

王丹,高红燕,黄少妮,等.西一咸机场高速公路灾害性天气特征[J].干旱气象,2016,34(4):731-737, [WANG Dan, GAO Hongyan, HUANG Shaoni, et al. Characteristics of Disastrous Weather in Airport Expressway of Xi'an - Xianyang[J]. Journal of Arid Meteorology, 2016, 34(4):731-737], DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-04-0731

西一咸机场高速公路灾害性天气特征

王丹¹,高红燕¹,黄少妮²,马磊¹

(1.陕西省气象服务中心,陕西 西安 710014;2.陕西省气象台,陕西 西安 710014)

摘要:利用2013年7月2日—2015年7月2日西一咸机场高速公路段交通气象站及其20 km范围内区(县)气象站2007年1月1日—2015年4月30日的观测资料,对影响交通运输安全的灾害性天气进行规律性分析。结果表明,雾多出现在夜间至清晨,其中06:00—08:00是大雾易发时段。大雨及以上量级降雨主要发生在7—9月,其中短时强降雨多发生在夜间,而降雪多发生在1—2月,大风多发生在春季。1月和12月是道路结冰易发时期,当日最低气温 $\leq -1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,西一咸机场高速公路段在潮湿或者有积水的路面出现结冰的概率 $\geq 85\%$ 。高速公路沿线的区(县)气象站观测资料可以作为交通气象服务的参考数据,但交通气象站与其相邻区(县)气象站灾害性天气的监测数据有一定差异。为了提高交通气象服务能力,应该加快高速公路交通气象站建设,完善交通气象观测网。

关键词:高速公路;交通气象站;灾害性天气

文章编号:1006-7639(2016)-04-0731-07 DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-04-0731

中图分类号:U491.31

文献标识码:A

引言

近年来,我国公路建设进入了一个高速发展时期,道路交通事故也在与日俱增。天气条件是影响交通运输安全的重要因素之一,尤其是暴雨、大雾、大风、道路结冰、高温、台风等灾害性天气均会对道路交通运输带来直接影响^[1-3],因此,交通气象技术研究越来越引起交通和气象部门的重视。

我国气象部门通过与政府、交通部门合作,在高速公路沿线建立气象站^[4],实时采集气象观测资料,为开展公路气象灾害实时观测和预报研究奠定了基础。钱莉等^[5]研究发现,乌鞘岭路段由不良气象条件引发的交通事故占总事故数的81%,不良天气的排序依次是结冰、降雨、降雪、积雪、大雾。汤继涛等^[6]模拟了一次苏南大暴雨过程及其对交通能见度的影响,发现强降水是导致交通能见度降低的重要因素,且水平能见度与降水强度呈负指数关系。潘娅英等^[7]研究发现,夏季高温、冬季低温、高湿、雨、雪天气以及转雨日都容易引发交通事故。丁蕾等^[8]研究认为,天气对道路交通安全的影响不仅表

现在对路面客观通行状况的影响,也表现在对驾驶员心理的间接影响。

西安—咸阳国际机场专用高速公路(以下简称西一咸机场高速公路)承载着80%以上的机场陆侧交通,2013年7月陕西省气象局在该高速公路段安装了3个交通气象站,对气象要素进行逐时观测。近年来,气象部门在全国范围内开展了公路交通气象灾害风险普查^[9-10],根据陕西省气象局对G5、G20、G70高速公路陕西段的交通气象灾害风险普查结果,发现诱发陕西段高速公路交通事故的主要灾害性天气包括大雾、强降雨、道路结冰、大风、降雪等。本文利用3个交通气象站及其相邻区(县)气象站的观测资料,对影响西一咸机场高速公路交通运输安全的雾、降雨(雪)、低温(道路结冰)和大风等灾害性天气进行规律性分析,以期为提高交通运营的科学管理和降低道路交通事故的发生率提供科学依据。

1 资料和方法

1.1 资料

所用资料包括:(1)2013年7月2日19:00—

收稿日期:2015-10-19;改回日期:2016-02-16

基金项目:陕西省气象局预报员专项(2015Y-9)和陕西省气象局“精细化气象格点预报攻关团队”共同资助

作者简介:王丹(1986-),女,陕西渭南人,硕士,工程师,主要从事气象预报服务工作。E-mail: dandan-w@live.cn

2015年7月2日18:00(北京时间,下同)西一咸机场高速公路段3个交通气象站的气温、地表温度、降水、风速、相对湿度和能见度逐小时资料,3个交通气象站分布见表1;(2)2007年1月1日—2015年4月30日交通气象站20 km范围内区(县)气象站的气温、地表温度、降水、风速、相对湿度、能见度逐小时资料,以及

天气现象逐日资料,其中部分区(县)气象站的能见度一日中只有4次观测(02:00、08:00、14:00和20:00)。交通气象站20 km范围内的区(县)气象站(以下简称6个区(县)气象站)包括西安、泾河、咸阳、泾阳、三原、高陵6站,其中西安站在2014年1月被撤销,观测资料截至到2013年12月31日。

表1 西一咸机场高速公路段3个交通气象站点位置分布

Tab. 1 The locations of 3 meteorological stations of traffic in airport expressway of Xi'an - Xianyang

站名	经度	纬度	海拔高度/m	与西安城区(西安气象站)的距离/km
汉城收费站	108°54'56"E	34°22'04"N	371	7.7
渭河大桥北桥头站	108°53'44"E	34°25'36"N	407	14.5
机场收费站	108°48'37"E	34°26'48"N	456	19.8

1.2 方法

根据中国地面气象观测规范^[11]及本文研究需求,对雾、降雨、低温和大风等做如下定义。当能见度(Visibility,简称VIS) < 1 000 m时,定义为雾,其中VIS ≤ 500 m时为大雾。当24 h降雨量在0.1 ~ 9.9 mm、10.0 ~ 24.9 mm、25.0 ~ 49.9 mm和50.0 ~ 100.0 mm时分别定义为小雨、中雨、大雨和暴雨;当1 h降水量 ≥ 10.0 mm时定义为短时强降雨。当地表温度 $T_s \leq 0$ °C时定义为低温。当风速 ≥ 10.8 m · s⁻¹(6级或以上)定义为大风。逐日天气的统计时段指09:00—次日08:00,当给定观测站在该时段内的有效观测数据满足某一天气现象的定义时,则为该天气现象的一个有效观测日;对于逐时观测,当某一时刻的观测数据满足某一天气现象的定义时,为该天气现象出现1次。由于交通气象站建站时间短,可用于研究的资料样本少,因此利用交通气象站20 km范围内的区(县)气象站资料作为补充,以增加灾害性天气的分析样本,同时对2套资料提供的灾害性天气进行对比。

2 灾害性天气分析

2.1 雾

对2013年7月2日—2015年4月30日08:00的能见度进行统计(图略),发现汉城收费站、渭河大桥北桥头站和机场收费站分别观测到22次、40次和29次雾,而6个区(县)气象站观测到的雾都少于8次,可见交通气象站与区(县)气象站雾的观测有较大差异。

西一咸机场高速公路段,在2月、4月、7月和9—11月的雾日较多,与相对湿度的逐月变化特征

基本一致(图1a、图1b)。一日中,雾主要发生在夜间至清晨,其中06:00—08:00是大雾的易发时段,此时段相对湿度 ≥ 80%的次数也较多(图1c、图1d、图1e)。可见,相对湿度是影响能见度的主要气象因子。利用49 534组能见度与同时刻相对湿度的有效观测数据进行统计,二者的相关系数为-0.51,通过了99%的信度检验,且85%以上的大雾发生在相对湿度达80%以上的高湿条件下。比较而言,渭河大桥北桥头站比其它2站易出现雾,这与该站相对湿度高于其它2站一致。

影响雾生消的气象因子还包括层结稳定度、风速、地表温度与气温之差($T_s - T_a$)、降雨等。研究^[12]指出,低能见度雾主要出现在风速 ≤ 3 m · s⁻¹时,有雾时辐射冷却主要在雾顶,导致 $T_s - T_a \geq 0$ °C。利用交通气象站的524组大雾(VIS ≤ 500 m)与同时刻风速、 $T_s - T_a$ 、降雨的有效观测数据进行统计,发现几乎100%的大雾出现时风速 ≤ 3 m · s⁻¹,99%的大雾出现时 $T_s - T_a \geq 0$ °C,仅12%的大雾出现时有降雨发生,可见降雨直接诱发的大雾天气所占比例较少。另外,交通气象站与区(县)气象站平均相对湿度的差异不明显,但前者的平均地表温度比后者高,平均风速比后者小,这可能是造成交通气象站的雾次数比区(县)气象站偏多的原因之一。

2.2 降水

对2013年7月2日—2015年4月30日交通气象站与区(县)气象站的降雨日进行比较,当后者出现降雨日时,前者出现降雨日的频率在80% ~ 88%。可见,区(县)气象站的降雨日资料一定程度上可以反映西一咸机场高速公路段的降雨天气特征。从图2来看,降雨主要出现在4—10月,9月雨

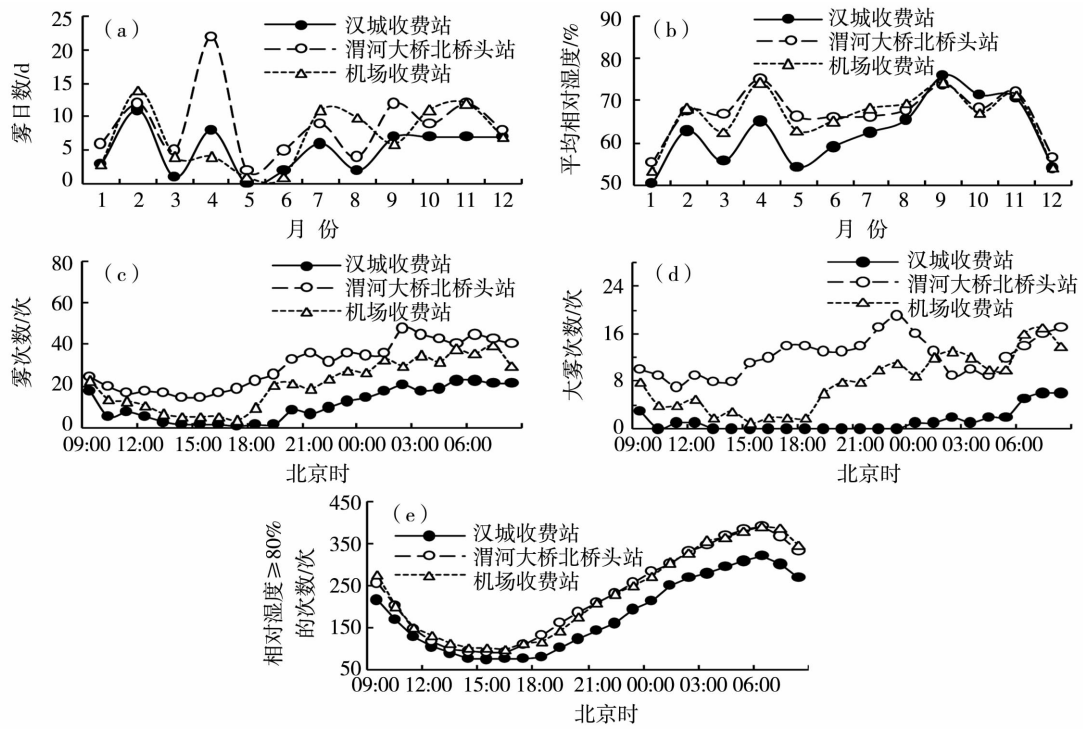


图1 2013年7月2日—2015年7月2日3个交通气象站雾日数(a)、平均相对湿度(b)的逐月变化和雾次数(c)、大雾次数(d)、相对湿度≥80%次数(e)的日变化

Fig.1 The monthly variation of fog days (a) and average relative humidity (b), and hourly variation of frequency of fog (c), heavy fog (d) and relative humidity more than 80% (e)

at 3 meteorological stations of traffic in airport expressway of Xi'an - Xianyang from 2 July 2013 to 2 July 2015

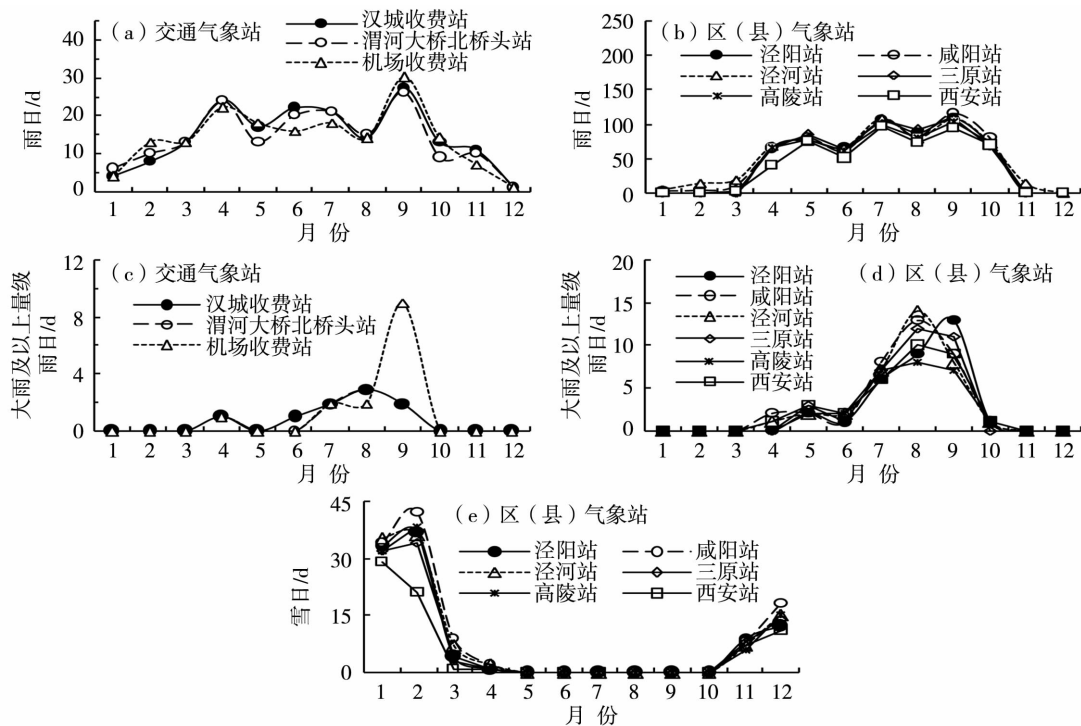


图2 2013年7月2日—2015年7月2日3个交通气象站和2007年1月1日—2015年4月30日6个区(县)气象站的降雨日数、大雨及以上量级降雨日数和降雪日数的逐月变化

Fig.2 Monthly variation of days of rain, heavy rain and rainstorm, snowfall at 3 meteorological stations of traffic in airport expressway of Xi'an - Xianyang from 2 July 2013 to 2 July 2015 and nearby 6 meteorological stations from 1 January 2007 to 30 April 2015

日最高,以小到中雨为主,大雨及以上量级的降雨多出现在7—9月,降雪出现在11—12月和1—3月,其中冬季1—2月出现日数较多。

然而,3个交通气象站与6个区(县)气象站降雨次数的日变化有一定差异(图3a、图3b),前者观测的降雨多出现在03:00—07:00和11:00—14:00,后者观测的降雨多出现在07:00—12:00和17:00—20:00,二者差异可能是西一咸机场高速公路与周边

区县的地理位置和环境差异造成的,也可能与交通气象站的观测样本少,不能充分反映该高速公路段降雨的日变化特征有关,需获得足够的交通气象站资料后进一步研究。对交通运输有较大影响的短时强降雨主要出现在6—9月,其中1h降水量达50mm以上的短时强降雨出现在7—8月(图略),短时强降雨出现在夜间的可能性较大(图3c、图3d)。

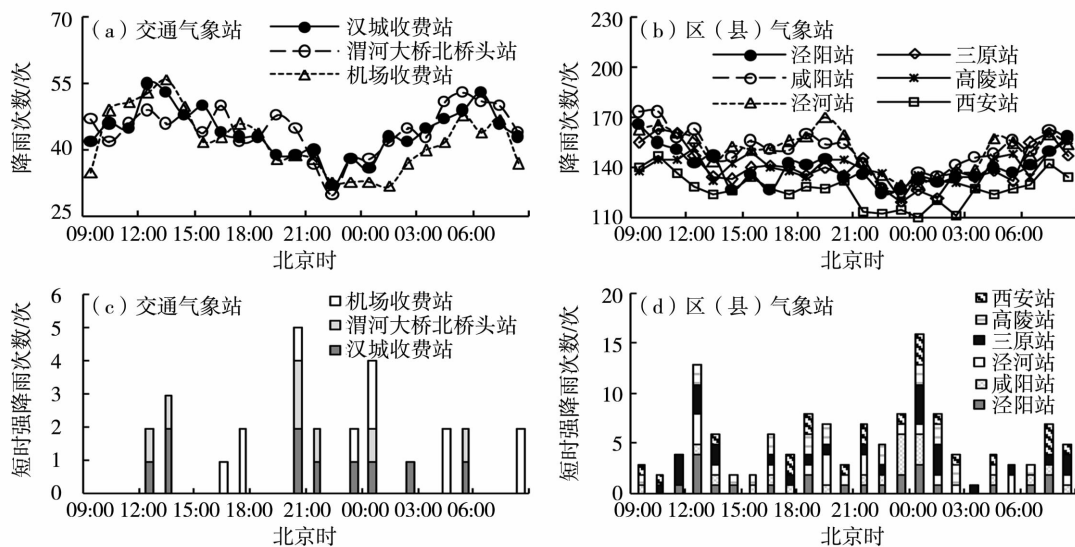


图3 2013年7月2日—2015年7月2日3个交通气象站和2007年1月1日—2015年4月30日6个区(县)气象站降雨次数和短时强降雨次数的日变化

Fig. 3 Diurnal variation of frequency of rainfall and short-term heavy rainfall at 3 meteorological stations of traffic in airport expressway of Xi'an - Xianyang from 2 July 2013 to 2 July 2015 and nearby 6 meteorological stations from 1 January 2007 to 30 April 2015

2.3 低温和道路结冰

对2013年7月2日—2015年4月30日3个交通气象站与6个区(县)气象站的低温日进行比较发现:当后者出现低温时,前者出现低温的概率为80%~100%。道路结冰发生在低温条件下,因此,6个区(县)气象站的低温和道路结冰资料一定程度上可以反映西一咸机场高速公路的低温和道路结冰特征。

从图4a、图4b、图4c来看,低温和道路结冰主要出现在冬季,其中1月和12月出现的日数最多,离西安城区越远的高速公路段越容易出现低温。利用6个区(县)气象站的低温和道路结冰逐日资料进行统计,发现1月和12月的低温日出现道路结冰的概率分别为81%和49%,明显高于其它月份(图略)。李蕊等^[13]研究指出,当地面温度 $T_s \leq 0^\circ\text{C}$ 、相对湿度较高、风速较小、路面潮湿或积水时,有利于道路结冰。从图4d、图4e和图5来看,低温主要出现在夜间至清晨,其中05:00—08:00的低温次数明

显偏多,该时段的相对湿度较高、风速较小,是道路结冰易发时段,与文献^[13]的结论一致。

根据交通气象站低温次数的日变化特征(图4d),将一日分为02:00—09:00、10:00—17:00和18:00—次日01:00共3个时段,以其地表温度 $T_s \leq 0^\circ\text{C}$ 时的气温作样本,统计不同时段出现道路结冰的气温临界值(表2)。为消除异常值的影响,将样本从小到大依次排列,取第85百分位值作为临界值。当地面潮湿或有积水时,可通过预测未来某一时段气温是否低于临界值来预测是否出现道路结冰。对于时段预报,在02:00—09:00、10:00—17:00和18:00—次日01:00,当最低气温 T_{amin} 分别低于 -1.4°C 、 -0.8°C 和 -0.2°C ,且西一咸机场高速公路段路面潮湿或有积水时,在各时段发生道路结冰的概率 $\geq 85\%$ 。对于逐日预报,当日最低气温 $T_{\text{amin}} \leq -1.4^\circ\text{C}$ 时,西一咸机场高速公路段在潮湿或者有积水路面出现结冰的概率 $\geq 85\%$ 。

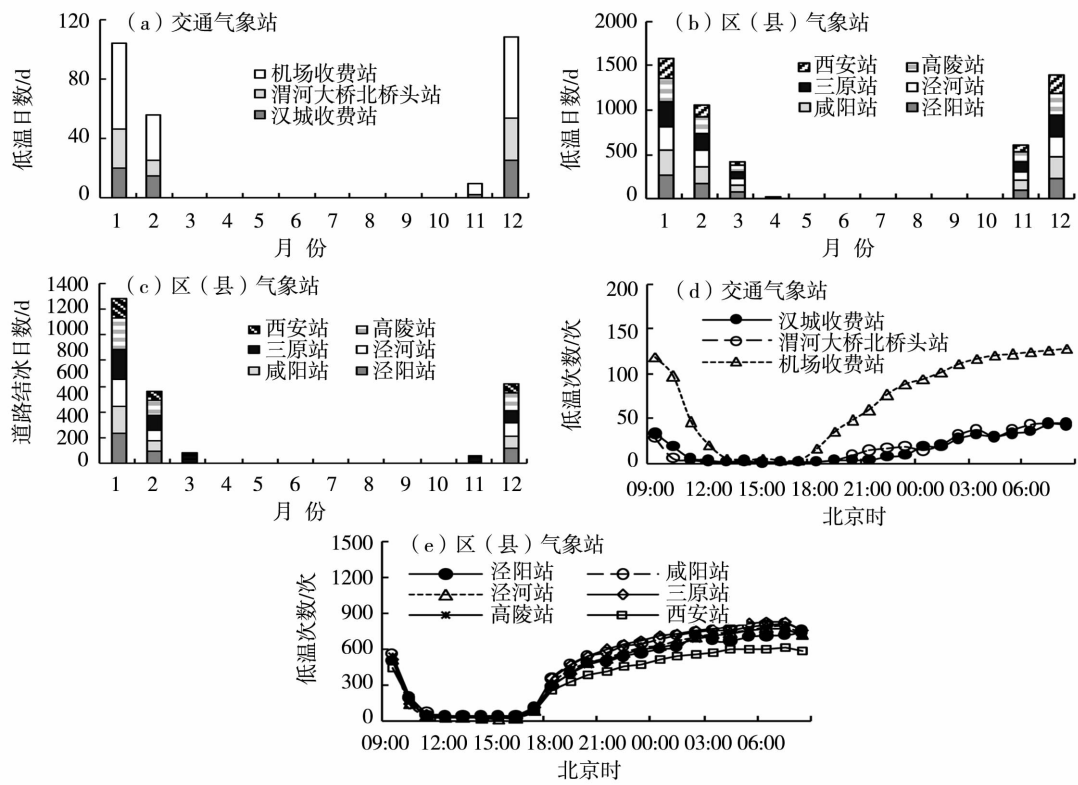


图4 2013年7月2日—2015年7月2日3个交通气象站和2007年1月1日—2015年4月30日6个区(县)气象站的低温日数、道路结冰日数的月变化和低温次数的日变化

Fig. 4 Monthly variation of low temperature days and road icing days, and diurnal variation of low temperature frequency at 3 meteorological stations of traffic in airport expressway of Xi'an - Xianyang from 2 July 2013 to 2 July 2015 and nearby 6 meteorological stations from 1 January 2007 to 30 April 2015

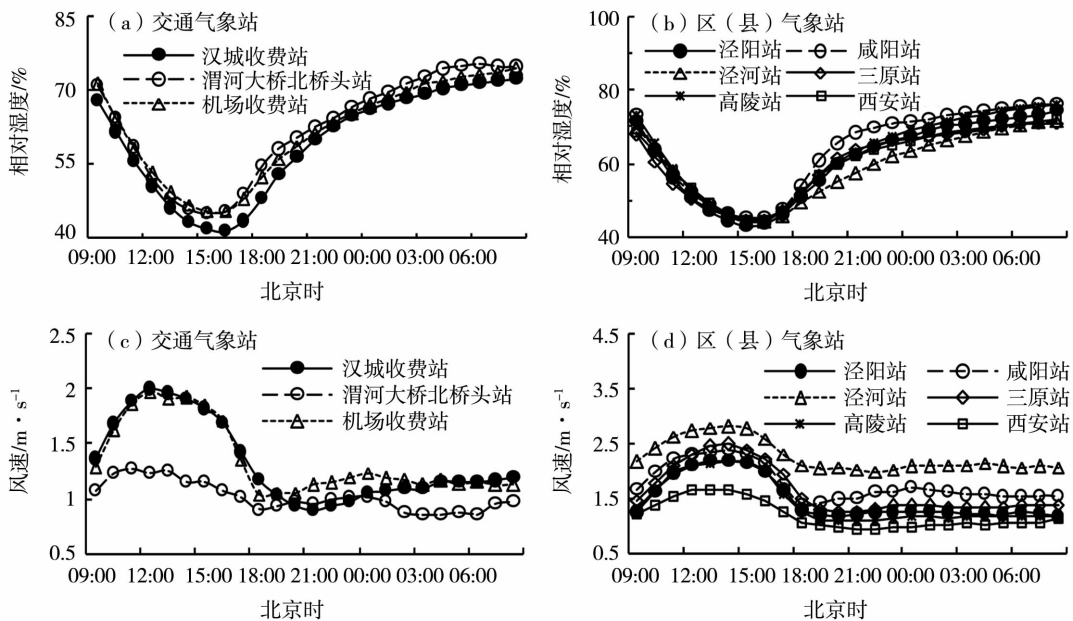


图5 2013年7月2日—2015年7月2日3个交通气象站和2007年1月1日—2015年4月30日6个区(县)气象站冬季平均相对湿度和风速的日变化

Fig. 5 Diurnal variation of winter average relative humidity and wind speed at 3 meteorological stations of traffic in airport expressway of Xi'an - Xianyang from 2 July 2013 to 2 July 2015 and nearby 6 meteorological stations from 1 January 2007 to 30 April 2015

表2 2013年7月2日—2015年7月2日一日中不同时段出现道路结冰的气温临界值

Tab.2 The temperature threshold of road icing in different times of day from 2 July 2013 to 2 July 2015

站点	气温临界值/℃			样本数/个		
	02:00—09:00	10:00—17:00	18:00—次日01:00	02:00—09:00	10:00—17:00	18:00—次日01:00
汉城收费站	-0.9	0.5	-0.6	274	35	64
渭河大桥北桥头站	-1.4	-0.8	-0.2	295	16	97
机场收费站	0.2	2.8	1.8	962	185	520

2.4 大风

与雾、降水、低温和道路结冰等天气相比,西一咸机场高速公路段监测到大风的次数较少。2013年7月2日—2015年7月2日期间,3个交通气象站均没有观测到大风,最大风速仅 $8.6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。从2007年1月1日—2015年4月30日6个区(县)气象站大风日数的统计来看,西一咸机场高速公路段有出现大风的可能,且春季出现的可能性较大(图6)。

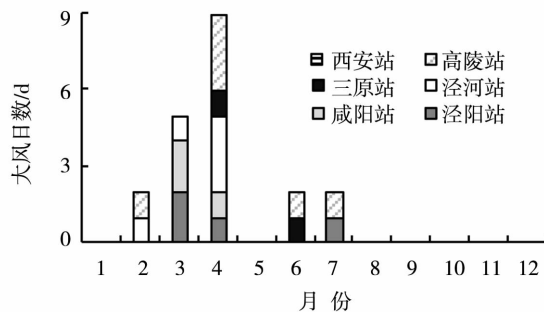


图6 2007年1月1日—2015年4月30日6个区(县)气象站大风日数的逐月变化

Fig.6 Monthly variation of strong wind days at 6 meteorological stations near 3 meteorological stations of traffic in airport expressway of Xi'an - Xianyang from 1 January 2007 to 30 April 2015

3 结论与建议

影响西一咸机场高速公路段运营安全的灾害性天气主要包括雾、强降雨、降雪、道路结冰和大风等。雾多出现在夜间至清晨,其中06:00—08:00是大雾易发时段。降雪主要发生在1—2月,而大雨及以上量级降雨主要发生在7—9月,其中短时强降雨多发生在夜间。道路结冰多发生在1月和12月,其中05:00—08:00是道路结冰易发时段,当日最低气温 $T_{\text{amin}} \leq -1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,在潮湿或者有积水路面出现结冰的概率 $\geq 85\%$ 。风常伴随强对流天气或者强冷空气活动,春季出现大风的可能性高于其它季节。

西一咸机场高速公路段雾天应避免06:00—08:00出行,飞机场等特殊部门可以通过影响局

部地区的相对湿度、风速、气温、地表温度等气象条件来驱散该地区的雾。盛夏和初秋要谨防强降雨的发生,且雨天应减少夜间出行。冬季,在最低气温 $T_{\text{amin}} \leq -1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温日,当降雨(雪)或其它原因导致路面潮湿或有积水时,要谨防出现道路结冰,且避开05:00—08:00出行。当大风灾害发生时,应立即躲避。

另外,从3个交通气象站与6个区(县)气象站的资料对比来看,高速公路沿线的区(县)气象站观测数据可以作为交通气象服务参考数据,二者的灾害性天气监测数据有一定差异,为了提高交通气象服务能力,应加快高速公路交通气象站建设,完善交通气象观测网。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 张青珍,王慧芳,张明捷,等. 濮阳市公路交通事故气象条件分析[J]. 气象与环境科学,2007,30(增刊):78-80.
- [3] 朱兴琳,方守恩,王俊骅. 新疆高等级公路交通安全气象影响分析与评价[J]. 自然灾害学报,2009,18(6):57-63.
- [4] 李迅,尹志聪,丁德平,等. 高速公路气象观测站的宏观适用性[J]. 气象科技,2013,41(2):372-377.
- [5] 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.
- [6] 汤继涛,袁成松,包云轩,等. 一次苏南大暴雨过程数值模拟及其对交通能见度的影响[J]. 气象科学,2014,34(3):275-281.
- [7] 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.
- [8] 丁蕾,孟祥飞,谢洁,等. 张家港市天气与道路交通安全的关系[J]. 气象科技,2014,42(5):934-937.
- [9] 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.
- [10] 郭春燕. 内蒙古公路交通气象灾害及服务分析[J]. 内蒙古气象,2015(3):39-43.
- [11] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2005.1-115.
- [12] 周须文,时青格,贾俊妹,等. 低能见度雾的分级预报方法研究[J]. 热带气象学报,2014,30(1):161-166.
- [13] 李蕊,牛生杰,汪玲玲,等. 三种下垫面温度对比观测及结冰气象条件分析[J]. 气象,2011,37(3):325-333.

Characteristics of Disastrous Weather in Airport Expressway of Xi'an - Xianyang

WANG Dan¹, GAO Hongyan¹, HUANG Shaoni², MA Lei¹

- (1. Shaanxi Meteorological Service Center, Xi'an 710014, China;
2. Shaanxi Meteorological Observatory, Xi'an 710014, China)

Abstract: Based on the meteorological observation data from 3 meteorological stations of traffic in airport expressway of Xi'an - Xianyang from 2 July 2013 to 2 July 2015 and near 6 weather stations within 20 km from 1 January 2007 to 30 April 2015, the characteristics of disastrous weather in airport expressway of Xi'an - Xianyang were analyzed. The results showed that the fog often occurred from mid-night to morning, and the heavy fog often occurred from 06:00 to 08:00. The heavy rainfall and above mainly occurred in July, August and September, and the short-term heavy rainfall was more likely to occur in the nighttime than in the daytime. Snowfall mostly occurred in January and February. Strong wind was more likely to occur in spring than in other seasons. The road icing usually occurred in January and December, and it's easy to ice on wet and watering roads with more than 85% probability when the daily air temperature was lower than $-1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ in airport expressway of Xi'an - Xianyang. The data from weather stations within 20 km near the expressway can provide reference for traffic meteorological service, but it is slightly different from the observation from traffic meteorological stations in the expressway. For the improvement of the meteorological service ability of traffic in expressway, the construction of traffic meteorological station and observation network should be accelerated and perfected.

Key words: expressway; meteorological station of traffic; disastrous weather

关于《干旱气象》主办单位与出版单位的声明

《干旱气象》原由中国气象局主管,甘肃省气象局主办,编辑部出版发行。考虑到期刊依托科研院所主办更具优势,《干旱气象》主办单位从2003年起为中国气象局兰州干旱气象研究所、中国气象学会干旱气象学委员会,但未办理相关变更手续。2014年起《干旱气象》出版单位由“《干旱气象》编辑部”变更为“科学出版社”。因主办单位及出版单位变更的相关手续正在办理中,且考虑到期刊年检问题,本期《干旱气象》主办单位与出版单位暂改为“甘肃省气象局”与“《干旱气象》编辑部”。

特此声明