

电力行业大数据应用建设及配网停电优化

基于配网停电优化的大数据应用，综合考虑各因素，对各种数据进行分析、挖掘、抽取和加工，从而辅助配网最优停电方案的制定，为用户提供优质供电服务，促进电网的良性发展，实现科学有效的停电管理。

雷振江¹ 李钊¹ 吕旭明¹ 赵永彬² 陈硕² 孟威² 黄兴²/1. 国网辽宁省电力有限公司科技信通部 2. 国网辽宁省电力有限公司信息通信分公司



雷振江/高级工程师

关键词/Keywords

大数据应用 ·
停电优化 ·
数据挖掘 ·
数据计算 ·

0 引言

当前，在国家电网公司建设坚强智能电网和SG-ERP工程的新形势下，建设“一强三优”现代公司的大方向下，充分运用当前先进的大数据技术，能够有效助力企业运营的集约化转变。三集五大体系建设构建了纵向贯通横向集成的一体化信息应用，覆盖总部、省市、地市的业务信息系统，产生了大量多样化的数据，营销系统和生产管理系统都已达到几百TB级数据规模，随着公司业务发展，信息化管理手段、技术需要不断革新，需要大数据关键技术的研究、验证和示范应用来促进公司支撑一体化、专业化、扁平化和集约化管理，构建新型电网企业运营体系，增强价值创造力和核心竞争力。

1 大数据应用必要性

1.1 大数据的优势

1) “大数据”是具有较为灵活的方法。可在轮询/分析时，对其进行定义，从而消除了管理数据过程中的一些复杂性。通过引入“大数据”技术，可使企业经营管理及决策制定发生根本性的改变，利用可控实验，公

司可验证假设、分析结果以及及时指导投资决策及运作改变，迅速地帮助公司进行业务决策，响应经营需求，提升整体竞争力。

2) 促进公司信息资产优化。公司数据来源广泛，规模日益增长。从某种意义上讲，对公司来说有价值的信息所占的比重正在下降，如何从海量的信息中找到有用的信息正在变得越来越困难。通过“大数据”技术，进行数据集中整合，形成合理的基础设施架构，集中整合更多服务器、更多工作负载、更多应用程序和更多数据，实现跨平台整合不同来源、结构化和非结构化的数据，从而帮助识别数据、消除冗余及优化文件系统，为数据分析提供基础。同时通过引进“大数据”技术，对数据进行有效、充分地整理和分析，减少或压缩无价值的数据，提高有效数据的利用价值，可缩小数据存储规模、降低数据分析占用的计算资源，从而直接引导公司信息资产优化。

3) 节约建设成本。建立统一的大数据基础平台，避免系统重复建设，节约购买成本。实现国网内部的跨部门协同管理，相关的平台将是发挥“数据决策”效能的重要环节。能在统一的数据平台基础上构建统一的数据协同管理，最高效地落实协同决策、协同处置，最大程度地打破部门间、子公司间的壁垒，避免数据处理、智能决策系统的重复建设，提升公共事务管理、突发事件应对的能力，节约各部门独立购买成本。

1.2 数据融合与深度挖掘

电网生产运行和企业经营管理中业

务数据类型繁多，包括网络日志、音频、视频、图片和地理位置信息等，多类型的数据对数据的处理能力提出了更高的要求。同时，多类型数据的正确性、唯一性以及相互间的信息关联性需要加强，才能更好地为业务系统提供决策分析。然而，现有四大数据中心分别提供数据相对隔离，存在数据“烟囱”现象，数据共享性差；从企业数据整体性方面开展的挖掘分析有待增强。因此，需加强对四类应用进行整合提升，克服数据服务手段形式单一所带来的不足，通过改变现有分散数据服务模式，封装更为丰富的数据服务形式，构建统一的数据服务，并在此基础上开展数据整体挖掘分析。

1.3 性能与可靠性

- 1) 支持对 PB 级以上大数据环境下的结构化与非结构化数据检索。
- 2) 实现大数据流计算实时处理，每分钟计算处理数据数量≥10万项。
- 3) 在大规模用户上线使用时，不降低已有用户体验，开发环境下不影响用户主机资源占用高

- 的操作。
- 4) 系统上线、终端迁移不影响现有业务连续性，对用户的切换工作量降到最低，保证业务数据完整迁移。
 - 5) 大数据应用分布式存储节点故障要保持数据完整及不影响数据存取的正常服务；分布式计算节点故障要保持计算结果的正确性及不影响数据分析计算的正常服务和流转；分布式消息队列节点故障要保证消息不丢失及不影响消息正常提交和消费；分布式任务调度节点故障要保证任务计划按时成功的调度和执行。

2 大数据应用技术方案

2.1 大数据技术架构

大数据应用为业务系统大数据功能开发、运行提供统一的平台支撑。其总体架构包括数据整合、数据存储、数据计算、数据分析、平台服务、安全管理和配置管理等模块，并提供各种形式的服务对业务应用提供支撑。大数据应用总体架构图如图1所示。

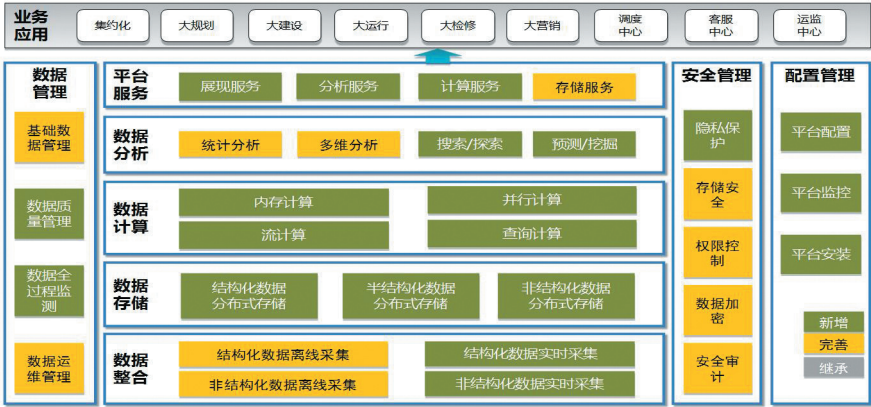


图1 大数据平台总体架构图

2.2 大数据应用数据架构

通过大数据连接器、ETL、JDBC、服务总线和消息队列等各种技术手段，提取结构化数据、非结构化数据、海量/实时数据、空间数据以及各业务应用数据，对各类数据按照统一数据规范进行标准化及关联，并按不同时效性的计算及应用需求，分类进行数据存储、流转及管理，主要有以下几种数据流转链路：

- 1) 数据链路1。通过大数据连接器、ETL、JDBC、服务总线和消息队列等方式将海量强关

- 系型结构化数据（生产管理、营销管理、用电采集、SCADA、ERP、规划计划、电子商务、外部数据等）采集至大数据平台的关系数据库集群，并进行相应的计算与应用。
- 2) 数据链路2。通过大数据连接器将数量特别巨大、关联性不强的结构化数据（生产管理、营销管理、用电采集等）及海量/实时数据采集至分布式数据库，并针对不同时效性的计算需求分类进行应用，内存计算面向交互性分析需求，用于反馈结果较快的数据查询和分析，便于人机

交互，而离线计算主要面向大批量数据的离线计算，用于时效性要求较低的数据处理业务。

3) 数据链路3。通过大数据连接器将总数量和总容量都很大的非结构化数据（95598语音、视频、舆情等）及空间数据采集至分布式文件系统，并采用离线计算及内存计算进行处理。

4) 数据链路4。通过消息队列将四大数据中心需实时在线计算的数据（用电采集、SCADA

等）读取至流计算框架进行处理，并将结果数据按应用需求存储至关系数据库集群、分布式数据库及分布式文件系统中。

5) 数据链路5。通过大数据平台数据管理模块对数据存储、计算及应用中产生的过程数据进行存储、访问及管理，包括元数据管理、数据质量管理、模型管理和运维管理等方面内容。大数据应用数据结构如图2所示。

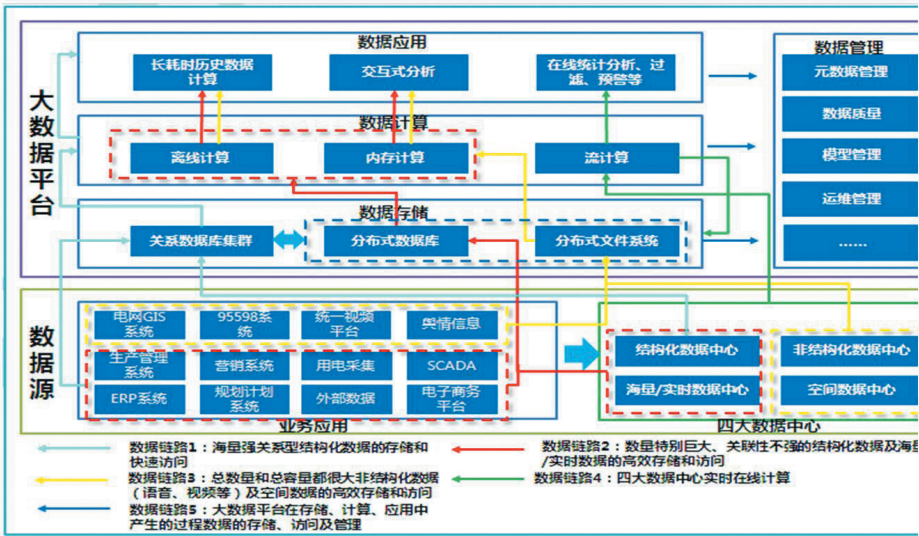


图2 数据架构图

3 电力行业大数据应用

3.1 简述

研发企业级大数据应用，并在电网生产、经营管理和优质服务三大领域开展大数据应用研究。借鉴互联网思维，构建“服务型应用、轻量级应用、全景化分析”的应用管理模式，以提升电力企业内外部数据资源整合处理和价值挖掘水平，促进管理提升和业务创新。

通过大数据应用建设，逐步实现用户用电行为特征影响分析。基于用户的电量、电费等用电数据，结合用户信息、地理信息和区域属性等数据，并考虑气象、温度、电价和缴费等多方面因素，利用聚类算法，对用户类型进行细分，建立不同区域、不同行业 and 不同类型用户的典型负荷模型，以地图、曲线图和柱形图等方式展示全省、地市客户用电基础特征和分布情况、自然环境信息，分析各影响对用户用电行为之间的关联关系及影响机理，以数据为驱动，为城市和电网规划、需求侧管理、电价政策和差异化服务等提

供支持。

3.2 配网停电分析

1) 停电范围分析。通过展示不同区域的停电情况，可以统计出该区域的停电次数，为客户提供全面直观的停电区域展示，提高停电管理的效率。

2) 停电原因分析。配网停电主要分为两类预安排停电和故障停电，其中预安排停电包含：计划停电（计划检修停电、施工停电、用户申请停电）、临时停电（临时检修停电、临时施工停电、用户临时申请停电）、限电；故障停电包含：内部故障停电和外部故障停电。通过分析停电范围内的停电原因，尽可能避免故障停电，减少停电带来的损失。

3) 停电损失分析。分析停电范围内用户数量及用户用电规律，可以大致估算出每次停电经济损失及电网负荷损失；分析停电范围内用户数量、负荷级别和用户重要程度，估计停电可能会造成的不利的社会效应和负面舆论效应。大数据

应用配网停电分析展示场景如图3所示。



图3 配网停电分析展示场景

3.3 停电管理优化

根据电网运行和设备检修的实际情况，以停电损失、工作量及影响户数为衡量指标，提供多个备选方案，通过多个电网综合停电方案的量化评估、分析和对比，确定电网综合停电管理最优决策方案，有效降低停电损失，优化资源配置与管理流程，提高电网综合停电管理的精细化水平。大数据应用停电管理优化展示场景如图4所示。



图4 停电管理优化展示场景

3.4 算法模型设计

结合停电管理的实际需求，构建电网停电管理优化多目标决策模型，以全部待停电设备/线路、具体停电时段的排列组合为决策变量，以计划停电方案的经济性、可靠性以及工作量均衡性联合最优为目标函数，将结果数据定期输出到数据集，供可视化场景调用。

经济性指标以电网停电损失描述，包括由于负荷削减造成的售电损失和设备故障引起的维修费用；可靠性指标通过时间、频率及电量等进行描述；工作量均衡性指标反映出每天工作量的安排情况。

根据电网运行和设备检修的实际情况，以线路潮流、停电时间窗口、资源配置、设备协调停电、保供电、节点电压、负荷点供电可用率为约束条件。采用多目标差分进化算法生成Pareto前沿解集，提供多个备选方案。均衡各类指标，提供

给电力企业进行对比分析和最终决策。

4 结束语

通过对配网台账健康状况、调度故障信息、电网图形及地理图形、用电量峰值、用户行为、造成的经济效益、社会效益影响，甚至气象等数据分析、挖掘、抽取、加工，使这些数据变得更有价值，协助电网决策，制定最优的配网停电方案：停电范围最小、停电时间最短、停电用户最少且停电损失最小，为用户提供优质供电服务的同时，也促进电网的良性发展。大数据时代的到来正在改变我们的思维方式，大数据不仅仅是带来技术进步，对企业的发展理念、管理体制和技术路线等方向引起重大变革，是智能电力的一次跃升。

参考文献

[1] 中国电机工程学会《中国电力大数据发展白皮书》[S].
[2] 《关于加强中央企业信息化工作指导意见》（国资发〔2007〕8号）[S].
[3] 《国家电网公司数据（灾备）中心大数据应用一期可研报告》[S].
[4] 中国国家标准化管理委员会《GB/T 11457-1995 软件工程术语》[S].
[5] 中国国家标准化管理委员会《GB/T 8567-1988 计算机软件产品开发文件编制指南》[S].
[6] 中国国家标准化管理委员会《GB/T 9385-1988 计算机软件需求说明编制指南》[S].
[7] 中国国家标准化管理委员会《GB/T 11457-1995 软件工程术语》[S].
[8] 《2006-2020国家信息化发展战略》[S].
[9] 《关于加强中央企业信息化工作指导意见》（国资发〔2007〕8号）[S].
[10] 《国家电网公司2013年信息化建设实施意见》[S].
[11] 《国家电网公司“十二五”信息发展规划》[S].

作者简介

雷振江（1976-），男，本科，高级工程师，主要研究方向为电力企业信息化，信息通信新技术研究与应用。

（收稿日期：2015-12-10） EA
（编辑：崔文静）