

A Visualization Platform of Weather Condition Risk Pre-warning System for Transmission Lines

ZHENG Xu, FAN Chang-lan

East China Electric Power Test & Research Institute Co., Ltd. Shanghai, China, 200437

dsy_zhengx@ec.sgcc.com.cn

Abstract: The information system of the weather condition of transmission lines can monitor and forecast the typhoon, lightning, rain, heavy fog and other weather changes indicating strong convection weather, to determine the influence of such change on the lines, which are within the bad weather affecting area, and to give warning on those lines showing risks of fault. Besides, it also indicates and makes timely graphs of strong convection weather. This paper covered all the aspect of the system, including the conceivment, the acquisition of the weather parameters, the risk assessment of the line fault, the development and the operation performance of the system.

Keywords: Meteorological condition, transmission line, risk of failure, graphical display

500kV 输电线路气象环境监测可视化平台的建设研究

郑旭 范长澜

华东电力试验研究院有限公司, 上海, 200437

dsy_zhengx@ec.sgcc.com.cn

【摘要】输电线路气象环境监测可视化平台实时发布台风、雷电、雨量、大雾及局部强对流气象信息，研判输电线路台风、雷击和污闪故障风险分析结果，实现了故障风险线路的预警和报警，极大提高了电网防灾减灾能力。本文详细介绍了监测信息平台总体设想、气象环境参数的获取、线路故障风险判断、系统开发、系统运行情况等方面情况。

【关键词】气象环境；输电线路；故障风险；图形化展示

1 引言

输电线路的安全可靠运行与气象环境密切相关，有必要建设统一的输电线路气象环境监测信息平台，对与输电线路安全运行相关的气象信息和实时的线路气象环境风险分析结果进行滚动的图形化展示，加强输电线路的气象环境风险管理，为电网调度运行提供必要的技术支撑和信息化辅助决策平台。

2. 气象环境参数[1]选取

台风、雷击、雨量、大雾及局部强对流气象对输电安全和电力调度有很大的影响。气象环境监测信息平台开发中委托上海中心气象台完成台风、雨量、大雾及强对流气象预测（监测）模型开发，通过数据接口从公网将气象数据定时传送至系统服务器。

雷电活动参数由电网雷电定位系统获得。台风信息包括每 3 小时一次台风中心路径预测、台风中心附近最大风速变化预测、台风影响区域风级结构预测、台风的实况信息。雨量数据监测和预测包括每天一次华东四省一市的前 24 小时雨量观测信息，雨量预

测信息（包含站点信息和网格信息）。大雾信息为每天 8 次华东区域大雾监测信息。强对流天气预测每天一次发布华东区域未来 24 小时内的对流天气发生概率（一般雷电活动）和强对流天气（大于 8 级阵风、冰雹、短时强降水、龙卷）发生概率。

台风、雨量、大雾及局部强对流气象信息的预报、监测给出华东区域每个 9km×9km 网格的具体数据，以及监测站点信息，并以此为依据判断线路故障风险，或在 GIS 界面上作图形展示。雷电信息由华东电网雷电定位系统提供。

3. 线路故障风险判断

3.1 台风线路风险判断

台风时线路故障主要有大风倒塔和风偏放电两种形式。根据线路设计和运行情况的调研分析可在地理信息系统中确定每条线路每个杆塔的预警报警判断风速。

台风来临时，气象预报提供中心附近每个 9km 网格区域内台风风速、风向及网格中心点经纬度信息。

对每一个 9km 网格区域，可从线路 GIS 图找出所有该网格内线路杆塔，对比网格内台风风速和每个杆塔的判断风速，当台风风速达到预警和报警判断风速时分别给出预警和报警。该杆塔所属线路同时应进入预警线路集或报警线路集。

台风影响期间，每天 15:00 前，完成的次日 00:00~24:00 间每 15 分钟 1 一次的受台风影响的风险设备集计算，提交调度平台，根据气象局提供的每 6 小时更新的 24 小时台风预报信息，同步计算未来 24 小时内每 15 分钟的受台风影响的风险设备集，供调度平台的安全分析应用使用。

3.2 雷击线路风险判断

华东电网雷电定位系统已投入运行多年，积累了大量的华东区域雷电活动情况数据。基于雷电定位系统提供的准实时数据，根据线路周边落雷的情况进行计算分析，然后根据落雷区域到线路的距离和落雷的密度进行分级，可以按要求的预测时间给出受影响线路的雷击跳闸风险程度。

系统设计每 5 分钟进行一次前 1 小时华东区域 500kV 线路走廊雷电活动情况统计，根据各线路走廊落雷密度，分析线路遭雷击的风险，给出后 1 小时内每 15 分钟一个时间点的线路雷击风险设备集。

输电线路发生污闪需要同时满足三个条件：一定数值的工频电压、达到一定量值盐密、灰密的绝缘子积污、出现大雾或毛毛雨。本项目以线路绝缘子积污状况的判断来作为污闪风险预报的依据。对于线路绝缘子积污状况，若干年前即研发了基于降雨量的计算模型，多年的经验表明该计算模型能较好地与华东气候特点和线路积污情况相吻合。

系统分别根据华东区域网格的日雨量监测数据和旬雨量预报数据采用上述模型计算有效积污干日数，当有效积污干日数达到一定数量时系统给出污闪预警和报警信息。

4. 系统开发

4.1 数据采集与集成的技术方案^[3]

根据现有条件，气象数据必须通过公网传递，而

公网存在网络情况不稳定等因素，虽然存在多种分布式通信技术（如 Socket、远程过程调用等）可作为数据采集的技术方案，但为保证恶劣网络情况下的数据传输稳定，消息传递技术无疑是最为适用的。

我们采用了 Microsoft Message Queue 作为技术实现平台，该技术具有传输可靠、实施简单、可靠通信与可离线化工作等多种优点。

我们自主研发平台提供了分布式数据传递、数据路由转发、业务组件统一接入、外部系统接入、服务代理共享、分布式日志管理等一系列支撑性服务，开发者只需关注于业务核心算法的开发，可通过该平台快速搭建一个构架成熟稳定的应用系统。

我们采用该平台实施气象风险评估系统，能保证数据采集的可靠性需求。我们还采用消息适配器与 GIS 系统、雷电定位系统集成。

4.2 根据技术方案定制的系统部署方案

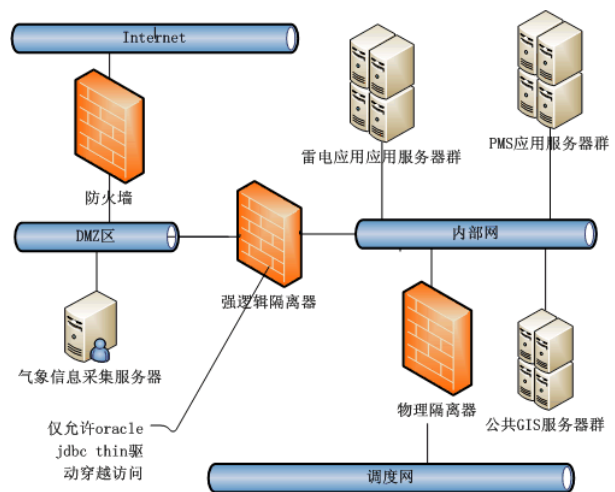


Figure 1 System deployment solution
图 1. 系统部署方案

根据技术方案^[2]的需求，特定部署了“气象信息采集服务器”位于 DMZ 区，该服务器主要职责为接收来自公网的气象局的气象数据，并穿透“强逻辑隔离器”写入到位于内部网的数据库服务器中。

5. 可视化模块设计

5.1 台风路径预测信息查看

在此菜单上选择台风名称，单击不同的实点会在

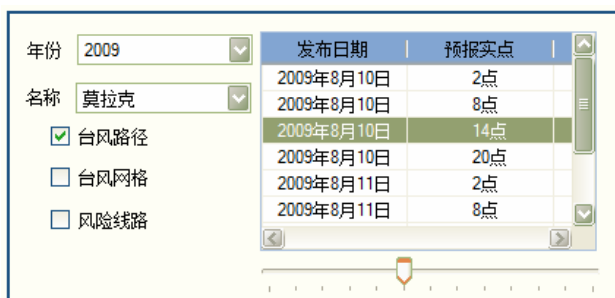


Figure 2 typhoon information query
图2 台风信息查询

图上显示出当前选择日期，发布时间的未来 24 小时预测数据，在图上展现出未来 24 小时或者 48 小时的台风路径，拖动下方的滑块能在图中的台风路径中高亮当前时间的路径点。

当地图中显示台风路径时，将鼠标移动到台风中心点时，会显示出当前台风中心点的预测时间。

5.2 台风网格/(等速线) 预报信息查看

台风路径和台风网格采用一个查看页面，通过勾选显示路径或者网格或者一起显示，可以查看不同的图层，拖动下方的滑块可以设置当前的显示内容时间切面（默认显示预报内容的第一个切面）。由于网格展示信息量比较大，速度会比较慢，所以推荐展示台风等速线信息，因为等速线是网格抽取出的，比较有代表性的风速的集合，以此方式展现更能看出台风的波及范围。

5.3 风险线路信息

在查看台风路径和台风网格的同时可以进行风险线路的展示，如果选择时段中有风险线路，则会将其显示出来并且加以闪烁。

5.4 台风实时路径展示

根据气象局提供的台风实时数据展示，由于台风实时数据和预测数据可能会有差别，所以采用实时数据和预测数据的分步加载，这样可以更好的判断预测数据的准确性。

以上功能在查询窗口启动时勾选的对应图层都在加载，如果关闭窗口则相当于关闭该功能提供的图层。

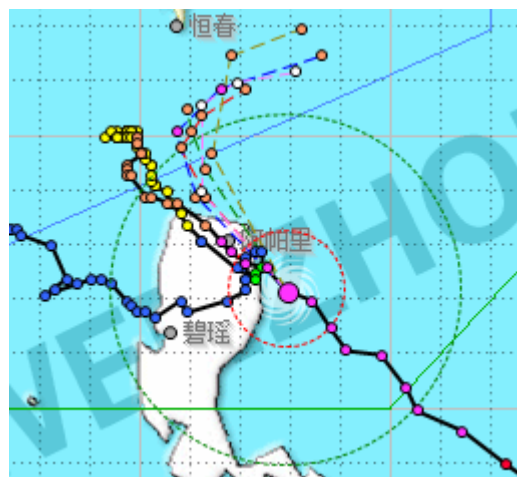


Figure 3 showing the effect of real-time path
图3 实时路径展示效果

在台风路径中可以点击各个台风路径节点，鼠标移动到台风中心点时需要展示台风详细信息。



Figure 4 shows real-time path for more information
图4 实时路径详细信息展示

5.5 准实时雷电显示

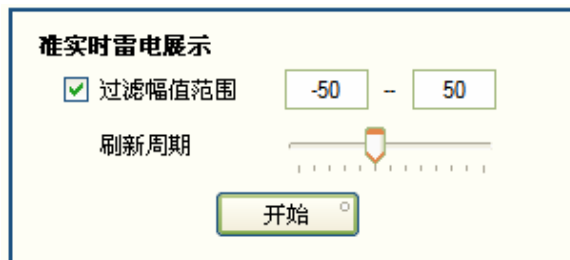


Figure 5 shows real-time lightning information menu
图5 实时雷电信息展示菜单

利用生成的 24 小时雷电图层，定时刷新地图，取得新的雷电点信息，通过不同颜色表示幅值范围，通过选择播放刷新时间去展示新的雷电点，在准实时雷电展示过程中，如果出现跳闸预警线路信息，则会高亮闪烁该线路提醒用户。

5.6 历史雷电回放

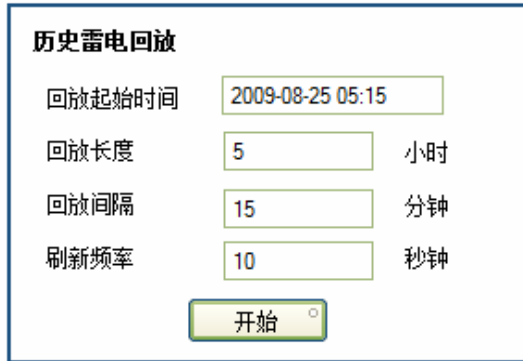


Figure 6 History lightning information selection menu
图 6 历史雷电信息选择菜单

通过几个参数定制播放时的显示条件，即可开始播放，播放时雷电会以网格的形式展现在地图上，根据密度不同，网格的颜色跟着加深，可以更清楚地了解雷电密度分布。

5.7 雷电风险线路展示

在历史雷电以及实时雷电的播放过程中如果在此播放区间中包含风险线路信息，则对该线路显示高亮，并且点击该风险线路可查看具体风险等级以及风险段号。

5.8 雨量监测

鼠标选中某个雨量监测点时显示各个雨量监测点的统计信息，包括最大雨量监测点，每个雨量级别的监测点统计和报表。

5.9 日/旬积污干日数

通过对每日的雨量分析计算出干日数，针对该干日数数据进行展示，通过日期选择到需要查看的时间则通过地图网格展示出干日数的风险分布，并且高亮显示风险线路并且可以点击风险线路供用户查询更相信的风险等级信息。

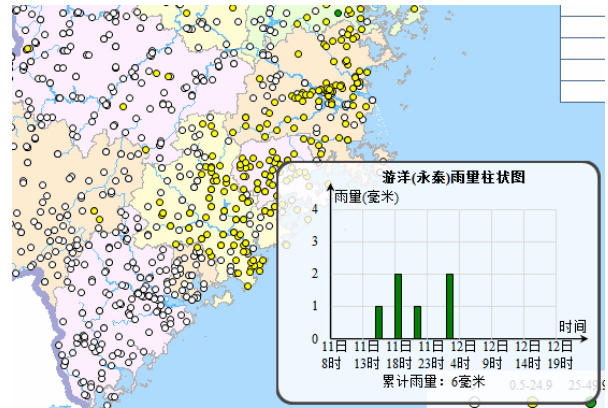


Figure 7 Example of rainfall monitoring sites
图 7 雨量监测点示例

旬干日数功能则针对每月 10 号为阶段根据预报 10 天的雨量做积污干日数计算，功能同日积污干日数。

5.10 强对流天气和大雾展示

气象台每天发送 8 次华东区域四省一市的大雾监测信息，发布间隔为 3 小时。每天上午 10 时发布华东区域未来 24 小时内的对流天气发生概率（一般雷电活动）和强对流天气（大于 8 级阵风、冰雹、短时强降水、龙卷）发生概率。

接收到两方面的气象信息数据后，外将其网格信息在 GIS 界面上进行图形化展示，并可查询发生大雾和强对流区域的线路信息。

6. 总结

可视化系统在投入运行后的半年间，较准确地根据气象预报和实时监测数据可视化显示线路在台风、雷击和污闪方面的故障风险，为电力调度和线路生产管理的精细化提供了扎实的技术依据。

References (参考文献)

- [1] GB50009-2001 "Specification for Structural Loads"
GB50009—2001 《建筑结构荷载规范》
- [2] Q/GDW179-2008 "110 kV ~ 750kV overhead transmission line design technical requirements"
Q/GDW179-2008 《110 kV~750kV 架空输电线路设计技术规定》
- [3] DL / T 5092-1999 "110 ~ 500kV overhead transmission line design technical specification"
DL/T 5092—1999 《110~500kV 架空送电线路设计技术规程》