

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

■概要

ELM614MB 是一款全集成高效率同步降压转换器, 仅需极少的外部元件。它提供非常紧凑的解决方案, 在宽输入电压范围内可提供高达 2A 的连续输出电流。

ELM614MB 采用专有的恒定导通时间 (COT) 控制方案, 在连续导通模式下提供卓越的瞬态响应并保持恒定的开关频率。外部斜坡补偿网络支持使用等效串联电阻 (ESR) 极低的输出陶瓷电容, 确保稳定运行。控制环路中的内部补偿误差放大器可提供出色的线性与负载调节性能。

ELM614MB 集成了低电压锁定 (NVLO)、过流保护 (OCP)、欠压保护 (UVP) 和过热关断多种保护功能。该转换器采用小型 6 引脚 SOT-563 封装。

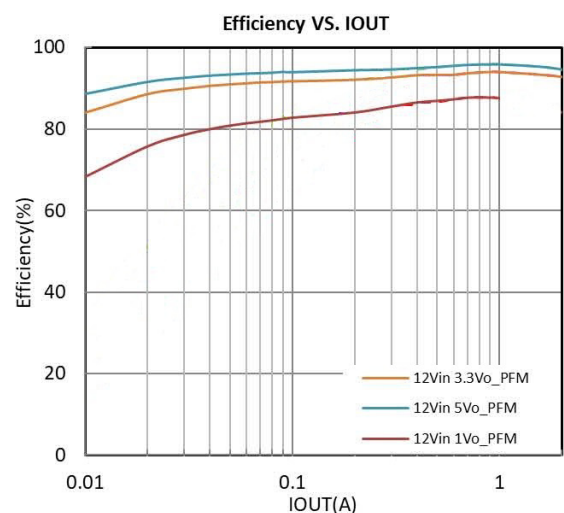
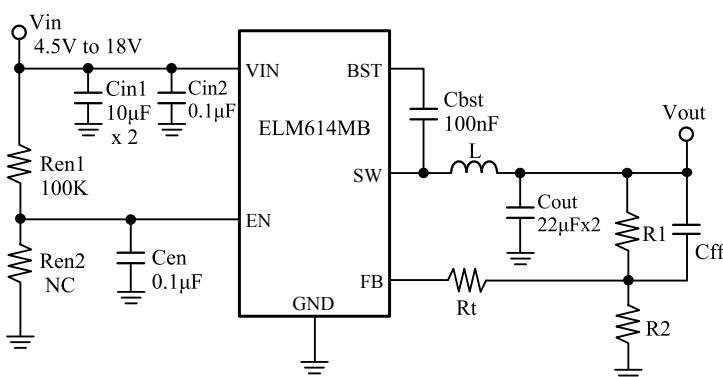
■特点

- 可以使用低 ESR 陶瓷输出电容
- 具有优异瞬态响应性能和稳定开关频率的高速 COT 控制
- 精确的 EN UVLO 阈值
- 轻载条件下的高效 PFM 运行
- 附有自动恢复功能的过热关机性能
- 间歇模式短路保护
- 输入电压范围 : 4.5V ~ 18.0V
- 输出电压范围 : 0.804V ~ 18.0V
- 连续输出电流 : 2A
- 占空比低退出率动作 : 100%
- 开关频率 : 720kHz
- 内部软启动功能 : 1.6ms
- 内置低导通电阻高 / 低通电源开关 : 60mΩ / 37mΩ
- 外型封装 : SOT-563

■用途

- 笔记型电脑
- 平板电脑
- 网络系统
- 个人录影机
- 平面电视和显示器
- 分散式电源系统

■标准电路图



ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

■产品型号构成

ELM614MB-S

记号	项目	说明
a	品名	ELM614
b	封装	M: SOT-563
c	产品版本	B
d	卷带中 IC 引脚置向	S: 请参考14页封装资料

ELM614 M B - S
 ↑ ↑ ↑ ↑
 a b c d

注：包装卷带中 IC 引脚置向只有一种类型。

■最大绝对额定值 (相对于GND) ⁽¹⁾

项目	记号	规格范围	单位
电源电压	V _{IN}	+19	V
EN 电压	V _{EN}	+19	V
SW 电压	V _{SW}	-0.3 ~ V _{IN} +0.3	V
V _{sw} 10ns 连续工作电压	V _{D_{SW}}	-3 ~ V _{IN} +3	V
BS-SW 电压	V _{BS-SW}	+6	V
FB 电压	V _{FB}	+6	V
接合部温度范围	T _J	-40 ~ +150	°C
保存温度范围	T _{STG}	-65 ~ +150	°C
引脚温度 (焊接时间 10 秒)		+260	°C

■推荐工作条件 ⁽²⁾

项目	记号	规格范围	单位
输入电压	V _{IN}	+4.5 ~ +18.0	V
工作温度范围	T _{OP}	-40 ~ +85	°C
接合部温度范围	T _J	-40 ~ +125	°C

■热特性 (最大功耗 (T_A=+25°C)) ⁽³⁾⁽⁴⁾

项目	记号	规格范围	单位
容许功耗	P _D	1.5	W
热阻	θ _{JA}	83	°C/W
	θ _{JC}	31	

注：

- (1) 超过绝对最大额定值的应力，可能会对元件造成损坏；
- (2) 超出推荐的使用条件，将无法保证器件能正常工作；
- (3) 测量基于 JESD51-7 标准、4 层 PCB；
- (4) 最大允许功耗取决于最大结温 T_{J,MAX}、结至环境热阻 θ_{JA} 以及环境温度 T_A。在任何环境温度下，最大允许连续功耗按 P_{D,MAX} = (T_{J,MAX} - T_A) / θ_{JA} 计算。超过最大允许功耗将导致芯片温度过高，稳压器将进入过热关断状态。内部热关断电路可保护器件免受永久性损坏。

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

■ 电路框图

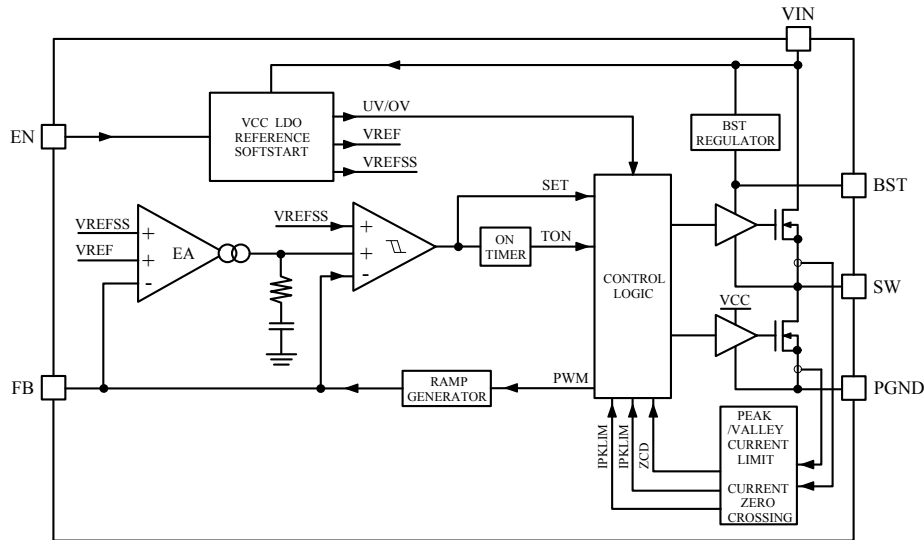
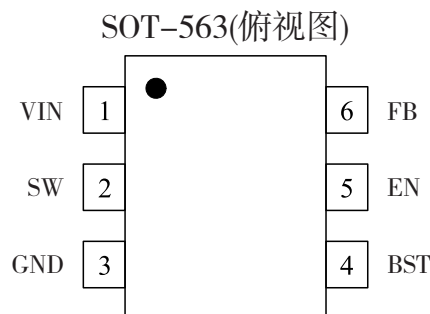


图 1-功能框图

■ 引脚配置图



引脚编号	引脚记号	说明
VIN	1	电源输入引脚。VIN 引脚为内部 MOSFET 和稳压器提供电源。ELM614MB 的工作输入电压范围为 4.5V 至 18V。为使输入电路解耦，需要有一个输入电容。
SW	2	开关输出引脚。请将此引脚连接到电感器和自举电容。为了获得最佳性能和低电磁干扰，PCB 上的开关节点面积应尽可能小。
GND	3	接地引脚。
BST	4	自举引脚。为高侧开关驱动器所用形成一个浮动电源，需要在 SW 引脚和 BST 引脚之间连接一个 100nF 的陶瓷电容器。
EN	5	使能引脚。当此引脚为低电平时，ELM614MB 处于关断状态；当为高电平时，则处于工作状态。迟滞控制的使能阈值电压上升沿为 1.21V，下降沿为 1.11V。要启用自动启动的话，请通过上拉电阻或分压电阻将 EN 连接到 VIN。通过使用 VIN 的外部分压电阻，可以设置 VIN 阈值，该阈值可使 ELM614MB 停止工作。EN 和 AGND 之间提供了一个内部下拉电阻（典型值为 1000kΩ）。
BF	6	反馈引脚。输出电压是通过将外部分压电路从输出端到 GND 连接到 FB 引脚来确定的。

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

■电特性

没有特别指定时, $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=1.2\text{V}$, $V_{EN}=5\text{V}$, 标准值是指 $V_{IN}=12\text{V}$, $V_{EN}=5\text{V}$, $V_{OUT}=5\text{V}$

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	V_{IN}		4.5	-	18.0	V
关机电流	I_S	$V_{EN}=0\text{V}$, $V_{IN}=12\text{V}$	-	5	-	μA
低输入电压锁定阈值	V_{UVLO}	V_{IN} 关机	3.8	4.0	4.2	V
低输入电压锁定滞后	V_{UVLO_HYS}		-	300	-	mV
电源电流 (静止时)	I_{IN}	$V_{FB}=0.9\text{V}$	-	250	300	μA
反馈调整电压	V_{FBREF}		790	804	818	mV
反馈电流	I_{FB}	$V_{FB}=0.804\text{V}$	-	10	50	nA
内部软启动时间 注(5)	T_{SS}		-	1.6	-	msec
开关频率	F_{SW}	$I_{OUT}=1\text{A}$	-	720	-	kHz
最短关机时间 注(5)	T_{OFF_MIN}		-	140	-	ns
最大占空比 注(6)	D_{MAX}		-	100	-	%
HS 主开关电阻	R_{ONHS}		-	60	-	$\text{m}\Omega$
HS 开关漏电流	HS_SW_{LKG}	$V_{IN}=18\text{V}$, $V_{EN}=V_{SW}=0\text{V}$	-	0.1	10.0	μA
峰值电流限制	I_{LIMIT}		3.8	4.5	5.2	A
LS 开关过零电流	I_{ZX}		-	0	-	mA
LS 开关电阻	R_{ONLS}		-	37	-	$\text{m}\Omega$
LS 开关漏电流阈值	LS_SW_{LKG}	$V_{IN}=V_{SW}=18\text{V}$, $V_{EN}=0\text{V}$	-	0.1	10.0	μA
EN 阈值	V_{IH}	V_{EN} 启动	-	1.21	-	V
EN 关闭阈值	V_{IL}	V_{EN} 关机	-	1.11	-	V
EN 内部下拉电阻			-	1000	-	$\text{K}\Omega$
热关断温度 注(5)	T_{SD}		-	160	-	$^{\circ}\text{C}$
热关断滞后 注(5)			-	30	-	$^{\circ}\text{C}$

注:

(5) 设计上是保证的,但未经测试;

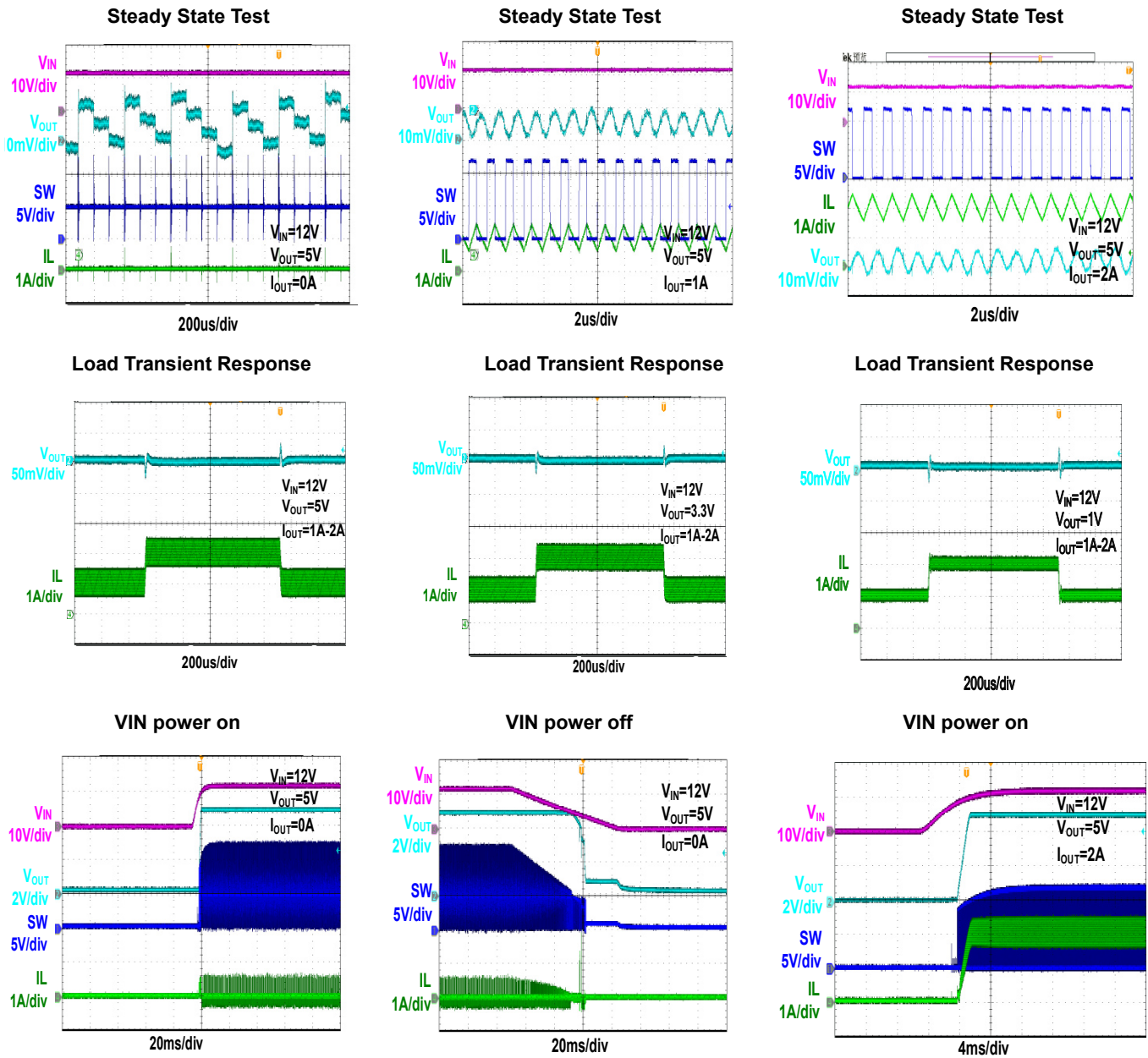
(6) 当输入电压接近输出电压时,ELM614MB 会延长导通时间,使主高侧开关保持导通状态数个周期(超过 10 微秒)。高侧开关暂时断开,低侧开关被强制导通很短时间(通常为 140 纳秒),以刷新 BST 电容。BST 刷新完成后,高侧开关恢复导通状态。

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

■ 典型特性曲线图

• 除非另有说明 $V_{IN}=1.2V$, $V_{OUT}=1V$ ($L=1.5\mu H$), $3.3V$ ($L=3.3\mu H$), $5V$ ($L=4.7\mu H$), $T_J=+25^\circ C$

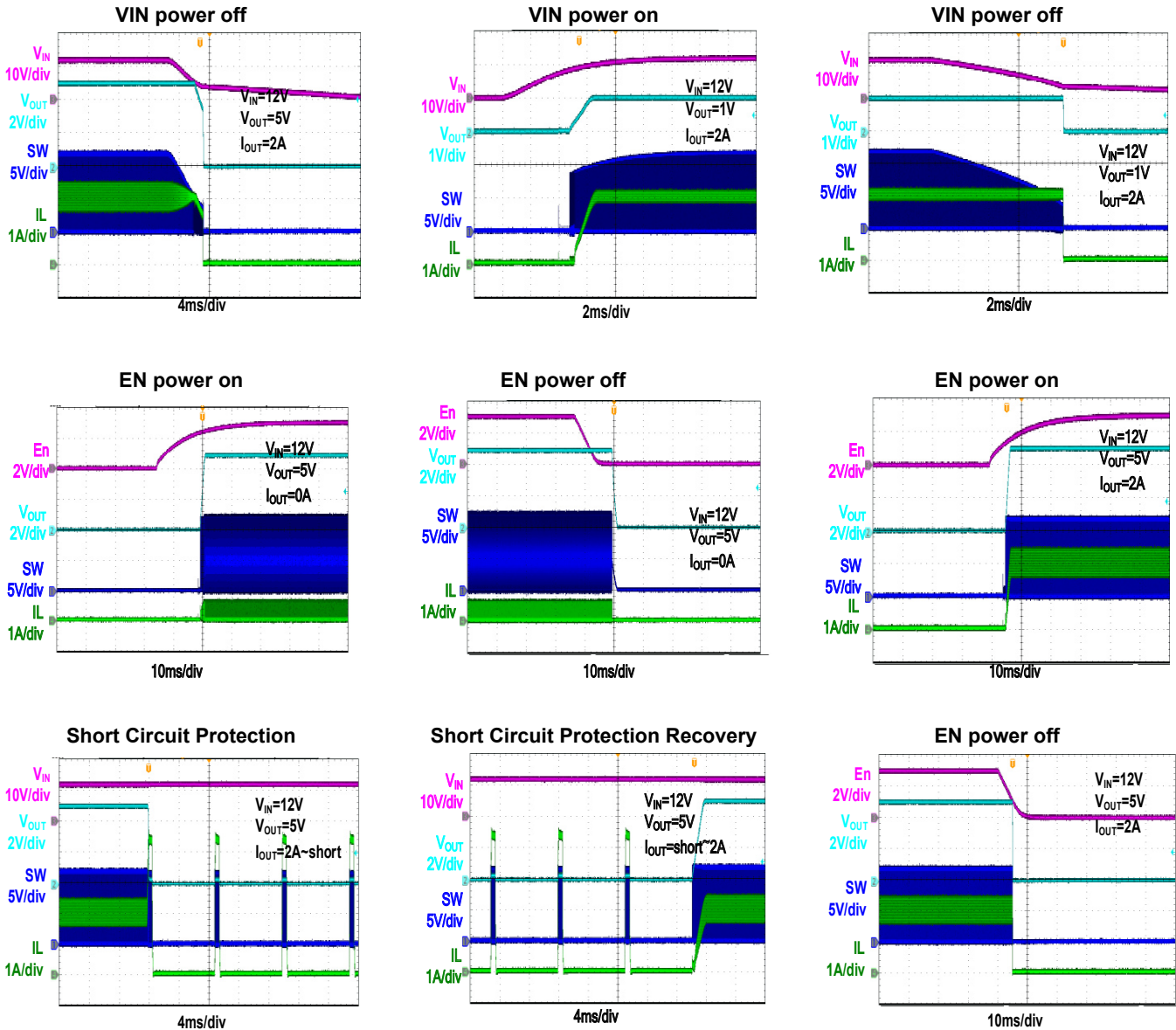


* 在评估板上测量的工作波形。

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

• 除非另有说明 $V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=1V$ ($L=1.5\mu H$), $3.3V$ ($L=3.3\mu H$), $5V$ ($L=4.7\mu H$), $T_J=+25^\circ C$



* 在评估板上测量的工作波形。

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

■工作说明

ELM614MB 是一颗集同步降压转换器，采用恒定导通时间 (COT) 控制方案，可实现卓越的瞬态响应性能。它支持外部斜坡补偿调节，即使使用低 ESR 陶瓷输出电容，也能确保稳定运行和出色的瞬态响应。

1) 恒定导通时间 (COT) 控制

恒定导通时间 (COT) 控制的工作原理是将反馈电压 V_{FB} 与参考电压 (V_{FBREG}) 进行比较。当 V_{FB} 低于参考电压时，控制电路立即导通高速开关 (HS) 一段预设时间 (导通时间)，以提高电感电流。导通时间结束后，低速开关 (LS) 导通，降低电感电流。当电感电流降至零 (I_{LX}) (或 ELM614MB 的负电流限制 INEG 被触发) 或高速开关再次导通进入下一个周期时，低速开关断开。当 V_{FB} 再次低于参考电压时，此操作重复进行。

ELM614MB 采用独特的计算方法，根据输入电压、输出电压和负载电流计算导通时间，从而在整个连续导通负载电流范围内实现近乎恒定的开关频率。导通时间可按如下方式估算：

$$T_{ON} = (V_{OUT} / V_{IN}) \times (1 / F_{SW})$$

ELM614MB 对 V_{FB} 电压下降的快速响应和简化的环路补偿，使其比传统的固定频率 PWM 控制转换器具有更优异的瞬态响应。

2) 轻载工作

在重载和中等负载状态下，ELM614MB 通过 PWM 模式工作，典型开关频率为 720 kHz。随着负载电流的降低，ELM614MB 自然地从 PWM 模式过渡到 PFM 模式。在 PFM 模式下，脉冲宽度与计算出的导通时间相同，但开关频率会降低以适应较低的输出电流。输出电流越低，开关频率也越低。一旦开关频率降低到足够低的程度，器件就会进入睡眠模式，通过降低静态电流，即使在轻负载下也能保持高效率。

PWM 模式和 PFM 模式的临界负载电流是与电感纹波电流有关，而电感纹波电流取决于电感值、输入电压和输出电压。通常，该临界负载电流的估算方法如下：

$$I_{CRIT} = (1/2) \times ((V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}) / L \times F_{SW} \times V_{OUT}$$

3) 100% 占空比低压差工作

当输入电压接近输出电压时，ELM614MB 会将导通时间延长至最大导通时间，以满足调节输出电压所需的占空比要求。如果输入电压进一步下降至等于或低于输出电压水平，ELM614MB 将强制主高侧 (HS) 开关保持导通状态超过一个周期，最终达到 100% 占空比。100% 占空比工作模式使转换器能够将输入电压直接有效传输至输出端，同时将高侧开关和电感上的压降降至最低。在低压差工作模式下，ELM614MB 会使高侧开关导通多个开关周期，随后短暂关闭高侧开关并导通低侧 (LS) 开关 (典型时间为 140ns)，以刷新 BST 供电电压。BST 刷新脉冲结束后，LS 开关关闭，随后 HS 开关恢复导通并进行多个开关周期，从而实现有效的 100% 占空比。BST 刷新脉冲用于给 BST 电容充电，并确保 HS 开关驱动电路正常工作。

4) 使能

ELM614MB 为 EN 端子提供了一个精确的使能阈值，通常是上升沿为 1.21V，下降沿为 1.11V。将 EN 端子电压拉高至 1.21V 以上即 ELM614MB 处于使能状态，而将 EN 端子电压拉低至 1.11V 以下则 ELM614MB 使能处于无效状态。

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

如果使用 EN 端子的阈值电压设置输入启动电压电平时，请使用以下公式：

$$V_{IN_START} = 1.21V \times (R_{UP} + R_{DOWN} // 1M\Omega / R_{DOWN} // 1M\Omega)$$

公式里的 $1M\Omega$ 是 EN 引脚的内部下拉电阻。

当 EN 为高电平时，如果 V_{IN} 高于欠压锁定 (UVLO) 阈值，ELM614MB 将启动。当 EN 为低电平时，ELM614MB 将关闭。如果不想使用关机功能，请将 EN 引脚连接到 V_{IN} 。

5) 软启动

ELM614MB 具有内置的 1.6 毫秒内部软启动功能。在软启动期间，输出电压不受负载电流或输出电容的影响，会直线性上升至恒定水平。

6) 电流限制与间歇模式

ELM614MB 内置逐周期电流限制保护功能，可在任何故障条件下防止电感电流失控。ELM614MB 在工作期间持续监测电感谷值电流，一旦谷值电流超过限制阈值，ELM614MB 将开启低电平 (LS)，并等待电感电流降至预定水平后，高电平 (HS) 才会再次开启。如果这种限流状况持续长时间重复出现，ELM614MB 将进入间歇模式，停止开关一段时间，然后自动尝试重启。重启过程中始终采用软启动，以限制浪涌电流并避免输出过冲。

当 ELM614MB 进入谷值电流限制模式时，由于 HS 导通时间固定，峰值电流也会受到限制。该峰值电流可按如下方式估算：

$$I_{PEAK} = I_{VALLEY} + T_{ON} \times ((V_{IN} - V_{OUT}) / L)$$

应用说明

1) 输出电压的设置

使用外部反馈电阻的分压电路决定输出电压（参见第 1 页“标准电路图”）。为保持输出电压精度，建议使用 1% 精度的电阻。反馈电阻 R1 与内部补偿电容共同作用，会对回路稳定性产生轻微影响。确定 R1 的值后，即可使用以下公式计算 R2 的值：

$$R1 = R2 \times (V_{OUT} / V_{FB} - 1)$$

2) 电感器

在开关输入电压驱动下，电感器用于向输出负载提供恒定电流。增大电感值可以降低纹波电流，从而降低输出纹波电压。然而，增大电感值会增加安装面积、增加串联电阻或降低饱和电流。确定电感值的一般原则是，将电感器内的峰峰值纹波电流设置为最大输出电流的 30% 到 40% 以内，并设计电感器，使峰值电流低于开关的最大电流限制。电感值可以使用以下公式计算：

$$L = V_{OUT} / (F_{SW} \times \Delta I_L) \times (1 - V_{OUT} / V_{IN})$$

在这个公式里， ΔI_L 是电感器纹波电流的峰峰值电流。

为防止过热和效率不高，电感器的额定有效值电流必须大于应用中预期的最大输出负载。此外，电感器的饱和电流（通常表示为 I_{SAT} ）必须大于最大负载电流加上电感器纹波电流的一半。

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

https://www.elm-tech.com

电感器的峰值电流可使用以下公式计算：

$$I_{L_PEAK} = I_{OUT} + V_{OUT} / (2F_{SW} \times L) \times (1 - V_{OUT} / V_{IN})$$

3) 输入电容

由于降压转换器的输入电流是不连续的，因此需要一个电容器来为降压转换器提供交流电流，同时保持直流输入电压。为了获得最佳性能，建议使用陶瓷电容器，并将其尽可能靠近 V_{IN} 引脚放置。建议使用 X5R 和 X7R 陶瓷介质的电容器，因为它们对温度波动相对稳定。此外，电容器的纹波电流额定值必须大于转换器的最大输入纹波电流。输入纹波电流可按如下方式估算：

$$I_{CIN} = I_{OUT} \times \sqrt{V_{OUT} / V_{IN} \times (1 - V_{OUT} / V_{IN})}$$

最糟糕的是 $V_{IN} = 2V_{OUT}$ ，在这种情况下：

$$I_{CIN} = I_{OUT} / 2$$

为简化起见，请选择有效值电流至少为最大负载电流一半的输入电容。输入电容值决定了转换器的输入电压纹波。如果您的系统对输入电压纹波有要求，请选择满足这些规格的输入电容。输入电压纹波可按如下方式估算：

$$\Delta V_{IN} = I_{OUT} / (F_{SW} \times C_{IN}) \times V_{OUT} / V_{IN} \times (1 - V_{OUT} / V_{IN})$$

在 $V_{IN} = 2 \times V_{OUT}$ 最坏的条件：

$$\Delta V_{IN} = 1 / 4 \times (I_{OUT} / (F_{SW} \times C_{IN}))$$

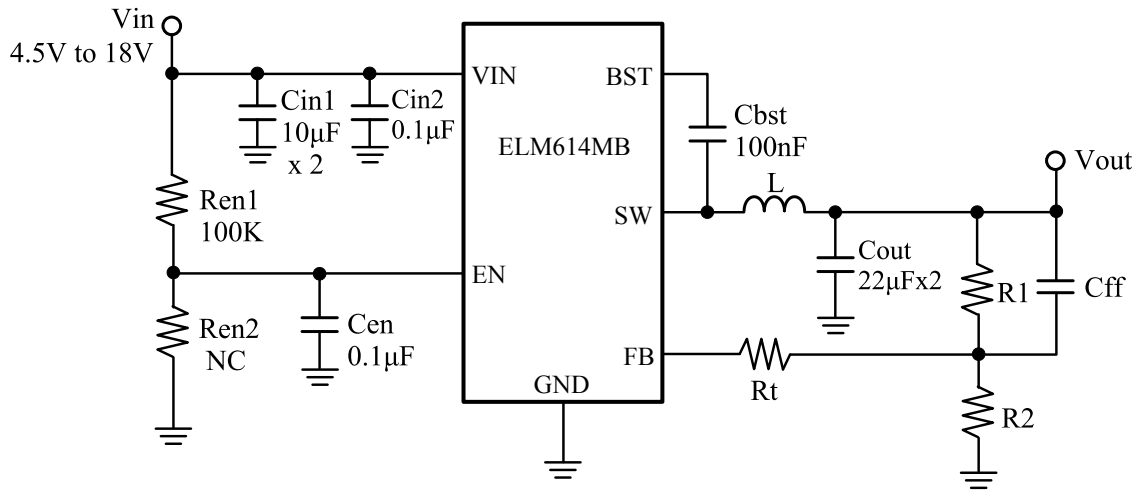
4) 输出电容

输出电容有两个重要功能。首先，它与电感器配合，对 ELM614MB 产生的方波进行滤波，从而产生直流输出。在此过程中，开关频率下的低阻抗至关重要，因为它决定了输出纹波。其次，它存储能量以应对瞬态负载并稳定 ELM614MB 的控制环路。X5R 或 X7R 型陶瓷电容具有极低的等效串联电阻(ESR)，从而实现低输出纹波和良好的瞬态响应。可以通过增加输出电容的电容值并在 V_{OUT} 和 FB 之间添加一个前馈电容来改善瞬态性能。增加输出电容还可以降低输出电压纹波。虽然可以使用低电容值的输出电容来节省空间和成本，但这会导致瞬态响应降低和环路不稳定。选择电容时，应仔细查看数据手册，并计算在相关工作条件（例如偏置电压和温度）下的有效电容值。可能需要使用物理尺寸更大或额定电压更高的电容。

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

应用电路图



EVB BOM 一览

数量	参考	值		说明
2	CIN1	10 µ F		陶瓷电容、35V、X5R
2	CIN2, CEN	0.1 µ F		陶瓷电容、50V、X5R
2	COUT	22 µ F		陶瓷电容、16V、X5R
1	CBST	100nF		陶瓷电容、10V、X5R
1	L	VOUT=5V	4.7 µ H	电感、Isat > 6A
		VOUT=3.3V	3.3 µ H	
		VOUT=1.0V	1.5 µ H	
1	R1	VOUT=5.0V	100k Ω	电阻、± 1%
		VOUT=3.3V	100k Ω	
		VOUT=1.0V	100k Ω	
1	R2	VOUT=5.0V	19.1k Ω	电阻、± 1%
		VOUT=3.3V	32.4k Ω	
		VOUT=1.0V	390k Ω	
1	Rt	500 Ω		电阻、± 1%
1	CFF	100pF		陶瓷电容、10V、X5R
1	REN1	100K Ω		电阻、± 1%
1	电源 IC	ELM614MB		降压型 DC/DC 转换器

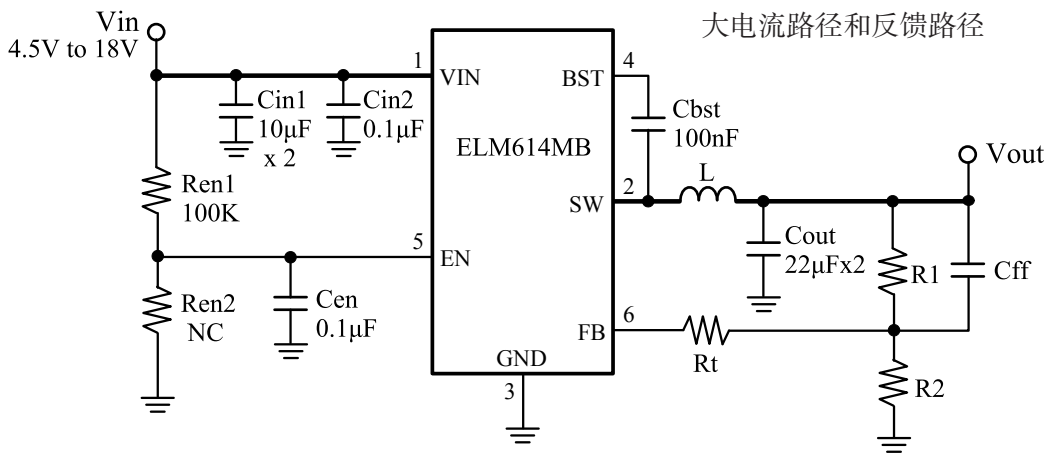
ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

■PCB 布局指南

PCB 布局对于实现能够稳定动作非常重要。请遵循以下指南：

- 1) 大电流路径（GND、VIN 和 SW）的放置请尽可能靠近元件，并且应用较短的、直的及较宽的配线；
- 2) 输入电容器应尽可能放置靠近 VIN 和 GND 引脚；
- 3) 开关节点（SW）的放置应要短小，并远离反馈电路；
- 4) 外部反馈电阻器请放置在 FB 引脚旁边。在 FB 走线上确保没有过孔，并且连接尽可能短；
- 5) BST 电压路径（BST、CBST 和 SW）应尽可能短；
- 6) VIN 和 GND 垫请使用较宽的铜箔连接，并至少使用两层铜箔铺设 VIN 和 GND 走线，使散热更有效果。此外，为辅助散热请在 VIN 和 GND 焊盘附近添加几个 10 mil 钻孔 /18 mil 宽的铜过孔。VIN 和 GND 垫请使用宽铜箔布线，并至少使用两层 PCB 铺设 VIN 和 GND 走线，以改善散热性能。另外，请在 VIN 和 GND 焊盘附近放置几个导热过孔，以辅助散热。

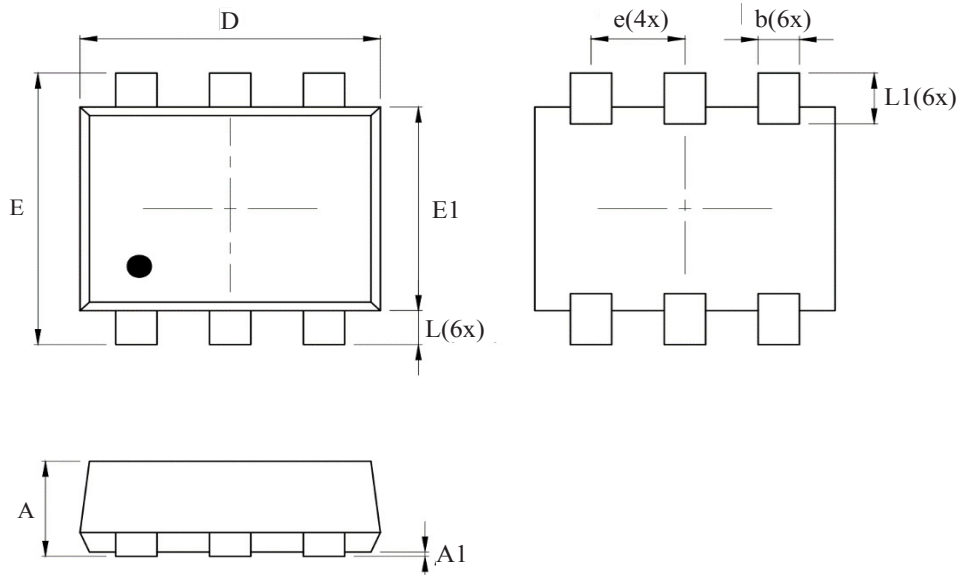


REN1 和 REN2 可基于使能的使用条件来选择。

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

■SOT-563 外形尺寸

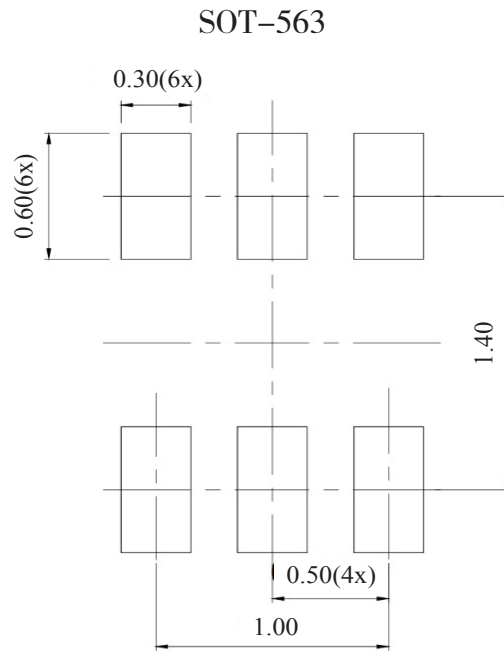


記号	毫米 (mm)		英寸 (inch)	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	0.52	0.60	0.020	0.024
A1	0.00	0.05	0.000	0.002
b	0.17	0.27	0.007	0.011
D	1.50	1.70	0.059	0.067
E	1.50	1.70	0.059	0.067
E1	1.10	1.30	0.043	0.051
e	0.50 BSC		0.020 BSC	
L	0.10	0.30	0.004	0.012
L1	0.20	0.40	0.008	0.016

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

<https://www.elm-tech.com>

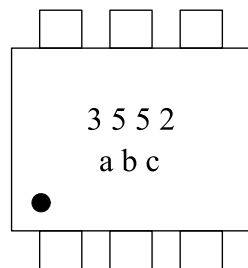
■参考焊盘图



注：

- 尺寸单位为毫米；
- 此为参考值。

■封装印字说明



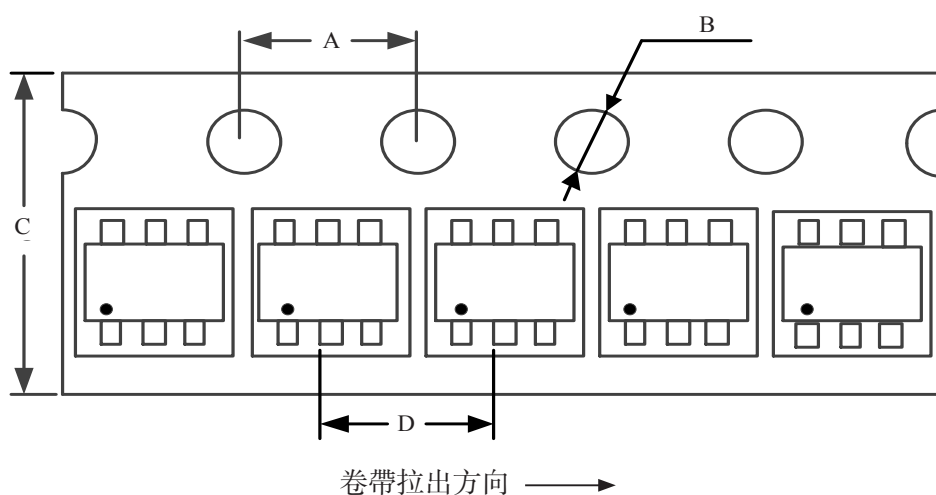
标记	内容
3552	产品代码
a	年
b	周
c	生产代码

ELM614MB 2A 18V 720kHz 高效率 同步整流 PWM 降压 DC/DC 转换器

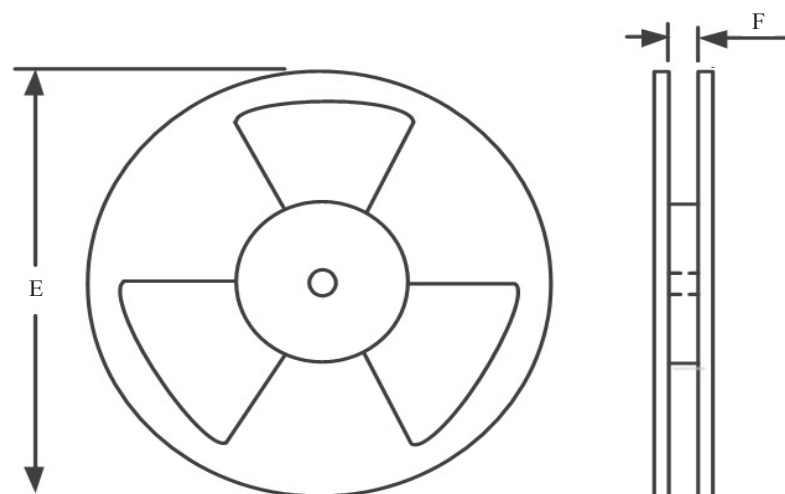
<https://www.elm-tech.com>

■ 卷带和载带尺寸

- 卷带出口方向 / 卷带信息



- 卷盘信息



- 详细尺寸

封装类型	A	B	C	D	E	F	Q'ty/ 卷
SOT-563	4.0 mm	1.5 mm	8.0 mm	4.0 mm	7 inches	9.5 mm	5,000