

# 基于电网一张图的台区保护定值准确性提升策略探讨

郭琳 李娜 张元东 王稼琦 董奥冬

国网河南省电力公司焦作供电公司 河南 焦作 454000

**【摘要】**：受配电网规模不断扩大、运行方式高度动态化等因素的影响，台区保护定值准确与否已成为配网安全稳定和供电可靠性的重要技术制约条件。传统的定值整定体系是依靠历史的经验与运行积累，长期脱离于实时配网模型，导致参数容易出现滞后、保护层级错位及电流取值失真的问题。而电网一张图通过统一配网资源、拓扑关系及设备参数建模方式为台区保护定值提供了同源、可溯、可实时更新的基础数据环境。为此，文章将从台区定值不准确的主要根源出发，针对电网一张图对于定值体系基础层面在模型统一、拓扑重构以及参数反演方面起到的作用展开论述，并提出针对性的台区保护定值精准化优化路径，力求为构建与真实电网运行状态一致的配网保护体系夯实技术基础。

**【关键词】**：电网一张图；台区保护定值；准确性

DOI:10.12417/3041-0630.26.02.006

当前配电网朝着高密度接入、高可靠供电、灵活运行方式发展，台区作为连接配电网中压馈线到用户低压负荷的节点，其保护配置直接影响末端故障隔离及供电恢复。在此背景下，以电网一张图为核心的数据与模型统一平台逐步成为配网运行与管理的重要基础设施。其将一次设备、拓扑结构和运行状态均嵌入相同技术框架，从图数协同上为调度人员、运维人员提供清晰判断的依据的同时，也为继电保护计算校核提供从“图形”到“电气”的计算方法基础。如何将此能力系统性引入到台区保护定值整定过程中，让定值能够脱离人工经验离散化配置，基于实时图模和电气参数自动生成，这是配网保护今后需要解决的重点问题之一。

## 1 台区保护定值不准确的根源分析

### 1.1 配网模型与定值体系长期割裂

在现行配电网运行管理体系中，配网图模主要由电网资源业务中台维护，而继电保护定值则长期依赖独立建模与人工计算，两者在数据源、拓扑逻辑及参数体系上未形成统一映射关系。随着配网新投运线路、台区扩容改造以及T接结构频繁变化，电网一张图中的拓扑关系与保护人员掌握的定值计算模型之间持续发生偏离，使定值整定所依据的线路长度、阻抗参数、变压器容量等基础数据逐渐失真。

### 1.2 台区上下级保护关系难以精准识别

台区通常处于馈线末端或多级T接支路上，其上级保护路径往往跨越多台开关和分支节点。在传统整定方式下，上下级保护关系主要依赖人工依据图纸和经验判断，难以准确反映实时运行方式下的电气连接关系。当开关分合、联络转供或馈线

重构发生时，台区所处的保护层级可能随之改变，但定值模型并未同步更新，造成台区开关与上级馈线开关之间的配合关系发生错位。在缺乏基于电网一张图的定向拓扑重构机制条件下，保护级数、动作时限和电流级差的设定缺乏可靠依据，容易出现台区保护越级跳闸或拒动的隐患<sup>[1]</sup>。

### 1.3 故障电流与负荷电流取值缺乏动态约束

台区保护定值的核心参数取决于故障电流和负荷电流，但在传统计算体系中，这两类电流多以固定等值或经验系数估算，未能结合主配边界母线等值、馈线阻抗变化及配变容量调整进行动态修正。当电网结构调整、主变运行方式改变或台区负荷增长时，台区最小短路电流与最大运行电流之间的关系会发生明显变化，原有定值可能已不再满足灵敏性与躲负荷要求。由于缺乏基于电网一张图的自动短路电流计算与负荷汇集分析机制，台区定值长期运行在与实际电网状态不匹配的参数区间，形成定值“漂移”现象，使保护动作可靠性受到系统性削弱。

## 2 电网一张图对台区定值准确性的基础性支撑作用

### 2.1 同源模型消除定值计算的“数据漂移”

在电网一张图架构下，台区保护定值整定所依托的配网模型直接来源于电网资源业务中台，实现了线路、开关、配变及台区拓扑与参数的统一管理。定值计算模型不再由保护人员独立构建，而是由系统自动解析馈线名称、厂站名称及设备连接关系生成，与运行态图模保持一致<sup>[2]</sup>。当配网发生新投运、扩建或异动时，平台通过对中台图模的实时监测与比对，将变化同步映射到定值计算模型中，并对已有台区及开关的保护配置

第一作者简介：郭琳（1993.08.23），性别：男，民族：汉族，籍贯：河南济源，学历：研究生，职称：工程师，研究方向：计算机应用技术，自动化，电力信息与人工智能。

信息进行继承与更新，避免了因模型滞后引发的定值参数偏移，使台区定值始终基于最新的实际运行结构开展计算。

## 2.2 动态拓扑重构保证台区保护边界正确

依托电网一张图提供的开关状态与一次接线信息，系统以变电站 10kV 出线开关为起点，对馈线及其分支进行定向拓扑重构，将原始的图形连接关系转换为首末相连的电气通路链条。在该链条中，台区所在节点的上级保护开关、分支路径及保护级数均由算法自动判定，避免人工识别可能产生的误判。

## 2.3 电气参数由图形自动反演获得

电网一张图在提供拓扑结构的同时，还完整记录了线路长度、导线型号、配变容量及设备额定参数。系统在解析图形连接关系后，自动对线路阻抗、变压器电抗及额定电流进行计算，并将结果作为台区短路电流与负荷电流分析的输入条件。通过对台区所在支路累计配变容量、最大负荷电流及故障点阻抗的综合计算，定值整定过程中所采用的电流参数来源于真实电气结构而非经验估算，使台区保护的動作门槛与实际运行状态形成可量化对应关系。

# 3 基于电网一张图的台区保护定值准确性提升策略

## 3.1 依托同源模型构建台区定值计算基础

以电网资源业务中台作为台区保护定值整定的唯一模型来源，定值计算平台通过对配网图模数据的持续监测与自动解析，将馈线、分支节点、开关设备及台区接入点的拓扑关系和电气属性完整映射到继电保护计算模型中，能够从源头上消除定值模型与运行模型之间的结构偏离。

当配网发生新投运线路接入、台区扩容或 T 接结构调整时，系统依据中台发布的图模异动记录自动触发模型比对程序，对涉及的馈线通道、分支路径及台区节点执行差异识别与增量更新，使定值计算模型仅在受影响范围内进行结构重构与参数刷新，同时保留原有台区的保护配置、定值单、计算书及装置参数等历史信息，避免重复建模带来的数据丢失和逻辑错位。并且通过将定值模型纳入电网一张图的统一技术框架，馈线名称、厂站标识、开关编号及台区关联关系均由同源模型自动继承，使保护计算所采用的线路阻抗、配变容量和接线方式与现场运行状态保持同步更新，杜绝多套模型并行维护导致的参数不一致问题。在此基础上，台区短路电流、最大负荷电流及保护级数等关键计算量均直接基于最新图模数据获取，定值整定过程不再依赖人工录入或静态台账，而是随配网结构变化自动演进，从而保证台区保护定值始终对应当前馈线拓扑与负荷分布条件。

## 3.2 基于定向拓扑识别台区保护层级关系

在电网一张图框架下开展台区保护层级关系识别时，系统以调控侧发布的实时拓扑和开关状态数据为输入条件，对馈线由电源侧向负荷侧进行路径化解析，将原有静态图形连接转化为具有电气方向属性的拓扑序列。该序列中各级开关、分支节点与台区接入点均被赋予明确的上下游位置标识，并据此计算其在整条馈线通道中的保护序位和电气隶属关系，使台区在多分支、多 T 接结构下仍可被准确嵌入到对应的保护链条中。通过对分段开关、联络开关和台区开关之间连接逻辑的递归解析，系统可自动识别台区所对应的最近上级保护对象以及同一通道内的相邻保护节点，并将该关系写入定值整定模型，使保护配合不再依赖人工绘制的层级图。当馈线运行方式发生调整，例如联络转供、分段重构或台区支路切换时，一张图中的拓扑关系随之更新，系统同步触发定向重算过程，对受影响台区的保护层级与配合路径进行动态修正，从而保持台区保护与当前供电路径的一致性。在定值计算阶段，台区保护的動作区段、时间级差及电流配合均以该定向拓扑为约束条件，通过对上下游保护节点间的电气距离和短路电流分布进行综合计算，形成符合实际运行结构的整定边界，使台区开关在复杂馈线结构中始终处于正确的保护层级位置<sup>[3]</sup>。

## 3.3 以图形反演参数支撑台区电流取值

在基于电网一张图开展台区保护定值校验与优化的技术体系中，以图形反演参数支撑台区电流取值的核心在于将资源业务中台中存储的配网一次图形、拓扑关系及设备属性转化为可参与电气计算的等值参数体系，从而消除人工录入和经验估计对台区短路电流、负荷电流与零序电流取值带来的偏差，通过对馈线至台区低压侧完整电气路径的逐段反演，将线路长度、导线截面、材质及排列方式映射为阻抗模型，同时结合配变容量、短路阻抗、电压等级等额定参数构建变压器等值支路，使台区故障电流的计算基础由离散经验值转变为真实图模的连续物理量表达，在此过程中系统依据“电网一张图”中开关的开合状态与馈线连通关系对台区所在支路进行定向拓扑重构，自动识别主供路径与可能的反送通道，并据此形成多运行方式下的阻抗组合，为最大与最小短路电流取值提供对应的网络结构约束；针对台区保护对上级开关配合敏感的问题，通过图形反演获得的累计线路阻抗与变压器等值参数可直接用于计算台区故障点的三相短路电流和单相接地电流，使上级保护的速断、定时限及零序启动值与实际台区电流分布形成量化对应关系，同时系统对台区低压侧负荷、电缆及分支数量进行图模聚合，反算得到台区最大负荷电流及零序不平衡基准，为保护定值的躲负荷校验与灵敏性判据提供边界条件；在模型异动场景下，图形反演机制通过对新增或调整的线路、配变及开关节点进行差异比对，仅对受影响的电气支路重新计算阻抗与等

值参数,使台区电流取值随图模同步更新,避免因台区接入方式变化或馈线改造导致电流基数滞后,从而保证保护整定与实际网络结构的一致性,配合定值自动校核模块在主配边界母线等值变化时对台区相关支路的电流取值进行重算,使台区保护在不同运行方式和负荷水平下均具备可追溯的电流依据,最终通过将反演得到的电流参数与定值配置图、定值单及颗粒化数据联动,实现台区保护定值由“规则驱动”向“图模参数驱动”的转化路径,从技术层面压缩因参数不实、路径遗漏及模型割裂带来的误差区间。

### 3.4 按照开关角色自动匹配台区整定方案

在基于电网一张图开展台区保护定值精细化配置的技术框架下,按照开关角色自动匹配台区整定方案的关键在于,依托资源业务中台中对开关功能属性、安装位置及拓扑关系的统一标识体系,将原本依赖人工判断的“主线开关、分支开关、台区开关、联络开关”等角色划分转化为可计算、可调用的结构化标签,并在此基础上构建与角色一一对应的整定原则模板库,使台区保护定值的选取不再以线路类型或经验分组为依据,而是以开关在定向拓扑链中的物理位置和电气责任区为核心约束条件。当系统通过图模反演生成的首末相连拓扑关系自动识别台区开关处于馈线末端或分支节点时,即触发适用于末级保护对象的电流、时间及零序配置规则,并同步限定其与上级出线开关、分支保护之间的级差关系,从而避免台区开关被错误套用主干线路的保护参数;对于承担反送或联络功能的开关,系统根据其角色标识自动切换至双向或条件化整定方案,在计算台区短路电流和负荷电流时同步引入多电源通道的等

值阻抗,使其整定值在不同运行方式下保持与实际电流分布的对应关系,防止台区在反送状态下出现拒动或越级;在具体实现路径上,整定平台通过批量读取开关角色、CT变比、零序CT配置及装置型号等属性,自动为同一台区内的不同开关装配差异化的整定模板,使速断、定时限、零序及重合闸参数均受角色约束并与台区负荷规模、配变容量和上级保护级数形成逻辑闭环,同时当配网图模发生异动或台区接线调整时,角色标签随拓扑关系自动重算并驱动整定方案的重新匹配,使原有定值无需人工逐项筛选即可完成自适应切换,结合定值校核模块对灵敏性、选择性与躲负荷条件的自动校验,将台区整定方案由静态规则集合转变为以开关角色为索引的动态参数体系,在批量化整定场景下维持不同台区之间的配置差异与电气责任边界的准确对应。

## 4 结语

台区保护定值是电网真实的结构和真实的电流分布的一种工程描述,保护定值准确性来自模型与拓扑及参数一致性。电网一张图打通了资源模型、运行拓扑与设备属性,实现了台区定值同源、动态及可逆算的基础条件,也实现了第一次能够为保护整定提供同时与实际配网结构同步演化的可能性。本文按照模型同源化、拓扑定向化、参数图反演、开关角色驱动四方面解析了从台区保护定值的“静态经验型”向“图模参数驱动型”的演变路径。随着配网自动化与数字化水平的持续提升,这一技术体系能够进一步缩小区分定值间的偏差距离、提升保护配合的可验证性和可维护性,为构建更加安全、灵活和高可靠的现代配电网提供坚实支撑。

## 参考文献:

- [1] 王睿.面向电网一张图的配电自动化设备运行状态可视化管理系统设计[J].现代科技研究,2025(5).
- [2] 姚永波."电网一张图"夯实电网数据中台[J].中国电力企业管理,2024(35).
- [3] 管必萍,戴人杰,余浩斌,等.基于电网一张图的"三链融合"模型构建和应用[J].电力与能源,2021,042(001):61-64.