

1 简介

CN2501TCR 是一款基于恒定导通时间 (COT) 控制的单体降压型开关稳压器, 可实现快速瞬态响应。CN2501TCR 的输入电压范围为 2.6V-6.0V, 非常适合单节锂离子电池供电应用。通过集成 P 沟道和 N 沟道 MOSFET, CN2501TCR 可提供 1.4A 的持续输出电流。PWM/PFM 模式切换可为噪声敏感型应用提供极低的输出纹波电压, 在轻负载时, 稳压器以低频工作, 保持高效率和低输出纹波。开关频率内部设置为 1.5MHz, 支持使用小型贴片电感和电容。

CN2501TCR 具有打嗝输出短路保护、FB 短路保护、启动电流失控保护、输入欠压锁定和输入过压保护以及热保护功能, 可确保可靠性。CN2501TCR 采用 5 引脚 SOT23-5 封装, 提供了一种外部元件最少的紧凑型解决方案。

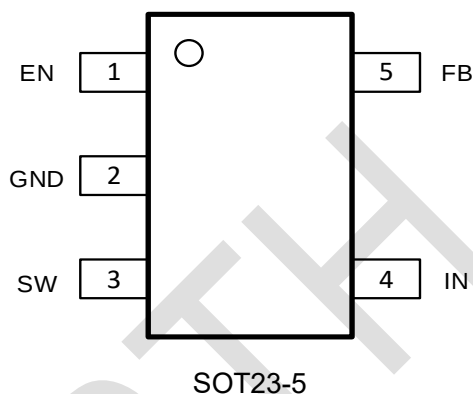
2 特征

- 2.6V 至 6.0V 输入电压范围
- 输出电流高达 1.4A
- 峰值效率高达 97%
- 内部软启动
- 1.5MHz 开关频率
- 输入欠压锁定
- 输入过压保护
- 短路保护
- 热关断
- SOT23-5 封装

3 应用领域

- 机顶盒
- 电信/网络系统
- 存储设备
- GPU/DDR 电源

4 引脚排列



5 订购信息

产品型号	封装	数量/编带
CN2501TCR	SOT23-5	3000/卷

6 丝印

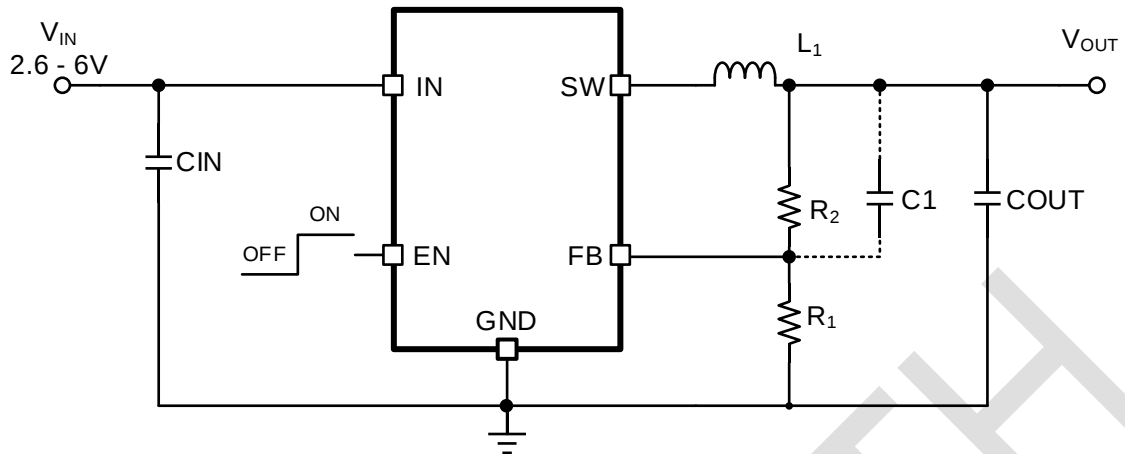
产品型号	丝印*
CN2501TCR	CN2501 YYWW

注*: YY/Y=Year; WW/W=Week。

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。

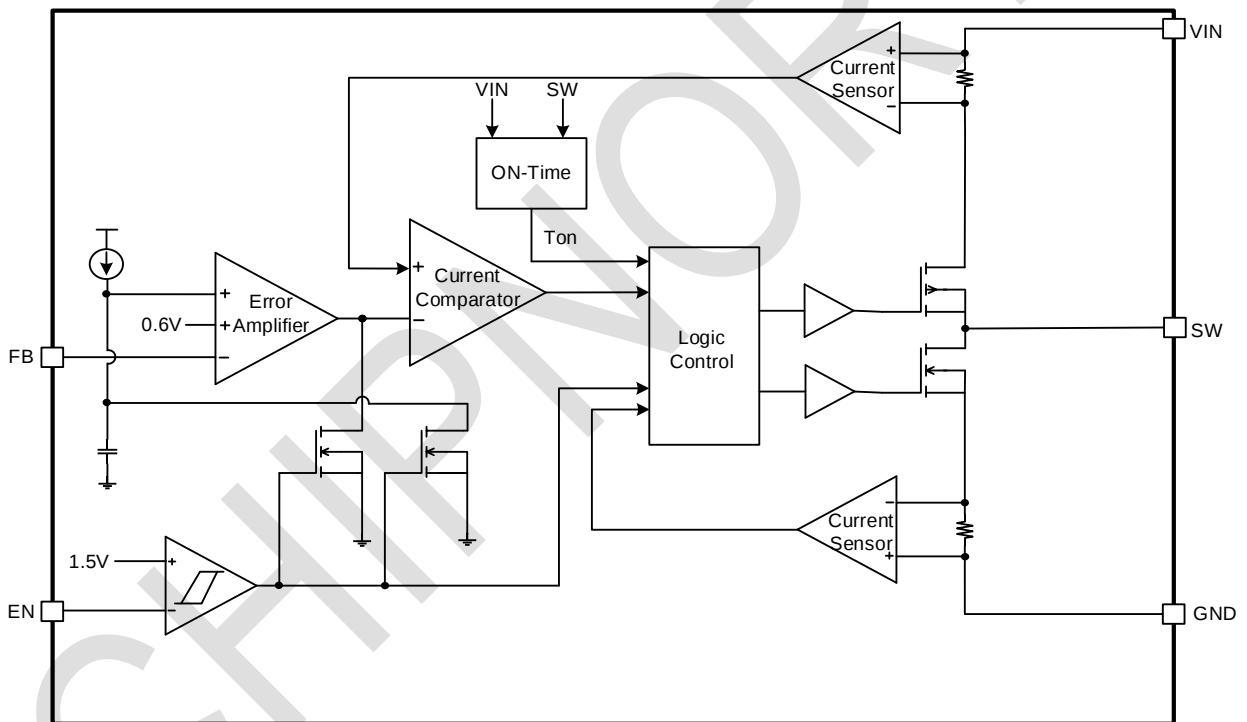
湿敏等级(MSL): 3

7 典型应用



注：输出电压由外部反馈分压电阻设置： $R_2 = R_1 \times [(V_{OUT} / 0.6) - 1]$ 。

8 框图



9 引脚描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	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 IN
2	GND	地
3	SW	开关引脚，在 SW 和稳压输出端之间连接一个电感
4	IN	电源输入，在 IN-GND 之间放置一个 10 μ F 电容，并尽可能靠近芯片
5	FB	反馈引脚，将外部分压电阻从输出端连接至 FB 和 GND，以将输出设置为 0.6V 至 V _{IN} 之间的电压

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 ~ 7	V
SW 和 EN 工作电压	V _{SW} , V _{EN}	-0.3 ~ 7	V
FB 引脚电压	V _{FB}	-0.3 ~ 7	V
工作结温范围	T _J	-40 ~ 160	°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}	-65 ~ 150	°C

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	最小值	最大值	单位
输入电压范围	V _{IN}	2.6	6	V
输入电容范围	C _{IN}	10		μ F
输出电容范围	C _{OUT}	10		μ F
电感范围	L	2.2		μ H

10.4 热阻

参数	符号	值	单位
结到环境热阻	R θ _{JA}	208.3	°C/W
结到外壳（顶部）热阻	R θ _{JC(top)}	73.5	°C/W
结到电路板热阻	R θ _{JB}	36.1	°C/W

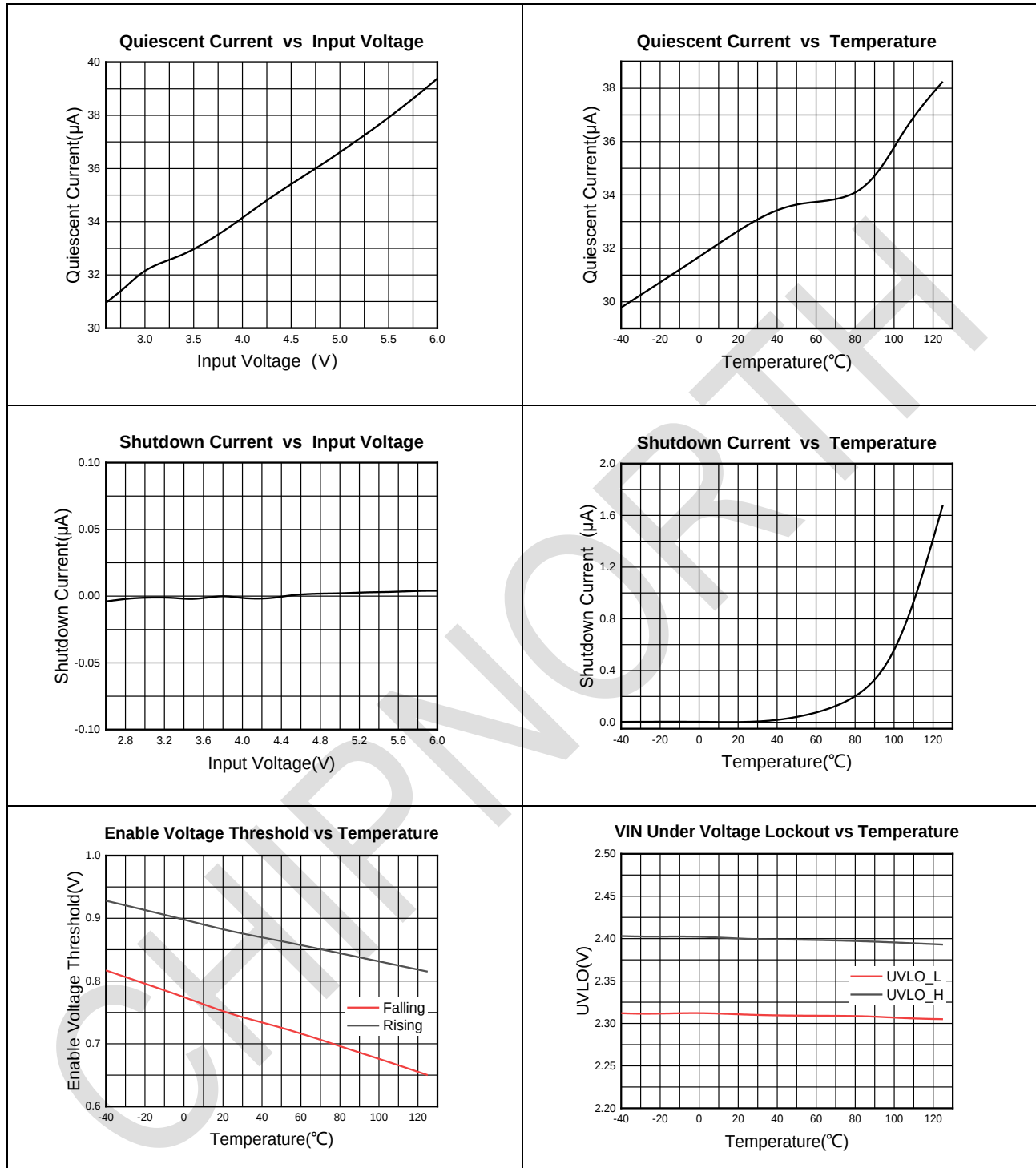
10.5 电气特性

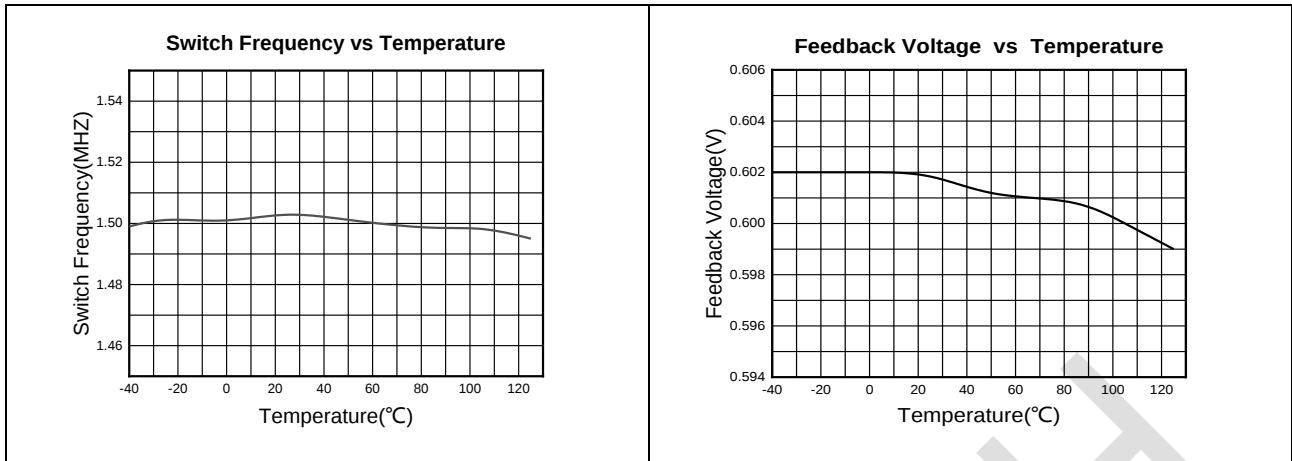
测试条件： $V_{IN}=3.6V$ ， $T_A=25^{\circ}C$ ，除非另有说明。

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
输入欠压阈值	V_{IN_UVLO}	V_{IN} 上升		2.4		V
输入欠压迟滞	$V_{IN_UVLO_HYST}$	V_{IN} 下降		100		mV
输入过压保护阈值	V_{IN_OVP}	V_{IN} 上升		6.4		V
输入过压保护迟滞	$V_{IN_OVP_HYST}$	V_{IN} 下降		400		mV
关断电流	I_{SHDN}	$V_{IN}=6.0V$, $V_{EN}=0V$		0.1	1	μA
静态电流	I_Q	$V_{EN}=5V$, $I_{OUT}=0A$, $V_{FB}=V_{REF}*105\%$		32		μA
FB 参考电压	V_{FB}	$2.6V < V_{IN} < 6.0V$	0.588	0.6	0.612	V
上管导通阻抗	$R_{DS(on)_P}$	$V_{IN}=5V$		280		m Ω
下管导通阻抗	$R_{DS(on)_N}$	$V_{IN}=5V$		150		m Ω
上管漏电流	I_{LEAK_P}				1	μA
下管漏电流	I_{LEAK_N}				1	μA
上管限流	I_{LIM_TOP}			2.4		A
下管限流	I_{LIM_BOT}			1.7		A
开关频率	F_{SW}	$I_{OUT}=1.2A$		1.5		MHZ
最小导通时间	T_{ON_MIN}			100		ns
最大占空比	D_{MAX}			100		%
EN 上升阈值	V_{EN_H}	V_{EN} 上升, $FB=0.3V$	1.5			V
EN 下降阈值	V_{EN_L}	V_{EN} 下降, $FB=0.3V$			0.4	V
热关断阈值	T_{SHDN}			160		$^{\circ}C$
热关断迟滞	T_{HYST}			30		$^{\circ}C$

10.6 特性曲线

测试条件: $V_{IN}=3.6V$, $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。





11 详细描述

11.1 概述

CN2501TCR 是一款恒定导通时间控制、同步、降压型稳压器。它可将输入电压从 2.6V~6.0V 调节到低至 0.6V 的输出电压，并能提供高达 1.4 A 的负载电流。

11.2 恒定导通时间控制

CN2501TCR 采用恒定导通时间控制来调节输出电压。输出电压通过 FB 引脚处的分压电阻控制，误差由内部跨导误差放大器放大。内部误差放大器的输出与内部测量的开关电流进行比较，以控制输出电流限制。

11.3 PFM 模式

CN2501TCR 在轻载时工作在 PFM 模式。在 PFM 模式下，开关频率与负载电流成比例持续受控，即当负载电流降低时，开关频率降低，通过减少开关损耗来提高轻负载时的能效；而当负载电流升高时，开关频率升高，从而将输出电压纹波降至最低。

11.4 关断模式

当 EN 引脚的电压低于 0.4V 时，CN2501TCR 进入关断模式。在关断模式下，整个稳压器关闭，CN2501TCR 消耗的电源电流降至 1 μ A 以下。

11.5 欠压锁定 (UVLO)

欠压锁定 (UVLO) 可防止芯片在电源电压不足的情况下工作。UVLO 保护监控内部稳压器电压。当电压低于 UVLO 阈值电压时，器件关闭。当电压高于 UVLO 阈值电压时，器件将重新启用。

11.6 短路保护

当输出端对地短路时，开关频率会降低，以防止电感电流增大到超过 PFET 电流限值。如果短路情况持续超过 1024 个周期，PFET 和 NFET 都会被强制关断，并在 8ms 后再次启用。只要短路条件未消除，就会重复这一过程。

11.7 FB 短路保护

当 FB 对地短路并保持 16 个周期以上时，NFET 将在电感电流降为零后关断，然后 PFET 和 NFET 都被锁存关断。短路条件消除后，即可恢复。

11.8 输入过压保护

当输入电压大于热插拔保护阈值（典型值为 6.4V）时，将禁用 CN2501TCR。当输入电压降至 6 V 以下时，将再次启用 CN2501TCR。

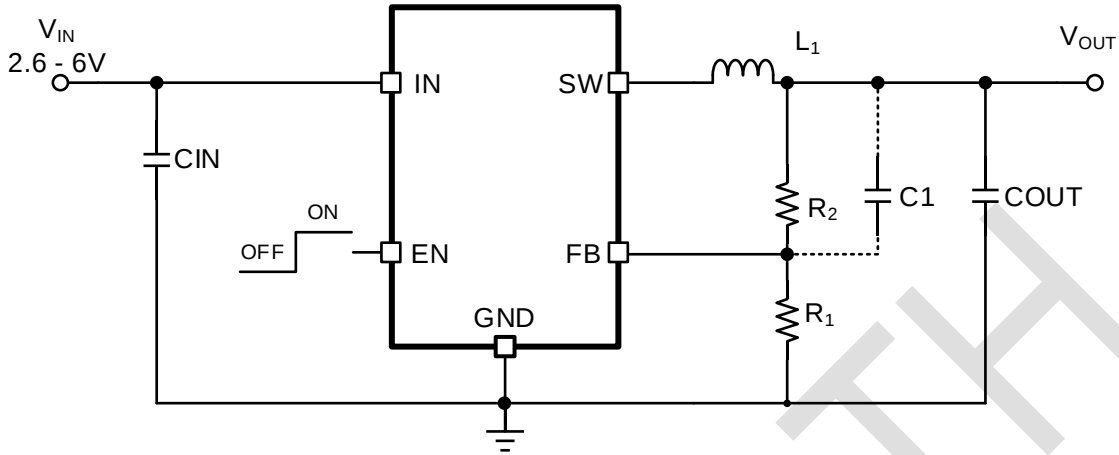
11.9 热关断

当 CN2501TCR 的温度升至 160°C 以上时，它会被迫热关断。只有当内核温度降至 130°C 以下时，稳压器才能再次激活。

12 应用信息

12.1 典型应用

下图为典型应用原理图，该电路可用作评估 CN2501TCR 性能。



12.2 外部元件选择

12.2.1 输出电压

输出电压可通过外部分压电阻进行设置。输出电压的计算公式如下。

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

其中 V_{FB} 典型值通常为 0.6V（内部基准电压）。

12.2.2 电感选型

对于大多数应用，建议电感直流额定电流至少比最大负载电流高 20%。电感值与电感纹波电流值、输入电压、输出电压设置和开关频率有关。电感值可由以下公式得出：

$$L = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times \Delta I_L \times f_{osc}}$$

其中 ΔI_L 为电感器纹波电流。电感值大，纹波电流就小，电感值小，纹波电流就大，因此电感值对输出电压纹波值有影响。电感器的直流电阻会影响 DC/DC 转换器的效率，因此在选择电感器时应将其考虑在内。电感器的最大峰值电流为：

$$I_{L(MAX)} = I_{LOAD} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

在轻负载条件下，建议采用较大的电感，以提高轻负载效率。

12.2.3 输入电容选型

输入电容用于向降压转换器提供交流输入电流，并维持直流输入电压。通过输入电容器的纹波电流可通过以下方式计算：

$$I_{CIN} = I_{LOAD} \times \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)}$$

其中， I_{LOAD} 为负载电流， V_{OUT} 为输出电压， V_{IN} 为输入电压。

因此，当输入纹波电压确定后，输入电容可按下式计算：

$$C_{IN} = \frac{I_{LOAD}}{f_s \times \Delta V_{IN}} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

其中， C_{IN} 为输入电容值， f_s 为开关频率， ΔV_{IN} 为输入纹波电压。输入电容可以是电解电容、钽电容或陶瓷电容。为了最大限度地降低潜在噪声，在使用电解电容时，应尽可能将一个小的 X5R 或 X7R 陶

瓷电容（即 0.1μF）放置在距离集成电路 3mm 以内的位置。

12.2.4 输出电容选型

需要一个输出电容来维持直流输出电压。输出电压纹波可用公式估算：

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

其中，L 是电感值， R_{ESR} 是输出电容器的等效串联电阻 (ESR) 值。输出电容器可以是低 ESR 的电解、钽或陶瓷电容器，ESR 越低，输出纹波电压越低。输出电容器还会影响系统的稳定性和瞬态响应。

12.2.5 物料清单

$V_{IN}=3.6\text{ V}$ ， $V_{OUT}=1.8\text{ V}$ 时的 BOM 表如下：

名称	说明	制造商	器件型号	数量
C _{IN}	10μF, 10V, X5R, ±10%, 0805	MURATA	GRM21BR61A106KE19L	1
C _{OUT}	10μF, 10V, X5R, ±10%, 0805	MURATA	GRM21BR61A106KE19L	1
C ₁ (option) *	47pF, 25V, NP0, ±5%, 0603	YAGEO	CC0603JRNPO8BN470	1
R ₁	10K,±1%, 0805	UNI-ROYAL(厚声)	0805W8F1002T5E	1
R ₂	20K,±1%, 0805	UNI-ROYAL(厚声)	0805W8F2002T5E	1
L ₁	2.2μH±20%, I _{rms} =2.7A, I _{sat} =2.8A, DCR=72mΩ	Sunlord	WPN4012H2R2MT	1

$V_{IN}=5\text{ V}$ ， $V_{OUT}=3.3\text{ V}$ 时的 BOM 表如下：

名称	说明	制造商	器件型号	数量
C _{IN}	10μF, 10V, X5R, ±10%, 0805	MURATA	GRM21BR61A106KE19L	1
C _{OUT}	10μF, 10V, X5R, ±10%, 0805	MURATA	GRM21BR61A106KE19L	1
C ₁ (option) *	22pF, 25V, NP0, ±5%, 0603	YAGEO	CC0603JRNPO8BN220	1
R ₁	10K,±1%, 0805	UNI-ROYAL(厚声)	0805W8F1002T5E	1
R ₂	45K,±1%, 0805	Meritek	CR104502F	1
L ₁	2.2μH±20%, I _{rms} =2.7A, I _{sat} =2.8A, DCR=72mΩ	Sunlord	WPN4012H2R2MT	1

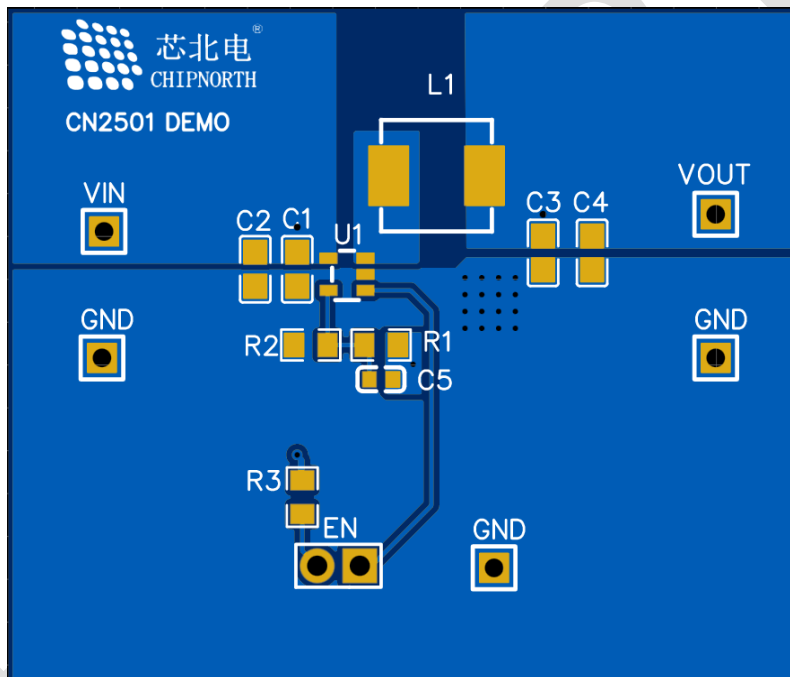
注*：C₁ 可选，是前馈电容，对于输出 1.8V，使用 47pF 的电容使前馈零点在 160kHz 左右，可以小幅减小输出电压纹波的幅度。对于 3.3V 的输出，使用 22pF 的电容使前馈零点在 160kHz 左右。对于要求低纹波幅度的应用，可以增加该电容。

12.3 PCB 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：

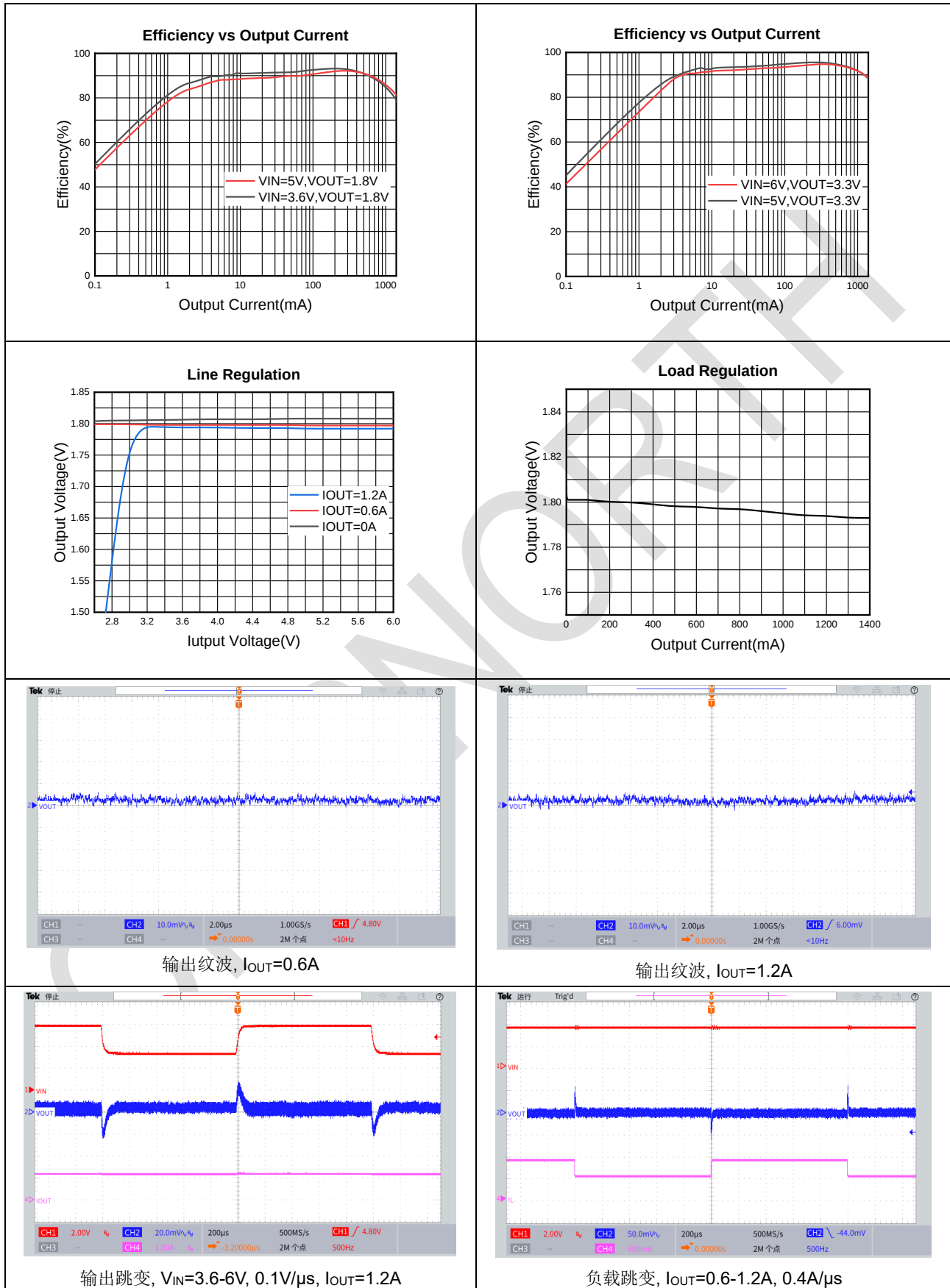
- 上管的导通回路、下管的导通回路应尽可能小，特别是上管和下管寄生二极管的公共回路要小，具体做法是输入电容特别是小电容（100nF）要靠近芯片的 V_{IN} 和 GND ，输出电容要靠近电感和芯片的 GND 。
- 电感应靠近 SW 引脚。
- V_{OUT} 反馈线应远离电感和 SW 等干扰源，并在线路两侧安装接地屏蔽和滤波器。
- 信号部分和电源部分应分开，以避免电源电路的电磁耦合干扰，可参考规格书中的上下分开。信号部分在下，电源部分在上。
- 尽量减少地面的切割。
- 输入和输出的正负极要分别靠近输入和输出电容，尤其是 GND 端子，不能随意放置，否则会影响电流返回的实际路径，影响布局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

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。



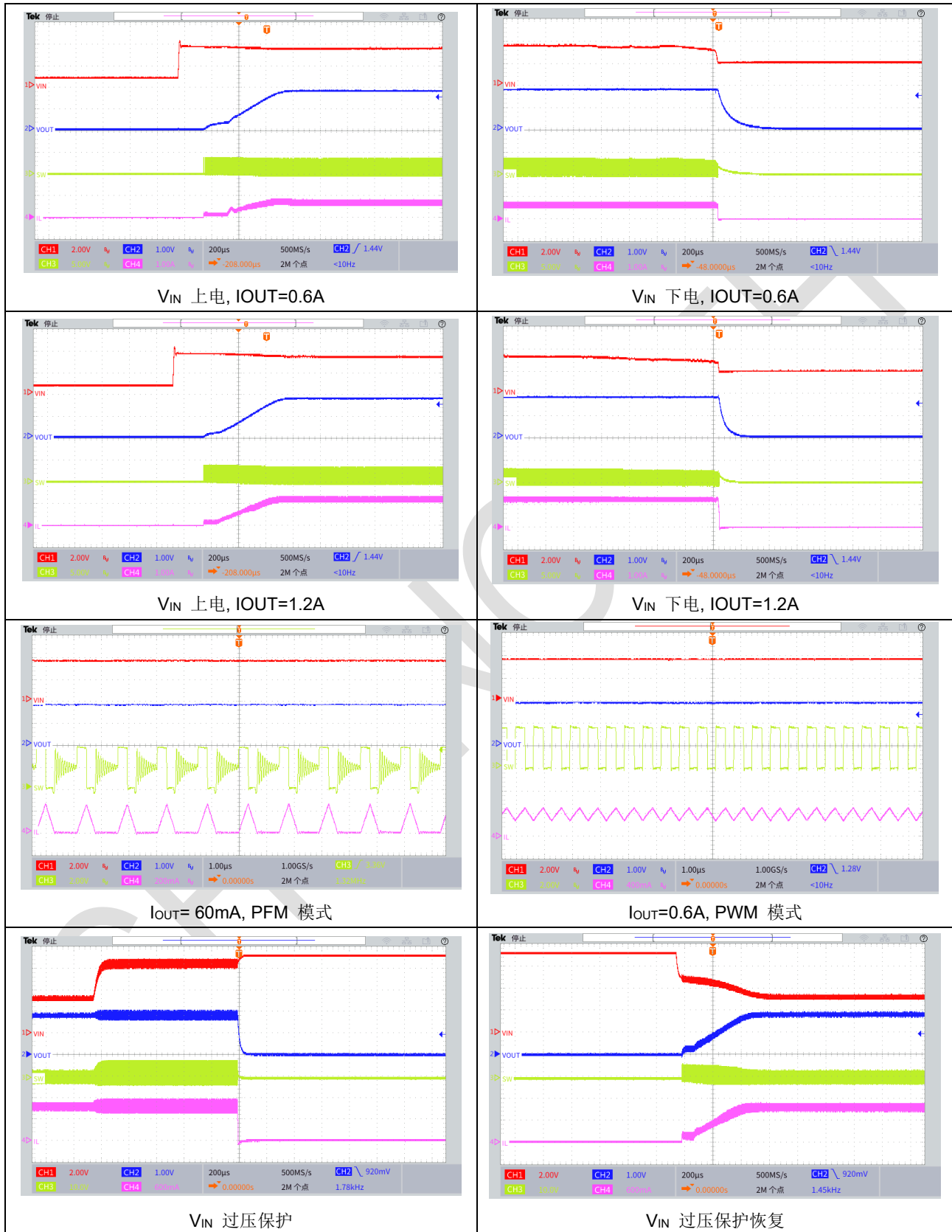
12.4 基本性能

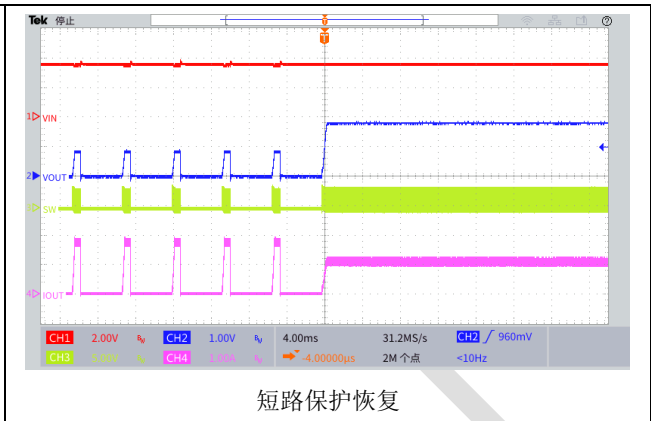
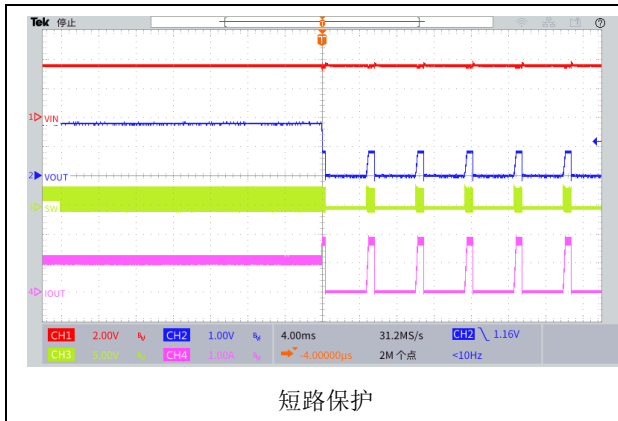
测试条件: $V_{IN}=3.6V$, $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。



12.5 工作波形

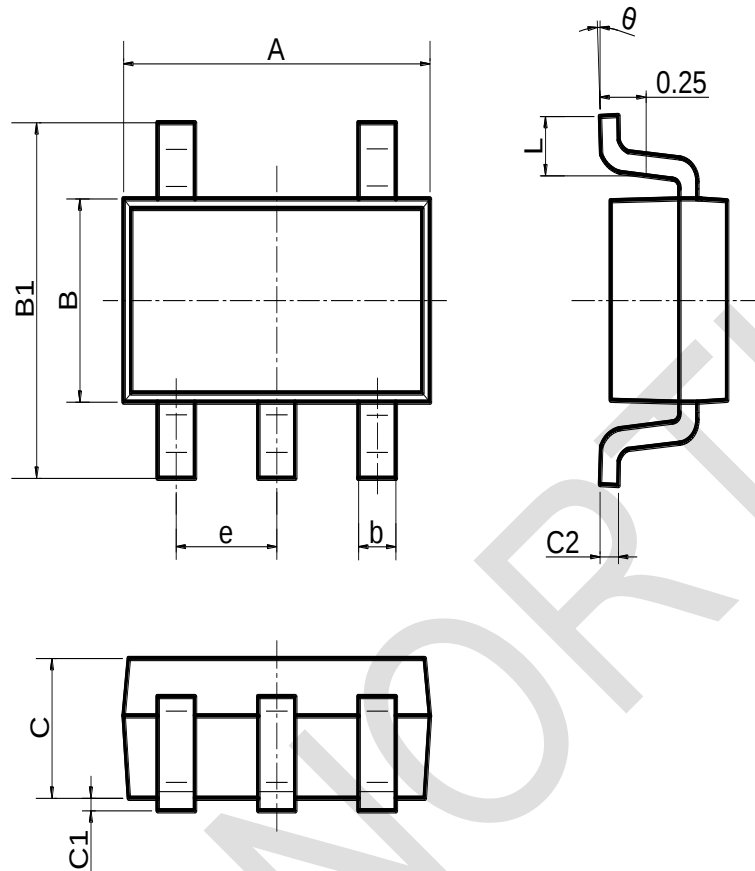
测试条件: $V_{IN}=3.6V$, $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。





13 封装信息

SOT23-5



标注 \ 尺寸	最小 (mm)	标准(mm)	最大(mm)
A	2.82	2.92	3.02
B	1.50	1.62	1.70
B1	2.60	2.90	3.00
b	0.27	-	0.35
e	0.95 (BSC)		
C	1.05	1.10	1.15
C1	0.03	0.08	0.15
C2	0.135	-	0.23
L	0.35	0.45	0.55
θ	0°	-	8°

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。