



信达证券
CINDA SECURITIES

Research and
Development Center

硅基负极材料应用有望加速

2022 年 06 月 30 日

证券研究报告

行业专题研究

电力设备与新能源

投资评级 看好

上次评级 看好

武浩 电力设备与新能源行业首席分析师

执业编号: S1500520090001

联系电话: 010-83326711

邮箱: wuhao@cindasc.com

张鹏 电力设备与新能源行业分析师

执业编号: S1500522020001

联系电话: 18373169614

邮箱: zhangpeng1@cindasc.com

信达证券股份有限公司

CINDA SECURITIES CO., LTD

北京市西城区闹市口大街9号院1号楼

邮编: 100031

硅基负极材料应用有望迎来加速

2022年6月30日

本期核心观点

- **硅基负极是未来发展方向。**随着新能源汽车的蓬勃发展,核心部件动力电池对高能量密度的需求越来越高。近年来电池能量密度的提升主要靠电池结构创新,但在当前电池生产工艺下,通过结构创新难以进一步提升能量密度。材料体系的升级未来仍有较大空间。正极比容量不断提升对负极比容量提出了更高的要求,硅基负极相比石墨负极具有更高的比容量,有望成为理想的下一代负极。
- **硅碳负极和硅氧负极是硅基负极的主要技术路线。**体积膨胀率高和导电率差的本征缺陷限制了硅基负极的商业化应用,为此需要从抑制体积膨胀、稳定SEI膜、增强导电性三方面综合考虑来提升硅基负极性能。硅碳负极和硅氧负极结合了碳材料的高导电率、稳定性及硅材料的高容量且工艺相对成熟,成为硅基负极的主要技术路线。
- **动力接棒消费,硅基负极未来市场空间巨大。**硅基负极最早应用于电动工具和消费领域,根据GGII统计,我国硅基负极出货量由2015年的0.03万吨增长至2020年的0.6万吨,年复合增速达到了82%。近年特斯拉、蔚来、广汽、奔驰等都表示最新车型使用含硅电池,动力电池的需求爆发将逐渐打开硅基负极的市场空间。我们预计硅基负极材料比例将逐年提升,2025年将达23.1万吨。
- **4680大圆柱和快充技术有望加速硅基负极的应用。**4680大圆柱电池的封装形式对硅基负极的体积膨胀容忍度更高,随着特斯拉、宝马、保时捷等车企对大圆柱电池的市场需求增长,将有效帮助硅基负极的普及。电池无热扩散技术可以带动高镍、快充等电池的应用加速,高倍率充放电下石墨负极容易析锂,影响电池安全,掺硅的石墨负极可以有效改善析锂问题,提高倍率性能。
- **负极企业纷纷布局硅基材料,杉杉股份硅氧负极优势明显。**国内负极龙头杉杉股份和贝特瑞在硅基负极布局较早,产品最为成熟,且已实现并批量出货。此外,石大胜华,硅宝科技、杰瑞股份等公司扩产力度也较大。杉杉股份已经完成第二代硅氧产品的量产,率先实现在消费和电动工具领域的规模化应用,动力领域已通过了全球优质动力客户的产品认证,有望迎来规模放量。
- **风险因素:**疫情导致产业链需求不及预期风险;技术路线变化风险;原材料价格波动风险;市场竞争加剧风险等。

一、硅基负极是未来发展方向

随着新能源汽车的蓬勃发展，作为核心部件的动力电池在满足长寿命、高安全、低成本的前提下，对高能量密度的需求越来越高。2021 年 12 月 10 日，工信部对《锂离子电池行业规范条件》和《锂离子电池行业规范公告管理暂行办法》进行了修订，推出了 2021 年版本。新版本将“能量型电池能量密度 $\geq 180\text{Wh/kg}$ ，电池组能量密度 $\geq 120\text{Wh/kg}$ 。循环寿命 ≥ 1000 次且容量保持率 $\geq 80\%$ 。”调整为“使用三元材料能量型单体电池能量密度 $\geq 210\text{Wh/kg}$ ，电池组能量密度 $\geq 150\text{Wh/kg}$ ；其他能量型单体电池能量密度 $\geq 160\text{Wh/kg}$ ，电池能量密度 $\geq 115\text{Wh/kg}$ 。”此外，《中国制造 2025》明确 2025 年动力电池能量密度达到 400Wh/kg 的发展规划，因此开发具有安全、低成本、良好稳定性、高性能、高容量等优点的锂离子电池至关重要。

近年来电池能量密度的提升主要靠电池结构创新，材料体系的升级未来仍有较大空间。电池结构创新原理是通过减少电池包中非活性组分的比例，提升电池的能量密度，如宁德时代的 CTP 高效成组技术，通过高集成结构设计，提升电池包体积利用率，从第一代 CTP 到最新的第三代麒麟电池，电池包体积利用率从 55% 提升到 72%。三元体系的麒麟电池系统能量密度可达 255Wh/kg ，磷酸铁锂体系可达 160Wh/kg 。然而当前电池生产工艺下，非活性组分已经降到很低，能量密度难以进一步提升，因此新型电极材料的升级开发是后续在能量密度上实现突破的关键。

图 1：锂离子电池正极材料发展历程

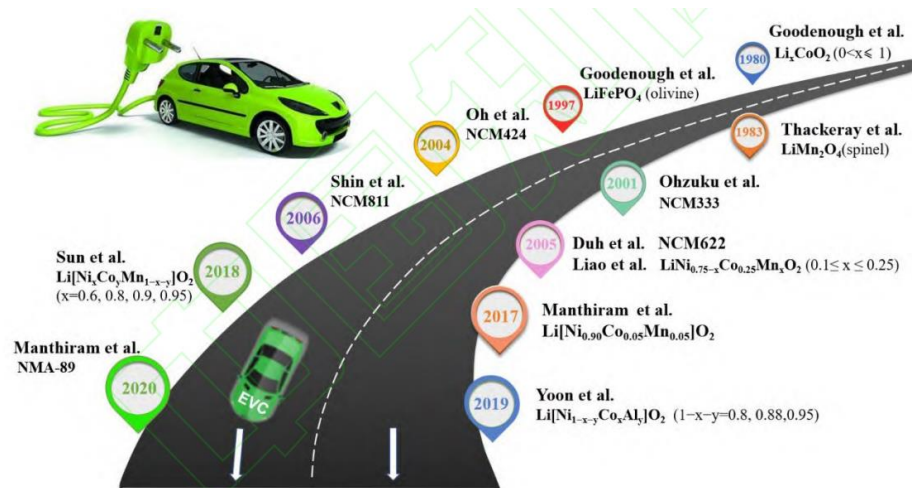
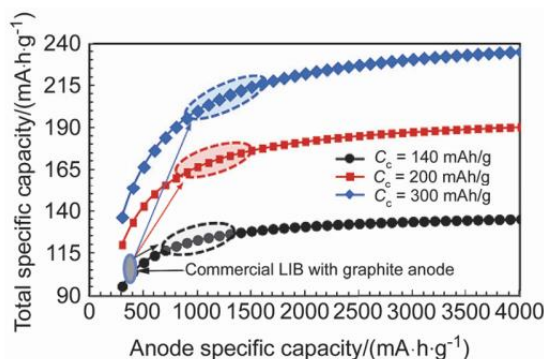


图 1 锂离子电池正极材料发展历程

资料来源：《高镍三元层状锂离子电池正极材料：研究进展、挑战及改善策略》，信达证券研发中心

正极比容量的提升对负极比容量提出了更高的要求。以往的正极是限制电池能量密度提升的主要瓶颈，因此一直以来针对正极的升级开发层出不穷，从最早的锰酸锂（约 120mAh/g ）到现在的三元材料（约 210mAh/g ），正极比容量不断提升。正极比容量的提升对负极比容量提出了更高的要求，目前商用石墨负极的实际比容量在 $360\text{--}365\text{mAh/g}$ ，已十分逼近其理论比容量 372mAh/g ，因此，开发比容量更高的负极材料正当其时。

图 2：正负极比容量与全电池的比容量的关系图



资料来源：《Si_石墨复合负极材料的制备方法研究进展》，信达证券研发中心

硅基负极相比石墨负极具有比容量高的优势。硅基负极的比容量最高可达 4200mAh/g，是碳基负极的 10 倍以上，是目前已知比容量最高的负极材料，高理论比容量（4200mAh/g）、较低的脱锂电位（0.4V），以及极高的储量（地壳中储量排第二）使得硅基材料被视为理想的下一代负极材料。随着高镍三元材料 NCM811、NCA 的放量，硅基负极搭配高镍三元体系有望成为未来高端电动车的标配。同时由于硅基负极能够提高电芯能量密度，相同能量下可以降低电池包整体重量，便于整车设计，提高整车的操纵性和底盘强度。

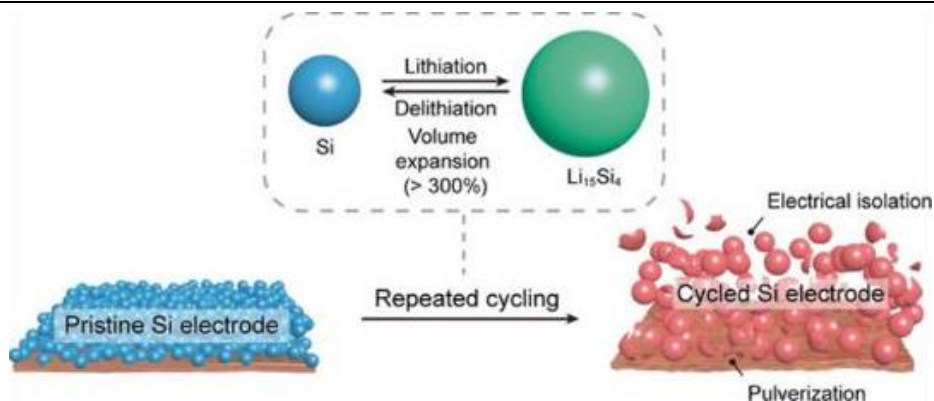
表 1：石墨负极与硅基负极对比

类型	天然石墨负极材料	人造石墨负极材料	硅基负极材料
理论容量	340-370mAh/g	310-360mAh/g	400-4000mAh/g（目前可达到水平）
首次效率	>93%	>93%	>77%
循环寿命	一般	较好	较差
安全性	较好	较好	一般
倍率性	一般	一般	较好
成本	较低	较低	较高
优点	能量密度高、加工性能好	膨胀低，循环性能好	能量密度高
缺点	电解液相容性较差、膨胀较大	能量密度低、加工性能差	膨胀大、首次效率低、循环性能差

资料来源：贝特瑞募集说明书，信达证券研发中心

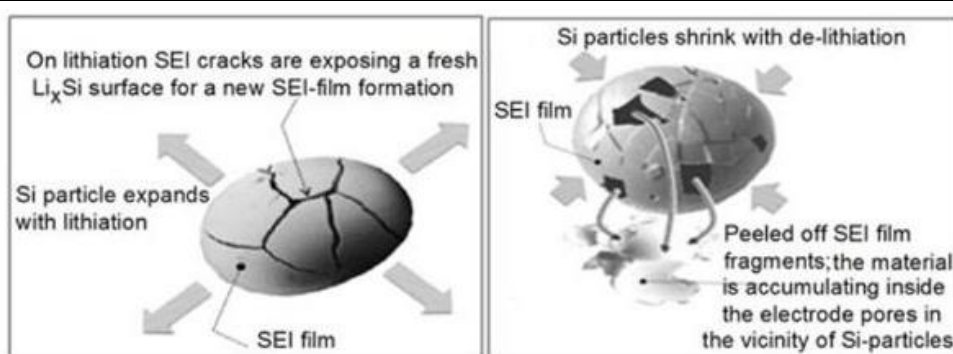
硅存在体积膨胀率高和导电率差的本征缺陷。硅在嵌锂过程中体积膨胀率可达 300%（碳基材料体积膨胀率只有 16%），膨胀产生的较大应力致使硅负极粉化破碎脱离集流体，导致容量衰减，同时膨胀效应也会导致 SEI 膜不断破碎与形成，加速容量的衰减，导致库仑效率降低。硅基负极的初始库仑效率通常为 65%-85%，远低于商业化应用的石墨负极（90%-94%），硅基负极的后续库仑效率通常为 98%-99.7%，仍需改进至适用于商业化的 99.9%。此外，硅是一种半导体材料，其本征导电性较差（ $<10^{-3}\text{S/cm}$, 25℃），影响锂离子和电子的传输速度，从而其倍率性能和循环性能较差。

图 3：硅电极失效机制



资料来源：《锂离子电池硅基复合材料的制备与电化学性能研究》，信达证券研发中心

图 4：硅锂化过程中 SEI 膜形成、破坏、重排



资料来源：《锂离子电池硅基复合材料的制备与电化学性能研究》，信达证券研发中心

为解决硅基负极库伦效率低、倍率性能和循环性能差等问题，需要从抑制体膨胀，稳定 SEI 膜，增强导电性三方面综合考虑来提升硅负极性能。目前研究人员采取的策略有：进行纳米化工程以减少 Si 的机械破裂；构建多孔结构以缓解电极膨胀；复合缓解应力的缓冲基质；预锂化改性；控制粘结剂以适当连接分离的颗粒；开发新电解质以适应硅基负极的发展需求等。然而诸如纳米化等材料合成加工工艺成本高昂，商业化应用需要在性能和成本之间进行权衡，因此高难度的生产工艺和产品批量制备能力是进入硅基负极材料领域的主要门槛。

硅碳复合材料与硅氧复合材料是硅基负极的主要技术路线。将 Si 与基体材料进行复合得到硅基复合材料，一方面可以缓解硅的体积膨胀效应，同时提供导电性，可以充分发挥硅材料高容量特性。根据分散基体的不同，硅基负极材料主要有 SiO、硅碳复合负极材料及硅基合金负极材料三大类，其中，硅碳负极（Si/C）和硅氧负极（SiO/C）结合了碳材料的高电导率、稳定性及硅材料的高容量优点且工艺相对成熟，成为了引领锂离子电池负极材料行业发展的方向。硅基合金负极材料相对碳负极材料克容量提升效果明显，但是因为其工艺难度高、生产成本低，且首次充放电效率较低，目前尚未大规模使用。

表 2：三类硅基负极材料优劣对比

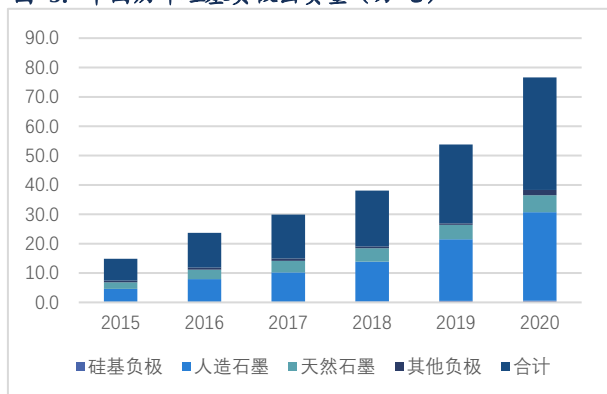
主要种类	优势	劣势
硅氧负极	A、可逆容量高，达 1700-1800mAh/g，接近理论容 B、循环性能和倍率性能相对于其他硅基负极材料好	A、首次库伦效率低（71.4%），无法单独使用，需要预锂化处理 B、SiO 工艺复杂，生产成本非常高
硅碳负极	A、克容量高 B、首次充放电效率高 C、工艺相对于其他硅基负极材料较为成熟	A、大批量生产电化学性能优异的产品难度较高 B、循环性能和库伦效率有待提高 C、电极膨胀率较高
硅基合金负极	体积能量密度高	A、工艺难度大、成本高 B、首次充放电效率低 C、循环性能较差

资料来源：凯金能源公告，信达证券研发中心

二、硅基负极材料未来空间大

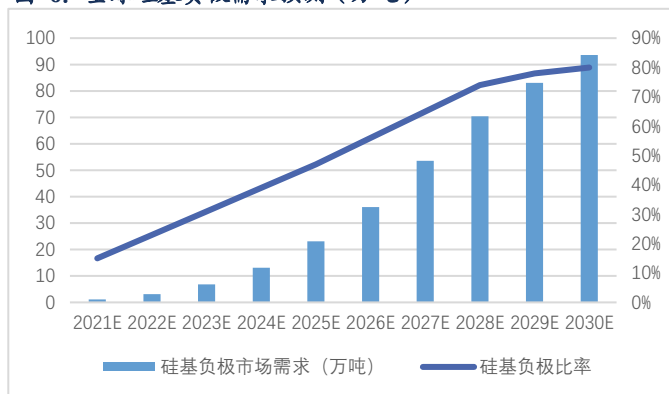
高端动力电池需求带动下，硅基负极市场需求将快速提升。根据 GGII 统计，我国硅基负极出货量由 2015 年的 0.03 万吨增长至 2020 年的 0.6 万吨，年复合增速达到了 82%，已达到稳定批量生产状态。鉴于目前应用硅基负极的主要为 4680 大圆柱电池以及长续航快充车型，硅基负极搭配能量密度较高的高镍三元正极优势更加突出，因此我们主要统计高镍三元锂电池对硅基负极的需求。我们预计硅基负极掺杂比例将逐年提升，硅基负极需求 2025 年将达 23.1 万吨。

图 5：中国历年硅基负极出货量（万吨）



资料来源：GGII，信达证券研发中心

图 6：全球硅基负极需求预测（万吨）



资料来源：信达证券研发中心

表 3：全球硅基负极需求测算

	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球动力电池（Gwh）	305	508	698	917	1178	1411	1673	1911	2150	2373
三元占比	60.0%	56.4%	56.4%	56.4%	56.3%	56.3%	56.0%	55.3%	55.0%	54.8%
全球三元装机（Gwh）	183	287	393	517	663	795	938	1057	1183	1300
高镍三元占比	40%	47%	56%	65%	74%	81%	88%	90%	90%	90%
高镍三元电池需求（Gwh）	73	135	220	336	491	644	825	952	1065	1170
负极材料需求量（万吨）	7	13	22	34	49	64	83	95	107	117
硅基负极比率	15%	23%	31%	39%	47%	56%	65%	74%	78%	80%
硅基负极市场需求（万吨）	1.1	3.1	6.8	13.1	23.1	36.1	53.6	70.4	83.1	93.6
同比增速	83%	183%	120%	92%	76%	56%	49%	31%	18%	13%

资料来源：信达证券研发中心

三、硅基负极材料有望加速应用

1）动力电池领域硅基负极有望加速应用

硅基负极应用领域加速开拓。消费领域在 2013 年已有硅基负极的应用实例，此后小米率先开启手机领域硅基负极的应用，华为也有硅基负极相关专利储备。动力领域，特斯拉最早搭载了松下生产的含硅负极圆柱电池，智己汽车 22 年 1 月首次提出使用“掺硅补锂”技术实现电池单体 300Wh/kg 的能量密度，并且电动车能实现 1000km 的续航里程。同时，蔚来、广汽埃安、奔驰等也都表示最新车型使用了含硅负极的电池。动力电池的需求爆发逐渐打开硅基负极的市场空间。

表 4：硅基负极下游应用情况

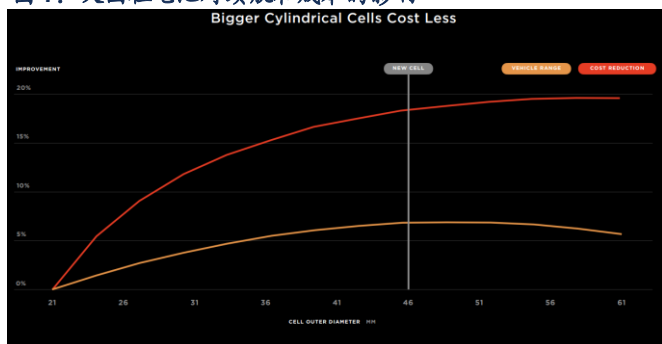
应用领域	公司名称	应用情况
消费领域		
	空客 Airbus	2013 年, Zephyr 太阳能飞机搭载了 Amprius 开发的硅基负极——硅纳米线负极
	飞毛腿	2017 年与 Amprius 合作开发“超原电”系列硅负极大容量 iPhone 内置电池
	小米	2019.09, 小米概念机 MIX Alpha 采用硅碳负极材料
	小米	2021.03, 小米 11 Ultra 通过掺硅补锂方式搭载第二代硅氧负极材料
	华为	2021.02, 公开“硅碳复合材料及其制备方法和锂离子电池”发明专利
动力领域		
	特斯拉	2015 年, Model S 采用松下供应的含硅负极圆柱电池
	特斯拉	2020 年, 电池日宣布未来负极材料技术将围绕硅基负极研发, 使用高弹性材料抑制硅膨胀, 在硅表面用覆膜材料, 实现续航提升和成本下降
	智己汽车	智己 LS7 采用掺硅补锂技术, 可实现单体 300Wh/kg 能量密度, 最大续航里程可能会接近 1000 公里。
	蔚来	蔚来首款中大型纯电动轿车 ET7 将搭载使用“无机预锂化硅碳负极”的 150kWh 固态电池, 续航里程有望突破 1000 公里。
	广汽	广汽埃安 AION LX Plus 配备了埃安的“海绵硅负极片电池”, 电池电芯能量密度能够达到 280 Wh/kg, NEDC 续航里程达 1008km。
	戴姆勒	2025 年, 奔驰将在 G-Class 车型中采用新一代高能量密度硅基负极电池, 能量密度比目前石墨负极电池高 20%-40%。该电池由宁德时代提供, 负极材料来自美国加州初创公司 Sila Nano。
	国轩高科	今年年初, 国轩高科首次推出采用“高克容量硅负极材料和先进的预锂化技术”的磷酸铁锂电池新品, 能量密度达 210Wh/kg。

资料来源：信达证券研发中心整理

2) 4680 有望推动硅基负极的发展

大圆柱电池可以较好匹配高镍三元和硅基负极。圆柱是锂离子电池最开始的封装形式, 具有成熟度和自动化程度高的特点, 同时圆柱电池因为受力更加均匀分散, 入壳比能达到 98% 以上, 比方形电池等的大。大圆柱电池受力均匀、自动化程度高的特点能够有效缓解高镍三元热稳定性弱、易产气的劣势。对于硅基负极材料, 其膨胀性较高限制了以往的大规模普及, 而 4680 的封装形式对体积膨胀的容忍度更高, 可以有效帮助硅碳负极的普及。

2022 年是大圆柱电池量产元年。特斯拉于 2020 年率先推出 4680 大圆柱电池, 并于 2022 年上半年开始装车, 此后国内外电池企业纷纷开始布局大圆柱电池, 积极布局相关技术研发, 加速推进产品量产下线。除特斯拉外, 宝马、保时捷、江淮、东风岚图等车企也相继释放出明确的使用大圆柱电池的信号。随着配套大圆柱电池的电动车型数量和销量增多, 主机厂对大圆柱电池的市场需求大幅增长, 将带动大圆柱电池产业链快速发展。

图 7：大圆柱电池对续航和成本的影响


资料来源：特斯拉电池日材料，信达证券研发中心

图 8：特斯拉 4680 电池


资料来源：特斯拉电池日材料，信达证券研发中心

图 9：亿纬锂能大圆柱电池性能


资料来源：亿纬动力公众号，信达证券研发中心

图 10：大圆柱电池的高效率制造


资料来源：亿纬动力公众号，信达证券研发中心

表 5：国内外电池企业 4680 进展

企业	进展
特斯拉	1) 2022 年 1 月 19 日，特斯拉宣布已经生产了 100 万颗 4680 电池。2) 首批搭载 4680 电池的 Model Y 车型预计将于 2022 年开始交付。3) 特斯拉计划 4680 电池的年产量将在 2022 年达到 100GWh。
亿纬锂能	1) 2021 年 4 月份，公司大圆柱电池亮相；2) 2021 年 11 月，公司与荆门高新区管委会签订《合同书》，涉及建设 20GWh 乘用车用大圆柱电池生产线。
松下	2022 年 2 月，松下宣布将在 2023 财年开始为特斯拉量产 4680 电池。日经新闻报道称，松下计划向日本和歌山工厂投资 800 亿日元（约合 7 亿美元），预计年产能能为 10GWh，约占松下产能的 20%，足够为约 15 万辆电动汽车供能。
三星 SDI	三星 SDI 将计划 23 年于马来西亚投资量产 4680 线，量产的目标产能约为 8-12GWh。
LG	22 年 6 月，LG 新能源宣布将投资 5800 亿韩元用于设立 4680 电池产线，年产能 9GWh，该产线预计将于 2023 年下半年投产

资料来源：信达证券研发中心整理

3) 快充时代来临，促进硅基负极应用

新能源车快充加速应用，高倍率快充与高电压平台加速渗透。当前新能源车快充性能可通过增加充放电倍率、提升整车电压平台等级、以及两者兼用获得，从目前已量产及拟量产车型看，包括保时捷 Taycan 以及现代起亚 IQNIQ5 已将其电压平台提升至 800V，快充倍率提升至 2C 及以上，哪吒和特斯拉超充等也实现 2C 以上快充倍率。

当前快充车型逐步迎来放量：（1）21 年 8 月 30 日，广汽埃安发布了超倍速电池技术和全球充电功率最高的 A480 超充电桩，在这两项黑科技的加持下，以充电 5 分钟，行驶 207 公里的成绩创下了“电动汽车最快充电技术”的 WRCA 世界纪录认证。（2）2021 年 11 月 19 日广州车展上，小鹏第四款车型 G9 正式亮相，这是国内首款基于 800V 高压 SiC 平台的量产

车，最大充电功率可达 480kW。基于 800V 电气平台和 600 A 的大电流，G9 可实现 5 分钟补能 200km。

表 6：当前部分快充新能源汽车信息

品牌	车型	量产发布时间	充电电压	续航里程/KM	快充倍率/C
哪吒	哪吒 S	2022	750V	800	2.4
现代起亚	IQNIQ5	2021	800V	550	2.3
特斯拉	V3 超级快充桩		480V		2.0
保时捷	Taycan	2019	800V	407/412/414/450	2.0
奥迪	e-tron GT quartto	2021	800V	487	2
	RS e-tron GT	2021	800V	472	2
奔驰	EQS	2021	400V	770	1.4
	EQA	2021	400V	486	1.4
比亚迪	汉-EV	2020	570V	506/550/605	1.2
红旗	E-HS9	2020		460/510	1.2
北汽	ARCFOX αT		340V	400	1.2
大众	ID.6 X	2021	408V	588	1.2
沃尔沃	XC40 RECHARGE	2020	400V	420	1.2
通用	雪佛兰-畅巡	2020	350V	410	1.2
	别克-微蓝 6	2021		410	1.2

资料来源：各品牌官网，信达证券研发中心 注：快充倍率为根据公开信息计算，可能与实际情况有所出入

电池无热扩散技术可以带动高镍、快充等电池的应用加速。2020 年 9 月，宁德时代率先在 811 产品上实现了无热扩散，宁德时代首席科学家吴凯预计 1000km 更高比能的无热扩散技术也将会在 2023 年实现量产。欣旺达、广汽、长城等其余企业也陆续在 2021 年发布无热扩散技术，未来高镍、快充电池的渗透率有望提升。

宁德时代麒麟电池发布，4C 快充有望逐步落地。宁德时代在 22 年 6 月 23 日发布了第三代 CTP 技术麒麟电池，电池体积利用率 72%，相比第一代 CTP 的 55%大幅提升。麒麟电池有望实现 4C 快充，针对快充带来的热量堆积，麒麟电池首创电芯大冷却技术，将电芯控温时间缩短至原来的一半，更高效地维持电芯安全、适宜的工作温度，从而适应更大电流，更高电压的快充。可以实现 10 min 快充至电量 80%。同时在极端情况时，电芯可急速降温，有效阻隔电芯间的异常热量传导，并有效避免电池非正常工作温度造成的不可逆损伤。同时产业界快充技术逐步落地，巨湾掌握的 XFC 电池技术，最高充电倍率达到了 6C 水平，0-80% 充电仅需 8 分钟，已提前超过欧美发达国家制定的标准。随着未来快充电池等的逐步铺开，快充有望步入新时代。

图 11：宁德时代麒麟电池



资料来源：宁德时代公众号，信达证券研发中心

图 12：宁德时代 CTP 3.0 麒麟电池



资料来源：宁德时代公众号，信达证券研发中心

负极材料是实现快充的关键所在，析锂等副反应问题会影响电池安全。大量研究表明，正极材料对锂电池的快充影响不大，而负极材料对其影响较大。如果负极的嵌锂空间不足、锂离子嵌入负极阻力太大、锂离子过快从正极脱嵌但无法快速等量嵌入负极，还存在锂离子在负极上沉积为锂金属、而非嵌入负极的析锂反应。析出锂会导致锂金属开始垂直于极片生长，形成锂枝晶，枝晶刺破隔膜与正极接触，产生内短路使电池快速产热，导致热失控。电流密度越大、工作温度越低，析锂反应越容易发生。**硅基负极可有效改善普通石墨负极的析锂问题。**硅基负极的对锂电位高于普通的石墨电极，掺杂硅的石墨负极可以有效提高石墨负极的工作电位，进而缓解析锂问题。

4) 负极产业链企业纷纷布局硅基材料

负极产业链企业纷纷布局硅基材料。国内负极龙头杉杉股份和贝特瑞在硅基负极布局较早，产品最为成熟，目前已实现量产并批量供货，22 年皆有 4 万吨/年的硅基负极项目投建。石大胜华、硅宝科技、杰瑞股份等公司后来居上，目前虽普遍处于中试阶段，但扩产力度不小，纷纷响应硅基负极下游火热需求。

表 7：硅基负极扩产情况

公司	扩产情况	投资强度
杉杉股份	目前公司有硅基负极产能 1000 吨/年，22 年投资建设 4 万吨/年硅基负极项目，一期 1 万吨/年将于 22 年底开工，建设周期 12 个月。	12.5 亿元/万吨
贝特瑞	目前公司有硅基负极产能 3000 吨/年，22 年扩建产能 2000 吨/年，22 年投资建设 4 万吨/年硅基负极项目，一期 1.5 万吨/年将于 23 年底投产。	12.5 亿元/万吨
石大胜华	2021 年 12 月 28 日投资建设 2 万吨/年硅基负极项目，预计 2023 年 12 月建成投产。2022 年 5 月 5 日投资建设 3 万吨/年硅基负极项目，预计 2024 年 4 月建成投产。	3.7 亿元/万吨
硅宝科技	2021 年 11 月 10 日建设 1 万吨/年锂电池用硅碳负极材料。	5.6 亿元/万吨
杰瑞股份	2021 年 11 月 30 日成立合资公司投建一期硅基复合负极 6000 吨，二期硅基复合负极 12000 吨。预计今年年底建成一期项目。	1.39 亿元/万吨

资料来源：各公司公告，信达证券研发中心

杉杉股份硅氧负极优势明显，其性能和产业化水平行业领先。1) 技术进展：公司突破硅基负极材料前驱体批量化合成核心技术，已经完成了第二代硅氧产品的量产，正在进行第三代硅氧产品和新一代硅碳产品的研发。2) 产品供货：公司高容量硅基负极 2017 年实现量产并

供货，2018 年开始给宁德时代供货测试，并在日、韩拥有硅基负极国际专利。公司的硅氧产品已率先实现在消费和电动工具领域的规模化市场应用，21 年硅氧负极实现百吨出货。动力领域已通过了全球优质动力客户的产品认证，有望迎来规模放量。

表 8：各负极厂家产品性能对比

企业	类别	产品型号	粒径 D50 (μm)	比表面积 (m ² /g)	振实密度 (g/cm ³)	比容量 (mAh/g)	首次效率 (%)
杉杉股份	硅氧负极	GS45	12.0±2.0	≤3.0	≥1.0	≥450	90.5±1.0
		GS50	12.0±2.0	≤3.0	≥1.0	≥500	90.0±1.0
		GS60	12.0±2.0	≤3.0	≥1.0	≥600	88.5±1.0
	硅碳负极	SG43	10-15	≤3.0	0.9-1.1	≥430	93.5±1
		SG45	10-15	≤3.0	0.9-1.1	≥450	92.5±1
		SG50	10-15	≤3.0	0.9-1.1	≥500	91.5±1
贝特瑞	硅系复合材料	S400	15.0-19.0	1.0-4.0	0.8-1.0	400-499	92-94
		S500	15.0-19.0	1.0-4.0	0.8-1.0	500-599	90-92
		S600	15.0-19.0	1.0-4.0	0.8-1.0	600-650	89-90
	氧化亚硅复合材料	S420-2A	16.0±2.0	<2.0	0.9±0.1	≥420	92.5±1.0
		S450-2A	15.0±2.0	<2.0	0.9±0.1	≥450	91.5±1.0
		S500-2A	15.0±2.0	<2.0	0.9±0.1	≥500	90.0 ±1.0
翔丰华	硅碳负极	SCX-1	12-17			450-460	
	硅氧负极	XS1	14-18			420-430	
凯金能源		KY05	15.0±2.0	1.3±0.7	1.10±0.05	435±10	92±1
		KY07	15.0±2.0	1.3±0.7	1.10±0.05	460±10	91±1
		KY10	15.0±2.0	1.3±0.7	1.10±0.05	500±10	90±1

资料来源：各公司官网，信达证券研发中心

四、风险因素

疫情导致产业链需求不及预期风险；技术路线变化风险；原材料价格波动风险；市场竞争加剧风险；国际贸易风险等。

研究团队简介

武浩，新能源与电力设备行业首席分析师，中央财经大学金融硕士，曾任东兴证券基金业务部研究员，2020 年加入信达证券研发中心，负责电力设备新能源行业研究。

张鹏，新能源与电力设备行业分析师，中南大学电池专业硕士，曾任财信证券资管投资部投资经理助理，2022 年加入信达证券研发中心，负责电力设备新能源行业研究。

机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiuyue@cindasc.com
华北区销售总监	陈明真	15601850398	chenmingzhen@cindasc.com
华北区销售副总监	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北区销售	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华北区销售	陆禹舟	17687659919	luyuzhou@cindasc.com
华北区销售	魏冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华北区销售	樊荣	15501091225	fanrong@cindasc.com
华北区销售	章嘉婕	13693249509	zhangjiajie@cindasc.com
华东区销售总监	杨兴	13718803208	yangxing@cindasc.com
华东区销售副总监	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东区销售	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东区销售	李若琳	13122616887	liruolin@cindasc.com
华东区销售	朱尧	18702173656	zhuyao@cindasc.com
华东区销售	戴剑箫	13524484975	daijianxiao@cindasc.com
华东区销售	方威	18721118359	fangwei@cindasc.com
华东区销售	俞晓	18717938223	yuxiao@cindasc.com
华东区销售	李贤哲	15026867872	lixianzhe@cindasc.com
华东区销售	孙僮	18610826885	suntong@cindasc.com
华东区销售	贾力	15957705777	jiali@cindasc.com
华南区销售总监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南区销售副总监	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南区销售副总监	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南区销售	刘韵	13620005606	liuyun@cindasc.com
华南区销售	许锦川	13699765009	xujinchuan@cindasc.com
华南区销售	胡洁颖	13794480158	hujieying@cindasc.com

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明,本人具有证券投资咨询执业资格,并在中国证券业协会注册登记为证券分析师,以勤勉的职业态度,独立、客观地出具本报告;本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点;本人薪酬的任何组成部分不曾与,不与,也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司(以下简称“信达证券”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品,为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考,双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户,并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通,对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制,但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断,本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动,涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期,或因使用不同假设和标准,采用不同观点和分析方法,致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告,对此信达证券可不发出特别通知。

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,也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况,若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考,并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下,信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易,并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意,任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告,则由该机构独自为此发送行为负责,信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权,私自转载或者转发本报告,所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数:沪深 300 指数 (以下简称基准); 时间段:报告发布之日起 6 个月内。	买入: 股价相对强于基准 20% 以上;	看好: 行业指数超越基准;
	增持: 股价相对强于基准 5%~20%;	中性: 行业指数与基准基本持平;
	持有: 股价相对基准波动在±5%之间;	看淡: 行业指数弱于基准。
	卖出: 股价相对弱于基准 5% 以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能,也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售,投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估,并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求,必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下,信达证券不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任,投资者需自行承担风险。