

行业研究

储能：碳中和下的新兴赛道，万亿市场冉冉开启

——碳中和深度报告（三）

要点

碳中和背景下，储能是又一长期高确定、高增长赛道：随着“30-60 碳达峰-碳中和”战略的提出，可再生能源将得到大力发展。高比例可再生能源需要大量的储能，储能迎来发展机遇。在碳中和背景下，储能发展可分为三个阶段：（1）“十四五”期间：电力约束问题不构成主要矛盾，储能是风光发展的标配，配置比例较低，光储接近平价。（2）新能源成为主力能源，逐步增量替代火电，电网稳定性亟需大量储能；配置比例和备电时长提升，光+储全面平价，储能需求快速提升。（3）碳达峰后，储能将在电网侧存量替代火电，承担主力电网调峰调频职责。

海外户用储能率先起量，国内多种方式弥补经济性：海外高电价、户用光伏渗透率高都推动了海外户用储能市场率先起量。国内光伏+储能还未平价，储能额外投资成本难以计入电价成本，使得经济性成为当前国内储能大规模建设的主要矛盾。然而，储能可通过地方补贴、提高消纳带来的额外发电收益、内部化碳成本等方式抹平暂时的经济性缺口。基于此，我们认为国内发电侧储能市场即将崛起。

万亿储能市场冉冉升起。我们测算 2030 年储能需求空间 1.25 TWh；2020-2030 年累计 3.9 TWh，新增储能 CAGR 约 30%。2060 年储能年需求空间 10 TWh；2020-2060 年累计 94 TWh。2030 年储能投资市场空间 1.3 万亿元（2020 年起累计 6 万亿元），2060 年 5 万亿元（2020 年起累计 122 万亿元）。至碳达峰阶段，国内新能源发电侧、家用储能将会是最大的市场；至碳中和阶段，电网侧调峰调频需求崛起。

老玩家，新战场：电池和储能变流器（PCS）是价值量和壁垒双高的核心环节，国内外主要厂商悉数入场；系统集成环节将成为必争之地，有望通过数字化、智能化解决方案增加附加值，掌握储能产业链话语权。

投资建议：在碳达峰、碳中和的大背景下，可再生能源的大力发展离不开大量的储能对于电力系统稳定性的保障。随着海外户用市场需求崛起、继青海之后国内储能补贴政策有望陆续落地、碳中和背景下碳成本的内部化，储能的商业模式、经济性已打通，今年储能有望高速发展，长期维度来看又一万亿市场冉冉升起。

- 1、锂电池：推荐派能科技、宁德时代，关注比亚迪、亿纬锂能、国轩高科；
- 2、PCS：推荐阳光电源，关注科华数据、固德威、锦浪科技；
- 3、系统集成：推荐盛弘股份；
- 4、EPC：关注永福股份；
- 5、电网相关：关注南网能源、国电南瑞、国网信通、涪陵电力、许继电气等。

风险分析：光伏、风力发电以及储能降本不及预期；政策变更产生较大不利影响、电力市场改革不利于储能发展等。

重点公司盈利预测与估值表

证券代码	公司名称	股价 (元)	EPS (元)			PE (X)			投资评级
			19A	20E	21E	19A	20E	21E	
688063.SH	派能科技	154.34	1.24	1.78	3.21	124	87	48	买入
300750.SZ	宁德时代	305.00	2.06	2.24	3.28	148	136	93	买入
300274.SZ	阳光电源	70.35	0.61	1.32	1.76	115	53	40	买入
300693.SZ	盛弘股份	30.83	0.45	0.67	0.96	68	46	32	买入

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2021-03-08

电力设备新能源

买入（维持）

环保

买入（维持）

作者

分析师：殷中枢

执业证书编号：S0930518040004

010-58452063

yinzs@ebsecn.com

分析师：马瑞山

执业证书编号：S0930518080001

021-52523850

mars@ebsecn.com

分析师：郝骞

执业证书编号：S0930520050001

021-52523827

haoqian@ebsecn.com

分析师：黄帅斌

执业证书编号：S0930520080005

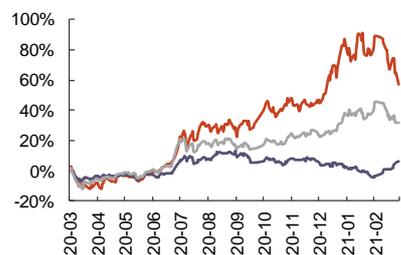
021-52523828

huangshuaibin@ebsecn.com

联系人：陈无忌

chenwuji@ebsecn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：Wind

相关研报

渐强的碳价信号，渐近的碳约束时代——碳中和深度报告（一）（2021-02-02）

碳中和与重大构：供给侧改革、能源革命与产业升级——碳中和深度报告（二）（2021-02-28）

投资聚焦

我们的创新之处

- 1、根据碳达峰、碳中和的规划，测算了 2020-2060 年长期的储能市场空间；根据储能功率配比和备电时长、成本和平价情况，提出了储能发展的三阶段发展路径；
- 2、深入对比了各种储能技术的特点和使用场景，指出未来并不是一种技术路径一家独大，而是根据最优储能系统效率，各种储能技术百家齐放，因此需要关注氢储能、液流电池等技术的产业化进程；
- 3、深度拆解了储能系统产业链以及国内外核心厂商，指出电池和储能变流器（PCS）是价值量和壁垒双高的核心环节，系统集成环节将成为必争之地，有望通过数字化、智能化增加附加值，掌握产业链话语权。

股价上涨的催化因素

- 1、随着青海出台国内首个新能源配储能补贴的出台，各地针对储能补贴政策有望陆续出台，有望通过政策手段、补贴抹平暂时的经济性缺口，刺激储能需求提升；
- 2、各地碳中和相关规划陆续落地，光伏、风电等可再生能源并网比例的增加将带来巨大的储能需求，储能作为又一万亿市场，崛起在即。
- 3、碳中和，就是排碳成本内部化和排碳成本转移的过程。碳交易、碳成本相关政策出台，例如高耗能的差别电价，也是催化因素。

投资观点

在碳达峰、碳中和的大背景下，可再生能源的大力发展离不开大量的储能对于电力系统稳定性的保障。随着海外户用市场需求崛起、继青海之后国内储能补贴政策有望陆续落地、碳中和背景下碳成本的内部化，储能的商业模式、经济性已打通，今年储能有望高速发展，长期维度来看又一万亿市场冉冉升起。建议关注：

- 1、锂电池：推荐派能科技、宁德时代，关注比亚迪、亿纬锂能、国轩高科；
- 2、PCS：推荐阳光电源，关注科华数据、固德威、锦浪科技；
- 3、系统集成：推荐盛弘股份；
- 4、EPC：关注永福股份；
- 5、电网相关：关注南网能源、国电南瑞、国网信通、涪陵电力、许继电气等。

目 录

1、碳中和背景下，储能扮演不可或缺的角色	8
1.1、储能的三阶段发展路径.....	8
1.2、储能技术百花齐放，电化学储能正当时.....	12
1.3、商业模式决定储能发展经济性.....	16
2、储能空间测算：又一万亿市场冉冉升起	27
2.1、总体空间.....	27
2.2、国内新能源发电侧.....	28
2.3、海外风光发电侧.....	29
2.4、电网侧调峰调频空间测算.....	30
2.5、分布式储能空间测算.....	31
2.6、通讯、IDC 等其他储能.....	32
3、储能系统产业链：电池和 PCS 是核心，系统集成附加值有望提升	33
3.1、储能变流器(PCS)：深刻理解电网环境，具备渠道优势.....	35
3.2、电池：成本占比 50%，海外电池厂商品牌力突出.....	38
3.3、BMS、EMS：走向数字化、智能化平台.....	48
3.4、EPC：建设质量要求高，协调多方单位.....	49
3.5、系统集成：得系统集成者得市场.....	50
4、投资建议	51
4.1、派能科技.....	51
4.2、宁德时代.....	58
4.3、阳光电源.....	59
4.4、盛弘股份.....	60
5、风险提示	60

图目录

图 1: 储能系统在电网中起到调节负荷曲线的作用	8
图 2: 储能的潜在位置和应用场景	8
图 3: 碳中和背景下储能的三个发展阶段	8
图 4: 光伏、储能度电成本与功率配比、备电时长的示意图 (单位: 元/Wh)	10
图 5: 储能技术分类	12
图 6: 全球已投运储能项目累计装机规模 (GW)	12
图 7: 各储能技术的系统额定功率与放电时间	13
图 8: 各储能技术的能量密度与功率密度	13
图 9: 抽水蓄能站工作原理	14
图 10: 液流电池原理	14
图 11: 一般氢能储能系统原理	15
图 12: 氢燃料电池储能循环效率较低	15
图 13: 2014-2024 年全球公用事业规模储能系统技术成本趋势	15
图 14: 2019 年中国已投运电化学储能项目结构 (按装机规模)	15
图 15: 储能的应用场景	16
图 16: 2018 年全球已投运电化学储能项目应用分布	16
图 17: 储能主要应用场景及连续时间	17
图 18: 2019 年通信储能占国内储能锂电池出货量大部分	18
图 19: 2020 年起 5G 基站进入建设高峰期	18
图 20: 中国碳市场结构示意	20
图 21: 全球主要国家和地区家庭用电价格 (美元/kWh)	24
图 22: 欧洲居民电价、光伏、储能度电成本预测	24
图 23: 全球各地区家用储能出货量 (MWh)	24
图 24: 欧洲家用储能市场累计装机 (MWh)	25
图 25: 2019 年欧洲前五大家用储能市场	25
图 26: 美国储能系统激励政策示意图	26
图 27: V2G 概念图	26
图 28: 加州 Kettleman City 的光充储站点	26
图 29: 2020-2030E 全球储能新增装机量 (GWh)	27
图 30: 2020-2060E 全球储能新增装机量 (GWh)	27
图 31: 储能投资市场空间	28
图 32: 风光新增装机量	28
图 33: 国内风光储新增装机预测	29
图 34: 国内风光发电侧储能市场空间	29
图 35: 海外光伏风电装机预测	29
图 36: 风光发电侧储能空间测算	29

图 37: 全球发电量预测	30
图 38: 电网侧调峰储能需求空间.....	30
图 39: 全球发电装机预测.....	31
图 40: 电网侧调频储能需求空间.....	31
图 41: 分布式储能空间测算	32
图 42: 通讯、IDC、UPS 等其他储能空间测算.....	32
图 43: 电化学储能系统产业链 (2021 年预计市场空间 200 亿元)	33
图 44: 储能各环节厂商向系统集成环节的延伸.....	33
图 45: 电化学储能系统工作原理示意图.....	34
图 46: 国内储能系统成本结构	34
图 47: 备电时长 4h 的电站级储能系统初始投资成本结构	34
图 48: 储能逆变器市场需求持续快速增长	35
图 49: 电化学储能系统及储能逆变器 (PCS) 结构	35
图 50: 主要厂商储能逆变器收入 (亿元)	37
图 51: 主要厂商储能逆变器毛利率	37
图 52: 主要逆变器厂商产品性能对比	37
图 53: 储能系统成本构成(美元/kWh).....	39
图 54: 不同容量下的锂电储能成本 (美元/kWh, 60MW 系统)	39
图 55: 储能电池(左)与动力电池(右)示意图.....	39
图 56: 部分家用储能产品循环测试的容量保持情况.....	40
图 57: 特斯拉 Powerwall2 产品示意图及安装效果图.....	41
图 58: 北美家用储能市场份额(H2 2019-H1 2020)	42
图 59: Megapack 内部构造图.....	42
图 60: Powerwall 风暴预警功能	42
图 61: Hornsdale Power Reserve 储能实时运营情况.....	43
图 62: 特斯拉全球新能源应用场景布局	43
图 63: 松下家用储能产品.....	43
图 64: 国内电化学储能规模不断增加	47
图 65: 2019 年中国电化学储能供应商格局	47
图 66: 智慧能源管理系统功能	48
图 67: 智慧能源管理系统主要架构	49
图 68: 公司积极向系统方案提供商转型	50
图 69: 派能科技业务领域.....	46
图 70: 2019 年全球家用储能出货量市场格局.....	46

表目录

表 1：各地十四五期间风光发展规划	9
表 2：各能源集团十四五期间风光发展规划	9
表 3：近十年我国的储能政策	10
表 4：部分省区储能装机规模要求	11
表 5：储能参与电力辅助服务政策梳理	12
表 6：电化学储能技术对比	13
表 7：储能的主要应用场景及分类	16
表 8：2020 年通信基站建设火热，带动基站电池储能需求	18
表 9：电力调频服务补偿提供充足的经济性	20
表 10：以华中区某火电储能联合机组为例测算调频系统收益	21
表 11：江苏省峰谷电价差与峰平电价差（单位：元/kWh）	21
表 12：用户侧储能调峰项目收益测算假设及参数	22
表 13：用户侧储能调峰项目收益测算	22
表 14：用户侧储能调峰项目 IRR 敏感性分析（不考虑融资）	23
表 15：各省调峰补偿计算规则	23
表 16：欧洲主要家用储能市场总结	25
表 17：国内风光发电侧储能空间测算	28
表 18：海外风光发电侧储能空间测算	29
表 19：电网侧调峰储能空间测算	30
表 20：电网侧调频储能空间测算	30
表 21：工商业分布式储能空间测算	31
表 22：家用储能空间测算	31
表 23：5G 基站储能空间测算	32
表 24：储能变流器种类、特点及架构	36
表 25：主要逆变器厂商竞争力对比	37
表 26：特斯拉 PowerWall 及市场同类产品参数对比	41
表 27：松下储能领域的合作对象	43
表 28：宁德时代储能业务数据	44
表 29：宁德时代国内合作情况与储能业务概况	44
表 30：宁德时代海外合作情况与储能业务概况	45
表 31：宁德时代主要投资公司（储能、电力、充配电、电力供应企业）	45
表 32：国轩高科储能领域大事件	47
表 33：部分亿纬锂能中标储能项目	48
表 34：派能科技产能情况	55
表 35：派能科技主营业务拆分	55
表 36：派能科技盈利预测	55

表 37: 派能科技与可比公司 PE 估值比较	56
表 38: 绝对估值假设核心表	56
表 39: 现金流折现及估值表	57
表 40: 敏感性分析表	57
表 41: 各类绝对估值法结果汇总表	57
表 42: 宁德时代盈利预测与估值简表	58
表 43: 阳光电源盈利预测与估值简表	59
表 44: 盛弘股份盈利预测与估值简表	60

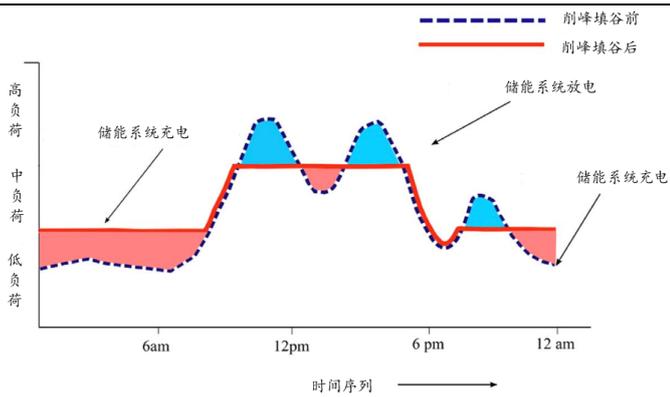
1、碳中和背景下，储能扮演不可或缺的角色

1.1、储能的三阶段发展路径

随着“30-60 碳达峰-碳中和”战略的提出，可再生能源将得到大力发展。2020年9月，我国在第75届联合国大会提出“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，2060年前实现碳中和”；在2020年12月的联合国气候雄心峰会和中央经济工作会议上，“30-60”的目标被反复提及，标志着“碳达峰-碳中和”已成为国家战略。由火电为代表的可再生能源将逐步被光伏风电为代表的可再生能源替代，可再生能源将成为能源主力。

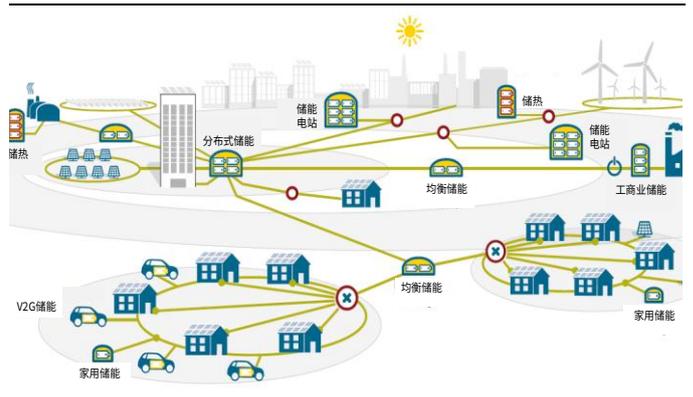
高比例可再生能源需要大量储能，储能迎来发展机遇。光伏风电等可再生能源由于与用电负荷并不匹配，需要大量的储能承担削峰填谷的作用。另外，“30·60双碳目标”的提出必将加快推动风电、太阳能发电等新能源的跨越式发展，高比例可再生能源对电力系统灵活调节能力将提出更高要求，这就给储能发展带来了新机遇。

图 1：储能系统在电网中起到调节负荷曲线的作用



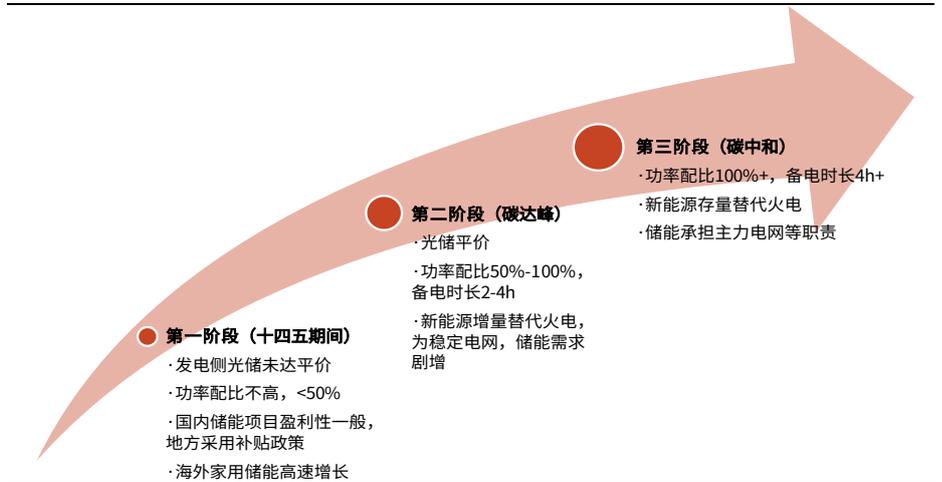
资料来源：A review on peak load shaving strategies, Moslem Uddin 等

图 2：储能的潜在位置和应用场景



资料来源：REN21, 2017, Renewables Global Futures Report

图 3：碳中和背景下储能的三个发展阶段



资料来源：光大证券研究所

第一阶段（2020-2025 年）

“十四五”风光发展信心足。国家层面的能源“十四五”规划尚未出台，但北京、天津、上海等 20 多个省（区、市）已相继发布了“十四五”新能源发展规划，“风光”正无限。国能投、国电投、华能、大唐、华电、三峡、中广核等众多电力央企近日纷纷表态，将把新能源作为“十四五”期间的开发重点。

“十四五”期间电力约束问题不构成主要矛盾，储能是风光发展的标配。“十四五”期间，随着光伏装机占比的逐渐提高，储能在限电率范围内调峰，起到削峰填谷的作用。但风光储不具备深度调峰能力，“十四五”期间储能调峰的能力不具备经济性。在此阶段，光伏风电的发电量占比还较低，电网稳定性和灵活性可通过现有调峰机组得到保证。

表 1：各地十四五期间风光发展规划

省市	规划内容
上海	到 2025 年本地可再生能源占全社会用电量比重提高到 8%左右
江苏	充分发挥太阳能资源，到 2025 年底，全省光伏发电装机达到 2600 万千瓦。其中，分布式与集中式光伏发电装机分别达到 12GW、14GW
广东	到 2025 年，广东省新能源发电装机规模将达到 10250 万千瓦（其中核电装机约 1850 万千瓦，气电装机约 4200 万千瓦，风电、光伏、生物质发电装机约 4200 万千瓦），储能规模约 200 万千瓦
新疆	疆电外送电量达到 1800 亿千瓦时。全区可再生能源装机规模达到 8240 万千瓦
河北	到 2025 年，全省风电和光伏发电装机分别达到 2600 万千瓦、2000 万千瓦以上
浙江	重点在领海海域及毗连区布局海上风电项目，预计 2025 年装机达到 600 万千瓦
江西	2025 年风电、光伏、生物质装机分别达到 700、1100、100 万千瓦以上
云南	“十四五”期间，云南将规划建设 31 个新能源基地，装机规模为 1090 万千瓦
海南	到 2025 年，新增可再生能源发电装机约 400 万千瓦，清洁能源消费比重达 50%左右，清洁能源发电装机比重达 82%

资料来源：北极星储能网，光大证券研究所整理

表 2：各能源集团十四五期间风光发展规划

企业	2020 年新能源装机								“十四五”期间新能源装机					
	新增投产 (万千瓦)	新增投产: 光伏 (万千瓦)	新增投产: 风电 (万千瓦)	累计装机 (万千瓦)	累计装机: 光伏 (万千瓦)	累计装 机: 风电 (万千瓦)	累计装机 (万千瓦)	新能源装 机占比	新增装机 (万千瓦)	新增装机: 光伏 (万千瓦)	累计装机 (万千瓦)	累计装机: 风电 (万千瓦)	累计装机 (万千瓦)	新能源累 计装机占 比
国电投	2186	1028	1158	6049	2961.2	3087.9	17600	34.37%	4571	2571	2000			
华能集团	>1000			/				/	8000					30000 50%
国家能源集团	521			/				26%	7500	2800				40%
大唐集团							14400	32.4%	2532					50%
华电集团								40.4%	1500			766		11.9%
三峡新能源	>500			>1500				/	7500					
中核集团				695	485	210			2500					
中广核新能源	>400			>2400				/	2400					
中节能														
合计									36503					

资料来源：北极星光伏网，光大证券研究所整理

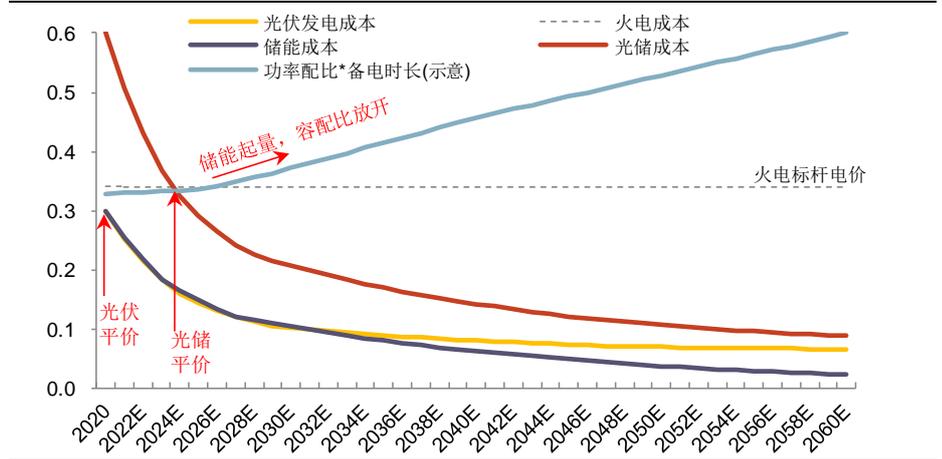
第二阶段（2025-2030 年）

新能源成为主力能源，电网稳定性亟需大量储能。我国在 2020 年 12 月联合国“2020 气候雄心峰会”提出 2030 年可再生能源装机达到 12 亿千瓦。为了实现 2030 年碳达峰目标，可再生能源装机将超过火电装机，从补充能源变为主力能源，基本实现新增电力来自新能源。要承载如此规模的新能源装机，电网乃至整个电力系统不仅要有“量”的增加，还要有“质”的变革，对储能的需求急剧提

升。成本方面，随着技术进步，风光储电力度电平均售价低于全国煤电平均售价，存量替代化石能源阶段开启。

根据 Solarzoom，风光电力要“100%增量替代”化石能源发电，要做到发电装机保有量：储能装机保有量 $\approx 1W: 1-2Wh$ 的比例。我们预计在这一阶段功率配比 50%-100%，备电时长 2-4h。

图 4：光伏、储能度电成本与功率配比、备电时长的示意图（单位：元/Wh）



资料来源：光大证券研究所预测；度电成本：基于全生命周期内处理的电量，单位电量的投资成本

第三阶段（2030-2060 年）

新能源存量替代化石能源，储能将在电网侧替代火电机组。2030 年往后，至 2060 年实现碳中和，当可再生能源发展为电力消费的绝对主体时，构建以可再生能源为中心的灵活电力系统，主动提供系统服务，整个电力系统会更经济更平衡。储能将在电网侧承担调峰调频等职责，传统火电机组将在辅助服务领域逐步退出。

根据 Solarzoom 测算，风光电力要“100%存量替代”化石能源发电，要做到发电装机保有量：储能装机保有量 $\geq 1W: 5Wh$ 的比例。我们预计在这一阶段功率配比 100%+，备电时长 4h+。这既要求光伏系统、储能系统成本进一步降低，也要求储能装机量大幅提高。

政策：储能经济性缺口，鼓励储能多形式发展

“十三五”以来，我国出台产业政策鼓励储能发展。2017 年 10 月，国家能源局等 4 部门联合发布了《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》，国家层面出台的政策推动了储能的发展，电化学储能装机规模在 2018 年实现大幅增长。

表 3：近十年我国的储能政策

时间	部门	政策	主要内容
2011 年 12 月	国家能源局	《国家能源科技“十二五”规划》	布局储能产业，重点在储能技术的研发
2014 年 6 月 7 日	国务院办公厅	《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》	优化能源结构，按照输出与就地消纳利用并重、集中式与分布式发展并举的原则，加快发展可再生能源
2016 年 4 月 7 日	国家能源局	《能源技术革命创新行动计划（2016-2030 年）》	通过能源技术创新，提高用能设备设施的效率，重点发展电力储能等技术
2017 年	财政部、科	《关于促进储能技术与	大力发展“互联网+”智慧能源，促进储能技术和产

10月11日	技部、工信部、国家能源局	产业发展的指导意见》	业发展，支撑和推动能源革命。未来10年内分两阶段推进储能产业发展：第一阶段即“十三五”期间，实现储能由研发示范向商业化初期过渡；第二阶段即“十四五”期间，实现商业化初期向规模化发展转变
2019年2月18日	国家电网公司	《关于促进电化学储能健康有序发展的指导意见》	强调了储能的战略意义，规划了电源侧、电网侧和客户侧的储能应用，提高电网发展质量效益
2019年5月24日	国家发展改革委、国家能源局	《输配电定价成本监审办法》	抽水蓄能电站、电储能设施、电网所属且已单独核定上网电价的电厂的成本费用不计入输配电定价成本
2019年10月	国家发展改革委办公厅等	《关于促进储能技术与产业发展的指导意见 2019-2020年行动计划》	提出从研发、制造、推进动力电池储能化应用和标准化建设等方面落实相关工作
2020年4月15日	国家能源局	《关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》	提出把提升可再生能源本地消纳能力、扩大可再生能源跨省区资源配置规模作为促进“十四五”可再生能源发展的重要举措

资料来源：国家能源局、各部委网站、北极星储能网

储能设施不计入电价成本，经济性缺口难分摊。2019年5月，国家发改委、能源局印发的《输配电定价成本监审办法》明确提出电储能设施不计入输配电定价成本，两大电网公司相继限制企业内部储能投资，导致2019年电化学储能增速大幅回落。储能投入徒增成本项目收益率降低，叠加储能经济模式尚不清晰，电站开发商、电网、运营商在储能方面的权责不清晰，主动配置储能意愿降低。

储能配置比例博弈，解决消纳为当务之急。截止2020年底已有18个省市出台了鼓励或要求新能源配储能的有关文件。湖南、湖北、内蒙、山东、山西、河北、贵州明确规定了储能配比，配置储能的比例从5%到20%不等。辽宁、河南、西藏三地虽并未要求具体储能配置比例，但文件明确在新能源项目审核过程中“优先考虑”新能源配置储能项目。

表 4：部分省区储能装机规模要求

时间	发布方	文件名称	要求
2019年2月19日	新疆自治区发改委	《关于在全疆开展发电侧储能电站建设试点的通知》	储能电站原则上按照光伏电站装机容量20%配置。
2017年6月13日	青海省发改委	《青海省2017年度风电开发建设方案》	各项目按照建设规模的10%配套建设储电装置，储电设施总规模33万千瓦
2020年2月27日	内蒙古自治区能源局	《内蒙古自治区能源局关于2020年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知（征求意见稿）》	光伏电站储能容量不低于5%
2020年6月5日	国网山东省电力公司	《关于2020年拟申报竞价光伏项目意见的函》	储能配置规模按项目装机规模20%考虑，储能时间2小时，可以与项目本体同步分期建设。
2020年6月8日	湖北省能源局	《关于开展2020年平价风电和平价光伏发电项目竞争配置工作的通知》	风储项目配备的储能容量不得低于风电项目配置容量的10%，且必须与风电项目同时建成投产，以满足储能要求。
2020年10月11日	河北省发改委	《关于推进风电、光伏发电科学有序发展的实施方案（征求意见稿）》	针对2021-2025年的风光储示范工程，支持风电、光伏发电项目按10%左右比例配套建设储能设施
2021年1月11日	宁夏自治区发改委	《关于加快促进自治区储能健康有序发展的指导意见（征求意见稿）》	“十四五”期间，储能设施按照容量不低于新能源装机的10%、连续储能时长2小时以上的原则逐年配置

资料来源：北极星储能网、中国储能网

“十四五”规划明确提出发展储能产业。“十四五”规划中指出要发展新能源等战略性新兴产业；推进能源革命，完善能源产供储销体系；建设智慧能源系统，优化电力生产和输送通道布局，提升新能源消纳和存储能力。国务院办公厅11月2日发布的《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》中提到要促进新能源汽车与可再生能源高效协同，鼓励“光储充放”（分布式光伏发电—储能系统—充放电）多功能综合一体站建设。

储能作为灵活调节资源，参与电力辅助市场服务。青海、宁夏、山东、江苏、湖南等地出台了电力辅助服务市场交易规则，允许符合要求的储能项目参与辅助服务市场。

表 5：储能参与电力辅助服务政策梳理

时间	发布方	文件名称	要求
2020 年 12 月	国家能源局西北监管局	《青海省电力辅助服务市场运营规则（征求意见稿）》	满足 10MW/20MWh 以上、具备 AGC 功能等条件的发电企业、用户侧或电网侧储能电站可以参与辅助服务市场。
2021 年 1 月	宁夏发改委	《关于加快促进自治区储能健康有序发展的指导意见(征求意见稿)》	对于达到要求的储能项目，支持参与电力辅助服务市场。鼓励储能以独立身份参与市场交易
2020 年 10 月	国家能源局山东监管办	《山东电力辅助服务市场运营规则（试行）（2020 年修订版）》	明确 5MW/10MWh 以上的独立储能设施、集中式新能源场站配套储能设施等可以参与调峰辅助服务，价格上限按照火电机组降出力调峰价格上限执行。
2020 年 11 月	国家能源局江苏监管办	《江苏电力市场用户可调负荷参与辅助服务市场交易规则（试行）》	适用范围由“在江苏开展的电力市场用户可调负荷调峰市场交易”改为“在江苏开展的电力市场用户可调负荷辅助服务市场交易”
2020 年 11 月	国家能源局湖南监管办	《湖南省电力辅助服务市场交易规则(试行)》	鼓励符合相关技术标准的储能服务提供商、调相服务提供商和用电企业进入市场交易

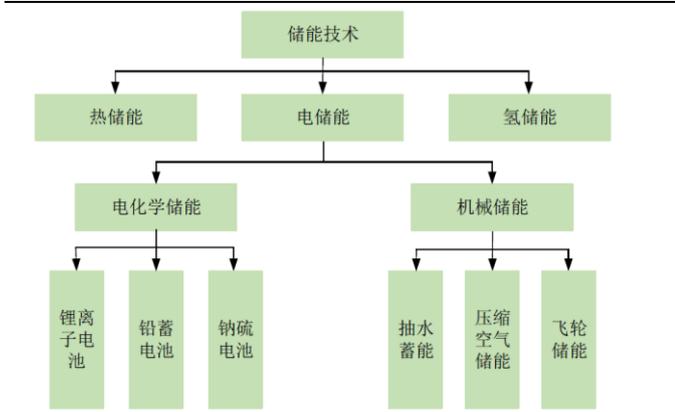
资料来源：北极星储能网、中国储能网

1.2、 储能技术百花齐放，电化学储能正当时

储能按照能量存储形式可分为电储能、热储能、氢储能。电储能主要包含抽水储能、压缩空气储能、飞轮储能等机械储能技术；以及铅酸电池、液流电池、钠硫电池、锂离子电池等电化学储能技术。

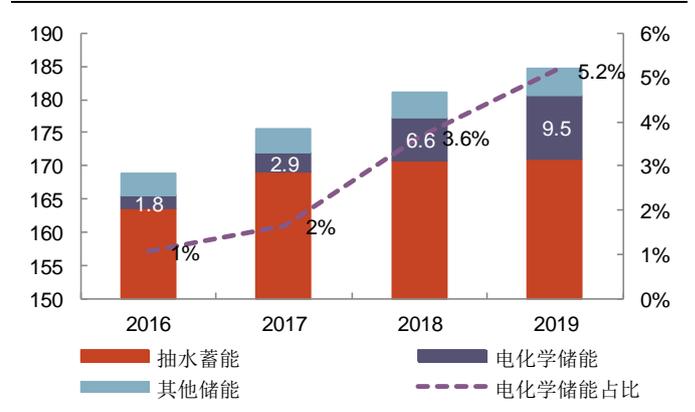
由于场景的多样性、各储能技术与降本的情况，未来会是百花齐放的局面。各储能技术根据其输出功率、能量密度、储能容量、充放电时间等特点，将在不同的应用场景发挥最优储能效果。

图 5：储能技术分类



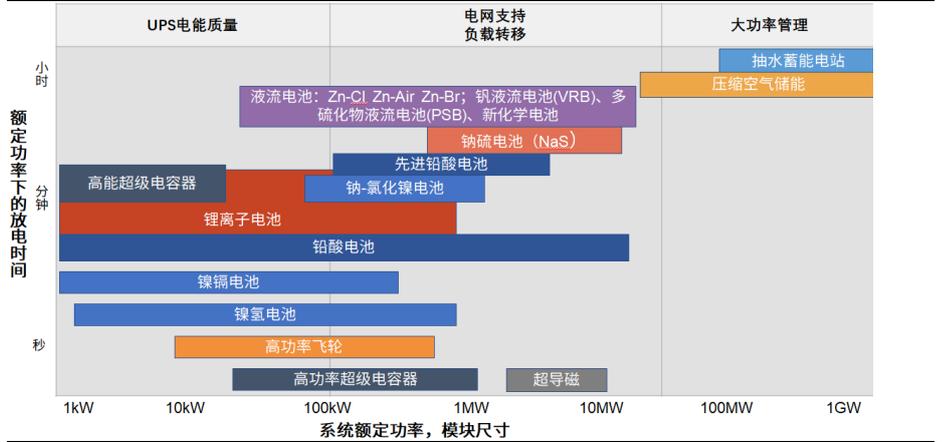
资料来源：派能科技招股书

图 6：全球已投运储能项目累计装机规模（GW）



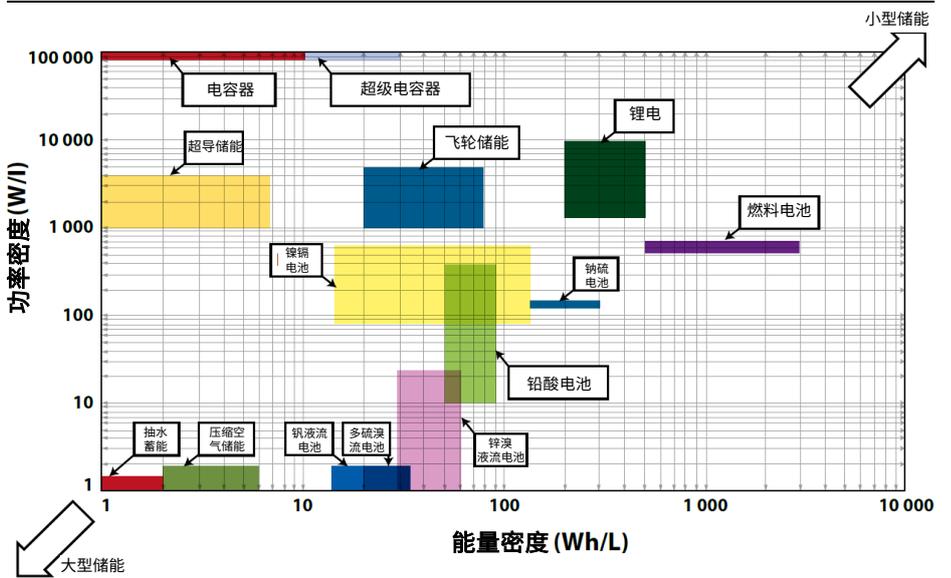
资料来源：CNESA，仅包含应用于电力系统的储能项目

图 7：各储能技术的系统额定功率与放电时间



资料来源：IRENA 2017, Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030

图 8：各储能技术的能量密度与功率密度



资料来源：IRENA 2017, Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030

表 6：电化学储能技术对比

技术	备电时长	循环圈数	市场情况	优势	挑战	主要厂家
锂离子电 池	30min-7h	500-10,000	当前主流技术路线	长寿命、高能量密度、高效率、响应速度快、环境适应性强	价格依然偏高，存在一定安全风险	LG 化学，三星 SDI，宁德时代，比亚迪，特斯拉
液流电 池	3-12h	5,000-15,000	近三年约 5%的储能项目运用液流电池及数，适用于更大型电站储能	适用范围广泛，原材料资源丰富（锌、铁）；15-20 年寿命；工作温度范围宽	能量密度偏低；充放电倍率低；效率较低	Cellcube (澳大利亚)，Primus Power (美国)，住友 (日本)，Lockheed Martin (美国)，Invinity Energy Systems (英国)，ESS, Inc. (美国)
钠硫电 池	4-8h	1,500-6,500	约 3%电化学电网储能	能量密度高、循环寿命长、功率特性好、响应速度快	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	NGK Insulators Ltd. (日本)
先进 铅酸电 池	1-4h	<6,000		技术成熟、结构简单、价格低廉、维护方便	能量密度低、寿命短、不宜深度充放电和大功率放电	Exide Technologies(美国)，南都电源(中国)，Energys (美国)，Ecoult energy storage solutions (美国)

资料来源：派能科技招股书，北极星储能网

1.2.1、抽水蓄能最成熟、成本最低

储能行业仍处于多种储能技术路线并存的阶段，抽水蓄能仍然是当前最成熟、装机最多的主流储能技术。抽水蓄能是物理储能的一种，是在电力负荷低谷期将水从下池水库抽到上池水库时将电能转化成重力势能储存起来，在负荷高峰时利用反向水流发电的形式，综合效率在 70%到 85%之间，且仅有 0.21-0.25 元/kWh 的度电成本，在各种储能技术中度电成本最低。

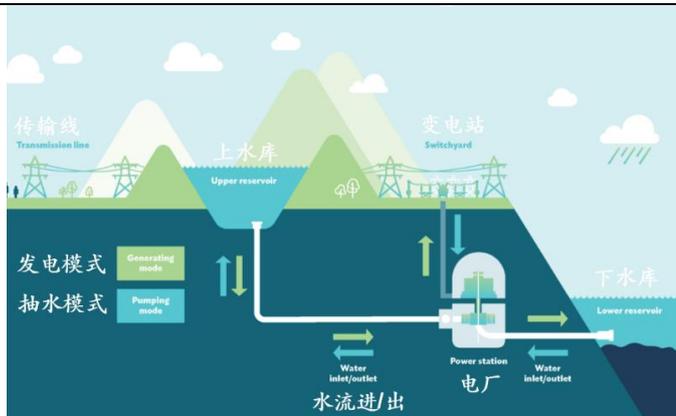
虽然其不具有化学电池易老化和容量限制的问题，但是它对于地理因素的要求较高，一般来说只能建造在山与丘陵存在的地方，同时抽水蓄能站的建造成本也较高。其他新型的储能技术只有在性能和成本上都能够和抽水蓄能相当甚至胜过抽水蓄能，才有可能成为主流技术。

1.2.2、液流电池处于早期商业化阶段，扩容便利，可用于大型储能

液流电池，直接将能量存储在电解液中，但仍处于早期部署阶段；钠硫电池，能量密度比锂离子电池高，但其热的液态金属电解液不方便；超级电容器，不能在足够长的时间内提供电力；压缩空气和飞轮由于位置的限制，只能用于中小型装置。

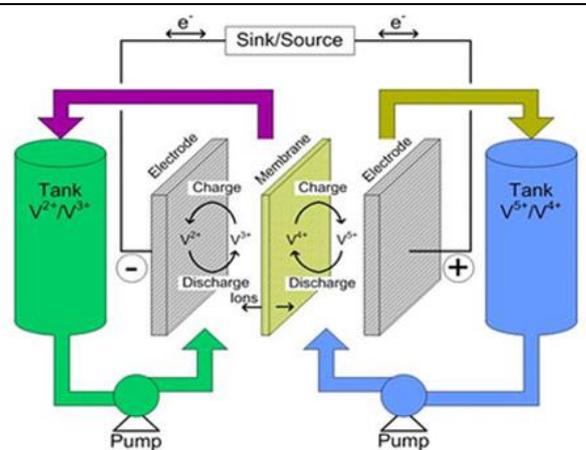
液流电池的活性物质是具有流动性的液体电解质溶液，在充、放电过程中，电解液中的活性物质离子在惰性电极表面发生价态的变化，产生电流。容量大小取决于电解液，可通过增加电解液的量或提高电解质的浓度，达到增加电池容量的目的，适用于公用事业规模的大型储能。缺点是能量密度相对较低，使用场景受限；技术生产技术还没稳定，渗漏液技术并没有攻克。

图 9：抽水蓄能站工作原理



资料来源：Hydro Tasmania

图 10：液流电池原理



资料来源：电池中国网

1.2.3、氢储能能量密度高，在大规模储能极具潜力

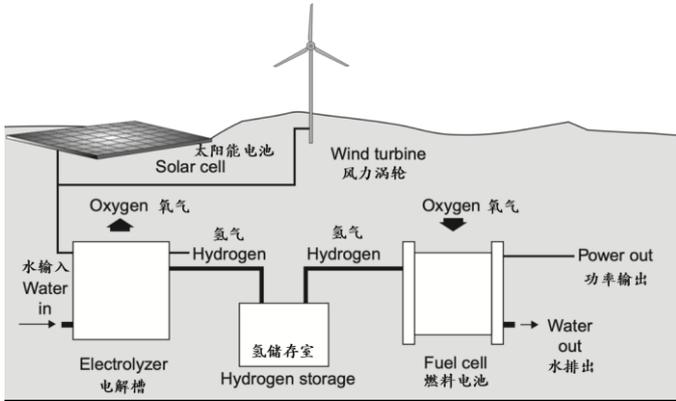
对可再生和可持续能源系统而言，氢气是一种极好的能量存储介质。氢能是一种理想的二次能源，燃烧产物为水，是最环保的能源形式，它既能以气、液相的形式存储在高压罐中，也能以固相的形式储存在储氢材料中，如金属氢化物、配位氢化物、多孔材料等。氢储能能量密度高、运行维护成本低、可长时间存储且可实现过程无污染，是少有的能够储存百 GWh 以上，且可同时适用于极短或极长时间供电的能量储备技术方式，被认为是极具潜力的新型大规模储能技术。

氢气作为能源载体的优势在于：

(1) 氢和电能之间通过电解水与燃料电池技术可实现高效率的相互转换；压缩的氢气有很高的能量密度；

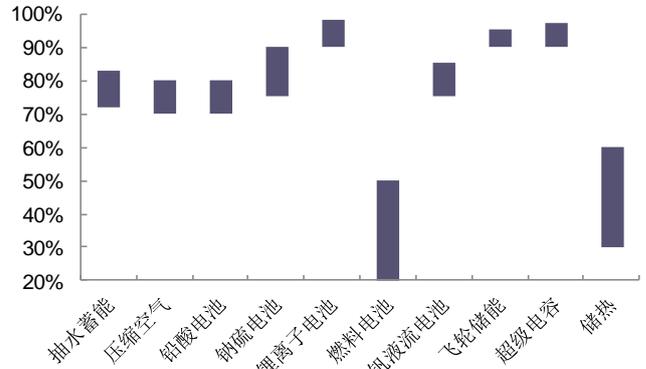
(2) 氢气具有成比例放大到电网规模应用的潜力。可将具有强烈波动特性的风能、太阳能转换为氢能，更利于储存与运输，所存储的氢气可用于燃料电池发电，或单独用作燃料气体，也可作为化工原料。

图 11：一般氢能储能系统原理



资料来源：Power system energy storage technologies, Paul Breeze

图 12：氢燃料电池储能循环效率较低



资料来源：电池中国网

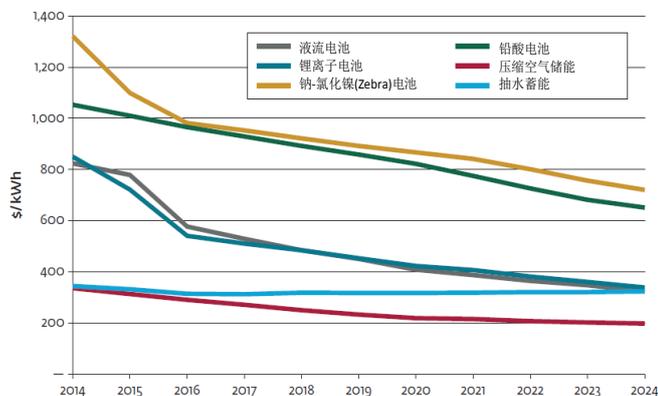
1.2.4、电化学储能降本快，产业化应用前景大，需考虑资源约束

电化学储能使用方便、环境污染少、不受地域限制，能够及时响应电力的应急需求。物理储能能够构建大型的储能系统，但是存在面对电力应急需求的响应时间较长，前期投资较大等问题。电化学储能是利用化学元素做储能介质，充放电过程伴随储能介质的化学反应或者变化，目前以利用锂离子电池进行电化学储能为主。

电化学储能是发展最快、降本空间大，产业化应用前景大。相比于抽水蓄能等机械储能，电化学储能受地形影响小，可灵活配置于电力系统。以锂离子电池、钠硫电池、液流电池为主导的电化学储能技术在安全性、能量转换效率和经济性等方面都取得了重大突破，具有产业化应用前景。

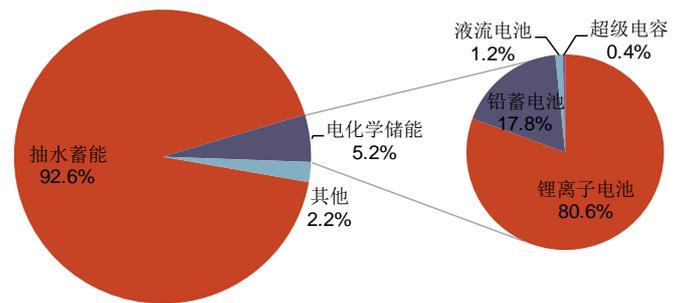
电化学储能的发展上限需考虑资源约束。电化学储能同样需要用到电池，在新能源汽车动力电池需求日益增加的情况下，储能带来的额外电池需求使得上游锂、钴、镍等资源紧缺程度进一步加剧。上游资源供需紧张所引起的电池涨价，也会导致电化学储能降本不及预期。

图 13：2014-2024 年全球公用事业规模储能系统技术成本趋势



资料来源：IFC

图 14：2019 年中国已投运电化学储能项目结构（按装机规模）



资料来源：CNESA

1.3、 商业模式决定储能发展经济性

1.3.1、 基本分类与应用场景

电力系统储能

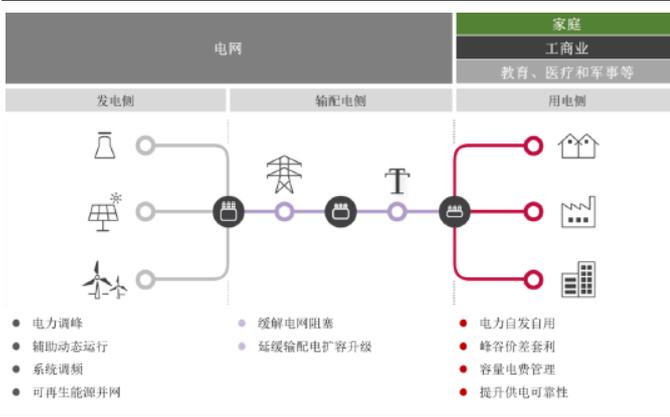
电力系统储能的应用领域主要包含发电侧、电网侧和用户侧。

发电侧储能的主要目的是增强电力系统调峰备用容量，解决风能、太阳能等可再生能源发电不连续、不可控的问题，保障其可控并网和按需输配，促进新能源风电、光伏、光热等新能源消纳。

电网侧储能主要功能是服务于电网安全，解决电网的调峰调频、削峰填谷、智能化供电、分布式供能问题，提高多能耦合效率，实现节能减排。

用电侧储能主要是为用户提供峰谷调节、提升供电能力和可靠性等多种需求，支撑汽车等用能终端的电气化，进一步实现其低碳化、智能化等目标。

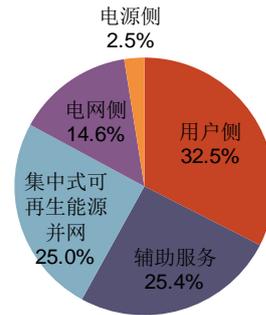
图 15： 储能的应用场景



资料来源：派能科技招股书

图 16： 2018 年全球已投运电化学储能项目应用分布

2018 年全球已投运电化学储能项目应用分布



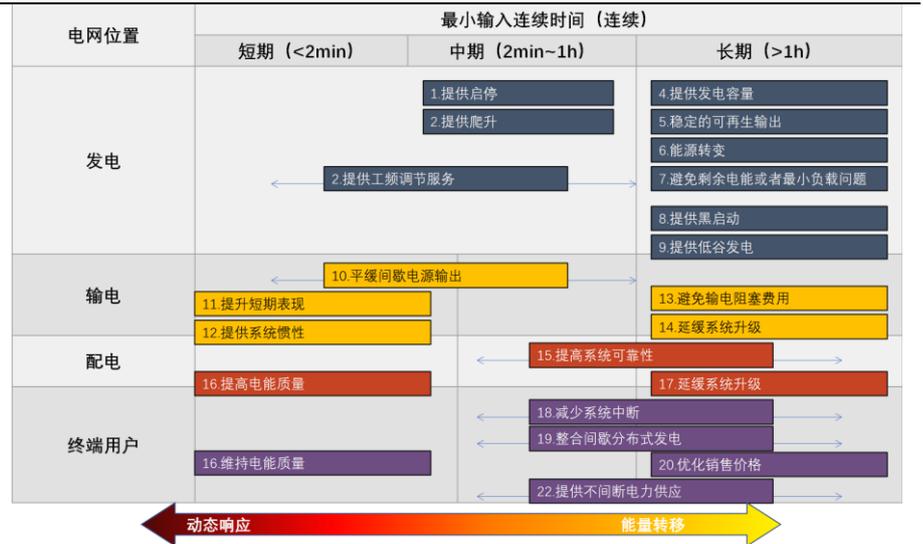
资料来源：CNESA

表 7： 储能的主要应用场景及分类

领域	主要用途	说明
电源侧	电力调峰	通过储能的方式实现用电负荷的削峰填谷，即发电厂在用电负荷低谷时段对电池充电，在用电负荷高峰时段将存储的电量释放
	辅助动态运行	以储能+传统机组联合运行的方式，提供辅助动态运行、提高传统机组运行效率、延缓新建机组的功耗
辅助服务	系统调频	频率的变化会对发电及用电设备的安全高效运行及寿命产生影响，因此频率调节至关重要。储能（特别是电化学储能）调频速度快，可以灵活地在充放电状态之间转换，因而成为优质的调频资源
	备用容量	备用容量是指在满足预计负荷需求以外，针对突发情况时为保障电能质量和系统安全稳定运行而预留的有功功率储备
集中式可再生能源并网	平滑可再生能源发电出力	通过在风、光电站配置储能，基于电站出力预测和储能充放电调度，对随机性、间歇性和波动性的可再生能源发电出力进行平滑控制，满足并网要求
	减少弃风弃光	将可再生能源的弃风弃光电量存储后再移至其他时段进行并网，提高可再生能源利用率
电网侧	缓解电网阻塞	将储能系统安装在线路上游，当发生线路阻塞时可以将无法输送的电能存储到储能设备中，等到线路负荷小于线路容量时，储能系统再向线路放电
	延缓输配电设备扩容升级	在负荷接近设备容量的输配电系统内，可以利用储能系统通过较小的装机容量有效提高电网的输配电能力，从而延缓新建输配电设施，降低成本
用户侧	电力容量管理	对于大的工业企业可以利用储能系统进行电量需求管理，在用电低谷时储存电能，高峰时释放，可降低两部制电价下的电力资源使用成本
	峰谷价差套利	再实施峰谷电价的电力市场中，通过低价时给储能系统充电，高价时储能系统放电，实现峰谷电价差套利，降低用电成本
	电力自发自用	对于安装光伏的家庭和工商业用户，考虑光伏在白天发电，而用户一般在夜间负荷较高，通过配置储能可以更好的利用光伏发电，提高自发自用水平，降低用电成本
	提高供电可靠性	当发生停电故障时，储能设备能够保证电网系统中仍有应急电量供用户使用，以避免非正常的损失

资料来源：派能科技招股书

图 17：储能主要应用场景及连续时间



资料来源：金虹，当前储能市场和储能经济性分析，2012

从现有的商业模式看，储能的价值创造路径包括参与调峰、调频获得辅助服务补偿；减少弃风弃光电量增加电费收入；以及削峰填谷获得峰谷价差。

发电侧主要是减少弃风弃光电量获利。由于目前电化学储能成本相较抽水蓄能仍然较高，该商业模式适用于弃风、弃光率较高地区。

电网侧储能的商业模式可从输配电成本监管和竞争性业务两大类展开。其中输配电成本监管包括有效资产回收和租赁；竞争性业务包含调压调频，为了保证电网安全、稳定运行，电厂必须提供调频服务，当前政策大力支持新能源发电，由于新能源发电的不稳定性，调频调压将逐渐成为电网侧重要业务。在人口稠密的地区用储能替代调峰电站可以降低能源成本，创造就业机会，建立一个更有弹性的电力系统，减少空气污染，带来可观的社会效益。

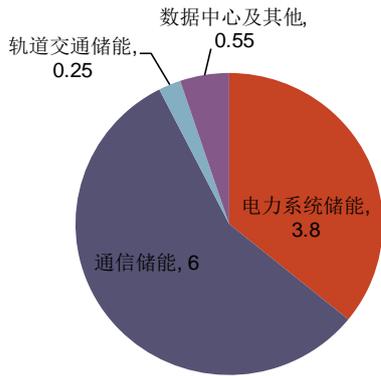
用户侧储能商业路径较成熟，包括峰谷电价套利、保障停电时的电力供应。峰谷电价套利指用户可以在负荷低谷时，以较便宜的谷电价对自有储能电池进行充电，在负荷高峰时，将部分或全部负荷转由自有储能电池供电，利润取决于峰谷价差。另外，由于海外大规模停电事件频发，家用储能还可在电力系统故障时保证电力供应。

其他储能（通信基站、数据中心和 UPS 备电）

除应用于电力系统外，储能在通信基站、数据中心和 UPS 等领域可作为备用电源，不仅可以在电力中断期间为通信基站等关键设备应急供电，还可利用峰谷电价差进行套利，以降低设备用电成本。

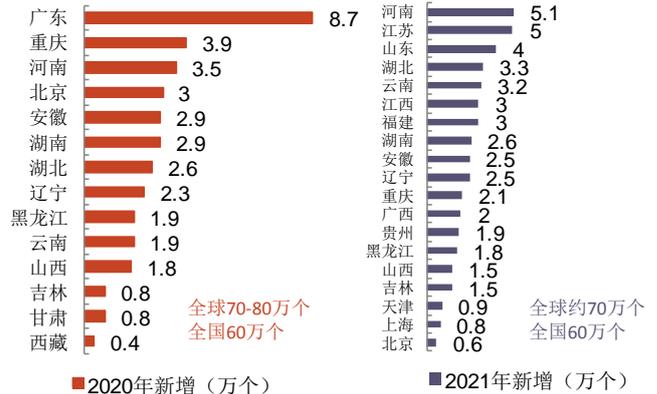
根据 GGII 数据，2019 年中国储能锂电池（含电力系统、通信基站、轨道交通等应用场景）出货量 10.6GWh，同比增长 49.3%。其中，电力系统储能锂电池出货量 3.8GWh；通信储能锂电池出货量 6.0GWh；轨道交通储能锂电池出货量 0.25GWh；数据中心及其他储能锂电池出货量共 0.55GWh。

图 18: 2019 年通信储能占国内储能锂电池出货量大部分



资料来源: GGII, 派能科技招股书, 单位: GWh

图 19: 2020 年起 5G 基站进入建设高峰期



资料来源: 北极星储能网, 光大证券研究所

随着 5G 基站建设高峰期的到来, 基站储能需求有望高速增长, 率先带动国内储能市场进入成长期。另一方面, 由于磷酸铁锂成本低、安全性高, 磷酸铁锂电池基本占据国内通信基站电储能市场, 也有望带动铅酸锂电化替代需求。

表 8: 2020 年通信基站建设火热, 带动基站电池储能需求

年份	中标项目	公司	规模
2020	中国移动上海临港数据中心集装箱储能机房	中天宽带技术有限公司	
2020	平高集团 2020 年移动储能车辆及车载装置第三批	杭州科工电子科技有限公司	
2020	2020-2022 年度联通云数据有限公司通信用阀控式密封铅酸蓄电池采购项目	江苏理士电池有限公司	
2020	2020-2022 年度联通云数据有限公司通信用阀控式密封铅酸蓄电池采购项目	江苏华富储能新技术股份有限公司	
2020	中国铁塔青海磷酸铁锂电池采购	江苏欧力特能源科技有限公司	5.94MWh
2020	中国铁塔浙江储能备电项目 (60%)	杭州中恒电气股份有限公司	28.5MWh
2020	中国铁塔浙江储能备电项目 (40%)	浙江浙天通信工程有限公司	28.5MWh
2020	中国铁塔 2020 能源经营业务换电锂电池	联动天翼新能源有限公司	
2020	中国铁塔 2020 安徽 (除合肥) 5G 基站磷酸铁锂电池	双登集团股份有限公司、深圳拓邦股份有限公司	
2020	中国铁塔 2020 安徽合肥 5G 基站磷酸铁锂电池	浙江佳贝思绿色能源有限公司、安徽沃博源科技有限公司	
2020	中国铁塔 2020 邮政速递物流换电电池及配套设备采购	安徽锐能科技有限公司 (50%)、菏泽天盈新能源有限公司 (30%)、珈伟隆能固态储能科技如皋有限公司 (20%)	
2020	中国铁塔安徽马鞍山 2020 智能锂电池	无锡锐祺能源科技有限公司	
2020	中国铁塔 2020 四川高压备电型磷酸铁锂电池组	江苏中天科技股份有限公司 (45%)、深圳市新木电子科技有限公司 (35%)、北京瑞祺皓迪技术股份有限公司 (20%)	
2020	中国铁塔 2020 四川遂宁磷酸铁锂蓄电池组	江苏欧力特能源科技有限公司	
2020	中国铁塔 2020 四川宜宾第一批磷酸铁锂蓄电池组	深圳康普盾科技股份有限公司	
2020	中国铁塔 2020 四川成都基站磷酸铁锂电池采购	深圳康普盾科技股份有限公司	
2020	中国铁塔 2020 四川凉山州 4 月磷酸铁锂梯次电池采购	深圳市新木电子科技有限公司	
2020	中国铁塔 2020 河北备用电用磷酸铁锂蓄电池组产品应急采购	双登集团股份有限公司 (60%)、力神动力电池系统股份有限公司 (40%)	
2020	中国铁塔 2020 广东基站磷酸铁锂电池补充采购	力神动力电池系统股份有限公司 (60%)、深圳市伟创能源科技有限公司 (40%)	
2020	中国铁塔 2020 贵州贵阳过渡期备用电用磷酸铁锂电池采购	深圳康普盾科技股份有限公司、北京瑞祺皓迪技术股份有限公司	
2020	中国铁塔 2020 贵州六盘水过渡期备用电用磷酸铁锂电池采购	双登集团股份有限公司	
2020	中国铁塔陕西 2020 年 6V30Ah 锂电池 (常温)	深圳市海雷新能源有限公司 (60%)、洛阳储变电系统有限公司 (40%)	
2020	中国铁塔 2020 福建南平共享电动自行车用锂蓄电池	星恒电源股份有限公司	
2020	中国铁塔 2020 福建莆田工程建设磷酸铁锂电池采购	双登集团股份有限公司	
2020	中国铁塔 2020 福建宁德上半年 5G 建设所需磷酸铁锂蓄电池组采购	深圳康普盾科技股份有限公司	
2020	中国铁塔 2020 福建厦门铁塔基站磷酸铁锂电池采购	深圳康普盾科技股份有限公司	

资料来源: 北极星储能网、光大证券研究所; 统计区间: 2017 年至 2020 年 10 月

1.3.2、发电侧平价将至，多种方式弥补经济性

(1)储能可促进风光消纳，提升发电收益

可再生能源配置储能可解决消纳问题，提高发电收益。据全国新能源消纳监测预警中心数据，2020年全国弃风电量166.1亿千瓦时（风电发电量4760亿千瓦时），风电利用率96.5%，弃风率3.5%；弃光电量52.6亿千瓦时（光伏发电量2630亿千瓦时），光伏发电利用率98.0%，弃光率2%。**若配置10%储能，可增加消纳风电16.6亿千瓦时、光伏5.26亿千瓦时，可分别提高弃风率、弃光率0.36pcts、0.2pcts。**

(2)青海补贴、新疆奖励，补贴弥补储能经济性

青海出台首个新能源配储能补贴政策，10%+2h储能补贴0.1元/度。2020年1月18日，青海省发改委、科技厅、工信厅、能源局联合下发《关于印发支持储能产业发展若干措施（试行）的通知》，明确将实行“新能源+储能”一体化开发模式，新建新能源配置储能容量原则上不低于10%，时长2小时以上。新建、新投运水电站也需同步配置新能源和储能系统，使新增水电与新能源、储能容量配比达到1:2:0.2。同时对“新能源+储能”、“水电+新能源+储能”项目中自发自储设施所发售的省内电网电量，给予每千瓦时0.10元运营补贴。

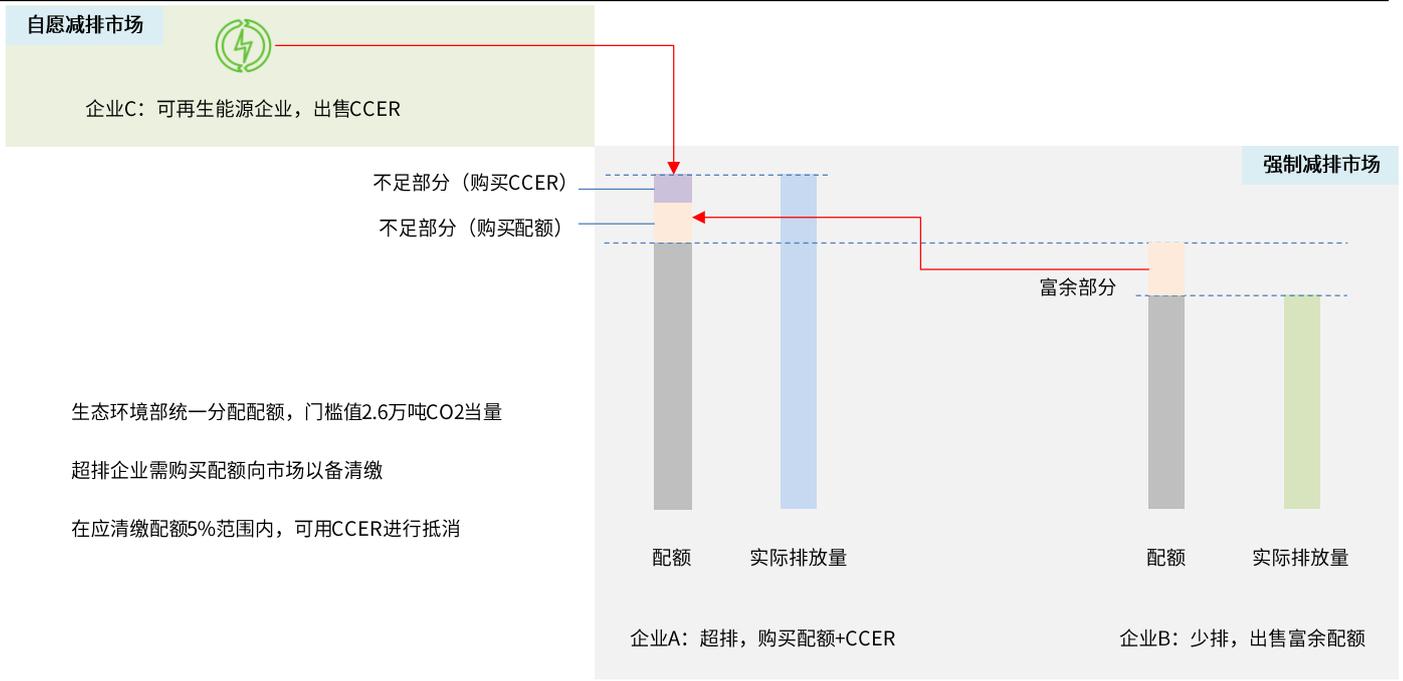
新疆通过增加发电小时数，缓解储能经济性难题。2019年2月19日，新疆自治区发改委印发《关于在全疆开展发电侧储能电站建设试点的通知》，鼓励光伏电站合理配置储能系统，储能电站原则上按照光伏电站装机容量20%配置；配置储能电站的光伏项目，原则上增加100小时计划电量。

(3)通过绿证、CCER内部化碳成本，储能经济性提升

可再生能源项目可通过配置储能，增加出售CCER的收益。光伏和风电属于可再生能源发电项目，通过替代基准线情景下以火电为主的该区域电网的同等电量，实现了温室气体减排。随着CCER审批迎来重启，可再生能源有望获得额外竞争优势和附加收入，可再生能源企业可通过出售CCER获得收益。

碳成本、绿证成本的内部化有望增加储能经济性。若电力资源交易市场、碳交易市场得到大力发展，碳交易、绿证成本计入储能项目成本，有望增加经济性，实现平价。

图 20：中国碳市场结构示意图



资料来源：《碳排放权交易管理办法（试行）》、光大证券研究所

1.3.3、电网侧：调频经济性最高，峰谷价差约束调峰经济性

(1) 调频：华中地区调频服务储能项目经济性测算

电池储能响应速度快，提升火电调频能力。我国调频电源主要为火电机组，火电机组调频响应慢，而水电调频地理条件受限。电池储能系统可以在 1s 内完成 AGC 调度指令；同时，少量的储能系统可有效提升以火电为主的电力系统整体调频能力，可作为辅助传统机组调频的有效手段。

储能参与电力服务兴起，调频经济性高。由于政府对于储能调频领域的重视和支持，储能联合发电机组参与电力辅助服务已经开始兴起。储能辅助电网调频的经济性远好于削峰填谷。随着可再生能源占比逐步提高，电力市场化进一步深化，调频需求将进一步释放。

表 9：电力调频服务补偿提供充足的经济性

地区	福建	广东	蒙西	山西	京津唐	山东	甘肃	四川	江苏
补偿方式	容量补偿+里程补偿	调频里程+调频容量	调频里程+调频容量	投运时间+调频里程	调节里程	调节里程	调节里程	调节里程	基本补偿+调用里程
可用时间	/	/	/	10 元/小时	/	/	/	/	/
里程补偿	调节里程*12 元/MW	调节里程*调节性能*5.5~15 元/MW	调节里程*调节性能*6~15 元/MW	调节深度*调节性能*5~10 元/MW	调节深度*调节性能*0~12 元/MW	调节深度*调节性能*0~8 元/MW	调节深度*调节性能*0~15 元/MW	合格贡献量*50 元/MWh	调节深度*调节性能*2 元/MW
容量补偿	调节容量*调用率*240 元/MW(华东)、960 元/MW(省市)	中标容量*3.56 元/MW	中标容量*60 元/MW	/	/	/	/	/	中标容量*0.1~0.2 元/MW
准入门槛	综合调平性能指标不低于 0.53	/	所有新建 AGC 单元	/	/	/	/	综合调频性能>1 须申报 AGC 市场	可申报

资料来源：北极星储能网

我们以华中 AGC 调频为例，AGC 辅助服务补偿采取按贡献电量补偿，补偿费用=调节里程*K*补偿标准，补偿标准为 6 元/MW，测算火储联合调频项目的收益：假设华中区域某 60 万千瓦的火电机组配置 18MW/9MWh 储能系统（配置率 3%），依据其典型日的 AGC 指令数据以及机组负荷数据，模拟计算，得出以下结论：

机组的综合性能指标 K 值保守取 5；

在调度调用较频繁的情况下，模拟显示可捕获 5000MW 左右的有效里程。参照其他项目经验，保守估计平均日调节里程（即调节幅度）为 2500MW 左右；

按照 6 元/MW 的补偿标准，则该火储联合调频系统日收益为 7.5 万元（2500MW × 5 × 6 元/MW）。

若全年按运行 250 天估算，则该火储联合调频项目年收益为 1875 万元。

参照华中地区首个火储联合调频项目的设备采购中标价 3648.63 万元（新昌电厂电源侧调频调峰储能一期项目（上海融合元储 3648 万中标新昌电厂调频项目），假设该项目的其他假设建设成本（电气改造、基建、电网接入等）占总成本的 10%，则该项目总成本为 4054 万元。

则按照年收入 1875 万元计算，在不考虑其他成本（财务成本、运行维护成本等）的情况下该项目静态回收期为 2.16 年。

表 10：以华中区某火电储能联合机组为例测算调频系统收益

项目	数值	单位
补偿标准	6	元/MW
日均调节里程	2500	MW
综合性能指标 K	5	
火储联合调频项目日收益	7.5	万元
全年运行天数	250	天
火储联合调频项目年收益	1875	万元
项目总成本	4054	万元
静态回收期	2.16	年

资料来源：储能与电力市场

(2) 调峰：江苏省储能调峰项目经济性测算

多年来江苏省用电量一直保持在全国第二的水平，预计 2020 年全省用电量约 6327 亿千瓦时，其中工业用电量约 4684 亿千瓦时，由此将带来高达 93.68GWh 的用户侧储能需求。

2020 年 11 月 3 日，江苏省发改委发布了《关于江苏电网 2020-2022 年输配电价和销售电价有关事项的通知》。根据通知的内容，江苏省峰谷价差最大为 0.8154 元/kWh，最低为 0.7158 元/kWh。

表 11：江苏省峰谷电价差与峰平电价差（单位：元/kWh）

分类	电压范围	高峰 8:00-12:00 17:00-21:00	平段 12:00-17:00 21:00-24:00	低谷 0:00-8:00	峰谷价差	峰平价差
大工业用电	1-10kV	1.0347	0.6068	0.2589	0.7758	0.4279
	20-35kV	1.0207	0.5968	0.2529	0.7678	0.4239
	35-110kV	0.9997	0.5818	0.2439	0.7558	0.4179
	110kV	0.9647	0.5568	0.2289	0.7358	0.4079

	220kV 以上	0.9297	0.5318	0.2139	0.7158	0.3979
100kW 及以上普通工业用电	不满 1kV	1.1141	0.6664	0.2987	0.8154	0.4477
	1-10kV	1.0724	0.6414	0.2904	0.782	0.431
	20-35kV	1.0557	0.6314	0.2871	0.7686	0.4243
	35-110kV	1.0307	0.6164	0.2821	0.7486	0.4143

资料来源：北极星储能网；红色表示最高峰谷价差，蓝色表示最低峰谷价差

为了测算用户侧削峰填谷的收益，我们进行以下假设：

1. 用户为 220KV 及以上的大工业用户（峰谷价差最小）。
2. 配置 10MW/40MWh 的锂离子电池储能系统，系统单价按 1600 元/kWh 记，总造价 6400 万元。
3. 系统充放电效率按 90% 计。
4. 简单测算不考虑财务成本及税收，用户自己投资建设，不考虑第三方投资和用户进行电费分成的模式。
5. 全年运行 330 天，其中夏季 7、8 月 62 天，非夏季 268 天。
6. 一天两充两放。两充两放策略具体如下：

非夏季，每天低谷 0-4 点，平段 12-16 点各充电 4 小时，总计充电 8 小时。每天高峰 8-12 点，17-21 点各放电 4 小时，总计放电 8 小时。

表 12：用户侧储能调峰项目收益测算假设及参数

运行信息	单位	数值
每天充放电次数	次/天	2
全年运行天数	天	360
全年夏季运行天数	天	62
全年非夏季运行天数	天	298
夏季尖峰电价	元/kWh	1.0297
高峰电价	元/kWh	0.9297
平段电价	元/kWh	0.5318
低谷电价	元/kWh	0.2139
项目最大充/放功率	MW	10
项目容量	MWh	40
充放电效率		90%
储能系统+EPC 单位投资	元/Wh	2.3
储能项目总投资	万元	9200
峰谷/峰平电价差均值	元/kWh	0.56
每年容量衰减		2%
运维成本占总投资		2.5%
度电成本 LCOE	元/kWh	0.35

资料来源：光大证券研究所测算

表 13：用户侧储能调峰项目收益测算

项目	单位	年份										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
储能容量	MWh		40	39.2	38.4	37.6	36.9	36.2	35.4	34.7	34.0	33.3
每天低谷充电费用	元/天		7,700	7,546	7,395	7,248	7,103	6,961	6,821	6,685	6,551	6,420
每天平段充电费用	元/天		19,145	18,762	18,387	18,019	17,659	17,305	16,959	16,620	16,288	15,962
非夏季每天高峰放电收入	元/天		66,938	65,600	64,288	63,002	61,742	60,507	59,297	58,111	56,949	55,810
非夏季每天充放电收益	元/天		40,093	39,291	38,506	37,735	36,981	36,241	35,516	34,806	34,110	33,428
夏季每天充电收入	元/天		68,738	67,400	66,088	64,802	63,542	62,307	61,097	59,911	58,749	57,610
夏季每天充放电收益	元/天		41,893	41,091	40,306	39,535	38,781	38,041	37,316	36,606	35,910	35,228
运维成本	万元		-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230	-230
全年电费节约收益	万元	-9200	1,225	1,196	1,167	1,140	1,112	1,086	1,060	1,034	1,009	985
静态回收期	年		8.2									
IRR			3.5%									

资料来源：光大证券研究所测算

表 14：用户侧储能调峰项目 IRR 敏感性分析（不考虑融资）

		峰谷与峰平电价差均值(元/kWh)								
		0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
储能系统 +EPC 投资 (元 /Wh)	1.6	4%	7%	10%	13%	16%	18%	21%	23%	25%
	1.8	2%	4%	7%	10%	12%	14%	17%	19%	21%
	2	-1%	2%	4%	7%	9%	11%	14%	16%	18%
	2.2	-3%	0%	2%	4%	7%	9%	11%	13%	15%
	2.4	-5%	-2%	0%	2%	4%	6%	8%	10%	12%
	2.6	-7%	-4%	-2%	0%	2%	4%	6%	8%	10%
	2.8	-8%	-6%	-4%	-1%	1%	2%	4%	6%	8%
	3	-10%	-7%	-5%	-3%	-1%	1%	3%	4%	6%
	3.2	-11%	-9%	-7%	-4%	-3%	-1%	1%	3%	4%

资料来源：光大证券研究所测算

结论：削峰填谷商业模式只有在峰谷价差达到 0.7 元/千瓦时以上才有可能盈利，但目前除北京、上海、江苏、广东、浙江、海南外，其他省份峰谷价差都达不到该水平。

表 15：各省调峰补偿计算规则

地区	储能规模准入门槛	调峰补偿价格规则
湖南	紧急短时调峰 10MW 以上	深度调峰：上限 0.2 元/kWh 紧急短时调峰：上限 0.6 元/kWh
青海	10MW/20MWh 以上	储能与风电场、光伏电站双边协议商定 储能参与电网调峰 0.5 元/kWh
安徽	10MW/40MWh 以上	储能调峰上限 0.8 元/kWh
东北	发电侧 10MW/40MWh 以上	深度调峰：0.4~1 元/kWh 用户侧储能双边贸易：0.1~0.2 元/kWh
江苏	启停调峰 20MW/40MWh 以上	中长期可调负荷调峰：谷段上限 0.25 元/kWh，平段上限 0.6 元/kWh， 峰段上限 0.9 元/kWh 短期可调负荷调峰：需求时段≥4 小时上限 1 元/kWh，需求时段< 4 小时上限 2 元/kWh 深度调峰：上限 0.6 元/kWh
山西	20MW/40MWh 以上	独立储能市场主体调峰 0.75~0.95 元/kWh
福建	10MW/40MWh 以上	火电深度调峰最高 0.6 元/kWh
湖北	10MW/40MWh 以上	火电深度调峰最高 0.6 元/kWh
新疆	5MW/10MWh 以上	发电侧储能 0.55 元/kWh
山东	5MW/10MWh 以上	储能调峰 0.4 元/kWh
华北	第三方主体 10MW/30MWh 以上	最高 0.6 元/kWh
贵州	/	储能调峰上限 0.2 元/kWh
甘肃	/	储能调峰上限 0.5 元/kWh
江西	/	最高上限 0.6 元/kWh
河南	/	最高 0.5~0.7 元/kWh
河北南部	/	火电深度调峰最高 0.5 元/kWh

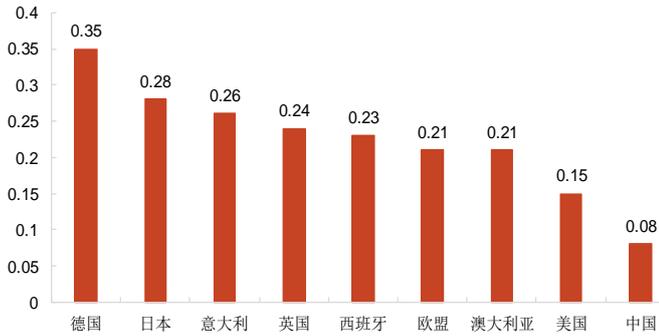
资料来源：北极星储能网

1.3.4、用户侧：高电价+光伏渗透，海外家储市场景气度高

高昂的电价成为户用储能在海外快速发展的主要因素。在欧洲、日本、澳大利亚、美国等电力价格高昂的国家和地区，家用光伏+储能应用的主要经济驱动因素之一是提高电力自发自用水平，以延缓和降低电价上涨带来的风险。同时，随着电价上涨和光伏系统成本迅速下降，上述地区强劲、稳定的光伏新增装机量也为储能应用提供了坚实的市场。德国、美国、日本成为家用储能主要市场，2020Q3 出货量占比近 70%。

光伏自发自用经济性提高，进一步推动家用储能市场增长。长期以来，为促进光伏行业发展，全球主要国家均制定了相应的光伏补贴政策。近年来受光伏发电成本持续下降等因素影响，各国的光伏上网电价（FIT）和净计量电价制度正逐步削减和取消。光伏补贴政策的调整促使用户改变以往将电力上网的获益方式，而更倾向于将多余电力储存自用，从而节省电费支出。

图 21：全球主要国家和地区家庭用电价格（美元/kWh）



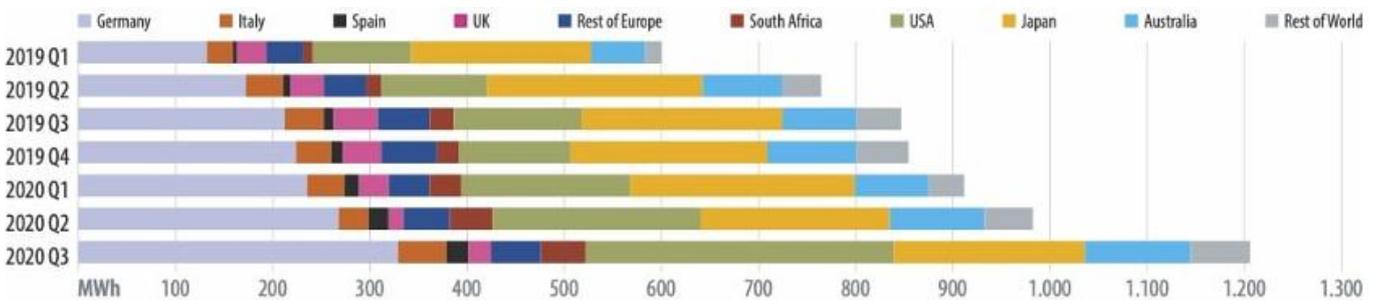
资料来源：Global Petrol Prices，截至 2019 年

图 22：欧洲居民电价、光伏、储能度电成本预测



资料来源：EuPD Research (2020). 1 欧分≈0.078 人民币

图 23：全球各地区家用储能出货量（MWh）

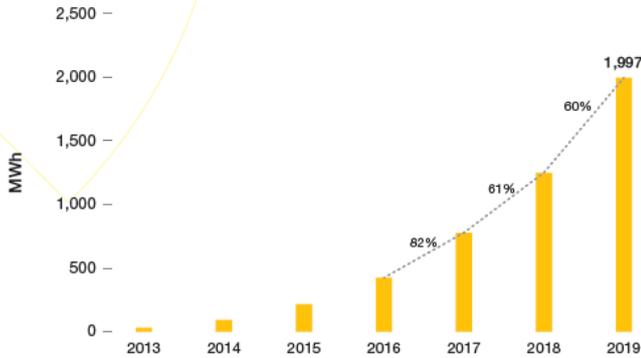


资料来源：IHS Markit

欧洲：商业模式打通，德国是欧洲最大的家储市场。

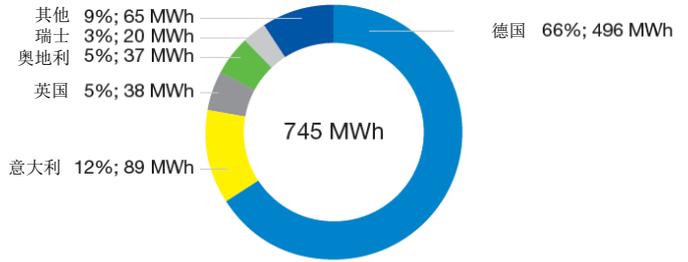
欧洲家用储能市场在政策与补贴支持下，2016-2019 年储能累计装机量复合增速达 60%以上。其中，德国是欧洲最主要的家储市场，2019 年出货量占欧洲的 66%，达到了 496MWh。欧洲家用储能市场 CR5 约 91%，这些国家的居民用电不仅实现了自发自用，而且在余量电力上网、电网服务等商业模式的探索方面也走在前列，因此极大提高了家用储能的经济性。

图 24：欧洲家用储能市场累计装机 (MWh)



资料来源：SolarPower Europe

图 25：2019 年欧洲前五大家用储能市场



资料来源：SolarPower Europe

表 16：欧洲主要家用储能市场总结

国家	德国	意大利	英国	奥地利
2019 年累计家用装机容量 (MWh)	1328	243	143	120
2019 年累计户家用光伏容量 (MW)	7214	3950	2352	772
2019 年累计家用储能渗透率 (%)	17%	4%	6%	16%
2019 年居民电价 (€ /kWh)	0.3088	0.2301	0.2122	0.2034
居民余量电力上网框架	上网电价补贴	净电价	市场价	上网电价补贴
2019 年居民光伏系统平均上网电价 (€/kWh)	0.11	0.21	0.041	0.0767
自发自用权限	√	√	√	√
能源套利可能性	×	×	√	×
电网服务可能性	试点	试点	√	×
财政支持机制	2/3 地区有支持机制	50%财政补贴；110%折旧，含能源效率提高	无	联邦投资拨款；一些区域支持机制
局限性	储能系统接入电网双重计费；智能电表设施不足	支持政策不确定性，净计量	智能计量设施不足，审批流程不足	智能电表设施不足

资料来源：SolarPower Europe

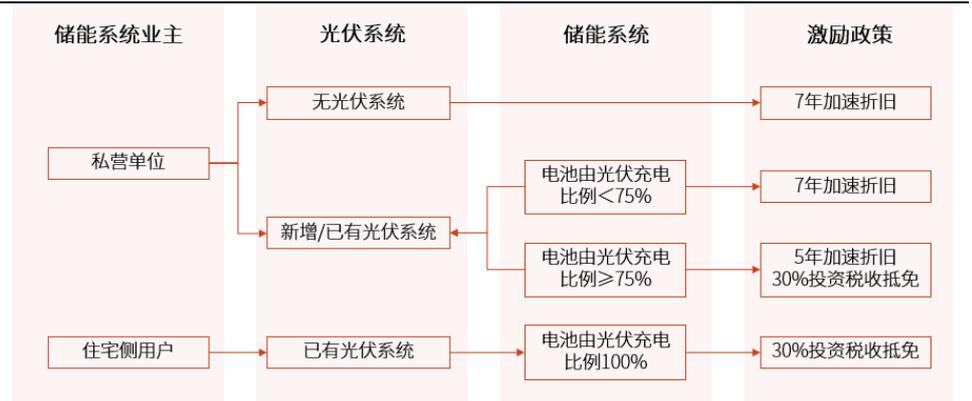
美国：断电风险高、税收抵免激励

断电风险增长、电费结构等因素促使安装量迅速增长。由于美国地形、气候复杂，常面临大规模自然灾害或火灾，事件过后，这些地区的家庭开始安装家用储能设施，以保证电力的可靠供应；在分时电价情境下，安装有储能电池的家庭可以利用储能系统最小化最高电价时段的用电量。

联邦层面，主要激励政策为**加速折旧**和**投资税收抵免**，起初主要针对私营单位投资的储能系统。加速折旧允许储能项目按 5-7 年的折旧期加速折旧；投资税收抵免针对配套可再生能源充电比例 75% 以上的储能系统，按充电比例给予 30% 的投资税抵免。

2018 年 3 月，美国国税局发布“**住宅侧储能系统税收抵免新规则**”，针对住宅侧光储系统，如果住宅侧用户在安装光伏系统一年后再安装电池储能系统，且满足存储的电能 100% 来自光伏发电的条件，则该套储能设备也可获得 **30% 的税收抵免**。

图 26：美国储能系统激励政策示意图



资料来源：派能科技招股说明书，光大证券研究所

日本：光伏发展增加储能配置

分布式光伏发展迅速、稳定电网增加储能需求。日本作为多山岛国，相比大规模的太阳能发电站，屋顶光伏产业和分布式电站的发展在近几年上升趋势明显。日本采用激励措施来鼓励住宅采用储能系统，以缓解大量涌入的分布式太阳能带来的电网管理挑战，这也让电池储能系统的需求不断增加。

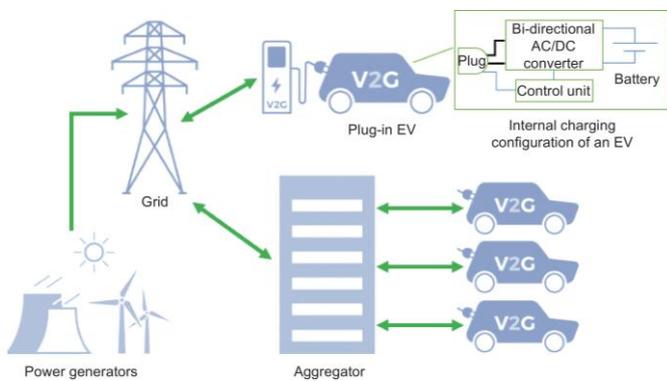
应对灾害停电储能需求强，弥补经济性不足。日本是一个自然灾害频发的国家，发生灾难时保障供电的稳定性、强化电力基础设施对于日本而言是一项紧急的课题，大型自然灾害带来的停电风险能带动储能系统销量的增长。

1.3.5、智能电网及电动汽车发展推动 V2G

V2G (Vehicle to grid)通过充电站实现电动汽车和电网之间的能源互动。V2G指电动汽车作为一种分布式负荷的同时也充当电源，可以向电网释放其储存在动力电池内的电能，来达到优化电网运行的目的。

充电站实现 V2G，建设尚处早期。电动汽车和电网之间的互动是通过充电站来完成的，那就需要充电站能够满足 G2V 和 V2G 的要求，即充电站控制器 CSC 和 V2G 控制器的双向控制系统。充电桩作为电动汽车发展的一个难点，充电站也还在慢慢地普及，所以带有 V2G 模式的充电站规划还是处在较前期的阶段。

图 27：V2G 概念图



资料来源：Journal of Electronic Science and Technology, 2019, 17(4): 300-316

图 28：加州 Kettleman City 的光充储站点



资料来源：特斯拉官网

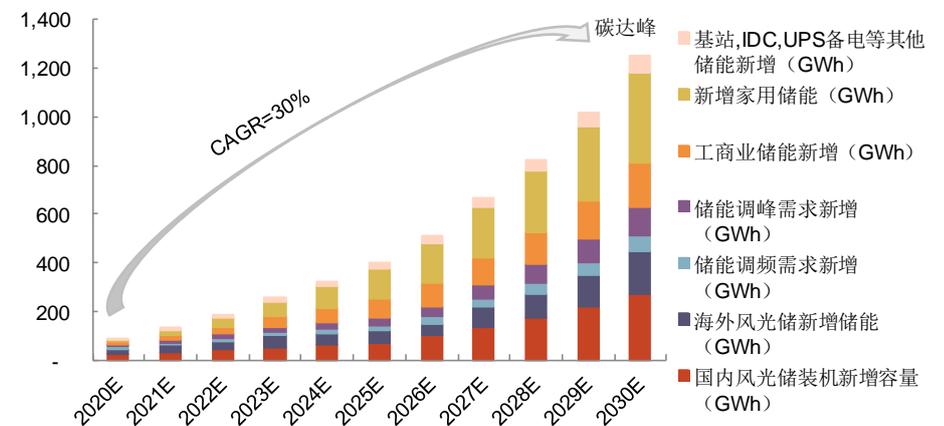
2、储能空间测算：又一万亿市场冉冉开启

2.1、总体空间

我们从国内外风光发电侧储能、电网侧调峰调频储能、分布式储能（工商业、家用）、其他储能（通讯基站、IDC 等备电）等方面分别测算了 2020-2060 年储能市场空间：

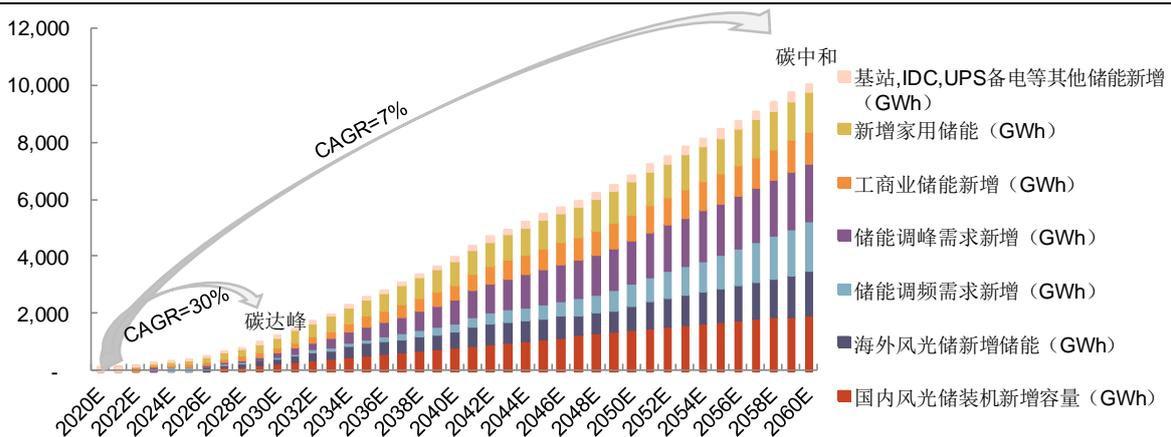
- ◆ 2025 年储能年需求空间 400 GWh；2020-2025 年累计 1 TWh，新增储能年复合增速约 34%。
- ◆ 2030 年碳达峰，储能年需求空间 1.25 TWh；2020-2030 年累计 3.9 TWh，新增储能年复合增速约 30%。
- ◆ 2060 年碳中和，储能年需求空间 10 TWh；2020-2060 年累计 94 TWh，新增储能年复合增速约 7%。

图 29：2020-2030E 全球储能新增装机量 (GWh)



资料来源：光大证券研究所预测

图 30：2020-2060E 全球储能新增装机量 (GWh)



资料来源：光大证券研究所预测

2020 年储能成本约 1.2 元/Wh，根据储能成本学习曲线，降本约 60%，至 2060 年年均成本降幅为 1.75%，测算得出 2025 年储能投资市场空间 0.45 万亿元（2020 年起累计 1.6 万亿元，下同），2030 年 1.3 万亿元（累计 6 万亿元），2060 年 5 万亿元（累计 122 万亿元）。

图 31: 储能投资市场空间

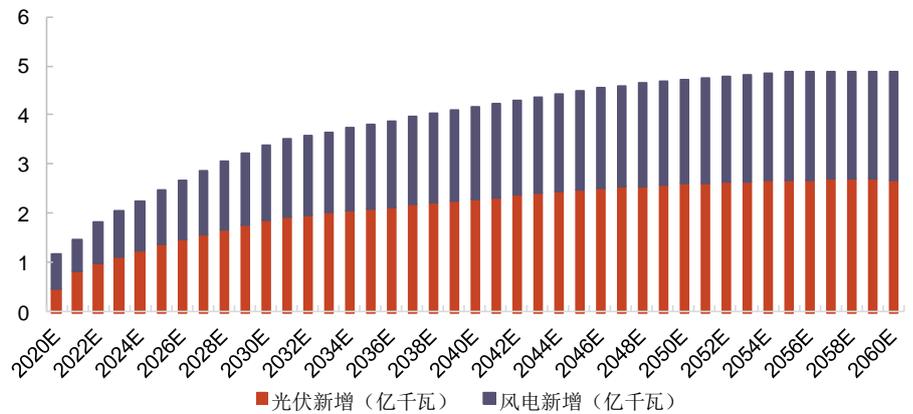


资料来源: 光大证券研究所预测

2.2、国内新能源发电侧

我们根据 2030 碳中和、2060 碳达峰的规划目标，测算出国内风、光新增装机量。再假设容配比由 2020 年的 10%逐步提升至 2030 年的 20%，备电时长至 2025 年为 2h，逐步提升至 2030 年的 4h（足以满足削峰填谷），测算出风光发电侧的储能需求。

图 32: 风光新增装机量



资料来源: 2020 年光伏、风电新增装机数据来自国家能源局, 光大证券研究所预测

表 17: 国内风光发电侧储能空间测算

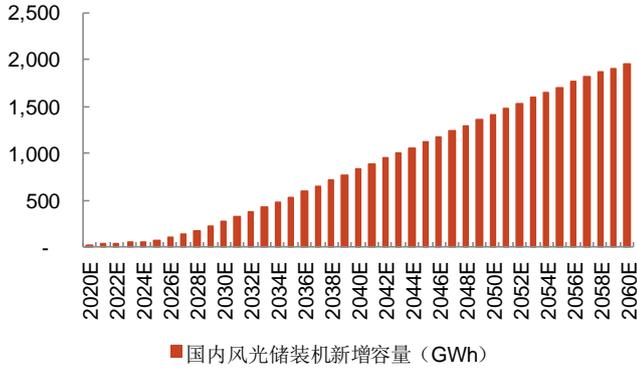
国内风光+储能	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
光伏新增 (亿千瓦)	0.48	0.82	1.01	1.14	1.26	1.37	1.48	1.59	1.69	1.79	1.88
风电新增 (亿千瓦)	0.72	0.67	0.82	0.92	1.02	1.11	1.20	1.29	1.37	1.45	1.53
国内风光储累计装机 (GWh)	78	111	155	208	272	347	450	587	763	985	1,258
国内风光储新增装机 (GWh)	24	33	44	54	64	75	103	137	177	222	273
容配比 (%)	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
备电时长(h)	2	2	2	2	2	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4

资料来源: 2020 年光伏、风电新增装机数据来自国家能源局, 光大证券研究所预测

2030-2060 年的预测方法同上，功率配比假设逐渐提升至 2060 年的 100%，备电时长假设保持 4h。假设 2020 年储能成本 1.2 元/Wh，根据储能成本学习曲线，降本约 60%，年降 1.75%。

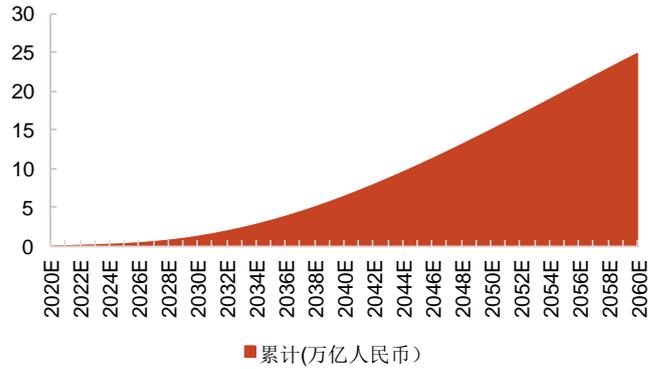
测算得出，国内风光发电侧储能空间至 2030 年累计约 1.3TWh，至 2060 年累计约 3.6TWh，投资规模累计约 25 万亿元。

图 33：国内风光储新增装机预测



资料来源：光大证券研究所预测

图 34：国内风光发电侧储能市场空间



资料来源：光大证券研究所预测

2.3、海外风光发电侧

海外风光发电侧储能空间测算与国内同理，容配比与备电时长假设与国内相同。

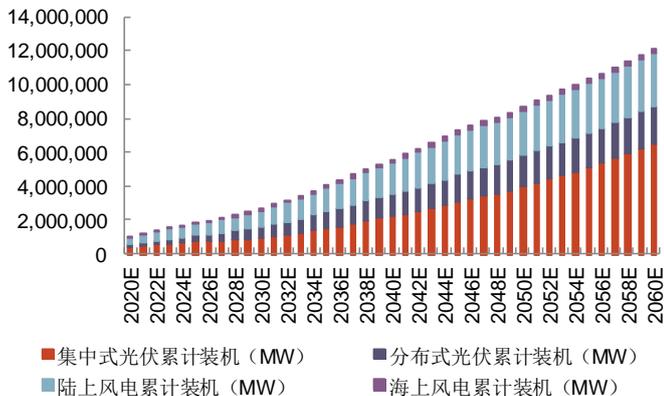
表 18：海外风光发电侧储能空间测算

海外风光+储能	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
海外光伏新增 (GW)	87	106	113	119	102	99	74	100	103	110	111
海外风电新增 (GW)	36	48	42	81	69	60	46	72	61	77	108
容配比 (%)	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
备电时长 (h)	2	2	2	2	2	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4
海外风光储新增储能 (GWh)	25	34	37	52	48	46	82	95	128	175	175
海外风光储累计储能 (GWh)	45	79	117	169	217	264	310	392	487	615	790

资料来源：光大证券研究所预测

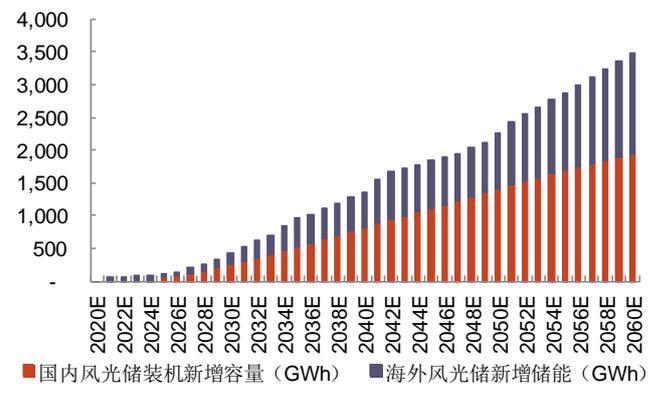
测算得出，海外风光侧储能需求空间 2025 年 48GWh，2030 年 175GWh，2060 年 1.5TWh；2020-2060 年累计 24 TWh。

图 35：海外光伏风电装机预测



资料来源：光大证券研究所预测

图 36：风光发电侧储能空间测算



资料来源：光大证券研究所预测

2.4、 电网侧调峰调频空间测算

(1) 电网侧调峰

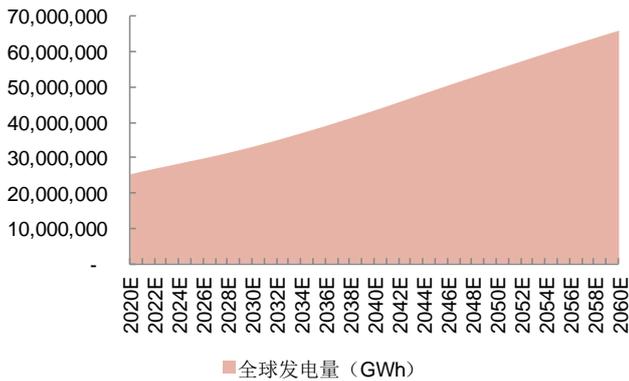
调峰需求与发电量有关，假设 2060 年所有调峰机组为储能，调峰储能容量占比逐步由 2020 年的 0.3% 提升至 2060 年的 70%，测算得出 25、30、60 年储能调峰需求空间分别为 30GWh、121 GWh、2TWh。2020-2060 累计储能空间 36TWh。

表 19：电网侧调峰储能空间测算

电网侧调峰储能	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
年发电量(亿千瓦时)	25,297	26,113	26,876	27,589	28,343	29,077	29,798	30,562	31,363	32,206	33,088
日发电量(亿千瓦时)	69	72	74	76	78	80	82	84	86	88	91
调峰容量占比	0.30%	0.44%	0.71%	0.97%	1.24%	1.50%	2.20%	2.90%	3.60%	4.30%	5.00%
储能调峰新增(GWh)	10	10	15	19	25	30	43	61	79	99	121
储能调峰累计(GWh)	30	40	55	74	99	129	173	234	313	412	533

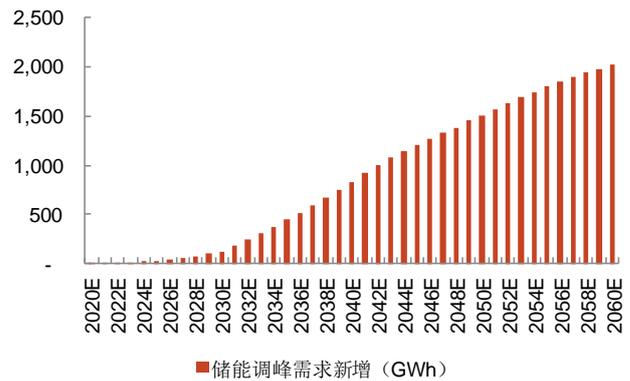
资料来源：光大证券研究所预测

图 37：全球发电量预测



资料来源：光大证券研究所预测

图 38：电网侧调峰储能需求空间



资料来源：光大证券研究所预测

(2) 电网侧调频

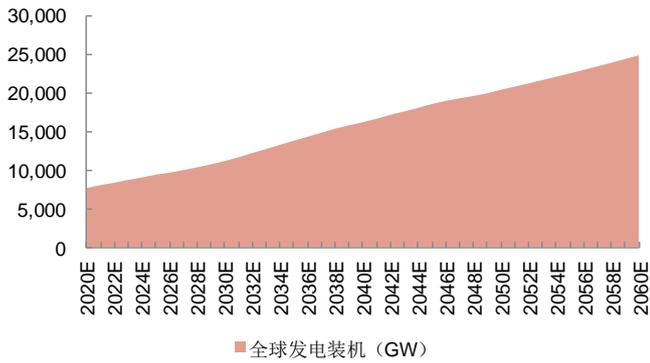
根据全球发电装机，假设 2020 年-2060 调频需求占比逐步由 2.3% 提升至 15%，假设储能调频机组占比由 12% 逐步提升至 90%，2020 年-2060 年备电时长 0.5h 逐步提升至 1h。测算得出 25、30、60 年储能调频需求空间分别为 22GWh、64 GWh、1.7 TWh。2020-2060 累计储能空间 19 TWh。

表 20：电网侧调频储能空间测算

电网侧调峰储能	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球发电装机(GW)	7,659	8,023	8,338	8,695	9,025	9,385	9,639	9,975	10,334	10,718	11,148
调频需求占比	2.3%	2.4%	2.6%	2.7%	2.9%	3.0%	3.4%	3.8%	4.1%	4.5%	4.9%
调频装机需求(GW)	175.1	194.9	214.4	236.0	257.9	281.5	325.3	374.1	426.3	482.3	543.5
储能调频渗透率	12%	16%	19%	23%	26%	30%	33%	35%	38%	40%	43%
储能调频装机量(GW)	21	31	41	54	68	84	106	131	160	193	231
备电时长	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
储能调频新增(GWh)	7.4	7.9	12.8	14.2	19.9	22.4	30.5	35.0	45.0	51.5	64.0
储能调频累计(GWh)	14	22	35	49	69	91	122	157	202	253	317

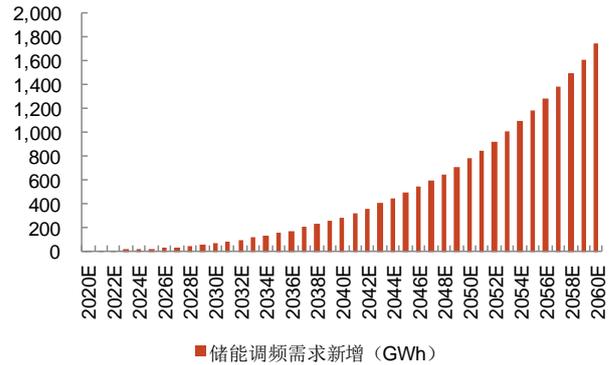
资料来源：光大证券研究所预测

图 39：全球发电装机预测



资料来源：光大证券研究所预测

图 40：电网侧调频储能需求空间



资料来源：光大证券研究所预测

2.5、分布式储能空间测算

假设分布式光伏中工商业、家用光伏占比为 8:2，假设新增工商业光伏中储能渗透率由 2020 年 5% 逐步提升至 2060 年 70%，存量工商业光伏中储能渗透率由 2020 年 0.5% 逐步提升至 2060 年 20%，非光伏配套工商业储能占分布式光伏比例 10%，备电时长假设为 4h。

测算得出 25、30、60 年工商业分布式储能空间分别为 77GWh、178GWh、1.1 TWh。2020-2060 累计储能空间 22 TWh。

表 21：工商业分布式储能空间测算

电网侧调峰储能	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
工商业光伏累计 (GW)	135	156	179	211	245	283	326	374	429	491	515
工商业光伏新增 (GW)	19	22	23	31	34	38	43	49	55	61	51
新增工商业光伏中储能渗透率	5%	7%	8%	10%	11%	13%	14%	16%	17%	19%	20%
存量工商业光伏中储能渗透率	0.5%	1.4%	2.3%	3.2%	4.1%	5.0%	5.4%	5.8%	6.2%	6.6%	7.0%
备电时长 (h)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
工商业光伏新增储能 (GWh)	6	13	21	33	46	62	75	91	108	128	65
非光伏配套工商业储能 (GWh)	11	24	45	79	125	187	262	352	461	589	10
非光伏配套储能占比	4	9	9	13	14	15	17	20	22	25	10%
工商业储能累计 (GWh)	20	42	72	118	178	255	347	457	588	741	919
工商业储能新增 (GWh)	10	22	30	46	60	77	92	110	130	153	178

资料来源：光大证券研究所预测

假设新增光伏配套的家用储能渗透率由 2020 年 10% 逐步提升至 2060 年 100%，存量光伏配套家用储能渗透率由 2020 年 2% 逐步提升至 2060 年 100%，备电时长假设为 4h。

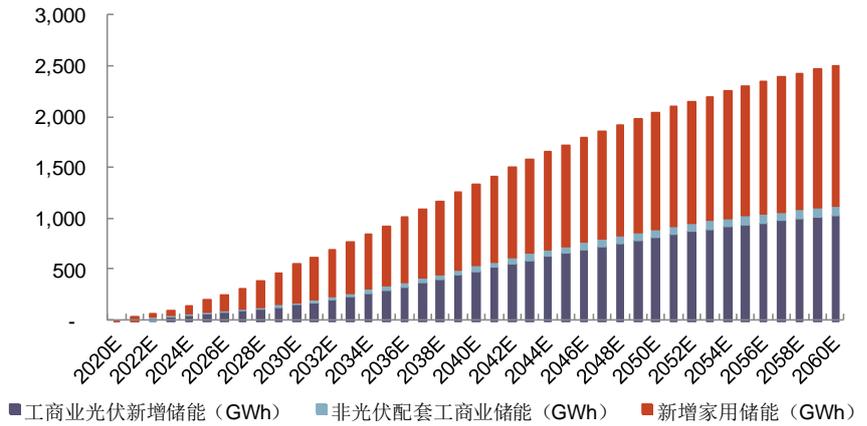
测算得出 25、30、60 年家用储能空间分别为 125GWh、370GWh、1.4 TWh。2020-2060 累计储能空间 30 TWh。

表 22：家用储能空间测算

电网侧调峰储能	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
海外户用光伏新增 (GW)	6	12	17	24	32	40	48	57	69	82	99
新增家用光伏中储能渗透率	10%	14%	18%	22%	26%	30%	32%	34%	36%	38%	40%
存量家用光伏中储能渗透率	2%	4%	5%	7%	8%	10%	14%	18%	22%	26%	30%
备电时长	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
新增家用储能 (GWh)	5	17	34	57	88	125	163	205	253	307	370
累计家用储能 (GWh)	25	42	75	133	220	345	508	714	967	1,274	1,644

资料来源：光大证券研究所预测

图 41：分布式储能空间测算



资料来源：光大证券研究所预测

2.6、 通讯、IDC 等其他储能

表 23：5G 基站储能空间测算

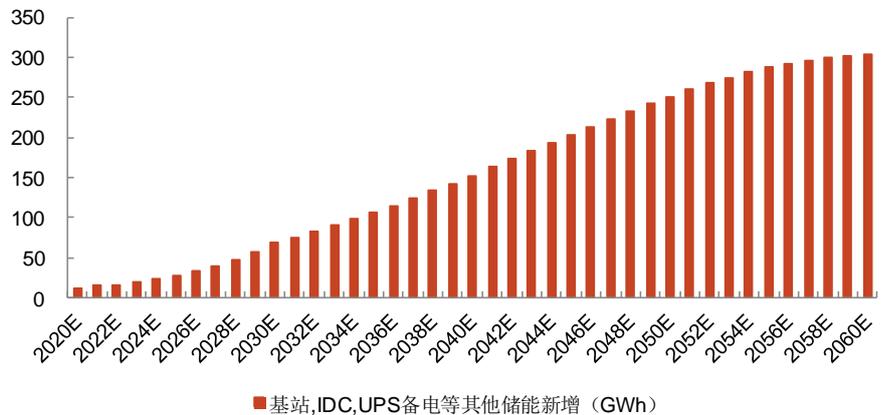
电网侧调峰储能	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
5G 基站数量 (万个)	85	110	115	100	90	80
5G 基站单站功耗 (kW)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
备电时长(h)	4	4	4	4	4	4
5G 基站储能累计 (GWh)	14	29	46	60	72	83
5G 基站储能新增 (GWh)	12	15	16	14	13	11

资料来源：光大证券研究所预测

根据 5G 基站建设进度，假设单站功耗 3.5kW，备电时长 4h，测算得出基站储能需求。

假设包括通讯基站、IDC 备电在内的其他储能需求 2020-30 年年均增速 20%，此后至 2060 年增速逐渐降至 0%，测算得出 25、30、60 年其他储能空间分别为 28GWh、69GWh、0.3 TWh。2020-2060 累计储能空间 6 TWh。

图 42：通讯、IDC、UPS 等其他储能空间测算

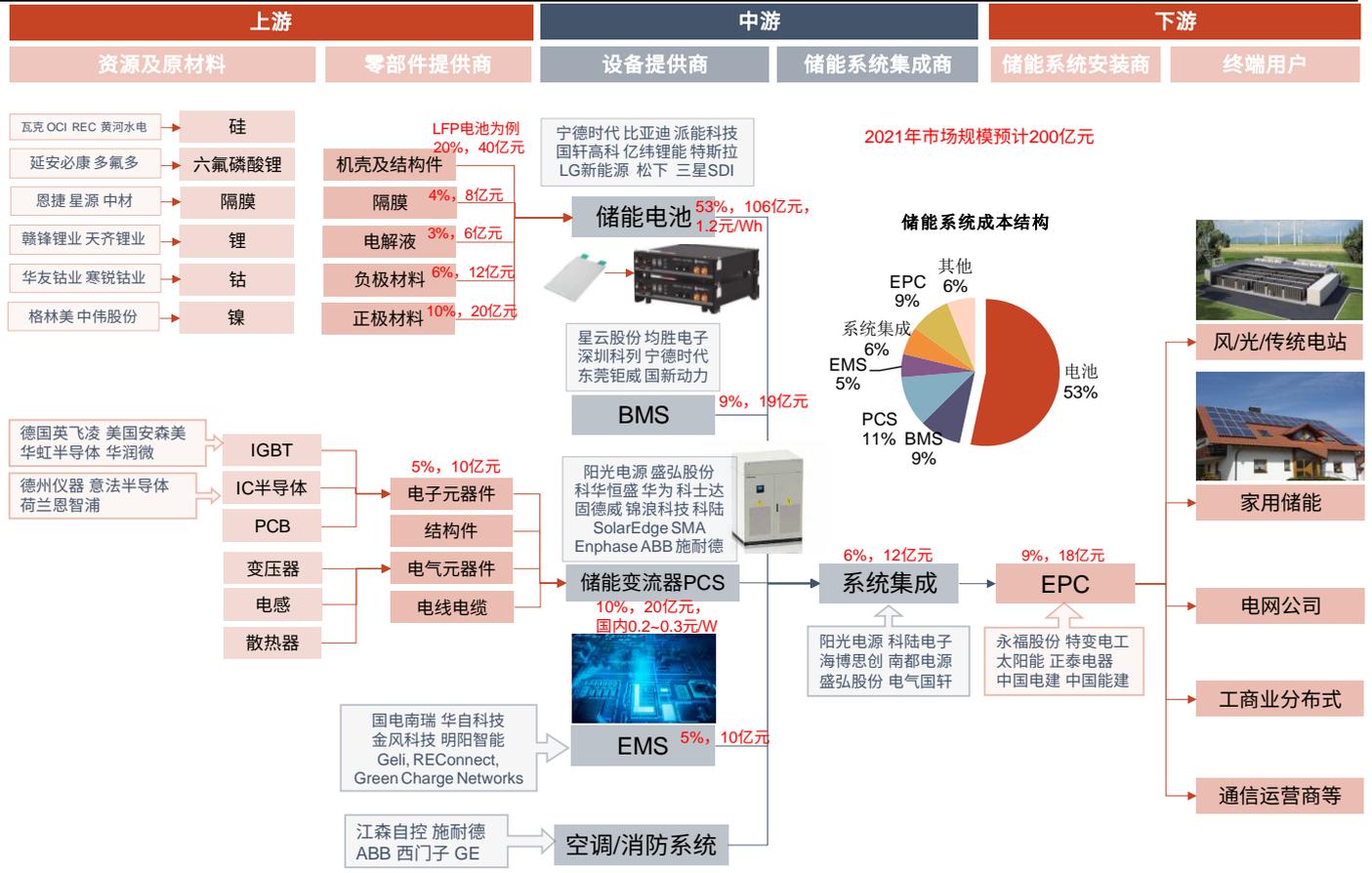


资料来源：光大证券研究所预测

3、储能系统产业链：电池和 PCS 是核心，系统集成附加值有望提升

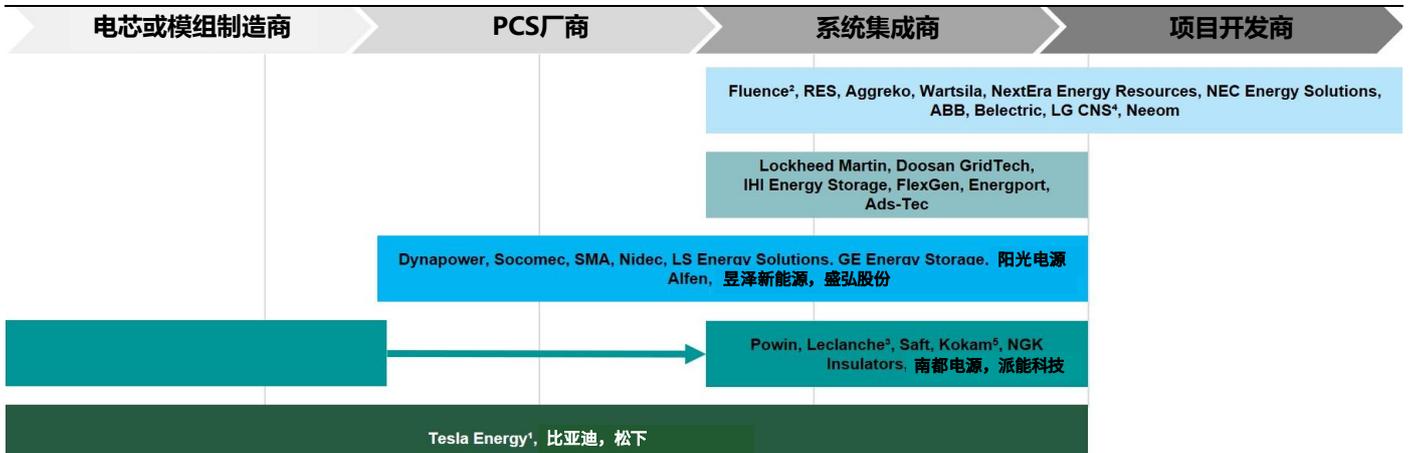
储能系统主要由电芯、电器元件、热管理系统、储能变流器（PCS）、能源管理系统（EMS）、电池管理系统（BMS）共同组成。电芯和电器元件通过排列，连接组装成电池模组，再和其他元器件一起固定组装到柜体内构成电池柜体。

图 43：电化学储能系统产业链（2021 年预计市场空间 200 亿元）



资料来源：派能科技招股书，北极星储能网，光大证券研究所预测；图中红字表示储能产业链各环节的价值量占比以及价值量

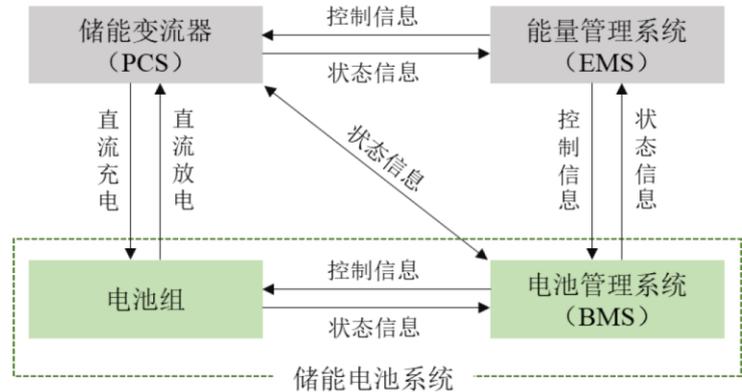
图 44：储能各环节厂商向系统集成环节的延伸



资料来源：IHS Markit

储能系统产业链上游包括电池原材料及生产设备供应商等。中游即储能电站的电池、BMS、PCS、EMS 生产。下游为储能系统集成商、安装商及终端用户等，通过设计优化应用方案增效。从产业链来看，**储能系统位于整条产业链中游。**

图 45：电化学储能系统工作原理示意图



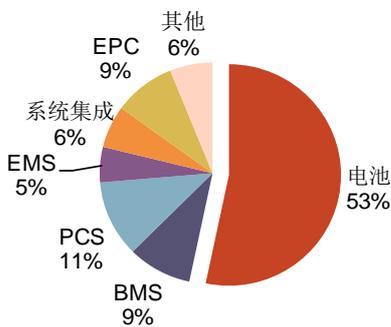
资料来源：派能科技招股书

储能行业仍处于发展初期，市场参与者的角色仍然是不稳定的，行业还没有统一标准的角色。一些公司涵盖了从电池生产到系统集成的整个价值链，而另一些公司则专注于价值链中的单个阶段。

我们认为：

- (1) 电池和 PCS 是储能系统产业链中壁垒较高、价值量占比较大的核心环节。
- (2) 系统集成和 EMS 环节虽然目前在国内价值量、技术含量不高，但未来有望通过数字化、智能化集成和控制，实现储能越来越高和越来越复杂的应用场景；EMS 是实现系统集成高级功能的基础，系统集成商有望掌握行业话语权。

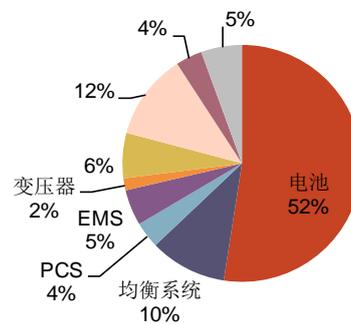
图 46：国内储能系统成本结构



资料来源：北极星储能网，光大证券研究所，2020 年

图 47：备电时长 4h 的电站级储能系统初始投资成本结构

备电时长4h的电站级储能系统初始投资成本结构



资料来源：BNEF；以 2020 年 20MW/80MWh 电站级储能项目为例

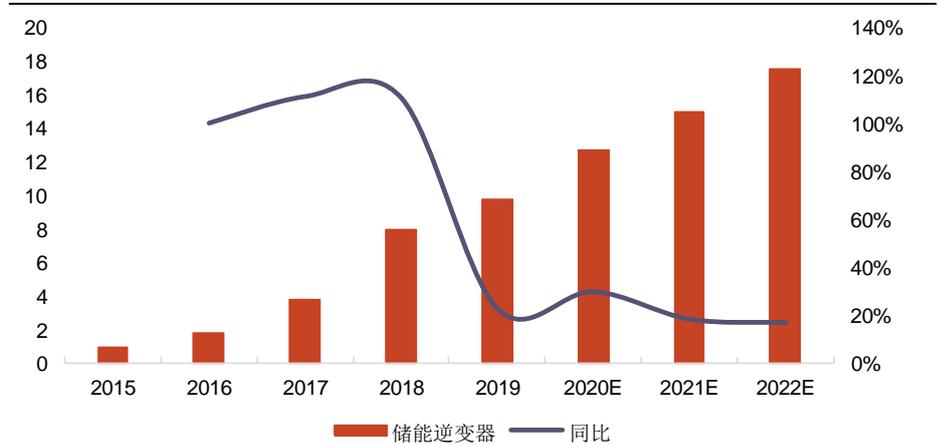
3.1、 储能变流器(PCS): 深刻理解电网环境, 具备渠道优势

储能变流器(Power Conversion System, PCS)是电化学储能系统中, 连接于电池系统与电网之间的实现电能双向转换的装置。既可把蓄电池的直流电逆变成交流电, 输送给电网或者给交流负荷使用; 也可把电网的交流电整流为直流电, 给蓄电池充电。

PCS 上游主要由电子元器件、结构件、电气元件和电线类和其他元器件构成, 其中电子元器件包括电阻、电容、集成电路、PCB 等; 结构件包括机柜、机箱、金属和非金属结构件, 其中非金属结构件包括多晶硅、硅片和晶硅电池片等; 电气元件包括断路器及相关辅件、变压器、电感和散热器等; 电线类原材料包括电线和电缆。

储能逆变器市场需求持续快速增长。根据 IHS Markit 发布的全球市场研究报告, 到 2022 年, 储能逆变器规模将增至 17GW。2018 年-2022 年全球储能逆变器累计市场规模预计为 63GW, 呈持续增长态势。

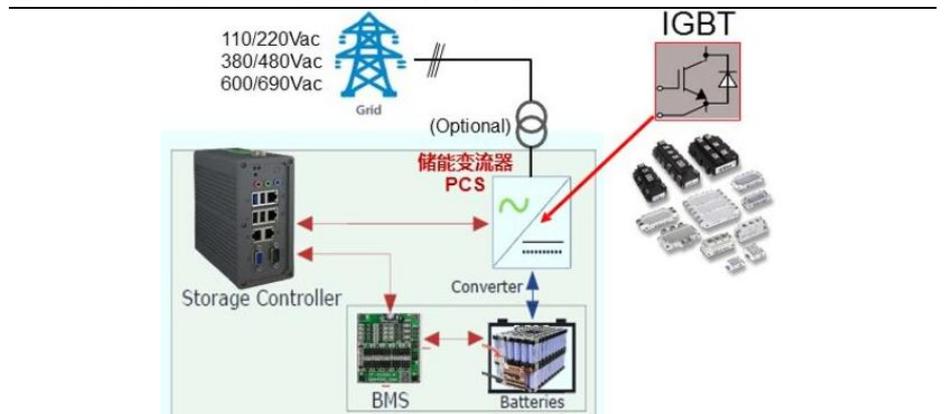
图 48: 储能逆变器市场需求持续快速增长



资料来源: 固德威招股书, IHS; 单位: GW

PCS 核心是逆变功率模块和二次控制电路, 要求较高的电力电子技术。技术含量高的部分集中在 IGBT 模块、各种芯片、电子集成印刷电路板以及软件控制算法上。

图 49: 电化学储能系统及储能逆变器 (PCS) 结构



资料来源: 英飞凌

PCS 功能复杂，需对电网情况和用电负荷熟悉，适配多型号的电池。与光伏逆变器和风能变流器相比，PCS 除了具有并网的基本功能外，还需具备：蓄电池充放电控制；配合电网实现削峰填谷、调峰调频功能；动态无功支持；电能质量调节；电网故障时既要实现穿越，还要维持电网稳定；孤网运行功能；作为支撑源，建立微电网。

PCS 对 IGBT 芯片配置要求相比光伏逆变器更高。光伏逆变器对芯片面积的最小需求为纯逆变，而储能逆变器需要整流逆变，对续流二极管的载流能力要求更高，即需要更大的二极管芯片。

表 24：储能变流器种类、特点及架构

种类	户用 (小功率,<10kW,1φ)	工商业 (中功率,<250 kW,3φ)	集中式 (大功率,>250 kW)	储能电站 (超大功率,≥10MW)
产品示意图	<p>Smart Energy/home</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peak Shaving; 2. Load Shifting; 3. Emergency Backup 4. Demand Response 	<p>Micro-grid Bulk energy</p> <p>Distributed Renewable integration</p>	<p>Renewable integration</p> <p>Ancillary Services Frequency regulation</p>	<p>Renewable integration</p> <p>Grid T&D support</p>
主要特点	多与户用光伏配合使用，作为电量搬运、电费管理、应急电源等。因安装于室内，对安规、EMC、噪声等要求较高。	与分布式光伏结合，自发自用余电上网；或削峰填谷利用峰谷价差获利；部分用户也用其扩容。	多采用大功率 IGBT 模块或并联设计，同功率下体积可做到最小，变换效率较高。使用功率器件较少，系统可靠性得到保证，单机功率可到 MW 级。	与大功率集中式 PCS 类似，采用 IGBT 模块设计，一般 N 个变流器并联安装到集装箱内部，需变压器升压接入电网。
架构示意图	<p>DC/AC: (H4/H5/HERIC) -IGBT</p> <p>DC/DC: (buck-boost) -MOSFET</p>	<p>DC/AC: B6 (2L or 3L)</p> <p>DC/DC: (Dual buck-boost or SiC MOSFET)</p>	<p>DC/AC: B6 (2L or 3L,CFB)</p>	<p>DC/AC: B6(2L,3L,CFB,MMC)</p>
基本架构	与光伏共用 DC/AC 逆变器，电池多放置于直流侧，通过 DC/DC 逆变器与光伏逆变器相连。基于安全使用 48V 以下电池系统。	交流侧储能与直流侧储能共存，当前多使用三电平拓扑。因安装容量不确定性，多设计为可并联扩展的标准单元。	两电平为主。注重功率密度及变换效率。系统可靠性要求高，同时较大的单机功率也有助于降低系统单位成本。	单机功率进一步扩展，支持多机并联运行。

资料来源：英飞凌

PCS 提供商由单一的设备提供商向解决方案提供商转变。2016 年，阳光电源和三星 SDI 合作，成立了三星阳光和阳光三星两个公司，业务范围涉及储能逆变器、锂电池以及能量管理系统等产品的生产和销售。2017 年，阳光电源推出了“逆变器+储能技术融合”的解决方案，不仅可降低系统成本，还可以通过功能整合进一步提高系统综合发电效率。储能电池的投产意味着阳光电源在向用户提供整套储能系统集成方案时，其核心部件 PCS 和电池都由阳光及其合资公司提供，既可以确保稳定的供货渠道，也为整个系统在集成过程中的配置和选型提供便利。

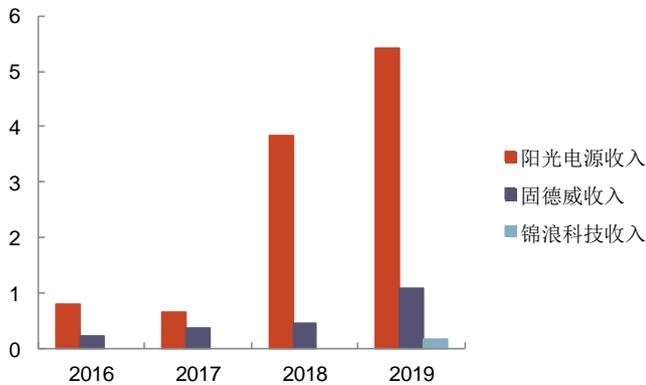
3.1.1、PCS 主要厂商

表 25：主要逆变器厂商竞争力对比

	阳光电源	固德威	华为	锦浪科技	SMA	SolarEdge
2019 年逆变器销售收入	44.85 亿元	9.45 亿元	N/A	10.90 亿元	9.15 亿欧元 (约 71.73 亿元)	6.26 亿美元 (约 40.40 亿元)
2019 年研发投入	6.36 亿元	0.58 亿元	N/A	0.43 亿元	0.63 亿欧元 (约 4.94 亿元)	1.21 亿美元 (约 7.81 亿元)
2019 年研发人数 (人)	1627	167	N/A	131 (2018 年末)	N/A	755
2019 年发明专利数 (项)	477	28	42053	6	N/A	348
2019 年逆变器市占率	13%	3%	22%	3%	8%	4%

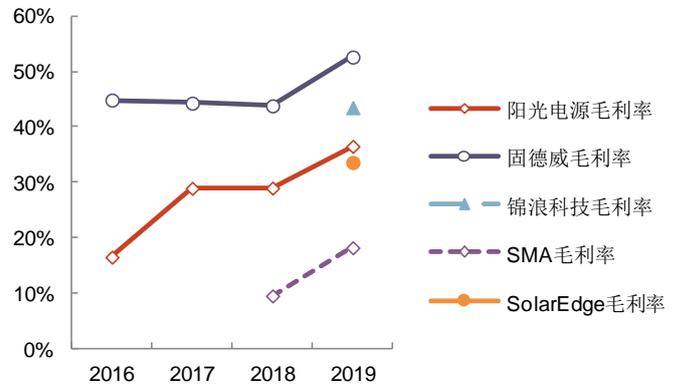
资料来源：固德威招股书；市场份额数据来源于 Wood Mackenzie 2020 年 5 月发布的《Final Global solar PV inverter market shares 2020》

图 50：主要厂商储能逆变器收入 (亿元)



资料来源：Wind

图 51：主要厂商储能逆变器毛利率



资料来源：Wind，公司官网；SMA, SolarEdge 为综合毛利率，其余为储能逆变器毛利率

图 52：主要逆变器厂商产品性能对比

		阳光电源	固德威	华为	锦浪科技	SMA	SolarEdge
产品转换效率	DNS5kw	98.4%	97.8%	98.5%	98.1%	97.0%	99.2%
	MT60kW	-	98.8%	98.6%	99.0%	98.8%	-
	MT50kW	98.7%	98.7%	-	98.8%	98.1%	98.3%
	SDT10kW	98.5%	98.3%	98.6%	98.7%	98.2%	99.2%
	XS3kW	98.2%	97.6%	98.5%	97.5%	97.0%	99.2%
	DT25kW	98.6%	98.6%	98.7%	98.8%	98.3%	98.3%
	MT36kW	98.6%	98.8%	98.9%	98.8%	98.6%	98.1%
并离网切换时间	ET10kW	0.02s	0.01s	-	0.01s	-	-

资料来源：固德威招股书

SMA Solar Technology AG

SMA 成立于 1981 年，总部位于德国卡塞尔市。2008 年，SMA 在德国法兰克福证券交易所主板上市。据 SMA 2020 年业绩快报，2020 年销售逆变器达 14.4 GW，同比增加 26%；SMA 全球累计总装机量已超过 100GW，拥有适用于不同光伏应用场景的完整的产品线及全面解决方案。2019 年 1 月，SMA 宣布其中国公司由管理层收购而私有化，SMA 中国公司目前已更名为爱士惟新能源技术（江苏）有限公司。

SolarEdge Technologies

该公司成立于 2006 年，业务范围涵盖逆变器、电动汽车充电、家庭能源管理、虚拟发电厂、电池和不间断电源（UPS）解决方案，于 2015 年 3 月在纳斯达克上市。根据其 2019 年年报，SolarEdge 实现销售收入总额为 14.26 亿美元，其中逆变器业务实现销售收入 6.26 亿美元。

华为技术有限公司

华为成立于 1987 年，是全球领先的通信技术和网络能源解决方案提供商，华为产品和解决方案涵盖移动、宽带、IP、光网络、网络能源、电信增值业务和终端等领域，业务遍布全球 170 多个国家和地区。2013 年，华为推出光伏逆变器产品组合，主要为组串式光伏逆变器，并融合信息技术、互联网技术与光伏技术，推出智能光伏电站解决方案。据 IHS Markit，截止 2019 年底，华为智能光伏产品全球发货量已超 118GW。

阳光电源

阳光电源成立于 1997 年，是一家专注于太阳能、风能、储能、电动汽车等新能源电源设备的研发、生产、销售和企业的企业，于 2011 年在深交所挂牌上市。公司主要产品包括光伏逆变器、风能变流器、储能系统、新能源汽车驱动系统、智慧能源运维服务等。根据其 2019 年报，公司实现销售收入 130.03 亿元，其中光伏逆变器等电力转换设备销售收入为 39.42 亿元，储能系统销售收入为 5.43 亿元。

固德威

固德威成立于 2010 年，主营光伏并网逆变器、光伏储能逆变器、智能数据采集器以及 SEMS 智慧能源管理系统。据 Wood Mackenzie，2019 年固德威在全球光伏逆变器市场的出货量位列第十一位，市场占有率为 3%；户用储能逆变器出货量全球市场排名第一位，市场占有率为 15%。主要市场包括欧洲、澳大利亚等。2019 年储能逆变器收入 1.08 亿元，占总收入的 11.49%。

科华数据

科华数据（原证券简称：科华恒盛）的产品及服务主要应用于数据中心、智慧电能以及新能源三大业务领域。其中，新能源业务包含光伏逆变器、光伏离网控制器、储能变流器、离网逆变器等产品及服务。公司 2020H1 新能源产品实现收入 1.59 亿元，同比+16%，占营收的 9.36%。

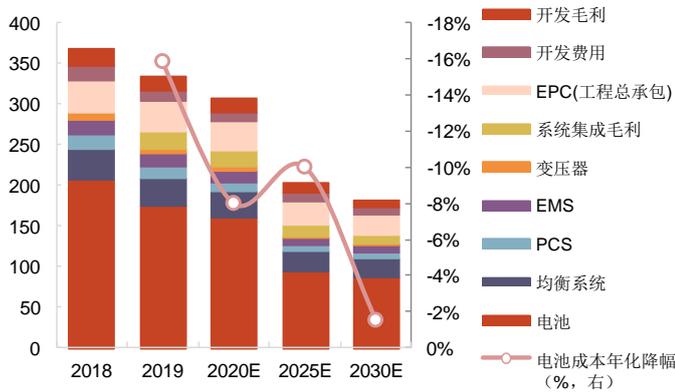
据公司 2020 年半年报，科华牵头起草的两项储能标准获得批准，中标了安徽灵璧县灵南风电场配套储能设备、中建材西藏储能等项目。公司的新能源及储能业务也将助力数据中心业务发展，发挥协同效应。

3.2、 电池：成本占比 50%，海外电池厂商品牌力突出

电池的成本占比最大，约占储能系统整体成本的 50%以上。电芯排列组装成电池模组，和其他电池元器件一起构成电池柜体，再组合成电池仓。

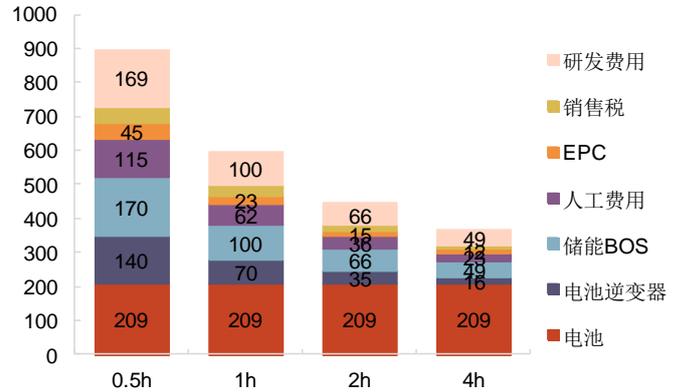
电池容量越大，分摊至单位容量的其他成本越低。若单位容量的电池成本不变，均为 209 美元/kWh，则供电能力为 0.5 小时的系统单位成本达到 895 美元/kWh，而供电能力为 4 小时的系统单位成本可降至 380 美元/kWh，规模效应明显。

图 53：储能系统成本构成(美元/kWh)



资料来源：BNEF；20MW/80MWh 电站级储能项目

图 54：不同容量下的锂电储能成本 (美元/kWh, 60MW 系统)



资料来源：美国可再生能源国家实验室

储能电池和新能源汽车动力电池的应用场景不同造成了两者的性能等方面不同。从容量体积来看，储能电池主要用于能量储存，容量要求大，寿命要求长；动力电池主要是提供动力用，要求能够输出高功率，能量密度大，但体积较小，重量较轻。

图 55：储能电池(左)与动力电池(右)示意图



资料来源：宁德时代官网、光大证券研究所整理

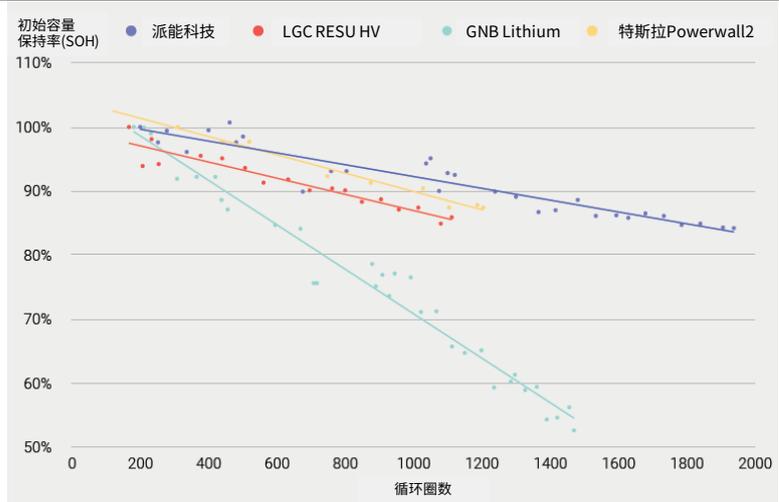
从使用寿命来看，储能电池对于使用寿命有更高的要求，一般使用寿命需大于 10 年，需要 6000-10000 次循环；而动力电池运用于新能源汽车中，新能源汽车的寿命一般在 5-8 年，其动力电池的循环次数通常在 1000-2000 次之间。

从充电效率来看，动力电池主要应用于电动汽车，受到汽车的体积和重量以及启动加速的限制，比普通的储能电池有更高的性能要求：充电速度更快，放电电流更大；普通储能电池的要求则没有这么高，根据标准，动力电池的容量低于 80% 就无法用于新能源汽车中了，但稍加改造后，还可以用在储能系统中。

从热管理方式来看，动力电池集成度高，多用变相材料冷却，其热管理方面的安全性与储能电池相比较低。

从电芯类型来看，储能电池和动力电池都可以采用磷酸铁锂电池和三元锂电池，国内商用都以磷酸铁锂电池为主，据派能科技招股书，2019 年我国电力系统储能锂电池出货量中磷酸铁锂电池占比达 95.5%，因为磷酸铁锂电池具有循环寿命长、充放电快速、安全性能好、温度适应性强等性能优势，在储能领域具有显著的竞争优势；三元锂电池安全性还不能保证，如韩国从 2017 年开始的 21 起储能起火事件中 16 次是由于三元电池的原因起火。

图 56：部分家用储能产品循环测试的容量保持情况



资料来源：ITP Renewables, Public Report 9 Lithium Ion Battery Testing, 2020 年 9 月

电池系统充放电效率跟电池的内阻和电池间连接工艺有关。阻值小，损耗也就小，能量转换效率高。几家电池厂商中 Sony 和 Tesla 的锂电池是 18650 圆柱电芯，容量小内阻值大，另外电芯间串并联连接片多、焊点多，损耗大，所以能效偏低。

海外储能电池以三元为主，而国内以铁锂为主，国内电池厂商成本优势明显。LG 和派能是软包电池，容量分别是 63Ah 和 26.5Ah。BYD、Samsung、Alpha 的电芯是方形铝壳电池，容量分别为 26Ah、94Ah、50Ah。

3.2.1、主要储能电池厂商

(1) 海外储能公司

◆ 特斯拉

特斯拉主要从事电动汽车和能源业务，依托日本松下的三元锂电池技术，结合自身 BMS 和储能系统集成经验，自 2015 年正式进入储能市场，开发了面向家庭、工商业以及公用事业用户的储能系统。

据特斯拉年报，特斯拉 2019 年到 2020 年储能装机量大幅增长，2020 年其电池储能总装机量首次在一年内超过 3GWh 达到 3.022GWh，与上年相比增长了 83%。特斯拉表示这种增长主要是由公用事业规模储能产品 Megapack 的普及推动的。另外随着户用储能业务的持续增长，Powerwall 的需求也持续增长，其 2020 年光伏装机 205MW，比上年增长了 59%。

(1) 早期布局，家用储能电池：Powerwall

经过几年工商业储能的摸索后，特斯拉能源于 2015 年挂牌成立。同年，马斯克公布了一款悬挂式家用储能电池：Powerwall。

特斯拉的 Powerwall 可以用来储存来自太阳能电池板的电量，也可以从电网中吸取电量。在电源发生故障时，这种家用电池还可为住户提供备用电源。同时 Powerwall 还可以借助 Tesla 应用程序，实时监控住宅的发电与用电情况，设定偏好以优化电量使用。这一系统可以优先提供房屋所需的电力，其次是给电池充电，随后是将电力输出给电网。为家庭、商业和公共事业提供了一整套电池方案。2016 年 10 月，特斯拉发布 powerwall2，在第一代的基础上添加了逆变器，功率和容量提升了一倍。

图 57：特斯拉 Powerwall2 产品示意图及安装效果图



资料来源：特斯拉官方网站

特斯拉并不是第一个提出储能系统的厂商，在它之前已经有不少厂商涉足该领域，但特斯拉储能产品从外观，到质保要远优于同类产品，最重要的是 PowerWall 较市场同类产品售价低 70%，这也是特斯拉 PowerWall 一面世能引起轰动的原因。

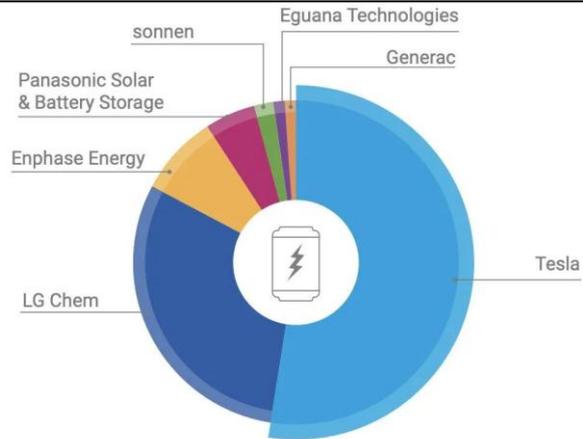
表 26：特斯拉 PowerWall 及市场同类产品参数对比

	TESLA PowerWall	Iron Edison-24V-10kW	BYD Mini ES
产品图片			
容量 (kwh)	7	10	3
电池技术路线	18650 电池	LiFePO4(磷酸铁锂电池)	LiFePO4(磷酸铁锂电池)
是否包含逆变器	不包含	不包含	包含
售价	3000 美元	10629 美元	---
价格/kWh	429 美元/kWh	1062.9 美元/kWh	---
尺寸	1300mm×860mm×180mm	370mm×400mm×350mm	680mm×256mm×610mm
重量	100kg	156kg	96kg
重量/容量	14.29kg/kWh	15.6kg/kWh	32kg/kWh
质保	10 年	7 年	5 年 (澳大利亚地区)

资料来源：特斯拉、比亚迪官网，2021 年 2 月，光大证券研究所整理

特斯拉的 Powerwall2 实际上已经主导了美国的家用电池储能市场。2020 年 10 月,EnergySage 发布了其最新的半年报告“Solar Marketplace Intel Report(H2 2019-H1 2020)”，对屋顶光伏和储能系统市场购买力进行了在线比较，报告分析了从 2019 年 7 月到 2020 年 6 月之间的太阳能市场中交易的电池储能系统的数据：其中，Powerwall 的市场占有率超过一半；从安装成本上看，每千瓦时的储能成本计算，Powerwall2 也是市场上最便宜的家用储能系统品牌。

图 58: 北美家用储能市场份额(H2 2019-H1 2020)



资料来源: EnergySage

(2) 储能系统全环节打通, 综合解决方案高度整合

2021 年初, 特斯拉太阳能逆变器问世, 正式取代了 SolarEdge、Delta 等第三方逆变器, 与 Powerwall 深度结合, 填补了家用光储互动控制的空白。

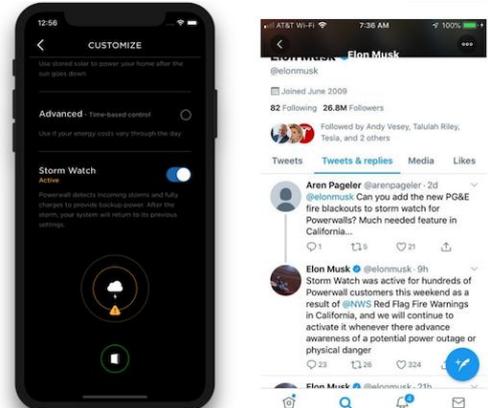
在工商业储能领域, 特斯拉推出了针对大型用户的储能解决方案 Megapack。Megapack 将所有逆变器、电池模组、热管理系统、电力电子元件高度整合, 其高能量密度、安全性、易安装等特点得到进一步提升。

图 59: Megapack 内部构造图



资料来源: 特斯拉官网

图 60: Powerwall 风暴预警功能



资料来源: 特斯拉官网

(3) 数字化优势尽显, 车、桩、光、储、荷, 全方位能源联动

2018 年特斯拉 APP 上线” 风暴预警 “(Storm Watch) 功能。一旦有山火、台风等自然灾害, Powerwall 便会及时提醒用户有停电风险, 自动充满电池, 随时待命。

2017 年特斯拉与风能电厂开发商 Neoen 签下当时世界上最大储能电池项目 Hornsdale Power Reserve (129MWh)。该电池搭载了 Tesla 的能源人工智能软件 Autobidder, 以毫秒级别的响应速度, 参与电网调频调峰服务, 仅 2 年多就收回投资, 还为南澳电网省去了超过每年 1.5 亿澳元的开销。

特斯拉实现了涵盖发电侧、电源侧、电网侧、用户侧、微电网、电力市场、虚拟电厂的新能源应用场景 360°全覆盖, 足迹遍及 30 多个国家和地区。

图 61: Hornsdale Power Reserve 储能实时运营情况



资料来源: Neoen

图 62: 特斯拉全球新能源应用场景布局



资料来源: 特斯拉官网

◆ 松下

松下公司是全球知名的电池厂商,也是世界上最大的储能产品制造商之一。松下公司 2019 年推出了 EverVolt 住宅储能系统,该系统具有一个交流和直流耦合单元,可以将储能容量轻松扩展至 34kWh,并且与太阳能发电模块结合使用时,如果电力中断,可以长期为家庭用户供电。

2020 年 6 月松下与 Span 达成合作意向,双方将合作提供组合储能及管理产品,将 EverVolt 与 Span 智能面板搭配,提高了灵活性和控制性并减少了所需组件的总数,简化了电池安装和劳动力。

2020 年 9 月,松下又发布了用于工业和住宅锂离子动力存储系统的新产品,容量达到 3.5KWH,具有 1500VA 的独立输出,能够在断电时为智能手机和照明设备供电,同时为电水壶等大功率设备供电。

图 63: 松下家用储能产品



资料来源: 索比光伏网

表 27: 松下储能领域的合作对象

合作对象	时间	合作内容
美国逆变器厂商 Power-One	2013	2013 年,美国 Power-One 与松下宣布,合作开发储能系统以及大型公用事业级与商业光伏逆变器业务。合作开发的储能系统将包括 Power-One 的逆变器、松下的锂离子电池及发电系统。
新西兰	2017	松下在新西兰推出户用锂离子电池储能系统(8kWh),可存储太阳能电力为家庭用户供电,还可存储非高峰时低电价的电力,在高峰时使用或用作备用电源。
美国 Span 公司	2020	双方将合作提供组合储能及管理产品,将 EverVolt 与 Span 智能面板搭配

资料来源: 中国储能网、北极星太阳能光伏网、北极星储能网,光大证券研究所

◆ LG 化学

LG 化学业务涵盖石油化学、电池、信息电子材料、生命科学等。自 2010 年进入储能领域，目前拥有家用储能系统、电网及工业储能系统、通信备电以及 UPS 备电等产品系列。

高瞻远瞩，LG 化学布局 ESS 电池业务。 LG 化学自 20 世纪 90 年代开始研发锂电池业务，彼时主要集中在小型电池以及动力电池。后来，LG 化学敏锐发现 ESS 行业一直使用动力电池，而没有 ESS 专用电池，于是于 2010 年开始进入储能领域，大举投资研发软包三元 ESS 电池，填补 ESS 市场空白。2013 年，LG 化学在韩国忠清北道梧仓建设世界首个储能专用设施。

十年磨一剑，LG 化学家用储能产品 2019 年全球市占率升至第二。自 2010 年进入储能领域，LG 化学储能产品逐渐覆盖家用储能系统、电网及工业储能系统、通信备电以及 UPS 备电等领域；LG 化学 ESS 业务逐渐扩展至全球市场。在欧美市场，2015 和 2019 年，LG 化学在德国、美国市场获得大额储能订单。在中国市场，2016 年 LG 化学与科陆电子合作成立合资公司，2018 年自建南京滨江工厂（其中 3 条储能电池生产线），布局中国 ESS 业务。2019 年，LG 化学在全球家用储能市场出货比例达 11%，全球第二，仅次于出货比例为 15% 的特斯拉。

(2) 国内储能公司

◆ 宁德时代

宁德时代主要从事新能源动力电池系统、储能系统以及锂电池回收业务的研发、生产和销售业务，自 2011 年从事储能业务，产品应用领域涵盖电网、通信基站、工商业及家庭储能。

宁德时代为国内率先具备国际竞争力的动力电池制造商之一。公司的储能系统具有三大优势：全周期高效收益、全方位安全保障、全流程解决方案。由这三大优势出发，宁德时代不断加大储能业务的开发和市场推广力度。2019 年公司储能系统销售收入为 61,008 万元，同比增长 222%。

表 28：宁德时代储能业务数据

	储能业务收入（亿元）	储能业务毛利率	储能收入占比
2017	0.16	12.25%	0.08%
2018	1.90	19.01%	0.64%
2019	6.10	37.87%	1.33%

资料来源：wind，光大证券研究所

在国内储能市场，宁德时代与电网开展深度合作。自 2018 年来，宁德时代与国家电网、南方电网和五大发电集团开展合作，拿下多个大型储能项目，并创立储能合资公司，联合开展风力发电、光伏发电、储能专案的磷酸铁锂电池解决方案，客户稳定且市场份额大，未来有很高的上升空间。

表 29：宁德时代国内合作情况与储能业务概况

时间	概况
2019 年 1 月	与星云股份合资设立福建时代星云科技有限公司，重点对大数据软件服务、储能用 BMS、系统集成等进行研发和生产
2019 年 4 月	与浙江吉润共同出资设立合资公司时代吉利，并完成注册设立
2020 年 1 月	国网综能集团和宁德时代共同出资 3000 万元在新疆成立了新疆国网时代储能发展有限公司，主营储能项目的投资、建设、运营

2020年1月	国内规模最大的电网侧站房式锂离子电池储能电站——福建晋江储能电站试点项目一期(30MW/108MWh)启动并网
2020年3月	与百城新能源成立合资公司上海快卜新能源科技有限公司，注册资本为5000万，持股49%
2020年4月	与国网综合能源服务集团共同出资的 国网时代（福建） 储能发展有限公司正式成立，主营业务含电力储能项目开发、建设和运维，储能研发、集成，储能调试等技术服务，为综合能源服务提供储能专业解决方案
2020年4月	宁德时代和 易事特 合资1亿元的公司，新能易事特（扬州）科技有限公司正式成立
2020年5月	中标青海特高压外送基地200MW储能
2020年6月	与 国家电网 “数字新基建”项目签署合作协议
2020年7月	宁德时代储能微网项目一期通过竣工验收，建设规模光伏系统5.72MWh、储能系统0.25MW/0.5MWh
2020年7月	大同储能及动力电池全产业链项目
2021年2月	增资 永福股份 子公司，改名时代永福新能源科技有限公司，宁德持股60%，实现在新能源领域（特别是光伏+储能领域）的深度合作和布局

资料来源：北极星储能网，公司公告，光大证券研究所整理

在国外市场，宁德时代则主要与逆变器厂商开展合作，此外与特斯拉也有合作。

宁德时代与科士达合作，科士达为逆变器制造商，双方共同开展对全球市场的探索，主要覆盖区域为以荷兰、意大利为主的欧洲地区以及美国。双方的合资企业宁德时代科士达年产能约为1GWh。公司海外首个储能项目已在加州实现并网。

另外，宁德时代与特斯拉签订供货协议，宁德时代将向特斯拉供应锂离子动力电池产品，供货有效期限：2020年7月1日至2022年6月30日。

表 30：宁德时代海外合作情况与储能业务概况

时间	概况
2019年3月	与宁德时代签订电芯供货合同用于电池储能系统，宁德时代向 PowinEnergy 提供1.85GWh电芯，主要是磷酸铁锂电池的电芯。
2019年7月	与 科士达 共同成立宁德时代科士达，持股51%，重点布局储能领域。
2020年2月	与 Tesla, Inc. 以及 特斯拉（上海）有限公司 签订协议，宁德时代将向特斯拉供应锂离子动力电池产品，供货有效期限：2020年7月1日至2022年6月30日。
2020年4月	与 科士达 合资储能设备制造项目正式开工，总投资10亿元。

资料来源：北极星储能网，光大证券研究所

表 31：宁德时代主要投资公司（储能、电力、充配电、电力供应企业）

公司名称	宁德时代持股比例	省份	注册资本（万元）	成立日期	主要业务范畴
格尔木国王时代储能发展有限公司	40%	青海	5000	2020/7/8	电力储能项目开发、建设和运维
国网时代（霞浦）储能发展有限公司	40%	福建	3000	2020/6/22	发电、输电、供电业务
新能易事特（扬州）科技有限公司	10%	江苏	10000	2020/4/20	充配电
国网时代（福建）储能发展有限公司	40%	福建	40000	2020/4/3	储能
新疆国网时代储能发展有限公司	40%	新疆	3000	2020/1/17	储能
江苏哈勃新能源科技有限公司	3%	江苏	10000	2019/10/30	电动汽车充电服务、汽车充电桩业务等
宁德时代科士达科技有限公司	51%	福建	20000	2019/7/15	储能装置、充电桩、智能输配电设备
福建充儿新能源科技有限公司	3.5%	福建	10000	2019/2/15	节能技术推广服务
晋江闽投电力储能科技有限公司	44%	福建	10000	2018/6/22	电力供应
晋江闽投电力储能科技有限公司	44%	福建	10000	2018/6/22	承装、承修、承试电力设施
宁德润源电能技术有限公司	100%	福建	5000	2017/5/19	电力能源
江苏时代新能源科技有限公司	100%	江苏	100000	2016/6/30	锂电池、储能系统
福建智行时代科技有限公司	1%	福建	1000	2020/12/10	质检技术服务、储能、电力相关业务
时代永福新能源科技有限公司	60%	福建	6,621.19	2021/2/6	光伏+储能

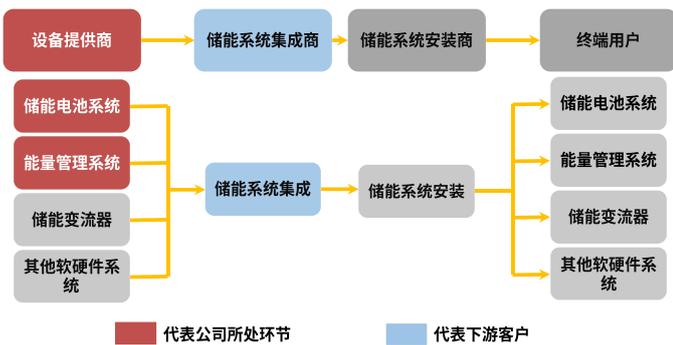
资料来源：北极星储能网，光大证券研究所

派能科技：全球家用储能领跑者

派能科技是全球领先的家用储能系统制造商。据 IHS 数据，2019 年公司的家用储能系统出货量市场份额 8%。

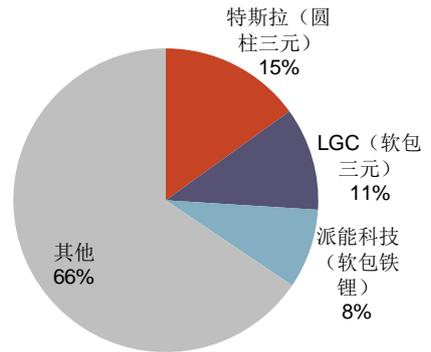
公司主营业务包括储能系统和电芯业务（软包磷酸铁锂电芯、圆柱电芯），专注于电芯、模组及储能电池系统的研发、生产和销售，自 2009 年成立即专注于储能电池系统领域，目前产品系列丰富，可广泛应用于家庭、工商业、电网、通信基站和数据中心等场景。

图 64：派能科技业务领域



资料来源：派能科技招股书

图 65：2019 年全球家用储能出货量市场格局



资料来源：IHS，派能科技招股书

◆ 比亚迪

比亚迪业务涵盖汽车、手机部件及组装、二次充电电池及光伏、城市轨道交通等领域。自 2009 年进入储能领域，目前储能产品应用场景涵盖电网、工商业及家庭储能。

专注开发储能产品，电网、家用储能齐发力。比亚迪 2020 年 8 月发布的电网级储能产品 BYD Cube，占地仅 16.66 平方米储能容量 2.8MWh，相较于行业内 40 尺标准集装储能系统，能量密度提升了超 90%。比亚迪的家用储能产品 Battery-Box Premium，该系列于 2020 年 1 月上市。2020 年 10 月，据德国调查机构 EUPD Research 调查，比亚迪 Battery-Box Premium 系列家用储能产品荣获德国消费者家用储能产品首选品牌。

◆ 国轩高科

国轩高科储能业务布局早，发展快，产品远销美国。公司于 2014 年开始探索储能业务，于 2016 年 9 月，正式成立储能事业部进入电池储能领域。在随后的三年，公司的储能业务快速发展，与电子十一院、北京福威斯、上海电气、国家电网、继远软件等公司与单位合作，不仅获得国内的许继集团、国家电网等储能项目订单，还获得美国西弗吉尼亚 72MW/72MWh 储能调频项目供应储能电池项目。

依托上海电气国轩发展储能业务，剑指 120 亿储能收入。2017 年国轩高科与上海电气共同出资建立上海电气国轩，次年在江苏南通建设年产能 8GWh 的锂电池储能系统。电气国轩产品适用于大型储能电站、5G 通信基站、新能源客车等领域，取得了 ISO9001 认证证书。2020 年 10 月，国轩高科副总裁黄章喜在 2020

中国汽车供应链大会上透露，公司计划 2023 年实现收入超 400 亿元，其中储能业务超 30%。

表 32：国轩高科储能领域大事件

时间	合作企业或单位	事件
2016.9		国轩高科成立储能事业部
2016.12	彩虹集团	与彩虹集团旗下咸阳彩虹绿色能源有限公司签订战略合作协议，共同致力于风电、光伏+储能电站系统建设
2017.2	电子十一院、北京福威斯	签署 200MW 储能电站项目合作协议，为三方在储能电站、微电网系统等项目技术开发和应用奠定基础
2017.4		第一个 4MWh 储能电站体系验证在国轩高科合肥一厂拉开帷幕
2017.5	上海电气	国轩高科与上海电气共同出资建立上海电气国轩
2017.1	南通经济技术开发区	签署投资协议，双方将利用上海电气在电力领域的资源优势，拓展分布式储能、电网储能业务
2018.1	中国铁塔	签署动力电池梯级再生利用战略合作协议，国轩作为中国铁塔的战略合作伙伴，推动梯级动力电池在通讯基站领域的应用
2018.6	国网江苏电力公司	配备有国轩高科的 211 万支储能单体 LFP 电池的国网江苏电力公司的镇江长旺储能站（8MW/16MWh）成功并网
2018.12		上海电气国轩储能系统基地项目在江苏南通奠基，规划年产能 8GWh 锂离子电池储能系统
2018	许继集团	国轩高科与许继集团签署三年 600MWh 储能电站合作协议
2018	北京福威斯	国轩高科与北京福威斯签订 25MWh 光储充一体化项目
2018		国轩高科交付淮北 13MWh 的光储充项目
2019.6	华为	国轩高科与华为签订《锂电供应商采购合作协议》，在锂电领域开展战略合作
2019.1	继远软件	国轩高科与继远软件签约，共同开拓储能市场
2019.1	中能建华东分公司	国轩高科签约战略合作协议
2019	美国西弗吉尼亚	为美国西弗吉尼亚 72MW/72MWh 储能调频项目供应储能电池。
2020.9		使用国轩高科的储能电池系统的华能蒙城风电 40MW/40MWh 储能项目（容量最大的风电配套储能项目），顺利通过了国网安徽省电力有限公司组织的并网验收
2020.11		获得国家重点研发计划智能电网技术与装备重点专项 2018 项目配套的 1790kWh 集装箱储能电站订单

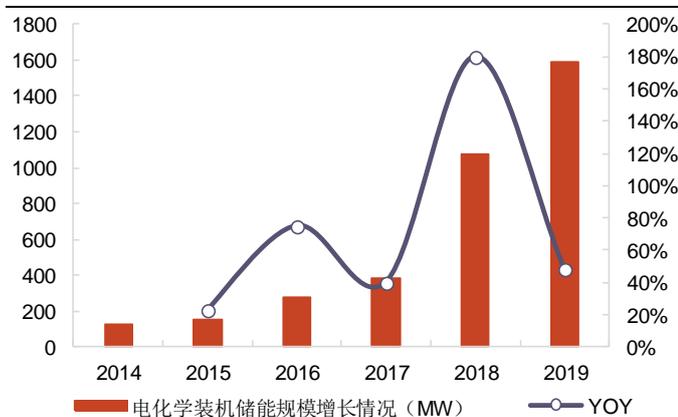
资料来源：起点锂电，GGII，公司公告，鑫铈资讯，光大证券研究所

◆ 亿纬锂能

公司主营业务是锂原电池和锂离子电池的研发、生产、销售，储能产品应用领域涵盖通讯储能、家用储能、智能微网三大市场。

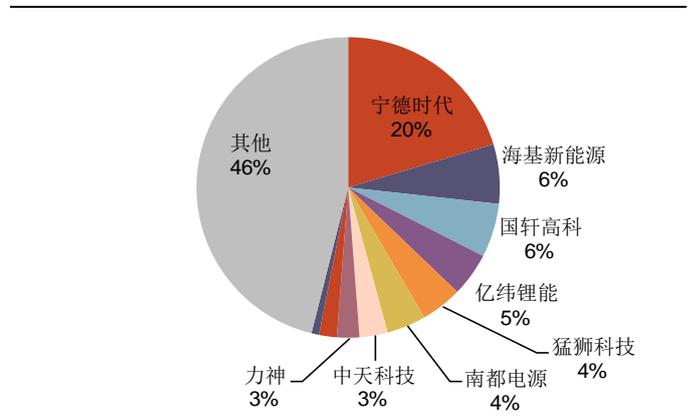
储能带来新增长。5G 时代的加速到来掀起了新一轮的通信基础设施的更新与改造。中国三大运营商大笔增加 5G 建设的投入，将会带来磷酸铁锂储能电池需求的大幅增长。亿纬锂能于 2020 年 5 月中标“中国移动 2020 年磷酸铁锂电池集中采购”的代表性项目；在与国内多名通讯设备制造商的合作中，持续提高供货份额；在海外通讯储能领域，继续深耕东南亚市场，扩大销售覆盖范围；在加强重点客户的配套业务过程中，间接覆盖了欧美高端通讯储能市场，有效扩大了市场范围。

图 66：国内电化学储能规模不断增加



资料来源：CNESA

图 67：2019 年中国电化学储能供应商格局



资料来源：CNESA

表 33：部分亿纬锂能中标储能项目

年份	项目	公司	金额	单价/限价 (含税)
2020	中国移动 2020 年通信用磷酸铁锂电池产品集中采购 (13.04%)	亿纬锂能	13.73 亿元	0.703 元/Wh
2019	南方电网动力电池梯次利用储能系统框架招标	亿纬锂能	-	0.173 元/Wh
2018	河南电网 100 兆瓦电池储能示范工程第二批设备类采购项目-息县储能电站集装箱成套储能设备	亿纬锂能	999 万元	-

资料来源：北极星储能网，光大证券研究所

3.3、 BMS、 EMS： 走向数字化、 智能化平台

储能电池主要由电池模组和 BMS 组成。目前主要有低压 48V 和高压 200V~400V 的电池系统。BMS 的功能主要是监控电池的电压、温度、SOC/SOH 计算、均衡容差。

储能电池的核心技术主要还是电芯和 BMS。锂电池有多种不同技术的产品，做系统集成需深入了解各家电池产品技术特性。如需把电池和 BMS 集成在一起，这需要对电池和 BMS 产品性能都了解才能更好匹配。

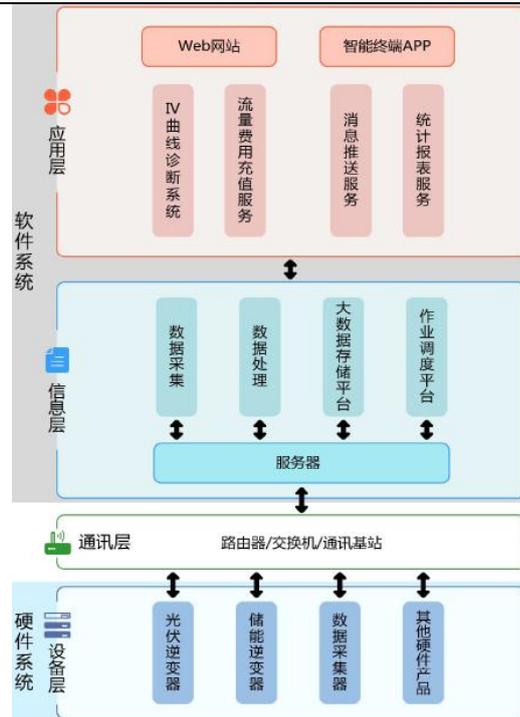
图 68：智慧能源管理系统功能



资料来源：固德威招股书

能源管理系统 (EMS) 顺应能源互联网的发展趋势。智慧能源管理系统设备层主要包括能量采集变换 (逆变器、储能变换器)、信息采集 (EzLogger Pro)；通讯层主要包括链路、协议、传输；信息层主要包括缓存中间件、数据库、服务器；应用层主要包括：APP、Web、数据分析。具体构成如下：

图 69：智慧能源管理系统主要架构



资料来源：固德威招股书

3.4、 EPC：建设质量要求高，协调多方单位

储能 EPC 比一般项目要求高：1) 储能项目对建设质量要求非常高。工程质量问题会对电力系统造成严重影响。2) 储能项目参建单位比较多。3) 业主方缺乏电力工程建设与项目建设管理经验。4) 储能电站的价格政策不到位、投资回报机制不健全。

EPC 承包商 EPC 模式相较于传统承包模式，风险归集到了 EPC 承包商身上，责任主体明确，提高了储能电站建设项目的管理效率，这对 EPC 承包商的资质和经验要求较高。

永福股份

永福股份是一家电力能源综合服务商，致力于为国内外客户提供电力工程规划咨询与勘察设计服务，并提供 EPC 总承包项目全过程管理服务，业务涵盖核电、大型燃气发电、特高压输变电工程及其它常规电力工程和新能源发电工程。市场遍及国内数十个省份以及东南亚、非洲、中东等国家，现已形成省内、省外、海外共进发展的局面。

宁德时代入股，发力新能源+储能 EPC。2021 年 2 月，宁德时代增资永福股份子公司，改名时代永福新能源科技有限公司，宁德持股 60%，实现在新能源领域（特别是光伏+储能领域）的深度合作和布局。

3.5、系统集成：得系统集成者得市场

储能系统集成包括核心储能技术软件，以及基于控制将其集成，以完整的智能系统交付客户，同时确保系统的整体盈利能力。

随着储能行业的成熟，系统集成商不仅仅是雇佣 EPC 进行本地安装，先进的系统设计和运行/优化能力将越来越重要。目的是最大化项目投资回报，在生命周期内使得储能项目满足安全和性能要求。

当前国内外市场中储能系统尚未完全标准化，公司能够结合储能应用场景的电气环境和用户需求，将自身电池系统与市场中的储能变流器及其他设备进行选型匹配，为发电侧、电网侧、工商业等各类场景打造“一站式”储能解决方案，使储能系统的整体性能达到最优。

盛弘股份：PCS 技术市场领先，向系统方案提供商转型

储能变流器核心是逆变功率模块和二次控制电路，要求较高的电力电子技术积累。公司一直专注于电力电子技术，2010 年，公司在电能质量产品的硬件技术平台基础上，通过软件逻辑和算法控制，研制出光伏逆变器，随后，由于电池储能的兴起，公司进一步开发了储能变流器。

公司 PCS 技术领先，向系统方案服务商转型。随着国内外多个项目的建设交付，公司在储能产品领域已拥有针对不同使用场景较为完善的储能解决方案及成熟的系统集成能力，积累了丰富的相关经验，进一步提升了为用户提供系统解决方案及增值服务的综合能力。随着商用储能、微网系统等储能系统新应用模式的推广，将积极推动公司从传统的产品销售向提供系统解决方案、再到提供运营服务的转型。

图 70：公司积极向系统方案提供商转型



资料来源：公司官网

4、投资建议

在碳达峰、碳中和的大背景下，可再生能源的大力发展离不开大量的储能对于电力系统稳定性的保障。随着海外户用市场需求崛起、继青海之后国内储能补贴政策有望陆续落地、碳中和背景下碳成本的内部化，储能的商业模式、经济性已打通，今年储能有望高速发展，长期维度来看又一万亿市场冉冉开启。建议关注：

- 1、锂电池：推荐派能科技、宁德时代，关注比亚迪、亿纬锂能、国轩高科；
- 2、PCS：推荐阳光电源，关注科华数据、固德威、锦浪科技；
- 3、系统集成：推荐盛弘股份；
- 4、EPC：关注永福股份；
- 5、电网相关：关注南网能源、国电南瑞、国网信通、涪陵电力、许继电气等。

4.1、派能科技

派能科技是全球领先的家用储能系统制造商，主要产品为基于软包磷酸铁锂电池的电芯及储能系统。据 IHS 数据，2019 年公司的家用储能系统出货量市场份额 8%。

公司自 2009 年成立即专注于储能电池系统领域，销售主要集中在家用储能和通信备电两个领域。

表 34：派能科技产品系列

产品类别	主要应用领域	产品系列	样图	简介
储能电池系统	家庭和小型商业储能	US 系列		插箱式储能电池系统，使用寿命超过 10 年；采用模块化设计，内置自主设计 BMS，可随时加减模块数量；与全球主流储能逆变器实现兼容对接
		FORCE 系列		
	工商业和电网级储能	POWER-CUBE 系列		机架式和集装箱式高压储能电池系统，使用寿命超过 10 年；采用模块化设计，支持动态并联或串联扩容，系统电压最高可达 1,500V，存储容量最高可达 3.3MWh，三级电池管理系统确保高可靠性。可广泛用于工商业、可再生能源并网、电力调峰、调频等领域。
	通信基站备电	BP 系列		5G 通信基站备电系统，0°C~60°C 宽温工作，IP66 防护等级，室外防雷等级，支持室外应用；体积小、重量轻，可与无线基站主设备共同安装。
		GP 系列		
高端工业配套	RB 系列			
便携式电源	便携式储能电源	MP500		MP500 是基于磷酸铁锂电池的便携式储能电源，可一次性存储 500Wh 能量，集成多种电源端口，包括 4 路 USB 输出、1 路 DC12V 输出、2 路 AC 输出以及 1 路汽车启动输出。适用于室内备电、户外活动、汽车自驾游、紧急救援等离网或停电场景下，照明、小型家电、手机、相机、笔记本电脑、车载电器、汽车应急启动、医疗急救设备等产品的运行。
	汽车应急启动电源			

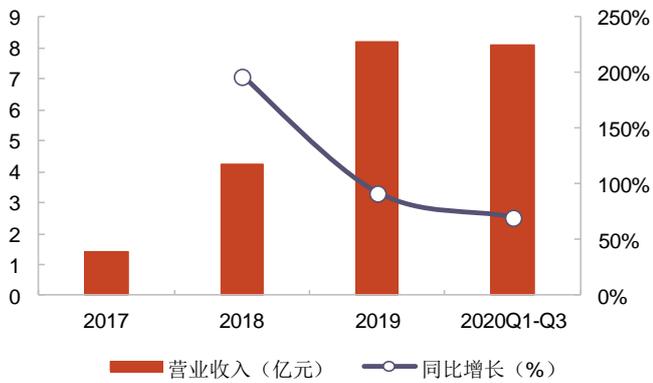
电芯	储能电池系统	PF 系列		软包磷酸铁锂电芯, 循环寿命可达 10,000 次, 同时具有能量密度高、温度适应性强、安全可靠高等性能优势。
	数据中心备电	IFR 系列		

资料来源: 派能科技招股书, 公司官网, 光大证券研究所

海外家用储能市场持续向好, 业绩高增长。公司 2020 年前三季度收入 8.08 亿元, 同比+70.64%; 归母净利润 1.97 亿元, 同比+178.5%, 受益于海外家用储能市场的发展, 公司经营业绩实现高速增长。

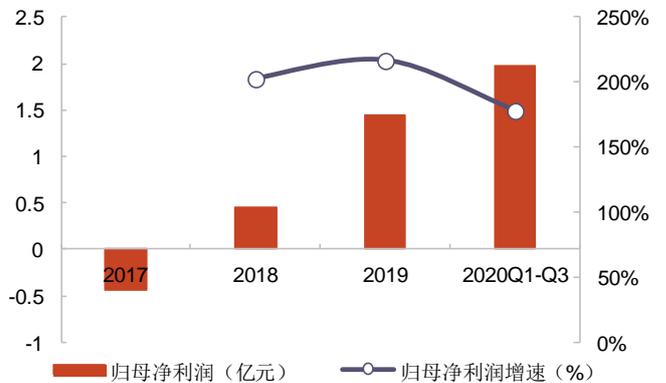
海外家用储能高毛利, 盈利能力强。公司 20Q1-3 毛利率 45%, 净利率 24%, 主要由于毛利率较高的自主品牌家用储能产品销售占比提升。20Q1-3, 公司经营活动产生的现金流量净额为 2.24 亿元, 同比+41.77%, 主要由于公司业务状况持续向好、销售增长。

图 71: 派能科技营业收入情况



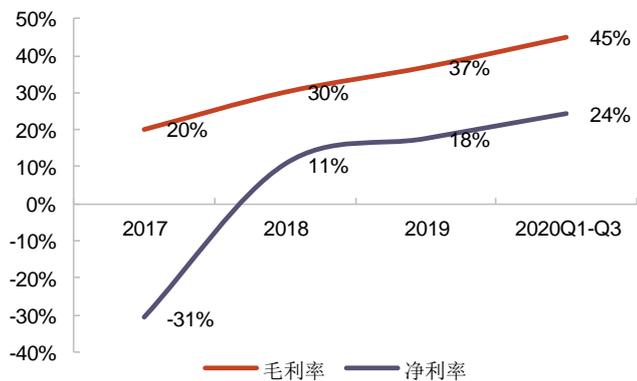
资料来源: 派能科技招股书

图 72: 派能科技归母净利润情况



资料来源: 派能科技招股书

图 73: 派能科技毛利率、净利率稳步提升



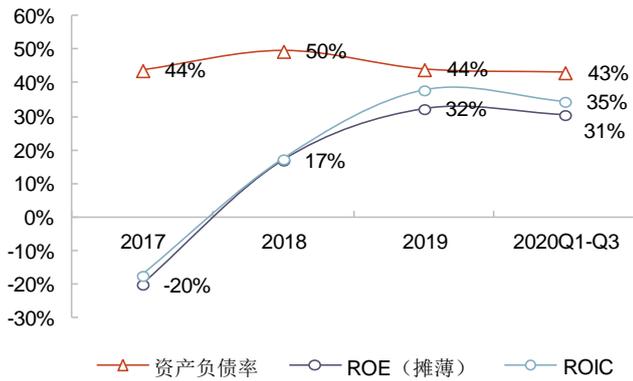
资料来源: 派能科技招股书

图 74: 派能科技经营管理改善, 费用率降低



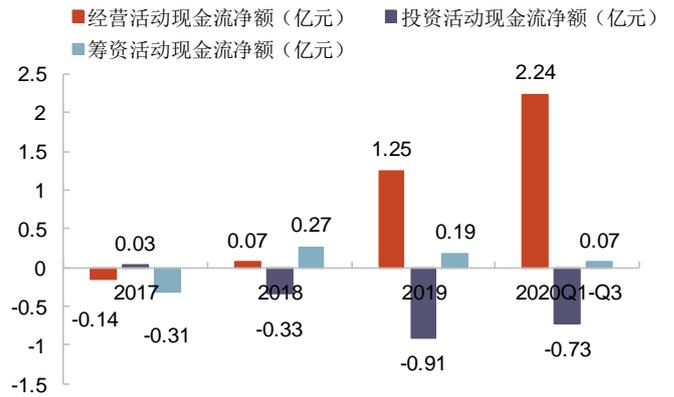
资料来源: 派能科技招股书

图 75：派能科技 ROE 提升，资产负债率稳健



资料来源：派能科技招股书

图 76：派能科技经营活动现金流显著改善

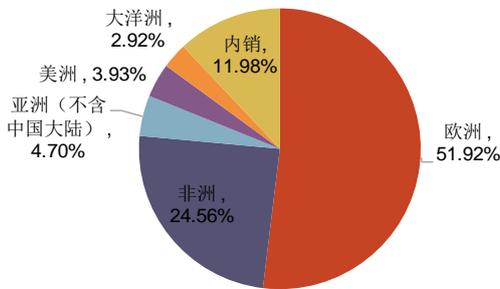


资料来源：派能科技招股书

公司经营特点及优势：

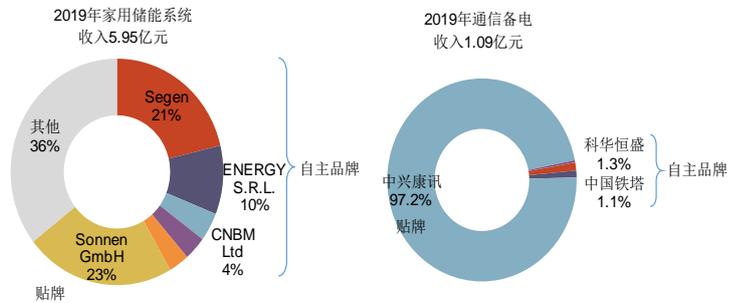
- 1) 深耕主营领域（家用储能与通信备电）十余年，垂直整合产业链，同时具备电芯、模组、BMS、EMS 等储能核心部件自主研发和制造能力；
- 2) 位于产业链上游，下游客户主要为家用储能系统及通信备电系统集成商；
- 3) 掌握先发优势，占据海外核心渠道商及品牌商，全方位布局储能解决方案；
- 4) 股权结构上背靠中兴，股权结构集中，通过排他性条款绑定中兴，受益于国内通讯基站建设。

图 77：2020H1 派能科技销售收入以欧洲和南非为主



资料来源：派能科技招股书

图 78：海外家用储能绑定系统集成商巨头，国内通信备电绑定中兴



资料来源：派能科技招股书

表 35：派能科技主要客户

产品	地区	主要客户名称	注册地	主要销售区域	主要经营业务	市场地位	
储能电池系	家用储能	海外客户	Segen Ltd/Segen Solar Pty	英国、南非	英国、南非	光伏组件，逆变器，锂电池及其相关的配件	Segen 成立于 2005 年，是英国最大的光伏销售商，向遍布英国的光伏安装网络销售太阳能电池板、并网逆变器、电池存储解决方案和其他产品，占据英国太阳能市场份额的 25%，并涉足欧洲和南非市场。
		国内客户	ENERGY S.R.L.	意大利	英国	逆变器，光伏组件	ENERGY SRL 是意大利领先的储能系统供应商，产品范围广泛且不断发展，涵盖住宅、商业和工业等不同应用领域。

统		CNBM International South Africa (PTY) Ltd	南非	南部非洲	建筑材料、储能产品	中建材国际装备有限公司（南非）是世界强企业中国建材集团的旗下成员企业，是国资委直接管理的央企。主要业务为在世界范围内从事水泥工程、机电房屋工程和轻机工程等工程业务，同时不断发展货物进出口、技术服务、招投标服务等多方面的工程延伸业务。	
		Solid Power Distribution s.r.o.	捷克	捷克、中欧	储能系统、逆变器、光伏组件	捷克新能源供应商	
		Solar Rocket Distribution	西班牙	西班牙为主	储能系统		
		Zucchetti Centro Sistemi S.p.A.	意大利	欧洲	储能系统、逆变器	Zucchetti Centro Sistemi S.p.A.成立于 1985 年，是意大利知名的信息通信技术公司，业务范围包括新能源、软件、医疗、自动化和机器人等。	
		SOLAR+SOLUTIONS(DTC)	澳大利亚	澳大利亚	储能系统	SOLAR + SOLUTIONS 致力于在全球范围内提供可再生能源产品，隶属于法国 Sonepar 集团。Sonepar 集团是全球领先的电气分销商，2018 年 Sonepar 集团在全球 44 个国家/地区的销售额达 224 亿欧元。	
		SolaX Power Europe Ltd.	英国	英国	储能系统、逆变器		
		EFFEKTA Regeltechnik GmbH	德国	德国，瑞士	UPS，储能系统	德国领先的 UPS 制造商	
		Sonnen GmbH/sonnen Inc	德国、美国	全球	储能系统、综合能源管理方案	Sonnen 是智能分布式能源存储系统的全球领导者之一，在欧洲特别是德国市场占有绝对市场地位。2016 年，Sonnen 被麻省理工学院（MIT）评选为全球 50 家最具创新力的公司之一。2019 年 2 月，荷兰皇家壳牌公司同意收购 Sonnen100%股份，以扩大其住宅智能储能和能源服务产品。	
	通信备电	国内客户	科华恒盛	中国厦门	中国	各类电源、光伏配件等	
			中国铁塔	中国北京	中国	通信铁塔基础设施服务	
中兴康讯			中国深圳	全球	通信运营商、集成商、服务商		

资料来源：派能科技招股书，光大证券研究所整理

4.1.1、关键假设及盈利预测

公司主营业务包括储能系统和电芯业务（软包电芯、圆柱电芯）。

储能系统业务：扬州老项目已投产 1150MWh 产能。根据公司招股书，扬州锂离子电池及系统生产基地一、二、三期和黄石 2GWh 锂电池高效储能生产项目一、二期的产能分别为 370/930/1700/1000/1000MWh，根据投产进度 20-22 年储能系统产能预计 1150/1520/3450MWh，产能利用率 57%/87.8%/72%，销量预计 656/1335/2485MWh，价格假定 1.58/1.52/1.44 元/Wh（每年递减 5%），收入预计 10.36/20.04/35.43 亿元，竞争加剧毛利率微降，毛利率假定分别为 44%/43%/40%。

电芯业务：主要由软包电芯和圆柱电芯构成。

(1) 软包电芯系统产能 20-22 年预计为 698/2000/3000MWh，产能利用率 95%/70%/83.3%，软包电芯外购量等于公司订单需求超出产能的部分，软包电芯外购量预计 73.58/0/60MWh，公司 21 年产能释放电芯外购量为 0，扣除储能系统销量，软包电芯实际销量预计 81/65/75MWh，单价假定为 0.8/0.76/0.72 元/Wh(每年下降 5%)，收入预计 6464/4940/5415 万元，软包电芯外购增加会拉低毛利率，因此假设毛利率为 48.6%/50%/45%。

(2) 圆柱电芯 20-22 年预计 11.26/11.26/11.26MWh，产能利用率 55%/60%/65%，销量 4.85/5.74/6.59MWh，单价假定为 3.6/3.42/3.25 元/Wh(每年下降 5%)，收入 1745/1963.97/2140.15 万元，竞争加剧、电池降本导致毛利率预计 44%/41.8%/39.7%。

表 36：派能科技产能情况

项目	规划产能	投入资金	投产计划
电池系统项目	1.15GWh 系统		已投产
软包电芯项目	接近 1GWh 电芯		2020 年上半年已投产
锂离子电池及系统生产基地项目 (IPO)	4GWh 电芯+3GWh 系统	150,000 万元	第一年 电芯 1GWh+系统 0.37GWh 次年达产
			第二年 电芯 1GWh+系统 0.93GWh 次年达产
			第三年 电芯 2GWh+系统 1.7GWh 次年达产
2GWh 锂电池高效储能生产项目 (IPO)	2GWh 系统	16,000 万元	第 1-18 个月 系统 1GWh 次年达产
			第 19-30 个月 系统 1GWh 次年达产

资料来源：派能科技招股书，2020 年 12 月，光大证券研究所整理

表 37：派能科技主营业务拆分

项目	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
营业总收入 (百万元)	426.03	819.85	1,121.81	2,078.50	3,626.35
增长率	197.22%	92.44%	36.83%	85.28%	74.47%
毛利 (百万元)	128.96	303.59	498.01	899.06	1456.11
主营毛利率	30.27%	37.03%	44.39%	43.26%	40.15%
储能系统					
收入 (百万元)	392.67	744.52	1,035.69	2,003.84	3,543.49
增长率	198.38%	89.60%	39.11%	93.48%	76.84%
毛利 (百万元)	114.86	273.39	455.70	861.65	1417.39
毛利率	29.25%	36.72%	44.00%	43.00%	40.00%
电芯					
收入 (百万元)	32.09	72.65	82.10	69.04	75.55
增长率	193.70%	126.39%	13.01%	-15.90%	9.43%
毛利 (百万元)	13.01	28.00	39.10	32.91	32.87
毛利率	40.54%	38.55%	47.62%	47.67%	43.50%
其他					
收入 (百万元)	1.26	2.68	4.02	5.63	7.31
增长率	56.33%	111.99%	50.00%	40.00%	30.00%
毛利 (百万元)	1.08	2.23	3.22	4.50	5.85
毛利率	85.06%	83.09%	80.00%	80.00%	80.00%

资料来源：Wind，光大证券研究所预测

根据上述关键假设，我们预测 20-22 年公司主营业务收入为 11.22/20.79/36.26 亿元，增速为 36.83%/85.28%/74.47%，毛利率为 44.39%/43.26%/40.15%。预测公司 20-22 年归母净利润为 2.75/4.96/7.56 亿元，EPS 为 1.78/3.21/4.88 元，当前股价对应 PE 为 87/48/32x。

表 38：派能科技盈利预测

指标	2018	2019	2020E	2021E	2022E
营业收入 (百万元)	426.03	819.85	1,121.81	2,078.50	3,626.35
营业收入增长率	197.22%	92.44%	36.83%	85.28%	74.47%
净利润 (百万元)	45.46	144.11	275.30	496.43	756.11
净利润增长率	-203.02%	217.02%	91.03%	80.32%	52.31%
EPS (元)	0.41	1.24	1.78	3.21	4.88
ROE (归属母公司) (摊薄)	17.08%	32.43%	9.53%	14.67%	18.26%
P/E	377	124	87	48	32
P/B	64.4	40.3	8.3	7.1	5.8

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间 2021 年 3 月 8 日

4.1.2、相对估值

因为派能科技是储能电池系统提供商，研发、生产和销售磷酸铁锂电芯、模组及储能电池系统，我们选取固德威、国轩高科、亿纬锂能作为可比公司。固德威主营业务是光伏及储能逆变器，主要针对海外家用光伏及储能市场，与派能科技目标市场一致；国轩高科专注于动力及储能电池领域，在国内和海外储能市场有较多项目中标；亿纬锂能业务除了动力及储能电池，还包括锂原电池、消费锂离子电池等，与派能科技家用储能产品的消费属性相关。

我们预测公司2020-2022年EPS为1.78/3.21/4.88元，当前股价对应2020-2022年平均PE分别为87/48/32x。我们参考可比公司PE值，综合考虑储能系统在新能源领域应用的重要性和前景广阔，与公司作为家用储能龙头的稀缺性，看好公司未来成长性，给予公司2022年41x的PE估值水平，对应市值为310亿元，对应目标股价200.21元。

表 39：派能科技与可比公司 PE 估值比较

证券简称	收盘价		EPS(元)			PE(X)				CAGR	PEG	市值
	2021/3/8	2019A	2020E	2021E	2022E	2019A	2020E	2021E	2022E	-3/2019	-2021	(亿元)
固德威	203.77	1.56	3.54	5.05	7.18	131	58	40	28	66.37%	0.61	179
国轩高科	32.69	0.05	0.18	0.39	0.55	654	177	85	60	121.99%	0.69	419
亿纬锂能	74.00	1.64	0.91	1.62	2.20	45	81	46	34	10.21%	4.48	1,398
						277	105	57	41	66%	1.93	
派能科技	154.34	1.24	1.78	3.21	4.88	124	87	48	32	57.88%	0.83	239

资料来源：派能科技 EPS 来自光大证券研究所预测，其他公司来自 Wind 一致预期，股价时间 2021 年 3 月 8 日

4.1.3、绝对估值

- 1、长期增长率：我们认为派能科技具有长期稳定发展的实力，故假设长期增长率为 2%。
- 2、β值选取：按照申万二级行业分类-储能设备行业β作为公司无杠杆β的近似；
- 3、税率：我们预测公司未来税收政策较稳定，结合公司过去几年的实际税率，假设公司未来税率为 12.30%。

表 40：绝对估值假设核心表

关键性假设	数值
第二阶段年数	8
长期增长率	2.00%
无风险利率 Rf	3.17%
β(βlevered)	0.78
Rm-Rf	4.33%
Ke(levered)	6.54%
税率	12.30%
Kd	3.81%
Ve	6804.28
Vd	78.33
目标资本结构	1.14%
WACC	6.51%

资料来源：光大证券研究所

表 41：现金流折现及估值表

	现金流折现值 (百万元)	价值百分比
第一阶段	1754.28	5.06%
第二阶段	8304.92	23.93%
第三阶段 (终值)	24643.39	71.01%
企业价值 AEV	34702.60	100.00%
加：非经营性净资产价值	165.88	0.48%
减：少数股东权益 (市值)	0.00	0.00%
减：债务价值	78.33	-0.23%
总股本价值	34790.16	100.25%
股本 (百万股)	154.84	
每股价值 (元)	224.68	
PE (隐含)	126.37	
PE (动态)	95.19	

资料来源：光大证券研究所

表 42：敏感性分析表

WACC	长期增长率				
	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%	3.00%
5.51%	246.51	269.48	299.01	338.37	393.43
6.01%	217.83	235.30	257.13	285.19	322.58
6.51%	194.49	208.08	224.68	245.42	272.09
7.01%	175.14	185.91	198.82	214.60	234.32
7.51%	158.87	167.53	177.76	190.04	205.05

资料来源：光大证券研究所

表 43：各类绝对估值法结果汇总表

估值方法	估值结果	估值区间		敏感度分析区间
FCFF	224.68	158.87	- 393.43	贴现率±1%，长期增长率±1%
APV	219.42	153.54	- 388.48	贴现率±1%，长期增长率±1%

资料来源：光大证券研究所

根据以上几种绝对估值方法，取 FCFF 的上下 0.5%敏感区间，得到公司股价合理价值区间为 185.91-285.19 元。

4.1.4、估值结论与评级

参考相对估值与绝对估值结论，公司股价合理价值区间为 185.91-285.19 元。综合考虑储能行业刚处于兴起阶段，在碳达峰、碳中和的背景下，储能行业发展前景广阔；并且在当下阶段，海外用户侧家用储能需求兴起，公司作为户用储能系统及电池的龙头，具有稀缺性和海外户用渠道的先发优势，我们看好公司未来发展，给予公司目标价 200.21 元，首次覆盖给予“买入”评级。

风险提示：全球储能装机、降本不及预期，家用储能市场开拓不及预期，竞争加剧导致盈利能力下降的风险。

4.2、宁德时代

2020年Q1-Q3公司实现营收315.2亿元，同比-4.1%，归母净利润33.6亿元，同比-3.1%，扣非后归母净利润25.7亿元，同比-13.4%。单季度来看，Q3公司实现营收126.9亿元，同比+0.8%/环比+29.5%，归母净利润14.2亿元，同比+4.2%/环比+18.8%，扣非后归母净利润11.9亿元，同比+3.9%/环比+25.6%，业绩环比加速增长。

新车型放量，公司参与全球供应链机遇。根据GGII的数据，2020前三季度国内新能源汽车生产约69.2万辆，同比下降17%，动力电池装机量约34.15GWh，同比下降19%，宁德时代的装机量为16.2Gwh，整体市占率为47%。整体来看，市占率有所下滑，主要受到LG化学（供应特斯拉Model3）、比亚迪等冲击，后续随着公司向特斯拉供货以及大众等新车型放量，预计市占率有望逐步回升。国外终端市场逐渐释放需求，为公司提供了全球竞争机遇。

募资动作频繁，积极扩产应对市场需求增长。截至2020年三季度末，公司在建工程为56.6亿元，比年初增长183.3%。2020年以来，公司通过定增、公司债等多种方式募集资金，到三季度末，货币资金达到664.4亿元，比年初增加105.9%。预计公司动力电池国内市占率有望逐步回升，海外客户逐步放量，储能业务拐点临近，积极扩产有助于满足未来市场需求。

优势明显，继续深度合作拓展市场。公司的储能系统具有三大优势：全周期高效收益、全方位安全保障、全流程解决方案。由这三大优势出发，宁德时代不断加大储能业务的开发和市场推广力度。2019年公司储能系统销售收入为61,008万元，同比增长222%。自2018年来，公司与国家电网、南方电网和五大发电集团开展合作，拿下多个大型储能项目，并创立储能合资公司，联合开展风力发电、光伏发电、储能专案的磷酸铁锂电池解决方案，客户稳定且市场份额大，未来有很高的上升空间。

盈利预测、估值与评级：维持公司20-22年净利润预测为52.17/76.41/93.88亿元，当前股价对应PE为136/93/76倍。公司作为全球动力电池龙头，储能业务拐点临近，维持“买入”评级。

风险提示：疫情扩散风险；政策变化风险；技术路线变更风险等。

表 44：宁德时代盈利预测与估值简表

指标	2018	2019	2020E	2021E	2022E
营业收入（百万元）	29,611	45,788	51,222	78,068	101,095
营业收入增长率	48.08%	54.63%	11.87%	52.41%	29.50%
净利润（百万元）	3,387	4,560	5,217	7,641	9,388
净利润增长率	-12.66%	34.64%	14.40%	46.46%	22.86%
EPS（元）	1.54	2.06	2.24	3.28	4.03
ROE（归属母公司）（摊薄）	10.28%	11.96%	8.40%	11.04%	12.04%
P/E	198	148	136	93	76
P/B	20.3	17.7	11.4	10.3	9.1

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价截止 2021-03-08

4.3、阳光电源

公司 2020 年前三季度实现营收 119.09 亿元，同比增长 65.77%；实现归母净利润 11.95 亿元，同比增长 115.61%；扣非后归母净利润 10.84 亿元，同比增长 133.62%。截至 2020Q3 末公司预收款项（合同负债）达 21.17 亿元亦创公司历史新高。

逆变+储能打造核心竞争力。2017 年，阳光电源推出了“逆变器+储能技术融合”的解决方案，不仅可降低系统成本，还可以通过功能整合进一步提高系统综合发电效率。另一方面，在用户资源积累上，阳光电源目前在光伏、储能、风电、电动车等领域均有较深的积累和较高的知名度，以储能解决方案提供商的角色参与储能项目更容易被用户认可和接纳。

海外逆变器市场景气度高增，储能逆变器市场正逐步放量：公司海外逆变器销售业务维持了上半年的高速增长态势，在美国抢装、欧洲回暖、竞争对手拓展受阻等多方因素影响下，2020 年前三季度海外逆变器销量达 15GW，保持了全球逆变器销售市占率第一的地位，且价格的下跌幅度亦有所放缓；国内逆变器业务受到一定影响，前三季度销量约 6GW，较 2019 年同期有所滑落。公司正加速拓展储能逆变器市场，在北美的工商业储能市场和澳洲的光储系统市占率均超过 20%，未来随着我国加大对储能行业的支持和建设力度，公司储能逆变器业务有望成为公司新的盈利增长点。公司抓住逆变器市场景气期机遇加大扩产力度，截至 2020 年三季度末，投运产能约 30GW，计划未来总产能达 100GW，为公司储能龙头地位提供有力支撑。

维持“买入”评级：受益于海外市场（欧洲、美国）景气度提升，公司三季度海外逆变器销量大幅提升，且展望未来两年我们认为该趋势仍将持续，维持公司 20-22 年盈利预测，预计公司 20-22 年实现归母净利润 19.17/25.60/32.90 亿元，对应 20-22 年 EPS1.32/1.76/2.26 元，当前股价对应 20-22 年 PE 为 53/40/31 倍，维持“买入”评级。

风险提示：全球光伏装机不及预期的风险，EPC 和储能订单不及预期，竞争加剧导致盈利能力下降的风险。

表 45：阳光电源盈利预测与估值简表

指标	2018	2019	2020E	2021E	2022E
营业收入（百万元）	10,369	13,003	18,718	22,204	26,356
营业收入增长率	16.69%	25.41%	43.95%	18.62%	18.70%
净利润（百万元）	810	893	1,917	2,560	3,290
净利润增长率	-20.95%	10.24%	114.80%	33.54%	28.51%
EPS（元）	0.56	0.61	1.32	1.76	2.26
ROE（归属母公司）（摊薄）	10.51%	10.39%	18.19%	19.87%	20.72%
P/E	126	115	53	40	31
P/B	13.3	11.9	9.7	8.0	6.5

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价截止 2021-03-08

4.4、盛弘股份

盛弘股份是优质的电力电子技术的创新型企业。公司成立于 2007 年，于 2017 年在深交所创业板上市。主营电力电子变换和控制设备，产品包括电能质量设备、电动汽车充电桩、新能源电能变换设备、电池化成与检测设备等。公司 2019 年营收 6.36 亿元(同比+20%)，2020 年前三季度实现营收 4.87 亿元(同比+17%)；2019 年净利润 0.62 亿元(同比+28%)，2020 年前三季度 0.69 亿元(同比+69%)，业绩增长稳健。

专注电力电子技术，充电桩技术与电能质量设备技术同源。公司是进入充电桩市场较早的厂商之一，并且凭借扎实的技术能力和稳定的产品性能获得了市场的认可。公司具有完整的电动汽车充电站解决方案，且持续投入研发，绑定下游核心客户，积极加大合作力度。充电桩未来也有望作为分布式储能参与电网服务。

储能：市场空间广阔，公司 PCS 技术领先。碳中和背景下，市场空间广阔。随着“30-60 碳达峰-碳中和”战略的提出，储能迎来发展机遇。储能变流器（PCS）是电化学储能系统中的重要一环，公司依托 PCS 技术，延伸至系统集成、解决方案服务，专注于工商业储能市场，深入海外储能渠道，具有先发优势。

维持“买入”评级。维持盈利预测，预计公司 2020E-2022E 净利润为 0.91/ 1.31/ 1.94 亿元，对应 PE 为 46/32/22X，公司占据充电桩和储能两大“碳中和”核心赛道，长期受益于行业发展，维持“买入”评级。

风险提示：政策未及时落地、扶持效果不及预期；下游客户分散、市场竞争加剧等。

表 46：盛弘股份盈利预测与估值简表

指标	2018	2019	2020E	2021E	2022E
营业收入（百万元）	531.26	635.84	760.41	1,119.49	1,565.79
营业收入增长率	17.72%	19.69%	19.59%	47.22%	39.87%
净利润（百万元）	48.48	62.05	91.21	130.79	193.79
净利润增长率	5.36%	27.99%	46.99%	43.40%	48.17%
EPS（元）	0.35	0.45	0.67	0.96	1.42
ROE（归属母公司）（摊薄）	7.95%	9.37%	12.33%	15.38%	19.09%
P/E	87	68	46	32	22
P/B	6.9	6.4	5.7	5.0	4.2

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价截止 2021-03-08

5、风险提示

- 1、光伏、风力发电以及储能降本不及预期：光伏+储能不能与火电电价抗衡，将会影响对储能的需求；
- 2、政策变更产生较大不利影响：国内在光伏+储能达到平价之前，储能的发展很大程度依赖于政策的扶持和补贴；
- 3、电力市场改革不利于储能发展等：电力交易市场化改革对于储能发展有促进作用，限电率等规定限制光伏风电和储能的大规模装机。

行业及公司评级体系

	评级	说明
行业及公司评级	买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
	增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
	中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
	减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
	卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
	无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：		A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

联系我们

上海	静安区南京西路 1266 号 恒隆广场 1 期写字楼 48 层	北京	西城区武定侯街 2 号泰康国际大厦 7 层 西城区月坛北街 2 号月坛大厦东配楼 2 层	深圳	福田区深南大道 6011 号 NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼
----	------------------------------------	----	---	----	---------------------------------------