



深圳市诚芯微科技有限公司

SHENZHEN CHENGXINWEI TECHNOLOGY CO., LTD.

CX9428 同步升压 IC

---

# CX9428

## DC-DC 同步升压转换器

产

品

说

明

书



## 概述

CX9428 芯片是一款具有 600KHz 的固定频率、高效率、宽输入范围的电流模式升压(BOOST)芯片，且具有高效率同步升压功能和可调限流功能。这款升压 BOOST 开关电源特别设计了电压保护系统，以防止负载短路导致系统总线烧断或损坏。该电源芯片内部具有限流开关管驱动和一个同步整流开关管驱动的特点，以实现低功耗，高效率电源开关。用户可灵活地通过外部补偿建立动态环路，获得在所有条件下最优瞬态性能。

CX9428 芯片还包括欠压锁存，过流保护和过温保护，以防止在输出过载时产生损害。

## 特点

- 完全符合Intel Thunderbolt Power Spec.
- 输入限流开关管栅驱动电路
- SR栅驱动电路
- 增强PWM模式的快速瞬态响应
- 3.0V-30V宽输入范围
- 输出电压:5V To 30V
- 芯片停止工作时电流 $< 1\mu\text{A}$
- 芯片停止工作温度为  $160^\circ$
- SOP-14L封装形式

## 应用范围

- Thunderbolt 接口
- 笔记本电脑和平板电脑
- 热插拔电源管理
- 通信供应电源

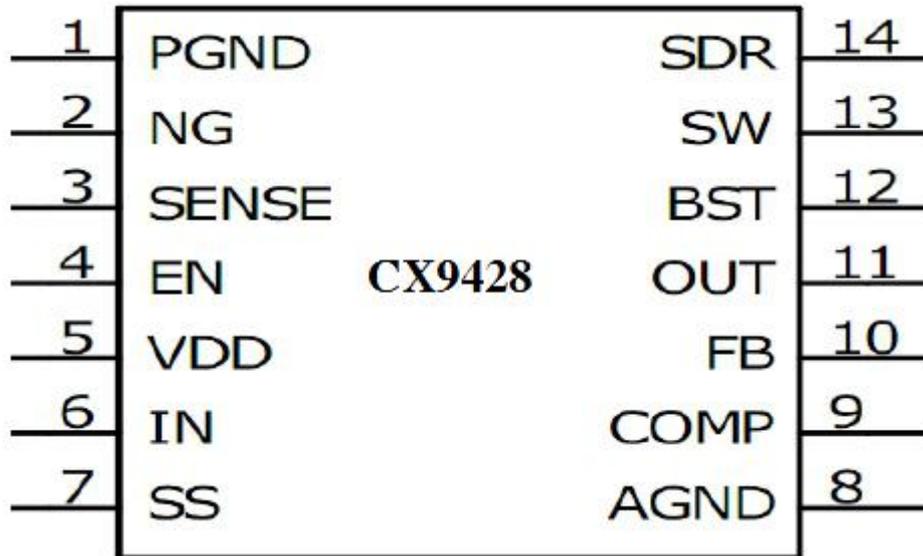
## 订购信息

芯片型号	温度范围	封装型号	引脚数量	包装方法	顶标
CX9428	$-40^\circ\text{C}\sim 150^\circ\text{C}$	SOP-14L	14	编带	CX9428 XXXXXX

注：顶标(XXXXXX)的丝印批次会根据生产的时间推移，而跟着更改。

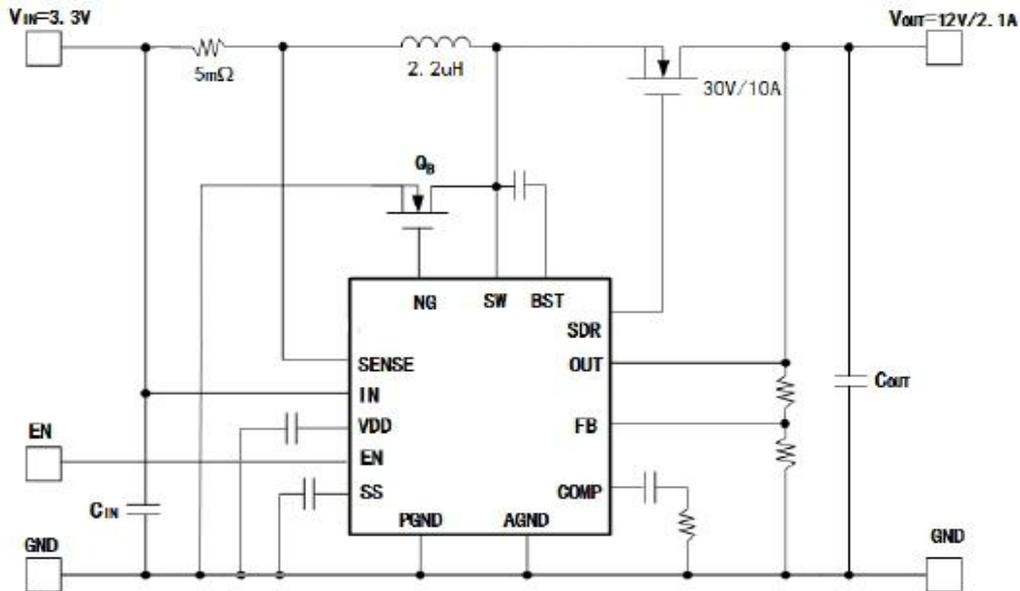


## 引脚定义

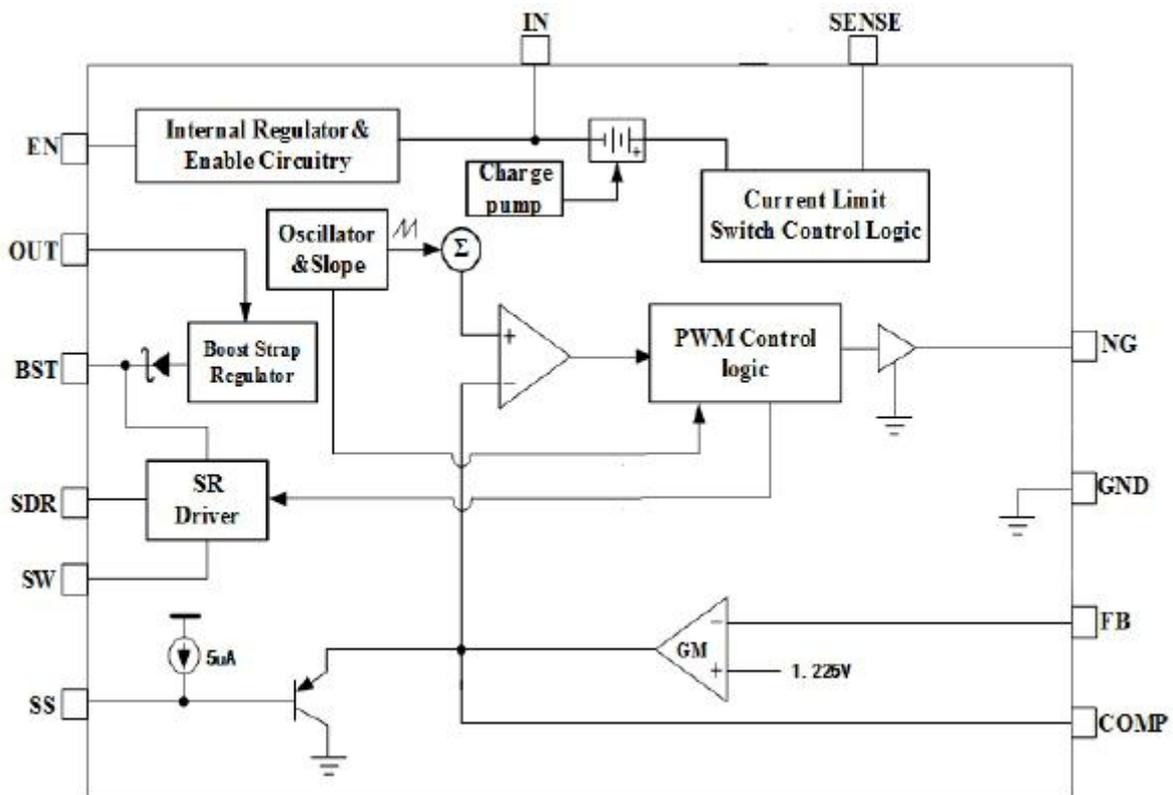


Package Pin #	Name	Description
1	PGND	电源接地端。
2	NG	功率管栅驱动输出端。
3	SENSE	SENSE 端和 IN 端的电压检测决定了输入电流。
4	EN	EN 接高电平打开芯片，接低电平关闭芯片。当 EN 管脚不使用时，连接到输入源(如果 $V_{IN} > 6V$ ，外接 $100k\Omega$ 电阻)自动启动。EN 端还可用来作为 $V_{in}$ 端的 UVLO。EN 管脚不能悬空。
5	VDD	内部偏置供应端。在尽可能靠近 VDD 端接一个 $2.2\mu f$ 陶瓷电容器。
6	IN	输入供应端。
7	SS	软启动控制管脚。在软启动管脚接一个电容，该电容被恒流源控制。如果不使用软启动电路，将软启动管脚断开。
8	AGND	接地端。
9	COMP	补偿管脚。为了环路稳定，在该管脚将电容和电阻串联连接到 GND 地面
10	FB	反馈电压输入。参考电压为 $1.25V$ 。这个管脚连接一个电阻分压器。
11	OUT	该管脚连接输出电压。
12	BST	同步整流驱动电路自举输出端。
13	SW	电源开关的输出。SW 连接功率 MOSFET 的漏端，并且连接电源电感和整流管端。
14	SDR	同步整流管驱动输出端。

## 典型应用



## 原理框图



CX9428 内部功能框图



## 绝对最大额定电气参数 (at $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

电气特征	条件	条件	单位
SW, OUT		-0.5 to +35	V
IN, SENSE		-0.5 to +35	V
BST, SDR		-0.5 to VSW +35	V
其他管脚		-0.3 to +5	V
EN 偏置电流		0.5	mA
结温度		150	$^\circ\text{C}$
存储温度		-65 to 150	$^\circ\text{C}$
额度功耗		2.6 ( $T_A \dots = +25^\circ\text{C}$ )	W

## 推的测试条件

电气特征	条件	条件	单位
电源电压VIN		3 to +30	V
输出电压VOUT		5 to +30	V
EN 偏置电流		0 to +0.3	mA
操作临界温度		-40 to +125	$^\circ\text{C}$

注:

1) 超过这些额定参数可能损坏设备。

2) 最大允许功耗是一个关于最大临界温度  $T_J(\text{MAX})$ ，过热保护电阻  $\theta_{JA}$ ，环境温度  $T_A$  的函数。

在任何环境温度下的最大允许额定功耗计算公式为  $PD(\text{MAX}) = (T_J(\text{MAX}) - T_A) / \theta_{JA}$ 。超过了最大允许功耗将导致过温，导致产生过温保护。内部过温保护电路保护芯片免受永久性的损害。

3) 芯片不能保证其在操作条件以外运行，输入与输出压差不能超过 10V。



# 深圳市诚芯微科技有限公司

SHENZHEN CHENGXINWEI TECHNOLOGY CO., LTD.

CX9428 同步升压 IC

## 规格参数特性

VIN = VEN = 3.3V, TA = +25°C

规范	符号	测试条件	典型值	单位
输入电压	VIN		DC 3.0-30.0	V
欠压锁定	VUVLO		DC 2.9	V
驱动电压源	VDD	C=10NF, VIN=12V -40°C < T < 85°C	5	V
输入电流		VEN=0V	0.8	uA
		VFB=1.4V	660	uA
开关频率			600+60	KHZ
最低关断时间		VFB=0V	100	nS
最低开启时间		VFB=1.4V	100	nS
EN 开启阈值		VEN Rising (switching)	1.584	V
EN 高阈值		VEN Rising	1	V
EN 低阈值		VEN Falling	0.5	V
EN UVLO 滞后电流		1.0 < EN < 1.4	3	uA
软启动电流			5.1	uA
FB 电压			1.256	V
FB 输入电流			-100	nA
SDR 最大电压	VSDR		VOUT+5	V
SDR 上升时间	TSDR_Rise	Cload=3nF	26	nS
		Cload=5nF	50	
SDR 下降时间	TSDR_Fall	Cload=3nF	20	nS
		Cload=5nF	36	
COMP 开关阈值			1	V
COMP 高阈值			2	V
SW 最大电流		Duty cycle=40%	15	A
过温度关断	OTP		150	°C
输入限制电流	ICL	RSENSE=5mR	11.4	A
		RSENSE=10mR	5.7	A
输入限制电流阈值电压	VCL		57	mV
输入限制电流检测时间	TCL		500	uS



## 功能描述

### 1、升压功能

CX9428 芯片使用恒频、峰值电流模式升压结构来调整反馈电压。在每个周期开始时，N 沟道 MOSFET 开关管 QB 被打开，迫使电感电流上升。同时，开关管 QB 源端的电流被测量，该电流被电流检测放大器转换成电压信号，该电压信号和 COMP 端口的电压相比较。COMP 端口的输出电压是 1.25V 的参考电压和反馈电压差值经过误差放大器放大的结果，当二者相等时，PWM 比较器关断开关管 QB，打开整流管，使电感的电流流到输出电容上，结果电感电流减小。峰值电感的电流被 COMP 端口的电压调控，COMP 端口的电压反过来受到输出电压调控。因此输出电压被调整使电感电流与负载相匹配。电流模式的调整器结构提高了瞬态响应和控制环路的稳定性。

CX9428 芯片会产生与开关管 QB 栅驱动信号互补的同步栅驱动信号。死区时间在内部被优化。互补的同步栅驱动信号被用于驱动同步整流开关管，这有助于提高转换器的整体效率。如果不使用，请将 SDR 管脚悬浮。

### 2、应用说明

元件参考下面的“典型应用”电路

#### (1) 限流电阻选择

CX9428 芯片具有最大限制电流可调的特点。在输入管脚和 SENSE 管脚之间连接一个电阻 RSENSE 来确定最大限制电流(ICL)

$$ICL = VCL / RSENSE$$

ICL 单位是安培 (A), RSENSE 单位是欧姆 (Ohms)。

当短路条件发生时，输入电流值将被限制在 ICL，该电流被允许流过限流管一段芯片内部设置的时间，典型值是 500us。

#### (2) UVLO 迟滞

CX9428 芯片具有 UVLO 迟滞可调的特点。4uA 下拉电流沉 (current sink) 被连接到 EN 管脚相连的电阻分压器，这意味着供电电源 VIN 必须增加一个额外的量来克服电流沉，额外的电压值等于下拉电流乘以 IN 与 EN 管脚之间的上拉电阻值。一旦 EN 管脚值达到 1.5V，电流沉将被关断，这会增加 IN 下降时的反向迟滞：



$$UVLO_{Hysteresis} = 4\mu A \times R_{pullup}$$

同时 IN 启动阈值被下式决定:

$$V_{IN} = 1.5 \times (1 + R_{pullup} / R_{pulldown}) + UVLO_{Hysteresis}$$

### (3) 软启动电容的选择

CX9428 芯片包括一个限制 COMP 端口电压的软启动定时器，在启动期间可以阻止过大的输入电流。这阻止了在启动阶段由于输入电流过冲的原因，源电压过早的结束。当 CX9428 芯片上电、使能有效和限流管打开时，一个 5uA 内部电流源给外部的 SS 端的电容充电。随着 SS 端的电容被充电，SS 端的电压随之抬升。当 SS 端的电压达到 250mV, CX9428 芯片开始在 600kHz 的 1/4 固定开关频率处工作，在 800mV 时，开关频率变为 600kHz。当 SS 端的电压达到 2.5V 时，软启动过程结束。软启动过程限制了电感的电流，强迫输入电流缓慢的达到需要的电流来调整输出电压。

软启动时间有下式决定，单位是 ms。

$$t_{SS} = \frac{C_{SS} \cdot 2.5}{5}$$

CSS 是 SS 端口与 GND 之间的软启动电容，tSS 是软启动时间。

### (4) 输出电压的设置

这是实际的输出电压，它通过两个检测电阻以串联的形式反馈。典型的反馈电压是 1.25V。

输出电压方程是:

$$V_{OUT} = V_{REF} \cdot (1 + R_2 / R_3)$$

R2 是反馈电阻的上电阻。

R3 是反馈电阻的下电阻。

VREF 是反馈电压（典型值是 1.25V）。为了高的效率，反馈电阻应该在 10k 以上。

### (5) 输出电容的选择

输出电容被用来维持 DC 输出电压。低 ESR 的电容可以让输出电压纹波较小。输出电容的特性也影响调整器控制系统的稳定性。陶瓷电容、钽介质电容、低 ESR 电解电容可以被使用。在使用陶瓷电容的情况下，电容器的在开关频率处的阻值主要由电容值大小决定，因此输出电压纹波与 ESR 关系不大，



输出电压纹波大小如下：

$$V_{RIPPLE} = \frac{(1 - \frac{V_{IN}}{V_{OUT}}) \times I_{load}}{C_{OUT} \times F_{SW}}$$

Vripple 是输出电压纹波，VIN 和 VOUT 是直流输入输出电压，Iload 是负载电流，FSW 是 600kHz 的固定开关频率，COUT 是输出电容的容值。

在钽介质电容或者低的 ESR 电解电容，在开关频率处 ESR 占主导地位。

输出电压纹波可以用下式计算：

$$V_{RIPPLE} = \frac{(1 - \frac{V_{IN}}{V_{OUT}}) \times I_{LOAD}}{C_{OUT} \times F_{SW}} + \frac{I_{LOAD} \times R_{ESR} \times V_{OUT}}{V_{IN}}$$

RESR 是输出电容的等效串联电阻。

选择一个输出电容去满足输出电压纹波和设计的负载瞬态要求。一个 4.7uF-22uF 的陶瓷电容适合大多数的应用。

## (6) 选择输入电容

纹波电流输入到电感，输入端需要提供电容，从而限制输入源的噪声。一个低 ESR 电容器把在集成电路产生的噪音降到最小值。陶瓷电容器是首选，但是钽介质或 low-ESR 电解电容器也足够了。

选择的输入电容值应大于 4.7 μf。这个电容器可以电解电容、钽介质电容或陶瓷电容。然而，因为它吸收输入开关电流，它需要适合当前足够额定的纹波电流。选择一个 RMS 额定电流大于电感纹波电流的电容器。以确芯片稳定运行，输入电容器尽可能接近 IC。较小的高品质的 0.1 μf 陶瓷电容器相对于更大的电容器要放置更接近 IC。建议更大的电容器选择钽介质或电解类型电容器。应该把所有的陶瓷电容器都放置在 ZCC9429 附近。

## (7) 电感的选择

当被输入电压驱动时，电感被要求驱动更高的输出电压。大的电感值导致更小的纹波电流和更低的峰值电感电流，减小了内部 N 沟道开关的压力。然而，大值电感有着更大的物理尺寸，更高的串联电阻和更低的饱和电流。好的经验规则是允许峰-峰值纹波电流近似为最大输入电流的 30%-50%。确保峰值电感电流在操作占空比下低于电流限制值的 75%，这是为了阻止由于电流限制调整的损失。确保在最坏的条件和启动条件下，电感不饱和。



需要的电感值由下式计算:

$$L = \frac{V_{IN} \times (V_{OUT} - V_{IN})}{V_{OUT} \times F_{SW} \times \Delta I}$$

$$I_{IN(max)} = \frac{V_{OUT} \times I_{LOAD(MAX)}}{V_{IN} \times \eta}$$

ILOAD (max) 是最大负载电流

Δ I 是电感纹波电流的峰峰值

Δ I = (30%–50%) × ILOAD (MAX)

η 是效率

## (8) 选择输出整流器

CX9428 具有 SR 门驱动特性, 因此取代一个输出二极管。当功率管 MOSFET 关断时, 一个 n 沟道 MOSFET 的整流器可以释放在电感电流。SR 栅极驱动电压高为 5V, 所以选择兼容 5V 栅驱动电压的 N 沟道 MOSFET 整流器。MOSFET 反向电压应该等于或大于输出电压。平均电流额定值应大于预设的最大负载电流, 峰值电流必须大于峰值电感电流。如果肖特基二极管用作输出整流器, 相同的技术参数应该被考虑。

## (9) 补偿

跨导误差放大器的输出 (COMP) 被用来补偿调整器控制系统。系统有两个极点和一个零点稳固。极点 FP1 由跨导放大器的输出阻抗和补偿电容 CCOMP 决定, 极点 FP2 由输出电容 COUT 和负载电阻决定, 零点 FZ 由补偿电容 CCOMP 和补偿电阻 RCOMP 决定。它们由下面方程决定:

$$F_{P1} = \frac{G_{EA}}{2 \times \pi \times A_{VEA} \times C_{COMP}}$$

$$F_{P2} = \frac{1}{2 \times \pi \times R_{LOAD} \times C_{OUT}}$$

$$F_Z = \frac{1}{2 \times \pi \times R_{COMP} \times C_{COMP}}$$

RLOAD 是负载电阻, GEA 是误差放大器的跨导, AVEA 是误差放大器增益。



DC 直流增益是

$$A_{DC} = \frac{A_{VE1} \times V_{IN} \times R_{LOAD} \times V_{FB} \times G_{CS}}{0.5 \times C_{COMP}} (V / V)$$

GCS 是补偿电压到电感电流的增益，VFB 是反馈调整阈值。

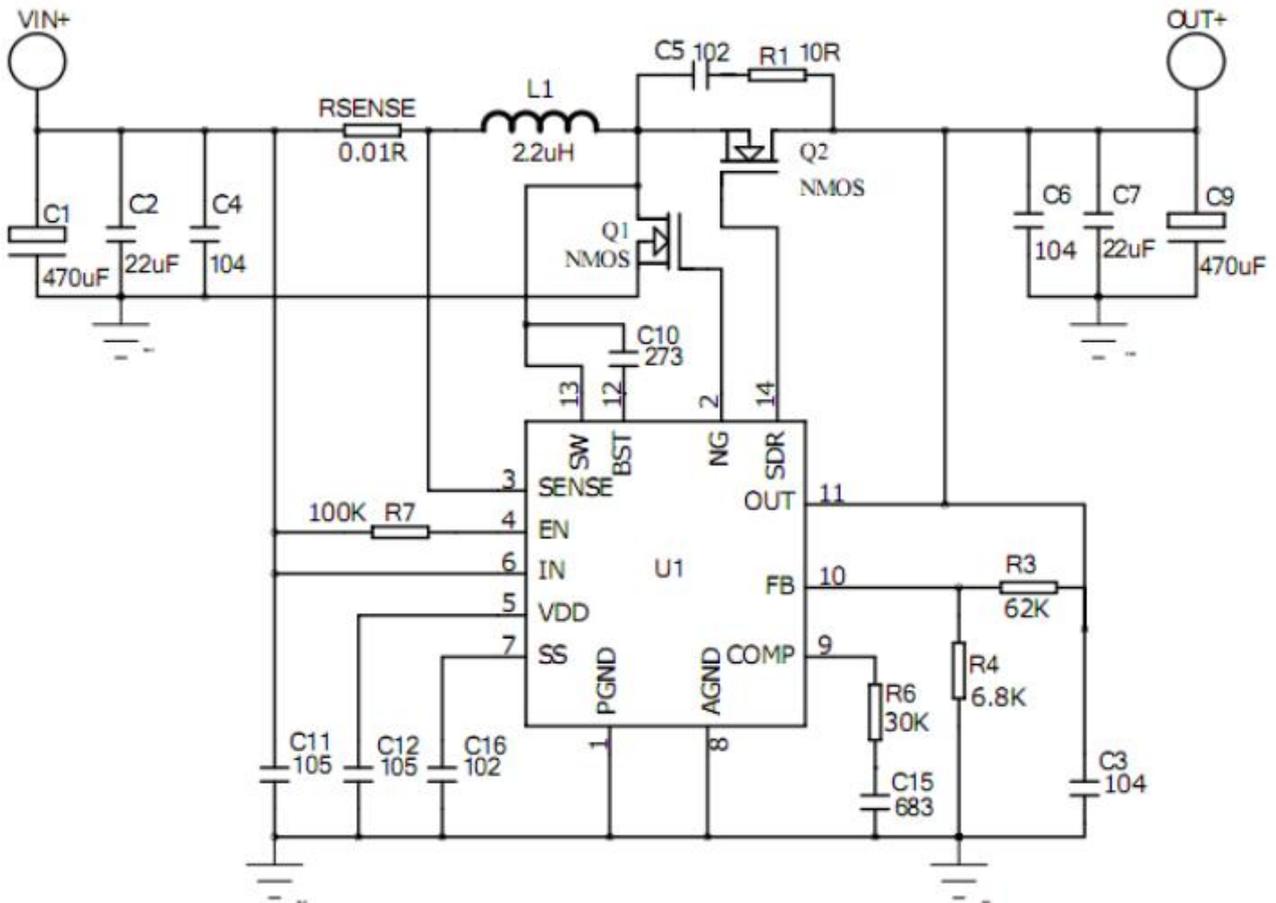
在连续导通模式下，这里存在一个有半平面的零点 FRHPZ, 右半平面零点大小

$$F = \frac{I_{LOAD}}{2 \times \pi \times L} \times \left(\frac{V_{IN}}{V_{OUT}}\right)^2 (Hz)$$

针对不同的输入电压，输出电压和常使用的输出陶瓷电容阻值，元件选择列表推荐了补偿元件值。陶瓷电容有着极其低的 ESR，因此第二补偿电容（从 COMP 到 GND）不是必须的。为了更快的控制环路和更好的瞬态响应，建议电容 C7 使用表格的推荐值。在测试平台中测试负载阶跃响应过程如下所述，缓慢地增加电阻 R6，确保在负载跳变边缘时输出电压的零振和过冲是最小的。最后，通过计算直流环路增益和交叉频率来检查补偿。交叉频率是环路增益降到 0dB 的频率，可以简单地得到，在每个极点让增益曲线以 -20dB/decade 的斜率下降，在每个零点以 20dB/decade 的斜率上升。在最大的输出电流下，为了稳定需要获得足够的相位裕度，这需要交叉频率至少比右半平面零点低 10 倍。



## 高效率简化应用





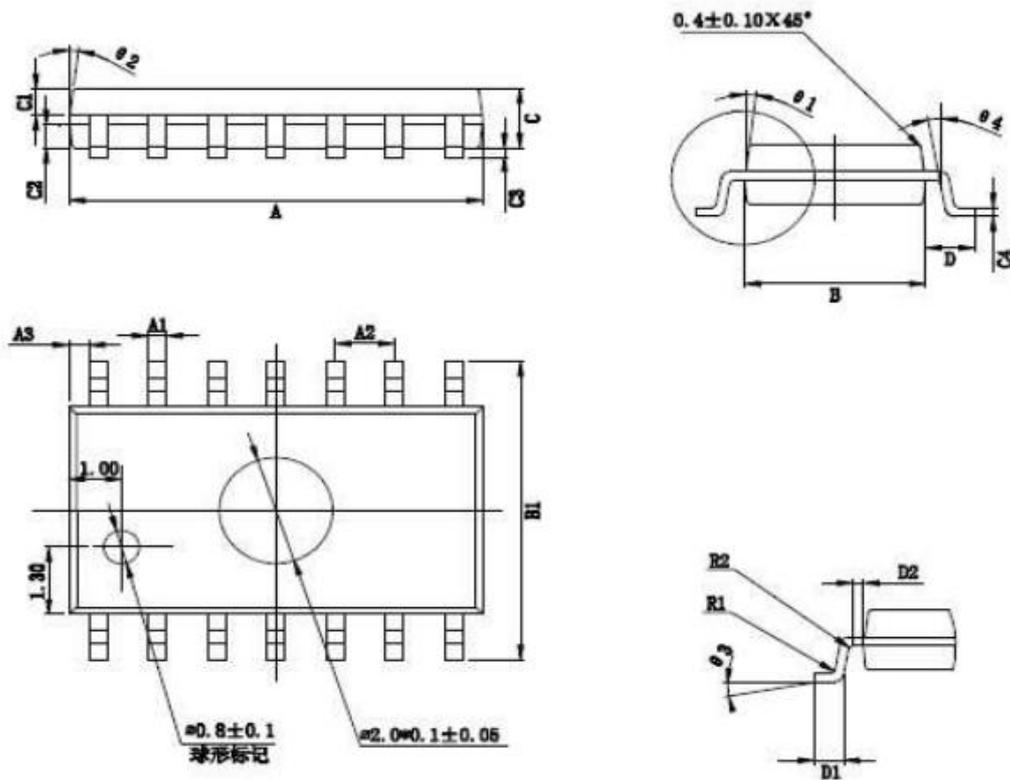
# 深圳市诚芯微科技有限公司

SHENZHEN CHENGXINWEI TECHNOLOGY CO., LTD.

CX9428 同步升压 IC

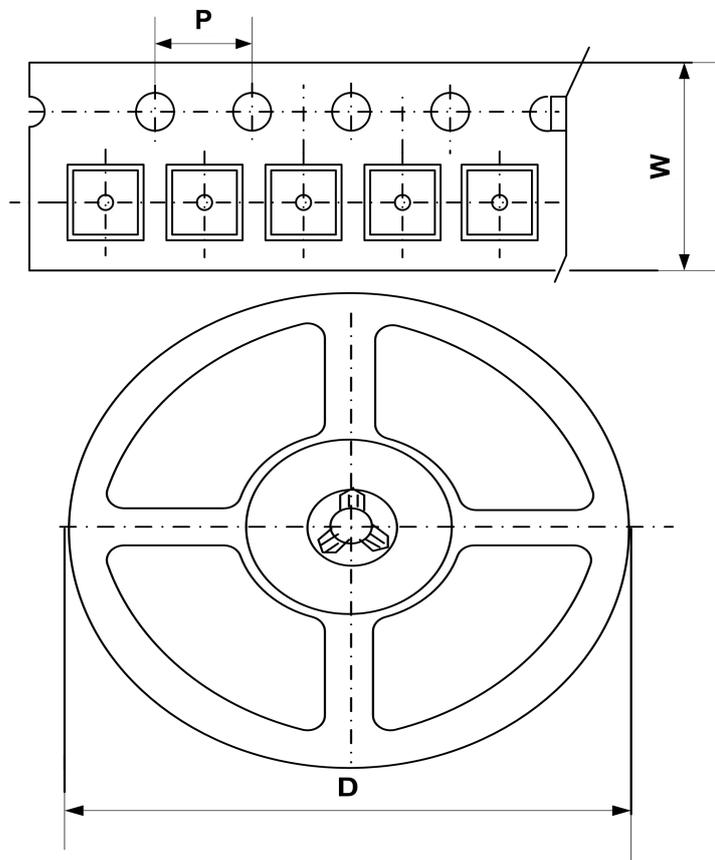
## 封装尺寸

SOP-14L



符号	尺寸	最小(mm)	最大(mm)	符号	尺寸	最小(mm)	最大(mm)
A		8.55		C4		0.193	0.213
A1		0.356		D		0.95	1.15
A2		1.27TYP		D1		0.4	0.7
A3		0.312TYP		D2		0.20TYP	
B		3.80	4.0	R1		0.20TYP	
B1		5.8	6.2	R2		0.20TYP	
C		1.35	1.55	θ1		8°~12TYP4	
C1		0.60	0.70	θ2		8°~12TYP4	
C2		0.55	0.65	θ3		0°~8°	
C3		0.1	0.25	θ4		4°~12°	

## 包装信息



封装	宽度 (W)	间距 (P)	卷筒直径 (D)	数量
SOP-14L	12.0±0. mm	8.0±0.1mm	330± mm	-

注：载体带尺寸，卷筒尺寸和最小包装量（数量根据生产包装而定）

- 本资料内容，随产品的改进，可能会有未经预告而更改。
- 本资料所记载设计图等因第三者的工业所有权而引发之诸问题，本公司不承担其责任。另外，应用电路示例为产品之代表性应用说明，非保证批量生产之设计。
- 本资料内容未经本公司许可，严禁以其他目的加以转载或复制等。
- 尽管本公司一向致力于提高质量与可靠性，但是半导体产品有可能按照某种概率发生故障或错误工作。为防止因故障或错误动作而产生人身事故、火灾事故、社会性损害等，请充分留心冗余设计、火势蔓延对策设计、防止错误动作设计等安全设计。