

描述

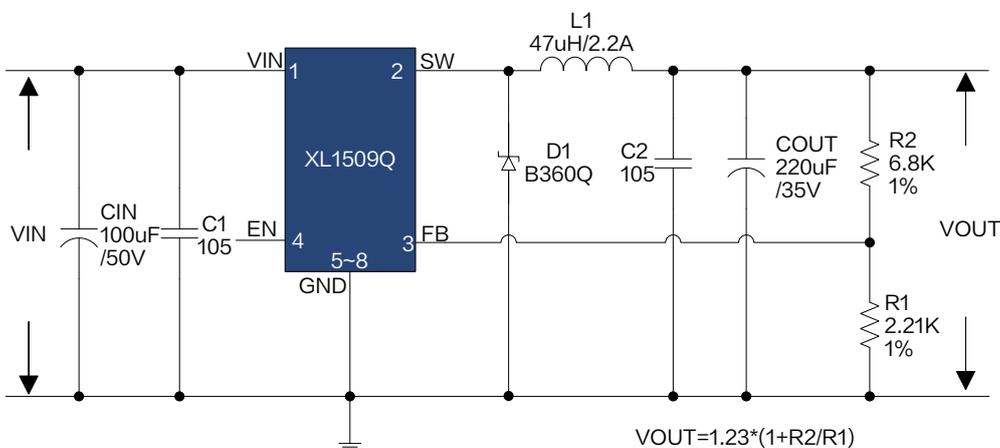
5211100A01 是使用符合 AEC-Q100 标准的 XL1509Q 设计的 DC-DC 变换器演示板, 此方案默认输出为 5V, 自带过流保护、短路保护、过温保护等功能。

符合 AEC-Q100 标准的 XL1509Q 是 SOP8-EP 封装的降压型 DC-DC 转换芯片, 采用车规级外围元器件, 应用灵活, 固定开关频率 150KHz, 可减小外部元器件尺寸。芯片具有出色的线性调整率与负载调整率, 输出低纹波, 支持 100% 占空比工作。芯片内部集成过流保护、短路保护、过温保护等可靠性模块。

电源规格

说明		符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
输入	输入电压	VIN	-	-	45.0	V	-
	输出电压	VOUT	-	5.0	-	V	-
输出	输出电流	IOUT	-	1.0	-	A	-
效率	VOUT=5V	η	-	84.8	-	%	VIN=12V, IOUT=0.5A, TA=25°C
	VOUT=5V		-	84.1	-		VIN=24V, IOUT=0.5A, TA=25°C

DEMO 原理图



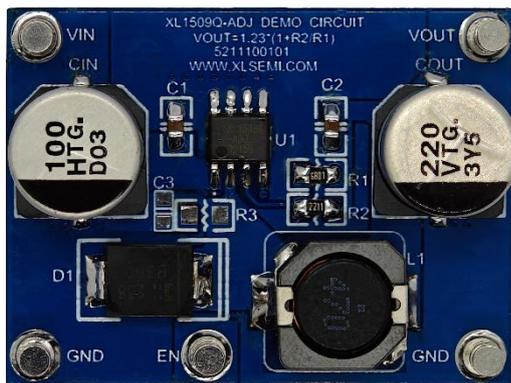
引脚介绍

引脚号	引脚名称	引脚描述
1	VIN	电源输入引脚, 支持 DC4.5V~45V 输入电压范围。
2	SW	功率开关输出引脚, SW 是输出功率的开关节点。
3	FB	反馈引脚, 通过外部电阻分压网络, 检测输出电压进行调整, 参考电压为 1.23V。
4	EN	使能引脚, 低电平工作, 高电平关机, 悬空时为低电平。
5~8	GND	接地引脚。

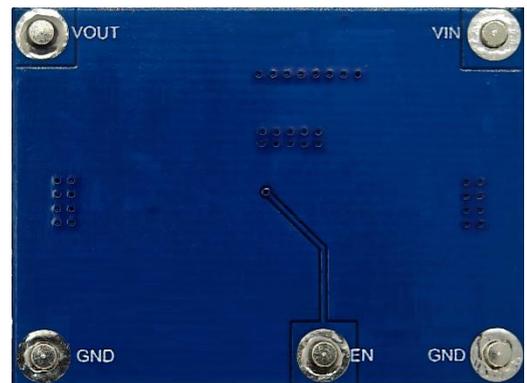
物料清单

序号	数量	参考位号	说明	生产商型号	生产商
1	1	C1	1uF,50V,MLCC,X7R,0805,AEC-Q200	GCM21BR71H105KA03L	Murata
2	1	C2	1uF,50V,MLCC,X7R,0805,AEC-Q200	GCM21BR71H105KA03L	Murata
3	1	CIN	100uF,50V,Electrolytic,SMD,125°C,AEC-Q200	EEETG1H101UP	Panasonic
4	1	COUT	220uF,35V,Electrolytic,SMD,125°C,AEC-Q200	EEETG1V221UP	Panasonic
5	1	D1	60V,3A,SMC,Schottky, AEC-Q101	B360Q-13-F	DIODES
6	1	L1	47uH/2.2A,11*10,AEC-Q200	74437368470	Würth
7	1	R1	2.21KΩ,1%,125mW,SMD,AEC-Q200	AC0805FR-072K21L	Yageo
8	1	R2	6.8KΩ,1%,125mW,SMD,AEC-Q200	AC0805FR-076K8L	Yageo
9	1	U1	45V,2A,DC-DC,SOP8-EP,AEC-Q100	XL1509Q-ADJ	XLSEMI

DEMO 实物图

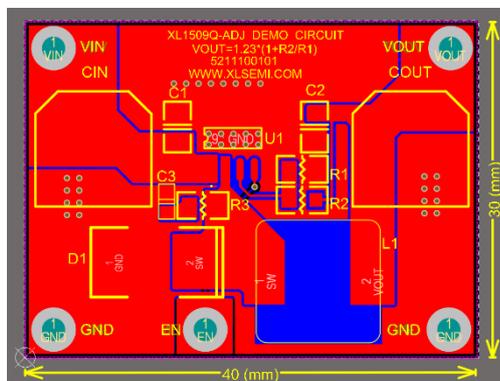


实物图正面

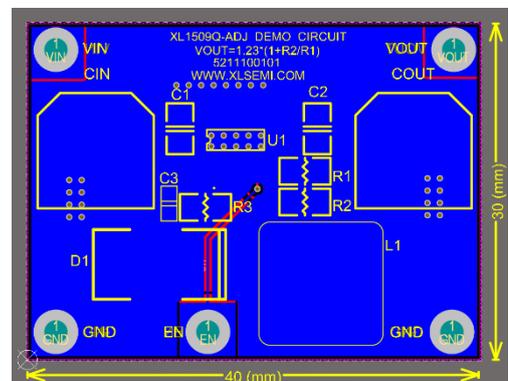


实物图反面

PCB 布局



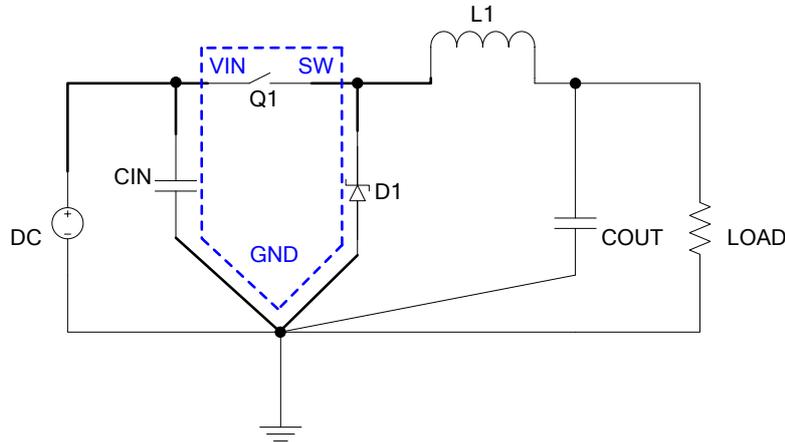
PCB 顶层截图



PCB 底层截图

PCB 布线规则

1. 缩短不连续电流回路: 输入端电解电容靠近芯片的 VIN 和肖特基二极管的阳极, 芯片的 SW 引脚靠近肖特基二极管的阴极, 来进一步降低其寄生电感, 减少毛刺电压, 提高系统稳定性;



缩短开关电流回路

2. 输入端陶瓷电容用来滤除输入端高频毛刺电压, 给芯片内部逻辑电路提供纯净电源, 陶瓷电容靠近芯片的 VIN 与 GND 引脚;
3. VIN、SW、VOUT、GND 等功率线尽量采用铺铜处理, 做到粗、短、直;
4. FB 反馈走线要远离电感, 肖特基二极管, SW 等开关信号节点, 同时用 GND 走线包围最佳。

应用信息

输入电容选择

在连续导通模式中, 转换器的输入电流是一组占空比约为 V_{OUT}/V_{IN} 的方波。为了防止大的瞬态电压, 必须采用针对最大 RMS 电流要求而选择低 ESR(等效串联电阻)输入电容器。对于大多数的应用, 1 个 100uF 的输入电容器就足够了, 它的放置位置尽可能靠近芯片的位置上。最大 RMS 电容器电流由下式给出:

$$I_{RMS} \approx I_{MAX} * \frac{\sqrt{V_{OUT}(V_{IN}-V_{OUT})}}{V_{IN}}$$

其中, 最大平均输出电流 I_{MAX} 等于峰值电流与 1/2 峰值纹波电流之差, 即 $I_{MAX} = I_{LIM} - \Delta I_L / 2$ 。在未使用陶瓷电容器时, 还建议在输入电容上增加一个 0.1uF 至 1uF 的陶瓷电容器以进行高频去耦。

输出电容选择

在输出端应选择低 ESR 电容以减小输出纹波电压, 一般来说, 一旦电容 ESR 得到满足, 电容就足以满足需求。任何电容器的 ESR 连同其自身容量将为系统产生一个零点, ESR 值越大, 零点位于的频率段越低, 而陶瓷电容的零点处于一个较高的频率上, 通常可以忽略, 是一种上佳的选择, 但与电解电容相比, 大容量、高耐压陶瓷电容会体积较大, 成本较高, 因此使用 0.1uF 至 1uF 的陶瓷电容与低 ESR 电解电容结合使用是不错的选择。输出电压纹波由下式决定:

$$\Delta V_{OUT} \approx \Delta I_L * \left[ESR + \frac{1}{8 * F * C_{OUT}} \right]$$

式中的 F: 开关频率, C_{OUT} : 输出电容, ΔI_L : 电感器中的纹波电流。

电感选择

虽然电感器并不影响工作频率, 但电感值却对纹波电流有着直接的影响, 电感纹波电流 ΔI_L 随着电感值的增加而减小, 并随着 V_{IN} 和 V_{OUT} 的升高而增加。用于设定纹波电流的一个合理起始点为 $\Delta I_L = 0.3 * I_{LIM}$, 其中 I_{LIM} 为峰值开关电流限值。为了保证纹波电流处于一个规定的最大值以下, 应按下式来选择电感值:

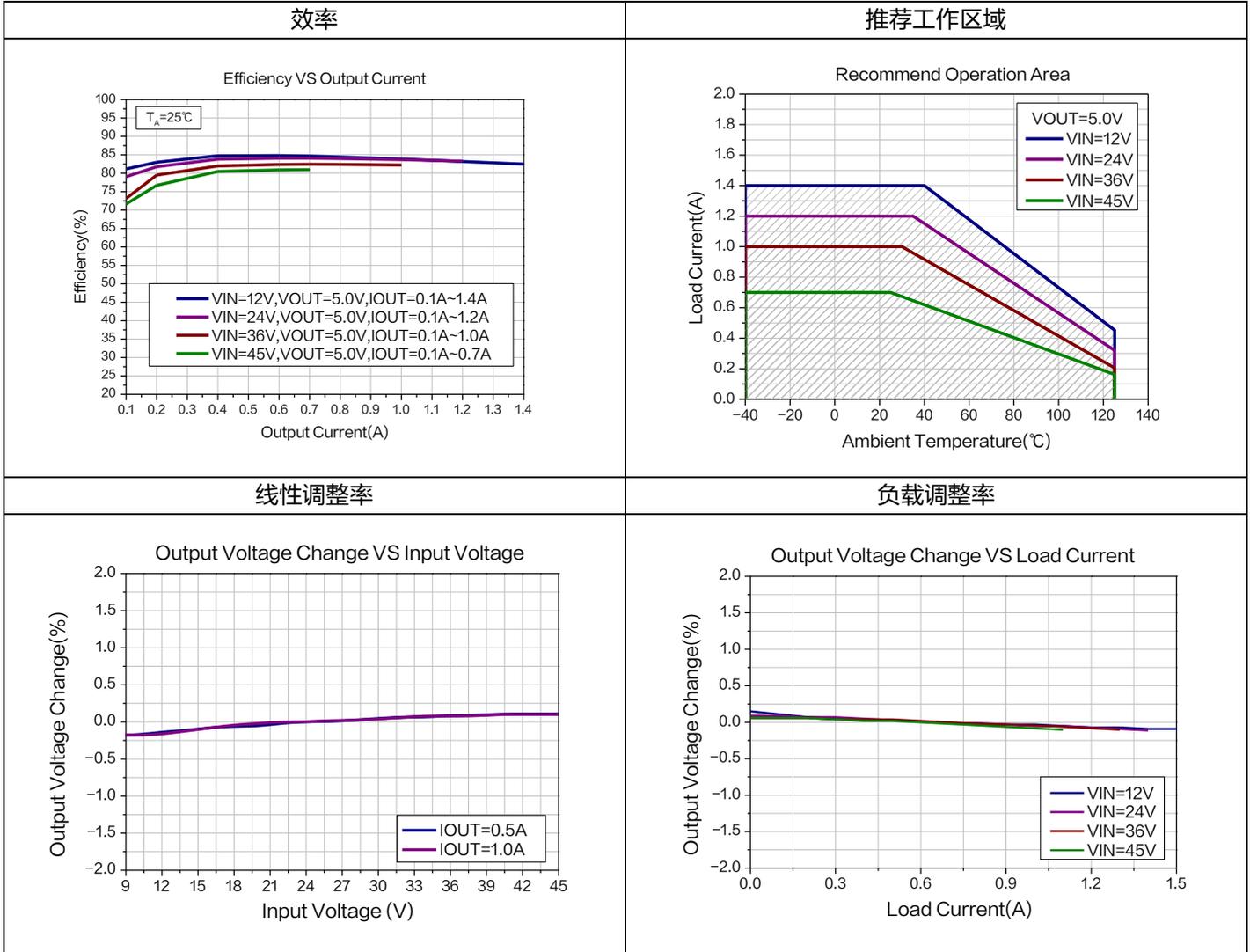
$$L = \frac{V_{OUT}}{F * \Delta I_L} * \left[1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \right]$$

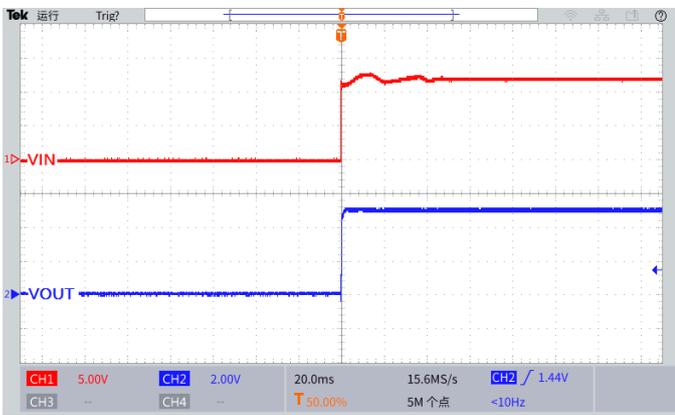
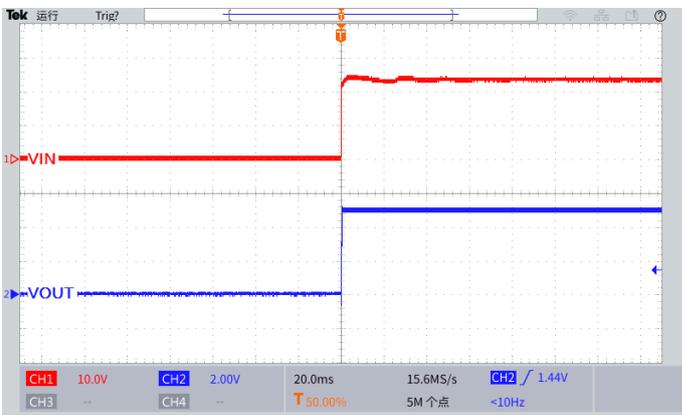
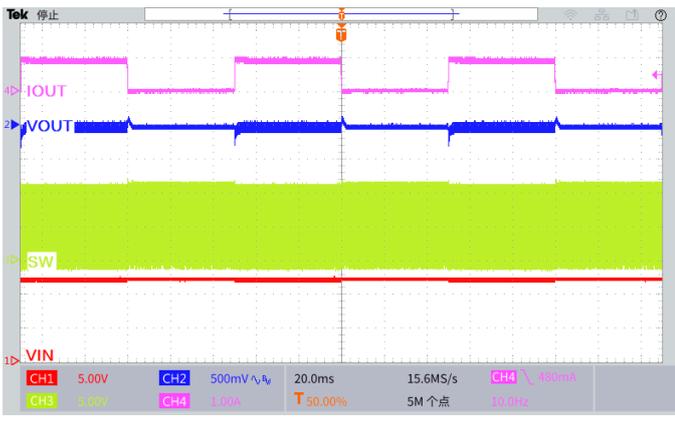
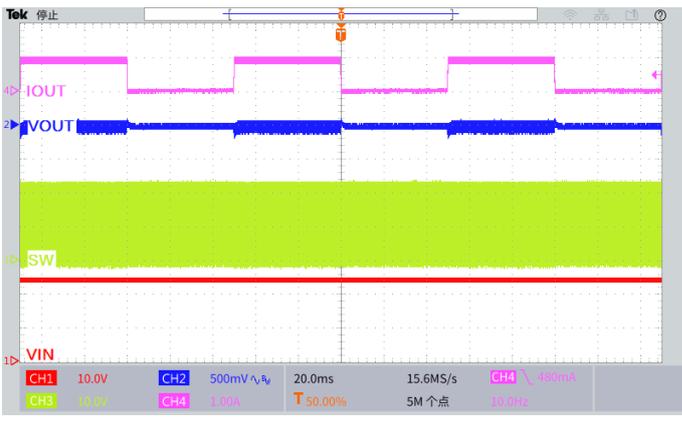
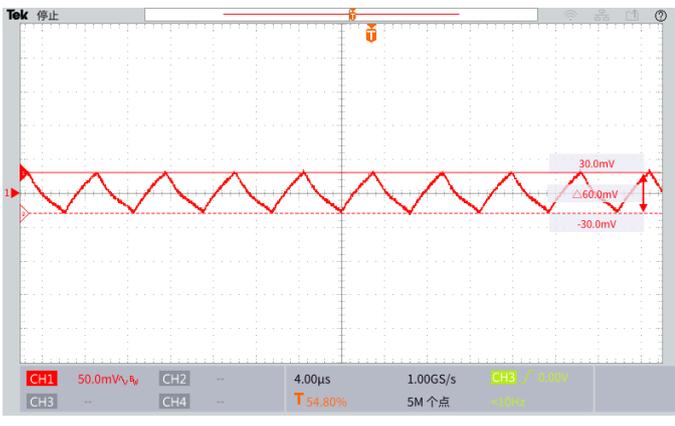
续流二极管选择

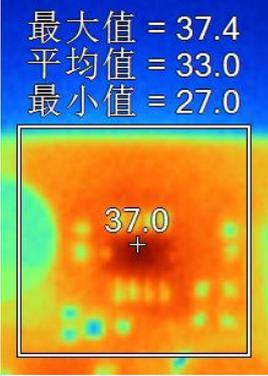
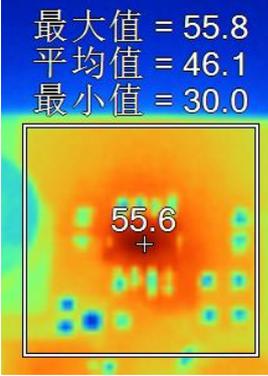
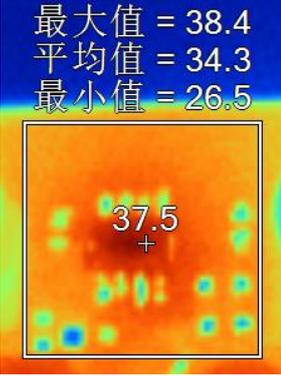
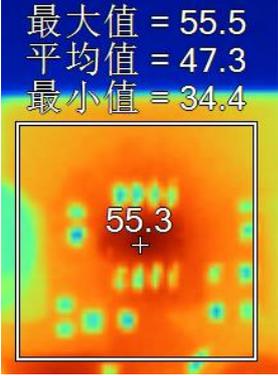
续流二极管建议使用肖特基二极管, 比如 B360Q。它的额定值为平均正向电流 3A 和反向电压 60V。3A 电流下典型正向电压为 0.7V。该二极管仅在开关关断期间有电流流过。峰值反向电压等于稳压器的输入电压。在正常工作时平均正向电流可计算如下:

$$I_{D(AVG)} = \frac{I_{OUT}(V_{IN}-V_{OUT})}{V_{IN}}$$

典型特性



<p style="text-align: center;">上电波形</p> 	<p style="text-align: center;">上电波形</p> 
<p style="text-align: center;">$V_{IN}=12V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.1A$</p>	<p style="text-align: center;">$V_{IN}=24V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.1A$</p>
<p style="text-align: center;">瞬态负载响应波形</p> 	<p style="text-align: center;">瞬态负载响应波形</p> 
<p style="text-align: center;">$V_{IN}=12V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.1A$ 至 $1A$</p>	<p style="text-align: center;">$V_{IN}=24V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.1A$ 至 $1A$</p>
<p style="text-align: center;">输出纹波电压</p> 	<p style="text-align: center;">输出纹波电压</p> 
<p style="text-align: center;">$V_{IN}=12V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.5A$</p>	<p style="text-align: center;">$V_{IN}=24V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.5A$</p>

典型温度	典型温度
 <p>最大值 = 37.4 平均值 = 33.0 最小值 = 27.0</p> <p>37.0 +</p>	 <p>最大值 = 55.8 平均值 = 46.1 最小值 = 30.0</p> <p>55.6 +</p>
<p>$V_{IN}=12V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.5A$</p>	<p>$V_{IN}=12V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=1A$</p>
典型温度	典型温度
 <p>最大值 = 38.4 平均值 = 34.3 最小值 = 26.5</p> <p>37.5 +</p>	 <p>最大值 = 55.5 平均值 = 47.3 最小值 = 34.4</p> <p>55.3 +</p>
<p>$V_{IN}=24V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=0.5A$</p>	<p>$V_{IN}=24V, V_{OUT}=5.0V, I_{OUT}=1A$</p>