

魏韬, 刘锐, 沈平, 等. 基于电力大数据的输电线路防灾减灾分析系统设计——以贵州电网为例[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 135–138. [ Guo Tao, Liu Rui, Shen Ping, et al. A Disaster Prevention and Reduction Analysis System in Transmission Line Based on Power Big Data——A Case Study on Guizhou Power Grid[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(1): 135–138. ]

# 基于电力大数据的输电线路防灾减灾分析系统设计 ——以贵州电网为例\*

魏 韬<sup>1</sup>, 刘 锐<sup>1</sup>, 沈 平<sup>1</sup>, 许晓路<sup>2</sup>, 周赞东<sup>2</sup>, 郭 江<sup>3</sup>

(1. 贵州电网有限责任公司输电运行检修分公司, 贵州 贵阳 550005;

2. 国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司, 湖北 武汉 430074; 3. 武汉大学, 湖北 武汉 430072)

**摘 要:** 结合目前贵州电网输电线路防灾减灾工作的实际需求及电力企业海量大数据现状, 提出了一种基于 GIS 的输电线路防灾减灾分析预警系统, 以贵州电网常见的山火、覆冰和地质灾害为研究对象, 以 ArcGIS 平台和 Oracle 11g 为载体, 通过对气象数据、监测数据、运维数据等大数据集成分析, 设计基于数据存储层、数据交换层、数据服务层、分析应用层和综合展示层的总体架构, 形成具有山火、覆冰和地质灾害预警的灾害预防和提前防护功能的决策支持系统, 通过实际运行可知, 系统为贵州电网线路防灾减灾工作提供了有力的支撑。

**关键词:** 输电线路; 大数据; 地理信息系统; 防灾减灾; 预警

**中图分类号:** TP3; X4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)01–0135–04

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.01.025

随着社会经济不断发展, 电网已进入以高电压、大容量、多元化为特征的智能电网大数据时代。然而, 近年来自然界异常恶劣的天气频发, 给电网的安全稳定运行水平造成极大的破坏和影响。架空输电线路作为电网的重要基础设施之一, 其运行状况直接影响着整个电力系统的稳定和安全。但受线路自身条件的限制, 其长期暴露于自然环境之中, 受外界条件影响较大, 因此提高线路的运维能力, 做好线路防灾减灾工作显得尤为重要<sup>[1–2]</sup>。目前各网省公司大多建立了灾害应急响应机制, 但如何利用先进技术进行灾害预警、监测和灾后评估却相对较为薄弱。

贵州省地处云贵高原, 是我国自然灾害发生频率较高的省份, 输电线路走廊内的气象和地质条件相对复杂。虽然近几年电网大面积灾害发生次数明显降低, 但山火、极端低温、暴雨泥石流等气象灾害时有发生。电力企业通过采集到的海量运行维护数据, 研究如何有效利用海量数据研发与建设集输电线路灾害预警、监测与评估于一体的防灾减灾系统具有重要意义。本文利用地理信息系统, 通过获取电力大数据, 集成挖掘多源信息, 可有效分析山火、冰灾和地质灾害, 形成具有灾害预防和提前防护功能的决策系统, 以提高整个电网应对极端气象的能力, 提高电网稳定

性, 保证供电可靠性<sup>[2–3]</sup>。

## 1 地理信息及大数据分析

### 1.1 地理信息系统

地理信息系统在我国电力系统中的应用相对于发达国家来讲较为落后, 但近几年随着科技的不断发展, 其已广泛应用于电网运维业务系统中。目前, GIS 软件已日趋专业化和商业化, 市面上涌现出多种 GIS 平台, 如: 知名度较高的美国环境系统研究所公司的 ArcGIS, 国内认可度较高的武大吉奥之星产品 GeoStar 等。

输电线路由于其自身所处环境的特殊性和复杂性, 途径江河、平原、高山等复杂地质环境, 其防灾减灾工作与地理位置息息相关。GIS 作为防灾减灾系统中的关键技术, 是贵州电网开展输电线路防灾减灾分析预警系统的基础, 有助于对电网灾害进行分析、发布和展示<sup>[4]</sup>。

本文以功能强大的基于服务器的 GIS 产品 ArcGIS Server 为工具, 它提供了丰富强大的 GIS 功能, 如空间数据编辑、地图可视化管理、二维或三维地图分析定位等服务与应用, 同时它可用于构

\* 收稿日期: 2015–08–04

修回日期: 2015–09–10

基金项目: 南方电网贵州电网有限责任公司科技项目(K–GZ2013–021)

作者简介: 魏韬(1983–), 男, 湖南长沙人, 硕士, 高级工程师, 主要从事输电线路信息化建设和防灾减灾研究。

E-mail: 79169957@qq.com

通讯作者: 许晓路(1988–), 男, 湖北荆门人, 硕士, 主要从事智能输电线路运维工作。

E-mail: 505787574@qq.com

建 Web 应用及服务以及运行在 Web 服务器上的企业应用。基于 ArcGIS 为载体,能有效满足贵州输电线路防灾减灾系统的应用需求<sup>[5]</sup>。

## 1.2 大数据来源

目前电力系统输电线路采集实时、离线数据呈指数化增长,为了有效利用大数据支撑电网灾难预警,数据分析主要包括设备空间信息数据、通道基础地形数据、基础台账信息、运行维护专题数据等,如图 1 所示。通过对各类数据分析计算,利用预警分析模型分析线路薄弱环节,识别危险源。

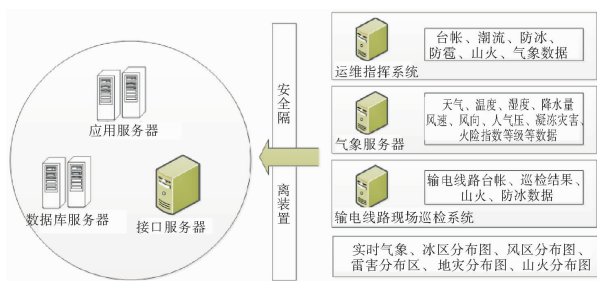


图 1 系统数据来源

### (1) 设备空间信息数据

输电线路设备空间信息数据主要包括杆塔空间信息、杆塔位置信息、塔-线拓扑结构信息、导线相位变化情况、导地线连接方式、绝缘子悬挂位置等。

### (2) 通道基础地形数据

基础地形数据主要包括贵州电网地形地貌背景数据、线路通道内交通道路路网数据、线路覆盖地区区域的地名注记数据、输电线路管理应用所需的其他基础测绘成果数据。

### (3) 基础台账信息

输电线路可细化为导地线、杆塔、接地装置、附属设施、绝缘子串、金具、基础、通道环境等部件。针对线路及其部件的设备档案信息包括线路长度、导线型号、地线型号、导线排列方式、导线分裂根数、地线股数、绝缘子型号、金具型号、杆塔型号、架设方式、绝缘子盘径、绝缘子串形、安装位置、电压等级、所属工区、出厂日期、投运日期等。

### (4) 运行维护专题数据

运行维护专题数据包括山火、覆冰、地质灾害等相关基础数据。其中山火、覆冰相关信息等均来源于巡检管理系统、在线监测装置、气象服务器等;地质灾害分布数据,如:暴雨点数据、泥石流数据、山体滑坡数据等来源于气象服务器<sup>[5-6]</sup>。

## 2 总体设计

### 2.1 系统应用平台

#### (1) ArcGIS Server 10.2

地理信息系统是贵州电网输电线路防灾减灾分析预警系统的基础,是对电网灾害进行分析、

发布和展示的支撑。ArcGIS Server 用于构建集中管理、支持多用户的企业级 GIS 应用的平台。它提供了丰富的 GIS 功能,例如地图、定位器和用在中央服务器应用中的软件对象。ArcGIS Server 包含两个主要部件:GIS 服务器和 .NET 与 Java 的 Web 应用开发框架(ADF)。GIS 服务器 ArcObjects 对象的宿主,供 Web 应用和企业应用使用。它包含核心的 ArcObjects 库,并为 ArcObjects 能在一个集中的、共享的服务器中运行提供一个灵活的环境。ADF 允许用户使用运行在 GIS 服务器上的 ArcObjects 来构建和部署 .NET 或 Java 的桌面和 Web 应用。ADF 包含一个软件开发包,其中有软件对象、Web 控件、Web 应用模板及例子源码。同时,它也包含一个用于部署 Web 应用的 Web 应用运行,为项目的 Web 开发提供极大的便利性,提高了系统开发效率<sup>[3-7]</sup>。

#### (2) Oracle 11g

本项目中数据库平台采用甲骨文公司的 Oracle 11g, Oracle 11g 是目前最为流行的新一代数据库系统之一,其强大的数据库海量处理能力和优秀的运行性能为企业级应用提供坚实的数据服务支撑,特别适合输电线路防灾减灾预警与应用系统海量的数据存储和巨大的数据吞吐,为项目开发的数据库建设提供了优良的数据处理方案。其日志备份和恢复等功能,可以高效稳定地管理电网防灾减灾应用数据;并且它提供的安全性能可以有效防止在 B/S 结构的网络中遭受攻击;其提供的触发器和存储过程可以很方便地对数据进行再加工,生成报表或查询等。

### 2.2 系统架构设计

基于 GIS 的输电线路防灾减灾分析预警系统实现空间数据和输电线路设备台帐等基础数据的集成,利用空间数据和输电线路运行维护相关业务信息数据的融合以及分析应用和可视化直观展示。为了满足防灾减灾分析预警系统数据来源多、覆盖面广的要求,符合系统可扩展性、一体化建设标准,系统采用基于数据存储层、数据交换层、数据服务层、分析应用层和综合展示层的总体架构设计,如图 2 所示。

#### (1) 数据存储层

数据存储层进行数据库结构设计,分析存储系统所需的大数据。包括运维指挥系统的台帐、潮流、防冰、山火、气象数据;气象服务器的天气、温度、湿度、降水量、风速、风向、大气压、凝冻灾害、火险指数等级等关乎线路运维的气象数据;输电线路现场巡检标准化作业平台的输电线路台帐、巡检结果、山火、防冰数据;雷电定位系统提供的雷电数据。同时,综合三类灾害所需的实时气象、冰区分布图、风区分布图、地灾分布图、山火分布图等基础数据。

#### (2) 数据交换层

数据交换层构建规范数据接口,与各业务系统交互,组成以 Web 服务为主体,数据库直连、FTP 传输、文件解析等方法辅助的大数据交换体系。完成与运维指挥系统、在线监测系统、生产

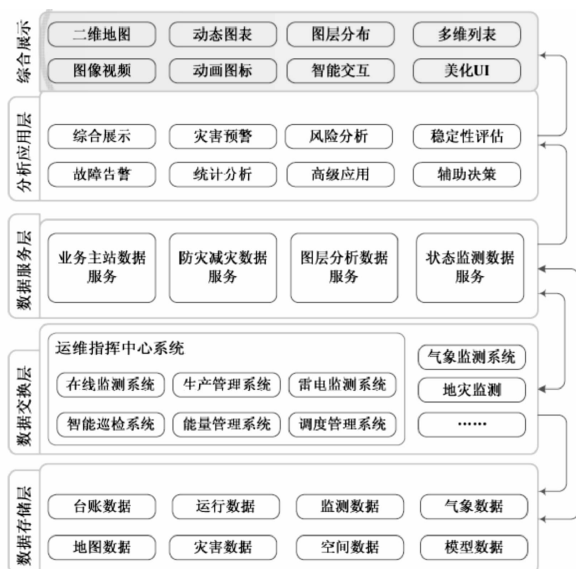


图2 系统总体架构

管理系统、智能巡检系统、调度管理系统、气象监测系统等系统的互联互通,完成与气象服务器、能量管理系统的文件访问。

### (3) 数据服务层

数据服务层以数据交换层和数据存储层为数据源,综合实时和历史数据,按照类型封装成系统服务组件,实现数据组织和增删改查应用,满足各类业务应用的需求。主要包含业务主站数据服务(台帐、潮流、巡检)、防灾减灾数据服务(防冰、山火、地灾)、图层分析数据服务和状态监测数据服务(视频状态监测、覆冰状态监测等)五类。

### (4) 分析应用层

分析应用层划分功能模块,以模块为单位利用封装的数据服务组件开发应用,实现综合展示、灾害预警、风险分析、故障告警、统计分析、高级应用和辅助决策。

### (5) 综合展示层

综合展示层集中将业务逻辑和功能模块封装到前台,供用户交互操作。完成气象及灾害二维地图、灾害趋势图等动态图表、图层分布、图像视频、动态图标、美化UI等功能的排布配置。分析客户需求,完成界面布局 and 智能交互功能<sup>[6,7]</sup>。

## 3 系统功能设计与实现

输电线路防灾减灾分析预警系统实现对山火、冰灾和地质灾害3种对贵州输电线路影响较大的自然灾害的分析预警能力,利用多源状态监测数据建立一体化综合监测平台,实现线路状态信息、气象信息和二维全景地理信息的集中化分析、处理与展示,实现对气象信息的展示和气象灾害的预警,智能评估线路本体对三类灾害的容灾能力,分析薄弱环节,实现技改分析闭环管理。

### (1) 气象信息

气象信息来源于贵州省气象局获取的数据,结合GIS叠加电网分布图,展示未来3d的各地天

气预报,各县级以上气象站点逐小时温度、降雨量、湿度、风速风向等实况信息。气象预警主要包括大雾、强降雨、寒流、山火、高温和强对流预警等,通过各气象数据的接入和集成为线路运行维护人员提供直观的气象实况和气象预报、预警信息<sup>[8-9]</sup>。



图3 贵州省气象站信息

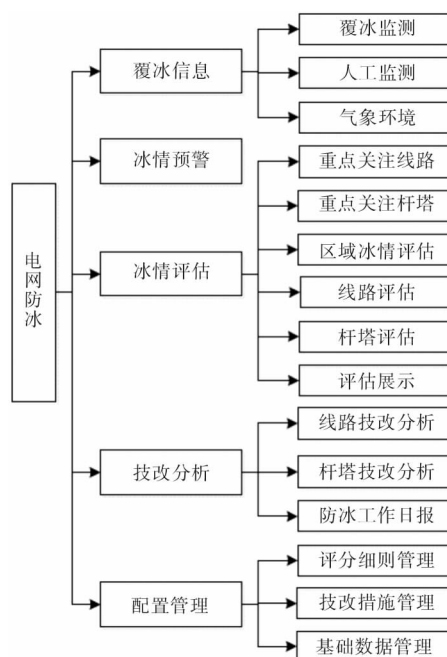


图4 覆冰预警功能细化



图5 覆冰预警信息

### (2) 覆冰预警信息

结合气象监测数据、覆冰监测系统中线路覆冰的实时观测数据、输电线路的运行数据、巡检

平台中的人工观冰点数据,通过建立的输电线路覆冰预警模型,找出短期内输电线路防冰薄弱点,及时提出重点观冰区域和急需融冰的线路。根据微气象信息的预报,结合线路的运行数据,历史覆冰情况等,精确的做出中长期冰灾预警,实现防冰信息的综合展示、冰害风险评估和技改分析,为输电线路运行检修人员提供线路的覆冰防护信息参考和技术改造措施<sup>[10]</sup>。

### (3) 山火预警信息

结合山火监测数据、气象监测数据、防山火监测点数据和线路运行数据、线路环境数据,通过建立的输电线路山火预警模型,实现对已经发生的山火进行准确的定位,对山火影响到的附近输电线路进行预警,快速对受影响的线路提出防治措施。根据气象监测和预报数据,结合线路运行数据,实现对可能会发生山火的地区及附近的线路进行预报,并发出预警信息<sup>[11-12]</sup>。

### (4) 地质灾害预警信息

结合气象地质灾害预报数据和线路运维数据、线路地形地貌等环境数据进行地质灾害风险分析和告警,通过建立的地质灾害风险预警模型,结合贵州省地灾专题图、气象监测信息、输电线路容灾设计阈值等信息,实现泥石流预警、暴雨点预警等功能,并根据杆塔倾斜监测信息,实现对极易发生地质灾害地段附近的杆塔进行预警,结合线路本体状况和地质灾害环境状况,提出可行的、有针对性的防护措施<sup>[13-15]</sup>。

目前,该系统已在贵州省电网公司成功上线运行,实现了与贵州省气象局的气象数据实时对接,能够对覆冰、山火和地质灾害进行有效预警,为2015年春节期间的保电活动提供了有力的依据,尤其是覆冰的预警效果显著,多次分析和判断了覆冰隐患,给线路运维工作带来极大的便利。

## 4 结论

本文研究设计了一套基于电力大数据的输电线路防灾减灾分析预警系统设计,目前已部署于

贵州电网公司输电运行检修分公司系统内,为贵州电网的110kV及以上的输电线路覆冰、山火和地质灾害的防治提供分析与预警功能,为线路运维提供灾害信息参考和辅助决策,提高了电网运维水平,但对于覆冰、山火和地质灾害的三类预警模型还有待进一步验证。

## 参考文献:

- [1] 甘艳,胡元潮,阮江,等.华中电网500kV输电线路主要自然灾害分析与预防[J].电力建设,2012,33(6):37-42.
- [2] 王少华,叶自强.恶劣气候对浙江电网输电线路的影响[J].中国电力,2011,44(2):19-22,57.
- [3] 於家,吴健平,干嘉元.基于GIS应用软件的交互设计方法研究[J].计算机应用与软件,2010,27(1):165-167,195.
- [4] 程拥军.山区输电线路防灾减灾差异化管理方法与应用[D].保定:华北电力大学,2013.
- [5] 王国胜,高广德,张广洲,等.基于SAR和GIS输电线路广域监测系统的设计及应用[J].水电能源科学,2013,31(10):172-175.
- [6] 门永生,朱朝阳,于振,等.电网重要基础设施自然灾害脆弱性评价研究[J].灾害学,2014,29(4):16-19,88.
- [7] 朱晔,王海涛,吴念,等.输电线路覆冰在线监测动态预警模型[J].高电压技术,2014,40(5):1374-1381.
- [8] 张兴国,刘学军,陈建兵.基于GIS青藏公路基础信息平台的设计与实现[J].计算机应用与软件,2013,30(2):93-97.
- [9] 田哲.电网冰灾防治及冰灾风险评价技术研究[D].长沙:长沙理工大学,2013.
- [10] 魏韬,刘锐.贵州省高压输电线路覆冰情况与观冰方法研究[J].水电能源科学,2011,29(11):167-170.
- [11] 胡湘,陆佳政,曾祥君,等.输电线路山火跳闸原因分析及其防治措施探讨[J].电力科学与技术学报,2010,25(2):73-78.
- [12] 朱家良.输电线路地质灾害危险性评估的基本特点与认识[J].电力勘测设计,2006,8(4):9-12.
- [13] 胡圣武.基于模糊理论和典型线路的地质灾害评价的GIS方法研究[J].测绘科学,2011,36(4):86-88,65.
- [14] 胡俊锋,杨佩国,吕爱锋,等.基于ISM的区域综合减灾能力评价指标体系研究[J].灾害学,2014,29(1):75-80.
- [15] 李高健,王晓峰.基于GIS的复合海缆监测系统设计与实现[J].计算机应用与软件,2012,29(9):185-187,202.

## A Disaster Prevention and Reduction Analysis System in Transmission Line Based on Power Big Data—A Case Study on Guizhou Power Grid

Guo Tao<sup>1</sup>, Liu Rui<sup>1</sup>, Shen Ping<sup>1</sup>, Xu Xiaolu<sup>2</sup>, Zhou Zandong<sup>2</sup> and Guo Jiang<sup>3</sup>

(1. Transmission Operation Maintenance Branch, Guizhou Power Grid Limited Liability Corporation, Guiyang 550005, China; 2. Wuhan NARI Limited Liability Company of State Grid Electric Power Research Institute, Wuhan 430074, China; 3. Wuhan University, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** Combined with the actual demand of disaster prevention and reduction in transmission line and large data status of power enterprises, we propose a disaster prevention and reduction analysis system based on GIS of Guizhou power grid. Taking Guizhou power grid common fires, icing and geological disasters as the research object, using ArcGIS and Oracle 11g platform, We design the overall framework of the disaster prevention and reduction system of data storage layer, data exchange layer, data service layer, application layer and the presentation layer analysis. Through the integration of meteorological data, monitoring data, operation data, formed with the disaster prevention and advance the protection function of the decision system, it provides a strong support for the work of disaster prevention and reduction of Guizhou power grid.

**Key words:** transmission line; big data; GIS; disaster prevention and reduction; pre-warning