

「电力保障」

基于“海陆空”全景可视化的电力保障智能指挥系统的研究

文/北京国网信通埃森哲信息技术有限公司 赵宁 梁昆 李欣 李刚

随着我国改革开放的不断深入和市场经济的不断推进，国际间及地域间的政治、经济和文化交流日益增多，各种重大活动频繁开展，对于重大活动中电力保障工作特别是应急情况下保电的指挥工作带来极大的挑战，需要依靠信息化手段支撑新形势下的智能保电工作。为了顺利完成重大活动的保电任务，亟需借助大数据、物联网、移动互联、VR、智能巡检机器人、无人机等技术，通过信息共享融合，建立基于“海陆空”（大数据、陆地智能巡检机器人、无人机/直升机）全景可视化的电力保障智能指挥系统，打造具有国内领先水平的电网“智能指挥中枢”用来支撑新形势下的保电应急指挥工作。

随着我国综合国力的不断提升，越来越多的高级别国际会议与活动陆续将在国内召开，给会议期间的保电工作，特别是应急情况下保电的指挥工作带来极大挑战，需要依靠信息化手段支撑新形势下的保电应急指挥工作，为了支撑重大活动的保电任务，通过深化“大云物移”等新一代信息通信技术的高效应用，集成电网拓扑信息、保电用户信息、人员车辆信息、仓储备件信息、故障告警信息、环境气象信息等数据，利用先进的数据分析挖掘方法，基于地理地图实现信息综合展现与联动，形成智能监控、故障研判、指挥决策三大核心功能，实现对故障的精准快速定位和追根溯源；利用最新的VR技术，实现场馆、电站全景可视化展现；通过智能巡检机器人可以实现电站内24 h不间断巡检；利用先进的无人机输电线路巡检技术，可以代替人工巡检，提高巡检效率和安全性，确保电网系统的安全、稳定运行。

系统的技术架构和实现方案

通过构建电力保障智能指挥系统，实现各类

信息系统的整合、数据共享及深度利用，保障专项保电任务的顺利完成，持续促进用户的保电和应急指挥水平的提升，在大力节约资金成本，实现人财物集约化管理的同时，对于保障电力系统稳定运行、提升客户服务满意度、形成企业典型经验示范效应具有重要意义。

1. 总体设计

电力保障智能指挥系统，总体分为感知层、融合层、应用层三个层次。其中从感知层自下而上形成面向数据架构（DOA），应用层自上而下采用面向服务架构（SOA），数据和服务在融合层进行汇集整合。如图1所示。

（1）感知层

集成现有应用的系统和数据，构成电力保障智能指挥系统的末端触点网络，提高用户“眼观六路、耳听八方”的广泛感知能力。

（2）融合层

利用具备“云、物、大、智”特征的新一代一体化平台，构建统一电网拓扑、地理和状态信息模型，实现各种类型数据的高速传输、分布

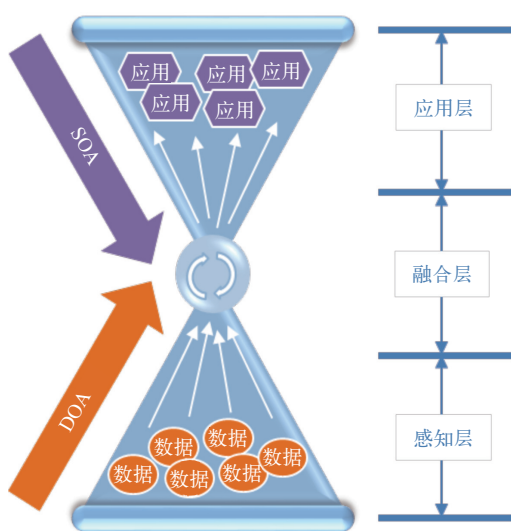


图1 电力保障智能指挥系统总体架构

存储、集中处理和智能分析，提高用户“见微知著、举一反三”的敏锐洞察能力。

(3) 应用层

构建应用框架和具备实时监测、远程指挥、分析预警的应用模块，从而支撑应用功能的快速配置和开发，满足特定业务需求，提高用户“随需应变，知行合一”的快速响应能力。

2. 核心技术架构

电力保障智能指挥系统的软件架构由三大模块组成：采集层为现有应用；融合层为数据整合通道；应用层为智能保电指挥控制台，如图2所示。

电力保障智能指挥系统以电网拓扑图、GIS地图、台账信息、保电资源等基础数据为底层支撑，配备安全登录、安全退出、权限控制、系统配置四大系统管理功能，重点开发实时监测、应急指挥、统计查询三大核心功能，并兼容业务管理辅助功能，最终实现全景可视化展现。

3. 关键技术研究

利用先进的分布式处理融合存储技术和大数据技术构建全景可视化的智能保电指挥系统，高效智能的故障分析处理机制和VR实景展现，再辅助智能巡检机器人和无人机，打造“海陆空”全景可视化的电力保障智能指挥系统，确保电网系统的安全、稳定运行。

1) 采用先进的分布式数据处理/融合/存储技术。

系统采用先进的分布集群、负载均衡技术，符合分布式计算架构：系统中的数据处理服务、数据存储服务、流媒体转发服务、流媒体存储服务、视频智能检索服务、视频浓缩服务、视频智

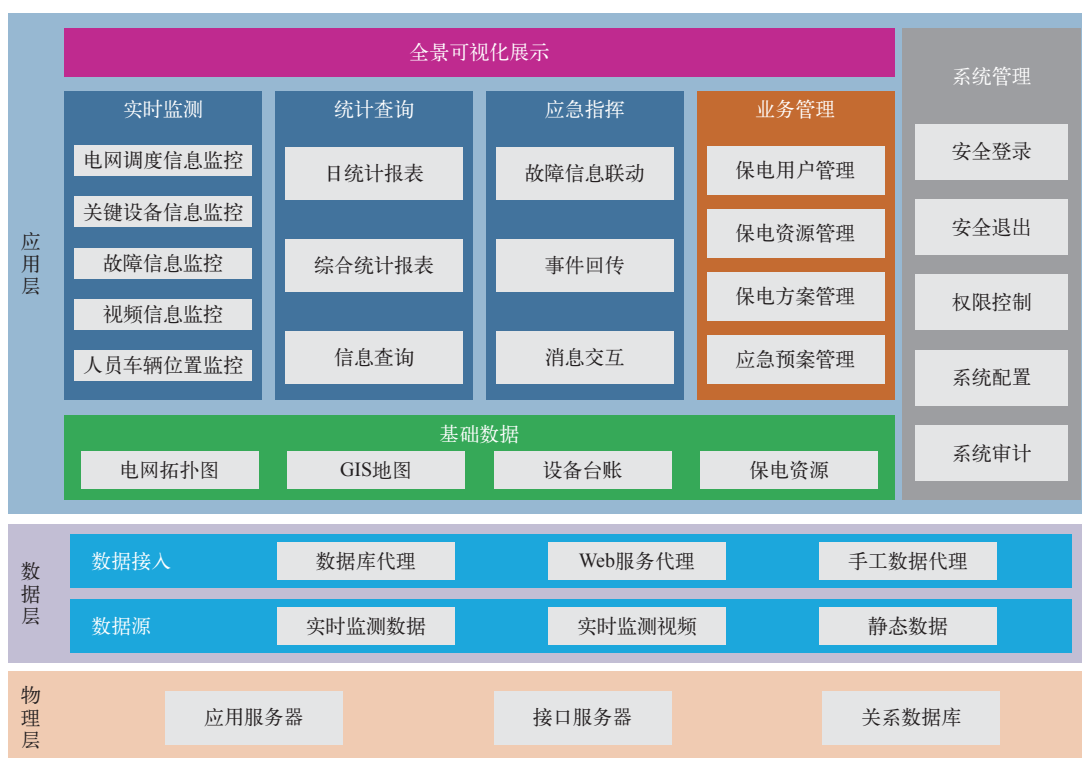


图2 电力保障智能指挥系统总体技术架构

能分析服务等可以通过任务分解负载均衡服务进行分布集群计算，平台性能可以线性扩展。高效的分布式文件系统，为大文件提供存储及检索：分布式文件系统是指文件系统管理的物理存储资源不一定直接连接在本地节点上，而是通过计算机网络与节点相连。文件系统最初设计时，仅仅是为局域网内的本地数据服务的。而分布式文件系统将服务范围扩展到了整个网络。不仅改变了数据的存储和管理方式，也拥有了本地文件系统所无法具备的数据备份、数据安全等优点。

独特的多数据融合技术，为多业务系统的数据共享提供有力支撑：数据融合逻辑可通过可视化的图形界面配置生成，可随时修改配置信息以便生成不同的数据模型。不同的数据模型会产生不同的数据融合结果。

可靠的多机热备技术，保证了数据存储的可靠性。

合理的联邦式（级联）部署，兼顾区域自治以及全局管控。

2) 大数据构建全景可视化的智能保电指挥系统，利用大数据处理技术，对电网相关数据进行深度分析和挖掘，建立电网拓扑、地理和状态信息模型，实现各种类型数据的高速传输、分布存储、集中处理和智能分析，融合智能电网支撑系统的数据，在指挥大屏做统一数据展示和联动，实时掌控会议期间重点区域的电网运行状态、关键设备运行状态、人员车辆位置、备品备件状况、故障抢修情况、天气情况及周边环境，深化应用视频显示、故障告警、应急抢修指挥等功能，辅助分析决策，为现场应急指挥提供决策支撑，确保会议期间电网系统的安全、稳定运行。

3) 高效智能的故障分析处理机制。在电网运行保障期间出现故障时，通过核心模型算法可及

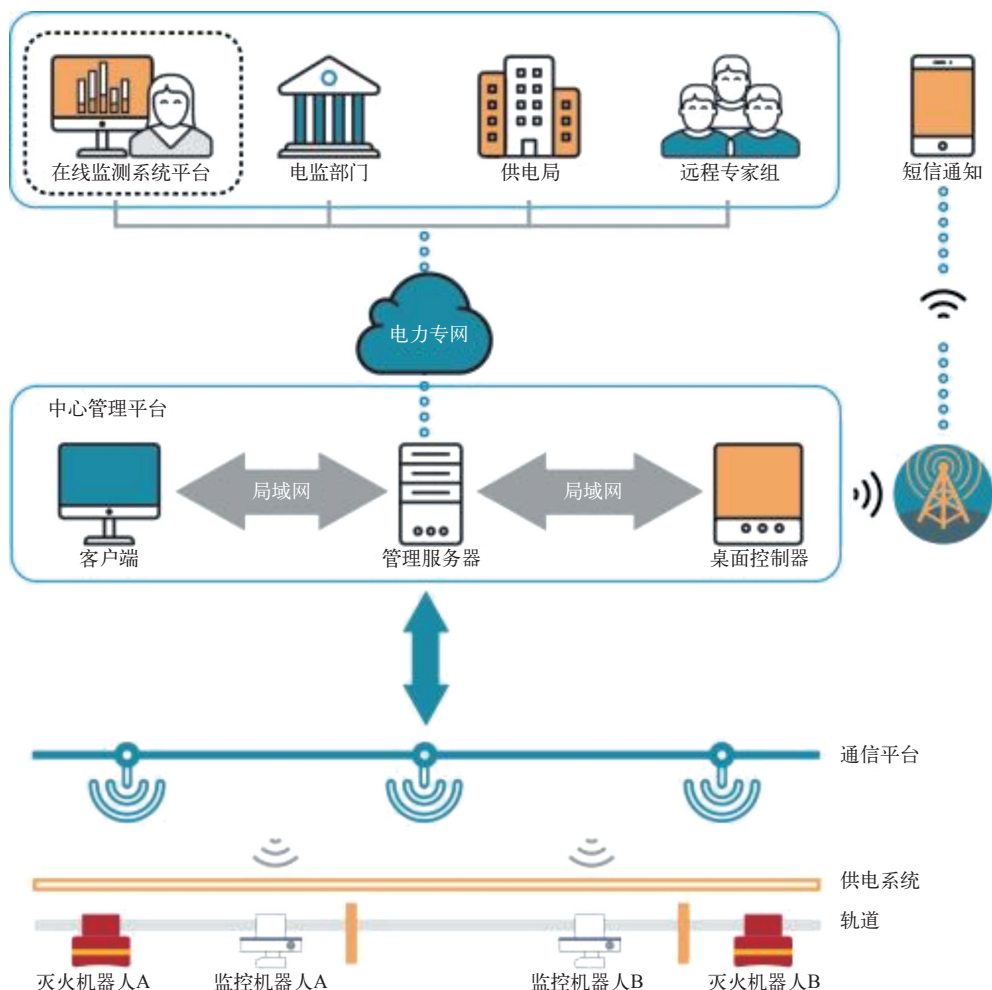


图 3

时在全景可视化的智能保电指挥系统中给予故障告警提示；通过故障告警提示信息可以在全景可视化GIS地图上定位并显示相关故障点信息，通过深度分析故障发生情况和故障应急处理方案，系统采用编号式、触发式预案调用方式，精准定位和显示故障信息及故障处理方案，电力保障指挥中心可以根据故障处理应急预案通过移动互联远程指挥进行故障排除，当故障排除后，智能保电指挥系统中的故障提示恢复正常。

4) 虚拟现实（VirtualReality，VR；又译作灵境）是一项系统集成技术，涉及计算机图形学、人机交互技术、传感技术、人工智能等领域。它用计算机生成逼真的三维视、听、嗅等感觉，使人作为参与者通过适当装置，自然地对虚拟世界进行体验和交互，最终使得参与者产生身临其境感觉，并且能直接参与该环境中事物的变化与相互作用。利用虚拟现实具有沉浸性、交互性、构想性的特征用于电力保障中用户、站所内部电力保障内容的全景可视化展现。可以通过VR技术实时全景查看用户内部全景内容，也可通过VR技术查看站所内部全景可视化的应急预案等内容。

5) 智能巡检机器人技术是一项新兴技术，

该技术以智能巡检机器人为核心，整合机器人技术、电力设备非接触检测技术、多传感器融合技术、模式识别技术、导航定位技术以及物联网技术等，能够实现变电站全天候、全方位、全自主智能巡检和监控，有效降低劳动强度，降低变电站运维成本，提高正常巡检作业和管理的自动化和智能化水平，为智能变电站和无人值守变电站提供创新型的技术检测手段和全方位的安全保障。

6) 无人机技术也是一项新兴技术，无人机巡检系统指利用无人机搭载可见光、红外灯检测设备，完成架空输电线路巡检任务的作业系统。在电力行业，无人机主要用于架空输电线路巡检，除正常巡检和特殊巡检外，还可以将无人机应用在电网灾后故障巡检。当灾害导致道路受阻、人员无法巡检时，飞行器无人机可以发挥替代作用，开展输电线路巡查，准确定位杆塔、线路故障，且视角更广，能避免“盲点”。无人机巡检提高了电力维护和检修的速度和效率，使许多工作能在带电的情况下迅速完成，比人工巡线效率高40倍。在巡检过程中，还可以通过无人机清除线路上的风筝、气球、塑料袋等异物，为输电线路提供更加便捷的巡视保障。

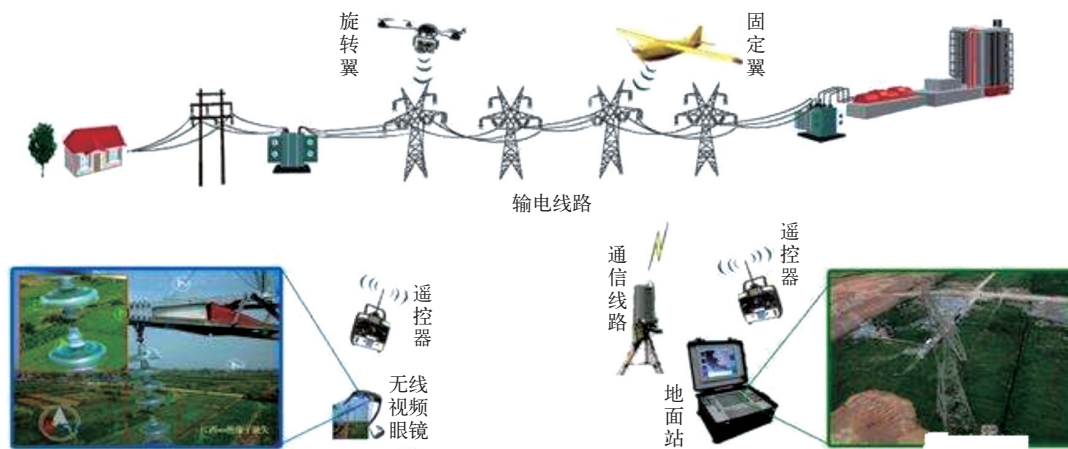


图 4

结束语

通过建设“海陆空”全景可视化的电力保障智能指挥系统，能够提升对电网事故的预警能力，加快对电网事故的反应速度、增强对电网事

故判别的准确性、增强配电网资源统筹能力和服务管理能力，为完成保障电力系统安全稳定运行、树立企业良好形象做出重要贡献。EA

(收稿日期：2017.08.11)

(编辑：白文亭)