

产品概述

HT2535S 是一款适用于低功率 AC/DC 电池充电器和电源适配器的高集成度和高性能的离线式 PWM 控制器。

HT2535S 采用原边反馈控制，使系统应用中可以去 TL431 和光耦，降低了成本。全电压输入范围内恒压精度能保持在 $\pm 5\%$ 以内。CC/CV 控制如图 1 所示。在 CC 控制时，通过 CS 端的采样电阻 R_s 可调整输出功率和电流。在 CV 控制时，多模式控制实现了高性能和高效率，而且，通过内置的输出线损补偿实现了较好的负载调整率。

HT2535S 提供了软启动功能和多种全面的可恢复保护模式，其中包括：逐周期电流限制保护（OCP）、VCC 电压的过压嵌位以及低压关闭（UVLO）。

HT2535S 使用了频率抖动技术，可以很好的改善开关电源系统的 EMI 性能。

HT2535S 芯片可以作为线性电源或者 RCC 模式电源的最佳替代产品，从而提高开关电源系统的整体性能，并有效地降低系统成本。HT2535S 采用 SOP-8 无铅封装，内置 1N60 功率 MOS 管。

主要特点

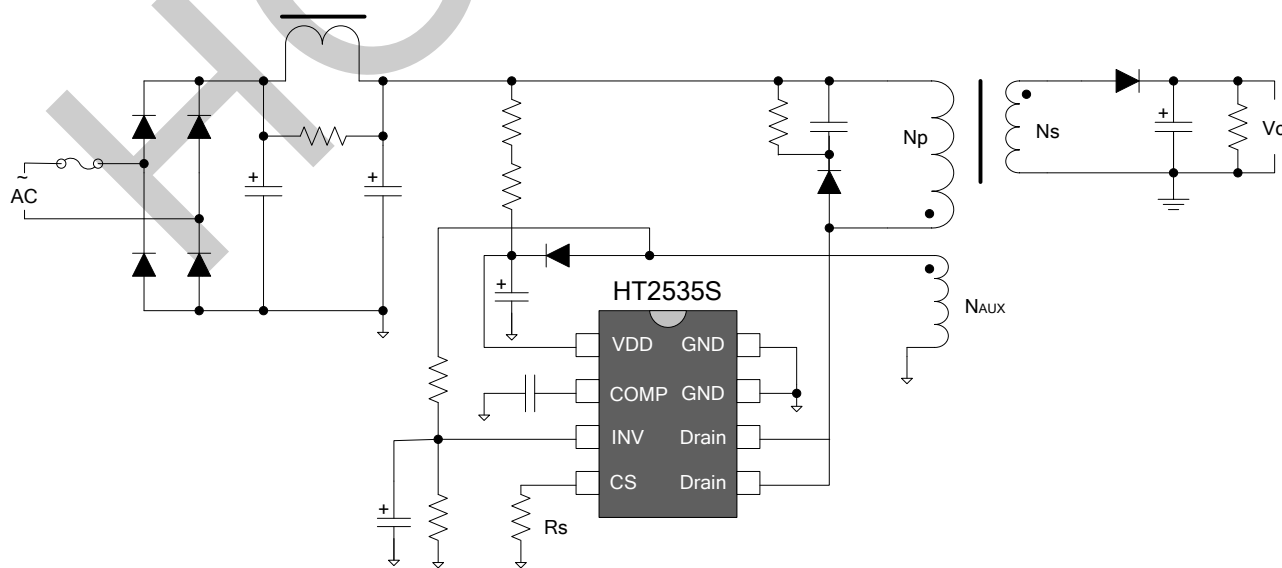
- ◆ 低启动电流（5uA）
- ◆ 低工作电流（2mA）

- ◆ 全电压输入范围内，具有 5% 的恒压调节和 5% 的恒流调节精度
- ◆ 原边反馈技术使系统节省 TL431 和光耦
- ◆ 可编程的 CC、CV
- ◆ 内置原边绕组电感补偿
- ◆ 可编程的输出线损补偿
- ◆ 内置软启动功能
- ◆ 内置前沿消隐
- ◆ 逐周期电流限制保护
- ◆ VCC 过压嵌位保护
- ◆ 低电压关闭功能
- ◆ 栅驱动输出电压嵌位
- ◆ 频率抖动功能

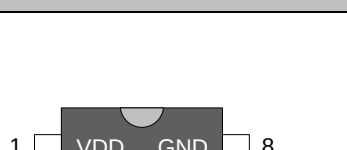
典型应用

- ◆ 手机/无绳电话充电器
- ◆ 数码相机充电器
- ◆ 小功率电源适配器
- ◆ 电脑/电视辅助电源
- ◆ 替代线性电源
- ◆ LED 灯具、射灯；天花灯、球泡灯等

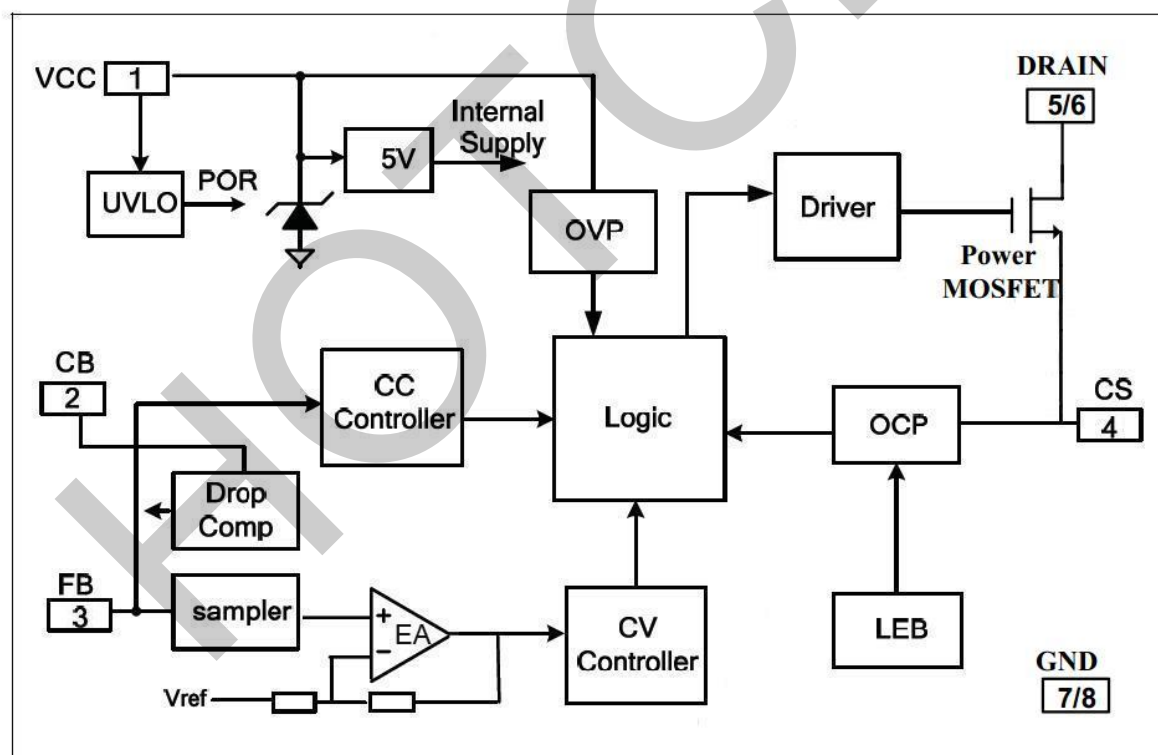
典型应用电路图



引脚定义

引脚图	序号	名称	引脚说明
	1	VCC	电源端
	2	CB	环路补偿端
	3	FB	反馈输入端
	4	CS/E	电流检测端
	5	DRAIN	内置 MOS 漏极端
	6	DRAIN	内置 MOS 漏极端
	7	GND	地
	8	GND	地

电路内部结构框图



极限参数

参数	符号	极限值	单位
内置 MOS 管漏极电压	V_{Drain}	-0.3~600	V
DC 供电电压	V_{CC}	30	V
FB 引脚输入电压	V_{FB}	-0.3~7	V
CS 引脚输入电压	V_{CS}	-0.3~7	V
CB 引脚输入电压	V_{CB}	-0.3~7	V
最大工作结温	T_{J}	150	°C
储存温度	T_{STG}	-55~150	°C
VCC DC 嵌位电流	I_{CC}	10	mA

注意：超过上表中规定的极限参数会导致器件永久损坏。不推荐将该器件工作在以上极限条件，工作在极限条件以上，可能会影响器件的可靠性。

推荐工作条件

参数	符号	极限值	单位
VCC 供电电压	V_{CC}	10~30	V
操作温度	T_{A}	-20~85	°C

电气特性参数 (若无特殊说明, $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC}=16\text{V}$)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压部分						
启动电流	I_{VCC_ST}	$V_{CC}=13\text{V}$		5	20	μA
工作电流	I_{VCC_OP}	$V_{CC}=18\text{V}$, $I_{NV}=2\text{V}$, $CS=0$		2	3	mA
启动阈值电压	$UVLO_ON$	V_{CC} falling	8.2	9.0	10.5	V
关闭阈值电压	$UVLO_OFF$	V_{CC} rising	16	18	19	V
VCC 钳位电压	V_{CC_Clamp}	$I_{VCC}=10\text{mA}$	25	27	29	V
过压保护阈值	OVP		24	26	28	V
误差放大器部分						
参考电压	V_{ref_EA}		1.97	2	2.03	V
误差放大器基准电压	Gain			60		dB
FB 过压保护阈值	OVP_FB			3		V
电流检测部分						
前沿消隐时间	TLEB			625		ns
输入阻抗	Z_{sense}		50			$\text{K}\Omega$
过流控制延迟	T_{D_OC}			110		ns
过流阈值	V_{TH_OC}		0.88	0.91	0.94	V
软启动时间	T_{ss}			17		ms
振荡器部分						
IC 最大频率	Freq_Max		65	70	75	KHz
正常工作开关频率	Freq_Nom			50		KHz
	Freq_startup	$I_{NV}=0\text{V}$, $CB=5\text{V}$		14		KHz
频率抖动范围	$\Delta f/\text{Freq}$			± 6		$\%$
栅级驱动输出部分						
输出低电平	V_{OL}	$I_O=20\text{mA}$			1	V
输出高电平	V_{OH}	$I_O=20\text{mA}$	6			V
输出钳位电压	V_{clamp}			12		V
输出上升时间	T_r	$C_L=0.5\text{nF}$		650		ns
输出下降时间	T_r	$C_L=0.5\text{nF}$		40		ns
MOS 管部分						
MOS 管漏极电压	BV_{dss}		600			V
静态漏极电阻	R_{on}			12		Ω

功能描述

HT2535S 是一款适用于低功率 AC/DC 电池充电器和电源适配器的高集成度和高性能的离线式 PWM 控制器。采用原边反馈，使系统应用中可以省去 TL431 和光耦，降低了成本；而且保证了高精度的恒流恒压控制，满足了大多数电源适配器和电池充电器的要求。

启动电流

HT2535S 的启动电流设计得很小，因此 VCC 能很快充电上升到脱离 UVLO 的阈值电压以上，器件可以实现快速启动。大阻值的启动电阻可以被用来减少功耗，并且在应用中可以简化启动电路的设计，实现可靠的启动。

工作电流

HT2535S 具有很低的工作电流（2mA）。低工作电流，以及多模式控制电路可以有效地提高开关电源的转换效率。

CC/CV 工作

HT2535S 具有高精度的 CC/CV 特性。对于电池充电器，首先工作在 CC 模式，直到几乎充满时，平滑的转化为 CV 模式；对于电源适配器，常态时基本处于 CV 模式，CC 模式仅提供限流保护。

工作原理

HT2535S 具有高精度的 CC/CV 特性，设计时需保证系统工作在 DCM 模式。在 DCM 下，输出电压由辅助边来感应。在开关管导通时，负载电流由输出滤波电容 C_o 提供，原边线圈中的电流线性上升。在开关管关断时，原边电流传递到次边，并被放大：
$$I_S = N_P \div N_S \times I_P$$

辅助绕组感应输出电压，由下式给出：

$$V_{AUX} = N_{AUX} \div N_S \times (V_O + \Delta V)$$

其中 ΔV 是输出二极管两边的压降。

辅助线圈与 INV 间接有电阻分压网络，在去磁末端，辅助边电压被采样且在下次被采样前恒定。采样电压与 2V 参考电压的误差被 EA 放大，EA 的输出 COMP 反映负载情况并控制 PWM 的占空比调节输出电压，从而得到恒定输出电压。

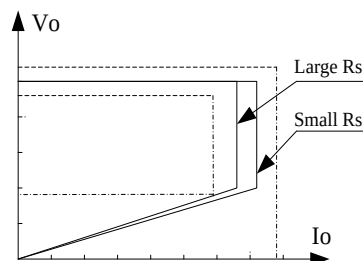
当采样电压低于参考电压时，EA 输出 COMP 达到其最大值，采样电压决定开关频率，从而输出电压可以调整输出电流，实现恒定电流。

当采样电压高于参考电压时，EA 输出达到其最大值，采样电压决定开关频率，从而输出电压可以调整输出电流，实现恒定电流。

可调节的 CC 恒流点和输出功率

在 HT2535S 中，CC 恒流点和最大输出功率可由 CS 端所接电阻 R_S 调节。输出功率通过 CC 恒流点的变化来调节。 R_S 越大，CC 恒流点越小，输出功率也越小；反之亦然。

图 2 改变 R_S 调节输出功率



工作频率

HT2535S 的振荡频率由负载情况和工作模式共同决定。在最大输出功率时，振荡器频率设定在 60kHz。在 DCM 下，最大输出功率由下式给出：
$$P_{OMAX} = 1/2 L_P I_{P_SW}^2$$

其中 L_P 是原边电感， I_P 是原边峰值电流。

在 CC 模式下，原边电感 L_P 的改变会导

致最大输出功率 P_{oMAX} 和恒定输出电流的改变。
为补偿由于原边电感变化而导致功率的变化, FSW
需由内部环路锁定为: $FSW=1/2T_{Demag}$

由于 T_{Demag} 与原边电感 LP 成反比, 所以
 $LPFSW$ 是恒定的, 因此在 CC 模式下, 最大输出
功率与输出电流是恒定的, 不会由于原边电感的改
变而改变。原边电感变化在 $\pm 10\%$ 间可以补偿。

频率抖动技术

HT2535S 使用了频率抖动技术, 可以很好的改善
开关电源系统的 EMI 性能。

电流检测和前沿消隐

HT2535S 内部具有逐周期电流限制 (Cycle-by-Cycle Current Limiting) 功能。开关电流通过检测
电阻输入到 CS 引脚。引脚内部的前沿消隐电路可
以消除 MOSFET 开启瞬间由于 snubber 二极管反
向恢复造成的感应电压毛刺, 因此 CS 输入端的外
接 RC 滤波电路可以省去。限流比较器在消隐期间
被禁止而无法关断内置功率 MOSFET。PWM 占空
比由电流检测端的电压和 EA 输出端的电压决定。

可编程的输出线损补偿

HT2535S 使用了可编程的输出线损补偿, 极大地
提高了负载调整率。在 INV 端由于内部电流流入分
压电阻产生压降, 而电流的大小与 COMP 端的电
压成反比, 所以该压降与输出负载电流成反比, 当

负载电流从满载到空载下降时, INV 端的压降是增
长的。通过对分压电阻阻值的调整实现可编程的输
出线损补偿。

栅极驱动

太弱的栅驱动强度会导致过大的开关损失, 而太强
的驱动会产生过大的 EMI。HT2535S 通过内建图
腾柱栅极驱动电路的优化设计, 实现了输出强度和
死区时间控制两者之间的良好折中。从而可以更容
易的设计出理想的低待机损耗和 EMI 系统。

HT2535S 还在栅极驱动输出端内置了 12V 的嵌位
电路, 有效地保护了内置高压功率 MOSFET 开关
管。

内置输出线损补偿

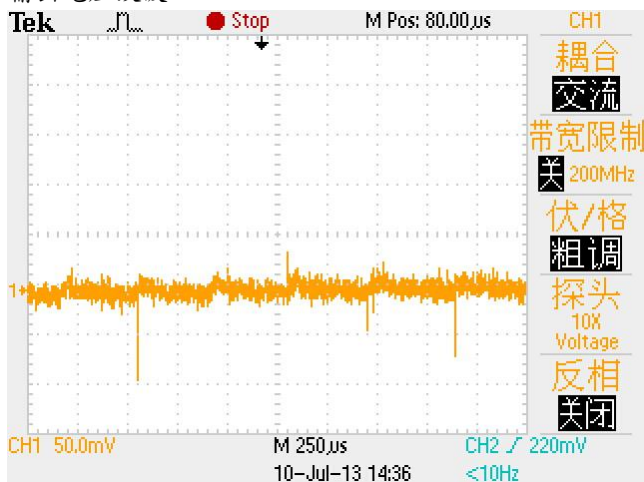
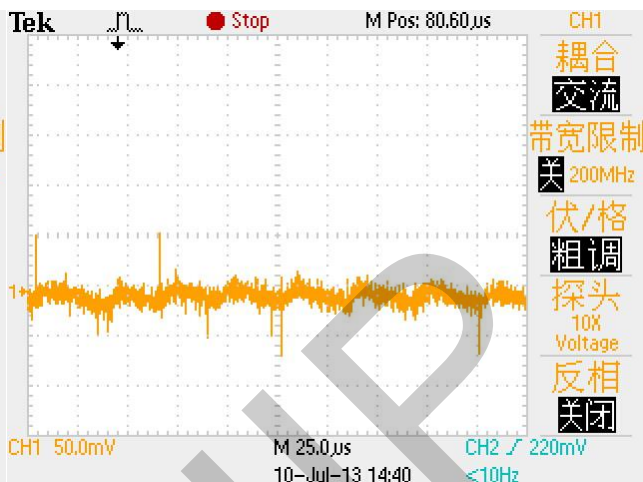
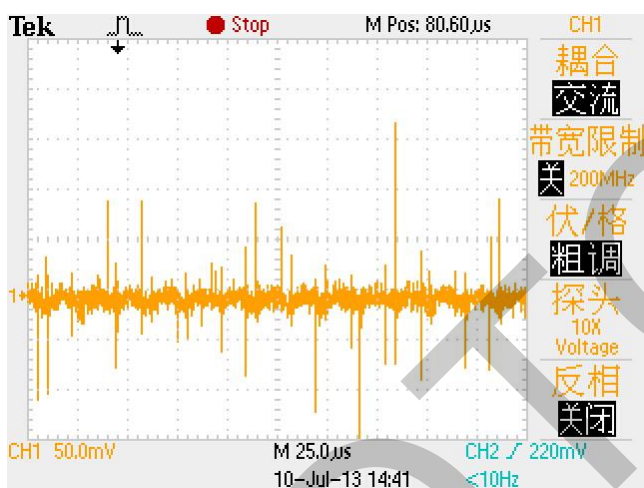
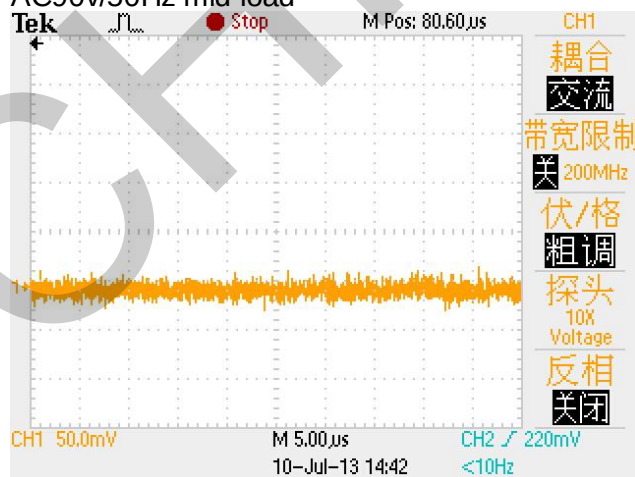
HT2535S 使用了内置输出线损补偿, 极大地提高
了负载调整率。CB 端电压与输出负载电流成正比,
当负载电流从空载到满载上升时, CB 端的压降是
增长的。CB 电压转换成内部补偿电流变化, 实现
输出线损补偿功能。

保护控制

HT2535S 提供了全面的保护特性, 系统可以获得
最高可靠性。其中包括逐周期限流保护 (OCP),
片上 VCC 过压嵌位以及低压关断 (UVLO)。
VCC 高于过压保护阈值时将嵌位。当 VCC 低于
UVLO 门限的时候, 芯片被关断, 随后进入上电启
动程序。

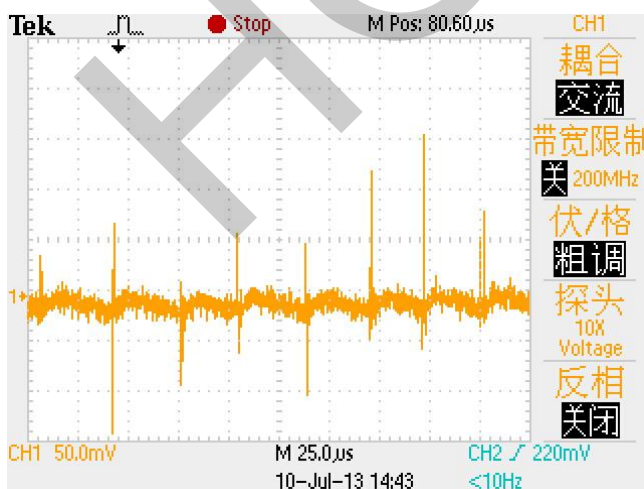
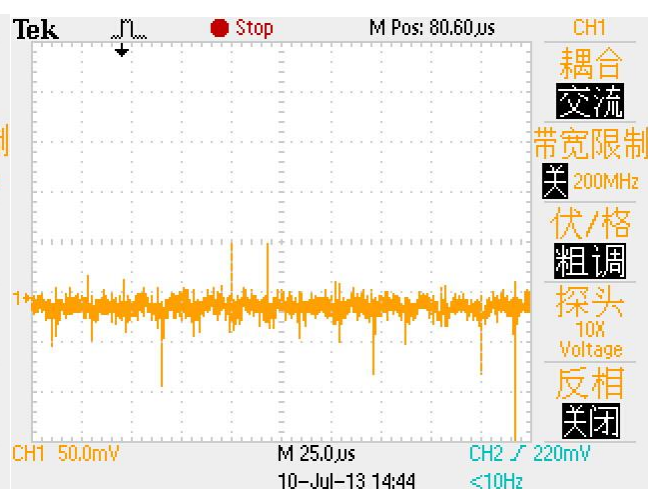
输出特性

输出电压纹波

AC90v/50Hz no load
AC90v/50Hz mid load

AC90v/50Hz full load

AC264v/50Hz no load

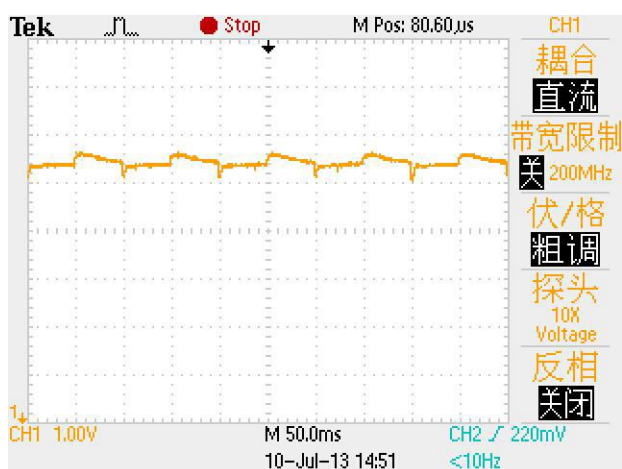


AC264v/50Hz mid load

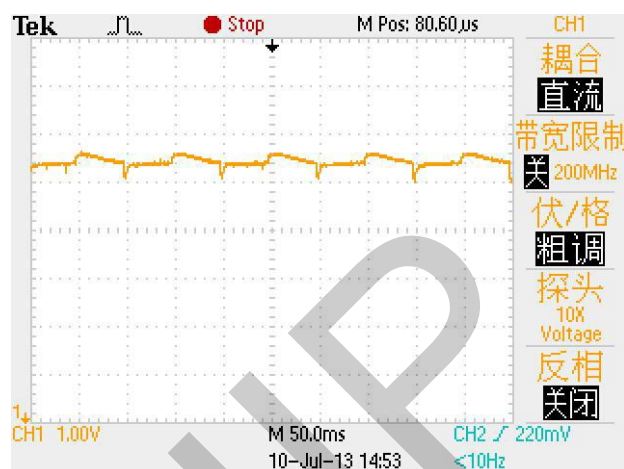
AC264v/50Hz full load

动态响应

在输出端加入空载到满载变化的动态负载，空载和重载各持续 50ms

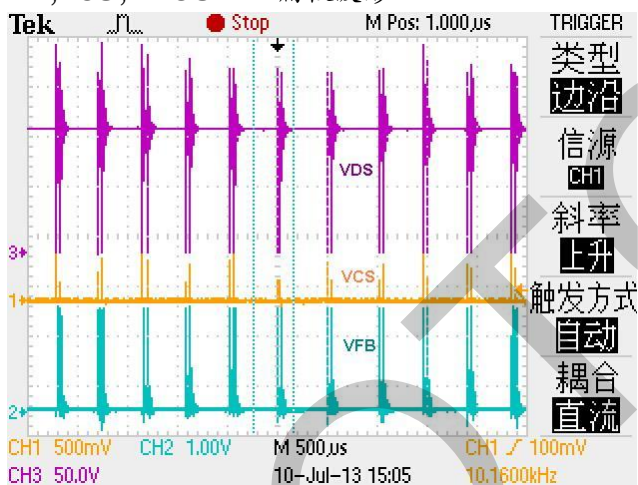


动态响应@AC90V/50Hz

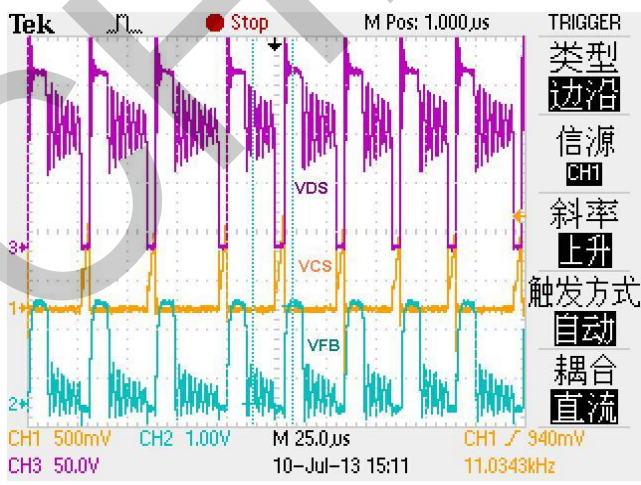


动态响应@AC264V/50Hz

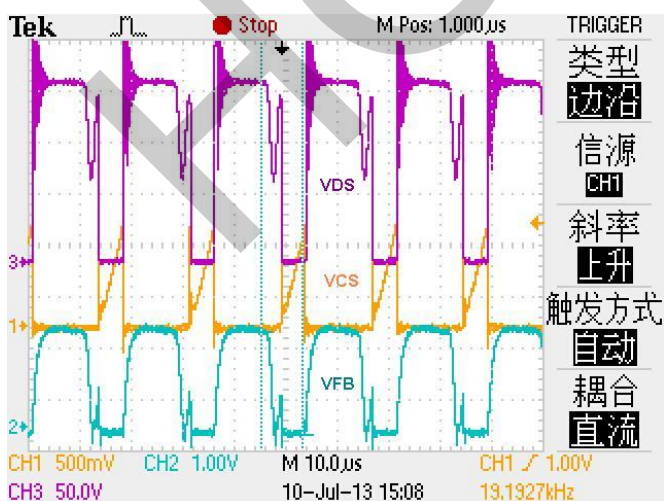
FB, CS, MOSFET 漏极波形



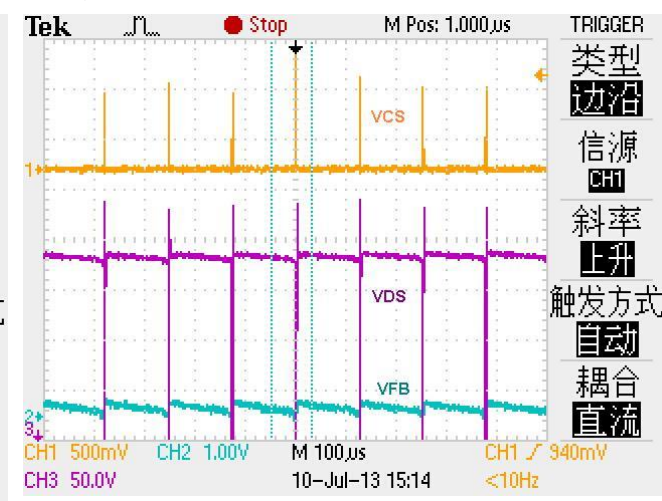
No load



Mid load



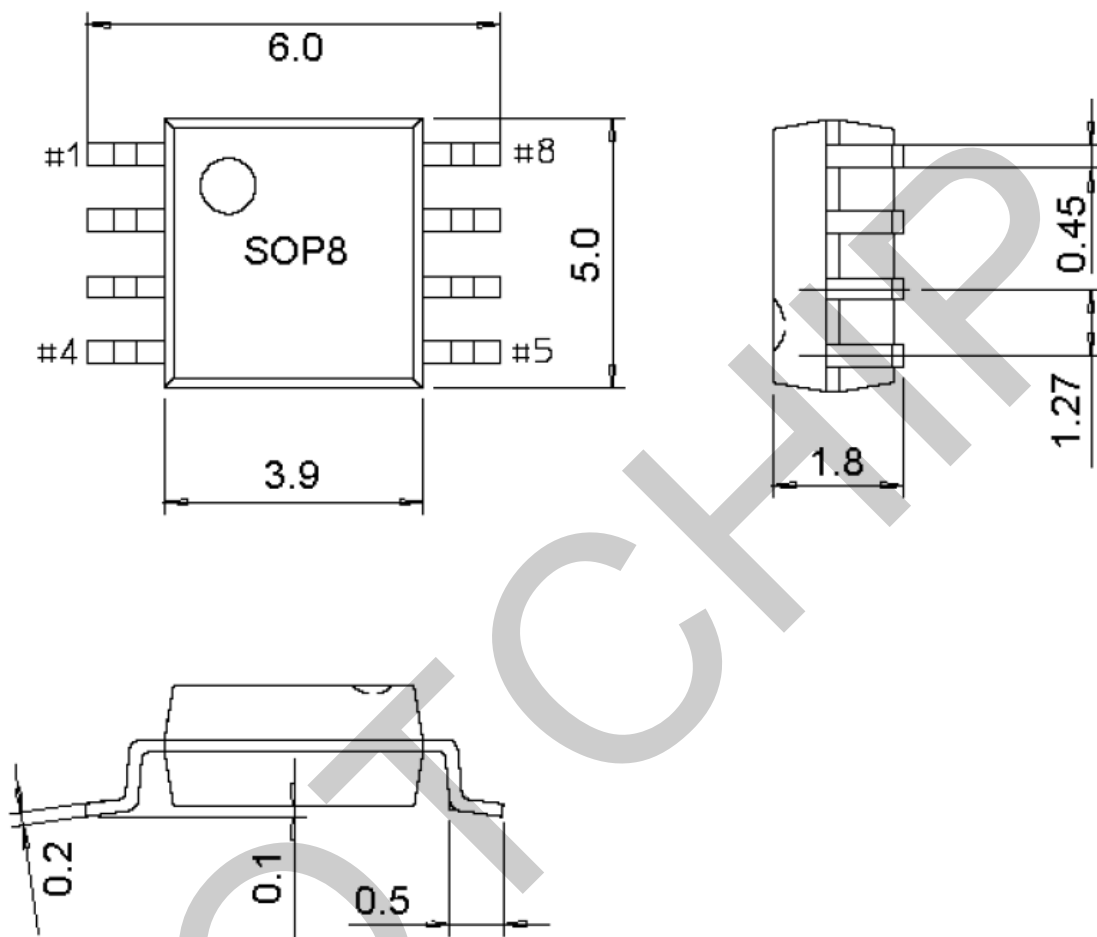
Full load



Short

封装信息

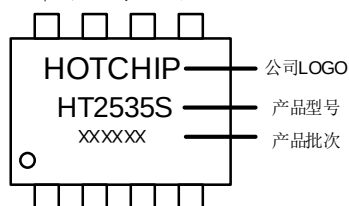
SOP-8



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.250	0.002	0.010
A2	1.250	1.650	0.049	0.065
b	0.310	0.510	0.012	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.150	0.185	0.203
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.05 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

器件标识与订购信息

器件标识与订购信息



封装形式	芯片标识	采购器件名称	包装	最小包装数量
SOP8 Pb-free	HT2535S	HT2535S-HA	盘装	2500PCS

重要声明

- ◆ 华芯邦保留说明书的更改权，请以华芯邦官网发布的描述信息为准，恕不另行通知。
- ◆ 本公司不对由电路或图表描述引起的与工业标准，专利或第三方权利相关的问题负有责任。应用电路图仅作为典型应用的示例用途，并不保证其对专门的大规模生产的实用性。
- ◆ 当该产品及衍生产品与瓦圣那协议或其他国际协议不符时，其出口可能会需要相关政府部门的授权。
- ◆ 未经本公司刊印许可的任何对此处描述信息用于其他用途的复制或拷贝都是严厉禁止的。
- ◆ 此处描述的信息在未获得本公司书面许可的情况下，不能被用于与人体有关的设备，例如运动机械，医疗设备，安全系统，燃气设备，或任何安装于飞机或者其他运输工具。
- ◆ 虽然本公司尽力去完善产品的品质和可靠性，但产品的失效和故障仍在所难免。因此采用该产品的客户必须要进行仔细的安全设计，包括冗余设计，防火设计，失效保护以防止任何次生性意外、火灾或相关损毁。
- ◆ 产品提升永无止境，我公司将竭诚为客户提供更优秀的产品。