

在电动汽车充电站和储能系统中 使用光耦

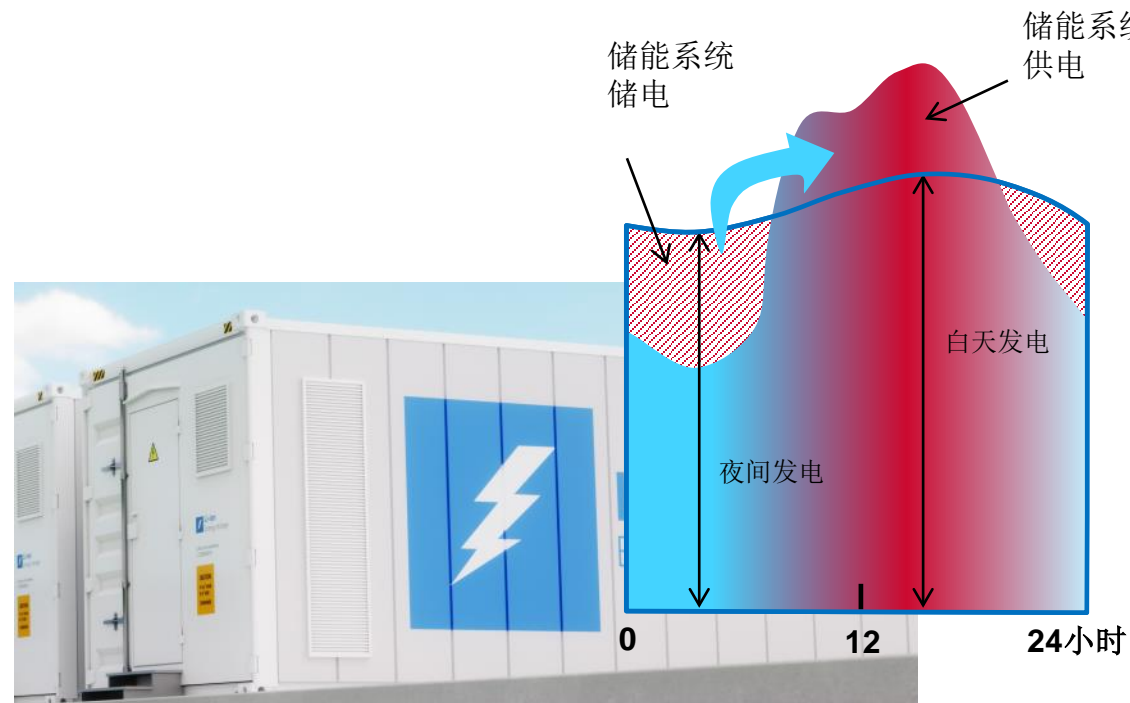
Hong Lei Chen

2020五月



议程

- 博通光耦（合器）概述
- 电动汽车充电站
 - 电动汽车充电站设计
 - 光耦的应用
- 储能系统
 - 储能系统介绍
 - 光耦的应用
- 设计工具和技术支持



博通光耦概述

产品系列

数字光耦 信号隔离

- 数字光耦
(最高50MBd)
- 数字隔离器 (最高100MBd)
- 模拟光耦和特殊功能

栅极驱动器 功率器件栅极驱动

- IPM接口
- IGBT/MOSFET栅极驱动器
 - 智能栅极驱动器
 - 基本栅极驱动器

隔离放大器 电流/电压感测

- 隔离的ADC
- 模拟输出隔离放大器

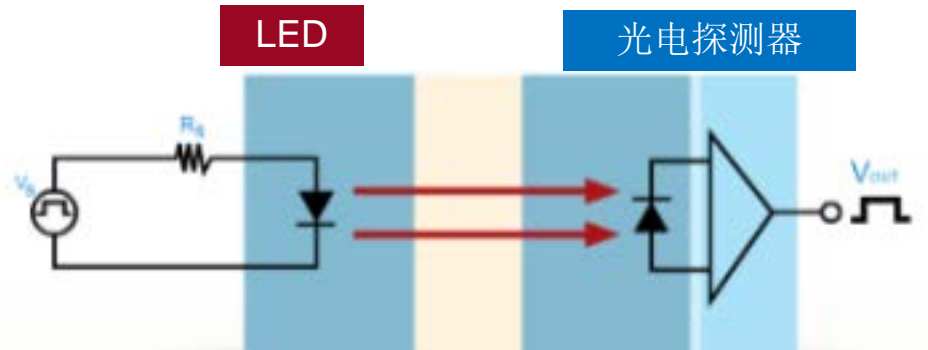
市场分类

工业
IEC/EN/DIN EN 60747-5-5
UL 1577
CSA

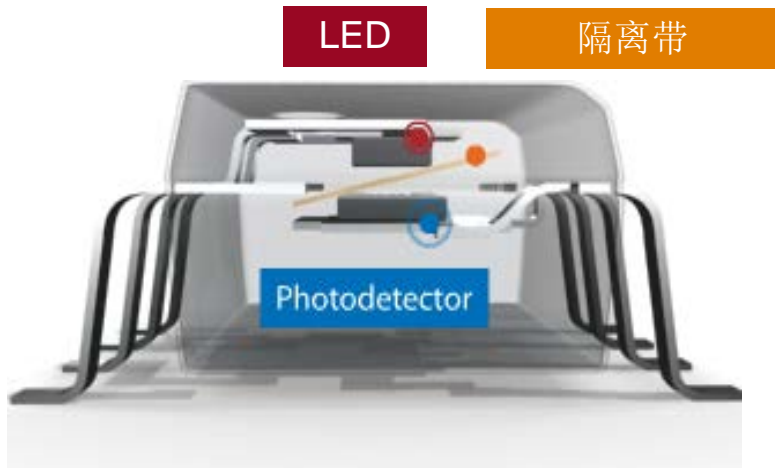
汽车
AEC-Q100认证

密封 (Hermetic)
MIL-PRF-38534 (美国军标)

光耦的基本结构和封装类型



隔离带



LED

隔离带

Package	Creepage (mm)	Clearance (mm)	Internal Clearance (mm)	IEC/EN/DIN EN 60747-5-5 V _{orm} (V _{peak})	UL 1577 V _{iso} (V _{rms})
S05	5.0	5.0	0.08	567	3750
SS06*	8.0	7.0	0.08	891	3750
	8.0	8.0	0.08	1140	5000
S08	4.8	4.9	0.08	567	3750
300mil DIP8**	7.4	7.1	0.08	630	3750
	8.0	7.4	0.08	891	3750/5000
SS08*	8.0	7.0	0.08	891	3750
	8.0	8.0	0.08	1140	5000
SS012*	8.5	8.3	0.08	1140	5000
	8.3	8.3	0.5	1414	5000
S024	8.5	8.3	0.08	2262	5000
400mil DIP8**	10.0	9.6	1.0	1414	5000
	13.0	13.0	2.0	2262	7500
500mil DIP10**	11	10.5	0.5	1414	5000
	15	14.2	0.5	2262	7500
11mm SS08*	4.5	4.9	0.08	567	2500/3750
	4.5	4.9	0.08	567	2500
Stacked	8.1	8.1	-	-	2500
	8.1	8.1	-	-	5600

Digital Isolator

S016*

光耦细分市场



机车



医疗



电源



电机驱动



可再生能源



电梯



机器人



工厂自动化



工业网络



暖气、通风和空调



汽车

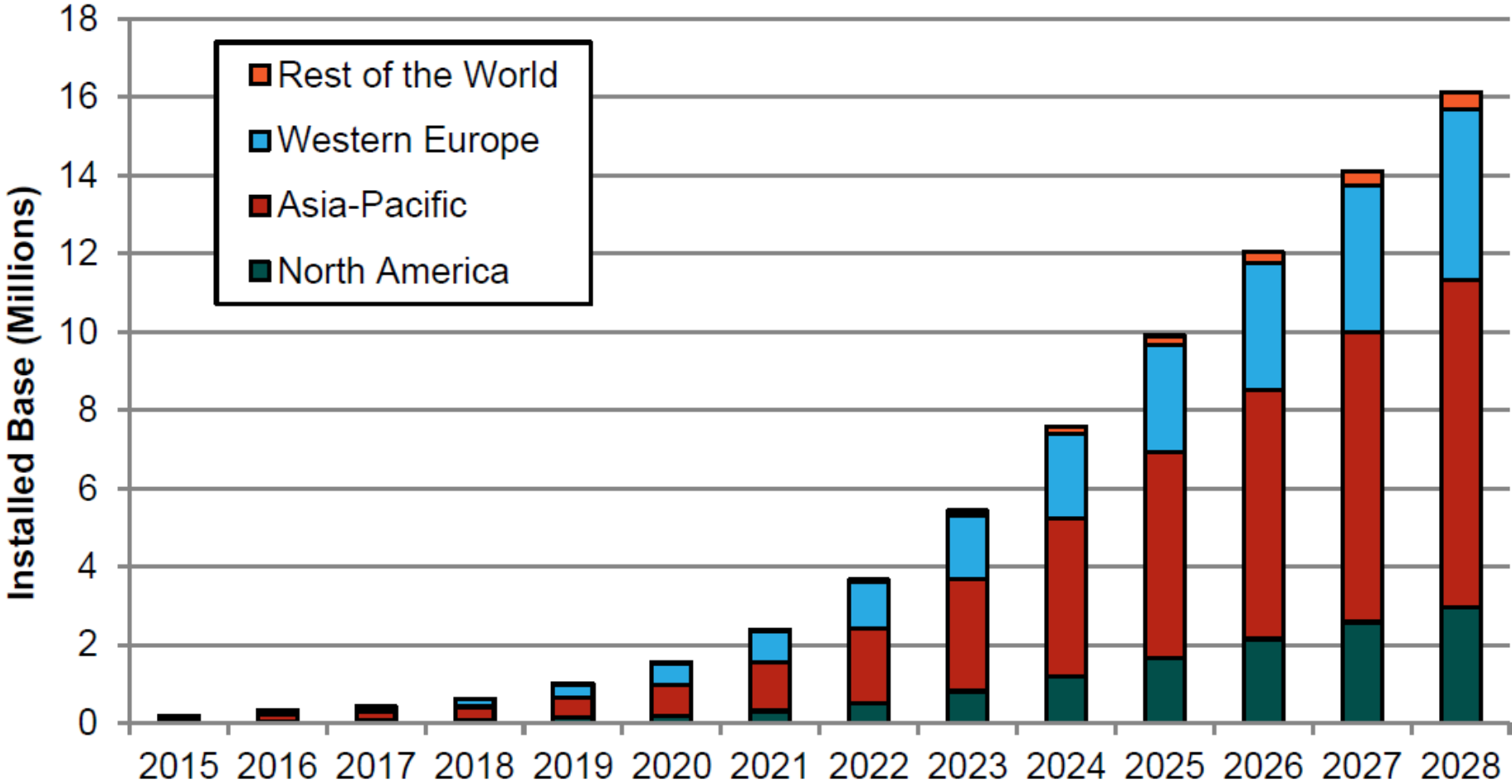


电动汽车充电站

用于充电器中高速逆变器/转换器的隔离产品



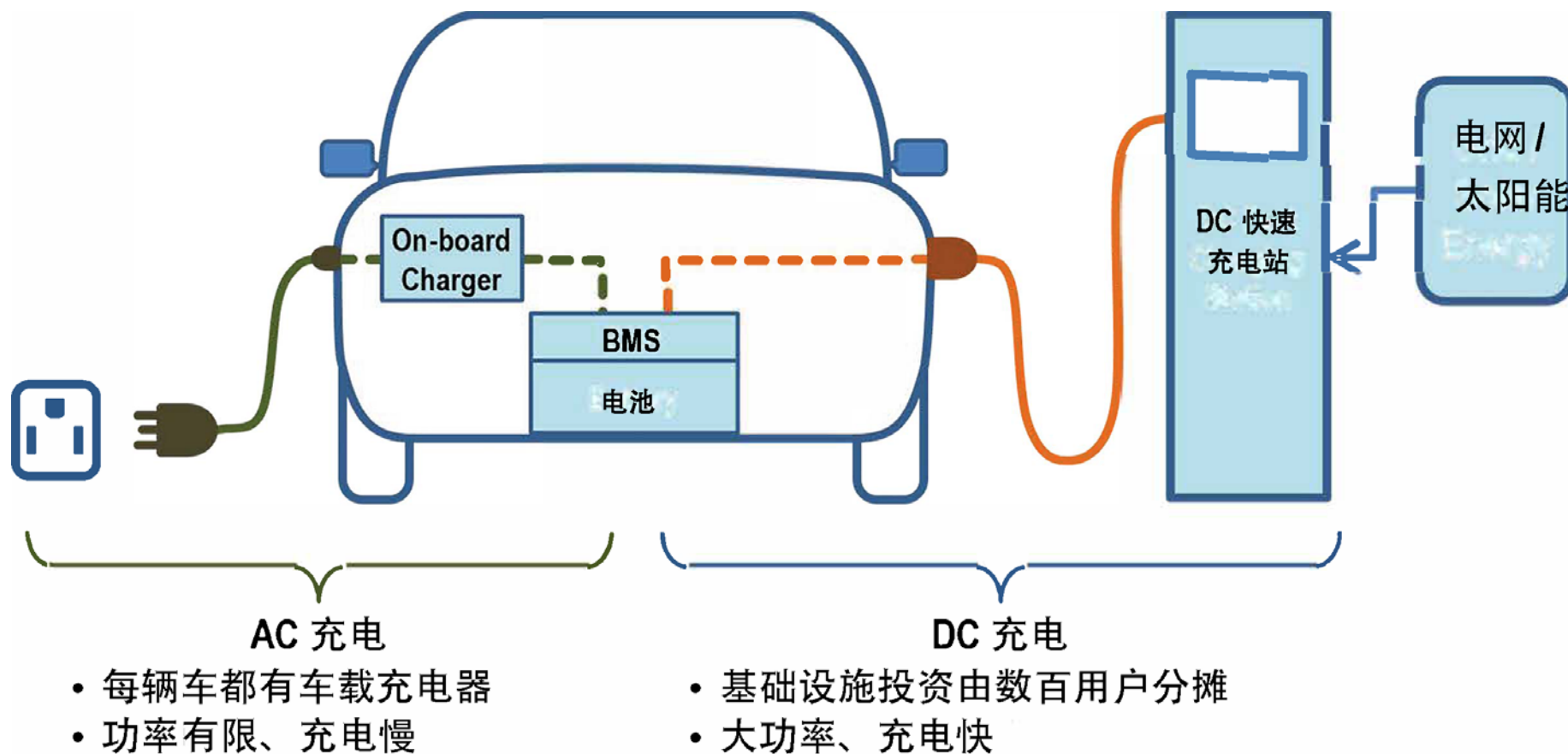
2028年全球电动汽车充电站市场将增长到1600万座



数据来源: ABI Research



交流与直流充电






充电级别 (SAE J1772)

充电级别	标称电源电压	最大连续电流	输出功率	预计充电时间 ¹
交流1级	单相、120V AC电源	12 A 16 A	1.4 kW 1.9 kW	17 小时 (OBC, SOC ² – 20% 到充满)
交流2级	单相、240V AC电源	80 A	最大19.2 kW	SOC – 20% 到充满: 7小时 (3.3 kW OBC) ; 3.5 小时 (7 kW OBC) ; 1.2 (20 kW OBC) ;
交流3级	单相和三相, 208-240V AC 电源	> 80 A	> 20 kW	SOC – 20% 到充满: < 1.2 (20 kW OBC)
直流1级	200-450V DC (电动车供电设备输出)	80 A	最大40 kW	1.2 小时 (SOC – 20% 到100%, 20 kW非车载充电器)
直流2级	200-450V DC (电动车供电设备输出)	200 A	最大100 kW	20 分钟 (SOC – 20% 到80%, 45 kW非车载充电器)
直流3级	200-600V DC (电动车供电设备输出)	400 A	最大240 kW	<10 分钟 (SOC – 0% 到80%, 45 kW非车载充电器)

备注:

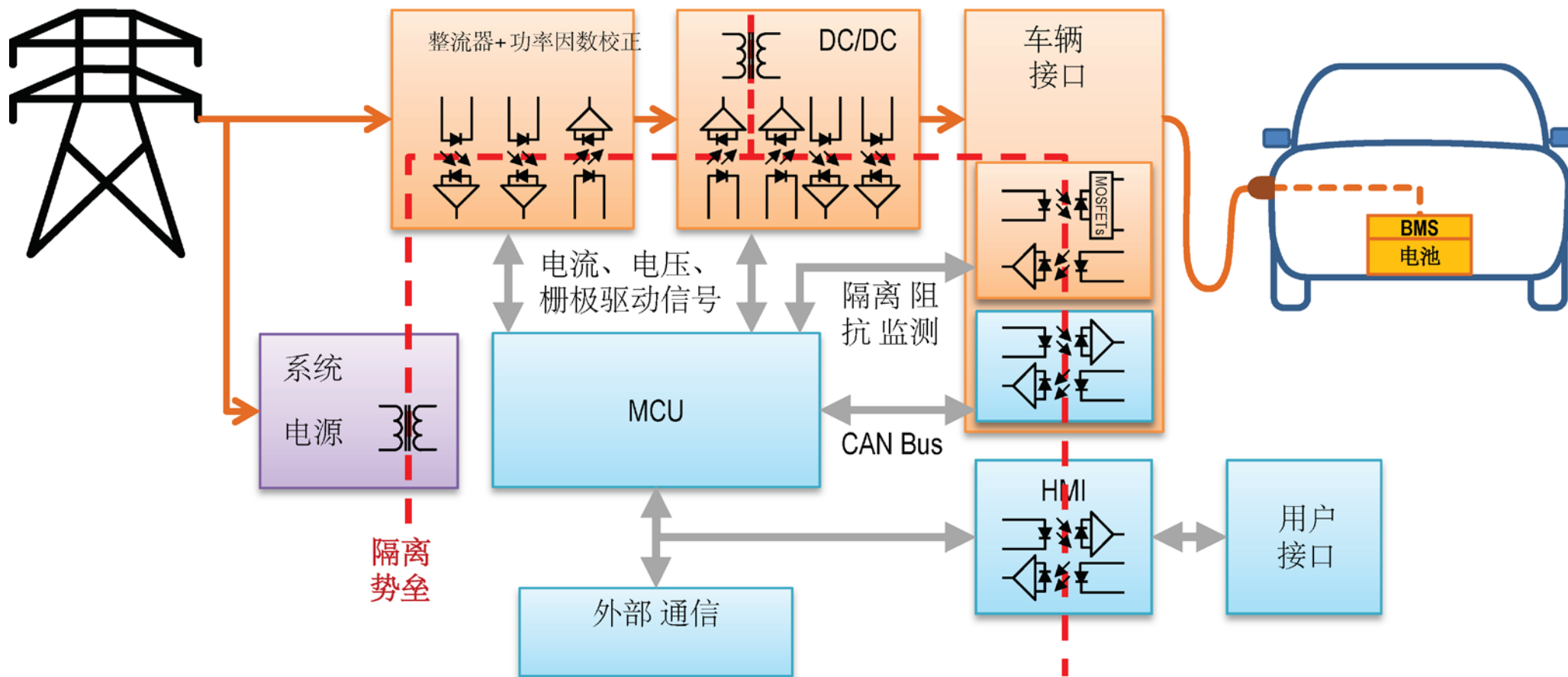
- 1) 为便于讨论, 仅列出了BEV (电池电动汽车) 示例。
- 2) SOC (充电状态) 等效于BEV中电池组的电量计。SOC为0%表示电池组已完全放电; SOC为100%表示已充满电。
- 3) 额定功率为标称配置的工作电压和充电连接器额定通载电流之积。
- 4) 理想的充电时间为: 假设充电器功率为150W、效率为90%, 负载为12V, 并且牵引电池组不带均衡。
- 5) BEV (25 kWh可用电池组容量) 的充电总是从20% SOC开始, 充电速率快于1C (一小时内充电的总容量), 充电也会在达到80% (而非100%) SOC时停止。

直流快速充电标准

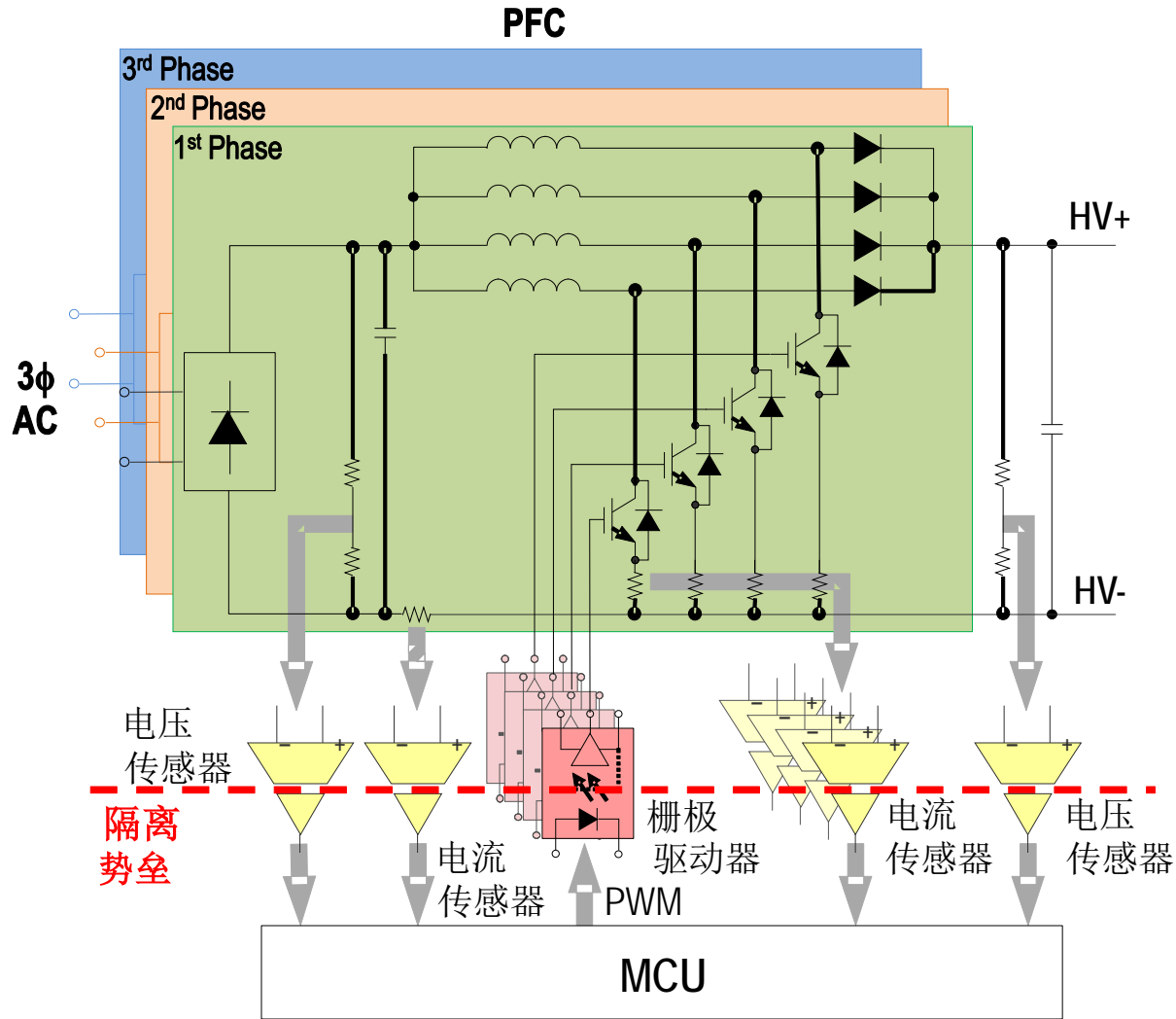
直流快速充电标准	最大功率	OEM使用的最大充电功率	OEM使用的标准	
CHAdeMO	400 kW	100 kW	日产、三菱、起亚 (当前型号)、标致 (当前型号)	
CCS	350 kW	150 kW	大众集团、宝马集团、 捷豹、福特、通用汽车、 沃尔沃、戴姆勒、雷诺、 标致(新车型)、起亚(新车型)	
特斯拉 SuperCharger	350 kW	120 kW	特斯拉	

信息来源: ABI Research

直流快速充电站——用于安全隔离的光耦



在功率因数校正（PFC）级使用光耦



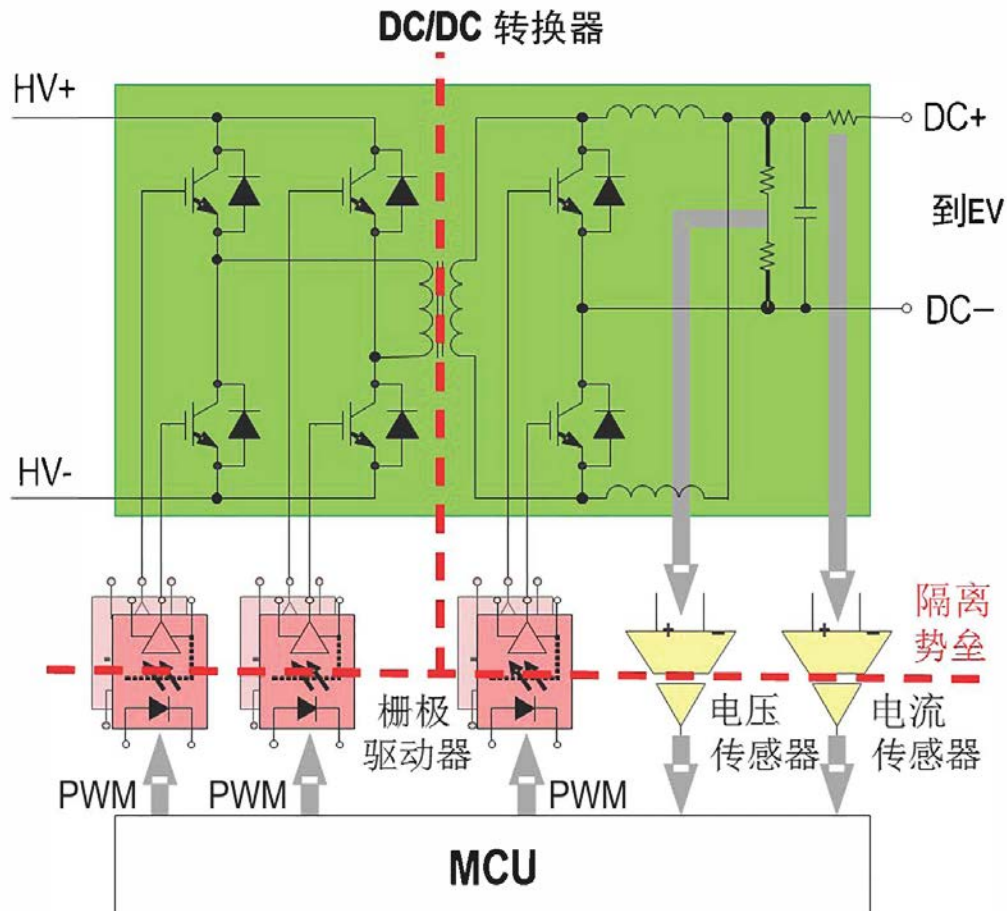
栅极驱动器（基本）

器件型号	输出	封装类型（爬电距离/间隙）
ACNW3430	5A	400mil DIP8（10 / 9.6 mm）
ACPL-P/W343	4A	SSO6（Pxxx - 8 / 7mm, Wxxx - 8 / 8mm）
ACNW3410	3A	400mil DIP8（10 / 9.6 mm）
ACPL-P/W341	3A	SSO6（Pxxx - 8 / 7mm, Wxxx - 8 / 8mm）
ACPL-P/W340	1A	SSO6（Pxxx - 8 / 7mm, Wxxx - 8 / 8mm）

电流/电压传感器（模拟输出）

器件型号	增益精度	输入电压范围	封装类型（爬电距离/间隙）
ACPL-C79B/A/0	0.5 / 1 / 3%	±200mV	SSO8（8 / 8 mm）
ACPL-790B/A/0	0.5 / 1 / 3%	±200mV	300mil DIP8（8 / 7.4 mm）
ACPL-C87B/A/0	0.5 / 1 / 3%	±2V	SSO8（8 / 8 mm）

在DC/DC转换器中使用光耦



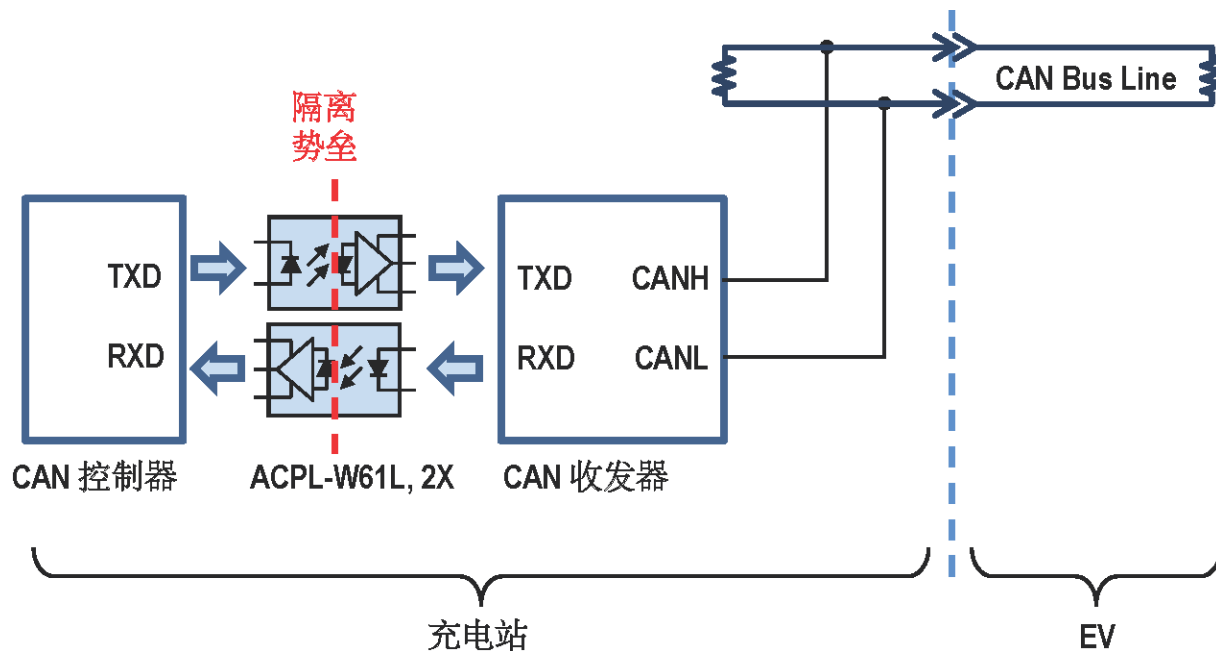
栅极驱动器（智能）

器件型号	输出	故障反馈			封装类型（爬电距离/间隙）
		去饱和	欠压锁定	栅极	
ACPL-352J	5A	✓	✓	✓	SO16 (8.3 / 8.3mm)
ACPL-337J	4A	✓	✓		SO16 (8.3 / 8.3mm)
ACPL-336J	2.5A	✓	✓		SO16 (8.3 / 8.3mm)

电流/电压传感器（数字输出）

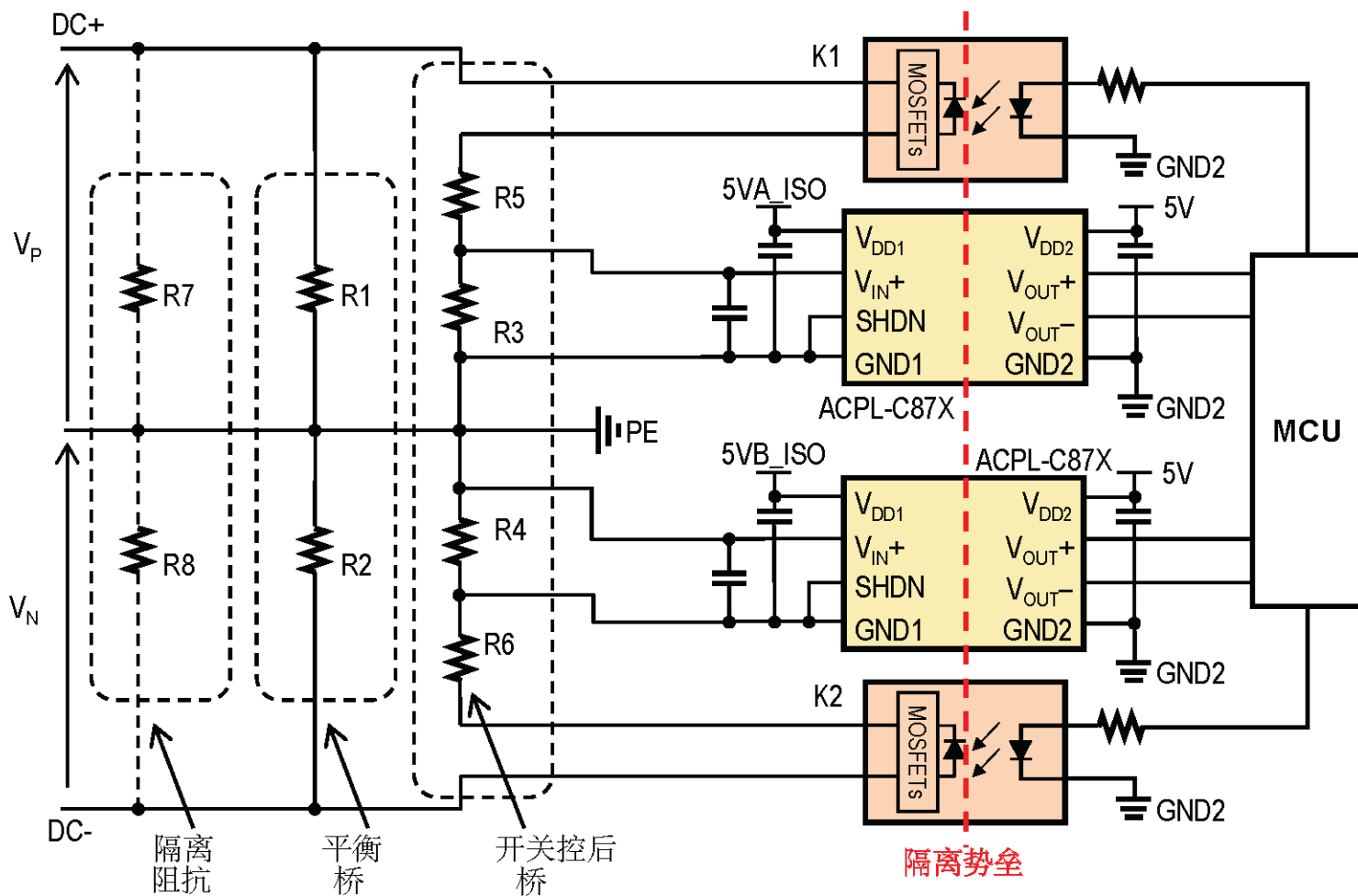
器件型号	类型	输入电压范围	封装类型（爬电/距离间隙）
ACPL-796J	外接时钟	±200mV	SO16 (8.3 / 8.3mm)
ACPL-798J	外接时钟、LVDS	±200mV	SO16 (8.3 / 8.3mm)
ACPL-C797	内部时钟	±200mV	SSO8 (8 / 8mm)
ACPL-C799	内部时钟	±50mV	SSO8 (8 / 8mm)

在充电器-车辆接口中使用光耦



数字光耦 (> 4mm封装)					
数据速率	单通道		双通道		备注
	器件型号	封装类型	器件型号	封装类型	
5MBd	ACPL-M21L	SO5	ACPL-024L	SO8	也提供8mm封装- ACPL-W21L (单通道)、ACPL-K24L (双通道)
10MBd	ACPL-M61L	SO5	ACPL-064L	SO8	也提供8mm封装- ACPL-W61L (单通道), ACPL-K64L (双通道)
25MBd	ACPL-077L	SO8	ACSL-7210	SO8	ACSL-7210具有2个方向相反的通道

在隔离电阻监测电路中使用光耦



ASSR-601J 高压光电MOSFET继电器

- 紧凑型固态双向信号开关
- 击穿电压, $V_{O(OFF)}$: 1500V @ $I_O = 0.25 \text{ mA}$
- 输出漏电流, $I_O < 1 \mu\text{A}$ @ $V_O = 1000\text{V}$



ACPL-C87B 精密光电隔离电压传感器

- 单位增益1 V/V, $\pm 0.5\%$ 高增益精度
- 1-G Ω 输入阻抗
- 0至2V标称输入范围

带ESS

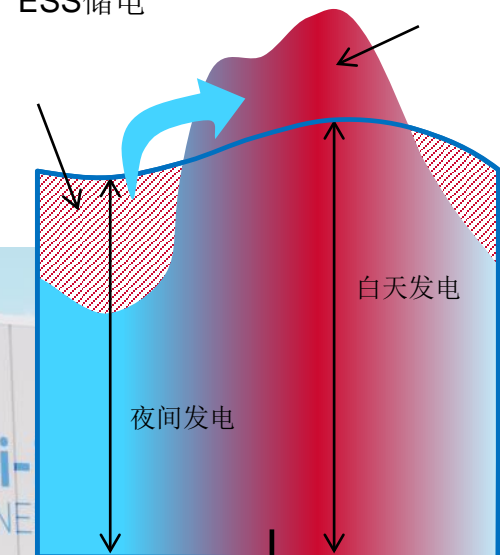
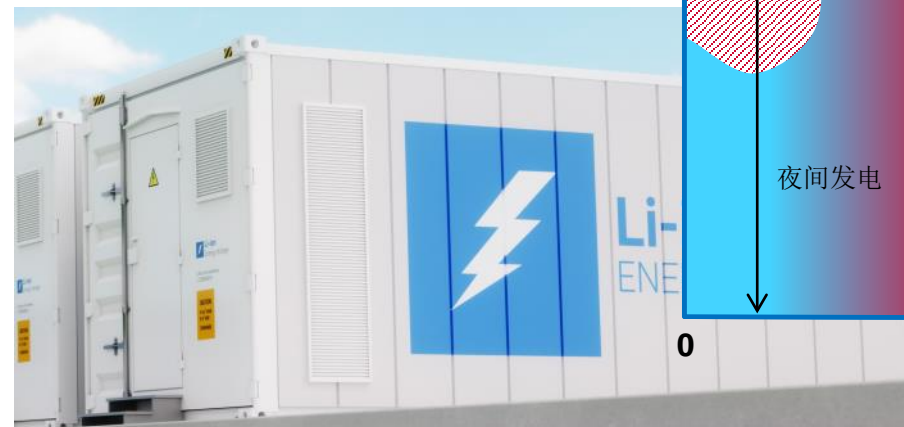
ESS供电

ESS储电

白天发电

夜间发电

0 12 24 小时

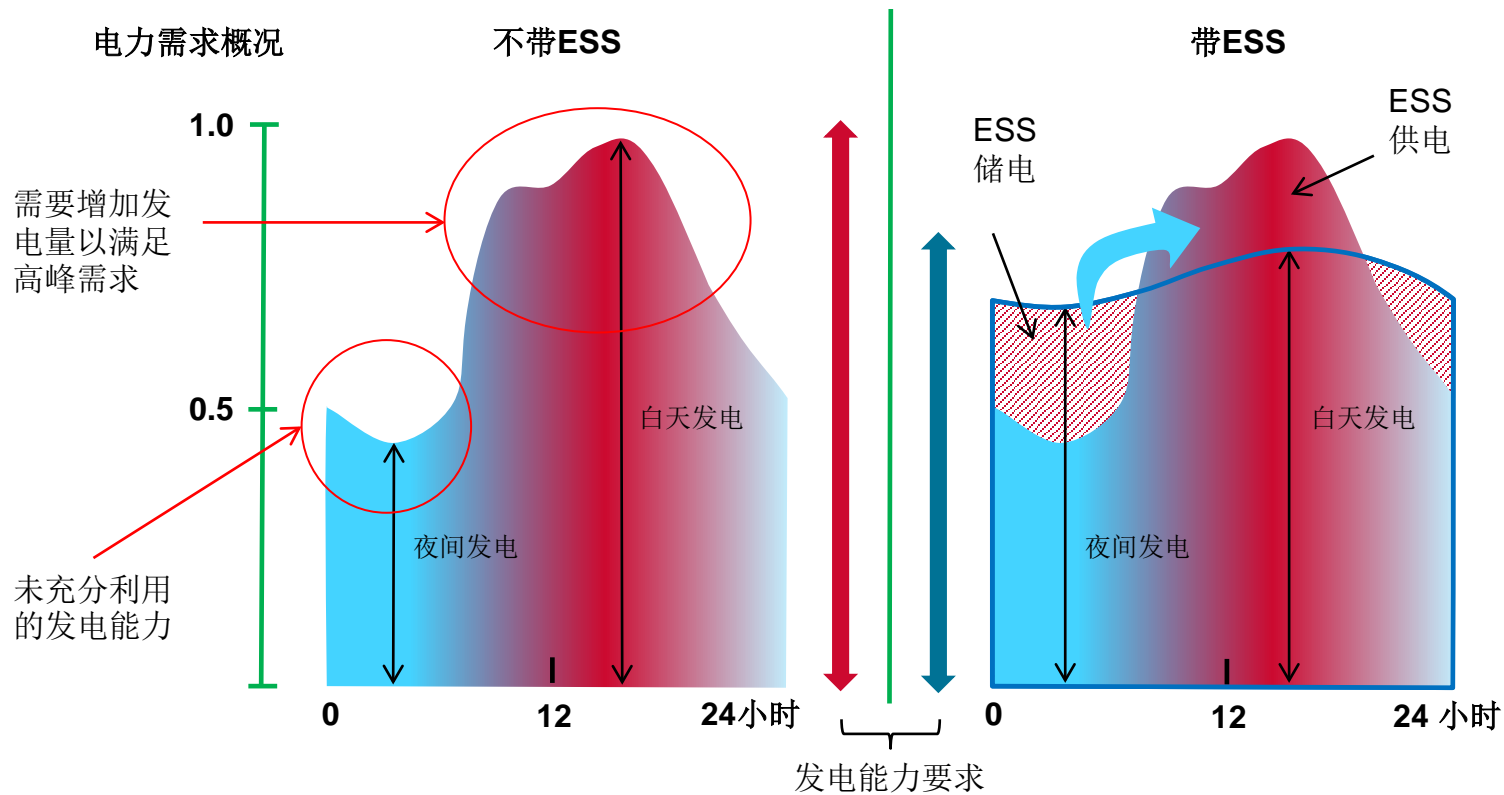


储能系统电池充电器



什么是储能系统（ESS）？

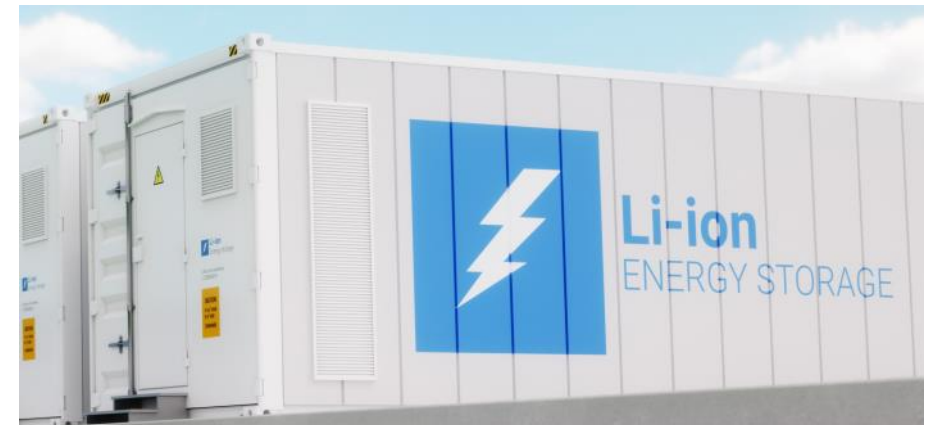
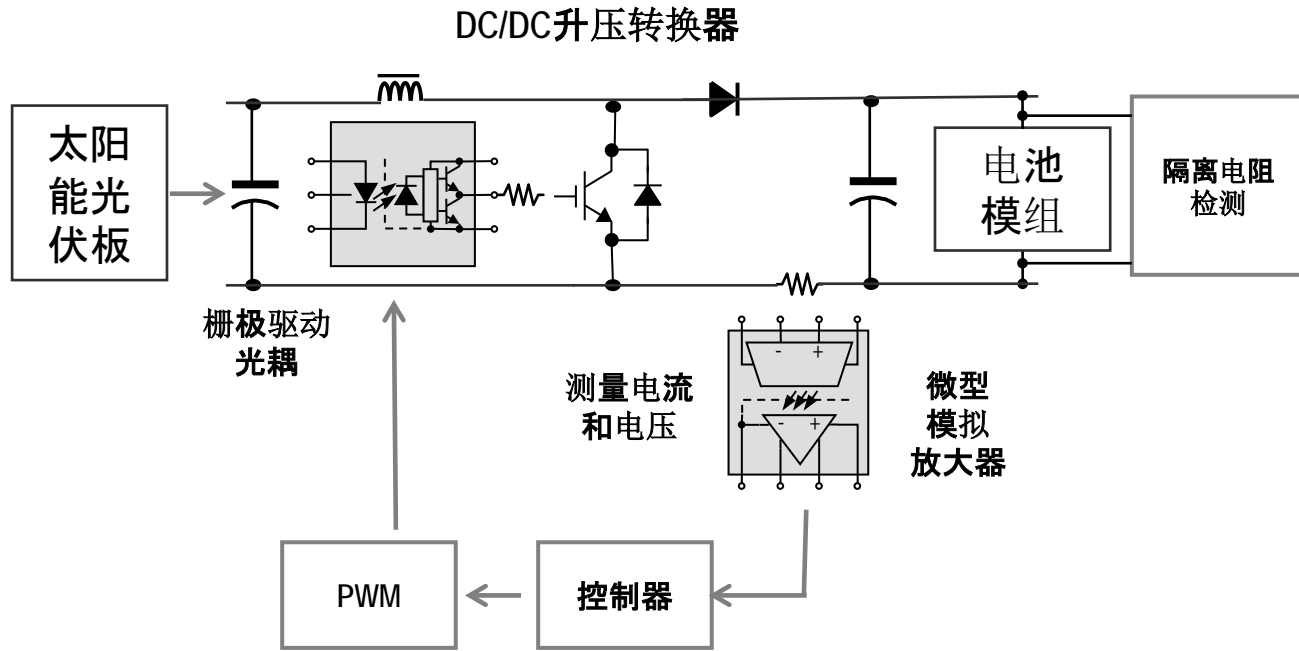
储能系统（**Energy Storage System**）是一种在电能需求低时存储电能、在需求高时反哺所存储电能的装置。它提升了发电厂的能效并稳定了电网运行。



ESS的市场推手

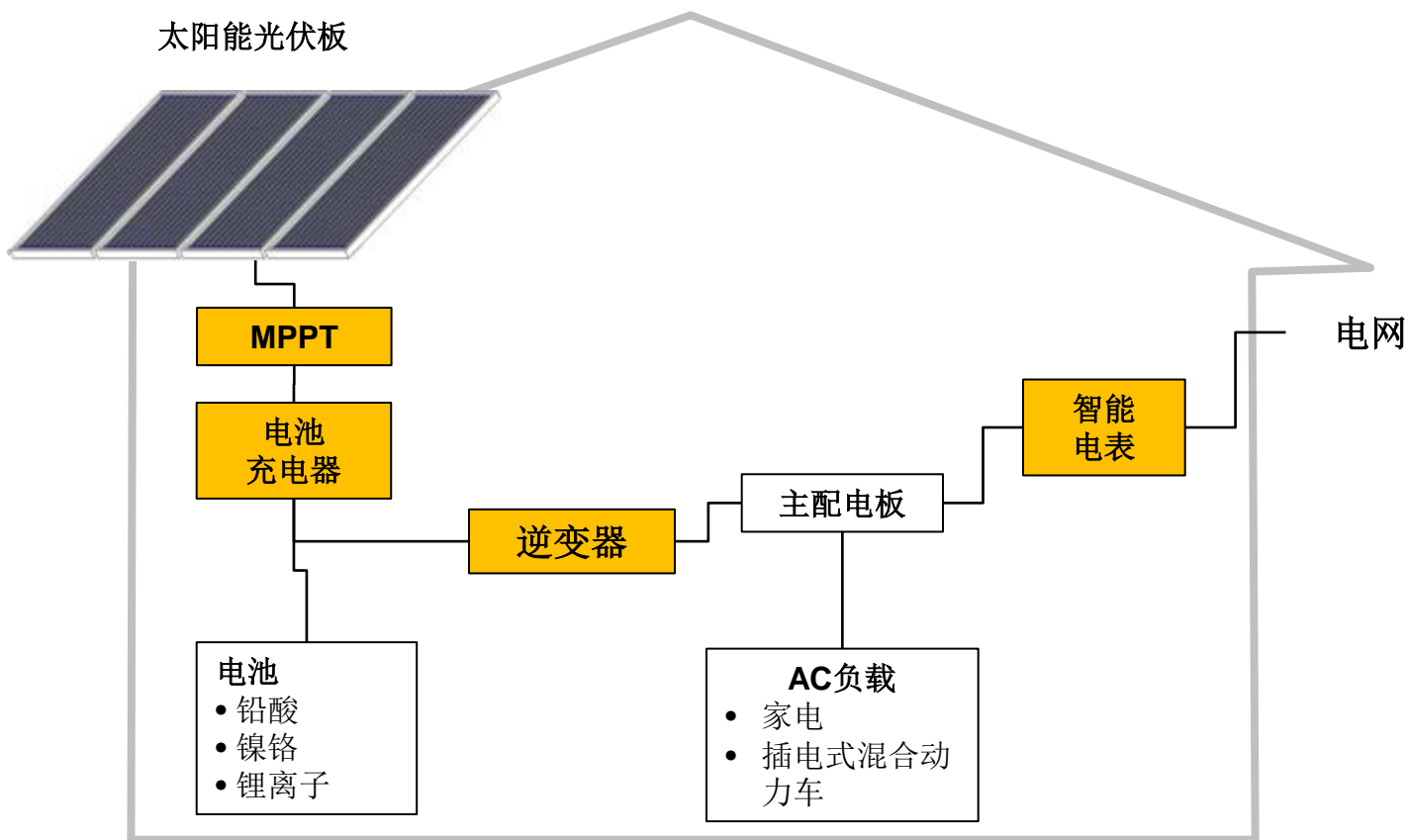
- 将可再生能源整合到电网中
- 将传统电网系统升级为智能电网
- 微电网
- 太阳能发电厂降低了白天的能耗

ESS 示例



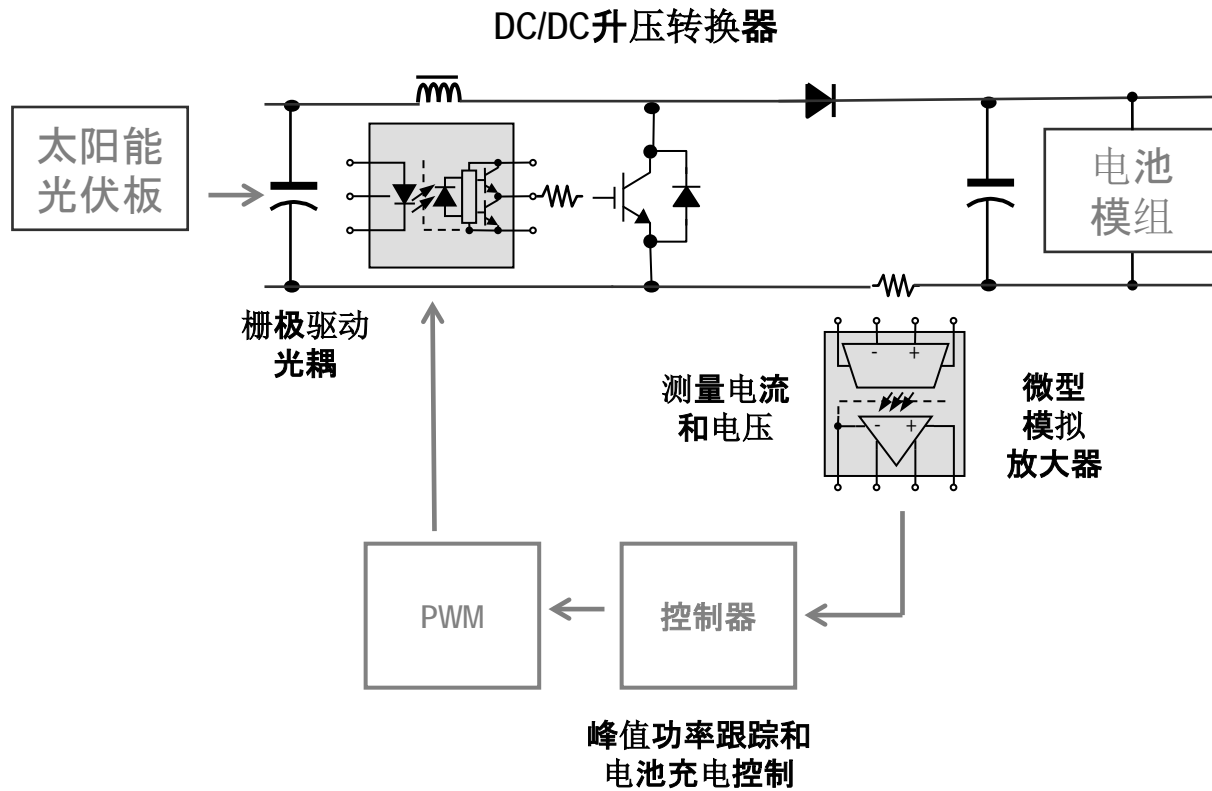
应用	推荐的光耦	特点与优势
栅极驱动	ACPL-W343 (IGBT 驱动器) ACPL-W346 (MOSFET 驱动器)	<ul style="list-style-type: none"> 更高的输出峰值电流, 轨到轨输出 更短的传播延迟 (Prop Delay)
	ACPL-336J/337J ACPL-339J ACPL-352J	<ul style="list-style-type: none"> 轨到轨输出, 主动米勒钳位 UVLO (欠压锁定) 和故障反馈 MOSFET缓冲器接口
电流/电压感测	ACPL-C79X ACPL-C87X	<ul style="list-style-type: none"> 更低的增益误差, 更低的非线性度 响应时间更快
IPM 接口	ACPL-M/P/W483 ACPL-M/P/W484	<ul style="list-style-type: none"> 更高速度 (10MBd) 更小的SS05封装

集成了光伏电源的家用ESS



- **特性**
- 光伏发电与电池ESS系统的组合。
- 主电源：电网。
- 可再生能源：光伏板-电池和逆变器-交流负载
- 如果光伏功率不足，即从电网补电
- 当电网掉电时，由光伏面板提供电能，并由电池电源补电

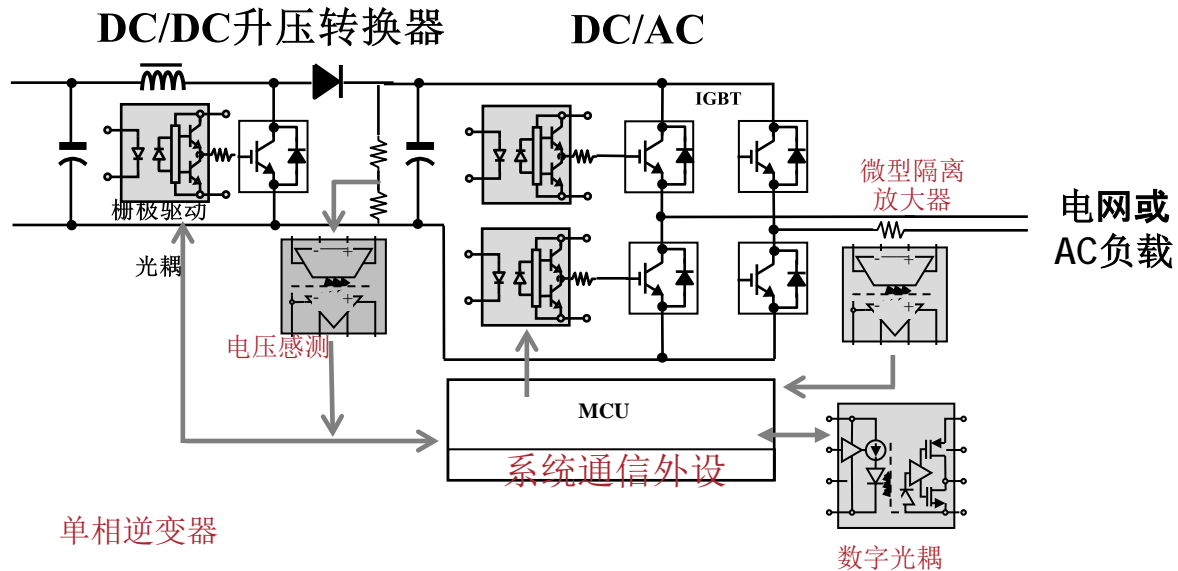
最大功率点跟踪（MPPT）、电池充电器框图



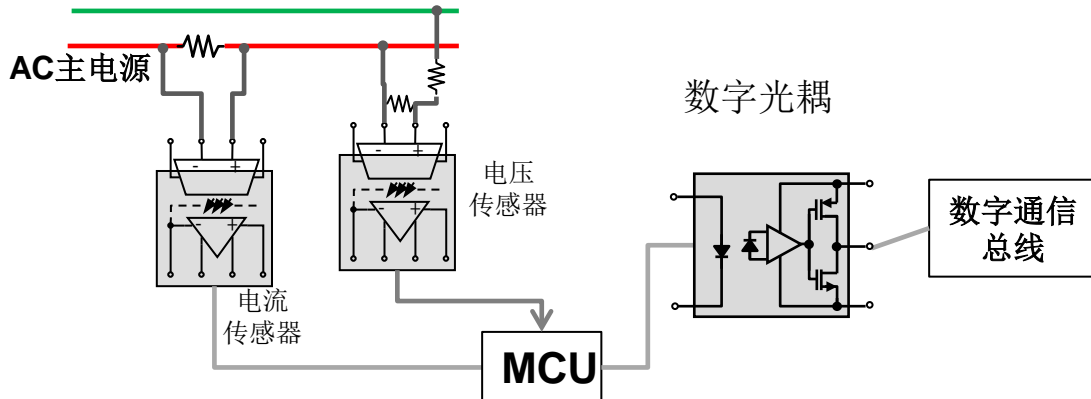
应用	推荐的光耦	特点和优势
栅极驱动	ACPL-W343 (IGBT 驱动器) ACPL-W346 (MOSFET 驱动器)	<ul style="list-style-type: none"> 更高的电流峰值输出 轨到轨输出 更短的传播延迟
	ACPL-336J/337J ACPL-339J ACPL-352J	<ul style="list-style-type: none"> 轨到轨输出 主动米勒钳位 UVLO和故障反馈 MOSFET 缓冲器接口
电流感测	ACPL-C79X ACPL-C87X	<ul style="list-style-type: none"> 更低的增益误差 更低的非线性 更高带宽 更快的响应时间 电压感测
IPM接口	ACPL-M/P/W483 ACPL-M/P/W484	<ul style="list-style-type: none"> 更高速率 (10MBd) 更小的SS05封装 更高的工作温度 轨到轨输出

示例逆变器、智能电表框图

• 示例逆变器



• 智能电表示例



应用	推荐的光耦	特点和优势
栅极驱动	ACPL-W343 (IGBT 驱动器) ACPL-W346 (MOSFET 驱动器)	<ul style="list-style-type: none"> 更高的输出峰值电流 轨到轨输出 更短的传播延迟
	ACPL-336J/337J ACPL-339J ACPL-352J	<ul style="list-style-type: none"> 轨到轨输出 主动米勒钳位 UVLO和故障反馈 MOSFET 缓冲器接口
电流感测 电压感测	ACPL-C79X ACPL-C87X	<ul style="list-style-type: none"> 更低的增益误差 更低的非线性 更高带宽 更快的响应时间 电压感测
IPM接口	ACPL-M/P/W483 ACPL-M/P/W484	<ul style="list-style-type: none"> 更高速率 (10MBd) 更小的SS05封装 更高的工作温度 轨到轨输出
数字通信	ACPL-M61L ACPL-W61L ACPL-064L ACPL-K64L	<ul style="list-style-type: none"> 超低功耗 直接替代 更小封装实现更高隔离电压

工业光伏驱动器- ACPL-K308U

主要特点

- 工作温度 T_A ：-40°C 到 125°C
 - 短路电流 (typ)： $I_{SC} = 60\mu A @ I_F=10mA$
 - 开路电压 (typ)： $V_{OC} = 8.2V @ I_F=10mA$
 - 关止时间 (typ)： $T_{OFF} = 0.016ms @ C_L = 1nF$
 - 导通时间 (typ)： $T_{ON} = 0.058ms @ C_L = 1nF$
- 封装：SSO-8
 - 爬电距离和间隙 $\geq 8mm$
 - $V_{ISO} = 5kV_{RMS}$ (UL 1分钟额定值)
 - 工作电压= 1140V $_{PEAK}$ (加强)

优势

- 高输出电流允许更快地导通MOSFET栅极
- 可针对各种高压MOSFET进行配置

应用

- 固态继电器模块
- 浪涌电流防范
- 电池系统隔离电阻测试； 太阳能光伏逆变器、电动汽车充电系统、电机绕组隔离



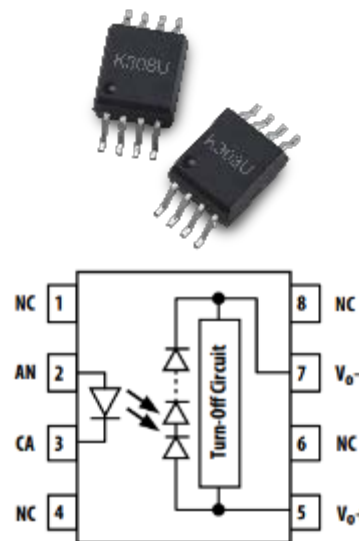
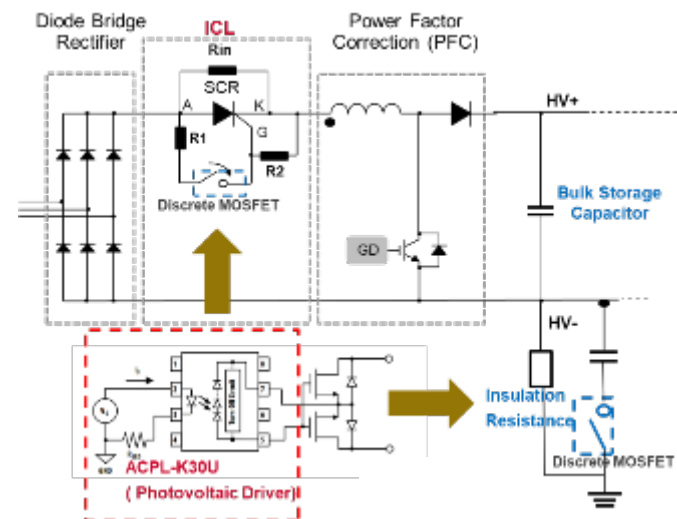
最初产品 (Preliminary)

2020年第三季度产品发布

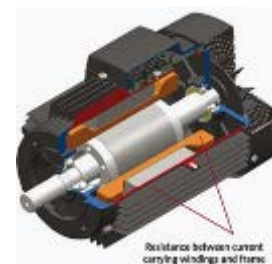
目前可提供样品

应用

浪涌电流限制器



隔离电阻测试



工业控制与工厂自动化



测试与测量设备



用于快速功率开关（SiC/GaN）的MOSFET栅极驱动器

- 宽带隙MOSFET（SiC和GaN）由于具有更高能效，而越来越多地用于高功率开关。
- 由于较高的开关频率，SiC和GaN对时序和共模瞬态抗扰度（CMTI）性能有更严格的要求。以下栅极驱动器专用于此类应用。

用于SiC/GaN MOSFET的基本栅极驱动器

器件型号	输出	tP (最大)	CMTI (最小)	V _{CC} 范围	封装类型
ACPL-P/W345	1A	120ns	100kV/μs	10-20V (<10V UVLO)	SSO6
ACPL-P/W346	2.5A	120ns	100kV/μs	10-20V (<10V UVLO)	SSO6
ACPL-P/W347	1A	110ns	100kV/μs	15-30V (<15V UVLO)	SSO6
ACPL-P/W349	2.5A	110ns	100kV/μs	15-30V (<15V UVLO)	SSO6



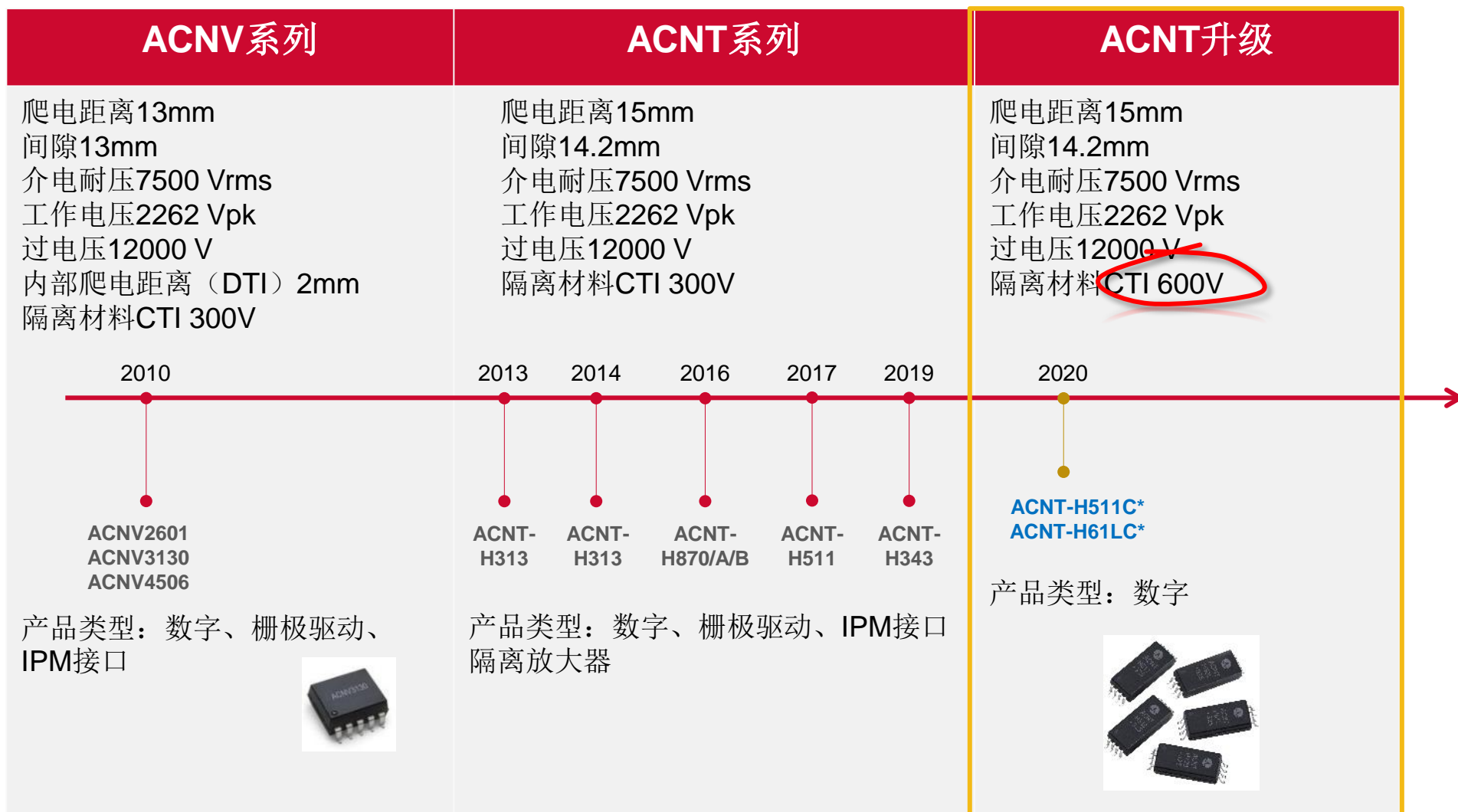
用于SiC/GaN/IGBT的智能栅极驱动器

器件型号	输出	tP (最大)	CMTI (最小)	V _{CC} 范围	其它特性
ACPL-352J	5A	150ns	100kV/μs	15-30V (<15V UVLO)	米勒钳位、双输出、故障反馈



- ACPL-352J适用于某些不能承受负栅极电压的SiC开关。米勒钳位功能可确保其保持关闭状态。
- ACPL-352J还具有足够的通用性，可同时驱动IGBT和SiC/GaN。这使其适用于整合了SiC和IGBT的混合功率模块。

高工作电压和宽爬电距离产品路线图



*许有变更

ACNT光耦系列

- 业界隔离电压最高的光耦，爬电距离为15mm



2,262 V_{PK}绝缘电压、12,000 V_{PK}瞬态过电压

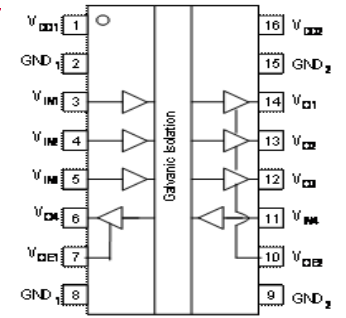
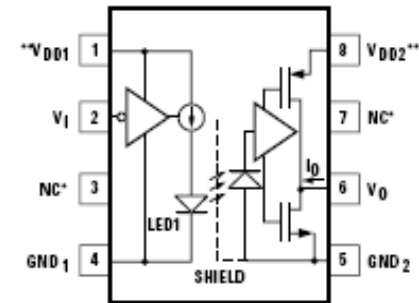
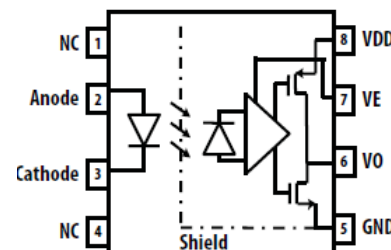
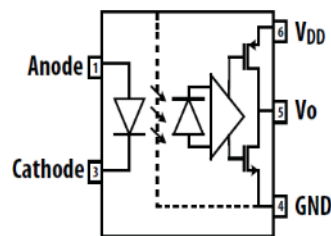
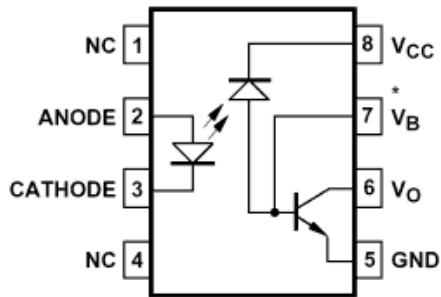
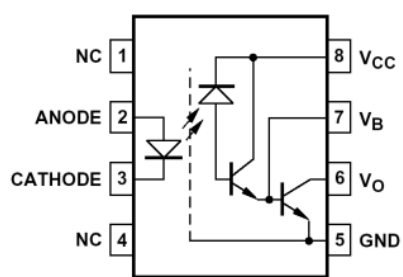
- 紧凑型SO封装中的高压隔离
- 高效
- 低功耗
- 优异的噪声抑制



光耦	用途
ACNT-H870/H87A/H87B	隔离电压传感器
ACNT-H50L/H511/ H511C 	低速模拟光耦，用于隔离反馈或/和低速数据通信
ACNT-H61L	10MBd低功耗数字光耦，用于隔离接口HV-LV控制或/和数据通信（现场总线、CAN、SPI）
ACNT-H313, ACNT-H343	用于IGBT/MOSFET的栅极驱动器
ACNT-H790/H79A/H79B	电流感测或隔离放大器

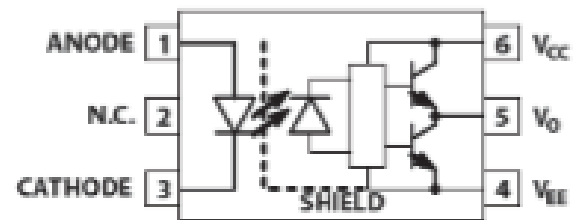
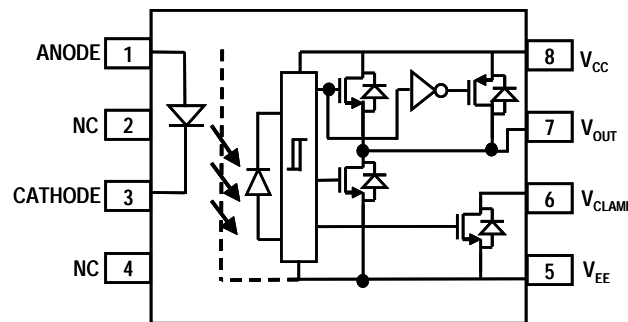
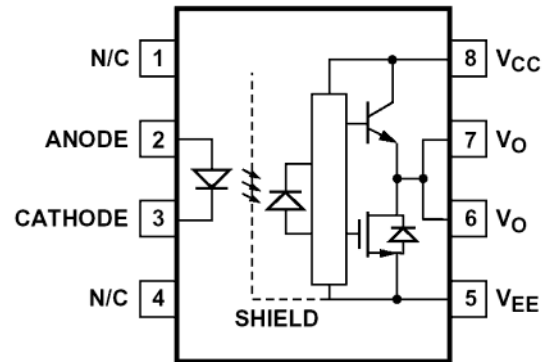
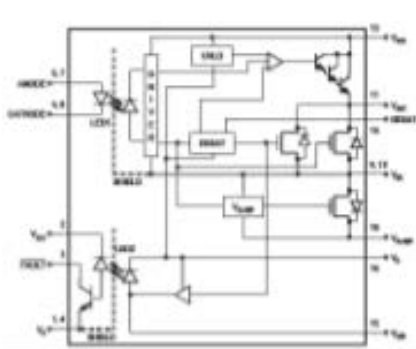
数字光耦/隔离器的主要特点

- 宽电源电压和温度-提供设计灵活性
- 高速。数字光耦高达50 MBd，数字隔离器高达100MBd
- 高共模抑制（**CMR**）可将信号与共模瞬态噪声隔离
- 低功耗
- 更高的集成度-多通道赋能小型和薄型封装，以节省空间；双向通道有助于PCB布线
- 提供多种输入/输出配置，以匹适大多数应用



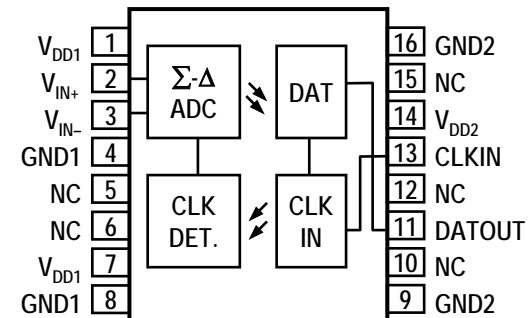
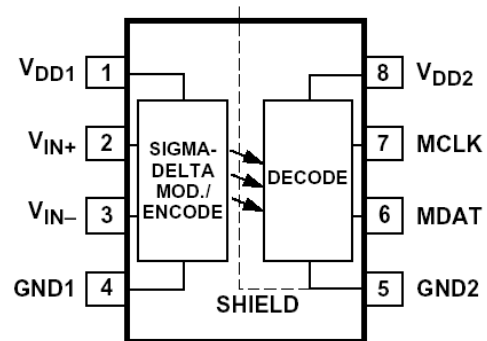
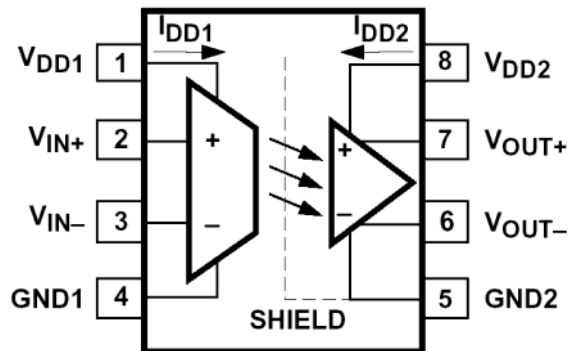
栅极驱动光耦的主要特点

- 高输出电流（高达**5A**），可实现快速可靠的栅极驱动
- 低传播延迟和高达**250kHz**的快速切换
- 高**CMR**，防止在嘈杂的环境中错误驱动
- 非常小的表贴封装，可节省成本
- 具有光学隔离的故障检测和反馈
- 低电源电流（**ICC**），可实现低功耗和自举操作
- 最高工作温度可达**125°C**



电流/电压感测关键功能

- 精确、稳定和准确的电流和电压监测
- 高达 $\pm 0.5\%$ 的高增益精度
- 高达200KHz的高带宽
- 高线性度
- 小至 $1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 的低温漂移
- 快速（1.6us响应时间）的短路检测
- 高CMR可以防止在嘈杂的环境中的错误感测



信息来源、销售和设计工具

- 选型目录: AV00-0254EN
 - Filo大小 (Filo-sized) 的选型指南: AV00-0263ZH
 - 设计师指南: 5989-0802CHCN
 - 规范指南: AV02-2041EN
 - 应用参考: AV00-0144EN
 - 表贴封装指南
 - 应用笔记
 - SPICE 模型
 - 视频库
 - 网络研讨会
 - 评估版
 - 博通在线和社交媒体
- http://www.broadcom.com/pages/en/optocouplers_plastic/



选型指南



表贴封装指南



评估板和参考设计



栅极驱动参考设计和评估板

- <https://www.broadcom.com/products/optocouplers/reference-design>



ACPL-352J Infineon 1200V IGBT4 EconoPIM3 **ACPL-337J** Infineon 600V IGBT3 EasyPIM IGBT **ACPL-352J** Vincotech H6.5 3-Level IGBT **ACPL-337J** Fuji EP2/EP3 IGBT模块 **ACPL-336J** Fuji PIM IGBT模块 **ACPL-339J** Fuji 4-in-1 3 Level IGBT模块 **ACPL-302J** Fuji M652 6-in-1 IGBT模块

- 栅极驱动评估板（请联系您的博通销售/FAE代表）



ACPL-352J

ACPL-339J

ACPL-302J

ACPL-336J/337J

ACPL-335J

ACNT-H343/H313

ACNU-3430

ACPL-P343/P346/P349

博通光耦选型指南和评估板

- 博通光耦网站:

- www.broadcom.com/products/optocouplers

- 博通光电隔离和光学传感器产品选型指南
<https://docs.broadcom.com/docs/AV00-0254EN>



- **ACPL-352J**评估板用户指南

- <https://docs.broadcom.com/docs/pub-005829>



- **ACPL-W349**评估板用户指南

- <https://docs.broadcom.com/docs/AV02-4749EN>



联系博通销售办公室以获取评估板和所售工具:

https://www.broadcom.com/contact/locations_list.php#salesoffices

- **ACPL-C79X**评估板用户指南

- <https://docs.broadcom.com/docs/AV02-2502EN>



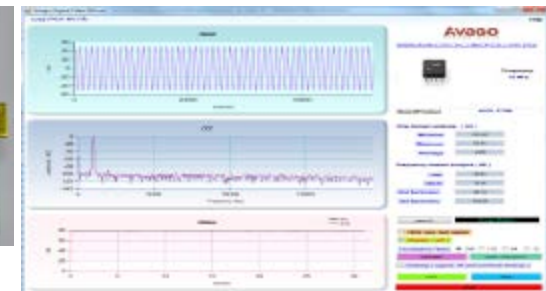
- **ACPL-C87A**评估板用户指南

- <https://docs.broadcom.com/docs/AV02-4293EN>



- **ACPL-C799 Xilinx FPGA**评估板用户指南

- <https://docs.broadcom.com/docs/pub-005678>



谢谢!

