

文章编号: 1002-0268 (2011) S1-0120-04

不利气象条件对公路交通安全的影响及对策

张 利, 汪 林

(交通运输部公路科学研究院, 北京 100088)

摘要: 为研究不利气象条件对公路交通安全的影响机理及规律, 在总结国内外研究成果的基础上, 通过问卷调查和交通事故历史数据统计分析的方法, 确定了影响公路交通安全的主要不利气象条件为雾、路面结冰、雪和雨 4 种。同时从不利气象条件影响能见度和附着系数的角度进行了微观层面的影响机理分析, 确立不利气象对交通安全的危害性及影响程度, 给出应对不利气象条件的交通安全对策, 为公路交通安全事故的预警和对策研究提供理论依据。

关键词: 对策; 分析; 不利气象条件; 交通安全

中图分类号: **文献标识码:** A

Influence of Adverse Weather Conditions on Road Traffic Safety and Its Countermeasures

ZHANG Li, WANG Lin

(Research Institute of Highway, Ministry of Transport, Beijing 100088, China)

Abstract: To study the mechanism and regularity of effect of adverse weather conditions on road traffic safety, we determined the adverse weather conditions which impact the road traffic safety are fog, road icing, snow and rain through summarizing the research results at home and abroad, doing questionnaires and analyzing of historical traffic accident data. By microcosmic analyzing the effect of the adverse weather conditions on the visibility and the attachment coefficient, we identified the hazard and impact of adverse weather on traffic safety, and proposed the countermeasures to cope with the adverse weather conditions. It provided a theoretical basis for the research of early warning and countermeasures.

Key words: countermeasure; analysis; adverse weather condition; traffic safety

0 引言

近年来, 由于不利气象条件引起的公路交通事故数量在不断攀升, 造成了大量的人员伤亡和社会经济损失, 对道路交通系统的正常运行构成了巨大威胁。但目前我国对公路交通气象的研究还处于起步阶段, 针对不利气象条件对公路安全影响机理的研究更是寥寥。因此, 开展不利气象条件对于公路安全影响以及对策研究, 对提高公路交通的安全保

障水平, 保护公众的生命和财产安全具有重大的意义。

1 影响公路安全的主要不利气象条件界定

影响公路安全的不利气象条件主要是指对运输安全和通行有严重影响的条件, 如雨、雪、高温、雾、沙尘、路面结冰等。本文通过问卷调查和交通事故历史数据分析, 确定影响公路交通安全的主要不利气象条件。

收稿日期: 2011-03-14

基金项目 “十一五” 国家科技支撑计划课题——国家高速公路安全和服务技术开发与工程应用示范 (2009BAG13A03)

作者简介: 张利 (1981-), 男, 天津蓟县人, 硕士研究生. (zhangli@itsc.com.cn)

1.1 驾驶员调查问卷

为确定不同气象条件对驾驶员受影响程度,课题组组织了较大规模的问卷调查,调查对象为驾驶员。调查共发放问卷 250 份,回收 247 份,判定有效问卷为 235 份。

调查显示,驾驶员认为影响交通安全的恶劣天气按顺序可排列为:结冰、雾、积雪、雪、冻雨、雨、沙尘暴、积水、高温或低温、潮湿、霜露、风。具体分布如图 1 所示。

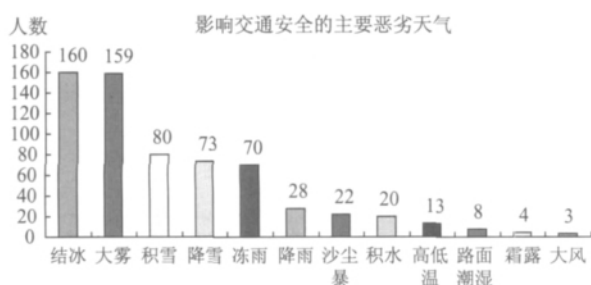


图1 驾驶员问卷影响交通安全主要恶劣天气统计表

Fig.1 Statistics of effect of adverse weather conditions on traffic safety by driver questionnaire

调查统计,驾驶员认为易发生重大交通事故的恶劣天气按顺序可排列为:雾、积雪、结冰、冻雨、雪、雨、沙尘暴、积水、霜露、高温或低温、风、潮湿。经分析比较,雾和雪对公路交通影响最大,但是从雪本身以及雪融化又重新结冰对公路交通的影响来看,还是雪对公路交通的影响最大。具体分布如图 2 所示。

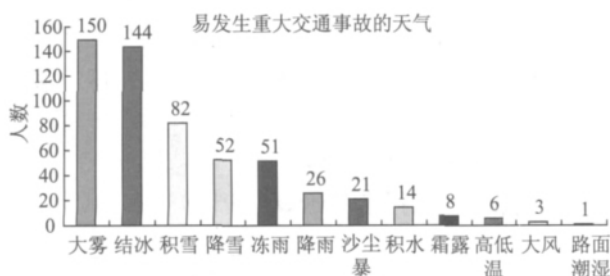


图2 驾驶员问卷易发生重大交通事故天气统计表

Fig.2 Statistics of major traffic accident-prone weathers by driver questionnaire

1.2 历史事故数据分析

图 3 为 1994—2003 年期间我国发生在非晴好气象条件下的交通事故数目^[1]。在所有事故中,84.12% 的事故发生在雨天,5.58% 的事故发生在雪天,5.09% 的事故发生在雾天,0.81% 的事故发生在大风条件下,4.41% 的事故发生在其他气象条件下。

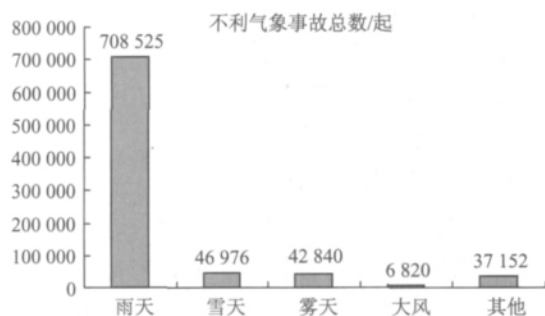


图3 我国 1994—2003 年期间发生在不利气象条件下的交通事故

Fig.3 Traffic accidents occurred under adverse weather conditions in China during 1994—2003

通过驾驶员问卷调查以及交通事故数据分析,分别得出影响交通安全的不利气象条件主要是:雾、路面结冰、雪和雨;雨、雾、冰和雪;雨、雪和雾。可见驾驶员直观感受与事故分析结果基本是一致的,在我国影响交通的安全的不利气象条件为:雾、路面结冰、雪和雨。

2 主要不利气象因素对交通的影响机理

不利气象因素对交通安全的直接影响主要有 2 点:

(1) 对驾驶员心理生理的不良影响。在不利气象因素条件下行车,驾驶员心理上会产生很大的压力,甚至产生一种恐慌感,精神高度集中。驾驶员精神的高度集中会导致疲劳和最终注意力分散,对外界的综合判断能力下降,一般只能做出模糊的简单判断,对大小和程度的判断不准确。当情况紧急时,特别是一些驾龄较短的驾驶员往往会冲动甚至不加思考就进行判断,动作容易过大和不协调,有时不知所措,加剧了行车的危险性。同时,由于注意力的集中,驾驶员长时间保持同一驾车姿势,容易引起颈部、腰椎等部位的不良反应,加重驾驶员的疲劳程度。

(2) 对能见度以及行车附着系数等道路行车条件的影响。能见度影响驾驶员的动视力和车辆的最低限速,是确定行车速度、保证安全行驶的重要因素之一^[1-2]。路面的抗滑性能对道路交通安全更是具有极其重要的影响,通常用路面和轮胎之间的附着系数来加以评价^[3]。路表在润湿状态下抗滑性能降低,当路表与轮胎之间形成水膜时,其抗滑性能更低。在北方积雪地区,冰雪覆盖下的路面的抗滑性能不再由路面与轮胎之间的摩擦特性决定,而完全取决于积冰和积雪的特性。通常冰雪路面的抗滑

性能极差,是交通事故多发的主要诱因^[4]。雾、雨、雪、路面结冰等不利气象因素对公路交通安全的影响主要是导致能见度降低和路面冻结、湿润造成路面附着系数降低^[5]。

2.1 雾对交通安全的影响

2.1.1 雾对能见度的影响

雾天能见度下降,妨碍驾驶员的视觉。特别是在团雾天气,驾驶员的视力下降更多,影响驾驶员的观察和判断力,更容易发生交通事故^[6]。雾对能见度的影响包括以下2个方面:

(1) 雾对光的衰减

雾天环境下,雾滴粒子散射一部分入射的可见光而消弱其原有光通量。这一过程可用 Lambert-Beer 定律描述。

设某光源的入射光通量为 ϕ_0 , 经过距离 d 后透射的光通量为 ϕ_τ , 则入射光通量与其透射光通量的关系为:

$$\phi_\tau = \phi_0 \tau = \phi_0 e^{-kd}$$

或

$$d = -\frac{1}{k} \ln \frac{\phi_\tau}{\phi_0} = \frac{1}{k} \ln \frac{1}{\varepsilon},$$

式中, τ 为光传播距离 d 的透过率; K 为介质的消光系数, $1/\text{m}$; ε 为光通比; kd 为光学厚度。

方程称为 Lambert-Beer 定律, 解释了入射光与透射光和光学厚度 (kd) 或消光系数 (k) 之间的关系。当光在雾中传播时, 式中的 k 则为雾的消光系数。

(2) 目标物与背景亮度对比的减弱

驾驶员识别前方目标物是从该目标物的亮度与其背景亮度的对比分辨出来的。相对亮度对比是描述人类识别视觉信号的重要物理量, 人的大脑通过它来获得诸如物体的轮廓、构造及距离等信息。在雾天, 光线被雾滴粒子散射, 模糊了这种目标与背景的差异和亮度对比, 消弱了引导驾驶员安全行车所必需的视觉信息。

当公路上有雾发生时, 驾驶员透过雾层观测到目标物的亮度衰减 (Lambert-Beer 定律), 同时由于目标物和驾驶员之间雾层对光的散射作用, 使得驾驶员观测到的背景亮度增强。这样, 目标物亮度衰减、背景亮度增强共同作用的结果使得实际亮度差减小。这时, 目标物与背景之间的相对亮度对比减小, 目标物更难于识别。

2.1.2 雾对附着系数影响

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。

2.2 雨对交通安全的影响

2.2.1 降雨对能见度的影响

降雨对能见度的影响, 主要是导致能见度的下降、标志标线的可视性和可读性降低等^[7-8]。

由于降雨的作用, 高速行驶在道路上的车辆会形成水雾, 造成道路上能见度下降, 降雨强度越大, 能见度越小。

夜间下雨雨滴还使车辆照射光线发生散射, 影响驾驶员对前方路线转向、路面状况等的判断。

2.2.2 降雨对附着系数影响

降雨导致道路表面覆盖一层水膜, 车辆在道路上行驶, 由于水膜的润滑作用, 轮胎与路面的附着系数显著降低。另外, 由于纵坡的原因使道路表面的排水径流长度增大, 如果路表光滑, 那么路表面在降雨作用下形成水膜, 使得轮胎产生水漂, 使汽车无法控制行驶方向。

在路面有水膜存在的情况下, 轮胎与路面的摩擦有以下2种形式^[9]: 弹性流体动力润滑型摩擦和边界润滑型摩擦。当路面和轮胎在水膜压力作用下, 路面和轮胎完全分开, 产生的摩擦就是弹性流体动力润滑型摩擦; 当轮胎和路面紧密接触时, 发生边界层摩擦, 水膜的厚度极薄 (只有几个分子层的厚度), 产生的摩擦属于边界润滑型摩擦, 既存在弹性流体动力润滑又存在边界润滑, 是一种混合润滑状态的摩擦。轮胎和路面脱离接触, 发生完全滑水现象, 轮胎就不会受到摩擦力的作用, 失去转向功能, 这种情况危害最大。

2.3 雪对交通安全的影响

2.3.1 降雪对能见度的影响

降雪时飞舞的雪花阻碍视线, 导致能见度降低。小雪时, 能见度将降至 1 000 m 以外; 中雪时, 能见度将降至 500 ~ 1 000 m 之间; 大雪时, 能见度将降至 500 m 以内。此外, 雪后晴天时, 由于积雪对阳光的强烈发射作用, 产生眩光, 也会使视力下降。

如果下雪时伴随有大风会造成风吹雪。风吹雪发生时会使能见度变差、视距变短甚至产生视程障碍, 视距可从 100 m 以上的状态, 在数秒间变成无视距的白色世界, 易造成驾驶人员判断失误, 对车辆的运行来说非常危险。能见度变差不仅对运行车辆影响很大, 而且对高速运行的除雪机械、道路现场作业等影响同样很大, 使其运转操作效率降低,

带来了大量的安全隐患。

吹雪和积雪还将形成白色单调的行车环境,不利于驾驶员安全。

2.3.2 雪对附着系数影响

当车辆的车轮行驶在松软的雪路面上时,阻碍车轮相对路面打滑的主要是车轮与路面的摩擦作用,其次是被压挤变形的突起部分嵌入轮胎花纹凹部所产生的抗滑作用。车轮打滑现象只有在克服了轮胎与路面的摩擦,并且嵌入轮胎凹部中的路面突起部分受到纵向剪切而断裂时才发生,雪的抗剪切强度很底,被剪切面的雪又把车轮凹部填满,车轮胎表面与雪之间的摩擦更小,故附着系数也小,车轮就易打滑。

雪路面可分为松软雪路面与压实雪路面。松软雪路面是未被碾压或碾压较轻雪层的道路面层,此路面与车轮间附着系数在 0.20~0.40 之间,易打滑,不易起动,车速不能太快。压实雪路面是被碾压较实的雪层的道路面层,此路面与车轮间附着系数在 0.15~0.50 之间。

2.4 冰的影响机理

冰对公路交通安全的影响主要是对附着系数的影响。路面结起冰层,使汽车轮胎与路面的摩擦系数减小,附着力大大降低,使车辆行驶稳定性与车辆的制动性驱动性极差。在所有不利气象因素中,路面结冰是使路面摩擦系数降低最明显的。在冰雪天气条件下,路面附着系数仅为正常干燥路面附着系数的 1/8~1/4。车速越高,路面附着系数越小。据英国的气候条件与交通事故资料统计,降雪时高速公路事故发生率是干燥路面的 5 倍,结冰时事故发生率是干燥路面的 8 倍。

3 针对不利气象因素的应对措施

3.1 合理规划建设公路气象站,搭建气象信息管理和服

针对不利气象条件对交通安全的影响,道路管理部门可以在道路的关键控制节点合理规划布设满足公路监测需求的气象站,搭建气象信息管理和服

3.2 针对特殊地段进行工程改造

对受不利气象条件影响比较严重的地点或路段

进行如加强道路的排水能力设计、改善路面摩擦系数、设置交通安全设施等工程改造,降低不利气象条件道路行车安全的影响^[10-11]。

3.3 建立不利气象条件下的交通应急预案库及决策系统,提高应急救援水平

建立公路交通不利气象条件的应急管理体系,理顺以应急预案、特别领导小组、紧急救援、社会救助方案等为主的不利气象紧急事件管理流程,提高不利气象条件下紧急事件发生时的管理效率和救援水平。

4 结束语

不利气象条件对人、车、路组成的道路交通系统有相当大的影响。在不利气象条件下发生的交通事故往往较为严重,并很可能引起交通混乱和一连串的事故,而且不利气象也给事故救援和交通安全管制工作带来了一定的困难。然而现阶段我国对不利气象条件下的交通安全问题却研究甚少,为使我国交通事故由上升期向平稳期过渡,应尽快加强相关研究,建立起公路气象信息管理和服

参考文献:

References:

- [1] 李长城, 汤筠筠. 不利天气条件下的公路交通管理 [J]. 中外公路, 2008, 28 (2): 235-239.
LI Changcheng, TANG Junjun. The Road Traffic Management under Adverse Weather Conditions [J]. Journal of China & Foreign Highway, 2008, 28 (2): 235-239.
- [2] 刘玲仙, 裴克莉, 孙燕, 等. 气象条件和交通安全关系探讨 [J]. 内蒙古气象, 2007 (5): 27-28
LIU Lingxian, PEI Keli, SUN Yan, et al. Discussion of Relationship between Weather Condition and Traffic Safety [J]. Meteorology Journal of Inner Mongolia, 2007 (5): 27-28.
- [3] 季天剑. 降雨对轮胎与路面附着系数的影响 [D]. 南京: 东南大学, 2004.
JI Tianjian. Effect of Rainfall on Adhesion Coefficient of Tire - pavement Interface [D]. Nanjing: Southeast University, 2004.
- [4] 刘利花, 张金喜. 高速公路不良天气交通事故分析 [J]. 道路交通与安全, 2006, 6 (8): 26-29.
LIU Lihua, ZHANG Jinxi. Analysis about Traffic Accident in Bad weather on Some Freeway [J]. Road Traffic and Safety, 2006, 6 (8): 26-29.

(下转第 153 页)

- 274-281.
Atmospheric Pollution Research Institute Based on the Vehicle Emission. A Research Committee Report of Atmospheric Based on the Vehicle Emission Pollution [J]. Journal of Japanese Society of Mechanical Engineers, 1972, 75: 274-281.
- [30] NICHOLSON E. A Pollution Model for Street Level Air [J]. Atmospheric Environment, 1975, 9 (1): 19-31.
- [31] CHRISTOPHER F H, ALER UNAL N R, COLYAR J. Emissions and Traffic Control: An Empirical Approach [C] // Proceedings of the CRC on Road Vehicle Emissions Workshop. San Diego, CA: [s. n.], 2000.
- [32] QU Tonghin, RLETT L R, ZIETSMAN J. Estimating the Impact of Freeway Speed Limits on Automobile Emissions [J]. Transportation Research Record, 2003, 1842.
- [33] COELHO M C, FARIAS T L, ROUPHAIL N M. Measuring and Modeling Emission Effects for Toll Facilities [J]. Transportation Research Record, 2005, 1941: 136-144.
- [34] 陈琨, 于雷. 用于交通控制策略评估的微观交通尾气模拟与实例分析 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2007, 7 (1): 93-100.
CHEN Kun, YU Lei. Microscopic Traffic Emission Simulation and Case Study for Evaluation of Traffic Control Strategies [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2007, 7 (1): 93-100.
- [35] 冯晓, 陈思龙. 改善城市道路机动车排放污染的智能交通手段 [J]. 交通运输工程学报, 2002, 2 (2): 73-77.
FENG Xiao, CHEN Silong. An ITS Method to Decrease Motor Vehicle Pollution in Urban Area [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2002, 2 (2): 73-77.

(上接第 123 页)

- [5] 蒋贤才, 裴玉龙. 寒冷地区道路交通安全特征及其管理措施分析 [J]. 交通运输系统工程与信息, 2007, 7 (4): 82-89.
JIANG Xiancai, PEI Yulong. Analysis of the Characters of Road Transportation Safety in Cold Area [J]. Journal of Communication and Transportation Systems Engineering & Information, 2007, 7 (4): 82-89.
- [6] 高华. 城市道路条件及环境对交通安全的影响研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2007.
GAO Hua. Impact of Urban Road Conditions and Environment on Traffic Safety [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2007.
- [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, 16 (5): 96-99.
LIN Yu, FANG Shouen. Driving Speed Management of High-grade Highway under Disastrous Weather Condition [J]. Journal of Natural Disasters, 2007, 16 (5): 96-99.
- [8] 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
MA Yan. Study on Freeway Travel Safety Ensuring System under Unfavorable Weather Condition [D]. Xi'an: Chang'an University, 2005.
- [9] 柳本民, 张丽君, 黄晓清. 灾害性天气对道路交通运营安全的影响分析与车速控制 [J]. 长沙理工大学学报, 2006, 3 (2): 18-23.
LIU Benmin, ZHANG Lijun, HUANG Xiaoqing. The Road Operating Safety and Operating Speed under Atrocious Weather Condition [J]. Journal of Changsha University of Science and Technology, 2006, 3 (2): 18-23.
- [10] 董珂洋, 陆百川. 恶劣天气对车辆安全行驶的影响 [J]. 重庆交通大学学报, 2008, 8 (6): 24-26.
DONG Keyang, LU Baichuan. Influences of Bad Weather to Movements of Vehicles [J]. Journal of Chongqing Jiaotong University, 2008, 8 (6): 24-26.
- [11] 张殿业, 明士军, 石茂清. 中国道路交通安全问题探讨 [J]. 交通运输工程与信息学报, 2003 (2): 17-21.
ZHANG Dianye, MING Shijun, SHI Miaoqing. Discussion on the Problems of Road Traffic Safety in China [J]. Journal of Transportation Engineering and Information, 2003 (2): 17-21.