

英飞凌高效LED照明方案

英飞凌科技（中国）有限公司
电源管理与多元化电子
技术应用中心 Willion CHEN



■ 概述

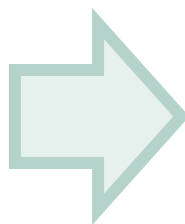
■ 采用ICL5101的PFC+LCC的优化方案

■ 数字控制LED驱动方案

- XDPL8105 : 单级PFC/Flyback, 高精度
- XDPL8220 : PFC+Flyback, 限功率, 极低待机
- ILD2111 : DC/DC Buck, 16档电流设定, 宽输入电压

■ 高效可靠的CoolMOS™ P7系列

- 高整机效率
- 宽输出范围
- 成本优化好
- 平台通用性
- 高设计弹性



现有 PFC+谐振

采用集成PFC+LCC架构并直接恒流

针对智能照明

采用数字化控制器作为驱动

■ 概述

■ 采用ICL5101的PFC+LCC的优化方案

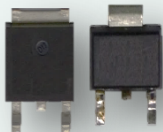
■ 数字控制LED驱动方案

- XDPL8105 : 单级PFC/Flyback, 高精度
- XDPL8220 : PFC+Flyback, 限功率, 极低待机
- ILD2111 : DC/DC Buck, 16档电流设定, 宽输入电压

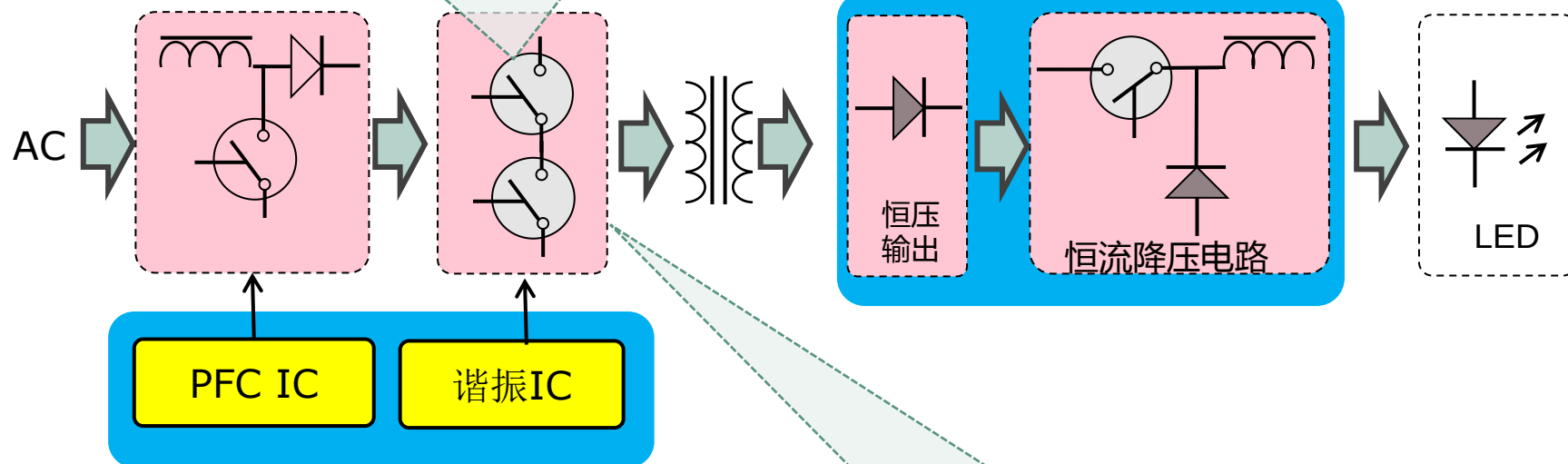
■ 高效可靠的CoolMOS™ P7系列

对PFC+谐振的优化

- 采用低损耗，小封装开关管
CoolMOS™



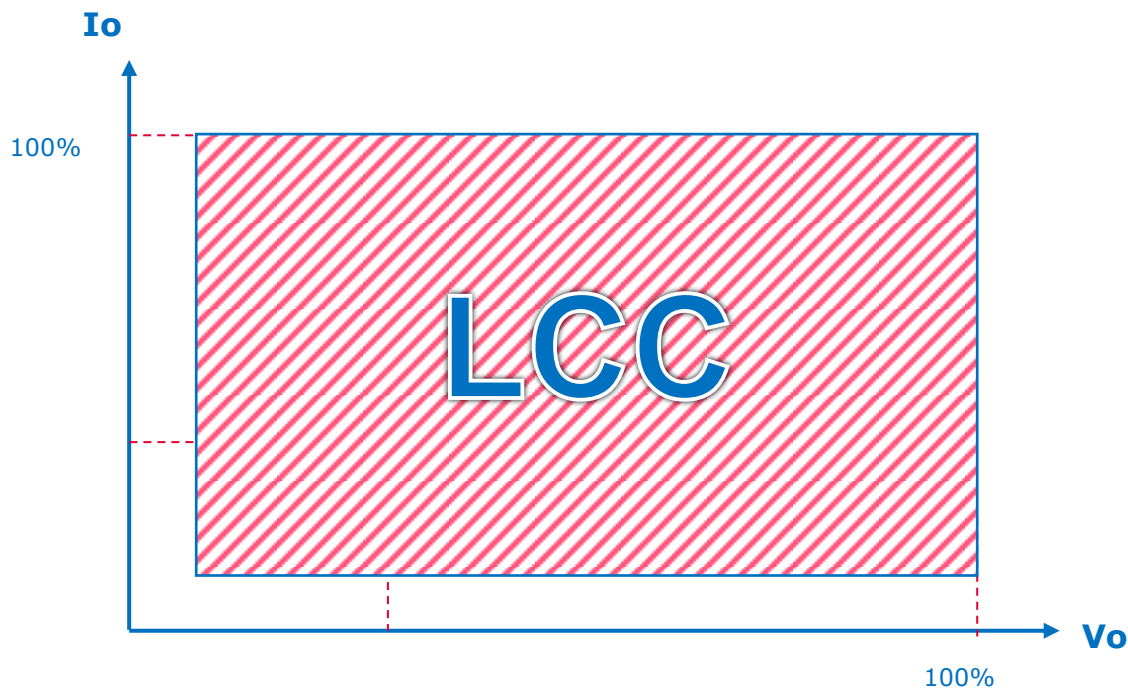
- 直接恒流输出



- 采用高集成
ICL5101/5102



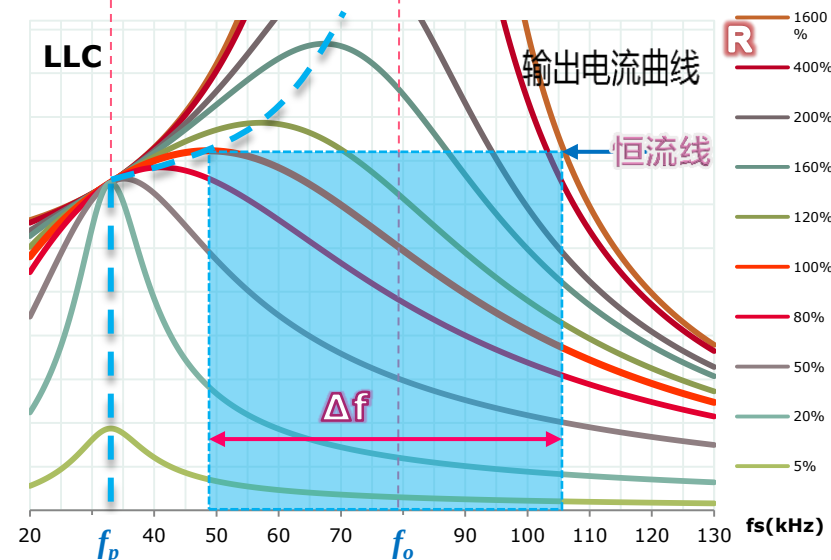
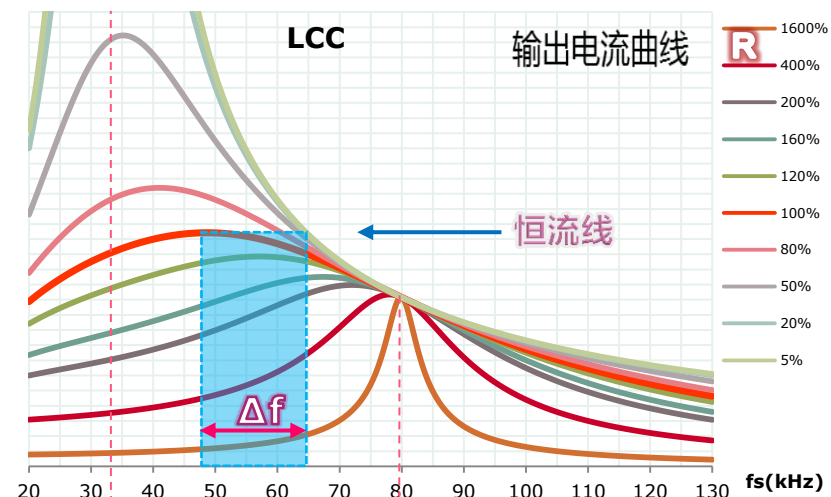
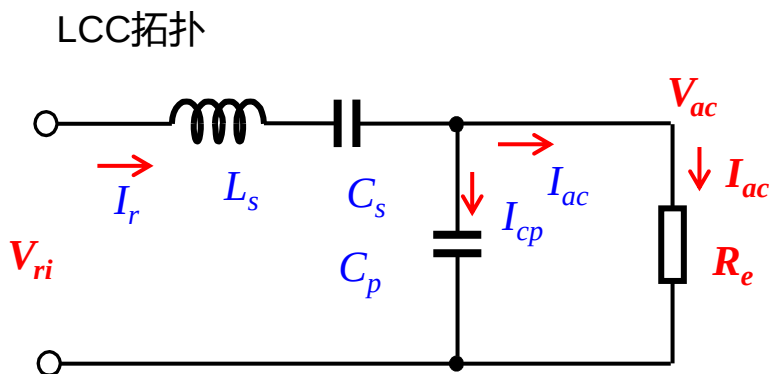
为宽输出范围重新选择谐振拓扑LCC



- 输出**电流**范围广（0-100%），部分应用要求深度调光
- 输出**电压**范围广（10-100%），以适应电流变化或不同的LED模组

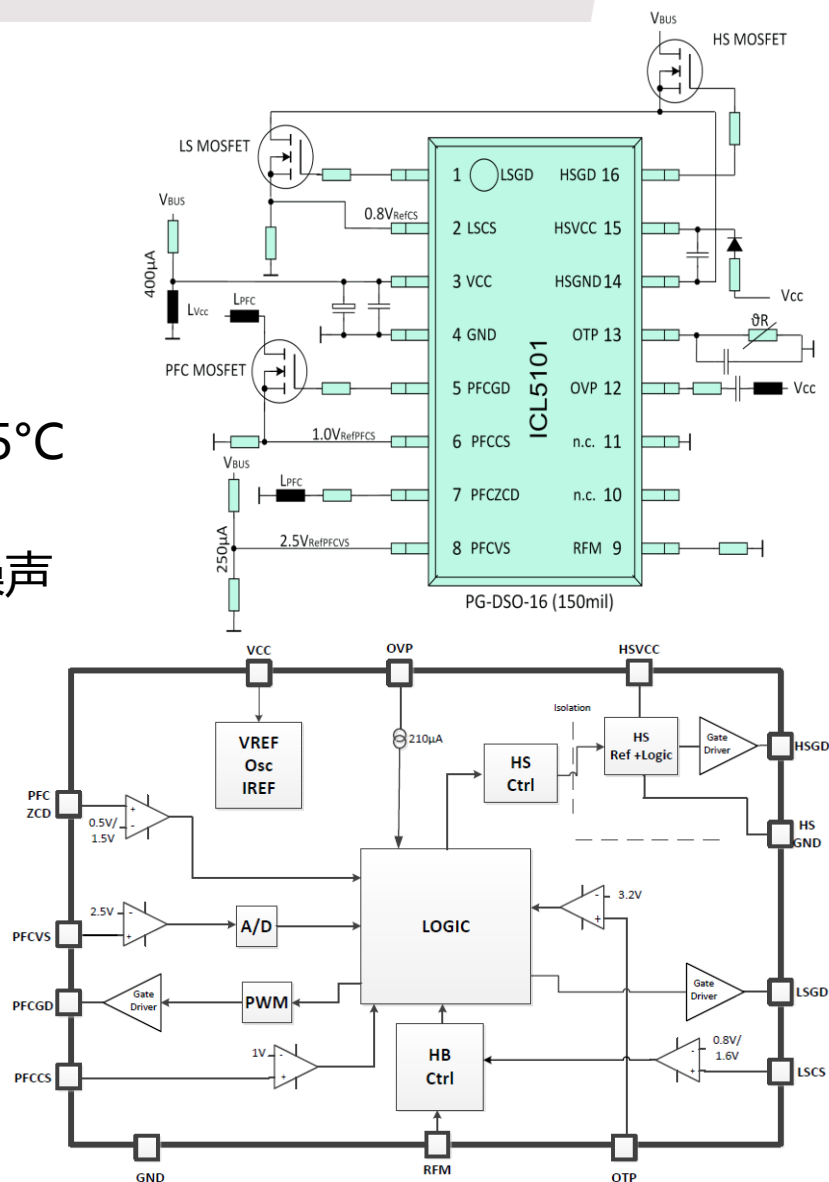
LCC拓扑的特点

- 在**较窄的频率范围**内实现很宽的输出电压范围
- 在**较窄的频率范围**内实现恒流
- 具有较好的短路特性
- 谐振点的输出电流恒定
- 无次级反馈情况下可以实现恒流

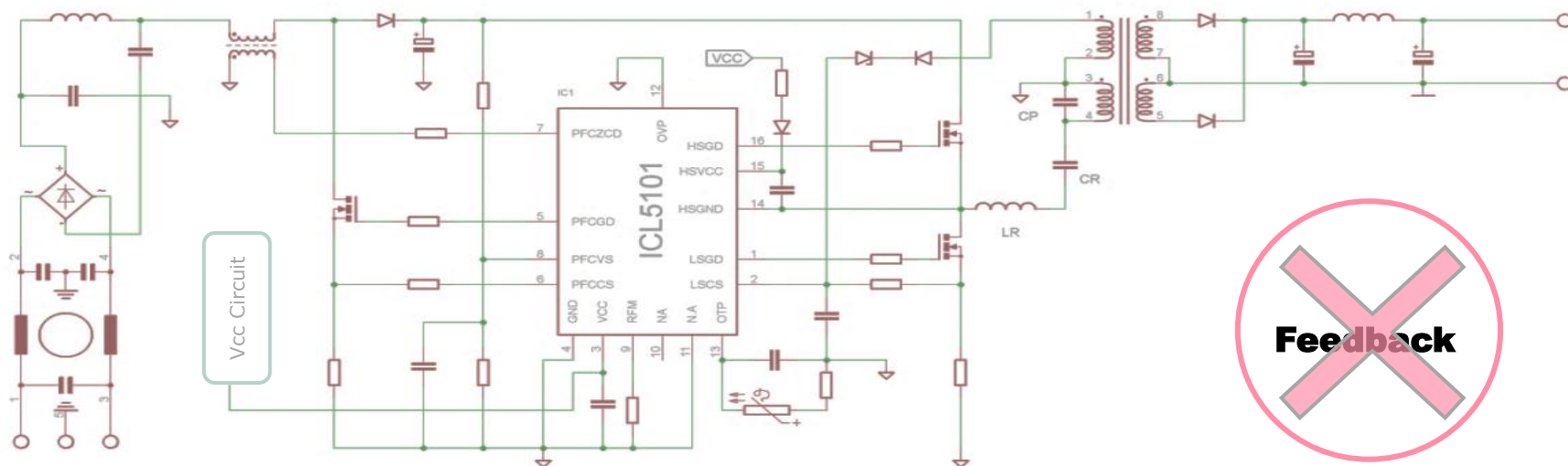


ICL5101G 集成PFC 和半桥谐振控制

- 集成CRM PFC+半桥谐振控制
- 16脚封装
- 集成650V耐压高压驱动
- 全保护功能，包括外置过温保护等
- 所有参数均由电阻设置
- 支持户外使用，结温范围： $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$
- 轻载不会进入间歇模式，不会有音频噪声
- 功率因素 $>95\%$ ，总谐波失真 $<5\%$



120W 无反馈恒流LED驱动方案



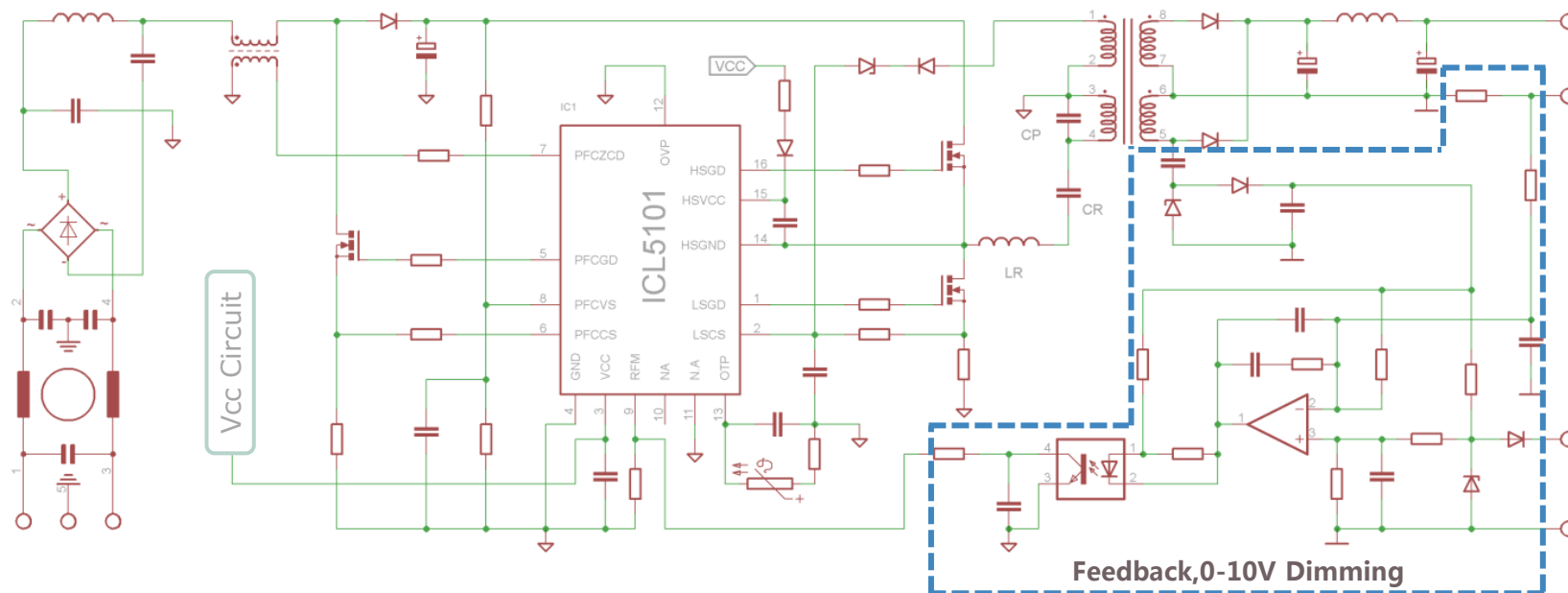
- 无次级电流采样实现恒流，简化电路
- 可用于低至30W应用，总体成本可以与两级PFC+Flyback竞争
- 使用分档频率，可以实现分段亮度

Item	Spec
Input(Vac)	90-277
Vout(V)	10-80
Iout(A)	1.5

Vac(V)	Vout (V)	Iout (A)	Eff
230	80	1.5	93%
90	80	1.5	90%

IC	PFC MOSFET	LCC MOSFET
ICL5101G	IPA60R190P6	IPD60R650CE

120W LCC 宽输出电压电流范围驱动方案



■ 更宽的输出范围

- ✓ 电流: 低至2%
- ✓ 电压: 低至 20%

■ 极大扩展平台通用性

- ✓ 缩短研发周期
- ✓ 减少库存
- ✓ 加快产品上市时间

Item	Spec
Input(Vac)	90-277
Vout(V)	10-80
Iout(A)	0.05-1.5

Vac(V)	Vout(V)	Iout (A)	Eff
230	80	1.5	93.3%
90	80	1.5	90.9%

IC	PFC MOSFET	LCC MOSFET
ICL5101G	IPD60R180C7	IPD60R650CE

■ 概述

■ 采用ICL5101的PFC+LCC的优化方案

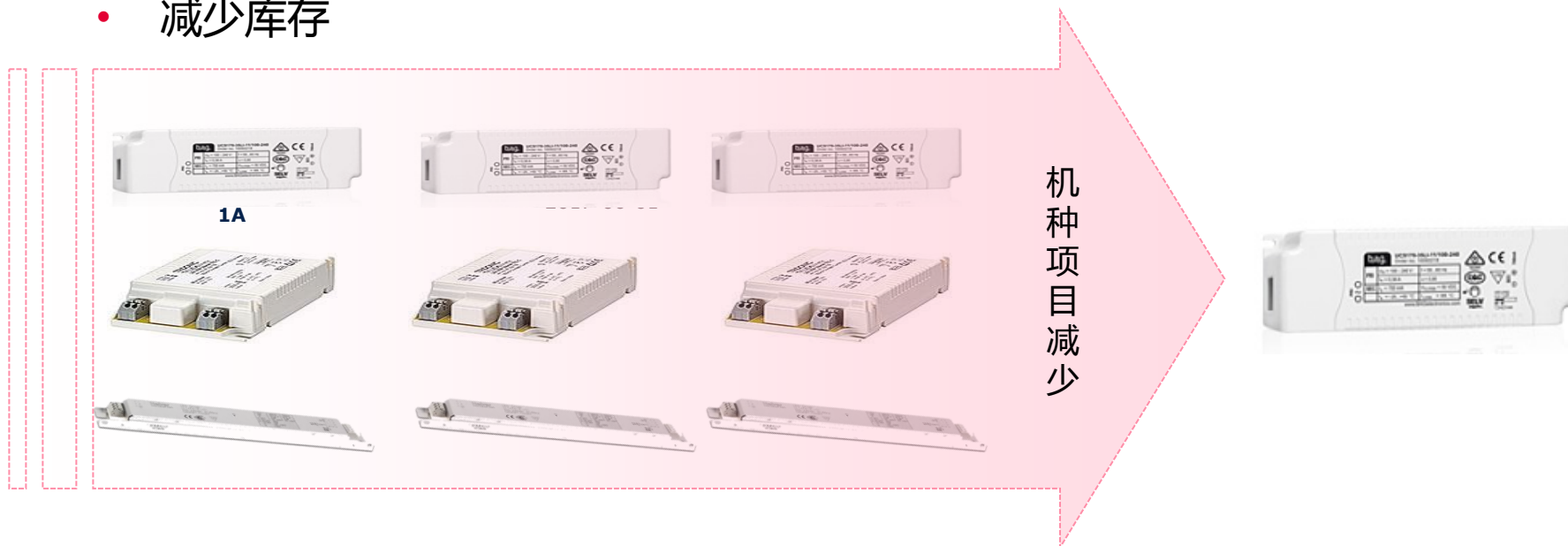
■ 数字控制LED驱动方案

- XDPL8105 : 单级PFC/Flyback, 高精度
- XDPL8220 : PFC+Flyback, 限功率, 极低待机
- ILD2111 : DC/DC Buck, 16档电流设定, 宽输入电压

■ 高效可靠的CoolMOS™ P7系列

■ 平台复用性最大化

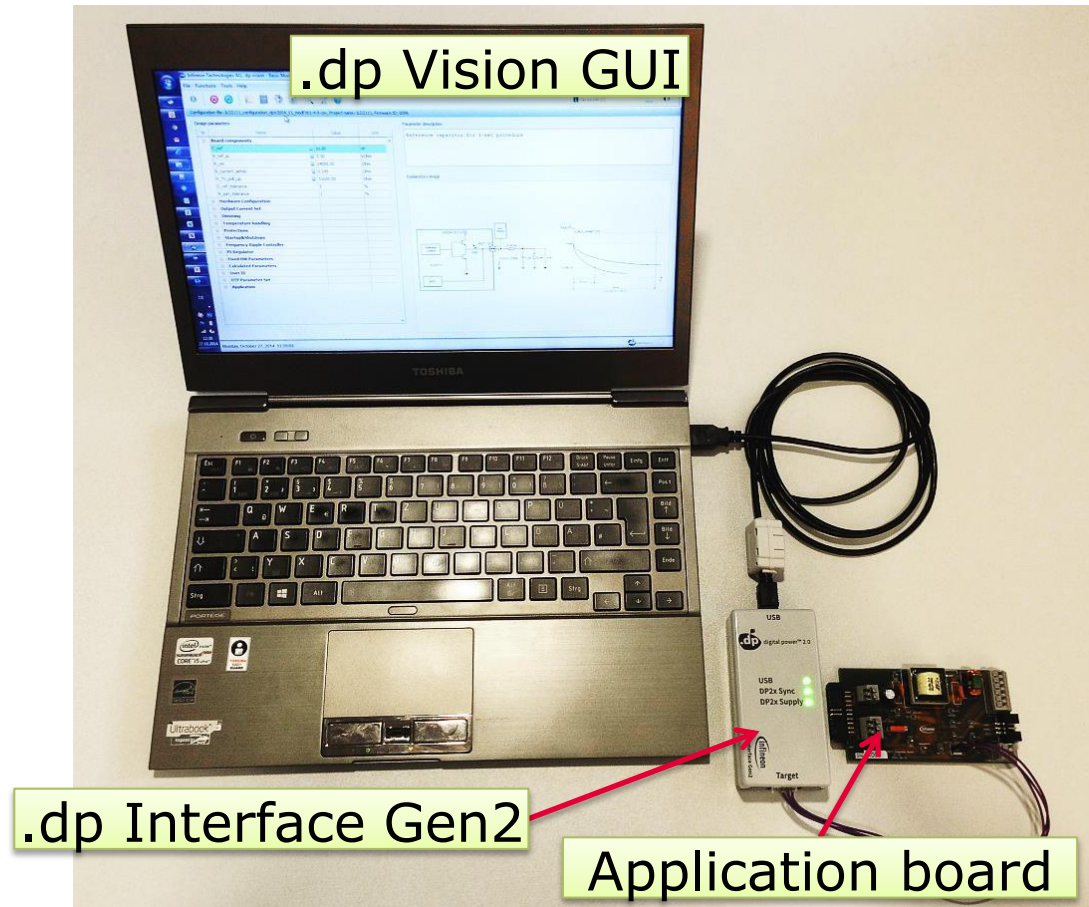
- 相近功率共用
- 软件改变各种参数
- 无需硬件改变衍生多个机种
- 缩短研发周期
- 减少库存



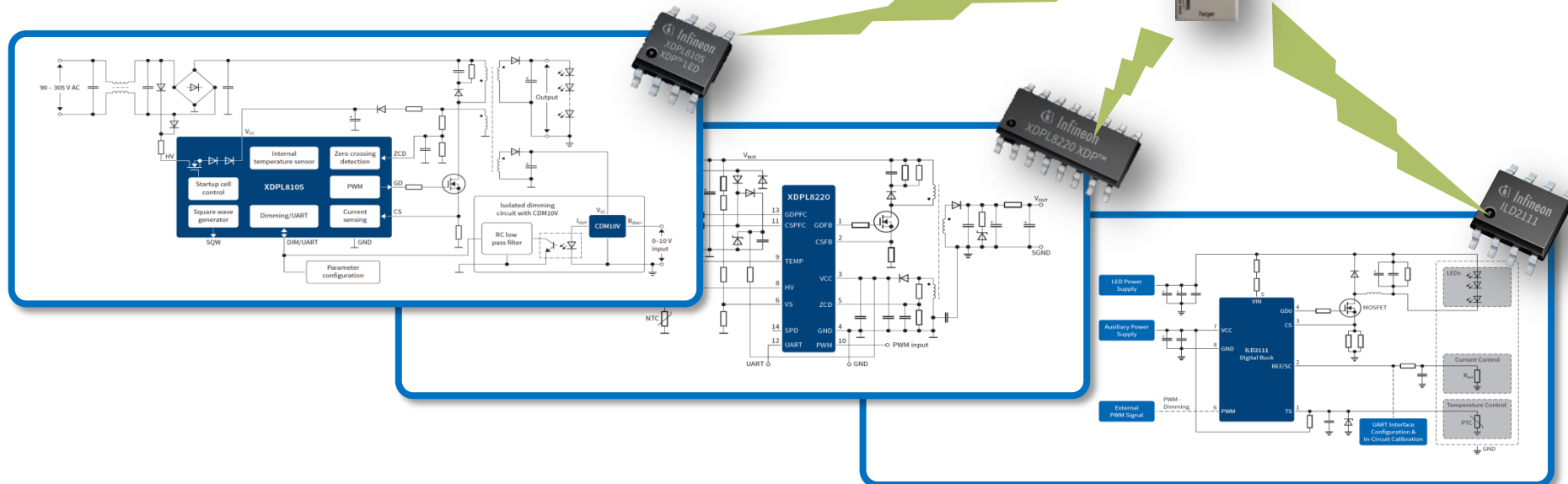
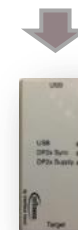
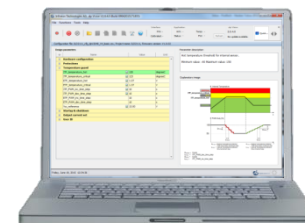
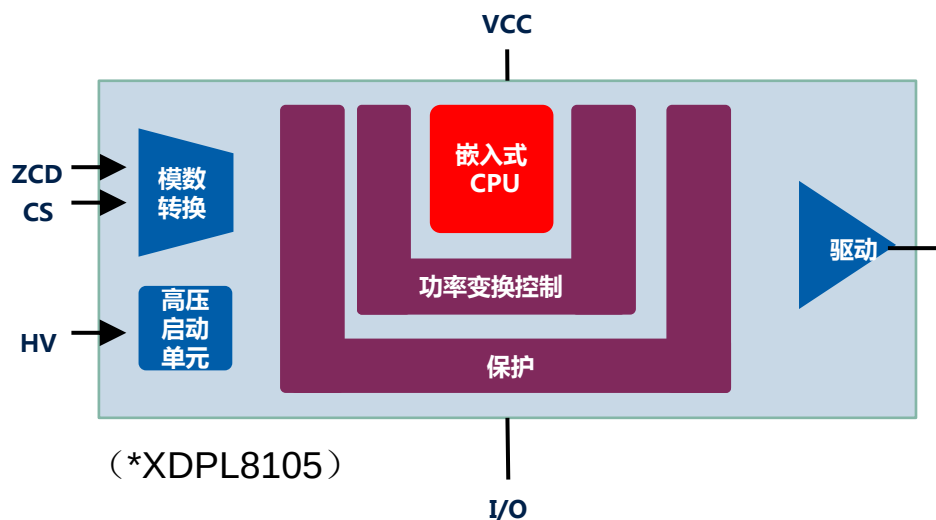
为什么需要数字控制器

■ 易于实现远程控制

- 有机会实现外特性的实时设置
- 查询驱动器的健康状态

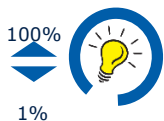


英飞凌的数字控制方案概念





- › XDPL8105是具有功率因数校正的单级反激控制器，具备参数可配置的LED恒流驱动器



- › 具备扩展调光功能和配置调光曲线



- › 成本优化的原边0-10V调光接口，搭配CDM10V使外围更简单



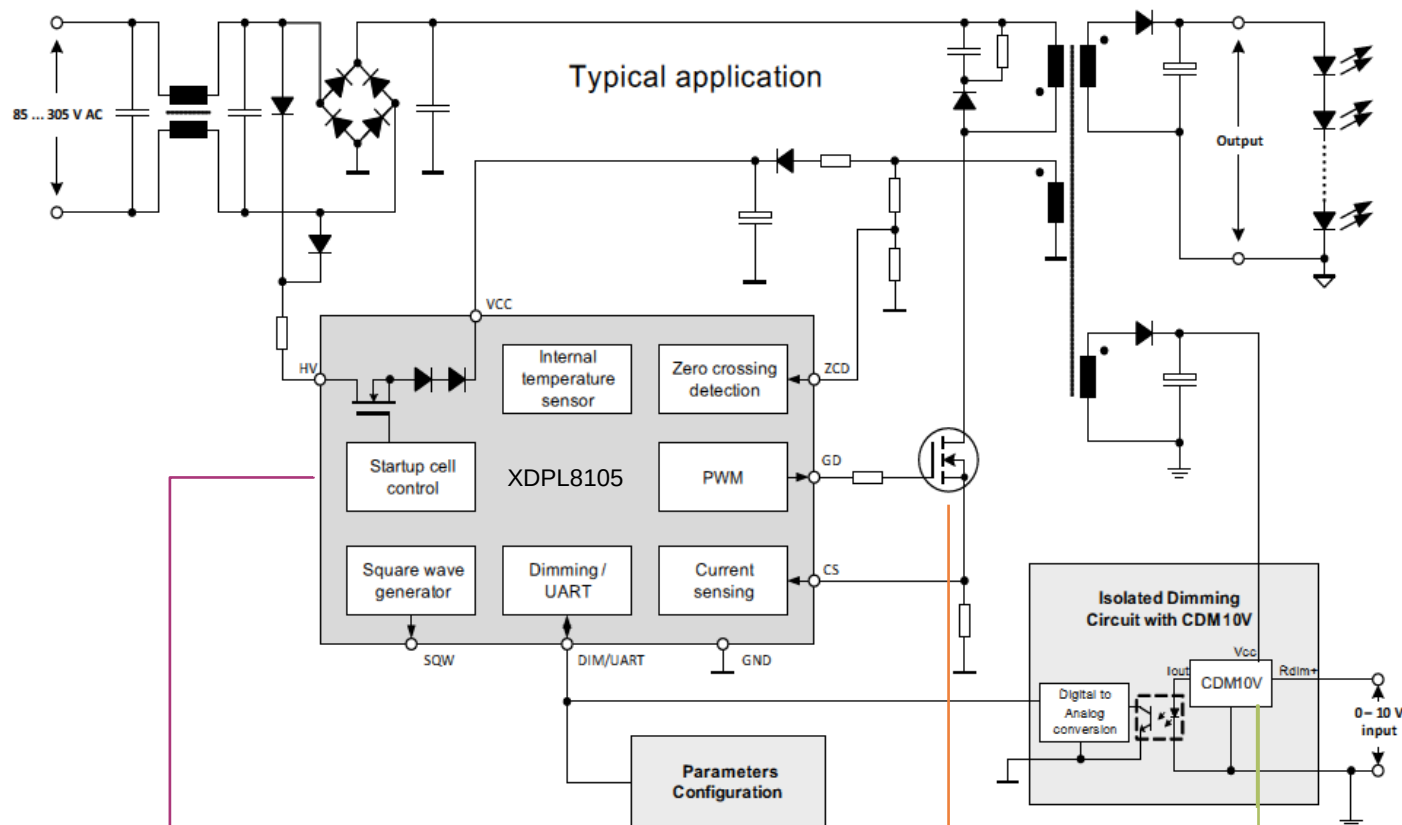
- › 可配置电路的参数，例如：输出电流。缩短了产品的开发时间，并允许最后一刻的改动，同时无需更改硬件。



- › 内部自适应温度保护



- › 先进的原边控制和高度集成实现系统的低沉本



控制器

XDPL8105 数字式高功率因数
校正的单级反激控制器

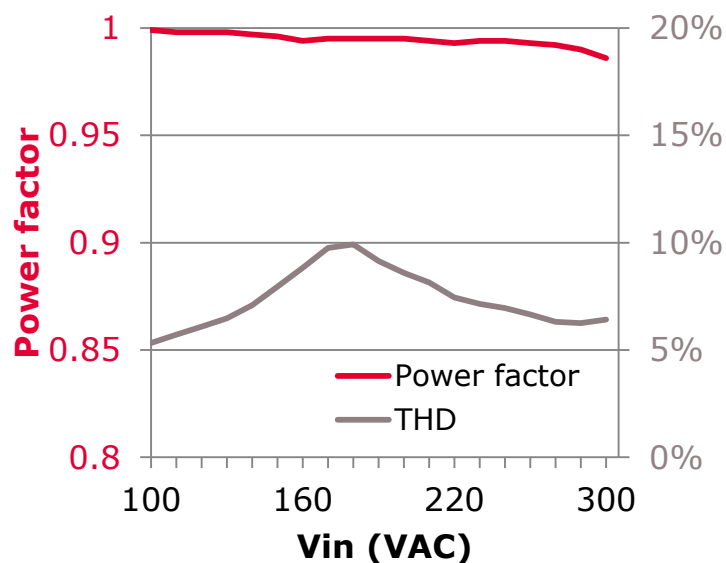
功率开关管

650V/700V CoolMOS™ CE
800V CoolMOS™ CE/P7
900V CoolMOS™ C3

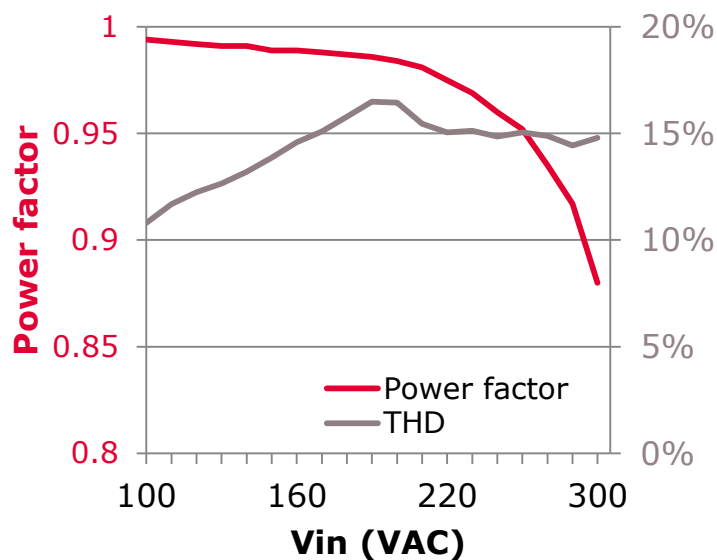
调光

CDM10V 调光IC用于转换模
拟或者数字信号给到原边

- › $V_{out} = 48V$
- › 100% load



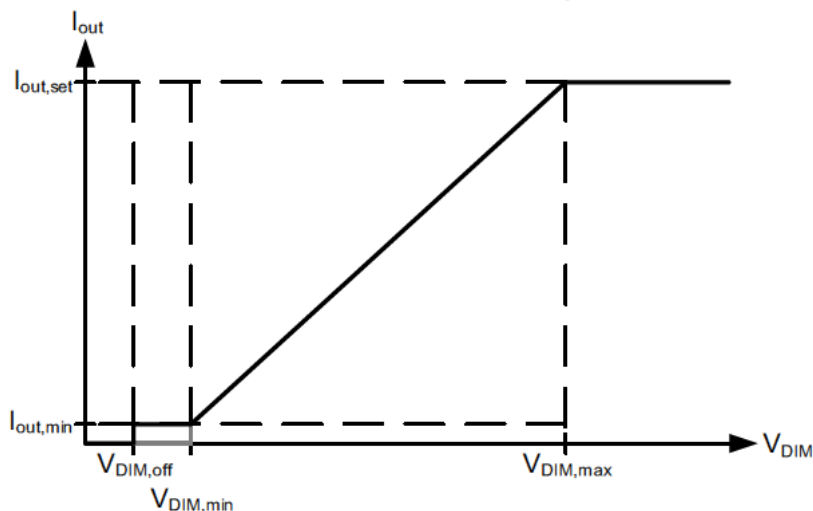
- › $V_{out} = 18V$
- › 40% load



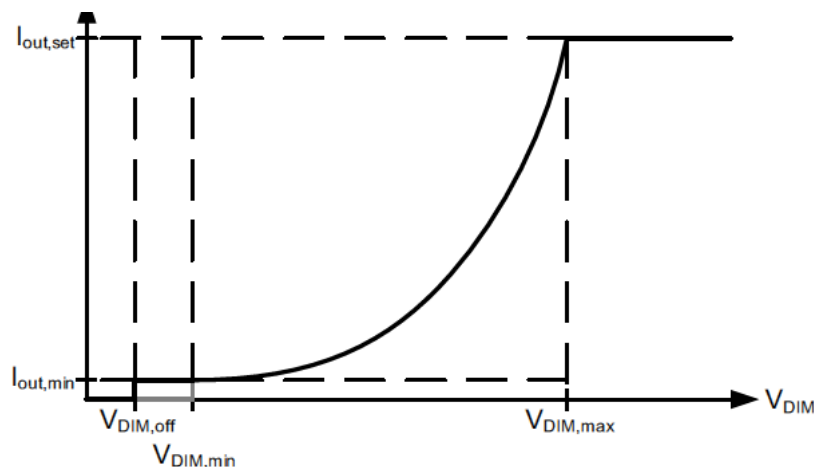
- › 在40%负载输入电压305VAC条件下，THD可以做到15%

- 调光曲线可配置为线性或者肉眼自适应的调光模式
- 可配置的阈值确保最小和最大电流，从而使系统能够适应不同公差的调光器和组件

Linear dimming

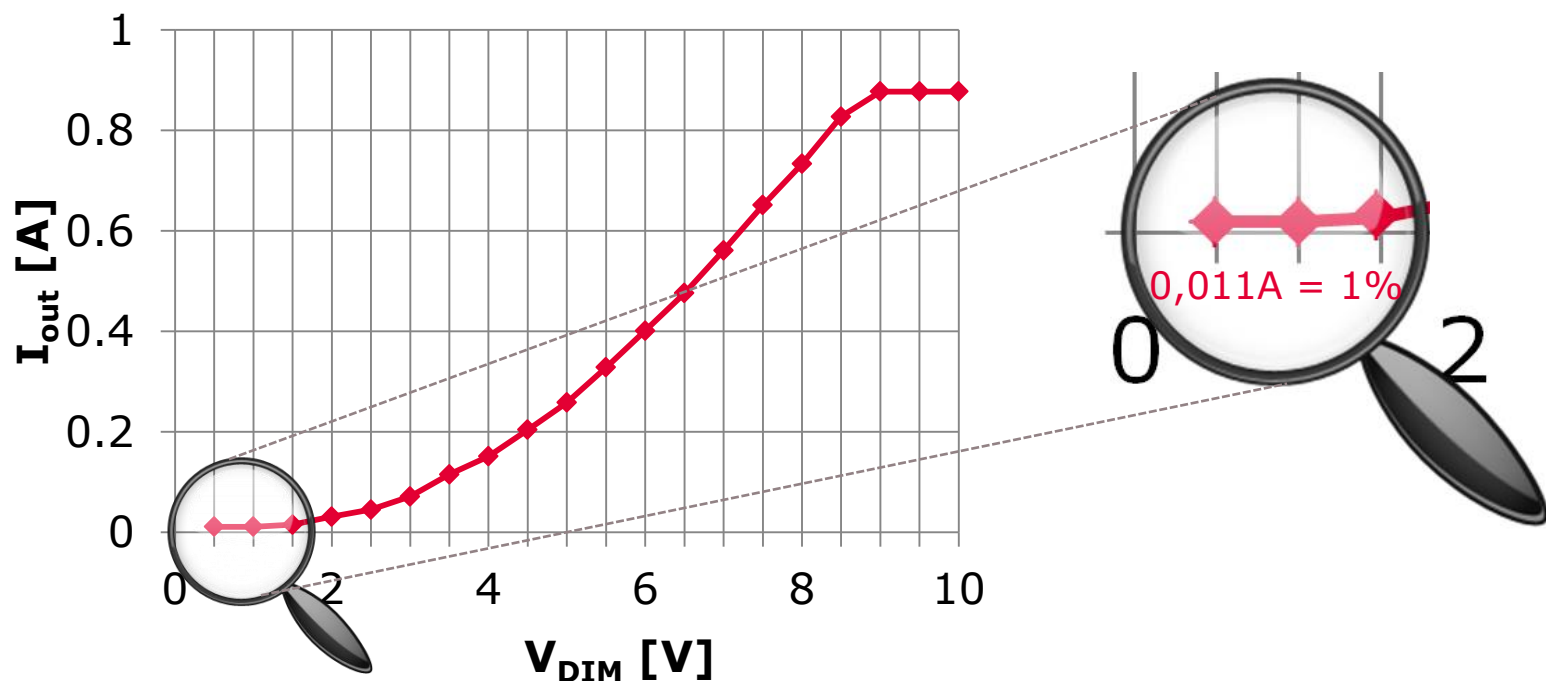


Eye adapted dimming



可拓展的无闪烁调光范围

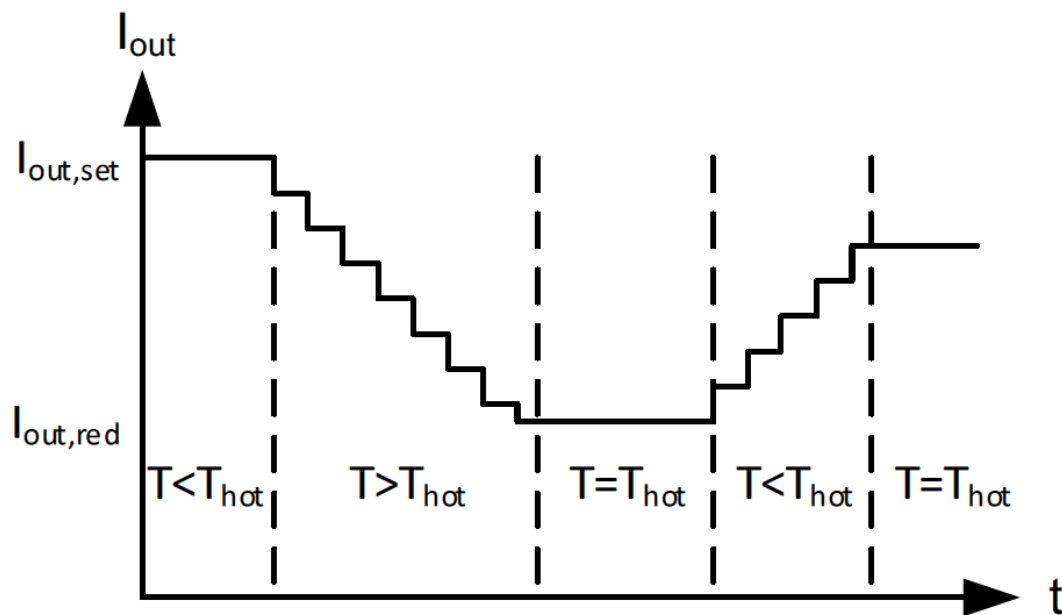
- 主动突发模式控制可以拓展调光范围并且和线电压频率对齐，避免了闪烁或者肉眼可见的微闪。
- 在理论上，主动突发模式可以允许调光低至1%，但是考虑到输出电解电容的影响和单级反激拓扑，在1%的状态下，启动时间可能会超过5S,所以一般来说，设计最低调光水平在5%是一个合理的设定。



■ 预定义的保护是可以配置的

Protection feature	Active	Predefined reaction
VCC 欠压保护	Always on	Auto restart
VCC 过压保护	Always on	Latch mode
输出过压保护	Always on	Auto restart
输出欠压保护	Activated after startup	Auto restart
AC 输入电压过压保护	Always on	Latch mode
AC 输入电压欠压保护	Always on	Auto restart
输入电流过流保护 1	Always on	Current limiting
输入电流过流保护 2	Always on	Latch mode
输出电流过流保护 (平均值)	Activated after startup	Auto restart
输出电流过流保护 (峰值)	Activated after startup	Auto restart
过温保护	Always on	Latch mode
软体保护 (1 st watchdog and RAM parity)	Always on	Auto restart

- 为了保护LED驱动器免受过温度的影响，XDPL8105具有降低输出电流的功能在过温状态下。
- 每个温度阈值，电流降低斜率和时间步长都可以在软件中配置



■ 概述

■ 采用ICL5101的PFC+LCC的优化方案

■ 数字控制LED驱动方案

- XDPL8105 : 单级PFC/Flyback, 高精度
- XDPL8220 : PFC+Flyback, 限功率, 极低待机
- ILD2111 : DC/DC Buck, 16档电流设定, 宽输入电压

■ 高效可靠的CoolMOS™ P7系列

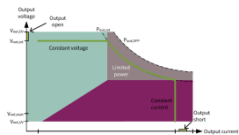
XDPL8220 产品亮点



- › 高度集成了准谐振PFC和准谐振反激控制器于SO16封装内；



- › 原边控制，最小化系统BoM，



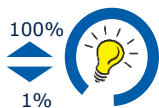
- › 恒压，恒流，限功率模式，支持窗口式LED驱动器设计，最大化利用硬件能力



- › 可编程系统参数，例如输出电压，电流，功率，支持临时设计更改，缩短产品上市周期；最小化机种数量；



- › UART 通讯口与外界交互信息；

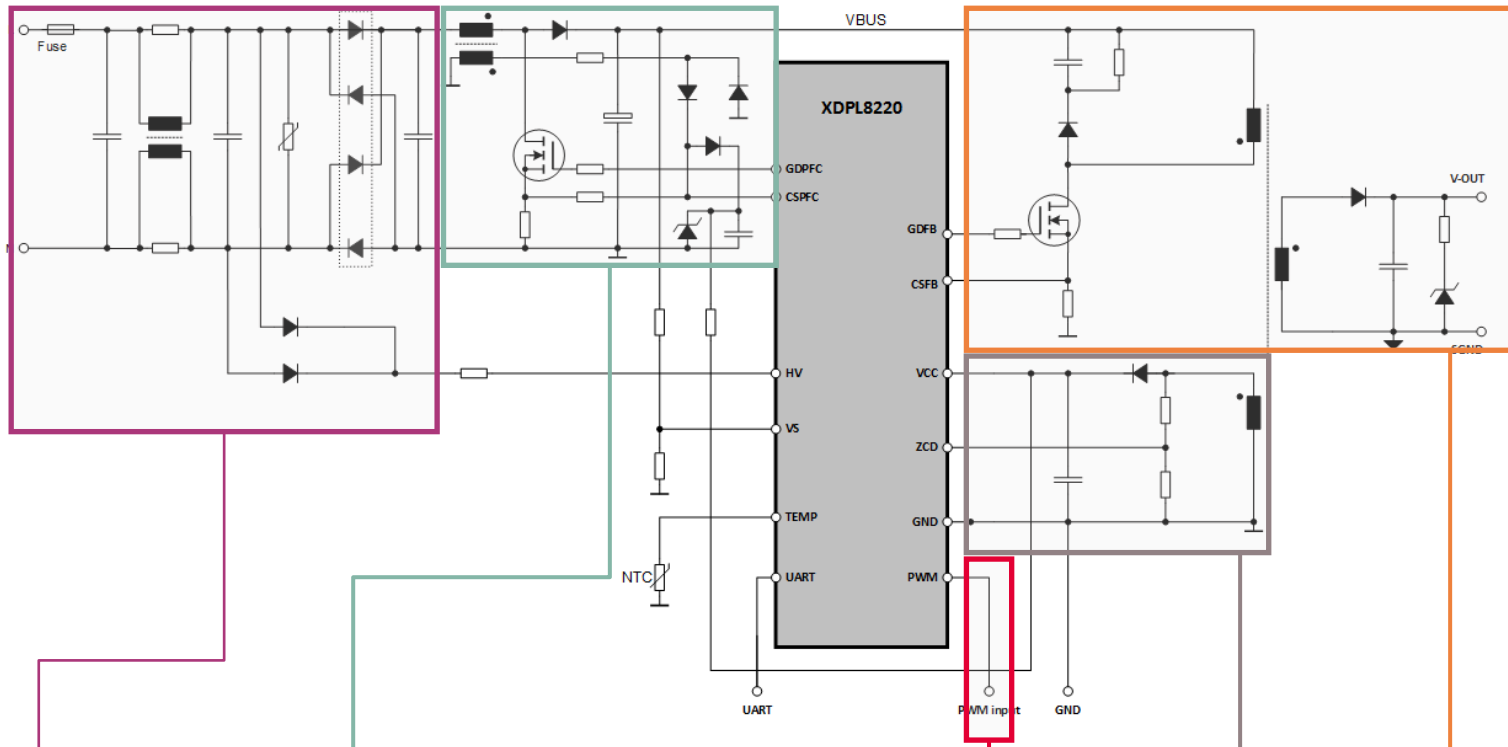


- › 深度调光，低至1%，支持光调灭。



- › 全面系统保护。

XDPL8220 优化系统BoM



Line input

PFC boost stage

Dimming Input

Self supply

Flyback stage

500V/600V/650V
CoolMOS™ CE

PWM input for μ C or
CDM10V dimming IC

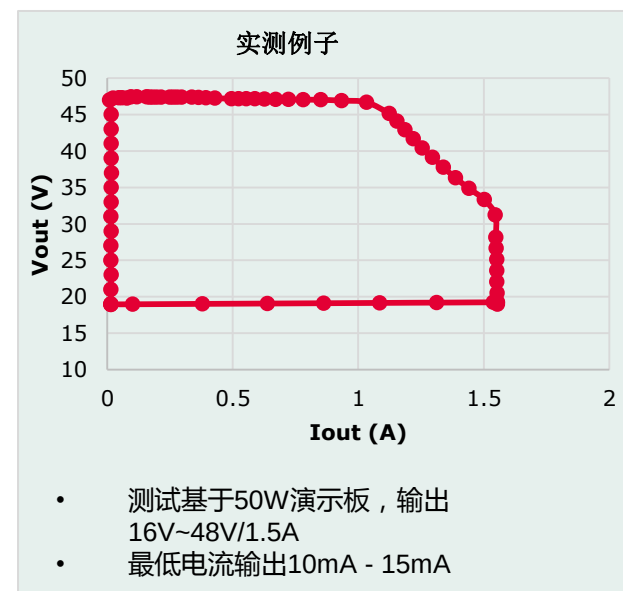
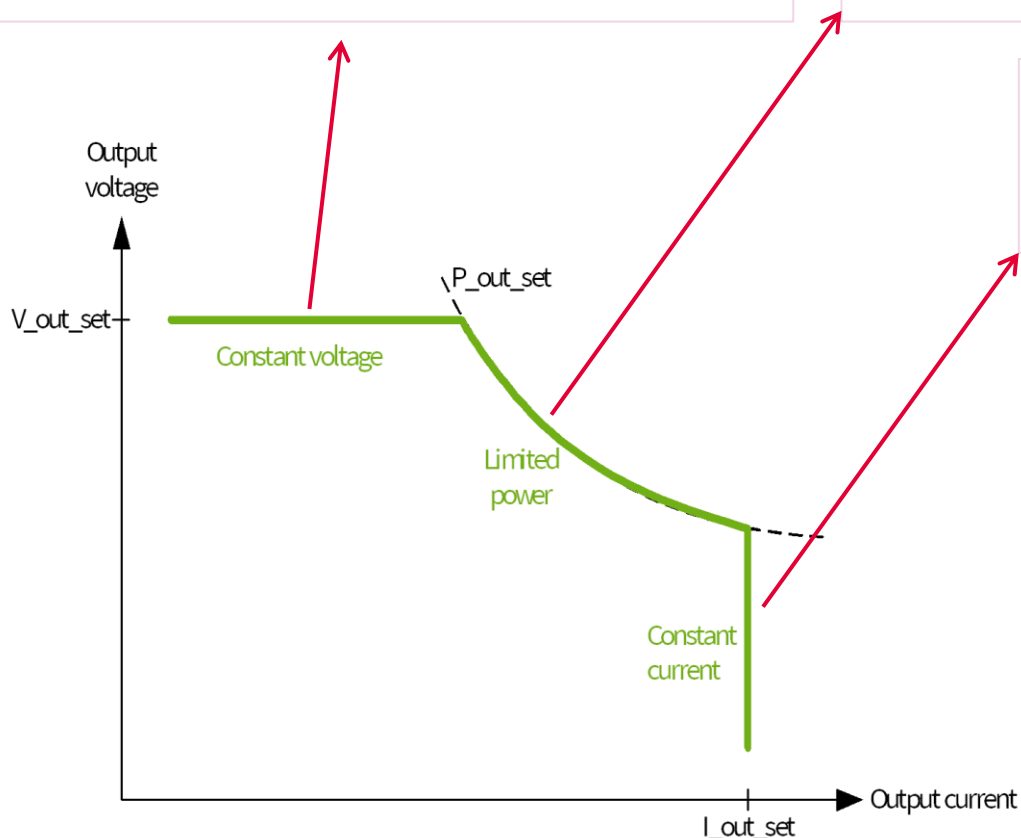
800V CoolMOS™ CE/P7
900V CoolMOS™ C3

多重工作模式：恒流，恒压，限功率

- 恒压模式， $V_{out,set}$ 输出给后级，例如BCR线性调节器或DC/DC buck ILD2111

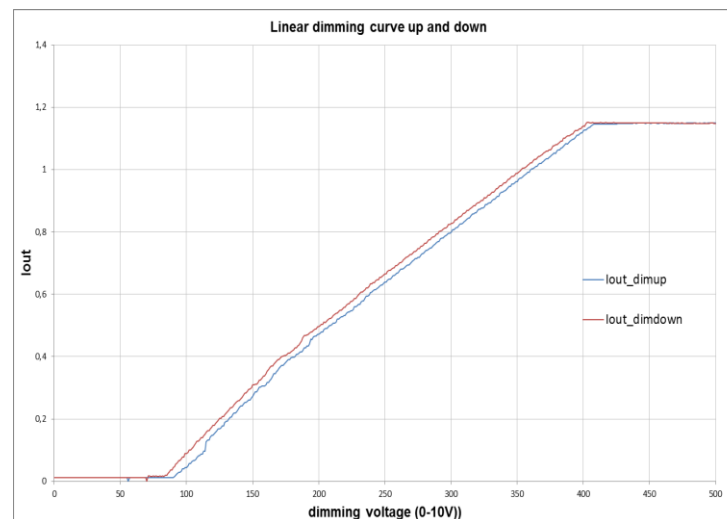
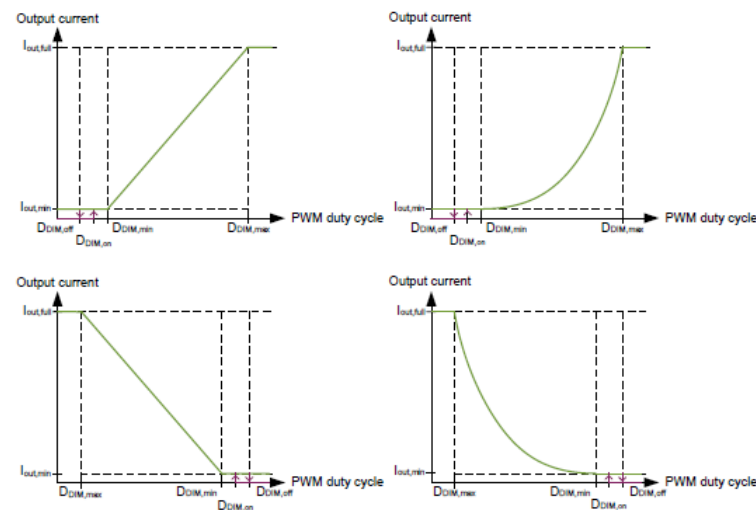
- 限功率模式，确保驱动器功率不超功率设定 $P_{out,set}$

- 恒流模式，输出设定的 $I_{out,full}$ 给负载



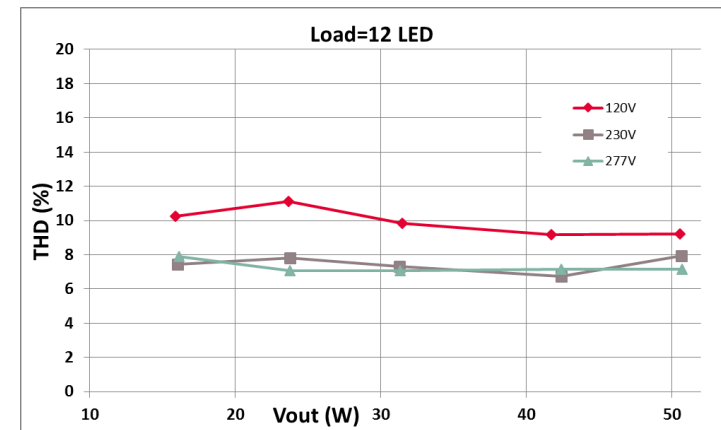
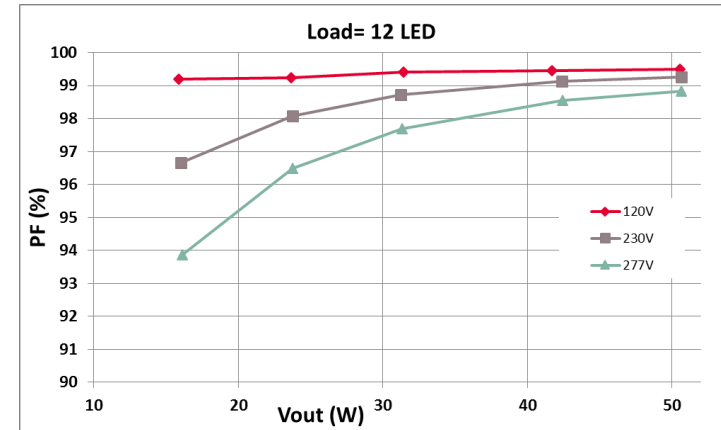
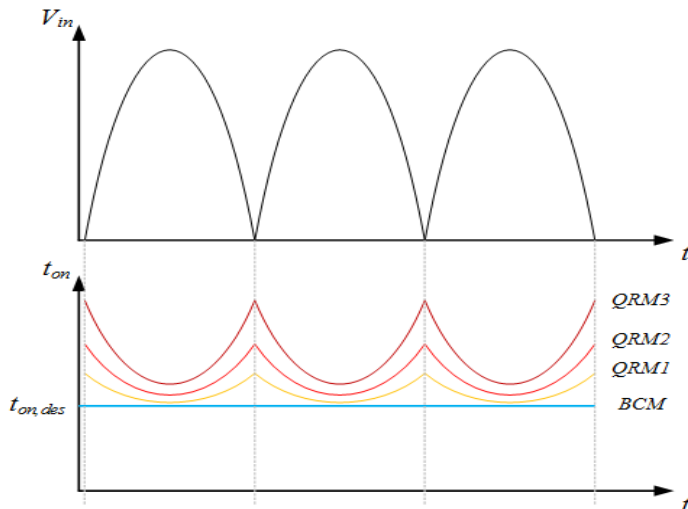
■ XDPL8220 集成不同调光曲线

- 线性增加 (随调光信号增加)
- 指数增加 (随调光信号增加)
- 线性减少 (随调光信号增加)
- 指数减少 (随调光信号增加)



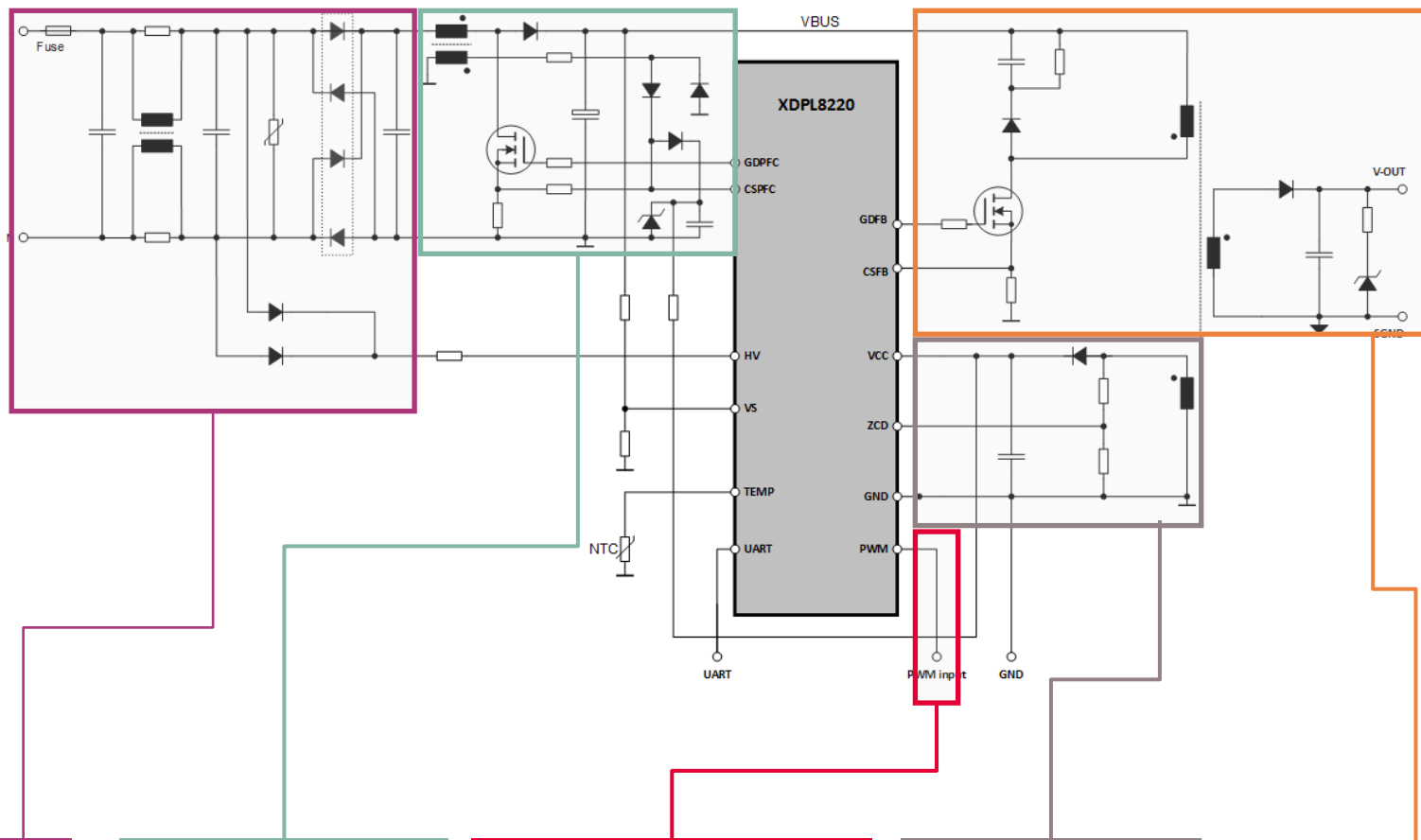
实测调光曲线 (线性为例)

- XPD8220 检测输入电压，具有输入过压/欠压保护功能
- XDPL8220 同步交流输入，执行THD优化



实测性能：
PF > 90% and THD < 15% @低至15%
负载

XDPL8220 优化更多系统性能



快速起机

提升EMI性能

uC 或CDM10V调光IC

输出电流更精准

低待机功耗

PFC 保护

Failure	Con-figurable
Bus Over Voltage Level 1 (Firmware)	No
Bus Over Voltage Level 2 (Hardware)	No
Input Under voltage	No
Input Over Voltage	Yes
PFC Over Current Level 1	No
PFC Over Current Level 2	No
PFC Soft-start Failure	No
PFC CCM	No
Bus Voltage Plausibility Check	No

Flyback 保护

Failure	Con-figurable
Flyback Over Current level 2	No
CSFB Short to GND	No
Output Under Voltage	Yes
Output Over Voltage	Yes
Output Over Current	Yes
Output Over Power	Yes
Flyback CCM	No
Max T _{osc} exceeded	No

其他保护

Failure	Con-figurable
V _{cc} Over Voltage	Yes
V _{cc} Under Voltage	No
External Temperature Exceeded	Yes
Internal Temperature Exceeded	Yes

■ 资料和软件等

■ 演示板:

- Getting Started Guide
- Board Description 50W



XDPL8220 Reference Board



 XDPL8220 Product Brief Version 01_00 2016-09-13 pdf 398 KB	 Circuit Diagram Reference Design XDPL8220 Digital Power 100W Additional Technical Information Version 01_00 2017-03-01 pdf 570 KB
 XDPL8220 Datasheet Data Sheet Version 01_00 2016-11-21 pdf 747 KB	 Circuit Diagram Reference Design XDPL8220 Digital Power 50W Additional Technical Information Version 01_00 2017-03-01 pdf 183 KB
 XDPL8220 50W Board Description Application Notes Version 01_01 2016-11-21 pdf 4.1 MB	 XDP™ digital power - dp vision set-up 100W board NEW Development Tools Version 01_00 2017-05-30 zip 2.6 MB
 XDPL8220 Design Guide Application Notes Version 01_00 2016-11-21 pdf 9.2 MB	 XDP™ digital power - dp vision set-up 30W board NEW Development Tools Version 01_00 2017-05-30 zip 2.6 MB
 XDPL8220 Whitepaper Output Control Scheme Whitepaper Version 01_00 2016-11-30 pdf 206 KB	 XDP™ digital power - dp vision set-up 50W board NEW Development Tools Version 01_00 2017-05-30 zip 5.3 MB
 XDPL8220 50W Board CSV Description Application Notes Version 01_02 2016-11-30 pdf 2.7 MB	 XDP™ GUI Builder User Manual Development Tools Version 01_01 2016-09-21 pdf 911 KB
 XDPL8220 White Paper Firmware Update Whitepaper Version 01_00 2016-11-21 pdf 181 KB	 dp Vision GUI Product Brief.pdf Product Brief Version 01_00 2015-09-18 pdf 1.5 MB
 Circuit Diagram Demoboard XDPL8220 digital power Additional Technical Information Version 01_00 2017-03-01 pdf 183 KB	 LED Lighting Applications Corporate Presentations 2017-06-17 pdf 4 MB
 XDPL8220 System Simulation Design Creation Development Tools Version 01_00 2016-12-12 xlsx 4.1 MB	 Article Cover Story EETimes - Shining a light on smart city infrastructure Article Version 01_00 2017-02-10 pdf 1.2 MB
 XDPL8220 Dimming Control using a PWM Whitepaper Version 01_00 2016-11-21 pdf 184 KB	

■ 概述

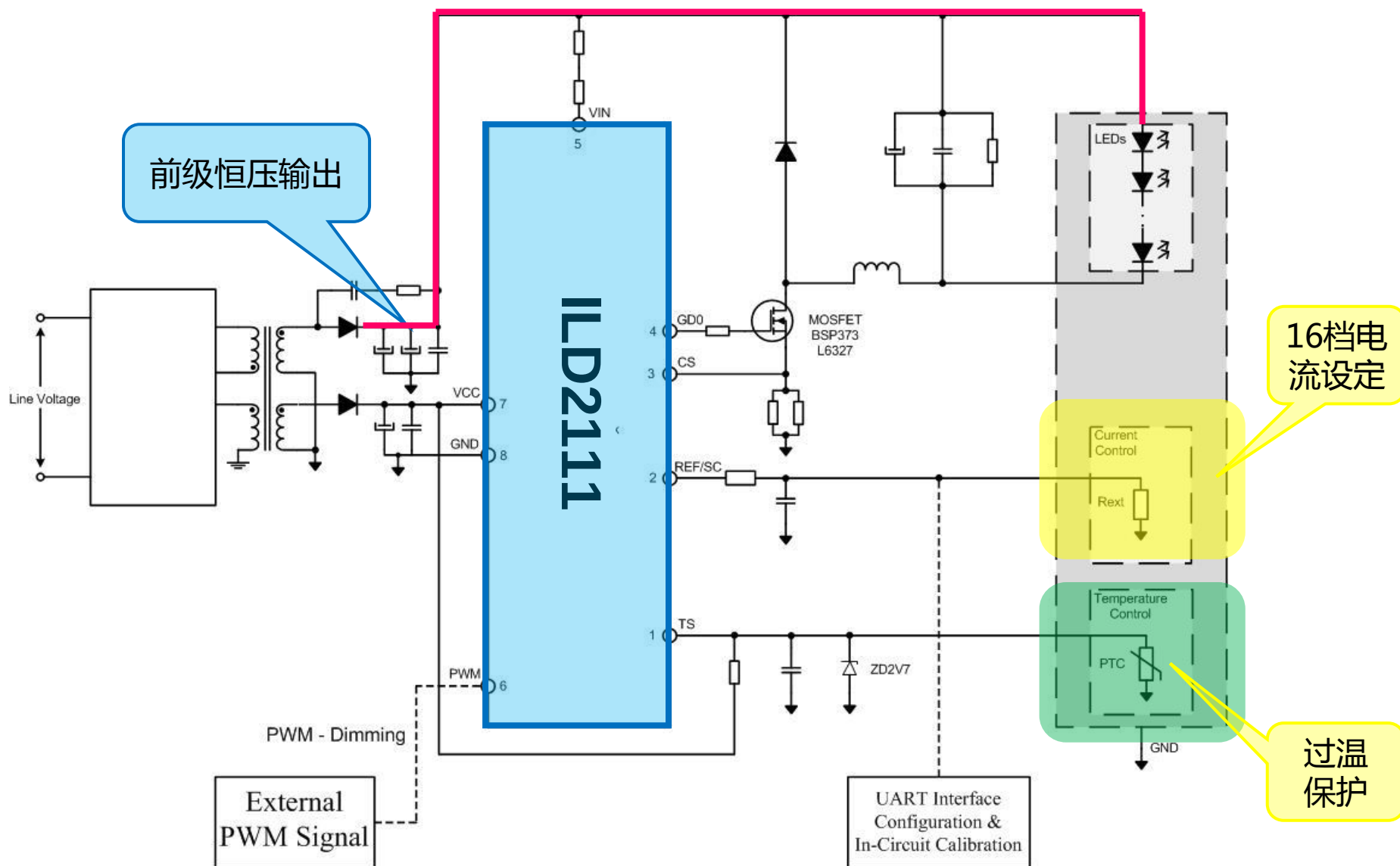
■ 采用ICL5101的PFC+LCC的优化方案

■ 数字控制LED驱动方案

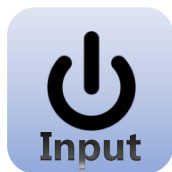
- XDPL8105 : 单级PFC/Flyback, 高精度
- XDPL8220 : PFC+Flyback, 限功率, 极低待机
- ILD2111 : DC/DC Buck, 16档电流设定, 宽输入电压

■ 高效可靠的CoolMOS™ P7系列

ILD2111的典型电路



ILD2111主要特性



- 支持高低压直流输入
- 采用低端电流采样，输入电压宽范围



- 外部电阻设定调节16档电流输出
- 可控纹波电流和工作频率，宽范围输出
- 高精度 $\pm 5\%$ @全工作电流和温度范围内



- 全输出范围内的高能效
- 替换传统系统中所需要的MCU
- 通过外部器件可实现高端驱动



- 在PWM调光状态下无闪烁
- 最小调光水平可达1%



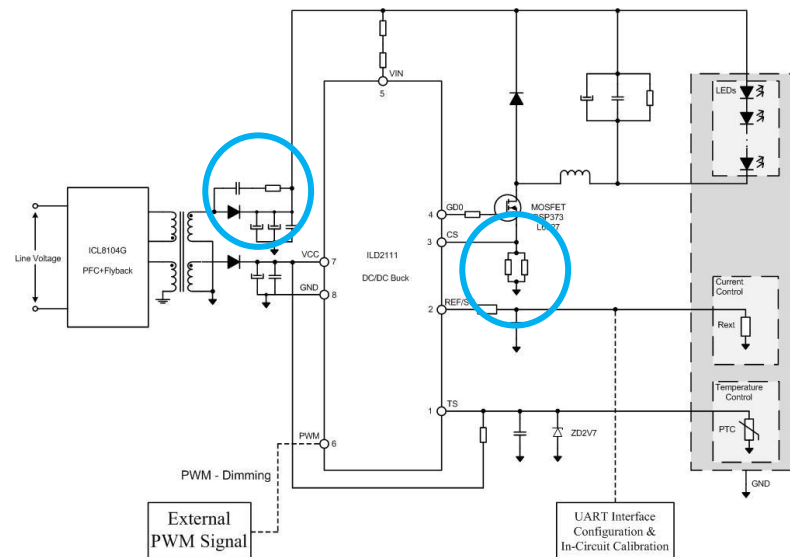
- 参数配置可通过专用GUI软件来实现，无需软件人员
- 硬件设置，输出电流设定，保护，温度保护及启动和关机都可用软件来设定



- 完全可配置的内部和外部温度保护
- 开/短路保护
- 过功率保护

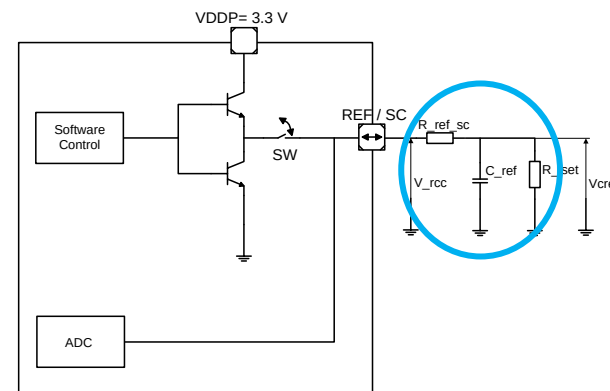
■ 可用于高低压DC输入

- 前级AC/DC恒压输出
- 采用低端电流采样，输入电压范围可轻易扩展



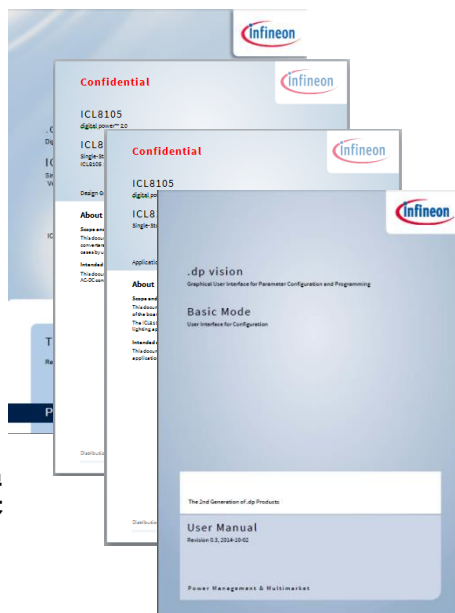
■ 16档电流调节可有外部电阻来设定

- 精确的电流设定: IC内部基准给C_ref充电, 通过R_set电阻放电, 通过判断其放电时间长短来决定输出电流值
- 根据电阻, 存储在预设表中的参考电流来判断该电阻下输出电流



■ 文档

- 规格书
- 应用文档
- 设计知道
- GUI使用参考
- 40W参考方案

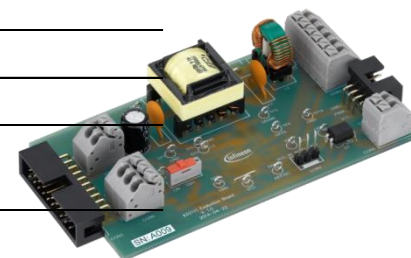


■ 工具

- 软件.dp vision (下载 @HITEX)
- GUI软件接口板



Parameter	Value	Unit
Input Voltage	30 – 65	V
Output Voltage	8 – 55	V
Output Current	250 – 1000	mA
Output Power	20	W
Input External PWM Signal Frequency	100 – 1000	Hz
Input External PWM Signal Voltage	0 – 3.3	V
Switching Frequency	30 – 250	kHz



■ 概述

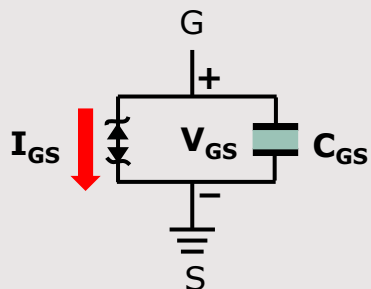
■ 采用ICL5101的PFC+LCC的优化方案

■ 数字控制LED驱动方案

- XDPL8105 : 单级PFC/Flyback, 高精度
- XDPL8220 : PFC+Flyback, 限功率, 极低待机
- ILD2111 : DC/DC Buck, 16档电流设定, 宽输入电压

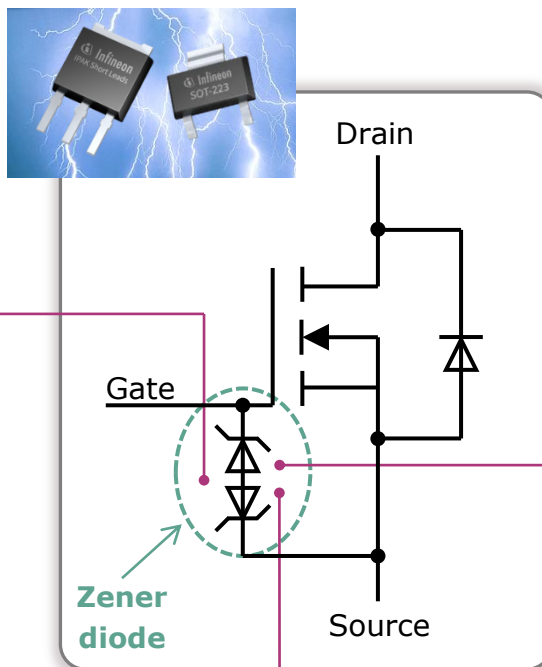
■ 高效可靠的CoolMOS™ P7系列

ESD Protection Mechanism



During ESD event:

- › V_{GS} is clamped by Zener Diode
- › I_{GS} flows through Zener Diode
- › Protection of gate oxide



CoolMOS™ P7 ESD Robustness

HBM:

- › 0.75 – 2.00 Ω : 1–2 kV (Class 1C)
- › 0.36 – 0.60 Ω : 2–4 kV (Class 2)

CDM:

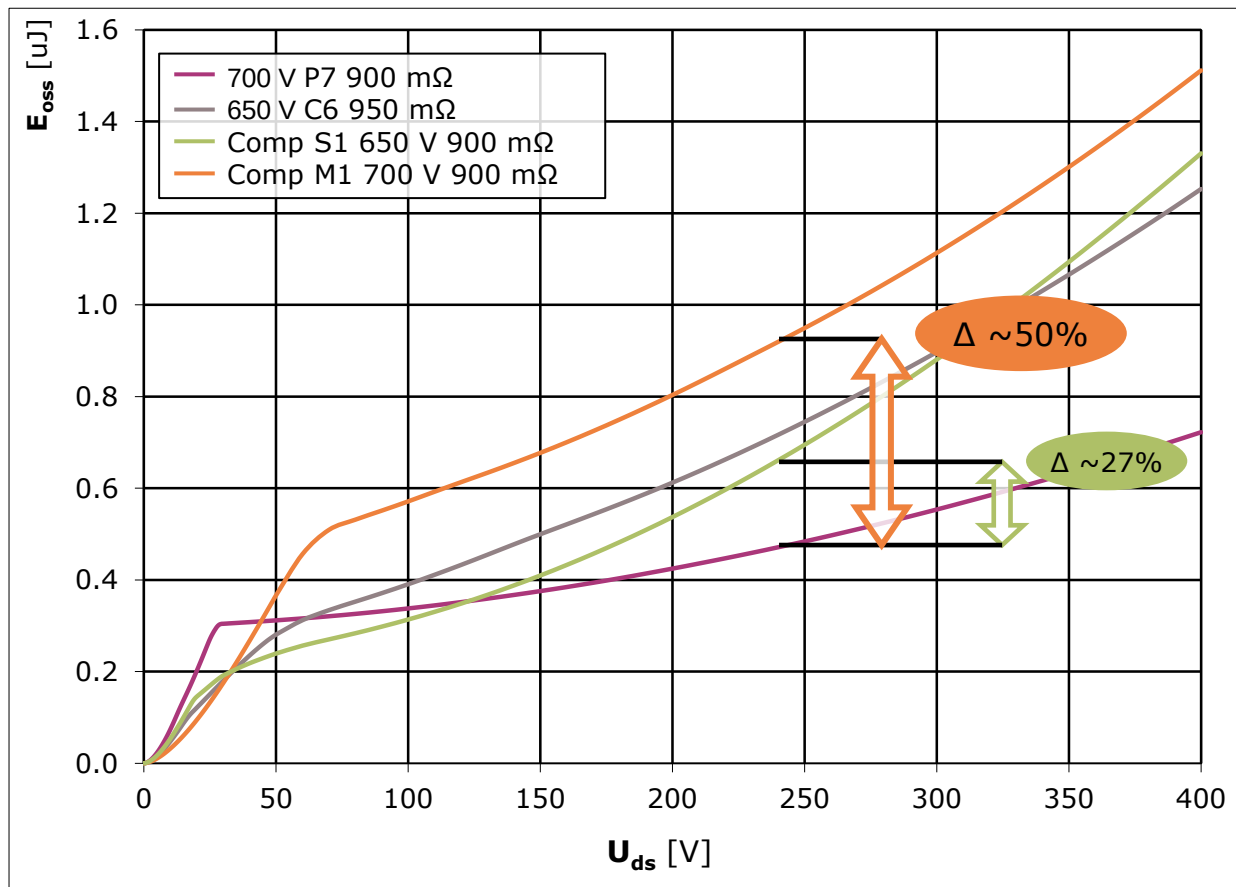
- › >1 kV (Class C3)

Customer Benefit

- › Increased ESD robustness on product level
- › Reduced field failure rate at customers production line
- › Improved assembling yield and cost ratio for customers

P7系列，进一步降低开关损耗 (EOSS)

Switching Losses (E_{OSS})



Key statement

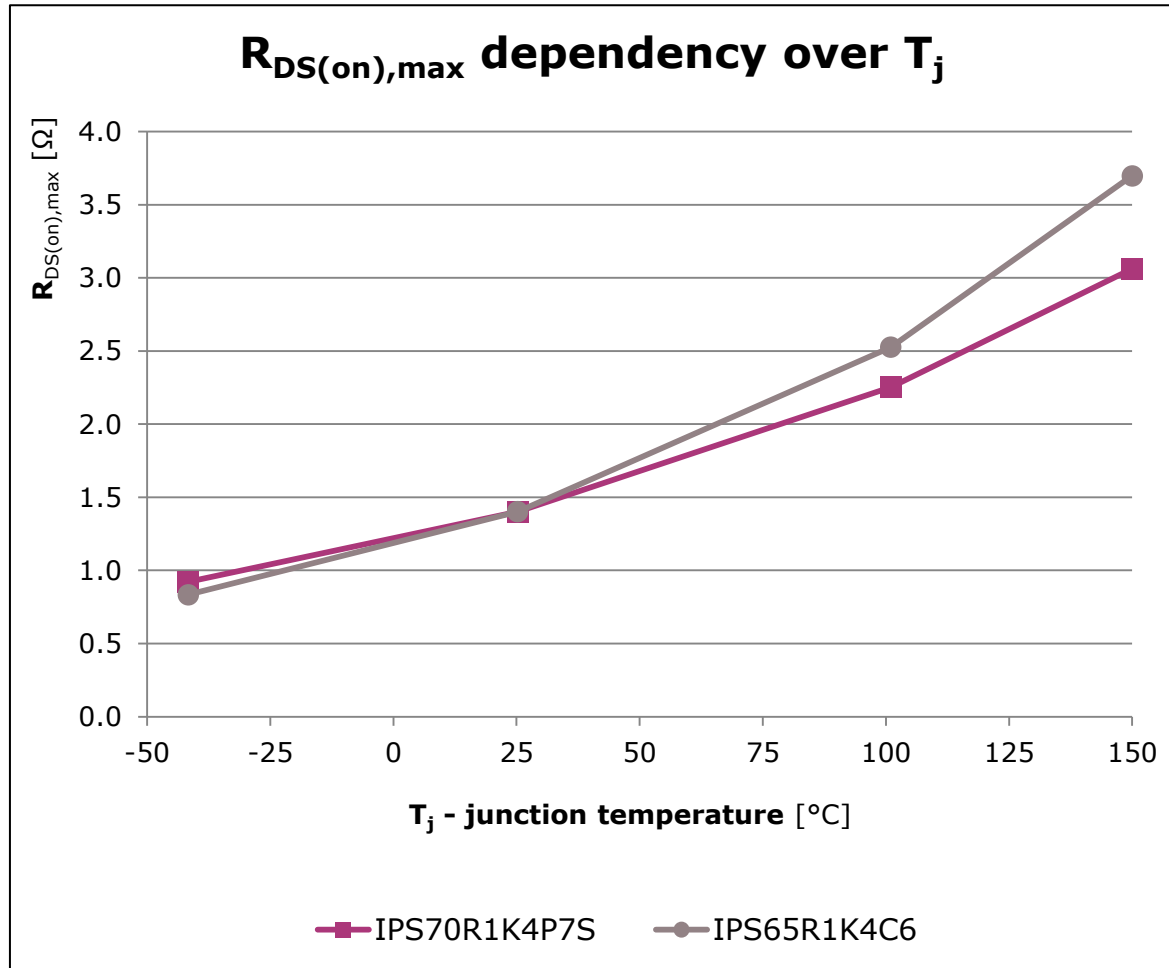
700 V P7 shows:

- › **significant lower losses**
- › from 27% up to 50% compared to similar competitor devices
- › around 34% improvements compared to previous Infineon C6 technology

E_{OSS} calculated based on C_{OSS} measurement - applied at Infineon's characterization laboratory

P7系列，减小结温 T_j 对 $R_{DS(on)}$ 的影响

$R_{DS(on)}$ dependency over T_j



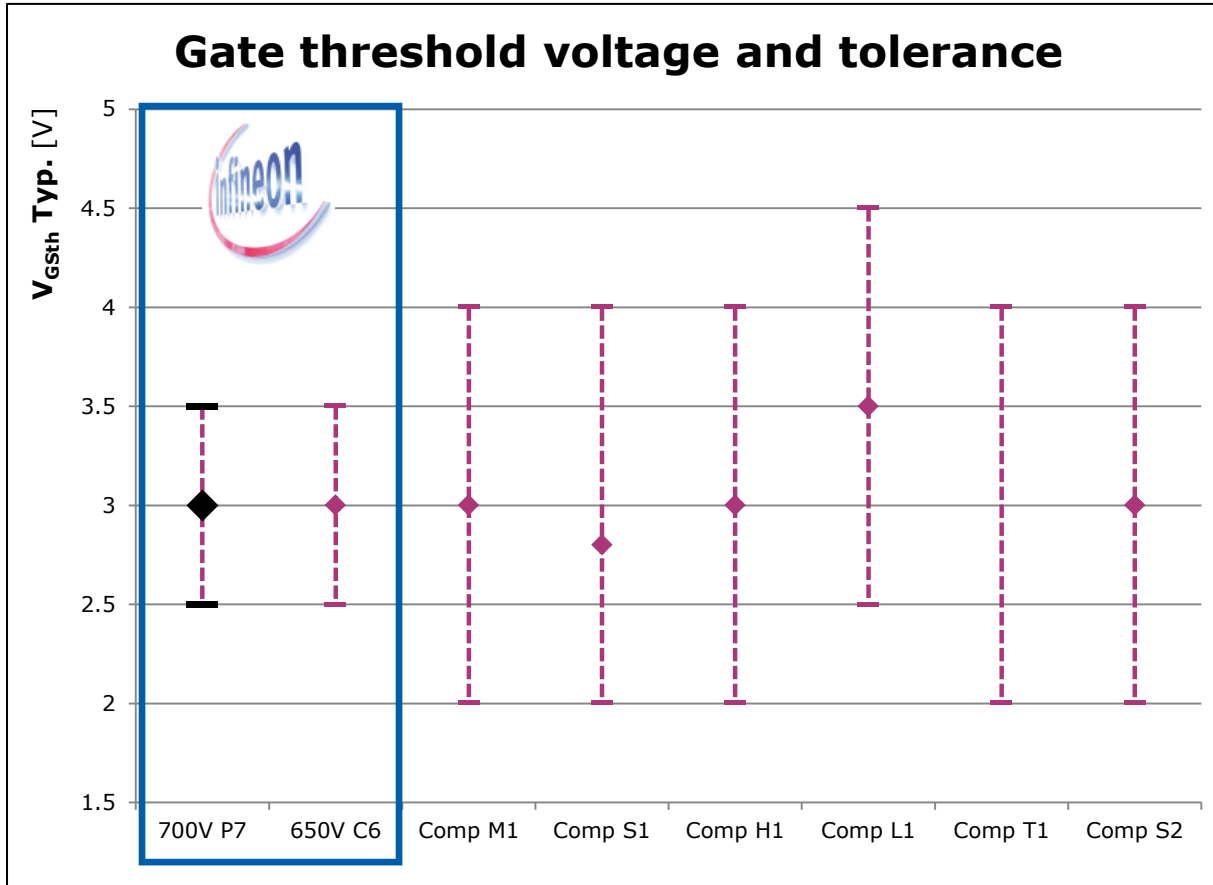
Δ ~21%

Key Statement

700 V P7 offers:

- › lower $R_{DS(on)}$ increase with increasing junction temperature than any previous CoolMOS™ technology
- › This benefits to reduced conduction losses at target application especially at low input voltage (low line operation)

P7系列提供较小的 $V_{GS(th)}$ 范围，提高产品一致性



Ease-of-Use benefits

Easy to drive

- › Avoiding MOSFET linear mode operation
- › Allowing lower driving voltage
- › Reducing idle loss

Easy to design in

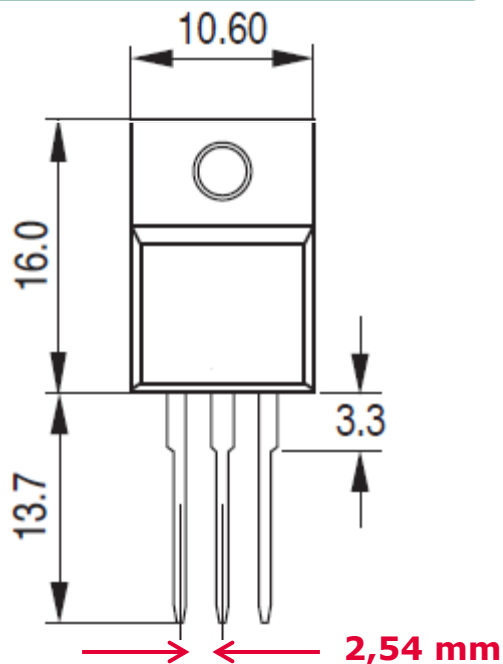
- › Increased design freedom

Infineon identified as only supplier offering such low threshold values

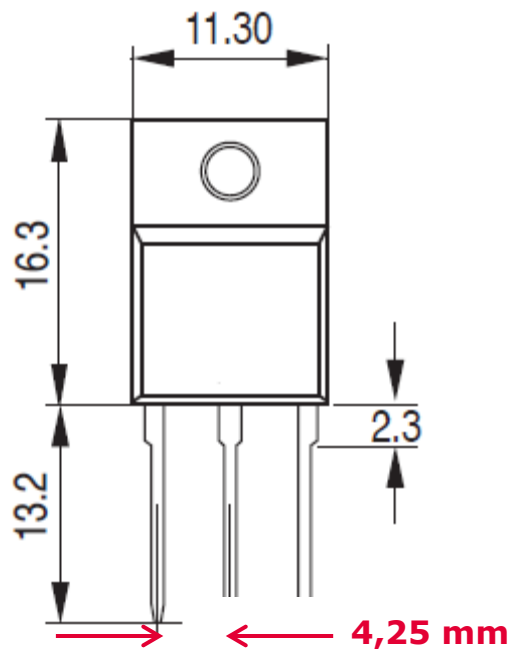
针对Lighting应用的新封装

宽脚间距TO-220F，提供足够的安全距离

标准TO-220F封装



宽脚间距TO-220 F封装



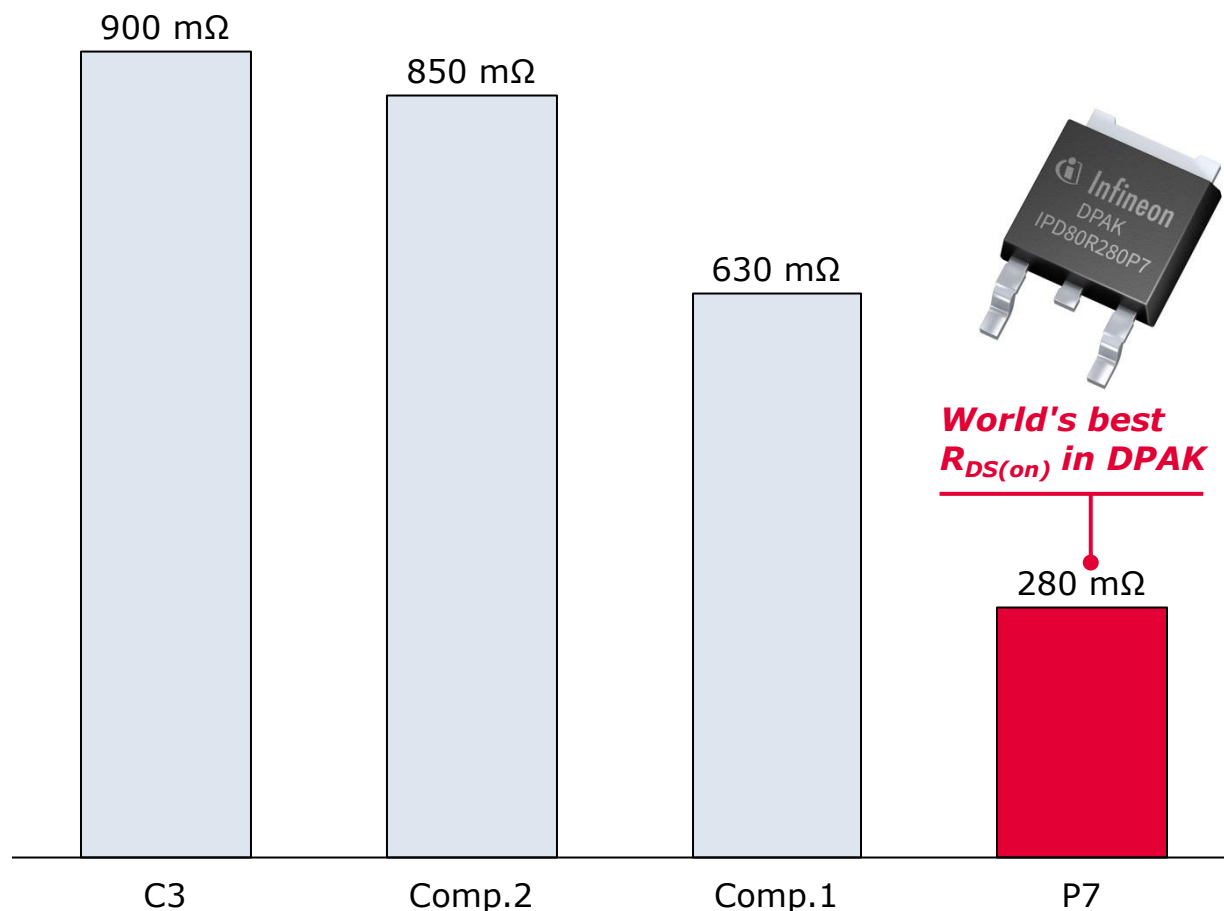
- 好处
- › 不用预成型
- › PCB不用开槽
- › 生产不会连锡
- › 引脚不用加套管

$R_{DS(ON)}$ [mΩ]	600 V	700V
950		IPAW70R950CE
600	IPAW60R600CE IPAW60R600P7S	IPAW70R600CE
380	IPAW60R360P7S	
280	IPAW60R280P7S	
190	IPAW60R180P7S	

针对Lighting应用的新封装

更低的 $R_{DS(on)}$ ，可用TO-252代替TO-220F封装

- 越来越多用户使用TO-252贴片封装代替TO-220F插件封装，以提高可靠性，降低成本，提高生产效率；
- 建议150W及以下功率段，均可考虑采用TO-252贴片封装。



■ 业界最好DPAK
 $R_{DS(on)}$

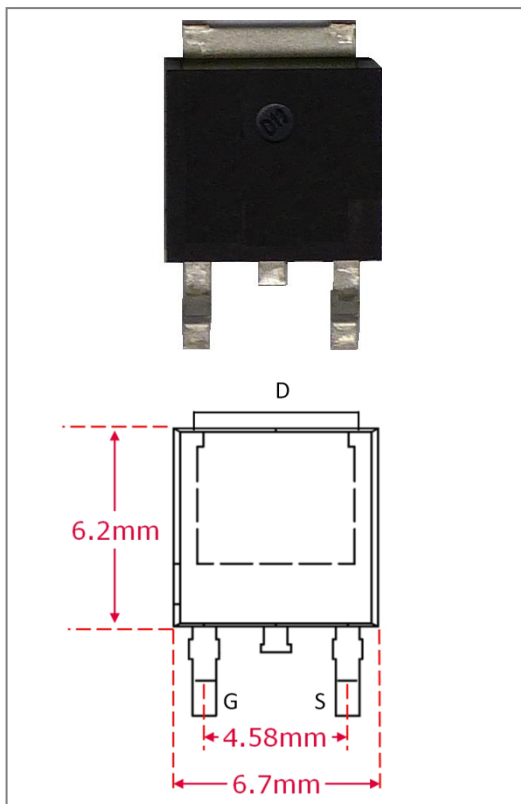
好处:

- 高功率密度
- 低总成本
- 降低生产成本

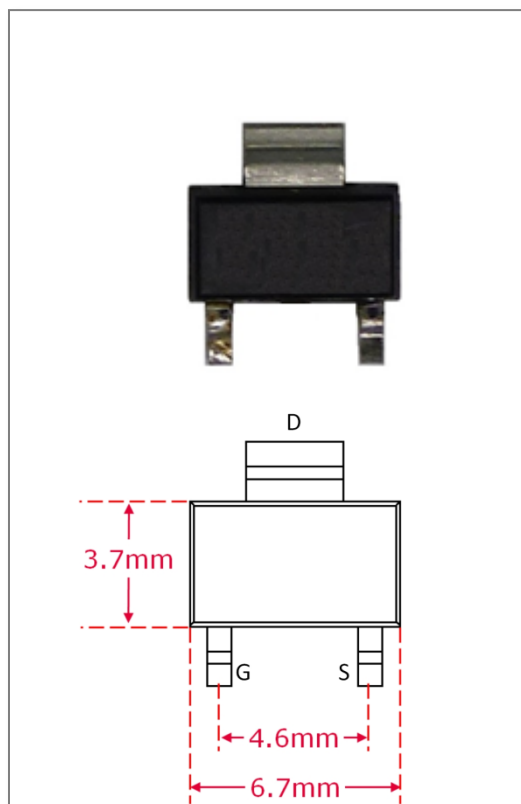
针对Lighting应用的新封装

SOT-223 系列CoolMOS™，小型化设计首选

TO-252



SOT-223

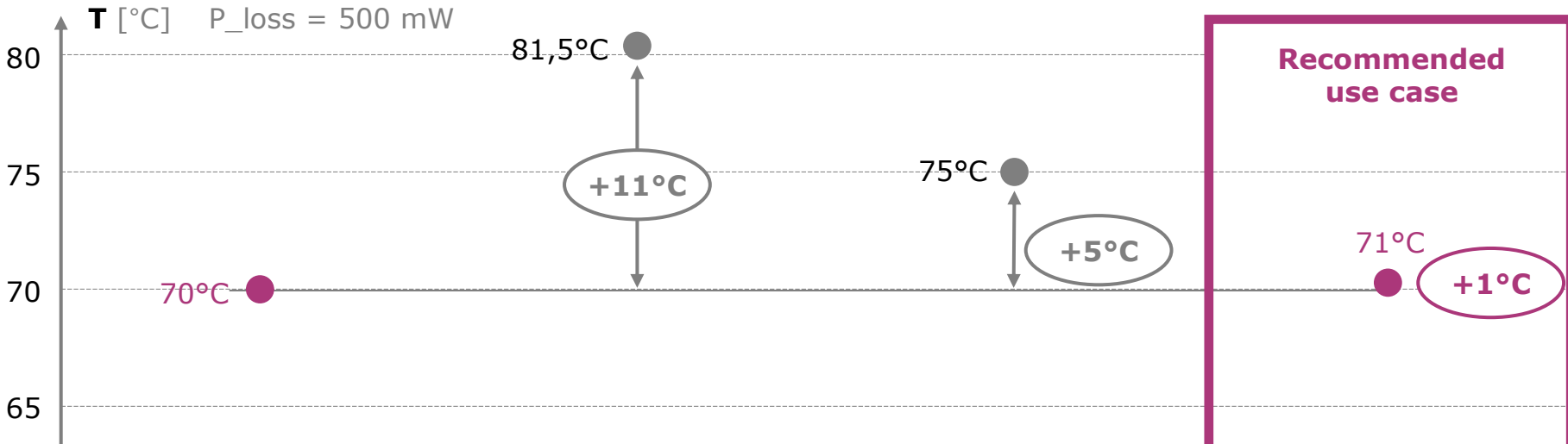


- <40W的小功率设计，可以进一步采用更小的SOT-223封装。
- 好处
 - › 比TO-251更高的生产效率
 - › 比TO-252更小的占板面积
 - › 比TO-252更低的封装成本

注：更多SOT-223封装的CoolMOS™将在2017下半年陆续推出。

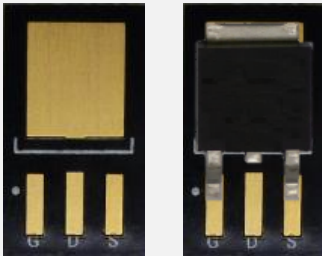
$R_{DS(ON)}$ [mΩ]	600V	650V	700V
3400	IPN60R3K4CE		
2100	IPN60R2K1CE		IPN70R2K0CE
1500	IPN60R1K5CE	IPN65R1K5CE	IPN70R1K5CE
1000	IPN60R1K0CE		IPN70R1K0CE

SOT-223替代DPAK可行

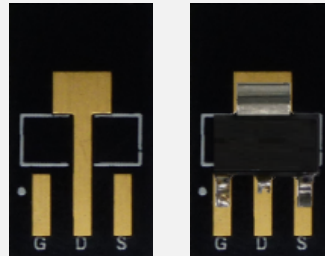


**Recommended
use case**

**DPAK on DPAK
footprint (reference)**
=40mm² Cu

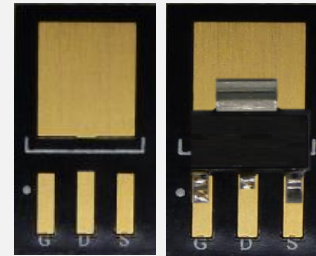


**SOT-223 on SOT-223
footprint**
=8mm² Cu



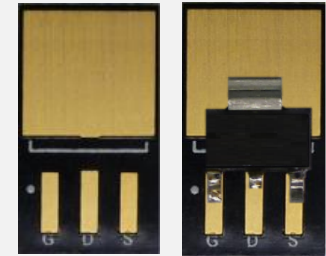
- › Good for **low power levels**
- › Footprint savings vs DPAK

**SOT-223 on DPAK
footprint**
=40mm² Cu



- › Drop-in replacement for DPAK
- › Good for **designs with thermal margin**

**SOT-223 on DPAK
footprint + 20mm²**
=60mm² Cu



- › Replacement for DPAK
- › Good for **designs with sufficient cooling area**

- › ICL5101集成PFC和半桥谐振驱动有利于减少零件数目
- › 采用PFC+LCC拓扑方便实现恒流状态下宽范围的电压输出，有利于精简平台
- › 采用数字化驱动IC有利于简化设计，提高性能，减少库存，快速推向市场
- › 采用英飞凌的 CoolMOS™ 有利于效率的进一步提高，P7系列具有更好的性能，更高的性价比
- › 其中SOT223的小封装优势有利于小型化，并进一步优化成本结构



Part of your life. Part of tomorrow.

