

高速公路高影响天气风险预报预警技术

曲晓黎^{1, 2} 张娣¹ 郭蕊¹ 杜建华³

(1 河北省气象服务中心, 石家庄 050021; 2 河北省气象与生态环境重点实验室, 石家庄 050021;

3 海南省气象信息中心, 海口 570203)

摘要: 阐述了高速公路高影响天气风险预报预警技术的思路、方法、业务化应用及效益产出, 详细介绍了基于“风险普查—风险区划—典型个例灾害评估—建立风险预警和影响预报客观模型”的高速公路高影响天气风险预报预警技术方法。现阶段, 为交管部门发布风险预报预警产品十分必要, 但是在多源数据融合分析应用等方面还存在诸多薄弱环节, 需进一步深入研究。

关键词: 高速公路, 风险预报, 高影响天气

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2020.04.009

High Impact Weather Risk Forecasting and Warning Technology in Highway Meteorological Service

Qu Xiaoli^{1, 2}, Zhang Di¹, Guo Rui¹, Du Jianhua³

(1 Public Meteorological Service Centre of Hebei Province, Shijiazhuang 0500021

2 Key Laboratory of Meteorological and Ecological Environment of Hebei Province, Shijiazhuang 050021

3 Hainan Province Meteorological Information Center, Haikou 570203)

Abstract: This study introduced technical content and related situation of the project of “High impact weather risk forecasting and warning technology and its application in highway meteorological service” which won the third prize of Hebei Science and Technology Progress Award in 2018. The ideas, methods, operational applications and benefit outputs of highway high impact weather risk forecasting and warning technology were elaborated, and the objective model based on “risk census-risk zoning—typical case disaster assessment—establishing risk early warning and impact forecasting was introduced in details. It was pointed out that it is very necessary and valuable to carry out traffic weather services based on impacts and risks and to issue risk forecasting and warning products for traffic control departments at present, however, there are still many shortcomings in multi-source data fusion, and further research is needed.

Keywords: highway, risk forecasting, high impact weather

0 引言

截至2015年, 我国高速公路里程已达12.35万 km, 高居世界第一, 高速公路交通事故有近30%发生在恶劣天气条件下。柳艳香等^[1]选取了对高速公路交通运行影响最大的气象因子, 对我国高速公路交通气象灾害风险进行评估。曲晓黎等^[2]、杨忠恩等^[3]分别对河北省高速公路和浙江省高速公路开展了雾灾风险区划技术研究。基于致灾因子危险性、承载体及孕灾环境等因素的公路交通气象灾害风险评估的研究也有不少^[4]。这些研究成果在低能见度、路面高温和低温冰雪条件下, 为交通运输管理提供了参考依据。

本文在对河北省高速公路进行气象灾害风险普

查, 得到雾(尤其是团雾)、路面结冰、路面积水的易发点的基础上, 从致灾因子危险性、承载体空间脆弱性和易损性几方面开展雾灾和路面结冰灾害风险区划, 得到雾灾、路面结冰灾害高风险路段; 搜集雾和路面结冰典型个例, 运用综合指数法进行评估排序; 基于风险普查、风险区划和典型个例评估结果, 建立雾灾、路面结冰灾害和强降雨灾害的分灾种风险等级预报模型; 综合雾灾、路面结冰灾害和强降雨灾害的发生风险综合建立基于气象条件的高速公路通行综合风险等级预报模型; 通过开展高速公路现场观测试验、运用历史数据统计分析结果以及现行行业标准等, 确定了模型中各因子的阈值指标。利用上述模型, 基于智能网格化气象实况和预报产品, 在Hadoop 交通气象云平台上实时计算, 得到未来24 h内逐3 h、空间分辨率为基于高速路段3 km的雾灾、路面结冰灾害、强降雨灾害风险等级预报产品以及因气象条件造成的高速封闭的风险等级产品, 上述产品已经融入京津冀交

收稿日期: 2019年3月29日; 修回日期: 2019年9月5日

第一作者: 曲晓黎(1982—), Email: hebxq_quxiaoli@126.com

通信作者: 杜建华(1987—), Email: hn_djh_1123@126.com

资助信息: 河北省重点研发计划项目(19275413D); 河北省气象局创新团队“交通气象服务技术研发及应用”

通气象一体化业务系统并向公安和交通部门发布。

1 高影响天气风险预报预警技术的主要内容

1.1 高速公路气象灾害风险普查

采用德尔菲法、实地考察和统计分析相结合等方法^[5]，运用高速公路沿线气象观测资料、公路基本信息、因气象条件造成的交通事故和封路信息等资料，得出京津冀区域高速公路雾灾风险隐患点153处，路面结冰风险隐患点85处，积水隐患点32处。将得到的高速公路雾、路面结冰和积水的隐患点信息融入交通气象灾害风险普查数据库^[6]，并在京津冀交通气象一体化业务系统中基于GIS进行自动提醒。为交通气象风险预报预警服务提供基础保障。

1.2 高速公路通行高影响天气类型分析

分析2010年4月—2013年3月河北全省高速公路通行受阻（即采取封闭管制措施）样本共17941次，其中因气象因素造成的通行受阻为6866次，高达38.3%。在因气象因素造成的通行受阻样本中，以大雾造成的次数最多，为5506次，各月均可能出现因雾造成通行受阻的情况，同时大雾造成的通行受阻时间也最长。其次是冰雪1342次。降雨造成的通行受阻3年中共17次。因大风造成的通行受阻有1次。因此，对河北高速公路通行影响最严重的灾害性天气依次为大雾、冰雪和强降雨。

1.3 高速公路气象灾害风险区划技术研究

按照风险区划理论，基于致灾因子危险性、承灾体空间脆弱性以及承灾体易损性三个方面，采用加权分析法建立了河北省高速公路分灾种气象灾害风险区划模型。以雾灾为例，将年均大雾日数、浓雾日数、强浓雾日数作为致灾因子危险性因子；用近3年高速公路交通气象灾害风险普查所得的以及高速交警公布的雾易发路段、公路路网密度、日均单向车流量作为承灾体空间脆弱性因子；用年均因雾造成的封路日数、年累积封路时长以及年均交通事故起数作为承灾体易损性因子。考虑到高速公路封闭管制是通过收费站的关启来实现的，因此将逐个收费站之间的距离作为雾灾风险区划模型的空间尺度，即以高速公路收费站为单位计算各站雾灾风险区划等级。模型中，各因子的取值采用赋值法并进行标准化处理，权重系数采用层次分析法，计算出灾害性天气风险指数后，运用标准差分类法进行风险等级划分。

1.4 典型个例分析评估

采用多指标综合指数法对26次大雾和14次路面结冰典型个例进行评估分析。以雾灾为例，采用能见度极小值、低能见度持续时间、单次雾过程影响的高速公路收费站站数等因子建立大雾过程评价综合指数。

得出26次大雾过程和14次路面结冰过程的影响排序。

1.5 高速公路气象灾害风险等级预报技术研究

依照1.3节的方法，选取雾的强度（等级）、路面结冰程度、雨强及降雨总量、高影响天气的持续时间以及行车位置是否处于高风险路段、行车时段、单车流量和地形等因子构建了雾灾、路面结冰灾害、强降雨灾害风险等级预报模型，参考现行行业标准、统计经验指标等标准对模型中的各因子进行赋值，最终给出分灾种的风险等级预报分级标准和判别指标。综合雾灾、路面结冰灾害和强降雨灾害的发生风险，构建了基于气象条件的高速公路通行状况风险等级预报模型，得到因气象条件造成的不同封闭风险及其对应的封闭时长。

1.6 风险等级预报产品业务化

在日常业务中，将3 km×3 km、3 h时间分辨率的智能网格化预报产品输入河北省Hadoop交通气象大数据处理平台，计算得到河北全省高速公路每日2次、预报时长为未来24 h、3 km公路路段、3 h时间分辨率的高速公路通行状况风险等级预报产品。由于高速公路管制多以收费站口封闭实现，因此在预报服务中选择高速公路收费站口前行方向至下一个收费站之间最高风险等级作为该处的通行状况风险等级。

2 成果应用及效益产出

目前，河北省高速公路气象灾害风险等级预报及基于气象条件的高速公路站口封闭风险等级预报产品已应用于面向交管部门的服务中，并且综合其他服务产品形成微网站嵌入中国人民财产保险公司河北省分公司的微信公众号为车险用户提供服务。

高速公路高影响天气风险预报预警技术成果应用以来，在河北省高速公路安全保畅方面起到了积极作用，带来显著的社会效益。据河北省交管部门统计，2016年较2015年相比，全省高速公路因雾和路面结冰造成的一般等级以下交通事故下降率分别高达50%和21.9%。2016—2018年，河北省高速公路因恶劣天气造成的一般事故数、死亡人数、经济财产损失连年大幅下降。交管部门参考跟踪滚动式风险预报预警服务产品，成功实现“分向管控”，大大减少了人物力投入，提高了车辆通行效率和安全程度。2018年，项目获河北省科学技术进步三等奖。

3 展望

未来应利用卫星遥感反演、图像识别、机器学习、人工智能等方式方法，使用气象观测和社会化观测相结合的方式，形成多源数据融合分析和应用技术，全面解决雾的观测问题，进一步与云计算融合，实现为管理部门和社会公众的跨区域无缝式全程实时导航

气象服务。

参考文献

- [1] 柳艳香, 潘进军, 田华, 等. 高速公路交通气象灾害风险评估方法简介. 气象科技进展, 2017, 7(6): 18-21.
- [2] 曲晓黎, 张娣, 郭蕊, 等. 高速公路雾灾风险区划模型. 气象科技, 2018, 46(1): 189-193.
- [3] 杨忠恩, 顾婷婷, 潘娅英. 基于GIS的浙江省高速公路大雾灾害风险区划. 气象科技, 2017, 45 (4): 756-760.
- [4] 扈海波, 熊亚军, 张妹丽. 基于城市交通脆弱性核算的大雾灾害风险评估. 应用气象学报. 2010, 21(6): 732-732.
- [5] 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. 广东气象, 2014, 36(4): 53-56.
- [6] 崔丙维, 刘颖杰, 王昕, 等. 公路气象灾害风险隐患点特征分析研究. 第五届气象服务发展论坛——气象服务与信息化, 天津, 2015年10月15日.

世界气象组织“气象环境与COVID-19”会议专家组介绍(II)

■ 武欣蕊

世界气象组织(WMO)参与策划和组织的“气象环境与COVID-19”会议于2020年8月在线召开。会议专家组的15位成员,除了两位主持专家外(见14页),其他成员的基本情况在表中给出。

	Ben Zaitchik 博士(美国),担任专家委员会主席。曾是NASA研究助理、美国国务院研究人员,现在约翰霍普金斯大学地球与行星科学系担任副教授。		Andy Morse 教授(英国),曼彻斯特大学大气物理学博士,现任英国利物浦大学环境科学学院气候影响系教授,擅长媒介传播疾病受气候变化影响的季节尺度集合预报。
	Neville Sweijd 博士(南非),开普敦大学海洋科学博士,现任气候与地球系统科学项目合作联盟(ACCESS)负责人,南非科学与创新部 COVID-19 环境参考小组(CERG)代表。		Christopher Gordon 教授(加纳),伦敦大学国王学院人类环境科学博士。加纳标准局环境技术委员会主席,也是联合国环境署世界适应科学计划的成员。
	Juli Trtanj 博士(美国),NOAA“健康与气候和极端天气综合研究”负责人,负责制定和实施卫生战略。		Aileen M. Marty 博士(美国),医学博士,曾在蓝丝带、白宫和美国国家安全委员会咨询委员会以及世界卫生组织(WHO)任职。
	Joel Botai 博士(南非),南非气象局首席科学家。目前是非洲南部气候与土地管理科学服务中心(SASSCAL)科学顾问委员会主席。		Swadhin Behera 博士(日本),曾任职印度热带气象学院,现为日本海洋地球科学技术局应用实验室的主任。
	Yonglong Lu 教授(中国),厦门大学教授,中国科学院特聘教授,TWAS(世界科学院)院士,太平洋科学协会(PSA)主席。		Jane Olwoch 博士(纳米比亚),曾是南非国家航天局(SANSA)的地球观测司常务司长,现任非洲南部气候变化与适应性土地管理科学服务中心(SASSCAL)的执行主任。
	Ken Takahashi 博士(秘鲁),现任秘鲁国家气象水文局的执行主席,秘鲁常驻世界气象组织代表和执行理事会成员。		Xavier Rodó 博士(西班牙),现任ICREA研究教授。Rodó博士通过模式模拟极端气候对人类健康(包括死亡率和传染病)的影响,并且致力于改进气候驱动型传染病的模式。
	Jennifer Stowell 博士(美国),曾任美国疾病控制与预防中心病毒性疾病科研究员,目前是埃默里大学环境卫生系的博士后研究人员。		

(作者单位:中国气象局气象干部培训学院)