

# 分布式光伏在电网运行中的调控运行管理

范建宏 赵立伟

国网邢台市环城供电公司，河北邢台，054000；

**摘要：**随着全球对清洁能源的需求不断增长，分布式光伏作为一种重要的可再生能源发电方式得到了迅猛发展。分布式光伏接入电网的规模日益扩大，这给电网运行带来了新的机遇与挑战，如何有效地进行调控运行管理成为了电力领域亟待解决的重要课题。基于此，以下对分布式光伏在电网运行中的调控运行管理进行了探讨，以供参考。

**关键词：**分布式光伏；电网运行；调控运行管理

**DOI：**10.69979/3041-0673.24.7.010

## 引言

在能源转型的大背景下，分布式光伏以其分布广泛、清洁环保等优势在电力供应体系中占据着越来越重要的地位。然而，分布式光伏的间歇性、随机性等特点对电网的稳定运行产生了多方面的影响。因此，深入研究其在电网运行中的调控运行管理具有深远意义。

## 1 分布式光伏的发展规模

分布式光伏在近年来呈现出蓬勃发展的态势，其发展规模不断扩大。从全球范围来看，许多国家都积极制定政策鼓励分布式光伏的发展。在欧洲，由于对清洁能源的高度重视以及相关补贴政策的推动，分布式光伏装机容量持续增长，大量的住宅、商业建筑屋顶被光伏板覆盖。例如，德国的分布式光伏发展处于世界前列，众多家庭安装光伏系统，不仅满足自身用电需求，还能将多余电量上网出售。在亚洲，中国的分布式光伏发展规模尤为引人注目。随着“光伏扶贫”等政策的实施，广大农村地区成为分布式光伏的重要发展区域，众多农户的屋顶安装了光伏电站。城市中的工商业建筑也积极参与，分布式光伏装机量逐年递增。而且，随着技术的进步，光伏组件的成本不断降低，发电效率逐步提高，这进一步刺激了分布式光伏的大规模发展。在美国，分布式光伏在一些阳光充足的州发展迅速，无论是家庭用户还是小型企业，对分布式光伏的接受度和安装量都在不断提升。总的来说，分布式光伏的发展规模正处于快速扩张的阶段，并且在未来仍有巨大的发展潜力。

## 2 分布式光伏在电网运行中调控运行的目标

### 2.1 保障电网功率平衡

保障电网功率平衡是分布式光伏在电网运行中调控运行的重要目标之一。分布式光伏具有间歇性和随机性的特点，

其输出功率会随着光照强度、天气状况等因素而波动。这就可能导致电网的功率失衡，影响电网的稳定运行。为了实现功率平衡，调控运行需要实时监测分布式光伏的发电功率以及电网的负荷需求。通过精确的功率预测技术，预估分布式光伏在不同时段的发电功率，提前调整电网中的其他可控电源（如常规火电机组、储能设备等）的输出功率。例如，在光照充足、分布式光伏大发时段，合理减少火电机组的出力；而在光伏出力不足时，增加其他稳定电源的功率输出，确保电网的发电与用电始终处于平衡状态，避免频率波动、电压越限等问题，维持电网的安全稳定运行。

### 2.2 确保电压稳定

分布式光伏接入电网后，对电压稳定性有着显著影响，因此确保电压稳定成为调控运行的关键目标。由于分布式光伏的输出功率变化，可能引起电网局部电压的升高或降低。当光伏出力较大时，可能会造成接入点附近电压升高超出允许范围；反之，在光伏出力骤减时，电压可能跌落。调控运行要对电网电压进行实时监测与分析，采取有效的电压调节措施。一方面，利用分布式光伏逆变器的无功调节能力，根据电网电压的实时情况，调整逆变器输出的无功功率，从而对电压进行支撑。另一方面，通过合理配置无功补偿设备（如电容器、电抗器等），在电压波动时及时投切，维持电压在正常范围内。此外，优化电网的拓扑结构，如调整线路的阻抗、合理布局分布式光伏的接入点等，也有助于提高电压稳定性，保障用户端的电能质量。

### 2.3 提高电网的可靠性

提高电网的可靠性是分布式光伏在电网运行中调控运行的核心目标之一。分布式光伏的广泛接入改变了传统电网的结构和运行方式，在提升能源供应多样性的同时，也给电网可靠性带来了挑战。调控运行需要确保分布式光伏在各种工

况下都能与电网协调工作，避免因光伏故障或异常运行对电网造成大面积停电等影响。这就要求建立完善的分布式光伏监测与故障诊断系统，能够快速检测到光伏系统的故障，并及时采取隔离、修复等措施。同时，通过优化分布式光伏与其他电源、储能设备的协同运行策略，在电网发生故障时，如线路跳闸、电源故障等，分布式光伏可以作为紧急备用电源为重要负荷供电，或者通过与储能设备的配合，维持局部电网的稳定运行，从而提高整个电网的可靠性，减少用户的停电时间和停电损失。

### 3 分布式光伏在电网运行中的调控运行管理技术

#### 3.1 监测技术

分布式光伏在电网运行中的监测技术是实现有效调控运行管理的基础。监测技术旨在对分布式光伏系统的各项运行参数进行实时、准确的采集与分析。对于光伏阵列，监测其输出功率、电压、电流等参数，这有助于及时发现光伏组件的性能退化、遮挡等问题。例如，通过对不同光伏板的电流输出，可判断是否存在部分遮挡影响发电效率。其次，要监测环境因素，如光照强度、温度、风速等。光照强度直接影响光伏发电量，温度过高可能导致光伏组件效率降低，风速过大可能对光伏支架等设备造成损害。对逆变器的监测也至关重要，包括其转换效率、输出频率、谐波含量等。逆变器是光伏系统中的关键设备，其性能好坏直接关系到电能质量。通过先进的传感器和监测设备，将采集到的数据传输到监控中心，利用数据分析算法进行处理，从而为调控运行提供全面、准确的依据，确保分布式光伏系统在电网中的稳定、高效运行。

#### 3.2 控制技术

控制技术在分布式光伏接入电网后的调控运行管理中发挥着核心作用。功率控制是关键内容。由于分布式光伏的功率输出具有间歇性和波动性，需要通过控制技术来实现对其功率的有效调节。例如，采用最大功率点跟踪（MPPT）技术，确保光伏组件始终在最大功率点附近工作，提高发电效率。同时，在电网功率平衡需求下，通过控制逆变器的输出功率，实现对分布式光伏功率的灵活调整，如在电网负荷低谷期减少光伏输出功率，避免反向潮流过大。电压和频率控制也不可或缺。分布式光伏接入可能引起电网电压和频率的波动，控制技术可通过调节逆变器的无功功率输出，稳定电网电压。在频率控制方面，当电网频率发生变化时，控制分布式光伏系统参与频率调节，如调整有功功率输出，以维持电网频率在正常范围内，保障电网的稳定运行。

#### 3.3 通信技术

通信技术是分布式光伏在电网运行中实现调控运行管理的桥梁。在分布式光伏系统中，通信技术负责在各个组件、设备以及与电网控制中心之间传输数据和控制指令。对于分布式光伏电站内部，光伏阵列、逆变器、汇流箱等设备之间需要通信连接。例如，采用现场总线技术，如CAN总线，实现设备间的快速、可靠通信，将设备的运行状态数据传输到本地监控系统。从分布式光伏电站到电网控制中心，通信技术确保大量监测数据和控制指令的准确传输。光纤通信以其高带宽、低损耗、抗干扰能力强的特点，适用于长距离、大容量的数据传输，可将分布式光伏电站的详细运行数据发送到电网控制中心。同时，无线通信技术，如ZigBee、4G/5G网络等，在一些布线困难或临时监测场景下发挥重要作用，实现分布式光伏系统与电网之间的实时信息交互，从而保障调控运行管理的高效实施。

### 4 分布式光伏在电网运行中的调控运行管理措施

#### 4.1 建立完善的技术标准与规范

建立完善的技术标准与规范是分布式光伏在电网运行中调控运行管理的重要基石。在接入电网方面，明确分布式光伏的接入电压等级和容量限制等标准是十分必要的。不同的电网区域有着不同的承载能力，合理规定接入的电压等级，如10kV、35kV等，以及最大接入容量，能够防止电网出现过载、电压越限等风险。对于光伏设备技术参数的统一标准制定涵盖多个关键方面。光伏组件的转换效率标准确保了发电效率的基本要求，逆变器的性能指标，包括转换效率、响应速度、功率因数等，直接关系到整个系统的运行稳定性和电能质量。在安全与保护领域，规范分布式光伏的接地和防雷击技术要求意义重大。接地的良好与否影响设备和人员安全，防雷击措施能避免雷击对设备造成损坏。故障检测、隔离和恢复的标准流程不可或缺，当出现短路、过流等故障时，按照标准流程能够迅速定位故障点，进行有效隔离，然后快速恢复正常运行，最大限度减少对电网运行的干扰。针对分布式光伏电能质量的严格标准必不可少。谐波的限制能防止对电网中其他设备的干扰，电压波动标准的设定确保用户端电压稳定，促使分布式光伏系统在满足自身发电需求的同时，保障电网电能质量，为用户提供持续、稳定、可靠的电力供应。

#### 4.2 加强人员培训与技术支持

对于运维人员的培训，其涵盖的知识范围必须广泛且深

入。深入理解分布式光伏系统原理是基础，包括光伏组件如何将光能转化为电能的详细发电原理，这涉及到半导体物理特性等知识。同时，设备操作方面，要让运维人员熟练掌握逆变器的工作机制，例如逆变器如何将直流电转换为交流电，以及不同控制模式下的操作要点。在故障排查方面，除了现有的知识，还应包括对复杂故障的应对能力培训。当遇到发电效率不明原因下降或者设备出现异常报警时，运维人员不仅要能迅速定位故障点，还需掌握多种修复手段，如针对光伏组件老化、逆变器内部元件损坏等不同故障类型的修复技术。在技术支持方面，建立专业的技术咨询团队是提升分布式光伏运行管理水平的关键。这个团队必须精通电网运行规则，无论是电网的功率平衡要求，还是电压、频率调节规范都要了如指掌。并且，要时刻关注分布式光伏技术的前沿发展动态，像新型光伏材料的应用、高效逆变器的研发等。当分布式光伏系统在接入电网过程中面临诸如与电网的兼容性问题，例如功率因数不匹配、谐波交互影响，以及功率控制策略优化等技术难题时，技术咨询团队能够迅速且精准地提供解决方案。

#### 4.3 优化储能系统的协同配置

优化储能系统的协同配置是分布式光伏在电网运行中调控运行管理的有效措施。储能系统能够有效解决分布式光伏的间歇性和波动性问题。在容量配置方面，要根据分布式光伏的装机容量、当地的光照特性以及电网的负荷需求进行优化。例如，在光照资源丰富但昼夜负荷差异大的地区，配置较大容量的储能系统，以存储白天多余的光伏发电量，在夜间或负荷高峰时释放电能。在控制策略上，实现储能系统与分布式光伏的协同控制。当分布式光伏出力突然增加或减少时，储能系统能够快速响应，进行充放电操作，平滑功率波动。例如，在光伏大发时段，储能系统充电，在光伏出力不足时，储能系统放电补充功率缺额，维持电网功率的稳定。同时，要考虑储能系统的充放电效率、寿命等因素，制定合理的充放电管理策略，提高储能系统的综合利用效率，确保分布式光伏-储能系统在电网运行中的长期、稳定和高效运行。

#### 4.4 加强和规范分布式光伏发电申请与并网管理

规范分布式光伏并网服务，供电公司要明确各部门工作职责，划定业务界面，理顺工作流程，分布式光伏报装、抄表结算、用电检查实行专业化管理，低压分布式光伏业务实行属地化办理。加强前期业务受理管控，一次性告知光伏发电所需资料，准确答复客户光伏咨询事宜，定期对接已备案长期不施工的客户，掌握客户的意愿动向。严格服务时限，确保按时限履行并网流程，按周期对自然人客户进行集中备案，杜绝因工单超时限或备案不及时而延误客户并网。加强对光伏产品、第三方施工单位的监管力度，确保客户利益不受损害。五是通过营销业务系统、95598电话回访等渠道，常态化开展分布式光伏服务管控，坚决杜绝超时限、体外流转等现象，提高分布式光伏并网服务质量。

#### 结束语

分布式光伏在电网运行中的调控运行管理是实现其与电网协调发展的关键。随着技术的进步和管理经验的积累，将不断提升分布式光伏接入电网的稳定性和可靠性，推动能源的可持续发展，构建更加绿色、高效的电力供应体系。

#### 参考文献

- [1] 邓开, 康操. 分布式光伏接入对农村配电网的影响及应对[J]. 农村电工, 2024, 32(11): 33-34.
- [2] 任凯, 黄馨漫, 黄贵东, 等. 分布式光伏发电系统在微电网中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (30): 7-9.
- [3] 李行之, 肖海华, 芦兴. 电网视角下整县屋顶分布式光伏开发管理策略[J]. 中国电力企业管理, 2024, (10): 90-91.
- [4] 杨小彬, 周培强, 陈辉. 分布式光伏接入对地区电网规划的影响分析[J]. 电子技术, 2024, 53(01): 418-419.
- [5] 刘建鑫, 江天山. 分布式光伏并网对电网运行的影响[J]. 光源与照明, 2023, (11): 132-134.
- [6] 杨光. 分布式光伏并网对电网运行的影响分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(02): 47-48.
- [7] 陈定国, 高益. 整县分布式光伏规模化开发建设的探讨[J]. 农村电工, 2022, 30(05): 29-30.