

# 储能专题研究

## 全球电化学储能市场展望与技术创新

行业研究 · 深度报告  
电力设备与新能源 · 电池  
投资评级：超配

证券分析师：王蔚祺  
wangweiqi2@guosen.com.cn  
S0980520080003

证券分析师：李恒源  
lihengyuan@guosen.com.cn  
S0980520080009

联系人：陈抒扬  
chenshuyang@guosen.com.cn

- 【 01 】 可再生能源发展需要大规模储能支撑
- 【 02 】 全球2025年新型储能市场展望
- 【 03 】 电化学储能降本路径：钠离子电池原理及发展趋势

- 2011年以来，随着全球能源结构快速向低碳形式转型，可再生能源装机加快发展，尤其是风电、光伏等间歇性可再生能源在最近几年成为全球新增装机的主力。过去10年，全球可再生能源装机容量始终保持8-10%的年化增速。2021年全球可再生能源总装机量达到3064GW（不含抽蓄），其中风电为825GW，光伏849GW。电力系统的波动性将随着可再生能源渗透率的提高而日渐提升，同时用电侧的电气化率提升也进一步增加了电力系统调度的挑战，因此电网需要大幅提高灵活性，各类储能技术将扮演重要的角色。本文探讨的储能需求主要以提升电网灵活性的电力储能装机为主，不包含各种便携式储能产品。
- 电力储能广泛应用于电力系统电源侧、电网侧、用户侧，不同应用场景对储能的持续放电时长有不同需求，对应电力系统常用的时序分析方法，可分为超短时（秒级到分钟级）、短时（小时到数日）和长期时间尺度（周、月、年）。全球能源互联网发展合作组织根据各大洲电力装机和负荷的分布特点，预测到2050年全球以氢能、抽水蓄能、压缩空气、液流电池等长时电力储能将占到储电量的95%，以锂电池、钠电池、飞轮、超级电容为主的等短时储能将占储能功率容量的92%。到2050年，主要应用于发电侧一次调频、日内调峰，以及用户侧日内调峰的短时储能占整体储能功率的81%，占储电量的5%。
- 我们预测兼具功率型和能量型的锂离子电池、钠离子电池等电化学储能技术短期发展迅速，2025年以电化学储能为主的新型储能全球累计装机有望从2021年的51GWh达到741GWh，2022-2025年新增电力储能装机分别达到55/110/193/331GWh，复合增速有望超过70%。从2022到2035年全球电化学储能将得到广泛规模化应用，但产品仍需进一步改善安全性，提升循环次数和能量密度，以及降低成本。
- 全球锂资源分布不均衡的大背景下，当前碳酸锂价格高企，为了缓解上游资源紧张对储能以及动力电池相关产业的发展制约，以宁德时代为代表的电池企业、当升科技、容百科技为代表的材料企业纷纷布局钠离子电池体系，宁德时代在2021年宣布计划在2023年量产钠离子电池，近期当升科技和容百科技也相继推出钠离子正极材料，旨在推动上游资源供给更为丰富，成本更低，同时安全性更高的电化学储能技术推广普及，共同推动电化学储能早日进入TW级别的发展阶段。
- 投资建议：我们同时看好锂离子电池与钠离子电池在电力储能领域的发展前景，推荐钠电池及材料布局前瞻的企业：1) 电池企业：宁德时代；2) 材料企业：当升科技、容百科技、厦钨新能、璞泰来、天赐材料。

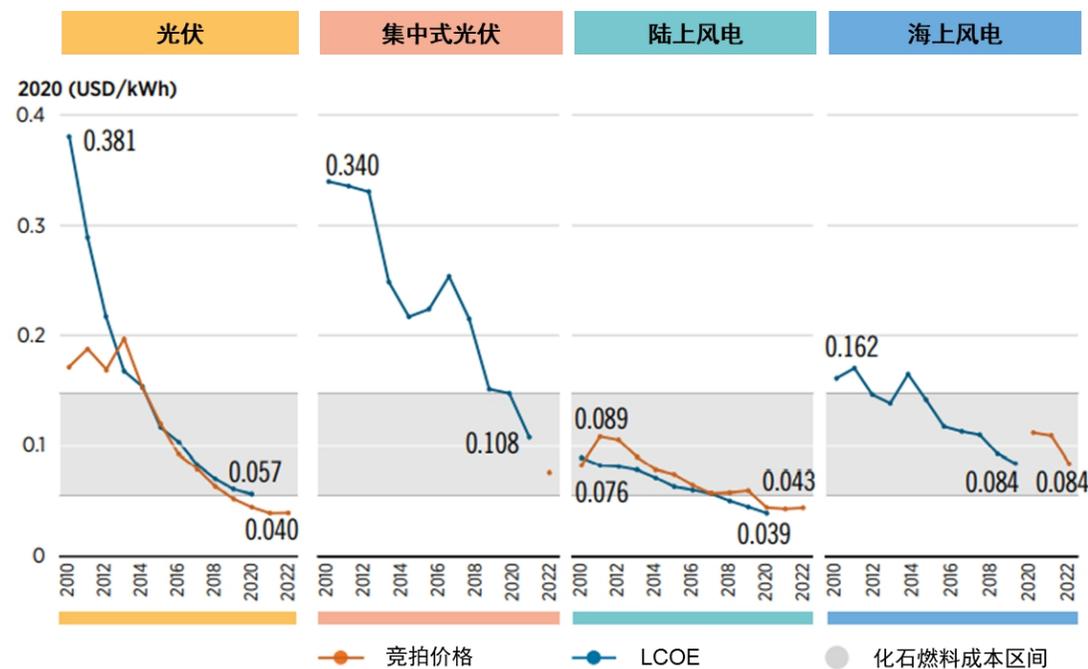
**风险提示：**1.储能产业化进展不及预期；2.下游需求不及预期；3.钠离子电池产品竞争加剧

# 第一章：可再生能源的发展 需要大规模储能支撑

# 光伏风电度电成本持续下降，可再生能源装机与日俱增

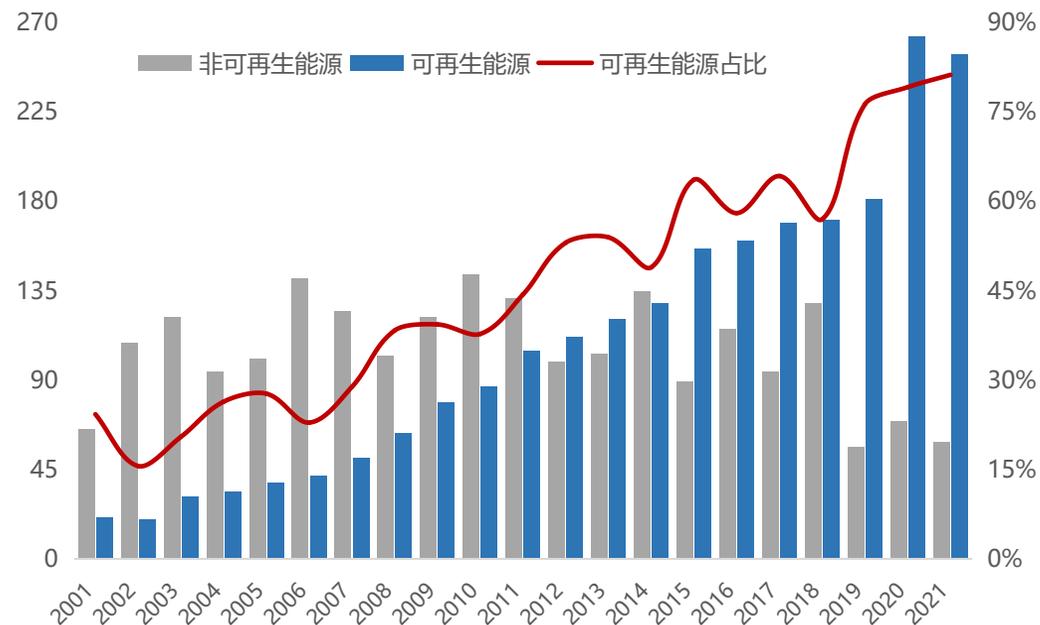
- 2010-2020年，公用事业光伏平均度电成本（LCOE）下降了85%，集中式光伏LCOE下降了68%，陆上风电LCOE下降了56%，海上风电LOCE下降了48%，光伏和风电技术发电成本已经达到或低于化石燃料发电成本。2011-2021年，全球可再生能源新增装机容量增长超过130%，而不可再生能源仅增长了24%。
- 自2014年以来，以光伏、陆上风电为主的可再生能源新增装机已经开始超过非可再生能源。2021年，可再生能源累计装机容量达到3064GW（不含抽蓄），发电量约为8000TWh。为了实现全球升温1.5°C的情景，到2030年，可再生能源装机容量仍将相比于2020年增加2倍以上。

图1：2010-2023年全球光伏、集中式光伏、陆上风电、海上风电平均度电成本和PPA/现货竞拍电价



资料来源：IRENA，国信证券经济研究所整理

图2：2001-2021年全球可再生能源新增新增装机（GW）及占比（%）

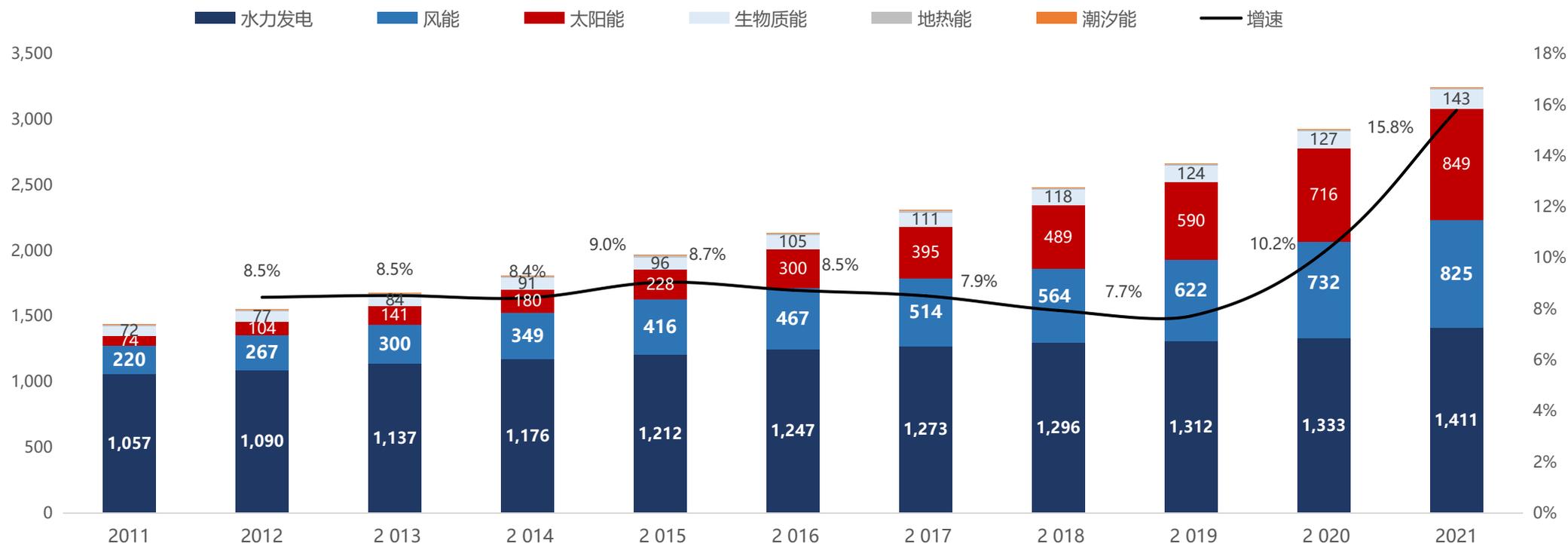


资料来源：IRENA，国信证券经济研究所整理

# 可再生能源发展刚需下，储能大有可为

2011年以来，随着全球能源结构快速向低碳形式发展，可再生能源装机加快发展速度，尤其是风电、光伏等间歇性可再生能源在最近几年成为全球新增装机的主力。2021年，全球可再生能源总装机量达到3064GW（不含抽蓄），其中风电为825GW，光伏849GW。过去10年，全球可再生能源装机容量始终保持8-10%附近的年化增速。

图3：2011-2021年全球可再生能源累计装机量（GW）及同比增速

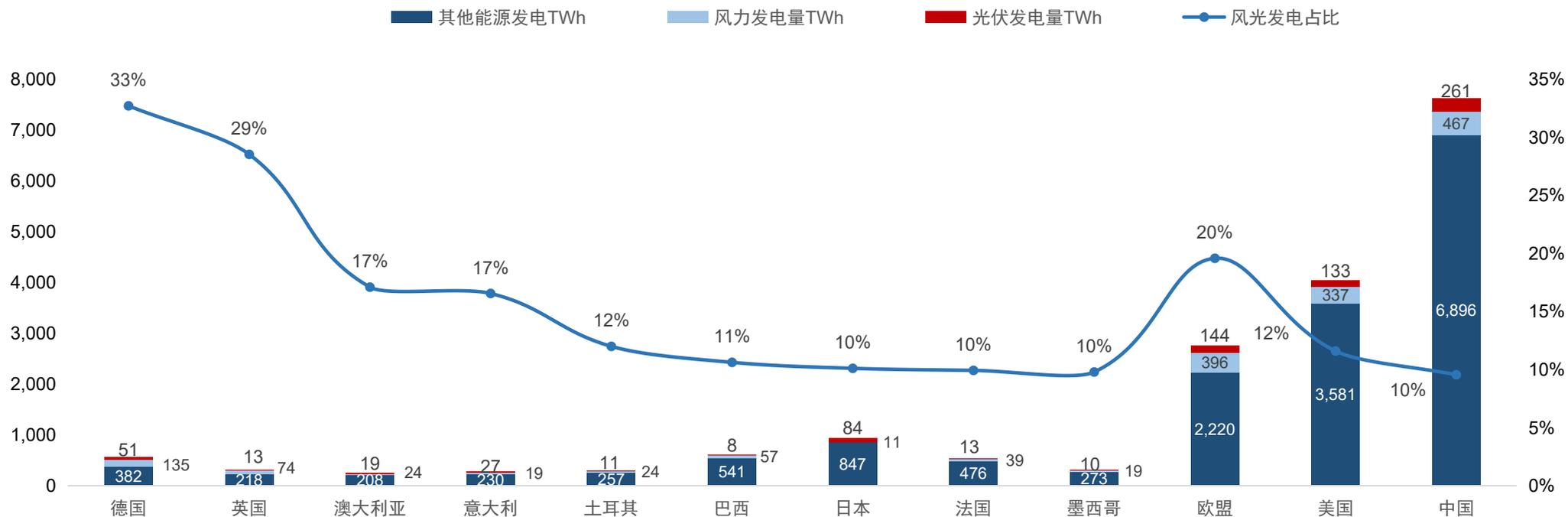


资料来源：IRENA，国信证券经济研究所整理

# 可再生能源发展刚需下，储能大有可为

随着可再生能源的发展，以光伏和风电为代表的间歇性电源占发电量的比例逐步提高，截至到2020年，德国、英国已经突破或者接近30%，欧盟地区整体也已经突破20%。美国和中国分别达到12和10%，并且中国未来5年将快速提升占比。

图4：2020年全球主要地区风电光伏发电量（TWh）及占比



资料来源：Ember，国信证券经济研究所整理

# 全球可再生能源发电量和装机容量预测（两种机构预测）



我们比较了国内的权威能源研究机构全球能源互联网研究中心，以及国际可再生能源署的研究预测，两家机构虽然对于全球发电量的预测存在15%的差距，但对于全球可再生能源容量占比，以及发电量占比较为趋同，可以借鉴两家机构对于以风电、光伏为代表的间歇性电源的消纳占比，用于预测储能市场的发展依据。两家机构均认为，在2030-2035年全球风电光伏消纳占比将达到40%以上，2050年达到60%以上。

表1：全球能源互联网合作组织预测（GW）

	2021	2035	2050
风电	849	3749	6760
光伏（GW）	825	4890	10920
水电（GW）	1230	2282	2860
核电*	455	489	520
其他可再生能源	150	489	780
总发电量（TWh）	27000	29000	51000
总装机量（GW）	7474	16300	26000
可再生能源发电量占比	29%	57%	75%
风电光伏等发电量占比*	8%	44%	60%
可再生能源装机占比	41%	70%	82%
可再生能源装机容量（GW）	3,054	11,410	21,320

表2：国际可再生能源署在升温1.5°C情景预测（GW）

	2021	2030	2050
陆上风电（GW）	849	2955	6172
海上风电（GW）	825	382	2002
光伏（GW）	1230	5221	14036
水电（含抽蓄）（GW）	455	1465	2508
其他可再生能源（GW）	150	749	3082
总发电量（TWh）	27000	42189	78698
总装机量（GW）	7474	14266	30229
可再生能源发电量占比	29%	65%	90%
风电光伏等发电量占比*	8%	42%	63%
可再生能源装机占比	41%	76%	92%
可再生能源装机容量（GW）	3,054	10771	27799

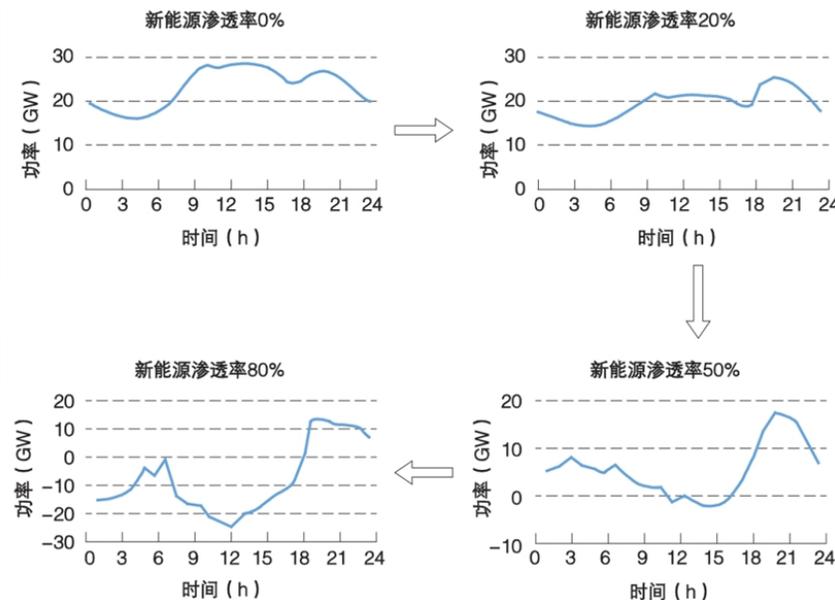
资料来源：全球能源互联网发展合作组织，IEA，国信证券经济研究所整理

资料来源：IRENA，国信证券经济研究所整理

# 随着新能源渗透率提高，能源系统对储能的需求越强

- 高比例清洁能源系统需要足够的调节能力同时应对来自消费侧和供应侧的随机变化。一般把用电负荷减去风、光出力后的值定义为净负荷，净负荷的波动特性决定了能源系统对调节能力的需求。**净负荷的波动性与用电负荷、新能源出力特性密切相关，随着新能源渗透率提高而增大。**
- 以华北某省夏季典型日为例进行分析，当新能源渗透率为零时，用电负荷为28.54GW，即为净负荷，呈现早、晚两个高峰，夜间低谷的波动特性；新能源渗透率达到20%时，净负荷平均值下降，白天光伏发电使净负荷的日内高峰明显减小；当新能源渗透率增加到50%时，风、光出力对净负荷的影响程度进一步加大，在中午光伏最大出力时刻净负荷降至零以下，呈现“鸭形曲线”特点；当新能源渗透率增加到80%时，净负荷在日内大部分时间小于零，波动性更加明显。
- 总体上看，随着新能源渗透率的提高，净负荷的最大值和平均值不断下降，标准差和最大变化速率不断提高，能源系统对储能的需求越来越强烈。

图5：不同新能源渗透率下净负荷短时间尺度波动情况



资料来源：全球能源互联网发展合作组织，国信证券经济研究所整理

表3：不同新能源渗透率下净负荷短时间尺度波动情况

新能源渗透率 (%)	0	20	50	80
净负荷最大值 (GW)	28.54	25.59	17.3	14
平均值 (GW)	23.41	19.68	5.29	-7.85
标准差 (GW)	4.33	3.09	5.72	12.24
最大变化速率 (GW/h)	3.89	4.64	6.77	16.69

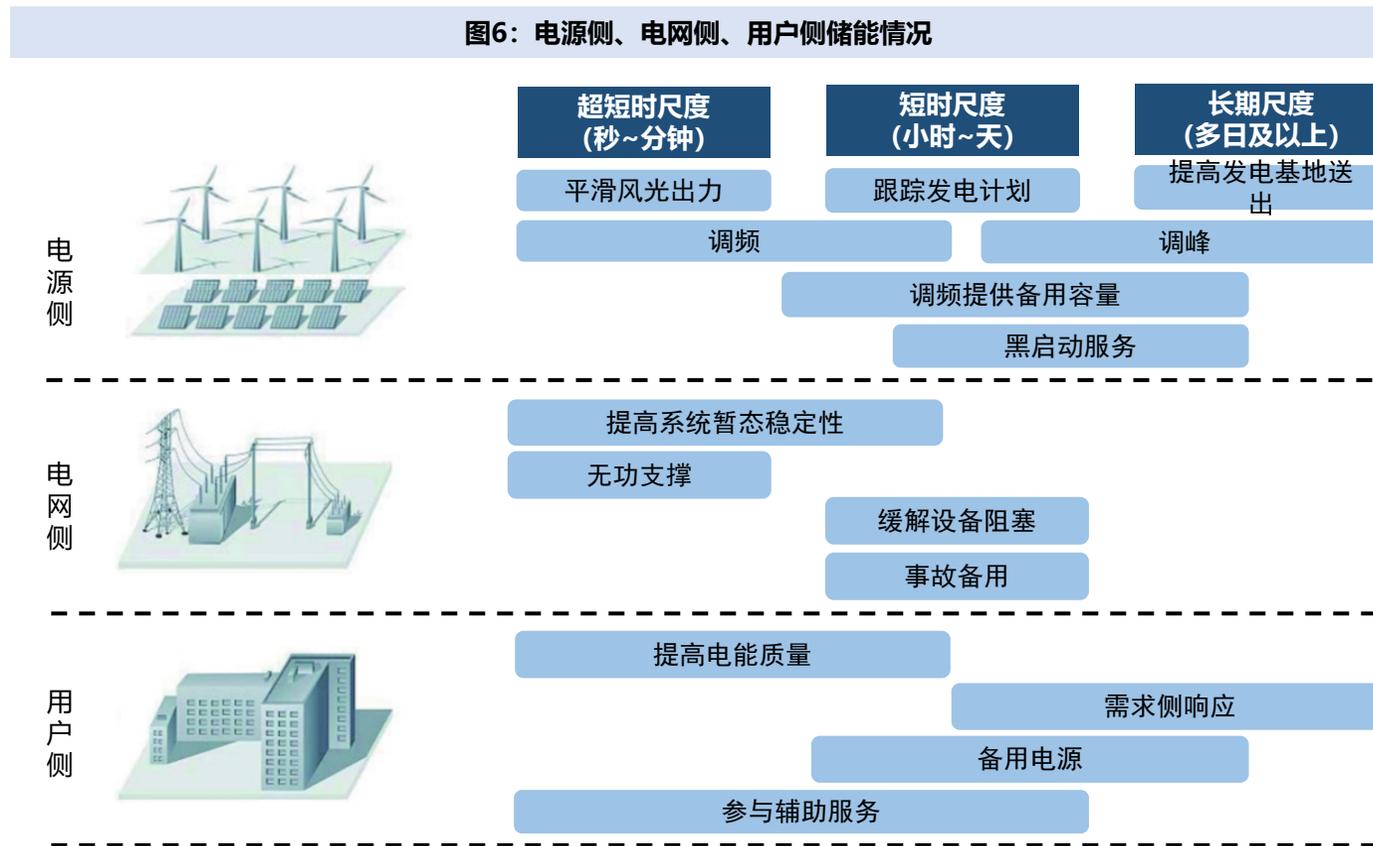
资料来源：全球能源互联网发展合作组织，国信证券经济研究所整理

# 根据应用场景和时间尺度不同储能系统的分类

- 电源侧：跟踪计划出力及平滑发电输出，为系统提供调峰、调频及备用容量等辅助服务，解决弃风、弃光；
- 电网侧：延缓输变电设备的升级与扩容，提高电网运行的稳定水平；
- 用户侧：分时电价管理、容量费用管理、提高供电质量和可靠性、提高分布式能源就地消纳、提供辅助服务等方面。

储能广泛应用于电力系统电源侧、电网侧、用户侧的不同场景。不同应用场景对储能的持续放电时长有不同需求，对应电力系统常用的时序分析方法，可分为**超短时**、**短时**和**长期时间尺度**。

- 电源侧：平滑新能源出力波动、调频等场景属于超短时和短时尺度应用，季节性调峰等场景属于长期尺度应用；
- 电网侧：提供系统备用、延缓输变电设备阻塞等均属于短时尺度应用；
- 用户侧：提高电能质量、调频属于超短时和短时尺度应用，参与需求侧响应在短时和长期尺度均有应用。



资料来源：全球能源互联网发展合作组织，国信证券经济研究所整理

# 技术特性决定电化学储能应用场景最为广泛

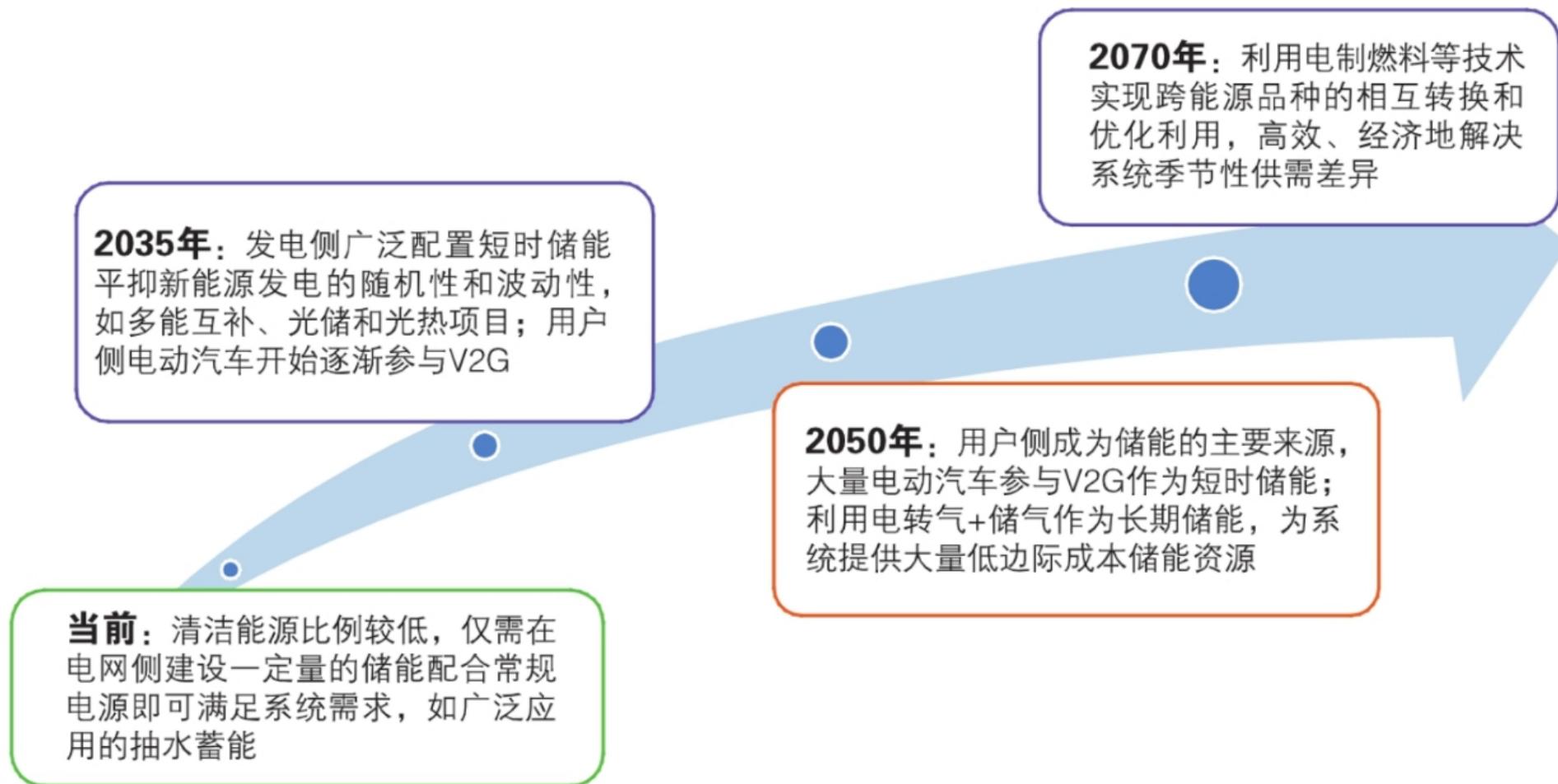
根据技术类型的不同，以电能释放的储能方式主要分为机械储能、电磁储能和电化学储能。不同储能技术具有不同的内在特性（如功率密度和能力密度），电化学储能同时具有较高的能量密度和功率密度，决定了其广泛的技术适用性。其中，锂离子电池同时具有高功率密度与高能量密度。

表4：不同储能技术类型主要特点

	储能技术	适用储能时长	响应时间	放电时长	综合效率/%	寿命：年	技术成熟度	应用场景
物理储能	抽水蓄能	长时	s-min级	1-24h	75-85	40-60	成熟	调峰、备用
	空气储能	长时	min级	1-24h	70-89	20-40	成熟	调峰、备用
	飞轮储能	短时	ms- min级	ms -15min	93-95	15+	商业化早期	调频、平滑波动
电磁储能	超导储能	短时	< 100 ms	ms -8s	95-98	20+	开发阶段	调频、平滑波动
	超级电容	短时	ms级	ms -60 min	90-95	20+	开发阶段	调频、平滑波动
电化学储能	铅蓄电池	短时	ms - min级	min-h	75-90	5	商业化	调峰、调频、通讯基站备用电源
	钠硫电池	短时	ms级	s-h级	80-90	10-15	商业化	调峰、调频、能量管理、备用
	液流电池	短时/长时	ms级	s-h级	60-85	5-10	商业化早期	调峰、调频、能量管理、备用
	锂离子电池	短时/长时	ms - min级	min -h级	98-95	5-15	商业化	调峰、调频、能量管理、备用
化学储能	氢能	短时/长时	ms - min级	min -h级	60-90	10-20	开发阶段	调峰、调频、能量管理、备用
	电转甲烷	短时/长时	ms - min级	min -h级	-	-	开发阶段	调峰、调频、能量管理、备用

资料来源：中国电机工程学会、中科院电工所、中国电动汽车百人会，国信证券经济研究所整理

图7：2022-2070年全球储能路线规划



资料来源：全球能源互联网发展合作组织，国信证券经济研究所整理

# 第三方机构对于全球储能装机容量预测2050年（考虑地区差异）



- 北美地区、欧洲净负荷长期波动较大，需要更多的长期储能，因此储电量占年用电量比例明显高于其他洲，分别达到1.8%和1.6%；而且北美光伏装机容量较多，净负荷短时尺度波动较大，因此对短时储能的需求也较大，储能装机需求达到最大负荷的39%，是长时和短时最大的市场之一。
- 亚洲地区幅员辽阔，内部各区域特点各异，东亚、南亚季风型气候明显，风电出力的季节性波动较大，因此需要配置较多长期储能。西亚、中亚光伏装机占比高，且外送电力流较大，对短期储能需求较高；东南亚水电资源丰富，调节能力充足，对储能需求较少。
- 非洲和中南美新能源渗透率相对较低，净负荷波动主要体现在短时尺度，特别是非洲光伏装机占比大，需要大量短时储能减少弃光，储能装机需求约为最大负荷的30%；中南美洲水电资源丰富，为系统提供充足的调节能力，因此储能装机需求最小，仅占最大负荷的12%。
- 综上，全球能源互联网发展合作组织预计2050年前，清洁能源的大规模开发利用将为全球带来约4.1TW、500TWh的储能需求。

表5：2050年全球各区域储能装机容量预测

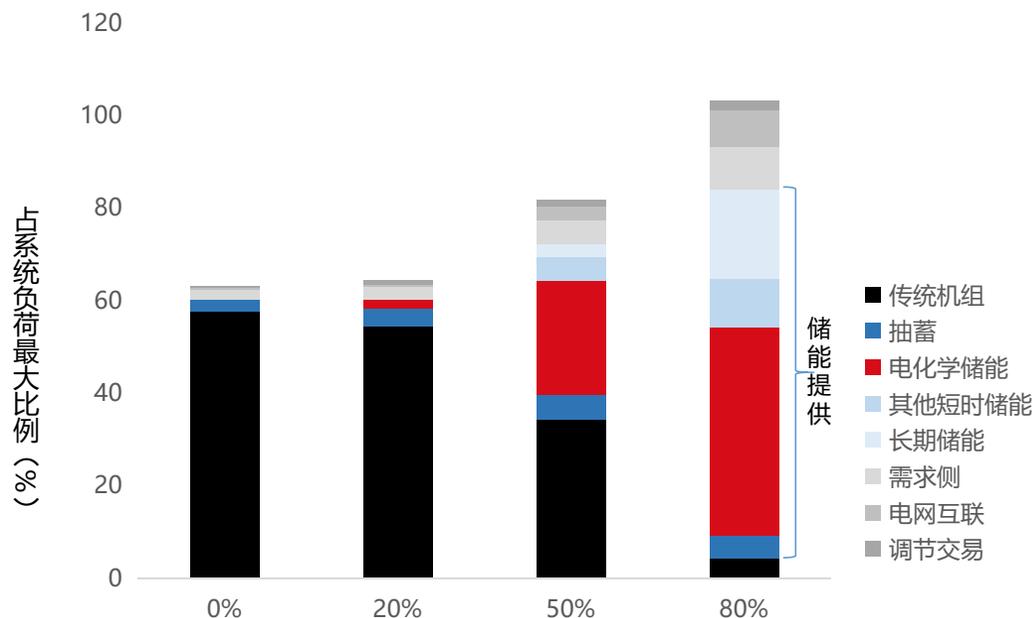
区域	欧洲	非洲	北美	中南美	亚洲	合计
新能源渗透率 (%)	65	38	50	43	61	57%
储能装机容量 (TW)	0.43	0.21	0.62	0.07	2.77	4.1
占最大负荷比例 (%)	30	30	39	12	44	38%
储电量 (TWh)	135	1.23	160.5	0.43	204.1	501
占用用电量比例	1.6%	0.03%	1.8%	0.01%	0.5%	0.75%
用电量 (TWh)	8,438	4,100	8,917	4,300	40,820	66,574

资料来源：全球能源互联网发展合作组织，国信证券经济研究所整理

# 全球储能装机容量预测（根据电力净负荷波动特点测算）

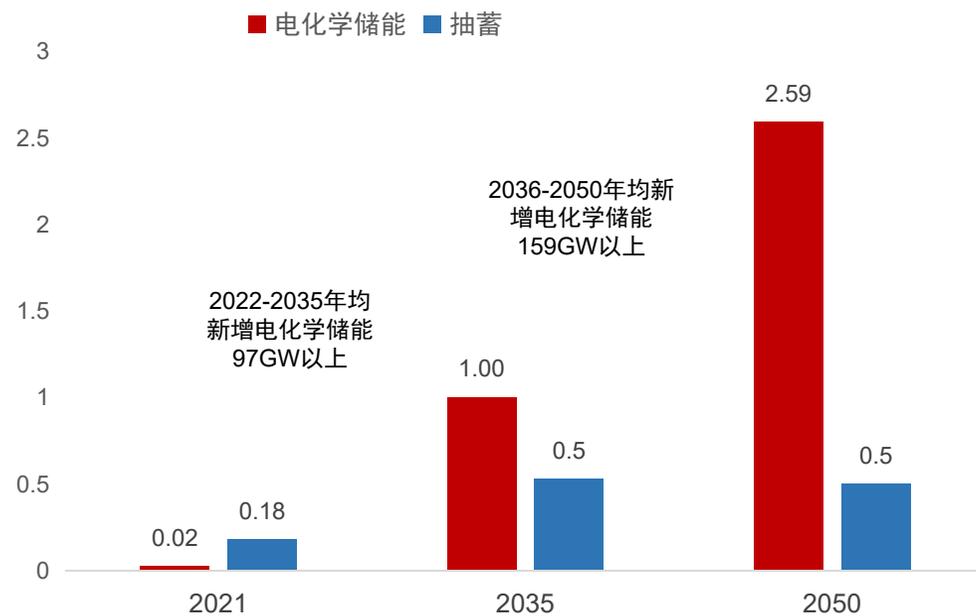
- 当新能源渗透率小于等于20%时，储能在电网中最大负荷占比较小，其中主要的储能类型是抽蓄，电网主要依靠传统化石能源机组进行调节；
- 当新能源渗透率上升至50%时，储能系统和传统机组对调节电网贡献基本持平，两者最大负荷占比超过70%，应用最为广泛的储能形式转变成电化学储能；
- 当新能源渗透率上升至80%时，储能系统将对电网的调节起到主导作用，其最大负荷占比约80%。
- 我们预计到2035年全球电化学储能（含动力电池）装机容量将达到1000GW，2050年达到2590GW；因此2021-2025年全球电化学储能年均新增装机容量达到97GW，2035-2050年年均新增装机容量达到159GW。

图8：不同新能源渗透率下维持电网系统平衡所需的调节工具最大负荷（功率）占比（%）



资料来源：全球能源互联网发展合作组织，国信证券经济研究所整理

图9：2035年和2050年电化学储能（含动力电池）和抽水蓄能功率预测（TW）



资料来源：全球能源互联网发展合作组织，国信证券经济研究所预测

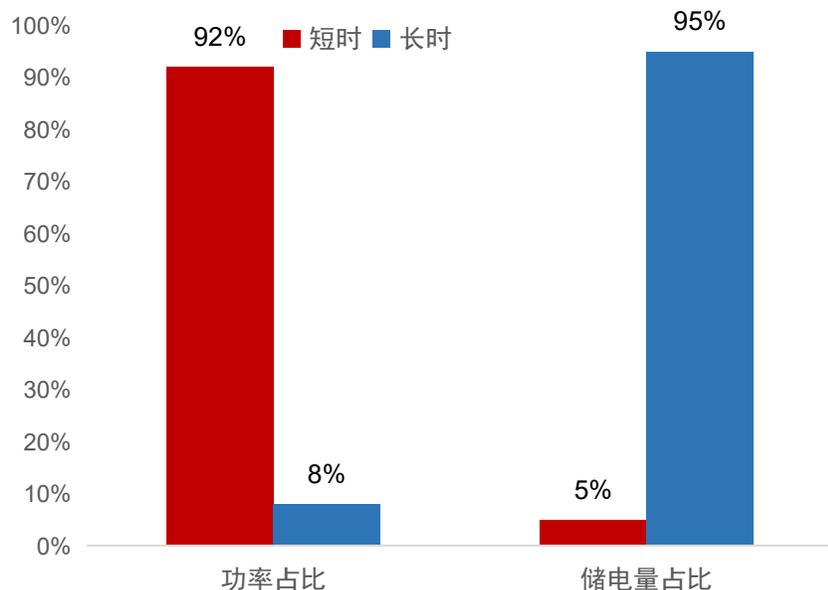
# 全球储能装机容量长期预测

短时尺度应用场景包括跟踪出力计划、二次调频（也称为自动发电控制，Automatic Generation Control, AGC）、日内削峰填谷、提供系统备用等，持续放电时长要达到小时级，并可较频繁地转换充放电状态，对储能的功率等级、循环寿命要求较高，对响应时间要求较低。

长期尺度应用场景包括长期需求侧响应、季节性调峰等，持续放电时长要达到数日甚至数周，因此需要储能的功率和容量能够分别实现，具有存储容量大、成本随容量增长不明显、转化效率高等特点，对响应时间、循环寿命要求较低。

全球能源互联网合作组织预计到2050年，短时储能主要配置在调频、日内调峰、应急备用、缓解阻塞、提高电能质量等应用场景，提供功率调节能力，约占全部储能装机容量的92%，达到3772 GW，而储电量仅占5%左右，达到25.05 TWh（含动力电池）；长期储能主要配置在季节性调峰和长期需求侧响应等场景，主要提供能量型调节能力，功率仅占8%左右，为328GW，而储电量约占95%，达到476 TWh。

图10：2050年全球各区域储能装机容量预测



资料来源：全球能源互联网发展合作组织，国信证券经济研究所整理

表6：2050年全球储能装机容量预测

类型	功率 (GW)	储电量 (TWh)	应用场景	适用储能技术
短时 功率型 为主	3772	25.05	功率型应用场景，比如电力调频或平滑新能源波动的储能场景，则需要储能电池在秒级至分钟级的时间段快速作用，进行紧急功率支撑，稳定电网频率。  功率型储能应用场景主要对储能技术的功率等级、响应时间、循环次数、安全性、功率成本和效率要求较高。	飞轮储能、超级电容器、锂离子电池较为适用；  铅炭电池、液流电池、钠硫电池一般适用。
长时 能量型 为主	328	476	能量型应用场景，要求储能技术能够降低电网的高峰负荷，提高低谷负荷，平滑负荷曲线，提高负荷率，降低电力负荷需求，减少发电机组投资和稳定电网运行。  能量型应用场景主要对储能技术的功率等级、放电时长、循环次数、安全性、能量成本和效率要求较高。	抽水蓄能完全适用。  压缩空气储能、热储能、锂离子电池、铅炭电池，液流电池、钠硫电池、氢储能较为适用。

资料来源：全球能源互联网发展合作组织，国信证券经济研究所整理

# 短时储能技术的长期应用前景

- 氢能源、抽水蓄能、压缩空气储能等主要提供能量调节能，比较适用于季节性调峰、长期需求响应等情况。
- 电化学储能兼顾能量型和功率型的优势，应用场景较为灵活，可用于一次调频、提高电能质量、平滑新能源出力等情况，到2050年电动车中的电池也将通过V2G的模式积极参与负荷侧响应，成为短时储能的重要组成部分；
- 超级电容、飞轮等短时储能技术的功率性能佳，但是能量密度低，适用于用户侧电能质量改善、一次调频等场景。
- 除了短时和长时储能的分类之外，我们还可以根据电力系统具体的应用场景，区分不同储能的功率配比和能量配比。在测算短时储能的市场空间上限时，我们考虑电化学和其他短时储能所适用的场景主要为发电侧日内调峰、发电侧一次调频、用户侧日内调峰三类情况为主，因此综合测算2050年全球短时储能的配置容量超过3300GW，储电量超过26,000GWh（含动力电池）。

表7：2050年全球储能应用场景及占比

场景	功率占比	储电量占比
电网侧-综合应用	10%	1%
发电侧-日内调峰	25%	2%
发电侧-一次调频	5%	0.2%
发电侧-一季调峰	3%	32%
用户侧-日内调峰	51%	3%
用户侧-一季调峰	5%	62%
用户侧-电能质量	1%	0%

资料来源：全球能源互联网合作组织，国信证券经济研究所整理

表8：2050年全球短时储能应用空间测算（GW/GWh）

应用场景	功率	储电量占比
发电侧-日内调峰	25%	2%
发电侧-一次调频	5%	0%
用户侧-日内调峰	0.51	0.03
合计	81%	5%
短时储能应用场景（含动力电池）	3,321 GW	26,066 GWh

资料来源：全球能源互联网合作组织，国信证券经济研究所预测

## 第二章：2025年新型储能市场展望

表9：国内储能相关政策和规划

颁布时间	发布主体	政策名称	涉及储能的主要内容
2014年3月	十一届全国人大四次会议	《国家“十二五”规划纲要》	首次提到“储能”，要求在“十二五”期间指导新能源、智能电网、 <b>储能行业</b> 的发展建设以及规划新能源重点建设项。
2014年6月	国务院	《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》	提出加强电源与电网统筹规划，科学安排调峰、调频、 <b>储能配套能力</b> ，切实解决弃风、弃水、弃光问题。
2016年4月	国家发改委、国家能源局	《能源技术革命创新行动计划（2016-2030年）》	提出加快发展 <b>高效储能</b> 、 <b>先进储能技术创新</b> 、积极推进储能技术研发应用、攻克储能关键技术等任务和目标。
2017年9月	国家发改委、国家能源局等	《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》	提出未来10年中国储能行业两步走战略：“十三五”期间，建成一批不同技术类型、不同应用场景的 <b>试点示范项目</b> ，探索一批可推广的商业模式；“十四五”期间，储能项目广泛应用，形成较为 <b>完整的产业体系</b> ，成为能源领域经济新增长点。
2019年6月	国家发改委、科技部等	《贯彻落实<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》	进一步提出加强先进储能技术研发和智能制造升级、完善落实促进储能技术与产业发展的政策、推进 <b>抽水蓄能</b> 发展、推进储能项目示范和应用、推进 <b>新能源汽车动力电池</b> 储能应用、加快推进储能标准化，明确了储能产业发展的具体任务和分工。
2020年1月	教育部、国家发改委、国家能源局	《储能技术专业学科发展行动计划（2020-2024年）》	储能技术人才培养专业学科体系日趋完善，推动建设若干储能技术学院（研究院），建设一批储能技术产教融合创新平台，推动储能技术关键环节研究达到国际领先水平，形成一批重点技术规范 and 标准。
2020年1月	国家发改委、市场监督管理总局等	《关于加强储能标准化工作的实施方案》	建立 <b>储能标准化</b> 协调工作机制，建设储能标准体系，推动储能标准化示范，推进储能国际化等重点任务。
2021年3月	全国人民代表大会	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	加快电网基础设施智能化改造和智能微电网建设，提高电力系统互补互济和智能调节能力，加强 <b>源网荷储</b> 衔接，提升清洁能源消纳和存储能力，提升向边远地区输配电能力，推进煤电灵活性改造，加快 <b>抽水蓄能电站</b> 建设和 <b>新型储能技术</b> 规模化应用。
2021年7月	国家发改委、国家能源局	《关于加快推动新型储能发展的指导意见》	到2025年，实现新型储能从商业化初期向 <b>规模化发展</b> 转变，装机规模达 <b>30GW以上</b> ；到2030年，实现新型储能 <b>全面市场化</b> 发展，装机规模基本 <b>满足新型电力系统</b> 相应需求。
2021年9月	国家能源局	《抽水蓄能中长期发展规划（2021—2035年）》	到2025年，抽水蓄能投产总规模较“十三五”翻一番，达到62GW以上；到2030年，抽水蓄能投产总规模较“十四五”再翻一番，达到120GW左右；到2035年，形成满足新能源高比例大规模发展需求的，技术先进、管理优质、国际竞争力强的抽水蓄能现代化产业，培育形成一批抽水蓄能大型骨干企业。
2022年2月	国家发改委、国家能源局	《“十四五”新型储能发展实施方案》	到2025年，新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段，具备大规模商业化应用条件。其中， <b>电化学储能</b> 技术性能进一步提升，系统 <b>成本降低30%以上</b> ；火电与核电机组 <b>抽汽蓄能</b> 等依托常规电源的新型储能技术、百兆瓦级 <b>压缩空气储能</b> 技术实现工程化应用；兆瓦级 <b>飞轮储能</b> 等机械储能技术逐步成熟； <b>氢储能</b> 、 <b>热（冷）储能</b> 等长时间尺度储能技术取得突破。到2030年，新型储能全面市场化发展，储能与电力系统各环节深度融合发展，基本满足构建新型电力系统需求。

资料来源：政府公告，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

# 全国各省“十四五”风光储装机目标及当前储能配置要求



表10：全国各省“十四五”风光储装机目标及当前储能配置要求

省份	文件	发布日期	十四五目标			储能配比		配置时长 h
			风电	光伏	储能	风电	光伏	
江苏	《江苏省“十四五”可再生能源发展专项规划》	2022/7/11	累计28GW以上，其中海上15GW以上	累计35GW以上	抽水蓄能装机达到328万千瓦以上	/	/	/
湖南	《湖南省“十四五”可再生能源发展规划》	2022/6/23	累计12GW以上	累计13GW以上	优先提升0.3GW级煤电机组深度调峰能力，增加系统调峰能力0.47GW以上；力争全省形成占最大负荷5%左右的需求侧响应能力。	15%	5%	2
重庆	《重庆市能源发展“十四五”规划（2021-2025）》	2022/6/15	/	/	/	/	/	/
广西	《广西可再生能源“十四五”规划》	2022/6/6	新增陆上风电并网不低于15GW，核准开工海上风电不低于7.5GW，其中并网不低于3GW	新增集中式/分布式光伏并网不低于10/3GW	加快推进7座，共计8.4GW抽水蓄能电站开工建设，力争实现南宁抽水蓄能电站首台机组投产，新增集中式新型储能不低于2GW，储能容量不低于4GWh。	20%	15%	2
浙江	《浙江省“十四五”新型储能发展规划》、《浙江省可再生能源发展“十四五”规划》	2022/6/6	累计6.4GW以上，新增4.5GW以上	累计27.5GW以上，新增12GW以上，其中分布式光伏新增5GW，集中式光伏新增7GW	抽蓄电站力争新增3.4GW，累计达7.98GW；新增储能装机规模3GW时。	/	/	2
山西	《浙江省可再生能源发展“十四五”规划环境影响评价报告》	2022/6/1	累计30GW以上	累计50GW左右，新增并网分布式光伏5GW	水电（含抽蓄）2.24GW以上，新型储能6GW左右。	5-10%	5%-15%	/
福建	《福建省“十四五”能源发展专项规划》	2022/5/21	累计9GW，新增4.1GW，海上风电新增开发10.3GW	累计5GW左右，新增3GW	抽水蓄能达5GW	/	10%	/
湖北	《湖北省能源发展“十四五”规划》	2022/5/19	累计10GW，新增5GW	累计22GW左右，新增15GW	/	10%	10%	2
上海	《上海市能源发展“十四五”规划》	2022/5/15	新增1.8GW	新增2.7GW	/	/	/	/
江西	《江西省“十四五”可再生能源发展规划》	2022/5/7	累计7GW，新增2GW	累计24GW左右，新增16GW	/	/	10%	1
贵州	《贵州省新能源和可再生能源发展“十四五”规划》	2022/4/19	累计10.8GW，新增5GW	累计31GW左右，新增20.43GW	/	/	10%	/
广东	《广东省能源发展“十四五”规划》	2022/4/13	新增海上风电17GW，新增陆上风电3GW	新增20GW	新增抽水蓄能电站2.4GW。	/	/	/
河北	《河北省“十四五”新型储能发展规划》	2022/4/10	/	/	新型储能规模4GW以上。	15%	15%	2
云南	《云南省“十四五”规划新能源项目清单》	2022/4/7	2021-2024年风光项目共计72.94GW	/	/	/	/	/
北京	《北京市“十四五”期间能源发展规划》	2022/4/1	累计0.3GW，新增0.11GW	新增光伏0.7GW，整区屋顶光伏新增1.2GW	形成10GW级的应急备用和调峰能力	/	/	/
四川	《四川省“十四五”能源发展规划》	2022/3/4	累计10GW，新增6GW	累计12GW，新增10GW	/	/	10%	/
内蒙古	《内蒙古自治区“十四五”可再生能源发展规划》	2022/3/9	累计89GW，边境沿线、戈壁荒漠规划布局风电基地20GW，累计建成分散式风电项目4GW。	累计45GW，其中光伏治沙基地20GW；光伏矿区生态修复基地5GW；累计建成分布式光伏抽水蓄能累计投产1.2GW。发电6GW；新增太阳能热发电0.5GW。	/	20%-30%	15%-30%	2
河南	《河南“十四五”现代能源体系和碳达峰碳中和规划》	2022/2/22	新增并网10GW以上	新增并网10GW以上	力争新型储能达2.2GW	10%-20%	10%-20%	2
青海	《青海省“十四五”能源发展规划》	2022/2/28	累计16.5GW	累计达45.8GW	力争建成电化学等新型储能达6GW	10%	10%	2
天津	《天津市可再生能源“十四五”发展规划》	2022/1/27	累计2GW	累计达5.6GW	力争储能装机规模达到0.5GW	15%	10%	1
甘肃	《甘肃省“十四五”能源发展规划》	2022/1/5	累计38.53GW	累计41.69GW，其中分布式光伏3.5GW	储能累计6GW，抽蓄新增装机总投资150亿元	5%-10%	5%-10%	2
山东	《山东省能源发展“十四五”规划》	2021/8/19	累计25GW	累计57GW	储能设施4.5GW左右	10%	10%	/
宁夏	《宁夏回族自治区应对气候变化“十四五”规划》	2022/1/5	累计25GW	累计57GW	/	10%	10%	2

资料来源：政府公告，国信证券经济研究所整理

# 中国储能技术的水平快速提升，多数储能技术水平世界领先

- 经过“十二五”和“十三五”期间国家和产业的持续投入，中国储能技术的水平快速提升，压缩空气储能、储热储能、铅蓄电池、锂离子电池、液流电池和钠离子电池已达到或接近世界先进水平；抽水蓄能、飞轮储能、超级电容器和储能新技术和世界先进水平还有一定差距，但总体差距在逐步缩小。
- 2021年中国机构和学者发表储能SCI论文11949篇，居世界第一位，且遥遥领先第二位美国，中国已经成为全球储能技术基础研究最活跃的国家。在关键技术和继承示范方面也均取得重要进展，中国已成为世界储能技术研发和示范的主要核心国家之一。

图11：2021年中国和世界主要储能技术水平对比

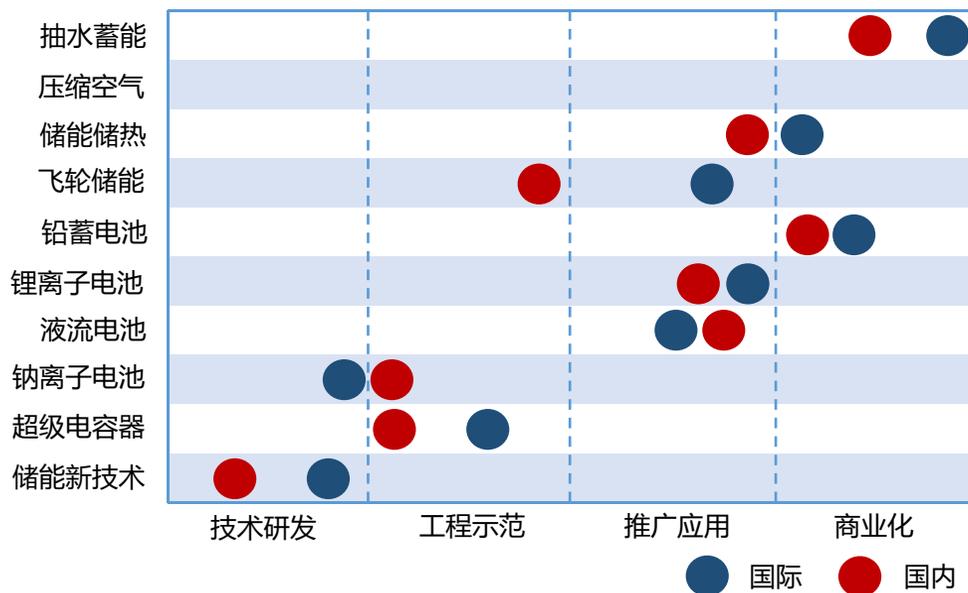


表11：2021年中国在主要储能技术上的研发和应用进展

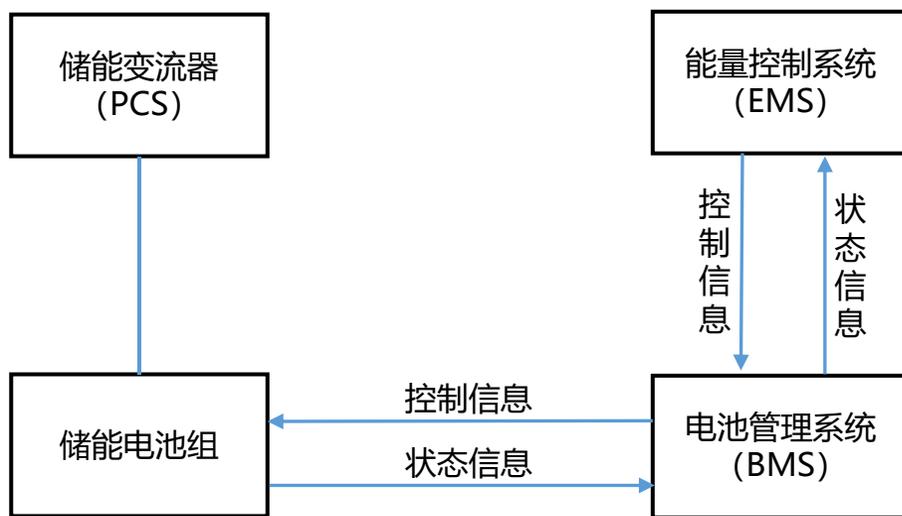
储能技术	中国研发和应用进展
抽水蓄能	超高水头、超大容量抽水蓄能实现了跨越式发展，定速抽蓄世界领先，变速抽蓄与国外有较大差距。
压缩空气	10-100MW储能系统取得里程碑式进展，张家口首套100MW压缩空气储能项目达到世界引领水平。
储热储冷	高温熔盐储热、大容量跨季节储热和储冷、热泵储热、卡诺电池以及电化学储热是当前储热研究的热点。
飞轮储能	大容器功率型飞轮储能取得阶段性进展，缩小了与国际先进水平的差距，为10MW以上项目应用奠定基础。
铅蓄电池	技术研发主要集中在铅炭电池，通过在负极添加高活性的碳材料，抑制负极硫酸盐化引起的容量快速衰减。
锂离子电池	正负极材料、快充技术、固态电池等取得重要突破，锂补偿技术、无模组技术和刀片电池是技术进展亮点。
液流电池	全钒液流电池是主流技术，解决其规模化、成本、效率等问题是研究热点，锌溴、铁铬液流电池正在探索。
钠离子电池	最接近锂离子电池的电池技术，其基础研究、技术水平和集成示范均取得重要进展，已处于国际领先水平
超级电容器	在关键材料、单体技术、成组管控、系统集成与应用和使役性能进行全链条技术攻关，并实现规模示范。
新型储能	研究重点是液态金属电池、多价金属离子电池和水系电池的材料研究，相关单体、模组等正在深入研究。

资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

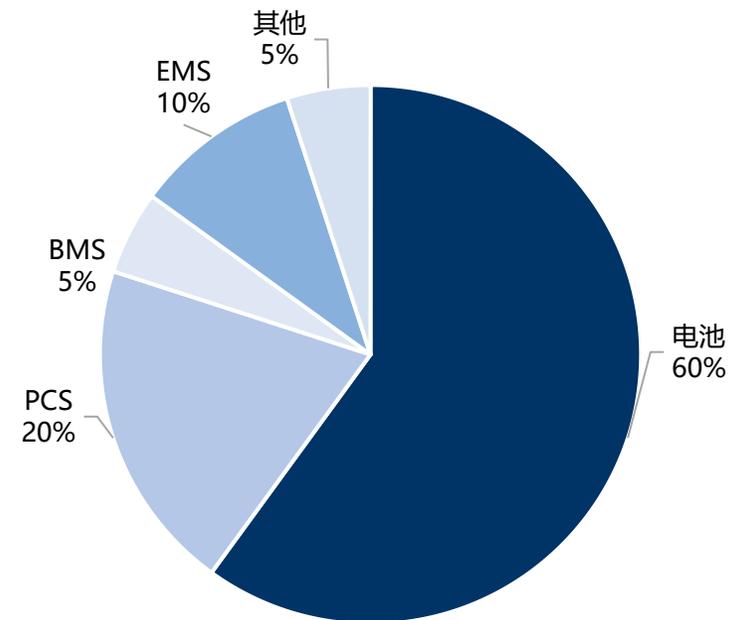
- 电化学储能系统主要由电池组、电池管理系统（BMS）、储能变流器（PCS）、能量管理系统（EMS）及其他电气设备构成。电池作为整个储能系统中核心组成部分，成本占到整个储能系统成本的50%，是储能降本的关键。

图12：电化学储能系统结构示意图



资料来源：GTM，国信证券经济研究所整理

图13：电化学储能成本构成



资料来源：阳光电源，国信证券经济研究所测算

# 我国磷酸铁锂电池储能电站建设成本全球领先



- 2021年我国磷酸铁锂电池储能中标价格已下降至1.2-1.7元/Wh。根据BNEF测算，2022年全球电化学储能EPC成本约为261美元/kWh（约1.66元/Wh），预计2025年将降至203美元/kWh（约1.29元/Wh）。

表12：2021年部分磷酸铁锂电池储能电站 EPC 招标情况

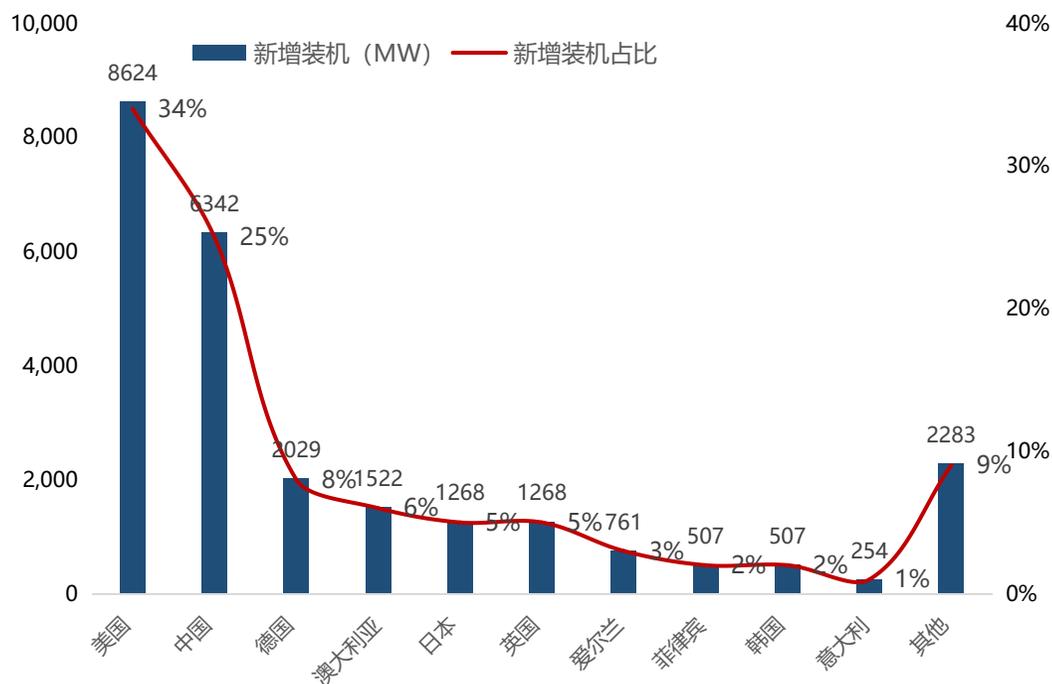
时间	省市	项目	业主	中标候选人	储能单价 (元/Wh)
2021年2月4日	江苏	国华投资华竹根沙H1	国家能源集团	阳光电源	1.674
				国网武汉南瑞	1.730
2021年3月15日	深圳	深圳湾科技生态园一园区分布式储能电站供货及安装	深圳湾科技	深圳库博能源	1.680
2021年4月15日	福建宁德	国网时代福建吉瓦级宁德霞浦储能工程（一期）EPC	国网时代	中国电建福建	2.034
2021年4月29日	河南	河南平煤锂500kW/2400kWh用户侧储能项目	河南平煤国能锂电	平高集团	1.120
				科华数据	1.247
				中航锂电	1.246
2021年8月2日	山东	山东半岛南3号海上风电配套储能系统设备	国家电投	上海和元储能	1.310
				科华数据	1.345
2021年8月18日	山东	三峡能源庆元储能电站示范项目EPC	三峡新能源	山东电力	1.780
				中国电建华东院	1.710
				中国能建山西院	1.736
2021年9月3日	山东	山东华电滕州储能电站仙姑电化学储能系统设备	华电滕州新能源	山东电气	1.375
2021年9月29日	河南	华润电力原阳县20MW分散式风电项目配置3MW/6MWh储能系统EPC总承包	华润风电	许继集团	1.430
2021年9月29日	河南	华润电力杞县分散式风电项目储能系统EPC	华润风电	远景能源	1.570
2021年11月4日	山东	海华新能源（鄄城）有限公司100MW风电项目	海华新能源	远景能源	1.410
				许继电气	1.598
2021年11月4日	山东	华润电力禹城一期风电项目储能系统EPC	海华新能源	上海融和	1.700
				许继电气	1.440

资料来源：招标采购网、《能源电力说》，国信证券经济研究所整理

# 海外电网辅助服务需求迫切，家用储能市场正在爆发

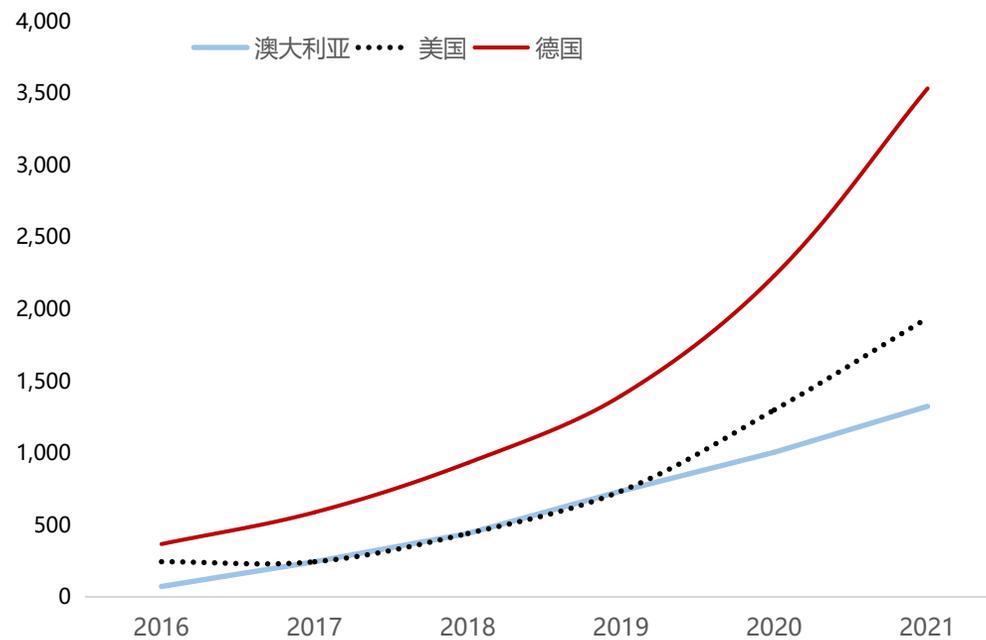
- 美国：由于储能ITC税收抵免率由2020-2022年的26%下降至2023年的22%，近两年美国新型储能项目存在抢装现象；
- 意大利推出户用光伏及储能税收减免的新生态政策，最高减110%，户用光伏有望持续增长；爱尔兰已经实现了2020年采用40%可再生能源电力的目标，储能项目作为电网辅助服务的需求越来越迫切；由于岛屿众多，菲律宾电网系统互连率低，正在推动建设可再生能源和储能新型电网体系。
- 2021年新增德国新增家用光伏的配出比超过60%，约40万套；澳大利亚在各州补贴及FIT退坡的支持下达13套；预计2025年，美国、欧洲、日本、澳大利亚将继续引领全球家用储能市场。

图14：全球新型储能装机容量及占比前十国家（截至2021年底）



资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

图15：全球家储典型市场增长情况 (MWh)



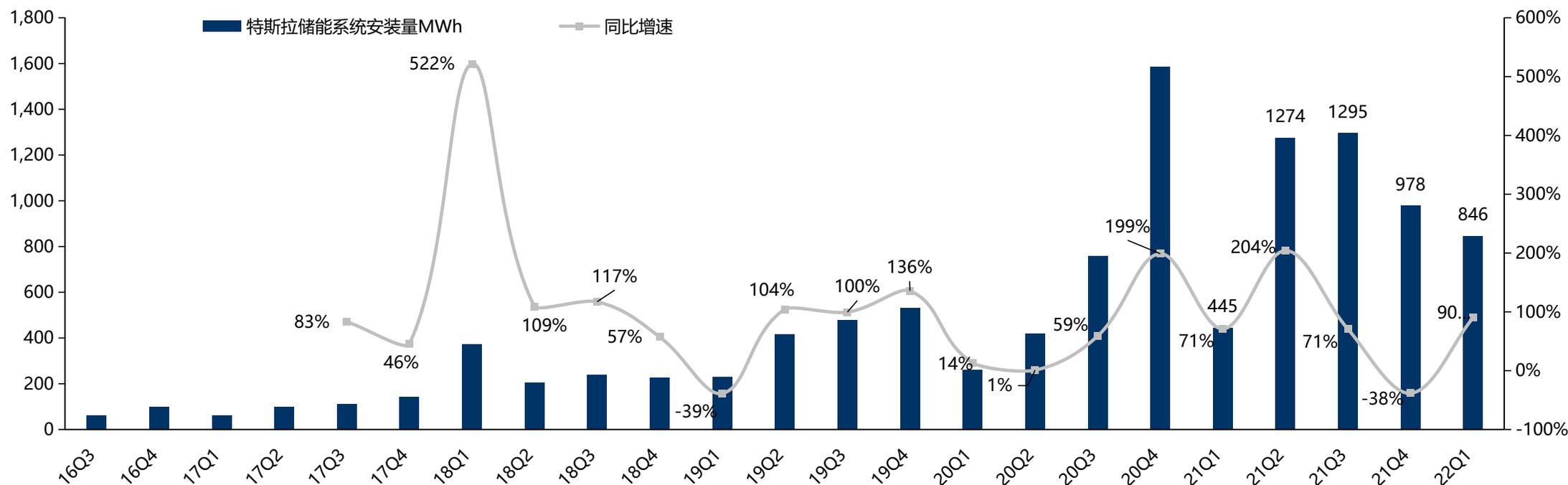
资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

# 分布式光储：“特斯拉户用光伏”实例

2021年特斯拉储能新增装机3.9GWh，同比增长32%，约占全球新型储能市场份额的16%。2017-2021年，特斯拉储能新增装机年均复合增长率高达82.74%。目前特斯拉旗下主要有Powerwall、Powerpack、Megapack三款储能产品，其中，Powerwall是2015年5月推出的户用储能电池；Powerpack和Megapack则是商用能源产品，分别于2017年和2019年推出，供商业机构和公共事业机构使用。2021年特斯拉储能装机增长动力主要来源于Megapack。

特斯拉正在提高Megapack工厂的产能。由于市场需求仍持续高于产能，特斯拉储能装机增长仍受到电池产能的限制。据特斯拉高管在业绩交流会中透露，Megapack目前在全球储能市场正处于供不应求的状态。2021年，年产40GW的Megapack工厂已在美国加州破土动工，建成后特斯拉的产能将从现有的3GWh扩大至40GWh。

图16：特斯拉储能系统装机量（MWh）及同比增速

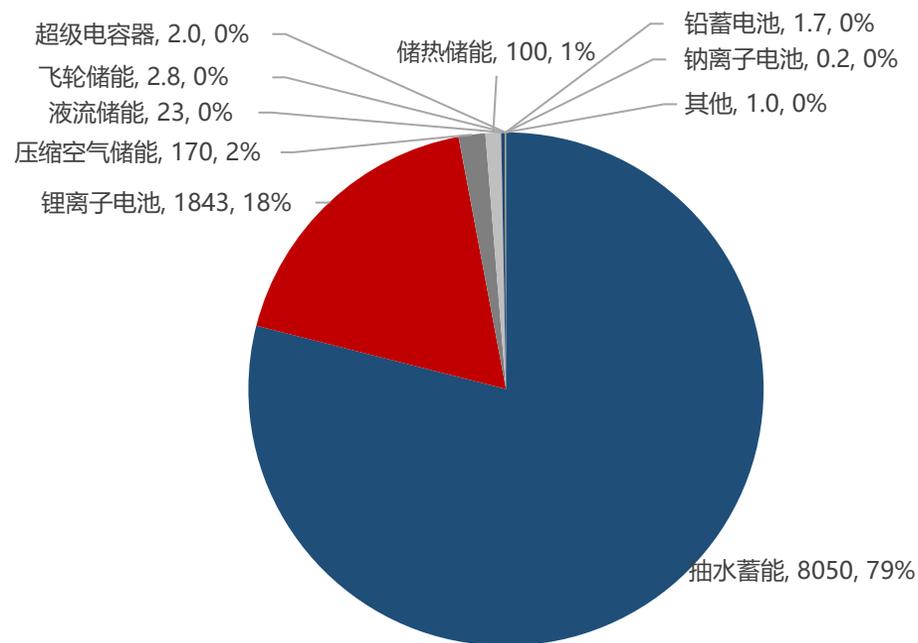


资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

# 发展现状：国内抽蓄和锂离子电池是主要装机类型

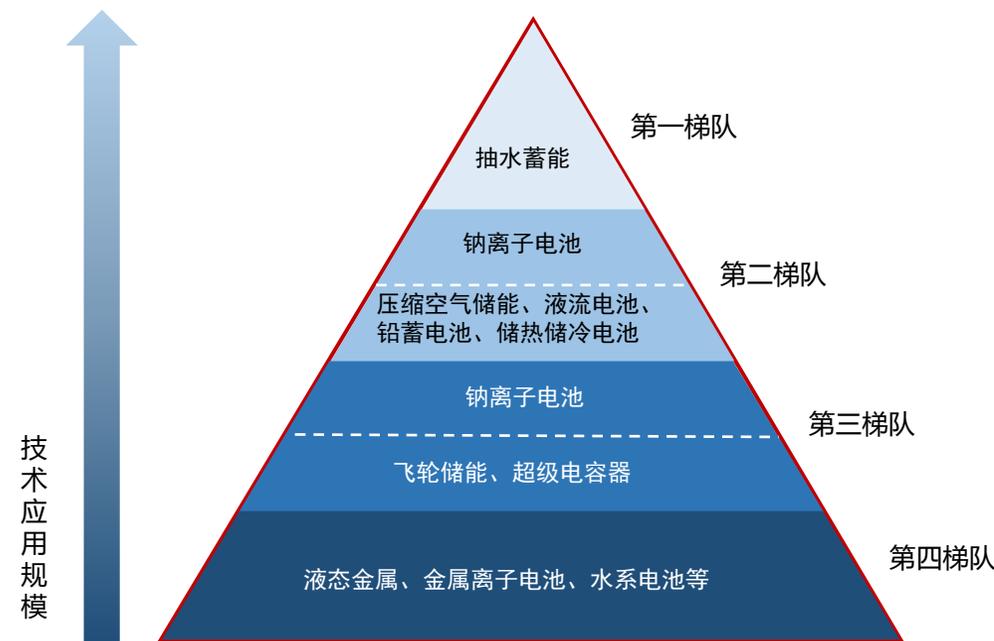
- 根据中关村储能产业技术联盟的不完全统计，截止到2021年底，2021年我国新增电力储能装机继续保持高速增长，新增投运规模达10.5GW，同比增长220%。
- 新增最多的是抽水蓄能，单机规模100MW以上，占年度新增装机79%左右，约8.1 GW。
- 其次是锂离子电池、压缩空气储能、液流电池、铅蓄电池、储热储冷技术，单机可达10-100MW，其中锂离子电池新增装机达到18%，约1.8 GW。
- 第三是钠离子电池、飞轮储能、超级电容器，目前单机容量已达到MW级，其中钠离子发展受关注最多，未来可能进入第二梯队。
- 第四是液态金属、金属离子电池、水系电池等新型储能技术，需要进一步的研究，以今早实现集成释放和产业化应用。

图17：2021年中国储能新增装机规模（MW）



资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

图18：2021年中国储能新增装机梯队划分



资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

# 发展现状：全球抽水蓄能装机最多，电化学储能紧随其后

- 截至2021年底，全球已投运电力储能项目累计装机规模209.4GW，同比增长9%。其中，抽水蓄能的累计装机占比首次低于90%，比去年同期下降4.1个百分点；新型储能的累计装机规模紧随其后，为25.4GW，同比增长67.7%，在新型储能中，锂离子电池占据绝对主导地位，市场份额超过90%。
- 截至2021年底，中国已投运电力储能项目累计装机规模46.1GW，占全球市场总规模的22%，排名世界第二，同比增长30%。其中，抽水蓄能的累计装机规模最大，为39.8GW，同比增长25%，所占比重与去年同期相比再次下降，下降了3个百分点；新型储能增速最快，同比增长75%，累计装机规模达到5.7GW。
- 2021年，中国新增储能项目首次突破10GW，达到10.5GW，其中，抽水蓄能新增8GW，同比增长437%；新型储能新增容量规模首次突破2GW，达到2.4GW（4.9GWh），同比增长54%。

图19：全球电力储能市场累计装机规模（截至2021年底，单位：GW）

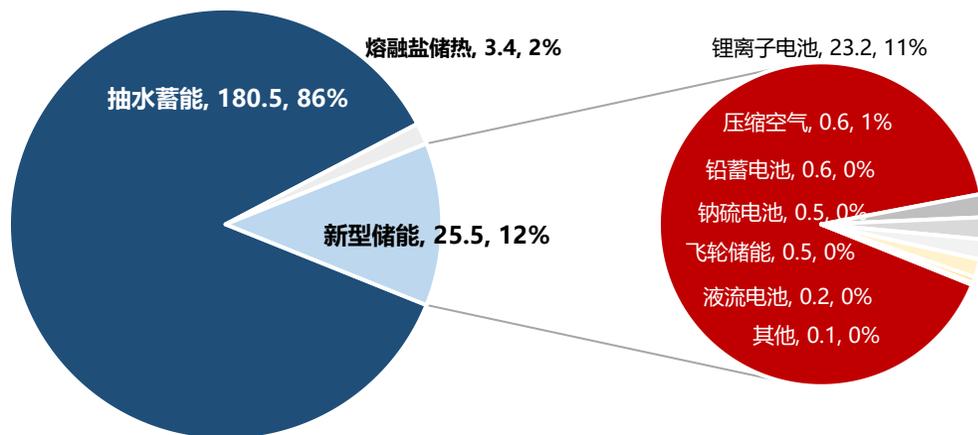
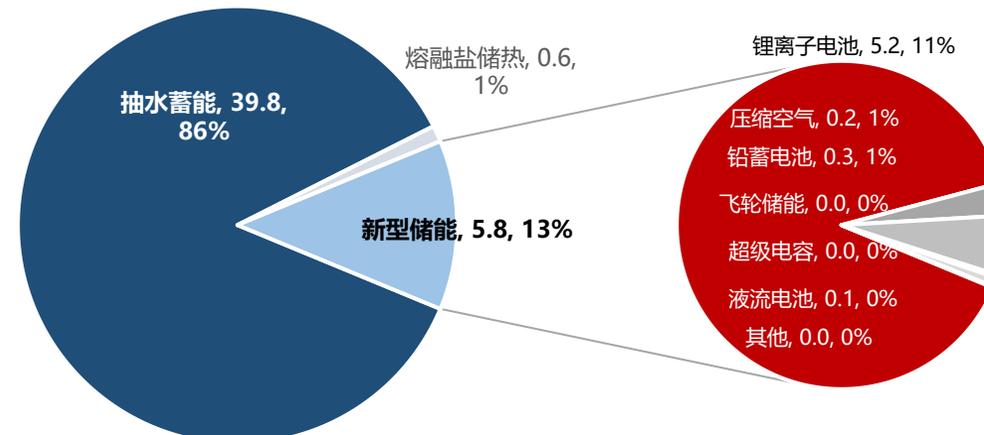


图20：中国电力储能市场累计装机规模（截至2021年底，单位：GW）



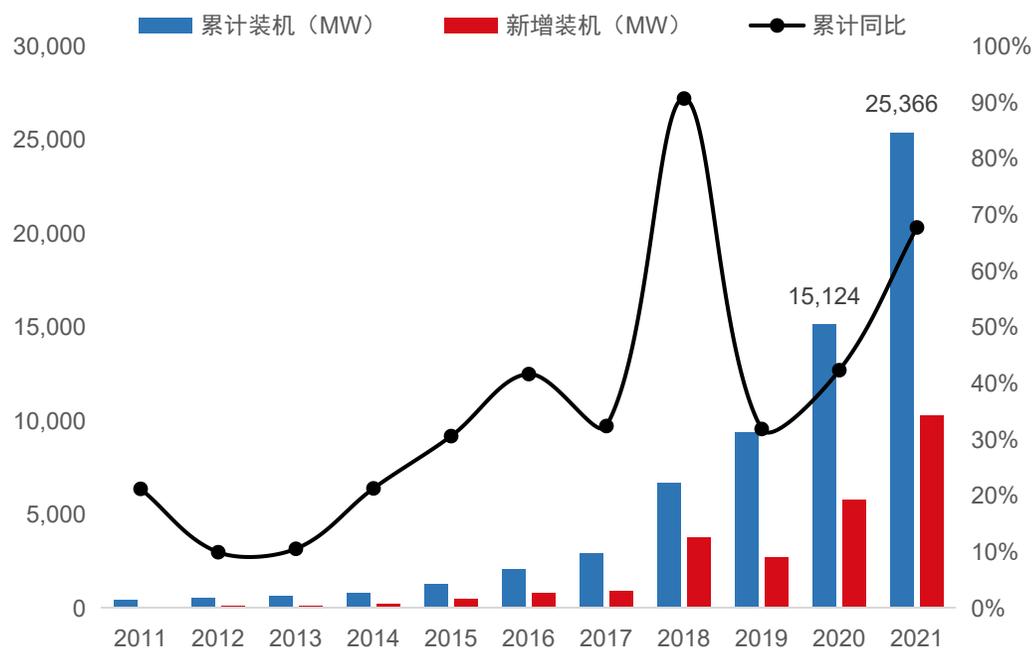
资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理  
注：新型储能是指除抽蓄、熔融盐储热等以外的储能，主要包括电化学储能、压缩空气、飞轮储能等。

# 发展现状：全球新型储能高速增长，美中欧储能引领全球

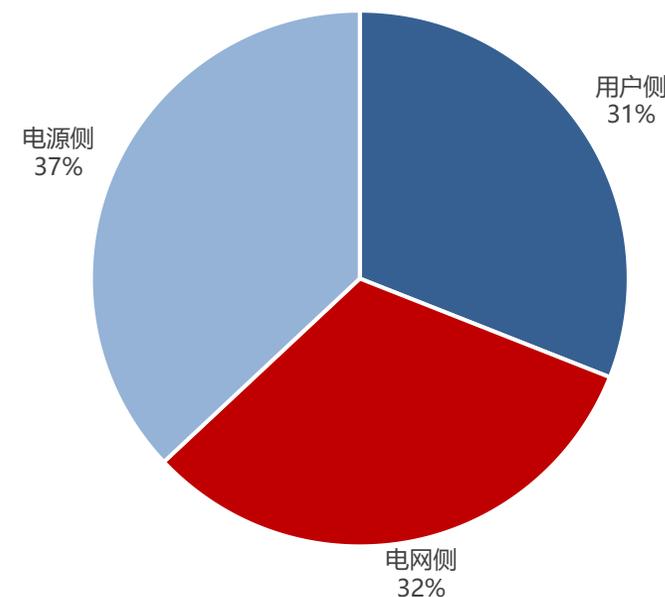
- 截至2021年底，全球新型储能累计装机25.37GW，同比增长67.7%；2021年全球新增装机10.24GW，同比增长78.2%；
- 2013-2021年全球新增装机年均复合增长率高达79.5%。美国、中国和欧洲引领全球储能市场的发展，三者合计占全球市场的80%。
- 从应用端来看，全球新型储能项目电源侧、用户侧、电网侧应用比例趋于均衡，其中电源侧占比最高，约为37%。

图21：2012-2021年全球新型储能累计和新增装机规模（MW）及累计同比



资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

图22：2021年全球新型储能项目应用领域

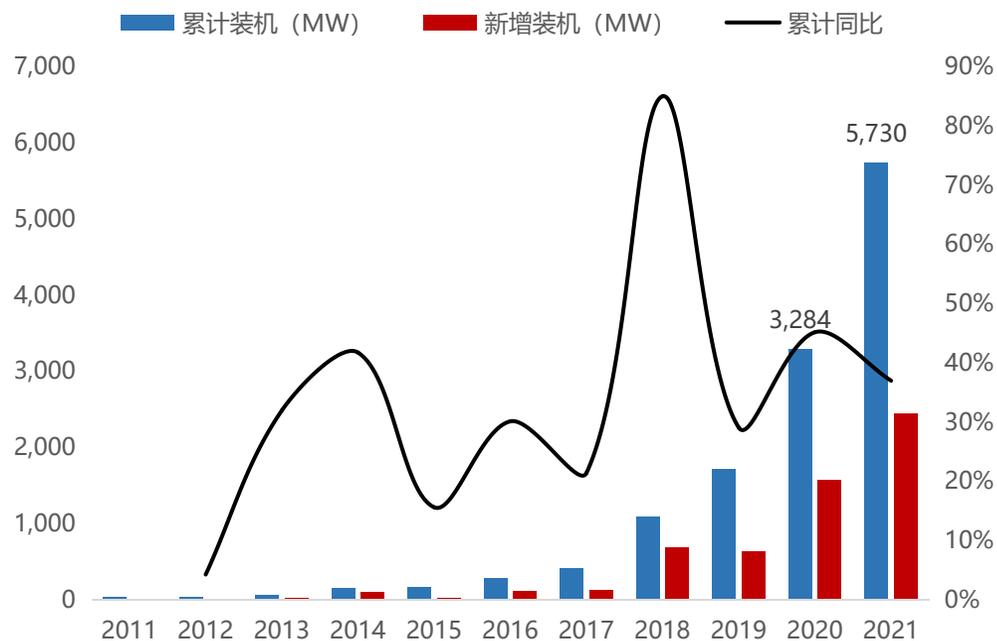


资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

# 发展现状：国内电源侧和电网侧储能比例高，电化学技术主导

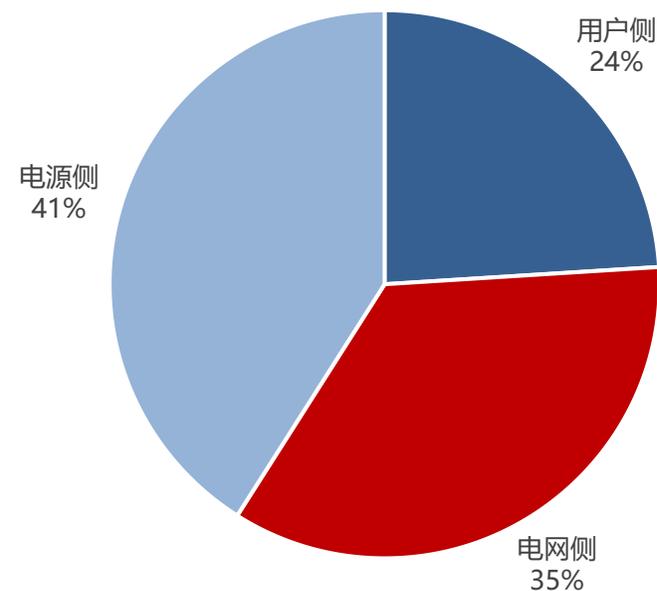
- 截至2021年底，中国新型储能累计装机5.73GW，同比增长74.5%；2021年中国新增装机2.45GW，同比增长56.2%；2013-2021年新增装机年均复合增长率高达84.2%。从应用端来看，中国新型储能项目偏向于电源侧和电网侧，其中电源侧占比最高，约为41%。
- 2021年，新型储能中锂离子电池和压缩空气均有百兆瓦级项目并网运行，特别是后者，在2021年实现了跨越式增长，新增投运规模170MW，接近2020年底累计装机规模的15倍。

图23：中国新型储能累计和新增装机规模（MW）及累计同比



资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

图24：2021年中国新型储能项目应用比例



资料来源：中关村储能技术产业联盟，国信证券经济研究所整理

# 全球新型储能市场发展预测 (2022-2025)

- 我们预测未来几年全球以电化学储能为主的新型储能保持高速增长，2022年海外储能同比增速最高，达到573%。
- 到2025年，国内市场主要通过新能源集中式项目的发电侧配储、电网调峰能力建设等方式，以电化学为主的新型储能装机规模达到182GWh，用电侧工商业和大工业配储电量达到70GWh；海外以欧美澳等光伏装机较多的市场为主，到2025年储能装机规模达到490GWh。

表13: 全球新型储能市场发展预测 (以电化学为主)

GWh	2021	2022	2023	2024	2025
全球新型电力储能累计装机	50.8	106	217	410	741
全球新型电力储能新增装机	10	55	110	193	331
新增装机同比增速		439%	100%	75%	71%
中国新型电力储能累计装机	11.5	30.7	69.1	136.4	251.7
中国新型电力储能新增装机	4.9	19.2	38.4	67.3	115
新增装机同比增速		292%	100%	75%	71%
海外新型电力储能累计装机	39	75	147	273	490
海外新型电力储能新增装机	5	36	72	126	216
新增装机同比增速		573%	100%	75%	71%

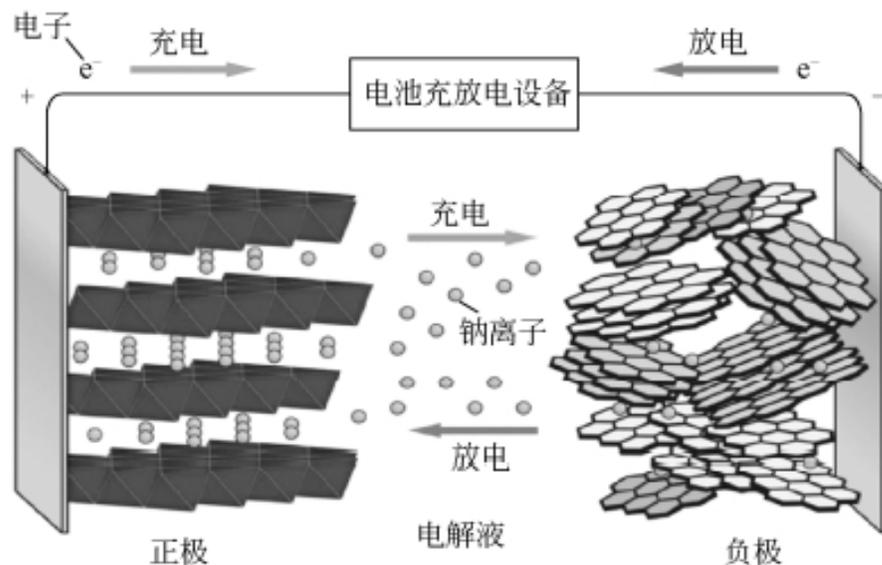
资料来源：装机功率数据来自中关村储能技术产业联盟，储能装机储电量数据（gwh）为国信证券经济研究所估算和预测，该储能预测不考虑不具备负荷侧或者系统调节能力的储能，例如便携式小储能、通信基站备用电源等。

# 第三章：钠离子电池原理及发展趋势

# 钠离子电池工作原理与锂电池一致

- 钠离子电池由来已久，与锂离子电池原理相同。钠离子电池最早由ARMAND团队于20世纪80年代提出，在90年代经过产业化推广得到技术应用。钠离子电池本质是在充放电过程中由钠离子在正负极间嵌入脱出实现电荷转移、而锂离子电池是通过锂离子在正负间移动来进行电荷转移，工作原理实质上相同的。
- 从材料体系来看，除了隔膜以外，其他各材料组分均有明显变化，特别是正极和负极材料变化明显。

图25：钠离子电池工作原理图



资料来源：《钠离子电池正极材料研究进展》，国信证券经济研究所整理

表14：钠离子电池与锂离子电池材料体系对比

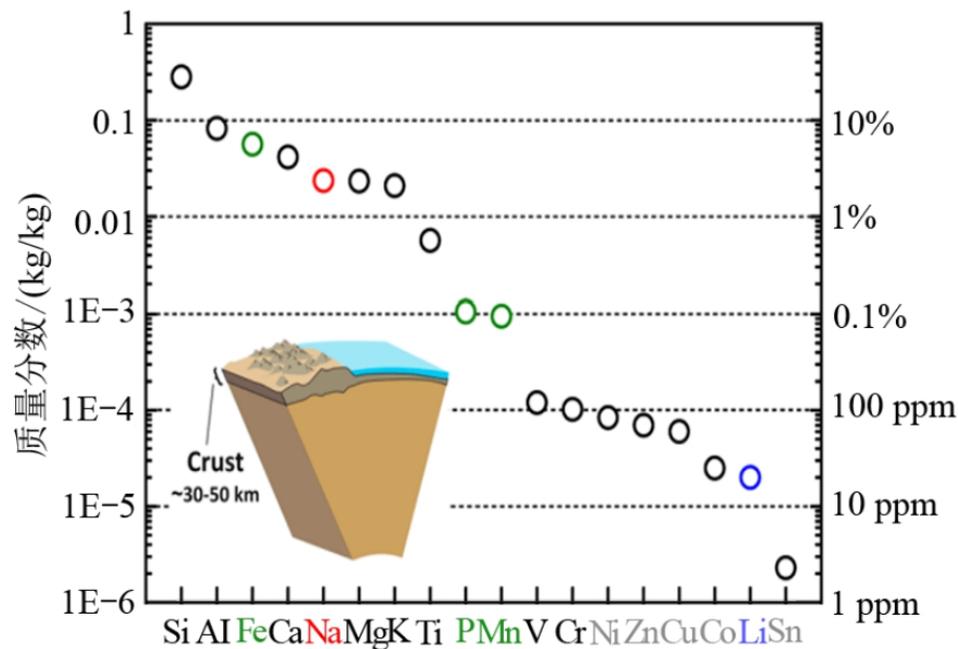
材料与设备	锂离子电池	钠离子电池
正极材料	磷酸铁锂、三元材料等	铁锰铜/镍三元体系、磷酸体系、硫酸体系、普鲁士蓝类化合物等
负极材料	石墨	碳类材料、金属氧化物、磷基材料
电解液	溶质为六氟磷酸锂	溶质为六氟磷酸钠
隔膜	无变化	无变化
集流体	铜箔	铝箔
设备	无变化	无变化

资料来源：：中科海纳官网、《钠离子电池正极材料研究进展》，国信证券经济研究所整理

# 钠离子电池优势：资源丰富

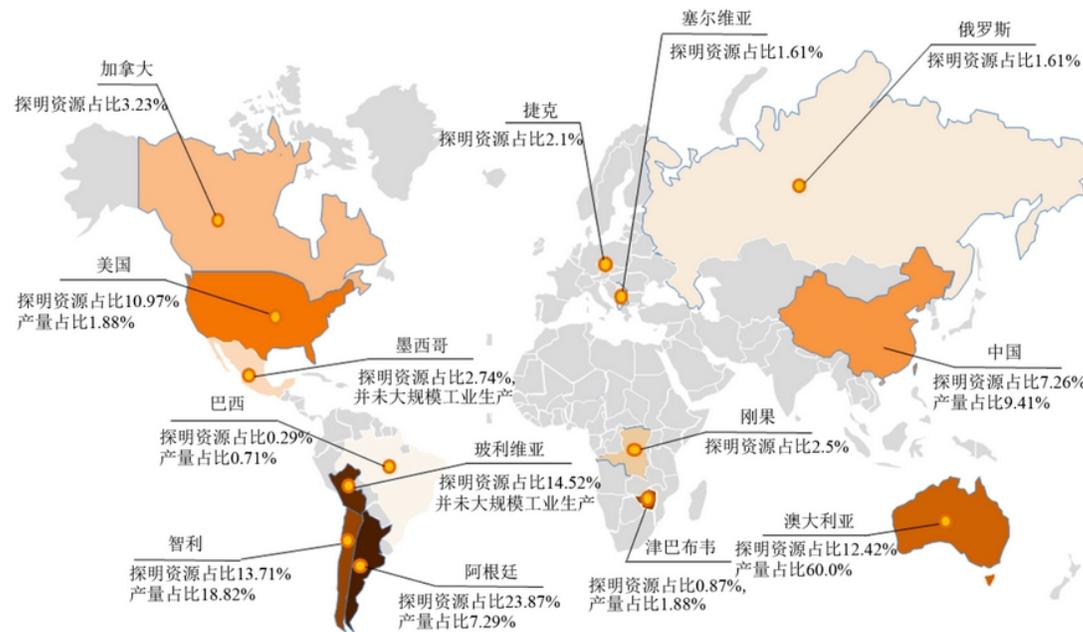
- **钠资源丰富**：钠元素在地壳中丰度为2.3%，位居所有元素第六位，显著高于锂元素的0.0017%。陈立泉院士表示目前全球探明的可供开采的锂资源储量仅能满足14.8亿辆电动汽车，随着全球电动化加快，锂资源短缺压力进一步体现。
- **钠资源分布更均匀**：据美国地质调查局2019年报告显示，南美洲国家阿根廷、智利、玻利维亚三国锂资源储量在全球中占比达到52.10%，中国锂资源储量占比仅为7.26%，资源分布极度不均匀。中国所需60%以上锂原料均需要进口，对外依存度高。钠元素以盐的形式广泛存于陆地与海洋中，获取便捷度高。

图26：地壳中部分元素丰度



资料来源：《钠离子电池标准制定的必要性》，国信证券经济研究所整理

图27：2019年世界主要锂资源国家的探明储量和产量占比

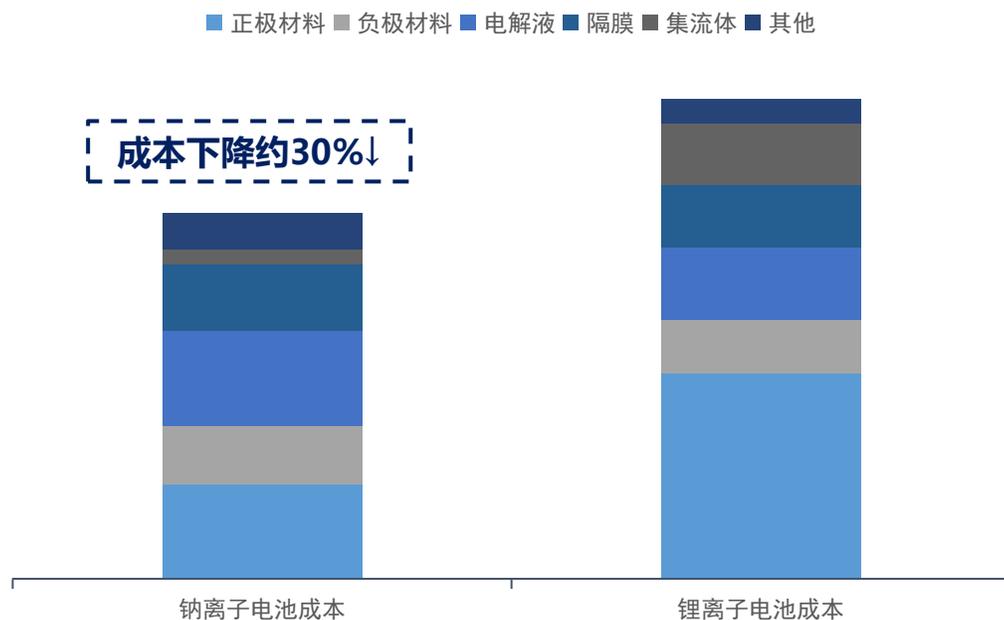


资料来源：《钠离子电池标准制定的必要性》，国信证券经济研究所整理

# 钠离子电池优势：成本低

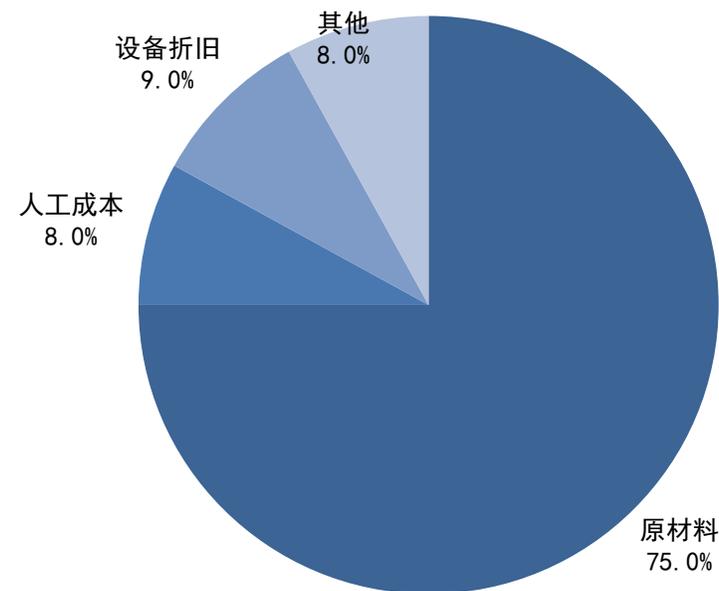
- 钠离子电池成本优势主要体现在：
  - 1) 钠盐替换锂盐。金属钠价格为1.9万元/吨、碳酸钠价格为0.3万元/吨，显著低于金属锂的298万元/吨、碳酸锂的48.4万元/吨，原材料价格更为低廉。
  - 2) 铝箔替换铜箔。假设铜箔价格为11万元/吨、铝箔价格为4万元/吨，假设1GWh锂电池需要622吨铜箔、400吨铝箔，1GWh钠离子电池需要800吨铝箔，那么锂电池单Wh集流体成本为0.084元、钠电池单Wh集流体成本为0.032元，成本下降0.052元/Wh。
  - 3) 石墨负极有望更换为无烟煤降低成本。根据中科海钠数据，钠离子电池材料成本约0.37元/Wh，显著优于磷酸铁锂和三元锂电池体系。

图28：钠离子电池成本和锂离子电池原材料成本对比



资料来源：中科海钠官网，国信证券经济研究所整理

图29：钠离子电池成本分拆



资料来源：《高功率高安全钠离子电池研究及失效分析》，国信证券经济研究所整理

## 钠离子电池具有更为优异的安全性能：

- 钠离子电池内阻高，在电池短路时电路中电流更低，瞬间发热更少。
- 锂的标准电极电位更负，在水溶液里表现更为比钠更容易失电子，因而钠离子电池具有更高的稳定性。
- 钠离子电池经历短路、针刺、挤压等测试后，无起火、无爆炸。锂离子电池存在过放电的问题，会造成铜箔等集流体溶解、电池容量不可逆衰减；而钠离子电池无过放电情况，正极可以放电至0V而不影响后续使用，进而使得电池在储存运输过程中更具安全性。同时，钠电池在热失控时容易钝化失活，因而安全测试表现更优。

表15：锂与钠的物理化学性质对比

	原子序数	原子质量(g/mol)	原子半径(Å)	离子半径(Å)	斯托克斯半径(Å)	标准电极电位	电负性	溶剂化能	第一电离能
锂	3	6.94	1.52	0.76	4.8	-3.04	0.98	208.9	520.2
钠	11	22.99	1.86	1.02	4.6	-2.71	0.93	152.8	495.8

资料来源：《钠离子电池标准制定的必要性》，国信证券经济研究所整理

# 钠离子电池优势：低温性能佳&倍率性能好

- 倍率性能优异：**钠离子溶剂化能低于锂离子，界面离子扩散能力强,且钠离子斯托克斯半径小，相同浓度电解液情况下较锂盐电解液离子电导率更高，快充性能更好。根据宁德时代数据，钠离子电池能够在15min内充电至80%，中科海钠则提出其电池能够在12min内充电至90%，充电速度均明显优于正常状态下锂离子电池30min充电80%的充电速度。
- 低温性能优异：**钠离子离子电导率高，电解液的浓度要求更低，低温时电解液粘度比锂离子电池更低，电池整体性能更为优异。钠离子电池正常工作温度范围在-40°C-80°C，部分产品在-20°C下容量保持率能够达到88%，显著优于磷酸铁锂60-70%左右的容量保持率。

图30：钠离子电池在-40°C到80°C之间能够完全正常工作

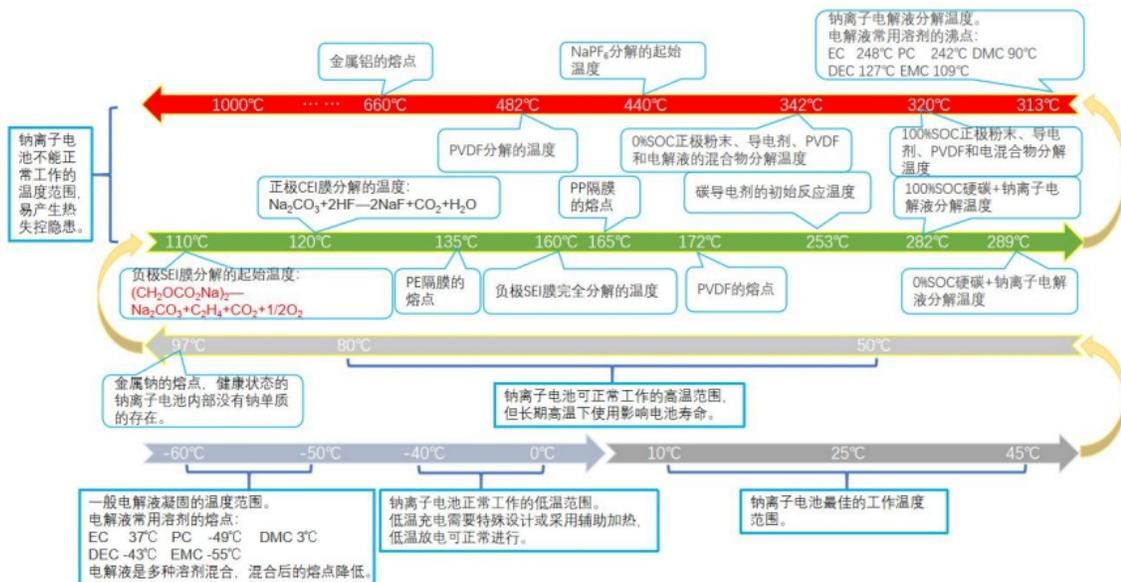
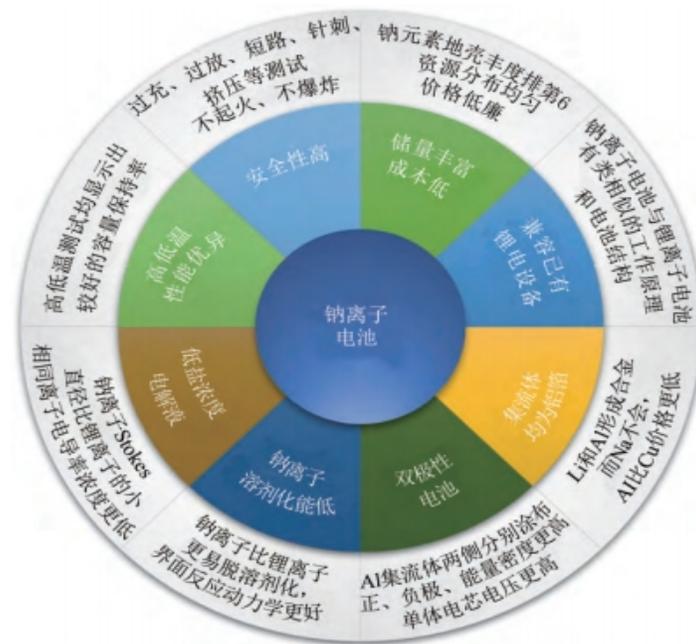


图31：钠离子电池优势



资料来源：《高功率高安全钠离子电池研究及失效分析》，国信证券经济研究所整理

资料来源：《钠离子电池：从基础研究到工程化探索》，国信证券经济研究所整理

# 钠离子电池不足：循环寿命、能量密度尚有改善空间

- **循环寿命**：钠离子电池现在整体循环寿命在2000次左右，比磷酸铁锂电池表现略差，相较于部分用于储能领域的循环寿命超5000次的磷酸铁锂电池而言仍有一定差距。
- **能量密度**：钠创新能源钠离子电芯能量密度超130Wh/kg，立方新能源产品电芯能量密度为140Wh/kg，中科海钠产品能量密度为145Wh/kg，仍有进一步优化的空间；宁德时代最新第二代钠电池设计能量密度可达到200Wh/kg。

表16：不同电池体系性能对比

	铅酸电池	磷酸铁锂电池	钠离子电池（铜基氧化物体系）
电芯质量能量密度（Wh/kg）	30-50	120-180	100-150
循环寿命	300-500	3000+	2000+
工作电压	2.0V	3.2V	3.2V
-20℃容量保持率	<60%	<70%	>88%
耐过放电	差	差	优
安全性	优	优	优
环保特性	差	优	优

资料来源：《钠离子电池：从基础研究到工程化探索》，国信证券经济研究所整理

图32：钠离子电池应用场景

## 储能领域



可再生能源接入



工业储能



基站储能



数据中心

## 动力领域



低速电动车



两轮车

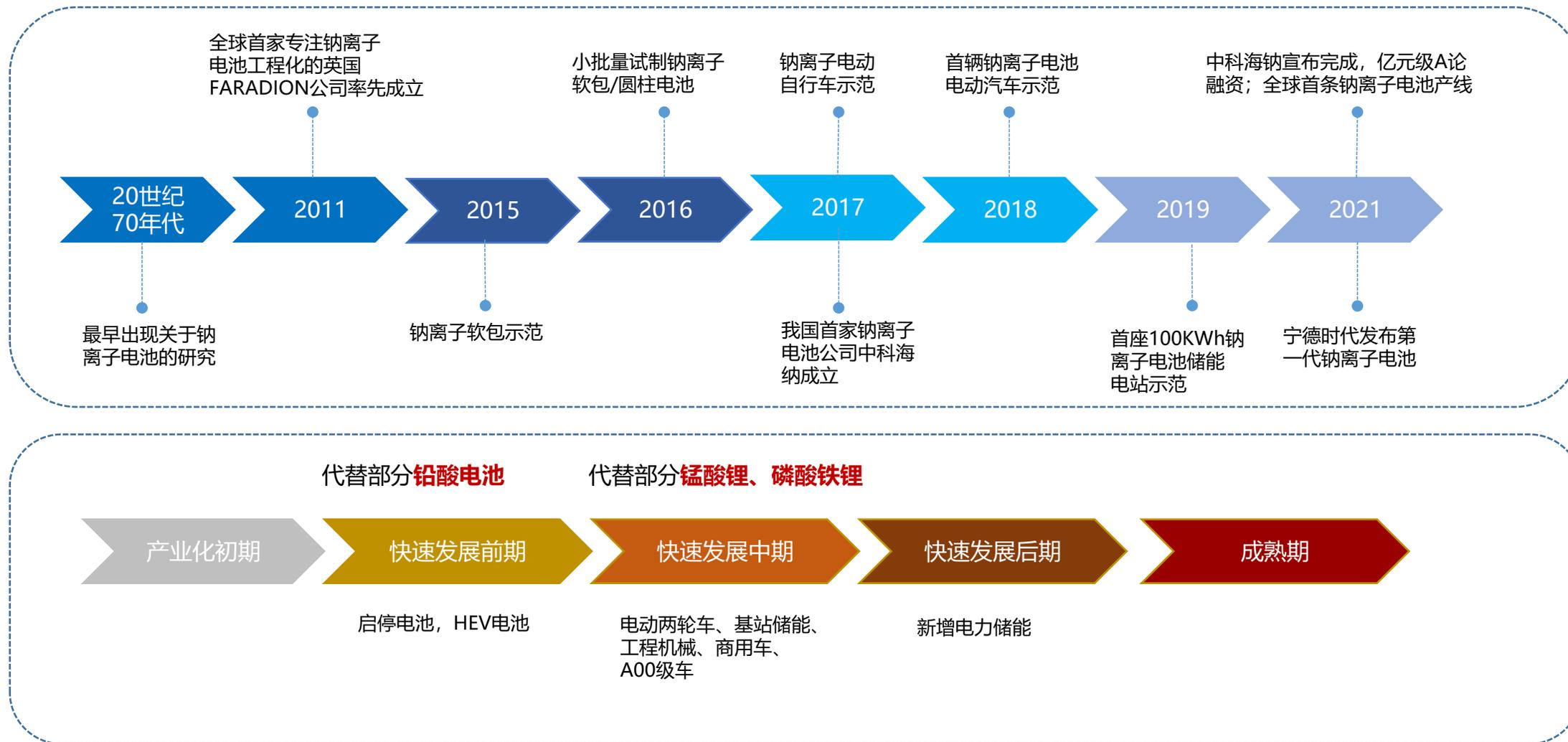


电动船舶



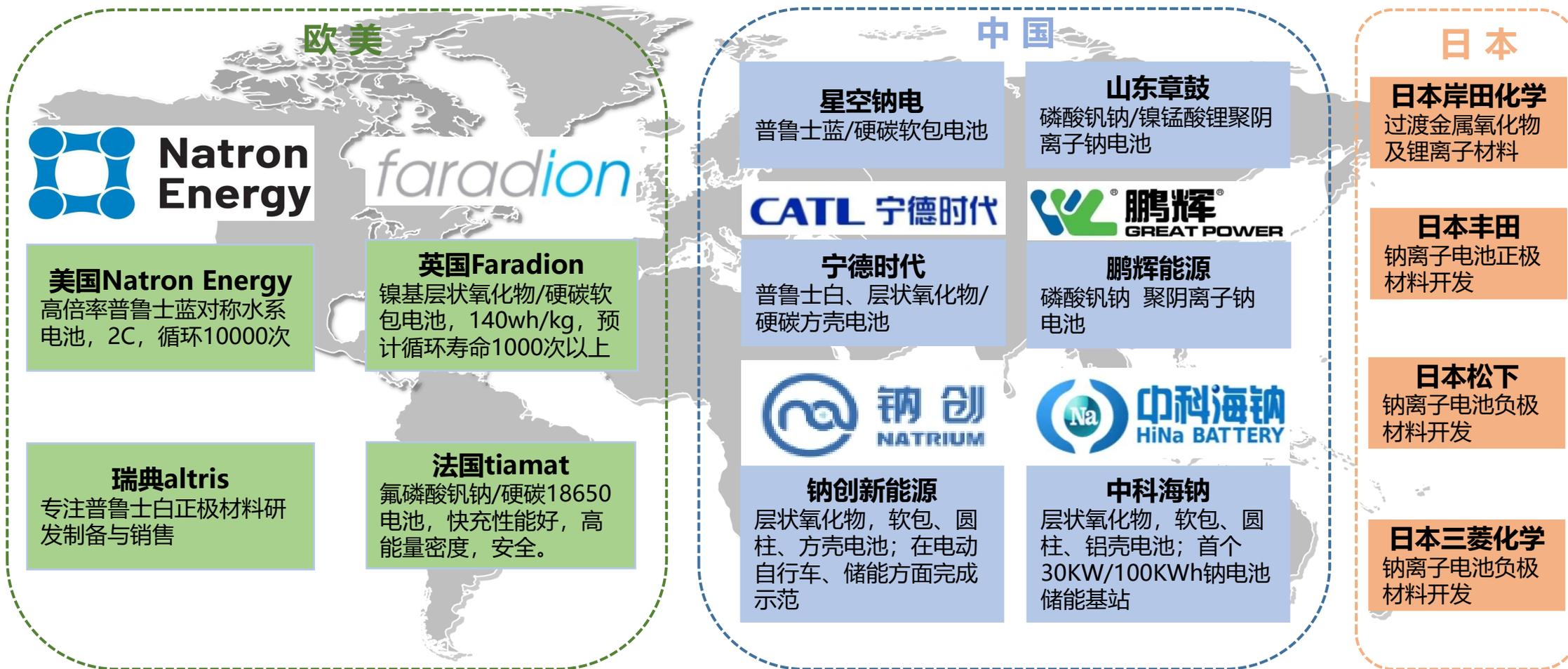
电动大巴

图33：钠离子电池发展历史沿革



资料来源：宁德时代官网，中科海纳官网，国信证券经济研究所整理

图34：钠离子电池产业化发展现状



资料来源：宁德时代、中科海钠、山东章鼓、鹏辉能源等公司官网，国信证券经济研究所整理

图35：国内钠离子电池产业链



资料来源：宁德时代、容百科技、中科海钠、当升科技、天赐材料等公司公告，国信证券经济研究所整理

# 钠离子电池环节主要电池企业

- 国内企业里，中科海钠、立方新能源等企业均已实现量产，宁德时代等企业也在积极推进钠离子电池产业化，蜂巢能源、亿纬锂能、国轩高科、欣旺达、派能科技等传统锂离子电池企业也已具备相关技术布局。国外企业中，英国Faradion起步早、积淀深，美国Natron Energy、瑞典Altris等也在加速推进量产进程。

表17：国内电池企业在钠离子电池领域布局情况

企业名称	钠离子电池产业布局	材料方案	电芯能量密度 (Wh/kg)	倍率性能	低温性能	循环寿命	主营业务	是否上市
宁德时代	2021年7月发布首款钠离子电池，目前已启动钠离子电池产业化布局，预计2023年可以建成基本产业链。2022年1月与容百科技签订协议，积极开发钠离子电池配套材料。	普鲁士白/层状材料+硬碳	>160	15min充电80%以上	-20°C下容量保持率超90%	>3000	锂离子电池	是
中科海钠	公司成立于2017年，由中科院物理所技术孵化而来。公司与三峡能源合作规划5GWh全球首条钠离子电池量产线，其中一期1GWh预计2022年投产。公司与华阳股份旗下新阳清洁能源合作1GWh钠离子电池PACK产能预计于2022年9月投产。公司与华阳股份合资公司（中科海钠持股55%）规划年产2000吨正极+2000吨负极材料项目，已于2022年3月开始试生产，该项目计划在2023年左右扩张至满足10GWh电池材料需求的体量。	铜铁锰氧化物+无定形碳	>145	最高能够达到5C倍率	工作温度在-40°C-80°C	>4500	钠离子电池	2022年4月完成A+轮融资，华为哈勃参与。
钠创新能源	公司成立于2018年，由上海电化学能源器件工程研究中心、浙江医药、上海紫剑化工科技发起，技术带头人为上海交通大学教授。公司2019年建成全球首条吨级铁酸钠基正极材料生产线。2021年6月完成百吨级前驱体和正极材料合作生产基地建设。2021年11月公司拟新建年产8万吨钠离子电池正极材料项目，预计在3-5年内建成投产，其中2022年计划建成3000吨产能。2021年12月公司与浙江医药、中欣氟材、浙江宏达化学进行战略合作建设钠离子电池电解液，2022年预计建成5000吨产能，产能规划与正极产能相配套。	铁基氧化物+硬碳	130-160		工作温度在-40°C-55°C	>4000	钠离子电池正极及前驱体、电解液；钠离子电池	2021年11月完成亿元Pre-A轮融资
星空钠电	公司成立于2018年，以钠离子储能及智能微电网技术为核心推动力，组建了由5位国内外材料领域顶尖院士、9位杰出博导、50位博士精英团队构成的电力储能研究院。2019年1月，公司宣布其世界首条钠离子电池生产线投入运行。2019年获得国网辽宁综合能源有限公司的百亿订单	普鲁士蓝+普鲁士蓝					钠离子电池	2021年底引入战投淮海控股
众钠能源	公司成立于2021年，依托来自苏州大学、南京大学及中科院纳米所等国内6所双一流高校的联席科学家团队的技术。2021年发布硫酸铁钠钠离子电池。2022年公司产品进入中试阶段，计划发布新产品，并进入客户的验证体系；2023年进入量产阶段。公司2022年3月百吨级材料项目投产，2023年电芯产能规划达GWh以上。	硫酸铁钠					钠离子电池	2022年3月完成B轮融资，碧桂园创投独家领投

资料来源：宁德时代官网，中科海钠官网，钠创新能源官网，众钠能源官网，国信证券经济研究所整理

# 钠离子电池环节主要电池企业

表18：国内电池企业在钠离子电池领域布局情况

企业名称	钠离子电池产业布局	材料方案	电芯能量密度 (Wh/kg)	倍率性能	低温性能	循环寿命	主营业务	是否上市
立方新能源	公司成立于2013年，主要从事锂离子电池产品生产设计制造。公司于2016年开始研发钠离子电池体系，当年完成普鲁士蓝类电池制备；2018年完成普鲁士蓝制备并获得相关专利；2018年开发成功了磷酸钒钠体系钠电池；2021年完成了层状氧化物研发，2022年形成吨级量产；2022年4月发布层状氧化物钠电池并进入量产阶段；2022年4月与振华新材达成战略合作。	层状氧化物+硬碳	>140	15min充电80%以上	-20°C下容量保持率超88%	>2000	锂离子电池	已完成B轮融资
贵安能源	公司成立于2017年，主要从事水系钠离子电池的研发和生产。2018年公司建成了年产量20MWh的流水线，2019年实现欧洲户用储能市场MWh销售。2021年，公司中标6MWh水系钠盐电池储能系统-内蒙乌兰察布风光储一体化示范基地示范项目；2022年，中标海外20MWh水系钠盐电池供货合同以及泰国电力皇室工厂60KW/150KWh光储一体化示范项目。公司2021年无锡基地建成，产能新增至100MWh。2022年公司贵州基地一期年产2GWh电池储能材料预计于Q3投产。	普鲁士蓝+钛酸盐				>3500	钠离子电池	2017年软银中国参与A轮融资
山东章鼓	公司参股子公司喀什安德（持股20%）主要生产的产品为46120半固态高压镍锰酸锂电池和80160水系半固态锌离子两种类型的电池。同时公司还在钠离子电池积极推进量产进程。	磷酸钒钠+硬碳			工作温度在-30°C-55°C		鼓风机、通气机、工业泵、电气设备等	是
鹏辉能源	公司钠离子电池已完成小批量试产，计划应用场景为储能、快充模式电动车、中等续航电动车、电单车等。	磷酸盐系+硬碳					锂离子电池	是
欣旺达	公司在钠离子电池补钠的方法、钠离子电池及其制备方法等方面拥有多项专利。						锂离子电池	是
传艺科技	传艺钠电核心技术团队在电池行业具有10年以上工作经验，团队目前有核心科研人员6名，其中研发科研带头人1名、副教授2名、博士4名，硕士储备20多名。公司目前已完成小试阶段的钠离子电池产品各项技术参数与行业内主要头部企业已知的钠离子电池参数及性能处于同一梯队。2023年计划建成2GWh电芯生产线，后续还有8GWh产能规划。		>145		-20°C下容量保持率超88%	>4000	输入类设备和印制电路板（PCB）	是
派能科技	公司已于2021年开发出了第一代钠离子电池产品并完成小试。						储能系统	是
璞钠能源	公司成立于2022年，由超威集团出资设立。公司拟投资1.6亿元在上海建设钠离子电池正极材料中试及电芯实验线项目，计划于2022年7月投产。同时公司规划2024年开始量产钠离子电池。							否
圣阳股份	公司与院士工作站等合作单位联合开发的钠离子电池已通过实验阶段，进入样品测试阶段。						铅酸电池、锂离子电池	是

资料来源：中国专利信息中心，容百科技公告，振华新材公告，国信证券经济研究所整理

表19：国外电池企业在钠离子电池领域布局情况

企业名称	钠离子电池产业布局	材料方案	电芯能量密度 (Wh/kg)	低温性能	循环寿命
美国Natron Energy	公司成立于2012年，旨在提供高安全性、高功率的电池。2020年公司BlueTray 4000钠离子电池首次上市。2021年与Extreme Power Conversion公司合作引入了业界首款钠离子电池不间断电源系统（UPS）。2022年公司与电池生产商Clarios International公司建立战略合作伙伴关系，以利用Clarios在密歇根州的锂离子电池工厂来改产钠离子电池，该项目设计产能为600MWh，预计2023年量产。2022年公司宣布首款获得UL认证的钠离子电池上市，并声称该电池可用于数据中心，电信和关键任务应用。	普鲁士蓝+普鲁士蓝	> 140	工作温度-20°C-40°C	> 25000
英国Faradion	公司成立于2011年，旨在推广钠离子电池技术。2020年公司与印度IPLTech建立新型合作关系，为印度商用车市场生产高能量钠离子电池；2021年公司开始为澳大利亚提供储能用钠离子电池。	层状氧化物+硬碳	> 140	工作温度-20°C-60°C	> 1000
瑞典Altris	2022年公司开始建设年产2000吨钠离子电池正极材料项目，预计2023年初投产。公司计划2023年开始量产钠离子电池，现规划年产能为1GWh。	普鲁士蓝	> 140		
法国Naiades		氟磷酸钒钠+硬碳	> 90		> 4000
法国Tiamat	公司成立于2017年，由法国国家科学研究中心和多所高校联合成立。2020年公司获得法国汽车支持计划资金，用于轻度混合动力48V电池组开发。	氟磷酸钒钠+硬碳	120-135		5000-8000

资料来源：Natron Energy官网，Faradion官网，国信证券经济研究所整理

# 钠离子电池环节主要正极企业

- 钠离子电池正极材料布局方面，容百科技已具备初步量产能力，振华新材已开始进行相关产能建设，当升科技、格林美、广东邦普等均具有相关专利布局，并且积极推进产业化进程。

表20：正极材料企业在钠离子电池正极领域布局情况

企业名称	钠离子电池产业布局	钠离子电池技术或专利布局	主营业务
容百科技	公司2022年7月发布四款正极材料，三款为层状氧化物、一款为普鲁士白。公司普鲁士白正极年产能6000吨，层状氧化物规划2022年底开发完成，2023年二季度达到3.6万吨产能，全年实现万吨级出货2025年钠离子正极材料规划产能达到60万吨，预计出货10万吨。	公司在层状氧化物、普鲁士白或其他体系领域具有深厚布局。现有专利布局涵盖普鲁士类正极材料制备和极片制备研究。	锂电池三元正极材料
当升科技	2022年7月发布层状正极材料产品，预计2023-2024年量产。	公司组建了专门研发团队开展钠离子电池等新型电池体系关键材料的研发。	锂电池三元正极材料、钴酸锂材料
厦钨新能	公司钠离子电池材料进入送样测试阶段	公司与国外客户合作，提升钠离子电池材料的倍率和低温性能。	锂电池三元正极材料、钴酸锂材料
振华新材	2022年6月公司发布定增预案，拟建设年产10万吨正极材料项目，兼容中镍、高镍、钠离子电池材料生产。公司的钠离子电池正极材料已得到部分下游客户的认可，目前处于送样阶段。	公司研发的钠离子电池正极材料具有高压实密度、高容量、低pH值和低游离钠的特性。	锂电池三元正极材料
格林美	公司产品与多家下游客户正在认证。	公司从2019年开始启动钠离子电池材料的技术攻关，现有专利布局涵盖普鲁士类正极、层状氧化物正极材料制备及改性研究。	锂电池前驱体材料，锂电池回收
广东邦普		公司现有专利布局涉及锰基层状氧化物、普鲁士蓝类化合物、磷酸铁钠、磷酸钒钠等材料制备研究。	锂电池材料，锂电池回收
川恒股份		公司工程技术研究院组建了磷酸铁钠电池研发团队。	磷化工产品
湖北万润		公司现有专利布局涵盖铁基复合磷酸盐制备研究。	锂电池磷酸铁锂正极
帕瓦股份		公司已完成钠离子电池层状正极前驱体材料研发工作。	锂电池三元正极前驱体

资料来源：中国专利信息中心，容百科技公告，振华新材公告，国信证券经济研究所整理

# 负极材料主要企业及研发进展

- 负极材料布局方面，中科海钠以无烟煤作为前驱体制备软碳材料，宁德时代开发出了具有独特孔隙结构的硬碳材料，贝特瑞目前能量产硬碳、软碳材料；璞泰来、翔丰华目前正在推进中试工作、
- 日本方面，吴羽已经能够量产硬碳材料，日本三菱及日本松下同样从事钠电池负极材料的研发和生产工作。

表21：国内钠离子电池负极生产企业及主要进展

企业名称	主要进展
中科海钠	2021年12月，与华阳股份发起钠离子电池和正负极材料的生产线建设，公司提出无烟煤作为前驱体制备低成本软碳负极材料，并研制出容量大于400 mAh/g兼顾高首效的碳负极材料；
贝特瑞	2009年起研究和布局硬碳，无定型碳等负极材料，目前能量产硬碳、软碳，目前用于数码产品、电动大巴
宁德时代	宁德时代开发了具有独特孔隙结构的硬碳材料。
璞泰来	积极推进硬碳等新产品的中试及量产
杉杉股份	硬碳与石墨复合使用，提高动力电池低温倍率性能，正在进行中试
翔丰华	硬碳与石墨复合使用，进入中试阶段
中科星城	公司在硬碳研发已经布局相关专利
日本吴羽	2013年起开始生产硬碳材料
日本三菱	从事钠离子电池负极材料研发生产
日本松下	从事钠离子电池负极材料研发生产

资料来源：中科海钠、贝特瑞、宁德时代、璞泰来、杉杉股份、翔丰华、中科电气公司公告，国信证券经济研究所整理

# 电解液主要企业及研发进展

- 电解液方面布局方面，钠创新能源目前已有5000吨电解液投产，预计未来3-5年内会建设配套8万吨正极材料的电解液产线；多氟多目前已有千吨六氟磷酸钠生产能力，同时NaFSI已经研发成功；
- 天赐材料、新宙邦、石大胜华、永太科技目前正在推进中。

表22：国内电解液生产企业及主要进展

企业名称	主要进展
纳创新能源	2022年5000吨钠电池电解液投产，预计未来3-5年会建设配套8万吨正极材料的电解液产线。
天赐材料	已有六氟磷酸钠量产技术
多氟多	目前具备年产千吨六氟磷酸钠生产能力，NaFSI研发成功
新宙邦	公司钠离子电池电解液目前处于样品阶段
石大胜华	目前拥有钠电池溶剂PC（碳酸丙烯酯）产能
永太科技	目前正在推进六氟磷酸钠、双氟磺酰亚胺钠等项目

资料来源：天赐材料、多氟多、新宙邦、石大胜华、永太科技等公司公告，国信证券经济研究所整理

- 我们看好钠离子电池行业未来发展，推荐钠电池及材料布局前瞻的企业：
  - 1) 电池企业：宁德时代；
  - 2) 材料企业：当升科技、容百科技、厦钨新能、璞泰来、天赐材料。

表23：重点公司盈利预测与估值（2022年7月21日）

公司 代码	公司 名称	投资 评级	收盘价	EPS				PE				PB 2021
				2020	2021	2022E	2023E	2020	2021	2022E	2023E	
300750	宁德时代	增持	526.00	2.29	6.53	9.29	15.59	229.9	80.6	56.6	33.7	15.19
300073	当升科技	买入	111.12	0.76	2.15	4.84	6.19	146.2	51.6	23.0	17.9	5.96
688005	容百科技	买入	154.69	0.47	2.02	4.65	7.21	327.5	76.6	33.3	21.5	12.85
688778	厦钨新能	买入	163.01	1.00	2.21	3.44	4.98	163.7	73.8	47.4	32.8	10.98
002709	天赐材料	买入	57.48	0.28	1.15	2.76	3.08	207.6	50.1	20.8	18.7	15.46
603659	璞泰来	增持	79.06	0.48	1.26	2.03	3.02	164.7	62.9	38.9	26.2	10.49
002812	恩捷股份	增持	222.16	1.25	3.05	5.44	7.92	177.7	73.0	40.8	28.0	14.39
300438	鹏辉能源	无评级	82.65	0.13	0.42	1.27	1.93	635.8	196.8	65.1	42.8	7.98

资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理与测算，注：表中未评级股票业绩预测为Wind一致预期

# 风险提示

---

- 储能产业化进展不及预期
- 下游需求不及预期
- 钠离子电池产品竞争加剧

国信证券投资评级		
类别	级别	定义
股票投资评级	买入	预计6个月内，股价表现优于市场指数20%以上
	增持	预计6个月内，股价表现优于市场指数10%-20%之间
	中性	预计6个月内，股价表现介于市场指数±10%之间
	卖出	预计6个月内，股价表现弱于市场指数10%以上
行业投资评级	超配	预计6个月内，行业指数表现优于市场指数10%以上
	中性	预计6个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
	低配	预计6个月内，行业指数表现弱于市场指数10%以上

## 分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

## 重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

## 证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。



国信证券

GUOSEN SECURITIES

## 国信证券经济研究所

---

### 深圳

深圳市福田区福华一路125号国信金融大厦36层

邮编：518046 总机：0755-82130833

### 上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

### 北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032