

# 屋顶光伏发电与储能的设计

傅 贤<sup>1</sup> 曹璠月<sup>2</sup>

1. 浙江省城乡规划设计研究院 浙江 杭州 310000

2. 国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司 浙江 嘉兴 314000

**摘要:** 随着可再生能源的日益重要,屋顶光伏发电与储能技术的结合成为了研究的热点。本文主要探讨了屋顶光伏发电技术、储能技术及其在屋顶光伏系统中的应用,以及屋顶光伏发电与储能系统的集成设计。通过对这些技术的深入研究,旨在为实际工程提供有效的解决方案,促进可再生能源的可持续发展。

**关键词:** 屋顶;光伏发电;储能设计

## 引言

随着全球能源需求的不断增长,传统的能源资源逐渐面临枯竭的危机。可再生能源的开发与利用成为了解决能源问题的关键。屋顶光伏发电作为一种重要的可再生能源技术,具有诸多优势,如环保、节能、经济效益高等。

## 1 屋顶光伏发电技术

屋顶光伏发电是一种利用太阳能转换为电能的技术,通过安装太阳能电池板在建筑物的屋顶上,将太阳能转化为直流电,再经过逆变器转换为交流电,为建筑物提供电力。(1)太阳能电池板:太阳能电池板是屋顶光伏发电系统中的核心组件。它由多个太阳能电池单元组成,这些单元将太阳光转化为电能。常见的太阳能电池板类型包括单晶硅、多晶硅和薄膜电池。单晶硅太阳能电池板效率高,多晶硅太阳能电池板成本较低,薄膜电池板灵活轻便,针对不同需求可以选择合适的类型。

(2)逆变器:逆变器是将太阳能电池板产生的直流电转换为交流电的设备。它将太阳能电池板输出的直流电转换为室内用电所需的交流电。逆变器具有MPPT(最大功率点跟踪)功能,可以自动调整电池板输出的电压和电流,以确保系统的最大发电效率。逆变器还具有保护功能,可以防止过载、过压和短路等问题。(3)电池储能系统:电池储能系统是屋顶光伏发电系统的重要组成部分,用于储存白天发电的电能,以供夜间或阴天使用。常见的电池类型包括铅酸电池、锂离子电池和钠硫电池。电池储能系统可以提供稳定的电力供应,实现能源的调峰与负荷平衡。(4)接入电网:屋顶光伏发电系统可以选择接入电网或独立运行。接入电网可以实现自供电和余电上网,并与电网相连接,实现电力的双向流动。当光伏发电系统产生的电能超过建筑物自身需求时,多余的电能可以通过电网进行出售。同时,在需要

额外电力时,可以从电网中补充电能。(5)监控与管理系统:屋顶光伏发电系统配备监控与管理系统,通过传感器和采集器实时监测系统的功率、电压、电流和温度等运行参数。这些数据可以用于系统诊断、故障排除和性能优化。监控与管理系统可以实现远程监控和控制,提高系统的可靠性和效率。屋顶光伏发电技术具有诸多可持续发展效益。它利用清洁的太阳能发电,减少对传统化石燃料的依赖,降低温室气体排放和空气污染。屋顶光伏发电系统的安装还可以利用现有的建筑空间,充分利用未利用的屋顶面积,提高建筑物的能源利用效率。

## 2 储能技术及其在屋顶光伏系统中的应用

### 2.1 储能技术简介

储能技术是指将电能、热能、动能等形式的能量在合适的时间和空间进行存储,以便在需要时释放出来供能使用。在屋顶光伏系统中,储能技术可以解决光伏发电的不稳定性和间断性,使系统能够在夜间或天气不好时继续供电。(1)电池储能:电池储能是一种常见且广泛应用的储能技术。它包括锂离子电池、铅酸电池、钠硫电池等<sup>[1]</sup>。电池储能通过将电能转化为化学能,并在需要时将其转化为电能释放,以满足需要。它具有高能量密度、长寿命、环境友好等特点,在屋顶光伏系统中可以通过储存白天产生的多余电量,在夜间或阴雨天使用,增加系统的可靠性和稳定性。(2)超级电容:超级电容是一种具有高能量密度和快速充放电能力的储能技术。它利用电极之间的电荷分离来实现电能的存储和释放。超级电容具有快速响应、长寿命、高循环稳定性等特点,在屋顶光伏系统中可以用于短时间的峰值负载供电,提供高效的能量补偿和电力平衡功能。(3)飞轮储能:飞轮储能是一种将电能转化为动能并在高速旋转的飞轮中进行存储的技术。飞轮储能具有高能量密度、高功率输出、快速响应等特点。在屋顶光伏系统中,飞轮

储能可以用来平衡瞬时负荷的波动，平滑光伏发电的输出，提供稳定的功率输出。

## 2.2 储能系统在屋顶光伏中的作用

储能系统在屋顶光伏中起到了至关重要的作用。它能够解决太阳能光伏发电的不稳定性和间断性问题，使得光伏系统能够在需要时持续供电，提高系统的可靠性和稳定性。以下是储能系统在屋顶光伏中的几个重要作用：（1）能量储存：储能系统能够将白天光伏发电产生的多余电能储存起来，供夜间或阴天等时段使用。这可以避免光伏系统因为天气等因素导致的电能断供问题，提供持续的电力供应。（2）平滑输出：光伏发电系统的功率输出存在波动性，而储能系统可以平滑输出功率，使得系统能够稳定地供应电能。储能系统能够在太阳能充足时充电，然后在需要时放电，平衡电能的供需关系，避免功率突变带来的不便。（3）提供峰值负荷支持：储能系统的快速响应特性使得它能够在负荷需求增加时迅速释放储能，满足短时间内的峰值负荷需求。这对于屋顶光伏系统来说是至关重要的，可以避免因为负荷峰值过高而导致系统无法满足需求的情况发生。（4）优化配置：储能系统可以与屋顶光伏系统进行智能优化配置，以最大化能源的利用效率。通过监测光伏发电系统的状态和环境条件，储能系统能够智能地控制充放电策略，实现光伏发电的最大化利用和储能系统的优化运作。（5）网络支持：在一些地区，储能系统还可以提供电网支持功能。通过储能系统的电能购买和卖出，可以对电网进行调峰填谷，提高电网的稳定性和可靠性。

## 2.3 储能技术的选型与优化

在选择和优化储能技术时，需要考虑多个因素，包括能量密度、寿命、环境适应性、成本等。以下是对储能技术选型和优化的一些重要因素的详细分析：（1）能量密度：能量密度是指储能系统单位体积或单位质量能够存储的能量大小。在屋顶光伏系统中，需要考虑储能系统的空间限制，因此较高的能量密度是一个重要的考虑因素。较高的能量密度可以有效地减小储能系统的体积和重量，提高系统的可靠性和灵活性。（2）寿命：储能系统的寿命是指储能技术能够持续使用和保持高效性能的时间。在选择储能技术时，需要考虑其寿命是否与光伏发电系统的寿命相匹配。高寿命的储能技术可以减少维护成本和更换频率，提高系统的可持续性和经济性。（3）环境适应性：储能技术在不同的环境条件下的适应性也是一个重要因素。例如，某些储能技术对于高温或低温环境可能不太适应，因此需要考虑环境因素对储能技术性能的影响。选择能够在不同环境条件下保持

高效性能的储能技术可以提高系统的可靠性和适应性。

（4）成本：储能技术的成本也是一个重要的考虑因素。成本包括储能设备的购买成本、安装成本、维护成本等。选择成本适中的储能技术能够提高光伏系统的经济性和可行性。此外，还需要考虑储能技术的回报期和投资回报率等经济指标，以评估储能系统的经济性和可持续性。

## 3 屋顶光伏发电与储能系统的集成设计

### 3.1 系统集成方案

屋顶光伏发电与储能系统的集成设计是将光伏发电单元和储能单元有效地组合在一起，通过控制系统实现光伏发电和储能的协同运作<sup>[2]</sup>。以下是系统集成方案的主要组成部分：（1）光伏发电单元：光伏发电单元包括太阳能电池板和配套的光伏逆变器。太阳能电池板将太阳能转化为直流电，而光伏逆变器将直流电转换为交流电。光伏发电单元负责将太阳能转化为电能，供应给屋内用电设备。（2）储能单元：储能单元可以采用不同的储能技术，如电池、超级电容、飞轮等。它将光伏发电产生的多余电能储存起来，在需要时释放。储能单元的选择应考虑能量密度、寿命、环境适应性和成本等因素。（3）控制系统：控制系统负责对光伏发电和储能单元的运行进行监测、管理和控制。它可以实时监测光伏发电的功率输出和储能单元的电量状态，并根据电力需求和系统条件进行智能控制和调节。控制系统还可以实现光伏发电和储能单元的优化配置，提高能源的利用效率。（4）电网连接：屋顶光伏发电与储能系统通常与电网进行连接，实现与电网的互动。电网连接可以实现电力的双向流动，当光伏发电产生的电能超过需求时，多余的电能可以卖回电网，当光伏发电不足时，可以从电网购买电能。（5）逆变器与充放电控制：逆变器在光伏发电中将直流电转换为交流电，而充放电控制负责控制储能单元的充放电过程，通过智能充放电控制策略来调控储能系统的充电和放电行为，以实现最佳性能。

### 3.2 优化设计

在屋顶光伏发电与储能系统的集成设计中，可以进行优化以提高系统的能效、降低成本和减小环境影响。以下是一些优化设计的考虑因素：（1）提高能效：优化设计可以通过最大化光伏发电装置的能量转换效率，减少能量传输和转换过程中的能量损失。选用高效的光伏电池和逆变器，以减少能量的浪费。同时，优化储能系统的充放电过程，提高能量的存储和释放效率。（2）降低成本：优化设计可以通过降低系统的成本，提高系统的经济性。选择成本适中的光伏组件和储能技术，

以减少投资和维护成本。同时，优化系统的布局和组件配置，以减少材料和设备的使用量，提高系统的效益。

(3) 减小环境影响：优化设计可以通过减少对环境的影响，促进可持续发展。选用环境友好型材料和组件，减少不可降解的材料和污染物的使用。同时，减少系统的能耗和二氧化碳排放，通过清洁能源的利用减少对化石燃料的需求。(4) 智能化管理：优化设计可以通过引入智能化管理系统，实现对系统运行的监测和优化。通过实时监测光伏发电和储能系统的状态，及时调整充放电策略和功率调控，最大化利用能量和储能的效率。同时，智能化管理还可以实现系统的自动化运行和故障诊断，减少人工维护的成本和工作量。(5) 系统可扩展性：优化设计还应考虑系统的可扩展性，以便未来增加太阳能电池板和储能单元的数量和容量。这样可以提高系统的灵活性和适应性，满足日益增长的能源需求。

### 3.3 安全与可靠性考虑

在屋顶光伏发电与储能系统的集成设计中，安全与可靠性是至关重要的考虑因素。以下是一些安全与可靠性的考虑方面：(1) 防止雷击：由于屋顶光伏系统常处于户外，容易受到雷击的影响。因此，在系统设计中应该考虑采取防雷措施来保护系统的安全。例如，安装避雷针、避雷器和接地电阻等设备，以将雷击电流导入地下，保护系统和设备的安全运行。(2) 过载保护：为了保护光伏发电和储能系统不受过载损坏，应采取过载保护措施。在设计过程中，可以通过选用适当的断路器、熔断器和过压保护装置等设备，以及合理的电容和电阻配置，来确保系统在出现过载情况时能及时断电保护。

(3) 电池安全：对于储能系统中使用的电池，安全是一个重要的考虑因素。要确保电池的稳定充放电过程和避免电池过热、过压、过充或过放等情况发生，采取相应的保护措施。例如，安装温度传感器、电池管理系统和保护装置，以实时监测和控制电池的状态。(4) 系统间隔离：为了确保屋顶光伏发电与储能系统的安全，应将电力系统与其他系统、设备进行间隔离，防止干扰和交叉污染。例如，使用绝缘材料对电缆进行绝缘，设置隔离开关和保护开关等设备，以确保系统的独立运行和安

全性。(5) 系统维护与监测：定期维护和监测是确保光伏发电与储能系统安全可靠运行的重要环节。应建立合适的维护计划，定期检查和清洁光伏组件、监测和校准逆变器、检查储能系统的状态和电池健康状况等。同时，安装监测和警报系统，能够实时监测系统的运行状态，并在出现异常情况时及时报警和采取相应的故障排除措施。(6) 发电系统的地面检查：除了定期检查和清洁光伏组件外，还应定期对发电部分进行地面检查。这包括检查太阳能电池板的支架、电箱和电缆等部件是否完好无损，并进行必要的维护和更换。同时，还应对电气连接进行检查，确保电缆连接牢固可靠，避免接触不良或短路等安全隐患的发生。(7) 电池安全检查：储能系统中的电池也需要定期进行安全检查。这包括检查电池的温度、电压和电流，确保电池工作在安全范围内。同时，应检查电池的绝缘状态，防止可能的漏电或短路问题。如果发现电池有异常，应及时进行维护或更换<sup>[1]</sup>。

(8) 系统与设备故障报警：安装故障报警系统可以在系统或设备出现故障时及时发出警报。这样可以及时发现并处理异常情况，防止事故的发生。报警系统可以监测电压、电流、温度、湿度等关键参数，并设定阈值，一旦超出设定范围就会触发报警。

### 结束语

通过本文对屋顶光伏发电技术和储能技术的深入探讨，以及对屋顶光伏发电与储能系统集成设计的分析，我们可以看到，将屋顶光伏发电与储能技术相结合，不仅可以提高可再生能源的利用率，降低环境污染，还可以为电网提供更加稳定、可靠的电力供应。

### 参考文献

- [1]张静,孙亚平,杨小兰. 屋顶光伏与储能一体化发电系统的设计分析[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊),2019(05): 154-155.
- [2]林阿依. 屋顶光伏与储能一体化发电系统设计研究[D]. 华北电力大学,2019.
- [3]申翔. 建筑屋顶光伏发电系统的研究与应用[D]. 广西大学,2021.