

# 配网自动化及其配网规划的应用探析

张睿 张泽锋

国网宁夏电力有限公司宁东供电公司

**摘要：**配网自动化是一种基于先进技术的电力系统管理方法，旨在提高配电网的效率、可靠性和安全性。本文探讨了配网自动化技术的应用及其在配网规划中的作用。首先，介绍了配网自动化的基本概念和关键技术，包括智能电网、传感器技术、通信网络和智能控制系统等。其次，分析了配网自动化在实际应用中的优势，如实时监测、故障检测与隔离、负荷管理和电能质量改善等。然后，探讨了配网规划中配网自动化的应用策略，包括系统可靠性评估、负荷预测与优化配置、设备状态监测与维护等方面。最后，总结了配网自动化对电力系统运行和规划积极影响，并展望了未来的发展方向。通过本文的探析，可为配网自动化技术的推广和应用提供参考，促进电力系统的现代化和智能化发展。

**关键词：**配网自动化；配网规划

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.11.114

## 一、引言

电力作为一种高质量、清洁高效的二次能源，是当今世界消费最广泛的能源之一。电能是一种特殊的商品，不能大量储存，因此它是同时生产、运输、销售和使用的。客户对电能日益增长的需求只能通过对电力行业本身的资本投资来满足，这将使电力系统不断扩大规模。为了满足国民经济发展的需要，电力行业必须放在首位，因此，做好电力工程建设的前期工作，落实发电、输电、变电工程的主体建设条件，协调其建设进度，优化其设计，就显得尤为重要。配电网规划是电力系统规划设计的一个重要方面，是配电网工程第一步工作的基础。这是一项战略努力，包括对单个重大项目的规划进行总体规划，以及实施各种建设项目的指导方针和原则，配电网规划和设计应根据国家产业和能源政策以及国民经济的总体平衡进行。

配电网扩建的速度和经济合理性不仅会对电力行业的能源消耗和投资利用经济社会优势产生重大影响，还会对国民经济其他部门的发展产生重大影响。正确合理的配电网规划设计实施，可以最大限度地节省国家基础设施投资，同时也促进国民经济其他部门的健康发展，提高其他行业的经济效益和社会效益，其重要性不容低估。

## 二、配网规划设计的概述

### 1. 配电网的定义

配电网是电力系统的一部分，主要用于将发电厂产生的电能送达终端用户。它是由变电站、输电线路和配电线路组成的网络，负责将高压输电线路传输过来的电能进行降压、分配和供应给用户。配电网通常包括中压配电网和低压配电网两个部分，其中中压配电网一般用于城市和工业区域，低压配电网则用于将电能送达家

庭、商业和小型工业用户。配电网的设计和运行是为了确保电能安全、稳定地供应给终端用户，并且满足用户对电能的质量和可靠性要求。

配电网可以按照多种标准进行分类，按电压等级分为三类：高压配电网一般指10kV以上的电压等级，用于城市主干道、工业区域等；中压配电网通常是1kV至10kV的电压等级，用于城市次干道、工业园区等。低压配电网一般是1000V以下的电压等级，用于将电能送达家庭、商业和小型工业用户。按结构分为仅有一个电压等级的单级配电网类以及具有多个电压等级的多级配电网，通常包括高压、中压和低压等级。这些分类方式可以根据实际情况的不同进行组合和调整，以满足不同地区和用户的需求。

### 2. 配网规划设计的特点

配网规划设计需要考虑诸多因素，包括电能供需情况、电压水平、负荷分布、设备状态、网络安全、环境保护等，因此需要具备系统性和综合性，综合考虑各种因素来确保整个配电系统的可靠性、经济性和安全性。

配网规划设计应该具有一定的灵活性和可扩展性，能够适应未来的发展和变化。面对未来负荷增长、新能源接入、技术进步等因素的影响，配网设计需要具备一定的适应性，可以随时进行调整和扩展，充分利用先进的技术手段，如智能电网技术、物联网技术、人工智能等，实现配电网的智能化管理和运营。通过数据分析、预测模型等方法，优化配网运行。考虑到环境保护和可持续发展的要求，采用清洁能源、节能技术等手段，减少对环境的影响，降低碳排放，推动配电网向低碳、环保的方向发展。重视系统的安全性和稳定性，确保电能供应的连续性和可靠性，通过合理的设备配置、故障保护机制、备用电源等手段，提高系统的抗灾能力和应急

响应能力。

### 三、配网规划设计的作用

#### 1. 供电能力充分满足用电负荷增长需求

配网规划设计应当通过对未来负荷增长趋势的分析和预测，合理规划电力供应能力，确保能够满足未来用户用电需求的增长。根据预测的负荷增长情况，合理设计变电站、配电线路和配电设备的容量，确保配电系统具有足够的供电能力。同时配网规划设计应当具备一定的灵活性，能够根据实际情况随时调整供电设备的容量和布局，以应对意外情况或者负荷增长超出预期的情况。在满足用电负荷增长需求的前提下，配网规划设计应当兼顾节能和环保，采用高效节能的配电设备和技术，降低能源消耗，减少对环境的影响。还应当优化供电结构，采用合适的电源配置和供电方式，如结合清洁能源、分布式能源等，以提高供电系统的稳定性和可靠性。

配电网网架在规划期或稍长时间内，在规定元部件“N-1”维修工况下，能够通过调度操作调控，满足负荷需求，不致使配电网元部件过负荷。此外，配电网所有元组件（包括变压器、电源和配电线路等一次主要设备）的运行负荷系数在技术和经济上都是合理的，电压质量合格，不存在满负荷或过载问题。配电网能够满足规划期内和期末正常工况下的当前负荷和预期负荷增长的需求。

#### 2. 配电网具有良好的安全供电性能

良好的安全供电性能是指配电网运行符合“N-1”安全标准的规定。也就是说，在网络正常工作条件下，某个部件发生意外故障（如雷击、短路）或设备发生事故影响，配电网和其他部件的安全稳定运行条件不会被破坏，但仍能维护。配电网和其他部件将继续安全可靠地运行，并能在不损失负荷的情况下维持（或及时恢复）正常供电。“N-1”安全准则是评价配电网供电安全的基本准则。

配电网的各种设备，如变压器、开关设备、电缆等，应具有高可靠性，能够在长期运行中保持稳定性能，避免因设备故障而引发的停电事故。其运行应该具有稳定性，能够应对负荷的突然变化和外部环境的影响，保持电压、频率等电力参数在规定范围内稳定运行。同时具备良好的故障检测与隔离能力，能够及时发现电网中的故障点，并通过合适的隔离措施，最小化故障对系统其余部分的影响，保障供电的可靠性。配电网的各项设备应定期进行维护和检修，确保设备的运行状态良好，减少因设备老化或故障导致的停电风险。其规划也要符合相关的法律法规和标准要求，如电网安全运

行规程、电气设备安全标准等，确保供电运行符合安全性、可靠性和质量要求。

#### 3. 具有较低的线损率

配电网电力损耗是指通过区域配电网向当地用户配电时，该地区的高、中、低压配电网以及营销环节所遭受的电能损失，线路损失越大，供电公司的效率越差。因此，客观地为规划期建立一个合理的线路损耗率目标至关重要。降低线路损耗是落实国家节能降耗主要政策的重要方面，也是供电企业提高运营效率的重要途径。

设计合理的电网布局可以减少线路长度，从而降低线路阻抗和电阻损耗。合理的布局还可以优化供电结构，减少供电点之间的距离，降低输电距离和损耗。在配网规划中，应根据实际负荷情况和供电距离等因素，合理选择适当的电压等级，采用较高的电压等级可以降低线路电流，减少线路损耗。在线路和设备的选材上，选择低损耗、高导电性能的材料，如优质导线、绝缘材料等，降低导线本身的电阻和损耗。还需要运用智能配电技术，如远程监测、自动调节、智能故障检测等，及时发现并修复线路问题，减少不必要的能量损失。在适当的场景下，可以考虑建设局部微网，利用分布式发电和储能技术，降低输电损耗，提高供电可靠性。通过优化配网的拓扑结构，减少环网的数量，降低回路阻抗，从而减少线路损耗。

### 四、配电自动化规划故障处理模式

#### 1. 故障处理原则

在处理任何故障时，安全始终是首要考虑因素，维护人员应严格遵循相关安全规程和操作规程，确保人员和设备的安全。发生故障时，应尽快启动故障处理流程，迅速定位问题并采取相应措施，以最短的时间恢复电力供应。在故障处理过程中，需要准确诊断故障的类型、位置和原因，以确保采取的修复措施能够有效解决问题。对于电网故障，应迅速进行有效隔离，将故障范围限制在最小范围内，以防止故障扩大影响其他部分，在故障隔离的同时，应尽快启动备用供电设备或回路，以保障用户的基本电力需求，尽可能减少停电时间。对于大面积或影响范围广的故障，应及时向相关人员和部门发出通知，包括用户、运维人员、监管部门等，以便及时采取应对措施，对于每一次故障事件，应进行详细记录，并进行事后分析，以找出故障的原因和改进措施，提高系统的稳定性和可靠性。故障处理过程中应不断总结经验教训，积极开展技术创新和改进工作，提高系统的抗干扰能力和应急响应能力。

#### 2. 故障处理模式选择

在选择故障处理模式时，需要根据具体情况和故障

特点进行综合考虑。以下是几种常见的故障处理模式：一是自动化故障处理，配电系统中可以设置自动化装置，通过智能设备和算法实现对故障的自动检测、定位和隔离。这种模式能够快速响应故障，减少人为干预，提高系统的自动化水平和可靠性。二是半自动化故障处理，在某些情况下，配电系统可能采用半自动化模式，即系统自动检测和定位故障，但需要运维人员进行隔离和恢复操作。这种模式能够减少人为判断和操作的时间，提高故障处理效率。三是人工故障处理，对于一些特殊情况或复杂故障，可能需要人工介入进行故障处理。运维人员通过现场检查和手动操作，对故障进行定位、隔离和修复。这种模式能够灵活应对各种情况，但处理时间可能相对较长。四是混合故障处理，在实际运行中，可以根据不同情况灵活组合使用以上几种故障处理模式，以最大限度地提高故障处理效率和可靠性。例如，先采用自动化模式快速定位和隔离故障，然后再进行人工检修和修复。

在选择故障处理模式时，需要考虑系统的自动化程度、运维人员的技术水平、故障处理的时间要求等因素，以确保选择的模式能够最大限度地满足系统的故障处理需求，保障电力供应的稳定性和可靠性。

### 五、配网规划的应用

#### 1. 10kV及以下配网规划

10kV及以下配网规划主要针对中压和低压配电系统，用于城市次干道、居民区域等。相比高压配电系统，其电压等级较低，用途更为广泛。通常采用分布式布局，即将供电点分散设置在不同的区域，以满足居民、商业和小型工业用户的用电需求。由于电压等级较低，10kV及以下配网的供电范围相对较小，通常局限于一定的区域或单个小区域，因此需要根据实际负荷需求进行灵活配置。

10kV及以下配网的设备结构相对简单，包括变电站、配电变压器、配电开关设备等，通常布局在地面或低矮的配电室内。由于电压等级较低，10kV及以下配网的建设和运维成本相对较低，适合于中小规模的城市和农村地区，通常需要考虑局部供电管理的问题，包括对小区域内的负荷进行精细化管理和控制，以满足不同用户的用电需求。

尽管电压等级较低，但10kV及以下配网的可靠性和稳定性仍然十分重要。因此，在规划设计中需要考虑到设备的选择和布局，以及供电线路的可靠性和容错性。总的来说，10kV及以下配网规划特点在于低电压等级、分布式布局、小范围供电、简单设备结构、低成本投资、局部供电管理以及可靠性与稳定性的重视。这些特

点使得配电系统能够更好地适应城市和农村地区的电力供应需求，提供稳定可靠的电力服务。

#### 2. 110kV配网规划

110kV配网规划属于高压配电系统，电压等级较高，能够承载较大的电力负荷，能够实现远距离的电力输送，适用于城市间或城市与郊区之间的电力输电，通常设计为大容量输电系统，能够满足大型工业和商业区域的用电需求。

110kV配网通常需要穿越城市主干道、跨越河流等复杂环境，因此在规划设计中需要考虑到周围环境的影响和保护措施。110kV配网规划中的设备需要具备高可靠性和安全性，包括变电站、开关设备、绝缘材料等，以保障系统运行的稳定性和安全性。随着智能电网技术的发展，110kV配网规划中通常会考虑引入智能化管理系统，实现对电网的实时监测、故障诊断、负荷调节等功能，提高电网运行的智能化水平，也会考虑采用环保节能的技术和设备，例如使用低损耗的绝缘材料、高效率的变压器等，以减少能源消耗和环境污染。

### 六、结论

在电力系统中，配网规划是确保电力供应稳定、可靠的关键环节。无论是110kV以上的高压配网还是10kV以下的低压配网，规划都需要充分考虑到电力需求、环境条件、设备选型以及智能化管理等因素。通过科学合理的规划设计，可以提高配电系统的运行效率，减少能源损耗，同时也能够满足不同用户的用电需求，促进社会经济的发展和进步。

随着技术的不断进步和社会的发展，配电系统的规划设计也在不断演进和完善。未来，我们可以期待更加智能化、高效化的配网系统，以应对日益增长的电力需求和环境保护的挑战。让我们共同努力，为建设安全、可靠、高效的电力配送系统而不懈奋斗。

### 参考文献

- [1] 李玉泉. 电网建设中配网自动化规划及改造的问题探究[J]. 电子测试, 2020, (22): 101-102.
- [2] 刘希辉. 配网自动化在政和县城的应用研究[D]. 导师: 刘向军. 福州大学, 2020.
- [3] 薛锦. 试论10kV配网自动化建设的规划与设计[J]. 科技风, 2020, (03): 176.
- [4] 耿俊成, 宋英华. 配电网自动化系统的经济运行及优化配置分析[J]. 电力与能源, 2019, 40(05): 537-539+584.
- [5] 闫磊, 李远, 赵文娜. 关于配网自动化终端布点优化的研究[J]. 国外电子测量技术, 2019, 38(10): 49-53.