

英飞凌高效开关电源系统解决方案

王进
英飞凌系统应用工程师



Never stop thinking

- 背景介绍
- 英飞凌PFC解决方案,提升PFC效率
- 英飞凌LLC解决方案,提升LLC效率
- 英飞凌低待机损耗辅助电源解决方案
- 总结

英飞凌开关电源解决方案

PFC 部分 → ICE3PCS01G



为了应对全球变暖，电脑产业拯救气候计划，由谷歌和英特尔在2007年开始，寻求从计算机的操作，以减少全球二氧化碳排放量到2010年每年540万吨。

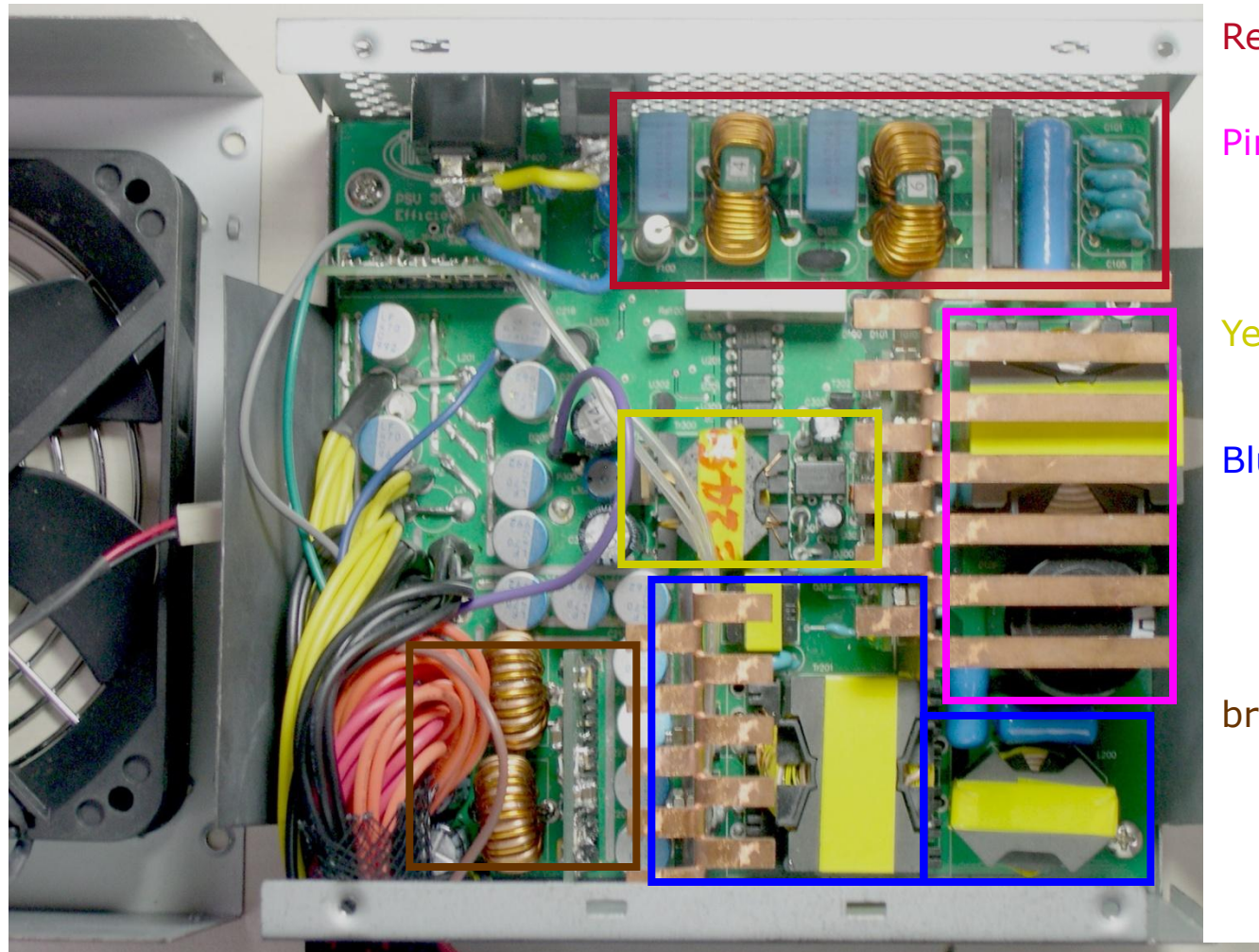
www.climatesaverscomputing.org

Climate Saver	80+	Jul 08 – Jun 09	July 09 – Jun 10	July 10 – Jun 11
白金 90% 92% 89%				
金 87% 90% 87%				>= 20%
银 85% 88% 85%			>= 20%	>= 80%
铜 82% 85% 82%		>= 20%	>= 80%	100%
80+ 80% 80% 80%		100%	100%	100%

服务器产品80+ 白金牌方案要求在20%, 50% 和 100%负载,230Vac输入线电压情况下效率达到91% , 94% and 90%.

英飞凌开关电源解决方案

演示板一览



Red: 输入EMI电路和整流桥

Pink: CCM PFC
ICE3PCS01G
IPP60R190C6
IDT05S60C

Yellow: 待机电源

ICE2QR2280Z

Blue: LLC 谐振半桥变换器

ICE2HS01G

IPP60R190C6

IPP015N04N

brown: DC-DC 变换器

BSC030N03LS

BSC050N03LS

TDA21106

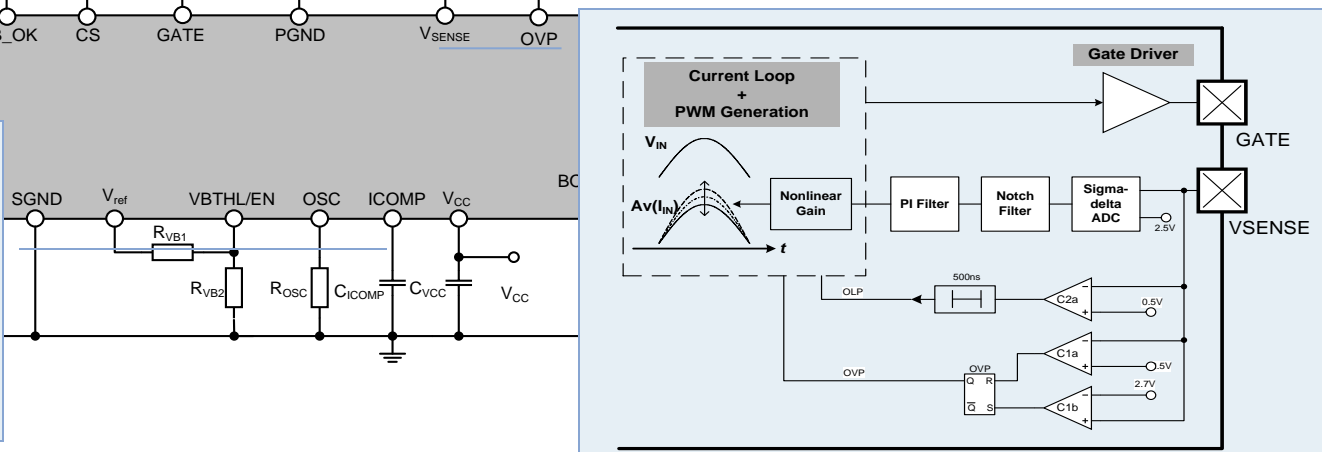
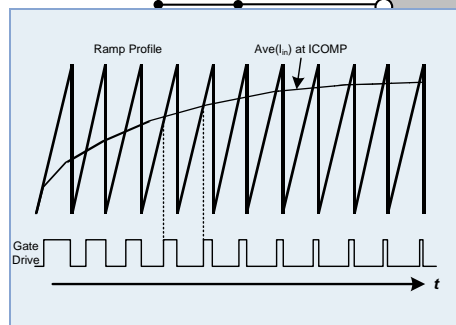
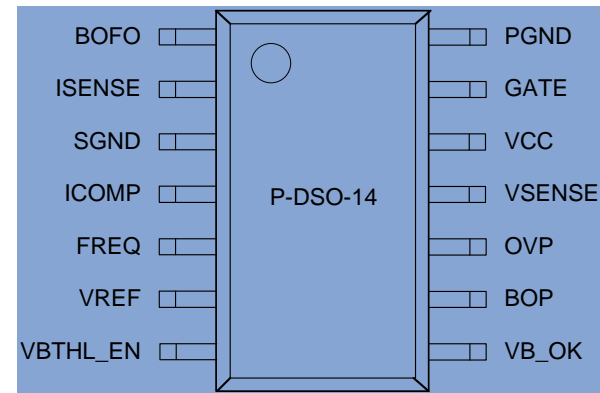
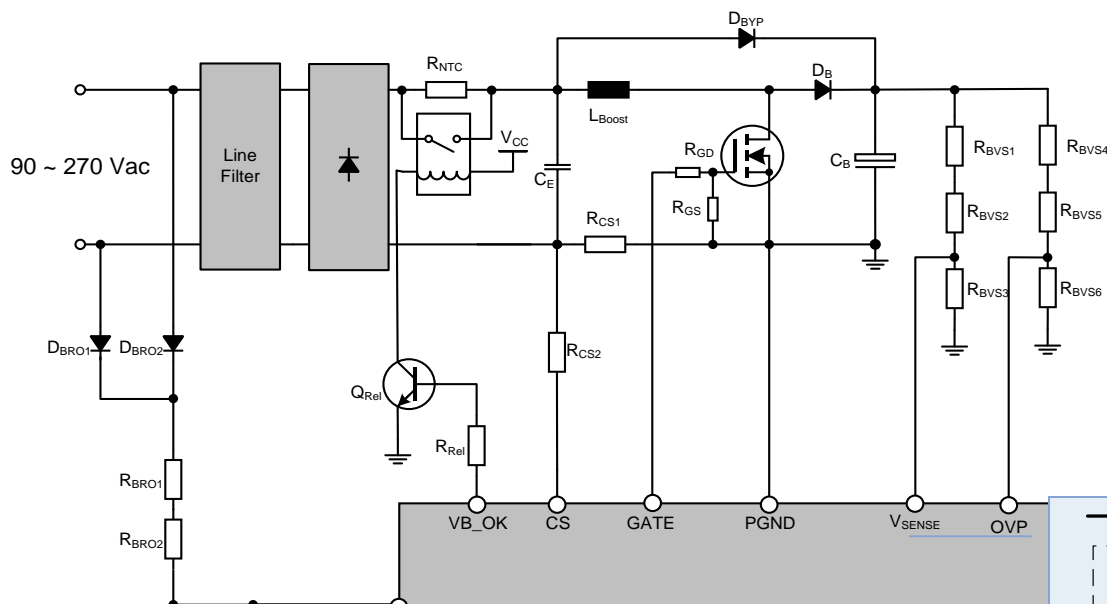
- 背景介绍
- 英飞凌PFC解决方案,提升PFC效率
- 英飞凌LLC解决方案,提升LLC效率
- 英飞凌低待机损耗辅助电源解决方案
- 总结

英飞凌开关电源解决方案

PFC 部分 → ICE3PCS01G



负载	轻载	半载	满载
效率	96%	96.5%	96%

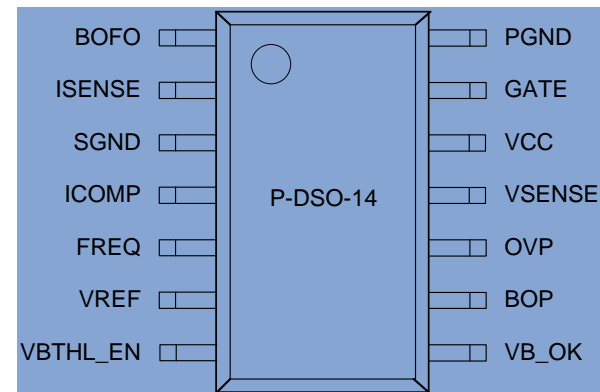
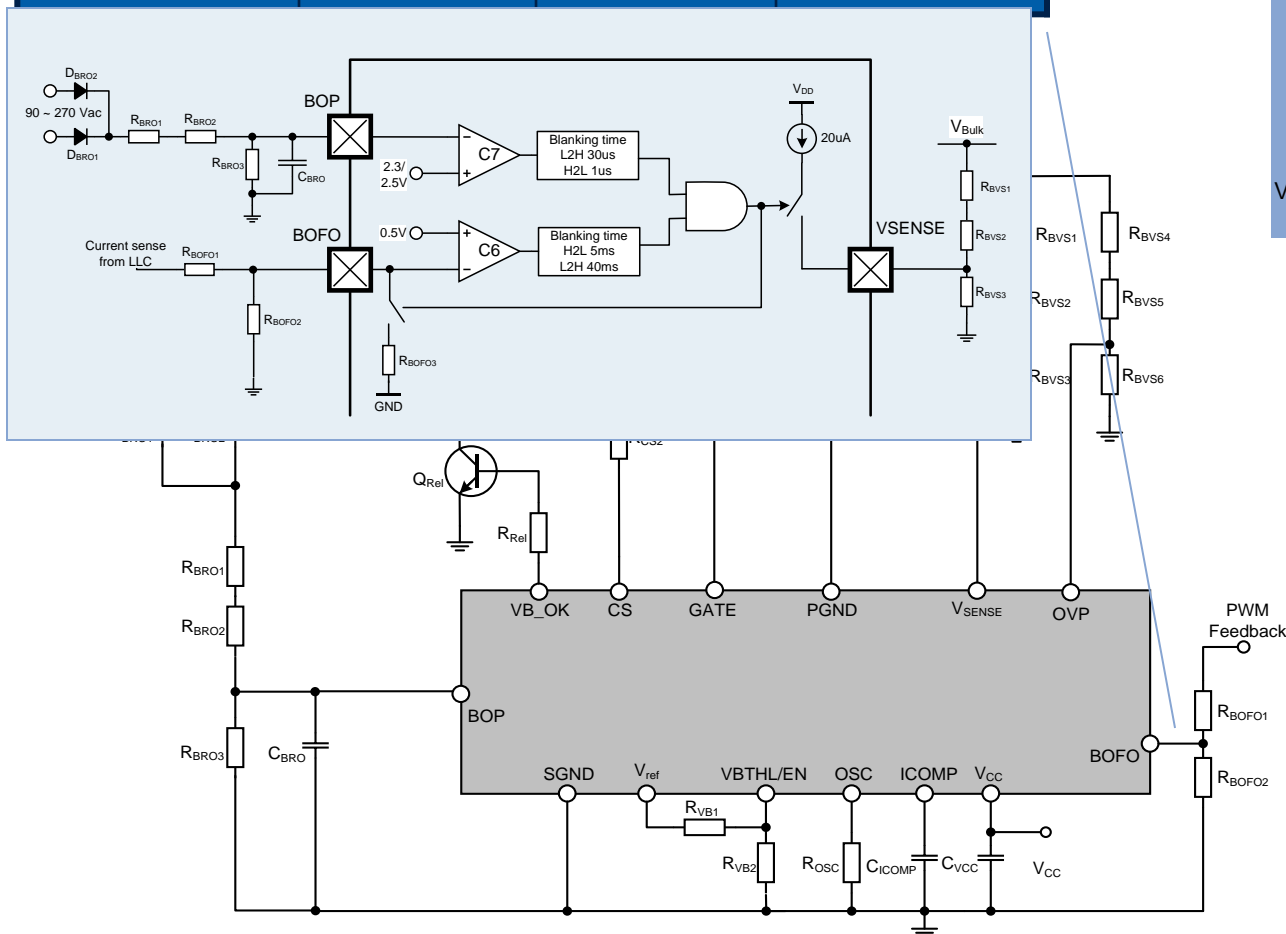


英飞凌开关电源解决方案

PFC 部分 → ICE3PCS01G



负载	轻载	半载	满载
效率	96%	96.5%	96%

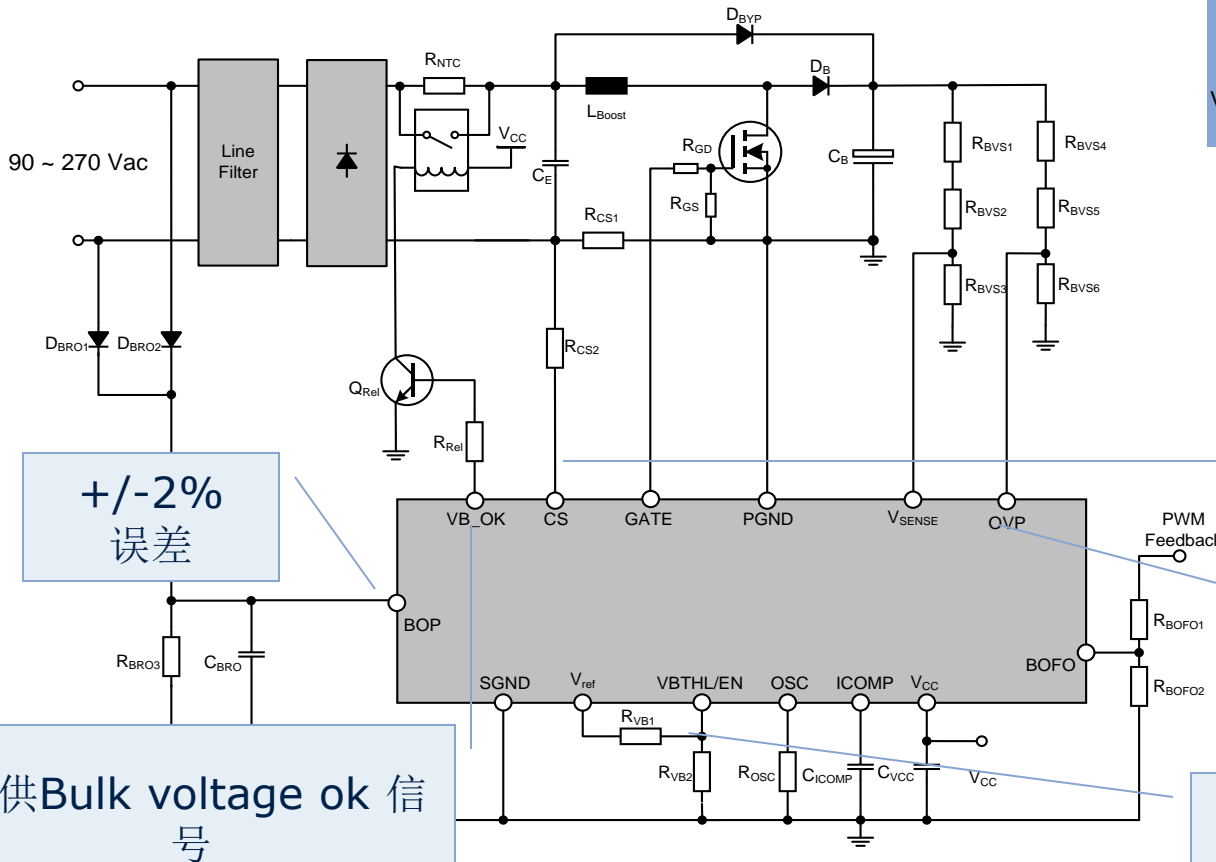
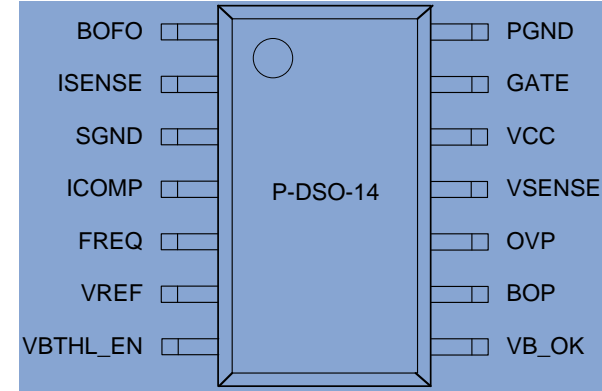


英飞凌开关电源解决方案

PFC 部分 → ICE3PCS01G



负载	轻载	半载	满载
效率	96%	96.5%	96%



+/-2% 误差

提供Bulk voltage ok 信号

**PCL 门槛:
-0.2V**

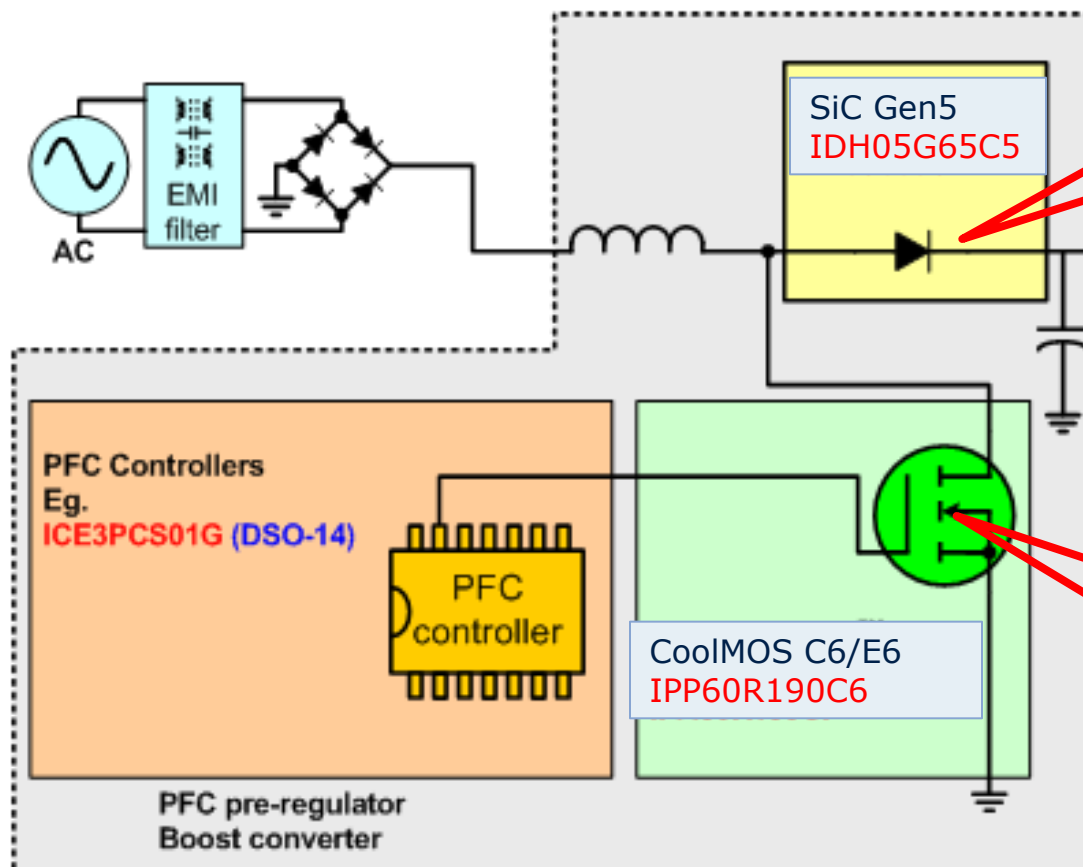
二次OVP保护,进一步加强系统可靠性

频率设置和外置频率同步

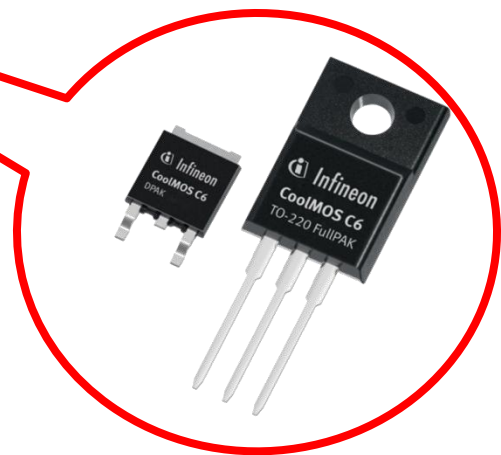
- 全负载范围提升PFC系统效率
 - 精确的频率设定 → 可以最优化**EMI**滤波器, 减低成本, 提升效率
 - 精确的电压调整率 → 优化功率级, 提升效率
 - 可调整的 **boost** 跟踪功能 → 提升低压, 轻载的效率
 - 0.2V 峰值电流限制 → 减小电流采样电阻的损耗, 提升效率
- 负载跳变时实现快速动态响应
 - 减小电压过冲 → 高可靠性, 易于设计
 - 快速的恢复时间 → 高可靠性, 易于设计
 - 基本无电流失真 → 高性能
- Bulk voltage OK 信号
 - 节省防浪涌继电器的检测电路或PWM IC控制电路 → 低成本
 - 可调的低门槛的VB_OK信号 → 提高设计的弹性
 - 二次OVP保护 → 低成本
- 各种保护功能
 - 可以降低工作量

英飞凌开关电源解决方案

PFC 部分 → CoolMOS/SiC diode



第五代SiC 二极管



CoolMOS C6/E6

特征

- 低导通电阻在指定单位面积 ($R_{on} * A$)
- 低储存在输出电容上的能量 (E_{oss})
- 高体二极管可靠性
- 低反向恢复电荷 (Q_{rr})

益处

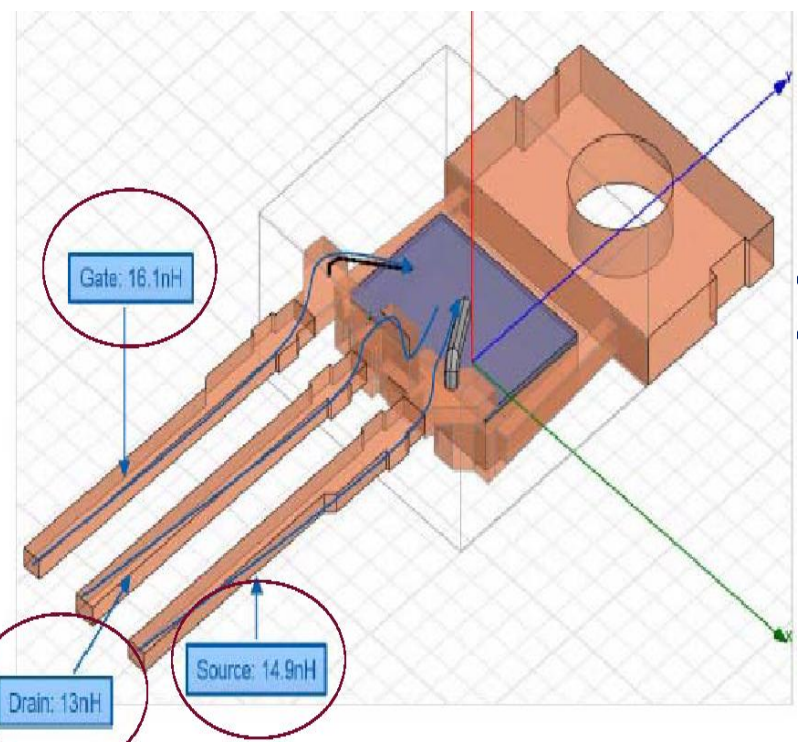
- 便于控制的开关特性
- 与C3相比具有更高的轻载效率
- CoolMOS™ 品质，高可靠性体二极管
- 突出的可靠性，品质保证
- 与之前的几代CoolMOS™ 产品相比，价格更优





Specification	Symbol	IPW60R190C6	SPW20N60C3
On-state resistance, maximum rating, 25 °C	$R_{DS(on)}$	190 mΩ	190 mΩ
Drain current rating	I_D	20 A	20 A
Pulse current rating	$I_{D, pulse}$	59 A	62 A
Typical Gate - Drain charge	Q_{gd}	30 nC	33 nC
Total Gate charge	Q_g	58 nC	87 nC
Energy stored in output capacitance @400V	E_{OSS}	5 μJ	10 μJ
Thermal resistance, junction-case	$R_{thJC,max}$	0.83 K/W	0.6 K/W
Body diode, reverse recovery charge	Q_{rr}	7 μC	11 μC
Body diode, di/dt	di/dt	900 A/μs	400 A/μs
Body diode, dv/dt	dv/dt	15 V/ns	15 V/ns

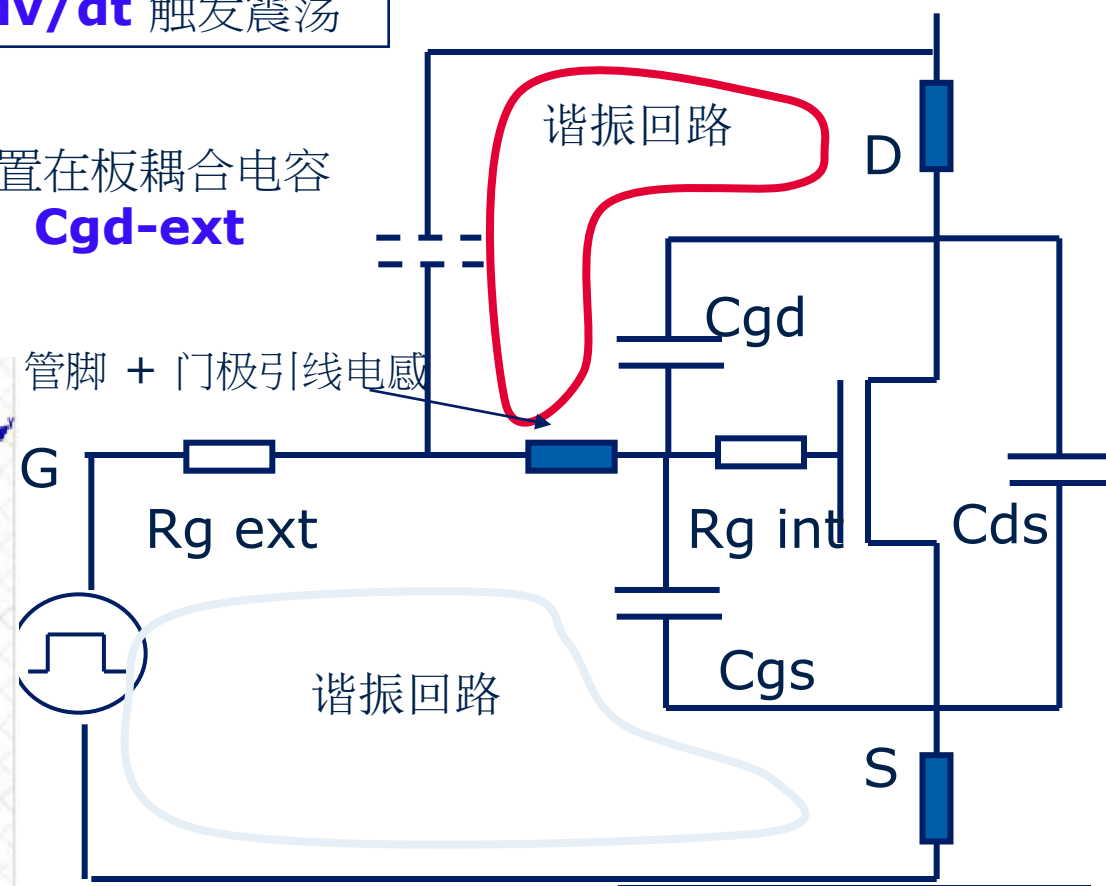
MOSFET 分解
封装寄生参数- TO-220



dv/dt 触发震荡

外置在板耦合电容
Cgd-ext

管脚 + 门极引线电感

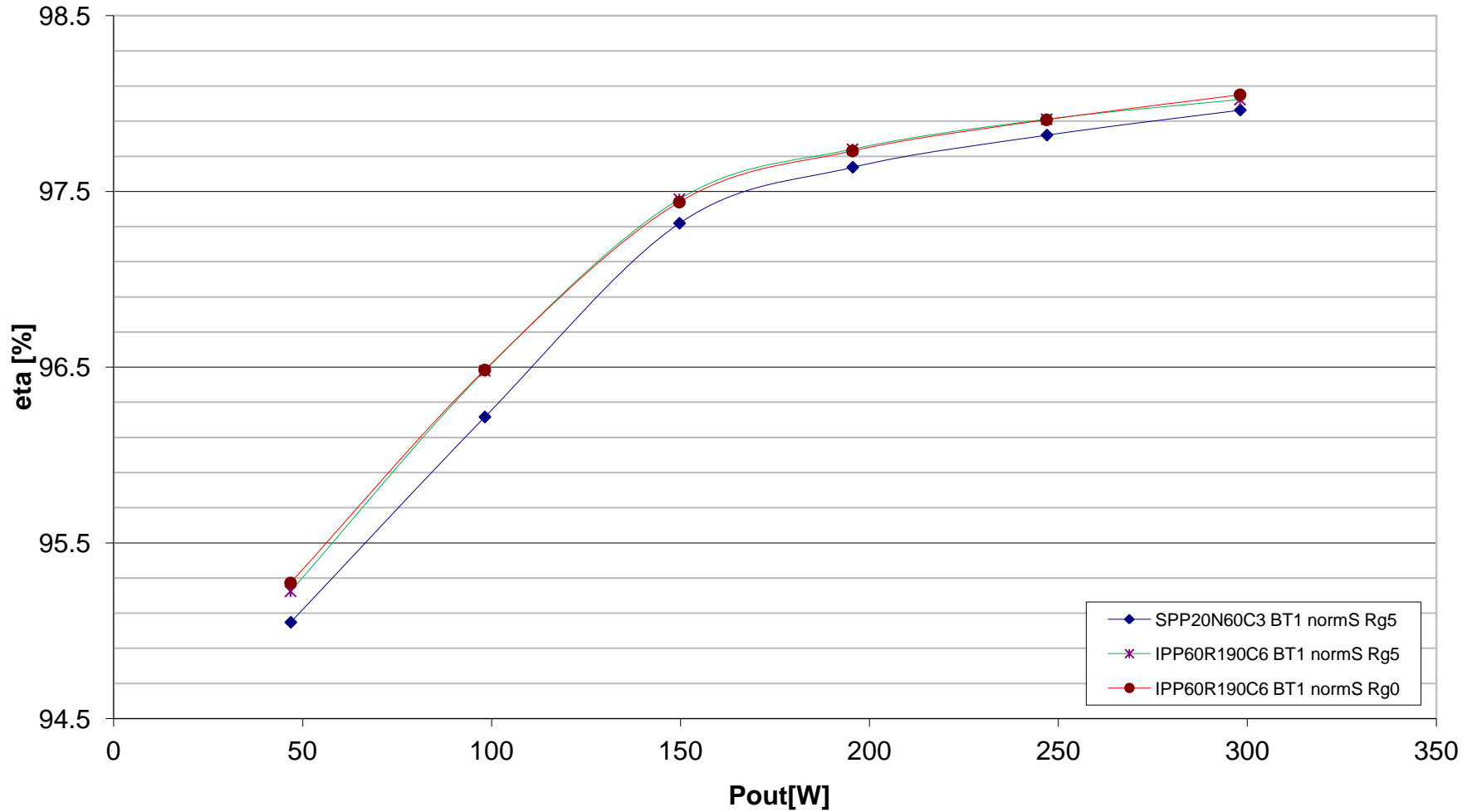


引脚电感

di/dt 触发震荡

(300W CCM PFC High line)

高压230Vac 效率



英飞凌开关电源解决方案

PFC 部分 → 第五代SiC二极管



■ SiC主要特征:

- 由于基本上没有反向恢复电荷与存储电荷，开关损耗极小
- 开关特性独立于正向电流，开关速度和温度

■ SiC 益处:

- 提升效率
- 允许使用更小的MOSFET
- 由于可以提升和效率，可以节省成本和体积要求 → 提升功率密度
- 改善EMI
- 增强系统可靠性

- 与Si 材料的二极管相比具有明显优势，在目标市场（服务器，通信，太阳能，UPS）具有强大的市场占有率。

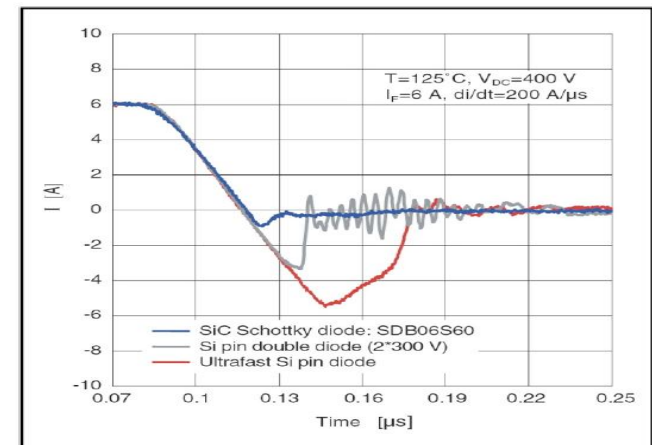
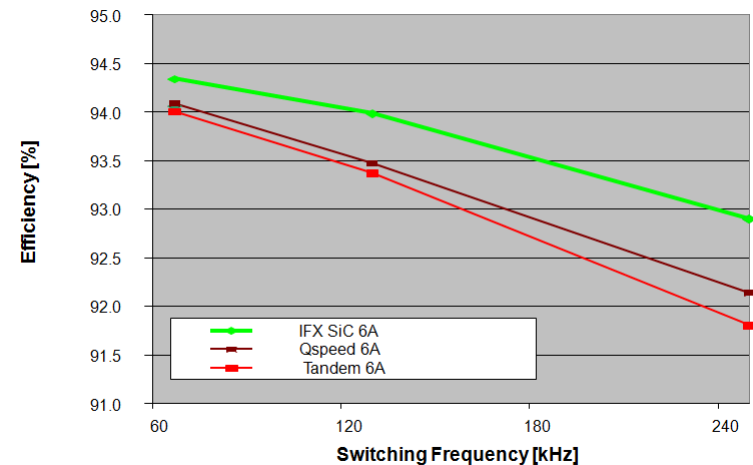


Figure 7: Qrr comparison of 600V SiC Schottky diode (blue) with ultra fast 600V Si diode (red) and ultra fast 600V tandem diode (gray)



英飞凌开关电源解决方案

PFC 部分 → 第五代SiC二极管



1. - 所有第五代SiC二极管产品Vbr = 650V
2. - 英飞凌提供市场上提供最为多样的 650V SiC 二极管
3. - 最大额定电流由16A (G2) 提升到 40A
4. - 高间隔尺度以确保最适合具体的设计需求
5. - 引入3 种新封装，共5种封装，

	TO220 R2L	TO220 FP	TO247	D2PAK R2L	ThinPAK 8x8
					
2A	IDH02G65C5	IDV02G65C5		IDK02G65C5	IDL02G65C5
3A	IDH03G65C5	IDV03G65C5		IDK03G65C5	
4A	IDH04G65C5	IDV04G65C5		IDK04G65C5	IDL04G65C5
5A	IDH05G65C5	IDV05G65C5		IDK05G65C5	
6A	IDH06G65C5	IDV06G65C5		IDK06G65C5	IDL06G65C5
8A	IDH08G65C5			IDK08G65C5	IDL08G65C5
9A	IDH09G65C5			IDK09G65C5	
10A	IDH10G65C5		IDW10G65C5	IDK10G65C5	IDL10G65C5
12A	IDH12G65C5		IDW12G65C5	IDK12G65C5	IDL12G65C5
16A	IDH16G65C5		IDW16G65C5		
20A	IDH20G65C5		IDW20G65C5		
30A			IDW30G65C5		
40A			IDW40G65C5		
Product Release	Feb 2012	April 2012	mid-2012	Mid-2012	Mid-2012

命名

I	Infineon
D	Diode
x	Package type
xx	Current rate
S	SiC (omitted in G5)
G	Diffusion soldering
6x	X 10 is Vbr voltage
C	Surge current capability
5	Explicit reference to G5

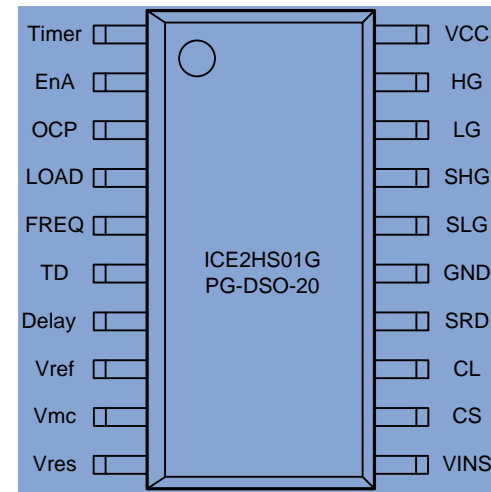
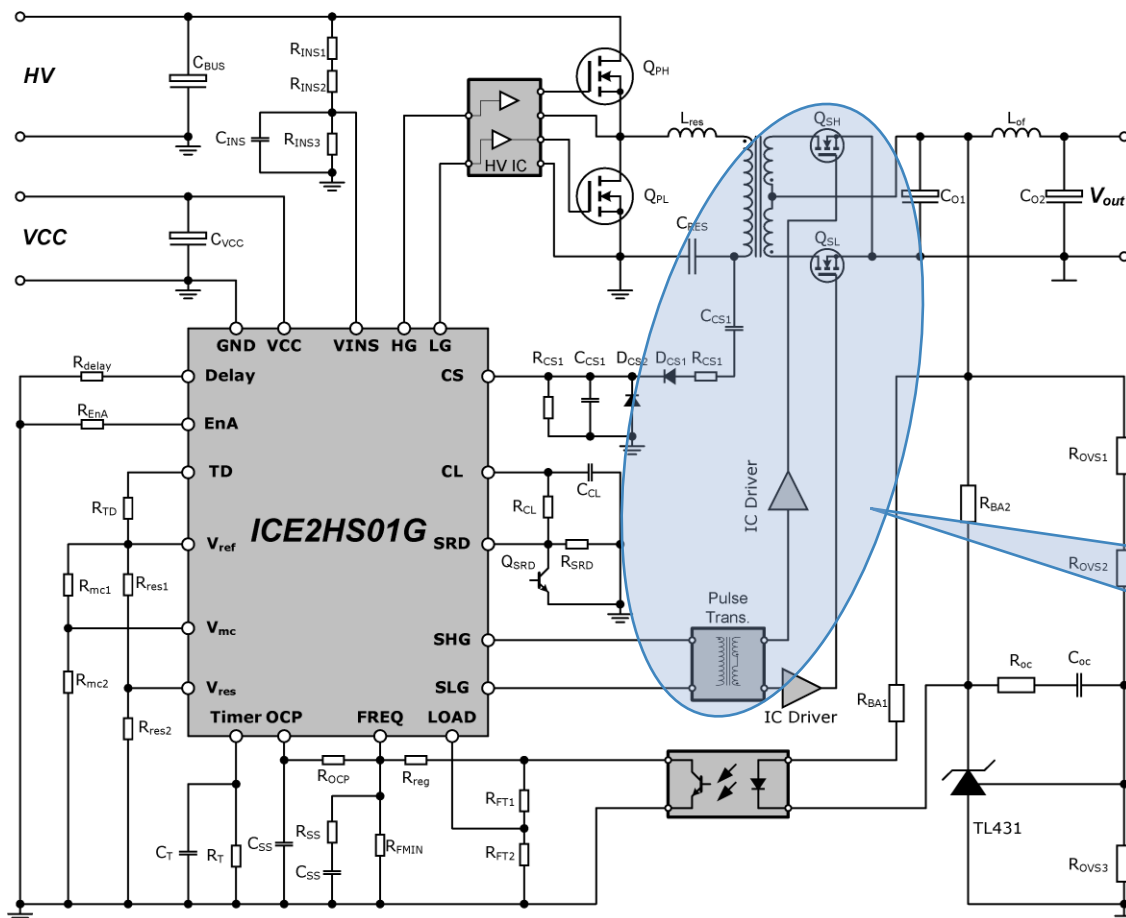
- 背景介绍
- 英飞凌PFC解决方案,提升PFC效率
- 英飞凌LLC解决方案,提升LLC效率
- 英飞凌低待机损耗辅助电源解决方案
- 总结

英飞凌开关电源解决方案

LLC 部分 → ICE2HS01



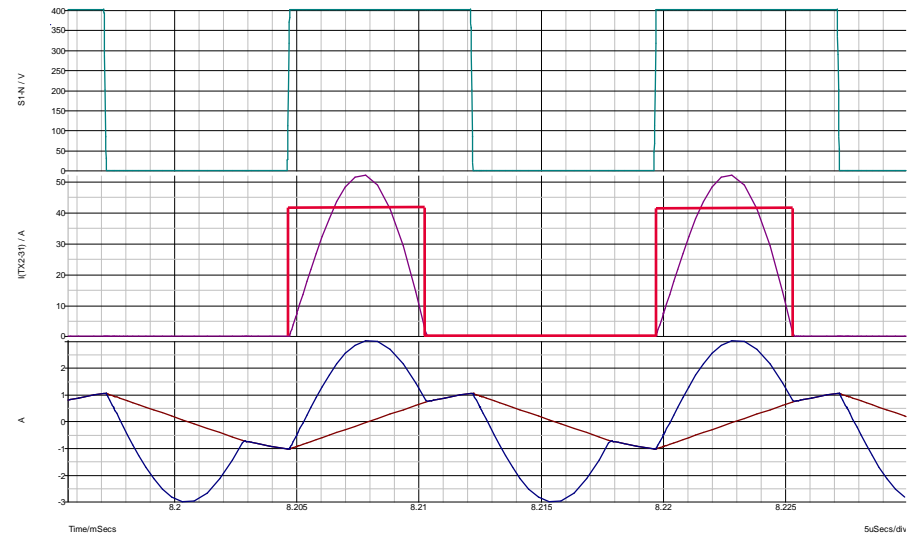
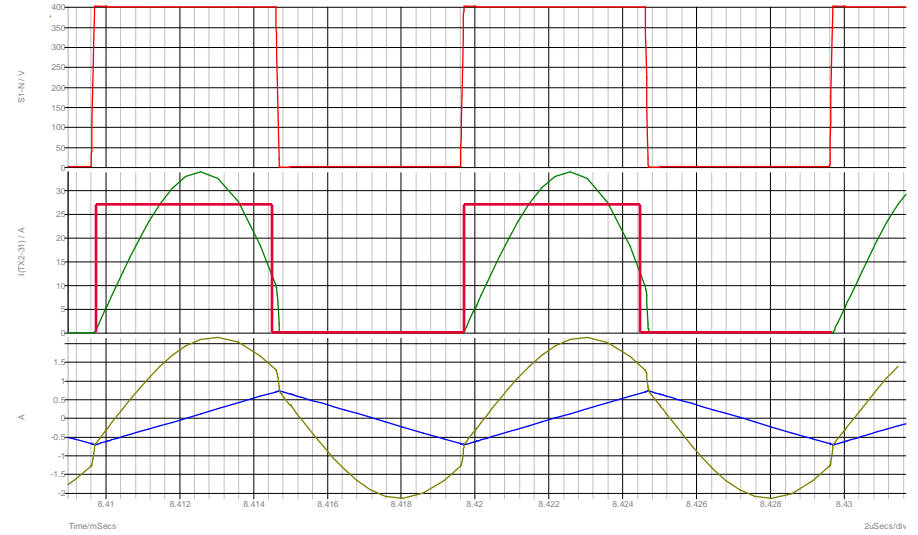
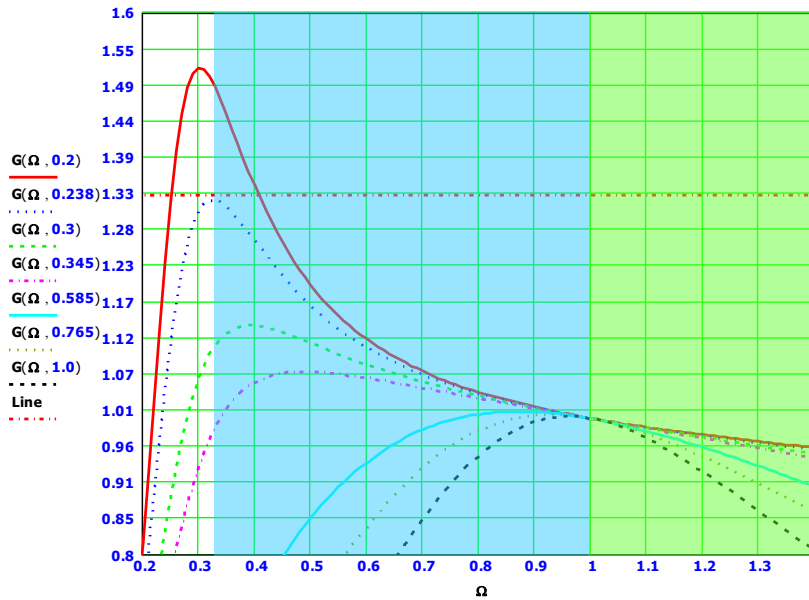
负载	20%	50%	100%
效率	95.5%	97%	96.5%



•初级控制同步整流，适合 CCM 和 DCM 控制
 •次级不需要额外的同步整流 IC/ 电流检测

英飞凌开关电源解决方案

LLC 部分 → ICE2HS01

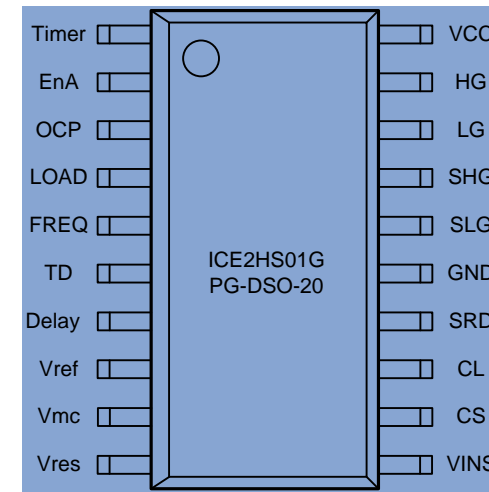
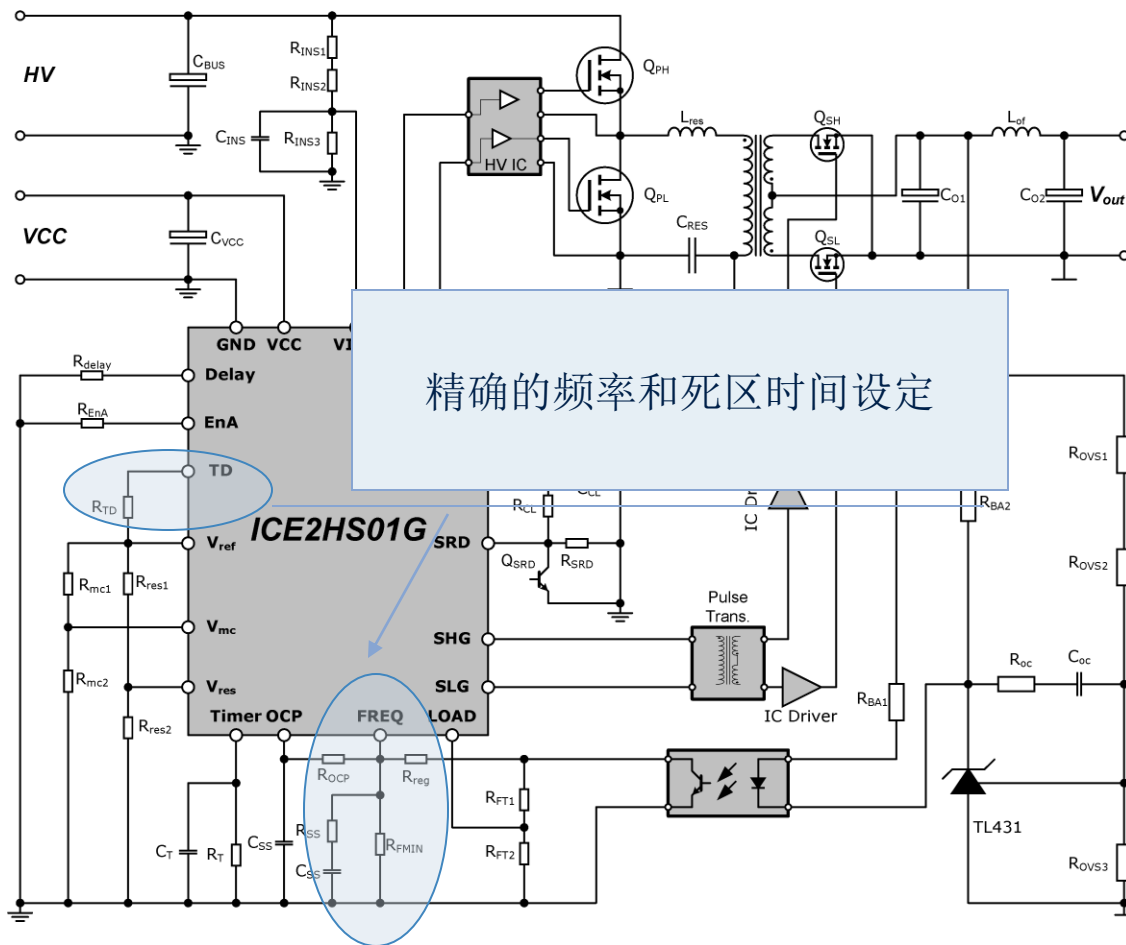


英飞凌开关电源解决方案

LLC 部分 → ICE2HS01



负载	20%	50%	100%
效率	95.5%	97%	96.5%

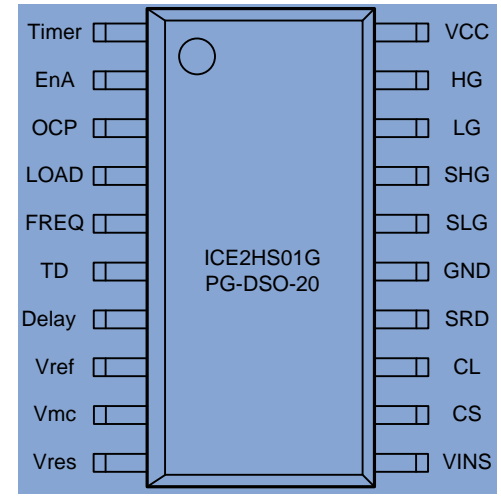
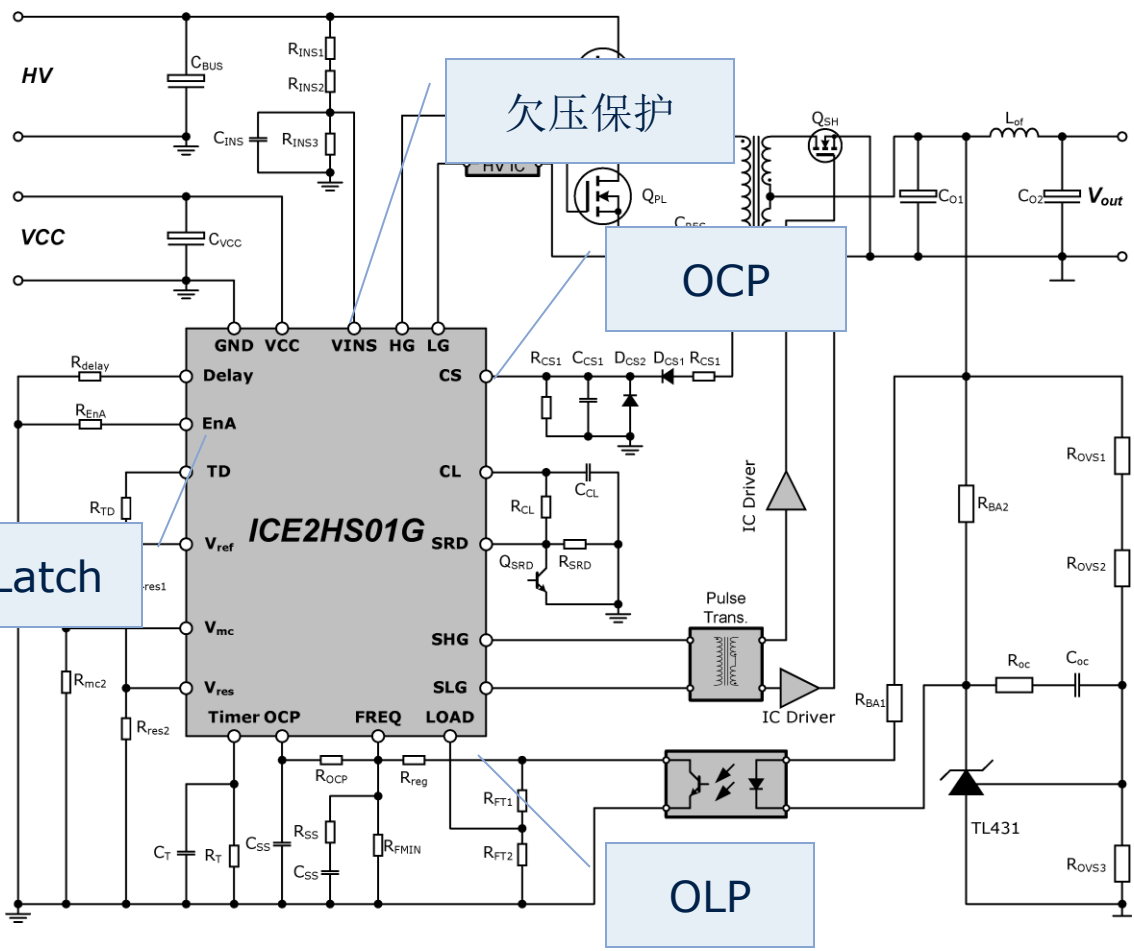


英飞凌开关电源解决方案

LLC 部分 → ICE2HS01



负载	20%	50%	100%
效率	95.5%	97%	96.5%



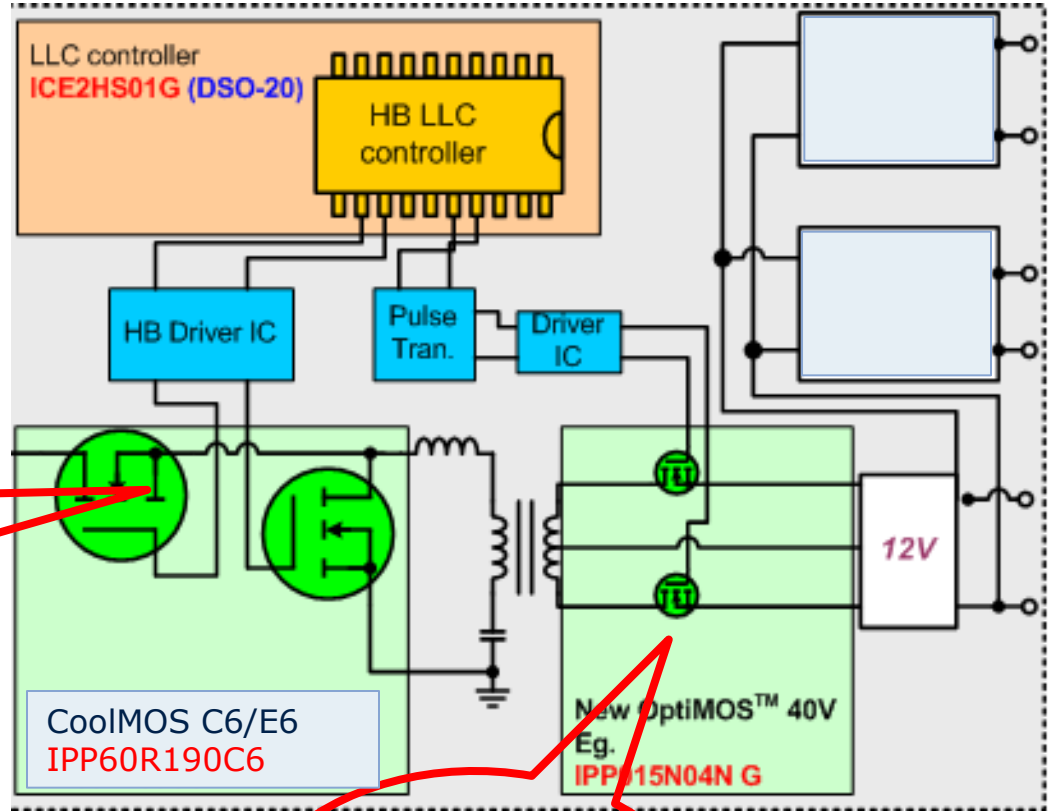
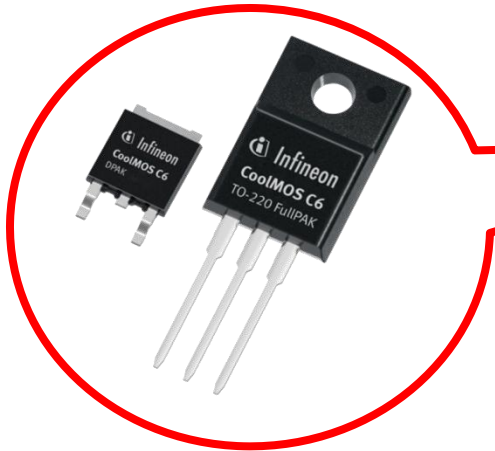
- 新颖的同步整流操作方式与各种保护功能
 - LLC 可以设计在谐振频率 → 可以取得最高的效率
 - 可靠的同步整流操作模式 → 易于设计
 - 从初级控制同步整流 → 不需要额外的同步整流IC, 低系统成本
 - 紧密度容限控制 → 适合大量生产
- 精确的频率和死区时间设置
 - 简单的系统设计
 - 优化系统效率
- 各种不同的保护
 - OTP, OLP, OCP, Latch-off 使能 → 简单的系统设计, 缩短设计周期

英飞凌开关电源解决方案



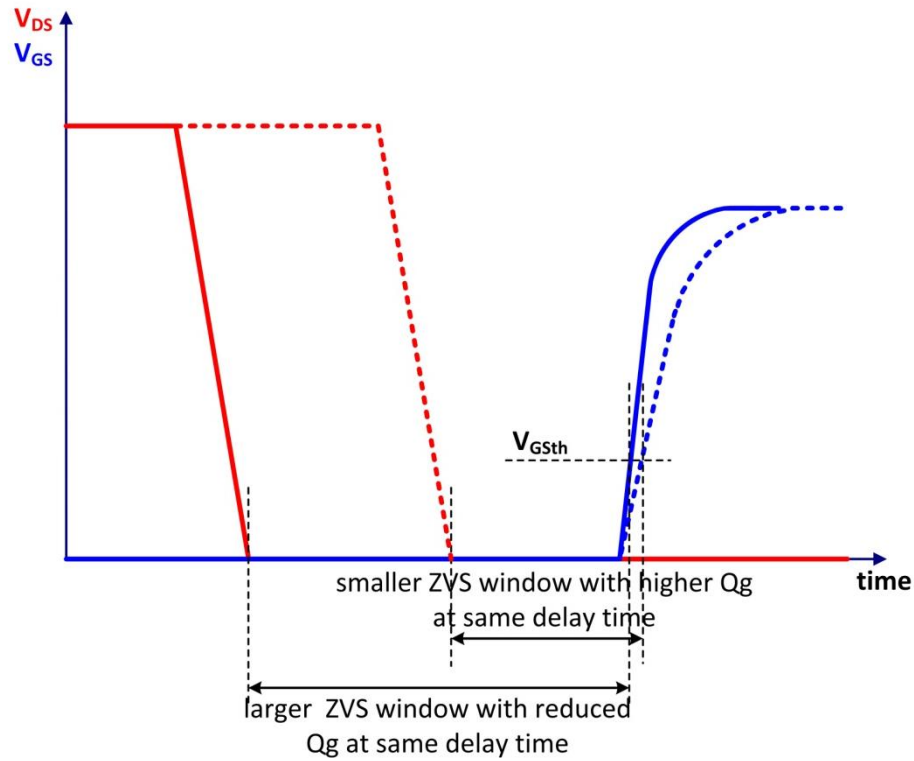
LLC 部分 → CoolMOS/OptiMOS in PWM/SR

CoolMOS C6/CFD



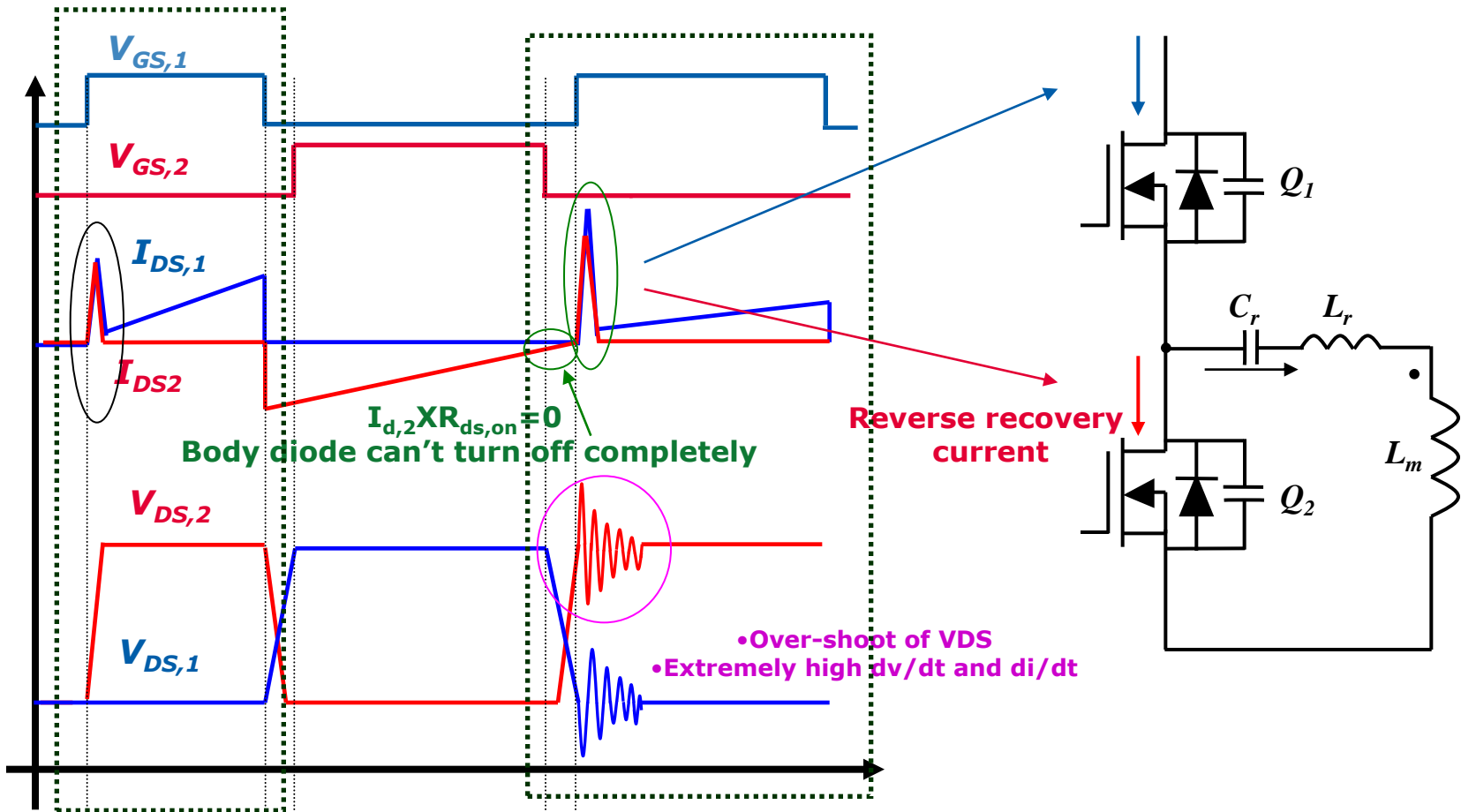
新的OptiMOS

■ Q_g



- 对于给定的延时时间， Q_g 越低，关断延时时间越短，预留给ZVS的窗口越大

类似直通, 但是上管电流流经MOSFET, 而下管电流是二极管反向恢复电流



英飞凌开关电源解决方案

LLC 部分 → CoolMOS/OptiMOS in PWM/SR

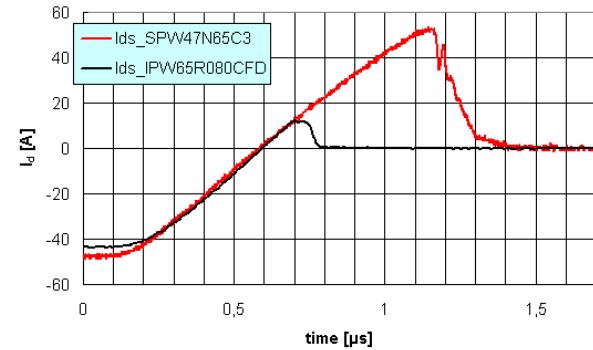
C6

C3

Body diode, reverse recovery charge	Q_{rr}	7 μC	11 μC
Body diode, di/dt	di/dt	900 $\text{A}/\mu\text{s}$	400 $\text{A}/\mu\text{s}$
Body diode, dv/dt	dv/dt	15 V/ns	15 V/ns

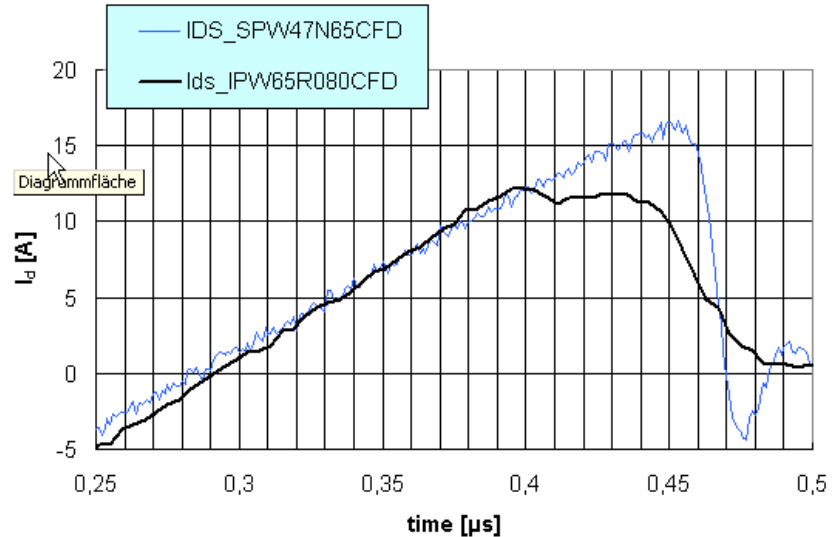
硬开关时具有更低风险

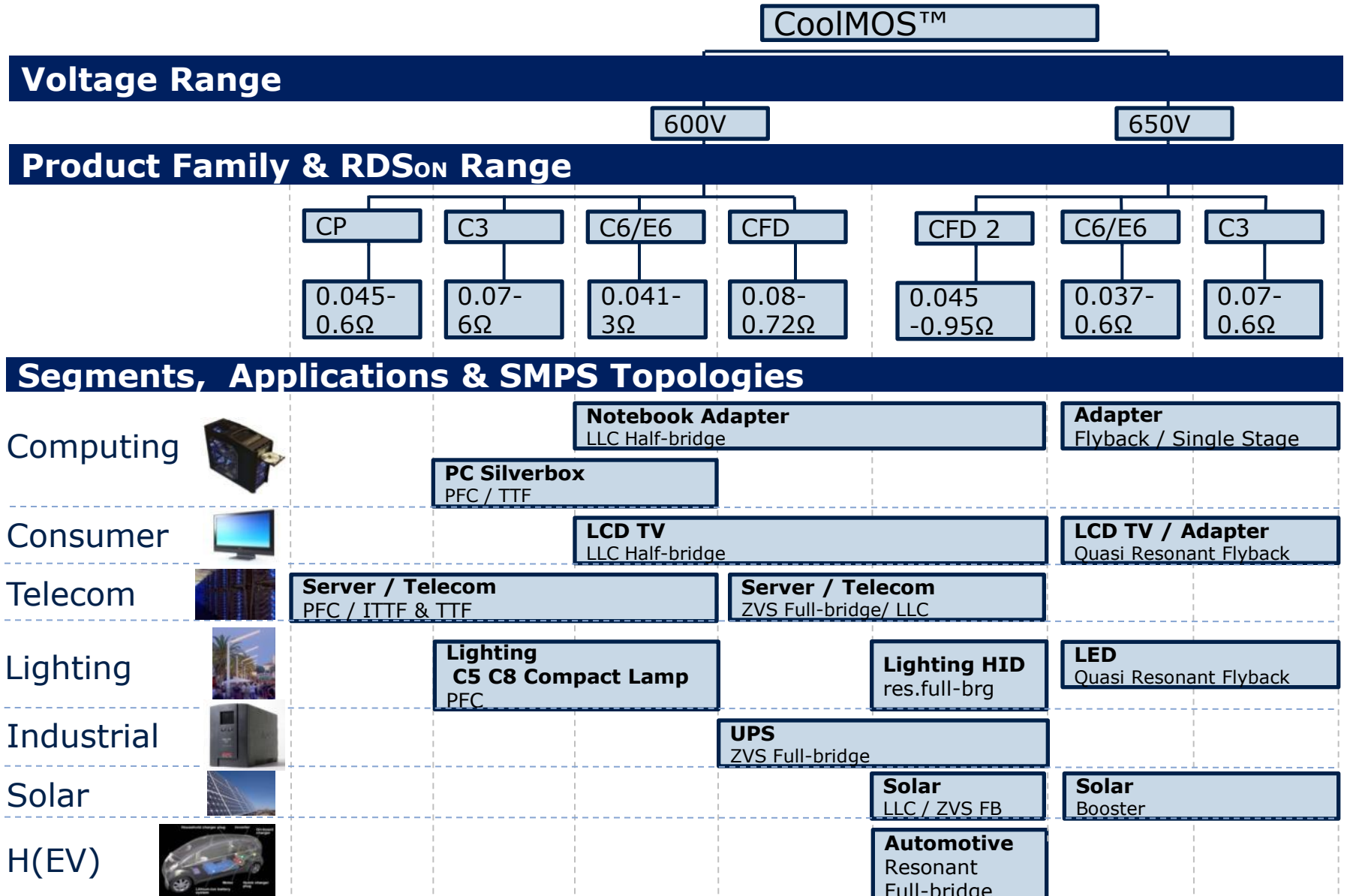
非正常工作时，具有更高的可靠性



新的CoolMOS CFD 技术进一步改善体二极管的交换特性

- 降低 Q_{rr} vs. 现在的 CFD
- 降低 t_{rr} vs. 现在的 CFD
- 软的尾电流



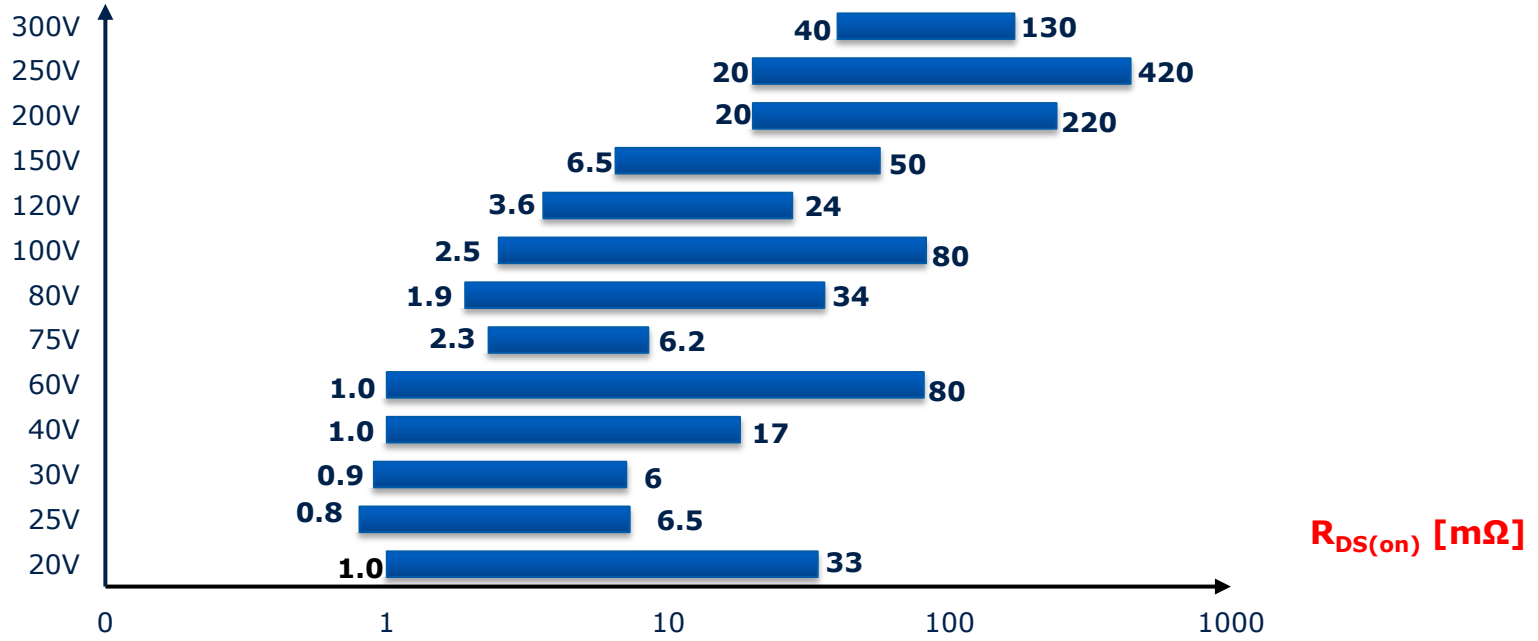


英飞凌开关电源解决方案



LLC 部分 → CoolMOS/OptiMOS in PWM/SR

Voltage Class [V]



Comparison - Figure of Merit (FOM)

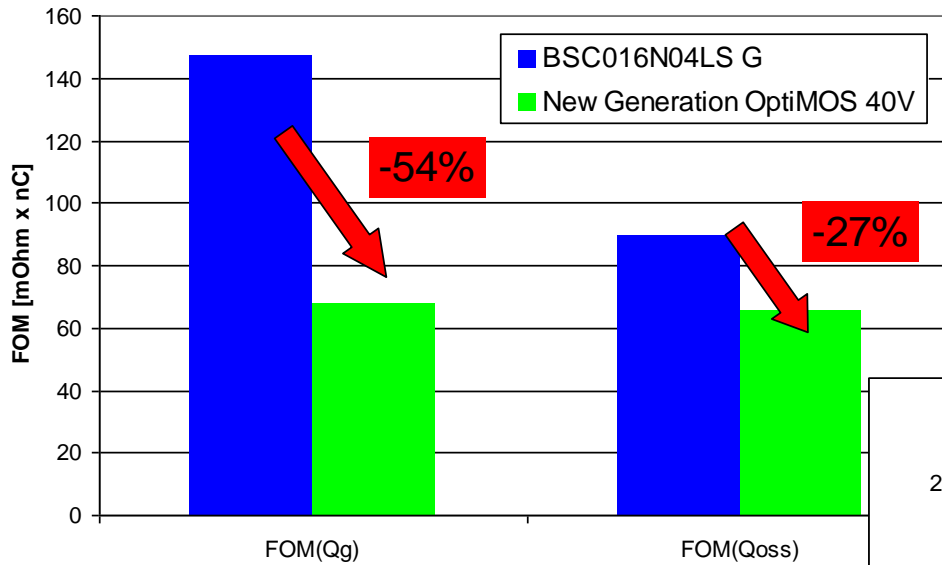
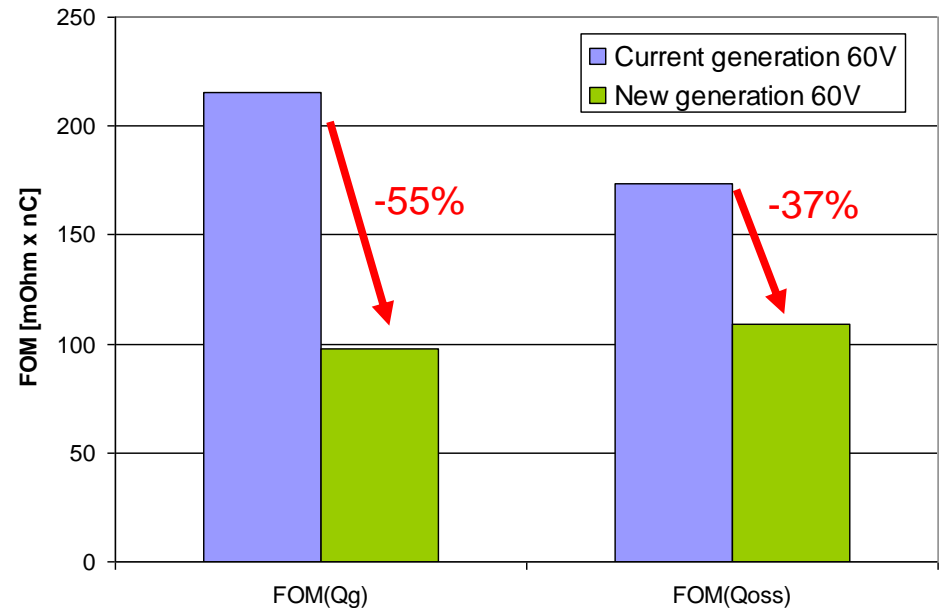
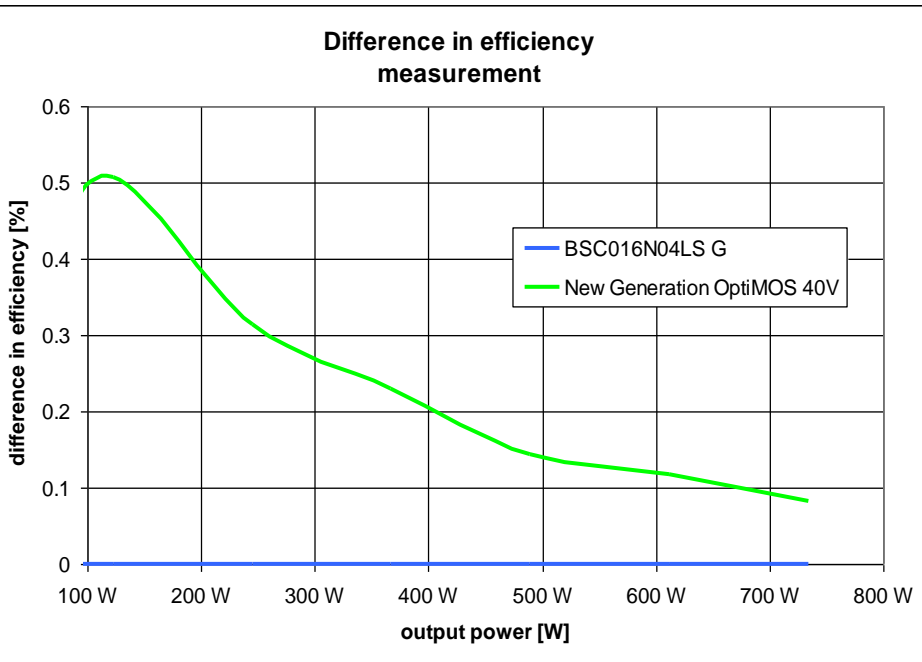
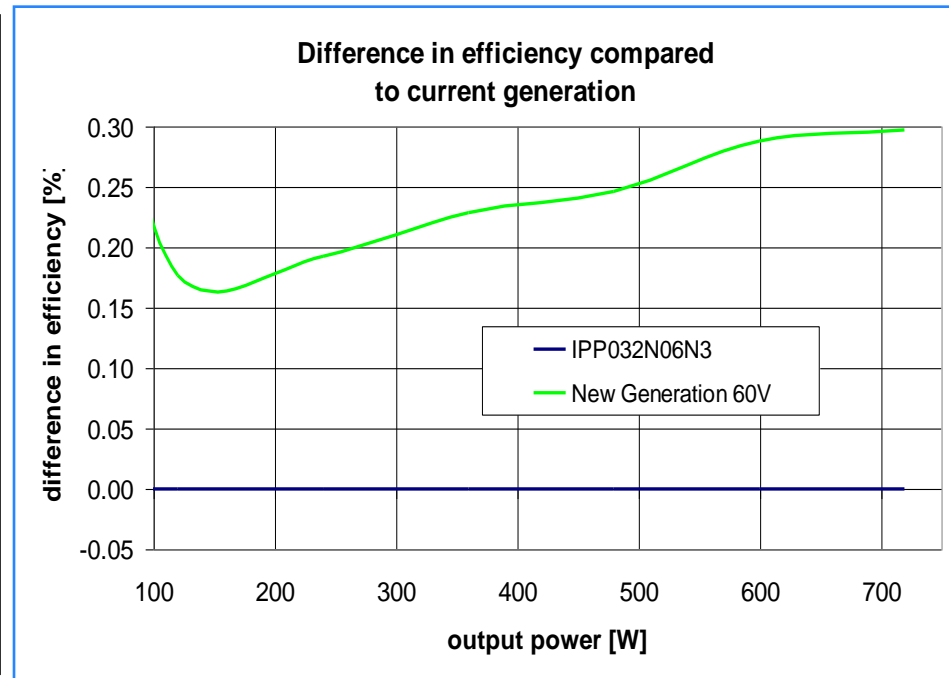


Figure of Merit (FOM) - comparison



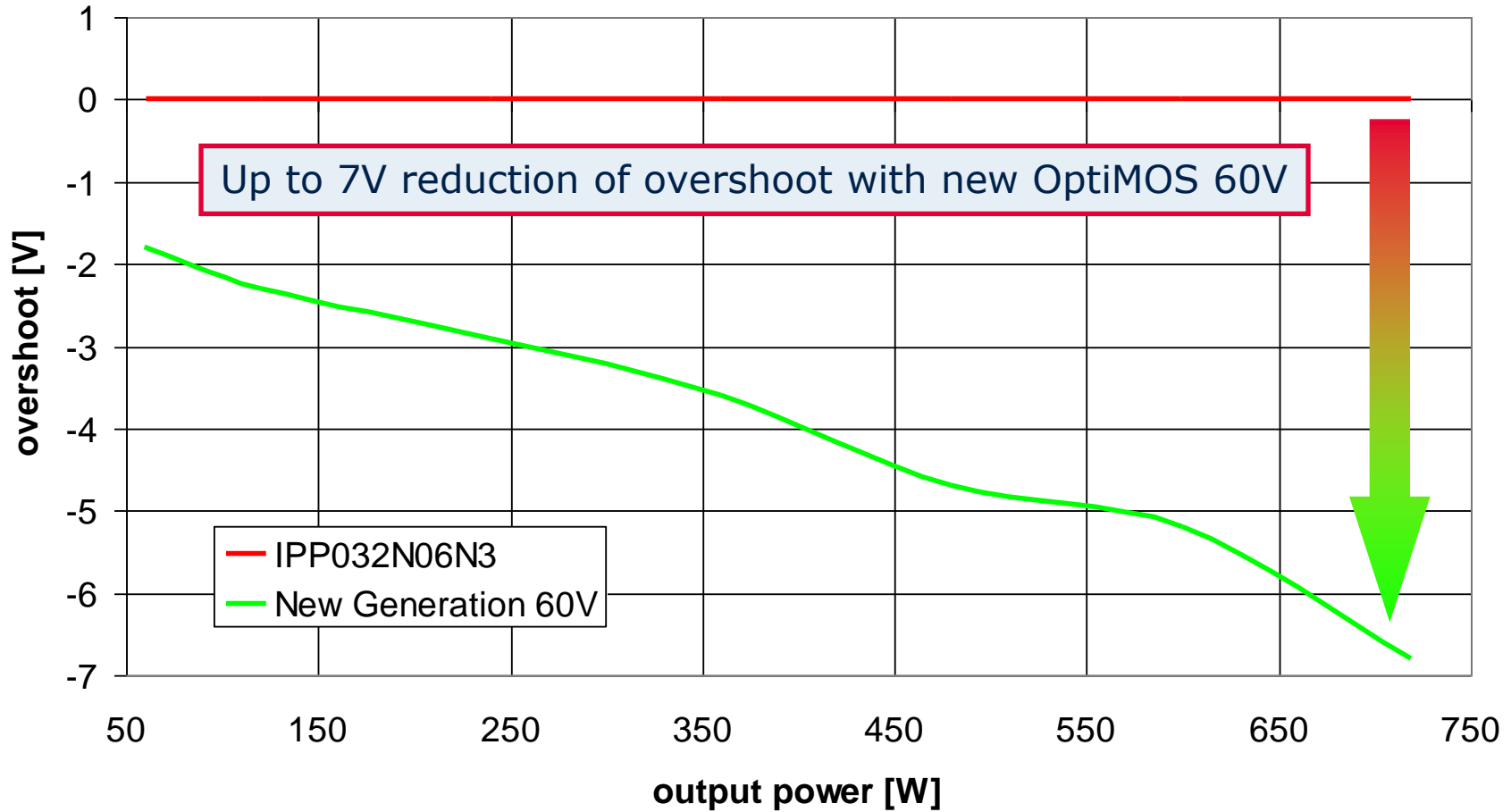


Conditions: 750W 12V server PSU, 400kHz, ITTF topology



Conditions: 12V - 750W server PSU, 140kHz switching frequency, phase shifted full bridge, current doubler rect.

Voltage difference of the overshoot compared to current generation



Conditions: 12V - 750W server PSU, 140kHz switching frequency, phase shifted full bridge, current doubler rect.

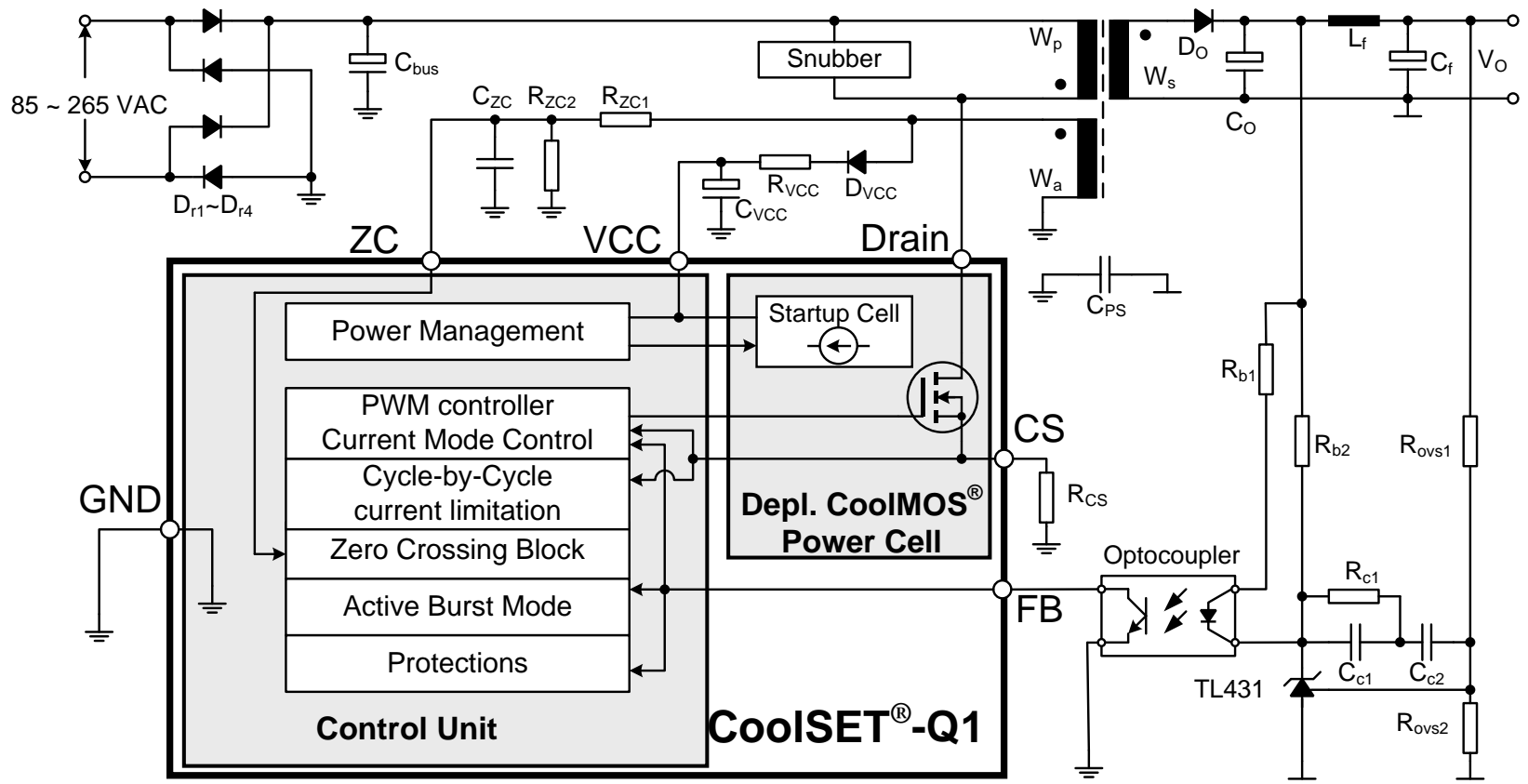
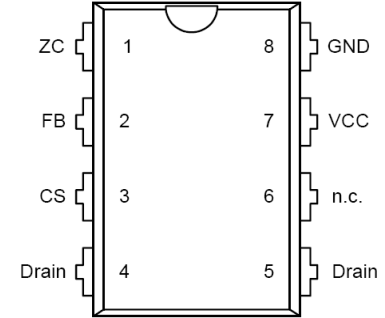
- 背景介绍
- 英飞凌PFC解决方案,提升PFC效率
- 英飞凌LLC解决方案,提升LLC效率
- 英飞凌低待机损耗辅助电源解决方案
- 总结

英飞凌开关电源解决方案

辅助电源部分 → ICE2QRxx80JZ



负载	低载	半载	满载
效率	77%	84%	85%

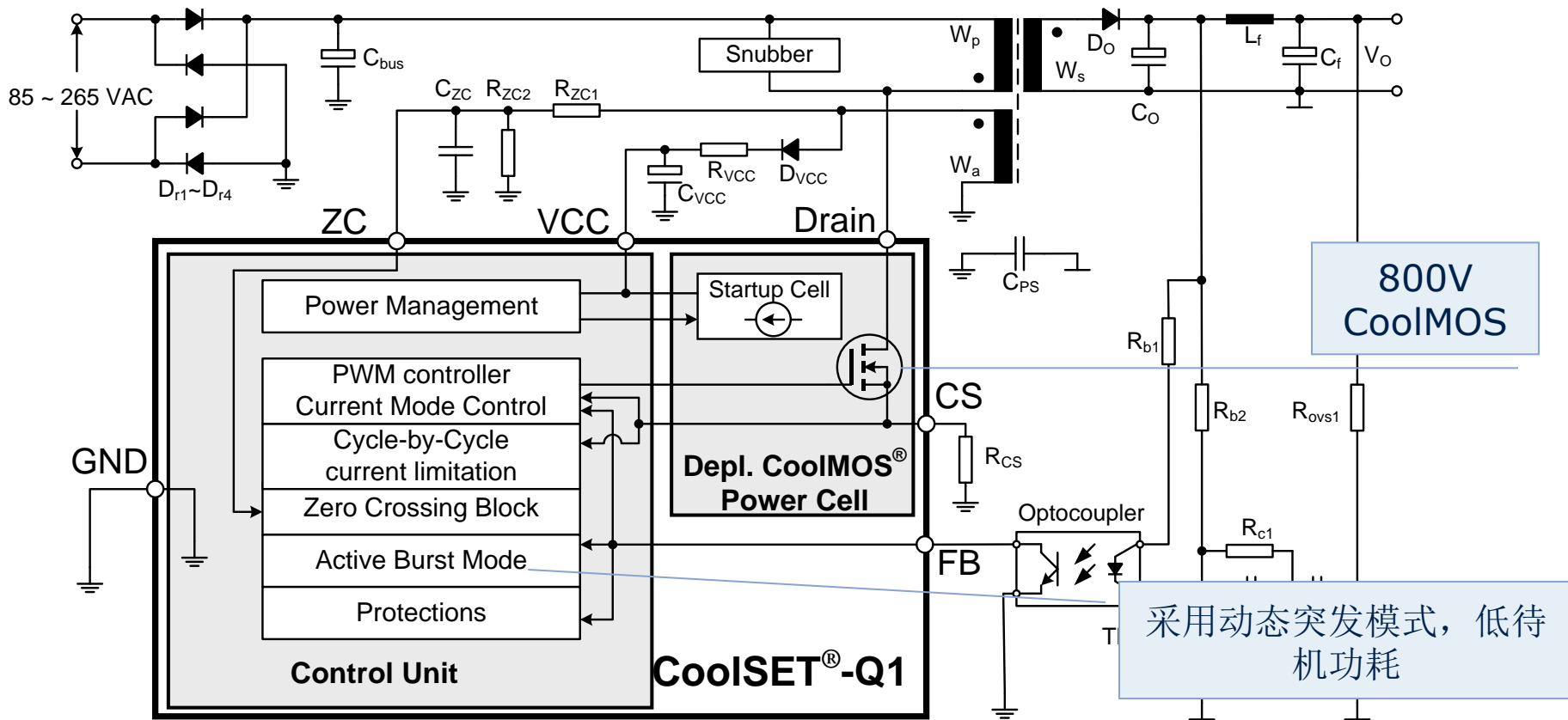
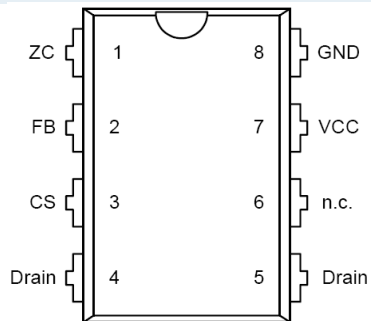


英飞凌开关电源解决方案

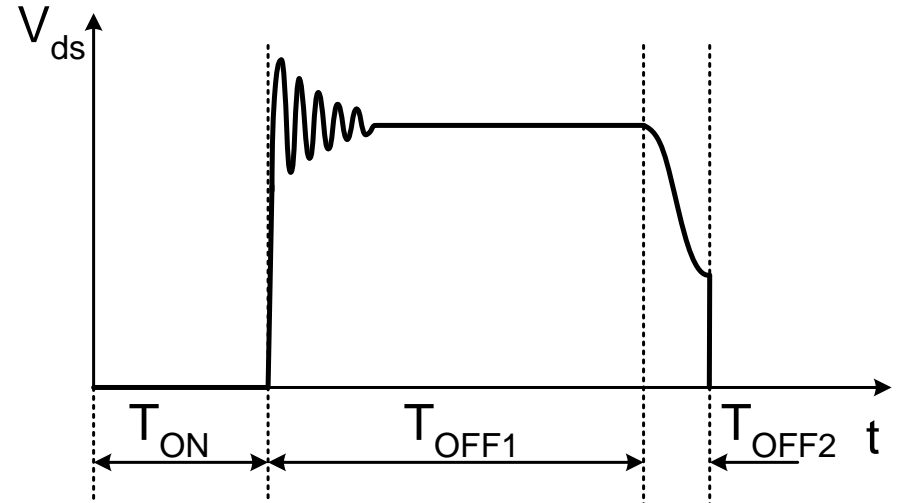
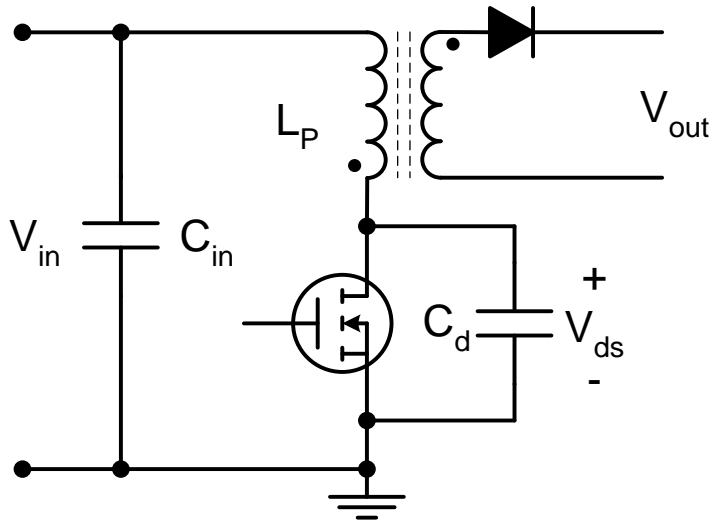
辅助电源部分 → ICE2QRxx80JZ



负载	低载	半载	满载
效率	77%	84%	85%

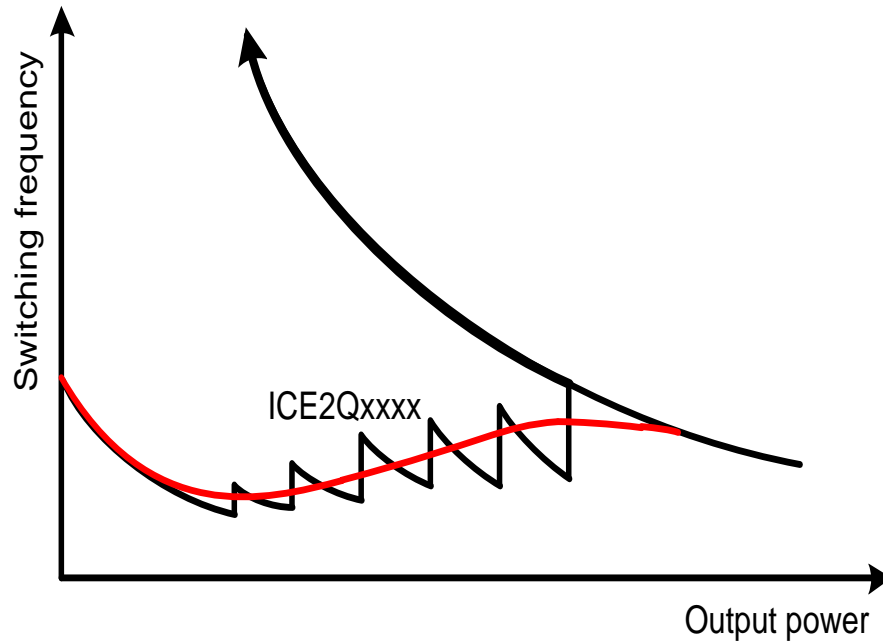


采用动态突发模式，低待机功耗



益处:

- 更低的开关损耗 & 高效
- 更低的开关干涉 & 低 EMI



- 随着负载降低ICE2QR2280JZ 采用数字降频技术
- MOSFET 可以在1, 2 3 up to 7th 谷地开通

- 全负载实现高效
 - PWM采用准谐振操作模式
 - 数字降频
- 极低的待机功耗
 - 动态突发模式
 - 集成高压启动单元
- 内置保护功能
 - 不同线电压情况下具有恒定的输出功率
 - OVP 锁死保护
 - OTP ,OLP ,OCP ,VCC 过/欠压保护

- 背景介绍
- 英飞凌PFC解决方案,提升PFC效率
- 英飞凌LLC解决方案,提升LLC效率
- 英飞凌低待机损耗辅助电源解决方案
- 总结

- 英飞凌提供全套高效的开关电源解决方案
- 英飞凌PFC 解决方案
 - 各种最佳的数字电压环以及保护功能
 - 英飞凌 CoolMOS C6/E6 应用在PFC上具有高性价比
 - 采用第五代SiC 二极管进一步提升效率和功率密度
- 英飞凌LLC 解决方案
 - 支持CCM 和 DCM同步整流, 不需要额外的同步整流IC
 - CoolMOS C6/CFD 提升效率, 加强可靠性
 - 新OptiMOS用于同步整流
- 英飞凌整体集成功率IC 待机电源方案
 - 针对不同的功率等级提供不同的产品
 - 优异的待机功耗



We commit.
We innovate.
We partner.
We create value.



Never stop thinking