

## 高性能、低成本离线式 PWM 控制功率开关

### 主要特点

- 集成 650V 高压 MOSFET 和高压启动电路
- 优化轻载噪音、提升系统抗干扰能力
- 多模式控制、无异音工作
- 支持降压和升降压拓扑
- 默认 12V 输出 (FB 脚悬空)
- 待机功耗 <50mW
- 良好的线性调整率和负载调整率
- 集成软启动电路
- 内部保护功能：
  - 过载保护 (OLP)
  - 逐周期电流限制 (OCP)
  - 输出过压保护 (OVP)
  - VDD 过压、欠压和电压钳位保护
- 封装类型 SOP-8 与 DIP-8

### 典型应用

- 小家电电源
- 工业控制

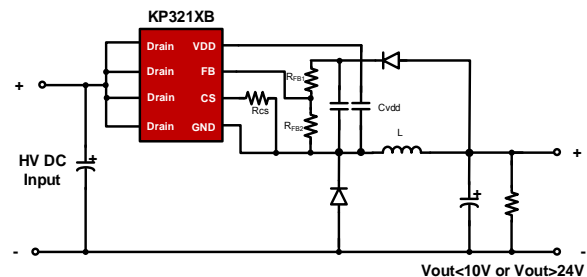
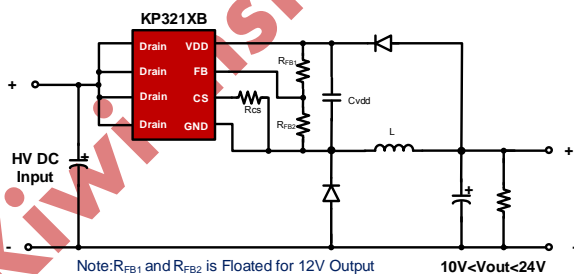
### 典型应用电路

### 产品描述

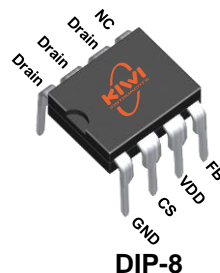
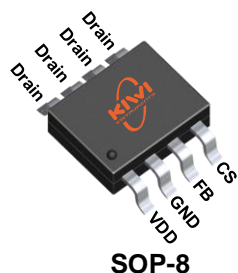
KP321XB 系列是一款高性能低成本 PWM 控制功率开关，适用于离线式小功率降压型应用场合，外围电路简单、器件个数少。同时产品内置高耐压 MOSFET 可提高系统浪涌耐受能力。

与传统的 PWM 控制器不同，KP321XB 内部无固定时钟驱动 MOSFET，系统开关频率随负载变化可实现自动调节。同时芯片采用了多模式 PWM 控制技术，有效简化了外围电路设计，提升线性调整率和负载调整率并消除系统工作中的可闻噪音。此外，芯片内部峰值电流检测阈值可跟随实际负载情况自动调节，可以有效降低空载情况下的待机功耗。

KP321XB 集成有完备的带自恢复功能的保护功能：VDD 欠压保护、逐周期电流限制、输出过压保护、过热保护、过载保护和 VDD 过压保护等。

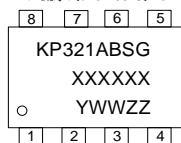


### 管脚封装



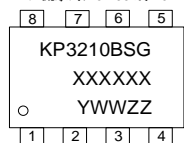
### 产品标记

XXXXXX: 晶圆批次  
Y: 年份代码  
WW: 周代码, 01-52  
ZZ: 流水码, 01-99 或 A0-ZZ



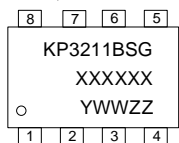
**SOP-8**

XXXXXX: 晶圆批次  
Y: 年份代码  
WW: 周代码, 01-52  
ZZ: 流水码, 01-99 或 A0-ZZ



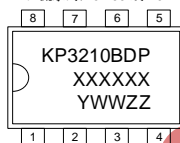
**SOP-8**

XXXXXX: 晶圆批次  
Y: 年份代码  
WW: 周代码, 01-52  
ZZ: 流水码, 01-99 或 A0-ZZ



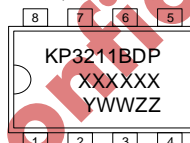
**SOP-8**

XXXXXX: 晶圆批次  
Y: 年份代码  
WW: 周代码, 01-52  
ZZ: 流水码, 01-99 或 A0-ZZ



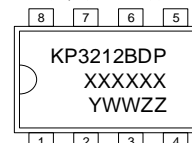
**DIP-8**

XXXXXX: 晶圆批次  
Y: 年份代码  
WW: 周代码, 01-52  
ZZ: 流水码, 01-99 或 A0-ZZ



**DIP-8**

XXXXXX: 晶圆批次  
Y: 年份代码  
WW: 周代码, 01-52  
ZZ: 流水码, 01-99 或 A0-ZZ



**DIP-8**

### 典型功率表<sup>(1)</sup>

产品	封装	R <sub>dson</sub>	V <sub>o</sub>	Load Current @85-265Vac, BUCK
KP321AB	SOP-8	15Ω	>2V	I <sub>o</sub> <250mA
KP3210B	SOP-8	8Ω	>2V	200mA<I <sub>o</sub> <400mA
	DIP-8	8Ω	>2V	200mA<I <sub>o</sub> <400mA
KP3211B	SOP-8	4Ω	>2V	350mA<I <sub>o</sub> <700mA
	DIP-8	4Ω	>2V	350mA<I <sub>o</sub> <700mA
KP3212B	DIP-8	2Ω	>2V	650mA<I <sub>o</sub> <900mA

(1) 默认降压型输出，实际输出功率取决于输出电压和散热条件。

### 管脚功能描述

管脚 (SOP-8)	管脚 (DIP-8)	名称	I/O <sup>(2)</sup>	描述
1	3	VDD	P	芯片供电管脚，同时作为输出电压反馈端 (FB 悬空时)。典型应用中 VDD 电容推荐采用 1μF 陶瓷电容
2	1	GND	G	芯片的参考地
3	4	FB	I	反馈输入管脚，该引脚悬空时默认 12V 输出
4	2	CS	I	峰值电流检测管脚
5,6,7,8	6,7,8	Drain	P	内部高压 MOSFET 的漏极
/	5	NC	-	非功能管脚，应用中悬空

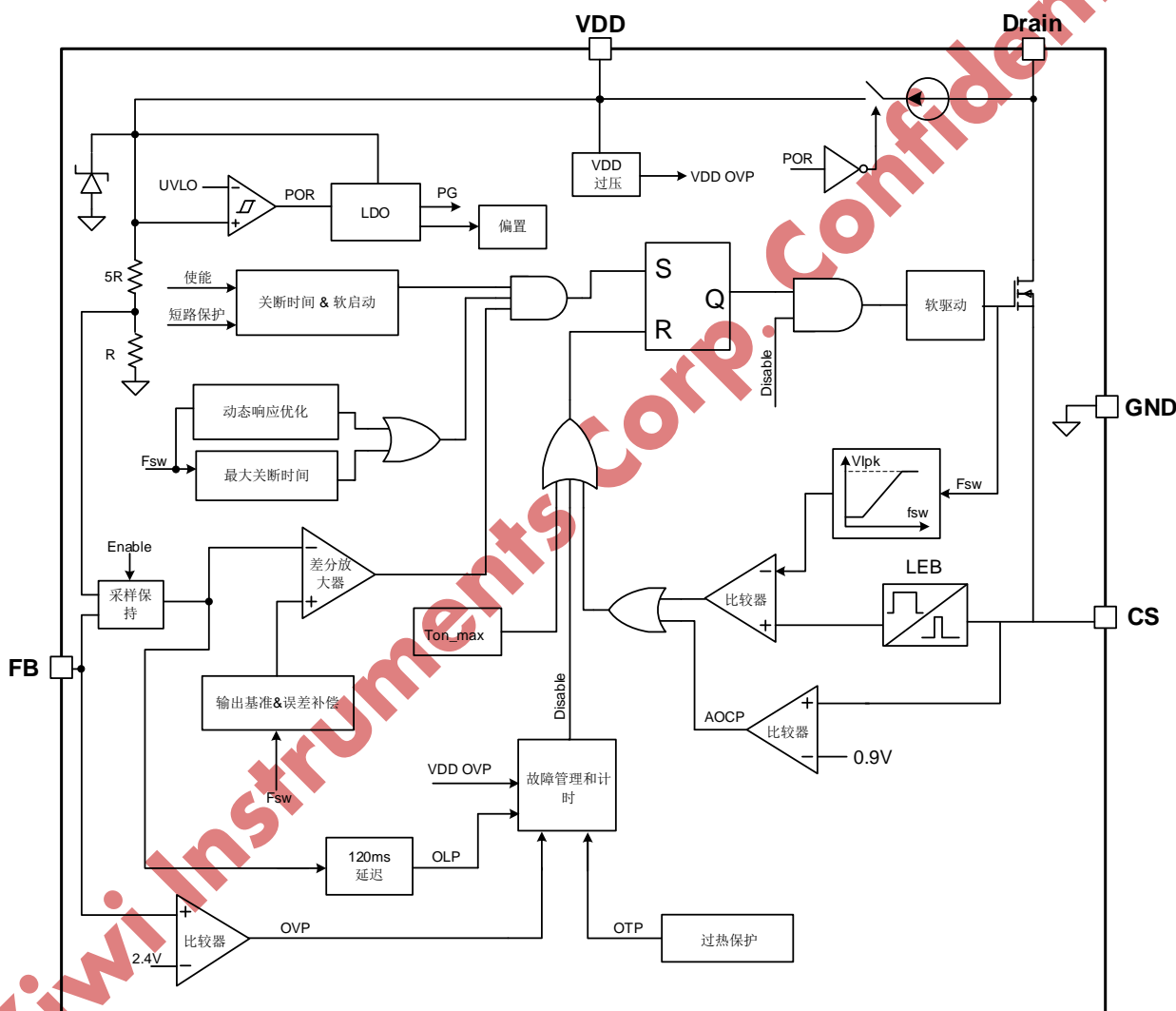
(2) I - 输入；P - 功率；G - 地。

### 订购信息

订购型号 <sup>(3)</sup>	描述
KP321ABSGA, KP3210BSGA, KP3211BSGA	SOP-8, 无卤、编带盘装, 4000 颗 / 卷
KP3210BDP, KP3211BDP, KP3212BDP	DIP-8, 无铅, 50 颗 / 管

(3) 订购型号末位为“A”表示产品以编带包装方式出货。

### 内部功能框图



**极限参数<sup>(4)</sup>**

参数		数值	单位
Drain – GND 耐压		-0.3 to 650	V
VDD – GND 耐压		-0.3 to 30	V
VDD 钳位电流		10	mA
FB, CS – GND 耐压		-0.3 to 7	V
封装热阻---结到环境 (SOP-8)		165	°C/W
封装热阻---结到环境 (DIP-8)		105	°C/W
最高芯片工作结温		150	°C
储藏温度		-65 to 150	°C
焊接温度 (焊接 10 秒)		260	°C
ESD 人体模型 (HBM) <sup>(5)</sup>		3	kV
漏极最大直流电流	KP321AB	0.8	A
	KP3210B	1	A
	KP3211B	2	A
	KP3212B	4	A
漏极最大脉冲电流 (脉冲 100µs)	KP321AB	3.2	A
	KP3210B	4	A
	KP3211B	8	A
	KP3212B	16	A

(4) 超出列表中极限参数可能会对芯片造成永久性损坏。极限参数仅用作标识应力等级，在超出推荐工作条件的情况下芯片可能无法正常工作。过度暴露在超出推荐工作条件下，可能会影响芯片的可靠性。

(5) JEDEC 文件 JEP155 指出，500-V HBM 满足使用标准 ESD 控制流程的安全制造要求。

**推荐工作条件**

参数	数值	单位
芯片工作结温	-40 to 125	°C
开关频率	40 to 60	kHz

**电气参数 (无特殊注明, 环境温度为 25°C)**

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
<b>高压启动部分 (HV 管脚)</b>						
I <sub>HV_st</sub>	HV 脚供电电流	Drain=40V, VDD=6V		1.3		mA
I <sub>HV_leakage</sub>	HV 脚漏电电流	Drain=650V, VDD=12V			50	μA
<b>供电部分 (VDD 管脚)</b>						
V <sub>DD_ON</sub>	VDD 开启电压		6.4	7.5	8.6	V
V <sub>DD_OFF</sub>	VDD 欠压保护电压			6.7		V
V <sub>DD_Reg1</sub>	VDD 调制电压	FB 悬空	12.4	12.6	12.8	V
I <sub>VDD_st</sub>	VDD 启动电流	无开关工作		180		μA
I <sub>VDD_Op</sub>	VDD 工作电流	Fsw=60kHz		800		μA
I <sub>VDD_Q</sub>	VDD 静态电流			200		μA
V <sub>DD_OVP</sub>	VDD 过压保护阈值		26.4	28.5	30.6	V
V <sub>DD_Clap</sub>	VDD 钳位电压	I <sub>VDD</sub> =10mA		30		V
<b>反馈部分 (FB 管脚)</b>						
V <sub>FB_REF</sub>	内部差分放大器输入端基准		1.97	2.0	2.03	V
V <sub>FB_OVP</sub>	输出过压保护 (OVP) 检测阈值			2.4		V
V <sub>FB_OLP</sub>	输出过载保护 (OLP) 检测阈值			1.7		V
T <sub>D_OLP</sub>	过载保护延迟时间			120		ms
<b>电流检测输入部分 (CS 管脚)</b>						
T <sub>LEB</sub>	前沿消隐			350		ns
T <sub>D_OCP</sub>	过流比较器延时			100		ns
V <sub>IPK</sub>	峰值电流阈值		0.49	0.55	0.61	V
V <sub>AACP</sub>	异常过流保护检测阈值			0.9		V
<b>计时部分</b>						
T <sub>OFF_min_norm</sub>	典型最短关断时间		14.5	16	17.5	μs
T <sub>OFF_max_norm</sub>	典型最长关断时间			1.4		ms
T <sub>OFF_max_FDR</sub>	动态响应模式下最长关断时间			420		μs



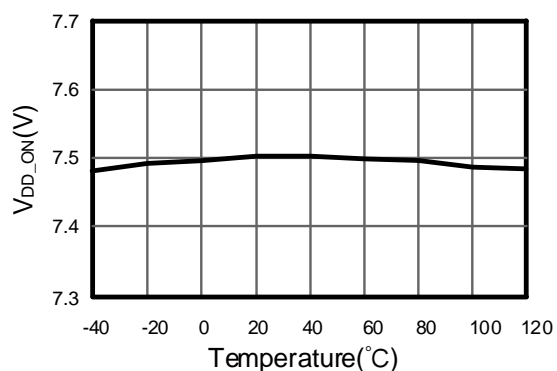
## KP321XB

高性能、低成本离线式 PWM 控制功率开关

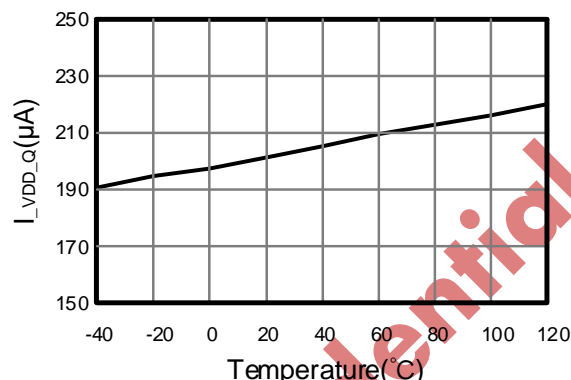
T <sub>ON_max</sub>	最长导通时间			12		μs
T <sub>ss</sub>	内部软启动时间			3		ms
T <sub>Auto_Recovery</sub>	自动恢复延迟时间			1.2		s
过热保护						
T <sub>SD</sub>	过热保护阈值 <sup>(6)</sup>			150		°C
功率 MOSFET 部分 (Drain 管脚)						
V <sub>BR</sub>	功率 MOSFET 击穿电压		650			V
R <sub>dson</sub>	静态导通阻抗	KP321AB		15		Ω
		KP3210B		8		Ω
		KP3211B		4		Ω
		KP3212B		2		Ω

(6) 参数取决于设计，批量生产制造时通过功能性测试。

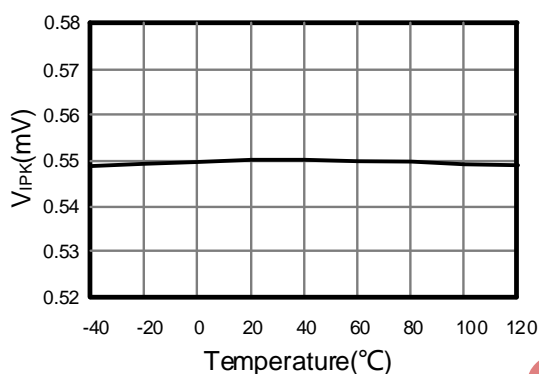
## 参数特性曲线



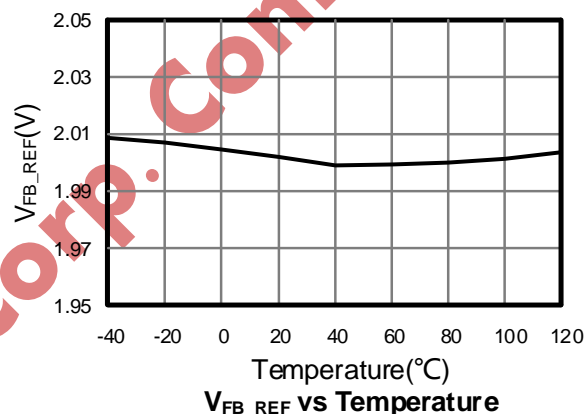
$V_{DD\_ON}$  vs Temperature



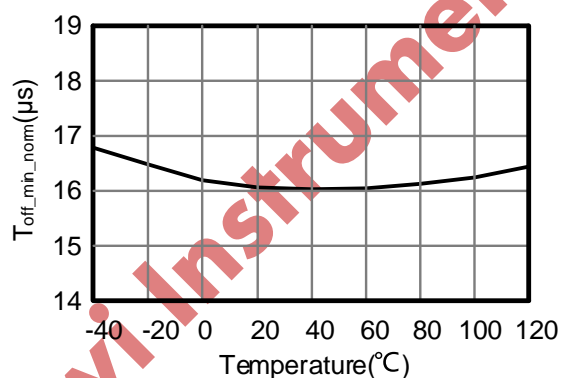
$I_{VDD\_Q}$  vs Temperature



$V_{IPK}$  vs Temperature



$V_{FB\_REF}$  vs Temperature



$T_{off\_min\_norm}$  vs Temperature

### 功能描述

KP321XB 系列是一款集成高压 MOSFET 的多模式 PWM 控制功率开关。该系列产品支持离线式非隔离降压和升降压型拓扑电路，适用于小家电电源和线性电源替代等场所。同时，KP321XB 具有输出精度高和外围成本低的特点。

#### ● 超低静态工作电流

KP321XB 的静态工作电流典型值为 200μA。如此低的工作电流降低了对于 VDD 电容大小的要求，同时也可以提高系统效率。

#### ● 高压启动电路和超低待机功耗 (<50mW)

KP321XB 内置有一个 650V 高压启动单元。在开机过程中该启动单元开始工作，从 Drain 端取电并通过高压电流源对 VDD 电容进行充电，如“功能模块”中所述。当 VDD 电压上升至 V<sub>DD\_ON</sub> (典型 7.5V) 时，芯片开始工作且芯片工作电流增加至约 0.8mA。在稳态工作时，芯片通过反馈二极管由输出进行供电，同时借助高压启动电路，系统待机功耗可以低至 50mW 以下。

#### ● 逐周期峰值电流限制和前沿消隐

KP321XB 内置的峰值电流检测阈值具有随系统工作频率变化而变化的特点，并通过 CS 管脚实现对电感峰值电流的调制。当 CS 管脚采样到的电压超过该阈值时，功率 MOSFET 立即关断直至下一开关周期开始。同时芯片内置有前沿消隐电路 (消隐时间约 300ns)，消隐期间内部的逐周期峰值电流比较器将被屏蔽而不能关闭 MOSFET。

#### ● 多模式 PWM 控制

为满足系统平均效率和空载待机方面的严格要求，KP321XB 采用了调幅控制 (AM) 和调频控制 (FM) 相结合的工作模式，如图 1 所示。

满载情况下系统工作于调频模式 (FM)；重载至轻载阶段，系统同时工作于调频和调幅模式 (FM+AM) 中，以达到良好的调整率和较高的系统效率；当工作于空载附近时，系统将重新进入调频模式以降低待机机损耗。通过这种方式，可以将系统待机功耗降至 50mW 以下。

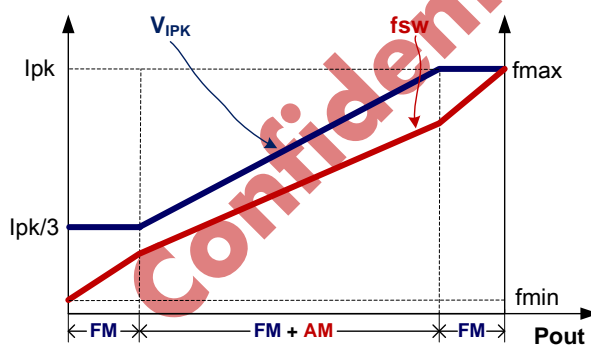


图 1

#### ● 输出恒压控制

KP321XB 通过在每个开关周期中主功率开关关断后对 FB 管脚电压进行采样，获得输出电压信息，再利用内部采样保持电路和恒压控制环路实现续流阶段的 FB 平台电压与内部高精度基准 V<sub>FB\_REF</sub> (典型值 2.0V) 匹配，以获得较高的输出恒压精度。

所以输出电压可近似为：

$$V_o = 2.0V * \frac{R_{up} + R_{down}}{R_{down}}$$

注：由于实际应用中 FB 对输出电压的采样受到隔离二极管影响，需对 FB 分压电阻进行微调。

#### ● 软启动

KP321XB 内集成有 4ms (典型值) 的软启动电路，在芯片启动过程中系统开关频率逐渐增加，而且每次系统的重新启动都会伴随着一次软启动过程。



### ● 输出过压保护 (OVP)

当在连续的 3 个工作周期里 KP321XB 检测到 FB 脚电压高于 2.4V 以上时，芯片将进入输出电压过压保护 (OVP)，随后系统将进入自动重启模式。

### ● 过载保护 (OLP) / 短路保护 (SLP)

当过流或短路情况发生时，输出电压和反馈电压将降低且低于输出过载保护阈值  $V_{FB\_OLP}$ 。如果在 120ms (典型值) 的时间内该状态持续存在，则芯片将停止开关动作并进入自动重启模式 (如下描述)。

### ● 异常过流保护 (AOCP)

在某些情况下 (如重载或者输出短路等)，系统的电感电流峰值将上升过于剧烈。为避免电感峰值电流过大对系统元器件造成损坏，芯片内部设计有异常过流检测模块 (AOCP，典型阈值为 0.9V)。当 CS 电压高于该阈值时，内部功率 MOSFET 即刻关断并保持关断状态持续 128μs。

### ● 过热保护 (OTP)

KP321XB 内部集成的过热保护电路会检测芯片的内部结温，当芯片结温超过 150 度 (典型值) 时，系统进入到自动重启模式。

### ● 优化的动态响应

KP321XB 集成有快速动态影响功能，可降低负载切换时的输出电压跌落。

### ● 消除可闻噪音

KP321XB 通过采用频率调制和 CS 峰值电压调制相结合的多模式控制方式，可实现在全负载范围内有效消除可闻噪音。

### ● VDD 过压保护 (OVP) 和 VDD 电压钳位

当 VDD 电压高于  $V_{DD\_OVP}$  (典型值 28V) 时，芯片

将停止工作。随后 VDD 电压下降至  $V_{DD\_OFF}$  (典型值 7V) 并进入重启模式。此外，芯片内部集成有 30V 稳压管，避免 VDD 脚电压过高而损坏。

### ● 自动重启保护

芯片触发保护后功率 MOSFET 将关断，同时系统进入自动重启模式，芯片内部的计时器开始工作。当计时器计时超过 1.2s 时，芯片将重置并重新开机。开机后若再次触发保护，则系统将再次进入自动重启模式。

### ● 软驱动电路

KP321XB 内置有软驱动电路优化了系统 EMI 性能。

## 应用指南

### ● PCB Layout 指导

PCB Layout 对于 KP321XB 性能表现非常重要，良好的 PCB 布局走线有助于 KP321XB 系统工作稳定，提升 EMI 效果以及散热能力。以下给出的 Layout 指导建议，请结合实际情况加以注意：

#### (1) 功率走线：

如图 2 所示，尽量缩减功率回路走线面积，将由输入电容-IC-电感-输出电容组成的电感励磁回路①以及由电感-输出电容-续流二极管组成的电感去磁回路②缩减至最小环路面积；

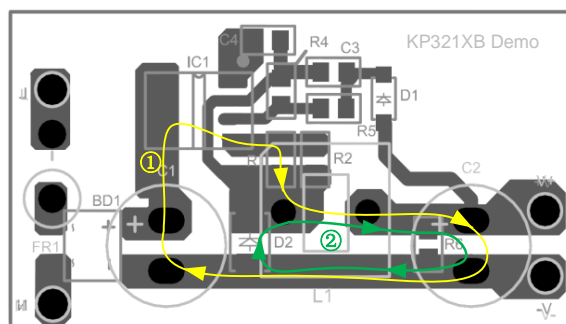


图 2

### (2) FB 反馈网络走线:

如图 3 所示, FB 反馈环路③由电感-反馈二极管-FB 分压电阻//FB 滤波电容-IC 组成。该反馈环路对于系统工作而言至关重要。PCB Layout 时需特别注意其布局走线: a) 尽量将该反馈环路置于主功率回路以外, 同时尽可能缩减该环路走线面积, 以减轻主功率回路对其的干扰影响; b) 芯片 FB 引脚走线切勿过长, 切勿从 IC 底部进行引线, 否则可能导致系统工作异常; c) FB 检测电路 (FB 分压电阻、FB 滤波电容) 尽量靠近芯片, 同时尽量远离功率电感; d) 建议将反馈环路输出电压取样点放在输出电容正端, 同时注意该条走线切勿穿越电感或续流二极管底部, 以免耦合高频杂波干扰系统正常工作; e) 确保反馈回路地与芯片地等信号地线首先连接, 之后再与电感地等功率地单点连接。

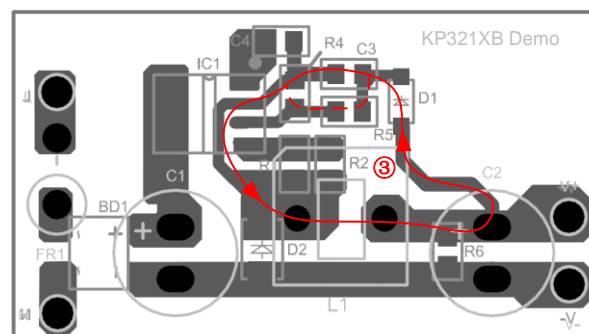
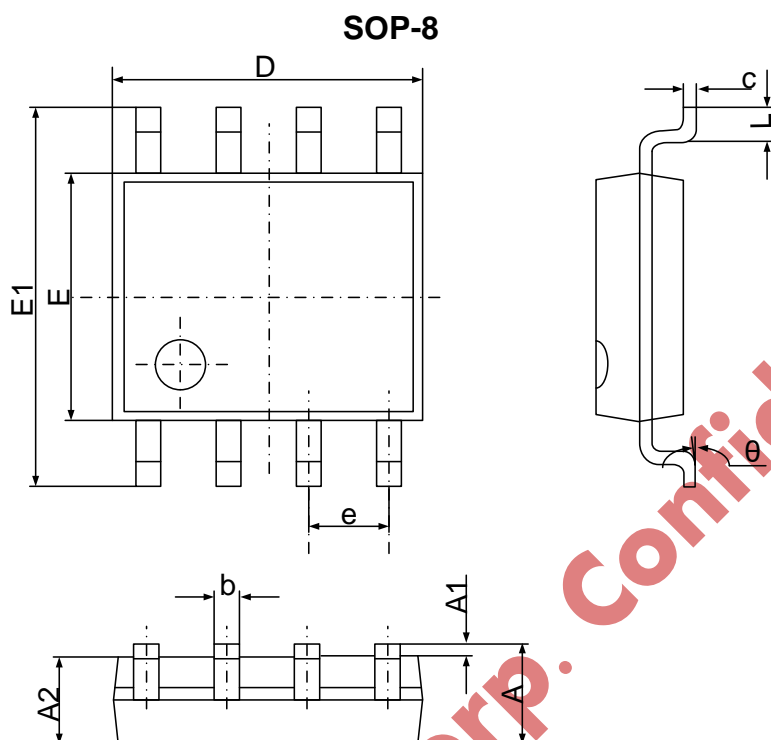


图 3

### (3) 其他注意事项:

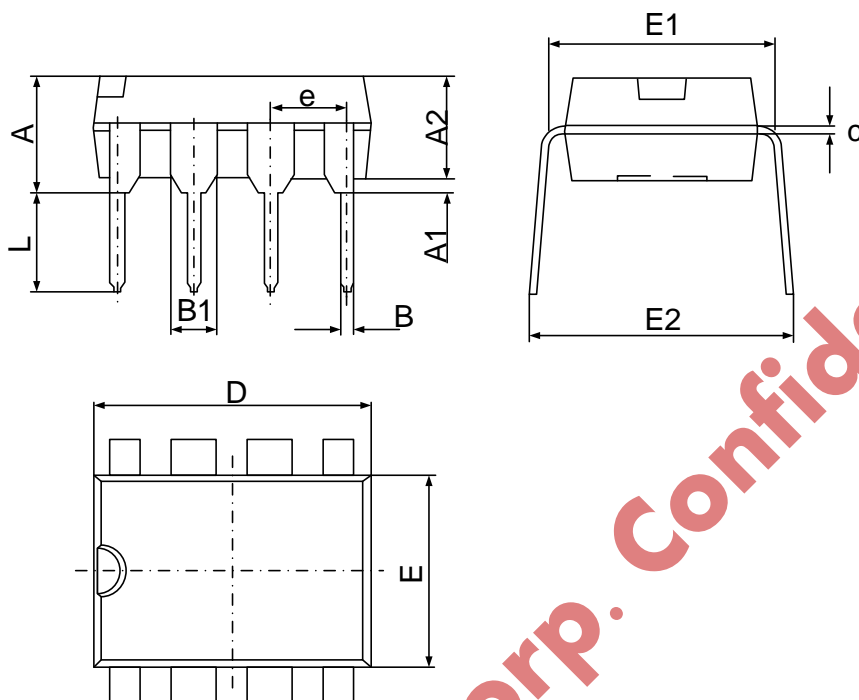
- a) 在整流桥后添加  $\pi$  型滤波电路的情况下, 应确保功率电感远离滤波电感, 以免发生此耦合对 EMC 不利;
- b) PCB 面积允许情况下, 适当增加 IC Drain 端的铜箔面积, 有助于 KP321XB 更好散热。

## 封装尺寸



符号	尺寸 (毫米)		尺寸 (英寸)	
	最小	最大	最小	最大
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.300	1.500	0.051	0.059
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.201
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (中心到中心)		0.050 (中心到中心)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

## 封装尺寸

**DIP-8**


符号	尺寸 (毫米)		尺寸 (英寸)	
	最小	最大	最小	最大
A	3.600	4.150	0.142	0.163
A1	0.510	-	0.020	-
A2	3.150	3.400	0.124	0.134
B	0.380	0.560	0.015	0.022
B1	1.524 (中心到中心)		0.060 (中心到中心)	
c	0.200	0.350	0.008	0.014
D	9.000	9.400	0.354	0.370
E	6.200	6.500	0.244	0.256
E1	7.620 (REF)		0.300 (REF)	
e	2.540 (中心到中心)		0.100 (中心到中心)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	7.620	9.300	0.300	0.366



## 声明

必易微保留在没有通知的情况下对其产品和产品说明书或规格书进行任何修改的权利。客户下单前请获取最新资料。产品说明书或规格书不用于作任何明示或暗示的保证包括但不限于产品的商用性、目的适用性或不侵犯他人权利等，也不用于作任何授权包括但不限于对必易微或第三方知识产权的授权。使用者在将必易微的产品整合到应用中时或使用过程中应确保该具体应用或使用不侵犯他人知识产权或其他权利，因该应用或使用引起纠纷或造成任何损失的，必易微不承担任何法律责任包括但不限于间接责任或偶然损失责任。未经必易微书面说明，必易微的产品非为用于人体植入器械和提供生命支持系统的目的而设计。本声明替代以往版本的声明。

Kiwi Instruments Corp. Confidential