

# 新疆公路自然灾害及对策

杨发相<sup>1</sup>, 岳健<sup>1</sup>, 韩志强<sup>2</sup>

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 新疆交通科学研究院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:** 新疆地域辽阔, 有“三山两盆”, 自然环境复杂。公路分布具有翻山越岭, 穿越沙漠, 在山麓平原连续跨沟, 绿洲区公路密度大等主要特点。公路自然灾害是伴随公路工程行为而产生的, 因此, 其具有沿公路呈带状分布的规律。由以环境退化为主引起的自然灾害发生地点多且较频繁, 对公路交通影响大。区内公路自然灾害类型多, 成因复杂。影响公路交通安全的自然灾害类型主要有滑坡、崩塌、山洪、泥石流及其二级类共16种, 其形成与地貌条件复杂, 干旱、寒冷、缺水、风沙活跃、土壤盐渍化重、暴雨时有发生等自然因素和公路工程行为有关。纵观公路自然灾害的分布、成因, 与有关因素变化趋势, 预测其有3种发展趋势, 宜采取有针对性的防治原则和措施。

**关键词:** 公路; 自然灾害; 类型; 成因; 防治; 新疆

**中图分类号:** U418

**文献标识码:** A

自然灾害指自然环境变异引起生命和财产损失的灾害, 其类型众多。本文仅指对公路造成危害的自然灾害。公路直接暴露于大自然中, 是一个穿过不同地理区域的土、石及沥青结构物<sup>[1]</sup>。公路建成后便不断遭受来自自然环境的影响和自然灾害的破坏。新疆地域辽阔, 面积达 $1.65 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 为中国土地面积最大的省区。区内有“三山两盆”, 自然条件复杂, 山体高度大, 自然灾害垂直带谱完整<sup>[2]</sup>, 自然灾害类型众多, 成因复杂, 灾害频繁, 公路交通不畅或中断现象时常发生。伴随我国西部大开发的实施, 区域公路交通建设发展很快, 公路灾害问题愈显严重。在新疆公路自然区划研究的过程中, 笔者收集了有关资料并结合野外调查, 据此论述公路与灾害分布的特点、自然灾害类型、危害及成因, 预测公路自然灾害发展趋势并提出防治对策。

## 1 区域公路与灾害分布特点

### 1.1 公路分布特点

新疆地质条件复杂, 地貌类型多样, 自北往南依

次有阿尔泰山、准噶尔盆地、天山、塔里木盆地和昆仑山, 公路交通里程长, 线路迂回(图1)。基于新疆山、盆结构的地貌条件与干旱环境, 区内公路分布具有以下主要特点: 1. 公路在山麓平原连续跨沟。由于山麓平原为绿洲城镇分布主要地方, 故312国道经过吐鲁番盆地北缘与准噶尔盆地南缘, 国道217、315线分别沿塔里木盆地北缘和南缘延伸, 受山区河流汇流盆地、山前平原河沟众多的影响, 公路需连续跨沟并设置桥涵; 2. 公路翻山越岭。如国道219、314线翻过昆仑山联结西藏和巴基斯坦, 217、218、312线等均翻越天山, 独(山子)一库(车)公路、乌(鲁木齐)一焉(耆)公路、哈(密)一巴(里坤)公路等翻越天山, 经过众多沟谷、冻土带和冰达坂; 3. 公路穿越沙漠。216国道穿越古尔班通古特沙漠, 轮(台)一民(丰)公路横穿塔克拉玛干沙漠; 4. 公路在绿洲区的密度大。在绿洲区, 可见国道、省道、县道及乡村公路等, 公路纵横交错, 密度较大; 而戈壁、沙漠区则以国道、省道为主, 密度较小。

### 1.2 公路灾害分布规律

公路自然灾害是伴随公路工程行为而产生的,

收稿日期 (Received date): 2006-01-15; 改回日期 (Accepted): 2006-04-03.

基金项目 (Foundation item): 交通部西部建设科技项目 (2001131800053-20032053) 资助。 [Supported by Science and Technical item of Traffic Ministry (No. 2001131800053-20032053)]

作者简介 (Biography): 杨发相 (1954-), 男, 主要从事区域地貌、土地利用与环境演变研究。 [Yang Faxiang (1954-), Male, Specialized on Geomorphology, Land use and Environmental change. E-mail: yangfk@ms.xjhu.ac.cn]

因此,其具有沿公路呈带状分布的规律。一般来说是:位于(1)沙漠区及其边缘地带的公路以风沙灾害为主;(2)山麓平原及山间盆地主要是山洪、泥石流、盐渍化翻浆、大风等危害;(3)山地及丘陵为崩塌、滑坡、山洪、泥石流、雪害、寒冻等灾害多发生区。

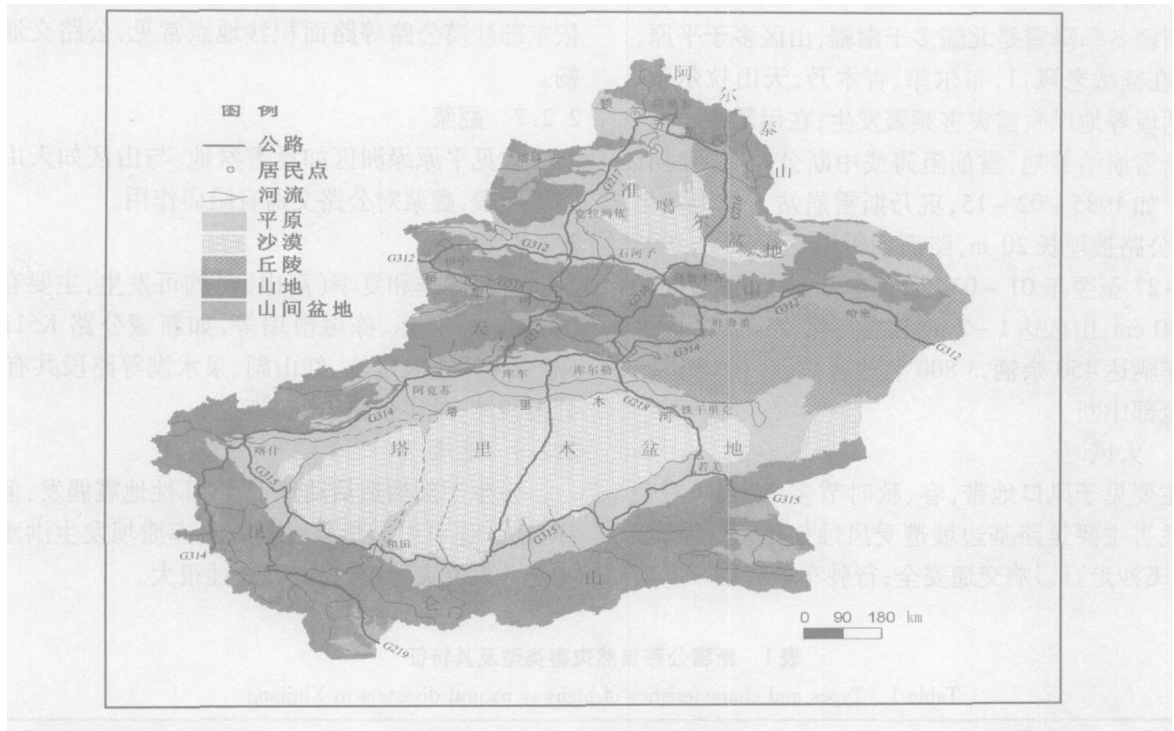


图 1 新疆公路分布及地貌结构略图

Fig 1 Skatch map of geomorphologic patterns and distribution of highway in Xingjiang

## 2 灾害的类型及特征

### 2.1 灾害类型的划分

灾害分类是一个十分复杂的问题。据不同的研究角度和技术手段可以形成不同的分类方法<sup>[3]</sup>。本文考虑公路自然灾害的成因及其危害,与便于灾害防治为目的进行分类。

据野外调查和有关资料,区内对公路危害较大的自然灾害主要有滑坡、崩塌、山洪、泥石流、雪害、风沙、大风等(表 1),其中以崩塌、山洪、泥石流灾害发生次数较多。

### 2.2 灾害类型及其危害

#### 2.2.1 滑坡

据滑坡体组成物质不同可分为基岩滑坡、黄土滑坡、坡积物滑坡等。主要见于天山西段伊犁地区、奎屯河流域等地,这里岩体破碎,黄土广布,降水较多。如伊犁果子沟大型滑坡,独(山子)库(车)公路基岩滑坡和坡积物滑坡均对公路交通产生不良影

响。2003-07-19 312国道伊犁果子沟 K4757-K4758路段发生三处滑坡致使交通中断。

#### 2.2.2 崩塌

在山区公路随处可见,如吐(鲁番)一乌(鲁木齐)一大(黄山)高速公路在白杨沟段,公路边坡基岩破碎,存在崩塌危险,不得不采取网护边坡措施;再如巴伦台至和静段公路边坡发生崩塌危险地点甚多。1997-07-15 314国道甘沟段 5号桥一侧山体崩塌,阻断交通 7 h。1998年新疆干线公路崩塌总计 118处,坍塌方量为 167 798 m<sup>3</sup>。2003-07中旬,吐-乌-大高速公路因塌方而被迫关闭近 12 h。

#### 2.2.3 山洪、泥石流

在阿尔泰山、天山、昆仑山—阿尔金山及山麓平原地区广泛发生,如克兰河谷地、阿拉沟、独(山子)一库(车)公路,巴伦台至和静公路段,与疏附至布伦口公路段等,为山洪、泥石流灾害多发区,每年春、夏均有灾害发生,常出现阻碍或中段交通现象。新疆 1996年洪水中断公路 111条次,毁坏公路 633 km;1998年洪水中断公路 53条次,冲毁公路桥、涵 241

座,毁坏公路 329 km。2003- 05- 24 国道 312线霍城县果子沟因泥石流造成一辆轿车滑入沟中,致使司乘人员两死一伤。

2 2 4 雪害

新疆冬季降雪是北疆多于南疆,山区多于平原,因此,在额敏老风口,布尔津、吉木乃,天山拉尔敦、艾肯达坂等地风吹雪灾害频繁发生;在伊犁果子沟、巩乃斯雪崩站等地,雪崩阻碍或中断公路交通时有发生。如 1985- 02- 15 巩乃斯雪崩站 3号沟发生雪崩,公路被埋长 20 m,路面积雪厚达 6 m<sup>[4]</sup>; 1996- 12- 27至翌年 01- 03 北疆连降大雪,平原区积雪厚 40 cm,山区达 1~ 2 m,雪害严重, 216 217国道受阻车辆达 450余辆, 3 800名旅客被困,县、乡道路交通全部中断。

2 2 5 大风

主要见于风口地带,春、秋时节多风,大风对公路的危害主要是路基边坡遭受风蚀作用,致使边坡受损;飞沙走石影响交通安全;行驶车辆有翻车危险

2 2 6 风沙

沙漠边缘地带及横穿沙漠的公路,因风积作用,流沙堆积路面阻碍交通,如 218国道塔河下游路段、315国道塔里木盆地南缘路段、准噶尔盆地克拉玛依东部沙漠公路等路面积沙地点常见,公路交通不畅。

2 2 7 翻浆

常见平原绿洲区如焉耆盆地,与山区如天山公路等路段,翻浆对公路交通有阻碍作用。

2 2 8 寒冻

每年冬季和夏季(高山区)均可发生,主要有涎流冰、冻胀破坏、冻融滑塌等,如新藏公路 K511+ 600~ + 70Q 泉水沟、红山湖、泉水湖等路段共有 10处涎流冰,危害公路 1 km<sup>[5]</sup>。

2 2 9 地震

发生于新构造活动地带,破坏性地震偶发,但破坏性大,还可引起滑坡、崩塌、水库溃坝发生洪水灾害等并发性灾害,对公路破坏性很大。

表 1 新疆公路自然灾害类型及其特征

Table 1 Types and characteristics of highway natural disasters in Xinjiang

类型	二级类型	发生时间	分布范围	危害程度	1949~ 2005年发生灾害次数*
滑坡	基岩滑坡	7~ 8月	中、低山区	阻碍或中断交通,发生次数少,危害性大	19
	坡积物滑坡				
	黄土滑坡				
崩塌	岩崩	一年四季	山区	影响或阻碍交通,发生次数多,危害性大	297
	土崩				
山洪、泥石流	洪水	3~ 4月	中、低山区,山前平原区	影响或中断交通,发生次数多,危害大。	181
	泥石流	7~ 8月			
雪害	风吹雪	冬季	中高山区	阻碍或中断交通,偶发,危害较大	36
	雪崩				
大风		春、秋季	风口地带	影响交通	44
风沙	沙阻(害) 沙尘暴	春、秋季	平原沙漠及周边地区	影响或阻碍交通	23
翻浆	渍水翻浆 冻融翻浆	春、夏季	潜水位较高地带	影响交通	未查到相应记载
寒冻	冻胀破坏	冬季	平原、高山区	影响交通畅通	未查到相应记载
	涎流冰				
地震	冻融滑塌		地震带	影响或中断交通	20

\* 灾害次数数据参考文献[5]和新疆自然灾害防御协会,1999年度新疆灾害趋势会商会材料及 2004年、2005年新疆防灾减灾白皮书统计,尚缺少 2000年度数据,且有些资料不全,故仅为粗略统计。

3 灾害的成因

公路路域自然灾害的形成与区域自然环境有关,主要包括地质地貌、气候水文、土壤植被等因素,

同时,筑路、采矿、破坏植被、垦荒等人类活动,可诱发或引起自然灾害发生。

3 1 自然环境因素

新疆地处中国西北干旱区,深居大陆腹地,远离海洋,高山环绕,地形封闭,气候干旱,生态环境严酷且十分脆弱,引起自然灾害的主要环境要素如下。

### 3.1.1 地质地貌条件复杂

区内新构造运动活跃,有主要活动断层 34 条,历史上曾在富蕴、玛纳斯等地发生过  $M_s \geq 8$  级以上地震,2000-11 昆仑山无人区发生 8.1 级地震,2002-02-24 巴楚-伽师发生 6.8 级地震,致使公路路面断裂,交通受阻。天山横亘于新疆中部,“三山两盆”的地形结构导致公路线路必须翻山越岭或穿过峡谷,山区公路时常有冻害、风吹雪、雪崩等危害。昆仑山、天山和阿尔泰山大多山高坡陡、岩体破碎、部分地方有黄土分布,山区大多地方植物稀少,暴雨时有发生,易引起山洪、泥石流、滑坡、崩塌等山地灾害;山区峡谷地带如达板城、七角井、阿拉山口等,当较大西风气流进入谷地受“狭管效应”作用,风速加快,形成 8 级甚至更大的大风,风力强劲,在吐鲁番盆地小草湖一带形成“三十里风区”,与哈密西部了墩至大步“百里风区”,于福海西侧至吉木乃一带形成“闹海风”,各地年平均大风日数 80~165 d 不等,每年春、秋季节,大风灾害均有发生;盆地边缘地带为山区河流携带物堆积地方,河沟较多,为绿洲城镇集中分布地区,公路密度大,因此,常受山洪、泥石流危害;在细土平原地带,地下水位较高,土壤盐渍化严重,路基有翻浆危险;盆地腹部戈壁、沙漠区沙粒物质丰富,风蚀、风积作用强烈,沙漠公路路面易积沙阻碍交通畅通。

### 3.1.2 干旱

新疆多年平均降水量仅有 147mm,不足全国降水量的 1/4 且季节、空间分配不均。降水集中于冬、夏两季,平原区降水量 100~200mm,托克逊最少仅 7.1mm,平原区 7 月平均最高气温 28~36℃,极端最高气温 > 40℃,十分干旱。干旱高温使路面沥青溶化、对交通产生不良影响。

### 3.1.3 寒冷

新疆冬季漫长,一般为每年 10 月中旬至翌年 3 月底,但自北往南时间变短。冬季寒潮入境引起降温形成冻土,平原区冻深 80~240cm 不等,山区达 300cm 以上,对公路工程直接产生不良影响,冬季降雪堆积路面阻碍交通,这在北疆阿尔泰山地区尤其严重。冬季低温降雪,易发生风吹雪、雪崩、涎流冰等灾害;夏季山区高温使路基冻土融化,常引起路面翻浆。

### 3.1.4 风沙活跃

新疆共有大小河流 570 条,山泉 272 处,径流量为  $534 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,河流水源补给包括降水、冰雪融水

及泉水等。受降水和冰雪区域分布差异,河流、山泉集中见于境内北部和西部地区,从而形成伊犁和阿勒泰两地富水区,而其他地区则严重缺水,尤以吐鲁番和哈密两地为甚。在气候干旱、水源不足、第四纪松散沉积物广布与地表植被稀疏或缺乏的条件下,风沙活跃,于塔里木盆地与准噶尔盆地发育了塔克拉玛干沙漠与古尔班通古特两大沙漠,此外,在伊犁、吐鲁番、焉耆、尤尔都斯、库木库勒盆地及布伦口湖岸等地均有沙漠分布,总面积达  $38.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,占新疆总面积 23.6%。由于沙漠区植物稀疏或贫乏,春、秋季节,气候干燥,大风日数多,加之新疆境内及境外如哈萨克斯坦国土地表裸露,大风风蚀吹扬大量沙粒物质形成沙尘暴,影响司机视线,对交通安全产生不利影响;流沙堆积路面阻碍交通畅通,存在路面积沙等风沙危害。

### 3.1.5 土壤盐渍化重

天山的低山丘陵带广泛分布有第三纪和白垩纪含盐地层,含盐量 > 4.6 g/kg,阿图什来自低山的下泄洪水矿化度达 6.7~11.9 g/L,阿尔泰山、昆仑山花岗岩和片麻岩富含钠长石,为苏打盐土形成的物质基础,通过流水把山区含盐地层的盐分带到平原,使地表水与地下水的矿化度逐渐增高,而平原区气候十分干旱,蒸发强烈,如焉耆盆地地下水埋深 2m 时,蒸发量达  $4.558.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ,致使盐份大量聚集于地表形成盐碱地。据统计,新疆盐土面积达  $621.09 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。路基土壤盐渍化使道路翻浆,常引起道路交通不畅。

### 3.1.6 暴雨时有发生

区内干旱少雨,但暴雨较多,泥石流暴发突然、规模大<sup>[6]</sup>。如:1988-06-24 天山阿拉沟降暴雨,强度达 10 mm in 10.5 mm,发生大型泥石流致使公路交通中断;2003-07-07,富蕴县沿山一带降暴雨量达 30 mm,致使富蕴县城至可可托海镇 K9~K19 段新建柏油路被山洪、泥石流严重冲坏。2003-07-13~15,乌鲁木齐一带持续降雨,山洪、泥石流发生冲坏 103 省道 K33 km、K34 km、K69~73 km 等多处公路,卡车被泥石流掩埋,上百辆车受阻;国道 314K164~165 km 处道路被山洪泥石流冲坏,南疆线路交通中断;阜康~天池公路发生泥石流,致使 400 多名游客被困。07-19,312 国道伊犁果子沟路段因暴雨引发泥石流,K4757+300 m 处的泥石流长 80 m,宽 12 m,厚 5 m,导致交通中断,400 多辆车和 600 多名旅客受阻。2005-08-07,天山后峡地区

降暴雨形成 10 a 不遇的泥石流,致使 216 国道 K735 至 K741+200 段共发生 14 处泥石流,公路交通中断。另外,春季和夏季气温突然上升也能形成山洪泥石流,如 1999-04-04~08 受春季气温回升过快影响,额敏低山平原区积雪快速消融形成洪水、泥石流,冲毁 2 座公路桥及公路路基 1.5 km;天山独(山子)一库(车)公路 K637-664 地段,山坡冰雪储量充足,当气温达 25℃ 以上时,冰雪大量融化导致泥石流发生,如 1999-08 中旬因气温异常升高,致使冰雪大量融化形成泥石流,阻碍交通畅通。山洪、泥石流灾害主要是由暴雨洪水及高温冰雪融水形成的。2005-06-01,阿勒泰市区突降暴雨形成山洪、泥石流,致使市区交通中断,房屋、商铺进水受灾,直接经济损失达 800 多万元;06-13 伊犁霍城县降暴雨,国道 312 果子沟段 9 处路段发生泥石流,交通中断,受阻车辆达 366 辆。20 世纪 80 年代以来,受气候由暖干向暖湿转变的影响,暴雨洪水灾害平均频次由 1987 年以前的 6 次变为其后的 14 6 次<sup>[7]</sup>,山洪、泥石流灾害频繁发生。

### 3.2 人为因素

人类活动可促进或诱发公路自然灾害发生。如 (1) 公路的边坡陡,在基岩地段易发生碎落、崩塌,而在坡面有松散物地方则易发生滑坡。(2) 公路未避开山洪、泥石流、风沙灾害危险区,或防治措施不力,就必然被其所困扰。(3) 山区森林过量采伐和草原过牧退化,涵养水源和保持水土功能减弱或丧失,导致山区水土流失,山麓地带则山洪、泥石流灾害发生。山区乱伐森林、乱挖药材、乱采沙金,草场过牧等,均可诱发或促进山洪、泥石流灾害发生,阻碍公路交通畅通。(4) 平原绿洲区道路因人工灌溉余水进入路基引起路面翻浆,若地下水位升高也易发生翻浆。在河流的流域内,如塔里木河中、上游大量用水,农区大水漫灌引起地下水位升高,土地盐渍化加重,引起公路路基翻浆;河流下游地区因缺水又引起植物枯死,风力作用加剧,沙丘爬上 218 国道阻碍交通。

如上所述,公路自然灾害的形成与自然条件有关,也受人为活动影响,为公路工程行为与自然环境因素综合作用的结果。如则克台至尼勒克公路中段,黄土深厚,受人工乱挖甘草影响,与 2002-04-29~05-10 连续降雨的作用,发生大型滑坡,滑坡体沿沟展布长达 5 km,致使公路交通中断。滑坡形成过程是:基岩或土体有滑动面,自然或人工作用

形成临空面,森林乱伐、过度放牧或挖甘草降低植被覆盖度,足够降水,滑坡发生。由以生态环境退化为主引起的滑坡、崩塌、山洪泥石流灾害,对公路交通产生了严重的危害。

## 4 公路自然灾害发展趋势与防治对策

### 4.1 发展趋势

纵观公路自然灾害的分布、成因,与气候转型<sup>[8]</sup>等有关因素变化趋势,可以对部分灾害进行预测,其发展趋势主要是:1 随着山区及山麓地带随降水量的增加,春、夏季山洪、泥石流灾害势必加重;冬季风、吹雪、雪崩灾害也可能增多;2 沙漠边缘地带,除如塔里木河下游地区因实施生态恢复工程,218 国道风沙灾害会逐步减少外,其他地区沙害依旧,塔里木盆地南缘的局部地方因生态恶化将使沙害加重;3 随着区域公路密度的增加,公路自然灾害点和危害程度势必增加;4 平原区国道随着公路盐渍化治理的加强,道路翻浆地点将会减少。

### 4.2 防治对策

上述公路自然灾害的分布、类型及成因和发展趋势表明,加强公路自然灾害防治研究是十分重要的。考虑新疆自然环境及公路灾害特点,宜以“预防为主,防治结合,综合治理,保护生态”为原则。在公路的规划选线、勘测设计、运营管理均应充分考虑区域自然环境及灾害类型特点,有针对性的采取防治措施(表 2)。

公路自然灾害成因复杂,类型多样,防治涉及要素较多,综合性强,应考虑采取:1 详细调查公路自然灾害发生地点,并进行编目;2 研究公路自然灾害环境,加强公路工程与各类灾害相互作用机制研究,开展如滑坡、泥石流等灾害的形成机理、活动规律、发展趋势研究<sup>[8]</sup>,进行公路自然灾害危险度区划<sup>[9]</sup>,为公路工程建设提供防灾减灾科学资料;3 在公路工程规划、勘测设计时应充分考虑自然灾害的危害性,针对可能发生的自然灾害种类,采取适当防治措施;在公路工程施工过程中,必须重视路域环境的保护,注意边坡稳定,严禁破坏植被,对受损的环境应及时修复,防治路域环境退化致灾;4 平原、沙漠区于公路沿线种草等植物,对缺水少土地方,可用卵、砾石压土,以利防风固沙,保持水土;山区注意边坡稳定及时采取措施,防治滑坡、崩塌等山地灾害发生;5 自然灾害发生与环境退化有关,防止草场过

牧、森林乱伐、中草药乱挖、矿产资源乱采, 加快生态恢复<sup>[10]</sup>与增强防灾意识等, 均是减轻公路自然灾害的有效途径; 6 对山洪泥石流多发区, 应加强冬季积雪厚度、春季气温变化、夏季降水特别是暴雨等诱发因素的监测分析, 并预测山洪泥石流发生地点, 采取公路防灾减灾措施<sup>[11]</sup>。利用 RS 等先进技术监测路域环境及灾害动态变化<sup>[12]</sup>, 开展路域自然灾害预测, 以利防灾减灾, 保障公路交通畅通。

表 2 新疆各类公路自然灾害的防治措施  
Table 2 Measures of prevention and controlling  
of highway natural disasters in Xinjiang

类型	防治措施
滑坡	保护植被与防水下渗, 设置拦挡工程, 固坡抗滑
崩塌	清除崩塌体, 降低边坡坡度或固坡。网护边坡
山洪、泥石流	保护山区森林植被, 固定矿山及其他工程松散碎石; 公路尽可能避开山洪、泥石流危险区; 筑导流堤, 加强排水截流, 完善防护设施等。加固公路护坡, 防止山洪流水侧蚀公路路基
	对风吹雪筑导风板、防雪走廊等; 雪崩筑阻雪丘、导雪槽、阻雪墙等
雪害	
大风	筑挡风墙, 卵、砾石铺面压土, 有水土地方植树种草
风沙	扎草方格, 植树种草, 化学合成物质固沙; 实施沙漠生物地毯工程。保护荒漠地表生物结皮
翻浆	隔断土壤毛细管上升水源, 或降低地下水位, 或以砂卵石置换细土物质
寒冻	隔断土体冻胀水源, 切断地下水补给冻胀丘的水源; 路面可用防冻材料以增加抗冻性; 路基以砂卵石置换细土物质, 以防止冻融翻浆
地震	公路工程应严格按照地震烈度设防, 并尽可能避开地震高烈度区

5 结论

1 新疆地域辽阔, 有“三山两盆”, 自然条件复杂, 公路分布具有在山麓平原连续跨沟、翻山越岭、穿越沙漠, 与绿洲区的密度大等特点。山地及山前平原为公路自然灾害的多发区。由以环境退化为主引起的自然灾害对公路工程产生了严重的危害。公路自然灾害是伴随公路工程行为而产生的, 具有沿公路呈带状分布的特点。

2 考虑公路自然灾害的成因及危害、与便于灾害防治为目的进行分类, 将新疆公路自然灾害划分为 9 大类型及 16 种二级类, 其中滑坡、崩塌、山洪、泥石流、雪害、风沙、大风等灾害发生地点多且较频繁, 对公路交通影响大。

3 公路自然灾害的形成与地质地貌条件复杂, 干旱、寒冷、缺水及风沙活跃、土壤盐碱化重、暴雨时有发生等自然因素有关, 也受人为活动影响, 为公路工程行为与自然因素综合作用的结果。

4 纵观公路自然灾害的分布、成因, 与有关因素变化趋势, 预测其有 4 种发展趋势, 宜以“预防为主, 防治结合, 综合治理, 保护生态”为防治原则, 采取有针对性的防治措施。

参考文献 (References)

[1] G eng Dadeng, Cheng Chankang, Yang W uyang, et al. Studay the physicorgoographical regionalization of China[ J]. *Gaogpical Symposium*, 1978, 33(1): 49~ 61[耿大定, 陈传康, 杨吾扬, 等. 论中国公路自然区划 [ J]. *地理学报*, 1978, 33(1): 49~ 61]

[2] X iong Heigang, Liu G engnian, Cui Zhijiu. The charateristics and vertical zone spectrum of natural disasters in the Tian shan mountains, X injiang[ J]. *Geogpical Symposium*, 1998, 18( 3): 227~ 233 [熊黑钢, 刘耕年, 崔之久. 新疆天山山地自然灾害垂直带谱及其特征 [ J]. *地理科学*, 1998, 18(3): 227~ 233 ]

[3] Wang Zhanli, Peng Keshan. On type, cause and distribution of main disaster in China[ J]. *Journal of Gulin institute of Technology*, 1999( 4): 354~ 360[王占礼, 彭珂珊. 中国主要灾害类型、成因及分布 [ J]. *桂林工学院学报*, 1999( 4): 354~ 360]

[4] The program 《Research on Xinjiang natural hazards》. Research on X injiang Natural Hazards[ M ]. Beijing Earthquake Press, 1994, 234~ 239 [ 《新疆自然灾害研究》课题组编著. 新疆自然灾害研究 [ M ]. 北京: 地震出版社, 1994, 234~ 239 ]

[5] Ma Dongtao, Zhang Jinshan, Wang Meng. Characteristics and hazards of pemafrost along the X injiang-Tibetan highway, X injiang[ J]. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(5): 554~ 561[马东涛, 张金山, 王蒙, 等. 新藏公路新疆段多年冻土特征及灾害初探 [ J]. *山地学报*, 2004, 22( 5): 554~ 561]

[6] Cui Peng, Yang Kun, Zhu Yingyan. Debris flow hazards along the traf fic lines in mountain areas of western china[ J]. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22( 5): 326~ 331[崔鹏, 杨坤, 朱颖彦. 西部山区交通线路的泥石流灾害及减灾对策 [ J]. *山地学报*, 2004, 22( 3): 326~ 331]

[7] Shi Yafeng. An Assessment of the Issues of Climatic Shift from W am - dry to W am - wet in Northwest China[ M ]. Beijing Meteorologica Press, 2003, 17~ 29[施雅风. 中国西北气候由暖干向暖湿转型问题评估 [ M ]. 北京: 气象出版社, 2003, 17~ 29]

[8] Ma Dongtao, Cui Peng, Yang Kun, et al. The roadbed hazards and the r formational causes along the X injiang-Tibetan highway in X injiang[ J]. *Journal of Natural Disasters*, 2003, 21( 3): 93~ 98 [马东涛, 崔鹏, 杨坤, 等. 新藏公路 (新疆段) 沿线道路病害及成因分析 [ J]. *自然灾害学报*, 2003, 21(3): 93~ 98]

[9] Yang Faxiang, Mu Guijin, Chen Yaning, et al. The classification of dangerous degrees of debris flow of A la creek, Tian shan Mountains [ J]. *Arid Land Geography*, 1991, 14( Suppl ): 90~ 99[杨发相, 穆桂金, 陈亚宁, 等. 天山阿拉沟泥石流危险度的划分研究 [ J]. *干旱区地理*, 1991, 14(增刊): 90~ 99]

[10] Mu Guijin, Yang Faxiang, Jelili A. discussion on the method of mud flow-hazard protection and control on the Badland[ J]. *Arid Zone Research*, 1993, 10( 3): 61~ 66[穆桂金, 杨发相, 吉力力·阿布都万里. 干燥剥蚀山地泥石流灾害防治措施探讨 [ J]. *干旱区研究*,

- 1993 10(3): 61~66]
- [11] Xie Hong, Wang Shige, Zhou Lin, *et al* Prevention and control of debris flow in dry valley of the upperM injiang River A case study of Longdong Gully[ J]. *Journal of Natural Disasters* 2004 23(5): 20~25 [谢洪, 王士革, 周麟, 等. 岷江上游干旱河谷区龙洞沟泥石流及其防治 [ J]. 自然灾害学报, 2004 23(5): 20~25]
- [12] Xie Minggen, Cheng Jiangang, Fan Ba The cause of meteorological formation and monitoring on landslide and debris flow disasters in Yunnan[ J]. *Journal of Mountain Science* 2005, 23(5): 571~578 [解明思, 程建刚, 范菠. 云南滑坡泥石流灾害的气象成因与监测 [ J]. 山地学报, 2005 23(5): 571~578]

## On Type Cause and Prevention of the Natural Disasters along the Highways in Xinjiang

YANG Faxiang<sup>1</sup>, YUE Jian<sup>1</sup>, HAN Zhiqiang<sup>2</sup>

(1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;

2 Xinjiang Institute of Highway Traffic Science Urumqi 830000, China)

Abstract Xinjiang is vast with a morphological pattern that the two large basins are between the three high mountains and the natural environment is complicated. The road distribution has such main characteristics as going over hill and dale, passing through the desert, cross ditches in the piedmont plain, highway density being continuously big in oasis district and so on. The road natural disaster always goes with the highway engineering behavior; consequently, assumes the rule of belt-shaped distribution along the road. Caused mainly by the degradation of ecological environment, natural disasters occur frequently along the highways in Xinjiang and they impact seriously the highway traffic. These natural disasters impacting the highway traffic in Xinjiang include mainly 16 kinds, such as the landslides, rock avalanches, floods and debris flows. Their formation is related to the natural factors, such as the aridity, shortage in water resources, frequent occurrence of sand drift disasters, coldness, serious soil salinization or alkalization and vulnerable ecological environment as well as the behaviors of highway construction. To make a comprehensive view on the spatial distribution and the formation causes of the natural disasters along the highways as well as the factors affecting the occurrence of these natural disasters in Xinjiang, it is predicted that there will be 4 change trends of the natural disasters along the highways in Xinjiang and some suitable principles and measures of preventing and controlling the natural disasters should be taken.

Key words highway, natural disasters, formation cause, prevention and control, Xinjiang