

## 影响宝天高速公路视程障碍的天气现象分布特征

蒲金涌<sup>1,2</sup>, 蒲禹君<sup>3</sup>, 姚小英<sup>2</sup>, 郭清厉<sup>4</sup>

(<sup>1</sup>中国气象局兰州干旱气象研究所/中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室/  
甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 兰州 730020; <sup>2</sup>天水市气象局, 甘肃天水 741000;  
<sup>3</sup>中联西北工程设计研究院, 西安 710073; <sup>4</sup>宝鸡市气象局, 陕西宝鸡 721000)

**摘要:**为了做好宝天高速公路的气象保障工作,运用1961—2008年天宝高速公路宝鸡、麦积国家气象站视程障碍天气观测资料,分析视程障碍天气现象对公路正常运行的干扰及天气现象本身的时空分布特征及变化趋势。结果表明,沙尘暴属小概率事件。近年来,沿公路从东向西雾日逐渐减少,浮尘及扬沙日数逐渐增加。10月份,全线路出现雾天的频率较高,为0.56天/年;浮尘及扬沙主要出现在3—5月,全线路出现浮尘频率为1.4天/年,扬沙频率为0.7天/年。雾日宝鸡以0.34天/年线性趋势减少,天水以0.01天/年线性趋势减少;浮尘宝鸡以0.41天/年线性趋势减少,天水以1.37天/年线性趋势减少;宝鸡自2002年以后,已连续7年无扬沙天气出现,天水扬沙线性减少趋势为0.37天/年。应根据视程障碍天气现象变化规律,制定应对措施,做好气象保障服务。

**关键词:**影响;宝天高速公路;视程障碍;分布;特征

**中图分类号:**P49

**文献标志码:**A

**论文编号:**2011-1173

### Distribution Characteristics of Weather Phenomena Affected on Vision Obstruction Along the Baoji-Tianshui Highway

Pu Jinyong<sup>1,2</sup>, Pu Yujun<sup>3</sup>, Yao Xiaoying<sup>2</sup>, Guo Qingli<sup>4</sup>

(<sup>1</sup>Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province/

Key Open Laboratory of Arid Change and Disaster Reduction of CMA Institute of Arid Meteorology/

China Meteorological Administration, Lanzhou 730020; <sup>2</sup>Tianshui Meteorological Bureau, Tianshui Gansu 741000;

<sup>3</sup>China United Northwest Institute for Design and Research, Xi'an 710073; <sup>4</sup>Baoji Meteorological Bureau, Baoji Shaanxi 721000)

**Abstract:** In order to complete the weather service along Baoji-Tianshui highway, based on the data of weather phenomenon which reducing the visibility, in Tianshui and Baoji national meteorological observation stations from 1961 to 2008, the variation and distribution characteristics of vision obstruction weather phenomena along Baoji-Tianshui highway had been analyzed. The results showed that the sand storm was small probability climatic event. The fog days increased and dust and dust blowing days decreased from east to west. The fog days appeared mainly in October and the frequency was 0.56 days a year in the whole line. The dust and dust blowing appeared mainly in March to May and frequency of dust and dust blowing were 1.4 days and 0.7 days a year respectively along the whole line. The disadvantages whether phenomenon for highway decreased in recent years. The fog days decreased with 0.34 days every year in Baoji and 0.01 days every year in Tianshui. Dust days decreased with 0.41 days in Baoji and 1.37 days in Tianshui. There were no dust blowing days since 2002 in Baoji and the phenomenon decreased with 0.37 days every year in Tianshui. The author suggested that people should follow the variation law of weather phenomenon and make measurement to copy the disadvantageous weather condition.

**Key words:** influence; Baoji-Tianshui highway; vision obstruction; distribution; characteristic

**基金项目:**甘肃省气象局“十人计划”(2009年); 国家科技部公益行业专项(GYHY200806021)。

**第一作者简介:**蒲金涌,男,1960年出生,甘肃天水人,高级工程师,专科,主要从事应用气象及试验研究的工作。通信地址:741000 甘肃省天水市气象局, Tel: 0938-2736341, E-mail: pujinyong6@163.com。

**收稿日期:**2011-04-21, **修回日期:**2011-06-25。

## 0 引言

高速公路是20世纪末中国陆上交通巨大变化标志之一,其快捷、高效的特点在促进经济发展中所起的作用愈来愈重要,带动了沿线多种产业的发展。高速公路的安全运营在很大程度上受到气象条件的影响和制约,在东部许多省区由视程障碍气象条件在高速公路上引发的交通事故占总事故的20%以上<sup>[1]</sup>。事实上,由视程障碍气象条件所引发的交通事故几乎不可避免<sup>[2-3]</sup>。分析视程障碍气象条件的分布特征,建立气象服务保障系统,具有非常现实的意义。

国外高速公路发展的历史较长,高速公路气象保障研究起步较早,对采用气象信息辅助交通决策比较注重,现在许多发达国家已陆续建立了不同形式的公路气象服务系统(Road Weather Information System, RWIS),及时发现公路运行的恶劣天气,并制定相应的措施<sup>[4]</sup>。中国关于视程障碍天气对高速公路的影响研究随着公路建设的进行陆续开展,研究的重点一是对天气现象形成机制的研究及预测;二是对天气现象分布特征的研究。吴锐等<sup>[5-6]</sup>研制开发了4种南岭山地京珠高速公路云岩雾区的能见度预报方法及预测预报系统;田华等<sup>[7]</sup>、周慧<sup>[8]</sup>等利用北京、天津、塘沽3个气象站雾观测资料,分析了京津塘高速公路沿线雾的气候特征及气象条件;卢娟<sup>[9]</sup>、杨尚英<sup>[10]</sup>等对辽宁省高速公路及“西一宝”高速公路的视程障碍气象条件进行了分析,并对气象保障服务系统的设计进行了展望;王伟等<sup>[11]</sup>建立了雾危险指数的计算方法。而许秀红等<sup>[12]</sup>认为,中国建立包括气象条件在内的公路环境气象指数和安全等级及标准划分的研究还处在起步阶段,而视程障碍气象条件对高速公路的潜在危险性显而易见,有必要加强研究。

宝鸡至天水高速公路(简称宝天高速公路)起于陕、甘两省交界的牛背,止于甘肃天水的甘泉,线路全长96.147 km。所经之处地属半湿润气候带的北缘,天气现象变化比较复杂,地质环境脆弱,视程障碍气象条件易对公路的正常运行造成威胁<sup>[13-14]</sup>。因此,笔者对沿线视程障碍天气条件对宝天高速公路影响分布特征进行分析,以期对公路的正常运行及对不利气象条件的防范提供科学依据。

## 1 资料来源及研究方法

### 1.1 资料来源

研究资料取自宝天高速公路东段的宝鸡国家气象站(34.4°N, 107.2°E)及西段的天水国家气象站(34.6°N, 105.9°E)1961—2008年的逐日测量值。各种天气现象的观测标准依据中国气象局《地面气象观测规范》<sup>[15]</sup>。

### 1.2 天气现象观测及标准

天气现象是在一定天气条件下产生在大气中、地面上的一些物理现象,影响宝天高速公路正常运行的视程障碍天气现象主要有雾、扬沙、沙尘暴及浮尘。

视程障碍天气现象是以影响水平能见度的严重程度进行划分(见表1)。雾是由于空气湿度较大,易形成水滴凝结而影响视程;而沙尘暴、扬沙等则是伴随着较大尺度的天气系统移动。2类天气现象形成的机制和条件不同。

表1 各种视程障碍天气现象影响能见度的程度

天气现象	能见度/m	天空颜色	天气条件
雾	<1000	深灰色	无风或微风
扬沙	1000~10000	天空混沌	风较大
沙尘暴	<1000	天空混沌	风较大
浮尘	<10000	太阳苍白或淡黄色	风较小

### 1.3 研究方法

视程障碍天气现象的趋势变化系数用一次线性方程拟合得到,见式(1)<sup>[16]</sup>。

$$y=bt+c \quad \text{..... (1)}$$

式中:Y为视程障碍天气现象;t为从变化开始算起的时间序数,本研究为年份;c为常数;b为天气现象的倾向率,b/a即表示视程障碍天气现象年的变化趋势。应用SPSS软件进行天气现象变化特征的数学拟合及统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 视程障碍天气现象对高速公路的影响

视程障碍天气影响能见度的严重程度不同,对高速公路的行车速度要求也不同(见表2)<sup>[1]</sup>,当能见度<2000 m时,即对正常行车速度构成影响,能见度<50 m封闭公路(见表2)。一般来说,能见度>500 m,车辆行驶速度可以达到高速公路限速上线(80 km/h),能见度≤500 m车辆行驶速度小于限速上线。

### 2.2 雾日变化规律

雾只有在空气中的水汽含量饱和以后才能形成。雾日的多少与当地气候特点关系较大。宝天高速公路的东端宝鸡南邻秦岭,空气湿度较大;西端麦积北临渭北半干旱区,空气湿度较小。公路首尾端雾日差异较大。自东向西雾日呈逐渐减少趋势,宝鸡的雾日频率为6.75天/年,天水为1.7天/年(见图1)。宝鸡的雾日比天水偏多300%。东端宝鸡雾日以冬季出现的频率较高,其次为秋、春季,夏季出现的频率较小。全年雾呈抛物线分布( $Y=0.0369X^2-0.4669X+1.5966$ ,  $R=$

表2 视程障碍能见度对高速公路交通安全影响及防御措施

能见度/m	对交通安全的影响	最高车速/(km/h)	行车间距/m
2000~5000	车辆正常行驶	≤120	>150
1000~2000	不利车辆高速行驶	≤100	>150
500~1000	行车气象条件较差,车辆适当减速行驶	≤90	>100
200~500	行车气象条件差,车辆适当减速行驶	≤80	>100
100~200	行车气象条件很差,车辆减速行驶	≤60	>150
50~100	行车气象条件很差,车辆低速行驶	≤40	>150
<50	行车气象条件极差,车辆驶离雾区路段,高速公路封闭	0	—

0.9325,  $P < 0.01$ , Y: 雾日; X: 月份)。11—12月、1月雾日影响公路东端正常运行的频率较高,均在1天/月以上。公路西端天水雾日出现的频率较小,1—8月几乎无雾日,9—12月雾日频率小于1天/月。10月发生频率较高,是公路西端受雾日影响较大的月份。根据李比希限制因子原理,全线路受雾日影响的可能性较大月份也为10月,出现频率是0.56天/年。

受全球气候暖干化的影响,中国西北地区空气湿度逐年降低<sup>[7]</sup>。宝天高速公路段形成雾的天气条件逐年减少。从21世纪60年代以来,宝天高速公路段的雾

发生天数基本上呈减少趋势(见图2)。宝鸡从1972年开始以0.34天/年的线性趋势递减( $R=0.491$ ,  $P < 0.01$ ),天水从1976年开始以0.01天/年的线性趋势递减( $R=0.2676$ ,  $P < 0.1$ )。宝天高速公路段雾日相对较多的时段出现在20世纪70年代,1972年宝鸡的雾日达21天/年。进入21世纪雾日相对较少,对公路运行的影响较轻。

### 2.3 沙尘暴、扬沙、浮尘变化规律

沙尘暴、扬沙、浮尘的形成一般都伴有较大尺度的天气系统移动,且空气湿度较低。宝天高速公路段的

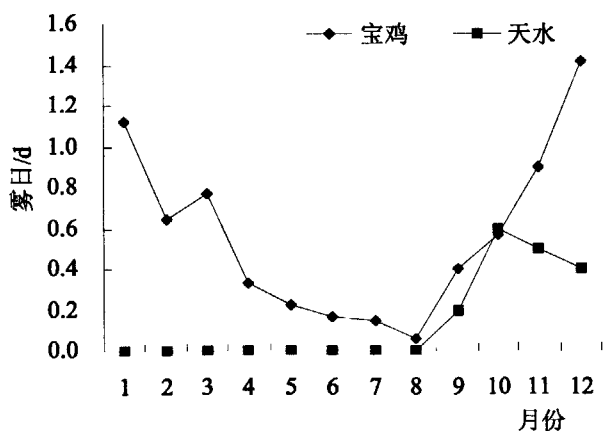


图1 宝天高速公路各月雾日分布

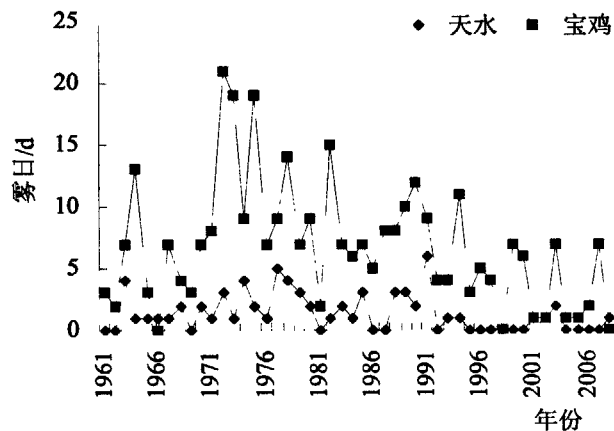


图2 宝天高速公路沿线历年雾日变化

沙尘暴属小概率天气事件,东端宝鸡近50年基本上无沙尘暴发生。西端天水发生频率为0.29天/年。浮尘及扬沙沿宝天高速公路的分布与雾日分布相反,从东到西逐渐增多(见图3),宝鸡浮尘出现频率为3.3天/年,天水出现频率为24.6天/年,西端比东端偏多645%;扬沙宝鸡出现频率2.3天/年,天水6.3天/年,西端比东端偏多174%。春季3—5月是浮尘、扬沙的高发时段,天水浮尘出现日数占全年61%,宝鸡占全年79%。4月浮尘出现频率较高,天水出现频率为6.0天/月,宝鸡出现频率为1.4天/月。7—9月是浮尘的低发时段,9月天水出现浮尘的频率为0.2天/月,宝鸡无浮尘出现。全线

路发生浮尘的频率为1.4天/年。扬沙的年内分布基本与浮尘一致。春季是扬沙的高发时段,3—5月天水扬沙出现的日数占全年67%,宝鸡占全年64%。4月出现扬沙的频率较高,天水出现频率为1.7天/月,宝鸡为0.7天/月。全线路发生扬沙的频率为0.7天/年。

自20世纪60年代以来,宝天高速公路段的扬沙及浮尘天气现象呈较明显的下降趋势(见图4),1961—1979年宝鸡无浮尘出现,20世纪80年代宝鸡出现浮尘频率较高,此后呈比较明显的下降趋势,1980—2008年线性减少趋势为0.41天/年( $R=0.4907$ ,  $P < 0.1$ ),天水自1966年开始呈较明显的减少趋势,线性趋势为1.37天/年

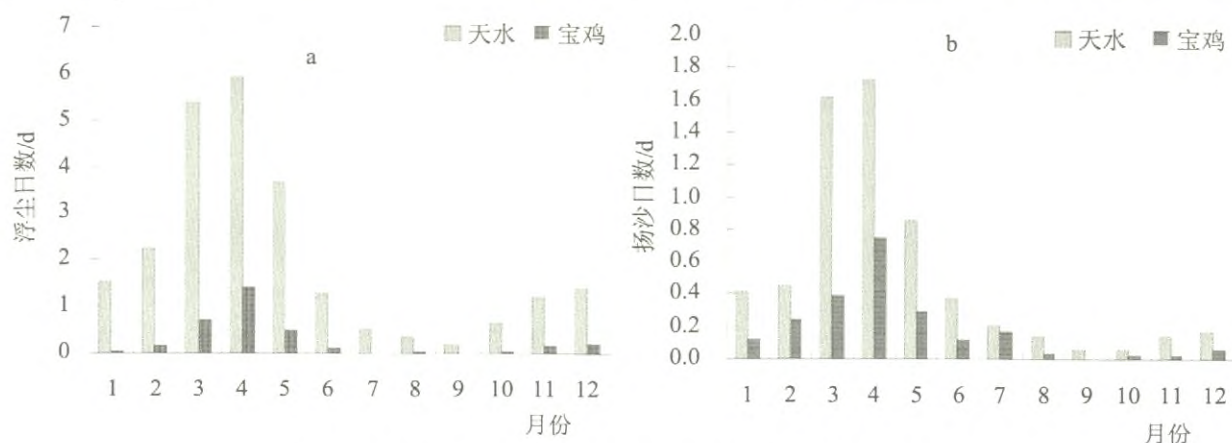


图3 浮尘(a)、扬沙(b)日数在宝天高速公路沿线各月的分布

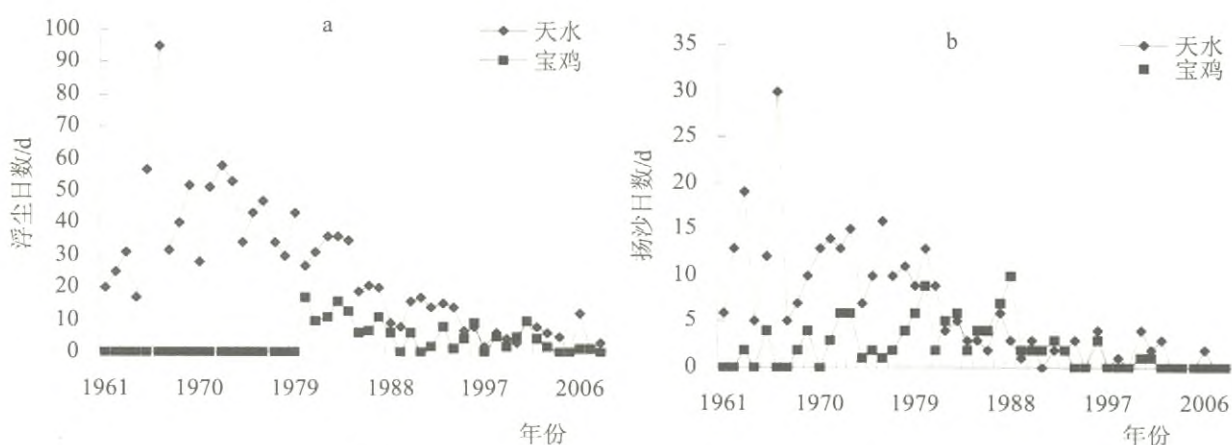


图4 宝天高速公路沿线历年浮尘(a)、扬沙(b)日数变化

( $R=0.7409$ ,  $P<0.01$ )。宝鸡扬沙出现的日数呈抛物线变化( $Y=-0.0084X^2+0.369X-0.153$ ,  $R=0.3749$ ,  $P<0.1$ ,  $Y$ : 扬沙日数;  $X$ : 年份), 高峰期出现在20世纪80年代, 2002—2008年已连续7年无扬沙天气出现。天水扬沙变化趋势基本上与浮尘相同, 自1966年以来以0.37天/年( $R=0.591$ ,  $P<0.01$ )的线性趋势减少。浮尘、扬沙对宝天高速公路的运行影响呈逐年减弱趋势。

### 3 结论

影响宝天高速公路正常运行的视程障碍天气现象一年四季都会出现, 时段性较强。雾日秋、冬季出现频率较高; 沙尘暴属小概率事件; 浮尘、扬沙日数主要分布在春季。天宝高速公路西端的雾日较少, 扬沙、浮尘天气较多; 东端的雾日较多, 扬沙、浮尘天气较少。自20世纪70年代以来, 视程障碍天气现象呈逐年减少趋势, 雾日以0.1~0.34天/年的线性趋势减少, 浮尘日数以0.41~1.37天/年的线性趋势减少, 扬沙日数以0.37天/年的线性趋势减少。近50年气象观测结果显

示, 视程障碍视程天气对宝天高速公路运行威胁呈减少趋势。

### 4 讨论

根据程障碍天气的发生规律, 预测、预报是做好天宝高速公路气象保障的措施之一。但是, 由于天宝高速公路大部分路段穿行在秦岭西端山区, 山间地形、地势复杂, 小气候差异较大, 因此仅靠两端气象站的监测数据做好服务工作, 局限性较大。应该根据公路东西分布恰好对应许多天气系统的上下游特征, 在公路沿线增加自动气象站的布点, 加强东西两端气象预报及监测系统的协调和合作, 使防御及应对措施准确到位, 切实提高气象保障的能力。

除大暴雨外, 纯粹的视程障碍天气只是影响宝天高速公路正常运行的天气现象之一。做好全方位的气象保障服务工作, 还要对暴雨及其引发的次生地质灾害及积雪、结冰发生特征等天气进行研究, 尽可能全面反映整个路段的不良天气现象对公路正常运行的影响。

## 参考文献

- [1] 李岚,唐亚平,孙丽,等.辽宁省高速公路视程障碍气象条件分析及服务探讨[J].气象与环境学报,2010,26(1):49-53.
- [2] 魏德宾,邹开其.用神经网络方法对高速公路交通流控制模型中的参数辨识[J].大连大学学报,2001(2):21-25.
- [3] 田华,吴昊,赵琳娜,等.沪宁高速公路路面温度变化特征及统计模型[J].应用气象学报,2009,20(6):737-744.
- [4] 孟遂珍.国外高速公路管理与气象信息[J].气象科技,2002,30(4):60-62.
- [5] 吴锐,赵博,邓雪娇,等.岭南山地高速公路雾区恶劣能见度研究[J].高原气象,2007,26(3):649-654.
- [6] 吴锐,邓雪娇,游积平,等.岭南山地高速公路雾区能见度预报系统[J].热带气象学报,2006,22(5):417-422.
- [7] 田华,王亚伟.京津塘高速公路雾气候特征与气象条件分析[J].气象,2008,34(1):66-71.
- [8] 周慧,解以扬,高鹰.京津塘高速公路大雾天气气候特征及其对交通的影响[J].灾害学,2008,23(3):48-53.
- [9] 卢娟,郭刚,邢江月,等.辽宁省高速公路气象保障服务系统设计与展望[J].气象与环境学报,2007,23(2):49-53.
- [10] 杨尚英.“西—宝”高速公路视程障碍气象条件分析及对策[J].防灾技术学院学报,2008,10(4):43-48.
- [11] 王炜,卢雪翠,解以扬.雾的标准化危险指数计算方法及其应用[J].气象与环境学报,2010,26(1):16-20.
- [12] 许秀红,闰敏慧,于震宇,等.道路交通事故气象条件分析及安全等级标准——以黑龙江省为例[J].自然灾害学报,2008,17(4):53-58.
- [13] 刘长江,杨宗义,贺宵鹏.牛背至天水高速公路路域地质环境安全对道路工程稳定性的影响分析[J].冰川冻土,2008,30(6):1078-1083.
- [14] 吴敏慧,沈永平.牛背至天水高速公路路域环境地质安全性评价方法探讨[J].冰川冻土,2006,28(4):618-622.
- [15] 中国气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,2003:17-66.
- [16] 姚玉璧,王润元,邓振镛,等.黄河上游主要产流区气候变化及其对水资源的影响——以甘南高原为例[J].中国沙漠,2007,27(9):903-909.
- [17] 闫炎,赵昕奕,周力平,等.近50年中国西北地区干湿演变的时空特征及其可能成因探讨[J].干旱区资源与环境,2010,24(4):38-44.