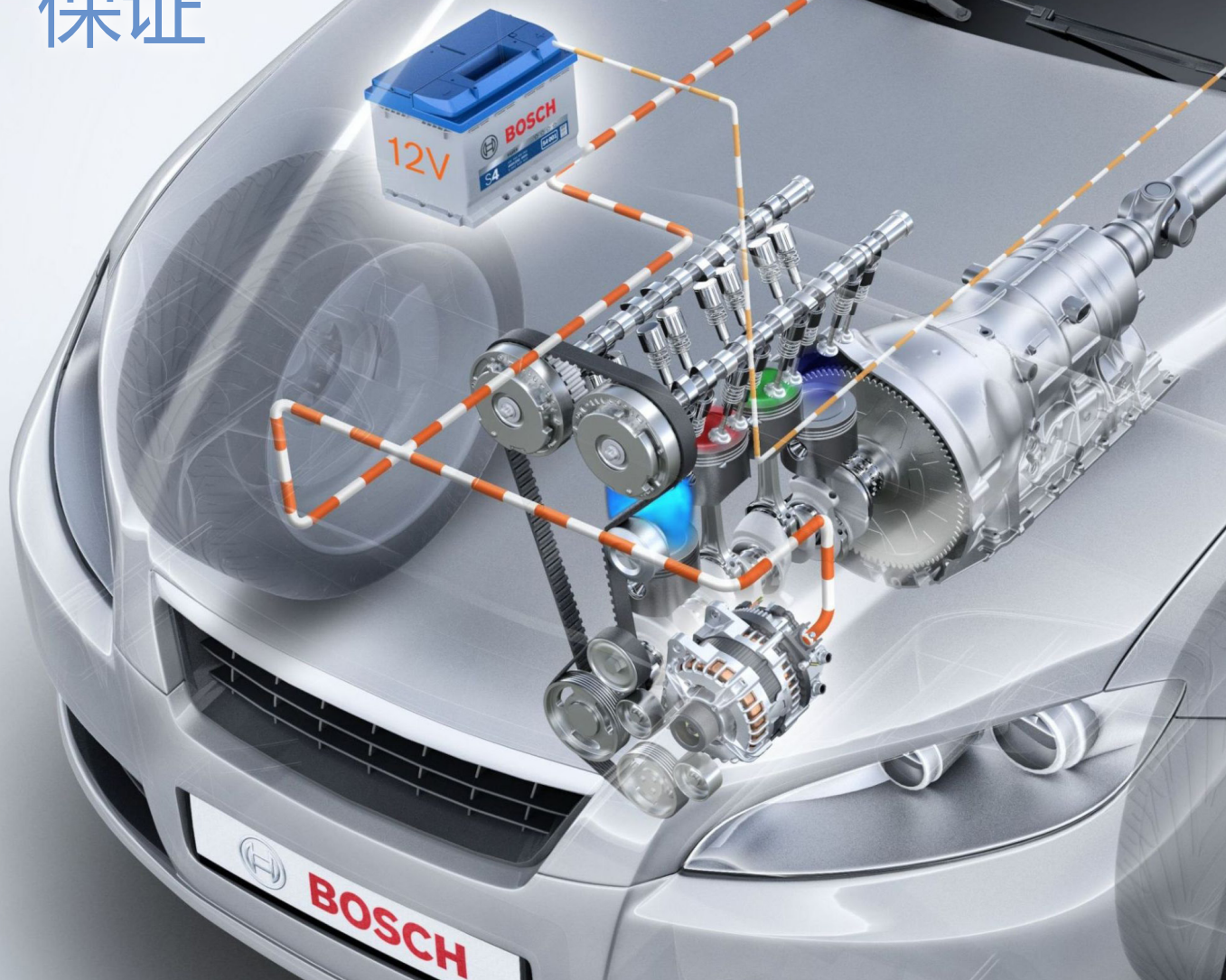


电源 保证

应用于 48V 系统节油功能
开发的快速控制原型



来源：© Bosch

在车辆中使用 48 V 系统时，可以采用一些新型的高性能功能技术以显著降低油耗。为此，Bosch Engineering China 开发了 48 V 带传动起动发电机。MicroAutoBox II 在该应用中被用作原型控制器，从而大幅加速了开发流程。



车

辆电力系统的电压电平与功率需求在过去几十年间出现了显著增长。

随着汽车技术的发展，在车辆系统中使用了越来越多的电气组件，进而改善了车辆的性能和可靠性。但是，这种趋势也导致了电力需求出现了指数型的增长，并且给电网带来了新挑战。

为何采用 48 V ?

为了满足将来日益增加的电力需求，当前 12 V 系统正在过渡到电压电平更高的系统 [1]。此外，更高的电压电平还将减少配电过程中车辆系统的能量损耗。36 V 和 42 V 系统在过去数年得到广泛讨论和分析。但是，它们尚未在车辆应用中得到广泛使用，因为 SAE 仅为它们制定了很少的标准（SAE = 汽车工程学会）。48 V 系统在欧洲是热门话题。Audi、BMW、Daimler、Porsche 和 VW 等主要 OEM 提议了标准 LV148 [2]，其中定义了 25 V-60 V 范围工作电压的概念。根据 LV148，无限制功能的工作电压范围介于 36V-52 V（平均值为 48 V），这低于 60 V 阈值，因此无需昂贵的特殊保护即可防止电力危险（图 1）。相比于工作电压高于 60V 的混合动力车辆需要安全保护机制，48V 系统可以因此而降低系统成本。此外，使用 48 V 系统替代传统 12 V 系统可实现大幅燃料节省，因为在新欧洲行驶

>>

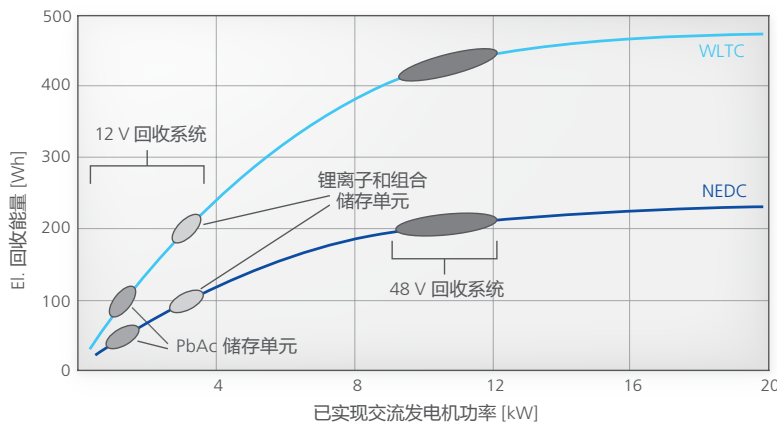


图 1：安全电压定义。

循环 (NEDC) 和全球轻型车辆测试循环 (WLTC) 下，48 V 系统中的回收功能 (制动能量回收) 能够回收的能量比 12 V 系统多。图 2 显示了 48 V 回收系统的定性优势。48 V 系统值得被广泛使用的最重要论点包括：

- 它支持运行高功率附件，如空气压缩机、涡轮增压器、PTC 辅助加热器 (PTC = 正温度系数)。

图 2：行驶循环“新欧洲行驶循环 (NEDC)”和“全球轻型车辆测试循环 (WLTC)”下的回收。



- 混合动力的节油功能可轻松实施，具体体现在回收、助力和起停功能。
- 通过添加更多功能，如舒适的起停、改变主意启动 (断电期间重新启动) 和起停滑行，可以增强行驶体验。
- 由于系统电压增加，电缆电流将降低，从而降低电缆功率损耗并提高电力效率。

48 V 系统概述

Bosch 助力回收系统 (BRS) 是 48 V 带传动起动发电机，包含三个关键组件 (图 3)：风冷式助力回收电机 (BRM)、DC/DC 转换器 (又称电源控制单元, PCU) 和 48V 锂离子电池。在 BRS 中，两个电网 (48 V/12 V) 共存并通过 PCU 连接。在 48 V 系统中，BRM、PCU 和 48 V 锂离子电池以电气方式连接。BRM 可作为发电机运行，也可以作为电动机运行。作为发电机，它会根据行驶状态给锂离子电池充电。作为电动机，它会为发动机提供辅助转矩，这将提高驾驶性能或节省燃料。48 V 锂离子电池用于吸收回收的制动能量，并且在舒适发动机起动阶段和助力阶段向 BRM

提供电力。48 V 锂离子电池系统包含电池堆、继电器盒和电池管理系统 (BMS)。BMS 的 CAN 接口可发出电池状态，也可接收命令来控制主继电器或协调外部充电功能。PCU 的额定功率为 2.5 kW，完全可满足普通车辆电网的功率要求。在 48V 系统中可以使用一些大负荷负载，比如：PTC 辅助加热，或者用于空调、电子助力转向 (EPS)、冷却风扇电机以及车窗加热的电子压缩机。

助力回收电机：使用 dSPACE MicroAutoBox II 高效制作原型

Bosch Engineering China 开发了多款使用 48 V BRS 的演示车辆。图 4 概述了其中一款演示车辆的 48V BRS 原型。48 V BRS 可以实现方便的发动机起停功能 (包括起停滑行)，其中使用带传动助力回收电机来回收制动能量并将其储存在 48 V 锂离子电池中。它还在发动机曲轴上提供附加扭矩以助力驱动，还可以在有限速度和受限功能 (称为电动爬行) 的条件下，纯粹以电气方式行驶车辆。总之，借助介绍的 48 V 系统，可以执行起停、滑行、回收、助力和电动爬行功能。BRM 通常安装在发动机舱中，而 PCU 和 48 V 锂离子电池安装在后行李箱空间中 (图 6)。BRS 控制算法在 MicroAutoBox II (1401/1511) 上运行，后者具有 4 个通道用于 CAN 通信并且具有足够资源用于处理数字/模拟信号，而且完全可以满足硬件和软件的控制要求。此外，RTI CAN 模块组中的网关功能可以用来修改原始车辆 CAN 网络以实施 BRS 功能。MicroAutoBox II 是紧凑型模块，可安装在车辆中并由 12 V 电池供电。MicroAutoBox II 上的控制软件具有多个层和模块。在应用程序层，



图 3 : Bosch 48 V 带传动起动发电机的布局。

“在原型开发过程中，48 V 助力回收电机的控制算法在 dSPACE MicroAutoBox II 上运行。这让我们可在早期阶段评估对整车的影响，而且可显著加速开发过程。”

Zhu Xiaofeng , Bosch Engineering China

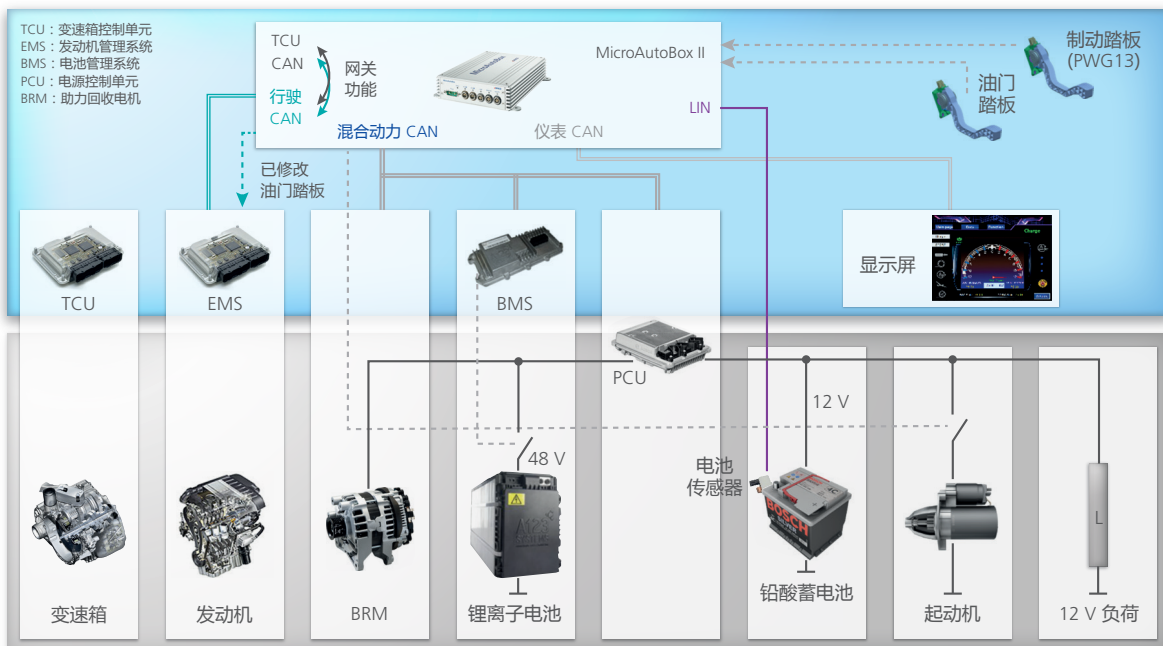
有两个主要模块：EEM 协调（EEM = 电能管理）和动力系统协调。在 EEM 协调内，包括电源开关管理、EEM 策

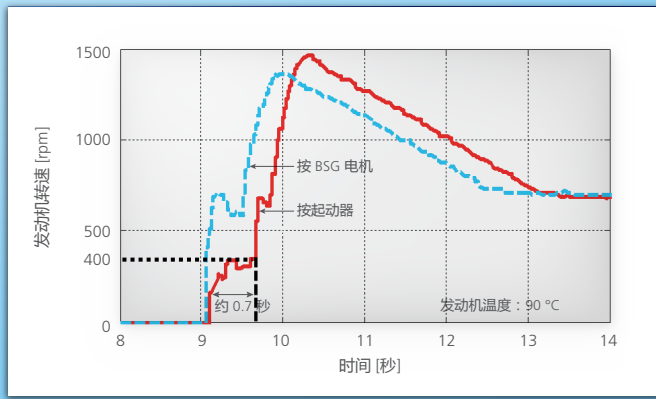
略和基本诊断。动力系统协调具有起停功能和 BSG 电机（BSG = 带传动起动发电机）工作模式控制策略。两个

主要应用程序模块将从较低层的实时接口 (RTI) 支持的驱动程序传输和接收信号，如 CAN、LIN 和数字 I/O。

>>

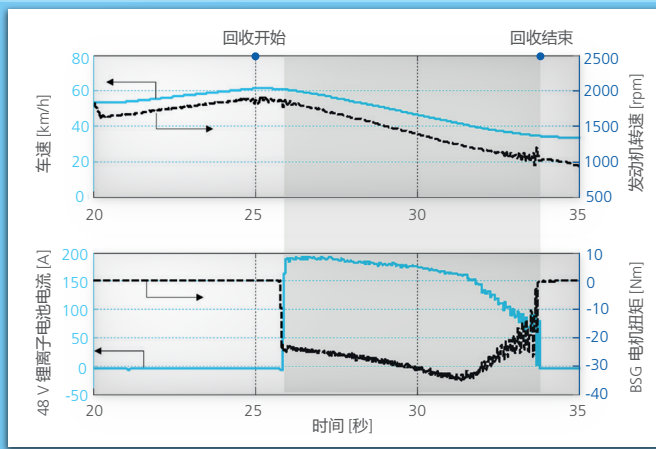
图 4 : 使用 dSPACE MicroAutoBox II 制作 48 V 系统原型。





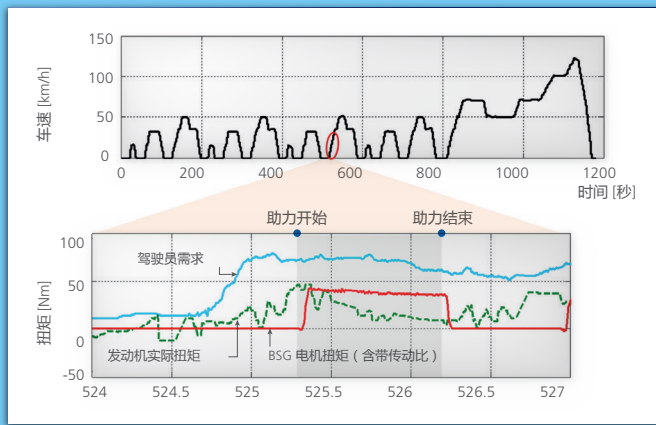
发动机起动

在普通起动机和 48 V BSG 电机的直接比较中，48 V BSG 电机达到 400 rpm 时的启动速度大约快 0.7 秒。此外，BSG 电机通过皮带与发动机曲轴连接，从而降低了发动机起动阶段的振动。



回收

在此典型制动过程示例（大约 8 秒）中，BSG 电机作为普通发电机工作并且在制动期间回收动能，然后将其储存为电能。BSG 扭矩因回收命令而为负。回收期间，48 V 电池将以高达 200 A 的电流吸收能量。这些自由回收的能量可降低能耗。



发动机起动期间助力

此图显示 NEDC 驾驶循环中的助力过程。48 V BSG 电机提供扭矩（正值，红色实线）来补偿驾驶员的需求扭矩（蓝色实线）。

图 5：48 V 系统中主要功能的选定测试数据。

总结

将 dSPACE MicroAutoBox II 用作原型控制器时，可大幅减少编码工作，如控制器模型的定点调整和运行时资源（如 RAM 和闪存空间）的管理。此外，在系统开发阶段伊始就可以重点关注控制算法。采用快速控制原型方法，演示车辆和前几款原型的开发时间显著缩短，这是因为可以更高效地实现功能，而且在量产的早期阶段就可提供用于将来决策的真实测量数据。对 OEM 的好处甚至更多。例如，可以在目标车辆上采用 48 V 技术调查燃料节省功能，而且可针对整车设计进一步研究交互式系统的影响。此外，由于尺寸紧凑，可轻松将原型控制器（即 MicroAutoBox II）集成到车辆中。■

Patrick Ziegler, Zhu Xiaofeng,
Ji Guangji, Markus Wernsdoerfer,
Lu Boran, Zhang Juan, BEG/EVS-CN,
Bosch Engineering China

参考：[1] Da Silva, W.; de Paula, P., 12V/14V 到 36V/42V 汽车系统供电电压变更和新技术 [J], SAE 论文 2002-01-3557
[2] Kuypers, M., 48 V 应用于中量级混合动力车辆和高电力负荷 [J], SAE 论文 2014-01-1790



图 6：演示车辆中的 MicroAutoBox II 安装（左侧）。

Patrick Ziegler

Patrick Ziegler 是 Bosch Engineering (中国苏州) (BEG/EVS-CN) 的工程车辆系统部门主管。



Zhu Xiaofeng

Zhu Xiaofeng 是 Bosch Engineering (中国苏州) 的项目经理和高级系统工程师。



Ji Guangji

Ji Guangji 是 Bosch Engineering (中国苏州) 的高级系统工程师，主要负责助力回收系统 (BRS) 和电能管理 (EEM) 的软件和功能开发。



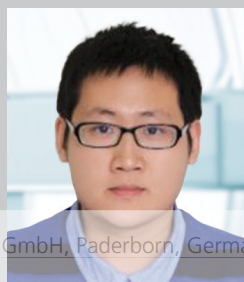
Markus Wernsdoerfer

Markus Wernsdoerfer 是 Bosch Engineering (中国苏州) 的高级系统工程师，主要负责助力回收系统 (BRS) 和电能管理 (EEM) 的软件和功能开发。



Lu Boran

Lu Boran 是 Bosch Engineering (中国苏州) 的高级系统工程师，主要负责助力回收系统 (BRS) 的软件和功能开发。



Zhang Juan

Zhang Juan 是 Bosch Engineering (中国苏州) 的系统工程师，主要负责系统设计和软件开发。

