



# 提高工业驱动器效率

## 英飞凌技术专长助您打造最佳驱动方案

Apr, 2020



# 目录

1

引言

2

工业变频驱动应用

3

英飞凌产品综述

4

IGBT7与碳化硅MOSFET解决方案

5

要点总结

6

更多信息与链接

# Agenda

1

引言

2

工业变频驱动应用

3

英飞凌产品综述

4

IGBT7与碳化硅MOSFET解决方案

5

要点总结

6

更多信息与链接

# 工业变频驱动器类型及其典型应用

## 变频驱动器



### 标准紧凑型变频器

- › 通用工业应用（风机、泵）
- › 包装与自动化



### 伺服驱动器

- › 机器人
- › 物料搬运



### 高端变频器

- › 具有高位置精度和能量反馈要求的电梯驱动



### 大功率变频器

- › 包装与自动化
- › 通用工业应用（风机、泵）



### 工业重载驱动器

- › 采矿、石油和天然气行业

# 工业变频驱动器按终端应用划分为三大类（全球市场）

低压驱动 <1kVac

高压驱动 >1kVac

通用变频器

伺服驱动器

大功率变频器



标准紧凑型变频器

风机、泵  
过程自动化  
空气压缩机

伺服驱动器

机器人  
物料搬运  
机床等

石油与天然气行业  
轧钢厂  
风机、泵等

高端应用变频器

起重机  
船舶驱动等

占驱动器市场总收入的百分比——《2018年工业电机控制手册》

# 两类主要低压工业变频驱动器

## 标准紧凑型变频器

370 W

1250 kW

### 技术要求

- > 性能与可靠性
- > 良好的性价比
- > 安全性

### 重要应用

- > 风机、泵
- > 过程自动化
- > 起重机
- > 船舶驱动

### 英飞凌产品

- > iMOTION™
- > CIPOS™ IPM
- > EiceDRIVER™ 栅极驱动器
- > EasyPIM™
- > EconoPIM™
- > EconoDUAL™
- > PrimePACK™

## 伺服驱动器

370 W

315 kW

### 技术要求

- > 高精度位置精度
- > 快速响应，无超调 Fast response with no overshoot
- > 高可靠性

### 重要应用

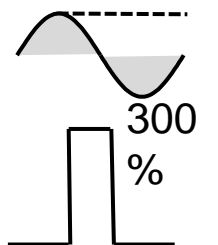
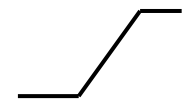
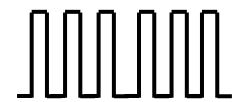
- > 机器人技术
- > 物料搬运
- > 机床

### 英飞凌产品

- > CIPOS™ IPM
- > 分立器件
- > EiceDRIVER™ 栅极驱动器
- > EconoPACK™
- > EasyPACK™
- > EconoDUAL™

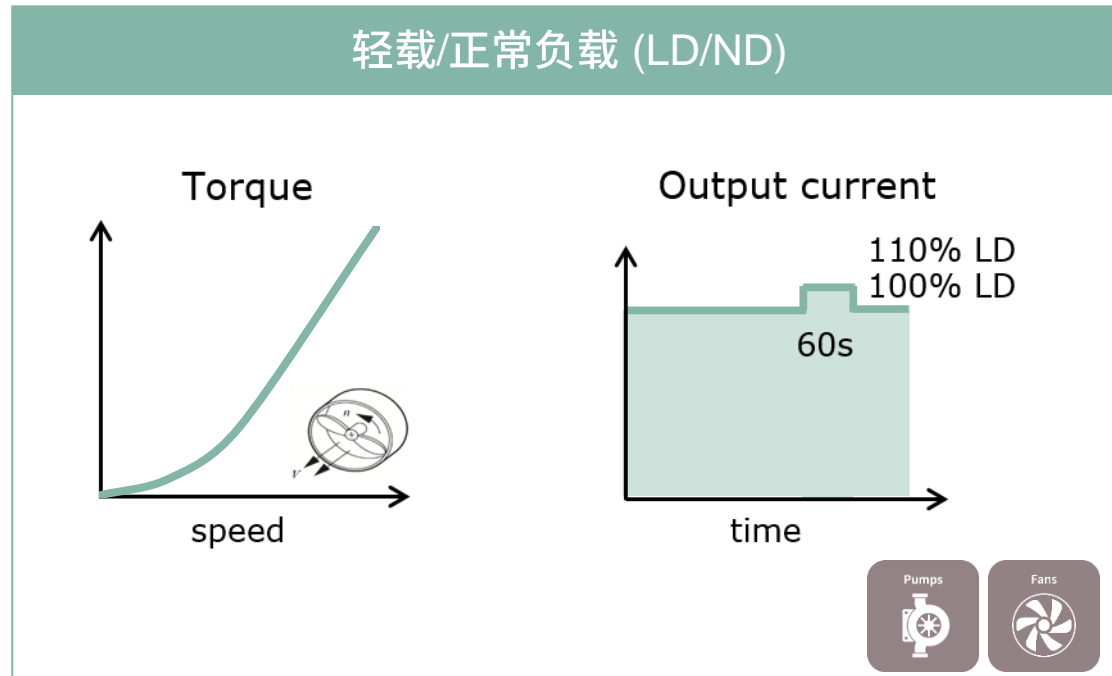
# 标准紧凑型变频器和伺服驱动器的应用要求

	标准紧凑型变频器	伺服驱动器
功率	产品丰富 (0.37... 1250 kW) 600 V、1700 V和1200 V 开关 (主)	相对不丰富 (... ~315 kW或自定义的电流级别) 600 V、1200 V 开关(主)
$f_{sw}$	4...8 kHz <100 kW 2...4 kHz >100 kW	4...8 kHz, 16 kHz w/ 降额
dv/dt	$\leq 5 \text{ kV}/\mu\text{s}$	
SC	快速的短路检测 (如, IGBT7 为8 $\mu\text{s}$ )	
$f_{out}$	A) 轻载- 50/60 Hz B) 重载1Hz w/ 降额	低 $f_{out}$ , 通常低至0 Hz (锁定转子)
OL	A) 轻载, 如110% $I_N$ 60 秒 B) 重载, 如150% $I_N$ 60 秒	A) 高过载, 如200% $I_N$ 3秒 B) 超高过载, 如300% $I_N$ 0.25秒

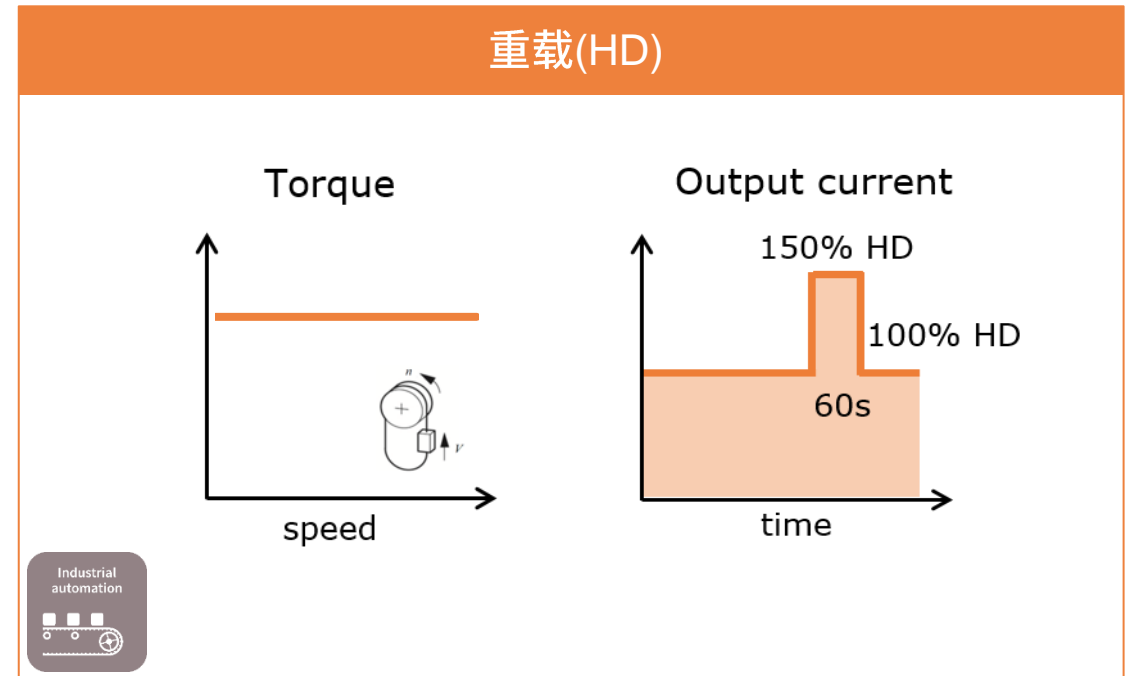


# 工业变频器负载特性

过载能力是指加速期间变频器短时间内提供超过额定电流的能力。工业变频器可按负载特性分为两类：



- › 低速时无需高扭矩，且过载110%额定值，因此适用于风机和泵类负载。



- › 应用于工业自动化，低速时需要高扭矩，过载150%额定值
- › 与正常负载工况相比，基本负载电流值会降低

伺服驱动器：过载能力可达额定电流的300%



# Agenda

1

引言

2

工业变频驱动应用

3

英飞凌产品综述

4

IGBT7与碳化硅MOSFET解决方案

5

要点总结

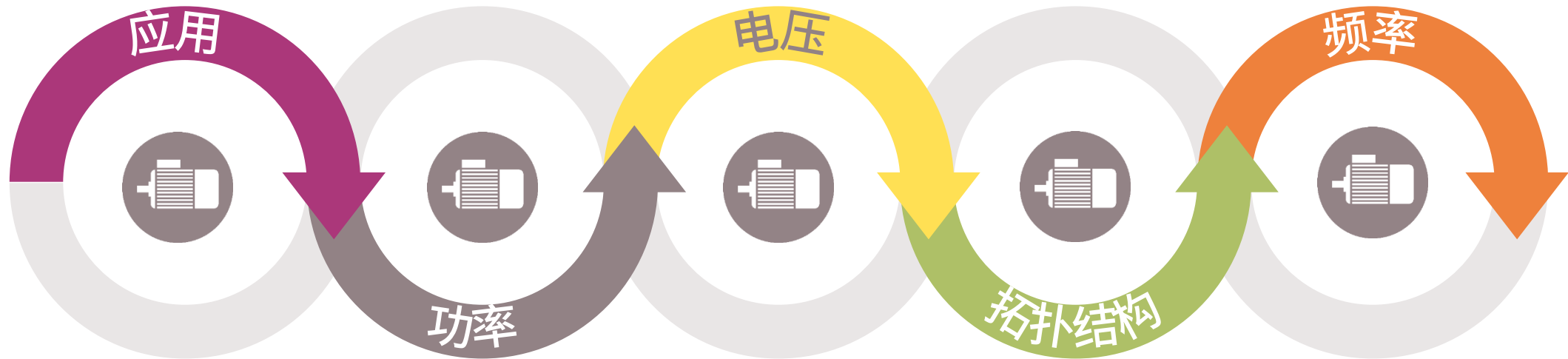
6

更多信息与链接

# 变频器设计五大问题

RMS电流/电机功率?

拓扑结构?

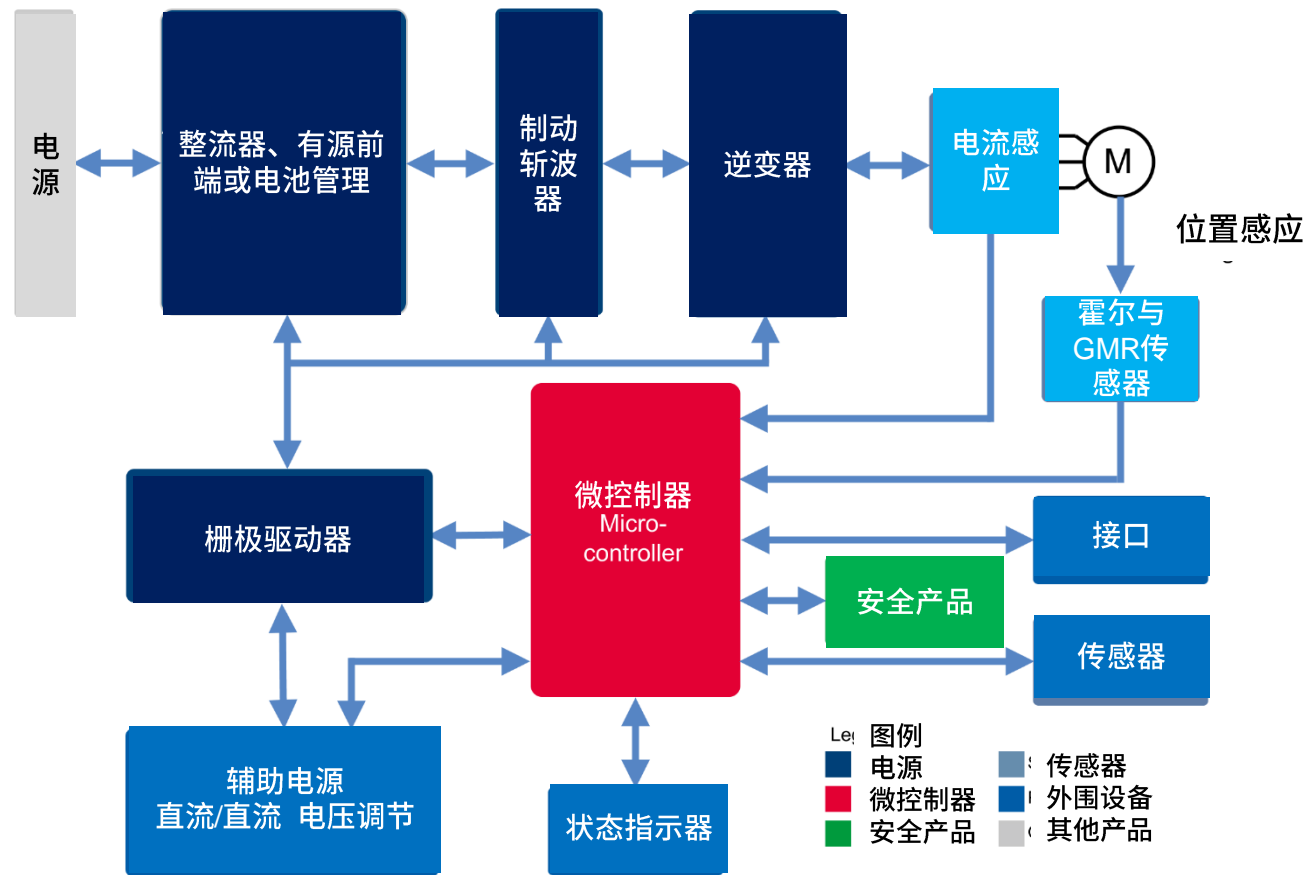
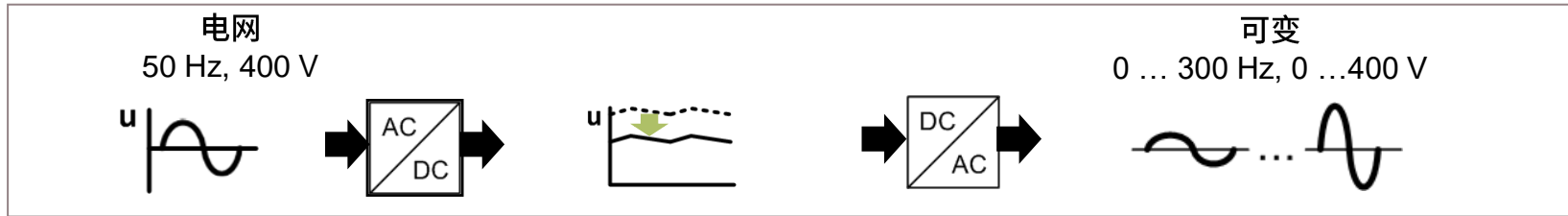


具体应用是什么?

直流/交流电压?

开关频率?

# 典型变频器系统产品架构



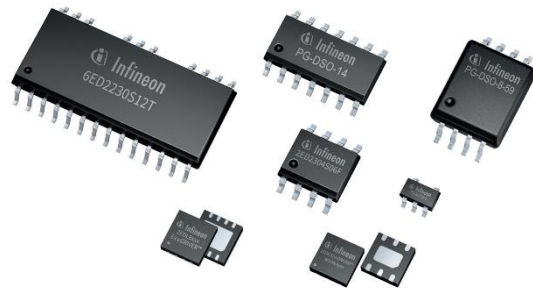
# 英飞凌产品家族

## 微处理器



- › 基于ARM® Cortex®-M的 XMC™ 控制器系列
- › 提供丰富电机控制功能

## 栅极驱动器



- › 电平转换驱动器
  - › 上桥臂
  - › 半桥
- › 上下桥臂
- › 三相全桥
- › 隔离型驱动器 (1 & 2 通道)
- › 下桥臂驱动器 (1 & 2 通道)

## 电力电子器件



- › 分立器件
- › 三相 PIM
- › 六单元
- › 半桥
- › 单管
- › 晶闸管二极管

智能功率模块 (IPM)

数字电机控制器 iMOTION™

# Agenda

1

引言

2

工业变频驱动应用

3

英飞凌产品综述

4

IGBT7与碳化硅MOSFET解决方案

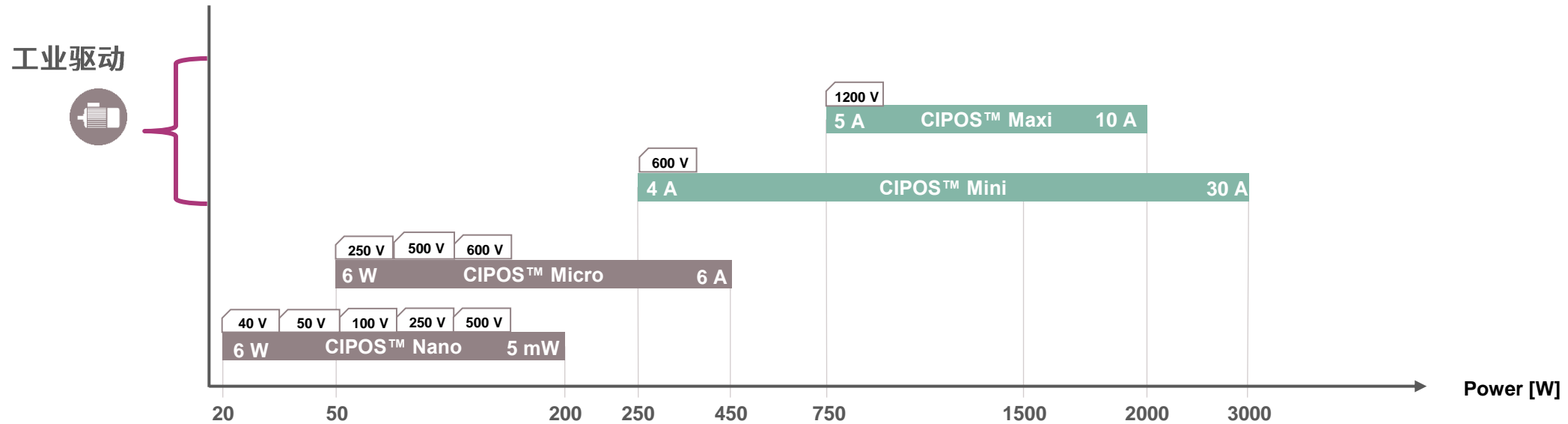
5

要点总结

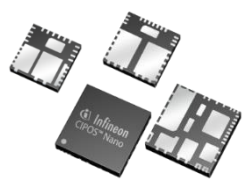
6

更多信息与链接

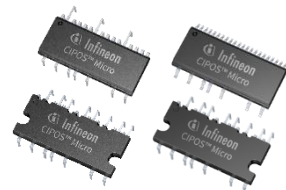
# IPM产品系列，功率范围20W – 2.2kW (3KW)



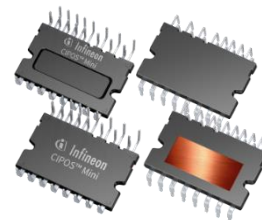
## IPM 智能功率模块产品系列



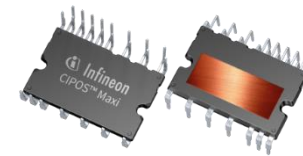
CIPOS™ Nano



CIPOS™ Micro



CIPOS™ Mini



CIPOS™ Maxi

# 分立器件IGBT以及碳化硅产品系列，功率最高到20kW

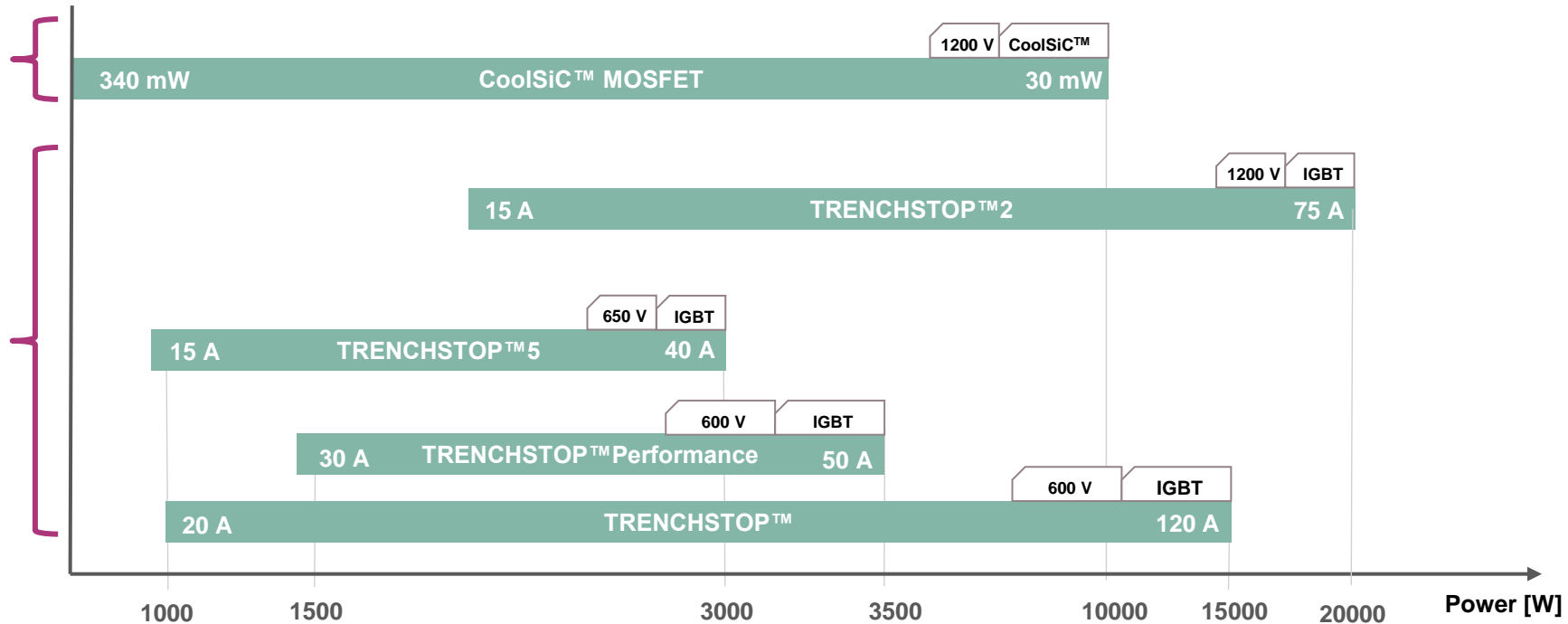
工业驱动

伺服驱动器

通用变频器

风机

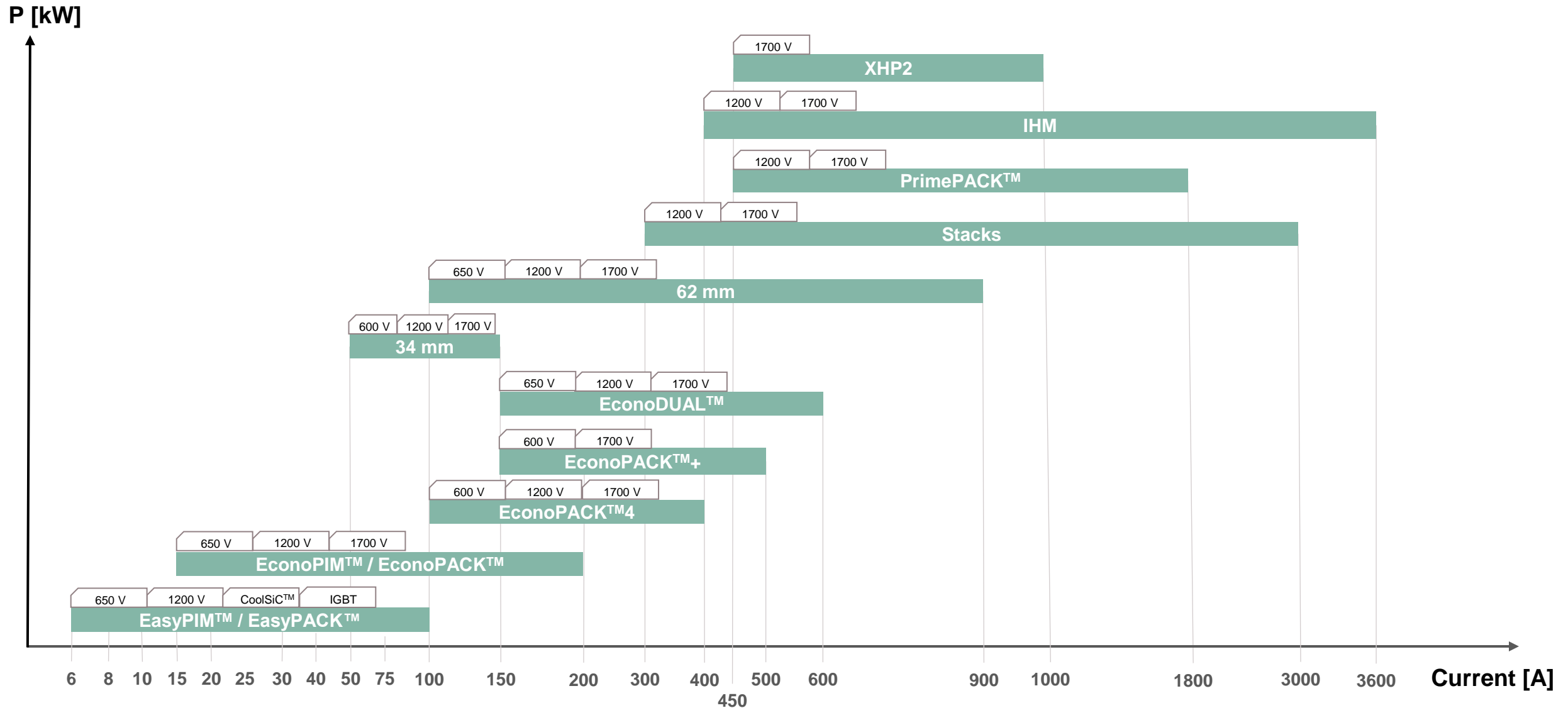
泵



## 分立式 IGBT 和 CoolSiC™ MOSFET 产品系列组合



# 宽广博大的IGBT模块产品系列，电流范围 6A-3600 A

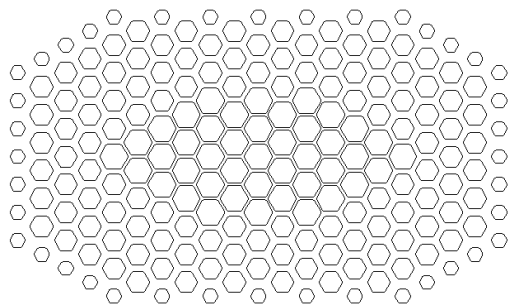




# 预涂（硅胶质）热界面材料模块的技术优势

## 功能

- › 业界最佳热阻
- › 在功率模块上完成预涂
- › 操作面干燥
- › 完全符合规范



印刷图案

## 优势

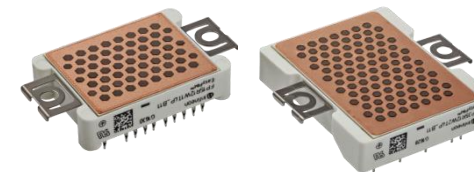
- › 缩短安装时间
- › 简化生产操作
- › 增加系统可靠性
- › 延长系统寿命
- › 最优化热效能
- › 改进安装和维护

## 产品示例

Econo



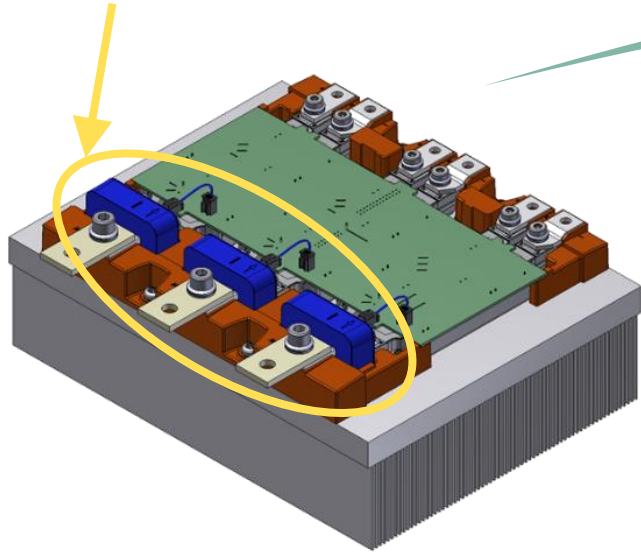
Easy



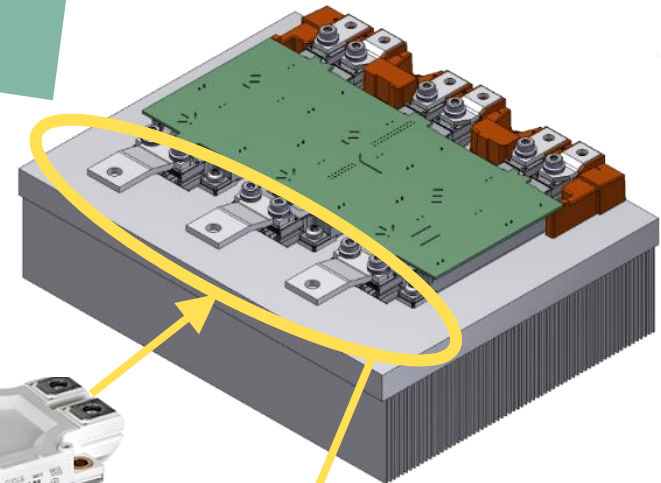
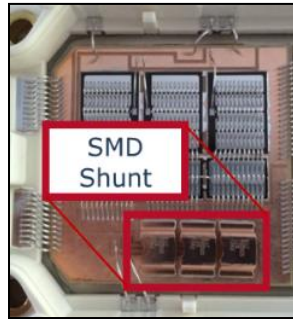
# 集成了shunts器件的EconoDUAL™ 3—降低系统成本

替换掉外部电流传感器

霍尔效应电流传感器



传统三相240kW变频器

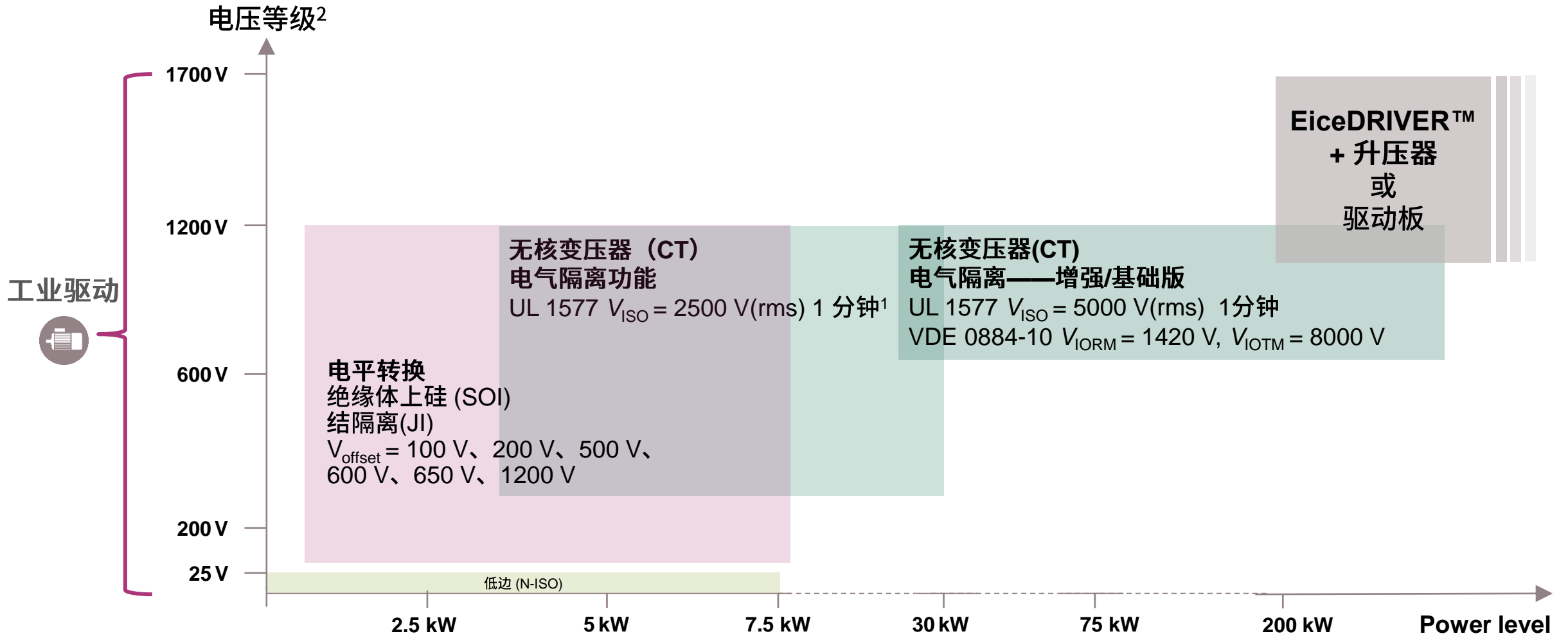


IGBT模块集成shunts的240kW方案

- › 模块内部集成Shunts降低了成本

- › 降低成本
- › 减小空间，无需布线
- › 更高的采样精度

# 栅极驱动器产品系列组合，功率范围达 200 kW 及以上

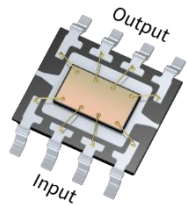


注 1: 仅1EDC Compact  
 注2: 电压等级是根据不同的驱动器配置定义的。  
 1. 单高边、高边和低边、半桥和三相栅极驱动器：电压等级是指应用的开关击穿电压。  
 2. 低边驱动器：电压等级是指最大工作范围电源电压。  
 3. 1EDNx550 (1EDN-TDI)等特殊情况：共模抑制 (CMR) 电压范围可达80 V。

# 主要栅极驱动器类别

## 非隔离式栅极驱动器

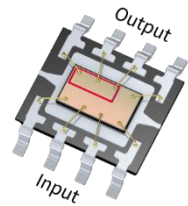
### 低边驱动



- 完整的单低边和双低边驱动器系列，具有灵活选择：输出电流、逻辑配置和UVLO。
- 坚固的高压栅极驱动器技术，采用最新的130nm工艺
- 符合行业标准的DSO-8、外形小巧的SOT23和WSON封装

## 电平转换栅极驱动器

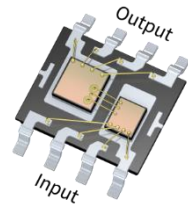
### PN结隔离(JI) & 绝缘体上硅(SOI)



- 经过验证的JI技术：在所有高压栅极驱动器中可靠应用20年
- 英飞凌™ SOI技术：集成自举二极管、减少电平转换损耗，以及业内最佳稳健性——可应对-VS瞬态尖峰
- 最广泛的200 V、600 V、700 V和1200 V符合行业标准的栅极驱动器产品组合

## 隔离式栅极驱动器

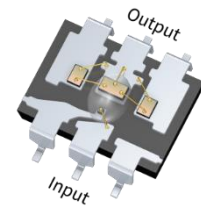
### 无核变压器隔离



- 磁耦合隔离技术：为工业应用提供电流隔离
- 最强大的栅极驱动输出电流(达10 A)：减少了对外部升压电路的需求
- 可靠准确的保护选项：准确严密的去饱和保护、有源米勒钳位、不同封装的隔离等级

## 固态继电器

### 光学安全隔离



- 光隔离技术：为安全应用提供电流隔离
- 成熟可靠的产品：超过20年历史
- 广泛的应用范围：从工业自动化到测试和测量设备

# 栅极驱动器推荐

应用	电压等级	配置	产品编号	源/漏电流类型	封装	说明	适用的电源开关与模块	
逆变器 (<3.5 kW)	200 V	半桥	IRS2007S/M	0.29/0.6 A	DSO-8, VQFN-14	200-V 半桥 V <sub>CC</sub> & V <sub>BS</sub> UVLO	StrongIRFET™ (IRF135B203, IRF135SA204) OptiMOSTM 3 (IPB072N15N3, IPB042N10N3 G, IPB107N20N3)	
	650 V	高边和低边	2ED2106S06F	0.29/0.7 A	DSO-8, DSO-14	英飞凌SOI技术, 集成自举二极管	TRENCHSTOP™ IGBT+二极管 (IKD10N60RF, IKA15N65ET6, IKW30N60DTP, IKB40N65ES5) EasyPIM™ 1B/2B 模块 (FP10R06W1E3_B11, FP15R06W1E3_B11, FB20R06W1E3, FP20R06W1E3_B11, FB30R06W1E3) EasyPACK™ 1B模块 (FS20R06W1E3_B11)	
		半桥	2ED2304S06F	0.36/0.7 A	DSO-8			
	半桥	2ED2184S06F	2.5/2.5 A	DSO-8, DSO-14				
	600 V	半桥	2EDL23I06PJ	2.3/2.8 A	DSO-14	英飞凌SOI技术, 集成自举二极管、OCP、EN、FAULT-RPT、SD-ACT		
		单高边	IRS2127S	0.29/0.6 A	DSO-8	FAULT-RPT、OCP		
		高边和低边	IRS2186(4)S	4/4 A	DSO-14, DSO-8	600-V 高边和低边驱动器, 高电流		
		三相	6EDL04I06PT	0.165/0.375 A	DSO-28 300 mil	英飞凌SOI技术, 集成自举二极管、OCP、EN、FAULT-RPT		
	1200 V	半桥	IR2214SS	2/3 A	SSOP-24	1200-V 半桥驱动器, 带DESAT、同步、SD-SOFT、FAULT-RPT		TRENCHSTOP™ IGBT+二极管(IKW25N120T2, IKW40N120T2, IKQ75N120CT2) EasyPIM™ 1B/2B模块(FP15R12W1T4_B11, FP15R12W2T4) EasyPACK™ 1B/2B模块(FS25R12W1T4_B11) Easy 1B/2B 三电平模块 (F3L15R12W2H3_B27) EconoPIM™ 2 模块 (FP25R12KT4_B15)
		三相	<b>6ED2230S12T</b>	0.35/0.65 A	DSO-24	英飞凌1200-V SOI技术, 集成BSDBSD、OCP (±5%)、EN、FAULT-RPT		TRENCHSTOP™ IGBT+二极管 (IKW08T120, IKW15N120T2) EasyPIM™ 1B/2B模块 (FP15R12W1T4, FP15R12W1T4_B11, FP15R12W2T4)
逆变器 (<7.5 kW)	1200 V	单高边	1EDC20I12AH	4/3.5 A	DSO-8 300 mil	功能绝缘、≥ 100 kV/μs CMTI、短路钳位、V <sub>ISO</sub> = 2500 V(rms) 1分钟 (仅1EDC)、有源米勒钳位(仅MH/MF)、单独的漏/源输出 (仅AH)		CoolSiC™ SiC MOSFET (IMZ120R045M1, IMZ120R080M1 - 4脚) TRENCHSTOP™ IGBT+二极管 (IKW40N120T2, IKQ50N120CT2, IKQ75N120CT2) EasyPIM™ 1B/2B 模块 (FP25R12W2T4_B11, FP35R12W2T4_B11) EasyPACK™ 1B模块(FS25R12W1T4_B11, FS50R12W2T4_B11) Easy 1B/2B 三电平 (F3L15R12W2H3_B27) EconoPIM™ 2模块(FP25R12KT4_B15, FP50R12KT4G_B15) EconoPACK™ 2/3 模块 (FS50R12KT4_B15)
			1EDC30I12MH	5.9/6.2 A	DSO-8 300 mil			
			1EDI30I12MF	5.9/6.2 A	DSO-8			
	三相	<b>6ED2230S12T</b>	0.35/0.65 A	DSO-24	英飞凌1200-V SOI技术, 集成自举二极管、OCP (±5%)、EN、FAULT-RPT		TRENCHSTOP™ IGBT+二极管 (IKW40N120T2) EasyPIM™ 1B/2B模块 (FP15R12W1T4, FP15R12W1T4_B11, FP15R12W2T4)	
	半桥	2ED020I12-FI	1.5/2.5 A	DSO-18	高边功能绝缘、比较器、OPAMP、SD		TRENCHSTOP™ IGBT+二极管(IKW40N120T2, IKQ50N120CT2, IKQ75N120CT2) EasyPIM™ 1B/2B模块(FP15R12W1T4_B11, FP15R12W2T4, FP25R12W2T4_B11) EasyPACK™ 1B 模块 (FS25R12W1T4_B11) Easy 1B/2B 三电平(F3L15R12W2H3_B27)	

# 栅极驱动器推荐 (续)

应用	电压等级	配置	产品编号	源/漏电流类型	封装	说明	适用的电源开关与模块
逆变器 (<30 kW)	1200 V	单高边	1ED020I12-F2	2/2 A	DSO-16 300mil	功能绝缘、≥ 100 kV/μs CMTI、有源米勒钳位、DESAT、短路钳位、FAULT-RST	CoolSiC™ SiC MOSFET (IMZ120R045M1, IMZ120R080M1 – 4脚) EasyPIM™ 1B/2B 模块 (FP15R12W1T4_B11, FP25R12W2T4_B11) EasyPACK™ 1B 模块 (FS25R12W1T4_B11, FS50R12W2T4_B11) EconoPIM™ 2 模块 (FP25R12KT4_B15, FP50R12KT4G_B15) EconoPACK™ 2/3 模块 (FS50R12KT4_B15)
		双高边	2ED020I12-F2	2/2 A	DSO-36		
		单高边	1ED020I12-BT	2/2 A	DSO-16 300mil	基本绝缘、获得VDE 0884-10认证、 $V_{IORM} = 1420\text{ V}$ , $V_{IOTM} = 6000\text{ V}$ ; 获得UL 1577认证、 $V_{ISO} = 3750\text{ V(rms)}$ 1分钟、≥ 100 kV/μs CMTI、有源米勒钳位、DESAT、短路钳位、两级关断、FAULT-RST	
逆变器 (<200 kW)	1200 V	单高边	1EDI60I12AF	10/9.4 A	DSO-8	功能绝缘、≥ 100 kV/μs CMTI、单独的漏/源输出、短路钳位, 125-ns 传播延迟	CoolSiC™ SiC MOSFET 模块 (FF11MR12W1M1_B11; FF23MR12W1M1_B11) EconoPIM™ 2/3 模块 (FP150R12KT4(P)_B11) EconoPACK™ 2/3/4 模块 (FS150R12KT4(P)_B11) EconoDUAL™ 3 模块 (FF300R12ME4_B11) EconoPack™+ 模块 (FS300R12OE4, FS450R12OE4) 34 mm 模块 (FF15012RT4) 62 mm 模块 (FF300R12KE4)
			1EDS20I12SV	SRC/2 A	DSO-36	加强绝缘、VDE 0884-10、 $V_{IORM} = 1420\text{ V}$ 、 $V_{IOTM} = 8000\text{ V}$ ; UL 1577; $V_{ISO} = 5000\text{ V(rms)}$ ; 软关断、DESAT、FAULT-RPT、OCP、摆率控制、TLTO	CoolSiC™ SiC MOSFET 模块 (FF11MR12W1M1_B11; FF23MR12W1M1_B11) EasyPACK™ 1B 模块 (FS50R12W2T4_B11, FS75R12W2T4_B11) Easy 1B/2B 三电平 (FS3L50R07W2H3F_B11, F3L75R12W1H3_B11, F3L100R12W2H3_B11) EconoPIM™ 2/3 模块 (FP75R12KT4_B15, FP100R12KT4(P)_B11) EconoPACK™ 2/3/4 模块 (FS75R12KT4_B15, FS100R12KT4G(P)_B11) 34 mm 模块 (FF50R12RT4, FF100R12RT4)
			1ED020I12-B2	2/2 A	DSO-16 300mil	基本绝缘、获得VDE 0884-10认证、 $V_{IORM} = 1420\text{ V}$ 、 $V_{IOTM} = 6000\text{ V}$ ; 获得UL 1577认证、 $V_{ISO} = 3750\text{ V(rms)}$ 1分钟、≥ 100 kV/μs CMTI、有源米勒钳位、DESAT、短路钳位、FAULT-RST、TLTO	
PFC	25 V	单低边	1ED44176N01F	0.8/1.75 A	DSO-8	集成了过流保护 (±5%)、故障报告和使能功能的低边栅极驱动器	TRENCHSTOP™ IGBT+二极管 (IKW30N65H5, IKW40N65WR5, IKFW40N60DH3E, IKFW50N60DH3E) Rapid 二极管 (IDW30E65D1, IDW60C65D1) CoolMOS™ MOSFET (IPx60R060P7, IPx60R080P7, IPx60R099P7, IPx60R120P7, IPx60R180P7, IPx60R280P7, IPx60R360P7) CIPOS™ Mini (IFCM15S60GD, IFCM10P60GD, IFCM10S60GD)
			IRS44273L	1.5/1.5 A	SOT23-5	低边栅极驱动器, 采用小型易用的封装	
		双低边	IRS4427S	2.3/3.3 A	DSO-8	经过行业认证的双低边栅极驱动器	
SMPS (<3 kW)	650 V	半桥	2ED2184S06F	2.5/2.5 A	DSO-8, DSO-14	英飞凌SOI技术, 集成自举二极管	TRENCHSTOP™ IGBT+二极管 (IKW30N65F5, IKB40N65EF5) CoolMOS™ MOSFET (IPx60R060P7, IPx60R080P7, IPx60R099P7, IPx60R180P7, IPx60R280P7, IPx60R360P7, IP(W/Z)65R019C7, IP(W/Z)65R045C7, IP(W/Z)65R065C7, IP(W/Z)65R095C7, IPW65R190C7)
	600 V	高边和低边	IRS2186(4)S	4/4 A	DSO-14, DSO-8	600-V 高边和低边驱动器, 高流量	
制动斩波器 (<3.5 kW)	25 V	单低边	IRS44273L	1.5/1.5 A	SOT23-5	具有CMOS输入的非反向单低边驱动器	TRENCHSTOP™ IGBT+二极管 (IKW40N120T2, IKQ50N120CT2, IKQ75N120CT2)
	1200 V	单高边	1EDI05I12AF	1.3/0.9 A	DSO-8	功能绝缘, ≥ 100 kV/μs CMTI, 短路钳位, 单独的漏/源输出 (仅AF)、有源米勒钳位 (仅MF)	
			1EDI10I12MF	2.2/2.3 A	DSO-8		

# Agenda

1

引言

2

工业变频驱动应用

3

英飞凌产品综述

4

IGBT7与碳化硅MOSFET解决方案

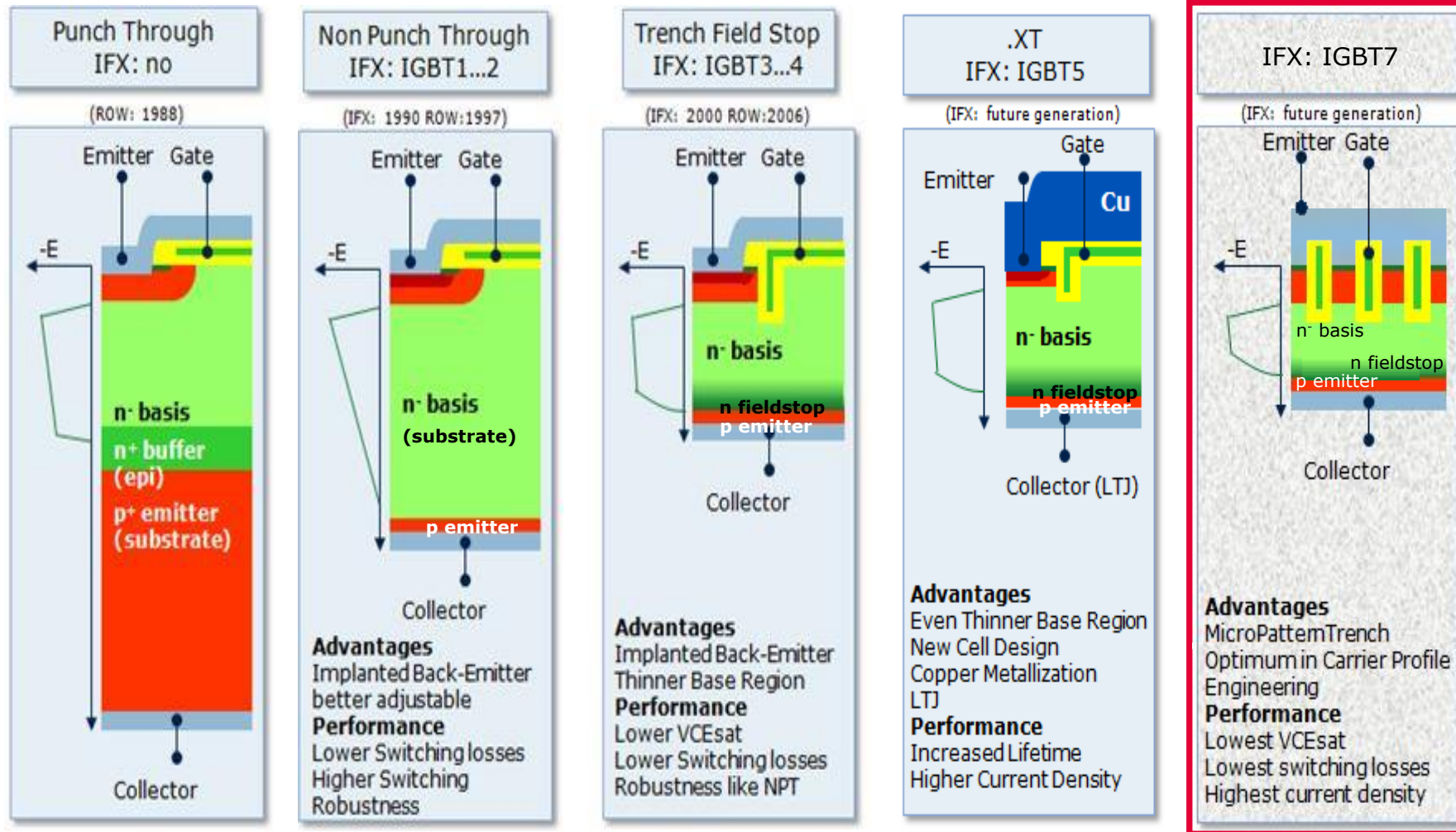
5

要点总结

6

更多信息与链接

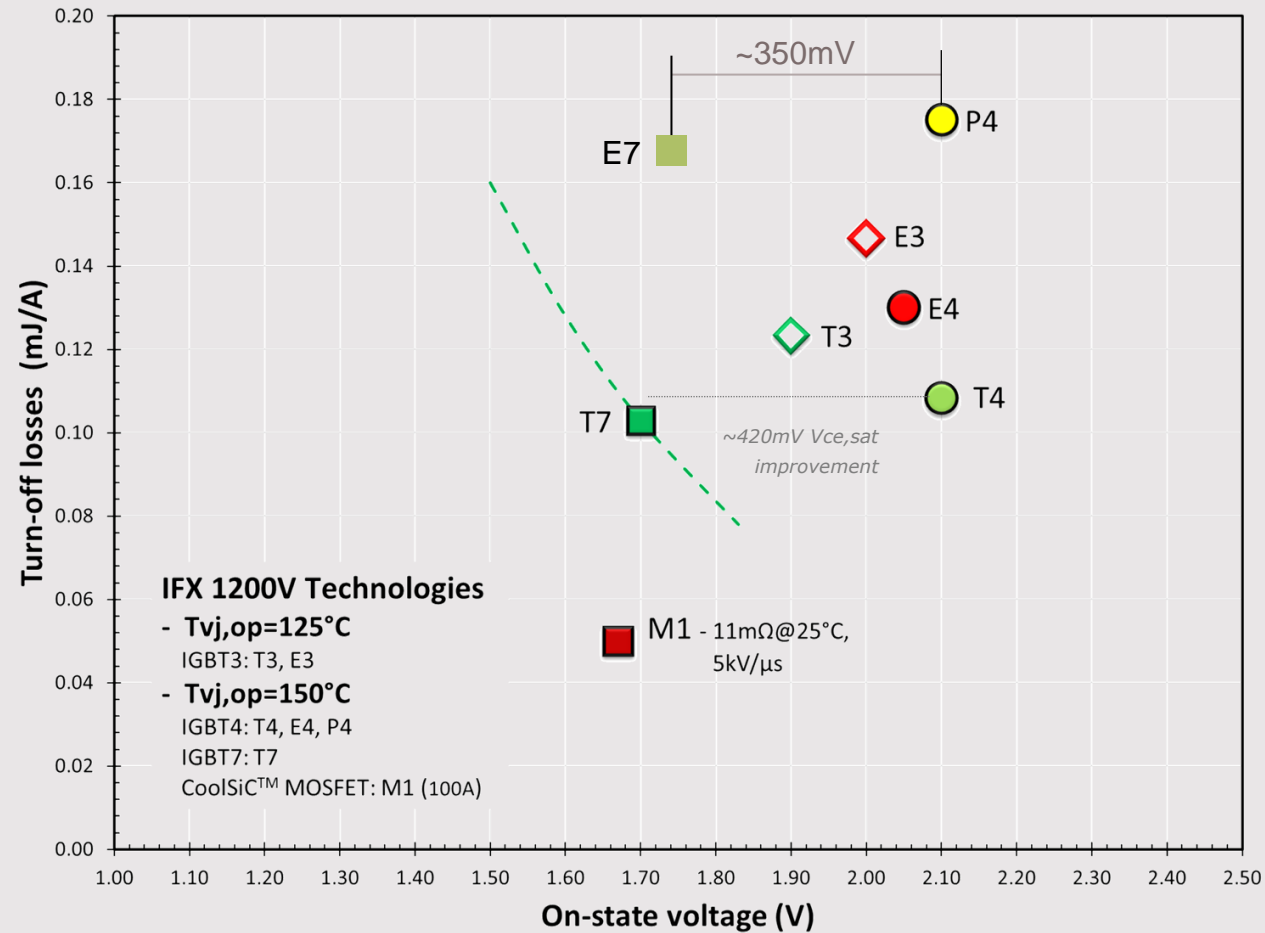
# 英飞凌™ IGBT 器件发展历程



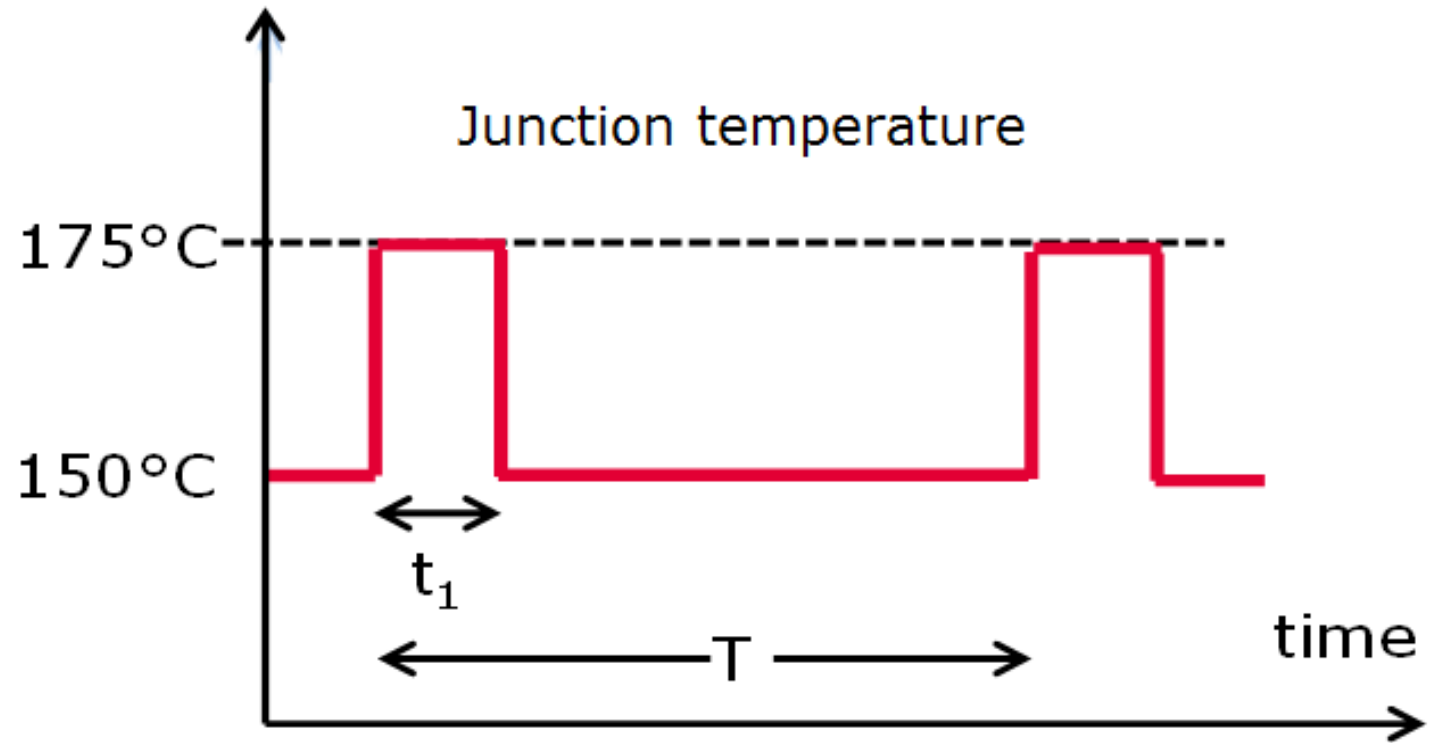
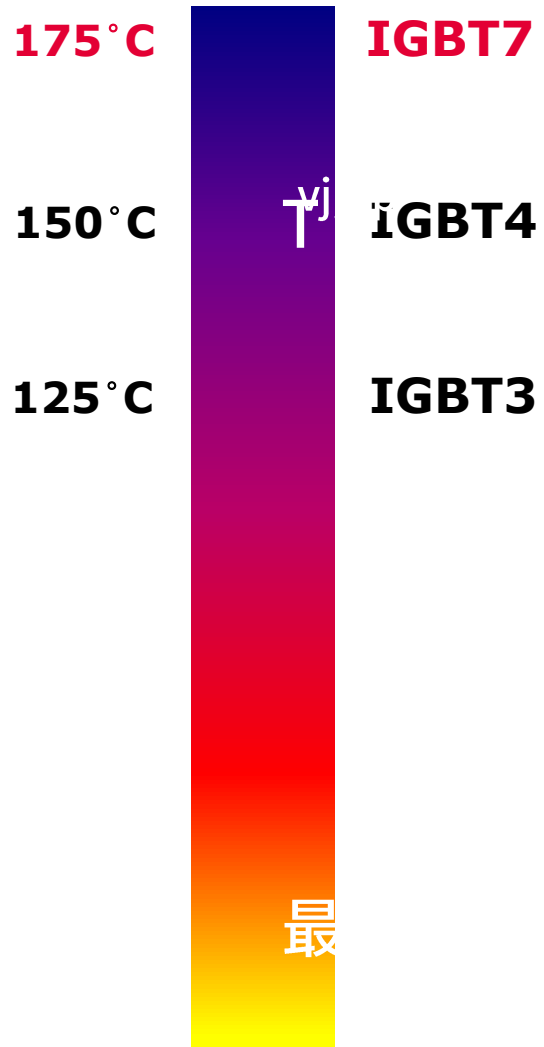


# 1200V 芯片技术的对比 – IGBT7 更低的通态损耗

IGBT7 1200V T7/E7 与 T4/P4 相比,  $V_{ce,sat}$  降低了20%/17%



# IGBT7 过载时IGBT的运行结温 $T_{vj,op}$ 可达175°C

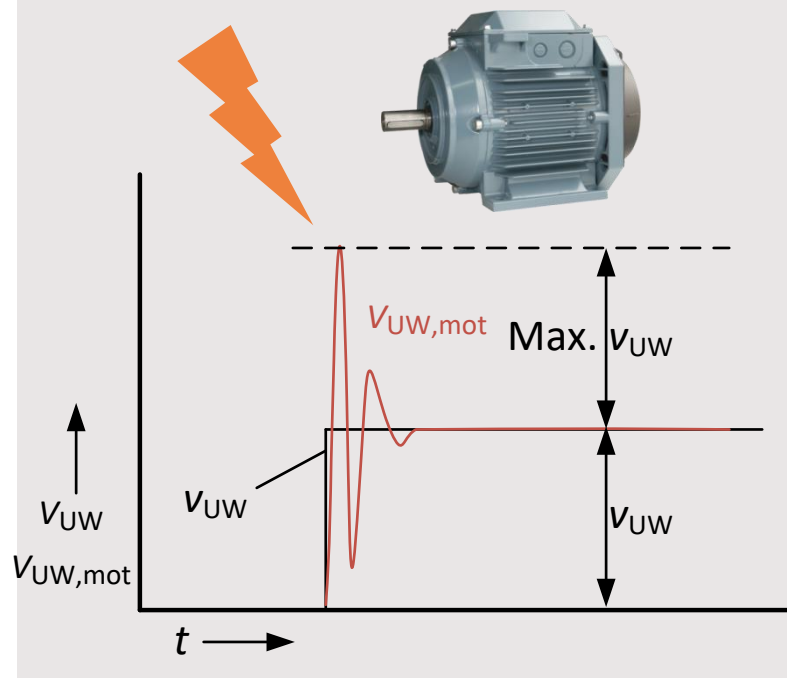


- ✓ 连续运行时,  $T_j \leq 150^\circ\text{C}$
- ✓ 重复过载时,  $T_j \leq 175^\circ\text{C}$  并且过载时间  $t_1 \leq 60\text{s}$
- ✓ 过载循环周期满足  $D=t_1/T \leq 20\%$

# 针对电机驱动类应用的 dv/dt 特性优化

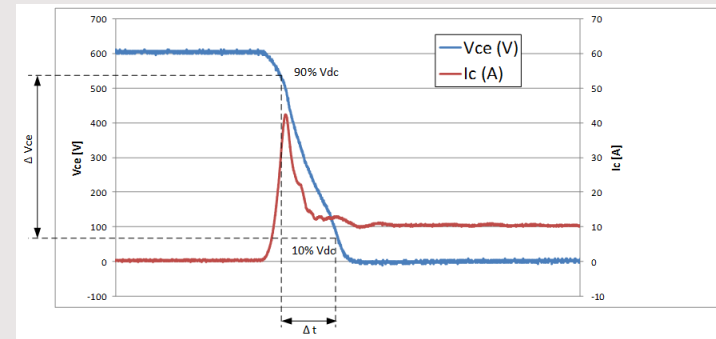
## 应用需求

- 过快的上升时间（过大的dv/dt）会危及电机的线圈绝缘和轴承，所以通常情况下电机驱动器输出端dv/dt的最大值为5 kV/μs

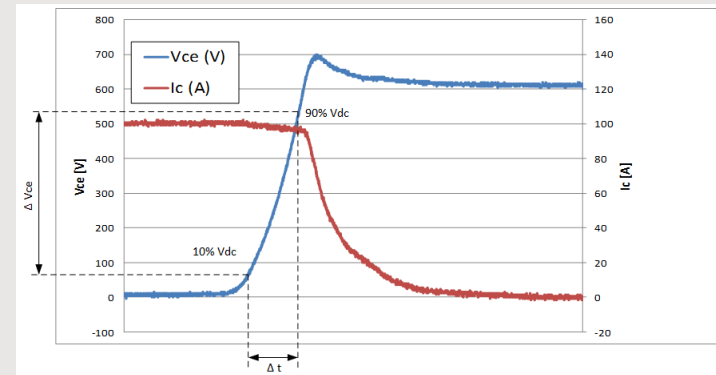


## IGBT7 设计目标

- 即便在最严酷情况下，开关产生的dv/dt也显示较好的受控性



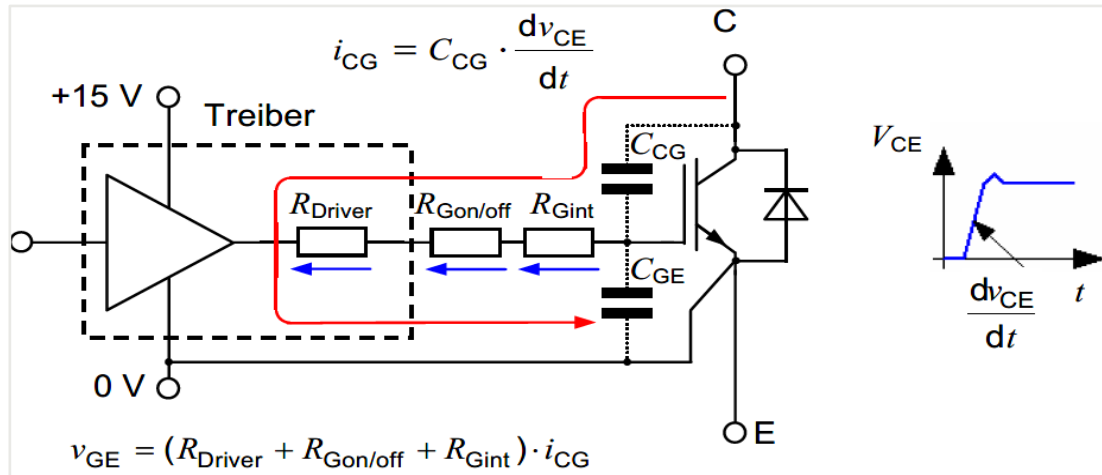
开通dv/dt [10-90%] 在  $1/10 I_{nom}$  条件下



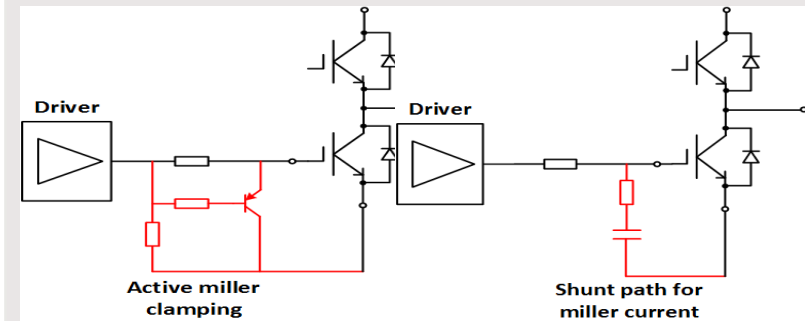
关断dv/dt [10-90%] 在  $I_{nom}$  条件下

# 小功率 IGBT7 通过优化输入电容简化驱动电源 / 路 设计

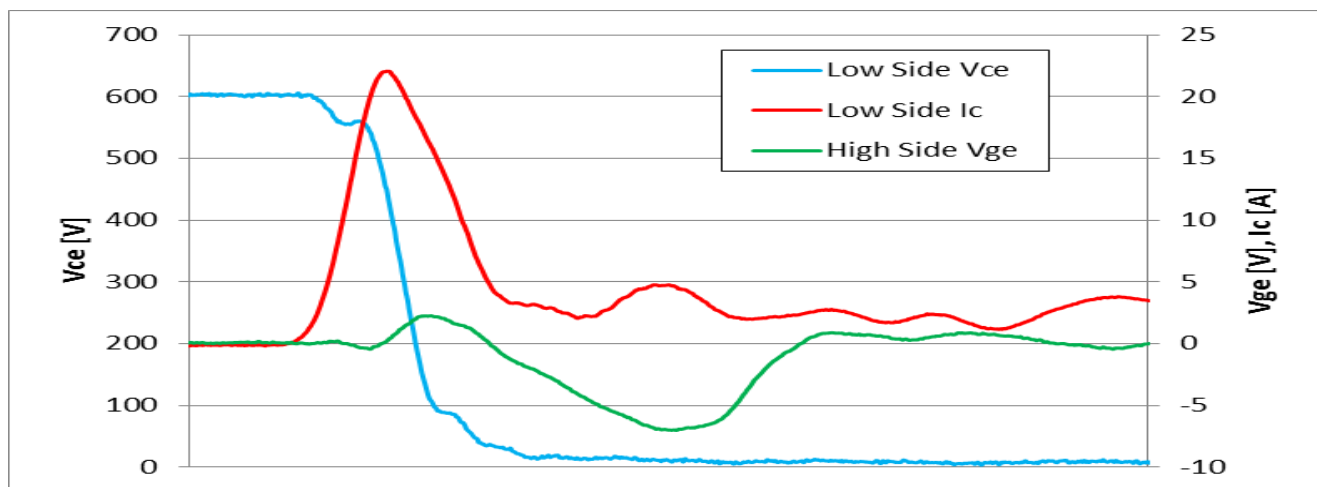
✓ 1200V IGBT4 需要负压驱动电源设计以防止寄生导通



- › 采用负压驱动电源设计
- › 采用钳位驱动电路设计



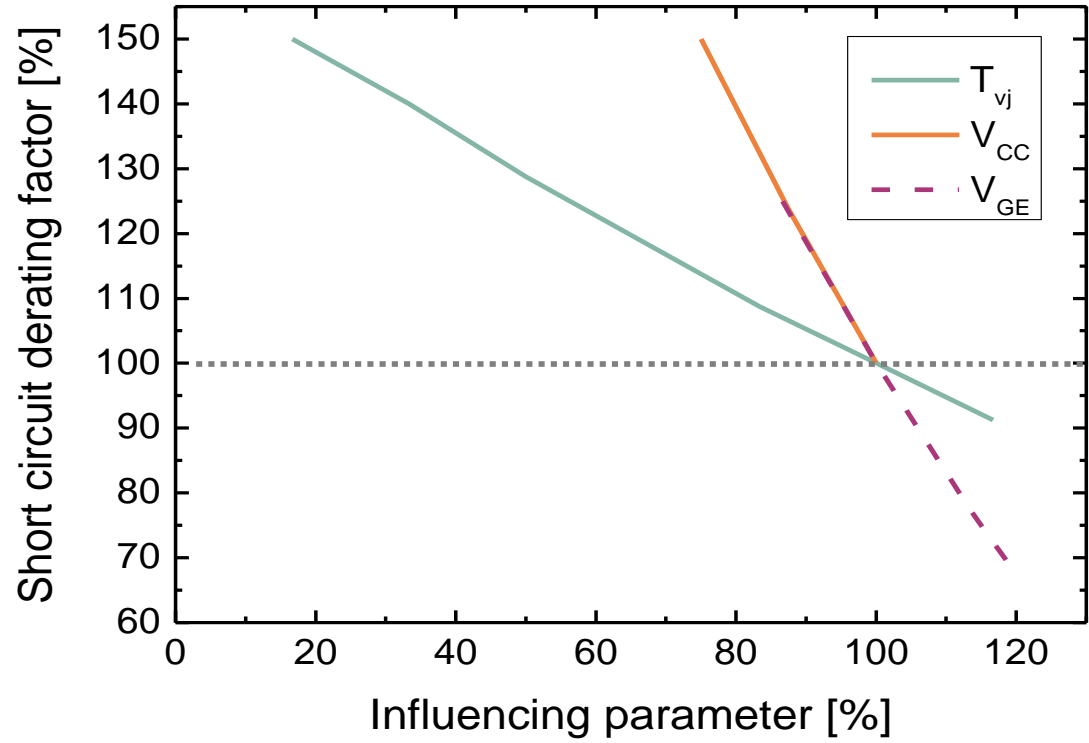
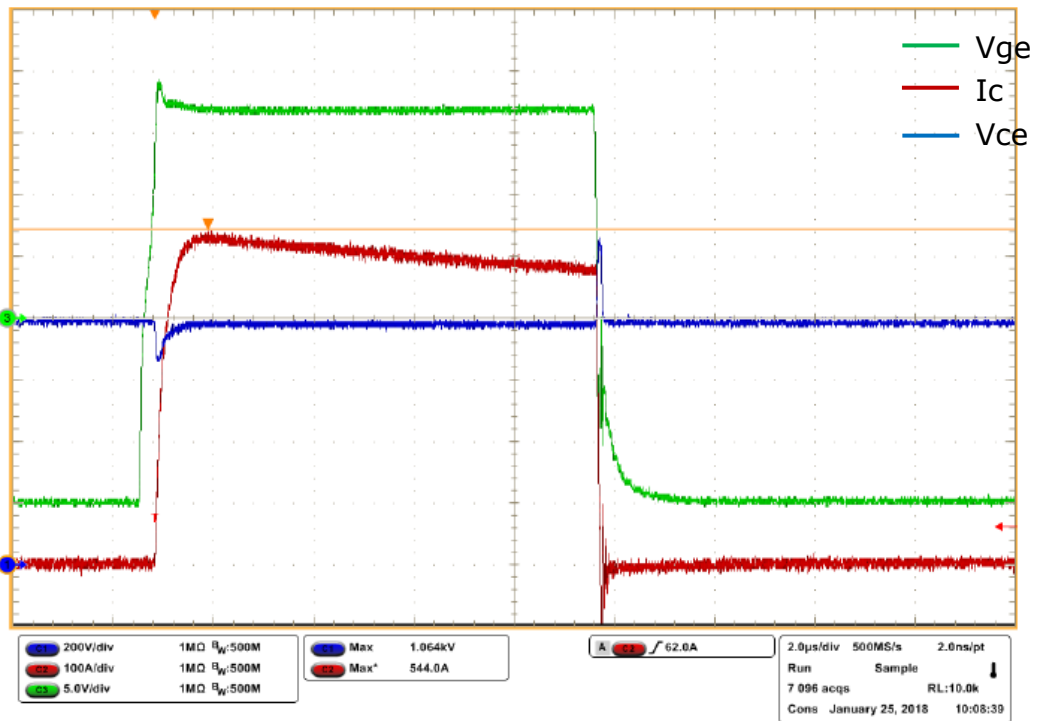
✓ 1200V IGBT7 通过优化输入电容可以在0V驱动时防止寄生导通



- › **最严酷条件下测试寄生开通**
  - 25A的芯片
  - 0欧姆驱动电阻开通
  - 200欧姆驱动电阻关断
  - 室温
  - 栅极0V关断
  - 1/10 Inom

# IGBT7 的短路特性和降额因子

✓ 短路耐受时间被设定为8us (典型条件  $T_{vj}$  150°C,  $V_{ge}$  15V,  $V_{cc}$  800V)

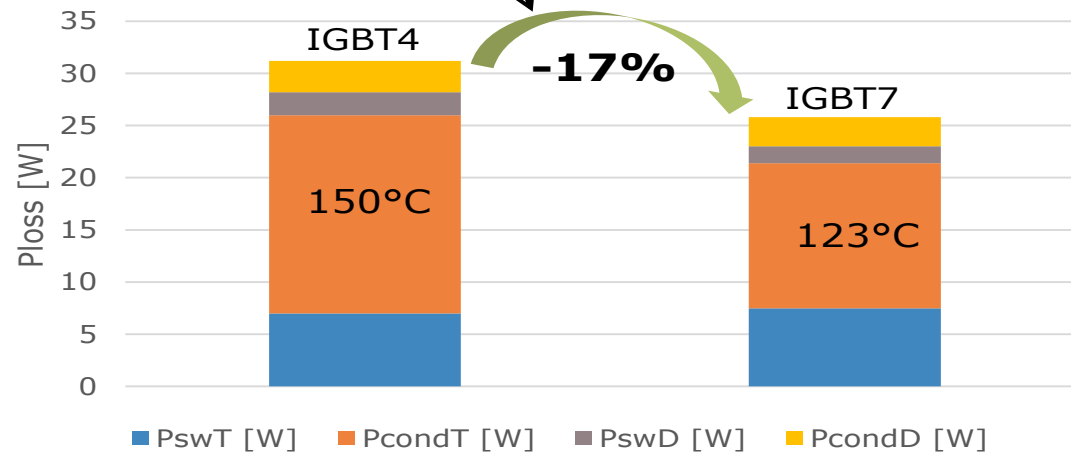
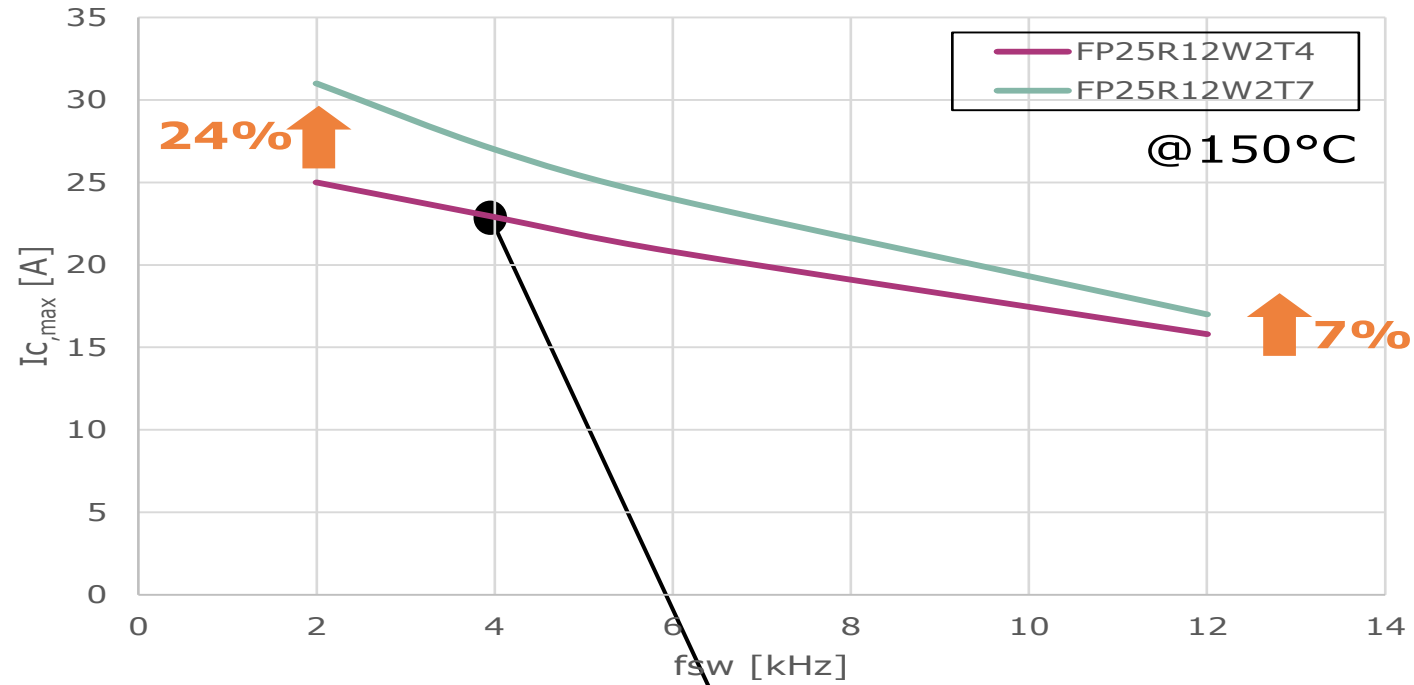
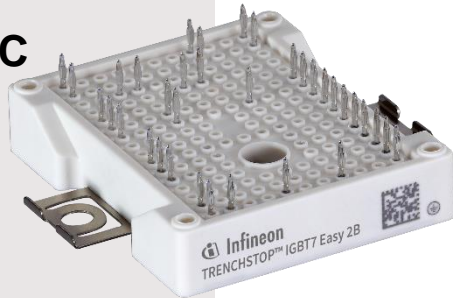


根据实际的芯片结温、直流母线电压和驱动电压，提供了短路耐受时间的降额比例。可参考 AN2018-14-TRENCHSTOP™ 1200 V IGBT7 Application Note

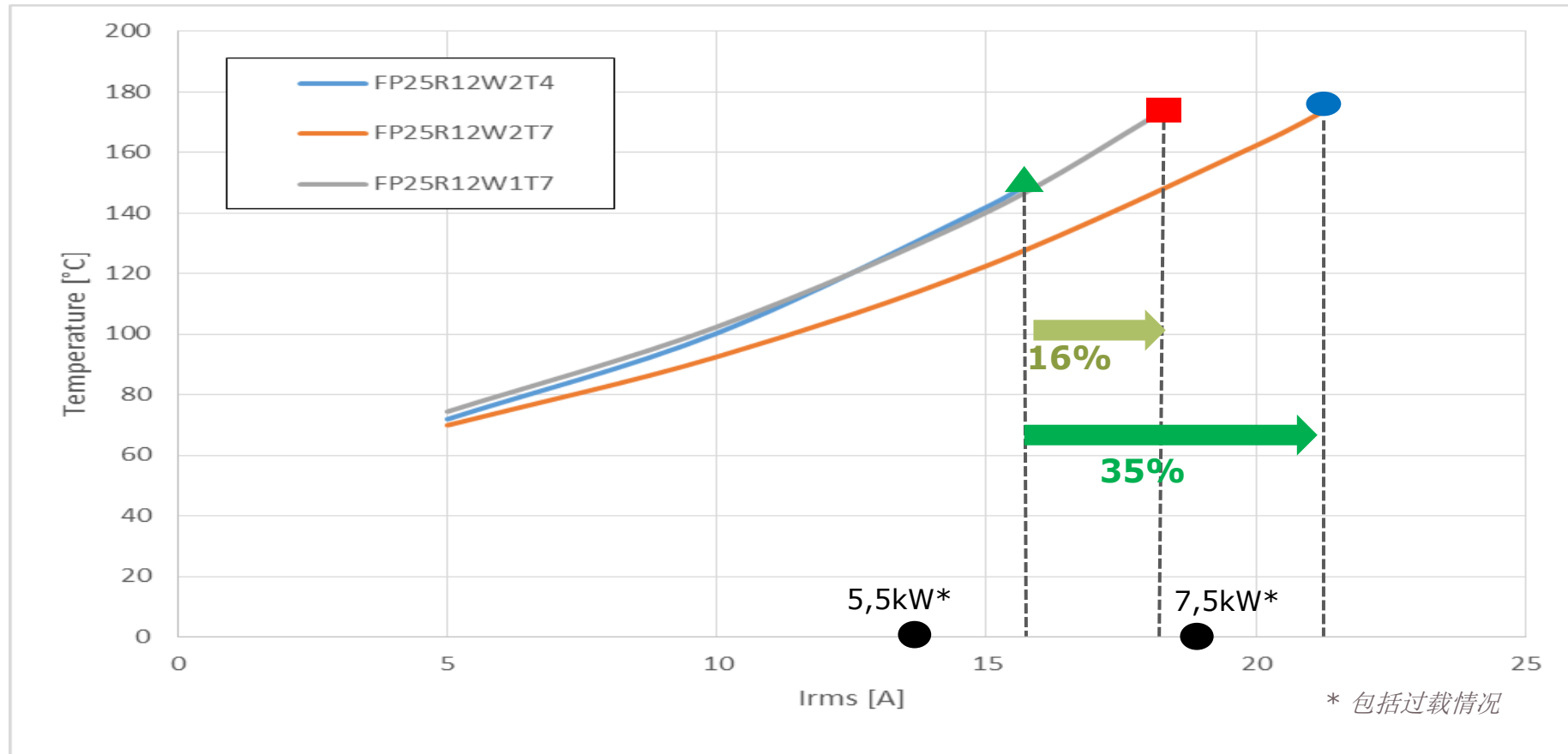
# IGBT7 与 IGBT4 的损耗和输出能力对比

## 仿真条件

- 连续运行
- $V_{DC} = 540\text{ V}$
- $\cos \phi = 0.85$
- Modulation factor = 1
- $dv/dt = 5\text{ kV}/\mu\text{s}$
- $f_{out} = 50\text{ Hz}$
- $R_{thHA} = 1.8\text{ K/W}$
- $\tau_{HA} = 60\text{ s}$
- $T_{amb} = 40^\circ\text{C}$



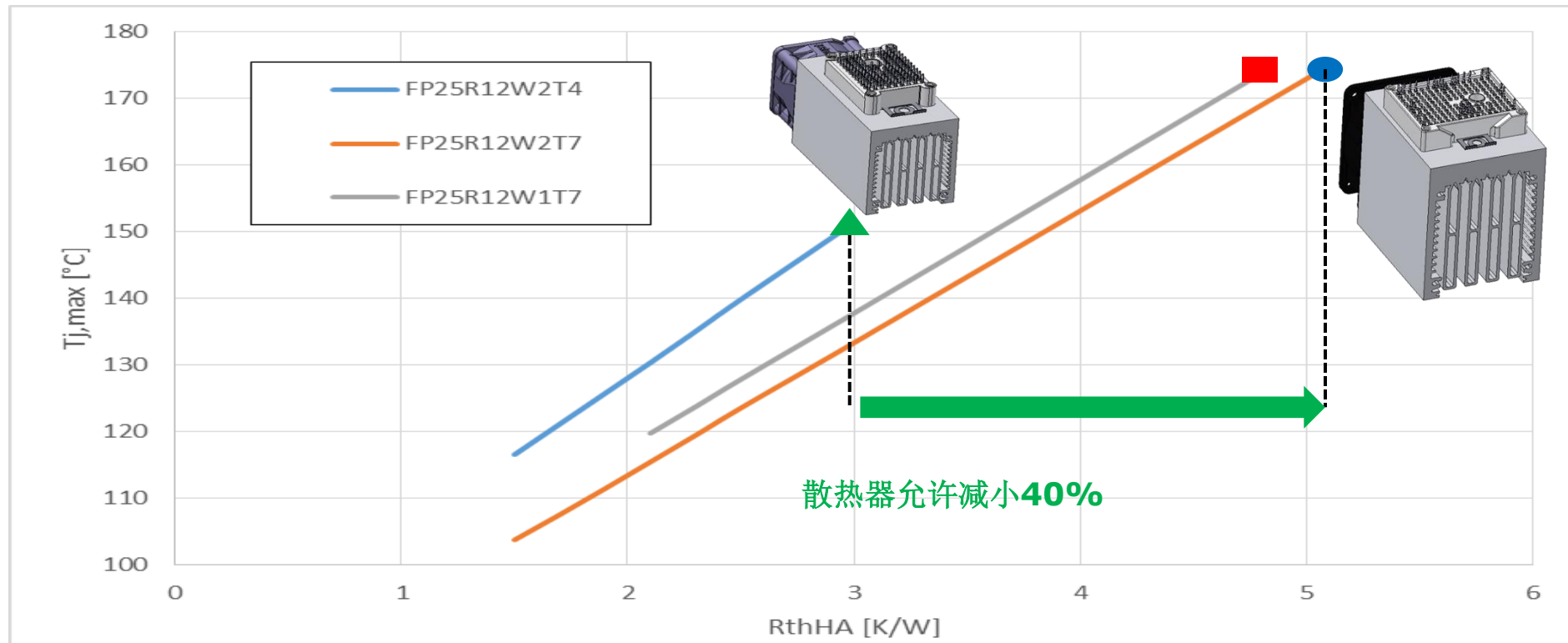
# IGBT4 升级到 IGBT7 的应用场景 – 更大功率输出



- ✓ 对于“pin to pin”同封装替换方案，在相同的系统散热条件下，IGBT7输出电流可以增加35%，这让功率跳档成为了可能。
- ✓ 对于更小封装替换方案（Easy2B -> Easy1B），可以实现更紧凑的设计，并且输出功率还提高16%。

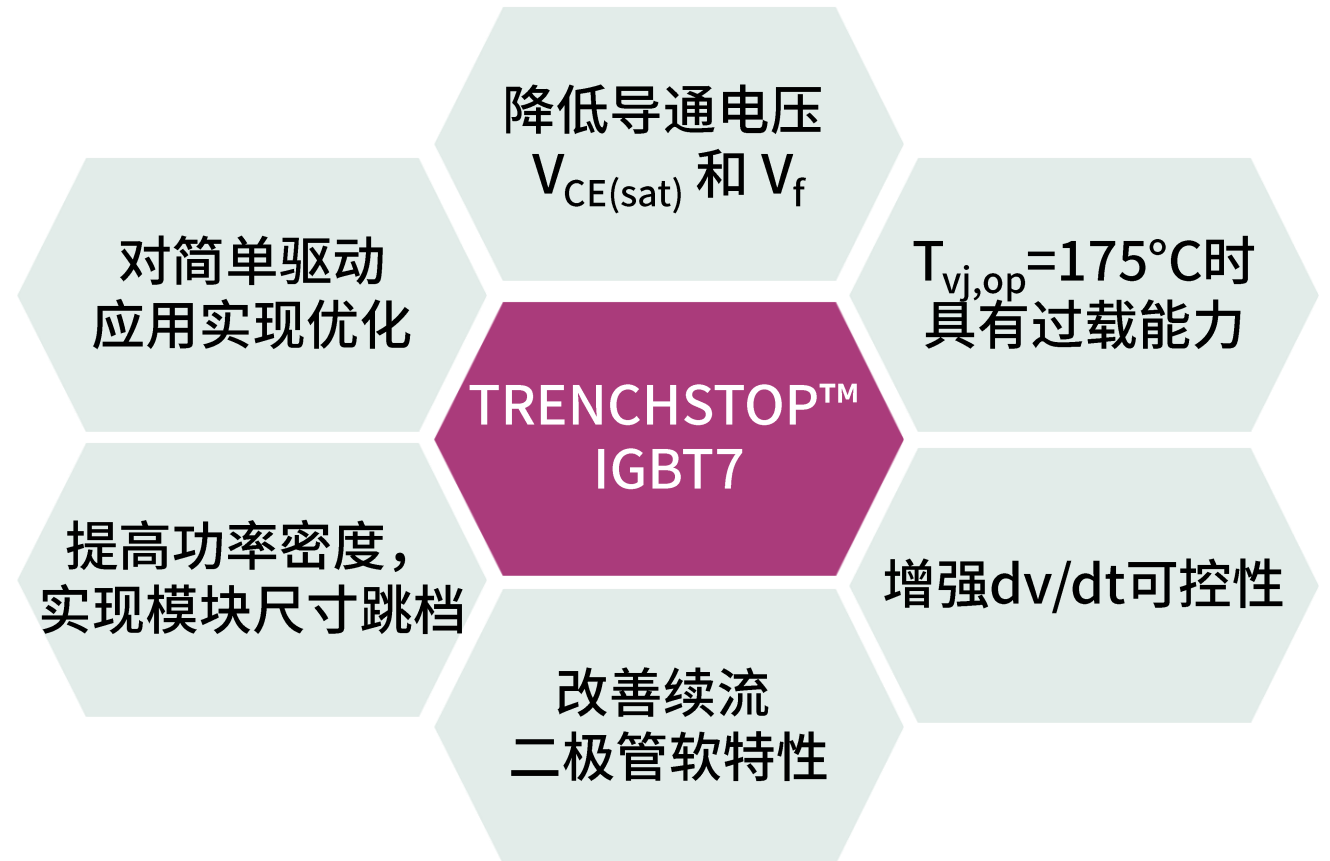
# IGBT4 升级到 IGBT7 的应用场景 – 散热器尺寸减小以达到更紧凑设计

- ✓ 5,5kW 马达驱动器的设计分析
- ✓ 在输出功率的恒定的条件下，包括“pin to pin”同封装替换方案和更小封装替换方案可以允许更高的 $R_{thha}$ 。这意味着散热器的尺寸可以显著地降低





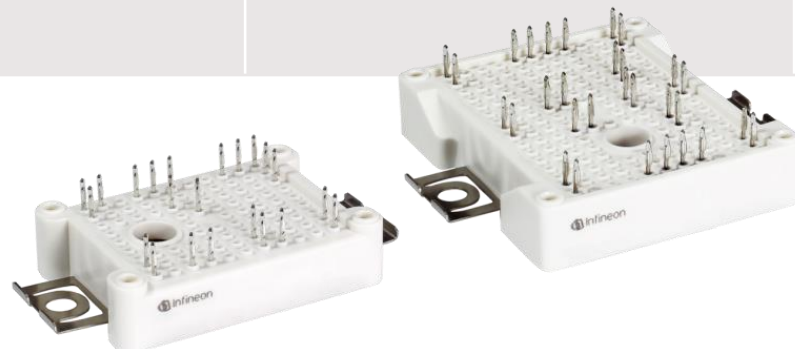
# TRENCHSTOP™ IGBT7 芯片模块的技术特性



# Easy 封装 TRENCHSTOP™ IGBT7产品组合

**IGBT7**

I <sub>c</sub>	1200 V PIM		1200 V SixPACK	
	Easy 1B	Easy 2B	Easy 1B	Easy 2B
10 A	FP10R12W1T7_B11			
15 A	FP15R12W1T7_B11			
25 A	FP25R12W1T7_B11	FP25R12W2T7_B11	FS25R12W1T7_B11	
35 A		FP35R12W2T7_B11	FS35R12W1T7_B11	
50 A		FP50R12W2T7_B11	FS50R12W1T7_B11	FS50R12W2T7_B11
75 A				FS75R12W2T7_B11
100 A				FS100R12W2T7_B11



**全新系列: 更大输出电流**

# EconoDUAL™ 3 封装 TRENCHSTOP™ IGBT7

## 关键特征

- › 900A 1200V EconoDUAL™ 3 模块
- › TRENCHSTOP™ IGBT7 E7 芯片技术
- › EconoDUAL™ 3 优化封装
- › PressFIT 管脚的端子
- › 预涂导热硅脂(TIM) (可选)
- › 集成NTC温度传感器
- › 紧凑和鲁棒的端子设计

## 典型应用场景



## 产品计划

$I_C$ [A]	1200 V / 900A
型号	FF900R12ME7_B11

## 产品定位

- › Best-in-class 的900A /1200V模块
- › 同样尺寸更大电流输出能力
- › 减少或避免了IGBT模块的并联使用
- › 简化逆变器系统，从而降低系统成本
- › 简化安装和低成本组装方式
- › 提升内部连接的可靠性

# IGBT7 的客户价值



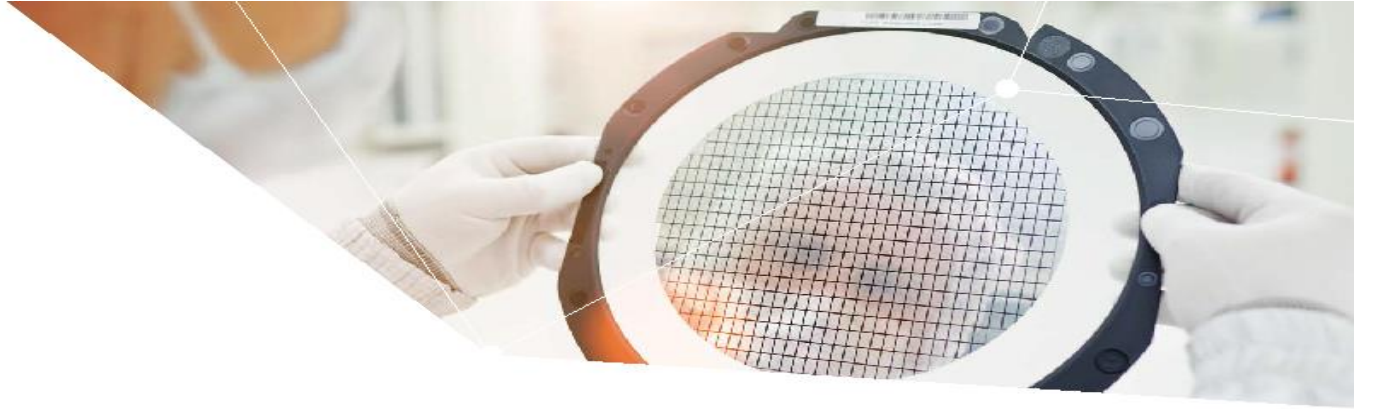
## 技术优势

- › **低损耗**: 全新芯片技术具有低  $V_{cesat}$  , 极大地减少了损耗
- › **dv/dt** 针对 2-8 kV/ $\mu$ s进行了优化, 专为驱动应用设计开发
- › **短路**: 为更佳性能量身定制, 150°C 下8  $\mu$ s足以满足驱动应用要求
- › **简化栅极驱动器**: 针对应用条件进行了优化, 仅需控制一个栅极电阻
- ›  **$T_{vjop}$  升至 175°C** , 实现更高功率密度

## 客户优势

- › **即插即用**
  - 与 IGBT4 模块引脚兼容
  - 低损耗
  - 提高鲁棒性
- › **模块尺寸跳档**
  - 降低IGBT模块材料成本
  - 逆变器设计更加紧凑
  - 提高了逆变器尺寸的灵活性
- › **减小散热器**
  - 节省系统成本
  - 逆变器设计更加紧凑
- › **齐全的产品系列组合**
  - 覆盖广大的功率范围
  - 大批量供货能力

# 英飞凌碳化硅技术的发展历史



History of SiC at I

More than

## 超过15年批量供货的历史

Infineon is a pioneer in the technology. As the first diodes were introduced in followed by the worldwide containing SiC component generation of such parts is

+SiC

> 1992

Start of power device development, SiC diodes and Transistors for high power industrial applications, initially on 2" wafer technology fully integrated in the high volume silicon power manufacturing line of Infineon

> 2006

Release of the first power modules with SiC devices inside for industrial motor drive applications (Hybrid modules)



> 2007

Move to 3" wafer production



> 2009

Release of first high power module with SiC Diodes



> 2012

Roll out of SiC portfolio for solar power string inverters



> 2014

Extension of the 5th generation principle towards 1200 V diodes



> 2015

Start of 150 mm conversion in manufacturing



> 2001

Worldwide first release of commercial SiC power devices

> 2006

Release of 2nd generation diodes based on Infineon's unique MPS principle



> 2008

Release of 3rd diode generation with improved thermal properties



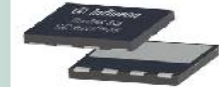
> 2010

Move to 100 mm 4" wafer diameter



> 2013

Release of 5th generation of diodes, introduction of thin wafer manufacturing for SiC



> 2014

Commercial release of Infineon's ultra reliable SiC JFET switch in power modules and discrete versions

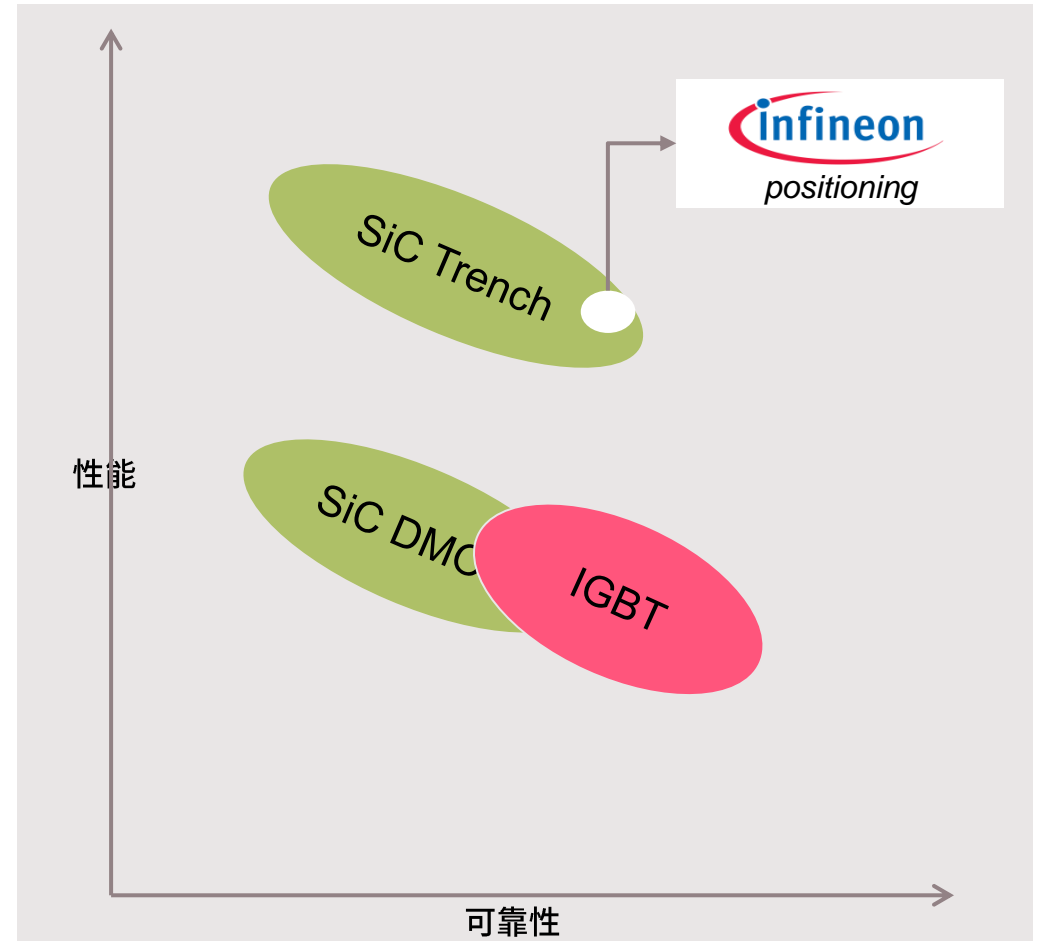
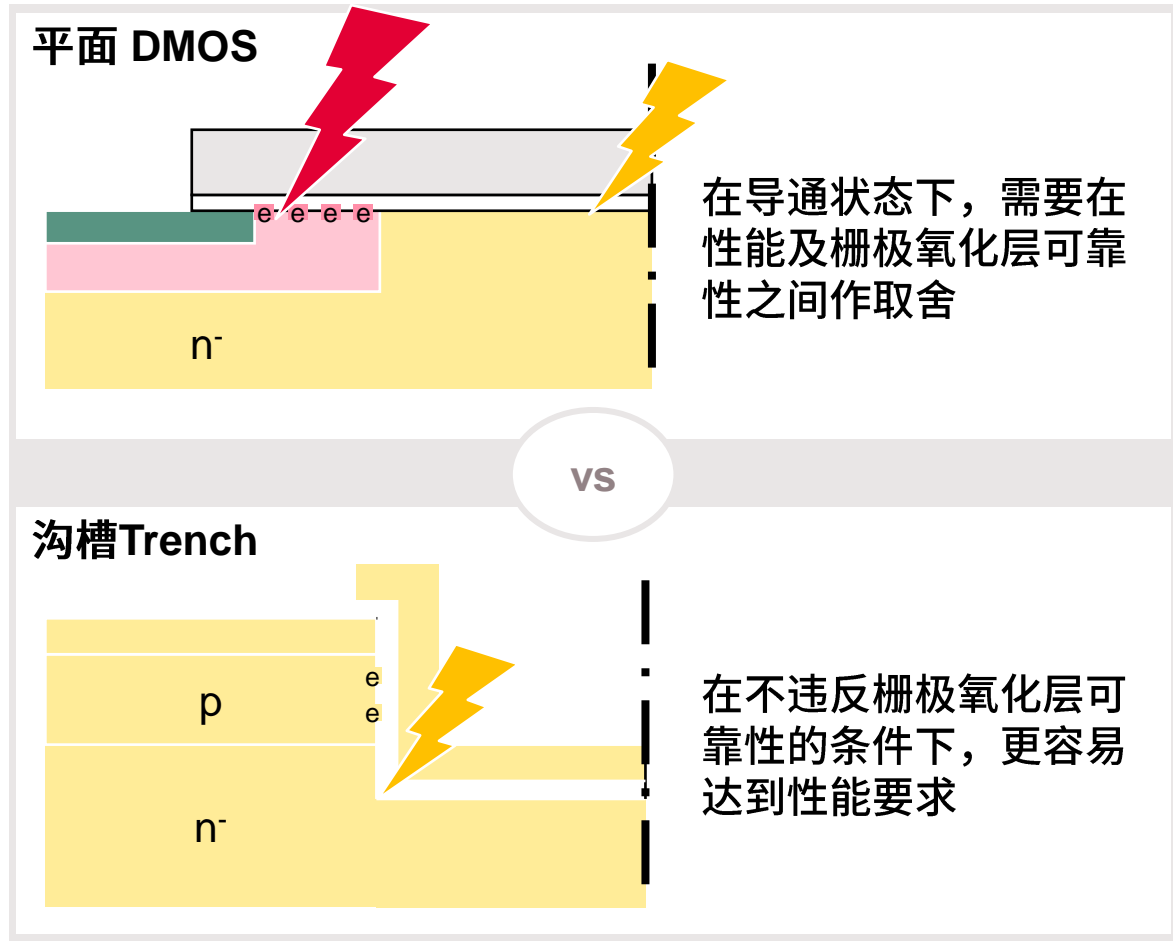


> 2016

Technology launch of CoolSiC™ MOSFET at the PCIM in Nuremberg



# 英飞凌采用现代沟槽CoolSiC™技术带来了新机遇



在相当于IGBT的可靠性水平时达到最佳的 $R_{dson}$

# SiC MOSFET 需要满足的多项指标

## 性能

静态特性

动态特性

## 牢固性及 生产稳定性

- 阈值电压
- 栅极氧化层可靠性
- 短路能力
- 易用性
- 芯片生产稳定性
- 更多...

## CoolSiC™在同类产品 中具有以下优势：

- >4 V
- 类似IGBT的故障率
- 3 μs
- 以门极电压控制dv/dt
- 在硅晶圆厂生产

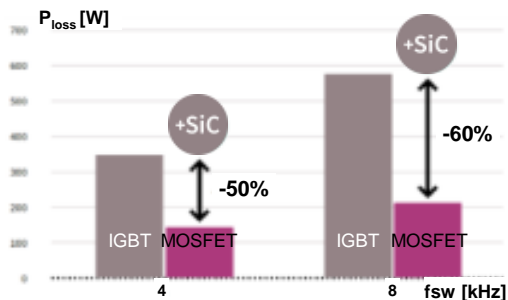


# 碳化硅SiC产品的客户价值



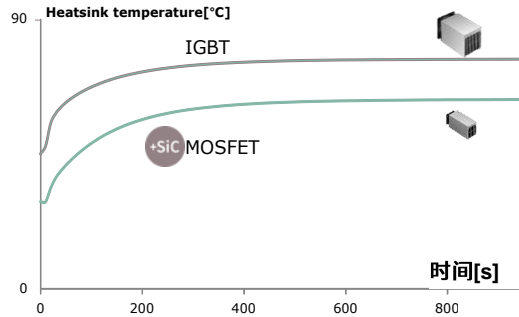
## 性能提升

- › 减少功率损耗，提升性能
- › 与基于IGBT的解决方案相比，8kHz时，可降低 60%的损耗



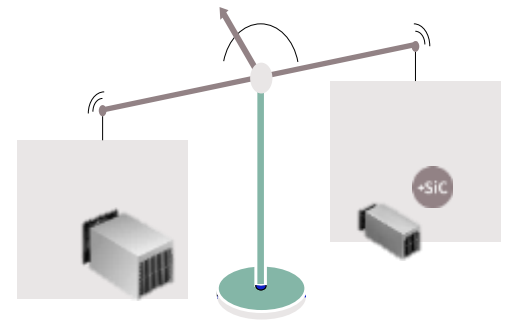
## 增强鲁棒性

- › 散热器的工作温度降低10度
- › 冷却工作显著减少



## 功率密度增加，系统成本降低

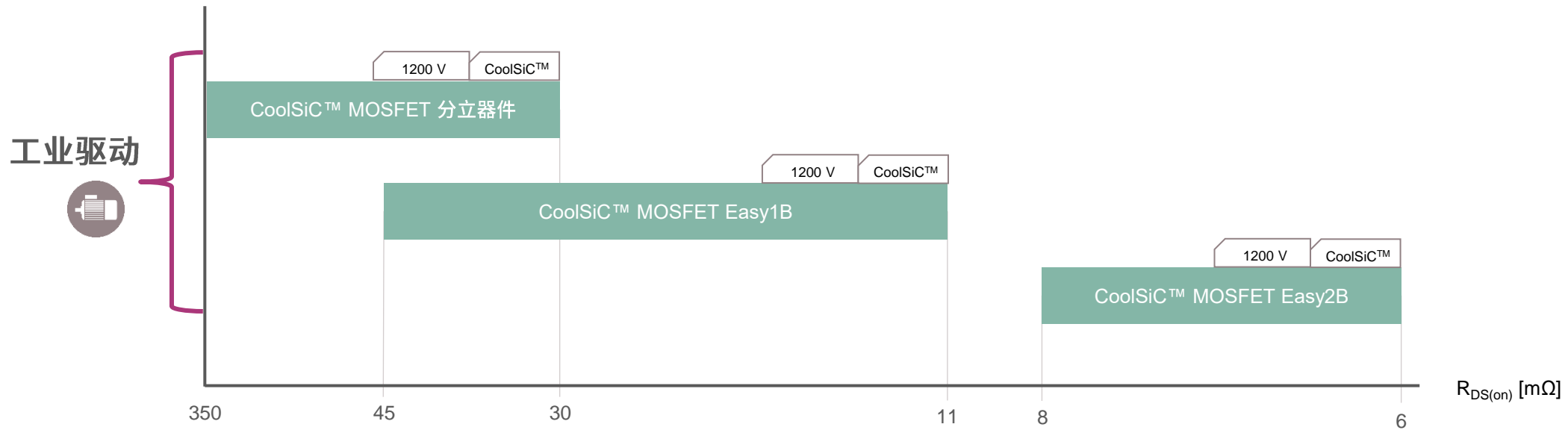
- › 与IGBT相比，散热器尺寸减少了2/3
- › 功率密度显著提高



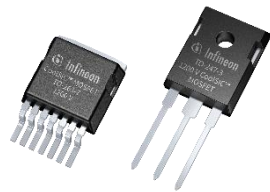
注：图为基于驱动演示器进行的测量（22 kW；50 Hz输出频率；dv/dt < 5 kV/μs；相同条件下的IGBT系统）



# 1200V Easy和分立器件SiC-MOSFET产品系列



## 碳化硅Easy模块和分立器件产品组合



分立器件



Easy1B

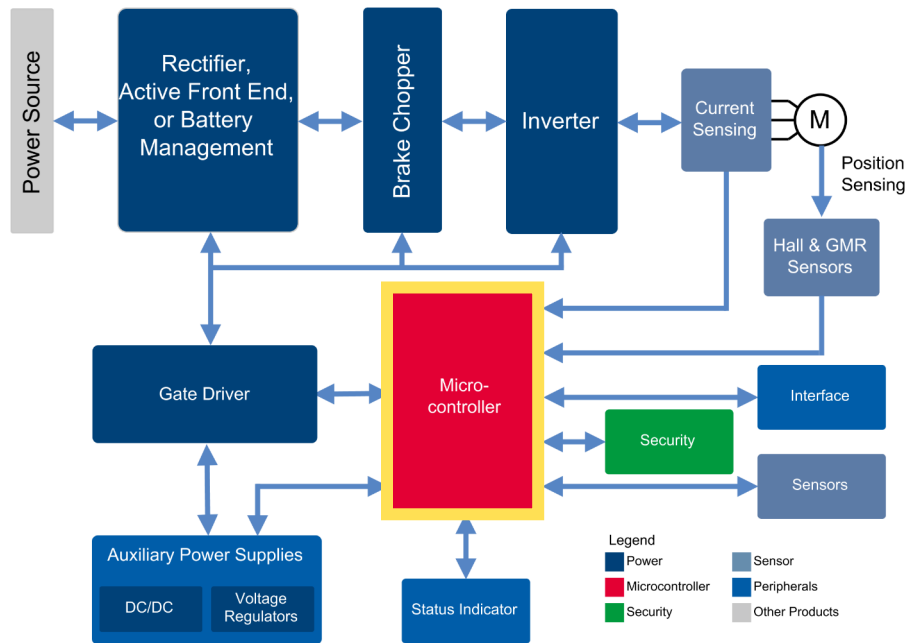


Easy 2B

# XMC™ 微控制器：变流器的大脑

## 控制器的任务

- › IGBT 控制 (PWM)
- › 电机反馈感应 (电流、位置、速度)
- › 速度、转矩和位置控制
- › 通信 (工业以太网、CAN.....)



## 工业驱动器解决方案

- › 基于32-bit ARM® Cortex™-M0 的 XMC1000系列——低端
- › 基于32-bit ARM® Cortex™-M4F的 XMC4000系列——中端
- › 32-bit TriCore™ 系列——高端



# Agenda

1

引言

2

工业变频驱动应用

3

英飞凌产品综述

4

IGBT7与碳化硅MOSFET解决方案

5

要点总结

6

更多信息与链接

## 全球总耗电量50%左右用于工业变频驱动

- › 主要应用于风机、泵和空压机
- › 通过对电机驱动系统的速度和转矩进行控制，可实现过程优化，从而显著节能

## 英飞凌提供经过优化的技术

- › IGBT7 完美满足工业驱动应用需求，例如过载性能提高和开关速度控制
- › SiC-MOSFET器件损耗低，显著提高系统集成度

## 英飞凌可为工业变频驱动客户提供独一无二的一站式产品与服务

- › 功率范围覆盖从数W（例如IPM）到100kW（例如 EconoDUAL™）的变频器产品
- › 功能增强的栅极驱动器解决方案
- › 电流检查解决方案
- › 工业接口IC等外设、安全解决方案与微控制器等产品

## 英飞凌提供定制化解决方案并具备大批量供货能力，是变频器厂商的理想合作伙伴

- › 具有业界标杆的质量标准和大规模生产一致性能力

# Agenda

1

引言

2

工业变频驱动应用

3

英飞凌产品综述

4

IGBT7与碳化硅MOSFET解决方案

5

要点总结

6

更多信息与链接

## 产品链接

> [IGBT7](#)

> [SiC-MOSFET](#)

> [栅极驱动器](#)

> [磁电流传感器](#)

### 应用页面

- > [概览](#)
- > [异步电机](#)
- > [永磁同步电机](#)
- > [伺服电机](#)
- > [工业自动化电机控制](#)
- > [机器人技术](#)

### 模块应用设计包(MADK)

评估平台



### IPOSIM

英飞凌在线功率模块仿真工具



### SiC 论坛

一同讨论碳化硅吧



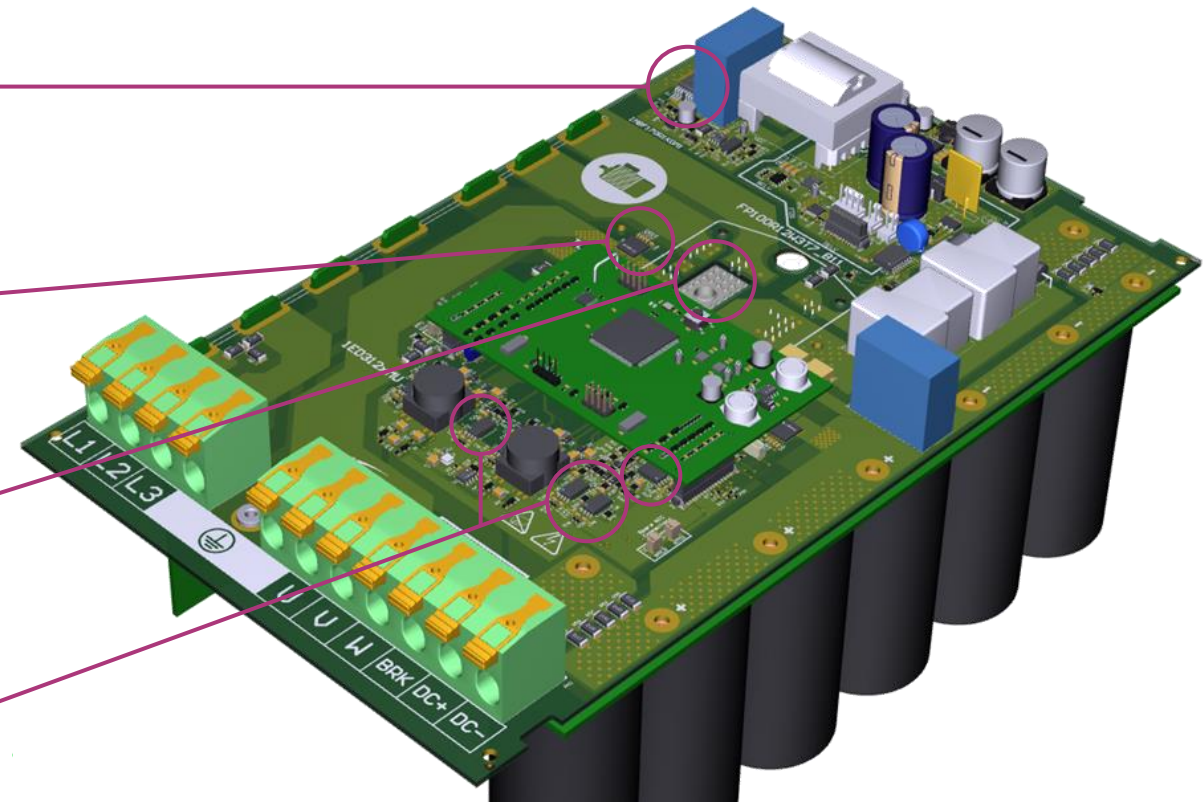
# 30kW变频器参考设计，包括 IGBT7模块, 驱动IC, 电流传感器和控制MCU

**应用领域**

- Fans
- Pumps
- Water pump

## 30KW IGBT7 参考设计版

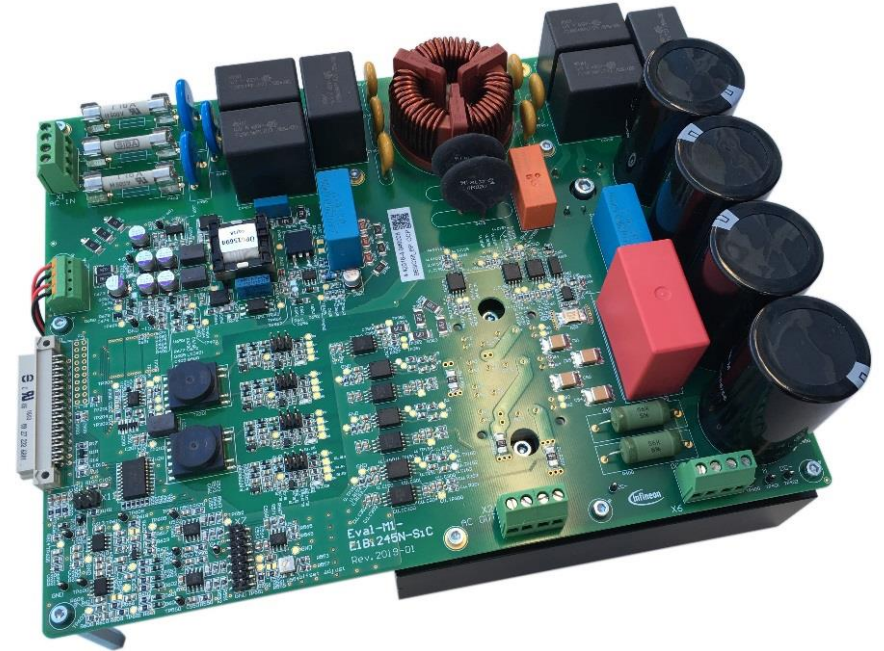
- IMBF170R1K0M1**  
1.7kV CoolSiC™ MOSFET
- TLI4971**  
Current Sensor
- FP100R12W3T7\_B11**  
IGBT Module
- 1ED3121Mx12H**  
Gate Driver



# CoolSiC™ MOSFET 评估版，用于工业驱动器

参数	数值	条件/备注
含 <a href="#">FS45MR12W1M1_B11</a> & <a href="#">1EDI20H12AH</a>		
<b>输入</b>		
电压	340 – 480 V <sub>rms</sub>	
电流	16 A <sub>rms</sub>	输入400 V <sub>AC</sub> , T <sub>a</sub> = 25 °C
直流母线电压	530 V – 670 V typ.	
开关频率	额定18 kHz 最高100 kHz	
<b>输出</b>		
三相 P <sub>out</sub> 带电源线扼流圈	11 kW max	输入: 400 V <sub>AC</sub> , f <sub>sw</sub> = 18 kHz, T <sub>a</sub> = 25 °C, T <sub>h</sub> = 70 °C、强制风冷
三相 P <sub>out</sub> 带电源线扼流圈	6 kW	输入: 400 V <sub>AC</sub> , f <sub>sw</sub> = 18 kHz, T <sub>a</sub> = 25 °C, T <sub>h</sub> = 70 °C、强制风冷, 受输入电流限制
f <sub>sw_nom</sub> 时每个桥臂的电流	16 A <sub>rms</sub>	Input 400 V <sub>AC</sub> , f <sub>sw</sub> = 18 kHz, T <sub>a</sub> = 25 °C, T <sub>h</sub> = 70 °C、强制风冷
f <sub>sw_max</sub> 时每个桥臂的电流	8 A <sub>rms</sub>	Input 400 V <sub>AC</sub> , f <sub>sw</sub> = 100 kHz, T <sub>a</sub> = 25 °C, T <sub>h</sub> = 70 °C、强制风冷

- > 三相交流连接器、EMI滤波器、桥式整流器、浪涌电流限制器、三相电压源逆变器和用于连接电机的三相输出
- > 隔离电流、电压感应单元：使用ΔΣ-ADC（数字/模拟输出）
- > 温度感测电路
- > 辅助电源



[产品页面链接](#)



## 在这里，你可以get

- › 最新最in的产品和技术信息
- › 工程师推荐的技术文章荟萃
- › 人气演讲视频回放
- › 会议资料查阅
- › 活动报名通道
- › 方便快捷的设计工具入口
- › 师生园地





Part of your life. Part of tomorrow.

