

# 双碳背景下分布式光伏运营模式探究

杨庆林

(四川巴郎河水电开发有限公司, 四川 成都 610000)

**摘要** 双碳目标为实现碳中和提出了明确要求, 光伏发电因其清洁且可再生的特性, 能够有效地调整能源结构。随着技术进步, 分布式光伏在灵活性与多场景应用方面优于集中式光伏, 这使其在城市、农村等地区得到广泛推广。本文从双碳背景出发, 详细探讨分布式光伏的各种运营模式。同时结合当前市场情况分析政策、技术、成本等多重因素对运营模式的影响, 探寻未来优化路径, 并提出建议, 以期对提升分布式光伏在实现双碳目标中的战略作用有所裨益。

**关键词** 双碳; 分布式光伏; 运营模式

**中图分类号**: TM61

**文献标志码**: A

**DOI**: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.01.025

## 0 引言

分布式光伏运营模式指的是将光伏发电系统分布在用户侧, 直接接入用户电网, 实现自发自用或余电上网的发电模式。分布式光伏运营模式具有灵活且高效的特点, 其适用于城市建筑、工业园区以及农村地区。相较于集中式光伏发电, 分布式光伏能够更好地适应局部负荷需求, 减少电力传输损耗, 提升电力系统的稳定性和可靠性。在双碳背景下, 推动分布式光伏运营模式的实施, 是为了加速可再生能源的利用, 推动能源结构的低碳转型, 助力碳达峰、碳中和目标的实现。

## 1 分布式光伏的典型运营模式

### 1.1 自发自用, 余电上网模式

自发自用、余电上网模式是分布式光伏中最具代表性的运营模式之一。该模式的核心在于光伏发电系统与用户电网直接相连, 并且光伏系统产生的电力要先满足用户自身需求, 而当产生的电力超过用电负荷时, 余电便会输送至公共电网。其运行机制依赖于用户侧的实时电力需求, 并根据发电量和用电量之间的平衡动态调整电力流向, 从而最大化光伏电能的利用效率。自发自用, 余电上网模式适用于住宅、商业、工业等多个领域, 同时适合那些日间用电量较大的用户群体。自发自用、余电上网模式的优势在于其显著的节能效果。用户自发产生电力, 直接用于自身消费, 能够有效减少对传统电网电力的依赖, 进而降低能源成本。

除此之外, 该模式能够减少电力长距离传输产生的能量损耗, 提升电力利用率, 使其更具经济性。

### 1.2 全额上网模式

全额上网模式的电力生产完全依赖公共电网进行交易。在这种模式下, 光伏发电系统所产生的全部电量均输送至公共电网, 同时发电企业向电网出售电力以获得经济收益。这一模式充分利用公共电网的分配能力, 使得大规模光伏项目能够在广泛的地理区域内实现能源供应与电力交易<sup>[1]</sup>。在经济效益方面, 全额上网模式依赖于国家电价政策以及光伏行业的补贴机制。政策扶持对该模式的可再生能源补贴以及电价保护机制起到重要作用, 直接影响光伏企业的投资回报周期。在全额上网模式下, 发电企业与电网公司之间的关系紧密, 这就导致在电力交易过程中存在电价波动的风险, 从而进一步增强政策变动对项目经济性的影响。

### 1.3 合同能源管理模式

合同能源管理模式 (EMC) 广泛应用于分布式光伏发电领域。在该模式下, 运营商与用电企业签署合同, 运营商负责光伏系统的投资、建设与维护, 而用电方只需享受光伏发电带来的经济效益。与此同时, 用电方不承担前期投资成本, 而运营商则借助分享节能效益或直接售电的形式获利。这种合作模式可以有效平衡各方利益, 确保项目的可持续性。EMC 模式适合工业园区及企业等大规模用电场景。在这些场景中, 光伏发电可以与企业的日常用电需求紧密结合, 达到节能增效的目的。

此外, EMC 模式能够帮助企业降低能源成本, 同时还能提高能源利用效率, 推动绿色低碳的生产方式, 进一步符合双碳目标下的可持续发展要求。相比传统的能源管理模式, EMC 可以将运营商的收益与用电方的

节能效益相关，并能激发运营商在技术创新、管理优化方面的积极性。

## 2 双碳背景下分布式光伏运营模式的挑战

### 2.1 政策波动带来的市场预期挑战

光伏产业在补贴政策、电价机制等方面依赖国家政策的扶持。这就导致任何政策的调整都会直接影响市场主体的投资决策。频繁的政策变动使得企业在投资光伏项目时面临不确定性，便导致企业难以对未来的回报进行准确预估<sup>[2]</sup>。这种不稳定的政策环境，既削弱了投资者的信心，也使得分布式光伏在快速扩张的过程中遭遇阻碍。双碳目标要求能源结构快速转型，然而政策的滞后会导致行业发展速度与目标不匹配，进一步加剧分布式光伏项目在资金回笼、项目规划等方面的困境。除此之外，地方政策与国家政策之间的协调不足，也会加剧市场的不确定性，进而影响分布式光伏项目的顺利推进。

### 2.2 技术进步滞后影响运营效率的挑战

分布式光伏的高效运营依赖于光伏组件的发电效率、储能技术的突破及智能电网的升级。现阶段，尽管光伏技术取得较大进展，但仍未能达到大规模普及所需的技术水平。组件效率的提升速度与行业需求不匹配，导致发电成本难以进一步下降，进而削弱光伏项目的经济吸引力。除此之外，在用电高峰期或光照不足时，储能技术的发展滞后会影响光伏电力的稳定输出，这就导致系统难以平衡供需，从而制约光伏电力的全面应用。与此同时，分布式光伏的广泛应用需要智能电网的支持，以实现电力的高效分配<sup>[3]</sup>。然而，现有电网技术难以应对分布式光伏所带来的电力波动，进一步限制项目规模化发展的可能性。

### 2.3 融资渠道不畅对项目推进的挑战

在双碳背景下，对于中小型企业或个人而言，分布式光伏的初期投资高昂，导致融资的可获得性直接决定项目的可行性。尽管政策层面给予了一定的支持，但传统金融机构对分布式光伏项目的融资一般持谨慎态度。因此，银行等金融机构在评估此类项目时，通常要求更高的担保条件，从而增加融资难度。绿色金融的发展虽为光伏产业带来了新的契机，但现阶段绿色金融的覆盖面仍显不足，无法完全满足分布式光伏项目的资金需求。除此之外，光伏项目的投融资模式多样化要求金融体系具备较高的灵活性，而当前金融工具的创新程度尚未完全匹配产业需求，进而导致资金供给与项目需求之间的脱节。融资渠道的限制，会

增加项目的资金链风险，同时制约光伏产业的持续扩张，进而影响双碳目标的实现进度。

## 3 双碳背景下分布式光伏运营模式的优化路径

### 3.1 加大光伏技术研发投入，优化发电效率

加大光伏技术研发投入是优化分布式光伏运营模式的关键路径。在双碳目标背景下，光伏技术的研发应重点集中在提升光伏组件的转换效率以及降低制造成本。与此同时，技术的研发既要专注于光伏电池的材料改进，还需推动薄膜光伏、异质结等前沿技术的商业化应用，以增强分布式光伏在多样化场景中的适应性。除此之外，研究机构也可以加大技术分布式光伏的智能化管理系统的研发力度。增加技术研发的深度，将进一步推动分布式光伏模式的优化，为实现双碳目标提供强有力的技术支持。例如，研究机构可以集中资源开发钙钛矿、碲化镉薄膜等新型材料。由于这些材料具有高效光电转换潜力，其能够有效提高光伏组件的发电效率。此外，研究机构可以引入先进制造工艺，减少生产能耗，从而降低整体生产成本。与此同时，研究机构要重视光伏组件的轻量化设计，以缩减安装成本，并且还能在更多应用场景中推广分布式光伏系统<sup>[4]</sup>。薄膜光伏与异质结技术的商业化应用则需要实验室成果与工业生产环节无缝衔接。研究机构可以与行业龙头企业合作，快速将研发成果转化为可规模化生产的技术，并在产业链中形成协同效应。除此之外，研究机构对智能化管理系统的研发应专注于构建高效的监控平台。在监控平台的支持下，光伏电站可以实时分析数据，并预判发电量变化，以调整供电计划，从而避免因设备故障带来的损失。

### 3.2 加速储能系统创新，实现电力供需平衡

在双碳背景下，加速储能系统创新是确保分布式光伏运营模式下电力供需平衡的核心措施。相关单位可以着力推动高能量密度电池技术的研发，以增强储能系统的容量与放电时长。与此同时，电化学储能、飞轮储能等新兴技术可以进一步规模化应用，以匹配不同场景的用电需求，实现光伏电力的稳定供给。与此同时，智能化储能管理平台的开发也应同步推进，使储能系统在高峰时段释放电力，确保光伏发电的高效利用，从而为分布式光伏运营模式提供稳定支撑。例如，在实际操作中，相关单位可以大幅提升锂离子电池的能量密度，从而延长储能系统的放电时长，保证分布式光伏在光照不足时依然能够持续供电。此外，相关单位可以推广全固态电池技术，提升储能系统的

稳定性,以适应更多复杂的应用场景。与此同时,相关单位在大型项目中可以应用电化学储能系统,并同步开发微型储能系统,以适配小型分布式光伏项目的灵活需求。由于工业园区、城市建筑群等场景的用电波动大,飞轮储能的瞬时响应能力可以帮助电网在短时间内实现负荷平衡。除此之外,电网的负荷响应能力需要借助智能化调度平台来实现,实时监测储能系统的充放电状态,将光伏发电的电力精准分配到各类用电场景中。智能储能管理平台的开发需要进一步整合大数据与人工智能技术,建立全方位的储能监控与电力预测系统,实现储能系统的自动调度。

### 3.3 拓宽社会资本融资渠道,推动绿色金融发展

为了优化分布式光伏运营模式,金融机构可以拓宽社会资本融资渠道,以推动分布式光伏项目规模化发展。光伏项目初期投资高昂,金融机构引入社会资本可以缓解资金压力。绿色金融的发展可以为分布式光伏提供强有力的资金支持,因此,金融机构可以开发适合光伏产业的绿色信贷产品,降低融资成本。与此同时,金融机构可以设立专门的光伏投资基金,吸引社会资本进入新能源领域,形成多元化的融资模式<sup>[5]</sup>。结合双碳目标的战略方向,金融机构可与光伏企业深度合作,使资金快速流动到分布式光伏项目中,确保光伏运营模式顺利推进。例如,金融机构可以先推出针对光伏产业的定制化绿色信贷产品。此类信贷产品可以根据光伏项目的特点,设定较长的贷款周期以及灵活的还款方式,进一步降低融资门槛,从而吸引更多中小型企业进入光伏市场。此外,金融机构设立光伏项目投资基金,以定向募集资金,吸引社会资本参与分布式光伏项目。这样,资金可以流向项目初期建设,同时还能覆盖项目后期的运营维护。在实际操作中,合同能源管理模式能够为社会资本提供稳定的收益渠道。金融机构与光伏企业合作,可以根据光伏电力的节能效益获得收益分成,减少直接投资风险。除此之外,在双碳目标的战略指导下,金融机构可与光伏企业深度合作,探索合同能源管理模式与 PPP 模式的创新融资机制,使资金快速流动到分布式光伏项目中,确保光伏运营模式顺利推进。

### 3.4 加强智能电网建设,提升分布式光伏接入能力

在双碳背景下,智能电网能够有效调控分布式光伏发电的波动性,提升电力系统的灵活性。智能化配电系统与先进的电力传输技术相结合,能够实时监测光伏发电数据,实现发电与用电的精准匹配。相关单

位在智能电网引入自动化调度系统,可以进一步优化光伏发电的分布,确保各区域电网在不同负荷条件下平稳运行。在分布式光伏接入过程中,智能电网还可以配备储能管理系统,解决电力峰谷差问题,从而确保光伏发电的持续稳定输出。例如,加强智能电网建设的实践可以先着重于智能化配电系统的部署。该系统能够实时监控分布式光伏发电的动态,精确计算发电量,并根据用电需求进行自动调配,从而确保发电与用电的高度匹配。在这一过程中,相关单位引入光纤通信与 5G 技术,可以提升数据传输的稳定性,使电网对发电波动的响应更加灵敏。智能电网的自动化调度系统能够根据各区域的电力负荷情况进行智能化分配。在电力需求高峰时段,调度系统可以优先调动储能系统中的电力进行补充,减轻主电网压力。除此之外,分布式光伏接入过程中配备的储能管理系统,则能够进一步优化电力峰谷差的调控,将白天过剩的光伏电力储存并在夜间释放,维持供电稳定。智能电网接入能力的提升可以让分布式光伏既能在工业园区、居民社区等常规场景中发挥作用,还能够在偏远地区与特殊环境中实现高效供电。

## 4 结束语

在双碳战略的推动下,分布式光伏运营模式展现出巨大的发展潜力。技术研发可以提升光伏系统的发电效率,而储能系统的创新则能有效解决电力波动问题。智能电网的广泛应用进一步优化了光伏电力的分配,确保能源供需的平衡。绿色金融的发展为分布式光伏项目提供了充足的资金支持,使其能够在各类应用场景中持续拓展。在以上优化路径的支持下,分布式光伏运营模式能够朝着可持续的方向迈进,有效地实现双碳目标。

## 参考文献:

- [1] 王花,范丽佳,苏斌,等.双碳背景下分布式光伏运营模式分析[J].科技和产业,2024,24(05):187-191.
- [2] 王风云,全春莲,丛龙园,等.补贴退减下分布式光伏发电不同运营模式的经济效益研究:以京津冀地区为例[J].干旱区资源与环境,2024,38(04):87-94.
- [3] 李瑞.“双碳”目标下分布式光伏运营模式分析[J].光源与照明,2023(12):101-104.
- [4] 邵焯楠,晏阳,汪曦,等.基于层次分析法的分布式光伏经营模式分析[J].电工技术,2022(16):66-67,70.
- [5] 叶红,程露,何嘉琪,等.“碳中和—新农村”视角下广东乡村分布式光伏构建模式探索[J].南方建筑,2021(04):74-81.