

CMP6713R

隔离电源变压器驱动器

1. 产品描述

CMP6713R 是全桥式变压器驱动器，芯片内部集成两个 N 型功率 MOSFET 和两个 P 型功率 MOSFET，通过内部振荡器提供具有精准时序和死区时间的互补驱动信号。驱动器搭配配套的变压器，可以实现输入电压 6.5V-30V，输出功率不超过 5W 的隔离电源。采用不同的变压器，外围只需搭配简单的输入输出滤波电容，隔离变压器和整流电路，即可获得多种电压的非稳压输出。产品提供电阻选频功能，可以在 200-420 kHz 范围内连续调整开关频率，并且同时实现抖频。

2. 产品特点

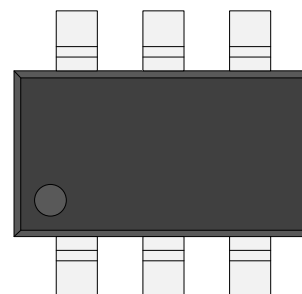
- 精简和紧凑的 SOT23-6 封装
- 抑制功率变压器的偏磁或饱和
- 长期短路保护和自恢复功能
- 集成限流/欠压/热关断保护
- 扩频时钟
- 软启动特性

3. 产品应用

- 隔离 RS-485/RS-232 的辅助电源
- 隔离 ADC/DAC/放大器的辅助电源
- 隔离 CAN，隔离 I²C 的辅助电源
- 隔离栅极驱动器的辅助电源

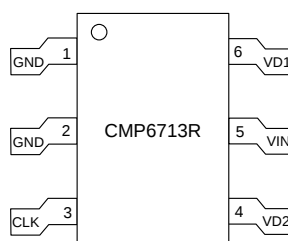
4. 外形信息

产品型号	封装	封装尺寸(标称)
CMP6713R	SOT23-6	2.92 x 1.60 (mm)



封装示意图

5. 引脚定义及功能说明



引脚		描述
名称	编号	
GND	1	芯片地，PIN 1 和 PIN2 必须同时接地
GND	2	芯片地，PIN 1 和 PIN2 必须同时接地
CLK	3	振荡器时钟调节输入 - 引脚悬空或接地时工作频率的典型值为 240kHz，可外接电阻到 GND 引脚用于调节振荡器的工作频率 $F_{sw}(kHz)=5326/R_{clk}(k\Omega)$; R_{clk} 为外接电阻。
VD1	4	变压器驱动输出 1
VIN	5	电源输入 在 VIN 到 GND 之间放置 1uF 以上的电容，电容尽量靠近器件放置
VD2	6	变压器驱动输出 2

6. 电路参数

6.1. 绝对额定范围

参数		最小	最大	单位
VIN	输入电压	-0.3	34	V
VD1,VD2	功率管漏极电压			
CLK	时钟调频输入电压	-0.3	5.5	V
$I_{VD1(PK)}, I_{VD2(PK)}$	功率管峰值电流		1.2	A
T_{JMAX}	最大工作结温		150	°C
T_{STG}	储存温度	-55	150	°C
ESD	人体模型(HBM)	-2000	2000	V

6.2. 建议工作条件

参数	最低	标称	最高	单位
----	----	----	----	----

V_{IN}	输入电压	6.5	-	30	V
I_{VD1}, I_{VD2}	功率管漏极电流	-	-	0.3	A
T_J	工作结温	-40		125	°C

6.3. 电压 12.0 V(±10%)电气特性

在没有特别说明的情况下，以下参数在 $V_{IN}=12V$ ，温度 $T_A=25^{\circ}C$ 的条件下测得。

参数	测试条件	最低	典型值	最高	单位
f_{SW0}	默认中心频率	192	240	280	kHz
f_{SW1}	外接电阻调频 (CLK 接 15KΩ电阻到地)	326	350	390	kHz
输入引脚 VIN					
V_{IN}	输入电压范围	6.5		30	V
$V_{IN(ON)}$	V_{IN} 上升		5.7		V
$V_{IN(OFF)}$	V_{IN} 下降		5.4		V
I_Q	VD1, VD2, CLK 悬空静态电流		1.7	2.8	mA
输出端口(VD1/VD2)					
DMM	VD1/VD2 脉宽失配比例		0%		
$R_{DSN(ON)}$	NMOS 功率管导通电阻 ($T=25^{\circ}C$, $I_{DS}=0.2A$)		0.4		Ω
$R_{DSP(ON)}$	PMOS 功率管导通电阻 ($T=25^{\circ}C$, $I_{DS}=0.2A$)		0.80		Ω
V_{SLEW}	电压摆率 (VD1 和 VD2 之间接 240Ω电阻)		420		V/us
T_{BBM}	VD1/VD2 间隔时间 (VD1 和 VD2 之间接 240Ω电阻)		190		ns
I_{LIM}	电流钳位限制(VD1/VD2 短路)	580	720	860	mA
过温保护					
T_{SHDN}	过温保护阈值, 温度上升	140	150	165	°C
$T_{SHDN(HYS)}$	过温保护阈值迟滞, 温度下降		20		°C
$T_{OFFMIN(OTP)}$	过温保护最小关断时间		2^{18}		T_{SW}
软启动					
T_{SS}	软启动时间 (限流上升至 I_{LIM} 的时间, 默认频率)		1.60		ms

7. 典型特征

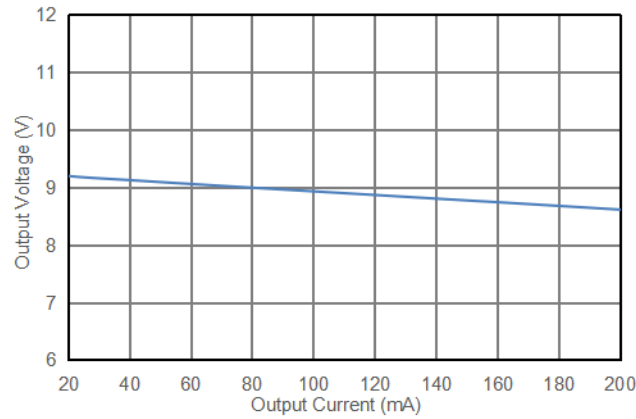


图 7.1 输出电压 vs 输出电流
(CMP6713R+CMT68F1N, 12V to 9V)

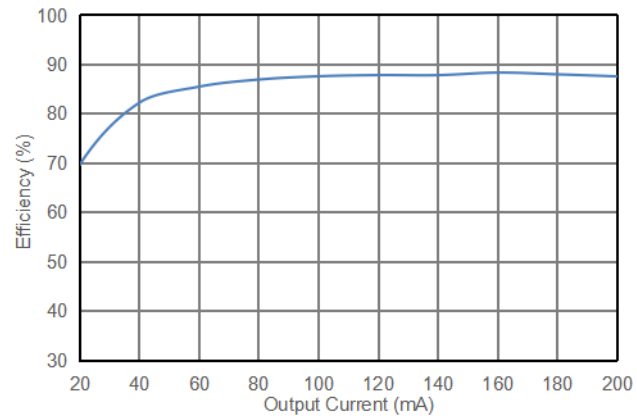


图 7.2 转换效率 vs 输出电流
(CMP6713R+CMT68F1N, 12V to 9V)

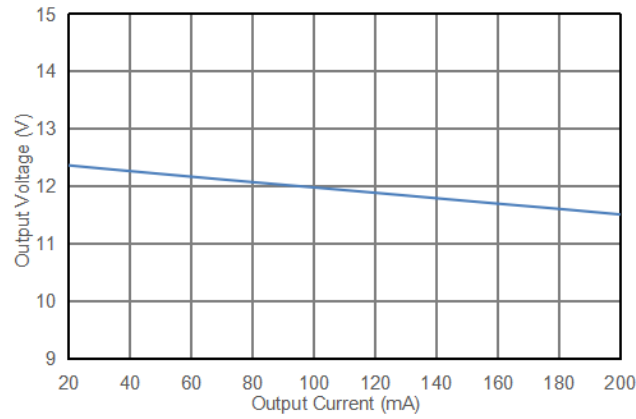


图 7.3 输出电压 vs 输出电流
(CMP6713R+CMT78F0N, 12V to 12V)

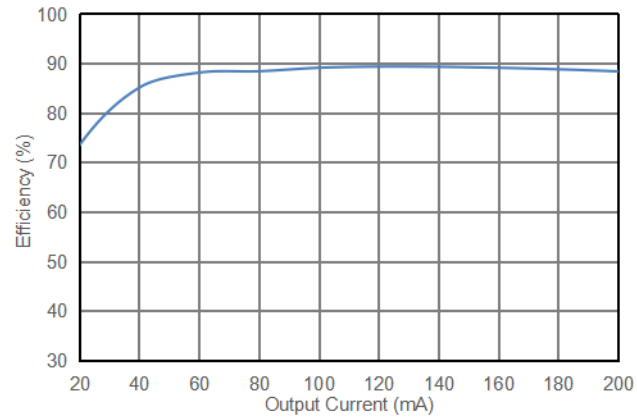


图 7.4 转换效率 vs 输出电流
(CMP6713R+CMT78F0N, 12V to 12V)

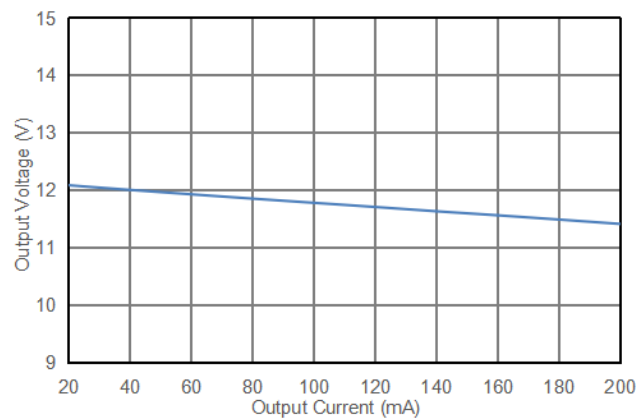


图 7.5 输出电压 vs 输出电流
(CMP6713R+CMT78F2N, 15V to 12V)

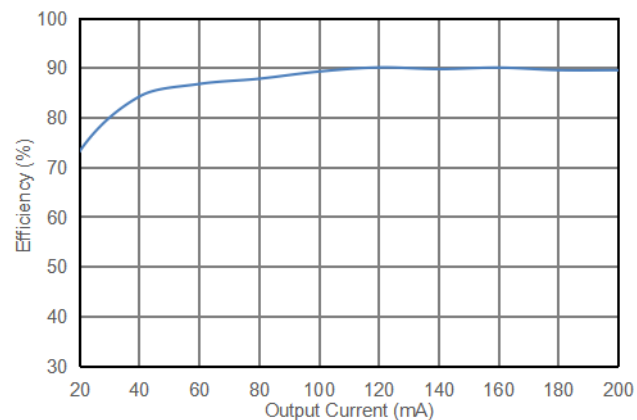


图 7.6 转换效率 vs 输出电流
(CMP6713R+CMT78F2N, 15V to 12V)

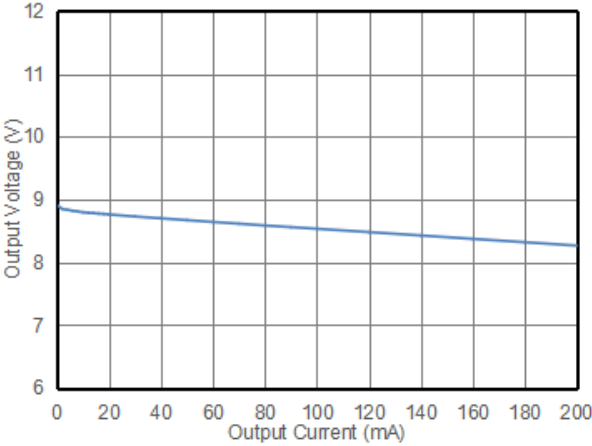


图 7.7 输出电压 vs 输出电流
(CMP6713R+CMT78L1N, 12V to 9V)

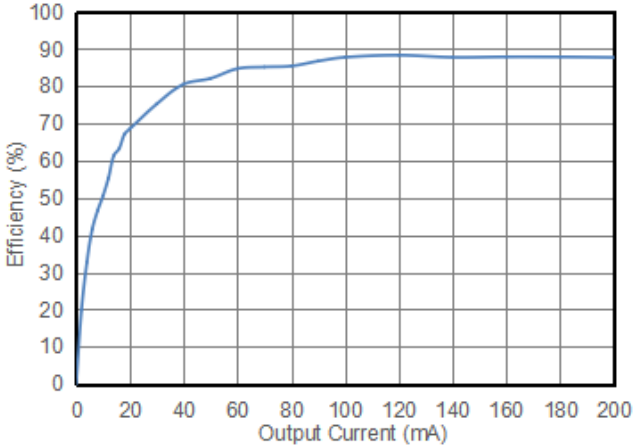


图 7.8 转换效率 vs 输出电流
(CMP6713R+CMT78L1N, 12V to 9V)

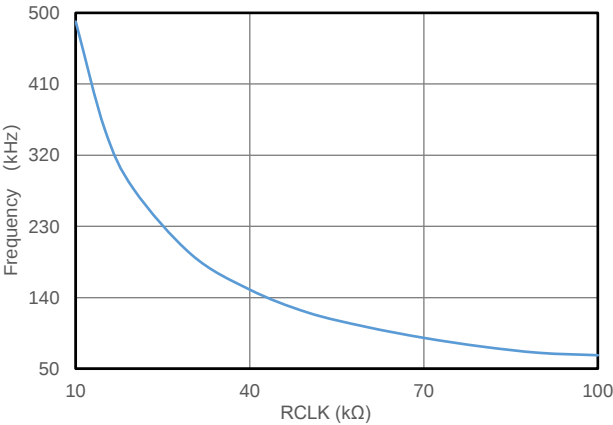


图 7.9 工作频率 vs CLK 电阻

8. 应用指南

8.1. 功能描述

CMP6713R 是全桥式变压器驱动器，驱动器搭配配套的变压器，兼容性强。可以实现输入电压 6.5V-30V。输出功率不超过 5W 的非稳压隔离电源。内部提供具有精准时序和死区时间的互补驱动信号确保在工作时不出现 NMOS 和 PMOS 同时导通的现象。芯片集成了过流检测保护和过温保护，避免在开关电源输出短路等异常情况下损坏器件。

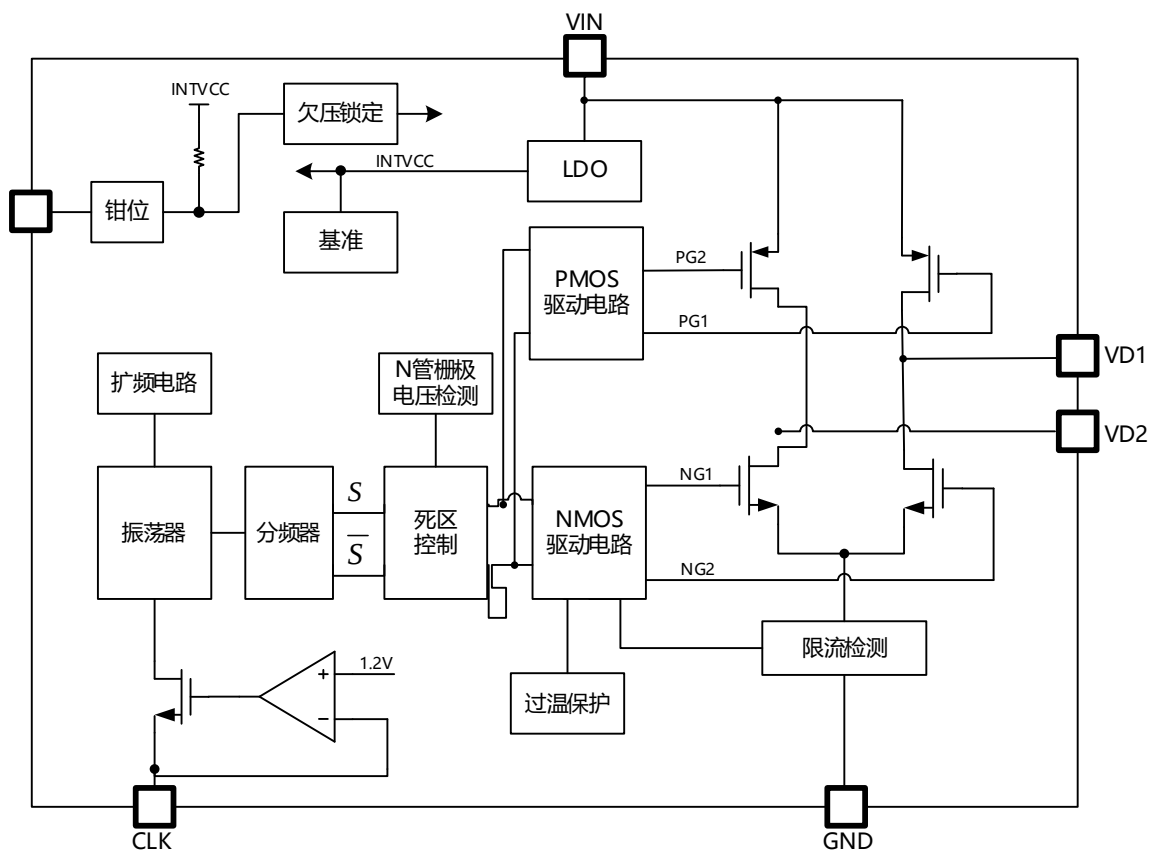


图 8.1 功能框图

8.2. 配套变压器选型表

型号	输入电压(V)	输出电压(V)	带载能力(mA)	耐压(kVrms)	外形及焊盘
CMT78F0N	12	12	250	2.5	附录 B
	15	15	200		附录 B
	24	24	250		附录 B
CMT78L1N	12	9	240		附录 B
CMT78F3N	15	5	400		附录 B
CMT78G5N	12	5	400		附录 B
CMT78G6N	24	15	420		附录 B
CMT78F8N	24	12	500		附录 B
CMT78HAN	24	5	600		附录 B
CMT78G4N	12	3	606		附录 B
CMT78F2N	15	12	250		附录 B
CMT78HM7	24	3	606		附录 B
CMT78G9N	24	9	667		附录 B
CMT38G5N	12	5	200		附录 C

8.3. 工作模式描述

8.3.1. 全桥驱动时序

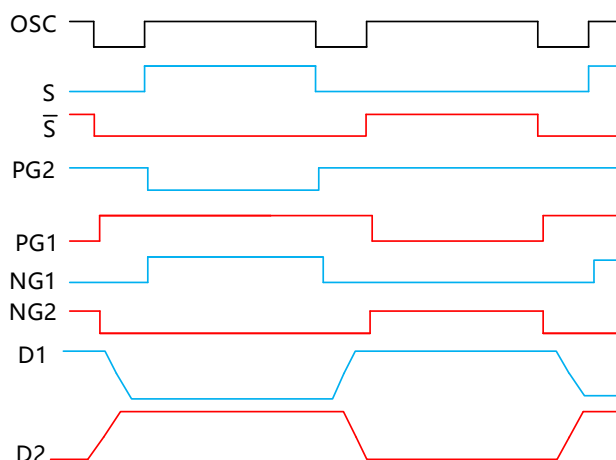


图 8.2 驱动时序

图 8.2 中，NG1 和 NG2 分别对应功率管 Q2 和 Q4 栅极电压的逻辑控制电平，高电平脉宽相同，以确保不出现偏磁。NG1 和 NG2 同时为低电平的时段为死区时间 t_{BBM} ，保证同一半桥的 NMOS 和 PMOS 功率管不会同时导通，以及实现功率管在较低漏源电压下开通，减小开关损耗。在关断功率管 Q2 和 Q4 的过程中，会检测其栅极电压大小，待功率管关断后才产生 t_{BBM} ，避免驱动延时及其温度系数而影响死区时间的大小，确保全输入电压范围应用中的一致性。

8.3.2. 延时恢复式过温保护模式

芯片内部温度超过设定值时进入保护状态，禁止开启所有功率管。再次恢复到驱动功率管的模式，必须满足两个条件：

1. 温度降低至恢复阈值以下；
2. 强制禁用时间已结束；

这种保护模式，在过温保护后再次重启时芯片内部温度更接近环境温度，上升到过温保护触发点具有最大的温差范围，驱动功率管的最大时间更长，从而具有更大的容性负载能力，避免在较大输出电流下出现过温保护后启动异常的现象。

8.3.3. 电流钳位驱动模式

在变换器启动阶段、输出短路时、容性负载过大、或者变压器磁饱和时，会检测到通过功率管的电流过大，芯片通过内置的反馈电路减小功率管 Q2 和 Q4 的栅极驱动电压，限制其电流大小等于预设的电流钳位限制值(Current clamp limit) I_{LIM} ，这样保证功率管处于安全工作区，同时变压器和输出整流二极管免受大电流的冲击，提高变换器的可靠性。

8.4. 全桥变换器

8.4.1. 全桥变换器工作原理

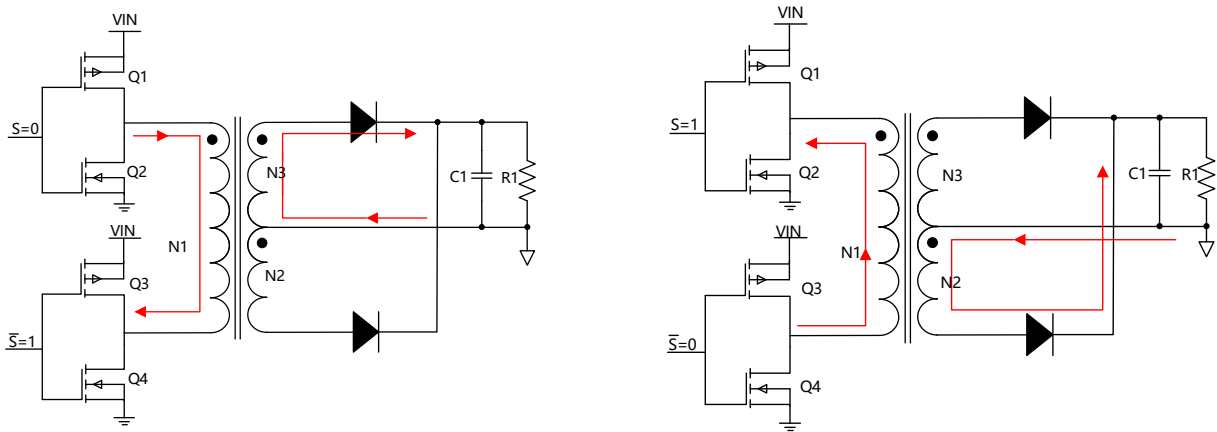


图 8.3 全桥变换器的工作过程示意图

当 $S=0$ 时，PMOS 管 Q1 和 NMOS 管 Q4 导通，PMOS 管 Q3 和 NMOS 管 Q2 截止，在 N1 线圈上形成励磁电压：在变压器原边，电流从输入电源正端 VIN 经过 Q1 后从变压器原边绕组 N1 的同名端流入，异名端流出，并经过 Q4 后流到输入电源 GND；在变压器副边，电流从绕组 N3 的异名端流入，同名端流出，再经过正向导通整流二极管 D1 后到达变换器的输出端，绕组 N2 无电流通过，整流二极管 D2 处于截止状态。当 $S=1$ 时，PMOS 管 Q3 和 NMOS 管 Q2 导通，PMOS 管 Q1 和 NMOS 管 Q4 截止，形成反向的励磁电压：在变压器原边，电流从输入电源正端 VIN 经过 Q3 后从变压器原边绕组 N1 的异名端流入，同名端流出，并经过 Q2 后流到输入电源 GND；在变压器副边，电流从绕组 N2 的同名端流入，异名端流出，再经过正向导通整流二极管 D2 后到达变换器的输出端，绕组 N3 无电流通过，整流二极管 D1 处于截止状态。

全桥变换器的工作过程接近 100% 占空比向副边传输能量，因此具备很高的转换效率，同时也具有良好的动态特性。经整流后，理论上只需要很小的输出滤波电容，即可达到幅值较小的输出电压纹波。但是，为了保证全桥变换器原边两路开关切换过程不出现共通的现象和尽量小的开关损耗，控制器会设定一定的死区时间来保证工作过程的可靠，在死区时间内，全桥变压器不能向负载传输能量，而是由输出电容提供，因此会产生一定幅值的输出电压纹波。

8.4.2. 磁芯磁化

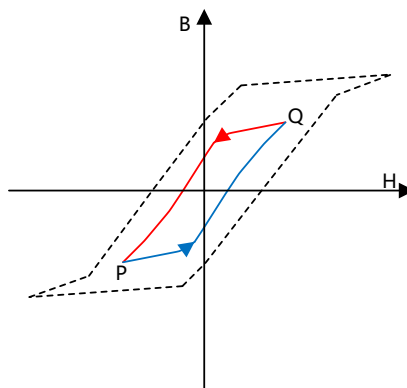


图 8.4 全桥变压器磁芯磁化曲线

全桥变压器的正常工作需要满足“伏秒平衡”的要求，即变压器励磁过程产生的伏-秒积应等于去磁过程产生的伏-秒积。如不相等，则可能会出现磁芯饱和的现象。它的磁芯磁化曲线如图 8.4 所示，其中 B 表示为磁芯的磁通密度，H 表示为磁芯内部的磁场强度。当开关管 Q1 和 Q4 开通时，全桥变压器处于“励磁”阶段，磁通密度将沿着 P 至 Q 的箭头方向持续增加，Q1 和 Q4 关断时刻，磁通密度将达到正向最大值 Q，当开关管 Q3 和 Q2 开通时，全桥变压器处于“去磁”阶段，磁通密度将沿着 Q 至 P 的箭头方向持续减小，Q3 和 Q2 关断时刻，磁通密度将达到负向最大值 P。磁通密度 B 的大小主要由开关管开通过程变压器原边绕组的电压幅值 V_p 和开关管开通时间 T_{on} 的乘积决定，即 $V_p \cdot T_{on}$ ，通常称之为“伏-秒积”。变压器的正常工作要求满足“伏秒平衡”的原则，即变压器励磁过程产生的伏-秒积应等于去磁过程产生的伏-秒积。如不相等，则会出现偏磁现象，随着变换器的持续工作，偏磁能量的累积最终会导致磁芯的磁通密度向偏磁的方向逐渐增加而超出磁性元件的饱和磁密范围，最终导致磁芯饱和无法正常工作。

8.5. 参考方案

CMP6713R 配套 CMT78L1N 实现 12V 转 9V 电源的参考设计原理图如图 8.5 所示。

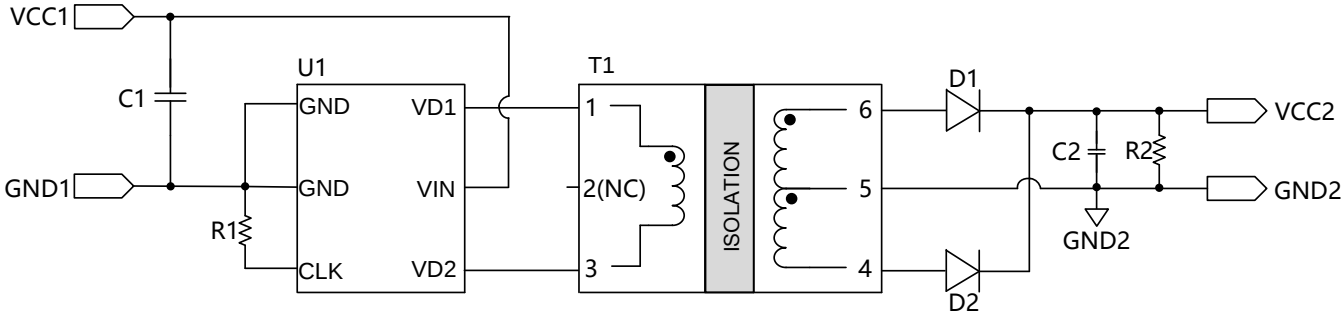


图 8.5 典型参考设计原理图

参考设计需要的 BOM 清单如下表。

器件	参数	封装	选型建议
U1	CMP6713R	SOT23-6	高时序精度的变压器驱动器芯片
T1	CMT78L1N	SMD-6	紧凑的贴片型变压器，耐压能力>2.5kV
D1/D2	1N5819HW-7-F	SOD-123	肖特基二极管，平均电流不低于 1A，耐压 40V
C1	10uF/25V	0603	输入稳压电容
C2	10uF/25V	0603	输出稳压电容
R1	15 kΩ	0603	CLK 选频电阻
R2	10 kΩ	0603	假负载电阻

8.6. 参考设计

参考 PCB 布板如图 8.6 所示。

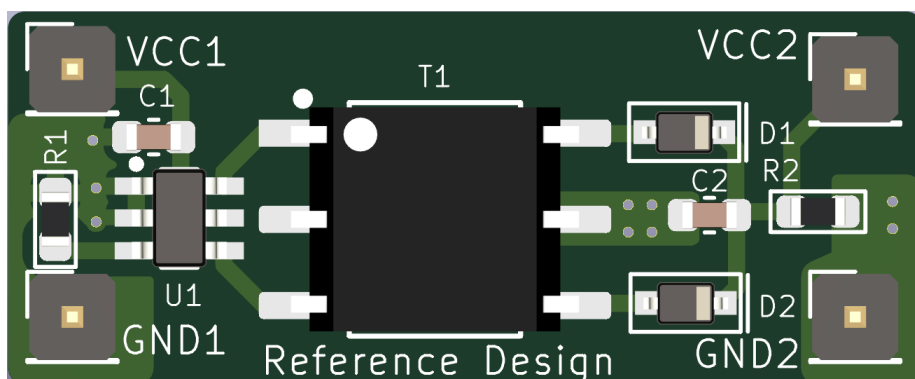


图 8.6 参考 PCB 设计

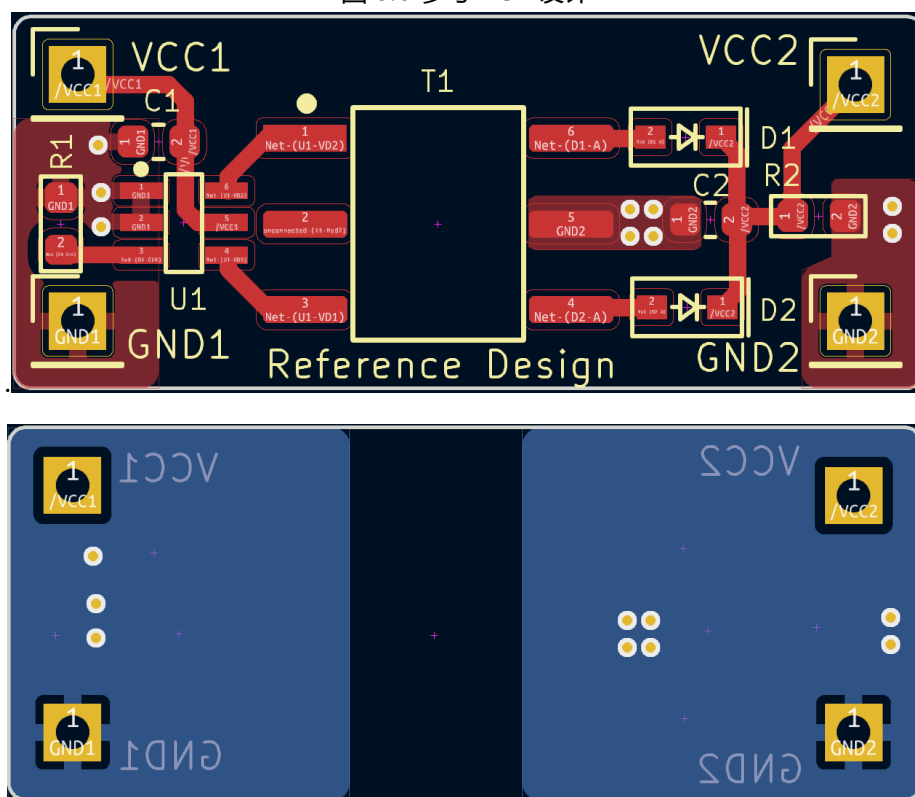
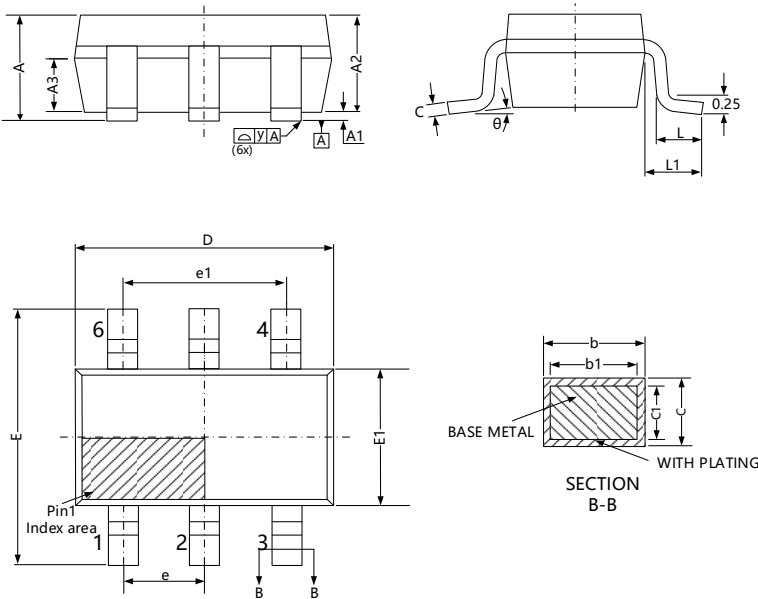


图 8.7 参考 PCB 设计的正反面

附录 A: SOT23-6 封装信息

下图展示了 SOT23-6 的封装细节 (单位: mm) 。



	MILLIMETER(mm)		
	MIN	MON	MAX
A			1.25
A1	0.04		0.10
A2	1.00	1.10	1.20
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.33		0.41
b1	0.32	0.35	0.38
c	0.15		0.19
c1	0.14	0.15	0.16
D	2.82	2.92	3.02
E	2.60	2.80	3.00
E1	1.50	1.60	1.70
e	0.95BSC		
e1	1.90BSC		
L	0.30		0.60
y			0.10
L1	0.60REF		
θ	0		8°

Fig. A.1 SOT23-6 器件外形(所有尺寸单位为 mm)

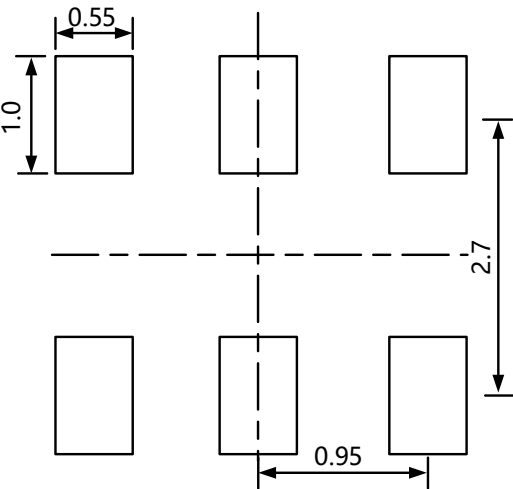
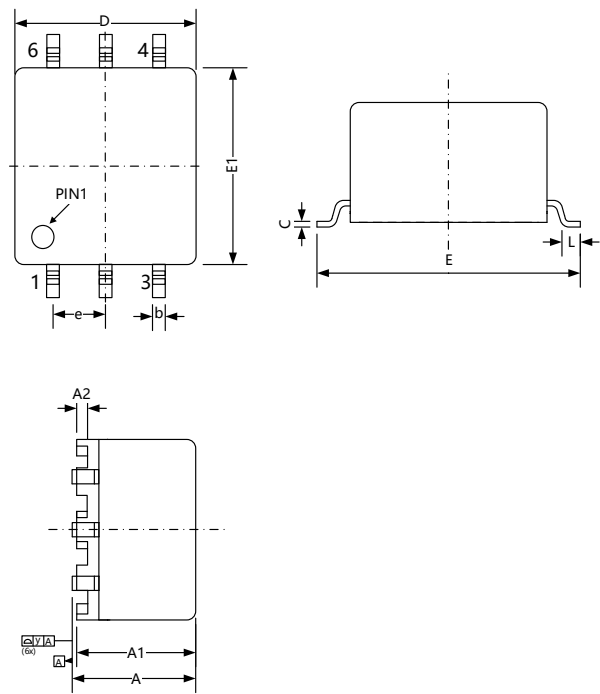


Fig. A.2 SOT23-6 建议焊盘(所有尺寸单位为 mm)

附录 B: SMD-6W 封装信息



	MILLIMETER(mm)		
	MIN	NOM	MAX
A			6.00
A1	5.50	5.65	5.80
A2		0.5	
b		0.60	
c		0.25	
D	8.45	8.60	8.75
E	12.35	12.50	12.65
E1	9.25	9.40	9.55
L		0.75	
e	2.54 BSC		
y			0.10

Fig. B.1 SMD-6W 器件外形 (所有尺寸单位为 mm)

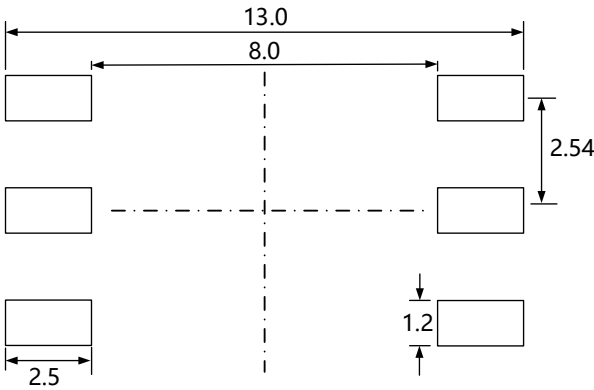
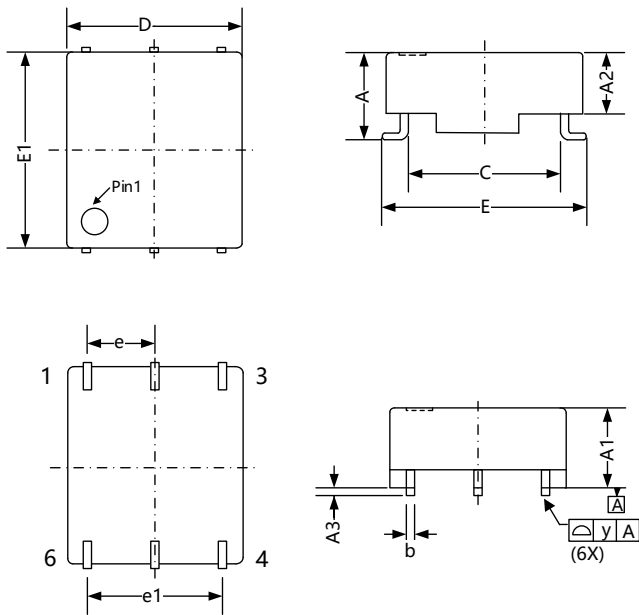


Fig. B.2 SMD-6W 建议焊盘 (所有尺寸单位为 mm)

附录 C: SMD-6 封装信息



	MILLIMETER(mm)		
	MIN	NOM	MAX
A	3.0	3.5	4.0
A1	2.85	3	3.15
A2	2.2	2.3	2.4
A3	0.15	0.3	0.35
b	0.25	0.3	0.35
C	5.7REF		
D	6.0	6.5	7.0
E	7.5	7.7	8.2
E1	6.8	7.3	7.8
e	2.24	2.54	2.84
e1	4.85	5	5.15
y			0.1

Fig. C.1 SMD-6 器件外形 (所有尺寸单位为 mm)

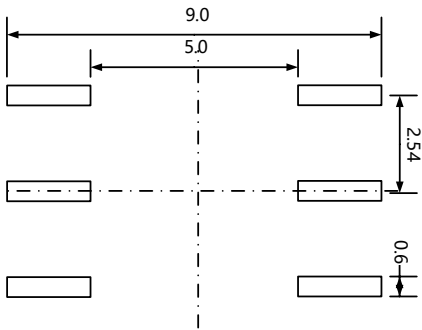


Fig. C.2 SMD-6 建议焊盘 (所有尺寸单位为 mm)

附录 D:顶部印记

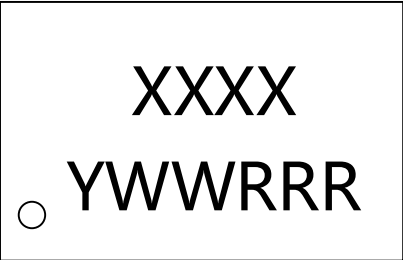


Fig. D.1 SOT23-6 印记

第一行印记	XXXX	产品型号
第二行印记	YWWRRR	Y:生产年 WW:生产周 RRR:追溯代码

附录 E: 采购信息

产品型号	封装	Pin	数量/卷
CMP6713R	SOT23-6	6	3000