



INDUSTRIAL  
SUMMIT 2024

POWERING YOUR SUSTAINABLE INNOVATION



# 栅极驱动器 用于工业和汽车应用

Rain Sun



1 简介

5 L9502

2 STGAP2

3 STDRIVE和STGAP GaN驱动器

4 STGAP4S

# 栅极驱动器类型

## $V_{BUS}$ 匹配

Galvanic Isolation on Silicon  
(1200 V / 1700 V)

BCDs OFF LINE  
(600 V)

BCDs Low Voltage  
(20V, ... 60V ... 100V)

高压隔离式栅极驱动器



高压栅极驱动器



低压栅极驱动器



DC



AC



- 母线
- 单相电源 (230 V)
- 三相电源



# 栅极驱动器产品组合概览

用于IGBT、MOS的600 V半桥驱动器
用于IGBT、MOS的半桥
• A6387, L638x, L639x
• L649x
用于GaN的600 V半桥驱动器
GaN 600 V – 半桥
• STDRIVEG600
• STDRIVEG610, STDRIVEG611
600 V 3相驱动器
STDRIVE601



- ## 电隔离驱动器
- STGAP2S, STGAP2D
  - STGAP1
  - STGAP2HS, STGAP2HD
  - STGAP2SICSN
  - STGAP2SICS, STGAP2SICD
  - STGAP2GS, STGAP2GSN
  - STGAP2SICSAN, STGAP2SICSA
  - STGAP3x dev
  - STGAP4



增强了所有细分市场的产品系列



车规级  
AEC-Q100

# 电隔离栅极驱动器组合

		IGBT / MOSFET	SiC		GaN	
Single Channel		STGAP2S SINGLE isolated gate driver 4.8 kV, 1700V HV rail	STGAP2HSAN SINGLE Isolated SiC Driver 4.8kV 1700V HV rail	STGAP2SiCSN SINGLE isolated SiC driver 4.8 kV (higher UVLO) 1700V HV rail	STGAP2SiCSAN SINGLE Isolated SiC Driver 4.8kV(higher UVLO) 1700V HV rail	STGAP2GSN SINGLE Isolated GaN Driver 6kV (lower UVLO) 1700V HV rail
SO8N - Narrow body Isolation 6 kV V <sub>PEAK</sub> 4.8 kV		STGAP2HS SINGLE isolated gate driver 6 kV, 1200 V HV rail	STGAP2HSA SINGLE Isolated SiC Driver 6kV 1200V HV rail	STGAP2SiCS SINGLE isolated SiC driver 6 kV (higher UVLO) 1200 V HV rail	STGAP2SiCSA SINGLE Isolated SiC Driver 6kV (higher UVLO) 1200V HV rail	STGAP2GS SINGLE Isolated GaN Driver 6kV (lower UVLO) 1200V HV rail
SO8W - Wide body Isolation 6 kV V <sub>PEAK</sub> 6 kV		Qual Q1-2025	Qual Q1-2025	STGAP3x platform SINGLE isolated SiC driver 6 KV 1200 V HV rail SO16W - DESAT	STGAP1BS SINGLE isolated SiC driver 4 KV, 1500 HV rail	
SO24W - Wide body Isolation 4 kV V <sub>PEAK</sub> 4 kV		Qual IND Q4-2024 AUTO Q3-2025	L9502E/B SINGLE isol SiC/IGBT driver 6.4 kV, 1200 HV rail, SO28W	STGAP4S SINGLE isol SiC/IGBT drivr 6.4 kV, 1200 HV rail		
SO36W - Wide body Isolation 6.4 kV V <sub>PEAK</sub> 6.4 kV						
Dual Channels		STGAP2D DUAL isolated gate driver 4.8 kV, 1700 HV rail				
SO16N - Narrow body Isolation 6 kV V <sub>PEAK</sub> 4.8 kV		STGAP2HD DUAL isolated gate driver 6 kV, 1200 HV rail		STGAP2SiCD DUAL isolated SiC driver 6 kV (higher UVLO) 1200 HV rail		
SO36W - Wide bo Isolation 6 kV V <sub>PEAK</sub> 6 kV						



# 栅极驱动器应用

在所有领域扩张：电隔离、3相和宽带隙

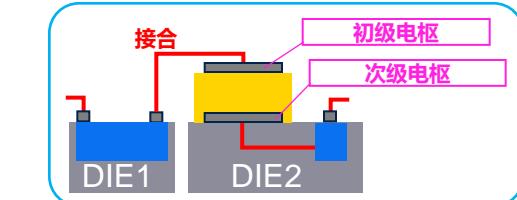
STGAP AUTO	<ul style="list-style-type: none"><li>• STGAP1 AG</li><li>• STGAP4 AG</li><li>• STGAP2SICs AG</li></ul>	Automotive	<ul style="list-style-type: none"><li>• Traction inverters</li><li>• On-board chargers</li><li>• Industrial pumps</li><li>• ESS</li></ul>	
WIDE BANDGAP DRIVERS	<ul style="list-style-type: none"><li>• STDRIVEG600</li><li>• STDRIVEG610x</li><li>• STGAP2SIC</li><li>• STGAP2G</li></ul>	Power & energy	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wall chargers</li><li>• EV chargers</li><li>• Server power</li><li>• PC adapters</li><li>• Motion drives</li></ul>	
STDRIVE	<ul style="list-style-type: none"><li>• STDRIVE601</li><li>• L638x</li><li>• L639x</li><li>• L649x</li></ul>	3-phase brushless	<ul style="list-style-type: none"><li>• Automation</li><li>• Outdoor platforms</li><li>• Home Appliances</li><li>• Consumer</li></ul>	
STGAP INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none"><li>• STGAP2x</li><li>• STGAP2Hx</li><li>• STGAP2SICx</li><li>• STGAP3x</li></ul>	Industrial	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fan &amp; pumps</li><li>• Drives and inverters</li><li>• Home appliances</li><li>• Factory automation</li><li>• Air conditioning</li></ul>	



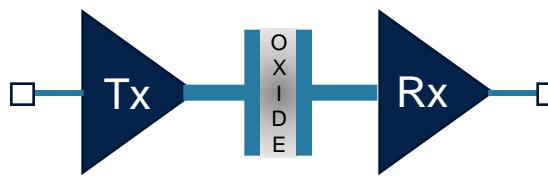
# ST隔离技术

ST开发并生产两种隔离解决方案

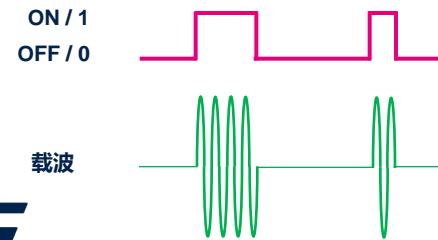
## 电容耦合



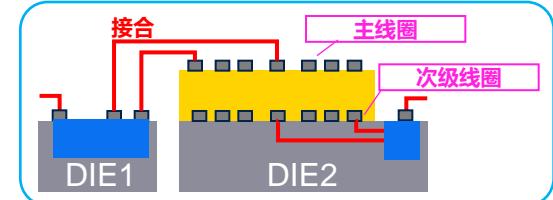
用IC金属实现的电枢



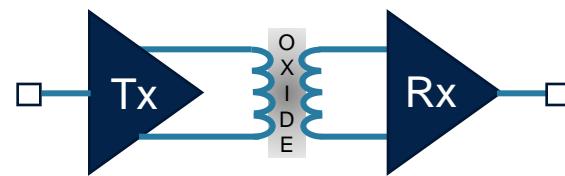
开关键控编码  
通过高频载波



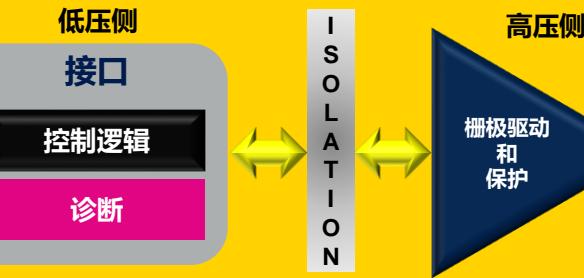
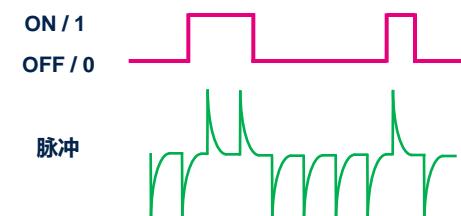
## 磁耦合



用IC金属实现的绕组



脉冲编码  
通过正/负极



基于产品选择的最佳方式

# STGAP2汽车和工业用 隔离栅极驱动器





# STGAP2产品系列

用于工业和汽车应用的完整的紧凑型产品系列



单通道和双通道，用于SiC、IGBT和GaN

稳健性和最佳性能

Miller钳位和分离输出

两种封装SO8N和SO-8W

AEC-Q100认证



# STGAP2SICS & STGAP2HS STGAP2SICSA & STGAP2HSAC

电隔离的单通道栅极驱动器用于SiC、MOSFET以及IGBT（采用SO-8W封装）

- STGAP2SICS 生产中
- STGAP2HS 生产中
- STGAP2SICSA 生产中
- STGAP2HSA\* Q1/2025

## 紧凑

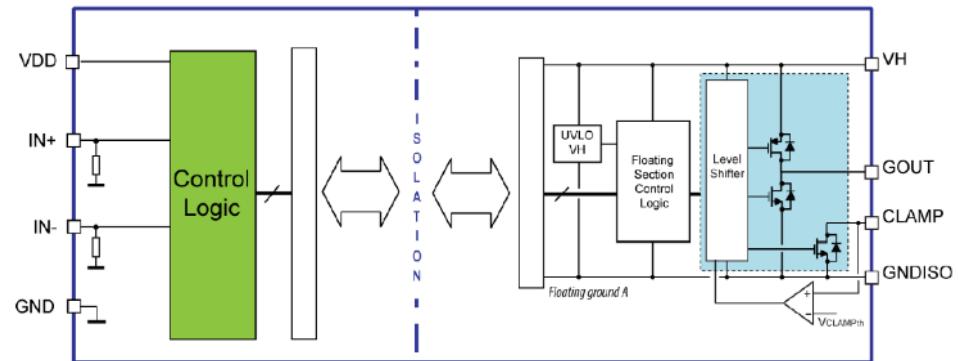
- 片上电隔离
- 坚固的SO-8W封装

## 稳健性

- 面向SiC的优化型UVLO
- 看门狗
- 整个温度范围内的瞬态抗扰性 $\pm 100 \text{ V/ns}$
- 隔离VP<sub>EAK</sub> 6 kV
- STGAP2SICSA汽车级产品资格认证

## 性能

- 高压轨最高1200 V (SO-8W)
- 电源电压可达26 V
- 4A受电/供电驱动器电流能力
- Miller钳位和独立输出选项
- 传播延时75 ns (STGAP2SICSA中为45 ns)
- 待机功能
- 互锁功能



## 主要应用

- 车载充电器
- 电机控制
- 开关模式电源
- 工厂自动化
- 工业驱动和风扇
- DC-DC转换器
- EV充电器



# STGAP2SICSN & STGAP2S STGAP2SICSAN & STGAP2HSANC

电隔离的单通道栅极驱动器用于SiC、MOSFET以及IGBT（采用紧凑的SO-8N封装）

- STGAP2SICSN 生产中
- STGAP2S 生产中
- STGAP2SICSAN 生产中
- STGAP2HSA\* Q1/2025

## 紧凑

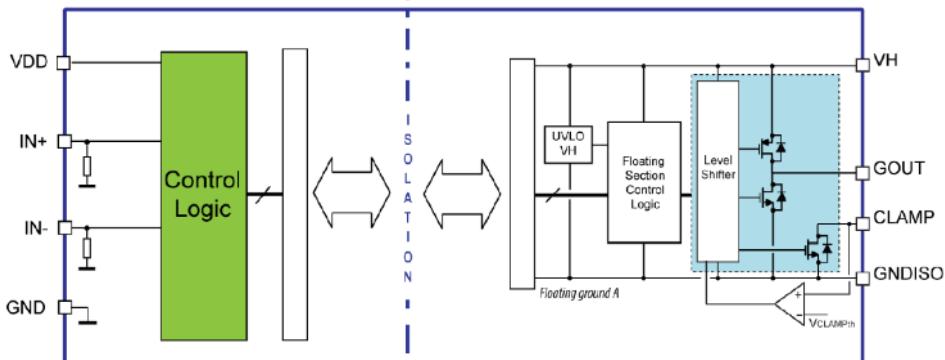
- 片上电隔离
- 紧凑的SO-8N封装

## 稳健性

- 特定部件面向SiC器件优化了UVLO
- 看门狗
- 整个温度范围内的瞬态抗扰性 $\pm 100 \text{ V/ns}$
- 隔离 $V_{P_{EAK}}$  4.8 kV
- STGAP2SICSAN汽车级产品资格认证

## 性能

- 高压轨最高1700 V (SO-8N)
- 电源电压可达26 V
- 4A受电/供电驱动器电流能力
- Miller钳位和独立输出选项
- 传播延时75 ns (STGAP2SICSAN中为45 ns)
- 待机功能
- 互锁功能



## 主要应用

- 车载充电器
- 电机控制
- 开关模式电源
- 工厂自动化
- 工业驱动和风扇
- DC-DC转换器
- EV充电器



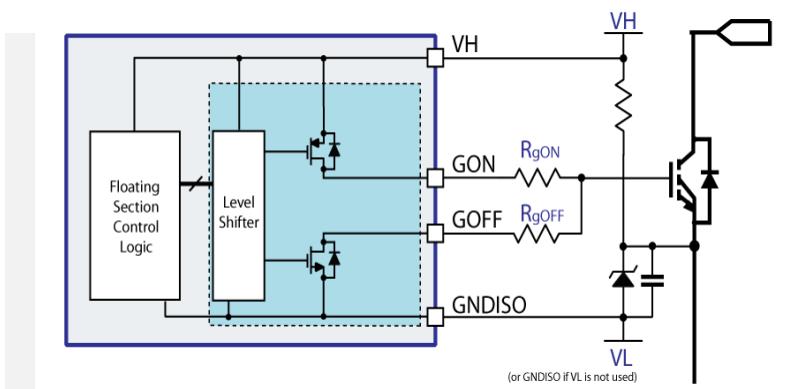
# STGAP2单通道驱动器

为功率级驱动提供最高灵活性和稳健性

## 分立输出

轻松实现栅极驱动调谐

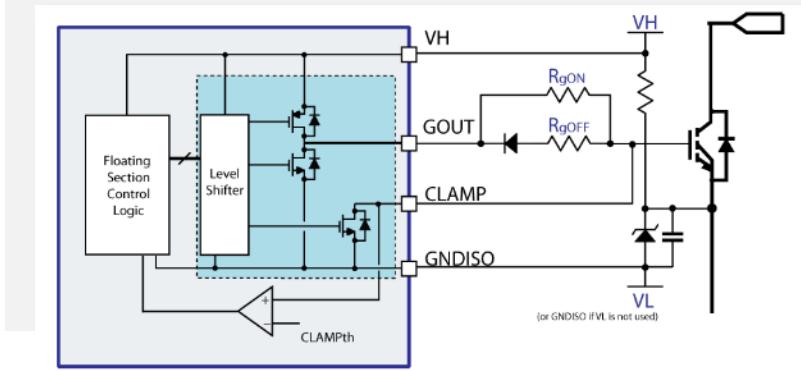
**STGAP2SM**  
**STGAP2HSM**  
**STGAP2SICS**  
**STGAP2SICSN**



## Miller钳位

避免感应导通

**STGAP2SCM**  
**STGAP2HSCM**  
**STGAP2SICSC**  
**STGAP2SiCSAC**  
**STGAP2SICSN**  
**STGAP2SiCSANC**



- **单独的输出**有助于轻松区分开/关路径，以便调谐  $dV/dt$  并避免感应开启
- 可避免感应开启
  - 有集成的MILLER钳位
  - 用负电压驱动栅极
- 具有低阈值电压的功率器件（如SiC和GaN MOSFET）更容易发生感应开启
- **Miller钳位**解决方案设置了一条低阻抗路径，绕过了关闭栅极电阻并避免了感应开启



## 具有4A电流能力的1700 V电隔离双通道栅极驱动器



### 紧凑

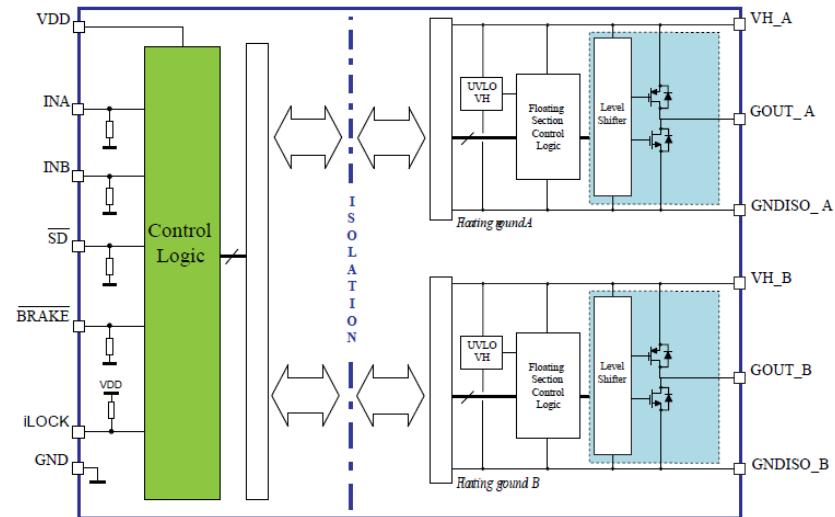
- 片上6 kV电隔离
- 紧凑的SO-16N封装

### 稳健性

- 正电源上的UVLO保护
- 100 V/ns CMTI
- 互锁

### 性能

- 3V3 / 5 V逻辑输入 (逻辑阈值, VDD的1/3、2/3)
- 电源电压可达26 V
- 4 A灌/拉电流能力
- 较短的传输延时 75 ns
- 待机模式, 有SD引脚
- 温度关断保护
- 负栅极驱动能力



### 主要应用

- 感应加热
- 电机控制
- 工厂自动化
- 工业驱动和风扇
- DC-DC转换器
- 焊接
- 家用电器

# STDRIVE和STGAP GaN驱动器





# GaN驱动器产品组合和路线图

新款600 V单芯片、高速半桥驱动器，用于GaN HEMT  
和电隔离GaN驱动器



**STDRIVEG600**，生产中的600 V半桥驱动器，具有各种驱动输出

**STDRIVEG610/G611**，开发中的600 V半桥驱动器，支持功率管理集成

**STGAP2G**，生产中，用于GaN的电隔离、单通道驱动器

高开关频率 >1 MHz

紧凑型解决方案



# GaN驱动器产品组合和路线图

1700 V

隔离1700 V  
单通道

- STGAP2GS
- STGAP2GSN

SO-8W  
SO8N

生产中

600 V

HV  
半桥

- STDRIVEG600
- STDRIVEG610
- STDRIVEG611

SO16N  
QFN4x5  
QFN4x5

生产中

- 发展驱动电压以支持5 V驱动能力
- 下一步发展用于GaN的100 V半桥



# STDRIVEG600

600 V单芯片、高速驱动器，用于GaN HEMT



## 紧凑

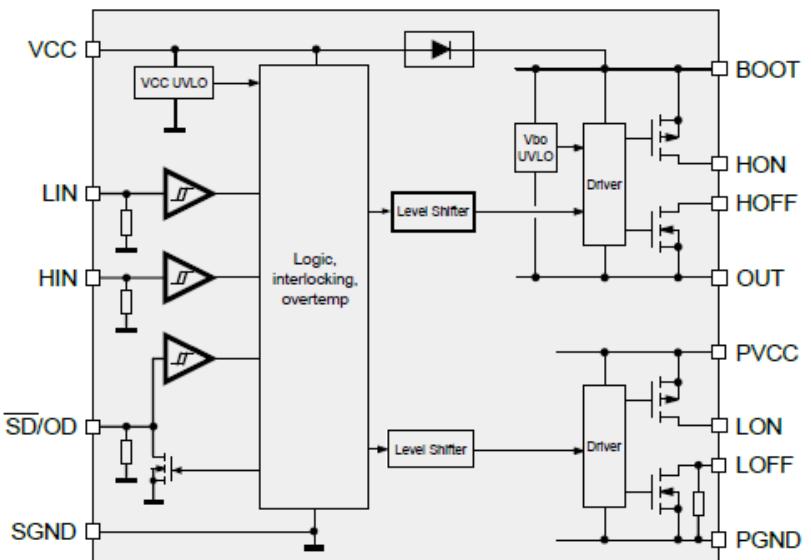
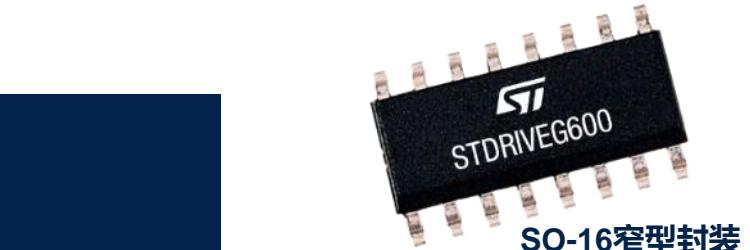
- 集成式自举二极管
- 紧凑型设计

## 稳健性

- 高侧和低侧GaN的专用UVLO
- 过热保护
- 互锁功能
- 抗扰性  $> 200 \text{ V/ns}$  CMTI

## 性能

- 电压轨可达600 V
- **最高20 V栅极驱动器**
- 5.5 A/6 A拉/灌电流 @ 15 V
- 1.3 A/2.4 A拉/灌电流 @ 6 V
- 45 ns传输时延较短
- 独立的开-关输出，轻松实现栅极驱动调谐
- 3.3 V/5 V逻辑输入
- 关断引脚



## 主要应用

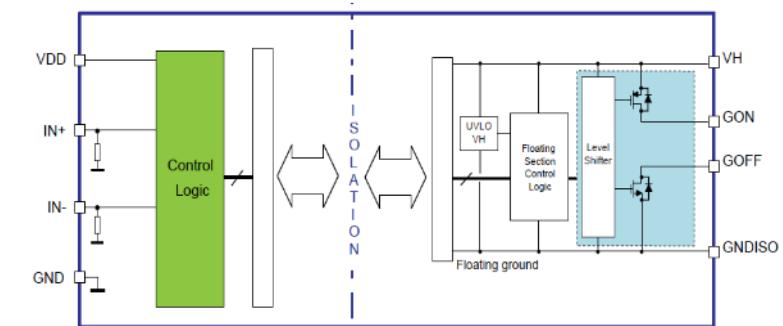
- SMPS
- 高压PFC
- 有源钳位转换器
- DC-DC转换器
- UPS系统
- 太阳能



# 用于GaN的STGAP2G电驱动器

## 用于SO-8W和SO-8N中GaN的电隔离、单通道栅极驱动器

- 高压轨可达1200 V (SO-8W) 、1700 V (SO8N)
- 电隔离6 kVpk (SO-8W) , 4.8 kVpk (SO8N)
- 电流能力: 2 A/3 A拉/灌电流 @ 25°C, VH = 6 V
- 独立的电流拉灌选项, 轻松实现栅极驱动配置
- 传播延时: 45 ns @ 25C, VDD 5 V
- 针对GaN进行了优化的UVLO功能
- 栅极驱动电压高达15 V
- dV/dt瞬态抗扰性  $\pm 00$  V/ns (整个温度范围)
- 温度关断保护
- 具有迟滞的3.3 V, 5 V TTL / CMOS输入
- 待机功能
- SO-8宽体STGAP2GS
- SO-8窄体STGAP2GSN

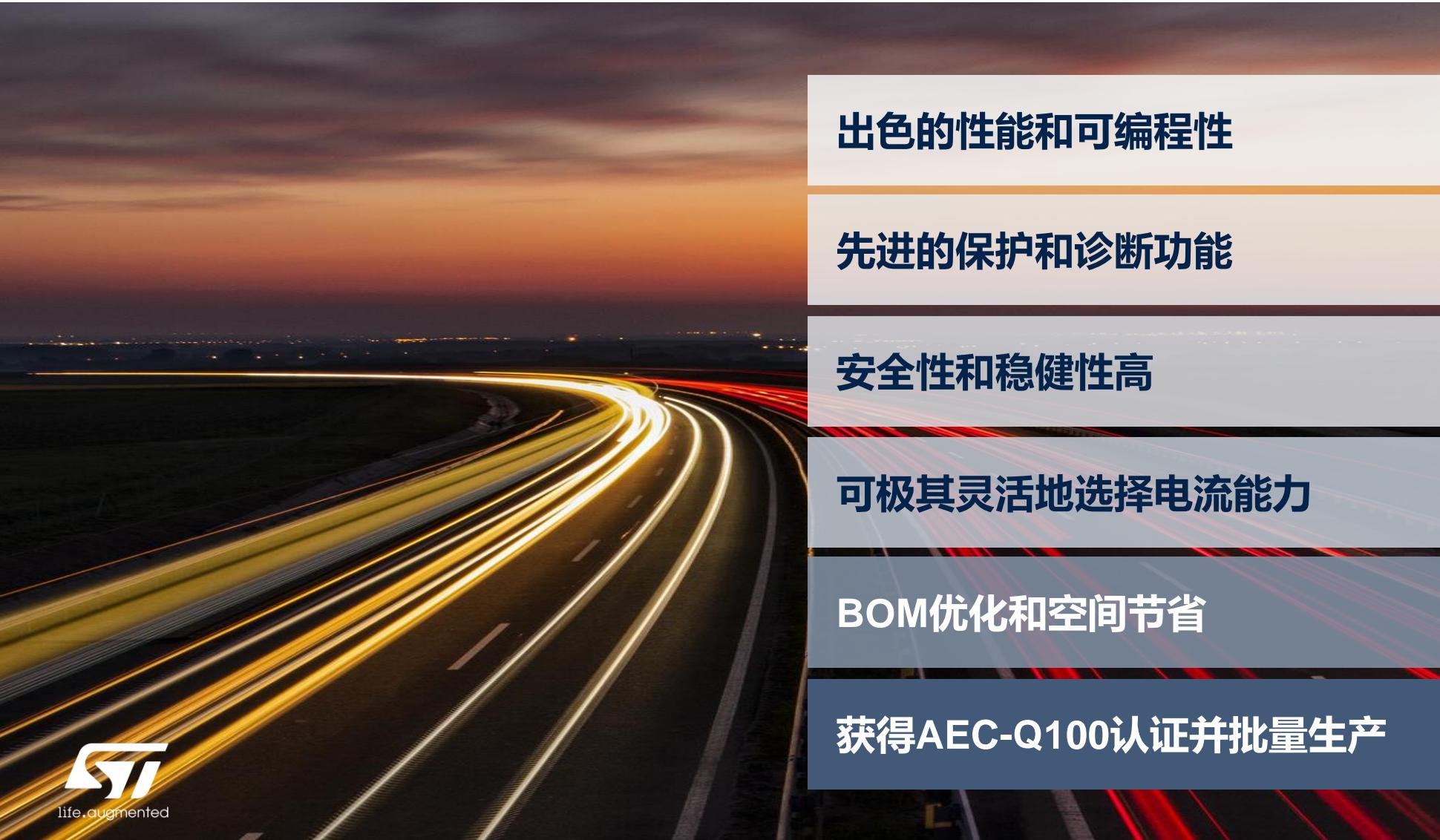


### 主要应用

- SMPS
- 服务器电源, UPS
- PFC & DC-DC转换器
- 充电站
- 工业自动化
- 电机驱动器和驱动器

# 用于牵引逆变器的STGAP4S汽车用隔离栅 极驱动器





**出色的性能和可编程性**

**先进的保护和诊断功能**

**安全性和稳健性高**

**可极其灵活地选择电流能力**

**BOM优化和空间节省**

**获得AEC-Q100认证并批量生产**



AEC-Q100  
认证

# STGAP4S

## 高级电隔离栅极驱动器，适用于电动汽车牵引逆变器的SiC FET

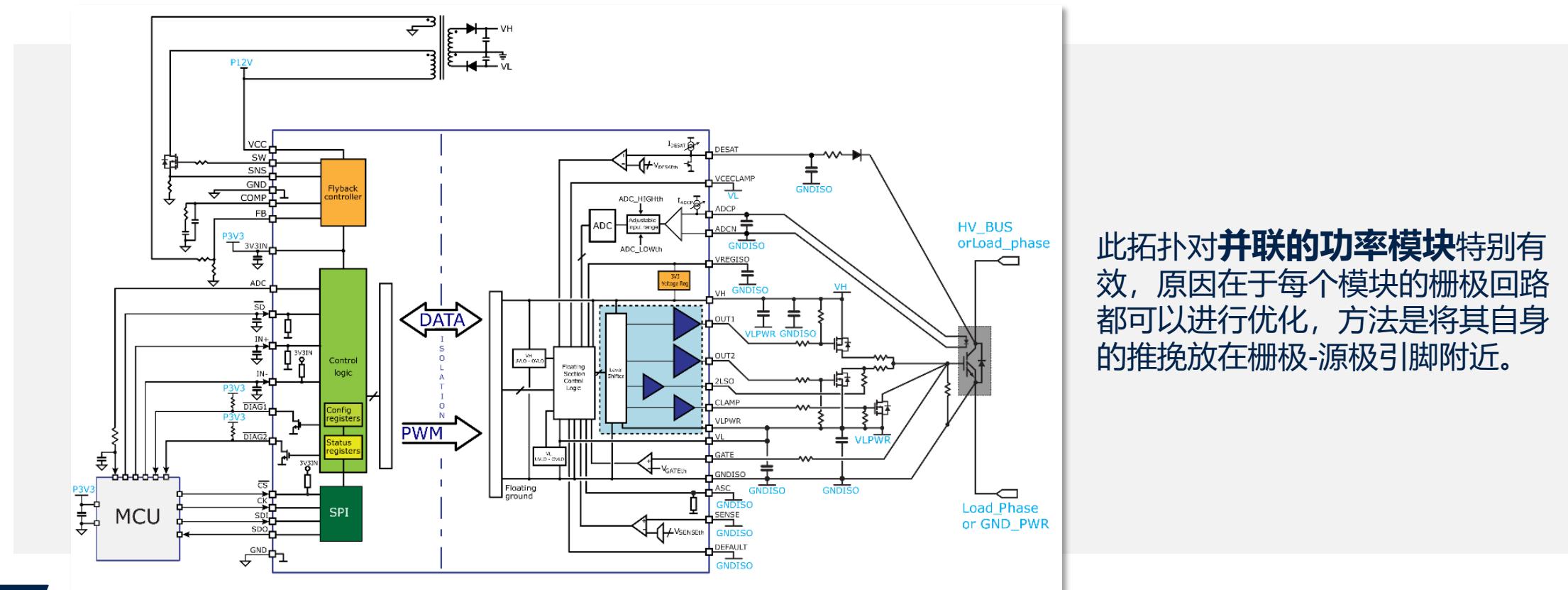
- 高压导轨达1200 V
- 6.4 kVpk电隔离
- >100 V/ns CMTI
- 全保护型**集成隔离反激式控制器**
- VH供电轨道在10和32V之间
- **负栅极驱动能力**，  
电压供电轨道在0 V和-10 V之间
- VH和VL上的**可编程UVLO**和**OVLO**功能
- VCC反激式电源和3.3V UVLO电源
- **可编程输入去干扰滤波器**
- 可编程的**死区时间**，采用违规错误功能
- 两路**诊断**状态输出
- **SPI**接口用于参数编程和扩展诊断
- 栅极电位监控
- 嵌入式功能和**自诊断程序**支持ASIL-D系统认证
- **有源Miller钳位驱动器**
- **可编程退饱和检测**
- 可编程的**SENSE过流检测**
- **可调软关闭**，优化了短路保护
- VCE-钳位
- **异步停止指令 (ASC)**
- **优化温度监控ADC。**
- **同步ADC采样时间 (无噪声期间采样)**。  
采用电流源进行功率模块T<sub>J</sub>测量
- 温度警告和关机保护
- SO-36W紧密间距封装



SO-36W

# STGAP4S的驱动架构

优化了解决方案，以在大功率范围驱动拓扑中实现可扩展性和设计优化



此拓扑对**并联的功率模块**特别有效，原因在于每个模块的栅极回路都可以进行优化，方法是将其自身的推挽放在栅极-源极引脚附近。



# STGAP4S的可配置性

## 全面保护、驱动优化、应用调谐和诊断

### 正供电 VH

7个UVLO电平 + 禁用  
4个OVLO电平

### 负供电 VL

3个UVLO电平 + 禁用  
固定OVLO

### DESAT保护

8个阈值 + 禁用  
4个消隐电流  
可调软关闭

### SENSE保护

8个阈值 + 禁用  
软关闭

### ADC

可扩展的输入范围 (8个高和8个低阻抗参考电平)  
电流生成器: 3个电平 + 禁用  
内部温度传感器或外部电压  
可提供PWM输出

### 死区时间

7个死区时间 + 禁用

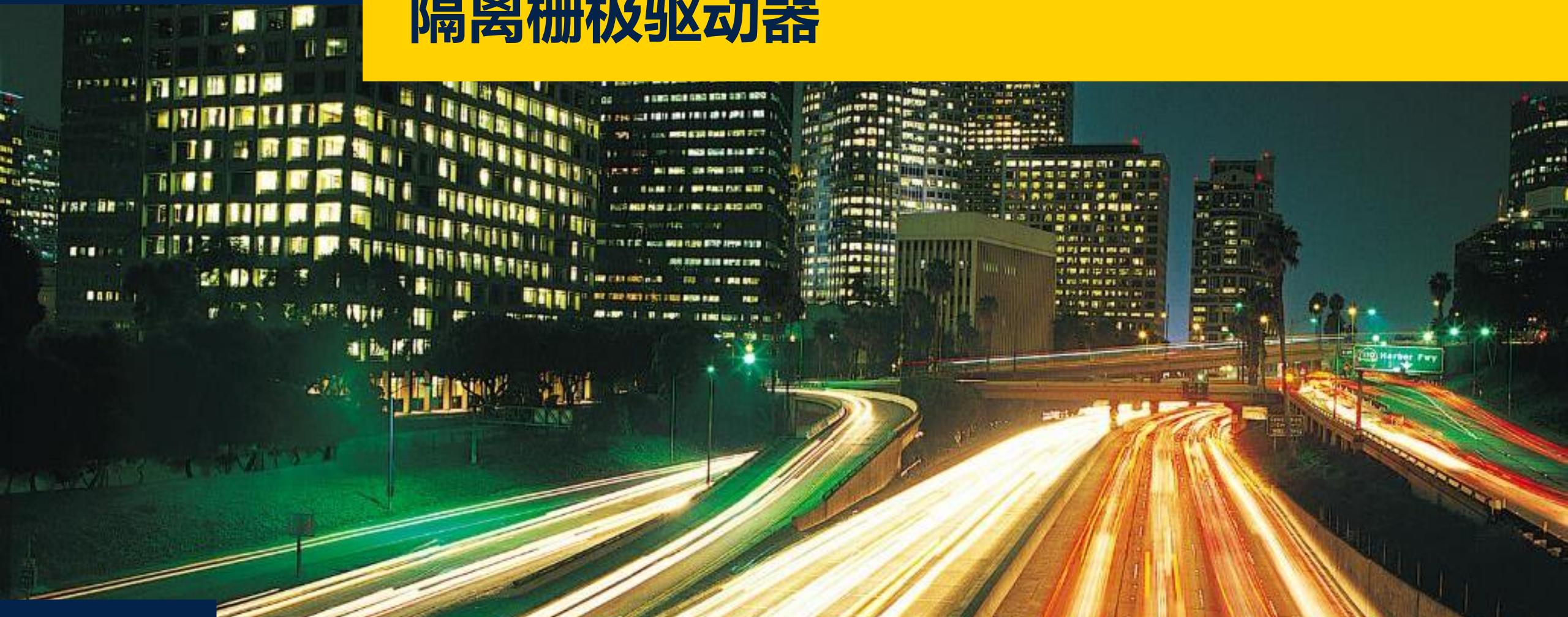
### 反激式控制器

可提供4个开关频率

### 诊断

16个标志, 至DIAG1或DIAG2诊断引脚  
栅极状态反馈

# 用于牵引逆变器的L9502汽车用 隔离栅极驱动器





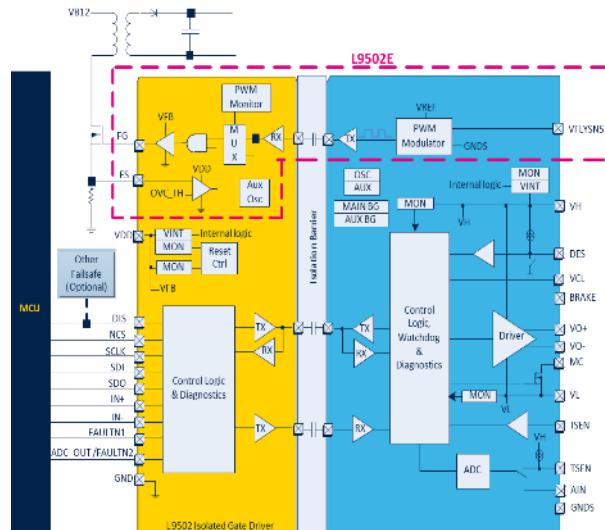
# L9502x系列产品概述

## 高级电隔离栅极驱动器，适用于电动汽车牵引逆变器的SiC FET

### L9502B和L9502E (带反激控制器)

- 基本隔离BV=6 kV过电压II类
- VDD电源兼容 5 V MCU
- VDD电源最高20 V输入
- VH电源最高40 V输入
- 最低-20 V负供电 @ VL共模
- CMTI瞬态抗扰度 > 100 V/ns
- $\pm 10\text{A}$ 最低电流能力@VO+、VO-和MC
- Miller钳位
- 传播延时  $\leq 50\text{ ns}$
- 脉宽失真  $\leq 10\text{ ns}$
- 通过SPI实现全面诊断和可编程性
- 过电流和去饱和保护
- 7通道 10位模数转换器
- 温度感测功能
- 可编程UVLO/OVLO，面向VH和VL

- 热保护
- PWM联锁和可配置的死区时间
- 可编程的过流、去饱和和短路诊断
- 可编程混合关断 (2LTO + STO)
- 直流环节通过受控击穿主动放电
- 反激控制器集成了电流限制和过流保护、最小V最大占空比保护以及软启动
- 完全符合ISO26262标准，支持ASIL-D标准
- 封装SSOP 28





工业峰会  
资料下载中心



能以激励子网站



# Our technology starts with You



了解更多信息, 请访问[www.st.com](http://www.st.com)

© STMicroelectronics - 保留所有权利。

ST徽标是STMicroelectronics International NV或其附属公司在欧盟和/或其他国家的商标或注册商标。若需意法半导体商标的更多信息, 请参考[www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks)。

其他所有产品或服务名称是其各自所有者的财产。