

ST所提供的 EV充电系统： 车载充电器（OBC）

- **EV市场展望**

- 概述

- **EV充电基础知识**

- EV充电解决方案

- AC充电解决方案

- **OBC电源架构**

- 主模块框图

- (3ph + N) 输入：模块化方法

- PFC阶段

- PFC拓扑 vs P_{out}

- 交错升压

- 半无桥

- Totem pole

- Vienna原始 (3ph)

- Vienna修改 (3ph)

- DC-DC级

- DC-DC拓扑 vs P_{out}

- 全桥LLC

- 全桥PS

- 3级半桥LLC

- 辅助电源

- 拓扑 vs P_{out}

- 反激

- **建议用于OBC的ST产品**

- 硅功率MOSFET

- 碳化硅功率MOSFET

- 整流器

- SCR用于浪涌电流限制器

- IGBT

- 微控制器

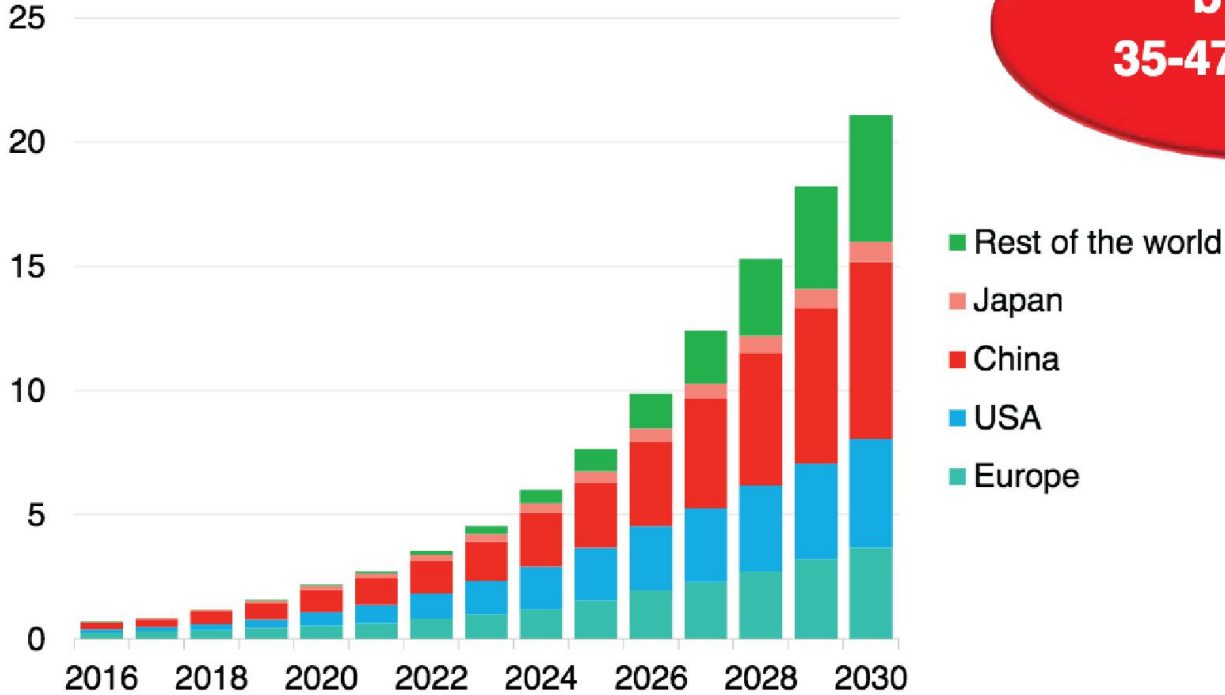
- 栅极驱动器

- 保护

The Rise of Electric Cars

BNEF sees more than 20 million sales by 2030

Millions



EV penetration by 2040
35-47% of new cars

来源：彭博新能源财经（BNEF），2017年4月25日



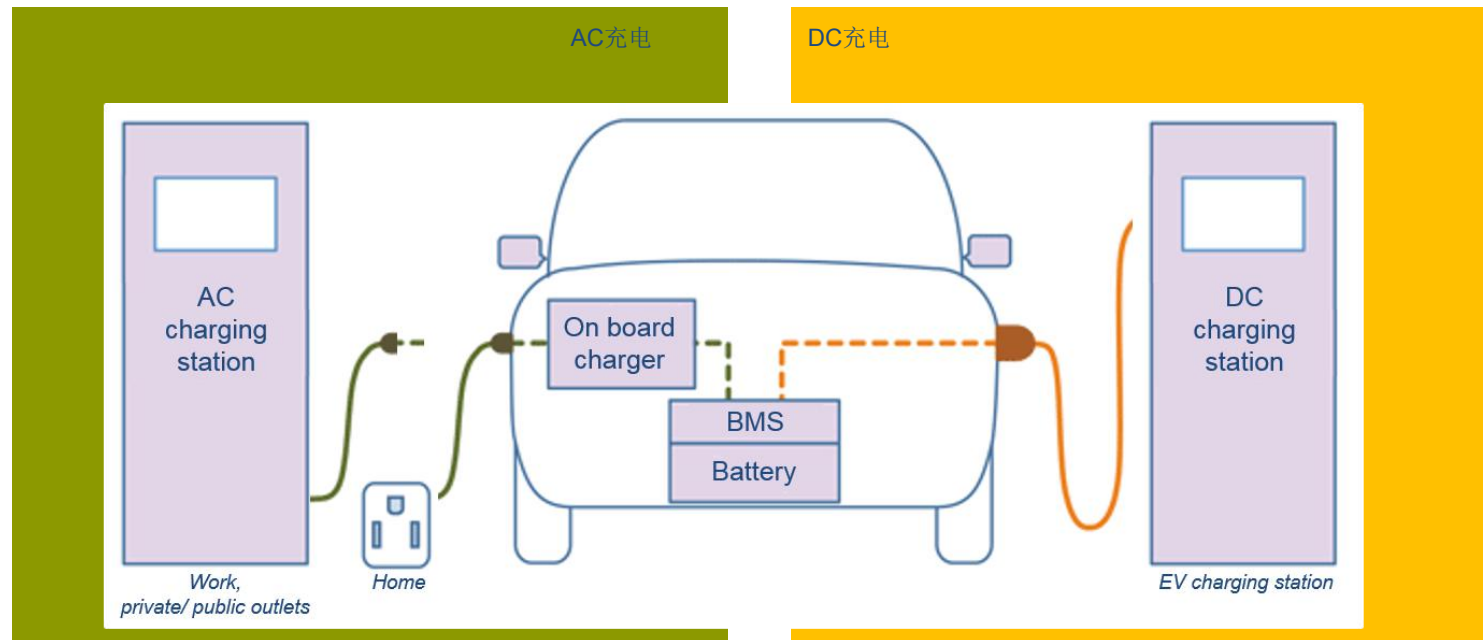
EV充电解决方案

AC充电

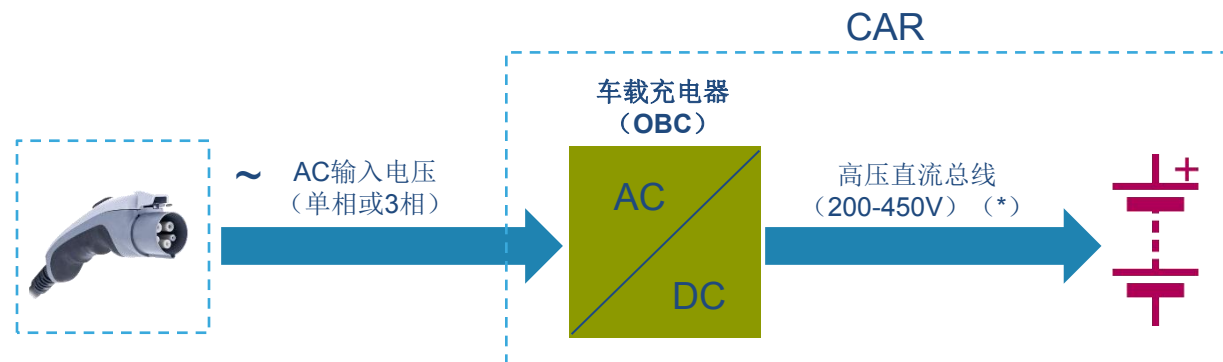
- 每辆车都有一个车载充电器（OBC）
- 在家庭、工作、私人/公共插座上充电
- 最大公共电源充电电平 @ AC充电站
 - 7.2kW（32A单相），22kW（三相）
- 充电时间：
 - 对于AC充电站 7.2kW@32A，为3-4小时

DC充电

- 适用于短暂停留和大量充电（例如，长途旅行）
- 充电电量 $\geq 50\text{kW} @ \geq 100\text{A}$
- 充电 @ EV充电站
- 对于80%充电，充电时间通常需要30-60分钟



AC充电解决方案 - 概述



车载充电器 (OBC) - 主要特点

- OBC是一个由 (PFC + 隔离DC-DC) 主级组成的AC-DC转换器
- 功率水平可达22kW
- 输入电压
 - EU: $230 V_{ac}$ 或 $400 V_{ac}$
 - US: $120V_{ac}$ 或 $240 V_{ac}$
- 电压输出范围: $200V_{DC}$ - $450V_{DC}$
- 高效率
- 需要AEC-Q101功率分立器件
- AEC-Q100集成电路需要为
- 最小尺寸

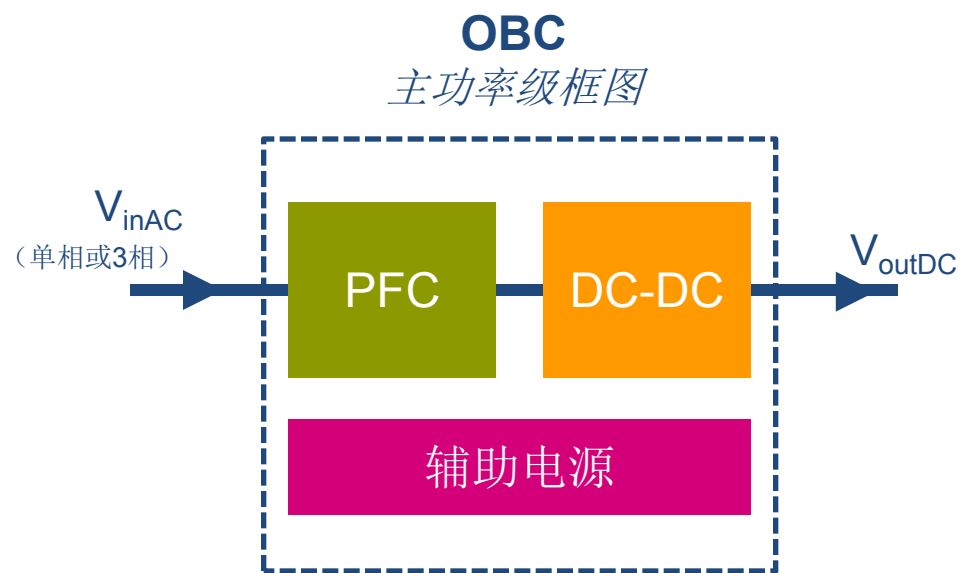


(*) 目前最常用的高压DC总线值

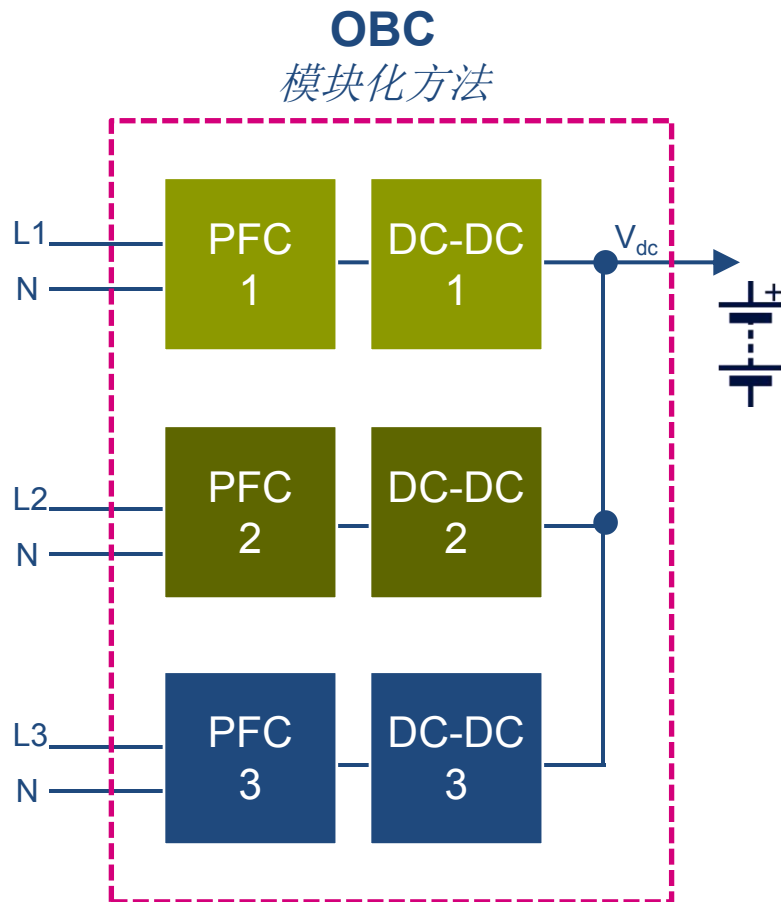


OBC 电源架构

主模块框图



(3ph + Neutral) 输入：模块化方法



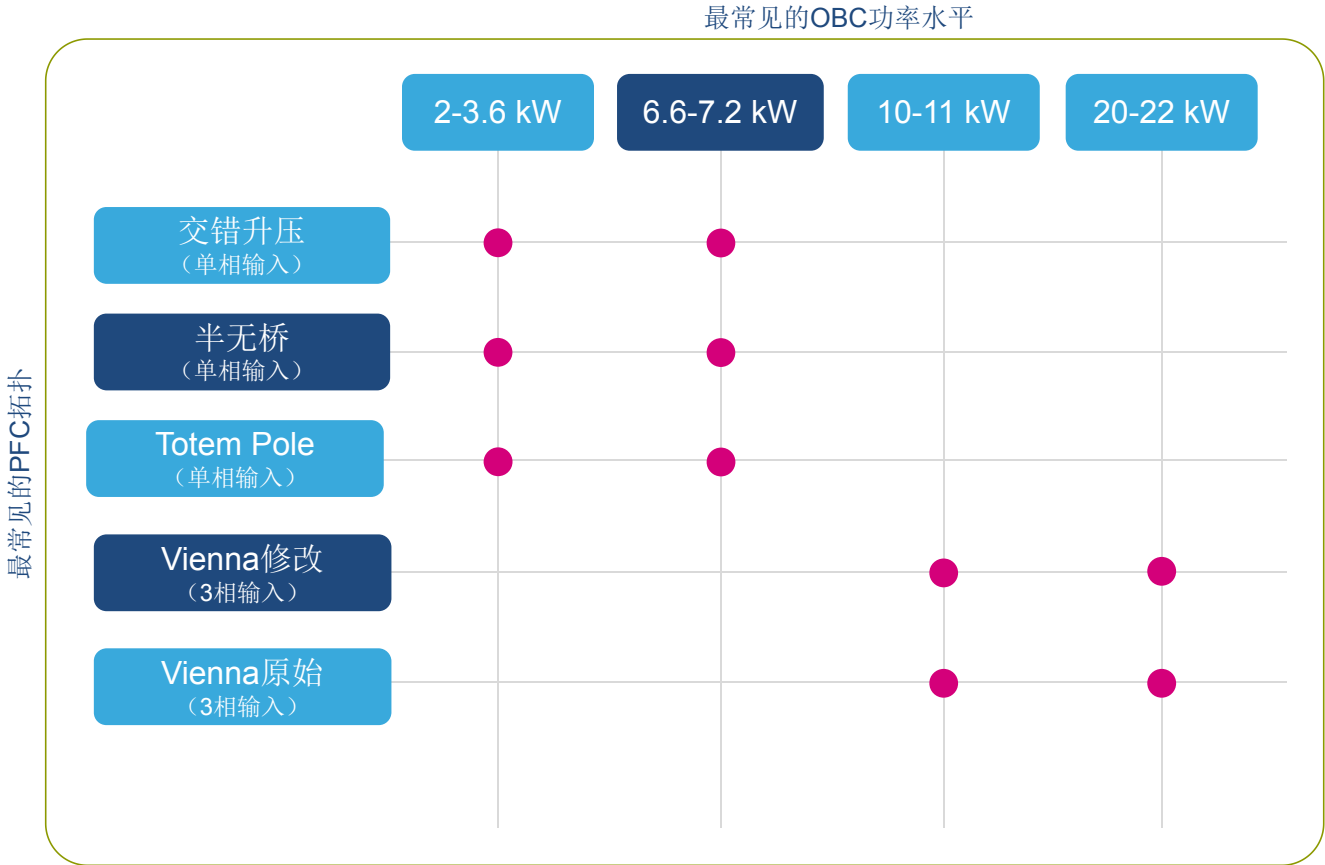
3x (相位到中性) 供电优势

模块化方法 3x (PFC + DC-DC) 模块具有共同输入, 可实现:

- **简单的系统实现**
非常容易从单相解决方案修改为3相供电解决方案。
3相中的每一相都可采用典型单相拓扑。
- **系统可靠性更高**
即便一个或多个模块发生故障, 仍能保证充电功能
- **更高的系统效率**
对于部分加载请求, 三个模块中仅有一些是接通的



PFC拓扑 与输出功率



OBC电源架构

PFC: 交错升压

- ▶ = 2 - 3.6 kW
- ▶ = 6.6 - 7.2 kW

600V超高速二极管

- STTH16L06C-Y (▶▶)
- STTH30L06-Y (▶▶)

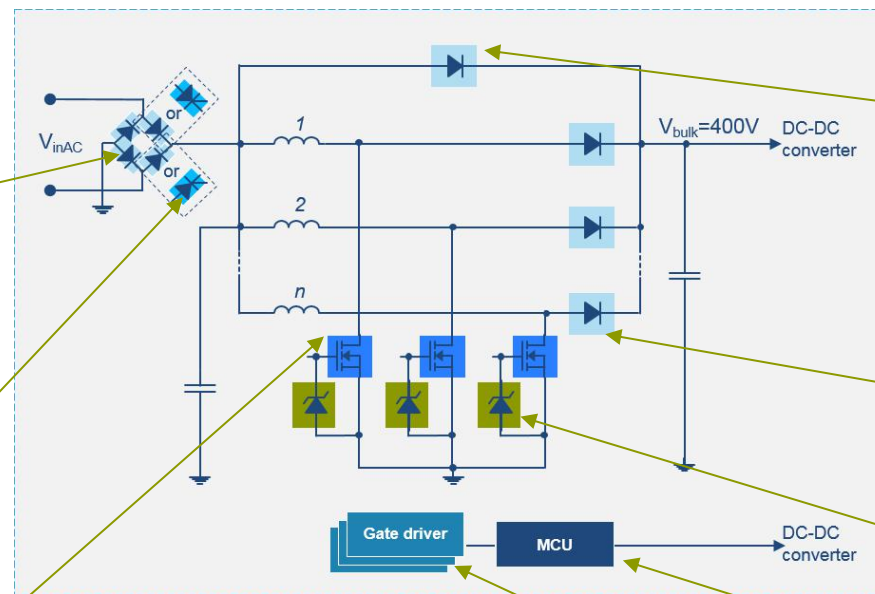
1200V桥二极管

- STBR3012-Y (▶▶)
- STBR6012-Y (▶)

SCR (*)

- TN3050H-12Y (▶▶)
- TN5050H-12Y (▶)

(*) SCR选项可代替继电器的浪涌电流限制



旁路二极管

600V超高速二极管

- STTH30L06-Y (▶▶)

1200V二极管

- STBR3012-Y (▶▶)
- STBR6012-Y (▶)

650V SiC二极管

- STPSC12065-Y (▶▶)
- STPSC20065-Y (▶▶)
- STPSC40065C-Y (▶)

400W TVS保护

- SM4TY (▶▶)

650V功率MOSFET M5系列

- STB43N65M5 (▶▶)
- STW62N65M5 (▶▶)
- STW78N65M5 (▶▶)

650V功率MOSFET SiC 技术

- SCTH35N65G2V-7AG (°°) (▶)

650V IGBT HB系列

- STGB30H65FB (°) (▶)

电流隔离栅极驱动器

- STGAP1AS (▶▶)

汽车级MCU

- SPC58 E产品线 (▶▶)
- SPC58 N产品线 (°°°) (▶▶)
- SPC57 K产品线 (▶▶)



OBC电源架构

PFC: 半无桥

- ▶ = 2 - 3.6 kW
- ▶ = 6.6 - 7.2 kW

1200V半桥二极管

- STBR3012-Y (▶▶)
- STBR6012-Y (▶)

650V功率MOSFET M5系列

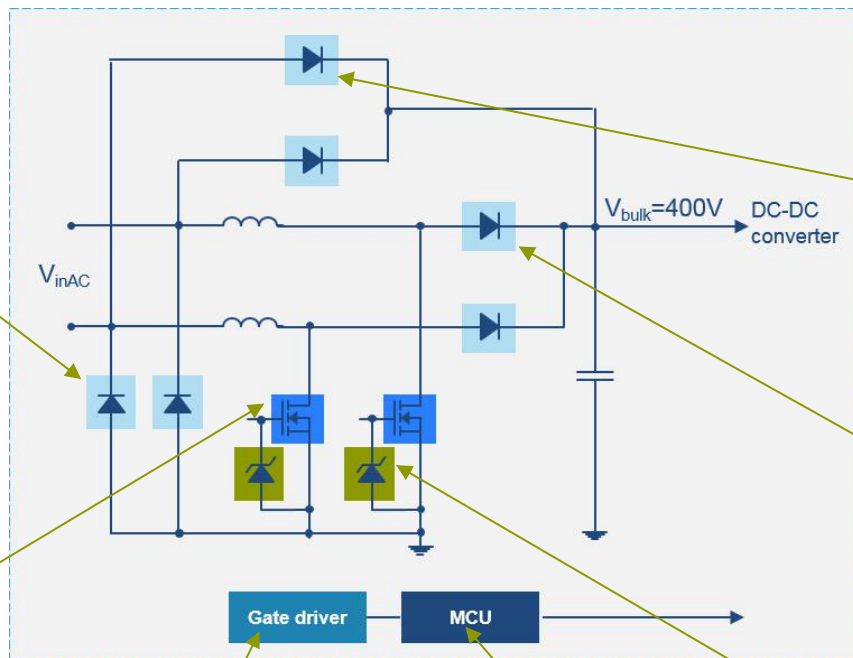
- STB43N65M5 (▶▶)
- STW62N65M5 (▶▶)
- STW78N65M5 (▶▶)

650V功率MOSFET SiC 技术

- SCTH35N65G2V-7AG (°°)
- (▶)

650V IGBT HB系列

- STGB30H65FB (°) (▶▶)



旁路二极管

600V超高速二极管

- STTH30L06-Y (▶▶)

1200V二极管

- STBR3012-Y (▶▶)
- STBR6012-Y (▶)

650V SiC二极管

- STPSC12065-Y (▶)
- STPSC20065-Y (▶▶)
- STPSC20H065C-Y (▶)
- STPSC40065C-Y (▶)

电流隔离栅极驱动器

- STGAP1AS (▶▶)

汽车级MCU

- SPC58 E产品线 (▶▶)
- SPC58 N产品线 (°°) (▶▶)
- SPC57 K产品线 (▶▶)

400W TVS保护

- SM4TY (▶▶)



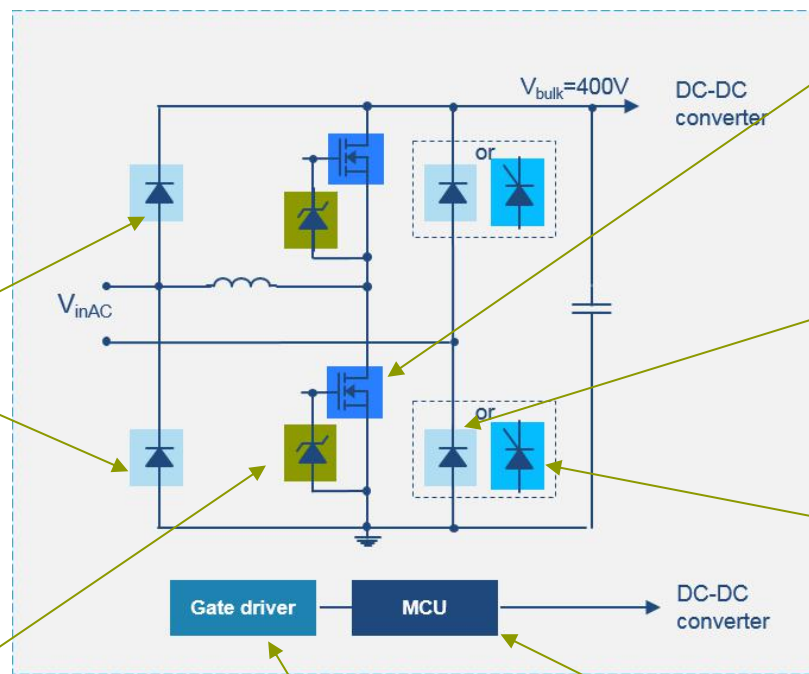
OBC电源架构

Totem pole

- ▶ = 2 - 3.6 kW
- ▶ = 6.6 - 7.2 kW

- 600V超高速二极管**
 •STTH30L06-Y (▶▶)
- 1200V二极管**
 •STBR3012-Y (▶▶)
 •STBR6012-Y (▶▶)

旁路二极管



- 650V功率MOSFET**
SiC 技术
 •SCTH35N65G2V-7AG (°)
 (▶▶)

- 600V超高速二极管**
 •STTH30L06-Y (▶▶)
- 1200V二极管**
 •STBR3012-Y (▶▶)
 •STBR6012-Y (▶▶)

- SCR (*)**
 •TN3050H-12WY (▶▶)
 •TN5050H-12WY (▶▶)
- (*) SCR选项可代替继电器的浪涌电流限制

- 400W TVS保护**
 •SM4TY (▶▶)

- HB栅极驱动器**
 •A6387 (▶▶)

- 电流隔离栅极驱动器**
 •STGAP1AS (▶▶)

- 汽车级MCU**
 •SPC58 E产品线 (▶▶)
 •SPC58 N产品线 (°°) (▶▶)
 •SPC57 K产品线 (▶▶)



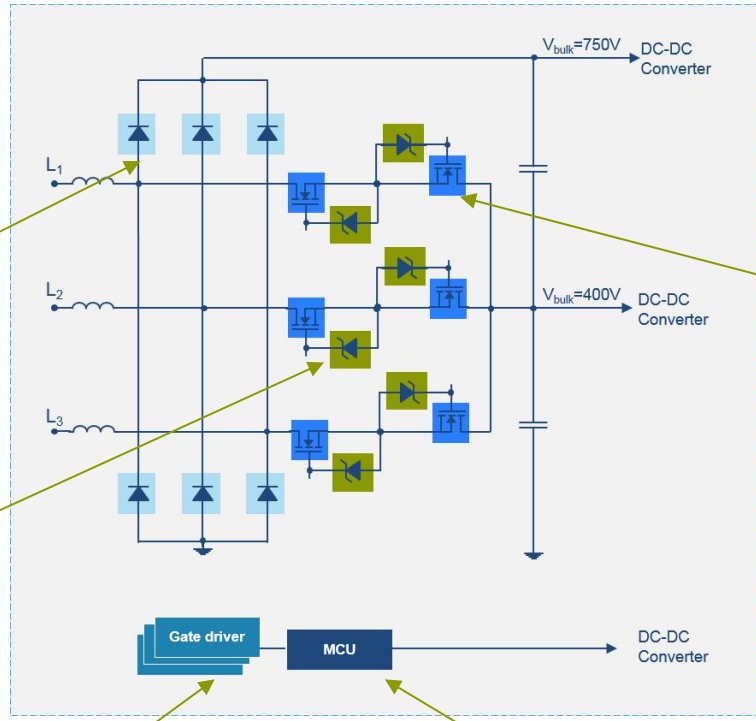
OBC电源架构

Vienna原始 (3相)

- ▶ = 10 - 11 kW
- ▶ = 20 - 22 kW

- 1200V SiC二极管**
- STPSC10H12-Y (▶)
 - STPSC15H12-Y (▶)
 - STPSC20H12-Y (▶▶)

- 400W TVS保护**
- SM4TY (▶▶)



- 650V功率MOSFET M5系列**
- STW62N65M5 (▶▶)
 - STW78N65M5 (▶▶)
- 650V功率MOSFET SiC 技术**
- SCTH35N65G2V-7AG (°)

- HB栅极驱动器**
- A6387 (▶▶)
- 电流隔离栅极驱动器**
- STGAP1AS (▶▶)

- 汽车级MCU**
- SPC58 E产品线 (▶▶)
 - SPC58 N产品线 (°) (▶▶)
 - SPC57 K产品线 (▶▶)

(°) 2017年第4季度可提供样品 (°) 可根据需要提供样品



OBC电源架构

Vienna修改 (3相)

- ▶ = 10 - 11 kW
- ▶ = 20 - 22 kW

600V超高速二极管

- STTH30L06-Y (▶▶)

1200V二极管

- STBR3012-Y (▶▶)
- STBR6012-Y (▶▶)

SCR (*)

- TN3050H-12Y (▶▶)
- TN5050H-12Y (▶▶)

(*) SCR选项可代替继电器的浪涌电流限制

400W TVS保护

- SM4TY (▶▶)

HB栅极驱动器

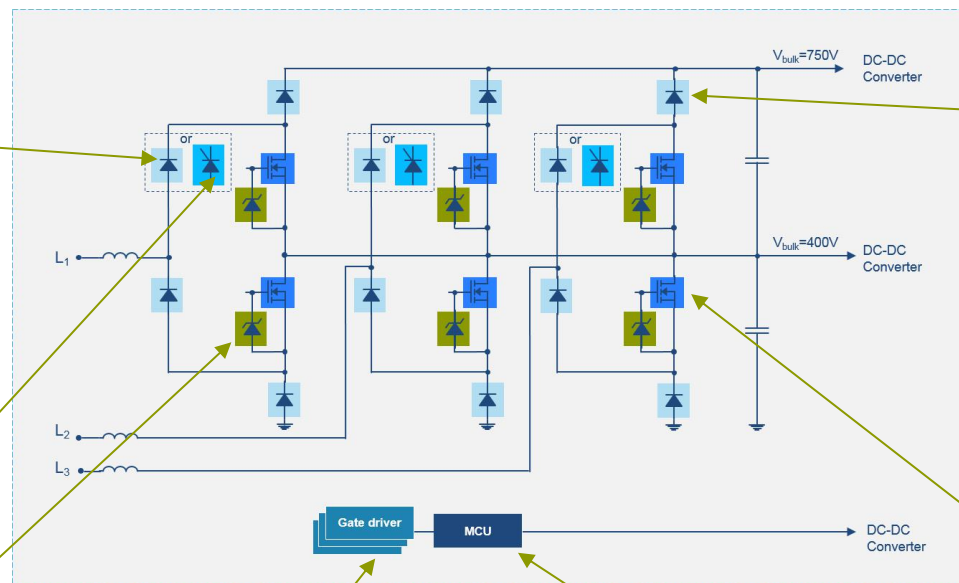
- A6387 (▶▶)

电流隔离栅极驱动器

- STGAP1AS (▶▶)

汽车级MCU

- SPC58 E产品线 (▶▶)
- SPC58 N产品线 (°) (▶▶)
- SPC57 K产品线 (▶▶)



650V SiC二极管

- STPSC12065-Y (▶▶)
- STPSC20065-Y (▶▶)
- STPSC20H065C-Y (▶▶)
- STPSC40065C-Y (▶▶)

600V超高速二极管

- STTH30ST06-Y (▶▶)

650V功率MOSFET M5系列

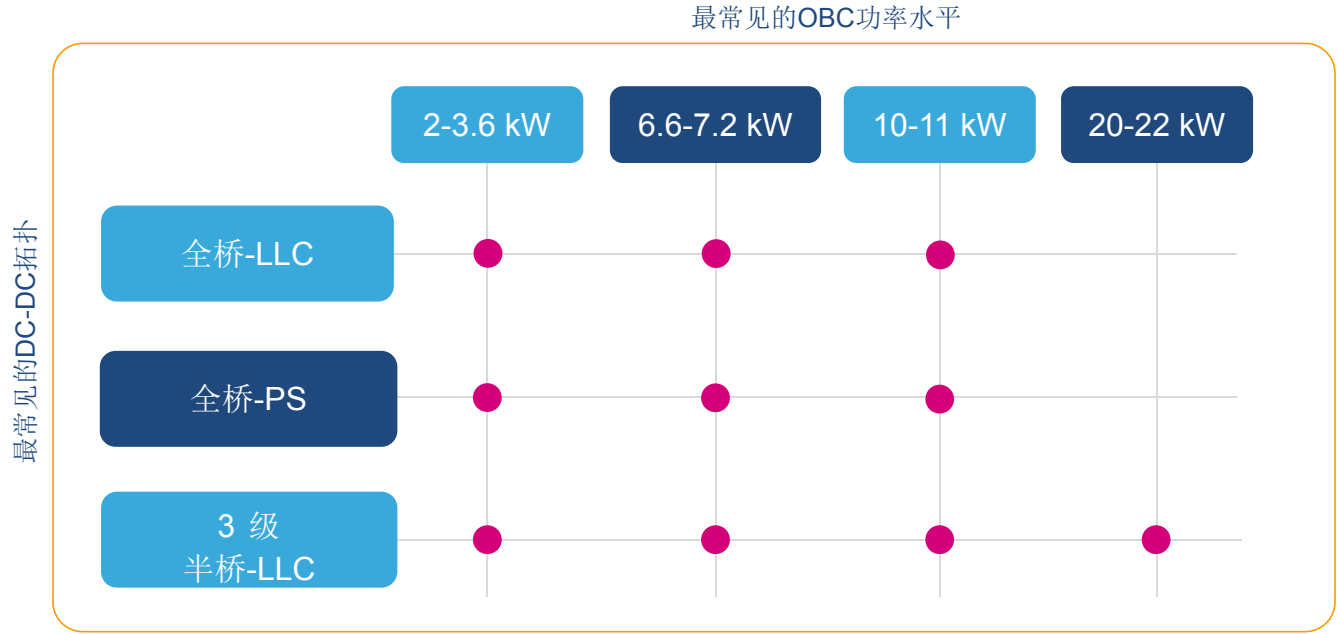
- STW62N65M5 (▶▶)
- STW78N65M5 (▶▶)

650V功率MOSFET SiC 技术

- SCTH35N65G2V-7AG (°) (▶▶)



DC-DC拓扑 与功率输出



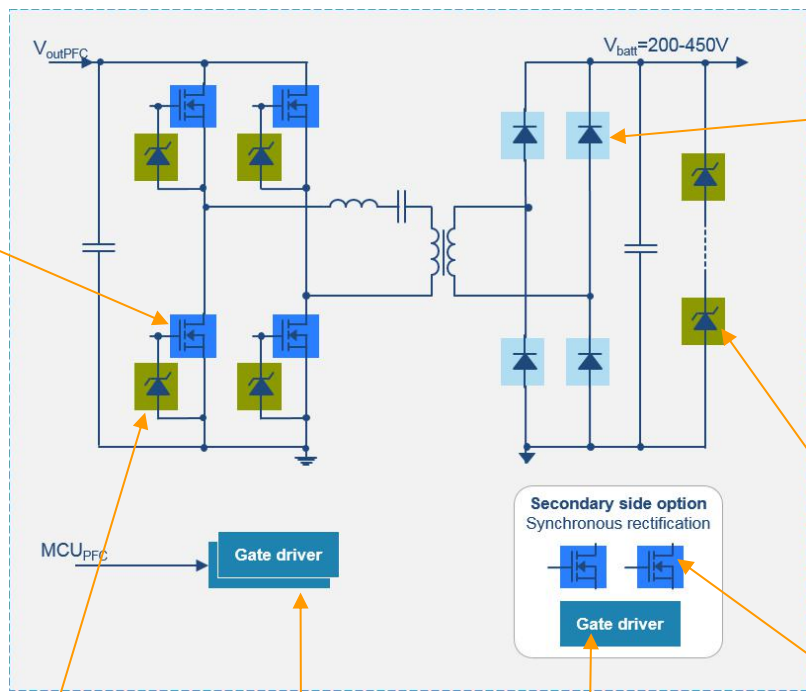
OBC电源架构

DC-DC: 全桥LLC

- ▶ = 2 - 3.6 kW
- ▶ = 6.6 - 7.2 kW
- ▶ = 10 - 11 kW

→ 600V/650V功率MOSFET DM2系列

- STW45N60DM2AG (▶▶)
- STW58N60DM2AG (▶▶▶)
- STW72N60DM2AG (▶▶▶)
- STWA50N65DM2AG (°) (▶▶▶)
- STWA58N65DM2AG (°) (▶▶▶)
- STWA65N65DM2AG (°) (▶▶▶)



- 600V超高速二极管**
 - STTH15RQ06-Y (▶▶)
 - STTH30RQ06-Y (▶▶▶▶)
- 650V SiC二极管**
 - STPSC12065-Y (▶▶)
 - STPSC12H065-Y (▶▶)
 - STPSC20065WY (▶▶▶▶)
 - STPSC20H065CWY (▶▶▶▶)

- 600W TVS保护**
 - SM6TY (▶▶▶▶)
- 3000W TVS保护**
 - SM30TY (▶▶▶▶)

- 400W TVS保护**
 - SM4TY (▶▶▶▶)

- HB栅极驱动器**
 - A6387 (▶▶▶▶)

- 电流隔离 栅极驱动器**
 - STGAP1AS (▶▶▶▶)

- 650V功率MOSFET SiC 技术**
 - SCTH35N65G2V-7AG (°) (▶▶▶▶)

(°) 可根据需要提供样品



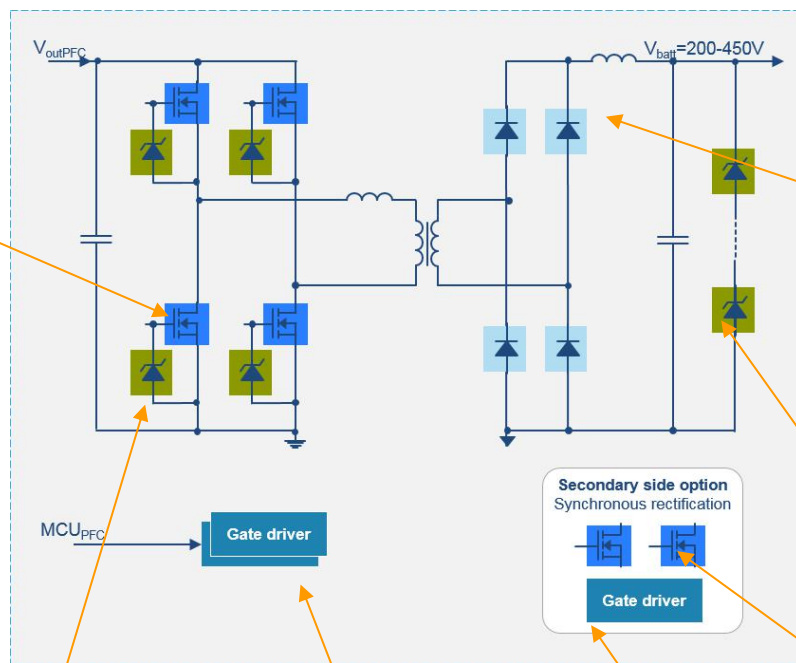
OBC电源架构

DC-DC: 全桥PS

- ▶ = 2 - 3.6 kW
- ▶ = 6.6 - 7.2 kW
- ▶ = 10 - 11 kW

→ 600V/650V功率MOSFET DM2系列

- STW45N60DM2AG (▶▶)
- STW58N60DM2AG (▶▶)
- STW72N60DM2AG (▶▶)
- STWA50N65DM2AG (°) (▶▶)
- STWA58N65DM2AG (°) (▶▶)
- STWA65N65DM2AG (°) (▶▶)



1200V SiC二极管

- STPSC10H12-Y (▶▶▶)
- STPSC15H12-Y (▶▶▶)
- STPSC20H12-Y (▶▶▶)

600W TVS保护

- SM6TY (▶▶▶)

3000W TVS保护

- SM30TY (▶▶▶)

400W TVS保护

- SM4TY (▶▶▶)

HB栅极驱动器

- A6387 (▶▶▶)

电流隔离

- STGAP1AS (▶▶▶)

栅极驱动器

650V功率MOSFET

SiC 技术

- SCTH35N65G2V-7AG (°) (▶▶▶)

(°) 可根据需要提供样品



DC-DC: 3级半桥LLC

- ▶ = 2 - 3.6 kW
- ◀ = 6.6 - 7.2 kW
- ▶ = 10 - 11 kW
- ▶ = 20 - 22 kW

→ 600V/650V功率MOSFET

DM2系列

- STW45N60DM2AG (▶▶)
- STW58N60DM2AG (▶▶▶)
- STW72N60DM2AG (▶▶▶)
- STWA50N65DM2AG (°) (▶▶)
- STWA58N65DM2AG (°) (▶▶▶)
- STWA65N65DM2AG (°) (▶▶▶)

600V超高速二极管

- STTH30ST06-Y (▶▶▶▶)
- STTH15RQ06-Y (°) (▶▶)
- STTH30RQ06-Y (°) (▶▶▶▶)

400W TVS保护

- SM4TY (▶▶▶▶)

HB栅极驱动器

- A6387 (▶▶▶▶)

电流隔离

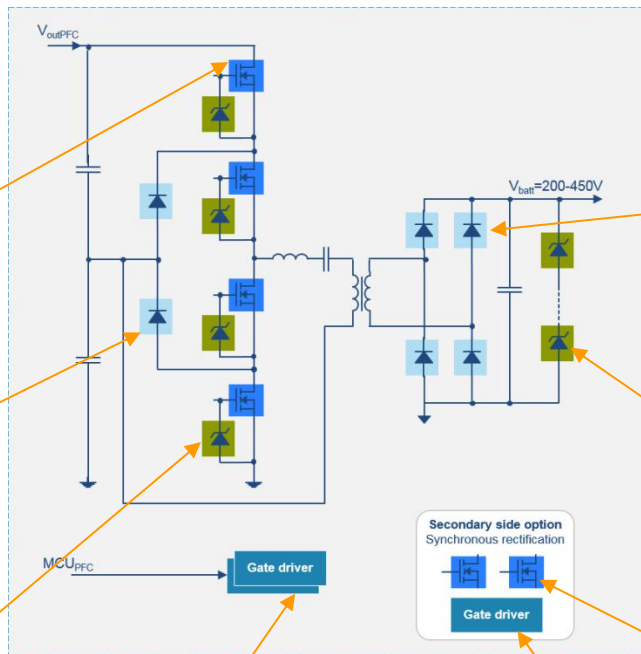
- STGAP1AS (▶▶▶▶)

栅极驱动器

650V功率MOSFET

SiC 技术

- SCTH35N65G2V-7AG (°) (▶▶▶▶)



600V超高速二极管

- STTH15RQ06-Y (▶)
- STTH30RQ06-Y (▶▶▶▶)

650V SiC二极管

- STPSC12065-Y (▶)
- STPSC12H065-Y (▶)
- STPSC20065WY (▶▶▶▶)
- STPSC20H065CWY (▶▶▶▶)

600W TVS保护

- SM6TY (▶▶▶▶)

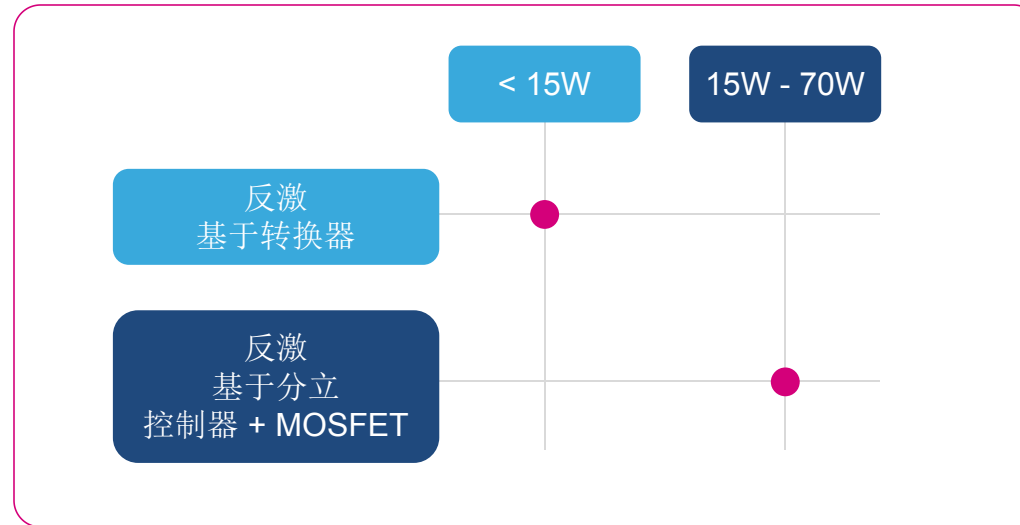
3000W TVS保护

- SM30TY (▶▶▶▶)

(°) 可根据需要提供样品



辅助电源：拓扑 vs Pout

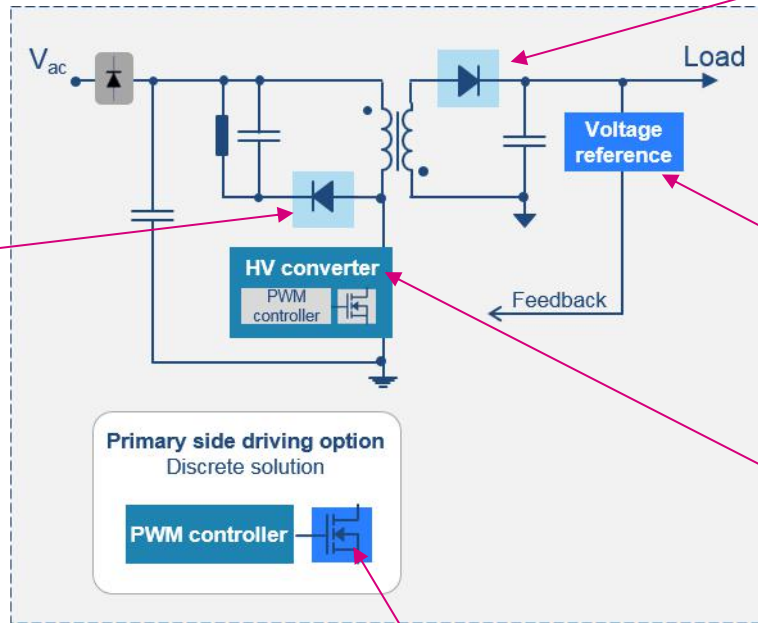


辅助电源：反激式

▶ < 6 W
70 W > ▶ ≥ 6 W

600V超高速二极管

- STTH1R06-Y (▶▶)
- STTH2R06-Y (▶▶)



100V肖特基二极管

- STPS2H100ZFY (▶)
- STPS3H100AFY (▶▶)
- STPS5H100AFY (▶▶)
- STPS15H100C-Y (▶▶)
- STPS20H100C-Y (▶▶)
- STPS41H100C-Y (▶▶)

电压参考

- TL431AIY (▶▶)

PWM IC转换器

- VIPerA16 (▶)

950V功率MOSFET

K5系列

- STD3N95K5AG (▶)



ST产品
推荐用于OBC

推荐用于OBC的ST产品

硅功率MOSFET - 主要特点

ST*N*DM2AG

MDmesh™ DM2系列
[600V, 650 V]

- 改进了固有二极管的trr
- 高dV/dt性能
- 针对软开关拓扑

MDmesh DM2 MOSFETs
Fast-recovery diode series



Automotive grade
qualified



ST*N*M5AG

MDmesh™ M5系列
[650V]

- 极低Rdson
- 高开关速度
- 针对PFC级

MDmesh™ M5



Automotive grade
qualified

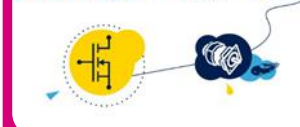


ST*N*M6AG

MDmesh™ M6系列
[600, 700V]

- 超低Qg
- 最优Vth
- 针对PFC级和HB-LLC谐振

MDmesh™ M6



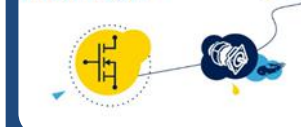
汽车级
生产资质获取中

ST*N*DM6AG

MDmesh™ M6系列
[600, 700V]

- 快速体二极管
- 功率密度提高
- 针对谐振拓扑

MDmesh™ DM6



汽车级
生产资质获取中

ST*N*K5AG

MDmesh™ K5系列
[950V]

- 低Ron
- 极低的热阻
- 高品质及高可靠性
- 针对Flyback（辅助SMPS）

MDmesh™ K5 MOSFETs
deliver excellent features

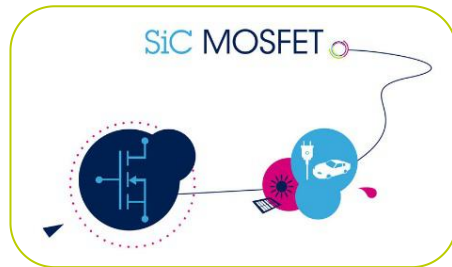


Automotive grade
qualified




推荐用于OBC的ST产品

碳化硅功率MOSFET - 主要特性



SCTH35N65G2V-7AG

(°)

SiC 功率MOSFET
[650V]

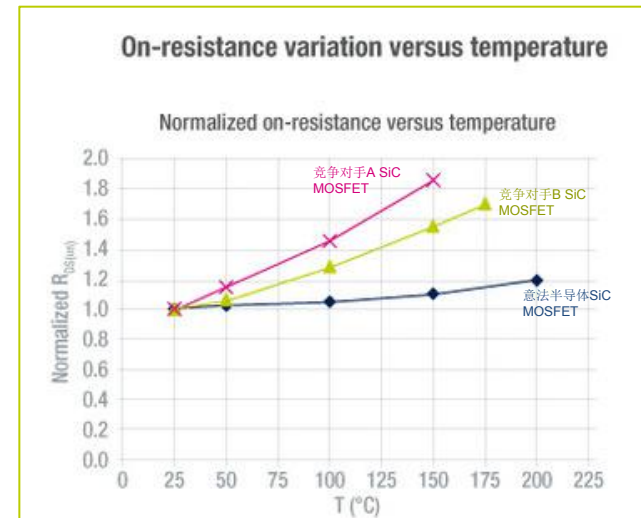
主要特性

- 极低的开关损耗
- 高温时功率损耗低
- 更高的工作温度 (200°C)
- 无恢复损耗的体二极管
- 驱动方便

主要优势

- 更小的尺寸及更轻的系统
- 降低了无源元件的尺寸/成本
- 降低的制冷需求和散热器尺寸

Automotive grade
qualified

(°) 可根据需要提供样品



推荐用于OBC的ST产品

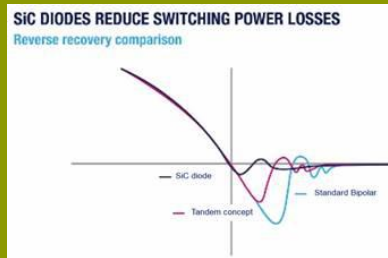
整流器 - 主要特性



STPSC*Y

SiC二极管
[650, 1200V]

- 可支持很高的开关频率
- 很高的Tj能力 (175°C)
- 减少EMI
- 极低Vf
- 高稳定性/可靠性



Automotive grade
qualified

STBR*12WY

用于输入桥的二极管
[1200 V]

- 超低前向压降
- 超低漏电流
- Vrrm得到保证的范围为-40°C 至 +175°C
- Vrsrm可在1500V以下得到保证



Automotive grade
qualified

STTH*Y

超高速整流器
[600V]

- 平面超高速技术
- “R”系列最低的Q_{RR}
- 适用于所有应用 (R & S, ST系列)
- Tj max = 175°C



Automotive grade
qualified

STPS*Y

功率肖特基整流器
[100V]

- 平面功率肖特基技术
- “L”系列的最低V_F
- 优化的V_F/I_R折衷 (H, M系列)
- 雪崩规范
- Tj max = 175°C
- 针对Flyback (辅助SMPS)

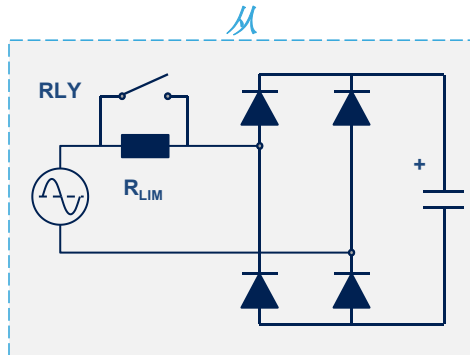


Automotive grade
qualified

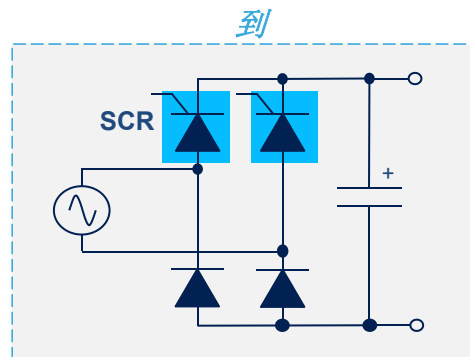


推荐用于OBC的ST产品

用于浪涌电流限制器的SCR - 主要特性



基于继电器的输入桥级



基于SCR的输入桥级



使用SCR的优点

- 无触点颤动 (无火花)
- EMI降噪
- 寿命延长
- 零电流开关
- 冲击和振动电阻
- 无噪声

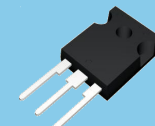
TN*50H-12Y

晶闸管SCR
[1200V]

- 兼容AEC-Q101*
- 开关寿命高
- 使系统可抵抗6kV的浪涌
- 快速的上电/线路压降恢复
- $T_j \text{ max} = 150^\circ\text{C}$



D²PAK



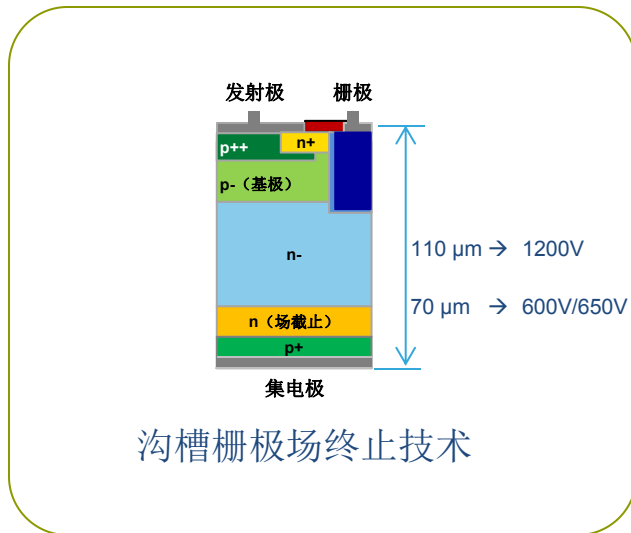
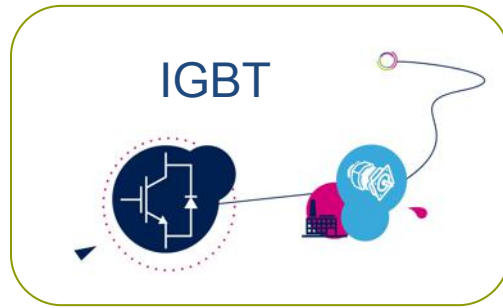
TO-247

Automotive grade
qualified



推荐用于OBC的ST产品

IGBT - 主要特性



STG*H65*FBAG (°)

HB系列
[650V]

- 高速开关IGBT系列
- 在传导损耗和开关损耗之间实现最佳折中
- 最小IGBT尾电流
- 低热阻
- 稳定性高
- 整流过程中，电流过冲受限
- 从20A至80A的系列产品
- 组合封装二极管选项，针对快速应用而定制
- 广泛的封装产品组合

汽车级
生产资质获取中



推荐用于OBC的ST产品

汽车32位微控制器 - 主要特性

SPC57

K产品线

SPC574S72
2.5M Flash 176K RAM

SPC574S70
2M Flash 128K RAM

- 锁步模式下, e200z4 @ 160MHz
- e200z2 @ 80MHz IOP
- 通用定时器模块 (中端版本)
- 5 SAR ADC, 12位, TUE ± 4 LSB
- 2 Σ - Δ ADC, OSR x32-64
- ISO CAN FD
- ASIL-D SEooC
- eQFP144 / 176

SPC58

E产品线

SPC58NE84
6M Flash 768K RAM

SPC58NE80
4M Flash 768K RAM

- 锁步模式下, 2x e200z4 @ 180MHz
- e200z4 @ 180MHz IOP
- 通用定时器模块 (高端版本)
- 5 SAR ADC, 12位, 1.5us转换时间, TUE ± 4 LSB
- 3 SAR ADC, 10位, 1us转换时间, TUE ± 2 LSB
- 6 Σ - Δ ADC, OSR x32-64
- ISO CAN FD
- ASIL-D SEooC
- HSM (Evita Medium)
- eQFP176, FBGA292

N产品线 (*)

SPC58NN84
6M Flash 448K RAM

SPC58NN80
4M Flash 448K RAM

- 锁步模式下, 2x e200z4 @ 200MHz
- e200z4 @ 200MHz IOP
- 通用定时器模块 (高端 V.) @ 200MHz
- 5 SAR ADC, 12位, 1.5us转换时间, TUE ± 4 LSB
- 3 SAR ADC, 10位, 1us转换时间, TUE ± 2 LSB
- 6 Σ - Δ ADC, OSR x32-64
- ISO CAN FD
- ASIL-D SEooC
- HSM (Evita Medium)
- eQFP176, FBGA292



通过通用定时器模块 (Generic Timer Module, GTM), 高级PWM生成单元无需CPU负载。PWM生成与模拟采集同步。



- 平台 @ 200 MHz, 缓存倍增
- GTM @ 200 MHz, 具有从SAR ADC进行私有数据读取的接口

(*) 2017年第四季度可提供样品



推荐用于OBC的ST产品

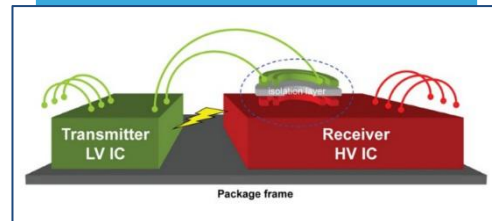
汽车栅极驱动器 - 主要特性

Automotive grade
qualified

STGAP1AS

先进隔离
单栅极驱动器

- 4kV隔离电压
- 高达1500V的电压导轨
- 5A拉/灌电流
- SPI接口
- 较短的传输延时
- 有源Miller和Vce箝位
- IGBT去饱和度检测
- 全方位保护

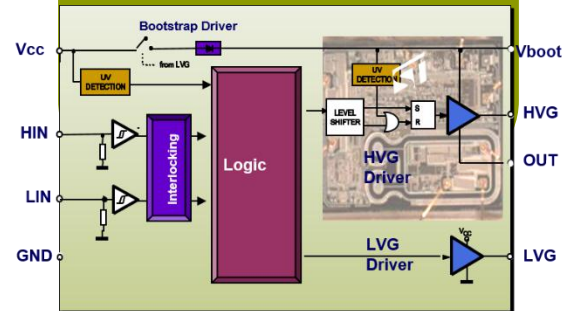


Automotive grade
qualified

A6387

高/低侧驱动器

- 高/低侧驱动器
- 高压导轨达600V
- 400mA拉电流, 650mA灌电流
- 驱动器电流能力
- ECQ100 1级兼容
- -40°C – 125°C 温度范围
- 内部限幅二极管
- UVLO



谢谢!

