

文章编号:1673-8411 (2017) 03-0105-06

遵义高速公路恶劣气象条件影响分析

姚正兰¹, 付云鸿², 鞠嘉树³, 王君军¹

(1.贵州省贵阳市气象局, 贵阳 550000; 2. 贵州省湄潭县气象局, 贵州 湄潭 564100; 3.贵州省遵义市气象局, 贵州遵义 563002)

摘要:根据遵义市高速公路各路段相近气象台站气象观测资料,分析了影响遵义市高速公路交通安全的主要恶劣气象因子特征,结果表明各路段的主要不利气象条件存在一定异同。相同点:各路段年平均夜间雨日比白天雨日多32d左右,上午雨日比下午雨日多15d左右;大雾天气以秋冬季节较多,雾主要发生在夜间到早晨;凝冻时段主要出现在12月下旬到2月上旬;大风天气总体不多; $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 高温天气主要出现7月至9月初,高温时段主要发生在12-17时; $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 低温天气主要出现12月至翌年2月,低温时段主要发生在夜间到早上。不同点:年平均雨日数西部路段多于东部路段;年平均大雾日数东部路段比西部路段多10d左右;凝冻影响比较严重的区域在习水周边,赤水河谷沿线极少发生凝冻;赤水至习水公路沿途的气温起伏大。讨论了恶劣气象条件对行车安全的影响,并给出了相应的建议。

关键词:高速公路;恶劣气象;影响分析

中图分类号:P49

文献标志码:A

Influence of severe weather on expressway in Zunyi

Yao Zheng-lan¹, Fu Yun-hong², Ju Jia-shu³, Wang Jun-jun¹

(1. Guiyang Municipal Meteorological Service, Guiyang 550000; 2. Meitan County Meteorological Service, Meitan 564100; 3. Zunyi Municipal Meteorological Service, Zunyi 563002)

Abstract: According to the meteorological observation data of the weather stations near the highway of Zunyi, the characteristics of the main severe weather factors affecting the traffic safety of expressways in Zunyi were analyzed. The results show that: there were some similarities and differences of main unfavorable weather conditions of each section of roads. The common aspects: in each section, the annual average number of rain days at night was more than that in daytime about 32 days, the number of rain days in the morning was more than about 15 days in the afternoon; Foggy weather was more in autumn and winter, and the fog mainly occurred during the time from night to morning; Freezing periods occurred mainly in the late-ten-days of December to the first-ten-days of February; Above 30°C high temperature weather mainly appeared from July to early September, and the high temperature period mainly occurred between 12:00 am and 17:00 am; $\leq 0^{\circ}\text{C}$ low temperature weather mainly appeared in December to next February, the low temperature periods mainly occurred from the late evening and to early in the morning. The different aspects: the number of annual average rainy days in the west is more than that in the east; the average annual fog days in the east were more than 10d than the days in in the west; Freezing influencing area is mainly concentrated in Xishui surrounding area, while the area along the Chishui River Valley is rarely frozen; the temperature of highway along from Chishui to Xishui changed violently. The influence of bad weather condition on traffic safety was discussed, and some suggestions were given.

Key words: expressway; severe weather; impact analysis

收稿日期:2017-01-08

基金项目:贵州省科技厅科技计划项目“贵州省交通安全气象风险区划及应用平台研究—以遵义为示范点”黔科合SY字(2012)3054号资助。

作者简介:姚正兰(1965-),女,贵州遵义人,高级工程师,主要从事气象服务工作。

引言

高速公路以其高效、快捷、平稳等优点在我国交通运输领域发挥着举足轻重的作用，它的发展水平标志着一个国家现代化的发展水平^[1]。但是随着我国高速公路通车里程的迅猛增长，高速公路交通安全问题也日益凸显。高速公路全封闭、分道行驶、有完善的设施、有严密的现代化交通控制管理，因此事故发生频率往往比普通公路低很多。另一方面由于高速公路车辆行驶速度快、冲击力强，一旦发生事故，往往性质恶劣，其灾害严重程度要比普通公路大很多^[2]。统计资料表明^[3]：在高速公路上，事故的首要原因是疲劳和瞌睡，占 26%；对气象条件考虑不足占 13%，位居第二；当对气象条件考虑不足、安全距离不够、速度过快时危险性更大，占事故的 27%。这充分说明气象环境对高速公路行车安全、正常运行起着至关重要的作用，为此许多科技工作者开展了气象条件对高速公路的影响研究^[4-10]。随着国民经济的稳步上升，遵义市高速公路的建设得到快速发

展，2015 年底已实现县县通高速。由于山区立体气候差异明显，加之贵州高速多隧道和桥梁，因此非常有必要开展中小尺度高速公路气象条件的影响分析，加强对气象状况的监测并制定相应的对策，对保障高速公路过往车辆的安全，提高服务质量具有十分积极的作用。

1 遵义市高速公路现状

2015 年底遵义市实现县县通高速，总体高速网为“五纵四横七联二环”。具体为：

五纵：一纵为赤水、元厚、土城、马临、三合、中樞、白腊坎高速公路，全长 207 公里；二纵为崇溪河、桐梓、红花岗、南白、乌江、核桃箐高速公路，全长 170 公里，即兰海高速遵义段；三纵为正安水巴岩、正安、绥阳、遵义二级公路，全长 228 公里，其中二级公路 198 公里，高速公路 30 公里；四纵为道真卡门、道真、中观、西河、黄家坝、石莲高速公路，全长 255 公里；五纵为务川浞水、务川、凤冈、余庆松烟、白泥二级公路，全长 339 公里。

表 1 遵义高速公路各路段年平均降雨情况(天)

		夜 间	白 天	上 午	下 午	小雨	中雨	大雨	暴雨
		雨日数	雨日数	雨日数	雨日数	日数	日数	日数	日数
五纵	一纵（赤水-白腊坎）	145.6	112.0	98.0	76.5	150.7	18.9	7.2	2.3
	二纵（崇溪河-核桃箐）	135.8	102.1	77.5	62.2	143.5	16.8	6.3	2.3
	三纵（水巴岩-遵义）	135.2	101.4	78.4	59.4	140.4	17.1	6.7	2.3
	四纵（卡门-石莲）	126.2	98.7	75.8	75.8	128.4	18.7	7.5	2.4
	五纵（浞水-白泥）	123.3	97.9	75.7	60.3	125.7	19.1	6.5	2.9
四横	一横（松坎-茅天）	125.1	99.8	76.9	62.2	129.5	18.6	7.5	2.5
	二横（太平渡-石朝）	134.8	106.6	81.6	65.6	140.4	18.6	7.0	2.3
	三横（石碑坳-绥阳场）	137.7	106.1	82.0	64.9	143.3	18.1	6.8	2.4
	四横（外寨-梅子坳）	137.7	104.2	79.4	66.6	143.2	17.9	6.6	2.5
七联	一联（习水-磨刀溪）	149.2	117.3	114.7	89.4	152.4	20.4	7.9	2.4
	二联（高桥-泥坝）	140.3	106.5	84.8	69.2	150.4	17.7	6.5	2.1
	三联（深溪-铁厂）	137.4	100.9	76.1	61.4	145.3	16.7	6.4	2.3
	四联（新浦-新舟）	140.0	105.4	82.0	63.1	146.1	17.4	6.5	2.4
	五联（石莲-天桥）	132.6	103.1	78.5	68.7	134.8	19.9	7.0	2.9
	六联（小溪-三爱）	123.5	95.3	72.2	58.3	126.9	18.2	7.0	3.5
	七联（茅台-沙湾）	142.0	106.7	81.3	63.7	149.0	17.4	6.4	2.3
二环	一（内）环（绕城高速）	138.1	102.4	78.0	61.7	145.2	16.8	6.3	2.3
	二（外）环（绕城高速）	140.0	105.9	80.7	67.4	145.5	18.3	6.5	2.3

四横:一横为桐梓松坎、芭蕉、道真、务川茅天二级公路,全长 286 公里;二横为习水太平渡、习水、桐梓新站、正安、务川、石朝高速公路,全长 358 公里;三横为仁怀石碑坳、银水、桐梓高桥、桐梓、绥阳旺草、湄潭西河、凤冈绥阳场高速公路,全长 260 公里;四横为播州区外寨、鸭溪、龙坑、红花岗区深溪、虾子、三渡、湄潭、凤冈梅子坳高速公路,即杭瑞高速遵义段,全长 170 公里。

七联:所谓七联,则是连接高速公路与二级公路的七条快速通道。一联为习水、赤水磨刀溪二级公路,全长 63 公里;二联为桐梓高桥、习水温水、泥坝二级公路,全长 120 公里;三联为红花岗区深溪、播州区团溪、铁厂二级公路,全长 60 公里;四联为新蒲、中桥、新舟高速公路,全长 21 公里;五联为湄潭石莲、余庆敖溪、凤冈天桥二级公路,全长 60 公里;六联为余庆小溪、三爱高速公路,全长 20 公里;七联茅台、中枢、沙湾高速公路,全长 50 公里。

二环:二环即是两条绕城高速公路环线。

2 影响高速公路的恶劣气象条件分析

蒋燕^[3]分析表明,恶劣气象环境对高速公路行车安全的影响主要体现在:(1)能见度差是汽车出事最最常见的天气原因。(2)路面上有冰、雪、雨水时,刹车距离增长,危险性增加。(3)在低温和高温状态下都会影响车辆的正常行驶。(4)高速行驶车辆侧面受到横风作用时会诱发交通事故。

2.1 降雨天气特征及影响

吉廷艳^[11]通过对 2005 年 9 月~2006 年 12 月发生在贵州高等级公路上比较典型的重特大交通事故分析后发现,66%的事故发生在降雨天气下,26%的事故出现在阴天,仅有 8%的事故出现在晴天或多云天。参考文献^[11]规定:20 时至次日 08 时为夜间,08~20 时为白天,08~14 时为上午,14~20 时为下午,利用遵义市所辖气象台站 2005~2015 年逐日、逐小时降水资料,分别统计各路段夜间、白天、上午、下午出现的降雨日数和各级别降雨情况(表 1)。

从表 1 可知,各路段年平均夜间雨日为 123.3~149.2d,白天雨日为 95.3~117.3d,全市各路段总体夜间雨日比白天雨日多 32d 左右;上午雨日为 72.2~114.7d,下午雨日为 58.3~89.4d,上午雨日比下

表 2 遵义高速公路各路段年平均特殊天气情况(天)

		大雾 日数	凝冻 日数	大风 日数	≥35℃ 高温日数	≥30℃ 高温日数	≤0℃ 低温日数
五 纵	一纵(赤水-白腊坎)	21.4	13.4	1.0	21.0	80.0	23.8
	二纵(崇溪河-核桃箐)	21.4	11.0	1.9	6.2	62.1	17.2
	三纵(水巴岩-遵义)	24.0	10.6	1.6	6.2	65.8	17.2
	四纵(卡门-石莲)	30.7	12.0	1.3	5.9	66.5	15.8
	五纵(浞水-白泥)	33.6	12.0	1.4	6.2	77.4	11.9
四 横	一横(松坎-茅天)	19.8	12.0	1.9	6.2	67.5	13.0
	二横(太平渡-石朝)	24.0	13.4	1.9	6.2	67.5	23.8
	三横(石碑坳-绥阳场)	27.6	11.0	1.9	3.5	60.4	16.5
	四横(外寨-梅子坳)	30.7	11.5	1.6	6.2	62.1	17.2
七 联	一联(习水-磨刀溪)	20.0	13.4	1.0	21.0	80.0	23.8
	二联(高桥-泥坝)	15.1	13.4	1.9	1.0	40.2	23.8
	三联(深溪-铁厂)	21.4	10.6	1.5	1.8	56.8	16.9
	四联(新浦-新舟)	22.2	10.5	1.6	6.2	62.1	17.2
	五联(石莲-天桥)	33.6	11.5	1.4	5.3	77.4	15.8
	六联(小溪-三爱)	33.6	7.6	1.4	5.3	77.4	11.9
	七联(茅台-沙湾)	21.4	8.2	0.8	3.5	60.4	16.9
二 环	一(内)环(绕城高速)	21.4	10.6	1.6	6.2	62.1	17.2
	二(外)环(绕城高速)	30.7	11.5	1.5	3.5	60.4	16.9

午雨日多 15d 左右。

遵义市境内各路段全年雨日数西部多于东部,最多的是习水到赤水磨刀溪二级公路(一联),年平均雨日数达 183.1 天;而雨日相对较少的路段是务川浞水到余庆白泥二级公路(五纵),年平均雨日数为 159.5 天。进一步细分不同时间各路段雨日情况,发现不论夜间还是白天、上午还是下午,雨日最多的路段都是习水到磨刀溪二级公路(一联),而雨日相对少的路段是浞水到白泥二级公路(五纵)和小溪到三爱高速公路(六联)。

各路段年平均雨日数 147.8~189.9d,其中小雨日数 125.7~152.4d,中雨日数 16.7~20.4d,大雨日数 6.3~7.9d,暴雨日数 2.1~3.5d。大雨最多的路段是习水至磨刀溪二级公路,暴雨最多的路段小溪到三爱高速公路。大雨及暴雨天气主要发生在每年的 4 至 10 月,其中 5 月下半月至 8 月上半月强降水发生的概率最大。

降雨使路面湿滑,一些路段还会出现积水。车辆在雨天行驶时会使得车胎与路面的接触面减小,容易形成水膜,制动发生困难,可能发生滑水现象。张义[12]分析指出,当降雨量增大时,路面的水膜厚度也增大,当降雨量达到 5mm/min 时,水膜厚度超过 10mm,此时车辆产生滑水的可能性很大,轮胎与路面的摩擦系数也急剧减小。其次,雨天行车时,能见度降低,随着降雨强度的增大能见度越小,使得驾驶员视线模糊,对路侧标志及车距认识性下降,加剧了雨天行车的危险性。夜间下雨时,雨滴还会使车辆照射光线发生散射,影响驾驶员对路面状况的判断。另外,当降雨持续时间较长,降雨强度大时,还可能导致不稳定边坡的滑塌和高边坡的落石,阻塞交通。

2.2 特殊天气特征及影响

除了降雨天气外,雾、凝冻、大风、高温及低温等也是影响高速正常行驶的特殊天气现象。表 2 为遵义高速各路段主要特殊天气情况。

2.2.1 大雾天气特征及影响

由表 2 可见,遵义高速各路段年平均大雾日数为 15.1~33.6d,其中大雾日数最多的路段是浞水至白泥二级公路(五纵)、石莲至天桥二级公路(五联)、小溪至三爱高速公路(六联),大雾日数相对较少的路段是高桥至泥坝二级公路(二联)。就全市来看,市境内东部路段的大雾日数比西部路段的大雾日数全年多 10d 左右。从雾出现的季节上来看,终年都可能有雾发生,但以秋冬季节较多,春夏季相对要少。大

雾一般出现在夜间到早晨,随着日间气温的升高和太阳的升起,雾将逐渐消散。影响本地的雾主要为辐射雾,由于夜间地面辐射冷却使空气达到饱和而形成雾。另外,由于地形和局地水汽条件的影响,高速公路上大雾的分布很不均匀,有些地段还会出现团雾,不同路段大雾的严重程度可能有所不同。大雾集中的区域基本上分布在河谷水库沿线、高山峡谷地带,这些地区容易满足大雾形成的风、湿、热条件。

雾天由于能见度低,视野变窄,视线模糊,驾驶员在行驶途中至很近才能看清前方障碍物,对弯道、车辆、交叉路口等一系列情况判断不足,或自己未开启防雾灯等灯光,而不被其他车辆的驾驶员发现,车辆之间的可视距离远小于绝对安全距离,极易发生车辆追尾事故。

2.2.2 凝冻天气特征及影响

表 2 所示,遵义高速各路段年平均凝冻日数为 7.6~13.4d,凝冻日数较多的路段为赤水至白腊坎高速公路(一纵)、太平渡至石朝高速公路(二横)、习水至磨刀溪二级公路(一联)、高桥至习水泥坝二级公路(二横),这几条公里凝冻较多的路段都主要在习水周边,而凝冻相对少的路段是小溪至三爱高速公路(六联)。全市凝冻情况总体来说西部路段重于东部路段,凝冻最重的区域在习水周边,但赤水河谷地带一般无凝冻出现。凝冻主要出现在 12 月下旬至次年 2 月上旬,这段时间发生凝冻的概率占整个冬季凝冻的 63.4%。

凝冻天及冰雪道路上驾驶,前后挡风玻璃容易积霜、积雪、结冰,造成视线不良,路面易积雪、结冰,容易造成侧滑及方向难以控制,加大交通事故发生率。

2.2.3 大风天气特征及影响

遵义高速公路各路段年平均大风日数为 0.8~1.9d(见表 2),总体来说遵义各地出现大风(风速 $\geq 17.2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)的时次并不多。大风相对易出现的路段是崇溪河至核桃箐高速公路(二纵)、松坎至茅天二级公路(一横)、太平渡至石朝高速公路(二横)、石碑坳至绥阳场高速公路(三横)、高桥至泥坝二级公路(二联),大风相对少的路段是茅台至沙湾高速公路(七联)。

虽然遵义出现大风的机率不多,但大风对高速行驶安全的影响却不可忽视。高速行驶的车辆侧面受到横风作用时,如果风力较强,会使车辆偏离车道冲向路边护栏或中央隔离带,当车辆偏离行驶路线

用方向盘校正方向时,还有可能被后面的车辆追尾等。在高架桥上行驶,或驶出隧道口时,更容易受到强风的袭击,而这种横风作用随车速的提高而加剧。另外在山区行驶时,有时还会遇到突如其来的山风,时间短而风力强,影响正常行驶。大风还会吹断、吹落道路沿线的树枝、广告牌等建筑物,威胁行车安全。

2.2.4 高温天气特征及影响

遵义高速各路段年平均 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温日数为1.0~21.0d。就遵义全市来看, $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 以上的高温天气主要出现赤水河谷地带,平均每年有21d左右;其余地区 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 以上的高温天气并不多,基本都在6d以下,特别是在习水、桐梓、播州、绥阳等周边年平均 $\geq 35^{\circ}$ 以上的高温天气不足1d。全市 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 的高温日数为40.2~80.0d,同样是以赤水河谷地带最多,习水、桐梓、播州、绥阳周边相对较少。一年中高温天气主要出现7月至9月初,而一日内高温时段主要发生在12~17时。

在炎热的夏季,由于气温高、辐射热强,汽车在高温环境里,发动机冷却系统的散热温差小,散热能力差,发动机容易过热,从而会出现一系列的问题。另外在高温天气之下,公路路面地表温度往往高达 50°C ~ 60°C ,过高的地表温度会加剧行驶中的轮胎磨损,爆胎几率也会增加,造成安全隐患。另外天气闷热容易让人产生疲劳,注意力下降,反应迟缓。

2.2.5 低温天气特征及影响

遵义高速公路各路段年平均 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的低温日数为11.9~23.8d。低温天气最多的区域在习水周边,其次在桐梓、播州、绥阳、湄潭、凤冈等周边路段,而在赤水河谷沿线基本上无 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的低温天气出现。一年中 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 低温天气主要出现冬季12月至翌年2月,而一日内低温时段主要发生在夜间到早上。

当气温在 0°C 以下时,容易使发动机冻裂,蓄电池冻坏,润滑油性能变差,发动机燃烧不正常。另外当出现 0°C 以下的低温天气时,会使路面的积水结冰,从而使得行车制动效能下降。气温过低时,还会造成前后挡风玻璃容易结霜、结冰,影响视线。3)在低温状态下,凌空的桥面和隧道口易结冰,会给驾驶造成极大的威胁;低温还会使汽车燃油发粘,不易雾化,在汽缸内难以点燃,影响车辆的正常行驶。

3 结论与建议

(1)结论:通过以上分析得出,影响遵义市高速

公路的恶劣天气主要有降雨、大雾、凝冻、大风、高温及低温。

①全市各路段年平均雨日数147.8~189.9d,雨日数西部路段多于东部路段;总体夜间雨日比白天雨日多32d左右,上午雨日比下午雨日多15d左右;降雨日数和大雨日数最多的路段是习水到赤水磨刀溪二级公路,暴雨最多的路段是小溪到三爱高速公路;大雨及暴雨天气主要发生在每年的4月至10月,其中5月下半月至8月上半月强降水发生的概率最大。

②遵义高速公路各路段年平均大雾日数15.1~33.6d,东部路段的大雾日数比西部路段的大雾日数全年多10d左右;大雾日数较多的路段是浞水至白泥二级公路、石莲至天桥二级公路、小溪至三爱高速公路;大雾以秋冬季节较多,一般出现在夜间到早晨;大雾主要集中在河谷水库沿线、高山峡谷地带。

③遵义高速各路段年平均凝冻日数7.6~13.4d,凝冻最重的区域在习水周边;凝冻日数较多的路段是赤水至白腊坎高速公路、太平渡至石朝高速公路、习水至磨刀溪二级公路、高桥至习水泥坝二级公路;凝冻主要出现在12月下旬至2月上旬。

④现有气象观测站点记录表明,遵义境内出现大风天气并不多,但在一些高架桥上、隧道出口、部分山区路段还是会受到大风的影响。

⑤遵义高速各路段 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的高温天气主要在赤水河谷沿线, $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 以上的高温天气主要出现的赤水河谷、东北部的正安、道真、务川和东南部的余庆等路段,高温季节主要出现7月至9月初,高温时段通常出现在12~17时;遵义高速公路各路段 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的低温天气主要在习水周边,其次在桐梓、播州、绥阳、湄潭、凤冈等周边路段,低温季节主要出现冬季12月至2月,低温时段通常出现在夜间到早上。

(2)建议:针对影响遵义市高速公路的主要恶劣气象条件,提出如下建议,希望能对安全行驶有所帮助。

①在出车前,首先要认真检查车辆状况,确保车辆各部件正常,同时要密切关注天气预报,及时掌握沿途地带当天的天气情况,在心理上要有足够的准备,操纵上才能从容。

②高速公路行驶时遇到降雨、大雾等影响能见度的天气时,一定要降低行车速度并增大车距,必要时打开大灯和防雾灯,减少盲目超车,降雨强度较大时应到最近服务区停车,等雨强减小再控制车速

安全行驶;在凝冻路段行驶要做到“缓加油、轻减速、慢转弯”,尽量沿前车的车辙行驶,不要轻易尝试被冰雪覆盖和路况不明的路段,路面结冰情况较重时应立即将车辆安全行驶到最近的服务区;遇强风天气时行车,适当降低车速,双手要紧握方向盘,如狂风造成车辆横向偏移时,切忌急打方向盘以图立即回正,而应微量地转动方向盘将车辆行驶方向回正。

③针对遵义高速地理及气象特点,尤其应注意的是赤水至白腊坎高速公路和习水至磨刀溪二级公路,由于赤水与习水海拔差异较大,沿途相应的气象条件差异也大,尤其在隆冬及盛夏,行车时要作好气温变化显著等影响的准备。在东部路段需更加关注大雾和强降水的影响,西部路段要加强冬季凝冻的防范。

④加强高速公路气象条件监测系统的建设。根据高速公路特殊地理位置和路段,安装气象要素自动监测系统,特别是需要在境内的两条国家高速公路(兰海、杭瑞)及东部地区的省高速公路沿线增设能见度自动观测仪,为开展高速公路气象条件的预测预警提供更为直接的基础资料,通过对监测数据的分析对比,做出高速公路安全运营的决策。

气象条件对高速公路的影响具有长期性、周期性和突发性等动态变化的特点[13],恶劣的天气条件通过对道路系统中人、车、路三要素的影响,打破系统的正常运行,诱发事故的发生。了解各类恶劣气象条件特征及不利影响,采取相应措施,努力预防事故的发生。

参考文献:

- [1] 翟雅静,李兴华.灾害性天气影响下的交通气象服务进展研究[J].灾害学,2015,30(2):144-147,178.
- [2] 白永清,何明琼,刘静,等.高速公路交通事故与气象条件的关系研究[J].气象与环境科学,2015,38(2):66-71.
- [3] 蒋燕.高速公路气象灾害分析及对策研究[A].上海市公路学会第六届年会论文集[C],206-210.
- [4] 唐延婧,宋丹,柳艳香,等.贵州高速公路低能见度分类预报方法研究[J].气象研究与应用,2015,36(1):96-99,113.
- [5] 张金满,贾俊妹,曲晓黎,等.河北省公路交通气象灾害的风险普查结果与防范对策[J].广东气象,2014,36(4):53-56.
- [6] 凌良新,潘燕莲,叶化军,等.潮州市交通事故气象预警模型[J].广东气象,2008,30(4):45-47.
- [7] 陈而康,李生艳,林开平,等.雾对广西高速公路交通安全的影响及预防对策[J].气象研究与应用,2011,32(3):46-48.
- [8] 黎颖智,邓英姿,刘世学,等.广西高速公路雾预报系统设计与实现[J].气象研究与应用,2013,34(3):43-46.
- [9] 陈剑飞,粟华林.广西陆路交通气象服务的现状与思考[J].气象研究与应用,2010,31(3):38-40.
- [10] 康廷臻,王式功,杨旭,等.高速公路交通气象监测预报服务研究进展[J].干旱气象,2016,34(4):591-603.
- [11] 吉廷艳,胡跃文,唐延婧,等.贵州高等级公路气象特征及预报[J].气象科学,2011,31(2):223-227.
- [12] 张义,高建平,贾海燕.降雨对高速公路行车安全的影响及对策[J].西部交通科技,2008,(2):20-24.
- [13] 王磊,王花兰.不利气象对高速公路运营安全影响及对策[J].科技信息,2011,(33):478-478.