

乡村振兴农网改造中低压配电线路的设计及其规划

阮俊杰

镇江三新供电服务有限公司

摘要：乡村振兴农网改造是推进农村电力供应升级和农村经济社会发展的重要举措。低压配电线路的设计和规划是农网改造的关键环节，直接影响电力供应的质量和可靠性。本文对乡村振兴农网改造中低压配电线路的设计和规划进行了研究和探讨，旨在提供有益的指导和建议。

关键词：乡村振兴；农网改造；低压配电线路；设计及规划

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2023.07.084

引言

随着乡村振兴战略的深入实施，农村地区对电力供应的需求不断增长。然而，许多农村地区的低压配电线路老化、负荷过重等问题严重影响了电力供应的可靠性和稳定性。因此，对低压配电线路进行改造和升级具有重要意义。本文旨在探讨乡村振兴农网改造中低压配电线路的设计和规划问题，为农网改造提供技术支持和参考。

一、农网低压配电线路运行现状

设备老化和损坏：由于农村地区的低压配电线路多年来未进行升级和维护，部分线路设备可能存在老化和损坏的情况。老化和损坏的设备可能导致电力供应不稳定，容易引发线路故障和停电。

1. 负荷过重

随着农村地区经济社会的发展和电力需求的增长，低压配电线路承载的负荷可能超过了设计容量。负荷过重会导致线路过热、电压降低和线损增加，影响电力供应的质量和可靠性。

2. 线损较高

农村地区的低压配电线路长度较长，线损问题比较突出。线路过长、线径不合理、线材质量差等因素可能导致线损率较高，损耗大量电能，降低了电力供应的效率和经济性。

3. 供电可靠性不高

由于低压配电线路的设备老化、负荷过重和线损等问题，农村地区的供电可靠性可能不高。线路故障频发、停电现象较多，给农村居民的生产和生活带来不便和影响。

4. 不平衡负荷和电压不稳定

由于农村地区负荷类型和负荷分布的不均衡，低压配电线路可能存在负荷不平衡和电压不稳定的问题。这可能导致某些地区电压过高或过低，影响电器设备的正常运行和使用寿命。

为改善农村地区低压配电线路的运行现状，需要进行农网改造和升级工作。这包括设备的更新和维护、线路容量的调整、线损的控制、负荷平衡的优化等措施，

以提高供电可靠性、降低线损率，并满足农村地区的电力需求。

二、低压配电线路进行改造和升级的重要意义

1. 提升供电可靠性

通过改造和升级低压配电线路，可以提升供电可靠性和稳定性。老旧的线路可能存在老化、松动、腐蚀等问题，容易引发故障和停电。改造和升级可以解决这些问题，减少线路故障和停电次数，提高供电的可靠性。

2. 改善电能质量

低压配电线路的老化和不合理设计可能导致电能质量问题，如电压波动、谐波扰动等。通过改造和升级，可以采用更好的线路材料、合理的线路布局和潮流控制装置等，提高电能质量，保证供电的稳定和可靠。

3. 支持电力需求增长

随着经济和社会的发展，电力需求不断增长。老旧的低压配电线路可能无法满足日益增长的负荷需求。通过改造和升级，可以增加线路容量、优化线路布局，以适应未来的电力需求增长。

4. 提高能源效率

老旧的低压配电线路存在较高的线路损耗，导致能源浪费。改造和升级可以采用更高效的线路材料、减少线路长度、改进线路连接等措施，降低线路损耗，提高能源利用效率。

三、乡村振兴农网改造中低压配电线路设计规划原则

1. 经济性原则

设计和规划低压配电线路时，应注重经济性，即在满足供电要求的前提下，尽量降低成本。可以通过合理选择线径、线材和设备，优化线路布置和结构，降低建设和运维成本，提高电网的经济效益。

2. 可靠性原则

低压配电线路的设计和规划应确保供电的可靠性。这意味着线路应具备足够的负荷承载能力，能够稳定供应电力，并且能够抵御外界环境和突发事件的影响。在线路设计中考虑到负荷预测、线路容量、线路保护等因素，以确保供电的可靠性。

3. 安全性原则

低压配电线路的设计和规划应注重安全性。这包括线路的绝缘、接地、防雷等安全措施的合理设计和布置，以减少事故风险。同时，也要考虑到线路的安全运行和维护，确保操作人员和用户的安全。

4. 可维护性原则

低压配电线路的设计和规划应考虑到线路的可维护性。这包括线路设备的布置和安装方式，方便检修和维护工作的进行。优化线路结构、减少设备数量，降低维护成本和工作难度，提高线路的可维护性。

5. 灵活性原则

低压配电线路的设计和规划应具备一定的灵活性。这意味着线路应能够适应未来的发展和变化，具备扩容和升级的能力。在线路设计中考虑到农村地区的规划和发展需求，预留一定的余量和空间，以便后续的改造和扩展。

综合考虑以上原则，可以制定适合农村地区的低压配电线路的设计和规划方案，以推进乡村振兴农网改造，提高农村电力供应的质量和可靠性。

四、乡村振兴农网改造中低压配电线路的设计及其规划

1. 负荷需求分析

收集农村地区的用电数据，包括历史用电量、负荷峰值、负荷曲线等。这可以通过与当地电力公司、农村电网管理部门、农户、农业生产企业等相关单位和个人进行沟通和数据调查来获取。将收集到的用电数据进行分类，了解不同类型负荷的特点和需求。常见的负荷类型包括居民用电、农业用电、工商业用电等。根据负荷分类，可以更好地理解各个负荷类型的用电特点和用电量分布。基于历史用电数据和农村地区的发展趋势，预测未来的负荷需求。这可以通过统计分析、趋势预测模型、农村地区发展规划等方法进行。负荷预测可以参考季节性变化、农业生产周期、农村经济发展等因素。确定农村地区的负荷峰值情况，即负荷需求的最高点。负荷峰值分析可通过历史数据中的峰值记录、现场调研、用电设备的额定功率等方式进行。负荷峰值分析有助于确定线路容量和保证供电的可靠性。绘制负荷曲线，了解负荷的日变化和季节变化规律。负荷曲线可以通过用电数据进行统计和分析得出。负荷曲线分析有助于合理安排线路容量、优化负荷调度和能源管理。根据负荷需求的分布特点和特点，将农村地区划分为不同的负荷区域或负荷节点。这有助于确定各个区域的用电负荷特点和需求，为线路布置和容量设计提供指导。通过负荷需求分析，可以更准确地了解农村地区的用电负荷情况，为低压配电线路的设计和规划提供科学依据，以满足农村地区的电力需求，并确保供电的可靠性和经济性。

2. 线路选址和布置

在选址和布置低压配电线路时，需要考虑农村地区的地理条件，包括地形、土壤类型、河流和湖泊等自然地理因素。这些因素会影响线路的架设方式和线路的抗风、抗水淹等能力。根据农村地区的供电范围和用电需求，确定线路的覆盖范围和布置方式。考虑到农村地区的分布特点和用户分布密度，可以选择合适的线路布置方案，如单环网、多环网或辐射状布置。特别注意农村地区的负荷集中区域，如农业生产基地、农村工业区等。在线路选址和布置时，要确保负荷集中区域的供电可靠性和用电质量。在选址和布置低压配电线路时，要尽量减少对自然环境的影响。避免穿越重要的生态保护区、水源保护区等敏感区域，选择对环境影响较小的路径。线路选址和布置应考虑安全因素，避免线路与高压线路、交通干道、建筑物等潜在危险物体或区域的干扰。确保线路的安全运行和维护。在线路选址和布置时，要考虑经济性因素。选择经济合理的线路路径，减少线路长度和材料使用量，以降低建设和运维成本。考虑未来农村地区的发展需求，预留一定的扩展余地，以便后续的改造和扩展。在线路布置时，留出空间和预留通道，方便后续的线路扩容和升级。在选址和布置低压配电线路时，要充分考虑当地居民的意见和需求。与当地居民和农户进行沟通，了解他们的意见和关切，尽量减少对居民生活和农田耕作的干扰。综上所述，在线路选址和布置时，需要综合考虑地理条件、供电范围、负荷集中区域、环境保护、安全因素、经济性、扩展性和社会因素等多方面的因素，以制定合理的低压配电线路选址和布置方案。

3. 线路保护设计

线路保护设计是确保电力系统安全运行的重要环节，它通过设置合适的保护装置和配备相应的保护策略，以便在发生故障或异常情况时，及时切断故障部分并保护线路和设备不受损害。过载保护用于检测线路过载情况，如电流超过额定值或持续时间超过允许范围。常见的过载保护装置包括热继电器、电流保护装置等，它们可以根据设定的保护参数来判断是否存在过载，并触发保护动作。短路保护用于检测线路发生短路故障，如相间短路或对地短路。常见的短路保护装置包括电流保护装置、差动保护装置等。这些装置可以通过检测电流异常、相位差异等来判断是否存在短路，并迅速切断故障部分。接地保护用于检测线路的接地故障，如对地短路或接地电阻增加。常见的接地保护装置包括接地保护继电器、零序电流保护装置等。它们可以通过检测接地电流或零序电流的异常来判断是否存在接地故障，并采取保护动作。过电压保护用于检测线路的过电压情况，如雷电冲击或系统电压异常升高。常见的过电压保护装置包括避雷器、电压保护继电器等。它们可以通过检测电压异常或电压超过额定值来判断是否存在过

电压，并触发保护动作。在设计线路保护时，需要考虑保护装置的逻辑和选择性。动作逻辑指的是根据故障类型和位置，确定保护装置的触发条件和动作顺序。选择性指的是保护装置能够选择性地切除故障段，而不影响正常运行的部分。对于较长的线路或复杂的电网系统，可以考虑使用通信和远方功能来实现保护的协调和远程监控。这样可以提高保护的可靠性和响应速度，减少人工干预。为了确保线路保护装置的正常运行，需要进行定期的检修和测试。这包括保护装置的校验、功能测试、定期检查和维护。在线路保护设计中，需要综合考虑线路的特点、系统运行条件、设备类型和故障类型等因素，制定合适的保护策略和选择适当的保护装置。同时，需要遵循相关标准和规范，确保线路保护设计符合电力系统的安全要求。

4. 线损控制和能效优化

确保电力系统中的线路、变压器等设备的选型和使用符合实际负载需求。适当提升设备的负载率，避免过度配备和低负载运行，从而减少线路损耗。合理规划和管理设备的运行方式，包括减少设备的空载运行时间、避免设备的长时间空转、定期检查和维护设备等。通过优化设备的运行管理，可以降低能耗和线损。合理调整电力系统的负载分配，避免过度负荷或不平衡负荷的情况发生。通过负载均衡和合理的负荷调度，减少线路过载和电能损耗。

保持电力系统中的电压稳定，避免电压过高或过低。通过电压调节装置、电压补偿装置等技术手段，控制电压在合适的范围内，减少线路损耗。采用智能配电网技术，如远程监测、自动化控制、功率因数补偿、电能质量改善等，提高电力系统的运行效率和能源利用率。通过实时监测和数据分析，了解电力系统的运行状态和线损情况。及时发现问题和异常，采取相应的措施进行调整和优化。加强对电力系统运行人员的培训，提高其对线损控制和能效优化的认识和能力。同时，向用户和社会宣传节能减排的重要性，倡导节约用电和能源的理念。

通过综合采取上述措施，可以有效控制线损、提高电力系统的能效，降低能源浪费，实现可持续发展的目标。

5. 短路保护与防雷性保护

短路保护主要是针对电力系统中可能发生的短路故障而设计的保护措施。短路是指电路中的两个或多个导体之间发生了异常的低阻抗连接，导致电流异常增大。短路故障可能导致设备的过电流和过热，甚至引发火灾和爆炸等危险情况。为了保护线路和设备的安全，短路保护装置会在检测到短路故障时迅速切断故障部分，阻止过大电流的流动。常见的短路保护装置包括电流保护装置（如过流保护、差动保护等）和短路电流限制器等。防雷性保护是为了应对雷电冲击而采取的保护措

施。雷电是大气中产生的强大电荷释放现象，当雷电击中电力系统的设备或线路时，可能引发过电压冲击和电流突变。这些过电压和电流的突变可能会对设备和线路造成损坏。为了防止雷电冲击对电力系统造成破坏，防雷性保护包括多种措施，如安装避雷器、接地装置、过电压保护装置等。避雷器可以将雷电冲击的电流引入地下，保护设备和线路的安全。接地装置用于将过电压引入地下，防止设备过电压损坏。过电压保护装置则用于检测过电压情况，一旦检测到过电压，会采取相应的保护措施。需要注意的是，短路保护和防雷性保护虽然是不同的概念，但在某些情况下可能存在关联。例如，在雷电冲击过程中，可能会引发线路的短路故障。因此，综合考虑短路保护和防雷性保护，并采取相应的保护措施，可以更好地确保电力系统的安全运行。

6. 线路容量设计

了解最终用户的用电负荷需求，包括目前的需求和未来的发展预期。考虑各种类型的负荷，如照明、家用电器、工业设备等，以确定所需的总负荷。考虑低压配电线路的长度，包括从变压器站点到最远用户的距离。较长的线路长度会增加线路损耗和电压降，因此需要更大的线路容量。预留一定的线路容量余量非常重要，以满足未来的发展和扩容需求。考虑经济社会的发展趋势和预期负荷增长，为线路容量设计提供一定的冗余。选择适当的线路材料和规格，以确保其能够承受所需的电流负荷。考虑线路的截面积、绝缘材料、导线材质等因素，以满足设计要求。考虑线路损耗对容量设计的影响。较高的线路损耗会导致能量浪费和效率下降，因此需要适当增加线路容量来补偿损耗。遵守相关的国家和地区标准和规范，以确保线路容量设计符合安全和可靠性要求。需要注意的是，线路容量设计是一个复杂的过程，需要综合考虑多个因素。建议在具体的工程设计过程中，与电力工程师和专业人士合作，根据具体情况进行详细的容量计算和设计。

结束语

乡村振兴农网改造中低压配电线路的设计和规划是推进农村电力供应升级的重要任务。本文对低压配电线路设计和规划的关键问题进行了探讨和研究，提出了相应的技术指导和建议。希望这些内容能为乡村振兴农网改造提供参考，推动农村电力供应的改善和农村经济社会的可持续发展。

参考文献

- [1] 周巍. 农网改造中低压配电线路的设计与规划实践探究[J]. 科技资讯, 2018, 16(25): 25+29.
- [2] 翟德怀. 研究农网改造中低压配电线路的设计[J]. 通讯世界, 2017, (22): 310-311.
- [3] 魏友生. 论农网改造中低压配电线路的设计与规划[J]. 中国战略新兴产业, 2017, (36): 24.