

曾颖婷,郭伟,刘京雄. 基于 WebGIS 技术的精细化高速公路气象服务系统[J]. 气象与环境科学,2018,41(3):132-137.
Zeng Yingting,Guo Wei,Liu Jingxiong. Precise Highway Weather Service System Based on WebGIS Technology[J]. Meteorological and Environmental Sciences,2018,41(3):132-137.
doi:10.16765/j.cnki.1673-7148.2018.03.018

基于 WebGIS 技术的精细化高速公路气象服务系统

曾颖婷,郭伟,刘京雄

(福建省气象服务中心,福州 350001)

摘 要: 根据交通气象服务的特点,研究开展高速公路交通气象服务的思路和技术方法。通过研究高速公路交通气象观测网组网原则及站点选择规则,建成交通气象观测网。采用降水、能见度、路面温度、大风等高影响气象因子,建立高速公路通行气象条件模型,根据基础地理数据、气象监测实况数据、精细化模式集成预报数据、灾情调查等数据,利用 Flex Builder 4.6 为开发工具,设计开发了一套基于 WebGIS 技术的以精细化预报为核心的交通气象灾害监测预警服务系统。该系统实现了对高速公路的实况天气监测、精细化数值天气预报及灾害性天气预警三大功能,实现了全自动、智能化的精细化服务模式,为用户提供直观的服务信息,为公众交通出行提供了及时的气象服务。研发的公路交通气象服务系统已正式对外服务,并在春运期间为公众用户便捷、安全出行提供了保障。

关键词: 高速公路;自动监测;精细化预报预警;气象服务

中图分类号: P49 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-7148(2018)03-0132-06

引 言

目前交通运输业正处于高速发展阶段,随着交通运输的快速发展,交通运输量和行驶速度迅速提升,对交通运输中的安全保障提出了更高的要求,影响交通运输安全的气象灾害越来越受到重视。大雾、暴雨、雷暴、大风、高温、积雪、结冰等气象灾害及由这些气象灾害引发的次生灾害(如泥石流、积涝、路基坍塌等),对交通运输业的影响很大,每年都会因这些气象灾害而造成交通事故。据福建省交警总队提供的2001—2005年交通事故数据,因天气造成的事故约占事故总数的25%,并且近几年随着车流量的增加,事故发生率呈明显的上升趋势。

国外在公路交通气象服务方面的研究较早,也较为深入。许多发达国家已陆续建立了不同形式的公路气象服务系统,取得了较好的应用效果。如美国卡罗拉多州在线公路交通系统,针对本区域内主

要公路开展地图、路况、路线规划、气象预警服务,区域范围小,响应速度较快,服务效果较好。英国建设了RWIS(Road Weather Information System),开展不同天气条件下道路路面湿滑系数研究,辅助道路除冰除雪以减少交通事故^[1]。

由于我国交通气象服务起步较晚,对于交通气象预报服务研究主要集中在高速公路预报技术研究方面。赵慧霞等通过分析雾的发生特点及时空分布特征,提出加大能见度监测仪设置密度、改进雾的预报方法,完善雾天交通预警系统,最大程度降低雾对交通运输的不利影响^[2-14]。持续性低温、雨雪、冰冻灾害也对高速公路行车安全威胁很大^[15-20]。白永清、钱莉^[21-22]等研究得到交通事故主要受中到大雨和夏季高温的影响,事故严重程度主要受强降水和冬季低温的影响。目前已有许多城市开展完成了公路交通气象信息服务平台的建设,如上海、江苏、广西、陕西、辽宁、青海等地区都建立了基于主要公

路干道交通气象信息服务系统^[23-25]。交通气象服务系统的建立为高速公路气象服务的开展打开了良好局面。研究交通专项预报技术,开发面向决策用户、高速公路部门和公众的基于 GIS 技术的智能化交通预报服务系统,对于提高交通气象服务能力意义重大。

为了更好地开展福建省交通气象精细化预报和交通气象灾害性天气预警预报的研究,做好交通气象预报服务工作,气象部门建立了较为健全的交通气象观测网络,并根据气象灾害预警业务开展的具体情况,设计实现了基于 WebGIS 技术的精细化高速公路气象服务系统,对省内各路段的气象观测数据在 WebGIS 平台上进行统一的监测和可视化处理分析,并结合多模式集成预报方法,对临近的气象灾害进行预报预警,建成统一协调、反应灵敏、运转高效的恶劣天气应对机制,指导有关部门采取相应防范措施,发挥气象部门在防灾减灾中的作用,避免或减少恶劣天气造成的事故和损失。

1 系统结构与功能

1.1 设计思路

对比分析福建省高速公路交通事故资料和相应

的历史气象资料,确定影响高速公路交通安全的主要灾害性天气类型和阈值范围。对全省高速公路网进行数字化分段处理,设置不同路段敏感天气类型的预警阈值,依据其值自动采集各路段精细化的天气实况和预报预警信息,自动识别不同气象要素对公路影响的阈值范围,自动匹配危险天气所对应的影响路段,并进行可视化显示,实现全自动、智能化的精细化服务模式,为用户提供直观有效的服务信息,建设满足公众出行及决策服务需求的公路交通气象服务系统。

系统设计了数据层、业务支撑层和应用层 3 层逻辑框架(图 1)。在数据层中建立了服务系统所需的各种专题数据库,对相关数据进行标准化、规范化的采集、解析和存储。而业务层作为数据层与应用层的桥梁,主要实现对所获取数据的查询统计等操作,完成对相关数据的处理与分析,为用户操作提供一体化的 GIS 数据服务平台。应用层中包括福建省交通气象灾害服务系统、福建省交通气象灾害监测预警服务系统、福建省高速公路气象服务和交通气象三维展示系统,实现将数据和产品等信息以特定的形式展现给用户及业务层中相关产品数据的可视化表达。

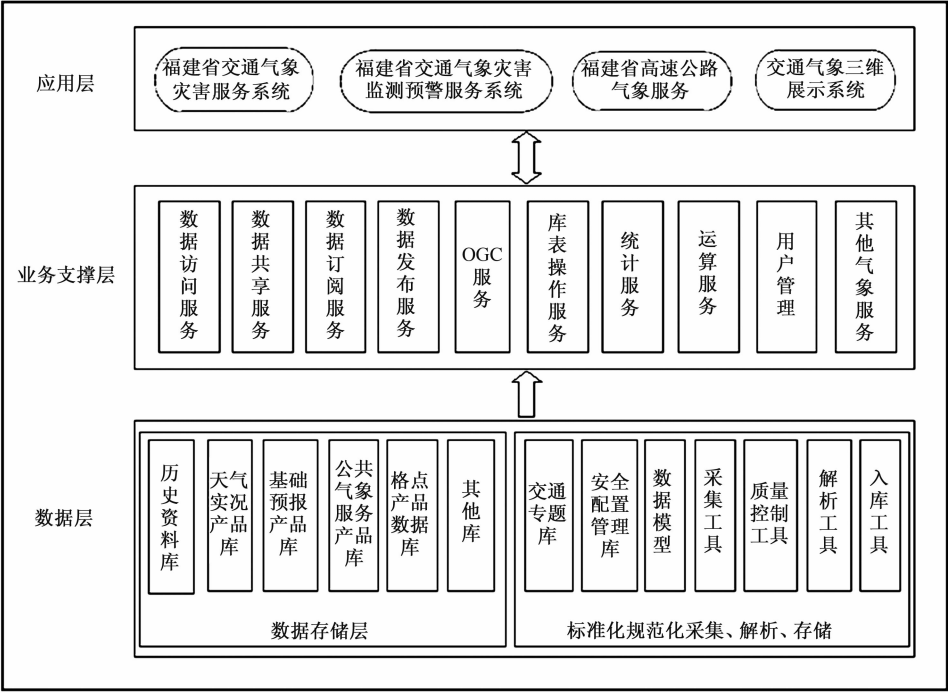


图 1 交通气象服务系统架构图

1.2 主要功能

本系统包括交通气象数据的可视化实时监测、预报预警产品制作平台和高速公路交通气象服务网(产品发布)三部分(图 2)。利用交通气象自动站

设备,对实况监测数据进行采集、传输和预处理,通过交通气象预报加工处理平台自动生成监测预警产品、精细化预报预警产品和中长期预报产品,最后由高速公路交通气象服务网对其进行发布和显示。

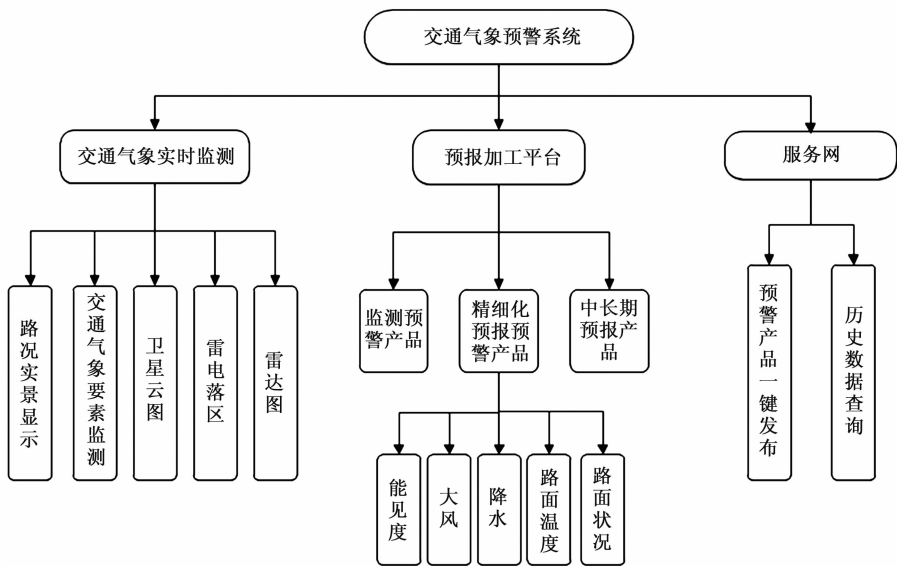


图 2 交通气象灾害监测预警服务系统功能结构

1.2.1 实时监测

交通气象数据的可视化实时监测,包括对各种气象观测数据(如卫星、雷达等实时监测资料)进行采集和传输,实现其向地理信息平台的转换,使其能在统一的 GIS 平台中进行多要素、多维度互换和叠加的可视化显示(如多种地图互换及高速桩号、服务区、桥梁、隧道、危险路段多种要素叠加等)。查询方式灵活便捷,输出的图表全自动绘制。

1.2.2 产品制作

预报产品加工制作平台包括数据管理、实时监测预警、精细化预报预警和信息管理模块。该平台是分析处理实况监测预警数据和精细化预报预警数据,自动制作具有针对性的交通气象服务产品,经预报员人工订正后发布。其预报时效覆盖短时临近、短期和中长期等时间尺度,并且设置了自动提取 30 dBz 及以上的雷达回波和风暴未来 30 min、60 min 影响的高速路段。

1.2.3 交通气象服务网

高速公路交通气象服务网是基于预报产品自动加工制作的对外应用和展示平台,提供各种气象预报预警产品的发布和数据的展示,包括全省高速路况实景显示,能见度、大风、降水、路面温度和路面状

况 5 种预报预警信息及中期(旬)、长期(月)交通天气预报和交通历史数据的查询(如事故发生数据及事故发生时的天气状况)等。

2 关键技术

系统利用 Flex Builder 4.6 作为开发工具,采用模块化方法进行程序设计,Oracle 作为后台数据库,基于 GeoServer 开源 Web 服务器作为地图发布工具,实现实时数据和集成预报结果的查询、调用和展示,同时融合了 ArcGIS online 地理基础数据及 Java、Skyline 三维数据展示等计算机技术,研究完成了一套以高速预报业务流程为主线,以精细化预报为核心,以智能化服务为抓手,涵盖高速预报全过程的一体化交通气象灾害监测预警服务系统。

2.1 交通气象观测站组网原则

通过分析各地的气候特点及影响交通的主要灾害性天气,布设单要素或多要素监测站,同时选取有代表性的气象部门现有的观测站纳入交通气象观测网。组网原则如下:

- (1)平均 20 ~ 40 km 布设一个普通路段交通气象站。
- (2)在恶劣天气频发的高速公路路段,建设特

殊路段交通气象站。

对于季节性浓雾多发地区,交通气象站按 15 ~ 20 km 间距布设;对于浓雾多发的山区和水网地区,按 10 km 间距布设。

对于道路易结冰路段,路段长度小于 15 km 时,在路段中部或两侧合适位置布设 1 ~ 2 处交通气象站;路段长度大于 15 km 时,按 15 km 间距布设。

对于易出现大风路段,路段长度小于 15 km 时,在风区两侧开始位置布设 1 ~ 2 处交通气象站;路段长度大于 15 km 时,按 15 km 间距布设。

2.2 影响条件模型

以往的交通气象服务多由气象部门向交通部门提供气象要素数据、天气预报产品等,再由交通部门根据预报产品分析其天气情况对道路通行的影响程度,服务效果不尽如人意。为了进一步满足用户需求,提高服务质量和效果,该系统建立了高速公路影响条件模型,选取影响公路出行的高影响因子,配置高速公路灾害的气象预警指标國值,以蓝、黄、橙、红 4 种预警信号作为轻度影响、中度影响、重度影响及严重影响 4 级指标,为用户提供直观的高速公路通行气象条件提示。

系统可自动生成多种模式(EC、WRF 及其集成模式)的未来 3 天每 6 h 间隔的数值预报产品,再经省、市两级预报员订正审核,生成全省高速交通的 10 km 预报产品,包括降水、能见度、路面温度、大风和高速综合预报产品。同时,根据气象预报预警指标库(见图 3),自动进行影响等级划分,生成灾害性天气预警产品,利用 WebGIS 技术对气象风险等级通过网页进行发布,预警时声光报警。预报预警指标库包括最高、最低气温,最高、最低路面温度,风速,降水量及能见度等,其配置可根据具体情况进行调整,使其更适用于不同路段的实际情况。

2.3 自动化校验

系统预报预警的准确性是交通气象服务质量的关键。因此,本系统根据气象观测信息、高速公路监测信息和多种预报检验方法,加入了预报模块中的预报质量检验模块,对预报结果进行自动校验。该模块能对任意预报时段、任意预报站点(区域)、落区预报、灾害性天气预报的预报质量进行评定。即在数值模式精细化预报后,模块对预报结果和实际路况及天气情况自动比较,生成预报质量报表。系统根据该检验结论,调整集成模式参数,再将参数用于下一次的精细化预报。预报结果的自动化校验便于预报员找出预报模块的薄弱环节,逐步改进预报模型,不断提高交通气象预报准确率和服务水平。

2.4 一键式发布

系统全流程自动进行数据采集监控,同时生成精细化预报产品,并通过语音、文字、图片等信息载体报警,经审核后通过一键式发布系统发送预报预警信息到达用户。真正实现用户对交通路况及灾害性天气的实时获取。同时,系统对各类预报信息及气象灾害评估报告的自动化编辑显著提高了工作效率。

3 系统业务应用

本系统针对福建省高速公路各路段的交通气象灾害预报预警具体要求,构建了个性化的功能模块。根据实测数据与预报结论的自动校验结果,完成了多模式集成及各预警指标参数的调整,实现了高速路段的实况监测和高速精细化预测。系统为客户提供便利的数据服务,用户在数据平台上可以完成对实时监测数据和数值预报产品的获取,以及历史交通资料查询。同时,通过定期以电话、传真和电子邮件等方式回访,不断升级完善系统。图 4 是提供给用户浏览的主要功能界面。

系统自 2015 年 1 月业务化以来,运行稳定可靠。通过对春运期间系统用户满意度调查得出,有超过 70% 的用户肯定了预报内容的准确度,超过 9 成的用户对系统在春运期间提供的气象服务表示满意。

气象预报指标配置				
要素	蓝色	黄色	橙色	红色
	轻度影响	中度影响	重度影响	严重影响
气温最高温: (°c)	30-35	35-38	38-40	>=40
气温最低温: (°c)	<=3°c	连续4h<=3°c	连续12h<=3°c	连续24h<=3°c
路面最高温: (°c)	55-62	62-68	68-72	>=72°c
路面最低温: (°c)	<=0°c	连续4h<=0°c	连续12h<=0°c	连续24h<=0°c
大风: (m/s)	8.0-13.8	13.9-17.1	17.2-20.7	>=20.8
1h降水: (mm)	10-14.9	15-29.9	30-49.9	>=50
6h降水: (mm)	13-25	25-60	60-120	>=120
12h降水: (mm)	15-30	30-70	70-140	>=140
24h降水: (mm)	25-50	50-100	100-250	>=250
能见度: (m)	200-500	100-200	50-100	<=50
保存				

图 3 高速公路灾害的预报预警指标库



图 4 交通气象预警系统功能界面

4 小 结

在充分调研国内外公路交通气象服务系统建设现状的基础上,结合高速公路气象服务需求,根据基础地理数据、气象监测实况数据、精细化模式集成预报数据、灾情调查数据等,利用 Flex Builder 4.6 作为开发工具,研究完成了一套以精细化预报为核心的交通气象灾害监测预警服务系统。在充足的数据支撑及经验丰富的预报研判下,实现了对高速公路的实况天气监测、精细化数值天气预报及灾害性天气预警等功能,为高速公路部门提供科学准确的决策服务意见。

未来系统将通过加密交通观测站的布点,不断完善、丰富各种应用与服务,不断优化精细化预报模型,完善高速预报,逐步实现国道、省道、铁路等道路的精细化预报,最终满足整个交通系统的精细化预报需求。

参考文献

[1] Chapman L, Thornes J E. What spatial resolution do we need for a route-based road weather decision support system? [J]. Theoretical and applied climatology, 2011, 104(3-4): 551-559.

[2] 赵慧霞, 王维国, 李泽椿, 等. 雾对我国交通运输的不利影响及对策[J]. 气象与环境学报, 2010, 26(2): 58-62.

[3] 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.

[4] 吴兑, 赵博, 邓雪娇, 等. 南岭山地高速公路雾区恶劣能见度研究[J]. 高原气象, 2008, 26(3): 649-654.

[5] 田华, 王亚伟. 京津塘高速公路雾气候特征与气象条件分析[J]. 气象, 2008, 34(1): 66-71.

[6] 王淑英, 孟燕军. 北京高速公路大气能见度与气象条件的相关分析[J]. 气象科技, 2002, 30(5): 306-310.

[7] 赵金霞, 范苏丹, 朱晓晶. 微波辐射计资料在大雾预报预警中的应用[J]. 沙漠与绿洲气象, 2015, 9(3): 31-36.

[8] 袁成松, 卞光辉, 冯民学, 等. 高速公路上低能见度的监测与预报[J]. 气象, 2003, 29(11): 36-40.

[9] 闵爱莲, 刘磊, 张天凤, 等. MODIS 和 HJ-1B 资料在江苏大雾监测中的应用[J]. 气象与环境科学, 2017, 40(1): 102-107.

[10] 陈贝, 徐洪刚, 王明天, 等. 成乐高速公路大雾预报方法研究[J]. 高原山地气象研究, 2012, 32(2): 70-76.

[11] 李文娟, 彭霞云, 郦敏杰. 浙江省静止卫星白天大雾识别方法研究与检验[J]. 气象与环境科学, 2017, 40(1): 95-101.

[12] 王丽娟, 阳威, 何明琼, 等. 2014 年初冬湖北省一次大雾成因分析和数值模拟[J]. 气象与环境科学, 2017, 40(3): 86-92.

[13] 梁爱民, 张庆红, 申红喜, 等. 北京地区一次平流雾过程的分析 and 数值模拟[J]. 应用气象学报, 2009, 20(5): 612-621.

[14] 马学款, 蔡芴宁, 杨贵名, 等. 重庆市雾的天气特征分析及预报方法研究[J]. 气候与环境研究, 2007, 12(6): 795-803.

[15] 李崇银. 我国重大高影响天气气候灾害及对策研究[M]. 北京: 气象出版社, 2009.

[16] 中国气象局. 中国气象灾害年鉴: 2009[M]. 北京: 气象出版社, 2009.

[17] 秦利燕, 邵春福, 贾洪飞. 高速公路交通事故分析及预防对策研究[J]. 中国安全科学学报, 2003, 13(6): 64-67.

[18] 李秋林, 刘瑞琪. 大雾、冰冻等气象灾害对湖南交通安全的影响与应对[J]. 湖南交通科技, 2009, 35(3): 186-190.

[19] 吴彦, 陈春艳, 路光辉. 沿天山高速公路冰雪灾害分析及其对交通安全的影响[J]. 沙漠与绿洲气象, 2013, 7(5): 66-70.

[20] 宁贵财, 康彩燕, 陈东辉, 等. 2005-2014 年我国不利天气条件

下交通事故特征分析[J]. 干旱气象,2016,34(6):753-762.

[21] 白永清,何明琼,刘静,等. 高速公路交通事故与气象条件的关系研究[J]. 气象与环境科学,2015,38(2):66-71.

[22] 钱莉,安颖颖,赵德强. 乌鞘岭高速公路路段多发交通事故的气象条件分析[J]. 干旱气象,2014,32(2):285-290.

[23] 陈剑飞,栗华林. 广西陆路交通气象服务的现状与思考[J]. 气象研究与应用,2010,31(3):38-40.

[24] 吴赞平,王宏伟,袁成松,等. 沪宁高速公路气象决策支援系统[J]. 现代交通技术,2006,3(5):91-94.

[25] 王莹,李建科,刘宇. 基于 MapObjects 的高速公路气象预报服务系统[J]. 气象科技,2008,36(6):837-839.

Precise Highway Weather Service System Based on WebGIS Technology

Zeng Yingting, Guo Wei, Liu Jingxiong

(Fujian Meteorological Service Center,Fuzhou 350001,China)

Abstract: Based on the characteristics of traffic weather service, the ideas and techniques of highway traffic weather service are studied. By studying on the principles and site selection rules of highway meteorological observation network, the traffic meteorological observation network was established. Using high impact factors such as precipitation, visibility, pavement temperature and strong wind to establish a model of highway meteorological conditions, based on basic geographic data, meteorological monitoring data, the precise model integrated forecasting data, the disaster investigation data and so on, using Flex Builder 4.6 as a development tool, the highway traffic weather service system based on WebGIS platform was designed and developed. The system has three functions of real weather monitoring, precise numerical weather forecasting and severe weather warning, realizes the automatic, intelligent precise service mode, for the users and public traffic travel, provides an intuitive and timely weather services. The system had been officially in services and provided guarantee for the convenience and safety travel of public during the Spring Festival.

Key words: highway; automatic detection; precise forecasting and warning; weather service