

Technical White Paper

集成 EVCC、DCDC 和主机子系统：  
适用于新一代 EV 充电的 TI 汽车 MCU



Que Deng, Mark DeHoyos, Shuqing Zhou

摘要

本白皮书讨论了充电接口控制系统、DCDC 与主机子系统之间可用的不同架构组合，介绍了不同地区的各种充电标准、MCU 的要求、这些不同架构的可用选择，以及充电接口控制系统的其他功能模块。

内容

1 简介.....2

2 充电接口、DCDC 和主机架构，以及朝向集成的市场趋势.....2

    2.1 独立架构.....3

    2.2 集成架构.....3

    2.3 X 合一架构.....3

3 不同地区的充电标准.....4

    3.1 AC 充电接口标准.....4

    3.2 DC 充电接口标准.....4

4 用于新一代 EV 充电的 TI 汽车 MCU.....5

    4.1 独立架构的 MCU 选择和要求.....5

    4.2 MCU 选择及集成架构要求.....5

    4.3 X 合一架构的 MCU 选择与要求.....6

5 充电接口控制系统的系统方框图.....6

6 结语.....7

7 参考资料.....7

插图清单

图 1-1. 充电设备.....2

图 2-1. 充电接口、DCDC 和主机子系统架构.....3

图 4-1. MCU 选择建议.....5

图 5-1. 充电接口控制系统方框图.....7

表格清单

表 3-1. AC 充电接口标准.....4

表 3-2. DC 充电接口标准.....4

商标

Sitara™ and C2000™ are trademarks of Texas Instruments.

AUTOSAR® is a registered trademark of AUTOSAR GbR.

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries or affiliates) in the US and/or elsewhere.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 简介

随着全球电动汽车市场的快速发展，充电标准已划分为不同地区的标准。这些标准规定了充电接口的物理接口、通信协议和充电信号，以确保 EV 能够通过各厂商的充电桩严格、统一地充电（请参阅图 1-1 中的设备）。EV 充电接口控制系统，即电动汽车通信控制器 (EVCC) 是 EV 动力总成的子系统，负责连接充电桩并实施必要的协议。

目前，充电接口控制系统正朝着与其他子系统（如板载充电器 (OBC) 组合中的 DCDC 和主机子系统）集成的方向发展，以适应 EV 动力总成日益增长的集成需求。

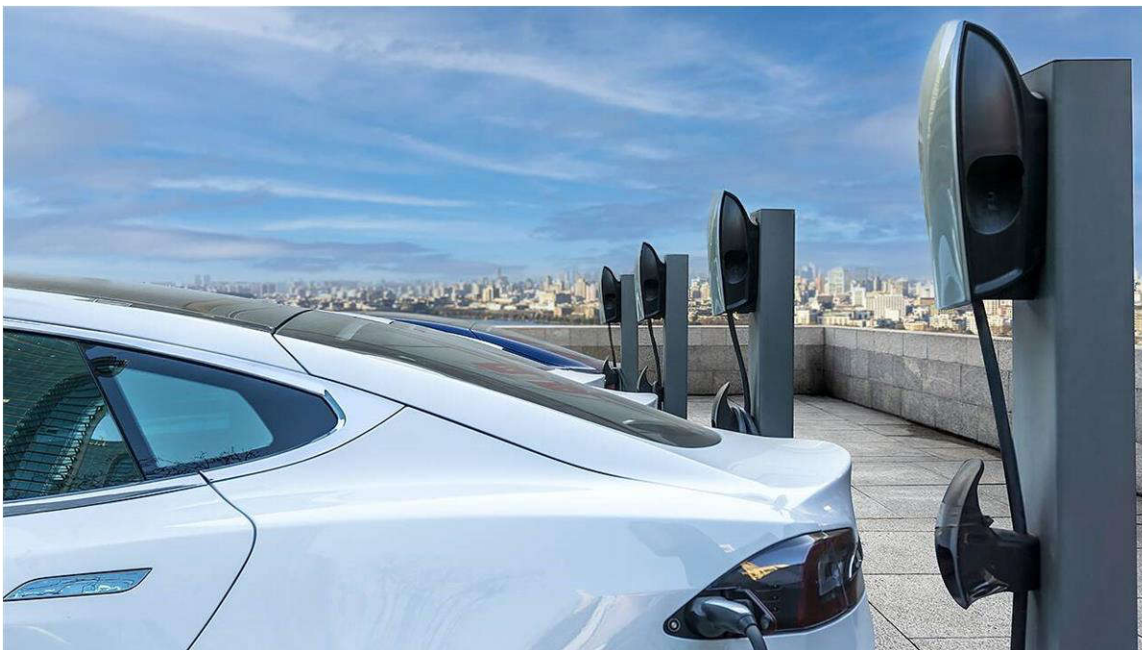


图 1-1. 充电设备

## 2 充电接口、DCDC 和主机架构，以及朝向集成的市场趋势

充电接口控制系统与 DCDC 和主机子系统的组合，根据集成水平划分为三种主要架构：

- 独立
- 集成
- X 合一

图 2-1 中展示出了这些架构。

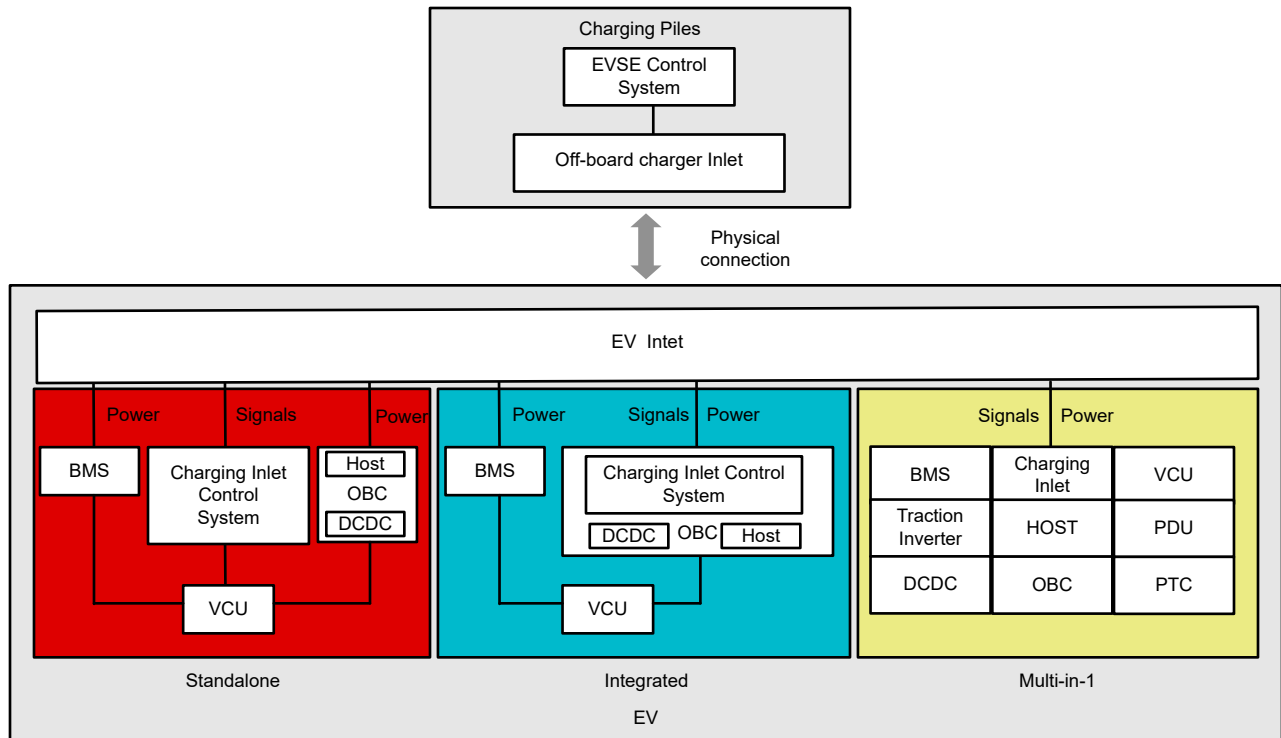


图 2-1. 充电接口、DCDC 和主机子系统架构

## 2.1 独立架构

在这种类型的架构中，充电口控制系统是放置在 EV 充电口附近的独立模块。该架构位于 OBC 组合之外，独立于 DCDC 和主机子系统。这种架构可在车辆和公共充电桩之间进行通信，从充电桩收集充电信号并实施必要的协议。充电信号首先由这个独立模块解析或转换，然后再传输到其他子系统 (OBC、BMS 或 VCU)。

独立模块通常应用于欧洲 (EU) 和北美 (NA) 市场。该模块的主要作用是唤醒 OBC 并实施协议转换。该模块还涵盖定制要求所需的各种功能：充电锁定检测、LED 指示灯、接触器控制、电压和温度检测等，如 BMW LIM 模块（请参阅[参考资料](#)一节中的参考资料 [1] 和 Mercedes Benz CIC 模块）所示。与欧盟和北美市场相比，中国市场的充电口控制系统功能更少。对于需要从中国出口的 EV，可以在 OBC 中添加一个独立模块，通常被称为 EVCC。

这种独立架构提供了显著的灵活性和高兼容性。该架构易于维护、替换，并可和适应不同地区的要求。

## 2.2 集成架构

在该架构中，充电接口控制系统在 OBC 组合内集成了 DCDC 和主机子系统。集成的一部分基于机械和物理结构。逐渐，这些子系统由多核 MCU 控制，实现物理和控制层面的集成。

充电接口控制系统的主 MCU 不仅具备充电检测功能，还可检测低压信号。MCU 承担部分监控主机和采样 DC-DC 的工作任务。系统能够达到的功能安全级别受其他子系统的影响，因此，为满足 ASIL B 至 ASIL D 的汽车安全要求，系统的安全级别通常需要提高。

这种结构经常出现在中国市场。由于充电接口控制系统的功能较少，且功能安全和网络安全要求较低，实现集成更加容易。这种架构可以有效利用 MCU 资源，并有助于满足集成趋势。此外，这种架构允许在 OBC 组合模块中重复使用充电信号检测电路和辅助电源轨，同时减少信号和电源布线，从而带来成本优势。

## 2.3 X 合一架构

目前，多合一系统正从机械结构层面的集成演进到电力电子的深度集成。基于现有的 VCU，用户可以将其他动力总成控制模块 (OBC DC/DC、BMS、牵引逆变器等) 集成到单个控制器中，形成一个动力域控制平台。作为较小的子系统之一，充电口控制系统可与其他子系统灵活集成。随着动力总成对功率密度和体积的需求不断提升，未

来这种架构的趋势将愈加明显。为了支持这种更高的集成度，主控制 MCU 的性能和能力必须提升，尤其是在存储器、内核和实时处理能力方面。

### 3 不同地区的充电标准

汽车充电协议提供 EV 与充电站之间的兼容性和互操作性。这些协议规范了充电接口、通信方法和充电模式，实现了电动汽车充电流程的标准化。

以下是针对四个主要地区和国家五项主要充电标准：

1. 中国：中国的一般要求基于 GB/T 18487-1 [参考资料 2]。
2. 北美：北美对 CCS1 使用 J1772 [参考资料 3]。
3. 欧洲：欧洲对 CCS2 使用 IEC61851-1 [参考资料 4]。
4. 日本：日本制定了采用 CHAdeMO/CHAJOI 进行 DC 充电的专用标准 [参考资料 5]。
5. Tesla：Tesla 已经制定了 NACS [参考资料 6] 标准，这一标准在北美广泛应用。

有关这些标准的更多信息，请参阅 [参考文献](#) 部分。

#### 3.1 AC 充电接口标准

不同国家和地区的 AC 充电接口标准如 [表 3-1](#) 所示。充电接口引脚由充电信号和电源输出组成。充电信号为 CP（控制引导）、PP（接近引导）和 CC（连接确认）信号。在这些信号中，CP 信号是 EV 和 EV 电源之间的握手信号。PP 信号则用于检测充电枪和 EV 之间的连接状态。CC 的功能与 PP 相同，仅在 GB/T 18487 中使用。

**表 3-1. AC 充电接口标准**

AC 插口充电连接				
标准	GB/T 18487	IEC 61851	SAE J1772	NACS
区域	CHN	EU (CCS2)	NA (CCS1)/JPN	不适用
电源	L1/L2/L3/N	L1/L2/L3/N	L/N	L/N
信号	CC/CP	PP/CP	PP/CP	PP/CP

#### 3.2 DC 充电接口标准

不同国家和地区的 DC 充电接口标准如 [表 3-2](#) 所示。在这些标准中，中国国家标准 GB/T 20234 [参考资料 7]、CHAdeMO 标准和 Chao Ji 标准通过 S+ 和 S-（C-H 和 C-L）引脚使用 CAN 通信。DC 通信协议（CCS1 和 CCS2 的 DIN70121 和 ISO15118）以及 NACS 使用 PLC 通信协议进行 DC 快速充电。

**表 3-2. DC 充电接口标准**

DC 充电接口标准					
标准	GB/T 20234	ISO15118 /DIN70121	CHAdeMO	CHAJOI	NACS
区域	CHN	EU (CCS2)/NA (CCS1)	JPN	CHN/JPN	NA (CCS1)
电源	DC+/DC-	DC+/DC-	DC+/DC-	DC+/DC-	L/N
信号	CC1/CC2	CP/PP	SS1/SS2/DCP/PP	CC1/CC2	PP/CP
通信	CAN (S+/S-)	PLC (CP)	CAN (C-H/C-L)	CAN (S+/S-)	PLC (CP)
BIAS	A+/A- <sup>(1)</sup>	-	-	A+/A- <sup>(1)</sup>	-

(1) A+ 和 A- 是 12V 偏置电源的正负输出引脚。

此外，CHAdeMO 协会与中国合作开发了一种能够充电高达 900kW 的超快插口，即 ChaoJi 充电标准，被称为 CHAdeMO 3.0。这些新兴的快速充电协议将会继续提高 EV 的充电功率和速度。最近，CharIN 与多家 OEM 和供应商合作推出了 MCS（兆瓦级充电系统）充电接口，以满足卡车和公共汽车的需求。

随着电动汽车市场的持续发展，充电标准也在不断更新和演进。这些更新包括对智能充电管理所用的 V2X、PnC（即插即充）和 WPT（无线功率传输）等双向通信协议的支持。

有关这些标准的更多信息，请参阅[参考文献](#)部分。

## 4 用于新一代 EV 充电的 TI 汽车 MCU

选择用于为插口控制系统、DCDC 和主机子系统充电的主 MCU 时，必须考虑架构集成水平，请参阅图 4-1。

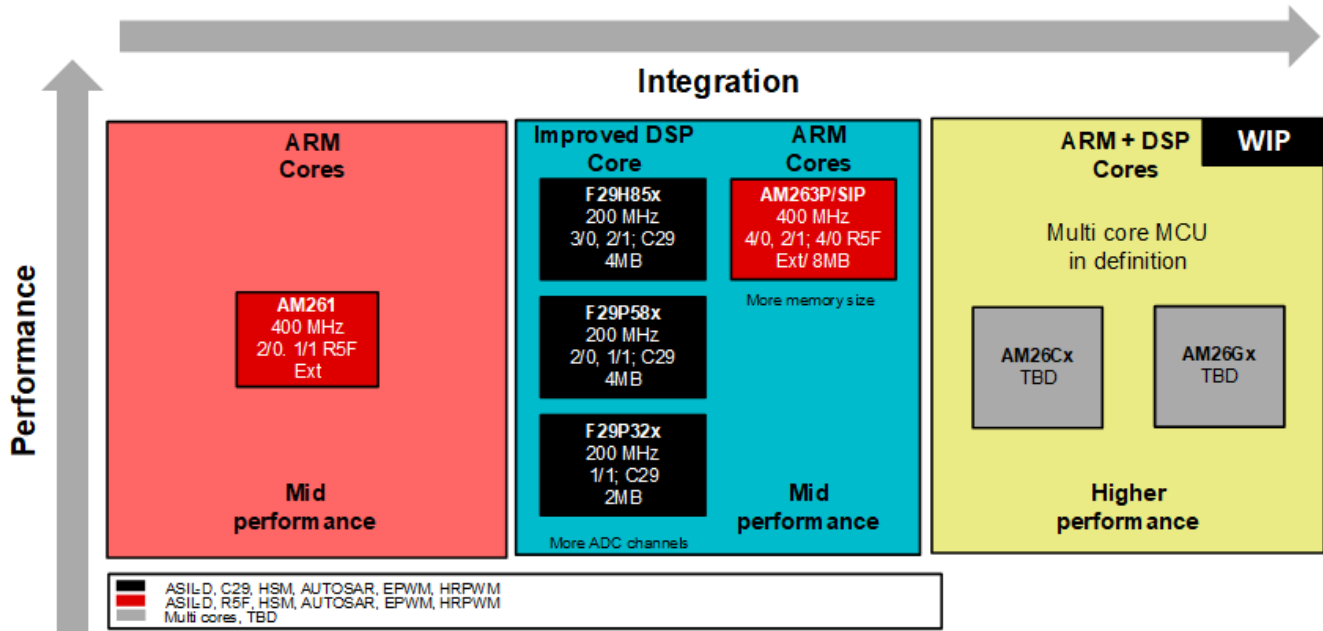


图 4-1. MCU 选择建议

### 4.1 独立架构的 MCU 选择和要求

独立架构在欧盟和北美地区更为常见，可通过 PLC 通信来适应 CCS1、CCS2 和 NACS 标准，并被称为 EVCC 模块或充电盒。对于从亚洲出口的某些车辆，可通过添加这种类型的独立模块来实现充电兼容性。

MCU 的主要任务是配合 PLC PHY 完成协议转换，而 PLC PHY 对内存和网络安全的要求相对较高。内存用于充电身份识别 (EIM 或 PnC)、openV2G 和 AUTOSAR®。为了支持 PnC (即插即充) 模式，需要由 HSM (硬件安全模块) 来生成和管理安全证书。通常，EVCC 需要大约 400KB 的 RAM 和 2M 的闪存存储。还需要一个额外的 SPI、UART 或以太网接口，用于与 PLC Homeplug Green PHY 通信。

AM26x Sitara™ 系列微控制器集成了 Arm® Cortex® -R5F 内核，专为满足汽车嵌入式产品复杂的实时处理需求而构建。

AM261x-Q1 系列器件具备下列特性，能够满足这些处理要求：

- 两个 Arm® Cortex® -R5F 内核 (1 个锁步，可选)，高达 400MHz (1.6K DIMPS)
- 支持灵活配置的外部闪存，片上 SRAM 高达 1.5MB
- Evita-full HSM 配备 Arm® Cortex® -M4 内核，带有隔离式控制器
- 2 个 CAN FD
- 6 个 UART
- 4 个 SPI
- 3 个 I2C
- 3 个 LIN
- 所有多路复用引脚上的 GPIO 选项

### 4.2 MCU 选择及集成架构要求

这一集成方法是多样化的。充电接口控制系统可以在硬件层面集成到 OBC 组合中。通过将同一 MCU 与 DCDC 和主机子系统搭配使用，可以实现更深入的集成。这种集成形式高度定制化，在全球市场中可见，因为在这些市场中，充电标准相对简单，功能安全要求较少 (在中国市场尤其普遍)。在这些情况下，实现集成更加容易。



MCU 所需的资源正在增加。MCU 需要更多的 ADC 通道来采集多个高压和低压信号，以进行安全监控和 DCDC 控制。DCDC 和主机子系统需要冗余检测、锁步内核以及具有端到端安全保护的通信接口，以满足 ASIL B 至 ASIL D 的功能安全标准要求。此外，由于系统功率密度增加，MCU 需要更高的计算能力以满足 DCDC 高频控制不断增长的需求。

F29x 系列的 C2000™ MCU 具有以下特性，是满足充足采样资源和高级功能安全需求的理想选择：

- 借助在 200MHz 上运行的全新 C29 内核实现高性能实时控制。C29 内核目前提供的实时性能（以周期数为单位）是 480MHz 频率下 Arm® Cortex® -M7 CPU 的四倍。
- 锁步 CPU 内核提供硬件自动化线程隔离和全面的内存保护，有助于满足功能安全标准要求。
- 三个 12b ADC 转换器和两个 16b ADC 转换器，具有安全冗余支持，多达 80 个通道。
- 系统和随机硬件功能可满足 ISO 26262 标准要求，高达 ASIL D。
- Evita-Full HSM，带有硬件加速器，有助于满足 ISO 21434 的汽车安全要求。

对于具有高度集成和功能安全要求的系统，AM263P 和 AM263P-SIP 是提供更大容量内存（高达 8MB 闪存）的选项。

### 4.3 X 合一架构的 MCU 选择与要求

多合一系统对 MCU 内核数量、实时处理能力、低功耗、安全性及软件开发环境提出了高要求。TI Sitara™ 系列 AM26C/Gx 器件（多核）正在路线图上规划，为集成汽车系统的开发提供强大的硬件支持。

## 5 充电接口控制系统的系统方框图

充电接口控制系统的主要架构通常包括若干关键组件和子系统，旨在为电动汽车维持高效、安全和可靠的充电。

图 5-1 展示了系统方框图的概览。该方框图分为五个部分：

1. 主 MCU
2. 通信模块
3. 传感器
4. 外设功能
5. 偏置电源

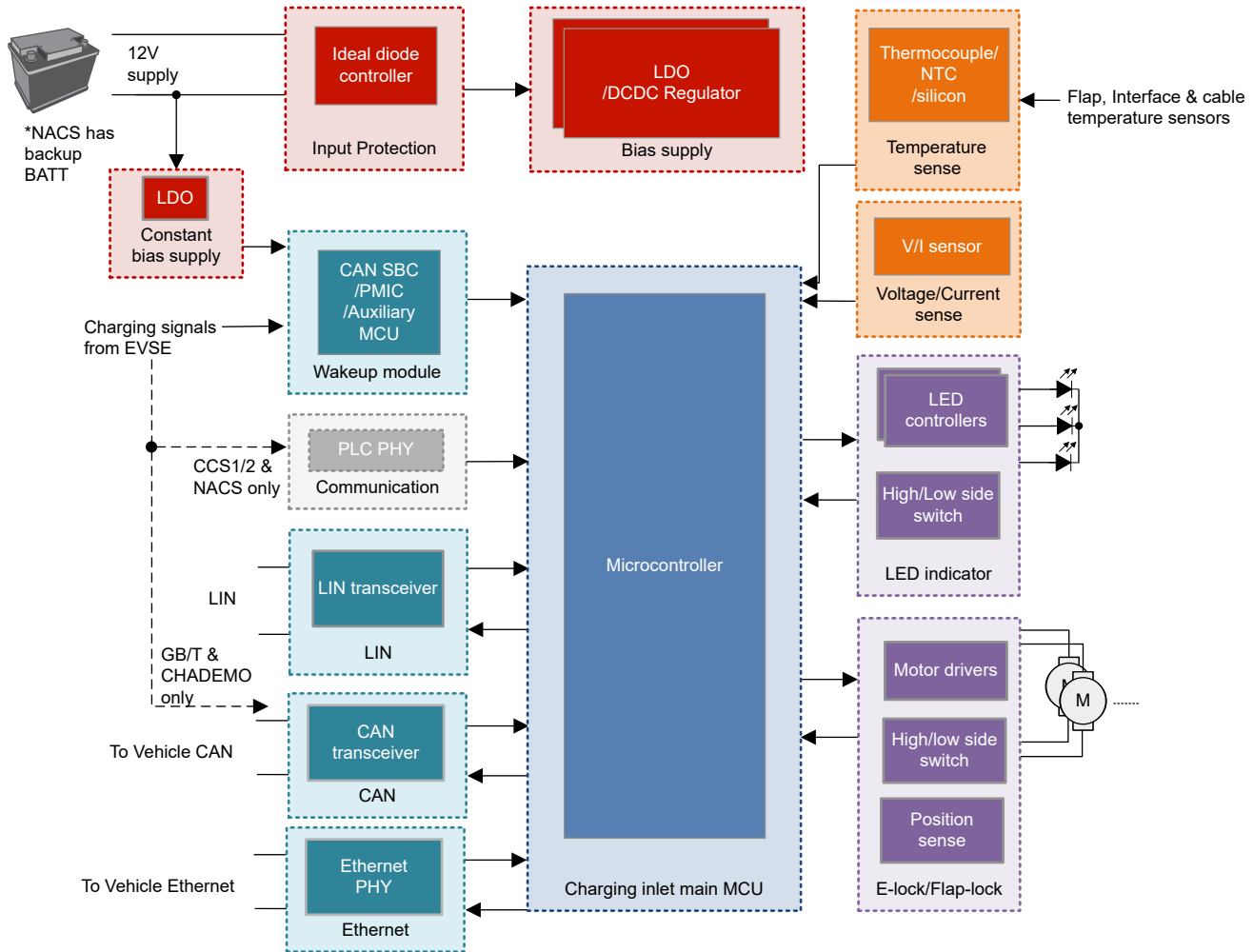


图 5-1. 充电接口控制系统方框图

## 6 结语

电动汽车的未来发展正朝着更高集成度、更高智能化以及更快充电方向迈进，从而为用户提供更好的驾驶体验和更可持续的出行方式。为此，TI 正在投资 MCU，以便适应不断变化的架构需求。

## 7 参考资料

1. 维基百科：自由的百科全书 (2024 年 12 月)。 [BMW I3 Fast Charging LIM Module](#)。检索于 2025 年 10 月 5 日。
2. 中国国家标准化管理委员会 (2023 年 9 月)。“[Electric Vehicle Conductive Charging System – Part 1: General Requirement](#)。” 中华人民共和国国家标准。标准编号 GB/T 18487.1。检索于 2025 年 10 月 5 日。
3. SAE 技术标准委员会 (2017 年 10 月)。“[Electric Vehicle and Plug in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler](#)。” SAE 国际技术标准。标准编号 J1772\_201710。检索于 2025 年 10 月 5 日。
4. 国际电工委员会 (2017 年 2 月)。“[Electric Vehicle Conductive Charging System – Part 1: General Requirements](#)。” IEC 国际标准。标准编号 IEC 61851-1:2017 (或后续版本)。检索于 2025 年 10 月 5 日。
5. CHAdeMO 协会和中国电力委员会, CEC (2020 年 4 月)。“[CHAdeMO 3.0 \(ChaoJi\)](#)。” 中华人民共和国国家标准。检索于 2025 年 10 月 5 日。
6. SAE 技术标准委员会 (2025 年 5 月)。“[Connectors and Inlets for the North American Charging System \(NACS\) for Electric Vehicles](#)。” SAE 国际技术标准。标准编号 SAE J3400/2-202504。检索于 2025 年 10 月 5 日。

7. 中国国家标准化管理委员会 ( 2023 年 9 月 )。 “[Connecting Devices for Conductive Charging of Electric Vehicles Part 3: DC Charging Interface](#)。” 中华人民共和国国家标准。标准编号 GB/T 20234.3。检索于 2025 年 10 月 5 日。



## 重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月