护作用,减少人工造成的几何边界和避免临空面增多,避免开挖产生塑性区。整体采用系统锚喷,在局部暴雨状况下安全储备不足的地方(3-3'剖面所代表的坡体部分),在考虑整体美观的情况下,采用加密加长锚杆的方案。另外,在坡顶设置截水沟,在坡底设置护脚墙,在坡面上设置排水沟等设施。具体治理方案见治理方案立面布置图4~6。

聂家沟大桥高切坡3-3'剖面代表的坡段(K0+76.2 m~K0+109 m)稳定性评价表明在天然工况下稳定性较好,但在暴雨工况下处于基本稳定状态。根据剩余推力大小确定锚杆长度为12 m(图中为⊕)、9 m(图中为⊗),锚杆间距为2.5×

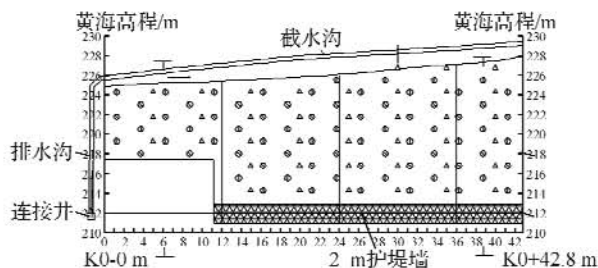


图4 K0+0~K0+42.8 m 治理方案布置图

Fig. 4 The administer projects for the area from K0+0 to K0+42.8 m

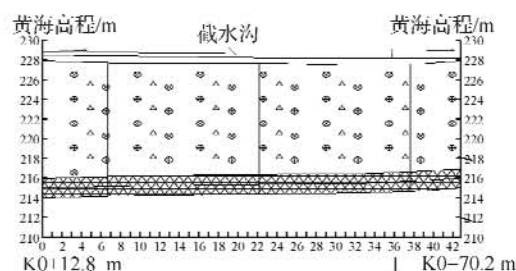


图5 K0+42.8~K0+76.2 m 治理方案布置图

Fig. 5 The administer project for the area from K0+42.8 m to K0+76.2 m

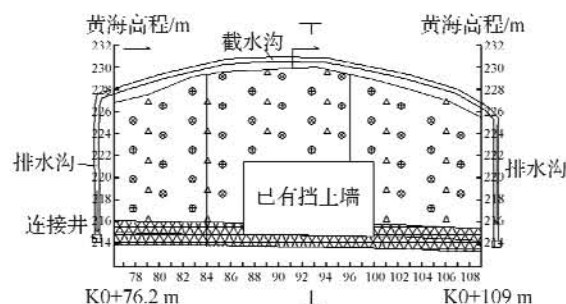


图6 K0+76.2~K0+109 m 治理方案布置图

Fig. 6 The administer projects for the area from K0+76.2 m to K0+109 m

2.5 m,选用直径为28 mm的HRB335螺纹钢,锚固角为20°,钻孔孔径为76 mm,砂浆强度等级为M30。

稳定性评价表明,高切坡其他坡段的整体稳定性较好,但存在浅表层块体滑移、风化剥落与崩落掉块的可能。根据边坡可能滑移块体的大小,确定锚杆长度为6 m与3 m,锚杆间距为2.5×2.5 m,长度选用直径为28 mm的HRB335螺纹钢,锚固角为20°,钻孔孔径为76 mm,砂浆强度等级为M30。钢筋网制作选用φ6 IIRB235钢筋,网格间距为20×20 cm。

喷射混凝土厚度为120 mm,分两次喷射,边坡整形后初喷60 mm厚C20混凝土,待钢筋网安装完毕后,第二次喷60 mm厚C20混凝土。

钢筋网制作选用φ6 IIPB235钢筋,网格间距为20×20 cm。

4 结 语

在三峡库区湖北省巴东县高切坡治理方案设计过程中,泥质灰岩顺向斜坡体的质量较差,工程设计最为复杂,计算参数选用不当,破坏机制确定不合理会影响工程治理效果.根据各区的计算结果,不同区段分别采用抗滑锚杆、系统锚喷并辅以表层防护和地表排水的综合治理,最小限度的人工开挖和放弃大面积的削坡整型,可以减少临空面和塑性扭曲区,发挥天然植被对坡体质量的提升作用,确保治理效果,实现了工程环境、安全以及经济效益综合目标.

参考文献:

- [1] 深圳市勘察研究院有限公司.湖北省巴东县聂家狗大桥高切坡工程地质勘察报告[R].深圳:深圳市勘察研究院,2008.
- [2] 董兆祥.风化岩体及风化带划分的数学地质方法研究[J].长春地质学院学报,1987,(2):172-177.
- [3] 张寿越.碳酸岩的溶蚀与岩溶发育[J].地质学报,1979,(3):40-45.
- [4] 于远忠.泥灰岩风化速度问题[J].水文地质工程地质,1983,(3):27-30.
- [5] 唐辉明 晏同珍.岩体断裂力学理论与工程应用[M].北京:中国地质大学出版社,1993:108-113.
- [6] 王恭先.滑坡防治工程措施的国内外现状[J].中国地质灾害与防治学报,1998,9(1):1-9.
- [7] Shpiro, A statistical analysis of jointed rock data[J]. Int J Rock Mech Min Sci and Geomech. Abstr,1991, 28:375-383.
- [8] 汤康民,彭胤宗.岩土工程[M].武汉:武汉工业大学出版社,2001:213,240.
- [9] 李智毅.工程地质学基础[M].北京:中国地质大学出版社,1990:97,104.

Research of the reinforcement technologies of the high manpowered marlstone slope and it's application

GUO Zhi-ming¹, WU Wei-xing², CHEN Jia-hong³

(1. School of Environmental and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;

2. Department of Roadway Communication, Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China;

3. Shenzhen Investigation and Research Institute CO., LTD, Shenzhen 518026, China)

Abstract: Locating the engineering scope, making out the geological disaster of a slope and computing the stability of a slope, in order to furthermore study the mechanisms to counter a slope geological disaster is a general practice widely applied in Three Gorges region. On the basis of the analysis of the natural engineer characteristics in physical mechanics, the stability of the sections is computed, furthermore the mechanisms to deal with the marlstone slope geological disaster are established, to make out what administer projects for the slope should be taken.

Key words: manpowered slope; marlstone; analysis and evaluate of a slope stability; the slope coefficient in safety

本文编辑:萧 宁