



Case Study

晶科储能SunTera构网型混合微电网解决方案

2.5MW/5.015MWh锂离子电池储能系统-中东家禽综合厂

项目概况

本项目位于中东北部海岸 Chekka 附近 (C5 级防腐要求) 的一家家禽综合厂。该工厂每晚需进行 6 至 8 小时的夜班生产，峰值负荷约为 1.3MW。由于当地 EDL 电网每天仅能供电数小时，该工厂此前主要依赖 6 台柴油发电机组 (总容量 4050kVA，配备 DEIF 控制器) 及 656kWp 的屋顶光伏电站维持运行。这不仅导致了高昂的燃料成本，而且由于柴油发电机组存在最低负载运行限制，光伏的实际出力也受到了严重制约。

为此，晶科储能交付了一套 5.015MWh 的 SunTeraG2 液冷储能系统，并配备了 3MVA 变流变压一体机 (PCS 容量为 2.5MW)。该系统采用构网 (VSG) 模式运行，为整个厂区提供稳定的电压与频率基准。此外，项目还新建了 1360kWp 的光伏电站，全厂的光伏总装机容量达约 2MWp。在 DEIF 功率管理系统 EMS 的协同调度下，该工厂绝大部分时间采用光储联合供电，柴油发电机仅在电池荷电状态 (SOC) 极低时才启动作为备用电源。

5.015 MWh SunTeraG2 液冷电池储能系统	3 MVA / 2.5 MW PCS, VSG 构网型	2,016 kWp 光伏装机容量 (656+1360kWp)	4,050 kVA 柴油发电机组, 仅作备用
---	---------------------------------------	--	----------------------------------

投运时间：2026年8月。项目地点：中东Chekka地区。

现场工况与负荷曲线

该工厂每天安排一个生产班次，以往通常在凌晨 01:00 开工。在生产时段，冬季的负载电流为 1600-1700A，夏季为 1800-2000A (在 400V 电压下，约合 1.0 至 1.3MW)。班次结束后，负荷会在约四小时内回落至 900-1100A，并在当天的剩余时间里维持在 500-800A (约 0.3-0.5MW)。在非生产日，厂区负荷保持在 500-1200A 之间。据估算，夏季生产日的单日耗电量约为 16-17MWh。

本设计方案完全匹配该负荷曲线用电特征。首先，用电高峰出现在日出之前，因此必须配置足够容量的电池，以利用储存的光伏电能来支撑整个夜班生产。另外，客户在安装光伏和电池储能系统后，将生产开工时间推迟四个小时（即从 01:00 调整至 04:00）。这一调整将部分的生产负荷平移至白天，从而有效减少了充放电循环的电量。

参数	数值
设施	家禽加工厂及养殖区，中东Chekka地区
电网接入	EDL电网1MVA，11/0.4kVDyn11（Z=5.5%），日供电时间受限
柴油发电	6台机组：5x700kVA+1x550kVA，0.8PF（总计4050kVA），配备DEIF控制器
低压配电盘	开关柜1：400Vac，三相四线（3ph+N），50Hz，3200A，50kA
峰值负荷	夏季生产班次2000A/冬季1700A，约1.0-1.3MW
基础负荷	非生产时段500-800A（约0.3-0.5MW）
负荷功率因数	0.8-0.9（混合感性负载：制冷、电机、加工设备等）
环境条件	0-35℃，海拔50米，沿海C5级防腐等级，户外安装

表1：现场条件

解决方案

下方的单线图展示了系统的整体架构。所有电源均汇集于 400V 母线上，具体包括 6 台柴油发电机组、EDL 电网变压器、2 条输出负载馈线，以及 1 个 3200A 的“光储(PV+ESS)”进线柜。在该进线柜后端，原有的交流汇流箱(已扩容升级至 4000A)汇集了 656kWp 的屋顶光伏(光伏区域 1，采用 8 台阳光电源 SG110CX 逆变器)，并连接至安装在储能系统旁新建的交流汇流室。该新建的汇流箱（400V，3200A，15kA/3s)通过一个 4000A 的空气断路器(ACB)接收 PCS 输出，通过一个 2500A 的 ACB 接收 1360kWp 的养殖区光伏(光伏区域 3)，并为未来规划的 585kWp 光伏(光伏区域 2)预留了一个 2500A 的进线接口。

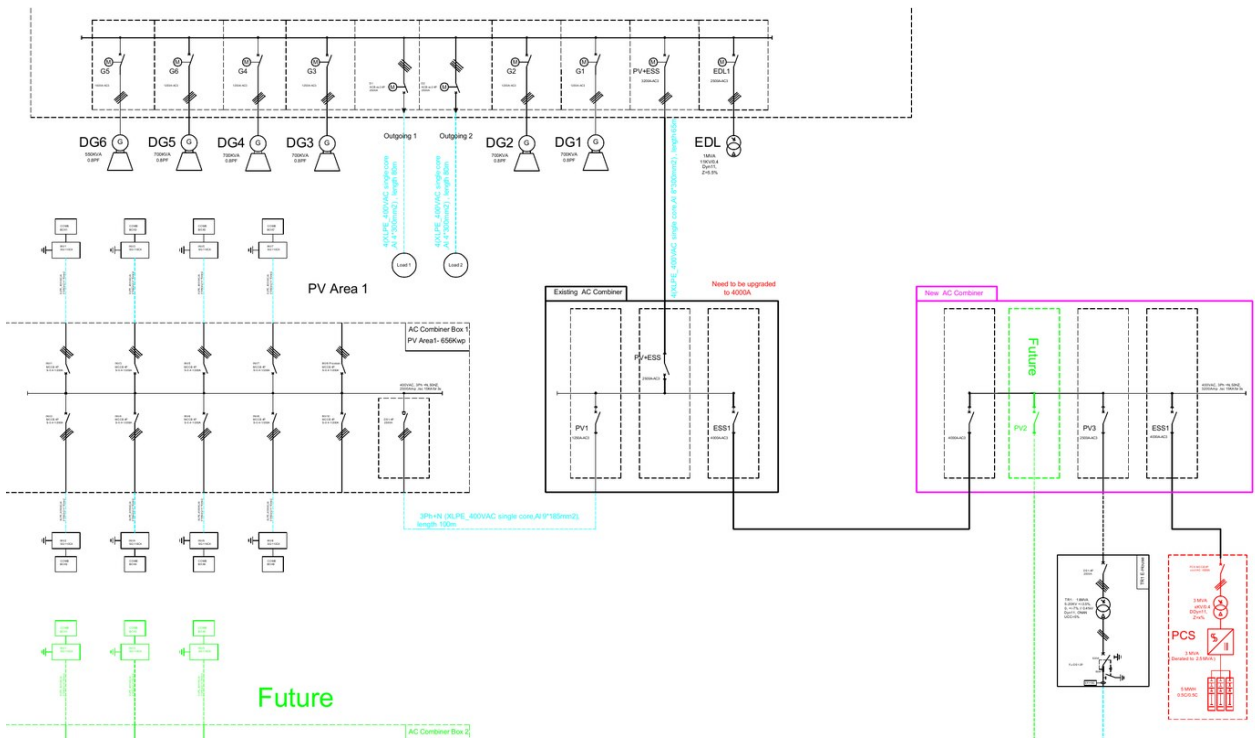


图1：混合微电网单线图

系统配置

项目	描述
电池舱	晶科SunTeraG2, 20尺集装箱, 5.015MWh, 314Ah磷酸铁锂（LFP）电芯, 12个电池簇, 液冷系统, 集成消防系统（FSS, 全氟己酮灭火+预制消防水接口）, 毛重42吨
变流变压一体机	3MVA PCS 一体机, 内含两台1.25MW690V变流器（PCS）, 集成双分裂绕组变压器（0.4/0.69-0.69kV）, 通过4000A 400V空气断路器（ACB）输出
控制模式	VSG（构网型）
直流系统	1500V直流电压等级
功率管理	DEIF功率管理系统EMS负责控制PCS、柴油发电机组（DEIF发电机控制器）及光伏电站；具备孤岛检测、柴发启停及负载均衡分配功能
光伏区域1（现有）	656kWp屋顶光伏, 8台阳光电源SG110CX
光伏区域3（新建）	1360kWp养殖区光伏, 阳光电源SG125CX
光伏区域2（规划中）	585kWp, 6台阳光电源SG110CX, 新建交流汇流箱中已预留2500A进线接口
并网互联	新建交流汇流箱（400V/3200A）, 通过电缆接入
场地布置	户外混凝土基础, PCS一体机与电池舱并排布置, 预留检修通道, 设有中/低压变压器区及汇流室, 并为第二台5.015MWh电池舱预留了扩容空间

表2：主要配置

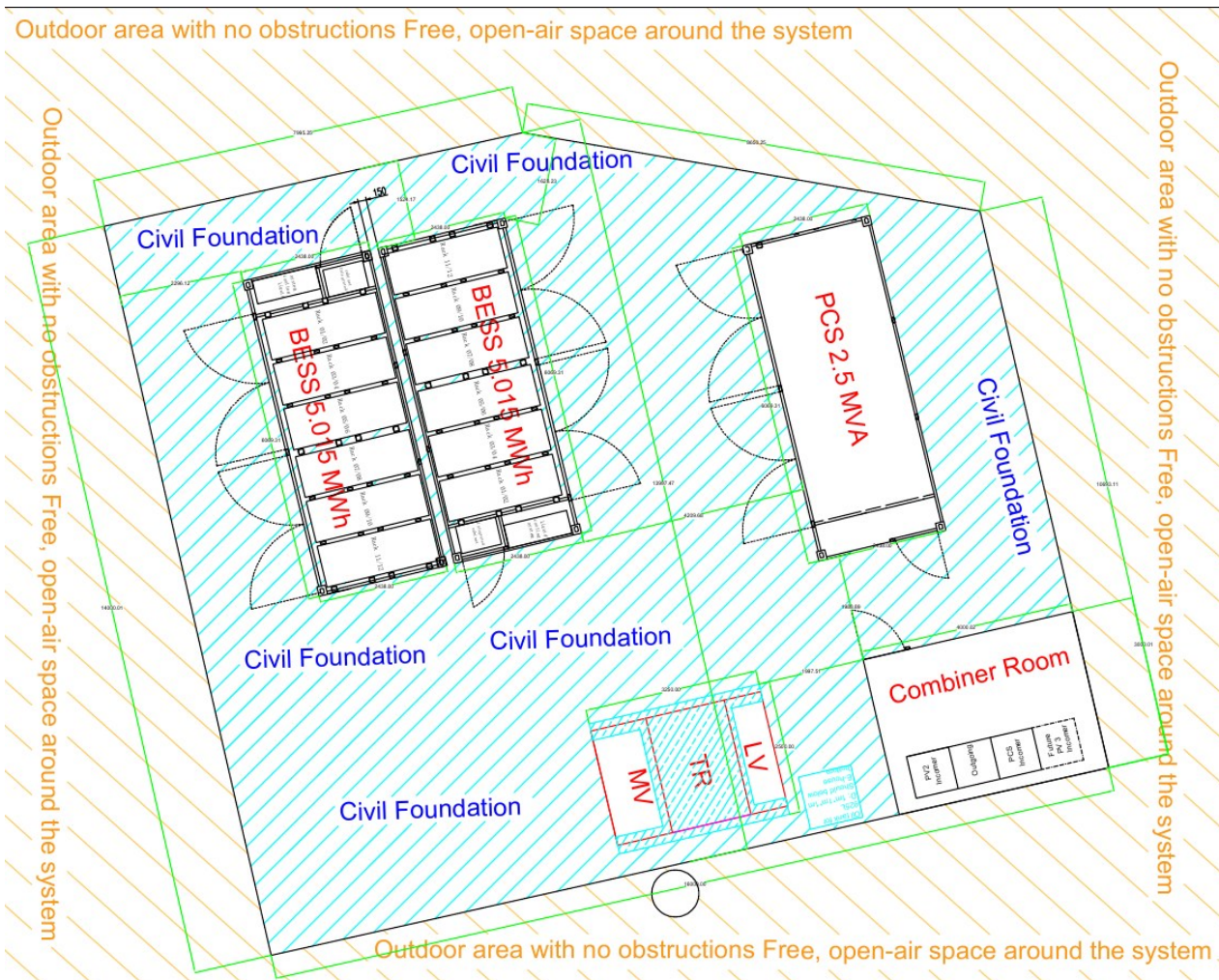


图2: BESS 区域场地布置
(含PCS skid, SunTera以及第二台设备预留空间, 中/低压变压器以及汇流室)

SunTera G2储能系统

SunTeraG2 是一款 20 尺标准液冷电池舱, 内部集成了 12 个电池簇(采用 314Ah 磷酸铁锂电芯)、电池管理系统(BMS)、液冷机组、消防系统以及辅助配电单元。液冷系统能够在各种运行工况下将电芯温差控制在 5°C 以内, 这对于保障电芯一致性、延长日历寿命至关重要。在现场调试期间, 系统电芯温度稳定保持在 23 至 25°C, 最大电芯压差仅为 5mV)。

电池管理系统(BMS)采用三级架构(电池包级 BMU、电池簇级 BCU、电池舱级 SCU), 通过 CAN 和 ModbusTCP 协议进行通信, 并配备了直连 PCS 的硬接线干接点用于紧急停机。消防系统(FSS)结合了机架内部的全氟己酮灭火装置与温感、烟感探测器, 外部则预留了 DN65 消防水管接口。针对中东沿海环境, 该电池舱出厂标配 C5 级防腐涂层, 完全满足户外安装需求。



图3: PCS一体机，电气柜及SunTera 电池柜



图4: SunTera G2 5.016MWh 储能系统

变流变压一体机

该变流变压一体机内含两台 PCS 和一台双分裂绕组变压器。每台 PCS 均在其专属的变压器绕组上以 690V 独立运行，其 400V 次级侧直接接入新建的交流汇流箱。两台 PCS 均在 VSG 模式下运行，并在柴油发电机在线时协同分担负载。该一体机沿用了晶科标准微网产品线的设计，与项目定制化的微网解决方案相比，有效缩短了项目交付周期。



图5: PCS 变流变压一体机

控制架构与运行逻辑

现场作为孤岛微电网运行，其中 PCS 充当构网主电源。DEIF 功率管理系统 EMS 负责对 PCS、6 台柴油发电机以及光伏电站进行全局监控，并决定各电源的运行状态。电池管理系统负责电池侧的管理（涵盖 BMS、液冷、消防等），并通过 ModbusTCP 协议向 DEIF 系统同步 SOC、可充放电容量以及功率限制等数据。

运行模式

- **纯光储孤岛模式。**PCS 在 VSG 模式下作为 400V/50Hz 的电压源运行，光伏逆变器作为电流源运行。富余的光伏电力优先为电池充电；当光伏出力低于负载时，电池放电补充。在此期间，所有柴油发电机均保持在“孤岛备用，自动待机”状态(停机待命)。
- **发电机辅助孤岛模式。**当 SOC 降至低位限值时，EMS 将启动一台或多台发电机。发电机与 PCS 通过下垂控制配合，维持在稳定高效的负载水平(高于其最低负载阈值)，而 PCS 负责覆盖所有瞬时负荷及光伏功率的波动。当光伏发电量充足或 SOC 恢复至停机阈值以上时，发电机将卸载并停机。
- **光伏限功率模式。**当电池接近满充且光伏发电量超过负载时，光伏逆变器将接收降低有功功率的指令，以防止电池过充并保持微电网的能量平衡。
- **并网模式。**当 EDL 电网可用并完成同步后，PCS 将跟随电网运行(PQ 模式)，EMS 则按预设策略对电池进行调度。

调试期间的DEIF EMS监控画面

以下图例为基于 DEIF EMS 监控界面以及同一系统下的晶科 PCS/BESS 页面信息。

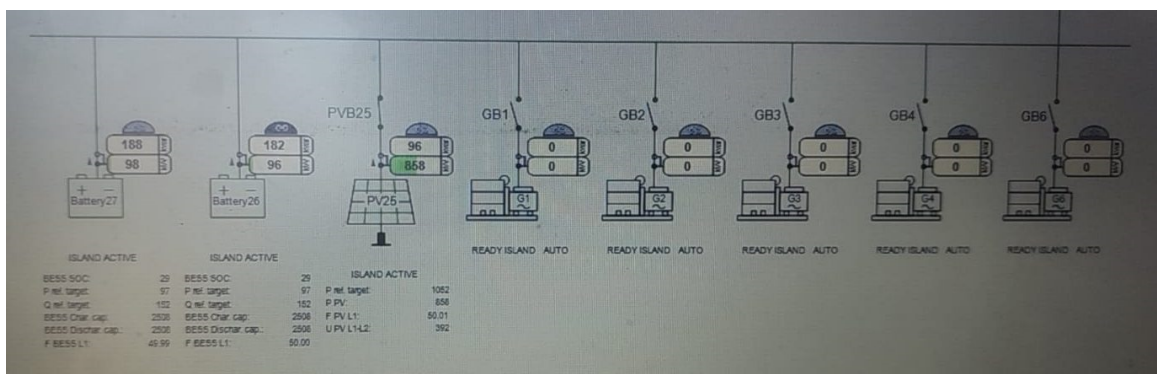


图7：100%可再生能源供电下的孤岛运行状态：光伏输出858kW，两个电池簇分别放电188kW和182kW，五台发电机均处于“孤岛备用/自动”状态（停机），当前SOC为29%。此时约1.23MW的总负载完全由光伏和电池承担

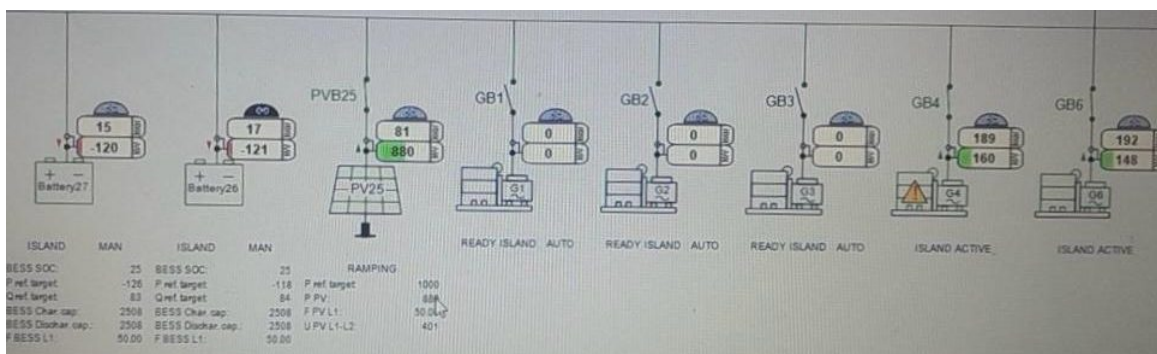


图8：发电机辅助运行状态：光伏输出880kW，发电机G4和G6分别输出189kW和192kW，电池簇以120kW和121kW的功率充电，当前SOC为25%。由于SOC较低，EMS启动了两台发电机并维持稳定输出，同时电池吸收富余电能，PCS提供构网支撑

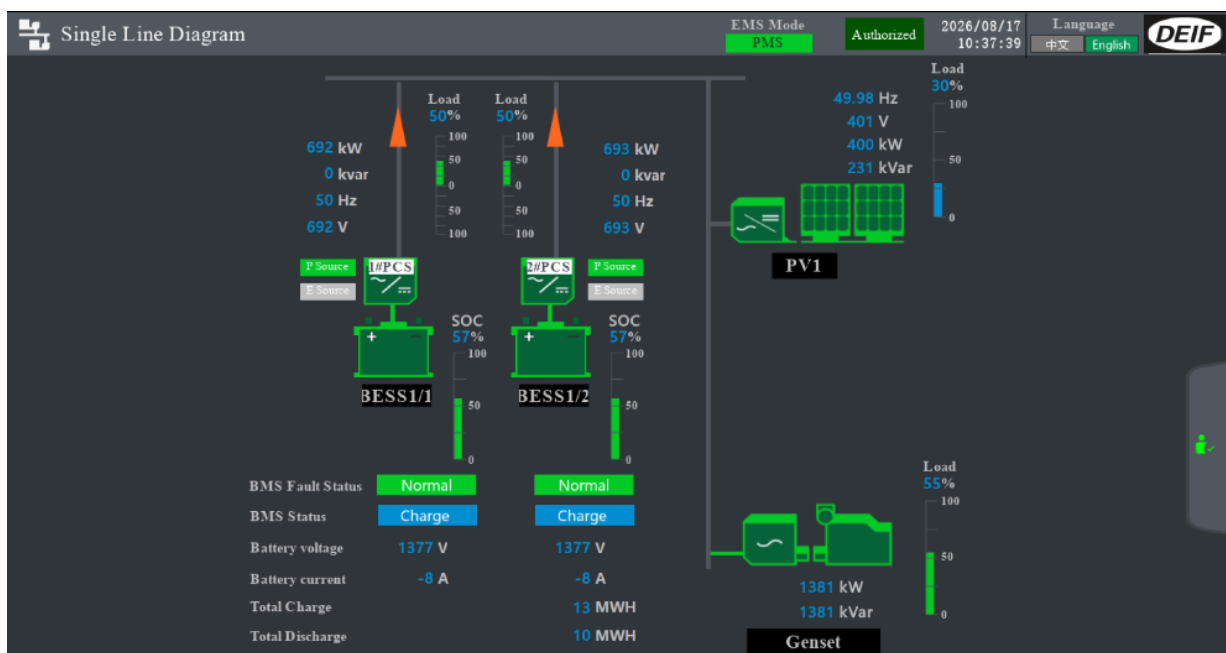


图9：DEIF单线图页面：两台PCS单元，电池储能系统处于充电状态，SOC为57%，以及光伏1和发电机馈线状态

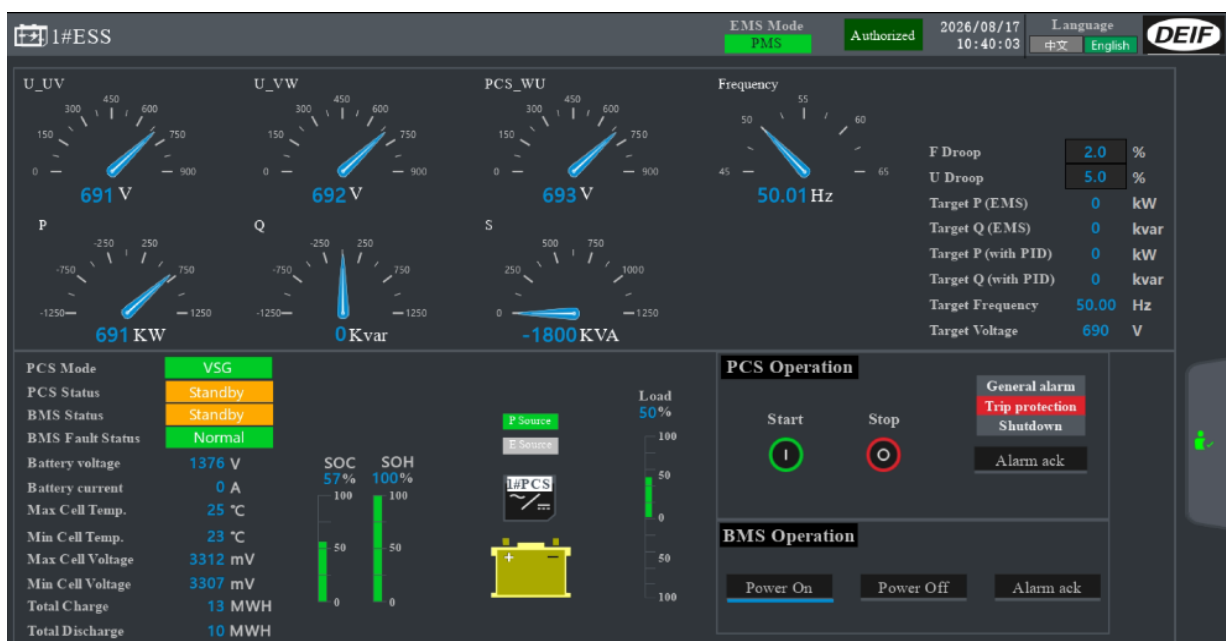


图10：PCS1号机组页面：处于VSG模式

核心亮点

构网型储能系统作为厂区微电网的主干

通过将 PCS 作为虚拟同步发电机运行，厂区不再依赖柴油发电机组来维持电压和频率。发电机转变为可调度的备用电源，EMS 可以在不中断厂区供电的情况下控制其启停和加载。PCS 与 DEIF 控制器之间的下垂控制实现了发电机的无缝并网与脱网。

与客户现有的DEIF基础设施深度集成

现场原有的发电机控制器即为 DEIF 设备。晶科并未对其进行替换，而是将 PCS 和 BESS 整合至 DEIF EMS 中，使客户能够通过单一监控系统统管全厂。

MW级低压并网集成

带有集成双分裂变压器的 3MVA 变流变压一体机，使储能系统能够通过一个 4000A 的空气断路器接入 400V 母线，无需建设专门的中压配电室；同时远端的养殖区光伏电力通过 11kV 线路引入，并在储能系统旁的预装式变电站进行降压。这有效降低了互联成本，并利旧了原有的 3200A 开关柜。

专为中东沿海环境设计

电池舱与 PCS 一体机均配备 C5 级防腐涂层以适应海滨环境，液冷系统则确保在中东的夏季高温下，电芯温度仍能保持在安全限值范围内。场地布局为第二台 5.015MWh 电池舱预留了空间，且新建的交流汇流箱已为未来 585kWp 光伏区域预留了进线接口。



图11：厂区内的车棚光伏电站，背景为 Chekka 海岸线

结论

本项目表明，SunTeraG2 电池舱配合构网型变流变压一体机，能够将依赖柴油发电的工业厂区转型为以光伏为主导、发电机仅作备用的微电网。5.015MWh 的储能、2MWp 的光伏以及协同的功率管理系统相结合，不仅为工厂提供了全天候的稳定电力，大幅降低了燃料消耗，还为未来的平稳扩容奠定了基础。此外，该项目也体现了晶科储能设备可无缝集成至客户现有第三方控制系统中的应用优势与价值。

*本报告仅作为总体概述，晶科储能保留对其内容进行修改的权利，并拥有最终解释权。



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

晶科储能SunTera构网型混合微电网解决方案