ADI电动汽车解决方案：高压隔离和隔离栅极驱动器

ANALOG DEVICES

AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

ADI技术跨越电气化生态系统



储能系统平台将性能提高了30%



电池化成和测试平台实现了2倍工厂利用率



具有安全关断功能的精密电池管理系统将汽车可行驶里程延长达+15%



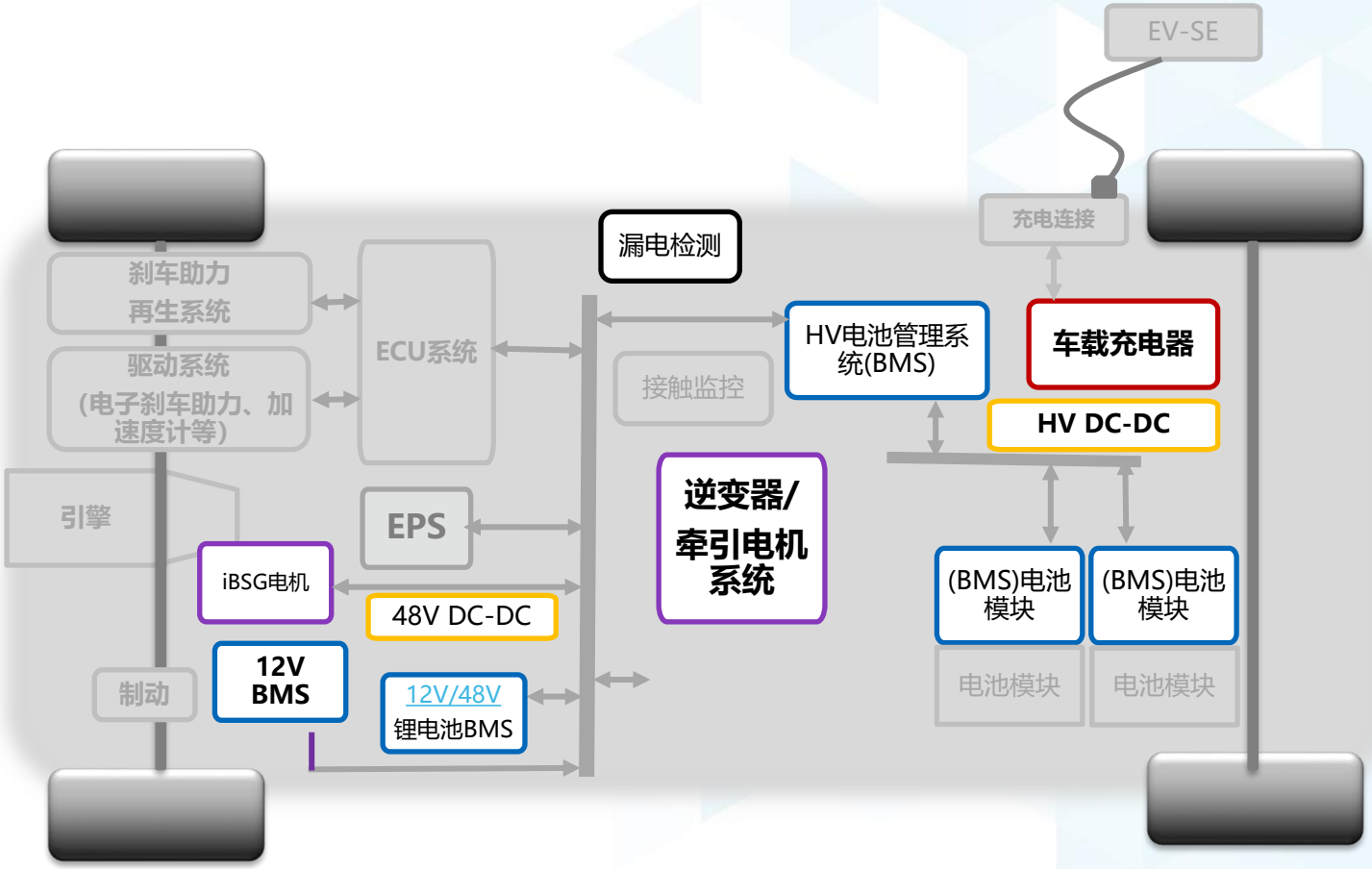


动力总成逆变器IC为车辆提供干净稳定的电源以延长车辆的使用寿命



采用隔离和功能安全技术的充电系统支持350kW安全充电和车辆接入电网

电动汽车焦点应用

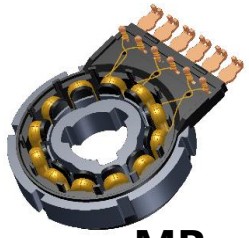

EV-SE
充电连接
漏电检测
刹车助力
再生系统
驱动系统
(电子刹车助力、加
速度计等)
ECU系统
接触监控
HV电池管理系
统(BMS)
车载充电器
HV DC-DC
引擎
EPS
逆变器/
牵引电机
系统
iBSG电机
48V DC-DC
(BMS)电池
模块
(BMS)电池
模块
制动
12V
BMS
12V/48V
锂电池BMS
电池模块
电池模块

ADI电动汽车技术解决方案

ANALOG DEVICES
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

位置和速度检测

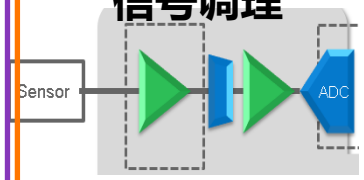
RDC



xMR



信号调理



电流检测：放大器、ADC、xMR基准电压源

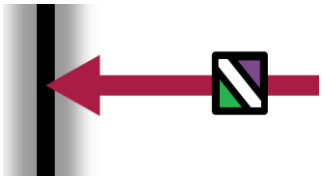
智能精密电池管理SoC

ADuCM 3xx

精密锂离子电池监控SoC

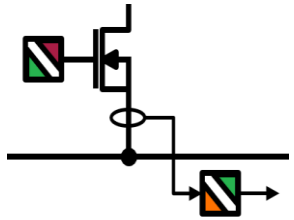
LTC68xx AD728x

隔离数据通信IC



***iso*Power**

隔离栅极驱动器IC



隔离检测IC

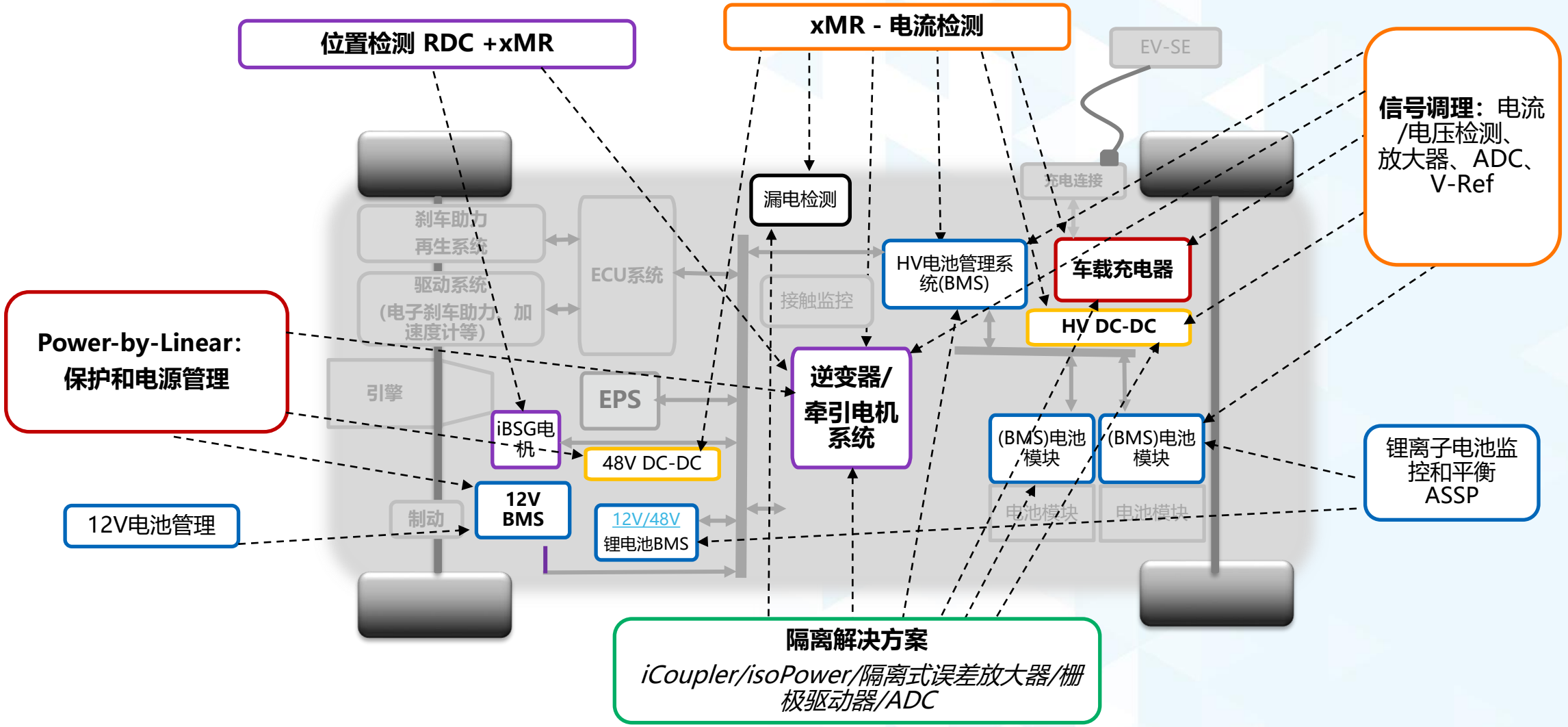
电源管理



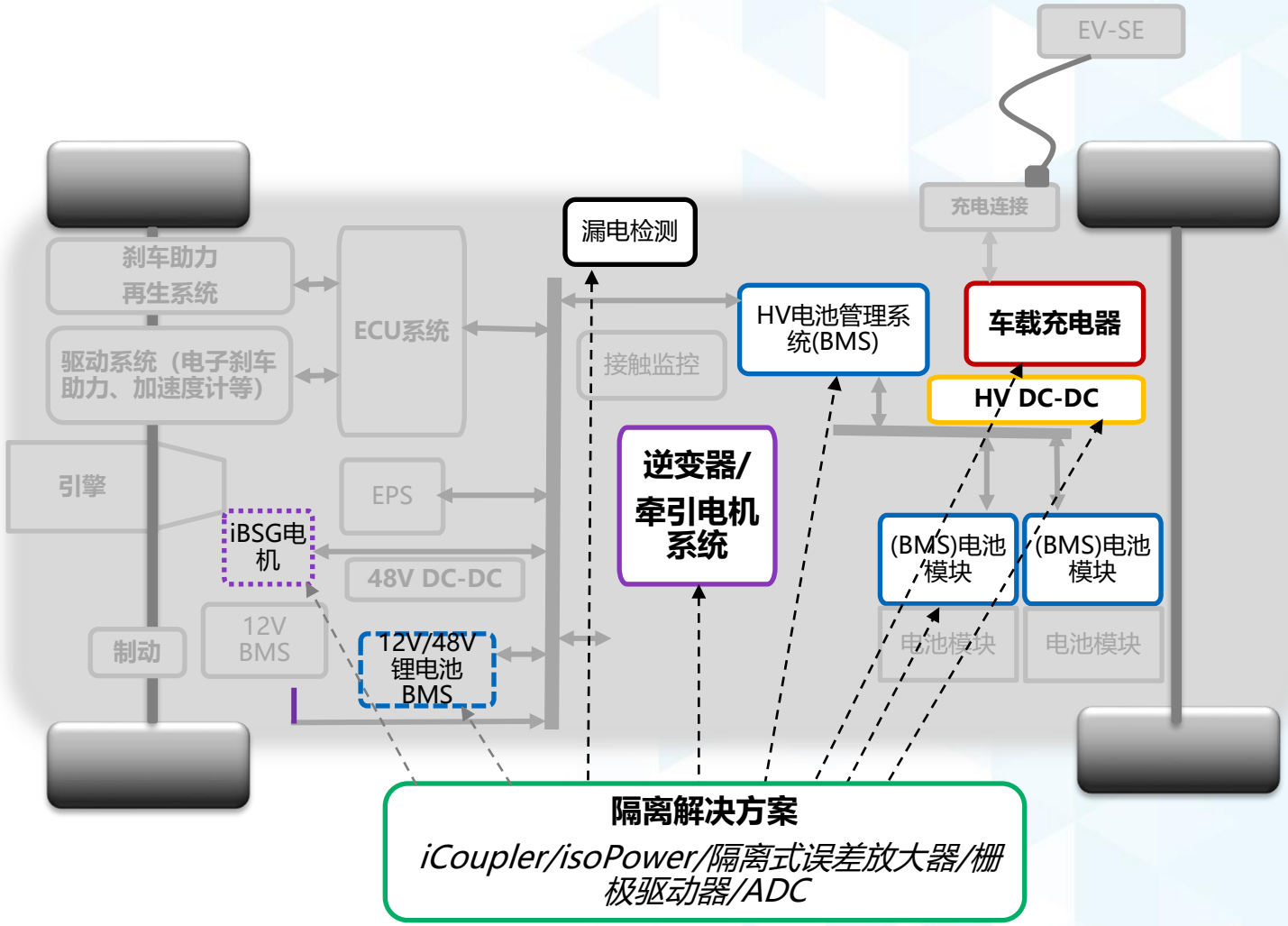
开关/线性稳压器
电源监控/时序控制
PMICS

ADI iCoupler®

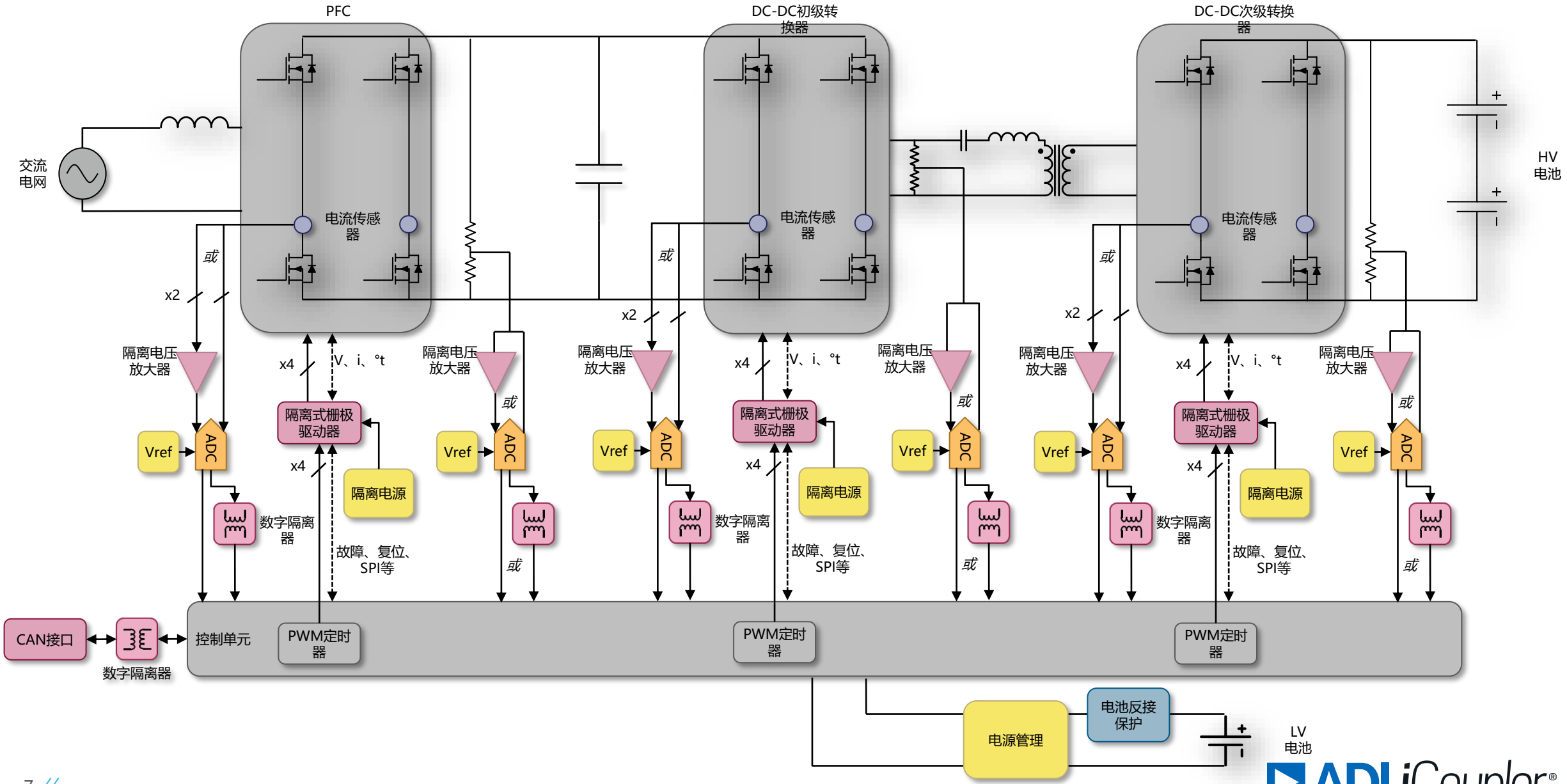
电动汽车：应用 + ADI解决方案映射



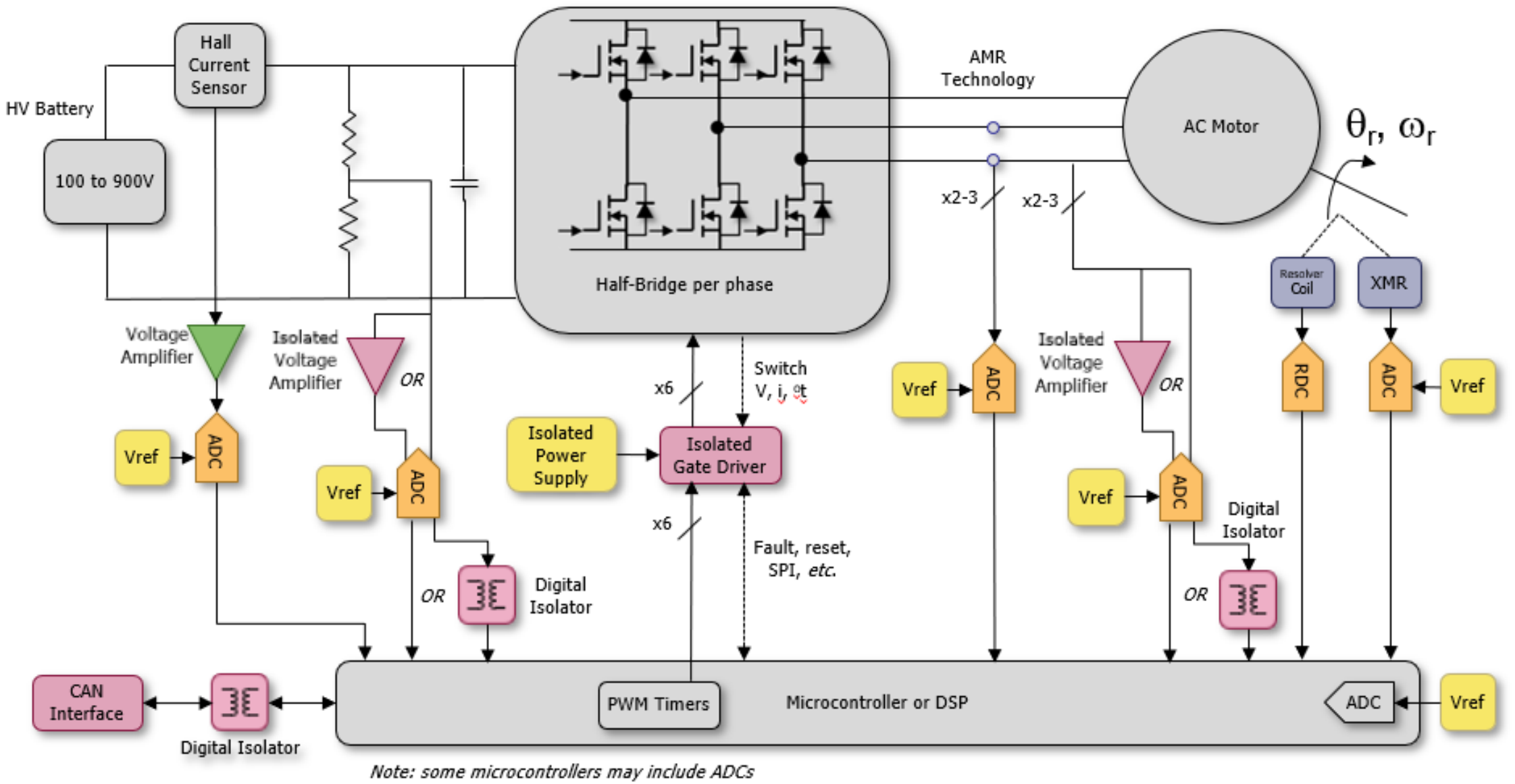
在线研讨会主题 - 电动汽车隔离应用



车载充电器电源信号链


PFC
DC-DC初级转换器
DC-DC次级转换器
交流电网
HV电池
电流传感器
或
x2
隔离电压放大器
x4
V、i、°t
Vref
ADC
隔离式栅极驱动器
隔离电源
数字隔离器
故障、复位、SPI等
CAN接口
控制单元
PWM定时器
电源管理
电池反接保护
LV电池

逆变器和牵引电机信号链



Note: some microcontrollers may include ADCs

“高级”数字隔离的创造者



出色的记录

- 数字隔离的创造者
- 第一个数字隔离提供商
  - *已交付超过30亿个通道*
- 久经考验的可靠性；超过18年
- 推动安全标准

丰富的产品系列

- 数据隔离器
  - 信号隔离
  - 电源隔离
- 集成式解决方案
  - 通信、驱动和检测



持续创新

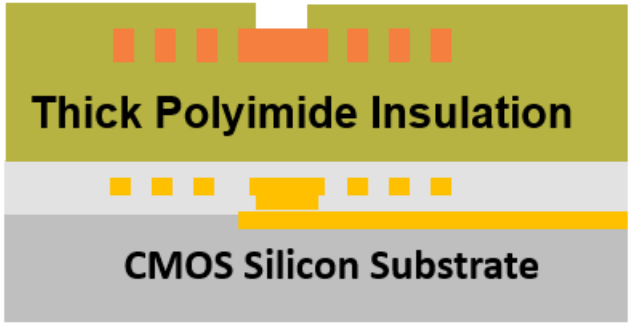
- 第一个千兆位隔离器
- 高性能
- 低EMI *iso*Power®
- 建立战略伙伴关系

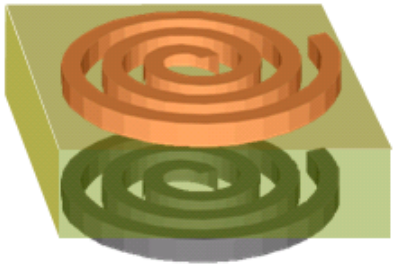
双通道LVDS千兆位隔离器
率先面市，支持隔离型HDMI®

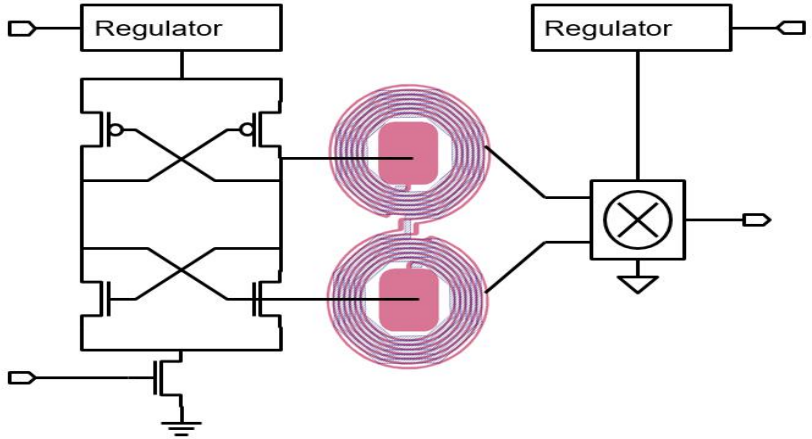


ADI iCoupler®

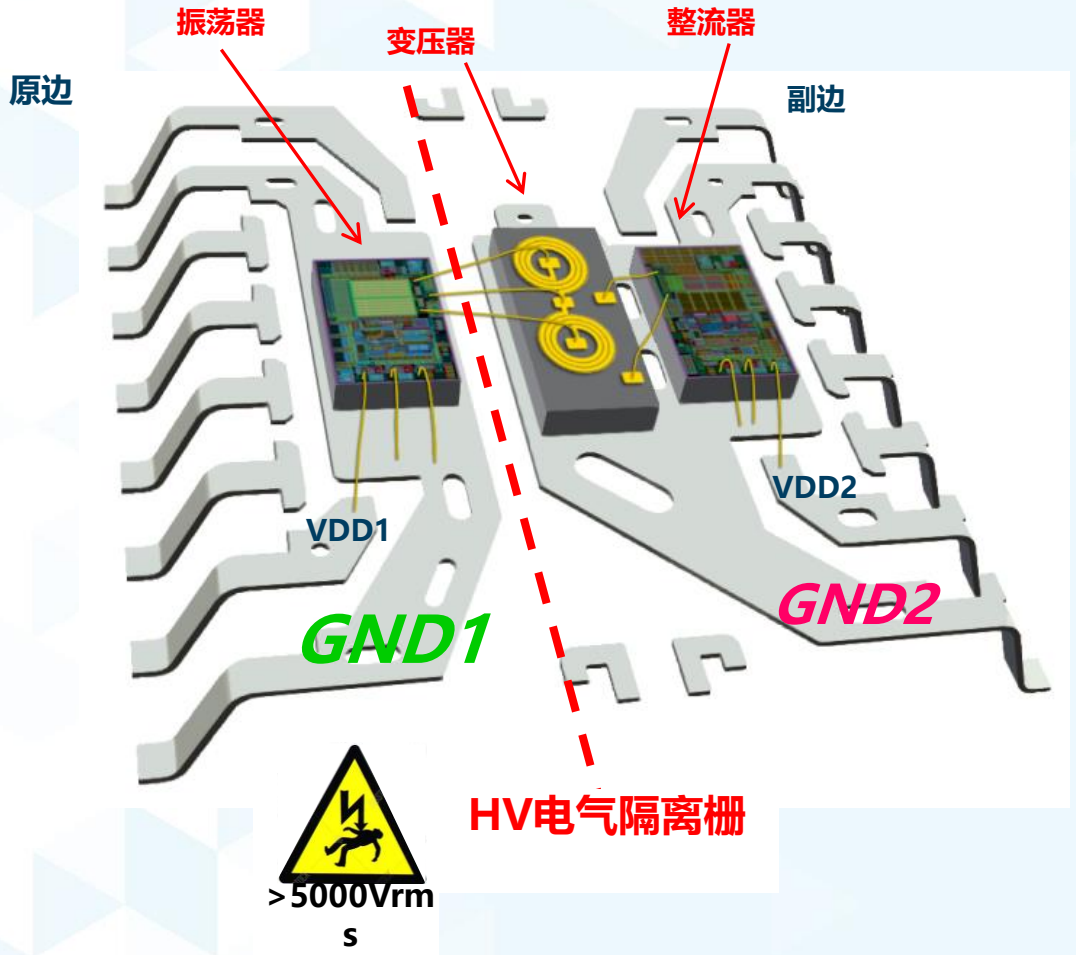
iCoupler®数字隔离器提供可靠的数字隔离
已交付数十亿微变压器







- 厚聚酰亚胺提供>15kV浪涌
- 全差分变送器、线圈和接收器实现高抗扰度
- S线圈可减少EMI辐射（-10dB B类）
- 消除外部辐射干扰



宽带隙器件

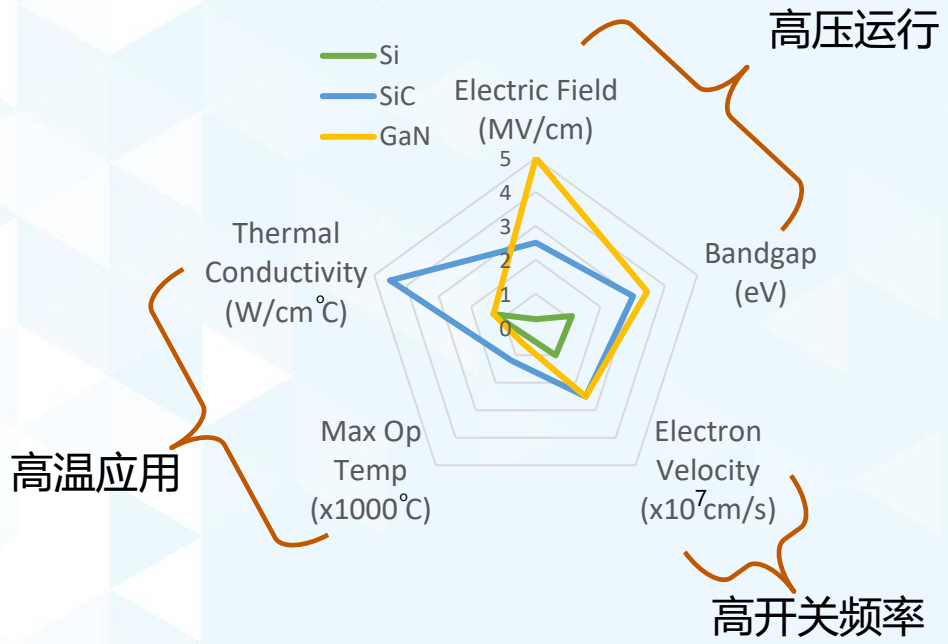
- 为什么？ *更高的效率和功率密度*
- 如何做到？ *更低的传导损耗、更快速的开关转换*
- 更快速开关转换：

$$\downarrow t_{rise} / t_{fall} \rightarrow \downarrow E_{on/off} \rightarrow \uparrow F_{sw}^{max}$$

$$\uparrow F_{sw} \rightarrow \downarrow L \,\&\, C \rightarrow \downarrow Vol_{converter}$$

- 更小、更高效的转换器意味着：

汽车可行驶里程延长



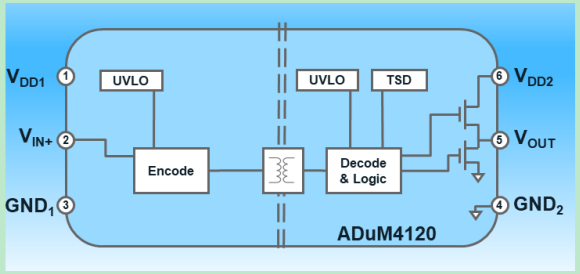
ADI的隔离栅极驱动器产品系列

基本

- 引脚数量少
- 小尺寸
- 低延迟
- 高CMTI

典型应用：

- OBC，DC/DC

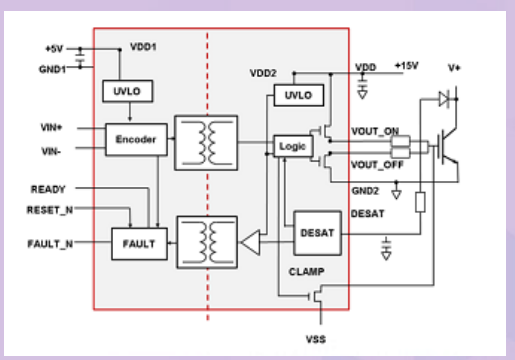


保护

- 低延迟
- 高CMTI
- 双极性电源
- 集成保护
- 故障报告（标志）

典型应用：

- 牵引逆变器
- 工业/能源系统

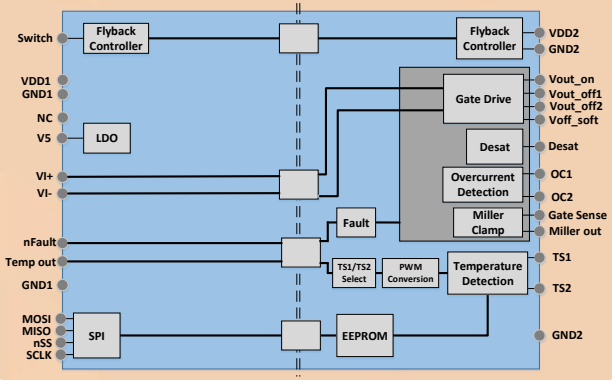


可编程

- 低延迟
- 高CMTI
- 双极性电源
- 集成保护/监控
- 状态报告（标志 + SPI）
- 反激式控制器
- SPI可配置

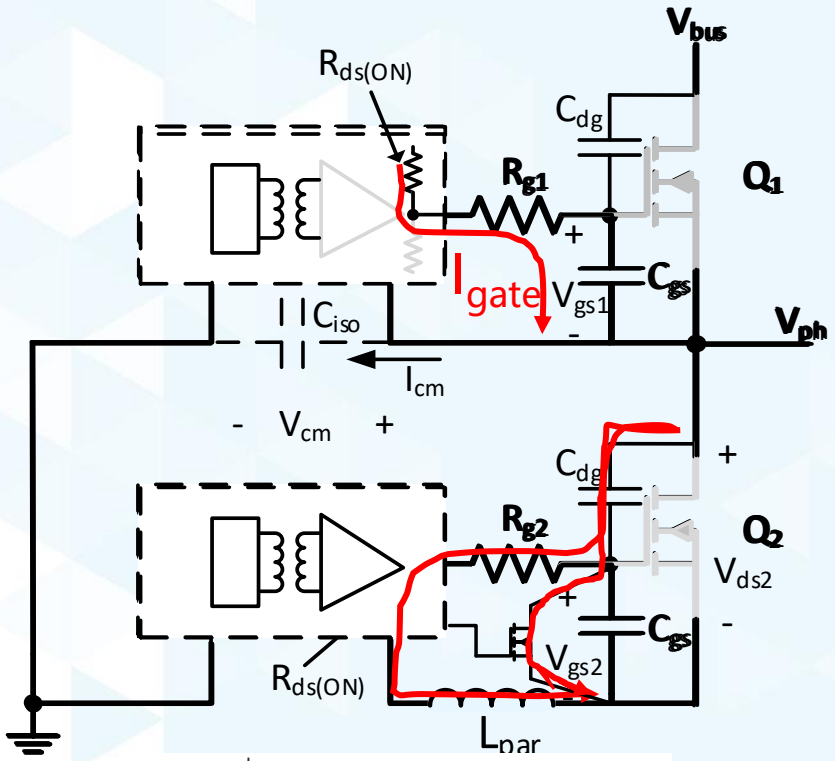
典型应用：

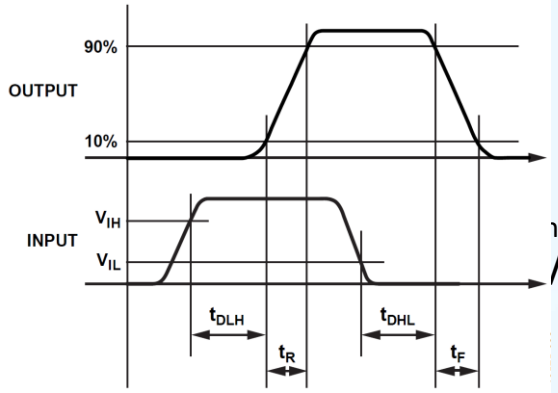
- 牵引逆变器
- 高性能工业/能源系统



基本栅极驱动功能

- 驱动强度
  - *更低的$R_{ds(ON)}$意味着更强的驱动强度*
  - ***ADI列出可用电流(R_g≠0)*** *不是“峰值”电流(R_g=0)*
- 隔离
  - 应用相关电平
  - 功能与安全
- 传输延迟
  - 越快越好
  - 对称延迟，要求$t_{DLH} = t_{DHL}$
- “正确”操作/干扰抑制
  - 密勒效应故障导通
    - 负电压V_{gs}
    - 米勒箝位晶体管 内部：ADuM4121、ADuM4135
  - 共模瞬变 外部：ADuM4137、ADuM4138

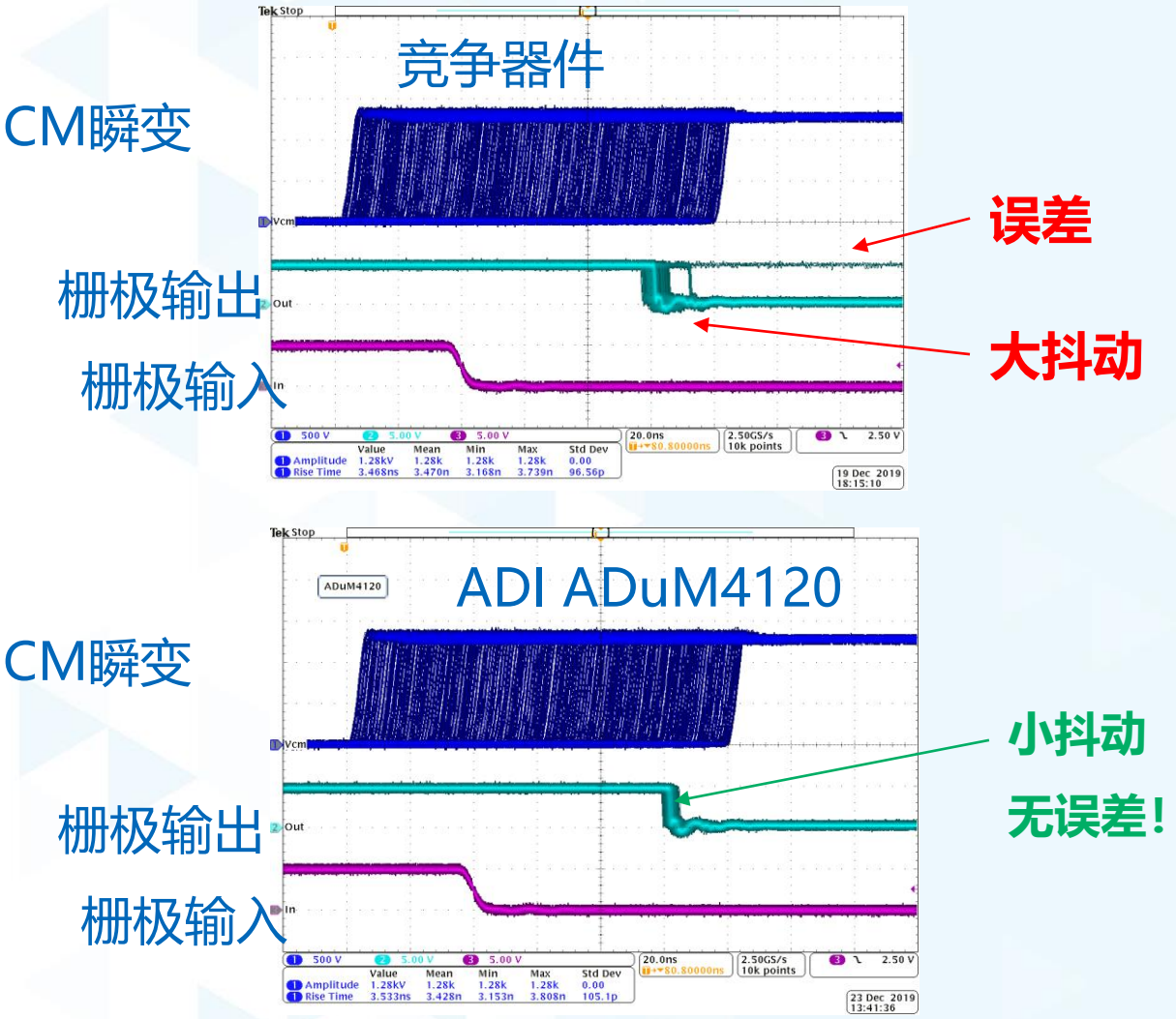




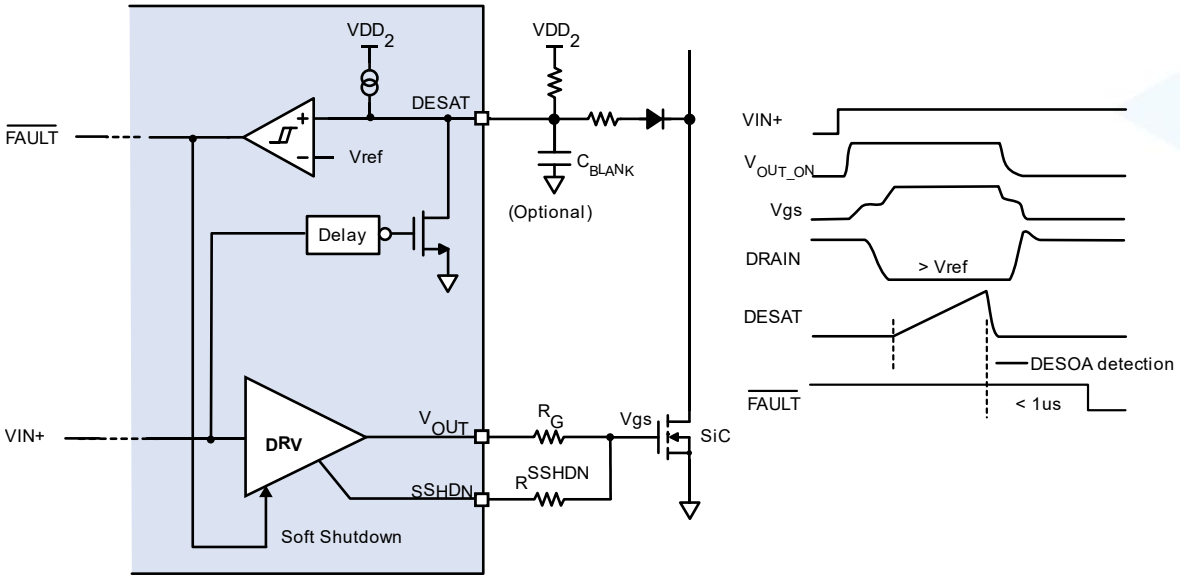
ADI栅极驱动器具有出色的CMTI

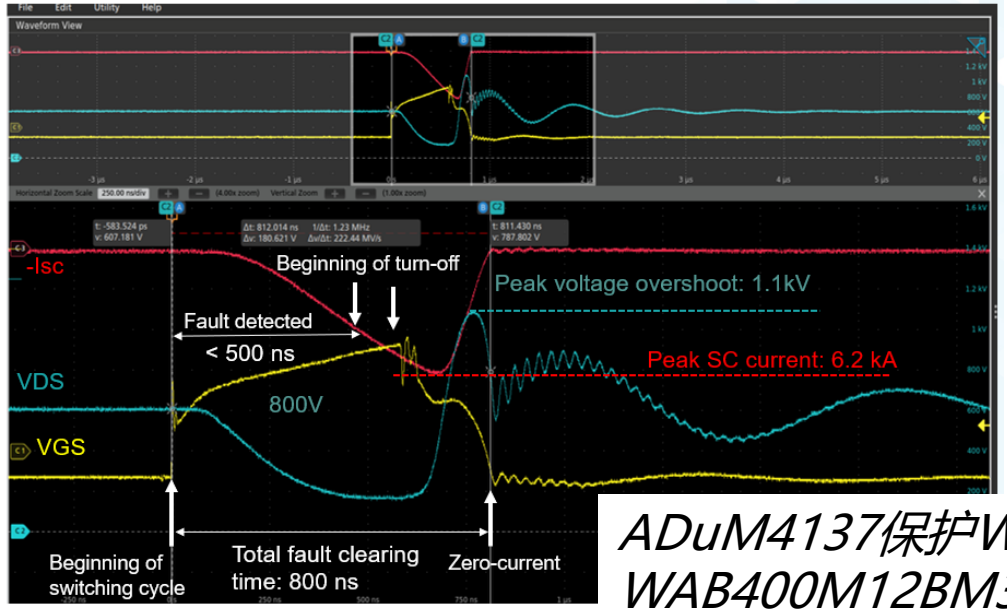
- 功率转换器本身会产生共模(CM)瞬变
  - SiC和GaN转换器的CM瞬变高达50-150kV/μs
- CM瞬变抗扰度(CMTI)是指*干扰抑制*
- CM瞬变可能影响栅极驱动器时序和性能
  - 栅极信号不正确导致转换器行为不良和/或故障
  - 微小变化（抖动）就可能降低转换器的效率和/或使输出失真

ADI栅极驱动器的CMTI高意味着SiC和GaN的转换器性能更好!



保护 - 短路保护(SCP)





ADuM4137保护Wolfspeed WAB400M12BM3的预发布版本

ADI SCP解决方案：

电阻可调SCP阈值。

范围为4 V至15 V。

可调故障检测时间

使用SPI可编程滤波器调谐SiC器件。

可靠、快速DESAT比较器

比较器延迟<75 ns。

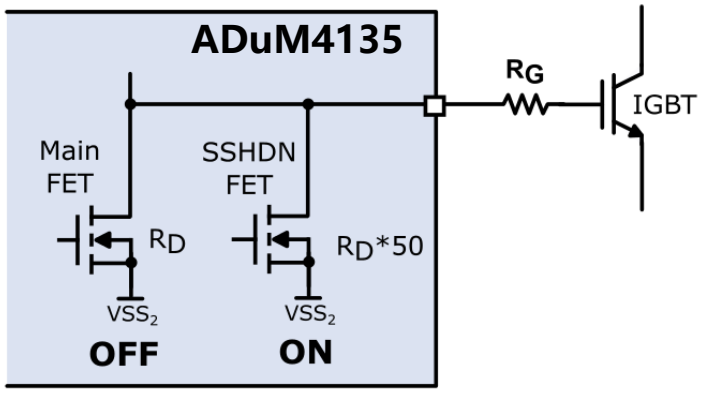
出色故障关断

软关断引脚允许定制关断

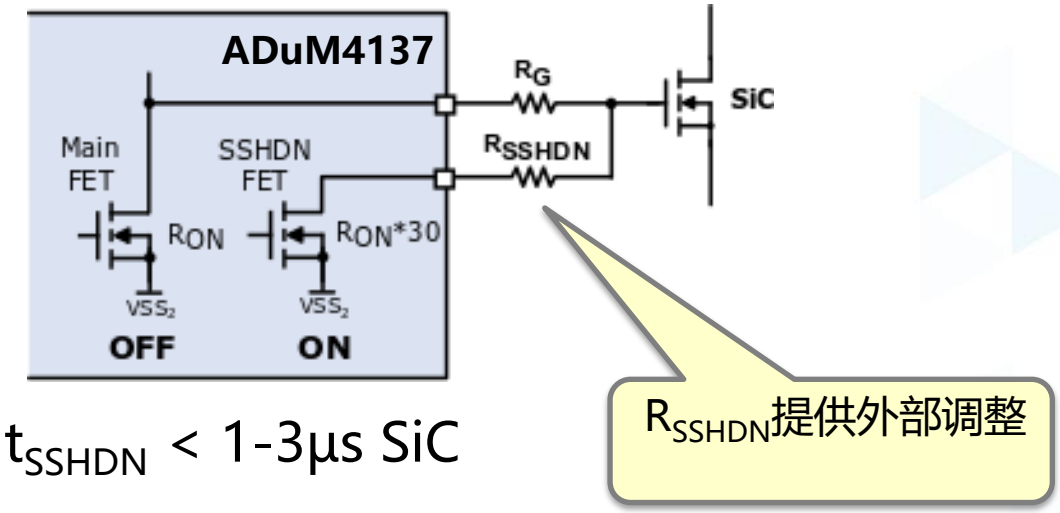
故障检测 + 关断 < 1us!

ADuM4135、ADuM4137、
ADuM4138包括不同的ADI SCP特性

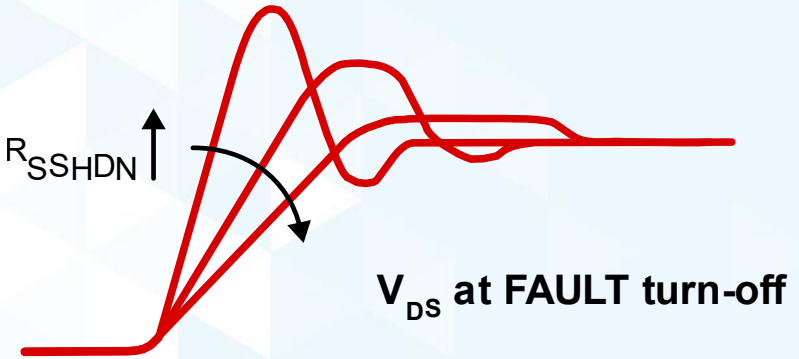
故障检测后软关断



t_{SSHDN} < 10µs IGBT

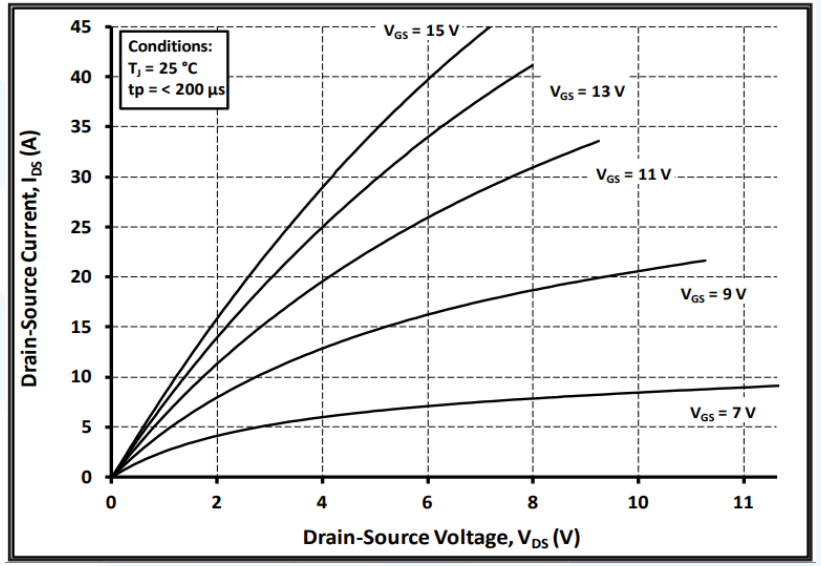


t_{SSHDN} < 1-3µs SiC

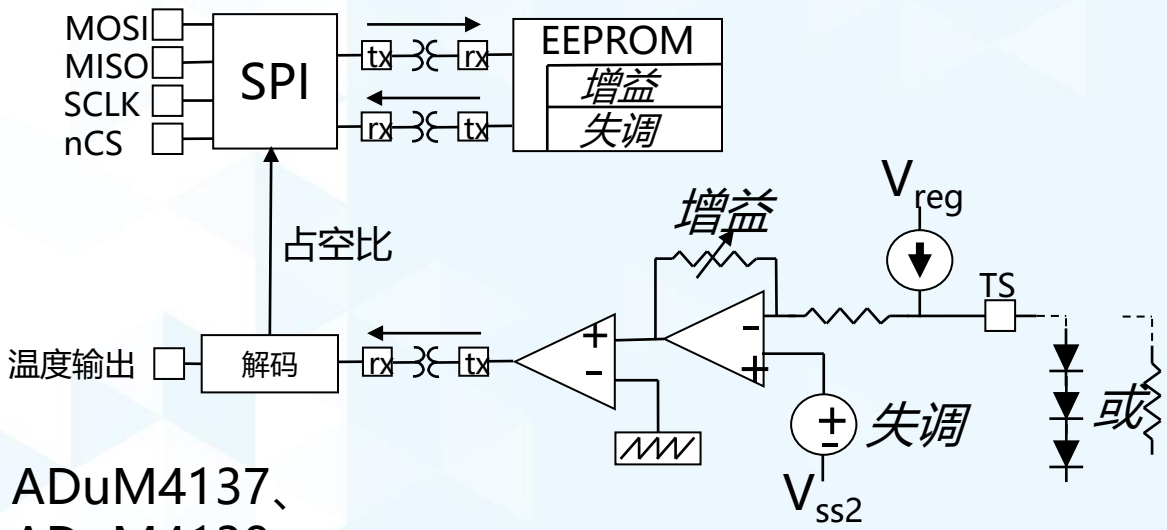


监控和可配置性

- 欠压闭锁
  - 栅极电压低不能完全接通开关
  - 请确保存在适当的电源电压
- 温度检测
  - 测量外部开关温度
    - 检测二极管或NTC热敏电阻
  - 报告系统控制器的温度
    - PWM输出或SPI寄存器
  - 调节栅极驱动强度 – ADuM4138
- SPI接口/可编程性
  - 阅读状态信息
    - 温度
    - 故障
  - 配置栅极驱动器调谐
    - 触发电压
    - 使能/禁用特性
    - 供电设定点



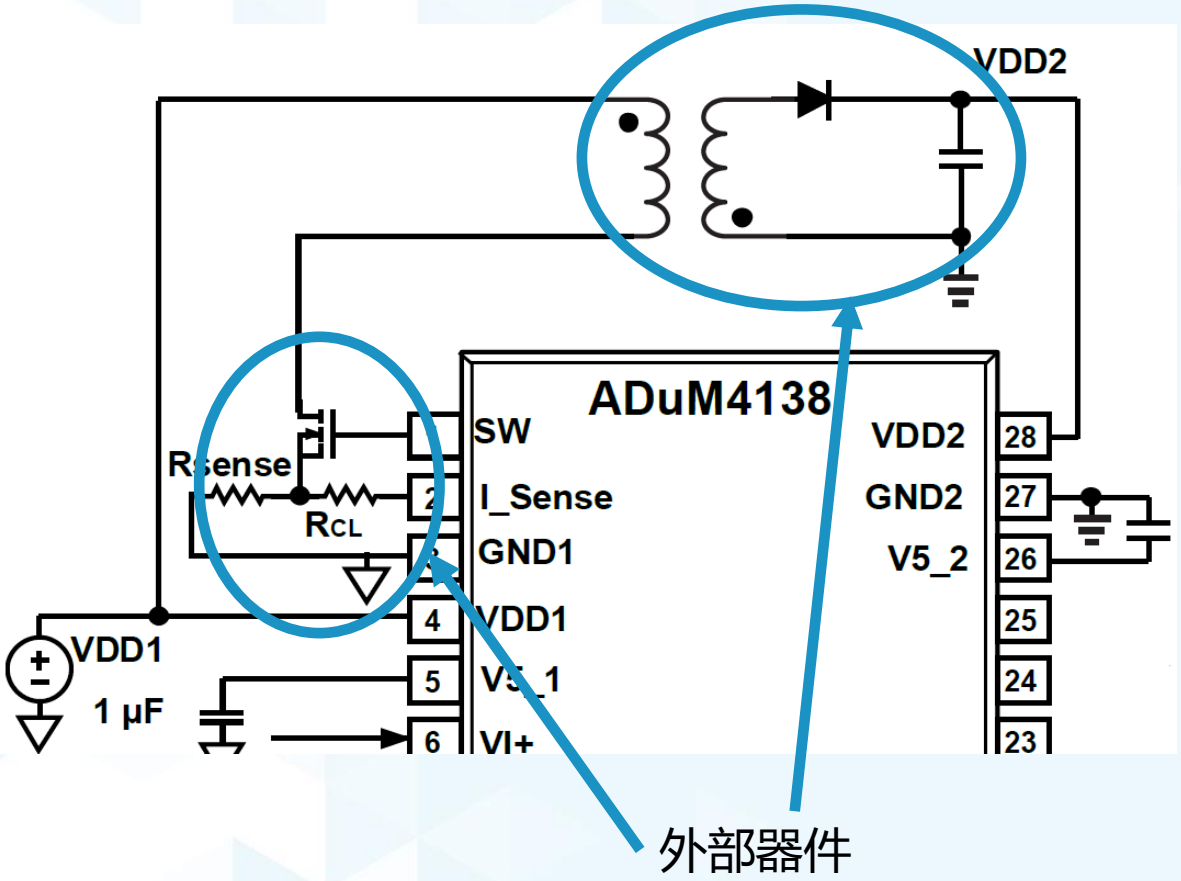
Wolfspeed的E3M0120090D 900V、23A SiC MOSFET



ADuM4137、
ADuM4138

额外功能 - 反激式控制器

- 集成反激式控制器
  - 为器件低边的反激式MOSFET提供控制信号。
  - 开关反激式变压器的原边。
  - 次级电压由外部二极管整流，并由副边上的内部补偿调节。
  - 占空比信息通过电感隔离链路传输到原边。
  - 原边振荡器软启动
  - 检测副边故障的“打嗝”模式



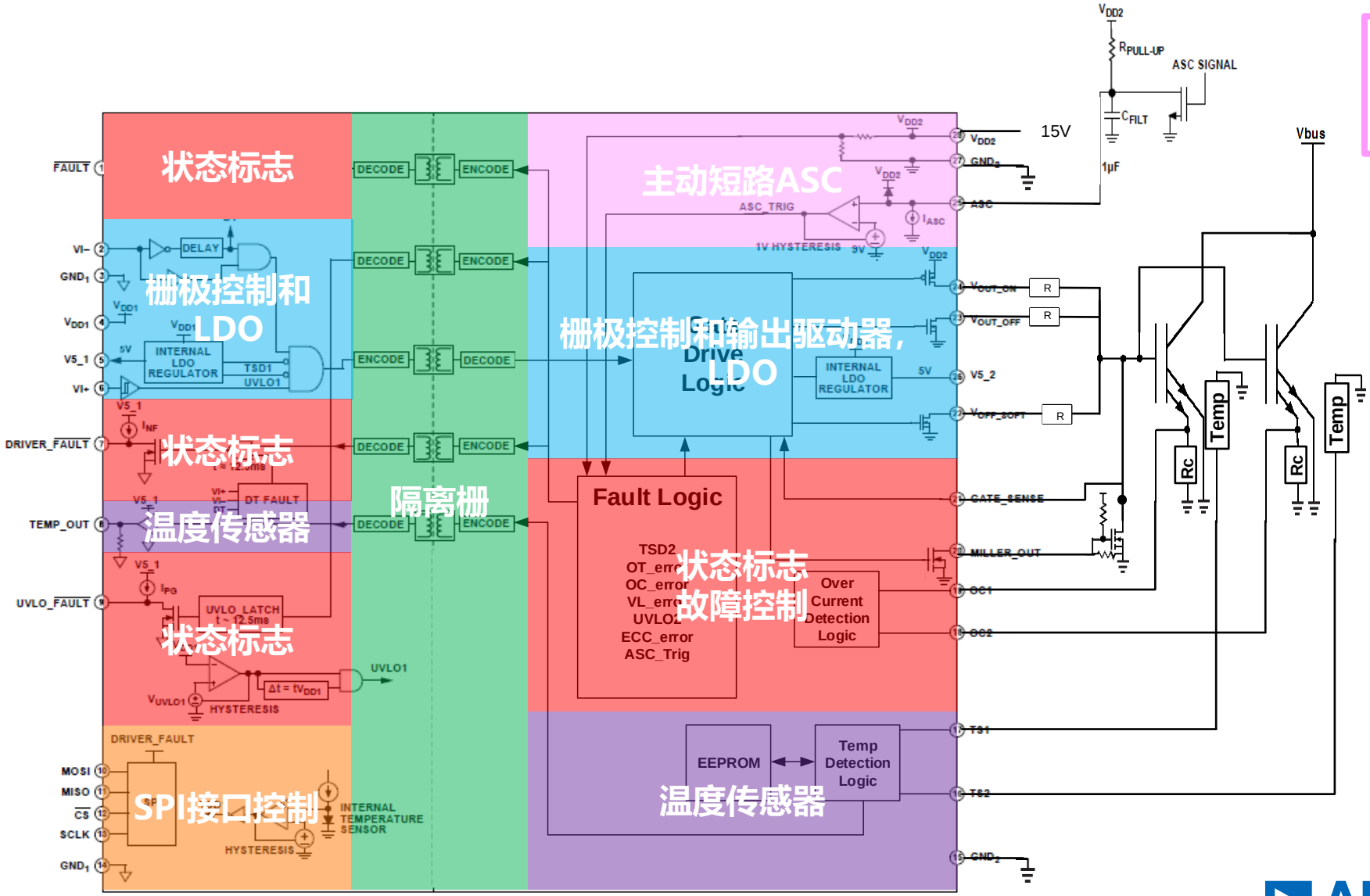
额外功能 - 功能安全特性

更多状态反馈和主动短路 – ADuM4137

3个报告引脚：
FAULT
DRIVER_FAULT
UVLO_FAULT

8个故障：
1. 热关断
2. 过热
3. 栅极低电平
4. V_{DD2} UVLO
5. 过流
6. 内部连接
7. 主动短路
8. 死区时间

每个故障都有具体的标志，通过哪个故障报告引脚变为低电平、该引脚保持低电平多长时间（锁存置位时间）的组合来表示。



ASC
可覆盖所有信号以强制打开电源开关

总结

ANALOG DEVICES
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

ADI是数字隔离的创造者，已交付数十亿通道

- 专利隔离功能（高浪涌、低噪声、高CMTI、可靠的EMI性能、久经考验的可靠性）

宽带隙开关将在电动汽车应用中提供巨大优势

- 更小、更高效、延长的汽车可行驶里程——新技术带来隔离栅极驱动器的新挑战

ADI栅极驱动器可应对电动汽车应用的挑战

- 驱动强度、隔离电压、低延迟、干扰抑制（EMI、CMTI）

ADI栅极驱动器在不到1µs内提供汽车应用所需的关键开关保护

- 宽带隙开关要求响应时序在2-3µs以下，IGBT可容忍最长10µs，还需要控制关断

副边需要隔离电源

- 将控制器集成到栅极驱动器中可节省电路板空间和系统成本

ADI栅极驱动器提供在电动汽车应用中实现功能安全所需的特性

- ADI栅极驱动器系列提供过热、过压、主动短路和功能丰富的故障报告

ADI公司拥有一系列栅极驱动器，
可用于处理不同的电动汽车开关类型、应用和系统拓扑！

ADI iCoupler®

谢谢观看

- ADI中国技术支持中心：
  - 热线电话：4006 100 006
  - 支持邮箱：china.support@analog.com
- ADI样片申请地址：
  - www.analog.com/cn/sample