

安全筑基 极简致远

2026全球户用储能产业白皮书



编写单位：杭州禾迈电力电子技术股份有限公司

技术支持：TÜV南德

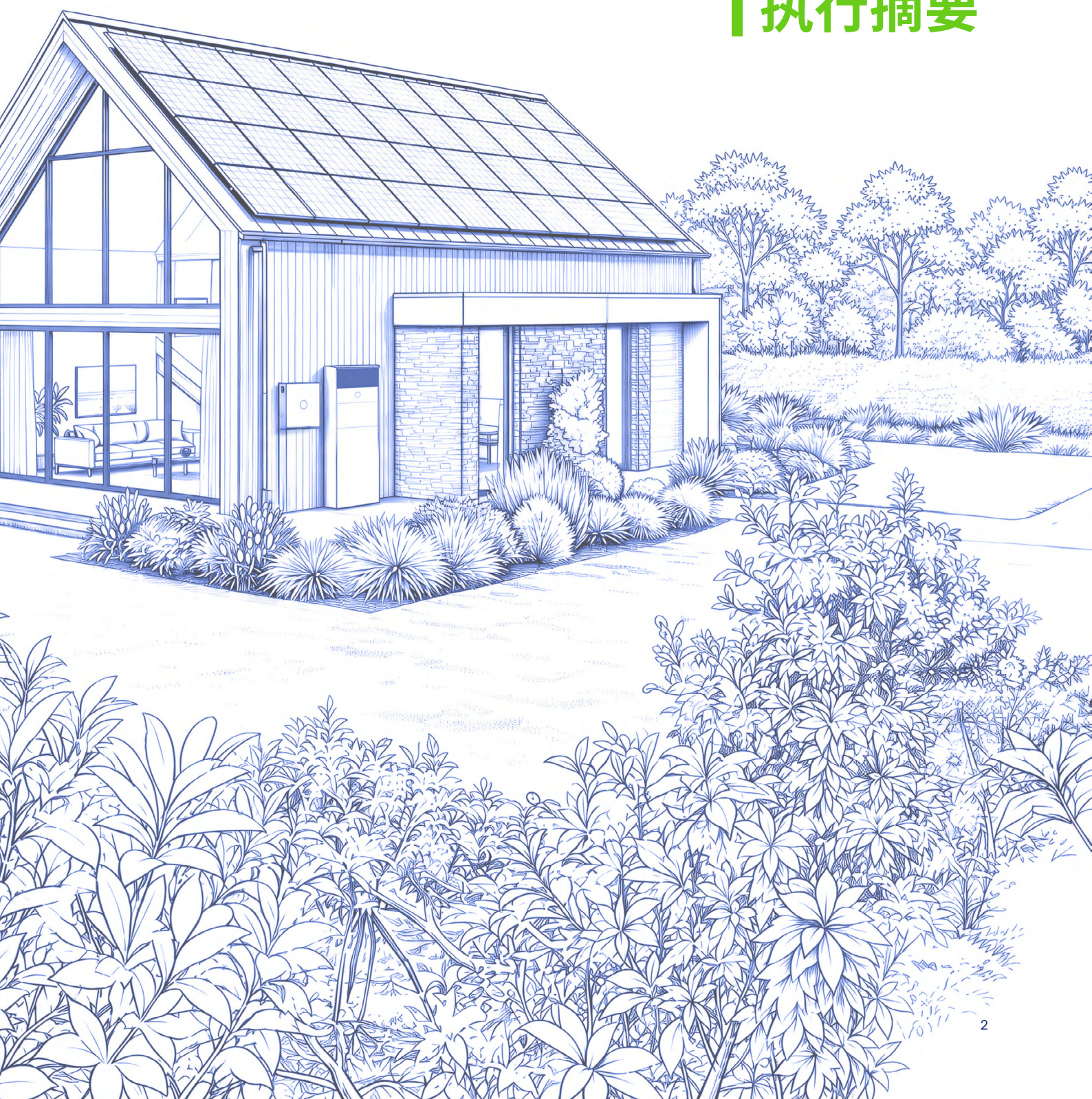
发布日期：2026年5月

目录

第一部分：	
执行摘要	2
1.1 报告背景与目的	3
1.2 核心发现	3
1.3 致谢与数据说明	3
第二部分：	
家庭能源管理的时代变革	4
2.1 全球能源转型浪潮下的户用储能机遇	5
2.2 2025 年全球户储市场总览	5
2.3 全球户用储能区域市场深度分析	6
2.4 全球储能认证与标准差异分析	13
第三部分：	
当前户用储能的用户痛点与行业困境	16
3.1 欧洲户用储能市场的结构性变局	17
3.2 产消者与安装商的六大核心诉求	17
3.3 行业技术瓶颈与系统性挑战	18
第四部分：	
案例分析——	
禾迈一体化储能系统创新实践	19
4.1 禾迈股份公司介绍	20
4.2 禾迈户用光储一体化解决方案	20
4.3 更简洁：为家庭能源量身打造	21
4.4 更高效：以极致性能定义更高标准	22
4.5 更迅速：15 分钟极简部署	24
4.6 更安全：六重电池安全防护体系	25
4.7 更智能：AI 驱动的能量管理	27
4.8 用户案例	29
4.9 与市场主流产品的差异化对比	30
第五部分：	
用户价值与经济效益分析	31
5.1 基于德国典型高耗能家庭的经济模型	32
5.2 能源韧性与安全溢价：超越账面的隐性价值	34
5.3 极致的全生命周期成本优势	34
第六部分：	
未来展望与行业责任 (2026-2030)	35
6.1 户用储能技术发展路径	36
6.2 商业模式创新	37
附录 - 参考文献与数据来源	38

第一部分：

执行摘要



1.1 报告背景与目的

在全球能源转型和碳中和目标的宏观背景下，储能市场正经历前所未有的爆发式增长。日益增长的清洁能源并网与电网稳定性需求，构成了储能产业发展的核心驱动力。与此同时，各国政府相继出台的激励政策，推动储能装机规模屡创新高。户用储能作为其中重要的组成部分之一，近期也迎来了一波新的增长。

2025 年，全球户用储能市场迎来决定性转折——在经历 2023–2024 年的库存去化周期后，市场重新回到高速增长轨道。全年户用储能系统出货量达到 35GWh，同比增长近 50%，累计装机突破 187GWh。这一增长的动力主要来自于：欧洲市场完成库存消化后稳步复苏，澳大利亚在巨额补贴刺激下成为年度最大增量来源，南非等新兴市场因电网崩溃催生刚性需求，亚非拉多国在电价上涨与供电不稳双重压力下进入爆发前夜。

与此同时，全球储能标准体系正在经历前所未有的密集更新。IEC、UL、NFPA 等国际标准密集更新，欧盟新电池法规、美国 NFPA 855-2026、马来西亚 SIRIM 认证等新规落地，行业准入门槛持续提升。这些变化对产业参与者提出了更高要求。

本白皮书由 TÜV SÜD 与禾迈联合编写，旨在系统梳理 2025 年全球户用储能市场的最新发展，深入分析主要国家的市场特点与采购需求，客观呈现产业技术演进趋势，本白皮书以禾迈为案例展示下一代产品实践，为行业参与者提供决策参考。

1.2 核心发现

基于对全球市场的深度观察，本报告得出以下核心结论：

- 总量创新高：**2025 年全球户用储能出货量 35GWh，年增量接近 50%，累计装机突破 187GWh。根据最新预测，到 2030 年全球户用储能电池系统终端市场规模有望达到 193–227 亿美元。2025–2026 年受澳洲、荷兰补贴退坡抢装影响，市场短期增速冲高至 20.7%，2027 年后市场回归稳健增长，2025–2030 年复合年增长率维持在 12%–16%。
- 市场结构再平衡：**欧洲去库结束，澳大利亚以 6.5GWh 装机成为全球最大单体市场，南非跃居全球第三大市场。
- 采购需求差异化：**不同区域呈现鲜明特征——德国要求 VPP 兼容与动态电价优化，澳大利亚注重离网备电能力，南非价格敏感但愿为可靠性支付溢价，日本对安全认证要求全球最严。
- 认证标准板块化重构：**准入要求可归纳为三大板块——安全认证、性能认证、数据合规与环保。企业需按板块识别目标市场核心要求，避免“按国家罗列”的碎片化策略。
- AI 与软件成为核心竞争力：**动态电价优化、VPP 接入等软件能力正变得比硬件参数更重要。AI 将全面嵌入设计、体验和运维全阶段。
- 产品技术持续演进：**兼容 314Ah 大电芯的低压架构、一体化设计、AI 能量管理、VPP 兼容性成为主流趋势，安装便捷性从数小时缩短至 15 分钟。

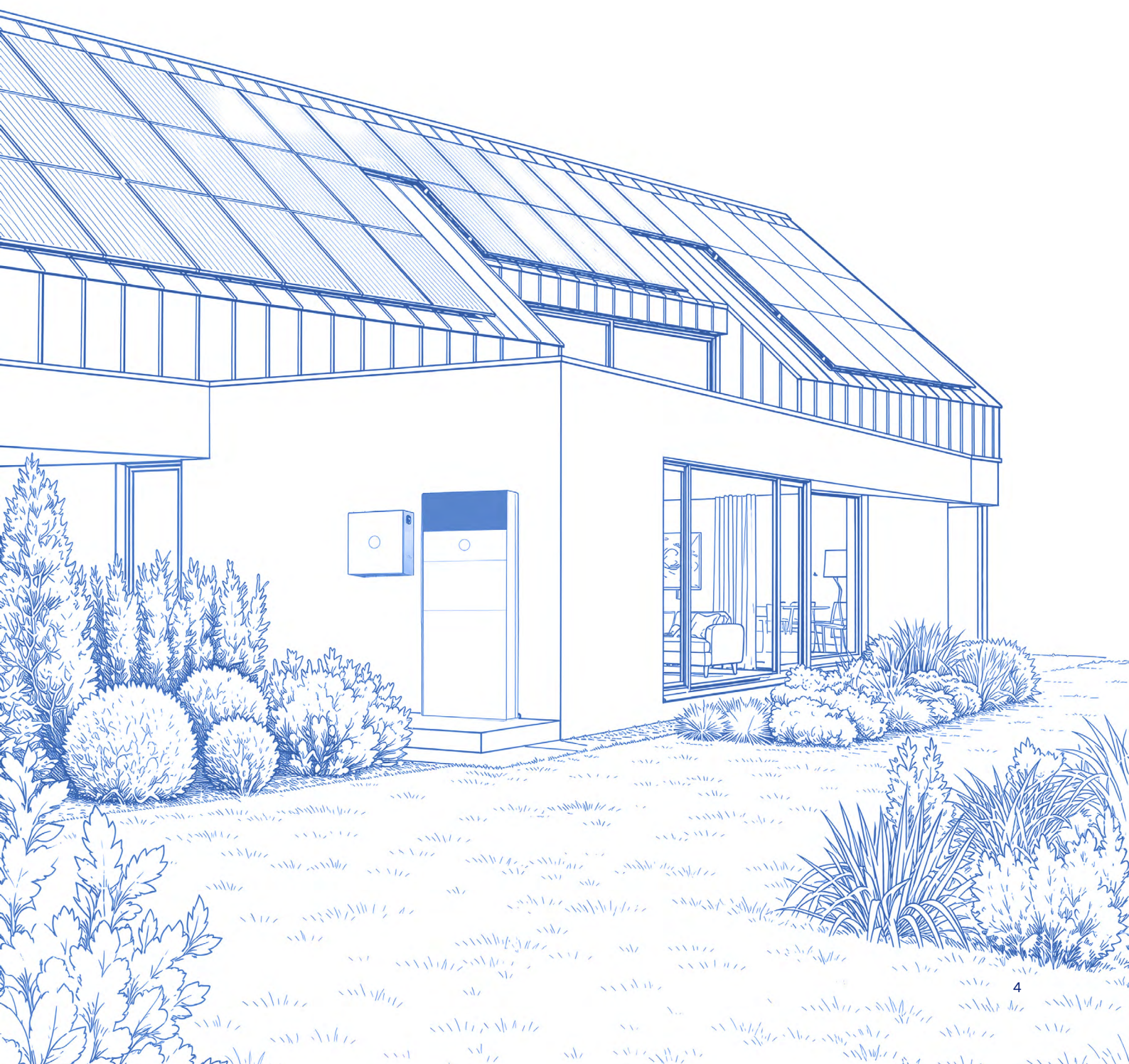
注：本文中“出货量”指制造商端系统出货口径，数据来源为 GGII；“装机量”指终端现场安装完成口径，数据来源为 Wood Mackenzie；“累计装机突破 187GWh”为全球终端历年装机累计值，统计周期截至 2025 年末。

1.3 致谢与数据说明

本报告数据综合自 SolarPower Europe、Wood Mackenzie、BloombergNEF、EUPD Research、InfoLink Consulting、GGII、S&P Global、QYResearch、The Business Research Company、东吴证券及各区域能源主管部门的公开报告与数据库。特别感谢 EUPD Research 提供的《SolarProsumerMonitor© 2025/26》及《PV & EES InstallerMonitor©》调研数据。部分数据为基于多方交叉验证的合理估算值，可能与最终统计存在差异。引用请注明出处。

第二部分：

家庭能源管理的时代变革



2.1 全球能源转型浪潮下的户用储能机遇

全球能源结构的深刻调整正在将户用储能从“可选品”推向“必需品”。厄尔尼诺等极端环境影响，可再生能源装机激增、能源价格波动、电网可靠性下降、政策激励完善、技术成本下降以及产品形态创新，共同构成户用储能爆发式增长的核心驱动力。

根据 InfoLink Consulting 数据，2025 年全球储能电芯出货量达到 612GWh，同比增长 95%。其中户用储能系统出货量达 35GWh，同比增长近 50%，累计装机突破 187GWh。这一增长标志着行业已走出 2023–2024 年的库存去化周期，进入新一轮高速增长通道。

2.2 2025 年全球户储市场总览

2.2.1 2025 年全球储能新增装机概览

以装机量口径统计，2025 年全球储能新增装机约 250GWh，同比增长 23%。各细分市场表现如下：

应用场景	2025 年装机 (GWh)	同比增长	市场占比	核心驱动因素
电网级储能（大储）	约205	+51%	83.0%	可再生能源整合、政府招标
户用储能	约29	+14%	11.7%	高电价、补贴、能源安全
工商业储能	约16.6	+62%	5.3%	电力市场化改革、峰谷套利
全球合计	约250	+23%	100%	

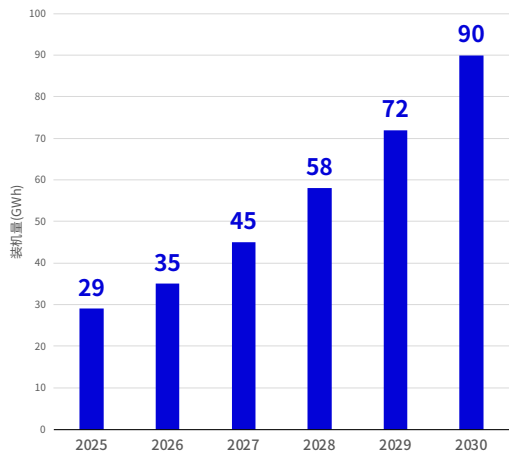
特别标注：本表格统计装机容量，摘录自 Wood Mackenzie；而出货增加 6GWh 反映渠道加库存及清库放缓。

2.2.2 2026 年关键户储市场趋势预测

- **欧洲：约 11.6GWh**（温和复苏），德国、意大利主导，东欧持续放量。荷兰净计量取消前的最后抢装将贡献约 1.2GWh。
- **澳大利亚：5.5–6.0GWh**（补贴退坡前最后抢装），之后回归市场化增长，预计 2027 年起年增长 15%-20%。
- **美国：4.5–5.0GWh**（ITC 政策明朗，FEOC 规则引导供应链重构），本土制造要求推动中国企业在美设厂或技术授权。
- **南非：2.3–2.5GWh**（电网崩溃持续，需求刚性），但价格战加剧，利润空间收窄。
- **巴基斯坦：1.2–1.5GWh**（电价驱动，进口激增），中小型系统主导。
- **东南亚：马来西亚强制配储政策落地**，预计贡献 0.5-0.8GWh 增量。

2.2.3 中期市场展望（2026-2030 年装机预测）

预计 2030 年全球户用光储一体化系统终端市场规模 600–800 亿美元。全球住宅电池市场预计从 2025 年的 109.2 亿美元增至 2030 年的 193.3 亿美元，复合年增长率 12.0%。



2.3 全球户用储能区域市场深度分析

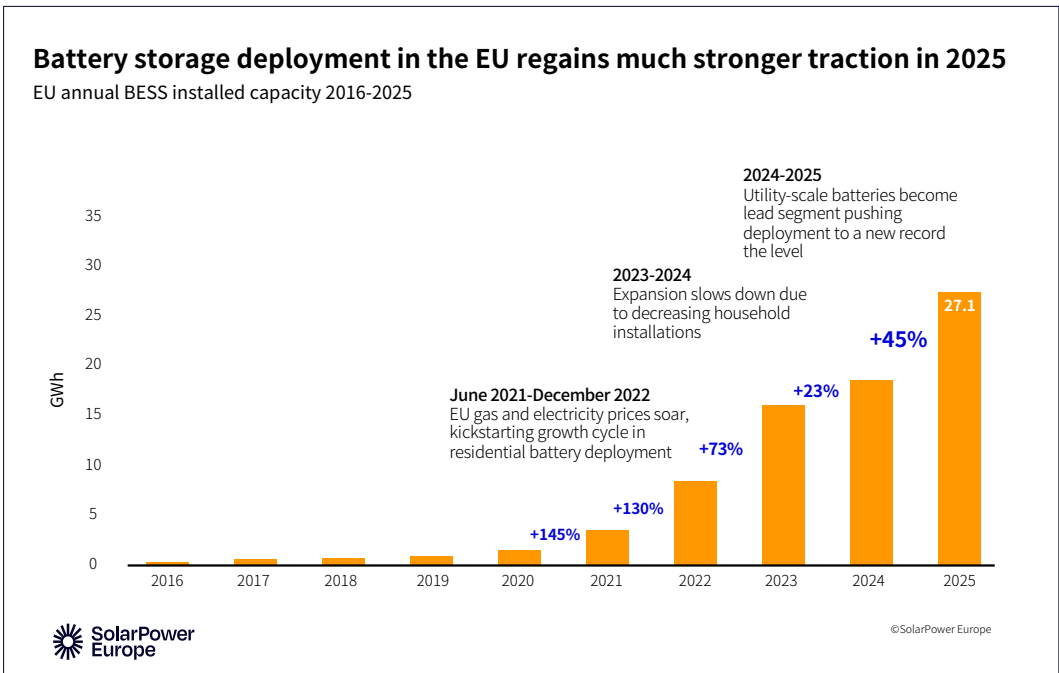
核心驱动因素：高居民电价、政府补贴扶持、屋顶光伏高渗透率、传统能源价格上涨

户用储能核心市场集中在欧洲、澳洲、非洲及美国，其中德国、意大利、英国、荷兰表现最为突出；澳洲补贴政策进一步拉动新增装机，南非市场同样保持强劲增长态势。

2.3.1 欧洲市场：冷热分化，东欧崛起

市场总览

2025 年欧盟新增电池储能容量 27.1GWh，同比增长 45%，其中户用储能安装量 9.8GWh，同比下降 6%。表面看整体下滑，实则背后是深刻的结构性分化：意大利因“超级奖金”退坡导致户用储能市场大幅回调（-40%），但剔除意大利后，欧洲其他市场户用储能同比增长 18%；与此同时，大型储能爆发式增长（占新增 55%），标志着欧洲储能市场正从“户用单轮驱动”转向“户用筑底、大储冲顶”的双轮驱动格局。



图片来源：欧洲光伏产业协会（SolarPower Europe）

区域核心驱动逻辑

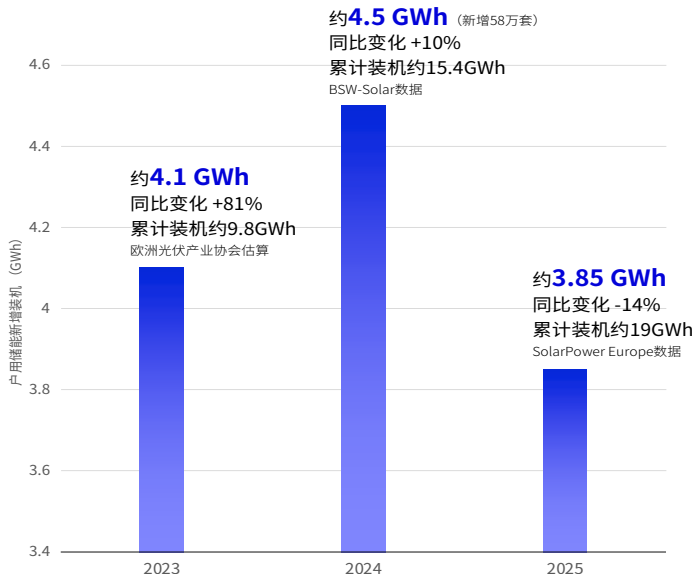
- **高电价刚性支撑：**德国、荷兰、英国居民电价仍维持在 0.30-0.45 欧元 /kWh，较 2020 年上涨 50%-80%，户用储能自发自用经济性突出。
- **政策工具多元化：**西欧依赖市场化机制（VPP、动态电价），光伏上网电价大幅降低或清零，东欧依赖欧盟基金与专项补贴，形成“成熟市场智能驱动、新兴市场政策驱动”的双轨格局。
- **能源安全焦虑深化：**俄乌冲突叠加美伊影响，东欧国家（波兰、匈牙利、保加利亚）对能源自主的诉求转化为刚性需求，即使电价回落，户储渗透率仍持续提升。

区域共性采购特征

- **容量升级：**平均系统容量从 2024 年的 8.6kWh 提升至 9.3kWh，德国已达 9.5kWh，家庭倾向于一次安装满足未来 5-10 年需求。
- **智能化门槛：**VPP 接入能力、动态电价优化算法成为中高端产品标配，尤其在荷兰、德国、英国，用户期望储能系统能自动参与电力市场套利。
- **安装便捷性：**欧洲安装商人力成本高昂（80-120 欧元 / 小时），对模块化、免工具安装、快速调试的产品支付意愿显着提升。EUPD Research 调研显示，安装便捷性是推动户储快速增长的关键因素之一。

典型国家深度分析

德国：欧洲压舱石，高端需求引领



注：2025 年新增装机同比下降，主要因 2024 年基数中包含大量补装及统计口径差异，实际市场仍保持高位稳定。德国户用储能渗透率已超 15%，是全球最成熟市场。

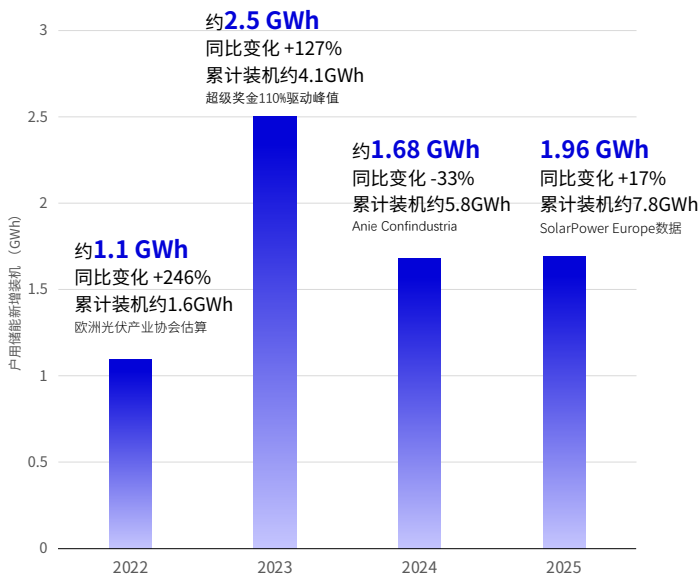
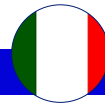
政策环境

KfW 低息贷款（270 条款，最高 30% 贴息）；部分州额外补贴（如巴伐利亚州最高 500 欧元）；电网费豁免政策面临 AgNes 改革风险（若通过将影响 IRR 约 2-4 个百分点）。

采购需求特点

- VPP 兼容性成为差异化卖点，约 40% 新用户选择可接入聚合商（如 E.ON Optimum）的产品。
- 安装商要求产品符合 VDE-AR-N 4105 并网标准，且具备无功功率控制能力。
- 容量分布：5-10kWh 占 55%，10-15kWh 占 30%，大户型倾向 15kWh 以上以覆盖电动汽车充电。

意大利：大储驱动，户用波动



注：2024 年户用储能数量下降 29%、容量下降 33%，主要因超级奖金退坡。2025 年企稳回升，但增长主要来自大储拍卖。

政策环境

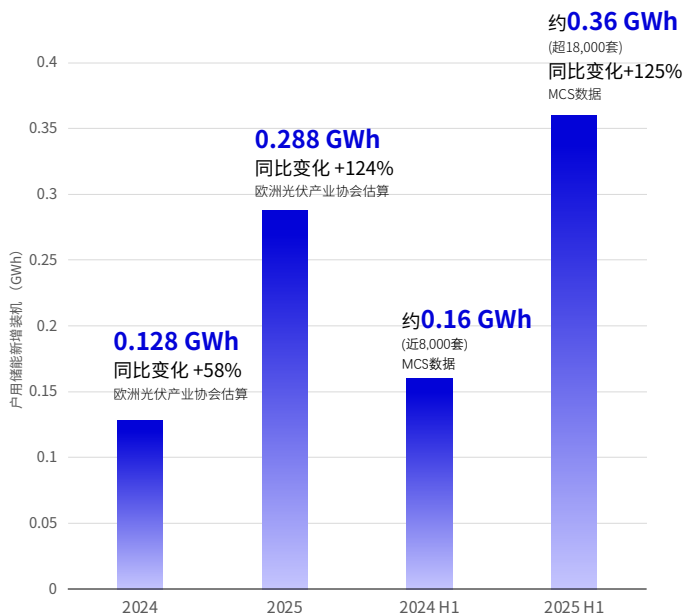
意大利 110% 超级奖金政策于 2023 年起逐步退坡，2025 年户用光伏储能相关装修项目可享受 50%-65% 的税务抵扣，政策有效期至 2025 年 12 月 31 日；MACSE 容量市场为大型储能提供 15 年长期合同，2025 年授标超 2GWh。

采购需求特点

- 南部地区（西西里、撒丁岛）因弃光严重，对大容量系统（10-15kWh）需求旺盛。
- 价格敏感度上升，对无补贴项目更关注回收期（目前约 7-8 年）。
- 需符合 CEI 0-21 并网标准，对低压穿越有严格规定。
- 系统容量分布：10-15kWh 占 37%，5-10kWh 占 36%。



英国：大储主导，户用稳步增长



注：2025 年上半年电池安装量超 1.8 万套，较 2024 年同期翻倍以上。预计全年户用装机可达 1.2–1.5GWh。

政策环境

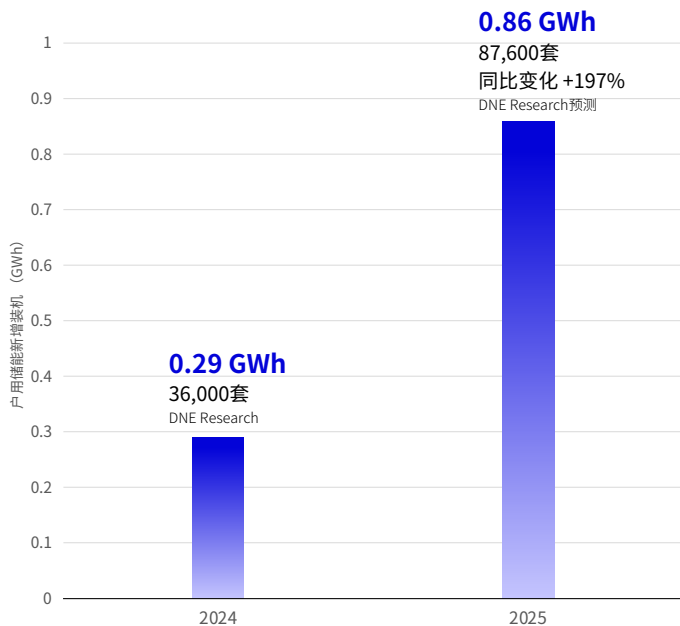
温暖家园计划（150 亿英镑）支持家庭能源转型；容量市场拍卖提供 4–5 年合同；新建住宅强制智能控制（Future Homes Standard）。

采购需求特点

- 动态电价机制成熟（Octopus Energy 等），用户对储能系统自动响应电价的能力要求高。
- 新建住宅市场占比提升至 28%，推动光储一体化需求。
- 需符合 G98/G99 并网标准，脱欧后需 UKCA 认证。



荷兰：抢装潮下的智能先锋



注：2025 年住宅市场预计新增 8.76 万套，同比增长 140% 以上。

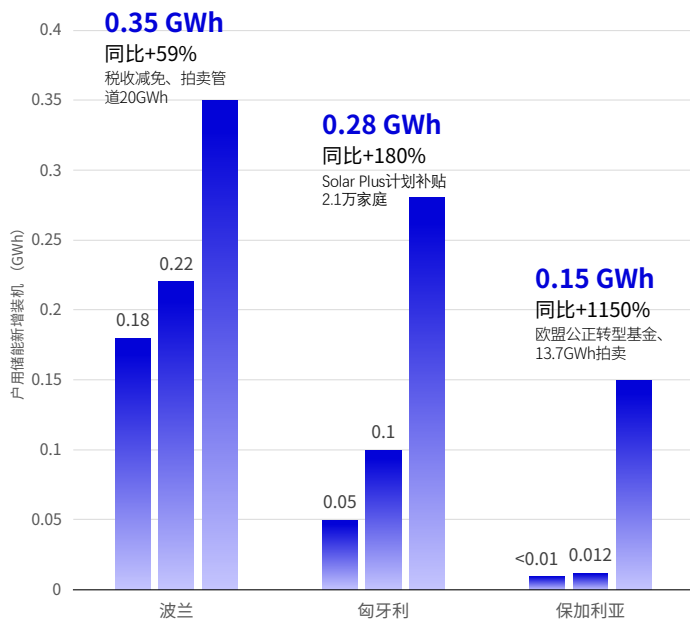
政策环境

政府宣布 2027 年彻底取消净计量政策，引发 2025–2026 年抢装潮；住宅储能补贴与光伏安装捆绑。

采购需求特点

- VPP 聚合模式全球最成熟，Eneco、Vattenfall 等聚合商覆盖超 50% 用户，储能系统需兼容聚合商平台。
- 动态电价优化为刚需，用户要求系统能自动响应 Tibber 等平台实时电价。
- 容量分布：5–10kWh 占 60%，10kWh 以上占比快速提升至 25%。
- 预计 2030 年住宅储能累计容量可达 14.6GWh。

东欧三国：政策驱动的爆发增长



波兰：

税收减免（每户3542美元），2025年拍卖超20GWh，市场前景广阔。

波兰匈牙利：

Solar Plus计划已支持超2.1万家庭安装储能，平均补贴1万欧元；2025年户储装机预计达0.28GWh。

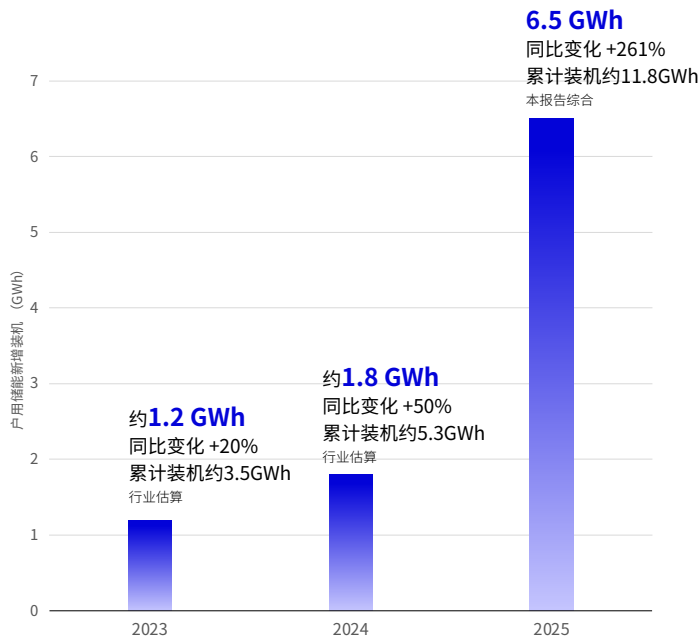
保加利亚：

2025年预计装机0.15GWh，同比增速超1000%，为欧洲增速最高的新兴市场。

2.3.2 亚太市场：澳洲爆发，东南亚蓄力



澳大利亚：全球最大单体市场



注：2025年12月澳洲政府追加预算调升户用储能补贴总额至72亿澳元，其中包括政策调升预算额度和支持范围，最大降低家庭储能安装成本30%以上，2026年5月补贴退坡前抢装。

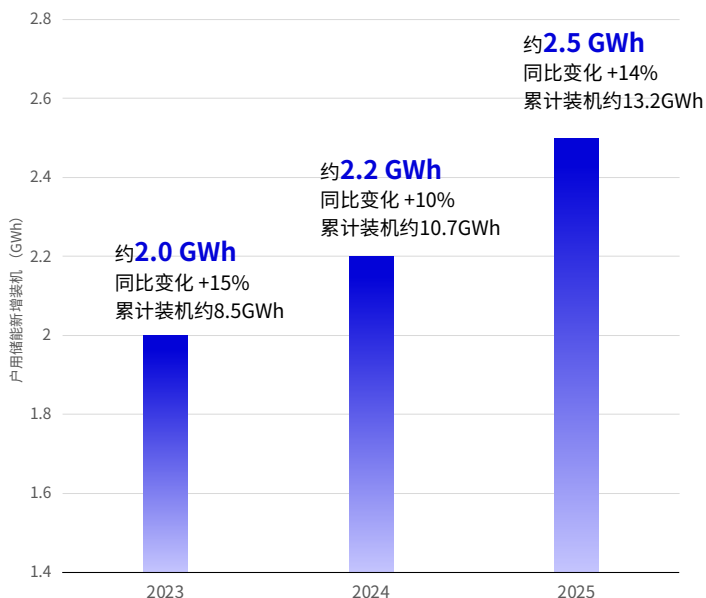
政策环境

联邦补贴最高300澳元/kWh，南澳州额外500澳元；各州补贴政策叠加，目标2030年40GWh。

采购需求特点

- 大容量（10-15kWh）需求突出，以满足家庭空调、泳池泵等负荷。
- 离网备电能力受重视，因极端天气频发（丛林火灾、飓风）。
- 需通过AS/NZS 4777.2并网认证，对响应模式要求细致。

日本：防灾驱动的精致市场



政策环境

经济产业省补贴覆盖 1/3 成本；东京都等地方额外补贴；净计量政策退坡后自发自用需求上升。

采购需求特点

- 安全认证要求极高：JIS C 8715-2/JIS C 4441 标准、抗震测试（可抗 7 级地震）、防盐雾腐蚀（沿海地区）。
- 产品需小巧美观，适合狭窄住宅环境，容量以 5-10kWh 为主。
- 品牌忠诚度高，中国企业通过 OEM 逐步渗透。

东南亚：政策强制开启新蓝海



马来西亚：

2025 年 7 月起实施分时电价，强制 72kWp 以上光伏配储 1 小时。SIRIM 认证每年续期，市场预计 2026 年启动。

越南：

100kW 以下光伏免许可，余电可上网，刺激户用光储需求，但无专项补贴，价格敏感。

南亚：电价倒逼的刚性需求



巴基斯坦：

2025 年巴基斯坦自中国进口锂电池同比增长近 70%，户储需求迎来爆发，户储需求爆发。

驱动因素：

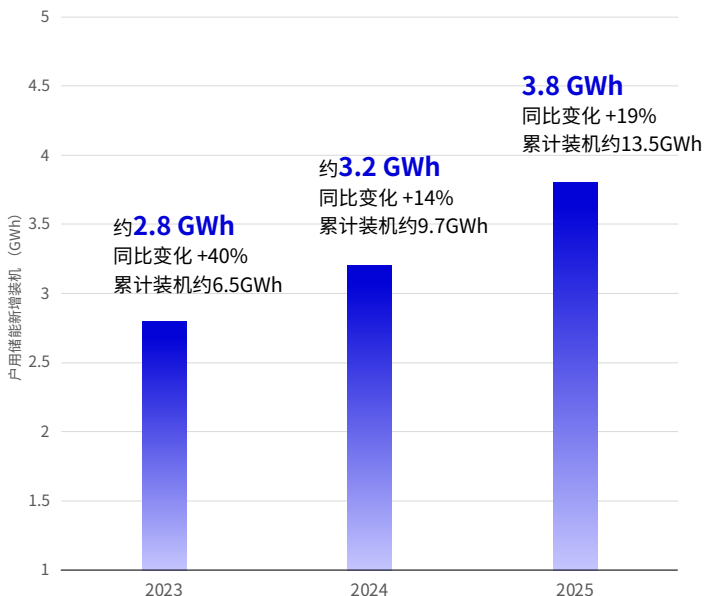
电价高企（工业电价超 0.2 美元 /kWh）、每日停电 6-8 小时。

采购需求：

小型系统（3-5kWh）为主，极度价格敏感，要求简易安装、免维护。

2.3.3 美洲市场：政策驱动，稳步增长

美国：ITC 护航下的多元市场



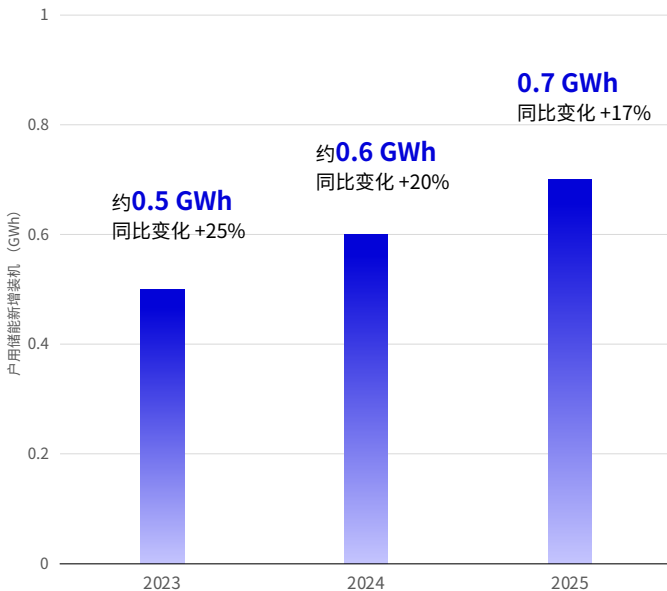
政策环境

ITC 税收抵免 (30%, 至 2032 年)；加州 SGIP 补贴 (最高 0.20 美元 /Wh)；FEOC 规则限制中国电池在补贴项目中的使用，材料成本比 $\leq$ 45% (2026)。

采购需求特点

- 全屋备电能力是核心卖点（应对数小时至数天停电），要求 20ms 内无缝切换。
- 容量分布两极分化：5-10kWh 占 40%，15kWh 以上占 35%（德州、加州大户型）。

巴西：分布式发电法案驱动



政策环境

分布式发电法案（第 14,300 号）允许净计量，储能提升自用率；电价上涨（年均 8%）。

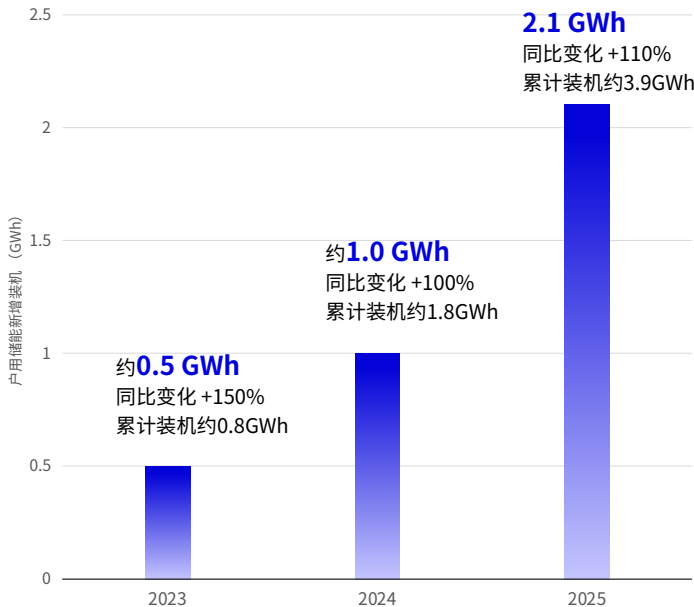
采购需求特点

- 价格敏感，倾向与中国品牌合作；需符合巴西 140/515 法案并网要求；容量以 5-10kWh 为主。

2.3.4 非洲及新兴市场：刚性需求，潜力巨大



南非：电网崩溃催生刚需



政策环境

无专项补贴，但 2025 年预算案提出光伏储能增值税减免（讨论中）。并网需符合 NRS 097-2 及 BESF/RPPS 协议（通信要求）。

采购需求特点

- 离网能力优先，要求系统可独立运行（无需电网），支持柴油机备用输入。
- 容量以 5-10kWh 为主，但大户型倾向 15kWh 以上。
- 价格敏感，但愿意为可靠性支付溢价；中国品牌（德业、派能、思格）占据主导。
- 符合 NRS 097-2 标准要求。

新兴市场



尼日利亚、黎巴嫩等：

供电不稳 + 高电价驱动，需求以小型系统（3-5kWh）为主，价格极端敏感，产品需具备防尘、防高温能力。

2.4 全球储能认证与标准差异分析

储能产品进入国际市场需跨越如下几类壁垒：安全认证（保障人身与财产安全）、性能认证（确保产品能正常并网运行）、数据合规与环保（满足新兴法规要求）。以下按功能板块分析核心差异，帮助企业快速定位准入要点。

2.4.1 安全认证：电芯到系统的多层防护

安全认证是储能产品出海的基石，主要涵盖电芯、电池系统（含 BMS）、电源转换装置（PCS/Inverter）以及系统级的消防与防爆要求。

核心标准与区域差异

目标市场	电芯 (Cell)	电池系统 (Battery System + BMS)	电源转换装置 (PCS/Inverter)	系统级消防与防爆	关键点
欧盟	IEC 62619 IEC 63056	EN 62619 / IEC 63056 EN 62477-1 IEC 60730-1 Annex H (BMS 功能安全) VDE 2510-50 (德国)	EN 62109-1/-2 (有光伏输入) EN 62477-1 (无光伏输入)	EC 62933 series EN 54 series (火灾探测) IEC 60079 series (防爆)	欧盟重视功能安全 (BMS 需符合 IEC 60730-1 附录 H 或 IEC 61508)。德国市场还需满足 VDE-AR-N 2510-50 对储能系统的特殊要求
北美	UL 1973 UL 1642 UL 9540B	UL 1973 UL 9540B	UL 1741 CSA C22.2 No. 107.1	UL 9540A (热失控蔓延测试)	北美体系最严格。UL 9540B 测试是项目获得消防部门和保险机构批准的关键
日本	JIS C 8715-2	JIS C 8715-2	JIS C 4412 (<50kW) IEC 62109-1/-2 (>50kW)	参考建筑标准法、消防法	日本市场准入门槛高，有独特的 JIS 标准，认证周期长
澳大利亚	IEC 62619	IEC 62619	IEC 62109-1/-2 IEC 62477-1	AS/NZS 5139 (电池系统安装与安全)	广泛采纳 IEC 标准，但并网性能需符合当地 AS/NZS 4777.2

TÜV 南德观点：

- 电芯是根本：**磷酸铁锂（LFP）因其高安全性和成本优势，已成为全球储能应用的主力。电芯级别的热失控测试（如针刺、加热、过充）是系统安全的第一道防线。
- BMS 功能安全凸显：**BMS 不仅是“大脑”，更是“安全卫士”。其功能安全（符合 IEC 61508 或 IEC 60730）在欧美市场的重要性日益提升，需通过完整的开发流程和故障测试验证。

2.4.2 性能认证：并网特性与效率

性能认证确保储能系统能稳定、高效地与电网互动，不会对电网造成冲击。

核心标准与区域差异

目标市场	并网要求标准	关键点
欧盟 (通用)	EN 50549-1/-10	欧洲统一标准，规定了并网接口要求、功率控制、电网支撑能力（如故障穿越）等
德国	VDE-AR-N 4105	需满足故障穿越（低电压 / 高电压穿越）、无功功率控制、电网频率响应、孤岛保护、电网电压 / 相位监测五大核心技术要求，其中并离网切换响应时间、无功调节范围为现场测试核心项
	VDE-AR-N 0124	
意大利	CEI 0-21	针对分布式发电的并网技术规则，测试要求细致
英国	G98/G99/G100	针对不同规模发电设备的并网要求，G99 针对大型系统
北美	IEEE 1547	新版标准对电压和频率异常时的响应、功率控制、孤岛检测等提出了更高要求。加州、夏威夷等州有本地化补充
	IEEE 1547.1 (测试方法)	
澳大利亚	AS/NZS 4777.2 AS 60947.3 直流开关匹配要求	对逆变器的并网性能、保护功能和电网支撑能力有严格要求，标准持续更新
其他国家	各国通常采纳 EN 50549-1/-10 标准并加入本国偏差，如法国（NF EN 50549-1）、波兰（PN EN 50549-1/-10+ 偏差）、比利时（C10/11）等	需关注各国对特定参数的细微差别

TÜV 南德观点：

- 并网要求日趋复杂：**随着可再生能源渗透率提高，电网运营商对储能系统的支撑能力（如一次调频、虚拟惯量）提出更高要求，并网标准持续升级。

2.4.3 数据与通信合规：智能互联的必修课

随着储能系统智能化、联网化，数据安全、网络安全和无线通信合规成为市场准入的新门槛。

核心标准与要求

类别	核心标准 / 法规	适用范围与要点
电磁兼容 (EMC)	EN/IEC 61000-6-1/-2/-3/-4 (通用标准) EN 55011 (工业、科学和医疗设备) EN 62920 (光伏电力转换设备)	确保设备在电磁环境中能正常工作且不对环境造成过度干扰。根据设备使用环境（居住 / 工业）选择不同标准
无线设备 (RED)	EN 301 489 series (EMC 特殊要求) EN 300 328 (2.4G WiFi/ 蓝牙) EN 301 893 (5G WiFi) EN 303 413 (GNSS)	储能系统若集成 WiFi、蓝牙、4G/5G 等无线功能，必须符合无线电设备指令（RED）的要求，测试 RF 性能和 EMC
网络安全	EN 303 645 (消费类物联网安全) EN 18031-1/-2/-3 (通用网络安全标准) IEC 62443 series (工业自动化和控制系统安全) PSTI 法案 (英国产品安全和电信基础设施法案) CRA 法案	防止网络攻击、数据泄露。要求设备具备安全认证、加密通信、固件安全更新等能力 IEC 62443 是工业级储能系统的关键参考
功能安全 (软件)	IEC 61508 series ISO 13849-1/-2 IEC 60730-1 Annex H	评估 BMS、EMS 中安全相关软件的可靠性，防止软件故障导致的安全风险
欧盟数据安全	GDPR (通用数据保护条例) Data Act (数据法案)	涉及用户个人数据的采集、处理和传输，必须遵守严格的隐私保护规定

TÜV 南德观点：

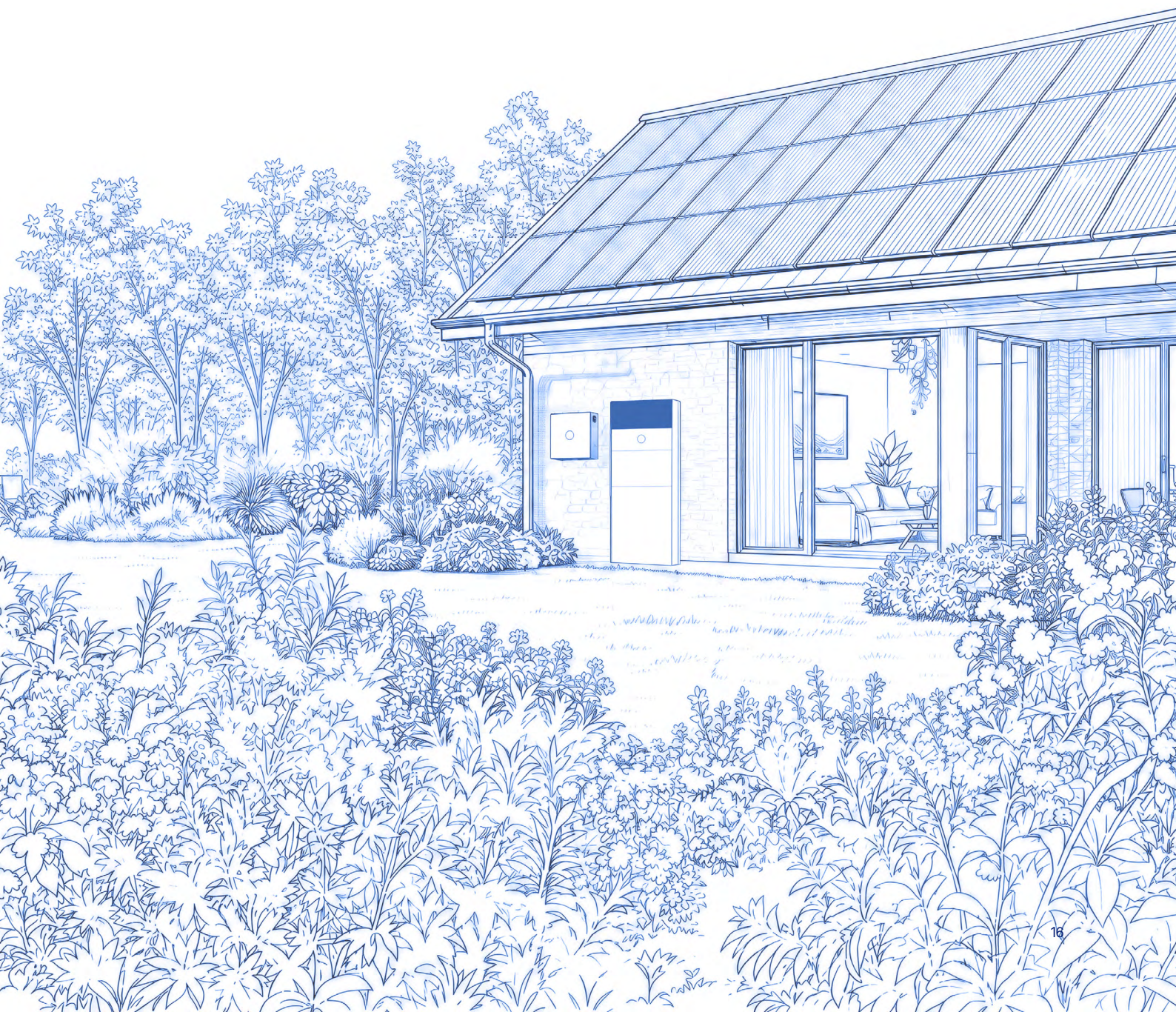
- CRA 法案势在必行，企业需要尽早适应海外数据合规的体系建议及标准合规

2.4.4 TÜV 南德观点总结：

- 欧洲：**以 CE 认证为基石，但必须叠加各国并网偏差（如德国 VDE、意大利 CEI 0-21）。欧盟新电池法成为新壁垒，2026 年起需关注碳足迹和电池护照。
- 北美：**UL 认证体系主导，NFPA 855-2026 新增大规模火烧测试，安装合规性要求高。FEOC 规则影响补贴资格，需构建合规供应链。
- 亚太：**各国本地认证割裂，但普遍接受 IEC 标准作为基础。日本 JIS、澳大利亚 AS/NZS、马来西亚 SIRIM 为强制；东南亚多国要求本地测试报告。
- 新兴市场：**南非、巴西等沿用 IEC 或欧洲标准，但需本地化验证。

第三部分：

当前户用储能的用户痛点 与行业困境



3.1 欧洲户用储能市场的结构性变局

EUPD Research《SolarProsumerMonitor© 2025/26》对超过 7,900 名德国光伏产消者的调查显示，市场需求正从“首次安装”转向“系统升级与补强”——许多现有光伏业主优先考虑增配储能、智能控制和系统优化。电池寿命和可靠性持续位列最重要的决策依据，往往超越初始价格考虑，反映出消费者对全生命周期成本的日益关注。

这一趋势在安装商和分销商侧也得到呼应。根据 EUPD Research 的《PV & EES InstallerMonitor©》调研，安装商越来越期望住宅系统能够无缝集成到家庭自动化环境中。能够透明追踪节能效果的智能工具，以及 AI 控制储能、充电基础设施和负荷管理的系统级集成，正被视为基线要求而非可选附加功能。

3.2 消费者与安装商的六大核心诉求

基于 EUPD Research、SolarPower Europe 等权威机构的最新调研数据，我们提炼出当前户用储能市场最紧迫的六大核心诉求：

3.2.1 美学与空间集成：

储能从“工业设备”走向“家用电器”

传统储能架构由逆变器、电池、EMS、网关等多个独立设备组成，设备间需要外部导管、裸露的通讯线缆和粗大的电力电缆进行连接。这不仅导致安装现场杂乱无章，更严重破坏了现代家居的极简美学。

行业观察指出，户用储能正迎来“家电化”浪潮——将复杂的储能系统变得如家电般简单、美观、易用。尤其在将设备安装于地下室、车库甚至室内的欧洲家庭中，这一问题尤为突出。

传统的户用储能系统中，逆变器，电池，网关等都是分开在配电箱附近，复杂的走向不仅带来额外的作业成本，对于用户的使用和后期的维护也是难以接受的杂乱现场。想象一下，本来干净整洁的墙面突然加入各种尺寸的设备，透过复杂的管道连接，家庭地下室秒变工厂配电房，原本喝咖啡聊天的场所也会因为突兀的墙面上的设备，环境中的惬意也会带着隐忧的担忧和不安。



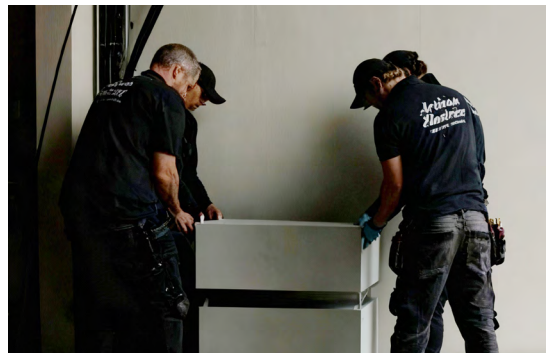
* 分立式储能设备接线示意

3.2.2 安装便捷性：

应对高昂人工成本的刚需

传统户储电池模组单包重量往往超过 80 公斤，在空间狭小、楼梯陡峭的欧洲老式住宅中搬运和转移，这几乎是“不可能完成的任务”。欧洲安装商平均人力成本高达 80-120 欧元 / 小时，传统系统安装需耗时 4-6 小时，其中约 2 小时消耗在搬运、定位和多人协作上。

传统设计中，因为各种非标设备和容量配置，一套装好的系统经过一年或者多年使用后需要升级或者维护时候，最初设计图纸找不到，配置文件丢失，升级维护可能从简单的设备替换变成推倒重来，无形中也增加了维护的时长，带来额外的小时成本。

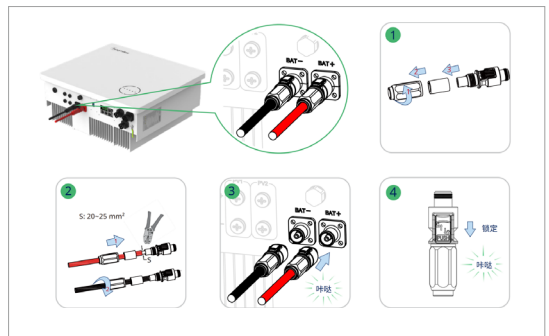


3.2.3 调试简易性：

智能诊断工具的迫切需求

传统储能系统的调试高度依赖现场工人经验：现场测量、裁剪电缆、剥线、压接端子、连接通讯线……任何一个环节出错，都可能导致系统后期故障甚至安全隐患。因为界面设置不友好，使用习惯差异，语言差异，时差等因素，现场安装和调试过程中的各种小问题常常是造成现在安装人员崩溃设置退货的主要原因之一。

Solar Monkey 的调查发现，在德国，33% 的安装商在做储能报价时不使用专业软件，40% 在做 EV 充电桩提案时也是如此。这表明，安装商对能够简化设计、报价和调试流程的“智能化工具”有着迫切需求。



* 传统户储设备 MC4 端子制作过程

3.2.4 长期可靠性与电池寿命

产消者的反馈显示,电池寿命和可靠性持续位列最重要的决策标准,往往超越初始价格的考虑。在购买决策中,单纯的价格比较已无法作为产品质量的可靠指标,而缺乏广泛可信的客观基准使得评估长期可靠性和性能变得困难。

这一诉求在系统扩容时尤为突出:新旧电池混用会导致“木桶效应”,整体性能被拉低至最旧电池水平。如何确保系统在 10-15 年生命周期内保持稳定性能,成为终端用户的核心关切。

3.2.5 系统兼容性与扩展性

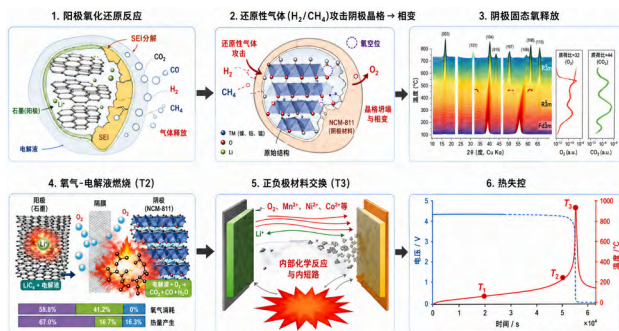
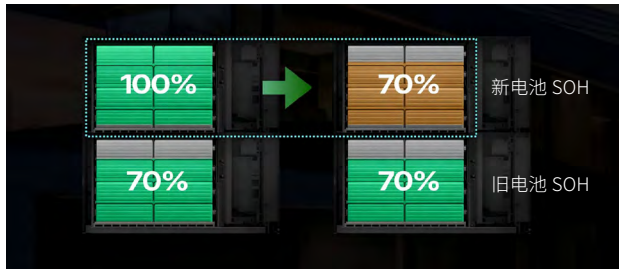
不同品牌逆变器、电池、BMS 之间通信协议不兼容,是困扰全球户储安装商的另一大难题。当系统出现问题时,各设备商之间责任划分不清,互相推诿,现场问问迟迟得不到解决,最终受损的是用户和安装商。

EUPD Research 指出,制造商支持改造、确保跨品牌兼容性,以及实现储能、EV 充电和能源管理系统的无缝集成能力,正成为在住宅市场保持相关性和增长的决定性因素。

3.2.6 安全性与热失控防护

尽管户用储能技术已日趋成熟,但终端用户对于将“大容量电池”安放在自己家中,仍存在着天然的安全疑虑。密集的电芯布局可能造成热量囤积,现场人工压接的端子可能因工艺不佳而产生难以察觉的热点,一旦缺乏先进的电芯级监控和主动消防机制,微小的内部故障也可能演变为灾难性的热失控。

合理的结构布局,多重安全检测,多级防火设计越来越成为户用储能系统的典型要求,也是进入终端客户家庭的必要条件。另外,极端条件下热失控影响评估,类似 UL9540B 的整机、整系统火烧实验也越来越被终端用户看中。



* 三元锂电池热失控原理（资料来源：欧阳明高院士研究成果）

3.3 行业技术瓶颈与系统性挑战

以上用户端的诉求,根源在于行业长期存在的历史积累或技术瓶颈:

分布式系统协同难题:

不同于光伏面板等设备,户储系统一开始就缺乏统一的产品形态,尺寸、通讯等标准,各个厂家独立设计自家设备;不同品牌设备间的通讯“各自为政”,不仅导致系统综合性能损失 5%-10%,更在故障发生时陷入“责任划分困境”。

电池兼容性与系统衰减风险:

由于缺乏独立的 DC-DC 管理,新旧电池混用会导致内阻不匹配、容量倒灌,使 BMS 管理失效,加速系统老化。实验室测试表明,不匹配的新旧电池混用可使系统寿命缩短 30% 以上。

售后维护高昂成本:

故障诊断依赖人工现场排查,备件储备压力巨大,部分地区上门服务成本占总运维成本 60% 以上。欧洲安装商平均每次上门服务成本高达 280 欧元。

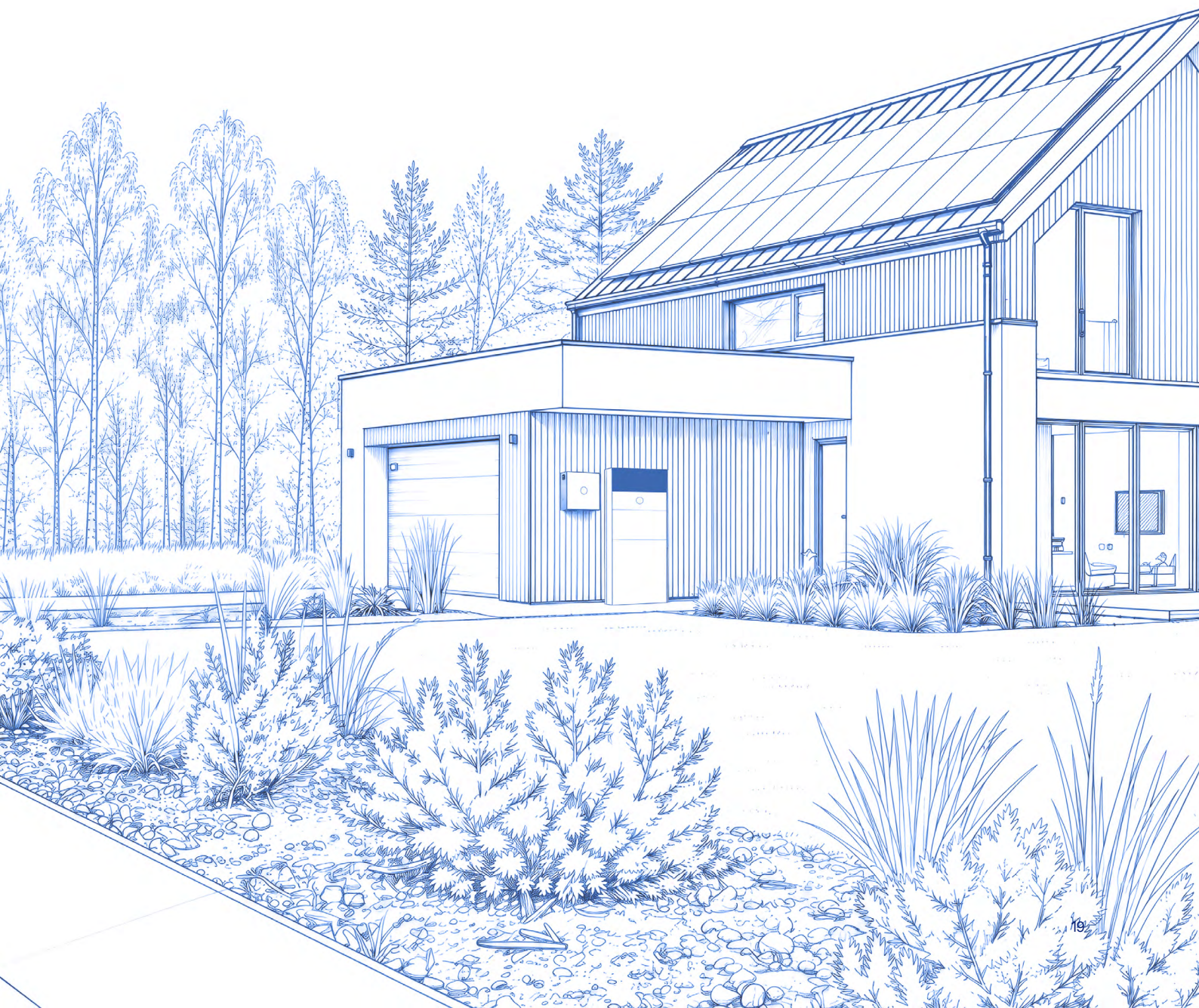
合规性挑战:

标准更新频繁(如 NFPA 855-2026、欧盟新电池法),各国准入差异显著,测试要求不断加严。SolarPower Europe 指出,欧盟电池制造业虽已具备 252GWh 的名义电芯生产能力,但阴极和阳极活性材料生产仍存在重大缺口,超过 90% 的现有电芯产能面向电动汽车而非固定储能。

第四部分：

案例分析——

禾迈一体化储能系统创新实践

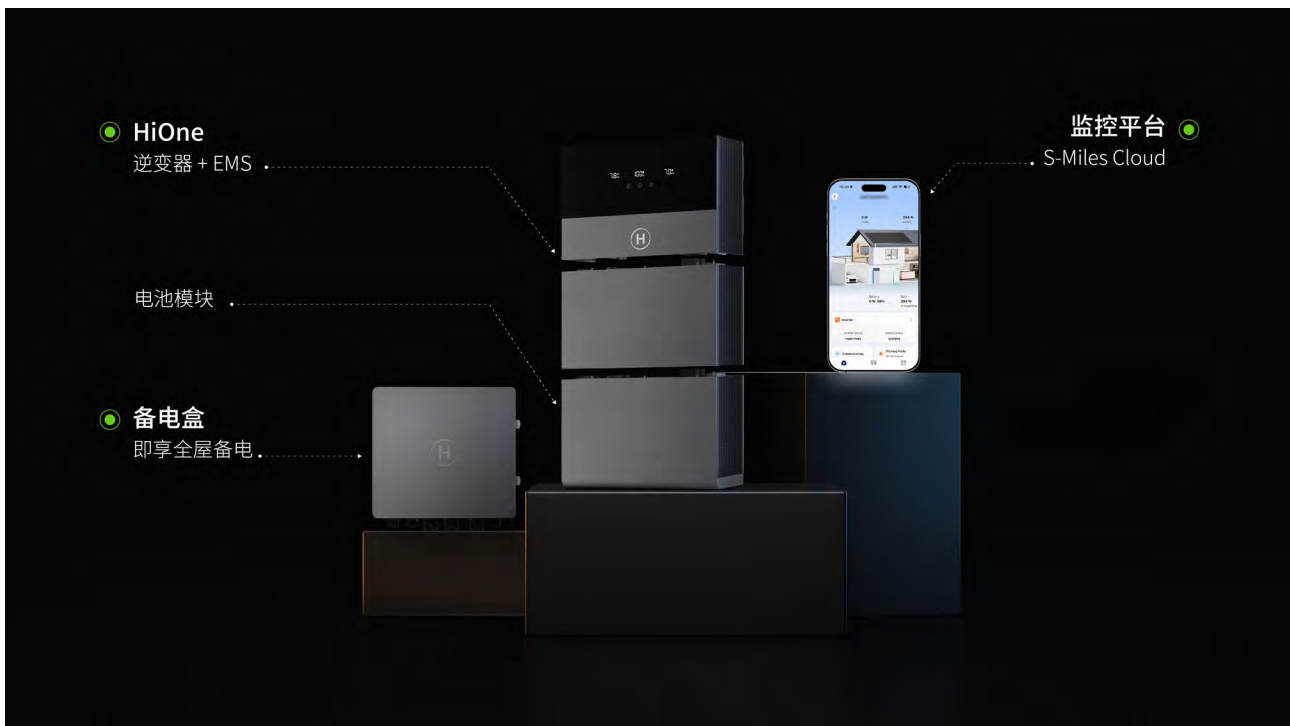


4.1 禾迈股份公司介绍

在评估一款户用光储一体机（All-in-One）的可靠性与长期价值时，业界共识在于：逆变器是整套系统的绝对核心与“大脑”。它不仅决定了能量转换的效率、并离网切换的平滑度，更从根本上决定了电池的安全与寿命。因此，系统制造商在逆变器领域的技术底蕴，成为了决定产品优劣的最关键决定因素之一。

自 2012 年成立以来，杭州禾迈电力电子股份有限公司（股票代码：688032）正是凭借深厚的电力电子技术积淀，百万级户用电站（微逆）的用户积累，成功实现了从“全球微型逆变器头部企业”向“全场景智慧能源解决方案提供商”的跨越。经过两代混合型储能逆变器的技术迭代，禾迈正式推出第三代户用光储一体机——HiOne。

4.2 禾迈户用光储一体化解决方案



禾迈的户用光储方案包含 HiOne 储能一体机、HiBox 备电盒、S-miles Cloud 禾迈云平台等产品。HiOne 储能一体机，将光伏 MPPT、储能逆变器、电池 PACK 及 BMS、能量管理系统 (EMS) 集成于一体，可搭配接入在直流母线端的 V2X；匹配 HiBox 备电盒，可接入光伏、储能、充电桩、柴油发电机、电网等多种电源与负载，具备高效备电切换等功能，可满足部分或者全屋备用等不同接线方式；S-miles Cloud 禾迈云平台通过实时读取终端设备数据，在云端和手机等终端实现所有户储设备的数据可视化、远程管理和便捷操控。

同时，禾迈为客户提供灵活的配置选项，通过模块化的产品设计，灵活匹配家庭、小型工商业等不同场景的容量需求，并提供单相三相设备以适配全球不同制式电网，为用户和安装商打造更简洁、更高效、更迅速、更安全、更智能的家庭能源管理系统，让家庭能源回归生活。

4.3 更简洁：为家庭能源量身打造

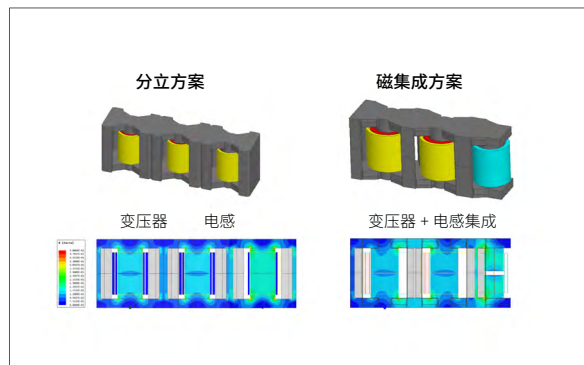
归还家庭空间：

传统的分体式光储系统需要分立的逆变器、电池模块，类似 90 年代的电脑组装机，便宜且灵活，但是软件的兼容性和售后服务始终是无法解决的问题，功能升级也受限于不同的厂家。一体机犹如后期出现的电脑品牌机，有效解决了匹配性等问题，禾迈的 HiOne 一体机采用 SiC 等新一代半导体技术，通过高频化及 DC-DC 变换单元中的磁集成技术，透过优化布局、实现高集成度和高功率密度，有效减小了产品尺寸，使得产品厚度被压缩至 255 毫米，可轻松安装于各类狭窄空间。对比之下，HiOne 能够节省 20% 以上的地面空间和 50% 以上的墙面空间，对于车库、仓库和地下室等小型家庭的空间也能完美适配。

在传统的电力电子变换器中，电感、变压器等磁性元件通常是独立分散的，这不仅占据了庞大的物理空间，还会带来复杂的走线和额外的能量损耗。而磁集成技术，就是通过巧妙的结构与磁路设计，将两个或多个原本分立的磁性元件“合而为一”，共用同一个磁芯结构，省去了分立元件之间冗余的间隙、骨架和连接件，从而大幅提高了系统的功率密度。正是依靠这种向内部“要空间”的技术，HiOne 才得以突破体积瓶颈，让产品在安装时更具灵活性。



* 狭窄空间安装示例



* 分立方案与磁集成方案对比

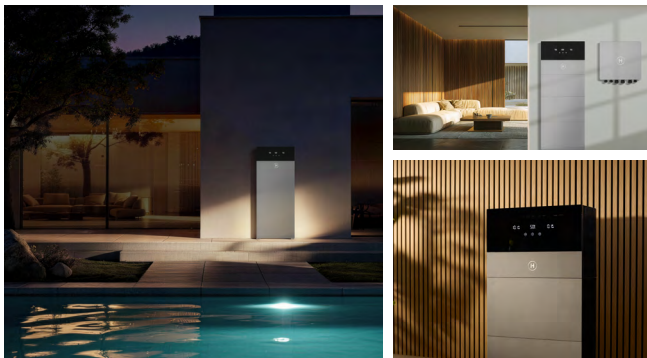


打造宁静生活：

与风扇一旦停止便彻底失效的标准横向风道不同，HiOne 采用了基于 CFD（计算流体力学）优化的纵向散热风道，冷热空气可自动交替，帮助设备降低辅助功耗。同时，HiOne 采用背部、顶部、侧面大面积散热设计，而市面部分光储一体机仅采用背部和顶部散热，散热效率低。通过智能风扇调速功能，系统可根据实时输出功率动态调整，在保证高效散热同时维持低功率运行及待机状态下 <30dB 的静谧运行。

家居美学设计：

HiOne 弱化了传统储能设备的工业感，采用与家居环境相得益彰的设计语言。基于稳定的几何形态、克制的比例和柔和的边角，传达出可靠与秩序感，能够自然融入车库、设备间或庭院。造型核心特征在于顶部和侧面的连续格栅元素，所有线缆均隐藏于背面，确保从任何角度观察都保持整洁统一的视觉效果。正面采用无边框屏幕，将设备简化为一个由界面驱动的视觉焦点，辅以动态 LED 能量指示灯，使系统状态一目了然。

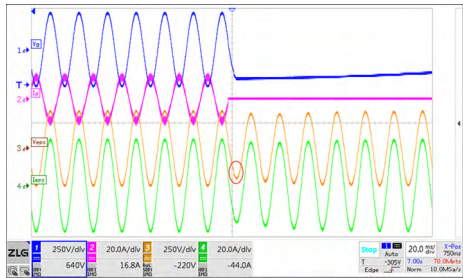


*HiOne 产品设计展示

4.4 更高效：以极致性能定义更高标准

停电“零感知”：

电网的稳定性是家庭能源体验的基石。HiOne 深刻理解欧洲用户对供电连续性的高标准要求，在并离网切换技术上实现了毫秒级突破。通过专有的瞬态稳定控制架构，利用精准的相位 / 幅值锁定、模型预测以及预见性软件算法来实时监测电网波动，当电网意外中断时，系统可完成从并网到离网的平滑切换，实现对冰箱、照明、路由器及医疗设备等关键负载的持续供电，真正实现“电网停电，生活照常”。



* 并离网切换测试波形图

直面复杂屋顶：

面对欧洲住宅屋顶朝向各异、局部阴影遮挡等复杂挑战，HiOne 采用 4 路独立 MPPT 设计，从根本上破解了光伏系统中的“木桶效应”。这相当于为屋顶上不同朝向或易受阴影影响的光伏组件，分别配备了专属的“效率优化师”。

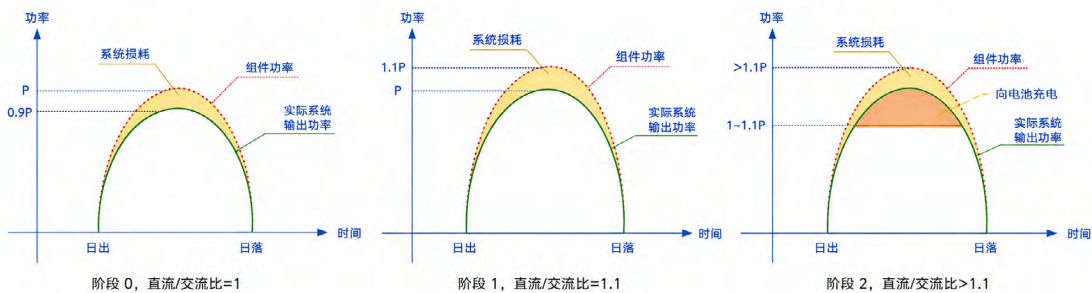
每路 MPPT 可独立追踪并锁定该通路的最佳工作电压与电流，确保即便部分组件因朝向或阴影导致性能下降，其余组件仍能以最高效率运行，从而显着提升系统整体发电效益，实现发电收益的优化。

三相 HiOne 每路 MPPT 通道支持高达 20A 的输入电流，单相逆变器支持 18A，远远高于同类产品的 16A，不仅全面兼容当前市场主流的高功率光伏组件，包括 210 的双玻双面组件，也为未来更高功率的组件技术预留了充足的升级空间，更可以为用户解锁小型工商业和光伏车棚等应用场景。

型号	HiOne-12S-G3	HiOne-20T-G3
最大组串输入数量	4	4
最大输入电流 (A)	18	20
推荐最大光伏输入功率 (W)	24000	40000

提升光伏利用率：

HiOne 支持高达 2 倍的光伏超配接入，该技术旨在显著提升光伏利用率并最大化客户投资回报（ROI）。单倍配比时，组件输出受实际环境因素影响，逆变器无法达到额定功率。而 Hione 的 2 倍超配，在光照充足时，HiOne 不仅能满足负载用电，多余电量还能同时为电池满功率充电，实现能量“零浪费”；在夜间或弱光时段，电池放电使逆变器仍能维持一定功率运行，大幅延长了逆变器的工作时间，不浪费每一缕阳光的馈赠。对于户用业主而言，超配能力能够有效降低度电成本（LCOE），实现全天候的电力灵活调度，确保每一缕阳光都能转化为切实的经济效益。

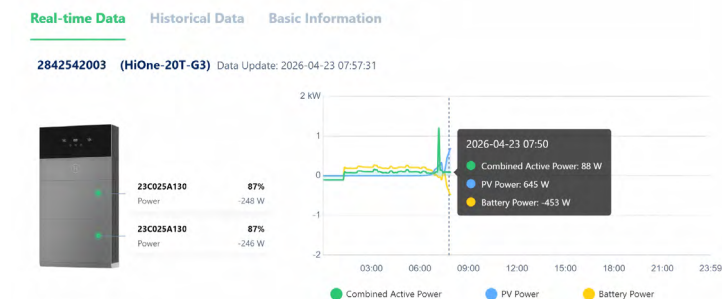


模块化电池架构：

HiOne 户储一体机突破了传统电池串并联的物理局限，创新性地采用了模块级独立 DCDC 架构。通过在每个电池模块内置专属的硬件级 DCDC 优化电路，HiOne 实现了各电池模块与直流母线之间的解耦与独立控制。这一拓扑设计为用户带来了 3 项革命性的体验：

1. 消除木桶效应：

每个电池模块均集成独立的双向 DCDC 控制器，通过动态匹配电池模块的健康状态（SOH）、实时电量（SOC）与系统功率请求，实现充放电过程中的智能电流分配，确保整体输出功率不受个别电池性能差异的影响，彻底消除了电池模块间的“木桶效应”。这意味着在由多个电池模块组成的系统中，新、旧电池或不同健康状态的电池均可混用。经过实测，系统可用容量可提升 5%–10%，降低了度电存储成本；并有效延缓了电池包的一致性衰减，避免了局部电芯的过载风险，可将整体系统寿命延长 20% 以上。



* 云平台实时查看电池模块充放状态

2. 硬件级主动旁路：

在传统串联拓扑中，单一电芯或模块的故障往往会导致整组电池停机。而 HiOne 的独立 DCDC 架构具备“主动故障隔离”能力。若系统侦测到某模块出现异常，内置 DCDC 硬件会瞬间将其独立旁路，隔离故障点。这意味着系统的其余健康模块将继续维持稳定供电，有效避免了全盘宕机。在售后环节，用户或运维人员仅需针对性地拔插更换单一故障模块，全程无需整机断电或重置整个储能系统。这不仅最大程度降低了终端用户的停电损失，更将传统耗时费力的运维流程极简化，大幅削减了长期运维成本（OPEX）。



* 故障模块自动旁路示意图

3. 全生命周期无缝扩容：

传统电池扩容时，新旧电池因内阻（SOH）和电量（SOC）的差异容易产生内部环流，从而缩短系统寿命。HiOne 凭借独立 DCDC 对每个模块电压 / 电流的精准调控，解决了新旧电池混用的环流难题。这项技术赋予了系统极致的灵活性：单台逆变器最多可并联 8 个电池模块，总容量覆盖 8kWh 至 64kWh。终端用户无需在安装初期一次性投入高昂成本（CAPEX），而是可以随着未来家庭用电需求的增长（如添置新能源汽车）以“搭积木”的方式按需增加模块。无论是一般家庭的基础备电，还是高耗能别墅的全屋绿电需求，HiOne 都能提供最匹配、最具经济性的生命周期解决方案。



4.5 更迅速：15 分钟极简部署

在全球户用储能市场，“高昂的安装人工成本”与“专业电工短缺”已成为蚕食安装商利润、制约业务扩张的核心痛点。传统户储系统的部署往往是一项繁杂的系统级工程：沉重的设备搬运、错综复杂的动力与通讯线缆连接、以及动辄数小时的现场参数调测。一个标准的安装团队通常需要耗费 4.5 小时甚至更久才能完成单套系统的交付，这意味着单日作业上限极低，且极易因人工接线失误导致高昂的二次上门维修成本。

洞察到这一痛点，HiOne 从底层工业设计与软硬件架构入手，颠覆性地重塑了储能设备的安装逻辑。我们致力于将复杂的工业级工程转化为“家电级”的即插即用体验，将传统 4.5 小时的冗长流程极致压缩至史无前例的 15 分钟。这不仅为安装商节省了超过 90% 的现场工时，使其单日安装交付量实现数倍增长，更极大降低了人员培训门槛，同时提高了安装的质量。HiOne 的“15 分钟极速交付”体验，由以下三个核心环节构成：

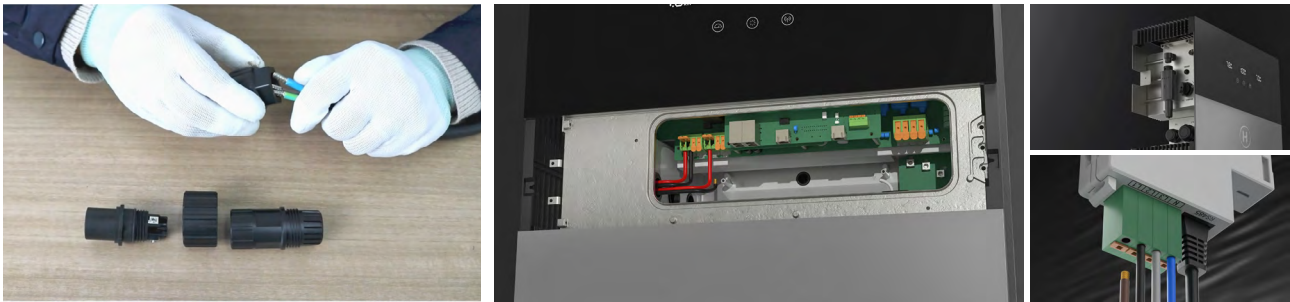
5 分钟模块连接：

HiOne 采用可堆叠的模块化设计，消除了电池包之间杂乱的外部动力线和通讯线，每一个模块都是独立的功能单元。利用具有高角度与空间容差的浮动盲插结构，安装人员只需完成对齐与堆叠，无需进行任何复杂的内部接线操作。同时，高效率的设计降低了模块的重量，模块尺寸也根据人体工学做了优化，更方便取放及堆叠。通过将专业级安装流程“模块化、标准化”，产品显着降低了安装门槛和安装人员的培训成本。同时，标准化的设计也极大地降低了安装过程中的各种不规范引入的风险。



5 分钟快速接线：

弹簧接线端子取代了需要繁琐压接和拧紧的传统螺丝端子，。传统户储设备的电缆接线常需工具制作端子、校正螺丝扭矩、逐线校对，易出错且耗时。HiOne 采用弹簧端子设计，不仅提供了插入即可自动锁紧的接线体验，还能保持恒定持久的接触压力，从物理层面降低因长期震动或热胀冷缩导致的端子松动和发热风险。同时，系统主要连接部件均采用可插拔配件，大幅缩短接线时间。用户可以彻底告别繁琐工具操作，让安装过程回归简单与高效，并极大程度地降低了连接不好带来的起火隐患。



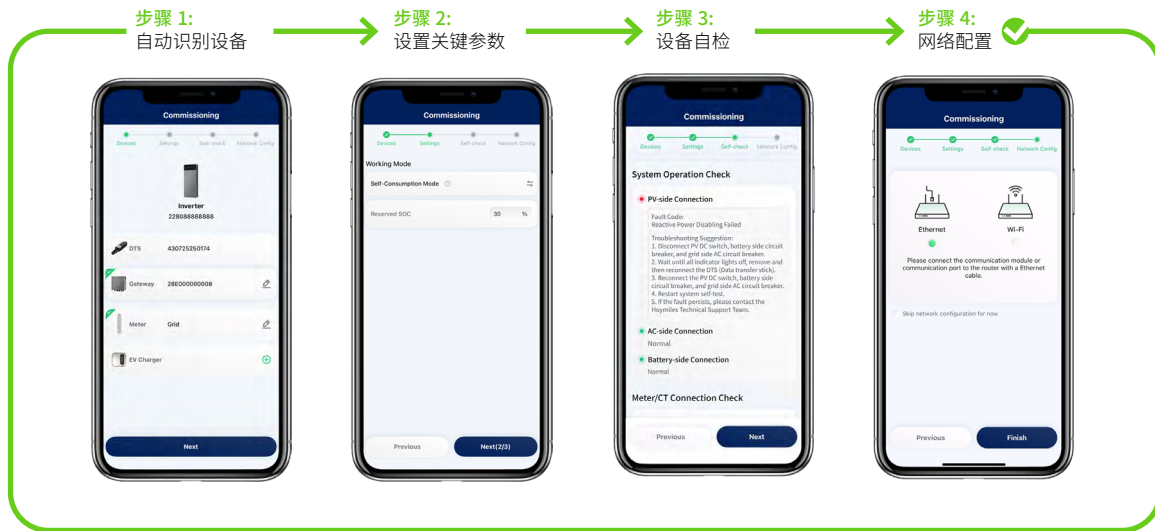
* 传统户储一体机接线需单独制作线缆

* HiOne 光储一体机采用快插接线方式

5 分钟一键智能调试：

硬件安装完成后，HiOne 的智能调试系统可引导用户快速完成初始化。系统会透过蓝牙等本地连接自动识别所有已连接模块，进行电路自检、电池状态诊断与通信测试，并引导用户设置基础参数，内置自检程序可自动纠正 90% 常见错误（如 CT 反接、相序错误、通讯地址冲突）。前端面板的直接显示还可以实时提供参考，实时了解安装和运行状态，在网络不佳的地下室等区域提供有效的指示。整个过程通过手机 App 或本地界面清晰提示，无需专业知识，5 分钟内系统即可投入运行。相比之下，传统储能设备往往需要专业人员现场配置数小时，HiOne 真正做到了“开机即用”。

从开箱到运行，全流程仅需 15 分钟。HiOne 以模块化结构、免工具设计与智能化调试相结合，彻底打破了传统储能系统安装复杂、周期冗长的固有模式，让部署回归简单高效。经过实测，安装商经过简单培训，可在 44 秒内完成 HiOne 的模块堆叠，首次安装成功率从 78% 提升至 96%。

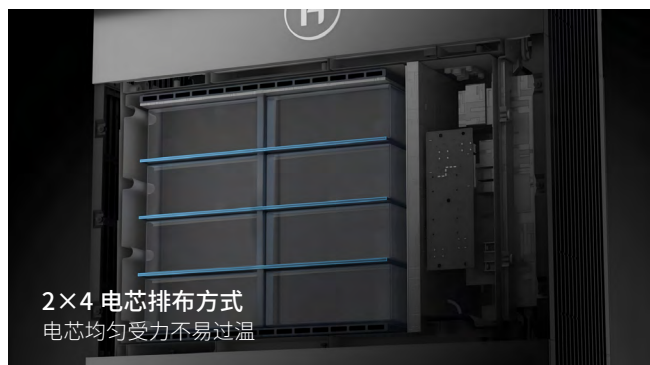
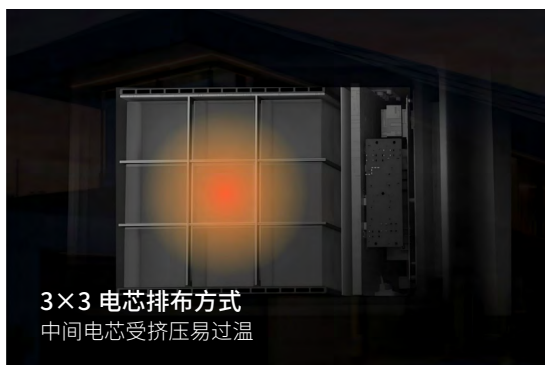


4.6 更安全：六重电池安全防护体系

户用储能电池通常安装在家庭生活空间内或极近处，本质上属于高能量密度设备。一旦出现异常，其风险影响远高于普通电器设备。HiOne 构建了从电芯到系统的六重防护，将安全从“概念”转化为“可量化”的设计。

1. 结构安全，从设计源头杜绝热失控隐患：

在电池结构层面，HiOne 基于大量计算流体动力学（CFD）热仿真与热失控蔓延测试，采用能量密度稍低，但更优的 2x4 电芯阵列。这一设计摒弃了传统密集的 3x3 布局，有效避免“中心电芯”形成的热岛效应。仿真数据显示，该结构能够将电池包内部最大温差严格控制在 6°C 以内，将电池包内的最大温差严格控制在 <6°C，从结构上降低了热失控发生的概率。同时，电池在充放电过程中还伴随着电池的体积变化，部分业内一体机为了追求能量密度可能采取 CTP（Cell to Pack）的结构，由外壳去吸收电池运行过程中的形变，外壳长时间处于高压状态，存在重大安全隐患。而 HiOne 采取用不锈钢扎带固定电池的方式，吸收电压结构应力，提升安全性。



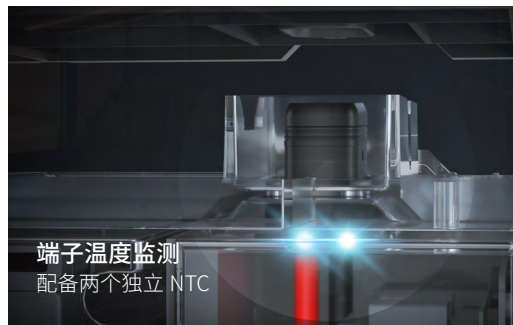
2. 电芯级监控，毫秒级捕捉异常信号：

HiOne 为每个电池包部署 9 个电芯级监控点，通过高精度温度传感器实时监测电芯的温度、电压与电流变化。系统以毫秒级频率持续采集数据，一旦出现异常温升或运行偏差，即可在早期阶段发出预警并采取保护措施，将风险拦截在萌芽阶段。



3. 端子热防护，提前识别安装隐患：

在实际安装过程中，端子连接松动是储能系统常见的潜在风险来源。针对这一问题，HiOne 在正负极浮动端子处分别部署两枚高精度 NTC 温度传感器，专利技术保持与端子金属连接件低热阻链接。相比部分产品将正负极共享单一传感器的设计，这种独立监测方案能够更快速、更精准地捕捉异常发热情况，在火灾风险形成之前及时告知系统，完成隔离故障。



4. 气凝胶隔热，阻断热失控传播路径：

在电芯之间，HiOne 全覆盖填充泡棉与陶瓷气凝胶隔热垫。气凝胶材料具有极低导热系数，可有效阻断热辐射与热传导路径。即使在极端情况下单个电芯发生热失控，热量也难以向周围电芯扩散，从而显著降低连锁反应发生的可能性。



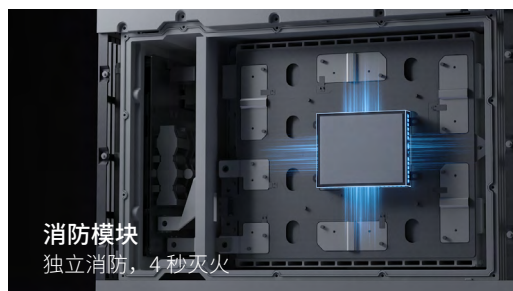
5. 防爆泄压，关键时刻释放内部压力：

在物理安全防护方面，系统配备定向防爆泄压阀。当电池包在极端工况下内部压力异常升高时，泄压阀能够迅速释放气体并安全导出压力，避免电池包因压力积聚而发生结构性破坏或爆炸。



6. 主动消防，4 秒极速灭火：

作为系统安全的最后一道防线，每个电池包均内置独立主动消防模块。模块采用热气溶胶灭火剂，当检测到极端温度时，可在最快约 4 秒内完成灭火动作，迅速抑制氧化反应，将潜在火灾消灭在最初阶段。



除六重电池安全防护体系，HiOne 还在可靠性测试上执行远超行业标准的验证体系，以确保系统在长周期运行中的稳定表现。产品成功通过多项严苛环境测试，包括双 85 测试（85° C 高温 /85% 湿度）、1000 小时快速温度循环测试以及湿热与低温循环试验。这些测试模拟了全球不同气候条件下的极端环境，为系统实现长设计寿命提供了可靠保障。

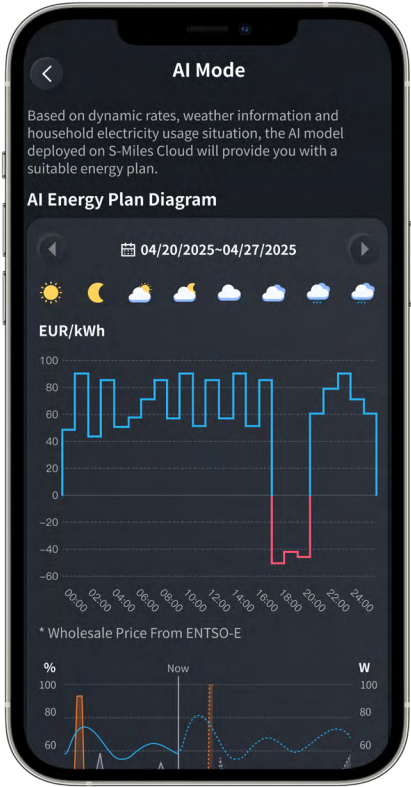
在家庭能源系统逐渐成为家庭基础设施的今天，储能设备的安全性不再只是技术指标，而是用户最核心的信任基础。通过结构优化、智能监控、热隔离、压力释放与主动消防等多层级技术协同，HiOne 构建起完整而严密的安全体系，为家庭储能系统树立了新的安全标准。



4.7 更智能：AI 驱动的能量管理

随着全球能源转型的加速与分布式发电的普及，电力市场正经历深刻的变革：电网价格波动日益加剧，动态电价甚至负电价已成为常态。在这一背景下，电力已从固定的“生活开销”转变为具有金融属性的“可交易资产”。传统的户用储能系统往往依赖僵化的静态规则（如简单的“日充夜放”），不仅无法应对复杂的市场波动，更白白错失了大量潜在的经济收益。

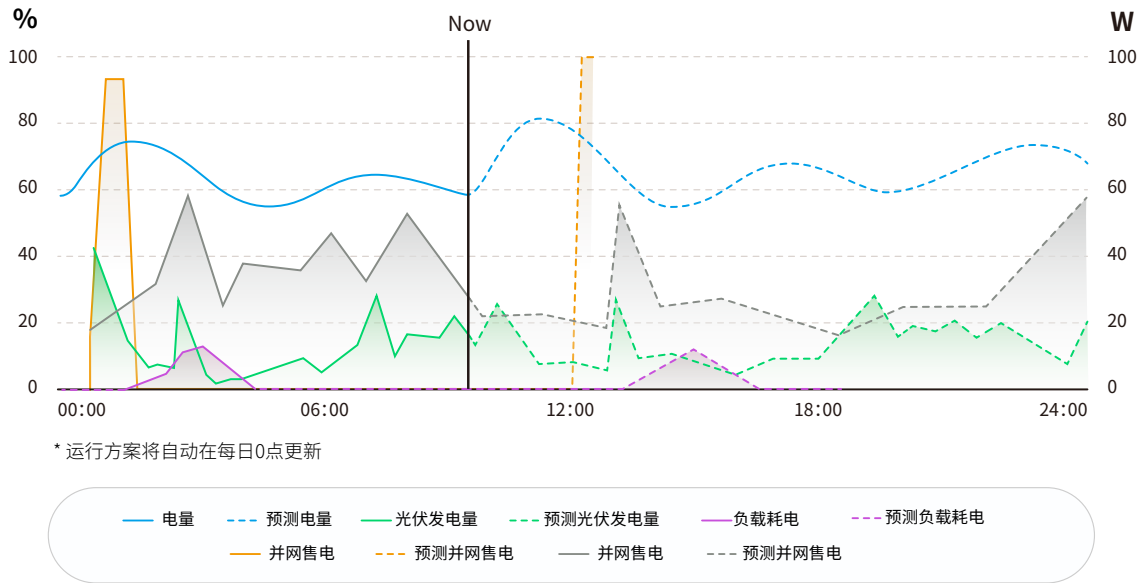
洞悉这一趋势，HiOne 摒弃了传统的控制逻辑，将 AI 算法深度植入底层架构，使其不仅是一台物理意义上的电池，更是统筹全屋绿电的“智慧能源大脑”。通过无缝对接 S-Miles Cloud 云平台，HiOne 赋予了家庭储能超强的数据计算与决策能力。它打破了传统设备的“信息孤岛”，将储能系统从单纯的“被动响应与备电工具”，进化为能够自主思考、全天候自动套利的“主动优化与创收资产”，让每一次能量流动都精准踩在价值最大化的节点上。



HiOne AI 模式 APP 界面

1. 全场景 AI 收益优化：多维数据驱动的“自动驾驶”

在 AI 模式下，HiOne 深度融合动态电价数据（来源于欧洲主流电力现货交易平台 Nord Pool、EPEX SPOT 等）、气象预报及家庭历史用电画像，自动生成并执行最优的 24 小时充放电策略。全程“无感运行”，用户无需任何手动干预即可实现全生命周期收益最大化。其核心策略包括：



负电价即时响应

当动态电价进入负值区间时，系统将停止向电网馈电，并结合电价变化优化充放电策略，尽可能降低用能成本，将市场波动转化为更优的能源管理机会。



最大化自发自用

识别光伏发电的富余电量，并结合电价情况进行优化调度。例如在中午等光伏出力较高且电价处于相对低位的时段，当家庭用电需求较低时，系统将优先将多余电量用于储能。



基于气象的预测调度

若预测次日为连阴雨，系统会在夜间低价时段提前从电网“吸电”备用；若预测次日艳阳高照，则主动减少夜间电网充入，为次日零成本的光伏电预留充足的存储空间。



智能电池保护

当电价峰谷差额不足以覆盖电池单次物理循环的损耗成本时，系统会自动规避无效充放电。同时，系统始终锚定安全电量（SOC）作为备用基线，确保长期寿命与应急供电能力。

2. 支持虚拟电厂接入：

HiOne 具备完整的 VPP（Virtual Power Plant）接入能力，可支持聚合商、能源运营商及电力交易平台进行实时监控、远程调度及收益优化，现阶段已于 Podero、NEXT Energy、Capture AI 等多平台达成合作。统通过开放式云平台架构，为第三方 VPP 平台提供安全、稳定的数据与控制接口，实现分布式能源资源的聚合管理。用户可随时将闲置储能容量接入电网需求侧响应网络，创造额外红利（预计年增收 80-150 欧元*）。

* VPP 收益因地区、聚合商方案、可用电池容量、电网服务价格波动存在显著差异，上述数据基于欧洲主流能源聚合商公开激励均值估算，非固定收益保证。

3. 智能运维：从“事后补救”到“主动防御”：

依托 S-Miles Cloud 平台，HiOne 可实时采集设备运行数据，并进行异常识别与故障诊断。日常运行中，用户可通过手机 App 或网页端管理平台，实时查看系统运行状态、储能状态、运行功率和收益数据；安装商也可远程查看与诊断系统情况，一旦出现异常，告警信息可帮助服务团队更快定位问题，减少不必要的上门排查。

HiOne 不仅是一套储能设备，更是面向未来电力市场的智能管理工具。在分布式能源与电价波动日益加剧的趋势下，它帮助用户从“用电者”转变为“能源管理者”。得益于 S-Miles Cloud 平台的统一调度，所有智能策略均通过云端实现，无需额外硬件部署。这种无缝集成，让家庭能源系统从一开始就具备面向未来电网的能力。

4.8 用户案例



荷兰客户 Atlas Power:

“荷兰频繁的负电价曾让我们非常头疼，有时白天发电甚至是在‘亏钱’。HiOne 是我们在欧洲见过的最聪明的系统，它能像金融交易员一样自动追踪电价。现在，我们在负电价时不仅不亏钱，还能免费给电池充满电，整体的能源收益比单纯使用光伏时提升了约 18%。它完全改变了我们管理家庭能源的方式。”



德国客户 PVSelected:

“在德国，安装工时是我们最大的成本支出。HiOne 的出现对我们来说绝对是‘游戏规则的改变者’。没有错综复杂的通讯线，也不用花几个小时去现场调参数。我们的团队仅用 15 分钟就完成了 HiOne 的堆叠接线和 App 调试，整个光储系统仅仅半个工作日就交付给了客户。这让我们的单日安装产出直接翻倍，客户也对这种‘零打扰’的极速交付赞不绝口！”



澳洲客户 Solid Solar Services:

“客户选择禾迈储能系统，源于其面临的高额电费压力，亟需通过光储一体化方案实现用电成本优化。从施工端来看，HiOne 的集成化设计大幅简化了现场作业流程——电池与逆变器设备的安装及调试全程仅耗时约 15 分钟，无需复杂的通讯布线，也无需耗费数小时进行参数配置。这种极简部署模式显著提升了我们的安装效率与作业体验，也为客户带来了更快捷、更低打扰的交付体验。”

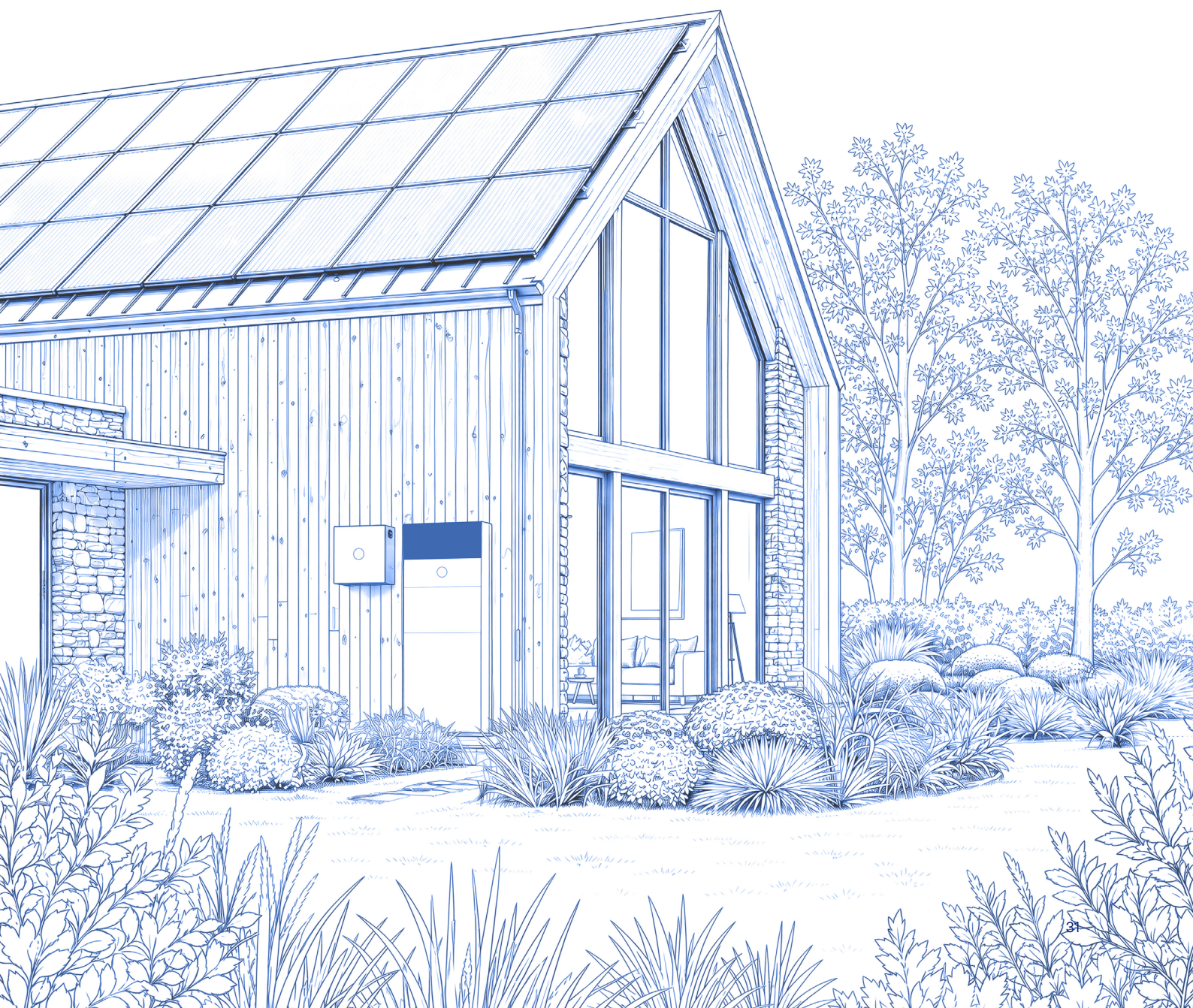
迄今，禾迈已与多家欧洲安装商达成战略合作，HiOne 已在全球 10 余个国家成功完成 Beta 测试与项目落地，凭借卓越的性能赢得了欧洲、澳洲等多地市场的广泛赞誉。

4.9 与市场主流产品的差异化对比

对比维度	传统分立式系统	市场主流一体机	禾迈 HiOne
安装时间	4-5 小时	1-1.5 小时	15 分钟
单包重量	>80kg	70-75kg	67kg
新旧电池混用	不支持（需整组更换）	部分支持，效率损失	内置 DC-DC，无缝混用
并离网切换	10~20ms	10~20ms	0ms
动态电价优化	需手动设置	部分支持	AI-TOU 自动学习优化
安全防护	基础电气保护	电芯级监控 + 隔热	六重防护 + 独立消防模块
VPP 虚拟电厂	需额外网关	部分支持	支持主流 VPP 平台
防护等级	IP20-IP65	IP65	IP66

第五部分：

用户价值与经济效益分析



5.1 基于德国典型高耗能家庭的经济模型

为了客观评估 HiOne 光储一体机带来的财务影响，本模型以德国典型的高电气化家庭（配备新能源汽车与空气源热泵）为研究对象，对比三种能源系统配置下的全生命周期度电成本（LCOE）与年度净现金流。

1. 模型参数与基准设定

- 家庭用电画像：年度总负载设定为 5000 kWh。
- 市电零售价 (Grid Price)：€ 0.32/kWh（基于 2024-2025 年德国 BDEW 公布的新签合同均价）^[2]。
- 余电上网电价 (FiT)：€ 0.08/kWh（依据德国《可再生能源法》EEG 2024 中 <10kWp 及以上扩充系统的基准补贴）^[3]。
- 动态电价谷时均价：€ 0.18/kWh（参考 EPEX SPOT 欧洲日前电力市场及 Tibber 等供应商的夜间低谷均价）^[4]。
- 光伏发电量预测：慕尼黑地区 15 kWp 组件，理想年发电量基准设为 12,000 kWh ^[5]。
- 无新能源设备的基准线：每年纯电费支出为 $5000 \text{ kWh} \times € 0.32 = € 1600$ 。

2. 经济效益多维对比

方案一：纯光伏系统（15kWp 组件 + 10kW 逆变器，无储能）

- 系统表现：由于白天发电高峰与夜间用电高峰存在时空错配，光伏绿电主要被低价馈入电网。
- 数据测算：

自用电量 (30% 自用率)：2,400 kWh（节省 € 768）

余电上网 (FiT)：9,600 kWh × € 0.08 = 赚取 € 768

需购网电：5,600 kWh × € 0.32 = 花费 € 1,792
- 年度净电费：€ 1,792 - € 768 = € 1,024



方案二：传统光储一体机（10kW 逆变器 + 16kWh 传统电池）

- 系统表现：电池解决了夜间用电问题，但 10kW 逆变器在正午会产生“削峰 / 弃光”损失（约流失 400kWh）^[6]。系统采用静态逻辑，无法捕捉动态电价红利。
- 数据测算：

自用电量 (65% 自用率)：5,200 kWh（节省 € 1,664）

余电上网 (FiT)：受弃光影响，剩余上网量为 6,400 kWh × € 0.08 = 赚取 € 512

需购网电：2,800 kWh × € 0.32 = 花费 € 896
- 年度净电费：€ 896 - € 512 = € 384



方案三：HiOne 智能光储系统（10kW 逆变器 + 16kWh 电池 + AI/VPP 功能）

- 系统表现：
凭借 200% 超配能力与模块级 DCDC 优化，HiOne 完全吸收了 15kWp 组件的峰值能量（发电量提升至 12,500kWh）。AI 系统动态调度网电，并参与虚拟电厂响应。
- 数据测算：

极致自用：自用率跃升至 85%（6,800 kWh，节省 € 2,176）。

谷电套利：剩余 1,200 kWh 网电缺口，AI 均在谷价时段购入，花费降至 $1,200 \times \text{€ } 0.18 = \text{€ } 216$ 。

余电上网 (FiT)：优化后的剩余电量 5,700 kWh $\times \text{€ } 0.08 =$ 赚取 € 456。

负电价红利：捕捉年度约 100 小时负电价区间（平均 - € 0.08/kWh），从电网充电 500kWh，赚取系统性补贴 € 40^[7]。

VPP 收益：开放部分电池容量参与电网频率响应，保守估计年增收 € 150^[8]。
- 年度净现金流：
购电成本 (€ 216) - 卖电收益 (€ 456) - 负电价套利 (€ 40) - VPP 收益 (€ 150) = 净盈利 € 430。



[1] 模型说明：本测算采用 PV*SOL 等行业标准软件的基础逻辑框架，数据结果旨在展示技术差异带来的理论财务边际变化。实际收益可能因地理位置、气候变化及电网政策调整而波动。

[2] BDEW: 德国能源与水资源协会 (German Association of Energy and Water Industries) 发布的居民用电价格基准。

[3] EEG 2024: 德国《可再生能源法》关于分布式光伏固定上网电价补贴的标准费率。

[4] EPEX SPOT: 欧洲电力交易中心，此处的谷电均价参考了 2024 年日前市场 (Day-ahead Market) 夜间时段均值。

[5] 产能预估：基于德国南部（如慕尼黑）光照条件，15kWp 组件的保守年发电预期设定为 12,000kWh（800 kWh/kWp）。

[6] 弃光损失：传统 10kW 逆变器连接 15kWp 组件时，因无法满额输出导致的“削峰”能量流失。

[7] 负电价测算：德国市场近年来频现负电价。假设年累计 100 小时触发负价，且平均价格为 - € 0.08/kWh。

[8] VPP 收益预估：收益参考了目前欧洲主流能源聚合商（如 SonnenCommunity, Octopus Energy）的平均激励标准，实际收益取决于可用电池容量与参与频率。

5.2 能源韧性与安全溢价：超越账面的隐性价值

在直观的财务回报之外，HiOne 更为家庭构建了抵御外部宏观不确定性的“能源护城河”，这种不可量化的“安全感”正是高端客户最看重的核心资产：

全天候备电：

尽管德国电网年均停电时间仅约 12 分钟，但在极端气候与能源危机频发的当下，长时停电风险正日益加剧。HiOne 具备卓越的 0ms 无缝并离网切换能力，在电网断电的瞬间即可无感接管全屋供电，确保冰箱、安防网络、照明及热泵供暖等核心负载永不断线，全天候守护家庭生活秩序。

深度的能源自主与对冲：

依托 HiOne 的高效调度，家庭对外部电网的依赖度可骤降 70% 以上。这不仅是物理层面的能源独立，更是在宏观经济层面完美对冲了未来电价暴涨与通胀加剧的风险。

5.3 极致的全生命周期成本优势

HiOne 能在长达 10 年的收益模型中始终保持卓越的盈利能力，其底层基石在于对全生命周期总成本（TCO）的极致把控。领先的硬件与 AI 算法相互协同，构筑了三大核心优势：

顶尖效率，拒绝能量流失：

逆变器最高转换效率达 98.5%，系统综合等效循环效率（RTE）超过 88%。在能量的每一次吞吐中，极致的效率意味着光伏板发出的每一度电，都能最大程度地转化为用户的可用电量或交易筹码。

车规级电芯与超长服役期：

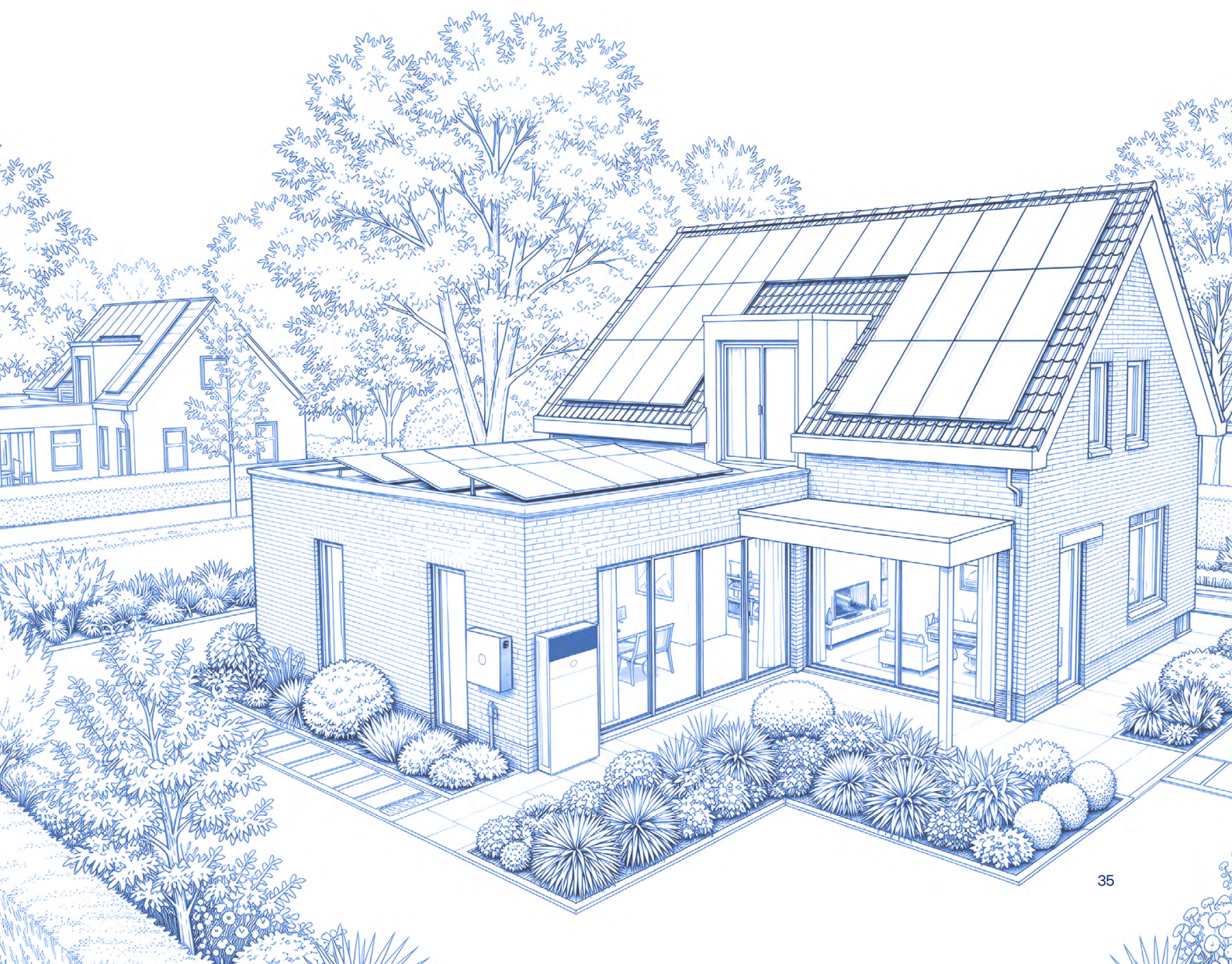
硬件层面，HiOne 越级采用了业界顶配的 314Ah 大容量优选电芯。配合精细化热管理与主动均衡算法，电池设计循环寿命突破 8000 次，并提供长达 10 年的官方质保，完美覆盖了长线投资周期，让资产收益毫无后顾之忧。

降低高昂售后支出：

依托 S-Miles Cloud 禾迈云平台，HiOne 可在安装过程中自动完成设备自检，并推送故障问题，识别准确率高达 90% 以上。而用户日常使用过程中，也可通过云平台实时获得告警信息，结合模块级独立旁路设计，系统平均故障修复时间（MTTR）被压缩至 24 小时以内。相较于传统方案，全生命周期内的现场运维成本（OPEX）大幅削减约 60%。

第六部分：

未来展望与行业责任 (2026-2030)

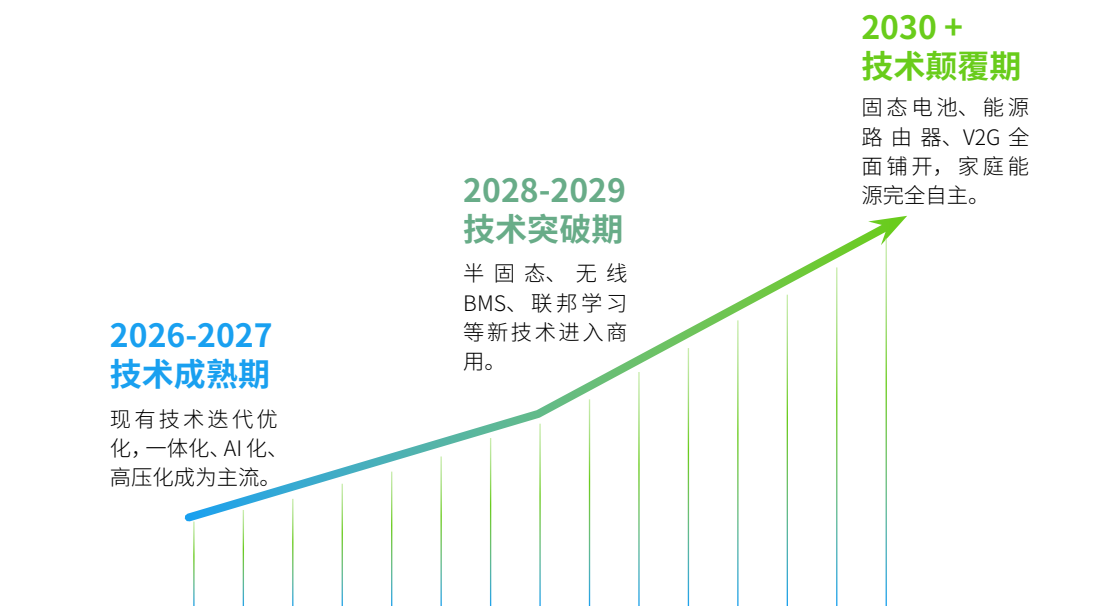


6.1 户用储能技术发展路径

未来五年，户用储能技术将沿着“更高效率、更智能化、绝对安全、深度集成”的方向演进。以下从电芯、系统、智能化、安全、应用五个维度，分阶段展望技术突破。

技术维度	2026-2027 年	2028-2029 年	2030 年及以后
电芯技术	磷酸铁锂（LFP）主导： 314Ah 电芯普及，能量密度达 180-200Wh/kg；循环寿命突破 8000 次。钠离子电池在部分低成本市场试点（印度、东南亚）。	半固态电池应用： 磷酸铁锂能量密度提升至 210-230Wh/kg，循环寿命向 10000 次迈进；半固态电池小规模商用，能量密度超 250Wh/kg。	全固态电池应用： 全固态电池原型验证，能量密度突破 300Wh/kg；钠离子电池在户用市场占比达 10%-15%。
系统集成	解决安装难题： 一体化设计成为主流，逆变器与电池深度集成，系统效率超 98%。模块化堆叠、免工具安装普及，安装时间压缩至 15 分钟内。高压化趋势（400V → 800V）开始出现。	工业设备家电化： 800V 高压系统成为中高端标配，系统效率提升至 98.5% 以上；电池 PACK 完全模块化，支持热插拔，用户可自行更换；隐藏式走线 BMS 开始应用，减少外部裸露线束 30%；安装时间进一步缩短至 15 分钟。	打造家庭能源中枢： 构建以储能逆变器为核心的未来家庭能源网络；光储充热四维一体，能源路由器成为家庭核心。
智能化	AI+ 单设备（管理 + 监控）： AI-TOU 动态电价优化成为中高端标配；VPP 聚合协议原生支持；数字孪生技术普及，实时监控电芯健康。	AI+ 多设备（管理 + 预测 + 优化）： 联邦学习技术应用，跨设备协同优化，家庭与邻居储能组成虚拟微网；AI 故障预测准确率超 95%。	智能交互 + 家庭能源管理： 家庭能源 AI 成为“能源管家”，自动参与电力市场交易；基于大模型的语音交互全面渗透。
安全技术	系统级主动安全： 六重防护设计普及，气凝胶隔热成为标配；独立消防模块（全氟己酮）在高端产品中应用。NFPA 855-2026 大规模火烧测试成为北美强制门槛。	算法预测及预警： 电芯健康监测，提前数周预警异常，实现预测性维护；智能预警系统与家庭消防联动，响应时间缩短至 1 秒内。	实现本征安全，打造“真家电”： 固态电池彻底消除热失控风险；储能系统与建筑结构一体化设计，安全标准统一全球。
V2H/V2G	车为家庭备电： V2H（车到家）功能在高端产品中商用，支持电动汽车作为家庭备用电源；双向充电桩与储能系统实现数据互通。	车为电网服务： V2G（车到网）功能规模化试点，电动汽车参与电网辅助服务；无线充放电技术成熟。	车储深度融合： 电动汽车与家庭储能深度融合，车辆成为移动储能单元；V2G 商业模式全面落地。

技术演进路径图



6.2 商业模式创新



储能即服务

用户无需 upfront 投资，按月支付服务费，降低进入门槛。欧洲已有 20 余家初创公司提供此类服务，预计 2027 年覆盖 15% 新增用户。



VPP 聚合

户储系统接入虚拟电厂，参与电力市场获取收益。欧洲 VPP 聚合商已整合超 100 万套户储，单用户年收益 80-200 欧元。禾迈 HiOne 已内置 VPP 协议，用户一键接入。



AI 电力交易

系统自动参与现货市场交易，实现收益最大化。禾迈等企业已在这一领域布局，实测收益提升 20%-70%。



光储充一体化

光伏、储能、充电桩协同管理，绿色出行与家庭用能深度融合。禾迈已形成完整产品矩阵。



物联云监控

基于云端的电池监控系统持续扩展，物联网家庭能源管理系统日益普及。



金融创新

产品销售结合当地金融支持（如绿色贷款、融资租赁），加速市场渗透。德国已有银行提供 0 利率储能贷款。



应对

将“高等级安全防护”作为产品设计的底线，通过多层防护体系确保用户生命财产安全。提供公平、安全的工作环境，保障安装商和一线工人的权益。透明化数据使用政策，尊重用户隐私。禾迈所有产品均通过 UL/IEC 安全认证，并建立全球售后网络确保快速响应。

附录 - 参考文献与数据来源

1. SolarPower Europe, EU Battery Storage Market Review 2025
2. EUPD Research, SolarProsumerMonitor© 2025/26
3. EUPD Research, PV & EES InstallerMonitor© 2024/2025
4. Wood Mackenzie, Global Energy Storage Outlook 2026
5. BloombergNEF, Energy Storage Market Outlook 1H 2026
6. InfoLink Consulting, Global Lithium-Ion Battery Supply Chain Report 2025
7. IEA, Renewables 2025
8. 各国国家能源与气候计划（NECP）2025 更新版
9. IEC, IEC 62619/63056/62109 标准文档
10. UL, UL 1973/9540/1741 标准文档
11. NFPA, NFPA 855-2026 Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems
12. 欧盟委员会，欧盟新电池法规（EU）2023/1542 实施指南
13. 东吴证券，储能行业 2026 年年度策略报告
14. QYResearch, Global Residential Battery Market Report 2026
15. The Business Research Company, Residential Battery Global Market Report 2026

数据说明：本报告数据综合自行业研究机构、上市公司财报、海关出口数据及实地调研，特别感谢 SolarPower Europe 及 EUPD Research 提供的公开调研数据。部分数据为基于多方交叉验证的合理估算值，可能与最终统计存在差异。引用请注明出处。

免责声明：本白皮书所含信息仅供参考，不构成任何投资建议或商业承诺。杭州禾迈电力电子技术股份有限公司保留对产品规格进行更新和改进的权利，恕不另行通知。

© 2026 TÜV南德 & 杭州禾迈电力电子技术股份有限公司版权所有。未经书面许可，任何单位和个人不得以任何形式复制、传播或使用本报告内容。



杭州禾迈电力电子股份有限公司

中国浙江省杭州市拱墅区康桥街道溪居路 408 号

0571-2805 6101

www.hoymiles.com

数据说明：

本报告数据综合自行业研究机构、上市公司财报、海关出口数据及实地调研，特别感谢 SolarPower Europe 及 EUPD Research 提供的公开调研数据。部分数据为基于多方交叉验证的合理估算值，可能与最终统计存在差异。引用请注明出处。

免责声明：

本白皮书所含信息仅供参考，不构成任何投资建议或商业承诺。杭州禾迈电力电子技术股份有限公司保留对产品规格进行更新和改进的权利，恕不另行通知。

© 2026 TUV 南德 & 杭州禾迈电力电子股份有限公司版权所有。未经书面许可，任何单位和个人不得以任何形式复制、传播或使用本报告内容。