

适用于轻混的 48V 动力系统

□ 来源：安森美半导体

业界共识，汽车 CO₂ 排放量需要通过减少平均油耗来降低，而实现这一目标的方法之一就是采用混合动力发动机。在这一趋势下，48V 系统应运而生。在安森美看来，减去了发动机和对应的功率电子，高压功率电子的需求将会随之上涨。

在传统内燃机 (ICE) 中，动力系统必须能够在非常宽泛的功率和速度条件范围内运行，这通常以“转矩-速度”曲线来表示。而混合动力系统则是对多重动力源进行布置，实现了每个子系统性能的整体优化。其电动力源可提供非常高的转矩，且在汽车加速时可发挥作用，但可随时切断电源。所涉及的具体时间取决于电池大小和电机的转矩输出。借助这种可产生动力源的高转矩，ICE 尺寸得以显著缩小。这使其燃油能效也大大提升。然而，添加电动力源并非简单的工程问题，需要更为复杂的设计方法。

总体来说，48V 系统是通过添加高压 (~ 350V) 电池和直接耦合至 ICE 动力系统的高性能电机，提高了整体的电气化程度。这些“全”混合动力汽车的定义类别一直是节能汽车，且从提升能效角度看也颇具吸引力。但是，它们也使汽车的成本和重量大大增加。

于是乎，48V 汽车系统架构得到了相当多的关注。因为该系统以更低的成本和最佳的效率提升，成为了各大车企找到的技术突破口。通常情况下，称它们为“轻度混合动力 (Mild Hybrids)”，但当在更低的功率级别下设计时，也可归类为“微混合动力 (Micro Hybrids)”。它们采用相对紧凑的 48V 电池、高性能电机以及至少一个额外的 48V 电气化子系统。

双电压系统使大量的新配置成为可能

48V 架构的选择相当宽泛，且应用在不断增加。最基础的 48V 系统包括一块电池、一个启动发电机、一个 48V 至 12V 转换器，且通常至少有一个 48V 负载。由于 48V 汽车仍然保留 12V 电池和多个 12V 负载，因此目前多数以双电压系统的形式存在。

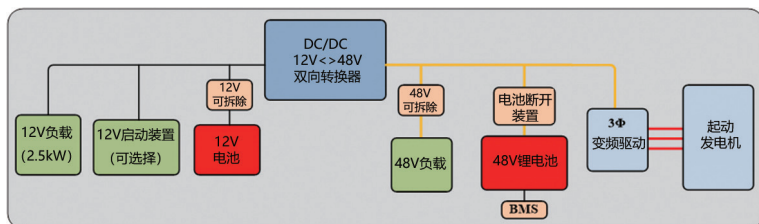


图 1. 典型 48V 轻度混合系统电气拓扑结构

凭借双电压系统，大量的新配置成为可能。由于 48V 系统能够提供更高的功率水平，因此它将支持更高功率的外设，如 48V E-Turbo 和 48V E-Roll 稳定系统。此外，更高的功率可用性将推动耗电的 12V 负载迁移至 48V 总线，以充分利用更高的能效。

起初，双电压系统的 12V 系统侧将保持原样，其中减去了 12V 交流发电机。由于没有 12V 的发电源，因此需要有一个转换器负责将 48V 产生的电力转移到 12V 侧。尽管转换器需要高能效，但它仍会对所有 12V 负载施加能量损耗，因其需要通过转换器获取电源。在增加的损耗和功率限制之间产生了强大的诱因，才能够将 12V 外设移至 48V 运行。

此外，这些转换器在设计上均为双向的，在高需求期间可同时使用两种电池。双向转换器能够将来自任一电池的电源转换到另一电池，并且可能存在于未来某一段时间内。

除冗余之外，保留 12V 启动器并没有技术上的原因，将其拆移除可能会成为未来的趋势。如果可以完全移除，那么 12V 电池的尺寸将能够显著减小。但这将是一个大胆的举动，

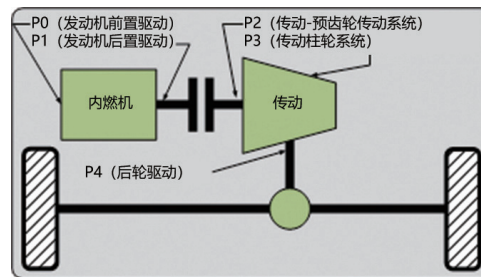


图 2. Px 混合系统术语和示例功率级别

系统	功率范围 (kW)	位置
BSG	12kW - 15kW	P0
ISG/牵引力	15kW - 25kW	P1
变速器输入	15kW - 25kW	P2
变速器输出	15kW - 25kW	P3
后轮驱动	15kW - 25kW	P4

需要非常谨慎地对转换器进行设计。

对于 48V 系统侧，起动发电机是主要部件。它负责汽车所有电力生成以及汽车起动。它还能在汽车制动期间执行再生能量回收。在此模式下，它作为发电机为动力系统提供负转矩，减慢车速并恢复电池电量。起动发电机有多种配置和功率级别，每个都有着非常具体的实施目标。

在混合动力领域，安森美还采用了一个简写代码来确定电机在底盘系统中的位置。该系统通过使用一组 Px 指示器来生成标签，指示电机与动力系统耦合的每个位置（见图 2）。指示器（P0 至 P4）的数值在功率插入点穿过车尾时会上升。

由于 BSG 的插入点位于发动机的前端附件驱动（FEAD）处，因此 BSG 的功率级别是最小的，其中转矩的传输必须通过钢带连接。由于其通过钢制齿轮耦合，所以底盘的其余插入点（P2-P4）都具有更高的功率水平。另外，更高功率的机器具有能够为 ICE 提供牵引辅助的附加功能。这意味着除了由 ICE 提供的动力之外，电动力源还能够提升汽车的加速度。在某些配置下，可以想象在 ICE 关闭的情况下，汽车单靠电动力源即可开动。这取决于电机可用的牵引辅助量及其在底盘系统中的位置。

增加电源转换器保持高效

双电压系统需要增加 48V 至 12V 电源转换器。因为在没有 12V 交流发电机的情况下需要为 12V 系统供电，就需要该组件。由于需要双向行为和高效能，所以需要专门的设计方法。这些转换器的典型功率范围在 1kW 至 3kW 范围内，为了在这样的大功率范围内保持高效能，多级降压 - 升压转换器是目前极为流行的拓扑结构。降压拓扑结构允许电力从较高电压侧流向较低电压侧。与之类似地，

升压拓扑允许反方向的功率流动。多级设计允许共享许多单独的转换器子电路，以组合成一个高功率设计。在转换器输出负载很重的情况下，所有的子电路都能够工作。当转换器输出轻负载时，许多子电路将被关断，从而提供更高的损耗和更高的能效。

能想得到的 48V 负载有多种多样，而许多较高的功率负载无法通过 12V 系统实现。其中最高的是电控增压器。由于增压器需要在几分之一秒内加速到极高的速度，因此需要相当高的瞬态功率。典型的增压器驱动包括一个低惯性三相电动机，由一个三相逆变器驱动。尽管平均功率相对较低，但峰值功率可达 8kW 以上。如此宽泛的功率范围配置可完美匹配 48V 系统。许多其它汽车子系统也非常适合 48V 架构，无论是单相还是三相配置。

安全至关重要

48V 电池系统由锂离子电池构成，相较于铅酸电池，它需要更多的注意和处理。鉴于此，48V 汽车需要电池管理系统（BMS）。该系统负责监控电池电压和电池温度，以便能够安全地为电池充电。由于 48V 系统具有再生能力，这种情况也变得更为复杂。当汽车电池的剩余电量足够低时，可发出再生指令，但是对 BMS 的控制需要非常谨慎，这对于防止过充或过热至关重要。

48V 电路对熔断和接触也有更为复杂的要求。目前尚不确定的是，用于 48V 系统的 12V 刀片式保险丝能否提供足够的电弧防护。而且，由于 48V 系统所需的继电器触点距离将大于 12V 系统所需的，因此需要重新设计保险丝和继电器。由于这些组件的要求都可以采用采用半导体器件轻松满足，所以这些问题很可能通过电子方案来解决。

结论

48V 系统的普及，不仅实现了当今汽车所需的燃油能效提升，它还将大大增加对新型电力电子的需求。但尽管 48V 架构可以实现更多配置，但最终的评判将在汽车客户权衡特性优势与成本之后得出。IVNC

Velodyne LiDAR™ 激光雷达



陶瓷和金属 3D 打印机

ADMATEC
Additive Manufacturing Technologies
ADMAFLEX 130
高密度陶瓷打印

自有的设计 复杂的成型 和高端的功能

SLM SOLUTIONS

未来制造 —— 3D 金属打印

应用

- ✦ 航空航天
- ✦ 能源
- ✦ 汽车
- ✦ 医学
- ✦ 模具
- ✦ 牙科

ACCESS 查询号码 **VA0075**

SLM 125, SLM 280, SLM 500

A & P INSTRUMENT®
科藝儀器

激光 / 颗粒 / 教育 / 实验室设备的专家

专业 品质 服务

Professional / Quality / Service

扫码关注
科艺微信平台



www.anp.com.hk

400-886-0017