

基于数据中台的配电网运行指标评价体系研究

桂中玮¹, 应明¹, 周欣¹, 刘望隽², 李赢正³

(1. 国网江西省电力有限公司九江供电分公司, 江西九江 332000; 2. 国网江西省电力有限公司庐山市供电分公司, 江西九江 332800; 3. 国网江西省电力有限公司电力科学研究院, 江西南昌 330096)

摘要:配电网运行指标分析是其规划设计的一项基础工作。通过运行指标分析定位配电网薄弱环节, 找出配电网设备运行过程中存在的缺陷及安全隐患, 针对具体的问题开展专项规划, 补齐配电网建设短板, 保障配电网高效稳定运行。基于数据中台的配电网运行指标体系从影响配电网运行的可靠性、经济性、适应性、协调性、效率性指标出发, 以数据中台为支撑, 整合数据资源, 通过大数据分析弱项指标, 生成对应问题清单, 对各单位排名较后或问题严重的指标提出预警, 并进一步开展问题深度分析和指导项目立项工作。

关键词:数据中台; 配电网; 大数据; 指标评价

中图分类号: TM 727 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-348X(2025)04-0049-04

0 引言

配电网处于整个电网的末梢, 是电力企业面向社会的窗口, 具有点多、线长、面广的特点, 配电网的运行管理直接关系到千家万户, 社会责任和影响巨大。随着社会各行各业对电能需求的持续增长, 对配电网的稳定运行与精益化管理提出了更高的要求。但是, 当前规划人员对配电网现状分析把握不准, 难以做到深入细致的全面分析, 且现有配电网运行数据量较大, 并多分布在各个系统或者一个系统的不同专栏中, 还存在系统间的数据不匹配, 数据集中汇总难度大的问题, 难以对电网“大数据”进行深度分析。此外, 实际实施的建设改造项目与线上系统反应的电网问题有所差距, 缺少有效手段核查这些项目对电网改善的效果, 导致立项精准性不足。

随着物联网、大数据、人工智能的发展以及智能设备的普及, 数据逐渐成为企业的核心资产, 利用数字化手段提升运维服务效率, 能效水平与管理水平迫在眉睫。为充分发挥供用电专业融合优势, 多维度诊断现状配电网, 构建动态评价指标体系, 文中从电网运行的可靠性、经济性、适应性、协调性以及效率性等

5个一级指标, 构建配电网的“五维”评价体系, 共计29个二级指标, 以数据中台为支撑, 在数据上打破专业壁垒, 整合资源, 将电网设备台账、运行、线损、工程项目等系统数据进行整合归纳, 建立数据整合与分析平台, 并通过电网设备与电网指标、电网问题、电网项目的关联关系, 深度分析问题, 发挥问题导向机制, 指导规划立项, 对指标动态管控, 实现配电网运行常态化评价。

1 电力系统数据中台特点

电力系统数据中台技术架构遵从国网公司SG-EA架构设计要求。其核心用途就是通过兼容各类型数据库, 满足不同类型数据的存储、访问需求, 通过模型可视化组件、数据服务组件以及AI算法组件, 有效提升数据时效性, 实现业务与数据之间的解耦^[1]; 通过规范数据交互标准, 沉淀公共数据服务能力, 实现数据融合共享水平的提升; 同时, 基于全域统一数据模型设计成果, 遵从IEC标准, 定义标准数据交互格式, 形成企业级动态模型, 改变模型设计成果抽象难理解、难应用的现状, 解决模型落地难的问题。

收稿日期: 2025-06-04

作者简介: 桂中玮(1993), 男, 硕士, 工程师, 从事数字化、配电网运行管理工作。

1.1 数据接入

数据中台通过 DAYU-CDM 组件,结合源端业务系统数据库有效表范围,将全量数据一次性批量写入贴源层镜像库^[2];使用 DRS 组件,结合全量数据接入表范围,将增量数据写入 Kafka 消息队列;通过 DAYU-CDM 组件定时周期调度,将 Kafka 增量数据抽取至贴源层缓冲区,再通过 DAYU-CDM 组件调用贴源数据合并脚本,实现增量数据与镜像库全量数据合并。

1.2 数据整合

从各分散系统接入所需求的业务数据并进行整合分析,结合 SG-CIM 模型应用规范,实现对应业务域模型在数据中台共享层的落地应用,为分析层的跨专业数据分析应用奠定基础。

1.3 数据服务

基于数据中台分析层创建结果表,对其进行数据服务接口封装,通过数据服务的方式,向目标端系统 (SmartBI) 提供数据共享服务,并采用数据中台“数据服务+API 网关”模式,对外提供统一 Restful 类型 API 接口服务,实现数据的共享。

2 基于数据中台的配电网运行指标体系构建与分析

基于数据中台的配电网运行指标体系从电网的可靠性、经济性、适应性、协调性以及效率性五个方面开展,每个指标包含多项相关二级指标,各项指标可根据各地区实际情况动态调整配置,并以数据中台为支撑,开展指标分析。

2.1 技术架构

如图 1 所示,基于数据中台核心数据链路架构,通过数据服务构建方式,完成纵向数据贯通,构建数据模型,并将分析结果输出。纵向数据贯通方式主要依赖于数据中台核心数据链路架构,即从源端业务系统接入到数据中台贴源层,基于标准表的方式实现数据标准化,在数据中台共享层将贴源数据进行整合转换,模型未覆盖的数据表则采用标准表形式实现,标准化后在分析层落地,并在数据分析层各平台完成 API 数据服务封装和发布,最终向 Smart BI 提供数据共享服务。

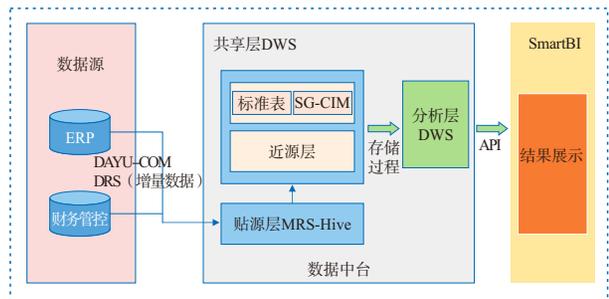


图 1 基于数据中台的配电网运行指标体系技术架构

2.2 建立指标体系

2.2.1 可靠性指标

配电网可靠性是针对一段时间区间的电网元件容量、母线电压和系统频率等的允许范围内,在计划停运以及非计划停运条件下,向用户提供全部所需的电力和电量的能力,主要体现在电网持续可靠供电能力、故障率、转供电能力。二级指标主要包括 35 kV 及以上主变 N-1 通过率、10 kV 线路 N-1 通过率、台区平均停运时长、配变停运时长、主线跳闸率、用户投诉率、低电压用户比例等。

2.2.2 经济性指标

主要分析电网运行以及建设的经济性。其中运行经济性主要是从电网损耗率和设备利用率评进行评价,建设经济性主要从资金投入、供电收益以及售电收入等方面进行评价。二级指标主要包括 10 kV 线路线损率、台区线损、35 kV 及以上主变轻载比例、10 kV 线路平均负载率、线路轻载比例、配变轻载比例、最大负载率平均值、单位投资增供电量等。

2.2.3 适应性指标

主要分析针对电力负荷发展的不确定性,为电网后续发展留有余地,包括电网资源裕度、供电能力裕度和扩展裕度。二级指标主要包括变电站 10 kV 间隔利用率、35 kV 及以上主变重过载比例、10 kV 线路重过载比例、台区重过载比例、户均配变容量等。

2.2.4 协调性指标

主要体现在高中压配电网供电能力匹配、各电压等级变电站容量匹配和负荷均衡以及项目立项精准度等方面。二级指标主要包括 10 kV 线路负载均衡度、10 kV 配变负载均衡度、主配网负率均衡度、新扩建变电站配套 10 kV 线路建设同步率、规划执行准确率等。

2.2.5 效率性指标

主要分析在电网故障时,电网恢复正常供电以及

计划停电时的运行方式调整的效率,主要取决于电网的自动化水平、网架结构的清晰度以及站间联络情况。二级指标主要包括配电网自动化有效覆盖率、标准化接线率、站间联络率等。

建立的配电网运行指标体系如图2所示。

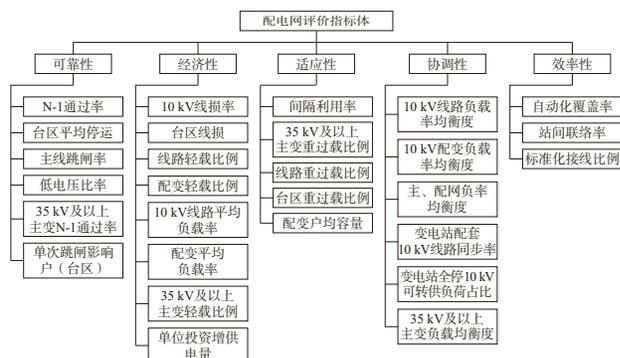


图2 配电网运行指标体系

2.3 指标权重设置

为全面客观评价配电网运行的综合水平,以及配电网规划指标对电网发展的重要程度,指标权重按照“突出重点,放大差距”的原则配置,将每个一级指标按照县城区域、工业园区区域以及农村区域进行权重差异化赋值。

2.3.1 县城区域指标特性

由于城区网架结构、负荷特点较为复杂,电网侧更侧重于构建清晰电网结构、提升自动化程度以及变电站间的转供电能力,以提高城市电网运行效率,因此,县城“效率性”指标略高。

2.3.2 工业园区区域指标特性

工业园区区域侧重于电网发展均衡性,包括变电站配套线路的规划建设同步性、电网容量和间隔资源配置的合理性等方面,确保资源能够高效配置,因此,工业园区“协调性”指标略高。

2.3.3 农村区域指标特性

农村区域考虑到城乡电网服务均等化发展因素,可靠性指标与城区及园区一致,但受农村电网体量大、负荷轻、电量低等因素影响,农村电网更应该注重发展的经济性。因此,农村“经济性”指标较高。

此外,二级指标权重设置主要考虑到其在一级指标中的重要程度和影响力等因素,同样设置差异化权重,可根据各地区实际情况动态调整。

2.4 指标计算规则

指标计算方法采用指标值*权重或4分位法。

公司之间差距较大的指标,采用指标值*权重的方法算出得分;针对差异较小的或非比例型指标,采用4分位法。将二级指标权重按照县(区)供电公司划分为4个档位,最终按照二级指标排名得到相应分值。最终根据各县公司的一级指标得分,形成各公司评价体系画像,并对各公司问题进行分析,并提出决策建议。

2.5 配网设备档案分析

2.5.1 建设设备基础档案宽表

通过数据中台,结合PMS、营销GIS、营销业务应用系统、供电服务指挥系统、同期线损系统、配电自动化主站系统、95598、EMS系统、SCADA等系统,整理归纳成统一完备的10 kV及以下配电网设备串联关系宽表。

2.5.2 建立运行数据台账

根据配电网设备台账基础数据,归纳整理PMS、营销GIS、营销业务应用系统、供电服务指挥系统、同期线损系统、配电自动化主站系统、95598、EMS系统、SCADA系统等业务应用的运行数据,建立以10 kV线路和配变台区为维度进行统计的运行数据清单。

2.5.3 项目与设备关联

通过电网设备与电网指标、电网问题、电网项目的关联关系,以10 kV线路和配变台区为颗粒度,按照“发展类、网架类、运行类”问题进行分类并生成具体设备问题清单。通过对电网各项指标的汇集与整合、统计与对比,对全省、全市排名较后或问题严重的指标进行告警和预警,并基于10 kV线路和配变台区颗粒度的问题清单,为问题的深度分析提供数据依据,找准配电网规划工作发力点。结合问题分析结果,可进一步统筹优化立项方案,兼顾“发展类、网架类、运行类”问题,合理安排基建项目、运维项目以及运维措施,同步解决不满足N-1和超长线路、高跳闸、高线损、过载、轻载、低电压等多类问题。

3 基于数据中台的配电网运行指标评价体系案例分析

以江西省H县为例,通过基于数据中台的配电网运行指标评价体系,对该县2024年可靠性、经济

研究探讨 PERSPECTIVE

性、适应性、协调性以及效率性五个一级指标开展评价。结合H县区域发展情况,根据指标特性及计算规则得到该县可靠性、经济性、适应性、协调性以及效率性指标得分分别为85、73、78、62、65分,全市最优得分分别为94.96、88.68、90.66、85.87、71.47分,均低于全市最优得分。H县各一级指标整体偏低,其中协调性和经济性指标较全市最优指标差距较大,如图3所示。

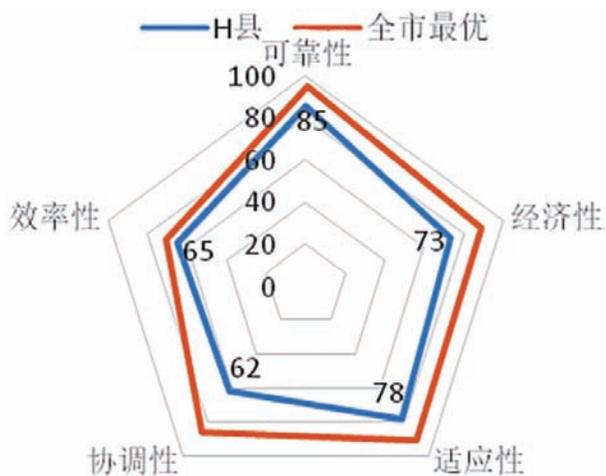


图3 H县一级指标评分画像

通过数据中台进一步分析二级指标,可发现H县可靠性指标偏低主要是10 kV线路N-1通过率不高、台区平均停运时长偏长、10 kV线路跳闸率偏高、低电压用户比例偏高导致;经济性指标偏低主要是主变最大负载率水平偏低、10 kV轻载线路偏多导致;适应性指标偏低主要是10 kV线路重过载比例偏高导致;协调性指标偏低主要是10 kV配变负载不均衡度偏高、主配网不均衡度偏高导致;效率性偏低主要是

站间联络不足导致,如表1所示。

表1 H县弱项指标值

序号	二级指标	指标值	警告值
1	10 kV线路N-1通过率/%	85.71	≤90
2	台区平均停运时长/h	2.09	≥2
3	10 kV线路跳闸率/%	3.14	≥3
4	用户低电压比例/%	1.23	≥1
5	10 V线路轻载比例/%	20.00	≥20
6	主变最大负载率平均值/%	38.43	≤50
7	10 kV线路重过载比例/%	20.00	≥20
8	配变负载率不均衡度/%	23.02	≥22
9	主配网负载率不均衡度/%	52.52	≥40
10	站间联络率/%	38.10	≤50

4 结语

基于数据中台构建配电网运行指标评价体系可全量分析配电网运行数据,减少人工抓取数据分析的工作成本,提高指标分析的精准性,大大降低管理成本与时间成本,可直接带来可观的经营效益和经济效益;同时,提高配电网评价分析的综合性 and 全面性,改变了以往配电网问题分析的局限性;结合差异化指标权重,实现了配电网评价的客观性,对差异化发展起到积极作用,提高了配电网现状分析效率性,及时为配电网项目投资提供决策依据,合理论证投资合理性,提高配电网投资精准性。

参考文献:

- [1] 金诚,姚奔,钱宇昊,等.基于数据中台的配电网线损对策分析[J].电子技术,2023,52(08):64-65.
- [2] 晋荣,李晨朝,张晗,等.数据中台在Web系统的应用[J].计算机与网络,2024,50(05):397-400.