

快充专题报告--- 高压快充大势所趋，多环节有望受益

分析师：杨 睿 SAC NO: S1120520050003

分析师：李唯嘉 SAC NO: S1120520070008

研究助理：哈成宸 邮箱：hacc@hx168.com.cn

2023年11月3日

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

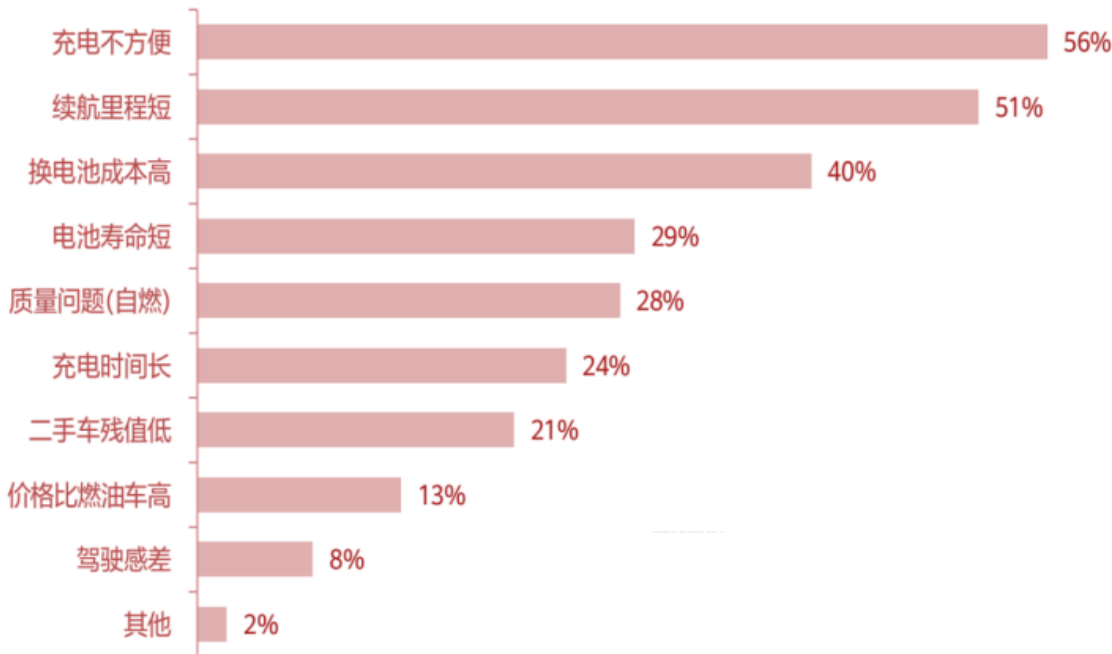
- **充电问题仍是核心痛点，快充技术有望迎来机遇。**充电问题是新能源汽车核心痛点之一，快充技术的普及有望缓解新能源车用户的补能焦虑。目前，高电压快充路线已成为主流趋势，包括比亚迪、问界、小鹏、理想、广汽埃安等国内车企以及奥迪、奔驰、大众、现代等海外车企在内的众多知名厂商已积极布局高压快充车型。此外，在国家以及地方层面的政策支持、行业技术标准的持续完善等因素的推动下，高压快充技术应用规模有望持续扩大。
- **快充技术有望推动多环节受益，产业链布局积极推进。**电动汽车高压架构的应用下，电池及电池材料、电机电控、充电桩等也有望随之技术更新升级。目前，各环节已均有多家主流厂商进行快充产品应用布局/产能规划，部分厂商的快充产品已实现批量供货。未来，随着高压快充技术的应用规模进一步扩大，产业链多环节有望迎来广阔机遇。
- **投资建议：**我们认为，快充技术的普及有望推动以下产业链环节受益：
 - ✓ 1) 电池及材料端：动力电池是实现快充的关键之一，看好积极布局快充技术、量产进度领先的电池厂商。此外，快充技术有望带来负极、电解液、导电剂等多个环节材料升级，1) 看好快充产品批量应用进度领先的负极材料企业；2) LIFSI有望改善电池倍率性能，看好积极布局LIFSI产能的材料企业；3) 碳纳米管相较传统导电剂具备更优导电性能，看好碳纳米管导电剂产能布局领先的企业。
 - ✓ 2) 整车零件端：高压快充平台架构推动电驱系统、车载电源等重要整车零部件升级，功率器件作为该类零部件的核心有望随之升级；其中，碳化硅器件相较硅基IGBT具备多重优势，能够有效满足高压平台需求，看好高电压/碳化硅整车零部件研发布局以及供货进展领先的企业。
 - ✓ 3) 充电设施端：充电模块、充电枪等是充电桩的核心零部件。伴随液冷超充等快充技术的加速发展和持续落地应用的趋势之下，核心部件将获得需求量和价值量的双升，技术、产品具备领先优势的充电桩零部件供应商有望受益。
- **受益标的：**宁德时代、永贵电器、璞泰来、天赐材料、天奈科技、中科电气、杉杉股份、汇川技术、英搏尔、威迈斯等。
- **风险提示：**新能源汽车销量不及预期；高压快充技术推广不及预期；充电设施建设不及预期；政策变化风险；技术路径变化风险等。

01 充电问题仍是核心痛点，快充技术有望迎来机遇

➤ 充电不便、充电慢仍是新能源汽车痛点，加快快充桩建设逐步成为共识。

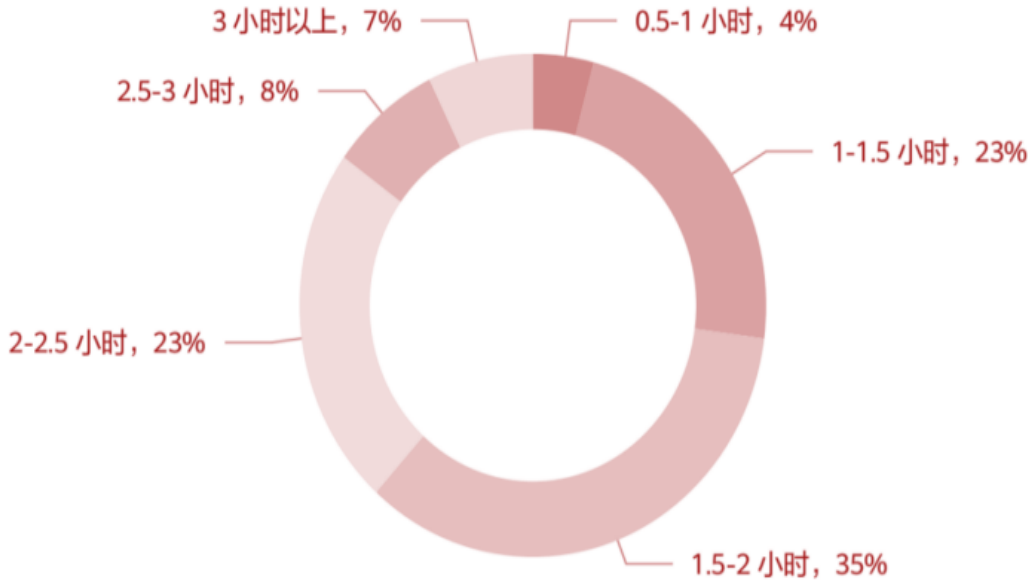
- ✓ 随着国家购车补贴政策的逐步退出，新能源汽车发展由政策驱动逐步向市场驱动转变，用户对新能源汽车功能、性价比等要求也在不断提升。未来如何解决用户购车过程中遇到的问题，进而提升新能源汽车的用车体验，成为下一阶段新能源汽车的重要发展方向。
- ✓ 据《中国高压快充产业发展报告（2023-2025）》，影响电动汽车购买的因素涵盖充电、电池寿命、安全性等多个方面，其中充电问题是影响用户选择电动汽车的核心障碍。当前电动汽车平均充电时长普遍在1小时及以上，且匹配快充需求的直流充电桩数量不足，无法满足用户快速补能需求。因此，加大充电桩规模建设并提升快充桩比例正逐步成为业界共识。

图：充电便利性不足是影响用户选择电动汽车的核心障碍



资料来源：《中国高压快充产业发展报告(2023-2025)》，华西证券研究所

图：充电时间在1h以内的充电桩占比不足4%



资料来源：《中国高压快充产业发展报告(2023-2025)》，华西证券研究所

1.2 快充主流路线为高电压，国内外车企积极布局

➤ 高电压快充路线成为主流

- ✓ 据《纯电动汽车高电压快充平台技术趋势》，充电速度的提升意味着充电功率的提升，充电功率则由充电电压乘以充电电流决定（ $P=UI$ ）；目前，行业内大多采用高电压路线以实现车端快速补能。
- ✓ 据联合电子公众号，目前主流新能源整车高压电气系统电压范围一般为230V-450V，统称为400V系统；快充应用下，整车高压电气系统电压范围提升到550-930V，可统称为800V系统。继2019年保时捷推出了全球首款搭载800V高压平台的量产车型Taycan后，包括比亚迪、小鹏、理想、现代、奥迪、奔驰、大众等国内外知名车企均已推出或即将推出搭载高压平台的车型。

图：国内外多款車型搭载高压平台

品牌	车型	上市时间	充电系统电压（V）	快充性能
保时捷	Taycan	2019发布	800V	23min/5%-80%SOC
杰尼塞斯	GV60	2021发布	800V	18min/10%-80%SOC
Lucid Motors	Lucid Air	2021	900V	15min/400km
现代	IONIQ5	2021	800V	5min/100km
广汽埃安	Aion V Plus	2021	800V	5min/200km
长城	长城机甲龙	2021发布	800V	10min/401km； 15min/545km
东风岚图		2021发布	800V	10min/400km
小鹏	G9	2022	800V	5min/200km
路特斯	Eletre	2022	800V	5min/150km
极狐	阿尔法S全新HI版	2023	800V	10min/近200km； 15min/30%-80%SOC
小鹏	G6	2023	800V	5min/200km
阿维塔	阿维塔11	2023	750V	15min/30%-80%SOC； 25min/10%-80%SOC
合创	v09	2023	800V	10min/400km
理想	MEGA	2023	800V	9.5min/400km
比亚迪	宋L	2023	800V	5min/150km
智己	LS6	2023	800V	15min/0%-80%SOC
问界	m9	2023	800V	7.5min/250km;7.5min/30%-80%SOC
广汽埃安	hyper GT	2023	800V	15min/450km
奥迪	e-tron GT	2023	800V	5min/100km； 22.5min/5%-80%SOC
奔驰	CLA	2025	800V	30min/0%-80%SOC
大众	Trinity	2026	800V	

资料来源：公开资料整理，华西证券研究所

- “快充为主、慢充为辅”政策引领，技术标准持续完善。
- ✓ 政策层面，2021年11月，国家发改委发布《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》，规划提出“加快形成适度超前、快充为主、慢充为辅的高速公路和城乡公共充电网络”。此外，北京、重庆等地也陆续出台有关快充桩以及大功率充电桩的相关政策。
 - ✓ 技术标准层面，相关部门积极推进充电标准的制定，以此适应新能源汽车高压化、大功率充电等发展需求，进一步提升充电连接装置产品的适用性和规范性。

表：快充相关政策和技术标准（不完全统计）

	名称	内容
政策	《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》	加快形成适度超前、快充为主、慢充为辅的高速公路和城乡公共充电网络。
	《关于进一步提升电动汽车充电基础设施服务保障能力的实施意见》	加快制定各省高速公路快充网络分阶段覆盖方案。力争到2025年，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域的高速公路服务区快充站覆盖率不低于80%，其他地区不低于60%。
	《“十四五”时期北京市新能源汽车充换电设施发展规划》	到“十四五”时期末，中心城区社会公用桩快慢充比例不低于2：1，其他地区社会公用桩快慢充比例不低于1：2。
	《关于重庆市2023年度充换电基础设施财政补贴政策的通知（征求意见稿）》	1.在中心城区和中心城区以外地区新建并投运，且平均单枪功率（充电模块功率/充电枪数量，下同）不低于80千瓦的公共快充桩，按照充电模块功率，分别给予150元/千瓦、200元/千瓦的一次性建设补贴； 2.在市内高速公路服务区、3A级（含）以上景区新建并投运，且平均单枪功率不低于90千瓦的公共快充桩，按照充电模块功率，给予300元/千瓦的一次性建设补贴； 3.在市内新建并投运单枪功率不低于350千瓦的大功率充电桩，按照充电模块功率，给予350元/千瓦的一次性建设补贴。
技术标准	《GB/T18487.1 电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求》	直流额定最大电压推荐值增加了1000V与1250V。以满足未来新能源汽车高压化发展需求。
	《T/CSAE 178-2021 车载高压连接器系统技术要求》	提出将车载高压连接器引入标准，通过标准研究推进新能源汽车、充电系统高压化协同发展
	《电动汽车传导充电用连接装置 第4部分：大功率直流充电接口》	本标准规定了电动汽车传导式大功率直流充电连接装置的构成、接口功能与布置、结构尺寸、技术要求、试验方法、标识等，适用于电动汽车传导式大功率直流充电用的充电连接装置，其直流额定电压不超过1500V(DC)，最大电流不超过600A（DC）。
	ChaoJi充电国家标准	ChaoJi是一套包括充电连接组件、控制及导引电路、通信协议、充电系统安全、热管理等完整的传导充电系统解决方案，适应大中、小功率充电，满足家用及各类公共充电场景，在机械安全、电气安全、电击防护、防火及热安全设计上全面优化，能与现有国际四大直流充电系统实现兼容。与现有的各接口系统相比，ChaoJi充电系统在向前和向后兼容性、增强充电安全性、提升充电功率、提升用户体验以及国际认可度等方面具有突出的优势。

资料来源：政府官网，中电联电动交通与储能分会公众号，《中国高压快充产业发展报告(2023-2025)》，华西证券研究所

02 快充技术引领电池变革，材料体系有望持续完善

2.1

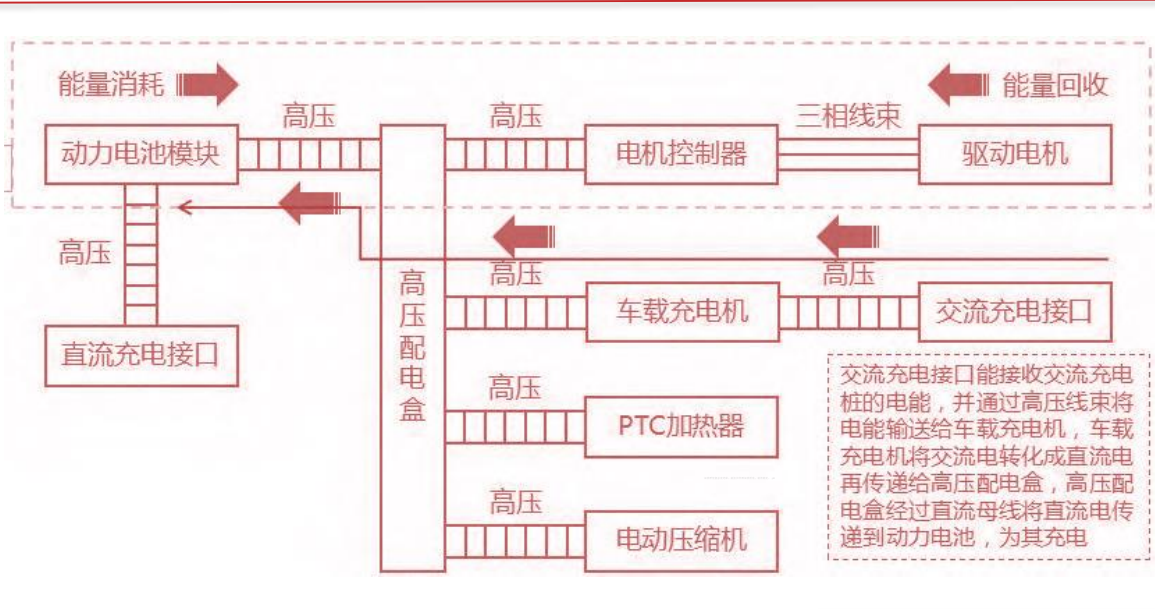
高压架构带动零件升级，电池成本增量最为显著

- 高压架构推动多系统升级，电池占成本增量比例过半。
- ✓

由于现有技术大多采用高压快充路线，因此这里着重探讨高压架构会给整车各系统带来的变动。目前，电动汽车的整体架构主要包括三电系统（电池、电机、电控）、小三电系统（OBC、DC-DC变换器、PDU）等。其中，电机、电控以及减速器等部件也可合并称为电驱系统，OBC（车载充电机）和DC-DC转换器也可统称为车载电源。
- ✓

电压平台升级将带来系统终端价值量提升。电动汽车高压架构的应用下，电池、电机电控、OBC、DC-DC转换器等多个部件也随之更新升级。据《中国高压快充产业发展报告(2023-2025)》，以较为成熟的2C和采用150kW前驱动系统为例，若将450V电压平台更换为950V电压平台，单车零件成本合计增加约6500元；其中，电芯单车成本增加3500元，占成本增量比例过半；电机电控/OBC+DCDC成本分别增加2000/800元，和电芯一起构成高压平台升级的主要成本增量来源。

图：纯电动汽车高压架构



资料来源：《纯电动汽车高电压快充平台技术趋势》，华西证券研究所

表：950V电压平台相对450V平台车端零件成本增加约6500元

系统	零件	最高电压450Vdc 2C成本	最高电压950Vdc 2C成本
电池包	电芯	A1	A1+3500
	BMS	A2	A2+300
驱动系统	电机电控	A3	A3+2000
	OBC+DCDC	A4	A4+800
高压线束及连接器	线束、高压连接器、接触器	A5	A5-500
热管理系统	压缩机、空调、暖风	A6	A6+400
熔断器（保险）	快充、空调、PTC、DCDC保险	A7	A7+20
合计		A	A+6520

资料来源：《中国高压快充产业发展报告(2023-2025)》，华西证券研究所

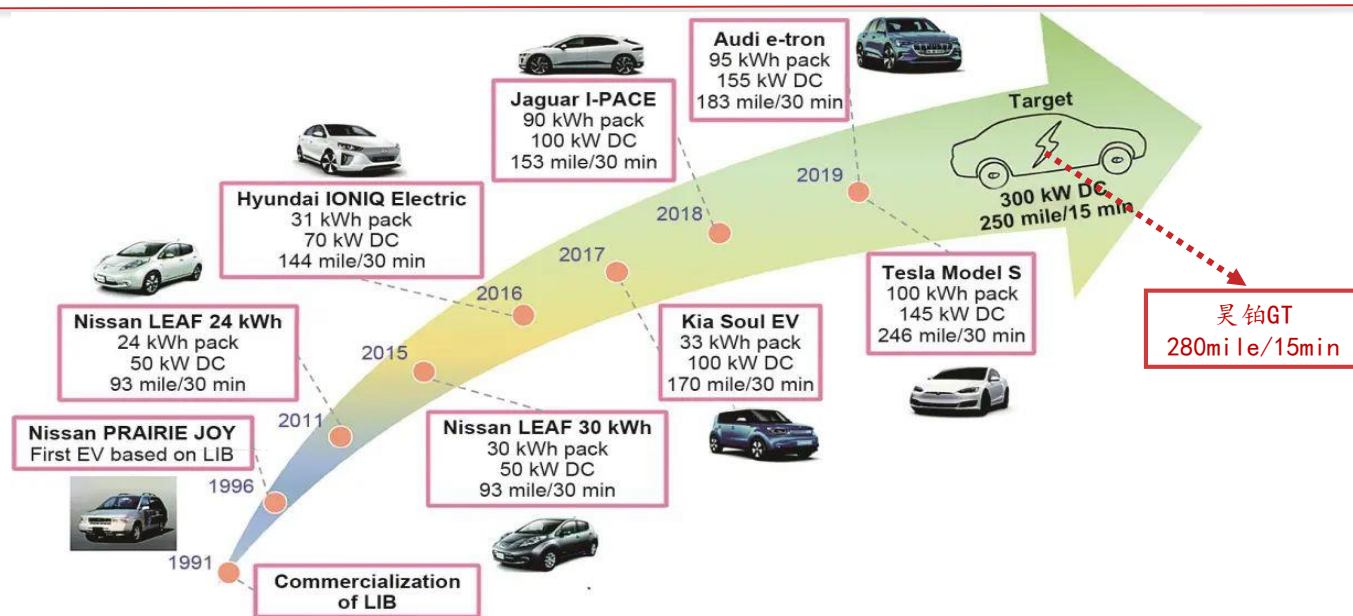
➤ 快充性能涉及充电速度和电池容量保持等多方面。

- ✓ 就电池层面而言，快充的实现通常与高电流密度下的倍率性能有关。据格瑞普电池官网，倍率可表示为C值，用公式可表示为充放电电流/电池额定容量，即倍率的提升可以通过提升充放电电流或降低电池额定容量实现；倍率的提升同时也代表着电池充放电速度提升，例如以0.2C倍率放电需5小时放电完毕，而以1C倍率放电仅需1小时即可放电完毕，充电亦如此。据《Fast Charging of Lithium-Ion Batteries: A Review of Materials Aspects》，USABC（美国先进电池联盟）将快充目标设定在15分钟内将电池充至80%的荷电状态（SOC）。此外，据北交新源公众号，良好的倍率性能不仅代表着高倍率下的电池保持高能量传输速度，同时也需要保证不会损失过多能量或发生过热。

➤ 电动汽车快充近年来发展迅速。

- ✓ 近年来，锂电池电动汽车在快充方面进展迅速，由2011年的每30分钟续航90英里逐步提升到2019年的每30分钟续航246英里。据昊铂官网，目前昊铂GT15分钟可实现超充约450公里（约280英里），电动汽车的快充性能仍在持续提升。

图：锂电池电动汽车的发展历史和目前的快充能力



资料来源：《电动汽车快充技术白皮书》、昊铂官网、华西证券研究所

- 动力电池厂商纷纷布局快充技术，推动电池材料体系升级。
- ✓ 动力电池作为实现快充的关键之一，宁德时代、中创新航、蜂巢能源、欣旺达等电池企业已围绕动力电池的快充技术进行积极布局。据高工锂电和电池中国统计，部分动力电池厂商已推出或待推出的产品有望实现充电十分钟、续航400公里，部分产品在倍率性能上已支持6C快充。
 - ✓ 此外，相关快充技术也为电池材料体系带来升级，其中多数厂商对正负极和电解液等材料进行针对性研发，使其满足快充需求。

表：动力电池厂商纷纷布局快充技术

	快充产品布局情况	快充产品材料技术
宁德时代	据宁德时代官网，公司于2023年8月发布全球首款采用磷酸铁锂材料的4C超充电电池——神行超充电电池，实现“充电10分钟，续航400公里”，在常温状态下10分钟可充至80%SOC，在-10℃低温环境下也可实现30分钟充至80%，该电池即将在2023年底量产。	据宁德时代官网，神行超充电电池1) 在正极提速上采用超电子网正极技术、充分纳米化的磷酸铁锂正极材料，并搭建超电子网，降低了锂离子脱出阻力，使充电信号快速响应；2) 在负极材料创新上采用了宁德时代最新研发的二代快离子环技术，对石墨表面进行改性，增加了锂离子嵌入通道并缩短嵌入距离；3) 在电解液传导上，宁德时代研发了全新的超高导电电解液配方，有效降低电解液粘度，显著提升电导率。此外，宁德时代还优化超薄SEI膜，并改善了隔膜高孔隙率和低迂曲度孔道，从而改善锂离子液相传输速率。
蜂巢能源	据蜂巢能源官网，公司于2022年12月发布龙鳞甲电池。据电池中国，龙鳞甲电池可覆盖1.6C-6C快充体系。	据高工锂电，龙鳞甲电池在正极材料上采用前驱体定向生长的精密控制技术，将电芯内部阻抗降低10%以上；负极材料采用液相包覆技术，在石墨表面包覆无定形碳，进一步将电芯阻抗降低至20%；电解液也采用了含硫添加剂/锂盐添加剂等低阻抗添加剂体系；隔膜采用高孔隙陶瓷膜，提升隔膜导离子能力同时可兼顾耐热性，达到快充及安全的平衡。
欣旺达	据欣旺达官网，公司于2022年9月发布首款量产480KW超级快充电池SFC480，该电池可实现充电5分钟续航200公里、充电10分钟续航400公里。	据高工锂电，SFC480采用高电压低钴Ni60正极体系，并采用复合包覆和R元素掺杂技术方案，使该电池同时具备高能量密度和快充和高安全性能。
	据欣旺达官网，欣旺达动力于2023年4月发布全球首款量产“闪充电”，10分钟可从20%充至80%SOC	据高工锂电，闪充电的关键技术包括闪充硅材料技术、高安全中镍正极、硅基体系电解液技术、全生命周期自适应超充策略等。
中创新航	据中创新航官网，公司基于800V高压平台研制的全新一代铁锂电池和中镍高压三元锂电池支持高倍率快充，20分钟可实现充电10%-80%，并搭载22年9月上市的小鹏G9车型。	据中创新航官网，公司全新一代铁锂产品采用新型快充电解液，三元产品则通过构筑多维高速导锂通道等技术。
	据中创新航官网，公司于2023年4月首次发布“顶流”圆柱电池，可实现6C+快充。	据高工锂电，中创新航“顶流”电池通过原创“极质”电解液技术，革新快充体系设计。
巨湾技研	据巨湾技研官网，公司已量产7Min、12Min、15Min极充电芯，其中7Min极速电池产品0-80%充电最快7.5分钟。	据高工锂电，公司XFC极速超充电电池的电芯采用高倍率改性正负极材料和高电导电解液，在电极内构建高效的三维导电网络，提高了锂离子的嵌入/脱出的动力学性能。

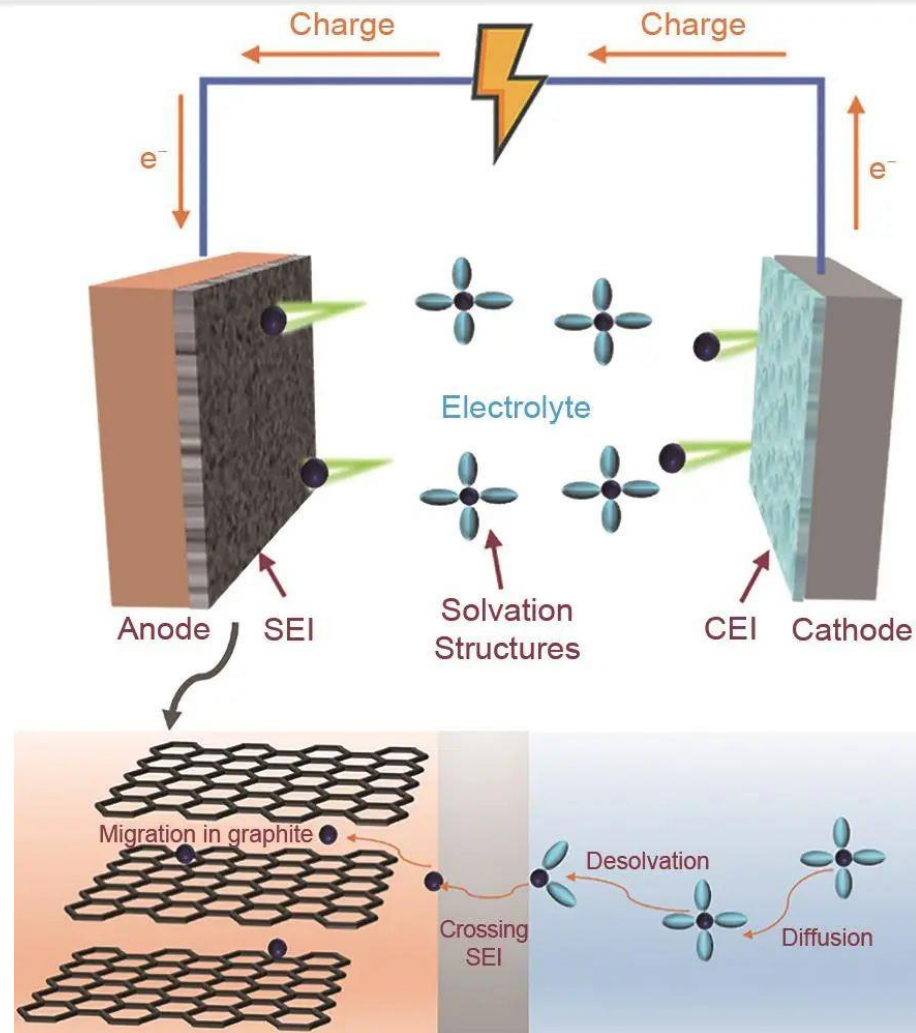
资料来源：各公司官网，高工锂电，电池中国，华西证券研究所

➤ 锂离子传输是影响快充核心，重点聚焦负极和电解液等材料。据

《锂离子电池快速充电研究进展》：

- ✓ 锂电池也被称为“摇椅”式电池，锂离子传输是影响充电过程的重要因素。在充电过程中，锂离子的路径大致为：从正极材料中脱出，通过正极/电解质界面（CEI）进入电解液，并以溶剂化的形式移动至负极，在去溶剂化后穿过负极表面的固体/电解质界面（SEI）嵌入负极层状结构中并与电子结合。
- ✓ 对于电极材料而言，材料内部离子传输通道及材料颗粒的形态、形状和取向等是影响锂离子的扩散的重要因素，其中负极相较正极受影响更大。对于电解液而言，由于传统的电解液在氧化还原稳定性上具备劣势，快充会使其不断分解并形成EEI层，导致锂离子呈现较慢的传输动力学；同时，传统电解液的溶剂化结构去溶剂化势垒较高，对锂离子的扩散形成阻碍。
- ✓ 因此，如何显著提升锂离子在负极、电解液等材料中的扩散动力学成为当下研究的重点。

图：锂离子电池快充过程中离子传输示意图



资料来源：《锂离子电池快速充电研究进展》，华西证券研究所

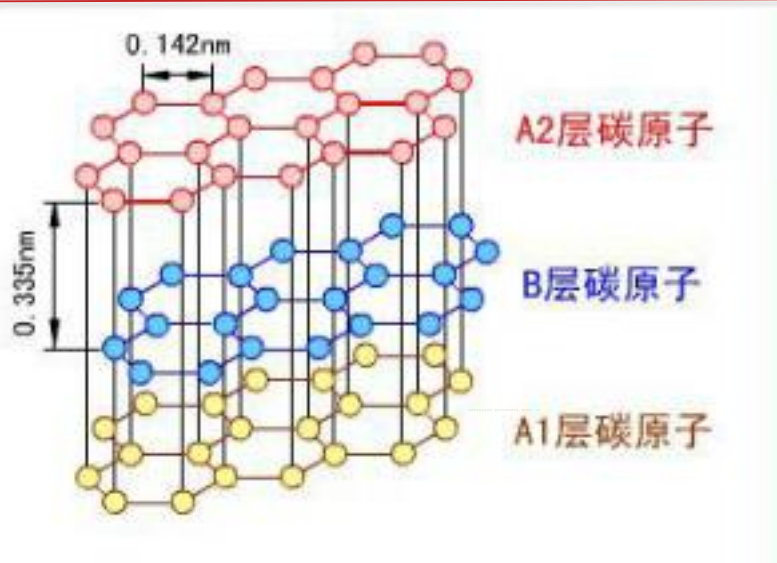
➤ 常规石墨结构特征导致锂离子扩散慢，影响快充性能。

- ✓ 目前，石墨负极在能量密度、循环性能、制造成本等多方面具备优势，是目前主流的锂电池负极材料。一般的石墨晶体是层状结构，据《沥青包覆石墨用作锂离子电池负极材料的研究》，这种层状结构具有径向尺寸较长、但层间距较小的特点，锂离子必须从石墨的边缘部位嵌入，扩散路径较长，扩散速率慢，快充性能也因此受到影响。

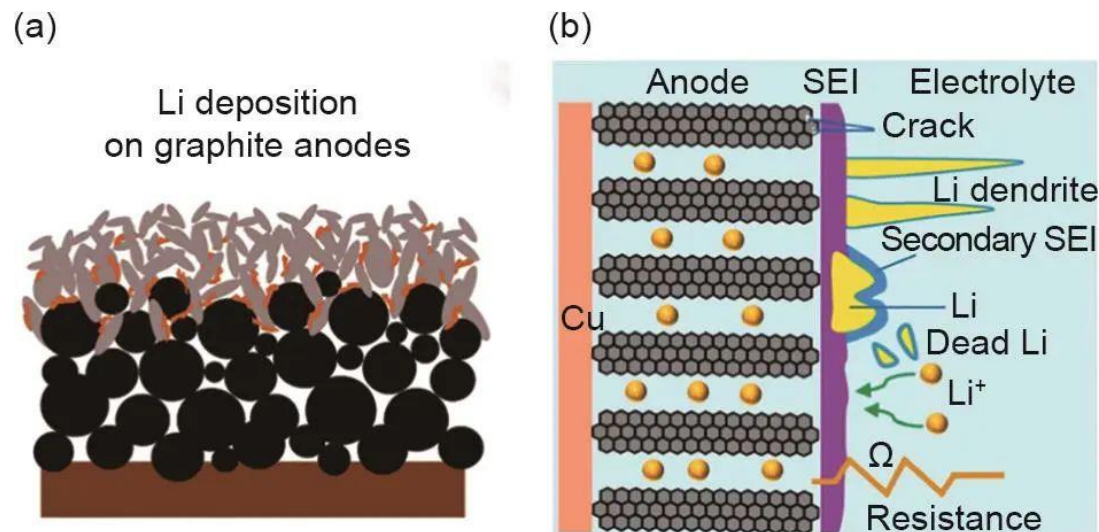
➤ 快充易使锂离子沉积于负极表面，导致锂电池性能下降。

- ✓ 据《锂离子电池快速充电研究进展》，快充时的锂离子在电解液中的传输速率高于其嵌入石墨层的速率，使得锂离子在负极表面沉积，进而导致严重电压极化；此外，沉积的锂会与电解液反应形成无效的SEI层或与负极隔离的锂膜，增加电池内阻的同时还会降低电池的能量密度；严重时，沉积的锂会累积成锂枝晶，进而带来刺穿隔膜、造成电池短路的风险。因此，快充下石墨负极表面锂的沉积对电池的容量、寿命、安全性等多方面性能均可能带来不良影响。

图：石墨晶体结构示意图



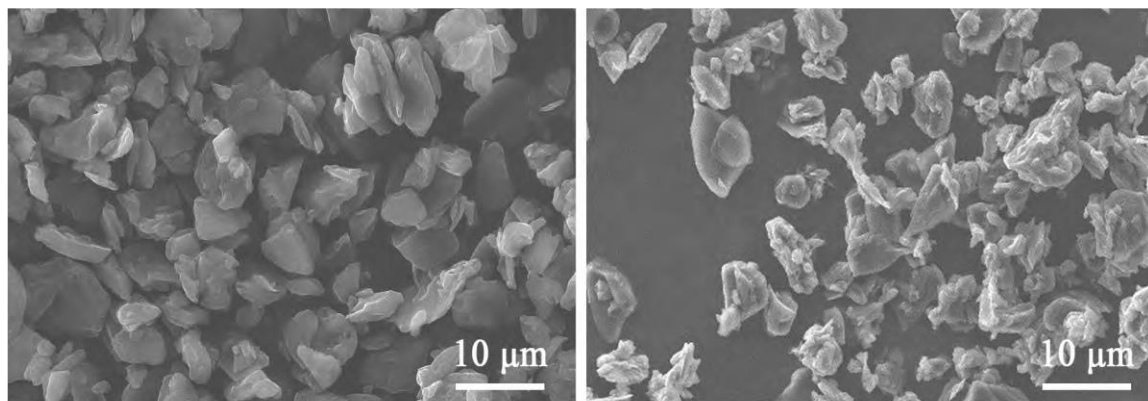
图：（a）快充条件下石墨负极镀锂图示（b）负极镀锂引起的降解机理



➤ 二次造粒工序缩窄粒径分布，各向同性较单颗粒石墨优异。

- ✓ 据高工锂电，石墨负极的快充性可通过二次造粒、炭化包覆等方式实现。据翔丰华招股书，造粒是人造石墨加工关键环节，分为热解工序和球磨筛选工序；其中，热解工序是指，将破碎等工序后的物料投入反应釜中，在一定条件下进行加热、搅拌等步骤，得到粒径10-20毫米的物料后降温出料；球磨筛分工序是指，将经过热解工序的物料输送至球磨机进行机械球磨，磨制成6-10微米粒径的物料。
- ✓ 二次造粒的石墨负极材料在快充方面更具备优势。据《二次造粒石墨对锂离子电池性能的影响》，二次造粒即获得小颗粒基材后，以沥青等为黏结剂，根据目标粒径尺寸在反应釜内重复造粒步骤；经过二次造粒后的石墨呈现由多个较小一次颗粒组成的椭球型颗粒形状，较单颗粒石墨的粒径分布更窄、比表面积更高、锂离子在晶格内嵌脱的通道数量更加丰富，进而提升负极材料的倍率性能；此外，在不同压实密度下，二次造粒石墨的OI均低于单颗粒石墨，OI越小则材料的各向同性越好，越有利于锂离子在负极材料内部扩散。

图：不同负极材料的SEM图对比

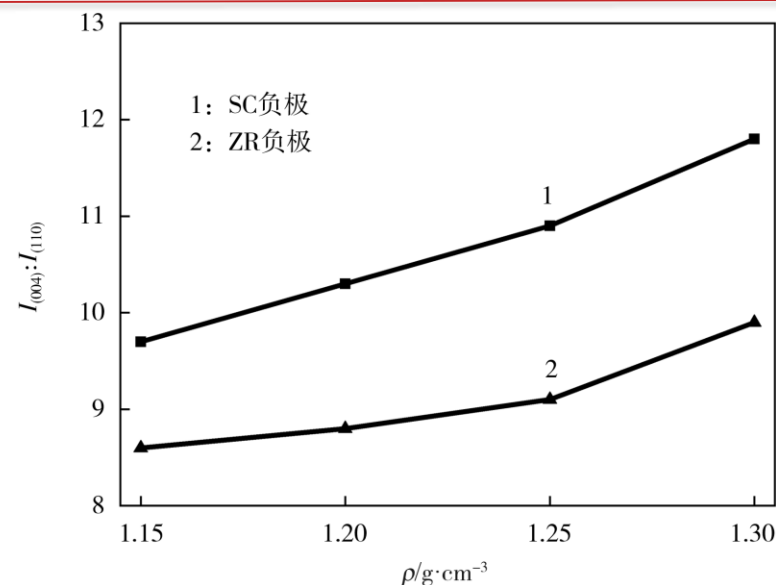


(a) 单颗粒石墨(SC)

(b) 二次造粒石墨(ZR)

资料来源：《二次造粒石墨对锂离子电池性能的影响》，华西证券研究所

图：不同负极材料的OI对比



资料来源：《二次造粒石墨对锂离子电池性能的影响》，华西证券研究所
注：SC为单颗粒石墨，ZR为二次造粒石墨

- 包覆材料通常为无定形碳，可改善锂离子扩散性能。
- ✓ 除二次造粒外，包覆工序也可提升石墨材料快充性能。据翔丰华招股书，包覆碳化是指以石墨类碳材料作为“核芯”，在其表面包覆一层均匀的无定形碳材料，形成类似“核—壳”结构的颗粒；通常用的无定形碳材料的前躯体有酚醛树脂、沥青、柠檬酸等低温热解碳材料，由于无定形碳材料的层间距比石墨大，因此可改善锂离子在其中的扩散性能，从而提高石墨材料的大电流充放电性能。
 - ✓ 此外，为了避免沥青等材料在碳化过程中可能出现的各向异性并进而影响倍率性能的问题，现有专利提出通过改性剂（酚醛树脂、壳聚糖、聚酰亚胺、聚酰胺或PET等）对基底材料（沥青）进行改性（高温搅拌混合等），而后对石墨进行包覆，此后在热处理过程中便可构筑具有各向同性的碳包覆层结构，从而进一步提升材料的快充性能。

表：包覆材料改性后可进一步提升石墨负极的倍率性能

	包覆剂材料制备方法简述	容量（mAh/g）	首次库伦效率	倍率性能
实施例1	沥青与酚醛树脂按质量比10：1混合均匀，经双螺杆挤出机在200℃、搅拌速度400rpm的空气气氛下挤出破碎	352.3	93.5%	32%
实施例2	沥青与聚酰亚胺按质量比5：1混合均匀，经密炼机在100℃、搅拌速率100rpm的空气气氛下挤出破碎	353.1	93.8%	36%
实施例3	焦油与壳聚糖按质量比15：1混合均匀，经开炼机在300℃、搅拌速度800rpm的氮气气氛下改性处理后破碎	351.2	92.9%	35%
实施例4	沥青与聚酰胺按质量比12：1混合均匀，经高温搅拌反应釜在250℃、搅拌速率600rpm的氮气气氛下改性处理后破碎	352.6	93.2%	31%
实施例5	沥青与酚醛树脂的质量比为1:1，其他条件与实施例1相同	353.6	92.8%	38%
实施例6	沥青与酚醛树脂的质量比为20:1，其他条件与实施例1相同	353.7	93.6%	31.8%
实施例7	沥青与酚醛树脂的质量比为0.8:1，其他条件与实施例1相同	351.7	91.1%	35%
实施例8	沥青与酚醛树脂的质量比为25:1，其他条件与实施例1相同	352.5	93.4%	25%
对比例1（未加入改性剂）	将沥青与石墨按质量比1:100、热处理升温速率为5℃/min下混合均匀，在氩气气氛中，在1200℃下进行热处理8h后，得到所述石墨负极材料	353.1	93.5%	19%
对比例2（未高温搅拌）	未经双螺杆挤出机进行挤出操作，其他条件与实施例1相同	352.7	92.5%	20%

资料来源：中科星城《一种快充型石墨负极材料及其制备方法和应用》专利，华西证券研究所
注：使用蓝点测试仪分别测试使用上述包覆剂材料制成的负极的扣式电池在2C与0.2C的倍率下的容量，其倍率性能即为2C与0.2C下测得的容量的比值

- 璞泰来、贝特瑞等主流厂商积极布局快充负极产品。
- ✓ 目前，包括中科电气、璞泰来、杉杉股份、尚太科技、贝特瑞、翔丰华等在内的主流负极厂商均已布局快充产品。其中，多家厂商积极布局快充负极产品已实现量产，部分厂商布局的快充负极材料可满足4C、5C快充。

表：主流负极厂商快充产品布局

负极材料主要厂商	快充负极产品布局
中科电气	据2023年3月公司调研活动信息，公司在快充类负极产品主要以高性价比快充类、高能量密度快充类产品为主，该类产品已成功在客户端得到批量应用，在产品的性能及性价比上得到了市场的较好回馈，是公司主要产品之一。
璞泰来	据公司2022年8月接待调研活动记录表，在快充产品方面，公司已在配合下游客户开发四倍率、五倍率产品并在客户端取得了验证，后续会持续进行成本优化、产能和效率提升。
杉杉股份	据公司2022年年报，公司快充类产品在动力电池领域实现销量大幅增长，整体快充类产品出货量占比提高至60%以上；公司目前在研的“高能量密度兼顾4C快充”项目计划应用于头部动力电池企业下一代产品，截止2022年末处于中试阶段；此外，海外头部动力电池企业下一代快充性能提升项目开发截止2022年末同样处于中试阶段。据公司2023年5月投资者问答回复，快充技术方面，公司液相包覆技术持续迭代升级，采用新一代液相包覆技术的产品已独家供应头部动力电池企业。
尚太科技	据2023年3月公司调研活动信息，公司快充产品已批量供货量产。据2023年8月公司调研活动信息，随着年底下游客户的需求提升，公司快充产品出货量将有所增加。在研项目方面，据公司2022年年报，公司“一种容量倍率兼顾材料快充能力提升项目”截止2022年末已处于中试阶段，有望在比容量保持一定水平的基础上实现快充能力提升30%-50%；“一种高倍率锂离子电池负极材料开发”项目截止2022年末已处于大试阶段，有望在提高负极材料倍率性能的同时，兼具低成本生产要求。
贝特瑞	据公司2022年年报，公司在研的“动力快充石墨开发”项目已开发出高容量、高压实、高倍率的小试样品；在研的“高容量快充人造石墨”项目开发的高容量人造石墨已实现≥355容量，同时兼顾3C-5C充电，截止2022年末处于国内外头部客户批量导入阶段。
翔丰华	据公司2022年年报，公司高能量密度兼顾快充性能的人造石墨负极已量产，公司通过原料的选取、工艺的优化及包覆改性等，实现比容量>355mAh/g，满足3~5C快充，极片压实1.65g/cm ³ 。

资料来源：各公司公告、投资者问答，华西证券研究所

2.9 LiFSI较六氟磷酸锂具备优势，有望改善电池倍率性能

- LiFSI更易解离锂离子，掺入传统电解液提升电导率。
- ✓ 电解液作为锂电池四大主材之一，对锂电池的倍率性能等具有显著影响。电解液由溶剂、锂盐和添加剂构成，其中锂盐作为电解液的关键组成部分，对电解液性能有重要的影响。据《双氟磺酰亚胺锂的生产工艺与市场分析》，根据锂盐中阴离子的中心原子不同，可以将常见的锂盐主要分为三类：1) 以P为中心原子的磷基锂盐，如LiPF6；2) 以B为中心原子的硼基锂盐，如LiBF4；3) 以N为中心原子的亚胺锂盐，如LiFSI；其中，LiPF6具备电导率高等优势，是目前应用最广泛的溶质锂盐，但其也存在热稳定差、高低温性能不佳等缺点。
 - ✓ LiFSI具备多重优势。据《双氟磺酰亚胺锂的生产工艺与市场分析》，由于LiFSI的阴离子半径更大，更易于解离出锂离子，进而能够提高锂电池的电导率。据天赐材料公告，LiFSI对电池的倍率性能、安全性、高温循环稳定性等方面均有较大提升。
 - ✓ 根据GGII数据，2022年全球LiFSI需求量超1.2万吨，中国LiFSI需求量超1.1万吨，同比增长超60%，预计到2027年中国LiFSI需求量有望超7万吨，2022年-2027年CAGR超45%，有望呈现快速增长态势。

表：LiFSI和LiPF6的技术指标对比

比较项目		LiFSI	LiPF6
基础物性	分解温度	>200℃	>80℃
	氧化电压	≤4.5V	>5V
	溶解度	易溶	易溶
	电导率	最高	较高
	化学稳定性	较稳定	差
	热稳定性	较好	差
电池性能	低温性能	好	一般
	循环寿命	高	一般
	耐高温性能	好	差
工艺成本	合成工艺	复杂	简单
	成本	高	低

资料来源：康鹏科技招股书，华西证券研究所
注：氧化电压指在电解液不被氧化分解的最高可承受充电电压

2.10 LiFSI添加比例有望提升，多家主流厂商已有产能布局

- **LiFSI目前作为添加剂使用，未来添加比例有望上升。**
 - ✓ 受成本等因素影响，LiFSI目前主要用作添加剂。据康鹏科技招股书，此前全球头部电池企业的LiFSI添加比例在0.5-2%之间。据天赐材料2023年4月投资者关系活动记录表，长期展望LiFSI在电解液的添加比例有望达到3-5%。
- **多家主流溶质与电解液厂商布局LiFSI。**
 - ✓ 据SMM数据，2025年LiFSI总产能规划有望达40万吨，目前已有包括天赐材料、时代思康、新宙邦、多氟多、永太科技、康鹏科技等在内的多家厂商布局LiFSI产能；其中，天赐材料、时代思康、多氟多三家企业合计产能规划占比达50%。

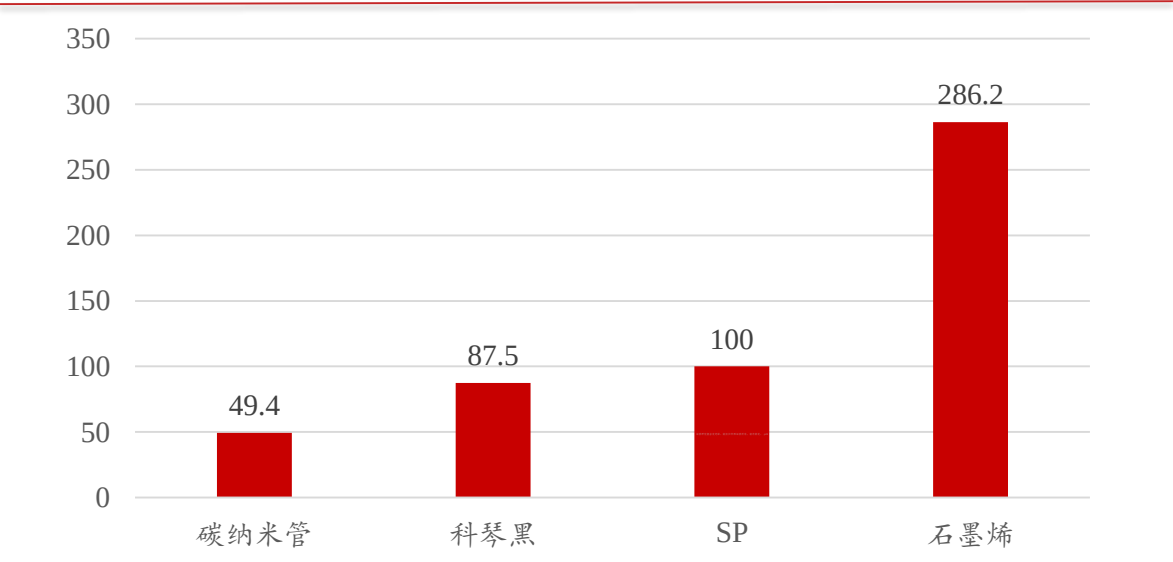
表：LiFSI各厂商布局情况（不完全统计）

公司名称	LiFSI项目	LiFSI产能规划（吨/年）
时代思康	贵州时代思康新材料有限公司5万吨双氟磺酰亚胺锂项目	50000
天赐材料	公开发行可转债募投项目年产2万吨双氟磺酰亚胺锂项目	20000
	天赐材料（南通）有限公司年产24.3万吨锂电及含氟新材料项目	20000
	九江天赐高新材料年产 9.5万吨锂电基础材料及10万吨二氯丙醇项目	30000
	九江天赐高新材料年产7.55万吨锂电基础材料建设项目	50000
康鹏科技	兰州康鹏新能源科技有限公司 2.55万吨/年电池材料项目（一期）	15000
多氟多	年产4万吨双氟磺酰亚胺锂项目	40000
	年产1万吨双氟磺酰亚胺锂项目	10000
新宙邦	湖南福邦年产2400吨双（氟代磺酰）亚胺锂（LiFSI）新型锂盐项目	2400
如隰新材	年产10755吨锂电化学品和电子化学品项目	技改后总产能为固体500吨及液体8000吨
永太科技	年产13.4万吨液态锂盐产业化项目	LiFSI溶液67000吨/年
日本触媒		3000
研一（江山）	年产1.5万吨新型锂盐项目	10000
立中集团	新能源锂电新材料项目	8000
宏氟锂业	会昌基地一期LiFSI产能500吨、二期规划项目产能3000吨	3500
石大胜华	5000吨/年动力电池材料项目	1000
华盛锂电	盛美锂电年产3000吨双氟磺酰亚胺锂项目	3000

资料来源：康鹏科技招股书，各公司公告，永太科技投资者问答回复，华西证券研究所

- 导电剂加速离子&电子移动速率，碳纳米管较常规导电剂性能更优。
- ✓ 除锂电池主材外，导电剂作为锂电池的材料构成中的关键辅材，同样影响着锂电池的倍率性能。据GGII，导电剂在活性物质之间、活性物质与集流体之间起到收集微电流的作用，以减小电极的接触电阻并加速电子的移动速率，同时也能有效提高锂离子在电极材料中的迁移速率，从而提高电极的充放电效率。
 - ✓ 据GGII，目前市场上应用的锂电池导电剂包括以炭黑、导电石墨为代表的常规导电剂和以碳纳米管、石墨烯为代表的新型导电剂。据天奈科技招股书，相较于常规导电剂的代表炭黑，碳纳米管具有更好的导电性能，并能够使锂电池保持良好的电子和离子传导；此外，碳纳米管凭借其较高长径比的特性，相较于炭黑能够进一步提高锂电池的倍率性能。据GGII预计，在高倍率电池需求增加等因素的推动下，新型导电剂将在未来几年逐步替代传统导电剂，其中碳纳米管有望成为市场主流。此外，碳纳米管一般分为单壁和多壁碳纳米管，单壁碳纳米管因为长径比更大，从而拥有更优的理化性能和导电性能，有望成为碳纳米管未来的重点发展方向。

图：不同导电剂的EIS阻抗对比（Ω）



资料来源：天奈科技招股书，华西证券研究所
注：1) SP和科琴黑属于炭黑类导电剂；2) 阻抗越低，导电性能越好

表：单壁和多壁碳纳米管参数对比

	核心参数			机械性能		电子结构性能	
	典型管径值	典型长度值	长径比	弹性模量	抗拉强度	300K时的导热系数	作为防静电添加剂的最低工作剂量
单壁碳纳米管	1-2nm*	可达1mm**	高达10000	1000-3000GPa	50-100GPa	3000-6000W/(m.K)	0.01%
多壁碳纳米管	7-100nm	可达1mm	50-4000	300-1000GPa	10-50GPa	2000-3000W/(m.K)	0.50%

资料来源：OCSIAL公众号，华西证券研究所
注：1) *为可量产的管径，但个别科研试验数据的增加；2) **长度可更长，限于实验室规模

- 天奈科技为碳纳米管导电浆料龙头，单壁碳纳米管已小批量供货。
- ✓ 碳纳米管导电剂市场集中度较高，目前国内已有包括天奈科技、道氏技术、黑猫股份、捷邦科技、莱尔科技等企业进行布局，其中天奈科技在碳纳米管导电浆料领域的产能及出货量均为全国第一。据天奈科技2023年8月投资者关系活动记录表，2020-2022年公司的碳纳米管导电浆料市场占有率分别为30.63%、43.40%和40.30%，占据行业龙头地位；此外，天奈科技是全球范围内少数能够规模化生产单壁碳纳米管产品的企业，目前公司单壁碳纳米管已开展下游客户送样测试并进行客户开拓，部分客户已在通过验证后开始小批量采购单壁碳纳米管用于其新产品的研发、验证及应用。

表：主流上市公司碳纳米管导电剂产能规划（不完全统计）

	公告时间	项目地点	项目内容
天奈科技	2020.12	镇江	年产300吨纳米碳材、2000吨导电母粒与8000吨导电浆料，预计2022年12月达到预定可使用状态。
	2020.12	镇江	年产6000吨碳纳米管、年收集900吨副产物氢及年产10000吨导电浆料，预计2022年12月达到预定可使用状态。
	2021.02	美国	年产8000吨碳纳米管导电浆料。
	2021.02	常州	50000吨导电浆料、5000吨导电塑料母粒以及3000吨碳管纯化加工产能，其中一期建设预期24个月，二期建设预计24个月，预计2025年规划建成全球领先的自动化、智能化的导电材料生产产线。
	2022.05	成都	项目一期一阶段拟建设年产5000吨多壁碳纳米管及800吨氢气（副产），一期二阶段拟建设年产5000吨多壁碳纳米管及800吨氢气（副产）；项目二期拟建年产10000吨碳纳米管及相关复合产品。
	2022.06	德国	年产3000吨碳纳米管导电浆料。
	2022.06	镇江	年产450吨单壁碳纳米管，计划分三期建设，每期建设年产150吨单壁碳纳米管，计划于2029年项目整体竣工验收。
	2022.06	眉山	年产120000吨导电浆料及15500吨碳管纯化生产基地项目，其中一期拟建设年产60000吨导电浆料生产基地（含9300吨多壁碳纳米管纯化单元、200吨单壁碳纳米管纯化单元），二期拟建设年产60000吨导电浆料生产基地（含5700吨多壁碳纳米管纯化单元、300吨单壁碳纳米管纯化单元）。
	2022.09	镇江	年产20000吨单壁纳米导电浆料及500吨单壁纳米功能性材料，计划于2029年项目整体竣工验收。
道氏技术	2020.08	江门	年产100吨高导电性石墨烯、150吨碳纳米管，建设周期1年。
	2022.04	兰州	年产5000吨碳纳米管粉体、3万吨碳纳米管浆料和15万吨硅碳、石墨负极材料及石墨化加工生产项目，其中5000吨碳纳米管粉体、5000吨碳纳米管纯化5000吨碳纳米管高温纯化及3万吨碳纳米管浆料计划2024年1月底开工，计划建设周期14个月（不含3个月冬歇期）。
黑猫股份	2022.04	景德镇	年产5000吨碳纳米管粉体及配套产业一体化项目，分三期建设，其中一期建设500吨/年碳纳米管粉体产能，预计2022年底建成投产；二期建设2500吨/年碳纳米管粉体产能，预计2024年底建成投产；三期建设2000吨/年碳纳米管粉体产能，预计2026年底建成投产。
莱尔科技	2022.08	眉山	年产3800吨碳纳米管及3.8万吨碳纳米管导电浆料，总工期24个月。
捷邦科技	2023.06	宜宾	控股子公司瑞泰新材的年产5000吨碳纳米管和3.6万吨CNT导电浆料项目，一期年产1300吨碳纳米管和20000吨CNT导电浆料，建设工期为2023年7月至2024年1月；二期年产3700吨碳纳米管和16000吨CNT导电浆料，建设工期为2025年3月至2026年1月。

资料来源：各公司公告，四川省发改委官网，华西证券研究所

03 高压架构推动零件升级，碳化硅应用有望逐步扩大

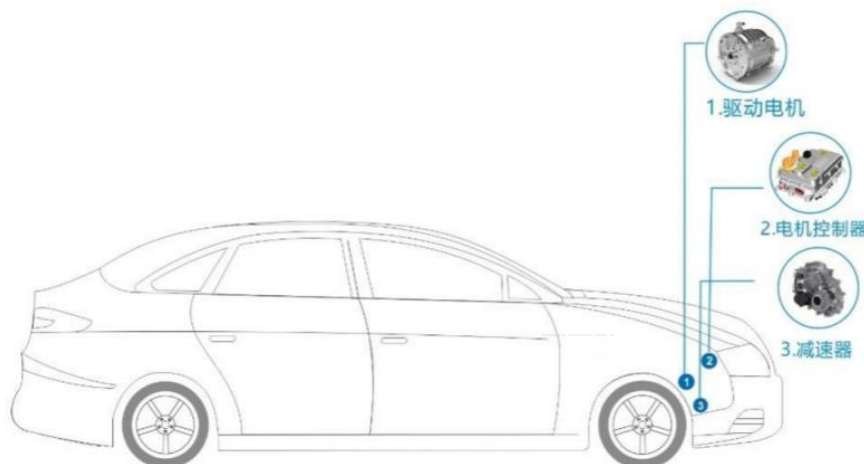
➤ 轻量化集成化趋势明显，电机和电控等通常集成为电驱系统。

- ✓ 除电池系统外，电机和电控部分也是整车高压架构下成本提升较多的部分之一。目前，随着新能源汽车在轻量化、空间布局优化等方面要求逐步提升，电驱系统集成产品逐步成为行业发展趋势。据威迈斯招股书，新能源汽车电驱系统主要包括电机控制器、驱动电机和减速器，其工作原理为：电机控制器基于整车控制指令和实时响应的软件算法，高频精确地控制电力电子元器件的开关动作，实现对驱动电机的控制，最终通过减速器中精密机械零部件实现对外传输动力。

➤ 电控为电驱系统核心部件，功率器件则是电控的关键部分。

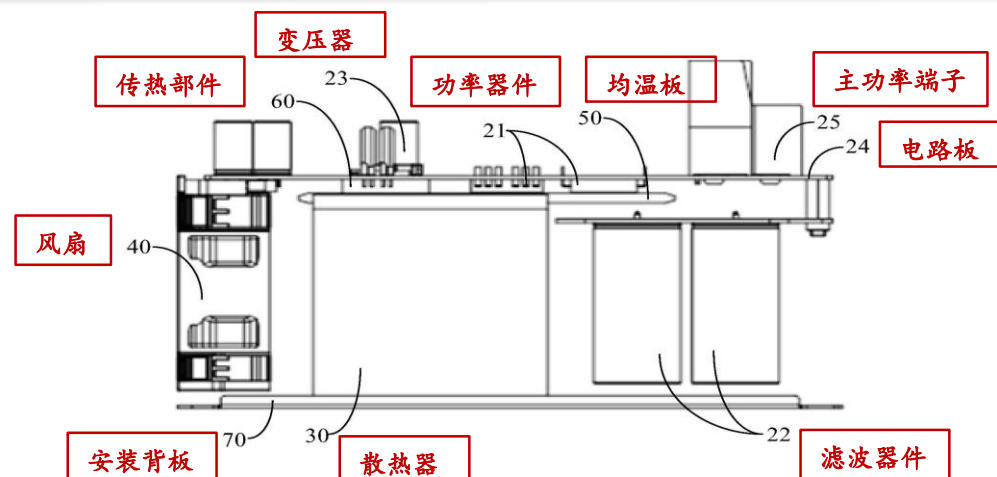
- ✓ 据威迈斯招股书，电机控制器主要功能是将来自动力电池的直流电转换成三相交流电，根据整车控制指令来控制驱动电机的运转，或者将电机制动时的动能转换为直流电，为动力电池充电。电机控制器包含大量的控制理论、滤波算法、空间矢量控制、PID 控制器、传感器理论、电磁兼容等技术，是电驱系统中的核心部件。据联合电子公众号，逆变器是电控中实现能量交直流转化的关键部件，而功率器件又是逆变器实现高传输效率、高功率密度的关键，因此功率器件是整个电驱系统较为核心的部件。

图：新能源汽车电驱类产品图例



资料来源：威迈斯招股书，华西证券研究所

图：一种电机控制器结构图

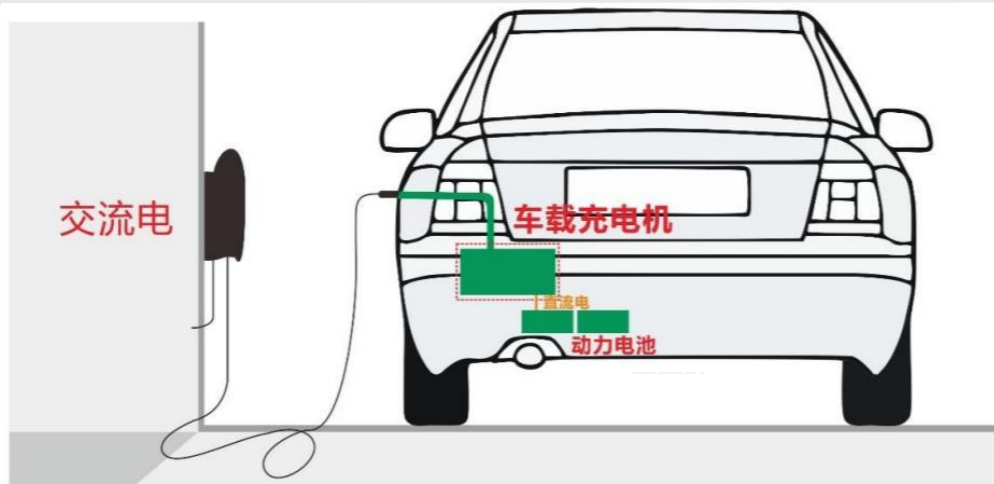


资料来源：国家知识产权局，华西证券研究所

➤ 车载电源产品包括OBC和DC-DC变换器等，功率器件为重要原材料之一。

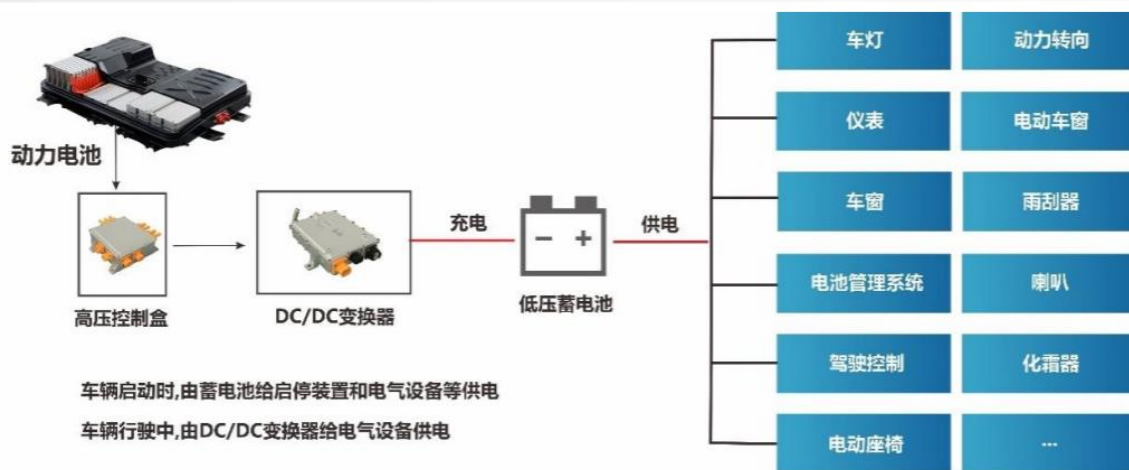
- ✓ 除电动汽车的电驱系统外，承担交直流电转换、高低电压转换等功能的功率器件也是车载电源的组成部分。车载电源包括OBC、DC-DC变换器等，是电动汽车架构的重要组成部分。据威迈斯招股书，车载充电机（On-board charger, OBC）是指固定安装在新能源汽车上的充电机，主要应用于交流电充电方式的场景中。在充电过程中，车载充电机依据电池管理系统（BMS）的控制信号，将单相交流电（220V）或三相交流电（380V）转换为动力电池可以使用的高压直流电，从而实现对新能源汽车动力电池的充电。
- ✓ DC/DC变换器则用于高低电压的变换。据威迈斯招股书，车载DC/DC变换器的输入端为动力电池，输出端口连接整车低压用电设备和低压蓄电池。新能源汽车中的车灯、仪表、电动车窗、电动座椅等常见低压用电设备在运行时无法直接从高压动力电池取电，需要从低压蓄电池取电或借助DC/DC变换器进行高低压变换后才能从高压动力电池取电，同时低压蓄电池中储存的能量同样是通过DC/DC变换器从高压动力电池取电获得。

图：车载充电机（OBC）的工作原理及功能示意图



资料来源：威迈斯招股书，华西证券研究所

图：车载DC/DC变换器工作原理及功能示意图



资料来源：威迈斯招股书，华西证券研究所

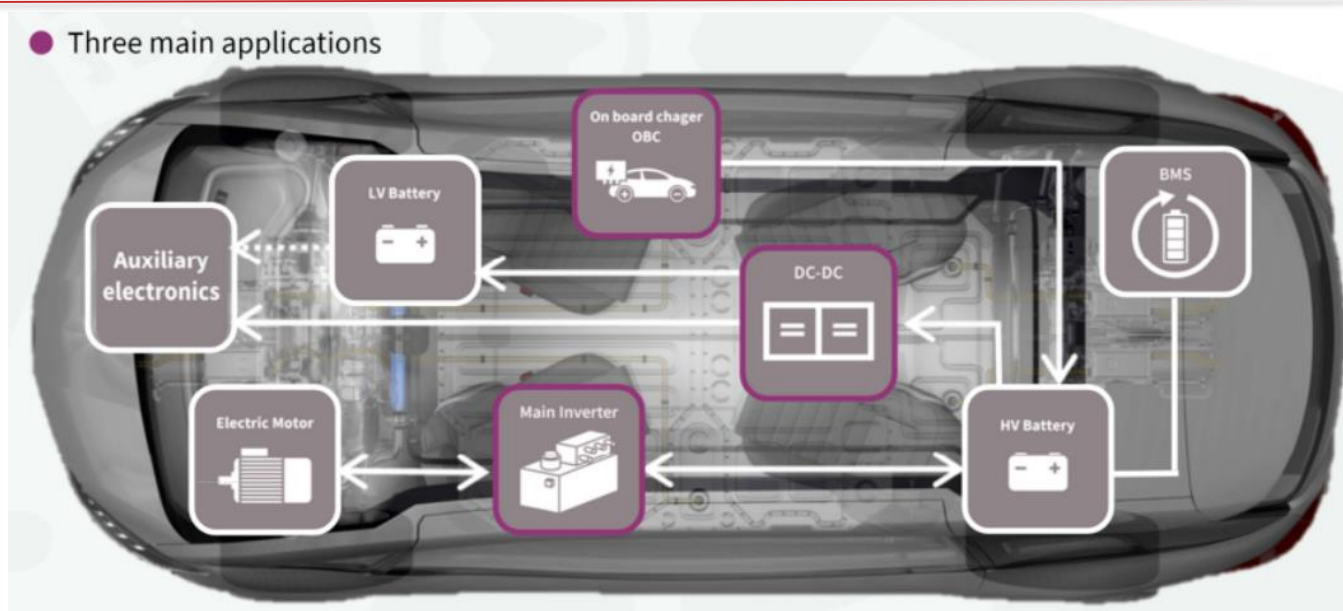
➤ 高压平台带来高难度要求，重要零件需随之升级。

- ✓ 据威迈斯招股书，高压平台将给整车零部件系统带来等多种高难度要求，例如更高绝缘工作电压等级的承受能力、更低水平的导通损耗等等。因此，电驱系统、车载电源等作为零件系统中的重要部分，需要相应升级以满足上述要求；而功率器件作为重要组成部分，对于电驱系统、车载电源等部件的升级具有重要影响。

➤ 硅基IGBT性能接近极限，碳化硅功率器件有望形成替代。

- ✓ 目前，大多数功率模块采用硅基IGBT技术。但硅基IGBT的功率密度正接近极限，同时随着整车平台电压的提高，硅基IGBT的开关损耗将会加大。在此背景下，碳化硅（SiC）功率器件的应用逐步扩大。相较硅基IGBT，碳化硅器件具备多方面优势，尤其在电控逆变器、OBC和DC-DC转换器等应用中优势明显。

图：碳化硅功率器件在电控逆变器、OBC和DC-DC转换器上较硅基IGBT具备明显优势

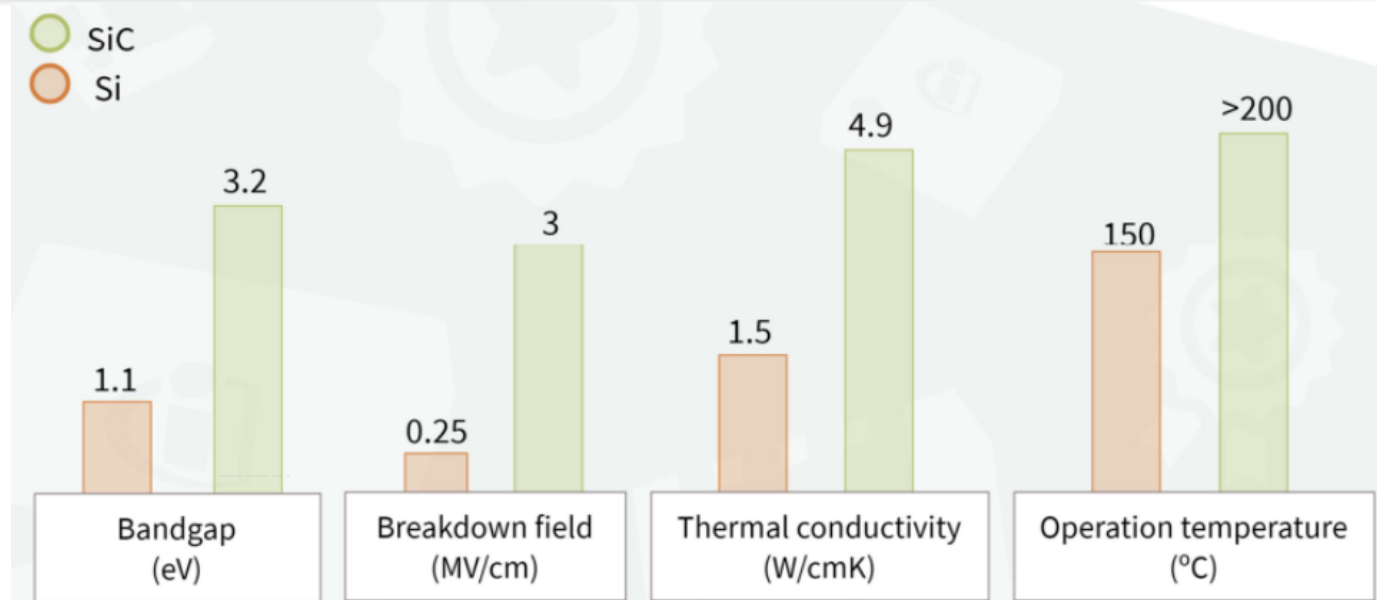


资料来源：英飞凌汽车电子生态圈公众号，华西证券研究所

➤ 碳化硅器件较硅基IGBT具备多重优势，有效应对高压平台升级需求。

- ✓ 前文提到，高压平台将会对器件的耐压等级、导通损耗高低、开关损耗高低等性能提出更高要求，而碳化硅较硅具备多重性能优势，能够满足高压平台的需求。
- ✓ 据英飞凌汽车电子生态圈公众号，1) 碳化硅的禁带比硅大3倍，击穿电场高10倍，较高的击穿电场使得碳化硅器件具有更薄的漂移层或更高的掺杂浓度，进而具有更低的导通损耗；2) 此外，硅基IGBT因为其击穿电压通常为650-750V间，选取的拓扑不完全相同；而由于高击穿电压，在高压应用中使用碳化硅MOSFET可以采用简化的拓扑，简化的拓扑结构可以使得组件以及控制算法的设计工作量更少；3) 碳化硅可用于设计如高压MOSFET等的单极器件，理论上不产生尾电流，而碳化硅MOSFET相比于硅基IGBT拥有更低的开关损耗；此外，碳化硅器件的芯片面积更小，能够产生更小的栅极电荷和电容，从而能够实现更高的开关速度和更低的开关损耗。

图：碳化硅较硅具备多重性能优势



资料来源：英飞凌汽车电子生态圈公众号，华西证券研究所

- 高压化趋势推动国产厂商积极布局，部分高压零件已实现供货。
- ✓ 随着高压快充车型不断推出，以及碳化硅功率器件在车载电源和电驱系统产品领域应用的扩大，目前已有包括电机、电控、车载电源等领域在内的多家国产厂商积极对相关产品进行研发布局。其中，据各公司公告，威迈斯、方正电机等厂商的高压零件产品已实现供货。

表：多家厂商已布局高压/碳化硅零件

公司名称	主营业务或产品	高压/碳化硅零件布局
汇川技术	公司主营业务包括为设备自动化/产线自动化/工厂自动化提供变频器伺服系统、PLC/HMI、高性能电机、传感器、机器视觉等产品，为新能源汽车行业提供电驱&电源系统，为轨道交通行业提供牵引与控制系统。	据公司2022年年报，公司已实现电驱总成产品的高压化设计并推出第四代高压电驱总成产品；此外，公司搭建了高安全性的SIC电控平台，首个SIC电控项目实现SOP放量。
英搏尔	公司主营产品为新能源汽车动力总成、电源总成以及驱动电机、电机控制器、车载充电机、DC-DC转换器等新能源汽车动力域核心零部件	据公司2022年年报，目前公司已具备800V高压架构下满足快充要求的电源总成产品，正快速进入车企供应体系；电控方面，公司的电机控制器采用IGBT/SiC单管并联均流技术，在研的“兼容800V/400V平台的乘用车电机控制器开发”项目截止2022年末已完成正样样机调试。
威迈斯	公司主要产品包括车载电源的车载充电机、车载DC/DC变换器、车载电源集成产品，电驱系统的电机控制器、电驱总成，以及液冷充电桩模块等。	据公司招股书，公司800V车载集成电源产品2022年实现收入0.29亿元，同比增长超2700%，目前已获得小鹏汽车、理想汽车、岚图汽车等客户的定点，其中小鹏G9车型为国内首批基于800V高压平台的新能源汽车车型之一；公司的11kW车载电源产品成功应用第三代半导体功率器件MOSFET并实现量产发货，其中公司使用碳化硅MOSFET替代硅基MOSFET，减小产品的体积和重量并提升产品的转换效率；电驱系统产品方面，公司800V电驱多合一总成产品已获由雷诺、三菱、日产共同设立的阿利昂斯集团的定点。
富特科技	公司主要产品包括车载充电机（OBC）、车载DC/DC变换器、车载电源集成产品等车载高压电源系统，以及液冷超充电桩电源模块、智能直流充电桩电源模块等非车载高压电源系统。	据公司招股书（上会稿），公司新一代11kW车载电源集成产品研发项目有望实现高功率快速充电，处于即将量产阶段，800V高压车载电源集成产品研发项目处于样机阶段。
欣锐科技	公司主要生产车载DC/DC变换器、车载充电机高压“电控”总成、大功率充电产品以及氢能与燃料电池汽车专用产品DCF等。	公司定增公告和2023年5月投资者关系活动记录表，公司已开发大功率充电产品，并已具备碳化硅电源产品的量产能力。
方正电机	公司主营业务为缝纫机应用类产品、汽车应用类产品（包括新能源汽车驱动电机、配套电机以及动力总成控制类产品）以及智能控制器的研发、生产与销售。	据公司2022年年报，公司自主研发800V高压驱动电机产品顺利实现批量供货，公司为小鹏G9开发的800V电机系统为中国第一款量产的超高压电机，支持车辆的超快充需求；此外，公司的“碳化硅超高压电控及电驱平台”项目A样结束，平台研发完成。

资料来源：各公司公告，英搏尔官网，华西证券研究所

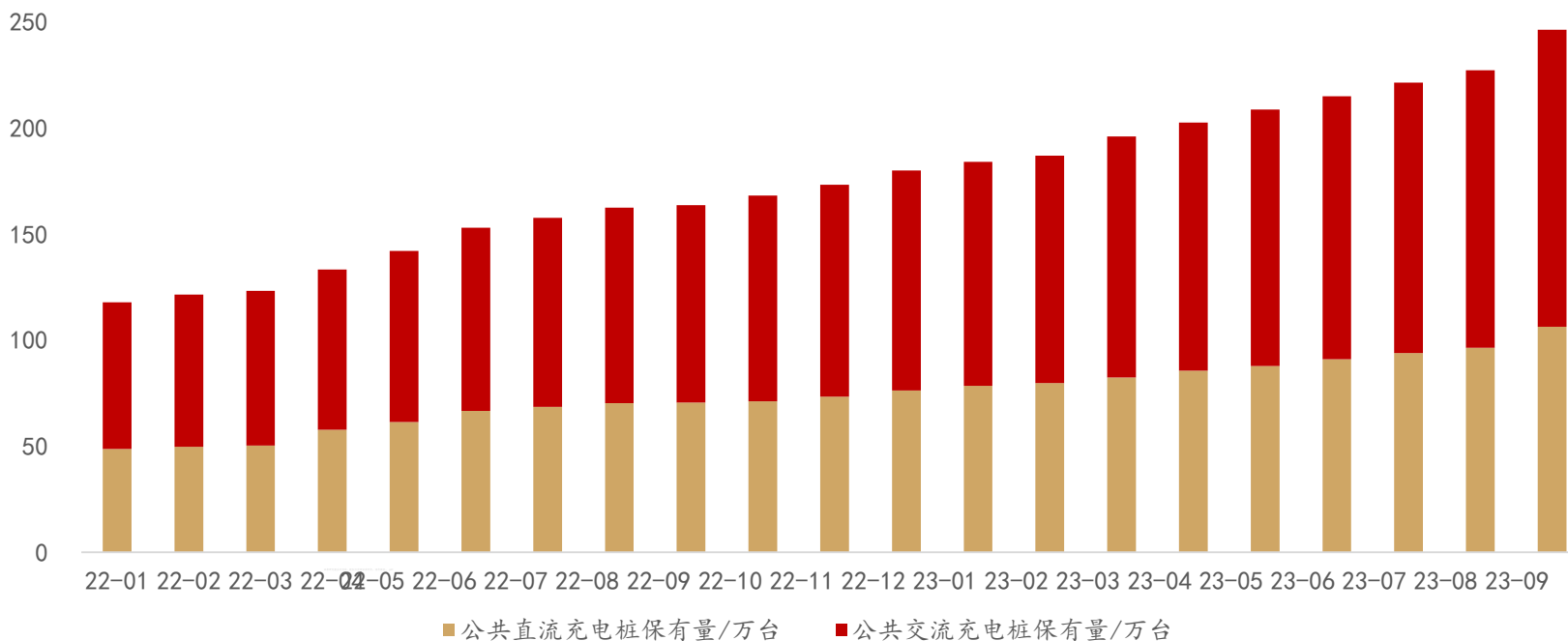
04 快充技术普及，推动充电设施技术升级

4.1 快充通常指直流桩充电，目前提升空间较大

➤ 从公共充电桩的结构来看，直流桩仍有较大提升空间。

- ✓ 交流充电系统一般被称为“慢充”，而直流充电系统一般被称为“快充”。据中国充电联盟数据，从2022年到2023年9月，直流公共充电桩的占比整体保持稳定，且总体低于交流公共充电桩的占比；截至2023年9月，公共直流桩保有量占公共充电桩保有量的比例为43.1%。考虑到充电难、充电慢依然是当前使用新能源汽车过程中需要解决的痛点之一，在之后的充电基础设施的建设过程中，直流公共充电桩的占比有望持续提升。

图：月度公共充电桩中交、直流（保有量）的结构



资料来源：中国充电联盟，华西证券研究所

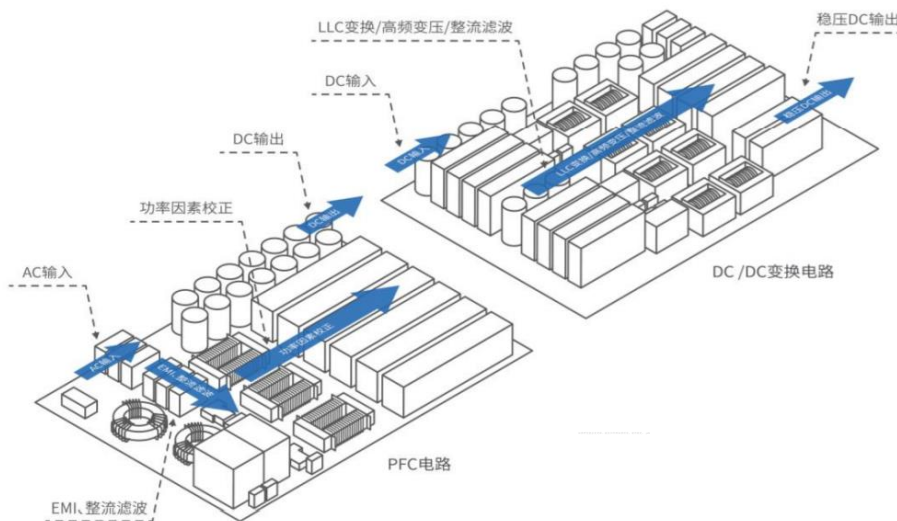
➤ 充电模块是直流充电桩的核心设备，成本占比高。

- ✓ 根据优优绿能招股说明书（申报稿），充电模块对电能起到控制、转换的作用，是直流充电桩、充电柜等新能源汽车直流充电设备中最为重要的部件，其性能不仅直接影响直流充电设备的整体性能，同样也关联着充电安全等问题，被誉为直流充电设备的“心脏”；从成本角度考虑，充电模块占据整个直流充电桩成本的45%至55%左右。

➤ 充电模块环节技术壁垒相对较高。

- ✓ 根据优优绿能招股说明书（申报稿），充电模块内部结构复杂，内含电子元器件众多，单个充电模块内含超过2500个电子元器件，是影响直流充电设备性能的重要部件；而快充对模块的性能提出更高的要求，随着电压和功率等级的提升，关于模块的电路拓扑、控制算法、高频磁性元件、散热结构的设计难度提高，与此同时还要保证模块的安全性和可靠性。因此，充电模块具有相对较高的技术壁垒。

图：充电模块工作原理示意图



资料来源：优优绿能招股书（申报稿），华西证券研究所

图：优优绿能大功率充电模块产品图



资料来源：优优绿能招股书（申报稿），华西证券研究所

4.3 大功率快充产热较多，液冷充电模块具备优势

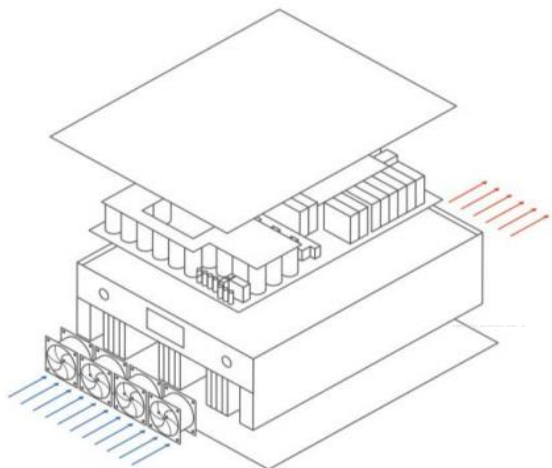
➤ 大功率快充产热较多，传统直通风的风冷模式易发生故障。

✓ 据芝能汽车公众号，直流充电是电动车最大的产热工作模式，在该工作场景下充电高压回路会产生大量的热。热损耗会随着功率变大而变大，大功率快充会带来发热量的大幅增加。根据优优绿能招股说明书（申报稿），目前直通风的风冷模式应用较为广泛，但由于充电桩安装在室外，而室外较为恶劣的环境易导致充电模块发生故障；因此，当前行业内已发展出独立风道散热方式，通过对风道设计进行优化，将电子元器件设计在模块上方密闭箱体中，密闭箱体下侧放置散热器，对散热器和密闭箱体四周进行防水防尘设计，将发热电子元器件集中贴在散热器内侧，风扇仅对散热器外侧吹风散热，使电子元器件免于粉尘污染和腐蚀，可以达到减少产品故障率的目的。

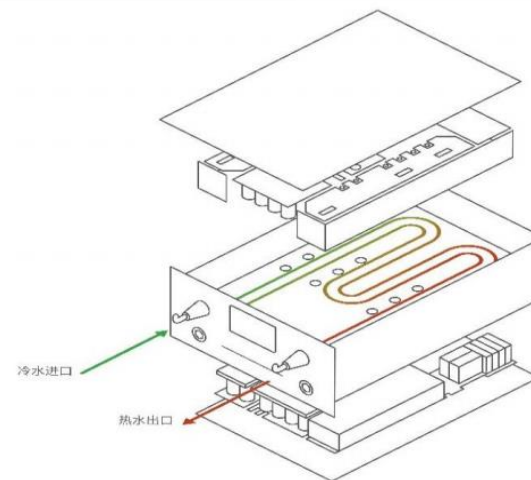
➤ 相比风冷的通风模式，液冷充电模块具备更低噪音、更高防护性的优点。

✓ 根据优优绿能招股说明书（申报稿），在风冷散热模式下，由于通常采用高转速风扇进行强力排风，再加上充电桩的散热风扇，产生的噪音会很大。在液冷散热模式下，由充电模块系统内部的发热器件通过冷却液与散热器进行热交换，较风冷散热而言噪音更低。同时，得益于全封闭的设计，与灰尘、易燃易爆气体等杂质杂物无接触，使得液冷充电模块具有更高防护性，进而提升使用效率和使用寿命。

图：独立风道散热原理图



图：液冷散热原理图



4.4 低重量、低温升，液冷散热充电枪有望放量

➤ 大功率液冷充电枪可以在减少电缆发热量的同时使得充电线缆的重量更轻。

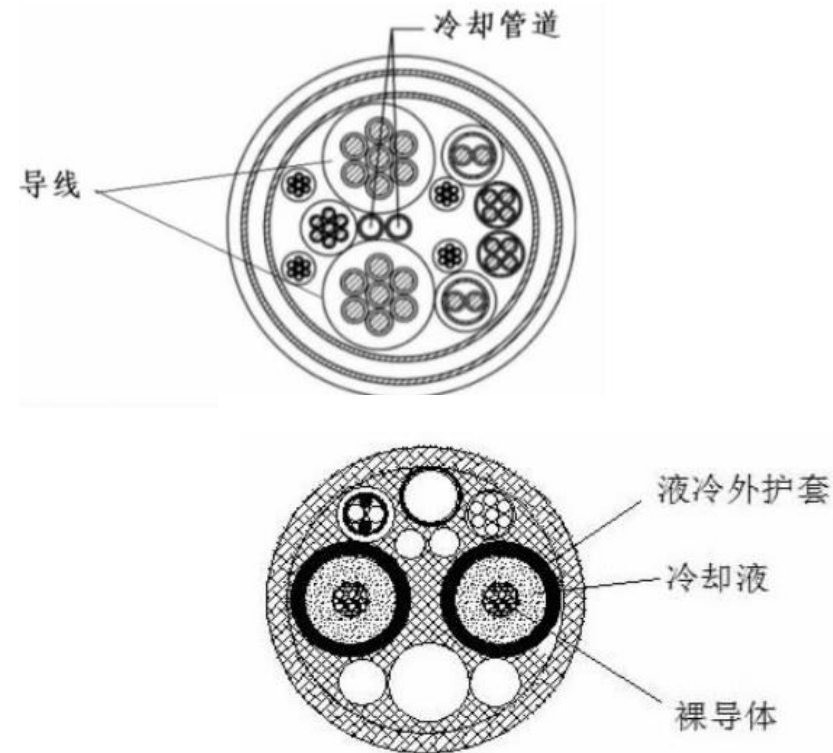
- ✓ 据《大功率液冷充电枪的发展现状》，持续高温状态下，充电装置中的电子元件容易被损坏，甚至严重的还会引起安全事故；常规方法是通过增大电缆线芯截面积来降低大功率快充带来的大幅增加的发热量，但考虑到充电场景的需求，如果充电电缆太粗太重，则不方便使用。
- ✓ 据《大功率液冷充电枪的发展现状》，大功率液冷充电枪是通过一个电子泵来驱动冷却液流动，冷却液在经过液冷线缆时带走线缆及充电连接器的热量，回到油箱（储存冷却液），然后通过电子泵驱动经过散热器散发热量，如此循环可以达到小截面积线缆通载大电流、低温升的要求。

➤ 永贵电器等国内充电枪企业实现技术突破，液冷产品获得应用。

- ✓ 永贵电器在高压、大电流技术领域积极布局，据公司2023年半年报，其车载产品可为新能源汽车提供高压、大电流互联系统的整体解决方案，并已进入比亚迪、华为、吉利、长城、奇瑞、长安、上汽、一汽、广汽、北汽、本田等国产一线品牌及合资品牌供应链体系。
- ✓ 在充电枪方面，根据永贵电器2023年5月的投资者调研纪要，公司掌握大功率液冷充电枪的核心技术，并拥有自主知识产权；能实现最大电流600A、额定电压1000V的汽车充电，率先在国内市场推广应用，目前为国内部分知名客户提供批量产品。

- 我们认为，充电模块、充电枪等为充电桩的核心零部件，在技术、成本等方面具备重要意义。在液冷超充技术的加速发展以及持续落地应用的趋势之下，核心部件将获得需求量和价值量的双升，技术、产品具备领先优势的供应商有望受益。

图：液冷充电枪内部结构示意图



资料来源：《大功率液冷充电枪的设计》杜青林，华西证券研究所

- 在充电桩基础设施方面，目前特斯拉、华为等领先行业布局超充站，并持续进行技术升级，充电时间的不断减少将为车主提升驾驶体验感。其中，液冷技术实现持续的突破：
- **特斯拉V4超充站投入使用，液冷技术有望助力充电功率提升。**根据特斯拉官方信息：1) 2022年12月，特斯拉举办电动卡车Semi交付仪式，并发布采用液冷技术的V4充电桩。2) 2023年3月，特斯拉在荷兰的 Harderwijk 开设了第一个 V4 超级充电站，并将于今年下半年建设和开放更多 V4 充电站，V4 目前支持 250kW 的功率，并可支持后续更高功率及新功能的更新。
- **华为液冷快充站正式投用，可实现多车型匹配。**华为在液冷超充技术上持续投入，根据华为数字能源公众号信息：1) 2023年4月，华为推出“新一代全液冷超充架构”的充电网络解决方案。2) 2023年10月，由华为数字能源助力打造的川藏南线暨理塘至亚丁公路（四川段）沿线的天全服务区超充站、理塘康南旅游集散中心超充站、桑堆服务区超充站正式上线。根据其介绍，全液冷超充终端最大输出功率600kW，最大电流600A；一次充电成功率高达99%，可以匹配200-1000V充电范围所有车型。
- 我们认为，特斯拉、华为等在液冷充电技术和应用方面具备领先的优势，此外，特来电、星星充电、英飞源等也在液冷充电技术上进行布局，产业链有望获得应用逐步落地。随着超充技术的普及，电动车“充电难、充电时间长”的痛点问题将得以有效解决，有助于电动车销量以及渗透率的提升。

表：液冷超充充电桩布局持续推进

公司	液冷技术进展
特斯拉	2023年3月，特斯拉在荷兰的 Harderwijk 开设了第一个 V4 超级充电站，并将于今年下半年建设和开放更多 V4 充电站，V4 目前支持 250kW 的功率，并可支持后续更高功率及新功能的更新。
华为	2023年10月，由华为数字能源助力打造的川藏南线暨理塘至亚丁公路（四川段）沿线的天全服务区超充站、理塘康南旅游集散中心超充站、桑堆服务区超充站正式上线。根据其介绍，全液冷超充终端最大输出功率600kW，最大电流600A；一次充电成功率高达99%，可以匹配200-1000V充电范围所有车型。
英飞源	640kW全液冷超充系统，配置液冷充电电源柜4个液冷充电终端，液冷电源柜内置液冷充电模块及散热单元，液冷充电终端可实现800V/600A超充。
特来电	液冷直流充电终端采用液冷大功率技术，满足通流600A时电缆的散热，电动汽车最快可在10分钟内完成0-80%的补能过程，最大化满足超充需求。充电功率最快可达600kW。
星星充电	北斗2代360kW分体式直流充电桩考虑后续车辆充电功率需求演进，仅需更换模块，即可将整桩功率提升至480kW。同时支持250A国标终端升级为600A液冷终端，满足未来HPC接口的充电需求。

资料来源：公司官网，华为数字能源公众号，华经产业研究院

05 投资建议

- ✓ 充电问题是新能源汽车核心痛点之一，快充技术的普及有望缓解新能源车用户的补能焦虑。目前，高电压快充路线已成为主流趋势，包括比亚迪、问界、小鹏、理想、广汽埃安等国内车企以及奥迪、奔驰、大众、现代等海外车企在内的众多知名厂商已积极布局高压快充车型。此外，在国家以及地方层面的政策支持、行业技术标准的持续完善等因素的推动下，高压快充技术应用规模有望持续扩大。
- ✓ 此外，电动汽车高压架构的应用下，电池及电池材料、电机电控、充电桩等也有望随之技术更新升级。目前，各环节已均有多家主流厂商进行快充产品应用布局/产能规划，部分厂商的快充产品已实现批量供货。未来，随着高压快充技术的应用规模进一步扩大，产业链多环节有望迎来广阔机遇。
- ✓ 我们认为，快充技术的普及有望推动以下产业链环节受益：
 - 电池及材料端：动力电池是实现快充的关键之一，看好积极布局快充技术、量产进度领先的电池厂商。此外，快充技术有望带来负极、电解液、导电剂等多个环节材料升级，1) 看好快充产品批量应用进度领先的负极材料企业；2) LIFSI有望改善电池倍率性能，看好积极布局LIFSI产能的材料企业；3) 碳纳米管相较传统导电剂具备更优导电性能，看好碳纳米管导电剂产能布局领先的企业。
 - 整车零件端：高压快充平台架构推动电驱系统、车载电源等重要整车零部件升级，功率器件作为该类零部件的核心有望随之升级；其中，碳化硅器件相较硅基IGBT具备多重优势，能够有效满足高压平台需求，看好高电压/碳化硅整车零部件研发布局以及供货进展领先的企业。
 - 充电设施端：充电模块、充电枪等是充电桩的核心零部件。伴随液冷超充等快充技术的加速发展和持续落地应用的趋势之下，核心部件将获得需求量和价值量的双升，技术、产品具备领先优势的充电桩零部件供应商有望受益。
- ✓ 受益标的：宁德时代、永贵电器、璞泰来、天赐材料、天奈科技、中科电气、杉杉股份、汇川技术、英搏尔、威迈斯等。

06 风险提示

- (1) 新能源汽车销量不及预期;
- (2) 高压快充技术推广不及预期;
- (3) 充电设施建设不及预期;
- (4) 政策变化风险;
- (5) 技术路径变化风险等。

分析师及研究助理简介

杨睿，华北电力大学硕士，专注能源领域研究多年，曾任民生证券研究院院长助理、电力设备与新能源行业首席分析师。2020年加入华西证券研究所，任电力设备与新能源行业首席分析师。第三届新浪财经金麒麟电力设备与新能源行业新锐分析师第一名。

李唯嘉，中国农业大学硕士，曾任民生证券研究院电力设备与新能源行业分析师，2020年加入华西证券研究所。第三届新浪财经金麒麟电力设备与新能源行业新锐分析师第一名团队成员。

哈成宸，美国康奈尔大学硕士，2022年加入华西证券研究所。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，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，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzc/hxindex.html>

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

THANKS