

# 分布式智能光伏新技术应用研究

邝俊康

(深圳招商供电有限公司, 广东 深圳 518000)

**摘要** 随着全球能源需求的不断增加以及人们环保意识的提高, 分布式光伏工程建设已经成为全球能源行业的重要趋势。光伏在我国的应用非常广泛, 然而在分布式光伏工程应用的过程中, 由于内外因素的影响而产生一定的问题, 如直流拉弧、电气火灾等事故。因此, 为了有效推动分布式光伏项目安全、高效运行, 需充分利用分布式智能光伏新技术, 充分发挥智能光伏的作用。光伏技术人员需要引起足够的重视, 科学规划不同的技术方案, 落实全过程的管控思路, 为分布式光伏工程的顺利开展提供保障。

**关键词** 分布式智能光伏新技术; 直流拉弧速断; 组件级光伏智能组件控制技术

中图分类号: TM61

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0022-03

分布式智能光伏新技术是现阶段能源领域中的重要革新, 具有多方面的应用价值, 既能促进能源结构优化和升级, 又能推动经济社会可持续发展。分布式智能光伏新技术对推动可持续能源的发展起着举足轻重的作用, 在全球越来越重视环境保护与气候变化的背景下, 寻求与发展清洁可再生能源已经成为世界各国的共识。在利用分布式智能光伏新技术时, 需要贯彻落实因地制宜的工作原则, 根据工程的特点选择正确的技术方案, 并且总结丰富的工作经验, 认真剖析在技术应用过程中常见的问题, 提高技术应用的针对性, 营造良好的施工环境。

## 1 分布式智能光伏新技术应用价值

分布式智能光伏技术充分利用太阳能, 经过有效的光电转换过程将光能转换成电能, 从而达到能源直接使用与就地消纳的目的<sup>[1]</sup>。该方法在减少对传统化石能源依赖的同时, 也能减少能源生产与消耗过程中碳排放问题, 有利于全球能源结构绿色转型与可持续发展。分布式智能光伏新技术对提高能源安全也有明显的优势, 传统的能源供应体系通常受地缘政治和自然灾害等诸多因素影响, 安全隐患巨大。分布式智能光伏系统具有分散布局和灵活配置等特性, 可实现多位置独立工作, 降低能源集中供应风险。同时, 通过智能化监控与管理系统能够实时了解光伏系统运行状态及发电效率情况, 及时发现与应对潜在隐患, 保障能源供应稳定可靠。另外, 分布式智能光伏这一新技术也产生了明显的经济与社会效益, 在经济效益方面, 分布式光伏系统能够给企业及家庭带来洁净、节约的电力供应并减少用电成本。与此同时, 参与电力市场

交易并享受政府补贴, 能给企业及家庭增加经济收益, 在社会效益方面, 分布式光伏系统推广应用推动新能源产业发展, 增加就业岗位, 给经济社会发展带来新生机。

分布式智能光伏新技术对促进技术创新与产业升级同样有着重要的意义。伴随着科技的进步与应用的进一步扩展, 分布式光伏系统必将在材料科学、电力电子以及信息技术等诸多领域取得创新性突破。这些创新成果在提高光伏系统发电效率与可靠性的同时, 也促进了相关行业的发展与升级。

## 2 分布式智能光伏新技术应用中常见的问题

分布式智能光伏新技术虽然有很多优点与应用价值, 但是在其实际运用过程中却面临一些普遍问题与挑战。

首先, 分布式光伏系统安全性与稳定性亟需解决。由于分布式光伏系统一般安装于建筑物的屋顶、公共设施等处, 因此其工作环境较为复杂和多变, 同时光伏系统自身具有电气安全和防雷击的危险, 所以在进行设计与安装时, 需充分考虑到各方面因素, 保证系统运行的安全性与稳定性。但在实际使用过程中因设计不尽合理, 施工不够规范, 致使光伏系统安全隐患大, 故障频繁<sup>[2]</sup>。这样不仅会影响系统正常工作及发电效率, 而且会给人民财产带来损失。

其次, 分布式光伏系统运维管理也面临着巨大的挑战。由于分布式光伏系统量大面广, 并且多数系统缺少专业运维团队及技术支持, 给运维管理带来了困难。与此同时, 光伏系统运维管理中也涉及了很多知识与技能, 例如电气知识、机械知识以及信息技术。

所以，在运维管理的过程中要不断地学习，并掌握新的知识与技能来处理各种复杂的局面。但实际运行中因运维管理不当，维护不够及时，造成光伏系统运行性能降低，故障频繁出现。这样不仅会影响系统经济效益与社会效益，也会对系统用电安全与满意度产生不利影响。

再次，分布式光伏系统并网接入也成为一个大难题。由于分布式光伏系统一般都是直接与配电网或者微电网连接运行，因此在并网接入的过程中需充分考虑电网安全性与稳定性的需求。但在实践中，电网的规划和协调不到位以及并网管理过程的复杂性，使得一些分布式光伏系统很难成功并网。这样不仅会影响系统正常工作，提高发电效率，也会给电网安全性与稳定性带来潜在的威胁。

最后，分布式光伏系统运行的经济性也成为人们关注的焦点。尽管分布式光伏系统环保效益与社会效益显著，但是初始投资成本要比实际回收周期长。同时由于光伏发电受到天气条件、光照强度以及其他诸多因素影响明显，发电效率与经济效益具有不确定性。所以，在实践中需充分考虑经济性因素，并制定出合理的投资策略与风险管理措施，从而保证工程的持续发展。但在实践中受政策环境和市场环境诸多因素影响，分布式光伏项目经济性评估比较困难并具有风险。

### 3 分布式智能光伏新技术的具体应用

#### 3.1 直流拉弧智能检测与快速关断技术

直流拉弧智能检测和快速关断（AFCI）技术是应用分布式智能光伏新技术的重要革新。本技术通过将智能检测模块融入逆变器内部，可以对光伏系统直流电弧现象进行实时监控，一旦发现电弧就会快速断开线路，有效地预防火灾和其他安全事故<sup>[3]</sup>。

具体而言，AFCI 技术原理就是根据电弧特性进行辨识和判断，光伏系统在直流电弧作用下产生具有频谱特征的特定电气信号，AFCI 技术以其高精度传感器及先进算法，实现对上述信号的精确捕获与分析处理，一旦判定是电弧信号，AFCI 将立即启动快速关断机制切断电路内电源供应以防止电弧继续扩展与扩散。根据实际的数据分析，使用 AFCI 技术的分布式光伏系统在电弧检测的准确性上超过了 99%，这大大减少了火灾和其他安全事故的发生。同时，由于 AFCI 技术响应快，可以在电弧发生后很短的时间内断开线路，从而还可以极大地降低火灾事故给光伏系统造成的损害程度及经济损失。另外，AFCI 技术具有抗干扰能力强，对环

境适应性强等特点，分布式光伏系统实际运行时现场环境复杂多样，有多种电气噪声及干扰信号，AFCI 技术利用先进的滤波算法与信号处理技术，可以将电弧信号与噪声信号进行有效的区分，从而保证检测准确可靠。根据有关试验数据表明，当噪声干扰严重时，AFCI 技术检测准确率可以维持在一个很高的水平。

#### 3.2 引入组件级光伏智能组件控制技术

组件级光伏智能组件控制技术，是分布式智能光伏这一新技术的又一个重要应用领域。本技术将智能控制模块融入光伏组件，从而达到精细化管理与优化控制<sup>[4]</sup>。

具体而言，组件级光伏智能组件控制技术可以对光伏组件电压、电流和温度等关键参数进行实时监控，根据其变化自动调节组件运行状态。比如，当光照强度弱或者部件温度高时，智能控制模块将自动减小部件输出功率，从而减小热损失，提高发电效率，并且当光照强度较大时，再适当提高组件输出功率，使太阳能资源得到充分利用。根据实际的数据分析，使用组件级光伏智能组件控制技术的分布式光伏系统，在发电效率上实现了大约 5% 至 10% 的提升。同时，由于本技术可以实现光伏组件精细化管理与优化控制，还有利于延长组件使用寿命，降低运维成本。

#### 3.3 可视化的火灾报警系统

可视化火灾报警系统为分布式智能光伏新技术的应用提供了重要的安全保障。本系统通过融合先进传感器、摄像头及图像处理技术，实现光伏系统火灾风险实时监控与预警<sup>[5]</sup>。

具体而言，该可视化火灾报警系统可在光伏系统内布置若干监测点，并利用高清摄像头采集系统内图像信息进行实时采集，采用图像处理技术可以智能地分析这些信息。当系统内出现烟雾和火焰等火灾特征信号后，系统将立即启动报警机制，以声光报警和短信通知的形式通知运维人员，根据实践使用可视化的火灾报警系统的分布式光伏系统在火灾预警的准确性上已经超过了 95%。同时，由于本系统具有实时性、直观性等特点，可以快速地对火灾地点、范围进行定位，给运维人员准确的灭火指引与决策支持。

可视化的火灾报警系统具有历史数据记录与查询功能，该系统可自动地记录每次火灾预警中的详细情况，包括预警时间、地点、影像等，运维人员可随时对这些情况进行查询与回放。这些功能既可以帮助运维人员掌握光伏系统运行状态及潜在风险点等信息，

又可以为后续安全管理及优化改进等工作提供强大的数据支持。分布式智能光伏这一新技术的应用方法有很多,主要有直流拉弧过程中的智能检测及快速关断,组件级光伏智能组件控制技术以及可视化火灾报警系统。这些技术的运用在提高光伏系统发电效率与可靠性的同时,还减少了运行维护难度与成本,从而为分布式光伏广泛应用与开发提供强有力的技术保证。

### 3.4 数据加密传输

在分布式智能光伏系统的操作中,确保数据的安全和保护用户隐私显得尤为关键。伴随着科技的进步与智能化的发展,光伏系统生成与传输数据量激增,其中不仅包含发电效率、设备的当前状态和其他关键的运营数据,也可能关联到用户的电力使用习惯和地理位置等敏感方面的信息。所以,利用数据加密传输技术来保证数据的安全与完整,对保护用户隐私、防止数据泄露等方面都有着非常重要的作用。数据加密传输技术是将光伏系统中生成的敏感数据,全部经过加密处理后,采用先进加密算法在网络中传输,传输时,即便数据遭到第三方拦截,其内容仍不能得到直接诠释,有效地防范了数据泄露风险,这项技术不仅可以应用于光伏系统内部各组件间的数据传输,还可以用于光伏系统与电网、数据中心等外部系统之间的通信。具体而言,数据加密传输技术可划分为若干关键步骤,系统需选用适当加密算法,例如AES(高级加密标准),通过严格安全评估并被广泛使用证明是安全稳定的。接着,该系统将待传输数据加密并产生加密数据包。在数据包的发送过程中系统采取了多种安全措施,例如SSL/TLS协议来保证数据包不会在发送时遭到篡改和盗用。最后,在数据包抵达接收端后,系统将采用相应解密算法解密数据以还原原始数据内容。

### 3.5 能源调度技术

分布式智能光伏新技术越来越多地应用于能源领域,能源调度技术是其核心环节并起到关键作用。该技术通过融合先进通信,控制与优化算法实现分布式光伏电源高效管理与优化调度,在促进能源利用效率的同时也加强了电力系统的稳定性与可靠性。

分布式智能光伏系统的能源调度技术,首先要对每台光伏电源输出功率做实时监控与预测。该系统通过设置高精度传感器及智能监测设备实现了对光伏电源光照强度、温度以及电池板状况等运行数据的实时采集,并且将历史数据与天气预报信息相结合,采用先进预测算法准确地预测光伏电源输出功率。为后续能源调度工作提供可靠数据支撑。得到光伏电源输出

功率的预测信息之后,能源调度技术就开始扮演核心角色,其基于电力系统需求,光伏电源输出特性和储能设备状态等因素,采用优化算法来计算最佳能源调度策略,该策略是在保证电力系统供需平衡稳定运行的前提下,最大限度地发挥光伏电源所生产清洁能源的作用。实际运行时,能源调度系统根据实时数据对光伏电源发电计划进行动态调整,并对储能设备充电策略进行优化,甚至将其他分布式能源与电网进行协调调度,从而达到全局能源最优分配。除实时调度之外,能源调度技术具有较强的故障预警与应急处理能力,通过对光伏电源及电力系统运行状态进行实时监控,该系统能及时发现可能存在的故障风险并发出信号。当发生故障时,该系统能快速启动应急预案并自动调整能源调度策略以保障电力系统的安全平稳运行,该智能化故障预警与应急处理能力显著提升了分布式智能光伏系统运行的可靠性与安全性。另外,该能源调度技术具有良好的可扩展性与灵活性,随着分布式智能光伏系统的持续进步和扩展,各种新型的光伏电源、储能设备以及用户群体也在不断地加入该系统中。能源调度技术可以很容易地处理这一改变,只需进行简单配置与升级就可以达到访问与调度新设备。该可扩展性与灵活性保证分布式智能光伏系统可以不断满足未来能源需求与技术发展。

## 4 结束语

由于分布式智能光伏新技术应用价值较为突出,为了满足实际需要,相关工作人员需要细致而科学地优化不同的技术模式,融入先进的管理思路以及管理方法,考虑技术和环境等诸多因素,设置完善的技术应用方案,使光伏建设质量和综合效益能够得到进一步的保障。

## 参考文献:

- [1] 王黄磊,江涛,吴玉玲,等.计及新能源并网发电的配电网电能质量分析[J].电气自动化,2021,43(04):20-23.
- [2] 任鹏,张哲,于洋.基于边缘计算的县域分布式光伏智能巡检方法[J].吉林电力,2024,52(03):28-31.
- [3] 杨海亭,白伟,胡运冲.分布式光伏发电接入智能电网功率预测模型优化研究[J].电工电气,2024(04):1-9.
- [4] 吴军,刘传连,王德平,等.源网荷储协同的分布式智能电网能量管理与集群控制研究及应用[J].国企管理,2024(02):83-88.
- [5] 李姗姗,孙晓玲,张艳霞.基于大数据的分布式光伏智能监控关键技术研究[J].科学技术创新,2024(02):9-12.