

# 电网全景展现与运行指挥系统的实现与应用

李啸东，渠 毅

（国网电力科学研究院，江苏 南京 210003）

**摘 要：** 目的：研究电网全景展现与运行指挥系统在电网调度、电网监控管理、应急指挥等方面实现方式。方法：通过列举目前电网管理及无人值班变电站监控存在的不足，探讨建设多视角，多维度展现电网运行状态的必要性和重要性。结果：通过电网全景展现与运行指挥系统功能介绍，展示了该系统在电网全景展现、变电站统一视频监控和气象信息综合展现等方面的综合功能。结论：该系统的建成将为电网公司实现“汇集信息、全面监控、专业联动、统一展现”的目标发挥积极作用。

**关键词：** 全景展现；SOA 架构；可视化技术；GIS 技术

## 0 引言

随着电网自动化技术的不断发展，变电站“四遥”功能（遥测、遥信、遥控、遥调）得以充分体现。在无人值班管理模式下，其中所涉及的数字式和简单图形化的监控已不能完全满足对变电站内设备的监控，人们越来越迫切希望能够通过更多的手段对电网和变电站进行监控和管理。

本文以海南电网为例，简要阐述了电网全景展现与运行指挥系统在海南电网的开发应用情况。

## 1 系统建设目标

海南省是台风多发地区，亟需加强平时的安全生产管理以及掌握台风等灾害、突发事件发生时真实、准确的现场情况，包括突发事件发生的原因及过程、对电网设备设施造成的破坏等。为充分满足海南国际旅游岛“超稳定”的供电需求，海南电网公司在全面落实强化安全管理要求的同时，积极响应智能电网的总体要求，提出了建设以多视角，多维度展现电网运行状态的电网全景展现运行指挥系统。

### 1.1 生产运行中存在的问题

(1) 变电站视频监控建设分散，设备管理维护不便，难以集成。当前建设并未实现“巡视”能力，事件发生时难以实时了解或回溯现场情况等，给管理、决策带来了很大不便。

(2) 无人值守变电站主要以视频监控为主，此外动力环境监测、综合报警处理和门禁控制信息等对其监视管理也非常重要，当前尚未建设或整合相关信息，给无人值守变电站管理带来较多不便。

(3) 输电线路巡检是电网运行管理中的重要内容，当前尚未建设输电线路视频监控，较难掌握线路运行状况及周围环境的变化、设备缺陷和危及线路安全的隐患，难以保证输电线路安全和电力系统稳定。

(4) 重大灾害、事件发生时，因各专业数据尚未整合，决策层难以了解整个电网生产运行状况，造成难以指挥与管理电网生产运行。

(5) 尚未建设展现海南电网公司概况及信息化建设成果的形象窗口。海南电网以建设运营电网为核心业务，承担着为经济社会发展提供坚强电力保障的基本使命，如何展示海南电网公司在安全建设运营电网和电网信息化上的重大成就也是必然要求。

### 1.2 系统建设的基础条件

海南电网公司经过多年的信息化建设，各专业系统已得到长足的完善和发展，主要表现在：

(1) 部分变电站已建设了本地视频监控系统，并已有变电站视频配置标准；

(2) 海南电网新一代动态能量管理系统已投运，具备了电网数据采集与监视、自动发电控制与计划、网络应用分析三个部分的功能；

(3) 安全生产管理系统得到了推广初步应用，具备了设备管理，生产管理，计划管理以及统计分析等功能；

(4) 雷电定位监测系统已经投入了使用，具备了电网雷击实时监测以及雷击故障定位、故障定性等功能；

(5) 网、省DMIS互联数据交换平台建设初见成效，具备了以文件等方式向其他系统提供调度数据的基础；

(6) 气象服务系统即将上线运行，变电站风情、雨情监测系统已试点运行。

### 1.3 建设目标

总体建设目标是充分利用上述已建系统，结合智能电网的运行特点，按不同的使用者要求实现电网运行信息以及各类辅助决策信息有逻辑地、互联互通地、交互地和更实时地可视化展现，满足业务运行和对外展示的可视化需求，建成海南电网公司“汇集信息、全面监控、专业联动、统一展现”的电网全景展现运行指挥系统，以变电站视频、风情、雨情信息为展示核心，协同相关的生产、调度、营销、物资、气象等专业系统，以GIS技术、图形图像技术、数据挖掘技术为依托，以仪表盘、三维棒图、色彩变化、高亮、闪烁、动画等可视化技术为手段，全方位、立体化、多角度、多层次的展示海南电网及其相关设施的运行状态，形成对外展现海南电网的形象窗口。从宏观上能够总揽全局，从微观上能够突出重点、展示细节、栩栩如生地表现具体场景，实现宏观和微观联动。

## 2 开发关键技术

### 2.1 高效可靠 ESB 总线技术

研究适应电网全景展现运行指挥系统和各专业平台之间信息和服务高效交互需求的ESB总线技术。系统及各专业平台采用SOA架构搭建，采用统一的ESB选型，减少异构ESB融合带来的技术和性能风险。

### 2.2 实时数据快速刷新技术

研究适应电网全景展现运行指挥系统对电网实时运行数据和准实时在线监测数据进行快速显示刷新需求的实时数据快速刷新技术。在满足减少功能重复建设和各方对典型的应用功能进行共享的前提下，保证信息在前端的快速调用和及时显示。

### 2.3 数据智能采集和分析技术

主要包括数据ETL、知识挖掘、数据动态更新和可视化显示。数据ETL实现数据的清洗、整理和装载，在保证不减少数据所包含信息的前提下改善数据质量，提高数据挖掘算法的性能；知识挖掘部分是核心，运用合适的挖掘算法模型对采集的数据进行挖掘，得到需要的知识；数据动态更新指随数据的变化实现动态知识挖掘；可视化显示实现挖掘结果的图形显示。

### 2.4 视频联动技术

研究满足智能电网背景下调、输、变、配及经营各环节对视频技术的要求和期望，以统一接口、数据的方式提供给后端各视频需求单元调用，为电力系统中其他业务系统如安全生产管理系统、电网运行指挥系统、电力营销系统提供实时视频来源，与消防、门禁、SCADA等系统实现系统间联动。

### 2.5 流量监控技术

利用流量监控技术实现对平台内的网络流量实现监控，当超过预设最大流量时自动暂停新建音视频业务。管理员也可根据需要主动结束期望的音视频业务。实现平台对网络资源的最大利用率的控制，保障同网络其他业务系统的正常运行。

### 2.6 海量视频数据处理技术

利用应用、文件、设备聚合与空间分配技术，实现视频数据虚拟化存储，可实现分布、集中等多种异构存储系统的整合，提高存储空间的利用率，简化系统的管理，保护原有投资；利用流媒体加速引擎等技术，实现视频数据快速获取、检索与传输低时延。

## 3 系统主要功能

海南电网全景展现运行指挥系统围绕“创新管理、安全生产”展开，主要功能包括三大类，即基于全

网接线图的电网全景展现、变电站统一视频监控系统和气象信息综合展现，三者各有重点又紧密联系，共同支撑公司业务目标及管理愿景。为了有效融合三大类功能，挖掘三者之间内在联系，并将其可视化展现，需要根据系统建设目标对各自细化后的功能精细组织，通过在大屏幕上统一组合、编排形成直观的展现场景。展现场景在纵观层分为三大类，分别是支撑对外宣传的“海南电网形象窗口场景”、支撑安全生产的“电网全景监视场景”及支撑创新管理的“辅助决策、运行指挥场景”。

### 3.1 基于全网接线图的电网全景展现功能

电网运行信息展示与分析应用以一体化综合展现平台为基层，实现对电网综合信息、各类设备运行状况、环境及气象状况信息的监视和可视化展示，能够对特殊运行方式、特殊气象环境、重要用户、异常动作给予提示及在系统图上进行重点或特殊显示，能够从宏观到微观展示变电设备、线路、电缆设备运行状态。

#### 3.1.1 电网运行信息展示

构建海南统一地形图，以GIS方式直观展示电网输电线路、变电站、电缆设备等，支持漫游、放大、缩小、查询等。

#### 3.1.2 生产业务信息展示

生产业务信息展示在本系统中也是非常重要的一项内容。在掌握电网实时信息的基础上，就必须对当前电网的运行维护情况进行全面的掌握，对当前电网中正在进行的生产工作全面了解。对生产实时信息的展开是以全网接线路为基础的，依据电网图形中的数字化电网对象，进行多层面、多视角的关联展示。

#### 3.1.3 调度、生产计划展示

调度、生产计划展示应用实现对当前调度生产计划、执行情况、完成情况的监视，提供各类调度调度计划信息的查询，能够以列表等多种形式进行展现。通过链接调度系统已有地址的形式实现，同时要形成面向调度、生产系统的数据接入模型，为下一阶段建设做准备。

#### 3.1.4 变电站实时信息展现

应急指挥中心需要实时掌握变电站现场的情况，为决策指挥的科学进行提供指导和帮助。纳入电网全景展现平台的变电站实时信息应该包括：

- (1)现场视频图像监视
- (2)变电站风情信息
- (3)变电站雨情信息

#### 3.1.5 雷电监测展现

实时获取雷电监测数据，在全网接线图上动态标注，并与电网状态进行信息联动查询、展示。

### 3.2 变电站统一视频监控系统功能

统一视频监控系统遵照《南方电网变电站远程视频监控技术规范》要求，“分级部署、逐级汇集”设计思想基础之上，实现海南全省变电站环境、设备等视频数据的接入和现场视频状况数据的实时监控、历史数据查询回放等功能，并为海南电网全景展现运行指挥系统提供视频支撑，具体功能如下：

#### 3.2.1 集中管理

##### (1) 用户管理

系统可支持基于角色的用户管理及授权认证管理，支持权限设置。

##### (2) 日志管理

自动生成系统运行日志，记录登录用户的登入、用户管理，系统配置，设备管理等操作信息。

##### (3) 安全管理

系统所有重要操作,如登录、控制均可有操作记录，有必要的网络安全保护，保证系统数据和信息不被窃取和破坏。

##### (4) 设备管理

系统以树型结构的形式展现所有设备，并以不同的图标标注不同设备及不同运行状态。

### 3.2.2 实时监控

#### (1) 视频监视

系统可实时监视前端的所有图像信息，完成远程前端图像的实时显示、监控、存储等功能，具备视频自动和手动巡视功能，在可设定的间隔时间内对全站的监控点进行图像巡检。

#### (2) 远程控制

系统具备云镜控制功能，通过云镜控制调整摄像机的方位、焦距，设置摄像机的预置位等。

#### (3) 报警推图

当告警发生时，根据预先设置，向指定监控终端，发出报警信息，并弹出对应摄像头画面。

#### (4) Web浏览

提供图像的Web服务，Web服务器设在监控中心，可通过标准Web浏览器实现实时画面浏览、设备远程控制、历史图像查询回放功能。

#### (5) 电子地图

在电子地图中可以直观地表示出各报警点所在的平面地理位置，当报警时图标先进行闪烁，同时网络上弹出对应联动的画面。

### 3.2.3 录像及检索

#### (1) 抓图录像

实时预览前端任一视频画面时，系统具备手动单帧抓拍和连续抓拍能力，能够将任意一幅回放图像存放成JPEG或BMP格式的图像，系统可远程控制站端视频处理单元实现手动录像、定时录像、报警触发录像、画面异动检测。

#### (2) 检索回放

系统提供按条件（如时间段、监控点位、录像类型的组合）检索录像文件功能。

### 3.2.4 报警管理

#### (1) 报警订阅

报警类别包括红外或周界设备报警、设备异常、前端视频丢失报警、移动侦测、温湿度超出设定范围、外接其他系统报警等。

#### (2) 报警操作

针对报警事件，系统可实现查看详细报警信息、查看报警录像、处理报警、取消报警和手动触发报警等操作。

#### (3) 报警联动

可根据报警信号位置自动和手动切换指定摄像头画面，联动操作指定设备（照明、警铃等），并自动录像，实现报警联动。

### 3.3 气象信息综合展现功能

气象信息综合展现主要实现对来自公司气象服务系统的气象信息数据、应用分析结果数据、气象预警分析数据等的展示，为电网各专业在安全生产及故障处置等工作提供辅助支持，以充分利用气象信息资源合理安排电力生产调度，有效的实现电力设施的防灾、减灾。气象信息综合展现结合GIS地形图、GIS专题图、报表、点图、线图、面图、动画、多图联动等多种可视化表现方式，对气象数据从不同层面、不同维度予以表达，以满足不同部门和不同层面的需求，见图1。

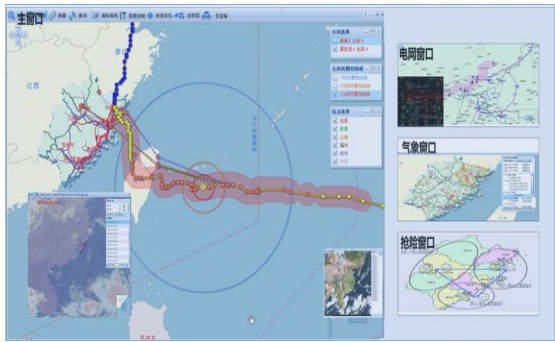


图 1 气象信息展现图

## 4 系统架构

### 4.1 总体架构

海南电网全景展现运行指挥系统的总体架构由基础架构、数据架构、服务架构、综合展现架构、安全架构组成。各组成部分既独立支撑系统的部分功能，相互又协调配合，进行功能上的支持和辅助。见图2。



图 2 系统总体架构图

### 4.2 基础架构

基础架构为上层应用提供硬件支撑，主要包括服务器、网络、存储等硬件设施。基础架构的设计需重点考虑海南“全球眼”电网综合展现系统的高可靠性，达到系统稳定高效运行的目的。海南电网全景展现运行指挥系统属于管理信息大区，使用防火墙实现边界隔离。

### 4.3 数据架构

数据架构定义了系统的数据构成、相互关系、存储方式、数据标准等。目标是为系统提供数据服务，可针对系统所需要的数据源实现数据收集和接入，能和其他应用系统实现数据连接。应用架构不仅能对数据源进行全面查询，并能基于数据架构捕获数据源的数据变化事件，结合注册/发布机制将共享数据的变化实时发送到各对数据变化敏感的应用中。所有数据都在数据总线上流动，总线提供了针对各类数据源的插拔机制，保障不同数据在系统内的贯通性及与外部系统数据接入接出的方便性。总体数据架构见图3。

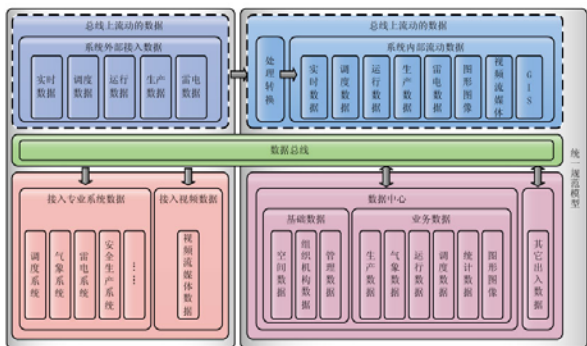


图 3 数据架构图

#### 4.4 服务架构

服务架构定义了构建应用系统所需的各类服务，包括智能集成分析平台服务、业务构件平台服务、图形图像服务、视频统一监控平台服务、业务特定应用服务。为实现应用的快速构建，提高系统的实用性，服务架构由基础支撑服务和业务系统特定服务两大部分组成，见图4。

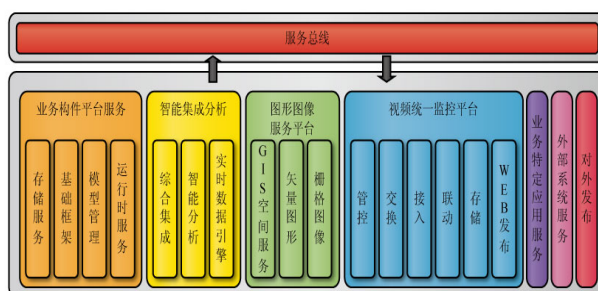


图 4 服务架构图

#### 4.5 综合展现架构

综合展现是指结合电网运行的特点与重点，按照不同用户的使用要求和业务需要，实现对电网运行信息及运行辅助信息等逻辑地、互联互通、交互地、更实时地可视化展现，满足业务及对外展现的可视化需求。

综合展现的核心信息是变电站风情、雨情及视频信息，来自其它系统的信息如生产管理系统、调度自动化系统、营销管理系统、气象服务系统等为辅助展现信息。综合展现平台将核心信息与辅助信息在模型与业务两个层面有机整合，能够极大地提高业务综合分析与协同能力、风险评估与防控能力、状态监控与报警能力、快速反馈与应对能力及快速智能化决策能力。

#### 4.6 安全架构

安全架构指提供系统软硬件方面整体安全性的所有服务和技术工具的总和。依据电力二次系统安全防护要求，对系统进行全面的安全防护。防护措施覆盖应急指挥信息管理系统各部分，包括边界防护、网络防护、主机防护、应用防护等。

### 5 结束语

电网全景展现运行指挥系统的建设是个长期、复杂的工程。随着海南电网规模不断扩大、横向专业系统的增多和不断接入，具体实施将会面临新的困难和要求。但我们相信随着计算机软硬件技术的发展，将会有更多的展现技术和方式应用于该系统中，为电网的安全稳定经济运行提供更好地保证手段。

#### 参考文献：

[1] 刘志东，马龙. 应急指挥信息系统设计[M]. 北京：电子工业出版社，2009.

#### 作者简介：

李啸东(1967-)，男，上海人，工程师，从事电力系统信息通信产品的项目管理及应用推广，E-mail：lixiaodong@sgepri.sgcc.com.cn；

渠毅(1984-)，男，江苏徐州人，助理工程师，从事电力系统信息通信产品的项目管理及应用推广，E-mail：quyi@sgepri.sgcc.com.cn。