

更高的主驱能效使电动车更具吸引力

安森美 供稿

因续航能力有限而导致的“里程焦虑”是许多消费者采用电动车的一个障碍。增加电池密度和提高能量转换过程的效率是延长车辆续航能力以缓解这种焦虑的关键。能效至关重要的一个关键领域是主驱逆变器，它将直流电池电压转换为所需的交流驱动，以为电机供电。

在这篇技术文章中，我们讨论 VE-Trac™ IGBT 和碳化硅 (SiC) 模块如何赋能更高的电池密度并提供更高效的转换过程，以延长电动车的续航能力，从而帮助克服消费者的担忧。

主驱逆变器是电动车的核心，连接电池和主驱电机。它们将直流电池电压转换为电机所需的交流驱动，功率水平通常为 80 千瓦至 150 多千瓦。电池电压基于电池组的大小，通常在 400V 直流电压范围内，但 800V 直流电压正越来越普遍，以显著减小电流，从而降低损耗。

虽然锂离子 (Li-Ion) 电池成本在过去三年中降低了 40%，或在过去十年中降低了 90%，但它仍是电动车中最

高的成本项。降价的轨迹预计将持续到 2025 年左右，届时价格将趋于稳定。鉴于这项成本，当务之急是尽可能有效地利用每一焦耳的存储能量，以减小电池组的成本和尺寸。

这种电力驱动提供极高的扭矩和加速度。逆变器和电动马达组合的反应能力直接关系到车辆的“感知”，因而也关系到消费者的驾驶体验和满意度。

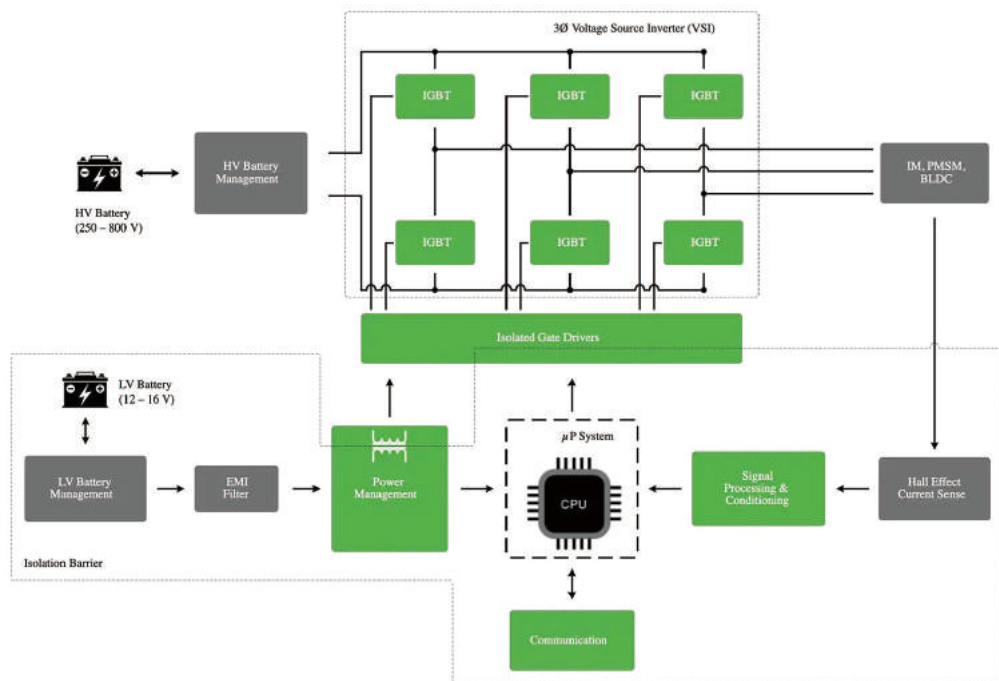
开关器件的作用

主驱逆变器通常含三个半桥元件，每个半桥元件由一对 MOSFET 或 IGBT 组成，称为上桥和下桥开关。每个电机相位都有一个半桥，总共有三个，由栅极驱动器控制每个开关器件。

开关的主要作用是打开和关断来自高压电池的直流电压和电流，为推动车辆的电机提供交流驱动。这是个要求很高的应用，因为它工作在高电压、高电流和高工作温度条件，而 800V 电池可提供超过 200 千瓦的功率。

基于 400V 电池系统的主驱逆变器要求功率半导体器件的 VDS 额定值





图注：主驱逆变器概（图片来源安森美）

在 650V 至 750V 之间，而 800V 方案将 VDS 额定值要求提高到 1200V。在一个典型的应用中，这些功率器件还必须处理持续时间长达 30 秒 (s) 的超过 600A 的峰值交流电流，以及持续约 1 毫秒 (ms) 的最大交流电流 1600A。

此外，开关晶体管和用于该器件的栅极驱动器必须能够处理这些大的负载，同时使主驱逆变器保持高能效。

IGBT 一直是主驱逆变器应用的首选器件，因为它们可以处理高电压，快速开关，带来高能效的工作，并满足汽车行业具挑战性的成本目标。

开关和功率密度

现代汽车极为拥挤 -- 至少含技术的空间是如此。这说明功率密度是个重要参数，动力总成的功率密度尤为重要。物理尺寸（和重量）必须最小化，因为任何重量都会导致车辆续航能力降低。

除了元器件的物理尺寸外，设计的能效也是主要的驱动因素。能效越高，产生的热量就越少，逆变器的结构就越紧凑。

开关（无论是 IGBT 还是 MOSFET）对产生热量的损耗有最重要的影响。较低的导通电阻 (RDS (ON)) 值可减少静态损耗，而栅极电荷 (Qg) 的改进可减少动态或开关损耗，使系统的开关速度加快。如果开关速度更快，那么就可以大大减小磁铁等无源元件的尺寸，从而提高功率密度。

开关的最高工作温度也会影响功率密度，因为如果器件能在更高的温度下工作，需要的冷却就更少，从而进一步减少设计的尺寸和重量。

模块化方案增加功率密度

在许多主驱逆变器的设计中，关键器件通常是单独的分立封装，虽然这是

个非常有效的方法，但它不一定能提供最紧凑或最高功率密度的设计。

另一种方法是使用预配置的模块来构成主驱逆变器所需的半桥。安森美（onsemi）的 VE-Trac 功率集成模块（PIM）就是这样一种方案，它专用于汽车功能电子化应用，包括逆变器。

VE-Trac Dual 电源模块在一个半桥架构中集成了一对 1200V 超场截止（UFS）IGBT。这些器件采用了稳定可靠且经过验证的沟槽（Trench）UFS IGBT 技术，提供高电流密度、稳定可靠的短路保护以及 800V 电池应用所需的更高阻断电压。该智能 IGBT 集成了电流和温度传感器，使其具有独特的优势，并对过电流（OCP）和过温度等保护功能提供更快的反应时间，从而提供一个更稳定可靠的方案。

这些芯片被封装好，安装在具有 4.2kV（基本）绝缘能力的 Al₂O₃ 覆铜基板（DBC substrate），两侧都有铜和冷却性能。没有线邦定的模块比含有线邦定的类似外壳模块预期寿命增加一倍。将该 IGBT 和一个二极管共同封装，可以减少功率损耗和实现软开关，从而提高整体能效。

VE-Trac Dual 模块将裸芯片封装在一个小巧的尺寸中，更易于集成到紧凑的设计中。高效地工作、低损耗和双面水冷确保轻松实现热管理，同时持续工作在 175° C 允许向牵引电机提供更高

的峰值功率。

主驱逆变器的每一相通常需要一个 VE-Trac Dual 模块，其机械设计本身可用于多相应用，提供简单的可扩展性，包括将模块并联以在每个单相提供更多的功率。

虽然基于 IGBT 的 VE-Trac 模块足以满足大多数汽车应用的要求，但基于 SiC MOSFET 的增强版也可用于最高要求的应用。这款产品采用了最新的宽禁带（WBG）技术，进一步减小主驱逆变器设计的尺寸并提高能效。

总结

让电动车在两次充电之间行驶得更远是我们当前的一大技术挑战。由于政府要求，且人们期望改善环境，这些车辆将在未来几年内被迅速采用。

如果减轻消费者的“续航里程焦虑”，电动车会更有吸引力，那么采用的速度会更快。实现这的最佳途径是提高能效，这不仅延长续航里程，还增加功率密度和提升可靠性。

半导体开关是实现高能效的关键，虽然分立器件具有出色的性能，但最好的方案是专为汽车应用而设计的 PIM，如安森美的 VE-Trac 模块。这些基于 IGBT 的设计提供所需的高能效、高性能和可扩展性，外形小巧，简化了热设计。

作者：安森美高级产品线经理 Jonathan Liao


中国电子报


WWW.XCC.COM

元器件供应链波动监控与保障系统

芯片查询 / 供应链波动 / BOM管理 / 产业链地图 / 元器件集采 / API服务

合作
客户




广告