

PR6850C 设计指南

西安展芯微电子有限公司

摘要:

本文主要介绍了 PR6850C 的特征和详细的工作原理,描述了一种采用 PR6850C 的反激式隔离 AC-DC 开关电源的简单而高效的设计方法。

芯片特征:

- 低成本、极少的外围元件
- 低启动电流 (约 8 μ A)、低工作电流 (约 2mA)
- 电流模式控制
- 内置同步斜坡补偿
- PWM 频率外部可调
- 轻载工作无音频噪音
- 内置前沿消隐
- 周期电流限制
- GATE 引脚驱动输出高电平钳位 16.8V

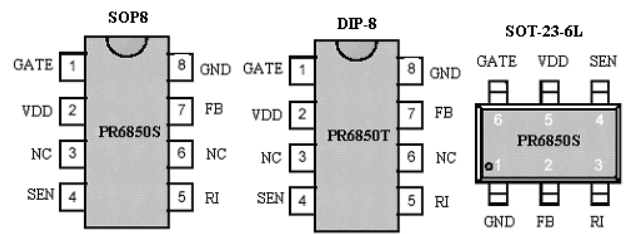
VDD 引脚过压保护 25.5V

SOT-23-6L, SOP8, DIP-8 无铅封装

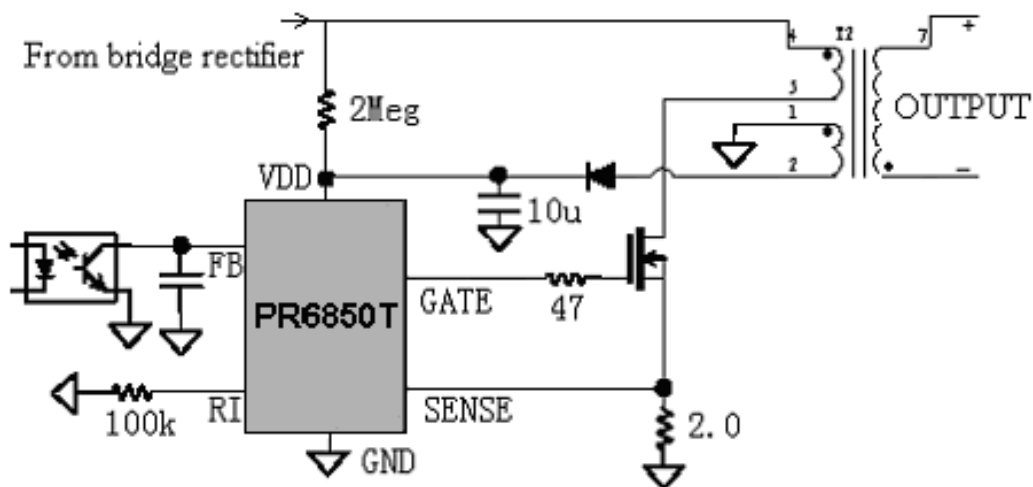
应用领域:

- AC/DC 电源适配器
- 电池充电器
- 开放式电源
- 备用开关电源
- 机顶盒开关电源
- 384X 代替
- 兼容: SG6848J&LD7535&OB2262&OB2263

管脚信息:



典型应用电路图:



一、应用指导

图 1.1 所示为采用 PR6850C 的反激式隔离 AC-DC 转换器的基本电路原理图，本部分将以该电路作为参考，来说明变压器设计、输出滤波器设计、元件选择和反馈环路设计的方法。

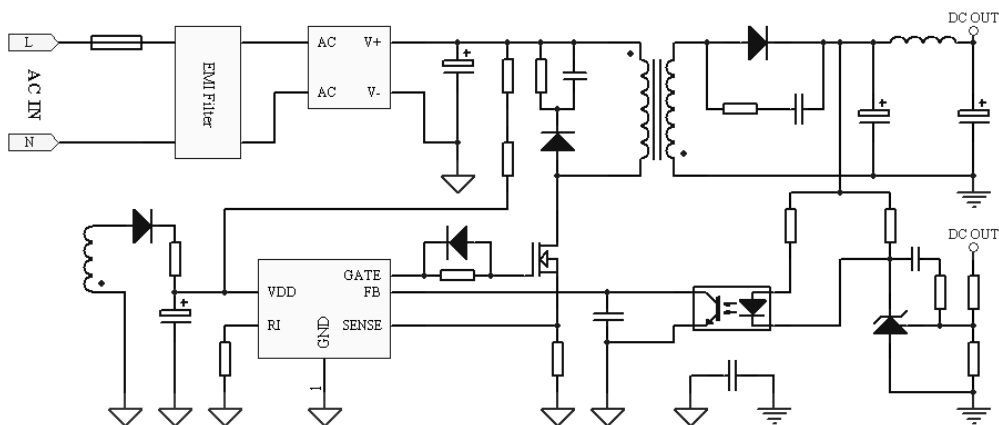


图 1.1 采用 PR6850C 的反激式隔离 AC-DC 转换器的基本电路原理图

1. 确定系统规格

- 最小 AC 输入电压： V_{ACMIN} ，单位：伏特。
- 最大 AC 输入电压： V_{ACMAX} ，单位：伏特。
- 输入电压频率： f_L ，50Hz 或者 60Hz。
- 输出电压： V_O ，单位：伏特。
- 最大负载电流： I_O ，单位：安培。
- 输出功率： P_O ，单位：瓦特。
- 电源效率： η ，如无数据可供参考，对于低电压输出（低于 6V）应用和高电压输出应用，应分别将 η 设定为 0.7~0.75 和 0.8~0.85。
- 计算最大输入功率： P_{IN} ，单位：瓦特。

$$P_{IN} = \frac{P_O}{\eta}$$

2. 确定输入整流滤波电容（ C_{IN} ）和直流电压范围（ V_{MIN} 、 V_{MAX} ）

- 输入整流电容选择
对于 AC 90~264V 宽范围输入， C_{IN} 按 2~3uF/Watt 输出功率选取；
对于 AC 230V 或者 115V 倍压整流输入， C_{IN} 按 1uF/Watt 输出功率选取。
- 最小直流输入电压 V_{MIN}

$$V_{MIN} = \sqrt{2 \times V_{ACMIN}^2 - \frac{2 \times P_O \times \left(\frac{1}{2 \times f_L} - t_c \right)}{\eta \times C_{IN}}}$$

其中， f_L 为输入交流电压频率（50Hz/60Hz）；

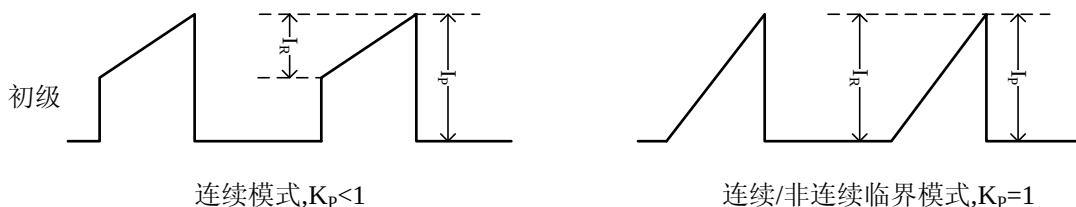
t_c 为桥式整流大额导通时间，如无数据可供参考，则取 3ms；

所有单位分别为伏特、瓦特、赫兹、秒、法拉第。

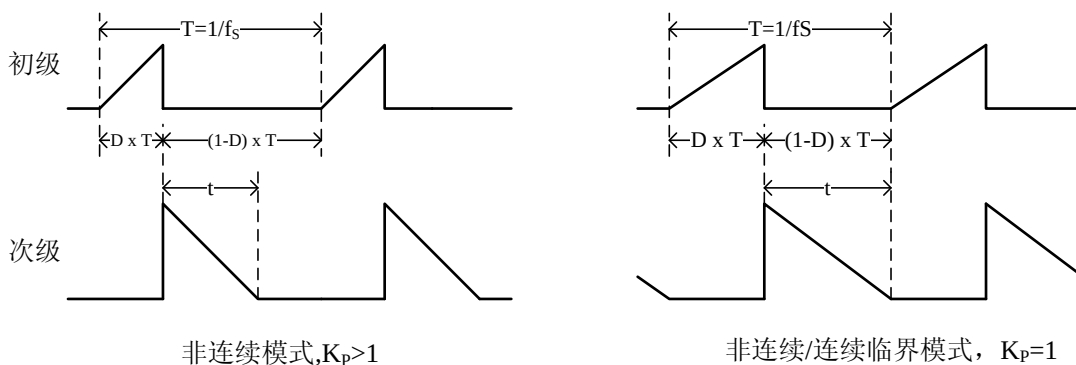
- 最大直流输入电压 V_{MAX}

$$V_{MAX} = \sqrt{2} \times V_{ACMAX}$$

3. 相应工作模式和定义电流波形参数 K_P



a) 连续模式电流波形, $K_P \leq 1$



b) 非连续模式电流波形, $K_P \geq 1$

图 1.2 电流波形与工作模式

- 当 $K_P \leq 1$, 连续模式, 如图 2.2a;

$$K_P = \frac{I_R}{I_P}$$

其中: I_R 为初级绕组脉动电流, I_P 为初级峰值电流。

- 当 $K_P \geq 1$, 非连续模式, 如图 2.2b;

$$K_P = \frac{(1-D) \times T}{t}$$

在连续模式设计中, 宽电压输入时, 设定 $K_P=0.4$; 230V 单电压或者 115V 倍压整流输入时, 设定 $K_P=0.6$ 。

在非连续模式设计中, 设定 $K_P=1$ 。

4. 确定反射的输出电压 V_{OR} 和最大占空比 D_{MAX}

- 反射电压 V_{OR} 设定在 60V~80V。使得 CCM 模式下, 最大占空比不超过 0.5, 避免发生次谐波振荡。
- 连续模式时计算 D_{MAX} :

$$D_{MAX} = \frac{V_{OR}}{(V_{MIN} - V_{DS}) + V_{OR}}$$

- 非连续模式时计算 D_{MAX} :

$$D_{MAX} = \frac{V_{OR}}{K_p \times (V_{MIN} - V_{DS}) + V_{OR}}$$

其中, 设定 PR6850C 外接功率 MOSFET 漏极和源极 $V_{DS}=10V$ 。

5. 用产品手册选择磁芯材料, 确定 ΔB

选择有磁芯材料应该考虑高 B_s , 低损耗及高 u_i 材料, 还要结合成本考量; 建议用 PC40 以上的材质。为了防止出现瞬态饱和和效应以低 ΔB 设计:

$$\Delta B = (60 \sim 80) \% B_m, \text{ 即 } \Delta B = (0.6 \sim 0.8) \times (B_s - B_r)$$

式中: ΔB 为最大磁通密度摆幅, B_s 为饱和磁通密度, B_r 为剩磁, B_m 为最大磁通密度, 一般取在 $0.2 \sim 0.3$ 范围之内, 若 $B_m > 0.3T$, 需增加磁芯的横截面积或增加初级匝数 N_p , 范围之内。如 $B_m < 0.2T$, 就应选择尺寸较小的磁芯或减小初级匝数 N_p 值。

6. 确定合适的磁芯

实际上, 磁芯的初始选择肯定是很粗略的, 因为变量太多了。选择合适磁芯的方法之一是查阅制造商提供的磁芯选择指南。如果没有可参考资料, 可采用下面作为参考。

$$A_p = A_w \times A_e = \frac{P_t \times 10^4}{2 \Delta B \times f \times J \times K_u}$$

传递功率: $P_t = P_o / \eta + P_o$

电流密度: $J = 4 \sim 8 A / mm^2$

绕组系数: $K_u = 0.2 \sim 0.5$

式中, A_p 单位为 mm^4 , A_w 为窗口面积, A_e 为磁芯的截面积, 如图 2.3。 ΔB 为正常操作状态下的最大磁通密度 (单位: 特拉斯 (T))。为了防止磁芯因高温而瞬间出现磁饱和, 对于大多数功率铁氧体磁芯的尺寸越大, A_e 越高, 所做的功率就越大。

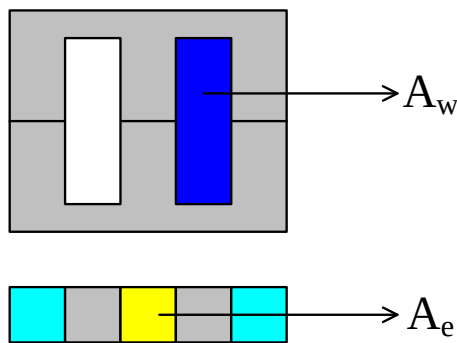


图 2.3 磁芯窗口面积和截面积

7. 估算 DCM/CCM 临界电流 I_{OB}

$$I_{OB} = 80 \% I_{OMAX}$$

8. 计算初级绕组与次级绕组匝数比

$$N = \frac{N_p}{N_s} = \frac{V_{DCMIN}}{V_o + V_D} \times \frac{D_{MAX}}{1 - D_{MAX}} \text{ 或 } N = \frac{N_p}{N_s} = \frac{V_{OR}}{V_o + V_D}$$

其中, N_p 和 N_s 分别为初级侧和次级侧匝数。 V_o 为输出电压, V_D 为二极管正向电压: 对超快速 PN 结二极管选取 $0.7V$, 肖特基二极管选取 $0.5V$ 。 V_{DCMIN} 为最小输入直流电压, D_{MAX} 为设置的最大占空比, V_{OR} 为反

射电压。

9. 计算 DCM/CCM 临界时副边峰值电流 ΔI_{SB} :

$$\Delta I_{SB} = \frac{2I_{OB}}{1 - D_{MAX}}$$

10. 计算 CCM 状态下副边峰值电流 ΔI_{SP} :

$$\Delta I_{SP} = \frac{I_{OMAX}}{(1 - D_{MAX}) + \left(\frac{\Delta I_{SB}}{2}\right)}$$

11. 计算 CCM 状态时原边峰值电流 ΔI_{PP} :

$$\Delta I_{PP} = \frac{\Delta I_{SP}}{N}$$

12. 计算副边电感 L_S 及原边电感 L_P :

$$L_S = \frac{(V_O + V_D)(1 - D_{MAX}) \times T_S}{\Delta I_{SB}}$$

$$L_P = N^2 \times L_S$$

由于此电感值为临界电感，若需要电路工作于 CCM 则可增大此电感值，若需要工作于 DCM 则可适当调小此电感值。

13. 确定原边最小 N_P 匝数与副边 N_S 匝数:

$$N_{P,MIN} = \frac{L_P \times \Delta I_{PP}}{\Delta B \times A_e}$$

其中单位分别为特拉斯、安培、微亨、平方厘米，如无参考数据，则使用 $\Delta B = 0.20 \sim 0.25$ ，以特拉斯 (T) 为单位。

14. 次级绕组和辅助绕组

➤ 初级绕组与次级绕组匝数比:

$$n = \frac{N_P}{N_S} = \frac{V_{OR}}{V_O + V_D}$$

其中， N_P 和 N_S 分别为初级侧和次级侧匝数。 V_O 为输出电压， V_D 为二极管正向电压：对超快速 PN 结二极管选取 0.7V，肖特基二极管选取 0.5V。

然后确定正确的 N_S ，使得最终的 N_P 不得小于 $N_{P,MIN}$ 。有的时候最终的 N_P 比 $N_{P,MIN}$ 大得多，这就需要更换一个大的磁芯，或者在无法更换磁芯时，则通过增加 K_F 值来减小 L_P ，这样，最终的初级侧匝数也会减小。

➤ 辅助绕组匝数

$$N_{AVX} = \frac{V_{DD} + V_{DB}}{V_O + V_D} \times N_S$$

其中， V_{DD} 为辅助绕组整流后的电压， V_{DB} 为偏置绕组整流管正向电压；

考虑到系统在满载和空载转变瞬间，由于能量瞬间导致 V_{DD} 下冲误触发 UVLO，在系统允许的输入电压范围内且输出为空载时，建议 $V_{DD} > 11.5V$ 。

15. 根据有效值电流来确定每个绕组的导线直径。

➤ 当导线很长时 ($> 1m$)，电流密度可以取 $5A/mm^2$ 。当导线较短且匝数较少时， $6 \sim 10A/mm^2$ 的电流密度也

是可取的。应避免使用直径大于 1mm 的导线，防止产生严重的涡流损耗并使绕线更加容易。对于大电流输出，最好采用多股细线并绕的方式绕制，减小集肤效应的影响。

- 检查一下磁芯的绕组窗口面积是否足以容纳导线。所需的窗口面积由以下公式给出：

$$A_w = A_c / K_F$$

式中， A_c 为实际的导体面积， K_F 为填充系数。填充系数通常为0.2~0.3。

16. 确定输出电容的纹波电流 I_{RIPPLE}

- 输出电容的纹波电流：

$$I_{RIPPLE} = \sqrt{I_{SRMS}^2 - I_O^2}$$

17. 确定次级及辅助绕组最大峰值反向电压 V_{SR} , V_{BR}

- 次级绕组最大峰值反向电压：
$$V_{SR} = V_O + \left(V_{MAX} \times \frac{N_S}{N_P} \right)$$

- 辅助绕组最大峰值反向电压：
$$V_{BR} = V_{DD} + \left(V_{MAX} \times \frac{N_B}{N_P} \right)$$

18. 确定 SENSE 电阻

$$R_{SENSE} = \frac{V_{TH-OC}}{I_P}$$

$$\text{SENSE 电阻额定功率} > I_{RMS}^2 \times R_{SENSE}$$

19. 输出电容的选择

- 在 105℃ 及 50KHz 频率下纹波电流的规格：必须大于 I_{RIPPLE}
- ESR 规格：使用低 ESR 的电解电容。输出开关纹波电压等于 $I_{SP} \times \text{ESR}$ 。
- 由于电解电容具有较高的 ESR，所以有的时候只使用一个输出电容是不能满足纹波规格要求的。此时，可以附加一个 LC 滤波器。

电感L：2.2uH~4.7uH，对于低电流（≤1A）的输出使用磁珠是可以的。而较高电流输出可以使用非定制的标准电感。如有必要，可以增大电感的电流额定值从而避免电感上的损耗。

电容C：100uF~330uF。

20. 设计反馈环路

确定穿越频率 f_c 。对于工作于 CCM 模式的反激开关电源来说，应将 f_c 设计在低于 1/3RHP 零点的频率上，以最大限度地减小 RHP 零点的影响。对于 DCM 模式，可将 f_c 设定在较高的频率上，因为此时没有 RHP 零点。

1. 当采用附加LC滤波器时，应将 f_c 设计低于1/3LC滤波器转折频率的地方，因为它会导致-180°的相位差。绝对不要把 f_c 设定得高于LC滤波器的转折频率。如果穿越频率过于靠近转折频率，那么，为抵消后置滤波器的影响。就应当把控制器设计得具有约90°以上的足够相位裕量。

2. 确定补偿电路的直流增益以抵消 f_c 频率上的控制-输出增益。

3. 将补偿电路零点（ f_{zc} ）设置在 $f_c/3$ 附近。

4. 将补偿电路极点（ f_{pc} ）设置在 $3f_c$ 以上。

二、参考电路

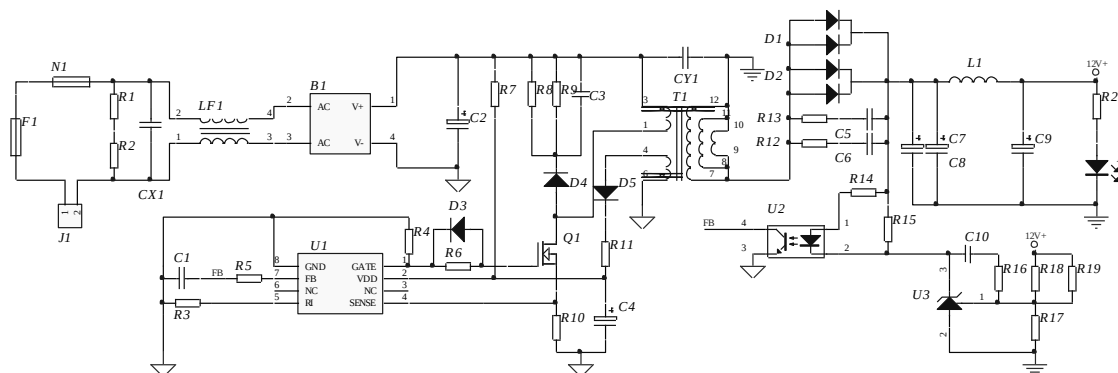


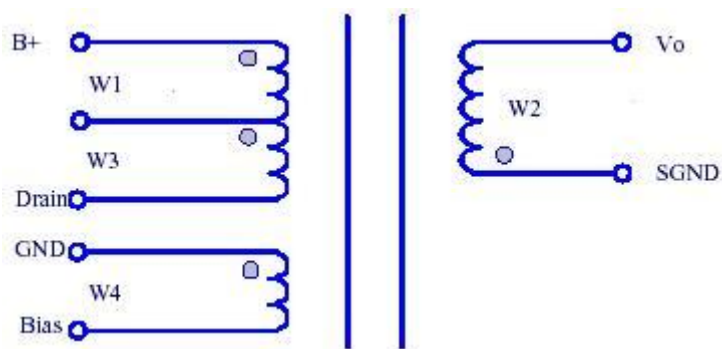
图 3.1 PR6850C 典型电路原理图 (通用输入)

表3.1 基于PR6850C的12V5A适配器元器件清单

Designator	Description	PartType
C1	C/C;DIP;+/-10%;Pintch=100mil	103/63V
C2	C/E;Φ18*32;105℃;+/-20%;nichicon	120uF/400V
C3	C/C;DIP;+/-10%;Pintch=200mil; CBB	103/1KV
C4	C/E;Φ5*11;105℃;+/-20%;panasonic	10uF/50V
C5	C/C;SMD;+/-10%;1206	102/100V
C6	C/C;SMD;+/-10%;1206	102/100V
C7	C/E;Φ10*20;105℃;+/-20%;Pintch=200mil;panasonic	1000uF/25V
C8	C/E;Φ10*20;105℃;+/-20%;Pintch=200mil;panasonic	1000uF/25V
C9	C/E;Φ10*20;105℃;+/-20%;Pintch=200mil;panasonic	1000uF/25V
C10	C/C;DIP;+/-10%;Pintch=200mil;63V	104/63V
CX1	C/X1;+/-20%;275V;Pintch=600mil;DAIN	0.33u/~275V
CY1	C/Y1;+/-20%;Pintch=400mil;	222/400V
B1	BRIGE;4A;600V	KBL406
D1	Schottky Barrier Rectifiers;20A;100V;TO220	Y2010
D2	Schottky Barrier Rectifiers;20A;100V;TO220	Y2010
D3	DIODE;150mA;100V;1206; Fast Recovery	1N4148
D4	DIODE; 1A;1000V;Fast Recovery;DO-41	FR107
D5	DIODE; Fast Recovery; 1A;>150V; DO-41	FR107
D6	GREEN;Φ3mm	LED
R1	RES;SMD;1206;+/-5%	750K
R2	RES;SMD;1206;+/-5%	750K
R3	RES;MOF;+/-3%,1/4W	100K
R4	RES;SMD;1206;+/-5%	20K
R5	RES;SMD;1206;+/-5%	Short (330Ω)
R6	RES;SMD;1206;+/-5%	100Ω

R7	RES;CF;+/-5%,1/2W	2.2M
R8	RES;SMD;1206;+/-5%	200K
R9	RES;SMD;1206;+/-5%	200K
R10	RES;MOF;+/-5%,2W	0.33Ω(0.39Ω)
R11	RES;SMD;1206;+/-5%	10Ω
R12	RES;SMD;1206;+/-5%	47Ω
R13	RES;SMD;1206;+/-5%	47Ω
R14	RES;SMD;0805;+/-5%	1K
R15	RES;SMD;0805;+/-5%	3.3K
R16	RES;SMD;0805;+/-5%	20K
R17	RES;SMD;0805;+/-3%	10K
R18	RES;SMD;0805;+/-3%	39K
R19	RES;SMD;0805;+/-5%;Open	Open (1.5M)
R20	RES;SMD;0805;+/-5%	3.3K
F1	FUSE,T3AL/250V;4.5*14.5L;Glass	F3A/250V
J1	POWER_ACIN	CON3
L1	Φ8*20; 5A	10uH
LF1	FILTER;UU10.5	10mH
N1	NTC;5D-9	5D-9
Q1	MOSFET;7A;600V;TO220	7N60
T1	TRANSFORMER;PQ26-20	PQ2620
U1	SOT23-6/DIP8	PR6850C
U2	DIP4	PC817B
U3	TO92	TL431

变压器示意图及参数配置:



Core & Bobbin	Winding	Start	Stop	Wire Gauge(mm)	Turns
PQ26-20	W1	Pin3	Pin2	0.41*2	18
	W2	Pin10,11,12	Pin7,8,9	0.51*2	6
		Pin10,11,12	Pin7,8,9	0.51*2	6
	W3	Pin2	Pin1	0.41*2	18
	W4	Pin6	Pin4	0.18*1	8

NOTE: $N_p(W1+W3)$ $L_p=450\mu H$ 漏感小于 $25\mu H$, 原边输出管脚加套管。

免责声明

西安展芯微电子有限公司保留对本文档的更改，恕不另行通知！产品提升永无止境，我司将竭诚为客户提供更优秀的服务。

未经我司授权，该文件不得私自复制和修改。

©版权所有 2014 西安展芯微电子有限公司 (Xi'an Power-Rail Micro.Co.,Ltd.)

联系我们

西安公司

地 址：西安市科技二路 77 号西安光电园 A305 & A308 室

电 话：+86-29-88453176 88451562 88451135 (市场部)

传 真：+86-29-88451553 88450476 (市场部)

E-mail : zhuli@power-rail.com

深圳办事处

地 址：深圳市南山区深南西路北侧汇景豪苑海欣阁 15A

电 话：+86-755-86366535 86366536

传 真：+86-755-86110083

E-mail : zhulisz@power-rail.com

香港办事处

地 址：香港新世界荃湾德士古道 62-70 号实业大厦 A 座 12 楼 4 号室

电 话：+852-27968183

传 真：+852-24212307