

# 新能源光伏发电技术应用探析

王鹏举

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

**摘要:** 新能源发展背景下,光伏发电技术备受关注。本文详细阐述了光伏发电核心技术体系,包括电池类型、组件封装及系统支撑技术;分析了分布式、集中式及特殊环境等应用场景;指出技术瓶颈、适配性及稳定性等应用中的核心问题;提出核心技术迭代、应用场景适配性提升及配套体系完善等优化方向,为推动光伏发电技术广泛应用提供参考。

**关键词:** 新能源;光伏发电技术;应用场景;核心问题;优化方向

引言:在全球能源需求持续增长、传统能源日益枯竭且环境问题愈发严峻的当下,新能源的开发与利用成为必然趋势。光伏发电作为新能源领域的重要组成部分,凭借清洁、可再生、分布广泛等优势,展现出巨大的发展潜力。近年来,随着技术的不断进步,光伏发电成本逐渐降低,应用范围日益广泛。然而,在光伏发电技术的实际应用过程中,仍面临诸多挑战与问题。深入探析光伏发电技术的应用,对于充分发挥其优势、解决现存问题、推动能源结构转型具有重要意义。

## 1 光伏发电核心技术体系

### 1.1 光伏电池核心技术类型及原理

光伏电池是光伏发电的基础核心部件,依据材料与结构差异,存在多种核心类型。单晶硅光伏电池以高纯度单晶硅棒为原料,通过切片、制绒等工艺制成<sup>[1]</sup>。在光照条件下,光子与单晶硅材料中的电子相互作用,使电子获得足够能量脱离原子束缚,形成电子-空穴对。在电池内部电场作用下,电子和空穴分别向电池两端移动,从而产生电流,实现光能到电能的转换。多晶硅光伏电池采用多晶硅片,其制造工艺相对简单,成本较低。多晶硅由众多小单晶颗粒组成,光生载流子的产生与分离机制与单晶硅类似,但因晶体结构缺陷较多,转换效率略低于单晶硅电池。薄膜光伏电池则是一类新型电池技术,常见的有碲化镉、铜铟镓硒等薄膜材料。以碲化镉薄膜电池为例,碲化镉材料具有直接带隙结构,对可见光吸收系数高,仅需几微米厚的薄膜就能吸收大部分太阳光。光子激发材料中的电子产生载流子,在电池结构形成的内建电场作用下形成电流输出。

### 1.2 光伏组件封装及集成技术

光伏组件封装是将光伏电池片通过特定工艺封装成具有一定强度、防水、防尘等性能的整体模块。封装过程需选用合适的封装材料,如乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(EVA)

胶膜,具有良好的透光性和粘结性,能将电池片与玻璃、背板等材料紧密粘合,保护电池片免受外界环境影响。一个标准光伏组件通常由60或72片电池片组成,组件尺寸一般为1650mm×992mm×35mm或1956mm×992mm×35mm。合适的封装不仅能保护电池片,还能提高组件的可靠性和使用寿命,是保障光伏系统稳定运行的重要环节。集成技术则侧重于将多个光伏组件按照一定规则组合,形成更大规模的光伏阵列。这需要考虑组件之间的电气连接、机械固定以及整体布局优化,以确保光伏阵列在不同光照条件下都能稳定高效工作。一般大型光伏电站中,光伏阵列规模可达数兆瓦甚至数十兆瓦。科学合理的集成技术能够充分发挥光伏组件的性能,提高整个光伏发电系统的发电效率和经济效益。

### 1.3 光伏系统核心支撑技术

光伏系统核心支撑技术涵盖多个方面。最大功率点跟踪技术能实时监测光伏阵列输出特性,通过调整工作点使阵列始终输出最大功率,提高发电效率。该技术能够根据光照强度、温度等环境因素的变化,动态调整光伏阵列的工作状态,确保系统始终运行在最佳效率点。电能质量调节技术可解决光伏发电接入电网时可能出现的电压波动、谐波等问题,保障电网稳定运行。随着光伏发电大规模接入电网,电能质量问题日益突出,电能质量调节技术对于维护电网的安全稳定至关重要。储能技术则用于平衡光伏发电的间歇性与用电需求的连续性,通过存储多余电能并在需要时释放,提升光伏发电系统的可靠性与实用性。储能技术是解决光伏发电间歇性问题的关键手段,能够有效提高光伏发电的消纳能力和供电可靠性。

## 2 光伏发电技术应用场景分类

### 2.1 分布式光伏发电应用场景

分布式光伏发电以就近发电、就近并网、就近转换、

就近使用为原则,广泛应用于各类建筑场景。在居民住宅领域,屋顶安装光伏发电系统成为常见选择<sup>[2]</sup>。居民可利用自家屋顶空间,安装适当规模的光伏组件,将太阳能转化为电能供家庭日常用电使用。一般一个普通居民住宅屋顶可安装3-10千瓦的光伏组件。在光照充足时段,所发电量除满足家庭自身需求外,多余电量还可并入电网,实现经济效益与环境效益双赢。商业建筑同样具备分布式光伏发电的良好条件。大型商场、写字楼等拥有大面积屋顶或立面,可安装较大规模光伏阵列。一个大型商场屋顶可安装的光伏组件规模可达500-2000千瓦。这些建筑用电需求大且用电时段相对集中,分布式光伏发电系统能在一定程度上满足部分用电需求,降低对传统电网的依赖,减少商业运营成本。工业园区也是分布式光伏发电的重要应用场景。园区内企业众多,用电负荷大,通过在园区内建筑物屋顶、空地等位置集中建设分布式光伏发电项目,可实现能源的就地生产与消纳,提高园区能源自给率,增强能源供应的稳定性与安全性。一个中型工业园区分布式光伏发电项目规模可能在1-5兆瓦。

## 2.2 集中式光伏发电应用场景

集中式光伏发电主要适用于大规模太阳能资源开发利用。大型光伏电站是集中式光伏发电的典型代表。这类电站通常选址于光照资源丰富、土地平坦开阔且远离城市喧嚣的地区,如沙漠、戈壁等。通过大规模铺设光伏组件,形成庞大的光伏阵列,将太阳能集中转化为电能,再通过高压输电线路将电能输送到远方负荷中心,满足大规模用电需求,在电网中承担调峰、调频等重要任务。一个大型集中式光伏电站装机容量可达100兆瓦以上。集中式光伏发电能够充分利用丰富的太阳能资源,实现大规模发电,对于保障能源供应、调整能源结构具有重要作用。

## 2.3 特殊环境光伏发电应用场景

在偏远无电网地区,光伏发电成为解决用电难题的关键手段。一些偏远山区、海岛等地区,由于地理条件限制,电网建设成本高、难度大,传统供电方式难以覆盖。光伏发电系统可独立运行,为这些地区的居民生活、通信基站、气象监测站等提供稳定电力支持。一个偏远海岛上的通信基站,安装2-5千瓦的光伏发电系统即可满足其基本用电需求。交通领域也为光伏发电提供了特殊应用场景。在电动汽车充电站,光伏车棚既能能为车辆遮风挡雨,又能利用车棚顶部空间安装光伏组件发电,为电动汽车充电提供绿色能源。一个中等规模的电动汽车充电站,光伏车棚面积约500-1000平方米,可安装50-100千瓦的光伏发电系统。高速公路沿线的照明系统、铁路信号系

统等也可引入光伏发电技术,降低对传统能源的依赖,提升交通设施的能源自给能力。一般高速公路每1-2公里可设置一套小型光伏照明系统,功率约为1-2千瓦。

## 3 光伏发电技术应用中的核心问题

### 3.1 技术层面核心瓶颈

技术层面,光伏电池转换效率的提升遭遇瓶颈。尽管科研人员不断探索新型材料与结构,传统硅基光伏电池的转换效率已逐渐逼近理论极限<sup>[3]</sup>。单晶硅电池虽具有较高转换效率,但制备工艺复杂、成本高昂;多晶硅电池成本相对较低,可转换效率提升空间有限。新型薄膜光伏电池,如铜钢镓硒、碲化镉等,虽具备成本低、弱光性能好等优势,但转换效率仍低于硅基电池,且在大规模生产时,材料均匀性与稳定性问题亟待解决。此外,光伏发电系统的能量损耗问题不容忽视。从光伏电池的光电转换,到电能经控制器、逆变器等设备传输与变换,每个环节都存在能量损耗。如何降低这些损耗,提高系统整体能量利用效率,成为技术突破的关键方向。

### 3.2 应用过程中的适配性问题

应用过程中,光伏发电系统与电网及负载的适配问题突出。光伏发电具有间歇性与波动性特征,大规模接入电网会对电网的稳定性、电能质量产生冲击。电网需要具备灵活的调节能力,以平衡光伏发电的波动,确保电力供应的可靠性与稳定性。然而,当前电网的调节能力有限,难以完全适应光伏发电的大规模接入。在不同应用场景下,光伏发电系统与负载的适配也存在挑战。例如,分布式光伏发电应用于居民住宅时,居民用电具有明显的峰谷特性,而光伏发电的时段与用电峰谷难以完全匹配,导致部分电能浪费或需额外储能设备调节。一般居民用电高峰在晚上18-22点,而光伏发电高峰在中午10-14点。工业领域中,大型用电设备对电能质量要求苛刻,光伏发电系统需满足电压、频率等参数的稳定要求,这对系统的设计与运行提出了更高标准。工业用电设备允许的电压波动范围通常在额定电压的 $\pm 5\%$ 以内,频率波动范围在 $\pm 0.2\text{Hz}$ 以内。

### 3.3 技术应用中的稳定性问题

技术应用中,稳定性问题关乎光伏发电系统的长期可靠运行。光伏组件长期暴露于户外环境,受紫外线、温度变化、风沙、雨水等因素影响,性能会逐渐衰减。组件表面的灰尘积累、微裂纹产生等,都会降低发电效率,缩短使用寿命。电气设备的稳定性同样关键。控制器、逆变器等设备在长时间运行过程中,可能因元件老化、散热不良等原因出现故障,影响系统正常运行。极端天气条件下,如强风、暴雨、冰雹等,可能对光伏发

电系统造成物理损坏,降低系统的稳定性与可靠性。例如,在风速超过25m/s的强风天气下,光伏组件可能被吹落或损坏。因此,提高光伏发电系统在复杂环境下的稳定运行能力,是保障大规模应用的重要前提。

#### 4 光伏发电技术应用优化方向

##### 4.1 核心技术迭代优化路径

在光伏电池技术方面,持续探索新型材料与结构是提升转换效率的关键。钙钛矿材料因其独特的光电特性,展现出巨大的发展潜力<sup>[4]</sup>。科研人员正致力于优化钙钛矿材料的制备工艺,提高其稳定性和大面积制备的均匀性,以实现更高效的光电转换。对于传统硅基光伏电池,通过改进晶体生长技术、表面钝化工艺等,进一步挖掘其效率提升空间。核心技术的迭代优化能够提高光伏电池的转换效率,降低成本,增强光伏发电在能源市场中的竞争力。在光伏系统层面,加强智能控制技术的研发与应用。利用先进的传感器、算法和通信技术,实现对光伏发电系统的实时监测与精准控制。例如,开发智能最大功率点跟踪算法,根据光照强度、温度等环境因素的变化,动态调整光伏阵列的工作状态,确保系统始终运行在最佳效率点。此外,推动储能技术与光伏发电的深度融合,研发高性能、长寿命、低成本的储能电池,提高光伏发电系统的能量调节能力和供电可靠性。智能控制技术和储能技术的应用,能够提高光伏发电系统的智能化水平和稳定性,实现更加高效的能源管理和利用。

##### 4.2 应用场景适配性提升策略

针对不同的应用场景,需制定个性化的适配方案。在分布式光伏发电领域,加强与建筑一体化的设计研究。根据建筑的结构特点和用电需求,优化光伏组件的安装方式和布局,实现光伏发电与建筑功能的有机结合。例如,开发适用于建筑立面的柔性光伏组件,提高建筑表面的光伏利用率。柔性光伏组件的弯曲半径可达到10-20毫米。对于集中式光伏发电,注重与当地能源规划和电网结构的协调。合理规划光伏电站的选址和规模,优化电站内部的电气布局,降低输电损耗。同时加强与电网企业的沟

通协作,建立灵活的调度机制,提高光伏发电的消纳能力。在特殊环境应用场景中,如偏远地区、海上等,研发适应恶劣环境的专用光伏设备和系统。提高设备的防护等级和抗腐蚀能力,确保在极端条件下稳定运行。

##### 4.3 技术应用配套体系完善方向

完善光伏发电技术应用配套体系,需从标准规范、市场机制和人才培养等多方面入手。建立健全光伏发电行业标准体系,统一设备性能、安装施工、运行维护等方面的标准,提高行业的规范化和标准化水平<sup>[5]</sup>。加强市场机制建设,完善光伏发电的电价政策、补贴机制和绿色电力证书交易制度,激发市场主体的积极性和创造性。加大对光伏发电领域专业人才的培养力度,通过高校教育、职业培训等多种方式,培养一批既懂技术又懂管理的复合型人才,为光伏发电技术的持续发展提供人才保障。

#### 结束语

光伏发电技术在新能源领域占据关键地位,其发展对于缓解能源危机、改善环境质量作用重大。当前,虽在核心技术、应用场景拓展等方面取得一定成果,但也面临技术瓶颈、适配性及稳定性等诸多挑战。通过核心技术迭代优化、提升应用场景适配性以及完善技术应用配套体系等举措,能够有效解决现存问题,促进光伏发电技术不断进步,实现更高效、稳定、广泛的应用,为能源可持续发展提供坚实支撑。

#### 参考文献

- [1]丘焕新.新能源光伏发电技术应用探析[J].通信电源技术,2023,40(5):107-109.
- [2]傅金睿.新能源光伏发电技术应用探析[J].新能源科技,2022(10):40-41.
- [3]丁海忠,贺中华.新能源光伏发电技术的应用探析[J].中国设备工程,2023(z2):123-125.
- [4]许皓程.新能源光伏并网技术的应用探析[J].电力设备管理,2024(14):104-106.
- [5]张雷.5G通信技术在电力新能源光伏发电系统中的应用研究[J].通信电源技术,2024,41(14):108-110.