

文章编号:1671-8879(2011)02-0033-05

# 公路自然灾害类型划分

李家春<sup>1</sup>, 黄丽珍<sup>2</sup>, 田伟平<sup>1</sup>, 李朋丽<sup>1</sup>

(1. 长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710064;

2. 孝感学院 新技术学院, 湖北 孝感 432100)

**摘要:**为了有针对性地制定公路自然灾害的防治措施, 结合公路自身特点及公路行业的要求, 运用系统理论分析法将中国公路主要自然灾害划分为 2 种类型: 地质灾害和气象灾害。根据公路自然灾害成灾原因、灾害体规模、破坏形式和发生部位, 将公路上常见的崩塌类、滑坡类、泥石流、路基沉陷与塌陷、暴雨洪水灾害做了进一步划分。结果表明, 公路自然灾害类型划分是灾害管理和减灾防灾工程实践的基础。

**关键词:** 道路工程; 公路; 自然灾害; 类型划分

**中图分类号:** U418.5

**文献标志码:** A

## Type classification on natural disasters of highway

LI Jia-chun<sup>1</sup>, HUANG Li-zhen<sup>2</sup>, TIAN Wei-ping<sup>1</sup>, LI Peng-li<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 2. School of New Technologies, Xiaogan University, Xiaogan 432100, Hubei, China)

**Abstract:** In order to develop prevention measures of natural disasters to highway, this paper studied highway's characteristics and its safe requirements, to highway adopted systematic theory and analytic approach to divide the natural disasters of highway into two types: geological hazard and meteorological disaster. According to disaster causes, scale, failure modes and location, the common types of highway hazard were further divided, for example, collapse, landslide, debris flow, subgrade settlement and subgrade collapse, storm or flood. It is pointed out that the hazard type classification is the basis of disaster prevention and mitigation, such as hazard management. 6 tabs, 2 figs, 10 refs.

**Key words:** road engineering; highway; natural disasters; type classification

## 0 引言

灾害是由自然因素、人为因素或二者兼有的原因所引发的, 对人类社会的潜在破坏作用超过社会正常承受能力, 导致生命、财产和环境损失甚至社会失衡等危害性后果。公路建设对经济社会发展和人民生活水平改善具有重大的作用, 因而发展速度越

来越快。近年来, 自然灾害对各级公路正常运营的影响越来越大, 已引起管理部门的高度重视。公路自然灾害种类繁多、发生频繁、影响面宽、损失严重, 因此, 在重视加大基础设施建设的力度的同时, 也应加强对自然灾害的防治<sup>[1]</sup>。

鉴于中国公路灾害的复杂性和严重性, 为贯彻科学发展观, 以人为本, 建立和谐社会, 对公路防灾

收稿日期: 2010-07-20

基金项目: 国家西部交通建设科技项目(2006 318 000 07)

作者简介: 李家春(1968-), 男, 陕西商洛人, 副教授, 工学博士, E-mail: zhs@chd.edu.cn.

减灾提出了更高的要求。但由于大多数公路养护基层工作人员对自然灾害认识的局限性,贻误了防治时机,或制定的防治方案欠妥,给国家造成了不必要的损失。为此,本文结合公路自身特点及公路行业的要求,对公路自然灾害进行类型划分,以指导公路防灾减灾工作,促进公路建设可持续发展。

### 1 现有的公路自然灾害类型的划分

目前,对于中国的多种自然灾害,许多学者进行了类型划分,然而划分标准不尽相同,如致灾因子的来源、承灾体、灾情、灾害发生的特点以及灾害发生的生态环境等。王占礼等总结国内外有关情况,将中国的灾害分为地质灾害、气象灾害、环境污染灾害、火灾、海洋灾害、生物灾害 6 大类,共 41 个小类<sup>[2]</sup>。这些划分的研究对象及范围较广,并不是以公路为主要研究对象,而是广泛的自然界,不能完全或接近真实地反映公路自然灾害的特点,如直接用于公路灾害管理上多有不妥之处。因此,对公路这个特殊的结构体进行符合实际情况的灾害类型划分是非常有必要的,并且有助于公路灾害防治的分析与决策。最早对公路自然灾害类型划分进行研究的是杨俊明等人,他们按照灾害成因及类型分布,将中国公路灾害划分为地质环境灾害、气象灾害、环境污染灾害和土类灾害 4 大类及 21 亚类<sup>[3]</sup>。

由于各种原因,现有的自然灾害类型划分方法在实际应用中存在着的许多问题,主要表现为:①因研究角度、侧重点、行业特点等方面的不同,对灾害类型的划分标准不统一;②公路灾害类型划分与其他学科或行业的不一致;③已有研究成果多集中在滑坡、泥石流、河流洪水灾害等主要灾种上,对其他灾害的研究相对较少;④用于灾害管理的宏观性基础研究较为缺乏。因此,对已有公路灾害类型划分研究成果进行修改完善,将有利于公路灾害的防治和管理。

### 2 公路自然灾害的定义

公路自然灾害是以自然因素为主,或由自然因素与人为因素的共同作用,引起公路设施的严重破坏或公路服务质量大幅度下降,甚至引起交通中断或受阻的突发性事件<sup>[4]</sup>。

- 易与公路自然灾害混淆的事件特别说明如下。
- (1)公路工程施工或运营中,由于人为因素造成人员伤亡和经济损失的事件,称为事故。
- (2)因气候等自然因素造成的公路设施损坏,但

规模小、经济损失小,这类事件称为公路病害,如翻浆、小规模的路基沉陷、坡面侵蚀、小的结构物温度裂纹等。

(3)特殊土,如冻土、盐渍土、黄土、膨胀土、软土等,所带来的灾害是多样的,灾害类型可以是路基沉陷、塌陷、翻浆、冻胀、滑坡、崩塌、泥石流等,不应单独列为“特殊土灾害”。

(4)当一些问题只是影响行车速度和舒适性,并未引起交通受阻或中断时,其修复可通过常规的养护来解决,则不必作为灾害考虑,应归为公路病害更为合理。

### 3 公路自然灾害类型的划分

通常,人们按照不同的标准将灾害分为若干类型,不同类型的灾害有不同的辩识指标及防治手段和对策组合。本文结合公路交通所发生自然灾害的特点,按照灾害成因条件及灾害动力来源,将公路自然灾害分为 2 大类:地质灾害和气象灾害(表 1)。中国自然灾害类型繁多,除这 2 大类,其他类型灾害也时有发生,如在公路工程中,森林火灾、海洋灾害及生物灾害很少发生,即使发生,对公路的影响也很小;环境污染的发生通常被认为是公路病害或事故,如汽油泄露等。因此,公路自然灾害只将作用于公路这个承灾体的常见的主要自然灾害进行类型划分,以使灾害类型划分更具有实用性和针对性。

表 1 公路自然灾害类型划分

大类	亚类	灾害动力
地质 灾害	地震	内动力地质作用
	边坡地质灾害	外动力地质作用
	地面变形破坏	外动力地质作用
	隧道冒顶、隧道涌水等	内动力与外动力共同作用
气象 灾害	暴雨、洪水灾害	水圈(水)
	冰冻雪灾	大气层(温度)
	风沙灾害	大气层(风)
	热带风暴灾害	大气层(风、暴雨)

为便于灾害类型的识别和工程治理措施的选择,针对公路工程中最常见的边坡地质灾害、地面变形破坏及暴雨洪水灾害,根据成灾原因、破坏形式、发生部位等,做进一步的划分。

#### 3.1 边坡地质灾害

在公路工程中,与公路相关的滑坡类、崩塌类及泥石流等边坡变形破坏现象,造成公路交通中断、设施毁坏,致使公路使用性能下降或服务质量下降等,统称为边坡地质灾害,划分结果如下页图 1 所示。

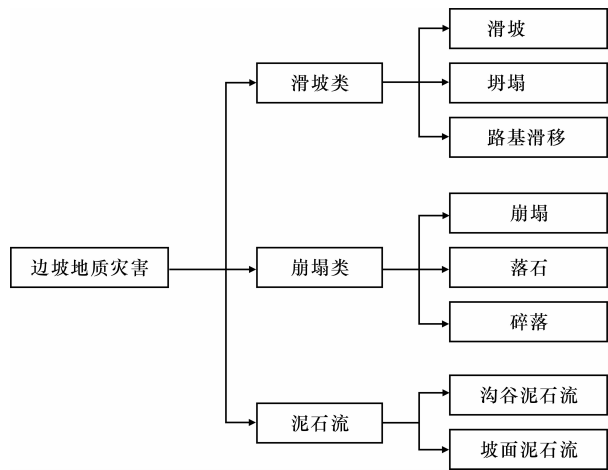


图 1 边坡地质灾害类型划分

3.1.1 滑坡类

滑坡类灾害包括滑坡、坍塌、路基滑移等以剪切破坏为主要形式的破坏。滑坡是指一定自然条件下的斜坡,由于河流冲刷、人工切坡、地下水活动或地震等因素的影响,使部分土体或岩体在重力作用下,沿着一定的软弱面或带整体、缓慢、间歇性的以水平位移为主的变形现象。滑坡后形成环状后壁、台阶、垅状前缘等外貌。坍塌是一种极为常见的斜坡变形现象。土层、堆积层或风化破碎岩层构成的斜坡,由于土壤中水和裂隙水的作用,河流冲刷或人工开挖,斜坡陡于岩土体本身强度所能保持的坡度而产生的逐层坍塌现象称为坍塌。路基滑移多发生在高填方路段,由于斜坡上的覆盖层多为残坡积土,高填方土体与斜坡体的接触面将是一个相对贯通的软弱结构面,在水和荷载等因素作用下,填方土体极易沿该结构面滑动,致使路基发生滑移破坏。

国内外许多学者对滑坡的定义及分类进行了研究,然而由于不同的划分标准,始终没有形成统一的划分方法。西北铁道科学研究院在滑坡学方面的理论和实践经验丰富,取得了一系列的理论研究成果。实践证明,铁路工程中对滑坡的分类较为符合实际情况,并且有利于制定滑坡治理方案。因此,可参考铁路工程中对滑坡的三级分类方案:第一级分类标志是“组成滑体的物质”,即形成滑坡的岩土类型;第二级分类标志是“主滑面成因类型”,其中同生面,即边坡结构中不存在这个结构面,而是在重力及其他影响因素作用下新产生的滑动面,如坍塌即可归为这一类;第三级分类标志是“滑体厚度”,滑体厚度对滑坡可能的运动方式、整治时的原则、措施、施工难易及工程量等有重要影响<sup>[5]</sup>。这一分类便于认识滑坡的特点、形成原因及规模,简单明了,分类结果见表 2。

表 2 滑坡综合分类

滑体物质	主滑动面成因	滑体厚度
粘性土滑坡	层面滑坡 堆积面滑坡 构造面滑坡 同生面滑坡	浅层滑坡(<6 m) 中层滑坡(6~20 m) 厚层滑坡(20~50 m) 巨厚层滑坡(>50 m)
黄土滑坡		
堆积土滑坡		
堆填土滑坡		
岩石滑坡		
破碎岩石滑坡		

滑坡还可按力学性质分为牵引式、推移式、牵引推移式滑坡 3 种。

3.1.2 崩塌类

崩塌类灾害指在重力和其他外力(地震、水、风、冰冻等)共同作用下,岩土体从较陡的边坡上发生顺坡向下、以垂直或翻滚运动形式为主的破坏。

崩塌类灾害根据块体大小可分为崩塌、落石、碎落。崩塌是公路高陡边坡上的岩土体在重力、地震、地下水或暴雨的综合作用下完全脱离母体,以滚动、跳动、坠落等垂直为主的形式突然向下运动的现象<sup>[6]</sup>。落石是陡峻斜坡上的个别岩石块体在重力和其他外力作用下,突然向下滚落的现象<sup>[7]</sup>。公路中碎落属于小型崩塌,碎落和落石体积一般在 3 m<sup>3</sup> 以下。文献<sup>[6]</sup>将崩塌方量按照 4 个等级进行划分:小于 3 m<sup>3</sup> 属于小型崩塌;3~1 000 m<sup>3</sup> 属于中型崩塌;1 000~5 000 m<sup>3</sup> 属于大型崩塌;5 000 m<sup>3</sup> 以上为特大型崩塌。

根据崩塌的物质组成,可划分为土质崩塌和岩质崩塌。

3.1.3 泥石流

根据固体物质组成划分:泥流、泥石流、水石流、碎屑流,具体分类见表 3。

根据发生流域形态划分:沟谷泥石流、坡面泥石流,见下页表 4。沟谷泥石流可阻塞桥涵,淤埋道路。坡面泥石流分布广,但体积小,往往造成边沟淤塞,淤埋路面。

3.2 地面变形破坏

地面变形破坏包括 2 大类:路基沉陷和塌陷;按照其孕灾环境不同,又可以将这 2 类进一步划分,如

表 3 泥石流固体物质成分的分类

分类	泥流	泥石流	水石流	碎屑流
物质组成	由粘粒、粉粒和少量砂砾、碎石组成	由粘粒、粉粒、砂砾、漂砾混合组成	由砾石、碎石、块石及少量砂粒、粉粒组成	以碎石、砾石、块石组成,在无水或水量很少的情况下流动

表 4 泥石流流域形态特征划分

指标	沟谷泥石流	坡面泥石流
流域面积/km <sup>2</sup>	>1	0.1~1.0,一般小于0.5
主沟长度/km	>2	<1.0,个别可达2.0
形态特征	沟谷形态明显,一般呈上游宽下游窄的葫芦形或勺形,支沟发育。流通区沟谷呈V形。沟床纵坡一般小于15°,卡口、跌坎,沟内滑坡、崩塌发育。沟口堆积物呈扇形。	沟床短、浅、陡,沟床纵坡与山坡一致,一般无支沟。坡面有明显侵蚀、坍塌现象,堆积物呈锥形,颗粒粗大,棱角明显。

图 2 所示。这样划分可以根据各自灾害特点、成灾原因,采取相应的防治工程措施,使采用的治理方案更具有针对性。

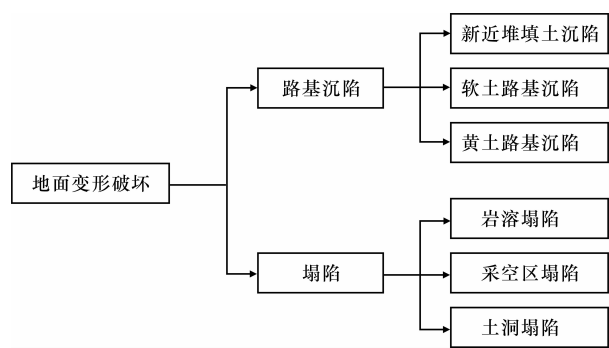


图 2 地面变形破坏类型划分

新近堆积土属于软弱土,土层一般呈欠固结状态,土体压缩性高、强度低,在正常情况下,也会产生不均匀沉降。软土是一种特殊性土,在静水或缓慢流水环境中沉积而成、含水量高、压缩性高、承载力低、透水性差的饱和粘土层。软土地基的工程地质问题主要是地基沉降和稳定性。黄土路堤由于黄土粉粒含量高、含水量低,施工时不易压实,普遍存在着较大下沉变形,有的地段路堤下沉很严重,影响了道路的交通安全。尽管各自孕灾环境不同,但是路基沉降有其共同特点,即土体因自重、外部荷载、浸水等作用产生固结变形,变形量超过允许值,固结沉降使灾害体与周边土体之间形成裂缝。

岩溶塌陷已是中国频发的地质灾害之一。它是指岩溶洞穴上面的岩土体在自然或人为因素作用下发生突发性地面变形破坏,向隐伏在其下的早期岩溶洞隙塌落,并在地表形成塌陷坑的一种岩溶动力地质作用与现象。采空区塌陷是由于煤矿采空区地表过去或现在所发生的塌陷破坏,造成公路路基下沉;若在竖直方向产生拉伸变形,将引起路基本身松弛,同时还可能在不同土质界面产生脱层,影响路基

承载力,加大地表的倾斜与拉伸变形,从而影响路基稳定性。土洞是岩溶地层上覆盖的土层被地表水冲刷或被地下水潜蚀所形成的洞穴,土洞塌陷引起地面下陷,导致道路通车不畅。塌陷的共同特征是,路基失去下部支撑而发生突然垂直破坏,所造成的危害较大。

3.3 暴雨、洪水灾害

此类灾害使沿河路基水毁、小桥涵水毁;坡面冲刷、淹没与浸泡等。文献[8]定义公路建筑物因暴雨、洪水造成的各种程度不同的破坏为公路水毁,将公路水毁主要分为:桥渡因洪水的冲击与冲刷而造成的破坏;沿河公路及其冲刷防护建筑物因洪水的顶冲与淘刷而造成的坍塌与破坏;山区小型人工排水建筑物的水毁等。高冬光从多年考察的各地公路和桥梁水毁实例中,将水毁类型归纳为 10 大类,分类结果见表 5<sup>[9]</sup>。

表 5 主要公路水毁类型

序号	公路和桥梁水毁类型	序号	公路和桥梁水毁类型
1	河弯凹岸冲刷(包括股流弯曲逼岸冲刷、对岸挑流冲刷等)	6	泥石流对路基、桥涵的冲刷、堵塞和覆盖
		7	桥梁墩台及引道冲刷
2	河道压缩冲刷(包括地形突变河道变窄、人类修路造田等)	8	山区河流桥梁壅水过高和漂浮物堵塞,摧毁桥梁
		9	河道挖沙引起的桥梁、路基冲刷、基础埋深不足,造成水毁
3	路面淹没,急速退水冲刷	10	涵洞进出口(特别是出口)冲毁或堵塞,导致路基坍塌或冲断
4	黄土路基冲刷		
5	路基上边坡(挖方)的坡面坍塌、崩塌和滑坡		

进行水毁类型的科学划分,首先应明确划分的依据。依据不同,划分的结果必然不同。中国许多学者先后提出各自的划分方法,有相同之处,也有明显的差别。其因为:一是对“水毁”的内涵与外延理解不一致;二是划分的依据不统一。水灾害是自然灾害的一种形式,公路水毁是水灾害在公路工程中的具体表现,和其他水灾害的区别在于公路水毁的承灾体是公路。公路水毁是降水及洪水引起的公路工程各种结构物的功能性破坏。水毁与水害的区别在于:水毁引起公路某种功能的丧失,如桥墩失稳、路堤坍塌等;而水害的危害程度小,还没有引起公路功能的丧失,只是造成功能的减弱,如轻微的坡面冲刷、路面雨水入渗引起强度减小等<sup>[10]</sup>。因此,本文按照承灾体类型、致灾因子类型和孕灾环境类型,将暴雨、洪水导致的公路水毁灾害划分为 11 种类型,结果见下页表 6。

表 6 公路暴雨洪水灾害类型

划分依据	灾害类型
承灾体类型	大、中桥水毁
	小桥涵水毁
	路基及防护工程水毁
	边坡冲刷水毁
	路面水毁
致灾因子类型	河流洪水灾害
	暴雨或山洪灾害
孕灾环境类型	平原地区水毁
	山区水毁
	高原地区水毁
	其他

将灾害类型按“孕灾环境、承灾体和致灾因子”为划分依据,对公路水毁统一命名,如山区沿河路基河流洪水灾害等。这样命名不仅对暴雨洪水灾害的发生地点、灾害发生部位及成灾原因一目了然,并且对于及时采取防治措施也是非常有利的,具有非常强的针对性。上述灾害类型还可进一步细分,例如按河段分类,平原区水毁可以分为顺直微弯河段水毁、弯曲河段水毁、宽滩河段水毁等,其他类型水毁也是如此。

4 结 语

(1)结合公路特点,将公路自然灾害划分为地质灾害和气象灾害 2 大类。

(2)根据成灾原因、破坏形式等,将公路常见的主要灾害:滑坡类、崩塌类、泥石流、路基沉陷与塌陷及暴雨洪水等,做了进一步的划分,为研究公路防灾减灾奠定理论基础。

(3)公路自然灾害应采用统一的类型划分方法,形成统一认识;灾害类型划分宜进一步细化,以便于公路自然灾害的防治与管理。

参考文献:  
References:

[ 1 ] 邵海鹏. 公路网应对自然灾害系统框架研究[J]. 长安

大学学报:社会科学版,2009,11(4):6-11.  
SHAO Hai-peng. Mechanism and framework for natural disaster prevention for highway network [J]. Journal of Chang'an University: Social Science Edition,2009,11(4):6-11.  
[ 2 ] 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,1999,19(4):354-360.  
WANG Zhan-li, PENG Ke-shan. On type, cause and distribution of main disaster in China[J]. Journal of Guilin Institute of Technology,1999,19(4):354-360.  
[ 3 ] 杨俊明,张经济,常占怀,等. 中国公路灾害类型的分析与研究[J]. 重庆大学学报:社会科学版,2005,11(3):17-20.  
YANG Jun-ming, ZHANG Jing-ji, CHANG Zhan-huai, et al. Analysis and research on road disaster type of China[J]. Journal of Chongqing University: Social Science Edition,2005,11(3):17-20.  
[ 4 ] 舒 森,李家春,朱 钰,等. 陕西省公路灾害防治技术指南[M]. 北京:人民交通出版社,2009.  
[ 5 ] 王恭先,徐峻龄,刘光代,等. 滑坡学与滑坡防治技术[M]. 北京:中国铁道出版社,2004.  
[ 6 ] 黄丽珍,李家春,万 利. 公路崩塌灾害等级划分初步研究[J]. 中国地质灾害防治学报,2009,20(3):44-46.  
HUANG Li-zhen, LI Jia-chun, WAN Li. Preliminary study on classification for highway avalanche hazards [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control,2009,20(3):44-46.  
[ 7 ] 胡厚田. 崩塌与落石[M]. 北京:中国铁道出版社出版,1989.  
[ 8 ] 蒋焕章. 公路水文勘测设计与水毁防治[M]. 北京:人民交通出版社,2001.  
[ 9 ] 高冬光. 公路与桥梁水毁防治[M]. 北京:人民交通出版社,2002.  
[10] 李家春. 公路边坡降雨灾害评价方法与指标研究[D]. 西安:长安大学,2005.