

## 1 简介

CN2213TER 是一款 5.5V-24V 的宽输入电压范围同步降压转换器，固定输出电压 5V，拥有 30V 输入过压保护，能够驱动 0.8A 的负载。内部集成两个低  $R_{DS(ON)}$  功率管，可减小导通损耗，提高效率。该芯片采用峰值电流模式控制，可以实现优秀动态性能，也使得外围补偿电路简单，由于开关频率固定为 600kHz，可以选用小尺寸电感、电容，以及小尺寸的 SOT23-6L 封装，可以实现小尺寸的电源解决方案。芯片内部集成了反馈电阻，减少了外围器件，使得外围电路更加简单。该芯片具有闭环空载 7 $\mu$ A 工作电流与 2 $\mu$ A 关断电流，适用于低功耗要求的供电系统。

CN2213TER 具有逐周期限流打嗝的 OCP 保护、短路保护，输入 OVP 以及热关断功能。

## 2 特征

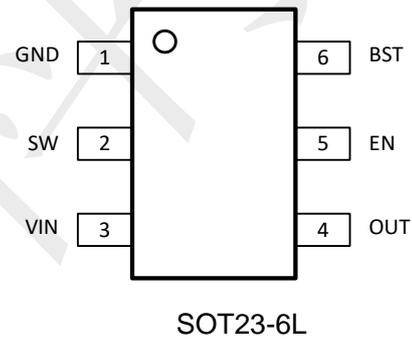
- 5.5V-24V 宽输入电压范围
- 30V 输入过压保护
- 0.8A 持续输出电流
- 效率高达 93%
- 7 $\mu$ A 空载工作电流
- 5V  $\pm$ 2% 固定输出电压
- 600kHz 固定开关频率
- 轻载 PFM 节能模式
- 频率折返功能，可实现 99%最大占空比
- 内部斜坡补偿，简化外部补偿电路
- 逐周期峰值电流与谷值电流限制，实现更可靠的过流保护功能
- 打嗝模式的过流保护与短路保护

- 1ms 内部软启动限制输入浪涌电流
- 热关断

## 3 应用领域

- 智能电表
- 工业应用
- 汽车应用
- 机顶盒、路由器、笔记本、网络终端、存储器

## 4 引脚排列



## 5 丝印

产品型号	丝印
CN2213TER	CN2213/YYWW

备注：YY=年，WW=周

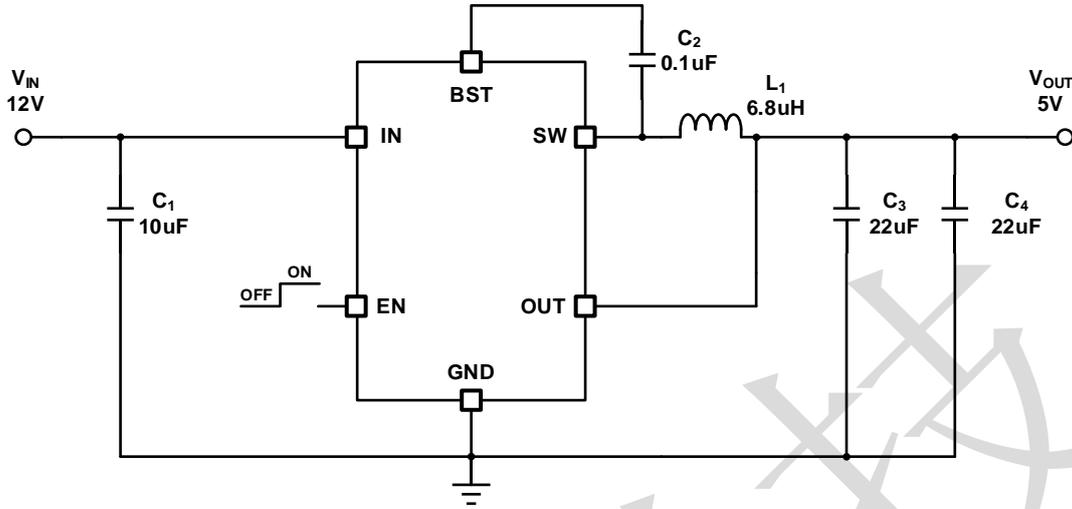
绿色 (RoHS&HF)：芯北科技将“绿色”定义为无铅（符合 RoHS 标准）且不含卤素物质。如果您有其他意见或问题，请直接联系您的芯北代表。

湿敏等级(MSL)：3

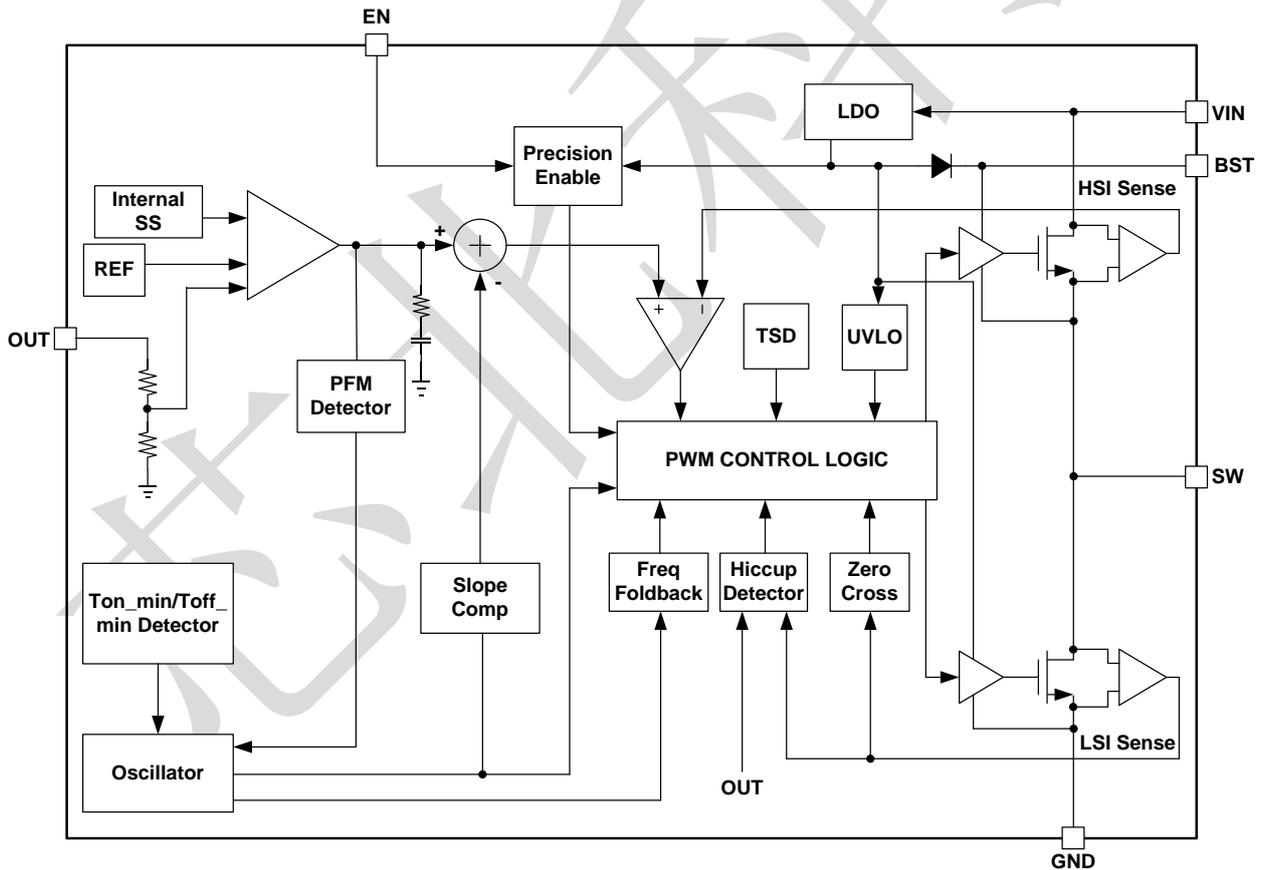
## 6 订购信息

产品型号	封装	数量/编带
CN2213TER	SOT23-6L	3000/盘

## 7 典型应用



## 8 框图



## 9 引脚描述

引脚编号	引脚名称	描述
6	BST	自举引脚，在 BST-SW 之间连接 100nF 电容
1	GND	地
4	OUT	输出引脚，固定输出 5V 电压
5	EN	使能引脚，高电平有效，驱动该引脚为高电平可使能芯片，低电平禁用芯片，常高可将 EN 连接到 VIN
3	VIN	电源输入，在 VIN-GND 之间放置一个 10uF 电容，并尽可能靠近芯片
2	SW	开关引脚，在 SW 与 VOUT 之间连接一个电感

## 10 规格

### 10.1 绝对最大额定值

参数	符号	值	单位
输入电压	$V_{IN}$	-0.3 ~ 35	V
EN 工作电压	$V_{EN}$	-0.3 ~ 33	V
SW 工作电压	$V_{SW}$	-0.3 ~ $V_{IN}+0.3$	V
BST 引脚电压	$V_{BST}$	-0.3 ~ $V_{SW}+6$	V
OUT 引脚电压	$V_{OUT}$	-0.3 ~ 6	V
工作结温范围	$T_J$	-40 ~ 150	°C
工作环境温度范围	$T_A$	-40 ~ 85	°C
焊接温度	$T_{LEAD}$	260 (soldering, 10s)	°C
储存温度范围	$T_{STG}$	-55 ~ 150	°C

备注: 超出绝对最大额定值运行可能会对器件造成损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

### 10.2 静电等级

参数	值	单位
人体模型 (HBM)	±4000	V
充电器件模型 (CDM)	±2000	V
闩锁效应 (Latch up)	±800	mA

### 10.3 推荐工作条件

参数	符号	值		单位
		最小	最大	
输入电压范围	$V_{IN}$	5.5	24	V
输入电容范围	$C_{IN}$	10		$\mu F$
输出电容范围	$C_{OUT}$	22	100	$\mu F$
自举电容范围	$C_{BST}$	100		nF
电感范围	L	6.8		$\mu H$

### 10.4 热阻

参数	符号	值	单位
结到环境热阻	$R_{\theta JA}$	173	$^{\circ}C/W$
结到外壳（顶部）热阻	$R_{\theta JC(top)}$	116	$^{\circ}C/W$
结到电路板热阻	$R_{\theta JB}$	31	$^{\circ}C/W$

### 10.5 电气特性

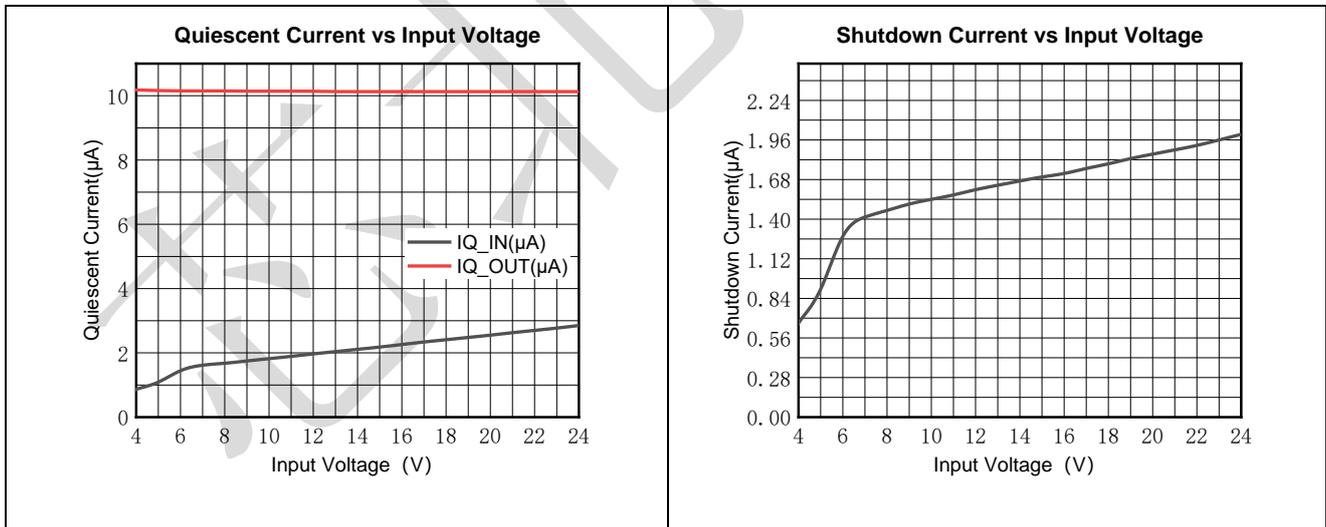
( $V_{IN}=12V$ ,  $T_A=25^{\circ}C$ , 除非另有说明)

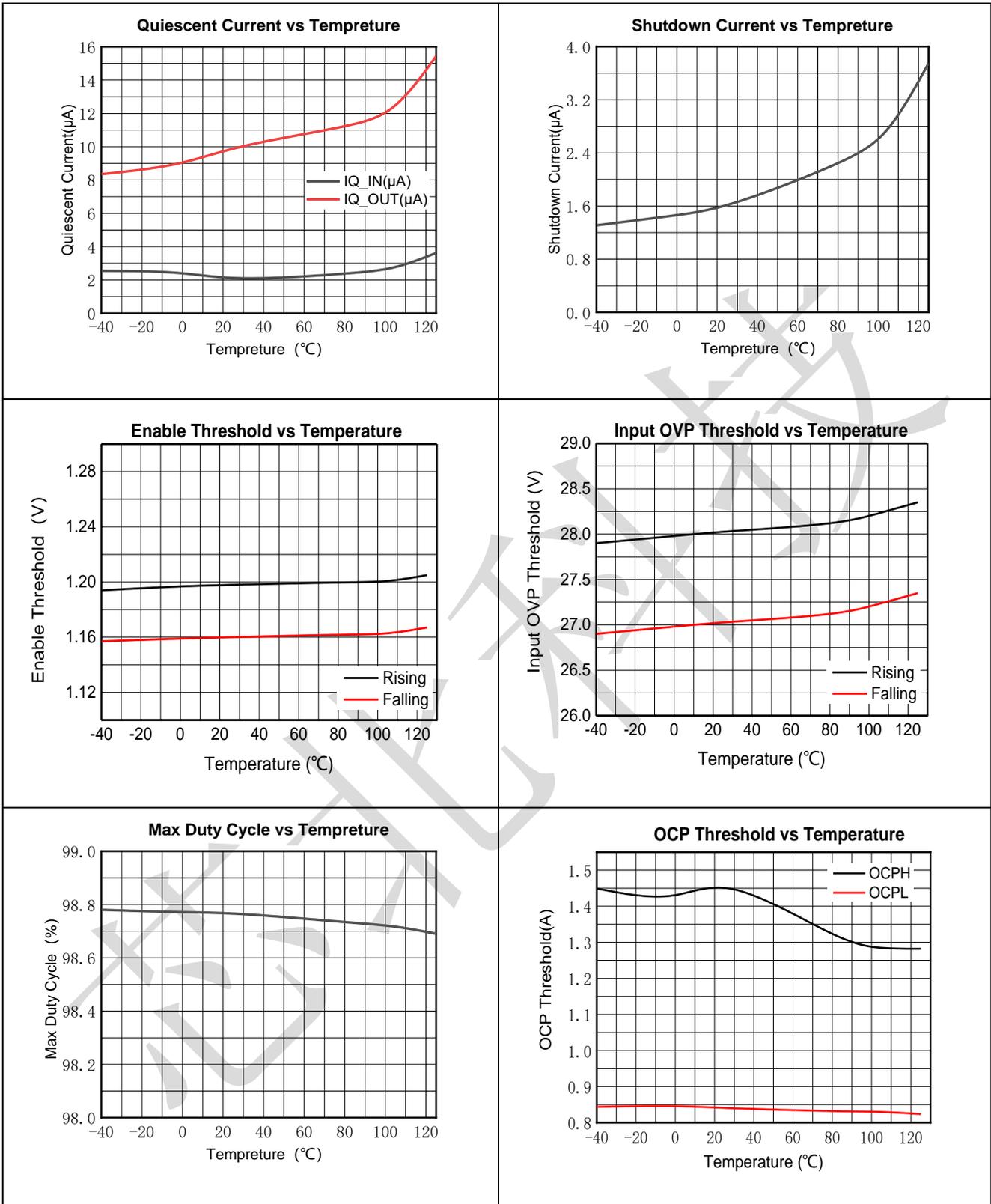
参数	符号	条件	值			单位
			最小	典型	最大	
输入电压范围	$V_{IN}$		5.5		24	V
输入欠压阈值	$V_{UVLO}$	$V_{IN}$ 上升	3.4	3.6	3.8	V
输入欠压迟滞	$V_{UVLO\_HYS}$			300		mV
输入过压阈值	$V_{IN\_OVP}$	$V_{IN}$ 上升, 迟滞 = 1V	26	28	30	V
输入过压保护迟滞	$V_{IN\_OVP\_HYS}$			1		V
静态电流	$I_{Q\_IN}$	$V_{IN} = 12V$ , $EN = 5V$ , $OUT = 5.5V$		2		$\mu A$
	$I_{Q\_OUT}$			10		$\mu A$
关断电流	$I_{SHDN}$	$V_{IN} = 12V$ , $EN = 0V$		2		$\mu A$
闭环空载电流	$I_S$	$V_{IN} = 12V$ , $EN = 5V$ , 空载		7		$\mu A$
闭环空载功耗		$V_{IN} = 12V$ , $EN = 5V$ , 空载		84		$\mu W$
VO <sub>UT</sub> 设置电压	$V_{SET}$	$V_{IN} = 12V$ , $EN = 5V$ , 空载	4.9	5	5.1	V
开关频率	$F_{OSC}$		520	600	680	kHz
最小导通时间	$T_{ON\_MIN}$			80		ns

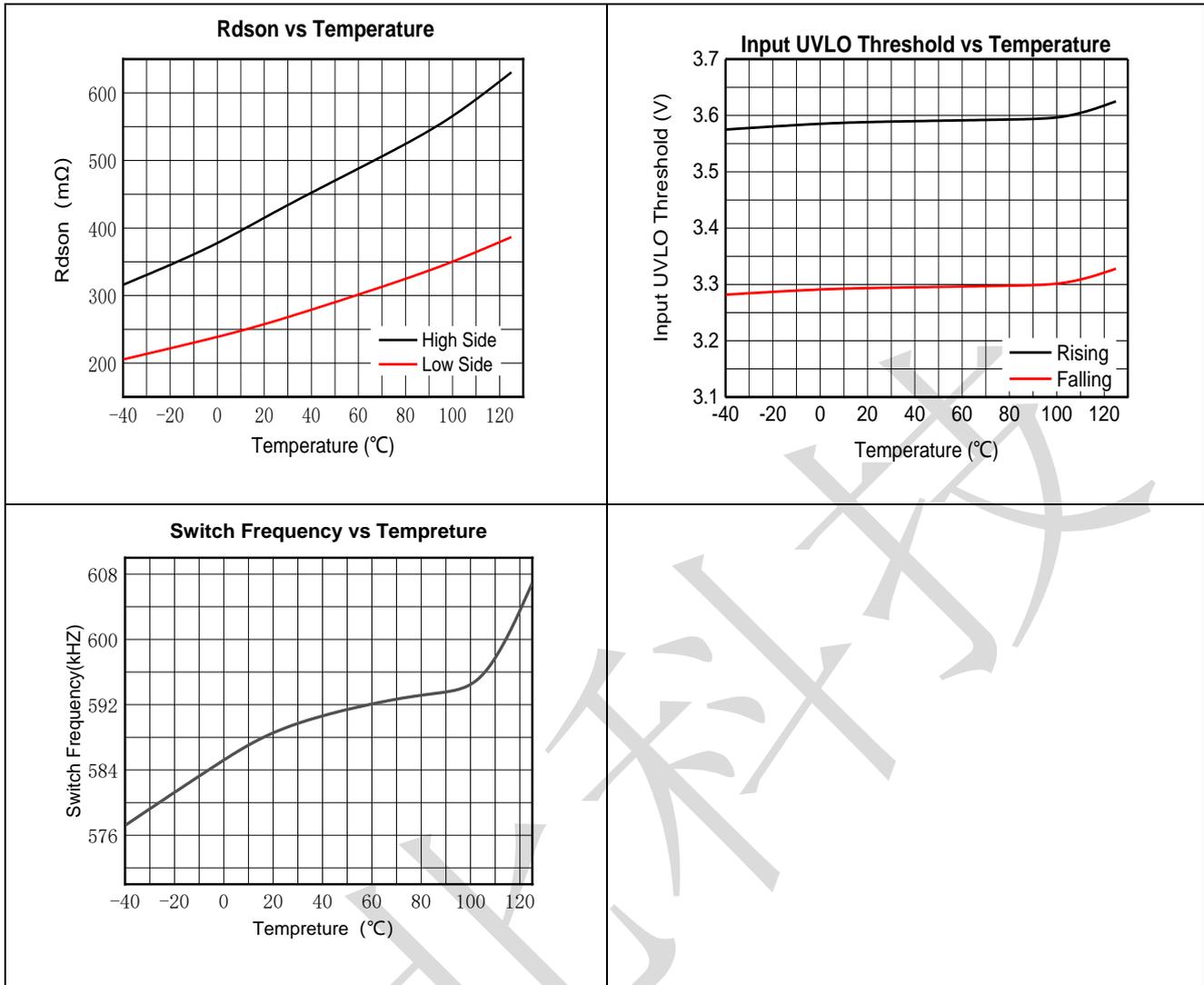
最大占空比	$D_{MAX}$		99	%
折返频率	$F_{FB}$		55	kHz
上管导通电阻	$R_{LS\_ON}$	$I_{SW} = 100mA$	425	$m\Omega$
上管限流	$I_{LIMIT\_HS}$		1.5	A
下管导通阻抗	$R_{ON\_LS}$	$I_{SW} = 100mA$	270	$m\Omega$
下管限流	$I_{LIMIT\_LS}$		0.8	A
SW 漏电流	$I_{SW\_lk}$	$V_{IN} = 12V, EN = GND$	10	$\mu A$
EN 上升阈值	$V_{EN\_H}$	EN 上升	1.21	V
EN 下降阈值	$V_{EN\_L}$	EN 下降	1.17	V
EN 输入电流	$I_{EN}$	$V_{IN} = 12V, EN = 5V$	1	$\mu A$
软启动时间	$T_{SS}$		1	ms
输出过压保护		上升, $V_{FB}/V_{REF}$	110	%
		下降, $V_{FB}/V_{REF}$	105	%
热关断阈值	$T_{SHDN}$	$T_A$ 上升	155	$^{\circ}C$
热关断迟滞	$T_{SHDN\_HYS}$		30	$^{\circ}C$

## 10.6 特性曲线

( $V_{IN}=12V, T_A=25^{\circ}C$ , 除非另有说明)







## 11 详细描述

### 11.1 概述

CN2213TER 是一款简单易用的同步降压转换器，输入电压范围为 5.5V-24V，具有内部补偿功能，可节省外部元器件数量。在轻载时，芯片会进入 PFM 模式，保持高效率运行；重载时进入 PWM 模式，实现低纹波，优秀的动态性能与固定开关频率。使能与软启动等功能可满足应用场景的多样性。芯片内部集成了反馈电阻，使得外围电路更加简单，少量引脚排列，简化了 PCB 布局。

### 11.2 低静态功耗

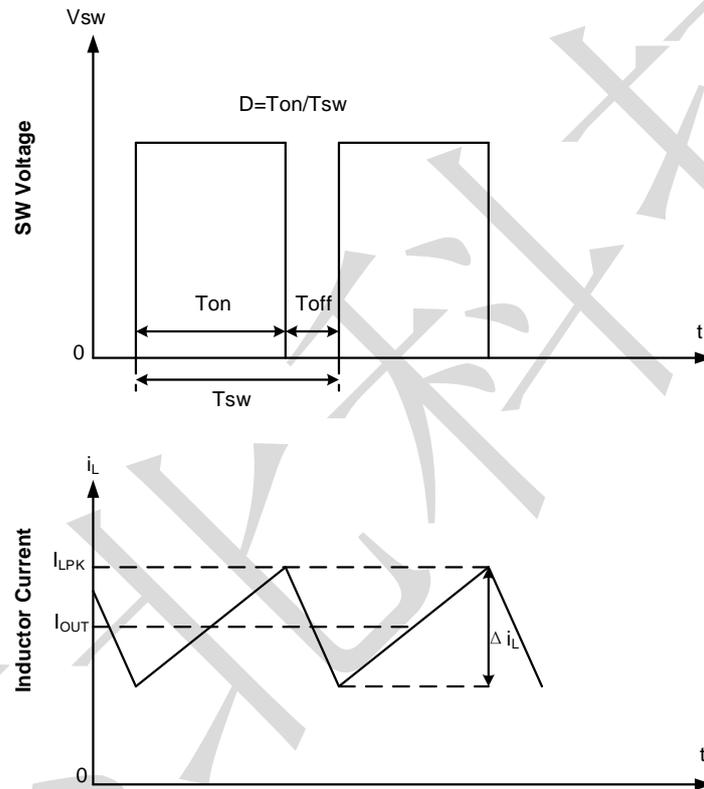
CN2213TER 在上电时，由输入 VIN 进行供电。上电完成后，由 VIN 供电切换到 VOUT 供电，由于 VOUT 固定输出 5V，此供电电压低于 VIN 电压，所以静态电流变低，芯片静态功耗也变低，全输入范围内芯片静态空载功耗为 60~130μW。

### 11.3 固定频率峰值电流控制模式

CN2213TER 是一款同步降压转换器，集成了上管功率 MOS 与下管功率 MOS，采用固定频率电流模式控制，通过检测上管的峰值电流，并与电压反馈环路的误差放大器输出进行比较，来控制上管的导

通时间。电压反馈环路具有内部补偿，所需的外围器件较少，设计简单，各种输出电容都能保持稳定工作。在正常负载条件下，转换器以固定开关频率工作，在轻载条件下，转换器将以 PFM 模式工作，以维持高效率。

CN2213TER 通过控制占空比，导通和断开上下管。上管导通期间，SW 引脚电压上升至  $V_{IN}$ ，电感电流  $i_L$  以线性斜率  $(V_{IN}-V_{OUT})/L$  增加。当上管断开时，下管经过死区时间后导通，电感电流通过下管以斜率  $V_{OUT}/L$  续流。降压转换器的控制参数为占空比  $D=T_{on}/T_{sw}$ ，其中  $T_{on}$  是上管导通时间， $T_{sw}$  是开关周期。转换器控制环路通过调整占空比  $D$  来维持恒定的输出电压，在可忽略外围器件损耗的理想降压转换器中， $D$  与输出电压成正比，与输入电压成反比： $D=V_{OUT}/V_{IN}$ 。



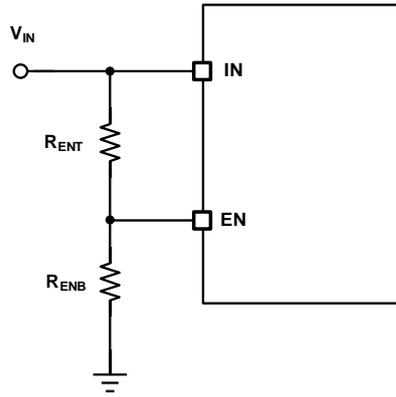
连续导通模式 (CCM) 下 SW 与电感电流波形

#### 11.4 使能启动

EN 电压控制 CN2213TER 的开启与关闭，当 EN 电压高于 1.21V 时，芯片启动；EN 电压低于 1.17V 时，芯片关闭。EN 是输入引脚，不要悬空或者开路，应用时可将 EN 连接到  $V_{IN}$  实现电源系统启动时芯片自启动。

可以通过外部逻辑信号驱动 EN 来实现系统时序控制，或者通过使能分压电阻  $R_{ENT}$ 、 $R_{ENB}$  设置电源系统的 UVLO，UVLO 计算公式如下：

$$V_{UVLO} = 1.21 * \left( \frac{R_{ENT}}{R_{ENB}} + 1 \right)$$



电源系统 UVLO 设置

### 11.5 最小关断时间和频率折返

最小关断时间 ( $T_{OFF\_MIN}$ ) 是指上管可关断的最小时间, CN2213TER 的  $T_{OFF\_MIN}$  典型值是 200ns, 在 CCM 模式且没有频率折返时,  $T_{OFF\_MIN}$  将限制电压转换范围。

无频率折返的最大占空比为

$$D_{MAX} = 1 - T_{OFF\_MIN} * f_{SW}$$

在给定输出电压时, 无折返频率的最小  $V_{IN}$  可通过以下公式计算得出:

$$V_{IN\_MIN} = \frac{V_{OUT}}{1 - f_{SW} * T_{OFF\_MIN}}$$

在低  $V_{IN}$  条件下需要更大占空比时, 折返频率很适用, 在触发  $T_{OFF\_MIN}$  后, 频率开始降低, 根据  $D_{MAX}$  公式可提高占空比。在这种情况下, 频率可以降低至 55KHz。宽频率折返范围使 CN2213TER 输出电压能够在  $V_{IN}$  大幅度降低的情况下保持稳定。

### 11.6 自举电压

CN2213TER 具有集成的自举稳压器, BST 引脚和 SW 引脚之间放置一个自举电容, 当上管断开而下管导通时, 自举稳压器给自举电容充电, 当下管断开而上管导通时, 自举电容为上管提供驱动电压。可以选用常用的额定电压 50V 0.1uF (X5R 或 X7R) 的陶瓷电容, 以保证在整个温度和电压范围内保证稳定的性能。

### 11.7 过流和短路保护

CN2213TER 有逐周期峰值和谷值电感电流限制功能, 可为器件提供过流和短路保护, 并限制最大输出电流。当上管导通后, 会检测上管电流, 每个开关周期内, 上管电流会与误差放大器减去斜坡补偿的输出作比较, 当上管电流达到峰值限流阈值 1.5A 时, 会断开上管, 导通下管, 减小电感电流。当下管导通后, 会对下管电流进行检测, 如果下管电流高于谷值限流阈值 0.8A, 下管不会在开关周期结束时断开, 会保持导通到电感电流下降到 0.8A, 然后再断开下管, 导通上管。

如果持续过流 1ms, 或者  $V_{OUT} < 65% * V_{SET}$ , 会进入打嗝模式, 进入打嗝模式芯片会断开上下管, 8ms 后软启动, 如果过流或者短路状态仍然存在, 打嗝模式会一直重复, 直到过流或者短路消失。

### 11.8 软启动

软启动功能可以抑制电源启动时的输入浪涌, 减小对芯片和输入电源的影响。软启动是通过在芯片

上电时缓慢上升内部基准电压来实现，典型时间 1ms。

## 11.9 热关断

CN2213TER 具有内部热关断功能，当芯片内部结温超过 155°C 时，上管与下管会停止开关，降低结温，在结温降低到 125°C 以下时，芯片将重新软启动。

## 12 应用信息

### 12.1 设计过程

#### 12.1.1 电感选型

电感选型计算公式如下：

$$L = \frac{V_{OUT}}{f_s * \Delta I_L} * \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

- $V_{IN}$  是输入电压
- $V_{OUT}$  是输出电压
- $f_s$  是开关频率
- $\Delta I_L$  是电感纹波电流，一般为负载电流的 30%
- $I_{OUT}$  是负载电流

电感选择的主要参数是电感的饱和电流，该电流必须高于设计计算的电感峰值电流，并有额外 20% 的裕量，电感峰值电流使用以下公式计算：

$$I_{L_{PEAK}} = I_{OUT} + \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) * V_{OUT}}{2 * V_{IN} * L * f_s}$$

另外重要参数是电感温升电流，该电流需要高于输出电流，并有额外 20% 的裕量，在此基础上，尽量选用更低直流电阻的电感，以提高效率。

#### 12.1.2 输出电容选型

输出电容的选型很重要，因为它直接影响输出纹波、环路稳定性、瞬态响应时的上冲与下冲。选型时需要注意电容的压电效应，尽量选用陶瓷电容，在典型应用中建议选用两个 22uF 陶瓷电容并联。

由于陶瓷电容寄生 ESR 与 ESL 很小，可以忽略，输出纹波  $\Delta V_O$  主要由电容容量决定，计算公式为：

$$\Delta V_O = \frac{\Delta I_L}{8 * f_s * C_{OUT}}$$

瞬态响应时，当轻载快速变为重载，在环路将电感电流调整到合适电流前，输出电容需要给负载提供电流，环路控制一般至少需要 5 个周期将电感电流调整到重载所对应的电流状态，所以输出电容要大到在 5 个周期内给负载供电，并保证下冲电压在规格范围内。可用下面计算公式计算满足下冲规格所需的最小输出电容：

$$C_{OUT} > \frac{5 * (I_{OH} - I_{OL})}{f_s * V_{US}}$$

当重载快速变为轻载时，输出电容需要吸收储存在电感中的能量，导致输出电压上冲。下面公式可计算满足上冲规格所需最小输出电容：

$$C_{OUT} > \frac{I_{OH}^2 - I_{OL}^2}{(V_{OUT} + V_{OS})^2 - V_{OUT}^2} * L$$

- $I_{OH}$  是瞬态响应时的重载
- $I_{OL}$  是瞬态响应时的轻载
- $V_{US}$  是瞬态响应的下冲规格
- $V_{OS}$  是瞬态响应的上冲规格

### 12.1.3 自举电容选型

CN2213TER 需要一个自举电容为上管提供驱动电压。建议在 BST-SW 之间连接 0.1uF 低 ESR 陶瓷电容。

### 12.1.4 物料清单

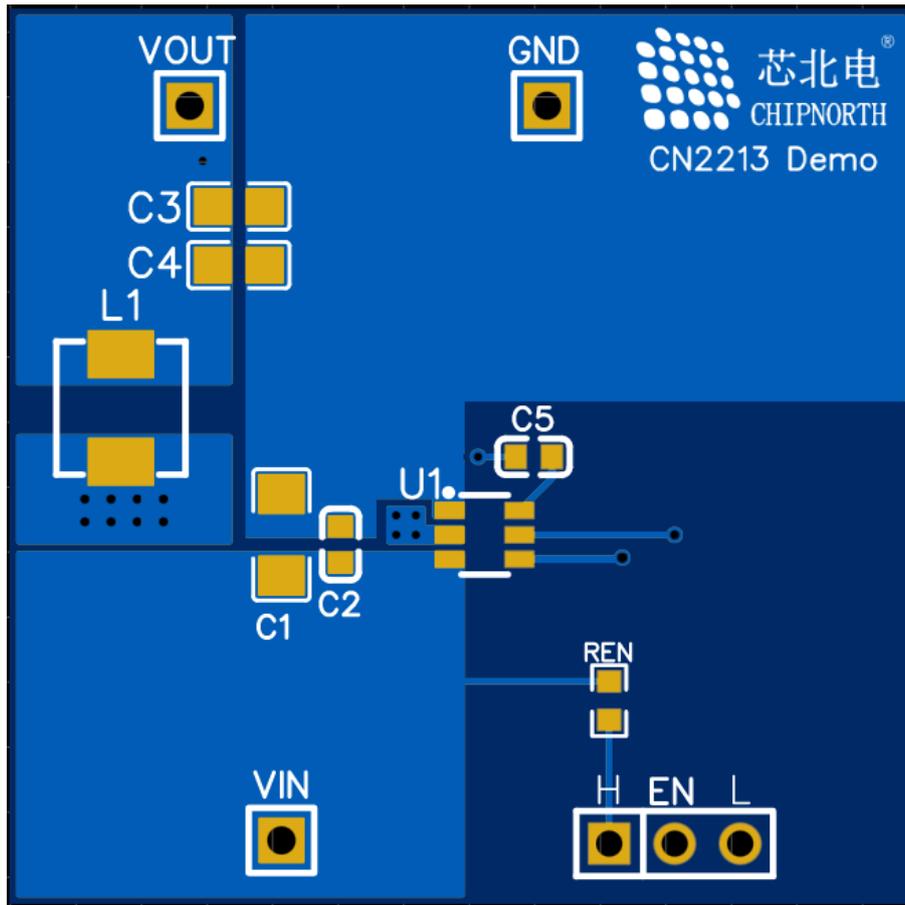
名称	说明	制造商	器件型号	数量
C1	10uF ±10% 50V 容值:10uF 精度:±10% 额定电压:50V 材质(温度系数):X5R 材质:X5R	YAGEO	CC1206KKX5R9BB106	1
C2	100nF ±10% 50V 容值:100nF 精度:±10% 额定电压:50V 材质(温度系数):X7R 材质:X7R	YAGEO	CC0603KRX7R9BB104	1
C3, C4	22uF ±20% 10V 容值:22uF 精度:±20% 额定电压:25V 材质(温度系数):X5R	YAGEO	CC0805MKX5R6BB226	2
L1	6.8uH ±20% 3.4A 电感值:6.8uH 精度:±20% 饱和电流(Isat):3.4A	TDK	SPM5030T-6R8M-HZ	1

## 12.2 PCB 布局指南

对于所有开关电源来说，布局是很重要的一步，尤其是在高峰值电流与高频的情况下，布局不仔细，可能对转换器的稳定性以及电磁干扰有影响。以下是布局布线的一些建议：

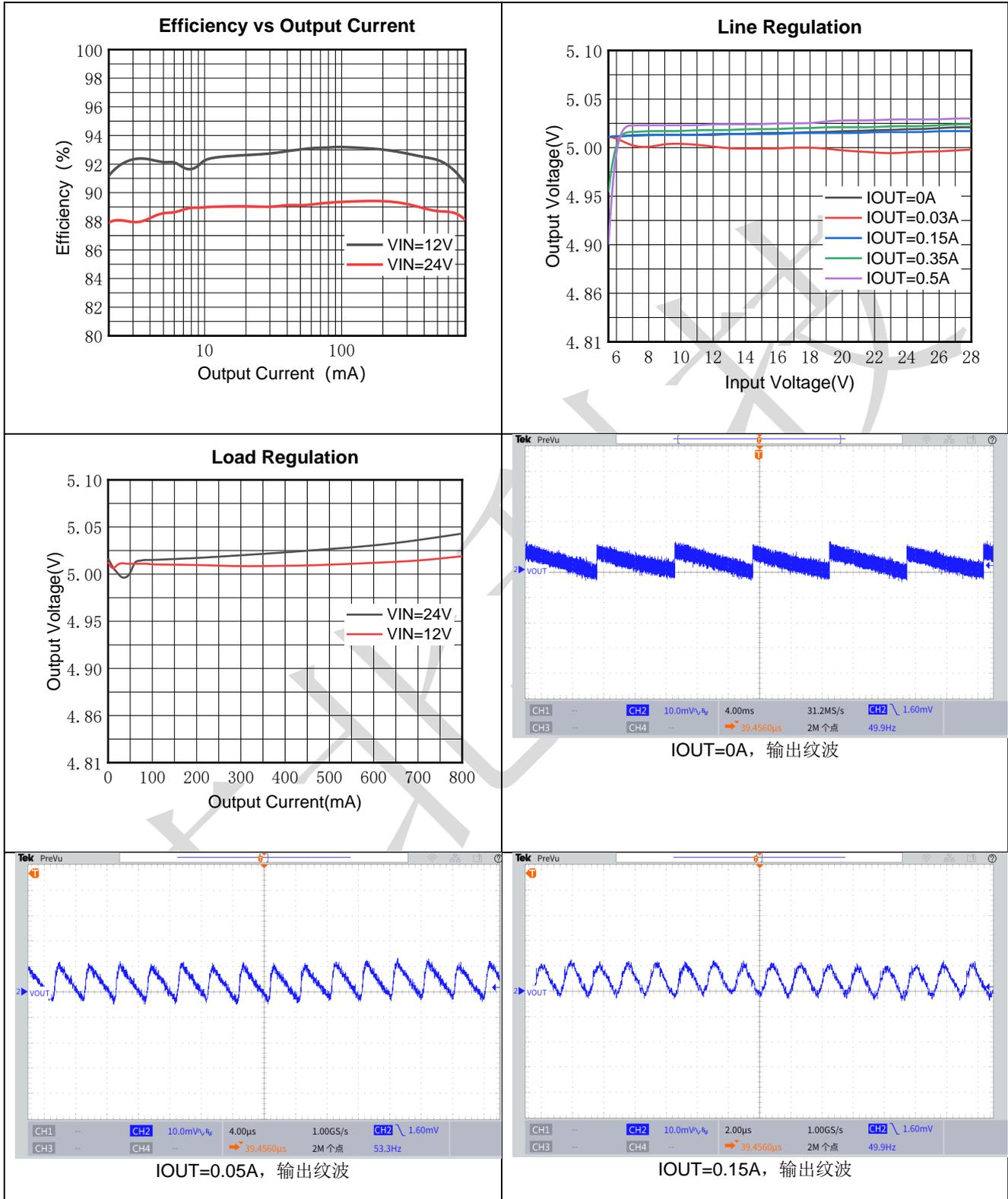
- 上管导通回路、下管导通回路要尽量小，特别是上管和下管寄生二极管共通回路要小，具体做法就是输入电容，特别是小电容（如 100nF）要靠近芯片的  $V_{IN}$  和 GND，输出电容要靠近电感和芯片 GND
- 电感要靠近 SW 放置
- $V_{OUT}$  反馈线远离电感和 SW 等干扰源，并在走线两侧布地线屏蔽滤波
- 信号部分和功率部分要分开，避免被功率回路电磁耦合干扰，参照 datasheet 就是上下分开，信号部分在下面，功率部分在上面
- 底层地平面尽量完成，少切割
- 输入输出正负端子，应分别靠近输入输出电容放置，特别是 GND 端子，不能随意放置，会影响电流回流的实际路径，影响 layout 效果

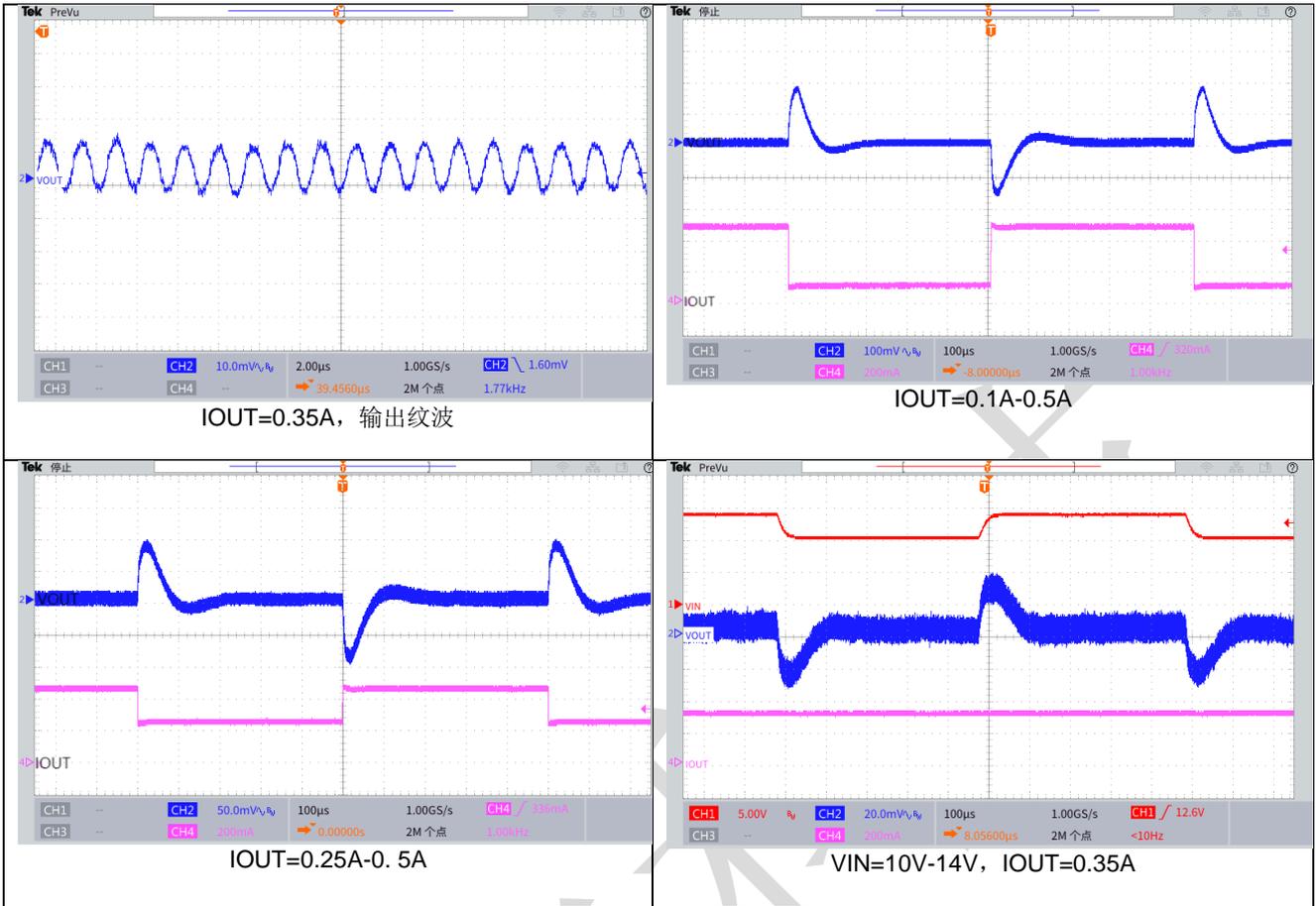
另外，需要加电源或信号的点，要测量的点，最好引出来连到端子上，方便测试，注意这些连线也不要随意走线，也要参考上面的原则避免干扰和被干扰。



### 12.3 基本性能

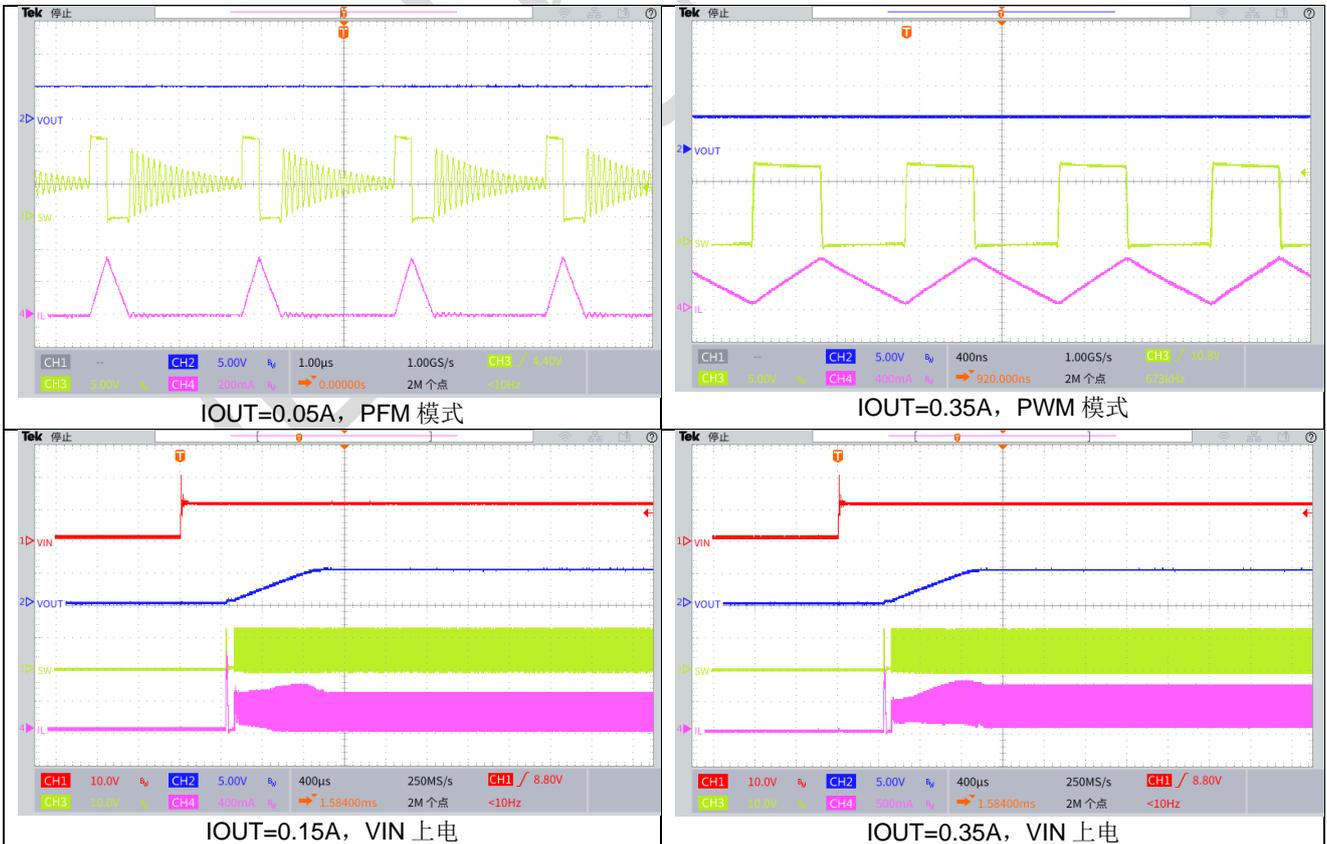
( $V_{IN}=12V$ ,  $T_A=25^{\circ}C$ , 除非另有说明)

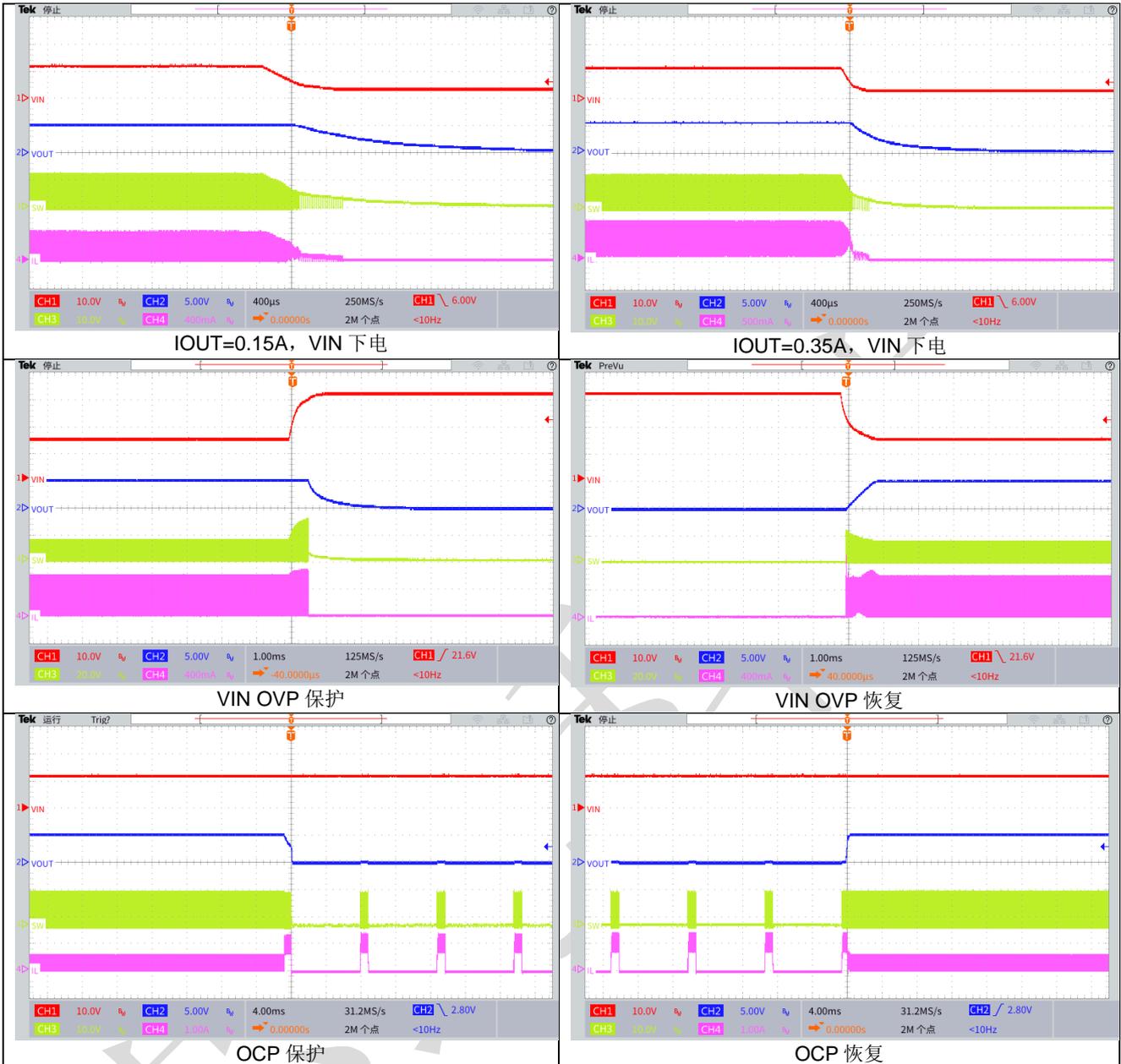




## 12.4 工作波形

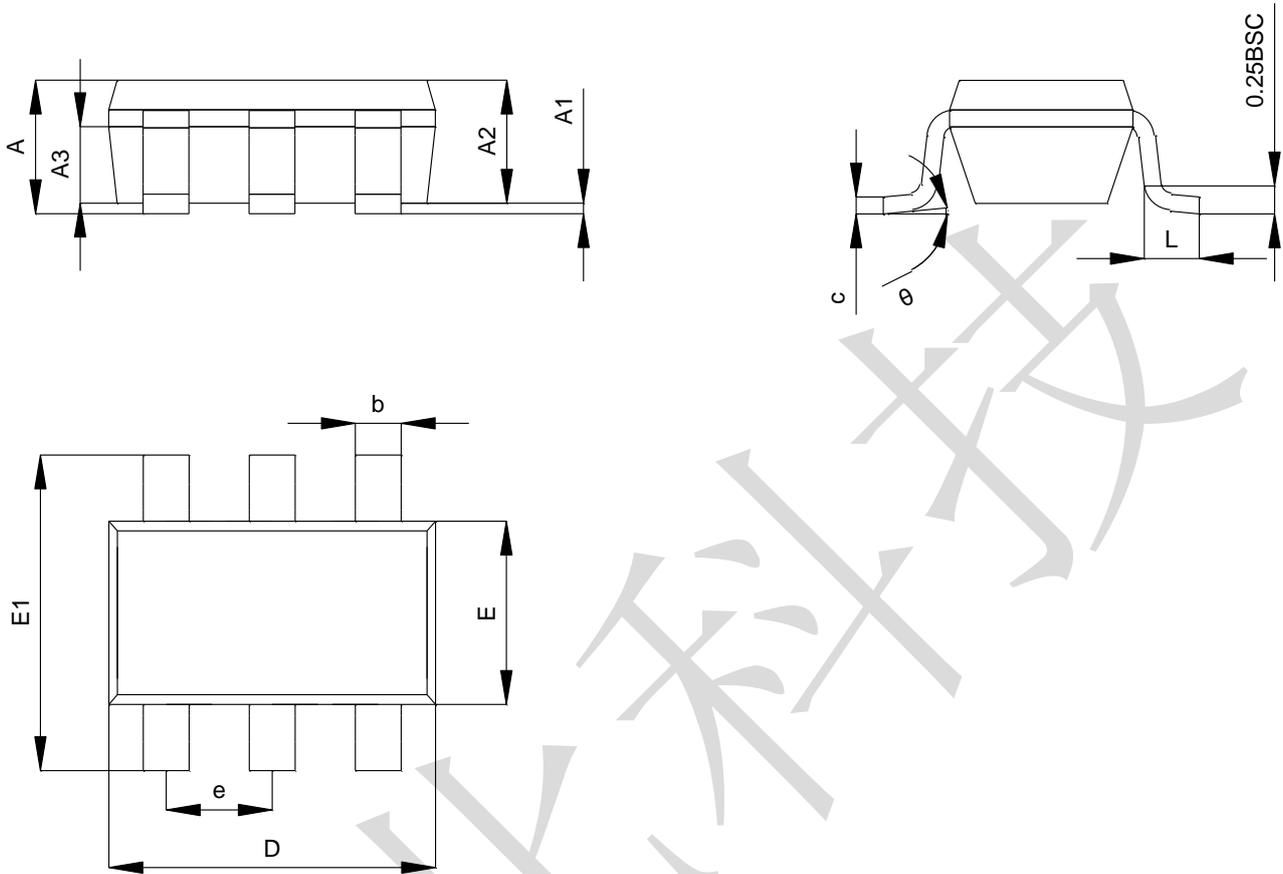
( $V_{IN}=12V$ ,  $T_A=25^{\circ}C$ , 除非另有说明)





### 13 封装信息

#### SOT23-6L



SYMBOL	Millimeter		
	MIN	MON	MAX
A	1.050	1.150	1.250
A1	0.000	0.060	0.100
A2	1.000	1.100	1.200
A3	0.550	0.650	0.750
D	2.820	2.920	3.020
E	1.510	1.610	1.700
E1	2.650	2.800	2.950
b	0.300	0.400	0.500
e	0.950BSC		
$\theta$	0°	4°	8°
L	0.300	0.420	0.570
c	0.100	0.152	0.200