

超快充带动车桩高压电气系统全面升级， 充电更快、用电更省

——新能源汽车产业链深度报告

核心观点

- **电动汽车超快充需求带动车桩两端全面升级 800V 高压电气系统。**满足当前消费者的快速补能需求，往往需要 3C 甚至 4C 的充电倍率。当前，A 级及以上车型的带电量水平普遍已达到 60kWh 以上，并仍在持续提升，满足这些车型的快速补能需求所需的充电功率往往已经超过 250kW。特斯拉 V3 超充系统为实现超过 250kW 的充电功率，充电电流已高达近 700A，追求更快的充电速度，800V 电压平台成为了各车企的主流选择。
- **升级高电压平台主要有两方面的优势：第一，可以突破大电流的限制，实现更高的充电功率。**继续提升充电电流，将给充电线缆及系统散热提出巨大的挑战，提高电压平台，为充电功率的进一步提升打开了向上空间；**第二，提高电压平台可以提高电动车系统运行的效率，提升续航里程。**提高电压平台，在相同的运行功率下，可以减小车内高压线束、电动机等高压用电设备中通过的电流，进而降低铜损提高运行效率，体现在用户端，能耗水平大幅优化，续航更久更实。
- **800V 平台带动车桩两端关键组件升级，电源模块、驱动电机、充电桩和高压熔断器等设备、零部件的升级改动较关键。**逆变器、整流器、电压转换器等电源模块的升级，是车桩关键部件适配高电压平台的重要条件，电源模块适配高电压平台需要**升级 SiC 功率器件以及电路拓扑设计能力**。在高压平台下驱动电机的局部放电和轴承腐蚀问题更加严重，需要进行特殊改进与设计，并进一步带动上游**高压电磁线、扁线等需求提升**。高压直流充电桩定位于大功率充电，高功率输出给冷却技术带来挑战，带动**功率模块和冷却系统升级**。800V 平台对于高压熔断器等其他零部件的抗压能力要求提升，同时对其保护能力有更高要求，带动**激励型熔断器等零部件的需求提升**。

投资建议与投资标的

- 高压电源领域建议关注已有 800V SiC 方案量产产品布局的厂商 欣锐科技(300745，未评级)、英搏尔(300681，未评级)。
- 电机控制器领域建议关注已有 SiC 电控产品量产的厂商 英搏尔(300681，未评级)、精进电动-UW(688280，未评级)、汇川技术(300124，未评级)。
- 驱动电机领域建议关注已有 800V 高压电机产品量产的厂商 方正电机(002196，未评级)、精进电动-UW(688280，未评级)，以及上游高压电磁线产品头部厂商 精达股份(600577，未评级)。
- 充电桩领域建议关注已有 800V 大功率直流充电桩产品的厂商 绿能慧充(600212，未评级)、道通科技(688208，买入)，以及大功率充电模块制造商 科士达(002518，未评级)。
- 其他领域建议关注激励型熔断器核心制造商 中熔电气(301031，未评级)。

风险提示

- 新能源汽车销量不达预期
- 800V 平台相关技术迭代速度不达预期
- 快充基础设施建设速度不达预期

行业评级

看好（维持）

国家/地区

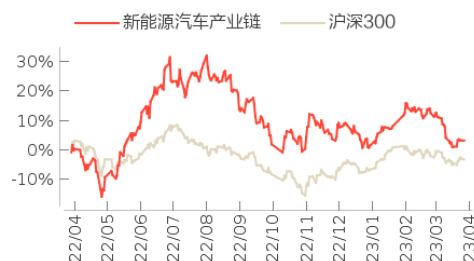
中国

行业

新能源汽车产业链行业

报告发布日期

2023 年 04 月 16 日



证券分析师

卢日鑫

021-63325888*6118

lurixin@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860515100003

顾高臣

021-63325888*6119

gugaochen@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860520080004

李梦强

limengqiang@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860517100003

林煜

linyu1@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860521080002

联系人

张洋

zhangyang3@orientsec.com.cn

温晨阳

wenchenyang@orientsec.com.cn

相关报告

如何跨越电动车渗透率鸿沟——解决超快充瓶颈，满足高效补能诉求：——新能源汽车产业链深度报告 2023-01-05

解决消费者核心需求，寻找动力电池发展的主旋律：新能源汽车产业链深度报告 2022-11-02

目录

800V 高压平台是电动车电气架构的重要发展方向	4
高电压平台可提高快充能力与车辆续航	4
800V 高压平台的各类升级方案	5
车桩高压电气系统架构详解	8
车端高压电气系统	8
桩端高压电气系统	10
800V 平台带动车桩两端关键组件升级	11
电源模块：OBC, DC/DC, 电机控制器, 充电桩整流模块升级的核心	11
驱动电机：配套高压需解决局部放电和轴承腐蚀问题	14
充电桩：带动功率模块和冷却系统升级	15
高压熔断器：带动激励型熔断器需求提升	17
其他零部件升级：高压继电器、高压连接器、薄膜电容	18
投资建议	19
风险提示	20

图表目录

图 1：方案一 所有模块均采用 400V 架构，通过 800V-400VDC/DC 将 800V 直流电源转化为 400V 直流电	5
图 2：方案二 电动汽车充电系统升级 800V，动力电池和其他高压模块采用 400V 架构	5
图 3：方案三 动力电池和电动汽车充电系统升级 800V，其他高压模块采用 400V 架构	6
图 4：方案四 动力电池、电动汽车充电系统、电驱动系统升级 800V，其他高压模块如空调等采用 400V 架构	6
图 5：方案五 所有模块均采用 800V 架构	6
图 6：电动汽车高压电气系统	8
图 7：威迈斯三合一充配电系统产品	9
图 8：直流充电桩结构示意图	10
图 9：华为 30kW 充电模块	10
图 10：800V 电压平台带动车桩关键组件升级	11
图 11：电动汽车车用零件层级示意图	12
图 12：SiC 器件的高频性能更优	13
图 13：SiC 器件的耐压性能更优	13
图 14：轴电压和轴电流产生原理	14
图 15：充电模块发展趋势	15
图 16：道通智慧充电系统产品宣传图	15
图 17：英维克全链条液冷解决方案示意图	16
图 18：熔断器结构	17
图 19：电动汽车高压连接器应用场景	18
表 1：各级车型带电量及快充所需充电功率	4
表 2：400V 及 800V 平台下快充车型及充电指标	4
表 3：方案三、四、五优劣势对比	7
表 4：不同车型升级方案与架构	7
表 5：电动汽车高压电控系统组成	8
表 6：电动汽车动力系统组成	9
表 7：电源转换器件在电动汽车中应用	12
表 8：轴承防腐解决方案	14
表 9：激励熔断器与电力熔断器对比	17
表 10：Si IGBT 和 SiC MOSFET 产生浪涌电流能力对比	18
表 11：800V 电压平台相关投资标的	19

在如何跨越电动车渗透率鸿沟的系列报告中，第一、二篇我们提到新能源车市场当前正处在跨越鸿沟的关键节点，解决快充短板是赢得主流消费者支持的重要条件。**快充的实现需要动力电池和充电设施的共同发力，在实现高倍率电芯技术的同时，还需要升级车桩两端的电压平台以满足快充过程的高功率需求。**本文重点分析超高压快充平台下，车载电气架构会如何变化，以及这些变化对消费者带来什么直观的提升，对行业参与者有什么影响。

800V 高压平台是电动车电气架构的重要发展方向

高电压平台可提高快充能力与车辆续航

高电压平台可以突破充电的大电流的限制，充电功率更高，补能速度更快。在《解决消费者核心需求，寻找动力电池发展的主旋律》中我们提到，**满足当前消费者的快速补能需求，往往需要 3C 甚至 4C 的充电倍率。**当前，A 级及以上车型的带电量水平普遍已达到 60kWh 以上，并仍在持续提升，**满足这些车型的超快充需求所需的充电功率往往已经超过 250kW。**

表 1：各级车型带电量及快充所需充电功率

车型级别	A00	A0	A	B	C
带电量最大值 kWh	41	61	96	144	120
带电量平均值 kWh	25	40	60	78	86
最大带车型 3C 倍率下所需充电功率 kW	123	183	288	432	360
最大带车型 4C 倍率下所需充电功率 kW	164	244	384	576	480

数据来源：懂车帝，东方证券研究所

400V 平台下充电功率进一步提升有瓶颈。目前主流电动车型的电压平台为 400V，在此平台下，快充车型的最大充电功率多数在 200kW 以下，其中特斯拉是目前充电最快的 400V 平台车型，搭配 V3 超充桩其最大充电功率可以达到 250kW，但最大充电电流高达 631A，继续提升充电功率，将给充电线缆及系统散热提出巨大的挑战。

高电压平台为充电功率的进一步提升打开了向上空间。为追求更快的充电速度，更高的电压平台成为了各车企的主流选择。例如广汽 AION V、小鹏 G9 等车型采用 800V 平台，并搭配 600A 以上的大电流，可以实现最高 400kW 以上的充电功率，远超 400V 车型。

表 2：400V 及 800V 平台下快充车型及充电指标

电压平台	车型	最大充电功率/kW	最大充电电流/A
400V 平台车型	特斯拉 Model 3	250	631
	奔驰 EQS	200	-
	奥迪 e-Tron	146	-
	极氪 001	140	382
	比亚迪汉 EV	123	-
	飞凡 R7	105	300
	蔚来 ES8/6	80	-
800V 平台车型	长城机甲龙	480	600
	广汽 AION V	480	600
	小鹏 G9	400	670

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

	保时捷 Taycan	270	500
	比亚迪 Ocean-x	228	-
	现代 IONIQ	220	-
	极狐阿尔法 S	187	-

数据来源：佐思汽研，易车，小鹏汽车发布会，新出行，东方证券研究所

提高电压平台可以提高电动车系统运行的效率。提高电压平台，在相同的运行功率下，可以减小车内高压线束、电动机等高压用电设备中通过的电流，进而降低铜损提高运行效率。体现在消费者用车层面，带来的直观变化是能耗降低，续航延长，进一步提升消费者对电动车续航的信心。

800V 高压平台的各类升级方案

电动汽车升级 800V 架构包括整车升级 800V 电压平台和部分升级 800V 电压平台的技术过渡方案，根据电动汽车各模块中升级至 800V 比例，通常可以将升级方案分为以下 5 种方案：

方案一：动力电池、电动汽车充电系统和其他高压模块均采用 400V 架构，通过 800V-400V DC/DC 将 800V 直流电转化为 400V 直流电，为动力电池充电。

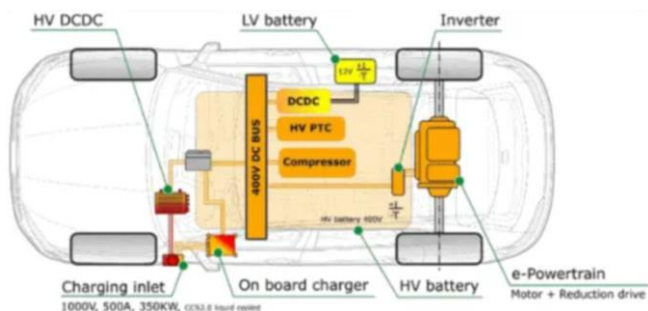
方案二：电动汽车充电系统 800V，动力电池和其他高压模块采用 400V 架构。

方案三：动力电池和电动汽车充电系统 800V，其他高压模块采用 400V 架构。充电插座的 800V 直流电经 800V 充电系统直接为 800V 动力电池充电，动力电池输出的 800V 直流电通过 800V-400VDC/DC 转化为 400V 直流电，为其他高压模块供电。

方案四：动力电池、电动汽车充电系统、电驱动系统 800V，其他高压模块如空调等采用 400V 架构。充电插座的 800V 直流电经 800V 充电系统直接为 800V 动力电池充电，动力电池输出的 800V 直流电直接为 800V 驱动系统供电，或通过 800V-400VDC/DC 转化为 400V 直流电，为空调等其他高压模块供电。

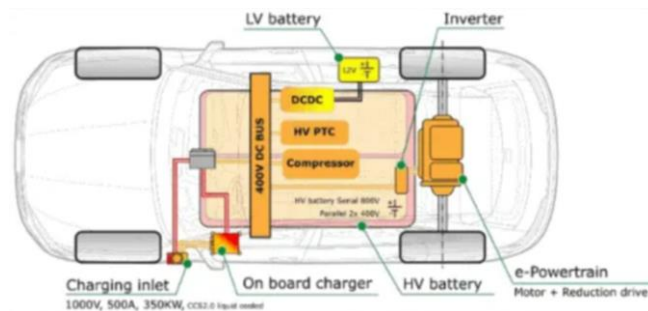
方案五：动力电池、电动汽车充电系统和其他高压模块均采用 800V 架构。

图 1：方案一 所有模块均采用 400V 架构，通过 800V-400VDC/DC 将 800V 直流电源转化为 400V 直流电



数据来源：Electric Cars Info，东方证券研究所

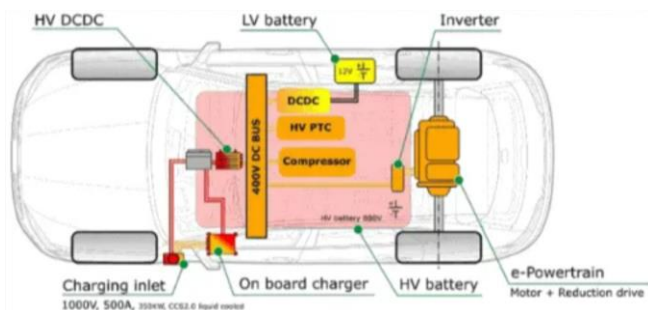
图 2：方案二 电动汽车充电系统升级 800V，动力电池和其他高压模块采用 400V 架构



数据来源：Electric Cars Info，东方证券研究所

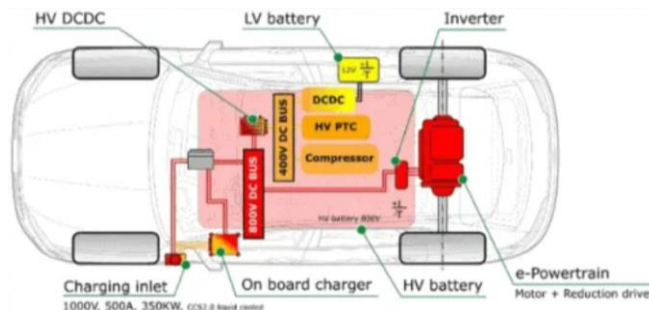
有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

图 3：方案三 动力电池和电动汽车充电系统升级 800V，其他高压模块采用 400V 架构



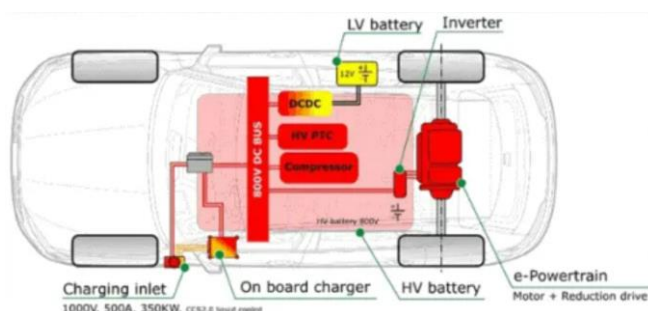
数据来源：Electric Cars Info，东方证券研究所

图 4：方案四 动力电池、电动汽车充电系统、电驱动系统升级 800V，其他高压模块如空调等采用 400V 架构



数据来源：Electric Cars Info，东方证券研究所

图 5：方案五 所有模块均采用 800V 架构



数据来源：Electric Cars Info，东方证券研究所

从目标上看，800V 平台主要为了解决超快充过程中电流过大的问题，**方案一与方案二**仍保留了 400V 的电池系统，与 800V 平台的设计目标并不兼容，无法充分发挥 800V 架构的优势。

方案三、方案四、方案五保证了充电端由充电桩到动力电池的各环节在 800V 电压平台上，能够充分发挥高压平台的快充优势，**区别在于用电端对 800V 平台的兼容程度，这主要影响了额外的系统成本和用能效率。**

方案三与方案四基本沿用了现有 400V 平台的用电端架构，保留了较多的 400V 组件，降低了车端的改造费用和改造难度，但需要增加多处 DC/DC 进行降压，能量损失较大，也带来了额外的组件成本，更多可以作为短期的过渡方案，但随着 800V 用电平台技术逐渐成熟，成本逐渐下降之后将难以维持相对优势。

方案五实现全系统 800V 的架构，减少了中间的能量转换环节，避免了能量的转换损失。同时，电机、电驱动等系统升级到 800V 也能够实现更高的系统效率。缺点在于全系统升级所带来的车端成本提升较多，但随着产业规模提升，成本也会随之下降，有望成为 800V 架构的最终解决方案。

表 3：方案三、四、五优劣势对比

	优势	劣势
方案三	降低了车端的改造费用和改造难度	增加多处 DC/DC 进行降压，能量损失较大，也带来了额外的组件成本
方案四	节省了空调等其他高压模块的升级成本 避免了电驱动系统的能量损失，提升电机、电驱动等系统的效率	仍存在较多的高压 DC/DC 能量转换效率损失
方案五	最大程度减少了中间的能量转换环节， 避免了能量的转换损失； 提升电机、电驱动等系统的运行效率	短期成本较高

数据来源：Electric Cars Info，东方证券研究所

此外，除方案一外的其他方案都需要设计额外的兼容方案以兼容 400V 充电桩，兼容方案主要分为 3 类：**通过电机驱动进行升压、更改电池串并联连接方式进行升压、或增加 400V-800V DC/DC 变换器进行升压。**

利用电驱作为升压模块将升压功能集成在电驱系统上，利用电机绕组做电感，电机控制器晶体管做斩波电容，实现 400V 升压功能。更改电池串并联连接的升压方式，是通过切换两个 400v 电压平台的电池模组的串并联关系实现的，两个电池模组并联时输出 400v 电压平台电压，串联连接输出 800v 电压平台电压，通过三个继电器作为串并联切换开关来实现切换电路。增加 400V-800V DC/DC 变换器进行升压技术相对成熟，但是需要在整车上增加空间来安装升压 DC/DC。

表 4：不同车型升级方案与架构

公司	车型	升级架构	兼容 400V 充电方案
保时捷	Taycan	方案三：动力电池和电动汽车充电系统 800V，其他高压模块采用 400V 架构。	增加 400V-800V DC/DC 变换器
小鹏	G9	方案五：全车 800V	增加 400V-800V DC/DC 变换器
现代	IONIQ	方案五：全车 800V	电驱升压；增加 400V-800V DC/DC 变换器
比亚迪	Ocean-x	-	电驱升压

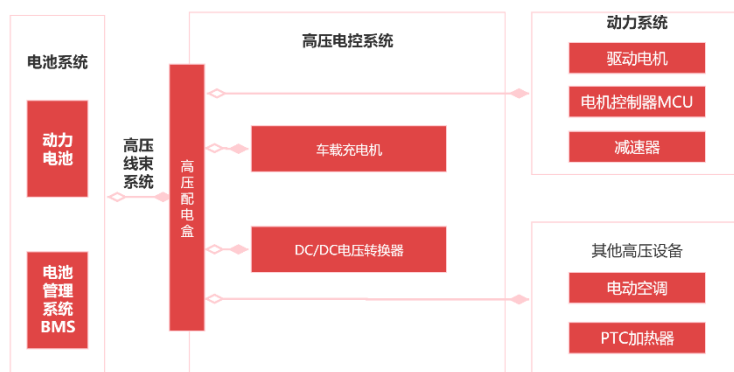
数据来源：保时捷官网，比亚迪发布会，里昂的车，东方证券研究所

车桩高压电气系统架构详解

车端高压电气系统

电动汽车高压电气系统包括**高压电控系统、动力系统、电池系统、高压设备、高压线束系统**。电池系统储存并为车辆提供能量，高压电控系统控制车辆的充电和配电，高压线束系统传输电能，动力系统将电能转化为机械能，实现车辆的驱动，高压设备可以提供电路保护和其他相应功能。

图 6：电动汽车高压电气系统



数据来源：汽车百科，东方证券研究所

高压电控系统为整车充配电提供解决方案，主要包括**高压配电盒（PDU）、车载充电机（OBC）、DC/DC 电压转换器**，受整车布置影响，越来越多车型趋向于将 PDU、OBC、DC/DC 整合为三合一控制器。其中**高压配电盒**是新能源汽车中的高压电源分配单元，是动力电池与用电设备的电源和信号传递的接口。通过母排及线束将电源连接到高压负载上，提供充放电控制、高压部件上电控制、电路过载短路保护、高压急断、低压控制等功能，保护和监控高压系统的运行。**车载充电机**通过 AC/DC 整流器和 DC/DC 转换器将电网交流电转换成电动汽车需要的直流电给动力电池充电，为电动汽车提供交流慢充功能。**DC/DC 电压转换器**能够将动力电池提供的高电压转换为 12V 或 24V 的低电压，为全车低压电气系统供电。

表 5：电动汽车高压电控系统组成

系统组成	主要作用	主要零部件
高压配电盒（PDU）	动力电池与用电设备之间的电源和信号传递的接口，提供充放电控制、上电控制、高压急断等功能。	母排、高压熔断器、高压连接器、高压继电器、温度传感器、控制模块等。
车载充电机（OBC）	将电网交流电转换成直流电给动力电池充电，为电动汽车提供交流慢充功能。	AC/DC 整流器、DC/DC 转换器、控制器、冷却系统等。
DC/DC 电压转换器	将动力电池提供的高压电转换为 12V 或 24V 的低电压，为低压电气系统供电。	电感、电容、隔离芯片、开关管、控制器等。

数据来源：太平洋汽车，东方证券研究所

图 7：威迈斯三合一充配电系统产品



三合一充配电系统(400V)

产品将传统的6.6KW双向OBC、2.5KW DC\DC及PDU进行系统级的高功率密度集成；系统核心专利-磁集成技术，创新性地将产品的原边绕组，高压绕组及低压Busbar进行系统级的集成，配合先进的专利3D水道设计，使得产品超高功率密度得以实现；相对传统物理集成方案，体积减小30%，重量减轻25%，成本降低25%以上；

OBC功能转换交流电用于高压电池充电及充电时低压系统供电，输出功率可自由分配；DC\DC功能将动力电池高压电转换为低压电，用于给整车低压系统供电；DC\AC功能应用于V2V及V2L场景，工作时也可为整车低压系统供电；产品集成PDU功能，使得整车安装布局便捷美观。

数据来源：威迈斯官网，东方证券研究所

电动汽车动力系统包括驱动电机、电机控制器（MCU）、减速器等，为汽车提供驱动。根据整车布置需要，在部分车型上会应用三合一总成产品。其中与高压电气系统相关的主要是**电机控制器**和**驱动电机**。**电机控制器**的作用是将动力电池的直流电转换成交流电，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。电机控制器主要由主控板、驱动板、DC/AC 逆变器、电流传感器等部件构成。**驱动电机**按照电机控制器的指令，将电能转化为转子转动的机械能，通过减速器输出给车辆的传动系统。主要构成包括定子、转子以及传感器、连接件、壳体等。**减速器**也被称为传动系统，通过齿轮组降低输出转速、提高输出扭矩。

表 6：电动汽车动力系统组成

系统组成	主要作用	主要零部件
电机控制器	将动力电池的直流电转换成交流电，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。	主控板、驱动板、DC/AC 逆变器、电流传感器等。
驱动电机	将电能转化为转子转动的机械能，输出给车辆的传动系统。	定子、转子以及传感器、连接件、壳体等。
减速器	降低输出转速、提高输出扭矩。	传动零件、轴、箱体等。

数据来源：旺材电机与电控，东方证券研究所

电池系统为车辆的能量来源，主要包括动力电池和电池管理系统（BMS）。动力电池一般输出100-400V 的高压，输出电流能够达到 300A，是新能源电动车的整车动力来源。电池管理系统与电池紧密结合在一起，对电池的电压、电流、温度进行时刻检测，同时还进行漏电检测、热管理、电池均衡管理、报警提醒等功能。

高压线束系统将电动汽车的高压设备连接起来，传递高压电源和信号，由高压电缆和连接它们的连接器、绝缘保护套管和固定支架等组成。

高压设备主要包括**电动空调**、**PTC 加热器**和**空调压缩机**等，通过交流高压电驱动，为新能源汽车提供制冷和制热功能。

在上述汽车模块中广泛用到了许多**基础零部件**，如各类电源模块（DC/AC 逆变器、AC/DC 整流器、DC/DC 转换器）、高压熔断器、高压连接器、高压继电器、传感器、控制器等。这些零部件

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

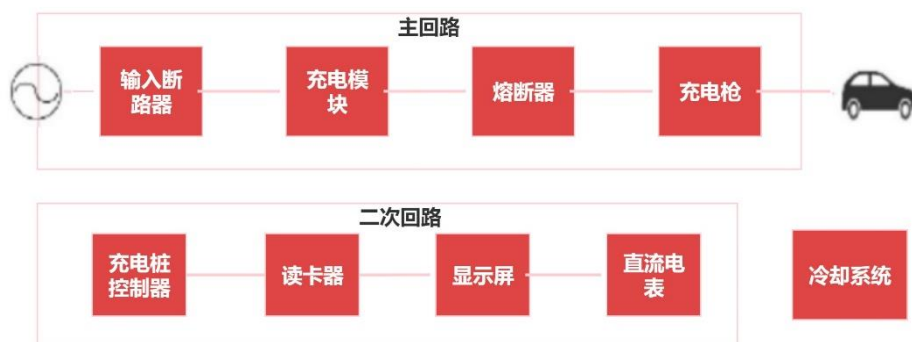
中的结构中普遍用到许多电子电力器件，如开关元件（IGBT、MOSFET）、电容（电解电容、薄膜电容）、电感、隔离芯片等。这些电子电力器件通过特定的电路结构集成成具有特定功能的零部件，在电动汽车电气系统中发挥着重要的作用。

桩端高压电气系统

直流充电桩的电气部分由主回路和二次回路组成，主回路包括输入断路器、整流模块、熔断器、充电枪等，将输入的电网三相交流电转换为电池可以接受的直流电并输出。二次回路由充电桩控制器、读卡器、显示屏、直流电表等组成，支持与用户的交互功能。此外还需要相应的冷却系统为充电桩提供冷却功能。

主回路的输入是三相交流电，经过输入断路器之后由整流模块（充电模块）将三相交流电转换为电池可以接受的直流电，再连接熔断器和充电枪，给电动汽车充电。

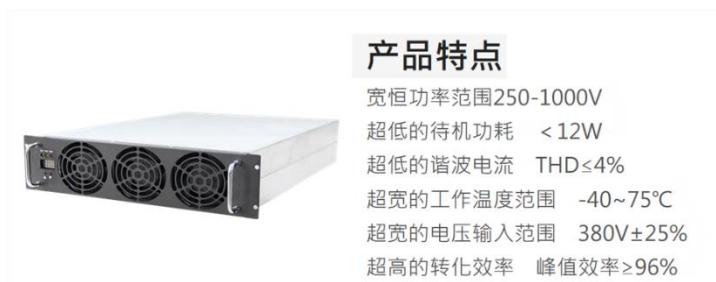
图 8：直流充电桩结构示意图



数据来源：健研电子科技公众号，东方证券研究所

充电桩与高压电气系统相关的是主回路及相应的冷却系统，核心模块为整流模块。充电桩整流模块的功能是将电网输入的交流电整流成直流电，并转换成需要的电压输出。整流模块一般采用两级式变换结构，主要包括 AC/DC 整流电路和 DC/DC 电压变换电路。断路器和熔断器为系统提供电路过载保护功能，断路器通过电流底磁效应实现断路保护，熔断器通过电流的热效应实现过载保护。

图 9：华为 30kW 充电模块



数据来源：华为官网，东方证券研究所

800V 平台带动车桩两端关键组件升级

升级到 800V 电压平台要求车桩两端多数元件重新设计以进行适配，在《如何跨越电动车渗透率鸿沟——解决超快充瓶颈，满足高效补能诉求》中我们已经介绍了动力电池实现超快充的原理和技术方案。在其他电气元件中，**电源模块、驱动电机、充电桩功率模块和冷却系统、高压熔断器等零部件的技术升级**，是满足 800V 电压平台的关键。

图 10：800V 电压平台带动车桩关键组件升级



数据来源：汽车百科，东方证券研究所

电源模块：OBC, DC/DC, 电机控制器, 充电桩整流模块升级的核心

电动汽车及充电桩中所涉及的电源转换器主要包括 DC/AC 逆变器、AC/DC 整流器、DC/DC 电压转换器等，在电路中提供交直流电压转换功能。DC/AC 逆变器的作用是将直流电转化为交流电，AC/DC 整流器能够将交流电转化为直流电，实现整流功能，DC/DC 电压转换器能够进行不同电压的直流电的转换，以满足不同负载设备的需要。

电源模块的升级，是 OBC, DC/DC, 电机控制器, 充电桩整流模块适配高电压平台的重要条件。DC/AC 逆变器在电机控制器、空调压缩机、转向助力电机等模块中均有应用。在新能源汽车中电机需要依靠交流电驱动，而高压电池输出直流电，因此电机通常与 DC/AC 逆变器搭配使用，电动汽车的主驱逆变器集成在电机控制器中，将高压电池的直流电转化为交流电来驱动电机。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

AC/DC 整流器主要应用在车载充电机和再生制动能量回收系统中，在直流充电桩中也有关键应用。车载充电机需要通过 AC/DC 整流器将交流充电口输入的三相交流电转化为直流电，输入动力电池。汽车制动时电机将动能转化为电能，并将其以交流形式输出，需要通过 AC/DC 整流器将电能转换为直流电储存进动力电池。直流充电桩的输入为电网的三相交流电，需要通过 AC/DC 整流器整流为直流电输出。

DC/DC 电压转换器包括 HV-LV DC/DC 和 800V-400V DC/DC，其中 HV-LV DC/DC 能够将动力电池提供的高电压转换为 12V/24V/48V 的低电压，为全车低压电气系统供电；800V-400V DC/DC 提供 800V 电压和 400V 电压之间的转换，以兼容 400V 器件和充电桩。

表 7：电源转换器件在电动汽车中应用

器件	应用位置	功能
DC/AC 逆变器	电机控制器	将动力电池输出高压直流电转化为交流电驱动电机。
	空调压缩机	将高压直流电转化为交流电驱动压缩机。
	转向助力电机	将动力电池输出高压直流电转化为交流电驱动转向助力电机。
AC/DC 整流器	车载充电机	将交流充电口输入的三相交流电转化为直流电输入动力电池
	再生制动能量回收系统	将电机制动产生的交流电转化为直流电输入动力电池。
	直流充电桩	将电网的三相交流电整流为直流电输出。
DC/DC 电压转换器	低压电气系统	HV-LV DC/DC 将动力电池提供的高电压转换为 12V/24V/48V 的低电压，为低压电气系统供电。
	涉及 800-400V 电压转换的模块	在采用 800V 架构的汽车中，需要使用 800V-400V DC/DC 兼容 400V 器件和充电桩。

数据来源：太平洋汽车，旺材电机与电控，东方证券研究所

电源模块通常是由功率半导体分立器件与驱动/控制/保护等外围电路集成起来实现。功率器件中应用的功率半导体分立器件包括硅基晶体管如 MOSFET、IGBT 和新兴的 SiC、GaN 器件等，其主要作用为变频、变压、变流、功率管理，可以将电压和频率杂乱不一的“粗电”通过转换调制变成拥有特定电能参数的“精电”。

图 11：电动汽车车用零件层级示意图

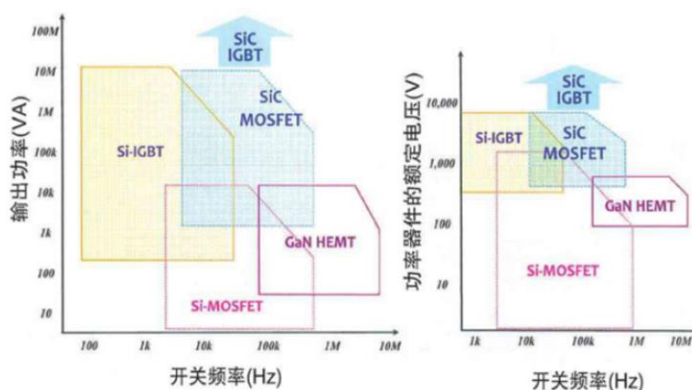


数据来源：华夏 EV，东方证券研究所

电源模块配套高电压平台的关键是升级 SiC 功率器件以及电路拓扑设计能力。电压平台升级导致 SiC 半导体器件需求增多，电动汽车电压平台升级至 800V 以后，开关元件应当预留 50%的安全裕度，因此应该使用具有 1.2kV 额定电压的开关，且频率通常在 50kHz 以上。与硅基 MOSFET 相比，宽带隙半导体如碳化硅(SiC)耐高压性能较好且具有较低的开关损耗，且硅基 IGBT 不适合在高于 50kHz 的频率下运行，而 SiC 半导体器件则具有更高的开关切换频率，因此更适用于 800V 电压平台。

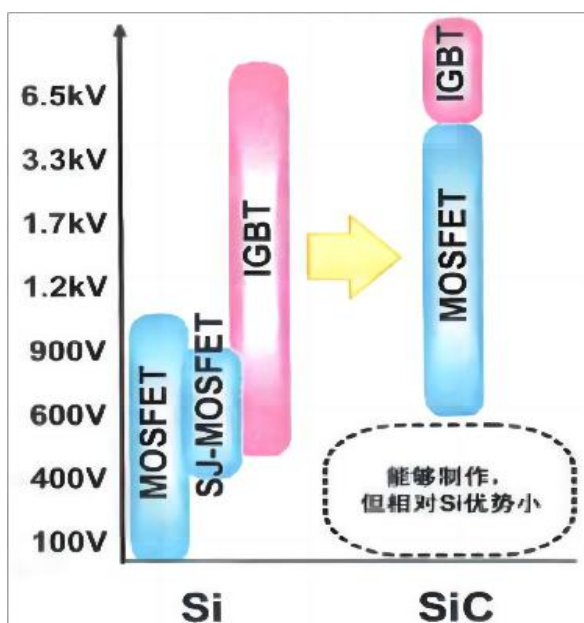
电压平台的升级需要重新设计电路拓扑结构以满足新的电压条件。电路拓扑结构可以在很大程度上影响器件的性能，电路的拓扑结构和使用的分立器件决定了电路的输入输出特性曲线，输入输出特性曲线描述了输入电压和输出电压之间的关系，只有输入电压在合适的工作范围内时，才能使得电路的效率最高。如果输入电压从 400V 提高到 800V，需要重新设计功率器件以适应更高的电压，以确保输入输出特性曲线仍然处于合适的工作范围。

图 12: SiC 器件的高频性能更优



数据来源: Rohm, 电子产品世界, 东方证券研究所

图 13: SiC 器件的耐压性能更优



数据来源: Rohm, 电子产品世界, 东方证券研究所

驱动电机：配套高压需解决局部放电和轴承腐蚀问题

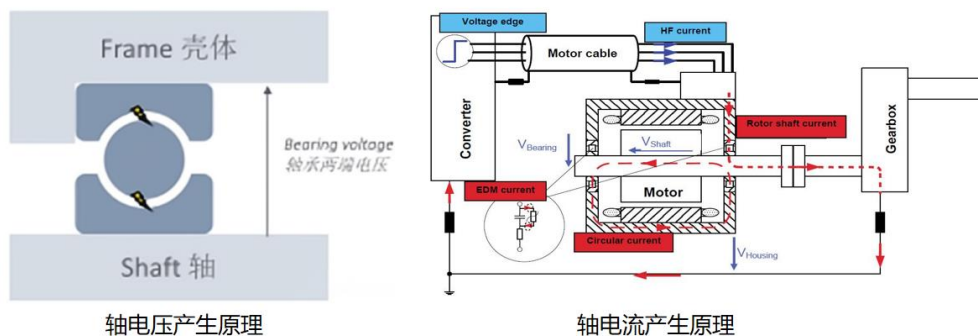
定子绝缘系统中的局部放电是电机升级至 800V 面临的重大挑战。局部放电是指当电压应力超过临界值时，导体之间的绝缘材料被瞬间击穿的现象。定子线圈绕制在定子槽中，局部放电使得定子附近的绝缘材料被腐蚀，导致绝缘系统退化，最终导致绝缘系统完全失效，因此避免局部放电现象对于确保电机的可靠性至关重要。

定子绝缘系统局部放电的风险会随着直流连接电压的提高而增高。且逆变器产生的脉冲宽度调制（PWM）波形在电机的端子处会产生复杂的过电压，过电压的最大值可以达到直流连接电压的两倍，更提高了局部放电的风险。

扁线电机和电磁扁线的使用可以降低局部放电风险。扁线电机修改了定子绕组配置和采用击穿电压更高的槽和外部绝缘性能更好的扁线，扁线电机的绕组布局可以最小化导线间的电压电位，降低电压应力，减少放电风险。电磁扁线采用的厚漆膜或薄漆膜+PEEK 膜包技术，能够有效提升绝缘性能，满足耐电晕要求，搭配绝缘性能更好的槽衬，使得局部放电的风险降低。

800V 电压下电机轴承防腐蚀问题凸显。电机的轴承电腐蚀问题是由于轴承上的轴电压和轴电流会引发电腐蚀现象，导致相关部件磨损并损坏轴承，影响电车使用寿命。轴电压是指当电机运行时电机两轴承端或电机转轴与轴承之间存在的电势差。轴电压在由转轴、轴承内圈、油膜、轴承外圈、壳体构成的回路中产生电流，即为轴电流。轴电压和轴电流会击穿轴承油膜，使润滑的油质逐渐劣化，导致轴承滚珠两端出现电腐蚀现象，严重时甚至会烧坏轴承，引发安全风险。

图 14：轴电压和轴电流产生原理



数据来源：汽车动力总成，西门子，东方证券研究所

轴承防腐蚀大致有两类思路：增强对轴承的绝缘处理；旁路传导轴电流，避免电流通过轴承。对于增强轴承绝缘性能，可以采用陶瓷轴承方案以及轴承外圈绝缘处理方案，这两种方案都是对轴承进行电气绝缘，防止轴向电流通过轴承。对于旁路传导轴电流，可以采用导电环方案或导电油脂轴承方案。导电环方案是指将导电环的一端与轴承接触，另一端安装在壳体上或接地，使电流不经轴承导通。导电油脂轴承方案是指增加轴承油脂的导电性和抗腐蚀性，使得电流通过轴承内油脂传导，减少对轴承的电腐蚀现象。

表 8：轴承防腐蚀解决方案

技术思路	方案	原理
增强轴承绝缘处理	陶瓷轴承方案	采用陶瓷轴承对轴承进行电气绝缘，防止轴向电流通过轴承。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

	轴承外圈绝缘处理方案	采用轴承外圈绝缘方式，对轴承外圈进行绝缘处理，增强轴承绝缘强度。
旁路传导轴电流	导电环方案	将导电环安装在轴承与壳体或大地之间，使电流不经轴承导通。
	导电油脂轴承方案	增加轴承油脂的导电性和抗腐蚀性，减少对轴承的电腐蚀现象。

数据来源：汽车动力总成，轴承杂志社，东方证券研究所

充电桩：带动功率模块和冷却系统升级

功率模块的技术升级是充电桩升级 800V 平台的核心。提高充电桩的输出功率主要方式就是提高模块的总功率，一般途径有两个：一是增加模块的数量，二是提高模块的功率密度。充电桩的体积是有限的，随着快充技术的不断发展，单纯的增加模块数量已经不能满足功率提升的要求，模块功率密度的提升是必然趋势。充电模块功率密度是指在特定体积内的可输出功率的大小，在有限的模块体积内提高输出功率对于电路的设计、集成和制造的要求很高，这也是各厂商竞争的核心壁垒。目前我国市场主流充电模块已经发展了三代，从一开始 2016 年以前的 7.5kW 到目前普遍的第二代 15/20kW，2020 年开始普及的第三代 30/40kW 模块目前正在逐渐成为市场主流。

图 15：充电模块发展趋势



数据来源：动力源官网，德意志工业官网，东方证券研究所

高电压大功率充电桩带动冷却系统由风冷向液冷过渡。充电桩传统的散热方式多采用直通风冷，800V 高压桩定位于大功率充电，因而通常也会在高电压的基础上配套大电流，传统风冷无法达到大功率设备散热要求，或者需要较大的空间体积才能满足散热需求，因此需要液冷技术为充电模块和充电枪线散热。

图 16：道通智慧充电系统产品宣传图



数据来源：道通科技官网，东方证券研究所

高压充电桩的渗透带动液冷系统需求量的增加。液冷系统包括液冷电缆、液冷充电枪、冷却液、液冷水泵。液冷管路的排布需要在电缆和充电枪之间设置一个专门的循环通道，在通道内加入冷却液，通过动力泵推动液体循环把热量带出，起到散热作用。液冷散热的难点主要在于冷却液和电缆的密封。充电桩安装和使用的环境可能会面临极端天气、恶劣环境等因素，若因线缆密封性较差导致管路发生泄露，就容易导致冷却系统失效从而导致事故发生。所以使用的液冷电缆对耐高温、耐腐蚀、抗爆破、耐气候、耐低温的性能要求较高。

图 17：英维克全链条液冷解决方案示意图

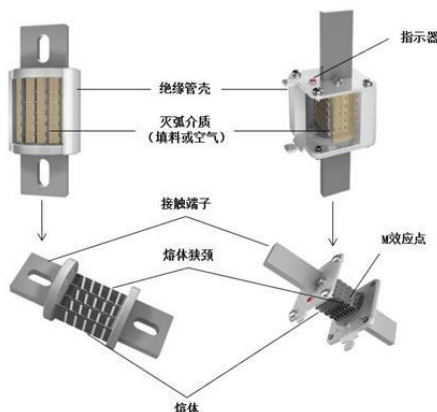


数据来源：英维克官网，东方证券研究所

高压熔断器：带动激励型熔断器需求提升

高压熔断器是电路过电流保护器件，防止电气设备因过载造成损坏。超负载情况下，电流热效应熔断熔体产生电弧，熔断器通过熄灭电弧切断并保护电路。熔断器主要由熔体、灭弧介质、绝缘管壳、M效应点、接触端子等构成，一般为应用电压 60V-1000V 的电力熔断器，在空调压缩机、驱动电机等许多模块中均有应用。

图 18：熔断器结构



数据来源：中熔电气招股书，东方证券研究所

800V 电压平台的升级需要更加智能的熔断机制。800V 电压平台对于熔断器的绝缘、耐压、灭弧等方面的技术要求更高，进行改进调整。此外在 800V 平台中，熔断器需要允许较大幅值的冲击电流瞬时通过，又需要在出现小倍数持续过载故障电流时快速切断，需要更加智能的熔断机制。

表 9：激励熔断器与电力熔断器对比

产品名称	技术参数	产品性能
激励熔断器	电流：350A-400A； 电压：500V、1000V	动作时间在控制信号发出后<2ms；在 5~6KA 以下，动作比现有电力熔断器更迅速；可以主动切断故障电流，预期发生故障即可保护；功耗低，<10W
电力熔断器	电流：350A~400A； 电压：500V、750V、1000V	分断时间随电流大小变化，小电流动作时间很长，5~6KA 下降到 2kA，其保护速度由 5~10 ms 增大到超过 1000ms；且只能在故障电流发生后保护；功耗大，>30W

数据来源：中熔电气招股书，东方证券研究所

激励型熔断器是目前主要的升级方案。在熔断器的升级方案中，需要改进原有的灭弧调料配比方案、研发新型绝缘材料。同时研发新的熔断器类型如激励熔断器、智能熔断器等。新型的激励熔断器可以激发激励电流，通过机械力快速产生断口并完成大幅故障电流的灭弧，从而切断电流，实现保护动作。智能熔断器可以根据应用需求定制保护特性，通过自动检测回路电流或其他信号，自动触发保护动作，同时解决了传统熔断器为满足快速熔断特性功耗过高的问题。

其他零部件升级：高压继电器、高压连接器、薄膜电容

高压直流继电器：高压继电器为通过小电流控制大电流的自动开关，在电路中起着控制电路通断，安全保护，自动调节负载工作或断开等作用。高压直流继电器在闭合或断开电路时会产生电弧，由于直流电没有过零点，一旦形成电弧，会持续燃弧，对触点造成较大损伤。故高压直流继电器要对灭弧额外设计，且对密封、材料要求也更为苛刻。应用在 800V 平台电压的高压直流继电器对于灭弧技术和耐压能力都有更高的要求，随着技术改进和电车进一步普及，高压直流继电器可能会量价齐升。

高压连接器：高压连接器的作用主要是保证整车高压互联系统，即在内部电路被阻断或孤立不通处架起桥梁从而使电流流通。现有电动汽车内的高压连接器主要支持 400V 电压平台，车端升级到 800V 平台后需要重新选型，未来对于 800V 高压连接器的需求量会有较大提升。

图 19：电动汽车高压连接器应用场景



数据来源：鼎通科技招股书，东方证券研究所

薄膜电容器是新能源汽车驱动电路中的主要元件，主要起储能、平滑缓冲浪涌电流的作用。浪涌电流是指电路突然上电或电容突然放电时，电路中产生较大的瞬时电流的现象。浪涌电流会对器件本身造成损伤，最终影响电路的正常工作。800V 平台上广泛使用的 SiC 开关元件产生浪涌电流能力更强，会对电路器件造成损伤。薄膜电容相比传统电容有更好的稳定性，能够承受额定电压的 1.5 倍的过电压，能够更好地缓冲浪涌电流，因此薄膜电容有着广阔的应用空间。

表 10：Si IGBT 和 SiC MOSFET 产生浪涌电流能力对比

参数	单位	Si IGBT	SiC MOSFET
电容板带电量	μC	60	61
脉冲电流强度	A	90	184
脉冲电流变化速度	A/ns	0.1	1
脉冲电压变化速度	V/ns	1.1	2.3

数据来源：Comparative Investigation of Surge Current Capabilities of Si IGBT and SiC MOSFET for Pulsed Power Application, Shan Yin, 东方证券研究所

投资建议

超快充需求带动车桩两端向 800V 电压平台升级，催生了大量高压电气系统中关键组件的升级需求，建议关注有升级需求领域的核心标的：

1. 高压电源领域建议关注已有 800V SiC 方案量产产品布局的厂商 欣锐科技(300745，未评级)、英搏尔(300681，未评级)。
2. 电机控制器领域建议关注已有 SiC 电控产品量产的厂商 英搏尔(300681，未评级)、精进电动-UW(688280，未评级)、汇川技术(300124，未评级)。
3. 驱动电机领域建议关注已有 800V 高压电机产品量产的厂商 方正电机(002196，未评级)、精进电动-UW(688280，未评级)，以及上游高压电磁线产品头部厂商 精达股份(600577，未评级)。
4. 充电桩领域建议关注已有 800V 大功率直流充电桩产品的厂商 绿能慧充(600212，未评级)、道通科技(688208，买入)，以及大功率充电模块制造商 科士达(002518，未评级)。
5. 其他领域建议关注激励型熔断器核心制造商 中熔电气(301031，未评级)。

表 11：800V 电压平台相关投资标的

领域	公司	主营产品	配套 800V 平台产品布局情况
高压电源系统	威迈斯	车载集成电源	11kW 碳化硅车载电源，配套小鹏 G9, P5 等
	欣锐科技	车载集成电源	2013 年将 CREE 的碳化硅方案用于 OBC，SiC 方案领先，有 800V 电源产品布局
	英搏尔	电源总成，电驱总成，电控	量产 11kW 800V 电源总成产品
电机控制器	英搏尔	电源总成，电驱总成，电控	SiC 逆变器商用车量产，乘用车交样
	精进电动	电驱总成、驱动电机、电控	有量产 800V SiC 逆变器
	汇川技术	工业自动化	电控配套小鹏 800V 平台
电机	精进电动	电驱总成、驱动电机、电控	量产 800V 高压油冷电机
	方正电机	电驱总成、驱动电机、电控	800V 高压电机配套小鹏 G9
	精达股份	漆包线	2022 上半年适配 800V 的耐电晕扁平电磁线小批量供货
充电桩	绿能慧充	充电桩	现有多款 1000V 充电桩产品
	道通科技	汽车电子产品	现有 480kW 超充产品 电压范围 200-1000V
	科士达	数据中心 UPS 电源	现有多款 1000V 充电桩产品、20kW 300-1000V 恒功率充电模块
	威迈斯	车载集成电源	40kWSiC 液冷充电桩模块
高压熔断器	中熔电气	电力熔断器、电子类熔断器、激励熔断器	布局有激励型熔断器

数据来源：各公司官网，各公司年报，东方证券研究所

风险提示

新能源汽车销量不达预期：受宏观经济，产业政策，以及疫情反复影响，短期新能源汽车消费存在不达预期风险；

800V 平台相关技术迭代速度不达预期：SiC 功率器件等产品技术难度较大，存在产品性能提升及降本速度不达预期的风险。

快充基础设施建设速度不达预期：目前高压直流快充桩建设仍处于初期阶段，存在快充桩建设速度不达预期的风险。

信息披露

依据《发布证券研究报告暂行规定》以下条款：

发布对具体股票作出明确估值和投资评级的证券研究报告时，公司持有该股票达到相关上市公司已发行股份1%以上的，应当在证券研究报告中向客户披露本公司持有该股票的情况，

就本证券研究报告中涉及符合上述条件的股票，向客户披露本公司持有该股票的情况如下：

截止本报告发布之日，资产管理、私募业务合计持有精达股份(600577) 达到公司已发行股份 1% 以上。

提请客户在阅读和使用本研究报告时充分考虑以上披露信息。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；

增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

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，也没有考虑到个别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、意见及推测只提供给客户作参考之用，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作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司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，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，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。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。