高效 10A 同步整流升压转换器

概述

HM5167B 是一款高功率密度的同步整流升压转换器，集成两个低导通电阻的功率开关来减低导通功率损耗，为便携设备提供高效率、小型化的供电方案。HM5167B具有 2.7 ~ 12 V 的宽输入电压范围，输出电压最高至 12.6 V，具备 10 A 开关电流能力，可提供 30 W 功率输出。

HM5167B 采用电流模 COT 控制架构调整输出电压，重载时工作在 PWM 模式，轻载时可通过 MODE pin 在 PFM 模式和 FPWM 模式之间选择，避免较低的开关频率引起的应用问题，同时可通过外部电阻在 200 kHz~2.2 MHz 之间设定 FPWM 模式开关频率。HM5167B 还具有可编程的峰值限流和软启动时间。除此之外，HM5167B 包含有 UVLO、OVP 和 OTP 等保护功能。

特点

- 输入电压范围：2.7 ~ 12 V
- 输出电压范围：4.5 ~ 12.6 V
- 较低的关断电流：1 ~ 3 uA
- 较低$R_{DS(ON)}$的内部开关 (低侧/高侧)：13 mΩ / 16 mΩ
- 效率可达90% @ V_{IN} = 3.3 V, V_{OUT} = 9 V, I_{OUT} = 3 A
- 可调开关频率：200 kHz ~ 2.2 MHz
- 轻载时可选择工作模式：PFM / FPWM
- 可调峰值电流限流
- 可调软启动时间
- 输出过压保护13.4 V
- 过温保护150 ℃

应用场合

- 快充移动电源
- 电子烟
- 蓝牙扬声器
- 便携POS终端

封装形式

- 16-pin ESOP16
- 20-pin DFN20L(4.5 × 3.5×0.9-0.5)

典型应用图

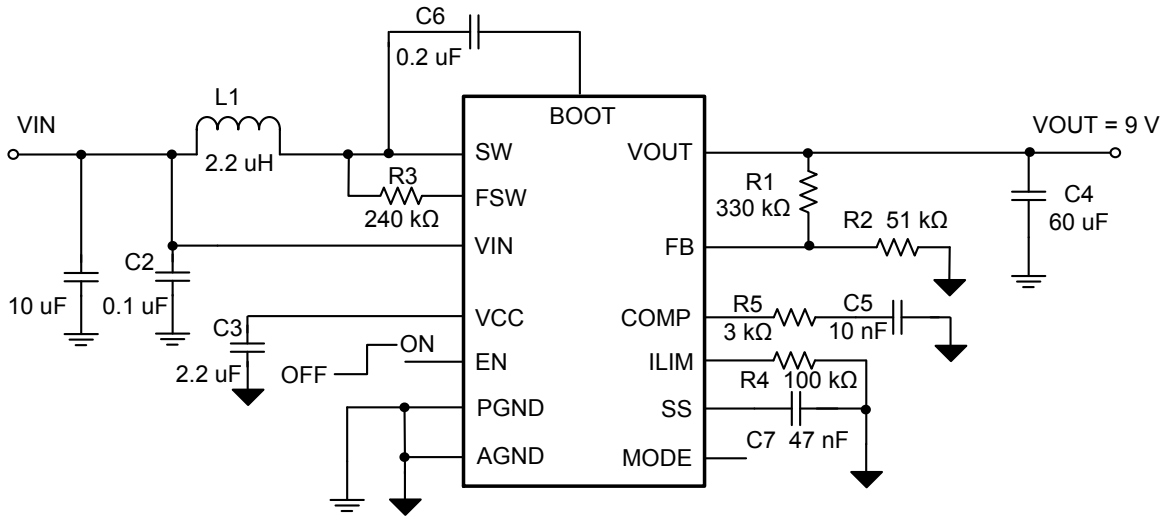
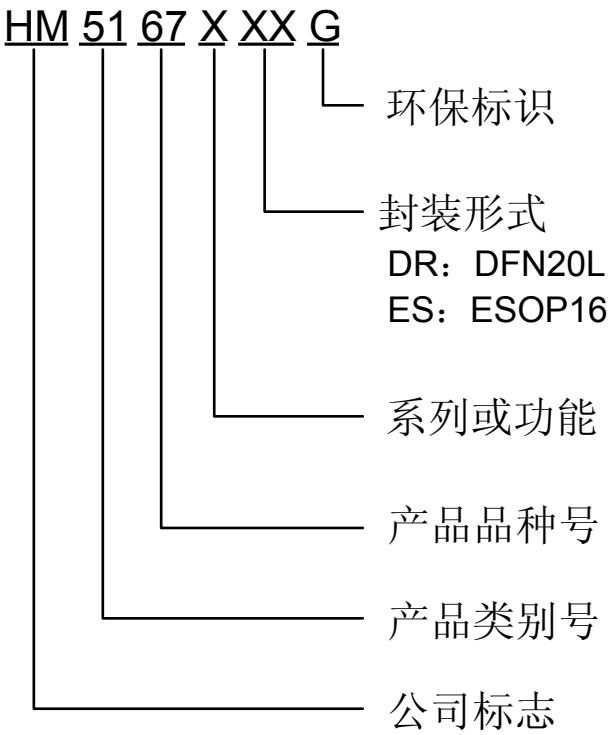


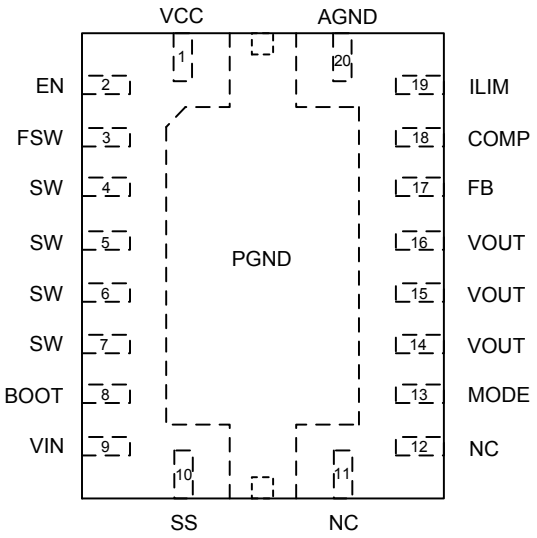
图1. HM5167B典型应用原理图

选购指南

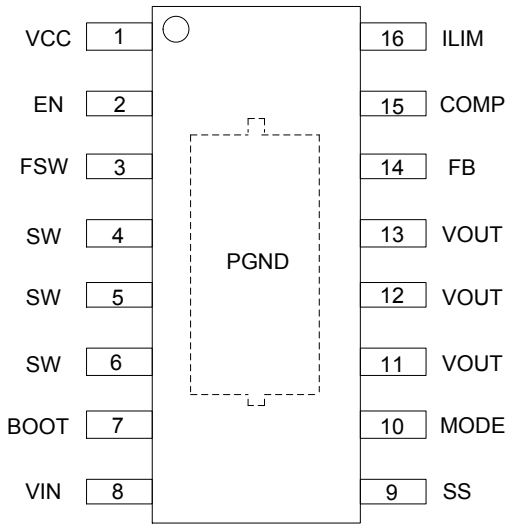


产品型号	产品说明
HM5167BES	封装形式：ESOP16
HM5167BDR	封装形式：DFN20L(4.5 × 3.5×0.9-0.5)

产品脚位图



DFN20L

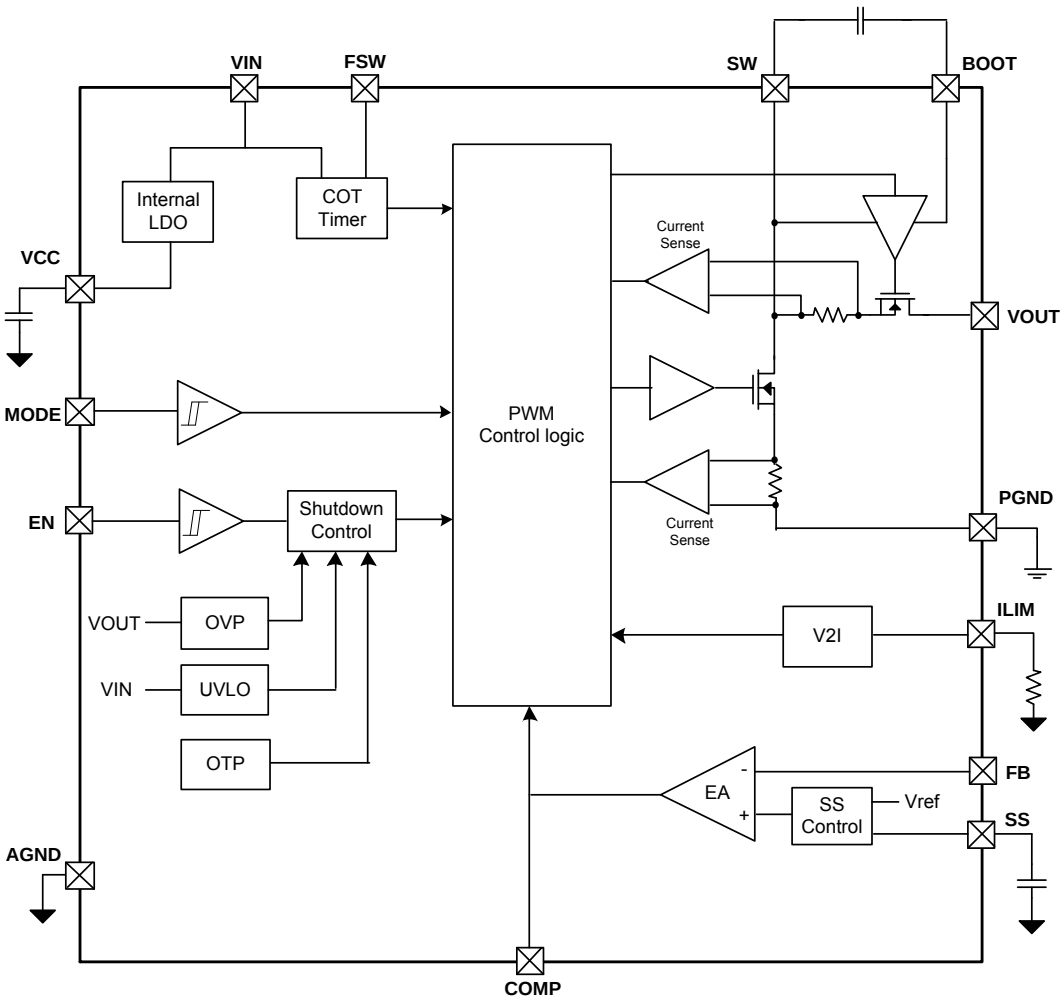


ESOP16

脚位功能说明

PIN 脚位			功能说明
符号名	编号 DFN20L	编号 ESOP16	
VCC	1	1	内部LDO输出，需要在VCC和地之间接至少1 uF稳压电容
EN	2	2	芯片使能逻辑输入，逻辑高电平使能芯片，逻辑低电平关断芯片
FSW	3	3	在 FSW 和 SW 之间外接电阻设定开关频率
SW	4, 5, 6, 7	4, 5, 6	升压转换器开关节点，内部接低侧开关漏端和高侧开关源端
BOOT	8	7	高侧开关驱动的电源，需要在SW和BOOT之间接0.2 uF稳压电容
VIN	9	8	芯片的电源
SS	10	9	在SS和地之间外接电容设定软启动时间
NC	11, 12		芯片内部未连接，建议接地助散热
MODE	13	10	轻载时选择工作模式，逻辑高电平或者悬空时，工作在PFM，逻辑低电平时，工作在PWM
VOUT	14, 15, 16	11,12,13	升压转换器输出
FB	17	14	电压反馈，接反馈电阻分压器抽头
COMP	18	15	误差放大器输出，在COMP和AGND之间外接环路补偿网络
ILIM	19	16	在ILIM和AGND之间外接电阻设定开关峰值电流限流值
AGND	20		模拟信号地
PGND	散热盘	散热盘	功率地，接低侧开关的源端

功能框图



绝对最大额定值（注释 1）

符号		描述	极限值	单位
V_{PIN}	BOOT	芯片管脚对地电压	-0.3 ~ SW + 6.6	V
	VIN, SW, FSW, VOUT		-0.3 ~ 14	V
	EN, VCC, SS, COMP, MODE, ILIM, FB		-0.3 ~ 6.6	V
T_A		工作环境温度	-40 ~ 85	℃
T_J		结温	-40 ~ 150	℃
T_{stg}		储存温度	-55 ~150	℃
T_{lead}		焊接温度	260	℃
PD	DFN20L	封装功耗	2.4	W
	ESOP16		2.23	W
θ_{JA}	DFN20L	封装热阻	52	℃/W
	ESOP16		56	℃/W

注释 1：“绝对最大额定值”是本产品能够承受的最大物理伤害极限值，请在任何情况下勿超出该额定值。

静电保护等级

等效模型	等级	单位
人体模型，所有脚位	±2000	V
带电器件模型，所有脚位	±500	V

推荐工作条件

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压	2.7	-	12	V
V_{OUT}	输出电压	4.5	-	12.6	V
L	电感值	0.6	2.2	10	uH
C_O	输出电容	10	60	1000	uF
T_A	工作环境温度	-40	-	85	℃

电气参数

（T_A = 25 ℃，V_{IN} = 3.6 V，V_{OUT} = 9 V，L = 2.2 uH，R_{ILIM}= 100 kΩ，R_{FREQ} = 240 kΩ，除非另行标注）

符号	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压范围		2.7	-	12	V
V_{UVLO}	输入 UVLO 阈值电压	输入电压上升	-	-	2.7	V
V_{UVLO_HYS}	UVLO 迟滞		-	0.2	-	V
I_{SD}	IC 关断时流入 VIN 管脚电流	关断 IC，VOUT 管脚不接反馈电阻和负载	-	1	3	uA
I_Q	IC 在 PFM 模式空载工作时输入静态电流	使能 IC，VOUT 管脚不接负载，MODE 管脚悬空	-	600	1200	uA
V_{CC}	内部 LDO 输出电压	V_{IN} = 8 V，I_{VCC} = 10 mA	4	5	6	V
V_{ENH}	EN 逻辑高阈值电压	VCC = 5 V	-	-	1.2	V
V_{ENH}	EN 逻辑低阈值电压	VCC = 5 V	0.4	-	-	V
R_{EN}	EN 内部下拉电阻	VCC = 5 V	-	800	-	kΩ
V_{MODEH}	MODE 逻辑高阈值电压	VCC = 5 V	-	-	4.0	V
V_{MODEL}	MODE 逻辑低阈值电压	VCC = 5 V	1.5	-	-	V
R_{MODE}	MODE 上拉电阻	VCC = 5 V		800	-	kΩ
V_{OUT}	输出电压范围		4.5	-	12.6	V
V_{REF}	反馈参考电压		1.188	1.206	1.224	V
I_{FB}	FB 管脚漏电流	V_{FB} = 1.5 V	-	-	100	nA
I_{SS}	软启动充电电流		-	5		uA
$R_{DS(ON)1}$	低侧 MOSFET 导通电阻		-	13	17	mΩ
$R_{DS(ON)2}$	高侧 MOSFET 导通电阻		-	16	21	mΩ
I_{LIM_PFM}	PFM 模式低侧 MOSFET 峰值电流限流	R_{ILIM} = 100 kΩ，MODE 管脚悬空	-	12.2	-	A
I_{LIM_FPWM}	FPWM 模式低侧 MOSFET 峰值电流限流	R_{ILIM} = 100 kΩ，MODE 管脚接地	-	10.6	-	A

F_{SW}	开关频率	R_{FREQ} = 240 kΩ，MODE 管脚接地	-	550	-	kHz
t_{min_ON}	最小导通时间		-	110	200	ns
t_{min_OFF}	最小关断时间		-	100	200	ns
V_{OVP}	输出过压保护阈值电压	输出电压上升	-	13.4	-	V
V_{OVP_HYS}	输出过压保护迟滞		-	0.3	-	V
T_{SD}	热关断阈值温度	芯片内部温度上升	-	150	-	℃
T_{SD_HYS}	热关断迟滞		-	20	-	℃

典型性能参数

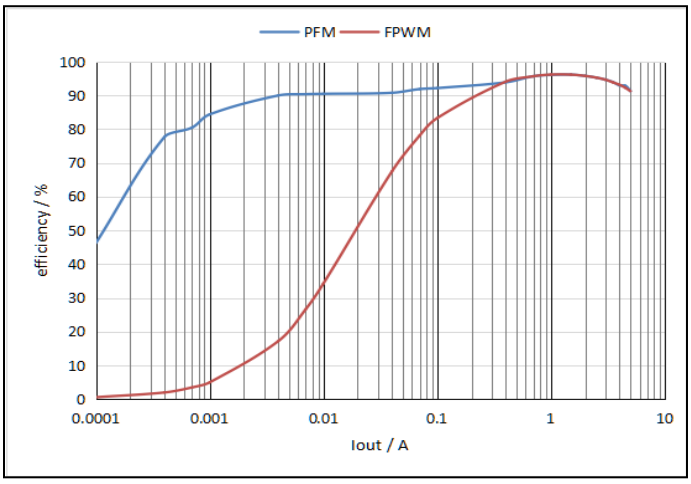


图 2. 效率 vs 输出电流 @ V_{IN}=3.6 V, V_{OUT} = 5 V

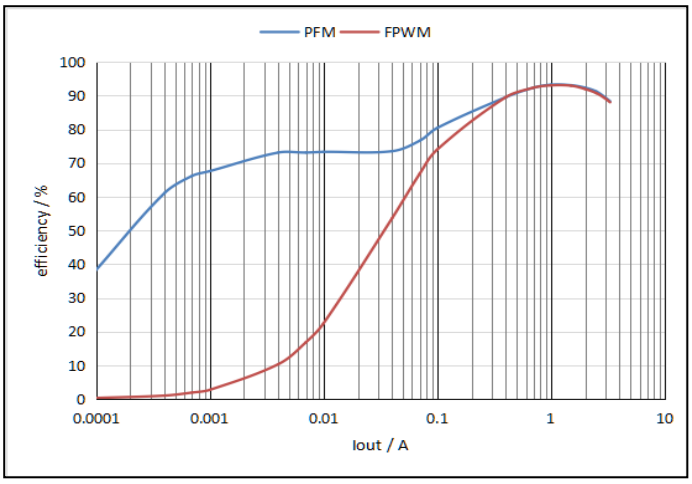


图 3. 效率 vs 输出电流 @ V_{IN}=3.6 V, V_{OUT} = 9 V

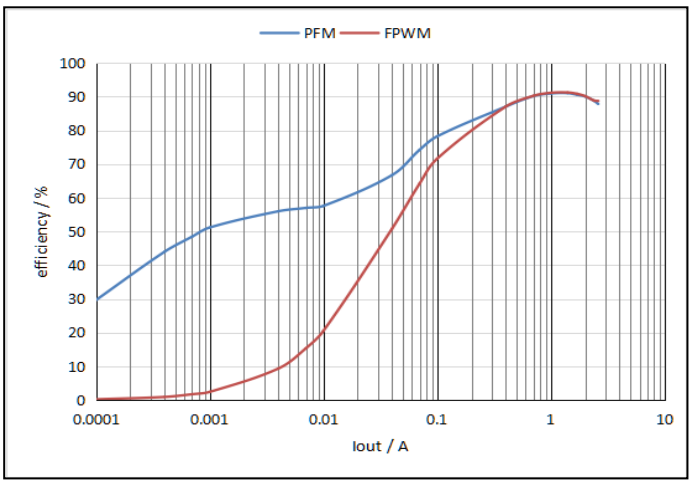


图 4. 效率 vs 输出电流 @ V_{IN}=3.6 V, V_{OUT} = 12 V

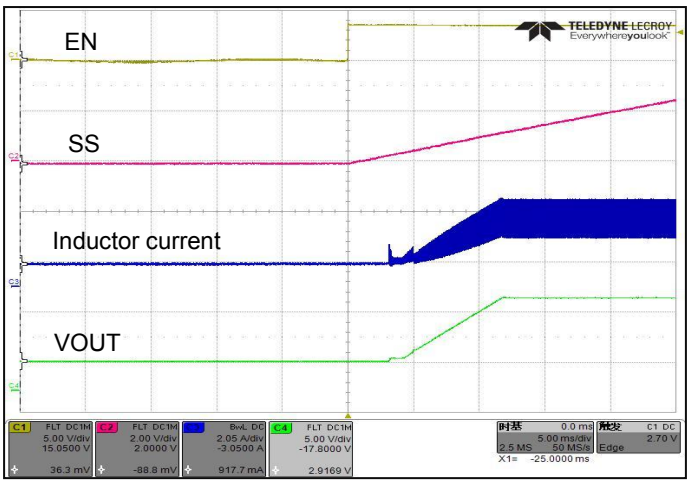


图 5. 启动波形

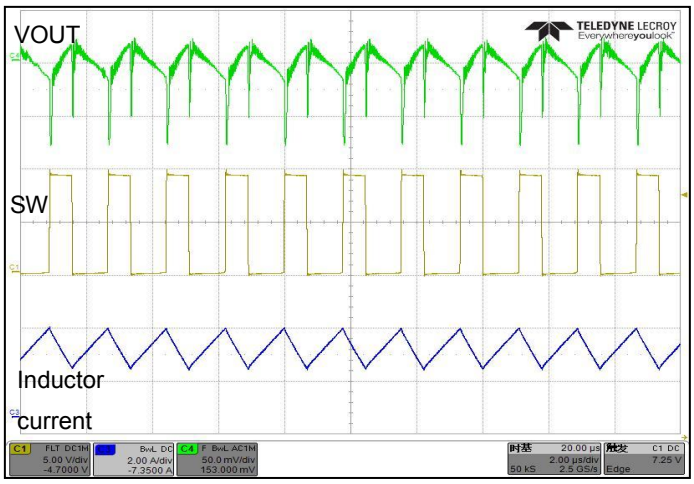


图 6. CCM 开关波形

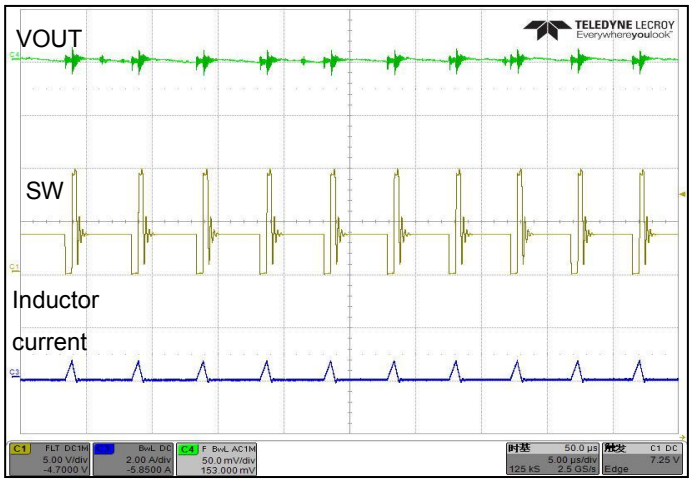


图 7. PFM 开关波形

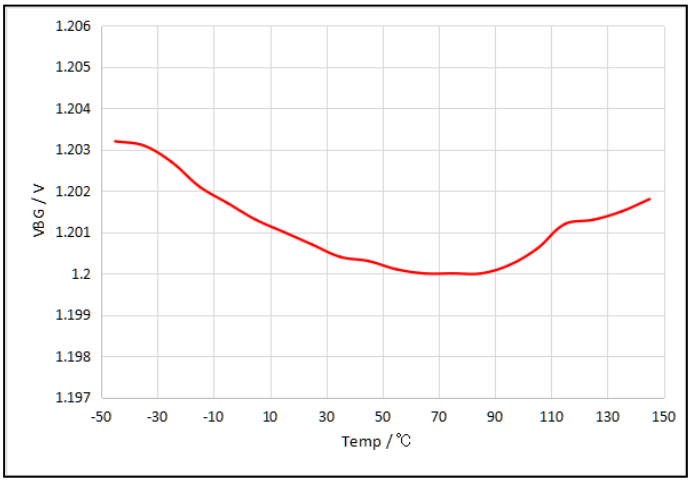


图 8. 参考电压 vs 温度

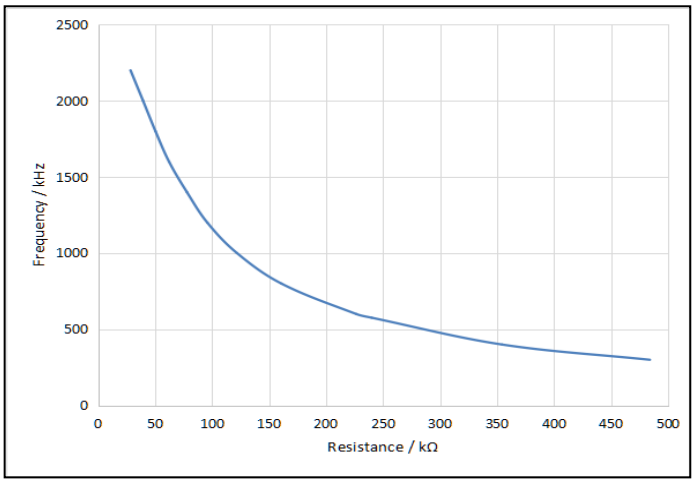


图 9. 开关频率 vs 设定电阻

工作方式

HM5167B是一款同步整流 boost 转换器，内部集成较低的导通电阻的功率开关，采用电流模 COT 控制方式，在重载时，每次开关周期，低侧MOSFET会在电流上升至误差放大器控制的峰值电流后被关断，电感电流通过高侧MOSFET体二极管，高侧 MOSFET 在自适应恒定关断时间来临之前保持开启。在轻载时，可通过 MODE 管脚设置工作模式。MODE 管脚悬空或者接逻辑高时，HM5167B 工作在 PFM 模式，通过延长关断时间减小功率传输。MODE 管脚接地时，HM5167B 工作在 FPWM 模式，效率较低，但是开关频率和重载时相同，避免了轻载时较低的开关频率引起的音频噪声和其它问题。

应用指导

HM5167B具备输出电压 12.6 V、10 A 开关电流、传输超过 30 W 功率的能力，在轻载时可通过 MODE 管脚在 PFM 模式和 FPWM 之间选择，还支持外部设定软启动时间、工作频率、峰值限流。

设定软启动时间

当 EN 管脚被拉高时，SS 管脚上的软启动电容 C_{SS}（典型应用电路中的 C_7）会被一个 5 uA 恒流源充电，SS 管脚电压和内部反馈参考电压 V_{REF}（1.206 V）之间较小的电压值作为误差放大器正端输入，随着 SS 管脚电压上升，FB 管脚电压也缓慢地升高，当 SS 管脚电压超过 V_{REF} 后软启动过程完成。当 EN 管脚被拉低时，C_{SS} 上电压被放电至地。

软启动时间 t_{SS} 公式如下所示。

$$t_{SS} = \frac{V_{REF} \times C_{SS}}{I_{SS}}$$

设定输出电压

通过外部反馈电阻分压器（典型应用电路中的 R1、R2）来设定输出电压，为了减小空载时的静态功耗，建议为 R1、R2 选择 10 kΩ 和 1 MΩ 之间的电阻值。R1 电阻值计算公式如下所示。

$$R_1 = \frac{(V_{OUT} - V_{REF}) \times R_2}{V_{REF}}$$

设定开关频率

HM5167B 支持通过 FSW 管脚和 SW 管脚之间的电阻 R_{FREQ}（典型应用电路中的 R3）设定开关频率。R_{FREQ} 和所需要的开关频率 f_{SW} 之间关系如下所示。

$$R_{FREQ} = \frac{4 \times (\frac{1}{f_{SW}} - t_{min_OFF} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}})}{C_{FREQ}}$$

这里，V_{IN} 是输入电压，V_{OUT} 是输出电压，f_{SW} 是开关频率，C_{FREQ} 等于 25 pF，t_{min_OFF} 是最小关断时间 100 ns。

设定峰值电流限流

通过外部电阻设置峰值电流限流值，需要注意，FPWM 模式限流值比 PFM 模式的低 1.6 A，为了保证 boost 转换器正常工作，需要让峰值电流限流大于实际工作时需要的最大电感峰值电流。PFM 模式峰值电流限流公式如下所示。

$$I_{LIM} = \frac{1220000}{R_{ILIM}}$$

外部元器件

1）用外部自举电容为内置高侧 MOSFET 驱动电路供电，建议在 SW 管脚和 BOOT 管脚之间加 200 nF 陶瓷电容。

2）陶瓷电容的偏置电压会减小电容实际容值，因此需要留出余量来保证足够的有效电容值。

3）电感电流接近饱和电流时电感值会比 0 A 时低约 30%，因此要保证电感的饱和电流大于工作的最大电感电流。

PCB 布局建议

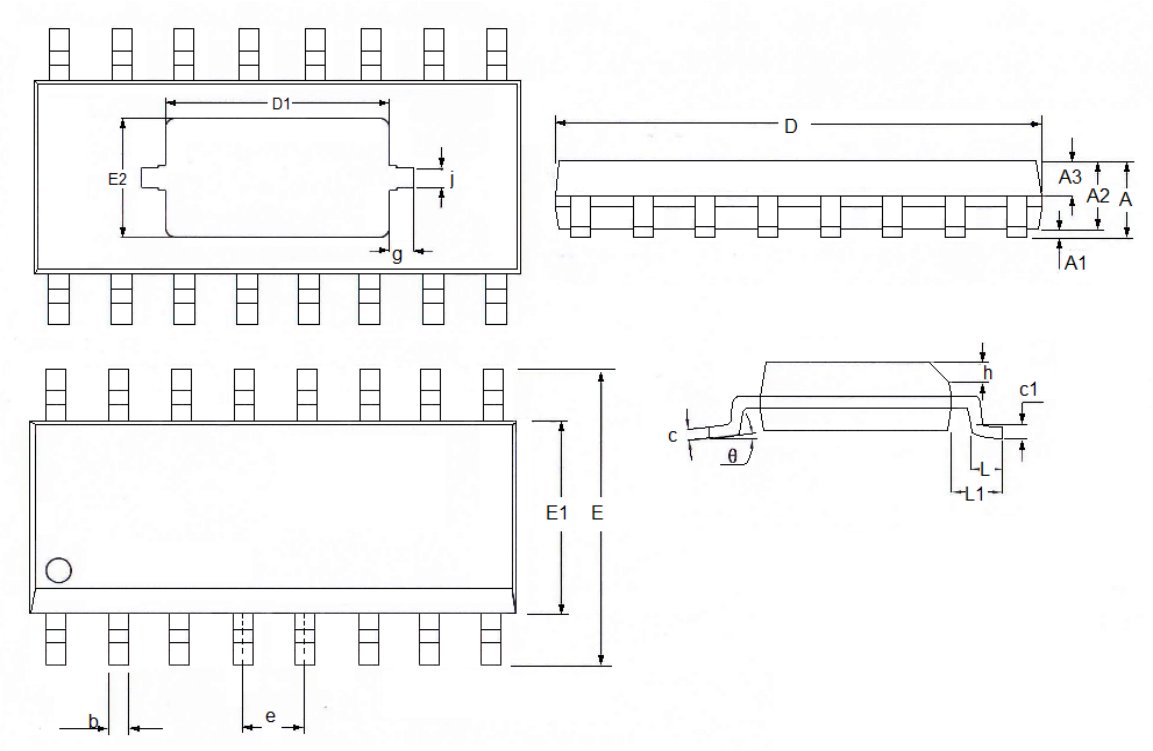
1）为了降低非理想干扰，外部元件如电感、C_{IN}、C_{OUT}、反馈分压电阻等尽可能靠近芯片。

2）为了减小高频开关引起的 EMI，PCB 上连到 SW 管脚的走线尽可能短，最好在 PCB 背面覆盖接地层减小信号耦合。

3）为了增加散热、提高效率，建议将 DFN20L 封装上的散热垫焊接到接地层，多打散热孔，采用较厚的 PCB 铜箔。

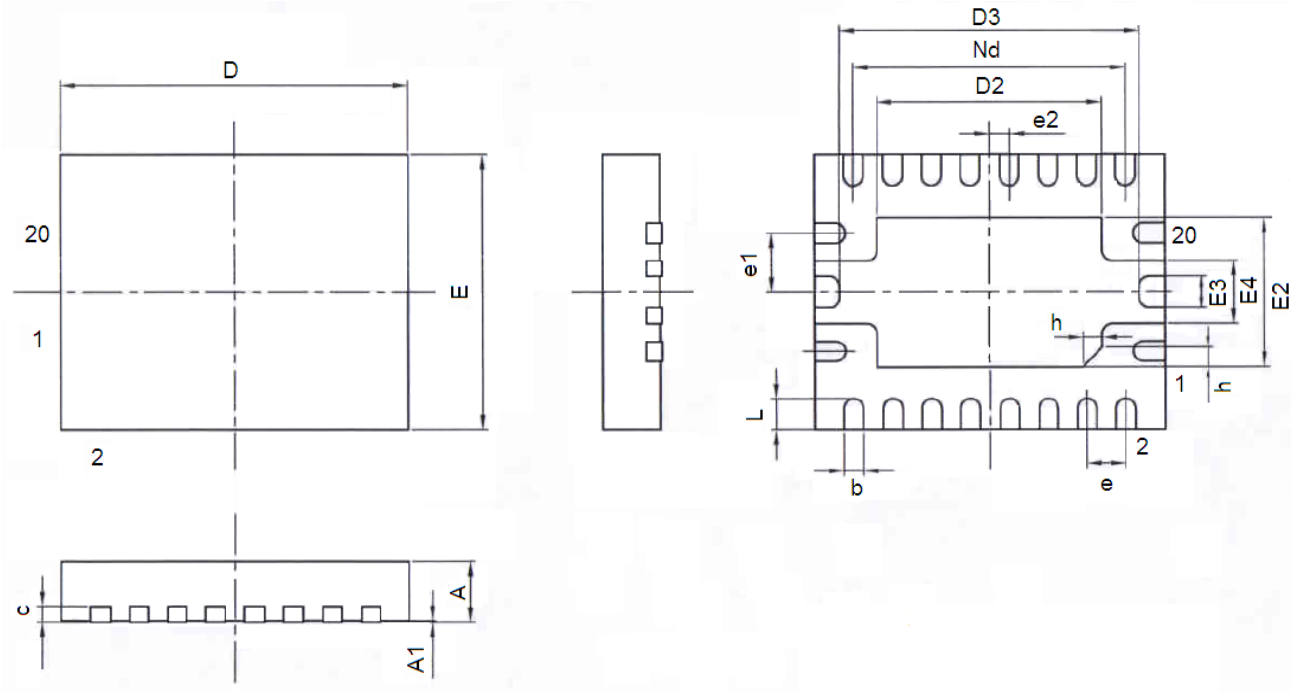
封装信息

- 封装类型:**ESOP16**



参数	尺寸（mm）		尺寸（Inch）	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A	1.35	1.75	0.0531	0.0689
A1	0.05	0.2	0.0020	0.0079
A2	1.3	1.6	0.0512	0.0630
A3	0.6	0.71	0.0236	0.0280
b	0.356	0.47	0.0140	0.0185
c	0.2	0.24	0.0079	0.0094
D	9.8	10.2	0.3858	0.4016
E	5.8	6.24	0.2283	0.2457
E1	3.8	4	0.1496	0.1575
e	1.27BSC		0.0500	
h	0.25	0.5	0.0098	0.0197
L	0.4	0.8	0.0157	0.0315
L1	1.05BSC		0.0413	
θ	0	8°	0	8°
c1	0.25		0.0098	
D1(95*180)	4.57REF		0.1799REF	
E2(95*180)	2.41REF		0.0949REF	
g	0.51REF		0.02REF	
j	0.4REF		0.0157REF	

- 封装类型：**DFN20L(4.5 × 3.5×0.9-0.5)**



参数	尺寸（mm）		尺寸（Inch）	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A	0.85	0.95	0.0335	0.0374
A1		0.05		0.0020
b	0.18	0.3	0.0071	0.0118
c	0.18	0.25	0.0071	0.0098
D	4.4	4.6	0.1732	0.1811
D2	3.1	3.3	0.1220	0.1299
D3	3.85(REF)		0.1516REF	
e	0.5(BSC)		0.0197(TYP)	
e1	0.75(BSC)		0.0295(BSC)	
e2	0.25(BSC)		0.0098(BSC)	
Nd	3.5(BSC)		0.1378(BSC)	
E	3.4	3.6	0.1339	0.1417
E2	2.1	2.3	0.0827	0.0906
E3	0.35(BSC)		0.0138(BSC)	
E4	0.75(BSC)		0.0295(BSC)	
L	0.35	0.45	0.0138	0.0177
h	0.2	0.3	0.0079	0.0118