



# QX9931 应用指导书

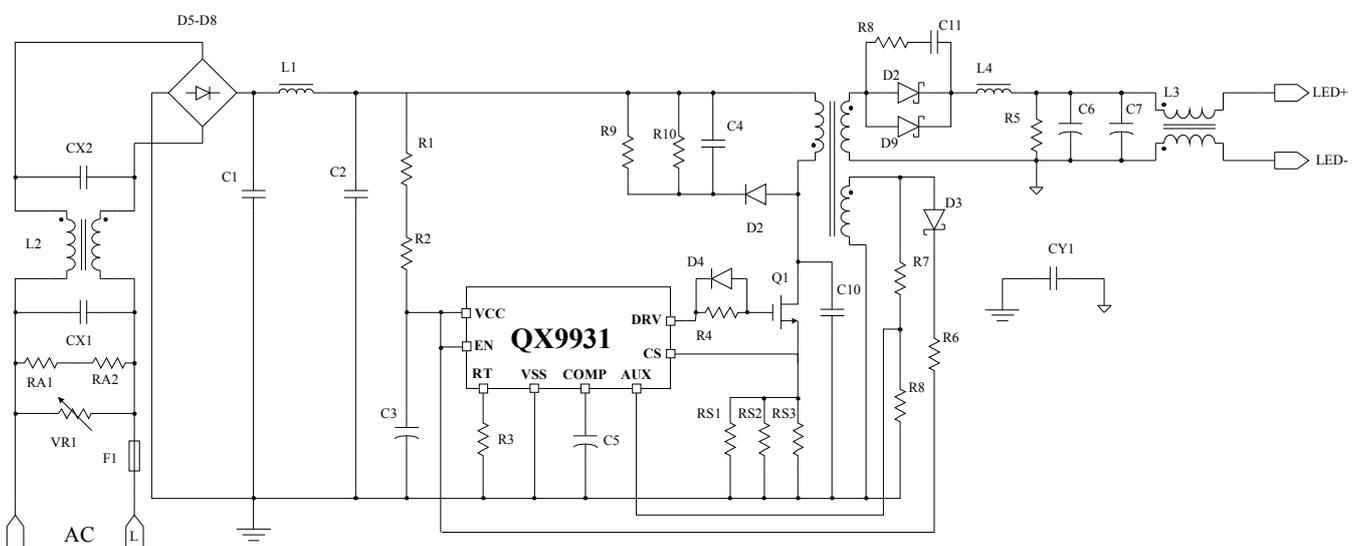
## 高 PF 隔离 18W 日光灯方案

### 概述

QX9931 是一个单级、高功率因素，源边控制交流转直流 LED 驱动芯片。只需极少的外围器件感应源边的电学信息，就可以精确地调制 LED 电流，而不需要光耦及副边感应器件。

QX9931 集成功率因数校正功能，工作在 DCM（断续电流模式）和恒定关断时间模式，可以达到很小的总谐波失真电流。QX9931 同时实现了各种保护功能，包括过流保护(OCP)、过压保护(OVP)、短路保护(SCP)和过热保护（OTP）等,以确保系统可靠地工作。

### 典型应用电路图



### 电路选型建议

1、选择电阻 RSENSE 设定输出电流

QX9931 由于采用了精确的原边反馈技术，LED 电流可以通过如下公式设定：

$$I_{LED} = \frac{V_{FB}}{2 \times R_{CS}} \times \frac{N_P}{N_S}$$

式中，Np 为变压器原边匝数，Ns 为变压器副边匝数，VFB 为芯片内部运算放大器基准电压，其典型电压为 0.2V。

2、频率设定

RT 和 GND 之间的电阻值决定了电流源

对内部的电容的充放电时间，从而确定了 PWM 的中心振荡频率。RT 和开关频率之间的

关系根据以下公式确定：

$$F = \frac{5000}{R_{RT} (K\Omega)} (kHz)$$

3、MOS 管的选择

MOS 管的耐压值应高过最大输入工作电压。选择导通电阻小的 MOS 管有助于提高转换效率。

4、R7, R8 电阻选型

当 LED 开路发生后，输出电压会随之升高，当 AUX 电压在 Mosfet 关闭时刻的电压高于 3.6V，则 QX9931 将关闭驱动信号，直到芯片电源 VCC 电压低于 10V，发生欠压保护，所有保护功能都被清零。AUX 的上下拉分压电阻比例可以设置为：

$$\frac{R_{AUXL}}{R_{AUXL} + R_{AUXH}} = \frac{3.6V}{V_{OVP}} \times \frac{N_S}{N_A}$$

### PCB 布图规则

1、功率回路面积尽可能小

2、QX9931 尽量远离功率开关器件，如变压器，MOS 管

3、QX9931 的 CSN 脚与 RCS 连线尽量短粗。

4、功率地和 IC 的地要分开，最终在输入电容的地上相连

5、IC 的 AUX 脚容易受到干扰，AUX 与 R7, R8 的连线应远离干扰源，并尽量短

### 特点

- AC85V 到 AC265V 交流输入电压
- 高精度恒流 LED 电流 (+/-5%)
- 高达 50W 的输出驱动能力
- 源边感应及恒流机制，无需光耦
- 内置脉冲前沿消隐
- 每周周期峰值电流控制
- VDD 过压保护，输出过压保护
- 短路保护，过温保护

### 应用领域

- LED 球泡灯
- LED 日光灯
- LED 天花灯
- LED 筒灯
- LED 面板灯

## PCB 布图参考

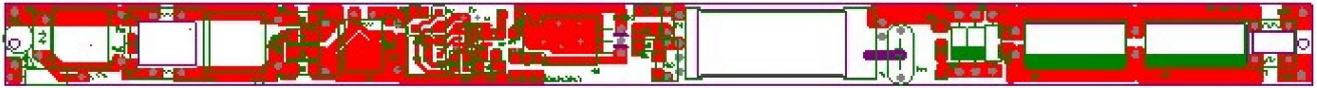


图 1 PCB TopLayer



图 2 PCB BottomLayer



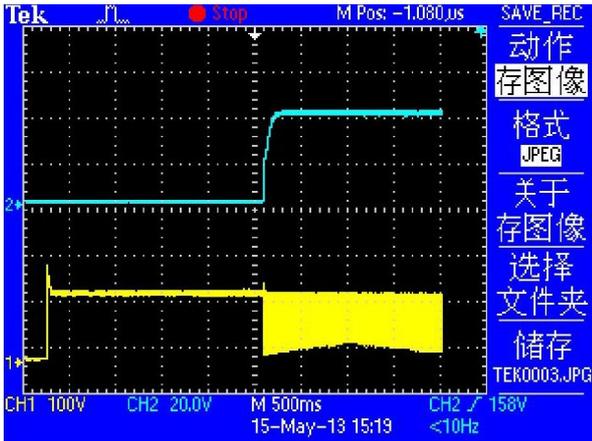
图 3 demo 测试板

## 典型应用参数:

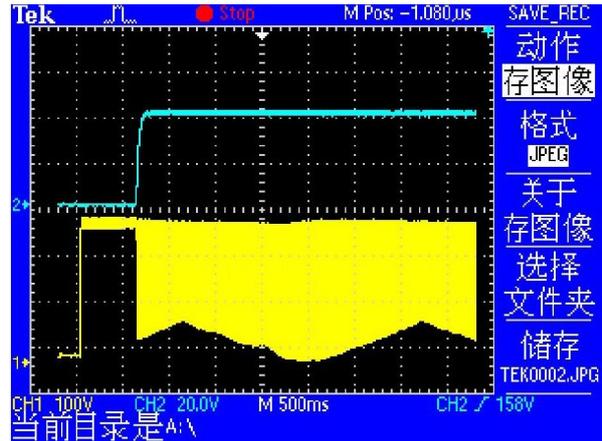
$V_{IN}=90V-264VAC$ , 输出 12 串 24 并 3528,  $I_o=450mA$ ,  $R_{cs}=2$  个 2R00 电阻并联 1R60,  $R_{aux}=51K:10K$ ,  $L_p=450\mu H$ ,  $N_p: N_s: N_a=33:11:5$

$V_{IN}$ (VAC)	$P_{IN}$ (W)	PF	$V_o$ (V)	$I_o$ (A)	$\eta$ (%)
85	19.56	0.997	37.7	0.45	86.73%
110	19.20	0.994	37.7	0.449	88.16%
150	18.87	0.985	37.6	0.448	89.26%
180	18.82	0.971	37.6	0.448	89.50%
220	18.80	0.944	37.5	0.448	89.36%
240	18.79	0.930	37.5	0.448	89.41%
265	18.79	0.901	37.4	0.449	89.37%

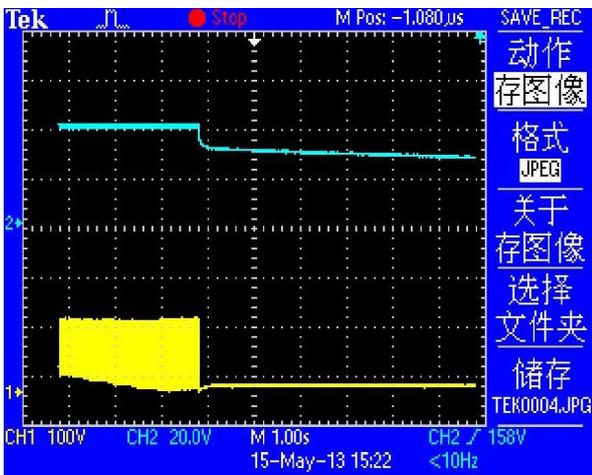
#### 关键波形图:



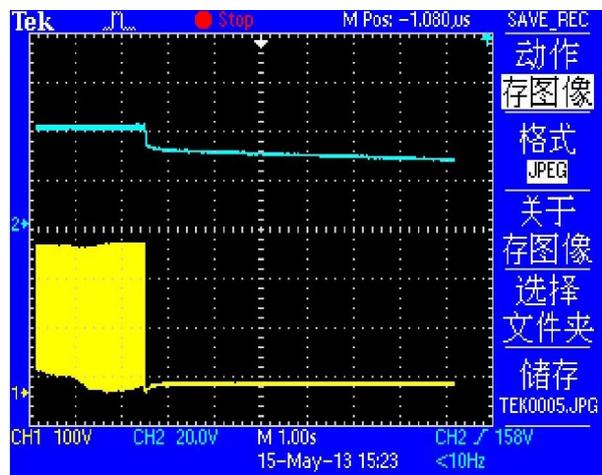
110VAC 启动波形 (1: Vin, 2: Vout)



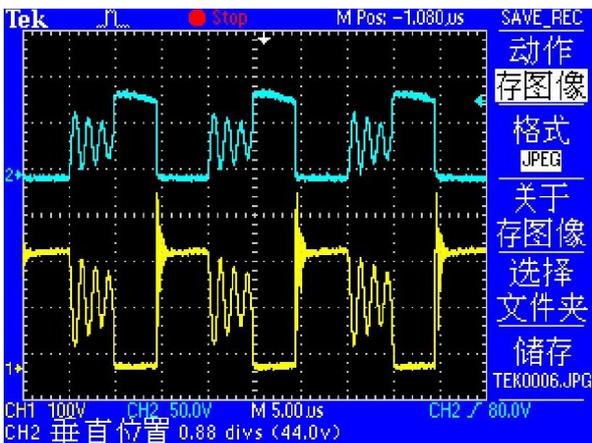
220VAC 启动波形 (1: Vin, 2: Vout)



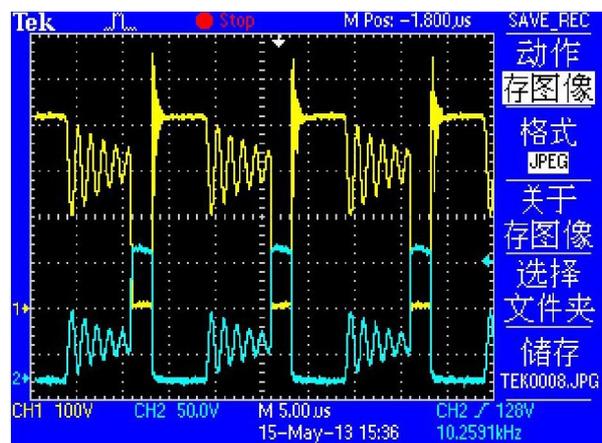
110VAC 关机波形 (1: Vin, 2: Vout)



220VAC 关机波形 (1: Vin, 2: Vout)

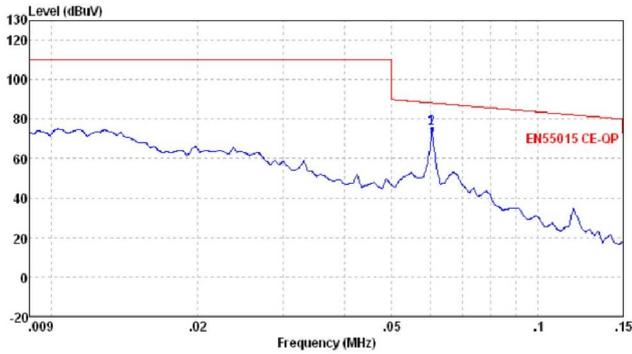


110VAC 器件应力波形 (1: Vds, 2: Vka)

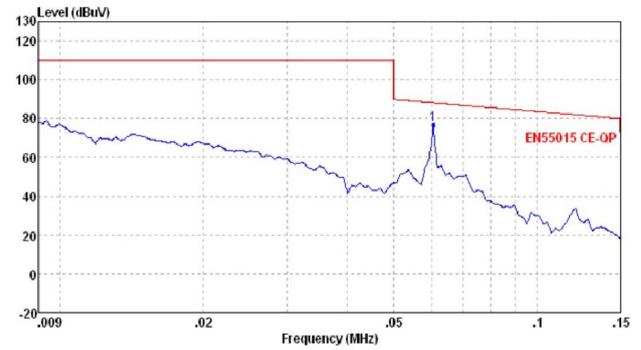


220VAC 器件应力波形 (1: Vds, 2: Vka)

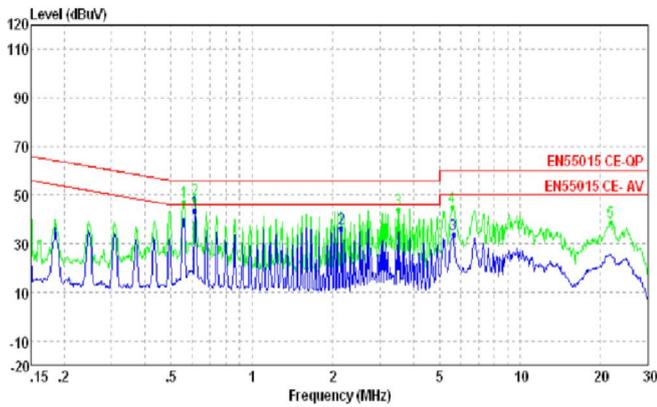
#### EMI 测试图



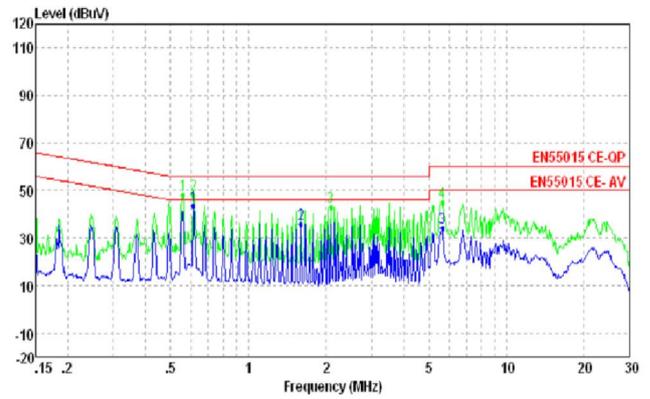
传导 L 线测试



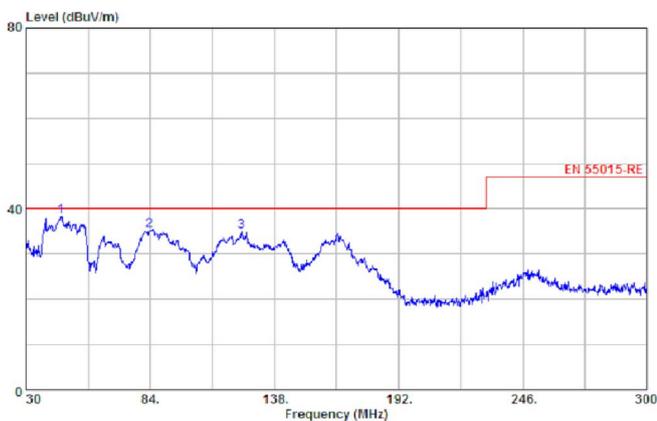
传导 L 线测试



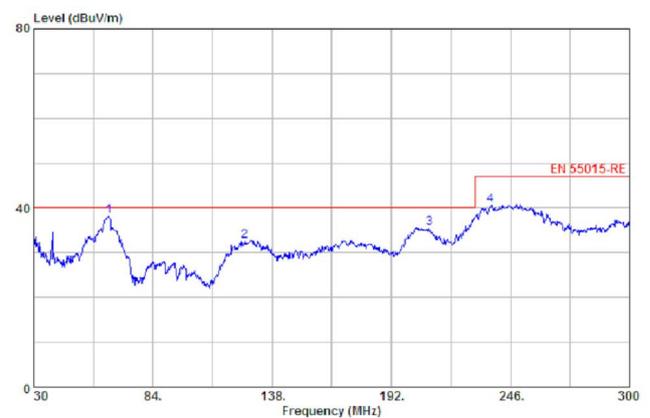
传导 L1 线测试



传导 N1 线测试



辐射水平方向测试



辐射垂直方向测试

#### BOM 参考

位置	型号	封装/说明	类别	品牌	备注
U1	QX9931	SOP-8	IC	QXMD	
L1	2MH ,线径 0.2mm D*L=8*10mm	DIP	工字电感		
Q1	UTC7N65	TO220 塑封	MOS	UTC	
VR1	7D471K	DIP	压敏电阻	松隆	
F1	250V 1.6A 慢断, 玻璃管 4*11	DIP	保险丝		
L3	T9*5*3 ,绕 16 匝 750uH, 带底座 10*10*4mm	DIP	共模电感		
L4	插件带导线,D*L=3.5*9	DIP	穿心磁珠		
C1	223/400V, 脚距 10mm	DIP	CBB 电容		
C2	104/400V, 脚距 10mm	DIP	CBB 电容		
C3	22uF/50V, D*L=5*11mm	DIP	电解电容		
C6 C7	470uF/50V, D*L=10*20mm	DIP	电解电容		
C4	222/1KV, 脚距 4.5mm	DIP	瓷片电容		
C5	2.2uF/35V, X7R	0805	瓷片电容		
C8 C10	47pF/1KV,X7R	1206	瓷片电容		
T1	EDR2810 450uH	DIP	变压器		
L2	EE1408 50mH	DIP	共模电感		
CX1 CX2	0.1uF/275Vac, DIP/13*6*12mm, 脚距 10mm	DIP	X 电容		
CY1	2.2nF/400Vac, 脚距 10mm	DIP	Y 电容		

**BOM 参考**(接上页)

位置	型号	封装/说明	类别	品牌	备注
D1	RS1M	SMA	二极管		
D2 D9	SR2200	DO-15	二极管		
D3 D4	1N4148	MLL34	二极管		
D5 D6 D7 D8	M7, 1A/1KV	SMA	二极管		
Rs3	1R60±1%	1206	贴片电阻		
Rs1 Rs2	2R00±1%	1206	贴片电阻		
R1 R2	510K±5%	1206	贴片电阻		
R3	91K±5%	0805	贴片电阻		
R4	210R±5%	0805	贴片电阻		
R5	47K±5%	1206	贴片电阻		
R6	75R±5%	0805	贴片电阻		
R7	51K±5%	0805	贴片电阻		
R8	10K±5%	0805	贴片电阻		
R9 R10	200K±5%	1206	贴片电阻		
R11	20R0±5%	1206	贴片电阻		
Ra1 Ra2	1M±5%	1206	贴片电阻		
RL1	3.6K±5%	1206	贴片电阻		
PCB	FR-4, 双面板, 尺寸: 274*17*10mm, 板厚: 1.2mm 铜厚 1OZ				

#### 变压器设计参考

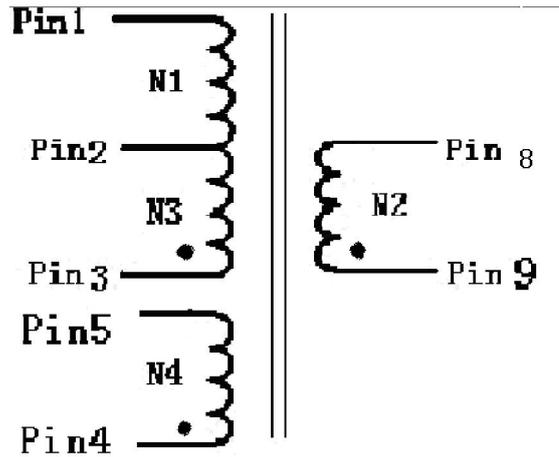


图 9 电气图

(泉芯-表项-加粗) (泉芯-表项)

层数	脚位(起始-结束)	线径	匝数	绕法	备注
<b>N1</b>	3脚—2脚	$\phi 0.25\text{mm}$	15Ts	1层密绕	Lp=450uH $\pm$ 5%,漏感 Lk<40 uH(1KHz/串联测试)
绝缘胶带	—	Tape	2Ts		
<b>N4</b>	4脚—5脚	$\phi 0.3\text{mm} * 2$	5Ts	双线1层密绕	
绝缘胶带	—	Tape	2Ts		
<b>N2</b>	9脚—8脚	$\phi 0.3\text{mm}$ 内径三重绝缘线	11Ts	2层密绕	
绝缘胶带	—	Tape	1Ts		
<b>N3</b>	2脚—1脚	$\phi 0.25\text{mm}$	18Ts	2层密绕	
绝缘胶带	—	Tape	2Ts		

NOTE: 每层之间用绝缘胶带隔离, 请尽量减少漏感, 初级电感量保持在 450uH 左右,磁芯请用 **PC44, TP4A** 以上, 6,7脚请拔掉, 2脚剪去一半以便安装

#### 2. 铁芯和电感量

铁芯: PC44 或者更高替代品 EDR2810

原边 (P1-P3) 电感量  $L_p$  为 450uH, 精度为  $\pm 5\%$ 。

#### 3. 骨架

骨架采用卧式 EDDR2810 (5+4)



**Q&A:**

1、Q: 如何调整线性调整率 ?

A: 等比例调整 R7 R8 的阻值大小, 输出电流随着输入电压的增加而增加, 减小 (R7+R8) 阻值; 输出电流随着输入电压的增加而减小, 增大 (R7+R8) 阻值

2、Q: 如何调整谐波电流?

A: 调节驱动电阻的大小; 调节 R7, R8 的大小;

3、Q: 如何降低变压器的温升?

A: 内置 LED 电源要求元器件温升比较低, 因此控制功率器件的温升就很关键, 尤其是变压器的温升。变压器的损耗主要由绕组上的线损 (铜损) 和磁芯损耗 (铁损) 组成, 为减小铜损, 计算铜线线径时电流密度取 4A/平方毫米比较合适; 为减小铁损, 计算变压器原边匝数时  $\Delta B_{ac}$  取 0.2T 比较合适

4、Q: 如何进行 EMI 处理?

A: EMI 的处理比较复杂, 跟 PCB 布板, 定制元件的参数, 开关器件都有很大关系, 我们这里只提一些基本方法 (主要针对单级 PFC 电路难处理的频段部分):

(1) 1MHZ 以内----以差模干扰为主

可采用 PI 型滤波器处理(如 C1, C2, L1 连接方式); 增大 CX1, CX2 容量; 在整流桥之前添加差模电感; (单级 PFC 电路采用 PI 型滤波器抑制 1MHZ 之前传导干扰效果比较显著)

(2) 5M---以上以共模干扰为主, 采用抑制共模的方法。

可选择紧贴变压器的铁芯粘铜箔, 铜箔闭环. 处理后端输出整流管的吸收电路。

(3) 30---50MHZ 普遍是 MOS 管高速开通关断引起,

可以用增大 MOS 驱动电阻; 或者输出线前端串接一个双线并绕的小共模电感; 在 MOSFET 的 D-S 脚并联一个小吸收电路; 在变压器与 MOSFET 之间加磁珠; 在变压器的输入电压脚加一个小电容; PCB 心 LAYOUT 时输入电容, 变压器, MOS 构成的电路环尽可能的小; 变压器, 输出二极管, 输出平波电解电容构成的电路环尽可能的小。

(4) 50---100MHZ 普遍是输出整流管反向恢复电流引起,

可以在整流管上串磁珠; 调整输出整流管的吸收电路参数; 可改变一二次侧跨接 Y 电容支路的阻抗, 如 PIN 脚处加空心磁珠; 也可改变 MOSFET, 输出整流二极管的管壳向空间的辐射; 增加屏蔽铜箔抑制向空间辐射. 开关电源是高频产品, PCB 的元器件布局对 EMI 影响很大。

5、Q: 低压输入条件下变压器为什么异响?

A: 交流输入 90V 时, 变压器异响可能是以下几个原因引起: L1 的感量过大; C2 的容值偏小; 变压器 T1 的电感量偏大; CS 检测信号, AUX 采样信号, 驱动信号受到严重干扰。

## 声明

- ▶ 泉芯保留电路及其规格书的更改权，以便为客户提供更优秀的产品，规格若有更改，恕不另行通知。
- ▶ 泉芯公司一直致力于提高产品的质量和可靠性，然而，任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，客户有责任在使用泉芯产品进行产品研发时，严格按照对应规格书的要求使用泉芯产品，并在进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险造成人身伤害或财产损失等情况。如果因为客户不当使用泉芯产品而造成的人身伤害、财产损失等情况，泉芯公司不承担任何责任。
- ▶ 本产品主要应用于消费类电子产品中，如果客户将本产品应用于医疗、军事、航天等要求极高质量、极高可靠性的领域的产品中，其潜在失败风险所造成的人身伤害、财产损失等情况，泉芯公司不承担任何责任。
- ▶ 本规格书所包含的信息仅作为泉芯产品的应用指南，没有任何专利和知识产权的许可暗示，如果客户侵犯了第三方的专利和知识产权，泉芯公司不承担任何责任。

## 客户服务中心

泉芯电子技术(深圳)有限公司

地址：中国深圳市南山区南头关口二路智恒新兴产业园 22 栋 4 楼

邮编：518052

电话：+86-0755-88852177

传真：+86-0755-86350858

网址：[www.qxmd.com.cn](http://www.qxmd.com.cn)