

焦作配电网分区分层供电结构的过渡方案分析

李 钊 张 震 王稼琦 任 鹏 刘一帆

国网河南省电力公司焦作供电公司 河南 焦作 454000

【摘要】在新型电力系统建设背景下,配电网由单一负荷驱动向多源协同运行转变,传统供电结构在可靠性、灵活性与运行适应性方面逐步显现出局限性。焦作市作为典型资源型与工业型城市并存地区,其配电网长期形成的网架结构与当前电源布局、负荷形态之间存在一定错位,需要通过分区分层供电结构加以重构。围绕既有网架条件下的平稳演进,分区分层供电结构的过渡方案成为连接现状与目标网架的重要技术路径。本文结合焦作市配电网运行基础与规划成果,对分区分层供电结构的内涵及其过渡实施要点进行系统分析,重点梳理结构调整过程中的工程逻辑与操作边界,为后续网架建设与运行方式优化提供可参考的技术思路。

【关键词】焦作;配电网;分区分层供电结构;过渡方案;分析

DOI:10.12417/2705-0998.25.22.037

配电网结构演进具有明显的路径依赖特征,任何目标结构的实现均需以现状网络条件为基础逐步推进^[1]。焦作市配电网在长期发展过程中,已形成以传统放射式和局部环网结构为主的供电格局,在保障基本供电需求方面发挥了重要作用,但在多点电源接入、负荷快速变化以及局部自平衡能力方面仍存在结构性约束。分区分层供电结构通过明确供电单元边界、理顺电压等级分工,为提升配电网整体协调运行能力提供了现实路径。相较于一次性结构重构,过渡方案更强调工程可实施性与运行连续性,其编制质量直接影响目标网架落地效果。

1 配电网分区分层供电结构概述

配电网分区分层供电结构是指在既定供电范围内,依据电压等级、供电半径、负荷特性及电源分布,对配电网进行功能划分与层级化组织的一种供电结构形态。从结构内涵上看,“分区”强调供电单元的边界清晰与运行相对独立,通过合理设置联络关系实现相邻区域间的互济;“分层”则侧重不同电压等级在功率承载、调配及支撑方面的功能分工,避免各层级职责交叉或功能重叠。在配电网发展实践中,该结构并非脱离现有网架重新构建,而是在原有线路、变电站和开关设施基础上,通过结构调整与运行方式优化逐步形成。

2 焦作配电网分区分层供电结构的过渡方案分析

2.1 基于现状网架的供电分区重构原则

在焦作市配电网分区分层供电结构过渡方案编制过程中,基于现状网架条件开展供电分区重构应作为首要技术原则予以落实,其核心在于以既有电网设施形态和运行边界为约束条件,循序推进分区结构调整。具体实施时,应以当前变电站供

电范围为基本单元,逐条核查所辖中压馈线,结合线路长度、负荷分布及运行方式,系统识别供电半径偏长、跨站跨区供电比例偏高的馈线区段,并将其纳入分区优化清单^[2]。在此基础上,通过优化馈线开关分段位置和联络关系,逐步调整负荷归属,使各供电分区在地理空间上保持连续性和集中性,减少多电源交叉供电和长期反送电运行现象。分区边界设置过程中,应优先依托既有环网柜、分段开关及线路自然走向形成的节点条件,避免频繁新增线路或大规模改造网架结构,从而控制工程实施强度与施工风险。在过渡阶段,允许在相邻分区之间保留必要的联络通道,但需在运行管理层面明确其备用属性和投入条件,通过运行方式约束避免形成常态化负荷转供。同时,应结合焦作城区与近郊负荷密度差异,对不同分区的供电半径和负荷规模实施差异化控制,防止分区尺度简单套用统一标准。通过上述以现状网架为基础的分区重构方式,可在保持现有供电格局总体稳定的前提下,逐步厘清供电单元边界,提升分区内部结构完整性和运行独立性,为后续分层供电结构调整提供清晰且可操作的承载单元。

2.2 分层供电功能的渐进式明确

在焦作市配电网分区分层供电结构的过渡方案中,分层供电功能的明确应遵循由运行实践逐步固化的技术路径,而非依赖一次性结构重塑。结合焦作现有变电站布点、负荷分布及中压线路供电半径特征,过渡阶段首先需在运行层面重新界定中压配电网的功能定位,将其稳定确立为承担日常负荷供给和区内功率调配的主体层级,通过优化馈线分段方式和常态运行方式,压缩中压线路跨变电站、跨分区取电的运行场景,使中压网络在正常工况下形成相对封闭、边界清晰的供电单元。

与此同时,上一级电网在过渡期应弱化对中压负荷的直接供电属性,重点承担结构支撑和事故情况下的应急保障职责,对历史形成的跨层供电关系进行系统梳理,区分必要的备用联络与非必要的常态运行通道,通过运行方式调整将后者逐步转化为冷备用或限用状态,避免高一级电网长期介入中压日常供电。围绕上述分层目标,低压网络的调整应同步推进,其供电单元划分需严格服从中压分区边界,对存在多馈线交叉、台区跨区接带等情况进行逐步整合,通过台区供电范围校核和线路走向优化,使低压网络在空间和功能上与中压分区保持一致,防止低压层级运行混乱削弱分层效果。在实施过程中,应优先采用运行参数调整、开关状态优化等方式先行体现分层特征,在此基础上再结合年度建设计划逐步实施必要的线路改接和结构完善,使各层级供电职责在不中断现有供电格局的前提下逐步清晰并稳定下来。

2.3 过渡期联络关系的结构化管理

在焦作市配电网分区分层供电结构由现状网架向目标形态过渡过程中,联络关系的管理需从运行属性、结构边界与操作模式三个层面进行系统化重构,以避免联络线路在长期运行中固化为非规划供电通道。首先,应以当前变电站供区为基础,对中压侧跨区联络线路开展逐条核查,结合历史运行方式与事故切换记录,将联络关系明确划分为事故备用型与调峰转供型两类,并在调度运行文件中分别限定其启用条件、允许负载水平及持续运行时限,防止在负荷增长压力下形成“临时常态化”的跨区供电路径^[3]。其次,在过渡期对承担事故备用功能的联络线路,应重点核实其两侧馈线的短路容量、导线截面与保护定值匹配情况,确保在单侧电源退出后具备短时承载完整区段负荷的能力,同时通过明确“带负荷合环仅限事故恢复阶段”的操作原则,约束运行人员在日常方式调整中对该类联络的依赖程度。再次,对于用于阶段性负荷转移的联络线路,应结合焦作市城区与城乡接合部负荷分布不均的现实情况,设置明确的启停窗口和转供比例控制要求,并通过运行统计定期评估其使用频次,对使用强度偏高的联络关系同步纳入后续网架补强或分区调整清单。与此同时,在联络点结构形式选择上,应优先采用分段清晰、操作边界明确的断点布置方式,避免多回线路共用单一联络节点造成运行关系交叉复杂,在需要承担多场景切换任务的关键位置,可通过增加物理分段点来实现事故处理与方式调整的解耦。最后,在过渡期运行管理中,应将联络关系管控要求嵌入年度方式安排和迎峰度夏、迎峰度冬专项方案中,通过逐步压缩跨区常态供电比例,引导负荷回归所属供区,使联络线路功能回归支撑与应急属性,并在不改变现有建设节奏的前提下,稳步固化分区边界,为分区分层供电结构的后续完善奠定稳定的运行基础。

2.4 结合负荷特征的分区容量协调

在焦作市配电网分区分层供电结构的过渡方案编制过程

中,分区容量配置需紧密贴合区域负荷特征开展系统协调,以避免结构调整阶段出现容量错配与运行约束叠加的问题。结合焦作市老工业城区、资源型工业园区、新建居住片区及公共服务集中区并存的实际格局,应首先基于现状运行数据对不同分区的负荷构成进行精细化拆分,重点区分连续性较强的工业生产负荷、日变化明显的居民生活负荷以及具有时段集中性的公共服务负荷,并通过典型日负荷曲线和季度对比方式识别各分区负荷峰谷差及同时率水平。在此基础上,对分区内现有变电站主变容量、中压出线规模及负载率进行逐一核查,明确可利用裕度与潜在瓶颈位置,防止简单按行政边界或线路走向进行容量均分而削弱分区独立供电能力。针对工业负荷占比较高且工艺连续性要求突出的分区,过渡方案中应优先保障主变容量与中压馈线截面配置的稳定冗余,通过控制单回线路负载水平和合理分散大用户接入点,降低局部过载风险,同时在不新增固定资产的前提下预留主变并列运行和馈线重组的操作条件^[4]。对于居民负荷快速增长但短期波动明显的区域,应在容量配置上避免一次性扩容,更多依托中压网络结构调整和运行方式优化实现阶段适配,例如通过调整供电半径、优化负荷分布点位置以及合理配置开关分段,提高分区内负荷转移和内部平衡能力。公共服务负荷集中的分区在容量协调时需充分考虑用电时段集中与应急保障需求,通过提高备用容量配置比例并明确备用投切路径,确保在过渡期不因分区边界调整削弱供电可靠性。对于负荷特性变化不确定性较大的新拓展区域,过渡方案宜在容量层面保持一定弹性,通过限制初期接入规模、强化运行监视和动态评估机制,避免过早固化容量配置方案。

2.5 过渡工程实施顺序的分阶段安排

在焦作市配电网分区分层供电结构过渡方案中,过渡工程实施顺序需紧密结合既有网架条件、建设资源配置及运行安全约束,采用循序推进的分阶段安排。第一阶段以结构理顺为核心,重点解决现状供电关系交叉、分区边界模糊的问题,在不新增大规模固定资产的前提下,对中压馈线供电范围进行梳理,通过局部线路割接、开关点前移或后置等方式,使馈线供电关系与拟定分区边界基本一致,同时同步完善分区内主干馈线的放射或环网形态,减少跨区供电路径,形成相对清晰的区内供电骨架。第二阶段围绕分区运行稳定性展开,在前期结构调整基础上,结合焦作市工业园区负荷波动、老城区居民负荷密集等实际特点,对负荷增长较快或备用能力不足的分区实施容量补强,具体做法包括对原有变电站出线进行扩容改造、增设区内联络支线以缩短供电半径,并对分区内关键节点的开关配置进行重排,使事故转供路径限定在分区范围内完成,同时避免形成新的跨区依赖关系。第三阶段侧重分层功能的进一步落实,针对仍存在上级电网直接承担区内负荷或中压网络层级功能不清的区域,通过调整供电层级接口、规范不同电压等级的供电对象,使中压配电网稳定承担区内负荷供给与平衡任

务,上级电网仅保留必要的支撑和备用功能。第四阶段为针对性完善阶段,结合前述阶段运行结果,对个别受制于通道条件或历史遗留问题的局部区域实施专项改造,通过优化线路走向、调整分区边界细部形态或补充必要的区内备用通道,使其满足分区分层运行要求,各阶段之间通过滚动评估衔接推进,避免建设任务叠加对运行造成集中扰动^[5]。

2.6 运行管理与结构过渡的协同推进

在焦作市配电网分区分层供电结构过渡方案实施过程中,运行管理与结构调整需同步谋划、协同推进,避免工程改造与运行方式脱节造成结构目标难以固化的问题。结合焦作现有变电站供电范围及中压馈线交织运行的现实条件,过渡阶段首先应在运行层面重新梳理各供电分区的主供关系,明确每一中压分区的首选电源点和稳定运行方式,通过运行规程形式固化正常工况下的供电路径,减少人为操作导致的跨区供电反复出现。在此基础上,对现有联络线路的运行属性进行区分管理,明确其仅在事故或计划检修条件下承担负荷转移功能,在日常运行中原则上保持断开或低负载状态,使运行状态逐步向目标分区结构靠拢。同时,应结合焦作市工业负荷占比高、峰谷差明显的特点,对分区内负荷转移和限额运行策略进行细化,在调度层面设置分区负荷上限和变电站反送约束条件,引导运行

人员在调整负荷时优先采用区内平衡方式,避免形成新的跨区依赖^[6]。过渡期内,运行数据分析是检验结构合理性的关键手段,应依托日常运行记录和事故处置过程,对频繁启用的联络关系、重复调整的线路段进行统计分析,识别供电半径偏长或分区容量配置不协调的薄弱环节,并将其作为后续局部工程调整的重要依据。针对部分暂不具备工程改造条件的区域,可通过优化运行方式实现阶段性过渡,例如通过调整馈线开关常态位置、细化事故切换顺序,降低对非目标供电路径的依赖程度。在运行管理组织层面,应同步调整值班分工和调度指令编制方式,使运行人员在日常操作中以分区为基本单元开展分析和处置,逐步形成稳定的分区运行习惯。

3 结语

焦作配电网分区分层供电结构的过渡方案,本质上是一项兼顾工程现实与目标导向的系统性工作,其核心在于通过渐进调整实现结构优化而非简单替换。结合焦作市既有网架条件与负荷特征,过渡方案需要在分区边界、层级分工和实施节奏之间保持协调,以确保供电安全与结构演进同步推进。通过科学编制并持续优化过渡方案,可为后续目标网架建设奠定稳定基础,使配电网结构演进具备可控性与连续性。

参考文献:

- [1] 张雪莹,曾强,陈腾生.基于一致性理论的主动配电网分层分区经济性协调控制研究[J].电气自动化,2024,46(1):47-51.
- [2] 范萍.低压配电网短路电流自动控制方法设计研究[J].产业技术创新,2024,6(2):60-63.
- [3] 刘红新,陈青,刘志敏,等.大规模分布式电源接入中低压配电网分层分区规划方法[J].微型电脑应用,2024,40(11):149-152.
- [4] 舒舟,杨文锋,廖威.计及配电网自动化分区的城市配电网供电可靠性评估方法[J].南方能源建设,2023,10(6):98-104.
- [5] 吴晓蓉,莫骏,魏金萧.基于分区协调控制的主动配电网电压支撑运行策略[J].现代电力,2023,40(6):1032-1042.
- [6] 姚文峰,陈亦平,王滔,等.电动汽车接入配电网的分区评估方法[J].环境技术,2023,41(4):41-44.