



GaN在机器人关节驱动的应用实践

Innoscience AE team: 郑先华

maxzheng@innoscience.com

行家说三代半

2025 行家说三代半

新型功率半导体与新能源应用高峰论坛

暨《2024-2025 氮化镓 (GaN) 产业调研白皮书》发布

英诺赛科简介

英诺赛科概况

全球领先的氮化镓制造商



英诺赛科的发展历程与重要里程碑

行家说三代半

2025 行家说三代半
新型功率器件与新能源应用高峰论坛

2024-2025 氮化镓 (GaN) 产业调研白皮书》发布



英诺赛科主要优势

产品覆盖全球第一

- 唯一能同时量产高/中/低压器件的氮化镓供应商，多种封装供客户选择
- 产品覆盖10W – 10KW电源，提供从快充到储能产品一站式解决方案



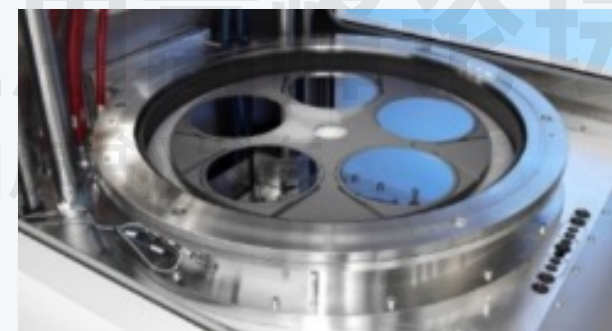
自有晶圆厂，交付能力全球第一

- 总产能：15k/月（苏州+珠海）
- 苏州Fab



技术实力全球第一

- 全球唯一量产 8英寸GaN-on-Si外延
- 全球目前唯一拥有ASML光刻机先进制程的氮化镓企业



行家说三代半

2025 行家说三代半

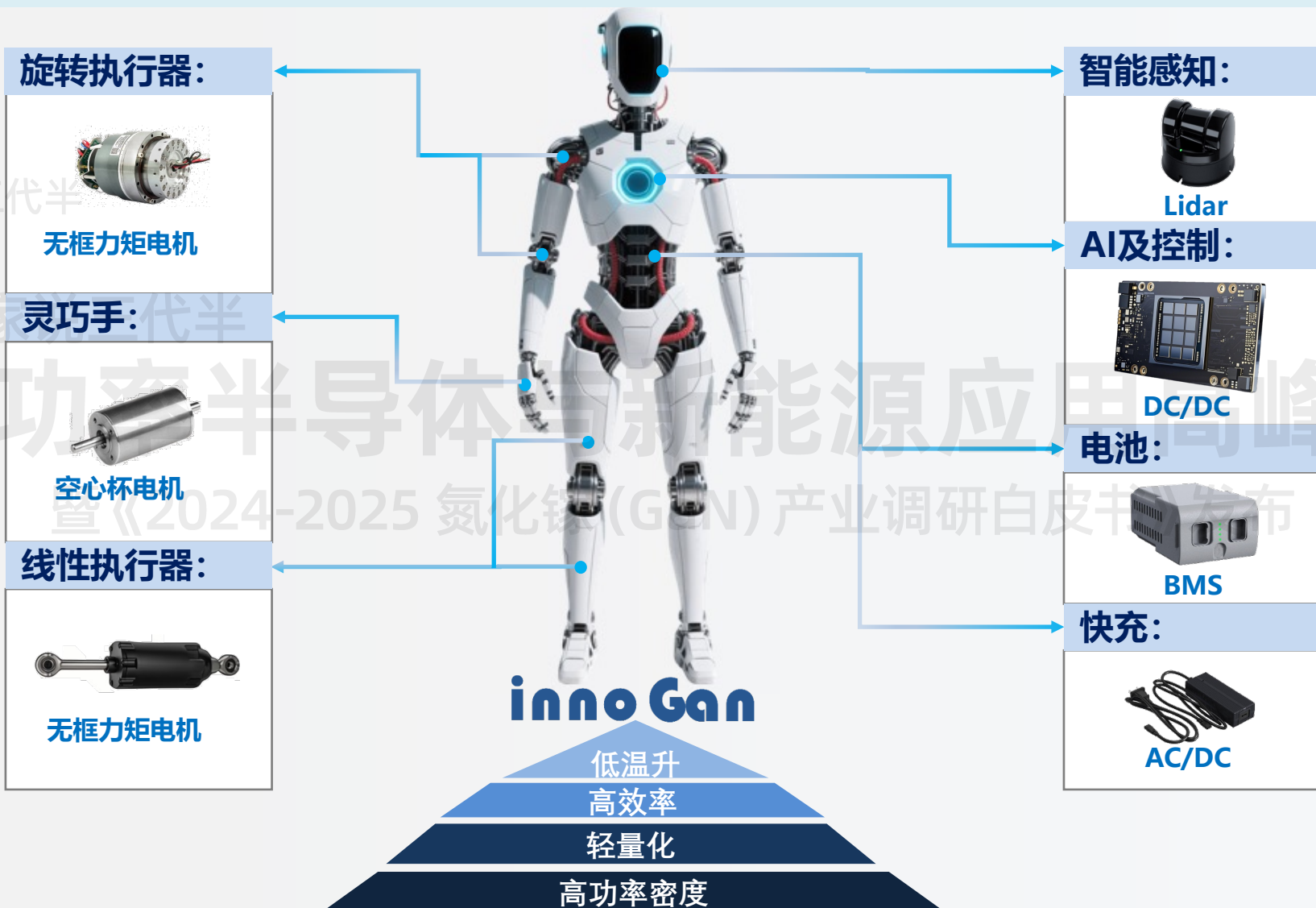
新型功率半导体与新能源应用高峰论坛

暨《2024-2025 氮化镓 (GaN) 产业调研白皮书》发布

GaN在机器人应用中的优势

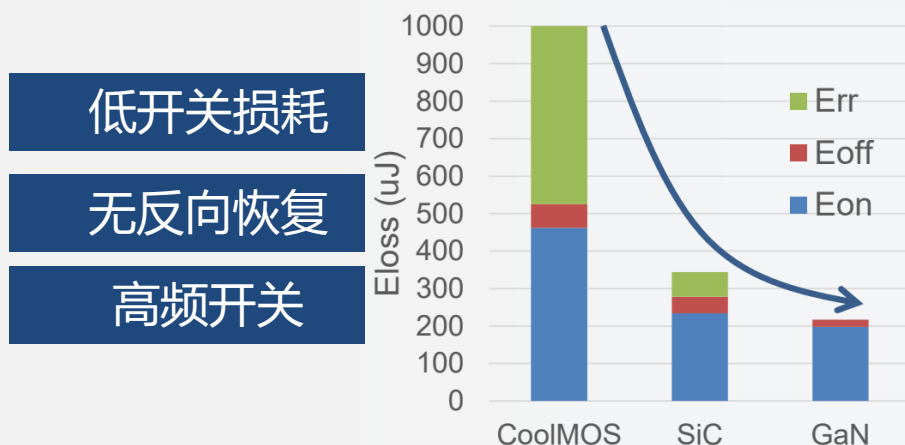
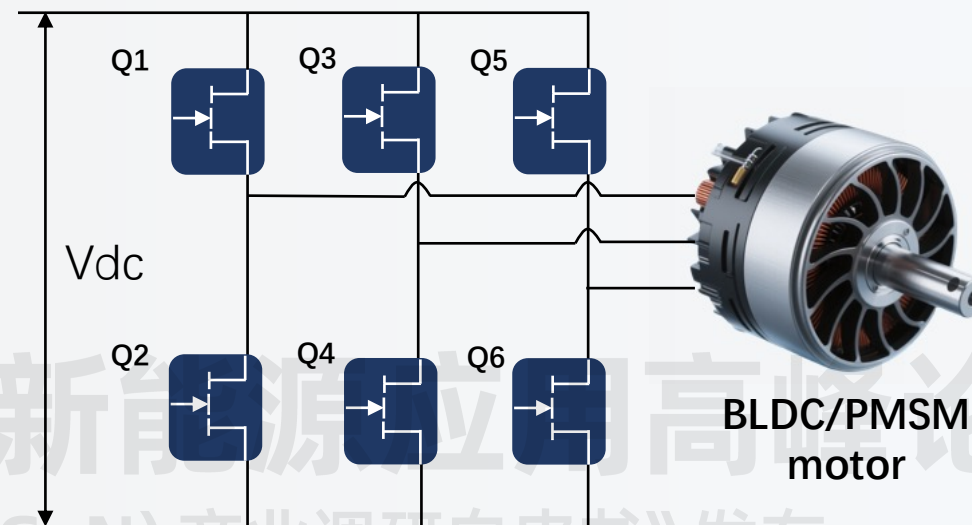
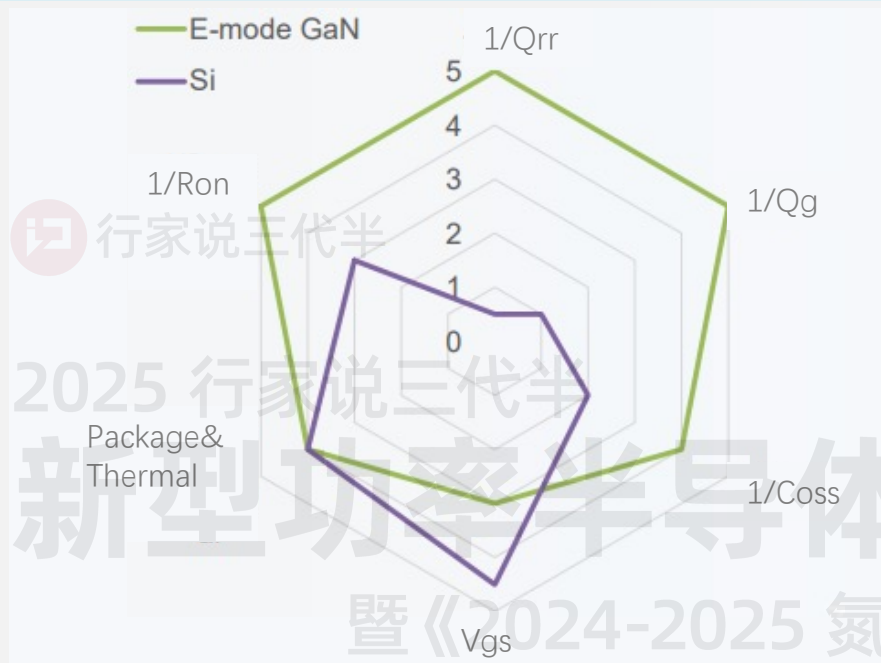
GaN在人形机器人中的应用场景

GaN可针对机器人多个模组应用场景提供更优的解决方案



GaN应用机器人电机驱动的优势

GaN低器件损耗，无反向恢复，支持更高频等特性，可减小电机损耗，降低温升，提升系统功率密度



低开关损耗

无反向恢复

高频开关

损耗

温升

功率密度

GaN在电机驱动的器件损耗优势

GaN更低的器件损耗，更低的温升，更大的出流能力，更优的高频性能

Parameters	Si MOS	INN100EBD 018DAD
Ron_max(mΩ)@ 25°C	2.24	1.5(0.67)
Qg(nC)	73	19.5(0.27)
Qoss(nC)	135	105(x0.78)
Qrr(nC)	70	0(x0)
FOM(Ron*Qg)	164	35.1(x0.21)
FOM(Ron*Qoss)	302	189(x0.63)
Package Size(mm)	5x6	5x6

➡ 更低的导通损耗

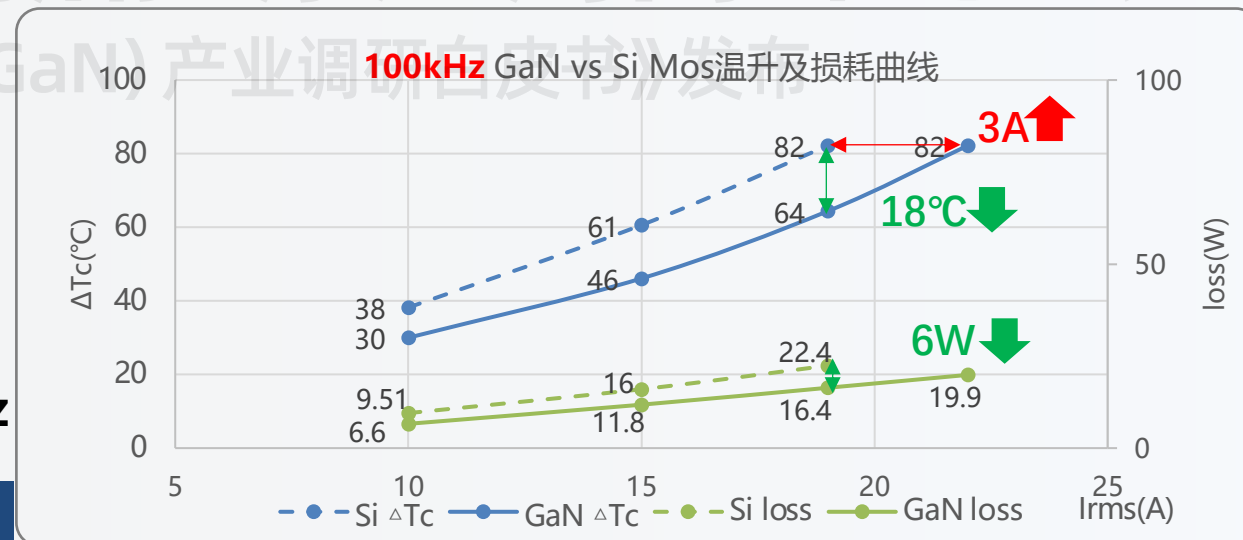
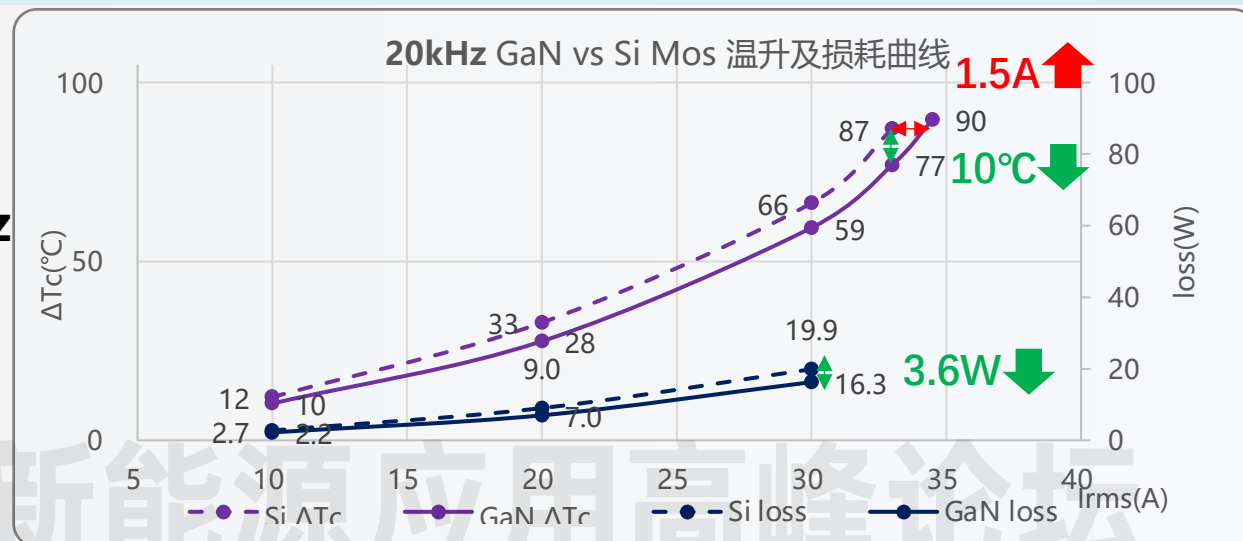
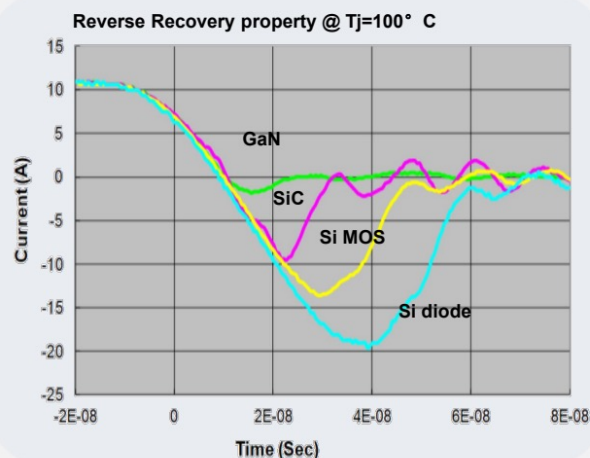
➡ 更低的开关损耗

➡ 无反向恢复

20KHz

100KHz

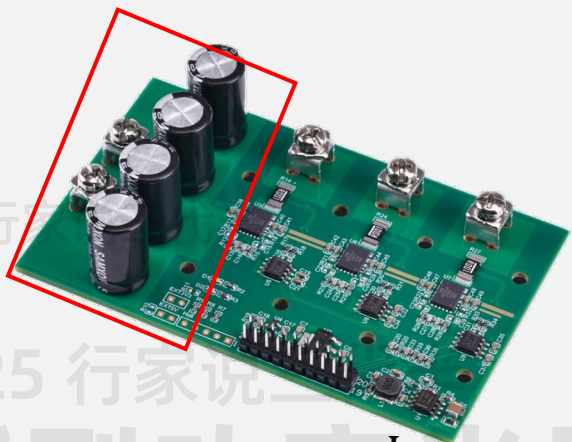
高频性能更优



Test condition: Vin=48V, 裸板, 无散热器, 无风

GaN在电机驱动的高载频优势

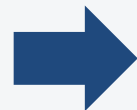
提高PWM载频可降低母线电流纹波，减少DC-link电容，提高系统功率密度



$$C_{DC-link} \geq \frac{I_o}{4f_{SW}\Delta V_{pp}}$$

测试条件：

Symbol	Parameter	Value	Unit
Vdc	DC-bus voltage	48	V
Pin	Input power	500	W
fd	Fundamental freq.	100	Hz
Td	Dead time	100	ns

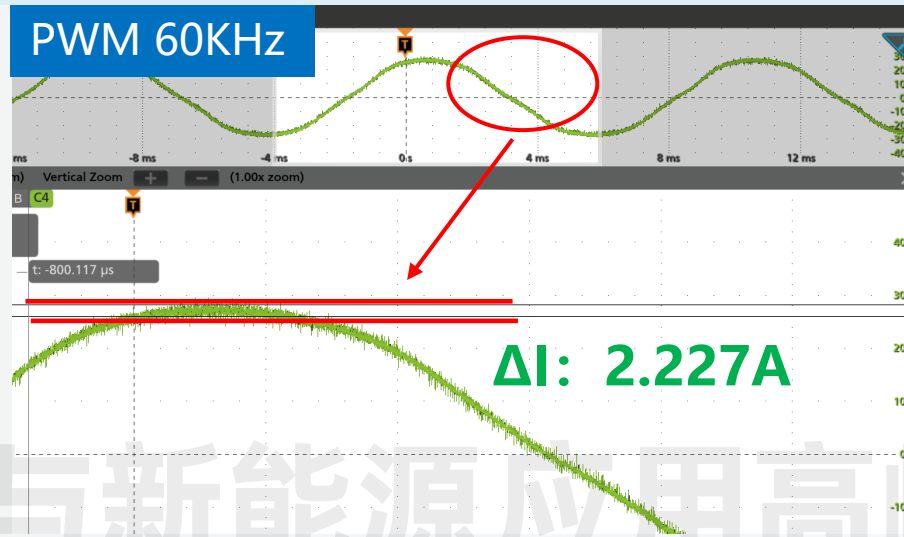
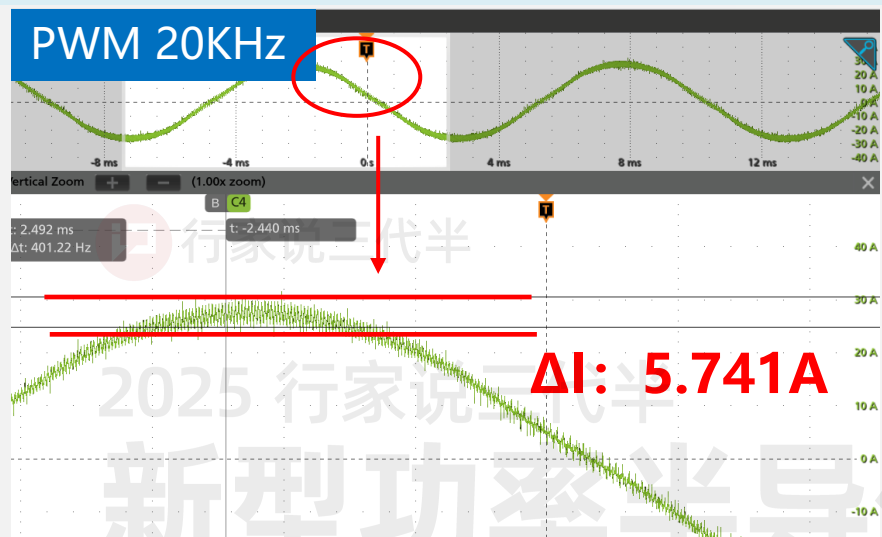


类型	电解电容	陶瓷电容
器件体积	大	小
工作时间	10kh+	100kh+
温度稳定性	低	高

Parameters	铝电解电容D=13mm	MLCC 1210
PWM频率	20kHz	60kHz
电容量	4pcs*220uF	63pcs*4.7uF
母线电流纹波	6.04%	3.93%
电容体积	11143.86mm ³	1260 mm ³

GaN在电机驱动的高载频优势

提高PWM载频能减小电机高频纹波电流，提高电机效率，降低电机发热，降低系统能耗；



Vin:48V 500W

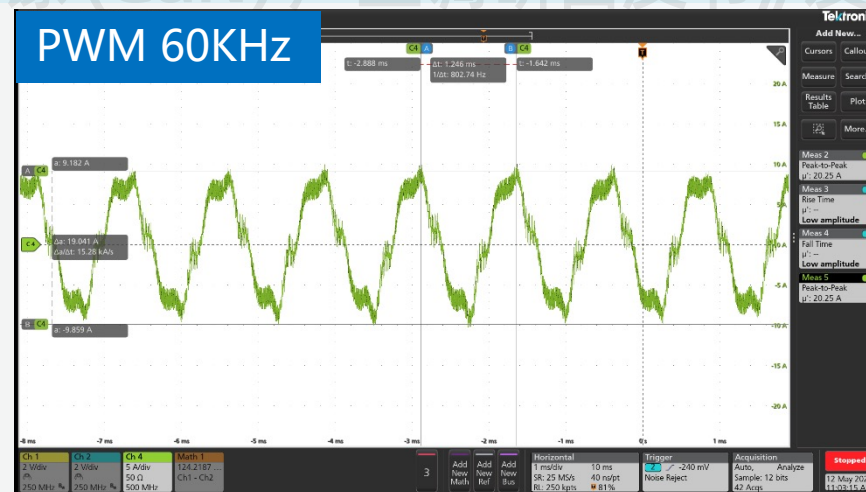
更小的高频
纹波电流

更小的电机损耗：

电机效率1.2%



高速、低感电机提高PWM频率获得更平滑的电流，提高电机效率；



Vin:48V 320W

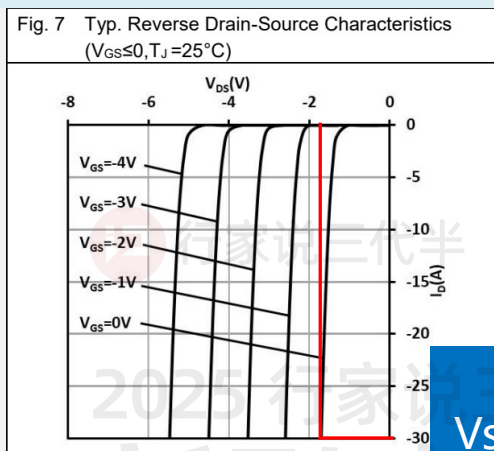
电机相电RMS减小
15%

电机效率3.3%

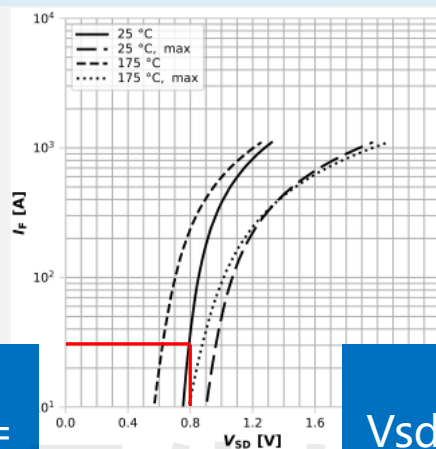


GaN在电机驱动的低死区优势

降低死区时间，降低死区续流损耗；



GaN
 $V_{sd} = 1.8\text{V}, I_d = -30\text{A}, T_J = 25^\circ\text{C}$



MOS
 $V_{sd} = 0.8\text{V}, I_f = 30\text{A}, T_J = 25^\circ\text{C}$

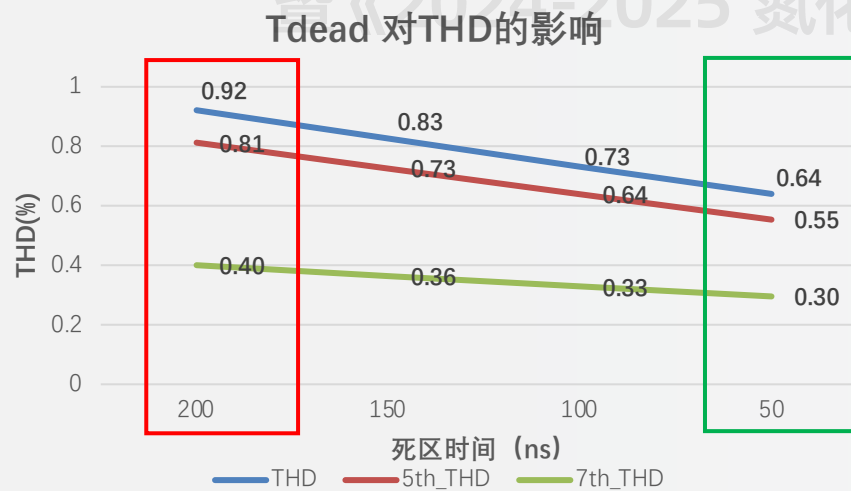
$$P_{dead} = V_{sd} * I_{RMS} * t_{dead} * f_{SW}$$

↑ ↓

GaN HEMT的Co(tr)仅为Si MOS的1/5，
通过减小死区时间，从而减小死区续流损耗；

在48V/500W电机实测中发现死区由200ns降低至50ns，逆变器效率提升约0.07%。

降低死区，可减小THD；



THD减小0.28%

测试条件：

Symbol	Parameter	Value	Unit
Vdc	DC-bus voltage	48	V
Pin	Input power	500	W
fd	Fundamental freq.	100	Hz

行家说三代半

2025 行家说三代半

新型功率半导体与新能源应用高峰论坛

暨《2024-2025 氮化镓 (GaN) 产业调研白皮书》发布

InnoGaN机器人应用解决方案

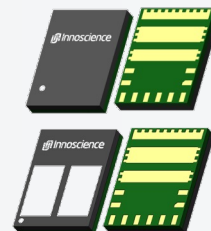
InnoGaN 机器人电机驱动解决方案

典型的人型机器人
单台约**40**个关节电机

灵巧手：
空心杯电机



ISG3204LA/EA



SolidGaN
集成**2*3.2mΩ(max.)** GaN+驱动IC
小体积**5x6.5mm**
外围电路简单
EA顶部增强散热

旋转执行器：

无框力矩电机+减速器

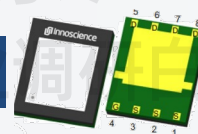


INN100EA035A



单管2.9mΩ(typ.)/**3.5mΩ(max.)**
更小体积**3.3x3.3mm**，兼容MOS封装
顶部增强散热
G3.0性价比更优

INN100EBD025DAD



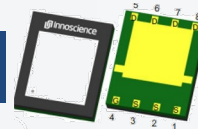
单管1.9mΩ(typ.)/**2.5mΩ(max.)**
小体积**5x6mm**，兼容MOS封装
顶部增强散热

线性执行器：

无框力矩电机+丝杠



INN100EBD018DAD

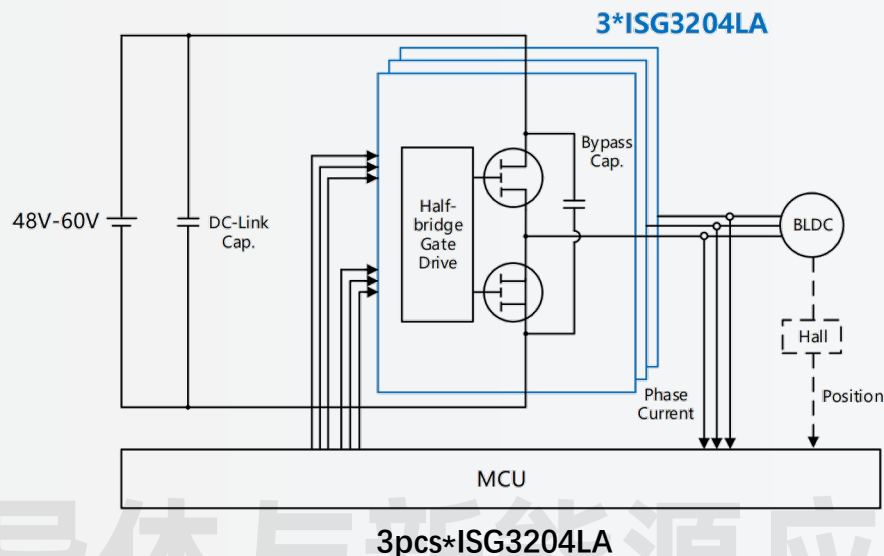
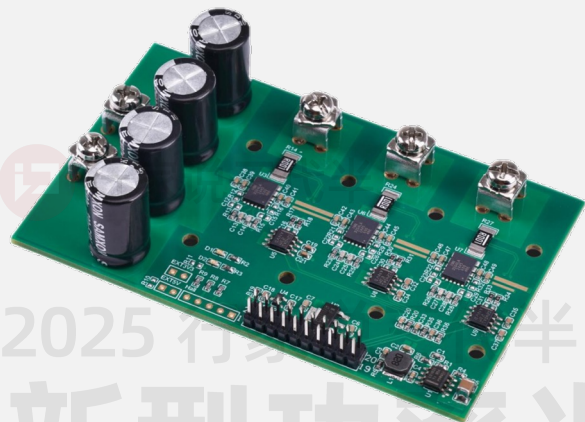


单管1.1mΩ(typ.)/**1.5mΩ(max.)**
小体积**5x6mm**，兼容MOS封装
顶部增强散热
更大的出流能力

功率

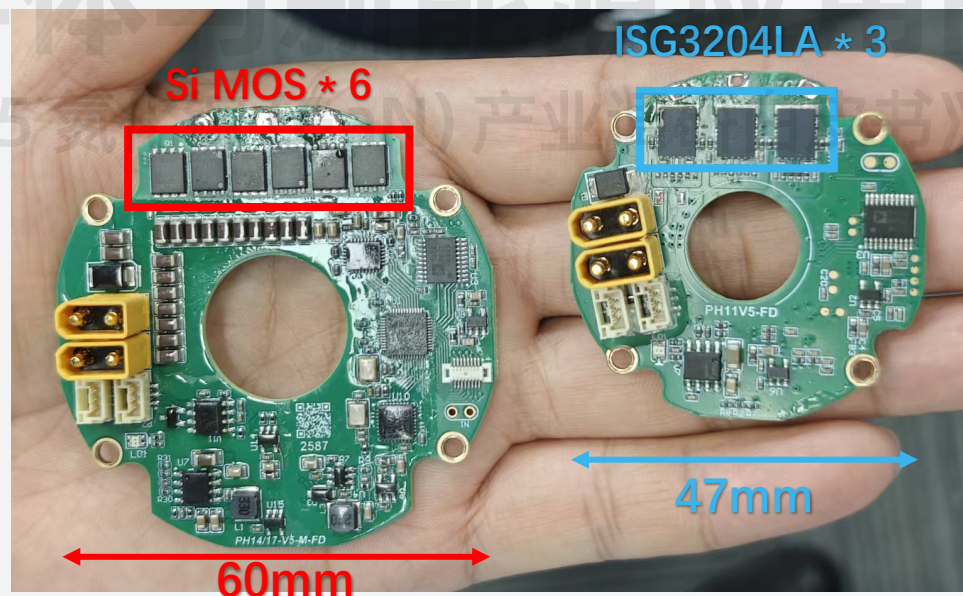
InnoGaN 机器人电机驱动解决方案

48V/500W motor drive EVB



Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{dc}	DC-bus voltage	48	V
P_{out}	Rated output power	500	W
$P_{out,pk}$	Peak output power	1000	W
f_0	Fundamental frequency	150	Hz
f_s	Switching frequency	20	kHz
T_d	Dead time	20	ns

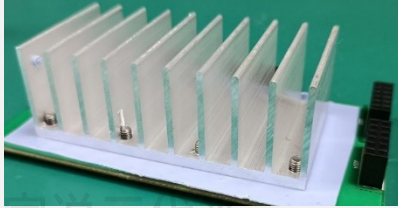
- 高效率:
48V Input: **98.23% Peak**
98.1% Full load
- 小功率场景可节省散热器



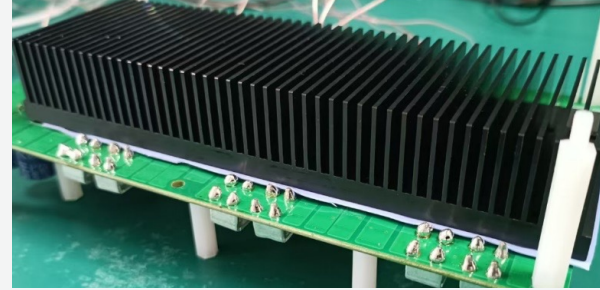
PCB尺寸减少39%

InnoGaN 机器人电机驱动产品路标

Updated July 2025



L*W*H: 70mm*35mm*25mm



L*W*H: 158mm*48mm*25mm

48V输入电压
20KHz开关频率
 $T_a = 25^\circ\text{C}$
 $T_c \leq 110^\circ\text{C}$
开放环境, 自然散热, 无风

ISG3204EA SolidGaN
100V, 3.2m Ω , LGA5x6.5

INN100EBD025DAD
100V, 2.5m Ω , En-FCLGA 5x6

INN100EBD025DAD * 2
100V, 2.5m Ω , En-FCLGA 5x6

INN100EBD025DAD * 4
100V, 2.5m Ω , En-FCLGA 5x6

INN100EA035A GaN HEMT
100V, 3.5m Ω , En-FCLGA3.3x3.3

INN100EBD018DAD
100V, 1.8m Ω , En-FCLGA 5x6

INN100EBD018DAD * 2
100V, 1.8m Ω , En-FCLGA 5x6

INN100EBD018DAD * 4
100V, 1.8m Ω , En-FCLGA 5x6

25A

36A

45A

52A

65A

77A

95A

Irms (0A~25A)

Irms (25A~45A)

Irms (45A~65A)

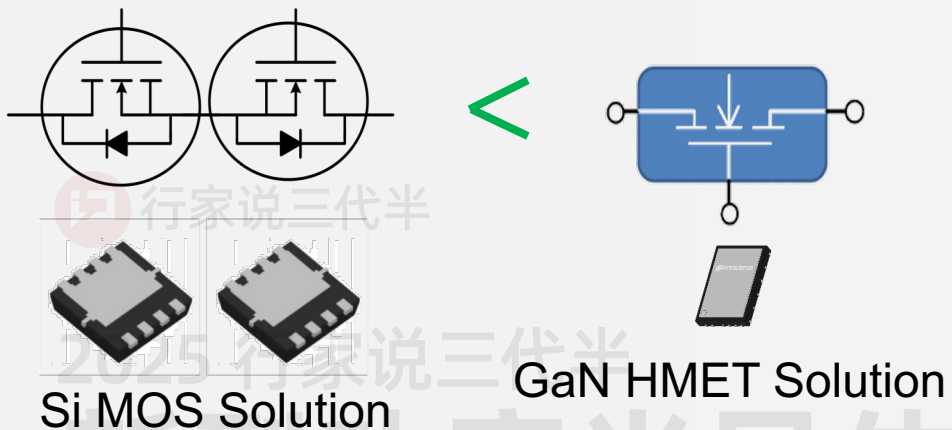
Irms (65A~95A)

Mass Production

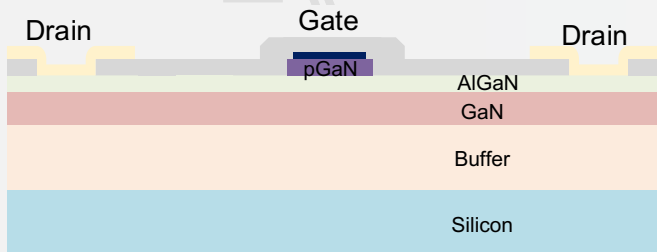
Sampling

Under Development

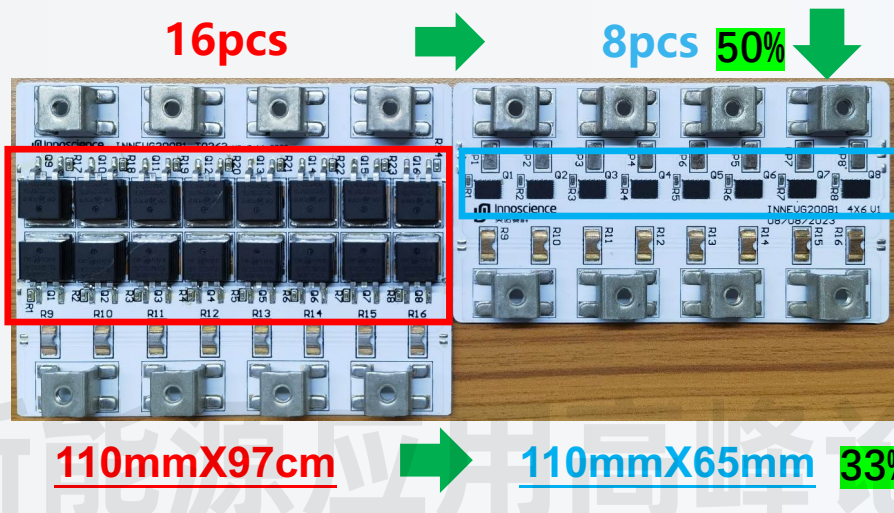
InnoVGaN 机器人BMS解决方案



BiGaN with Dual Drain and Single Gate



显著低减小BMS系统单板体积及重量



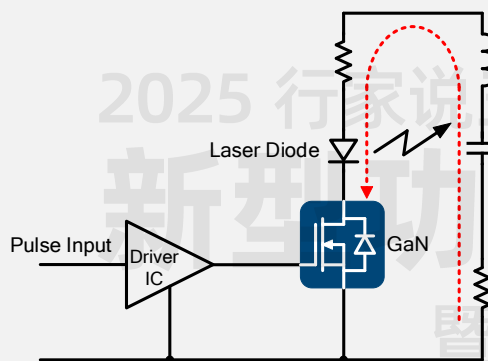
更低的器件温升

Device	PKG	Qty	Trise °C (Max-Ta)
INV100FQ030C	FCQFN4x6	8pcs	45.9
100V,2.8mR MOS	TO263	16pcs	59.0

13.1°C

无散热器，100A输出

InnoGaN 机器人Lidar解决方案



需要短时间大脉冲电流

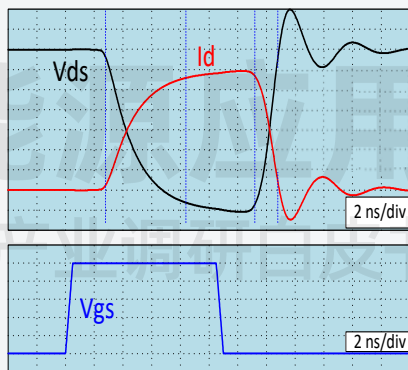
	INN100W135A-Q	Si MOS
$Q_{G, typ}$	3.2nC	8nC
Q_{OSS}	20nC	20nC

超低的 Q_g 和 Q_{oss} 使 GaN 拥有更高的开关性能

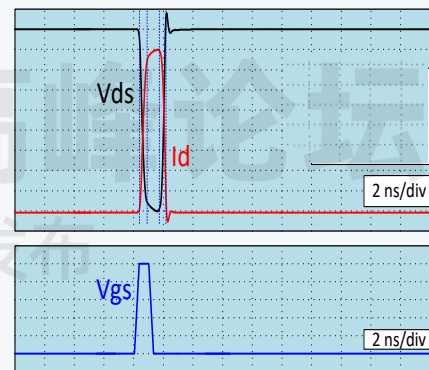


- V_{inmax} : 100V
- FWHM: < 10ns
- $I_{peak} \leq 75A$
- Single Channel

Si MOSFET



INN100W135A-Q

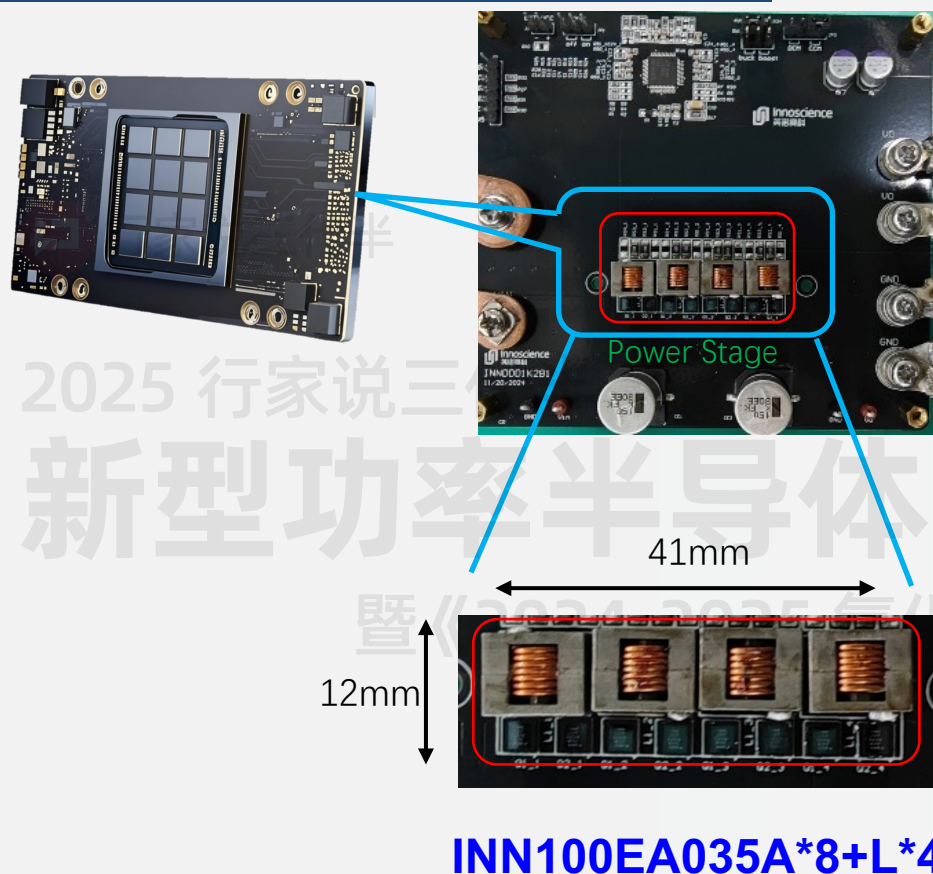


开通速度快13倍，脉宽缩小5倍

更远的探测距离，更高的分辨率

InnoGaN 机器人高性能供电解决方案

1.2kW 54V-12V 4-Phase Buck EVB



Input Range: 40V-60V, Output Range: 12V $\pm$ 5%

- 占板面积小: 12 x 41mm – Power Stage

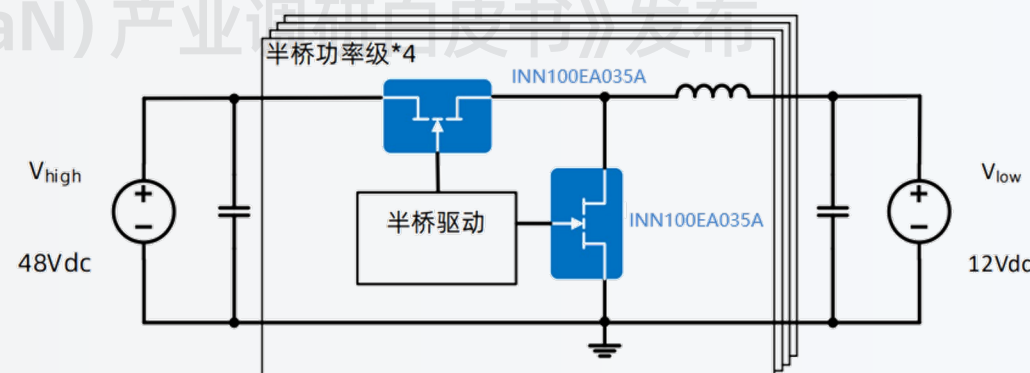
25% smaller than HSC solution

- 高效率:

48V Input: 98.2% Peak, 97.6% Full load

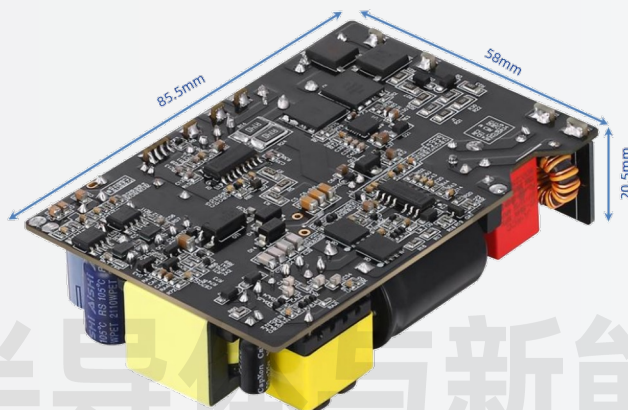
- GaN Based Multiphase Buck

更高的效率，更小的占板面积



InnoGaN 机器人快充解决方案

240W All GaN BTPPFC+LLC

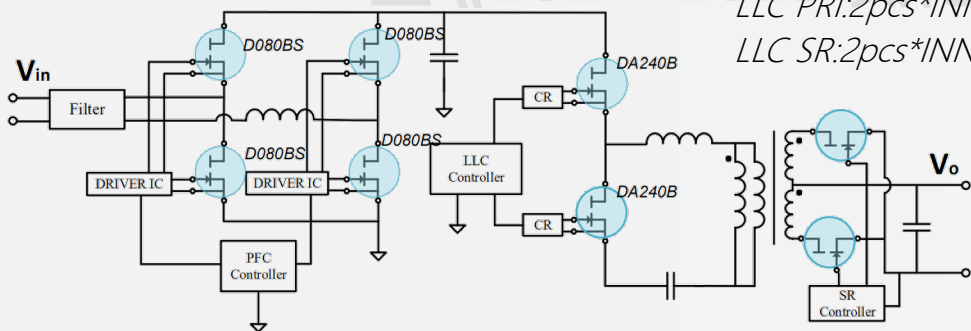


使用效率和工作连续性

- 高效率:97%(230Vac),95.2%(90Vac)
- 小体积:85.5*58*20.5mm(PCBA)
- 高功率密度:38.7W/in3(PCBA)

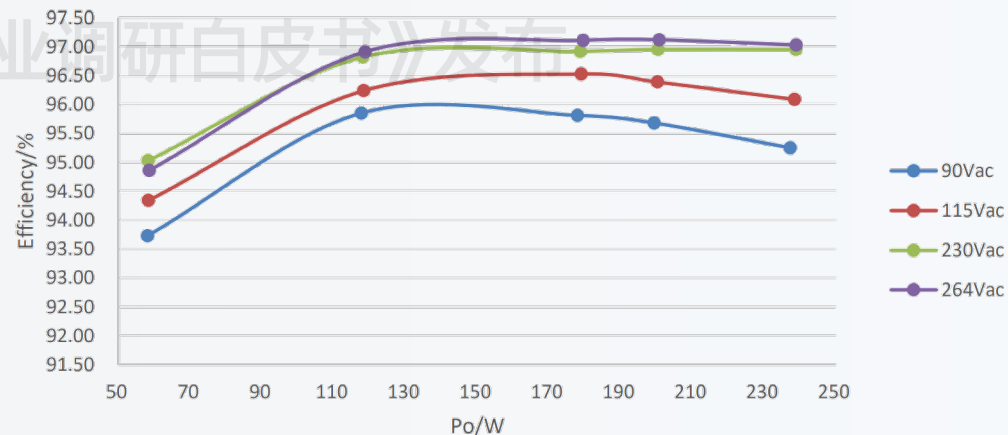
更高的效率，更高的功率密度

● All GaN



BTPPFC:4pcs*INN650D080BS
LLC PRI:2pcs*INN700DA240B
LLC SR:2pcs*INN150LA070A

Overall efficiency curve



InnoGaN——驱动机器人“芯”动力!

行家说三代半

2025 行家说三代半

新型功率器件与新能源应用高峰论坛

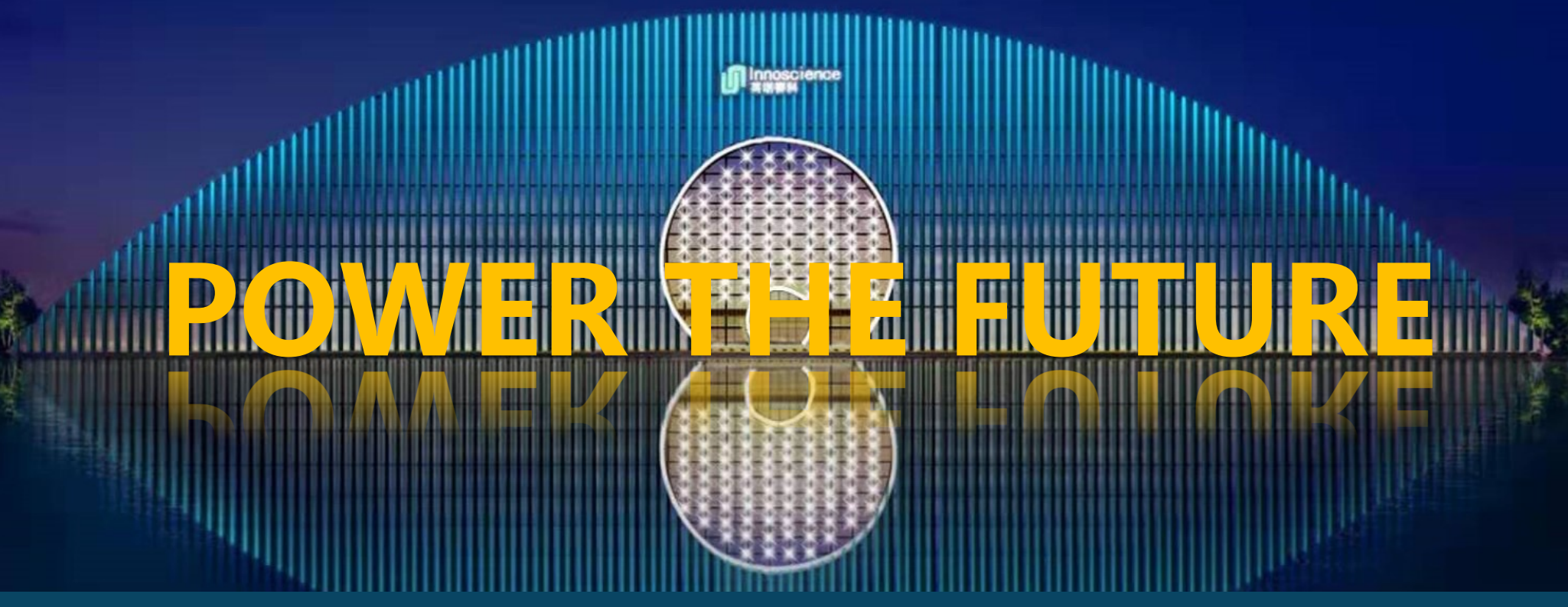
暨《2024-2025 氮化镓(GaN)产业调研白皮书》发布



hunterhuang@innoscience.com

maxzheng@innoscience.com

Ericli1@innoscience.com



POWER THE FUTURE