

60W 反激电源适配器方案

——基于 XN1043

基本特性

- Burst Mode 功能
- 低启动电流 (6.5uA)
- 低工作电流 (2.3mA)
- 内置前沿消隐
- 内置同步斜坡补偿
- 电流模式工作
- 外部可编程的PWM 开关频率
- 外部可编程的过温保护 (OTP)
- 逐周期电流限制保护 (OCP)
- 可选择内建的系统VDD过压保护 (OVP)
- VDD 过压嵌位保护
- 欠压锁定功能 (UVLO)
- 栅驱动输出电压嵌位 (18V)
- 频率抖动功能
- 恒定输出功率限制
- 过载保护 (OLP)
- 工作时不产生音频噪声

电路原理图和实物照片

85V-265V 交流输入电压VIN 经EMI 滤波器C1、L1 送入桥式整流器BD1, 经滤波大电容C2 输出120—375VDC。保险管F1 的使用是为了防止大冲击电流损坏整流桥。整流后的高压 (120—375VDC) 一端通过变压器的原边接高压MOSFET Drain, 另一端通过电流检测电阻接高压MOSFET 的Source。

为了将高压MOSFET管的峰值Drain 电压限制在BVdss (MOSFET Drain-Source Breakdown Voltage,600V)以下, D2、R3、C3 构成一箝位电路, 它可以将高压MOSFET 在关断时Drain 的电压箝位在BVdss 以下。

为降低芯片的启动损耗, 在芯片启动以后由变压器的辅助绕组、D1、R7、C5 构成的环路给芯片供电。

变压器的副边输出经D4 整流, C7、L2、C8 滤波后得到稳定的12V 输出电压。

高性能的开关电源离不开反馈环路的控制, IC2、IC3 构成一电压反馈环路。R11、R13 组成取样回路, 将输出电压的取样值送给IC3。R12、C9 组成一补偿网络, 为IC3 提供补偿。IC2 将取样值与参考值比较的结果耦合到控制芯片的反馈端FB。

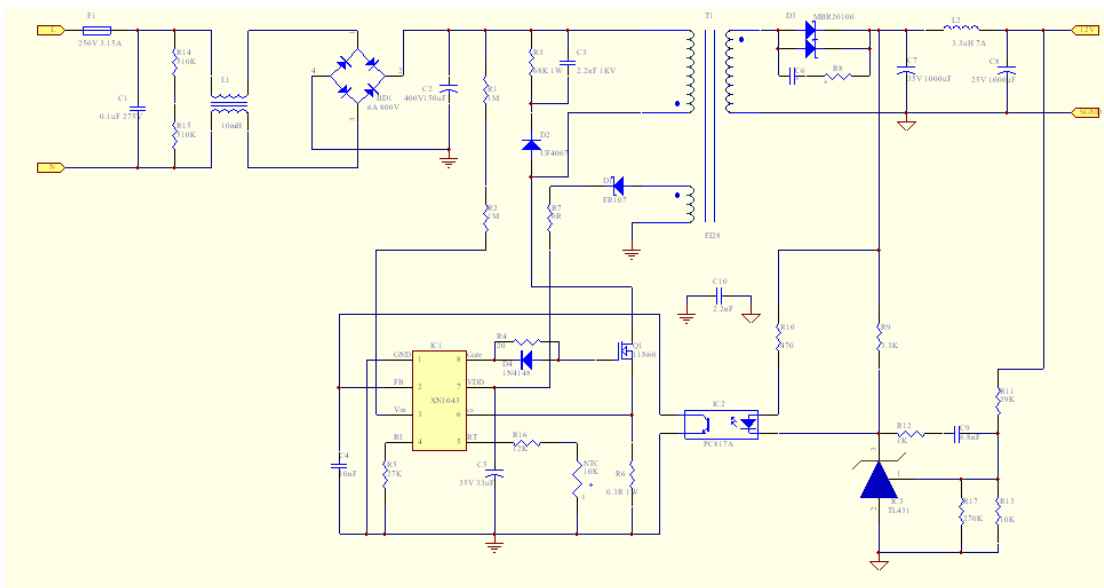


图 1 : 60W 电源适配器原理图

下图是适配器 Demo 板的实物照片。尺寸：92mm*48mm*24.3mm



图 2：60W 电源适配器实物图

电气参数和 BOM

此适配器的主要电气参数如表 1，电路的元器件在成本和可靠性方面作了折中，元器件的数目已减到最低程度。表 2 是详细的材料表。

表一：电气参数表

输入电压范围	85—265VAC
输出电压	12V±5%
输出电流	5A
电源调整率	<±0.2%
负载调整率	<±0.2 %
输出纹波	≤100mV
输出过压保护	有
输出过流保护	85V6.4A / 265V 5.8A
短路保护	打嗝
待机功耗	<0.47W
效率	≥81%

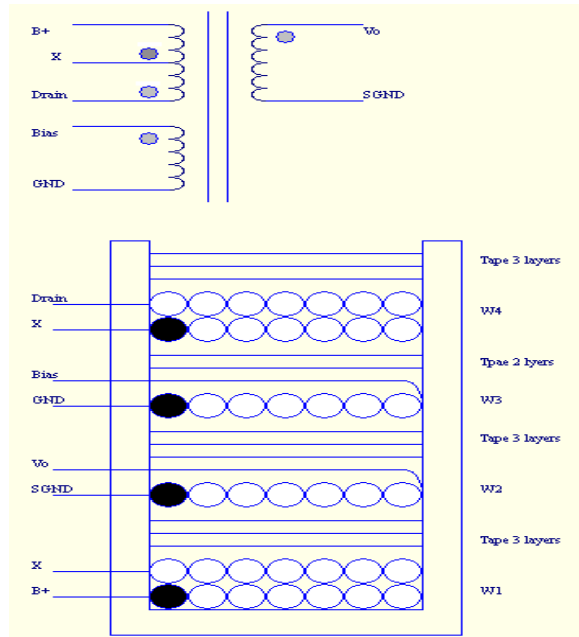
备注：81%为带 1.2m/17#线全电压范围内测试的最小值。

表二：60W 电源适配器 BOM

元件号	类型	型号	数量	封装
F1	Fuse	250V , 3.15A	1	直插
R1	电阻	910K	1	1206
R2	电阻	910K, 1/2W	1	直插
R3	电阻	100 K, 1W	1	1206
R4	电阻	20R	1	1206
R5	电阻	25 K	1	0805
R6	电阻	0.3R, 1W	1	直插
R7	电阻	0R	1	0805
R8	电阻	可选	1	0805
R9	电阻	3.3K	1	0805
R10	电阻	470R	1	0805
R11	电阻	39K 1%	1	0805
R12	电阻	1K	1	0805
R13	电阻	10 K 1%	1	0805
R14, R15	电阻	510K	1	1206
R16	电阻	12K	1	1206
R17	电阻	270K	1	1206
C1	X 电容	0.1uF 275V	1	直插
C2	电解电容	400V 150uF	1	直插
C3	瓷片电容	2.2nF1000V	1	直插
C4	瓷片电容	10nF/50V	1	0805
C5	电解电容	35V,33uF	1	直插
C6	瓷片电容	可选	1	0805
C7	电解电容	35V,1000uF	1	直插
C8	电解电容	25V,1000uF	1	直插
C9	瓷片电容	6.8nF	1	0805
C10	Y 电容	2.2nF Y1	1	直插
BD1	整流桥	KBP307	1	直插
D1	二极管	FR107	1	直插
D2	二极管	UF4007	1	直插
D3	肖特基整流管	MBR20100	1	TO-220
D4	二极管	1N4148	1	1206
Q1	MOS 管	11N60	1	TO-220
T1	变压器	EI28	1	立式骨架
IC1	PWM	XN1043	1	SOP8
IC2	光电耦合器	PC817A	1	DIP4
IC3	误差放大器	TL431	1	TO92
L1	共模电感	10mH UU9.8	1	直插
L2	工字电感	3.3uH	1	直插
Q1 D4	散热片		2	

变压器结构参数

变压器结构图



绕法及参数

T1	起始	结束	线径	匝数
W1	1	2	24#	17T
W2	6、7	9、10	3*23#	5T
W3	5	4	24#	7T
W4	2	3	24#	17T
磁芯	EI28 PC40 或同等材料			
骨架	立式 10 针			
电感量	380uH 1、3 脚间测量 频率 100KHz			
漏感	20uH W2 短路 1、3 脚间测量			

测试数据

表三：输入输出数据

输入电压/Vac	输出电压			输入功率 /W	效率(%)
	Vout_0A/V	Vout_2A/V	Vout_5A/V		
85	12.531	12.146	11.874	73.77	80.5%
110	12.53	12.145	11.865	72.30	82.1%
135	12.529	12.152	11.859	71.83	82.5%
180	12.529	12.155	11.857	71.46	83.0%
220	12.528	12.156	11.857	71.38	83.1%
265	12.528	12.154	11.855	71.50	82.9%

备注：效率值为带 1.2m/17#线测得。

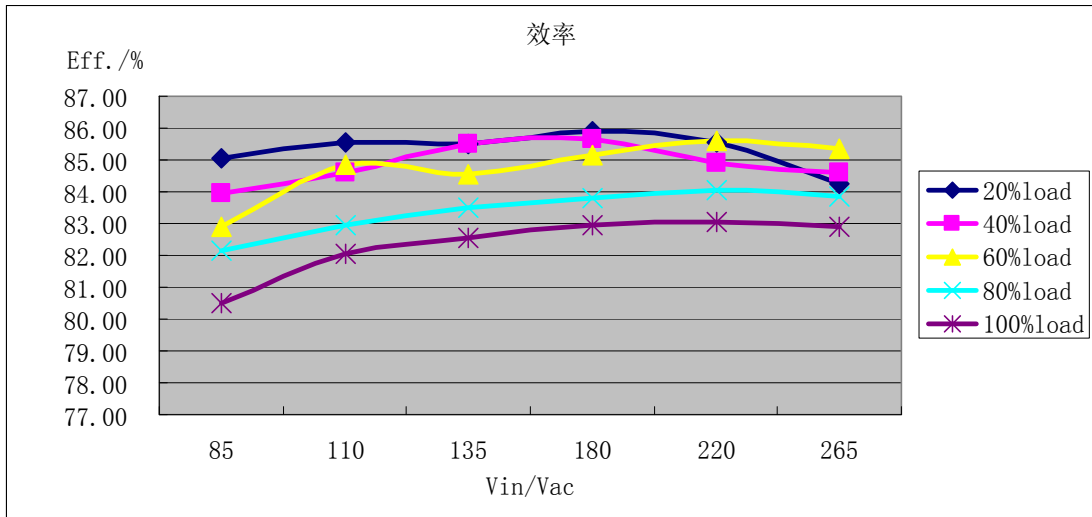


图 3: Vin=85-265Vac 效率曲线

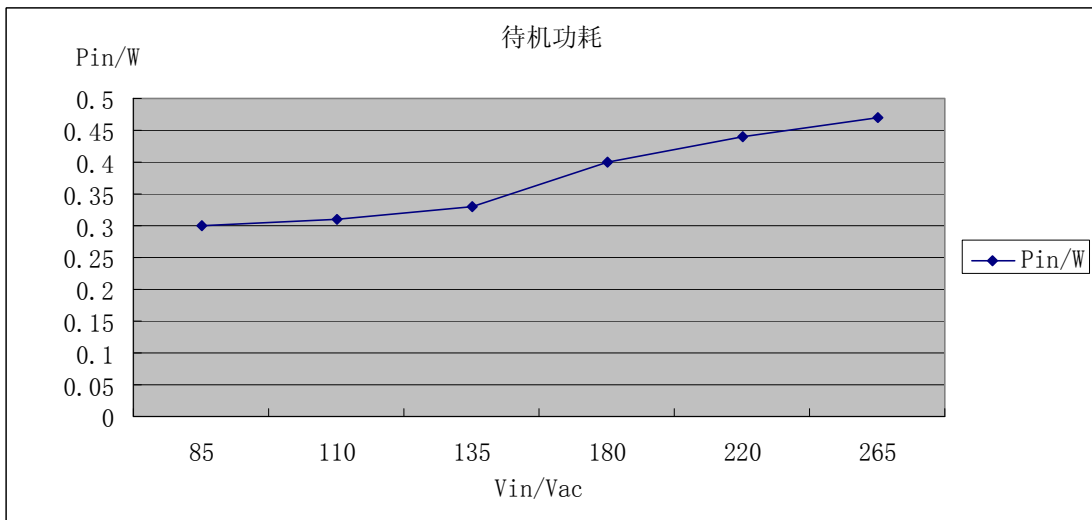


图 4: 待机功耗曲线

测试波形

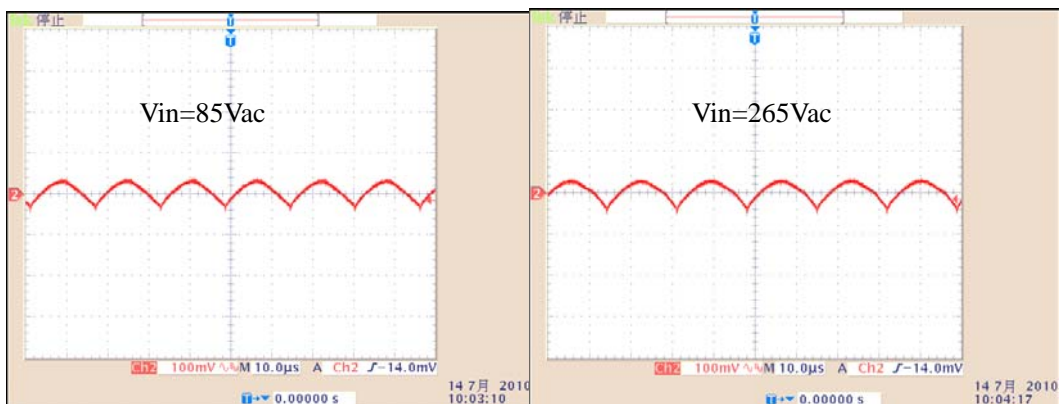


图 5: 输出电压纹波波形

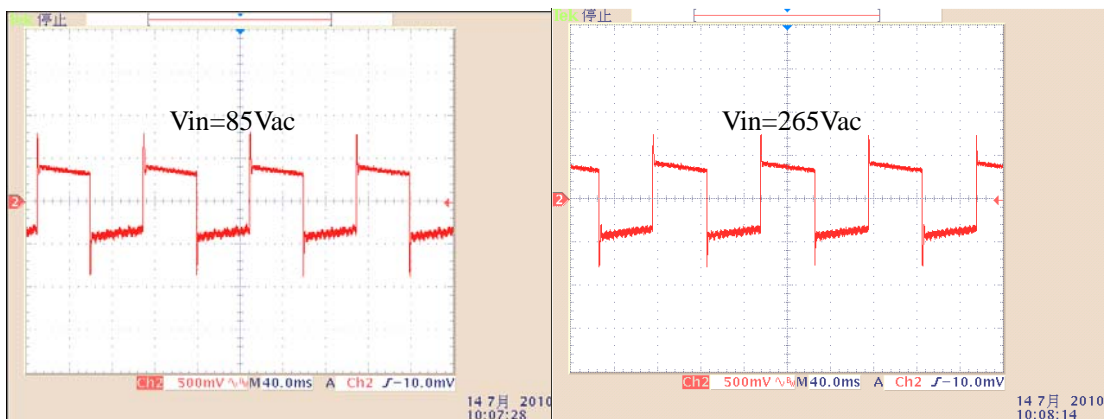


图 6: 输出电压动态响应波形

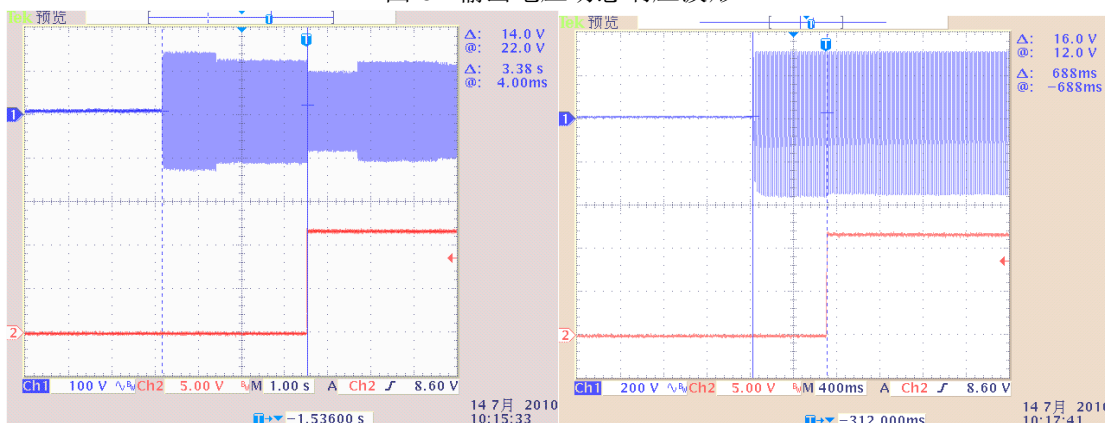


图 7: 85V 启动延时波形

图 8: 265V 启动延时波形

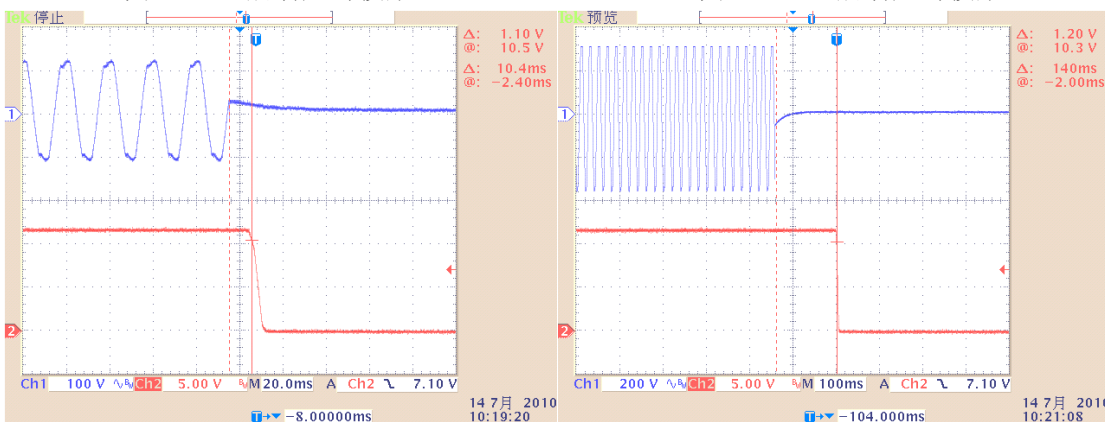


图 9: 85V 关机保持时间波形

图 10: 265V 关机保持时间波形

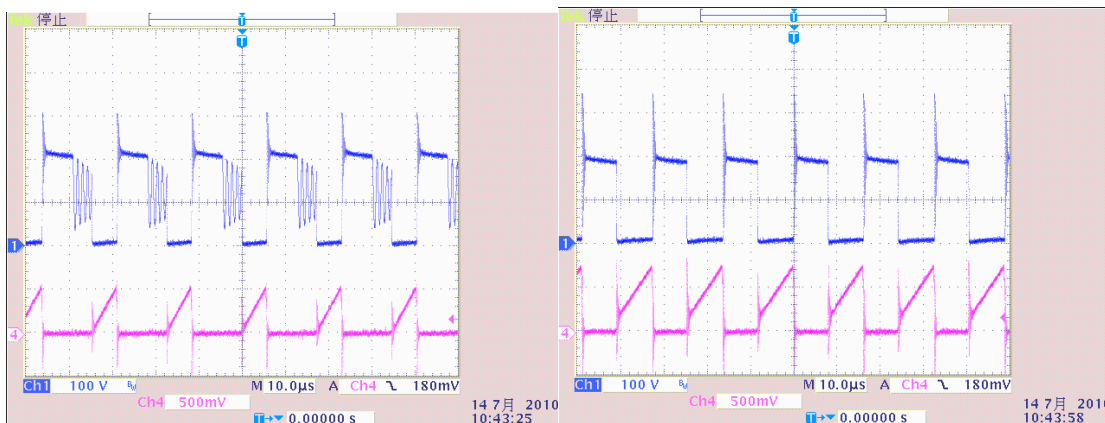


图 11: 85V Vdrain Vcs 波形 Io=2.5A

图 12: 85V Vdrain Vcs 波形 Io=2.5A

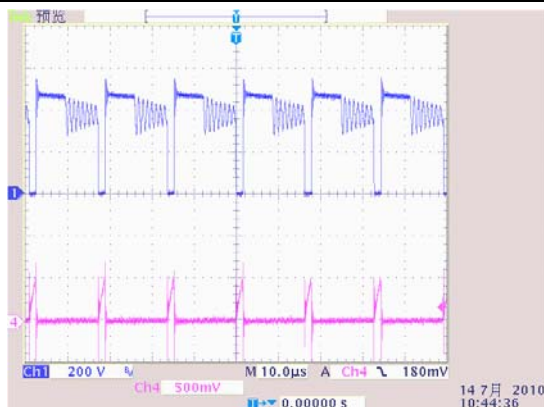


图 13: 265V Vdrain Vcs 波形 Io=0.65A

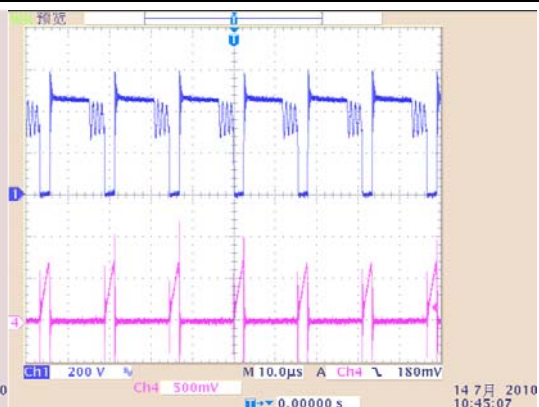


图 14: 265V Vdrain Vcs 波形 Io=1.25A

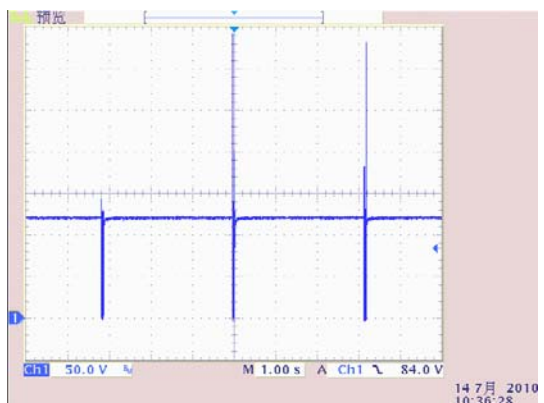


图 15: 85V Vdrain Vcs 波形 输出短路

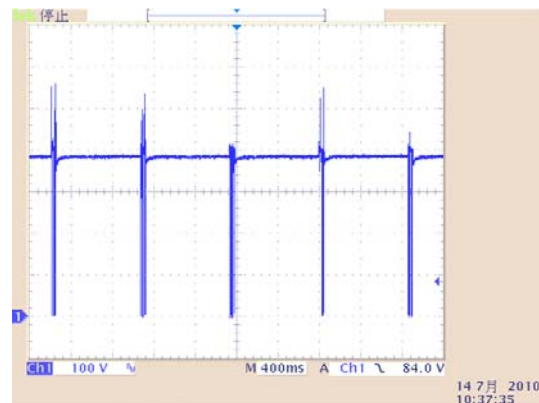


图 16: 265V Vdrain Vcs 波形输出短路

注意事项

• 开关频率的设定

XN1043的开关频率可以通过RI脚外接的电阻来设定。RI 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 的核心振荡频率。RI 和开关频率之间的关系根据以下公式决定：（通常的工作情况下，RI 取Kohm 的级别）

$$F_{osc} = \frac{1560}{RI(Kohm)} (KHz)$$

推荐将 RI 电阻选用 25K，此时对应的工作频率约为 65KHz 左右。

• 启动方式

具有OCP 补偿功能的启动方式：使用3 脚VIN 作启动端时芯片具有OCP 补偿的功能，但仅支持从整流滤波后启动的方式，其启动电路方式见图1 典型电路。

系统的启动时间：

如果需要系统具有更快的启动时间且在系统成本允许的情况下，您可以参考图17。

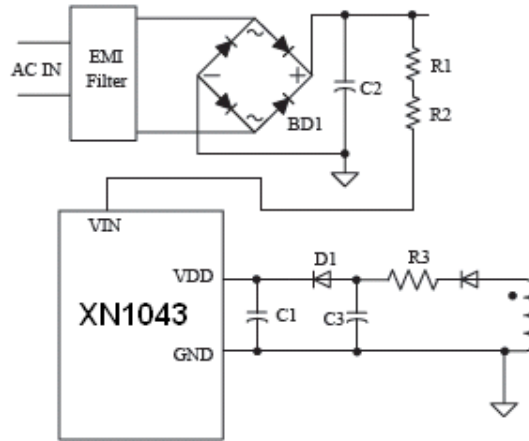


图17:快速启动电路

图19 中的典型电路，电路中C1 的值可以取得较小(但需要考虑系统的稳定性)，R_{IN} 的值可以取得较大(但会受限于OCP 补偿性能，见 OCP 补偿特性说明)，这样既可缩短系统的启动时间同时也可降低系统空载时的损耗。按图19 的电路设计，在12V/5A 的系统中，如果R₁=R₂=910KΩ，R₃=0Ω，C₁=2.2uF，C₂=120uF，C₃=4.7uF，在90Vac/60Hz输入且输出负载为满载时，系统的启动时间实测在1S 以下。

• OCP 补偿特性:

如果系统使用3 脚VIN 端作启动时，系统会具有较好的OCP 补偿特性。当系统的输入电压发生变化时，通过启动电阻流过VIN 端的电流也会发生变化，芯片通过检测该变化值来自动实现补偿，使系统在较宽输入电压范围内的OCP 曲线比较平坦，达到恒功率输出的目的，通过改变启动电阻的阻值(初始设计默认值为1.8MΩ)可以调整OCP 补偿的性能，该补偿性能同时还受系统的工作频率影响，即OCP 补偿特性与流过Vin 端的电流及系统PWM 的频率有较大关系。当工作频率设定后，如果发生过补偿现象，可通过加大启动电阻的阻值来减弱补偿能力，但这将延长系统的启动时间；如果发生欠补偿现象，可通过减少启动电阻的阻值来增强补偿能力，同时这对缩短系统的启动时间也是有帮助的。

影响OCP 补偿平坦度的主要参数:

频率: 基于50KHZ~65KHz 设计。

启动电阻: 基于1.8MΩ 设计。

Sense 端输入: 基于省掉外部R-C 网络设计，见4. Sense 端输入的说明。

• XN1043 RT 端应用电路:

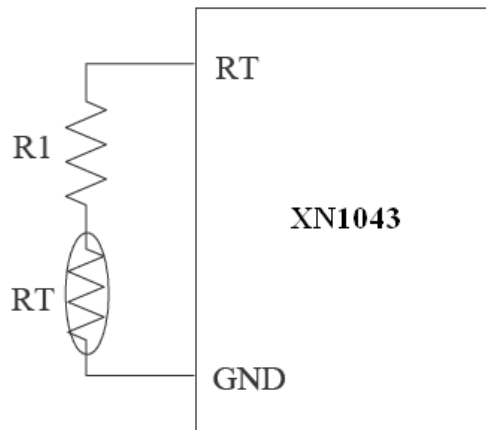


图 18: RT 端应用电路

XN1043可通过外接温度检测电路构成OTP保护电路，电路见上图，图中R1起微调作用，

OTP保护方式为自恢复模式。RT内部连接了一个恒流源,当某种因素导致系统温度上升时,NTC温度补偿电阻受温度升高的影响,其阻值逐渐降低,从而使RT端电压降低,直到RT端电压低于1.09V(典型值)并持续100uS后,GATE停止驱动,电源输出关闭,保护整个系统。当系统内部温度逐渐降低时,温度补偿电阻受温度下降的影响,其阻值逐渐升高,从而使RT端的电压逐渐上升,直到RT端的电压上升到1.165V(典型值)并持续100uS后,芯片自动恢复输出,系统恢复正常工作。由于NTC电阻的精度及生产过程中NTC电阻检测点的不一致性导致系统的OTP点误差较大,推荐R1使用可调电阻,产品在生产时可通过调节该可调电阻阻值来调整系统的OTP的精度,满足不同的客户需求。