



# 港口/工业用户侧储能 EPC 解决方案白皮书

中交集团现代机电产业链链长 · 旗舰解决方案系列 No.5

编制版本: v1.0

编制日期: 2026-05-22

文档分级: 对外公开版 (脱敏)

编制单位: 中交机电工程局有限公司

业务联系: 王鸿才 (技术负责人) 17861402558

## 目录

- 摘要
- 第 1 章 政策与产业背景
- 第 2 章 用户侧储能的定义、价值与商业模式
- 第 3 章 客户场景与典型问题
- 第 4 章 中交机电局用户侧储能服务体系
- 第 5 章 子方案产品矩阵
- 第 6 章 关键技术架构
- 第 7 章 标杆项目实践
- 第 8 章 商务与合作模式
- 第 9 章 实施路线图
- 第 10 章 标准、资质与合规边界
- 第 11 章 风险与避坑
- 第 12 章 FAQ
- 第 13 章 联系与授权
- 附录

## 摘要

用户侧储能 (工商业储能) 是新型储能装机规模最大、落地速度最快的细分赛道之一。依据《新型储能规模化建设专项行动方案 2025—2027 年》(发改能源〔2025〕1144 号), 到 2027 年全国新型储能装机将达 1.8 亿千瓦以上, 带动直接投资约 2500 亿元。

中交机电局凭借 30 余年港口机电系统集成基因——青岛港 20 万吨级矿石码头、上海罗泾港区矿石码头 (世界首次实现全变频皮带驱动 + 全自动无人值守)、山西太钢管式胶带运输机等“第一”工程——是国内唯一具备港口、工业重资产场景能源融合工程经验的机电产业链链长。

本白皮书系统说明：用户侧储能政策与产业背景、峰谷套利与 EMC 商业模式、港口/化工/钢铁/电解铝/水泥五大重资产场景子方案、关键技术、实施路线。适用对象：港口集团、化工/钢铁/电解铝/水泥工业园区、工商业大用户。业务联系：王鸿才 17861402558。

## 第 1 章 政策与产业背景

### 1.1 政策三层叠加

#### 第一层：新型储能规模化

- 发改能源〔2025〕1144号：2027年装机1.8亿千瓦 / 投资2500亿元
- 推动新型储能全面参与电能市场、辅助服务市场
- 加快新型储能价格机制建设（容量电价 + 充放电价）

#### 第二层：重点用能行业绿电消费比例考核

- 《2025年可再生能源电力消纳责任权重通知》
- 2025年增设钢铁、水泥、多晶硅行业、国家枢纽节点新建数据中心绿色电力消费比例
- 钢铁/水泥/多晶硅行业只监测不考核（2025起）；电解铝考核

#### 第三层：工业园区绿色转型

- 《新型储能规模化建设专项行动方案》：“聚焦工业园区、算力设施、商业综合体…积极创新绿电直连、虚拟电厂、智能微电网、源网荷储一体化…”

### 1.2 用户侧储能赛道结构

细分场景	装机规模	投资逻辑
港口集装箱/散货	单港 5-50 MWh	岸电 + 储能 + 港机峰谷
化工/石化	单厂 10-100 MWh	高用电、峰谷价差大
钢铁/电炉	单厂 20-200 MWh	电炉冲击大、调峰需求
电解铝	单厂 50-500 MWh	绿电考核 + 调峰
水泥	单厂 5-50 MWh	绿电监测 + 错峰用电

### 1.3 中交机电局港口机电基因优势

历史项目	创新点
青岛港 20 万吨级矿石码头	国内最早自主设计、建造、施工的成套装卸工艺设备总承包工程

历史项目	创新点
上海罗泾港区矿石码头	世界首次实现全变频皮带驱动 + 全自动无人值守操作系统
山西太钢管式胶带运输机	亚洲最长管式胶带运输机

这些工程证明机电局具备重资产场景下的能源、机电、自动化系统集成深度能力——这是用户侧储能 EPC 的核心能力底座。

## 第 2 章 用户侧储能的定义、价值与商业模式

### 2.1 定义

用户侧储能（工商业储能、Behind-the-Meter Storage）：部署在电力用户表后侧的储能系统。核心三件事：

- 峰谷套利：谷段充电、峰段放电
- 需量管理：削掉用电高峰，降低基本电费
- 绿电消纳 + 备用电源：配合分布式光伏、满足消纳考核

### 2.2 商业价值（典型口径）

价值	量化	机制
峰谷套利	套利倍率 1.3-2.0	峰段电价 / 谷段电价
需量电费	节省 5-15%	削峰填谷
容量电价收益	单 MWh 年收益数千-数万元	参与辅助服务市场
绿电消纳	满足重点用能行业考核	自发自用 + 储能时移
备用电源	关键负荷 N+1	提升运营可靠性

### 2.3 三种商业模式

模式	业主投入	收益分配	适用
EPC 总承包	全额建设费	业主自留全部收益	资金充足
EMC 节能效益分成	0	承包方占节能 60-80%	业主希望 0 投入
投建营一体化 (BOO/BOT)	部分股权	长期分成	长期绑定

中交机电局可联合广州中交融资租赁等产融平台，为合作项目提供金融配套。

## 第 3 章 客户场景与典型问题

### 3.1 客户画像

客户类型	决策人	关键关切
港口集团	节能办 / 工程部	港机用电、岸电 + 储能、EMC
化工/石化	设备部 / 财务	峰谷套利、需量电费、绿电消纳
钢铁/电炉	能源中心	电炉调峰、EAF 冲击、EMC
电解铝	副总（生产）	绿电考核、全厂储能集成
水泥	节能办	错峰用电、EMC、光伏配套

### 3.2 12 个典型业主问题

#### Q-E1. 我们厂适合配多大储能?

A: 按 4 小时削峰填谷估算: (高峰段总用电量 - 平均用电量) × 4 小时。具体由机电局诊断阶段输出。一般化工/钢铁单厂 10-100 MWh。

#### Q-E2. 储能投资回收期多长?

A: 当前主流磷酸铁锂储能 EPC 价格区间, 叠加峰谷套利+需量管理+辅助服务收益, 一般回收期 5-8 年。EMC 模式下业主 0 投资, 按月分成。

#### Q-E3. 港口岸电 + 储能怎么协同?

A: 船舶靠港时切换到岸电 (取代柴油), 叠加港岸储能可平滑岸电瞬时大功率冲击 + 峰谷套利 + 备用电源。机电局港口基因 30 余年, 具备成熟港口能源系统集成能力。

#### Q-E4. 化工厂电炉冲击对储能有什么要求?

A: 电炉冲击瞬时功率高, 谐波重, 对储能 PCS 选型与控制策略要求严格。建议: ① 选高响应速度 PCS; ② 配 SVG 谐波治理; ③ 储能与冲击负荷分母线设计。

#### Q-E5. 电解铝行业 2025 起绿电考核硬指标怎么应对?

A: 三件事: ① 自建分布式光伏 (厂区屋面/边坡); ② 绿证认购; ③ 储能时移消纳。机电局可做整厂源网荷储方案。

#### Q-E6. EMC 模式下, 节能基线怎么定?

A: 由第三方专业机构审计前 12 个月用电账单 + 用能曲线 + 当年电价, 形成节能基线。之后实测节能量按合同分成。

#### Q-E7. 储能消防安全怎么保证?

A: 符合 GB/T 36276 + 多重 BMS (电池/模组/系统) + 消防联动 (烟感+温感+喷淋+全淹没) + 故障预警。机电局历史项目无重大事故。

Q-E8. 储能放厂内还是厂外?

A: 原则上厂内, 尽量靠近主要负荷点降低线损。按消防、通风、承重综合选址。机电局会出选址建议书。

Q-E9. 跟工业屋面光伏怎么集成?

A: 光伏 + 储能 + 工业用电三方耦合。光伏发电时段优先供给生产, 余电存储; 光伏不足时储能放电; 储能不足时电网补充。智能 EMS 决策。

Q-E10. 钢铁电炉 EAF 储能配比?

A: EAF 单次冲击功率高、时间短。储能配比按瞬时功率 + 持续时间双重考虑, 一般功率配 1-2 倍 EAF 冲击 + 容量按 30-60 分钟。

Q-E11. 我们厂用电量大, 电网公司限不限我们配储能?

A: 原则上不限, 反而欢迎(缓解电网压力)。但接入方式(专线 vs 共线)和并网协议需逐一谈。机电局有专门的并网协调团队。

Q-E12. 怎么从 PoC 起步?

A: 建议先做 1-5 MWh 试点, 验证经济性。联系王鸿才 17861402558, 提供厂区位置、用电量、电价、峰谷情况。4 周内反馈方案。

## 第 4 章 中交机电局用户侧储能服务体系

### 4.1 核心能力

- 港口机电基因: 30 余年港机/重资产系统集成
- EPC 总承包能力: 机电产业链链长
- EMC 商业模式: 联合产融平台, 0 投资落地
- 多场景适配: 港口/化工/钢铁/电解铝/水泥
- 多省协调: 已覆盖 30 省 + 境外 20+ 国家

### 4.2 闭环服务流程

[电费账单分析] → [用能建模] → [现场踏勘] → [方案] → [设计] → [采购] → [施工] → [并网] → [运营]  
1-2 周          2 周          1-2 周          2-4 周          4-8 周          持续          16-24 周          2-4 周  
长期

### 4.3 重资产场景集成能力

机电局相对其他储能 EPC 最大差异: 懂港口、懂工业、懂机电系统集成。这意味着储能不是孤立"加一个集装箱", 而是和港机、电炉、破碎机、熔铝槽等重负荷深度耦合的系统级方案。

## 第 5 章 子方案产品矩阵

### 5.1 YH-01: 港口岸电 + 储能联合系统

适用: 港口集团、集装箱/散货码头

典型规模: 5-50 MWh 储能 + 岸电改造

关键能力: 港机峰谷 + 岸电平滑 + 港机自动化系统协同 (机电局基因)

### 5.2 YH-02: 化工/石化用户侧储能

适用: 石化大用户、化工园区

典型规模: 10-100 MWh 储能

关键能力: 高响应 PCS + 谐波治理 + 化工防爆环境适配

### 5.3 YH-03: 钢铁电炉储能 + 削峰填谷

适用: 电炉钢厂

典型规模: 20-200 MWh

关键能力: EAF 冲击负荷削峰 + 储能 EMS

### 5.4 YH-04: 电解铝整厂源网荷储

适用: 电解铝厂

典型规模: 50-500 MWh + 屋面光伏

关键能力: 绿电考核应对 + 整厂源网荷储 + 长期 EMC

### 5.5 YH-05: 水泥工厂储能 + EMC

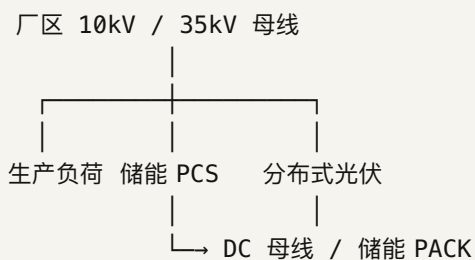
适用: 水泥/熟料生产线

典型规模: 5-50 MWh

关键能力: 错峰用电 + EMC 节能效益分成

## 第 6 章 关键技术架构

### 6.1 用户侧储能系统总体拓扑



## 6.2 关键技术点

### 6.2.1 储能 PACK 选型

- 主流：磷酸铁锂（LFP），循环 6000-12000 次，日历寿命 10-15 年
- 模组：固定 PACK / 集装箱式 / 预制舱
- BMS：电池-模组-系统三级保护

### 6.2.2 PCS 选型

- 跟网型 GFL：成本低，适合大网强电网
- 构网型 GFM：成本高 15-30%，适合弱电网/孤岛/高比例新能源
- 用户侧多采用跟网型；弱电网工业园建议构网型

### 6.2.3 EMS 智能调度

- 时间分辨率：秒级运行 / 分钟级交易 / 小时级调度
- 多目标：峰谷套利 + 需量管理 + 备用电源 + 绿电消纳
- 与生产 MES / 电费系统深度集成

### 6.2.4 港口机电协同（机电局独有）

- 与港机自动化系统（PLC / SCADA）深度集成
- 与岸电系统协同
- 与港口能源管理平台对接

## 第 7 章 标杆项目实践

### 7.1 港口机电基因项目（30 余年沉淀）

项目	创新点	机电局历史角色
青岛港 20 万吨级矿石码头	国内最早自主设计、建造、施工的成套装卸工艺设备总承包工程	EPC 总承包
上海罗泾港区矿石码头	世界首次实现全变频皮带驱动 + 全自动无人值守操作系统	EPC 总承包
山西太钢管式胶带输送机	亚洲最长管式胶带输送机	EPC 总承包
广西隆百高速公路机电及交安项目	桥隧比例高、施工难度大	EPC 总承包

这些项目验证了机电局在重资产场景下的电气、自动化、机电系统集成能力。这种基因迁移到用户侧储能 EPC 上，形成同行难以复制的差异化。

## 7.2 中应（连云港）能源科技电梯智慧发电节能项目

- 2025 年中标 10 亿元
- 机电局 2025 年最大单笔项目
- 类型：电梯能量回收 + 储能 + 智慧节能（与楼宇用户侧储能逻辑近似）

注：该项目金额来自第三方建企百科聚合数据，原始合同公示待交叉验证。

## 7.3 集团协同：中交集团 × 中国能建战略合作

- 2025-08 战略协议覆盖储能、氢能、绿色低碳转型
- 用户侧储能领域可调用中国能建的勘察设计、电力工程能力做联合投标

## 7.4 产融通道

中交机电局三公司与广州中交融资租赁公司战略协议（2024-06），覆盖：

- 分布式光伏
- 风电
- 集中式光伏
- 储能电站
- IDC

为合作项目提供融资租赁等金融保障。

# 第 8 章 商务与合作模式

## 8.1 三种主流模式

模式	业主投入	收益分配	适用
EPC 总承包	全额	业主自留	资金充足
EMC 节能效益分成	0	承包方占节能 60-80%	0 投资改造
投建营一体化	部分股权	长期分成	长期绑定

## 8.2 EMC 合同关键条款

- 节能基线（第三方审计）
- 分成比例 60-80%
- 合同期 6-12 年
- 节能效果保证条款
- 退出机制

## 8.3 与市场机制对接

- 容量电价：参与电力系统可靠容量补偿
- 辅助服务市场：调频、调峰、备用、爬坡
- 中长期/现货市场：参与电能量市场交易

# 第 9 章 实施路线图

## 单厂典型时间轴

阶段	时长	交付
电费账单分析	1-2 周	节能基线（初稿）
用能建模	2 周	用能模型 + 经济性测算
现场踏勘	1-2 周	选址报告
方案	2-4 周	系统方案 + 概算
设计	4-8 周	施工图集
采购	持续	设备到货
施工	16-24 周	设备安装
并网	2-4 周	投运证书

总周期 6-9 个月（中型规模 10-50 MWh）。

# 第 10 章 标准、资质与合规边界

- GB/T 36276 储能电池消防
- NB/T 33015 / GB/T 36558 储能并网与系统
- 国家电网/南方电网用户侧储能并网技术规范
- 工业现场防爆/防腐/防尘规范（化工/钢铁/水泥）

- 港口工程系列规范

## 表达边界

- ✗ 不得自称"中国最大用户侧储能项目"等绝对化
- ✗ 不得宣称未签约客户
- ✓ "已落地的港口/工业重资产场景项目包括青岛港、上海罗泾港等"
- ✓ "依托中交机电局 30 余年港口机电系统集成基因"

## 第 11 章 风险与避坑

### 7 大坑

1. 储能容量按理论值（无富余度），高峰失负荷
2. PCS 跟工业冲击负荷不匹配（电炉、破碎机）
3. 谐波/电压稳定不足，影响生产
4. 消防/通风/承重选址不到位
5. EMC 节能基线核算不严，后期扯皮
6. 与生产 MES / 电费系统集成困难
7. 并网手续与电网协调滞后

### Checklist

- 储能容量 30% 余量
- PCS 选型与冲击负荷匹配
- SVG 谐波治理
- 储能消防/通风/承重符合规范
- EMC 基线第三方审计
- EMS 与 MES / 电费系统接口预留
- 接入容量提前 6-12 月协调

## 第 12 章 FAQ（精选 10 题）

### Q1. 用户侧储能 IRR 大概？

A: 峰谷套利 + 需量管理 + 辅助服务，IRR 一般 8-15%（视电价、投资强度、场景）。EMC 模式业主 0 投资分成。

Q2. 储能寿命?

A: 磷酸铁锂主流: 循环 6000-12000 次, 日历 10-15 年。机电局优选一线品牌质保。

Q3. 港口跟普通工业差别?

A: 港口有岸电 + 港机自动化 + 大型起重设备等独有系统。机电局港口基因 30 余年, 具备深度集成能力。

Q4. 电解铝厂能装多大?

A: 单厂 50-500 MWh, 具体看厂区面积、用电量、绿电考核要求。机电局会给整厂源网荷储方案。

Q5. EMC 期满后呢?

A: 设备产权移交业主或继续延期合作。合同到期前 1 年可协商续约或新方案。

Q6. 化工防爆环境怎么处理?

A: 储能集装箱专门设计成防爆型 (Ex 认证), 或选址厂区非防爆区。机电局有化工项目经验。

Q7. 跟其他储能 EPC 商对比?

A: 机电局差异化锚点: 港口机电基因 + 央企集团协同 + EMC 配套金融。与产品厂家 (宁德、阳光等) 协作多于竞争。

Q8. 接入电网手续多久?

A: 一般 3-6 个月。机电局有专门并网协调团队, 可提前并行启动。

Q9. 项目移交后运维?

A: EPC 模式: 质保期 12-36 个月由机电局负责; EMC 模式: 全合同期由机电局运维。

Q10. 怎么开始合作?

A: 联系王鸿才 17861402558。提供厂区位置、用电量、电价、峰谷情况、预算。4 周内反馈方案。

## 第 13 章 联系与授权

项	值
联系人	王鸿才
职务	中交机电工程局 技术负责人
联系电话	17861402558
服务方向	用户侧储能 / 智慧充电 / 光储直柔 / 算电协同 / 交能融合 / 风电 EPC
接洽流程	提供厂区位置、用电量、电价、峰谷、预算 → 5 工作日反馈 → 进入诊断

## 附录

### 政策与标准

- 《新型储能规模化建设专项行动方案 2025-2027》（发改能源〔2025〕1144号）
- 《2025年可再生能源电力消纳责任权重通知》
- GB/T 36276 / NB/T 33015 / GB/T 36558（储能并网与消防）

### 术语

- 用户侧储能 / 工商业储能 / Behind-the-Meter Storage
- 峰谷套利 / 需量管理 / EMC / 容量电价
- LFP / PCS / BMS / EMS / SVG

### 参考文献

- 中交集团绿色低碳行动方案（新浪财经，2025-02-05）
- 中国交建 2025 业绩说明会（网易财经，2026-04）
- 中交机电工程局有限公司（建企百科）
- 广州中交融资租赁与机电局三公司战略协议（2024-06）

本白皮书 v1.0 由中交机电工程局技术负责人王鸿才及编制团队基于 2026-05-22 时点的公开政策与公开案例编制。下次复核：2026-08-22。