



安森美半导体
ON Semiconductor[®]

用于高效开关电源的 同步整流控制器NCP4306



用步整流(SR)控制器用于高效开关电源 (SMPS)

价值主张

The NCP4306 with precise turn-off threshold, extremely low turn-off delay time and high sink current capability of the driver allow the maximum synchronous rectification MosFET conduction time and enables maximum SMPS efficiency. Operates in CCM, DCM and QR for Flyback or in Forward and LLC Applications

特性

- 15ns(typ) turn off delay
- 7A Sink/ 2A drive current
- dV/dt detection
- GaN Transistor Driving

优势

- CCM Operation Supported
- efficiency maximized via high sink current
- Enhanced Operation for USB-PD Applications

其他特性

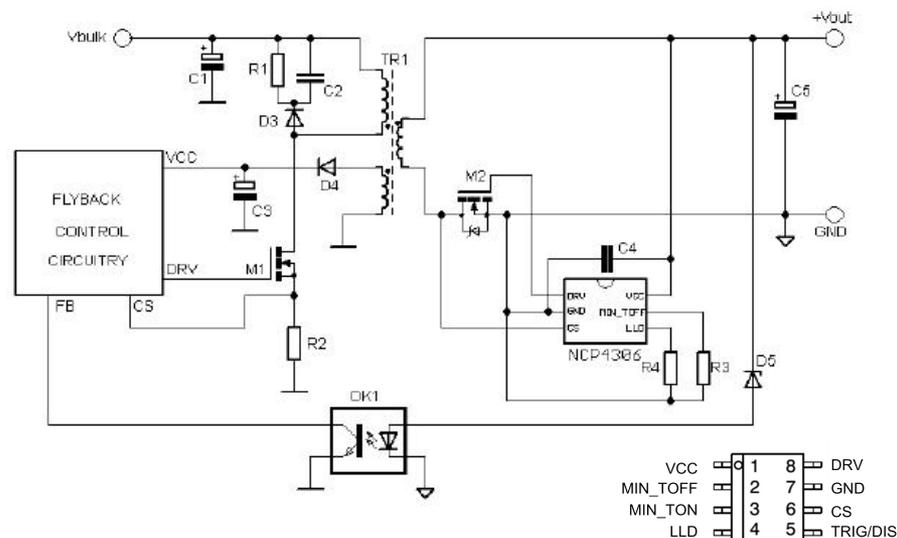
- Direct sensing voltage up to 200V
- Operational Voltage up to 35 V
- Precise True Secondary ZCD
- Adjustable or Fixed Minimum ON-Time
- Adjustable or Fixed Minimum OFF-Time with Ringing Detection
- Adjustable Automatic Light Load Disable Mode
- Maximum operation frequency Up to 1 MHz

市场及应用

- Notebook Adapters
- High Power Density AC/DC SMPS
- USB Wireless Adapters
- All SMPS with High Efficiency requirement



框图



封装

- available in TSOP-6 & SOIC-8 package with IPT options

RTM: end of Oct 2017

NCP430x的交互参照

| | NCP4306 | NCP4308 (43080) | NCP4305 | NCP4304 |
|---------------------------------|---------------|----------------------|----------------------|--------------|
| 欠压锁定 (UVLO) | 4/3.5 V | 4.5/5 V和8/9 V | 4.5/5 V和8/9 V | 9/10 V |
| DRV电流能力 | 2/7 A | 4/8 A | 4/8 A | 2.5/5 A |
| 感测电压最大值 | 200V | 150V | 200V | 200V |
| GaN驱动能力 | 有 | 有 | 有 | 无 |
| 导通传播延迟 | 30 ns | 35 ns | 35 ns | 60 ns |
| 关断传播延迟典型值 | 13 ns | 12 ns | 12 ns | 40 ns |
| 触发传播延迟 | 10 ns | N/A | 7.5 ns | 13 ns |
| 启动和唤醒后自同步 | 有 | 有 | 有 | 无 |
| 异步触发兼容性 | 有 | N/A | 有 | 无 |
| 轻载检测 (LLD) | 有 | 无 (有) | 有 | 无 |
| Min_off时间调制 | 有 | 有 | 有 | 无 |
| 宽输出电压增强 (USB-Pd, QC3.0) | 有 | 无 | 无 | 无 |
| LLC轻载和中载增强 | 有 | 无 | 无 | 无 |
| 将初级QR控制器送入CCM的能力 (MAX_TON特性) | 无 | 有 | 有 | 无 |
| 寄生电感补偿 (COMP引脚) | 无 | 无 | 无 | 有 |
| 内部设置能力 | 有 | 无 | 无 | 无 |
| 可用封装 | SOIC8 / TSOP6 | SOIC8 / DFN8 / WDFN8 | SOIC8 / DFN8 / WDFN8 | SOIC8 / DFN8 |

NCP4306增强特性

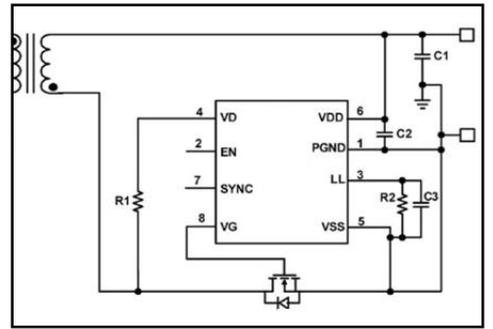
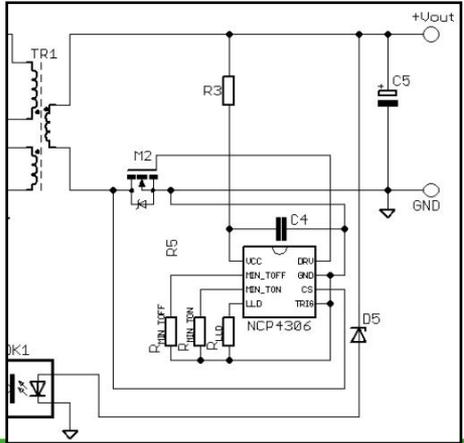
1. 低UVLO
2. 带dV/dt检测器, 适合USB/PD或QC3应用
3. 用于LLC的异常定时器
4. 改善并简化LLD设置
5. 小型封装

NCP4306与竞争对手M的交互参照

| | NCP4306 | 竞争产品M |
|-------------------------|---------------|---------------|
| Vdd | 3.5 ~ 35 V | 4.2 ~ 35 V |
| DRV电流能力 | 2/7 A | 0.5A/不在数据手册中 |
| 感测电压最大值 | 200V | 180V |
| DRV箝位电压 | 5或10V | 12V |
| 导通传播延迟 | 30 ns | 100ns |
| 关断传播延迟典型值 | 13 ns | 25 ns |
| 轻载检测 (LLD) | 有 | 有 |
| 宽输出电压运行 (USB-Pd, QC3.0) | 有 | 有 |
| 内部设置能力 | 有 | 无 |
| 可用封装 | SOIC8 / TSOP6 | SOIC8 / TSOP6 |
| 引脚分配 | | |

✓ NCP4306产品优势

- 1. 高达200V的检测电压
- 2. 更快关断延迟
- 3. 通过内部设置实现灵活设计

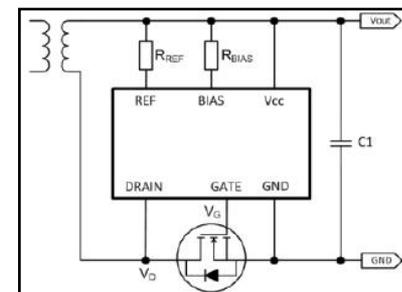
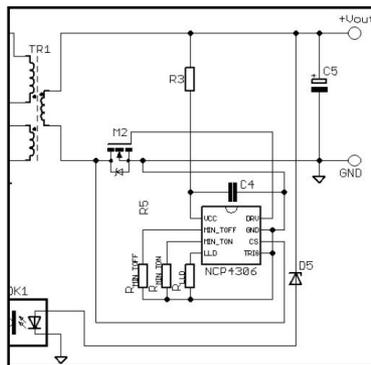


NCP4306与竞争对手D的交互参照

| | NCP4306 | 竞争产品D |
|-------------------------|---------------|------------|
| Vdd | 3.5 ~ 35 V | 4.5 ~ 25 V |
| 感测电压最大值 | 200V | 100V |
| DRV电流能力 | 2/7 A | 4/9 A |
| DRV箝位电压 | 5或10V | 7.8或9.4V |
| 导通传播延迟 | 30 ns | 118ns |
| 关断传播延迟典型值 | 13 ns | 14 ns |
| 轻载检测 (LLD) | 有 | 不在数据手册中 |
| 宽输出电压运行 (USB-Pd, QC3.0) | 有 | 不在数据手册中 |
| 内部设置能力 | 有 | 不在数据手册中 |
| 可用封装 | SOIC8 / TSOP6 | SOIC8 |
| 引脚分配 | | |

✓ NCP4306产品优势

1. 高达200V的检测电压
2. 支持轻载检测
3. 支持USB-PD
4. 通过内部设置实现灵活设计

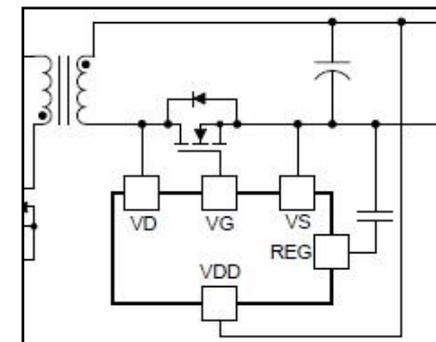
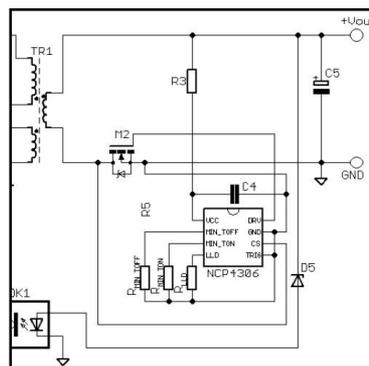


NCP4306与竞争对手T的交互参照

| | NCP4306 | 竞争产品T |
|-------------------------|---------------|----------|
| Vdd | 3.5 ~ 35 V | 4 ~ 28 V |
| 感测电压最大值 | 200V | 230V |
| DRV电流能力 | 2/7 A | 1/4 A |
| DRV箝位电压 | 5或10V | 9.4V |
| 导通传播延迟 | 30 ns | 70ns |
| 关断传播延迟典型值 | 13 ns | 16 ns |
| 轻载检测 (LLD) | 有, 可编程或内部设置 | 有, 自动管理 |
| 宽输出电压运行 (USB-Pd, QC3.0) | 有 | 有 |
| 内部设置能力 | 有 | 不在数据手册中 |
| 可用封装 | SOIC8 / TSOP6 | SOT23-5 |
| 引脚分配 | | |

✓ NCP4306产品优势

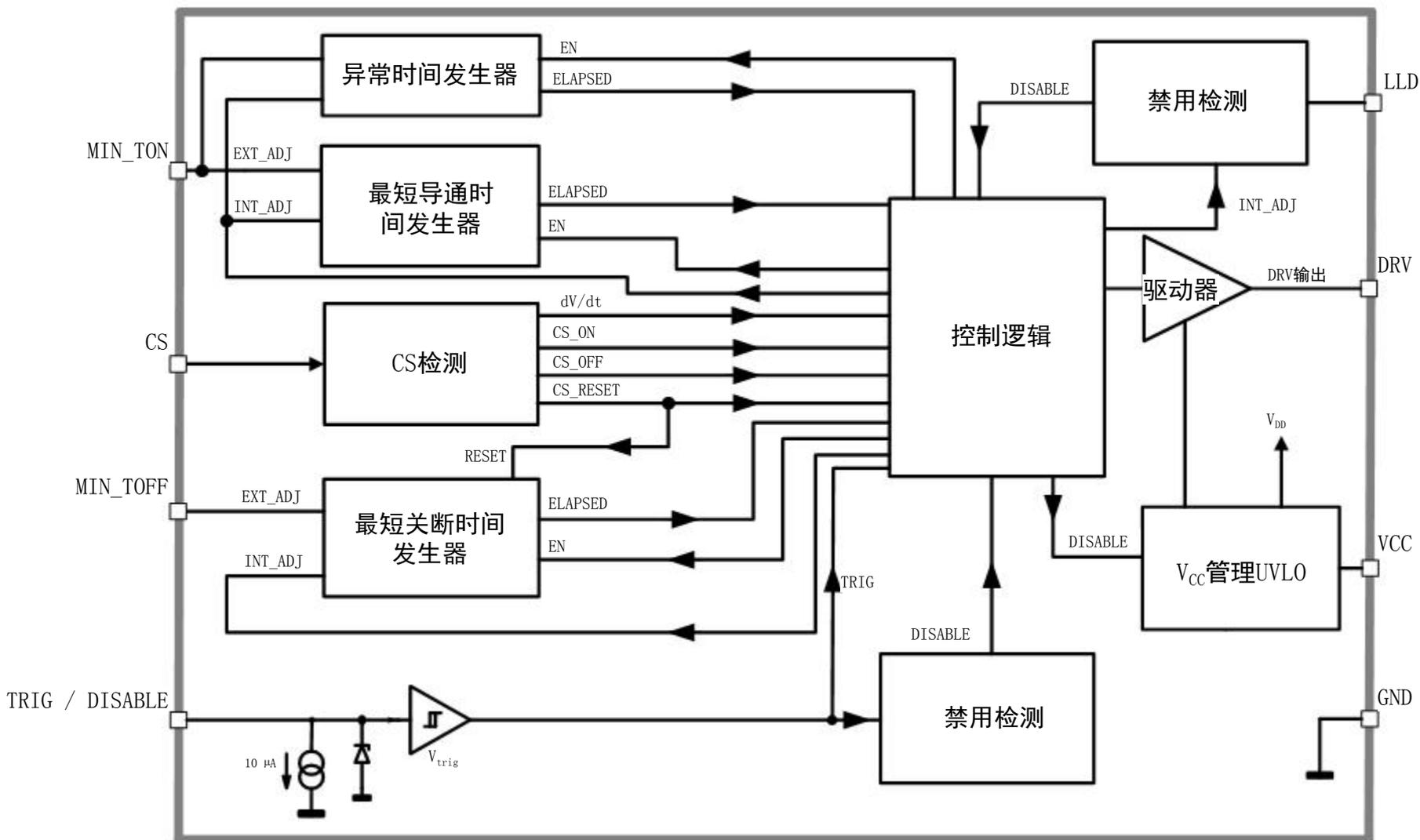
1. 强灌电流使效能最大化
2. 通过内部设置实现灵活设计, PCB空间最小



相比于NCP4305的主要改变

- 更低的 V_{CC} UVLO (4.0/4.5V降至3.5/4.0V)
- 能够耐受较短初级导通时间的解决方案, 适合USB-PD、QC 3.0等 (低 V_{OUT} 和高 I_{OUT})
- LLC轻载/中载运行性能增强, 稳定的导通时间
- 集成轻载检测系统
- 内部固定设置功能, 减少器件数量并提高功率密度
- 提供TSOP6封装
- 优化驱动器电流 (从4/8A变为2/7A)

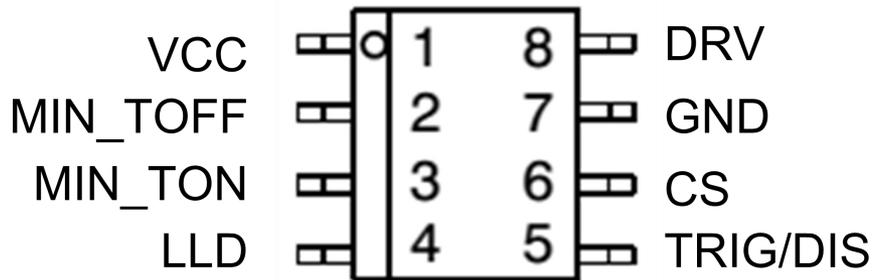
内部框图



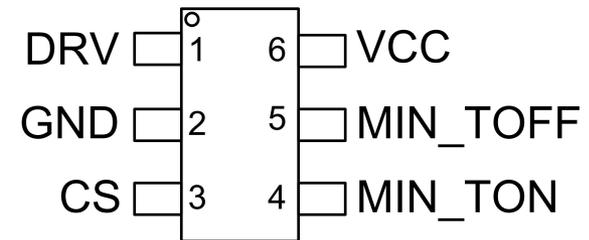
封装和可用引脚分配

可用封装：SOIC8和TSSOP6

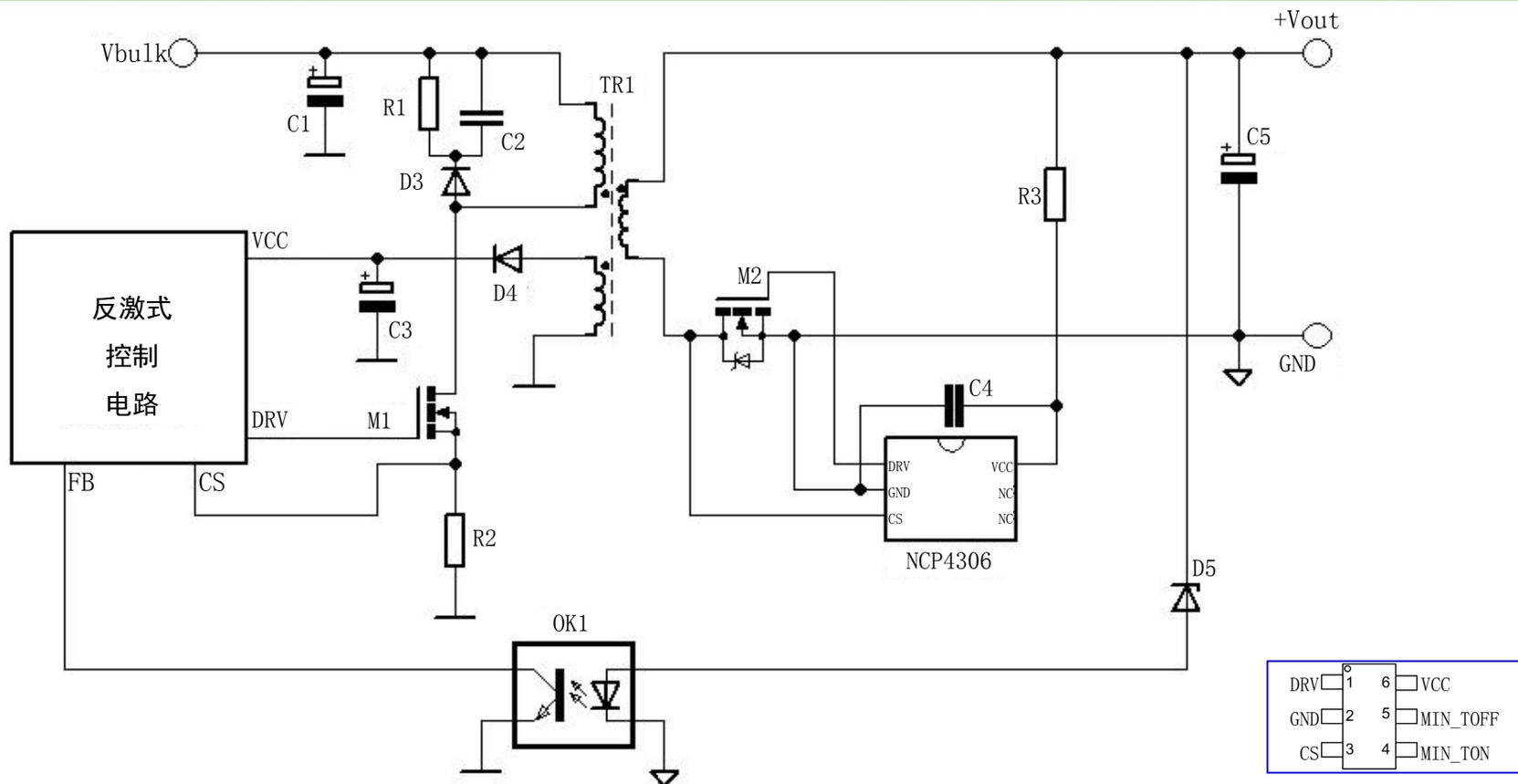
SOIC8



TSSOP6

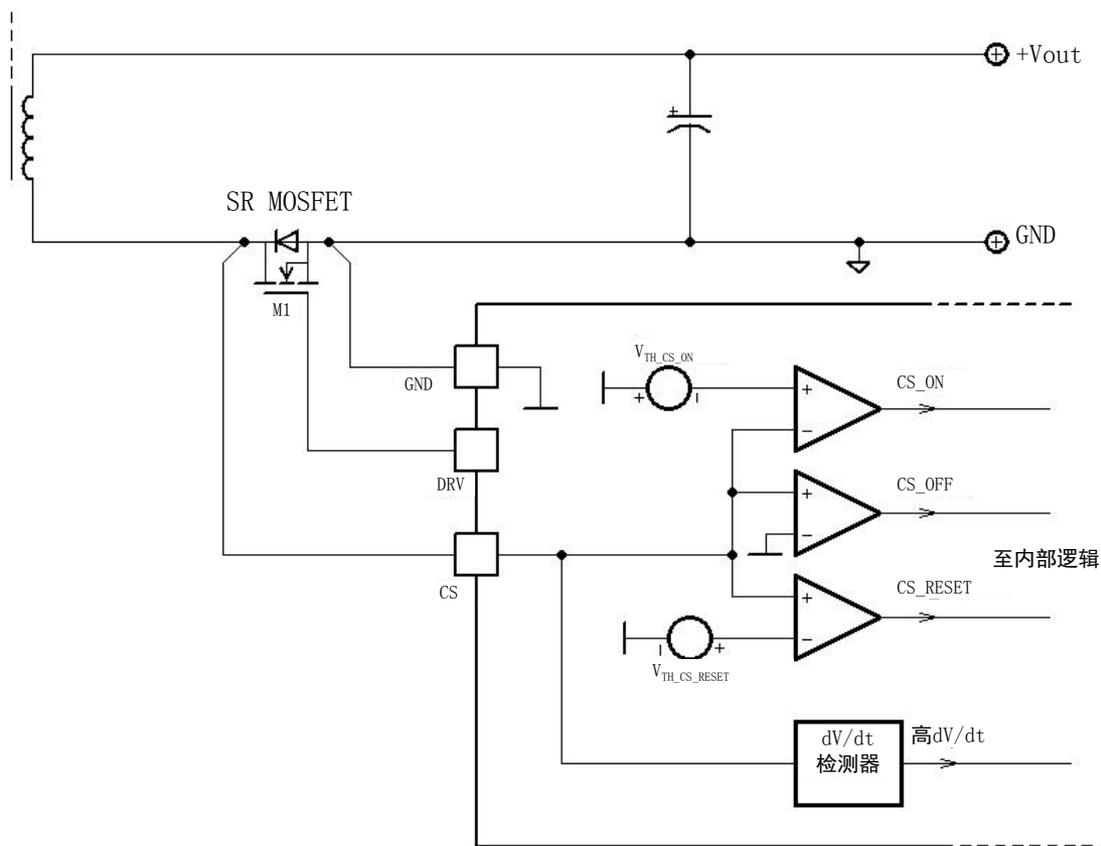


应用原理图CCM/QR反激



- 此版本 (4引脚) 使用**内部调整**，6引脚封装版本可使**器件数量最少**
- **NCP4306**可置于正分支中，以及使用辅助绕组电源或线性稳压器

输入部分

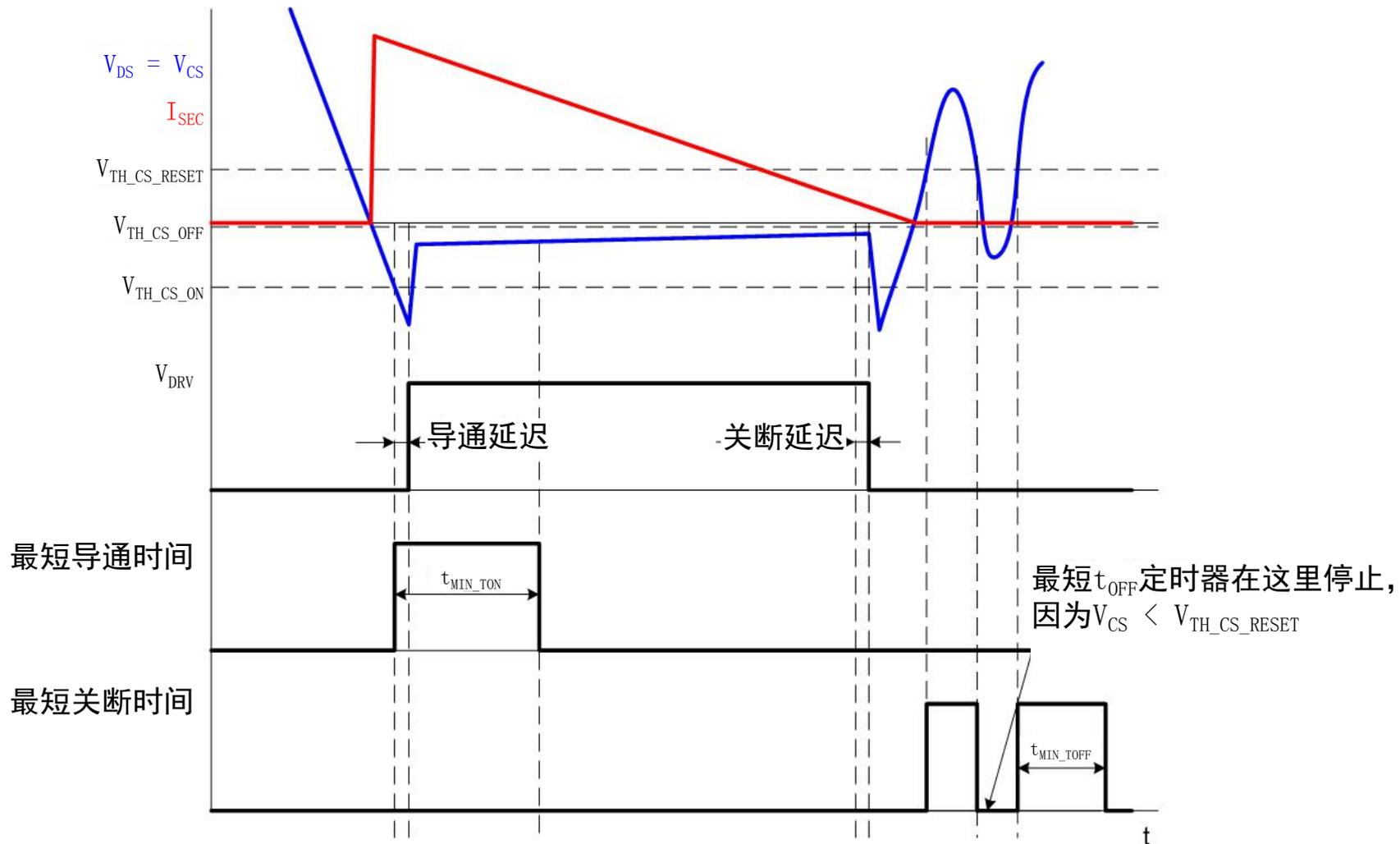


SR晶体管上的压降由GND和CS引脚检测。
此电压由内部比较器比较，并通过dV/dt检测器监控

最短导通和关断时间消隐定时器

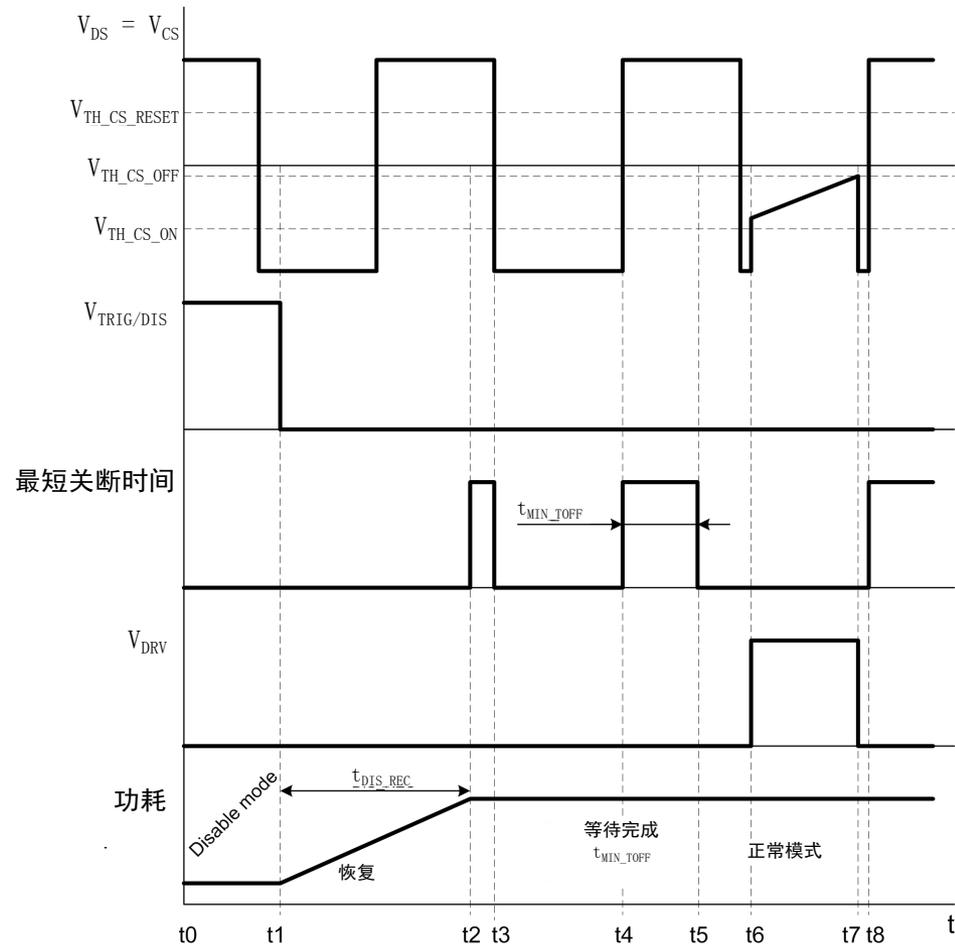
- 发生SR晶体管导通/关断事件后，利用可调保护性间隔消隐导通和关断比较器
- SR晶体管导通事件之后是电压响铃振荡，最短导通时间间隔禁用关断比较器，以免SR晶体管误关断
- SR晶体管关断事件之后，在DCM中的去磁化阶段之后，同样有电压噪声和振荡。最短关断时间必须覆盖这两种噪声，防止SR晶体管错误导通
- 只要CS电压降至 $V_{TH_CS_RESET}$ 阈值以下，最短关断时间计数器就会重启。这一独有特性可简化DCM应用中的SR实现

最短导通和关断时间消隐定时器



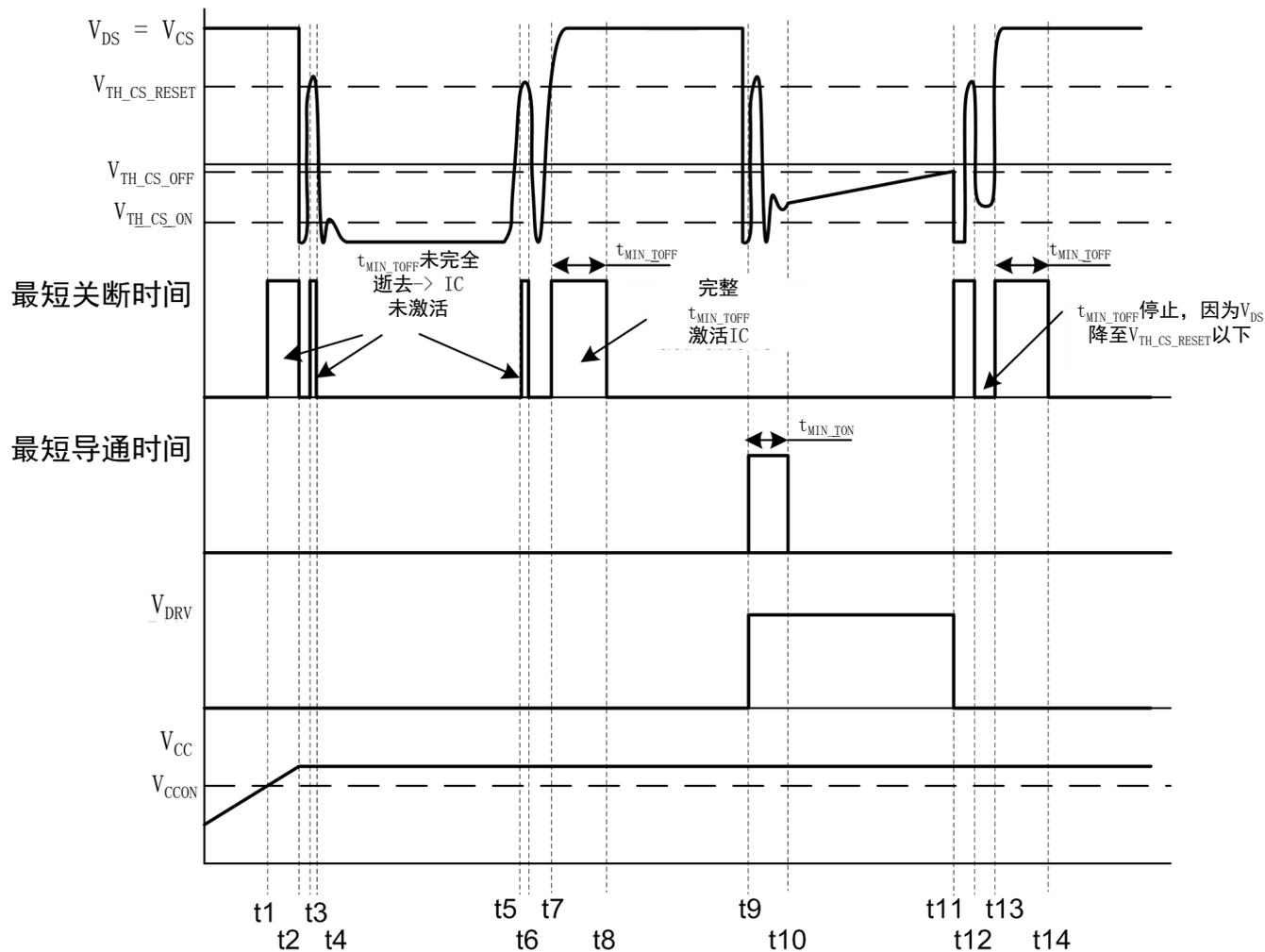
SR自同步

- NCP4306具有自同步特性，在IC启动后或退出禁用状态时，它会让SR与系统同步
- 当IC唤醒或启动时，它会等待最短关断时间间隔完全逝去，然后当CS引脚电压高于 $V_{TH_CS_RESET}$ 阈值时，DRV就会在下一周期使能



SR自同步

高噪声系统中启动后的自同步



CS dV/dt检测

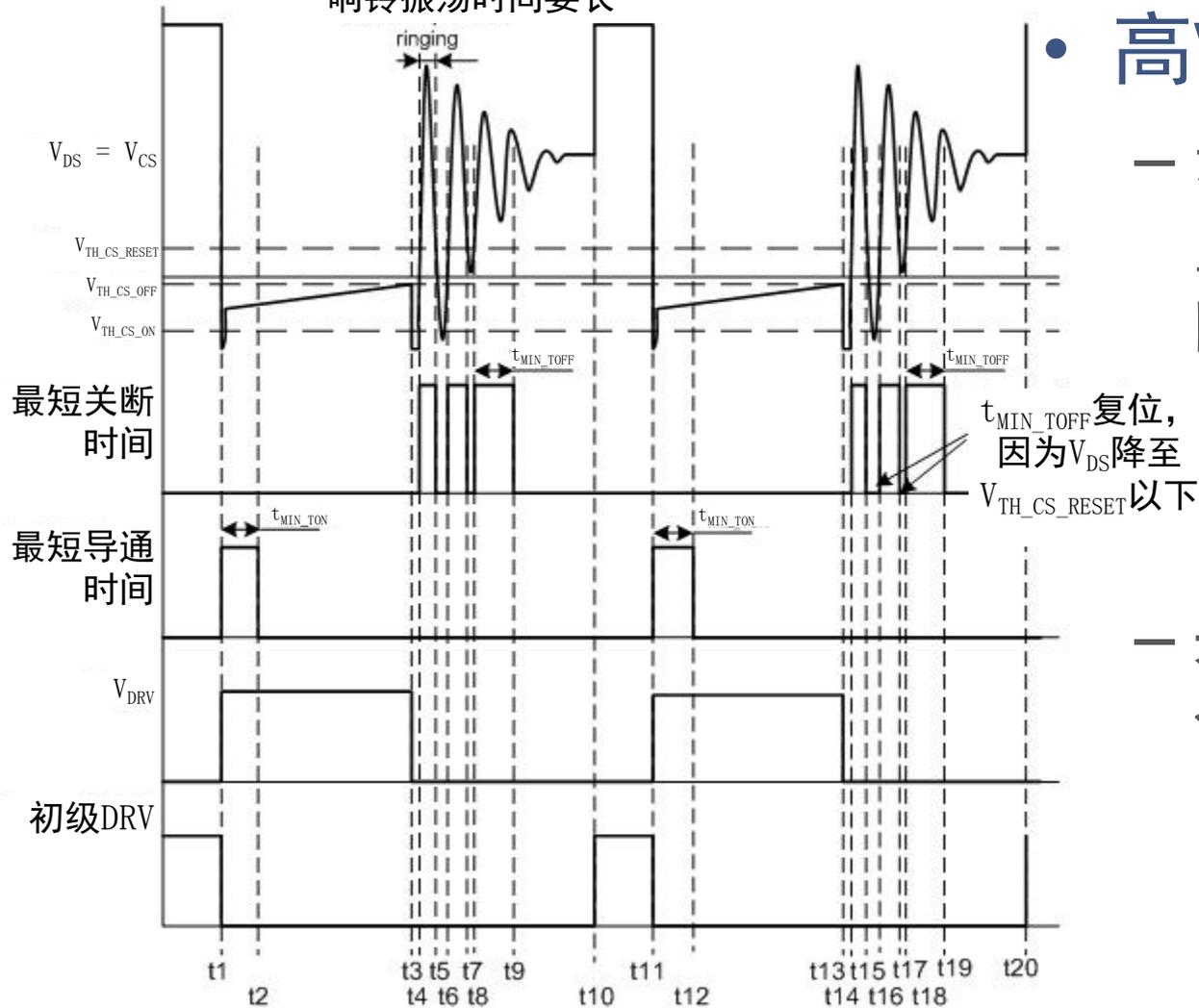
- 针对 V_{IN} 和 V_{OUT} 范围很宽的反激式应用，如USB-PD、QC3.0等
- 在高 V_{IN} 和低 V_{OUT} 期间，这些应用的初级脉冲非常窄
- 初级脉冲比所需的最短关断时间设置要短 => DRV在这些情况下无法激活
- dV/dt检测器缩短最短关断时间，其检测次级端正导通周期的开始
- 导通比较器随后便激活DRV

USB-PD、QC3.0挑战

- USB-PD或QC3.0等反激式应用的输入和输出电压范围很宽，当输入电压较高且输出电压较低时，即使在重载下，初级脉冲也非常窄
- 窄脉冲不允许在最短关断时间逝去后再激活SR
- 体二极管随后导通

USB-PD、QC3.0挑战

最短关断时间的设置必须比
响铃振荡时间长



• 高Vout情况

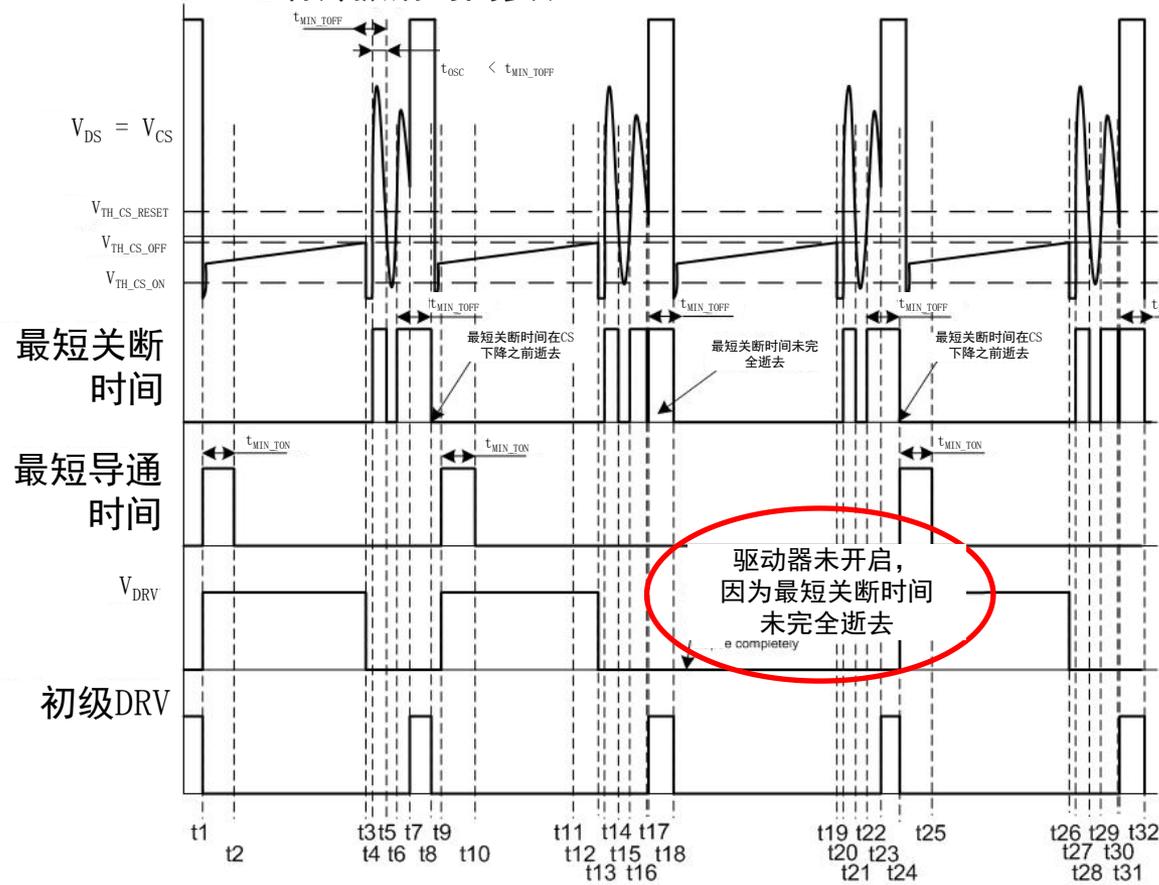
– 最短关断时间的设置必须比响铃振荡时间要长

– 采用4305运行是合适的



USB-PD、QC3.0挑战

最短关断时间的设置必须
比响铃振荡时间要长



• 低Vout情况

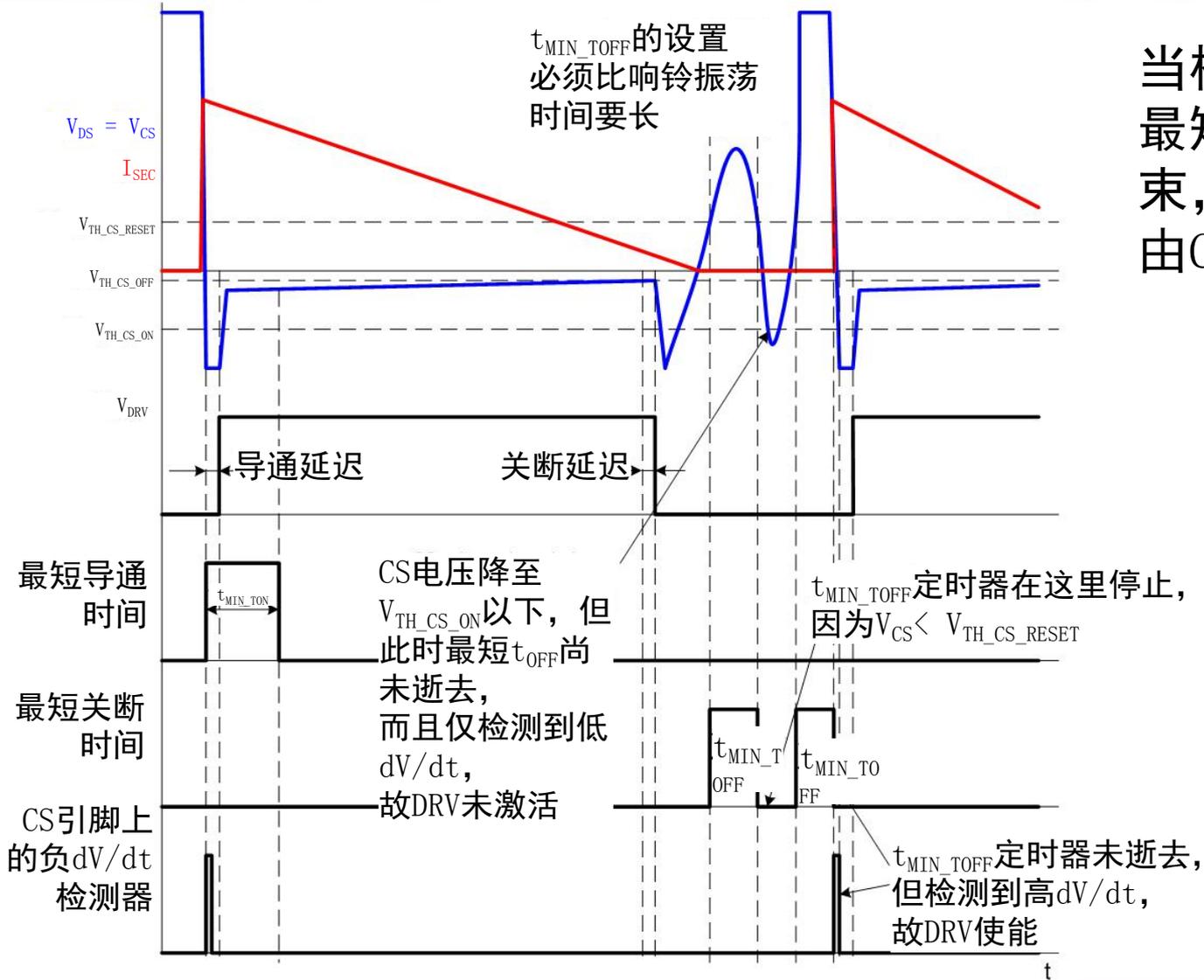
- 最短关断时间比初级导通时间长
- 最短关断时间未在CS下降沿到来之前逝去
- 若无dV/dt检测器, DRV脉冲可能不会从NCP4305或NCP4306出来



USB-PD、QC3.0解决方案

- 即使最短关断时间没有逝去，NCP4306也会开启驱动器，但仍会利用CS引脚信号负斜率检测正确消隐CS引脚上的响铃振荡
- 当在CS引脚上检测到很高的负 dV/dt 时，最短关断定时器结束，驱动器可根据CS导通比较器的结果激活
- 此特性也能简化最短关断时间设置

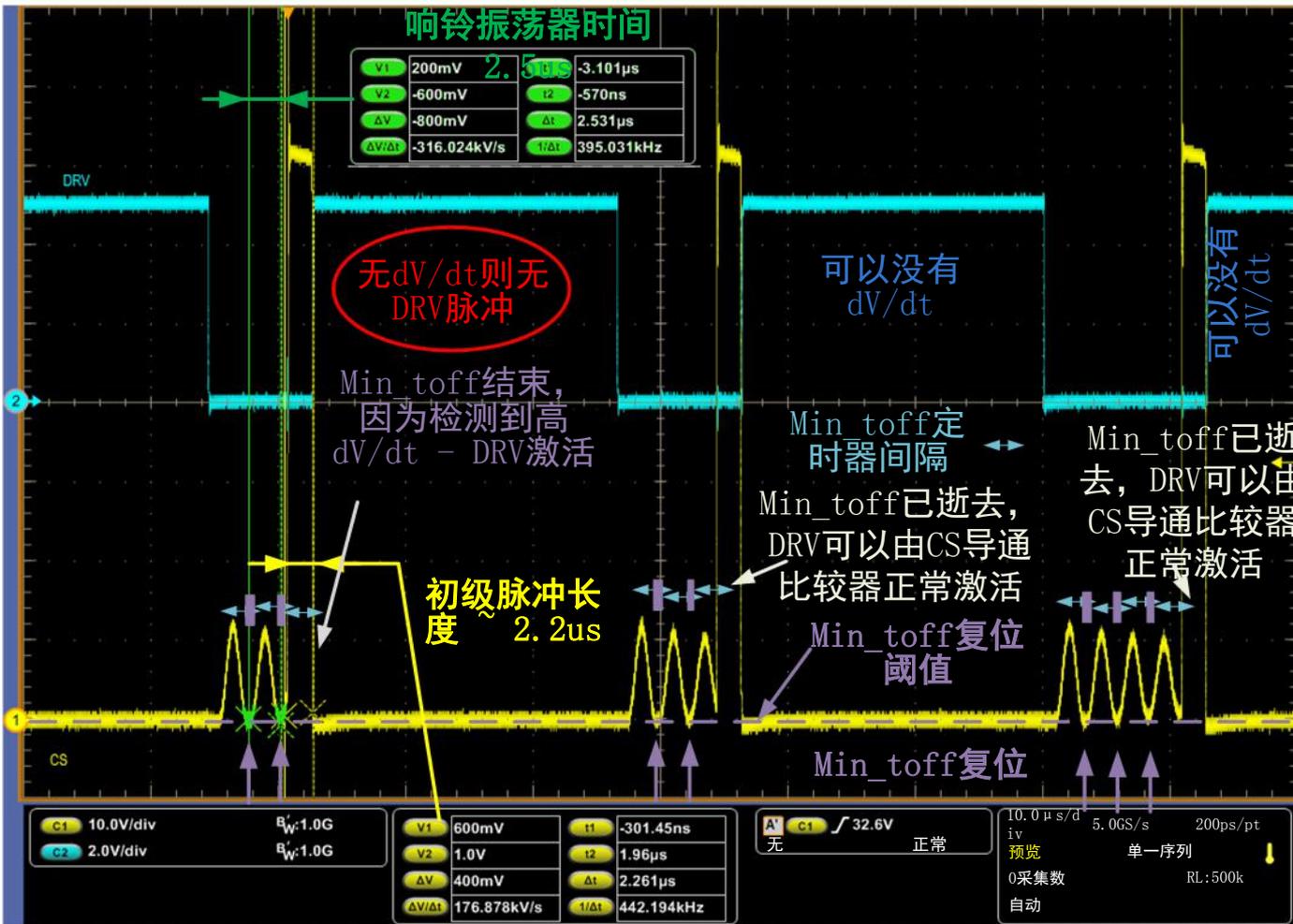
USB-PD、QC3.0解决方案



当检测到高 dV/dt 时, 最短关断时间间隔结束, 驱动器使能, 可由CS导通比较器开启



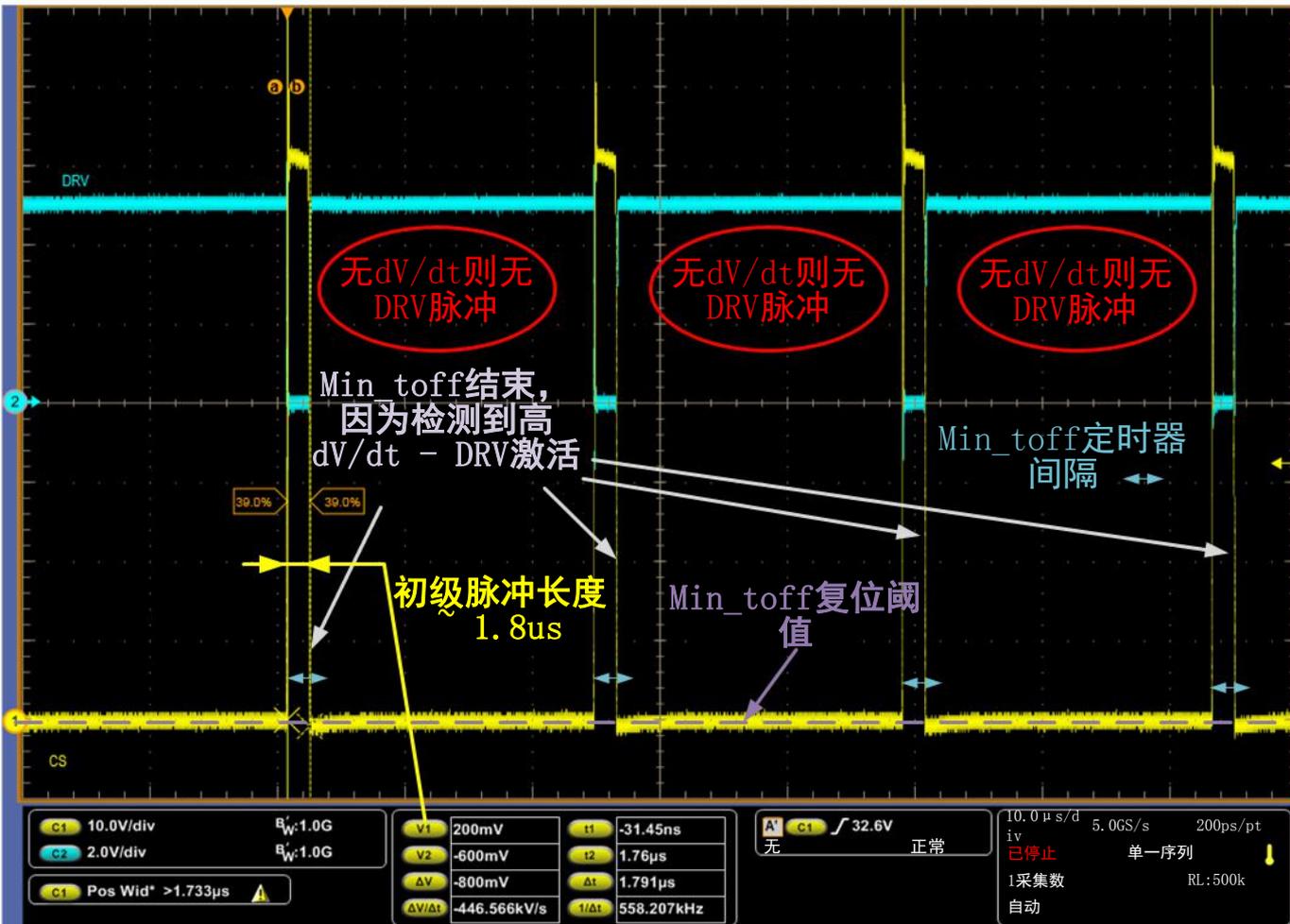
USB-PD、QC3.0解决方案



高压线上的USB-PD应用，5V、1.7A输出。响铃振荡时间为2.5us，所以最短关断时间必须设置得稍长，为2.7us。初级脉冲仅2.2us，比最短关断时间要短；这种情况下如果不使用dV/dt特性，则不会有DRV脉冲。Min_toff在每个CS谷底复位，因为在min_toff逝去之前，CS降至 $V_{CSRESET}$ 以下



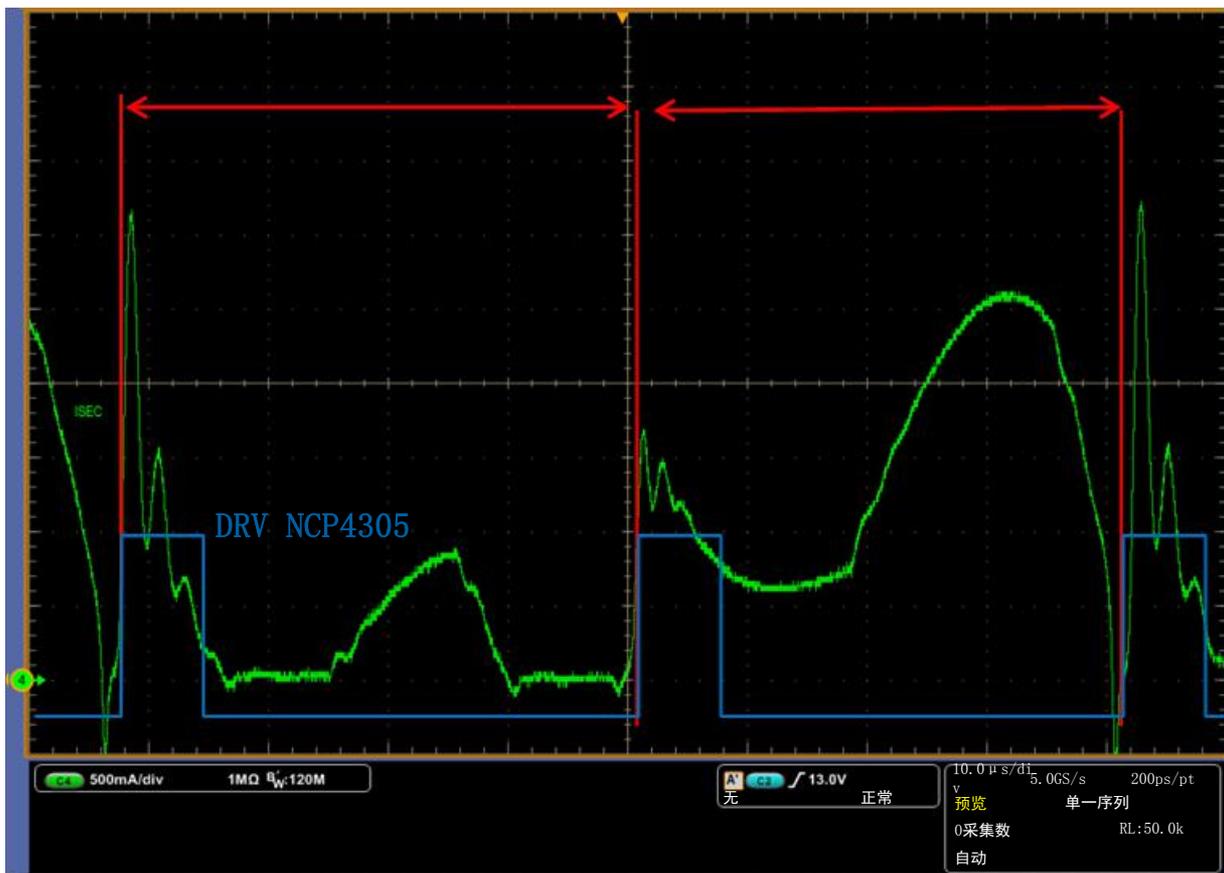
USB-PD、QC3.0解决方案



高压线上的USB-PD应用，5V、3A输出。Min_toff因为响铃振荡时间而设置为2.7us，但CCM中的初级导通时间仅为1.8us。若无dV/dt特性，则无DRV脉冲输出，因为每个周期最短关断时间都未逝去（即便未使用min_toff复位也不行）

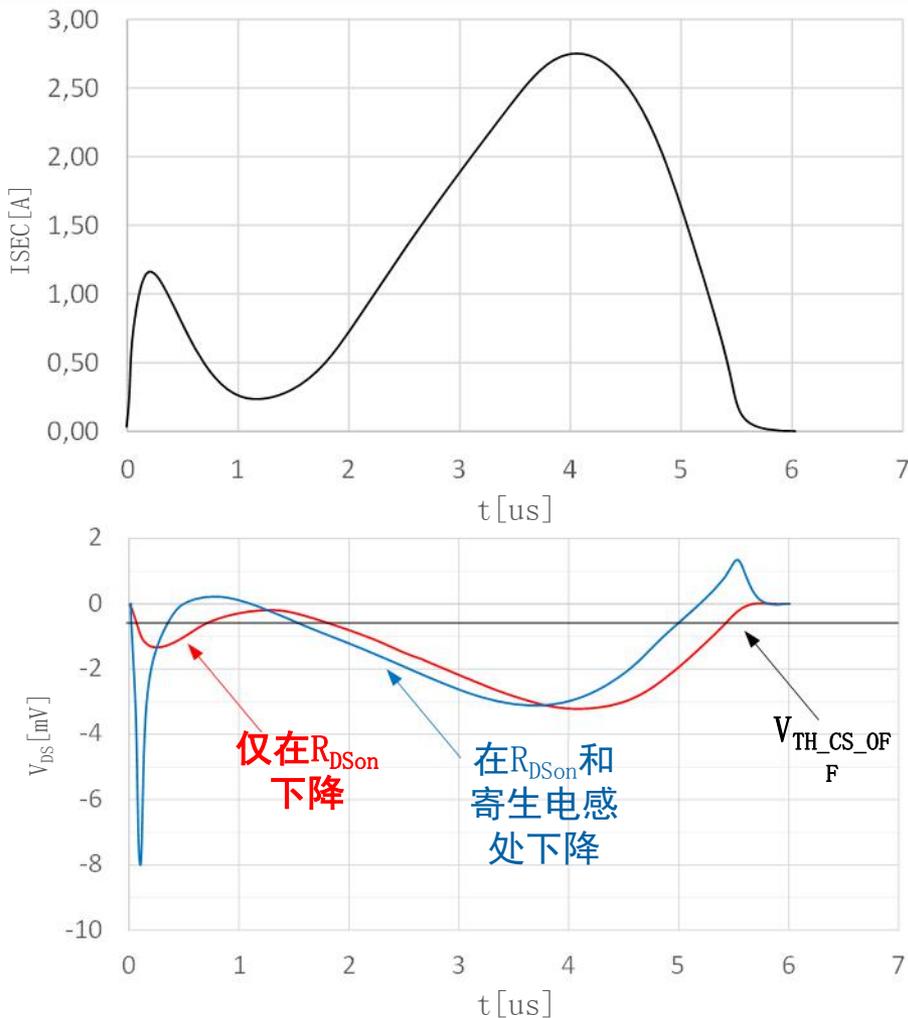
LLC轻载改进

次级端电流在轻载或中载情况下没有漂亮的正弦波形；
由于变压器/布局不对称，两个通道通常不一样。



由于很高的负 di/dt 和寄生电感，SR可能会错误检测到关断事件。在无电流部分，SR也可能关断。NCP4305不会在同一导通阶段再次开启DRV，因此功率损失较高。

LLC轻载解决方案



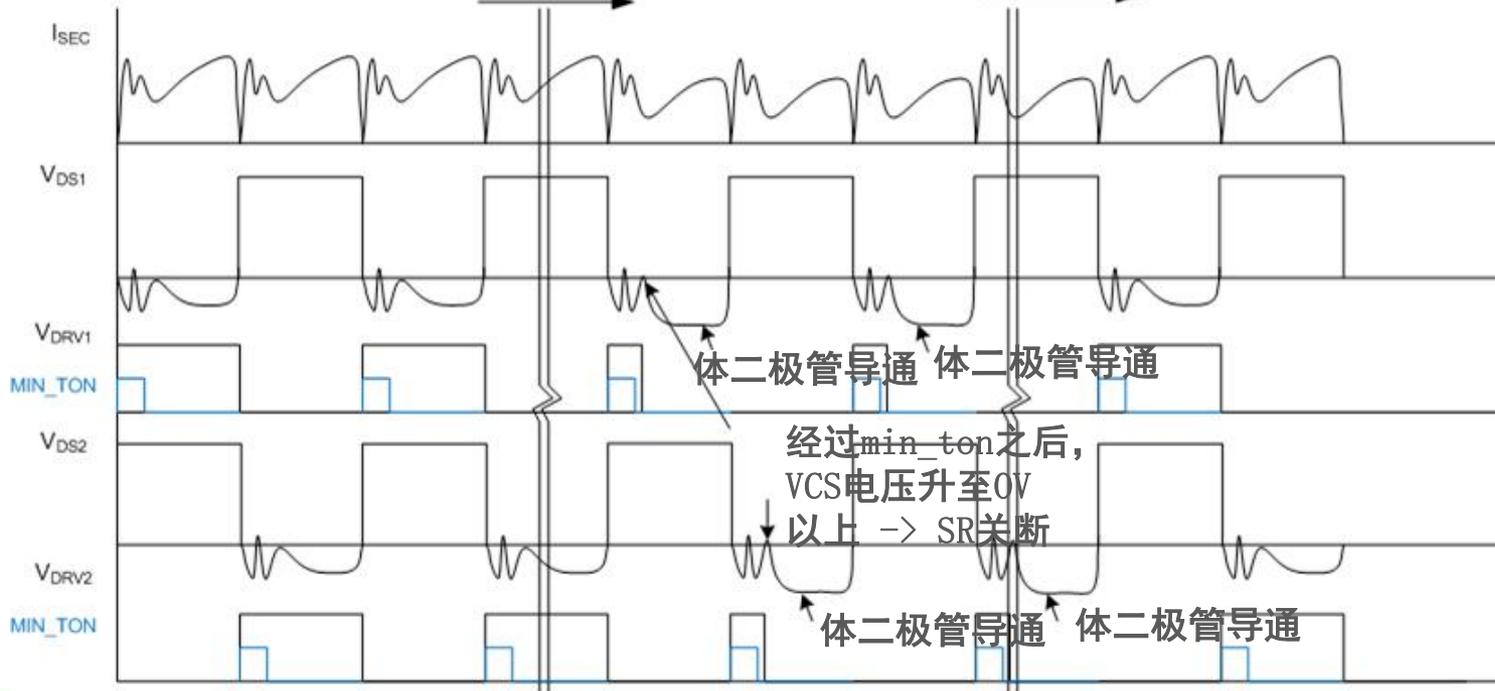
有问题波形可能会导致SR晶体管过早关断，因为CS电压可能会变为0或正电压（由于低电流和/或高 di/dt 及寄生电感）。图中可看见检测到压降。这种情况对于 $R_{DSon} = 1 \text{ m}\Omega$ 且封装(SMT)寄生电感 $L_{PACPAR} = 0.5 \text{ nH}$ 的SR mosfet是有效的。可以看到，SR晶体管在0.4至1.5 ms期间应关断，因为CS电压高于 $V_{TH_CS_OFF}$ 阈值。最短导通消隐间隔可以屏蔽关断过程，但这种情况下需要将其设置为至少1.5 ms，这在超轻载下可能会造成问题，因为电流仅短时间流动，较长的最短导通时间可能引起电流从输出电容流回变压器，并且可能将初级端的软切换变为硬切换。

LLC轻载解决方案

在短SR导通时间与长导通时间之间，系统也可能会开始振荡。原因是当SR导通时间较短或较长时，传输到次级端的能量不同。当SR导通时间较短时，初级端提高功率，这会改变次级电流波形，导致SR导通时间延长。更长的SR导通时间会将更多能量传输到输出，因此初级端降低传输的能量，但次级电流波形可能再次改变到SR导通时间较短时的波形，然后周而复始。这可能引发可闻噪声。

调节环路降低传输的功率，
因为SR导致输出电压过大

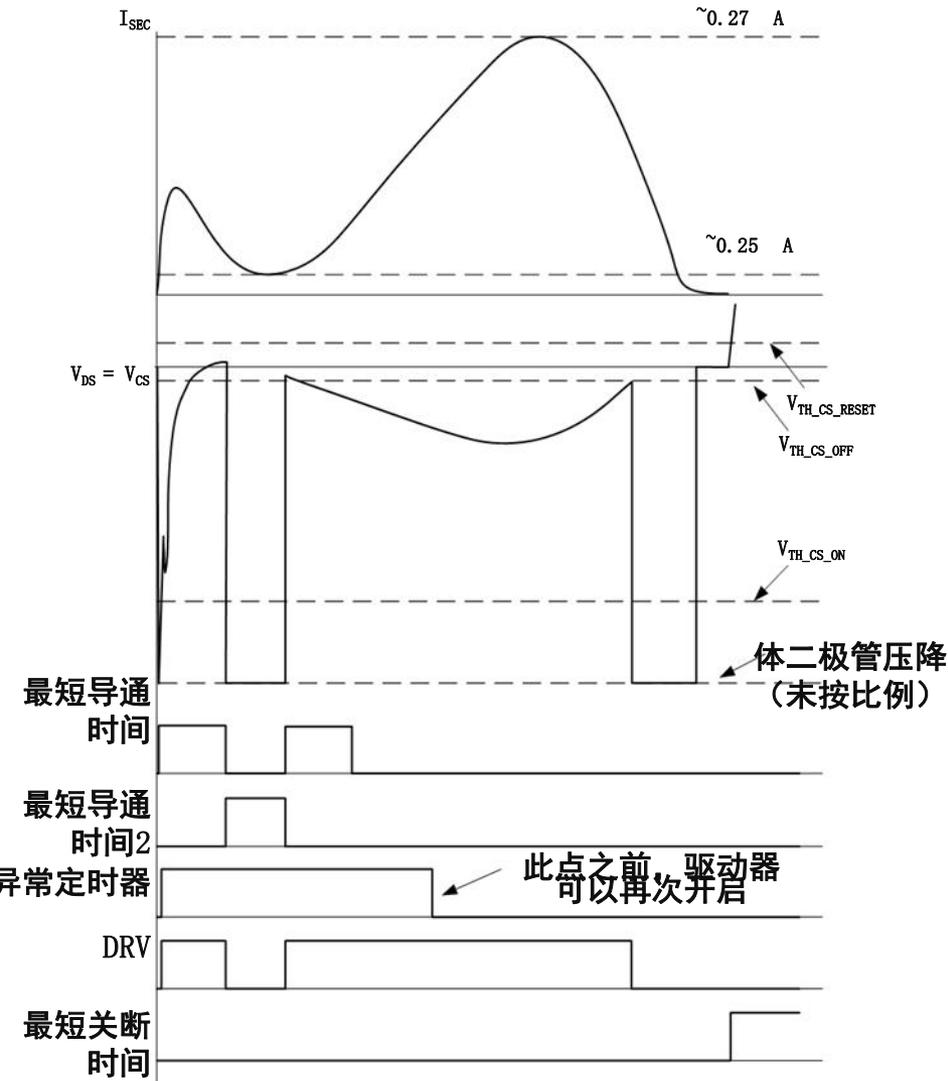
调节环路提高传输的功率，因为SR导通
角度较低，大量功率损失在体二极管



LLC轻载解决方案

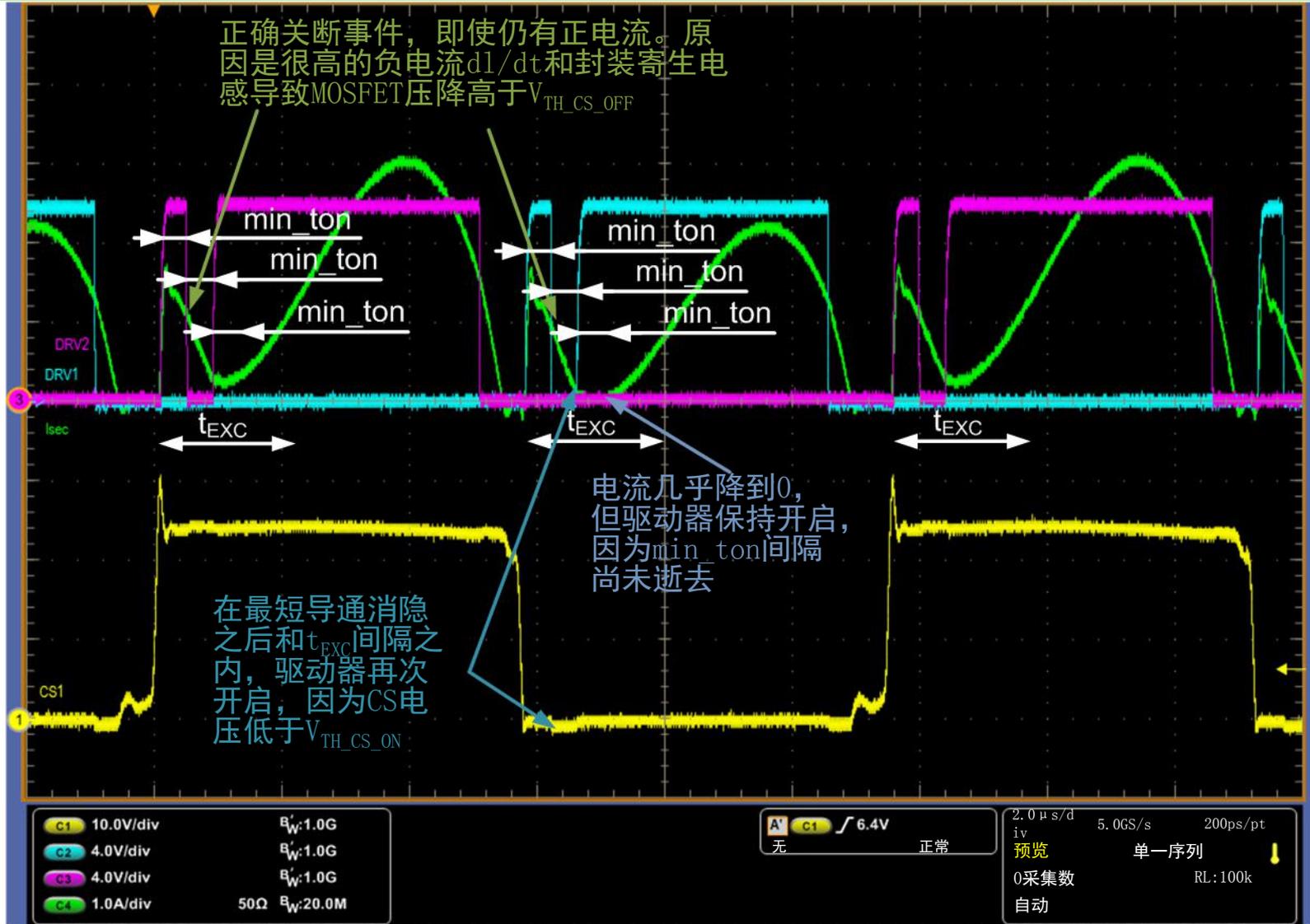
- NCP4306允许驱动器在同一导通周期中再次开启，使SR晶体管导通时间达到最长。这样做不会有次级交叉导通的风险
- 驱动器可以在异常时间间隔内开启，该间隔开始于驱动器第一次导通，持续多个min_ton间隔

LLC轻载解决方案



当 V_{CS} 降至 $V_{CS_TH_ON}$ 以下时, 驱动器开启, 异常定时器启动。在最短导通时间内, 关断比较器消隐。经过最短关断时间后, V_{CS} 高于 $V_{TH_CS_OFF}$, 因此驱动器关闭。导通比较器在最短导通时间内消隐, 以免驱动器快速开启, 这只会提高功耗。经过最短导通消隐间隔之后, CS 电压再次低于 $V_{TH_CS_ON}$, 异常定时器尚未逝去, 与最短导通时间间隔同时, 驱动器可以再次开启。在导通阶段就要结束时, 驱动器再次关闭, 但这次是正确关闭。最短导通消隐间隔未开始, 因为异常定时器已在之前逝去, 所以 SR 控制器等待 $V_{CS} > V_{CS_TH_RESET}$ 以启动最短关断时间消隐定时器。

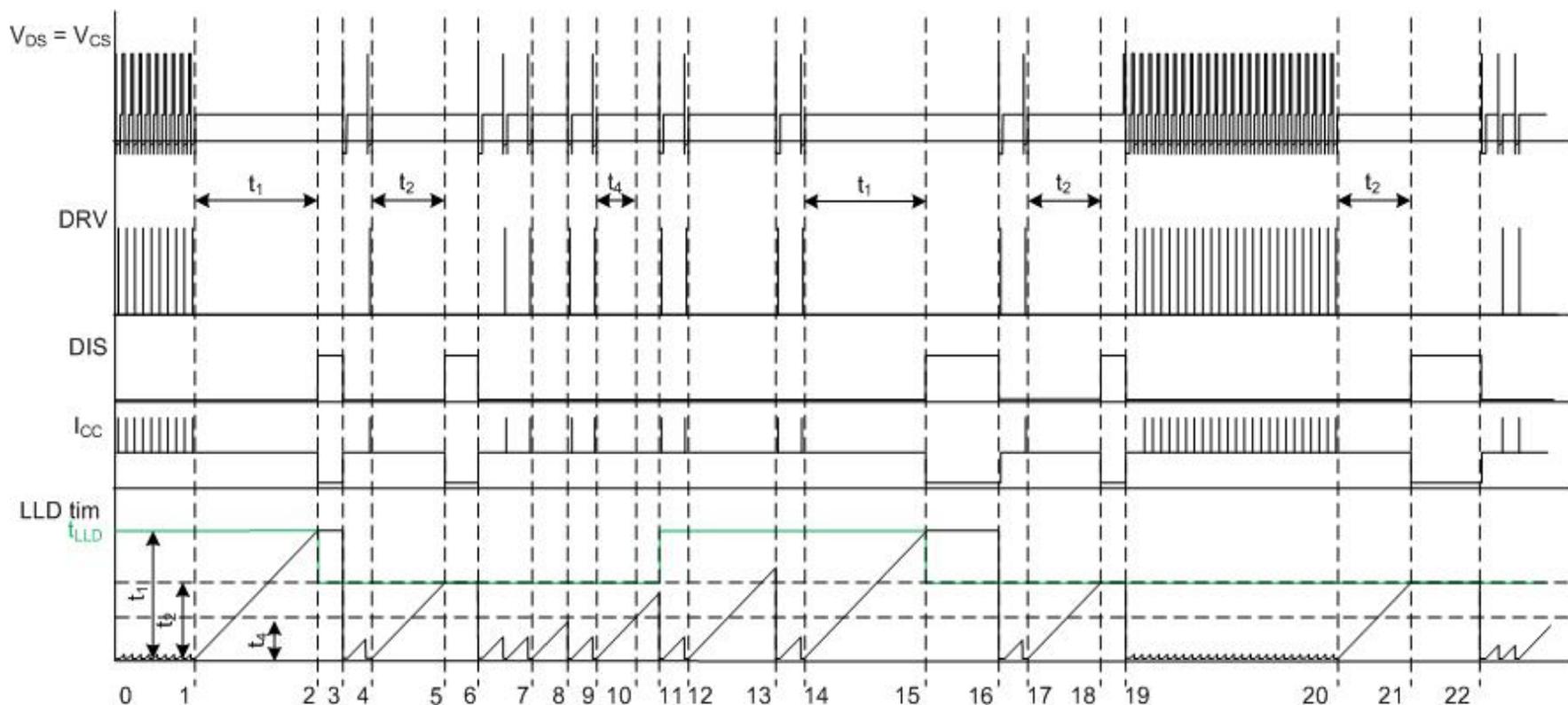
LLC轻载解决方案



轻载检测

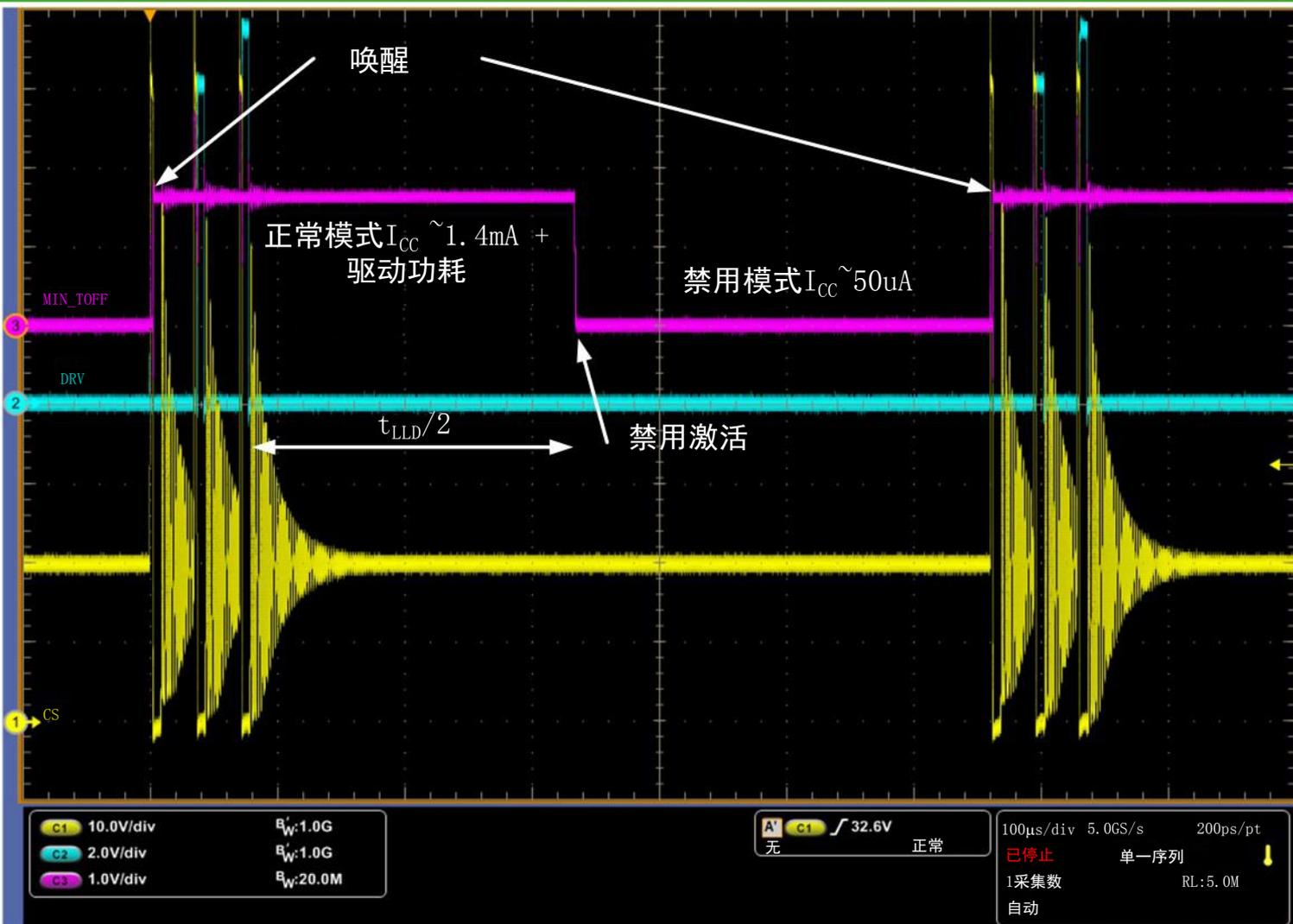
- 检测到轻载状况时，控制器可以进入低功耗模式
- 次级导通间隔之间的时间用于做决策
- 时间可以由外部电阻设置，或使用内部固定选项
- **SR**晶体管体二极管开始导通之后，唤醒时间很快，约为**1.5us**
- 禁用模式功耗 - **~50uA**

轻载检测



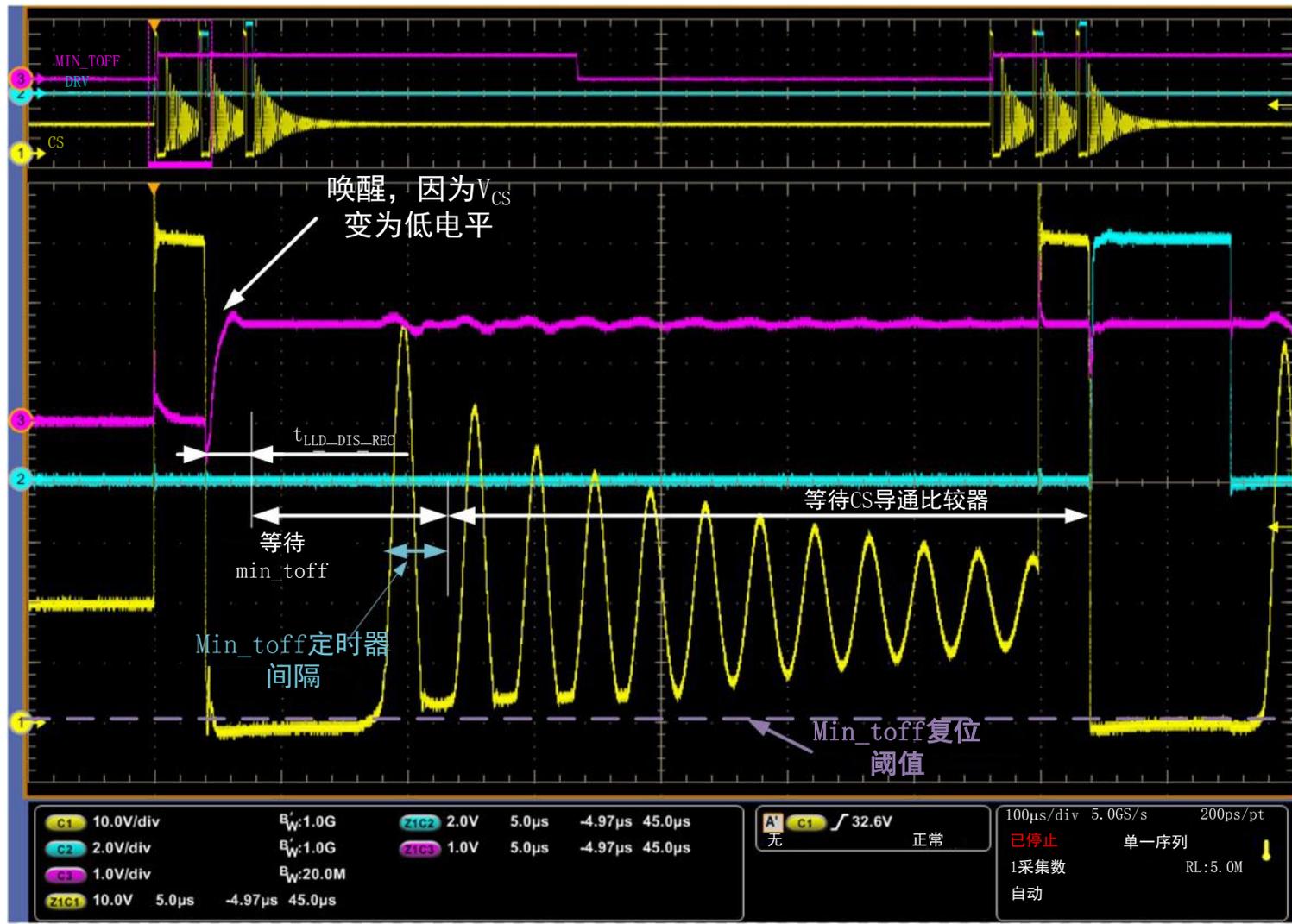
反激式SMPS示例。脉冲之间的时间由LLD定时器测量，其根据情况改变最大值（它会让检测迟滞）。检测到LLD情况时（脉冲的到来不早于LLD定时器逝去），LLD定时器变为 $1/2$ ；当下一脉冲在 t_{LLD} 的 $1/4$ 和 t_{LLD} 的 $1/2$ 之间到来时，LLD定时器又变为标称值。

轻载检测 - 反激式



跳跃模式期间的LLD运行。
MIN_TOFF引脚高电平意味着IC处于正常模式，MIN_TOFF低电平意味着IC处于禁用模式。

轻载检测 - 反激式

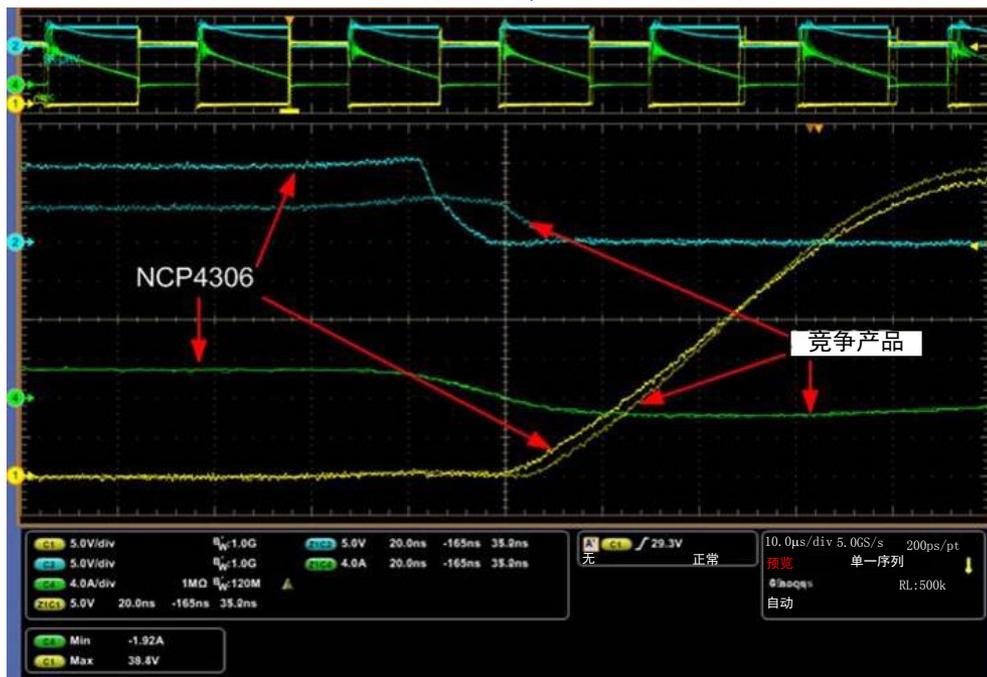


当CS电压变为低电平时，IC唤醒。唤醒需要约1.5us。IC随后等待最短关断间隔逝去，因为要自同步，然后便可在CS导通比较器事件发生时开启驱动器。

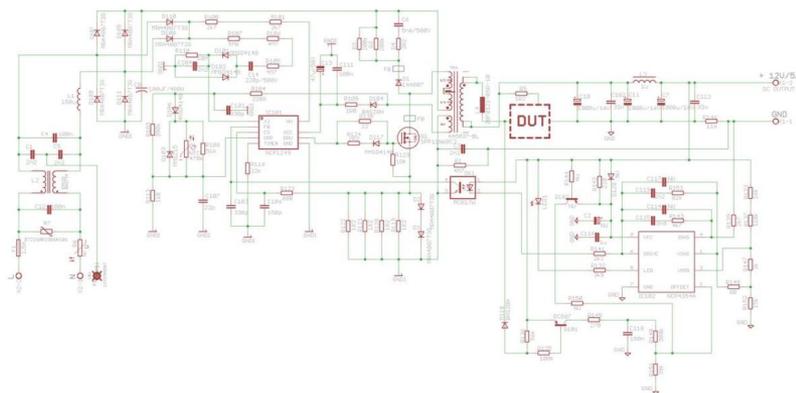
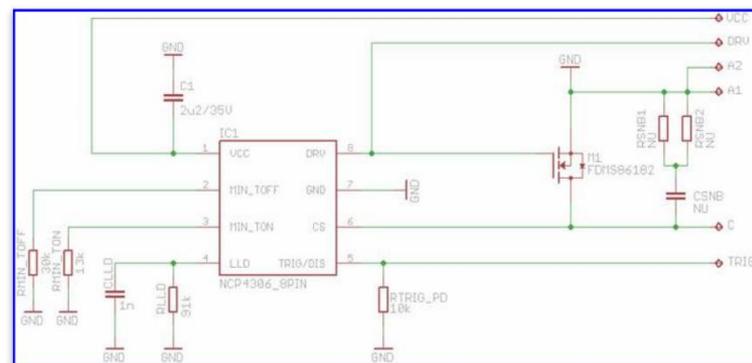


基准测试 - CCM运行

- ✓ CCM运行时性能良好
与竞争产品M相比，关断稍早

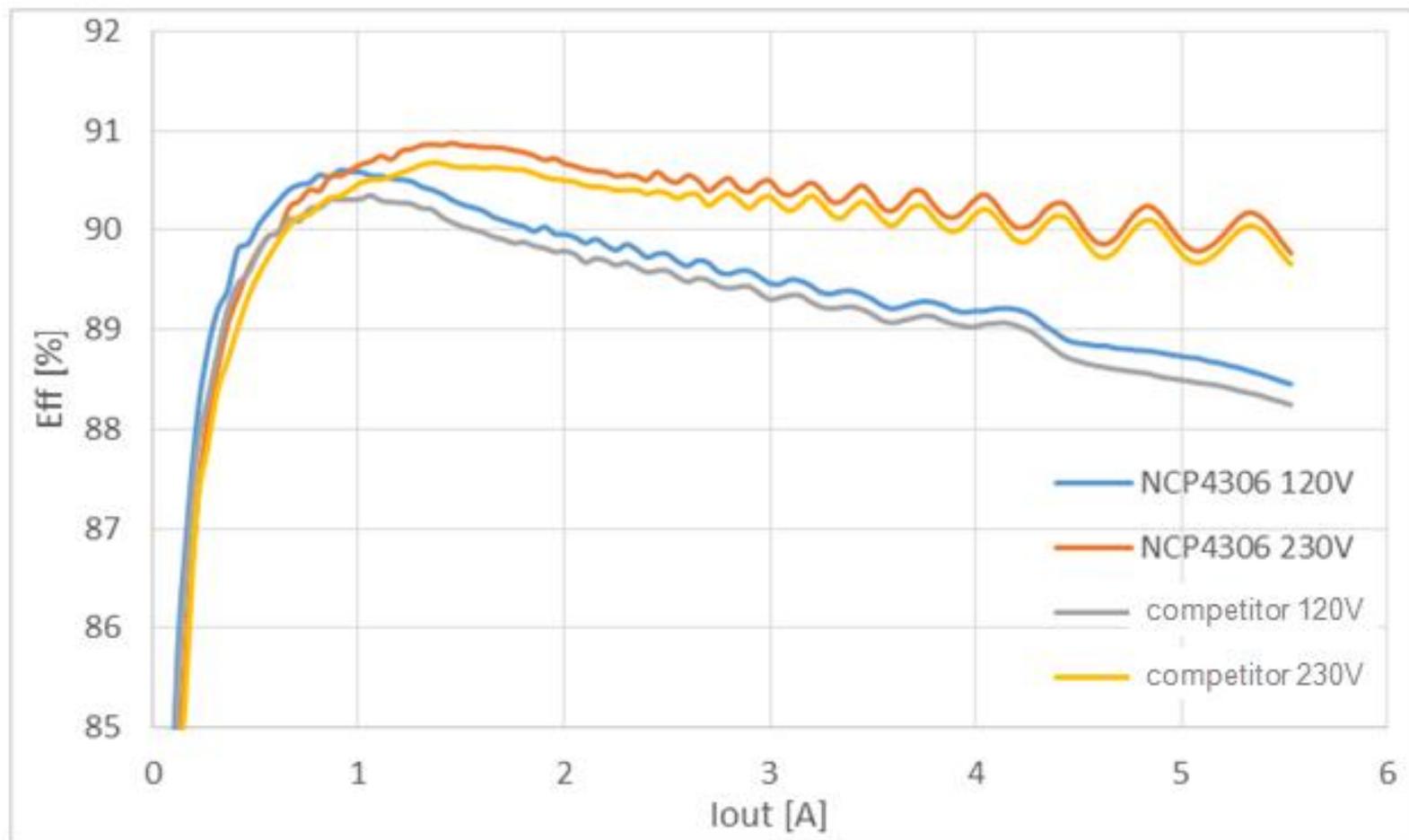


- ❖ NCP1249
- ❖ 子板 (NCP4306或竞争产品)
- ❖ 输入: 85~265Vac, 输出: 12V/5.5A, 无缓冲器



基准测试 - 能效

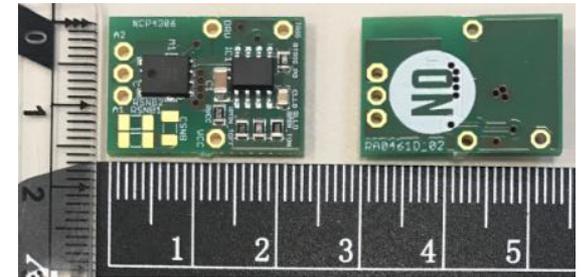
- ✓ 与竞争产品M相比，能效出色
由于栅极电压较高，能效略高



IC和评估板信息

1. IC样品

- 1) 提供SOIC-8
- 2) 提供TSOP-6
 - 联系区域MKT
 - 访问样品申请系统



2. 子板(24*16*4mm)

- 1) 带MOSFET (100V、4.2mΩ、Power56、FDMS86181)，主要用于反激式设计
- 2) 带MOSFET (150V、11mΩ、D2PAK、FDB110N15A)，主要用于反激式设计
- 3) 带MOSFET (60V、4.7mΩ、DFN5(SO-8FL)、NTMFS5C646NL)，主要用于LLC设计
 - 使用NCP4306 SOIC-8以支持灵活评估
 - 联系区域MKT
 - 评估板计划于2017年12月送入评估板仓库

总结

- 更低 V_{CC} UVLO – 3.5/4.0V
- 超快传播延迟 – 13ns
- 轻载检测特性 – 一个电阻
- 更强驱动电流 – 2A/7A
- 能够耐受较短初级导通时间的解决方案，适合USB-PD、QC 3.0等
- LLC轻载/中载运行性能增强，稳定的导通时间
- 提供TSOP6封装

更多产品信息

有关NCP4306的更多信息，请访问网站：

www.onsemi.cn

详细信息请联系您当地的安森美半导体销售代表或授权代理商。

www.onsemi.cn/PowerSolutions/locateSalesSupport.do

关注“安森美半导体”官方微信平台

扫描二维码
点击关注

