

分布式发电对配电网安全的影响及对策

谭国华 陈航

国网恩施市供电公司 湖北 恩施 445000

摘要：随着能源结构的转型和可再生能源的大力推广，分布式发电（DG）在全球范围内得到了广泛的关注和应用。然而，DG的接入对配电网安全带来了新的挑战。本文详细探讨了DG接入对配电网安全的多个方面影响，包括运行、检修、计量等，并针对这些影响提出了具体且专业的对策建议，以期提升配电网的安全性和稳定性。

关键词：分布式发电；配电网安全；影响分析；对策建议

引言

分布式发电以其靠近用户、减少输电损耗、提高能源利用效率等优势，正逐渐成为现代电力系统的重要组成部分。但与此同时，DG的接入也给配电网的安全运行带来了新的问题和挑战。为了应对这些挑战，本文将从多个角度深入分析DG对配电网安全的影响，并提出相应的解决对策。

1 分布式发电对配电网安全的影响

1.1 运行安全影响

1.1.1 电压波动与闪变

分布式发电（DG）的间歇性发电特性对配电网的电压稳定性构成了显著的影响。由于DG通常依赖于可再生能源，如太阳能和风能，这些能源的供应本身就不稳定，受到天气、季节等多种因素的影响。因此，DG的输出功率可能会在短时间内发生显著变化，这种功率的波动会直接影响到配电网的电压。当DG的输出功率突然增加或减少时，配电网中的电压也会相应地上升或下降，导致电压波动。如果电压波动幅度过大，可能会超出用电设备所能承受的范围，从而影响其正常运行。例如，电压过高可能会导致设备过热、损坏或缩短使用寿命，而电压过低则可能导致设备无法正常工作或性能下降^[1]。此外，DG的间歇性发电还可能导致电压闪变问题。电压闪变是指电压幅值在一定范围内快速变动，通常表现为灯光闪烁等现象。这不仅会影响用户的用电体验，还可能对敏感设备造成损害。

1.1.2 谐波污染

分布式发电（DG）中的部分设备，特别是风力发电机和光伏逆变器等，在运行过程中可能会产生谐波。谐波是指频率为基波整数倍的交流电信号，它们会对配电网造成所谓的“谐波污染”。这些谐波不仅会影响电网的电能质量，还可能对连接在电网上的其他设备造成不利影响。具体来说，谐波会增加线路的损耗，导致电网

效率下降。同时，它还可能引起电气设备的过热、振动和噪音，缩短设备的使用寿命。此外，谐波还可能干扰通信设备和自动化控制系统的正常运行，对电网的稳定性和安全性构成威胁。

1.1.3 潮流改变

分布式发电（DG）的接入显著改变了配电网的传统单向潮流模式。在传统的电力系统中，电力通常从大型集中式发电厂流向用户，潮流方向相对固定。然而，DG的引入使得电力可以在多个点注入电网，这不仅增加了潮流的复杂性，而且可能导致潮流方向的多变。这种变化可能带来一系列问题，其中最主要的是局部过载和电压越限。由于DG的出力可能与系统负荷不匹配，某些线路或变压器可能会承受超过其设计容量的电流，从而导致局部过载。此外，DG的接入点如果过于集中，还可能造成该区域的电压抬升，甚至超过规定的电压上限，这就是电压越限问题^[2]。这些问题都可能影响配电网的安全稳定运行，因此在规划和运营配电网时，必须充分考虑DG接入带来的潮流改变，并采取相应措施确保系统的安全性和稳定性。

1.2 检修安全影响

1.2.1 非计划孤岛

非计划孤岛是配电网检修过程中的一个严重安全隐患，特别是在分布式发电（DG）广泛接入的背景下。非计划孤岛指的是在配电网主供电断开进行检修时，由于DG的持续供电，使得原本应该停电的区域仍然带电，形成与主电网电气隔离的孤岛状态。这种情况下，检修人员若未得到及时告知或警示，很容易在不知情的情况下接触带电部分，从而引发触电事故。非计划孤岛的形成与DG的并网控制策略、保护装置的动作情况等因素密切相关。由于DG的接入，传统的配电网结构和运行方式发生了变化，这增加了非计划孤岛出现的可能性。因此，在配电网检修过程中，必须高度重视非计划孤岛带来的

触电风险,采取一系列安全措施来确保检修人员的生命安全。

1.2.2 检修策略复杂化

分布式发电(DG)的接入对配电网的结构产生了深远影响,使得传统的检修策略面临严峻挑战。由于DG的加入,配电网从一个相对简单、单向的电力输送网络转变为一个拥有多个电源点、潮流方向多变的复杂系统。这种变化不仅增加了电网的复杂性和不确定性,也使得传统的基于固定电源和负荷分布的检修策略变得不再适用。具体来说,DG的接入导致配电网中的潮流和电压分布发生变化,这使得检修时需要更加精确地评估和预测电网的状态。此外,DG的间歇性和不确定性也给检修计划的制定带来了新的难度。传统的检修策略往往基于固定的电网结构和运行方式,而DG的接入则要求检修策略能够更加灵活和智能,以适应电网的动态变化。因此,在DG接入的背景下,配电网的检修策略必须进行相应的调整和优化,以应对电网复杂性的增加和不确定性的挑战。

1.3 计量安全影响

1.3.1 电能计量难度增加

分布式发电(DG)的接入显著提高了电能计量的复杂性。由于DG的引入,配电网中电能的流向变得多样化,不再仅仅是单向地从电网流向用户,而是可能包括用户向电网的反向送电。这种双向电能流动模式对电能计量设备提出了更高的要求。首先,传统的电能表设计主要是针对单向电能流动进行计量的,而在DG接入后,需要能够准确测量和记录双向电能流动的电能表。这就要求电能表具备更高的精度和更复杂的算法来适应这种新的计量需求。其次,DG的输出功率往往具有波动性和间歇性,这也会对电能计量造成影响。电能表需要能够快速、准确地响应这些功率变化,以确保计量的准确性。最后,由于DG可能产生的谐波等电能质量问题,也会对电能计量设备的正常运行造成干扰。因此,电能计量设备需要具备更强的抗干扰能力和更高的稳定性,以保证在复杂的电能环境下依然能够准确计量。

1.3.2 窃电风险提升

DG并网后,用户端普遍装设了电能计量表,用于精确计量用户消耗的电能。然而,这种技术的普及同时也带来了新的安全隐患,即窃电风险的显著提升。一方面,由于电能计量表成为用户用电数据的直接反映,它自然成为了不法分子窃取电能时的攻击目标。通过篡改计量表的读数或破坏其正常计量机制,不法分子可以达到少交或逃避电费的目的。另一方面,DG的并网也为窃电行为提供了更多的可能性和隐蔽性。由于分布式发电

系统的接入,电网的结构变得更加复杂,监控和检测的难度也随之增加。不法分子可能利用这一漏洞,在更难以被察觉的情况下进行窃电行为。

2 对策建议

2.1 运行安全对策

2.1.1 优化配电网规划与设计

为确保配电网的安全稳定运行,优化配电网的规划与设计显得尤为重要。在分布式发电(DG)广泛应用的背景下,我们必须合理规划DG的接入位置和容量,以确保配电网的电压和潮流在可控范围内。具体来说,我们需要综合考虑电网的现有结构、负荷分布、电能质量要求以及DG的发电特性和接入要求,来确定最佳的接入点和接入容量。通过科学的规划与设计,我们可以有效减少电压波动和闪变,降低谐波污染,并防止潮流的改变对电网造成不利影响。此外,我们还应注重提高配电网的灵活性和可扩展性,以适应未来DG接入需求的变化。这样不仅可以保障配电网的当前运行安全,还可以为其未来的发展奠定坚实基础。

2.1.2 增强电能质量监测与治理

为确保配电网的电能质量,建立完善的电能质量监测系统至关重要。这一系统应具备实时监测功能,能够持续跟踪谐波污染、电压波动等影响电能质量的因素。通过高精度的监测设备,系统能够捕捉到电网中的微小变化,从而及时发现并处理潜在的问题。除了监测,该系统还应具备强大的数据分析和治理能力。一旦发现电能质量问题,如谐波超标或电压不稳,系统应能迅速分析原因,并启动相应的治理措施^[3]。例如,针对谐波污染,可以采用滤波器进行谐波抑制;对于电压波动,则可以通过无功补偿装置来稳定电压。通过这样一套完善的电能质量监测与治理系统,不仅能保障配电网的电能质量,还能提高电网的稳定性和可靠性,从而确保用户用电的安全与满意。

2.1.3 引入先进的控制策略

为了提升配电网的灵活性和稳定性,引入先进的控制策略势在必行。自适应电压控制便是一种有效的智能控制策略,它可以根据电网的实时状态自动调整电压,从而确保电网在负荷波动时仍能保持稳定运行。此外,需求侧管理也是一种重要的控制手段,它通过引导用户调整用电行为,如在高峰时段减少非必要用电,从而平衡电网负荷,减轻电网压力。这些先进的控制策略不仅可以提高配电网的运行效率,还能在一定程度上减少电能损耗,提高能源利用效率。而且,随着智能电网技术的不断发展,这些控制策略将更加精准、高效,为配电网

网的安全稳定运行提供有力保障。因此,引入并不断优化这些控制策略,对于提升配电网的整体性能具有重要意义。

2.2 检修安全对策

2.2.1 开发智能检修系统

为提高配电网检修的安全性和效率,开发智能检修系统显得尤为重要。借助物联网、大数据等前沿技术,我们可以构建一个能够实时监测配电网状态的智能检修系统。这样的系统能够持续收集并分析电网运行数据,及时发现异常情况,并自动调整检修策略以适应不同的电网状态。通过物联网技术,我们可以在关键节点安装传感器,实时监测电网的电压、电流、温度等关键参数。而大数据技术则能对这些海量数据进行深度挖掘和分析,预测电网可能出现的问题,并提前制定检修计划。这样,检修人员可以在第一时间得知电网的异常情况,迅速作出反应,从而提高检修的针对性和效率。智能检修系统不仅提升了检修的安全性,还能降低人力成本,提高电网的可靠性。随着技术的不断进步,这样的系统将更加智能化、自动化,为配电网的安全稳定运行提供有力保障。

2.2.2 加强检修人员培训

为确保配电网检修过程的安全与高效,加强检修人员的专业培训至关重要。由于分布式发电(DG)技术的引入,电网的结构和运行方式发生了显著变化,这对检修人员提出了新的挑战。因此,我们必须提升检修人员对DG技术的深入了解和操作技能。通过系统的培训,我们可以确保检修人员熟悉DG设备的工作原理、性能特点以及可能的安全隐患。培训内容应包括DG并网技术、电能质量控制、安全防护措施等方面。此外,还应重点培训检修人员在复杂电网环境下的安全操作技能,以及识别和处理各种安全隐患的能力。通过加强培训,我们可以有效提高检修人员的专业素养,确保他们在检修过程中能够迅速、准确地识别和处理各种安全问题,从而保障配电网的稳定运行和检修工作的顺利进行。

2.3 计量安全对策

2.3.1 升级计量设备与技术

为确保电能计量的准确性,必须升级现有的计量设备与技术。首先,应选用高精度的电能计量设备,这类设备采用先进的传感技术和信号处理算法,能够更精确地测量电能消耗,从而减少计量误差。其次,引入智能

化计量算法也是关键。这些算法能够自动校准和调整计量数据,进一步提高计量的准确性。此外,升级后的设备应具备更强的抗干扰能力,以减少外部因素对计量结果的影响^[4]。同时,设备的稳定性和可靠性也应得到显著提升,以降低故障率,确保长时间稳定运行。通过升级计量设备与技术,我们可以实现更精确、更可靠的电能计量,为电力系统的稳定运行和公平交易提供有力保障。

2.3.2 加强反窃电措施

为有效遏制窃电行为,必须建立完善的反窃电机制。首先,应采用先进的技术手段进行监测和防范。例如,利用智能电表和远程监控系统,实时监测用户的用电情况,发现异常用电模式及时报警。其次,加强法律宣传和教育,提高用户的法律意识,明确窃电行为的严重后果。同时,建立举报奖励机制,鼓励用户积极举报窃电行为。对于发现的窃电行为,应依法严厉打击。加强与公安、司法等部门的合作,形成联合打击窃电行为的合力。通过技术手段和法律手段的有机结合,不仅能够及时发现窃电行为,还能有效追究窃电者的法律责任,从而维护电力市场的公平和秩序。这样不仅能保障电力企业的合法权益,也有助于提高整个社会的用电安全和诚信意识。

结语

分布式发电的接入对配电网安全带来了多方面的影响。本文通过分析这些影响并提出了具体的对策建议,旨在为配电网的安全稳定运行提供有益的参考。随着DG技术的不断发展和完善以及智能电网技术的推广应用,我们有理由相信未来配电网将能够更好地应对DG接入带来的挑战实现更加安全、高效、智能的运行。同时,也需要持续关注和研究DG与配电网的互动关系以及新的安全问题不断优化和完善配电网的安全策略。

参考文献

- [1]匡超,陈悦.分布式发电与配电网保护协调性研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(03):241-242+245.
- [2]雷显国.分布式光伏发电系统就地并网对配电网继电保护的影响研究[J].粘接,2021,46(5):159-163.
- [3]简璐.光伏发电系统接入配电网对电能质量的影响与对策[J].光源与照明,2021(9):143-145.
- [4]葛晓东.分布式发电对配电网继电保护的影响分析[J].集成电路应用,2022,39(12):246-247.