

1 简介

CN8913 是一款三合一电源管理单元，包括一路带 42V 过压保护，最大 38V 输入的高效同步 Buck，一路低压高效的异步 Boost 和一路高精度的超级电容充电器。Buck 输出固定为 3.3V/800mA，无需外部电阻设置。Boost 能把 2.5V 的备用电源或者超级电容电压转换为 12V/450mA 的输出，其输出可通过外部电阻设置。超级电容充电器恒压电压为 2.55V。

CN8913 具有逐周期限流打嗝模式的 OCP 保护，输入 OVP 保护和热关断。

CN8913 采用 ESOP8L 和 DFN3X3-10L 封装，两种封装的散热焊盘都裸露在外，且散热焊盘都为 GND。

2 特征

- 集成一路 Buck，一路升压，一路超级电容充电器，实现小尺寸解决方案
- Buck: 5V 到 38V 输入，固定输出 3.3V/800mA
- Boost: 2.55V 输入，输出 12V/450mA，输出可通过外部电阻设置
- 超级电容充电器: 2.55V/60mA，精度 1%
- 效率高达 91%
- 轻载高效的 PSM 模式
- 电源系统掉电检测
- 掉电时自动切换到备电供电
- 打嗝模式的 OCP 保护
- 热关断

3 应用领域

- 智能电表
- PLC 模块
- 需要超级电容备电的电源系统

4 引脚排列

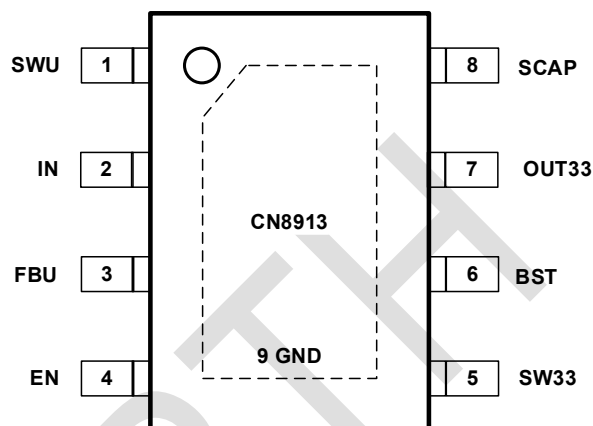


图 1 ESOP8L

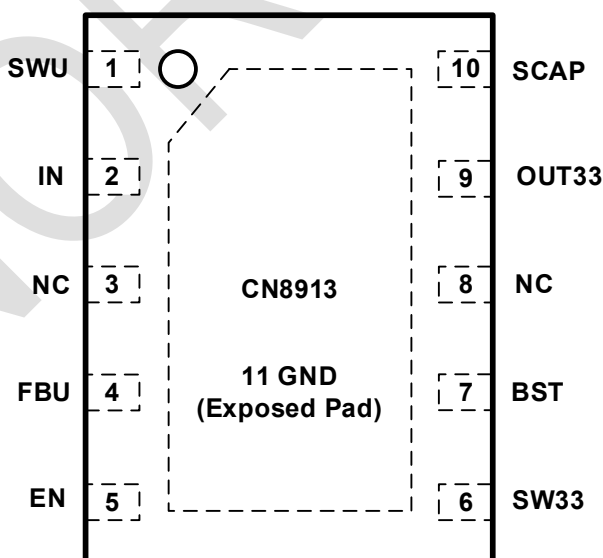


图 2 DFN3X3-10L

5 订购信息

产品型号	封装	丝印	数量/编带
CN8913EHR	ESOP8L	CN8913 YYWW	4000/盘
CN8913DDR	DFN3X3-10L	CN8913 YYWW	5000/盘

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

6 典型应用

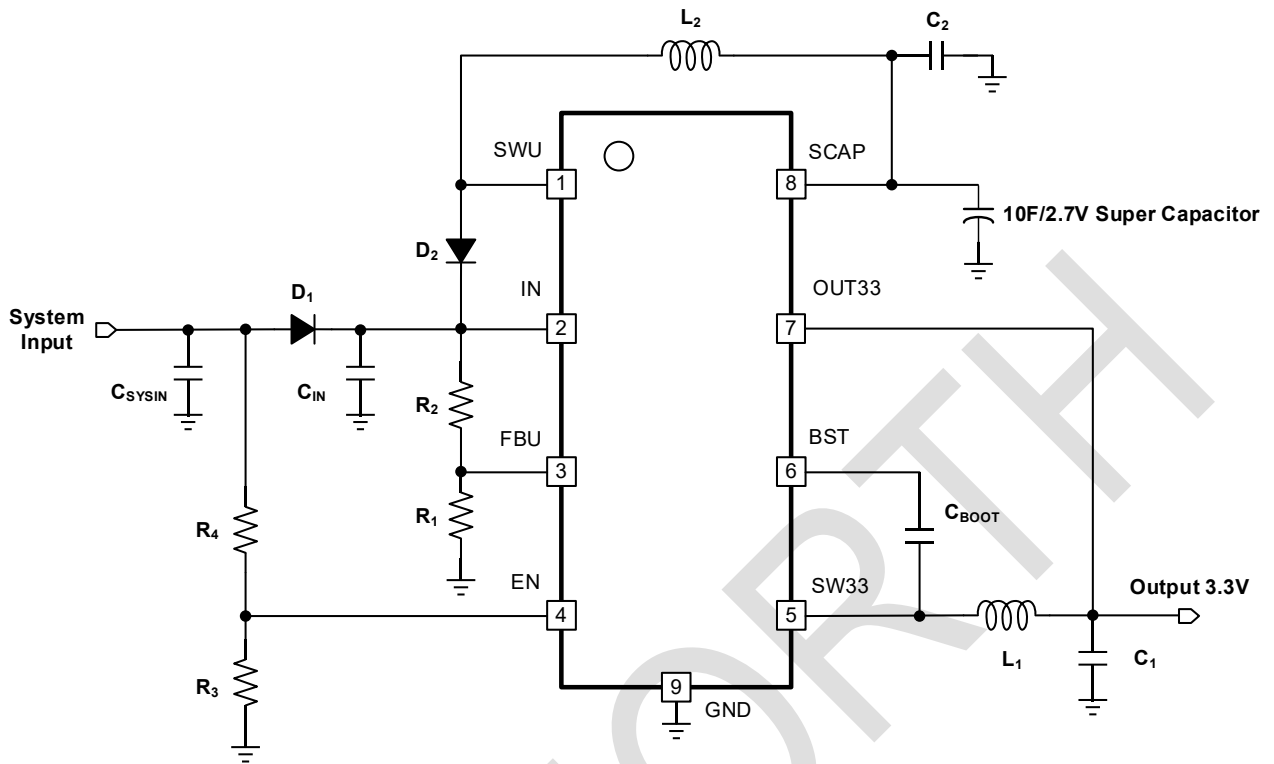


图 3 典型应用

备注 1: 系统输入掉电阈值 $V_{PowerDown} = V_{EN} \times (R_3 + R_4) / R_3$

备注 2: Boost 输出电压 $V_{OUT_Boost} = V_{FB-REF} \times (R_1 + R_2) / R_1$

7 功能框图

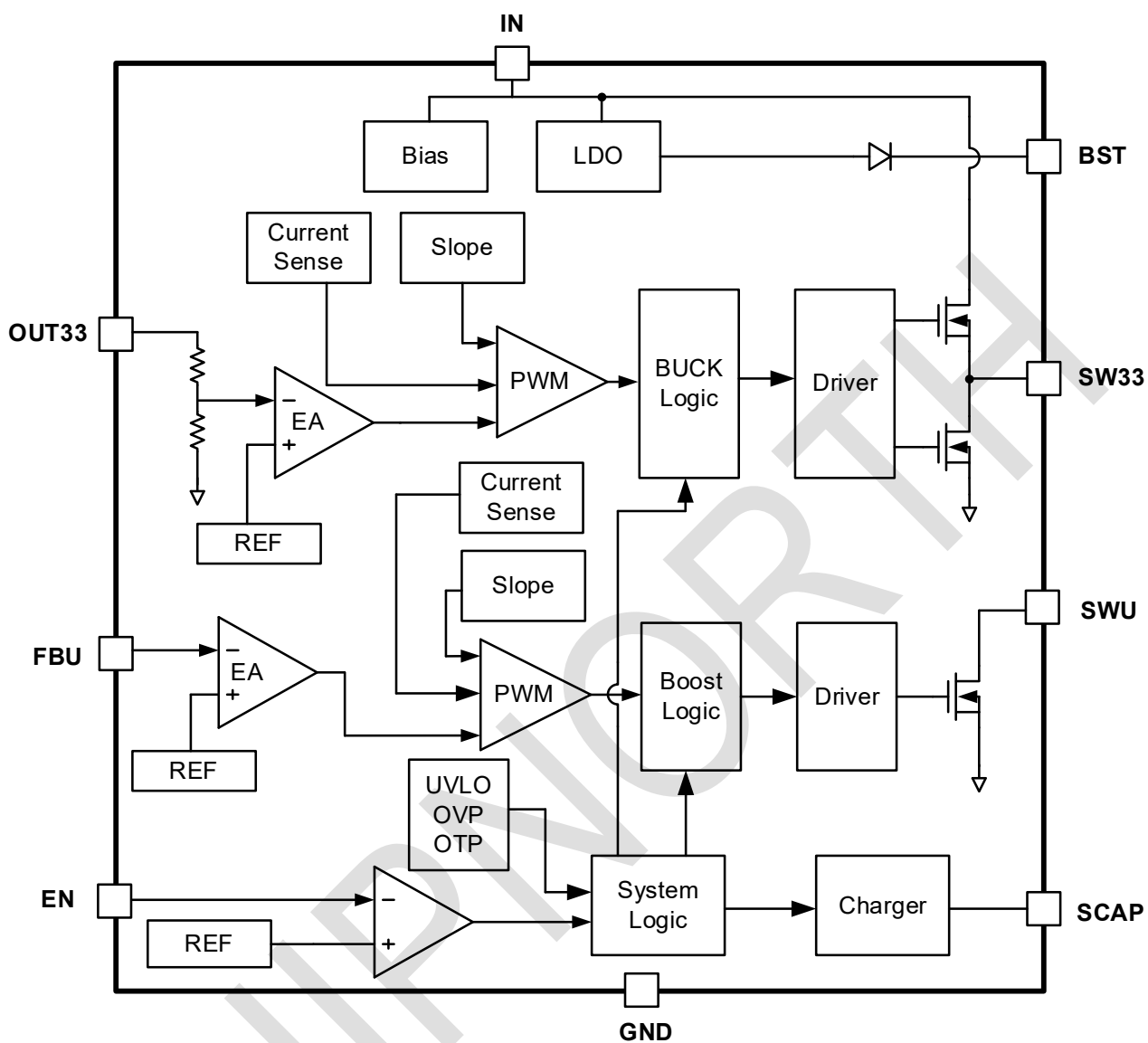


图 4 功能框图

8 引脚描述

引脚		引脚名称	描述
DFN3X3-10L	ESOP8L		
1	1	SWU	Boost 转换器开关引脚
2	2	IN	芯片供电引脚
4	3	FBU	Boost 转换器反馈引脚
5	4	EN	自动升压和充电的使能引脚。可通过外部电阻设置系统电源掉电阈值打开升压转换器 EN=0, Boost On / Charger Off EN=1, Boost Off / Charger On
6	5	SW33	固定 3.3V 输出的 Buck 的开关引脚
7	6	BST	固定 3.3V 输出的 Buck 的自举引脚
9	7	OUT33	固定 3.3V 输出的 Buck 的输出引脚
10	8	SCAP	连接超级电容，内部恒压为 2.55V
11	9	GND	必须连接地，模拟地与功率地的引脚
3、8	N/A	NC	无连接

9 规格

9.1 绝对最大额定值

参数	符号	值	单位
供电电压，EN 电压	V_{IN}, V_{EN}	-0.3 ~ 45	V
Buck 开关电压	V_{SW33}	-0.3 ~ $V_{IN}+0.3$	V
Buck 自举电压	V_{BST}	-0.3 ~ Max. ($V_{SW} + 6.45$)	V
Boost 开关电压	V_{SWU}	-0.3 ~ 24	V
其他引脚电压		-0.3 ~ 6.5	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	T_{STG}	-55 ~ 150	°C
焊接温度	T_{LEAD}	260 (soldering, 10s)	°C

备注 1：超过“绝对最大额定值”中所列的绝对最大额定值可能会对芯片造成永久性损坏。这些仅为应力范围，并不意味着设备可在这些条件下或超出“推荐工作条件”下所示的任何其他条件下正常运行。长期暴露在绝对最大额定条件下可能会影响设备的可靠性。

9.2 静电放电等级

放电模式	值	单位
人体模型（HBM）	±5000	V
充电器件模型（CDM）	±2000	V

9.3 推荐工作条件

参数	符号	最小值	最大值	单位
输入电压	V_{IN}	5	38	V
Buck 输出电压	V_{OUT33}	3.3		V
Boost 输出电压	V_{OUT_Boost}		20	V
芯片输入电容	C_{IN}	22		uF
Buck 输出电容	C_1	22		uF
Boost 输入电容	C_2	1		uF
自举电容	C_{Boost}	100		nF
Buck 电感	L_1	10		uH
Boost 电感	L_2	4.7		uH

9.4 热阻

参数	描述	符号	值	单位
热阻 (ESOP8L)	结到环境	θ_{ja}	60	°C/W
	结到外壳（顶部）	$\theta_{jc} \text{ (top)}$	56.1	°C/W
	结到外壳（底部）	$\theta_{jc} \text{ (bot)}$	3.8	°C/W
热阻 (DFN3X3-10L)	结到环境	θ_{ja}	40.9	°C/W
	结到外壳（顶部）	$\theta_{jc} \text{ (top)}$	46.6	°C/W
	结到外壳（底部）	$\theta_{jc} \text{ (bot)}$	2.9	°C/W

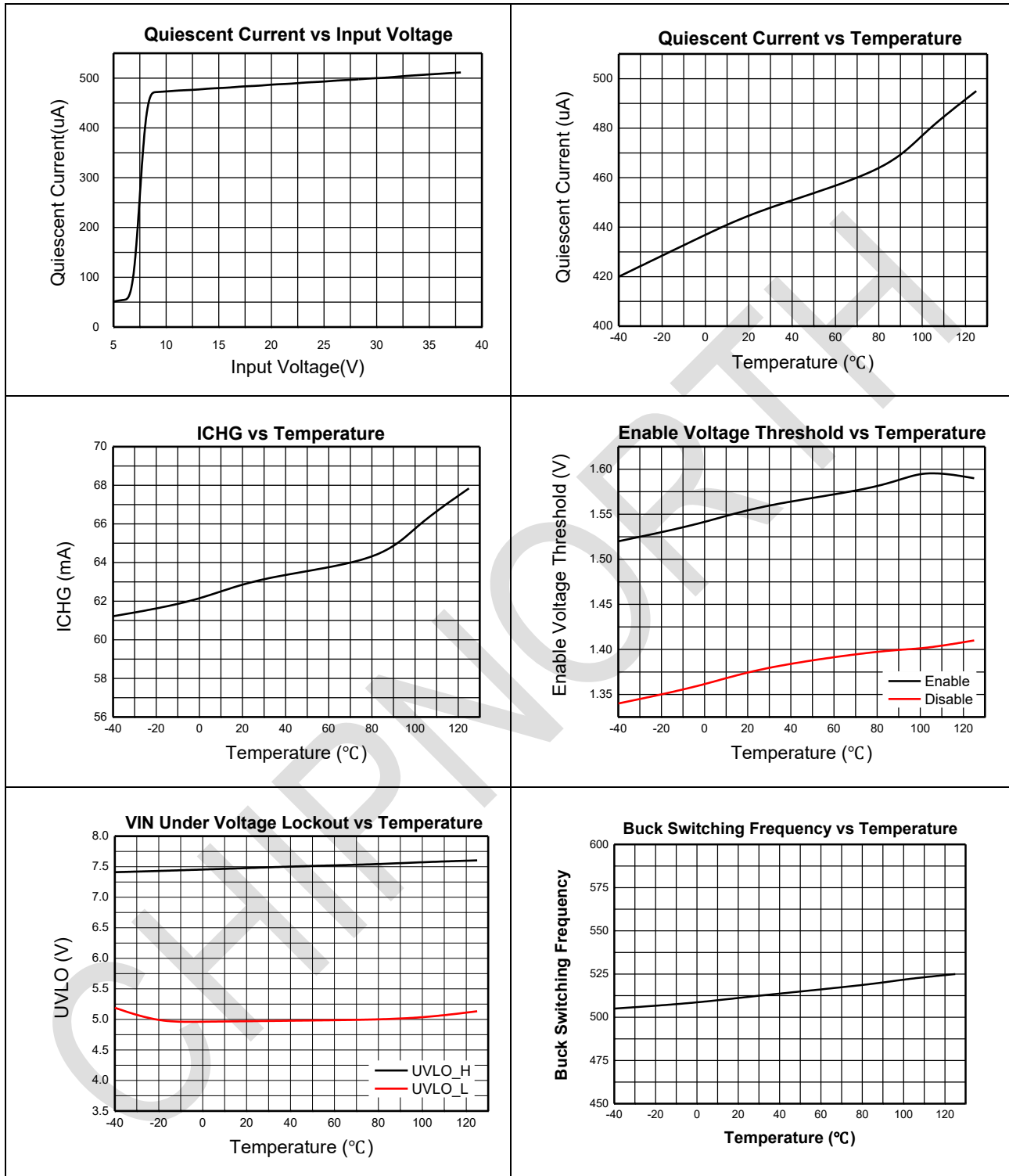
9.5 电性参数

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

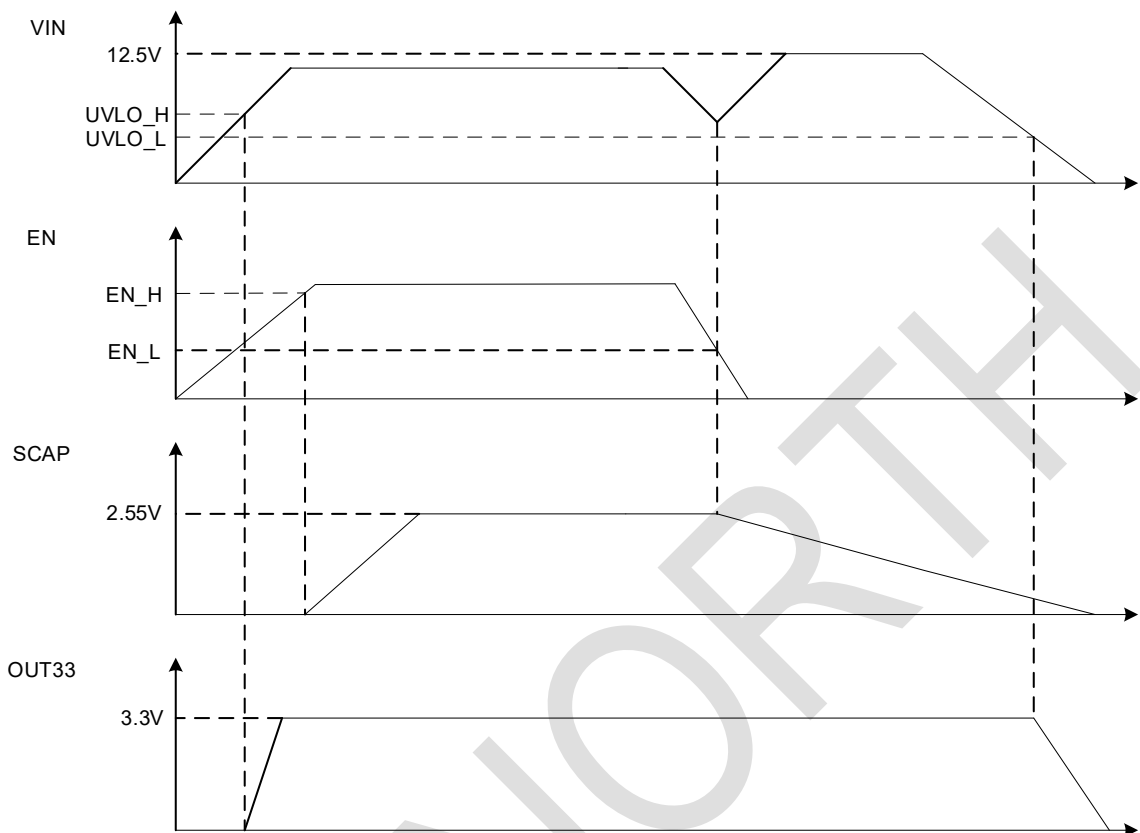
参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
电源						
静态电流	I_Q	EN on, $I_{LOAD} = 0A$, $V_{FBU} = 1.1V_{REF}$, $V_{OUT33}=3.5V$	345	465	615	μA
输入欠压阈值	UVLO_R	V_{IN} Rising	7.2	7.5	7.8	V
	UVLO_F	V_{IN} Falling	4.8	5	5.2	V
输入过压保护阈值	OVP_R	V_{IN} Rising	37	39	41	V
	OVP_F	V_{IN} Falling		37.5		V
降压转换器特性						
Buck 开关频率	$F_{OSC, BK33}$	EN on, 3.3V Buck Switching	540	600	660	kHz
Buck 最小导通时间	$T_{ON_MIN, BK33}$			80		ns
高侧 MOS 导通阻抗	R_{ONH2}	$I_{SW33}=100mA$	400	600	800	$m\Omega$
低侧 MOS 导通阻抗	R_{ONL2}	$I_{SW33}=100mA$	200	300	400	$m\Omega$
软启动时间	T_{SS2}	From 10% to 90% of V_{OUT33}		1		ms
高侧限流	$I_{LIMITH2}$		0.7	1.1	1.43	A
低侧限流	$I_{LIMITL2}$		0.8	1	1.34	A
Buck 输出电压	V_{OUT_33}	$V_{EN}=2V$	3.24	3.3	3.36	V
高侧 MOS 漏电流	$I_{LKH, BK33}$	$V_{EN}=2V$, $V_{OUT33}=3.5V$			10	μA
低侧 MOS 漏电流	$I_{LKL, BK33}$	$V_{SW33}=12V$			10	μA
升压转换器特性						
Boost 开关频率	$F_{OSC, BST}$	EN on, Boost Switching	0.85	1	1.15	MHz
Boost 最大占空比	$D_{MAX, BST}$			95		%
Boost 最小导通时间	$T_{ON_MIN, BST}$			100		ns
功率 MOS 导通阻抗	R_{ONL3}	$I_{SWU}=100mA$	80	110	140	$m\Omega$
Boost 限流点	$I_{LIMITL3}$		2.8	3.76	5	A
FBU 基准电压	V_{FBU}		786	800	814	mV
FBU 输入电流	I_{FBU}	$V_{FBU}=1.5V$		20	1000	nA
功率 MOS 漏电流	$I_{LKL, BST}$	Boost off			10	μA
超级电容充电器						
超级电容充电器电流	I_{SCAP}		52	60	78	mA
充电电压	V_{SCAP}		2.525	2.55	2.575	V
充电精度				1		%
使能输入						
EN 基准电压	V_{EN}	EN Rising	1.44	1.5	1.56	V
EN 迟滞	$V_{EN, hys}$	Hysteresis		0.16		V
EN 输入电流	I_{EN}	$V_{EN}=1.5V$		0.5	3	μA
热关断						
热关断阈值	T_{SD}	Rising		155		$^{\circ}C$
热关断迟滞	T_{HYS}	Hysteresis		20		$^{\circ}C$

9.6 特性曲线

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



10 时序图



备注：时序图中线条的长度与实际比率无关，仅供原理图参考。

EN 可以跟随外部输入（受 R3 和 R4 的比率影响），也可以添加一个控制信号来控制超级电容的充放电。

11 详细描述

11.1 概述

CN8913 是一款 3 通道 PMU，包括一个高压固定输出同步降压转换器、一个异步升压转换器和一个高精度超级电容充电器。固定输出降压转换器可输出 3.3V/800mA 电流。升压转换器可从 2.5V 的超级电容或其他备用电源提供高达 12V/450mA 的输出。升压输出可通过外部电阻进行设置。CN8913 还集成了一个线性超级电容充电器，具有高精度 CC 和 CV 模式。

11.2 降压转换器

3V3 降压转换器采用峰值电流控制模式，无需外部补偿，可提供出色的瞬态性能，同时简化外部元件数量和设计。芯片可在 PSM 模式和 PWM 模式之间无缝交替，轻负载时启动 PSM 模式以保持高效率运行，重负载时进入 PWM 模式以提供稳定的开关频率、更低的纹波和快速的瞬态响应。3V3 降压转换器的输出电压固定为 3.3V。

11.3 升压转换器

CN8913 具有高效异步升压转换器，可将超级电容或其他备用 2.5V 电源转换为 12V，最大输出电流为 0.45A。开关频率为 1M，因此可使用小型电感和陶瓷电容实现小型解决方案。

11.4 充电器

超级电容充电器集成了恒流和恒压功能，恒压设置为 2.55V；超级电容电压达到 2.55V 后，充电电压恒定。考虑到肖特基二极管在高温下会反向漏电，导致 SCAP 电压升高。因此，在芯片内部为 SCAP 设计了一个钳位电路，钳位电压为 2.64V，钳位电路电流为 15mA。如果测试时没接超级电容，最好输出接一个大于或等于 1uF 的电容，保证充电器稳定工作，同时建议加一个 100nF 电容，抑制高频噪声。

11.5 输入过压保护

OVP 功能可保护芯片本身及其后级系统免受输入浪涌电压的影响。当输入电压高于 OVP 临界值时，降压转换器和升压转换器电源开关会关闭，当输入电压降至 OVP 恢复临界值后，芯片会重新启动。

11.6 过流保护

当触发过流保护时，降压转换器会将电感峰值电流限制为 1.1A，将电感谷值电流限制为 1A，并在 1024 个周期后关闭电源开关，延迟 2048 个周期后软启动，如果软启动后仍存在过流，则再次触发 OCP 并进入打嗝模式。

当升压转换器触发 OCP 保护时，它将把电感峰值电流限制在 3.76A 并关闭电源开关，直到下一个周期，以此类推，直到过流消失。

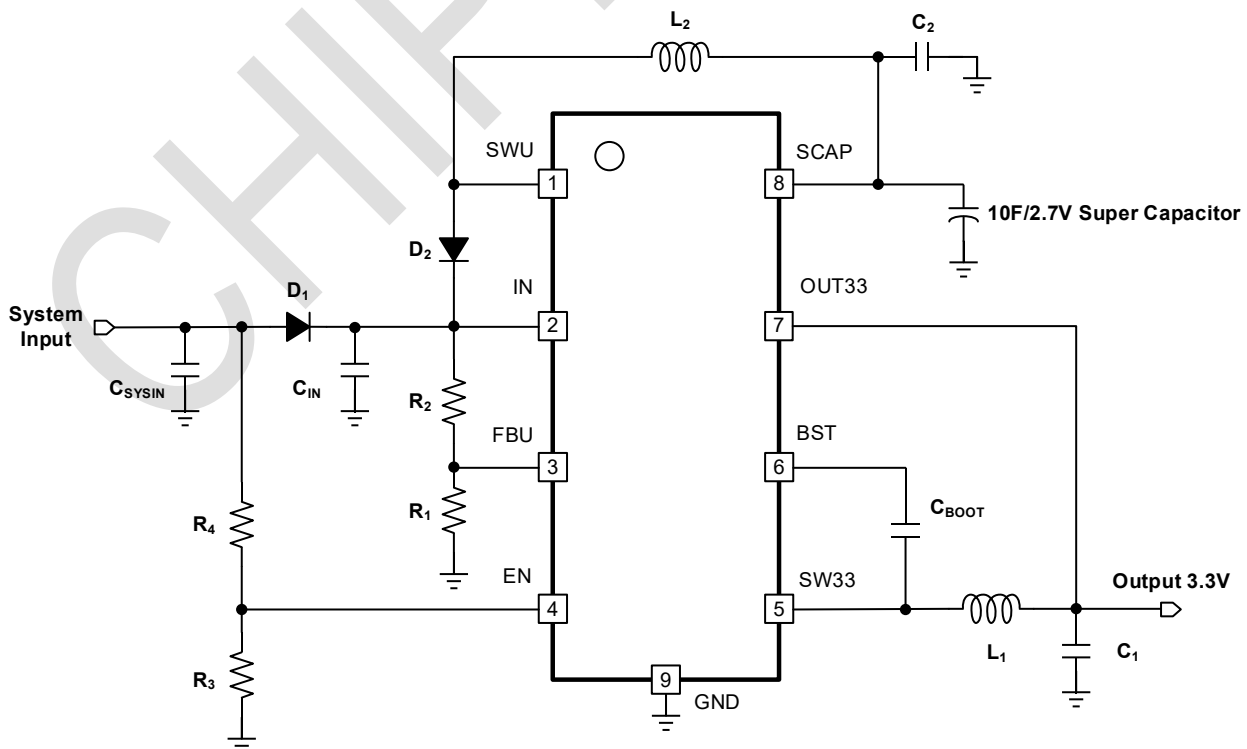
11.7 热关断

CN8913 具有热关断功能，可防止芯片因温度过高而损坏。当芯片结温上升到 155°C 时，将触发热保护，关闭降压转换器和升压转换器。当结温降至 135°C 时，芯片将重新启动。

12 应用信息

12.1 典型应用

图 5 显示了可用于评估 CN8913 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

设计要求	最小	典型	最大	单位
3V3 输出电压	3.146	3.3	3.465	V
12V_BOOST 输出电压	11.4	12	12.6	V
输入电压	6.5	12	24	V
3V3 输出纹波		50		mV
BOOST 输出纹波		100		

12.3 BUCK 电路设计

12.3.1 电感选型

建议电感值为 10uH。电感值按以下公式计算：

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

- V_{IN} 指输入电压
- V_{OUT} 指输出电压
- f_s 指开关频率
- ΔI_L 指电感纹波电流，通常是负载电流的 30%
- I_{OUT} 指负载电流

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。

12.3.2 输出电容选型

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} 输出电容容值
- R_{ESR} 输出电容等效串联电阻

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。可以计算出将电压过冲保持在指定范围内所需的最小电容：

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

- I_{OH} 瞬态响应时的高电流

- I_{OL} 瞬态响应时的低电流
- V_{US} 瞬态响应的下冲规格
- V_{OS} 瞬态响应的上冲规格

12.3.3 外部自举电容

CN8913 需要一个自举电容为降压转换器的上管提供驱动电压，推荐选用 0.1uF 低 ESR 的陶瓷电容连接在 BST 和 SW33 之间。

12.4 升压电路设计

12.4.1 电感选型

对于典型应用，建议使用 4.7uH 的电感。与降压一样，升压也需要考虑电感值、饱和电流和额定发热电流。电感值使用以下公式计算：

$$D = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}}$$

$$I_L = \frac{I_{OUT} * V_{OUT}}{V_{IN} * \eta}$$

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

- D 指占空比
- I_L 指电感电流平均值
- V_{OUT} 指输出电压
- V_{IN} 指输入电压
- I_{OUT} 指负载电流
- η 指升压转换器效率
- ΔI_L 指电感纹波电流，通常是负载电流的 30%
- f_s 指开关频率

电感的饱和电流必须高于设计计算出的电感峰值电流，并额外留出 20% 的余量，电感峰值电流的计算公式如下：

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

$$I_{LPEAK} = I_L + \frac{\Delta I_L}{2}$$

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。

12.4.2 整流二极管选型

要实现高效率，整流二极管必须使用肖特基型，其反向额定电压必须高于转换器的最大输出电压，正向平均电流必须大于最大输出电流。

肖特基二极管的正向平均电流等于输出电流，建议肖特基平均电流为输出电流的 2 倍，肖特基峰值电流至少要高于电感峰值电流 20% 的裕量。

12.4.3 输出电容选型

在典型应用中，建议使用一个 22uF 陶瓷电容或两个并联的 10uF 陶瓷电容。

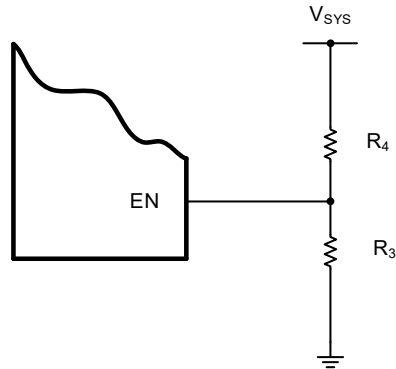
由于陶瓷电容的寄生 ESR 和 ESL 非常小，可以忽略，因此输出纹波 ΔV_O 主要由电容容量决定，计算公式为：

$$\Delta V_{OUT_C} = \frac{I_O}{(f_s * C_{OUT})} * \left(1 - \frac{V_{IN}}{V_{OUT}} \right)$$

12.4.4 系统掉电阈值设置

电源系统掉电阈值可由 R3 和 R4 电阻设定，计算公式如下：

$$V_{PowerDown} = \frac{R_4 + R_3}{R_3} * 1.34$$



12.5 物料清单

名称	说明	制造商	器件型号	数量
C _{IN} , C ₁	22uF, 25V, X5R, ±20%, 0805	TDK	C3216X5R1V226MTJ00E	2
R ₁	11K, ±1%, 0603	UNI-ROYAL (厚声)	0603WAF1102T5E	1
R ₂	154K, ±1%, 0603	UNI-ROYAL (厚声)	0603WAF1543T5E	1
R ₃	12K, ±1%, 0603	UNI-ROYAL (厚声)	0603WAF1202T5E	1
R ₄	68K, ±1%, 0603	UNI-ROYAL (厚声)	0603WAF6802T5E	1
D ₁	500mV@1A, Vr=40V, Io=1A	GOOD-ARK (固得)	SK14	1
D ₂	550mV@5A, Vr=40V, Io=5A	GOOD-ARK (固得)	SK54	1
L ₂	4.7uH±20%, Irms=4A, Isat=6.2A, DCR=48.4mΩ	TDK	SPM6530T-4R7M-HZR	1
C ₂	1uF/25V, X5R, ±10%, 0603	Murata Manufacturing	GRM188R61E105KA12D	1
Super Capacitor	10F, -10%~+30%, 2.7V, 35mΩ, 20uA@72hrs	Ymin	SDL2R7L1061025	1
C _{BOOT}	100nF, 100V, X7R, ±10%, 0603	Murata Manufacturing	GCM188R72A104KA64D	1
L ₁	10uH, ±20%, Rated current 3.4A, 30mΩ, SMD	TDK	TU-B82464G4103M000	1

12.6 PCB 布局指南

对于所有开关电源而言，布局是一个重要步骤，尤其是在峰值电流大、频率高的情况下，精心布局可能会影响转换器的稳定性和电磁干扰。下面是一些关于布局和布线的建议：

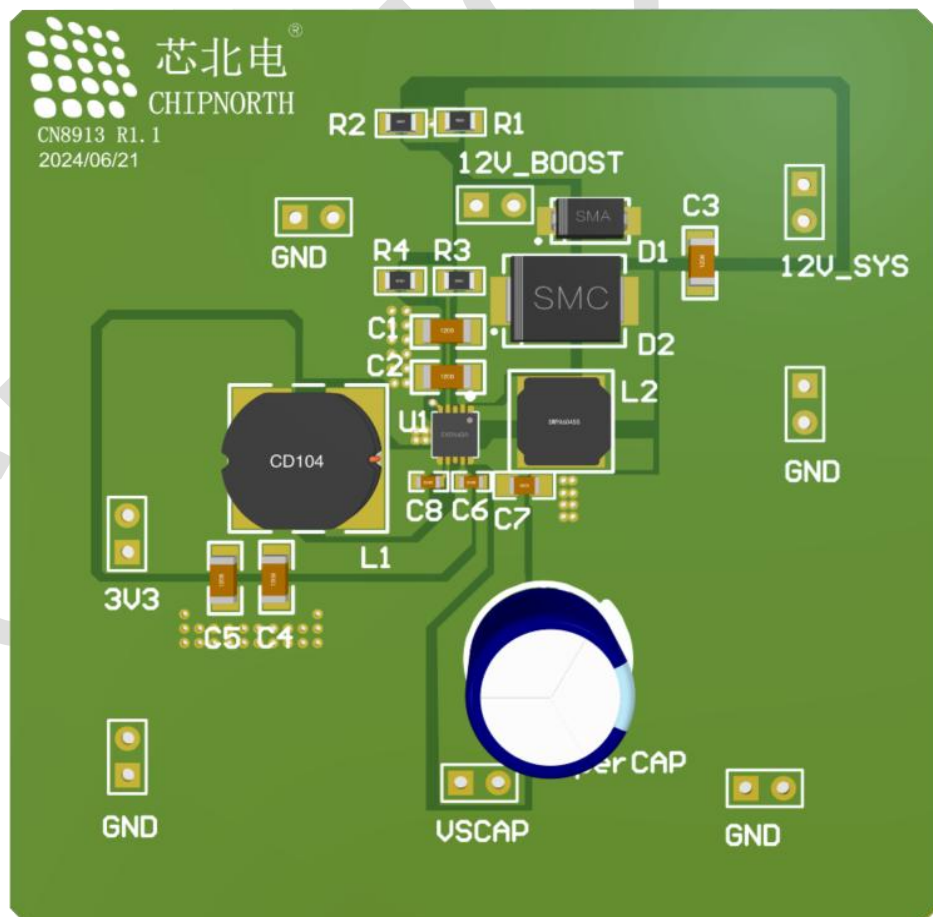
12.6.1 降压转换器

- 上下开关的导通回路应尽可能小，特别是上下开关寄生二极管的公共回路要小，具体方法是输入电容，特别是小电容（如 100nF）应靠近芯片的 VIN 和 GND，输出电容应靠近电感和芯片的 GND。
- 电感应靠近 SW。
- Vout 反馈线应远离电感和 SW 等干扰源，接地线的两侧应进行屏蔽和滤波处理。
- 信号部分和电源部分要分开，避免电源回路的电磁耦合干扰，参考数据表上下分开，信号部分在下面，电源部分在上面。
- 底层尽可能完整，减少切割。
- 输入输出正负极要靠近输入输出电容放置，特别是 GND 端子，不能随意放置，这样会影响电流返回的实际路径，影响布局效果。
- 另外，需要加电源或信号的点，需要测量的点，最好引出后连接到端子上，方便测试，注意这些连接不要随意走线，也要参照以上原则，避免干扰和干涉。

12.6.2 升压转换器

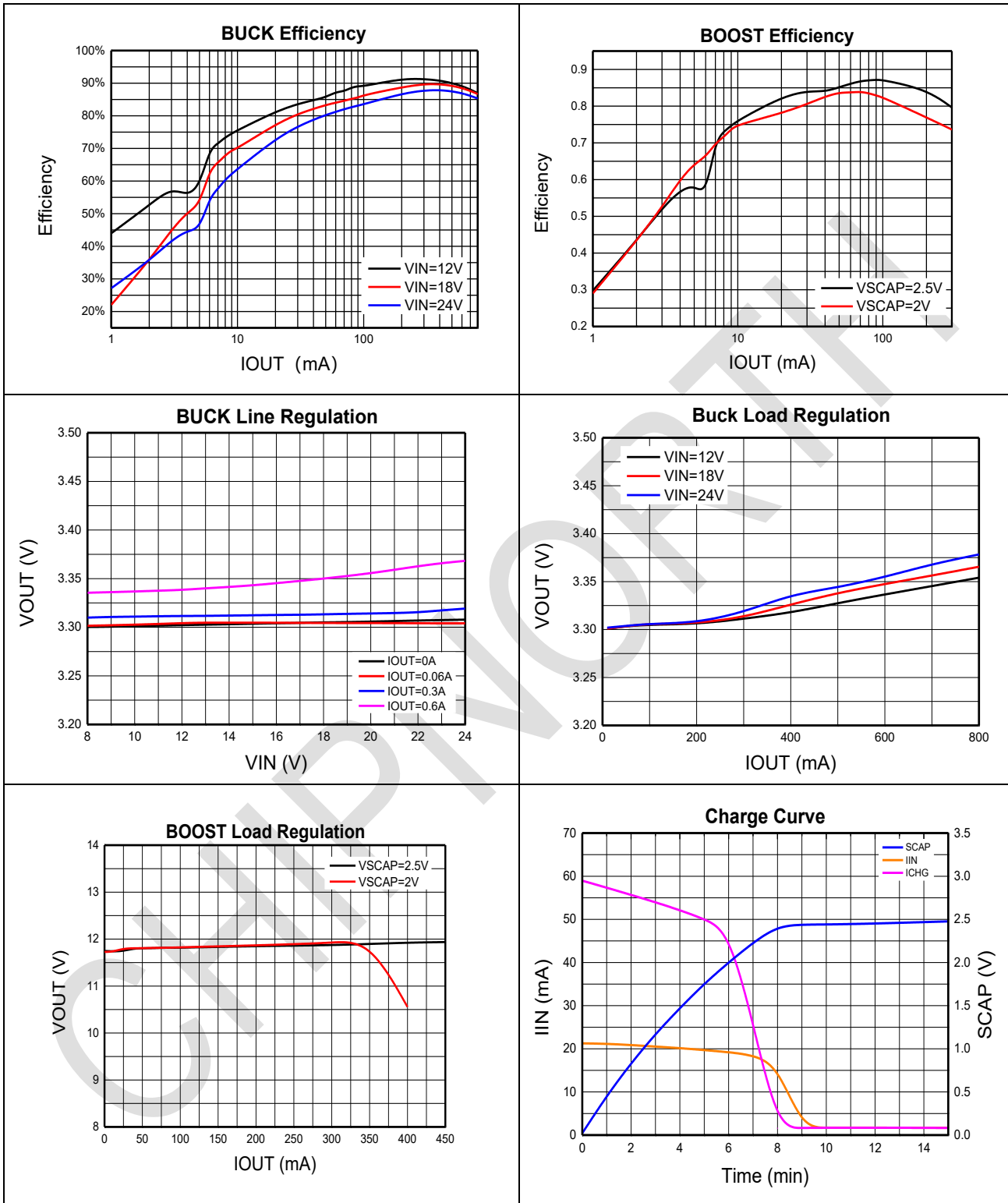
- 优先确保输出电容的接地端靠近集成电路的 GND 并通过通孔到达地平面，输出电容的正极靠近二极管的负极，二极管的正极靠近 SW。
- 将电感的两端尽可能靠近输入电容的电源和 SW。

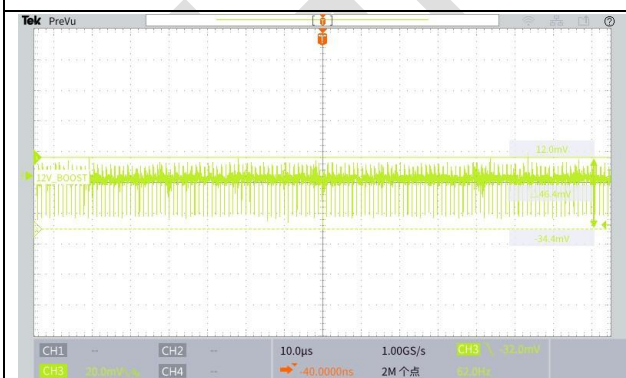
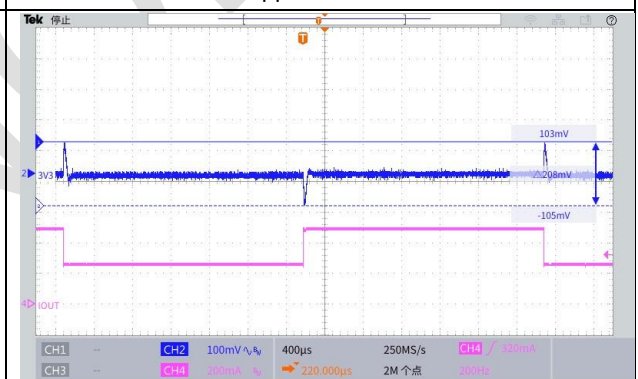
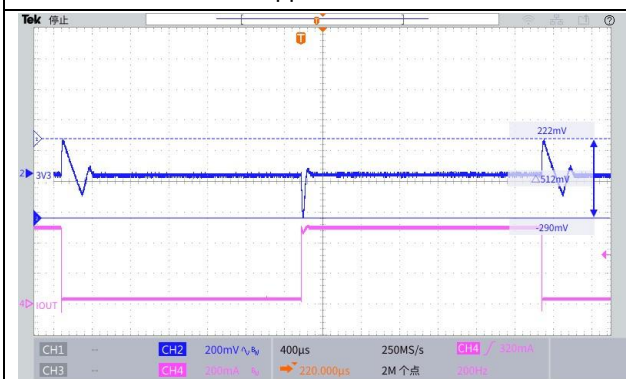
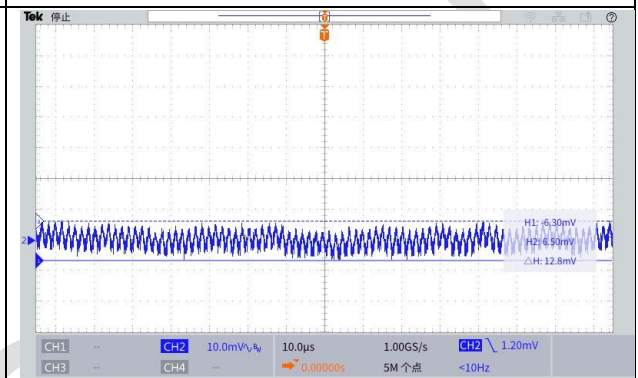
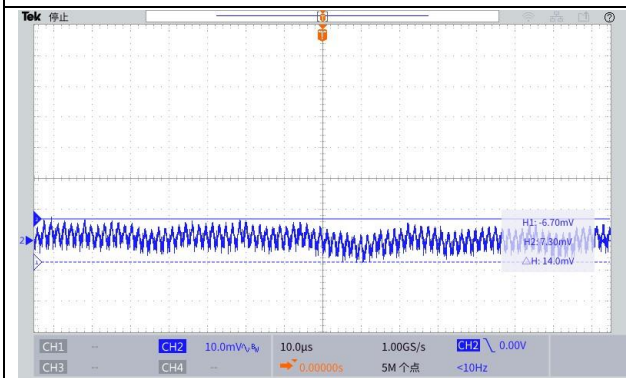
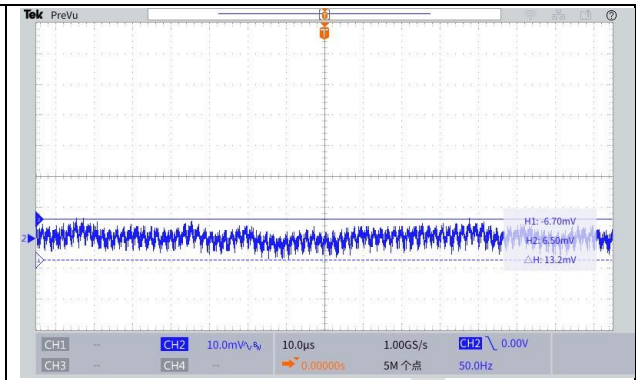
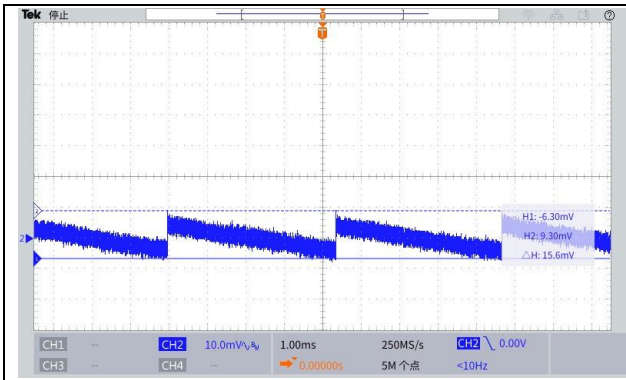
12.6.3 PCB 布局

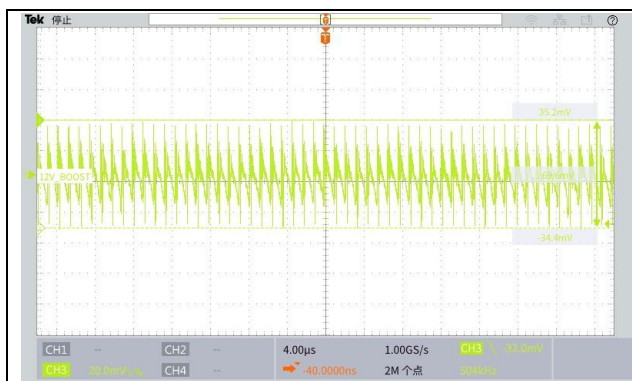


12.7 基本性能

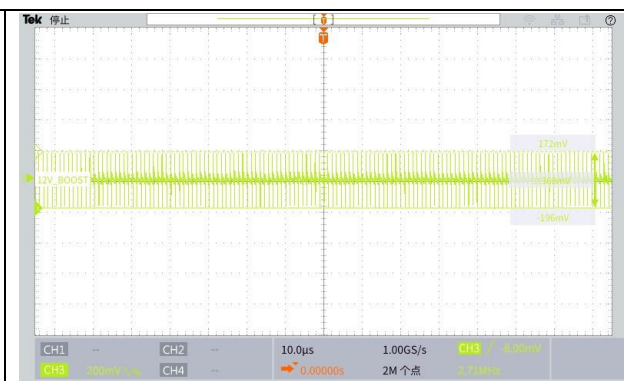
($V_{IN}=12V$, $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。)







12V Ripple, SCAP=2.5V, IOU=0.2A



12V Ripple, SCAP=2.5V, IOU=0.3A



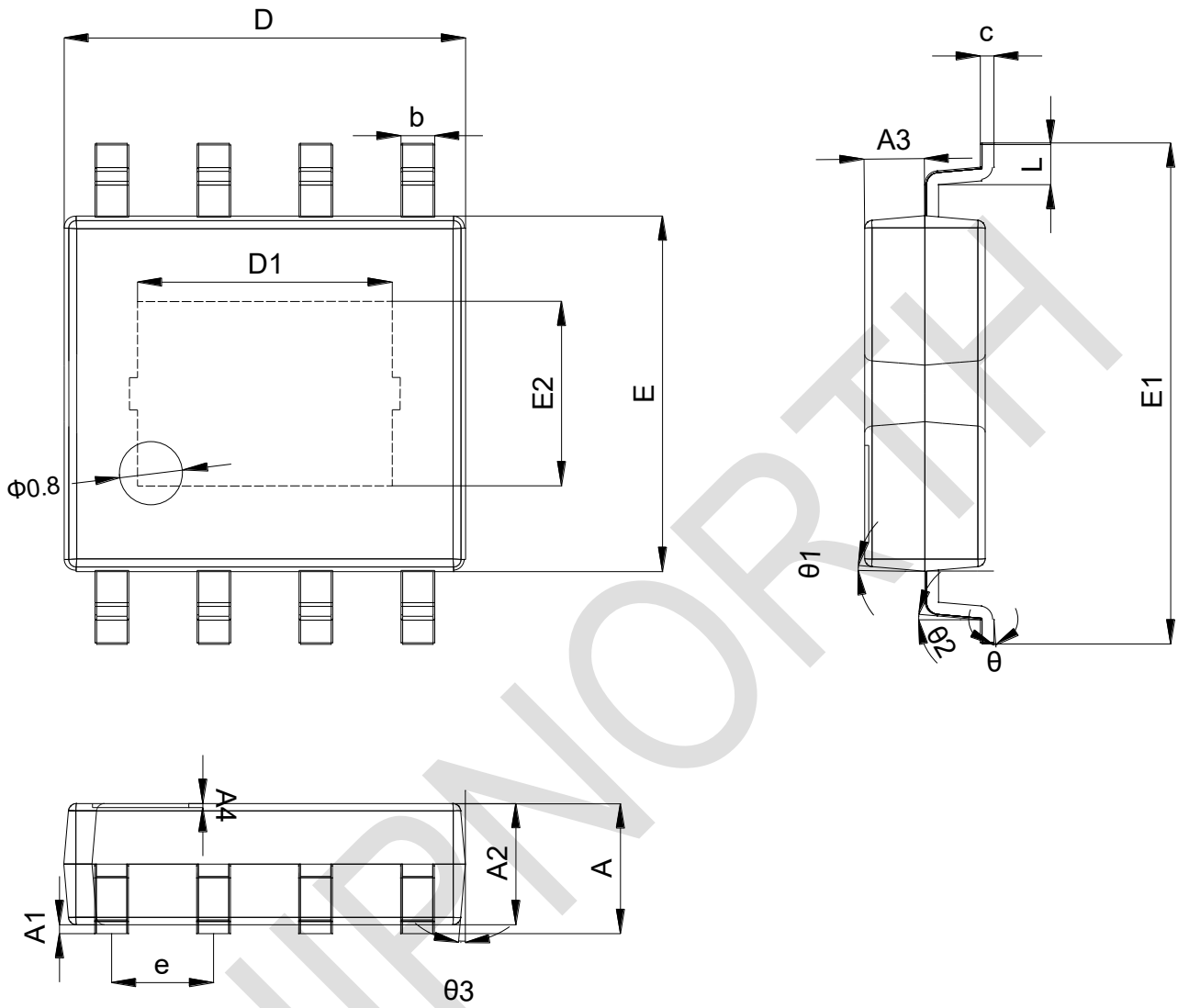
12V Load Transient, SCAP=2.5V, IOU=30mA-300mA,
0.3A/us



12V Load Transient, SCAP=2.5V, IOU=20mA-
200mA, 0.3A/us

13 封装信息

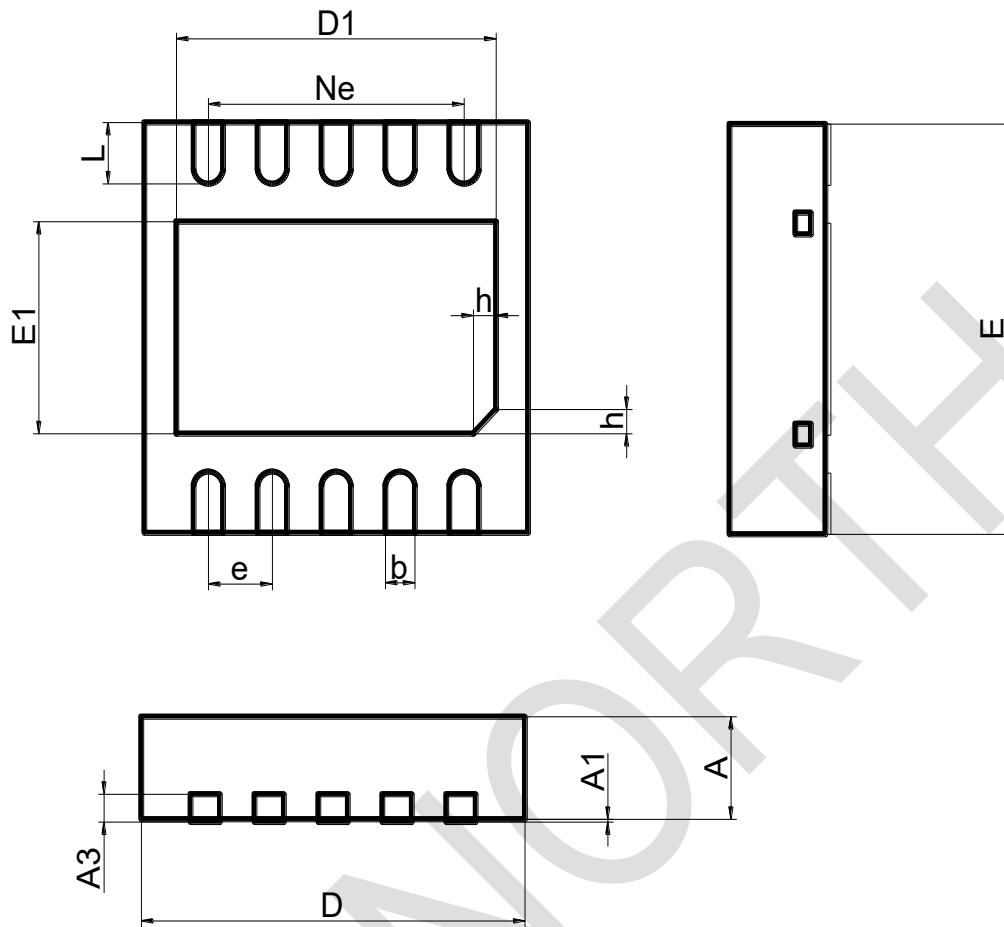
ESOP8L



尺寸 符号	最小值 (mm)	典型值 (mm)	最大值 (mm)
A	1.300	1.500	1.700
A1	0.000	0.100	0.150
A2	1.350	1.420	1.550
A3	0.645	0.670	0.695
A4	0.020	--	0.050
c	0.170	0.203	0.250
E	3.800	3.900	4.000
E1	5.800	6.000	6.200
L	0.450	0.600	0.750
b	0.330	0.400	0.510
D	4.800	4.900	5.000
e	1.270BSC		
θ	0°	3°	8°
$\theta 1$	12°REF		
$\theta 2$	5°REF		
$\theta 3$	12°REF		

L/F Size (mil)	尺寸 符号	最小值 (mm)	典型值 (mm)	最大值 (mm)
95*130	D1	3.072	3.172	3.272
	E2	2.183	2.283	2.383

DFN3X3-10L



尺寸 符号	最小值 (mm)	典型值 (mm)	最大值 (mm)
A	0.700	0.750	0.800
A1	0.000	0.020	0.050
A3	0.203REF		
D	2.900	3.000	3.100
E	2.900	3.000	3.100
D1	2.400	2.500	2.600
E1	1.450	1.550	1.650
h	0.200	0.250	0.300
b	0.180	0.230	0.300
e	0.500BSC		
Ne	2.000BSC		
L	0.300	0.400	0.500

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。