

德国莱茵TÜV 2026年储能白皮书



版 权 声 明

本报告版权为德国莱茵 TÜV 所有，由德国莱茵 TÜV 负责发送和提供相关咨询服务。

德国莱茵 TÜV 对白皮书拥有唯一著作权。报告有偿提供给限定客户，应限于客户内部使用，仅供客户在分析研究过程中参考。如客户引用报告内容进行对外使用，所产生的误解和诉讼由客户自行负责，本单位不承担责任。如将来用作商业或其他用途，未经本公司同意，不得以任何异于本报告原样之装订或包装形式将本报告出借、转售、出租、或在网上发布。凡使用本报告者均受本条款及本报告一切有关版权之条款约束。

如未获得德国莱茵 TÜV 书面允许，不得用任何方式抄袭或翻印本报告任何部分之文字及图片，在任何媒体上（包括互联网）公开引用本报告的数据和观点，否则引起的一切法律后果由该使用者自行承担，同时其行为亦涉嫌侵犯了德国莱茵 TÜV 的著作权，德国莱茵TÜV有权依法追究其法律责任。

报告的所有图片、表格及文字内容的版权归德国莱茵 TÜV 所有。其中，部分图表在标注有数据来源的情况下，版权归属原数据所有公司。

凡有侵权行为的个人、法人或其它组织，必须立即停止侵权并对其因侵权造成的一切后果承担全部责任和相应赔偿。否则我们将依据中华人民共和国《著作权法》等相关法律、法规追究其经济和法律责任。

德国莱茵 TÜV 大中华区市场部



李卫春

TÜV莱茵大中华区太阳能与商业
产品服务高级副总裁兼全球电力
电子产品服务高级副总裁

前言

在全球能源结构深刻变革与数字化浪潮交汇的历史节点，储能产业正以前所未有的速度重塑世界能源版图。作为能源转型的核心技术，储能已从辅助性角色跃升为新型电力系统的关键基础设施，其战略价值日益凸显。“十四五”期间，中国新型储能实现跨越式发展，装机规模持续领先全球，在技术创新与产业规模双轮驱动下，奠定了全球储能产业核心地位。展望“十五五”，中国储能正从规模扩张向质量效益转型，从单一技术向多元技术协同演进，引领全球储能技术变革与商业模式创新。

当前，锂离子电池凭借成熟的技术与成本优势，仍是储能市场的主流技术路线，持续推动系统能效与经济性提升。与此同时，固态电池凭借高能量密度与本质安全特性加速产业化进程；钠离子电池以成本优势和资源可得性开辟大规模储能新路径；液流电池在长时储能领域展现独特价值。大容量电芯技术持续迭代，系统集成度不断提高。更为关键的是，构网型储能技术正成为行业焦点，其主动支撑电网的能力将深刻改变储能系统的功能定位与价值创造模式。

同时，储能的应用边界正从传统电力系统向数字经济核心载体延伸。人工智能数据中心作为算力基础设施，对供电稳定性与电能质量提出极高要求，储能系统已成为保障AI算力持续输出的关键环节。从工商业园区到城市配网，从新能源基地到智能微网，储能正在构建全场景、多维度的能源服务生态。

TÜV莱茵《2026年储能白皮书》将全面升级，立足全球视野，系统梳理储能技术演进、全球主要国家和地区的准入要求，旨在为行业提供权威、前瞻的决策参考。我们特别聚焦储能安全领域，如功能安全、信息安全等，对系统设计、运行管理提出系统性挑战；大规模火烧测试等极端工况验证成为行业标配，新欧盟电池法案等法规对电池全生命周期安全管控提出更高要求。TÜV莱茵依托全球领先的检验检测认证能力，深入储能安全核心领域，以标准引领、全球化服务能力，助力行业构建全链条质量安全体系，推动储能技术安全、可靠、高效地服务全球能源转型发展。

展望未来，储能产业的可持续发展离不开安全底线的坚守与技术创新的驱动。TÜV莱茵将持续关注行业动态，以专业技术服务能力赋能产业高质量发展，为构建清洁低碳、安全高效的可再生能源贡献力量。

目录

第一章 全球储能行业概况	5	第四章 TÜV莱茵技术解决方案	56
1.1 2025全球储能市场新增装机规模	6	4.1 一站式技术解决方案	57
1.2 2025全球主要储能市场表现	7	4.2 全球化服务体系与网络	58
第二章 中国储能行业概况	8	第五章 品质坚守 安全为本“质胜之道”	59
2.1 中国储能市场规模	9	5.1 纵贯产业 横拓全球：中国新能源龙头的全球化进阶之路	60
2.2 2025年中国储能市场发展特点	10	5.2 从北美到全球：全域协同，全球布局之路	61
2.3 2025储能海外市场潜力	11	5.3 从国内到海外：见证国内新能源企业走向全球之路	62
2.4 中国新型储能市场发展预测	12	5.4 大容量电芯兆瓦级储能系统火烧，攻略北美储能市场	63
第三章 储能应用的技术挑战与安全风险	13	5.5 智领未来：权威认证赋能光储充一体化新征程	64
3.1 储能应用场景及商业价值	14	第六章 “质胜中国 以质取胜”	65
3.2 储能安全风险及技术要求	15		
3.2.1 储能系统架构	15		
3.2.2 电芯	18		
3.2.3 电池系统	25		
3.2.4 电源转换装置	32		
3.2.5 储能系统	40		
3.2.6 消防及防爆	48		

第一章 全球储能行业概况



1.1 2025全球储能市场新增装机规模

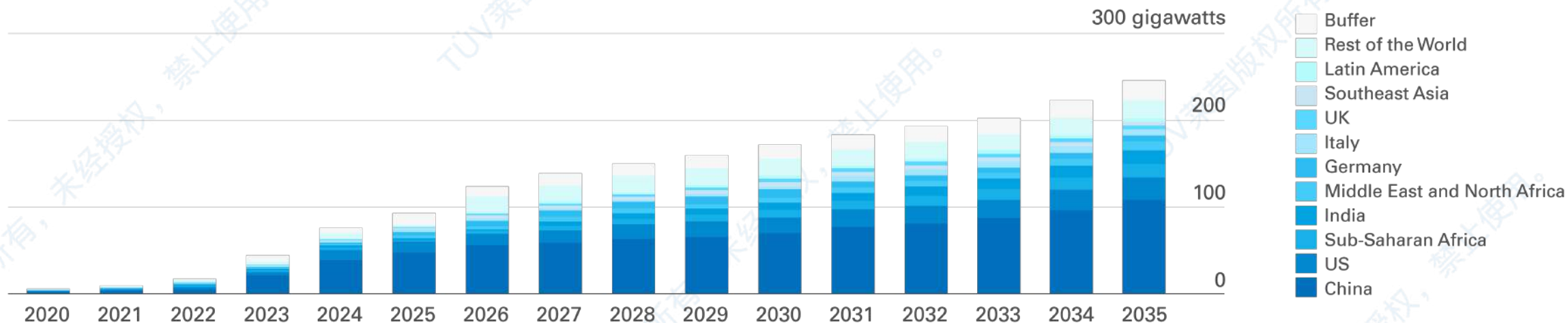
6

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

根据彭博新能源财经预测，全球新型储能新增储能装机容量将在2025年再创历史新高，达到92GW/247GWh，同比增长23%，其中，中国以超过50%的装机占比位居首位，美国紧随其后，占14%。尽管近期政策调整在一定程度上拖累了这两大市场新增风电和光伏项目的节奏，但其储能扩容势头目前依然强劲。

展望未来十年，随着其他市场加速追赶，全球储能安装量将持续攀升。彭博新能源财经预测，到2035年，全球累计储能容量将达到2TW/7.3TWh，是2025年水平的八倍。在此期间，大型公用事业级项目仍将是储能应用的主力军。

全球储能新增装机规模（GW）



来源: BloombergNEF

Note: Chart shows gross additions. Excludes pumped hydro plants. Buffer refers to headroom not explicitly allocated to a region.

1.2 2025全球主要储能市场表现

7

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

01 主要国家：

美国

2025年，美国市场展现出显著的韧性。尽管联邦政策生变，其装机量仍实现了53%的同比增长。和解法案的通过引入了针对联邦税收抵免项目的供应链限制，起初引发了市场疑虑。

然而，该法案通过后，美国大型储能项目的预测装机量反而不降反升。这主要得益于本土电芯制造设施的宣布落地，以及大型电力负荷项目的承诺。为符合旧政策框架，开发商加速推进了超过13GW的“安全港”项目建设。

美国市场的关键增长驱动力包括：存在容量瓶颈、亟需储能提供关键可靠性服务的市场；州一级的激励政策与强制要求；以及该国首批电池扩容（augmentation）项目。2025年，约有12%的现有系统进行了容量扩充，这一新兴市场细分领域预计在未来几年将显著扩张。

德国

2025年巩固了其作为欧洲分布式储能领导者的地位。强有力的政策框架、高昂的零售电价，以及上网电价补贴方案可能取消的预期，进一步增强了“存量分布式光伏+储能”的商业可行性。同时，德国也已成长为欧洲最活跃的大型储能市场之一，剧烈的电价波动、日益提高的可再生能源渗透率以及市场流动性的增加，共同推高了大型储能的需求。

日本

2025年2月最新发布的《第七次能源战略计划》中设立2040年可再生能源占比目标将达45%。储能政策以“GX促进战略”为核心，将储能列为优先新兴产业，计划通过20万亿日元债券支持绿色转型。长期脱碳电源拍卖（LTDA）机制提供20年固定收入保障，2025年修订后首次纳入长时储能类别，并将最低放电时长要求提高至6小时，政策明显向长时储能倾斜。

中国

2025年，中国以占全球新增装机量超50%的份额，确立了其在全球储能的绝对领先地位。这一高度的市场集中度，折射出中国宏大的可再生能源目标、“新能源+储能”的强制配建政策，以及强大的本土制造产能。

然而，进入2026至2027年，中国市场将面临严峻挑战。强制配储要求的取消以及成熟收益机制的缺位，带来了巨大的不确定性。尽管如此，预测显示，2025年至2034年间，中国仍将贡献全球约50%的新增储能容量，持续保持其全球领跑者的地位。

02 其他地区：

中东

中东凭借阿联酋、沙特等国的宏观能源转型战略驱动，叠加黎巴嫩、伊拉克等因电网薄弱及电力供需缺口催生的刚性需求，迅速崛起为储能核心增量市场。2025年中企新增海外订单超40GWh，同比增长超80%，占全球总量12%，稳居第四大增长市场。然而，2026年初地区局势动荡导致项目交付延缓、物流受阻、回款承压，将倒逼企业强化风险管控与履约能力。

东盟

东盟储能市场正迈入高速增长期：2025年市场规模已达35.5亿美元，储能装机量达12GWh，同比增长50%；预计2026至2030年累计新增规模将接近100GWh。这一增长背后，既有明确的能源转型目标牵引，也有强制配储政策的刚性驱动，如泰国2025年起立法要求新建光伏电站配套储能比例不低于15%，越南亦要求新建风光项目必须配置15%的储能。

拉美

南美各国正通过立法、拍卖和激励措施，为储能市场的快速发展铺平道路。根据拉丁美洲能源组织（OLADE）的预测，为支持可再生能源整合，到2030年该地区需新增约24GW的储能容量，到2035年总需求将达到46GW。其中，智利和巴西将作为拉丁美洲新型储能行业的领跑者。

澳大利亚

表现持续超出预期，增长率达55%。这主要得益于“容量投资计划”的扩容以及州级采购拍卖的成功。目前，该国在建装机容量超过6.5吉瓦，预计到2034年，其国家电力市场（NEM）将容纳超过30GW的大型储能项目。

来源: Wood Machenzie, Infolink, Mordor intelligence etc.

第二章 中国储能行业概况



2.1 中国储能市场规模

9

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

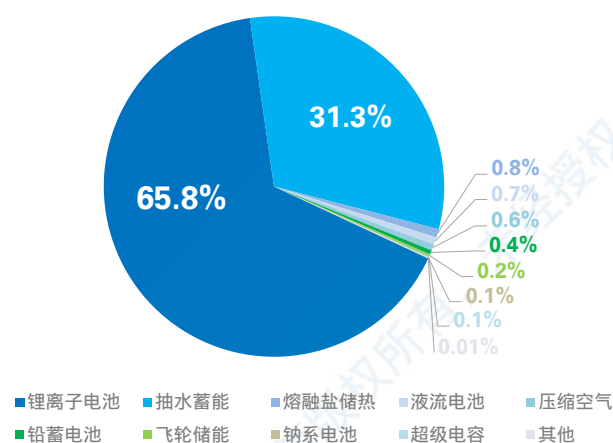
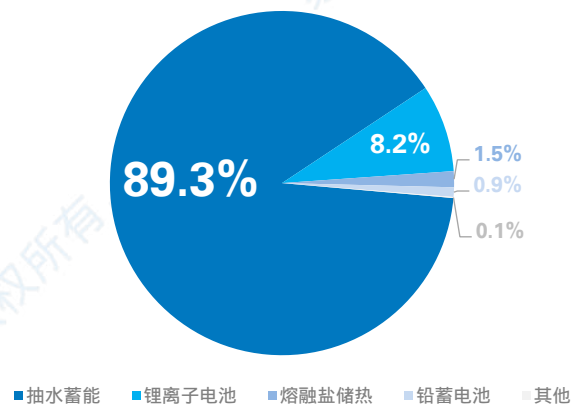
截至2025年底，中国电力储能累计装机规模213.3GW，同比+54%。以锂电池为代表的新型储能实现跨越式增长，新型储能累计装机占比超过2/3，从单一的抽水蓄能向多元技术加速发展。

2025年，中国新型储能累计装机规模逼近150GW。新型储能在风电和太阳能发电累计装机中的占比实现跨越式增长，从“十三五”末的0.61%，升至“十四五”末的6.88%；面向高比例可再生能源的未来电网，新型储能已从补充性设施升级为战略性基础设施，是保障新能源大规模接入与高效利用的核心环节。

中国电力储能累计装机规模分布情况（单位：GW%）

截至“十三五”末

截至“十四五”末



来源: CNESA中关村储能产业技术联盟

中国新型储能累计装机规模（单位：GW）



2.2 2025中国储能市场发展特点

10

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

- 2025年，既是国家“十四五”规划的收官之年，亦是中国新型储能从规模化发展走向市场化发展新阶段的关键之年！
- 电网侧占144.7GW累计装机的60%，独立储能被明确为当前发展的主要方向，正从政策驱动的“配套资源”向主动参与电力市场、耦合源网荷的“核心支撑资源”转变。
- “500Ah+”大电芯开启规模化交付新纪元，构网型技术跃升为大基地标配，AI赋能驱动资产实现从“物理存储”向“数智运营”的价值升维。
- 锂价震荡起伏考验供应链韧性，首份强制性国标的落地，宣告行业告别“粗放发展时代”，全面开启以“本质安全”为核心的竞争新纪元。

规模跨越：百吉瓦级基石筑牢

总量突破：	累计装机达 213.3GW（同比+54%），新型储能占比超2/3，新增能量装机超历史累计。
大型化趋势：	单体 GW级 项目首次全容量投运，百兆瓦级电站数量翻倍。
技术多元：	从单一锂电向“锂+钠+液流+飞轮”混合储能演进。
区域集中：	前十省份占比近90%，内蒙古跃升为全球最大区域市场。

机制重塑：告别政策，拥抱市场

驱动转型：	从“强配驱动”转向“市场驱动”，“1+6”电力市场体系建成。
价格机制：	现货市场全覆盖，分时电价价差收窄，倒逼提升交易能力。
收益成型：	独立储能纳入 容量电价机制，确立“容量保底+多元增值”盈利新模式。
合规升级：	严设转让锁定期，遏制指标炒作，行业迈向精益合规。

场景共振：源网荷三端协同

电网侧（主力）：	累计装机占比 60.1%，独立储能成为关键支撑，收益渠道拓宽。
发电侧（配套）：	聚焦风光平抑波动，“就地平衡”作用不可替代，共享模式降低成本。
用户侧（变革）：	高耗能行业大型化加速，收益从固定套利转向动态电价博弈。
新兴场景：	绿电直连、数据中心、虚拟电厂成为新增长极。

周期淬炼：材料反弹与产能分化

价格回升：	碳酸锂从6万/吨反弹至 12万/吨（涨幅100%），带动正极及电解液联动上涨。
结构优化：	产能呈现显著分化，大容量电芯进入增长通道，小电芯产能收缩。
供应链韧性：	成本上行考验产业链，推动产业向高端供应链升级。

全球竞逐：梯队极化与出海本土化

国内格局：	集采市场高度集中（头部领跑），非集采市场长尾空间广阔；盈利端 梯队分化 加剧。
海外热点：	欧美稳中有进，中东与拉美（沙特、智利等）需求爆发。
出海策略：	加速本地化产能布局 以规避贸易壁垒，从“产品出口”转向“绿色转型引领”。

创新进阶：七大技术红利兑现

大电芯量产：	500Ah+/600Ah+ 开启规模化交付元年。
固态电池：	半固态示范放量，全固态蓄势待发（预计2035年成本达标）。
构网型标配：	成为大基地“硬性指标”，具备黑启动与过载能力。
数智赋能：	AI大模型 重构安全预警（提前数天）与交易策略，实现资产增值。
其他突破：	液冷浸没普及、高压直挂升级、非锂技术（钠电/液流）迎规模化窗口。

标准筑基：强制安全时代来临

国标落地：	发布强制性安全测试（GB 44240）及早期预警标准，完善全链条体系。
国际接轨：	海外新标准（NFPA/UL）扩展至“事前预防”及大规模火灾试验。
极限测试：	头部企业密集开展 真机燃烧测试，以极限挑战重塑行业公信力。

资本赋能：价值锚定与全球化征途

指数表现：	储能指数全年上涨 41.7%，显著跑赢大盘，反映高景气度。
一级市场：	融资向“硬科技”（固态/非锂）与“应用场景”两端集中。
上市浪潮：	开启“赴港上市潮”，头部企业对接国际资本，迈向技术溢价新阶段。
资金流向：	重点支持产能扩建及 数智化研发（虚拟电厂/综合能源管理）。

来源: CNESA中关村储能产业技术联盟

2.3 2025储能海外市场潜力

11

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

- **规模跃升：**2025年储能海外订单达366GWh，同比增长144%，下半年贡献主要增量。
- **全球布局：**覆盖60+国家/地区，中东、南美、东南亚成为增长新引擎。
- **全链出海：**70余家企业参与，电池厂商持续领跑。

2025年中国储能企业出海订单国家分布情况（单位：MWh）



来源: CNESA中关村储能产业技术联盟

2.4 中国新型储能市场发展预测

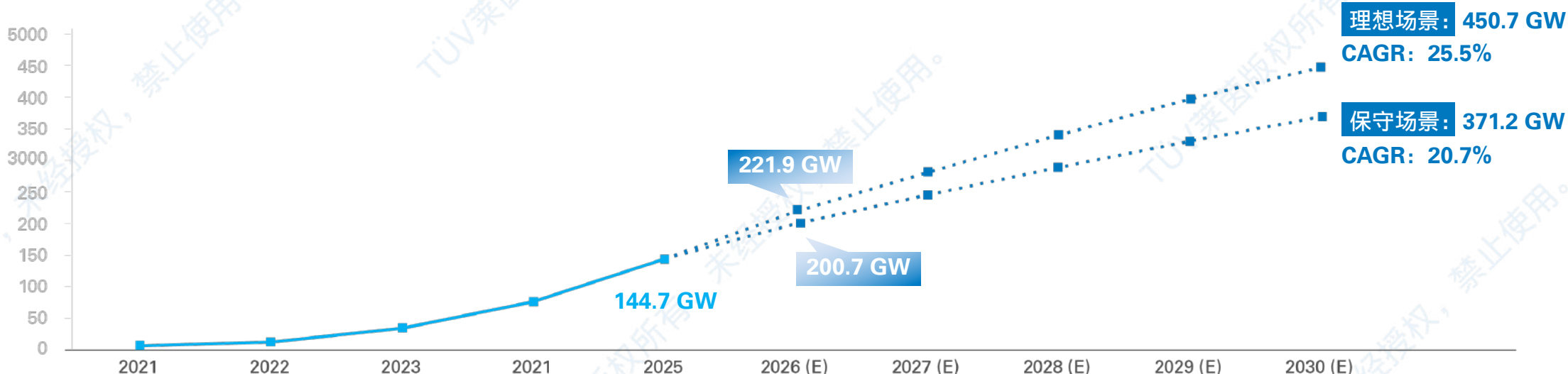
12

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

预计2026-2030年

- 在经历前期爆发式增长后，行业将进入增速换挡期。2026-2030年复合增长率预计达20.7%-25.5%，虽增速趋缓但绝对增量仍可观，驱动逻辑正从政策牵引转向市场主导的高质量发展新阶段。
- 市场推动产业升级:安全、经济、调用响应能力要求推动技术升级，AI+储能成为重要的攻关方向。
- 规范管理强化:加强全生命周期项目管理，对项目转让更加严格，产品和项目安全管理更加重视。

中国新型储能累计装机规模预测（单位：GW）



来源: CNESA中关村储能产业技术联盟

第三章 储能应用的技术挑战与安全风险



3.1 储能应用场景及商业价值

14

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

发电侧

平抑波动 平滑输出 黑启动 调频
调压 发电预计 削峰填谷

能源互联

通过智能电网和能源互联网，基于储能技术，实现传统能源与可再生能源发电、输电、配电、储电和用电安全可靠的多能互补能源体系

用电侧

虚拟电厂 峰谷套利 需求响应 提高供电可靠性
备用电源 提高电能质量

能源管理

推进可再生能源跨越式发展，形成可再生能源高比例友好接入电力系统，基于储能技术，借助发电侧预计、需求侧响应和电网侧智能调度，实现安全、高效、稳定的源网储荷一体化智慧能源管理系统和新型电力系统

电网侧

构网 调频 调峰 调压 电压支撑
功率支撑 备用容量

能源交易

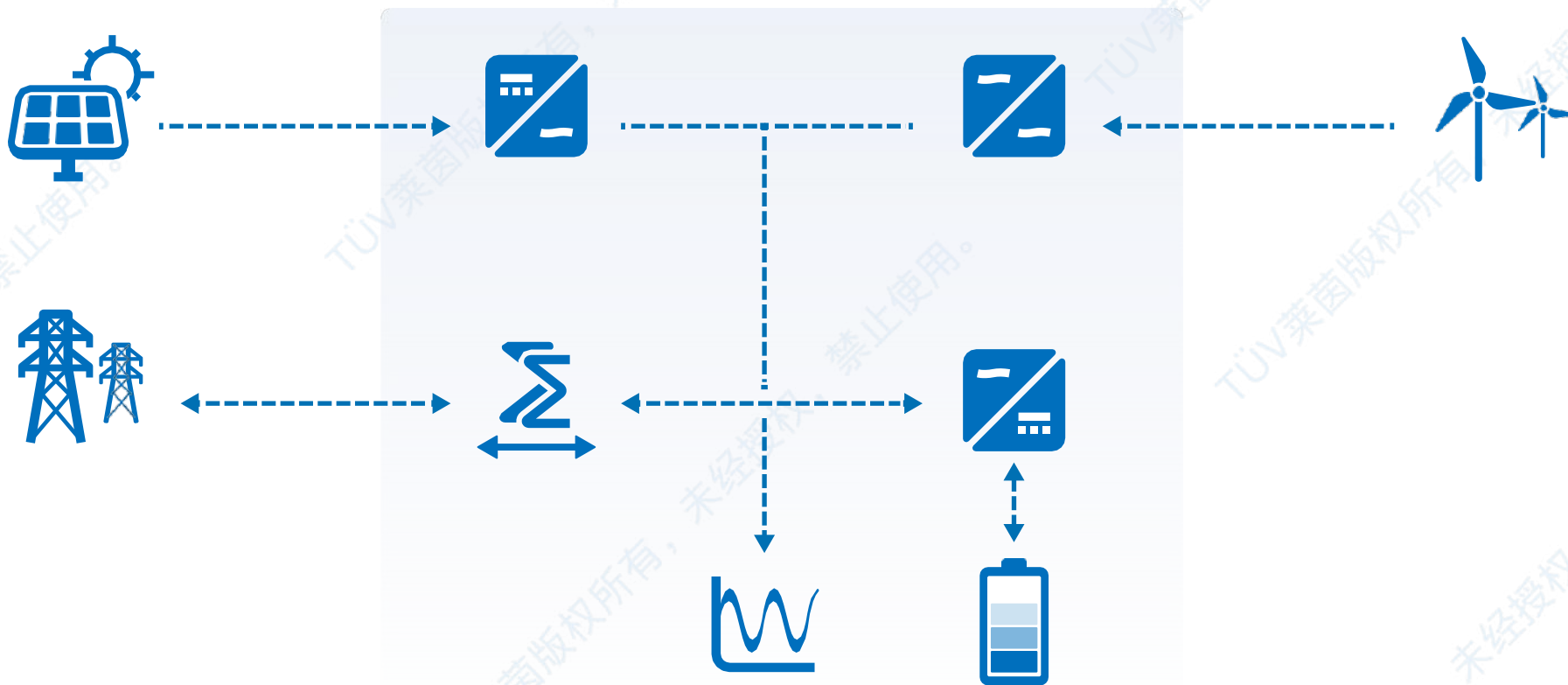
大力发展清洁能源，基于储能技术和大数据云平台利用，建立电力现货市场和绿色能源交易长效机制，促进碳交易，推动零碳未来



3.2 储能安全风险及技术要求

■ 3.2.1 「储能系统架构」

储能系统架构图



储能应用场景

消防系统
FSS

电池包
Pack

液冷机组
TMS/LCS

BMS, PCS

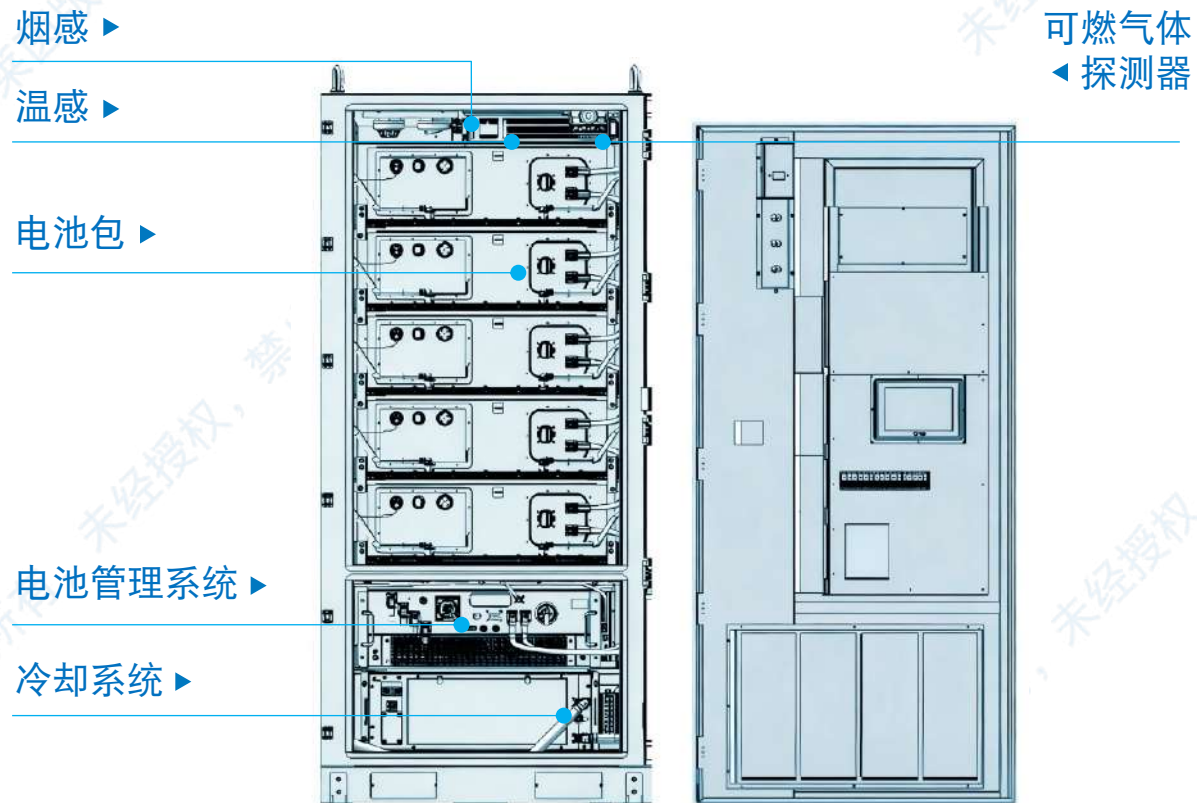
汇流柜CC, 电气柜EC

储能应用场景

17

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

工商业储能一体机示意图



阳台光伏产品示意图



光储充一体化示意图



3.2.2 电芯

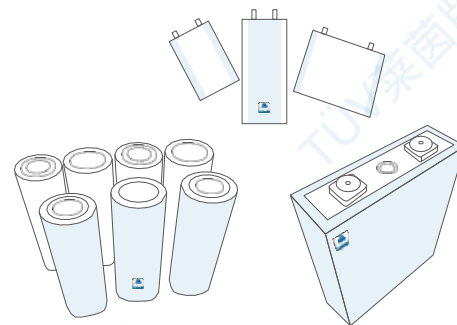
18 德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

3.2.2.1 「概述」

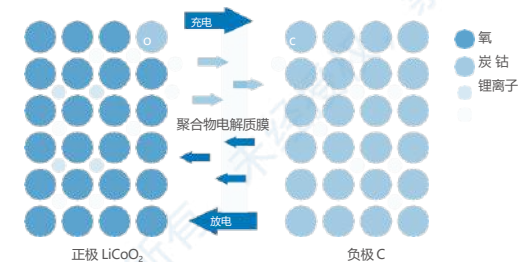
电芯是电池系统的一个重要组成部分，通常指单个含有正、负极的电化学电芯，一般不直接使用。电芯的材料是电池的基因，也就是电池有什么样的表现，电芯的材料起到了基础性的作用。目前，锂离子电芯应用最为广泛，主要有磷酸铁锂和三元锂。锂离子电芯主要由正极材料、负极材料、电解液、隔膜和外壳构成。锂电池顾名思义是以锂金属或者锂化合物作为化学反应的正极，由碳或石墨等作为负极，在电解液的环境下，通过锂离子的脱嵌和电子的转移产生电流，以及电能的释放与存储。锂电芯的分装方式主要有铝壳方型电芯，软包电芯，圆柱电芯。

离子电池是一种以钠离子作为电荷载体的新型二次电池，工作原理与锂离子电池相似。它以储量丰富、成本低廉的钠元素为核心原料，在资源安全性与经济性上具备显著优势。钠离子电池具有安全性高、低温性能好、倍率性能优良、可兼容现有锂电生产设备等特点。固态电池则完全采用固态电解质替代传统有机电解液，大幅提升电池安全性与能量密度，有效降低短路、起火等风险，是下一代高能量、高安全动力电池与储能电池的重要发展方向。

电芯示例图



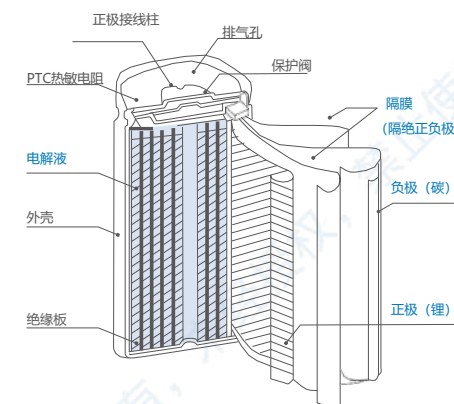
聚合物锂离子电池原理



电池循环图



电芯结构图



3.2.2.2 「技术路线」

当前主流储能电池包括铅酸电池、锂离子电池、钠离子电池、液流电池、钠硫电池及锌基电池等。锂离子电池凭借能量密度高、循环寿命长、转换效率高、响应速度快等优势，占据储能市场主导地位。其中磷酸铁锂（LFP）与三元材料（NMC/NCA）合计占比超 75%，磷酸铁锂更是储能领域绝对主力。

锂电池高能量密度伴随氧化放热反应，存在热失控、漏液、起火等安全风险；三元锂电池能量密度更高，但储能场景更看重安全与成本，能量密度并非核心诉求。磷酸铁锂热稳定性更优、耐高温、循环寿命更长，可显著降低热管理与安全防护成本，叠加500Ah + 大电芯、CTP 集成、液冷温控等技术普及，综合性价比突出。

与此同时，钠离子电池在低成本、宽温域场景快速渗透；全钒液流、锌基电池成为长时储能与极致安全场景的重要方向；全固态电池逐步进入产业化验证阶段。整体呈现磷酸铁锂为主、多元技术协同互补的新格局。

电化学储能技术路线对比

性能指标/电池类型	铅酸电池	锂离子电池（磷酸铁锂）	锂离子电池（三元锂）	钠离子电池	液流电池		钠硫电池	固态电池
					全钒液流电池	锌溴液流电池		
能量密度(Wh/kg)	30-50	150-210	260-320	140-175	20-40	40-60	150-220	250-500
循环寿命（次）	500-2000	6000-12000	2500-4000	12000-16000	12000-16000	6000-10000	2500-4500	12000-15000
充放电效率（%）	85-90%	>95%	90-95%	90-95%	75-83%	70-80%	80-85%	92—96%
储能系统效率（%）	75-85%	90-95%	85-94%	70-78%	70-78%	65-75%	80-85%	88-94%
自放电(%/月)	2~5	0~1	0~1	0~1	无自放电	无自放电	~	0~1
工作温度	充电：0-45℃ 放电：-20-55℃	充电：0-65℃ 放电：-30-65℃	充电：0-60℃ 放电：-30-60℃	充电：0-60℃ 放电：-40-60℃	5-45℃	20-60℃	300-350℃	-25-60℃
深度充放电能力	不能深度充放电	适合15-85%SOC, 深度充放电影响寿命	适合15-85%SOC, 深度充放电影响寿命	0-100%SOC, 深度充放电对寿命无影响	0-100%SOC, 深度充放电对寿命无影响	0-100%SOC, 深度充放电对寿命无影响	适合15-85%SOC, 深度充放电严重影响寿命, 对安全性有影响	80%~100% 优秀, 无枝晶风险
容量	衰减后不可恢复	衰减后不可恢复	衰减后不可恢复	衰减后不可恢复	可在线再生	可在线再生	衰减后不可恢复	衰减后不可恢复
电池一致性	良好	较差	较差	较差	好	好	好	好
安全性	好, 但环境污染严重	一般, 存在过热起火, 爆炸风险, 安全性能已有较大突破	一般, 存在过热起火, 爆炸 风险	比较好	好	比较好, 存在溴蒸汽泄漏风险	中, 不可过充电, 钠、硫泄露存在安全隐患	中, 不可过充电, 钠、硫泄露存在安全隐患
系统成本（元/kWh）	500-800	600-900	1300-1600	900-1100	2500-3200	1800-2400	1500-2000	3000~4000
度电成本（元/kWh）	0.3-0.6	0.15-0.25	0.2-0.3	0.18-0.28	0.1-0.2	0.1-0.2	0.15-0.25	0.25~0.35
MV级占地（平米/MV）	300-500	100-180	80-140	150-220	400-700 快速上量，户用 / 低速 适用范围广泛， 原材料资料丰富（钒、铁）； 15-20年寿命；工作温度范围宽	350-600 适用范围广泛， 原材料资料丰富（钒、铁）； 15-20年寿命；工作温度范围宽	150-250	80~150 半固态小批量量产（动力 + 高端储能），全固态处于中试阶段
市场情况	存量 大、增量 萎缩	当前主流技术路线	当前主流技术路线之一	适用范围广泛， 原材料资料丰富（钒、铁）；	快速上量，户用 / 低速 适用范围广泛， 原材料资料丰富（钒、铁）； 15-20年寿命；工作温度范围宽	适用范围广泛， 原材料资料丰富（钒、铁）； 15-20年寿命；工作温度范围宽	快速上量，户用 / 低速	半固态小批量量产（动力 + 高端储能），全固态处于中试阶段
优势	技术成熟、结构简单、价格低廉、维护方便	长寿命、高能量密度、高效率、响应速度快、环境适应性强	长寿命、高能量密度、高效率、响应速度快、环境适应性强	钠元素丰富，低成本，环境友好	能量密度偏低；	能量密度偏低；	能量密度高、循环寿命长、功率特性好、响应速度快	半固态小批量量产（动力 + 高端储能），全固态处于中试阶段
挑战	能量密度低、寿命短，不宜深度充放电 大功率放电	存在一定安全风险	存在一定安全风险	能量密度低、材料成本限制	充放电倍率低；效率较低	充放电倍率低；效率较低	阳极的金属钠是易燃物，高温运行，因而存在一定的安全风险	量产良率低、核心材料（固态电解质）成本高、工艺不成熟

■ 3.2.2.3 「发展趋势」

1

市场上，储能大容量电芯技术更新时间越来越短、速度越来越快。往往前一项技术还没有量产，又有新容量电芯产品发布。电芯容量的快速升级，将给市场和业主带来哪些影响？面对种类繁多，规格不一的产品，为引导行业有序竞争，又能否推进电芯容量标准化。

2

固态电池，顾名思义就是将液态电池中的可燃液体成分替换为固体成分。因为整个电池都由固体成分组成，所以它不具有可燃缺陷，能够大大提高安全性。与此同时，对固态电解质的使用也能导致电池可匹配更高的正极材料和锂金属材料，进而大大提升能量密度。

3

钠电池有锂电池没有的优点——钠离子电池较高有充放电倍率，无过放电特性，允许放电到零伏，便于运输；钠离子电池也具有更宽的温度范围适应性，在-40° C 低温下钠离子电池容量保持率 70%，高温 80° C 也可以循环充放使用；此外，理论上钠离子电池的安全性能提升，这是由于钠离子电池内阻稍高，短路情况下瞬间发热量少、温升较低。而相较于铅酸电池，钠离子电池在能量密度、循环次数、成本等方面均具有优势，有望率先替代铅酸电池，应用于电动两轮车、储能、低速电动车等细分市场。

4

液流电池具备深度充放电、循环寿命长、功率容量解耦、安全性高等优势。但是占地面积较大，适用于对空间敏感度较低的大型长时储能项目。目前已进入规模化商业化初期，在电网调峰与大型新能源配套场景中具备显著优势，长期应用前景广阔。

5

随着全球能源转型加速，电池需求持续攀升，其全生命周期的可持续性、环保性与能效问题愈发突出。欧盟电池产业战略地位显著，新电池法规已全面落地实施，对电池设计、生产、使用至回收开展全生命周期监管，强化碳足迹标签、数字电池护照、回收利用与供应链尽职调查等要求，保障电池安全、可持续与市场竞争力，将对欧盟及全球电池产业链各环节产生深远影响。

性能	磷酸铁锂电池	三元锂电池	固态锂电池			液流电池
		镍钴锰酸锂（NCM）	半固态电池	锂硫电池（Li/S）	钠离子电池	液流电池（全钒）
电压	3.2-3.3V	3.6V	3.6~3.7V	2~2.2V	3.0V	1.26V
实际比容量	155~165mAh/g	215~240mAh/g	280~300 mAh/g	300~400mAh/g	120~160 mAh/g	200~260mAh/g
理论比容量	170mAh/g	270~280mAh/g	350~400 mAh/g	1200~1400mAh/g	~300 mAh/g	~290mAh/g
可提升空间	40%	30%	50%	>50%	50%	30%
目前能量密度	160kW/kg	220~260kW/kg	280~320kW/kg	300~400kW/kg	140~175Wh/kg	30~40Wh/kg
预估最大值	~220kW/kg	~350kW/kg	~400kW/kg	~800kW/kg	~220Wh/kg	~80Wh/kg

■ 3.2.2.4 「技术要求」

电芯是电池系统的重要组成部分，它的可靠性，安全性对整个系统有着重要的作用。

电芯的能量密度不断提升，充放电能力的不断提高，对电芯的寿命，安全性有着更高的要求。

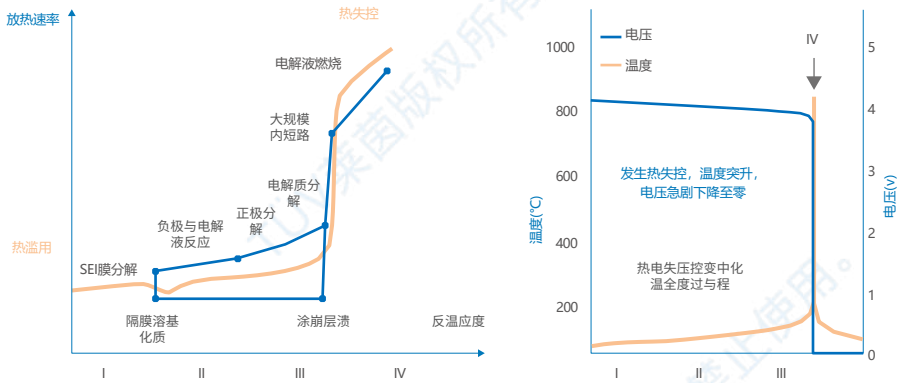
 安全	 性能	 环境	 电池指令
过充	循环寿命	重金属	有害物质
过放	容量	白色污染	碳足迹
短路	能量密度		再生原材料
挤压	充放电倍率		电化学性能和耐久性
燃烧	截止电压		二维码标签
振动	高低温性能		电池护照
高温			尽职调查
热失控			

■ 3.2.2.5 「安全风险」

电芯的安全风险主要是起火、爆炸、释放有毒有害气体。

物质	危险现象	原理	结果	防护（效果差）
隔离膜（聚炳烯，聚乙烯等）	环境老化，过充，过放，短路	由于温度上升，隔离膜热氧老化	正负极短路出现大电流	泄放阀，PTC，隔离膜石蜡封闭
隔离膜（聚炳烯，聚乙烯等）	跌落，冲击，振动，挤压，内部短路	隔离膜破损，正负极短路	正负极短路出现大电流	泄放阀，隔离膜石蜡封闭
电解液中锂盐（LiPE6, LiClO4, KClO4)有机溶液（碳酸丙烯酯（PC），碳酸二甲脂（DMC）等）	过充，过放，高纬度环境，高温环境，燃烧，短路	由于电压上升，在电压作用下分解出CH4，CO;或电解液锂盐KClO4分解释放氧气与水反应成强酸，腐蚀隔离膜	电芯内膨胀出易燃气体，腐蚀隔离膜，正负极短路	泄放阀，PTC，隔离膜石蜡封闭
负极材料（由焦炭（PC），中间相碳微珠（MCMB),碳纤维（CF),石墨（C)）	过充，过放，高纬度环境，高温环境，燃烧，短路	由于温度上升，其中的C元素与氧反应，或者析出的锂离子与有机溶液PC反应生成C2H4。	电芯内膨胀出易燃气体	泄放阀，PTC，隔离膜石蜡封闭
正极材料	过充，过放，高纬度环境，高温环境，燃烧，短路	由于温度上升或者电流或者电压过大。正极材料在充电过程中，锂离子析出后，氧从晶体中脱出的速度随着温度而增加	氧含量增加更易燃易爆	泄放阀，PTC，隔离膜石蜡封闭
正极材料	电池反接，短路	单颗电芯容量或电压不同，在串联电池中出现反充	正极出现易燃易爆物质	泄放阀，PTC，隔离膜石蜡封闭

热失控是由副反应引发的链式反应，发热量可使电池温度升高400-1000度



隔离膜融化 → 涂层崩溃 → 高温有机溶液析出C2H4等可燃气体

3.2.2.6 「市场准入」

市 场

- 

中国

>>
- 

德国

>>
- 

欧盟

>>
- 

北美

>>
- 

日本

>>
- 

韩国

>>
- 

澳大利亚

>>

安 全	性 能	法 规 / 化 学
GB/T 36276 GB 44240	GB/T 36276	-
EN IEC 62619	EN 62620	EU Battery Directive
EN IEC 62619	EN 62620	EU Battery Directive
ANSI/CAN/UL 1973 UL 1642 ANSI/CAN/UL 9540A	-	-
JIS C 8715-2 SAE J 2464 (4.3.3 Penetration, 4.3.6 Crush)	-	-
SPA-KBIA-10104-03-7312 KS C 62619	KS C 62620	-
IEC 62619	IEC 62620	-

备注：上述仅为部分市场准入标准。



电池发展方向多元化

随着储能电池系统不断迭代与规模化应用，电芯向大容量、高集成、长寿命发展成为主流趋势，对热稳定性、安全性与全生命周期成本提出更高要求。三元锂电池能量密度与放电效率较高，但受贵金属成本与热稳定性限制，在储能领域应用有限。磷酸铁锂电芯凭借安全、长循环与高性价比，成为当前储能主流路线，并持续通过材料与工艺创新提升性能。

工程应用中，电芯选型直接决定系统综合性能与经济性。未来几年内，在安全、性能与成本的综合平衡下，磷酸铁锂仍将是储能的优选方案，并得到更广泛应用。

长期来看，储能将呈现多元技术协同格局：磷酸锰铁锂（LMFP）快速推广，钠离子电池成为低成本补充，全钒液流、锌基电池在长时储能与高安全场景突破，半固态与全固态电池则成为下一代高端储能的重要发展方向。



电芯安全把控：电芯热失控的测试与验证

锂离子电芯一旦因为外部或者内部的原因触发电芯内部正负极物质的剧烈反应导致的热失控是难以控制的，尤其众多的电芯组成的电池系统，热失控的威力更是巨大。所以，电芯级别的热失控的测试和验证都是后端电池系统的最重要保证，其测试方法包括：电芯刺穿，电芯加热，电芯短路，过充，过放等，这些都是电池系统级别的热失控可选的方法，也是电芯设计和验证的重中之重。



单体容量不断提升，风险评估难度增加

随着储能应用的需求越来越广泛，电芯容量不断提升，能量密度也同步增大，在热特性等安全方面带来新的挑战，除了单体的评估，还应结合实际应用来综合考评电芯安全性。



电池全生命周期价值链可持续发展

随着欧盟提出了新的《电池法》，电池在整个生命周期中都应该变得可持续，高性能和安全。这意味着使用完全尊重人权以及社会和生态标准的材料生产的电池，对环境的影响尽可能小。电池必须 经久耐用且安全，在使用寿命结束时，应重新利用，重新制造或回收电池，将有价值的材料重新投入经济。

3.2.3 电池系统

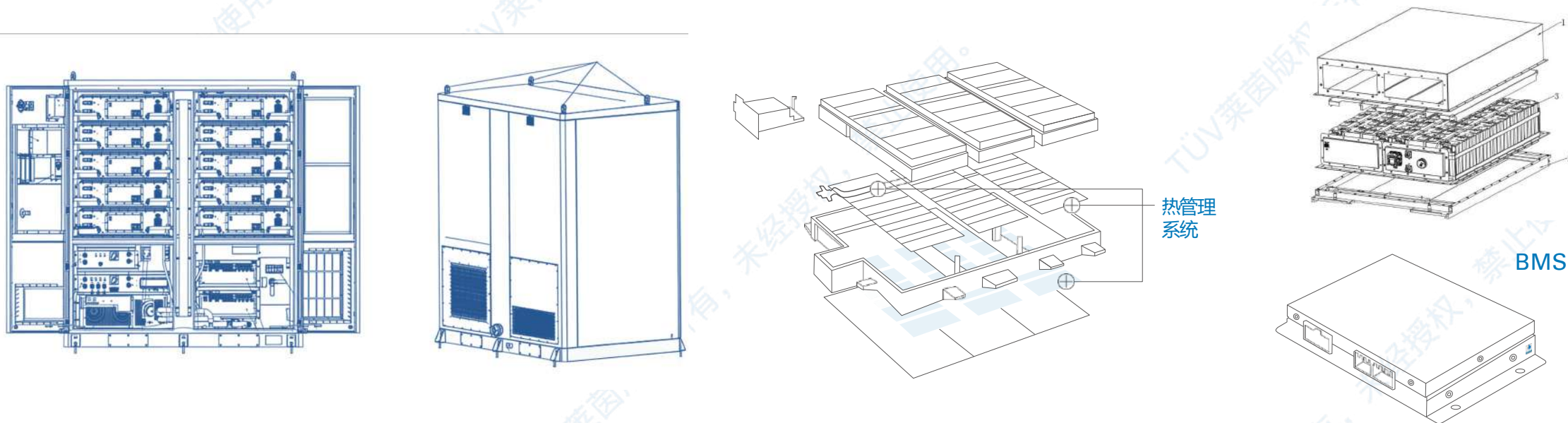
25

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

■ 3.2.3.1 「概述」

电池系统主要由电池模组 / Pack（电芯串并联组合）与 电池管理系统（BMS）两大部分构成。通常将电芯通过串并联形成电池组，装配于防护外壳内，再集成电池管理系统、冷却系统及监控系统，整体作为储能系统的核心储能部件使用。

电池系统截面图



■ 3.2.3.2 「技术路线」

从应用角度，电池系统主要分为便携式、户用型、工商业型、电力系统型

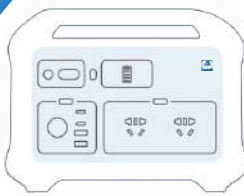
场景	电压 / 容量	循环寿命	BMS功能	电芯类型
便携式	300-3000Wh	8-15年	V/T/I保护	锂离子/钠离子
户用型	48V-1000V/1-40kWh	8-15年	V/T/I保护 均衡管理	锂离子/钠离子
工商业型	1500V/100-500kWh	8-15年	V/T/I保护分布式三层 均衡管理绝缘电阻检测	锂离子/钠离子
电力系统型	1500V/10-100MWh	10-15年	V/T/I保护分布式三层 均衡管理绝缘电阻检测	锂离子/钠离子/液流

■ 3.2.3.3 「发展趋势」

储能电池系统正迈向“锂电主导、多元互补、长时化、数智化、场景化、合规化、全球化”的价值增长新阶段，独立储能 + 容量电价、长时储能、AI + 储能、户储 / 工商业储能，技术与合规能力决定企业生死与格局。

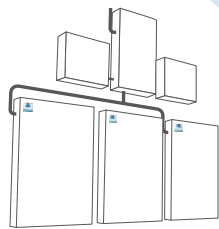
便携式型

轻便性：方便携带或移动，适用于户外活动使用。
多功能性：输出接口多样化，适用多种负载设备
大容量：容量不断提升，适配较大功率负载
快速充放电：放电功率不断提升，支持快速充电技术。
安全性：BMS保护日趋完善。



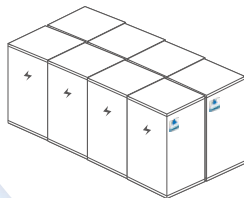
户用型 / 阳台储能系统

集成度提升：一体化设计，功率密度与能量密度不断提升
光储充融合：光伏、储能、充电功能相融合，满足家庭日常用电需求
智能管理：结合EMS功能，实现电池状态监控、能量调度和负载管理等功能
安全性：配备多重安全保护措施，如过充、过放、短路和过热保护，确保使用过程中的安全性。
可扩展性：可根据用电需求灵活扩展。



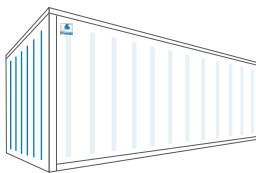
工商业型

高容量：单体容量不断提升
快速响应：快速响应电力需求变化，提供瞬时功率支持。
可再生能源集成：与太阳能、风能、柴电等结合使用，提升能源利用效率
应用多元化：灵活运用于多种应用场景，满足不同应用需求
安全性：除常规BMS保护外，满足通风、泄爆、大规模燃烧、爆燃等要求



电力系统型

电芯容量提升：大容量电芯的普及应用，提升产品能量密度
应用多元化：除常规电力应用外，可满足算力电源等新应用需求
灵活性和可扩展性：电力系统型储能产品可以根据电网需求进行灵活配置和扩展，适应不同规模和类型的电力系统。
可靠性：环境可靠性、循环寿命、全生命周期可用性等要求不断提升
安全性：除常规BMS保护外，满足通风、泄爆、大规模燃烧、爆燃等要求



3.2.3.4 「技术要求」

								
电气安全	电磁兼容/无线	电池安全	功能安全/信息安全	消防/防爆	运输安全	性能	环境/可靠性	电池指令
触电危害	电磁干扰度	电压保护	功能安全评估	消防监测	海运	循环寿命	温湿度	有害物质
热危害	电磁抗扰度	电流保	信息安全评估	消防控制	空运	容量	海拔	碳足迹
能量危害	发射性能	温度保护	通讯协议	灭火	道路运输	能量密度	雨雪	再生原材料
火灾危害	接收性能	绝缘检测		泄爆仿真评估		充放电倍率	风沙	性能和耐久性
机械危害	电磁场评估			通风仿真评估		SOC评估	盐雾	电池安全
化学危害						高低温性能	振动	二维码标签
						效率	地震	尽职调查
						噪声评估	耐久	废旧电池管理
							可用性	电池护照

■ 3.2.3.5 「安全风险」

29

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书



电气安全

电气安全是电池系统安全运行的核心基础，直接关系到人身安全、设备财产安全、系统运行稳定性及项目合规性。完善的电气安全设计可有效防止触电、短路、电弧、漏电、火灾等事故，保障系统长期可靠运行，满足国内外安规认证要求，是产品进入全球市场、实现商业化推广的必要前提。



电磁兼容及无线电

电磁兼容包含电磁干扰和电磁抗扰度，一方面是指电池系统在正常运行过程中对所在环境产生的电磁干扰不能超过一定的限值；另一方面是指电池系统对所在环境中存在的电磁干扰具有一定程度的抗扰度，即电磁敏感性。随着现代科学技术的发展，电气及电子设备的数量及种类不断增加，使电磁环境日益复杂。在这种复杂的电磁环境中，如何减少相互间的电磁骚扰，使各种设备正常运转，是一个亟待解决的问题；另外，恶劣的电磁环境还会对人类及生态产生不良的影响。



电池安全

电池在使用过程中，遇到过充、过放、短路等电气滥用，挤压、撞击等机械滥用，以及热滥用场景时，可能引起热失控的风险。



功能安全

BMS的安全完整性等级决定电池系统确保安全运行的能力。安全功能的缺失或不完整会导致电压、电流、温度等相关保护功能的失效。



信息安全

电网调度、远程控制等功能的实现，需要通过与外部进行通讯和数据交换，由此会带来远程篡改安全配置、隐私数据泄露、恶意代码注入、未经授权访问、DOS攻击导致设备网络功能瘫痪等风险。



运输安全

电池系统属于危险品，在运输中易受振动、碰撞、高温、挤压等影响，引发短路、热失控、起火爆炸等危险情况。



环境可靠性

可靠性要求侧重于在各种环境应力（如温度、湿度、电磁干扰等）下保持稳定运行，并具备较长的使用寿命和抗老化能力，以确保系统的长期稳定性和高效性。

3.2.2.6 「市场准入」

市 场

-   中国 >>
-   德国 >>
-   欧盟 >>
-   北美 >>
-   日本 >>
-   韩国 >>
-   澳大利亚 >>

安 规	功能安全	电磁兼容
GB 44240, GB/T 36276	GB/T 34131	GB/T 36558
EN IEC 62619, EN IEC 63056 EN IEC 62477-1 VDE-AR-E-2510-50	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508 series ISO 13849-1	EN IEC 61000-6-1 EN IEC 61000-6-2 EN IEC 61000-6-3 EN IEC 61000-6-4
EN IEC 62619 EN IEC 63056 EN IEC 62477-1	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508 series ISO 13849-1	EN IEC 61000-6-1 EN IEC 61000-6-2 EN IEC 61000-6-3 EN IEC 61000-6-4
ANSI/CAN/UL 9540A	UL 60730-1 Annex H UL 991+UL 1998 IEC 61508 series	FCC
JIS C 8715-2	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508 series	-
SPA-KBIA-10104-03-7312 KS C 62619, KS C62620	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508 series	-
IEC 62619 AS 62040.1 AS IEC 62477.1 SA TS 5398	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508 series	IEC 61000-6-1 IEC 61000-6-2 IEC 61000-6-3 IEC 61000-6-4

备注：上述仅为部分市场准入标准。

■ 3.2.3.5 「安全风险」

31

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书



电气安全是基础

电气安全是电池系统安全运行的核心基础，直接关系到人身安全、设备财产安全、系统运行稳定性及项目合规性。完善的电气安全设计可有效防止触电、短路、电弧、漏电、火灾等事故，保障系统长期可靠运行，满足国内外安规认证要求，是产品进入全球市场、实现商业化推广的必要前提。



功能安全重要性凸显

基于储能系统的高风险性，功能安全的完整性和可靠性是储能系统安全特性的核心。无视功能安全评估，或者仅仅采用文档评估等流于形式的功能安全评估会导致安全功能的缺陷，进而放大储能系统的风险性。因此，必须从开发流程、系统架构、硬件设计、软件设计等方面深入全面评估，同时结合软硬件的故障插入测试，确保产品安全。



电池安全是重中之重

随着容量不断提升，电池电压和风险也在不断提升，安全风险也在放大。选用优质安全的电芯、采用完整的保护电路、制定合理的保护策略是实现电池安全的底线要求。



信息安全愈加重视

电池系统信息安全是抵御远程恶意攻击引发热失控、电网瘫痪及业务中断的重要防线，同时也是全球市场准入与品牌存续的合规基石。实施策略上，首要任务是严格满足欧盟RED指令、CRA网络韧性法规、MR机械法规等强制性法规基线，在此基础上针对高安全需求场景，应进一步对标IEC 62443及NIST SP 800系列等国际最佳实践，通过构建“法定合规+行业标杆”的双重防御机制，全面提升系统的网络韧性与全球竞争力。



运输安全风险是电池全生命周期的重要环节

运输安全不是末端环节，而是源头安全保障的第一道关口，是保障电池系统全生命周期安全不可忽视的重要环节。储能电池应根据产品形态、运输方式，制定合理的评估方式，确保实现安全运输，同时符合相关运输法规。



环境风险的控制是目标

产品设计应根据实际应用环境，确定潜在的环境风险，制定相应的环境应力防护措施。确保产品在全生命周期内，相应的环境应力下，能够安全稳定持续运行。

3.2.4 电源转换装置

32 德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

3.2.4.1 「概述」

电源转换装置（Power Conversion Equipment, PCE）或功率调节器/变流器（Power Conversion System, PCS）是利用电力电子技术实现电能形式转换的关键设备。随着可再生能源的大规模接入，PCS 已成为连接直流电源（如光伏、燃料电池）或可变交流电源（如风能）与电网之间进行双向能量流动的核心部件。通过先进的电力电子控制技术，PCS 可灵活调节电压、频率等电气参数，广泛应用于整流器、逆变器、储能变流器等设备。

在电力系统构网应用中，PCS 发挥着至关重要的作用。它不仅能够实现电能的高效转换，还可通过动态调节提供频率支撑、无功功率补偿和电压调节等辅助服务，增强电网的稳定性和可靠性。此外，PCS 在分布式能源系统和微电网中存在多电源控制与管理应用场景，在STS等设备的协同控制下，支持孤岛模式与并网模式的切换，具备黑启动能力，为构建灵活、智能化的电力系统提供了重要的技术支撑。

电源转换装置

电源转换装置



常见产品



储能变流器

整流器

逆变器

变频器



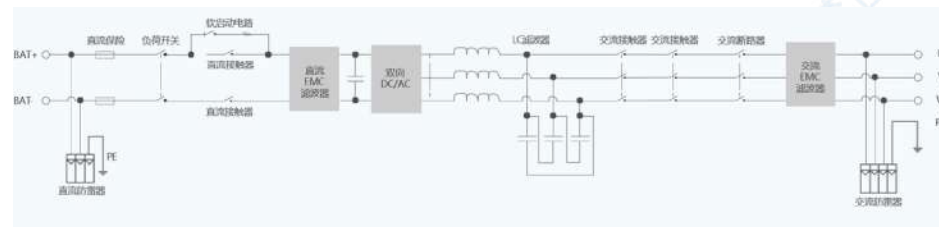
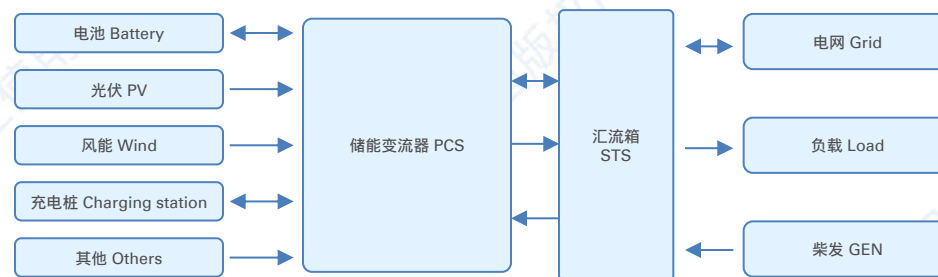
固态变压器(SST)

不间断电源

DCDC
变换器

电动汽车
充电装置

能量路由器



■ 3.2.4.2 「技术路线」

早期变流器功率较小，大多采用隔离型设计，输出交流波形不完美，且大多只具备离网功能，配合铅酸电池使用，通常仅作为应急电源使用。

随着电力电子变流技术和储能技术的发展，储能变流器功率逐渐增大，具有并网和离网以及两者结合的多种工作模式，控制电能具备双向流动的能力，使储能系统应用的灵活性大为提高。同时出现了光伏和储能电池同步输入的储能变流器，将储能系统与新能源相结合，两者互为补充，应用场景更为广泛。

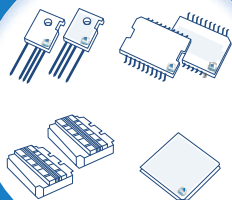
光伏+储能已成为储能系统的典型应用模式。随着光储电站的快速发展，构网场景对变流器的电能转换效率、系统适应性和灵活性提出了更高要求。为降低成本、提升效率，中压直流电压输入和中压交流电压输出直接并网的技术方案逐渐应用。同时，中压直挂储能成为构网中的重要新场景，变流器通过直接接入中压电网，省去传统变压器环节，降低系统损耗与成本，简化系统架构，并提升电网灵活性与稳定性，为构建高效智能电网提供了关键支持。

随着电动汽车行业的迅猛发展，具备光储充一体功能的应用也逐渐增多，产品形态从单一的离网备用电源，到光储一体并/离网变流器，再到光储充一体。

在分布式发电场景下，变流器与STS等设备一起对多个电源进行智能管理，使得储能系统能够在更多的领域发挥作用，促进了新能源产业的发展，微型变流器因其低直流电压、隔离型设计、高安全性的特点，近年来得到快速发展。虽然产品功率较小，但应用场景灵活，使得传统的工业发电设备呈现家电化的特征。

技术类别	微型	组串式（小型）	组串式（中型）	集中式（大型）
应用场景	户用、阳台	户用、家庭住宅	工商业楼宇屋顶、农光渔光、水面、山地丘陵等	大型地面电站
电气隔离	隔离型	非隔离	非隔离(低压)、 隔离(中高压)	隔离型
直流能源接入	光伏组件及小型储能电池	各类光伏阵列、中小型 储能电池单元	各类光伏阵列、中小型 储能电池单元	大型光伏阵列、集装箱 储能电池单元
交流电网接入	低压（无变压器接入） 或离网应用（不过电表）	低压（无 变压器接入）	低压（无变压器接入）、 中、高压（变压器接入）	中、高压（变压器接入）
安装方式	支架、墙面	支架、墙面	支架、墙面	配电房、集装箱
运维要求	极低	低	中	高

■ 3.2.4.3 「发展趋势」



半导体新材料的应用

低功耗、快运算、新拓扑

基于 SiC、GaN 等新材料开发的半导体功率器件损耗小，内阻低。基于功能强大，运算高速的 DSP 等控制器件以及多电平新型电路拓扑的应用，将使变流器的电能转换效率，谐波等电能质量指标进一步提高，终端产品的机械结构、重量体积等也有望更趋于优化。



直流2000V

高能量密度、高系统集成、效率提升

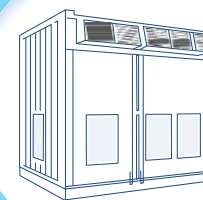
直流2000V光储系统通过采用高电压直流母线技术，显著降低系统传输损耗，提高整体能量转换效率。结合高能量密度储能电池和高效逆变器技术，系统实现了更高的功率密度和更小的体积。通过优化系统集成设计，进一步提升了光伏发电与储能系统的协同效率，为大规模可再生能源并网和高效利用提供了可靠的技术支持。



中压直挂

高效转换、系统简化、成本优化

中压直挂储能系统采用高效率多模块级联电路(MMC)拓扑设计、先进的功率电子变换技术及高密度模块化设计，可以实现更高的能量利用率和更低的运行成本，搭配先进的电池管理系统(BMS)，同时具备双向功率转换与电网支持、智能化控制与保护等功能以及高可靠性的冗余设计等特点。因直接接入中压电网，省去了传统变压器环节，简化了系统结构的同时降低损耗，使其在工业园区、微电网和大规模储能场景中具有广泛的应用前景，可为电网灵活性和稳定性提供有力支持。



构网型

主动构网、供电稳定性、灵活调度

构网型光储系统通过主动构网技术，实现光伏发电与储能系统的深度融合，具备独立运行和并网运行的双重能力。系统采用先进的能量管理策略和灵活的调度机制，能够有效提升电网的稳定性和可靠性，同时优化能源利用效率。其模块化设计和智能化控制为分布式能源的高效接入和区域能源网络的构建提供了技术保障。

■ 3.2.4.4 「技术要求」

 电气安全	 电磁兼容/无线	 并网/构网	 功能安全/信息安全	 性能	 环境/可靠性
触电危害	电磁干扰度	电网适应性	功能安全管理	效率	温湿度
热危害	电磁抗扰度	防孤岛效应	系统及硬件	自动开关机	海拔
能量危害	发射性能	故障穿越	软件	软启动	雨雪
火灾危害	接收性能	有功/无功控制	信息安全	过载能力	风沙
机械危害	电磁场评估	协议	通讯协议	通讯	盐雾
噪声危害		惯量响应			地震
化学危害		一次调频			可用性
电弧危害		强过载能力			
		黑启动			

■ 3.2.4.5 「安全风险」

36

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书



触电和能量危险

电压值高于安全电压的电压都可能导致触电危险。变流器应确保可靠接地。电气间隙与爬电距离应按照标准要求设计。使用者可接触区域不得出现危险能量，维修者可触及区应在相应位置施加警示。



热危险

合理布局，充分考虑热设计，使大功率发热器件在合理的安全温度范围内工作。并考虑器件在特殊环境，长时间工作条件下的不利因素。并选择和使用能够降低自燃或引燃的材料。



信息安全

信息安全旨在通过技术和管理手段，保护信息的机密性、完整性和可用性，防止未经授权的访问、篡改、泄露或破坏，确保数据和系统的安全性与可靠性。



火灾危险

产品非正常工作或发生故障而引起的火灾。例如，拉弧、过流、短路、电机堵转等部件过温而引发的火灾。



机械危险

风扇等运动部件应施加防护，以防止人接触。应考虑在正常安装位置产品的稳定性，并且门或其它可打开的装置应在最不利的位置。挂墙安装的变流器应考虑其结构的机械承载能力。



噪声危险

凡是使人感到厌烦或不需要声音都可以叫噪声。如果距离逆变器1米外的地方测得的噪声大于80分贝，则认为存在噪声危险。对于中小功率，虽不至于有噪声危险，但由于使用环境是居住的区域，故应该尽可能低的降低噪声风险，不带来任何影响人们生活的噪声。而对大功率逆变器，如果存在噪声风险，应该标识出风险，同时给出指导方法来降低噪声。



化学危险

产品中的某些部件或者材料在一定条件下产生化学物质的释放。例如，电容、电池故障情况时，其中的电解液泄漏，导电部件因电化学作用而腐蚀等。



功能安全

产品功能越来越多的依赖软件来实现，软件在产品安全功能的实现中发挥的作用与日俱增，潜在的风险必须要加以识别和充分评估。



电磁兼容/无线

电气电子产品运行时所收发的电磁波可能干扰周边其他电子电气产品，也会受到周围设备的影响。变流器中的一些部件工作时对周边电磁环境有很大影响，需依据相应标准和法规充分评估与测试。



并网 / 构网保护

分布式电源占比提高对并网和构网带来风险，包括并网点电压波动加剧、谐波注入影响电能质量、潮流分布复杂化导致设备过载风险、短路电流水平变化影响保护配置，以及构网规划和运行灵活性下降，威胁电网安全稳定运行。



环境可靠性

在光伏储能变流器运行中，实际环境可能带来多种风险。例如，高温环境可能导致设备过热，影响电池寿命和逆变器性能；沙尘、湿度和盐雾等恶劣气候条件可能腐蚀设备，降低绝缘性能；强风或暴雨可能损坏光伏组件和支架；此外，昼夜温差大可能引发材料疲劳，影响系统长期稳定性。这些环境因素需在设计和运行中充分考虑，以确保系统可靠运行。

3.2.2.6 「市场准入」

市 场

-   中国 >>
-   德国 >>
-   欧盟 >>
-   北美 >>
-   日本 >>
-   韩国 >>
-   澳大利亚 >>

安 规	电磁兼容	并 网	通信协议
GB/T 34120 GB/T 34133	GB/T 34120 GB/T 34133	GB/T 34120 GB/T 34133	
EN 62109-1/2 2PfG 3122 EN IEC 62477-1 EN IEC 62477-2	EN IEC 61000-6-1 EN IEC 61000-6-2 EN IEC 61000-6-3 EN IEC 61000-6-4	VDE-AR-N 4105 VDE-AR-N 4110 VDE-AR-N 4120	
EN 62109-1/2 2PfG 3122 EN IEC 62477-1 EN IEC 62477-2	EN IEC 61000-6-1 EN IEC 61000-6-2 EN IEC 61000-6-3 EN IEC 61000-6-4	EN 50549-1 EN 50549-2	SUSPEC MODBUS(波兰)
UL 1741 CSA C22.2 No. 107.1 ANSI/CAN/UL 1973 ANSI/CAN/UL 9540A	FCC	IEEE 1547 IEEE 1547.1 UL 1741 SB IEEE 2800	IEEE 2030.5 SUSPEC MODBUS DNP3
JIS C 4412	IEC 61000-6-1 IEC 61000-6-2 IEC 61000-6-3 IEC 61000-6-4 JIS C 4411-2	JETGR0002-1 JETGR0003-1 JETGR0003-4/-5/-6 JEAC 9701	
SPS-SGSF-025-4-1972	SPS-SGSF-025-4-1972	SPS-SGSF-025-4-1972	
AS/NZS 62109.1/-2, IEC 62109-1/-2 AS IEC 62477.1, IEC 62477-1 AS 60947.3	IEC 61000-6-1 IEC 61000-6-2 IEC 61000-6-3 IEC 61000-6-4	AS/NZS 4777.2	SA TS 5573:2025 (CSIP-AUS)

备注：上述仅为部分市场准入标准。



识别风险 安全设计

变流器的安全是最基本的要求。贯穿整个产品生命周期，从产品设计之初就应充分考虑所安全所涉及的防触电、防火、防机械危险、防化学危险、电磁兼容等方面的重要问题。

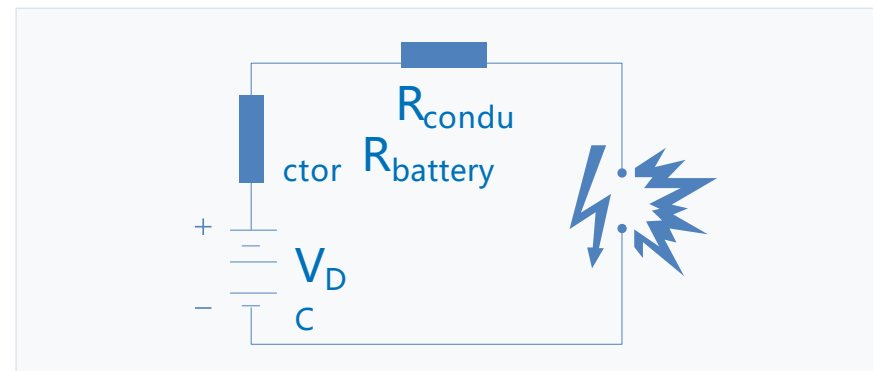
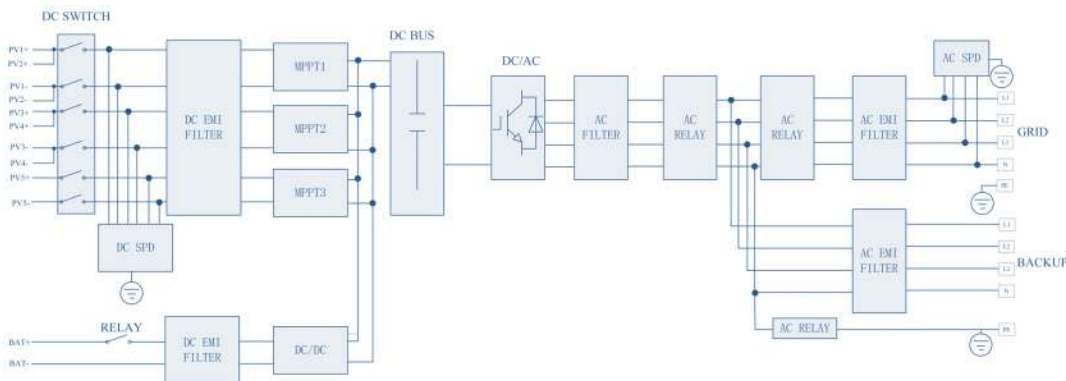
● 多电源管理与设计冗余保护

接入可再生能源的电源转换装置（PCS）在现代分布式发电场景中，通常需要处理多电源管理和多个电源之间的切换，即使在断开交流电网后，其输入端仍可能存在危险电压。为确保断网后维保人员的安全，特别是在非隔离型拓扑结构中，通常采用双CPU分别独立控制两组串联断开装置的冗余设计方案。这种设计已成为PCS安全设计的基本要求，并在国际标准（如IEC 62109-2）以及各国电网法规（如AS 4777.2、EN 50549）中明确规定。

随着多模逆变器的广泛应用，以及静态切换开关（STS）等设备在多电源管理和分布式发电场景中的引入，电源之间的切换和孤岛运行模式下的安全防护要求变得更加复杂。这对电网工人的触电防护提出了更高的要求，需进一步优化冗余设计和安全策略，辅以功能安全评估，以确保在多电源切换和孤岛运行条件下，能够有效隔离危险电压，全面保障操作人员的安全。

● 防护高压直流电弧

直流接入电压高压化是未来发展趋势。特别是商用、户用系统的光伏组件大多安装在住宅、楼宇屋顶，储能电池部件也就近安装。故此，防火安全尤其关键。高压直流电弧是导致系统火灾的主要原因之一，所以，具备直流拉弧检测关断装置或者集成该装置的变流器，可检测出直流拉弧，将有效保障系统直流侧安全。随着光伏系统直流电弧故障保护标准IEC 63027的正式发布，巴西成为第一个正式应用该标准的国家，欧洲多个国家也在酝酿推出相关法规要求。与此相比，储能电池系统的直流电弧故障保护标准亟待推出。



■ 3.2.4.7 「莱茵洞察」

39

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

○ 关注噪声与环境友好性

光储变流器的运行噪声与环境友好性问题已成为行业关注的重点。运行噪声主要来源于功率器件的高频开关、变压器的磁致伸缩效应以及冷却系统（如风扇或液冷装置）的运行。高频开关动作会产生电磁噪声，尤其在高功率密度设计中，开关频率的提升可能加剧噪声污染。变压器的机械振动和冷却系统的空气动力噪声在高负载或高温环境下也会显著增加噪声水平。这些噪声不仅影响设备的运行环境，还可能对周边居民的生活质量和生态环境造成不良影响。因此，在光储变流器的设计中，需采用低噪声功率器件、优化变压器结构、改进冷却系统设计，并通过隔音材料和智能控制技术降低噪声。此外，光储变流器的设计还需符合环境友好性要求，减少对生态环境的影响，推动可再生能源系统的可持续发展，助力实现绿色低碳目标。

○ 并网接入要求提高

与此同时，变流器 (PCS) 随之带来的并网接入风险也同样值得关注。全球主流市场对变流器并网准入要求逐年提高，一些新兴市场也在逐步规范与完善并网准入要求。

例如，在北美市场，IEEE 1547-2018和IEEE 1547.1-2020在分布式发电场景已得到全面而普遍的采纳，而对于接入中高压输电网的新能源发电系统，越来越多的电网运营商要求符合IEEE 2800，不过IEEE 2800只给出了技术要求，配套的试验方法标准IEEE 2800.2还在抓紧制定中预计2026年正式发布。

德国的构网准入标准为 VDE FNN Guideline。该标准目前处于草稿阶段，预计2026年推出正式版本。欧洲电力传输系统运营商ENTSO-E于2025年10月也发布了一版针对构网型逆变器的技术要求，旨在进一步提高电力系统的稳定性。

○ 中高压电力电子变流器前景与挑战

当前中高压系统中PCS电压提升主要有两条技术路线：一是电池簇电压突破直流1500V，提升至直流2000V甚至更高。这一技术路线在光伏领域已有越来越多的应用，其优势在于显著降低系统电流和传输损耗，从而提高系统效率、减少电缆和其他设备的材料成本。然而，超越直流1500V的设计面临诸多挑战，包括高压元器件选型受限、系统绝缘设计复杂性增加，以及缺乏国际标准（如IEC 62109等）对直流1500V以上产品的规范支持。另一条技术路线是中压直挂储能技术，通过储能系统直接接入中压电网，省去传统升压变压器，简化系统结构并进一步提高能量转换效率。这种技术路线在大规模储能电站中具有显著的成本和效率优势，但也面临更高的绝缘要求、电气安全设计复杂性增加以及电网适配性等挑战。因此，中高压电力电子变流器在拥有广泛的应用前景的同时也面临着诸多挑战。



提升可靠性

储能变流器通常应用场景复杂多样且对长期运行寿命有严格要求，因此必须在设计选型阶段就对其全生命周期的可靠性进行充分考量，不仅需要全面评估包括温湿度、海拔、雨雪、风沙、盐雾等自然环境和电磁干扰、电网冲击等电力环境在内的实际应用条件，还应针对防雷器、断路器、熔断器、功率模块、接触器、继电器、光耦等关键功能器件及安全保护类器件，严格选用经过测试验证并具备相应认证的成熟产品，同时在研发设计阶段即针对可能面临的特殊或极端工况，预设尽可能充分的设计余量与安全裕度。

为验证产品在实际环境下的可靠性，可通过专业测试进行模拟与评估。

3.2.5 储能系统

3.2.5.1 「概述」

储能

储能是指通过能量介质或设备，把一种能量通过某种形式存储起来，然后基于具体应用或需求，以一种特定能量形式释放出来的能量循环过程。

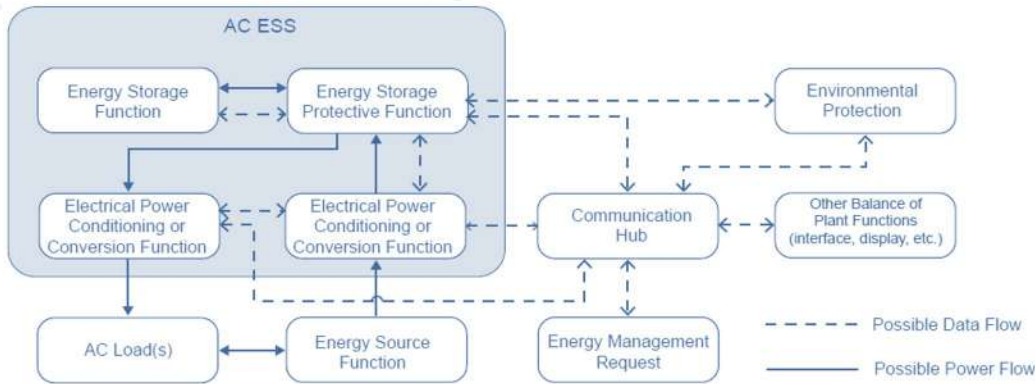
目前广泛使用的储能系统是指电化学储能系统，即将太阳能、热能、动能、电能、化学能等多种形式的能量转化为电能并存储起来，然后根据需求进行释放的系统。

储能类型		典型额定功率	额定能量	特点	应用场合
机械储能	抽水储能	100~2000MW	4~10hrs	规模大，技术成熟 响应慢，需要地理资源	负荷调节，频率控制和系统备用，电网稳定控制
	压缩空气	1MW~300MW	1~20hrs	规模大，技术成熟 响应慢	调峰，系统备用，电网稳定控制
	飞轮储能	kW~30MW	15s~30mins	比功率较大，成本高，噪音大	暂态/动态控制，频率控制，电压控制，UPS和电能质量
电磁储能	超导储能	kW~1MW	2s~5mins	响应快，比功率高 成本高，维护困难	暂态/动态控制，电能质量控制，UPS和电能质量
	超级电容	kW~1MW	1~30s	响应快，比功率高 成本高，储能低	电能质量控制，UPS和电能质量
电化学储能	铅酸电池	kW~50MW	1min~3hrs	技术成熟，成本较小 寿命低，环保问题	电站备用，黑启动，UPS，能量平衡
	液流电池	kW~100MW	1~20hrs	电池循环次数长，可深充深放，适于组合；储能密度低	电能质量，备用电源，调峰填谷，能量管理，可再生储能
	钠硫电池	1kW~100MW	数小时	比能量较高，成本高，运行安全问题有待改进	电能质量，备用电源，调峰填谷，能量管理，可再生储能
	锂离子电池	kW~100MW	数小时	比能量较高，成本适中，安全问题大幅提升	暂态/动态控制，频率控制，电压控制，UPS和电能质量

电化学储能

锂离子电池储能发展迅猛、应用广泛，呈大电芯、大容量趋势，但面临安全等挑战；钠离子电池、液流电池快速突破，三者协同适配不同储能需求。钠离子电池依托钠资源优势，能降低成本，低温特性好，液流电池则凭借长寿命适配大规模长时储能。各有优势：锂离子电池主导分布式等场景，钠离子电池弥补低成本适配短板，液流电池是电网级长时储能主力，共同完善储能技术体系。

储能系统可提升电力供应稳定性与经济性，多种电池差异化互补，适配不同场景需求，为储能产业多元化、高质量发展提供坚实支撑。不管是分布式发电系统、电力系统，还是微网系统，储能系统的引入，都可以有效提升电力供应的稳定性、连续性和经济性。



■ 3.2.5.2 「技术路线」

01

从能源输入角度：



电网接入：
通过电网对电池进行充放电



光伏接入：
通过光伏输入对电池充电



风能接入：
通过风能输入对电池充电



混合接入：
风、光、电网混合输入

02

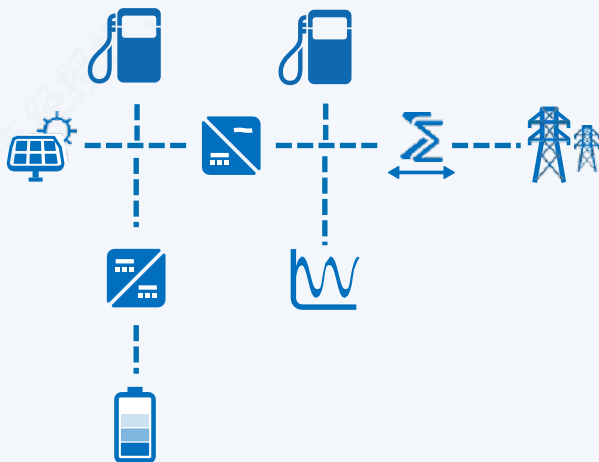
从耦合方式：

直流耦合：能量的汇集点是在直流电池侧

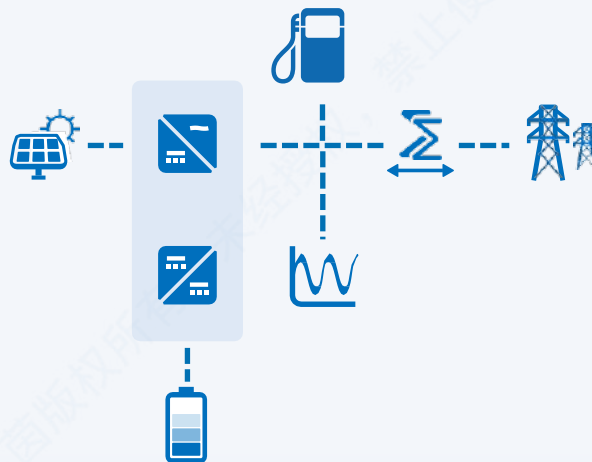
交流耦合：能量的汇集点是在交流侧

光储充融合：光伏+储能+充电技术

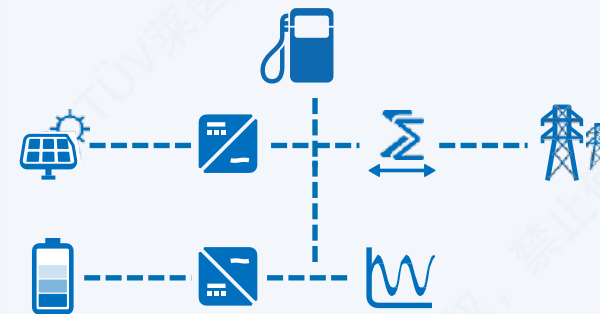
直流耦合系统 “光伏充电”



直流耦合系统 “混合输入”



交流耦合系统



■ 3.2.5.3 「发展趋势」

42

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书



大电芯、高能量密度化

行业普遍采用大容量、高集成电芯方案，提升系统能量密度与整体性能，有效降低全生命周期成本，推动储能从传统配套向高性能主力电源转变。

技术路线与应用场景多元化

锂电、钠电、液流电池多路线互补，覆盖分布式发电，电力调度，微网、交通电动化、算力电源等领域，满足高能量密度、低成本及长时储能等差异化场景需求。



锂电



钠电



液流电池



分布式发电



电力调度



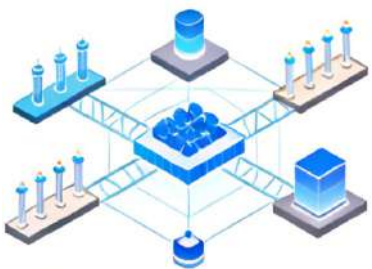
微网



交通电动化



算力电源

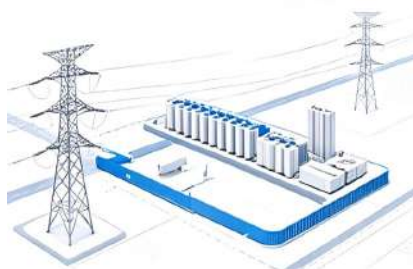


主动构网能力成为核心标配

从被动跟随向主动构网升级，提供虚拟惯量与快速调频调压功能，显著提升高比例新能源接入下电力系统的稳定性与安全运行水平。

系统向中压整体解决方案演进

通过简化拓扑减少中间环节，提升效率与集成度，降低运维成本，更适配电网侧及大型新能源基地的规模化、高电压等级应用需求。



■ 3.2.3.4 「技术要求」

								
电气安全	电磁兼容/无线	电池安全	功能安全/信息安全	并网/构网	消防/防爆	运输安全	性能	环境/可靠性
触电危害	电磁干扰度	电压保护	功能安全评估	电网适应性	消防监测	海运	循环寿命	温湿度
热危害	电磁抗扰度	电流保护	信息安全	防孤岛效应	消防控制	空运	容量	海拔
能量危害	发射性能	温度保护	通讯协议	故障穿越	灭火	道路运输	能量密度	雨雪
火灾危害	接收性能	绝缘检测		电能质量	泄爆仿真评估		充放电倍率	风沙
机械危害	电磁场评估			有功/无功控制	通风仿真评估		截止电压	盐雾
噪声危害				并离网切换	大规模燃烧/爆燃		高低温性能	地震
化学危害				惯量响应			效率	
安装法规要求				一次调频			噪声	
				强过载能力				
				黑启动				

■ 3.2.5.5 「安全风险」



电气安全

随着储能技术的持续迭代与规模化应用，单套储能系统的额定容量不断攀升，系统电压等级也由传统安全低压（≤60 V 直流）逐步向高压演进，目前已广泛采用 1000 V 交流及 1500 V 直流系统。高压架构在降低线损、提升系统效率与经济性的同时，也使电气安全风险显著加剧，直流侧拉弧与短路成为威胁系统安全的核心挑战之一。



电池安全

锂离子电池因锂离子本身活性较高，存在固有易燃易爆风险；而储能系统兼具大容量、高电压的特性，进一步放大了电池安全的重要性，使其成为储能系统安全防护的核心环节。为筑牢电池安全防线，需从电芯到电池系统全环节发力，在设计研发、生产制造、质量管控等阶段实施严格的安全管控，并通过多维度、全场景的严苛测试，全面验证系统安全性，保障储能系统稳定可靠运行。



运输安全

储能电池在运输过程中，易受振动、冲击等机械外力影响，进而改变电池电化学特性，埋下安全隐患。而随着储能系统容量持续提升，该类运输安全风险也随之加剧。为有效降低隐患，需从产品设计、生产制造、专业包装、运输规范制定到全流程测试验证，构建多环节、全链条的运输安全管控体系，全方位保障储能电池运输过程的安全性。



电磁兼容/无线电

由于储能系统包含大量的电子元器件，因此在工作过程中会存在电磁兼容的问题。储能系统应具有在一定电磁环境中能够正常工作（抗扰度）并且不对该环境中的任何事物构成不能承受的电磁骚扰（发射）的能力。

因此对于储能系统的电磁兼容性测试应包含两个方面：电磁干扰（EMI）测试和电磁抗扰度（EMS）测试。其中电磁干扰测试包括传导干扰测试和辐射干扰测试，电磁抗扰度测试包括传导抗扰度测试、辐射抗扰度测试和静电放电测试。

无线通讯功能日趋融入储能产品，蓝牙、WIFI、4G等技术广泛应用，射频风险的评估也日趋重要。



功能安全

由于储能产品的特殊性，其安全性需要结合多项安全功能来实现，包括电压保护功能、电流保护功能、温度保护功能、通信检测功能、并网接口保护功能，并离网切换功能等。因此其安全功能的完整性和可靠性直接决定了储能系统的安全特性。储能系统制造商应对储能系统进行完整的、有效的风险评估，具体包括风险分析、风险评估和风险降低三个方面，具体步骤如下：

- 确定在储能系统的预期使用寿命内与储能系统相关的所有可预见的危险和事故；
- 对于上述危险的发生概率及其严重性进行风险评估；
- 在设计过程中消除或减少所评估风险的发生概率和严重性；
- 对于未消除或无法消除的风险采取必要的防护措施，包括提供报警和安全防护装置；
- 告知用户需要采用的附件安全防护措施。

■ 3.2.5.5 「安全风险」

45

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书



并网 / 构网

在新型电力系统中，储能系统的并网应用已成为核心场景，除实现电网充放电交互外，还需满足并网接口保护、电能质量、电网支撑三大核心要求，保障与电网的稳定协同。随着高比例可再生能源接入，构网技术愈发关键：储能通过主动构建电压 / 频率支撑能力，可在电网弱联或故障时充当“稳定器”，提供惯性支撑、调频调压，避免系统失稳，成为新型电力系统的重要基础支撑。

当前，户用及工商业储能系统正加速向并离网兼容方向演进，以覆盖应急供电、微网运行等复杂场景。但并离网切换仍面临诸多挑战：拓扑设计需平衡并网 / 孤岛模式的兼容性，器件选型要兼顾快速通断与电气安全，切换时间需控制在毫秒级以避免负载中断，同时还要解决孤岛检测、保护配合、负荷管理等工程问题，是储能系统迈向高可靠、多场景应用的关键突破点。



信息安全

储能系统作为新型电力系统关键节点，其网络化、智能化特征带来显著网络安全风险：

- 攻击面广：**覆盖 BMS、PCS、EMS、并网通信等多环节，设备分布广、协议复杂，易成为攻击目标。
- 危害层级深：**轻则导致数据泄露、功能异常，重则引发热失控、电网扰动，威胁电力系统稳定。
- 防护薄弱点：**部分设备存在默认口令、未加密通信、固件漏洞，且运维远程接入增加入侵风险。
- 合规要求趋严：**需满足 IEC 62443 等标准，强化身份认证、加密传输与入侵监测，构建全周期安全防护体系。



系统可靠性

储能系统可靠性直接决定电力供应的连续稳定。高可靠系统可长期稳定运行、降低停机概率，通过电芯一致性控制、BMS 精准管理、PCS 冗余设计及热管理保障，减少故障与非计划停机。同时，多技术路线协同、模块化设计与智能运维，进一步提升系统在电网、微网、工商业场景下的可用率与寿命，保障储能全生命周期安全高效运行。



噪声危害

储能系统运行时，风扇、泵体及功率变换设备会产生持续噪音，尤其在高密度集成和大功率场景下更为显著。长期暴露于高分贝噪音环境，不仅影响运维人员身心健康，还可能对周边居民区造成声环境干扰，引发投诉与合规风险。此外，异常噪音往往是设备故障的前兆，若未能及时识别，可能导致系统性能下降甚至引发更严重的安全事故。



安装法规

随着储能系统在户用、工商业及大型电力场景的规模化应用，全球各国家与地区正持续完善储能系统的电气安装规范，针对性法规与标准陆续出台。这些规范从电气安全、核心设备与器件选型、接地与布线规则、安装环境适配、消防与防爆设计等核心维度，对储能系统的全流程设计与安装实施提出明确要求，以系统性保障储能电站的运行安全与合规性。

■ 3.2.5.6 「市场准入」

市 场



中国





德国





欧盟





北美





日本





韩国





澳大利亚



安 规	功能安全	电磁兼容	并 网	安装法规
GB/T 36558 GB/T 46957 GB/T 44026	GB/T 34131	GB/T 36558	GB/T 36547 GB/T 36548	GB/T 51048
VDE-AR-N 2510-50 EN IEC 62933 series	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508 series ISO 13849-1	EN IEC 61000-6-1/-2/-3/-4 EN 61000-6-7	VDE-AR-N 4105 VDE-AR-N 4110 VDE-AR-N 4120	IEC 60364 series
EN IEC 62933 series EN IEC 62477-1	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508 series ISO 13849-1	EN IEC 61000-6-1/-2/-3/-4 EN 61000-6-7	EN 50549 series	IEC 60364 series BS 7671 IEC 62485-5
ANSI/CAN/UL 9540 ANSI/CAN/UL 9540A	UL 60730-1 Annex H UL 991+ UL 1998 IEC 61508 series	ANSI/CAN/ UL 9540 FCC	同逆变器要求	NFPA 70 NFPA 855 CSA C22.1
<50kW: JIS C 4412-1 / JIS C 4412-2 >50kW: IEC 62109-1 (有光伏输入) IEC 62477-1 (无光伏输入) JIS C 4441		JIS C 4411-2 (JIS 61000-3-2) IEC 61000-6-1/-2/-3/-4	<50kW: JETGR0002-1, JETGR0003-1, JETGR0003-4/-5/-6 >50kW: JEAC 9701	-
SPS-SGSF-025-4-1972		<10kW: KS C 8564 >10kW: KS C 8565	<10kW: KS C 8564 >10kW: KS C 8565	
IEC 62109-1 (有光伏输入) IEC 62040-1 (无光伏输入) AS IEC 62477.1 AS 62040.1 SA TS 5398	IEC 61000-6-1/-2/-3/-4		AS/NZS 4777.2	AS/NZS 3000 AS/NZS 5139

备注：上述仅为部分市场准入标准。



大容量，高能量密度化

当前，储能电芯向大容量、高能量密度方向发展已成为行业主流趋势，带动电力储能集装箱系统容量持续攀升，在提升系统集成效率、降低度电成本的同时，也带来了更为显著的安全风险。大容量电芯热失控触发更快、放热更剧烈、蔓延速度更快，对储能系统的热管理设计、防火防爆结构、热失控抑制及消防应急处置均提出了更为严苛的要求，成为行业必须重点攻克的核心技术与管理难题。



功能安全不断提升要求

鉴于储能系统本身具有高安全风险特性，且当前行业对功能安全的要求持续提升，功能安全的完整性与可靠性已成为保障系统本质安全的核心。当前，AI技术在储能领域的应用日益深入，进一步推动功能安全评估向智能化、精细化升级，若忽视功能安全设计，或仅采用纸面文档、形式化评估而未结合AI技术开展实质性验证，极易造成安全机制失效、安全功能缺失，进一步放大储能系统的安全隐患。

因此，必须遵循全生命周期理念，结合AI技术赋能，从开发流程、系统架构、硬件设计、软件设计等维度开展系统性、深度化的功能安全评估，利用AI算法优化故障识别精度、提升风险预判能力，同时通过软硬件故障注入测试、极限工况AI仿真验证等手段，全面验证安全机制有效性，从根源上保障储能系统安全可靠，适配功能安全不断提升的行业需求。



并离网切换应用

在储能多场景化、复杂化应用趋势下，并离网无缝切换已成为系统必备能力，但其本质是一把双刃剑：切换策略、拓扑结构、控制逻辑与装置选型若与实际工况不匹配，不仅会影响供电连续性，更可能引入电弧、短路、孤岛失效、保护拒动等新增安全隐患。

因此，并离网方案不能盲目通用化配置，必须结合系统电压等级、负荷特性、电网条件做定制化设计，通过严谨的工况仿真与实测验证，确保切换过程安全、平稳、无冲击，从设计源头规避次生风险。



信息安全重要性凸显

在储能系统中，网络安全已从“可选功能”升级为“核心安全支柱”，与电气安全、功能安全、热安全并列，成为储能系统安全可靠运行的前提条件。在储能行业从示范项目走向大规模商业化应用的今天，在储能系统的设计和建设过程中，必须将网络安全作为系统整体安全的重要一环。



构网成系统升级关键

构网型储能具备主动建立并稳定电网的能力，可独立提供电压、频率支撑与虚拟惯量，不再依赖大电网同步信号。在新能源高占比、微网等运行场景中，能快速响应波动、抑制振荡，提升系统稳定性与故障穿越能力，是新型电力系统下储能从“被动适配”向“主动支撑”升级的关键技术方向。



当地安装法规持续完善

随着储能系统复杂度与安全风险不断提升，全球各国与地区针对储能产品的安装规范、电气安全、消防防爆、并网准入等法规持续迭代完善、要求日趋严苛细化，并呈现明显的区域化、本地化特征。越来越多市场出台专属合规条款与文件要求，合规已不再是后期认证环节，而是贯穿产品全生命周期的核心前提。制造商必须在产品设计初期便充分对标目标市场法规体系，将安装约束、电气结构、防护等级、布局要求前置融入研发，从源头打造适配不同区域法规的合规产品，才能真正规避市场准入与运营安全风险。

3.2.6 消防及防爆

48

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

■ 3.2.6.1 「概述」

从电化学角度看，锂离子电池本身存在安全隐患，设计和制程缺陷、使用和运输中的滥用状态易引发热失控，释放的可燃气体易导致起火爆炸。长时储能系统高容量、高能量密度特性进一步放大该风险。

依据UL 9540A: 2026热失控测试核心要求与NFPA 855-2026 主动防爆理念，储能系统消防与防爆设计已成为全生命周期核心硬性要求，需从设计、制程、使用全链路降低热失控风险，同时通过NFPA 68（泄爆）+ NFPA 69（防爆）协同的系统级措施实现双重防护，尤其针对大容量储能系统，需强化可燃气体全过程管控，避免因密闭空间可燃气体聚集引发的起火爆炸风险。



备注：图片由AI辅助生成

■ 3.2.6.2 「技术路线」

01

消防措施

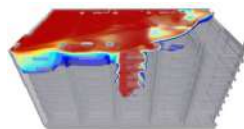
储能系统的消防灭火技术路线以早预警、快抑制、防复燃、控爆炸、少二次危害为核心，早期可以通过 CO、H₂、电解液挥发物、温度、烟雾、压力、电弧及 AI 热成像等多参数复合探测，并按照正常、关注、预警、紧急四级机制联动降温、通风、断电及预喷等动作，灭火环节可以以环保型灭火剂，同时配套隔热屏障、泄爆装置、强制排烟实现热失控抑制与防爆控制，并可以通过 BMS 深度联动、AI 智能决策、边缘计算以及无人机集群侦察投弹等无人化装备实现全站自动联动与远程应急处置，整体形成从电芯到模组、簇、舱体再到场站的全覆盖、分级化、智能化储能消防灭火体系。

02

爆炸控制及预防

通风系统：

通过防爆系统来预防储能系统因失效所产生的爆燃及爆炸风险可分为减小氧化剂浓度，减小可燃气体浓度及利用惰性气体防止爆燃爆炸等相关措施。其中最主要的措施为减小可燃气体浓度，暨将锂电出储能系统因电池失效所产生的可燃气体通过强制排风的方式排出箱体，以达到预防可燃气体爆燃及爆炸的目的。



通风系统仿真示意图

泄爆系统：

泄爆系统设计是为当系统发生爆燃时将压力卸放至指定区域，减小爆燃对于储能系统自身结构损害以及避免对周边财产及人身安全产生危害。



泄爆系统仿真示意图

03

大规模火烧测试

储能系统大规模火烧以极限工况验证、被动安全主导、分级隔离控燃、全流程数据闭环为核心，严格遵循 NFPA 855、UL 9540A 等最新标准，采用“全开通风部件燃烧 + 100% SOC + 关闭主动消防 + 极限舱间距 + 多舱背靠背 / 肩并肩密集布置/堆叠布置”的最严苛测试条件。通过电芯失控、底部点火、外部引燃等方式触发单舱全 PACK 热失控与完全燃烧，全程监测热释放速率、火焰传播、温度场、烟气成分、热辐射、舱体结构完整性与相邻舱温升。测试的核心目标是验证系统在无主动消防干预下能否实现触发仓的燃烧不会对周围设备与环境产生重大影响。

同时可以引入模块化隔舱设计，通过高耐火隔舱、高效隔热层、防火封堵构建强物理隔离，叠加多级预警与分区消防联动形成主动防控体系，形成从单舱到多舱、从极限测试到工程应用的大规模火烧验证与安全设计闭环，为 GWh 级储能电站的安全准入、保险承保与金融融资提供核心依据。



备注：图片由AI辅助生成

大规模火烧示意图

■ 3.2.6.3 「发展趋势」

01

灭火介质

随着储能系统能量密度与容量提升，灭火介质从“单一灭火”向“降温 + 抑燃 + 防复燃”多功能升级，核心要求为吸热降温能力高、安全无毒、无残留、适配锂电持续释热特性；逐步淘汰传统卤代烷类，洁净气体类与水基雾化灭火剂成为主流，同时需满足不同储能技术路线（锂电、液流、钠硫等）的差异化需求。

02

水源供应
及外壳耐火

稳定水源供应成为大容量储能场站的必备条件，升级高压雾化供水系统，实现对储能集装箱的全覆盖、深层降温；外壳耐火从单一集装箱防护升级为单体 - 模组 - 系统多层防护，采用耐火模组盖板、加强钢壳体、双层隔热集装箱结构，要求长时间高温灼烧后结构无明显变形、坍塌，同时提升防火墙的耐火时长与抗冲击能力。

03

大规模
火烧测试

基于 UL 9540A: 2026与 NFPA 855-2026 最新标准，从传统小容量及闭式测试升级为大容量电芯、开门式、背靠背排布的全尺寸极限测试，核心考察单台设备起火后相邻设备的热失控蔓延阻断能力，要求单一系统起火后相邻系统电芯温度始终低于安全阈值；测试结果成为储能项目现场安装、安全间距设定的核心依据。

04

通风系统

基于储能系统失效排放可燃气体的燃烧速率、最大爆炸压力等特性，结合长时储能系统的三维气流通道设计，通过 CFD 建模仿真优化传感器布点、风口位置及流场设计；同时实现通风系统与模组泄压阀、BMS 的智能联动，做到“气体产生即检测、即排出”，将可燃气体浓度稳定控制在 25% LFL 限值以下。

05

泄爆系统

针对大容量储能系统热失控的高释气量、高压特点，通过建模仿真模或者实际测试拟箱体最大风险点的爆燃危害，优化泄爆板开启压力、面积及排布；结合模组双泄压阀 + 集装箱加强钢壳体设计，最终验证系统泄爆设计有效性，同时也对系统设计进行指导，更可以为后续爆炸试验提供有力的场景设置依据。

■ 3.2.6.4 「技术要求」

🔋 选择优质电芯

安全性高，一致性好的电芯，从根本上降低热失控发生概率。

⚡ 合理电气设计

a

各电气回路设计合理的过流保护机制和器件，以应对过载和短路故障

b

元器件选型方面增加温度范围的考量，确保工作过程中不超过器件的温度上限

c

适宜的散热方式

d

在布线和配电方面，避免发热部件直接或间接影响电芯

⚡ 电池管理系统

正常工作和单一故障下，BMS均应正常执行保护动作，并与消防及防爆系统共同运作，确保电芯工作在安全操作范围内

🛡️ 功能安全

a

基于电芯的安全操作范围，确定BMS的保护阈值，包括电压、电流、温度等

b

正常工作和单一故障下，BMS均应正常执行保护动作，确保电芯工作在安全操作范围内

🕒 非金属材料选型

a

根据各部位非金属材料的最高工作温度，确定非金属材料温度范围的选型

b

根据非金属材料的作用、应用位置、与带电体接触情况，确定非金属材料的阻燃等级。

· 防火外壳，阻燃需要满足5VA

· 与带电体直接接触的非金属材料，阻燃等级不低于V1

🚒 消防设计

消防设计需按照“预防为主，防消结合”的原则。即消防系统应包括火灾检测和预警装置、自动灭火装置两大部分。

火灾检测和预警装置

锂电池储能系统在发生热失控进而发生自燃的过程中，会伴有气体、烟雾及能量的释放，甚至还会有明火燃烧。

火灾检测和预警装置应包含烟感、温感、光感和可燃气体等探测装置。

火灾检测和预警装置可以在电池发生热失控的初期检测到温度、气体浓度等参数的异常变化，进而上传报警信号，并联动自动灭火装置。

自动灭火装置

灭火介质需适配长时储能热失控特性，优化释放速率与布放位置，实现“全域覆盖、快速降温、有效抑燃”，同时需满足灭火系统与泄压通风系统的联动互锁要求。

■ 3.2.6.4 「技术要求」

52

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

防爆设计

通风系统是控制爆燃的风险主动措施，通过一系列的检测，控制和排风的安全联动控制来降低箱体内可燃气体的浓度，避免爆燃危害的发生。通风系统设计主要由以下几点要求：

- a** 可燃气体传感器根据电芯释气特性优化种类、数量、位置，确保及时触发，满足 NFPA 69 对传感器精度及响应时间的要求
- b** 传感器触发浓度阈值严格遵循不超过混合气10% LFL 启动，对于单一组分传感器（如氢气，一氧化碳）考虑其在混合气中的占比，实现早预警、早联动
- c** 进风口位置及箱体内部流场需设计合理，达到最佳的换气效果，避免产生死角导致气体聚集
- d** 进排风风机需要预留足够的排风量来有效降低箱体内可燃气体浓度通过主动排风的系统将箱体内部的可燃气体平均浓度维持在25%LFL限值以下，以防防爆燃及爆炸风险。

泄爆设计

泄爆系统是减缓爆燃风险的被动措施，通过在箱体上布置泄爆板等泄压装置，在爆燃发生时通过定向泄爆的方式将爆燃产生的压力及火焰卸放至外部环境，达到控制爆燃风险的目的，依据 NFPA 855-2026禁止单独作为主要防爆手段 条款，必须与 NFPA 69 主动通风系统配合。泄爆设计主要由以下几点要求：

- a** 泄爆板等泄压装置的开启压力与面积大小需要满足泄爆需求
- b** 泄压出口位置选择及排布需要考虑爆燃发生位置及压力传播路径
- c** 泄压出口需要保证无遮挡，以避免泄爆板无法完全打开，影响泄爆效果
- d** 必要时可使用导流装置或灭炎装置来辅助泄爆
泄爆系统设计需要将箱体内部的受控爆炸压力减缓至箱体设计强度以下，让箱体结构保持完整的同时最大程度减小对周围环境的危害。

大规模火烧

大规模火烧是评估储能集装箱火灾发生、发展及向相邻箱体蔓延的规律，量化火灾规模、热辐射、烟气等危险特性，评估系统及结构在真实火灾下的耐受能力，为储能电站防火设计、安全防护、风险评估及应急处置提供试验依据和数据支撑。大规模火烧主要有以下几点要求：

- a** 采用与实际工程一致的集装箱式电化学储能系统，电池类型、容量、Pack / 模组结构、BMS、箱体结构均应等效或真实，应具备正常电气连接、温控、通风、管路等完整系统状态，能真实反映热失控与火灾特性。
- b** 按储能系统阵列布置：集装箱间距、朝向、相对位置按工程实际或设计更严苛的工况确定，保证火灾蔓延路径真实。
- c** 试验前记录环境温度、湿度、风速、风向等参数，并满足法规的要求。
- d** 触发中间集装箱热失控并形成稳定大规模火灾，试验过程中不主动灭火、不干预燃烧、不移动箱体，观察火灾自然发展与蔓延全过程，持续至明火熄灭、燃烧衰减稳定或达到预设停止条件。
- e** 记录关键位置温度、箱体变形、烧穿、坍塌及火灾是否蔓延至相邻集装箱，全程视频记录与数据采集，保证数据连续、完整、可追溯。

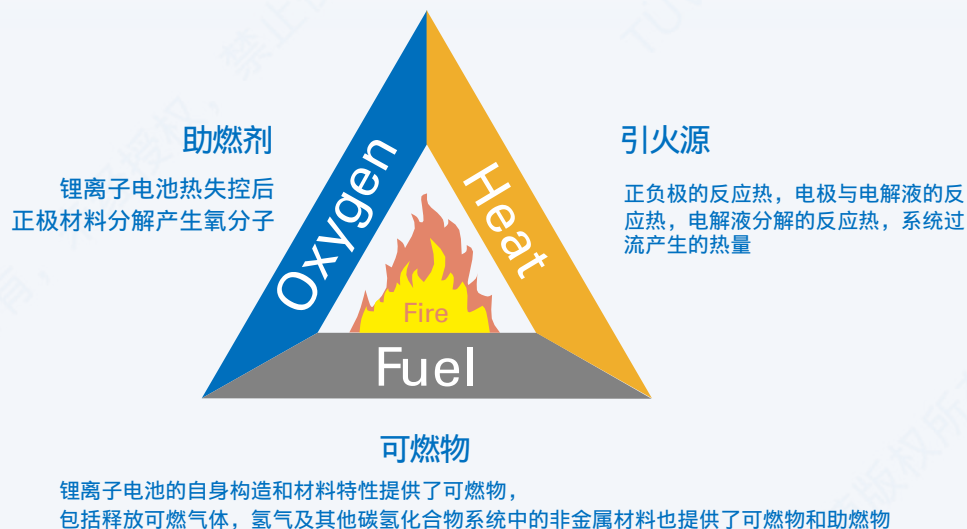
■ 3.2.6.5 「安全风险」

53

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

储能系统火灾特点：

- 1、反应源在电池内部，反应较隐蔽，热失控前期无明火等明显现象
- 2、火焰形状为喷射状，燃烧速度快，温度高，喷射距离远，同时伴有熔融物飞出
- 3、逸出的气体成分复杂且有强烈毒性
- 4、电池内部热量会持续积累，即使明火熄灭，无氧条件下也能产生反应和复燃。
- 5、电芯热失控释放的可燃气体若第一时间没有遇到点火源，会在箱体内部快速累积并达到爆炸浓度，产生爆燃及爆炸风险



电芯

电芯设计或制程中存在缺陷，容易发生热失控

电气设计

电气设计不合理，系统易发生短路、过流等异常现象

功能安全

安全功能不完整，BMS缺少足够的能力将电芯有效控制在安全范围内，EMS缺少统筹协调主回路系统和辅助控制系统的能力。

非金属材料选项

非金属材料选项不当，工作温度、阻燃等级不满足要求，不能起到隔热阻燃等作用

消防设计

消防设计缺失或不充分，在系统产生起火等现象时，不能及时预警或不能提供有效灭火措施，同时外壳或建筑外墙需要具有一定时间的耐火能力。

防爆泄爆设计

可燃性气体在箱体或建筑内累积达到一定浓度无法及时排出，则有极大爆燃或爆炸风险。

3.2.6.6 「市场准入」

市 场

- 

中国


- 

德国


- 

欧盟


- 

北美


- 

日本


- 

韩国


- 

澳大利亚



标准及法规	
	GB4715, GB4716, GB4717, GB50898, CECS386, GB50370, GB 51048, GB/T 36547
	VDE-AR-N 2510-50, DIN EN 54 series, IEC 62933 series, IEC 60079 series
	EN 54-7, EN 54-5, EN54-2 / A1, EN 12094 series, IEC 62933 series, IEC 60079 series
	UL 9540A, UL 9540, UL 268, UL 217, UL 864, NFPA 855, NFPA 1, NFPA750, NFPA2001, NFPA 68, NFPA 69, NFPA 72
	JIS C IEC 60079-29-1, JIS C 4441
	KS C 6207, KS C 805, KS C 650, KS C 1013, KS C IEC 62933-5-2
	AS/NZS 5139, AS ISO 16003, AS 4487, AS 1905.1, AS 4587, AS 7240 series

备注：上述仅为部分市场准入标准。

■ 3.2.6.7 「莱茵洞察」

55

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书



储能安全设计评估

在电芯发生热失控时，储能系统内部是否发生显著着火，火焰是否会蔓延到附近的电池，释放的气体成分，热释放率现象和指标成为评判储能系统燃烧特性及对应消防措施制定的主要依据。

UL 9540A针对储能系统，围绕电芯 — 模组 — 系统 — 电站全链条，对热管理、电气保护、防火隔离、泄爆排烟、早期预警、多级消防、结构与间距、运维与应急等关键环节开展风险识别、失效分析、仿真验证与实测检验，通过本质安全、主动防控、被动防护、应急处置四层防御，系统性判定热失控抑制、故障隔离、风险不蔓延能力，最终形成可量化、可追溯、符合合规与工程安全要求的整体安全。



消防设计必不可少

储能场站需配备多层次、智能化消防设施，配置选型热失控测试结果，灭火介质优先选择高效、环保、适配长时储能特性的类型，同时强化灭火后防复燃措施。



防爆泄爆设计成为必备

当电芯发生热失控时会释放大量可燃气体，并在箱体内快速聚集。当达到一定浓度后有潜在的爆燃或爆炸风险。为了消除或减缓爆炸产生的潜在风险，通风及泄爆系统设计逐渐成为必不可少的配置。

CFD建模仿真作为一种高效，直观以及综合性强的评估方式，可有效验证通风及泄爆设计的有效性，过程中可以发现潜在风险点，也可为产品设计提供指导。

爆燃测试实测通过真实模拟电池热失控、爆燃等极端工况，验证消防系统、防护结构、舱体设计的实际防护效果，为储能系统安全设计、标准制定和工程应用提供可靠依据，从源头降低储能电站投运后发生火灾爆炸的风险，保障人身与财产安全。

扩散与通风实测是在储能系统真实工况或模拟热失控触发条件下，通过布置温度、气体浓度、烟雾、压力等传感器，实时监测电池热失控后可燃气体、烟气及热量在舱体内的产生速率、扩散路径、积聚区域与浓度分布，同步验证通风系统、泄爆口、排烟通道的换气效率、烟气排出能力、压力释放效果，判定是否存在气体局部积聚、爆燃风险及热失控蔓延趋势，验证通风与泄爆设计能否有效抑制热失控扩散、保障储能系统安全边界。



功能安全不容忽视

基于储能系统的高风险性，安全功能的完整性和可靠性是储能系统安全特性的核心。无视功能安全评估，或者仅仅采用文档评估等流于形式的功能安全评估会导致安全功能的缺陷，进而放大储能系统的风险性。因此，必须从开发流程、系统架构、硬件设计、软件设计等方面深入全面评估，同时结合软硬件的故障插入测试，确保产品安全。



大规模火烧测试评估

目前全球储能项目现场安装对大规模火烧测试提出强制要求，需要通过大规模火烧测试来评估火灾对相邻系统及周边环境的影响，进而确定现场安装方式及距离，避免大规模灾害的发生，减少财产损失。

第四章 TÜV莱茵技术解决方案



4.1 一站式技术解决方案

一站式技术解决方案	咨询	培训	审核	检验	检测	认证
 储能系统	价值链可持续能源解决方案	标准培训	流程审核	生产监造	电气安全	国际认证
 能源管理系统	绿色能源管理解决方案		体系审核	出货检验	电池安全	欧盟认证
 电源转换装置	保险金融技术解决方案	操作培训	质量控制	安装检验	电磁兼容	北美认证
 电池系统	废旧电池处理及回收体系服务	人员培训	工厂审核	运行检验	运输安全	澳洲认证
 电池管理系统	电池梯次利用性能及可用性评估		尽职调查	工厂验收	功能安全	日本认证
 电芯	资源化利用效率与材料回收目标	人员资格认证	供应链审核	现场验收	信息安全	韩国认证
			供应商评估	建模比对	网络安全	中国标志认证
			风险评估	消防评估	并网接入	CB互认体系
			失效分析	电池可再生料成份验证	无线测试	全球市场准入
			电池数据与信息核查		基准测试	产品市场列名
			生命周期碳足迹		性能测试	电池指令符合
					研发测试	
					循环测试	
					寿命测试	
					渗透测试	
					可靠性测试	
					热失控测试	
					热蔓延评估	
					样本验证测试	
					大规模火烧测试	
					防爆设计评估	

4.2 全球化服务体系与网络

58

德国莱茵TÜV
2026年储能白皮书

我们的十大测试中心分别位于德国科隆、德国亚琛、意大利米兰、中国上海、中国深圳、中国台湾、美国普莱森顿、美国波士顿、日本横滨和印度班加罗尔，具备完善的认证能力，拥有最先进的设备和资深工程师团队。作为储能行业公认的第三方测试认证领军品牌，可以快速响应当地制造商、零售商和投资者的需求，竭力帮助您克服挑战。多元化的技术能力和服务组合使我们成为您值得信赖的合作伙伴。我们为您建言献策，致力于提供最全面的支持，助您在全球各地市场取得成功。

300+ 专家

10+ 年从业经验

500 个地点

No.1 的储能产品测试与认证机构



第五章 品质坚守 安全为本“质胜之道”



5.1 纵贯产业 横拓全球：中国新能源龙头的全球化进阶之路

新能源行业波澜壮阔、风起云涌，孕育了众多具有国际视野的本土企业，历经十多年的成长与发展，如今早已成为行业龙头。在瞬息万变的市场环境中，他们布局长远，谋求发展，演绎着新能源行业的“合纵连横”画卷。

他们贯通产业链上下游，或发挥优势攻克上游各环节中的核心技术以赢得安全，或顺应行业利润流路线布局中下游以塑造品牌，抑或紧跟政策趋势于新能源发电-储能-充电桩-智能电网的循环中把握先机，此乃“合纵”；他们由点及面，在单元业务的地域纵深中，充分发挥品牌、技术、渠道等优势并将其转化为胜势，全面覆盖市场创造利润和价值，此乃“连横”。

自2008年颁发了全球首张光伏逆变器证书之后，TÜV莱茵为国内某行业龙头的“纵横之路”铺垫相随：从“光”到“储”、从“储”到“充”、从“充”到“氢”，不断创新，一路助力。2018年，TÜV莱茵为其颁发了国内首张北美UL 9540储能系统认证，自此开始见证了其参与的全球储能系统被广泛应用于美国、英国、加拿大、德国、日本、澳大利亚、印度等国家，并以全球储能市场准入服务从始至终提供一站式服务保障。

深耕新能源领域，行业龙头们勇于创新、跨界求变，既能在扎根国内市场稳如磐石，也能走向国际市场“乘风破浪”，以扎实的技术实力与全球化运营能力，在国际市场上行稳致远，共同构建开放、协同、高效的全球新能源产业新格局。



备注：以上图片由AI辅助生成

5.2 从北美到全球：全域协同，全球布局之路

全球能源转型持续深化，世界能源格局正加速迈向清洁化、智能化与高效化。在此背景下，某北美头部储能制造企业依托百年工业积淀与前瞻布局，深耕储能领域，凭借持续技术创新与成熟市场运营，已成为全球储能行业标杆。

企业坚持全产业链协同战略，打通储能上下游核心环节，聚焦软件算法、系统集成、安全控制等关键技术持续攻关，不断升级数字能源管理平台与高性能模块化储能系统，并搭建覆盖项目咨询、安装调试、运营维护至回收利用的全生命周期服务体系，深度融入新能源发电、储能、智能电网协同生态，夯实全球化发展的技术与服务基础。

在企业全球化发展路上，TÜV 莱茵作为长期战略伙伴全程相伴。依托全球化服务网络、行业领先的专业测试资源与深厚技术底蕴，TÜV 莱茵为其提供一站式全球市场准入、安全认证与技术评估服务。为企业颁发储能相关认证以来，持续助力其储能系统成功落地美国、英国、加拿大、德国、日本、澳大利亚、印度等多国市场，以全流程、跨区域的专业能力，为企业筑牢合规保障、护航全球化征程，助力其持续领跑全球储能市场。



5.3 从国内到海外：见证国内新能源企业走向全球之路

近年来，国内企业出海进程持续提速，中国企业逐步在全球市场中占据主导地位，成为全球化浪潮的引领者。与此同时，全球应用场景细分趋势不断加剧，工业制造、数据中心、物流园区、商业综合体及大型电站等不同场景的电力需求差异化特征愈发凸显。

在此行业背景下，国内某ICT领域龙头企业依托自身深厚的技术积淀与研发实力，精准捕捉欧洲、中东等地区突出的电力供需缺口，针对性研发推出高度集成化的光储融合工商业一体机，强势布局海外储能市场。TÜV莱茵始终将产品安全作为核心导向，秉持极致严苛的安全标准推进产品合规验证工作。该款光储产品先后斩获TÜV莱茵2PfG 2988安全评估标准最高等级认证，同时顺利通过参照UL 9540A标准开展的安装级别大规模火烧测试，且全程由TÜV莱茵现场见证，全方位筑牢产品安全防线。

除此之外，为最大限度挖掘用户经济效益，产品凭借行业领先的精准SOC预测能力，成功拿下TÜV莱茵2PfG 3165 SOC预测评估标准最高等级认证，切实为海外终端用户创造核心经济价值，实现产品安全性与实用性的双重突破。

该企业凭借“中国智造”硬核技术实力与一站式储能解决方案服务能力，与TÜV莱茵展开深度协同合作，携手推动全球储能行业安全规范迭代升级，树立了中国储能企业高质量出海的行业标杆，成为国内储能技术输出、标准共建的典型范例。



备注：以上图片由AI辅助生成

5.4 大容量电芯兆瓦级储能系统火烧，攻略北美储能市场

长久以来，储能领域与新能源汽车领域相互依存、齐头并进，多家世界级领军企业从中脱颖而出。但与此同时，储能安全问题始终如影随形、如鲠在喉。特别是对于兆瓦级储能企业来说，大容量储能项目“牵一发而动全身”的特点和验证的高难度，困扰并阻碍着企业的快速发展。

TÜV莱茵受业内位于北美的世界级储能制造商委托，对其大容量电芯兆瓦级储能系统完成了多次大规模火烧测试，为还原真实电站场景并进一步提升实验强度，按照完整的1:1实际站点布局开展测试，同时设置多项远高于行业标准的极端条件。整个实验过程中，起火触发舱始终保持结构完整，无任何塌陷；相邻舱体未发生热蔓延，内部电芯无任何异常，系统级隔热设计与安全防护全部达到预期要求。此次实验的顺利完成，不仅验证了产品在极端条件下的安全韧性，也再次体现了该企业坚持以最严苛标准打磨产品、以系统级安全推动行业发展的决心。该企业不仅在实验室验证中表现卓越，更在真实项目落地与运行中展现成熟可靠的技术与交付能力。

同时此次实验的成功也标志着其产品满足了最新版NFPA 855的规范，以及北美当地建筑消防监管部门、业主、金融保险机构等的认可，将极大地帮助企业进一步扩大市场优势。



备注：以上图片由AI辅助生成

5.5 智领未来：权威认证赋能光储充一体化新征程

在光储充一体化赛道加速迭代的当下，单纯的硬件集成早已无法满足市场对高效、智能、多元的能源需求，技术突破成为核心竞争力，而权威认证则是产品叩开全球市场大门、赢得市场认可的关键基石。作为行业黑马，该企业凭借前瞻布局与技术创新迅速崛起，以光储充一体化为核心方向，立志打造更集成、更智能、更安全的新一代储能产品。不仅斩获多项国内外行业大奖，更顺利进入欧美、澳新等高端储能市场，经认证的高可靠性能为当地用户提供了不间断电力供应，用实际成效印证了认证的价值。

从产品核心性能的测试验证，到全球市场准入的认证赋能，TÜV莱茵全程护航该企业的全球化征程，以专业、权威的认证服务，解决光储充一体化的认证难题，为其产品技术创新保驾护航，助力其破解新产品的出口密码。如今，该企业光储充一体机销量实现爆发式增长，海外市场布局持续拓展，成为全球分布式储能赛道的核心标杆。双方认证的合作，也成为技术创新与权威认证相辅相成的典范，充分彰显了权威认证在推动能源产业升级、助力企业全球化发展中的核心作用，为光储充一体化行业的高质量发展注入强劲动力。



第六章 “质胜中国 以质取胜”



躬行质道 光耀未来
Dedicating on Quality Shining the Future



质胜中国

Solar & ESS Summit 2026



TÜVRheinland®

Precisely Right.

“质胜中国”

1872

百年基业

诞生于工业革命浪潮

1982

光引未来

建立光伏实验室 支撑光伏产业发展

2014

质胜中国

创新驱动 以质取胜 引领全球



推动光储行业高质量全球化可持续发展

躬行质道 光耀未来

Dedicating on Quality Shining the Future



质胜中国

Solar & ESS Summit 2026



TÜVRheinland®

Precisely Right.

“质胜中国”光储盛典

1 个主题
质胜中国

2 大板块
意见领袖 颁奖典礼

3 个维度
创新 品质 品牌

4 大亮点
质胜奖 创新奖 功勋奖 白皮书



躬行质道 光耀未来
Dedicating on Quality Shining the Future

2015 常州

2016 嘉兴

2017 无锡

2018 无锡

2019 苏州

2020 苏州

2021 杭州

2022 合肥

2023 杭州

2024 上海

2025 常州

“质胜中国” 光储盛典历年回顾



躬行质道 光耀未来
Dedicating on Quality Shining the Future

TÜV莱茵“质胜中国”技术白皮书





质胜中国

Solar & ESS Summit 2026



TÜVRheinland®

Precisely Right.

第十一届“质胜中国优胜奖”获奖品牌



电站及供应链



光储充产品



光伏产品





质胜中国

Solar & ESS Summit 2026



TÜVRheinland®

Precisely Right.

第十一届“质胜中国”质臻品质优胜奖



质臻品质产品
TÜV Rheinland
Ultra Quality Product

Ultra Quality

Premium Quality

Advanced Quality

Quality Plus

Basic Quality

LONGi



首页 | 往期回顾 | 光伏业务 | 关于我们 | 2025盛典 | English



躬行质道 光耀未来
Dedicating on Quality Shining the Future

点击链接了解更多内容

www.tuvaward.com

为安全而莱，茵品质而生

Here for safety. Born for quality.

德国莱茵TÜV大中华区

TÜV Rheinland Greater China

联系人：梁英

电话：+86 21 6081 4532

gc-marketing-intelligence@tuv.com

www.tuv.com

LEGAL DISCLAIMER

This document remains the property of TÜV Rheinland. It is supplied in confidence solely for information purposes for the recipient. Neither this document nor any information or data contained therein may be used for any other purposes, or duplicated or disclosed in whole or in part, to any third party, without the prior written authorization by TÜV Rheinland. This document is not complete without a verbal explanation (presentation) of the content.

TÜV Rheinland AG