

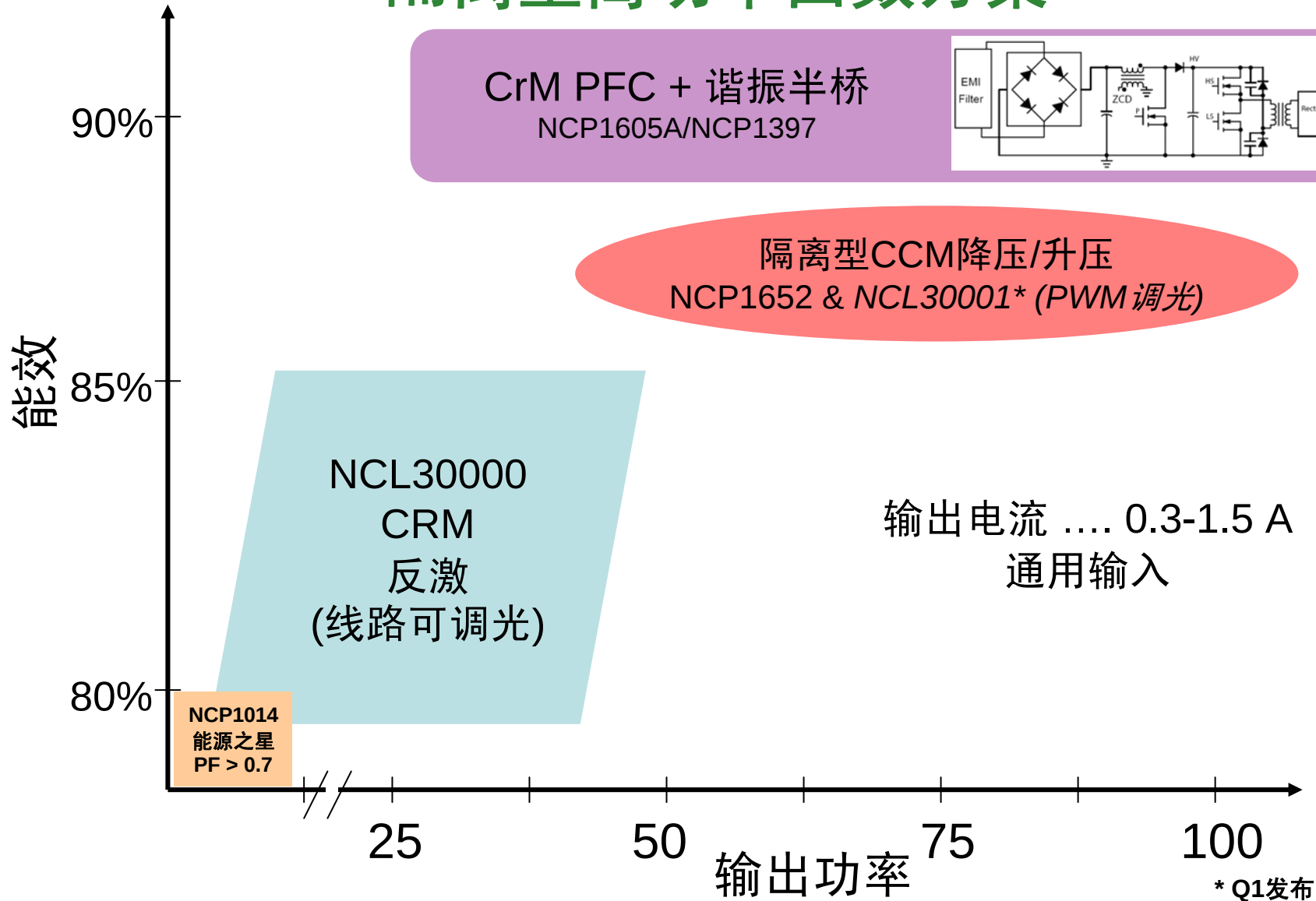


安森美半导体
ON Semiconductor®

NCL30000

**单段式功率因数校正LED驱动器原理及
TRIAC调光LED驱动器方案**

隔离型高功率因数方案



NCL30000离线式功率因数校正LED驱动器

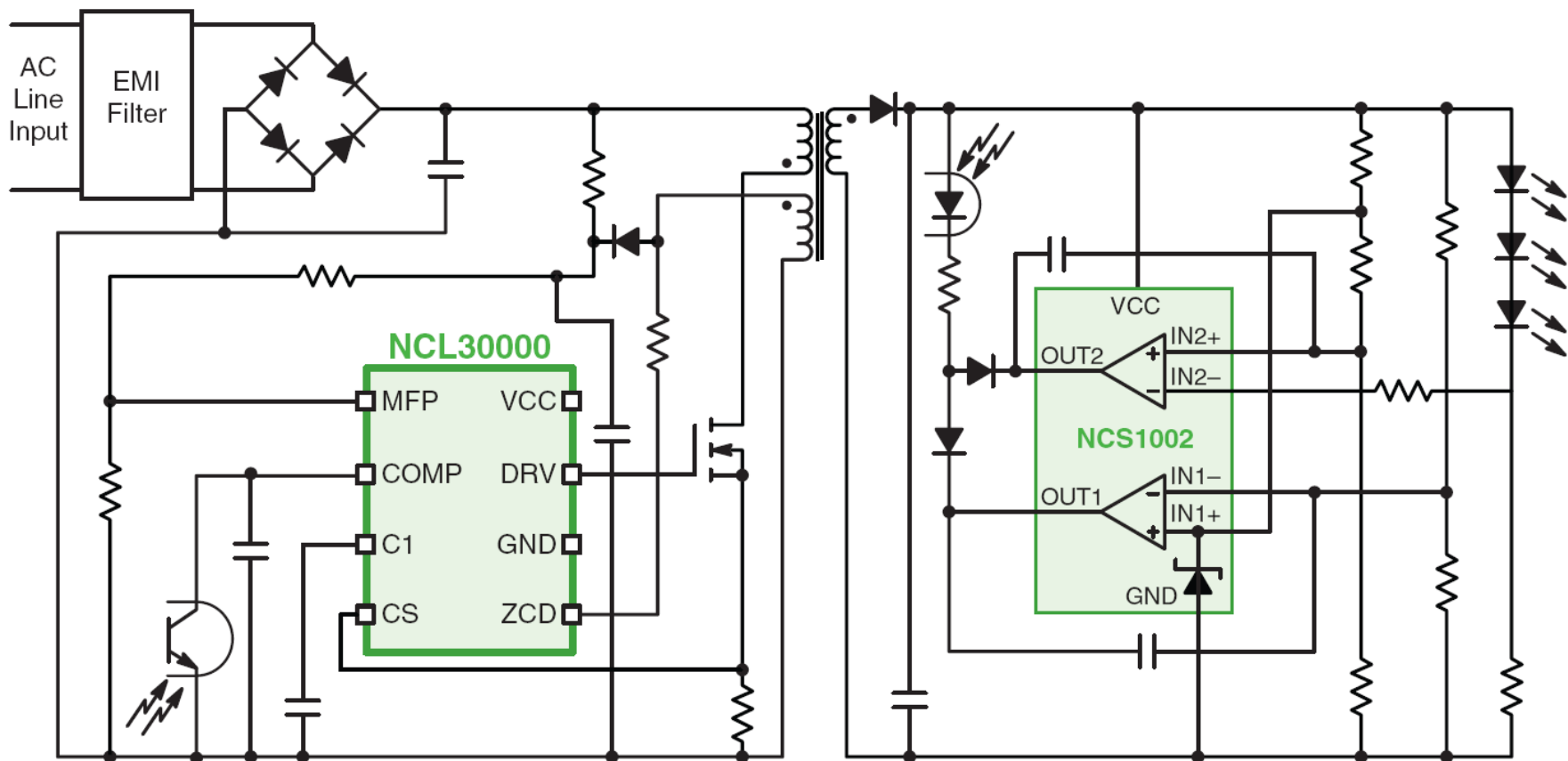
- 固态照明(SSL)应用需要符合下述要求的安全隔离型交流-直流(AC-DC)驱动器
 - 恒流输出稳流
 - 功率因数 $\gg 0.9$
 - 输出5到15 W的低功率时能效高于80%
 - 输出功率高于20 W时能效高于85%
 - 可调节, 满足宽范围的功率LED和电流
 - 兼容已有线路调光方案
 - 适合照明应用中使用的不同电压电平, 包括277 Vac
- NCL30000使用临界导电模式(CrM)反激拓扑结构, 以单段式拓扑结构提供高功率因数

应用考虑

- 涵盖多种不同应用，包括：
 - LED驱动器/镇流器
 - 嵌灯
 - LED PAR聚光灯
 - 户外照明
- 并非所有应用都要求线路调光控制
- 基于当今现有暖色和中性高亮度LED的性能，低于20 W功率范围的LED应用数量相当可观
- 要提供最宽的TRIAC调光范围，必须针对LED串中的LED数量来配置应用电路图
- 符合IEC61000-3-2 C类谐波含量标准
- 超过美国“能源之星”灯具和新兴集成LED灯泡标准



NCL30000基本应用电路图

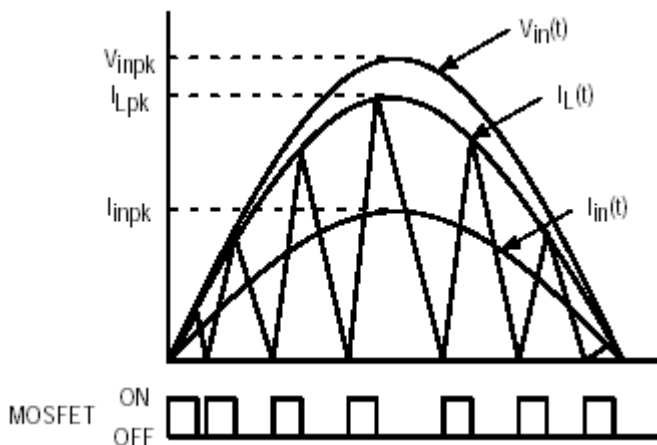


固定导通时间实现PFC功能

$$\frac{V_{in}}{L} = \frac{di}{dt} = \frac{I_{LPK}}{T_{on}}$$

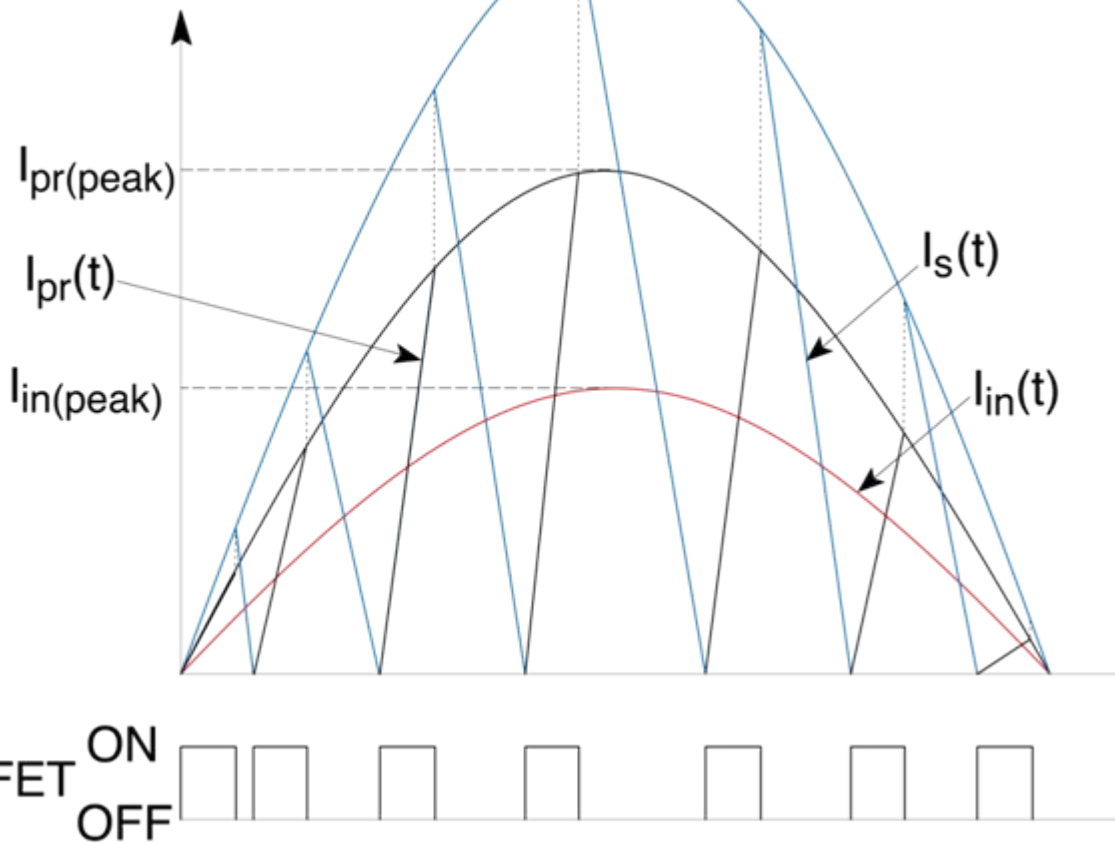
$$I_{LPK} = \frac{T_{on}}{L} * V_{in}$$

$$I_{inpk} = \frac{1}{2} * I_{LPK}$$



从上述公式可看出，在正弦半波内，只要导通时间(T_{on})是常数，峰值电流(I_p)将和输入电压(V_{in})成线性关系，所以 I_p 的平均值也将是正弦波，从而实现PFC功能。

工作原理



- 固定导通时间产生正弦输入电流相同相位
- 关键要求
 - 输入电容必须极低
 - 控制带宽必须较低 ($< 20 \text{ Hz}$), 从而在线路周期内维持恒定导通时间
- 次级反馈根据线路输入电压和负载控制导通时间

NCL30000框图

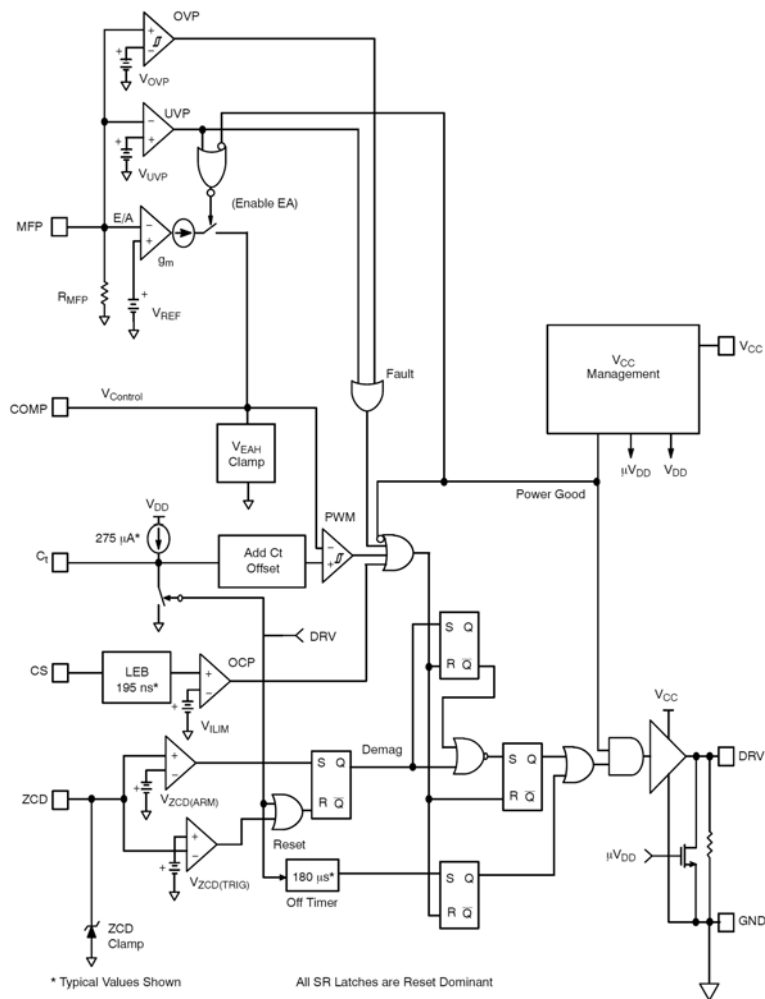
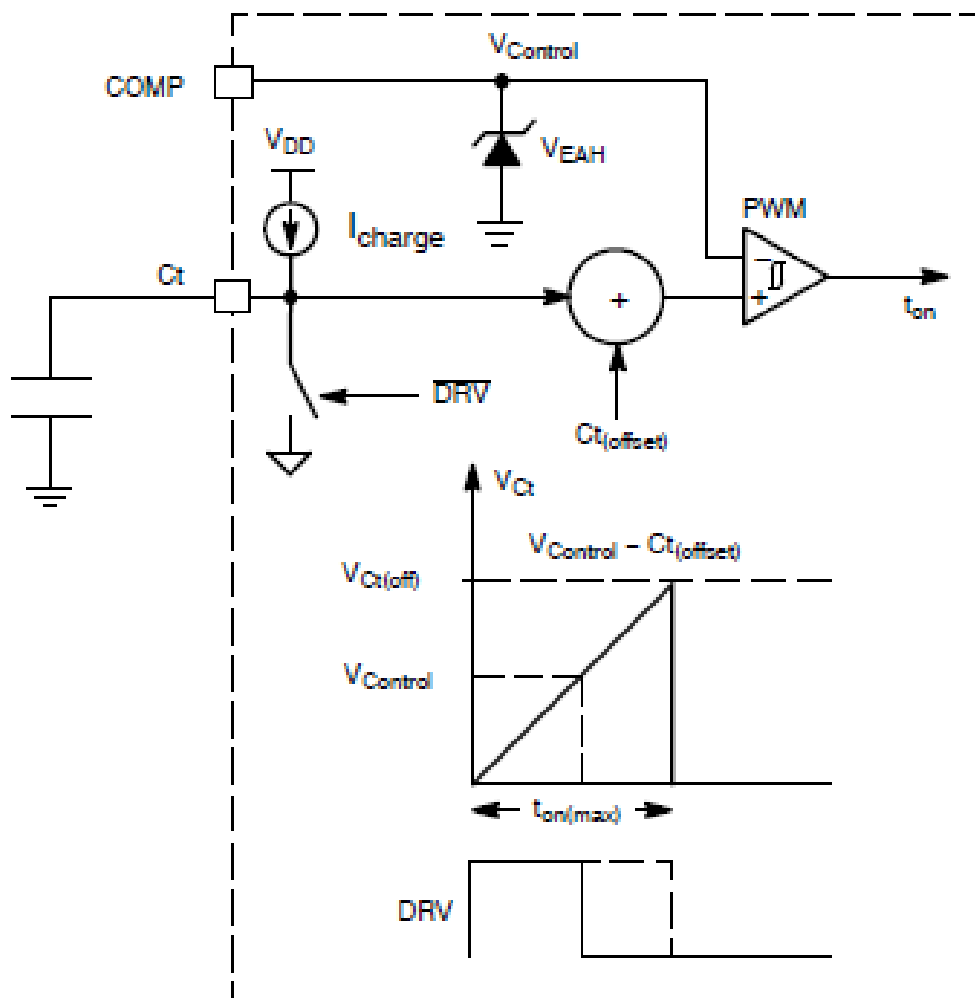


Figure 1. Block Diagram

关键特性

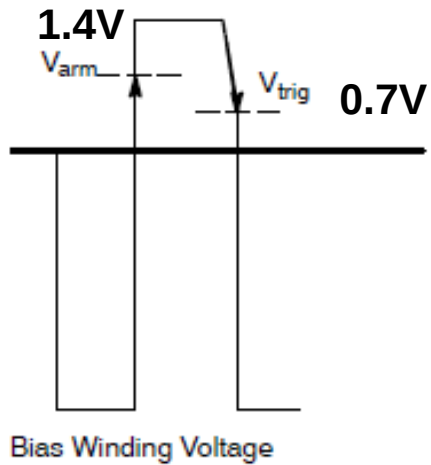
- 精确的导通时间控制器，带宽动态范围
- 低于35 μ A的低启动电流
- 可靠的门驱动器能提供500 mA/800 mA汲/源电流
- 低电流感测FET保护阈值(500 mV)
- 集成前沿消隐(LEB)，防止故障触发
- SOIC 8封装
- 可靠的故障处理
- 适合照明应用的宽温度范围(-40 C° 至125 C°)

导通时间控制

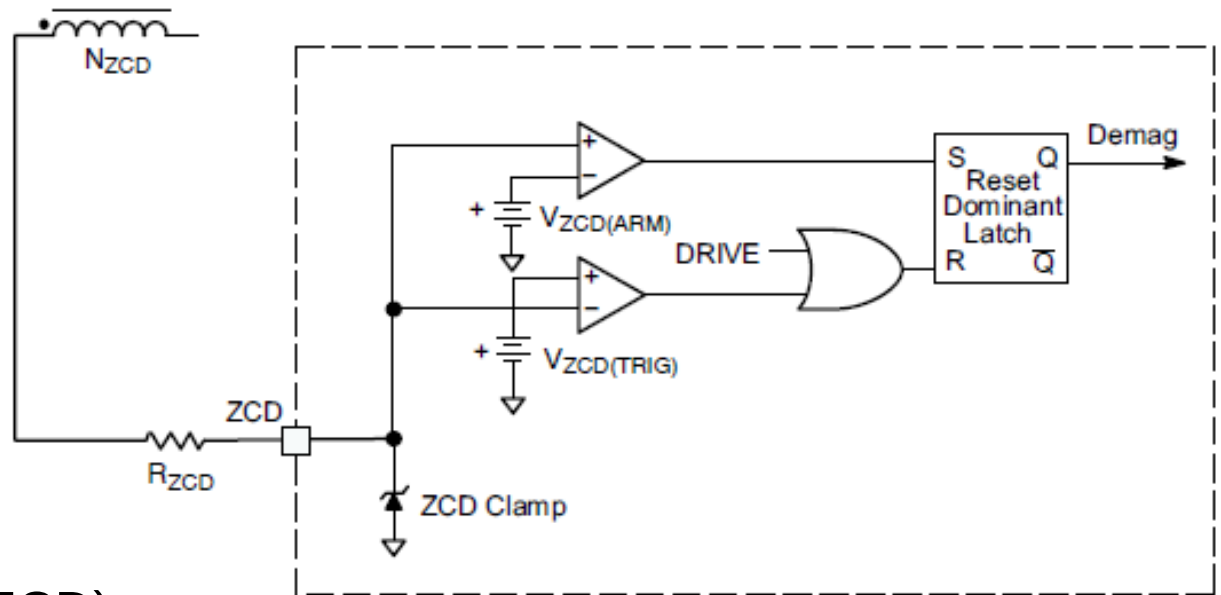


时序电容(C_t)决定导通时间
导通时间决定输出功率

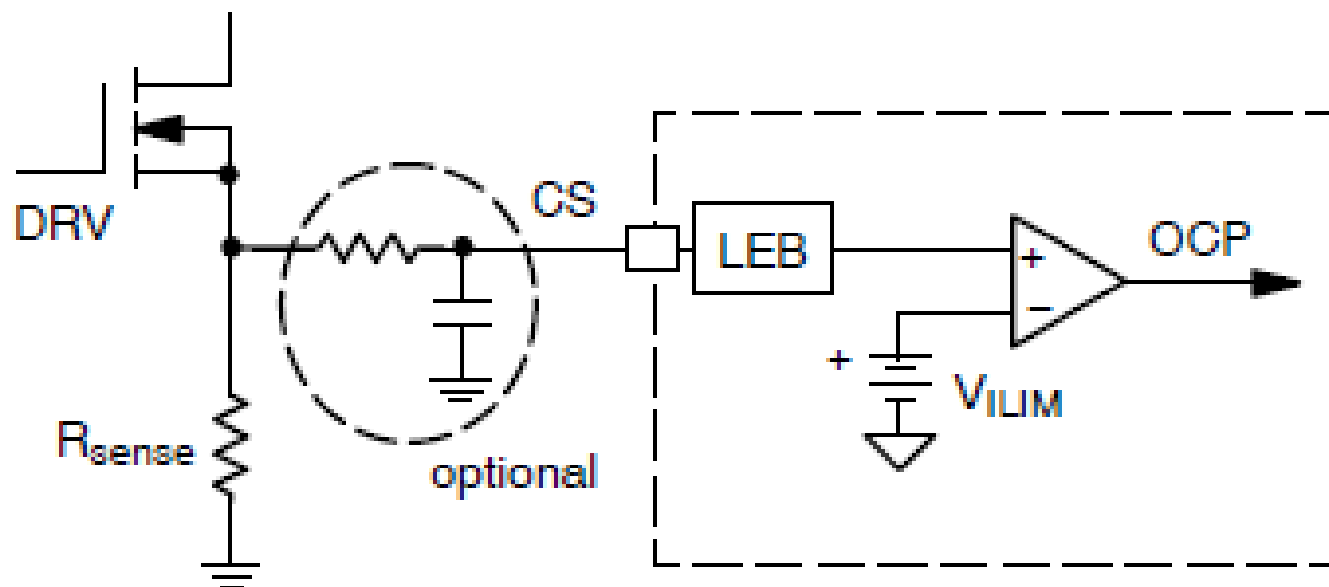
零电流检测(ZCD)



可靠的零电流检测(ZCD)

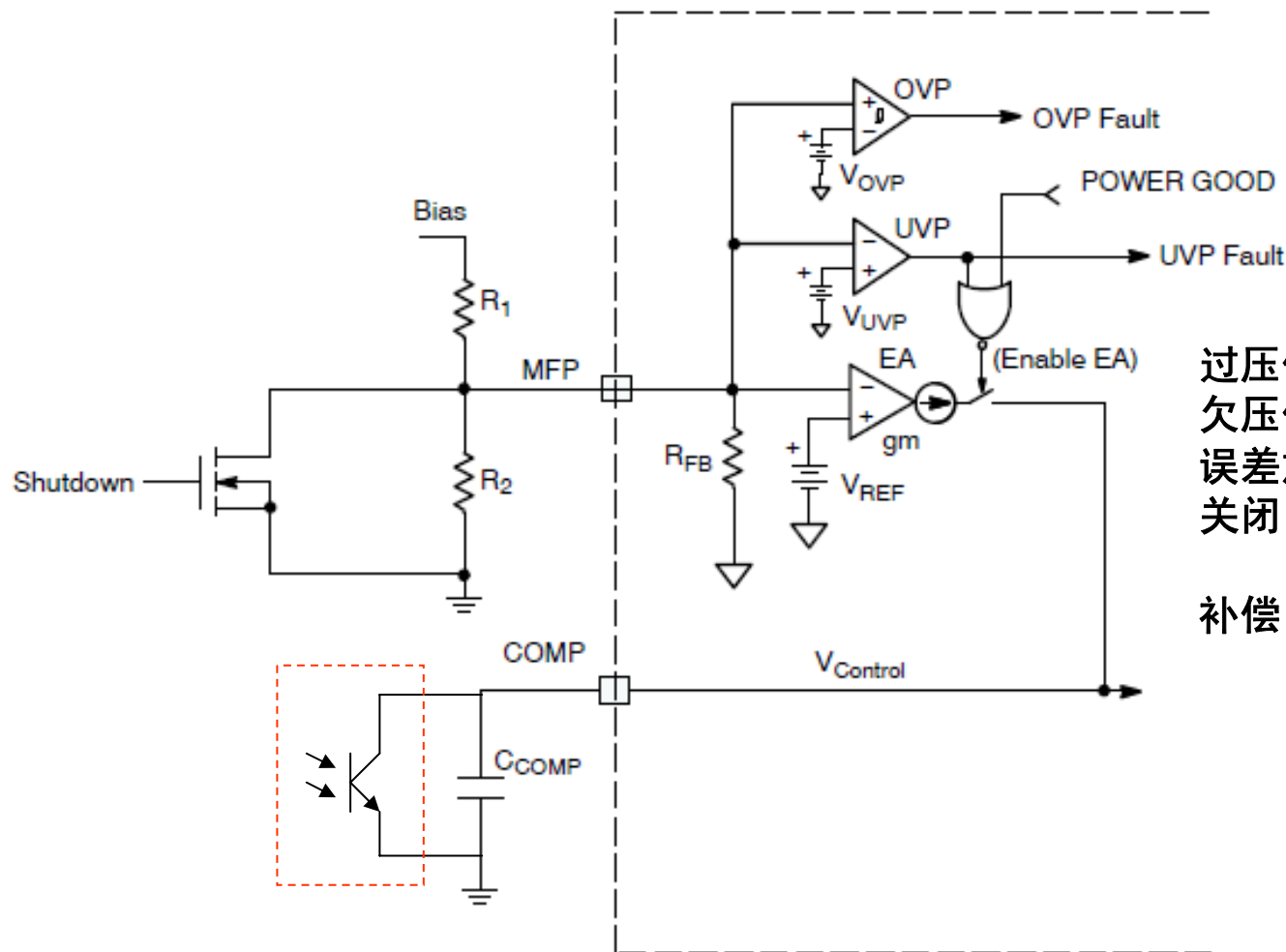


过流保护



$$I_{SW(peak)} = \frac{V_{ILIM}}{R_{sense}}$$

多功能引脚(MFP)及补偿



过压保护(OVP): $V_{out} \times 106\%$
欠压保护(UVP): $V_{out} \times 12.4\%$
误差放大器
关闭

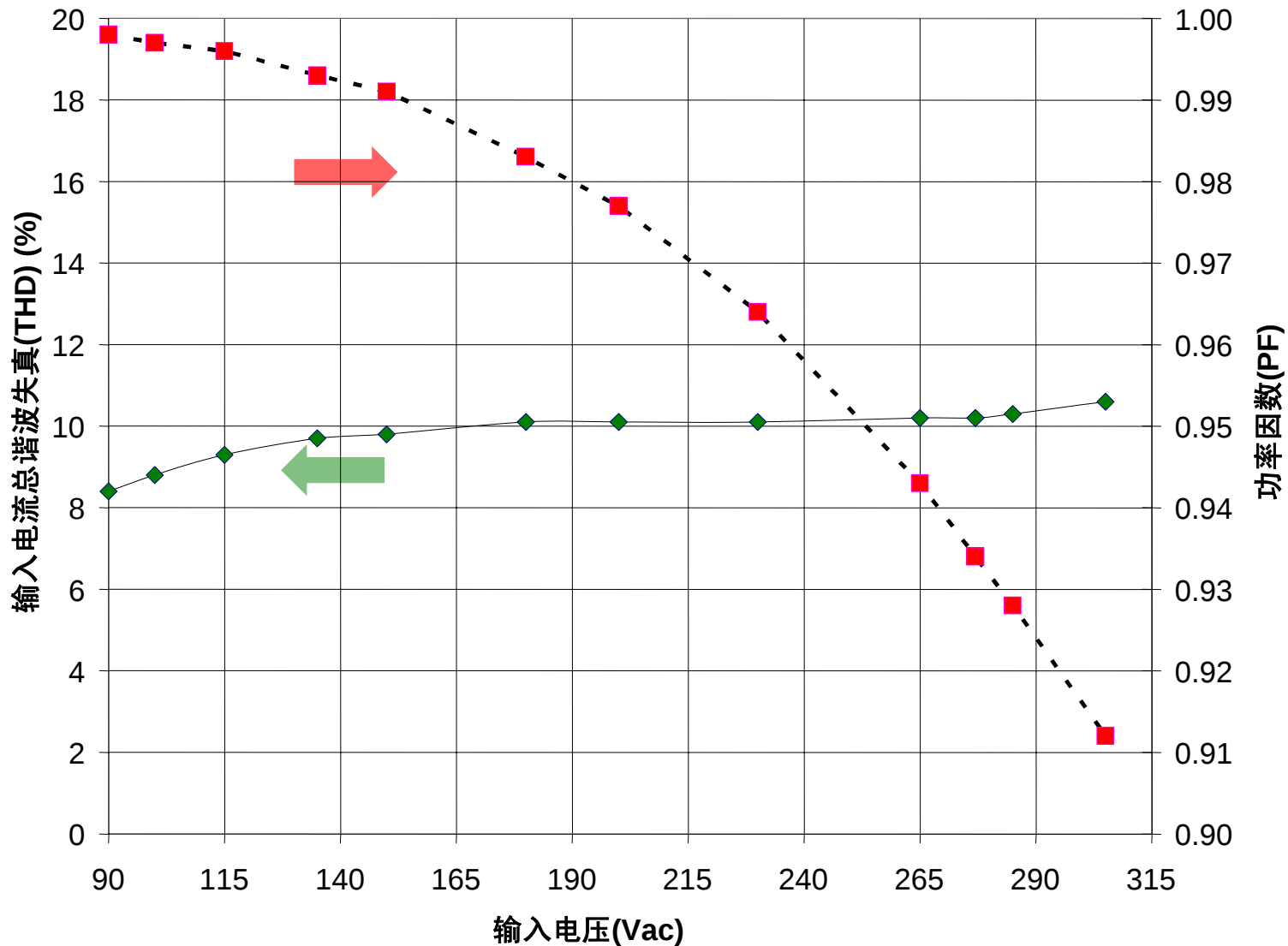
补偿

NCL30000评估工具

- 旨在提供350 mA电流，驱动宽范围的串联LED(4-15)
- 参考设计采用EFD20或EFD25变压器，目标功率低于15 W；采用更大变压器以提供更高功率或更高能效
- 参考方案可轻易调整，配合不同功率电平
 - NCL30000LED1GEVB: 115 Vac版 90-135 Vac (TRIAC调光)
 - NCL30000LED2GEVB: 230 Vac版，180-265 Vac (TRIAC调光)
 - NCL30000LED3GEVB: 90-305 Vac，扩展通用输入范围包括277 Vac
- 对TRIAC调光而言，必须针对具体LED数量调节导通时间，从而提供最佳调光性能。默认LED数量为12个。
- 可靠的保护
 - LED开路保护、输出短路保护、过载保护

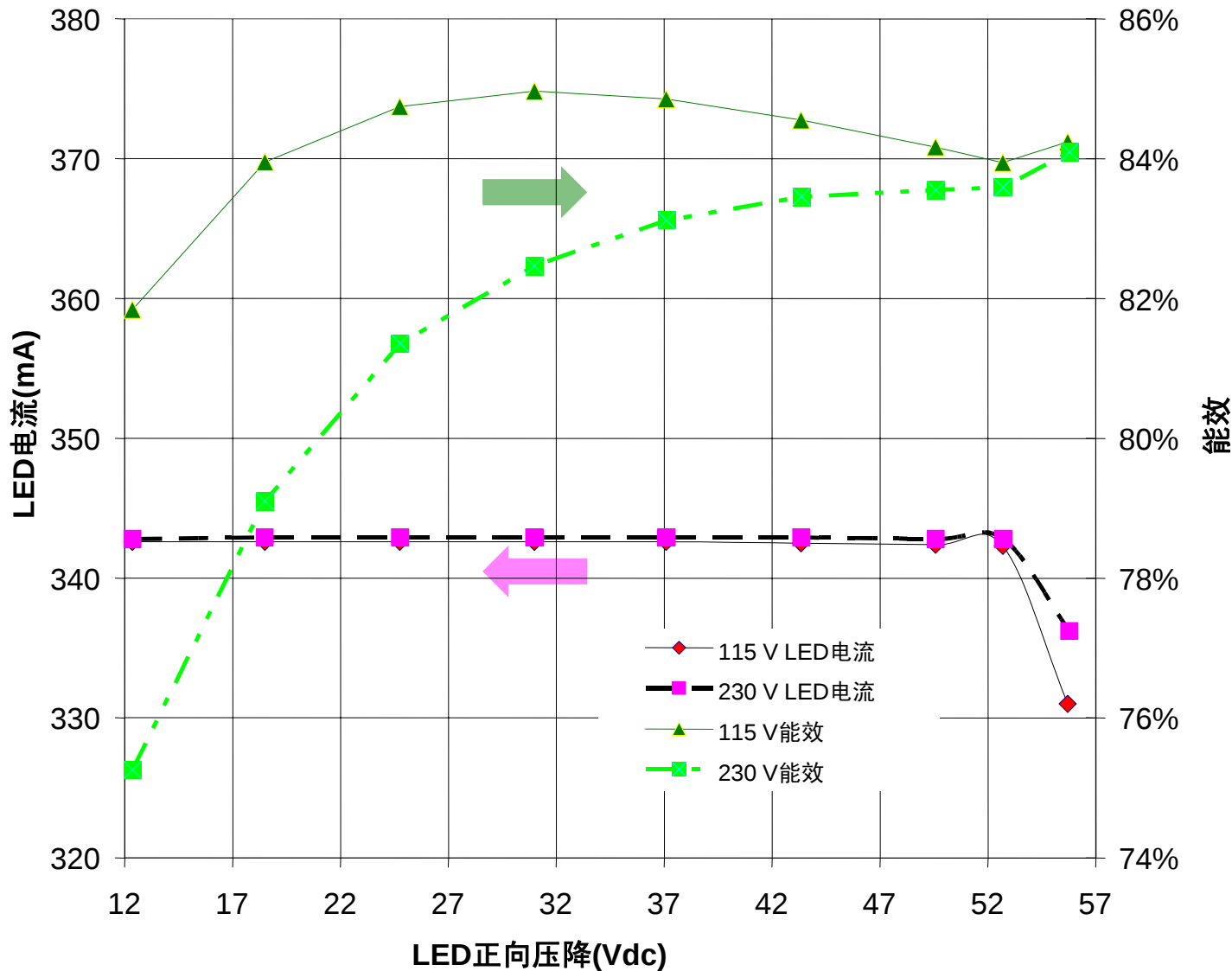
功率因数和谐波失真

NCL30000LED3GEVB 90-305 Vac EFD25演示板(Vout = 12个LED, 37 Vdc)



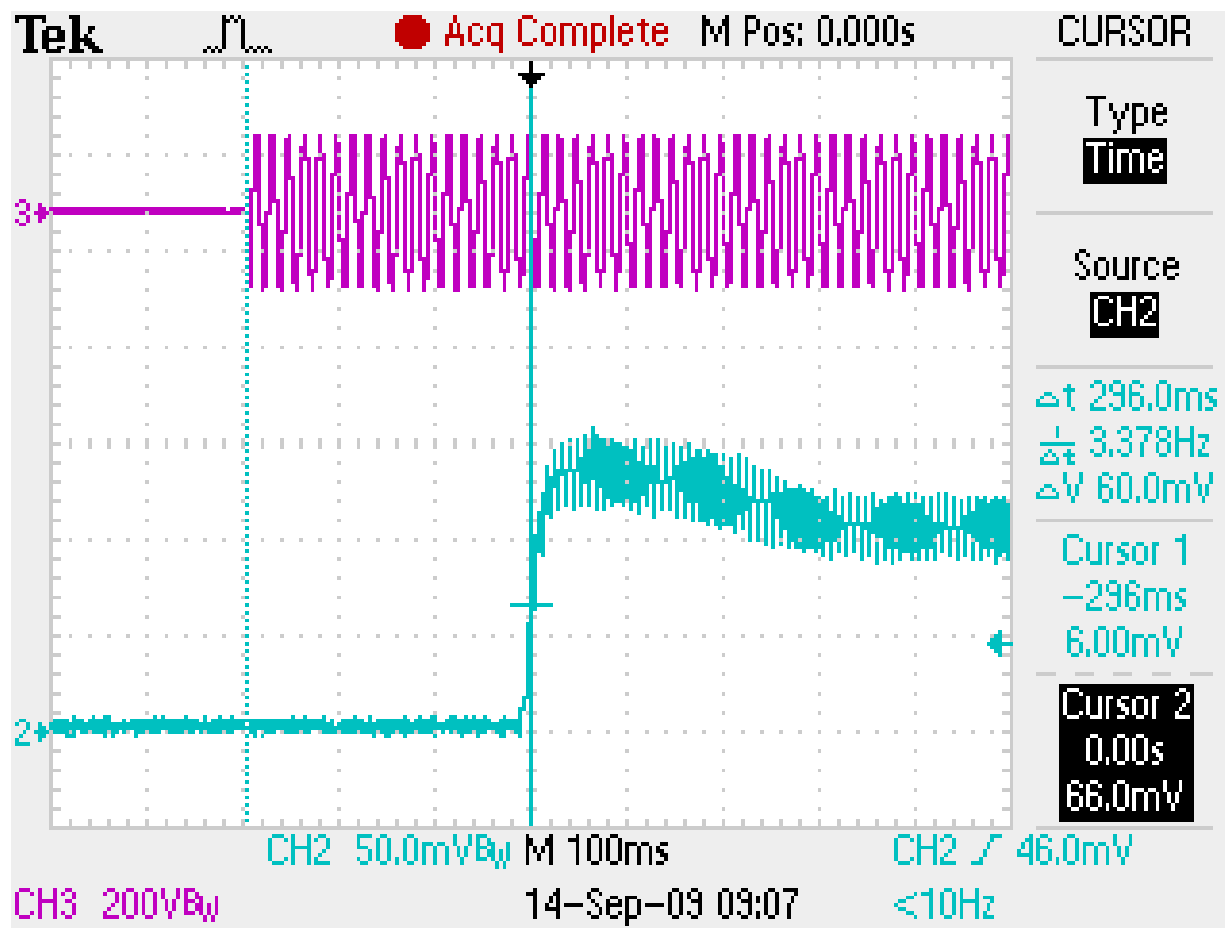
负载稳流及不同负载下的能效

NCL30000 90-305 Vac EFD25演示板



启动特性

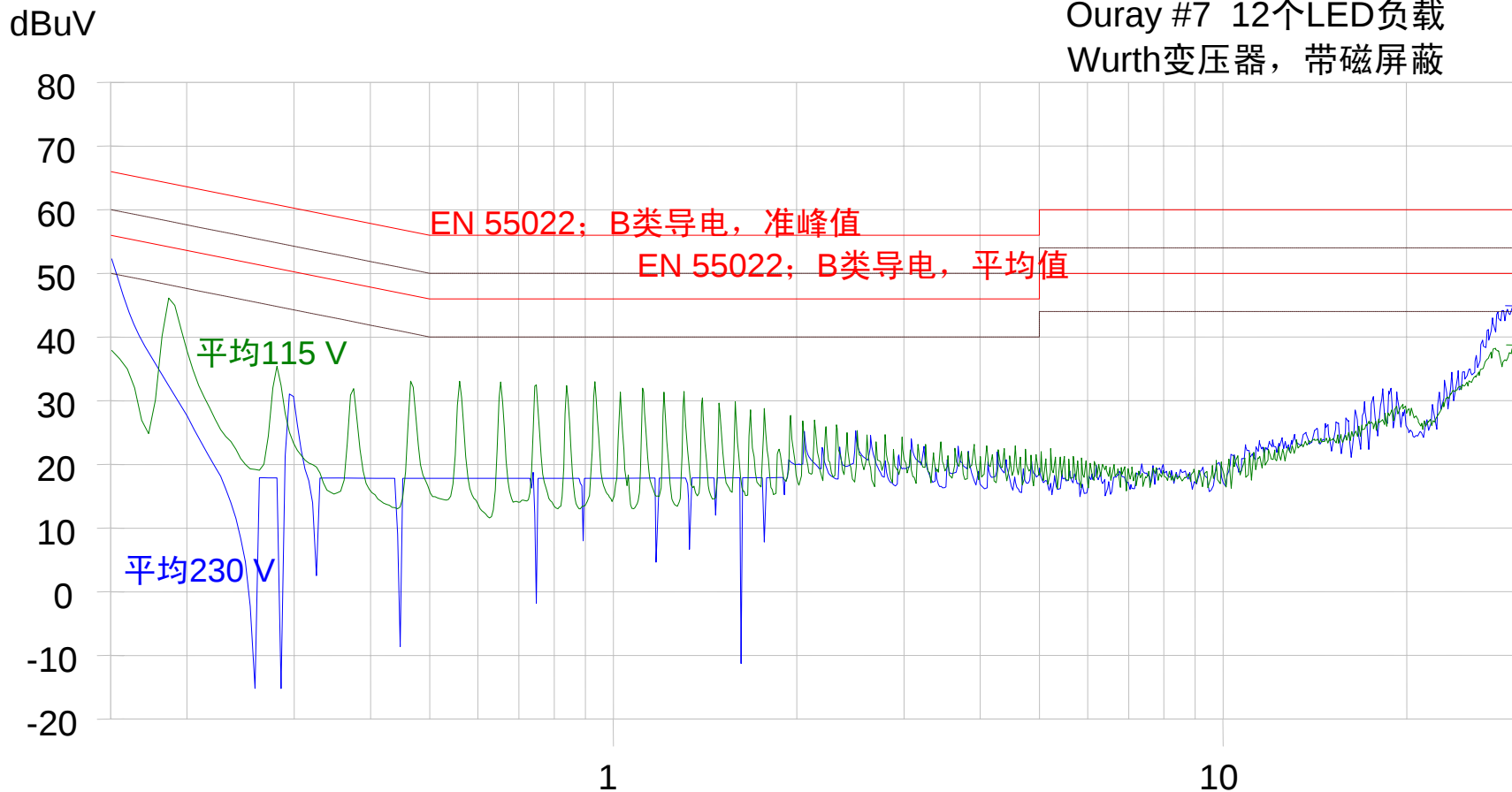
施加115 Vac输入电压，负载为12个LED，电流为350 mA



电磁干扰(EMI)性能

NCL30000演示板(90-305 Vac版)

Ouray #7 12个LED负载
Würth变压器，带磁屏蔽

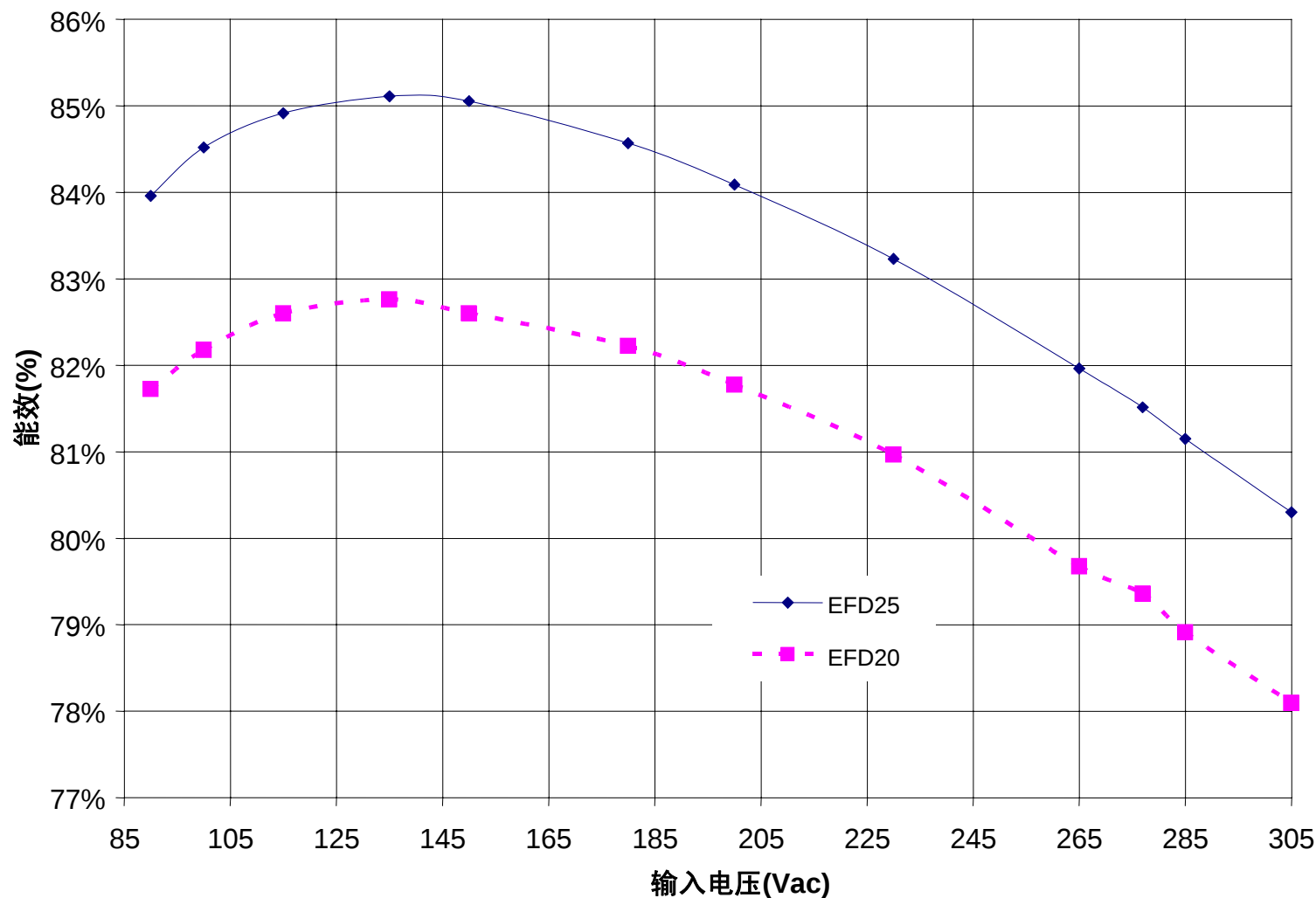


6/27/2009 4:48:28 PM

(启动 = 0.15, 停止 = 30.00) MHz

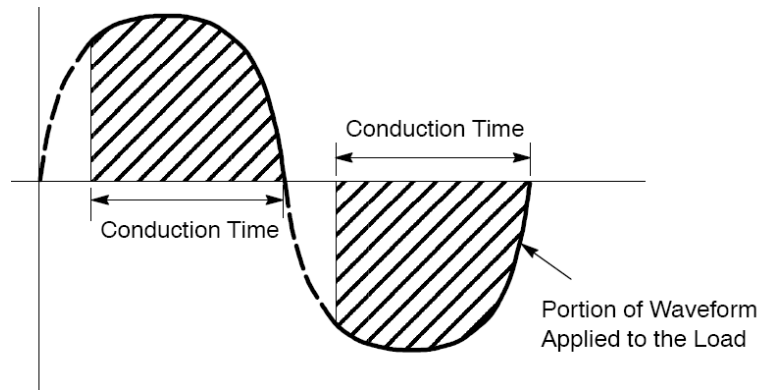
采用不同尺寸变压器时的能效

NCL30000 12 W ($V_f=350\text{ mA}/V_f=37\text{ V}$)



TRIAC调光器基本原理

- 调光器设计原本用于白炽灯泡，为电阻型负载(PF $\approx$ 1)
- 壁式调光器对一部分交流波形斩波，降低均方根(RMS)电压，有效限制负载功率(V^2/R)



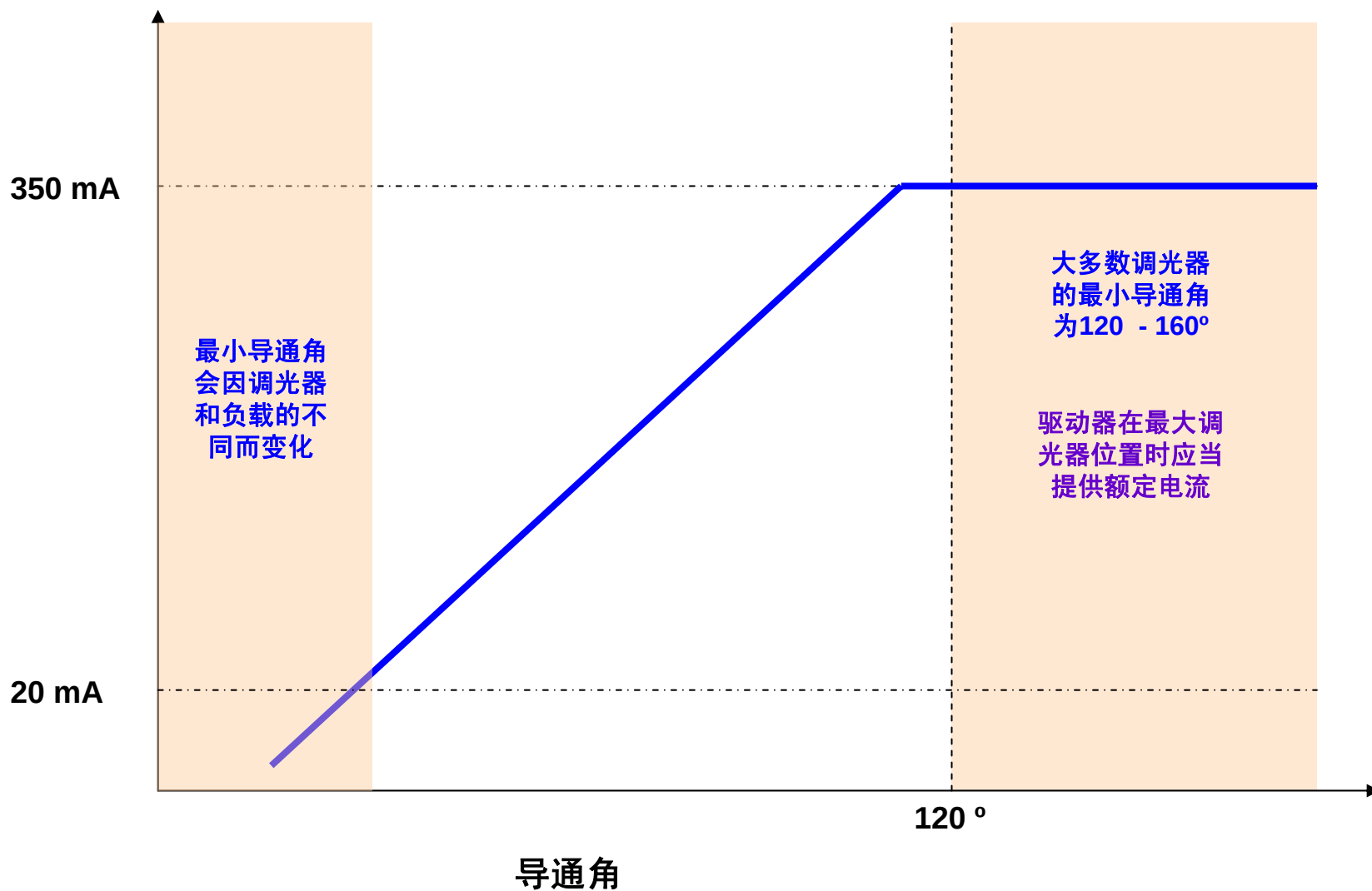
前沿TRIAC调光器

- 调光器有一些实际限制：
 - 提供给负载的最低功率
 - 由于TRIAC在导通时突发导通，灯丝或调光器可能出有噪声

NCL30000调光基本原理

- 变压器电感、平均线路电压及功率开关导通时间决定存储在变压器中的能量，并因此决定提供给负载的功率
- 要提供高功率因数，导通时间在线路半周期内固定，但基于精确的次级端感测来控制
- 限制最大导通时间，维持为LED提供稳定功率所需的最低线路电压(恒流模式)
- 线路电压降低低于这输入电压阈值，会减少能量传输，并因此降低提供给LED的功率(初级端可变功率模式)

“最佳”调光曲线

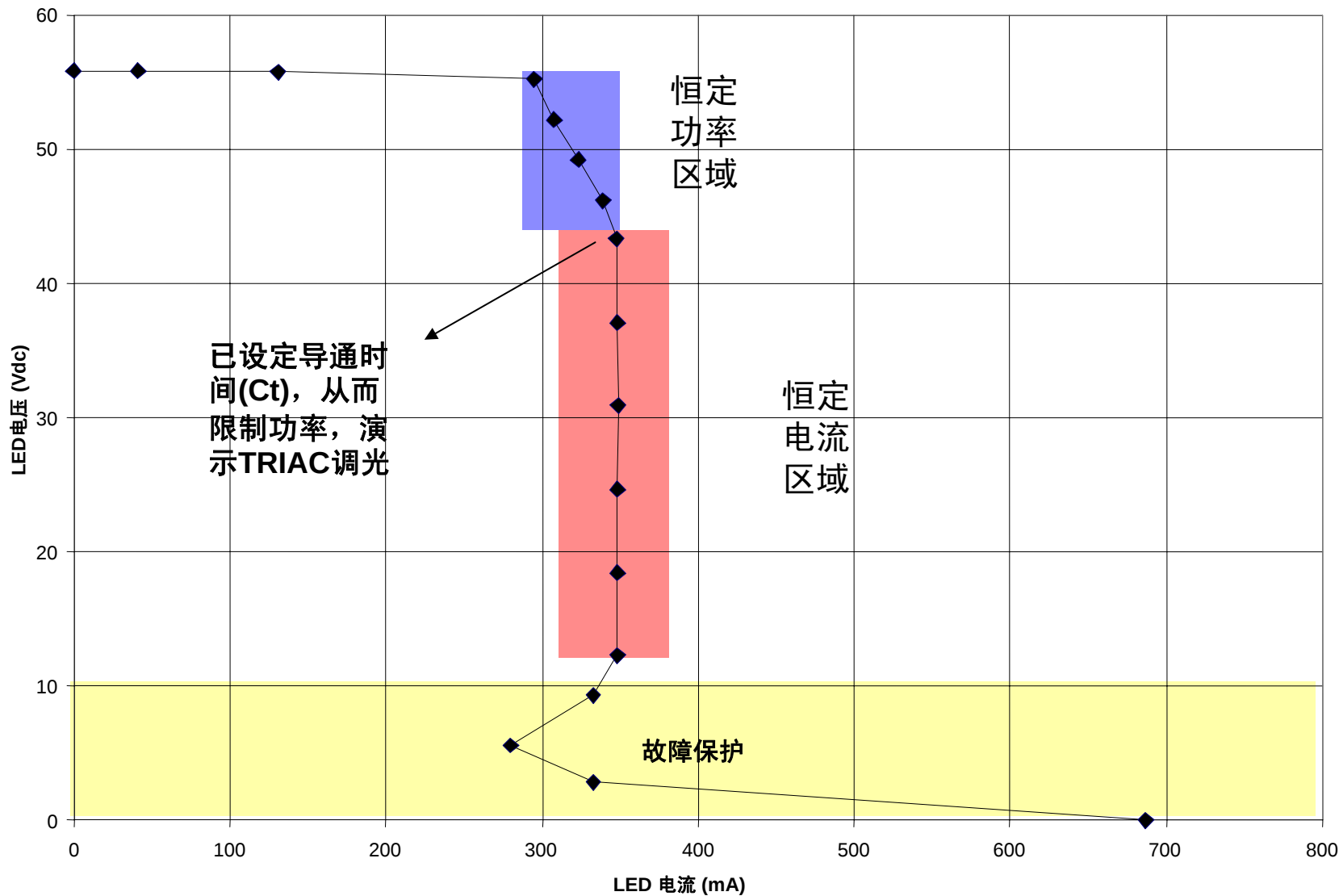


NCL30000 TRIAC调光

- 结合恒流与可变功率工作对恰当线路调光至关重要
- 次级端恒流控制将驱动电流调节至导通时间设定的功率限制
 - 针对特定线路电压范围和LED功率范围优化
 - 根据输出功率和输入电压(均方根)来限制功率
- 设定导通时间, 使得即便调光器插在最大位置, 仍能提供满额LED电流
- 恰当TRIAC调光工作对外部电路的要求
 - 优化输入EMI滤波器, 降低或消除输入电容
 - RC阻尼器(damper)在初次导通期间提供额外维持电流

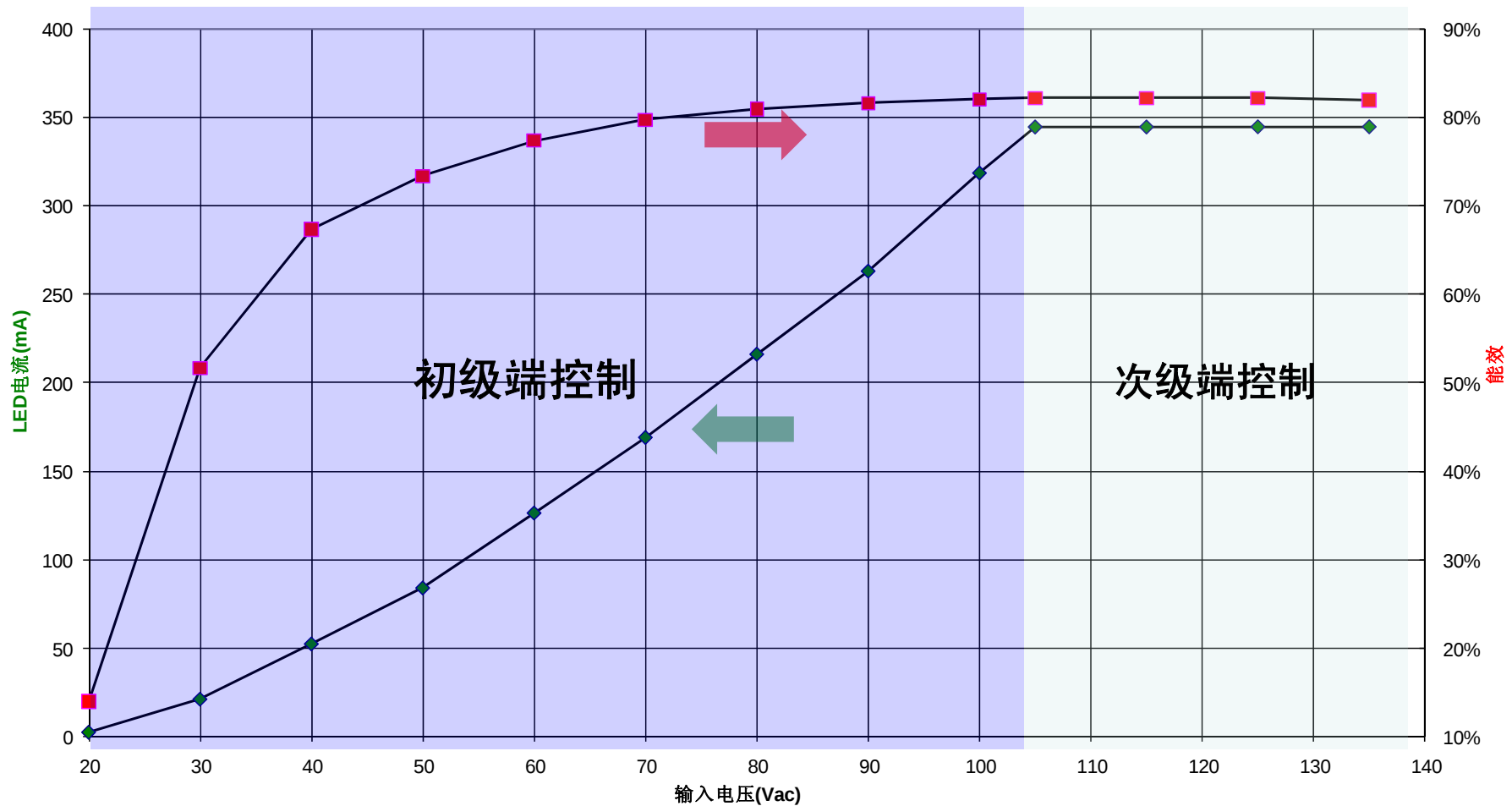
恒流恒压传递函数

NCL30000 115 Vac TRIAC调光演示板

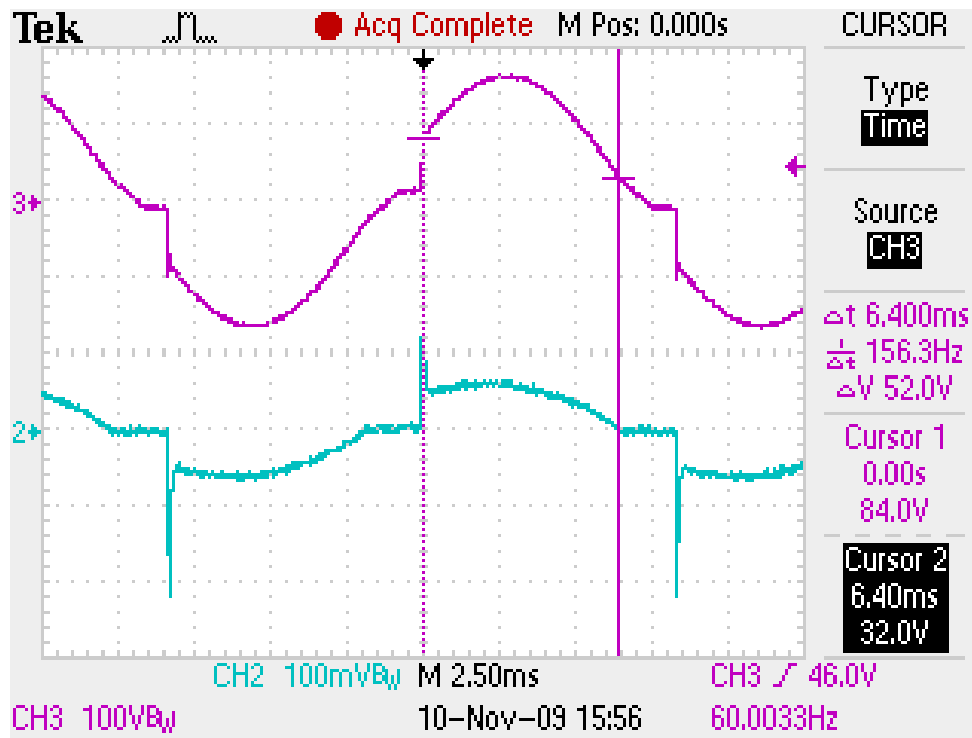


NCL30000 350 mA隔离反激

115 Vac / 12 LED / TRIAC调光版



NCL30000 TRIAC调光

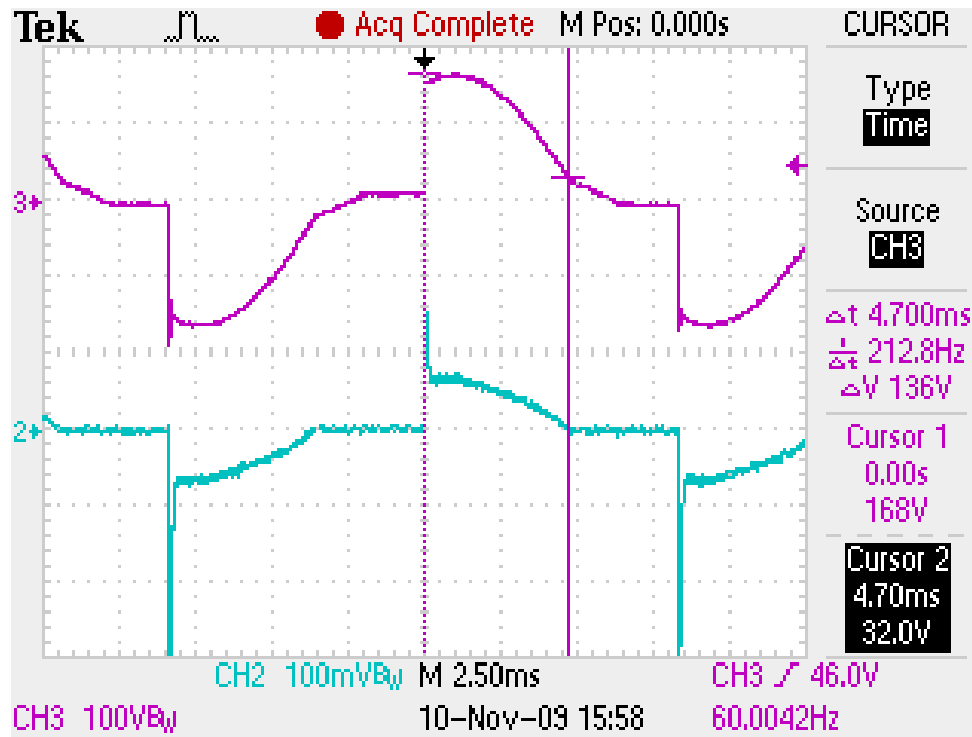


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 138°
- 测得的输入电压: 112.8 Vrms
- LED电流: 349 mA

NCL30000 TRIAC调光

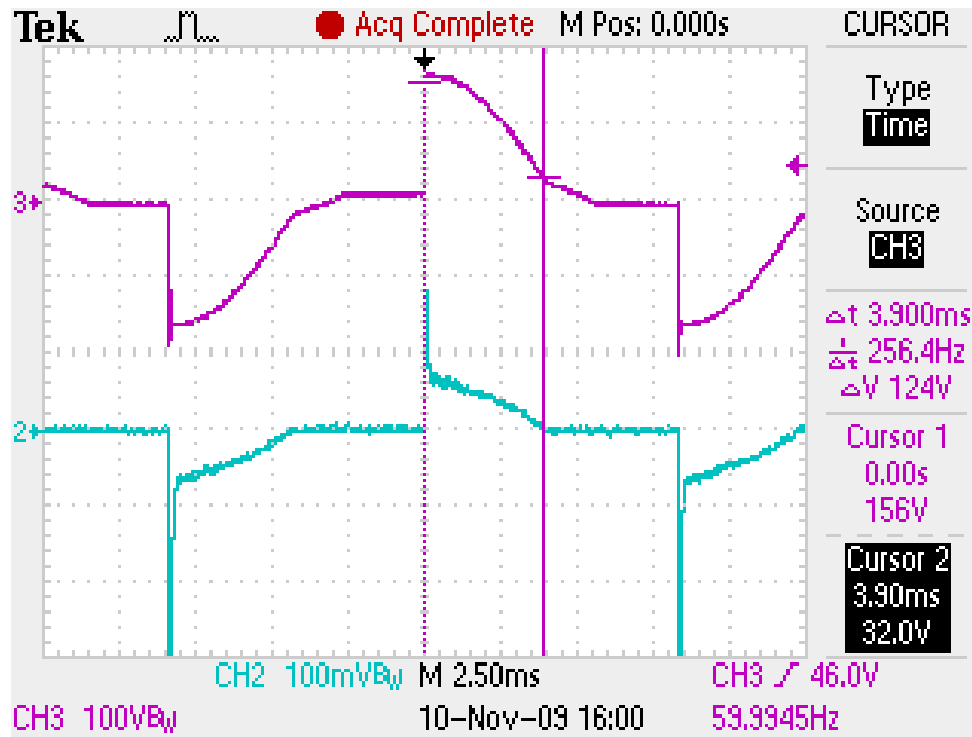


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 102°
- 测得的输入电压: 98.2 Vrms
- LED电流: 280 mA

NCL30000 TRIAC调光

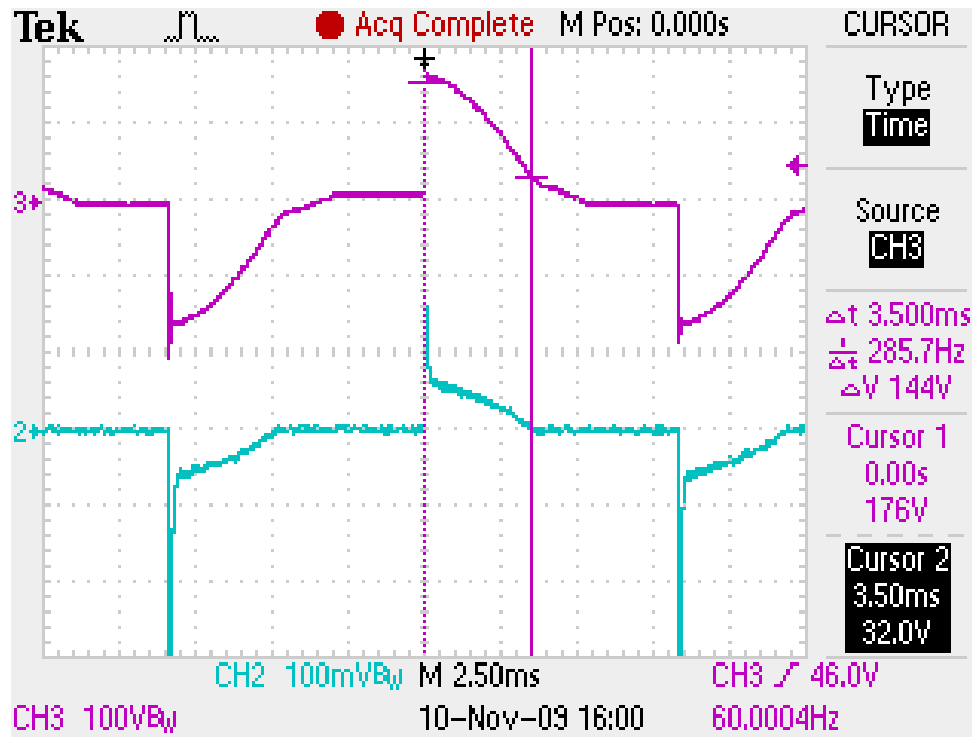


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 84°
- 测得的输入电压: 85.2 Vrms
- LED电流: 211 mA

NCL30000 TRIAC调光

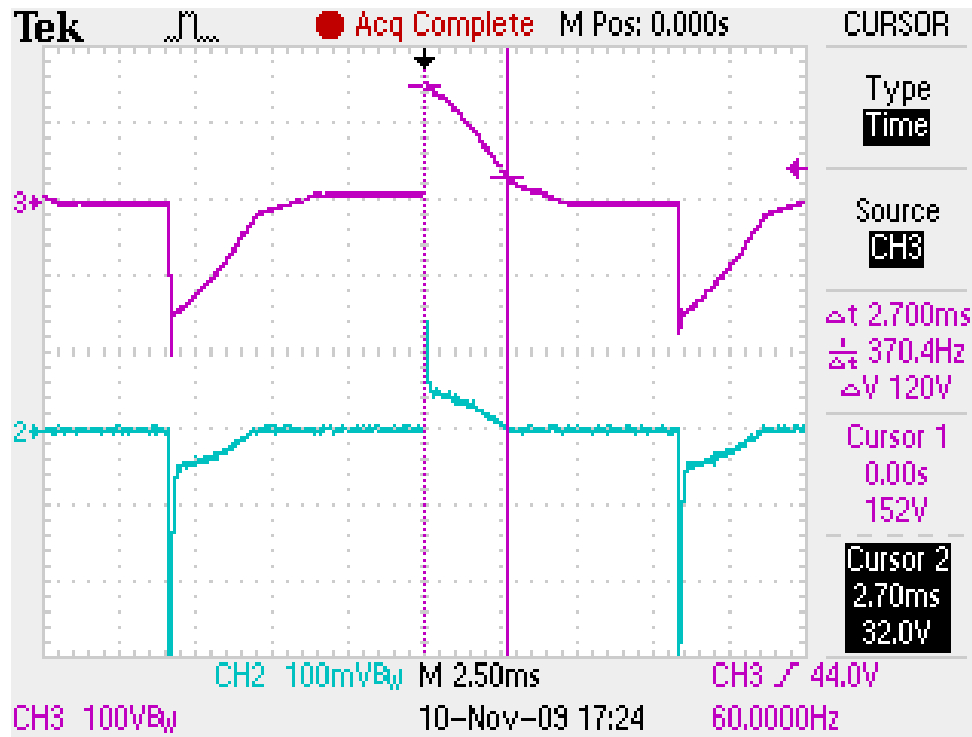


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 75.6°
- 测得的输入电压: 77.8 Vrms
- LED电流: 175 mA

NCL30000 TRIAC调光

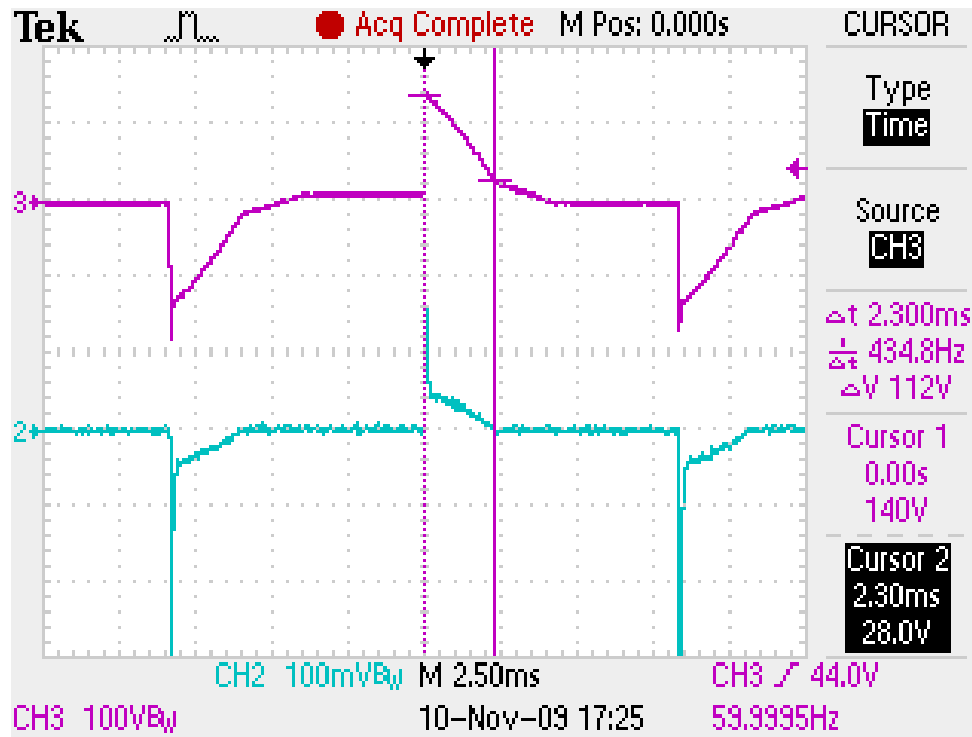


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 58°
- 测得的输入电压: 60.7 Vrms
- LED电流: 105 mA

NCL30000 TRIAC调光

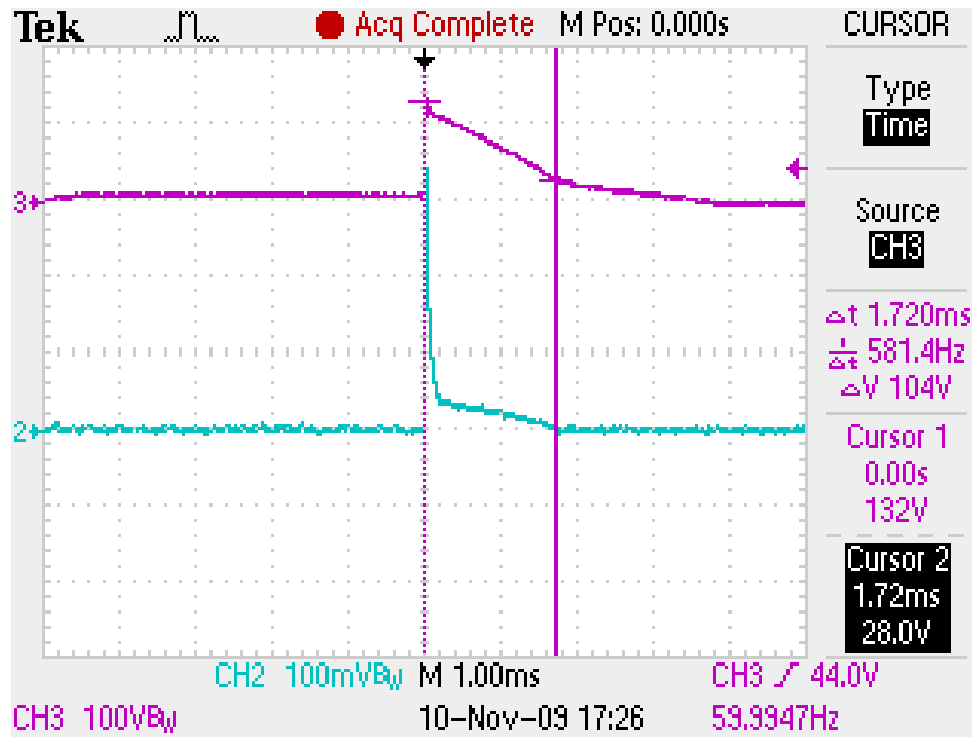


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 50°
- 测得的输入电压: 49.5 Vrms
- LED电流: 70 mA

NCL30000 TRIAC调光

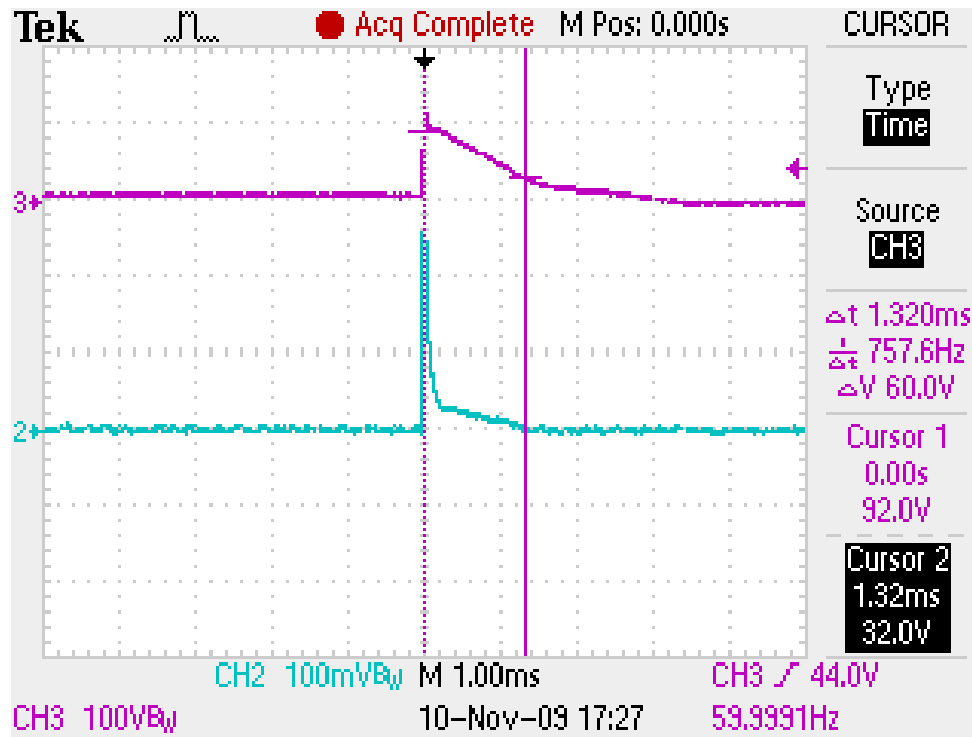


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 37°
- 测得的输入电压: 36.1 Vrms
- LED电流: 35 mA

NCL30000 TRIAC调光

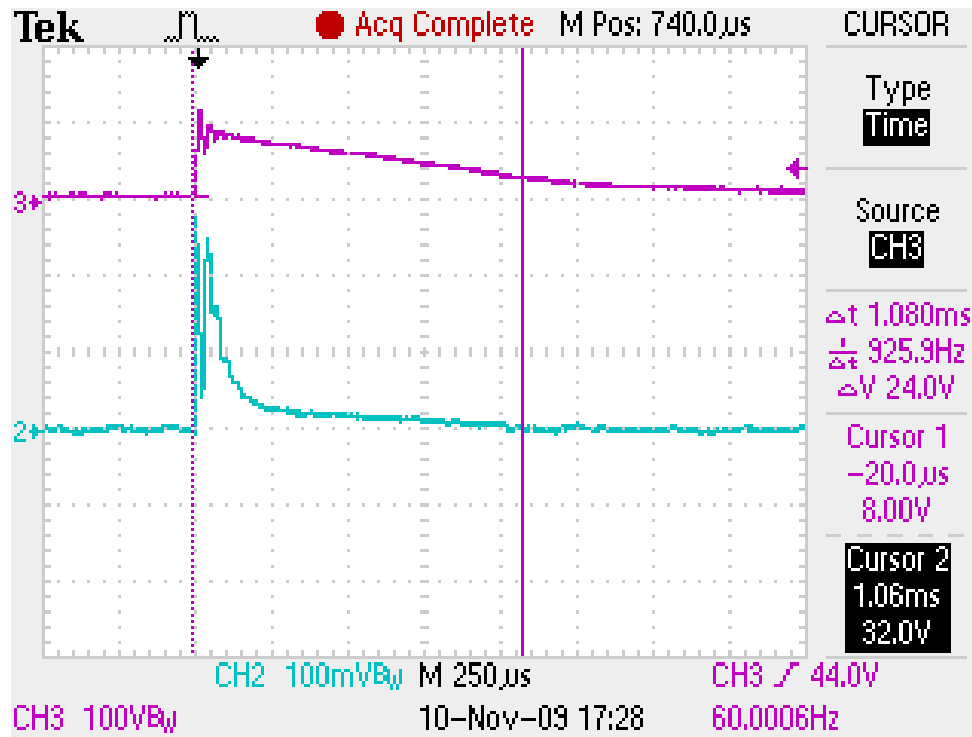


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 28.5°
- 测得的输入电压: 27.5 Vrms
- LED电流: 17 mA

NCL30000 TRIAC调光

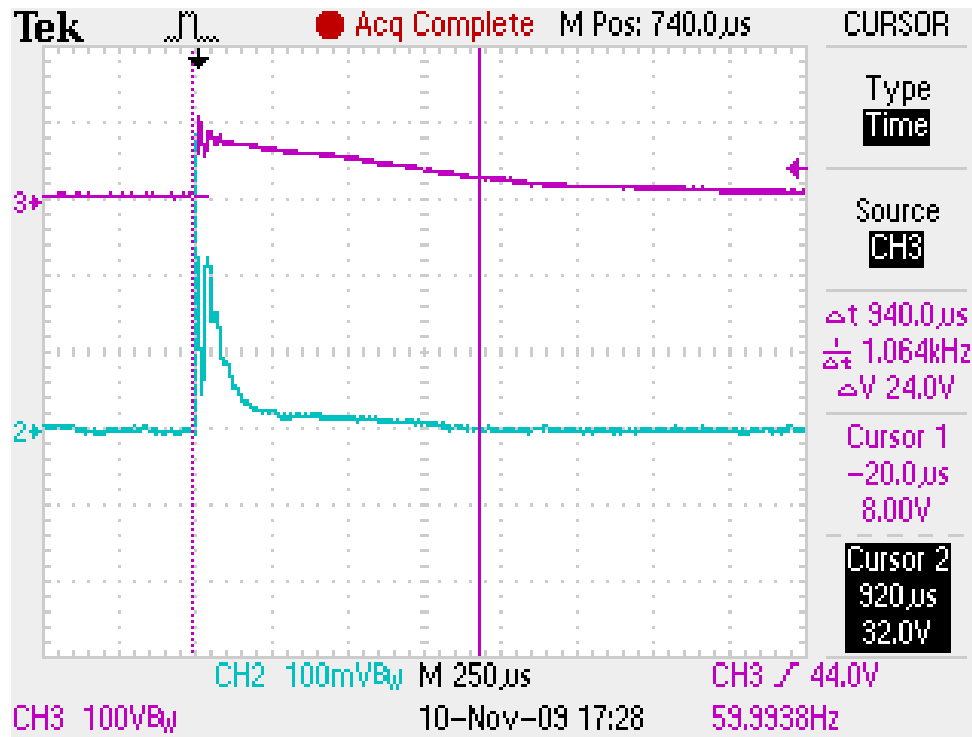


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 23°
- 测得的输入电压: 22.4 Vrms
- LED电流: 8.2 mA

NCL30000 TRIAC调光

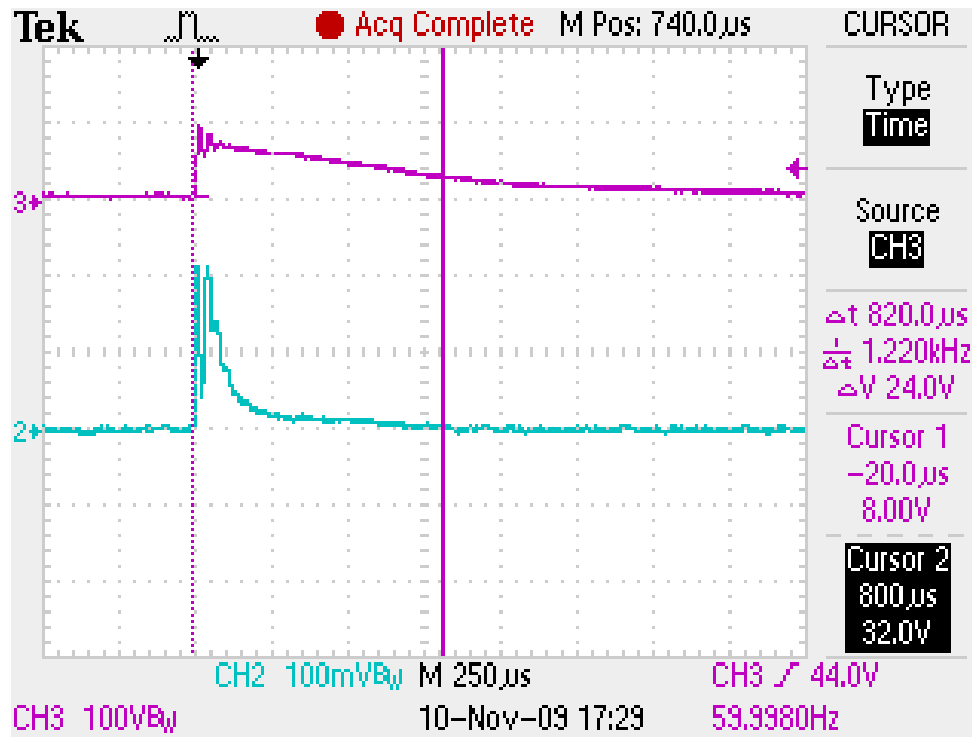


施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 20°
- 测得的输入电压: 19.6 Vrms
- LED电流: 4.1 mA

NCL30000 TRIAC调光



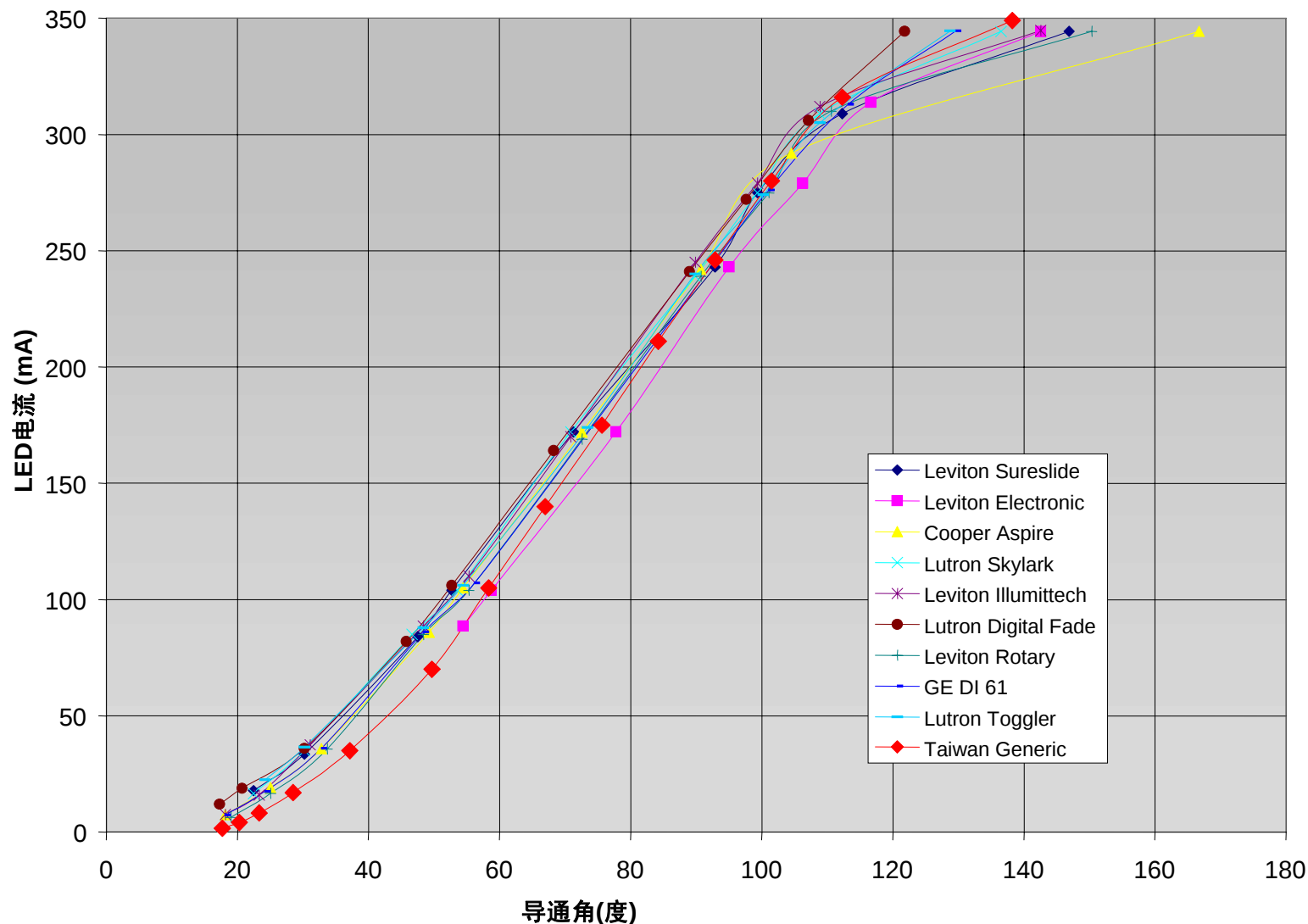
施加电压
@ 100 V/div

线路电流
@ 333 mA/div

- 导通角: 17.7°
- 测得的输入电压: 17.7 Vrms
- LED电流: 1.7 mA

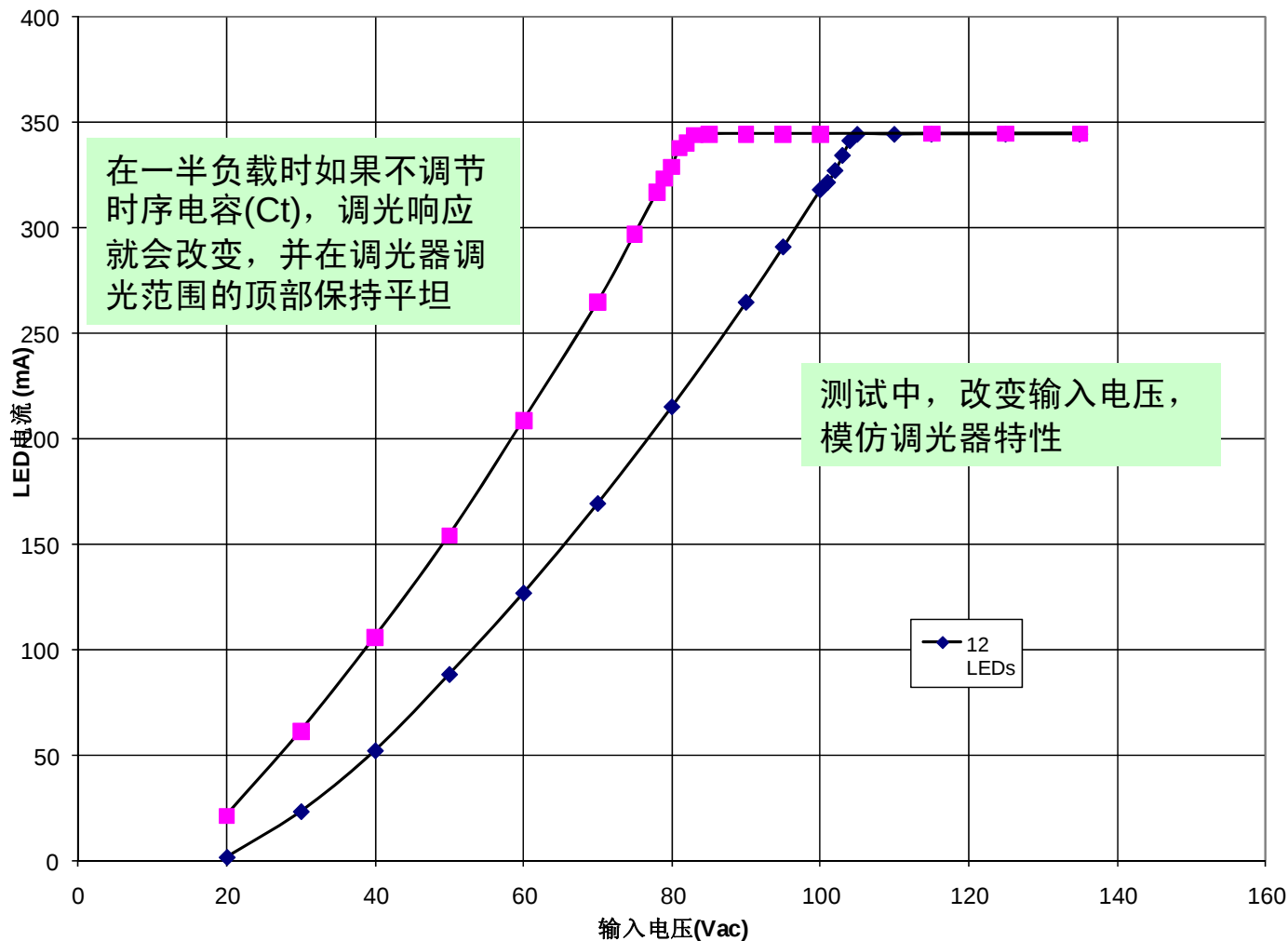
NCL30000 350 mA隔离反激

115 Vac线路调光控制 — 12个串联LED



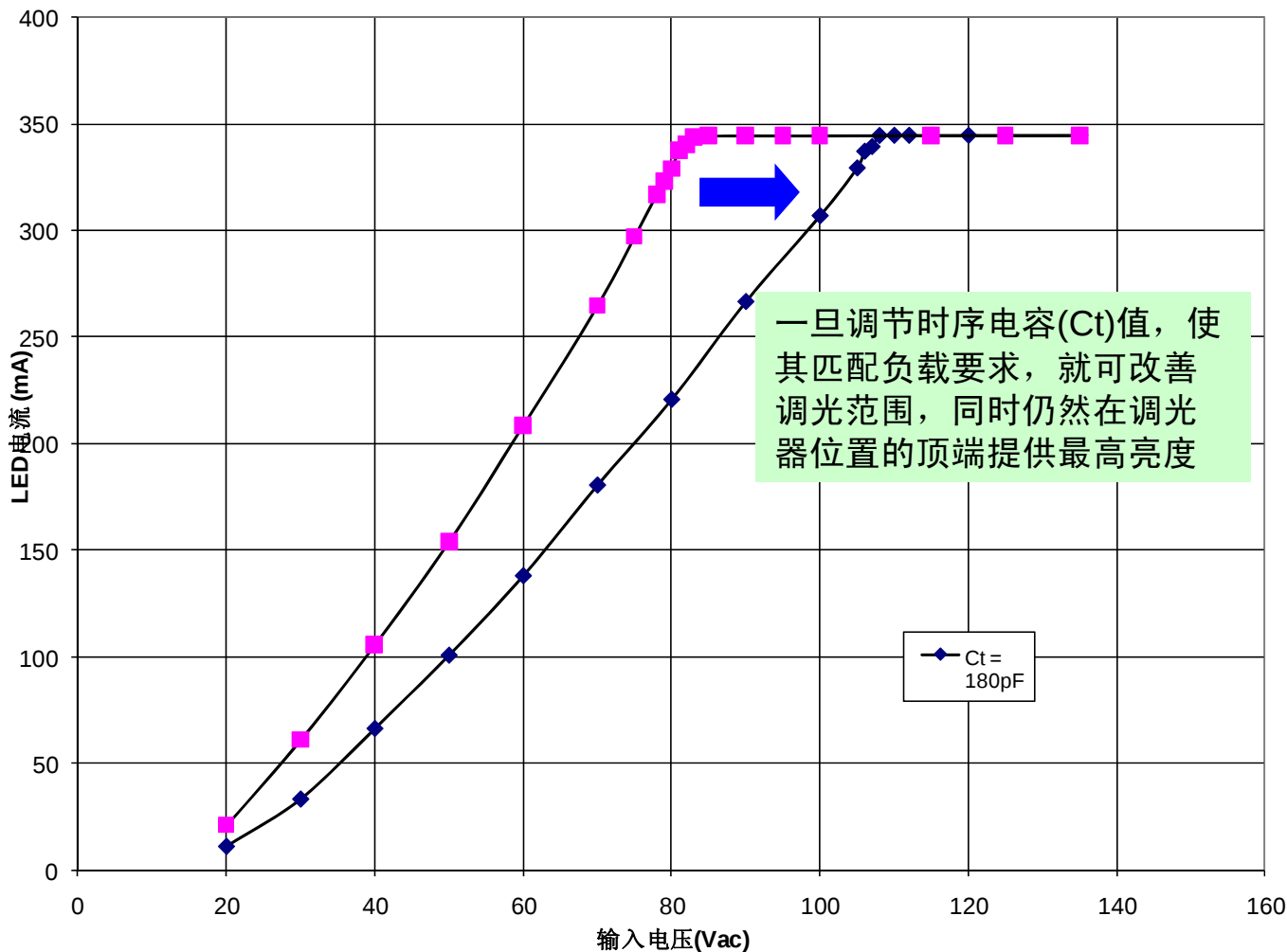
理解导通时间的关系

6 & 12个LED, 115 Vac演示板, C9 = 270 pF(标准演示板)



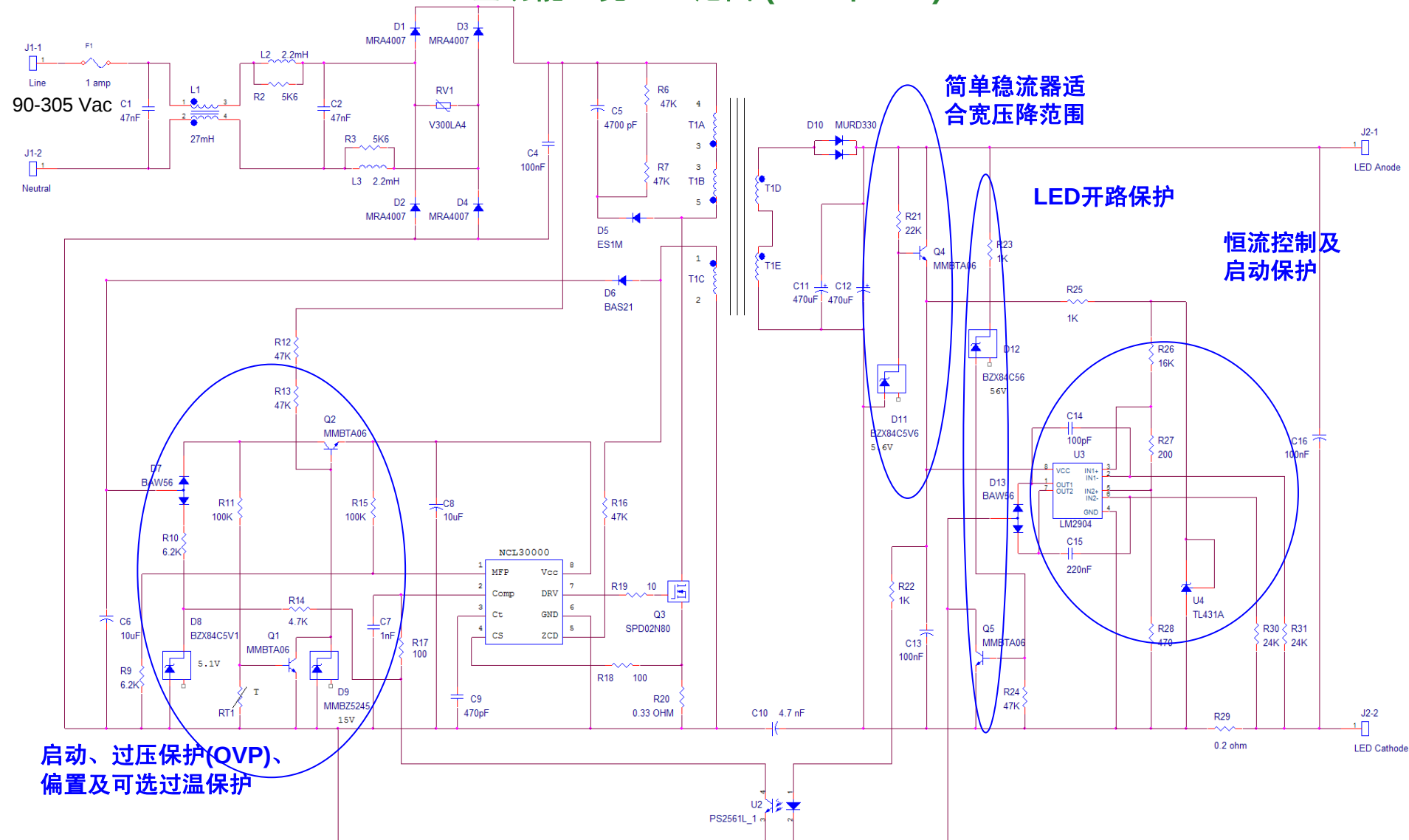
带最大导通时间控制的线路稳流

6个LED, 115 Vac演示板, $C9 = 180\text{ pF}$ (针对6个LED的负载)



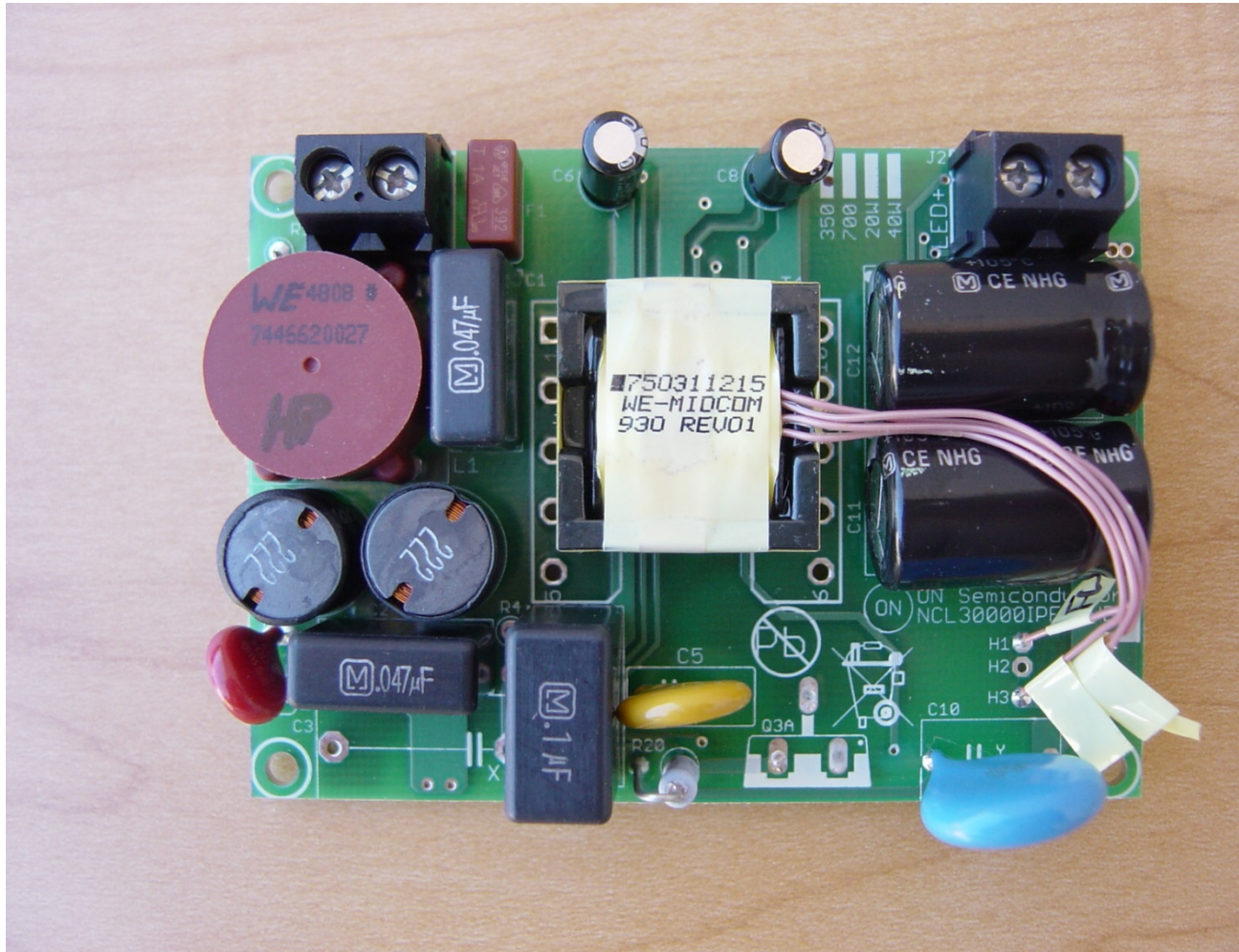
完整电路图(演示板)

全功能、宽LED范围 (4-15个LED)



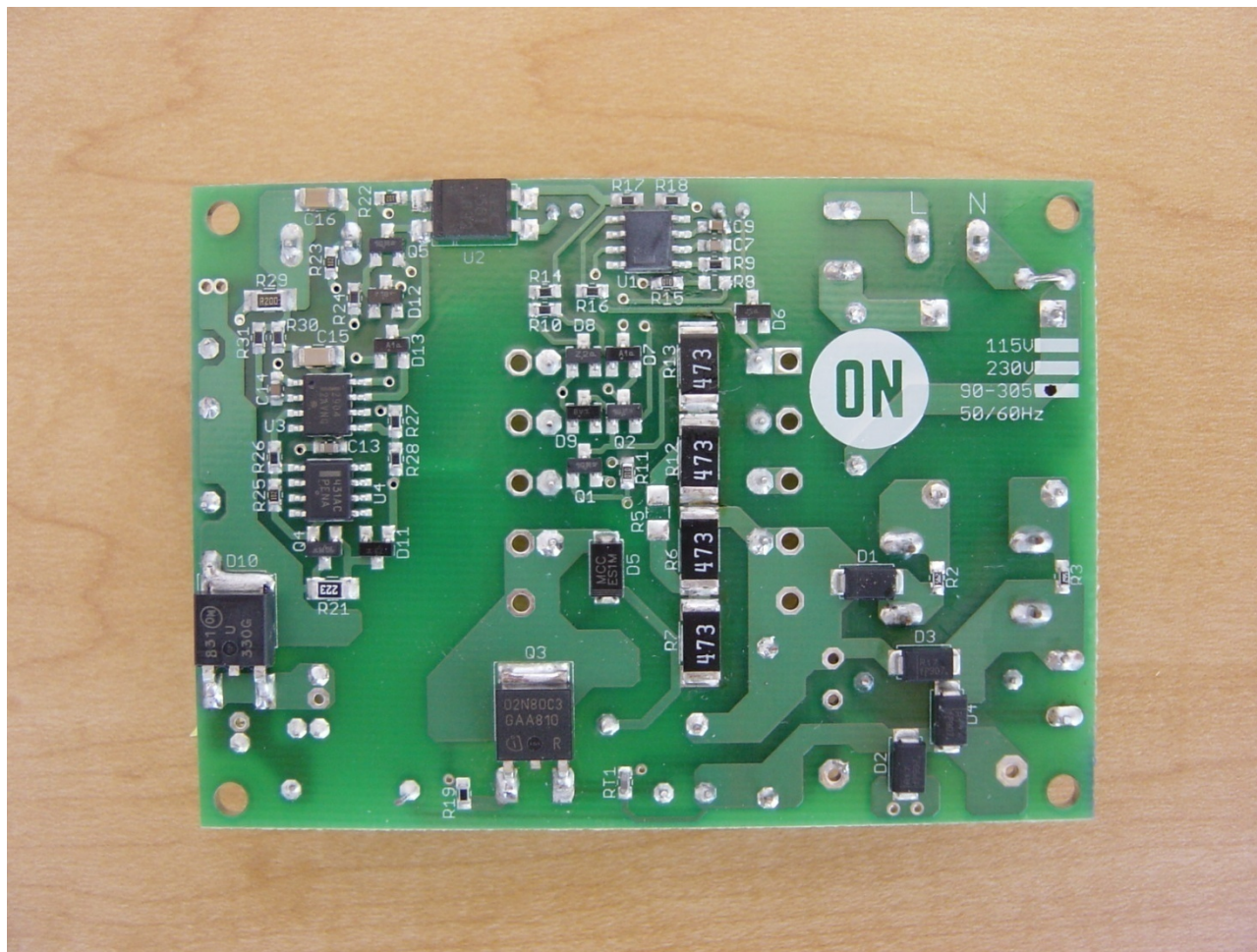
NCL30000演示板

顶视图/EFD20变压器/90-305 Vac版

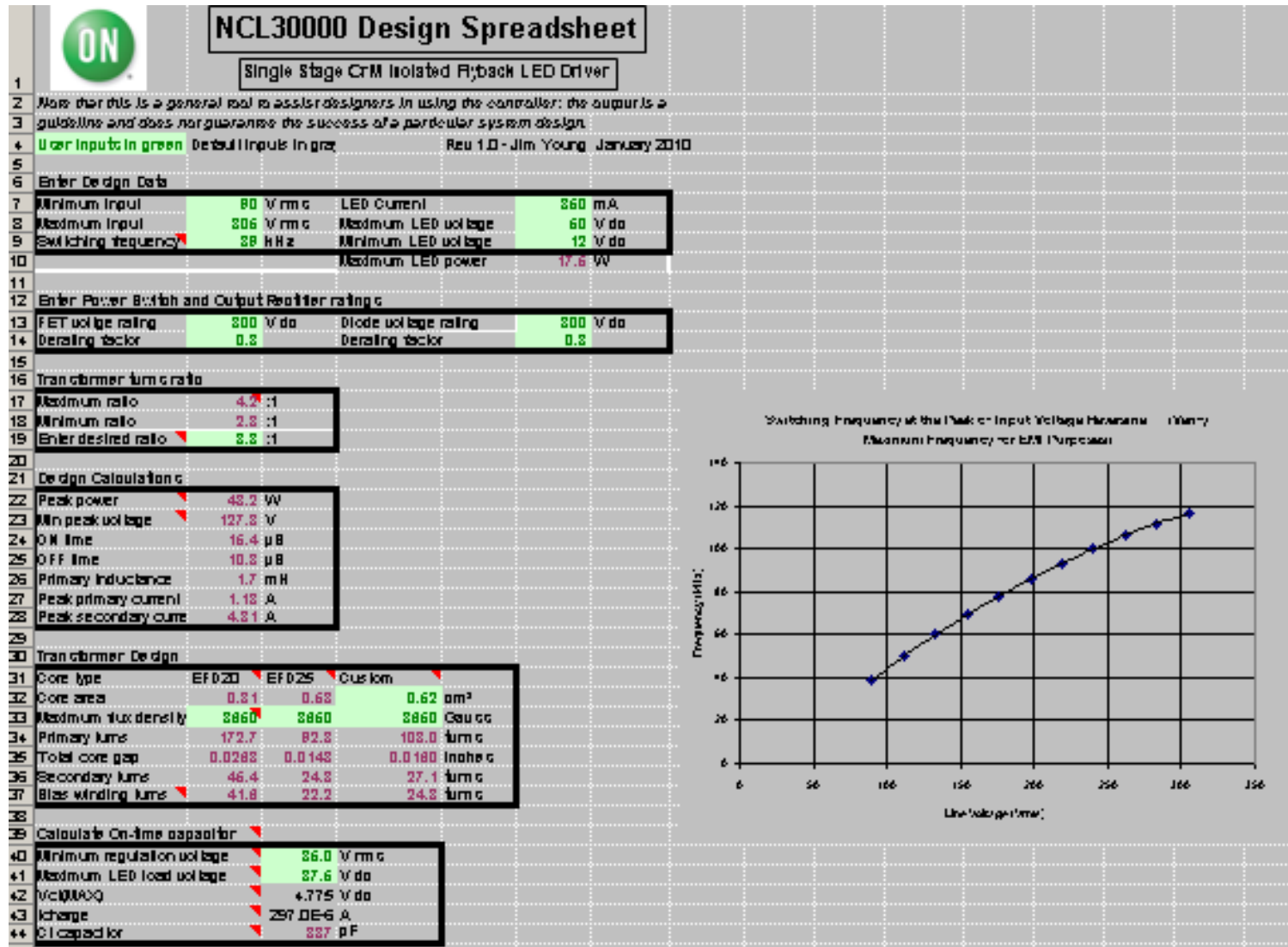


NCL30000演示板

底视图



Excel设计电子表格



应用笔记和演示板

参见www.onsemi.cn

三篇应用笔记

All Application Notes

1 - 3 of 3 [1]

Document Title	Document ID/Size
Configuring the NCL30000 for TRIAC Dimming	AND8448/D (229.0kB)
Power Stage Design Guidelines for the NCL30000 Single Stage CrM Flyback LED Driver	AND8451/D (149.0kB)
Tips and Tricks for Using the NCL30000	AND8462 (493.0kB)

Evaluation Board Information

Evaluation Board	Status	Pb-free	Short Description
NCL30000LED1GEVB	Active		15W 350mA 100/115Vac Triac Dimmer
NCL30000LED2GEVB	Active		15W 350mA 220/240Vac Triac Dimmer
NCL30000LED3GEVB	Active		17W, 350mA, 90 to 305Vac, Non Dimmable

总结

- NCL30000为LED照明提供灵活的PFC单段式反激方案
 - 10 W功率时功率因数(PF) > 0.95, 能效> 80%
 - 功率范围可在5 W至30 W调整
 - 灵活性高, 针对尺寸、成本和性能而优化
 - 优异的TRIAC调光性能, 最低<2%(取决于调光器)
- 22 W负载、通用主电源输入时功率因数>0.96, 能效>87%