

数据融合技术在大型企业电网数据平台的研究与应用

文/ 中油电能供电公司信息通信中心 王洪生

由于大型企业电网智能化程度的提高和接入设备的增加，导致电网监测与数据分析的难度加大，提出了利用先进的数据融合技术实现电网数据的准确收集和整理，能更好地管理和检测电力系统的运行状态和故障信息，非常适合于电力系统这种大型复杂的系统。

在大型企业电网系统中，大数据产生于整个电力系统的各个环节，如电网调度中心自动化、运行方式和继电保护等各部门专业由于独立构建各自的数据库，各自拥有独立的数据模型，各自的数据采用不同类型、编码规则的数据模型存储，导致多元电网运行参数不一致，无法共享参数信息，互相辨识数据，缺乏彼此协同机制与一致性，出现了“一个电网，多套参数”的严峻问题。所以在实际工作中想要快速准确的收集和整理某些固定信息是非常困难的。因此，利用数据融合技术在海量数据中将不同数据源的同一对象数据进行融合数据，迅速地找到调度人员感兴趣的信息，并在一定程度上提高经济效益具有重要作用。

数据融合在大型企业电网数据平台的应用

1. 数据融合技术

数据融合是一种自动化信息综合处理技术，利用多源信息，进行多层面、多级别和多角度的信息检测以获得目标数据和发展趋势评估的一种高级信息处理过程。数据融合技术利用多源数据的互补功能来对具有不同数据源中具有相似特性的数据进行综合处理，从而使数据更精确。

数据融合作为一种数据综合和处理技术，广泛地应

用在电力大数据、信号处理、计算机科学和人工智能等方面，目前，企业电网的数据大部分来自电力调度中心大数据平台，主要提供电网运行和设备检测或监测数据。由于这些数据的类型、规范和技术体系不同，例如不同厂商不同时期所遵循的标准和规范不同，不同系统的体系结构和运行环境也不同，有 C/S 和 B/S 两种不同架构体系。数据库又分为 Oracle 10i、SQLSERVER 2005 和 ACCESS 等多种不同类型数据的内在结构，这为数据融合增加了很大难度。其特点见下表。

表 大型企业电网数据特点		
序号	特点	详细说明
1	数据量巨大	从 TB 级别升到 PB 级别。常规 SCADA 系统 60 000 多个遥测、遥信点，按采样间隔 5 s 计算，每年产生 1 TB 数据；按通用公式计算，则每年产生大约 300 TB 的数据
2	数据格式繁多	电网数据广域分布、种类众多，包括实时数据、历史数据、文本数据等各类结构化、半结构化数据，这些数据源各自独立，难以实现数据共享，导致数据孤岛和大量数据的冗余
3	实时性高	电力系统每时每刻都在产生大量的数据，包括反映一次运行状态的各种数据

近年来，数据融合越来越多地应用在电网日常运行中。主要包括：电网智能操作票、电网最大需量研究、电网动态增容技术研究以及电网故障诊断等。针对目前某大型企业电网的实际运行情况，在数据融合方面主要

有以下几个方面的迫切需求:

1) 电网最大需量调控参数的融合。企业用电需量直接关系着基本电费的支出, 因此, 需要通过技术手段来提高用电负荷率, 实行均衡用电, 减少需量的支出。最大需量的调控需要融合调度自动化主站实时数据、各变电站关联数据、变压器容量数据和营销抄表系统等多方面数据, 需要从不同数据库中提取融合相关数据, 进而形成最大需量调控方案。

2) 大环输电线路动态增容计算数据的融合。为了能够挖掘线路的动态增容能力, 及时对继电保护定值动态调整, 有效规避电网停电时合环操作风险, 调度人员需要研究输电线路的动态增容技术, 而动态增容的计算数据需要通过对导线温度以及线路局部环境温度、风速、风向和光辐射等进行在线监测, 依据现场所采集的数据及影响输电线路安全运行的各类判据, 实时计算出来, 这就需要调度人员研究动态增容计算数据的融合模型, 进而提供输电线路增容的合理依据并能有效规避因为增容带来的风险, 最大限度地提高了线路运行效率。电网多源异构参数融合示意图如图 1 所示。

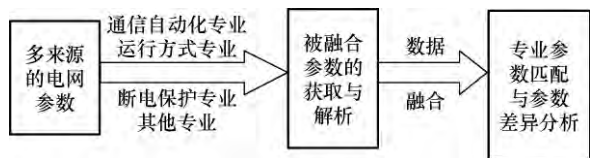


图 1 电网多源异构参数融合示意图

3) 电力系统高级应用的基础数据。电力系统的一些基于电网大数据平台的高级应用, 如电网潮流分析

$$\min \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_{ij} d \quad (\text{SCADA 实时数据, 实时电量数据, } \dots, \text{ 变压器容量数据}) \quad (4)$$

通过数据融合发现了相关数据 2 905 个, 成功对最大需量调控技术中的数据进行融合, 并且保证参数的差异度 $Q_{u,i}$ 在合理范围内, 融合数据的提供为最大需量的实时调控提供可靠的数据支持。通过本项目的应用, 在处理电网紧急缺陷、系统事故时, 通过启动计算, 确定最优最大需量调控策略, 减少最大需量的发生, 2016 年总计节约最大需量 52.2 万 kW, 共计 1 722 万元。某大型企业电网最大需量调控系统图如图 2 所示。

计算、电力调度智能操作票和电网综合日报等都需要数据融合技术提供数据支持。

2. 应用案例一：最大需量调控技术中的数据融合

数据融合技术应用于某电力调度中心的最大需量调控技术研究, 电网调度中心通过研究最大需量的参数模型, 根据数据空间聚类分析, 建立数据融合模型为

$$\min \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_{ij} d(x_j, y_i) \quad (1)$$

式中, 定义 $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ 为模型空间数据; m 为模型数据总数目; x_j 为第 j 个样本向量; n 为需要分类的数目; y_i 为第 i 个类的中心向量; $d(x_j, y_i)$ 为 x_j 和 y_i 数据融合指数

$$p_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{若 } x_j \in \text{第 } i \text{ 类} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

数据寻优的目的是求 $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, 使得式 (1) 得以满足, 通过统一的 Web Service 接口获取各个来源的电网参数进行下一步数据解析。通过参数中的对象名称进行匹配, 实现不同专业设备、不同级别相同专业的参数差异性。记 $Q_{u,i}$ 为第 i 个参数的参数差异度与各自参数的匹配。同时, 引入参数差异度来衡量

$$Q_{u,i} = \frac{|X_{t,i} - X_{b,i}|}{\bar{X}_i} \times 100\% \quad (3)$$

式中, $X_{t,i}$ 和 $X_{b,i}$ 分别是上下两级第 i 个参数的参数值, $\bar{X}_i$ 是上下两级的参数的均值。

由于电网参数的复杂性, 在不同系统中参数存在不同的表达形式, 为消除数据表达形式对参数融合结果的影响, 进一步整理式 (1) 为

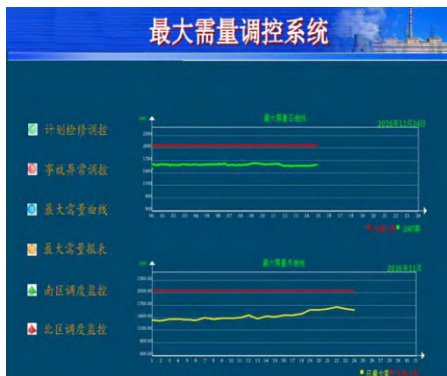


图 2 某大型企业电网最大需量调控系统图

2. 应用案例二：大环流输电线路动态增容技术的数据融合

为了提高线路输送能力，有效规避电网停电时合环

$$\min \sum_j^m \sum_{i=1}^n p_{ij} d \text{ (线路局部温度, 风速 \cdots, 实时线路采集参数)}$$
 (5)

区域电网线路动态增容系统图如图 3 所示，通过应用数据融合技术收集和整理的区域电网的基础数据信息，提供了系统需要的参数信息。保证了发电机出力、合环点两侧的电压差和合环点两侧系统的短路阻抗差等基础数据的提供。通过本项目的应用，能够识别合环操作风险，给出合环电流预警，实现保护定值动态调整，提高了区

域电网输电线路短时输送能力，解决了区域电网合环过程中线路短时输送容量受限的问题。系统上线以来已成功指导 8 次合环操作，带来直接经济效益 300 余万元。

结束语

本文介绍了数据融合技术基本概念，较为详细地分析了在企业电网中数据融合的需求。与已有的分析方式相比较，数据融合计算高效，能更好地管理和检测电力系统的运行状态和故障信息，因此非常适合于电力系统这种大型复杂的系统。但从目前的应用来看，数据融合技术还没有大规模和普遍使用，而且数据融合本身还有很多问题需要解决，如数据融合算法的高效性、数据融合模型的通用性等。因此，想要在电力系统中更多地使用数据融合技术，还需要对数据融合技术进一步探讨和研究。EA

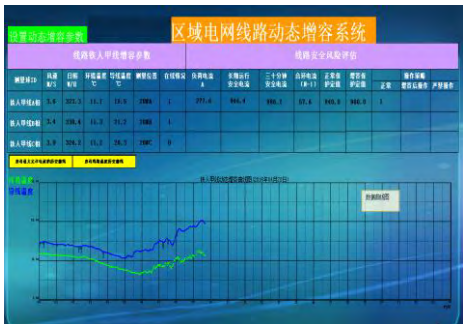


图 3 区域电网线路动态增容系统图

(上接第 21 页)

超过 70 以后，响应时间增速极快。数据集吞吐率在本平台中用于描述后台分析处理系统，在单位时间内所能处理的信息量，如果说数据平均响应时间是描述前端可视化管理体系的 3D 处理效率，那么数据吞吐率就是用于描述后台数据分析系统的运行速度。在本试验中，在并发数增加的前提下数据集吞吐率匀速上升，相较于传统智慧电网管理系统有着显著的提高。数据集资源占有量则表示中间数据传输系统能够暂时保存以及传达数据的能力，也如上面两个参考量一样，在并发数增加的同时缓步增加。因此可以判断，本文设计研究的电网可视化智慧管理平台确实能够在一定程度上直观性地将电网的运行成果展示出来，提高

了传统电网管理系统的运行速度，实现了电网可视化智慧管理平台的功能优化。

结束语

本文首先建设了电网可视化智慧管理平台，保障了智能电网监测成果的直观性展示，搭建了电网监测与分析的可视化交流平台，提高了用户和电网公司对于电网可视化智慧管理平台认可度。其次通过实验验证了本文研究的电网可视化智慧管理平台在电力数据的监测与分析中的优越性，确定了今后继续关注电网可视化发展的，不断优化电网可视化智慧管理平台的功能，挖掘该平台的潜在价值。EA