



Case Study

晶科储能直流耦合微电网解决方案

250kW/945kWh 锂电储能系统项目 – 莫桑比克

项目介绍

该项目位于莫桑比克德尔加杜省奇丰德区, 由于电网覆盖率低, 国家整体电力普及率仅为 31.1%, 而该项目所在地的电力接入率甚至不到 1%。莫桑比克的电力供应主要依赖水力发电, 但由于国土面积广阔且人口分布稀疏, 水电站的电力输送和分配成本高昂, 难以大规模覆盖全国。因此, 离网光伏发电成为最优选择, 以确保偏远地区居民能够获得稳定的电力供应。

晶科储能微电网解决方案通过光伏 (PV) 系统采集太阳能, 为当地居民提供电力, 同时结合储能系统 (ESS) 存储多余电量, 弥补光伏发电的间歇性, 确保全天候供电。

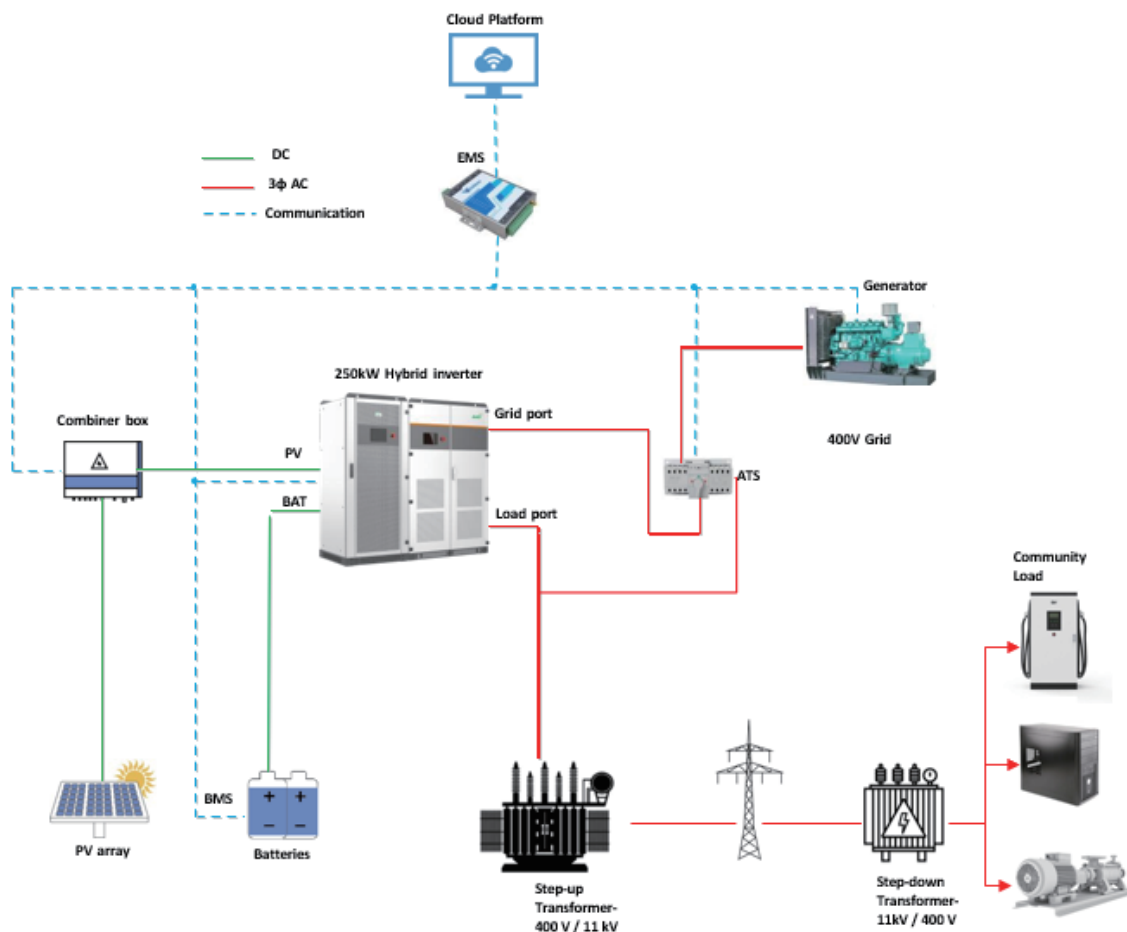


图 1: 直流耦合微电网系统单线图

解决方案

本项目采用 945kWh 磷酸铁锂 (LFP) 电池储能系统、250kW 混合功率转换系统 (PCS)、250kW 直流 - 直流转换器 (DC-DC Converter)、200kWp 光伏系统、100 kVA 柴油发电机 (DG)，以及能源管理系统 (EMS)，在撒哈拉以南非洲成功打造了一套高效的混合微电网解决方案。其主要优势包括：

a. 高效直流耦合模式

白天，光伏系统通过直流 - 直流转换器直接为社区负载供电，同时为电池充电，无需额外配置光伏逆变器。这种直流耦合设计可提高整体系统效率，并降低资本支出 (CAPEX)。夜间，储能电池为社区供电，显著减少柴油发电机的使用。当电池电量耗尽时，EMS 将自动启动柴油发电机 (DG)，实现无缝电力转换，确保供电稳定。

b. 构网 PCS

本项目采用构网 (Grid-forming, GFM) PCS 以保障持续供电。构网 PCS 的工作方式类似于同步发电机，能够独立供电或与其他同步电机 (如柴油发电机 DG) 协同运行。在 DG 断开时，构网 PCS 可维持系统稳定运行，并在 DG 重新接入后平稳过渡，确保系统稳定性。

c. 智能静态转换开关

本项目配备了智能静态切换开关 (Static Transfer Switch, STS)，该设备可在两路独立的交流电源之间自动切换，以保障关键负载供电不中断。借助 STS 和微电网的实时监测功能，切换时间控制在 20ms 以内，使负载无感知供电变化，确保系统运行的连续性。

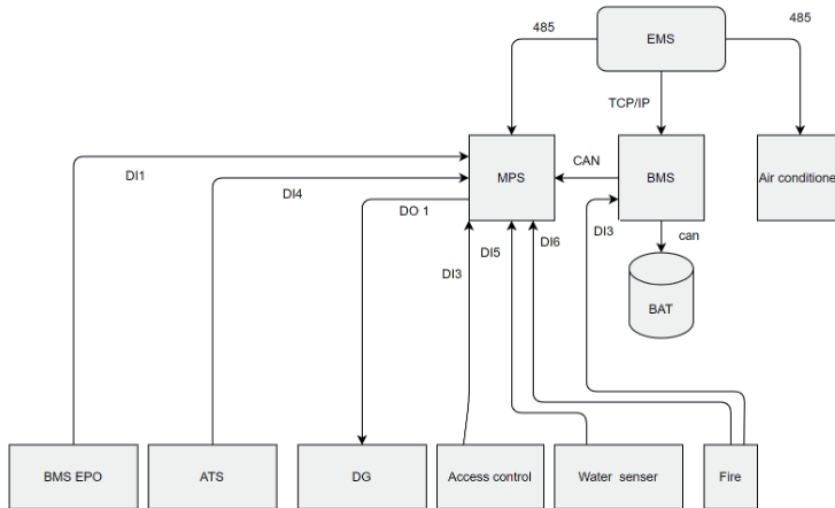


图 2: 直流耦合微电网系统拓扑结构图

运行模式

在本项目中, 储能系统 (ESS) 的目标是最大化光伏 (PV) 发电的利用, 同时最小化对柴油发电机 (DG) 的依赖。因此, 电池将优先利用光伏发电进行充电, 并在可允许的放电深度 (DoD) 范围内进行放电。

白天, 光伏系统为负载提供所需电力, 并将多余电量用于电池充电。EMS (能源管理系统) 会实时监控能量流, 并调节 PCS (功率转换系统) 以维持能量流和充电过程的平衡。

当光伏发电量下降时, PCS 将自动增加输出功率, 以满足负载需求。

夜间, 储能系统释放电能, 为负载供电。当电池的荷电状态 (SoC) 降至最低阈值时, EMS 会自动启动柴油发电机 (DG) 无缝接管供电, 确保电力不中断。

以下图例展示了典型的能量流动路径以及日常发电数据:

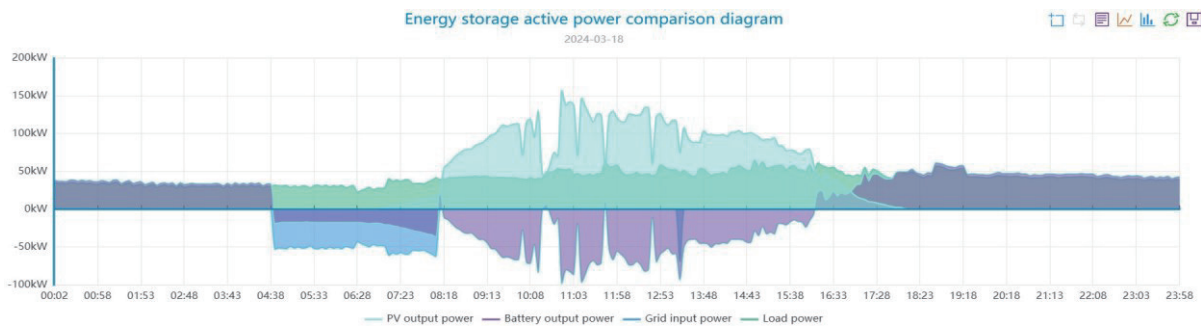


图 3: Jinko ESS 云端储能系统功率监测对比图

客户收益

微电网是一种本地独立运行的电力系统, 可以在脱离传统电网的情况下, 向小规模社区或特定点 (如大学校园、医院或商业综合体) 提供稳定的电力供应。在 DC 耦合光伏 (PV) + 储能系统 (ESS) 微电网的应用中, 以下关键点值得关注:

I. 更高的能源效率、更可靠的电力供应、更加简化的基础设施

a. 更高的能源利用率

DC 耦合光伏+储能系统 (PV-ESS) 能够最大化可再生能源的使用, 这对微电网尤为重要。它不仅提高了能源自给率, 还减少了对柴油发电机或传统电网的依赖, 降低了运行成本。

b. 更可靠、更稳定的供电

DC 耦合系统能够直接存储光伏发电的多余电能, 避免了 DC/AC 转换带来的能量损失。这种架构减少了系统中的部件数量, 降低了故障风险, 从而提高了电力供应的稳定性。此外, 高效 DC/DC 转换器具备良好的兼容性, 便于更换和未来的系统扩展。

I. 灵活的能源管理

a. 更智能的能量存储与释放

相比于传统的光伏逆变器, DC 耦合系统依靠内置的 DC/DC 转换器, 可以更灵活、更高效地管理储能系统的充放电策略, 从而优化微电网的整体能量使用。

b. 稳定的电压与功率调控

系统在设计时充分考虑了电压管理, 确保光伏阵列与储能系统的兼容性, 使整个系统能够在安全且高效的参数范围内运行。

c. 基础设施简化

微电网通常需要多种能源系统、储能设备、和复杂的控制方案。而 DC 耦合系统组件更少、能量转换环节更少, 简化了集成和管理。晶科提供完整的光伏+储能系统解决方案, 涵盖从设备供应到调试的全过程, 现场土建需求较少, 大幅降低客户的安装成本和施工难度。

在微电网应用中, DC 耦合光伏 + 储能系统 (PV-ESS) 效率提升、成本节约和灵活性方面具有显著优势, 进一步增强了微电网的稳定性与可持续性。这种集成方案能够助力微电网实现长期可靠、可持续、高效的能源供应目标, 为社区提供稳定的清洁能源解决方案。

*本报告为概述性内容, 晶科储能保留更新内容的权利, 并对其解释拥有最终解释权。



浙江晶科储能有限公司

中国上海市闵行区申长路1466弄1号

电话: +86 400 860 8878

Case Study

晶科储能直流耦合微电网解决方案