基于大数据的配电网状态监测的研究

对于电力公司来说，即时准确掌握配电网运行状态更是一项重要工作。如何满足公司在电网生产、经营管理、优质服务三方面的管理提升和业务创新需求，以大数据高效处理机制为手段，同时考虑投资收益，是探讨的目标。

尹康 付军美 官丽 叶妍 陈媛媛 徐万海/北京市电力公司

尹康/副教授级高级工程师

关键词/Keywords

大数据·

配电网·

台区·

0 引言

随着国民经济的增长，城市化发展迅速，电网规划考虑动迁、经济地产发展等社会现象带来的新变化，以保证用电安全和居民的用电权益。因此，建立“营配贯通，柔性调度”的服务理念，加强配用电管理的纵向专业服务，横向联动协调是当前工作重点。

随着国网公司信息水平大幅度提高，建立并深度应用数据中心和综合数据平台、SCADA系统、生产管理信息系统（PMS）、电网地理信息系统（GIS）、营销管理信息系统和用电信息采集系统等。这些系统在各专业领域积累了大量的数据，但是如何应用这些数据并有效挖掘横向数据关联和预测数据走向，则需要以配电网资源为研究对象，以电网运行、设备状态和地理信息为研究手段，采用正在成熟的大数据分析技术进行处理，以期为配电网的安全运行和优质服务提供支撑。

1 大数据技术概念

随着云时代的来临，大数据（Big Data）也吸引了越来越多的关注。大数据（Big Data）来自多种数据源，数据种类和格式丰富。如日志、视频、图片及地理位置信息等。

大数据的统计/分析主要用于对海量数据进行分析和分类汇总，以满足大多数常见的分析需求。大数据的数据挖掘是指从大量的、不完全的实际应用数据中，提取隐含在其中的、事先不知道的、但又是潜在有用的信息和知识的过程。 数据挖掘是在现有数据上进行基于各种算法的计算，从而起到预测的效果，实现一些高级别数据分析的需求。

2 配电网状态监测现状分析

在业务持续优化的背景下，利用大数据技术进行研究和实践，建立对配电变压器的监测，实时掌握配变运行状况，提高了对配变的运行管理水平。对海量的台区用电采集数据进行分析挖掘，挖掘台区过载或重载时段特性，如长期过载、冬季过载、夏季过载和短期过载。从时间维度挖掘电网薄弱环节，对配电网薄弱环节进行针对性规划改造。

此项研究使国家电网公司掌握大数据技术水平更上一层楼，为以后继续开展大数据的应用打下基础。为提升公司信息系统数据质量及共享利用水平奠定了基础，使数据管理更集中、数据服务更全面、数据利用更高效、数据质量更可靠。

3 基于大数据的配电网状态监测系统架构研究

该项研究希望发展完善配电网智能分析与辅助决策手段，统筹兼顾近期与长远发展需要，以现有的地区电网调度自动化系统和用电采集系统为基础，结

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

合配电GIS系统和营销系统，实现跨系统间的信息共享和配网运行、用电服务等业务的协同，逐步提高配电网运行管理水平。

3.1 业务架构

该系统基于大数据技术的配电网状态检测研究的目标是以营配贯通一体化电网模型为基础。如图1所示。

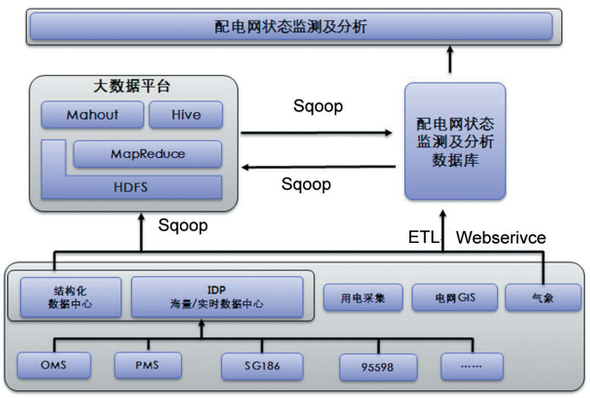


图1 基于大数据的配电网状态监测业务架构

系统采用了Hadoop数据挖掘平台，其最底部是分布式文件系统HDFS，它存储 Hadoop 集群中所有存储节点上的文件。HDFS为海量的数据提供了存储，MapReduce为海量的数据提供了计算。MapReduce功能实现了将单个任务打碎，并将碎片任务(Map)发送到多个节点上，之后再以单个数据集的形式加载到数据仓库里。Hive是基于Hadoop的一个数据仓库工具，将结构化的数据文件映射为一张数据库表，可以将SQL语句转换为MapReduce任务进行运行，通过类SQL语句快速实现简单的MapReduce统计。Mahout 提供一些可扩展的机器学习领域经典算法的实现，包括聚类、分类、推荐过滤和频繁子项挖掘，更加方便快捷地创建智能应用程序。

数据来源包括用电信息采集系统、PMS系统和电网GIS系统。以大数据高效处理机制为手段，通过对配电台区负荷智能分析与辅助决策，挖掘配电网薄弱环节，为配电网规划和主动服务提供数据支撑。

3.2 技术架构

基于大数据技术的配电台状态检测系统的架构，如图2所示。

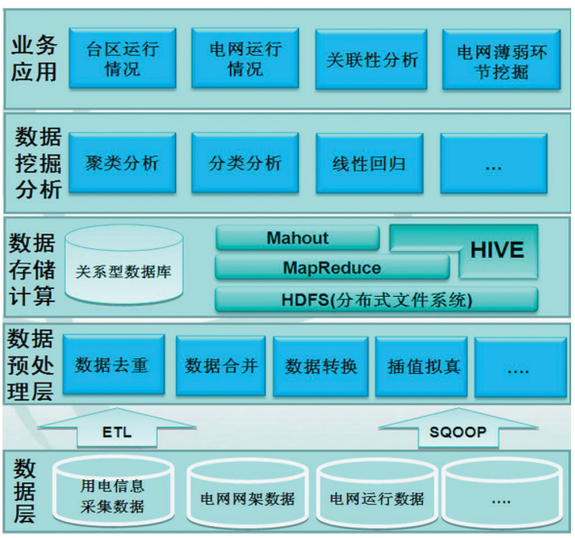


图2 基于大数据的配电网状态监测业务架构

数据来源主要有数据中心、电网GIS系统和采集查询库。

1）数据采集。通过ETL抽取、实时消息队列和数据总线等多种技术从外部数据源导入结构化数据（关系库记录）、半结构化数据（日志、邮件等）、非结构化数据（文件、视频、音频、网络数据流等）及实时数据，完成现有数据中心数据、业务数据等海量多样化数据解析、转换与转载。

2）数据存储。负责进行大数据的存储，针对全数据类型和多样计算需求，以海量规模存储、快速查询读取为特征，存储来自外部数据源的各类数据，支撑数据处理层的高级应用。通常情况下，非结构化数据存储在分布式文件系统中，半结构化数据采用列式数据库或键值数据库，结构化数据采用行式存储数据库存储，实时性高、计算性能要求高的数据存储在内存数据库或实时数据库。

3）数据处理。通过改进已有查询计算、批处理计算和数据挖掘技术，融合数据挖掘技术，完成对大数据查询、计算、加工和分析，支撑数据应用。

4）数据应用。通过大数据图形化、图像化以及动画化等展现技术，完成报告、查询、分析、预警及搜索等功能。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.3 数据架构

基于大数据技术的配电网状态监测的数据模型由电网设备台帐、电网设备空间位置、配网拓扑、营销信息和采集信息五部分组成。如图3所示。

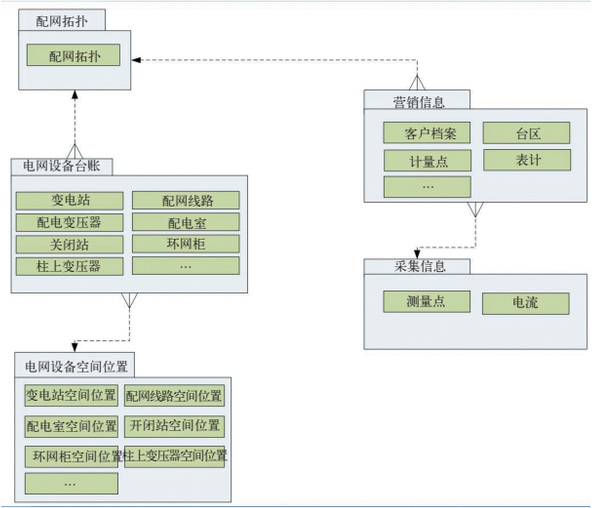


图3　基于大数据的配电网状态监测数据架构

电网设备台帐包括变电站、配网线路、配电变压器、柱上变压器、配电室、开闭站和环网柜等电网设备的台帐信息。这些数据从生成管理系统获取，主要用来描述设备的基础信息。

电网设备空间信息包括变电站、配网线路、配电变压器、柱上变压器、配电室、开闭站和环网柜等设备的空间坐标。这些数据从电网GIS系统获取，为电网设备在电子电图上展现提供数据支撑。

配网拓扑数据从电网GIS系统获取，为电网设备之间的关系和营配贯通提供数据支撑。

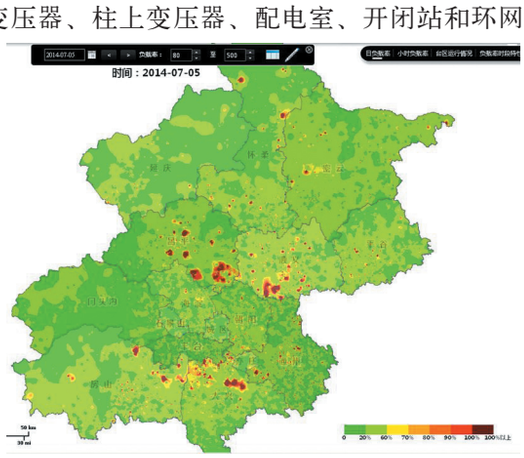
营销信息包括客户档案、台区、计量点和表计信息。客户档案、台区、计量点和表计信息用来贯通生产和采集系统之间的数据关系。

采集信息包括测量点以及采集到的台区电流信息，是本系统分析台区负载率的数据基础，数据量庞大。

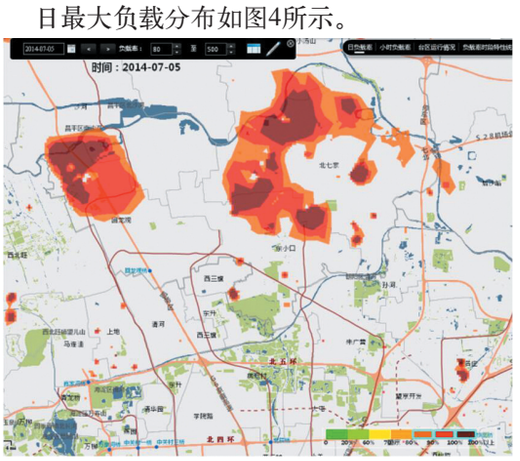
4　基于大数据的配电网状态监测系统研究展示

4.1 日最大负载率分布

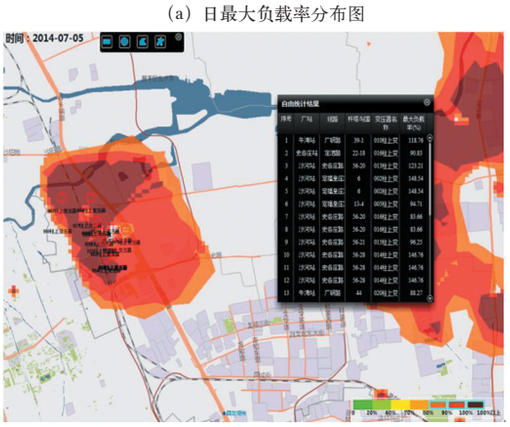
日最大负载分布如图4所示。



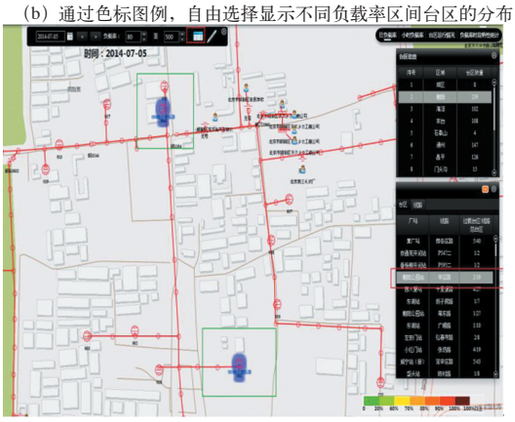
（a）日最大负载率分布图



（b）通过色标图例，自由选择显示不同负载率区间台区的分布



（c）自由框选区域，展示选中区域台区



（d）按区域统计不同负载率区间的台区，支持台区和线路两个维度的统计

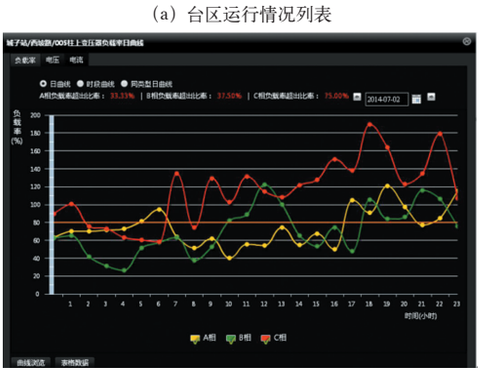
图4　日最大负载率分布

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

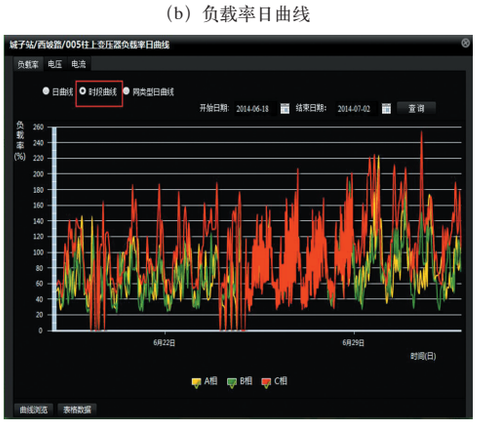
4.2 台区运行情况综合展示

台区进行情况综合展示如图5所示。

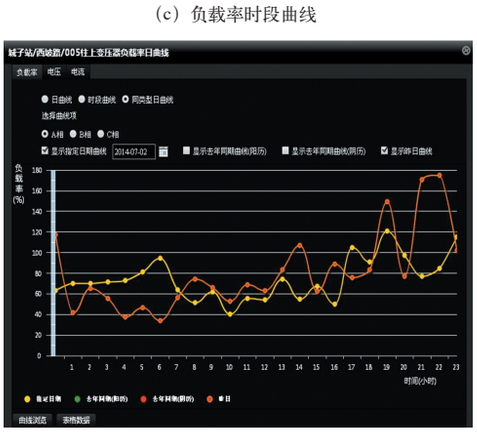
（a）台区运行情况列表



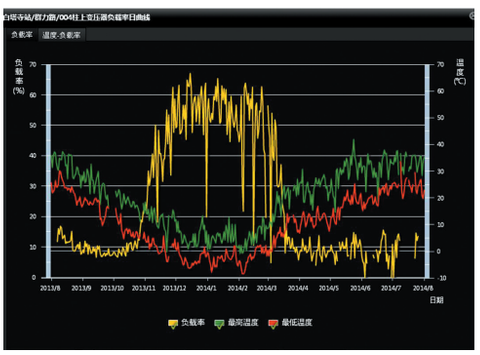
（b）负载率日曲线



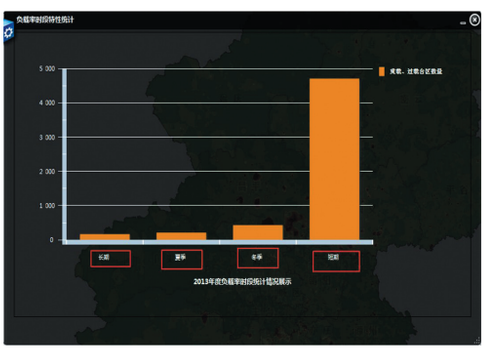
（c）负载率时段曲线



（d）同类型日负载率曲线



（e）负载率与温度关系曲线



（f）按照长期、夏季、冬季、短期挖掘台区负载率时段统计

图5 台区进行情况综合展示

4.3 按地理维度分析电网薄弱环节

按地理维度分析电网薄弱环节，如图6所示。

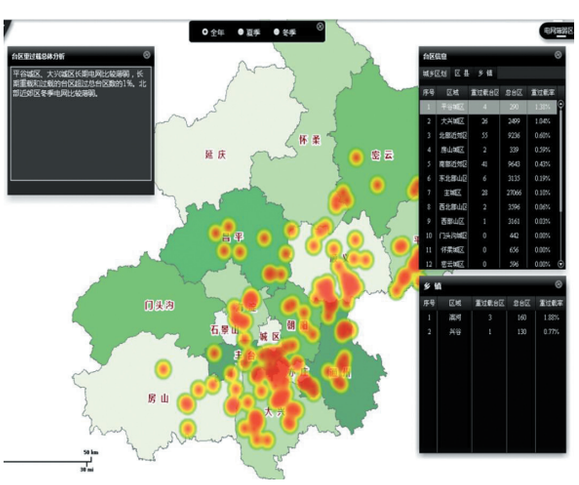


图6 按地理维度分析

5 效益分析

5.1 管理效益分析

1）通过对配电网监测，提高配电网运行状况管理水平。系统建立对配电变压器的监测，实时掌握配变运行状况，提高了对配变的运行管理水平。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2）通过对配电台区运行时段特性挖掘，有针对性的进行规划改造。系统对海量的台区用电采集数据进行分析挖掘，挖掘台区过载或重载时段特性，如长期过载、冬季过载、夏季过载和短期过载。从时间维度挖掘电网薄弱环节，打开配电网薄弱环节的针对性规划改造的新篇章。

3）实现系统集成，推进业务融合。提升公司信息系统数据质量及共享利用水平，数据管理更集中、数据服务更全面、数据利用更高效且数据质量更可靠，提高信息系统安全、稳定性。

5.2 经济效益分析

（1）通过对配变负载率的分析，减少配电网设备的投资

本项目通过对配变负载率的长期综合分析，挖掘出配变的整体运行情况，发现其中的重、过载配变，运行效率低的配变，从而可以摸清楚哪些设备需要更换，哪些设备需要增容，哪些设备需要降容。

（2）降低管理成本，减少系统软硬件投资

系统使用的一系列的信息化处理手段，在提高电网供电质量同时，大大降低了国家电网公司的管理成本，带来可观的经营效益和经济效益；同时，系统采用了一体化架构设计的方案，有效地节约国家电网公司在系统软、硬件资源上的投资，大大削减系统的运维工作量，从而提高国家电网公司建设该项目的经济效益。

6 结束语

基于大数据的配电网状态监测系统实现关键点有以下几点：

（1）利用大数据技术对采集数据等进行数据挖掘

大数据技术是一个新兴的技术，数据挖掘又是一个传统的手段，系统将摸索新数据，利用传统的手段对采集等大数据进行挖掘，分析出有价值的数据。

（2）从多个系统融合数据进行分析

打破各专业信息壁垒，首次GIS电网拓扑模型信息、营销进步用户档案和采集系统实时数据综合集成分析展现。

（3）跨专业进行分析

利用营销系统、采集系统、电网GIS、PMS成功地统计分析出了配电变压器的综合运行情况，用户可以提前掌握配变运行情况，改变了以往出了问题再去解决的被动局面，可以对可能出现的故障进行预测，提前掌握。

参考文献

[1] 张沛，吴潇雨，等. 大数据技术在主动配电网中的应用综述[J]. 2015.
[2] 钟清，孙闻，等. 主动配电网规划中的负荷预测和发电预测[J]. 2014.
[3] 贺斯琪，邵玉鹏. 配电网运行状态实时监控数据可视化设计[J]. 2014.
[4] 江樱，戴波，等. 大数据管理可视化平台设计和实践[J]. 2014.
[5] 刘科研，盛万兴，等. 智能配电网大数据应用需求和场景分析研究[J]. 2015.
[6] 刘树仁，宋亚奇，等. 基于Hadoop的智能电网状态检测数据存储研究[J]. 2013.
[7] 程宏波，吴思宇，等. 面向自愈的智能配电网健康状态综合评价研究[J]. 2015.
[8] DL/T 814-2002 配电自动化系统功能规范[S].
[9] Q/GDW 382-2009 配电自动化技术导则[S].
[10] DL/T 814-2002 配电自动化系统功能规范[S].
[11] Q/GDW 382-2009 配电自动化技术导则[S].
[12] DL/T 741-2010 架空输电线路运行规程[S].
[13] DL/T 1102-2009 配电变压器运行规程[S].
[14] IEC 60970 能量管理系统应用程序接口[S].
[15] IEC 61968 配电管理的系统接口[S].
[16] IEC 62056 自动抄表系统[S].
[17] 国网信通部关于开展2014年大数据应用试点研究工作的通知（信通技术〔2014〕7号）[S].

作者简介

尹康（1981-），女，硕士研究生，副教授级高级工程师，从事信息通信管理工作。

（收稿日期：2015－12－10）EA
（编辑：崔文静）

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net