

翟雅静. 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. [Zhai Yajing. Advances in traffic meteorological service under the influence of disastrous weather[J]. Journal of Catastrophology, 2015, 30(2): 144-147, 178.]

# 灾害性天气影响下的交通气象服务进展研究<sup>\*</sup>

翟雅静<sup>1,2</sup>, 李兴华<sup>2</sup>

(1. 南京大学 大气科学学院, 江苏 南京 210093; 2. 内蒙古自治区气象服务中心, 内蒙古 呼和浩特 010051)

**摘 要:** 详细研究了各种灾害性天气气候如何对高速公路的运输及安全造成影响, 以及由这些恶劣天气引起的交通事故造成的人员伤亡和财产经济损失。研究了国内外的交通气象服务现状, 通过分析比较的方法找到了我国交通气象服务存在的一些不足。对如何更好发展交通气象服务提出了对策和建议, 以期达到降低交通安全事故, 提高高速公路的运输效率, 减少财产经济损失和减少人员伤亡的目的, 为我国的国民经济和社会发展做出贡献。

**关键词:** 高速公路; 灾害天气影响; 交通气象服务

**中图分类号:** X43    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1000-811X(2015)02-0144-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2015.02.028

高速公路以其高效、快捷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。据统计, 到2004年底, 我国高速公路总里程数已突破  $3.4 \times 10^4$  km, 位居世界前列。然而, 随着我国高速公路通车里程的迅猛增长, 高速公路交通的安全问题却越发得令人担忧。据资料统计, 高速公路每百公里发生事故率比普通公路高出3倍多。

高速公路交通事故发生的原因是多方面的, 包括客观的天气气候条件、交通环境、路政设施、主观人为因素和交通管理等多方面因素, 其中因恶劣天气引起的高速公路交通事故影响比重很大, 且呈上升趋势, 所以我们进行重点讨论研究。恶劣的天气及气候条件, 如雨、雪、雾、高温、冰冻和沙尘暴等天气对高速公路交通安全的危害非常大, 尤其在雨雪冰冻和大雾沙尘的恶劣气候条件下, 高速公路交通事故明显呈现多发趋势。特别是内蒙古地区, 气候寒冷, 冬季受寒冷气候条件影响较严重, 影响时间长, 雨雪冰冻天气频繁, 因而不利天气对交通产生的影响程度是非常严重的, 冬季高速公路封堵现象时有发生, 不利气象条件在交通安全、道路通行能力、路政管理、道路养护、道路收费等方面对高速公路均造成很大损失。在交通安全和道路通行能力上的主要影响有交通事故发生、高速公路封闭、长时间堵塞, 其中高速公路的封闭与堵塞给各行各业(例如仓储和零售业)带来了较大的经济损失, 交通事故则体现在人员伤亡、机械损失以及交通设施损毁破坏等方面, 且这些破坏不可修复, 是一次性的。此外, 灾害性天气不仅对高速公路的交通运输和设

施产生不利影响, 而且对高速公路建设工程也有很大影响, 不利天气对交通的影响已经成为影响和制约经济发展的一个重要因素。

裴玉龙等分析了道路交通事故形成的原因及对策<sup>[1]</sup>; 李晓明、孟遂珍等对国外公路的气象信息管理做了介绍<sup>[2-3]</sup>; 袁祥林、陈正洪、张春辉等研究了低温雨雪冰冻灾害对国内部分省内高速公路的影响<sup>[4-6]</sup>。这些研究都具体到某种灾害性天气对道路的影响, 或者研究某省受到灾害天气影响的特征, 或者单纯介绍国外的交通服务, 没有对比分析国内外交通服务的差距所在, 基于此现状, 在分析研究前面学者研究结论的基础上, 本文通过研究不利天气气候条件对高速公路交通安全的影响, 对比分析国内外交通气象服务现状, 对内蒙古的公路灾害进行分析, 并提出如何有效提高交通气象服务的对策建议, 以期降低高速公路交通事故发生率, 提高高速公路的运输效率, 保障人民生命和财产安全, 为保障国民经济和社会稳定发展做出贡献。

## 1 主要灾害天气对高速公路产生的影响及危害分析

从事故率角度来看, 根据2002年全国高速公路交通事故统计分析, 在单位时间内, 受雨、雪、雾等天气影响的车辆事故率比正常天气情况下高2~3倍, 在对高速公路行车安全造成威胁的诸多气候因素中, 尤以雨、雪、雾影响最重<sup>[1,4]</sup>, 但是在内蒙古地区, 由于气候比较干燥, 雾霾天

\* 收稿日期: 2014-09-09

修回日期: 2014-12-15

基金项目: 中国气象局公益性行业(气象)专项“北方大规模风电场风电功率预测技术研究及应用”(GYHY201206026)资助

作者简介: 翟雅静(1982-), 女, 内蒙古呼和浩特市人, 工程师, 主要从事专业气象服务管理工作。E-mail: 56840798@qq.com

气发生次数较少, 其对高速公路的影响不及大风、沙尘天气。

### 1.1 冰雪天气

在冰雪天气下, 公路表层的附着系数仅为正常干燥路面的  $1/8 \sim 1/4$ , 随着车速的提高, 路面附着系数也会降低, 车辆制动距离增大, 制动不及时对行车安全威胁极大<sup>[4]</sup>。在积雪结冰的路面上行驶, 车辆轮胎各部分作用力稍不平衡就会造成整车失去平衡, 导致侧滑、漂移失控, 从而造成事故发生。高速公路上降雪量较大, 积雪堆积甚至结冰使路面变滑, 汽车转向及制动的稳定性大幅下降, 汽车操纵困难。据英国统计的数据资料显示的气候条件与交通事故的关系: 降雪时高速公路事故发生比率是干燥路面的 5 倍<sup>[4]</sup>, 结冰时事故发生比率是干燥路面的 8 倍<sup>[4]</sup>。此外, 由于降雪天气条件下的路面比雨天路面更滑, 一些驾驶员对路面积雪湿滑程度估计不足也易导致事故发生。当雪后晴天时, 由于积雪对阳光的强烈反射作用, 产生眩光, 即雪盲现象, 也会使驾驶员视力下降, 影响行车安全<sup>[5]</sup>。以上分析表明降雪等天气导致能见度降低和路面冻结、路面附着系数降低产生打滑现象等影响了行车安全。

冰雪天气不仅对高速公路行车安全造成影响, 导致严重交通事故外, 范围较大、程度较深的降雪天气会造成高速公路暂时性中断、堵塞, 如高速公路上为避免异常天气或自然灾害对高速公路的安全运营造成更大影响而关闭某个车道或全部车道<sup>[6]</sup>。交通拥挤及中断也带来间接的损失, 给社会造成多方面影响和危害。一是耗费时间及能源。由于降雪原因, 车辆运行速度低, 高速公路上发生交通堵塞, 甚至长时间滞留, 造成时间资源的大量耗费; 同时车辆的超低速运行和间歇性制动、启动车辆增加了耗能, 大大减低了高速公路的运输效率, 且长时间的滞留给运输、仓储等行业带来极大经济损失<sup>[7]</sup>。二是加重了交通污染。交通拥挤时车辆的尾气排放急剧增加, 整个拥挤或堵塞路段的空气和噪声污染严重。三是增加了交通事故发生的几率, 交通拥挤、堵塞, 使人-车-路系统运行失调, 容易导致交通事故的发生<sup>[8]</sup>。为了减少冰、雪对高速公路行车安全的影响, 当冬季降雪后, 往往在清除冰雪路面时采取撒盐的方法, 虽然清除冰雪较快而彻底, 但会使路面受到侵蚀而表面剥落-盐剥蚀, 对路面造成损坏<sup>[9]</sup>。

### 1.2 降雨、冰雹天气

降雨天气条件下, 降水的性质、强度、降水量级与高速公路的安全有密切关系。降水天气对高速公路的影响主要体现在: 降雨天气尤其是降雪容易导致路面潮湿和打滑, 雨天情况下的路面摩擦系数不到干燥铺装路面的一半<sup>[9-10]</sup>, 因而车轮极易打滑, 随着车速增加, 路面的摩擦系数急剧减小, 车辆制动距离逐渐增大, 对安全造成极为不利的影响; 同时路面积水行车易造成水花四溅, 导致能见度有一定程度的下降, 况且强降水天气本身的能见度亦非常低, 所以这些因素影响了行车的视线也影响了高速公路的路况, 从而引发交通事故。在山洪易发区, 降雨对公路的安全

危害非常大。暴雨天气下, 在山区公路的山洪易发路段, 一旦有山洪暴发, 山洪、泥石流等地质灾害直接导致车毁人亡, 有数据表明, 雨天发生交通事故的比率为 20.66%, 是所有不利天气条件中造成事故比例最高的天气因素<sup>[11-12]</sup>。冰雹是较强对流天气系统, 往往伴随着大风降雨, 当冰雹天气发生时, 道路能见度很低, 由于冰雹的形状和冰的特性使得路面摩擦系数下降很多, 冰雹天气路面比雨天路面更滑, 驾驶员在这种天气状况下很难控制方向, 容易发生追尾、碰撞等交通事故, 冰雹的另一危害是会对道路交通设施等造成损毁, 也会直接威胁高速公路交通的安全运行<sup>[13]</sup>。

### 1.3 大风、沙尘天气

大风、沙尘这类偶尔会出现的灾害性天气, 也会对高速公路带来影响<sup>[14]</sup>。大风直接影响到行车的安全, 主要表现在使车辆行驶阻力增大, 增加车辆负载, 影响行车稳定性。横风天气出现时会引起大型货车的侧翻, 还会破坏道路基础设施如护栏、指示牌等; 沙尘天气使道路能见度减低, 驾驶员视线受到影响, 影响行车安全。

### 1.4 高温、低温天气

高温天气主要出现在夏季, 其影响主要体现在: 一方面易引起司机的驾驶疲劳; 另一方面车辆在高温期间行驶时发动机过热易引发危险, 还可能会爆胎。这些都会引发交通事故<sup>[15]</sup>。除此之外, 路基路面受高温影响也容易发生变形坍塌, 影响也很严重。

低温天气影响对高速公路的危害也是相当大的, 低温程度不同对于高速公路交通造成的影响也不同, 因此将低气温的分析分为  $0 \sim 10^{\circ}\text{C}$  和  $\leq 10^{\circ}\text{C}$  两个范围来讨论<sup>[4]</sup>, 当气温在零度以下时, 驾驶员不容易意识到天气对路况有影响, 危害很严重, 因为当温度在零度以下接近零度时, 路面会形成局部结薄冰的状况, 此时的路面危险系数有时高于冰天雪地的路面, 且不容易被司机察觉<sup>[16]</sup>。另一方面当温度低到零下  $10^{\circ}\text{C}$  时还会造成机动车启动困难、轮胎冻裂、零部件结冰等, 这些问题也会引发高速公路上的交通事故, 在内蒙古呼盟地区就是如此, 购车之前必先保证有车库, 否则在冬天车辆将无法使用甚至会被冻坏。

### 1.5 雾(霾)天气

雾霾天气是影响公路交通安全的主要灾害性天气, 体现在雾霾天气下的低能见度可直接引发严重高速公路交通事故, 且比率很高, 雾霾天气在我国南方、东部较为多见, 在气候干燥的北方较少影响公路。能见度是这样界定的, 当视线范围在  $500 \sim 1\,000\text{ m}$  称为雾, 在  $200 \sim 500\text{ m}$  称为大雾, 在  $50 \sim 200\text{ m}$  称为浓雾, 能见度小于  $50\text{ m}$  称为强浓雾<sup>[17]</sup>。能见度对高速公路的影响非常之大, 能见度越低影响越大, 据有关数据统计, 当能见度低于  $150\text{ m}$  时易出现交通事故, 因为能见度较低会导致行车视线下降从而影响车辆的行驶速度, 且浓雾天气路面较滑, 容易造成“追尾”。由浓雾造成的高速公路上汽车连环追尾, 导致车毁人亡的严重交通事故和道路运输中断等事故不胜枚举, 所占比例很高, 这给高速公路自身经济效益、地方经济以及人民生命财产造成了严重损失,

同时也带来不良社会影响。

## 2 国内外交通气象服务研究进展

### 2.1 国外交通气象服务状况

国外一些先进国家高速公路建设年代早,基础设施成熟,高速公路已经基本形成交通网络。同时,气候保障措施也相当完善,在发达国家特别注意采用气象信息辅助交通决策服务系统,已经形成规模化的交通服务系统,它们通过布设在高速公路上的传感器、高架摄像机及可变情报板对高速公路交通状况进行 24 h 监控,一旦有恶劣天气预警就第一时间通过高速公路自动监控预警系统和专门的高速公路广播电台及时将预警信息提供给交通管理部门和驾驶者,以提醒其采取必要预防措施<sup>[18]</sup>。为了进一步提高高速公路的安全性,发达国家还先后开展了高速公路监测技术的研究,比如能见度检测、冰雪检测等技术。马艳在研究不利气候条件下高速公路行车安全保障系统时详细介绍了国外的高速公路交通安全保障体系<sup>[11,19]</sup>。

#### 2.1.1 美国交通气象服务现状

美国高速公路的道路气象服务系统及交通设施已经做得比较完善,美国联邦公路局在交通规划中一直将天气作为首要条件,优化气象观测网以获得更加全面、细致、准确的气象资料为天气预报提供依据<sup>[3]</sup>。他们将气象保障作为指挥交通、防止交通事故的重要手段,高速公路管理部门根据天气监测信息和专业天气预报,决策高速公路的关闭、开启条件和车速限定。美国科研机构还专门研制了一种利用红外光探测雾气的自动化监测系统,当有雾发生,能见度不好时,它可自动通知监控中心,然后警示牌发出信息要求车辆降低车速<sup>[12]</sup>。如果达到关闭高速公路的条件,在关闭高速公路的同时,也将提供绕道行驶或者驶离高速的信息。美国联邦公路管理局的运输部门针对不同灾害天气的影响特点,结合本国国情制定了一系列管理策略,并开发运用了一系列的不利气候条件下高速公路通行管理方案,形成了各洲高速公路恶劣天气通行管理特色,下面介绍一些美国公路交通气象服务的特点<sup>[20]</sup>。

##### 2.1.1.1 系统完善

系统将信息收集、传输、模拟和道路天气条件信息发布等功能集为一体,功能强大,其中环境传感器能测量出许多与天气和气候相关的数据,如路面温度和干湿度、风速风向、空气湿度和能见度等丰富的行驶环境信息。

##### 2.1.1.2 设备标准

公路实地检测设备先进且布置密集,应用了当前先进的技术成果,且仍在不断更新。犹他州盐湖城境内 3 km 长的州际公路的多雾路段设置有 4 个检测能见度的仪器和 6 个车速检测点;维吉尼境内在 90 km 高速公路的多雾路段设置了 120 个交通流量检测点和 50 部摄像机;卡落莱纳低能见度提示系统布设在库泊河垮江桥梁上,系统包括 1 个环境检测站、5 套散射能见度检测器、若干照明设施、8 个闭路电视摄像头、8 个动态情报板、1 个

远程处理器;田纳西州的低能见度预警系统覆盖了 30 km 道路,设置了 2 个环境检测站、8 套前向散射能见度检测器和 44 个车辆检测装置<sup>[3,12]</sup>。

##### 2.1.1.3 信息传输快

传感器检测的数据通过光纤传输系统或无线系统(一般针对山区)传输到自动预警系统、交通管理中心、紧急事件管理中心和道路养护部门,从而第一时间为决策服务提供依据。

##### 2.1.1.4 后处理及时

犹他州在北部浓雾山区的高速公路路段采用除雾技术来增加能见度,装备了 70 辆喷射液态二氧化碳除雾车。改善后的能见度保持时间一般为 3~4 h(具体取决于气温和风速)。在第一时间可及时消除天气障碍,恢复道路的通行能力<sup>[13]</sup>。

#### 2.1.2 其他发达国家交通气象服务现状

日本在处理突发雾天方面形成了一套自己的办法,通过在高速公路安装发射器、控制设备、网络系统以及信号装备组成的预告烟雾警告系统,将不利天气的生成时间和等级预报出来,提高预报的精确性和合理性。具体的措施是在高速公路段上安装有高反光能力的 LED 设备,可在雾天的 300 m 外看清显示信息,同时通过发声电子显示屏,司机可了解到雾带的宽度、能见度距离和限定的车速,提高驾驶员的警惕性。

原联邦德国也非常重视公路气象预报。一般要求气象部门提供 1~3 d 的预报信息,以便制定公路管理计划,另外需要当天 2~24 h 气象预报作为更为详细的公路区域气象预报的补充和解释,明确给出 24 h 内气象条件在时间和空间上的变化情况,包括路面温度和公路路况等<sup>[2,11]</sup>。

英国的不列颠公路管理部门每年支付 5 000 万法郎给瑞士气象研究所作为气象服务经费<sup>[2]</sup>。天气雷达网可监测多种天气信息(包括暴雨、突发性风暴等)并发布警报,对于冻雨、冰雹、雪的监测更加精确,高速公路管理部门可以及时了解公路上的天气状况并采取相应措施。

通过对各国高速公路交通管制措施的研究和探讨,可以看出国外许多国家基本上都形成了适合本国特点的事故预防对策及交通安全措施,能够对本国高速公路的灾害性天气做出及时的应急响应,从而有效控制和降低了交通事故的发生率,提高了高速公路的运输效率。

#### 2.2 国内交通气象服务现状,

目前我国高速公路交通事故的发生率、死亡率均远远高于发达国家同类型的公路<sup>[6]</sup>。据统计资料显示,全国高速公路事故中,发生在雨天、雪天、雾天的事故约占事故总数的 39%,可见灾害性天气对高速公路的行车安全问题已经成为很棘手的问题<sup>[21]</sup>。

我国在建设高速公路过程中,采用了一些先进技术,尤其在交通工程通讯、监控等系统方面投入了大量资金,建有较完备的交通服务设施,有些技术已达到或超过国际先进水平。为了掌握高速公路气候情况,在所建造的许多高速公路上设有气象站、雾天能见度检测仪等检测装置。但由于大部分气象检测设施为进口设备,技术水平较高,管理使用不当,缺乏必要的维护,致使相

当数量的设备长期闲置。

目前我国高速公路交通管理部门在恶劣气候条件下一般只是采取封路、禁行等消极方法,致使高速公路中断运输,造成社会经济效益的损失。不利天气条件下高速公路通行管理中还多采用传统的人工雾情检测、人工疏导等全人工或半人工的管理措施,高速公路上的天气路况信息不能及时掌握和提供给驾驶员,因而经常在管理部门采取措施之前就已经有严重事故发生<sup>[20-26]</sup>。

### 2.3 我国高速公路气象服务的不足

目前我国的高速公路在应对不利天气条件对交通可能或已经造成的影响方面时仍存在很多不足,可归为以下几个方面。

#### 2.3.1 气象监控设施管理不足

高速公路在建设之初,由于在地理、气象等方面缺乏较为系统深入的研究,致使诸如能见度仪、信息板等一些设备的位置、布设密度与实际差距较大,数据采集的可用性和真实性较低。虽然系统设备多为进口设备,技术指标先进,但由于管理不善,部门设备缺少最基本的实用性。由于监控系统与收费系统不同,不能产生直接经济效益,故某些管理者不注重应用,服务意识不到位,致使一些设备长时间闲置。所以,我国高速公路雾天通行管理中还多采用传统的人工雾情检测、人工疏导等措施。

#### 2.3.2 灾害预警不够系统

虽然采用气象预报、养护路政及交警巡查、交通监控及紧急电话系统等多种方式进行灾害的识别,但是这些方法只是一种简单的识别和预报<sup>[24]</sup>,不能有效通过监控各种致灾因子来识别灾害的发生发展趋势,继而不能及时采取对策控制灾害的发展趋势以及灾后的迅速恢复。

## 3 提高我国交通气象服务能力的一些对策建议

(1)开展交通气象精细化监测服务,按照气候风险区划布设监测站,通过合作的方式和交通部门开展自动站布设,对由于特殊地理原因影响交通的因素如积雪、结冰程度、雾霾浓度进行测量,加强公路交通预报精细程度。

(2)减少因气象条件的不利影响而导致的交通封闭,例如可以在降雪天气之后,在降雪较大路段及时用铲雪车对降雪路段进行清理,防止积雪结冰,从而保证交通顺畅,可结合交管部门的应急预案有针对性的提供预报服务。

(3)部门联动,加强和有关交通部门、道路经营单位协商,充分利用各种道路监控设备监测路况信息。开展联合会商,讨论重大天气过程发生时的应对方案。深入研究交通管理部门的管理方法,寻找最切合实际的气象服务的角度与方法。

(4)根据高速公路的实际情况,针对不利天气对高速公路行车安全的影响,运用系统科学的研究方法,提出由气象环境道路监测系统、车辆安全行使提示系统、智能化气象信息发布系统、道路紧急救援及排除天气故障(如除雾、除雪、消冰)系统及高速公路交通管理系统构成一个统一的

不利气候条件下高速公路行车安全保障体系,并且不断完善这个体系,保障交通安全顺畅。

(5)服务对策:推广济青(济南-青岛)高速公路气象服务模式,根据不同季节的主要灾害性天气划分气象服务关键期,统计不同季节灾害性天气影响的多年平均情况,确定不同季节不同灾害性天气的交通气象服务关键期,使得交通气象服务更有针对性。

## 4 结论

通过研究分析,简要总结了本文分析研究的主要内容,明确了不利天气对交通安全和人员安全产生的巨大影响,认识了各种不利天气是如何影响交通安全的,了解了国外交通气象服务的先进程度,我国气象服务具体环节存在的不足,找到与发达国家的差距,结合我国具体情况,明确我们的努力方向。综上,气象对交通的不良影响很大且呈现上升趋势,我国交通气象服务与国外相比还有一定差距,起步也较晚,仍有很大发展空间,在未来的工作中,我们还需做大量工作去增强高速公路的运输能力,使气象服务更好地服务交通,降低交通事故率,提高高速公路的运输效率。气象服务不仅可为交通部门、驾驶员、相关部门的决策提供有效信息,也可根据研究在某地域范围不同气象气候灾害对公路交通影响的风险区划为今后如何合理建设高速公路更好的规避气象风险。

## 参考文献:

- [1] 裴玉龙,王炜. 道路交通事故成因及预防对策[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [2] 李晓明. 原联邦德国公路气象信息系统考察报告[J]. 国外公路,1997,17(5):23-26.
- [3] 孟遂珍. 国外高速公路的管理与气象信息[J]. 气象科技,2000,28(4):60-62.
- [4] 袁祥林,王永顺. 辽宁省低温雨雪冰冻天气对交通的影响及防御对策[J]. 现代农业科技,2010(3):298.
- [5] 陈正洪,史瑞琴,李兰. 湖北省2008年初低温雨雪冰冻灾害特点及影响分析[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(4):639-644.
- [6] 张春辉,黄志英,霍祥东,等. 内江市2008年1月低温雨雪气候特征及影响分析[J]. 现代农业科技,2008(22):339-340.
- [7] 黄同愿. 高速公路紧急事件与安全系统研究[D]. 重庆:重庆大学,2003.
- [8] 许洪国. 交通事故分析与处理[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [9] 高廷,徐笑歌,王静爱,等. 2008年中国南方低温雨雪冰冻灾害承灾体分类与脆弱性评价[J]. 贵州师范大学学报:自然科学版,2008,26(4):14-21.
- [10] 赵琳娜,马清云,杨贵名,等. 2008年初我国低温雨雪冰冻对重点行业的影响及至灾成因分析[J]. 气候与环境研究,2008,13(4):556-566.
- [11] 马艳. 不利气候条件下高速公路行车安全保障系统的研究[D]. 西安:长安大学,2005.
- [12] 赵恩棠. 国际道路交通、技术、安全环保的动向[J]. 中国交通工程,1995(2):5-7.
- [13] Harold Brodsky, Hakkert A Shalom. Risk of a road accident in rainy weather[J]. Accident analysis and Prevention, 1988, 20(3):161-176.

(下转第178页)

- 京: 南京信息工程大学, 2012.
- [19] 霍亚贞. 北京自然地理[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1989.
- [20] 邓砚, 苏桂武, 聂高众. 中国地震应急地区系数的初步研究[J]. 灾害学, 2008, 23(3): 140-143.
- [21] 北京市统计局. 北京市统计年鉴 2011[EB/OL]. (2012-03-04) [2014-07-10]. <http://www.bjstats.gov.cn/nj/main/2012-tjnj/index.htm>.

## Quantitative Management on Emergency Relief Materials Reserve Based on Natural Disaster Risk Zoning ——Taking Wind and Hail Disasters in Beijing as an Example

Xi Menghao<sup>1</sup>, Zhao Qiuhong<sup>2</sup>, Wang Fengjing<sup>1</sup>, Chen Longjie<sup>1</sup> and Yu Xi<sup>1</sup>

(1. Department of Economics and Management, Institute of Disaster Prevention, Sanhe 101601, China;  
2. School of Economics and Management, Beihang University, Beijing 100191, China)

**Abstract:** When natural disasters occur, emergency rescue operation is one of the important means to save lives and reduce losses, and management on emergency relief materials reserve is a key link of the operation. Taking Beijing city as the study area, according to the basic demand and goal of disaster prevention, disaster reduction and disaster relief, the regional natural disaster risk assessment model is constructed firstly, determining the comprehensive regional natural disaster risk value and risk zoning map. In addition, taking wind and hail disasters in Beijing as an example, mathematical model and integrated optimization strategy of management one emergency relief materials reserve for regional natural disasters are put forward. Theoretically, suggestions for management decision on regional natural disaster emergency relief materials reserve are provided.

**Key words:** natural disaster; emergency rescue; materials; wind and hail disasters; Beijing

(上接第 147 页)

- [14] Don L Ivey, Griffin I Lindsay, Newton M Tommy, et al. Predicting wet weather accident analysis and prevention[J]. 1981, 13: 83-99.
- [15] Symons L, Perry A. Predicting road hazards caused by rain, freezing rain and wet surfaces and the role of weather radar[J]. Meteorol Appl, 1997(4): 17-21.
- [16] 张青珍, 王惠芳, 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(Supp.1): 78-79.
- [17] 段广云, 朱晓龙, 沈振宇. 浅谈雾天高速公路的交通管制及处置[J]. 江苏交通, 2003(3): 10-13.
- [18] 郭刚. 高速公路智能化信息发布系统[J]. 东北公路, 2003(2): 15-18.
- [19] 严玉彬, 姬社英. 影响交通安全的气象因素分析及防控对策[J]. 气象与环境科学, 2008, (Supp.1): 28-30.
- [20] 程琪. 高速公路交通灾害的预警管理研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2002.
- [21] 王郁彭, 刘永新. 交通事故与天气条件的关系[J]. 吉林气象, 2000(1): 31-34.
- [22] 张颀. 济青高速公路灾害性天气监测预警系统研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2004.
- [23] 李长城, 张高强, 汤筠筠. 高速公路交通气象灾害预警管理系统研究[J]. 道路与安全, 2008, 8(3): 16-19.
- [24] 罗慧, 李良序. 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.
- [25] 张殿业. 道路交通安全管理评价体系[M]. 北京: 人民交通出版社, 2005.
- [26] 龚鹏飞. 道路交通突发事件分类与分级[J]. 灾害学, 2013, 28(1): 45-49.

## Advances in Traffic Meteorological Service under the Influence of Disastrous Weather

Zhai Yajing<sup>1,2</sup> and Li Xinghua<sup>2</sup>

(1. School of Atmospheric Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China; 2. Meteorological Service Center of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot 010051, China)

**Abstract:** Influences of various disastrous weathers on transportation and safety of expressway and casualty and economic loss from traffic accidents caused by these weathers are traversed. According to research on the current situations of traffic meteorological service at home and abroad, deficiencies in that in China are found out by analysis and comparison. Measures and suggestions on developing traffic meteorological service better are forward to reduce traffic accidents. It is important to improve the transportation efficiency of expressways, reduce economic loss and casualties to make contribution for national economy and social development in China.

**Key words:** highway; influence of disastrous weather; traffic meteorological service