通过整车平台电压的提升以及超快充电池技术研发，结合高电压充电桩的布局，继而提升充电效率，这是目前行业趋势。随着电压平台的提升，纯电动汽车电池系统、电驱动系统以及高压部件等配套零部件面对新的技术挑战，同时促进新材料、新技术的应用推广。

安徽江淮汽车集团股份有限公司 严佳丽

纯电动汽车高电压快充平台技术趋势

纯电动汽车发展有三大痛点：价格贵、续驶里程短和充电慢。随着纯电平台的应用，纯电动汽车正向开发、电池成本的下降、能耗的下降，纯电动汽车的总体成本逐渐下降，慢慢进入主流 A 级车 10 万 ~ 20 万元价格竞争区间。另一方面，动力电池能量密度提高、长续驶纯电动车型加速推出，纯电动汽车续驶里程大幅度提升。对于充电慢问题，目前行业内正在加快高电压平台的布局，研究超快充电池技术。

纯电动汽车充电效率及高压架构

纯电动汽车高压架构如图 1 所示。充电速度的提升可以理解为充电功率的提升，即 $P=UI$ 中的“P”（P 是充电功率，U 是充电电压，I 是充电电流）。想要提升充电功率，保持电压或电流其中一项不变，提高电压或电流即可提高充电功率，由于提高电流会产生大量的热量，对系统热管理技术带来更大的挑战。目前，行业内普遍采用高电压路线，高电压平台的推出就是为了提高整车端充电效率，实现整车端快速补能。

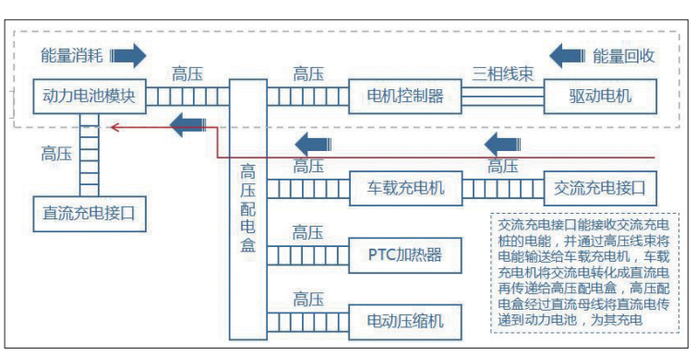

图 1 纯电动汽车高压架构

在纯电动汽车上，高压电气系统主要是负责起动、行驶、充放电及空调动力等，主要包括电池系统、动力总成、高压电控系统、充电系统、高压设备及其线束系统。电动汽车的系统高压电气系统正逐渐向着集成化、模块化发展，逐渐衍生出了电动汽车“三大件”：电池系统、动力总成、高压电控。

使用 800 V 高电压平台，在提升充电功率、提升充电速度的同时，随着配套部件的升级，能进一步提升电机驱动效率，减少能量 / 功率损耗，同时对系统高压部件的 EMC 设计、高压安全设计等带来新的挑战。在高压系统供应链完善之前，整体成本上升。

高电压平台应用影响分析

1. 高电压系统架构实现方案

目前能实现大功率快充的高压系统架构共有三类：①纯 800 V 电压平台；② 2 个 400 V 电池组组合使用；③ 800 V 电池组搭配 DC/DC 转换器。三类方案在技术、成本等方面各有优缺点。

纯 800 V 高电压平台，电池包、电机以及充电接口均达到 800 V，OBC、空调压缩机、DC/DC 以及 PTC 均重新适配以满足 800 V 高电压平台。采用 2 个低压的电池组，通过高压配电盒的设计进行组合使用。快充时，两个电池组可串联成 800 V 平台；运行时，两个电池组并联成 400 V 平台，以适应 400 V 的高压部件，该方案的优势在于不需要 OBC、空调压缩机、DC/DC 以及 PTC 等部件在短时间内重新适配，成本相对较低。800 V 电池组搭配 DC/DC 转换器方案，整车搭载

8-25 新能源汽车 4.6.indd 8 2022/4/8 18:27:42

一个 800 V 电池组，在电池组和其他高压部件之间增加一个额外的 DC/DC 将 800 V 电压降至 400 V，车上其他高压部件均采用 400 V 电压平台。

2. 对高压电气系统及电网的影响

（1）对电池系统的影响

实现电池高电压最简单的方式是，保证相同的带电量，通过更改单体电池的串并联方式，增加串联的数量，可以提高电池包的电压，主要难点在于如何保证高电压、大电流的情况下的安全性和耐久性（图 2）。研究表明，过高的充电电压或电流都能导致锂电池电极材料和电解液的稳定性降低，引起电池副反应的增加，并在负极表面出现析锂现象，导致锂电池内阻增大、容量衰减甚至引发火灾、爆炸等安全隐患。同时，更大的充电功率会对电池系统的冷却带来很大的挑战，需要对发热较为集中的单体电池正极区域进行针对性的冷却和热处理，保障电池工作在理想的温度区间内。目前，高电压快充电池正朝着无析锂快充技术、电池材料改进及高控制精度的 BSM 等方向发展。

（2）对电驱动系统的影响

在电驱动系统方面，电压的提高会对绝缘能力、耐压等级以及爬电距离提出更高的要求（图 3），将对电气部件的设计和成本带来影响，但在工业电机等领域还是有比较丰富的高压电应用经验可以借鉴，主要的难点在电机控制器的核心元件——功率半导体器件。功率器件是电驱动系统中的重要组成，目前电机控制器驱动功率

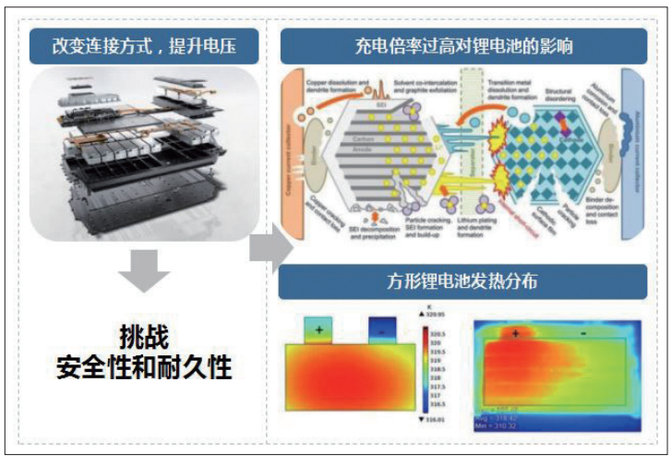

图 2 高电压平台对电池的影响

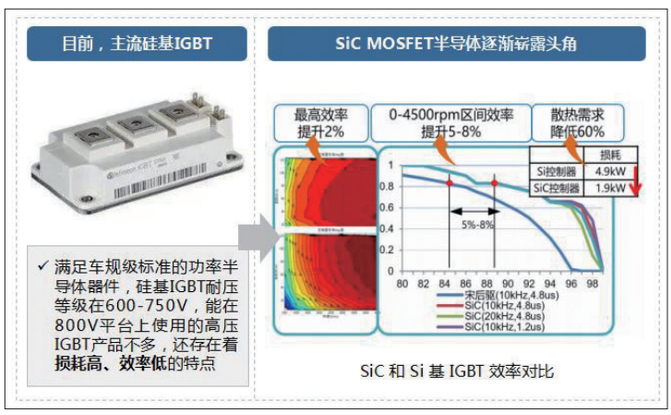

图 3 高电压平台对电驱动系统的影响

芯片多为 Si 基的 IGBT，特斯拉量产车型中使用了 SiC MOSFET 作为驱动功率器件。目前市面上已量产的、通过汽车级认证的 IGBT 模块屈指可数，有英飞凌的 HP2（1 200 V/400 A）和 HPD（1 200 V/380 A），以及日立的 1 200 V/400 A 模块。要发展高电压平台，离不开 SiC 技术的支持。SiC MOSFET 在耐电压和损耗水平上都能满足 800 V 电压平台需求，还具备进一步拓展至 1 200 V 电压平台的潜力。

（3）对高电压零部件的影响

在空调压缩机、PTC、DC/DC 及车载充电机等部件方面，面向高电压平台的开发也在进行中。目前 PTC 和空调已实现量产，高电压 OBC、DC/DC、快充电池、高电压 BMS 以及高电压电驱动预计于年内量产（图 4）。高电压平台的应用，对高电压控制系统部件产业链上下游有重要的影响，零部件都需要重新适配（图 5）。

从终端看，高电压零部件的成熟度比车端高，充电枪、线、直流接触器和熔丝等需重新选型，目前均有成熟产品。从充电模块看，优优绿能、华为、英飞源、永联等国内充电模块主流企业陆续发布了充电范围宽至 1 000 V 的充电模块。其中，对于充电系统，当充电电流增大时，冷却技

8-25 新能源汽车 4.6.indd 9 2022/4/8 18:27:42

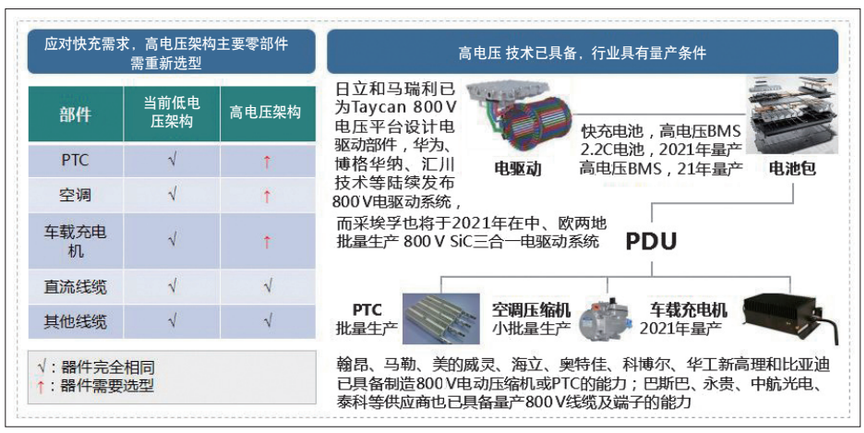

图 4 高电压架构零部件

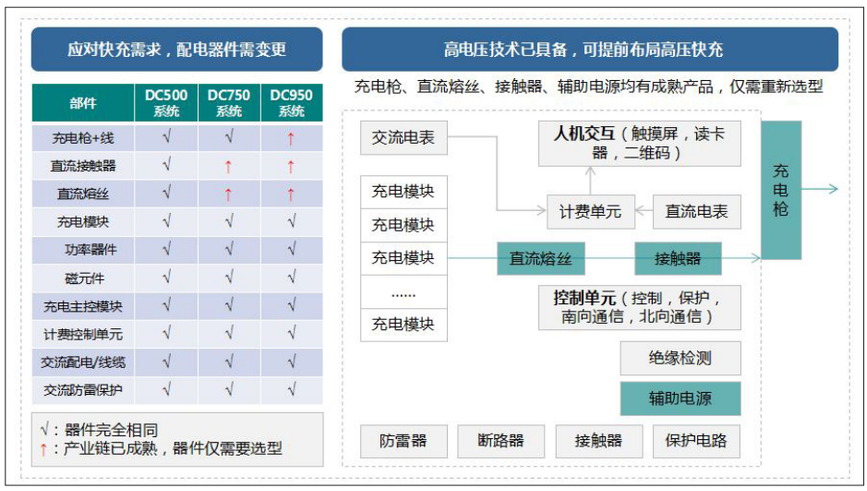

图 5 配电器件

术需要有突破，使得充电接口变小、电缆变得细和轻。正常情况下，随着电流的增加，相对应规格的电缆截面也会增加，使用液冷技术后，充电电流达到 600 A 时，电缆截面大小类似 150 A 电缆，会使充电电缆变得十分轻巧。

（4）对充电桩布局及电网的影响

电压平台实现的只是整车端快充，在整车端支持快充的基础上还要匹配同等的充电端电压，也就是整车端和充电端都要支持高电压平台，这样才能真正意义上的实现超级充电。根据规划，2022 年将有 90% 的充电桩完成高电压化改造，支持 150 kW 及以上的充电功率，目前公共充电桩充电功率均不高，各家车企针对 800 V 车型平台，均配套推出自己的独有快充充电桩。

随着充电桩功率的提升以及纯电动汽车的普及，对于电力容量也有一定要求，电网的负荷也会越来越大（图 6）。另一方面，电动汽车作为电网用户侧海量的分布式储能单元，具有极大的发展潜力。V2G 应用使得电网调节从源随荷动向源荷互动发展，随着电动汽车和充电设施的大规模建设与发展，V2G 作用将越来越大，规模效益将越来越明显。

图 6 电动汽车对电网的影响

主流车企高电压平台布局

目前，现阶段纯电动车型电压平台见表 1，而通常允许使用的电压范围上限为系统额定电压的 115%~120%，在动力电池系统额定电压之下还可以上下浮动。因此，动力电池系统额定电压在 400 V 左右的纯电动车型，在充电时电压基本都在 500 V 以内，绝大部分纯电动车型 30% ~ 80% 的充电时间基本都在 30 min 左右。

在高电压平台方面，第一个上市的车型是保时捷 Taycan。受限于各零部件开发进度的不同，最初的 Taycan 并没有拿出一个完全由 800 V 用电器组成的电压平台，而在内部使用了多个电压转换器，以保证车型整体的开发进度。目前 Taycan 搭载的 800 V 直流快充系统能够支持 350 kW 的快充（图 7），可以在 22.5 min 内把容量 93.4 kW·h

8-25 新能源汽车 4.6.indd 10 2022/4/8 18:27:43

表 1 部分纯电动车型电池系统额定电压一览表

车型	奥迪 e-tron	Aion LX	Aion S PLUS	宝马 iX3	奔驰 EQC 400
动力电池系统额定电压 /V	396	403	338	345	357
车型	保时捷 Taycan turbo	保时捷 Taycan 4S	比亚迪唐 EV	比亚迪秦 PLUS EV	大众 ID.4 CROZZ
动力电池系统额定电压 /V	723	613	633.6	422.4	352
车型	几何 A Pro	极星 2	Model 3 长续驶	蔚来 ES8	小鹏 P7
动力电池系统额定电压 /V	374	394	355.2	350	346

表 2 车企高电压平台布局

主流车企	高压平台布局
现代	• 现代汽车全新电动平台 E-GMP 搭载全新 PE 系统，后轮电机系统的逆变器电源模块中，采用的是比现有的硅（Si）更高效的碳化硅（SiC）电力半导体 • 搭载了 400 V/800 V 多功能快充系统，可适用于 800 V 超高速充电系统以及其它各类充电基础设施
小鹏	•800 V 碳化硅平台能够承受超过 600 A 的充电峰值电流，平台采用高能量密度、高充电倍率电池，充电 5 min 最高可补充续驶 200 km •480 kW 高电压超充桩
吉利	• 吉利 SEA 浩瀚架构明确表示，将引入 800 V 高电压平台和碳化硅器件，并配备 800 V 高电压快充功能，可实现充电 5 min 续驶增加 120 km
广汽埃安	• 广汽正式对外发布了能够实现“充电 5 min，续驶 200 km”的超倍速电池技术和全球充电功率最高的 A480 超充桩 • 超倍速电池可实现 6 倍充电速率，可做到“充电 5 min，续驶 200 km”，A480 超充桩可实现最高工作电压可达 880V、最大充电功率 480 kW
岚图	• 岚图汽车展示了自研 800 V 高电压平台及超级快充技术 • 最新 800 V 高电压超级快充技术，是一套动力电池和用电设备均为 800 V 的高电压系统，无冗余升压装置的全新高电压系统架构，包括超级快充系统、超低系统能耗、高性能电池、SiC 电驱总成，并支持无线充电，能实现充电 10 min 续驶 400 km
长城	• 长城旗下的蜂巢能源携旗下全系列电池产品亮相，并推出全新的快充技术和对应单体电池 • 第一代 2.2C 蜂速快充电池的单体电池容量为 158 A · h，能量密度 250 W · h/kg，充电 16 min 可实现 20% ～ 80%SOC。第二代 4C 快充电池充电 10 min 可实现 20% ～ 80%SOC，电池功率 >2 400 W，电池容量 165 Ah，能量密度 >260 Wh/kg，快充循环 >1 500 次，有望于 2023 年第 2 季度量产

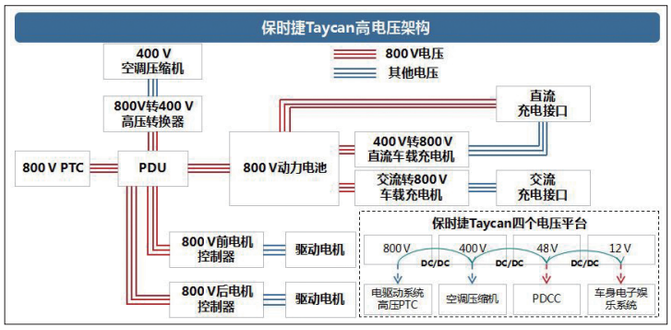

图 7 保时捷高电压架构

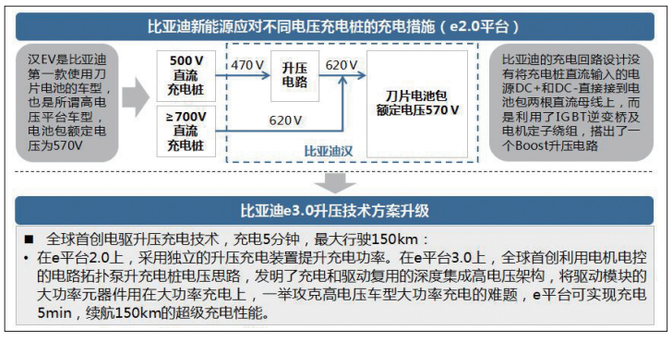

图 8 比亚迪高电压平台布局

的电池从 5% 充至 80%，提供 300 km 的续驶能力。

借助高电压 IGBT 方案，比亚迪将 e 平台旗下车型的电压提升至 600 V 以上（图 8），唐新能源电压达到 700 V；在比亚迪汉 EV 车型上，已经配备了比亚迪自研的碳化硅功率器件。另外，比亚迪 e 平台使用的八合一电驱动支持高电压平台快充，选择以更低阻抗实现高耐压的 SiC 功率器件，泵升充电桩电压、宽 SOC 大功率充电、实现充电 5 min，最大可续驶 150 km。

其他车企如现代、小鹏、吉利、广汽埃安、岚图、长城等车企均在高电压平台或快充电池等方面有规划布局，见表 2。

总结

高电压平台能大幅提升整车平台运行效率，缩短充电时长，是解决纯电动汽车充电慢痛点的有效手段，也是纯电动汽车大规模普及的前提。高电压平台的应用会带来快充电池的应用、SiC 器件的加速普及以及各高电压零部件供应链的重塑。未来，随着车端、桩端高电压技术的普及，我们将真正迎来电动汽车时代。AI

8-25 新能源汽车 4.6.indd 12 2022/4/8 18:27:44