

雾天道路交通安全保障措施及其成效分析

蒋贤才, 黄 科

(哈尔滨工业大学 交通研究所, 150090 哈尔滨)

摘 要: 为了改变目前我国雾区道路交通安全管理部门间协调性差、紧急救援效率低的局面,总结了国内外雾天道路交通安全处理策略,提出通过建立雾天公路应急指挥系统的方法协助道路维护部门、紧急事件管理部门、交通管理部门和道路使用者进行科学决策.该方法从雾的监视和评估、雾天行车环境改善、雾的消散、雾天交通疏散、雾天交通管制、雾天交通诱导与信息发布等方面,就道路维护人员、紧急事件管理人员、交通管理部门和交通参与者应采取的措施和能实现的目标及预期成效进行分析.所得到的雾区道路交通安全保障措施,对完善我国雾天环境下的道路交通安全管理具有指导作用.

关键词: 保障措施;成效分析;雾天;交通安全

中图分类号: U491

文献标志码: A

文章编号: 0367-6234(2012)06-0086-06

Safeguards and effects of road transportation safety in fog

JIANG Xian-cai, HUANG Ke

(Institute of Transportation Research, Harbin Institute of Technology, 150090 Harbin, China)

Abstract: To change the situation in fog area of china that the coordination between managements is poor and the efficiency of emergency rescue is low in fog weather, this paper builds up a Highway Emergency Command System by summarizing the national and foreign disposal strategies of fog road transportation safety, which can assist the road maintenance department, emergency management and traffic management to carry out the scientific decision-making. It also analyzes the traffic measures for road maintenance personnel, emergency management personnel, traffic management and traffic participants from the points of fog monitoring and evaluation, fog driving environmental improvement, the dissipation of fog, traffic evacuation of fog weather, traffic control of fog weather, traffic guidance and information dissemination of fog weather and so on, gets a guarantee system of fog transportation safety, has a guiding role to perfect our country's road transportation safety management in foggy environment.

Key words: safeguards; effect analysis; fog; road transportation safety

公安部交通管理局发布的2009年全国道路交通事故情况^[1]显示,恶劣天气导致的事故死亡人数同比在增加,特别是下半年全国雨、雪、雾等恶劣天气条件下发生道路交通事故导致的死亡人

数同比上升13.3%。此外,表1数据^[2]表明,雾天发生交通事故的次数虽然只占全年事故数的3.80%,但平均每起交通事故死亡0.54人,远高于其他天气条件下的死亡率,可见雾天交通事故的严重性。

雾对道路交通行车安全的影响在发达国家也同样存在.美国因雾引发的交通事故占高速公路事故的5%^[3],法国因雾引发的交通事故占公路交通事故的1.2%^[4].虽然不可能花费巨资去消除雾,但可以采取相应的管理与工程措施,对事故进行预防或减轻事故的危害程度。

2005年6月,交通运输部公路科学研究院为

收稿日期: 2011-07-14.

基金项目: 教育部博士学科点专项科研基金(200802131012);哈尔滨工业大学优秀青年教师培养计划项目(HITQNJNS.2009.051);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(HIT.NSRIF.2012061);哈尔滨市科技创新人才研究专项资金项目(2010RFQXG006)。

作者简介: 蒋贤才(1974—),男,副教授.

通信作者: 蒋贤才, jxc023@126.com.

了确定不利气象条件下驾驶人受影响的程度,在问卷调查,结果见表2、3^[5]。
京津唐高速公路马驹桥服务区开展了较大规模的

表1 2005年不同天气条件下高速公路事故分布^[2]

天气因素	事故数	死亡人数	死亡率	受伤人数	致伤率	直接损失/万元
雨	2761	750	0.27	2 445	0.89	8 471.35
雪	619	104	0.17	352	0.57	1 111.09
雾	691	373	0.54	645	0.93	2 563.62
大风	23	10	0.43	25	1.09	56.08
沙尘	4	0	0	3	0.75	13.00

表2 235份调查问卷中驾驶人认为影响交通安全的主要恶劣天气

天气	雨	冻雨	结冰	积水	雪	雾	霜露	沙尘暴	风	高低温	潮湿
关注度	28	70	160	20	75	158	3	22	2	12	7

表3 235份调查问卷中驾驶人认为易发生重大交通事故的天气

天气	雨	冻雨	结冰	积水	雪	雾	霜露	沙尘暴	风	高低温	潮湿
关注度	26	52	142	16	56	146	6	21	4	5	2

数据表明,雾天对行车驾驶影响比较突出,会使驾驶人增加较重的心理负担.可见研究雾天环境下的道路交通安全保障措施是极其必要的。

1 雾对道路交通安全的影响

1.1 能见度

雾天行驶时,大气能见度的降低使得司机可视距离缩短,造成车辆控制困难,以致发生交通事故;因为雾中的对比物减少甚至没有参照物,导致司机在雾中往往判断距离和速度不准,进而引发交通事故;冬季大雾天气时,还会造成车窗内侧有水汽凝结,使司机视线受损,难以分辨路况,增加了行车风险。

雾对公路行车安全的影响,不是雾物质本身,而是雾的光化学现象.研究表明,雾中能见度与雾滴数密度、雾含水量和雾滴散射消光因子有关.雾含水量相同时,大量的小雾滴融合成大雾滴时,能见度就会增加;雾含水量由于蒸发而减少时,能见度也会增加^[6].将这一理论应用于消雾措施时,应尽量使空气中的小雾滴融合成大雾滴,以增加能见度;或直接采取措施降低空气中的含水量来达到增加能见度的目的。

1.2 信息感知

驾驶人在行车过程中,80%~90%信息依靠视觉获得,所有驾驶人期望的车速选择行为都是以获取的视觉信息为基础,不管是受道路交通环境的影响,或者是根据经验规律判断、再经过动态视觉行为感知阶段和判断阶段形成车速选择动作^[7]。

由于雾会使光线发生散射,并吸收光线,使得

驾驶人估计车距、车速不准确,对交通标志、路面设施识别困难,容易造成追尾;由于不同路段大雾的严重程度可能有所不同,驾驶人很难根据各路段不同的能见度距离即时调整车速和车间距.此外,由于环境复杂,在雾中判断速度、车间距等参照物减少,使得驾驶人难以及时、迅速、准确地判断,增加了驾驶人的心理压力,判断时间增加,一旦发生意外难以及时采取适当措施。

1.3 附着系数

由于雾水与积灰、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,从而导致制动距离延长、行驶打滑、制动跑偏等现象发生,增加交通事故的发生几率.英国在研究潮湿路面对交通安全的影响后建议:潮湿路面的停车距离至少应为干燥路面停车距离的两倍^[8]。

2 雾天道路交通安全保障措施

2.1 公路应急指挥系统

根据雾的地域性和周期性特点,在常发型雾区路网内宜建立一套较完善的雾天公路应急指挥系统,该系统实时采集路网内的天气及交通状况并制定适宜的交通控制策略,对帮助道路维护部门、紧急救援部门、交通管理部门和道路使用者进行科学决策具有十分重要的作用.它将公路及其环境等要素反应到系统中并对其分类存储,通过较长时间的资料分析,就雾对道路交通安全的影响能形成一个较准确地评估,并对雾的发生规律有一个精确地预测,可有效安排人力、物理投入,

减少雾对道路交通安全带来的损失. 图 1 为公路 应急指挥系统数据库框架图.

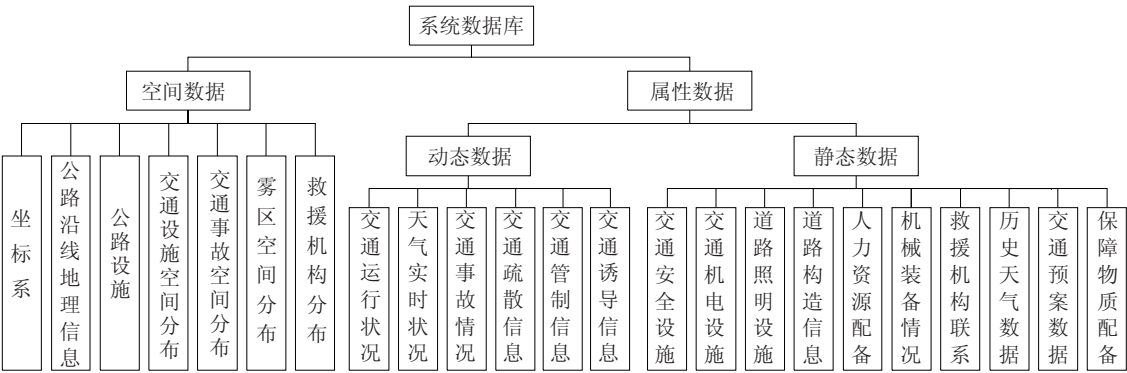


图 1 公路应急指挥系统数据库框架

公路应急指挥系统是实现雾天等不良天气情况下紧急救援的一项有效措施,在单一路段实现完整的交通信息采集与交通运行状况监视后,应逐步实现路网的信息共享. 为达到此目的,全网应统一规划,为各种低能见度天气设计不同的交通疏散方案,尽可能地预防和减少低能见度天气下的交通事故. 交通疏散方案的实施过程分为 3 个阶段:情报收集→方案生成→指挥调度. 具体描述如下:1)各路段通过公路应急指挥系统实时采集能见度等天气信息、交通事故信息和交通流运行状况,条件具备时启动雾天疏散方案,对本路

段进行交通组织和控制,并将路段交通疏散方案上报路网应急指挥中心. 2)路网应急指挥中心实时接收各路段采集的能见度等气象信息及上报的交通疏散方案,从全网的角度协调各路段的疏散方案. 在局部路段由于大雾关闭道路的情况下,路网应急指挥中心及时向与之相关的其他路段发布封路信息,并提出相应的交通管制和信息诱导方案,由各路段实施相关疏散方案. 3)疏散方案实施前,各路段向相关部门通报,做好疏散方案实施准备. 路网应急指挥中心对各路段的疏散方案实施情况进行监管. 疏散方案实施方法见表 4.

表 4 疏散方案实现方法

方式	部 门	措施与任务	实 施
部署	路政	增加巡视频率	发现异常情况并及时向交警或监控中心汇报
		用车载广播提醒注意安全 严禁随便停车	
	排障、养护	采取相应措施确保路面情况良好	提出相应措施 设置临时交通控制、诱导设施 及时出动清障设备
		异常路段设立警示牌或临时限速标志 故障车辆及时排除	
	收费站	必要时封闭入口收费车道	监控分中心根据具体情况下达命令
联系	交警	维持交通秩序,实时安全提醒	对讲机或电话请示监控分中心并反馈信息
		限制车速,压道行驶或及时封路 及时处理交通事故、疏导交通	
	医护	及时救护伤员	电话 120 电话 120、119
		火警:及时灭火 事故:抢险	
发布	可变情报板	提示驾驶人注意异常路况	异常路段前方设立,提供相应信息
	可变限速板	显示限速信息	异常路段前方设立,提供限速信息
	收费站	提醒驾驶人注意异常路段情况,限速驾驶或协助封路	在收费站设立警示牌等

2.2 雾天道路交通安全保障体系

2.2.1 道路维护部门保障措施

道路维护部门宜采取的措施包括:1)雾的监视与评估. 道路维护部门从公路应急指挥系统获取雾的信息后,对雾的危害范围和程度进行评估.

这些信息帮助管理者制定关于人员分配、时间安排及资源配置的决定. 2)雾天行车环境改善. 包括提高路面摩擦系数、开辟紧急避难车道、开启轮廓指示系统、完善沿线照明系统、加强巡逻力度等,高速公路还应调整服务区及停车区位置(最

好设置在雾区最高点或中点)等措施;它们可以为已在雾区段行车的车辆在雾突然发生或突然加大时,改善道路行车环境、提供暂避场所,减少雾引发的交通事故. 3)雾的消散或延迟. 在交通安全措施缺乏的情况下,或虽有交通安全措施,但雾区持续时间较长、能见度过低(如 < 50 米),可采取消雾措施.

轮廓指示系统分为两类:一类是护栏轮廓灯,另一类是车道轮廓灯. 护栏透雾灯安装在高速公路外侧安全护栏上,间隔 50 m. 在浓雾情况下开启,用于勾勒路形,给司机提供视线诱导,使司机看清楚道路轮廓. 经试验,在能见度接近 100 m 时,司机能看见 200 m 处的灯光,基本可保证车辆在雾天行驶时不会偏离车道,避免因车辆偏离车道造成的交通事故. 车道轮廓灯安装在车道线上,常用透雾型太阳能发光地灯,间隔 20 ~ 50 m,在有雾情况下开启,用于勾勒车道,给司机提供车道视线诱导,使司机看清楚车道轮廓. 经试验,在能

能见度接近 100 m 时,司机能看见车道轮廓,基本可保证车辆在雾天行驶时不偏离车道.

雾分成两类:雾中温度在 0 ℃ 以下时为冷雾;雾中温度大于 0 ℃ 时为暖雾. 消冷雾主要是向雾中播撒适当物质使之产生大量冰晶,冰晶与水汽和水滴共存时,由于冰面饱和水汽压小于水面饱和水汽压,雾中水汽凝到冰晶上,冰晶的增长抑制水滴增长,促使水滴不断蒸发、数量减少,达到减少和消除雾滴的效果. 消雾物质有制冷剂(液氮、丙烷和干冰等)、人工冰核(碘化银等)和压缩空气. 消暖雾主要方法有:向雾中播撒吸湿性核在雾中培植大水滴,拓宽雾滴谱,诱发冲并过程,造成雾的沉降,使雾消散;增加雾区局部区域温度,使雾滴蒸发而消散;用喷气发动机产生热气,靠热动力振动气流,使雾蒸发消散等.

表 5 对道路维护人员采取的措施、实现的目标及预期成效进行了总结.

表 5 道路维护人员采取的措施

类别	采取的措施	实现的目标及预期成效
雾的监视与评估	监视天气信息(气温、能见度等) 采集道路信息(路面温度、湿度等)	评价自然环境和危害程度
		确定受到天气影响的区域和线路
		选择适当的处理策略
		确定人员和物质分配方案
		确定对野外工作人员的危害程度
雾的消散	冷雾处理 喷洒制冷剂(液氮、干冰、丙烷等) 散播人工冰核(碘化银等) 暖雾处理 增加雾区局部温度、向雾中播撒吸湿性核	提高能见度(安全性)
		降低碰撞危险(安全性)
		提高道路通行能力(生产性)
		减小行程延误(生产性)
行车环境改善	开辟紧急避难车道	避免交通事故(安全性)
行车环境改善	提高道路摩擦系数	减轻和避免交通事故(安全性)
		降低碰撞率(安全性)
		增加车辆牵引力(机动性)
		提高道路通行能力(生产性)
行车环境改善	加强巡逻力度	降低碰撞率(安全性)
		提高道路通行能力(生产性)
行车环境改善	完善道路照明,提高能见度	减轻和避免交通事故(安全性)
		降低碰撞率(安全性)
		提高道路通行能力(生产性)
行车环境改善	开启轮廓指示系统(护栏轮廓灯、车道轮廓灯)	避免车辆撞护栏(安全性)
		降低车辆驶出车道几率(安全性)

2.2.2 紧急事件管理措施

紧急事件管理人员通过公路应急指挥系统收集天气、交通状况等信息并进行预测,辨别出危险事件和受到影响的区域,确保疏散方案的顺利实

施. 疏散策略通过降低行程延误或者维持较高的通行能力提高道路的机动性,保障交通参与者的安全. 紧急事件管理人员通过发布疏散顺序、道路关闭等信息,减少雾天环境下道路潜在危险的可

能性. 表 6 列出了紧急事件管理采取的具体措施 及其对道路交通安全产生的效果.

表 6 紧急事件管理人员采取的措施

类别	采取的措施	实现的目标及预期成效
交通监视	天气情况(能见度、温湿度)	评价自然环境的危害程度
	交通状况(交通量、拥挤程度)	确定受到威胁的区域和路线
	行程时间	选择适当的处理策略
		调配人力资源及救援物资资源
交通疏散	确定疏散类型和时间(例如自发性疏散、强制性疏散、交通信号定相)	减小对公众的危险(安全性)
	逆向交通流控制(例如逆向车道)	减小对野外工作人员的危险(安全性)
	改变信号配时方案	提高道路通行能力(机动性)
		减小行程延误(机动性)
交通诱导	发布道路天气信息(例如能见度、温湿度)	减小对公众的危险(安全性)
	发布受到威胁的路线	减小对野外工作人员的危险(安全性)
	发布通行限制	

2. 2. 3 交通管理部门安全保障措施

交通管理人员主要采取交通监视、交通控制和交通诱导 3 类方法,保障雾天环境下的行车安全. 最常采用的交通控制策略是速度管理,限速通常考虑能见度、路面状况和交通条件,随着安全行

驶速度而调整. 管理者可通过可变情报板和各种限速标志告知驾驶人降低行驶速度,以确保行车安全. 表 7 列出了交通管理部门采取的措施及其可实现的目标和预期效果.

表 7 交通管理部门采取的措施

类别	采取的措施	实现的目标及预期效果
交通监视	监视雾区能见度、路面温度、湿度、交通量、行驶速度	评价自然环境和危害程度
		确定受到威胁的区域和线路
	车辆实时监视(GPS 与 GIS)	确保车辆及旅客安全(安全性)
	交通事故	调整行驶路线(机动性)
交通控制		降低二次事故的危险(安全性)
		调整行驶路线(机动性)
		降低二次事故的危险(安全性)
	设置警示标志	降低延误(机动性)
	巡逻车引导	提高道路通行能力(生产性)
	编队放行车辆	调整行驶路线(机动性)
	间隙放行车辆	减小灾害天气引发事故的几率(安全性)
		减小碰撞危险(安全性)
		维持稳定的交通流(机动性)
	依据能见度确定安全车速	降低速度和速度方差(安全性)
交通诱导	降低限速	降低碰撞危险(安全性)
		减小碰撞危险(安全性)
	道路、桥梁、匝道关闭	减小对公众的危险(安全性)
	车道使用控制(单向交通)	减小对野外工作人员的危险(安全性)
	车型限定	减小处理事件引起的延误(生产性)
		减少处理成本(生产性)
	发布道路天气信息	减小对公众的危险(安全性)
交通诱导	发布交通管制信息	减小对野外工作人员的危险(安全性)
	建议路线绕行方案等	

2. 2. 4 乘客及道路使用者安全保障措施

所有道路使用者通过获取天气信息来影响其

出行决策. 道路天气信息获取可以通过公路应急指挥系统(可变信息板、限速标志等)、交互电话

系统、网站和其他的广播媒体实现. 道路天气信息帮助旅行者对出行方式、离开时间、路线选择、车型装备以及驾驶方式做出选择. 表 8 列出了促进道路使用者安全出行的缓解措施.

表 8 道路使用者采取的措施

类别	采取的措施	实现的目标及预期效果
信息获取	通过道路设施进行预警(如可变信息板等)	确定出行方式、路线和出发时间 选择车型和装备
	通过电话获取道路天气信息	
	通过网站获取道路天气信息	
出行决策	延迟出行	减轻和避免交通事故(安全性) 降低碰撞率(安全性) 提高道路通行能力(机动性)
	慢速行驶	
	加大车辆跟驰距离	
	检查车况、使用纹理轮胎	
	保持车道	
	会车、超车谨慎	
	正确使用灯光信号	
	避免紧急制动	
	安全停车避让	
	控制情绪、提高警惕	

3 结 论

- 1)道路维护部门应从雾的监视与评估、雾天行车环境改善、雾的消散或延迟 3 方面着手,改善雾天行车环境,提高道路交通运行的安全性、机动性和生产性.
- 2)紧急事件管理部门应从雾的监视与评估、交通疏散方案制定与实施保障、交通诱导信息发布 3 方面着手,提高雾天紧急事件的处理效率,降低雾对公众的危害.
- 3)交通管理部门应从雾及交通运行状况监视、交通控制策略制定与实施、交通诱导信息发布 3 方面着手,提高道路资源的利用效率、减少交通事故,确保雾天道路交通的机动性.
- 4)道路使用者应从多途径获取天气信息来谨慎制定出行决策,提高雾天出行效率和出行安全.

参考文献:

[1] 公安部交通管理局. 2009 年全国道路交通事故情况

[EB/OL]. [2010-01-18]. http://www.mps.gov.cn/n16/n85753_/n85870/2450243.html.

[2] 中华人民共和国公安部. 全国道路交通事故统计白皮书[R]. 北京:中华人民共和国公安部, 2005.

[3] US Department of Transportation. Examination of reduced visibility crashes and potential IVHS countermeasures[M]. Louis Tijerina; The National Technical Information Service, 1995.

[4] GISELLE D. Fog luminance evaluation in daytime [C]//16th Biennial Symposium on Visibility and Simulation. Iowa City, USA; TRB, 2002:79-85.

[5] 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(增刊 1):126-131.

[6] 邓顺熙. 公路与长隧道空气污染影响分析方法[M]. 北京:科学出版社, 2004:22-26.

[7] 林雨,方守恩. 灾害性天气环境下高等级公路车速管理[J]. 自然灾害学报, 2007(5):35-39.

[8] 李学军,陈枫,刘祥彬. 大雾天气高速公路交通安全保障措施研究[J]. 交通企业管理, 2009(3):56-57.

(编辑 魏希柱)