

钱莉,安颖颖,赵德强. 乌鞘岭高速公路路段多发交通事故的气象条件分析[J]. 干旱气象, 2014, 32(2): 286-291, [QIAN Li, AN Yingying, ZHAO Deqiang. Analysis of Meteorological Conditions About Highway Traffic Accidents in Wushaoling of Gansu[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(2): 286-291], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-02-0286

乌鞘岭高速公路路段多发交通事故的气象条件分析

钱莉^{1,2}, 安颖颖², 赵德强²

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室,
中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020;
2. 甘肃省武威市气象局, 甘肃 武威 733000)

摘要:利用2006年1月1日至2013年5月31日甘肃省乌鞘岭路段高速公路发生的一般、重大、特大道路交通事故个例和同期乌鞘岭气象站的气象观测资料,利用统计方法分析天气现象和气象要素与道路交通事故的关系。乌鞘岭路段的交通事故一年中3月、7月、9月发生的几率较大,这与季节交替时气象要素变化显著、雨带北移、降水日数增多有直接关系。乌鞘岭路段公路交通事故,由不良气象条件引发的占总事故数的81%。发生交通事故中不良天气的排序依次为结冰、降雨、降雪、积雪、大雾。普查气象要素与交通事故相关性,发现最低温度、地面最低温度、相对湿度、能见度、日降水量、极大风速与公路交通事故具有显著相关。

关键词:公路交通事故;气象因子;天气条件

文章编号:1006-7639(2014)-02-0286-06 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-02-0286

中图分类号:P49

文献标识码:A

引言

据统计,全国各种安全事故中除了矿业事故外,交通事故位居第二位,而且大有增长趋势。近年来,平均每年全国高速公路交通事故死亡人数10余万人,其中约70%与天气有关^[1]。特别是在全球气候变暖导致极端气象灾害频次增加、强度增大的大背景下,低能见度、暴雨、道面结冰、积雪、高温、大风等灾害性天气已经成为威胁高速公路安全运营的最大非人为因素。在不良天气条件下,由于能见度低、路面行车条件和车辆技术状况等发生极大变化,诱发驾驶员失误,促使交通事故高发。高速公路上车速快、车流量大,一旦发生事故,其严重性比普通公路更大,死亡率更高,加之恶劣天气条件的影响,给交通事故救援带来极大困难,进一步加大了交通事故的损失和影响^[2]。周尔波等^[3]运用事故致因分析理论对高速公路在恶劣天气条件下的交通事故进行了事故致因分析;郑安文^[4]运用系统论的观点,从人、车辆、道路环境、交通管理等方面对与道路交通安全相关的诱发因素进行了分析,提出了在灾害性

天气条件下完善高速公路安全管理的措施和方法。公路环境气象指数预报的研究刚刚起步,田小毅等^[5-7]研究了高速公路低能见度浓雾的预报方法,罗慧等^[8]采用Logistic回归模型建立公路交通事故的预警模型。目前具体分析气象条件与公路交通事故发生的相关研究还不多,贺芳芳等^[9]研究了上海地区不良天气条件与交通事故的关系,潘娅英等^[10]研究了丽江地区不良天气条件与交通事故的关系,均发现不利气象条件是影响公路交通安全的重要因素之一。由于各地区的气候有很大差异,交通事故发生的气象影响因子也不同,研究不同气候条件下影响公路交通安全的气象条件,对建立公路交通气象监测网和制作交通气象安全预报,降低公路交通事故的发生率有着广泛而深远的意义。

乌鞘岭高速公路是国道主干线系统中“五纵七横”的重要组成部分,也是甘肃省公路网干线系统中“四纵四横”的主要路段,是河西走廊地区与兰州地区经济交流与合作的主要纽带^[11]。乌鞘岭地区位于黄土高原、内蒙古高原和青藏高原的交汇地带,

收稿日期:2013-10-08;改回日期:2014-02-27

基金项目:甘肃省气象局2014年科研项目“甘肃省高速公路交通气象风险评估”(2014-19)资助

作者简介:钱莉(1963-),女(汉族),浙江金华人,高级工程师,主要从事天气气候研究工作。E-mail: wwxqjql@163.com

特殊的地理和气候条件,决定了这里天气气候复杂多变,局地强对流降水、大雾、大风、积雪和道面结冰等不利天气发生的频率非常高,对公路交通造成很大威胁,不少公路交通事故就出现在恶劣的气象条件下。如2008年9月9日乌鞘岭出现雨夹雪、大雾和积雪天气,降雪量9.1 mm,地面最低温度0.1℃,由于路面湿滑、能见度差,造成4人死亡、1人受伤的特大公路交通事故;2010年5月17日乌鞘岭出现降雪,降雪量7.8 mm,18日出现结冰和积雪现象,地面最低温度-1.3℃,由于道路出现严重积雪和结冰,造成5人死亡的特大公路交通事故。因此开展不利气象条件对于公路安全影响以及对策研究,对提高公路交通的安全保障水平、保护公众的生命和财产安全具有重大的现实意义。甘肃省山地和高原占总面积的70%以上,高海拔是甘肃省高速公路的主要特点之一。研究乌鞘岭高速公路气象条件和交通事故之间相关关系不仅可以指导乌鞘岭高速的安全运行,对其它多条交通线路也存在非常重要的参考价值。

1 资料和公路交通事故标准

乌鞘岭地区高速公路起点位于兰州市永登县徐家磨村,平均海拔2 000 m以上,接树(屏)徐(家磨)段高速公路的终点,沿途经永登、天祝和古浪3县,终止于古(浪)永(昌)段高速公路的起点。总体走向由东南向西北展布,公路全长149.47 km。选取2006年1月1日至2013年5月31日甘肃省乌鞘岭路段高速公路发生的一般、重大、特大公路交通事故个例和同期乌鞘岭气象站的气象观测资料,利用统计方法分析天气现象和气象要素与公路交通事故的关系。季节划分3~5月为春季,6~8月为夏季,9~10月为秋季,11月至次年2月为冬季。

根据公安部1991年12月2日颁布的《关于修订道路交通事故等级划分标准的通知》,把道路交通事故分成4类^[12]:(1)轻微事故。一次造成轻伤1~2人,或者财产损失机动车事故不足1 000元,非机动车事故不足200元;(2)一般事故。一次造成重伤1~2人,或者轻伤3人以上,或者财产损失不足3万元;(3)重大事故。一次造成死亡1~2人,或者重伤3人以上10人以下,或者财产损失3万元以上不足6万元;(4)特大事故。一次造成死亡3人以上,或者重伤11人以上,或者死亡1人,同时重伤8人以上,或者死亡2人,同时重伤5人以上,或者财产损失6万元以上。乌鞘岭高速公路路段2006年1月1日至2013年5月31日共出现一般以

上事故84起。其中,特大事故4起,占总样本数的5%;重大事故34起,占总样本数的40%;一般事故46起,占总样本数的55%。

2 乌鞘岭高速公路交通事故分析

分析近8 a乌鞘岭路段交通事故出现的季节分布(图1),发现一年四季发生的交通事故百分比相差不是很大,夏春季略多于秋冬季。其中春季占26.2%,夏季占27.4%,秋季占22.6%,冬季占23.8%,夏季是交通事故发生最多的季节,其次是春季,秋季则为交通事故发生最少的季节。交通事故下半年多于上半年。一年中交通事故的多发月为3月、5月、7月、9月,分别占总事故数的13.1%、9.5%、13.1%、16.7%。3月为冬季转为春季的过渡季节,5月为春季转为夏季的过渡季节,9月为夏季转为秋季的过渡季节,7月则是季风雨带北移,乌鞘岭地区降水和雾天气最多的月份。由此可以看出,乌鞘岭路段交通事故与气候的季节交替、不利天气影响密切相关。

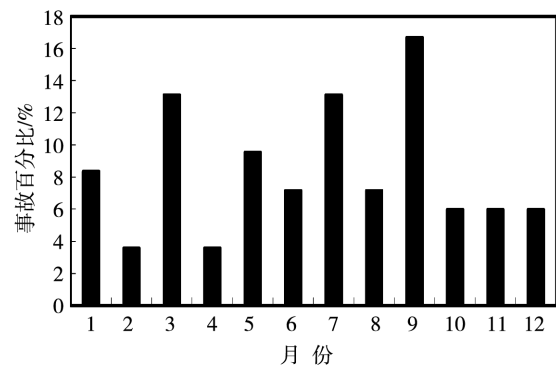


图1 乌鞘岭路段交通事故月际分布

Fig.1 The monthly distribution of traffic accidents on Wushaoling highway

3 交通事故与天气现象的相关分析

3.1 乌鞘岭路段公路交通事故与天气现象分析

分析2006年1月1日至2013年5月31日乌鞘岭路段交通事故资料,共发生一般以上级别交通事故84起,发生在不良气象条件下的交通事故68起,占交通事故的81%。恶劣天气出现时,往往是多种天气现象同时出现,有时无法区分哪种天气对交通事故的影响占主导作用。因此,在统计发生交通事故时的天气现象时,对一次交通事故中出现的不同天气现象分别统计。其中出现结冰现象时发生公路交通事故为最多,共38起,占发生交通事故时

伴随天气现象总数的 24.8%;其次为降雪、降雨、积雪,分别为 28、28、27 起,占 18.3%、18.3%、17.6%;雾天发生公路交通事故 15 起,占 9.8%;晴天发生交通事故 16 起,仅占 10.8%。由此可见,交通事故的发生与天气条件密切相关。

进一步分析不同级别交通事故中各类天气现象的出现次数(表 1),发现特大交通事故均发生在不良天气条件中,主要发生的不良天气为降雪、积雪、结冰和大雾。80% 的重大交通事故、94% 的一般交通事故发生在不良天气条件中。

表 1 乌鞘岭各类天气下各等级事故出现次数统计

Tab. 1 Statistics of traffic accidents with different levels under different weather conditions on Wushaoling highway

	降雪	降雨	积雪	大雾	结冰	冰雹	晴天
一般事故	17	18	16	10	22	1	5
重大事故	8	10	8	4	13	0	11
特大事故	3	0	3	1	3	0	0
各类天气事故总和	28	28	27	15	38	1	16
各类天气事故所占/%	18.3	18.3	17.6	9.8	24.8	0.7	10.5

3.2 不利天气条件对交通的影响机理

不利气象因素对交通安全的直接影响主要有 2 点:(1)对驾驶员心理生理的不良影响。在不利气象因素条件下行车,驾驶员心理上会产生很大的压力,甚至产生一种恐慌感,精神高度集中。驾驶员精神的高度集中会导致疲劳和最终注意力分散,对外界的综合判断能力下降,一般只能做出模糊的简单判断,对大小和程度的判断不准确。当情况紧急时,特别是一些驾龄较短的驾驶员往往会冲动甚至不加思考就进行判断,动作容易过大和不协调,有时不知所措,加剧了行车的危险性;(2)对能见度以及行车附着系数等道路行车条件的影响。能见度影响驾驶员的视力和车辆的最低限速,是确定行车速度、保证安全行驶的重要因素之一。路面的抗滑性能对道路交通安全更是具有极其重要的影响,路表在湿润状态下抗滑性能降低,当路表与轮胎之间形成水膜时,其抗滑性能更低。有积雪时,冰雪覆盖下的路面抗滑性能不再由路面与轮胎之间的摩擦特性决定,而完全取决于积冰和积雪的特性。通常冰雪路面的抗滑性能极差,是交通事故多发的主要诱因。雪、雨、雾、路面结冰等不利气象因素对公路交通安全的影响主要是导致能见度降低和路面冻结、湿润造成路面附着系数降低。

3.2.1 雪对交通安全的影响

乌鞘岭路段交通事故发生最多的天气为雪天(雪天包括降雪、积雪、结冰,其中积雪、结冰为降雪的次生天气),占发生交通事故时伴随天气现象总数的 60.8%。其中出现交通事故中有 28 起伴有降雪、27 起伴有积雪、38 起伴有结冰。如 2008 年 9 月

9 日乌鞘岭出现雨夹雪、大雾、积雪和结冰天气,降雪量 9.1 mm、地面最低温度 0.1 °C,道路湿滑、能见度恶劣,出现 4 死、1 伤的特大交通事故;2010 年 5 月 17 日乌鞘岭出现雨夹雪,降雪量 7.8 mm,18 日乌鞘岭路段出现严重积雪和道路结冰现象、地面最低温度 -1.6 °C,道路湿滑,出现 4 人死亡的特大交通事故。2008 年 11 月 23 日乌鞘岭出现微量降雪和 -13.8 °C 的低温天气,降雪时能见度和温度的骤降,出现 4 人死亡的特大交通事故;2009 年 1 月 21 日乌鞘岭出现微量降雪和 -18.1 °C 的低温天气,降雪时能见度和温度的骤降,出现 4 人死亡的特大交通事故。近 8 a 中发生的 4 起特大事故均发生在雪天中。

(1) 雪天对能见度的影响

降雪时飞舞的雪花阻碍视线,导致能见度降低。小雪时,能见度将降至 1 000 m 以外;中雪时,能见度将降至 500 ~ 1 000 m 之间;大雪时,能见度将降至 500 m 以内。此外,雪后晴天时,由于积雪对阳光的强烈反射作用,产生眩光,也会使视力下降。如果下雪时伴随有大风会造成风吹雪。风吹雪发生时会使能见度变差、视距变短甚至产生视程障碍,视距可从 100 m 以上的状态,在数秒间变成无视距的白色世界,易造成驾驶人员判断失误,对车辆的运行来说非常危险。能见度变差不仅对运行车辆影响很大,而且对高速运行的除雪机械、道路现场作业等影响同样很大,使其运转操作效率降低,带来安全隐患。吹雪和积雪还将形成白色单调的行车环境,不利于驾驶员安全。

(2) 雪对附着系数影响

当车辆行驶在松软的雪路面上时,阻碍车轮相对路面打滑的主要是车轮与路面的摩擦作用,其次是被挤压变形的突起部分嵌入轮胎花纹凹部所产生的抗滑作用。车轮打滑现象只有在克服了轮胎与路面的摩擦,并且嵌入轮胎凹部中的路面突起部分受到纵向剪切而断裂时才发生,雪的抗剪切强度很低,被剪切面的雪又把车轮凹部填满,车轮胎表面与雪之间的摩擦更小,故附着系数也小,车轮就易打滑。

(3) 冰的影响机理

冰对公路交通安全的影响主要是对附着系数的影响。路面结起冰层,使汽车轮胎与路面的摩擦系数减小,附着力大大降低,使车辆行驶稳定性与车辆的制动性、驱动性极差。在所有不利气象因素中,路面结冰是使路面摩擦系数降低最明显的。在冰雪天气条件下,路面附着系数仅为正常干燥路面附着系数的 $1/8 \sim 1/4$ 。车速越高,路面附着系数越小。据英国的气候条件与交通事故资料统计,降雪时高速公路事故发生率是干燥路面的5倍,结冰时事故发生率是干燥路面的8倍^[1]。

3.2.2 雨对交通安全的影响

乌鞘岭路段交通事故发生次多的天气为雨天,占发生交通事故时伴随天气现象总数的18.3%。出现交通事故中有28起伴有降雨。如2006年5月4日乌鞘岭降雨量0.1 mm,出现了1死、1伤的重大交通事故;2005年5月30日乌鞘岭降雨量0.7 mm,出现了2死、3伤的重大交通事故;2009年9月3日乌鞘岭降雨量0.8 mm,出现了1人死亡的重大交通事故。经分析发现,雨天中公路交通事故均出现在小雨(0~9.9 mm)中,雨量大时出现严重交通事故较少。如2006年7月15日、2012年6月30日乌鞘岭日降雨量分别为34.5 mm、46.2 mm,出现一般事故;2012年7月28日乌鞘岭日降雨量45.2 mm未出现交通事故。降雨大时,车速较慢,驾驶员一般注意力较集中,减少了重、特大交通事故的发生,这与贺芳芳等分析的在雨量达到一定量级之前,交通事故随着雨量的增大而增多;达到峰值后随着雨量的增大,交通事故反而有所下降是一致的^[9]。

(1) 降雨对能见度的影响

降雨对能见度的影响,主要是导致能见度的下降、标志标线的可视性和可读性降低。由于降雨的作用,高速行驶在道路上的车辆会形成水雾,造成道路上能见度下降,降雨强度越大,能见度越小。夜间下雨雨滴还使车辆照射光线发生散射,影响驾驶员对前方路线转向、路面状况等的判断。

(2) 降雨对附着系数影响

降雨导致道路表面覆盖一层水膜,车辆在道路上行驶,由于水膜的润滑作用,轮胎与路面的附着系数显著降低。另外,由于纵坡的原因使道路表面的排水径流长度增大,如果路表光滑,那么路表面在降雨作用下形成水膜,使得轮胎产生水漂,使汽车无法控制行驶方向。

3.2.3 雾对交通安全的影响

乌鞘岭路段出现交通事故中有15起伴有浓雾天气,占发生交通事故时伴随天气现象总数的9.8%。发生交通事故时伴随天气现象总事故数的8%。出现交通事故中有7起伴有浓雾、19起伴有轻雾。如2010年9月23日乌鞘岭出现浓雾和微量降水,地面最低温度 2.2°C ,因能见度恶劣和道路湿滑,出现了3死、1伤的重大交通事故;2010年5月8日乌鞘岭出现浓雾和降雪,降雪量2.1 mm,地面最低温度 -0.6°C ,恶劣能见度和路面湿滑,出现了1死、4伤的重大交通事故。

(1) 雾对能见度的影响

雾天能见度下降,妨碍驾驶员的视觉。特别是浓雾天气,驾驶员的视力下降更多,影响驾驶员的观察和判断力,更容易发生交通事故。雾对能见度的影响包括以下2个方面:一是雾对光的衰减;二是目标物与背景亮度对比的减弱。驾驶员识别前方目标物是从该目标物的亮度与其背景亮度的对比分辨出来的。相对亮度对比是描述人类识别视觉信号的重要物理量,人的大脑通过它来获得诸如物体的轮廓、构造及距离等信息。在雾天,光线被雾滴粒子散射,模糊了这种目标与背景的差异和亮度对比,削弱了引导驾驶员安全行车所必需的视觉信息。

(2) 雾对附着系数影响

雾水与积灰、尘土混合,导致轮胎与路面的附着系数减小,特别是北方冬季时,冰雾会在高速公路路面形成一层薄冰,轮胎与路面的附着系数下降更为明显。

4 交通事故与气象要素相关分析

4.1 交通事故与气象要素相关性计算

对乌鞘岭路段日交通事故数建立序列,将交通事故资料分有、无2级,对气象要素和交通事故进行0,1标准化处理。气象要素划分0,1化资料的分割值使用线性判别公式计算:

$$Cv1 = (x1 \times \delta2 + x2 \times \delta1) / (\delta1 + \delta2) \quad (1)$$

式中 $x1$ 和 $\delta1$ 是出现公路交通事故($y=1$)时,所对应那一组气象要素资料的平均值和标准差; $x2$ 和 $\delta2$ 是未出现交通事故($y=0$)时,所对应那一组气象要

素资料的平均值和标准差^[13]。如果 $x_1 > x_2$, $x_i \geq C_{v1}$, 标准化后的 $x_{ii} = 1$; $x_i < C_{v1}$, 标准化后的 $x_{ii} = 0$; 如果 $x_1 < x_2$, $x_i > C_{v1}$, 标准化后的 $x_{ii} = 0$; $x_i \leq C_{v1}$, 标准化后的 $x_{ii} = 1$ 。

利用相关系数计算公式, 计算日事故次数与各气象要素间的相关系数 r , 采用 t 检验法对其显著性

进行检验, 给定信度 $\alpha = 0.05$ 时, $t_{\alpha} = 1.96$, 当 $t > t_{\alpha}$ 时表示 2 组变量之间线性相关显著。经普查气象要素, 发现具有显著相关的气象要素有最低温度、地面最低温度、相对湿度、极大风速、日雨量、能见度(表 2)。其中公路交通事故的出现与能见度为负相关, 其余为正相关。

表 2 交通事故与气象要素的相关性

Tab. 2 Correlation of traffic accidents and meteorological factors

气象要素	相关性	T 值	气象要素	相关性	T 值
最高温度	0.020	1.01	★地面最低温度	0.048	2.51
★最低温度	0.045	2.48	地面最高温度	-0.001	-0.005
平均温度	0.024	1.23	平均地面温度	0.024	1.248
★相对湿度	0.052	2.65	最高气压	0.008	0.43
最大风速	0.019	0.098	最低气压	-0.007	-0.34
★极大风速	0.040	2.03	气压日较差	-0.005	-0.24
★日降水量	0.072	4.36	★能见度	-0.039	-1.99

注: 加★的为通过 $\alpha = 0.05$ 的信度检验的气象要素

4.2 影响公路交通的不利气象要素

(1) 温度

乌鞘岭路段因处在高寒山区, 高温对交通影响较小。最低温度和地面最低温度均与公路交通事故的发生呈正相关。乌鞘岭路段出现的交通事故中, 34 起地面最低温度在 ± 3 °C 范围内、有 26 起最低温度 ≤ -10 °C。

最容易发生事故的溫度应在 0 °C 附近, 这时路面结薄冰, 车辆容易打滑易发生事故; 另外, 连续低温使驾驶员手脚反应迟钝, 车不易发动, 易灭火, 易诱发恶性交通事故。

(2) 湿度

乌鞘岭路段交通事故与相对湿度呈显著正相关。说明空气越潮湿, 路面越湿滑, 路表在湿润状态下抗滑性能降低, 当路表与轮胎之间形成水膜时, 其抗滑性能更低, 越容易发生交通事故。

(3) 大风

乌鞘岭是大风多发地区, 出现的交通事故中, 有 75 起伴有极大风速 ≥ 6 级大风。风力和风向对公路交通都有影响。一是当车辆过高时, 横向侧面风的风速达到 5 级以上时, 易发生自身翻车事故; 二是大风极易携带地面的沙尘, 造成极低能见度, 发生交通事故; 三是突发性的雷雨大风, 容易造成司机心里恐慌, 从而错误操作, 带来交通事故。

(4) 降水

乌鞘岭路段降水量与公路交通事故的发生呈正相关, 且相关系数数值最大。降水量对公路交通的影

响有 3 个方面: 一是降雨强度大时影响视程, 因能见度低容易发生车辆相撞、追尾事故; 二是下雨天地面滑, 使刹车有效距离变长, 易发生交通事故; 三是下雨后, 有些货物受潮后, 改变车辆重心, 易发生翻车事故。

(5) 低能见度

乌鞘岭路段能见度与公路交通事故的发生呈负相关。能见度越差, 出现交通事故的可能性越大。大雾、降雪、降雨、大风、沙尘、吹雪等原因引起低能见度对公路交通的影响最大, 能见度低于 100 m 时, 容易发生车辆相撞、追尾等恶性交通事故。

5 针对不利气象因素的应对措施^[3]

(1) 重视不利天气对运输的影响。出行前和出行中都要密切关注天气的变化, 遇有不利天气事件发生时及早采取防范措施。

(2) 合理规划建设公路气象站, 搭建气象信息管理和服系统。针对不利气象条件对交通安全的影响, 道路管理部门可以在道路的关键控制节点合理规划布置满足公路监测需求的气象站, 搭建气象信息管理和服系统, 通过对气象站采集数据的整合与处理, 及时实施有针对性的交通管理措施, 提高道路在不利气象条件下的安全水平, 同时通过向驾驶员发布不利气象条件的实时及预报信息, 可以让驾驶员了解情况, 提前预警, 减少交通事故发生的可能性。

(3) 针对特殊地段进行工程改造。对受不利气

象条件影响比较严重的地点或路段进行如加强道路的排水能力设计、改善路面摩擦系数、设置交通安全设施等工程改造,降低不利气象条件道路行车安全的影响。

(4)建立不利气象条件下的交通应急预案库及决策系统,提高应急救援水平。建立公路交通不利气象条件的应急管理体系,理顺以应急预案、特别领导小组、紧急救援、社会救助方案等为主的不利气象紧急事件管理流程,提高不利气象条件下紧急事件发生时的管理效率和救援水平。

6 小 结

乌鞘岭路段的交通事故夏季最多、春季次之,秋季最少;一年中3月、7月、9月交通事故发生的几率较大,这与季节交替气象要素变化显著、雨带北移降水日数增多有直接关系。

近8 a中乌鞘岭路段公路84起交通事故,有68起伴有不良气象条件,占总事故数的81%。发生交通事故伴随的不良天气出现次数依次为:结冰、降雪、降雨、积雪、大雾。由此可见,交通事故的发生与天气条件密切相关。

乌鞘岭特大交通事故均发生在不良气象条件下,其中尤以降雪、积雪、结冰、大雾天气易发生特大交通事故。这是因为雪天、大雾天气,能见度差,道路积雪和结冰降低了路面摩擦系数,加上乌鞘岭坡大路险,增大了交通事故发生的几率。

普查气象要素与交通事故相关性,发现最低温

度、地面最低温度、相对湿度、能见度、日降水量、极大风速与公路交通事故具有显著相关。能见度为负相关,其余为正相关。

参考文献:

- [1] 张利,汪林.不利气象条件对公路交通安全的影响及对策[J].公路交通科技,2011,28(s1):120-123.
- [2] 刘聪,卞光辉,黎健,等.交通气象灾害[M].北京:气象出版社,2009.10-48.
- [3] 周尔波,刘澜.灾害性天气对高速公路的安全影响及对策[J].公路交通科技,2008,229(4):94-96.
- [4] 郑安文.我国高速公路交通事故的基本特点与预防对策[J].公路交通科技,2002,19(4):109-112.
- [5] 田小毅,吴建军,严明良,等.高速公路低能见度浓雾监测预报中的几点新进展[J].气象科学,2009,29(3):414-420.
- [6] 何金梅,王冬梅,李晓霞.甘肃省高等级公路沿线大雾天气气候特征及其预报服务[J].干旱气象,2006,24(1):48-52.
- [7] 郑庆锋,史军.上海霾天气发生的影响因素分析[J].干旱气象,2012,30(3):367-373.
- [8] 罗慧,李良序,胡胜,等.公路交通事故与气象条件关系及其气象预警模型[J].应用气象学报,2007,18(3):350-357.
- [9] 贺芳芳,房国良,吴建平,等.上海地区不良天气条件与交通事故之关系研究[J].应用气象学报,2004,15(1):126-128.
- [10] 潘娅英,陈武.引发公路交通事故的气象条件分析[J].气象科技,2006,34(6):778-782.
- [11] 裴玉龙.公路网规划[M].北京:人民交通出版社,2011.82-119.
- [12] 龚鹏飞.道路交通事故等级划分标准问题研究[J].江苏警官学院学报,2004,19(1):158-161.
- [13] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,2007.18-22.

Analysis of Meteorological Conditions About Highway Traffic Accidents in Wushaoling of Gansu

QIAN Li^{1,2}, AN Yingying², ZHAO Deqiang²

(1. Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Key Open Laboratory of Arid Climate Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou 730020, China; 2. Wuwei Meteorological Bureau of Gansu Province, Wuwei 733000, China)

Abstract: Based on the cases of highway traffic accidents and the corresponding meteorological observation data from January 1, 2006 to May 31, 2013 in Wushaoling highway in Gansu Province, the correlation analysis of traffic accidents and weather conditions was conducted by using statistical method. The results show that traffic accidents mainly occurred in March, July and September on Wushaoling highway section, which was directly related to the remarkable change of meteorological factors with the seasons' coming and going and the increasing of rainfall days when the rainband moved to north. The traffic accidents caused by bad weather conditions accounted for 81% on Wushaoling highway section. The adverse weather conditions causing traffic accidents were freezing, raining, snowing, snow cover and dense fog in turn. There were significant correlation between highway traffic accidents and minimum temperature, the ground minimum temperature, relative humidity, visibility, daily precipitation and extreme wind speed.

Key words: highway traffic accident; meteorological factors; weather condition