

《配电网规划设计技术导则》 在农村电网中的运用探析

针对县域农村电网在执行《配电网规划设计技术导则》中存在的困惑，结合工作实际从供电区域分类、容载比合理设置、技术指标规定以及规划成效评价等角度对有关问题提出合理化建议，并为该《导则》的修编工作提供了依据。

文/国网河南省电力公司新野县供电公司 赵颖博

配电网是直接面向终端电力用户的电网重要组成部分，特别是农村配电网更是“十三五”乃至更长一个时期电网建设的重点。电力行业标准《配电网规划设计技术导则》（以下简称《导则》）于2015年编制完成，2019年，国网公司发展策划部发文征求修订意见，提出重点从供电区域分类、网格单元划分、空间负荷预测以及容载比合理设置等方面征求意见。

笔者结合十余年县域电网规划设计工作经历，对导则在县域农村电网的应用中存在的困惑提出了个人的认识，并结合工作要求提出合理化建议，希望对配网规划设计工

作的同行起到启示作用，并为《导则》的修编工作提供了依据。

供电区域划分与规划目标 应用建议

基于我国地域辽阔，东西部之间、城乡之间经济水平不平衡等因素，《导则》提出了统筹各地配电网协调发展，按照供电可靠性需求和重要程度辅以负荷密度将供电区域进行细分，并明确了6类供电区域的配电网发展目标、建设标准和重点。

表1中，A+类供电区域主要为直辖市的市中心区以及省会城市（计划单列市）的高负荷密度区；

A类供电区域主要为省会城市（计划单列市）的市中心区、省辖市的市区以及地级市的高负荷密度区；B类供电区域主要为地级市的市中心区、省会城市（计划单列市）的市区，以及经济发达的县城；C类供电区域主要为县城、地级市的市区以及经济发达的中心城镇；D类供电区域主要为县城、城镇以外的乡村、农林场；E类供电区域主要为人烟稀少的农牧区。

结合不同供电区域的发展需求与电网特点，参考国外经济发达地区的供电可靠性水平及国内供电可靠性的现状水平，《导则》提出不同类型供电区域的配电网规划目

表1 供电区域划分表

供电区域	A+	A	B	C	D	E
直辖市	市中心区 或 $\sigma \geq 30$	市区或 $15 \leq \sigma < 30$	市区 或 $6 \leq \sigma < 15$	城镇 或 $1 \leq \sigma < 6$	农村 或 $0.1 \leq \sigma < 1$	—
省会城市、计划单列市	$\sigma \geq 30$	市中心区 或 $15 \leq \sigma < 30$	市区 或 $6 \leq \sigma < 15$	城镇 或 $1 \leq \sigma < 6$	农村 或 $0.1 \leq \sigma < 1$	—
地级市 (自治州、盟)	—	$\sigma \geq 15$	市中心区 或 $6 \leq \sigma < 15$	市区、城镇 或 $1 \leq \sigma < 6$	农村 或 $0.1 \leq \sigma < 1$	农牧区
县(县级市、旗)	—	—	$\sigma \geq 6$	城镇 或 $1 \leq \sigma < 6$	农村 或 $0.1 \leq \sigma < 1$	农牧区

注：1. σ 为供电区域的负荷密度（MW/km²）。

2. 供电区域面积一般不小于5 km²。

3. 计算负荷密度时，应扣除110（66）kV专线负荷，以及高山、戈壁、荒漠、水域和森林等无效供电面积。

标，如表2所示。

提高供电可靠性可以从网架、设备和技术管理等方面入手，但由于不同地区配电网发展水平、发展阶段存在差异，不同手段对可靠性提升的投资成效灵敏度也有所不同。因此，通过技术经济分析合适的供电可靠性的措施和方案，让配电网的投资更加经济高效。

电网建设型式主要包括以下几个方面：变电站建设型式（户内、半户内和户外）、线路建设型式（架空、电缆）、电网结构型式（链式、环网和辐射）、馈线自动化及通信方式等。各类供电区域配电网建设的基本参考标准如表3所示。

在县域电网规划层面，具体实施人员对供电分区、建设标准等存在着不小的争议和工作标准模糊的问题。供电区域划分和规划目标、建设标准的确定主要参考供电区域性质（县城、农村、乡镇和产业集聚区）、供电区域面积以及负荷密度3个关键因素。在实际工作中往往采用大区域划分的方式，即城区（规划控制区）和产业集聚区划分为一个供电区域为C类；乡镇划分为一个供电区域为D类的方式予以分类。结合工作实际，笔者认为供电区域划分的指标应为参考指标而非强制性指导条文。在参考负荷密度、行政区域性质和区域面积等因子的基础上，各项因子并列参考综

合分析，本着“以粗不宜细”“宜大不易小”和“不以单一指标搞一刀切式的供电分区标准”的思路，以县级供电区域内易于组网、易于规划建设管理为原则，一个县至多存在两种性质供电分区，对乡镇政府所在地、产业集聚区和高效农业示范物等特殊性质区域应另行规定建设标准。在工作中存在的执行困惑和工作建议如下：

1) 以单独的乡镇为供电单元来考虑，是否需要供电区域细分问题。若按照供电区域面积不小于5 km²的概念进行细分，乡镇直区域负荷密度可以达到C类标准，但是以乡镇为供电单元负荷密度长期达不到C类要求。因为农业生产负荷（机井通电）存在面积大、负荷低、利用小时数少和用电时段集中等特点，若乡镇以D类供电区进行建设，规定的中压配电网（110 kV/10 kV）单辐射为主的供电结构与电网运维、营销管理等诸多要求严重冲突脱节，不利于10 kV以乡镇供电区域进行组网。建议供电区域分区引入电压等级概念，即110 kV、35 kV以县为单位进行分区，统一确定建设标准；10 kV以乡镇行政区域或者供

表2 规划目标

供电区域	供电可靠率（RS-3）	综合电压合格率（%）
A+	用户年平均停电时间不高于5 min （≥99.999%）	≥99.99
A	用户年平均停电时间不高于52 min （≥99.990%）	≥99.98
B	用户年平均停电时间不高于3 h（≥99.965%）	≥99.95
C	用户年平均停电时间不高于9 h（≥99.897%）	≥99.70
D	用户年平均停电时间不高于15 h（≥99.828%）	≥99.30
E	不低于向社会承诺的指标	不低于向社会承诺的指标

注：1. RS-3计及故障停电和预安排停电（不计系统电源不足导致的限电）。
2. 用户年平均停电次数目标宜结合配电网历史数据与用户可接受水平制定。
3. 各类供电区域宜由点至面、逐步实现相应的规划目标。

表3 各类供电区域配电网建设的基本参考标准

供电区域类型	变电站			线路				电网结构		馈线自动化方式	通信方式	
	建设原则	变电站型式	变压器配置容量	建设原则	线路导线截面 选用依据	110～35 kV 线路型式	10 kV 线路型式	110～35 kV 电网	10 kV 电网			
A+、A	土建一次建成 变压器可分期建设	户内或半户内站	大容量或中容量	廊道一次到位； 导线截面一次选定	以安全电流裕度为主， 用经济载荷范围校核	电缆或架空线	电缆为主， 架空线为辅	链式、环网为主	环网为主	集中式或智能分布式	光纤通信	
B						架空线必要时电缆	架空线必要时电缆			集中式或就地型重合器		
C		半户内或户外站	中容量或小容量			架空线	架空线必要时电缆			就地型重合器或故障指示器		
D		户外或半户内站	小容量		以允许压降作为依据	架空线	架空线	辐射为主	辐射为主		无线通信、载波通信	
E					以允许压降为主， 用机械强度校核	架空线	架空线					

电网格单元（网格化规划概念）进行供电区域划分。同时以省市区域为研究对象，具体对D类区域10 kV结构是单幅射为主还是单环网为主进行规定指导，结合“有强有弱”的电压等级电网结构要求，单环网将是农村中压配网的基本结构，并将大量存在。

2) 对县城和产业集聚区为主的规划控制区长期为C类供电区域，未来在“十四五”或者“十五五”可能将提升至B类供电区域的县，将大量存在城区新增布点问题，其中110 kV进线廊道和10 kV出线廊道将成为制约县域电网建设的关键因素，特别是110 kV高压电缆无法纳入规划建设需求的问题日益突出。从而在结合上报政府《百城提质规划》《电力设施布局规划》等电力与市政等规划衔接中无法直接提及高压管廊的建设，将大大制约未来十年电网的发展建设落地需求。建议在导则中进一步放宽110 kV高压电缆使用现状，在充分进行技术经济比较的基础上，以合理规划布点和建设经济性为原则，通过技术经济比较，允许县域规划控制区内建设高压电缆线路。

3) 对县域中大量存在的产业集聚区、经济开发区（示范区）等工农业负荷集中区域，从宽考虑专线或开闭所接入要求，有效减少后期运维管理、营销供电服务等成本。同时建议对无特殊性质重要用户的产业集聚区等，即便在“十四五”或“十五五”达到B类供电区域，针对县域集聚区供电要求，是否提高建设标准也需具体分析从严掌握。

主要技术要求解读与修订建议

1. 供电半径

10 kV供电线路的供电半径指从变电站（配电变压器）低压侧出线

到其供电的最远负荷点（配变高压接线柱）之间的线路长度。在农村线路中大量存在游离于相对集中的居民生产生活之外的纯农村生产负荷（机井通电、家庭农场）等。若以D类供电区供电半径不大于16 km的指标，在规划建设大量存在因这类零星负荷点存在造成超半径情况。建议在供电半径规划评价指标中引入负荷组概念，如变电站低压侧到不小于1 000 kV·A负荷组之间的最大线路长度，同时参考电能质量、发展预期等概念指标综合考虑超半径指标规划成效，杜绝片面的指标为准搞规划建设，减少投资浪费。

2. 容载比

对于县域电网110 kV容载比和35 kV容载比的规划成效考评中要兼顾实际情况，不唯指标因素进行考评，在满足电网可持续发展的条件下可适当放宽成效考评指标。

例如，河南省电力公司对所有县域电网进行35 kV电网发展进行分类，提出逐步取消35 kV电压等级。目前笔者所在的县域就属于限制发展35 kV电网县，采用的过渡方式是新增110 kV布点取代原有35 kV变电站，在这种情况下因35 kV现有变电站普遍规模为 $2 \times 10 \text{ MV} \cdot \text{A}$ ，新增起点110 kV变电站容量为 $40 \text{ MV} \cdot \text{A}$ 或 $50 \text{ MV} \cdot \text{A}$ ，普遍采用110 kV/10 kV双圈变压器，110 kV变电站起点初期负荷约为16 MW，同时原35 kV变电站受确保供电可靠性、负荷转供等因素制约短期内又无法退出运行，加之县域110 kV、35 kV电网基数较小，若同时存在2个或者3个此类情况的变电站，容易造成指标异常。但是为了满足电网升级发展的持续需要，此种升级方式又势在必行，建议在积极满足电网发展需求，同时不唯指标因素进行规划成效考评。

3. 柱上变压器选型和用户接入容量

导则中提出配电变压器应按照“小容量、密布点、短半径”的原则进行配置，其中D类供电区三相柱上配电变压器容量不大于 $315 \text{ kV} \cdot \text{A}$ ，同时对于用户供电电压等级应根据当地电网条件，最大用电负荷、用户报装容量经技术经济比较后予以确定。在实际工作中这两项原则与实际管理规定有所冲突，其中河南省电力公司标准化物料中以 $400 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 配电变压器为基准进行成套化设计，2019年为改善营商环境，明确提出 $160 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 以下一般工商业用户直接接入公用配电变压器。基于以上因素考虑，建议D类供电区选型应扩大到 $400 \text{ kV} \cdot \text{A}$ ，用户接入报装限制也需根据各省市情况进行详细指导分类。

工作建议及结论

配电网规划是一项需要综合考虑多种技术要求、经济约束及外部条件的系统性工作。《导则》从我国配网规划设计工作的实际出发，遵循标准化、差异化及可靠性为中心的规划理念，总结提出了一套适应性与操作性强的技术导则，统一了配电网规划技术标准，为我国建设结构合理、技术先进、灵活可靠且经济高效的现代配电网提供了强有力的技术支撑和保障。

结合工作实际，建议在县域电网中积极推广网格化规划理念，积极引入供电单元、负荷组和目标网架等规划概念，按照电网网架简单清晰、结构可靠的目标，深入研究农村电力负荷发展趋势，对农村电网升级改造标准有效细分，制定适应的建设标准。通过广大配网规划设计人员不断有效的努力工作，积极打造实用高效，科学安全的农村配电网。**EA**