

产品设计应用指导书

Item No.:	CRM1416
产品编号:	CRM1416
Product:	电源管理控制 IC
产品名称:	电源管理控制 IC
Date:	2014/1/12
日期:	2014/1/12



CRM1416 同步整流降压型 DC/DC 转换器

产品概述

CRM1416 是一款降压型DC/DC 转换器，采用CMOS 技术，输入电压范围在2.7-5.5V，内部集成了功率MOSFET 以及同步整流电路，其1.5MHz 的固定开关频率，大大减小了外围元件尺寸，连续输出最大电流可以达到1.5A，并具有良好的负载和线性调整率，电路采用内部补偿，无需外部补偿器件。

CRM1416的静态电流仅45 μ A，同时在关断模式下，关断电流远低于1 μ A，从而进一步延长了便携式系统中电池的使用寿命，非常适合便携式设备使用。CRM1416仅需要标准的外接元件，采用环保型带散热片DFN-6L，大大减小PCB面积。

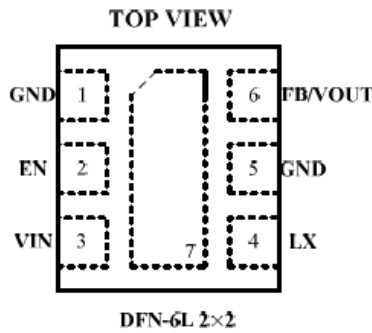
主要特点

- 最大输出电流1.5A
- 输入电压：2.7-5.5V
- 输出电压：0.6V \sim V_{IN}
- 最高95%效率
- 45 μ A无负载静态电流
- <1 μ A的关断电流
- 固定频率1.5MHz
- 无需外部补偿
- 内置软启动
- 内置热保护电路
- 内置过流保护电路
- 4000V HBM ESD
- DFN-6L 2 \times 2绿色封装

基本应用

- 数码相机、摄像机
- 通信终端、蓝牙耳机
- 笔记本电脑及平板电脑
- 便携式消费电子设备

管脚排列图



引脚描述

PIN No	名称	描述
2	EN	使能端，接5伏电源或悬空，芯片工作；接GND，芯片关断
3	VIN	芯片电源的输入端
4	LX	开关管输出端
1, 5	GND	芯片工作接地端
6	FB/VOT	反馈端/输出电压
7(散热片)	NC	没有内部连接，必须通过PCB板结地

典型应用图

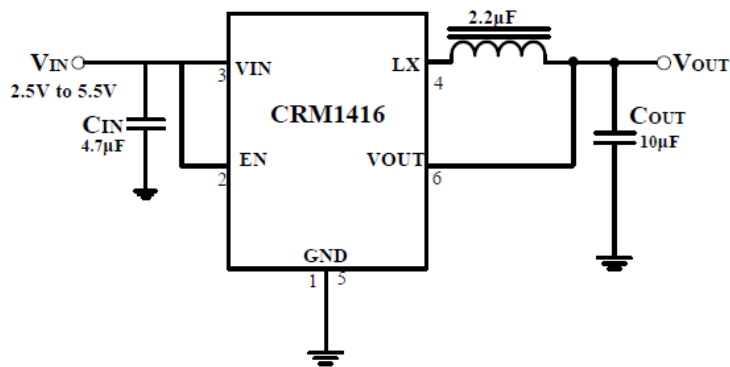


Figure1. Fixed Voltage Regulator

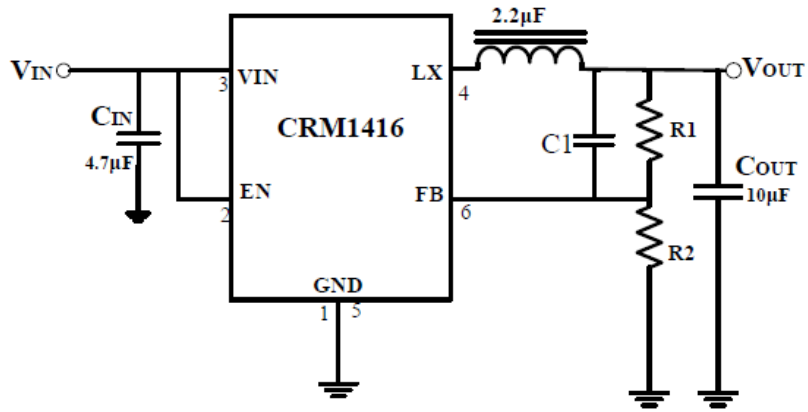
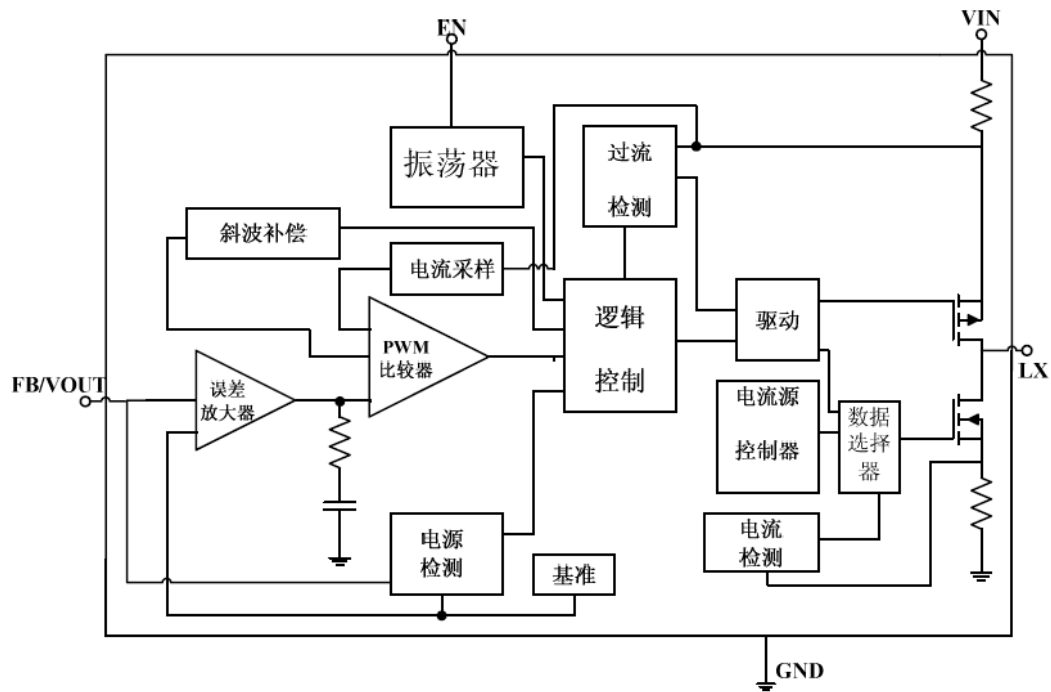


Figure2. Adjustable Voltage Regulator

结构图



极限参数

符号	参数		值	单位
V_{IN}	输入电压		-0.3 to 6	V
V_{SW}	输出电压		-0.3 to 6	V
V_{FB}	FB引脚工作电压		-0.3 to 6	V
V_{EN}	EN引脚工作电压		-0.3 to 6	V
P_D	功率消耗 (DFN-6L 2×2)		600	mW
ESD	ESD能力-人体模式		4000	V
	ESD能力-机械模式		200	V
T_L	焊接温度	10秒	220	°C
T_{STG}	储存温度范围		-55 to + 150	°C

推荐工作环境

符号	参数	最小~最大	单位
V_{IN}	输入电压	2.7 to 5.5	V
T_{OA}	工作环境温度	-20~85	°C

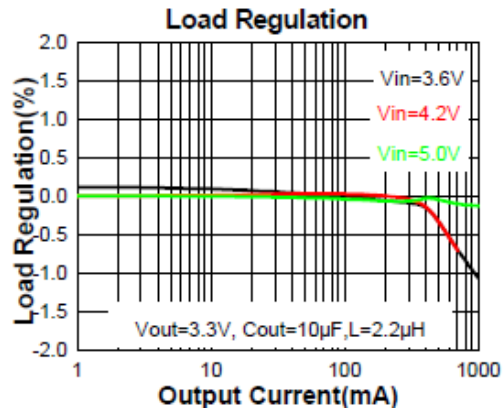
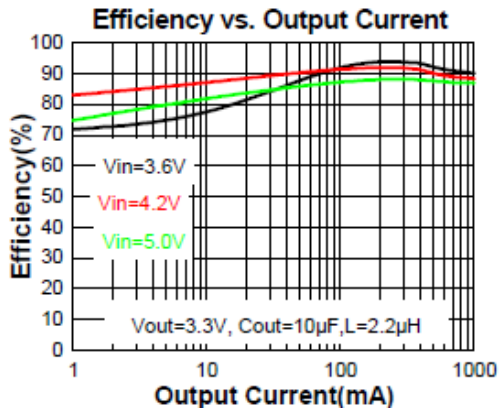
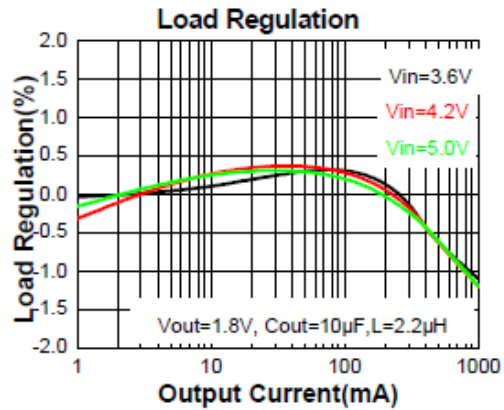
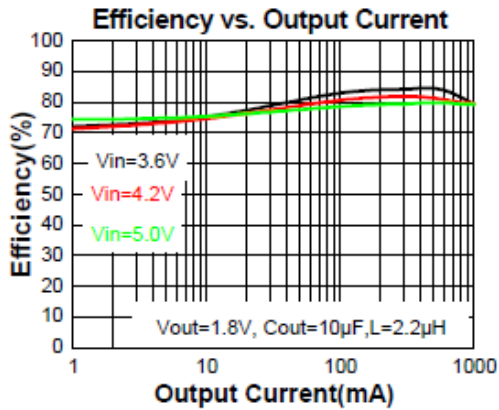
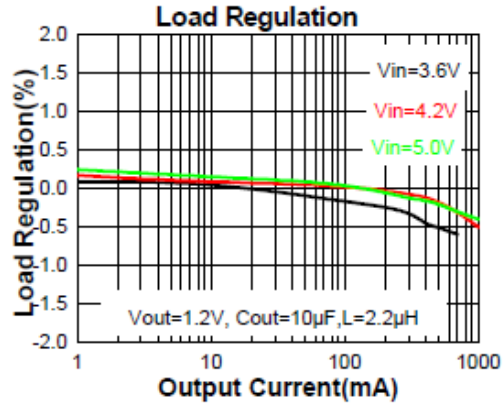
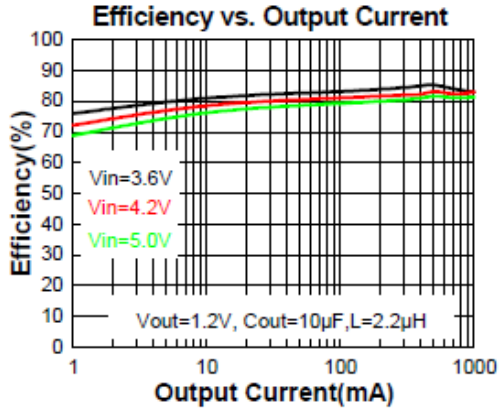
电气特性

(除非特别说明, 否则 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{IN}}=3.6\text{V}$, $V_{\text{OUT}}=1.8\text{V}$, $C_{\text{IN}}=4.7\mu\text{F}$, $C_{\text{OUT}}=10\mu\text{F}$, $L=2.2\mu\text{H}$)

符号	参数	环境	最小	典型	最大	单位
V_{IN}	输入电压范围		2.7	3.3	5.5	V
V_{UVLO}	欠压锁定	V_{IN} Rising		2.5	2.7	V
		Hysteresis		200		mV
		V_{IN} Falling	2	2.3		V
V_{O}	输出电压		0.6		V_{in}	V
V_{O}	输出电压精度	$I_{\text{O}}=0$ to 1.5A	-3		3	%
V_{FB}	反馈电压	NO Load	0.588	0.600	0.612	V
I_{LDM}	P 管开关管限流值		2.0	2.5	3.0	A
LNR	线性调整率	$V_{\text{IN}}=2.7\text{V}$ to 5.5V $I_{\text{O}}=100\text{mA}$		0.3	3	%/V
LDR	负载调整率	$I_{\text{O}}=1\text{mA}$ to 1.5A	-2		2	%
I_{Q}	静态电流	NO Load		45	90	μA
I_{SD}	关断电流	$V_{\text{EN}}=0\text{V}$			1	μA
f_{OSC}	振荡器频率		1.2	1.5	1.8	MHz
$R_{\text{DS(ON)}}$	导通电阻	$I_{\text{DS}}=100\text{mA}$ PMOSFET		120	150	$\text{m}\Omega$
		$I_{\text{DS}}=100\text{mA}$ NMOSFET		80	100	$\text{m}\Omega$
I_{LSW}	SW 端漏电流				1	μA
T_{s}	启动时间	From enable to output regulation		550	650	μs
V_{EN}	EN 输入高电平		1.0			
V_{EL}	EN 输入低电平				0.8	V
I_{EN}	EN 漏电流			± 0.01		μA
T_{OTP}	过温电压		145	150	155	$^{\circ}\text{C}$
T_{OTH}	过温迟滞			30		$^{\circ}\text{C}$

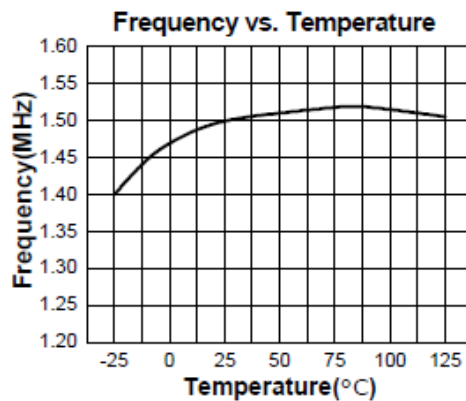
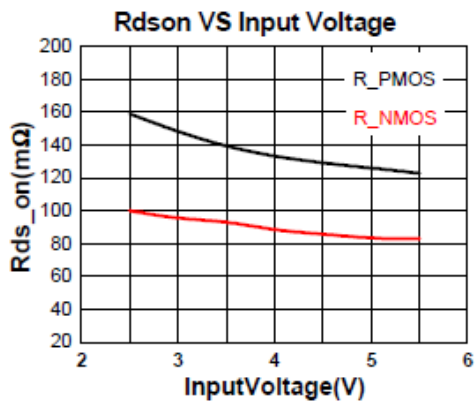
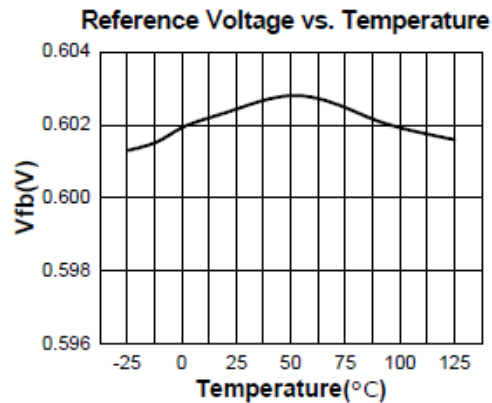
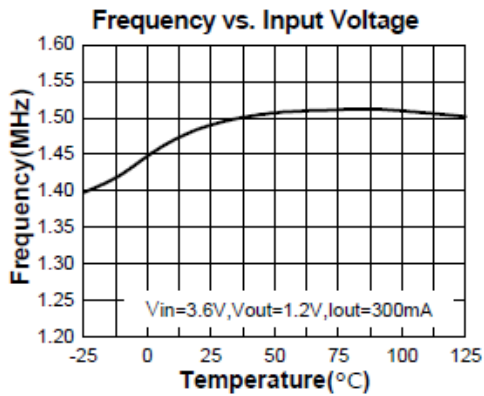
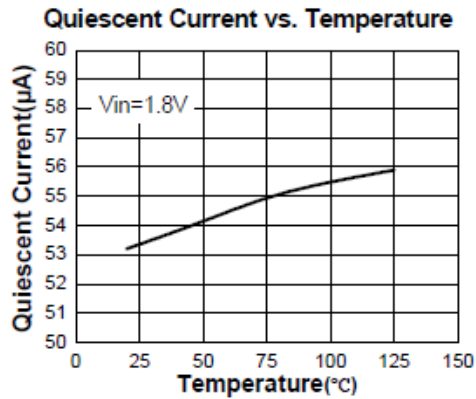
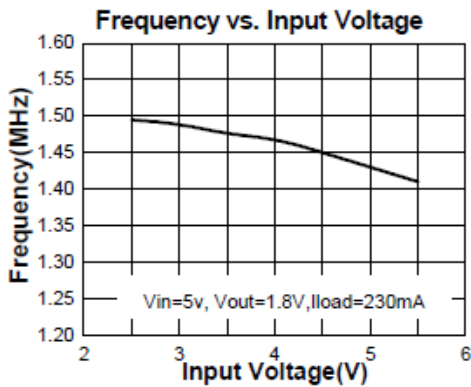
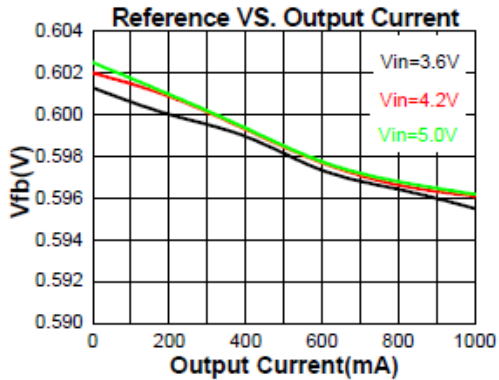
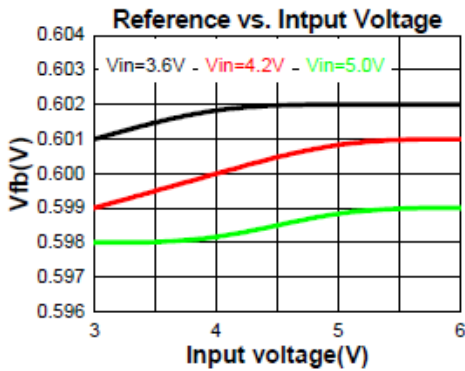
特性曲线及波形:

(除非特别说明, 否则 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=3.6\text{V}$, $V_{OUT}=1.8\text{V}$, $C_{IN}=4.7\mu\text{F}$, $C_{OUT}=10\mu\text{F}$, $L=2.2\mu\text{H}$)

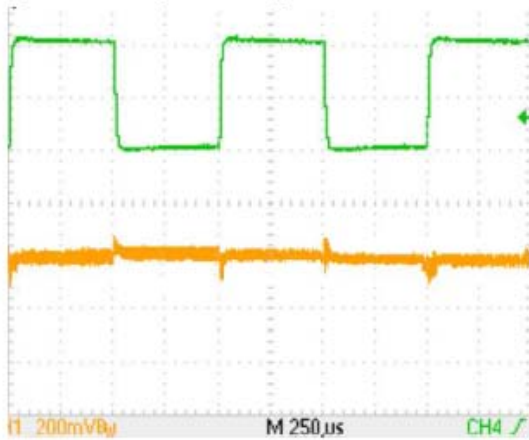
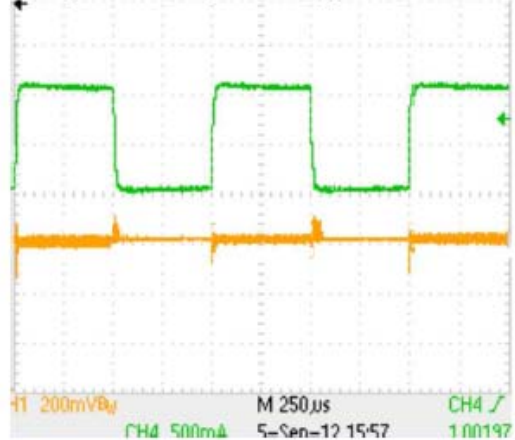
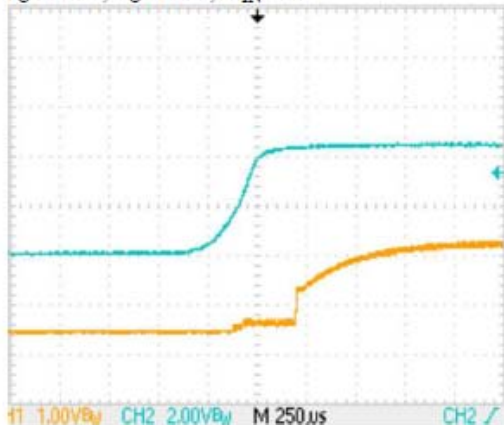
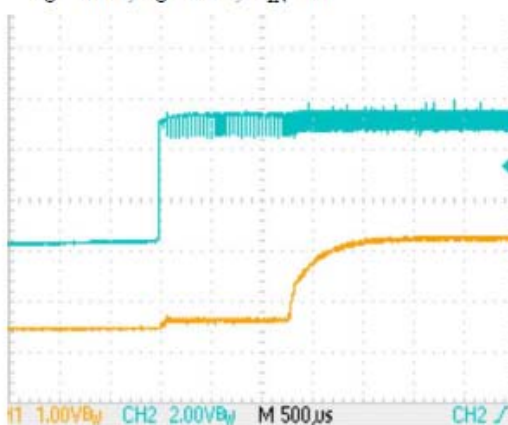


特性曲线及波形:

(除非特别说明, 否则 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=3.6\text{V}$, $V_{OUT}=1.8\text{V}$, $C_{IN}=4.7\mu\text{F}$, $C_{OUT}=10\mu\text{F}$, $L=2.2\mu\text{H}$)



特性曲线及波形:

LOAD Transient
 $I_O=0\sim 1.0A, V_O=1.8V, V_{IN}=5V$ LOAD Transient
 $I_O=1\sim 1.5A, V_O=1.8V, V_{IN}=5V$ Start-up from Shutdown
 $I_O=1.5A, V_O=1.8V, V_{IN}=5V$ Start-up from Shutdown
 $I_O=2.0A, V_O=1.8V, V_{IN}=5V$ 

工作原理描述

CRM1416是一款 1.5MHz 固定频率、电流模式架构的1.5A 降压型DC/DC转换器，内置 PMOS 开关管和 NMOS 同步整流管，芯片内部还包括基准电压源、误差放大器、振荡器、PWM 比较器、电流比较器、斜坡补偿、电流采样、逻辑驱动等模块。

在正常 PWM 模式操作过程中，每个周期当振荡器置位RS触发器时，内部 PMOS 管导通，而当PWM比较器复位RS触发器时，PMOS管关闭，复位时的电感器峰值电流由误差放大器的输出控制；在 PMOS 管关闭时，NMOS 同步管被打开，直至电感器电流开始反向（由电流比较器 ICOMP 控制）或者下一个周期的开始。

CRM1416自动检测负载电流的大小，当负载电流降低至某一门限值（该门限值同输入、输出电压以及电感值有关），系统启动省电模式，此时系统仅消耗 45 μA 的电流，从而大大提高了轻负载时的转换效率。需要注意的是此时输出电压纹波通常会增加，可在 VOUT 和 FB 之间增加一个 相位超前电容（通常在 pF 量级）减小省电模式的纹波。

软启动

CRM1416的软启动功能可以有效的限制浪涌电流，以及可以较好的消除输出电压过冲，当软启动启动前，电路的静态功耗极小。

欠压锁定 (UVLO)

CRM1416 具有UVLO 功能， UVLO 特性使用一个比较器来检测输入电压。

当输入电压低于CRM1416正常工作所需要的电压时，UVLO特性将使转换器保持关闭状态。

当电源电压上升至高于所需要的输入电压时，UVLO将被释放。在电源电压下降时，UVLO会有一个迟滞，典型的迟滞电压在200mV。

过温保护 (OTP)

CRM1416中集成了过温保护电路，此电路监视器件的结温，当高于150摄氏度的门限值时关门器件。当结温下降30摄氏度的时候，电路重新启动。

设定输出电压

输出电压的设定是通过输出电压到FB管脚的电阻分压，其分压关系如下式所示：

$$V_{FB} = V_{OUT} \frac{R2}{R1+R2}$$

其中 V_{FB} 是反馈电压， V_{OUT} 是输出电压。

电阻 $R1$ 、 $R2$ 的选取需要兼顾到静态功耗和如何减小外围干扰。高阻抗有较小的静态损耗 ($I=0.6V/R2$)，低的反馈电阻受噪声干扰较小，同时对PCB板的寄生、FB端的漏电流有较低的要求。在 V_{OUT} 和FB之间增加一个相位超前电容 C_i 能更好的抑制噪声干扰，尤其是当PCB布板的效果不是很好。

表1 输出电压不同电阻选择

V _o	R1	R2
1.2V	100kΩ	100kΩ
1.5V	150kΩ	100kΩ
1.8V	200kΩ	100kΩ
2.5V	380kΩ	120kΩ
3.3V	540kΩ	120kΩ

电感

使用 CRM1416 时，推荐使用的电感值以在变压器负载瞬态响应和最小化噪声之间取得很好的平衡。可选择合适的电感值以实现所希望的纹波电流。合理假设最大的纹波电流最大的负载电流的20%，所允许的纹波电流越大，则满足纹波电压规定所需的电容值就越高，可根据以下公式计算：

$$L = \frac{V_{OUT}}{f_s \times \Delta I_L} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

其中 I_{LOAD} 为负载电流。

考虑电感参数时，电感的最大直流电流应至少等于最大负载电流与峰-峰电感纹波电流一半（1/2 × ΔI_L）之和，电感的直流电阻会增加电感的总功耗，所以具有低直流电阻的电感会提高效率。

表2 输出电压不同电感的选择

V _o	1.2V	1.5V	1.8V	2.5V	3.3V
L	1.2μH	1.5μH	2.2μH	2.2μH	2.2μH

输入电容C_{IN}

当降压变压器工作在连续导通模式下时，其输入电流为一个方波，该方波的占空比被定义为输出电压（V_{out}）与输入电压（V_{in}）的比值（即，V_{out}/V_{in}）。为避免出现不希望的瞬态输入电压，输入电容应为低 ESR 类型，且其电流的 RMS 由下面公式给定。由于陶瓷电容的小尺寸和低 ESR 的特性，故被经常采用。因为陶瓷材料 X5R 或 X7R 具有低温度系数和合适的 ESR，故它们非常适合。

$$I_{CIN,RMS} = I_{OUT,MAX} \left(\sqrt{\frac{V_{out} * (V_{in} - V_{out})}{V_{in}}} \right)$$

输出电容C_{OUT}

输出电容帮助在负载瞬态突变期间提供稳定的输出电压，使从电感流向负载的电流更为平稳并且减小了输出电压纹波。因此，低 ESR 的电容是输出电容的理想选择。X5R 和 X7R 陶瓷电容除了适用于输入电容外，也非常适用于此应用。

设计规范中通常会包括输出电压的波动范围。降压变压器输出纹波电压是输出电容的充放电参数和电容 ESR 的函数。纹波电压可通过下面的公式进行计算。

$$\Delta V_{out} = \Delta I_L * ESR + \frac{\Delta I_L}{8 * f * C}$$

表3 电容值范围

	C _N	C _{OUT}
最小	4.7μF	4.7μF
最大	-----	22μF