

德国莱茵TÜV 2021年储能白皮书



版权声明

本报告版权为德国莱茵 TÜV 与中关村储能产业技术联盟共同所有，由德国莱茵 TÜV 及中关村储能产业技术联盟负责发送和提供相关咨询服务。

德国莱茵 TÜV 与中关村储能产业技术联盟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 与中关村储能产业技术联盟书面允许，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 与中关村储能产业技术联盟的著作权，德国莱茵 TÜV 或中关村储能产业技术联盟均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 及中关村储能产业技术联盟共同所有。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
中关村储能产业技术联盟

前言



俞振华

中关村储能产业技术联盟常务
副理事长

2020 年注定会被镌刻在史书上，它是一个时代的结束，也是一个时代的开启。2020 年，在中日韩之外，美国、澳大利亚、德国、英国也掀起了一轮发展高潮，美国能源部（DOE）发布了”储能大挑战路线图”，欧盟委员会发布了”2030 电池创新路线图”，均系统提出了未来储能发展的战略目标。

2020 年，全球新增投运电化学储能项目规模达 4.7GW，规划、在建项目规模超过 36GW，绝大多数都是应用在风光发电侧的项目。中国储能行业终于突破了过去七年反复提及的 1500元/kWh 系统成本的关键拐点，新增投运电化学储能项目的规模呈现了爆发式增长，达到 1.56GW，首次突破 GW 大关。2020 年是“风光+储能”平价的关键时间节点，为未来全面取代化石能源夯实了基础，未来 30 年的能源结构调整的主线已经确定下来，储能产业前景毋庸置疑。

2021 年，伴随拜登入主白宫，美国重返“巴黎协定”，碳中和成为时下最重要的课题，各国政府陆续推出的碳中和目标也将成为推动储能产业发展的重要力量。2020 年中国国家能源局的一个一体化政策——风光水火储一体化和源网荷储一体化——对储能产业发展影响重大，多能互补大基地成为电站开发趋势。

中关村储能产业技术联盟受德国莱茵 TÜV 邀请联合撰写《2021年储能白皮书》，希望透过白皮书，帮助行业从业者能更深层次的认识和了解储能现状以及未来的发展趋势。储能的安全性和可靠性一直备受外界质疑，是产业面临的瓶颈之一，也让所有相关方认识到安全的重要性。白皮书将重点突出储能技术要求及安全风险，在安全前提下，最大化实现储能多重应用的商业价值。另外，白皮书中风险案例评估及行业中里程碑式的成功案例也将为业内外人士提供借鉴意义。德国莱茵 TÜV 及中关村储能产业技术联盟持续关注国内国际上关于储能安全标准的研究进展，助力产业内同仁走向国际化，专业化，迈向高质量发展时代。

时来天地皆同力。2021 年，无论如何，储能产业的风还是起来了。这个风来自于风光储，来自于电改，来自于全球能源格局的变化，来自于全球政治格局的变化。无论风起于何方，作为风口下的储能从业者，当乘“光储风”，破“电改”浪，聚势前行。

前言



李卫春

TÜV 莱茵

全球电力电子产品服务副总裁

兼大中华区太阳能与商业产品服务总经理

可再生能源的蓬勃发展为我们实现 3060 双碳目标提供了可能，进一步推动可再生能源从替代能源成为主体能源离不开储能，储能是促进能源转型的关键技术，电化学储能技术已成为主流储能技术。储能产业进入了发展快车道，各国和地区为了支持储能发展纷纷出台了储能激励政策和补贴措施，可再生能源跨越式发展和高比例友好接入电力系统给储能快速发展带来了前所未有的机遇，但储能的大规模商业化应用、储能技术优化配置、储能度电成本下降、储能安全保障、储能电池回收和储能标准体系建设等等还存在着很多不确定性。如何促进储能产业健康可持续发展值得我们深入研究和仔细思考。

TÜV 莱茵始终深耕可再生能源领域，光伏 40 年风电 30 年储能 10 年，继 2018 年 TÜV 莱茵与中关村储能产业技术联盟 CNESA 共同发布储能白皮书 1.0 版本，如今双方再次携手发布储能白皮书 2.0 版本，聚焦当下储能行业发展现状、未来格局和面临挑战，为储能行业提供及时完整的产业全貌信息，为储能安全答疑解惑提供工具手册，为推动储能产业健康发展贡献绵薄之力。

储能白皮书 2.0 版本涵盖八个章节，包含全球储能行业概况、储能行业发展趋势、储能行业市场调研、储能应用技术挑战和安全风险、TÜV 莱茵储能技术解决方案、储能产业经典案例分享等等内容。储能白皮书 2.0 版本重点介绍了现阶段储能应用技术挑战与安全风险，着重分析了眼下储能行业的市场格局、发展趋势、行业调查、安全风险和市场准入，帮助储能企业能够明确市场定位、辨析应用场景、优化系统设计、突破市场壁垒、规避安全风险。储能白皮书 2.0 版本一如既往地希望帮助储能行业正确面对困难和挑战，准确把握发展新机遇，共同有效促进储能产业高质量发展。

十四五规划和双碳战略明确提出发展储能产业，发展可再生能源为战略新兴产业，推进能源转型，建设新型电力系统，完善能源产供储销体系。储能将在这一战略规划中扮演至关重要的角色，如今储能技术及应用价值已经被广泛认可，但储能技术还有待突破，储能应用还有待开拓，储能安全还有待保障。发展储能是长久之计也是当务之急，发展储能大规模应用的同时保障储能安全，确保储能价值、价格和收益同时显现，倡导储能健康有序蓬勃发展，为推动和加速零碳未来发挥积极的作用。



第一章 全球储能行业概况	05
1.1 全球储能系统市场规模	06
1.2 全球主要储能市场分布	07
第二章 中国储能行业概况	09
2.1 中国储能市场规模	10
2.2 2020年中国储能市场发展特点	11
2.3 中国电化学储能市场发展预测	12
第三章 储能行业市场调研	13
第四章 储能应用的技术挑战与安全风险	20
4.1 储能应用场景及商业价值	21
4.2 储能安全风险及技术要求	22
4.2.1 储能系统架构	22
4.2.2 电芯 BC	24
4.2.3 电池系统 BS	31
4.2.4 电源转换装置 PCE	39
4.2.5 储能系统 ESS	47
4.2.6 消防及灭火系统	55

4.3 前车之鉴-应用挑战	62
---------------	----

第五章 TÜV莱茵技术解决方案	65
------------------------	-----------

5.1 一站式技术解决方案	66
5.2 全球化服务体系与网络	67

第六章 品质坚守 安全为本 “质胜之道”	68
-----------------------------	-----------

6.1 “一测定乾坤” 突破兆瓦级储能安全 瓶颈，攻略北美储能市场	69
6.2 “纵横新能源” 合纵新能源产业链，连横储能 全球市场	70
6.3 “心无旁骛” 押宝户用储能高端市场	71
6.4 “卧薪尝胆” 行业先锋，潜心耕耘	72
6.5 “十年磨剑” 坚守品质，成就卓越	73
6.6 “生于忧患” 产业升级阵痛期	74

第七章 “质胜中国 以质取胜”	75
------------------------	-----------

第八章 储能行业领袖高瞻	78
---------------------	-----------

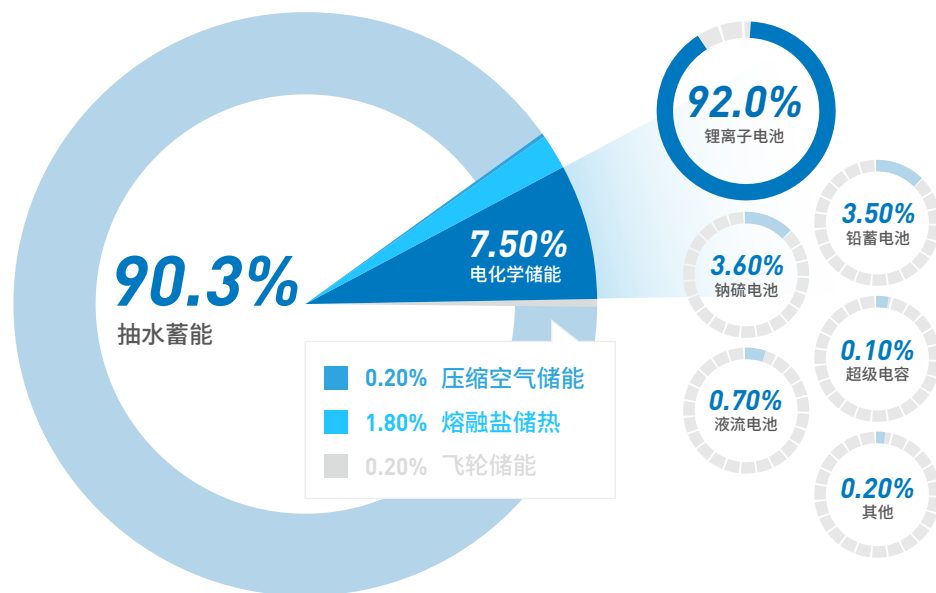
第一章 全球储能行业概况



1.1 全球储能系统市场规模

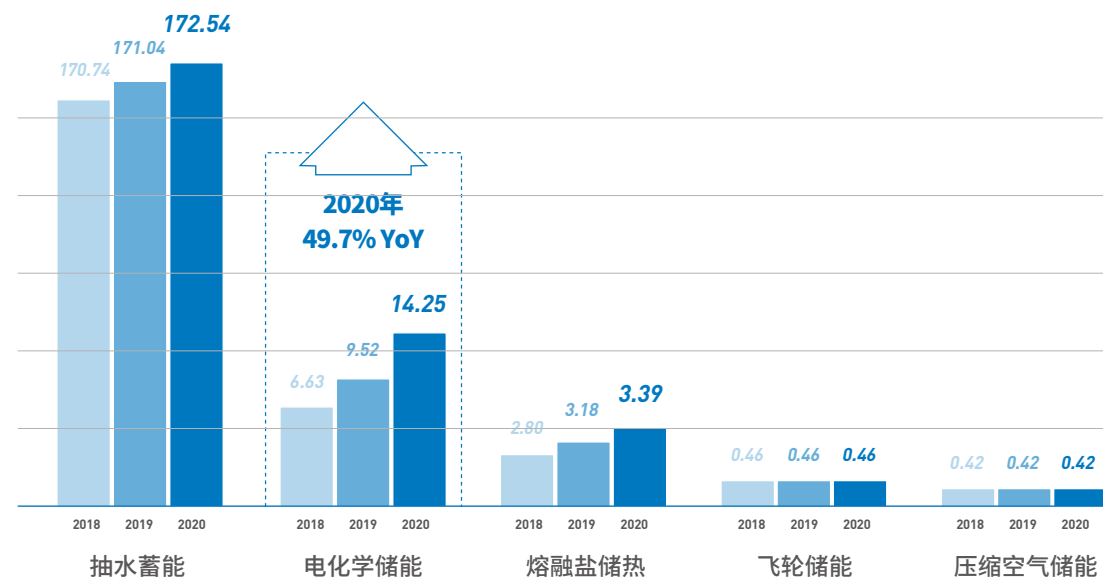
截至2020年底，全球已投运储能项目累计装机规模191.1GW，同比增长5.2%。其中，抽水蓄能的累计装机规模最大，为172.5GW，同比增长0.9%；电化学储能的累计装机规模紧随其后，为14.2GW；在各类电化学储能技术中，锂离子电池的累计装机规模最大，为13.1GW，电化学储能和锂离子电池的累计规模均首次突破10GW大关。

全球储能市场累计装机规模占比



资料来源：中国能源研究会储能专委会及中关村储能产业技术联盟（CNESA）

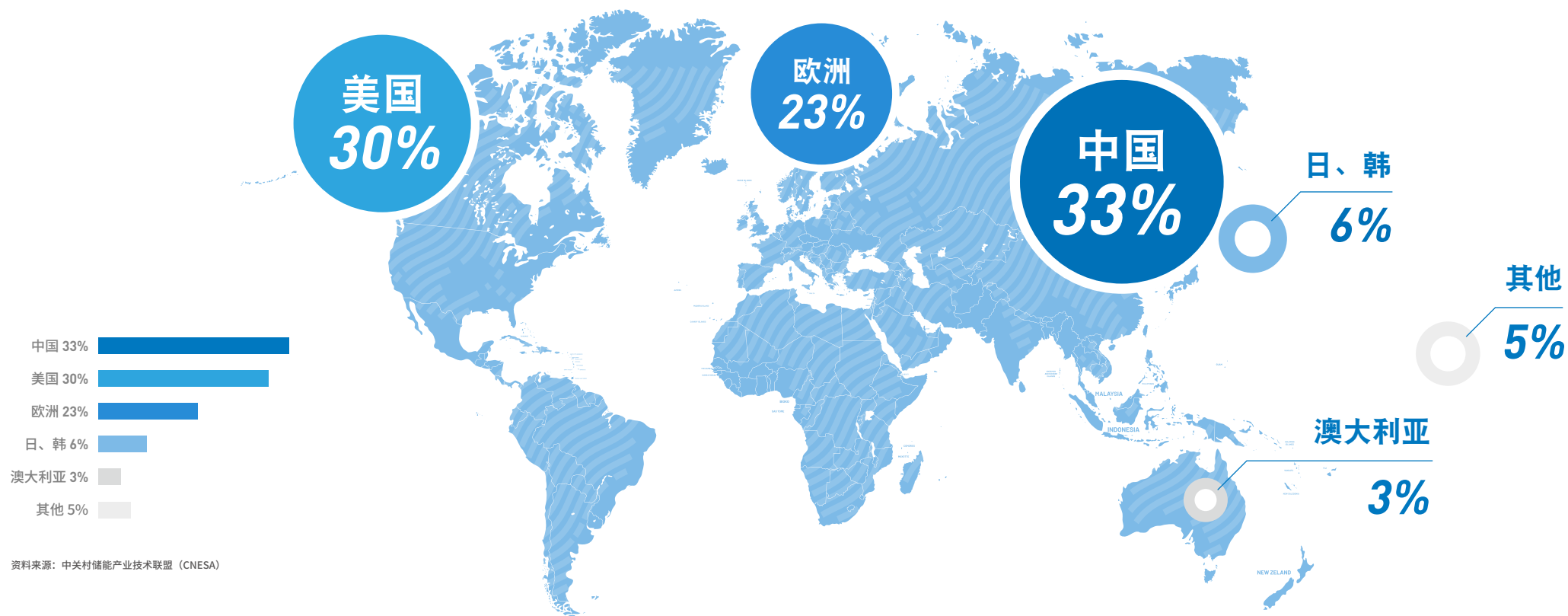
全球储能市场累计装机规模（单位：GW）



1.2 全球主要储能市场分布

2020年，新冠疫情席卷全球，储能行业虽也遭受严重影响，但经历上半年的低迷之后，市场逐渐回暖，装机规模逆势而涨，再次刷新单年新增投运规模记录，达到4.7GW，超过2019年新增投运规模的1.6倍。中国、美国和欧洲主导了2020年全球储能市场的规模化发展，新增投运规模均突破GW大关。

2020年全球新增投运电化学储能项目的地区分布（MW%）



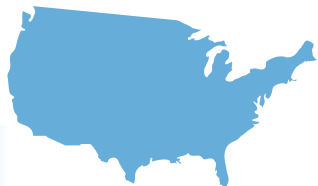
1.2 全球主要储能市场分布-主要市场表现

中国



中国新增投运项目中，储能在新能源发电侧中的装机规模最大，超过580MW，同比增长438%，地方相继出台的鼓励或强制配置储能的政策推动了该领域储能规模的快速增长。而“碳中和”、“碳达峰”目标的设立，使得可再生能源+储能的应用模式有望成为未来的推广和发展。

美国



美国在2020年实现了电网侧储能新增投运规模的突破，与2019年相比翻一番。新增装机容量主要来自加州，LS Power在该地区完成了美国乃至全球最大的电池储能项目，规模为250MW/250MWh，此外，该州还有类似几个大型项目正在加速完成中。

欧洲



欧洲英国和德国分别在电网侧和家用储能方面取得突破，英国迈出了“重大、积极又适时”的一步，取消电池储能项目容量限制，允许在英格兰和威尔士分别部署规模在50MW和350MW以上的储能项目。这项举措正式打开英国大型储能项目建设的序幕。德国已安装了30多万套家用电池储能系统，新冠疫情推动了人们对于能源弹性、安全性和实现能源独立的兴趣有所增加。

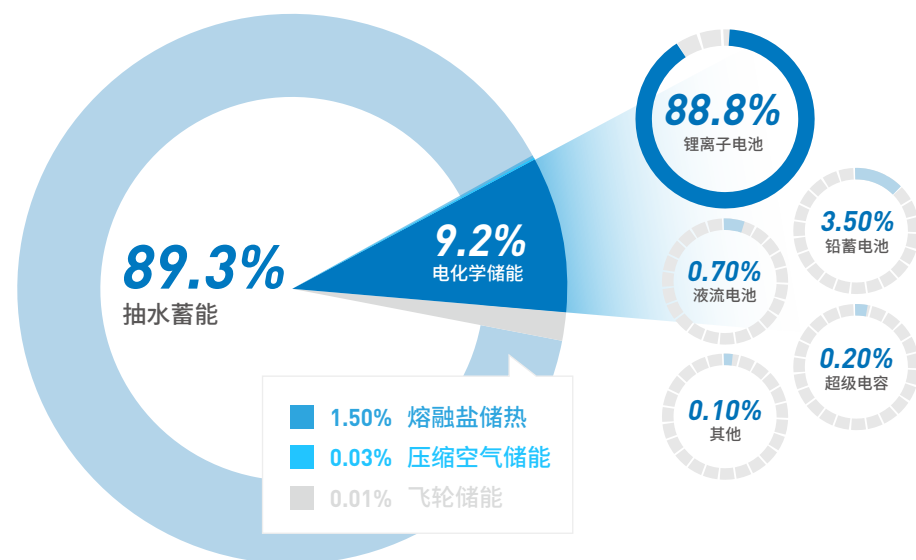
第二章 中国储能行业概况



2.1 中国储能市场规模

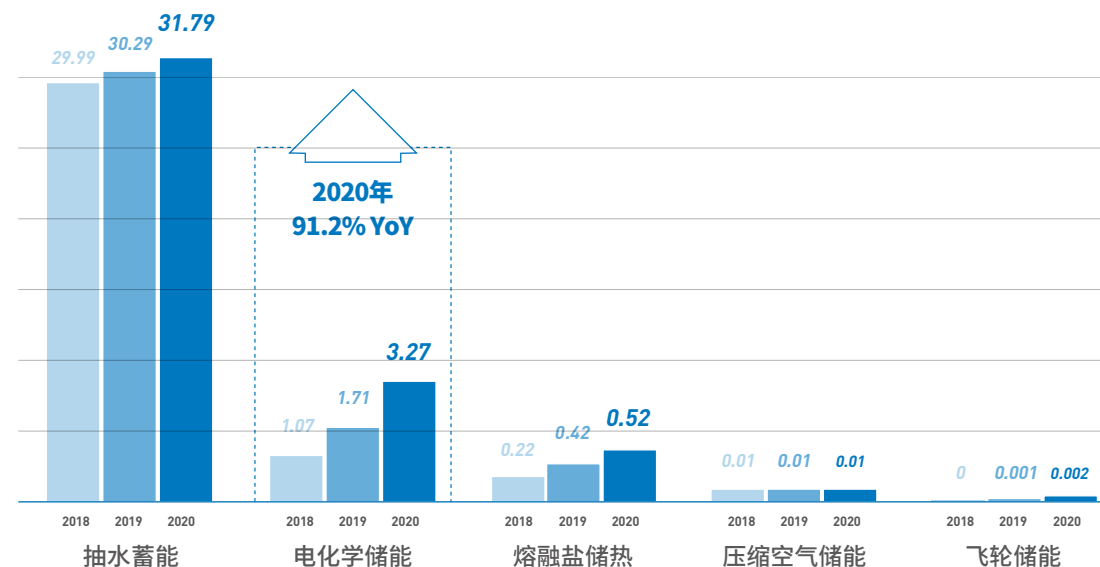
根据CNESA全球储能项目库的不完全统计，截至2020年底，中国已投运储能项目累计装机规模35.6GW，占全球市场总规模的18.6%，同比增长9.8%，涨幅比2019年同期增长6.2个百分点。其中，抽水蓄能的累计装机规模最大，为31.79GW，同比增长4.9%；电化学储能的累计装机规模位列第二，为3.27GW，同比增长91.2%；在各类电化学储能技术中，锂离子电池的累计装机规模最大，为2.9GW。

中国储能市场累计装机规模（2000-2020）



数据来源：CNESA全球储能项目库

中国储能市场累计装机规模（单位：GW）



2.2 2020年中国储能市场发展特点

2020年，国内储能产业的发展虽然受到新冠疫情的影响，但基于产业内生动力、外部政策以及碳中和目标等利好因素多重驱动，储能装机逆势大幅增长，如期步入规模化高速发展的快车道。然而，繁荣下的隐忧也随即出现，市场所呈现的“规模化”下隐藏着行业发展的痛点问题，这需要政策和市场予以正面对待。当前，市场对于储能产业和技术应用层面存在的问题逐步清晰，但却缺少责任机制予以认真对待，产业化发展的根基并不牢靠。有必要在十四五发展新阶段提升储能产业发展的战略地位，行业监管能力的提升势必要与产业发展的迫切诉求相匹配，这才是推动产业健康持续发展的关键。

纵观2020年全年，
中国储能产业的发展
呈现出六个特点：

2020

01

国家和地方政策调高储能产业化发展基调

02

储能融合发展趋势显现

03

储能商业化应用期盼市场长效机制

04

创新商业模式崭露头角

05

储能技术不断突破，成本持续下降

06

新势力异军突起，各方加码进军储能产业

2.3 中国电化学储能市场发展预测

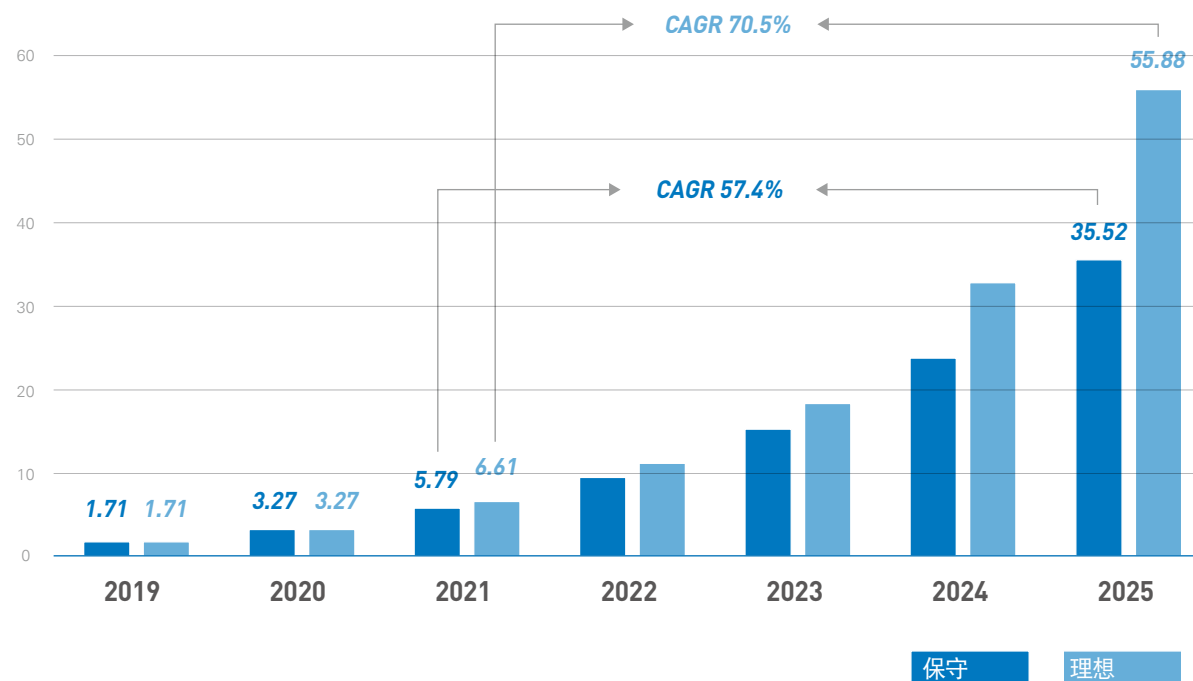
保守场景

2021年，电化学储能市场继续保持快速发展，累计装机规模达到5.79GW。“十四五”期间，是储能探索和实现市场的“刚需”应用、系统产品化和获取稳定商业利益的重要时期，根据预测数据，电化学储能累计规模2021-2025年复合增长率（CAGR）为57.4%，市场将呈现稳步、快速增长的趋势。

理想场景

“碳达峰”和“碳中和”目标对可再生能源和储能行业都是巨大利好，在较理想的市场发展前提下，2021年市场累计规模将达6.61GW，再创新高。随着新能源为主体的新型电力系统的建设，储能的规模化应用迫在眉睫，如果未来两年能有稳定的盈利模式保驾护航，“十四五”后期，即2024年和2025年将再形成一轮高增长，累计规模分别达到32.7GW和55.9GW，以配合风、光在2025年的装机目标。

中国电化学储能累计投运规模预测（2021-2025）（单位：GW）



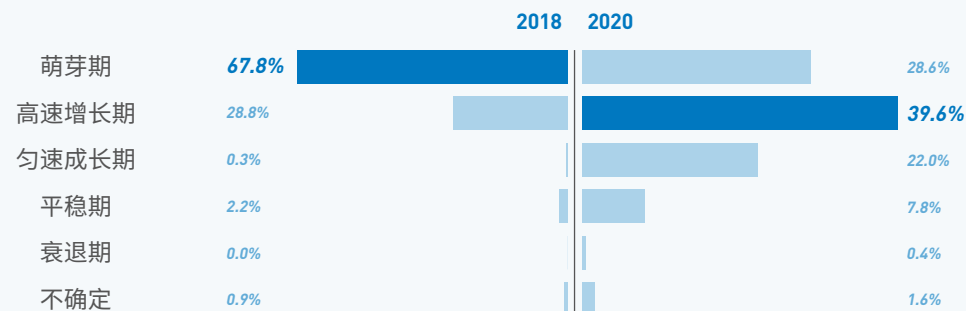
第三章 储能行业市场调研



3.1 储能应用现状

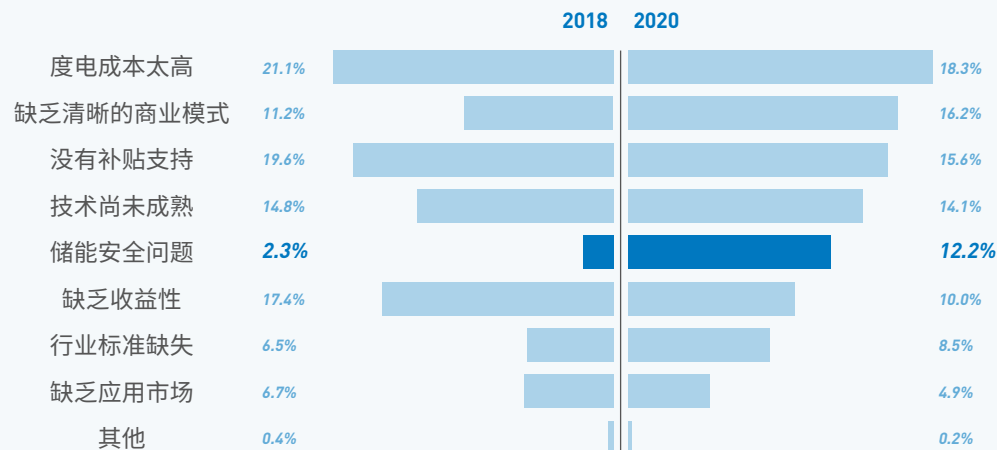
储能应用从萌芽期明显进入高速增长期，但是度电成本过高，技术迭代，清晰的商业模式仍是行业内人士认为迫在眉睫需要解决的问题。

2018年，超过60%的受访者认为储能应用还处于萌芽期。短短三年，2020年调研数据显示，40%的受访者认为储能应用正在经历高速成长阶段。



然而阻碍储能进一步发展最重要因素并没有随着时间的变化而改变，度电成本太高依然是行业内认为储能发展遇到的瓶颈之一。合适的商业模式及国家的补贴支持也直接决定了储能是否有进一步的发展空间。

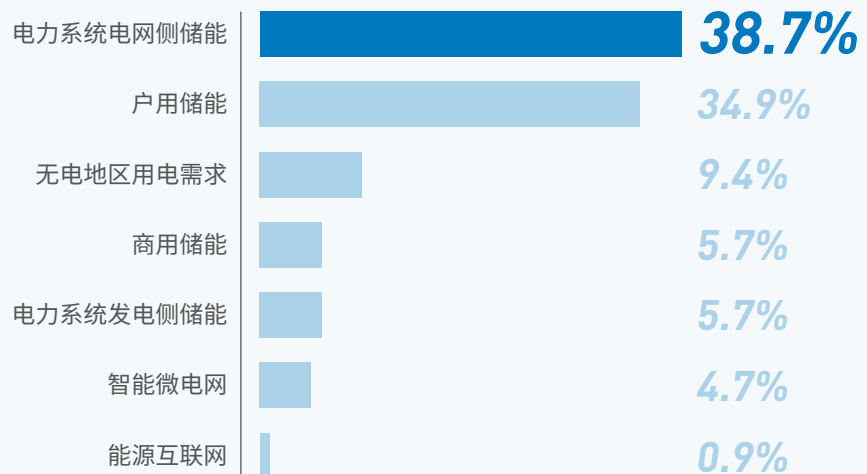
另外，值得注意的是储能的安全问题相较于2018年引起了更多行业内人士更高的关注和思考。



3.2 储能应用场景

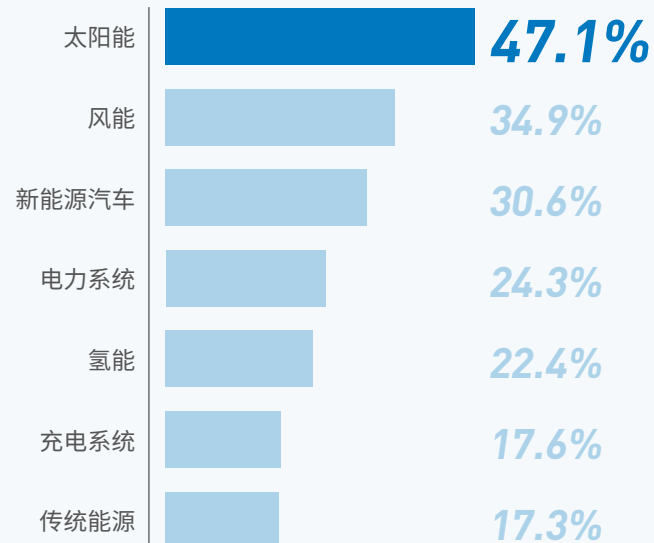
短期内，除政策支持外，需求的增长也是推动储能行业发展的重要因素。

结合推动储能发展的举措短期来看，电力系统电网侧储能被39%的受访者看好最有可能呈现快速增长的趋势。35%受访者认为户用储能需求或将迎来新的发展机遇。



未来三年，储能行业与太阳能，风能和新能源汽车领域是密不可分的。

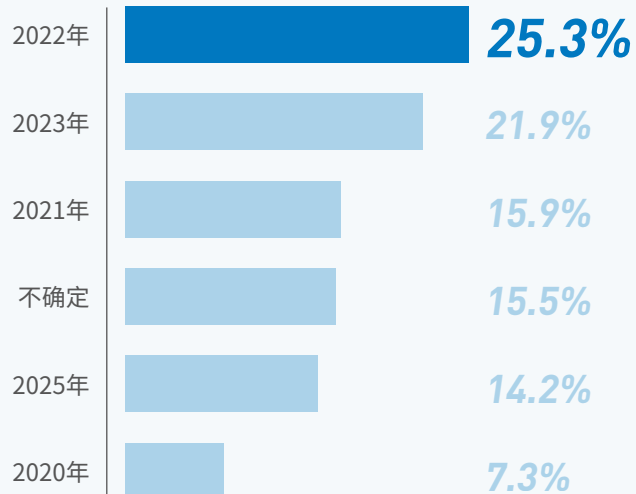
在未来3年能源格局中，最有可能与储能紧密相结合的三大领域为太阳能，风能及新能源汽车，有望为储能行业发展带来了巨大的机遇。



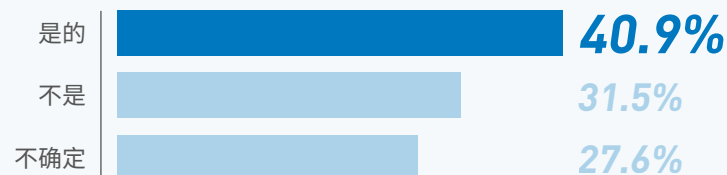
3.3 储能应用发展趋势

为实现储能大规模商业化应用，“价格”是关键因素。普遍受访者认为2022-2023年将进入储能电池价格低于人民币0.5元/Wh时代。

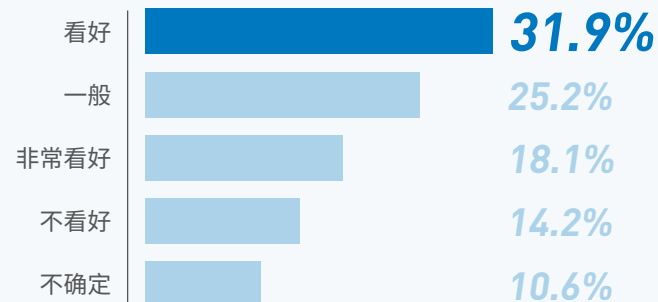
根据2018年调研数据，近一半受访的业内人士预测，储能电池会在2020年进入人民币1元/Wh时代。然而，价格的下行速度远超预期。2020年的调研数据，47%受访者认为储能电池价格将在2022-2023年实现人民币0.5元/Wh以下。



41%受访者认同高循环高寿命的储能电池能更快的推动储能应用快速发展。



50%的受访者对电池梯次利用应用于储能抱有乐观态度。



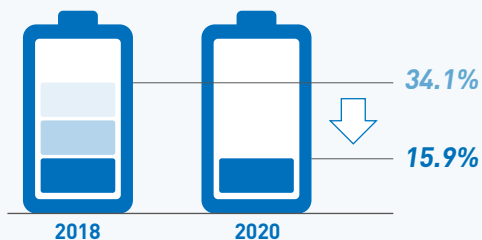
3.4 储能技术发展趋势

磷酸铁锂电池被认为是未来储能的主要技术路线，而且行业人士持续看好正极材料技术将在3年内有明显技术突破。

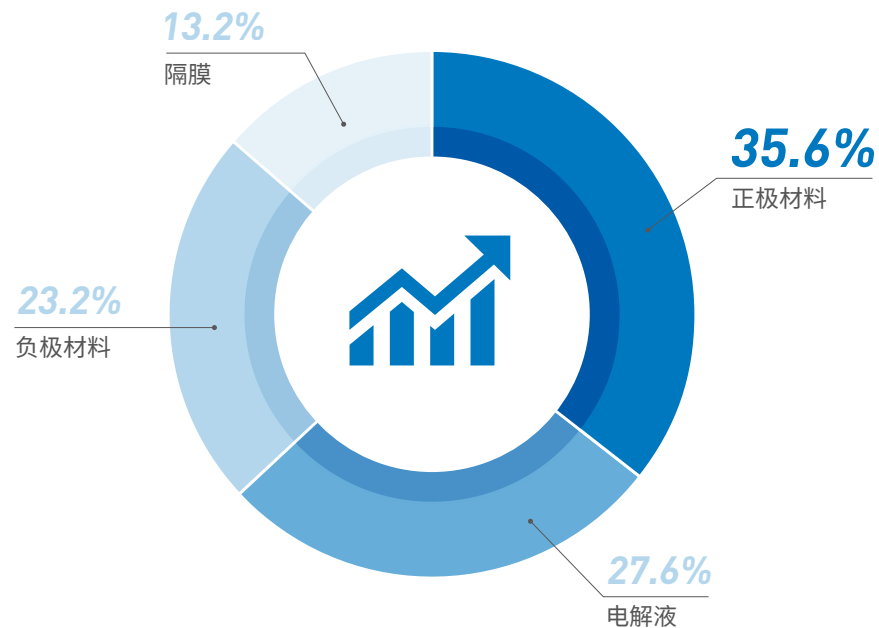
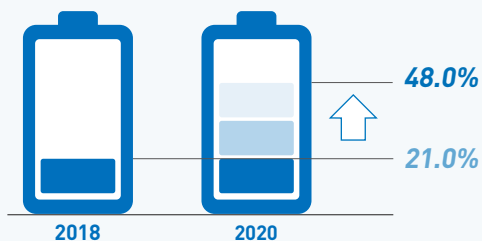
相较于2018年调研数据显示，储能电池技术路线看法发生明显变化，受访者相比3年前的三元锂电池，更看好安全的磷酸铁锂电池作为引领储能未来的主流技术路线。

关键材料方面，正极材料仍有希望在3年内有技术上的突破。正极材料占电池成本的40%，其质量也直接影响着锂离子电池的性能。一旦正极材料实现技术上的突破，高性能锂离子电池发展有望得到质的飞跃。

三元锂电池



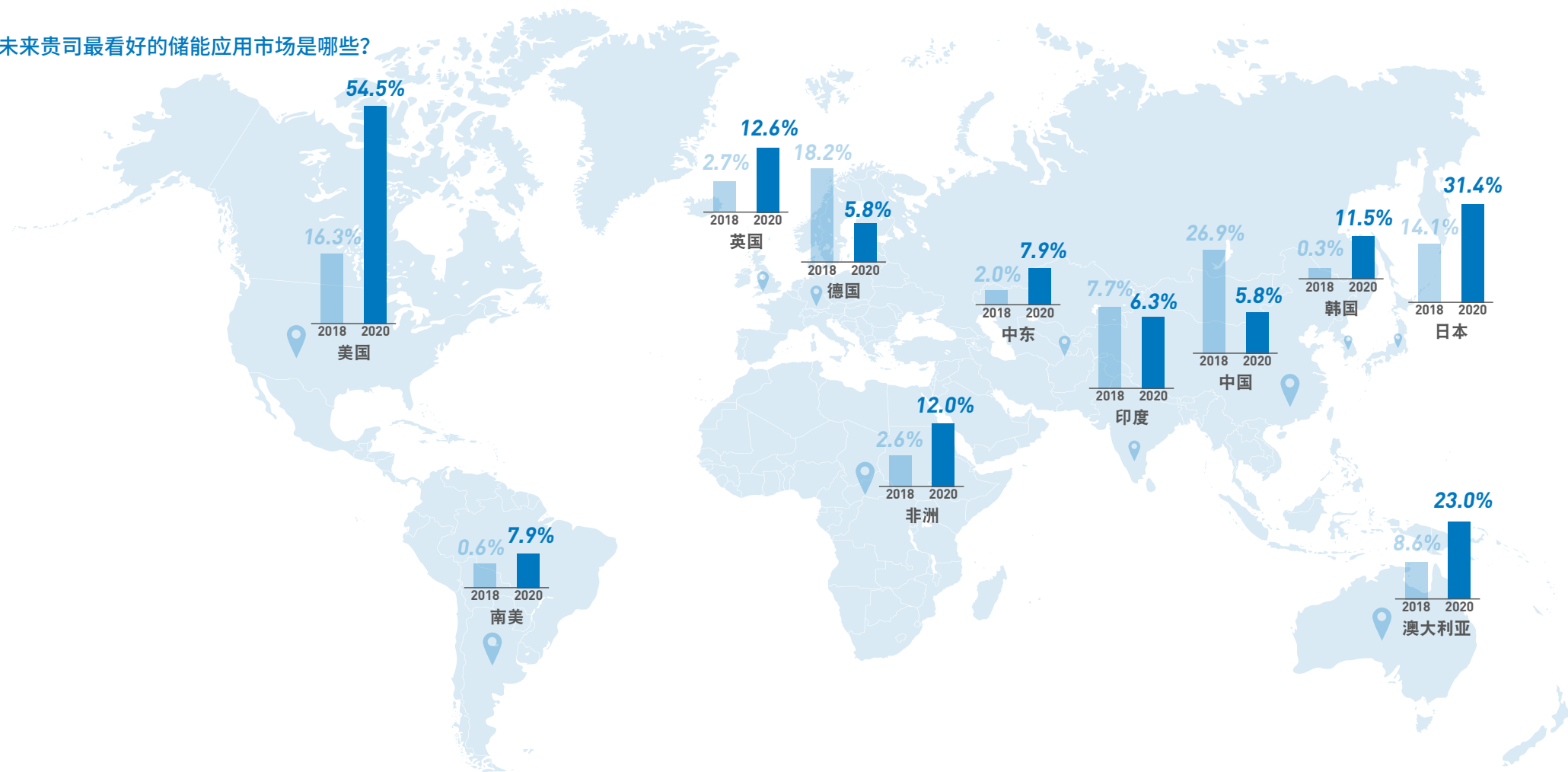
磷酸铁锂电池



3.5 储能应用市场

美国，日本和澳大利亚被受访者选为最看好的储能应用市场。

未来贵司最看好的储能应用市场是哪些？

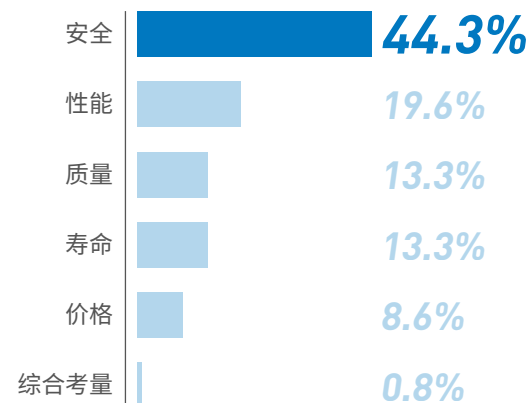


3.6 储能可持续健康发展的关键

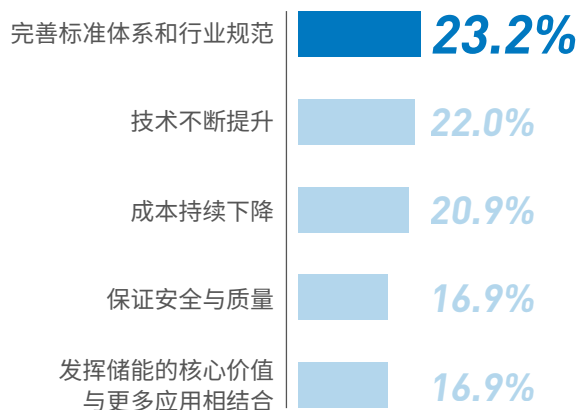
尽管度电成本太高一直是行业发展探讨的重点，而“价格”也被认为是发展最大的突破口。然而，回归到企业对储能系统最关注的指标时，安全最为重要。

完善的标准体系和行业规范对产品的研发与生产具有重要意义，促进产业创新发展，提升产品质量和技术实力，从而使企业利益最大化。因此，近80%的受访者认为第三方检测认证机构在推动储能行业可持续健康发展过程中扮演至关重要的角色。

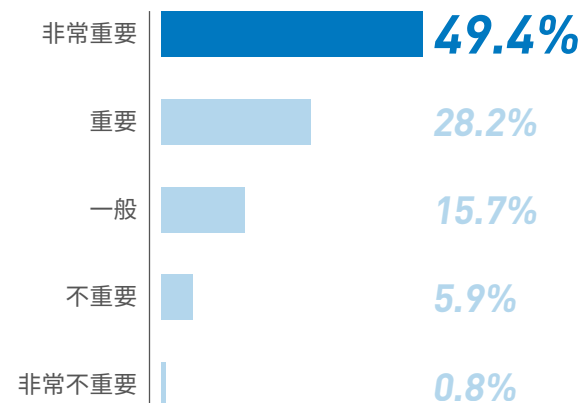
最关注储能系统哪项关键指标



储能行业实现可持续健康发展的最关键因素



权威公正的第三方检测认证机构在推动储能行业可持续健康发展过程中的作用



第四章 储能应用的技术挑战与安全风险



4.1 储能应用场景及商业价值

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

调频 调峰 调压 电压支撑 功率支撑
备用容量

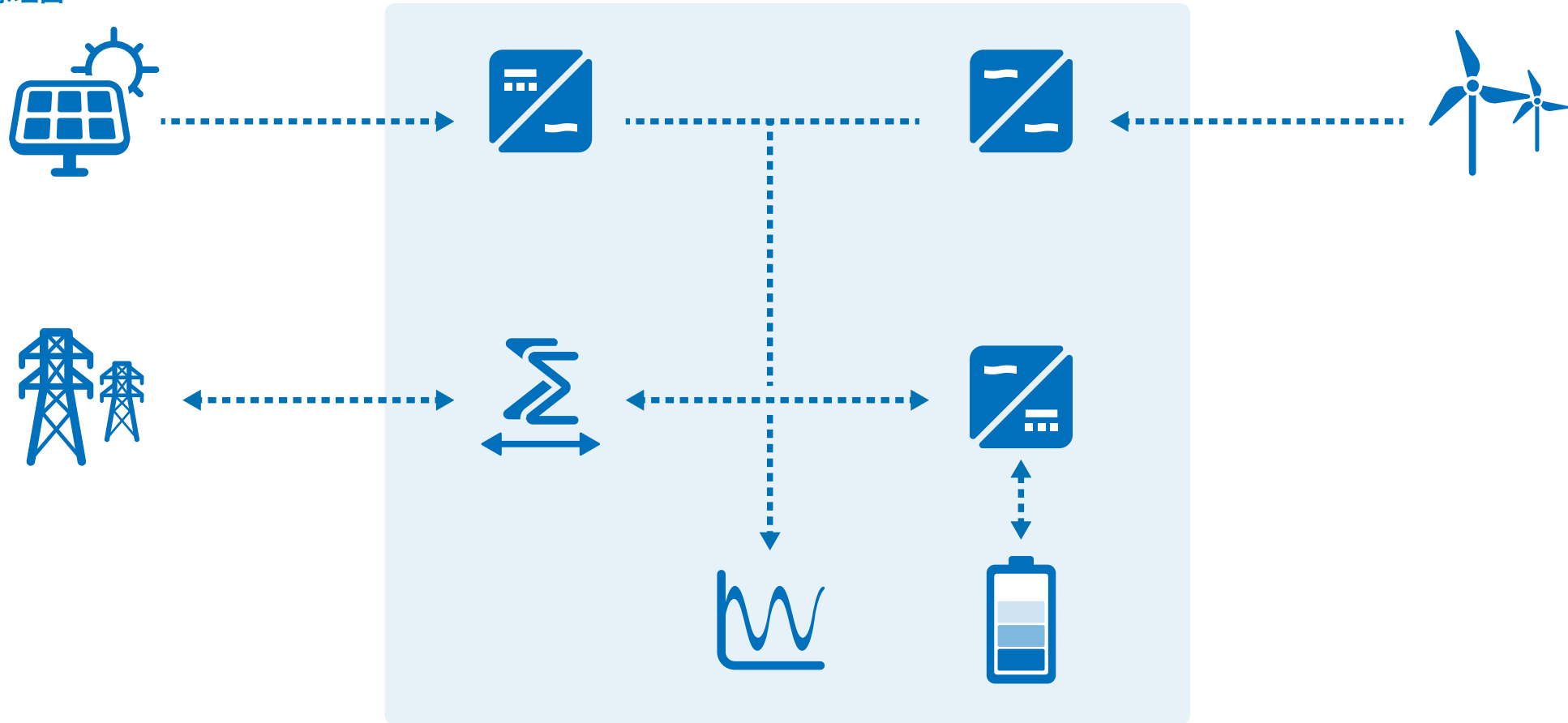
能源交易

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

4.2 储能安全风险及技术要求

4.2.1 储能系统架构

储能系统原理图



ESS 储能系统

EMS 能源管理系统

消防及灭火系统

PCE 电源转换装置

BS

电池系统

BMS

电池管理系统

BP

电池包

BC

电池芯

4.2.2 电芯

4.2.2.1 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。

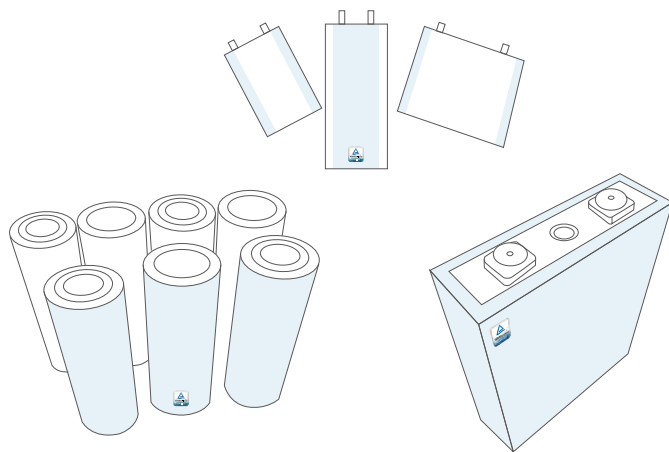
目前，锂离子电芯应用最为广泛，主要有磷酸铁锂和三元锂。锂离子电芯主要由正极材料、负极材料、电解液、隔膜和外壳构成。锂电池顾名思义是以锂金属或者锂化合物作为化学反应的正极，由碳或石墨等作为负极，在电解液的环境下，通过锂离子的脱嵌和电子的转移产生电流，以及电能的释放与存储。

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。

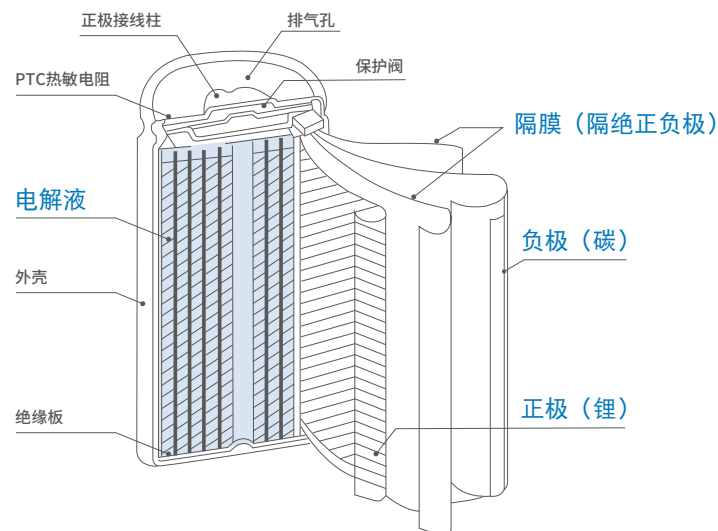
电池循环图



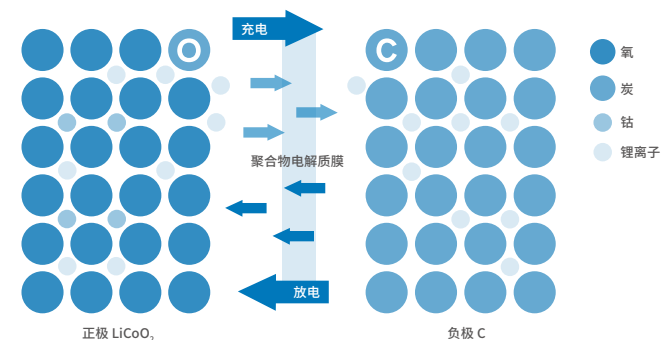
电芯示例图



电芯结构图



聚合物锂离子电池原理



4.2.2.2 技术路线

目前储能电池主要有铅酸电池，锂离子电池，钠离子电池，液流电池，钠硫电池等。由于锂离子电池的能量密度较高，循环寿命长，效率高，响应速度快，所以是目前储能应用中最主要的技术路线。自2015年以来，锂离子电池主宰着储能市场，但各种电池种类繁多而且地位也不同。磷酸铁（LFP），镍锰钴（NMC）等三元锂占比75%以上。但是，锂电的高能量密度和氧化反应过程带来的是高温，存在泄放，起火和爆炸的危险；NMC电池的能量密度通常比磷酸铁锂电池高，但在储能应用中能量密度并不那么重要。磷酸铁锂电池一般比三元锂更耐热，应用磷酸铁锂的同时可以降低其他方面的成本，比如热量控制和安全措施。因此，磷酸铁锂成为储能应用中的主力。

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 全钒液流电池	液流电池 锌溴液流电池	钠硫电池
功率上限	十兆瓦级	兆瓦级	兆瓦级	兆瓦级	百兆瓦级	百兆瓦级	十兆瓦级
能量密度(Wh/kg)	30-60	130-200	180-250	100-180	15-50	75-85	100-250
循环寿命（次）	500-3000	2500-5000	1500-3500	2000-3500	>16000	2500-5000	2000-4500
充放电效率（%）	80-90%	90-95%	90-95%	90-95%	65-80%	65-80%	>90%
储能系统效率（%）	75-85%	85-90%	85-90%	85-90%	60-70%	60-70%	>80%
自放电(%/月)	2~5	0~1	0~1	0~1	无自放电	无自放电	-
工作温度	充电：0-45℃ 放电：-20-55℃	充电：0-45℃ 放电：-20-55℃	充电：0-45℃ 放电：-30-55℃	充电：0-45℃ 放电：-20-55℃	5-40℃	20-50℃	300-350℃
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 寿命基本无影响	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
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
电池一致性	良好	较差	较差	较差	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
系统成本（元/kWh）	1200-1800	1500-2500	1500-2500	/	4500-6000	2000-3500	2000-3000
度电成本（元/kWh）	0.45-0.7	0.5-0.9	0.6-1.0	/	0.7-1.0	0.8-1.2	0.9-1.2
MV级占地（平米/MV）	150-200	100-150	100-150	/	800-1500	800-1500	150-200
市场情况	逐渐将被替代	当前主流技术路线	当前主流技术路线之一	当前主要为示范项目	近三年约5%的储能项目运用液流电池，适用于更大型电站储能		约3%电化学电网储能
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	适用范围广泛， 原材料资料丰富（锌、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（锌、铁）； 15-20年寿命；工作温度范围宽	能量密度高、循环寿命长、 功率特性好、响应速度快
挑战	能量密度低、寿命短， 不宜深度充放电荷大功率放电	价格依然偏高， 存在一定安全风险	价格依然偏高， 存在一定安全风险	能量密度低、技术不成熟， 价格偏高，材料成本限制	能量密度偏低； 充放电倍率低；效率较低	能量密度偏低； 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

资料来源：部分摘自蔡世超《储能在电力系统中的应用》（2020年10月，第三届全国电源侧储能技术应用高层研讨会报告），中信证券研究部

4.2.2.3 发展趋势

01

随着工艺和技术创新的提升，锂离子电池将呈现成本持续下降，能量密度持续提高，安全性显著提升的趋势。综合技术和成本，目前锂离子电池优势明显，尤其磷酸铁锂广泛应用，占据市场主导地位。

02

2020年陆续推出刀片电池，“无钴”电池，开发出“无极耳”4680电芯。未来“固态”锂电池，石墨烯电池，锂空气电池的商用将在新能源产业中起到关键作用。固态锂电池在继承传统锂电池优点的基础上,安全性和能量密度都有了大幅进步。目前，全固态锂电池研发可提供的能量密度基本可达300~400Wh/kg，有望成为下一代高能量密度动力和储能电池技术的重要发展方向，多家企业已积极部署相继落地项目。

03

为了进一步降低储能电池组的成本，减少或消除锂、钴和镍等昂贵元素的使用成为电池技术的发展趋势。钠离子电池具有钠元素丰富、低成本和环境友好的优点，可以实现与传统锂离子电池相近的体积能量密度，使其在未来的电网储能市场具有相当的竞争力。虽然目前钠离子电池的研制还处于早期阶段。

04

液流电池能够深度充放电，循环寿命长，电池一致性好，功率上限高，虽然占地面积较大，大型项目通常对土地占用面积不敏感，目前处于早期商业化阶段，长期看未来趋势液流电池在大型项目应用中值得期待。

性能	磷酸铁锂电池	三元锂电池		固态锂电池
		镍钴锰酸锂（NCM）	镍钴铝酸锂（NCA）	锂硫电池（Li/S）
电压	3.2-3.3V	3.6V	3.7V	可实现5V
实际比容量	140mAh/g	160mAh/g	190mAh/g	1675mAh/g
理论比容量	170mAh/g	280mAh/g	280mAh/g	2500mAh/g
可提升空间	21%	75%	47%	>49%
目前能量密度	115kW/kg	170kW/kg	230kW/kg	300~400kW/kg
预估最大值	140~150kW/kg	~300kW/kg	~330kW/kg	~900kW/kg

4.2.2.4 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。



电气安全

过充

过放

短路

挤压

燃烧

振动

高温



性能

循环寿命

容量

能量密度

充放电倍率

截止电压

高低温性能



环境

重金属

白色污染



电池指令

碳足迹

再生原材料

电化学性能和耐久性

二维码标签

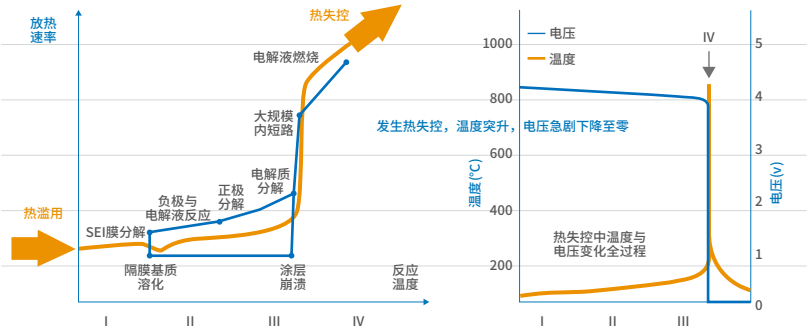
电池护照

4.2.2.5 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）
隔膜膜（聚炳烯，聚乙烯等）	环境老化，过充，过放，短路	由于温度上升，隔膜膜热氧老化	正负极短路出现大电流	泄放阀，PTC，隔膜膜石蜡封闭
隔膜膜（聚炳烯，聚乙烯等）	跌落，冲击，振动，挤压，内部短路	隔膜膜破损，正负极短路	正负极短路出现大电流	泄放阀，隔膜膜石蜡封闭
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，腐蚀隔膜膜	电芯内膨胀出易燃气体，腐蚀隔膜膜，正负极短路	泄放阀，PTC，隔膜膜石蜡封闭
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，隔膜膜石蜡封闭
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，隔膜膜石蜡封闭
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，隔膜膜石蜡封闭

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



隔膜膜融化 → 涂层崩溃 → 高温有机溶液析出C2H4等可燃气体

4.2.2.6 市场准入

市 场	安 规	性 能	法 规 / 化 学
 中国	GB/T 36276	GB/T 36276	-
 德国	EN 62619	EN 62620	EU Battery Directive
 欧盟	EN 62619	EN 62620	EU Battery Directive
 北美	ANSI/CAN/UL 1973 UL 1642	-	-
 日本	JIS C 8715-2 SAE J 2464 (4.3.3 Penetration, 4.3.6 Crush)	-	-
 韩国	SPA-KBIA-10104-03-7312 KS C 62619	KS C 62620	-
 澳大利亚	IEC 62619	IEC 62620	-

4.2.2.7 莱茵洞察

磷酸铁锂电池是目前储能应用的最佳选择

随着储能电池系统不断发展，电芯容量要求一直在上升，但是更高容量的电芯，稳定性和成本要求也同样迫切。三元材料电池有更高的能量密度和放电效率，但是材质中的钴，镍，铝等价格一直较高，并且稳定性较低，温度和安全性较好的磷酸铁锂电芯在储能应用中越来越广泛。实际的应用中，电芯类型的选择至关重要，在未来的储能系统中，磷酸铁锂电芯是否是最佳选择也颇受关注，寻求安全，性能，成本的平衡，未来5-10年磷酸铁锂仍将是储能应用最好的选择，也会在生产工艺更加创新的带动下更加被广泛应用。更远的未来呢？

安全要求显著提升，标准体系持续建设

随着储能应用的需求越来越广泛，电芯容量不断提升，技术不断优化，安全性也逐渐提高，标准体系的建设显得越来越重要，目前标准稍显不足，相关标准将日趋完善细化，在多方面的努力下也将持续改善，助力更安全更优越的储能技术发展。

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。

电池全生命周期价值链可持续发展

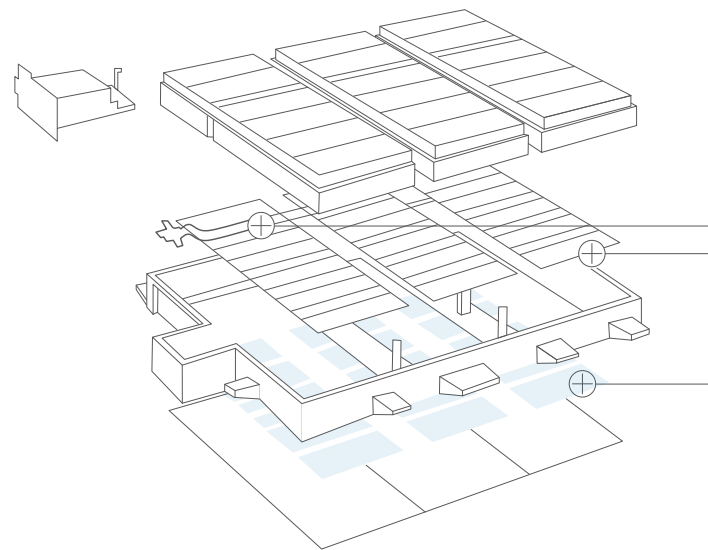
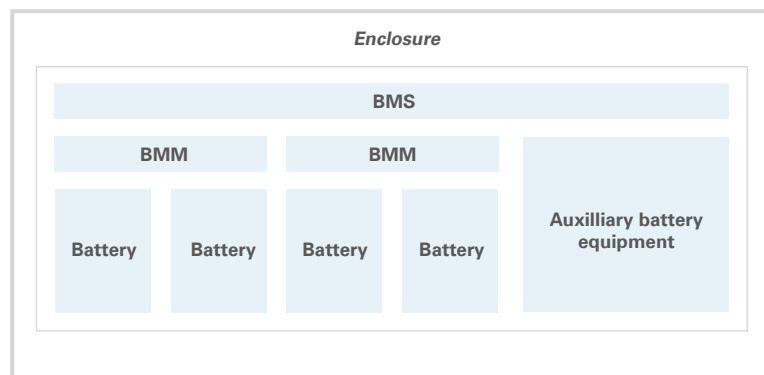
随着欧盟提出了新的《电池法》，电池在整个生命周期中都应该变得可持续，高性能和安全。这意味着使用完全尊重人权以及社会和生态标准的材料生产的电池，对环境的影响尽可能小。电池必须经久耐用且安全，在使用寿命结束时，应重新利用，重新制造或回收电池，将有价值的材料重新投入经济。

4.2.3 电池系统

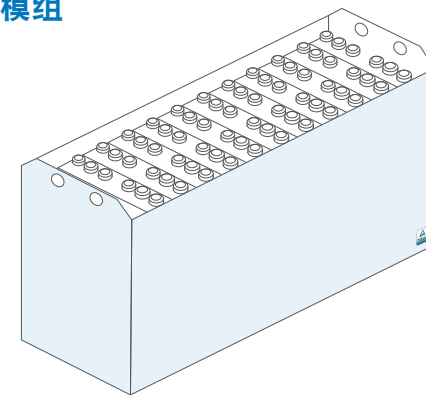
4.2.3.1 概述

电池系统主要由模组或者Pack（电芯的串并联）和电池管理系统（BMS）两大块组成。电池系统一般是由电芯串联或者并联后，安装在保护外壳里，再加上电池管理，监控系统，作为储能系统的储能零部件使用。

电池系统框图

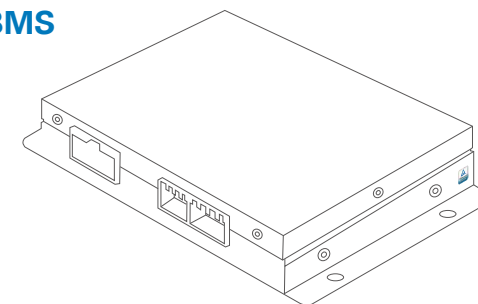


电池模组



热管理系统

BMS



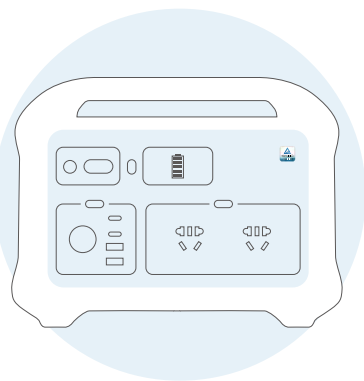
4.2.3.2 技术路线

从应用角度，电池系统主要分为户用型、工商业型、电力系统型、便携式

场 景	电 压 / 容 量	循环寿命	BMS 功 能	电芯类型
户用型	48-500V/3-15kWh	8-10年	V/T/I保护 均衡管理 SOC估计	磷酸铁锂
工商业型	1500V/100-500kWh	5-10年	V/T/I保护 分布式三层 均衡管理 SOC估计 绝缘电阻检测	磷酸铁锂
电力系统型	1500V/10-100MWh	5-10年	V/T/I保护 分布式三层 均衡管理 SOC估计 绝缘电阻检测	磷酸铁锂
便携式	300-1500Wh	5-10年	V/T/I保护 SOC估计	三元锂

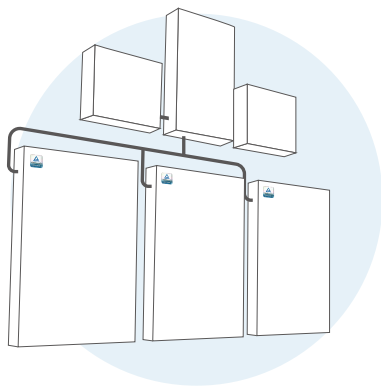
4.2.3.3 发展趋势

可再生能源的大规模发展，储能应用持续增加，应用场景随之多样化，电池系统未来将主要体现在：



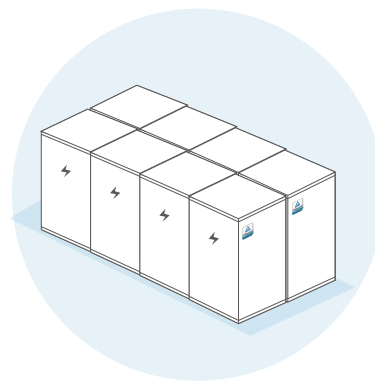
01 便携式型

高能量密度、大功率输出、多模式输入



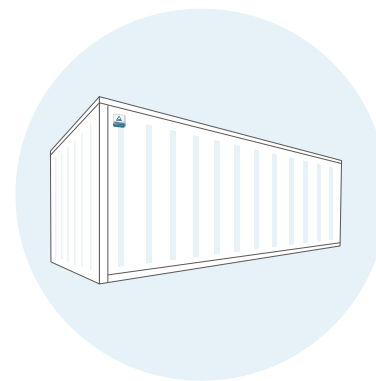
02 户用型

一体化、智能化、高寿命、免维护



03 工商业型

模块化、集成化



04 电力系统型

规模化、系统化、一体化

4.2.3.4 技术要求



电池系统就是电芯的容量、电压、电流、温度和能量的集成，同样也是安全隐患起火、爆炸、高压电击和化学危险等集成。电池系统的安全性对整个系统有着重要的作用，随着储能系统的电压、电流和容量等级的不断提升，其对应的充放电系统和BMS系统的要求也更加严格，尤其是针对电池热管理的要求。

4.2.3.5 安全风险



触电危害

工作电压超过30 Va.c. (42.4 V peak) 或 60Vd.c.的回路会造成触电危害，因此应具有防触电措施，防止在工作过程中对该回路直接或间接接触。



热危害

电池系统在运行过程中，部分元器件，尤其电池会产生较高的温度，一旦超过其能承受的温度范围，就会产生起火的风险。同时，可接触表面也会产生较高温度，进而会对人员造成烫伤危害。应通过合理的元器件选型和警示标识降低热危害。



能量危害

以下两种情况均有可能产生能量危害，应采取防护措施：电压不低于2V，且能持续60秒输出能量超过240VA的电气回路；电压不低于2V，且存储能量超过20J的储能器件。



火灾危害

电池系统的火灾危害主要由于电芯的热失控引发过热，进而引起火灾。



机械危害

电池系统中可移动的部件、尖锐的表面、强度较弱的安装支架等因素均有可能导致机械危害，因此应采取合理有效的防护措施。



化学危害

电池系统在运行过程中存在大量的化学反应，应确保这些化学反应不会向外部释放有害化学物质。



噪声危害

如果电池系统在运行过程中会产生过大的噪声，应采取措施进行降噪，确保不会对人员和环境造成噪声危害。



电磁兼容风险

电磁兼容包含电磁发射和电磁抗扰度，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；另一方面，恶劣的电磁环境还会对人类及生态产生不良的影响。



功能安全风险

电池管理系统是储能系统的核心部件之一，其功能安全（function safety）是设备安全的重要组成部分，主要是从电子电路相关的控制系统考虑，着重防止由于受控设备及其相关系统在故障或者失效的情况下导致的风险。从系统的危险识别和风险分析、整体安全要求确定和安全功能分配、安全完整性实现及验证三个重要分析步骤，参照IEC 61508、IEC 60730-1等相关参考标准梳理电池系统BMS功能安全的分析与设计过程。

4.2.3.5 安全风险

电池系统的风险程度与电芯数量，失效原因密切相关



4.2.3.6 市场准入

市 场	安 规	功能安全	电磁兼容
 中国	GB/T 36276	-	GB/T 36558
 德国	2PFG 2698 VDE-AR-N-2510-50 IEC 62933 Series	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508	EN 61000-6-1 EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 61000-6-4
 欧盟	IEC 62933 Series EN 62619 EN 62477-1	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508	EN 61000-6-1 EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 61000-6-4
 北美	ANSI/CAN/UL 1973 UL 9540A	UL 60730-1 Annex H UL 991+UL 1998 IEC 61508 series	FCC
 日本	JIS C 8715-2	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508	JIS C 4411-2(JIS 61000-3-2)
 韩国	SPA-KBIA-10104-03-7312 KS C 62619	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508	-
 澳大利亚	IEC 62133-1/2 IEC 62619 IEC 62040	IEC 60730-1 Annex H IEC 61508	EN 61000-6-1 EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 61000-6-4

4.2.3.7 莱茵洞察

标准体系持续完善是基石

随着电池系统的容量和规模越来越大，产生的危害：如电池起火，爆炸，有害气体泄放，高压电击等也越来越大，这对于产品和厂家都是致命的打击。随着低碳环保和新能源的国际潮流到来，全球市场产品的电气安全，功能安全，电磁兼容，运输安全，性能准入标准也日趋完整，目前储能行业的标准还稍显不足，TÜV莱茵也将和储能行业一起完善标准体系，更好的协助电池系统的发展。

BMS不断优化加强双重保护

BMS作为电池系统的大脑，安全可靠是重中之重。随着产业不断发展，BMS的功能也在不断的创新与优化，优化不仅要经过多重环境的测试考验，也要持续完善保护功能。BMS的双重保护必须要保证，设计分断开关的冗余等。

电池系统的热管理是安全守卫

电池系统的安全最大考验是电池的安全性，事故的发生都是电池热失控引起的连锁反应，电池系统的热设计，热管理也是整个安全性的重要一环。

功能安全不可忽视

电池系统功能安全的全面评估，对整个电池系统性能和使用寿命有很大的提升，评估包含测量功能，保护功能，故障报警，通信，继电器控制等其他功能，电池系统的电压，电流，温度测量保护是主要功能，电压的保护裕值要严格根据电芯的参数设定，电流的设定要严格满足电池系统电芯的要求。

4.2.4 电源转换装置

4.2.4.1 概述

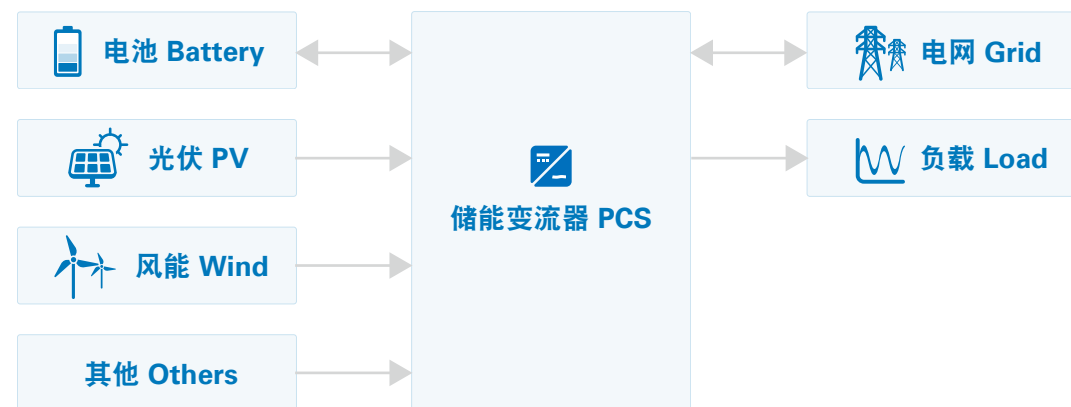
电源转换装置 (Power Conversion Equipment, PCE) 功率调节器或变流器 (Power Conversion System, PCS) 是指使用电力电子技术将电能从一种形式转换为另一种形式的设备。

如今, 可再生能源的大量接入使 PCS 成为连接直流电能 (光伏、燃料电池) 或可变交流电能 (风能) 等能源与电网侧实现电能双向变换的核心部件。

通过现代电力电子控制技术, 电源转换装置可以使电压、频率、相数及其他电气参数或特性按需要改变, 衍生出的专用电气设备众多。

若以电能转换方式分类, 则有以下几种常见产品。

整流器、逆变器、变频器、不间断电源、直流斩波器、电动汽车充电装置、储能变流器等。



电源转换装置

电源转换装置



常见产品

储能变流器

整流器

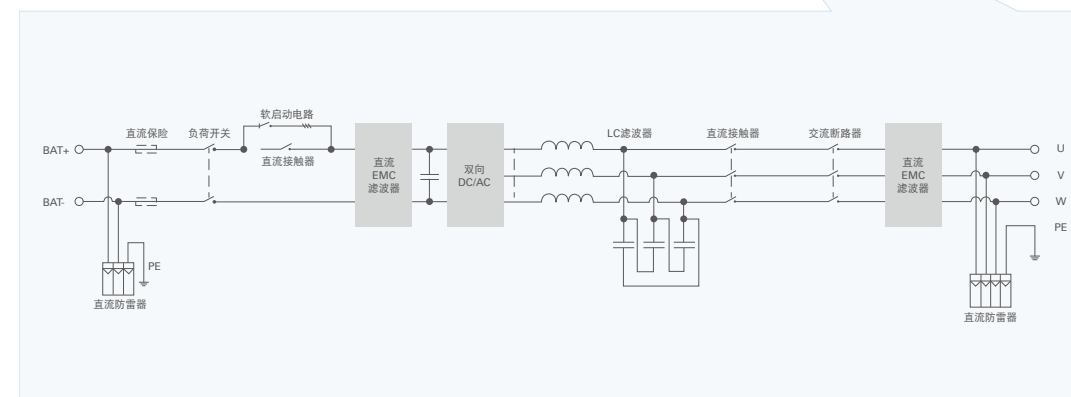
逆变器

变频器

不间断电源

直流斩波器

电动汽车
充电装置



4.2.4.2 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应用场景中的典型模式。光储电站的增多，对变流器的电能转换效率要求逐渐提高，为降本增效，出现了高直流电压输入，高交流电压输出并网的技术方案。

随着电动汽车行业的迅猛发展，具备光储充一体功能的储能变流器应用也逐渐增多。变流器技术发展的成熟，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，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。

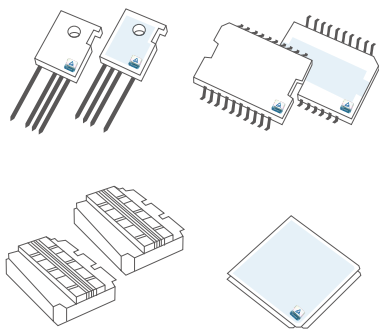
技术类别	组串式 (小型)	组串式 (中型)	集中式 (大型)
应用场景	户用、家庭住宅	工商业楼宇屋顶、农光渔光、水面、山地丘陵等	大型地面电站
电气隔离	非隔离	非隔离	隔离型
直流能源接入	各类光伏阵列、 中小型储能电池单元	各类光伏阵列、 中小型储能电池单元	大型光伏阵列、 集装箱储能电池单元
交流电网接入	低压 (无变压器接入)	低压 (无变压器接入)、 中、高压 (变压器接入)	中、高压 (变压器接入)
安装方式	支架、墙面	支架、墙面	配电房、集装箱
运维要求	低	中	高

4.2.4.3 发展趋势

01 半导体新材料的应用

低功耗、快运算、新拓扑

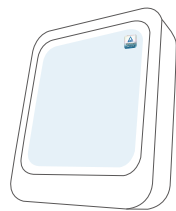
基于 SiC、CaN 等新材料开发的半导体功率器件损耗小，内阻低。基于功能强大，运算高速的 DSP 等控制器件以及多电平新型电路拓扑的应用，将使变流器的电能转换效率，谐波等电能质量指标进一步提高，终端产品的机械结构、重量体积等也有望更趋于优化。



02 户用型

易安装、家电化、智能化

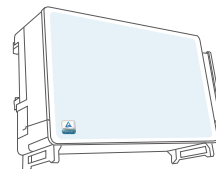
组串式小功率变流器主要应用于户用住宅，小型轻量化，便于安装的结构设计是关键。另外，其家电化、智能化也是大势所趋。无内部风扇、无大显示面板及无按键的设计更受市场青睐。能源管理正从工业领域悄然在人们日常生活中延伸。配合各种传感设备、利用无线通信技术以及特定通讯协议，将众多家用电器互联互通，并集成能源管理控制方案于变流器，使其成为家庭能源管理系统 (HEMS) 的核心。



03 商用型

多应用、高功率、易运维

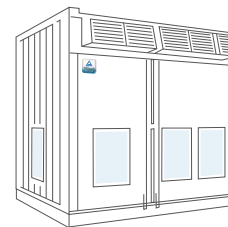
组串式中功率变流器广泛应用于工商业屋顶，山地丘陵，农光渔光互补等分布式电站项目。近来，组串式变流器单机功率由50kW至300kW 不断提高。因地制宜，充分考虑安装的便捷性，减少现场配线施工等。无内部风扇设计，维护维修也多趋向免开盖设计。直流侧输入路数的增加，减少了汇流中间环节，不仅节省电缆及施工成本，还提高了可靠性。这些都是主流的设计理念。



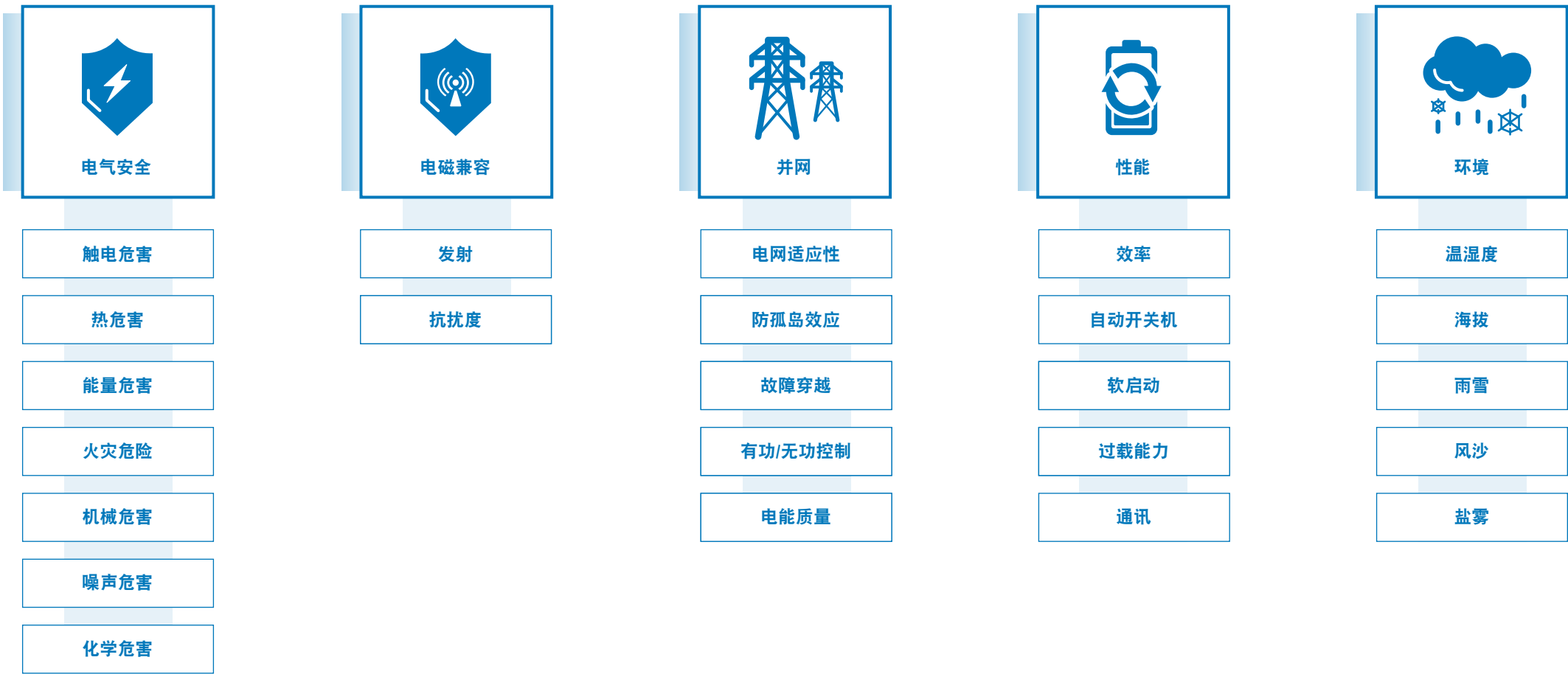
04 电站型

中高压、强支撑、一体化

大型电厂 (风光储电站) 为降本增效，要求变流器功率进一步提升 (1MW以上)。直流与交流侧接入电压越来越高。例如，直流侧1500V 接入，交流侧通过集成变压器直接接入中高压电网。需求响应则要求需具备调频、调压、调峰、电池充放电、并离网运行、电网电压故障穿越功能及有功无功调节等功能。集成变流器、中高压变压器一体化的集装箱式解决方案将系统简化，方便安装施工，提高大型电站的可靠性。



4.2.4.4 技术要求



4.2.4.5 安全风险



触电危险

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，若有必要，则应增设第二保护接地点。电气间隙与爬电距离应按照标准要求设计。



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。



能量危险

使用者可接触区域不得出现危险能量，维修者可触及区无法避免的，应在相应位置施加警示，并且应在产品说明书中阐述安全的操作方式。



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。



电磁兼容

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。



并网保护

分布式电源占比不断提高对电网的影响不可忽视。故此，要求变流器能检测电网侧和电源侧发生的故障或各种异常情况，并适时响应电网变化，必要时断开电网，避免危及电网正常运行或损坏供电装置。



环境影响

应用场景中的环境因素，是影响产品安全、性能、可靠性的主要外因。日照辐射、温湿度、风力、污染、雨雪、极端天气等，对变流器中各个部件的持久可靠运行带来极大的挑战。

4.2.4.6 市场准入

市 场	安 规	电磁兼容	并 网
 中国	GB/T 34120 GB/T 34133	GB/T 34120 GB/T 34133	GB/T 34120 GB/T 34133
 北美	UL 1741 CSA C22.2 No. 107.1	FCC	IEEE 1547 IEEE 1547.1
 欧盟	EN 62477-1	EN 61000-6-1 EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 61000-6-4	EN 50549-1 EN 50549-2
 德国	EN 62477-1	EN 61000-6-1 EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 61000-6-4	VDE-AR-N 4105 VDE-AR-N 4110 VDE-AR-N 4120
 日本	<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)	IEC 61000-6-1 IEC 61000-6-2 IEC 61000-6-3 IEC 61000-6-4 JIS C 4411-2	< 50kW: JETGR0002-1 JETGR0003-1 JETGR0003-4/-5/-6 >50kW: JEAC 9701
 韩国	SPS-SGSF-025-4-1972	SPS-SGSF-025-4-1972	SPS-SGSF-025-4-1972
 澳大利亚	IEC 62109-1 (有光伏输入) IEC 62040-1 (无光伏输入)	IEC 61000-6-1 IEC 61000-6-2 IEC 61000-6-3 IEC 61000-6-4	AS/NZS 4777.2

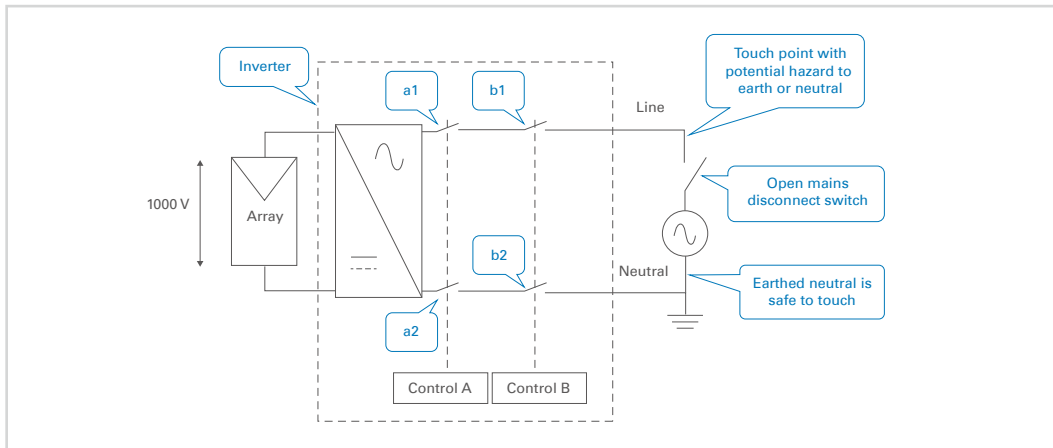
4.2.4.7 莱茵洞察

1. 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。

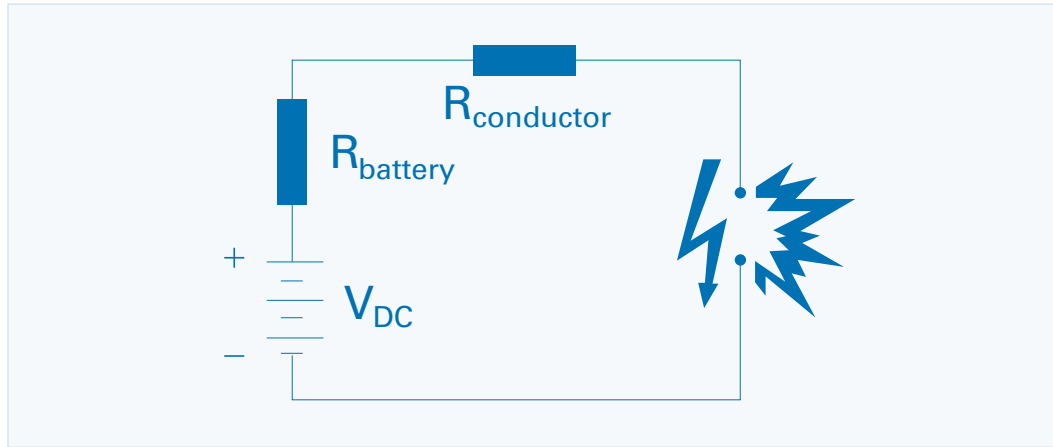
设计冗余保护

接入可再生能源的电源转换装置，即使在断开交流电网后，通常输入端也仍然存在危险电压。为了确保断开电网后维保人员的安全，在非隔离型拓扑结构中，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，成为PCS安全设计的基本要求，这一重要安全防护要求在 IEC 62109-2 标准中也已明确规定。例如，使用继电器作为交流并网断开装置。即使其中一组继电器失效，另外一组继电器仍可动作，以此，便可有效保持前级危险电压与电网侧的基本隔离，确保了维保人员的人身安全。



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。



4.2.4.7 莱茵洞察

关注噪声与电磁兼容问题

变流器内部器件，例如变压器，继电器，风扇等工作时都会发出声音。由于商用、户用变流器安装在相对人员众多的场所，当声级过高引起人的烦躁时就成为了噪声。这将直接妨碍人们的正常生活休息，长久以往还将对人的生理心理健康造成损害。

另外，除了熟知的防火、防水、防尘、防雷、防触电等安全问题外，变流器工作时的电磁辐射会否影响人体健康、会否对周边其他电器设备造成干扰等问题也越来越受到终端用户的关注。

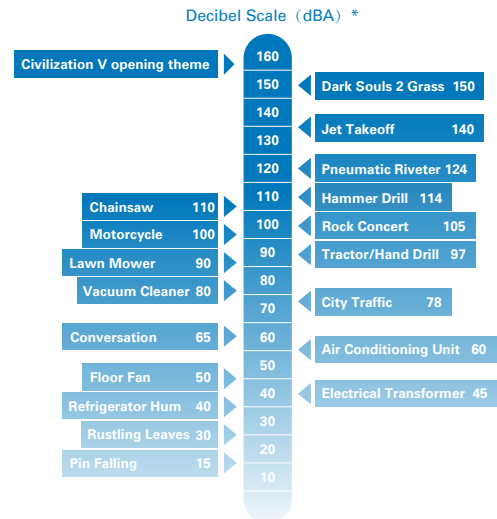
并网接入要求提高

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，2020年3月，在第一版IEEE1547-2018发布2年后，其测试方法IEEE 1547.1-2020正式发布，标志着北美并网准入要求的更新工作正式开始。加州正在修订当地准入法规，以符合IEEE 1547.1-2020的要求。夏威夷已率先制定了相应法规，认可最新IEEE 1547的技术要求。

2020年12月 AS 4777.2-2020发布，澳洲进一步提高了其并网和安规准入要求，使储能系统进入澳洲市场的门槛再次升高。

同年，欧洲国家在RfG法规的要求下，纷纷制定或更新了各国并网要求。英国，法国，意大利等主要欧洲市场均更新了各自的并网要求。



2. 提升可靠性

储能变流器应用场景众多且要求较长使用寿命，即在设计寿命内应保持较高的可靠性。故此，应考虑产品应用的实际环境，例如，自然环境包括温湿度、海拔、雨雪、风沙、盐雾等；电力环境包括电磁干扰、电网冲击等。变流器的可靠性在设计选型之初就应充分考虑。关键功能器件或安全保护类器件，例如，防雷器、断路器、熔断器、功率模块、接触器、继电器、光耦等，应选用通过测试有相应认证的器件。研发设计阶段应考虑产品可能应用的特殊环境，预设尽可能大的设计余量。

IEC 62093 讨论了变流器的环境可靠性测试，并将逐步成为一个被接受的鉴定标准而推广应用。利用专业实验室的测试能力和先进测试设备，进行各类环境测试，模拟并验证产品全生命周期的可靠性运行能力。

4.2.5 储能系统

4.2.5.1 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。

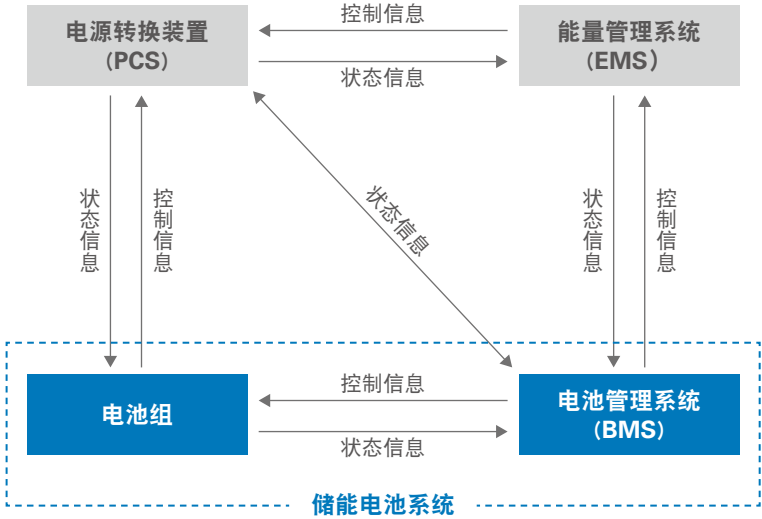
储能类型	典型额定功率	额定能量	特 点	应用场合	
机械储能	抽水储能	100~2000MW	4~10hrs	规模大，技术成熟 响应慢，需要地理资源	负荷调节，频率控制和系统备用， 电网稳定控制
	压缩空气	1MW~300MW	1~20hrs	规模大，技术成熟 响应慢，需要地理资源	调峰，系统备用，电网稳定控制
	飞轮储能	kW~30MW	15s~30mins	比功率较大，成本高，噪音大	暂态/动态控制，频率控制， 电压控制，UPS和电能质量
电磁储能	超导储能	kW~1MW	2s~5mins	响应快，比功率高 成本高，维护困难	暂态/动态控制，电能质量控制， UPS和电能质量
	超级电容	kW~1MW	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，成本较高， 安全问题有待改进	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

基于锂离子电池的储能技术近年来发展迅猛，并得到广泛应用。

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。

电化学储能系统及控制策略



4.2.5.2 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



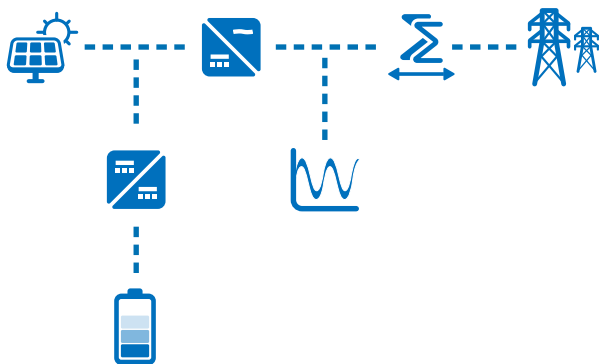
混合接入：
风、光、电网混合输入

02 从耦合方式:

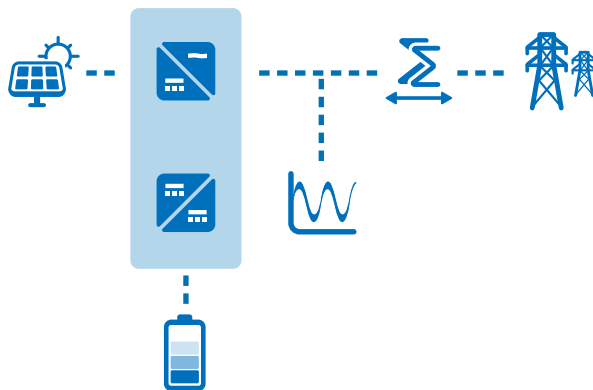
直流耦合： 能量的汇集点是在直流电池侧

交流耦合： 能量的汇集点是在交流侧

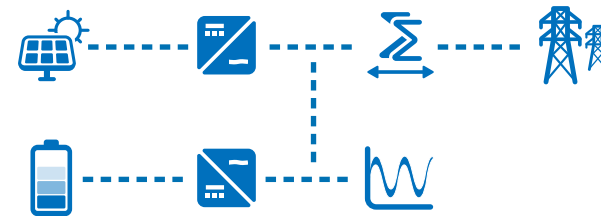
直流耦合系统
“光伏充电”



直流耦合系统
“混合输入”



交流耦合系统



4.2.5.3 发展趋势

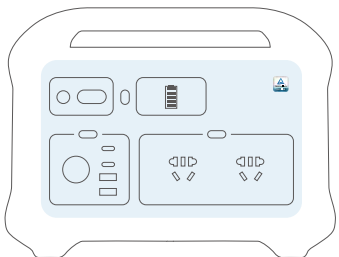
01 便携式储能系统

高能量密度、大功率、多模式输入

高能量密度：通过提升能量密度来降低产品体积和重量

大功率：输出功率和输入侧充电功率进一步提升，可达500W~3kW，满足用户大功率负载需求，同时降低充电时间

多模式输入：支持市电、光伏、风电等输入源



02 户用储能系统

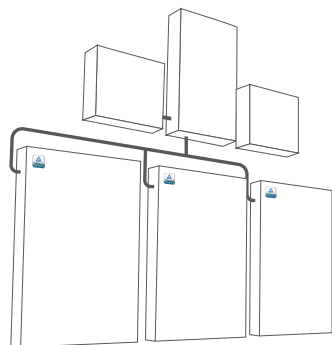
一体化、智能化、高寿命、免维护

一体化：将PCS和电池系统集成为一体，方便安装，占地面积小

智能化：与用电负荷、峰谷时段、电网调度等相结合，同时利用无线通讯，实现智能控制和调节

高寿命：电池循环寿命进一步提升，质保周期可达10~15年

免维护：提升产品可靠性



03 工商业储能系统

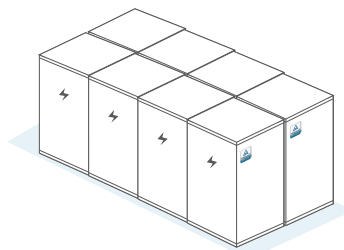
模块化、集成化

模块化：可灵活配置，扩大应用规模，产品容量可实现4MWh以上

集成化：光储充一体化系统的应用将解决三个方面的问题：

- 增加新能源的消纳
- 利用储能系统削峰平谷，节省发电和配电增容的费用
- 利用峰谷价差和V2G技术，提升经济效益

液冷方案：冷却效果佳，与电池接触比较充分，可以有效降低电池系统的发热，同时提高温度均匀程度。在工商业储能系统中，液冷产品的占比会逐步提升



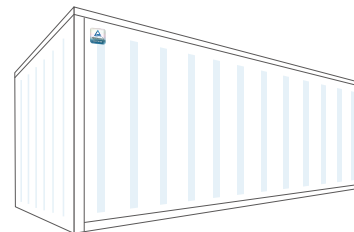
04 电力储能系统

规模化、系统化、一体化

规模化：可灵活配置，扩大应用规模，产品容量可实现4MWh以上

系统化：集成调频、调峰、削峰平谷等功能，为电力系统提供有效支撑

一体化：与光伏发电系统、风电系统、传统电网相融合；同时结合升压变压器和配套中压设备，接入中压电网



4.2.5.4 技术要求



储能系统的评价指标包含安全性、经济性、可靠性、高效性、易操作维护性等方面。其中，安全性是其最重要的指标，是所有储能系统的评价基础。

4.2.5.5 安全风险



电气安全

随着储能技术的不断进步，单个储能系统的容量不断提升，与此同时，系统电压也由过去的安全低压系统（ ≤ 60 Vd.c.）逐步提升，系统电压达到1000Va.c.和1500Vd.c. 系统电压的提升为储能系统在成本、效率等方面带了诸多优势，但是也使得电气安全的问题日益凸显。



电池安全

锂离子的活跃性很高，导致锂离子电池易燃易爆。而储能系统具有容量大、电压高等特点，使得储能系统的电池安全特性尤为突出。为了保障储能系统的电池安全性，应在电芯及电池系统的设计、制造和品控等方面加以控制，并结合大量的测试来验证其安全性。



运输安全

储能电池在运输过程中会受到振动、冲击等机械特性的影响，进而会影响其电化学特性，增加其安全隐患。随着储能系统容量的不断增加，这种安全隐患同样日益突出。降低储能电池运输安全隐患的措施涉及多个环节，诸如产品设计、制造、包装、运输规范以及相应的测试验证。



电磁兼容

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。

4.2.5.5 安全风险



功能安全

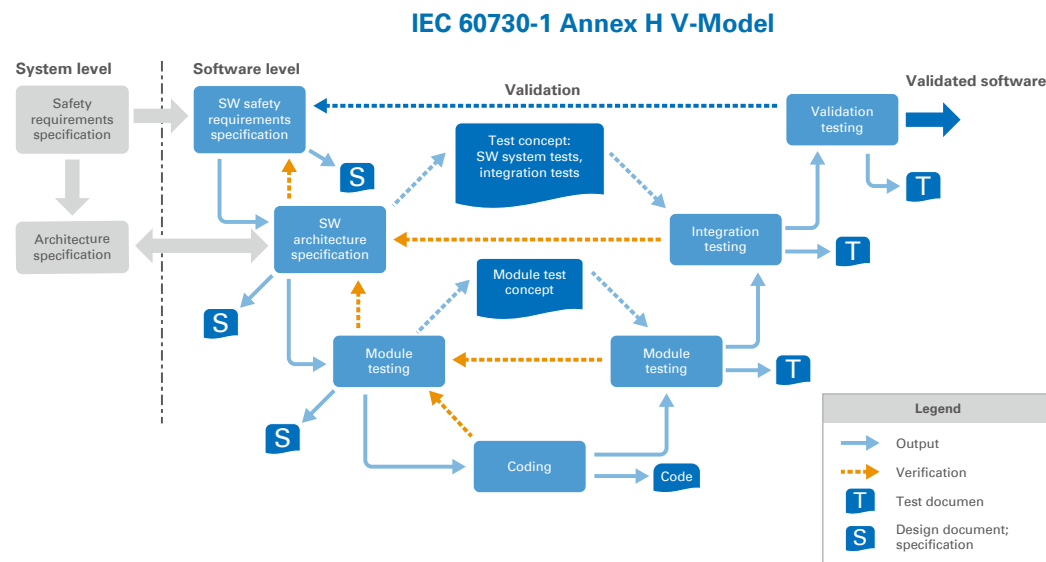
由于储能产品的特殊性，其安全性需要结合多项安全功能来实现，包括电压保护功能、电流保护功能、温度保护功能、通信检测功能、并网接口保护功能，并离网切换功能等。因此其安全功能的完整性和可靠性直接决定了储能系统的安全特性。储能系统制造商应对储能系统进行完整的、有效的风险评估，具体包括风险分析、风险评估和风险降低三个方面，具体步骤如下：

- 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。



并网要求

目前储能系统的应用中，包含了大量的并网应用。即储能系统除了从电网输入电能来充电之外，还需要向电网反馈电能，与电网产生能量的交互。这个过程就需要储能系统满足并网相关要求，主要包括电网接口保护、电能质量、电网支撑三大方面。



4.2.5.6 市场准入

市 场	安 规	功能安全	电磁兼容	并 网
 中国	GB/T 36558	-	GB/T 36558	GB/T 36547 GB/T 36548
 欧盟	IEC 62933系列	IEC 61508 IEC 60730-1 Annex H	EN 61000-6-1 EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 61000-6-4	EN 50549 series
 德国	2PfG 2698 VDE-AR-N 2510-50 IEC 62933系列	IEC 61508 IEC 60730-1 Annex H	EN 61000-6-1 EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 61000-6-4	VDE-AR-N 4105 VDE-AR-N 4110 VDE-AR-N 4120
 北美	UL 9540 UL 9540A	UL 60730-1 Annex H UL 991+ UL 1998 IEC 61508 series	UL 9540	同逆变器要求
 日本	<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 4411-2 (JIS 61000-3-2) IEC 61000-6-1 IEC 61000-6-2 IEC 61000-6-3 IEC 61000-6-4	<50kW: JETGR0002-1, JETGR0003-1, JETGR0003-4/-5/-6 >50kW: JEAC 9701
 韩国	SPS-SGSF-025-4-1972	-	<10kW: KS C 8564 >10kW: KS C 8565	<10kW: KS C 8564 >10kW: KS C 8565
 澳大利亚	IEC 62109-1 (有光伏输入) IEC 62040-1 (无光伏输入)	-	EN 61000-6-1 EN 61000-6-2 EN 61000-6-3 EN 61000-6-4	AS/NZS 4777.2

4.2.5.7 莱茵洞察

发展储能安全为本

随着行业的发展，对储能系统认知的深入，全球各地区对于储能系统的市场准入要求也逐渐趋于一致。即从电池安全、电气安全、功能安全、电磁兼容、并网等多个维度全方位提出要求，确保储能系统的安全性。虽然一定程度上加大了储能系统的设计难度，但是从长远来看，对整个行业的发展有着非常积极的促进作用。

功能安全不容忽视

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。

储能热管理趋势：液冷

液冷方案在冷却效果和温度一致性方面都具有明显优势，采用液冷方案的储能系统不管是在温度特性、效率和寿命方面均有显著提升。

标准体系刻不容缓

虽然很多国家及组织针对储能系统制定了大量的标准，但是由于储能系统的复杂性和危险性，目前均没有形成成熟的标准体系，无法对储能系统的设计和评估提供依据和参考。因此，储能系统标准体系的建立势在必行且任重道远。

4.2.6 消防及灭火系统

4.2.6.1 概述

从电化学的角度看，锂离子电池本质上是不安全的。一旦有设计、制程方面的缺陷，或者使用、运输过程中出现短路、撞击、加热等滥用状态，很容易导致热失控。而热失控时排除的气体是易燃的，容易引起起火和爆炸。因此，储能系统的设计时需要考虑消防安全。

一方面从设计、制程和使用等多个方面降低热失控概率，另一方面从系统层面增加消防措施。

图片来源：网络



4.2.6.2 技术路线

灭火剂种类	常用灭火剂名称	灭火机理	优缺点
气体灭火剂	卤代烷1301、哈龙1211	销毁燃烧过程中产生的游离基，形成稳定分子或低活性游离基	降温效果有限，无法抑制锂离子电池的复燃。对臭氧层破坏，已在我国全面禁止使用。
	CO2、IG-541、IG-100	稀释燃烧区外的空气，窒息灭火	灭火效果较差，出现复燃，对金属设备具冷激效应(即对高热设备元件具破坏性)，同时对火灾场景密封环境要求高，不环保。
	洁净气体灭火剂如：HFC-227ea / FM-200(七氟丙烷) HFC-236fa(六氟丙烷)、Novec1230、ZF2088	分子汽化迅速冷却火焰温度，窒息并化学抑制	无冷刺激效应，不造成被保护设备的二次损坏。燃烧初期有大量氟化氢等毒性气体生产，需要考虑灭火剂浓度设置。
水基灭火剂	水、AF-31、AF-32、A-B-D灭火剂	瞬间蒸发火场大量热量，表面形成水膜，隔氧降温，双重作用	降温灭火效果明显，成本低廉且环境友好，但耗水量大，扑救时间长。喷雾强度为2.0 L/(min·m2)，安装高度为2.4 m条件下，细水雾灭火系统无效。
	水成膜泡沫灭火剂	特定发泡剂与稳定剂，强化窒息作用	3%水成膜泡沫灭火剂无法解决电池复燃问题
干粉灭火剂	超细干粉(磷酸铵盐、氯化钠、硫酸铵)	化学抑制或隔离窒息灭火	微颗粒、严重残留物、湿度大、对设备具腐蚀性。干粉灭火剂对锂电池火灾几乎没有效果。
气溶胶灭火剂	固体或液体小质点分散并悬浮在气体介质中形成的胶体分散体系(混合金属盐、二氧化碳、氮气)	氧化还原反应大量产生烟雾窒息	亚纳米微颗粒(霾)，金属盐、具残留物、对设备具腐蚀性及产高热性损坏.伴有大量烟气，污染周围环境。与水基灭火剂结合使用可有效提高锂电池火灾扑救效率，减少耗水量。

4.2.6.3 发展趋势

01 细水雾灭火系统

含一定比例的表面活性剂，有效吸热降温，在火灾初期效果较好，但当电池燃爆后很难迅速抑制或者扑灭锂离子电池火灾。且有导致电池短路等风险。

02 七氟丙烷

气体，无色无味，不导电，无腐蚀，有一定的毒性，安全浓度为9%
灭火机理为抑制化学链反应、稀释隔绝氧气和吸收热量。

03 全氟己酮 Novec 1230

液体灭火剂，清澈、无色、微味、容易气化，无腐蚀性，对常用的金属、橡塑密封材料无明显化学反应。
不属于危险物品，毒性低，释放后不留残余物。

04 RH-01 (潜在新型灭火介质)

高温性能稳定，热稳定性好和化学特性优，抗强氧化剂强酸和强碱。

05 完全有效的灭火剂

对于锂离子电池储能系统发生火灾，完全有效并且符合法规要求的灭火剂尚在探索中。

4.2.6.4 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，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。

a.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、温感和光感等探测装置，同时可根据不同电池特性，有针对性的增加气体探测器。

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。

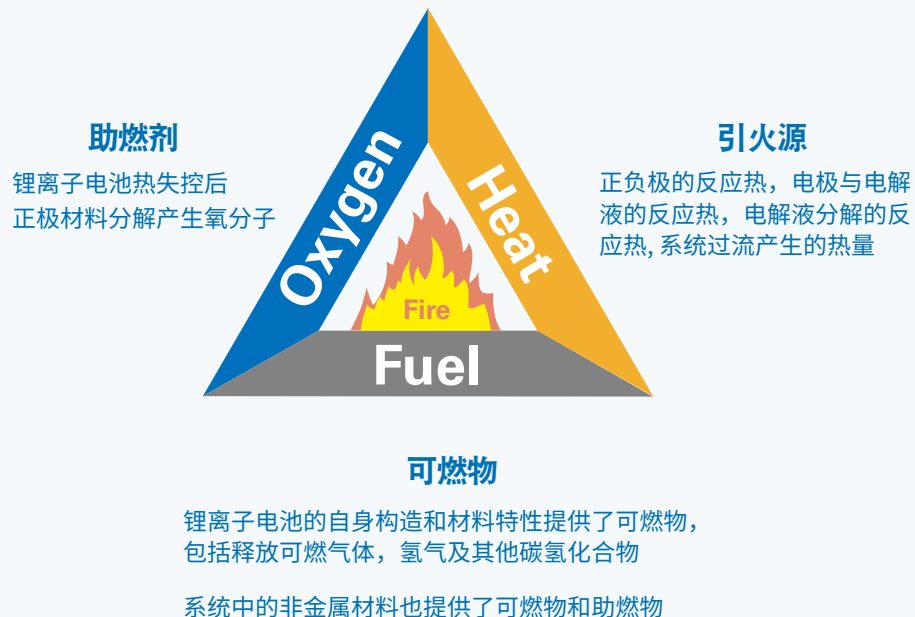
b.自动灭火装置

由于锂离子电池热失控机理和燃烧过程的特殊性，对于灭火装置尤其是灭火介质提出了新的要求。

4.2.6.5 安全风险

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。



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

4.2.6.6 市场准入

市 场	标准及法规
 中国	GB4715, GB4716, GB4717, GB50898, CECS386, GB50370, GB 51048, GB/T 36547
 欧盟	EN 54-7, EN 54-5, EN54-2 / A1, IEC 62933 series
 德国	2PfG 2698, VDE-AR-N 2510-50, IEC 62933系列
 北美	UL 9540A, UL 9540, NFPA 855, NFPA 1, NFPA750, NFPA2001
 日本	消防法，防火条例，建筑标准法
 韩国	-
 澳大利亚	AS/NZS 5139

4.2.6.7 莱茵洞察

储能系统热失控及蔓延测试评估

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针对储能系统的大规模燃烧测试提供了四个层面的测试方法，分别包括电芯、模组、电池系统和储能系统装置。

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。

消防设计必不可少

为了及时发现储能系统的起火事件，并启动灭火措施，储能系统应该考虑配备完善的消防设施。

消防设施的配置和选型可以基于UL 9540A的测试结果。

灭火剂的选项应考虑吸热降温能力高、安全无毒、稳定性好等特征。

标准体系迫在眉睫

目前全球针对储能系统的消防及灭火的标准建立还处于非常初期阶段，只有美国初步制定了一系列法规和标准。

在储能行业飞速发展，且无法从根本上解决起火问题的形势下，储能系统的消防及灭火标准系统的建立已经迫在眉睫。

4.3 前车之鉴-应用挑战

4.3.1 韩国储能电站火灾调查

自2018年5月开始，韩国储能行业连续发生了23起严重火灾，其中14起在充电后发生，6起发生在充放电过程中，3起是在安装和施工途中发生火灾。

来自学术界，研究机构，测试和认证机构等19名储能领域专家组成调查小组，对23个事故现场的数据进行了分析。电力安全公司和韩国电力公司在内的9家机构的约90人参加了火灾原因测试，最终于2019年6月11日，韩国政府正式公布调查结果。

事故调查结果的原因主要为四个方面：电击保护系统不良；运营操作环境管理不善；安装疏忽；储能系统集成控制（BMS EMS）保护系统管理不善。

根据火灾事故调查结果，政府决定加强储能系统制造、安装和运行阶段的安全管理，并通过制定新的消防标准，实施全面的安全增强措施，提高火灾应对能力。

从2018年12月27日起政府着手调查事故原因，近5个月内储能设备都被要求停机以防止人员伤亡。LG化学公司、三星SDI公司和LS工业系统公司等储能企业由于政府多次推迟公布火灾原因而陷入经营危机。LG化学在第一季度总共损失了1200亿韩元，其他公司的利润也大幅下降。仅此一项，数月之间韩国整个储能行业估计已经遭受了2000亿韩元的损失。



TÜV莱茵点评：

从专业严谨的第三方角度讲，韩国23起储能电站所遇到的问题大多都并非是非常大的技术挑战或瓶颈，第三方公司在对储能电站进行系统性安全排查过程中，对于电气保护、安装、管理系统等都有完整的标准和成熟的经验。“行成于思而毁于随”，安全之路，用心方能守护。

4.3.2 美国APS公司储能电站爆炸事件

2019年4月19日晚，亚利桑那州公用事业厂商APS公司在亚利桑那州皮奥里亚部署的电池储能电站发生爆燃，在随后当地多家消防机构的救援实施过程中，在消防员在打开舱门后瞬间再度引发了爆炸，造成8民消防员受伤，其中几名伤势严重。

在APS公司与第三方公司DNV-GL的事故报告中，对于事故发生的原因归结为锂电池发生枝晶生长并导致电池短路失效引发热失控，随着数百个电芯燃烧殆尽，释放出爆炸性气体，气体在没有逃生途径的容器内积聚起来。在消防员打开集装箱式电池储能系统的大门之后，点燃了设施内积聚的可燃性气体，由此酿成事故。

尽管电芯的供应商LG Chem对于电池是因为枝晶生长还是受到了外部热源的影响才导致的热失控持不同的观点和调查报告，但是LG Chem与APS都一致认可，安装在该储能设施中的清洁剂灭火系统

不足以阻止热失控事件，这一点也得到了当地消防系统的认可。

事故发生后，APS被迫中止和暂缓了数个计划中的储能项目，尽管该公司对于储能的应用前景信心十足，但是严重的爆炸事件引发政府以及民众的怀疑态度无疑会对该公司的战略以及储能行业的未来增添一丝不确定影响。



TÜV莱茵点评：

爆炸之后，没有赢家；储能电站，安全第一。

4.3.3 美国德州电力系统崩盘始末

2021年2月，一场致命的暴风雪席卷德克萨斯州，气温骤降，降雪量创下历史记录。暴风雪重创了德州电网系统，使该州多地企业和居民的供电中断长达一周，数百万人的供暖受到影响，难以抵御严寒。这一悲剧性事件造成德克萨斯州大约30人死亡，美国政界人士和媒体随后对于该州采用可再生能源发电设施供电进行了指责。

然而事实上，德州有近30GW的发电设备无法工作，其中26GW是以天然气为主的火电厂，受天然气供应等影响无法发电，另外4GW是风电，因为受冻不能发电。德州总共的电力供应约为80多GW。相当于也1/3电厂无法发电。

德克萨斯州电力可靠性委员会(ERCOT)指出关键问题：电网有供需平衡的要求，在没有足有备用容量的情况下，唯一的方法就是通过切断用电负荷来保障电网平衡。而相对独立、自成一体的德州电

网从商业运营的角度来部署储能系统，大多部署的是持续时间较短的（一到两个小时）电池储能系统。从短时辅助的角度来看，这些储能系统发挥了一定的作用，但就对电力系统的总体规模而言，其贡献还很小。至少，储能系统在对电力系统提供可靠性，构建更具弹性的电力系统方面本可以做出更有价值的贡献，当然，前提是有人为这部分的价值买单。

此外，电网资源的多样性通常可以提高可靠性，因此，虽然部署更多的可再生能源发电设施和电池储能系统可能无法从根本上解决电网可靠性问题，但肯定有助于缓解这些问题。从家庭用户的用电安全而言，部署储能系统则将实现电力来源的多样化，帮助用户应对电力中断，尤其是在更长时间内支持关键负载方面。



TÜV莱茵点评：

随着极端恶劣天气的频繁出现，我们可以预计全球范围内类似德克萨斯州发生的大规模停长时电的事件绝非是个案，更糟糕的是，全球范围内主要国家的电网都面临着老化或者容量不够的问题，因此在未来用电的安全及可靠性将越来越多的受到各国政府以及普通民众的关注，而部署更多长时储能解决方案，同时让电池储能系统等分布式能源在多用途框架中运行，这对于未来能源安全而言，都将是一种必然的趋势。

第五章 TÜV莱茵技术方案



5.1 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 体系审核	生产监造 出货检验	电气安全 电池安全 电磁兼容	国际认证
 能源管理系统	绿色能源管理解决方案	操作培训	质量控制	安装检验	运输安全	欧盟认证
 电源转换装置	保险金融技术解决方案		工厂审核 尽职调查	运行检验	功能安全	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	供应链审核	工厂验收	信息安全	日本认证
 电池管理系统	电池梯次利用性能及可用性评估		供应商评估 风险评估	现场验收	网络安全	韩国认证
 电芯	资源化利用效率与材料回收目标	人员资格认证	失效分析 电池数据与信息核查 生命周期碳足迹	建模比对 消防评估 电池可再生料成份验证	无线测试 基准测试 性能测试 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	中国标志认证 CB互认体系 全球市场准入 产品市场列名 电池指令符合

5.2 全球化服务体系与网络

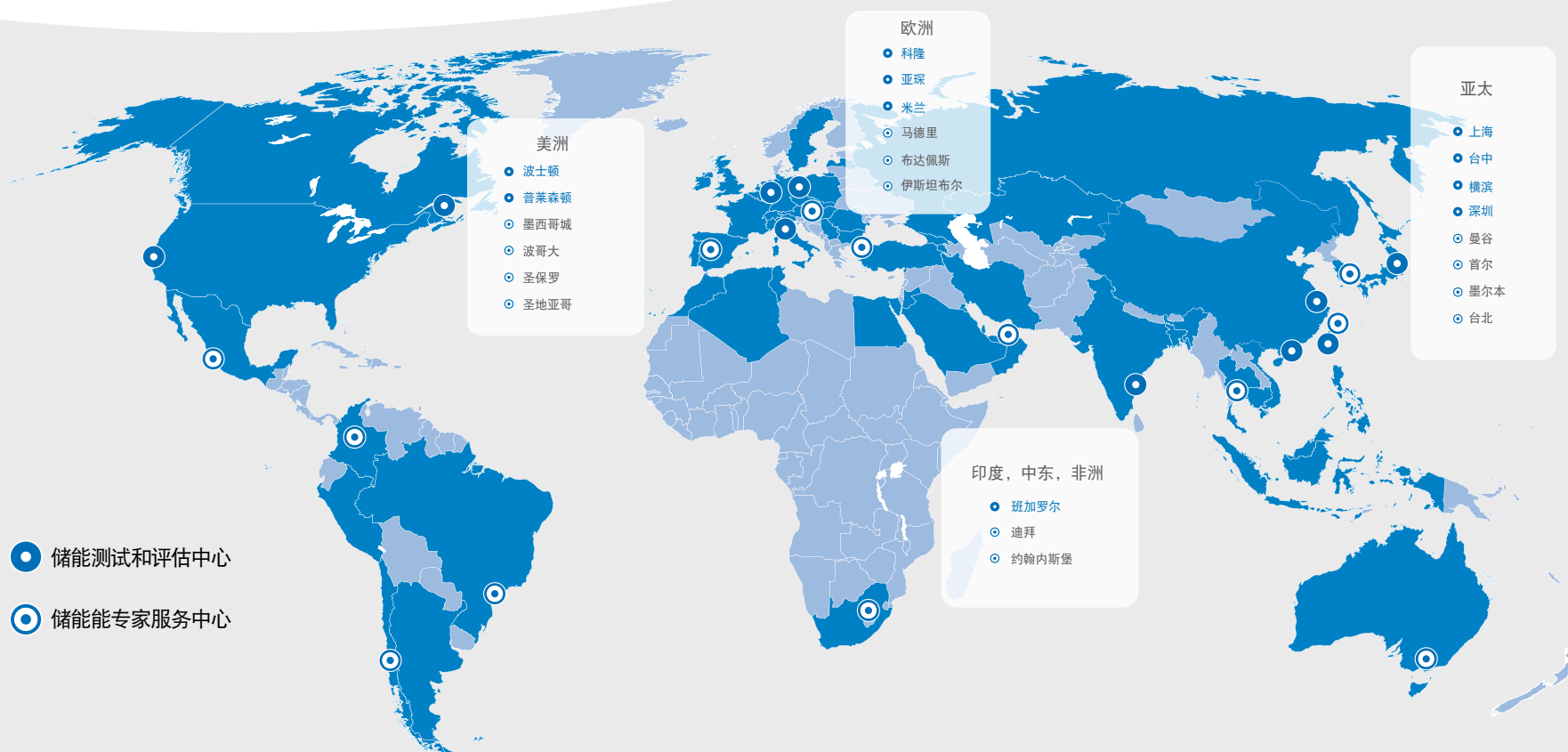
我们的十大测试中心分别位于德国科隆、德国亚琛、意大利米兰、中国上海、中国深圳、中国台湾、美国普莱森顿、美国波士顿、日本横滨和印度班加罗尔，具备完善的认证能力，拥有最先进的设备和资深工程师团队。作为储能行业公认的第三方测试认证领军品牌，可以快速响应当地制造商、零售商和投资者的需求，竭力帮助您克服挑战。多元化的技术能力和服务组合使我们成为您值得信赖的合作伙伴。我们为您建言献策，致力于提供最全面的支持，助您在全球各地市场取得成功。

100+ 专家

10+ 年从业经验

500 个地区

No.1 的储能产品测试与认证机构



第六章 品质坚守 安全为本 “质胜之道”



6.1 一测定乾坤：突破兆瓦级储能安全瓶颈，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。

2021年1月，TÜV莱茵受业内世界级领军企业委托，对其兆瓦级储能系统完成了**UL 9540A测试**，成为**国内首个顺利通过该测试的兆瓦级储能系统**，意味着其满足了NFPA855颁布的规范，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**占领北美储能市场**。

随着该项目测试的顺利完成，有望为企业赢得超GWh的项目总量，而2020年北美储能市场发展迅速，整体市场容量在1GWh左右。也就意味着该项目为企业带来的**项目总量有望突破2020年北美储能项目的总和**，远超该企业历年储能项目之和，将带来巨大的经济效益和市场影响力，真可谓是“一测定乾坤”！



6.2 纵横新能源：合纵新能源产业链，连横储能全球市场

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，或顺应行业利润流通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”，以自身的实践和努力塑造着崭新的全球化合作秩序。

6.3 心无旁骛：押宝户用储能高端市场

天道酬勤，业道酬精。所谓“精”，一方面是针对细分领域的专精，集中优势攻略一点，以局部的胜利获得全局的领先；另一方面，是针对技术和产品的专精，把握产品链条上所有的关键核心技术；再有，是针对目标市场的专精，准确定位产品与目标市场之间联系。

作为目前国内少有的同时具备电芯、模组、电池管理系统等储能核心部件自主研发和制造能力的企业，成立之初就主动放弃了动力电池的技术路线，专攻储能领域并**定位于户用储能海外高端市场**。据统计，2018-2020年连续三年该企业80%的产品销往海外高端市场，在全球家储市场中占有量位居前三。

台上一分钟，台下十年功。在家储赛道脱颖而出之前，历尽了漫长而挣扎的匍匐期和彷徨期。从家储市场来看，全球以欧洲为最，而欧洲又以德国为最，其对准入的技术规范和产品的品质要求，对于本土企业而言都是巨大挑战。2017年，德国推行**储能系统规范VDE 2510**，同年11月该企业就顺利通过了TÜV莱茵的测试并获颁国内首张VDE2510储能系统认证证书，就此打开了**通往德国、欧洲乃至全球高端市场**的大门。

以德国为起点，该企业陆续完成了与欧洲排名前列的几家储能系统集成商的深度合作，迅速在欧洲市场打开了局面，随后又逐步在英国、意大利、美国等海外高端市场扩大战果并进一步站稳脚跟。短短几年间，其业绩呈指数级增长，在2020年受到资本市场的青睐，辉煌上市。

6.4 卧薪尝胆：行业先锋 潜心耕耘

苦心人天不负，三千越甲可吞吴。吴越大地曾孕育过激励人心的历史，而在新能源的创业江湖中，这里也诞生了一个又一个传奇的故事。

光伏行业从2008年开始，短短3年时间内实现了突飞猛进，不仅仅创造了一个又一个的首富，也带动了一大批先进者们的财富自由。作为国内最早踏足光伏行业的组件制造商之一，在光伏行业最鼎盛的时期，另立门户，成立逆变器公司并**进军储能领域**。或许谁都无法预料到2012年之后光伏行业的跌宕起伏，但先行者们之所以成为先行者，不仅是凭借他们敏锐的商业嗅觉和超强的行动力，更是源自他们卧薪尝胆的定力和十年磨一剑的魄力。

从光伏到储能，TÜV莱茵既是先行者，也是磨剑人。或许是相似的经历所引起的共鸣，2019年，TÜV莱茵与这家颇具传奇色彩的行业先锋达成战略合作，**共同解决储能产品的全球市场准入**，并在2021年初成功拿下日本户用储能产品认证这一公认的高门槛、高要求标准认证。

颁证当日，群情激奋：“我们在日本市场布局多年，不缺成熟的渠道，也不缺稳定的合作伙伴，更不缺对这个市场的长期信心，唯一所缺的就是**市场准入的钥匙**。我们知道这一切很难，因为这或许意味着要打破某种地方保护主义，但我们最终还是做到了！”

6.5 十年磨剑：坚守品质 成就卓越

时光不负有心人，星光不负赶路人。从光伏到储能，在新能源的江湖里，**产品轮动快、技术迭代快、市场和标准变化快**...从来不以一时成败论英雄。在这个节奏如此之快、变化如此之多的行业中，似乎很难有企业能保证自己是常胜将军，但恰恰有些企业就能将“常胜”分解，变成针对品质的制度，融汇成品质的文化，淬炼成品质的灵魂。

TÜV莱茵自2014年开始，每年号召行业中的翘楚将当年某个领域、某个应用场景下品质最好、数据最高的产品拿出来，在同一测试平台进行横向比较，并授予冠军产品“质胜中国”荣誉。由于评测标准专业严谨、评测数据公开透明、评测流程客观公正，“质胜中国”评选如今已是**业内头部企业比拼产品硬实力的舞台**，也是海内外业主、买家、投资方、金融单位选择优秀产品的重要参考意见。

自2014年至2020年的历届“质胜中国”评选中，唯有一家企业**实现了六连冠**。每年的产品不一样，每年的奖项不一样，每年的测试要求也不一样，该企业之所以能够常胜，源自于其对每一年、每一代、每一款产品都奉行**品质至上的原则**。在TÜV莱茵与其深度合作的数年间，不仅见证了其在产品研发方面不断创新突破，在**海外市场披荆斩棘，畅销全球80多个国家**，更是见证了其在资本市场上成功上市，威名远扬。



6.6 生于忧患：产业升级阵痛期

在“2025中国制造”的宏伟蓝图下，新兴的创新型企业一往无前，而那些上百亿的大型传统制造企业则面临着一场艰难卓绝的生死**转型战**：大型传统制造业积重难返，带着很多历史遗留的沉痾逆流航行，不进则退已属不易，若要调转航向寻求新航线则更是艰难，力度大了容易翻船，力度小了则可能随着巨大的惯性一步步驶向旋涡，再难有摆脱的动能与空间。

起源于第二次工业革命的TÜV莱茵，在过去150年间服务于各行各业，见证了诸多行业历史上的兴衰交替。往昔的朝阳行业，在今日成了传统行业；今日的新兴行业，也必然会随着历史车轮的滚动慢慢陈旧。如此来看，或许**只有“变”才是永远不变的**。

得益于此，TÜV莱茵有机会在产业转型浪潮中，为雄踞中国内陆的一些大型传统制造企业**提供专业意见和技术支持**，并在这期间深刻体会到了企业对于未来的忧患，也惊叹于企业庞大身躯之下的灵活腾挪。自2020年起，经过TÜV莱茵在行业、产品、技术、市场准入等一系列服务助力后，终于出现了多个佼佼者，**乘着储能发展的东风，或在异域海外，或在细分市场，搏杀出了新的希望。**

第七章 “质胜中国 以质取胜”

躬行质道
光耀未来



“质胜中国”年度盛会

主题演讲 / 嘉宾论坛 / 媒体采访 / 高层沙龙 / 质胜奖 / 白皮书 / 新技术 / 新产能



- 顶尖智囊，大咖云集
- 光储领袖，畅所欲言
- 龙头产品，技术比拼
- 合作共赢，品质交流

品质：降本压力下的品质坚守

品牌：权威数据见证下的品牌突围

效益：品质品牌驱动下的效益提升



历年获奖企业名单

2014  GOODWE  威达新能源  HUAWEI

2015  GOODWE  阳光电源  HUAWEI

2016  GOODWE  阳光电源  TMEIC

2017  GOODWE  阳光电源  HUAWEI  SAJ 三晶电气  SMA

2018  GOODWE  Growatt 古瑞瓦特  锦浪科技  SAJ 三晶电气

2019  GOODWE  阳光电源  锦浪科技  爱士惟

All
Quality
Matters




TÜVRheinland®
Precisely Right.

2020

第八章 储能行业领袖高瞻



储能行业领袖高瞻

“

“**化学储能**不受地理、气候条件的限制，规模可大可小，特别是其能量转换效率高达80%甚至90%以上，且伴随技术进步，价格不断下降，**是可再生能源高效利用的利器**，可用以彻底解决“弃风”、“弃光”问题，在未来能源体系中占有十分重要的位置。”

杨裕生
中国工程院院士

资料来源：中国能源报

“**储能是未来电力系统必要的组成部分**，是不可少的。储能可以实现能量的时移应用，平抑风、光的间歇性，即用即发，通过削峰填谷实现收益，将电力供需之间的实时耦合改为跨时段耦合，丰富电力平衡的手段，实现低密度、波动性能源的高密度、可控性应用，达到类常规电源效果，成为高竞争力的能源。”

杜祥琬
中国工程院院士

资料来源：网络

“几类技术整体突破的颠覆性影响，一个是高效低成本太阳能、风能发电和电网友好技术。第二点**高效低成本长寿命储能技术**，它的**规模化**广泛应用，将**颠覆传统电力系统**运行方式，开启全新的电力生产分配新模式，为实现高比例，可以高到100%可再生能源的新一代电力系统奠定基础。”

周孝信
中国科学院院士

资料来源：网络

”

“

“能源互联网实际上是用先进的电力电子技术+信息技术+智能管理技术，将分布式能量采集装置、储存装置和各种负载互联起来，实现能量双向流动的一种共享网络。能源互联网有五个特征，第一个是可再生，第二个是互联，第三个是分布式，第四个是开放性，第五个是智能化，这中间是储能，储能实际上是能源互联网的基础。能源形势逼人，挑战逼人，使命逼人，我们一定要**大力发展储能，构建能源互联网，保证能源安全。**”

陈立泉
中国工程院院士

资料来源：网络

“**可再生能源的关键在于储能**，储能的关键则在于新能源汽车的规模化，而只有实现新能源汽车大规模发展，才能实现新能源革命。既要利用电动汽车的储能潜力抑制电网的波动，也要采用有序充电、车与电网双向充电、储能放电、换电池和充换电一体化等各种智能充电方式将充电功率大幅收窄。”

刘吉臻
中国工程院院士

资料来源：网络

”

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

 **TÜVRheinland®**
Precisely Right.