

文章编号:1674-2869(2014)08-0038-07

地质灾害危险性评估在高速公路工程中的应用

邱英¹,朱郴平²,易新民¹

1. 湖南省地质环境监测总站,湖南长沙410007;

2. 中航规划建设长沙设计研究院有限公司,湖南长沙410011

摘要:以湖南省益阳至马迹塘高速公路工程地质灾害危险性评估为例,对公路工程地质灾害危险性评估的方法和主要技术问题进行探讨.结合该工程建设特点,首先介绍了以切坡引发或遭受滑坡为主的地质灾害危险性评估方法,提出了滑坡危险性评价指标体系,列出了滑坡的主要影响因素及其权重系数,建立了专家评分模型;其次对区域内地质灾害危险性分区进行了评价,分为危险性大区、中等区和小区,并对地质灾害防治区进行分级,分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区;最后针对不同级别的防治区,分别提出了工程措施、生物措施和监测措施方案.

关键词:地质灾害;危险性评估;高速公路;专家评分模型;防治区分级

中图分类号:U412.22

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2014.08.006

0 引言

高速公路在建设过程中或今后运营中会伴随各类型的地质灾害发生,同时灾害的发生对过往人员造成威胁,因此地质灾害危害程度是评判整个工程是否可行的一个重要因素^[1].采用什么技术方法,对地质灾害发生的可能性以及危害程度进行评估预测,是目前地质灾害领域探讨的重要课题之一^[2],国内外许多学者投入了大量的研究^[3-4].

高速公路地质灾害危险性主要来源滑坡,唐川^[5]采用敏感性分析方法对德国波恩地区滑坡影响因素进行分析,对滑坡危险性进行评价.日本学者 Masamm Aniya 首先提出敏感性分析法^[6],采用统计学方法对滑坡发育的影响因素进行筛选,比较分析得出重要的影响因子,建立区域性滑坡危险性评价指标体系.在这些因子作用下,相同的因子不同组合状态会导致滑坡发生^[7]的可能性不一样.信息量法早期被 E. B 维索科奥斯特罗夫斯卡娅及 N. N 恰金应用于矿产预测中^[8],继而许多学者将信息论引入到环境质量评估和地质灾害危险性评价中^[9].滑坡危险性评价指标体系是一种条件概率分析统计法,给出了影响因子及对应权重值,客观评价危险性^[10].

本文以“益马”高速公路为例进行分析,查明全线 55.56 km 路段地质环境条件和地质灾害发育状况,依据其地质环境条件对区域内的地质灾害危险性进行现状调查与评估,公路工程建设中

以及工程投入运营后,可能加剧、引发或遭受的地质灾害灾种、发灾的可能性以及危害程度进行预测评估,在现状评估与预测评估的基础上对工程建设场地的危害程度进行综合评估,提出防治措施与建议^[11-12],为项目的建设用地批复和项目设计提供有利的科学依据.

1 项目基本情况

为完善高速公路网络结构,促进区域经济发展,开发旅游资源,满足湖南桃花江核电站项目建设期间特大型设备的快速运输,沟通长益高速公路与二广国家高速公路的快速连接,开发旅游资源和加快旅游业的发展,促进区域内各种资源的开发利用和优势资源的互补,物产资源的出口外销,尤其是将为湘中、湘西地区的交流往来构建便捷通道,促进区域内人流、物流、信息流自由畅通,有利于实现区域之间的合理分工,增强区域竞争.益阳市人民政府提出建设益阳至马迹塘(简称“益马”)高速公路的构想.

益马高速公路全长 55.56 km,采用双向四车道高速公路标准,路基宽度为 26 m,设计速度 100 km/h,设计荷载为公路 I 级.

1.1 地质环境条件

a. 地层岩性.

沿线区域地质条件较复杂,所经大部分地段有基岩出露,出露地层从新至老依次有:第四系残破积层,白垩系粉砂岩,震旦系浅变质砂岩,冷家溪群板岩以及花岗岩地层.

收稿日期:2014-06-16

作者简介:邱英(1979-),女,湖北蕲春人,工程师,硕士.研究方向:地质灾害危险性评价、水文地质与工程地质.

AK0-AK26 段由板岩、风化花岗岩及第四系组成丘陵区和小平原,山体走向 $10\sim 15^\circ$,最大标高 224 m,一般标高 36~120 m,植被较发育. AK26-AK56 段由板岩、砂岩及第四系组成低山、丘陵区,山体走向 $280\sim 330^\circ$,最大标高 450 m,一般标高 80~180 m,植被发育.

软-半坚硬碎屑岩岩性综合体主要分布于 AK47+800-AK50+400. 地层为白垩系,岩性以粉砂岩、泥质砂岩、砾岩等组成.

较软-坚硬浅变质岩岩性综合体主要分布于 AK13+000-AK13+300、AK0+000-AK1+900、AK4+600-AK13+000、AK13+300-AK13+700、AK26+400-AK47+800、AK54+100-AK54+800. 地层为震旦系、元古系冷家溪群,岩性以含砾浅变质砂岩、含砾砂质板状页岩、含砾凝灰岩、条带状板岩、砂质板岩、变质砂岩、绢云母板岩及砾岩组成.

坚硬块状岩浆岩岩性综合体主要分布于 AK13+700-AK16+000、AK17+500-AK26+400. 岩性为黑云母二长斑状花岗岩,岩石致密块状,完整性较好,易风化.

b. 水文地质条件.

根据评估区内地下水按其赋存条件、物理性质、水力特征划分为松散岩类孔隙水、碎屑岩孔隙裂隙水和基岩裂隙水三大类型.

c. 地质构造.

区域位于雪峰山弧形构造北段向东偏转的部位,地质构造复杂. 主要为东西向构造,次为北东向构造,褶皱北松南紧,断裂主要有马迹塘-鸬鹚渡逆断层、三官桥-板溪断层. 历经多次构造运动:武陵运动和雪峰运动西强东弱,主要表现为升降运动或构造掀斜,未形成明显的角度不整合;加里东运动表现为强烈的褶皱造山运动,造就了东西向构造,并伴有强烈的岩浆运动,桃江岩体即于此时侵入;印支运动形成东西向复式向斜,并伴有岩坝桥和三官桥岩体侵入;燕山运动对前期构造进行了改造,形成了大小不一的北东向断裂,并伴随有岩浆活动.

沿线具体的工程地质条件可参照线路工程地质纵剖面图,考虑线路工程较长,仅选取里程为 AK45+500-AK49+000 路段为例(具体见图 1),地貌单元为丘陵区,地形略有起伏,其中 AK45+500-AK46+900 岩性为元古系冷家溪群板岩,为较软-坚硬浅变质岩岩性综合体,局部地段(AK45+860-AK45+990、AK46+650-AK46+860)地形起伏较大,相对高差 30~60 m,山体坡度较陡,坡角 $25\sim 30^\circ$,边坡以斜向坡为主,切坡易发滑坡地质灾害;AK46+900-AK49+000 岩性为白垩系粉砂岩、泥质砂岩,为软-半坚硬碎屑岩岩性综合体,地形起伏相对较缓,相对高差 20 m 以内,山体坡度 25° 以下,现状边坡比较稳定.

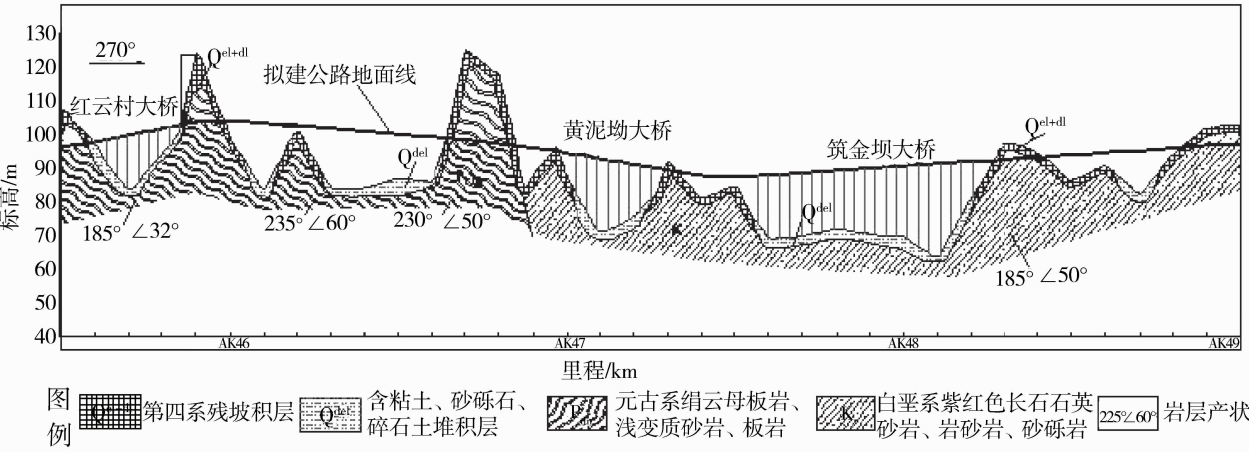


图 1 AK45+500-AK49+000 工程地质剖面图

Fig. 1 AK45+500-AK49+000 engineering geologic profile

1.2 评估工作级别

本项目沿线所经地区地质灾害低易发区,评估区域内地形地貌较简单,地质构造复杂,岩土体工程地质性质较差,工程地质、水文地质条件中等,人类工程活动一般,地质灾害现状一般不发育. 按《地质环境条件复杂程度分类表》,判定评估区地质环境条件总体复杂程度为复杂类型.

该工程建设项目为高速公路,为重要建设工程项目,根据相关技术要求,本项目的地质灾害危

险性评估级别为一级评估.

1.3 评估范围

主要依据工程区及外围可能存在的地质灾害的影响来确定,用地范围为平原区、岗地区段,由于公路所经过的岗地高度小于 150 m,坡度较缓,一般 $10\sim 30^\circ$,其发生地质灾害的规模一般较小,影响范围不大,因此在平原区及岗地评估范围大致确定为线路两侧各 500 m;丘陵谷地或扇形、斜坡地段,该区域所经的丘陵高度大于 150 m,坡度

较陡,一般在 35°以上,因切坡有引发崩塌、滑坡地质灾害的可能,评估范围以第一斜坡带为限,不能满足评估要求时,应向上扩展直至分水岭。

根据上述原则圈定评估范围,面积为 47.90 km²。

2 地质灾害危险性评估

2.1 现状评估

建设工程地质灾害危险性评估主要涉及崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面不均匀

沉降等灾种^[13]。根据现场实地踏勘结果,评估区范围内没有发生上述各类地质灾害,也未造成人员伤亡和财产损失,上述各类地质灾害现状对人居环境影响程度小。

现状评估结果可以通过地质灾害分布图进行说明,考虑线路工程较长,仅选取里程 AK45+500-AK49+000 路段为例(具体详见图 2 地质图),现状调查沿线斜坡稳定,没有发生任何地质灾害,各类地质灾害危险性小。

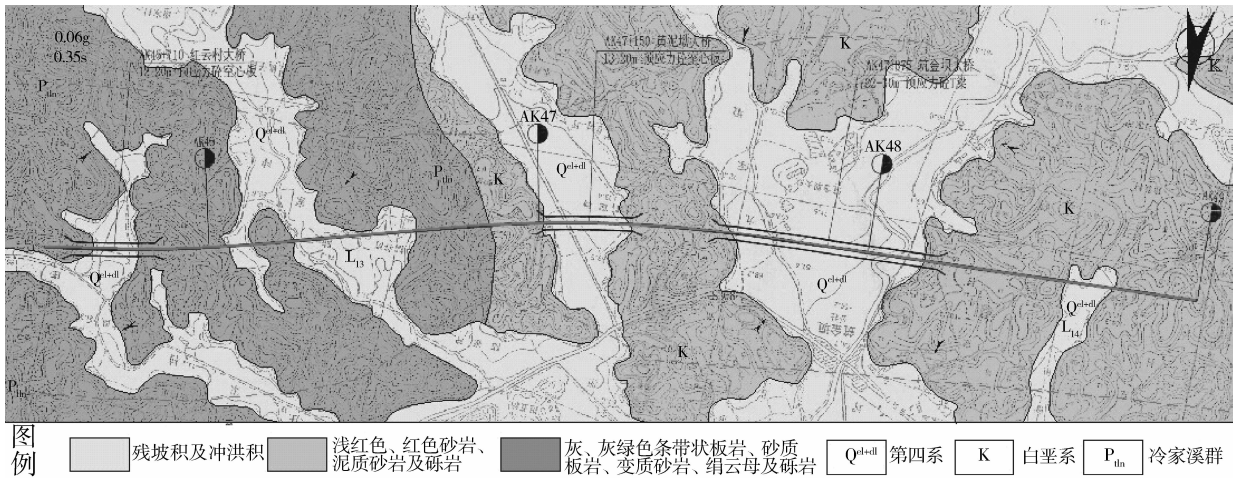


图 2 AK45+500-AK49+000 地质图

Fig. 2 AK45+500-AK49+000 geologic map

2.2 预测评估

a. 工程建设加剧地质灾害危险性。在现状条件下拟建工程区没有发生过崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等各类地质灾害,因而工程建设无地质灾害可加剧,故预测评估工程建设加剧地质灾害的可能性小,危险性小。

b. 工程建设可能引发地质灾害危险性。

公路工程建设过程中边坡开挖不可避免,新开挖边坡是否稳定问题便是工程建设引发滑坡地质灾害问题分析。为了得出客观合理的评估结果,在本次地质灾害危险性评估预测过程中,根据“区内相似、区际相异”的原则,采用定性、半定量分析方法进行预测评估,其危险性划分为大、中、小三级,当危险性指数 $N \leq 4.0$ 时为危险性小; $4 < N \leq 7.0$ 时为危险性中等; $N > 7.0$ 时为危险性大。

公路工程在今后建设过程中,切坡后岩土体失去原有平衡,可能产生新的滑坡地质灾害,产生滑坡的可能性主要与边坡内在因素以及与降雨量、人为活动外在因素有关^[14];滑坡危险性评价指标体系的构建在已有的滑坡危险性评价研究中已被广泛应用,在野外调查及前人研究的基础上,选取影响因素,以及各个影响因素的权重系数取值取决于影响因子致灾的平均敏感性。危险性指数为各个影响因素权重系数与标度值相乘之和。

滑坡地质灾害危险性预测评估结果主要借助于列表分析得到,首先在表 1 中列出了 6 个影响因素及权重系数和条件程度标度值,而条件程度标度值取值依据表 2 拟建工程边坡情况,表 1 与表 2 相结合打分可得到的危险性指数;然后对照表 3 危险指数区间划分,进行地质灾害危险性程度分级;最后根据表 1-表 3 进行综合分析汇总得到切方引发滑坡地质灾害危险性预测评估结果见表 4。

通过周边房屋、道路等建设工程调查以及半定量分析计算,预测公路建设引发滑坡地质灾害危险性中等的地段有 9 段,总长 3 250 m;以公路建设引发滑坡地质灾害危险性大区有 4 段,总长 1 570 m。

滑坡危险性预测评估指数计算公式:

$$N = K_1 A + K_2 B + K_3 C + K_4 D + K_5 E + K_6 F \quad (1)$$

式(1)中: K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 、 K_6 为危险性评判分级赋值; A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 为影响因素及权重系数。

c. 工程建设可能遭受地质灾害危险性。

根据区内地质环境条件分析及评估区内已有公路的工程条件类比,拟建公路切坡高度在 10 m 以下时,切坡产生的滑坡规模一般较小,工程遭受的危险性小,对工程建设影响不大,一般不会造成较长时间的阻塞,直接伤害行驶中的车辆和严重损毁公路的可能性。据道路工程可行性报告资料及结合实地地形地貌,经综合统计分析,需切方的

主要路段为 26 段,总长 8 730 m,占拟建道路全长的 15.71%;其中切方高度 10~20 m 的有 22 段,总长 6 730 m,占拟建道路全长的 12.11%;切方高度大于 20 m 的有 6 段,总长 2 030 m,占拟建道路全长的 3.65%。预测公路建设遭受滑坡地质灾害危险性中等的地段有 9 段,总长 3 250 m;遭受滑坡的地质灾害危险性大区有 4 段,总长 1 570 m,预测评估结果见表 4。

表 1 滑坡危险性预测评估评判表
Table 1 Assessment of landslide hazard forecast evaluation

影响因子及权重		条件程度标度值 9	条件程度标度值 6	条件程度标度值 3
人工切坡高度 0.3		大于 20 m	10~20 m	小于 10 m
地形条件 0.2		地形较陡,高差大于 50 m,坡角大于 45°	丘陵斜坡地形,高差 10~50 m,坡角 20~45°	地形平坦,高差小于 10 m,坡角小于 20°
边坡性质	岩体:岩层节理、裂隙产状与地形坡向 0.2	顺向坡,倾角小于坡角,岩石破碎,节理裂隙发育,变形强烈或处于临界状态,稳定性差	斜交坡,或坡向与地层基本一致,倾角 30~45°,岩石较破碎,节理裂隙较发育,变形明显,稳定性较差	方向坡,倾角大于 45°,节理裂隙不发育,变形不明显,稳定性较好
	土体:0.2	土体砂性成份较高,软塑,饱水	土体砂性成份中等,可塑,湿	土体砂性成份低,硬塑-坚硬,稍湿
	工程地质条件 0.1	不良	较差	良好
水文地质条件 0.1		不良	较差	良好
降雨量 0.1		连续大于 150 mm	连续大于 50~150 mm	连续小于 50 mm
		暴雨大于 100 mm	暴雨大于 50~100 mm	暴雨小于 50 mm

表 2 评估区滑坡特征表
Table 2 The features table of landslides in assessment distriction

序号	区段长度/m	地层代号	边坡基岩岩性	边坡性质	左边坡		右边坡		坡角 α 与岩层倾角 β	里程桩号	
					高度/m	性质	高度/m	性质		起	止
1	490	Ptln	板岩	岩质	29	逆向	25	顺向	$\alpha<\beta$	AK0+000	AK0+490
2	400	Ptln	板岩	岩质	22	逆向	26	顺向	$\alpha<\beta$	AK6+880	AK7+280
3	140	Ptln	板岩	岩质	10	逆向	26	顺向	$\alpha<\beta$	AK9+530	AK9+670
4	210	Ptln	板岩	岩质	27	斜向	26	斜向	$\alpha<\beta$	AK46+650	AK46+860
5	370	Ptln	板岩	岩质	20	逆向	21	顺向	$\alpha<\beta$	AK50+500	AK50+870
6	470	Ptln	板岩	岩质	27	逆向	20	顺向	$\alpha<\beta$	AK53+030	AK53+500
7	220	Ptln	板岩	岩质	12	斜向	10	斜向	$\alpha<\beta$	AK0+990	AK1+210
8	170	Ptln	板岩	岩质	16	斜向	13	斜向	$\alpha<\beta$	AK1+330	AK1+500
9	290	Ptln	板岩	岩质	12	斜向	10	斜向	$\alpha>\beta$	AK3+840	AK4+130
10	860	Ptln	板岩	岩质	12	斜向	16	斜向	$\alpha>\beta$	AK4+900	AK5+760
11	200	Ptln	板岩	岩质	13	逆向	14.5	顺向	$\alpha<\beta$	AK6+310	AK6+610
12	70	Ptln	板岩	岩质	14	斜向	15	斜向	$\alpha<\beta$	AK11+030	AK11+100
13	220	Ptln	板岩	岩质	20	斜向	16	斜向	$\alpha<\beta$	AK13+280	AK13+500
14	530	γ	花岗岩	混合	15		11			AK14+770	AK15+300
15	550	γ	花岗岩	混合	14		10			AK25+580	AK26+130
16	570	Ptln	板岩	岩质	10	斜向	15	斜向	$\alpha<\beta$	AK30+890	AK31+460
17	130	Ptln	板岩	岩质	10	逆向	16	顺向	$\alpha<\beta$	AK33+130	AK33+260
18	120	Ptln	板岩	岩质	10	斜向	14	斜向	$\alpha<\beta$	AK36+570	AK36+690
19	690	Ptln	板岩	岩质	12	斜向	18	斜向	$\alpha<\beta$	AK44+540	AK45+230
20	180	Ptln	板岩	岩质	11	顺向	12	逆向	$\alpha>\beta$	AK45+410	AK45+590
21	130	Ptln	板岩	岩质	20	斜向	19	斜向	$\alpha>\beta$	AK45+860	AK45+990
22	410	K	砂砾岩	岩质	15	逆向	14	顺向	$\alpha<\beta$	AK49+230	AK49+640
23	210	K	砂砾岩	岩质	16	逆向	15	顺向	$\alpha<\beta$	AK49+840	AK50+050
24	170	Ptln	板岩	岩质	12	逆向	10	顺向	$\alpha<\beta$	AK51+000	AK51+170
25	330	Ptln	板岩	岩质	16	斜向	14	斜向	$\alpha>\beta$	AK52+450	AK52+780
26	650	Ptln	板岩	岩质	14	斜向	17	斜向	$\alpha>\beta$	AK54+650	AK55+300

表 3 地质灾害危险性程度分级表
Table 3 The degree of geo-hazard classification table

危险性级别	地质灾害危险性程度大	地质灾害危险性程度中等	地质灾害危险性程度小
危险性指数	$N>7.0$	$4.0<N\leqslant7.0$	$N=4.0$

表 4 切方引发、遭受滑坡地质灾害可能性及危险性预测评估表
Table 4 Cutted-side raises and suffered the possibility of landslides and risk prediction assessment form

序号	里程桩号		切坡高度	地形条件	产状坡向	工程地质	水文地质	降雨量	得分	灾害类型	引发可能性	危险性
	起	止	0.3	0.2	0.2	条件 0.1	条件 0.1	0.1				
1	AK0+000	AK0+490	9	6	6	6	6	9	7.20	滑坡	大	大
2	AK6+880	AK7+280	9	6	6	6	6	9	7.20	滑坡	大	大
3	AK9+530	AK9+670	9	6	6	6	6	9	7.20	滑坡	大	大
4	AK46+650	AK46+860	9	6	6	6	6	9	7.20	滑坡	大	大
5	AK50+500	AK50+870	6	6	6	6	6	9	6.30	滑坡	大	中等
6	AK53+030	AK53+500	9	6	6	6	6	9	7.20	滑坡	大	大
7	AK0+990	AK1+210	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
8	AK1+330	AK1+500	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
9	AK3+840	AK4+130	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
10	AK4+900	AK5+760	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
11	AK6+310	AK6+610	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
12	AK11+030	AK11+100	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
13	AK13+280	AK13+500	6	6	6	3	6	9	6.00	滑坡	中等	中等
14	AK14+770	AK15+300	6	6	6	6	3	9	6.00	滑坡	中等	中等
15	AK25+580	AK26+130	6	6	6	6	3	9	6.00	滑坡	中等	中等
16	AK30+890	AK31+460	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	中等	小
17	AK33+130	AK33+260	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
18	AK36+570	AK36+690	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
19	AK44+540	AK45+230	6	6	6	3	3	9	5.70	滑坡	中等	中等
20	AK45+410	AK45+590	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
21	AK45+860	AK45+990	6	6	6	3	3	9	5.70	滑坡	中等	中等
22	AK49+230	AK49+640	6	6	3	3	3	9	5.10	滑坡	中等	中等
23	AK49+840	AK50+050	6	6	3	3	3	9	5.10	滑坡	中等	中等
24	AK51+000	AK51+170	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
25	AK52+450	AK52+780	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小
26	AK54+650	AK55+300	3	3	3	3	3	9	3.60	滑坡	小	小

2.3 综合评估

按照“技术要求”的规定,综合评估是在现状评估、预测评估的基础上采用定性、半定量方法综合评估工程建设区地质灾害危险性程度^[1-2],并为工程建设场地适宜性评估提供基础依据,为防治地质灾害提供有关措施。

鉴于该工程为线性工程具一定特殊性.其地质灾害危险性及其分区不仅受工程建设本身引发因素和工程建设区内地质环境的影响,同时也受工程建设邻近地段的地质环境条件及其人类经济活动的影响.根据前述的现状评估、预测评估结果,工程建设区不同地段或同一地段内所面临的地质灾害类型,其危险性也有明显的差异,为了给

建设用地适宜性评估和地质灾害防治提供基础依据,拟对工程建设区地质灾害危险性程度进行分区评价。

首先对工程建设区(一般为公路沿线两侧各500 m 范围内)进行以单项地质灾害危险性进行分区,根据沿线工程区地质灾害现状和预测评估情况,上述区代号的罗马数字 I、II、III 代表单项地质灾害危险性程度大、中、小三个级别。

以切坡引发、遭受滑坡地质灾害危险性大区有4 段,总长 1 570 m,占拟建公路总长的 2.82%,经适当的工程措施处理后,较适宜于公路建设;因切方可能引发、遭受滑坡地质灾害危险性中等的地段有9 段,总长 3 250 m,占路线总长度的 5.85%,较适宜

于公路建设;其余为各类地质灾害危险性小区(Ⅲ区),总长 50 740 m,占路段总长 91.33%,适宜于公路建设;整个评估区内地质环境及土地适宜于高速公路建设.

综合评估的结果可通过地质灾害危险性分区评价图来表示说明,考虑线路工程较长,仅选取里程为 AK45+500-AK49+000 路段为例(具体详见图 3),AK46+650-AK46+860 路段切坡高度 20 m 以上,坡度 25°以上,以斜向坡为主,切坡引

发路堑边坡滑坡地质灾害危险性大区(Ⅰ区),重点防治区,采取工程措施和生物措施;AK45+860-AK45+990 路段切坡高度 10~20 m 以内,坡度 20°以内,以斜向坡为主,切坡引发、遭受路堑边坡滑坡地质灾害危险性中等区(Ⅱ区),次重点防治区,防治措施采用工程措施和生物措施,其它路段切坡高度小于 10 m,坡度小于 20°,切坡引发、遭受路堑边坡滑坡地质灾害危险性小区(Ⅲ区),一般防治区,防治措施采用监测措施。

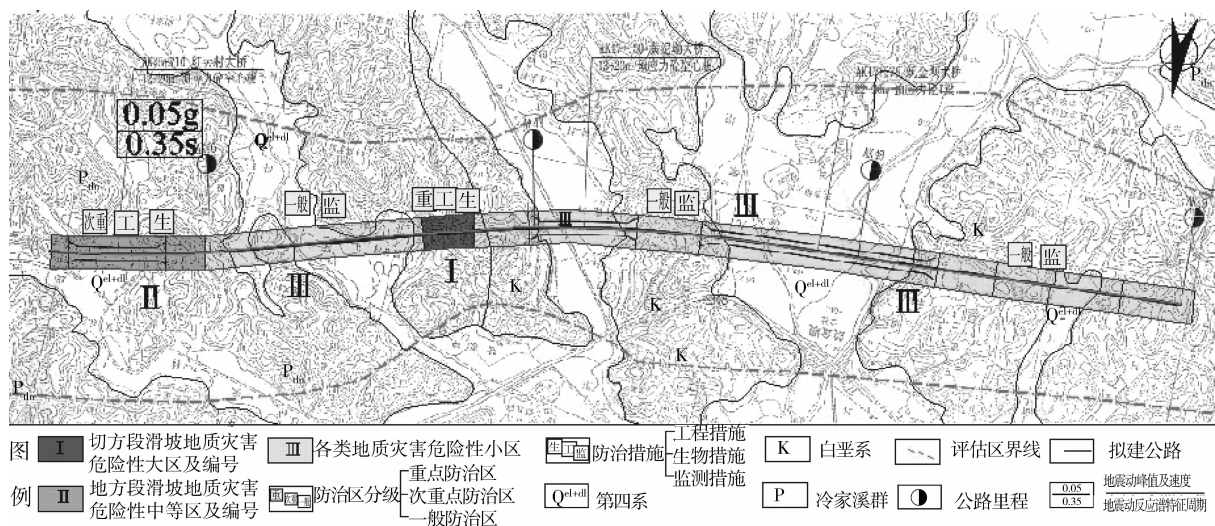


图 3 AK45+500-AK49+000 地质灾害危险性分区评价

Fig. 3 AK45+500-AK49+000 risk assessment of geological disaster

3 防治措施

对拟建工程沿线地质灾害的防治应采取选线时尽量避让、线路经过就提早预防和根本上治理为主、不留后患的原则。制订方案要突出重点,防治措施要针对性强、有实效。为此将所有灾点进行防治分级并按灾种、灾点防治级别提出防治措施或建议。

根据区内地质环境条件及地质灾害现状发育程度,提出如下防治措施建议:以工程措施为主,生物措施为辅,对边坡高度小,并有条件放坡的边坡工程,宜采用坡率法放坡处理,否则应进行支挡边坡坡面。施工过程中要注意合理的开挖顺序,要避免在施工中引发滑坡,切坡完成后,应采取支护措施,避免地质灾害的发生。

4 结论和建议

a. 评估区内地形较简单,地质构造复杂,岩土体工程地质性质较差,工程地质及水文地质条件较简单,地震烈度为Ⅵ度区,地震动峰值加速度为0.05 g,人类工程活动一般,地质灾害现状不发育,在工程建设中,对地质环境的破坏程度较强烈,按《地质环境条件复杂程度分类表》,判定评估区地

质环境条件总体复杂程度为复杂类型。

b. 湖南省益阳至马迹塘高速公路工程地质灾害危险性现状评估结果:评估区内未发生各类地质灾害,地质灾害对人居环境影响程度小,危险性小,预测评估结果:I区为适宜性差区,全长 1 570 m,占拟建公路总长的 2.82%。Ⅱ区为基本适宜区,全长 3 250 m,占路段总长的 5.85%;Ⅲ区为适宜区,路段全长 50 740 m,占路段总长的 91.33%。总之,拟建公路土地适宜性为基本适宜;综合评估结果:以切坡引发路堑边坡滑坡为主的地质灾害危险性大区(I区)有 4 段,总长 1 570 m,占拟建公路总长的 2.82%;因切方可能遭受引发滑坡地质灾害危险性中等区(Ⅱ区)有 9 段,总长 3 250 m,占路线总长度的 5.85%;其余为各类地质灾害危险小区(Ⅲ区)总长 50 740 m,占路段总长 91.33%。

c. 工程建设过程中,应建立临时性地质灾害监测网,特别是道路半切坡、半填方交接地段进行路基不均匀沉陷的监测及高路堤、高路堑边坡的监测,减少因路基不均匀沉陷,高路堤、高路堑边坡崩塌、滑坡等地质灾害造成的损失。

d. 该地质灾害危险性评估不替代工程地质勘察或有关的评价工作,公路工程施工前要进行详细工程勘察工作.

致 谢

本论文以湖南省交通规划勘察设计院提交的《益阳至马迹塘高速公路工程可行性研究报告》成果资料作为技术依据,同时得到了湖南省地质环境监测总站领导的指导和帮助,属集体学术研究成果,在此一并致谢!

参考文献:

- [1] 黎剑华,鞠海燕,成尚峰. 灾害边坡“系统治理”对策及实践[J]. 施工技术,2006,35(11):78-82.
LI Jian-hua, JU Hai-yan, CHENG Shang-feng. Countermeasures and practice of systemic treatment for disaster slope [J]. Construction Technology, 2006,35(11):78-82. (in Chinese)
- [2] 李鹏,周才辉,吴少授,等. 对地质灾害评估的综述[J]. 中国新技术新产品,2011(1):85.
LI Peng, ZHOU Cai-hui, WU Shao-shou, et al. Review of geological hazard assessment [J]. Chinese New Technology and New Products, 2011(1): 85. (in Chinese)
- [3] 陈君. 公路建设用地地质灾害危险性评估实践与认识[J]. 中国地质灾害与防治学报,2001(1):67-70.
CHEN Jun. Practice and research on risk assessment of geological hazard of land for road construction[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2001(1):67-70. (in Chinese)
- [4] 张毅,山区公路路基地质灾害评估与防治对策研究[D]. 成都:西南交通大学,2012.
ZHANG Yi. Research on assessment and counter-measures of geological hazards of highway roadbed [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2012. (in Chinese)
- [5] 唐川. 德国波恩地区滑坡特征与危险性评价[J]. 水土保持学报,2000,14(1):49-53.
TANG Chuan. Characteristics of landslides and its hazard assessment in Boon Area, Germany[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2000, 14(1): 49-53. (in Chinese)
- [6] 唐川,GRUNERTJ. 滑坡灾害评价原理与方法研究[J]. 地理学,1998,53(6):149-157.
TANG Chuan, GRUNERTJ. The principles and methodology of landslide hazard assessment[J]. Acta Geographica Sinica, 1998, 53(6): 149-157. (in Chinese)
- [7] 司康平,田原,汪大明,等. 滑坡灾害危险性评价的 3 种统计方法比较[J]. 北京大学学报:自然科学版, 2009,45(4):639-646.
SI Kang-ping, TIAN Yuan, WANG Da-ming, et al. Comparison of three statistical methods on landslide susceptibility analysis[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2009, 45(4): 639-646. (in Chinese)
- [8] 赵鹏大. 矿床统计预测[M]. 北京:地质出版社, 1983.
ZHAO Peng-da. Statistical prediction of ore deposits [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1983. (in Chinese)
- [9] 张俊峰,何政伟,汪宙峰. 基于 GIS 的信息量法在天山公路地质稳定性评价系统中的应用[J]. 测绘科学,2008,33(2):170.
ZHANG Jun-feng, HE Zheng-wei, WANG Zhou-feng. The application of information model based on GIS in geology stability evaluation system of Tianshan-Road[J]. Science of Surveying and Mapping, 2008, 33(2): 170. (in Chinese)
- [10] 王志旺,李端有,王湘桂. 区域滑坡空间预测方法研究综述[J]. 长江科学院院报,2012. 29(5):78-94.
WANG Zhi-wang, LI Duan-you, WANG Xiang-gui. Review of researches on regional landslide susceptibility mapping model[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2012. 29(5): 78-94. (in Chinese)
- [11] 国土资源部. 国土资发[2004]69 号文,国土资源部关于实行建设用地地质灾害危险性评估的通知[EB/OL]. [2014-07-14] <http://www. law-lib. com/lawhtm/1999/70792. htm>
- [12] 国务院令 第 349 号文,地质灾害防治条例[EB/OL]. (2005-09-27) [2014-07-14] http://www. gov. cn/yjgl/2005-09/27/content_70706. htm
- [13] 国土资源部. 国土资发[2004]69 号文,地质灾害危险性评估技术要求(试行)[EB/OL]. [2014-07-14] <http://wenku. baidu. com/view/0fd7401810a6f524c cbf8538. html>
- [14] 王志旺. 基于 GIS 技术的区域滑坡分析形特征分析与危险性评价[D]. 武汉:中国地质大学,2010.
WANG Zhi-wang. GIS-Based methods for fraetal analysis and hazard estimation of regional landslides [D]. Wuhan: China University of Geoscience, 2010. (in Chinese)

Application of risk assessment of geo-hazards in highway engineering

QIU Ying¹, ZHU Chen-ping², YI Xin-min¹

- (1. General Geological Environmental Monitoring Station of Hunan Province, Changsha 410007, China;
2. Design Research Institute, Planning and Construction of China Aviation, Changsha 410011, China)

Abstract: Taking the geological hazard assessment of the highway engineering between Yiyang and Maji-tang in Hunan Province as a case, we discussed the methods and key technical problems of geo-hazard assessment in highway engineering. Considering the characteristics of the engineering construction, firstly, we introduced the methods of hazard assessment of geo-hazard in highway engineering caused by cut-slope or suffered slope, presented the index system of hazards assessment of slope, listed the main influenced factors and their weight coefficients on the slope, and established the experts evaluation model. Secondly, the geo-hazards risk assessments in the research area are divided into high risk, moderate risk and slight risk, and the prevention and control of geological disaster areas are graded into major prevention area, second-emphasis prevention area and general prevention area. Finally, the prevention measures for different levels of prevention areas are presented, including engineering measures, biology measures and monitor measures.

Key words: geo-hazards; risk assessment; highway; expert evaluation model; grade of prevention area
本文编辑: 龚晓宁