

工商业储能解决方案白皮书
INDUSTRIAL AND COMMERCIAL ENERGY
STORAGE SOLUTIONS

INDUSTRIAL AND COMMERCIAL ENERGY
STORAGE SOLUTIONS

工业储能
解决方案
白皮书

解决方案
白皮书

工商业储能

INDUSTRIAL AND COMMERCIAL ENERGY
STORAGE SOLUTIONS

编写说明 WRITING INSTRUCTIONS

全球在双碳战略的驱动下，以光伏、风电为代表的可变可再生能源装机量迅速提升，但可再生能源的波动性以及不稳定性也给传统电力系统带来了巨大的冲击和挑战。工商业储能电站作为缓解电力系统压力的重要组成部分，从2022年开始在国家分时电价和分布式光伏强制配储的政策驱动下，取得了很多成功案例。目前工商业储能电站开始向规模化发展，各行各业都希望通过合理的储能配置解决全生命周期用电贵、电网负荷高峰期用电难的问题，从而大幅降低企业用能成本，保障工厂稳定运行。

在此形势下，德国莱茵TÜV、中煤天津设计工程有限责任公司以及西安奇点能源股份有限公司，结合丰富的工商业储能电站投运经验，共同组织编写了《工商业储能解决方案白皮书》，希望能与业内同仁共享成果，共谋工商业储能解决方案的新发展。本白皮书从工商业储能项目的客户需求出发，结合不同的应用场景，通过可行性分析、设备选型、电站交付与注意事项以及典型案例详细阐述了工商业储能电站前期可研到落地的完整过程，白皮书最后也对工商业储能的未来发展进行了展望。

感谢以上参编单位及专家对白皮书编写提供的大力支持。

【参编单位】

- 德国莱茵TÜV
- 中煤天津设计工程有限责任公司
- 西安奇点能源股份有限公司

目录 Contents

01	工商业储能发展现状	01		
	储能电力系统中的意义	02		
	工商业储能应用场景及商业模式	02		
	工商业储能市场概况	03		
02	工商业储能项目可行性分析	04		
	工商业储能电站运行策略	06		
	峰谷电价套利	06		
	需量管理	06		
	需求响应	06		
	频率调节	06		
	可再生能源集成	06		
	微电网运行	07		
	能源管理系统集成	07		
	工商业储能投资经济性分析	07		
	峰谷套利下的分时电价政策	07		
	工商业储能项目可装机容量	09		
	工商业储能电气接入条件分析	09		
	接入电压等级	10		
	并网柜配置要求	10		
	企业储能设备布局安全标准	11		
	安全规范	11		
	设备安全	11		
	排布安全	11		
	防火墙	12		
	储能设备选型建议	12		
	优异的全生命周期电量吞吐能力	12		
	完善的系统安全设计	13		
03	电站交付运行及注意事项	14		
	设备交付及工期	16		
	基础施工	16		
	选址	17		
	基础设计及施工	17		
	设备安装调试	17		
	现场设备安装	17		
	系统调试流程	18		
	通讯控制二次调试	18		
	试运行维护	19		
	并网与验收	19		
	备案	19		
	接入国网调度	19		
	试运行	19		
	运行与监控	19		
04	典型电站案例	22		
	浙江某11MW/22MWh工商业储能电站	24		
	广东某30MW/60MWh工商业储能电站	25		
05	工商业储能未来展望	26		
	结语	30		

工商业储能解决方案白皮书
INDUSTRIAL AND COMMERCIAL ENERGY
STORAGE SOLUTIONS



01

工商业储能发展现状

■ 储能在电力系统中的意义

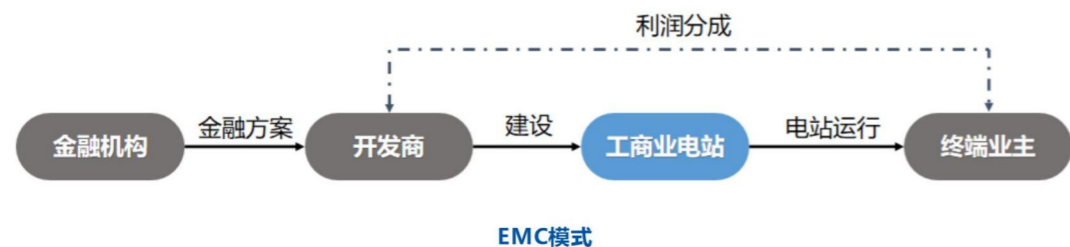
伴随着全球碳达峰、碳中和目标下的能源结构调整，新型电力系统作为能源体系转型的关键组成部分，是推动能源绿色低碳转型的“主力军”，更是实现碳达峰、碳中和的重要抓手。当下，新型电力系统建设步入加速转型期，在供给侧，由于以风电、光伏、水电为代表的可再生能源发电技术呈现明显的间歇性或季节性特点，新型电力系统会面临着供给侧和需求侧的双重不确定性，这将带来更高的系统灵活性需求以满足电力平衡、实现更大规模的新能源消纳；在需求侧，用户负荷的波动性也伴随终端电气化和极端天气等多重因素影响而变得愈发猛烈。双碳背景下传统上发挥调节作用的煤电、气电等电源装机占比将持续下降，电力系统需要更多的零碳灵活性资源来应对供需波动、实现从分钟到年度层面的电力电量平衡。储能通过改变能量在时空中分布不均匀的问题，可以有效在电源侧、电网侧以及用户侧提供灵活性支撑，构建以“源-网-荷-储”为基础的新型电力系统。

■ 工商业储能应用场景及商业模式

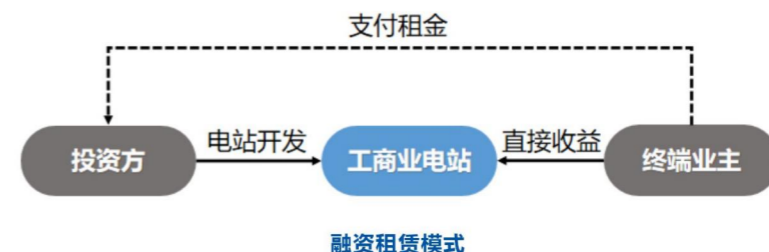
储能根据终端客户来分，可以分为电源侧、电网侧和用户侧储能，其中电源侧、电网侧储能又称为表前储能或大储，用户侧储能又称为表后储能，工商业储能主要指在工业或商业终端使用的储能系统，属于用户侧储能系统。

工商业用户配置储能的主要原因是利用分时电价等政策，降低企业全生命周期用电成本，也可作为备用电源以应对突发停电事故。现阶段工商业储能项目的开发主体主要由开发商、投资商和终端业主组成，商业模式主要有三种：EMC（合同能源管理）、融资租赁以及业主自投模式。

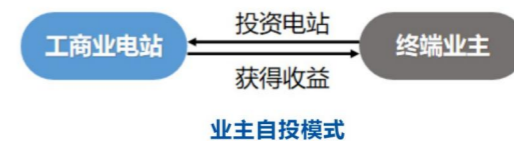
EMC模式下，开发商作为电站持有者需要购买储能设备系统后，同业主签订能源管理合同，通过节约电费的收益确认分成比例。



融资租赁模式下，租赁设备方每月用获得的储能电站收益用来向融资租赁机构支付租金，同步由租赁设备方负责项目运维，融资租赁方通过收取租赁费获得收益。

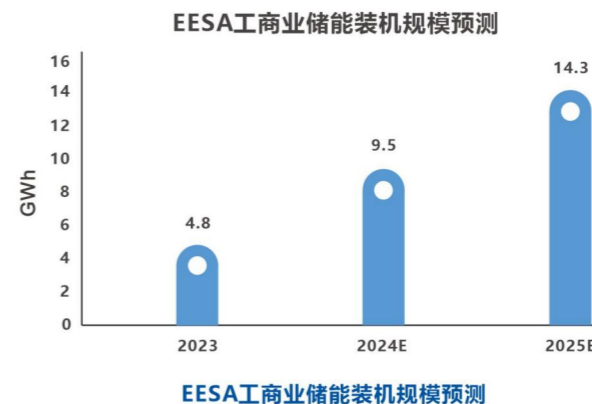


业主自投模式下，工商业业主直接购入设备，通过峰谷套利、需求侧响应、需量管理等多种方式组合获得收益。



■ 工商业储能市场概况

我国工商业储能当下主要依靠国家相关政策推动发展。新型电力系统供需严重不平衡的状态下，国家通过装机补贴、放电补贴、分布式光伏强制配储以及分时电价等政策的下发，驱动2023年工商业储能正式进入快速发展期，走入千行百业。根据EESA的统计及预测，2023年国内工商业储能装机约4.8GWh，由于各省分时电价设置不同，浙江、江苏、广东在高收益的驱动下装机快速增长，约占全国体量的90%以上；2024年预计工商业储能装机9.5GWh，需求持续增长，市场前景广阔。





目前工商业储能系统在多种运行策略下拥有丰富的盈利模式，本章通过对运行策略、系统经济性、电气接入、设备布局以及设备选型五个角度的分析，明确工商业储能项目可行性。

■ 工商业储能电站运行策略

工商业储能运行策略需要根据具体的电力系统需求和储能系统特性来制定。通过合理的规划和控制，可以充分发挥储能系统的优势，提高电力系统的运行效率和可靠性。目前常见的工商业侧储能电站几种运行策略及盈利模式如下：

A. 峰谷电价套利

分时电价机制下，储能系统可以在电价低谷时充电，然后在电价高峰时放电，从而实现峰谷电价套利。这种策略可以降低用户的电费支出，同时也对电网的负载均衡起到积极作用。此运行策略获得的收益较为稳定，且便于评估。是目前主流的工商业储能项目投资计算基础。

B. 需量管理

针对总体用电量不大，但是负荷剧烈波动，导致企业按需缴纳两部制基本电费较高的情况，储能系统可配合企业负荷波动，设定需量管理充放电策略，在企业负荷较低且电价较低时段充电保持系统电能容量，在企业负荷超过额定阈值情况下切换为放电，从而减少企业基本电费。此策略在企业特定的工况情况下可与常规削峰填谷运行策略兼容，大幅提升电站经济性。

C. 需求响应

储能系统可以作为一种快速响应资源，根据电力系统的需求变化来调整其充放电功率。例如，在电网负荷高峰时，储能系统可以放电以减轻电网压力；在负荷低谷时，储能系统可以充电以备后用。此运行策略首先需要电站接入电网调度系统，并且建立成熟的商业合作渠道，目前在投资角度不太稳定，但作为未来发展的关键环节，是收益提升的重要组成部分。

D. 频率调节

储能系统可以快速地响应电力系统的频率变化，通过调整其充放电功率来维持电力系统的频率稳定。这种策略对于确保电力系统的稳定运行具有重要意义。但是目前场景下在工商业侧较为难以明确收益，一般会有特殊需求生产状况企业定制化投入建设。

E. 可再生能源集成

储能系统可以与可再生能源（如太阳能、风能等）相结合，解决可再生能源发电的间歇性和不稳定性问题。例如，在可再生能源发电不足时，储能系统可以放电以补充电力供应；在发电过剩时，储能系统可以充电以存储多余的电能。此运行方式收益性好，但是在结算方面需要综合考量，一般作为工厂整体能源建设维度综合考虑，宜与可再生能源为同一运营方。

F. 微电网运行

在微电网中，储能系统可以作为一种能量缓冲器，平衡分布式能源（如光伏、风电等）的出力波动，确保微电网的稳定运行。同时，储能系统还可以提供备用电源，提高微电网的供电可靠性。目前较为成熟的运营场景为光储充电桩，类似上一策略，主要区别在微电网环境。

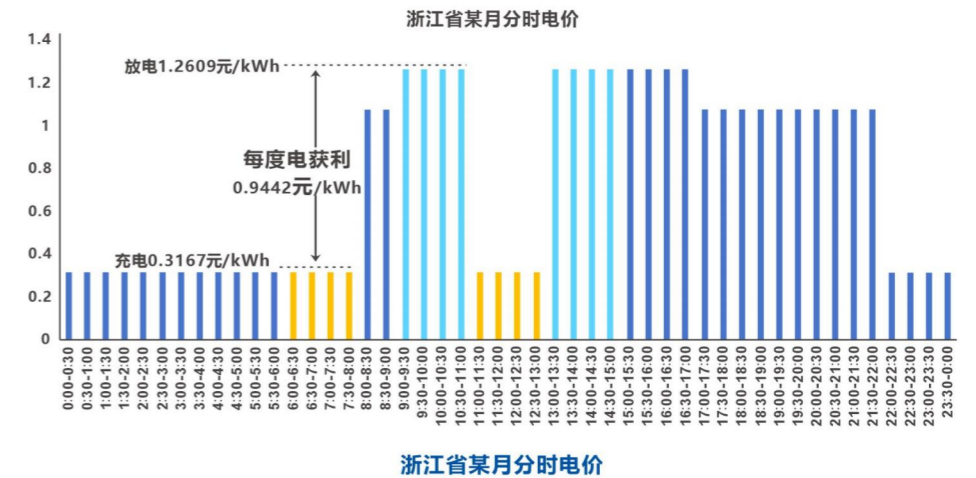
G. 能源管理系统集成

储能系统可以与能源管理系统相结合，实现对多种能源资源的统一调度和优化配置。例如煤炭火力发电、余热发电、一氧化碳发电等，这种策略可以提高能源利用效率，降低能源成本，并促进可持续能源发展。适配大型、特大型生产企业，往往能够实现综合降本增效，以及达成降低碳排放的宏观出口产品指标要求。

■ 工商业储能投资经济性分析

A. 峰谷套利下的分时电价政策

储能市场的投资判断，前提是对区域电网电价政策的解读。储能系统最明确直观的收入是峰谷套利，每次充放电循环过程中，以低电价时段充电，高电价时段放出赚取差价。峰谷套利模式下，主要由年循环次数以及电价差两个维度来判断当地分时电价政策是否支撑较好的收益：



1) 年循环次数：目前多数省份和地区，都会依据不同自然月的用电情况来制定不同电价时段。储能系统削峰填谷的运行模式下，需要尽可能提升单日充放电次数来缩短回本周期。根据各省的分时电价政策来看，通常较好的收益需要满足两充两放，每年运行超330天。

2) 电价差：一般情况下，目前主要说到的电价差在峰值、尖值与平值、谷值之间，储能收益较高的省份单次循环电价差可以达到0.9元甚至1.0元，随着储能系统造价的降低，甚至很多电价差达到0.5元的地区储能系统也有投资价值。但是需要注意的是，电价差的判断，一定要以具体企业的实际电费为准。



以2024年Q1的储能系统价格，结合分时电价进行测算，将全国34个省级行政区域按照收益率划分为三个档次：

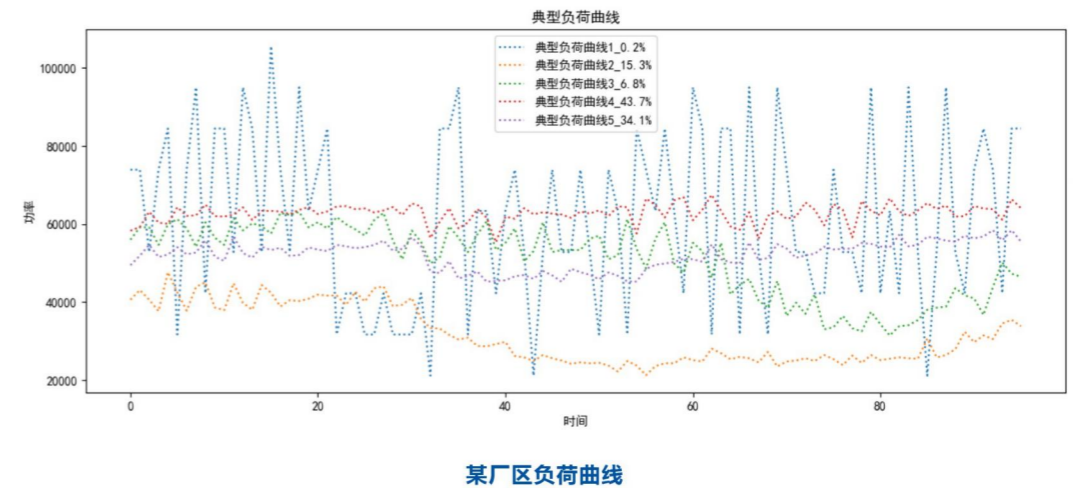
- 第一档收益率大于15%，在图中用深蓝色表示，代表的省份有浙江、江苏、广东等
 - 第二档为收益率在8%~15%之间，用浅蓝色表示，代表的省份有安徽、陕西、四川等，
 - 第三档收益率低于8%，用灰色表示，代表的省份有云南、西藏等
- 电价差以及可充放次数的不同是造成各省收益率差异的核心原因

B. 工商业储能项目可装机容量

在明确了分时电价政策的底层逻辑后，还需要根据厂区或园区的电气系统配置及耗能情况来明确工商业储能项目可装机容量。

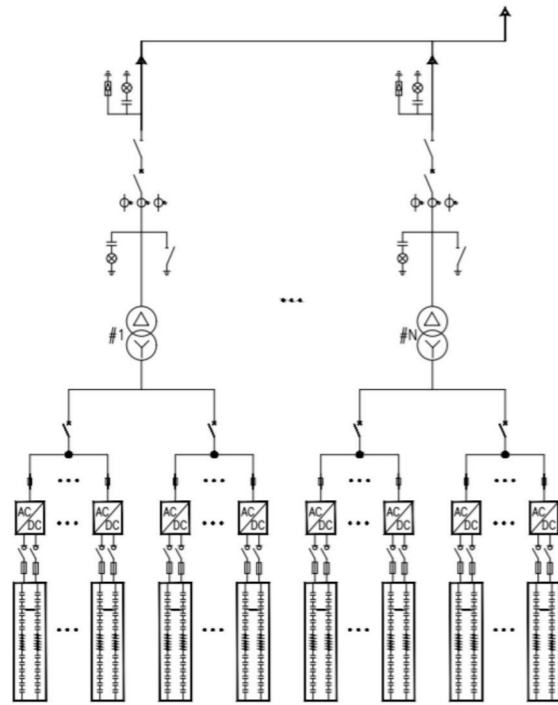
厂区电气一次图以及实际生产负荷数据是装机量分析的必要材料，结合此二者，可以明确各个变压器节点的充电空间、负载情况、是否具备联合调度充放电的能力，最终实现优化的储能接入方案。与大规模的源网侧集装箱式储能系统不同，目前工商业侧灵活的分布式储能系统可以针对性的在各个变压器节点灵活部署，为投资者与业主价值最大化。

在具体的计算过程中，目前各个厂家、投资方大都开发出针对性数据处理模型，需要强调的是，业主方的配合与沟通在其中至关重要。一方面是历史数据的获取，更重要的是对厂区当前状态的掌握以及后续发展变化的关键把控。



工商业储能电气接入条件分析

储能系统在完成收益评估以及装机量确认后，需要根据厂区电气系统完成电气接入设计。电气接入主要应明确接在哪、接什么以及如何接的问题。接在哪主要是指接入点的选择，需要考虑企业电压等级和一次线路布局；接什么主要根据企业配电系统情况来定；如何接需考虑厂站配电室、储能工作策略的设计。以下我们首先讨论电气方面的因素：



某厂区电气系统一次图

A. 接入电压等级

目前工商业侧常见的电压等级如下：0.4kV、1kV、6kV、10kV、20kV、35kV、110kV、330kV。越是进线电压等级高的企业，一次电气系统越是复杂，因此储能系统需要根据企业的用电需求和现场条件，提供定制化的电气接入解决方案。工商业侧储能项目常见的两种接入方案如下：

- 1) 直接380V低压接入企业变压器作为负载，利用变压器余量充电，供当前变压器下负载消纳。此方案各个角度来看最为便捷灵活，成本最低，但是规模不会太大；
- 2) 储能系统并联后升压至10KV、35KV接入企业线路。此方案一般需要新增变压器，需要考虑企业线路承载能力及电网报装容量，优势在于项目规模大，调度控制策略清晰直观。

B. 并网柜配置要求

在大量的工商业侧储能低压接入项目中，储能系统接入380V电路的方式也从早期配置主要采用框架断路器、防孤岛装置和隔离开关的“简单直接一个开关”，逐渐发展到现在规范化、标准化的并网柜配置。随着储能行业的成熟，标准化，并网柜配置的要求也逐渐提高。现在，并网柜不仅需要满足开断和检修的需求，还需要具备对一、二次设备的保护和电能质量的监测功能。

符合标准的并网柜要求目前包括柜体规格以及多种保护和监测配置。例如低频、过频、低压、过压故障解列功能、阶段式（方向）电流保护功能、剩余电流保护、逆功率保护以及电能质量在线监测装置等。这些功能共同保障了电网的稳定性和电能质量。

企业储能设备布局安全标准

除了电气接入条件，储能设备的布局安全也是项目后期稳定运行的必要保障。

A. 安全规范

工商业储能设备布置应遵循安全、可靠、适用的原则，便于安装、操作、搬运、检修和调试，同时预留分期扩建条件。目前工商业储能安全规范主要以GB/T 42288《电化学储能电站安全规程》，以及GB 51048《电化学储能电站设计规范》为主。

B. 设备安全

户外布置的储能设备，防污、防盐雾、防风沙、防湿热、防水、防严寒等性能应与当地环境条件相适应，柜体装置外壳防护等级宜不低于现行国家标准《外壳防护等级(IP代码)》GB4208规定的IP54。

项目整体美观性，对项目验收评价具备很强积极性作用，设备基础应找平、外观平整、预埋件完好。储能设备外观无损伤、磕碰、掉漆等，排布朝向统一、前后无倾斜偏差。

C. 排布安全

目前工商业储能设备通常采用小机柜方式集成，当储能系统采用柜式结构多排布置时，柜式布置维护通道宽度宜满足表下表的的规定，且不宜小于单侧门宽加800mm。在项目设计中，应尽量减少低压输电距离，降低能量损耗。通常储能设备与配电室距离不宜大于100米。



浙江某工商业储能电站

D. 防火墙

针对很多工商业项目，选择一块匹配理论装机容量场地的难度，防火墙无疑是大幅降低场地选址困难的解决办法。

当储能设备安全距离小于规范要求时应设置防火墙，防火墙应大于储能设备外轮廓1m，同时墙体厚度不小于30cm，同时墙体的耐火极限不应低于3.00h。

储能设备选型建议

随着工商业侧储能的蓬勃发展，越来越多的储能系统与产品被推向市场。项目前期选择正确的储能系统可以有效避免后续项目实施与运维过程中的质量、费用、收益损失。在技术路线选择上，工商业侧储能和源网侧储能存在显著的应用需求差异，传统的集装箱式储能柜因为储放深度、系统效率、排布设计、售后运维等问题无法在工商业项目中实现高效、灵活的使用，小机柜模式集成的分布式储能方案已成为工商业储能系统的主流集成路线。

奇点能源结合自身做过的超过300个工商业项目以及后期的收益运维情况，总结了储能设备选型的两点核心建议：

1、优异的全生命周期电量吞吐能力

储能系统全生命周期运行的过程中，全生命周期电量吞吐能力决定了项目的核心收益。在充放电次数相同的情况下，储放深度、系统循环效率、循环次数和电池衰减是判断全生命周期电量吞吐能力的核心指标。

- ◆ 储放深度 (Depth of Discharge)，指电池放出的容量同总容量之比。由于并联的电池簇间会存在环流问题，导致充放电时会保留10%的余量防止环流带来的安全隐患；如果采用全串联模式，可以有效规避环流问题，提升电池储放深度至100%。目前几种主流路线下，只有分布式模块化设备采用了全串联电池簇结构，实现储放深度100%。

- ◆ 系统循环效率 (Round-Trip Efficiency) 可以直观的体现充电和放电过程中损失的能量。优化自耗电设计、电池组电压高度拟合PCS、智能化温控系统等都可以有效提升系统循环效率，目前头部厂家支持额定工况下的系统循环效率 $\geq 90\%$ 。

- ◆ 系统循环次数和电池衰减决定了系统持续收益的部分，同时还牵扯到后期的补电费用。采用高质量电芯配合系统充放电策略的优化，可以有效提升电池循环次数，降低电池衰减。

2、完善的系统安全设计

系统安全一直是储能电站关注的核心问题，特别是对于工商业用户侧储能系统，全生命周期零事故是电站运行的必要条件。

储能系统的安全设计主要有四个环节，监测、控制、保护、消防。首先是监测部分，温度、烟雾、有害气体、电芯级电流电压等都需要实现全面的系统监测，同步设置多级报警机制；控制保护主要是系统层面上的设计，有效的让BMS、PCS、EMS这三套控制系统做到控保融合，不会发生因为系统间相互“打架”的问题而出现控保死角，导致安全问题的发生，非常考验储能集成商的集成能力。最后是消防设计，从电池PACK到柜体，都需要有完善的消防措施，一旦出现问题，有能力在每个环节进行快速响应，规避大规模的安全事故发生。



分布式模块化储能设备



设备交付及工期

投资者与业主无论在电站建设与生产调配角度，还是资金配置与成本的角度，都应重点关注储能系统的生产、发货、安装、调试时间成本。在保证安全、质量的前提下，尽可能压缩以上流程时间是提升项目收益的关键因素。

目前，通常设备在现场安装调试需要花费大量时间，如果存在PCS、BMS、EMS等核心系统分属于多个厂家，需要多个厂家联合调试的情况时，则还要更多的时间，严重影响设备的交付工期。因此，我们在选择储能设备时，通常选择集成能力强，系统调试成熟的设备供应商，可以有效降低交付时长，提高工程效率。

目前较为成熟的储能厂家通常可以在设备到场后3-5天完成1MWh项目交付，5-7天完成2-4MWh项目交付。而在全球采用分布式模块化方案的电网侧储能电站中，宁夏华严200MW/400MWh储能电站在交付上刷新了行业记录，从升压站送电到全容量并网交付，仅历时9天时间，获得了业主的高度赞扬。



宁夏华严200MW/400MWh储能电站

基础施工

在基础施工方面，业主方首先需要明确施工队的资质与经验，相比整个储能项目的投入，工商业侧储能通常采用小机柜的模式进行系统集成，即插即用、灵活扩容，可显著降低土建施工量，减少施工成本。

在基础施工时，需要在动工前明确土地性质及情况，选用合适的基础，并且明确是否需要从下方布置电缆及消防管道，需要提前预留电缆梯架及下人位置。

在整体施工过程中，具体关注要点有以下维度：

A. 选址

- 1) 应选择较为空旷平坦地段、满足防火防爆等安全要求。
- 2) 站址应有方便、经济的交通运输条件,与站外公路连接应短捷,且工程量小;站址宜靠近可靠的水源。
- 3) 应选择离配电房较近的场地、减少线路长度、提高储能效率。

以上选址问题，一般在项目前期均会由经验丰富的厂家售前技术人员配合具备资质的设计院单位，与业主协调确认。

B. 基础设计及施工

基础施工通常以建筑相关国家标准作为设计规范，具体的解读与落实通常要求设计院与施工单位执行，针对大型工商业侧项目，必要时需要配置第三方监理监督保障。

◆ 场地防洪、防涝

中、小型电化学储能电站站址场地设计标高应高于频率为2%的洪水水位或历史最高内涝水位，一般工商业侧储能基础会高于地基至少300mm。

◆ 配电室改造

需要确认配电室是否预留空位，根据项目接入条件接入备用开关或按需增加并网柜。

并网柜型号应与原柜体型号一致，包含：电表、断路器、防雷保护、刀闸等。

以上电气设备问题，一般在项目前期均会由经验丰富的厂家售前技术人员配合具备资质的设计院单位，与业主协调确认。

◆ 线缆敷设

电缆的选型往往是项目基础建设中涉及成本高占比的问题，建议尽可能在项目前期，采用经验丰富的厂家售前技术人员按技术规范要求规格的电缆，电缆敷设必须满足GB50217-2018《电力工程电缆设计规范》和GB50168-2016《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》的要求，具备充分的载流量，避免项目运营阶段影响效率乃至安全性。

设备安装调试

A. 现场设备安装

对于工商业侧储能电站的安装，主要包含以下设备：储能直流侧、交直流转换（PCS）、汇流柜（通讯、控制柜）、并网开关柜（备用开关改造）、监测电表安装、EMS二次室安装。采用分布式的解决方案，整个储能系统都以标准化积木式柜体集成，室外施工方便快捷，仅需吊装、固定、接线即可完成整个项目的设备安装流程。配电室一、二次改造一般在储能系统进场前完成，减少项目安装周期。

B. 系统调试流程

储能电站实施以上安装步骤过程中，投资方就可以开始协调调试工程师的进场时间。电站调试主要包含准备工作、功能测试、通讯测试、性能测试、故障排查、记录整理等六大项。以上调试工作均需经过认证的原厂工程师现场调试，根据项目复杂程度影响总体时间。常见的分布式工商业侧项目，其最短时间可被压缩至两个自然日内。

对于工商业储能电站，双向计量电表一般安装的位置在并网柜内，关口电表一般根据项目实际控制策略安装在一次线路的各个关键节点，从而起到充放电阈值设置的功能。通过整理目前项目经验，以上环节经常容易出现问题的关键点在于电表的选型和安装调试。电表的故障、短接、错接、漏接、反接以及错误选型，都会明显影响调试进度，严重的甚至会影响电站安全运行。因此调试前对电表的复查是非常必要的工序。

C. 通讯控制二次调试

1) 储能系统通讯接入

储能系统运行最基础的要求是贯通电池系统、PCS交直流转换系统、BMS电池管理系统、汇流单元、本地工控机、电表、能量管理系统以及消防、温控等子系统互相之间完成通讯，搭建控制逻辑。传统方案子系统之间相互独立，通讯控制的调试需要多个厂家间协调配合，耗时较长。

新型分布式系统把其中多个子系统集成在标准化能量柜中，大幅度减少现场通讯调试步骤，降低搭建控制逻辑的难度。只需要完成能量块、能量链以及云端能量管理系统的通讯，最终完成标准化终端认证和配置即可。在标准化调试阶段，一般消耗时间仅一至二个自然日即可完成。

2) 外部其他接入系统

随着电网公司需求侧响应以及各大型能源企业虚拟电厂的发展，越来越多的投资方需要电站接入指定的平台共享数据、接受远端调度。这对储能厂家的快速响应需求、通讯接入开发能力也提出了新的要求。

这部分工作难度往往在于前期即可识别虚拟电厂的需求，或者明确电网标准的要求。在项目管理的角度将针对性的开发需求提前明确。

目前电网需求侧响应一般要求采用电力IEC 104协议对接，实现电站整站数据的监控以及功率调度；虚拟电厂的需求种类较多，本地直接接入平台一般采用MQTT、ModBus TCP/IP协议，同时云端平台数据对接还有https、MQTT等方式。针对不同的数据传输间隔、指令下发需求选择正确的通讯方式需要资方、平台方、储能厂家提前充分沟通。

电站完成调试后，距离正式并网稳定运行，一般还需进行试运行维护步骤，确保安全稳定并网。其中包括以下故障排除、数据监测、预防性维护、人员培训、备件管理、运行记录六大项内容。其中核心步骤在于对资方、业主相关人员的培训。目前主流厂家均具备完善的电站培训交付资料与流程，为投资方和业主后续电站运行提供有力支撑，也避免由于人员理解不当与违规操作造成安全风险与经济损失。

D. 试运行维护

电站完成调试后，距离正式并网稳定运行，一般还需进行试运行维护步骤，确保安全稳定并网。其中包括以下故障排除、数据监测、预防性维护、人员培训、备件管理、运行记录六大项内容。其中核心步骤在于对资方、业主相关人员的培训。目前主流厂家均具备完善的电站培训交付资料与流程，为投资方和业主后续电站运行提供有力支撑，也避免由于人员理解不当与违规操作造成安全风险与经济损失。

■ 并网与验收

A. 备案

目前电化学储能电站在发改委处并网流程相对简单，其主要原因是在评审这一阶段，多省市电网、消防部门无具体评审细则，因此仅是在发改委提交实施方案与设计图纸做备案处理。并不出具审批意见。

但随着后续规范陆续出台，消防部门和电网的审核规范明确，储能电站前期规划有必要充分考量此风险。避免整改造成损失。

B. 接入国网调度

工商业侧储能电站接入当地电网调度意味着后期更高的需求侧响应收益。有条件的电站持有人都应积极响应当地电网并且接入电网能管系统。目前各地接入主要以电网智能终端/电网智慧盒子这样经济便捷的通讯手段远程建立通讯，储能电站方需要进行的工作配合相对简单。在大量电站已完成对接的经验积累后，一般完成一个工商业侧储能电站接入仅需要一至两天的提前沟通，后端工程师即可快速完成配置。

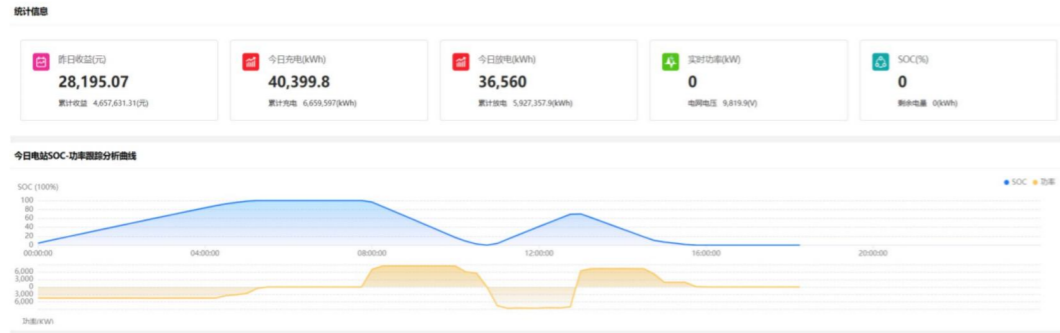
C. 试运行

储能电站在调试完成后，试运行期间能够获得绝大部分验证数据用以判断电站状态。因此目前工商业侧储能电站并网要求中也在逐渐添加此阶段的试验项内容。多方提前沟通和具备充分经验的现场工程师是进展顺利的保障。

同时，投资方也可以在此阶段验证项目的经济性，如果出现与预期收益有重大偏差的情况，提前沟通调整项目或可降低损失。

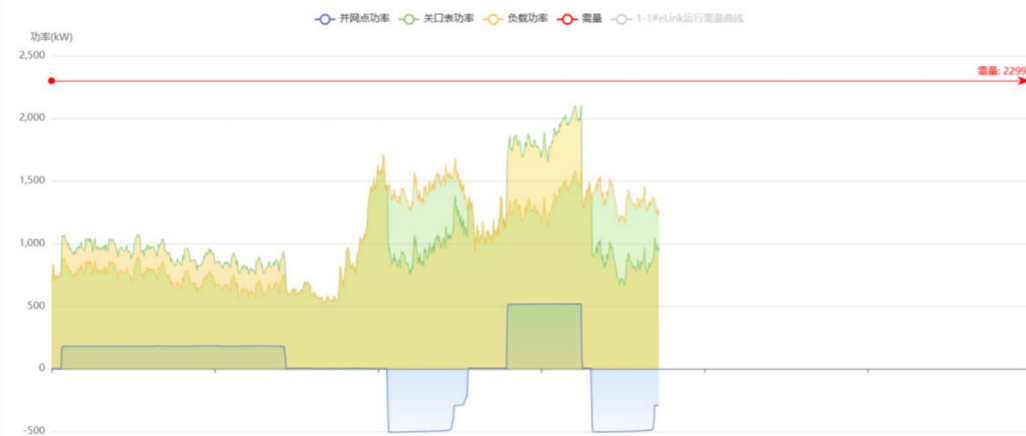
■ 运行与监控

电站正式投运后，目前主流厂家一般都具备云端、本地、移动端多种方式支持实时监控电站。从投资方和业主的角度，一般重点关注电站的日均充电量、系统效率以及节省电费。通过这以上维度可以清晰地对比出项目的实际与预期收益，进而在资本维度对项目进行评估。



基础数据监控

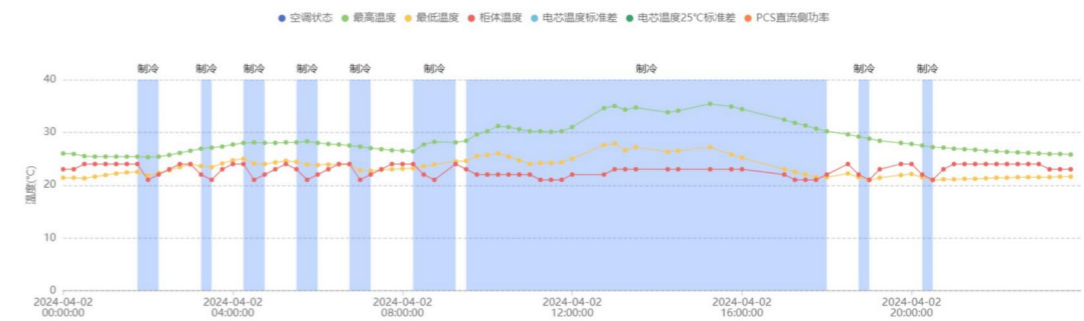
从技术人员运维的角度，还需注意电站运行工况，例如电压范围、功率因数、系统告警、电站健康度变化等信息。当出现故障信息时，能够高效准确的判断故障点。因此，建立健全完善的售后运营团队，是储能电站项目长期稳定运行的重中之重。



负荷跟踪曲线图



电芯电压变化曲线



实时温度跟踪

浙江某11MW/22MWh工商业储能电站

该项目采用EMC模式，业主是当地一家高耗能企业，建成后电站由投资商持有，同业主进行收益分成。浙江省分时电价政策支持两充两放策略，收益相当可观，因此选择采用峰谷套利作为核心盈利模式，需量管理、需求侧响应作为辅助盈利模式，后续也可加入虚拟电厂参与电力现货交易，丰富盈利空间。

项目前期，通过收集负荷表、一次图、电费单以及现场勘探确定项目容量，保证两充两放的基础策略下，计划达成率95%，年运行天数340天，每年放电量约为1350万kWh，根据浙江地区峰谷电价政策，一年总收益约为1100万元，按照15年运行测算，总收益可以达到16500万元。

华南某15MW/60MWh工商业储能电站

该项目采用EMC模式，业主是当地一家高耗能企业，建成后电站由投资商持有，同业主进行收益分成。广东省分时电价政策支持一充一放的四小时系统，收益相当可观，因此选择采用峰谷套利作为核心盈利模式，需量管理、需求侧响应作为辅助盈利模式，后续也可加入虚拟电厂参与电力现货交易，丰富盈利空间。

项目地处海边，对于储能系统在潮湿环境下的可靠性要求更高，该储能系统做了充分的防潮汐以及防海水倒灌措施，有效保障了海边环境下系统的稳定运行。



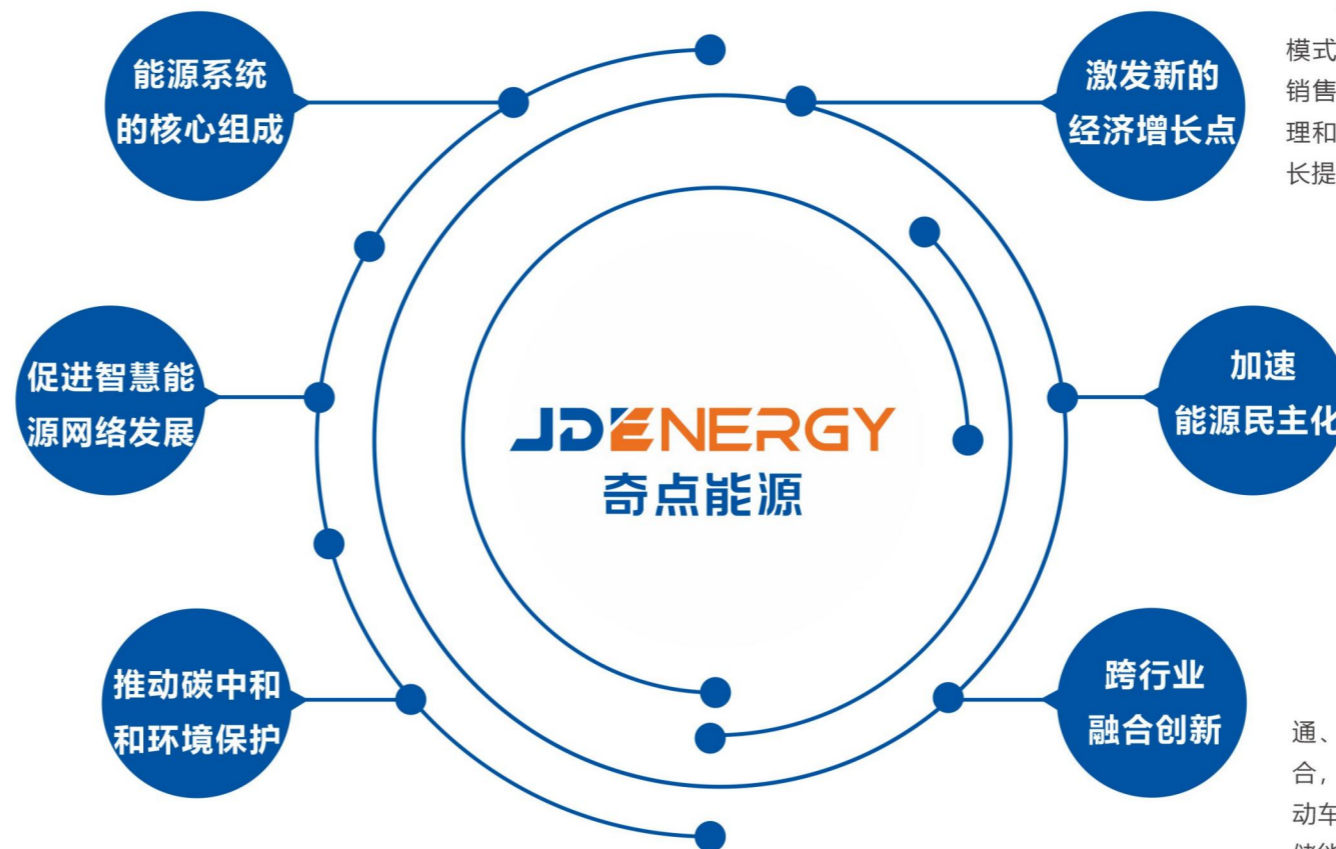


用户侧储能行业在未来将成为能源转型和新能源技术发展中的关键力量，它的迅速发展预示着一个更加智能、高效和绿色的能源未来。以下是行业远景的几个核心展望：

随着可再生能源在全球能源结构中所占比重的持续增加，用户侧储能将成为连接可再生能源发电与终端消费的关键纽带。储能技术将使得可再生能源的间歇性和不稳定性得到有效管理，实现能源的稳定供应。

用户侧储能将是智慧能源网络的重要组成部分，通过高度的数字化和智能化管理，实现能源生产、储存、传输和消费的最优化。这将大大提高能源使用效率，减少能源浪费，并促进能源供需的动态平衡。

用户侧储能技术的发展将对实现全球碳中和目标起到关键作用。通过优化能源存储和消费，减少对化石燃料的依赖，降低温室气体排放，促进环境保护和可持续发展。



储能行业的快速发展将催生新的商业模式和经济增长点。从储能设备的制造、销售到系统集成、运营维护，再到能源管理和交易服务，储能行业将为全球经济增长提供新的动力。

用户侧储能将使得能源的产生和消费更加分散化和民主化。个人和社区可以通过安装储能系统来存储自己生产的可再生能源，实现能源自给自足，减少对中央能源系统的依赖。

随着技术的发展，储能行业将与交通、制造、建筑等多个行业进行深度融合，推动能源应用方式的革新。例如，电动车不仅作为交通工具，还可以成为移动储能单元，参与到智慧能源网络中。

结 | 语 CONCLUDING REMARKS

用户侧储能行业的未来充满潜力与挑战。随着技术的不断进步和政策的支持，储能行业将在全球能源转型和可持续发展道路上扮演越来越重要的角色。通过创新和合作，我们可以期待一个更加绿色、高效和智能的能源未来。