

铁路沿线灾害性天气监测、预测、预警系统

叶文军¹, 刘红光², 薛洁¹

(1. 新疆环境气象工程中心, 新疆 乌鲁木齐 830002; 2. 乌鲁木齐铁路分局, 新疆 乌鲁木齐 830023)

摘要: 针对铁路三防(防风、防沙、防洪)的需要, 结合大风监测系统建设的实际, 对恶劣天气气候条件下, 如何保障列车运行安全进行了探讨, 并提出铁路沿线灾害性天气监测、预测、预警系统。

关键词: 铁路三防; 灾害性天气; 监测、预测、预警系统

中图分类号: P429

文献标识码: B

文章编号: 1002-0799(2001)06-0025-03

Monitoring, Forecasting and Early Warning System for Severe Weather along the Railway Line

YE Wen-jun¹, LIU Hong-guang², XUE Jie¹

(1. Xinjiang Engineer Center of Environment Meteorology, Urumqi 830002, China; 2. Urumqi Railway Bureau, Urumqi 830023, China)

Abstract: In view of needs of preventing wind, sand and flood along the railway line and setting up of gale monitoring system, It is discussed how to ensure the safety of running trains under the conditions of severe weather and climate. And put forward that monitoring, forecasting and early warning system for severe weather is established along the railway line.

Key Words: preventing wind, sand and flood along the railway line; severe weather; monitoring, forecasting and early warning system

大风、洪水、风沙是影响铁路运输安全的三大主要气象灾害。这三种灾害曾给铁路部门造成巨大的损失(仅风灾, 自兰新线通车以来吹翻列车 20 余次, 列车近百辆, 直接经济损失

近 7000 万元)。

目前, 由于铁路沿线地形复杂、气象站点稀少、历史资料奇缺, 因此对这些地区的气象监测和预测水平不高, 预报准确率, 特别是针对这些局部地区的定点和定时预报目前还无法做出。在这种情况下很难对大风、洪水、沙尘暴灾害的预防(特别是局地灾害的预防)做出快速反应。因此, 给铁路部门防

收稿日期: 2001-11-04; 修回日期: 2001-11-30

作者简介: 叶文军(1960—), 男, 四川仁寿人, 高级工程师, 从事大气监测自动化。

阿瓦提→阿拉尔及其偏东地带影响, 其中西方路径 II 居多。第二条路径是西北(偏北)路径, 占 38%。西北路径也有两种情况, 其一是从阿克苏偏西地区开始影响由西北向东南移动, 主要对乌什→沙井子→阿瓦提→阿拉尔一带有影响;; 其二是沿着阿克苏河流开始影响自西北向东南移动, 主要对温宿→阿克苏市→阿拉尔→11~14 团一带; 或者从阿克苏河流域的偏东部开始影响主要对 5 团→阿拉尔→11~14 团一带有影响。

4 阿克苏河流域冰雹的各区城分布特征

4.1 降雹分布的计算与特征

为进一步了解阿克苏河流域各区域的成灾降雹分布情况, 对图 1 所示的每一个区域, 再进行细分, 把每个方格区域等分成 4 个小网格(图略), 假如一个小网格内有多个测点, 统计时采用取平均值。假设为每个小网格内降雹次数相同, 那么按成正比关系可以利用以下公式对每个区域的降雹分布进行计算。

$$S/S_i = N/N_i$$

上式中 S 为每个区域的面积, S_i 为有测点面积(测点数), N 为区域降雹次数, N_i 为测点区降雹次数。根据上式, 可以算出区域降雹次数 N , 即:

$$N = N_i S / S_i$$

对区域降雹次数 N 进行计算获得了图 4 所示的阿克苏河流域各区域年均降雹分布情况。

从图 4 可以看出相对多雹区位于阿克苏西北山区的乌什县和位于阿克苏河两岸的阿克苏市, 温宿县, 5 团, 阿瓦提县及位于阿克苏河下游的阿拉尔一带。

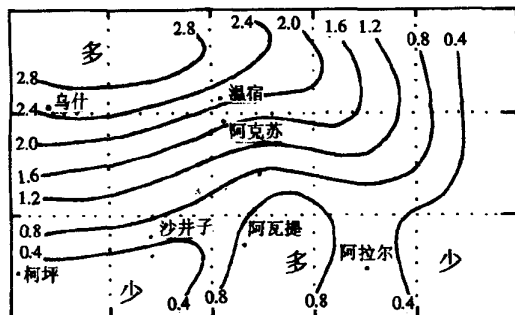


图 4 阿克苏河流域降雹年均分布图(区域次)

4.2 降雹各月各区域分布差异

对 30 年 4~9 月降雹的各月、各区域分布统计分析, 结果表明: 除 5 月份以外, 其他 5 个月内降雹的各区域分布与年平均各区域分布基本上是一致的, 但 5 月份沙井子、阿瓦提和阿拉尔一带的降雹相对多于其他各区域。

灾减灾造成了巨大的困难。为了保障铁路运输的安全,减少灾害性天气带来的巨大损失,乌鲁木齐铁路部门从1997年起开始与自治区气象局合作,探讨和研究恶劣天气气候条件下,建立某种灾害性天气的监测、预测、预警系统的可能。该系统以供列车调度部门根据沿线天气实况和天气变化趋势,酌情调度车辆。另外,可为领导组织恶劣天气气候条件下的抗灾减灾提供科学依据,以此确保把灾害性天气对铁路运输造成的损失降至最小。

1 灾害性天气的监测

我们认为,为保障铁路运输安全,主要监测对象是大风、降雨、积沙量,其次是温度。

1.1 大风监测系统

1.1.1 主要仪器的选择

1997年前,各分局对大风的监测主要靠车站人工感觉,凭经验上报风力,测报准确率十分低。后来部分车站配备了EL型固定式测风仪和DEM型轻便测风仪,测报准确率虽然有所提高,但因受当时科技水平的影响,仪器本身未数字化,不能实现全路联网,而且EL型最大测量范围为40m/s、DEM型最大测量范围为30m/s,而风区风速经常超过40m/s,一些车站最大风速超过52m/s(今年4月7日红山渠车站监测到的瞬间风速达62.9m/s),再加上新疆的自然环境恶劣,以至仪器不适应、故障率非常高、损坏严重。

1998年经与新疆气象局的有关专家、技术人员研究,对大风监测仪器重新选型。经多方调研,选择了ZZ6-5型数字式测风仪,该仪器的主要特点是:

数字化:适用于计算机处理和远程联网。

抗强风:有效测风范围为1.5~60m/s,最大测风范围为1.5~99m/s(>60m/s时供参考)。

全天候:适应恶劣天气气候环境,特别是在新疆推广使用后,针对新疆的气候特点,我们建议厂家对仪器增加了耐高温、低温和抗风沙性能。

可扩展:仪器经改造后,测量要素可扩展(如增加降水、温度要素等)。

该仪器1998年末在乌铁分局管内从天山至红层站间9个车站投入使用,效果良好,尤其在1999年4月23日至24日的那场春季大风中,调度中心通过电话(当时未联网)及时掌握沿线车站大风实况,合理调度车辆,避免了重大损失。1999年乌铁分局大风监测站建设成果引起路局高度重视,在铁道部和乌鲁木齐铁路局领导的关心下,铁路大风监测(计算机网络)系统建设提上议事日程。目前铁路大风监测(计算机网络)系统已基本建成,并已投入正常业务运转,在铁路运输安全中发挥着极其重要的作用。

1.1.2 乌鲁木齐铁路大风监测(计算机网络)系统

(1) 系统基本构成

乌鲁木齐铁路大风监测(计算机网络)系统主要由27个测风小站(风区车站),7个终端(各分局调度中心行调),4个次站(各分局调度值班室),1个主站(路局调度科)和1台数据库服务器(路局电算中心)等若干部分和若干设备构成(见图1)。主、次站系统软件在Windows NT工作平台上用C语

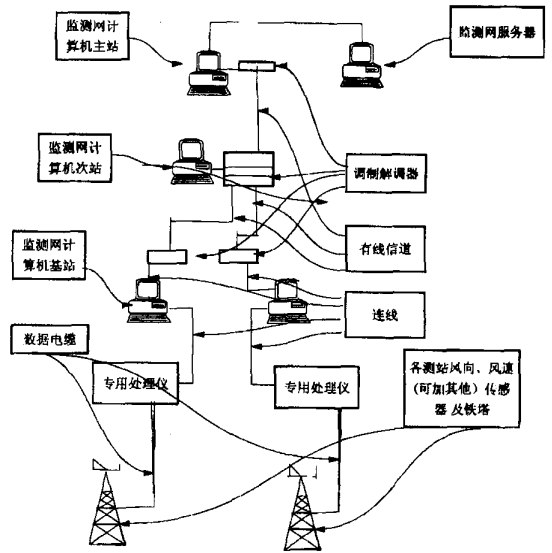


图1 乌鲁木齐铁路局大风监测系统示意图

言和VB语言编写,小站、终端系统软件在Windows98工作平台上用VB语言编写。

(2) 系统主要功能

显示功能:系统可显示本站或所辖站(含区间站)的实况风向风速,其中有瞬时风向、风速、风力级别和2分钟平均风向、风速、风力级别。

报警功能:2分钟平均风力的报警阈值可任意设定,也就是说某车站实况2分钟平均风力达到报警阈值(参照铁路行规一般设为8级)时,系统可声光报警,提请值班(或调度)员注意。

信息存储检索功能:系统自动将实时风向、风速信息存入计算机,并自动生成年、月、日报,供查询。并建有历史资料数据库,供查询。

统计功能:系统参照气象专业标准,并根据铁路部门实际需要统计。

自我保护功能:系统在突然停电或操作失误的情况下,数据不丢失,程序不破坏,对非法操作留有记录,以便追查责任。

网络功能:系统主站和次站计算机留有网络接口,便于数据进入铁路部门的办公网。

(3) 系统简单工作过程

本系统24h工作,由分布在铁路沿线(东至桥湾、西至阿拉山口、南至八盘磨)的27套测风设备将车站或区间的实际风向、风速每3秒钟采集一次数据,经车站计算机(小站)处理、显示,并实时将数据上传至各分局,经分局计算机(次站)处理、显示后,各分局将数据同时上传至路局和各分局行调计算机(终端),经路局计算机处理、显示后,数据送往路局电算中心大风监测专用服务器存入实时和历史资料库,供网络用户查看实况和历史资料。所有资料经小站、次站、主站、终端和服务器专用测风软件实时处理供有关人员实时查看每个车站或区间的大风实况。服务器建有大风监测数据库供有关人员查询历史资料。

1.2 洪水、积沙量和温度的监测系统

1.2.1 必要性

每年洪水给铁路部门带来的损失也是十分巨大的，铁路工务部门不但关心沿线的洪水，也关心沿线的沙害（积沙量）情况，而气温与列车轴温系统有着密切的关系。如前所述，在气象站点稀少的山区、戈壁和沙漠地区建站监测是十分必要的。

1.2.2 可行性

(1)技术条件已经具备。铁路局在大风监测(计算机网络)系统建设中已经积累了丰富的经验，铁路和气象部门已建立了良好的合作关系，双方对相关技术已比较了解，新疆气象局直属的乌鲁木齐恒博有限责任公司在系统开发、建设和技术保障方面有很强的优势，系统经过近3年的使用考验，性能可靠，运行良好。

(2)硬件建设已基本到位。铁路局通过大风监测(计算机网络)系统工程建设完成后，已经具备了计算机、通信通道及网络等重要的，也是最值钱的硬件资源。而目前除主站的一台计算机需要更高配置外，其他资源都有充分的富裕。

(3)测风数据终端可改造。增加降水、积沙量和温度的监测，只须对车站(小站)的测风数据终端进行改造，增加降水传感器、积沙传感器和温度传感器，修改系统应用软件即可。

(4)监测是灾害性天气预测和预警的基础。对灾害性天气的预测和预警必须建立在监测系统测站密度适中，特别需要对较长时期的历史资料进行分析处理的基础上。因此，建立大风、降水、积沙量和温度的监测系统是建立灾害性天气预测和预警系统的前期所必须的。

1.2.3 洪水监测设备

洪水爆发的主要原因是暴雨，所以监测洪水的主要设备是降水传感器。目前，洪水和温度的监测系统正处于调研和论证阶段，经与气象部门有关专家、技术人员研究，初步将降水仪器定为翻斗式遥测雨量计，此仪器测量准确，便于数据传输。

1.2.4 温度监测设备

目前，气象部门普遍使用的测温仪器为玻璃液体温度表，考虑到此类仪器易损坏，必须人工观测，不便于数据传输，我们将测温设备定为铂电阻温度计，此设备测温灵敏，体积小易于安装，而且由于是电子设备，便于数据传输。

1.2.5 积沙量监测设备

目前还没有现成的仪器，新疆环境气象工程中心正在研究开发积沙量自动监测仪器，可与本系统配套。

2 灾害性天气的预测和预警

灾害性天气的发生与很多因素有关，如地形特征、上游天气演变过程等，所以灾害性天气预测是一个比较复杂的过程，需要对各站点较长期的历史资料进行统计、分析、比较，总结出监测地点的天气气候特征，并结合气象部门发布的中强天气系统预报，运用天气学方法对其研究，通过计算机处理最终找出预报指标。因此，作好灾害性天气预测的基础是获取大量的实况和历史资料，这就需要针对有关地形建立密度适中的监测站点，形成动态监测网络。通过对各站大风、降水、积沙

量、温度等要素的实时动态监测数据和历史资料的统计分析，找出其变化趋势，结合天气系统，可预测灾害性天气的发生，及时通知相关部门、分局和车站，作好各种防范措施的准备工作和，科学合理地指挥救灾抢险。

3 铁路沿线灾害性天气监测、预测、预警系统综述

3.1 系统构成

3.1.1 车站(小站)动态监测部分

主要完成风速、风向、降水、积沙量、温度5个气象要素的数据采集。风向和风速、降水、积沙、温度等传感器将采集到的数据，经数据处理仪处理为数字信号后传入计算机，进行显示、存储、生成图表(包括年报、月报、日报)，并将数据上传至分局。

3.1.2 分局(次站)动态监测部分

此部分将各车站(小站)上传的数据进行显示、存储，并将所有数据一方面上传至路局，另一方面传至各行调，供行调参考酌情调度车辆。

3.1.3 路局(主站)动态监测部分

此部分将各分局上传的数据进行显示、存储，供路局调度所综观全局，了解全局各车站的天气情况，并将所有数据输入服务器，积累历史资料，供相关人员查阅，预报灾害性天气的发生，向相关车站发出灾害性天气警报。

3.2 系统主要功能

3.2.1 显示功能

车站(小站)、分局(次站)、路局(主站)均可实时显示监测站点的风速、风向、积沙量、降水、温度的监测数据。

3.2.2 信息存储检索功能

所有监测数据可自动存储，并自动生成年报、月报、日报，供查询，为灾害性天气的预测提供了方便。

3.2.3 网络功能

此系统通过车站(小站)、分局(次站)、路局(主站)组成的动态监测网络，此网络直接与铁路局办公自动化网连接，使路局有关部门及时、准确的掌握了解各运行车站的天气情况。

3.2.4 预测和预警功能

系统通过对各车站(小站)的监测数据(含历史资料和实况数据)和气象部门发布的中强天气预报和气象遥感资料(人工输入计算机)进行统计、分析、处理，及时作出灾害性天气的预测和预警。

3.3 系统对铁路运输安全的作用

在铁路部门，运输安全是第一位的大事，因此，为了最大限度的降低由于天气因素对铁路运输造成的损失，我们与铁路部门有关专家探讨、研究、设计了灾害性天气的预测和预警系统，此系统是专门针对影响铁路运输安全的大风、洪水、风沙3个主要气象灾害设计的，目的是提前预测灾害性天气的发生，及时采取措施，减少事故的发生，防患于未然。目前，灾害性天气的监测、预测和预警系统中的大风监测系统部分已基本建成，此系统在过去几年的使用中，效果显著，为铁路运输安全发挥了重要作用。洪水、积沙和温度监测系统正在调研、论证、实验阶段，成熟后可投入建设。相信铁路部门建成此系统后，将对运输安全发挥极其重要的作用。