



Research and
Development Center

快充深度报告：800V 高压架构大势所趋， 材料与车端产业链共升级

2022 年 12 月 3 日

证券研究报告

行业深度研究

电力设备与新能源&电子

投资评级 看好

上次评级 看好

莫文宇 电子行业首席分析师

执业编号: S1500522090001

联系电话: 13437172818

邮箱: mowenyu@cindasc.com

武浩 电力设备与新能源行业首席分析师

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

孙然 电力设备与新能源行业研究助理

执业编号: S1500122070027

联系电话: 18721956681

邮箱: sunran@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

800V 高压架构大势所趋，材料与车端产业链共升级

2022年12月3日

本期核心观点

- **800V 架构成快充主流，车企加速布局。**快充补能效率不输燃油车，日益成为新能源车的发展方向之一。相比大电流快充，800V 高压快充具有充电效率高、快充区间更大、技术难度低等优势，是目前发展的主流路线。2019 年，保时捷发布首款 800V 车型 Taycan，随后现代起亚等国际巨头发布 800V 平台，比亚迪、吉利汽车等都相继开始布局 800V 高压平台，造车新势力蔚来、理想也紧随其后。我们预计 2025 年 800V 快充车型在新能源车渗透率将达到 15%。
- **电池负极材料升级，硅基+碳纳米管+新型 LiFSI 渗透率有望提升。**快充情形下，不仅对电池倍率性能提出新要求，同时在增加车载电压和充电桩电压时，会对电池本身造成一些影响，会产生热效应、锂析出、机械效应等负面影响。在此情况下，电池材料需升级，石墨造粒、包覆工艺等是影响快充性能的重要因素，硅基负极+碳纳米管+新型锂盐适配快充体系，有望成为未来快充发展方向。
- **车端器件升级，800V 架构下部分零部件量价齐升。800V 架构下对车端零部件也提出了新的要求：**1) SiC 材料高压性能突出，未来 800V 架构下相关器件单车价值量和市场空间有望提升；2) 电机方面，扁线化、油冷成趋势，对防腐蚀、绝缘要求提升；3) 高压直流继电器量价齐升；4) 薄膜电容需求升级，单车价值量有望提升 20%；5) 线束降规，但高压连接器用量增加，单车价值量有望增长 500 元左右；6) 熔断器方面，800V 下单车价格有望提升 30-130 元。
- **充电基础设施大功率、高压化趋势明显。**ChaoJi 充电标准逐步落地，大功率超充或成未来发展趋势。在目前高压标准下，从 DC500V 系统升级到 DC950V 系统，除了充电桩、线、直熔丝等需做出变更，其他无需改变。但随着未来大功率超充方向发展，高压化配件需升级，SiC 有望替代 Si IGBT 功率模块，同时或将配备液冷装置，我们预估充电模块成本或将提升。
- **投资建议：**我们认为随着 800V 架构渗透率提升，未来电池材料+车端零部件有望升级。1) 电池材料：负极是影响快充性能的重要材料，硅基材料+单壁碳纳米管成发展趋势，同时新型锂盐渗透率也有望提升，建议关注杉杉股份、璞泰来、天奈科技、天赐材料；2) 车端零部件升级：SiC 方面，性能优势显著，汽车电动化浪潮下需求走强，行业供不应求，景气持续并为国产厂商提供成长窗口，建议关注三安光电/天岳先进（前瞻布局化合物半导体）；电机电控方面推荐汇川技术、旭升股份，建议关注精达股份、麦格米特、英博特；电容方面，建议关注法拉电子、江海股份；熔断器方面，建议关注中熔电气。
- **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。

目录

一、快充逐步落地，800V 高压平台成趋势	5
1.1 里程+充电焦虑下，快充成首选	5
1.2 800V 架构成主流，车企纷纷加码	6
二、快充推动电池材料升级	13
三、车端：SiC 展现性能优势，电气类零部件迎升级	16
3.1 电机：扁线化、油冷趋势，防腐蚀、绝缘要求提升	17
3.2 SiC：SiC 渗透加速	19
3.3 高压直流继电器：量价齐升	22
3.4 薄膜电容：薄膜电容器产品需求升级，单车价值量提升	23
3.5 线束：线缆用量降低，高压连接器用量上升	31
3.6 熔断器：用量提升，新型激励熔断器有望渗透加速	32
四、充电桩：液冷化+系统大功率	33
五、投资建议	35
六、风险因素	35

图表目录

图表 1：影响消费者购买电动车主要因素	5
图表 2：2021 中国电动车用户平均单次充电时长依然较长	5
图表 3：电动车燃油车补能效率对比	6
图表 4：充电效率对照	6
图表 5：快充实现路径	7
图表 6：特斯拉几款车型电池倍率对比	8
图表 7：高电流需要更粗的线缆和难度更大的热管理	8
图表 8：不同电动汽车充电曲线对比（一）	8
图表 9：不同电动汽车充电曲线对比（二）	8
图表 10：：400V 电子电器架构	8
图表 11：800V 电子电器架构	8
图表 12：：车载部件全系 800V，电驱升压兼容 400V 直流桩方案	9
图表 13：全系 800V，新增 DCDC 兼容 400V 直流桩方案构造	9
图表 14：：车载部件全系 800V，兼容 400V 直流桩方案	9
图表 15：直流快充相关部件为 800V，其余部件维持 400V 方案	9
图表 16：仅直流快充相关部件为 800V，其余部件维持 400V，动力电池 800V/400V	10
图表 17：常见 800V 高压系统架构综合比较图	10
图表 18：各家车企 800V 布局情况	11
图表 19：800V 新能源汽车渗透率测算	11
图表 20：：快充下圆柱电池内外部温差超过 10 度	12
图表 21：软包电池在 5C 放电情况下表面温度变化	12
图表 22：：锂枝晶的形态	13
图表 23：锂枝晶突破隔膜	13
图表 24：较高的倍率导致电池内阻增加	13
图表 25：影响快充的因素和快充设计思路	14
图表 26：江西紫宸人造石墨的生产工序	14
图表 27：石油沥青包覆人造石墨的制备过程	15
图表 28：包覆前后人造石墨样品的容量和倍率	15
图表 29：包覆前后人造石墨样品的循环性能	15
图表 30：石墨与硅单质性能对比	15
图表 31：添加 TUBALL 单壁碳纳米管可以提升硅基负极循环性能	16
图表 32：不同锂盐电解液优缺点对比	16
图表 33：高压快充对车端组件和零部件提出了更高要求	17

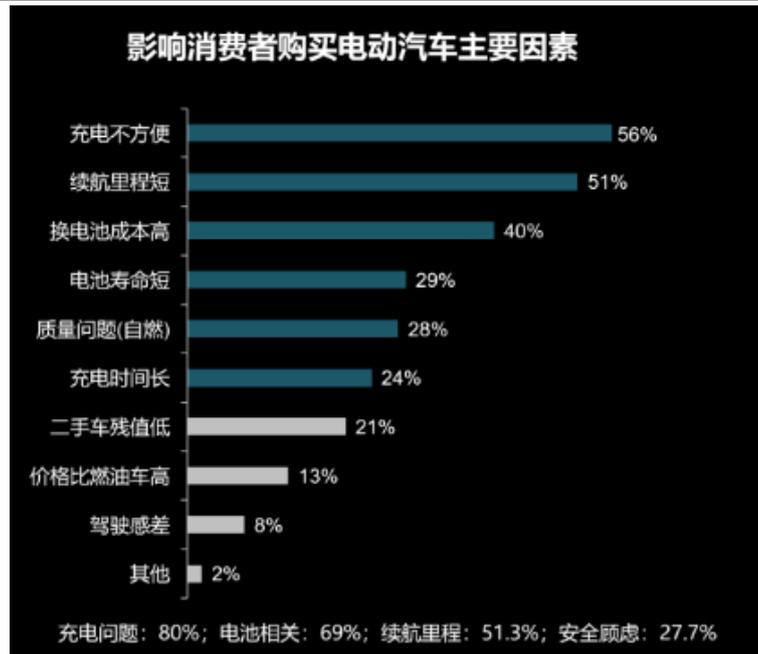
图表 34: 常见电动机中适用于电力驱动的电动机分类	17
图表 35: 永磁同步电机构造示意图	18
图表 36: 奥迪汽车永磁同步电机构造示意图	18
图表 37: 800V 架构下 SiC 造成轴电流增加大而击穿油膜风险增加	18
图表 38: 扁铜线绕组部分位置容易出现局部放电	18
图表 39: 扁线电机电阻和导热性能优于圆线电机	19
图表 40: 圆线电机与扁线电机性能对比图	19
图表 41: 不同车载领域 SiC 器件要求及应用优势	20
图表 42: 不同器件方案/开关频率下逆变器损耗情况 (kHz, W)	20
图表 43: 不同器件方案/结温下逆变器损耗情况 (kHz, °C)	20
图表 44: ST 测算的全 SiC 方案优势	20
图表 45: SiC MOSFET 逆变器应用价格甜蜜点测算	21
图表 46: 全球车用 SiC 器件市场空间 (亿美元)	22
图表 47: 新能源车继电器分布情况	22
图表 48: 直流充电桩电气结构	22
图表 49: 新能源车高压继电器价值量 (元)	23
图表 50: 800V 新能源车高压继电器市场规模测算	23
图表 51: 盒装卷绕式薄膜电容结构图	24
图表 52: 中国薄膜电容器各细分市场占比情况	24
图表 53: 各类电容器优缺点对比	24
图表 54: 薄膜电容器在新能源汽车的应用	24
图表 55: 电动车系统结构	25
图表 56: 全球薄膜电容企业市占率情况	26
图表 57: 松下 EZPV 系列 DC-Link 电容价格 (单位: 元/个)	26
图表 58: 缓冲薄膜电容器价格 (单位: 元/个)	26
图表 59: 基美 EMI 薄膜电容器价格 (单位: 元/个)	27
图表 60: 基美 PFC 薄膜电容器价格 (单位: 元/个)	27
图表 61: 电动车单电机集中式驱动及多电机分布式驱动对比	28
图表 62: 控制器内部结构爆炸图	29
图表 63: 电机控制器主回路示意图	29
图表 64: 第一代丰田 Prius 电机控制器	29
图表 65: 第二代丰田 Prius 电机控制器	29
图表 66: 大部分已发布的高压平台车型采用双电机分布式驱动模型	30
图表 67: 800V 汽车薄膜电容器市场空间测算	31
图表 68: Taycan 线缆横截面更小, 线缆用量降低	31
图表 69: 高压连接器在整车系统运用中的布局图	32
图表 70: 新能源车连接器市场规模测算	32
图表 71: 新能源车电力熔断器需求情况	33
图表 72: 大功率快充	34
图表 73: 国内 ChaoJi 充电标准	34
图表 74: 海外快充标准向 1000V、500A 发展	34
图表 75: 充电桩高压化配件升级	34
图表 76: 菲尼克斯 HPC 高压液冷充电枪	34
图表 77: 中国充电桩建设成本占比	35
图表 78: 2016-2021 直流充电桩充电模块成本 (元/W)	35

一、快充逐步落地，800V 高压平台成趋势

1.1 里程+充电焦虑下，快充成首选

里程+充电焦虑是新能源车主要难点，快充成用户首选。目前充电不方便和续航里程短是影响消费者购买的主要因素，华为在 2021 年 7 月召开的金砖充电论坛中表示，56%的消费者表示充电不方便，51%的消费者表明续航里程短是影响购买电动汽车的主要因素，80%的问题都是充电问题。参考《2021 中国电动汽车用户充电行为白皮书》，99.3%公桩用户首选快充，用户平均单次充电量为 25.2 度，平均单次充电时长为 49.9 分钟，平均单次充电金额为 24.5 元，日充电 1.2 次，充电时间长已成常态。

图表 1：影响消费者购买电动车主要因素



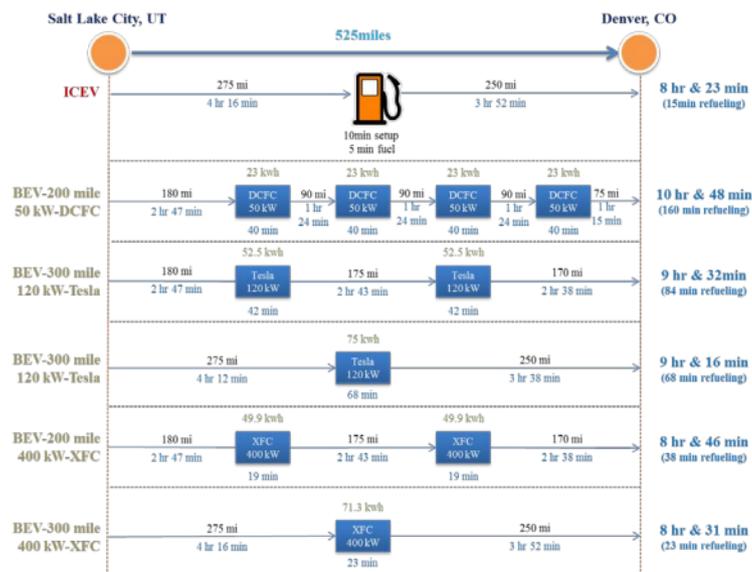
资料来源：充电桩网，信达证券研发中心

图表 2：2021 中国电动车用户平均单次充电时长依然较长



资料来源：北青网，《2021 中国电动汽车用户充电行为白皮书》，信达证券研发中心

快充下电动车补能效率不输燃油车，性价比高。参考《Enabling Fast Charging: A Technology Gap Assessment》，在 525 英里（1 英里=1.6 公里）的旅程中，普通燃油车只需要加油一次，总耗时 8 小时 23 分钟；续航 200 英里 50KW 的直充电动车需要充电四次，每次充电耗时 40 分钟，旅途累计耗时 10 小时 48 分钟；续航 300 英里 120KW 的直充电动车需要充电 1 次，每次充电耗时 68 分钟，旅途累计耗时 9 小时 16 分钟；而续航 300 英里 400KW 的直充电动车单次充电仅需 23 分钟，旅途总计耗时 8 小时 31 分钟，整体耗时不输燃油车。

图表 3：电动车燃油车补能效率对比

Figure 6. Intercity travel from Salt Lake City to Denver – ICEV versus BEV [Appendix C].

资料来源：《Enabling Fast Charging: A Technology Gap Assessment》，信达证券研发中心

1.2 800V 架构成主流，车企纷纷加码

快充指的是能在短时间内使蓄电池达到或接近完全充电状态的一种充电方法。充电倍率是充电快慢的一种量度，指电池在规定的时间内充电至其额定容量时所需要的电流值。一般意义上，超过 1C 的充电倍率即认为是快充。电池的充放电倍率一般由 xC (Capacity) 表示，xC 表示一小时充电时间能够充满 x 倍电池总电量，倍率值 x 越大充满电时间越短。1C 指的是，如果电池容量是 100Ah，充电电流 100A，就是 1C 充电倍率。100Ah 的电池，若能一直以 1C 充电，理论上可以 1 小时充满。

图表 4：充电效率对照

充电模式	充电倍率	充电时间
快充	10C	6 分钟
	3C	20 分钟
	2C	30 分钟
	1C	1 小时
慢充	0.5C	2 小时
	0.2C	5 小时
	0.1C	10 小时
	0.05C	20 小时

资料来源：信达证券研发中心

快充实现路径：大电流和高电压。快充目的在于缩短充电时间：

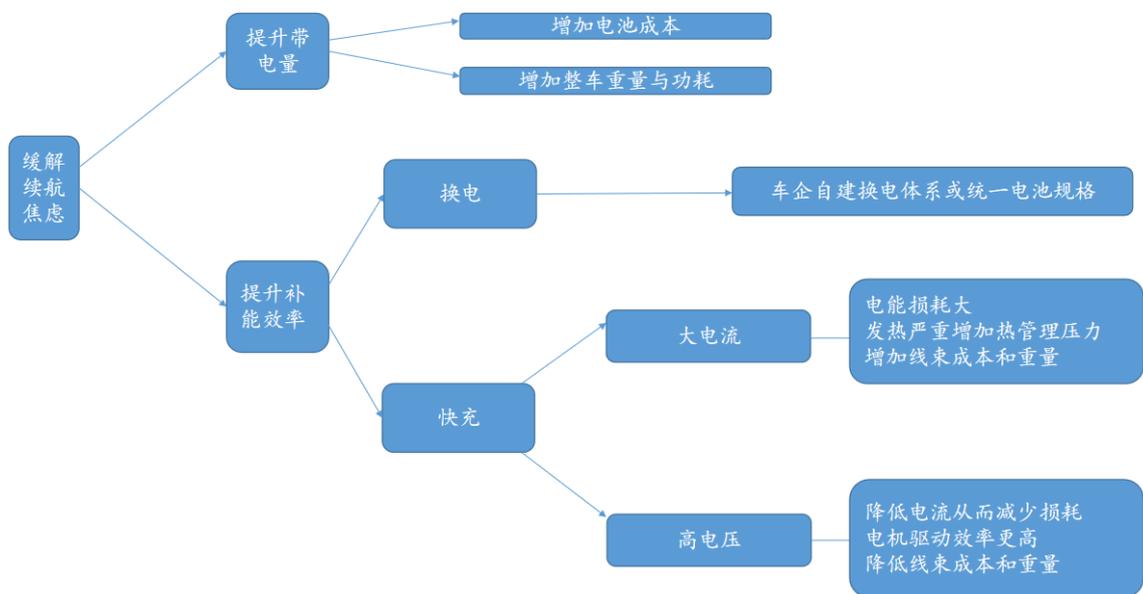
$$\text{充电时间 (h)} = \text{电池能量 (kWh)} / \text{充电功率 (kW)}$$

电池最大储能一定时，提高充电功率可以缩短充电时间。而充电功率取决于电压和电流：

$$\text{功率 (kW)} = \text{电流 (A)} * \text{电压 (V)}$$

提高充电功率可以通过提升电压和电流两种方式来实现。高电压以保时捷等为代表，2019 年保时捷的 Taycan 全球首次推出 800V 高电压电气架构，搭载 800V 直流快充系统并支持 350kw 大功率快充，高压快充作为实现快充的方式之一，受到越来越多主机厂的青睐。而大电流快充以特斯拉为代表，其 V3 超充桩能在 400V 电压的条件下实现 250kW 的充电功率，15 分钟就能给 Model 3 充满 250 公里的续航，但大电流会带来更高的发热量。

图表 5：快充实现路径

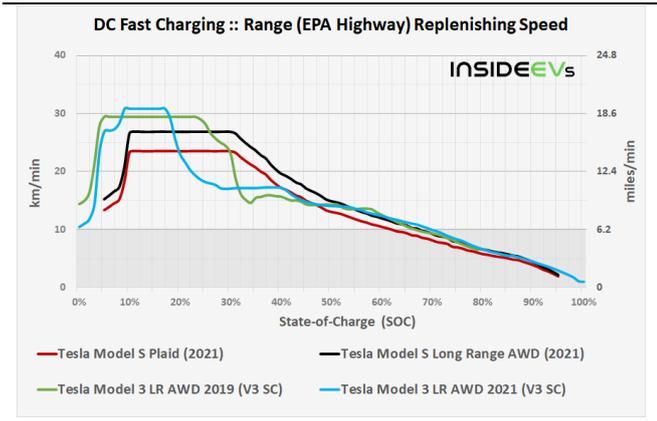


资料来源：信达证券研发中心

高压有望成为快充主流路线。与大电流方向相比，高压快充存在两大优势：1) 根据热力学公式 $Q=I^2 \cdot R \cdot t$ ，功率一定时高电压可以取代大电流，有效减少发热量；2) 以特斯拉充电区位为例，特斯拉 Model S 高功率充电持续范围在 10%-32% 左右，而 Model 3 型号在 5%-25% 区间内，与保时捷 Taycan 800V 快充在 5%-45% 的高功率充电区间相比较窄。

特斯拉采取 400V 高电流路线，第四代快充电流将提升至 900A 左右，电路中大电流会产生很高的热损失（根据发热量公式 $Q=I^2 \cdot R \cdot t$ ），包括连接器、电缆、电池的连接、母线排等电阻发热量呈平方级别增长，导致峰值充电功率虽然高，但平均功率不高，充电功率天花板相对高压路线更低。

图表 6：特斯拉几款车型电池倍率对比



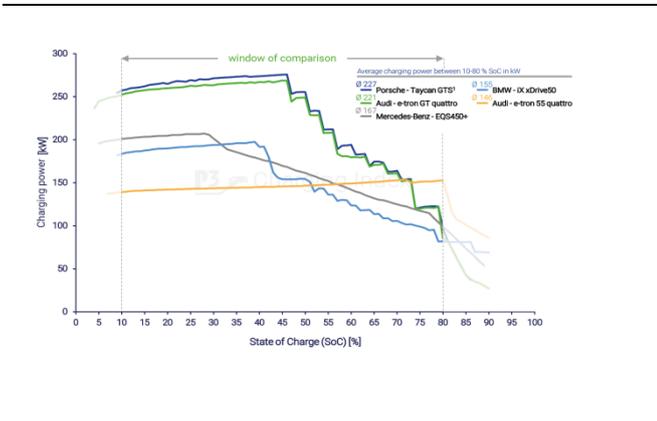
资料来源：INSIDEEVS, 信达证券研发中心

图表 7：高电流需要更粗的线缆和难度更大的热管理



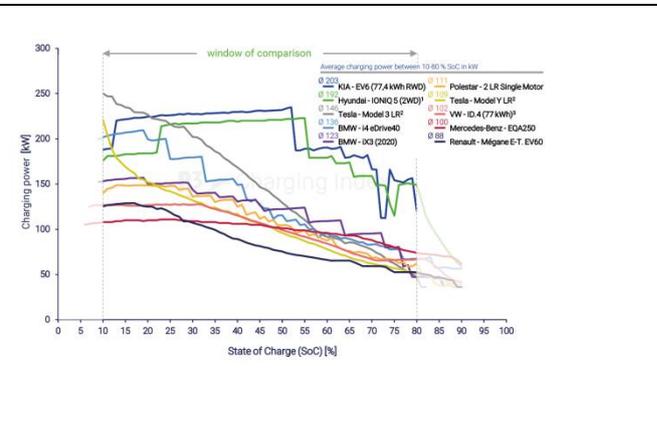
资料来源：电动生活网, 信达证券研发中心

图表 8：不同电动汽车充电曲线对比（一）



资料来源：P3 研究报告, 信达证券研发中心

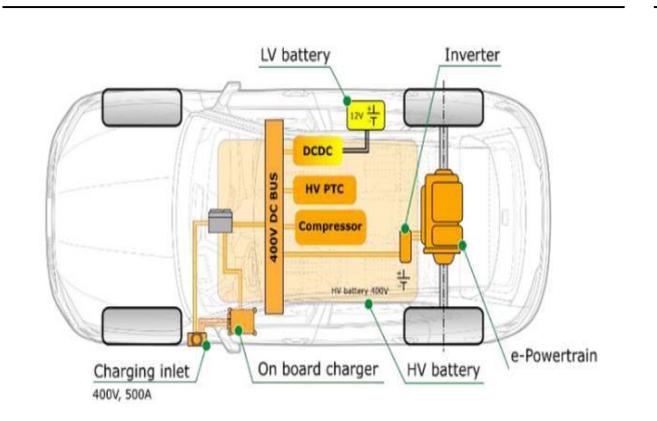
图表 9：不同电动汽车充电曲线对比（二）



资料来源：P3 研究报告, 信达证券研发中心

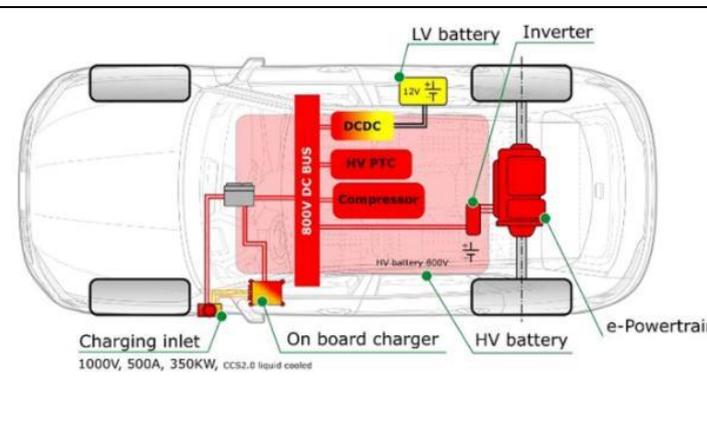
新能源车的动力主要是电池和电机，用电电压高于燃油车。以传统 400V 电子电器架构为例，新能源车中存在 400V 电压和 12V 低压电池系统。

图表 10：400V 电子电器架构



资料来源：充电桩视界, 信达证券研发中心

图表 11：800V 电子电器架构



资料来源：充电桩视界, 信达证券研发中心

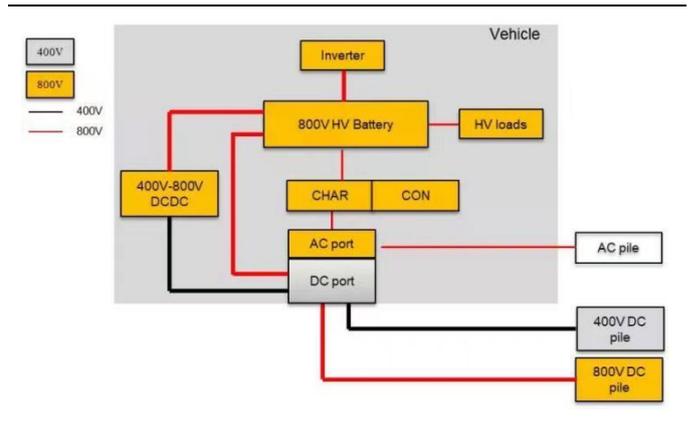
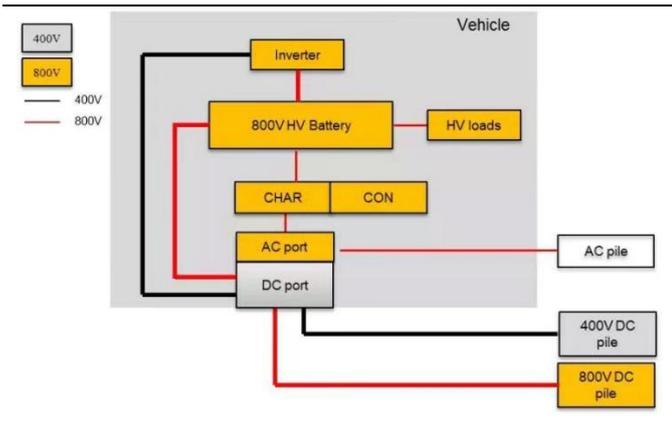
汽车实现高压快充的方案按照电池和电压系统可以简单分为三类，分别为 800V 的动力电池和 800V 高压系统、800V 动力电池和 400V 高压系统、400V 动力电池和 400V 高压系统。考虑升压方式等因素，则可细分为五种方案，从目前综合方案推广难度和改造成本来看，方案一（全系 800V

充电系统兼容 400V 快充) 较好, 有望成为主流方案。

- 1) **方案一:** 车载部件全系 800V, 电驱升压兼容 400V 直流桩方案。其典型特征是: 直流快充、交流慢充、电驱动、动力电池、高压部件均为 800V; 通过电驱动系统升压, 兼容 400V 直流充电桩。
- 2) **方案二:** 车载部件全系 800V, 新增 DCDC 兼容 400V 直流桩方案。其典型特征是: 直流快充、交流慢充、电驱动、动力电池、高压部件均为 800V; 通过新增 400V-800V DCDC 升压, 兼容 400V 直流充电桩。
- 3) **方案三:** 车载部件全系 800V, 动力电池灵活输出 400V 和 800V, 兼容 400V 直流桩方案。其典型特征是: 直流快充、交流慢充、电驱动、动力电池、高压部件均为 800V; 2 个 400V 动力电池串并联, 通过继电器切换灵活输出 400V 和 800V, 兼容 400V 直流充电桩。
- 4) **方案四:** 仅直流快充相关部件为 800V, 其余部件维持 400V, 新增 DCDC 部件进行电压转换器方案。其典型特征是: 仅直流快充和动力电池为 800V; 交流慢充、电驱动、高压部件均为 400V; 新增 400V-800V DCDC, 实现 400V 部件与 800V 动力电池之间的电压转换, 兼容 400V 直流充电桩。
- 5) **方案五:** 仅直流快充相关部件为 800V, 其余部件维持 400V, 动力电池灵活输出 400V 和 800V 方案。其典型特征是: 仅直流快充为 800V; 交流慢充、电驱动、负载均为 400V; 2 个 400V 动力电池串并联, 通过继电器切换灵活输出 400V 和 800V, 兼容 400V 和 800V 直流充电桩。

图表 12: 车载部件全系 800V, 电驱升压兼容 400V 直流桩方案

图表 13: 全系 800V, 新增 DCDC 兼容 400V 直流桩方案构造

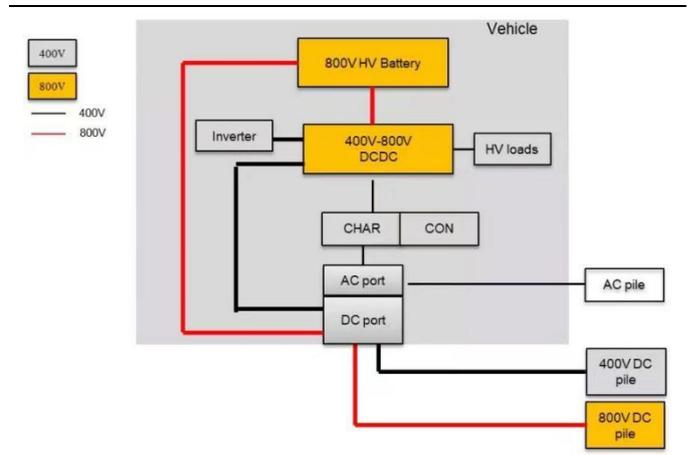
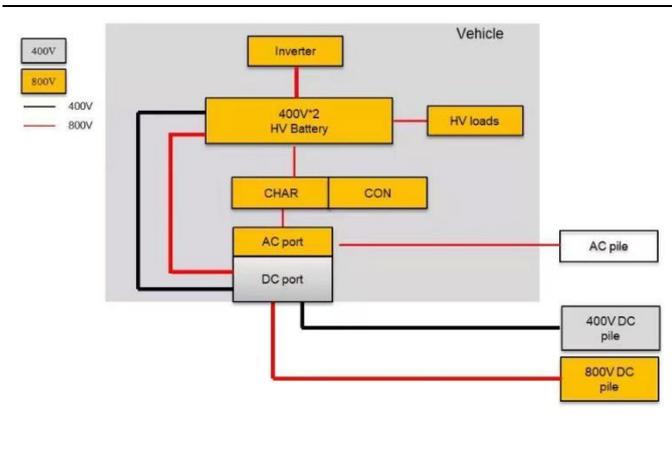


资料来源: 联合电子, 信达证券研发中心

资料来源: 联合电子, 信达证券研发中心

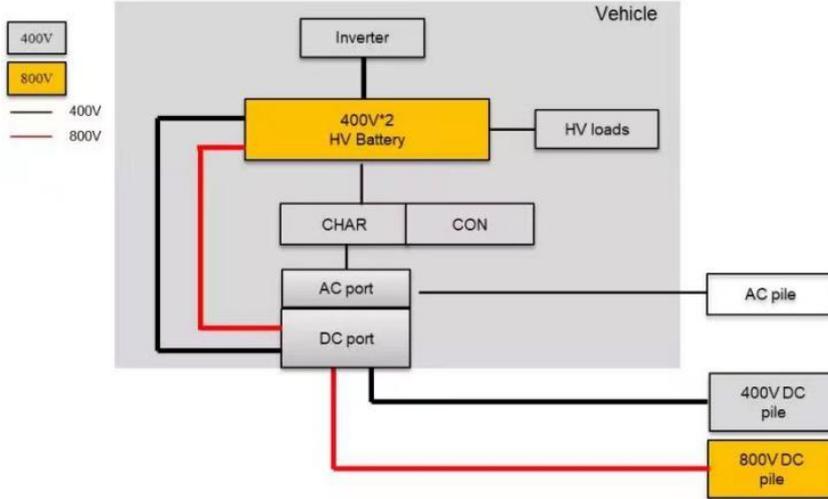
图表 14: 车载部件全系 800V, 兼容 400V 直流桩方案

图表 15: 直流快充相关部件为 800V, 其余部件维持 400V 方案



资料来源: 联合电子, 信达证券研发中心

资料来源: 联合电子, 信达证券研发中心

图表 16: 仅直流快充相关部件为 800V, 其余部件维持 400V, 动力电池 800V/400V


资料来源: 联合电子, 信达证券研发中心

图表 17: 常见 800V 高压系统架构综合比较图

项目	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五
系统框图					
特征	<ul style="list-style-type: none"> Driving @ 800V AC charging @ 800V DC charging @ 400V or 800V 	<ul style="list-style-type: none"> Driving @ 800V AC charging @ 800V DC charging @ 400V or 800V 	<ul style="list-style-type: none"> Driving @ 400V AC charging @ 400V DC charging @ 400V or 800V 	<ul style="list-style-type: none"> Driving @ 400V AC charging @ 400V DC charging @ 400V or 800V 	<ul style="list-style-type: none"> Driving @ 400V AC charging @ 400V DC charging @ 400V or 800V
系统改动量	<ul style="list-style-type: none"> 所有高压部件都需重新设计成800V部件 兼容400V直流充电桩, 无需新增高压部件 	<ul style="list-style-type: none"> 所有高压部件都需重新设计成800V部件 兼容400V直流充电桩, 需要新增120kw 400V-800V DCDC 	<ul style="list-style-type: none"> 所有高压部件都需重新设计成800V部件 动力电池需要特殊设计 (400V和800V灵活输出, 新增切换继电器) 	<ul style="list-style-type: none"> 动力电池设计为800V 需要新增150kw 400V-800V DCDC, 其余车辆部件无需改动 	<ul style="list-style-type: none"> 动力电池需要特殊设计 (400V和800V灵活输出, 新增切换继电器) 800V直流充电时, 新增继电器切断400V部件
系统性能	<ul style="list-style-type: none"> 整车能耗低 无安全风险 	<ul style="list-style-type: none"> 整车能耗低 无安全风险 	<ul style="list-style-type: none"> 整车能耗低 电池并联环流潜在问题 	<ul style="list-style-type: none"> 整车能耗高 400V/800V DCDC安全要求高, 防止800V电网和400V电网直通 	<ul style="list-style-type: none"> 整车能耗高 电池并联环流潜在问题 电池安全要求高, 防止800V电网和400V电网直通
系统新增成本	较高	最高	较高	较高	较低
整车布置改造	较难	较难	较难	适中	适中
方案推广难度	推广难度较低: 所有高压部件都仅要求800V设计, 供应商都在研	推广难度较低: 所有高压部件都仅要求800V设计, 供应商都在研	推广难度较大: 电池需要特殊改动和设计	推广难度较大: 仅需要新增一个DCDC	推广难度大: 电池需要特殊改动和设计

资料来源: 联合电子, 信达证券研发中心

国内外企业纷纷跟进 800V 架构, 超级快充是大势所趋。2019 年, 保时捷 Taycan 是全球首款 800V 高压平台的量产车型, 支持 350kw 大功率快充, 30 分钟内电量可从 5% 快充到 80%。近两年高压快充路线受到越来越多主机厂的青睐, 现代起亚等国际巨头发布 800V 平台, 比亚迪、吉利汽车等都相继开始布局 800V 高压平台, 造车新势力蔚来、理想也紧随其后。目前, 比亚迪、极氪、广汽埃安、北汽极狐、长安、长城以及小鹏汽车等多家车企已相继发布 800V 平台架构或规划。蔚来汽车相关人士表示, 蔚来即将发布 800V 高压平台电池包及配套换电站, 并面向全行业开放。理想纯电动车的快充技术, 目前在实验室条件下可以做到充电 10 分钟续航 400 公里的成绩。随着车企的 800V 布局加速, 我们预计 2025 年, 800V 高压架构车型渗透率或将达到 15%, 全球 800V 架构新能源汽车销售量达到 370 万辆。

图表 18: 各家车企 800V 布局情况

	—2020	2021	2022	2023	2024—
		11月发布首款800V车型机甲龙, 限量版于2021年上市	预计机甲龙普通版车型陆续实现上市交付		
		发布800V e3.0平台, 首款车型海狮2021年上市(未搭载800V快充)	e3.0平台首款SUV车型元plus上市(未搭载800V快充)		
		9月公布自研800V高压平台, 已进入整车测试阶段			
		8月发布A480超充桩, 9月首款800V车型AION V Plus上市			
	2020年9月发布支持800V的SEA浩瀚架构	搭载SEA浩瀚架构的极氪001于2021年上市(未搭载800V快充), 此后将陆续发布800V车型。			
			9月800V SiC车型G9上市		
			同步研发基于SiC的两个高压纯电平台Whale及Shark, 及400kW大功率充电桩	计划2023年起每年至少推出两款高压纯电动汽车, 后续纯电车型将全部采用高压平台	
		发布800V高压平台, 支持400kW快充			预计800V高压车型预计于2024年前开始量产
			发布500kW超快充, 预计2022年年底投入部署。800V高压平台电池包及配套换电体系正在开发阶段, 将面向全行业开放		
		发布800V电驱平台	8月800V车型阿维塔11上市		
			发布800V高压平台B.H.D及搭载高压平台的远航系列车型(Y6、Y7、H6、H9)		800V车型Polestar 5计划于2024年上市
			10月800V车型Eletre上市		
		发布800V车型阿尔法S HI	800V车型阿尔法S HI上市		
	2020年12月发布800V E-GMP平台	E-GMP平台800V车型起亚EV6上市, 同时支持400V和800V现代IONIQ 5充电桩上市。后续IONIQ车型均基于E-GMP平台			
					
					SSP平台800V液冷纯电车型Trinity预计于2026年量产
	2020年发布Ultium纯电平台, 最高可支持350kW/800V高压直流快充		Ultium平台800V车型悍马EV 将于2022秋季上市-2023年陆续上市		
		J1平台800V e-tron GT车型首发, PPE平台800V A6 e-tron概念车发布		A6 e-tron预计将于2023-2024年首发	
	2019年J1平台 800V车型Taycan量产				PPE平台800V车型Macan预计于2024年上市
		推出900V+电压电池的Lucid Air, 配有碳化硅转换器, 于2021年Q4上市			
					预计2024年800V架构MMA平台上市并发布4款纯电车型
					预计2024年发布800V EMA平台首款纯电车型

资料来源: 信达证券研发中心整理

图表 19: 800V 新能源汽车渗透率测算

	2022E	2023E	2024E	2025E
全球新能源车销量(万辆)	1070	1478	1944	2468
中国新能源车销售(万辆)	686	892	1116	1361
800V 渗透率	2%	4%	10%	15%
全球 800V 汽车销量(万辆)	21	52	194	370

资料来源: 信达证券研发中心测算

1.3 高压快充下负面效应：热管理等环节需升级

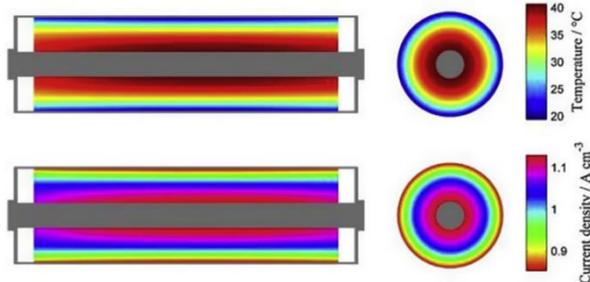
高压快充在增加充电桩电压和车载电压时，会对电池产生一定的影响。参考《Lithium-ion battery fast charging: A review》，锂电池在快充时会产生以下三种负面效应：

1) **热效应**：以 IONIQ5 案例为例，高压快充虽然降低电流，但相应电芯内阻依然有所增大，按照热力学公式，发热量依然有所增加。此外，快充会导致电芯内外部温差过大，而热分布不均匀会造成电池内部电流分布的不均，电流分布不均容易导致电池在充放电的过程中发生局部的过充或过放，以及副反应速度的不一致，进而导致电池内部降解速度的不一致。过高的温度在正极一侧会加剧粘结剂分解、不可逆相变和过渡金属元素的溶解等问题，而负极一侧则面临 SEI 膜生长加速，从而消耗电池内部有限的活性 Li，导致电池不可逆的容量损失，并引起电池产气。

2) **锂析出**：快速充放电会造成锂离子在负极嵌锂的不均匀状态，导致锂沉积形成锂枝晶。枝晶锂会刺穿隔膜造成 Li 二次损耗，降低电池容量。当锂晶体达到一定量后就会从负极向隔膜生长，造成电池短路的危险。

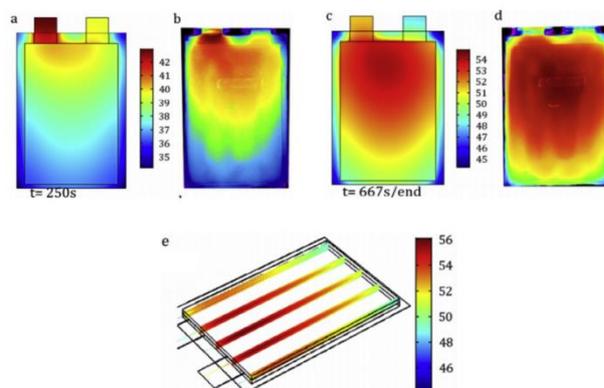
3) **机械效应**：快速充电导致锂浓度产生变化，电池内部锂浓度升高，锂离子梯度分布造成颗粒间应力不匹配，能力释放速率超过一定值时，会造成电池颗粒与导电剂及粘结剂间失去接触、活性物质脱落、电极分层等情况，从而出现微裂纹。对电池性能的影响可以分为**活性材料损失 (LAM)**、**活性锂损失 (LLI)**和**阻抗增加**。首先，裂纹会导致电接触变差；其次，裂纹会暴露更多的新鲜表面与电解液反应，快充带来的高温会加速上述副反应。这些反应又加速了 SEI 的生长，加剧阻抗增加、LAM 和 LLI 等。最后，电解液的消耗会降低电极表面的润湿性，阻碍离子传输。

图表 20：快充下圆柱电池内外部温差超过 10 度



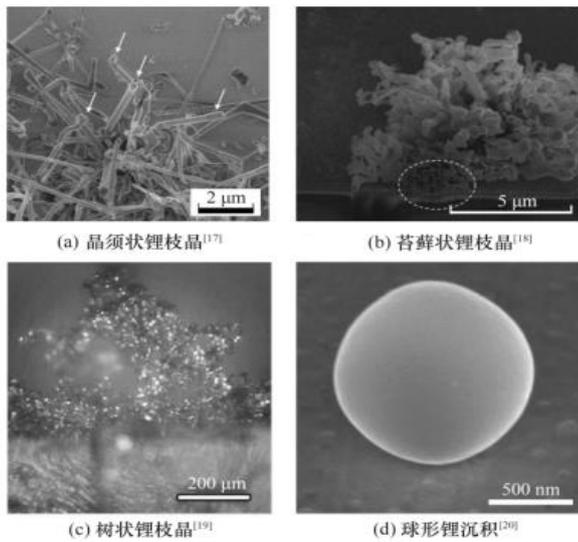
资料来源：《Lithium-ion battery fast charging: A review》，信达证券研发中心

图表 21：软包电池在 5C 放电情况下表面温度变化



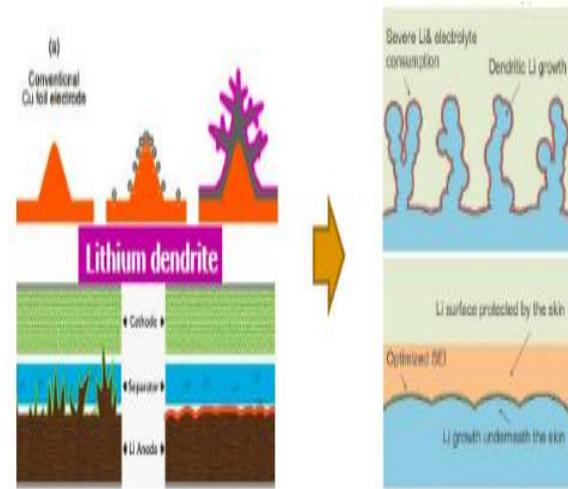
资料来源：《Lithium-ion battery fast charging: A review》，信达证券研发中心

图表 22: 锂枝晶的形态



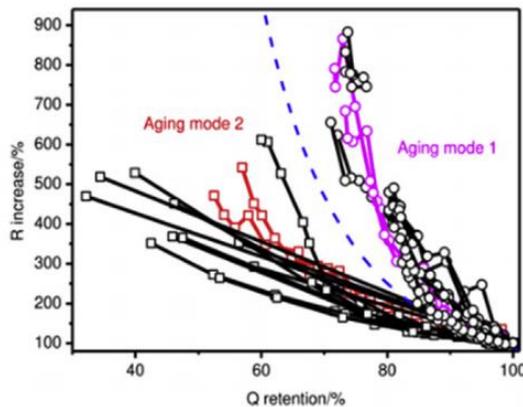
资料来源: 《锂枝晶的成核、生长与抑制》, 信达证券研发中心

图表 23: 锂枝晶突破隔膜



资料来源: 电池中国网, 信达证券研发中心

图表 24: 较高的倍率导致电池内阻增加



资料来源: 《Lithium-ion battery fast charging: A review》, 信达证券研发中心

二、快充推动电池材料升级

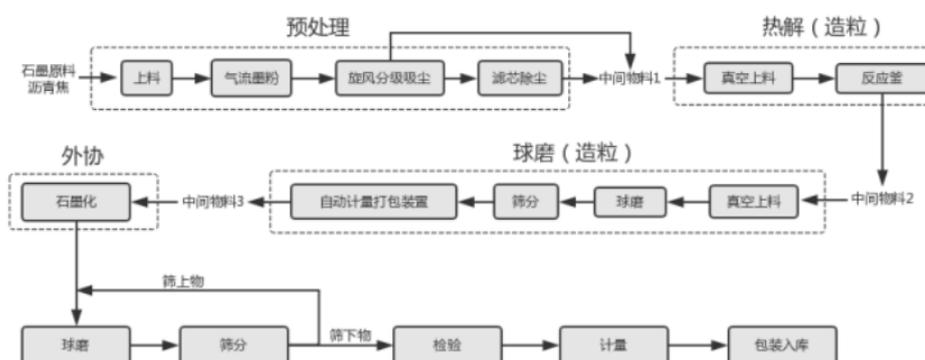
电池快充性能主要由负极决定。正极的降解和正极 CEI 膜的增长对传统锂离子电池的快充没有影响。主要影响因素是负极, 影响锂沉积和沉积结构(析锂)的因素包括: ①锂离子在负极内的扩散速率; ②负极界面处电解质的浓度梯度; ③电极/电解质界面的副反应。因此, 快充技术的升级或将带来电池材料尤其是负极材料的升级需求。

图表 25：影响快充的因素和快充设计思路

影响快充的因素	快充设计思路	材料端需求
<ul style="list-style-type: none"> ● 锂离子在电极材料中的迁移和扩散 ● 锂离子在相界面处的转移 ● 锂离子在电解质中的传输 	<ul style="list-style-type: none"> ● 改善电解液对负极材料表面的浸润能力，减小界面转移电阻 ● 提高材料的离子导电性和电子导电性，加速锂离子和电荷转移 ● 抑制大电流条件下材料的结构转变和体积膨胀，提高循环寿命转移电阻 ● 防止负极表面析锂，保障安全性能 	<ul style="list-style-type: none"> ● 负极包覆、碳化、造粒等 ● 新型锂盐 ● 往硅基负极发展 ● 碳纳米管

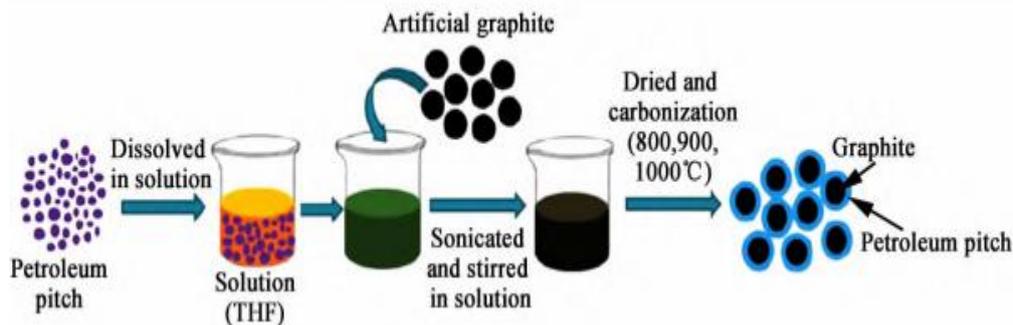
资料来源：《锂离子电池快充石墨负极研究与应用》，信达证券研发中心

石墨造粒可以提升倍率性能。石墨颗粒的大小、分布和形貌影响着负极材料的多个性能指标，粒径较大的石墨比表面积较小，与电解液发生的副反应较少，库伦效率较高。但大颗粒的石墨的锂离子嵌入活性位点和扩散通道较少，不利于锂离子的嵌入，因此倍率性能较差。二次造粒有利于提高负极材料性能。二次造粒工艺是将骨料粉碎获得小颗粒基材后，使用沥青作为黏结剂，根据目标粒径的大小，在反应釜内进行二次造粒，经过后续石墨化等工艺，获得成品二次造粒负极材料。对单颗粒负极进行二次造粒工艺，可以丰富 Li⁺在晶格内嵌脱的通道数量，进一步提升负极材料的倍率性能及低温性能。二次颗粒负极材料可以兼顾大颗粒和小颗粒的优点，成为容量高、倍率性能好的负极材料。此外，利用造粒工艺形成的二次颗粒负极材料可增加负极材料的各向同性，改善电池的首次库伦效率和倍率性能。

图表 26：江西紫家人造石墨的生产工序


资料来源：锂电产业通，信达证券研发中心

包覆工艺能够影响快充性能。表面包覆是目前工业上最常用的改性负极材料的方法之一，这种方法通过固相、液相或气相炭化沉淀在材料表面形成一层无定形碳，构筑出“核壳结构”，这种“核壳结构”能够有效地约束和缓冲负极材料活性中心的体积膨胀或结构破坏，同时增加与电解液的相容性，维持电极材料的稳定性。

图表 27：石油沥青包覆人造石墨的制备过程


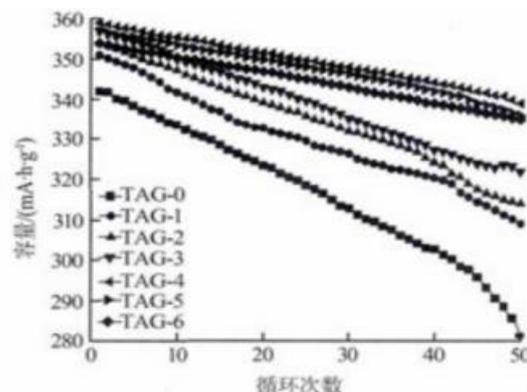
资料来源：《沥青在锂离子电池负极材料中的应用研究进展》，信达证券研发中心

图表 28：包覆前后人造石墨样品的容量和倍率

样品编号	首次充电容量 (0.1 C)/(mA·h·g ⁻¹)	首次效率/%	倍率(1 C)/ (mA·h·g ⁻¹)	备注
TAG-0	348	82.4	342	5 颗扣式电池 平均值
TAG-1	354	90.7	351	
TAG-2	357	93.5	354	
TAG-3	360	95.4	357	
TAG-4	362	96.2	359	
TAG-5	359	96.3	357	
TAG-6	356	96.5	354	

资料来源：《包覆处理对提高人造石墨负极材料性能的研究》，信达证券研发中心

备注：TAG-0-6 分别对应的高温沥青包覆比例为 7.5%、10%、12.5%、15%、17.5%、20%

图表 29：包覆前后人造石墨样品的循环性能


资料来源：《包覆处理对提高人造石墨负极材料性能的研究》，信达证券研发中心

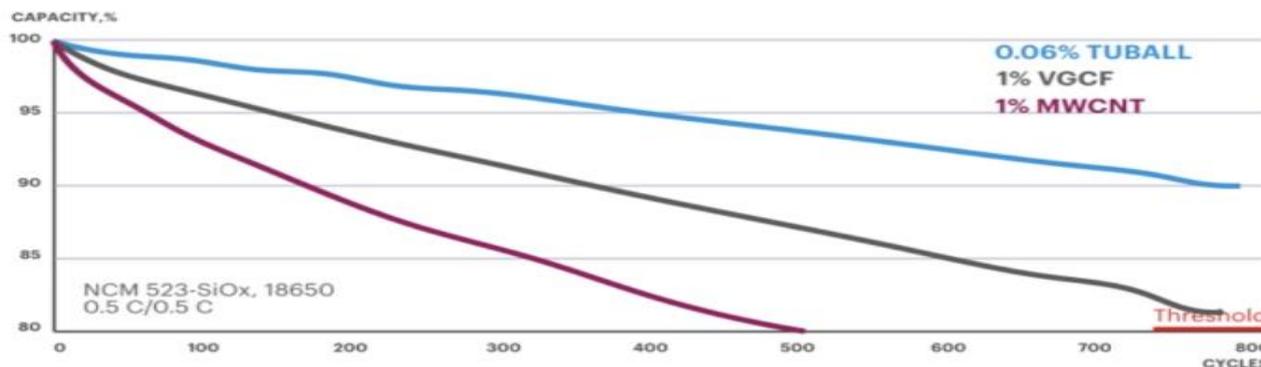
硅基负极是未来发展方向。石墨负极虽具有高电导率和稳定性的优势，但目前商品化的锂离子电池石墨负极材料的可逆比容量已接近理论比容量 372 mAh/g。而硅负极材料储锂机理与石墨负极材料不同，其主要是通过和锂形成 Li₁₂Si₇、Li₁₃Si₄、Li₇Si₃、Li₂₂Si₅ 等多种合金相，其中最高锂含量的合金相为 Li₂₂Si₅，其理论比容量高达 4200 mAh/g，是石墨负极的 10 倍左右，是目前已知比容量最高的锂离子电池负极材料。硅材料对 Li/Li⁺ 的放电电位为 370 mV，具有较低的脱锂电压平台 (<0.5V)，和稳定的嵌锂电压平台，因此是一种极具前景的负极材料。

目前硅基负极存在“膨胀系数大”、“导电性较差”等问题，通过对硅“纳米化”、“多孔化”、“复合化”等方式，可以为电荷和锂离子的传递增加更多的转移通道，改善倍率性能，并通过添加碳纳米管提高导电性。

图表 30：石墨与硅单质性能对比

	密度 (g/cm ³)	嵌锂相	质量比容量 (mAh/g)	脱锂电位 (V)
石墨	2.25	LiC ₆	372	0.05
硅	2.33	Li _{4.4} Si	4200	0.4

资料来源：中国粉体网，信达证券研发中心等

图表 31：添加 TUBALL 单壁碳纳米管可以提升硅基负极循环性能


资料来源：高工锂电，OGSiAI，信达证券研发中心

新型锂盐+添加剂增加导电性，适配快充体系。锂盐的选择对石墨快充性能的影响也不可忽视。根据《锂离子电池快充石墨负极研究与应用》，在以酯类有机物为溶剂(碳酸乙烯酯/碳酸甲乙酯)(EC/EMC)的常规电解液中，含双氟磺酰亚胺锂盐(LiFSI)的电解液具有比含其他锂盐(LiFSI > LiPF₆ > LiTFSI > LiClO₄ > LiBF₄)电解液更高的电导率，且其含氟量较低，更为环保。因此，LiFSI 被视作最有潜力替代 LiPF₆ 的锂盐，特别是在快充电池领域。

图表 32：不同锂盐电解液优缺点对比

项目	优点	缺点	市场应用情况
LiFSI	热稳定性好；可以形成稳定的 SEI 膜，阻抗小；电池循环寿命长	合成工艺要求高，价格偏高；浓度较大时，对正极集电体铝箔具有一定腐蚀作用	宁德时代、LG 化学等厂商开始应用
LiPF ₆	成本低；工艺成熟稳定	可能发生水解；热稳定性低；	目前应用广泛
LiBOB	高温性能好；热稳定性好；	低温性能差；溶解度低；倍率性能一般	工业化应用较少
LiPO ₂ F ₂	高低温性能好；可提升过充保护与均衡容量性能	在有机溶剂中溶解性较差	工业化应用较少

资料来源：康鹏科技招股说明书，信达证券研发中心

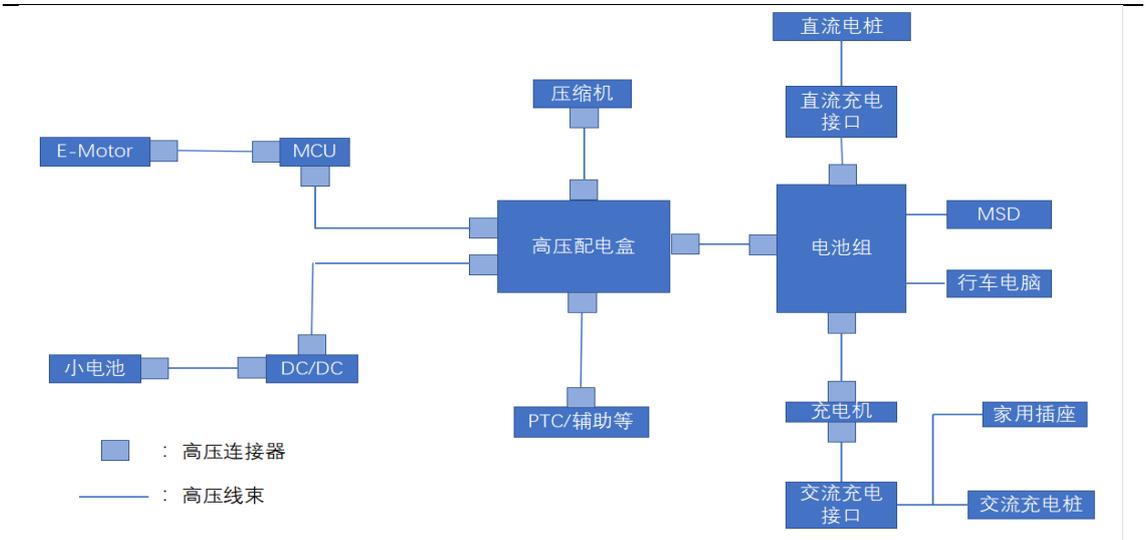
三、车端：SIC 展现性能优势，电气类零部件迎升级

800V 快充趋势下，车端设备零部件升级。800V 快充方案下，由于电压提升，将带来多处零部件和元器件升级。目前电动车核心零部件分为电池、电机、电控；OBC、PDU、DC/DC（小三电）；电动压缩机等。我们认为随着车端电压向 800V 升级，除了对电池材料有了新要求，对车端核心零部件的耐压、抗热等性能也有了要求，对零部件的影响主要为：

- 1) 电机：扁线化、油冷趋势，防腐蚀、绝缘要求提升。
- 2) 电驱电控：800V 下 SIC 优势显著，替代趋势明显。
- 3) 继电器：高压继电器性能要求提升，总价值量上升。
- 4) 薄膜电容：提升耐压等级。

- 5) 线束：连接器增加，线缆降规。
- 6) 熔断器：用量有望提升，新型熔断器渗透加速。

图表 33：高压快充对车端组件和零部件提出了更高要求



资料来源：国威通，信达证券研发中心

3.1 电机：扁线化、油冷趋势，防腐蚀、绝缘要求提升

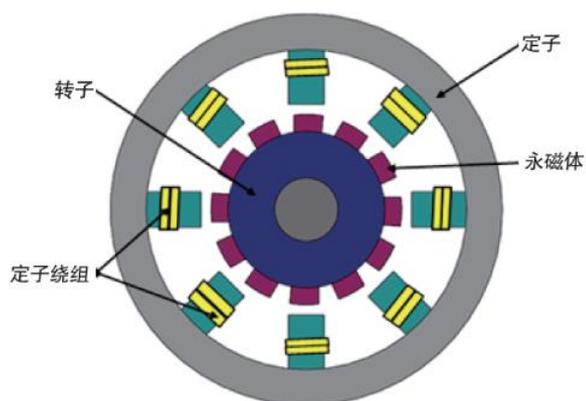
电动机可以使电能转化为机械能，并通过传动系统将机械类传递到车轮驱动汽车行驶，是新能源汽车核心驱动系统之一。目前新能源汽车常用的驱动电机主要是永磁同步电机及交流异步电机两类，大多数新能源汽车采用的是永磁同步电机，代表车企包括比亚迪、理想汽车等，部分车辆采用了交流异步电机，代表车企有特斯拉、奔驰等。

图表 34：常见电动机中适用于电力驱动的电动机分类

性能及类型	直流电动机	异步电动机	永磁同步电动机	开关磁阻电动机
转速范围/rpm	4000-6000	12000-20000	4000-10000	>15000
功率密度	低	中	高	较高
电动机重量	重	中	轻	轻
电动机体积	大	中	小	小
可靠性	一般	好	优良	好
结构坚固性	差	好	好	好
控制器成本	低	高	高	一般

资料来源：汽修宝典，搜狐汽车，信达证券研发中心

永磁同步电动机具有较高的功率质量比，体积更小，质量更轻，输出转矩更大，电动机的极限转速和制动性能也比较优异，因此永磁同步电动机已成为现今电动汽车应用最多的电动机。但永磁材料在受到振动、高温和过载电流作用时，其导磁性能可能会下降，或发生退磁现象，有可能降低永磁电动机的性能。

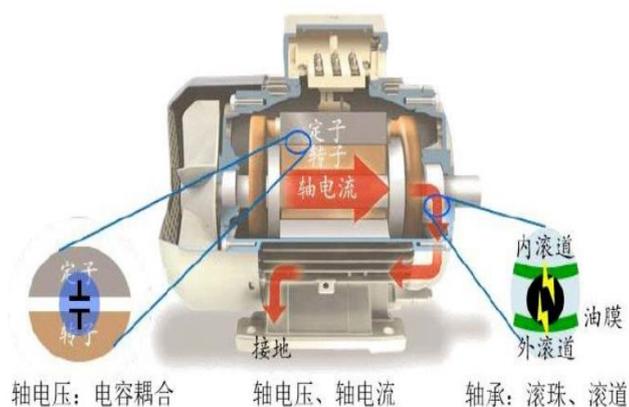
图表 35: 永磁同步电动机构造示意图


资料来源: 技术邻汽车学习, 信达证券研发中心

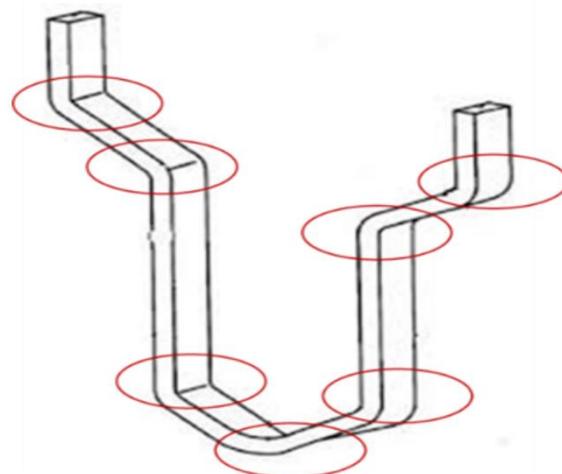
图表 36: 奥迪汽车永磁同步电动机构造示意图


资料来源: 技术邻汽车学习, 信达证券研发中心

800V 架构下对电机会产生轴承电腐蚀和绕组局部放电问题, 对电机绝缘能力、轴承防腐要求提升。1) 电机绕组中性点电压在任意时刻都不为零, 在 PWM 变频供电时, 定子绕组与壳体、定子绕组与转子、转子与定子铁心以及轴承形成共模通路的等效电路, 及共模电压, 共模电压的值与电机母线电压成正比, 频率受逆变器载波频率影响。在电机转速较低或者长时间运转轴承温度较高时, 轴承润滑和绝缘性能不足或下降, 加之 800V 电压平台的提升, 便会击穿轴承油膜, 破坏其绝缘性, 进而在轴承中会形成轴承电流。2) 高电压对电机绕组的绝缘性提出了更高的耐压挑战, 处置不当便会在绝缘局部区域达到击穿场强, 尤其是带电体的尖端附近, 形成局部放电, 强烈的局部放电会破坏绕组铜线的绝缘性能, 造成短路, 引发电机失效。

图表 37: 800V 架构下 SiC 造成轴电流增加大而击穿油膜风险增加


资料来源: 电车测试, 信达证券研发中心

图表 38: 扁铜线绕组部分位置容易出现局部放电


资料来源: NE 智能网联, 信达证券研发中心

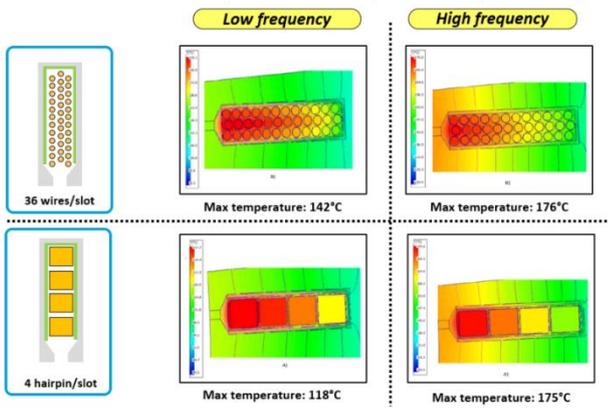
扁线化提升效率, 大功率要求下趋势显现。扁线绕组电机是在定子绕组中采用截面更大的扁铜线, 先把绕组做成类似发卡一样的形状, 穿进定子槽内, 再在另外一端把发卡的端部焊接起来。相较于传统圆线电机, 以其高功率密度、高能量转换效率、良好的 NVH 性能 (电磁噪音低, 整车更安静)、优异散热性能等优势, 显著降低整车重量、电耗, 提高整体性能和驾驶体验。扁线电机的槽满率高于圆线, 因此在空间不变的情况下可以容纳更多铜线, 截面积更大, 在低频和高频的运转情况下整体电阻也会更小, 发热量相比较于圆线会更小, 线损会更小, 且扁线电

机的能量转换效率会更高。在效率方面，扁线线组平均效率（WLTC）、平均效率（全转速）为 92.49%、94.78%，高于圆线线组 91.37%和 92.76%。

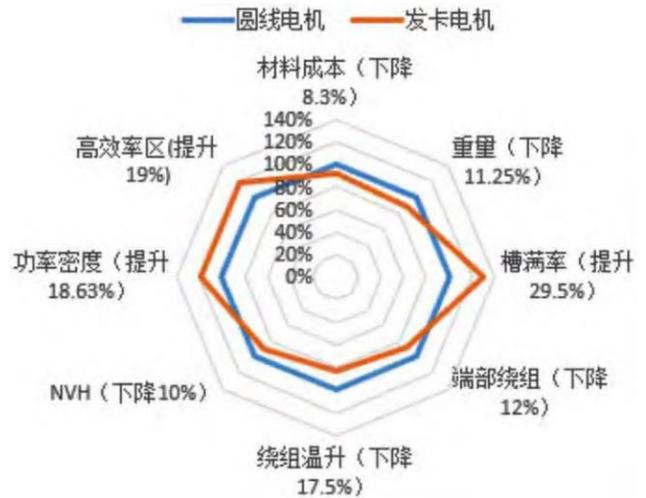
图表 39：扁线电机电阻和导热性能优于圆线电机

图表 40：圆线电机与扁线电机性能对比图

800V eMotors design aspects: Hairpin vs Stranded wires
 Thermal simulations results (based on the assumption of same phase current)



资料来源：盖世汽车新能源，马瑞利，信达证券研发中心



资料来源：《新能源汽车扁线电机技术分析》，信达证券研发中心

电机油冷成为发展方向。为了提高电机功率密度，提高电机转速已成为行业趋势，目前 18000 转已逐渐量产，未来将进一步朝 20000 转甚至更高转速发展，但电机的高速化将对散热、轴承强度、高效、密封以及 NVH 提出更高要求。在此背景下，传统机壳水冷已逐渐难以满足需求，油冷电机成为一个发展方向。油具有不导电、不导磁体的特性，因此相比水冷方式，油冷方式可以直接接触电机内部组件，在相同工况下，油冷电机的内部各温度比水冷电机内部温度低 15% 以上，热平衡时间更短。

3.2 SiC: SiC 渗透加速

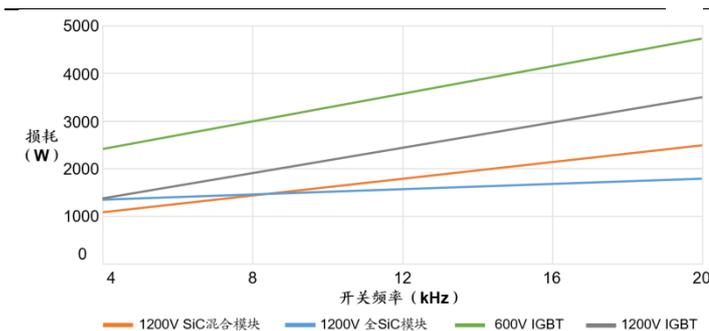
SiC 功率器件在新能源汽车中主要应用于主驱逆变器、OBC、DC/DC 车载电源转换器和大功率 DC/DC 充电器领域。随着未来 800V 电压平台推出，在大功率，大电流条件下减少损耗、增大效率和减小器件尺寸，电机控制器的主驱逆变器将不可避免从硅基 IGBT 替换为 SiC 基 MOS 模块，存量替代市场空间较大。

图表 41：不同车载领域 SiC 器件要求及应用优势

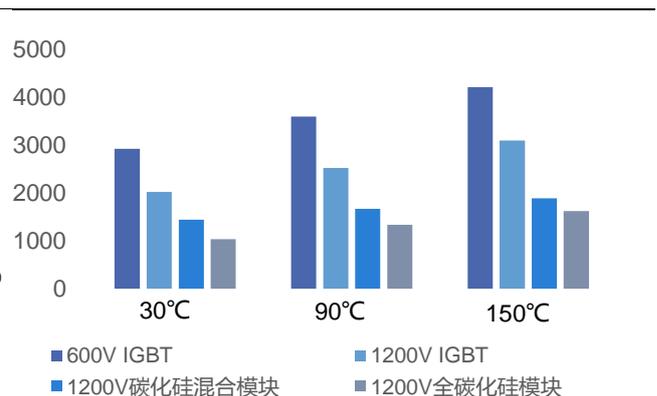
主要组件	概述	应用/优势特点	器件类型	电压	电流要求
主驱逆变器	碳化硅功率器件主要应用于新能源车电机驱动系统中电机控制器	减小电力电子系统体积、提高功率密度	SiC MOS	650V-1700V	≥100A
车载充电系统	车载蓄电池可将来自电池子系统的 DC 电源转化为驱动电机的 AC 电源	SiC 器件使 OBC 的能量损耗减少、热管理效能改善；OBC 采用退换货给器件，BoM 成本降低至 15%，充电速度翻倍	SiC SBD/SiC MOS	650V-1200V	≥20A
DC-DC	车载 DC-DC 变换器可将动力电池输出的高压直流电转换为低压直流电	热导率、耐高温，散热简化，减小变压器体积	SiC SBD/SiC MOS	650V-1200V	≥20A
非车载充电桩	非车载直流快充电机可将输入的外部 AC 电源转化为电动车所需的 DC 电源	碳化硅告诉开关保证了快速充电器充电速度	SiC SBD/SiC MOS	650V-1200V	≥20A

资料来源：Yole，芯八哥，信达证券研发中心

SiC 具备耐高压性能，能更好地适应 800V 平台的引入，将 SiC 方案用于车载主驱逆变器能够显著减少导通损耗及开关损耗，并节约芯片面积。以 80kW EV 为例，ST 测算了 1200V 平台下 Gen 3 SiC MOSFET 与 Si IGBT+二极管方案下的牵引逆变器功率损耗。归因于 SiC 更优的 FOM 参数性能，SiC MOSFET 在更高的结温情况下损耗减少更多，能够减少 3.4 倍开关损耗，合计导通损耗后相比硅基方案减耗 40%。

图表 42：不同器件方案/开关频率下逆变器损耗情况 (kHz, W)


资料来源：Warwick，芯 IT，信达证券研发中心

图表 43：不同器件方案/结温下逆变器损耗情况 (kHz, °C)


资料来源：Warwick，芯 IT，信达证券研发中心

图表 44：ST 测算的全 SiC 方案优势

能量损耗情况		Si IGBT+Si 二极管方案	全 SiC 方案	
合计芯片面积		180mm ² (IGBT) + 90mm ² (二极管)	78mm ²	节约 3.5x 芯片面积
导通损耗 (W)		196.2	256.1	
开关损耗 (W)		316.6	94	减少 3.4x 损耗
二极管导通损耗 (W)		58.3	49	
二极管 Qrr 损耗 (W)		91.1	6.4**	减少 40% 损耗
合计损耗 (W)		662.2	405.6	
结温 (°C)		134.2	151.5	TJ < 80% Tjmax

资料来源：ST，信达证券研发中心

原料降价叠加优异性能，SiC 有望突破成本藩篱，SiC MOSFET 将于 2023H2 达到价格甜蜜点，

带动更多车端逆变器应用。基于碳化硅电驱动系统可降低 4.43% 的典型城市工况行驶电耗的假设，由于 Si 方案提高续航需增加电池容量并在一定程度上增加电耗，因此若等效 SiC 方案的续航，Si 方案需明显提高电池容量，从这一方面来看 SiC 方案可以节约电池容量扩大所带来的成本提升。若 SiC 晶圆价格年降 10% 左右，则有望在 2023H2 获得正的成本节约值，SiC MOSFET 6 寸晶圆价格 3518 美元/片时整体效益达到平衡。

图表 45：SiC MOSFET 逆变器应用价格甜蜜点测算

Si IGBT 方案	单位	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
Si 方案电池总成	元	61748.0	56181.1	51116.2	46507.8	42314.9	38500.0
工况续航	km	600.0	618.8	638.2	658.1	678.7	700.0
百公里电耗	kWh/100km	14.1	13.4	12.8	12.1	11.6	11.0
电池容量	kWh	84.6	83.0	81.5	80.0	78.5	77.0
度电单价	元/kWh	729.9	676.7	627.4	581.7	539.3	500.0
SiC MOSFET 方案	单位	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
工况续航提升		4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%
工况续航	km	624.0	643.5	663.7	684.5	705.9	728.0
续航变化	km	24.0	24.8	25.5	26.3	27.1	28.0
百公里电耗下降		4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%	4.4%
百公里电耗	kWh/100km	13.5	12.8	12.2	11.6	11.0	10.5
电耗变化	kWh/100km	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5
电池容量	kWh	84.1	82.5	81.0	79.5	78.0	76.5
电池容量变化	kWh	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
SiC MOSFET 与 IGBT 价差	元	4485.6	3896.0	3360.0	2616.8	2145.1	1720.6
SiC 晶圆价格	美元	4840.0	4400.0	4000.0	3520.0	3168.0	2851.2
SiC MOSFET 成本	元	6485.6	5896.0	5360.0	4716.8	4245.1	3820.6
IGBT 成本	元	2000.0	2000.0	2000.0	2100.0	2100.0	2100.0
方案差异	单位	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
Si 方案若提高工况续航 4%	km	624.0	643.5	663.7	684.5	705.9	728.0
百公里电耗假设同时提高 1%	kWh/100km	14.2	13.6	12.9	12.3	11.7	11.1
等效电池容量	kWh	88.9	87.2	85.6	84.0	82.4	80.9
SiC 方案电池容量节约	kWh	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3
度电单价维持 Si 方案不变	元/kWh	729.9	676.7	627.4	581.7	539.3	500.0
等效 Si 方案电池总成	元	3487.0	3172.7	2886.6	2626.4	2389.6	2174.2
SiC 方案成本节约	元	-998.6	-723.3	-473.4	9.6	244.5	453.6

资料来源：信达证券研发中心测算

乘新能源车之风，功率碳化硅器件市场扬帆起航。根据我们的测算，在 800V 平台+SiC 双重渗透下，全球 800V 车用 SiC 功率器件市场规模将在 2023/2024/2025 年分别达到 5/18/34 亿美元，22-25 年 CAGR 超过 150%。

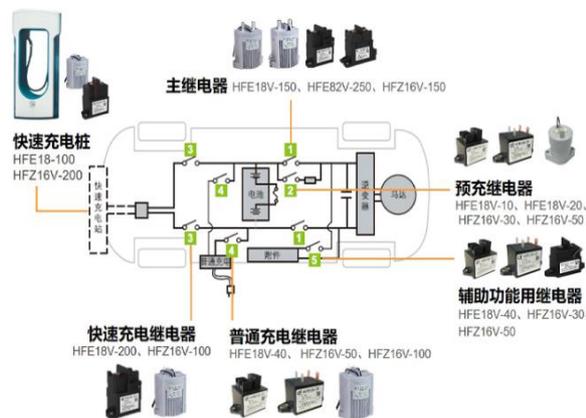
图表 46：全球车用 SiC 器件市场空间（亿美元）

	2022E	2023E	2024E	2025E
全球新能源车销量（万辆）	1070	1478	1944	2468
中国新能源车销量（万辆）	686	892	1116	1361
800V 渗透率（%）	2%	4%	10%	15%
全球 800V 汽车销量（万辆）	21	52	194	370
800V 汽车中 SiC 渗透率（%）	60.00%	72.00%	79.20%	87.12%
SiC 渗透率单车价值量（\$/辆）	1452	1320	1200	1056
全球 800V 车载 SiC 市场空间（亿美元）	2	5	18	34

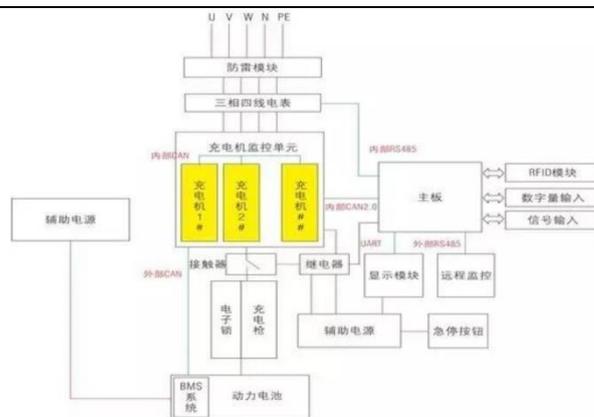
资料来源：信达证券研发中心测算

3.3 高压直流继电器：量价齐升

高压直流继电器是新能源车的核心部件之一，单车价值量远超传统汽车继电器。继电器实际上是用小电流控制大电流运作的一种“自动开关”，在电路中可以起到自动调节、安全保护、转换电路等作用。传统汽车继电器均为低电压产品，电压区间 12-48V，而新能源汽车电路电压一般远高于传统汽车电压，需要额外高压直流继电器。

图表 47：新能源车继电器分布情况


资料来源：宏发股份，信达证券研发中心

图表 48：直流充电桩电气结构


资料来源：充电桩视界，信达证券研发中心

按照类型划分，新能源汽车中继电器可以分为主继电器、预充继电器、辅助功能用继电器、快充继电器和普通充电继电器五类继电器。根据车型不同，新能源汽车继电器数量也有较大差异，一般为 5-8 只高压继电器。假设单台新能源车有 2 个主继电器、2 个快充继电器、2 个预充继电器、1 个普通继电器，则单车价值量约为 860 元左右；而充电桩一般配置 2 个快充继电器，高压继电器价值量约 200 元左右。

图表 49：新能源车高压继电器价值量（元）

	车端					充电桩
	主继电器	快充继电器	预充继电器	普通充电继电器	辅助功能用继电器	快充继电器
数量（个）	2	2	1	2	1	2
价值量（元）	150	120	80	80	80	100
合计（元）	300	240	80	160	80	200

资料来源：信达证券研发中心测算

800V 平台电压电流更高、电弧更严重，对高压直流继电器耐压等级、载流能力、灭弧、使用寿命等性能要求提高，产品需要在触点材料、灭弧技术等多方面改进。在此趋势下，800V 电压平台单车价值量或将提升 40%。我们预计 800V 下，单车高压继电器价值量约 1200 元，2025 年市场规模约 40 亿元。

图表 50：800V 新能源车高压继电器市场规模测算

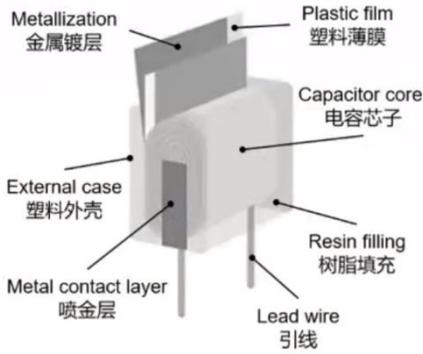
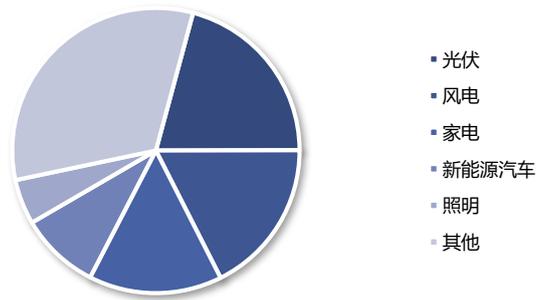
	2022E	2023E	2024E	2025E
全球新能源车销量（万辆）	1070	1478	1944	2468
中国新能源车销售（万辆）	686	892	1116	1361
800V 渗透率	2%	4%	10%	15%
全球 800V 汽车销量（万辆）	21	52	194	370
单车价值量（元/辆）	1200	1200	1200	1200
市场规模（亿元）	3	6	23	44
YOY		142%	276%	90%

资料来源：信达证券研发中心测算

3.4 薄膜电容：薄膜电容器产品需求升级，单车价值量提升

薄膜电容器在新能源车电机逆变器、OBC、DC/DC 等领域广泛应用

薄膜电容器是将金属箔与塑料薄膜重叠或对薄膜进行金属化并卷绕形成的电容器，具有无极性、温度特性、绝缘阻抗高、频率响应宽广、介质损失小、精度高等优势。由于新能源汽车需要交流和直流的转换、高低电压的缓冲，对电子元器件耐压耐冲击要求提升。薄膜电容器高频性能、高耐受电流能力、长寿命、可靠性和安全性等性能优势突出，且其薄膜的结构设计可保证电容器具备良好的自愈性，更适用于高压电路。而铝电解容更适用于低压电路，因此薄膜电容器逐步替代传统电容器。其主要作用是对输出的电压进行平滑、滤波并吸收高幅值脉冲电流。

图表 51：盒装卷绕式薄膜电容结构图

图表 52：中国薄膜电容器各细分市场占比情况


资料来源：TDK，信达证券研发中心

资料来源：中商情报网，信达证券研发中心

图表 53：各类电容器优缺点对比

	主要优点	缺点	应用领域
陶瓷电容器	高频特性好、高耐压、损耗小、易于片式化	电容量小、易碎	高频电路，如振荡器、手机等通信电路
铝电解电容器	电容量大、体积小	ESR 高、高频特性差、温度特性差、有极性	大容量、中低频率电路，如电源电路、变频器电路、逆变器、储能
薄膜电容器	高耐压、高频特性好、损耗低、阻抗低	电容量小、体积相对较大	损耗低、高频特性好、耐电压要求高的电路，电力电子领域份额达 50%
钽电容器	漏电流小、频率特性好、片式化	钽资源匮乏、价格高、有极性	应用于低压电源滤波、低压交流旁路中，如手机电源、电脑主板

资料来源：艾华集团招股说明书，信达证券研发中心整理

薄膜电容在新能源汽车的主要应用场景包括 OBC（车载充电器）、DC/DC 转换器、电机逆变器、HVAC（暖通空调）、BMS（电池管理系统）、无线充电、BSG 电机等。电池、电机和电控是新能源汽车的三大核心，电机控制技术的核心就是需要高效电机控制的逆变器技术，高效电机控制的逆变器技术则需要一个功能强大的 IGBT 模块和一个与之匹配的直流支撑电容器。目前在新能源车主流车型已在电机控制系统、电池管理系统、DC/DC（直流斩波器）等高压电气单元中应用薄膜电容，薄膜电容的使用量也会随着新能源汽车的推广及电压提高而上升。

图表 54：薄膜电容器在新能源汽车的应用

	EMI 电容	PFC (功率因数校正电容)	DC-Link 电容	Resonant (谐振电容)	Snubber (缓冲电容)	AC filter (交流滤波电容)
OBC（车载充电器）	✓	✓	✓	✓		
DC/DC 转换器	✓		✓	✓	✓	
电机逆变器	✓		✓	✓	✓	✓
HVAC（暖通空调）	✓		✓			
BMS（电池管理系统）	✓		✓			
无线充电	✓	✓	✓	✓		
BSG 电机	✓					

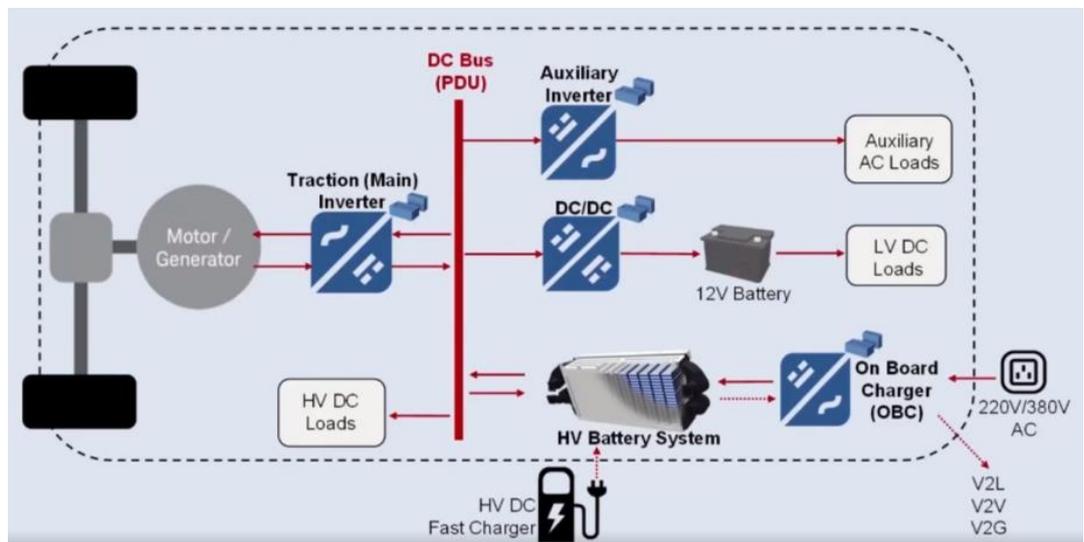
资料来源：TDK，信达证券研发中心

薄膜电容在新能源车上的重要性体现在电源系统中的电机逆变器的性能提升。驱动用逆变器是

电动车电源系统中最重要的部件之一，电源模组、传感器以及薄膜电容是其中最关键的设备。驱动用逆变器的主要功能是将电池的直流电流转换成用于电机的三相交流电流，然后根据汽车的加速操作来调整电流及电压，同时控制电机。在汽车减速时，将电机发电所得到的交流电流转换成直流电流给电池充电。要同时实现高电力化及小型化，就要提升热设计及耐电压的开发力度。用于电机逆变器的薄膜电容主要包括 DC-Link 电容、EMI 电容、谐振电容、缓冲电容以及交流滤波电容，其中 DC-Link 是目前 DC 薄膜电容在新能源汽车上最成熟的应用，并且价值量最高。

车载充电器 OBC 上 DC 薄膜电容的使用是最多的，包括 EMI 滤波、PFC 电容、DC-link 电容、LLC 谐振阶段的电容，以及最后的输出电容。DC-Link 电容作为滤波器要求大电流和大容量设计。DC 薄膜 DC-Link 电容在这里发挥去耦作用，在电容值上优势很大，这意味着它能够承受更大的工作电流。除了去耦作用，还有一些应用场合用到了它的 EMI 以及滤波作用，甚至部分应用还运用了其储能作用。另外，考虑到 DC 薄膜电容的自愈性，运用 DC 薄膜电容对延长电池寿命也有着不小作用。

图表 55：电动车系统结构

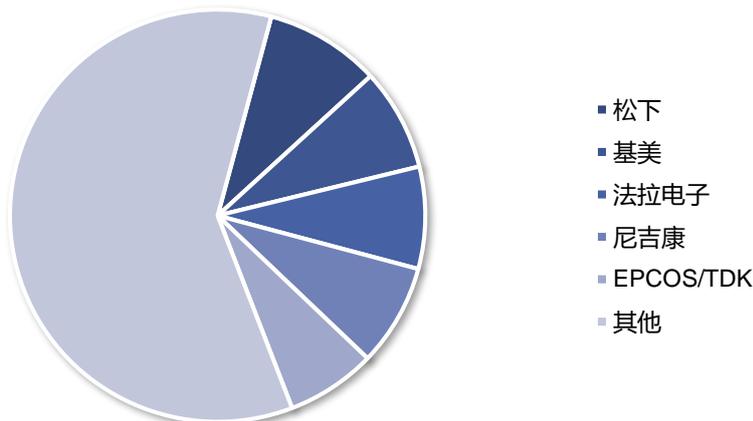


资料来源：TDK，信达证券研发中心

800V 高压架构蓄势待发，薄膜电容器产品需求升级

800V 高压架构下，薄膜电容的耐压等性能要求提升，并且需求量增加，将提升薄膜电容器单车价值量。

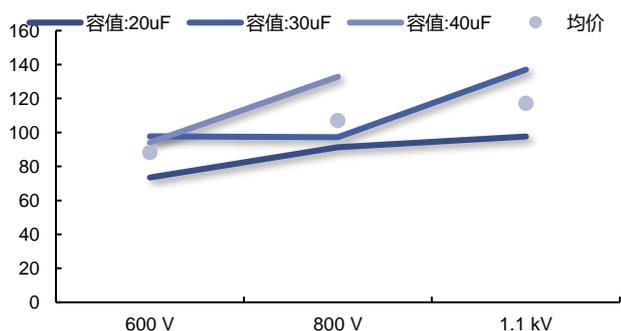
价格层面上，800V 高压架构需装配耐压等级高的薄膜电容器，高耐压电容器单价更高，将提升薄膜电容器的单车价值量。为满足 800V 高电压平台在体积、轻量、耐压、耐高温等方面带来的更为严苛的要求，OBC/DCDC 等功率器件集成化趋势明显。同时，我们预计 SiC 将借助耐高压、耐高温、开关损耗低等优势在功率器件领域进行广泛应用，驱动单车 OBC/DCDC 价值量将提高，对薄膜电容器的耐压性等性能要求也明显提升。为了进一步判断 800V 高压平台对薄膜电容器价值量影响，我们将采用松下、基美、EPCOS/TDK 等公司薄膜电容器产品价格与额定电压的关系来进行分析。上述三家企业在全全球薄膜电容器市场中市占率分别为第一、第二和第五，因此该分析具有代表性。

图表 56：全球薄膜电容企业市占率情况


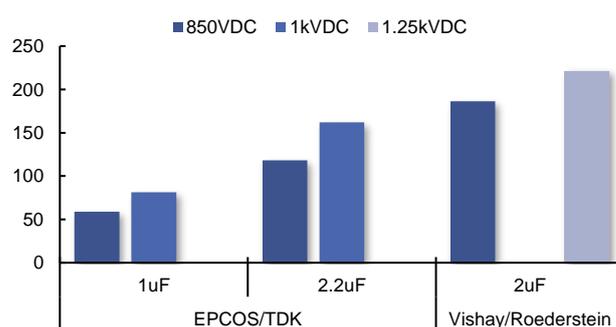
资料来源：中商情报网，信达证券研发中心

高额定电压的 DC-Link 薄膜电容单价更高。松下 EZPV 系列是车规薄膜电容器系列。根据半导体及电子元器件全球分销商贸泽电子的官网数据，仅购买 1 个容值为 20 μ F、容差为 10%且电压额定值分别为 600V、800V 以及 1.1kV 的松下 EZPV 系列薄膜电容器的单价分别为 73/91/98 元；容值为 40 μ F、容差为 10%且电压额定值分别为 600V、800V 的 EZPV 系列薄膜电容器的单价分别为 94/133 元。购买数量增加到 100 个时，通常以 6-8 折的折扣价购买。这意味着薄膜电容器的单价将随着电容以及额定电压的提高而上涨，新能源汽车搭载 800V 高压架构势必提升薄膜电容器的单车价值量。

缓冲薄膜电容单价通常受容值以及额定电压影响，高额定电压的缓冲薄膜电容单价更高。容值为 1 μ F 且额定电压分别为 850V、1kV 的 EPCOS/TKD 的缓冲电容器单价分别为 59/81 元/个，容值为 2.2 μ F 且额定电压分别为 850V、1kV 的 EPCOS/TKD 的缓冲电容器单价分别为 118/162 元/个。容值为 2 μ F 且额定电压分别为 850V、1.25kV 的 Vishay/Roederstein 的缓冲电容器单价分别为 186/221 元/个。

图表 57：松下 EZPV 系列 DC-Link 电容价格（单位：元/个）


资料来源：贸泽电子官网，信达证券研发中心

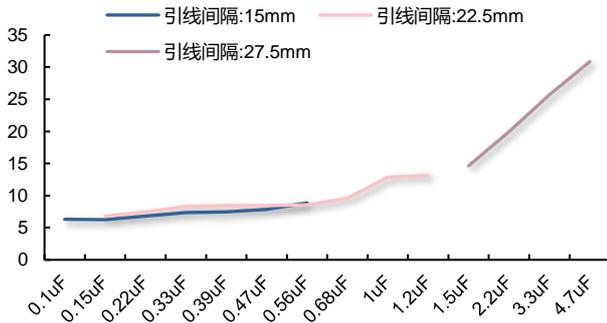
图表 58：缓冲薄膜电容器价格（单位：元/个）


资料来源：贸泽电子官网，信达证券研发中心

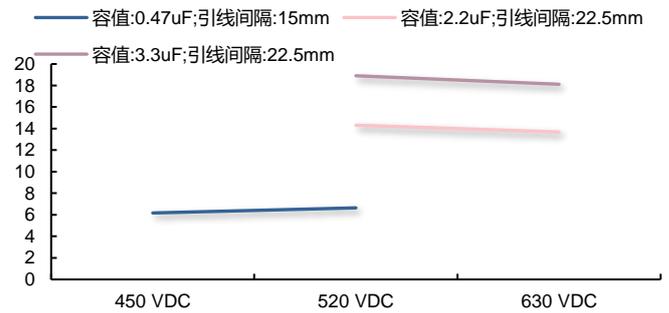
除 DC-Link 电容和缓冲电容外，其他电容价格主要受容值影响，但受额定电压影响不大。相对 DC-Link 电容而言，EMI 电容及功率因数校正 (PFC) 电容等价值量较小。根据贸泽电子官网数据，仅购买 1 个电压额定值为 630VDC/310VAC、容差为 10%的基美 EMI 薄膜电容器的单价约 6-30 元/个，其中容值低于 1 μ F 的 EMI 电容单价低于 13 元/个。购买数量增加到 100 个时，通常以 5-6 折的折扣价购买。并且 EMI 薄膜电容器单价受容值影响明显。容值分别为 0.47 μ F、2.2 μ F、

3. 3uF 的基美 PFC 薄膜电容器单价分别约 6/14/19 元/个，价格受额定电压影响不大。

图表 59：基美 EMI 薄膜电容器价格（单位：元/个）



图表 60：基美 PFC 薄膜电容器价格（单位：元/个）



资料来源：贸泽电子官网，信达证券研发中心

资料来源：贸泽电子官网，信达证券研发中心

数量层面上，800V 高压平台的搭载将增加薄膜电容器用量。上文提及的汽车实现高压快充的方案二及方案四需要新增 400V-800V DCDC 进行升压。DCDC 是直流变换器，400V-800V DCDC 是可以实现 800V 直流电源与 400V/48V/12V 等低压直流电源转换的装置。DCDC 转换器通常需要谐振电容及直流滤波电容。为能够适配使用原有 400V 直流快充桩，搭载 800V 电压平台新车须配有额外 DCDC 转换器进行升压，进一步增加对 DCDC 的需求。

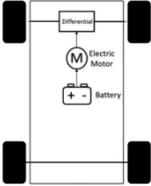
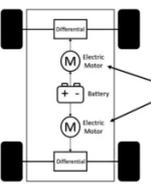
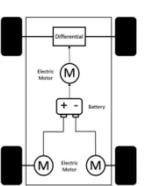
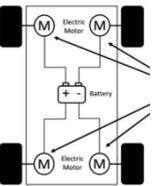
800V 架构下薄膜电容器单车价值量有望提升 20%。松下 EZPV 系列 DC-Link 电容平均单价从 600V 的 88 元/个，提升至 800V 的 107 元/个，增幅约为 21.2%。此外，DC-Link 电容占车用薄膜电容的价值量最大，可运用于 OBC、DC/DC 转换器、逆变器等多个应用场景。EMI 薄膜电容器以及 PFC 薄膜电容器受额定电压影响不大，并且单价较低，因而对整体价值量影响较小。因此我们认为 800V 架构对薄膜电容单车价值量的影响主要体现在 DC-Link 电容的价值量变化中，我们预计 800V 架构下，薄膜电容器的单车价值量将提升 20%，该预测与期刊《800V 电气架构将如何演进？》的预测相似。根据汽车与配件编辑部发表的《800V 电气架构将如何演进？》预测，在 800V 趋势下薄膜电容的 ASP 需提升约 20%。

800V 架构叠加多电机分布式驱动，薄膜电容单车价值量倍增

由于 800V 架构多为高端车型，并且目前制造高端车型的车企积极布局多电机分布式驱动模式，能够带动薄膜电容单车配置数量倍增。因此，考虑到多电机模式的推广，800V 架构带来单车价值量的增长更加明显。

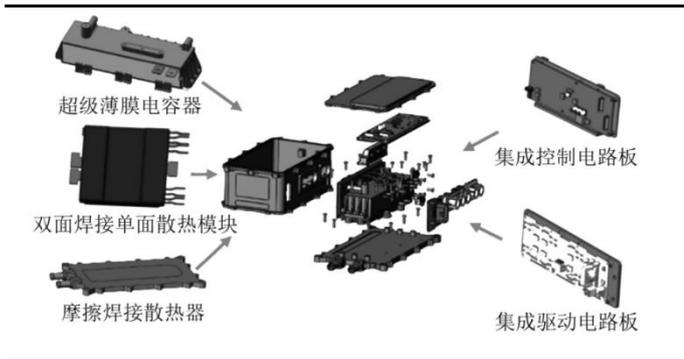
多电机分布式驱动模式在加速性能、牵引力以及稳定性等方面具有优势，多车企推出多电机分布式驱动模式车型。电机，电池和电机控制技术是新能源汽车的三大核心。单电机集中式驱动模式类似于用电动机替代传统汽车的驱动模式中燃油车的内燃机，改动程度相对较少，制造技术成熟度较高，并且设计成本较低。目前大多数电动车适用单电机集中式的驱动模式。但是由于该模式所适用的汽车底盘结构复杂，大量零部件堆积导致电动车空间狭小，进而会导致传动效率下降。而多电机分布式驱动模式为扭矩矢量分配带来更大的自由度，能够增强牵引力和稳定性，电动车的加速性能以及灵活度都有所提升。因此奥迪、特斯拉、比亚迪、理想、小鹏、东风猛士等品牌纷纷推出多电机分布式驱动模式的车型。

图表 61: 电动车单电机集中式驱动及多电机分布式驱动对比

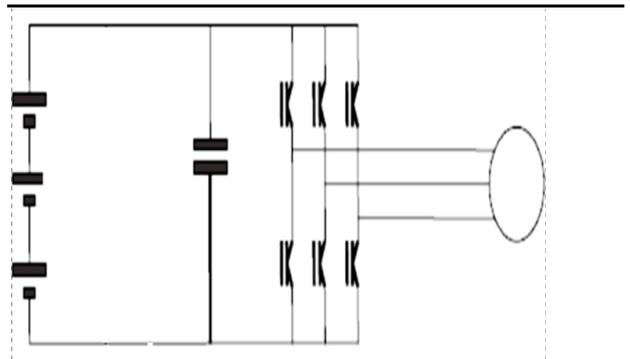
	多电机分布式驱动			
	单电机集中式驱动	双电机驱动	三电机驱动	四电机驱动
图示				
特点	类似于用电动机替代传统汽车的驱动模式中燃油车的内燃机，电动机所产生的动力通过电动车的多种部件一步步地传递到驱动轮上。	前后车轴各有一台电机，通过行星齿轮耦合，转矩通过轴固定的齿轮连接。前后电机则由一个或两个电池组供电。	一台电机装于前轴，两台电机装于后轴，实现了全轮驱动。后轴上的两台电机驱动两个后轮以提高效率，正常行驶条件下，能独立驱动汽车。	每个车轮都有自己的专用电机，这种超级四轮驱动自由控制系统将正、负扭矩精确地用于每个车轮，打开了全天候控制扭矩矢量的大门。
优点	制造技术成熟度较高、设计成本较低。	提高加速性能，运行平稳，为变速选择不同的传动比，为扭矩矢量分配带来更大的自由度，以增强牵引力和稳定性。一台电机驱动汽车，另一台为电池充电，缓解里程焦虑。	电动汽车的扭矩矢量分配，无需机械差速器。显著提高了汽车的操控性、稳定性和抓地力，使汽车更具运动感。	通过扭矩矢量分配，外侧车轮获得更大的动力，使汽车转弯更快更稳。因为扭矩是根据每台电机的功率自动调整而非机械调整，所以速度和反应都更快。汽车更安全、更节能。
缺点	由于所适用的汽车底盘结构复杂，零部件堆积导致电动车空间狭小，传动效率下降。	组装复杂，缺乏标准传动，因而更为昂贵，整个控制软件要比单电机系统的略微复杂。		
代表车型	北汽、比亚迪、江淮等	特斯拉 Model 3、比亚迪汉、理想 ONE、小鹏 P7	奥迪 e-tron S、奥迪 Sportback、特斯拉 Model S、特斯拉 Model X	东风猛士 M-Terrain (概念车，预计 2023 年量产)

资料来源：AI 汽车制造业、《电动车的驱动模式和发展趋势》，信达证券研发中心

电机控制技术的核心是高效电机控制的逆变器技术，该技术需要一个功能强大的 IGBT 模块和一个与之匹配的直流支撑电容器。根据汽车与配件编辑部发表的《800V 电气架构将如何演进？》，薄膜电容从 DC-link 端吸收高脉冲电流，保护功率半导体。一般一个功率半导体配一个薄膜电容，新能源车上主要用于电机控制器、OBC 上，若多电机车型，薄膜电容用量亦会随之增加。因此多电机配置渗透率的提升，能够增加电机控制器件需求，进而带动薄膜电容器单车配置数量，从而从用量方面提升薄膜电容器的单车价值量。

图表 62：控制器内部结构爆炸图


资料来源：《新能源汽车用电机控制器的设计与测试》，信达证券研发中心

图表 63：电机控制器主回路示意图


资料来源：《薄膜电容器在新能源汽车上的运用》，信达证券研发中心

图表 64：第一代丰田 Prius 电机控制器


资料来源：《薄膜电容器在新能源汽车上的运用》，信达证券研发中心

图表 65：第二代丰田 Prius 电机控制器


资料来源：《薄膜电容器在新能源汽车上的运用》，信达证券研发中心

目前高压架构下双电机渗透率高。据我们不完全统计，目前已发布的 800V 车型大多数为双电机分布式驱动模式，部分甚至为三电机分布式驱动模式。这主要是由于目前 800V 架构渗透率不高，布局 800V 架构的车型主要为高端车型。并且为提升加速性能以及稳定性等，高端车型多采用双电机分布式驱动模式，因此 800V 架构下双电机渗透率较高。我们预计随着高压架构普及化，单电机的低端车型逐步搭建高压平台，800V 架构下双电机渗透率将有所下降。

图表 66：大部分已发布的高压平台车型采用双电机分布式驱动模型

品牌	车型	发布时间	是否已量产上市	平台电压	驱动模式
保时捷	Taycan	2019年9月	是	800V	双电机
奥迪	E-Tron GT	2021年2月	是	800V	双电机
现代	Ioniq 5	2021年2月	是	800V	双电机
极狐	阿尔法 S HI 版	2021年4月	是	750V	双电机
捷尼赛思	Electrified G80	2021年4月	是	800V	双电机
起亚	EV6	2021年4月	是	800V	双电机
捷尼赛思	Electrified GV60	2021年8月	是	800V	单电机、双电机
广汽埃安	Aion V Plus 70 极速快充版	2021年9月	是	880V	单电机
Lucid	Air	2021年10月首批交付	是	900V	双电机、三电机
长城沙龙	机甲龙	2021年11月	否	800V	双电机
捷尼赛思	Electrified GV70	2021年11月	是	800V	双电机
奥迪	RS e-tron GT	2022年6月	是	800V	三电机
现代	Ioniq 6	2022年7月	是	800V	单电机、双电机
阿维塔	11	2022年8月	是	750V	双电机
小鹏	G9	2022年9月	是	800V	单电机、双电机
路特斯	Eletre	2022年10月	是	800V	双电机

资料来源：电子发烧友等，信达证券研发中心整理

我们预计 2022-2025 年全球 800V 汽车薄膜电容市场空间达 1.45/3.29/11.65/20.89 亿元。我们测算基于以下假设：

- 1) 全球 800V 汽车销量：我们预计 2022-2025 年新能源车 800V 渗透率分别为 2%/4%/10%/15%，全球 800V 汽车销量分别为 21/52/194/370 万辆。
- 2) 普通车型薄膜电容器单车价值量：我们预计 2022 年普通单电机车型电驱、OBC、DC/DC 以及其他部件的薄膜电容器价值量分别为 250/70/10/10 元/辆，并逐年降低 5%。因此 2022-2025 年普通车型薄膜电容单车价值量分别为 340/323/307/292 元/辆。
- 3) 800V 车型薄膜电容器单车价值量：我们预计 800V 车型的电驱、OBC、DC/DC 等与 DC-Link 电容相关的部件价值量在普通车型的基础上提升 20%，其他部件价值量不变。双电机驱动模式下电驱的薄膜电容价值量翻倍。因此 2022-2025 年单电机 800V 车型薄膜电容单车价值量分别为 406/386/366/348 元/辆，双电机 800V 车型薄膜电容单车价值量为 706/671/637/605 元/辆。
- 4) 800V 架构下双电机渗透率：目前已发布的 800V 车型大多数为双电机分布式驱动模式，我们预计 2022 年 800V 架构下双电机渗透率为 90%。随着 800V 架构逐步普及，800V 架构下双电机渗透率将逐年下降 2pct。

图表 67：800V 汽车薄膜电容器市场空间测算

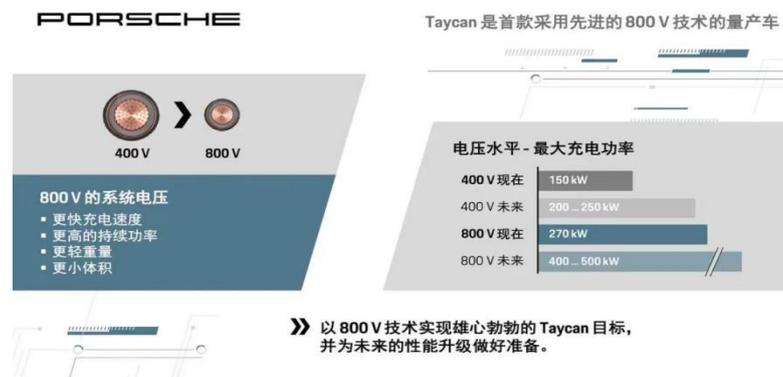
	2022E	2023E	2024E	2025E
全球新能源车销量 (万辆)	1070	1478	1944	2468
中国新能源车销售 (万辆)	686	892	1116	1361
800V 渗透率	2%	4%	10%	15%
全球 800V 汽车销量 (万辆)	21	52	194	370
普通单电机车型电驱薄膜电容价值量 (元/辆)	250	238	226	214
普通车型 OBC 薄膜电容价值量 (元/辆)	70	67	63	60
普通车型 DC/DC 薄膜电容价值量 (元/辆)	10	10	9	9
其他不包含 DC-Link 部件价值量 (元/辆)	10	10	9	9
普通车型薄膜电容单车价值量 (元/辆)	340	323	307	292
800V 车型单电机车型电驱薄膜电容价值量 (元/辆)	300	285	271	257
800V 车型 OBC 薄膜电容价值量 (元/辆)	84	80	76	72
800V 车型 DC/DC 薄膜电容价值量 (元/辆)	12	11	11	10
其他不包含 DC-Link 部件价值量 (元/辆)	10	10	9	9
单电机 800V 车型薄膜电容单车价值量 (元/辆)	406	386	366	348
双电机 800V 车型薄膜电容单车价值量 (元/辆)	706	671	637	605
800V 架构下双电机渗透率	90%	88%	86%	84%
800V 汽车薄膜电容市场空间 (亿元)	1.45	3.29	11.65	20.89
YoY		127%	254%	79%

资料来源：信达证券研发中心测算

3.5 线束：线缆用量降低，高压连接器用量上升

新能源车线缆可以分为高压线缆和低压线缆。根据 EV WIRE 数据，新能源汽车线束单车价值平均在 5000 元左右，其中高压线束系统单车价值约 2500 元。传统乘用车线束，则按照车型档次不同，一般汽车线束的单车价值量在 2500、3500、4500 元不等。

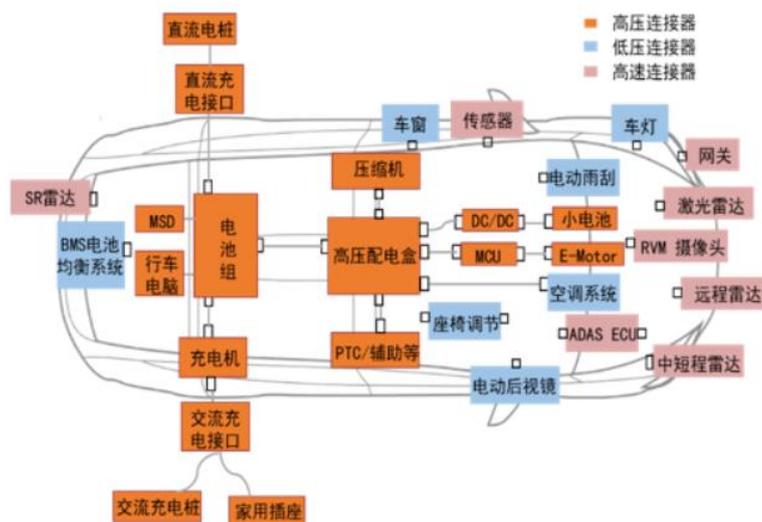
线缆价值量降低。据卡倍亿招股书数据，2020 年传统汽车线缆的单车价值量约为 500 元，新能源汽车线缆单车价值量可达 1000 元。而 800V 能显著降低高压线束线径，减少发热，降低质量，节约线束成本。电压等级从 400V 提高至 800V，根据最简单的 $P=UI$ ，在输出相同功率的情况下，800V 系统所传输的电流就更小，线缆线径和重量就可以降低，节省线束的成本及安装空间。以保时捷为例，保时捷 Taycan 在使用了 800V 高压平台后，800V 电压系统线缆横截面仅为 400V 的一半，车辆内部的铜线总共轻了 4kg。

图表 68：Taycan 线缆横截面更小，线缆用量降低


资料来源：大家车言论，信达证券研发中心

高压连接器主要使用在新能源汽车高压大电流回路，和导电电缆同时作用，将电池包的能量通过不同的电气回路，输送到整车系统中各部件，如电池包、电机控制器、DCDC 转换器、充电机等车身用电单元。乘用电动车中高压连接器数量在 15-20 个之间，在整车电压平台由 400V 向 800V 架构发展，高压连接器性能要求更高，单个高压连接器价格具备向上空间。800V 下高压连接器为 20-25 个，连接器数量增加。假设原有价格为 100 元左右，不考虑价值量上升情况，单纯数量增加下单车连接器价值量增长 500 元左右。

图表 69：高压连接器在整车系统运用中的布局图



资料来源：前瞻产业研究院，信达证券研发中心

图表 70：新能源车连接器市场规模测算

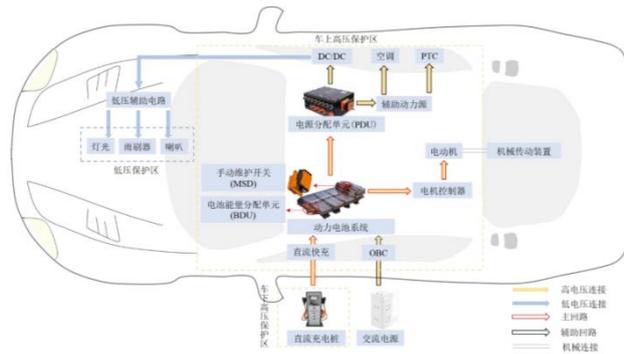
	2022E	2023E	2024E	2025E
全球 800V 汽车销量 (万辆)	21	52	194	370
单车价值量 (元/辆)	2200	2200	2200	2200
市场规模 (亿元)	4.62	11.44	42.68	81.4
YOY		148%	273%	91%

资料来源：信达证券研发中心测算

3.6 熔断器：用量提升，新型激励熔断器有望渗透加速

新能源汽车储能采用高压直流电，过电流保护主要依靠高性能熔断器来完成。在车辆长期运动过程中，电路工作环境复杂，需要耐受机械振动、温度变化、化学腐蚀、电流冲击、车辆碰撞等状况，以上状况极有可能造成短路故障。而熔断器可以在发生短路是快速切断回路，防止事故扩大，是新能源电动汽车回路系统中必不可少安全保护装置。

汽车熔断器可以分为低压和高压两部分，低压熔断器电压一般低于 60VDC，主要是电子熔断器对车用的低压负载进行保护，如车灯、车窗电机、雨刷器电机、喇叭等，这类保护在传统车辆和新能源汽车上均有应用。高压保护主要适用于新能源汽车，应用电压一般为 60VDC-1,500VDC，主要是电力熔断器（新能源汽车高压熔断器）对主回路和辅助回路进行保护。假设原 400V 价格下采用圆管熔断器，参考中熔电气招股说明书，2020 年大规格圆管熔断器价格为 66.53 元，小规格圆管熔断器价格为 13.66 元，假设新能源乘用车单车价值量在 108-135 元左右。

图表 70：熔断器应用于新能源汽车保护示意图


资料来源：中熔电气招股说明书，信达证券研发中心

图表 71：新能源车电力熔断器需求情况

车型	应用部件	额定电流	数量
乘用车	主回路	300-700A	至少 1 只，少数 2-3 只
	辅助回路	<100A	3-5 只
商用车-客车	主回路	>500A	3-8 只
	辅助回路	<150A	5-8 只
商用车-专用车	主回路	>500A	小型 2-5 只；大型 3-8 只
	辅助回路	>150A	4-10 只

资料来源：中熔电气招股说明书，信达证券研发中心

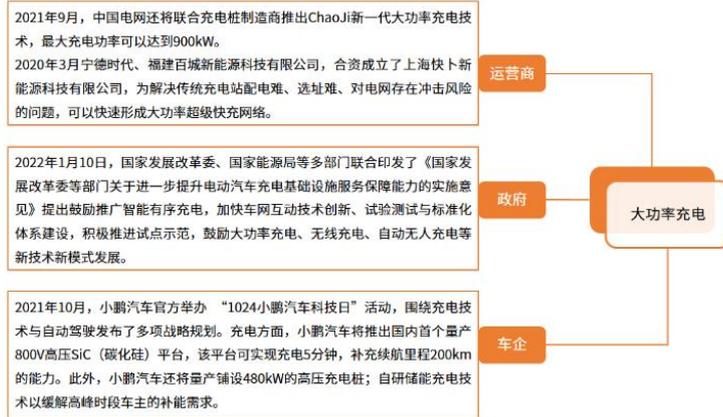
800V 平台下，熔断器价值量单车价值量提升 30-130 元左右。1) 现有熔断器价值量上升，高压平台下需要熔断器对绝缘、耐压等方面进行改进，熔断器价值量将相应上升，我们预计 800V 平台下高压熔断价格提升 30%左右，单车价值量为 140-176 元左右；2) 增加激励熔断器，激励熔断器是主动熔断器的一种，可以通过接受控制信号激励保护动作。而在 800V 架构下，车内电压较高，短路时车外壳导电的风险将大幅增加，加装激励熔断器可以在内部电路短路时主动切断高压部分，保障行车安全。目前包括宝马、戴姆勒、特斯拉在内的部分国际品牌车厂已开始将激励熔断器配置在自有车型上。参考中熔电气招股说明书，激励熔断器 2020 年价格约 89 元。

四、充电桩：液冷化+系统大功率

大功率快充可解决用户的应急补电和长距离出行需求，提升运营车辆效率。同时功率提升也可带动单桩充电量的提升，不仅用户充电时间缩短，企业的盈利能力也会有所改善。

超级充电基础设施加速推进。2020 年 3 月，日本 CHAdeMO 发布了 CHAdeMO3.0 标准，宣布采用 ChaoJi 接口，成为其下一代充电标准，并与中国共同推广其成为国际标准。从标准来看，国内 ChaoJi 技术标准参数最高充电电压为 1000V（可扩展到 1500V），最大充电方面带冷却系统 500A（可扩展到 600A）。

图表 72：大功率快充



资料来源：艾瑞咨询，信达证券研发中心

图表 73：国内 ChaoJi 充电标准



资料来源：NE 时代新能源，信达证券研发中心

图表 74：海外快充标准向 1000V、500A 发展



资料来源：NE 时代新能源，信达证券研发中心

目前快充需求来看，高压下充电模块需要升级，从 DC500V 系统升级到 DC950V 系统，除了充电桩、线、直熔丝等需做出变更，其他无需改变。而在 Chaoji 充电桩标准下，最大充电电流达到 600A（电流+电压都变大），大功率超充下需要快速散热，而与传统风冷充电桩相比，液冷充电桩布局充电速度，而且通过压缩机制冷，可以主动实现液冷液热，精准控制，实现目标温度。

图表 75：充电桩高压化配件升级



资料来源：NE 时代新能源，信达证券研发中心

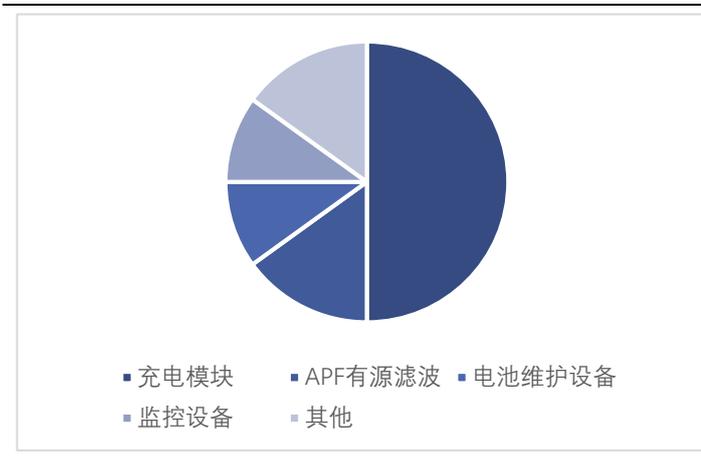
图表 76：菲尼克斯 HPC 高压液冷充电桩



资料来源：菲尼克斯，信达证券研发中心

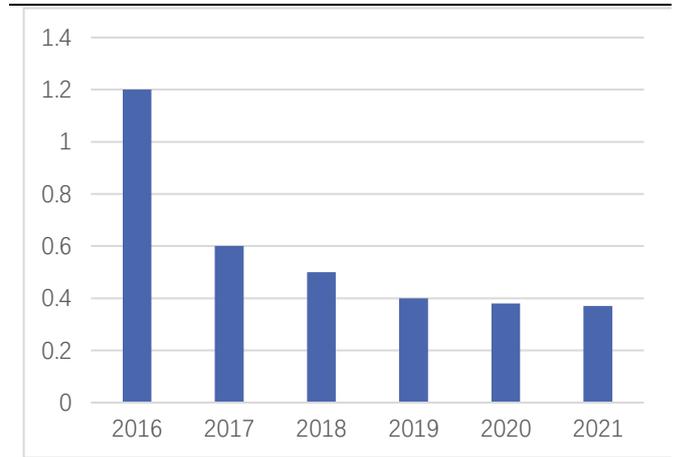
参考中商产业研究院数据，2019 年直流充电桩充电模块的成本价格最低降至 0.4 元/W，2021 年直流充电桩价格充电模块成本为 0.37 元/W。充电设备即充电桩硬件设备，而充电模块是充电核心设备和主要成本来源，占其成本的 50%。充电模块的主要功能为将交流电网中的交流电转换为可以为电池充电的直流电，其中 IGBT 功率开关是充电模块的关键组成部分，占据充电模块成本的 20%以上，而在大功率超充情况下，需要更换为 SiC，而 SiC 是 Si IGBT 价格的 3 倍以上，加之液冷装置下，我们预估充电模块成本将有所提升。

图表 77：中国充电桩建设成本占比



资料来源：中商情报网，信达证券研发中心

图表 78：2016-2021 直流充电桩充电模块成本（元/W）



资料来源：中商情报网，信达证券研发中心

五、投资建议

我们认为随着 800V 架构渗透率提升，未来电池材料+车端部件有望升级：

- 1) 电池材料：负极是影响快充性能的重要材料，硅基材料+单壁碳纳米管成发展趋势，同时新型锂盐渗透率也有望提升，建议关注杉杉股份、璞泰来、天奈科技、天赐材料；
- 2) 车端零部件升级：SiC 方面性能优势体现，汽车电动化浪潮下需求走强，行业供不应求景气持续并为国产厂商提供成长窗口，关注三安光电/天岳先进前瞻布局化合物半导体；电机电控方面推荐汇川技术、旭升股份，建议关注精达股份、麦格米特、英博特（汽车覆盖）；电容方面，建议关注法拉电子、江海股份；熔断器方面，建议关注中熔电气。

六、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

莫文宇，毕业于美国佛罗里达大学，电子工程硕士，2012-2022 年就职于长江证券研究所，2022 年入职信达证券研发中心，任副所长、电子行业首席分析师。

武浩，电力设备新能源首席分析师，中央财经大学金融硕士，6 年新能源行业研究经验，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。研究聚焦细分行业及个股挖掘，公众号：电新之瞻。

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，负责新能源车行业研究。

孙然，新能源与电力设备行业研究助理，山东大学金融硕士，2022 年加入信达证券研发中心，负责新能源车行业研究。

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	秘侨	18513322185	miqiao@cindasc.com
华北区销售	李佳	13552992413	lijia1@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
华东区销售	石明杰	15261855608	shimingjie@cindasc.com
华东区销售	曹亦兴	13337798928	caoyixing@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	胡洁颖	13794480158	hujieying@cindasc.com
华南区销售	郑庆庆	13570594204	zhengqingqing@cindasc.com
华南区销售	刘莹	15152283256	liuying1@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。

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。	

评级说明

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。