



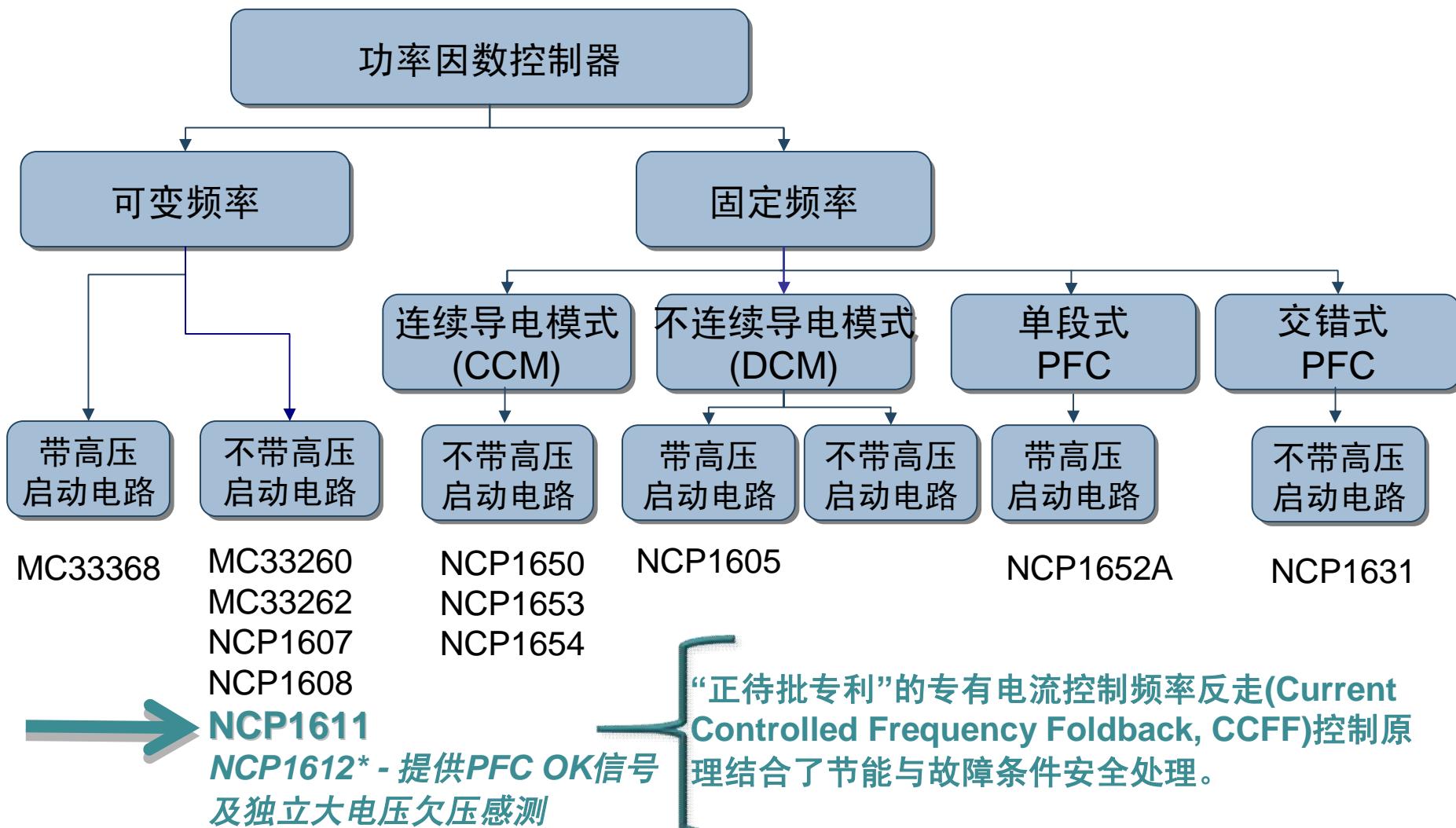
安森美半导体  
**ON Semiconductor<sup>®</sup>**

# 安森美半导体低待机能耗电源方案

# 电源设计人员面临的挑战

- 更高的能效目标
  - 设计不再仅须顾及满载能效
  - 可能需要评估10%、20%、50%及75%负载等条件下的能效
- 新的电源可能更易于滋生可听噪声
  - 纤薄变压器及低厚度外壳(一体式计算机/平板电视)
  - 谐振转换器要求功率因数校正(PFC)电路一直导通，而无论处于何种负载等级
  - 轻载工作可能导致临界导电模式(CrM) PFC进入突发模式/跳周期模式
- 须增强可靠性及安全性
  - 采用分立输入欠压感测，避免升压电源段过载
  - 增加额外保护电路，提供更全面的故障处理
  - 将尺寸过大之元器件需求减至最小，应对故障条件
- 加快上市进程，包括缩短安全认证时间

# 安森美半导体PFC产品阵容及后续产品



\* 2012年1月上市

# NCP1611 – 增强型PFC控制器

The NCP1611 is a robust feature-rich Current Control Frequency Foldback (CCFF) PFC controller optimized to achieve high efficiency across a broad range of load while offering a complete suite of system level safety protection.

## 独特特性

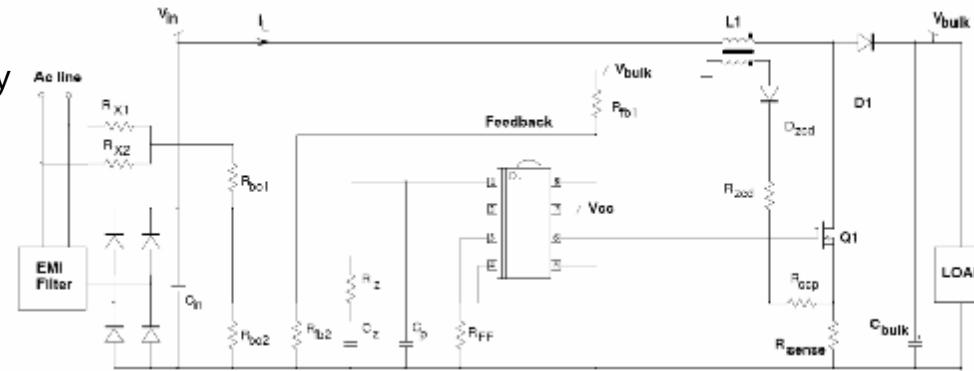
- § CrM w/current controlled frequency foldback
- § Skip mode
- § Saturated inductor and bypass/boost diode short protection
- § Optimizes efficiency across load range
- § Better light load efficiency
- § Very robust safety characteristics

## 其它特性

- § Fast load transient behavior
- § Output over and under-voltage protection
- § Maximum Vcc of 35 V with internal 14V Gate Clamp
- § OCP, UVLO, brown-out protection
- § Soft-Start for smooth start-up operation (A version)
- § Robust open and short pin protection (see table)
- § Thermal shutdown

## 市场及应用

- § Large Flat TVs
- § Computer Power Supplies
- § High Power Adapters
- § LED Lighting and Ballasts
- § PFC Applications < 300 W



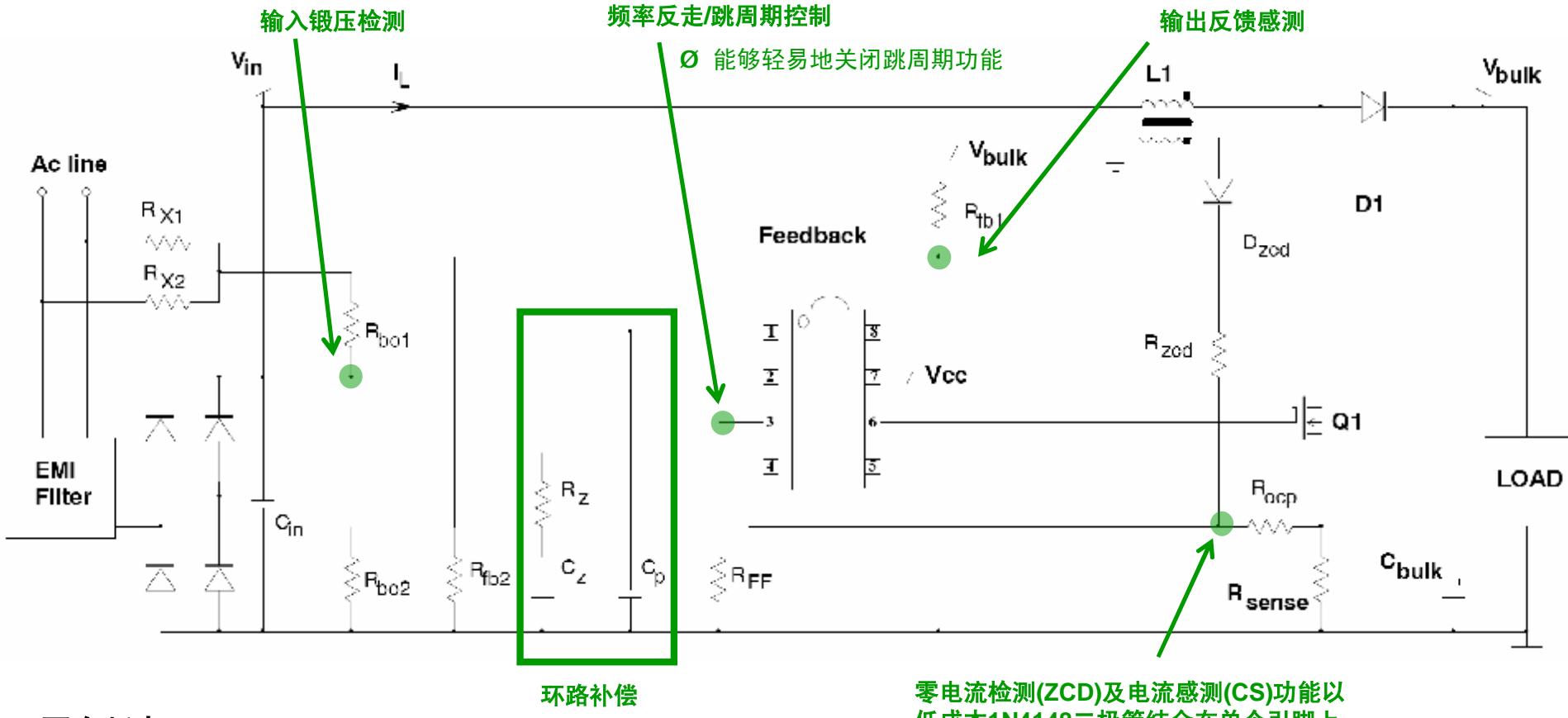
Control	Pin	Pin SHORT to GND	Pin left OPEN
Vcontrol	1	OFF - 'Static OVP'	"Functional" - low PF,loop bandwidth not set
Vsense	2	OFF - Brownout	OFF, non operational
FFcontrol	3	OFF - Skip mode	Normal operation but no frequency foldback
CS/ZCD	4	OFF - Stops operation	OFF - pullup up current source
FB	8	OFF - UVP	OFF - 250 nA pull down to low state

## 订购及封装信息

- § NCP1611ADR2G: SOIC8 10.5-V V<sub>CC</sub> Startup
- § NCP1611BDR2G: SOIC8 17.0-V V<sub>CC</sub> Startup



# NCP1611典型应用电路图



两个版本：

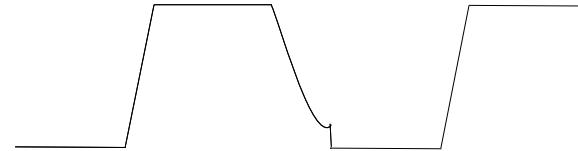
A – 启动电压10.5 Vdc(典型值)，带软启动功能，用于平板电视等有辅助电源的应用

B – 启动电压更高，为17 Vdc(典型值)，带正常启动功能，用于能使用较小Vcc电容的自启动应用

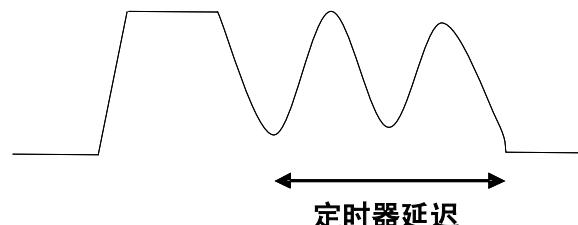
# 理解电流控制频率反走(CCFF)架构

大电流  
无延迟

€ CrM

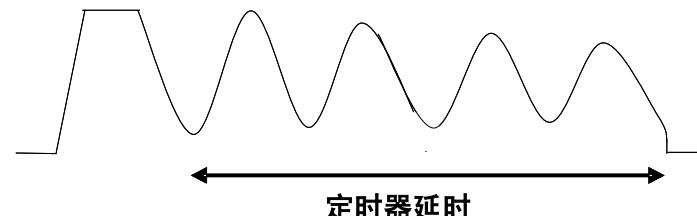


小电流  
下一个周期无延迟



\* 正待批专利之架构

更小电流  
更长死区时间



- 定时器仅控制死区时间
- 定时器对应电流电平调节死区时间
- 反走频率限制为>20 kHz
- 正待批专利的架构提供市场上领先的性能

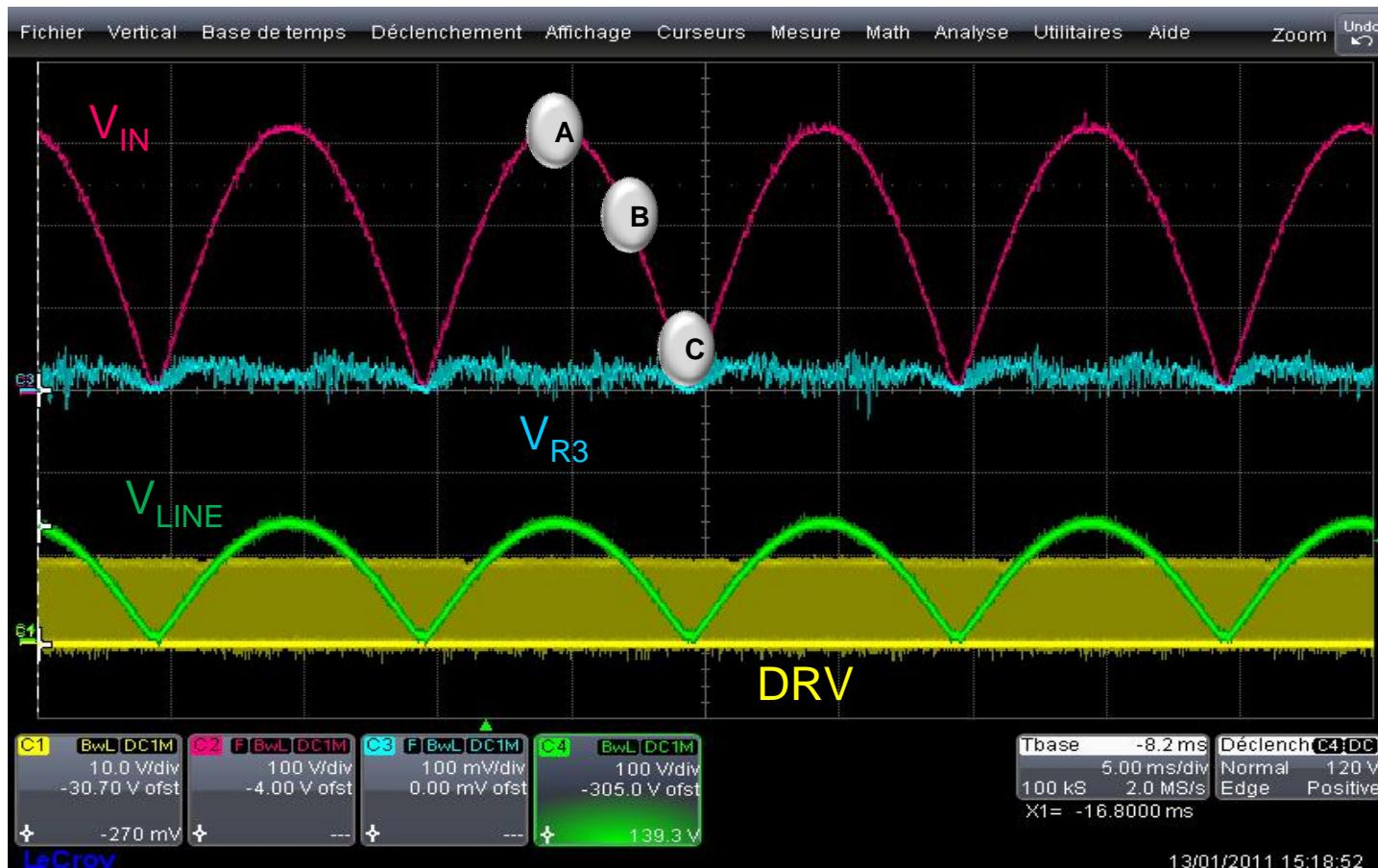
# CCFF架构详解

- 固定导通时间控制，带频率反走
- 大电流时，电路以临界导电模式(CrM)工作
- 小电流时(重负载时接近线路过零点，轻载时位于全部正弦方波):
  - 磁芯复位后下一个周期并不会立即启动
  - 相反，定时器开始调节死区时间
  - 电流越小，定时器持续时间(死区时间)越长
  - 定时器持续时间取决于大小
  - 定时器仅控制死区时间(不控制开关周期/关闭时间)
- 死区时间不受电流周期时长变化的影响，因此我们可以毫不犹豫地进行谷底导通

# CCFF控制架构提升能效

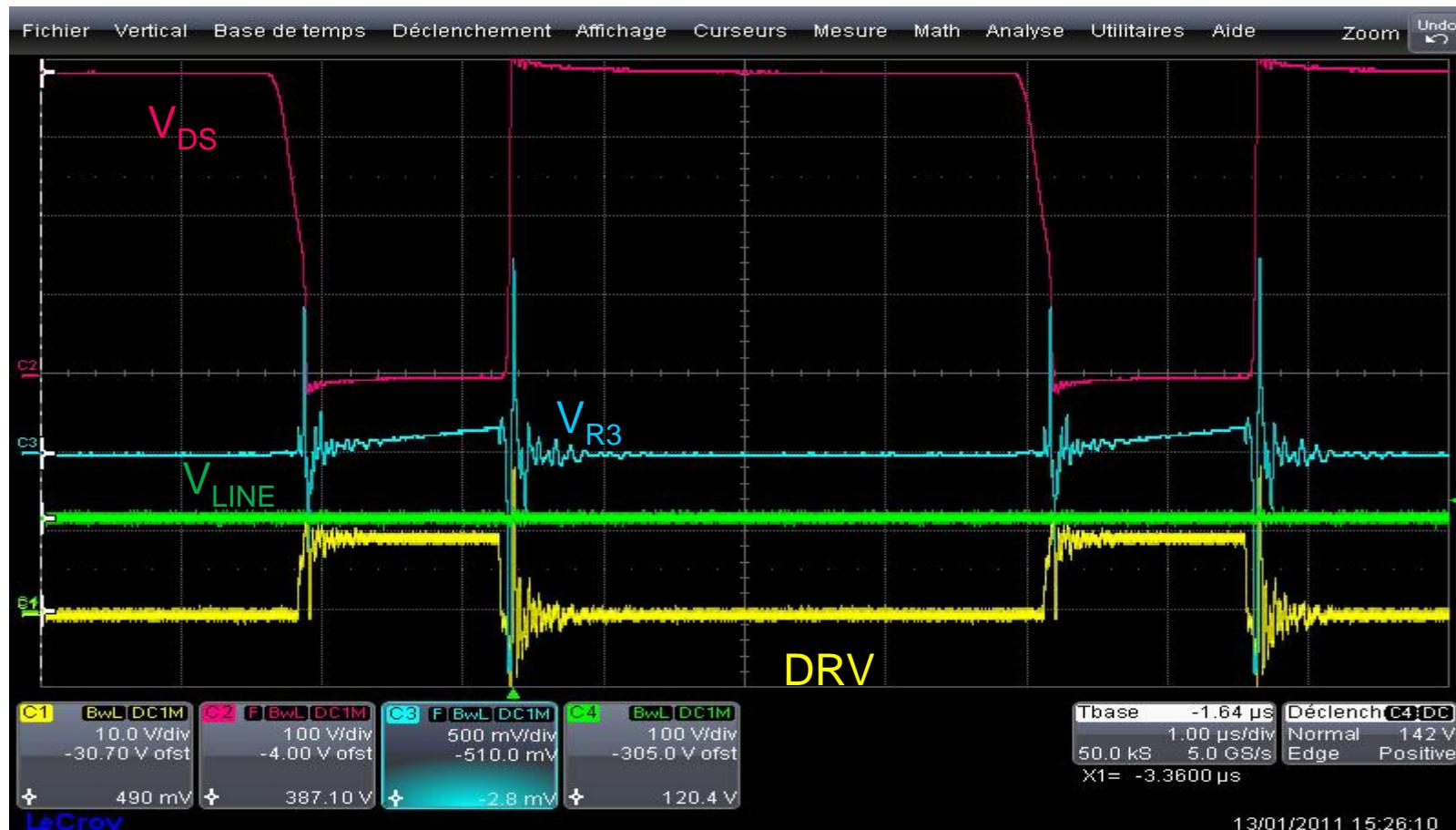
- 采用传统CrM/BCM (边界线控制)时：
  - 负载降低时，开关频率上升
  - 极低负载时，控制器可能进入“跳周期模式”，滋生可听噪声
- 采用CCFF控制架构时：
  - 负载降低时，开关频率降低，减小功率损耗
  - 轻载时，控制器可以在高于可听噪声频段的较低频率处钳位
  - 极低负载时采用跳周期模式工作(可以轻易关闭)
- 谷底导通进一步提升能效，减小电磁干扰(EMI)

# 230 V、满载时的一般特性



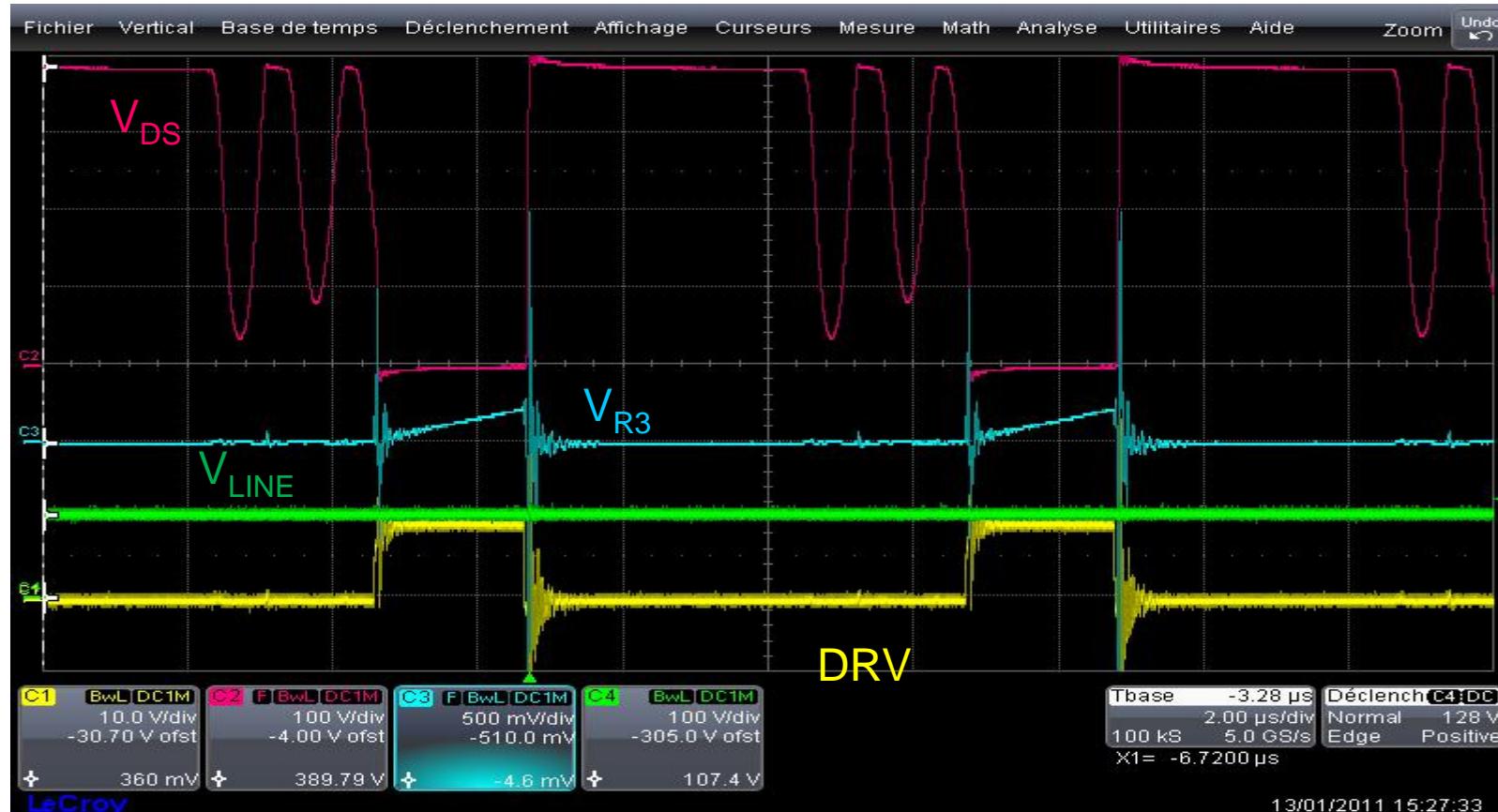
- q  $V_{R3}$  是电流感测电阻  $R_3$  的电压信号
- q 我们将放大A点、B点及C点处的波形

# A 放大正弦波顶部(A点)



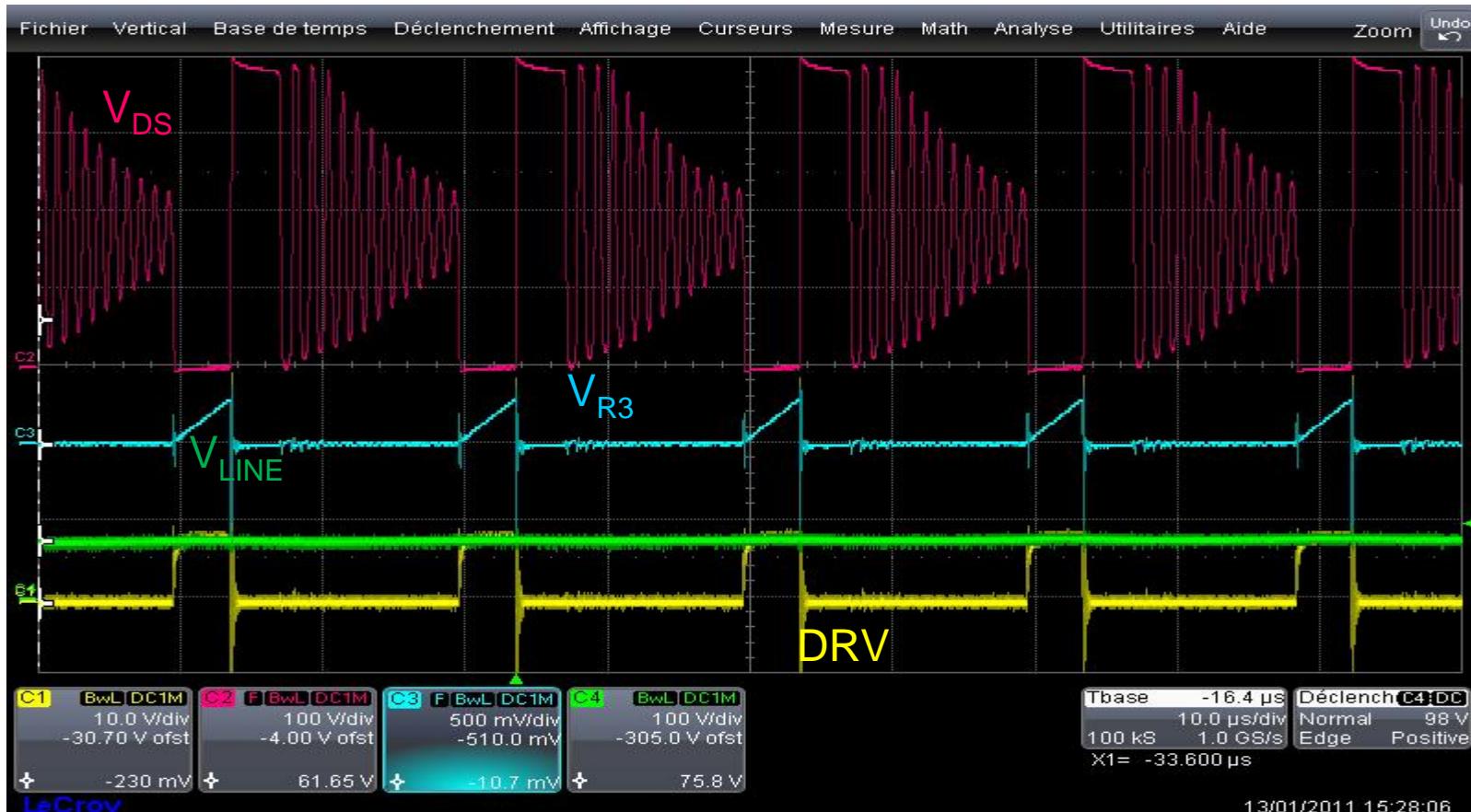
- q 在正弦波顶部，电路以临界导电模式(CrM)工作
- q MOSFET在谷底导通

## B 放大电压电平中间点



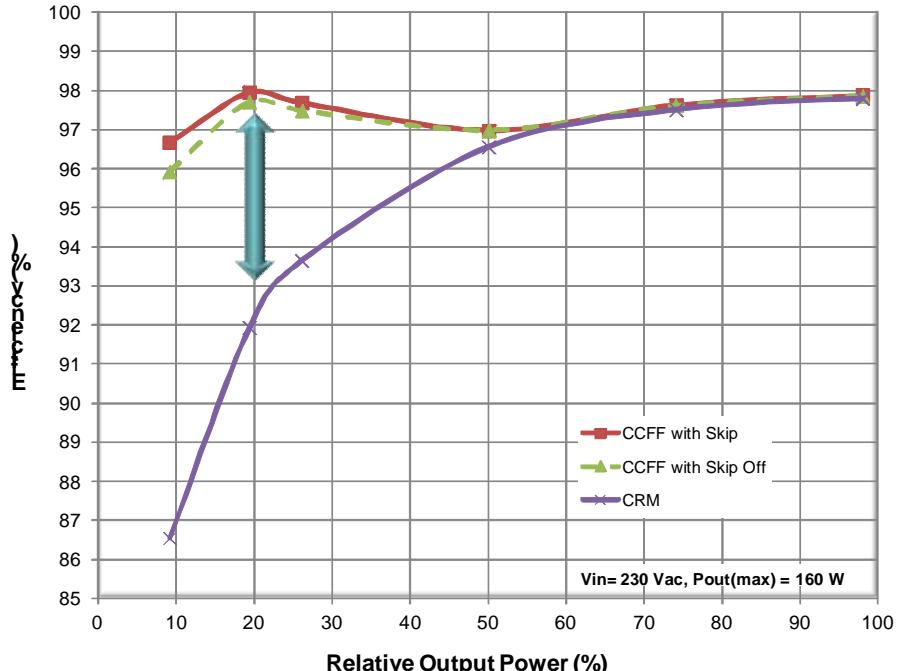
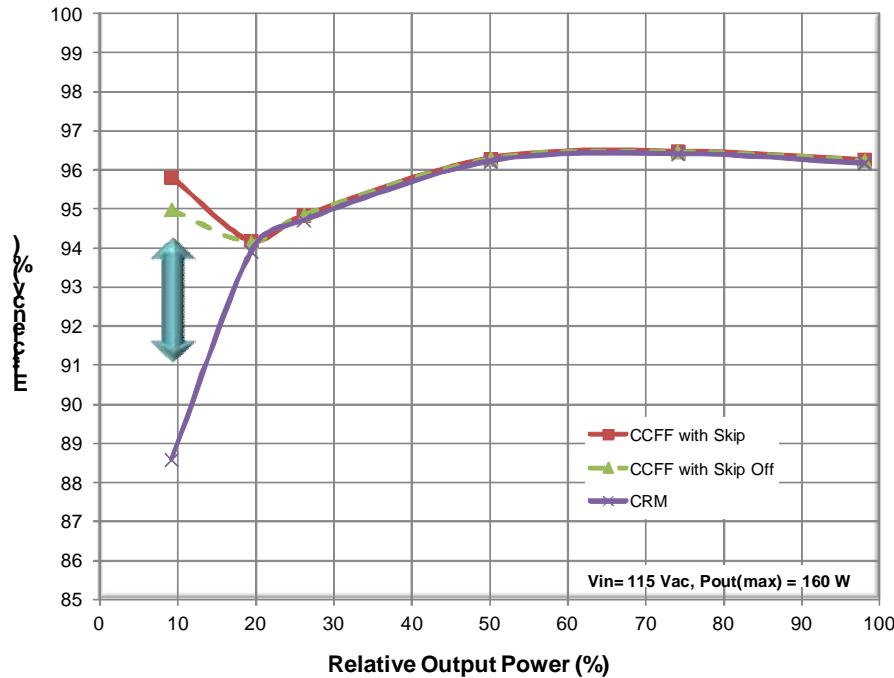
- q 线路电压下降时，线路电流下降
- q NCP1611降低开关频率
- q MOSFET仍在谷底导通

# c 放大临近线路过零点处



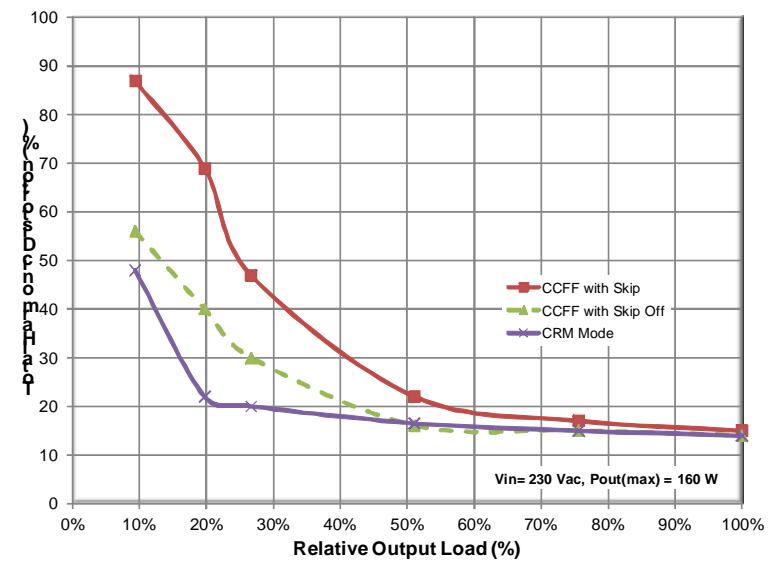
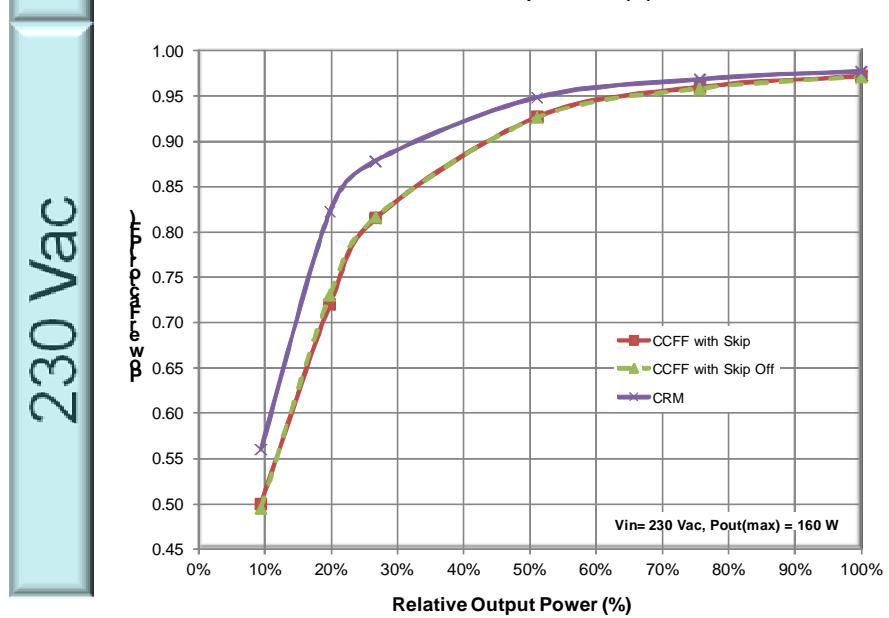
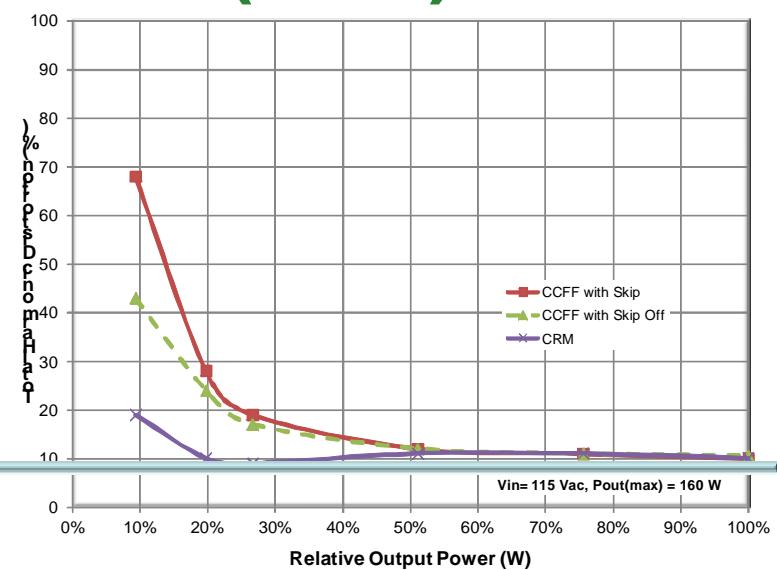
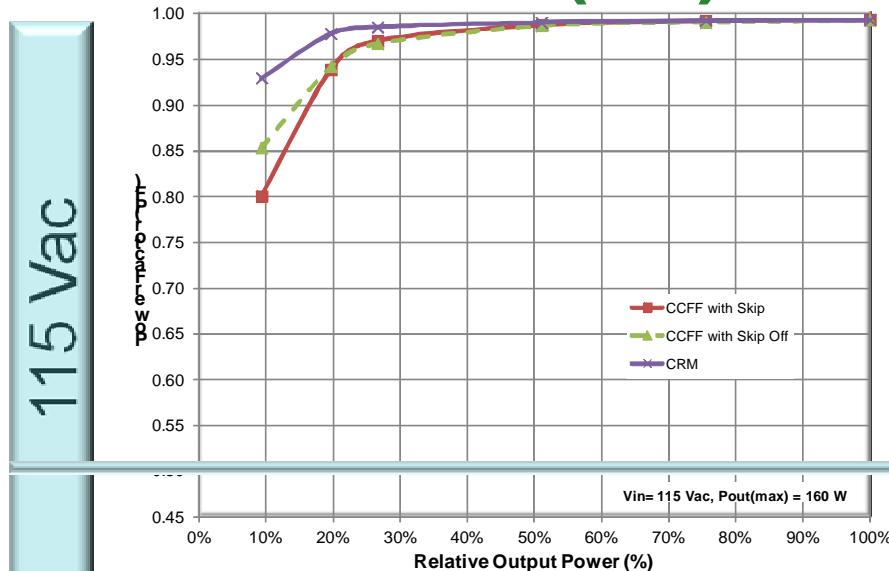
- q 接近线路过零点时，线路电流极小
- q NCP1611进一步降低开关频率
- q MOSFET仍在谷底导通

# 演示板能效性能



- q 通过在FF控制引脚增加直流偏置，我们可以比较不同模式下的工作
  - q 0.9 V偏置关闭跳周期模式
  - q 2.5 V偏置迫使NCP1611在传统CrM模式下工作
- q CCFF相较于CrM大幅提升轻载能效
  - q 230 Vac、20%负载时高出约5.5%，@115 Vac、10%负载时高出约7%

# 功率因数(PF)及总谐波失真(THD)性能

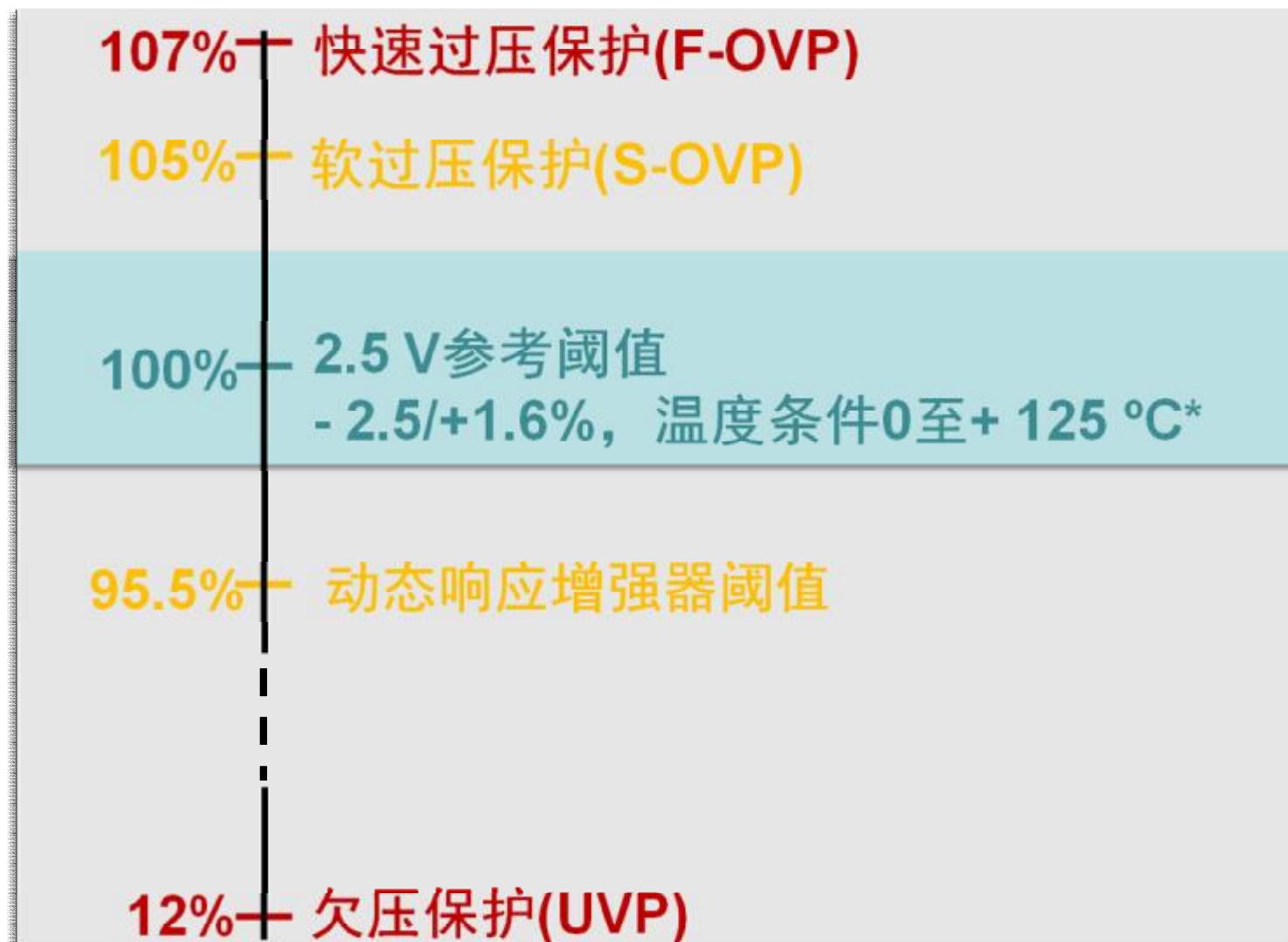


# 关键特性

- 性能
  - 动态响应增强器用于提供快速的线路/负载瞬态响应
  - 最高达35 V的宽Vcc范围，带门电压钳位功能
  - 启动电流典型值20  $\mu$ A，最高50  $\mu$ A
    - A版本 ... Vcc启动电压10.5 V
    - B版本 ... Vcc启动电压17 V
  - 线路范围检测功能调节及优化环路增益
  - A版本提供软启动功能/B版本能使用较小Vcc电容，易于启动
  - 谷底导通功能利于提供最佳能效及产生极低电磁干扰(EMI)
- 安全性
  - Vcc欠压锁定(UVLO)及线路输入欠压(BO)保护
  - 在电感饱和或旁路二极管短路条件下提供过流保护(OCP)
  - 输出过压保护(软OVP及快速OVP)及欠压保护(UVP)
  - 反馈开路关闭及接地开路故障监控
  - 过热关闭



# NCP1611稳压工作



\* -3.2%/+1.6% from – 40 to + 125 °C



# PFC控制器

Protection and Control Features		NCP1608	NCP1611	NCP1612	Benefit
Bulk Sensing	Fast Overvoltage Protection (F-OVP)	○	○	○	Protects supply under abnormal operation
	Undervoltage Protection	○	○	○	
	Soft OVP		○	○	Improved transient response when load is reduced
	Dynamic Response Enhancer		○	○	Dramatically improved transient response
	Bulk Undervoltage Protection (BUV)			○	Informs downstream controller when Bulk is too low
	Independent Sensing of FOVP & BUV			○	Enhanced Fault Protection
Current Sense	Cycle-by-cycle Over Current Protection	○	○	○	Fault Protection
	Shorted Boost or Bypass Diode		○	○	System Robustness, Safety Testing
	Saturated Inductor Detection		○	○	Fault Protection
Monitoring	Vcc - UVLO	○	○	○	Ensures proper operation of controller
	UVLO Gate Driver Pulldown	○	○	○	Ensures FET is off during turn on and turn off
	Line Range Gain Selection		○	○	Optimizes control loop for wide mains applications
	AC Line Brownout		○	○	Improves system robustness to line faults
Open Pin Protection	FB	○	○	○	Simplifies safety testing
	CS/ZCD		○	○	
	GND		○	○	
	FOVP/BUV			○	
Control	Disable	○	○	○	Simplifies PFC ON/OFF Sequencing
	Soft Start		A Version	A Version	Reduced component stress at startup
	High Vcc Startup Threshold/Low Icc		B Version	B Version	Reduces Vcc capacitor size & startup time
	Skip Mode Disable		○	○	Eliminates audible noise, improves THD & PF at light load
	Thermal Shutdown		○	○	Enhanced Fault Protection
	PFC Okay			○	Sequencing control for downstream converter
	Latch Input			○	Enhanced fault control, easy to implement thermal latchoff

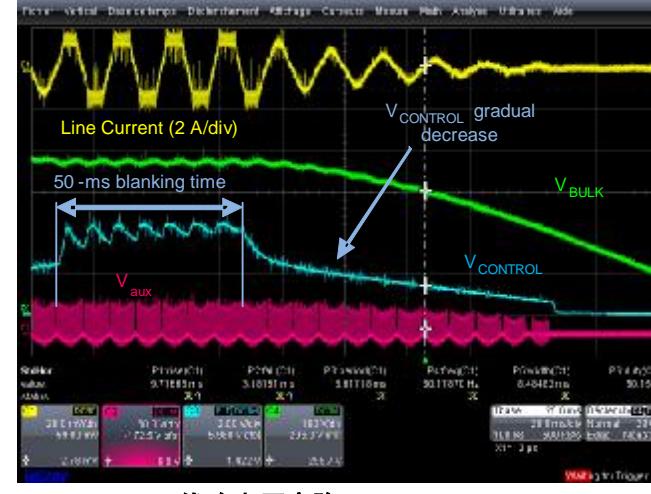


# NCP1611特性详解

检测及进入软OVP

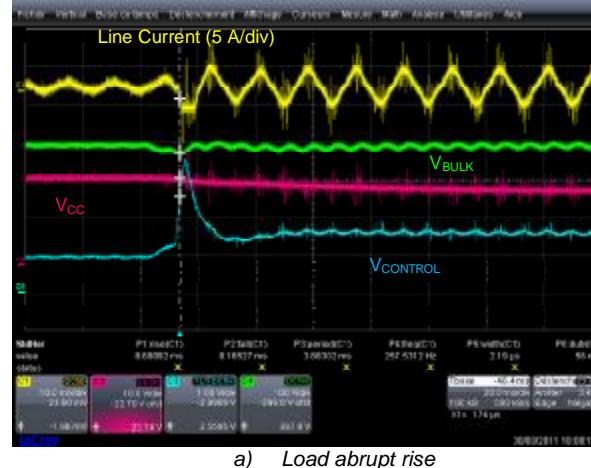


输入欠压检测，提供“软”停止

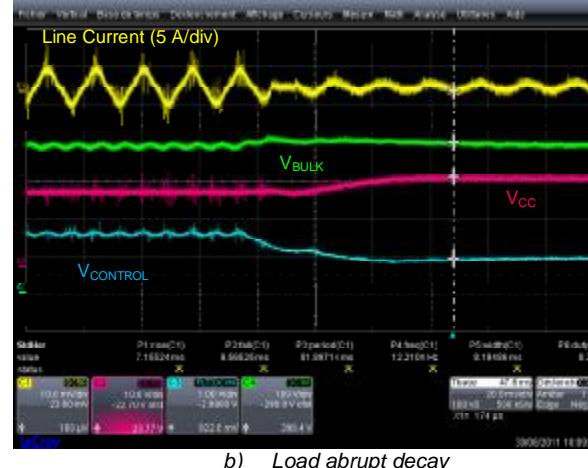


线路电压突降 (90至70 Vac)

动态响应增强器(DRE)工作



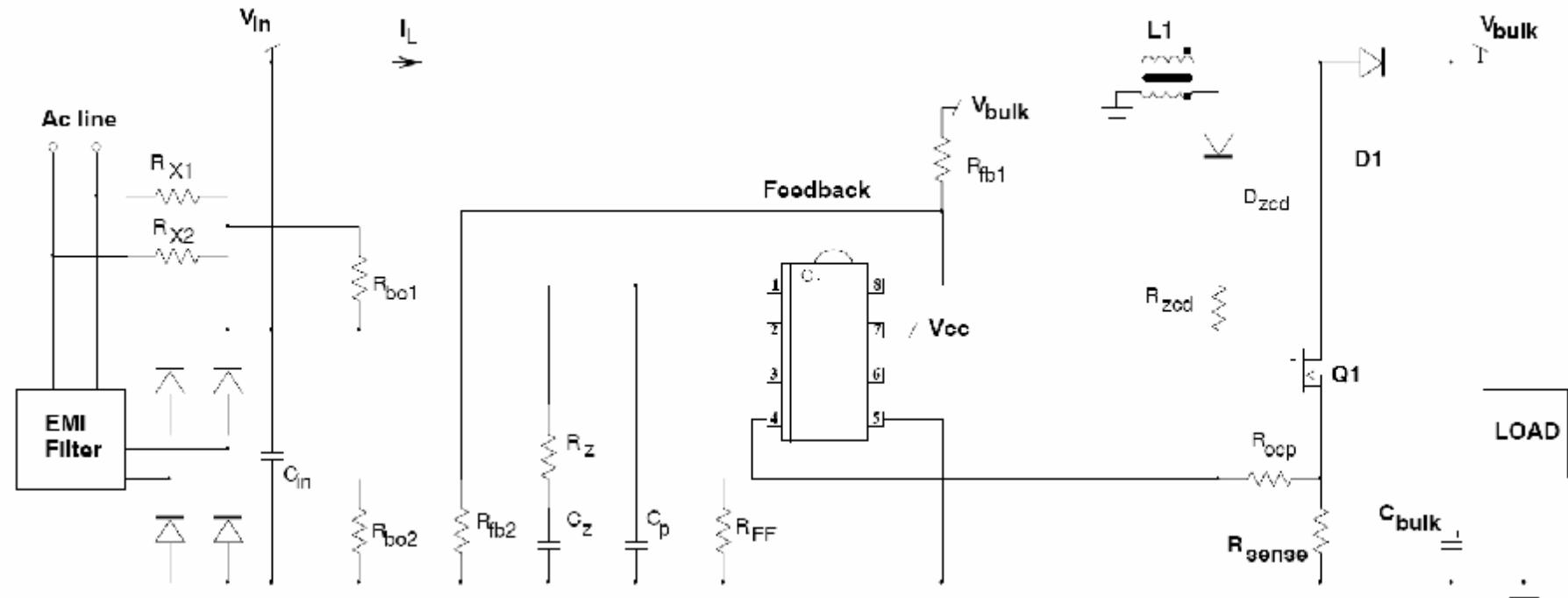
a) Load abrupt rise



b) Load abrupt decay

Figure 1 – Bulk voltage variations when the load changes from 100 to 400 mA (2 A/ $\mu$ s slope)

# 轻易解决开路及短路引脚故障，提升安全性



Control	Pin	Pin SHORT to GND	Pin left OPEN
Vcontrol	1	OFF - 'Static OVP'	"Functional" - low PF, loop bandwidth not set
Vsense	2	OFF - Brownout	OFF, non operational
FFcontrol	3	OFF - Skip mode	Normal operation but no frequency foldback
CS/ZCD	4	OFF - Stops operation	OFF - pullup up current source
FB	8	OFF - UVP	OFF - 250 nA pull down to low state

即使在接地引脚开路的条件下此元件也受到保护！！！

# NCP1611相关资源

- 提供下列资源，帮助简化评估及设计流程：
  - 工程样品
  - NCP1611GEVB – 160 W演示电路板，配有：
    - 电路图及物料单(BOM)
    - Gerber文件
  - 详细评估板小册子
  - 安全评估应用注释
  - 逐步设计指引
  - NCP1611 Excel®设计工具



# NCP1611 PFC控制器小结

- 新颖及正待批专利的控制技术
  - 电流控制频率反走(CCFF)
  - 临界导电模式(CrM)/不连续导电模式(DCM)工作，带谷底开关
  - 宽工作电源范围下提供极佳能效
  - 宽负载范围下提供高功率因数及良好的总谐波失真(THD)性能
- 相较于标准CrM PFC控制器的性能提升
  - 更高的故障处理能力
  - 更佳的瞬态响应
  - 灵活支持不同偏置情形
- 专门针对平板电视、电源适配器、高能效计算机电源及LED驱动器电源进行了优化



谢谢！

若有疑问，敬请提出！

