

科研成果

输配电线路带电作业技术研究

陈阳

(国网宁夏电力有限公司中卫供电公司 宁夏中卫 755000)

摘要：随着全球能源需求的增长和电力系统复杂性的提高，输配电线路的维护和升级变得日益重要。带电作业，作为一种在不切断电源的情况下进行线路检修和设备维护的技术，可显著提高供电可靠性，减少经济损失，然而，这项技术的应用伴随着高风险和复杂性，需要高水平的技术支持和严格的安全管理。对此，本文首先对输配电线路带电作业的优势进行介绍，然后对输配电线路带电作业技术要点进行分析，并对输配电线路带电作业安全防护策略进行探究。

关键词：输配电线路；带电作业；安全防范

电力系统是现代社会的基石，其稳定性和可靠性对经济发展和人民生活至关重要。输配电线路作为电力系统的重要组成部分，需定期做好维护管理与升级，保证电力供应的连续性和安全性。传统的断电维修方式虽然在安全性方面有一定的保障，然而，会导致供电中断，从而影响经济活动和民众生活。带电作业技术是一种新兴的维修方式，在不中断电力供应的前提下，即可进行线路检修和设备维护，提高电力系统的维护效率，减少经济损失，提升带电作业的安全性和可靠性。因此，对输配电线路带电作业技术展开深入研究意义重大。

一、输配电线路带电作业的优势

在输配电线路检修中，通过实施带电作业技术，可有效保障电力系统的连续性，与此同时，还能够提高维护效率。在带电作业过程中，在对电力系统进行维护、检修或升级时，电力线路与设备可保持运行状态，避免停电而影响供电稳定性，提高供电的可靠性。另外，采用带电作业技术，可避免因计划停电而导致的商业损失和社会活动，中断减少因停电引发的电网频率和电压不稳定问题，从而维持电力系统的整体稳定性和安全性。在极端天气或紧急情况下，带电作业能够实现快速响应，无需长时间等待断电，可以立即进行故障修复，减少因停电造成的损害。此外，由于不需要进行长时间的停电准备和后续的供电恢复工作，带电作业可以显著减少检修的总时长，提高维护效率，减少相关的准备工作，如大规模的电网调度和用户通知，从而节省大量时间和资源。

二、带电作业的技术分析

(一) 应用直升机设备

在高压线路的维护和检查中，尤其是在地形复杂、难以接近的地区，可应用直升机设备。通过使用直升机，维护团队能够快速且安全地接近高处或难以到达的线

路，提高检查和维修的效率。直升机不仅可以搭载维护人员，还能配备专门的工具和设备，如带电检测仪器和修理工具，使得团队在不断电的情况下进行线路的检查和小型维修作业。此外，使用直升机进行带电作业，还可以减少对地面交通和环境的影响，避免大量地面设备的移动和设置，提高作业的效率 and 安全性，有利于保护环境，减少对生态的干扰。

(二) 应用间隙保护

在输配电线路带电作业中，应用间隙保护技术至关重要，可确保维护人员进行高压电作业时的安全，有效避免高压电击事故的发生。为有效实施间隙保护，需要确定和维持工作人员与高压设备之间的安全距离，这个距离应根据电压级别和作业环境来确定，以确保在任何时候都能防止电力的意外传递。物理隔离措施是间隙保护的一个重要组成部分，包括使用绝缘棒、安全屏障等工具来物理隔离人员与高压电的直接接触。绝缘棒是一种有效的防护工具，能够保持安全距离同时进行必要的操作，而安全屏障则用于临时隔离工作区域，防止非作业人员误入高风险区域。除了物理隔离，间隙保护还涉及一系列标准化的操作程序和技术措施，制定详细的作业指导书、安全操作规程以及应急响应计划，在带电作业中，可采取一致和规范化的操作步骤，使得所有维护作业都在严格的安全标准下进行，保护维护人员生命安全。

(三) 带电水冲洗系统

带电水冲洗系统是一种创新的维护技术，在不停电的条件下，可对高压设备和输配电线路进行清洁。电力设备和线路上的污垢、盐分、尘埃和其他污染物不断积累，是导致设备效率下降和绝缘性能降低的主要原因。带电水冲洗系统通过使用专门设计的高压喷水枪，使得维护人员安全有效地去除，各类杂物。通过定期清洁，

可以显著提高输配电系统的运行效率和可靠性，减少故障和停电事件，从而保障电力供应的稳定性。带电水冲洗系统的关键在于使用绝缘材料和先进技术，据此避免水与电力设施接触时可能引发的短路问题。在系统中，高压喷水枪和其他配件均由高质量的绝缘材料制成，确保在冲洗过程中，水流不会成为导电介质，引发电力事故。此外，该系统通常配备精确的控制设备和喷嘴，使得水流可以精确的针对污染区域，从而最大限度地减少水的使用量，并防止水雾散布到周围环境中，保证作业的安全性和环境的保护。因此，带电水冲洗系统不仅可提高电力设备的维护效率和安全性，而且还能够减少设备故障和延长设备寿命，为电力行业带来显著的经济效益。

（四）带电作业机械手

在高压电力环境下现代化远程操作技术中，带电作业机械手属于前沿技术应用。维护工作人员可在保持安全距离的同时，采用机械手工具进行各种复杂且精细的操作，增加带电作业的安全性和效率。带电作业机械手通过集成先进的电子技术、自动控制系统以及光纤通信，能够实现对作业过程的精确控制，包括切割、焊接、安装和拆卸等。这些操作原本需要工作人员直接接触高压设备，而现在通过远程控制的机械手则大幅降低了直接接触的需要，从而减少电击和其他工作相关风险。此外，带电作业机械手的应用不仅提高了工作效率，还可减少因人为错误造成的事故，确保电力系统维护工作的高质量和高安全标准。因此，这种技术的应用是提升输配电线路带电作业安全性和工作效率的关键步骤。

（五）新型检验仪器及安全防护用具

新型检验仪器及安全防护用具的发展和应用的体现。随着科技的不断进步，一系列先进的检验仪器如红外热像仪、电子测试设备、自动控制系统和光纤技术等被广泛应用于电力系统的维护和检修中。这些现代化的检测工具能够提供更为精确和深入的诊断结果，使维护人员能够迅速准确地识别出电力设备和线路中的潜在故障和问题，从而实施更有效的维护策略和措施。此外，新一代的安全防护用具，包括绝缘服、绝缘手套、安全带等，为工作人员提供更高级别的个人保护，提高在高压环境中工作的安全性。

三、配电网带电作业安全防范的对策

（一）完善安全管理制度

为提高输配电线路带电作业安全性，需建立健全完善的安全管理制度。制定和执行一套严格的安全操作程序，建立全面的安全操作规程和标准，确保所有带电作

业严格按照既定流程执行，减少人为失误的风险。所有电力工作人员，要定期组织开展安全培训和教育，详细介绍带电作业的安全规范，包括事故预防和应急响应措施，提高电力工作人员的安全意识和应急处理能力。此外，定期进行安全检查和风险评估，准确识别作业环境中的潜在危险因素，并采取相应的预防措施，确保作业环境的安全。同时，实施严格的现场监督制度和使用现代化监控工具，如视频监控，可以实时跟踪作业过程，及时发现并纠正不安全行为。除此以外，还要建立一个有效的事故报告和反馈机制，确保所有安全事故和不安全行为都被适当记录和报告，并从中学习，采取必要措施防止类似事件再次发生，从而不断提高带电作业的安全管理水平。

（二）提高作业的技术水平

为提高作业的技术水平，需采用先进的带电作业工具和设备，如绝缘工具、带电作业机械手和专业检测设备，减少工作人员直接接触高压电源的风险，提高作业安全性。通过专业培训和技能认证，提高作业人员的专业技能和操作水平，确保熟练使用各种安全工具和设备，正确执行带电作业。此外，鼓励技术创新和作业方法的改进，可以探索更安全、更高效的带电作业技术和方法，保证作业效率和质量。定期组织技术交流和经验分享会议也有助于作业人员相互学习，分享带电作业的最佳实践和安全经验，促进知识的积累和传承。最后，利用信息技术、人工智能和自动化技术，如远程监控系统 and 自动诊断工具，提高带电作业的安全性和效率，优化作业流程和提升决策质量，提升输配电线路运行稳定性和供电可靠性。

结语：

综上所述，本研究对输配电线路带电作业技术进行了深入分析，通过综合应用直升机设备、间隙保护、带电水冲洗系统、带电作业机械手和新型检验仪器，可以显著提高带电作业的安全性和效率。为提高电力系统可靠性，还需加强技术创新、人员培训和安全文化建设，整合资源，优化带电作业流程，提高带电作业的整体性能。

参考文献：

- [1]杨丙红.探究配电网带电作业方式及安全防护策略[J].电子元器件与信息技术, 2021, 5(05): 79-80.
- [2]孙建宇.10kV 配电网带电作业的危险点与预控策略[J].电子技术, 2022, 51(08): 174-175.
- [3]龙泉,王中华,冯平辉等.1000kV 输电线路耐张塔等电位带电作业电位转移电流计算[J].高压电器, 2024, 60(01): 63-70.