

珠海镓未来科技有限公司

氮化镓成就绿色能源未来

GaN Inspires Future

May 2022





## 公司介绍

核心团队、发展历程、公司愿景



## 半导体技术发展和 GaN 器件

功率半导体材料特性、SiC MOSFET vs GaN HEMT、GaN HEMT 对比分析、Cascode GaN 技术和优点、产品线路图



## GaN 系统应用

社会经济价值、丰富的应用场景、PD 快充、算力电源、ICT 电源、双向逆变器、双向 DC-DC、车载双向 DC-DC



## 运营优势

汇聚顶尖技术和制造、可靠性测试实验室、合作伙伴



## 吴毅锋博士：创始人、首席技术官、国际知名 GaN 器件专家

- IEEE Fellow, GaN 微波射频和功率器件原创性和拓展性贡献人
- 历任 Cree 公司 Lead Scientist 以及 Transphorm 公司 Sr. VP
- GaN 射频功率密度的世界记录至今仍无人突破，112项原始专利的发明人，论文他引超 17,000次
- 攻克了 GaN 功率器件设计和制造难题，全球首批开发并量产650V和900V商用 GaN 功率器件
- 清华大学学士，UCSB机械工程硕士和电子工程博士
- IEEE Electron Device Letter 编辑

### 技术团队

- 吴毅锋博士领衔，27年行业经验
- 研发和应用人员35人，500+年 GaN 器件研发/应用经验
- 博士和博士后共6人，150+年知名公司行业经验
- 10年以上设计经验人员占比80%
- Cree/Transphorm/TI 等丰富的从业经验

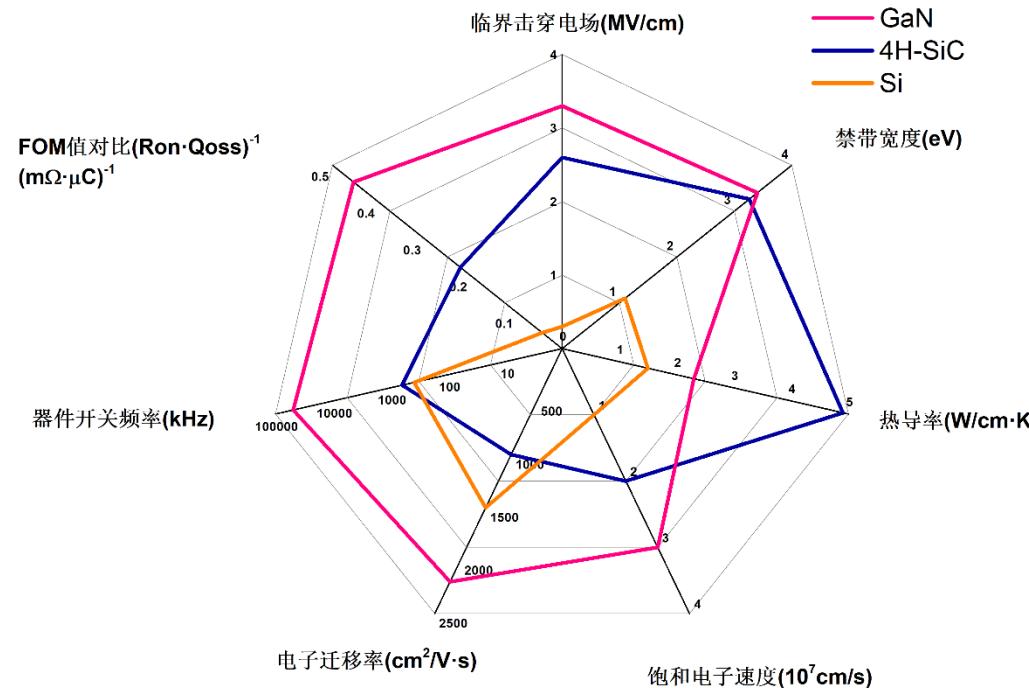
### 市场和营销

- 蔡学江 总经理。前华为海思市场总监领衔，22年半导体化合物本地化市场和营销经验
- ST/AOS 等市场和营销高管加盟，赋能 GaN 器件市场推广
- 快速响应的本地化售前售后支持
- 小功率至中大功率全系列应用的领先优势

### 运营优势

- 与 Transphorm 深度合作，获取IP授权，加快 GaN 器件研发
- 与 AFSW/GaNovation 深度合作，实现 GaN 器件快速生产和交付
- 封测本地化，持续优化成本
- Intel/Littlefuse/士兰微等运营高管加盟，丰富的从业经验





特性指标	单位	Si	4H-SiC	GaN	备注
禁带宽度 $E_g$	eV	1.1	3.3	3.4	
临界击穿电场 $E_c$	MV/cm	0.3	2.6	3.3	耐压优势
饱和电子速率 $V_s$	$10^7$ cm/s	1	2	3	射频优势
电子迁移率 $\mu_n$	$\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$	1,500	1,000	2,200*	内阻和工作频率
热导率	W/cm·K	1.5	4.9	2.3	散热优势
开关频率	kHz	400	650	50,000	小尺寸
Ron*Qoss	$\text{m}\Omega\cdot\mu\text{C}$	22.6	4.5	2.2	效率优势

\* 2DEG

J. Phys. D Appl. Phys. 51, 163001 (2018)

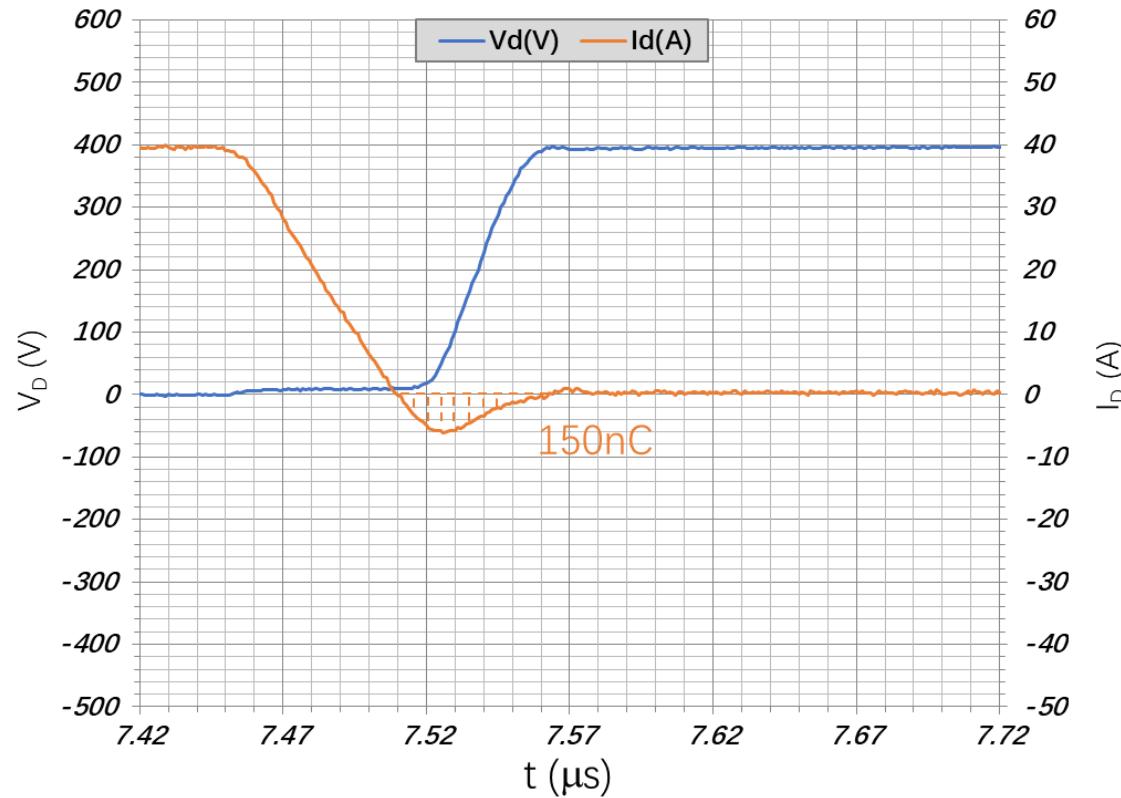
Appl. Phys. Lett. 106, 251601(2015)

Wide-bandgap semiconductors: Performance and benefits of GaN versus SiC, Analog Design Journal(2020)

Wide Bandgap (WBG) Power Devices and Their Impacts On Power Delivery Systems, IDEM(2016)

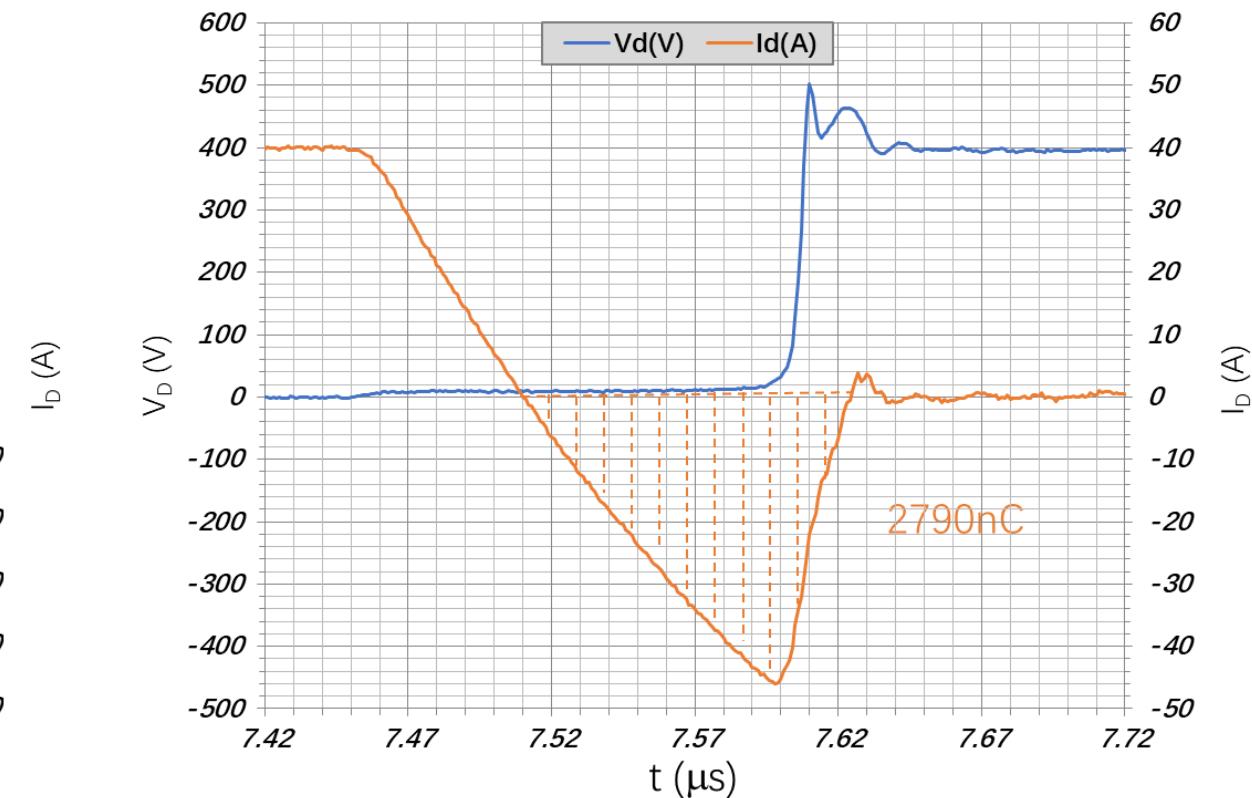
<http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/Semicond/GaN/index.html>

- Si 适用于低压和低频应用，且制造成本低
- GaN 和 SiC 适用于高频率高效率应用，其中 GaN 比 SiC 频率更高
- SiC 过电流能力和散热能力强于 GaN，但是材料制造成本很高
- GaN 基于硅衬底，能以较低的成本实现高效率；目前成本高于Si 器件，但由于效率的明显提升，能够降低系统的使用成本。



G1N65R035TB-N

Reverse turn-off, 41mΩ  
V400V, 40A,  $di/dt=800A/\mu s$ ,  $Q_{rr}=150nC$



1 : 18.6

Si MOSFET

Reverse turn-off, 41mΩ  
400V, 40A,  $di/dt=800A/\mu s$ ,  $Q_{rr}=2790nC$

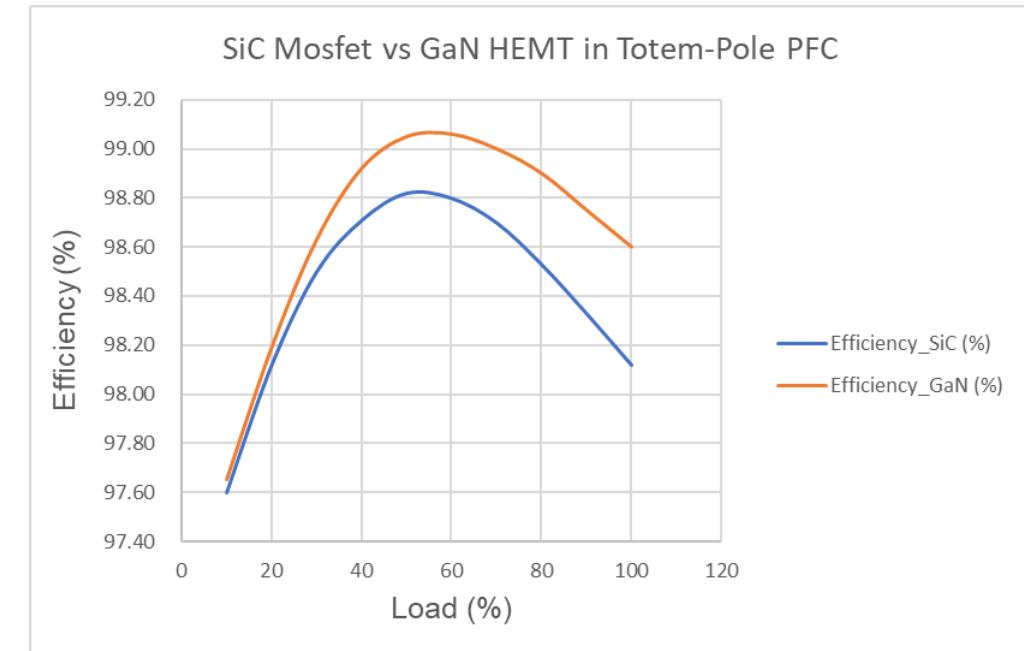
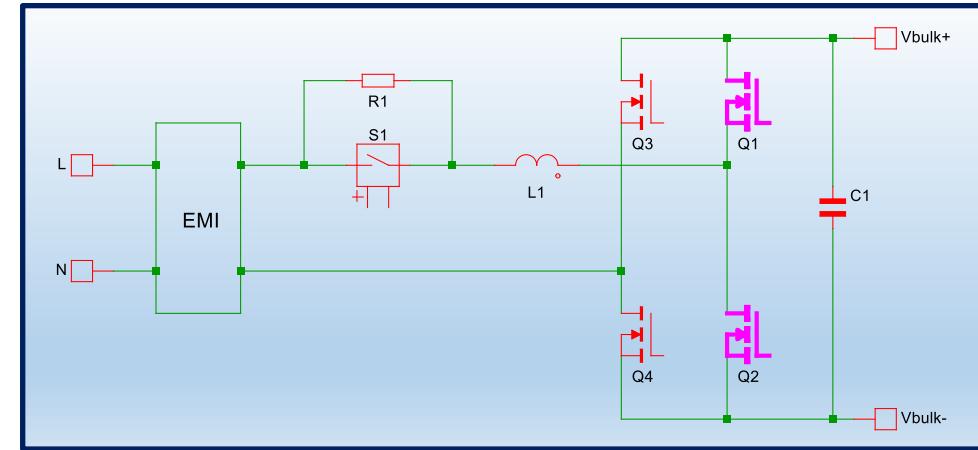
## 650V GaN HEMT 的兼具性能和价格优势

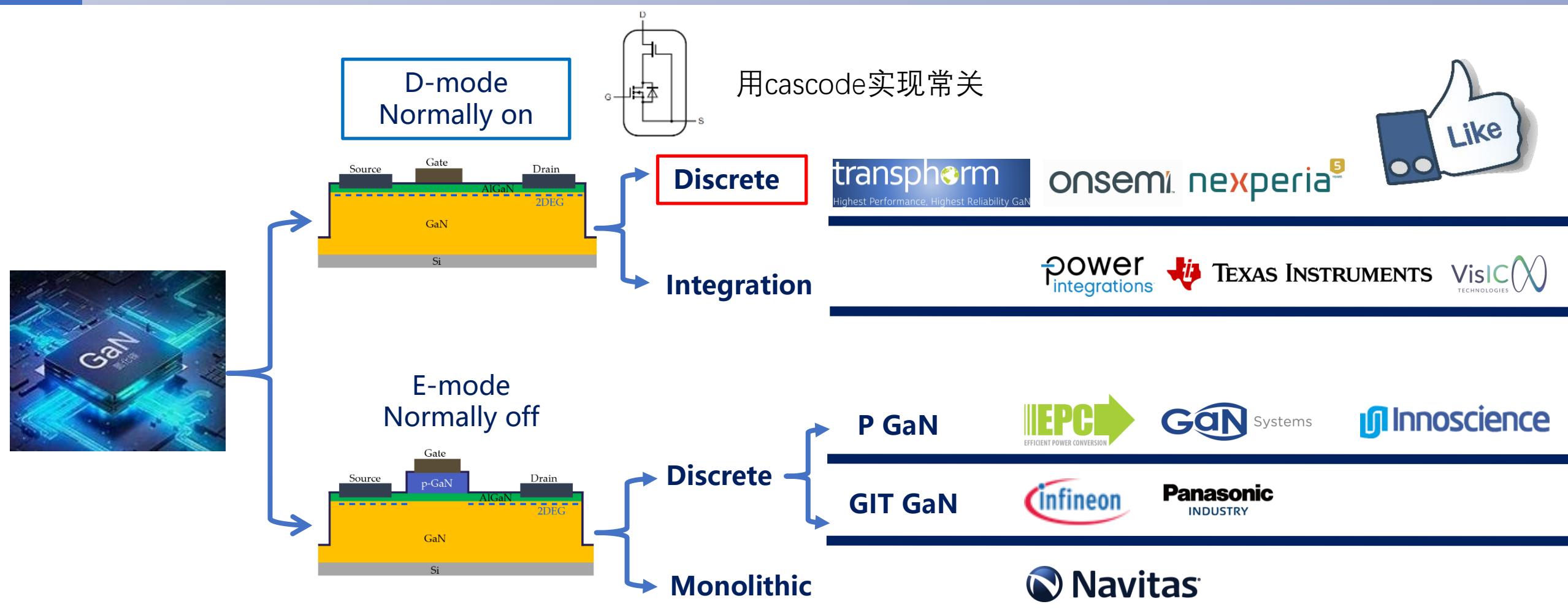
### 对比 SiC MOSFET, GaN HEMT 有下列优势:

- 中低压 (900V以内) 优良的开关性能, 频率更高, 寄生参数更小
- 中低压 (900V以内) 的成本优势
- 电压范围: 650V ~ 900V
- 功率范围: 500W~10000W

### 图腾柱无桥PFC拓扑, 输入230Vac, 输出400V/8A, 开关频率65kHz

参数	SiC MOSFET	GaN HEMT
R <sub>dson</sub> (mΩ)	30	35
R <sub>g</sub> (Ω)	10	30
峰值效率 (%)	<b>98.85</b>	<b>99.05</b>
驱动	通常需要负压关断	无需负压关断
栅极磁珠	无需磁珠	SMT 磁珠



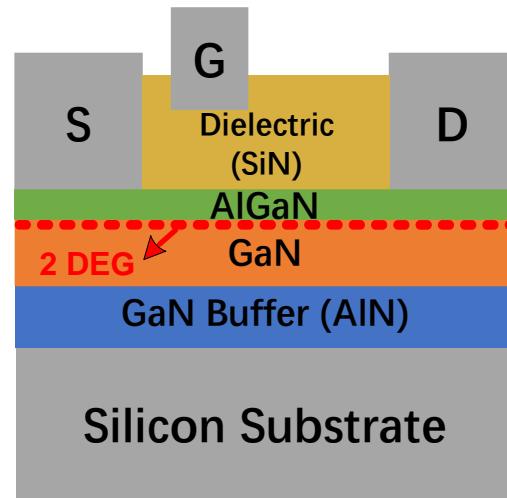


镓未来CTO：每一种技术路线都不完美，但是我们解决了Cascode已知的绝大部分设计、生产和应用问题！

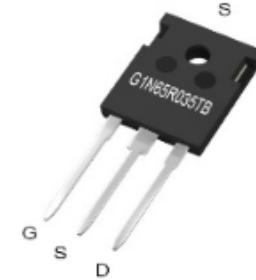
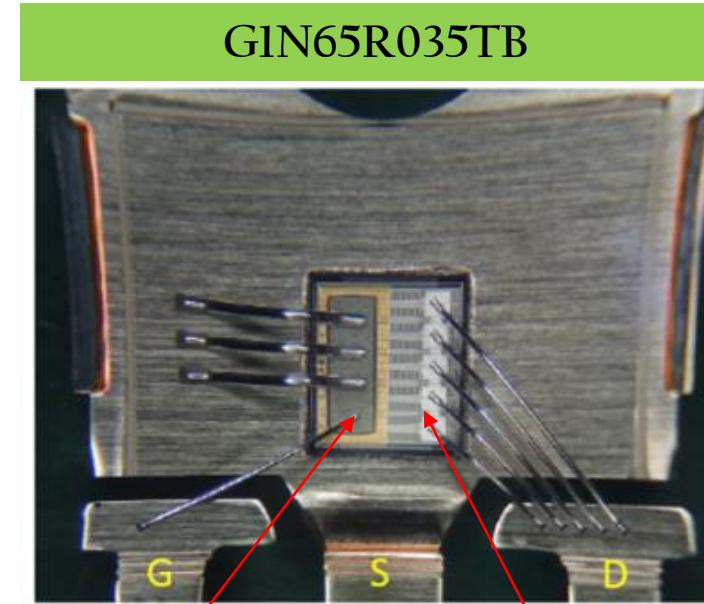
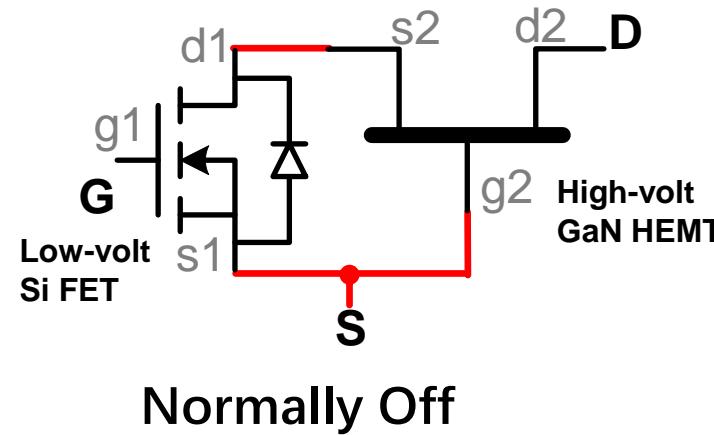
厂商	设计	$V_{GS(th)}$	$V_{gs}$	驱动要求	功率范围 (W)
<b>GaNex</b>	<b>Cascode GaN</b>	<b>理想 (4V Typ)</b>	<b>高 (20V)</b>	<b>简单, 不需要负压</b>	<b>40-10,000</b>
N公司	E-mode GaN IC	NA	NA	驱动集成	40-1,000
P公司	Cascode GaN IC	NA	NA	驱动集成	40-500
INN公司	E-mode GaN	低 (1.7V Typ)	低 (7V)	7V钳位 (负压关断)	40-500
G公司	E-mode GaN	低 (1.7V Typ)	低 (7V)	7V钳位 (负压关断)	40-2,000
I公司	E-mode GaN	低 (1.2V @ 2.6mA)	NA	需 $I_G$ (2.6mA Typ)	300-2,000

## 概述：

- Integration IC 合封：使用相对容易，但是功率较小；
- E-mode GaN 分立器件：驱动困难，功率范围相对于合封有所提升，但是大功率驱动容易受干扰；
- **Cascode GaN 分立器件：驱动简单，和Si MOSFET 完全一致，功率范围宽，涵盖所有应用场景。**

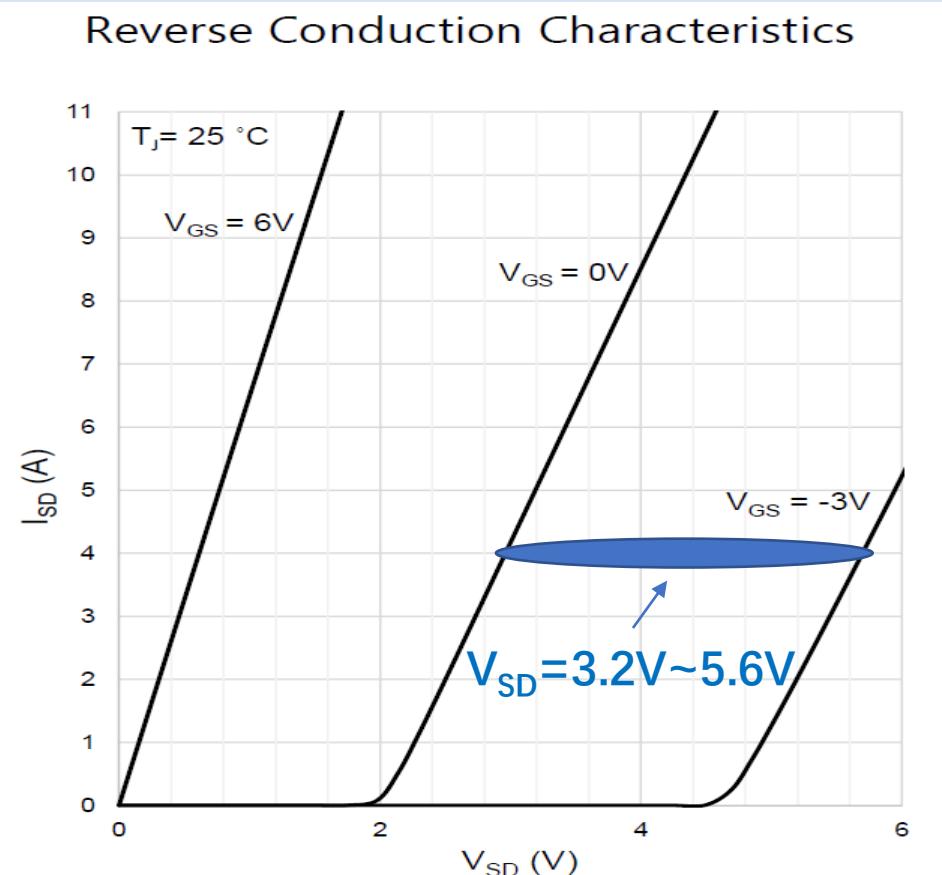


Normally On

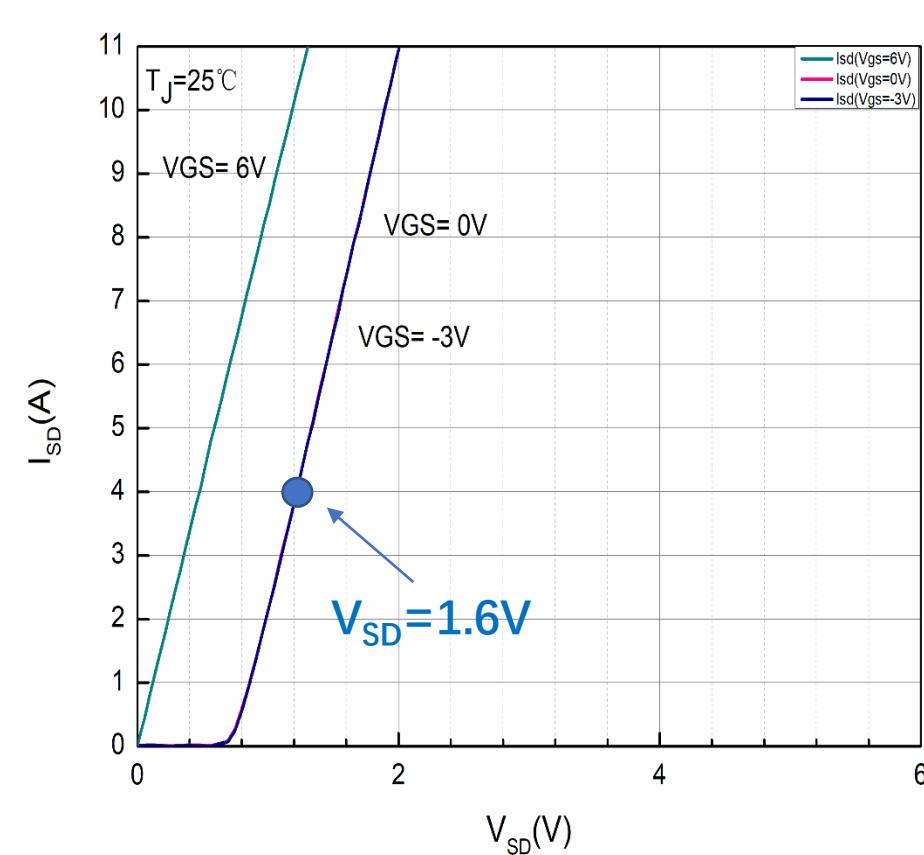


- Low-V Si + high-V GaN integration
- 1-chip-like simplicity (least stray inductance)
- Robust gate characteristics
- Superior performance
- High-volume manufacturability

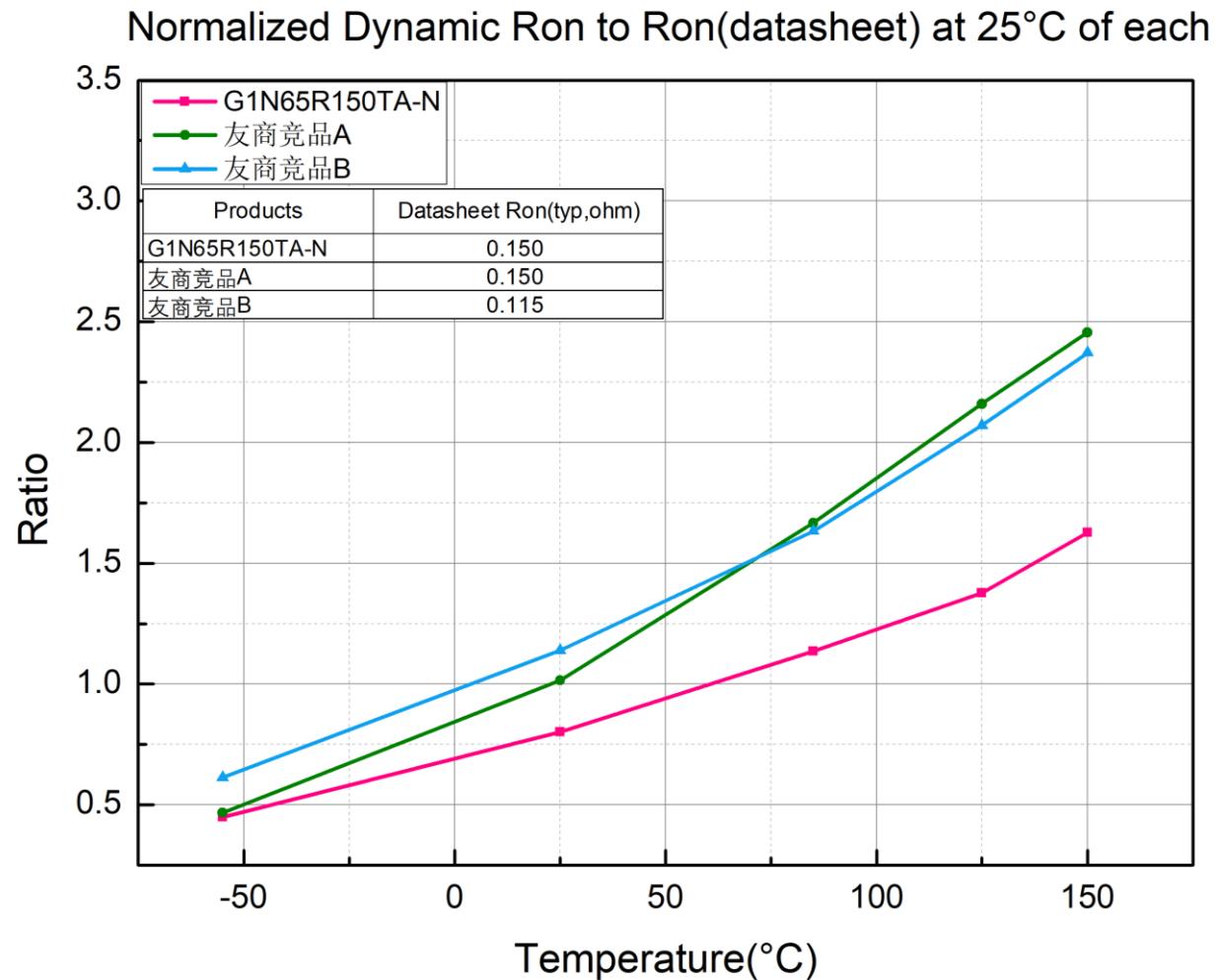
E-mode GaN, 150mΩ/650V at 25C



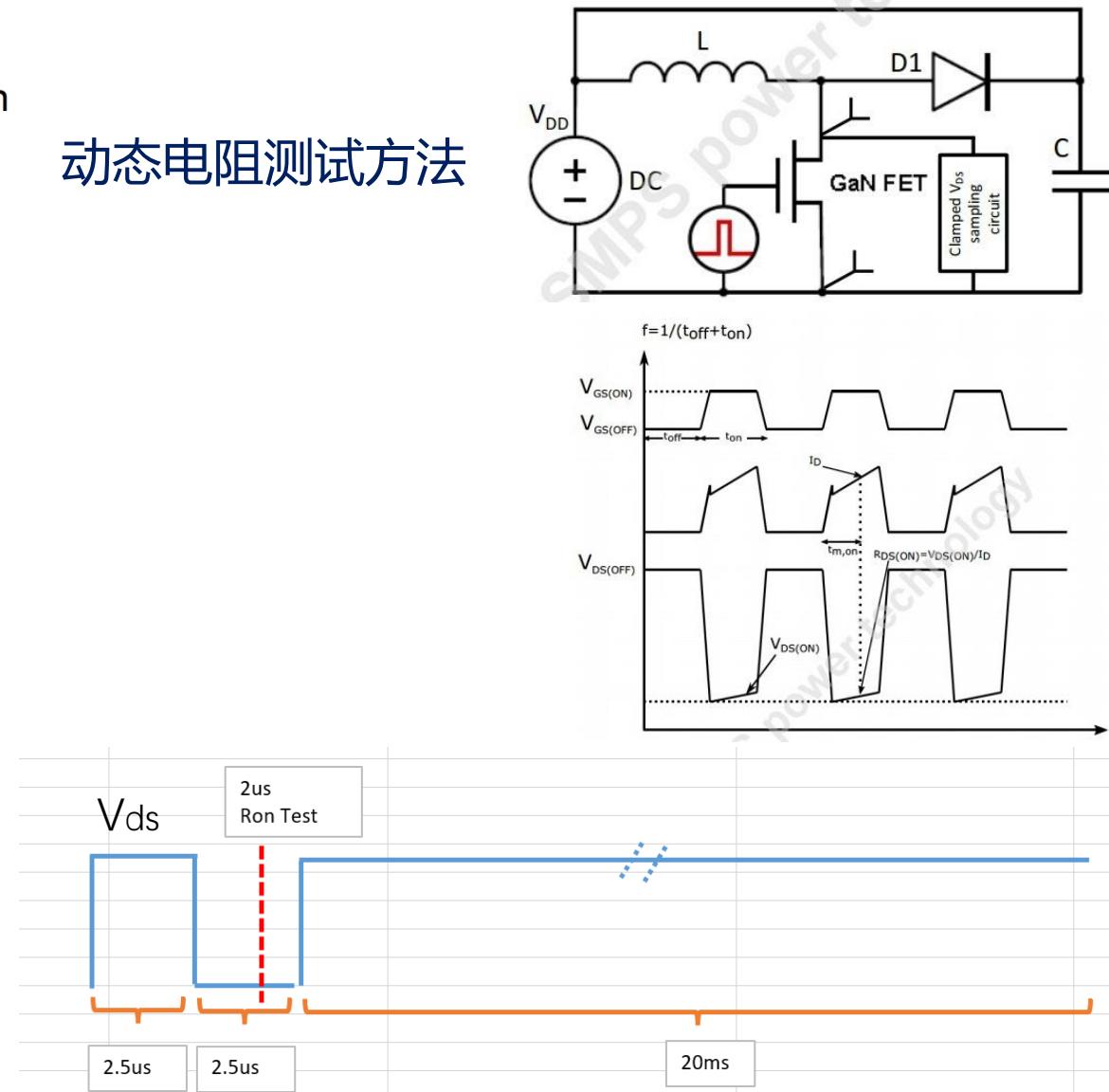
GaNex Cascode GaN, 150mΩ/650V at 25C

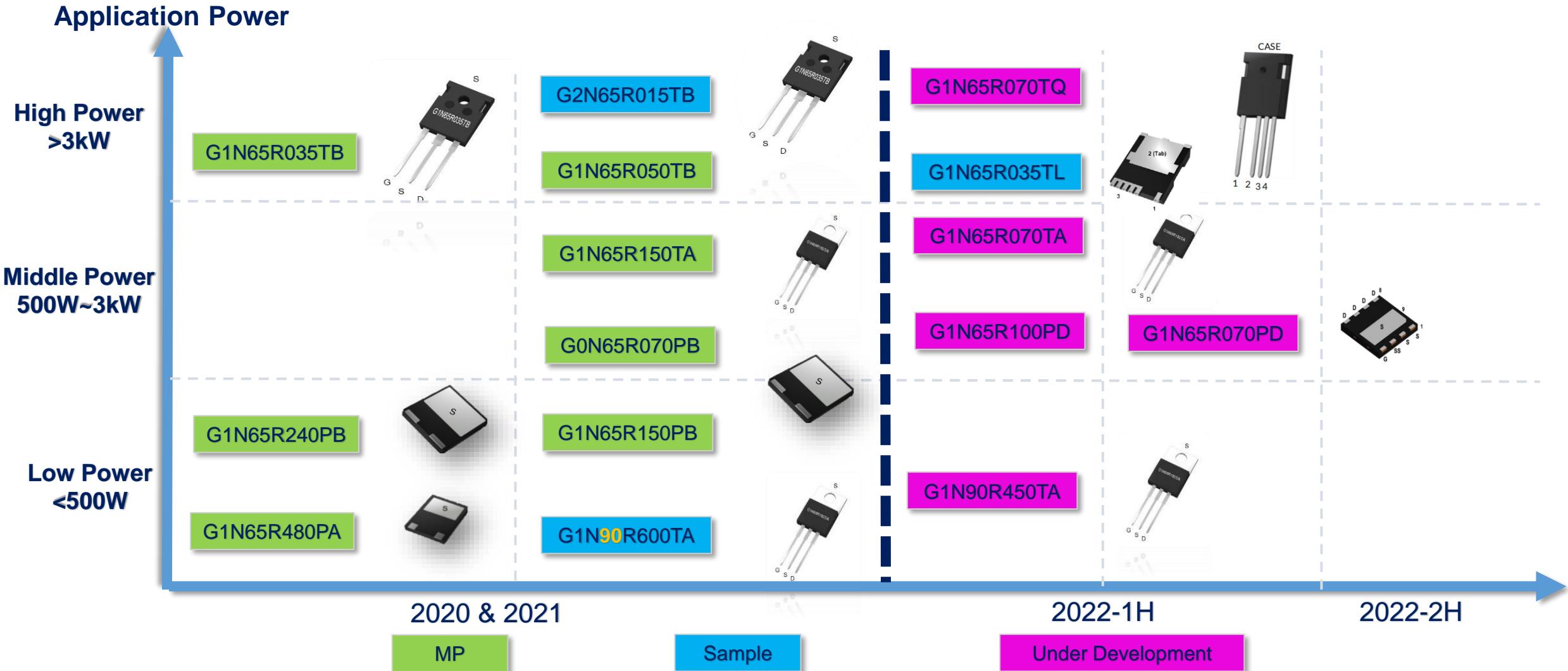


# Cascode GaN 优点 – 动态电阻低, 温度系数好



## 动态电阻测试方法





GaN PN	RDS <sub>ON</sub> (mΩ)	V <sub>DSS</sub> (V)	Package	Sample date
G1N65R480PA	480	650	PQFN 5x6	MP
G1N65R240PB	240		PQFN 8x8	MP
G1N65R240TA	240		TO-220	Jul. 22
G1N65R150PB	150		PQFN 8x8	MP
G1N65R150TA	150		TO-220	MP
G0N65R070PB	70		PQFN 8x8	MP
G1N65R070PD	70		DFN8x8	Aug.22
G1N65R070TA	70		TO-220	Aug.22
G1N65R100PD	100		DFN8x8	Nov.22
G1N65R050TB	50		TO-247	MP
G1N65R050TL	50		TOLL	Sample
G1N65R050TD	50		TO-263	Sample
G1N65R035TB	35		TO-247	MP
G1N65R035TL	35		TOLL	Sample
G2N65R015TB	15		TO-247	Sample
G1N90R600TA	600	900	TO-220	Sample

## GaN HEMT

1: 1<sup>st</sup> generation  
2: 2<sup>nd</sup> generation

**G1N65R035TB-N**

Voltage Rating  
65 = 650V  
90 = 900V

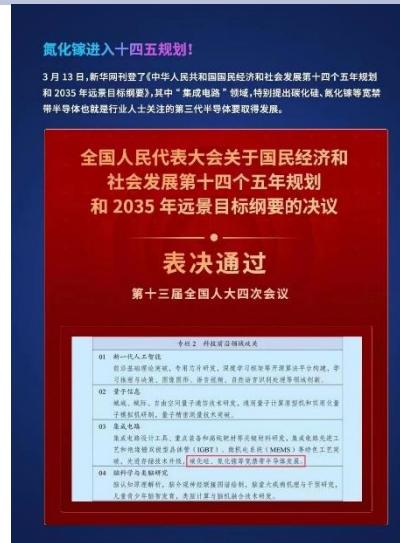
Package  
TA = TO-220  
TB = TO-247  
TQ = TO-247-4  
PA = PQFN 5x6  
PB = PQFN 8x8 -3  
PD = DFN 8X8 -8  
TL = TOLL

V<sub>DSS(PK)</sub> is 800V for 650V or 1500V for 900V under the operation conditions of duty<1%, spike duration <1us and none repetitive.

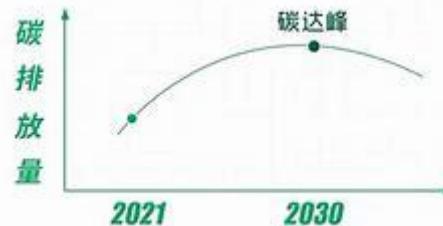
## On-resistance

035 = 35mΩ

LV Si MOSFET  
version



某一个时刻，二氧化碳排放量达到历史最高值，之后逐步回落。



## PSU Requirements

SNIA GSI GREEN STORAGE

### Table 1 Minimum PSU efficiency and power factor requirements from 1 March 2020

% of rated load	Minimum PSU efficiency				Minimum power factor
	10%	20%	50%	100%	
Multi output (Gold)	-	88%	92%	88%	0.90
Single output (Platinum)	-	90%	94%	91%	0.95

### Table 2 Minimum PSU efficiency and power factor requirements from 1 January 2023

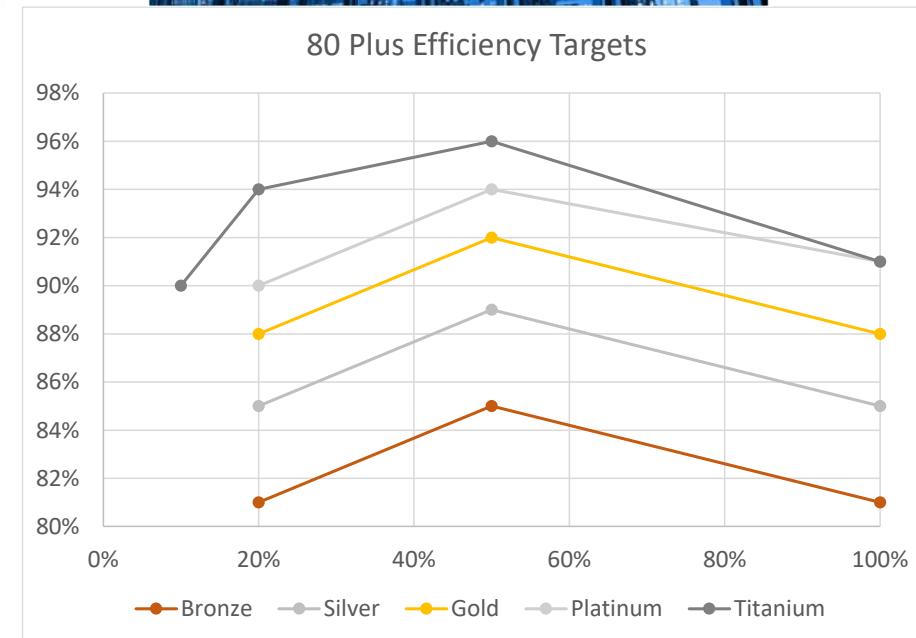
% of rated load	Minimum PSU efficiency				Minimum power factor
	10%	20%	50%	100%	
Multi output (Platinum)	-	90%	94%	91%	0.95
Single output (Titanium)	90%	94%	96%	91%	0.95



Data Center Storage Stakeholder Meeting ~ January 23, 2019

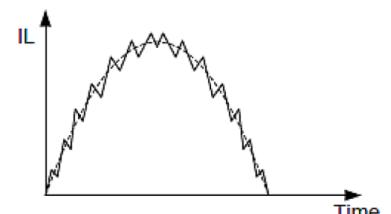
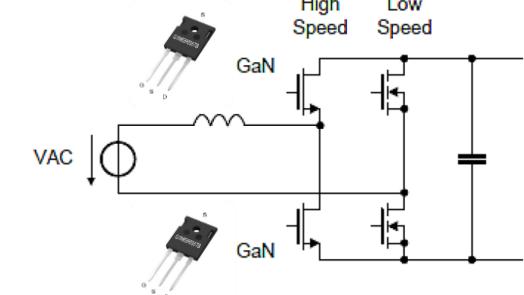
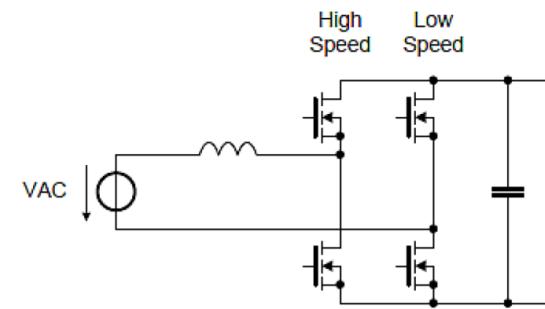
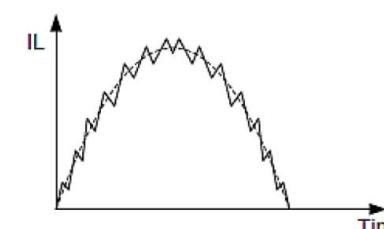
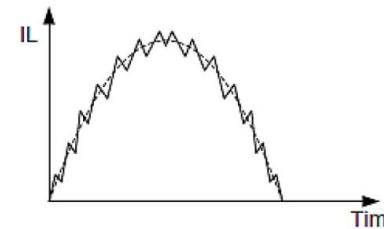
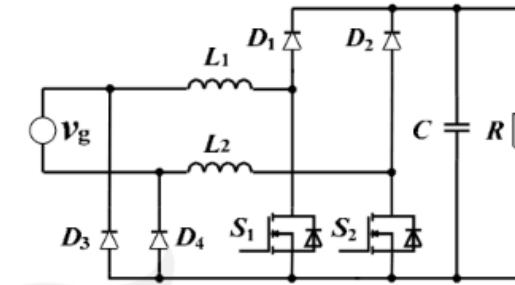
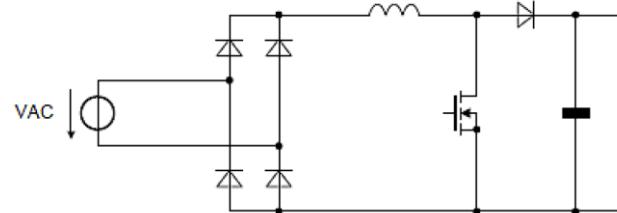
[www.sniaemerald.com](http://www.sniaemerald.com)

6





Si



Topology	Bridge PFC	Bridgeless PFC	Bridgeless CRM PFC	GaN based Totem-pole Bridgeless PFC
Efficiency	97.9%	98.7%	99.0%	99.1%
Constraints	Higher loss	Low surge tolerance	Much reduced power level and power density	Null
No of components	Medium with bridge rectifier	Very high with two inductor	Low	支持整流和逆变双向工作

## 65W快充, G1N65R240PB

拓扑和控制	QR Flyback + SR SC3023 + MP6908A
输入电压	90~264Vac
输出电压/电流	20V/3.25A、15V/3A、12V/3A、 9V/3A、5V/3A
开关频率	250KHz
尺寸 (L x W x H)	49 x 28 x 26 in mm
功率密度 (W/cm <sup>3</sup> )	1.82 (PCB only)



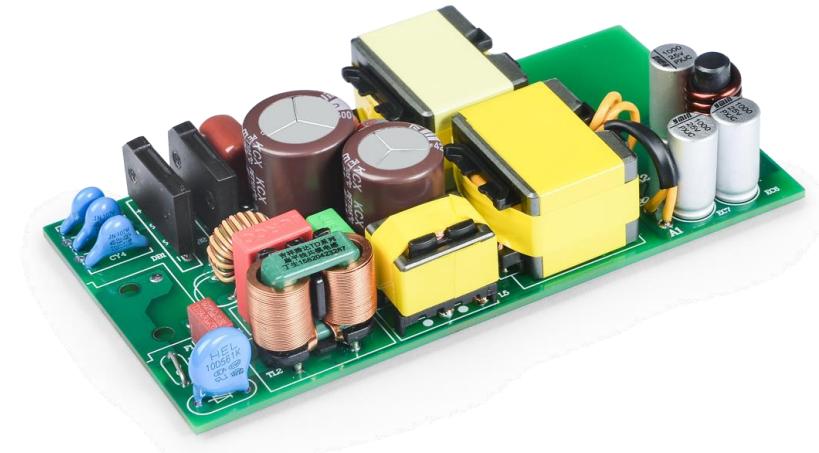
## 330W Adapter: G0N65R070PB + G1N65R150PB

拓扑和控制	图腾柱PFC (NCP1680)+LLC
输入电压范围	90~264Vac
输出	21V/15.7A
峰值效率	96.5%
尺寸	120mm X 78mm X 25mm
功率密度	1.41W/cm <sup>3</sup> (PCB)



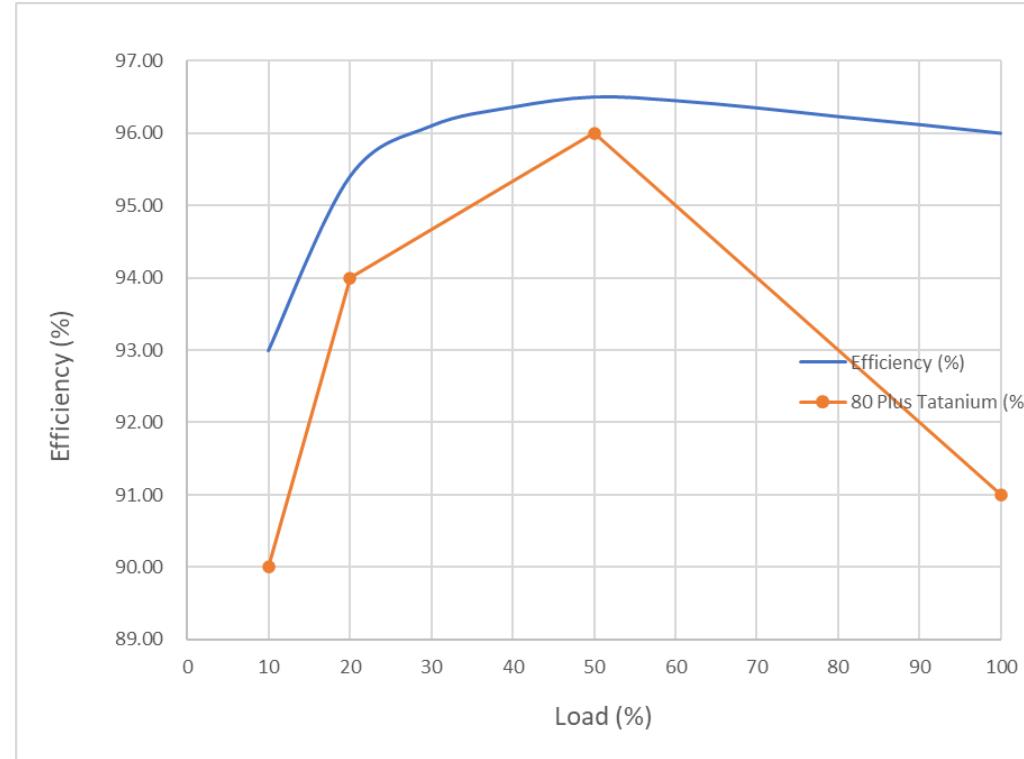
## 210W Adapter: G1N65R150PB + G1N65R240PB

拓扑和控制	PFC + LLC
输入电压范围	90~264Vac
输出	21V/10A
峰值效率	95.8%
尺寸	113mm x 59mm x 23mm
功率密度	1.3W/cm <sup>3</sup> (PCB)



## 图腾柱无桥 PFC 拓扑 + LLC 软开关拓扑 + SR 同步整流

- 输入: 180Vac~300Vac
- 输出: 11.5V-15.5V/240A, 3.6kW
- PFC 开关频率: 65kHz (2 x G1N65R035TB)
- LLC 谐振频率: 100kHz
- 尺寸: 300 (L) x 131 (W) x 71 (H) in mm



效率 2:  
220Vac 输入, 主输出效率 (风扇为负载, 辅助电源不带载) 25°C

输入电压	输出负载	效率	PF
220V	11.5V/260A	95.1%	0.99
	12V/260A	95.6%	0.99
	13V/260A	95.7%	0.99
	14V/240A	96.1%	0.99
	15V/220A	96.0%	0.99
	15.5V/100A	--	0.99

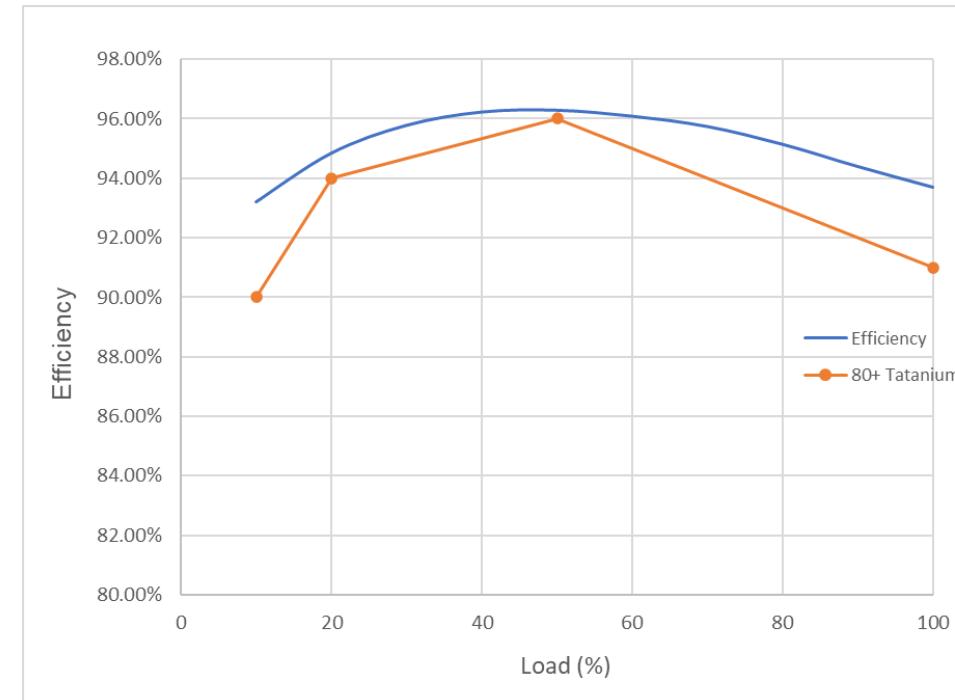
效率 3:  
230Vac 输入, 主输出效率 (风扇为负载, 辅助电源不带载) 25°C

输入电压	输出负载	效率	PF
230V	11.5V/260A	95.2%	0.99
	12V/260A	95.7%	0.99
	13V/260A	95.8%	0.99
	14V/240A	96.1%	0.99
	15V/220A	96.0%	0.99
	15.5V/100A	--	0.99

## 图腾柱无桥 PFC 拓扑 + Interleaved LLC 软开关拓扑 + SR 同步整流 + Oring FET

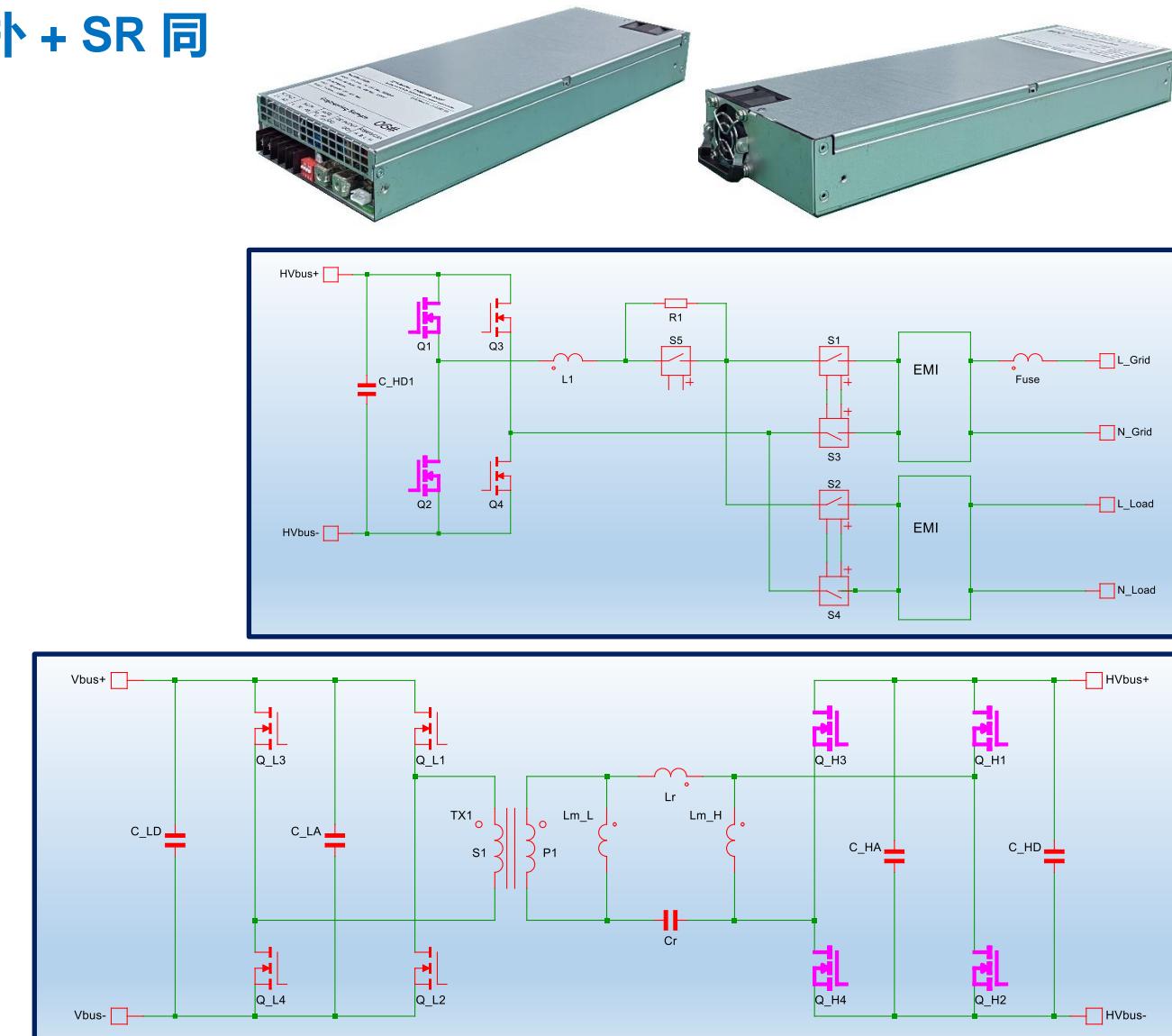
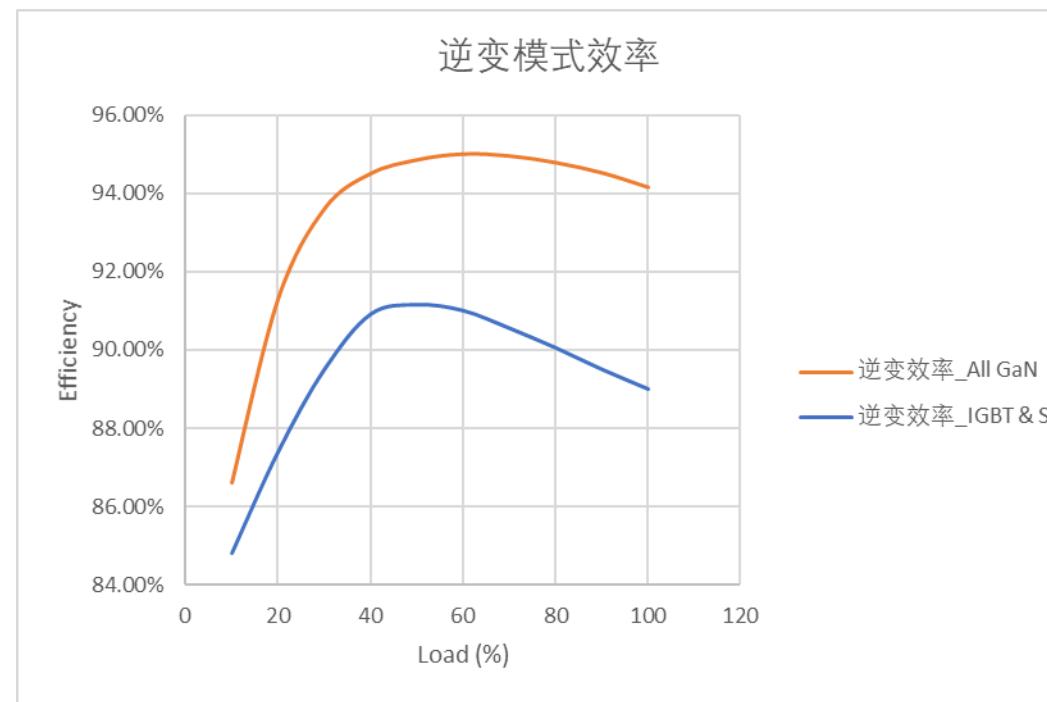


- 输入: 180Vac~264Vac
- 输出: 12.2V/205A, 2.5kW
- PFC 开关频率: 65kHz (2 x G1N65R035TB)
- LLC 谐振频率: 125kHz
- 尺寸: 210 (L) x 86 (W) x 40 (H) in mm



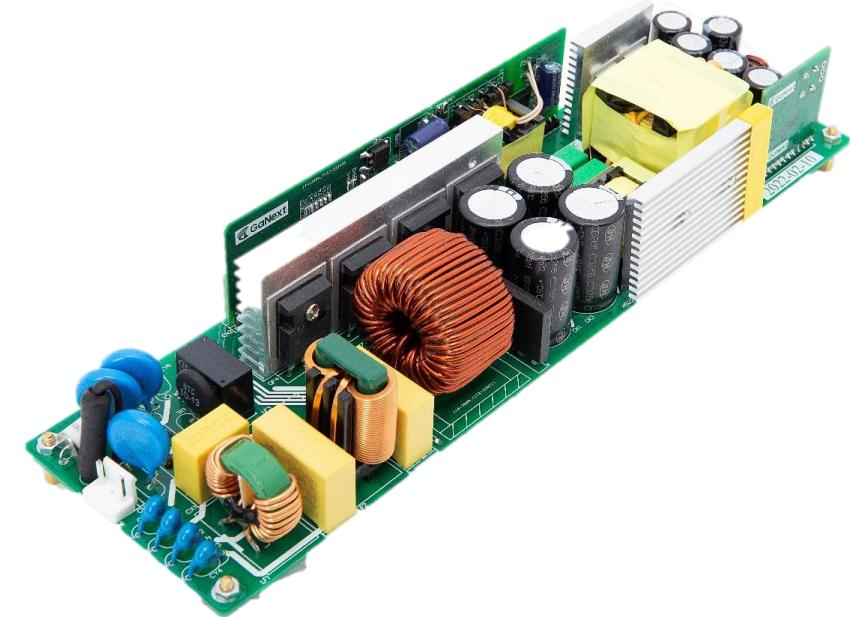
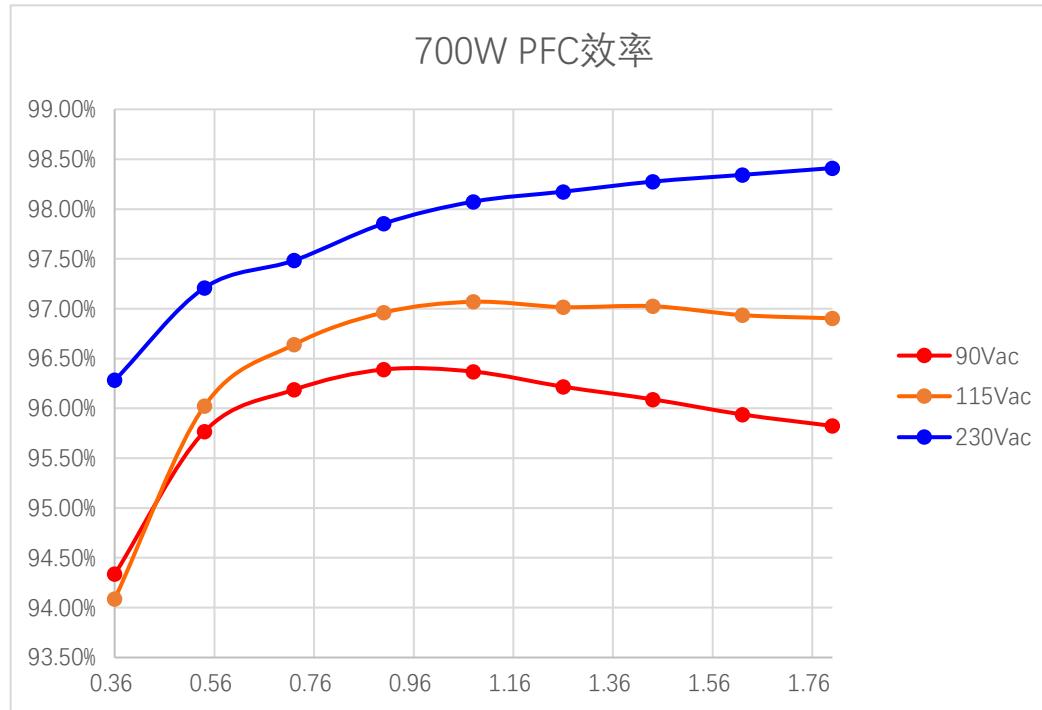
## 图腾柱无桥 PFC 拓扑 + 全桥 LLC 软开关拓扑 + SR 同步整流

- AC侧: 90Vac~264Vac
- DC侧: 42V~58V, 2kW
- PFC 开关频率: 65kHz (**2 x G1N65R035TB**)
- LLC 谐振频率: 110kHz (**4 x G1N65R150TA**)
- 尺寸: 330 (L) x 114 (W) x 40 (H) in mm



**拓扑：无桥图腾柱PFC+LLC 700W**

**GaN：G1N65R150TA\*2+G1N65R050TB\*2**



- 输入：90~264Vac 输出：56V/12.5A
- 开关频率：PFC：55kHz, LLC 谐振频率：70kHz
- 峰值效率：96.72%
- PCBA尺寸：260 (L) x 75 (W) x 40 (H) mm
- 功率密度：0.90W/cm<sup>3</sup>



- AFSW 工厂从事硅晶产品和氮化镓器件的生产，具备消费级标准和车用标准认证，具有 ISO 9001 / IATF 16949 资质
- 产品良率可达95%，失效率低于20ppm，生产工艺全球领先
- 目前 GaN 产能为1,200片/月，通过产线改造2024年满产可达6,000片/月

## GaN-on-Si:

- 批量生产650V功率器件
- 900V、1,200V的超高电压功率器件达到量产水平

## GaN-on-Si 低阻抗工艺:

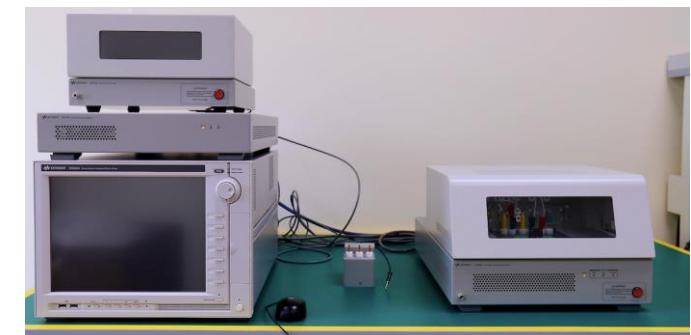
- 无金、无损坏的溅射/蚀刻工艺
- 较低的电流崩塌概率，较高的击穿电压
- 高可靠性
- 近硅晶工艺良品率和缺陷密度



已与国内上下游开展合作开发，将逐步实现供应链的国产化替代，实现国内封测

珠海可靠性实验室拥有测试设备70+台，能够实现**HTRB、HTGB、H3TRB、HTSL、HTOL、LTSL、LTRB、LTGB、TC**等测试，保障产品品质。

- 高温高湿反偏老化测试系统
- 高温反偏老化测试系统
- 高温试验箱
- 高低温湿热试验箱
- 快速温变试验箱



## 2. Electrical Stress Test Results

Test Description	Abbr.	Condition	Duration	Sample	Fail/Total	Result
High Temperature Reverse Bias	HTRB	$T_J=150^\circ\text{C}$ $V_{DS}=520\text{V}$	1000 hrs	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS
High Temperature Gate Bias	HTGB	$T_J=150^\circ\text{C}$ $V_{GS}=18\text{V}$	1000 hrs	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS

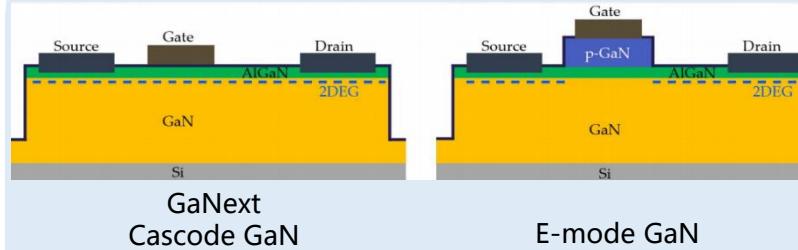
## 3. Environmental Stress Test Results

Test Description	Abbr.	Condition	Duration	Sample	Fail/Total	Result
Moisture / Reflow Sensitivity	MSL3	MSL3 Pb-free $T_c=260^\circ\text{C}$	NA	9 lots×25 (units/lot)	0 Fails /225	PASS
Highly-Accelerated Stress Test	HAST	130°C, 85% RH 33.3 PSI Bias=100V MSL Pre-Con	96 hrs	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS
Temperature Cycling	TC	-40°C /125°C 2 Cycles /HR MSL Pre-Con	500 Cycles	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS
Power Cycling	PC	25°C /125°C $\Delta T_J=100^\circ\text{C}$	7500 Cycles	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS
Unbiased Highly-Accelerated Stress Test	uHAST	100°C 85% RH 33.3 PSI MSL Pre-Con	96 hrs	3 lots×77 (parts/lot)	0 Fails /231	PASS

## 团队优势



## 技术优势



## 运营优势



	GaN	GaN	E-mode	GaN优势体现		GaN	友商	GaN优势体现
器件研发	GaN 射频微波和功率器件27年国际级专家吴毅锋博士率领来自TI、Transphorm等的7位博士团队	良率	接近95%	30%~70%	一致性好、成本低	Foundry	与AFSW/GaNovation 深度合作,月6,000片6寸产能	良率低
系统开发	原Emerson、ABB、bel和华为技术等电力电子资深专家团队	驱动可靠性	20V	7V	电路简单易设计		无晶圆设计公司	自主可供供应链、良率高、产能大、技术护城河宽
市场和营销	原华为海思、ST、AOS等高管加盟的市场营销团队	抗干扰	4V Typ	1.7V Typ	抗干扰强	国际化	与Transphorm深度合作,联合开发	
供应链和品质	原华为供应链和品质专家领衔	封装	贴片、插件30-10kW	< 2,000W	覆盖功率范围广	本地化	封测本地化	
		动态电阻	< 10%	> 30%	损耗低、可靠性高		本地或海外	持续降本

PC快充



智能电表



户外电源

电小二 | 户外电源

MANGO POWER



CARKU 卡儿酷<sup>®</sup>  
搭电 就用 卡儿酷

算力电源



ICT电源



LED电源

INVENTRONICS  
英飞特电子

MOSO<sup>®</sup> 茂硕电源  
股票代码 : 002660



镓未来成立于2020年10月，致力于提供从30W到10KW的氮化镓器件及系统设计解决方案。核心团队由IEEE Fellow吴毅锋博士领衔，前华为海思化合物半导体创始成员组成，具有丰富的产业化研发和市场运营经验。

业务联系：[sales@ganext.com](mailto:sales@ganext.com)

官方网站：[www.ganext.com](http://www.ganext.com)

珠海总部：

珠海市横琴新区环岛东路ICC横琴国际商务中心1座23楼

深圳应用和营销中心：

深圳市福田区中康路136号新一代产业园1栋1604、1606、1607



官网二维码



公众号二维码