

1 简介

CN8911B 是一款四合一的电源管理单元，包括一路高压固定输出同步 Buck，一路高压可调输出同步 Buck，一路异步 Boost，一路超级电容充电器。固定输出降压转换器输出 3.3V，最大电流 500mA。可调输出降压转换器可通过外部电阻设置输出电压，输出范围为 1V-5V。升压转换器可把较低的备用电源或超级电容电压转换为 12V/300mA 的输出，其输出在内部固定为 12V，不需要外部电阻设置。超级电容恒压充电电压为 2.5V。

CN8911B 具有逐周期限流打嗝模式的 OCP 保护，输入 OVP 保护以及热关断功能，并采用小尺寸的 QFN4x4-16L 封装。

2 特征

- 集成 2 路降压，1 路升压，1 路超级电容充电器，实现小尺寸解决方案
- 固定输出降压转换器：3.3V/500mA
- 可调输出降压转换器：1V-5V 输出范围
- 升压转换器：12V/300mA
- 超级电容充电器：2.5V/60mA
- 轻载高效的 PSM 模式
- 电源系统掉电检测与指示
- 掉电时自动切换到备用电源供电
- 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

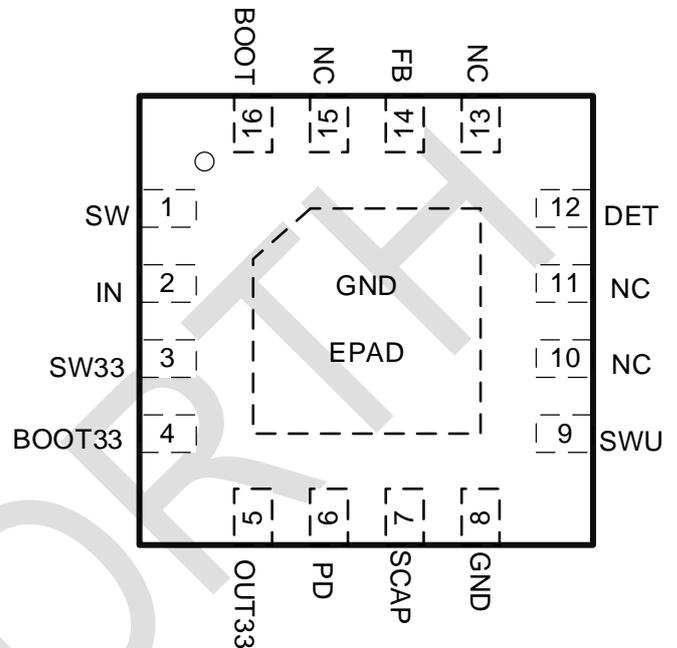


图 1 QFN4x4-16L

5 订购信息

产品型号	丝印	封装	数量/编带
CN8911B	CN8911B YYWW	QFN4x4-16L	3000/盘 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

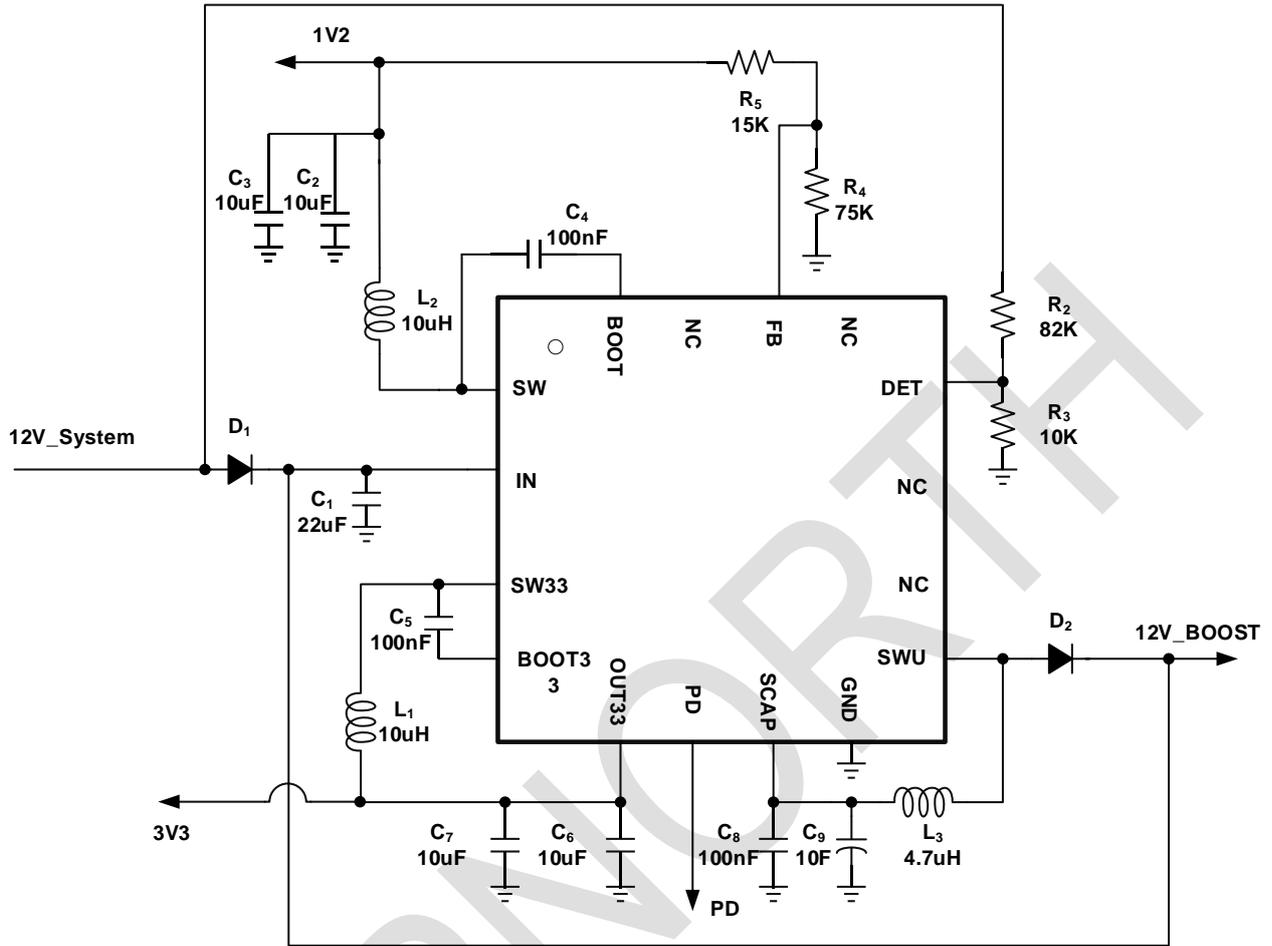


图 2 典型应用

备注 1: 电源系统掉电阈值 $V_{PowerDown} = \frac{R_2 + R_3}{R_3}$

备注 2: 可调降压转换器输出 $V_{OUT} = \frac{R_5 + R_4}{R_4}$

7 框图

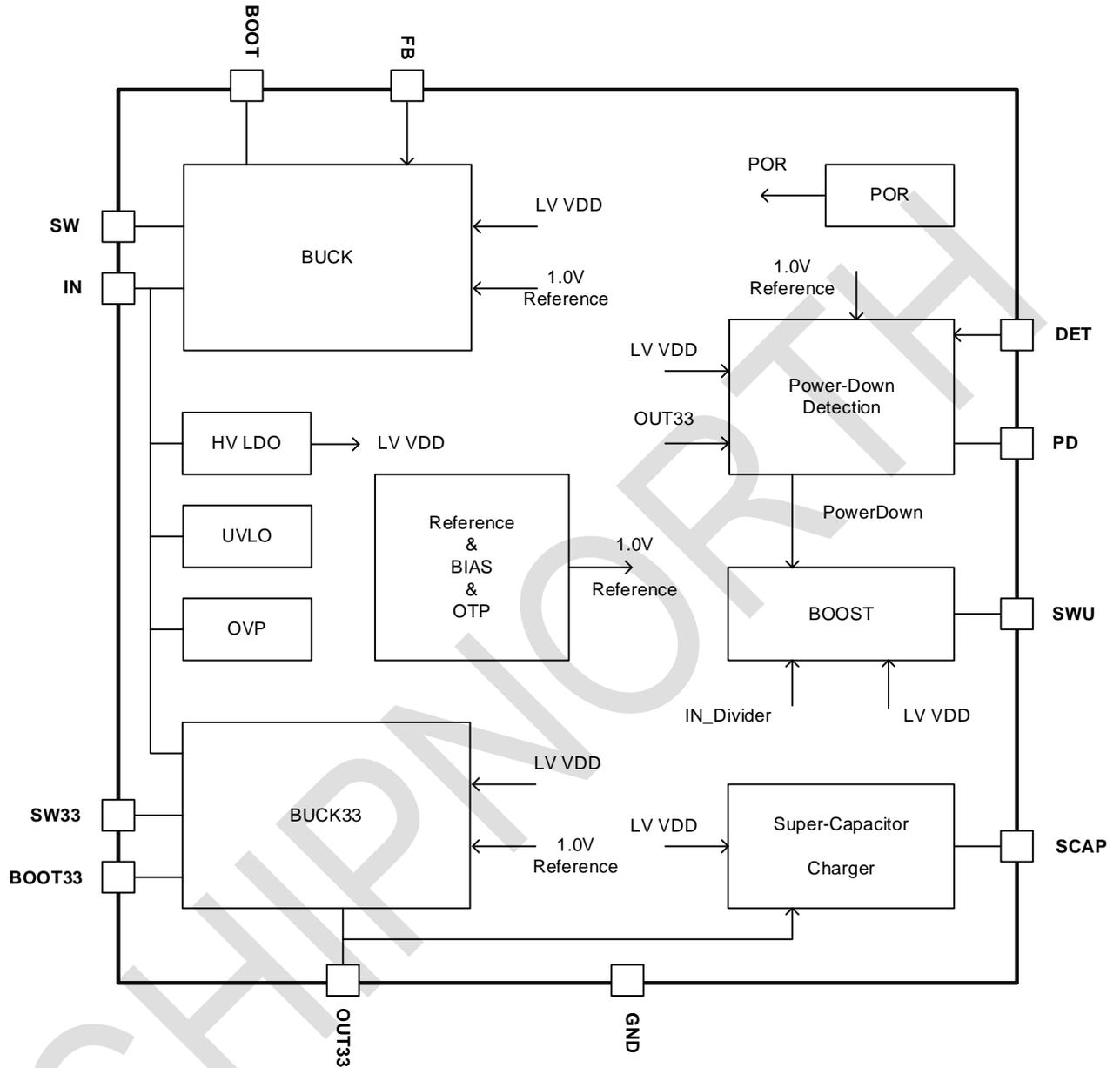


图 3 功能框图

8 引脚描述

引脚	引脚名	描述
1	SW	可调降压转换器的开关引脚
2	IN	芯片的电源输入
3	SW33	3.3V 降压转换器的开关引脚
4	BOOT33	3.3V 降压转换器的自举引脚
5	OUT33	3.3V 降压转换器输出
6	PD	CMOS 输出，检测到电源系统掉电后被上拉到 3.3V，并将掉电信息通知主控系统
7	SCAP	连接超级电容
8	GND	地
9	SWU	升压转换器的开关引脚
10~11,13	NC	无连接
12	DET	电源系统掉电检测引脚，可通过外部电阻设置掉电阈值
14	FB	可调降压转换器的反馈引脚
15	NC	无连接
16	BOOT	可调降压转换器的自举引脚
EPAD	GND	热焊盘，连接到功率地与模拟地

9 规格

9.1 绝对最大额定值*

参数	符号	值	单位
电源输入电压	V_{IN}	-0.3 ~ 45	V
SW 和 SW33 引脚电压	V_{SW33}, V_{SW}	-0.3 ~ $V_{IN} + 0.3$	V
Boot-SW 和 Boot33-SW33 电压	V_{BOOT33}, V_{BOOT}	-0.3 ~ 6.5	V
升压转换器开关电压	V_{SWU}	-0.3 ~ 22	V
其他引脚电压		-0.3 ~ 6.5	V
工作结温	T_J	-40 ~ 150	°C
环境温度	T_A	-40 ~ 85	°C
储存温度	T_{STG}	-55 ~ 150	°C

备注*:超过表中列出的“绝对最大额定值”时可能对芯片造成永久损伤。不推荐在表中所列出的条件或者超出“推荐工作条件”运行，长时间工作在绝对最大额定条件下可能会影响设备的可靠性。

9.2 静电等级

参数	符号	值	单位
人体模型	HBM	±2000	V
充电器件模型	CDM	±2000	V

9.3 推荐工作条件

参数	符号	值		单位
		最小	最大	
芯片工作电压	V_{IN}	6.5	24	V
可调降压转换器输出电压	V_{OUT_ADJ}	1	5	V
3.3V 降压转换器输出电压	V_{OUT_33}	3.3		V
升压转换器输出电压	V_{OUT_BOOST}	12		V
可调降压转换器输出电容	C_{OUT1}	典型 22		μF
3.3V 降压转换器输出电容	C_{OUT2}	典型 22		μF
升压转换器输出电容	C_{OUT3}	典型 22		μF
自举电容	C_{BOOT1}, C_{BOOT2}	典型 100		nF
可调降压转换器电感	L_1	典型 10		μH
3.3V 降压转换器电感	L_2	典型 10		μH
升压转换器电感	L_3	典型 4.7		μH

9.4 热信息

参数	符号	值	单位
结到环境热阻	$R_{\theta JA}$	48.2	$^{\circ}C/W$
结到外壳（顶部）热阻	$R_{\theta JC}$	45.4	$^{\circ}C/W$

9.5 电气特性

测试条件： $V_{IN}=12V, T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。

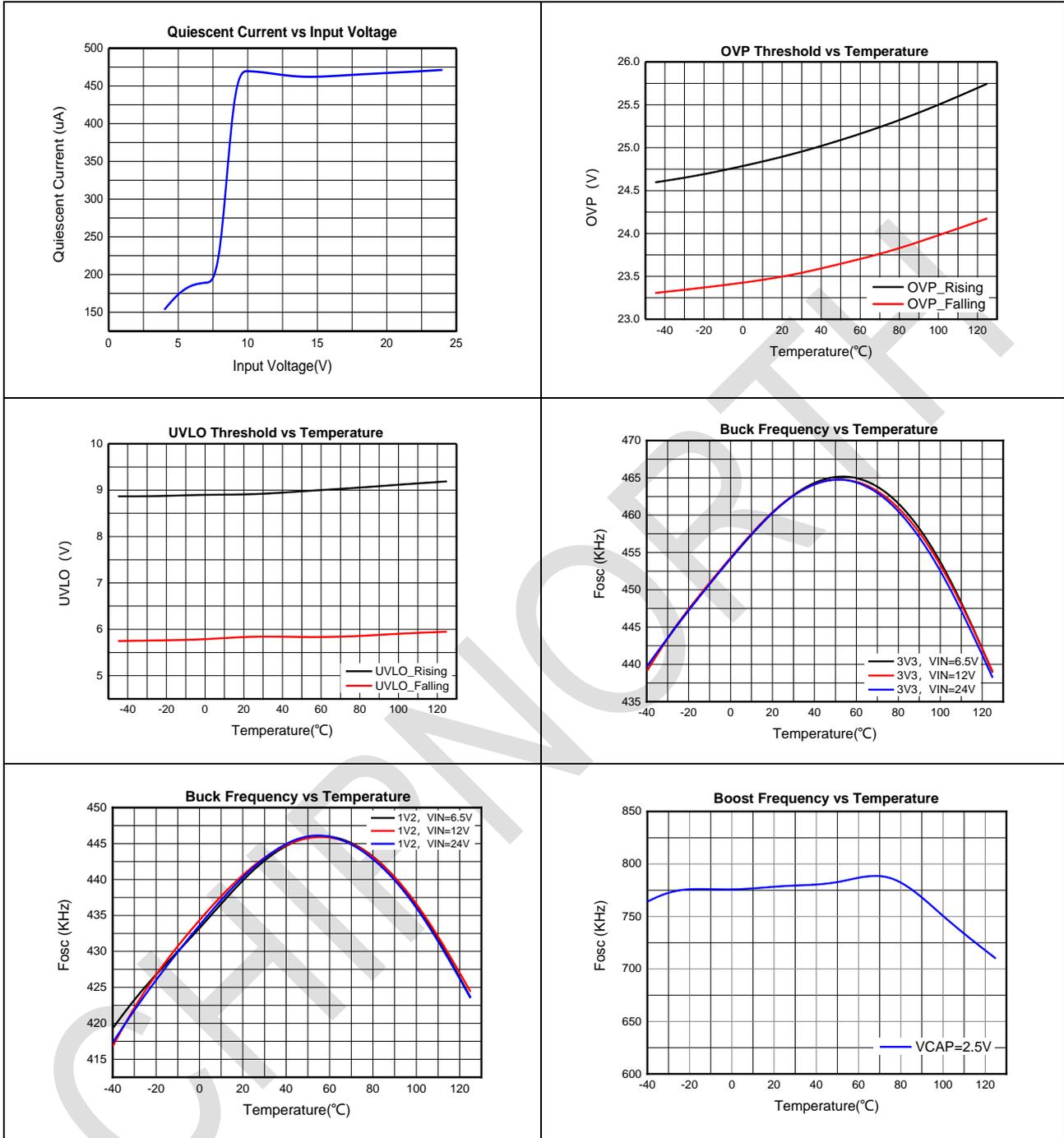
参数	符号	条件	值			单位
			最小	典型	最大	
电源						
静态电流	I_Q	$V_{FB}=1.1V$		450		μA
输入欠压	UVLO_R	输入电压上升	8.5	8.9	9.4	V
	UVLO_F	输入电压下降	5.5	5.8	6.2	V
输入过压阈值	OVP_R	输入电压上升	23	24.5	26	V
	OVP_F	输入电压下降		23		V
可调降压转换器特性						
开关频率	F_{OSC}	I_{OUT} =重载, PWM 模式		450		kHz
最大占空比	D_{MAX}	$V_{FB}=0.9V$	85			%
最小导通时间	T_{ON_MIN}	$I_{OUT}=0A$, PSM 模式		100		ns
高侧 MOSFET 导通电阻	R_{ONH1}			690		m Ω
低侧 MOSFET 导通电阻	R_{ONL1}			370		m Ω
软启动时间	T_{SS1}	10% V_{OUT} 到 90% V_{OUT}		0.8		ms
上管限流	$I_{LIMITH1}$			950		mA
下管限流	$I_{LIMITL1}$			750		mA
反馈基准电压	V_{FB1}		0.98	1	1.02	V
反馈输入偏置电流	I_{FB}	$V_{FB}=1.2V$		10	100	nA
高侧 MOSFET 漏电流	I_{LKH}				1	μA
低侧 MOSFET 漏电流	I_{LKL}				1	μA
3.3V 降压转换器特性						
开关频率	F_{OSC}	I_{OUT} =重载, PWM 模式		450		kHz
最小导通时间	T_{ON_MIN}	$I_{OUT}=0A$, PSM 模式		100		ns
高侧 MOSFET 导通电阻	R_{ONH2}			690		m Ω
低侧 MOSFET 导通电阻	R_{ONL2}			370		m Ω
软启动时间	T_{SS2}	10% V_{OUT} 到 90% V_{OUT}		0.8		ms
上管限流	$I_{LIMITH2}$			1100		mA
下管限流	$I_{LIMITL2}$			750		mA
输出电压	V_{OUT_33}		3.2	3.3	3.4	V
高侧 MOSFET 漏电流	I_{LKH}				1	μA
低侧 MOSFET 漏电流	I_{LKL}				1	μA
升压转换器特性						
开关频率	F_{OSC}	PWM 模式		750		kHz
最大占空比	D_{MAX}			90		%
最小导通时间	T_{ON_MIN}	$I_{OUT}=0A$, PSM 模式		120		ns
MOSFET 导通阻抗	R_{ONL3}			110		m Ω
限流点	$I_{LIMITL3}$			3		A
输出电压	V_{OUT_12}		11.6	12	12.4	V
MOSFET 漏电流	I_{LKL}	升压转换器关闭			1	μA
超级电容充电器特性						
充电电流	I_{SCAP}			60		mA
充电电压	V_{SCAP}			2.5		V
充电电压精度				3		%

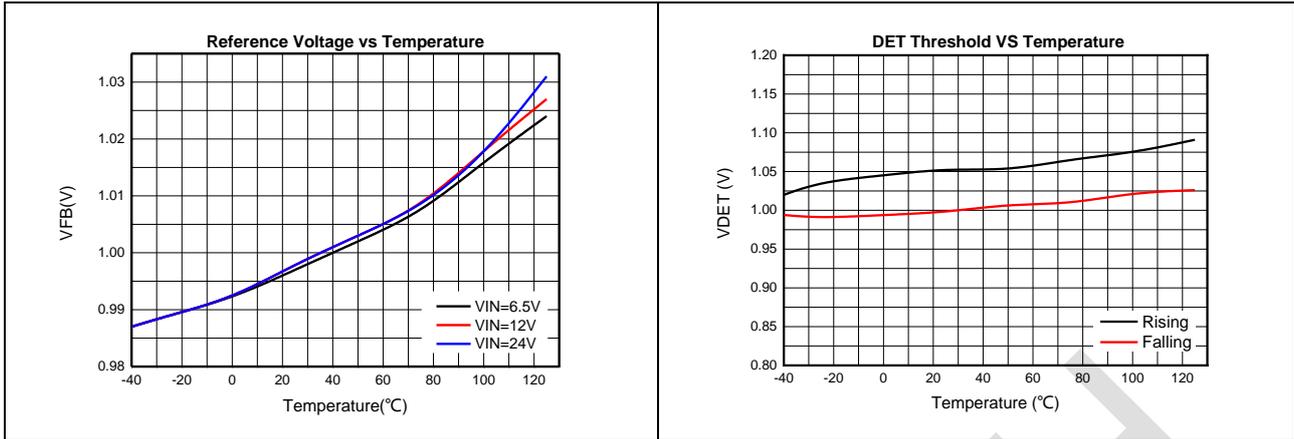
掉电检测						
DET 参考电压	V _{DET}		0.98	1	1.02	V
PD 输出电压	V _{PD,H}	高电平, 10mA	3			V
	V _{PD,L}	低电平, 10mA			0.2	V
热关断						
热关断阈值	T _{SD}	温度上升时		150		°C
热关断迟滞	T _{HYS}	迟滞		30		°C

CHIPNORTH

9.6 特性曲线

测试条件： $V_{IN}=12V, T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。





10 详细说明

10.1 概述

CN8911B 是一款四合一的电源管理单元，包括两个宽输入、高效率的固定和可调输出同步降压转换器，一个低启动、高效率的异步升压转换器和一个高精度的超级电容充电器。固定输出降压转换器输出 3.3V，最大电流 500mA。可调输出降压转换器可通过外部电阻设置输出电压，输出范围为 1V-5V。升压转换器可把较低的备用电源或超级电容电压转换为 12V/300mA 的输出，其输出在内部固定为 12V，不需要外部电阻设置。超级电容充电截止电压为 2.5V。

10.2 降压转换器

3V3 降压转换器与可调降压转换器开关频率都为 450K，且都采用 PWM 峰值电流控制模式，无需外部补偿，可提供优异的动态性能，同时可简化外围器件数量与设计。芯片集成 PSM 模式与 PWM 模式，并可以无缝切换，轻载时激活 PSM 模式，以保持高效率运行，重载时进入 PWM 模式，能提供稳定的开关频率、更低的纹波与快速的动态响应。3V3 降压转换器输出固定为 3.3V，可调降压转换器可通过外部电阻设置输出电压。

10.3 升压转换器

CN8911B 具有一路高效率异步升压转换器，它能把超级电容或者其他 2.5V 备用电源转换为 12V，最大输出电流 0.3A。开关频率为 750K，可使用小尺寸的电感和陶瓷电容，实现小尺寸解决方案。

10.4 充电器

超级电容充电器集成了恒流与恒压功能，恒压设置为 2.5V。当超级电容器电压低于 2.42V 时，充电电流为 60mA；超级电容电压在 2.42V-2.5V 时，充电电流 1mA；超级电容电压到达 2.5V 后，恒压充电。建议在充电器输出接 100nF 电容，抑制高频噪声。

10.5 掉电检测与指示

CN8911B 可通过外部电阻设置电源系统掉电阈值，通过 PD 引脚连接到主控系统，即可实现掉电检测与通知功能。电源系统上电，且 DET 电压大于 1V 时，降压转换器与恒压充电器运行，升压转换器被禁止，PD 输出低电平，电源系统正常；当电源系统掉电，DET 电压小于 1V 后，充电被禁止，升压转换器开始工作，将超级电容电压转换为 12V，给两路降压转换器供电，同时 PD 上拉到 3.3V，将掉电通知到主控系统。



图 4 掉电检测与切换

10.6 输入过压保护

输入过压功能可保护芯片本身及其后端免受输入浪涌的影响。当输入电压高于过压阈值时，关断所有降压转换器与升压转换器功率管，在输入电压降到过压恢复阈值后，芯片重新运行。

10.7 过流保护

降压转换器在触发过流保护保护时，会把电感峰值电流限制在 **1.1A**，电感谷值电流限制在 **0.75A**，当持续 **1024** 个周期后会关闭功率管，延时 **2048** 个周期后再进行软启动，如果软启动后过流还存在，再次触发 **OCP**，进入打嗝模式。

升压转换器触发过流保护会进行逐周期限流，当电感峰值电流升到 **3A**，会关闭功率管，直到下个周期再启动，以此重复，直到过流消失才能正常工作。

10.8 热关断

CN8911B 具有热关断功能，防止芯片因温度过高而损坏。当芯片结温升至 **150°C** 时会触发热保护，将关断转换器，从而使芯片冷却，当芯片结温降至 **120°C** 时，再重新启动。

11 应用信息

11.1 典型应用

图 5 为典型应用电路原理图，该电路可用作评估 CN8911B 性能。该部分介绍应用原理图具体的设计过程。

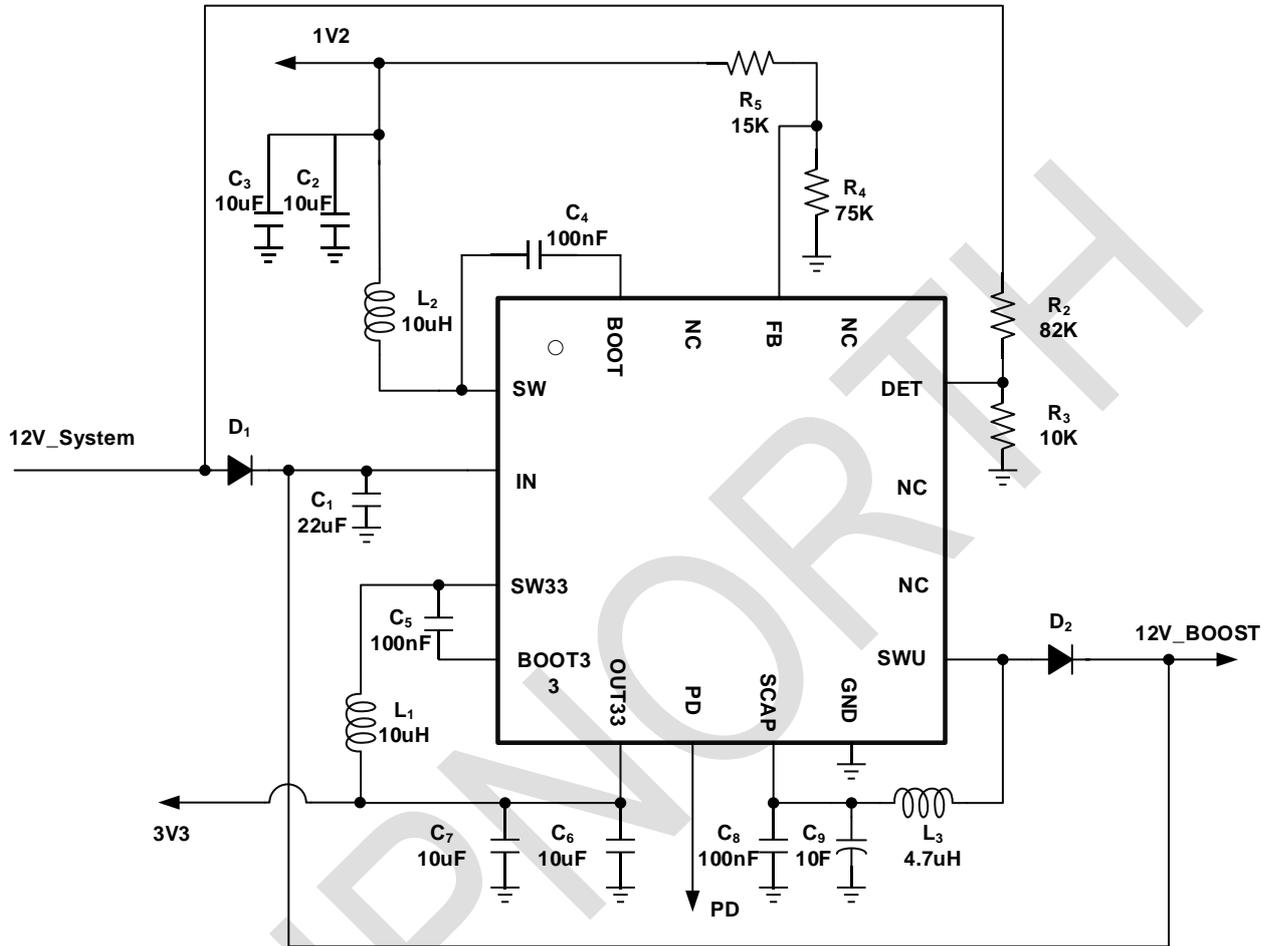


图 5 应用原理图

11.2 设计要求

指标	最小	典型	最大	单位
1V2 输出	1.14	1.2	1.26	V
3V3 输出	3.146	3.3	3.465	V
12V_BOOST	11.4	12	12.6	V
输入电压	6.5	12	24	V
1V2 输出电压纹波		30		mV
3V3 输出电压纹波		50		
BOOST 输出电压纹波		100		

11.3 降压电路设计

11.3.1 设置输出电压

输出可调降压转换器的输出由外部电阻设定，FB 阈值为 1V。

$$V_{OUT} = \frac{(R_5 + R_4)}{R_4}$$

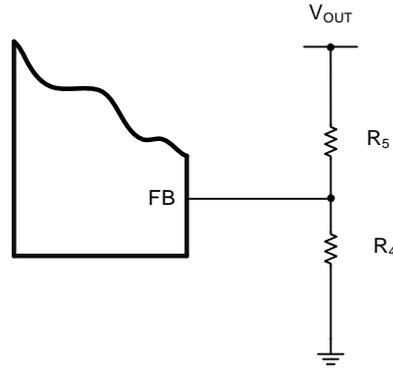


图 6 输出电压设置

11.3.2 电感选型

对于 CN8911B 推荐选用 10uH 电感，电感值使用以下公式计算：

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

- V_{IN} 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，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：

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

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。

11.3.3 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一个 22uF 陶瓷电容或者两个 10uF 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 ΔV_O 主要由电容容量决定，计算公式为：

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

- C_{OUT} 是输出电容

瞬态响应时，当轻载快速变为重载，在环路调整电感电流到合适电流前，输出电容需要给负载提供电流，环路控制一般至少需要 4 个周期才会对输出电压的跌落做出响应，所以输出电容要大到在 4 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要的最小输出电容：

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

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

11.3.4 自举电容选型

CN8911B 需要一个自举电容为降压转换器高侧功率管提供驱动电压。建议在 Boot₃₃-SW₃₃ 和 Boot-SW 之间连接 0.1uF 低 ESR 陶瓷电容。

11.4 升压电路设计

11.4.1 电感选型

对于 CN8911B 推荐选用 4.7uH 电感。与降压一样，Boost 需要考虑三个重要的电感规格，电感值，饱和电流、温升电流，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 是占空比
- I_L 是电感电流平均值
- V_{OUT} 是输出电压
- V_{IN} 是输入电压
- I_{OUT} 是输出电流
- η 是估计的升压转换器效率
- ΔI_L 是电感纹波电流，通常取电感平均电流的 30%
- f_s 是开关频率

电感的饱和电流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：

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

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

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。

11.4.2 整流二极管选型

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

肖特基二极管的平均正向电流等于输出电流，建议肖特基平均电流是输出电流的 2 倍，肖特基峰值电流需要大于电感峰值电流，至少有 20%裕量。

11.4.3 输出电容选型

在典型应用中推荐选用一个 22uF 陶瓷电容或者两个 10uF 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 ΔV_{OUT} 主要由电容容量决定，计算公式为：

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

11.5 电源系统掉电阈值设置

电源系统掉电阈值可通过 R2 和 R3 电阻设置，计算公式如下：

$$V_{PowerDown} = \frac{R_2 + R_3}{R_3} V_{SYS}$$

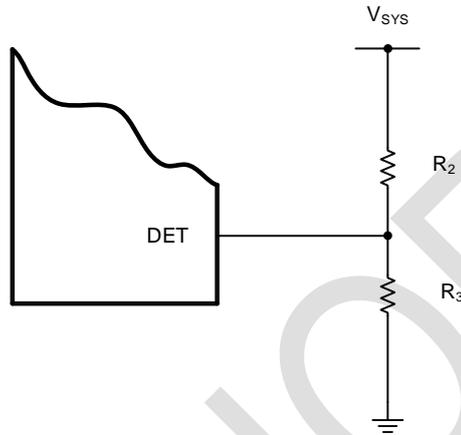


图 7 电源系统掉电阈值设置

11.6 物料清单

名称	说明	制造商	器件型号	数量
C1	陶瓷电容, 22uF, 25V, X5R, ±20%, 0805	Murata Manufacturing	11M-GRM21BR61E226ME44L	1
C4、C5、C8	陶瓷电容, 100nF, 100V, X7R, ±10%, 0603	Murata Manufacturing	GCM188R72A104KA64D	3
C2、C3、C6、C7	陶瓷电容, 10uF, 50V, X5R, ±10%, 0805	Murata Manufacturing	GRM21BR61H106KE43K	4
R2	贴片电阻, 82K, ±1%, 0.1W, 0603	VISHAY	CRCW060382K0FKTABC	1
R3	贴片电阻, 10K, ±1%, 0.1W, 0603	VISHAY	CRCW060310K0FKTABC	1
R4	贴片电阻, 75K, ±1%, 0.1W, 0603	VISHAY	CRCW060375K0FKTABC	1
R5	贴片电阻, 15K, ±1%, 0.1W, 0603	VISHAY	CRCW060315K0FKTABC	1
D1	肖特基, D0-214AA, 1500mA, 100V, 0.75V@1000mA	VISHAY	SS210-E3/5BT	1
D2	肖特基, D0-214AB, 3000mA, 40V, 0.5V@3000mA	VISHAY	SS34-E3/57T	1
L1、L2	贴片电感, 10uH, ±20%, 额定电流 3.4A, 30mΩ, SMD	TDK	TU-B82464G4103M000	2
L3	贴片电感, 4.7uH, ±20%, 额定电流 4A, 48.4mΩ, SMD	TDK	SPM6530T-4R7M-HZ	1
C13	超级电容, 10F, -10%~+30%, 2.7V, 35mΩ, 20uA@72hrs	Ymin	SDL2R7L1061025	1

11.7 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：

11.7.1 降压转换器

- 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 VIN 和 GND，输出电容要靠近电感和芯片 GND
- 电感要靠近 SW 放置
- Vout 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。

11.7.2 升压转换器

- 优先保证 COUT 的接地端靠近 IC 的 GND，并打过孔到底层地平面，COUT 的正端靠近二极管负极，二极管正极靠近 SW 放置
- 电感两端分别尽量靠近 CIN 的电源端和 SW 放置

11.7.3 布局参考

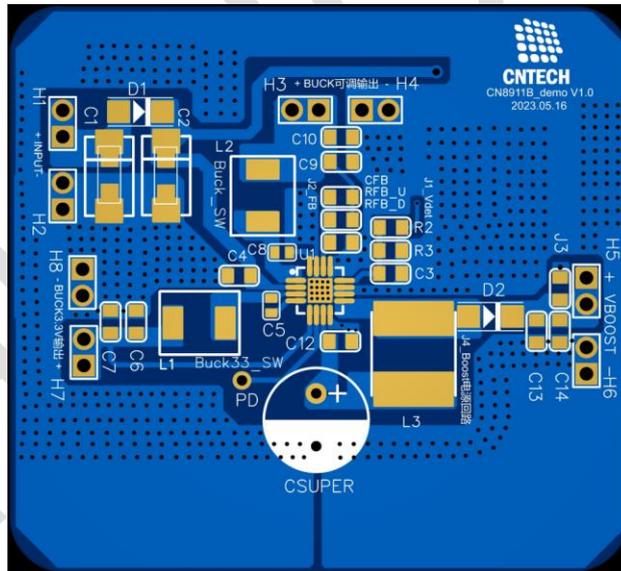
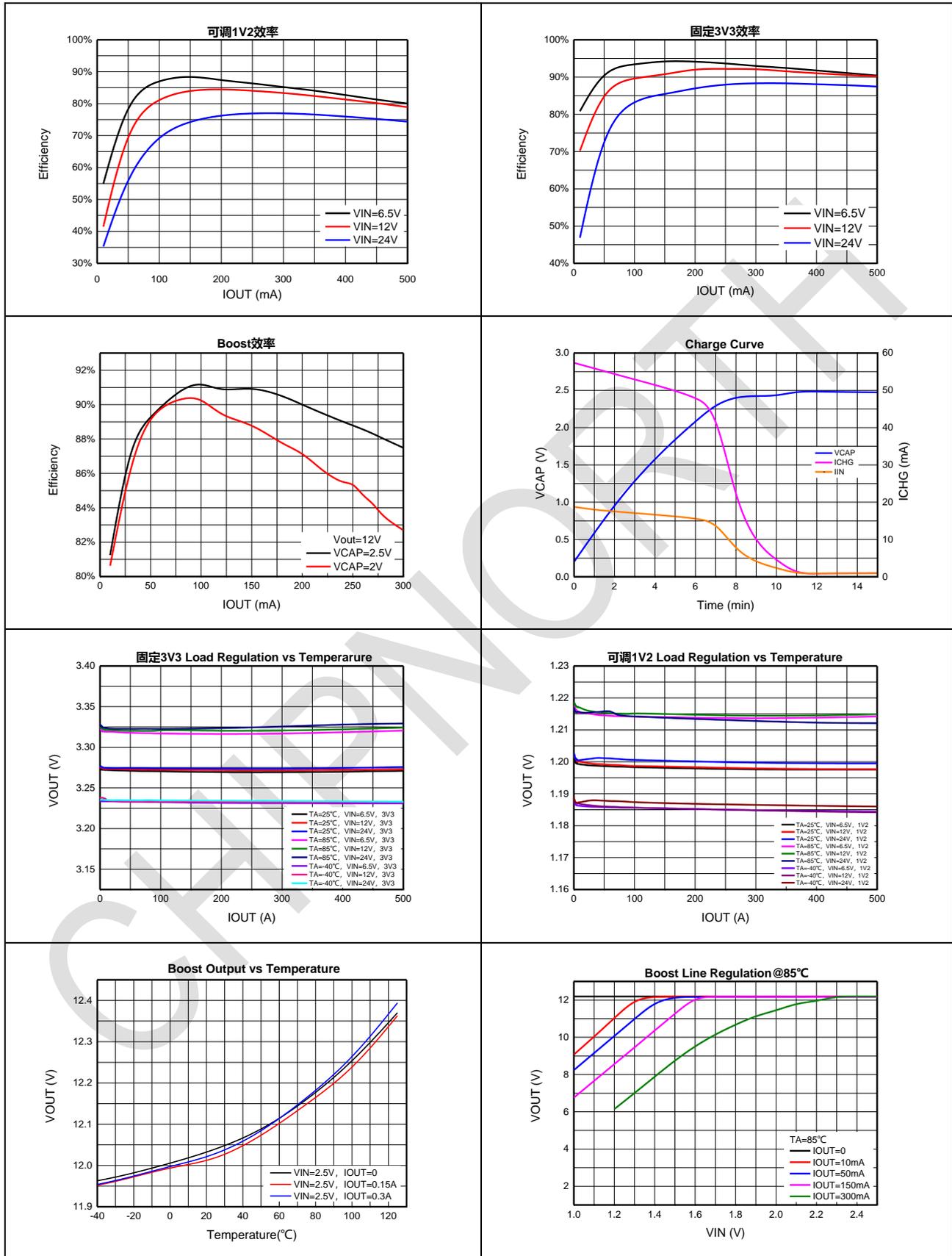
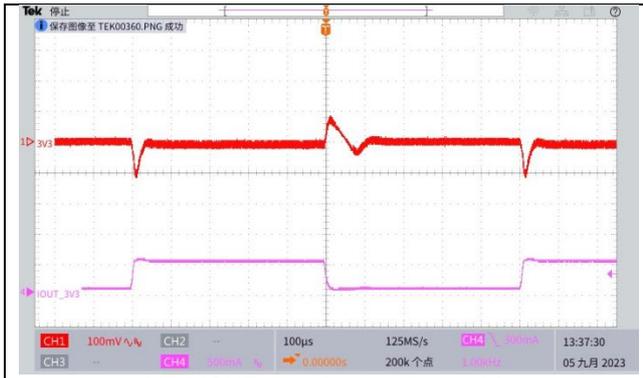


图 8 PCB 布局参考

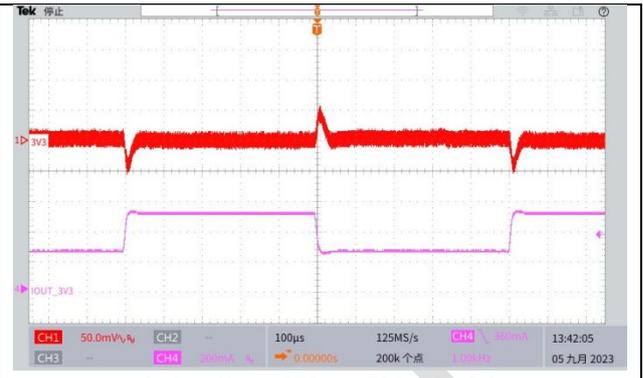
11.8 基本性能

测试条件: $V_{IN}=12V, T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。

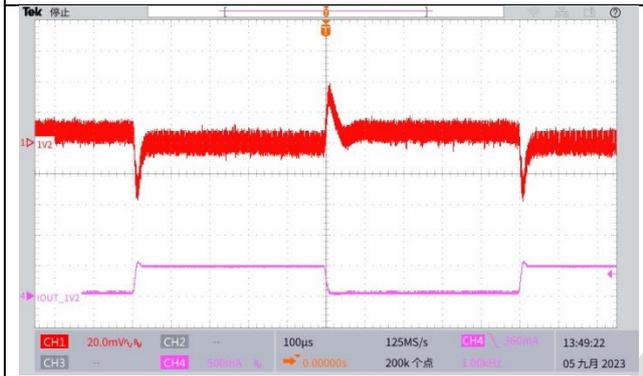




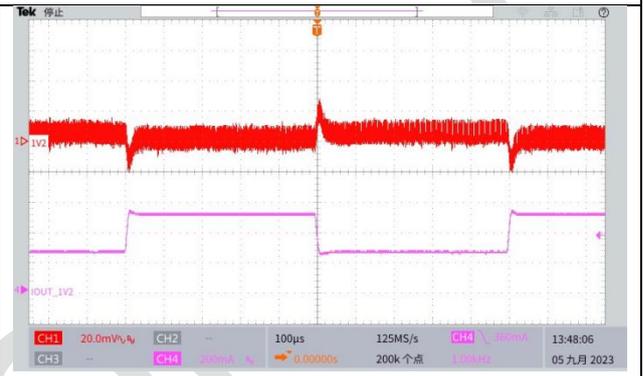
3V3, IOUT=50mA-500mA, 0.3A/us
Load Transient



3V3, IOUT=250mA-500mA, 0.3A/us
Load Transient



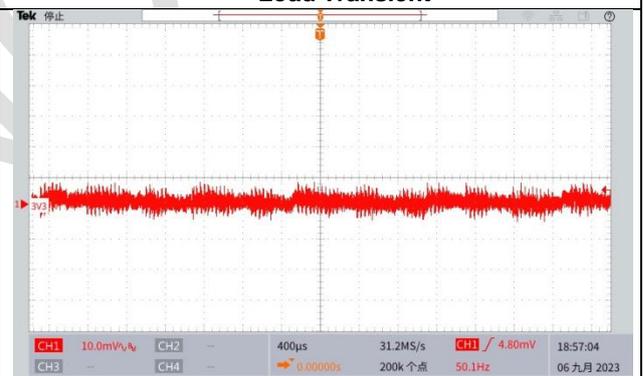
1V2, IOUT=50mA-500mA, 0.3A/us
Load Transient



1V2, IOUT=250mA-500mA, 0.3A/us
Load Transient



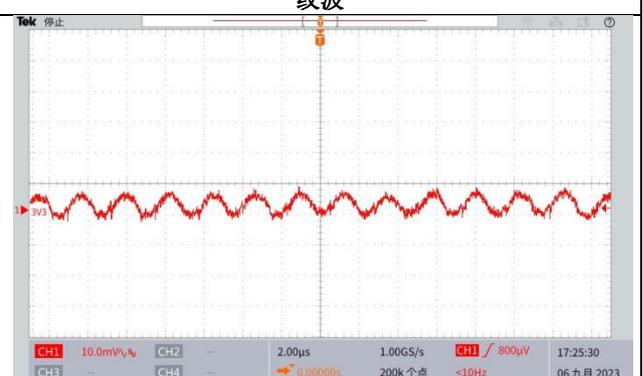
Boost, IOUT=0-150mA, 0.3A/us
Load Transient



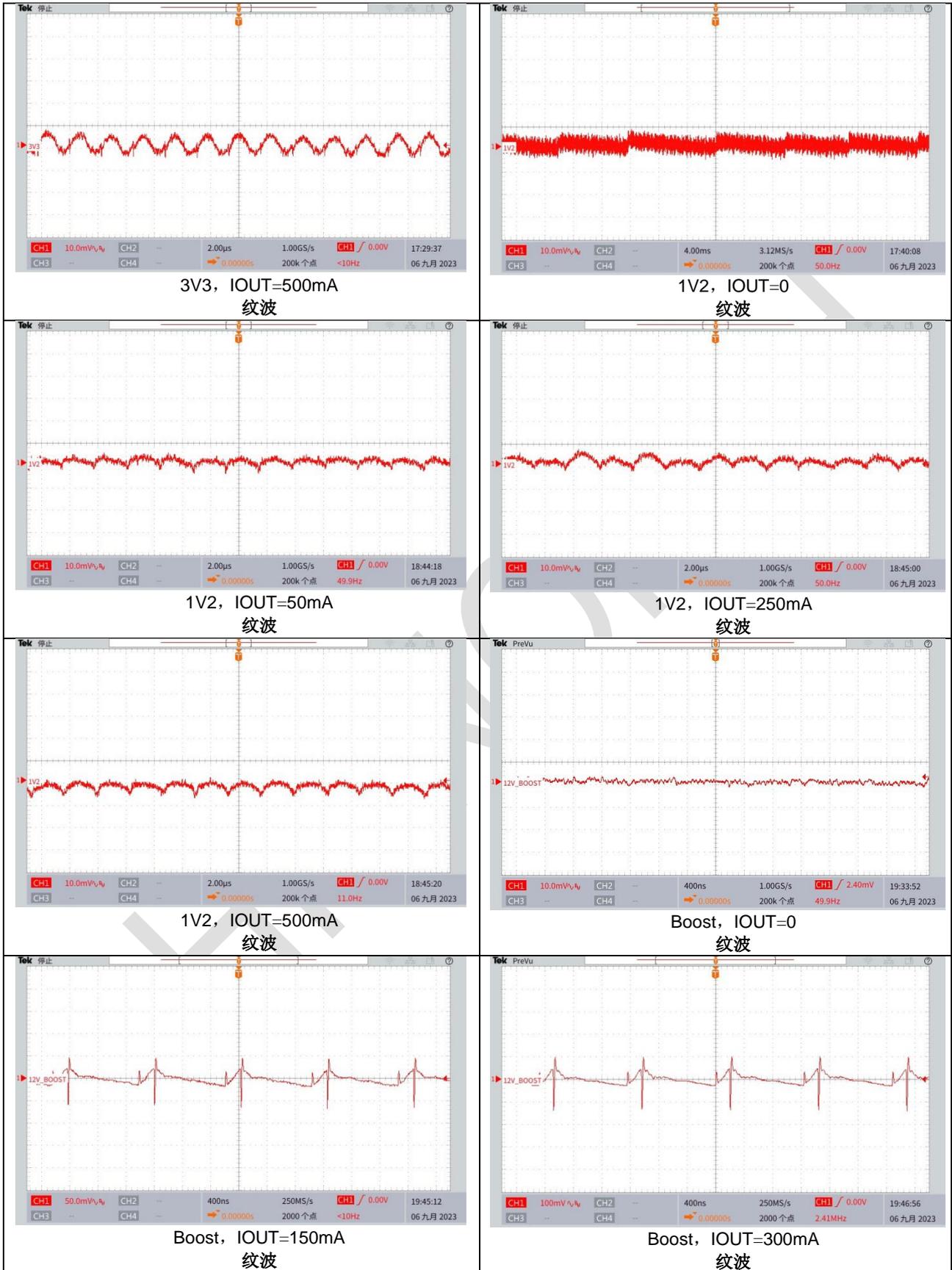
3V3, IOUT=0
纹波



3V3, IOUT=50mA
纹波

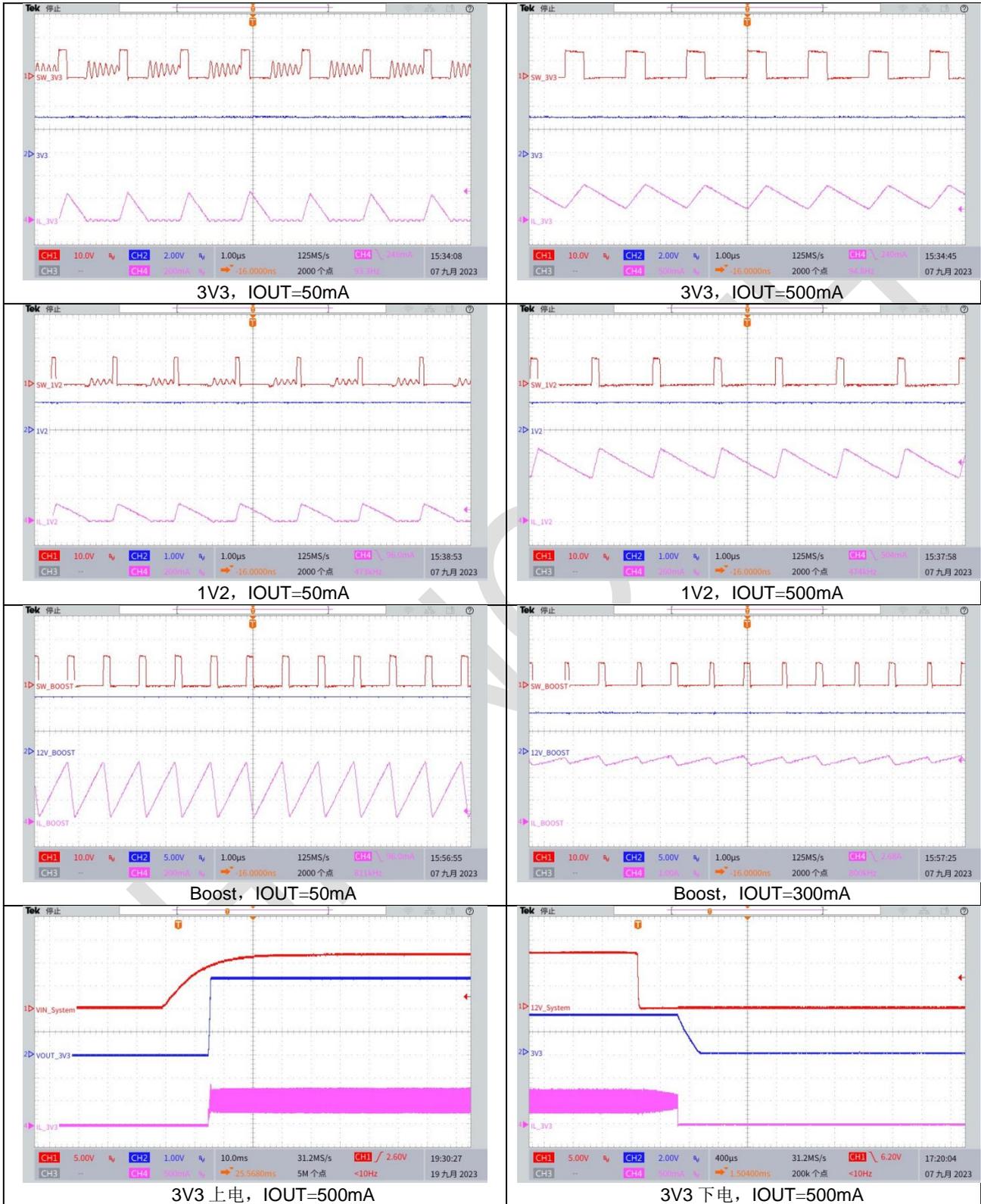


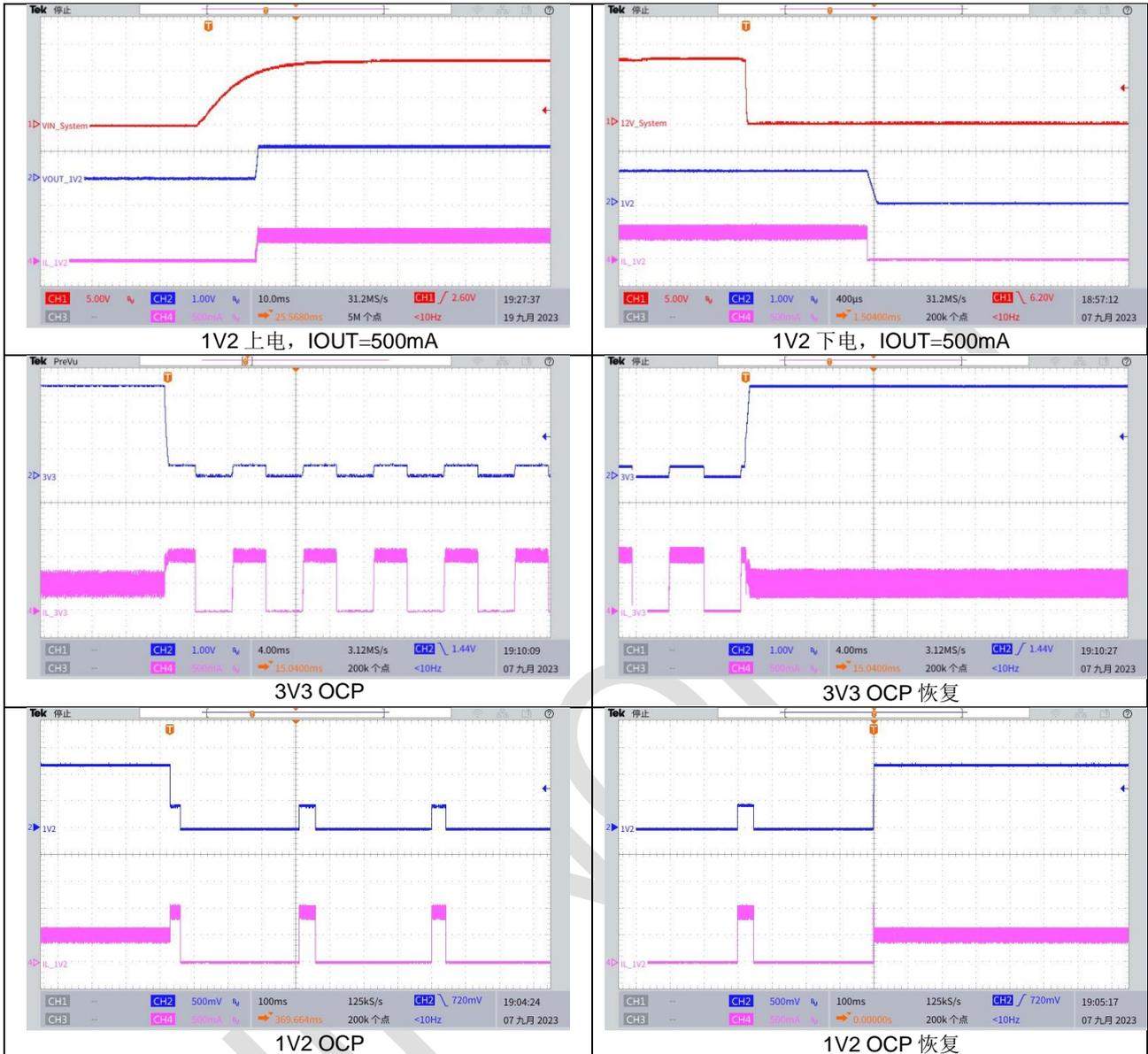
3V3, IOUT=250mA
纹波

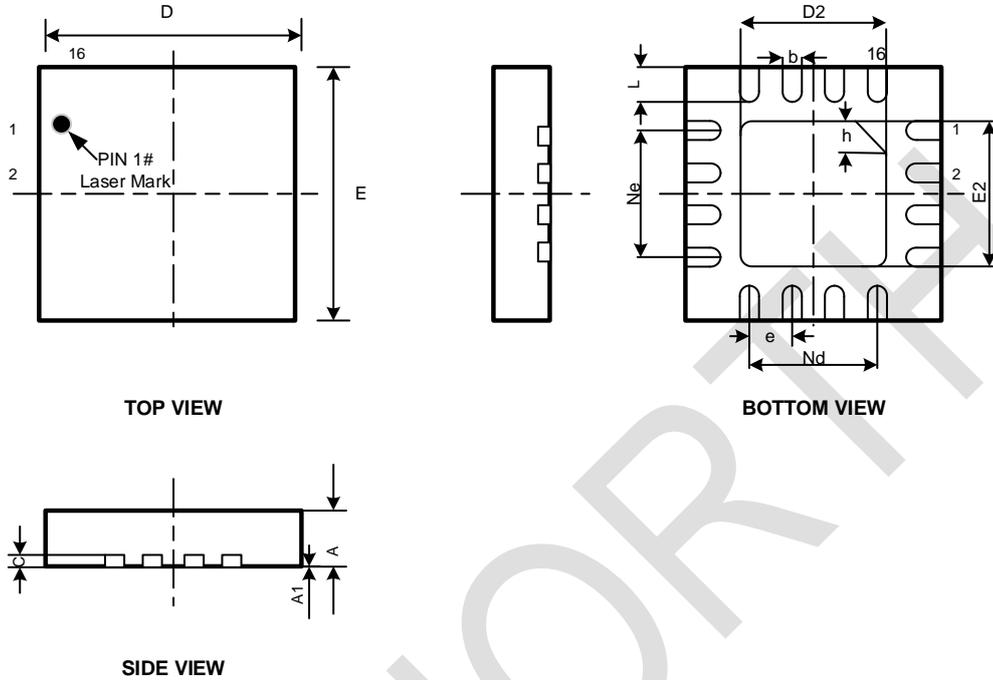


11.9 工作波形

测试条件： $V_{IN}=12V, T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。





12 封装信息
QFN4X4-16L


标注	尺寸		
	最小 (mm)	典型 (mm)	最大 (mm)
A	0.70	0.75	0.80
A1	-	0.02	0.05
b	0.25	0.30	0.35
c	0.18	0.20	0.25
D	3.90	4.00	4.10
D2	2.10	2.20	2.30
e	0.650BSC		
Ne	1.95BSC		
Nd	1.95BSC		
E	3.90	4.00	4.10
E2	2.10	2.20	2.30
L	0.45	0.55	0.65
h	0.30	0.35	0.40

13 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。

CHIPNORTH