

1 简介

CN2204TER 是一款高效 DC-DC 同步降压转换器，具有 1A 连续输出电流能力。它具有 5.5V 至 38V 的宽输入电压范围，适用于从非稳压源进行电源调节的各种应用。CN2204TER 集成了主电源开关和具有低 RDSON 的同步整流开关，可最大限度地降低导通损耗。CN2204TER 采用自补偿峰值电流 PWM 控制方案，开关频率固定为 600kHz，因此可以使用较小的外部元件。CN2204TER 还具有超低静态工作电流，在轻负载下采用 PFM 模式，可在整个负载条件范围内获得高效率。

CN2204TER 还采用逐周期电流限制、打嗝 OCP 和输出短路保护以及 OVP 和热关断功能。

CN2204TER 采用 SOT23-6L 封装。

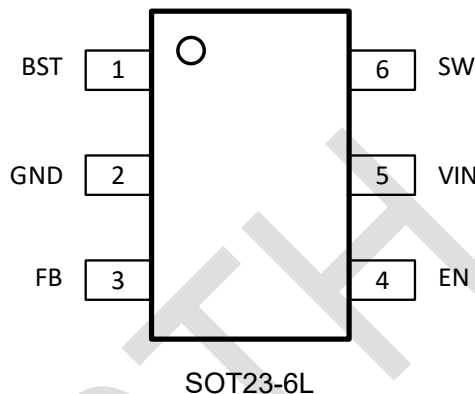
2 特征

- 5.5V 至 38V 宽输入工作范围
- 峰值效率：96%
- 空载静态电流：50μA
- 反馈基准电压：800mV $\pm$ 2%
- 固定开关频率：600kHz
- 轻负载时的高效 PSM 模式
- 可持续输出 1A 电流
- 逐周期电流限制
- 打嗝模式过流和输出短路保护
- 1.7ms 内部软启动
- 热关断

3 应用领域

- 智能电表
- 工业应用
- 汽车应用
- 机顶盒、笔记本电脑、存储器、路由器、网络连接

4 引脚排列



5 订购信息

产品编号	封装	数量/编带
CN2204TER	SOT23-6L	3000pcs

6 丝印

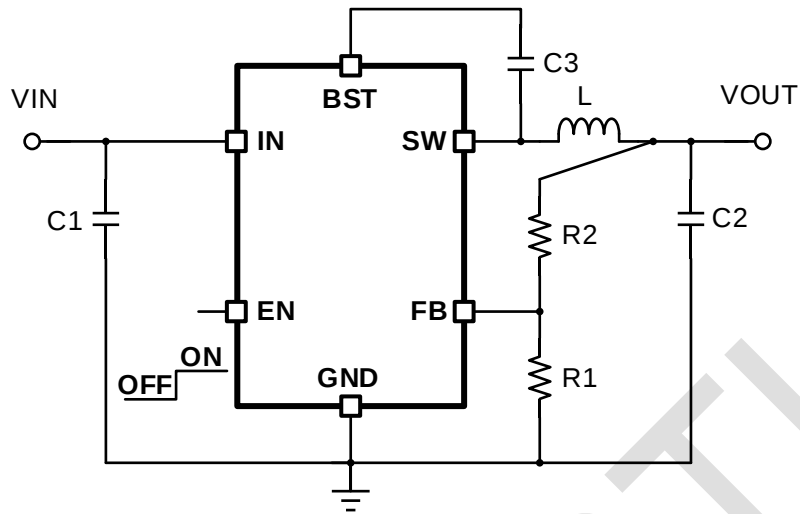
产品编号	丝印
CN2204TER	CN2204 YYWW

注*：YY/Y=Year; WW/W=Week。

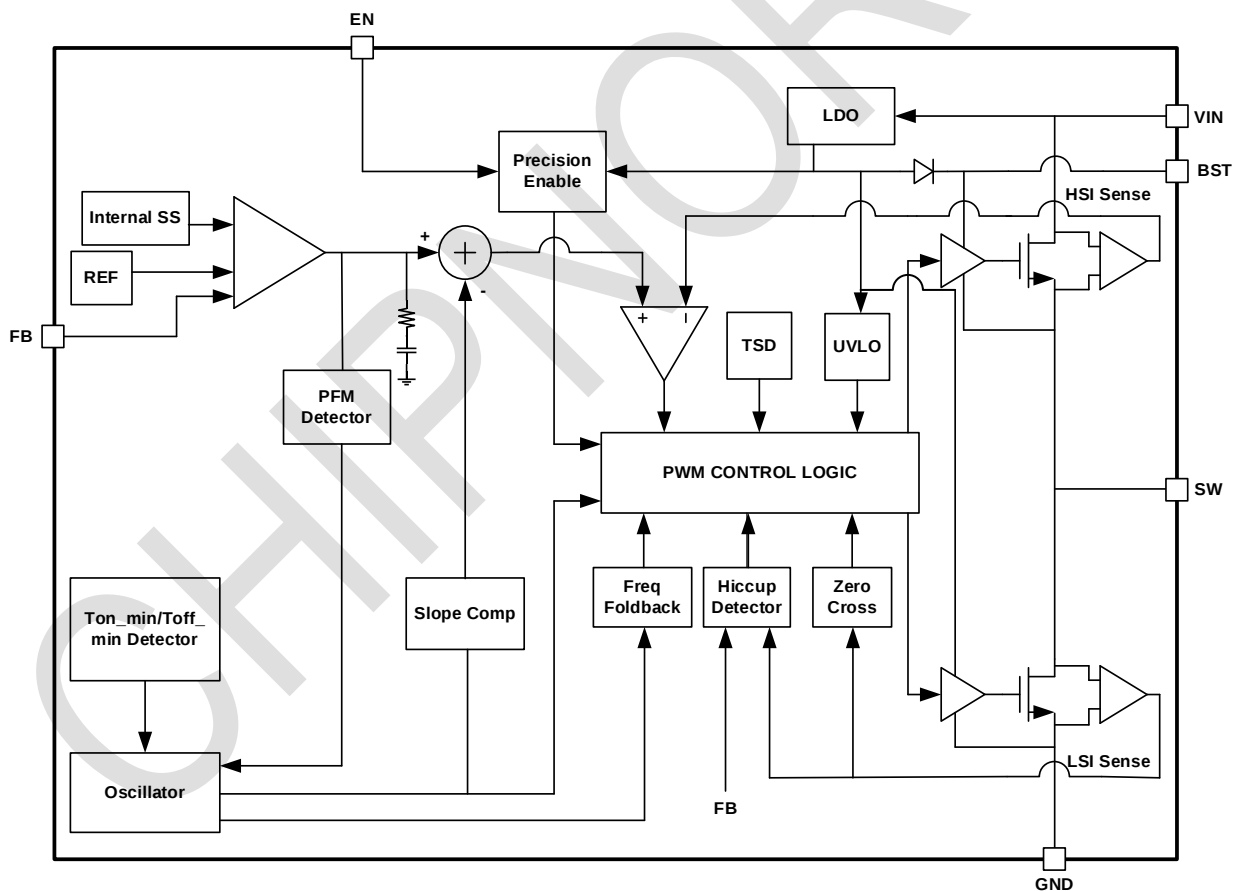
绿色（RoHS 和 HF）：CHIPNORTH 将"绿色"定义为无铅（兼容 RoHS）和不含卤素物质。如果您有其他意见或问题，请直接联系 CHIPNORTH 代表。

湿度灵敏度级别（MSL）：3

7 典型应用



8 功能框图



9 引脚描述

名称	引脚	说明
1	BST	自举引脚，在 BST 和 SW 之间连接一个 100nF 的电容
2	GND	接地
3	FB	反馈引脚，将 FB 连接到从 V _{OUT} 到 GND 的外部电阻分压的中心点
4	EN	使能引脚，高电平有效。将该引脚置高可启动器件，置低或浮空可关断器件。
5	VIN	电源输入。尽可能靠近 IN 引脚放置一个 10μF 的电容。
6	SW	开关节点引脚，在 SW 和 COUT/V _{OUT} 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 ~ 50	V
EN 工作电压	V _{EN}	-0.3 ~ VIN+0.3V	V
SW 工作电压	V _{SW}	-0.3 ~ VIN+0.3V	V
BST-SW 工作电压	V _{BST-SW}	-0.3 ~ +6	V
FB 引脚电压	V _{FB}	-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
储存温度范围	T _{STG}	-55 ~ 150	°C
焊接温度	T _{LEAD}	260 (soldering, 10s)	°C

注(2): 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 静电放电等级

参数	值	单位
人体模型 (HBM)	±4000	V
充电器件模型 (CDM)	±2000	V
Latch up	±200	mA

10.3 推荐工作条件

参数	符号	值			单位
		最小	典型	最大	
输入电压范围	V _{IN}	5.5		38	V
输入电容范围	C _{IN}		10		μF
输出电容范围	C _{OUT}		22		μF

10.4 热阻

参数	符号	值	单位
结到环境热阻	R _{θja}	173	°C/W
结到外壳（顶部）热阻	R _{θjc (top)}	116	°C/W

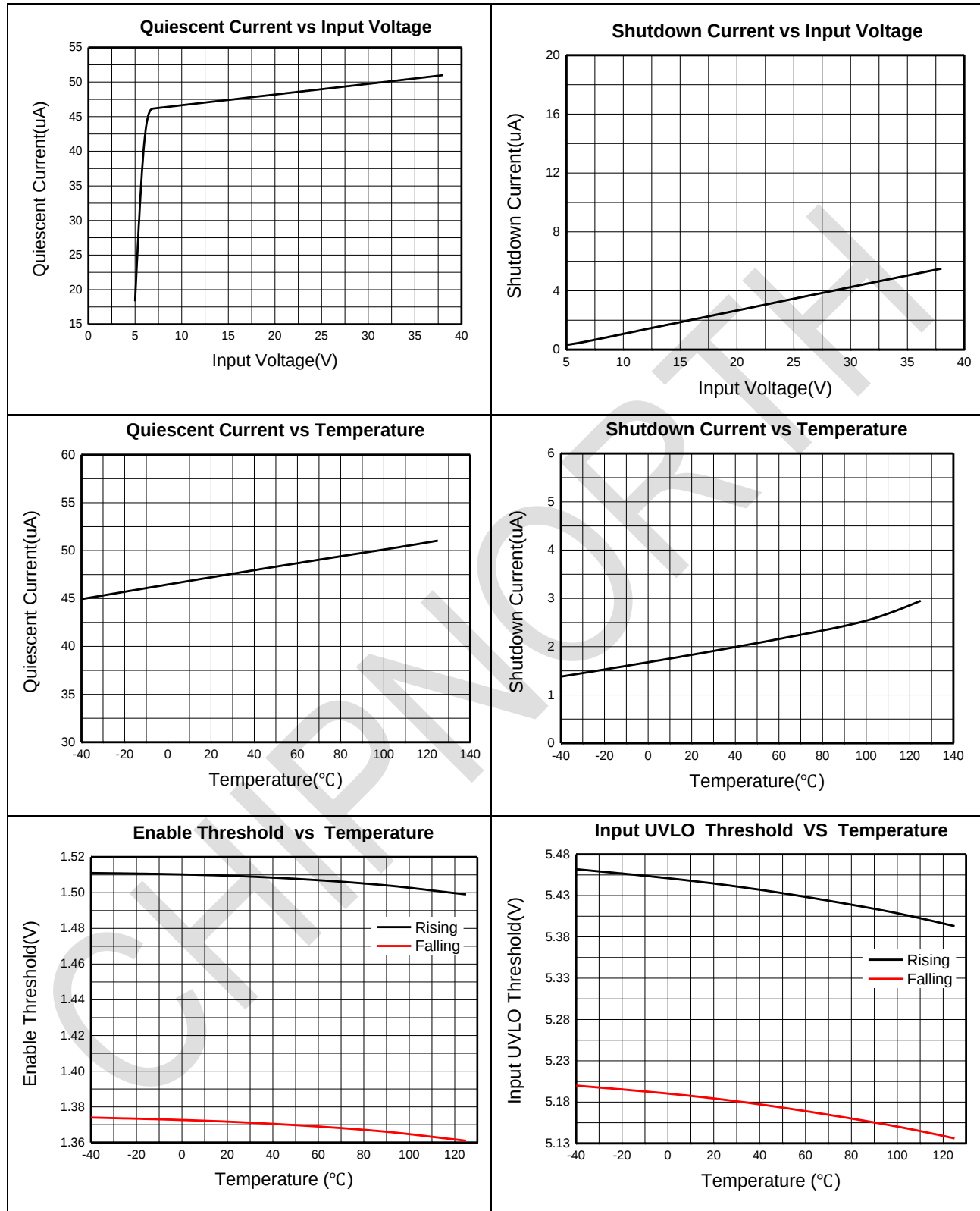
10.5 电性参数

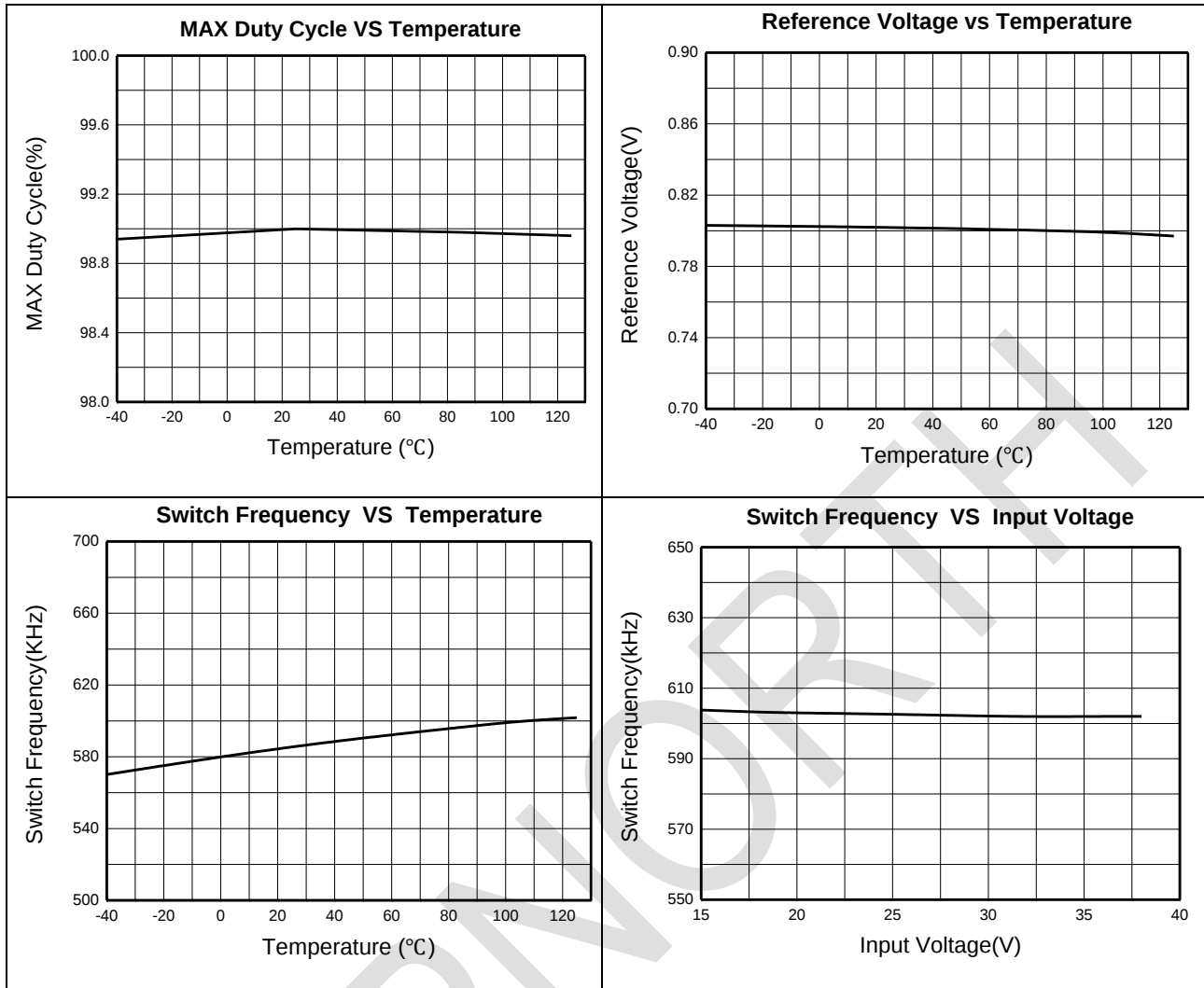
($V_{IN}=15V$, $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有规定)

参数	符号	条件	值			单位
			最小	典型	最大	
输入电压范围	VIN		5.5		38	V
输入欠压阈值	VUVLO_R	VIN Rising, Hysteresis = 200mV	5.16	5.4		V
输入过压阈值	VIN_OVP	VIN Rising, Hysteresis = 1.5V	38	40	42	V
输入静态电流	IQ	No load, VFB = VREF x 105%		50		μA
关断电流	ISHDN	VIN = 15V, EN = 0V		2		μA
FB 参考电压	VREF		784	800	816	mV
FB 输入电流	IFB	VFB = 2V		10		nA
开关频率	FOSC		520	600	680	kHz
最小导通时间	TON_MIN			80		ns
最大占空比	DMAX			99		%
折返频率	FFB	VFB = 0.7V		60		kHz
上管导通电阻	RON_HS	ISW = 100mA		500		m Ω
上管限流	ILIMIT_HS		1.45	1.8	2.15	A
下管导通电阻	RON_LS	ISW = 100mA		250		m Ω
下管限流	ILIMIT_LS			1.45		A
SW 漏电流	ISW_ik	VIN = 12V, EN = GND			3	μA
EN 上升阈值	VEN_R	Rising		1.5	1.58	V
EN 下降阈值	VEN_F	Falling	1.29	1.37		V
EN 输入电流	IEN	VIN = 12V, EN = 12V		1.33		μA
软启动时间	TSS			1.7		ms
输出过压阈值		Rising, VFB/VREF		110		%
		Falling, VFB/VREF		105		%
热关断阈值	TSHDN	Rising, Hysteresis = 20 $^{\circ}C$		155		$^{\circ}C$

10.6 特性曲线

($V_{IN}=15V$, $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有规定)





11 详细说明

11.1 概述

CN2204TER 是一款能提供 1A 负载电流的高效同步降压型 DC/DC 转换器。CN2204TER 可在 5.5V 至 38V 的宽输入电压范围内工作，集成了主开关和同步开关，具有低 $R_{DS(ON)}$ ，可将传导损耗降至最低。CN2204TER 采用峰值电流控制方案。开关频率为 600KHz。600KHz 的开关频率可实现低输出电压纹波和较小的外部电感和电容尺寸。该器件还具有超低静态工作特性，可在轻负载条件下实现高效率。内部软启动限制了上电时的浪涌电流。

11.2 固定频率峰值电流控制模式

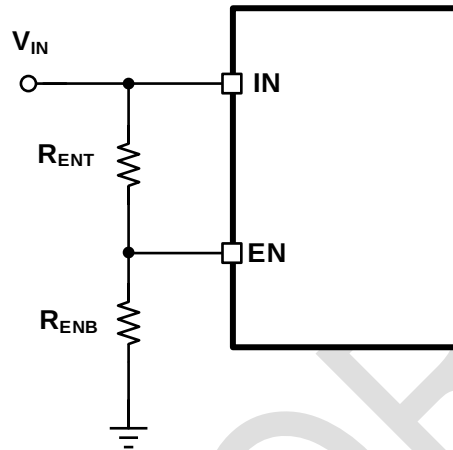
CN2204TER 是一款同步降压转换器，集成了上管 MOS 和下管 MOS。它采用固定频率电流模式控制，通过检测上管 MOS 的峰值电流并将其与电压反馈回路中误差放大器的输出进行比较，来控制上管 MOS 的导通时间。电压反馈回路具有内部补偿功能，需要的外围设备较少，设计简单，各种输出电容都能保持稳定运行。在正常负载条件下，转换器以固定开关频率工作；在轻负载条件下，转换器将以 PFM 模式工作，以保持高效率。CN2204TER 通过控制占空比来开启和关闭上管和下管 MOS。在上管 MOS 导通期间，SW 引脚电压升至 V_{IN} ，电感电流 I_L 以线性斜率 $(V_{IN}-V_{OUT})/L$ 增加。当上管 MOS 断开时，下管 MOS 在死区时间后导通，电感电流以 V_{OUT}/L 的斜率重新通过下管 MOS。降压转换器的控制参数为占空比 $D=T_{on}/T_{sw}$ ，其中 T_{on} 为上管 MOS 导通时间， T_{sw} 为开关周期。在外围器件损耗可忽略不计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： $D=V_{OUT}/V_{IN}$ 。

11.3 EN 启动

EN 电压控制 CN2204TER 的开启和关闭，当 EN 电压高于 1.5V 时，芯片启动；EN 电压低于 1.37V，芯片关闭。EN 为输入引脚，不可浮空或开路，应用时可连接至 VIN，以实现供电系统启动时芯片的自启动。

系统时序控制可以通过外部逻辑信号驱动 EN 来实现，也可以通过启用分压电阻 R_{ENT} 和 R_{ENB} 来设置电源系统的 UVLO，UVLO 计算公式如下：

$$V_{UVLO_Rising} = 1.5 * (\frac{R_{ENT}}{R_{ENB}} + 1)$$



11.4 最小关断时间和频率折返

最小关断时间(TOFF_MIN)是上管 MOS 可以关断的最短时间。CN2204TER 的 TOFF_MIN 典型值为 100ns，在 CCM 模式和无频率折返时，TOFF_MIN 将限制电压转换范围。

无频率折返时的最大占空比为：

$$D_{MAX} = 1 - T_{OFF_MIN} * f_{SW}$$

对于给定的输出电压，不带折返频率的最小 VIN 值可通过下式计算得出：

$$V_{IN_MIN} = \frac{V_{OUT}}{1 - f_{SW} * T_{OFF_MIN}}$$

折返频率适用于在低 VIN 条件下需要较大占空比的情况。触发 TOFF_MIN 后，频率开始下降，占空比可根据 DMAX 公式增加。在这种情况下，频率可降至 60KHz。较宽的频率折返范围可使 CN2204TER 输出电压在 VIN 下降较多的情况下保持稳定。

11.5 自举电压

CN2204TER 集成了自举稳压器，在 BST 引脚和 SW 引脚之间放置了一个自举电容。当上管 MOS 断开、下管 MOS 接通时，自举稳压器为自举电容充电；当下管 MOS 断开、上管 MOS 接通时，自举电容为上管 MOS 提供驱动电压。可使用额定电压为 50V 0.1uF 的常用陶瓷电容（X5R 或 X7R），以确保在整个温度和电压范围内性能稳定。

11.6 过流和短路保护

CN2204TER 具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 MOS 通电时，会检测上管 MOS 电流。在每个开关周期内，上管 MOS 电流与误差放大器输出减去斜率补偿后的值进行比较，当上管 MOS 电流达到 1.8A 的峰值电流限制阈值时，上管 MOS 断开，下管 MOS 通电，以降低电感电流。如果电感电流大于 1.45A，下管 MOS 将保持接通，直到电感电流小于 1.45A，然后再接通上管 MOS。

如果过流持续 4000 个开关周期，或 VFB<37.5%*Vref 时，将进入打嗝模式，芯片将断开上下管 MOS，然后在 8 毫秒后软启动，如果过流或短路状态仍然存在，将重复打嗝模式，直到过流或短路消失。

11.7 FB 短路保护

FB 短路保护可防止 FB 短路时输出电压过高而损坏电源系统的后端电路。当任何保护被激活或触发时，芯片会检测 FB-GND 之间的阻值，如果阻值小于设计值，上下管 MOS 将停止开关，直到短路消失。

11.8 软启动

软启动功能可抑制电源启动时的输入浪涌，最大限度地减少对芯片和输入电源的影响。软启动是通过在芯片上电期间缓慢升高内部基准电压来实现的，典型时间为 1.7ms。

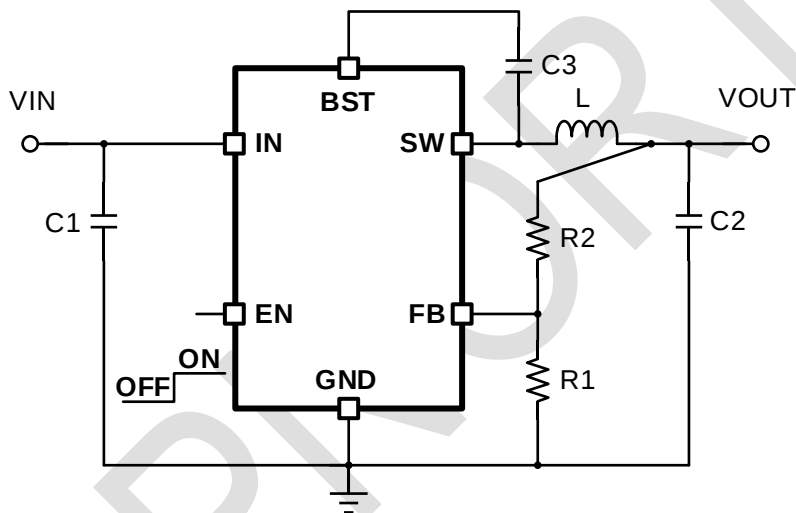
11.9 热关断

CN2204TER 具有内部热关断功能。当芯片内部结温超过 155°C 时，上下管 MOS 将停止开关以降低结温，当结温降至 135°C 或以下时，芯片将软启动。

12 应用信息

12.1 典型应用

下图是可用于评估 CN2204TER 性能的典型应用原理图。本部分介绍应用原理图的具体设计过程。



12.2 设计要求

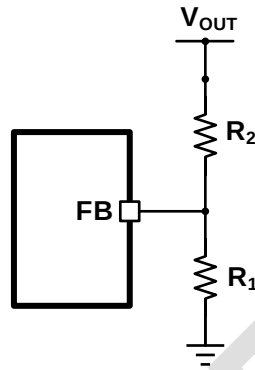
要求	最小	典型	最大	单位
12V 输出		12		V
5V 输出		5		
输入电压		15		V

12.3 设计过程

12.3.1 输出电压

CN2204TER 的内部基准电压为 0.8V，输出电压可通过分压电阻设定，建议使用误差为 1%、温度系数较低的电阻。输出电压公式可用于选择合适的上拉电阻 R2 和下拉电阻 R1，建议 R1 的阻值范围为 10K-50K：

$$V_{OUT} = 0.8 * \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right)$$



在典型应用中，R1 选择 10K，R2 选择 140K。

12.3.2 电感

推荐电感值为 22uH。电感值的计算公式如下：

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

- V_{IN} 是输入电压
- V_{OUT} 是输出电压
- f_s 是开关频率
- ΔI_L 是电感纹波电流的峰峰值，通常为负载电流的 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，它必须高于设计计算出的电感峰值电流，并留有 20% 的额外余量，计算公式如下：

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

另一个重要参数是电感的额定发热电流，它必须高于负载电流，并留有 20% 的额外余量。在此基础上，尽量选择直流电阻较低的电感，以提高效率。

12.3.3 输出电容

输出电容的选择非常重要，因为它直接影响输出纹波、环路稳定性以及瞬态响应期间的上冲和下冲。建议选择陶瓷电容，典型应用中可选择 22uF 陶瓷电容或两个并联的 10uF 陶瓷电容。还需要注意直流偏置特性。

由于陶瓷电容的寄生 ESR 和 ESL 非常小，可以忽略，因此输出纹波 ΔV_{OUT} 主要由电容值决定，计算公式为：

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{f_s * L} * \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) * \left(R_{ESR} + \frac{1}{8 * f_s * C_{OUT}} \right)$$

- C_{OUT} 是输出电容的容值
- R_{ESR} 是输出电容的等效串联电阻值

在瞬态响应中，当轻载迅速变为重载时，输出电容需要在环路将电感电流调整为适当电流之前向负载

提供电流，而环路控制一般至少需要 4 个周期才能对输出电压的下降做出响应。输出电容必须足够大，以便在四个时钟周期内提供电流差，从而将输出电压维持在指定范围内。满足欠调规范所需的最小输出电容可通过下式计算得出：

$$C_{OUT} > \frac{4 * (I_{OH} - I_{OL})}{f_s * V_{US}}$$

当负载突然大幅下降时，输出电容会吸收电感中储存的能量，从而导致输出电压过冲。将电压过冲控制在指定范围内所需的最小电容可以计算得出：

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

- I_{OH} 是负载瞬态期间的高电平输出电流
- I_{OL} 是负载瞬态期间的低电平输出电流
- V_{US} 是目标输出电压的欠冲
- V_{OS} 是目标输出电压过冲

12.3.4 自举电容的选择

CN2204TER 需要一个自举电容为上管 MOS 提供驱动电压。建议在 BST-SW 之间连接一个 0.1uF 低 ESR 陶瓷电容。

12.4 Bom 表

$V_{IN}=15V$, $V_{OUT}=12V$ 的 BOM 表如下所示：

符号	描述	制造商	编号	数量
C1	10uF, 50V, X5R, $\pm 10\%$, 0805	MURATA MANUFACTURING	31M-GRM21BR61H106KE43L	1
C2	22uF, 25V, X5R, $\pm 10\%$, 0805	MURATA MANUFACTURING	31M-GRM21BR61E226ME44K	1
C3	100nF, 25V, X8R, $\pm 10\%$, 0603	TDK	11M-CGA3E2X8R1E104KT0Y0H	1
R1	10K, $\pm 1\%$, 0603	UNI-ROYAL(厚声)	0603WAF1002T5E	1
R2	140K, $\pm 1\%$, 0603	YAGEO	31M-RC0603FR-07140KL	1
L	22uH $\pm 20\%$, Irms=2.35A, Isat=2.55A, DCR=83m Ω	Sunlord	ASWPA6055S220MT	1

$V_{IN}=15V$, $V_{OUT}=5V$ 的 BOM 表如下所示：

符号	描述	制造商	编号	数量
C1	10uF, 50V, X5R, $\pm 10\%$, 0805	MURATA MANUFACTURING	31M-GRM21BR61H106KE43L	1
C2	22uF, 25V, X5R, $\pm 10\%$, 0805	MURATA MANUFACTURING	31M-GRM21BR61E226ME44K	1
C3	100nF, 25V, X8R, $\pm 10\%$, 0603	TDK	11M-CGA3E2X8R1E104KT0Y0H	1
R1	24K, $\pm 1\%$, 0603	UNI-ROYAL(厚声)	0603WAF2402T5E	1
R2	126K, $\pm 0.1\%$, 0805	YAGEO	RT0805BRE07126KL	1
L	10uH $\pm 20\%$, Irms=2.5A, Isat=2.5A, DCR=88m Ω	KOHERElec	MDA5030-100M	1

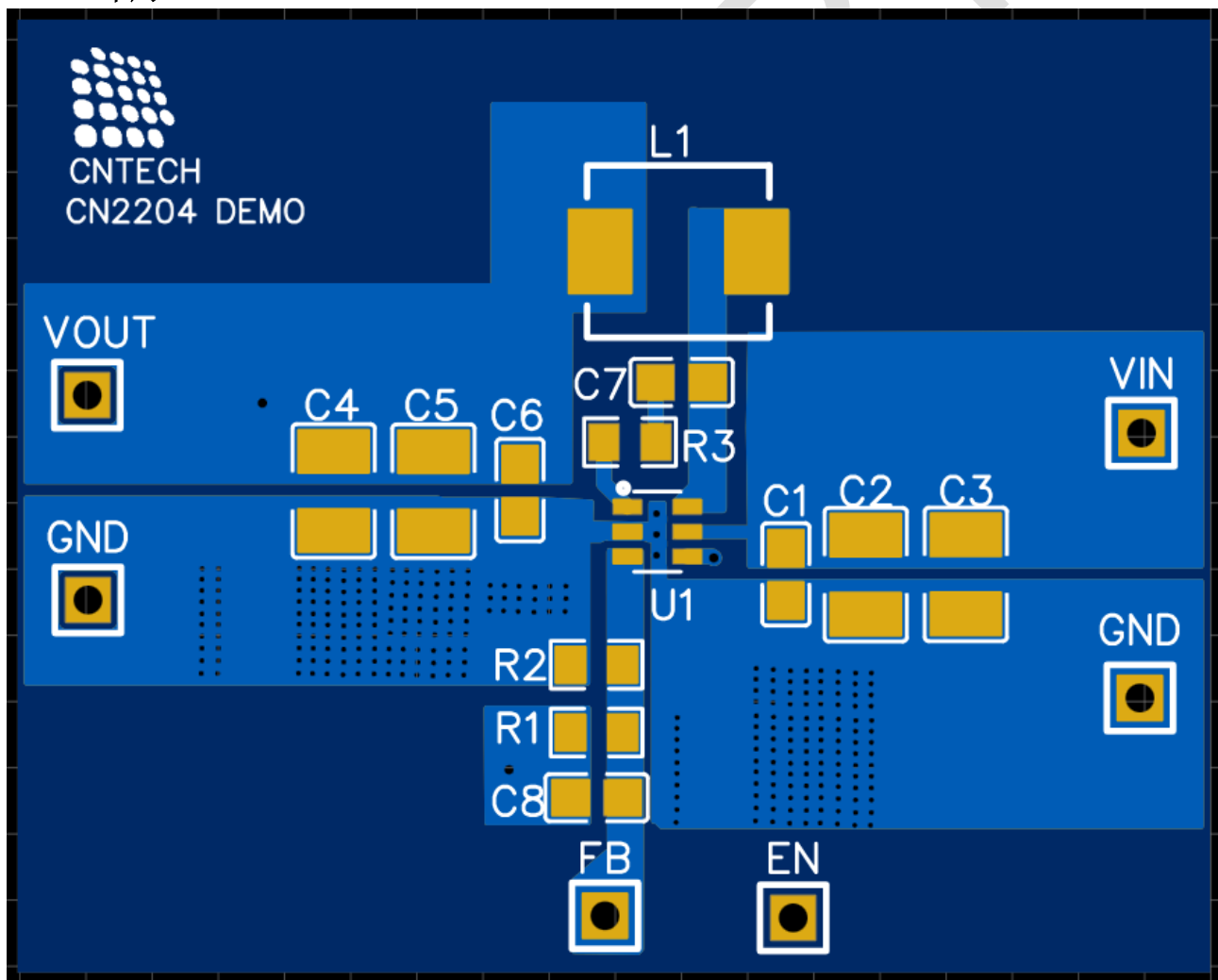
12.5 电路板布局指南

布局是所有开关电源的一个重要步骤，尤其是在峰值电流较大、频率较高的情况下，如果布局不够谨慎，可能会影响转换器的稳定性和电磁干扰。以下是一些关于布局和布线的建议：

- 上管的导通回路、下管的导通回路应尽可能小，特别是上管和下管寄生二极管的公共回路要小，具体做法是输入电容特别是小电容（100nF）要靠近芯片的 V_{IN} 和 GND，输出电容要靠近电感和芯片的 GND。
- 电感应靠近 SW。
- VOUT 反馈线应远离电感和 SW 等干扰源，并在线路两侧安装接地屏蔽和滤波器。
- 信号部分和电源部分应分开，以避免电源电路的电磁耦合干扰，可参考数据表中的上下分开。信号部分在下，电源部分在上。
- 尽量减少地面的切割。
- 输入和输出的正负极要分别靠近输入和输出电容，尤其是 GND 端子，不能随意放置，否则会影响电流返回的实际路径。这样会影响电流返回的实际路径，影响布局效果。

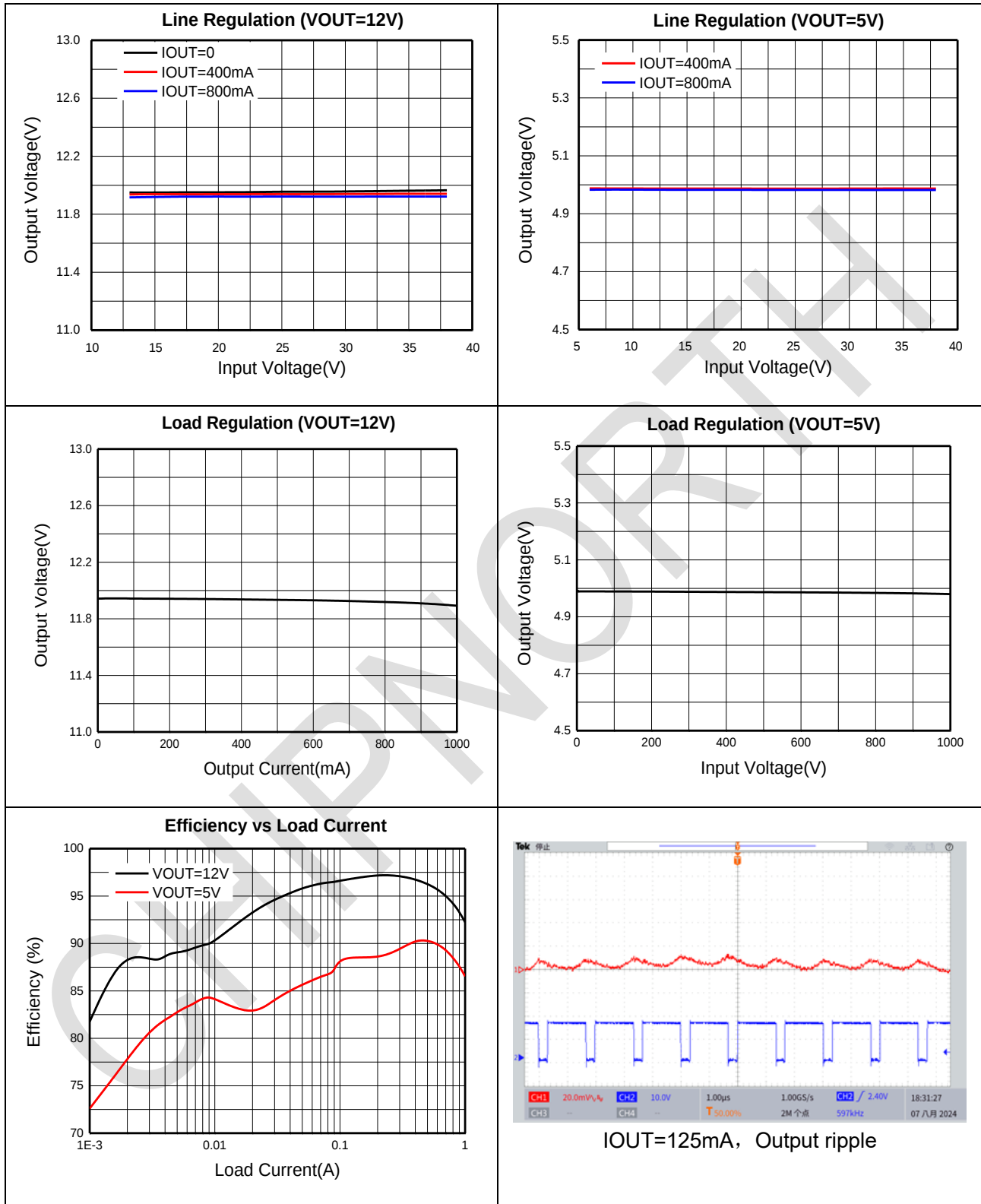
另外，需要添加电源或信号的待测点，最好引出并连接到端子上，以方便测试，注意这些导线也不要随意走线，也要参照上述原则，避免干扰和被干扰。

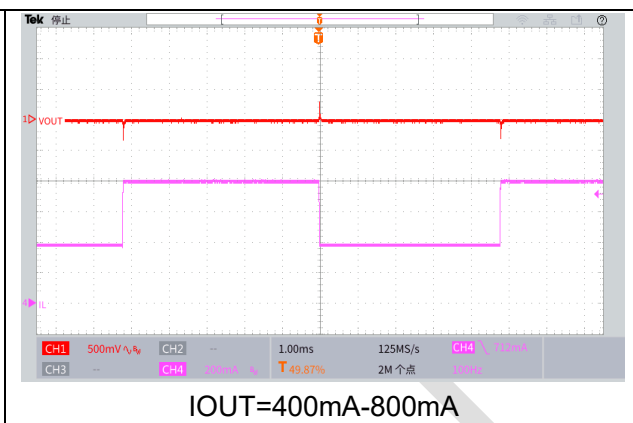
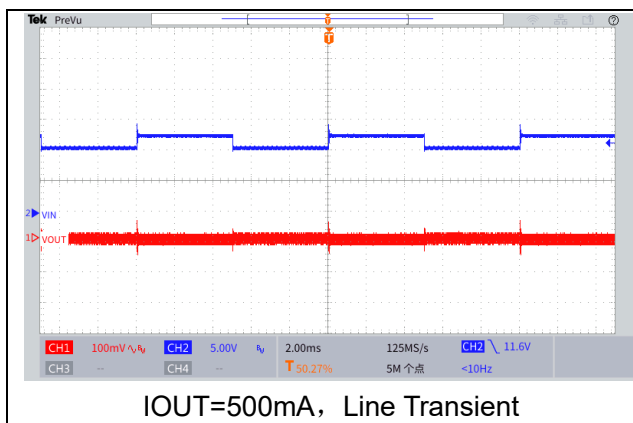
12.5.1 布局



12.6 基本性能

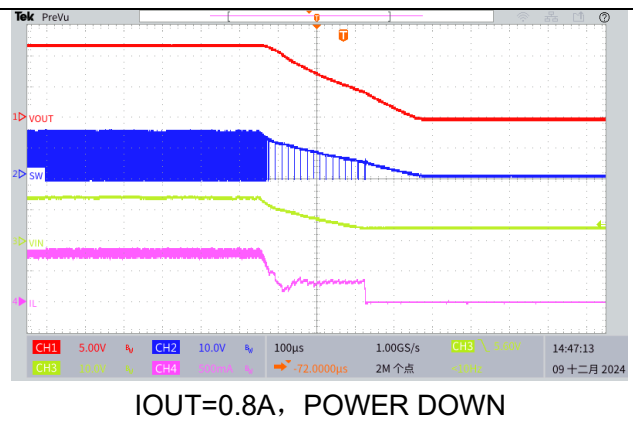
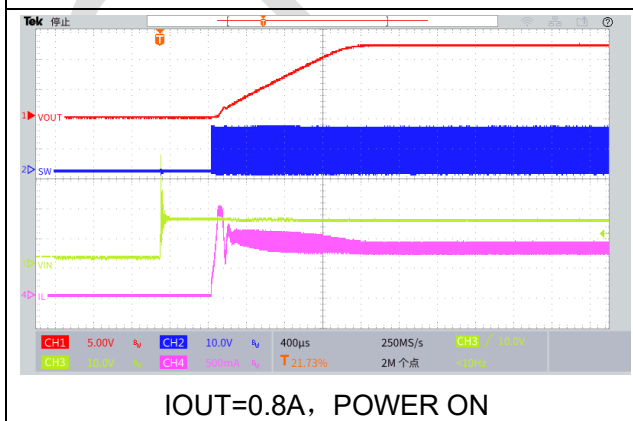
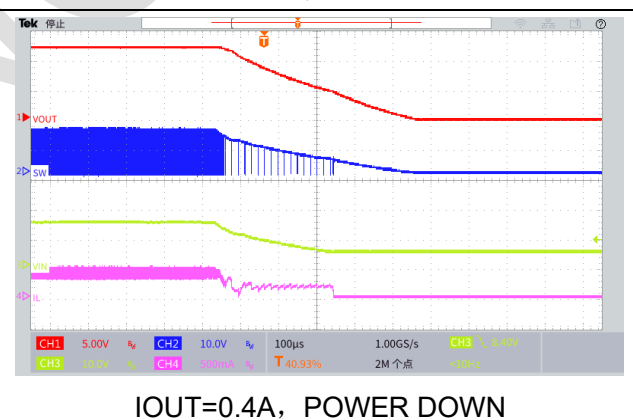
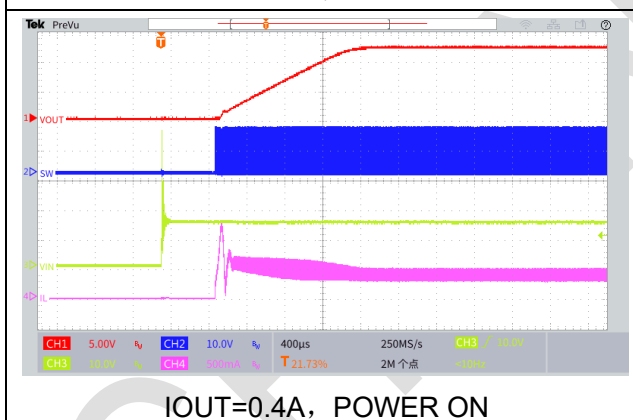
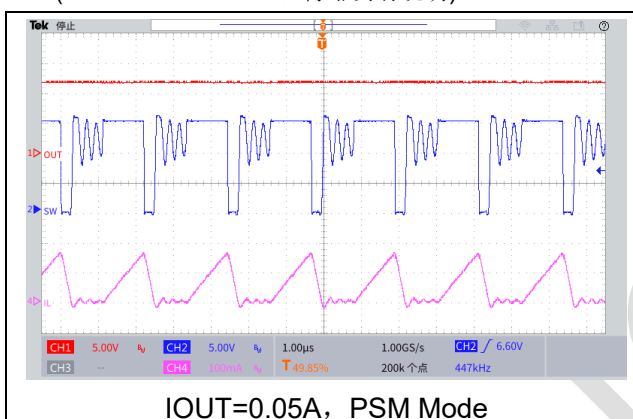
($V_{IN}=15V$, $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明)

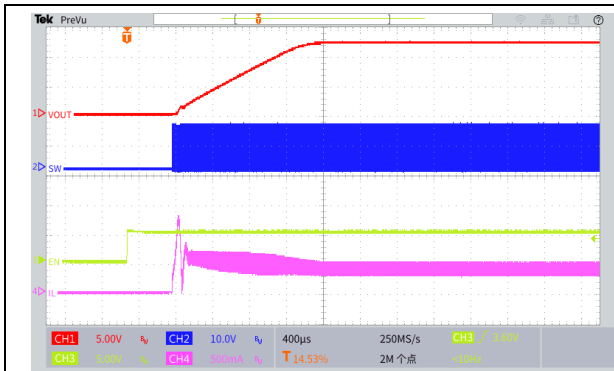




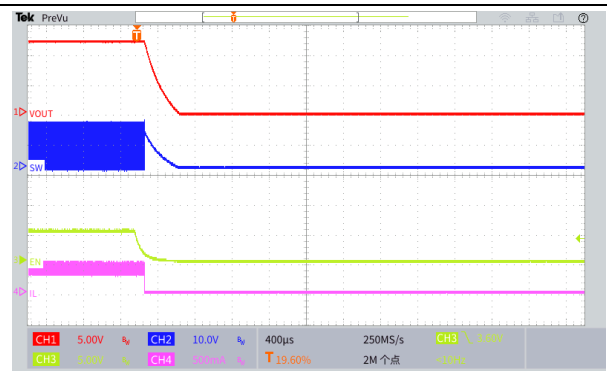
12.7 工作波形

(VIN=15V, TA=25°C, 除非另有说明)

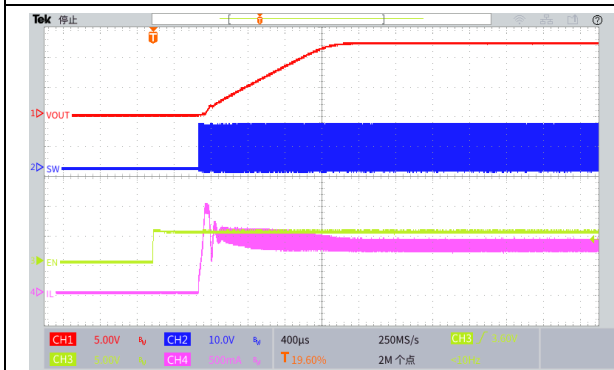




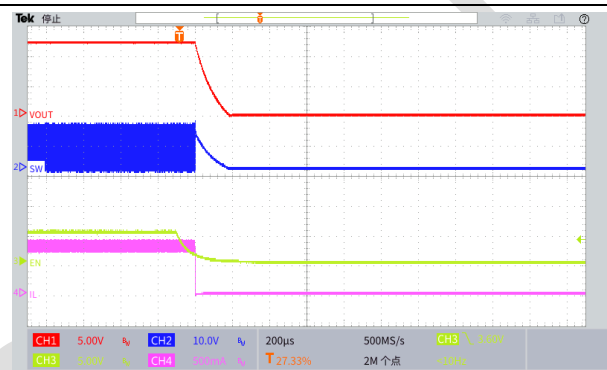
IOU=0.4A, EN ON



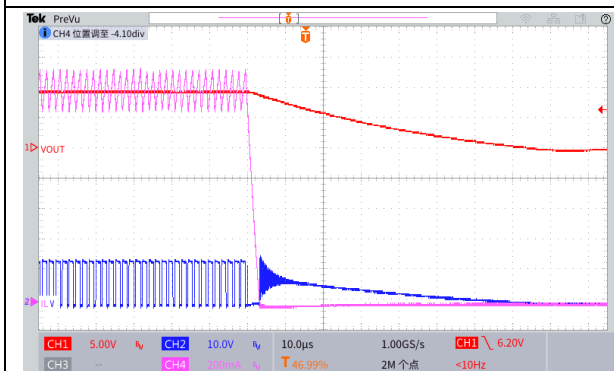
IOU=0.4A, EN DOWN



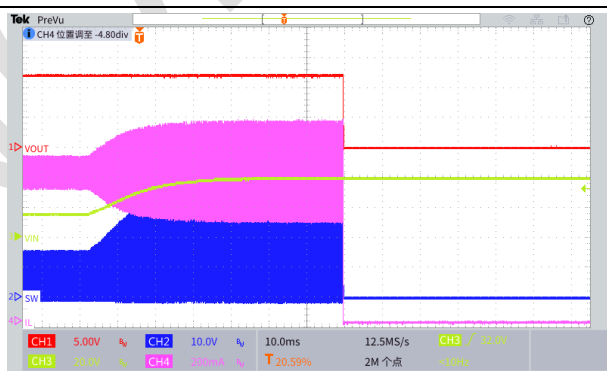
IOU=0.8A, EN ON



IOU=0.8A, EN DOWN



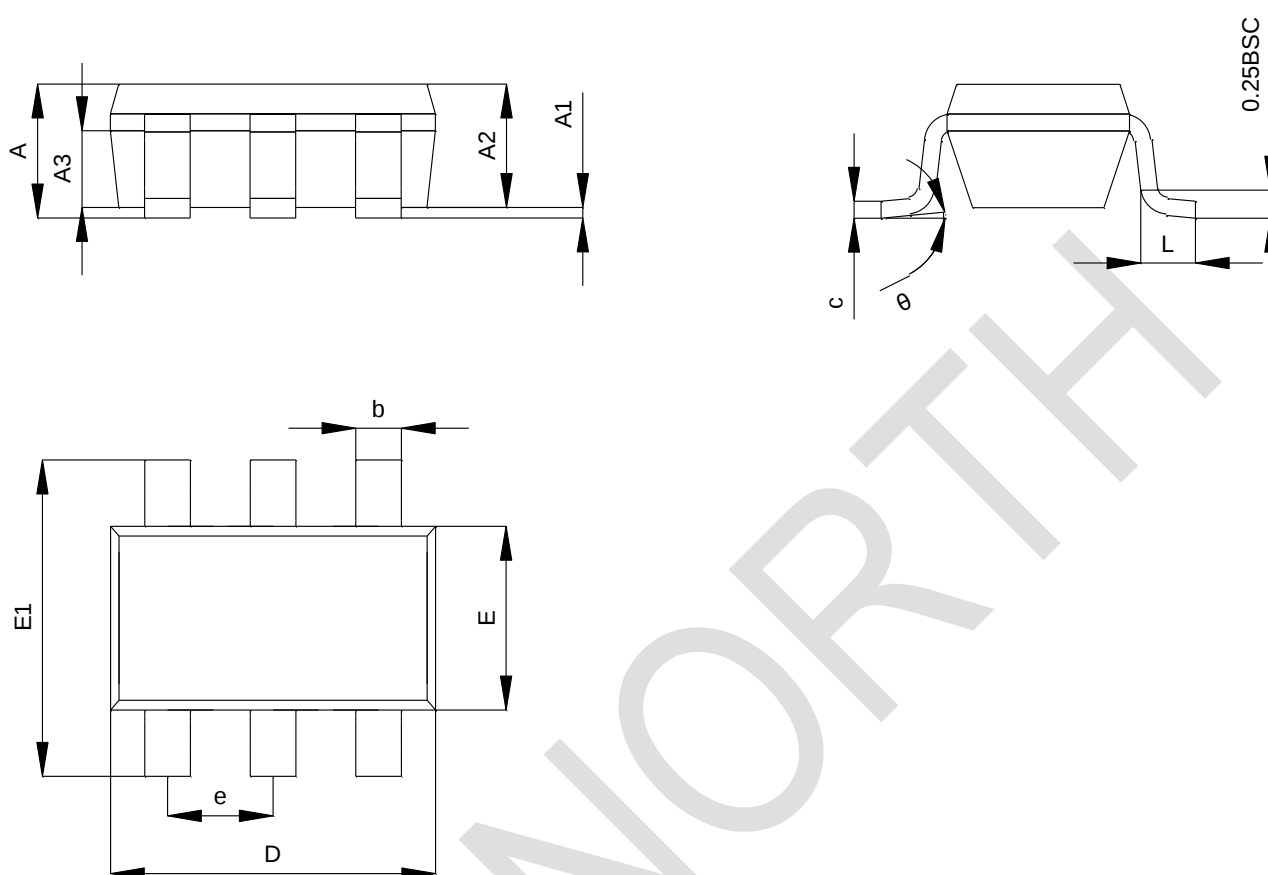
OCP Protection



VIN OVP Protection

13 封装信息

SOT23-6L



符号	尺寸		
	最小	典型	最大
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		
θ	0°	4°	8°
L	0.300	0.420	0.570
c	0.100	0.152	0.200

14 重要声明

芯北电子科技（南京）有限公司及其子公司保留对本文件及本文所述任何产品进行修改、改进、更正或其他变更的权利，恕不另行通知。芯北电子科技（南京）有限公司不承担因使用本文件或本文所述任何产品而产生的任何责任；芯北电子科技（南京）有限公司也不转让其专利权或商标权及其他权利的任何许可。在使用本文件或本文所述产品的任何客户或用户应承担所有风险，并同意芯北电子科技（南京）有限公司和其产品在芯北电子科技（南京）有限公司网站上展示的所有公司免受任何损害。

对于通过未经授权的销售渠道购买的任何产品，芯北电子科技（南京）有限公司不作任何保证，也不承担任何责任。如果客户购买或使用芯北电子科技（南京）有限公司的产品用于任何非预期或未经授权的用途，客户应赔偿芯北电子科技（南京）有限公司及其代表，使其免受因直接或间接引起的任何人身伤害或死亡造成的所有索赔、损害赔偿和律师费。