

文章编号: 0451-0712(2005)11-0159-05

中图分类号: U491.59

文献标识码: A

山区一般公路路侧危险度划分方法研究

陈乐生¹, 游 宏^{2,3}, 李永江⁴, 白书锋⁵

(1. 四川省交通厅 成都市 610041; 2. 四川公路工程咨询监理公司 成都市 610041;
3. 同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室 上海市 200092; 4. 国道 318 线甘孜境段改建工程指挥部;
5. 北京深华达交通工程技术开发有限公司)

摘 要: 通过对山区一般公路路侧地形状况与车辆冲出路外事故伤亡情况关系的研究,提出了路侧危险度的概念,并给出了路侧危险度等级划分的量化计算办法。路侧危险度等级的合理划分为准确确定路侧危险状况,合理设置不同等级的安全护栏提供了依据,进而有效提高山区一般公路的安全水平。

关键词: 公路工程; 安全设施; 路侧危险度; 护栏

从 20 世纪 80 年代末,我国交通事故死亡人数已连续 10 余年居世界首位。据有关部门统计资料显示,近年来的道路交通事故中,约有 80% 的死亡事故发生在上路上;而在公路交通事故中,约有 60% 以上

发生在国道省道等一般公路上,其中重特大恶性交通事故又多发生在山区公路上。这与我国山区一般公路安全防护设施不完善,且路侧多傍山临谷、多弯等地形、道路状况密切相关,车辆一旦发生冲出路外

收稿日期: 2005-06-24

参考文献:

[1] 郭永龙. 论建设项目的全过程环境影响评价[J]. 环境评价, 2002, (11).

[2] 冯基学. 公路建设项目声环境影响评价评价指标[J]. 长安

大学学报, 2001, 22(1).

[3] 师利明, 罗德春. 公路生态环境影响评价的几种定量分析方法[J]. 中国公路学报, 1998, (1).

Discussion About Index of Ecological Evaluation for Expressway in Tropical-Rain-Forest Area

ZHAO Qian-qiao^{1,3}, SONG Fu-cai^{2,3}

(1. College of Resources and Environmental Engineering, Science and Technology University of Shandong, Qingdao 266510, China;
2. Highway Administrative Division of Qingdao, Qingdao 266034, China;
3. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: According to the natural environment of the tropical rain forest and the environment influence on expressway construction, the principle of indexes for ecological evaluation is discussed and the method to determine indexes of ecological evaluation expound for the Simao ~ Xiaomenyang Expressway. Last, a set of new index systems is achieved, in the system, the basic theories of the ecological subzone and the index quantization possibility are considered. Through index assessment, it is carried out that the influence degree of highway construction on the ecology environment can be reflected, the key zone and the sensitive zone of ecological influence computed and a look at gene taken. On this basis, the preventive measures on ecology are given.

Key words: tropical-rain-forest; expressway; ecological evaluation; ecological subzone; index

事故, 坠落悬崖, 必然发生严重事故。

为了解决318国道甘孜州境段改造工程(二郎山~康定段, 下文简称二康路)的安全问题, 同时也为我国山区一般公路的安全治理提供实用有效的科技成果, 四川省交通厅于2003年立项, 开展了“山区路侧危险度划分方法的研究”。探讨了如何合理区分山区一般公路路侧危险状况, 针对不同路侧危险状况如何合理设置安全防护设施等问题展开研究。通过对路侧状况各类因素的综合分析研究, 最终提出了路侧危险度的概念和计算方法, 进而提出了不同危险度情况下应设置的防护设施类型, 为山区一般公路安全防护设施的合理设置提供了依据。

1 路侧危险度的概念

路侧危险度指的是车辆驶出路外事故可能造成的人员生命财产损失的严重程度, 主要指坠车事故对乘员(或事故直接影响到的第三者)的危险程度。我国以往没有对路侧危险度进行过系统的研究, 现行《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》(JTJ 074-94)中是通过危险路段的描述, 来确定路侧需要设置护栏的防护等级的, 但是该方法没有明确的量化指标, 对复杂的道路状况难以尽述, 从而影响护栏设置的准确性。

2 车辆冲出路外事故分析

2.1 路侧地形状况描述

公路路基包括路堤、路堑或半填半挖三种形式, 见图1。



图1 道路断面形式(挖方、填方、半填半挖)

与填方相比, 挖方路段对车辆和乘员的危险性较低, 一般不设护栏或其他防护设施, 因此本文不做重点考虑。本文针对临崖一侧道路及高填方路段进行危险度分析。实地的照片见图2。

通过对路侧状况的抽象分析, 我们可以用4个参数来描述, 我们将这4个方面简称为“路侧地形四要素”。图3是对路侧地形状况的图示, 表1是4个要素的文字描述。

2.2 路侧地形与事故伤亡关系分析



图2 路外地形状况描述

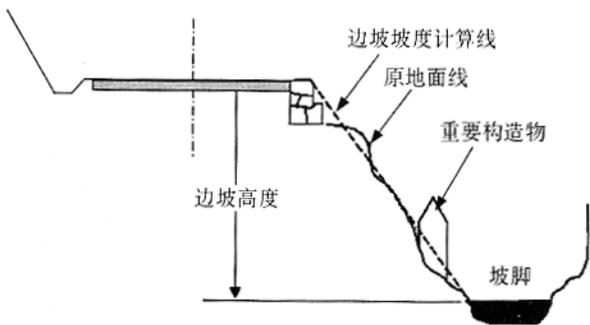


图3 路侧地形四要素示意

表1 路侧地形四要素

序号	名称	说明
1	边坡高度	指路面到坡脚的竖直高差
2	边坡坡度	指坡脚到路肩边缘连线的综合坡度
3	坡脚状态	指坡脚的地物构成, 如乱石、河流、湖泊、土地等
4	重要构造物	指车辆翻下边坡时有可能撞到的油库、公路等重要构造物。

注: 表中所列边坡均指下边坡而言。

我们通过对部分事故资料进行统计分析, 来分析路外地形状况对人员伤亡的影响程度。由于数据量的局限, 我们以定性分析为主, 辅助以定量分析。

(1) 边坡高度与乘员伤亡的关系。

表2是坠落山崖事故中人员的伤亡比例统计。可以看出:

① 车辆坠崖的死亡率大致在40%左右, 受伤率大致在50%以上, 伤亡率在90%以上;

② 边坡高度在10 m以下的死伤率明显低于10 m以上的死伤率;

③ 每起事故的死伤人数随着边坡高度的增大而增大, 说明高边坡路段更容易造成群死群伤。

(2) 边坡坡度与乘员伤亡的关系。

表2 陡崖路段坠车事故伤亡人数统计

边坡高度 m	死亡		受伤		伤亡合计		总人数	事故数	平均死亡人数/起	平均受伤人数/起
	人数	%	人数	%	人数	%				
<10	56	30.3	81	43.8	137	74.1	185	8	7	10.1
10~30	100	37.2	152	56.5	252	93.7	269	10	10	15.2
30~50	110	39.7	162	58.5	272	98.2	277	10	11	16.2
50~100	151	40.5	176	47.2	327	87.7	373	13	11.6	13.5
>100	116	35.0	183	55.3	299	90.3	331	9	12.9	20.3
合计	533	37.1	754	52.5	1287	89.6	1435	50	10.7	15.1

事故中的边坡坡度与乘员伤亡的资料难以得到,因此这里仅定性分析。我们假定的前提是:车辆翻滚速度越快,对乘员的伤害程度越大。不同的边坡坡度对车辆翻落时的速度有影响。车辆翻下陡崖时的受力可以简化为图4所示。其中 f 为综合阻力, F 为重力的分力,它是车辆翻下陡崖的主动动力(我们假定车辆翻下陡崖时的车辆自身动力和刹车均不起作用)。当 $F=f$ 时,车辆匀速下移;当 $F>f$ 时,车辆加速下移;当 $F<f$ 时,车辆减速下移。因此,当坡度较小时,车辆自重沿坡面的分力较小,车辆下移的速度逐渐减慢,直到停止;当坡度较大时,车辆自重沿坡面的分力较大,车辆下移的速度逐渐加快,直至翻滚到坡底或受到其他阻力时才能停止。因此,坡度越大,对乘员的伤害越大。

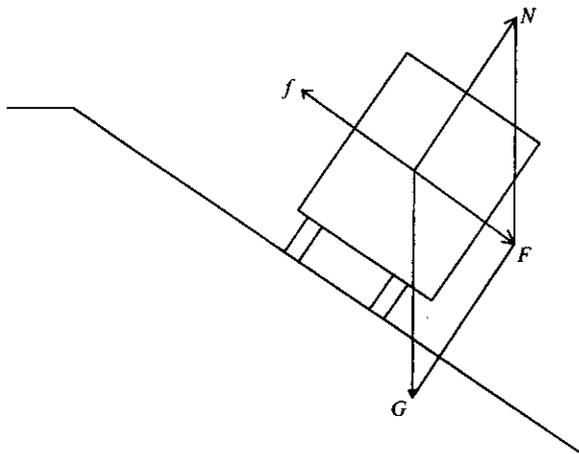


图4 车辆受力示意

(3)坡脚状态与乘员伤亡的关系。

坡脚状态主要有土地、树林、乱石、水流等,其中乱石硬度较大,对人员的伤害也较大,由于没有确切的数据资料,这里不做对比,仅就下面坡脚为水时的情况和其他情况进行对比。由于陡崖下为水的事

资料较少,同时考虑到坠落水中对人员的伤害主要是窒息作用,这里借用了坠落桥下的事故资料。

表3是不同水深情况下人员的伤亡情况。

表3 桥梁路段坠车事故伤亡人数统计

桥梁高度 m	死亡		受伤		伤亡合计		总人数	事故数	平均死亡人数/起	平均受伤人数/起
	人数	%	人数	%	人数	%				
<10	65	48.1	63	46.7	128	94.8	135	5	13	12.6
>10	194	53.0	138	37.7	332	90.7	366	13	14.9	10.6
合计	259	51.7	201	40.1	460	91.8	501	18	14.4	11.2

表4是车辆落入水中和普通陆地情况下人员伤亡情况的对比。

表4 车辆落入水中和普通陆地情况下人员伤亡情况对比

项目	死亡		受伤		伤亡合计		总人数	事故数	平均死亡人数/起	平均受伤人数/起
	人数	%	人数	%	人数	%				
坠崖	533	37.1	754	52.5	1287	89.6	1435	50	10.7	15.1
坠桥	259	51.7	201	40.1	460	91.8	501	18	14.4	11.2

由表3和表4可以看出:

- ①车辆坠落水中的死亡率大致为50%,明显高于坠落陆地;
- ②车辆坠落水中的受伤率大致为40%,明显低于坠落陆地;
- ③车辆坠落陆地和水中死亡率的接近,均在90%左右。

(4)重要构造物。

重要构造物主要是考虑了车辆碰撞后可能发生的二次事故,从而引起事故车辆乘员以外的其他人员的伤亡。该项要素与人员的伤亡关系难于比较,应结合实际情况来考虑。

2.3 小结

综合上述分析,路侧地形4要素对事故严重程度的影响有以下特点。

- (1)边坡高度和边坡坡度是影响路侧危险度的主要因素。坡度越大、边坡越高,则危险度级别越高。
- (2)边坡高度与坡度相比,坡度对伤亡的影响似乎更大,因为坡度影响着车辆下滑和翻滚的速度和车辆受冲击的烈度。
- (3)从媒体上的事故报道情况来看,如果车辆可能坠入坡脚,则坡脚的河流和湖泊大大增加了人员

的伤亡数量,乱石也加剧了伤亡数量。

(4)事故车辆可能穿越的车道数有可能使事故损失扩大化。

3 路侧危险度的划分方法

3.1 HB值的计算办法

根据路侧地形对乘员伤亡程度影响因素的分析,我们提出了用于划分路侧危险度的HB值计算方法。计算公式如下:

$$HB \text{ 值} = K_1 \times K_2 \times (A_1 \times A_2) \quad (1)$$

其中: A_1 、 A_2 分别代表边坡高度和坡度,是表征HB值的主体参数; K_1 、 K_2 分别代表坡脚状况和重要构造物,表征这两个参数对路侧事故的放大系数。

4个参数对路侧危险程度的影响大小显然是不同的,我们拟通过对参数取值的调整来实现其对计算结果的影响。

3.2 危险度等级划分方法

路侧危险度的划分以满足安全防护设施的设置为目标,我们通过对二康路实地情况的调查分析,依据车辆冲出路外后可能发生的事故严重程度,将路段大致分为3种类型:第一是车辆冲出路外后不会对车辆和乘员造成大的伤害的地段,如路侧为坡度很缓的田地,或路侧为挖方,车辆不可能越出路外的情况;第二是车辆虽然有越出路外的可能性,但是车辆越出后,对车辆和乘员不会造成毁灭性的伤害,死亡人数比例不大;第三种情况是车辆一旦越出路外,就会造成车毁人亡的重大事故的路段。根据此原则,以及上述HB值的计算办法,通过“专家打分法”提出了式(1)中参数的取值见表5和表6,并由上述原则将一般公路的路侧危险度划分为3个级别。路侧危险度级别对应的HB值范围和防护目标见表7。

表5 危险度参数取值-01

1. 边坡高度	高度/m	0~5	5~10	10~30	30~50	>50
	危险度分值 A_1	1	2	3	4	5
2. 边坡坡度	坡度	<1:4	1:2~1:4	1:1~1:2	1:0.5~1:1	>1:0.5
	危险度分值 A_2	1	2	3	4	5

由式(1)和表5、表6可知,危险度HB值的范围为1~1500。需要特别说明的是,虽然危险度HB值的大小和路侧危险程度相一致,但是危险度HB值的大小并不和危险程度成线性的正比关系。例如危险度为1500时的路侧状况并非比危险度为500时

表6 危险度参数取值-02

3. 坡脚状态	坡脚状态	土地	水深 <1.5 m	乱石、水深 1.5~3.5 m	水深 >3.5 m
	危险度分值 K_1	1	1.2	2	12
4. 二次事故	严重程度	无	一般	严重	特别严重
	危险度分值 K_2	1	2	3	5

表7 危险度划分方法

路侧危险度级别	HB值	安全防护目标
一度	<3.5	不需要防护
二度	3.5~10.5	一定程度的防护
三度	>10.5	重点防护

的路侧危险3倍,危险度HB值的大小仅仅为划分等级提供依据。

4 实际工程应用

本项目提出的路侧危险度划分方法,已在7条公路中应用。图5、图6是我们对二康路两个典型路段进行的路侧危险度划分结果,根据防护要求,我们为不同的路段选择了合适的防护设施类型。



图5

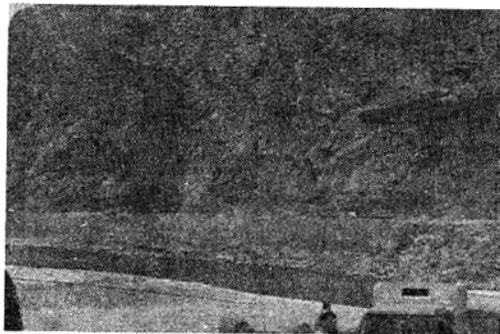


图6

在二康路的工程实践中,对于危险度为三度的路段,我们选用防护等级为100 kJ的防撞护栏;对于

危险度为二度的路段,我们选用防撞墩作为主要的防护设施形式;对于危险度为一度的路段,不设安全防护设施,如果该路段存在较多的事故诱因,则通过设置警示桩提醒驾驶员的注意。详见表9。

表8 二康路护栏工程实例

序号	坡高	坡度	坡脚	二次事故	HB值	危险度等级	护栏类型
图5	>50 m	>1:1	田地	一般	30	三度	护栏
图6	>5 m, <10 m	>1:0.5	河流	无	120	三度	护栏

5 结语

本文通过对路侧危险度和车辆驶出路外事故状况的研究,结合二康路护栏工程实践,提出了山区一般公路路侧危险度划分方法。该方法通过量化指标来划分路侧危险程度,为一般公路路侧安全设施的合理

表9 不同危险等级路段的路侧防护方法

路侧危险度级别	HB值	安全防护设施类型	防护能量级别	碰撞实验组合
一度	<3.5	不设防护设施,行道树防护、警示桩提醒	0	/
二度	3.5~10.5	防撞墩	<100 kJ	/
三度	>10.5	护栏	>100 kJ	10 t、40 km/h、20°、大客车

设置提供了一种简单实用的方法和较为科学的设计依据,也为我国目前正在实施的“安全保障工程”提供了有用的技术支持。本文提出的山区一般公路路侧危险度划分方法,经过在二康路改造工程、沐川~新市改造工程、四川鹧鸪山隧道西引道工程等多处工程实践中与运营,效果良好,具有良好的推广价值。

Research on Classified Method on Danger Degree of Roadside of Ordinary Highways in Mountainous Areas

CHEN Le-sheng¹, YOU Hong^{2,3}, LI Yong-jang⁴, BAN Shu-feng⁵

(1. Department of Communications of Sichuan Province, Chengdu 610041, China;

2. Sichuan Highway Engineering Consulting and Supervision Company, Chengdu 610041, China;

3. Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 200092, China;

4. Rebuilding Headquarters of Ganzi Section of No. 318 National Road, China;

5. Beijing Shenhuada Traffic Engineering Technology Co. Ltd, China)

Abstract: On the basis of a research of relation between landform beside a road in mountainous areas and loss degree from of a vehicle rushing out of the road, a concept of road danger degree is proposed, moreover, its calculation method is presented. The rational classification of danger degree of roadsides provides bases for the accurate detemination of danger conditions of roadsides and the resonable installation of barriers, thus the security level of the ordinary highways in mountainous areas may be improved.

Key words: highway engineering; safety facilities; danger degree of roadside; barrier