

# 基于多系统信息融合的电网综合可视化技术及应用研究

赵 越<sup>1</sup>, 于 翔<sup>1</sup>, 冯 颖<sup>2</sup>, 梁 顺<sup>2</sup>

(1. 扬州供电公司, 江苏 扬州 225009; 2. 国网电力科学研究院, 江苏 南京 210003)

**摘 要:** 随着智能电网推广建设, 电网可视化仅针对主网调度的建设方式已无法满足电网运行管理人员全面掌握智能电网运行态势的需求, 为解决该问题梳理智能电网各环节业务流程和数据模型, 研究出一种基于 SOA 架构设计理念采用 Web Service 通过 REST 方式实现智能电网发、输、变、配、用、调个环节信息发布的多系统信息融合电网综合可视化技术, 该技术已成功应用于扬州智能电网综合示范工程中, 并具有较好的应用及展示效果, 使生产运行和管理人员全方位、实时、直观掌握智能电网各个环节运行态势成为可能, 同时, 发挥对电网公司运行管理决策的智能辅助支撑作用。

**关键词:** 多信息系统融合; 智能电网; 综合可视化

## 0 引言

随着智能电网的推广建设, 电网各环节应用系统种类及规模日益庞大, 各类电网信息数据量以几何级数递增。面对日益繁杂的电网信息, 迫切需要通过梳理电网各环节关键信息, 建成一套跨业务、综合性、可视化的信息系统, 使电网运行和管理人员可以直观、全面地掌握当前电网整体运行态势, 同时为运行管理决策提供辅助支撑。

目前在电力系统已尝试建设的电网可视化系统均为针对主网调度系统, 通过将主网调度系统区域性数据及信息采用集中展示方式进行建设。随着智能电网涵盖发、输、变、配、用、调六大环节建设内容全面实施, 这种仅针对主网调度的建设方式已越来越无法满足电网运行管理人员全面掌握智能电网各环节运行态势的需求。

本文旨在克服现有电网可视化技术中存在的不足, 研究出一种基于多系统信息融合, 梳理智能电网各环节业务流程和数据模型, 以更加智能、丰富的电网可视化监测、告警和分析方式, 帮助生产运行和管理人员更加全面、直观、有效地掌握电网实时运行态势, 进而实现对公司运行管理决策的智能辅助支撑的电网综合可视化技术。

## 1 多系统信息融合简述

多系统信息融合主要实现地理信息系统、地区调度自动化系统、配电自动化系统、生产管理系统、营销管理系统(含用电信息采集系统、95598 客户服务系统等)、配网生产抢修指挥平台、统一视频管

理系统、ERP 等的集成, 以实现信息共享和流程互通。需从各主要系统融合的数据如表 1 所示。

表 1 各系统融合数据表

系统	融合数据
地理信息系统 (GIS)	配网图形模式拓扑数据, 实现以 GIS 为配网数据源的全局共享更新
调度自动化系统(EMS)	全网图形模式拓扑数据、主网断面信息操作, 如主网图形模型、主网线路、10KV 出线开关模型、变电站运行数据、告警数据, 清洁能源装机容量
配电自动化系统 (DMS)	配网线路线损、电能质量、输变电设备状态, 如电能质量指标、谐波含量、微网运行状态、储能系统状态、储能系统充电百分比、10kV 线路线损、低压线路线损、变压器状态
生产管理系统 (PMS)	计划检修、计划停电、设备台帐信息, 如计划停电户数, 计划停电时间、设备参数、设备缺陷数据
营销管理系统 (含用电信息采集系统、95598 客户服务系统等)	中低压用户信息、用电量信息、95598 用户故障报修信息, 如用户总负荷、月最大/最小负荷、用电量、年/月累计用电量、峰谷平用电占比、配变用电量、95598 用户故障报警信息
统一视频管理系统	现场实时监控视频数据, 如电动汽车充电设施、杆塔、变电站实时视频监控信息
配网生产抢修指挥平台	计划停电、故障停电、故障抢修进度、抢修人员、物资管理信息, 如计划停电户数, 用户平均停电时间, 用户平均停电次数, 用户平均故障停电次数信息, 停电具体信息(变电站编号、线路编号、停电区域、停电类型、停电时间、停电原因、), 跟踪和统计抢修人员、车辆、物资、应急电源车的当前位置和任务状况信息。
ERP 系统	电力公司/供电公司相关信息, 如资产规模、用户数、投资情况、职工人数

## 2 综合可视化技术软件体系构建

### 2.1 软件总体构架

综合可视化软件采用 B/S 模式提供可视化图形及应用服务, 采用基于 J2EE+Flex+ActiveX 体系

框架，以浏览器方式提供三维应用系统浏览、综合查询、综合统计、二/三维联动等功能满足系统更广泛应用需求。

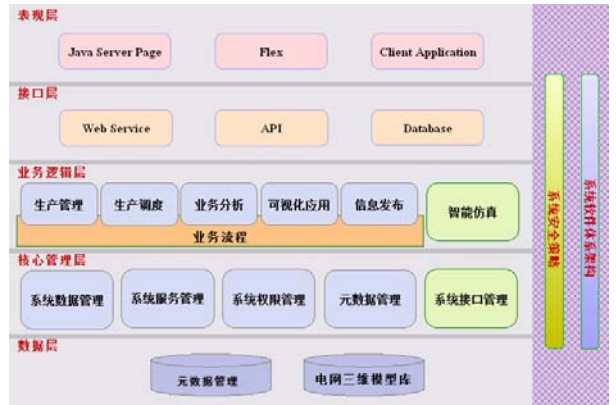


图 1 综合可视化软件总体架构图

综合可视化采用多层架构，有数据层（包括数据管理层）、业务逻辑层、表现层。安全体系贯穿于各个层之间。数据管理层通过对关系型数据库和空间数据库引擎管理完成数据组织、处理、优化和控制；业务逻辑层通过多个模块对业务数据完成查询、统计、分析等操作，具有可扩展性和灵活性；表现层基于多种模式，展现数据表现方式，并能够独立运行或嵌入其他应用系统。

软件架构采用组件形式构成，组件之间通过标准接口定义相互访问。组件开发采用插件式框架，能够较方便地进行系统功能的扩展。

界面层采用可定制方式。通过权限管理系统，对不同权限用户进行系统功能和资源分配，将不同界面呈现给不同用户。B/S 体系应用界面采用 JSP + Flex + ActiveX 模式，以客户端方式提供良好用户体验。

2.2 服务平台体系

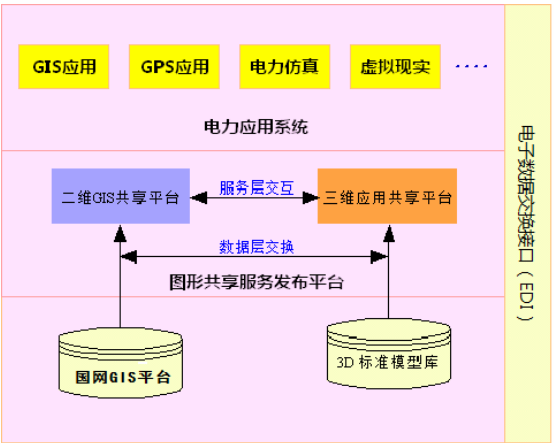


图 2 综合可视化服务平台体系

综合可视化服务平台体系如图 2 所示。

二维 GIS 应用共享平台基于 Web Service 方式，可通过 REST 方式发布。REST 风格 Web 开发是将全部将资源以 URL 方式对外发布，通过添加参数方式将操作请求发给共享平台。目前即将建成 GIS 共享平台就是采用该技术，并能够通过 REST 将共享服务提供给维应用共享平台。

三维模型库的采用资源目录共享方式。通过共享平台提供的元数据服务能够向第三方软件提供基于标准 3D Max 格式的三维模型数据的目录内容。在平台的授权控制下，第三方软件能够获取三维模型库中的模型数据。

三维应用平台将三维应用进行服务封装，今后还可通过电子数据交换接口标准通过编程模式或者转换工具模式对不同平台格式的三维模型数据进行自动转换。目前支持的数据格式包括：WFS, WMS, GML, KML, Shp, SDE, Oracle, Excel 以及 3DMX, Sketch Up 等。

3 综合可视化技术业务展现层设计

电网综合可视化系统在综合梳理分析智能电网各环节业务流程和数据模型的基础上，利用跨越生产控制大区和管理信息大区的信息交换总线获取生产管理系统 PMS、配电自动化系统 DMS、调度主站系统 EMS、输变电设备状态监测系统、配网生产抢修指挥平台、统一视频监控系统、营销管理系统、用电信息采集系统、地理信息系统 GIS，智能园区用能管理系统，小区智能用电互动及能效管理系统，电动汽车充电设施综合监控及管理系统，天气系统等等系统中相关运行和管理信息，并在此基础上进行数据的深度挖掘、分析和综合展示。

根据智能电网建设特点以电网业务为主线，设计涵盖调度、生产、运检、营销的四大业务主线，应用多维展示技术，将智能电网各环节业务系统信息进行集成应用和集成展示，为运行管理人员提供具备全景运行监测、综合智能告警、综合应用分析的综合可视化平台。

3.1 电网运行状态全景可视

构建基于 GIS 地理信息背景的 110kV 及以上主网架构图形及配网架构图形，展示电网潮流信息和一次设备运行状态信息，并对电网运行数据进行集成统计分析，监视电网的整体运行状况，通过浏览

基于地理信息背景的监视图能够迅速发现电网异常情况，并提供异常信息告警、追溯等功能，便于运行人员及时发现及处理电网异常故障。

若出现电网异常情况，平台自动弹出相应监视场景，并发出相应提示，运行人员可从全局监视场景中点击选择相关区域，通过弹窗或分屏方式显示该子场景的相关信息，实现故障追溯、分析功能。各全局监视场景及子场景可自定义，灵活显示及保存。

通过对主网线路、变电站等运行数据的监测展示，达到对电网整体运行状态监测展示的目的，通过 2D、3D 的可视化手段丰富展示效果。采用多个展示子场景设计结构，通过整体电网展示界面可进入选择的子场景。

该环节数据信息来源主要包含调度主站系统 EMS、生产管理系统 PMS、输变电设备状态监测系统、统一视频监控系统、用电信息采集系统、地理信息系统 GIS、配电自动化系统 DMS、营销管理系统。

1) 取自调度主站系统 EMS 系统的数据有 110kV 及以上电网架构图、线路实时潮流、日最高负荷、分区日最高负荷、主变运行效率、母线运行效率、厂站图、主变月最高负荷、主变当前负载率、主变当前力率、线路最高负荷、线路负载率；

2) 取自生产管理系统 PMS 的数据有供电可靠率、综合电压合格率、综合线损率、变电站主变属性信息、线路属性数据、配变额定容量、月计划停电次数、月故障停电次数等；

3) 取自输变电设备状态监测系统的数据有变电站避雷器月全电流、避雷器月阻性电流、避雷器月动作次数、微气象信息、全工况信息等；

4) 取自统一视频监控系统的数据库有变电站/输电线路监视视频等；

5) 取自用电信息采集系统的数据有公变日电量（有功、无功）、公变整点电流（A 相、B 相、C 相）、公变日最大需量、台区日线损率等；

6) 取自地理信息系统 GIS 的数据有地理图、标准控件调用；

7) 取自配电自动化系统 DMS 的数据有配网电线图、实时电流/功率、线路所辖设备、线路单线图、线路属性信息（所属线路名称、变压器型号、连接组别）；

### 3.2 停电管理全过程可视

综合展示各类停电事件总体情况，能够对所有停电业务进行全过程闭环监视，显示停电的原因及具体信息，可以定位展示某一停电事件区域，并能够提供针对停电事件的综合统计分析

利用配电自动化系统、调度自动化系统等业务系统中的实时信息，在地理图中显示故障位置和周边可用的抢修队及所具备的应急能力（应急半径、人员配备、物料配备等），从全局角度展示生产抢修指挥管理整体情况，并可分别展示各生产抢修区域详细状态。

可通过输入指定时间查询停电管理、应急抢修、客服中心交互、综合统计四大类统计数据，实现对中压配电网停电管理统计信息全局掌控。

该环节数据信息来源主要包含生产管理系统 PMS、地理信息系统 GIS、用电信息采集系统、配网生产抢修指挥平台、营销管理系统及气象/交通系统。

1) 取自地理信息系统 GIS 的数据有国网 GIS 标准控件调用；

2) 取自生产管理系统 PMS 的数据有计划停电影响设备属性数据、计划停电开始/结束时间、计划停电主要用户、总户数；

3) 取自用电信息采集系统的数据有功/无功电量、有功/无功功率、三相电压、三相电流；

4) 取自配网生产抢修指挥平台的数据有实时停电总户数、各类停电实时处理状态、抢修人员、车辆、物资工作状态所处位置及运行轨迹、户均计划/故障停电时间、年度停电重要用户数、重要用户累计停电时间、年度电话报修数、年度受影响户数、平均故障处理时间；

5) 取自营销管理系统的数据有停电用户属性数据（编号、名称、地址、所属台区等）、故障工单信息；

6) 取自气象/交通系统的数据有温度、湿度、风向、风速、气压及光照度、实时交通状态。

### 3.3 用电能效服务全方位可视

系统利用 EMS、DMS 等系统中的实时信息，在 10kV 线路联络图中显示线路及分台区实时线损数据信息，便于监视与分析配网能效情况。

系统利用营销管理系统、用电信息采集系统等系统中的实时信息，在地理信息图中显示电网构架和智能园区落点，分析线路损耗、智能园区整体用能情况，并提供优化用电策略、用能分析方案，便

于指导智能园区企业科学、经济、合理、有序用电。

该环节数据信息来源主要包含生产管理系统 PMS、地理信息系统 GIS、用电信息采集系统、营销管理系统、智能园区用能管理系统及小区智能用电互动及能效管理系统。

1) 取自配电自动化系统 DMS 的数据有线路日线损率;

2) 取自地理信息系统 GIS 的数据有地理图;

3) 取自用电信息采集系统的数据有园区日总负荷、园区月最大最小负荷、园区日/月总用电量、园区各用户当月用电量、各企业当月最大负荷、月峰平谷用电占比;

4) 取自营销管理系统的数据有园区每月电费、各企业月结算电费;

5) 取自智能园区用能管理系统及小区智能用电互动及能效管理的数据有园区健康分析报告。

### 3.4 新能源应用可视

系统利用调度自动化、配电自动化系统中的实时信息,基于地理信息背景展示新能源落点分布、清洁能源发电整体运行情况,实时显示微网并、离网运行状态,便于运行人员整体掌握、实时关注清洁能源对电网的影响。

系统利用电动汽车充电设施综合监控及管理系统、用电信息采集系统等业务系统中的实时信息,基于地理信息背景展现电动汽车充电设施的分布,显示电动汽车充电设施视频监控信息,分析统计各个充电设施的设备状态,展示智能电网对电动汽车发展的促进作用。

该环节数据信息来源主要包含地理信息系统 GIS、用电信息采集系统、配电自动化 DMS、气象系统、电动汽车充电设施综合监控及管理系统。

取自地理信息系统 GIS 的数据有扬地理图;

取自用电信息采集系统的数据电动汽车充电站对应配变日/月用电负荷;

取自配电自动化系统 DMS 的数据有清洁能源装机容量、清洁能源年/月/日累计发电量、相应碳减排量、清洁能源累计发电效率、日/月发电量预测、相应碳减排量、电能质量指标、电压波动率、三相电流/电压不平衡度、电流/电压谐波总畸变率、储

能系统充/放电功率、储能系统充电百分比、储能电池组信息;

取自气象系统的数据有温度、湿度、风向、风速、气压及光照度;

取自电动汽车充电设施综合监控及管理系统的数据库有充电桩组成(交流、直流)、充电桩运行状态(在充、闲置)。

## 4 结论

电网综合可视化技术在实现地理信息系统、地区调度自动化系统、配电自动化系统、生产管理系统、营销管理系统(含用电信息采集系统、95598 客户服务系统等)、配网生产抢修指挥平台、统一视频管理系统、ERP 等信息共享和流程互通的基础上,基于 SOA 架构设计理念采用 Web Service 通过 REST 方式,以 GIS 为基础,通过服务调用方式实现智能电网发、输、变、配、用、调信息的发布。基于该技术的扬州电网智能运行可视化系统目前已建成投运,为电网运行、管理人员更好、更全面掌握电网各环节运行态势提供了可视化的数据支撑和决策辅助。

### 参考文献:

- [1] 王楠. 电力系统安全性分析综合可视化系统[D]. 天津: 天津大学, 2009.
- [2] 沈国辉,陈光,狄方春,等. 电网可视化展示平台的研发与应用[J]. 电力信息化, 2010(05).
- [3] 雷霆,胡晓飞,李端超,等. 电网调度可视化技术研究和应用[J]. 电力信息化, 2011(08).

### 作者简介:

赵 越(1982-),男,江苏扬州人,工程师,从事电力企业信息化工作;

于 翔(1971-),男,江苏扬州人,高级工程师,长期从事电力企业信息化工作;

冯 颖(1984-),女,湖南人,助理工程师,从事配电网应用研究;

梁 顺(1976-),男,海南人,工程师,从事配电网应用研究。