

Tianjin Expressway Meteorological Service Technology and Application

Liyuan Ren, Meiling Sun*, Ling Guo, Yue Sun

Tianjin Meteorological Service Centre, Tianjin
Email: rlyjayfx@163.com, *308366124@qq.com

Received: Mar. 9th, 2020; accepted: Mar. 20th, 2020; published: Mar. 27th, 2020

Abstract

Highway traffic is highly sensitive to meteorological conditions, and traffic weather services play an important role in ensuring traffic safety. In this paper, the specific content and acquisition methods of meteorological data and basic geographic information data required for highway traffic meteorological services are sorted out. The interpolation algorithm and GIS spatial analysis technology are used to study the spatialization of meteorological elements and the projection of high-speed road segments. Finally, the application of highway meteorological element forecasting and impact-based forecasting and warning service products was discussed.

Keywords

Traffic Weather Services, Interpolation, GIS, Space Analysis

天津高速公路气象服务技术与应用

任丽媛, 孙玫玲*, 郭玲, 孙悦

天津市气象服务中心, 天津
Email: rlyjayfx@163.com, *308366124@qq.com

收稿日期: 2020年3月9日; 录用日期: 2020年3月20日; 发布日期: 2020年3月27日

摘要

高速公路交通对气象条件高度敏感, 交通气象服务在保障交通安全等方面具有重要作用。梳理了高速公路交通气象服务所需的气象数据、基础地理信息数据等的具体内容和获取方式, 利用插值算法和GIS空间分析技术进行气象要素空间化和高速公路路段投射, 最后对高速公路气象要素预报、基于影响的预报预

*通讯作者。

文章引用: 任丽媛, 孙玫玲, 郭玲, 孙悦. 天津高速公路气象服务技术与应用[J]. 气候变化研究快报, 2020, 9(2): 101-105. DOI: 10.12677/ccrl.2020.92012

警服务产品等方面的应用进行了探讨。

关键词

交通气象服务, 插值, GIS, 空间分析

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

天津是我国北方最大的港口城市, 承担着作为北方内陆省份出海口的职责, 连接四面八方的高速公路已成为外埠进市的主要交通要道, 现已形成了覆盖全市的高速路网, 据了解, 截至 2018 年 7 月, 天津市高速公路通车里程已达到 1262 公里, 高速公路网密度达到每百平方公里 10.6 公里, 位居全国第二。而高速公路交通对气象条件高度敏感, 低能见度天气(大雾)、暴雨、大风、道路结冰、暴雪等恶劣的气象条件, 以及引发的其他次生灾害, 是造成交通事故的一大重要因素[1]。从事故率角度来看, 根据全国高速公路交通事故统计数据分析, 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[2]。

气象条件对交通安全的影响主要表现在可以改变路面的物理性质、观察视线和车辆自身安全性等。如浓雾、团雾等低能见度天气对驾驶员视线形成障碍, 极易引发交通事故; 强降水容易导致道路湿滑, 短时间的集中降水使道路积水, 并可能引发山洪、泥石流等次生灾害, 大大影响车辆性能和行驶安全; 强风从侧面吹来时, 会严重影响高速行驶的汽车的稳定性; 冰雪条件最突出的影响在于使路面摩擦系数减小, 汽车制动和操纵稳定性变差, 容易造成追尾等事故。因此, 加强高速公路气象服务技术研究, 开展准确、及时的交通气象服务, 对于提前规避气象灾害给高速公路交通带来的不利影响, 减少因天气原因导致的交通事故是非常必要的。

中国气象局全面深入推进全国公路交通气象监测站网建设以来, 天津地区共建设 16 套交通气象站, 可对除常规气象要素以外, 影响交通安全的特定气象要素, 即能见度、路面温度等要素进行观测, 配合沿线的常规气象站形成了目前天津市的高速公路交通气象观测网, 实现了天气实况数据的实时监测和共享, 智能网格预报的发展使得定时、定点的精细化预报成为可能, 为开展专业化、个性化的高速公路气象服务奠定了坚实基础。本文整理了高速公路交通气象服务所需数据的具体内容和获取方式, 利用插值算法对站点观测和预报数据进行空间化, 再基于地理信息系统(Geographic Information System, GIS)空间分析技术将数据投射到高速公路路段, 最终形成基于高速路段的专业化气象服务产品。

2. 数据整理

高速公路交通气象服务所需的数据主要包括气象数据和基础地理信息两大类。其中气象数据包括观测、预报、预警等信息。从对高速公路安全影响程度的角度出发, 重点关注的气象实况数据有: 能见度、降雨量、风速(平均风速、瞬时风速)、路面状态(积雪、道路结冰等)、降雪量(积雪量)等, 均来源于自动交通气象监测站、国家地面气象观测站和区域自动气象站所采集的数据, 通过全国综合气象信息共享平台(CIMISS)提取并以时间段的形式存储在数据库中, 可实现自定义查询和表格、曲线、地图等多种方式展示。预报产品主要集中在中短期和短时临近预报, 主要是不同时间尺度的气象预报, 涉及数值模式预

报、雷达估测预报、指导预报订正产品等，以文件形式存放，可随时调取。常规的地理信息数据来源于国家基础地理信息中心，主要包括行政区边界信息、高速公路线路地理信息、高速服务区信息等，其中高速公路线路地理信息又以路段为单位，以桩号表示。

3. 数据处理技术

3.1. 气象要素空间化

由于气象站点呈离散型分布，交通气象监测站较少且大多观测站并不是布设于高速道路上，为了获取高速公路上的气象信息，就有必要对站点数据进行空间化处理，将离散数据插值成连续的表面数据，然后进一步形成等值线和色块图[3] [4]。对于预报数据而言，超过 72 小时的预报采用的是路段所通过各区的城镇预报，72 小时以内的精细化预报数据和数值预报数据本身就以格点形式存储，只需通过追踪等值线的方法形成等值线，再构面渲染成色块图。气象要素空间化主要通过插值算法完成，即将空间离散的气象数据转换为连续的曲面数据，以便对气象分布进行研究，具体来说，就是将离散测量点上的数据，根据某种函数关系式内插或外推到整个区域，从而得到全市的气象要素值。其基本理论假设是空间位置上越靠近的点，越可能具有相似的特征值；而距离越远的点，其特征值相似的可能性越小。常用于气象要素空间插值的方法有反距离权重法、多项式插值法、克里金法、样条插值法等[5]。需要指出的是，在现有的气象要素空间插值方法中，并没有一种普遍最优的插值方法可以适合所有的气象要素和地理条件。需要根据研究区域内气象台站的数目、区域空间的分布情况和特定的气象要素等具体条件选择适合当前的最优空间插值方法，以提高插值精度和效率。许多学者在现有的空间插值方法研究基础上进一步提出了改进优化算法。如基于时间序列的时空插值算法和自适应离散点插值算法[6]，可有效解决由于各种不可抗力因素(如仪器故障，传输线路故障等)造成的气象站点实时数据缺失等问题；基于空间聚类的气象要素空间插值方法[7]，可应用于不规则数据集插值和站点缺失数据修补。

通过对气象要素进行空间化处理，可以直观地看到全市气象要素实况，明确当前需重点关注的要素种类及影响区域，有利于从宏观角度分析和把握天气影响情况，做好高速气象服务保障工作。2019 年 9 月 19 日凌晨，天津地区出现了能见度低于 1 km 的雾。图 1 为 2019 年 9 月 19 日 05 时全市最低能见度分布图，可以看到，蓟州南部、宝坻北部、武清西部、宁河东北部和静海中部能见度低于 1 km，同时因上游河北省管界有雾，我市长深高速、塘承高速、唐廊高速、津雄高速、海滨高速配合封闭，对高速交通产生了一定影响。针对此次过程，针对此次过程，气象部门及时发布大雾黄色预警信号，并为天津市公安交通管理局指挥中心、高速支队和高速公路集团有限公司提供了及时有效的气象服务。

3.2. 气象要素路段投射

为了进一步分析局部路段受气象条件的影响情况，需要利用 GIS 空间分析技术将栅格化数据投射到高速公路路段，并依据交通气象影响指标体系形成高速影响分段图，形成基于高速路段的专业化气象服务产品。对气象要素在高速公路路段的投射主要通过 GIS 的空间分析来获得。空间关系是指地理实体之间存在的与空间特性有关的关系，它是数据组织、处理、查询和分析的基础[8]。我们主要利用拓扑空间关系，实现气象要素的高速路段投射。通过两个几何图层间的相交运算，返回带气象要素属性值的几何图形的一组算子，再根据几何图形的经纬度信息将其显示到地图上，得到各要素在高速公路路段的投射情况。

我们面向天津高速交警群体，开发了基于 GIS 技术应用的微信服务号，目的是利用微信覆盖面广、传播及时的优势，使交警在第一时间掌握最新天气动态，做好应急指挥调度工作。可实现高速公路气象任意路段、多种要素的地图显示，主要内容包括高速公路气象监测实况、交通气象精细化预报和预警信息等。预警信息以图标结合文字的形式显示，实况和预报产品以路段投射方式显示，并依据交通气象影

响指标体系,根据影响级别用不同的颜色对影响路段进行标注,形成高速影响分段图(图 2)。此外,实况监测设有告警功能,当监测实况超过预先设定的警戒阈值时,会自动对警戒路段进行提示,并详细展示过去 24 小时实况监测情况和未来 24 小时逐小时预报。基于 GIS 技术的气象服务应用进一步丰富了服务产品,创新了服务方式,必将推动高速公路气象服务向更加精细化、专业化、个性化转变。

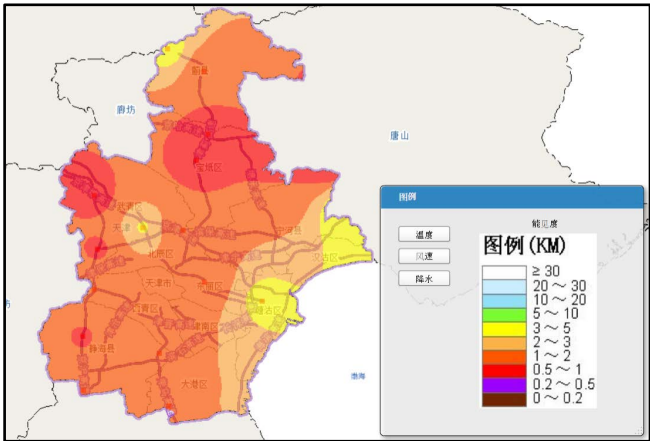


Figure 1. The lowest visibility distribution map of Tianjin at 05:00 on September 19, 2019

图 1. 2019 年 9 月 19 日 05 时天津市最低能见度分布图

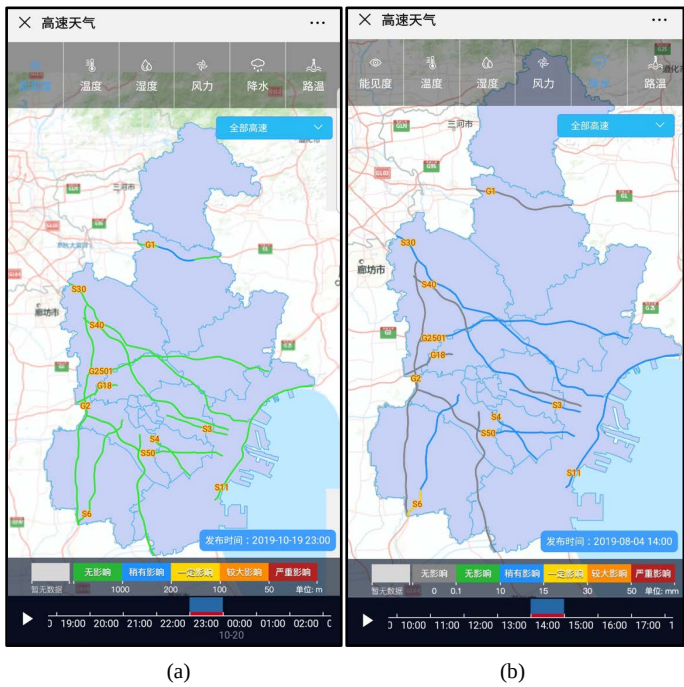


Figure 2. The distribution map of the impact of the meteorological elements on Tianjin expressway. (a) The distribution map of the impact of the visibility on Tianjin Expressway at 23:00 on October 19, 2019; (b) The distribution map of the impact of the precipitation on Tianjin Expressway at 14:00 on August 4, 2019

图 2. 天津市高速公路气象要素影响分布图。(a) 2019 年 10 月 19 日 23 时天津市高速公路能见度影响分布图; (b) 2019 年 8 月 4 日 14 时天津市高速公路降水影响分布图

4. 结语

高速公路交通对气象条件高度敏感,开展及时有效的交通气象服务对于高速管理和运营部门提前规避不利天气影响,保障交通安全具有重要意义。本文梳理了高速公路交通气象服务所需的数据,研究了利用插值算法和 GIS 空间分析技术进行气象要素空间化和高速路段投射,并探讨了在高速线路气象要素预报、基于影响的预报预警服务产品等方面的应用。但本文对 GIS 技术的应用主要体现在数据分析和服务产品的展示,还未充分挖掘其强大的功能,对于应用 GIS 进行海量气象数据管理、气象灾害评估分析、三维模拟和仿真等还需要进一步研究。

基金项目

天津市科技重大专项与工程项目“安全天津与城市可持续发展科技重大专项”子课题“雾霾天气对海事交通影响预报预警技术研究”(18ZXQSF00130)。

参考文献

- [1] 田小毅,袁成松,吴震. 高速公路上霾雾演变及其对能见度的影响[J]. 气象科技, 2010, 38(6): 673-678.
- [2] 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(11): 298.
- [3] 张红杰,马清云,吴焕萍,等. 气象降水分布图制作中的插值算法研究[J]. 气象, 2009, 35(11): 131-136.
- [4] 周锁铨,薛根元,周丽峰,等. 基于 GIS 降水空间分析的逐步插值方法[J]. 气象学报, 2006, 64(1): 100-109.
- [5] 关宏强,蔡福,王阳,等. 短时间序列气温要素空间插值方法精度的比较研究[J]. 气象与环境学报, 2007, 23(5): 13-16.
- [6] 王丽娜. 气象要素空间插值算法的研究及其应用[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆理工大学, 2014.
- [7] 彭思岭. 气象要素时空插值方法研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2010.
- [8] 吴焕萍. GIS 技术在气象领域中的应用[J]. 气象, 2010, 36(3): 90-100.