



本文分析了以BSG电机为核心的48V弱混系统技术架构,电机、APM、48V锂电池及电源线束等主要零件的布置原则和解决方案,并结合项目实例证明布置的可行性,具有实际指导意义。

□ 泛亚汽车技术中心有限公司 王伟

48V BSG 系统的整车布置研究



AI汽车网—新能源汽车

为了应对CAFE和国六排放的要求,汽车厂家纷纷推出48V系统作为应对手段,达到技术手段成熟节油效果明显的目的。而以BSG电机为核心的双轴并联低混合系统,由于布置紧凑、可量产迅速的优点,成为了48V系统的主流。本文通过实际项目的48V系统布置,讨论48V系统的布置方法和解决方案。

48V BSG 系统的架构零部件布置

如图1所示,48V BSG系统作为P0结构形式,由BSG电机取代发电机的位置,位于发动机的最前端(皮带轮端),通过电机实现制动能量回收和行驶充电的功能。相比于传统车型,BSG系统仅增加了APM、48V锂电池及48V电源线等附件,对整车原有架构布局冲击小,布置方案较为简单。

1. BSG电机布置

根据发动机功率和整车加速性指标的要求,通常选择的BSG电机功率为6~20kW,电机与发动机缸体的连接结构尽量接近于原发电机位置,皮带轮心位置与原来轮系位置保持一致,前期设定BSG壳体边界条件,对发动机缸体更改最小。BSG转矩最高达到150N·m,因此发动机轮系会增加张紧轮结构,张紧轮的上下振动加大了轮系抖动包络。因

此,发动机的Y向尺寸较原先增加50mm,对于轮系周边的附件也需要考虑预留20mm空间,以避免造成动态干涉损坏。

普通的BSG电机质量约20kg,在进行布置时考虑到发动机拼装的人机操作,必须进行预挂设计和辅助吊具工装,通过软件可以模拟电机旋转20°后平推固定所需要的安装空间,由发动机拼合要求预留与车身拼合空间(图2),就完成了BSG电机在发动机上的布置。

2. APM模块布置

48V MICROBAS的电气原理如下:APM承担了DC/DC变压及稳压的功能,根据整车用电器负载的计算,APM的额定功率通常为1.2~3kW,选用25mm²的导线,导线压降会影响转换效率,低于96%的效率转换将达不到10%的油耗降低目标。因此,在布置上需要考虑APM位置对于效率转换的影响。同时,APM作为功率原件,过热会降低输出功率,以1.8kW的APM为例,输出功率与温度的变化关系如图3和表1所示。

当温度超过110℃时,APM将停止工作,导致车载用电设施依靠电池供电,整车处于亏电状态,因此APM位置的热管理,是布置首要考虑的因素。实验证明APM在城市怠速工况下温度达到峰值。

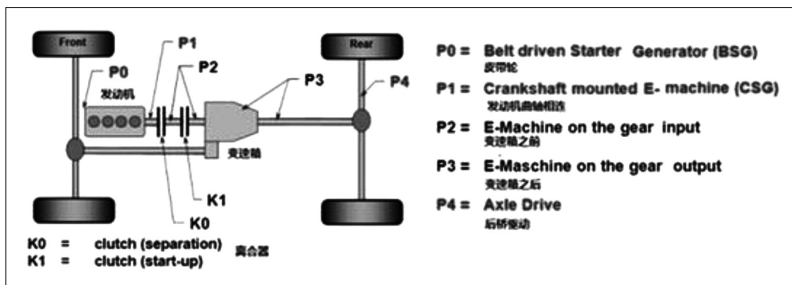


图1 48V BSG系统的架构零件布置

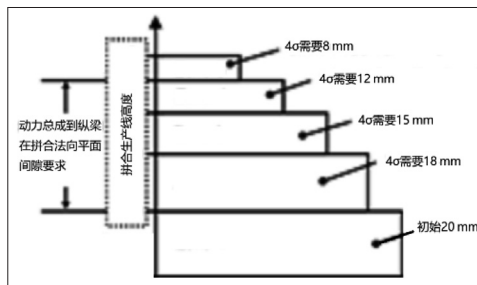


图2 由发动机拼合要求预留与车身拼合空间

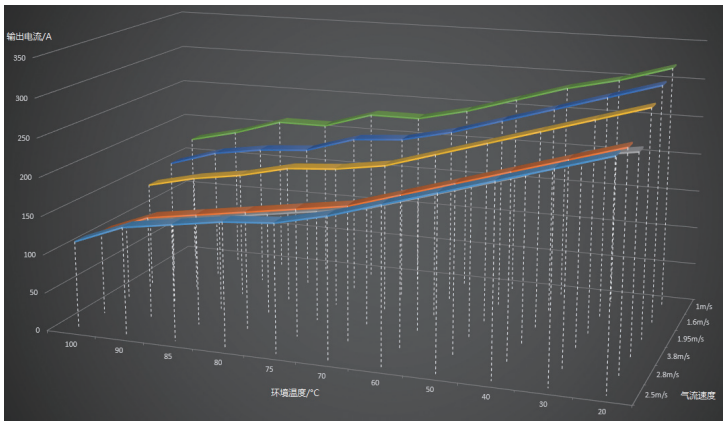


图3 输出功率与温度的变化曲线

如果 APM 布置在空气流通不畅的区域，需要考虑增加主动散热装置进行热管理，比如增加风扇和风道，利用空气压力差制造空气流通进行散热。

DC-DC电压变化会带来整车 EMC 问题,APM 布置的同时需要考虑 APM 电源线与车载设备在某些频段的干扰问题，因此与信号线间隔需要在 200 mm 以上,发动机舱前端与行李舱位置更需要优先考虑。而 APM 模块本身的 EMC 干扰问题，可以通过接地线位置优化和模块电路优化解决，不用作为整车布置的首要考虑因素。

3.48 V 锂电池布置

48 V 系统选用的锂电池通常为 10 Ah，主要为 BSG 电机工作提供 48 V 电源，作为车辆的第二电源，锂电池正常工作的温度在 0 ~ 40 ℃，因此布置主要是考虑电池的工作温度。10 Ah 的

电池一般为 13 个电芯，体积并没有 PHEV 和 BEV 大，不需要特别考虑辅助冷却措施，通常只要满足安全碰撞和安装位置环境温度即可。乘客舱位置与行李舱位置，可以作为方案的优先选择。但相应会损失乘客的空间舒适性

与行李舱容积，同时也会有电磁环境控制限制的风险，需要根据整车需求进行适当的平衡。

综上，对于 48 V 系统的架构零部件布置，从性能和空间考虑，布置位置推荐如表 2 所示，在方案初期可根据优先级参考。

48 V BSG 系统的线路布置与 EMC 影响

1.48 V BSG 系统 EMC 影响

48 V BSG 微混系统非架构件主要是电源线束与电路分配盒，根据 48 V 的电路原理，系统主要增加了 48 V 电源线与电源分配盒

表 1 输出功率、温度及风速的变化关系

输出功率 /kW	1.15	1.45	1.8	2.1	2.3
环境温度 /℃	90	85	80	75	70
对流风速 /(m/s)	3.80	2.80	1.95	1.60	1.00

连接 APM 的 12 V 电源线。电源线的布置由零部件位置决定，除了走向简洁合理外，需要考

表 2 48 V 系统的架构零件布置因素

48 V 架构零件	主要考虑因素	布置优先位置	不利因素
锂电池	散热	乘客舱、行李舱	乘员空间损失电磁环境控制限值
BSG	轮系、碰撞安全	原发电机轮心位置	发动机舱室空间
APM	散热、碰撞安全	发动机舱前端、行李舱	低碰，正碰分值

虑的主要是电源线束的碰撞安全和 EMC 影响。48 V MICROBAS 除了需要满足 GB14023-2011《车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车外接收机的限值和测量方法》外，还需要满足 GB 8702—2014《电磁环境控制限值》、GB/T 18387—2017《电动车辆的电磁场发射强度的限值和测量方法》标准。

根据 EMC 的测试结果，48 V 系统的负载与车速无关，只与整车用电量有关。因此，在 GB14023 的试验下，48 V BSG 系统与 12 V 系统表现上并无明显差异，30 MHz 下未超过 82 dB 标准。对于电磁环境控制限制，目前试验的测试方法和设备还没有具体明确，但作为乘客舱布置方案，必须考虑尽可能降低试验失败的风险，满足 30 MHz 下的限制值。GB/T 18387—2017 是容易超标的试验项目，某车型试验发现在 16 MHz 下达到峰值而超标，布置的走线连接方式影响到峰值的电场强度，这是主要考虑因素。

2. EMC 解决方案对线路布置的影响

解决 EMC 问题的 PCB 板方案更改，见表 3。根据试验结果重新设计 PCB 板及原件选型，显然不现实，元器件增加对散热效果也有影响。试验表明，电机 PCB 板更改仅改善了电机的零部件级 EMC，整车表现并不明显，而且导致超标频率段转移。将接地点整合，减少回路阻抗以降低干扰噪声，是解决整车 EMC 的主要措施。在车载状态不变的情况下，将 48 V BSG 接地与 APM 接地点合并（图 4），可降低 8 dB。

（下转第 17 页）

矩曲线，由台架测试结果可以看出，电动增压器工作较电动增压器不工作发动机 1 000 r/min 转矩由 150 N·m 提高到 206 N·m，且最大转矩起始转速由 2 000 r/min 提前到 1 300 r/min（图 10）。

3. 不同发动机转速下转矩响应曲线

测试电动增压器工作状态和不工作状态下，不同发动机转速下外特性转矩响应时间，从台架测试数据可明显看出，电动增压器对发动机转矩及转矩响应时间具有较好的提升作用（图 11）。其中，1 000 r/min 时到原最大转矩 150 N·m 响应时间由 5 s 缩短到 1.5 s，同时电动增压器工作时从最小转矩到最大转矩 206 N·m 仅需 3 s；

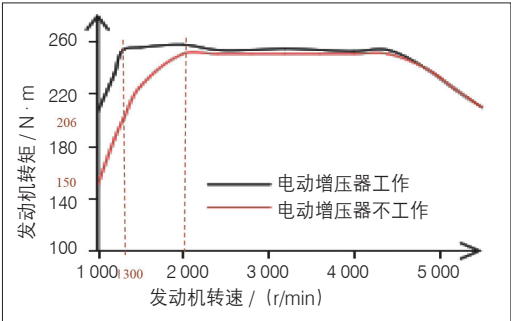


图 10 发动机外特性转矩曲线对比

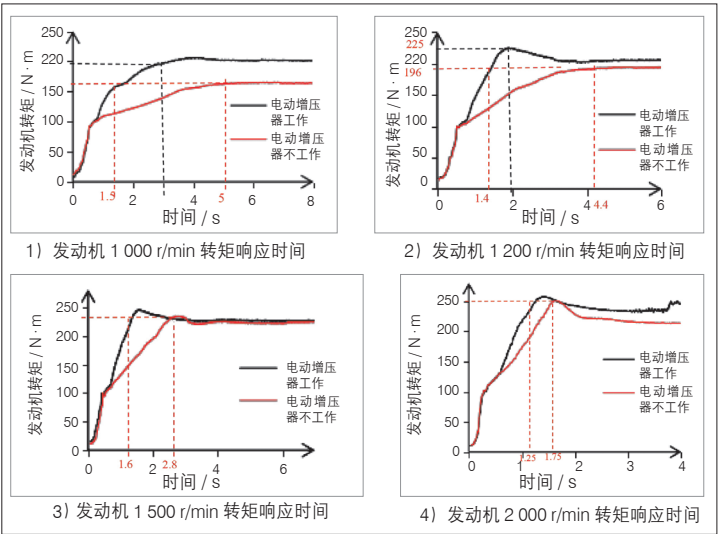


图 11 不同发动机转速下转矩响应时间

1 200 r/min 时到原最大转矩 191 N·m 响应时间由 4.4 s 缩短到 1.4 s；同时，电动增压器工作时，从最小转矩到最大转矩 225 N·m 仅需要 2 s；而 1 500 r/min 时到原最大转矩 234 N·m 响应时间由 2.8 s 缩至 1.6 s；电动增压器工作时从最小转矩到最大转矩 245 N·m 仅需 1.6 s；2 000 r/min 时到原最大转矩 250 N·m 响应时间由 1.75 s 缩短到 1.25 s。

结论

通过对搭载电动增压器的小

排量涡轮增压发动机前后性能对比测试，可以得到如下结论：

- 1. 电动增压器可以有效提升小排量涡轮增压发动机低端转矩。
- 2. 电动增压器可有效缩短小排量涡轮增压发动机转矩响应时间。
- 3. 随着发动机转速提高，涡轮增压器完全介入工作，电动增压器对发动机转矩提升和转矩响应时间的优化效果降低。

（上接第 13 页）

表 3 解决 EMC 问题的 PCB 板方案更改

PCB 板更改				
增加交直流接口电容容量	增大接地面积	更换共模电感	去除差模电感 更改滤波电容位置	增加 48 V 母线电容

结语

48 V BSG 系统仍然是基于传统燃油车型开发的 Micro BAS 节油系统。在整车布置中，除了文中提到的特别注意点外，与传统车的整车级的法规要求并无区别。48 V BSG 系统能降低 20% 的碳排放，是目前主机厂除新能源

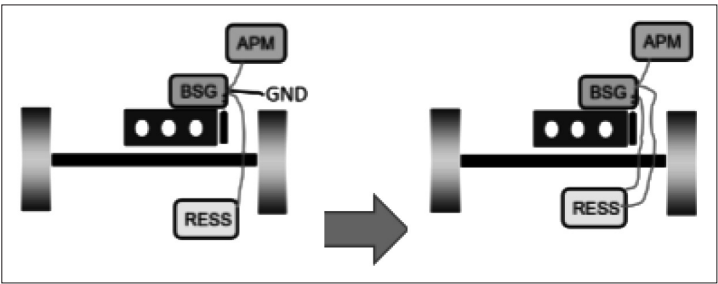


图 4 将 48 V BSG 接地与 APM 接地点合并

车外的主要发动机升级应用技术。从试制车辆看，节油也能达到 10% 的预期目标。在应对新技术零部件的整车布置中，预先考

虑布置方案对新技术零部件的整车性能影响，对后续新技术领域零部件的布置设计具有重要的指导意义。