

助力工商业储能 可持续发展

工商业储能解决方案白皮书



前言

PREFACE

“双碳”目标下，我国能源转型全面加速，新能源发展势如破竹，工商业储能领域尤为突出。去年以来，浙江、广东等地密集出台补贴政策，多地峰谷电价差扩大，工商业储能经济性进一步凸显，市场配储意愿不断增强。

2023年被定义为“工商业储能元年”，全国备案项目超2300个，备案总容量达10.2GWh。与此同时，行业入局者众多，产能过剩，竞争加剧，内卷愈演愈烈。

阳光电源基于我国工商业储能发展现状，聚焦收益、安全、运维等行业痛点，联合鉴衡推出《工商业储能解决方案白皮书》，为行业的可持续发展提供参考。



目录

CONTENTS

01	工商业储能应用概况	3
	1.1 产业高势增长	4
	1.2 应用场景多元化，中型工商业占主角	5
	1.3 盈利模式多样化，峰谷套利成主流	6
	1.4 商业模式灵活，合同能源模式受欢迎	7
02	工商业储能应用挑战	8
	2.1 项目收益低，回本周期长	9
	2.2 安全隐患大，人身资产保障低	10
	2.3 运维繁琐，运营成本高	10
03	PowerStack200CS系列 工商业储能解决方案	11
	3.1 随心收益，最快1.7年回本	13
	3.2 安心用能，可靠运行超12年	17
	3.3 省心使用，降低运营成本	21
04	工商业储能解决方案应用案例	23
05	总结与展望	25

01

工商业储能应用概况

储能系统应用场景分为发电侧、电网侧及用户侧。作为用户侧储能典型应用场景，工商业储能主要服务于大工业和一般商业场景，毗邻分布式光伏电源侧及负荷侧，具有提升消纳、减少电能传输损耗等优势。

近年来，在“限电限产”和峰谷价差不断扩大的背景下，工商业储能满足高峰时段用电需求的同时，通过峰谷套利、需量控制等多种模式提供收益。

产业高势增长

伴随“双碳”进程加快，各行各业能源转型已成发展共识。多地分时电价差拉大，叠加锂电池价格下调，储能经济性提升，进一步激发储能市场需求。

据预估，2023年全国工商业储能新增装机达3.5GWh，同比增长约300%，其中“浙、粤、苏”等地区新增装机合计2.8GWh，占全国比重约80%。未来几年，我国工商业储能将持续高速增长。

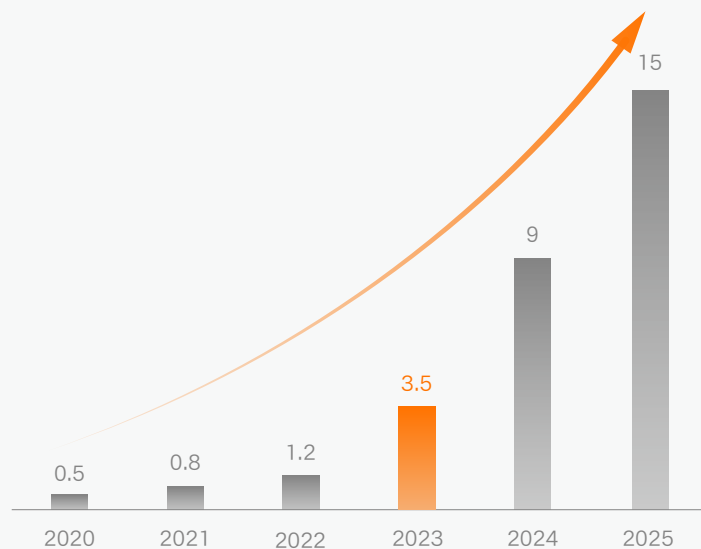


图1：2020-2025年全国工商业储能装机趋势（GWh）

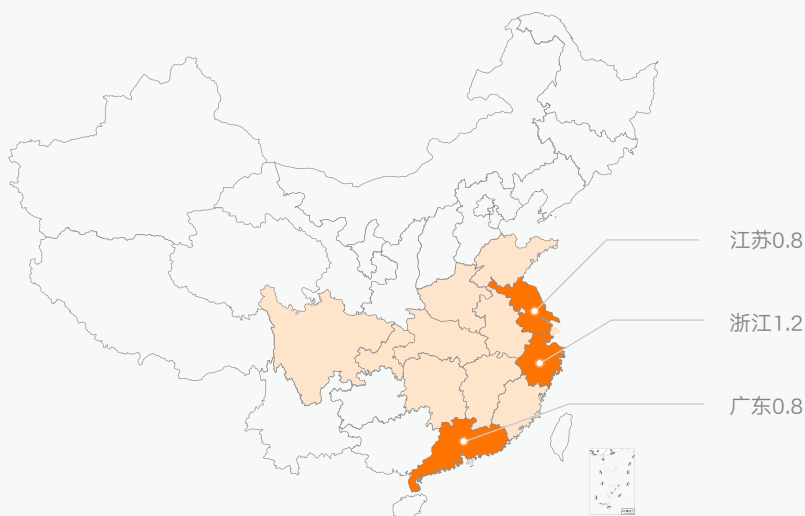


图2：2023年全国工商业储能装机分布预测（GWh）

应用场景多元化，中型工商业占主角

当前，工商业储能以中型工商业、园区/微电网、高载能企业为主要应用场景；分布式光伏接入能力不足、电力消纳受限区域（山东、河北、河南等）、台区储能、储充/光储充等应用场景成为新机会；随着电力市场化的不断推动，虚拟电厂、分布式光伏配储等应用场景未来亦可期。

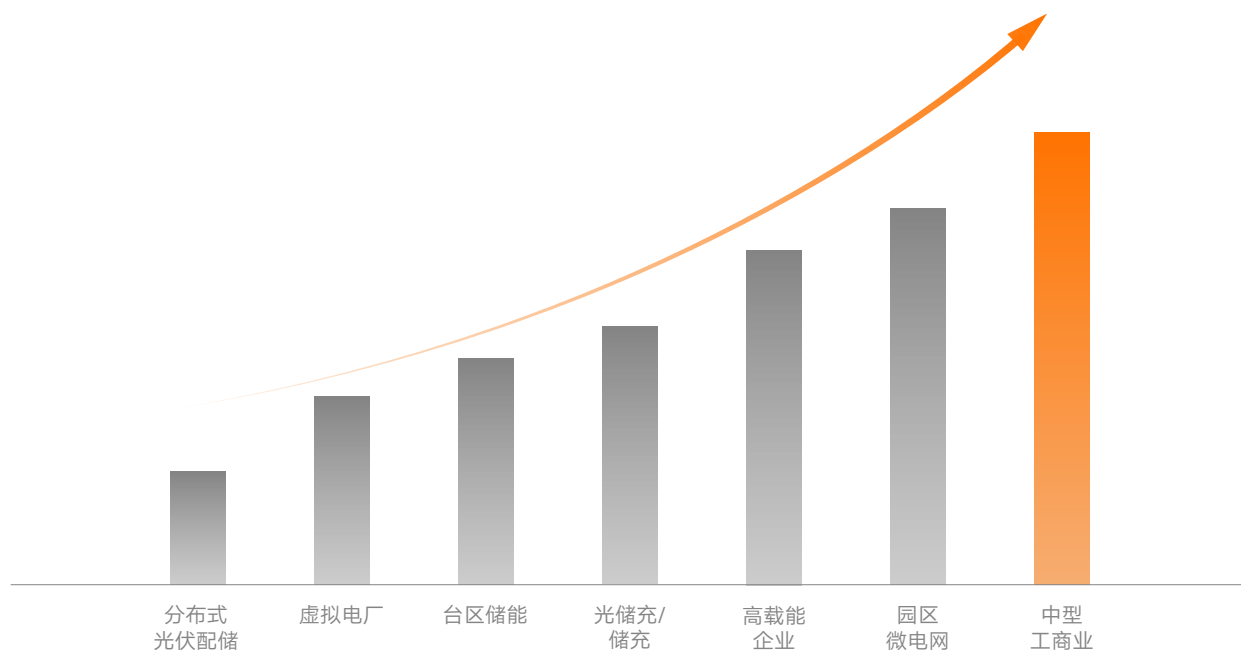


图3：工商业储能应用场景市场吸引力等级

重点板块	中型工商业	存在一定用电负荷，涉及行业众多，项目需求基本小于5MWh
	高载能企业	用电负荷较大，不受终端电价限制，项目需求体量大
	零碳园区	单一项目大，项目基本为35kV及以上并网
机会板块	台区储能	主要解决基础配电网接入能力不足，通常涉及到电网公司、发电央企，试点规模较大
	储充/光储充	400V应用的主要场景之一，涉及行业众多，收益表现较好
未来板块	虚拟电厂	参与电力市场以获取收益，是未来用户侧储能重点应用
	分布式光伏配储	借助现有工商业光伏项目上量，是未来工商业用户的综合能源解决方案

盈利模式多样化，峰谷套利成主流

经济性是驱动工商业配储的主要因素。目前我国工商业储能盈利模式以峰谷套利为主，并有需量控制、需求侧响应、备用电源、电力市场交易等多种模式。

据统计，截至2023年，平均峰谷价差达0.7元/kWh的地区约25个，超20省份支持单日两充两放，套利空间进一步扩大，经济性凸显。



峰谷套利

电价谷时段从电网或售电公司购买低价电能，电价峰/尖峰时供给至负载使用，降低企业电费支出。



需量控制

通过配置储能调控需量，减少短时间内负荷高峰峰值，降低需量电费，提高用户收益。



需求侧响应

电力紧张时，企业通过削峰等方式主动减少用电，响应电网供电平衡需求，由此获得经济补偿。



备用电源

突发停电时，为园区内关键不断电负载提供后备电源保障，保障园区生产用电，减少限/停电影响。



现货交易 辅助服务

工商业储能作为独立市场主体，通常以“聚合储能、虚拟电厂”等形式，参与调峰、调频、现货交易等多种电力市场交易，提升用户收益。

商业模式灵活 合同能源模式受欢迎

目前工商业储能客户群体主要由开发方、投资方、终端业主构成，商业模式主要分为合同能源管理、融资租赁和业主自投等模式，其中合同能源管理模式因其风险共担、收益共享的双赢优势受到市场欢迎。

1.

合同能源管理模式（EMC）

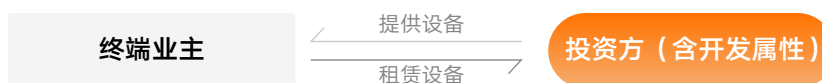


模式描述

EMC模式中，开发方是核心参与者，需向储能设备企业购买设备和维护服务，并和业主签订能源托管协议，确定储能项目获得收益的分成比例。

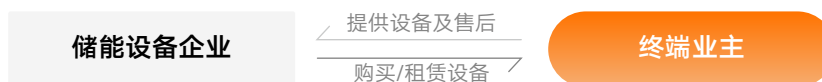
2.

融资租赁模式



3.

业主自投模式



模式描述

融资租赁、业主自投两种模式下，直接购入设备的业主后续投入较少，租赁设备的业主需定期向购入设备的业主支付租金。租赁设备方负责项目运维，通过每日电价峰谷套利和需求侧响应等方式获取收益；设备提供方则通过收取租赁费获得收益。

C2

工商业储能应用挑战

行业高速发展、竞争过剩成为当前工商业储能的关键词。据报道，2023年工商业储能相关企业新增5万家，平均每天新增150家。在行业结构性产能过剩阶段，出现低质低价中标等现象，给行业良性发展带来隐患。如何保障储能电站全生命周期高效安全运行和优质服务，对企业产、研、服等综合实力提出更高要求。



项目收益低，回本周期长

电力市场化尚处于初期，初始投资高、回本周期长、商业模式复杂，部分业主对参与工商业储能项目持谨慎态度。

伴随电力市场化改革不断深入，如何进一步发挥储能系统的使用价值，提升配储经济性，是行业亟需解决的课题。对储能企业来说，需要不断优化储能系统效率、调度能力、电池损耗等性能。



系统效率低

当前市面上工商业储能系统循环效率普遍在80-90%之间。系统循环效率指储能系统输出电量与从电网输入电量的比例，效率越低，放电量越少，项目回收周期越长。



调度能力弱

通过根据峰谷时段设置充放电实现盈利，盈利模式单一，调度较为粗放，造成电力收益损失。



电池损耗多

使用风冷为储能系统散热，缺乏智能化温控算法，辅助损耗大，散热不均衡导致电池不均温，加剧充放电木桶效应，系统输出的可用电量变少。

2.2

安全隐患大，人身资产保障低

工商业储能一般分布在工厂、商业区、公共机构等人员与资产密集区，部署场景复杂。若发生起火等严重事故，不仅影响项目收益，更可能导致资产与人身损害，因此对储能系统的安全设计能力要求极高。



图4：北美某储能电站安全事故

如何有效监测电站健康运行、预防和控制热失控及蔓延，最大限度减少设备、资产与人员损害，是储能系统急需解决的安全课题。

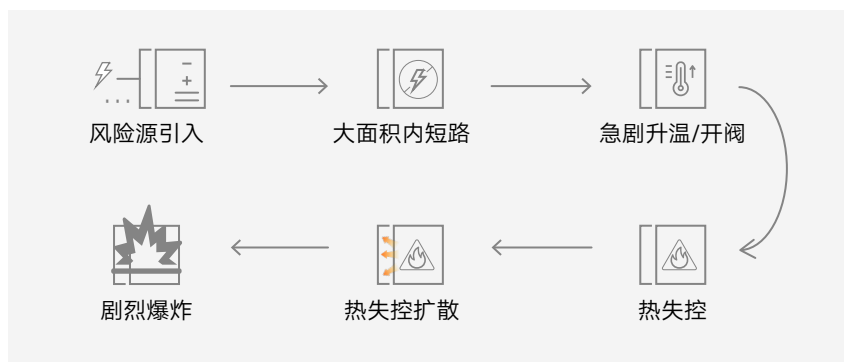


图5：热失控发生过程示意

2.3

运维繁琐，运营成本高

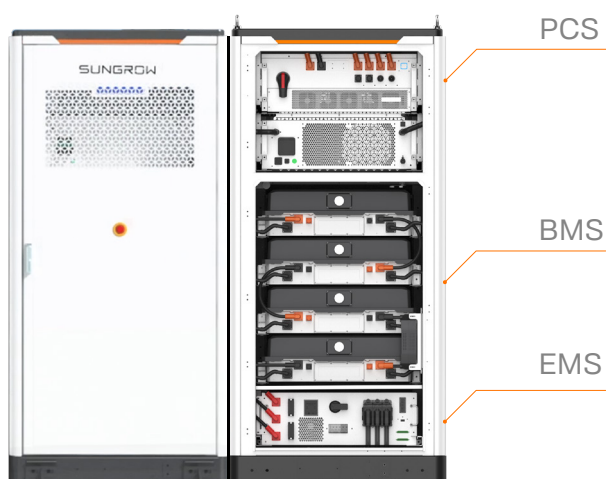
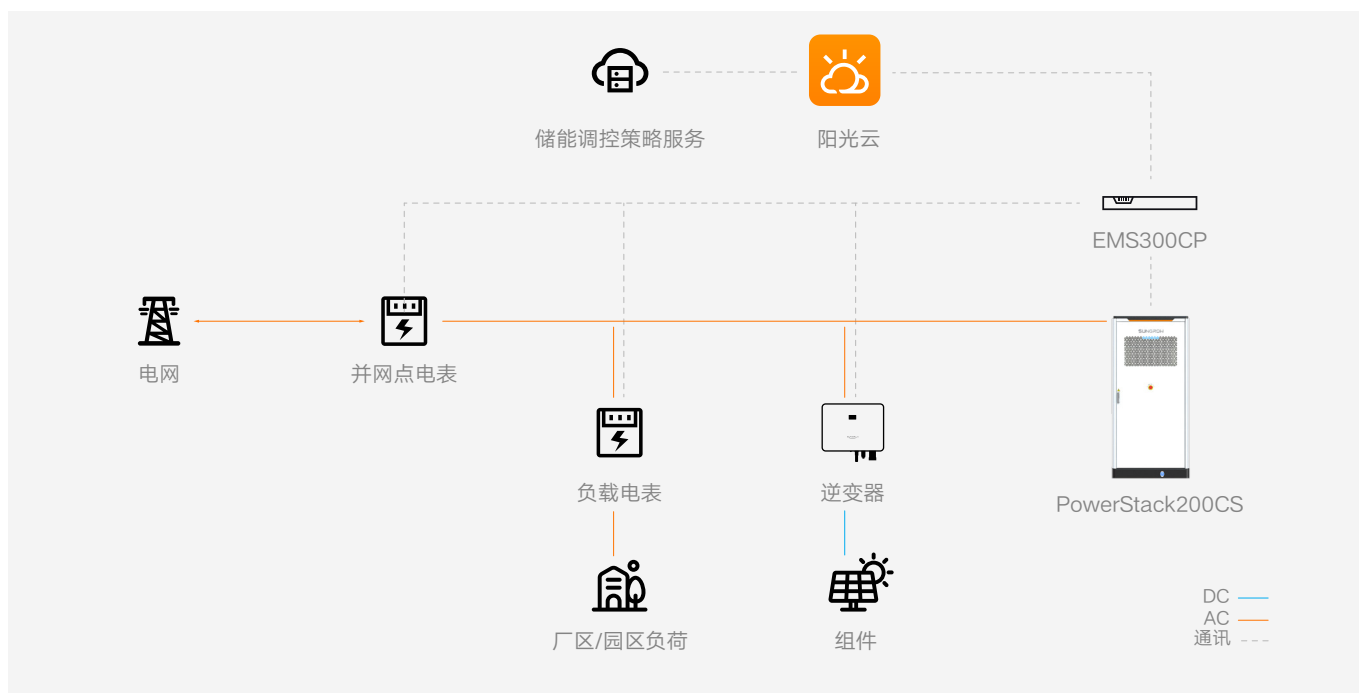
工商业储能项目分散，运维管理难度大、成本高。市面上多数工商业储能系统由不同厂商产品组装而成，加大了现场安装调试难度与故障发生概率。故障发生后，存在责任推诿现象，拉长设备维修周期，进一步增加运营成本。

03

PowerStack200CS系列 工商业储能解决方案

阳光电源基于“三电融合 智储一体”设计理念，深度融合电力电子、电化学和电网支撑技术，加入智能AI技术，推出PowerStack200CS系列工商业液冷储能系统（以下简称“PowerStack200CS”），整合PCS、EMS、BMS于一体，实现全链路高效、全系统智能、全维度防护。





作为国内首个获得工商业储能CGC/GF 237: 2023认证的产品, PowerStack200CS在设计、制造、安装、运行和维护等方面满足业内严格技术规范和要求。

效率	系统额定功率充放电时，能量转换效率RTE≥90%。
安全	满足产品在电击、高温、机械、气体、液体、噪声、火灾危险防护方面的技术要求，特别是火灾预防、消防探测和消防联动方面的安全性。

3.1

随心收益 最快 1.7 年回本

PowerStack200CS通过高效能量转换技术、智能液冷温控技术、智慧调度策略等多种手段革新，提升系统充放效率、降低电池损耗、增加调度收益等，缩短投资回报周期。

1. RTE≥90%，系统高效运行

储能系统充放电循环效率（Round-trip Efficiency，简称RTE）是决定运行收益的关键指标。传统储能受限于系统设计能力，导致系统电压适配性差、PCS调制策略单一、器件损耗大，影响RTE。

PowerStack200CS基于高效率新型碳硅合基器件、低损磁集成技术、高效调制策略等，多维度提升系统效率，系统RTE≥90%，通过GB/T 36548-2018标准认证。

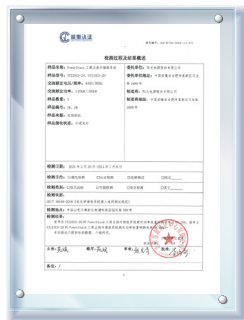


图9：RTE>90%效率认证

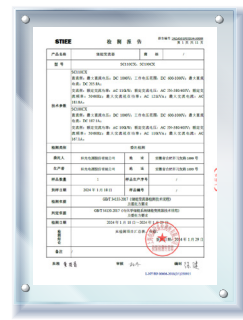


图10：PCS1.2倍过载检测报告

储能变流器（Power Conversion System，简称PCS）是工商业储能系统的能量转换核心，根据能量管理系统（Energy Management System，简称EMS）指令控制功率，从而实现电能的双向转换。传统PCS响应速度较慢、使得转换效率低，不仅造成电能损失，更可能影响电网安全。

PowerStack200CS自研嵌入式PCS，具备1.2倍过载能力，当低压电网中出现过载负荷时，更稳定地支撑负荷功率，提升电力系统稳健性。

2. 智能液冷温控，低损耗长寿命

工商业储能系统内有数百颗电芯，传统散热方式导致运行过程中电芯之间的温差过大，降低系统的充放电量、减少系统寿命，并带来一定安全隐患。

PowerStack200CS采用液冷均衡散热设计，由整机主管道和每层Pack管道组成系统子母流道，冷却液通过散热管道流经每颗电芯，实现Pack级、电芯级双均衡散热，整机电芯温差≤2.5℃，提升电芯健康度。每天两充两放情况下，系统寿命≥12年。

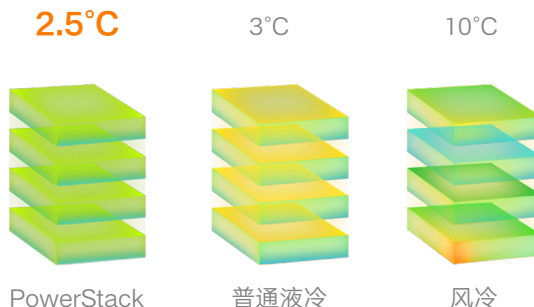


图11：不同散热方式电芯温差对比

传统储能系统通常以恒定功率进行散热，存在高温散热不足，低温散热浪费等现象，导致散热功耗较大且散热效果弱，无形中推高系统运行成本。

PowerStack200CS搭载AI仿生热平衡技术，基于历史充放电行为预测系统未来充放电状态、环境温度及液冷机组实时工况，通过AI仿生算法动态控制机组运行、智能调节散热所需功率，满足系统散热需求的同时，辅电能耗降低33%，单机日省12度电。

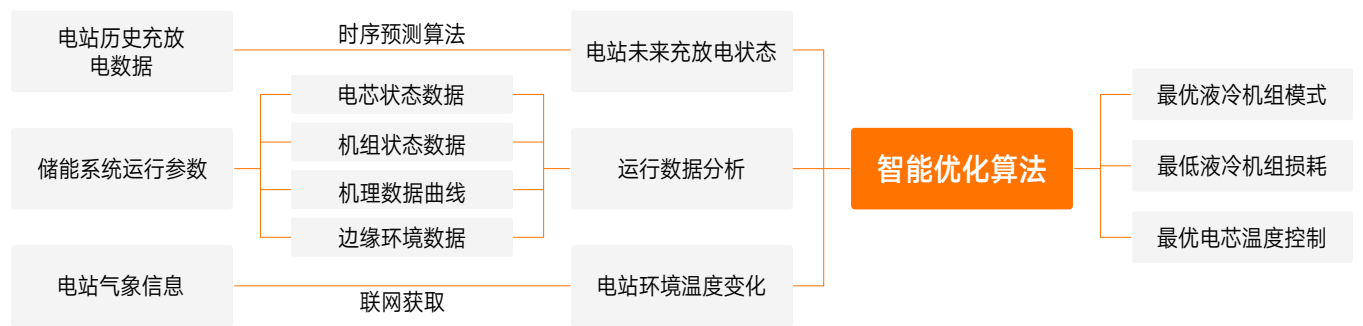


图12：AI仿生热平衡过程示意

3. EMS智能调度，收益提升11%+

伴随电力现货市场发展，电力调度政策不断推出，如何灵活应对电力调控变化，对系统的软硬件能力均提出较大考验。传统EMS一般依据分时电价时段，人工设置充放电指令，在固定电价峰段放电、谷段充电，存在一定滞后性，影响系统收益。

PowerStack200CS采用融合深度学习和AI最优求解模型的En-grow算法，基于历史用电数据、电站运行情况和电网需求，搭建经济调度模型，并不断训练迭代，生成最佳能量调度策略，每隔5-15分钟更新调度方案，确保每次充放电循环中获取最优收益，扩大系统峰谷套利空间、节约需量电费。经实测，较传统EMS，收益最大可提升11.71%。

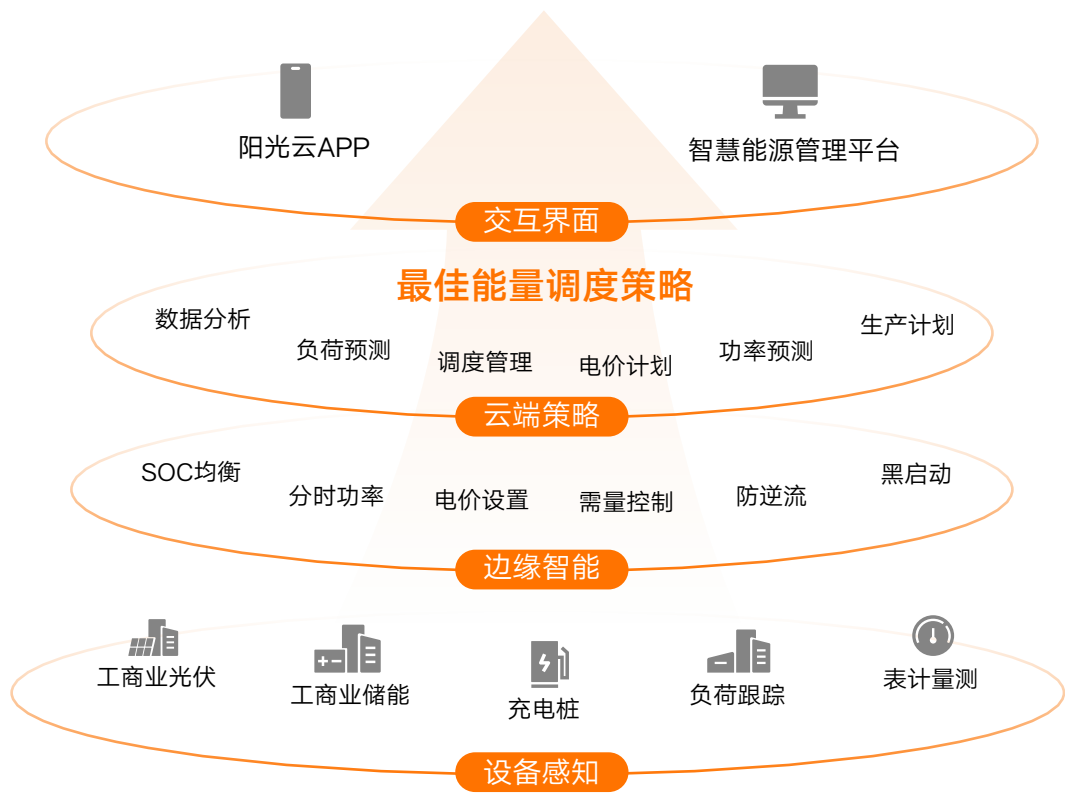


图13：EMS智能调度策略示意

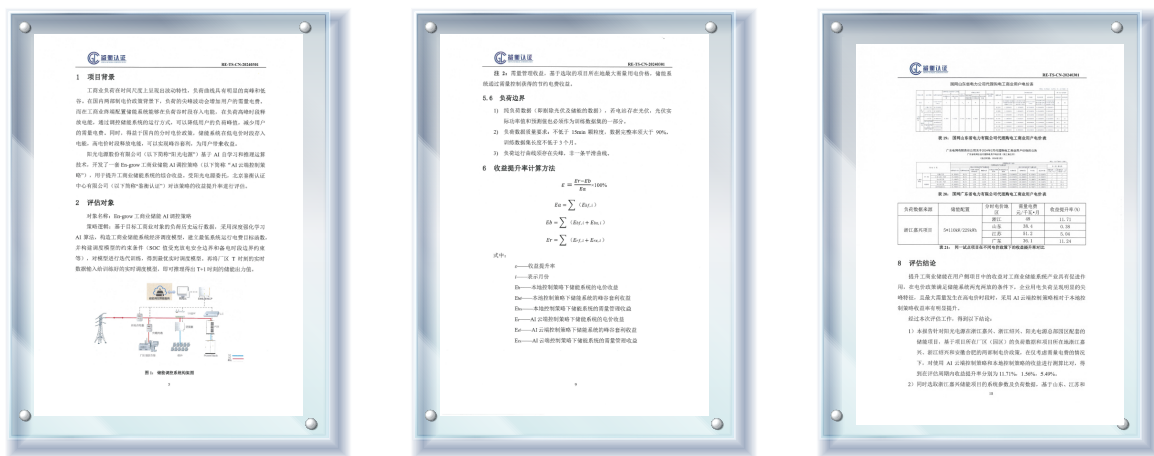


图14：智能EMS VS 传统EMS收益评估报告

PowerStack200Cs不仅支持峰谷套利、防逆流、需量控制、负荷跟踪等调度功能，更能云端协同光伏、储能、充电桩，提供全栈自研光储充云一体化解决方案，助力更多绿电应用。

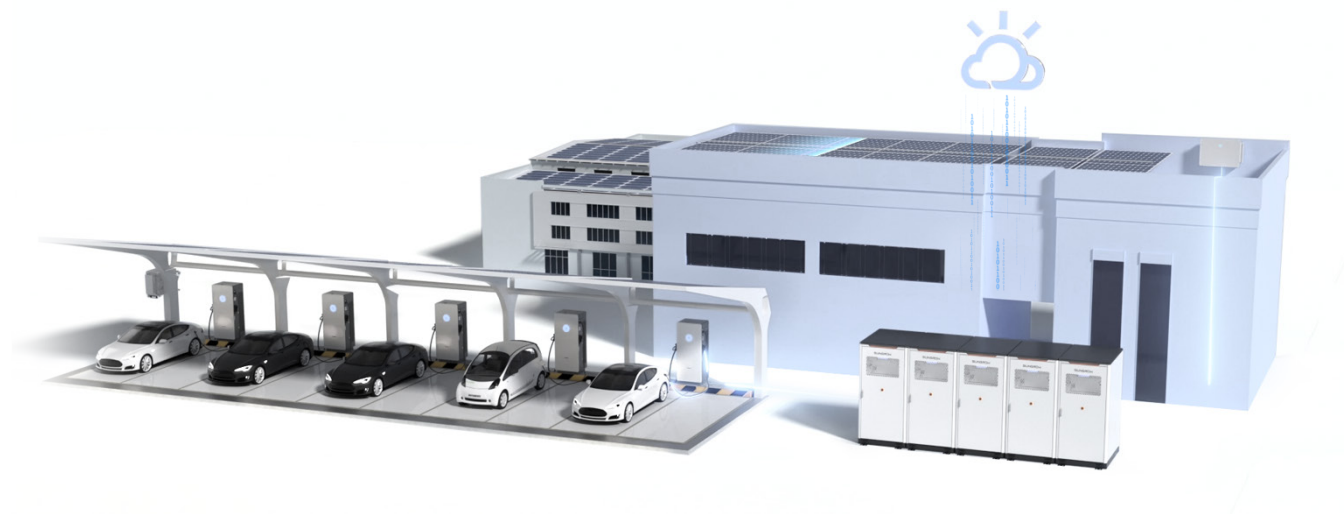


图15：阳光自研光储充云示意



更优成本

- 降低变压器扩容成本，减少容量电费，无惧停电限电
- 光功率精准预测、最大化光伏消纳



更多收益

- 负荷精准预测，提升峰谷套利收益
- 支持VPP等电力辅助交易创收



更加便捷

- 阳光全栈自研光/储/充/云系列产品，一屏控站，一站式部署/运营/售后

4. IRR高至52.7%，1.7年回本

综合上述系统效率、散热、调度等性能的全面提升，提升系统收益，缩短投资回报周期。

以浙江省2024年2月10kV电价政策为例，大工业年加权峰谷电价差为0.9277元/kWh，一般工商业年加权峰谷电价差为0.7812元/kWh，在资本金模式下，用户自投IRR高至52.7%，可实现1.7年回本。

2次 每天充放循环	330天 年有效放电时间	95% 放电深度	90% 系统循环效率
4.9% 贷款利率	70% 贷款比例	5年 还款年限	1.2元/Wh 系统投资成本

工商业储能财务评价关键指标

投资模式		用户自投	租赁打折（8.5：1.5）
全投资	全投资财务内部收益率	27.75%	22.17%
	静态回收期（年）	3.13	3.83
资本金	资本金财务内部收益率	52.70%	37.99%
	静态回收期（年）	1.7	2.81

*IRR即内部收益率，用于衡量资金流入现值总额与资金流出现值总额相等时的折现率

浙江工商业储能收益率

安心用能，可靠运行超 12 年

工商业储能作为具有投资属性的电化学产品，安全性至关重要。目前，业界针对工商业储能安全方案正逐步改善，然而在安全故障发生前的及时预警、热失控逐级扑灭降损、极端燃爆安全兜底等方案设计依然存在局限性。PowerStack200CS秉持阳光电源极致安全设计理念和高标准要求，构建了从电芯到整机、从系统到云端的5层安全防护体系。

1. AI电芯全息管理，源头管理热失控

电芯热失控是储能系统直流侧发生安全事故的源头，传统储能系统通过BMS对电芯的温度、电压、电流数据进行单一的采集监测，到达一定数据阈值才触发警报，预警不及时。

PowerStack200CS采用AI电芯全息管理技术，实时监测电芯温度、电流、电压、气体、颗粒、压力六维数据，通过内短路诊断、内阻离散分析、一致性分析等AI算法模型，实时评估电芯健康状态，提前15天预警异常电芯、15~20分钟预警热失控，减少热失控损失。

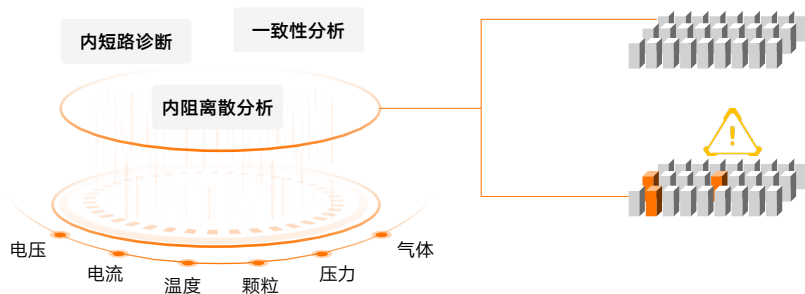
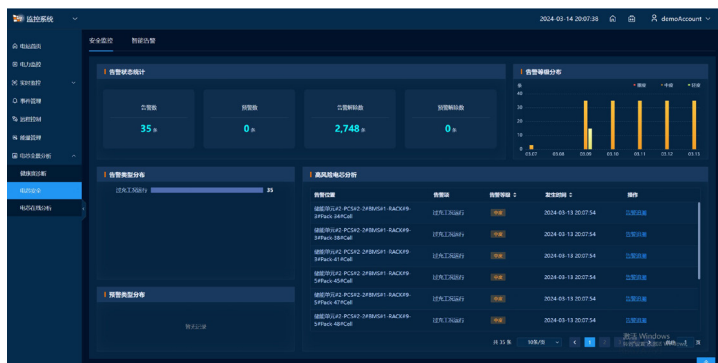


图16: AI电芯全息管理策略



阳光云APP/Web端主动推送预警信息，提供措施建议，无需用户排查故障原因。

图17: 电芯预警界面

2. 电气全面检测，分级关断降损

储能系统直流侧电池接线端接触不良、绝缘材料老化破损等原因可产生电弧，从而引发热失控。灵敏的电气主动保护是阻止热失控的关键。

PowerStack200CS通过AI拉弧检测技术对直流侧传感器数据进行多模态可视化评估，做到毫秒级100%检测、定位拉弧风险，秒级关断。



图18：AI拉弧检测认证

系统采用“包级、簇级、柜级”三级过流保护，即电池包回路直流熔断、电池簇回路直流熔断、PCS直流回路熔断，针对不同过流情况，实现精准分级快速关断，将故障损失降到最小。

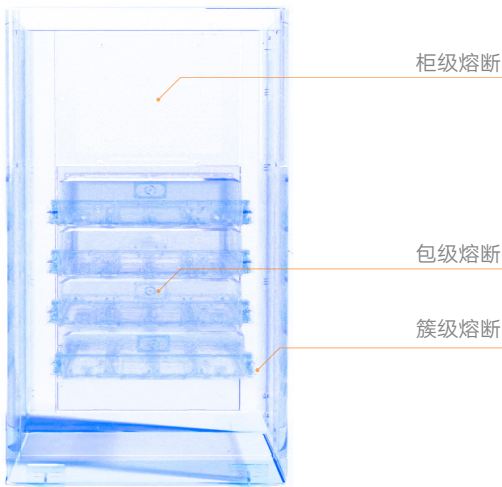


图19：系统三级过流保护



图20：三级过流保护专利认证

3. 三重消防安全设计，筑牢安全防线

传统工商业储能柜通常配置明火后的被动消防，对消防等级感知不够灵敏，存在消防措施启动不及时、启动后对设备折损较大等现象。不具备泄爆能力，当燃爆发生时，对周边设备、人员安全造成重大威胁。

PowerStack200CS基于热失控发生前主动介入、热失控影响最小化的安全设计思路，推出“预警、泄爆、消防”三层系统安全设计，减少安全故障损失。

Step 1：精准预警

通过热失控预警器，实时监测烟雾、温度、可燃气体（一氧化碳、氢气、VOC），达到预警值时，安全系统自动启动声光报警器，发送警示到阳光云平台，及时提醒相关人员；水浸检测达预警值时，自动触发系统停机，推送故障信息至阳光云平台。

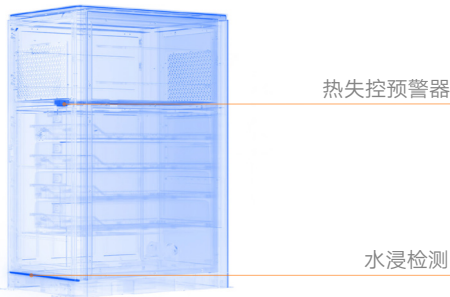


图21：系统预警设计

Step 2：快速燃爆

创新“气压感知泄爆”设计，当储能系统内部压力达到泄爆阈值时，背部泄爆装置向外弹开至设定位置，及时泄压，避免设备飞盖及其他泄爆物体飞溅误伤，降低设备损坏程度，有效保护人身安全。满足NFPA68要求，是国内首个以真机实测获得泄爆安全认证的工商业储能系统。

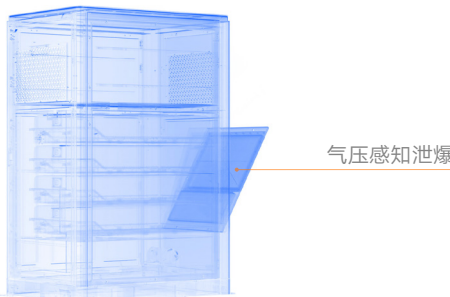


图22：系统泄爆设计



图23：泄爆安全测试认证



Step 3：及时消防

电池包内配置全氟己酮气体消防，舱体内配置系统级水、气体消防，一旦发生热失控，系统快速启动保护，即刻扑灭热失控。此外，舱壁依据GB/T 9978标准，满足最高2小时耐火，阻止热失控蔓延，减少对周边设备影响，争取消防时间。

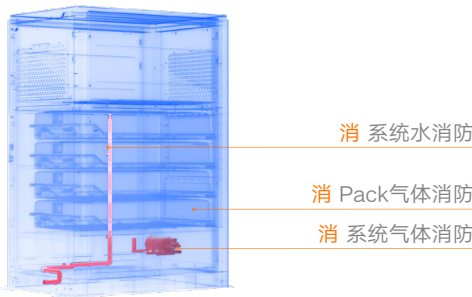


图24：系统消防设计



图25：2小时舱壁耐火认证

4. “云管边”端端安全，守护信息0泄露

加强网络安全已成为新能源行业共识，部分国家已于标准中明确提出要求。国家能源局发布《电力行业网络安全管理办法》，要求电力企业应当选用符合国家有关规定、满足网络安全要求的网络产品和服务。国际电工组织委员会陆续发布IEC62443的系列标准，要求制造厂商需符合工控标准并取得证书，以减少工控网络信息安全风险。

PowerStack200CS基于信息安全标准要求，采用“云、管、边”三重信息加密设置，拥有国内安全等保三级认证，国际IEC62443国际工业信息安全标准、欧盟《通用数据保护条例》(GDPR) 认证，保护电站信息安全。



图26：“云管边”信息安全保护



图27：GDPR/信息安全三级保护/IEC62443证书

5. 500+出厂测试，保障系统稳定性

阳光电源作为国内首家通过电芯、模组、电池簇、BMS四位一体认证的企业，要求系统出厂前要通过从电芯到系统500+项性能测试。



省心使用，降低运营成本

工商业储能应用场景复杂、布局分散、安装场地面积有限，对产品的建站、运营、运维等提出更高要求，降低全生命周期运营成本。

1. 极简安装，节省建站成本

PowerStack200CS采用PCS、EMS、BMS一体化设计，全栈自研，出厂前预安装预调试，现场“一次接线、一键设置”即可并网，减少人工建站成本。支持面对面、背靠背、无缝肩并肩灵活布局，减少占地面积，满足寸土寸金的工商业应用场景。



图28：10机布局示意

2. 在线监控，减少管理成本

PowerStack200CS搭载阳光智慧能源云平台，具备百GWh级接入能力，随时随地监控运行状态及收益数据，远程设置调度参数。



图29：阳光云Web/APP端界面

3. 高效便捷，降低运维成本

PowerStack200CS的EMS系统支持第三方云接入，即插即用，同时还支持智能无线运维。近端无线设置站端策略配置，实时检查产品运行工况；远程通过阳光云APP/Web端进行云端策略配置，支持专家远程检查电站运行情况，免去上站运维成本。



图30：近/远端运维示意

支持OTA一键升级全电站，无需一对一专家上站更新系统，节省人工运维成本。

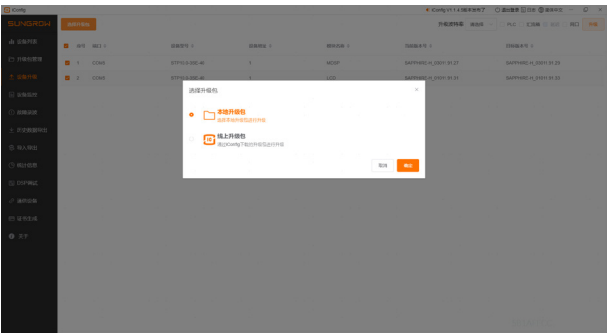


图31：阳光云OTA升级界面

创新推出“主动售后维护体系”，即阳光云基于实时电站安全监控，一旦接收到系统运营异常信息，实时分发故障告警信息至各区域售后专家处理，解决工商业储能分布分散，用户日常监管难度较高的问题，省去时间成本，保障电站高效运营。



图32：主动运维示意

4. 阳光一站式服务，全周期陪伴

阳光电源在全球拥有370+服务网点，累计保障电站容量405GW+，拥有光储充云研产销一体化的清洁能源全生命周期解决方案，提供从售前、售中、售后等产品全生命周期服务闭环，做到无忧使用。

-  **售前多维诊断**
客户需求专业诊断+定制最佳收益方案
-  **售中高质量交付**
预安装一体化交付+全面的使用指导
-  **售后一站式服务**
国内24h热线支援+本地维修仓库快速检修



图33：售后五星级认证

按照GB/T 27922-2011 商品售后服务评价体系标准，对内部的服务体系进行全面升级，阳光电源综合服务能力水平获五星级认证。

04

工商业储能应用案例



浙江·嘉兴 大型工商业纯储项目

5MW/10MWh

3.5年
投资回收期

>23%
合同能源管理模式IRR



浙江某企业为10kV大工业用户，每年运行用电量巨大，且采用峰谷分时计费模式，基本电费按最大容量缴纳，电费压力较大。

阳光电源基于浙江嘉兴电力政策特点，结合产区用能情况，提供PowerStack储能系统一站式解决方案，并配合储能系统搭建变压器柔性直流互联系统，通过调节企业购电模式，在满足企业生产用电同时，降低尖/高峰时段的用电成本，并提高供电可靠性和电能质量水平；通过柔性直流系统，降低低压变压器过载情况，实现虚拟增容，降低电网配电容量扩建需求。

收益表现：合同能源管理模式，IRR>23%，投资回收期约3.5年。

浙江·绍兴 工商业光储项目

700kW/1505kWh

4.37年
投资回收期

≥18%
合同能源管理模式IRR



浙江地区发布众多补贴政策以促进工商业储能发展，主要是放电补贴、投资补贴和容量补贴。如2小时系统下工商业储能可实现两充两放，最大价差高至1.1766元/kWh，大部分地区整体容量补贴标准在100-300元/kW之间。

阳光电源基于全面细致的实地研考，结合产区用能情况，通过提供PowerStack储能系统一站式解决方案，助力该企业成为绍兴地区纺织企业清洁能源转型标杆。通过分布式光伏和储能的协同效应，提升企业绿水使用比例，增强生产用电灵活性，缓解企业用电焦虑。其次，基于产区多点配电结构特点，一对一配置EMS主从调度策略，提高储能峰谷套利收益，节省需量电费。

收益表现：合同能源管理模式，IRR≥18%，投资回收期约4.37年。

河南·开封 首个工商业储充项目

500Kw/1075kWh

4.4年
静态回收期

≥17.2%
资本金模式IRR



随着全球新能源汽车市场渗透率屡创新高，对充电站的供电容量和快充能力要求不断提高，配储可有效满足上述需求。

阳光电源基于当地峰谷价差特征，结合充电桩产品特性，通过提供PowerStack储能系统一站式解决方案，缓解充电桩峰时用电压力，延缓变压器增容改造，减少改造和增容成本，提升充电站收益。

收益表现：资本金模式，IRR≥17.2%，静态回收期4.4年。

05

总结与展望

据中国化学与物理电源行业协会储能分会统计，到2025年，全球工商业储能累计装机可达11.5GW，全球工商业储能累计市场规模将达到190-240亿元。未来五年，中国有望成为全球市场主力，发展空间与潜力巨大。

为应对电力市场化下工商业储能的新机遇与挑战，阳光电源基于在储能领域的技术深耕，躬身入局工商业储能行业，创新“三电融合 智储一体”技术理念，打造领先的产品和服务，以持续的创新和洞察，赋能全球千行万业零碳转型，让能源尽其所用，创造无限可能！



阳光电源股份有限公司
中国合肥市高新区习友路1699号
邮编：230088
总机：0551- 6532 7878, 7877
网址：www.sungrowpower.com
销售热线：
400 119 7799
邮箱：sales@sungrowpower.com



阳光 光储充抖音号



阳光 光储充小程序



阳光 光储充官方微信