

浅谈我国公路风吹雪预测预报研究现状

郑清松 郑思恩 冯 双

中交公路规划设计院有限公司新疆分公司, 新疆 乌鲁木齐 830001

[摘要] 风吹雪是北方及西南地区常见的自然灾害, 因其会造成积雪和能见度降低, 从而导致交通阻塞甚至人员伤亡和经济损失。风吹雪的形成受到降雪、风速、地形等众多因素之间复杂关系的影响, 为降低其对公路运行的影响, 前人对风吹雪的预测预报工作做了较多研究, 取得一定成果, 但应用于工程中的研究成果仍较局限。

[关键词] 风吹雪; 雪害防治; 雪深模型; 预测预报

A brief talk on the Present Situation of Prediction and Prediction of Highway Wind and Snow in China

ZHENG Qingsong, ZHENG Sien, FENG Shuang

Xinjiang Branch of China Jiaotong Highway Planning and Design Institute Limited, Xinjiang Wulumuqi, China 830001

Abstract: Wind and snow is a common natural disaster in the north and southwest of China, which will cause snow cover and visibility reduction, resulting in traffic congestion and even casualties and economic losses. The formation of wind-blown snow is affected by the complex relationship among many factors, such as snowfall, wind speed, topography and so on. In order to reduce its influence on highway operation, the predecessor has done more research on the prediction and prediction of wind-blown snow, and achieved certain results. However, the research results applied in engineering are still limited.

Keywords: Wind blowing snow; Snow damage prevention and control; Snow depth model; Prediction and forecast

概述

风吹雪的研究是集地理学、气象学、流体力学、冰雪学、灾害学等学科为一体的综合理论和应用研究。大规模降雪、为雪粒子运动提供动力的风和因公路路基断面及周边地形地貌变化形成的适合雪粒子堆积的地形条件是风吹雪形成的三个必备条件^[1], 其积雪深度是自然积雪的3~8倍。风吹雪的形成受到温度、湿度、风速、地形地貌、降雪量等众多因素的影响, 各影响因素彼此关联, 且其存在随机性, 机理复杂, 属于非典型气固二相流湍流现象^[2]。公路风吹雪不仅会淹没道路, 阻塞交通, 还会导致路面上方能见度降低, 引起交通事故和人员伤亡, 给国家和人民带来严重的经济损失^[3]。因风吹雪的影响范围广, 防治措施很难完全有效的避免其危害, 为最大限度降低风吹雪造成的损失, 对风吹雪的预测预报工作显得尤为重要, 因此对风吹雪预测和预报的研究现状进行总结对于继续进行的认识与研究风吹雪雪害预测有重要的意义。

1 风吹雪预测预报研究现状

在公路的养护工作、雪害防治、交通组织管理等方面的工作中, 冬季难免遇到风吹雪雪害的发生, 风吹雪是不可避免的难题。因此, 风吹雪及时和准确的预报将对养护、交通组织管理等工作的更好地生产组织、灾害防治有着重要的价值。学者们根据研究及生产的需要, 将风吹雪进行了大致的分类, 主要包括以下三种类型: 一是根据力学公式、经验公式, 主要用于植被和气候研究的针对大中型区域长期的预报工作。二是根据天气预报、遥感等技术, 用于交通安全和自然灾害研究的, 针对大中型区域短期的预报工作。三是针对交通安全及运输安全的小区域短期预报工作^[1]。在三类系统中, 对积雪或雪害的预测均需要基于完整的模型体系。

1.1 公路风吹雪模型研究现状

针对公路风吹雪建立的研究模型较多, 本文对其中具有代表性的主要类型进行简单论述:

(1) 公路风吹雪雪深模型

席剑锋^[4]等研究人员通过反复试验、实际观测、数值模拟等手段相结合的方式, 对于流场、输雪量及积雪形态等参数有了宏观层面相对的确定, 然后通过修正、标定该积雪深预测模型, 实现了积雪深度的预测。

夏才初^[6]等研究人员考虑到公路路面和两侧积雪深度主要受到路基断面型式对空气流场改变的影响, 采用 BP

神经网络预测模型,通过实测风速、湿度、雪深、温度等数据资料,得到雪深与降雪量、大气温度、风速和湿度的关系。进而对风速、湿度、降雪量、温度等四个影响因素在已建立的雪深预测模型中进行敏感性分析,最终得出了对风吹雪雪害程度影响的大小关系:同等条件下,降雪量>风速>湿度>温度。

上述两种积雪深度的模型均能达到积雪深度预测的目的,尤其是基于BP神经网络的公路风吹雪雪深模型,泛化能力良好,预测精度高,当与气象部门协同工作,获得实时的降雪量、风速、温度、湿度等数据资料时,可以为风吹雪的预报提供工作提供较为精准的预测结果。

(2) 公路风吹雪输雪量模型

前人根据动力学的理论分析,建立了基于跃移粒子输送强度的输雪量模型。观测表明,风吹雪中雪粒子主要分布在20cm以下的高度内随风运行,假设单位宽度的20cm高度范围内,输雪量已达到饱和状态,则可计算得出该范围内的总输雪量。再根据与风向同向的相邻两个单位宽度内总输雪量的差值,即可计算出该单位宽度内的理论最大积雪量,即为对应宽度内的最大积雪深,最终计算得出每一种路基断面形式下最终的积雪分布,即为对应公路横断面各点积雪深的理论上限^[1]。

(3) 基于断面流场特性的积雪形态模型

该模型主要研究路基断面形式、风速、风向、周边地形、地貌和地物等因素对近地气层影响下,近地气层流场的分布规律。研究的主要方式包括软件仿真模拟、风洞试验测量及野外实测等,在此基础上进行动态仿真实验,得出对应断面形态的积雪分布特征,从而对各类断面的理想积雪分布形态进行预测,该预测模型也可以作为雪害级别判别的重要依据^[1]。

(4) 历史经验模型及基于专家的规则库

如前所述,风吹雪的成因机理十分复杂,影响风吹雪的多因素随机变化,又相互影响,但并非不可认识,只是一般情况下难以找到能够对其进行精准定量描述的公式,同时,目前阶段,依据简单数学模型进行风吹雪雪害的预测预报也是很困难的事。而在生产实践中,通常采用的工程类比法,也适用于风吹雪的研究,即对道路养护人员的丰富经验和知识、研究人员的研究成果、历史观测所得的雪害信息等内容进行提炼,并在雪害研究过程中不断补充,形成丰富的可操作的规则库,同雪害预测模型一起联合对雪害进行更科学的预测^[5]。

1.2 公路风吹雪雪害预报研究思路

目前阶段,研究者们对于风吹雪雪害研究的思路相对较统一,主要步骤包括:各类信息的采集、所得信息的综合分析、根据分析结果生成预报方案等3步。

(1) 信息的采集工作是公路风吹雪雪害预报中的信息来源。其及时性与准确性对保证道路安全畅通以及减少灾害损失尤为重要。信息采集分为定期采集、随机采集。^[7]

(2) 对采集到的各种信息,通过实验和理论分析进一步确定输雪量、流场与堆积形态、位置及时间的关系,从而做出正确判断,并根据灾害的严重程度转入相应的控制方案。

(3) 通过对采集信息的分析,与公路历史数据和公路观测值进行综合比较分析确定评价指标在未来时间的增长量。将其与事先确定的阈值进行比较,当增长量大于阈值时,认为发生雪害,并判断其严重程度和发生位置,为进一步采取防治管理措施提供依据^[7]。

2 结语

目前,我国对于风吹雪的研究依旧比较薄弱,没有充分的历史数据作为研究支撑,对风吹雪雪害的成因机理的认识仍然有所欠缺,在这个前提下,对于风吹雪雪害预测预报研究应注重多方法综合运用,如在研究过程中加强统计模型与数值模型的综合应用、定量模型与定性模型的有机结合,同时应加强对国内外的成熟研究经验、模型等的借鉴。研究过程应以风吹雪成因基本模型为理论依据,综合考虑气象信息、积雪量、交通量、养护状态、断面对流场特性的影响等基础因素,进一步建立风吹雪分析的主预测模型,并将雪的物理性质、现场积雪实测数据、历史雪害信息等作为模型计算的修正条件。完成模型建立后,依据风吹雪预测的思路,通过定性分析与定量分析的结合、软件模拟与经验结论相结合的方式对雪害程度进行分析,并根据公路管理和居民出行的需要,按一定信息格式进行雪害预警信息发布或及时告警。

同时对风吹雪雪害的预测预报研究应加强实用性研究,将成果结合工程实践,应用于具体的工程建设与管养过程中,以研究成果的应用来降低风吹雪发生对公路出行造成的危害及损失,同时也是对预测研究成果的实践检验,在不断的改进优化中,完善对风吹雪预测的研究成果。

[参考文献]

- [1] 王中隆. 中国风雪流及其防治研究 [M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2001.
- [2] 佐藤篤司. 雪氷研究最前線 [S]. 日本冷凍空調学会論文特集, 1999.
- [3] 陈晓光, 李俊超, 李长林. 风吹雪对公路交通的危害及其对策研讨 [J]. 公路, 2001 (6): 113-113.
- [4] 席建锋, 李江, 张霞. 公路风吹雪积雪深预测模型研究 [D]. 吉林: 吉林大学, 2007.
- [5] 席建锋. 公路风吹雪雪害形成机理及预测研究 [D]. 吉林: 吉林大学, 2007.
- [6] 夏才初. 基于BP神经网络的公路风吹雪雪深预测模型 [J]. 同济大学学报 (自然科学版), 2017 (05): 714-720.
- [7] 谭华军. 复杂气象条件下高速公路的监控方案初探 [J]. 山东交通科技, 1998 (04): 56-60.
- 作者简介: 郑清松 (1990-), 男, 汉, 助理工程师, 研究方向: 路基路面设计。
- 郑思恩 (1995-), 男, 汉, 助理工程师, 研究方向: 路基路面设计。
- 冯双 (1991-), 女, 汉, 助理工程师, 研究方向: 工程造价。