

基于路网分级规划的配网机械化施工技术研究

陈大才 陈 雪 李继宇 阮筱菲

国网福建省电力有限公司经济技术研究院 福建福州 350012

摘 要：随着城市化快速发展和电力需求不断增加，配电网建设的施工质量和效率日益受到重视。研究从路网规划的基本原则出发，详细规划和优化各级道路，并根据道路的等级制定相应的机械化施工技术应用方案。实践证明，基于路网分级规划应用配网机械化施工技术可以显著提升施工过程的整体效率和质量。

关键词：配网工程；机械化施工；路网分级规划；施工效率；环境影响

电力系统作为现代城市生活的基础设施支柱，其稳定和高效地运作对维护城市功能和提升居民生活质量具有至关重要的作用。电力需求量迅速增加，传统的电网建设和维护模式已无法满足市场的迅速变化。尤其是在快速发展的城市和地区，电网建设常常需要在有限的空间和复杂的地形条件下进行，这对施工技术和项目管理提出了更高的要求。现行的配网建设面临如道路状况限制、高昂的施工开支及显著的环境负担等一系列挑战，这些因素严重影响了项目的效率和成本效益，采用基于路网分级的配网机械化施工方法，可以系统地解决上述问题，成为相关工作者重点研究的课题。

一、路网规划原则

在配网机械化施工中，路网规划的初步阶段应重点考虑交通的便捷性及道路的承载力，促使材料和设备能够无障碍地输送到施工现场。第一，路网规划应遵循资源优化利用的准则，优先选用和改善现有的道路网络，减少对环境的干扰，降低新建道路的经济成本。第二，路网规划应符合可持续性原则。在规划施工路线时，必须评估施工对周边环境可能造成的影响，在生态敏感区或自然保护区附近，应尽量避免或使用对环境影响最小的施工技术。施工完成后需要制定具体措施，将施工区域的自然和生态条件能迅速恢复至原始状态。第三，路网规划应展现出足够的灵活性和前瞻性。配网施工可能会面临不可预期的技术挑战或环境变化，路网设计应预留调整空间以适应这些变化。

二、路网分级的方法

（一）一级道路规划

一级道路主要承担连接关键物资供应点、生产工厂与施工场地的功能，必须具备足够的承载力，支持重型设备和大规模物资的运输需求。在规划阶段，需要保证

一级道路具备良好的通行能力，促使施工物流的畅通无阻及安全。在选定和设计一级道路时，首要任务是进行交通流量的详细分析和道路容量的全面评估。在这一过程中，广泛采用地理信息系统（GIS）和交通模拟软件预测交通负荷并优化道路布局。一级道路的布局规划还应考虑未来的发展可能，提高路网适应未来发展变化的灵活性。通常会选择成本效益高且耐用的沥青或混凝土作为主要建设材料，并使用先进的土石方处理设备和自动化道路铺设技术。规划者还需要对可能的环境影响进行评估，采取相应的环保措施，比如设置沉淀池、隔离带，使用环保型建筑材料，并在施工期间严格控制扬尘和噪音，减轻对周围环境的负面影响。

（二）二级道路选择

二级道路通常服务于更小的区域，连接一级道路与具体施工点或较小的物资仓库之间。在二级道路的选择过程中，需综合考虑地形、现有道路状况、施工需求和经济效益等多个因素。选择二级道路时优先考虑那些可以有效利用或经过改造能满足需求的路段，如需新建道路，规划者必须详尽调查地形条件，挑选最适合施工和未来使用需求的路线。二级道路的设计还应具备足够的灵活性和可调性，以便在施工过程中应对可能出现的变更。

通常二级道路的建设会选择成本较低且施工快速的材料和技术，如碎石或砂砾路面。这类材料的耐用性虽好，但其维护成本较低，适合不承受重型交通负担的场合。在施工时还需要设计有效的排水系统，确保雨水能够迅速排出，避免道路积水和损坏。规划者还需要评估施工对本地生态系统可能产生的影响，设立生态通道和保护区域，保障野生动植物栖息地的完整性，并减少施工对周边环境的干扰。

(三) 三级道路布设

三级道路主要服务于施工现场内部，提供到达具体施工点的直接通路。这类道路的长度一般较短，虽然使用频繁，但每次使用的持续时间通常较短。在布局三级道路时，特别需要考虑其功能性和成本效益，及其对整体施工进度的直接影响。在规划三级道路的过程中，设计者必须仔细考虑道路的位置和布局，高效地连接施工的各个点。由于三级道路可能需要根据施工进度进行频繁的修改或调整，设计上应保证足够的灵活性。在选择建设材料时，通常优选那些可以快速铺设和拆除的选项，比如砾石或临时性铺装材料，这些材料在项目结束后可以迅速回收或清除。此外，三级道路的设计还必须充分考虑安全因素。由于这些道路常被用于重型机械和运输车辆的临时通行，其设计必须具备足够的承载力和稳定性，防止在使用中发生任何形式的塌陷或滑移。为保障施工人员的安全，必须设置清晰的交通标志和警告标牌，每位道路使用者都能明确行驶规则及注意事项。

三、基于路网分级规划的配网机械化施工技术研究

(一) 基础施工机械化技术

1. 机械设备选型

选取合适的机械设备对配网工程的施工效率及质量起着关键作用，合理选择设备不仅能加快施工进度，还能提升工程安全性，并降低后期的维护开支。在进行设备选型时，应综合评估设备的功能性、操作效率、系统兼容性及其适应不同环境的能力。针对不同的路网分级的施工阶段，如土方作业、基础施工、铁塔搭建以及电缆铺设，均需选用专门设计的设备以完成特定任务。例如，土方作业通常需用到高效能的挖掘机、装载机及推土机，而铁塔搭建和电缆铺设需依赖塔吊和起重机这类精确度高且稳定的大型设备保障施工安全。

效率是选择机械设备的另一个重要标准。高效的设备能显著减少工程时间并节约人工成本。评估设备的效率时，除了考虑其本身的操作速度外，还应考虑其在特定工作环境下的表现，如在复杂地形或极端气候条件下的可靠性，选择时需注意其环境适应性。设备的兼容性和维护便利性亦是重要的考量因素，具有良好兼容性的设备能够与其他机械或系统有效配合，使整个施工流程更加顺畅。易于维护的机械设备能够减少因故障可能导致的施工中断，保证项目按时进度。除了技术参数和性能外，还应评估设备的维护需求和制造商的技术支持服务。随着环保法规日益严格，选择低噪音、低排放的设

备已成为施工项目的标准配置。这些设备还应能够适应施工地的特定气候和地理环境，比如高温、高湿或极寒条件。

2. 基础施工工艺

基础施工工艺主要包括电线杆或铁塔基座的建设工作，这些结构必须能承受长期的自然及机械负载。施工的初步阶段是地基处理，这一步骤的质量直接决定了基础的承载力和寿命。地基处理常见的方法包括压实、置换和加固等，选择合适的处理技术需要根据土壤的种类和特性进行。如面对疏松或高含水量的土壤，可能需采取深层压实或化学加固技术，增强其稳定性。

进入一级道路基础的设计与施工阶段，这一过程中需要根据土壤状况、预期负载及未来的使用条件设计基础。常见的基础类型有直埋式、扩底基础及桩基础，各有适用场景和特点。直埋式基础操作简单，成本低，适合承载力较强的土壤；扩底基础适用于需要较大承载面的情况；桩基础用于土质复杂或需深埋固定的场合。施工完成后需要进行全面检验和验收，测量其尺寸精度、验证承载力和检查结构完整性等。还应进行实际荷载测试，保证基础的承载性能符合设计要求。在整个基础施工过程中，采用先进的机械化设备和科学的施工方法是提升工效和保证质量的核心，必须严格按照工程质量和安全标准执行每个施工环节，才能保持配网工程的长期稳定性和安全性。

(二) 铁塔组立机械化技术

1. 铁塔组立方式

铁塔的组装是输电线路建设的重要环节，其执行质量与线路的安全性和稳定性密切相关。铁塔的组装方法取决于铁塔本身的构造、高度以及所在地的地理和经济条件。常用的组立技术包括整体提升、分段安装和直升机吊装这三种方式。整体提升法适用于中等大小的铁塔，这种技术以其快速组装和短周期的优势而被广泛使用。此法通常需借助大型起重设备将铁塔预制件整体吊装至预定位置，要求施工场地宽敞以便设备操作和铁塔摆放。对于地形复杂或场地受限的二级道路区域，分段安装法更为常见。此方法将铁塔分为多个部分在地面组装，然后逐段吊装至其最终位置。这种方式的灵活性较高，能够适应不规则地形，但其施工时间相对较长，对组装精度的要求也相对更高，需要精确控制各部分的装配顺序和位置。

在偏远或难以到达的地区，直升机吊装是一种有效的解决方案。尽管成本较高，但这种方法可以突破地形

限制，尤其适合于山区或湿地施工。直升机吊装能减少对地面环境的干扰，提高施工灵活性，但对操作条件，如风速和天气状况，有较高的要求，并且依赖于经验丰富的飞行和地面团队，才能保障施工安全。

2. 机械化组塔设备

随着施工技术的进步，多种专门设计的机械化设备已被广泛应用于铁塔的组立工作，不仅提升了施工效率，也增强了作业的安全性。常见的机械化组塔设备包括各种起重机、塔吊及其他辅助设备，如专用的铁塔安装机械。起重机在铁塔组立工作中发挥着核心作用，根据不同的载重和工作范围需求，可选择履带式或车载式起重机。履带式起重机因其出色的稳定性和较大的载重能力，非常适合用于大型铁塔的组立工作。而车载起重机因其优异的移动性，适用于需要频繁转移设备的施工现场。塔吊是在空间受限如城市环境中不可或缺的设备，能够进行高效的垂直和水平起吊作业。塔吊的使用减少了地面设备所需的空間，其高度和臂长的可调整性使其能够在复杂的施工环境中灵活操作。此外，一些新开发的铁塔安装机械，如自动化铁塔安装机，整合精确控制系统，可以自动调节吊装角度和位置，能够减少人工干预，提高组装的精度和效率，也进一步提升了施工过程的自动化和安全水平。

(三) 架线机械化施工技术

1. 选择架线设备

在架线作业中，电缆的张拉与安装工作要求设备必须性能优越，具备高度可靠性和安全性。在挑选架线设备时，应充分考虑设备的操作范围、载重能力、灵活性以及其对各种环境的适应力。架线工作主要依赖于起重机和张拉设备。起重机负责电缆的移动和粗略定位，张拉设备用以精确调节电缆张力，正确安放电缆。选择起重机时，应依据现场实际需求及电缆重量，保证所选机型具备足够的提升能力和操作稳定性。张拉设备则应选择操作简便、精度高且长时间作业可靠的型号。

架线任务还需配备导线放线架、导向架和缓冲装置等辅助设备。导线放线架负责储存并顺畅释放电缆，避免缠绕或损伤；导向架用于调整电缆方向，保证张拉过程中张力均匀；缓冲装置在张拉时减少冲击，防止电缆损伤。选择设备时也要考虑操作的便捷性和维护的简易性，方便施工中能快速处理设备故障，避免延误施工进度。

2. 跨越施工技术

跨越施工是电网架设过程中解决自然与人造障碍的关键技术，其施工方案应考虑不用道路的地形、气候和现有基础设施的具体状况。跨越技术分为临时跨越和永久跨越两种形式，临时跨越主要应用于施工期间，保持施工需求；而永久跨越涉及最终的电缆布局，需符合更高的技术标准和安全规范。在现代跨越技术中，无人机和导线牵引技术提供了新的可能性。无人机技术由于其灵活性和对环境的最小干扰，被应用于复杂地形的跨越施工中。无人机可以在不直接接触地面的情况下完成电缆的铺设，大幅减少环境损害。导线牵引技术利用专用的牵引绳和设备，在预设路径上拉动电缆，适用于长距离和复杂地形的施工。在跨越施工中需要高度安全防护措施，制定详尽的安全预案，包括应急响应措施和救援计划，实时检测潜在风险并及时进行调整，提高配电网机械施工的安全性和质量。

结语

本研究深入分析了基于路网分级的配网机械化施工技术，强调了合理利用现有道路资源并按道路等级合理配置施工资源的重要性。施工人员应深入理解并应用研究中的路网分级和机械化施工技术，持续从实际操作中提取经验，不断优化施工技术水平，提高施工技术能力和管理效率。随着科技进步和环保标准的提升，基于路网分级的配网机械化施工技术的自动化和智能化特征将更为显著，为电力行业带来更完善的施工技术，推动该行业朝向更智能、更环保的方向发展。

参考文献

- [1] 辽宁铁岭公司：推动配网工程机械化施工[J]. 农村电气化，2024，(04)：30.
- [2] 吴荡. 如何做好配网工程施工转型升级工作[J]. 农电管理，2024，(03)：55-56.
- [3] 李映含，余杰，孙洋. 推广应用机械化作业 配网施工安全效率双提升[J]. 江西电力，2022，46(01)：42-43.
- [4] 鲍燕妮. 公路和城市道路网融合模式研究[J]. 公路，2021，66(09)：254-259.
- [5] 肖靖宇，吕国林，林云青，等. 基于道路分级体系优化的窄路密网实施路径研究[J]. 交通与运输，2020，33(S2)：242-246.