



Case Study

晶科SunTera直流耦合系统农光互补解决方案

20.06MW / 66.33MWh锂离子电池储能系统项目——德国

项目概述

随着德国能源转型不断提速，新能源项目若想兼顾电网调度与发电收益最大化，配置储能已成为必然选择。

AIS 项目分布在 Grünberg、Grünhainichen 和 Marbach，属于农光互补开发项目，巧妙地将农业种植、光伏发电与电池储能融合在同一场地内。德国此前光伏并网比例极高，导致电力市场价格波动加剧，尤其是中午时段，电价经常大幅下跌甚至出现负电价。

在此市场环境下，储能系统对于稳定能源收益、确保绿电全额消纳（避免弃光）起着关键作用。晶科储能为此交付了超过 66 MWh 的储能系统，帮助项目方在德国严格的能源监管体系下稳定收益水平，灵活响应市场价格信号，并支持电网的稳定运行。

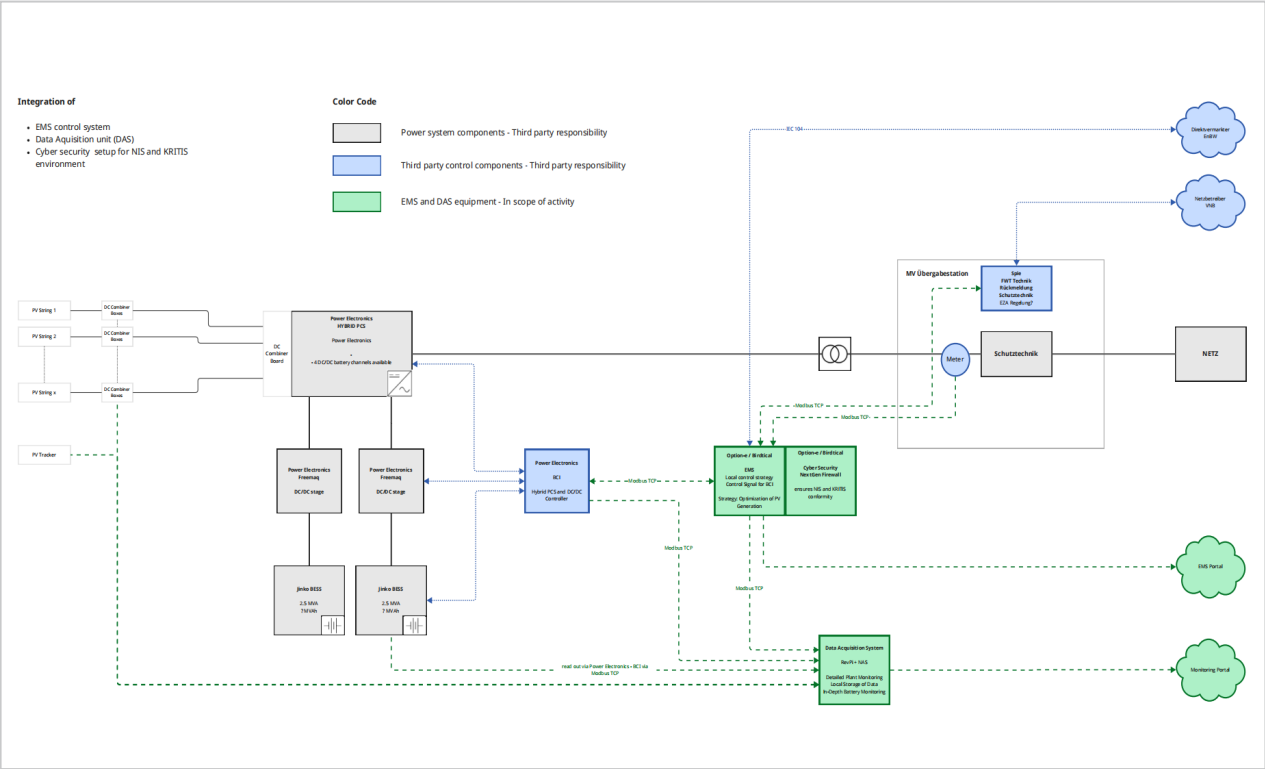


图 1：交流耦合项目系统架构图

核心挑战

AIS 项目面临着监管、经济与技术等多方面的挑战。从客户角度来看，面对市场波动、复杂的监管环境以及多个站点的差异化容量需求，传统的标准储能配置已无法满足要求，需要更灵活的解决方案。

电价剧烈波动与负电价风险

德国极高的光伏渗透率导致中午时段电价大幅下跌，有时甚至出现负电价，直接影响了项目的经济效益。

严格的环保与安全要求

储能系统必须符合德国严格的安全法规。此外，由于项目靠近居民区，设备运行噪音必须控制在 75 dB (1 米处) 以下，这进一步扩大了系统设计与运行的难度。

多站点的差异化容量需求

受光伏装机容量、电网接入限制及当地工况等因素影响，不同 AIS 站点的功率和电量需求各不相同。采用传统的“一刀切”式集装箱配置，可能会导致容量过剩从而增加初始投资 (CAPEX)，或限制系统的运行灵活性，最终损害多个站点的整体经济性。

系统兼容性与可靠性

客户已选定外部 PCS 供应商，因此储能系统必须与之实现无缝兼容，以保证长期可靠运行。

解决方案

为了应对 AIS 项目在监管、经济以及特定站点条件等方面的挑战，晶科储能交付了一套模块化直流耦合系统架构，完全契合客户的经济目标与运行需求：

契合市场导向的系统架构

为规避负电价风险并实现套利价值最大化，晶科储能采用直流耦合系统架构，将光伏发电与电池系统共同连接在 PCS 的直流侧，使多余的光伏电力可以在低电价或负电价时段直接存入电池。与交流耦合方案相比，该设计减少了不必要的电能转换环节，提高了系统综合效率，直接支持了客户基于市场的运行策略。

适用于多站点部署的模块化容量配置

由于光伏容量、电网约束和现场工况不同，AIS 项目下属的多个站点有着不同的功率和电量需求。晶科储能没有采用固定的集装箱配置，而是在标准化集装箱平台的基础上，采用了精确到电池簇级别的模块化容量配置。这种方法在统一硬件平台的同时，实现了各站点容量的精准匹配（如 10 MW/40 MWh、3.06 MW/12.53 MWh 和 4 MW/13.8 MWh）。这有效避免了容量浪费，优化了资本支出，并保证了方案在不同站点间的可扩展性和可复制性。

满足环保与安全要求的合规设计

为适应德国严苛的监管环境，储能系统的设计严格遵守其安全法规和环保限制，包括针对靠近居民区所设定的噪音标准等。系统层面集成了全面的安全架构，包括对温度、电压、电流、气体以及系统状态的多层传感和监控。这确保了系统在每天频繁充放电和动态电网工况下都能安全稳定地运行。

与外部PCS供应商的无缝系统集成

集成于储能系统（ESS）的消防系统（FSS）采用气溶胶灭火方式，以确保安全并将火灾风险降至最低。消防系统（FSS）包含温度与烟雾探测器，当被保护区域达到温度阈值时，灭火装置即被触发，释放灭火剂进行灭火；同时通过干接点信号反馈至上位控制系统，提醒相关人员灭火气体已释放。

运行逻辑

该项目储能系统遵循清晰的市场化运行策略，与德国电价的变化规律保持一致：

中午充电（约 10:00-15:00）：在光伏发电量高且电价较低，甚至为负的时段，电池系统会吸收多余的光伏电力，从而避免弃光，并规避负电价带来的经济损失。

傍晚放电（如 18:00-19:00 及其他高峰时段）：在用电需求大、电价高的时段释放储存的电能，最大化套利收益，同时支持电网稳定。

通过这一运行策略，储能系统在可再生能源发电和波动的市场价格之间起到了灵活的缓冲作用，显著提高了农光互补项目的整体经济性。

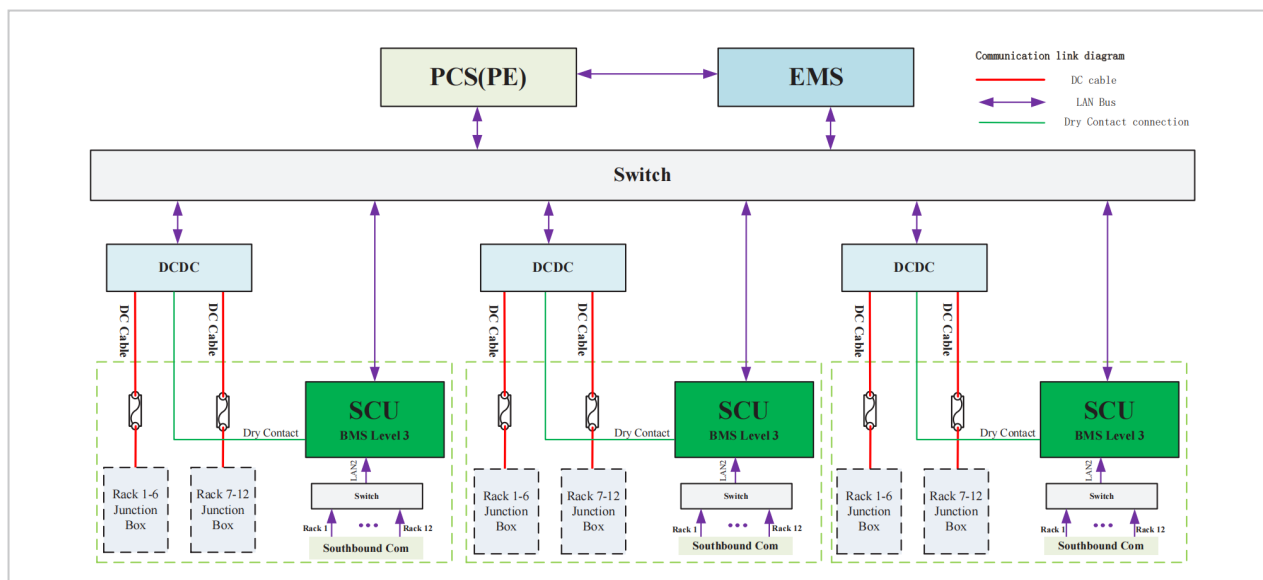


图 2：通信拓扑图

客户收益

提高项目经济性

缓解了负电价风险，最大化光伏利用率，并将电能转移到高价值时段出售，从而提高了整体投资回报率(ROI)。

确保监管合规

符合电网并网要求，加上前期的技术协调工作，在复杂的监管环境中有效降低了项目审批和系统集成的风险。

保障运行可靠性

直流耦合架构与全面的安全系统，保障了设备在日常频繁充放电及参与电网服务时能够稳定、无人值守地运行。

未来解决方案

标准化且灵活的系统设计易于在多个站点复制，支持农光互补与储能项目的长期扩容规划。



图 3：现场照片



图 4：现场照片

*本报告为总体概述，晶科储能保留更新内容的权利，并对内容解释拥有最终权限。



www.jinkoess.com

浙江晶科储能有限公司

中国浙江省嘉兴市海宁市黄湾镇向心路8号

电话：+86 400 860 8878

Case Study

晶科SunTera直流耦合系统农光互补解决方案