

升压型、反激式开关稳压器

主要特色

- 4V至55V输入电压范围
- 内置2A 70V功率开关管
- 238kHz开关频率(140kHz可选)
- 无第三绕组、光耦器件
- 静态工作电流5mA
- 休眠电流 20 μ A
- 内置功能选择模式
- 可同步频率范围300kHz-600kHz
- 2个外置的电阻设置 V_{OUT}
- 原边电压采样设置 V_{OUT}
- 封装形式: esop-8L

应用范围

- 工业、医疗、自动化领域适用的隔离电源和升压电源

简要描述

BT[®]2747 是贝克瓦特的一款升压型、反激式开关稳压器芯片。内置一枚 2A 70V 功率开关管，集成逻辑管理电路。

BT[®]2747 的输入电压范围为 4V 至 55V，具有模式选择功能，可切换到反激式工作模式。

典型应用

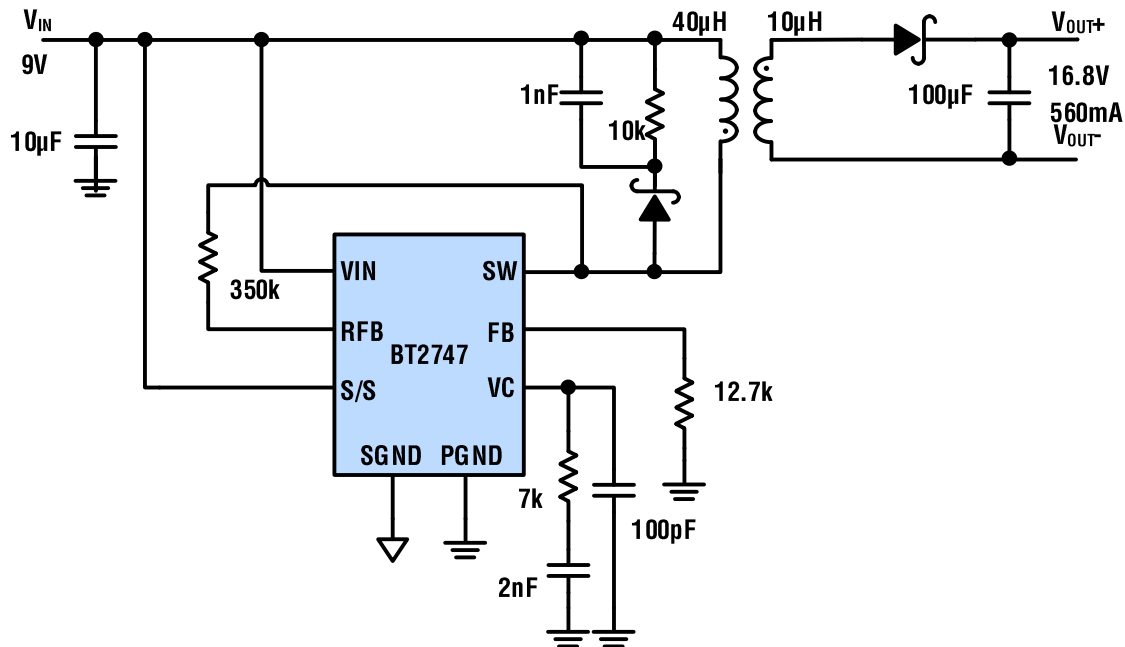


图 1 反激式变换器

额定极限

VIN、RFB 耐压	55V
SW 耐压	60V
VC、FB 耐压	5V
S/S 耐压	55V

工作温度范围	-40°C to 85°C
存放温度	-65°C to 150°C
最大结温	125°C
引脚温度(焊接 10 秒).....	300°C

引脚配置

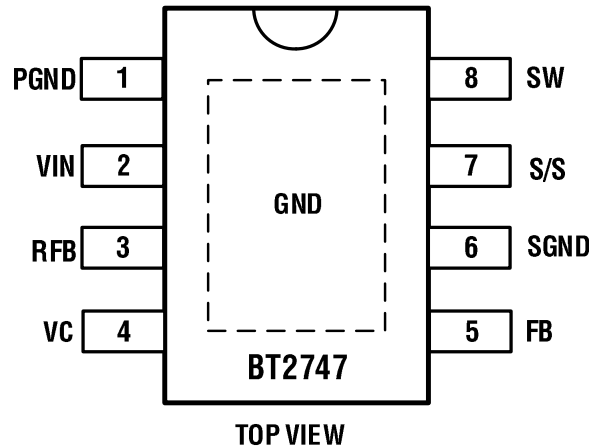


图 2 eSOP8 封装的引脚配置

引脚功能

SW: 内置功率开关的集电极，有大电流流过，电感中的电流通过这个开关流入地。

VIN: 芯片的供电引脚，使用时要连接旁路电容。

GND: PGND 和 SGND 合并后的引脚，其中 PGND 是电源地，流入 SW 引脚的大电流从该引脚流出。SGND 是信号地，流入芯片的驱动电流从该引脚流出。

S/S: 这个脚具有两个功能：(1)同步外部时钟，在输入电压的下降沿内部功率管打开，同步模式开启。(2) S/S 从低变高为 1.5V 时，芯片正常工作，从高变低为 1.06V 时，芯片

关机；芯片正常工作时一般可以将 S/S 接到 VIN。

FB: 对于 BOOST 模式，FB 为外部反馈电阻的输入引脚，通过电阻 R_{FB} 连接到 V_{OUT} 。由电阻 R_{FB} 和 R_{REF} 的比值决定输出电压。FB 脚的参考电压为 1.27V。

RFB: 对于 flyback 模式，RFB 为外部反馈输入引脚，通过 RFB 的电阻连接到 SW 脚。由 RFB 和 FB 的电阻的比值决定输出电压。流入 RFB 脚的电流平均为 100 μ A。

VC: 用作环路补偿，连接 RC 串联电路到地。

订购信息

无铅	卷带	器件标记	封装描述	温度范围
BT2747ISPE	BT2747ISPE#TR	2747	8 引脚(6mm*5mm)ESOP 封装	-40°C~125°C
BT2747ESPE	BT2747ESPE#TR	2747	8 引脚(6mm*5mm)ESOP 封装	-40°C~85°C

对于规定温度范围之外的器件，请咨询贝克瓦特公司

联系电话：400-833-2598

参数指标

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围		4		55	V
启动电压			4		V
内置 NPN 最大耐压		60			V
开关频率			238		kHz
开关占空比		0.3		0.68	
功率管最大电流	VC=2V		3.5		A
开关饱和电压	I _{SW} =1A		230		mV
FB 参考电压	V _{IN} =5V		1.2		V
*内部放大器增益	V _{IN} =5V		80		

注：表格内数据为测试工程批样片获得的数据。

内部框图

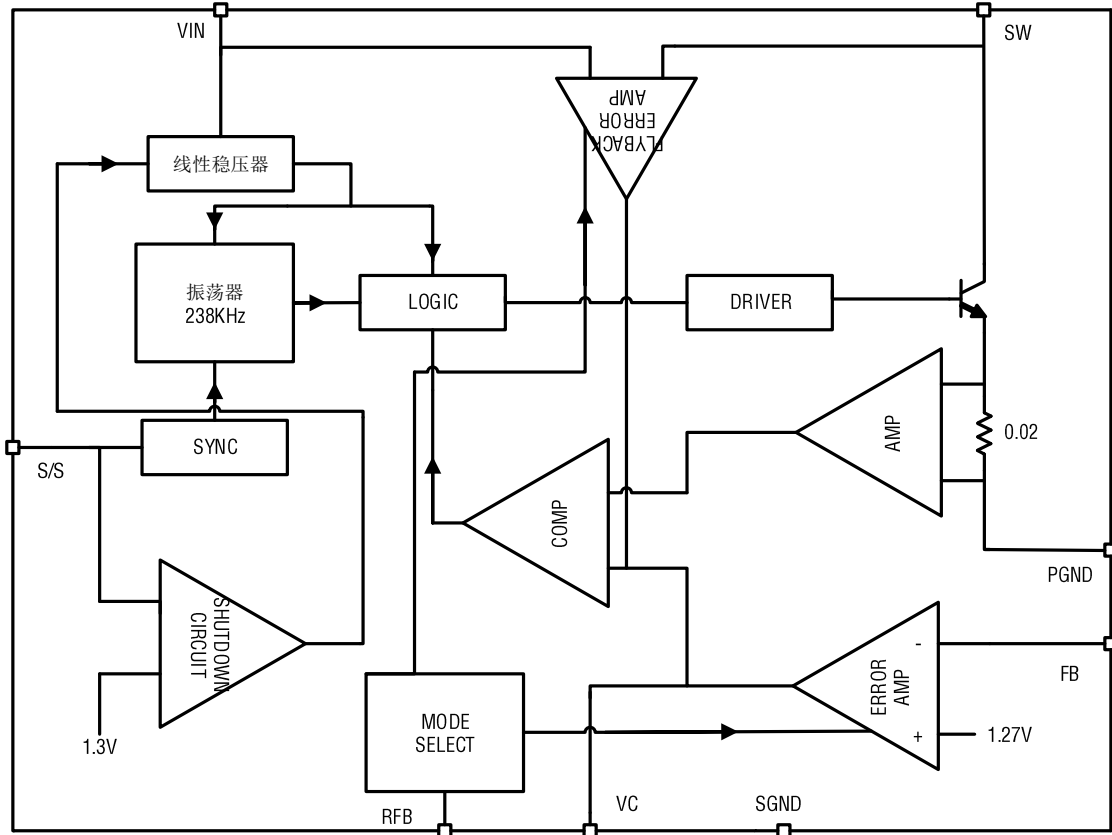


图 3

工作原理

BT2747 是一款升压式与反激式相互切换的开关电源。BT2747 工作在电流模式，内置开关的占空比主要受内置检流电阻上的电流控制。在每个周期开始时，BT2747 会打开内置开关管，这时电感上的电流增大，当检流电阻上的电压达到一定值时，比较器会输出高电平，使得逻辑模块拉低开关管的基极，即关掉了内置开关管。反馈电压用于调节检流电阻上的最大电流。这样设计的优点如下：

- 1、加快电路对输入电压变化的响应；
- 2、简化各种输入输出条件下的环路补偿电路；

- 3、在负载过载或短路的情况下可以限制输出，保护电路。

内部集成了一个高性能的线性稳压器，这使得芯片的工作电压可以在 4V 到 55V 之间随意选择。内部集成的 238kHz 振荡器为电路提供了基本的时钟源。每当振荡器产生一个高电平脉冲后，就会打开内置开关管。

内部集成的大功率管 NPN 最大可以走 2A 的电流，出于安全考虑，内部有一个功能模块限制了 this 电流，使它不能变得很大。

当内置开关管达到一定阈值（该阈值与 VC 正相关）后，内部的开关管就会被关闭，这个电流的检测就是靠串联在开关管下方的

0.02Ω 的检流电阻和误差放大器。但这里请注意，开关信号存在最小占空比，这段时间的存在是为了防止开关打开的瞬间一些寄生电容的放电，导致开关管上流过过大电流，继而导致芯片关闭开关管。

电压反馈引脚(FB)接到误差放大器的反相端，误差放大器的同相端输入的是带隙基准电压 1.27V。

S/S 引脚用于同步和关机功能，在输入电压的下降沿内部功率管打开，同步模式开启；S/S 从低变高为 1.5V 时，芯片正常工作，从高变低为 1.06V 时，芯片关机；芯片正常工作时一般可以将 S/S 接到 VIN。

RFB 引脚用于模式切换，当 RFB 接地时，flyback EA 关闭，普通的 EA 工作；当 RFB 与 SW 接电阻时，普通的 EA 关闭，flyback EA 工作。

反激式工作模式

对于反激式工作模式，在 RFB 与 SW 之间接电阻 R_{RFB} ，此时 flyback EA 工作，FB 接电阻 R_{FB} 到地，通过电阻 R_{RFB} 与 R_{FB} 和匝比设置输出电压。

反馈机制

当功率管 NPN 关闭时，SW 上的引脚会高于 VIN，高出的电压值可以用如下公式计算：

$$V_{FLBK} = (V_{OUT} + V_F + I_{SEC} \times ESR) \times N_p$$

V_F 二极管正向压降

BT2747 采用 eSOP-8L 的封装，在一般的室温工作环境下可以不加散热器，仅靠封装本身的散热即可满足散热要求；或者可以把芯片

I_{SEC} 次级线圈上的电流

ESR 整个次级电路上的等效串联电阻

N_p 变压器初级线圈和次级线圈的有效匝数比

在功率管 NPN 关闭期间， V_{FLBK} 相当于把 SW 点的电压减去 VIN，这个电压全部加在 R_{RFB} 两端，这一路所有电流都通过 R_{FB} 流入大地，此时采样 FB 点的电压与芯片内部的间隙基准电压 ($V_{BG}=1.27V$) 比较，就可获知次级线圈处于有无电流的情况了。次级线圈电流下降到零时，内置开关管打开，电路工作在零边界模式。

V_{FLBK} 与 V_{BG} 的关系：

$$\alpha \left(\frac{V_{FLBK}}{R_{RFB}} \right) = \frac{V_{BG}}{R_{FB}}$$

其中 α 为三极管的放大系数

这样就可以通过 R_{RFB} 与 R_{FB} 和匝比设置输出电压了：

$$V_{OUT} = V_{BG} \times \frac{R_{RFB}}{R_{FB}} \times \frac{1}{\alpha \times N_p} - V_F - I_{SEC} \times ESR$$

升压式工作模式

对于升压式工作模式，将 RFB 脚接地，此时普通 EA 工作，FB 接分压电阻到输出端，通过分压电阻设置输出电压。采样 FB 点的电压与芯片内部的间隙基准电压 ($V_{BG}=1.27V$) 比较，调节输出电压：

$$V_{OUT} = V_{BG} \times \left(1 + \frac{R_{REF}}{R_{FB}} \right)$$

底部金属贴在 PCB 大面积敷铜上散热。

应用说明

Flyback 设计流程

设计要求：输入电压 V_{IN} 为 20V 到 30V，输出 6A, 1.5A, $V_F=0.5V$

第一步：选择变压器的匝数比
变压器匝数比

$$N = \frac{N_p}{N_s}$$

$$N < \frac{V_{SW(MAX)} - V_{IN(MAX)}}{V_{OUT} + V_F}$$

最大输出电流

$$I_{OUT(MAX)} = 0.8 \times (1-D) \times 0.5 \times N \times I_{PK}$$

$$D = \frac{N(V_{OUT} + V_F)}{V_{IN} + N(V_{OUT} + V_F)}$$

第二步：根据开关频率范围，选择合理的变压器初级线圈电感量

BT2747 在开关关断期间采样输出电压，存在一个最小采样时间，这个时间为 t_{off} ，误差放大器也有个最小电流限制，所以

$$L_{MIN} = \frac{N(V_{OUT} + V_F)}{I_{MIN}} \times t_{off}$$

由于初级线圈电感量影响到开关频率，也影响到输出纹波，所以可能的话，尽量采用大的开关频率来减小输出纹波。

开关频率与初级电感之间的关系：

$$f_{sw} = \frac{1}{t_{on} + t_{off}} = \frac{1}{\frac{I_{PK}}{V_{IN}} + \frac{I_{PK}}{N \times (V_{OUT} + V_F)}}$$

第三步：选择输出二极管和输出电容

输出二极管：平均电流大于 I_{OUT} ；耐压

$$V_D > V_{OUT} + \frac{V_{IN}}{N}$$

输出电容的选择与输出纹波有关，为了减小输出纹波，就需加大输出电容，输出电容与输出纹波的关系：

$$\Delta V_{MAX} = \frac{L I_{PK}^2}{2C V_{OUT}}$$

第四步：设计吸收电路，吸收开关点尖峰脉冲。

由于漏感的存在，会使得在开关关断的瞬间，在初级线圈产生一个尖峰脉冲，为了减小这个尖峰脉冲给开关带来的危害，需要一个缓冲电路来吸收尖峰脉冲。一般用一个 RC 电路或 RCD 钳位电路来完成这个功能。在开关关断的瞬间，漏感的能量被转移到了电容中去，最终消耗在电阻上。

$$V_{SNUB} = V_Z - N(V_{OUT} + V_F)$$

第五步：根据输出电压设计反馈电阻

$$\frac{R_{RFB}}{R_{FB}} = (V_{OUT} + V_F + I_{SEC} \times ESR) \times \frac{\alpha \times N_p}{V_{BG}}$$

第六步：调整补偿网络调节 VC 脚上的 RC 补偿网络，使电路获得更好的响应。

BOOST 设计流程

设计要求：输入电压 $V_{IN}=25V$ ，输出电压 $V_{OUT}=40V$ ，输出电流 $I_{OUT}=1A$ ，输出电压纹波 $\Delta V_{OUT} < 1\% V_{OUT}$ ，续流二极管正向电压降 $V_F=0.5V$ 。

第一步：计算平均输入电流

通过能量守恒输入功率等于输出功率可以得到以下等式：

$$V_{IN} \times \bar{I}_{IN} \times \eta = V_{OUT} \times I_{OUT}$$

η 为开关电源的转换效率，考虑最差的情况取值 0.8，则可以得出 $\bar{I}_{IN}=2.5A$ 。

第二步：电感的选取

占空比：

$$\Delta i = \frac{V_{IN} - 0}{L} DT = \frac{V_{OUT} + V_F - V_{IN}}{L} (1-D)T$$

$$D = 1 - \frac{V_{IN}}{V_{OUT} + V_F}$$

$$D = 0.506$$

为了使电感内部的电流不出现为零的情况，必须满足如下条件：

$$I_{IN} > \frac{\Delta i}{2}$$

可以求得最小电感量 $L=37\mu H$ 。

第三步：计算输出电容

电感上的电流(I_L)以及续流二极管上的电流(I_D)，如图所示：

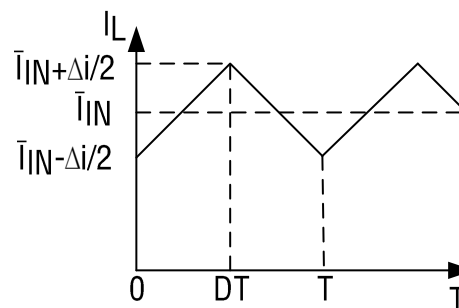


图 4 电感上的电流随时间的变化

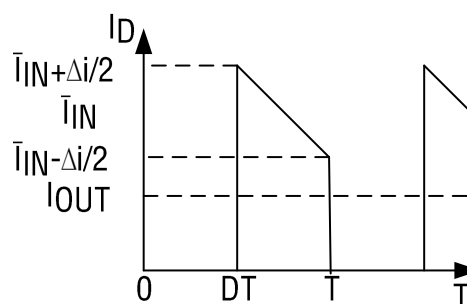


图 5 二极管上的电流随时间的变化

电感中的电流仅在开关管关断期间给负载进行电流传输，又因为输出电容上的平均电流为零，所以电感电流在开关管关断期间的平均电流等于整个周期中的输出电流。

$$\Delta V_{OUT} = \frac{I_L(1-D)T}{C} = \frac{I_{OUT}DT}{C} \quad (1)$$

$$\Delta V_{OUT} < 1\% V_{OUT} \quad (2)$$

由(1) (2)得到电容的最小值。

典型应用

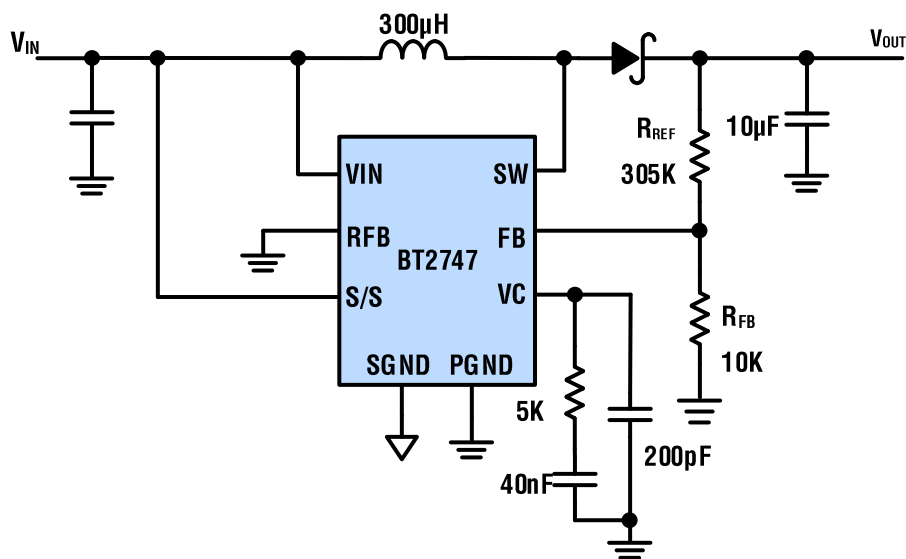
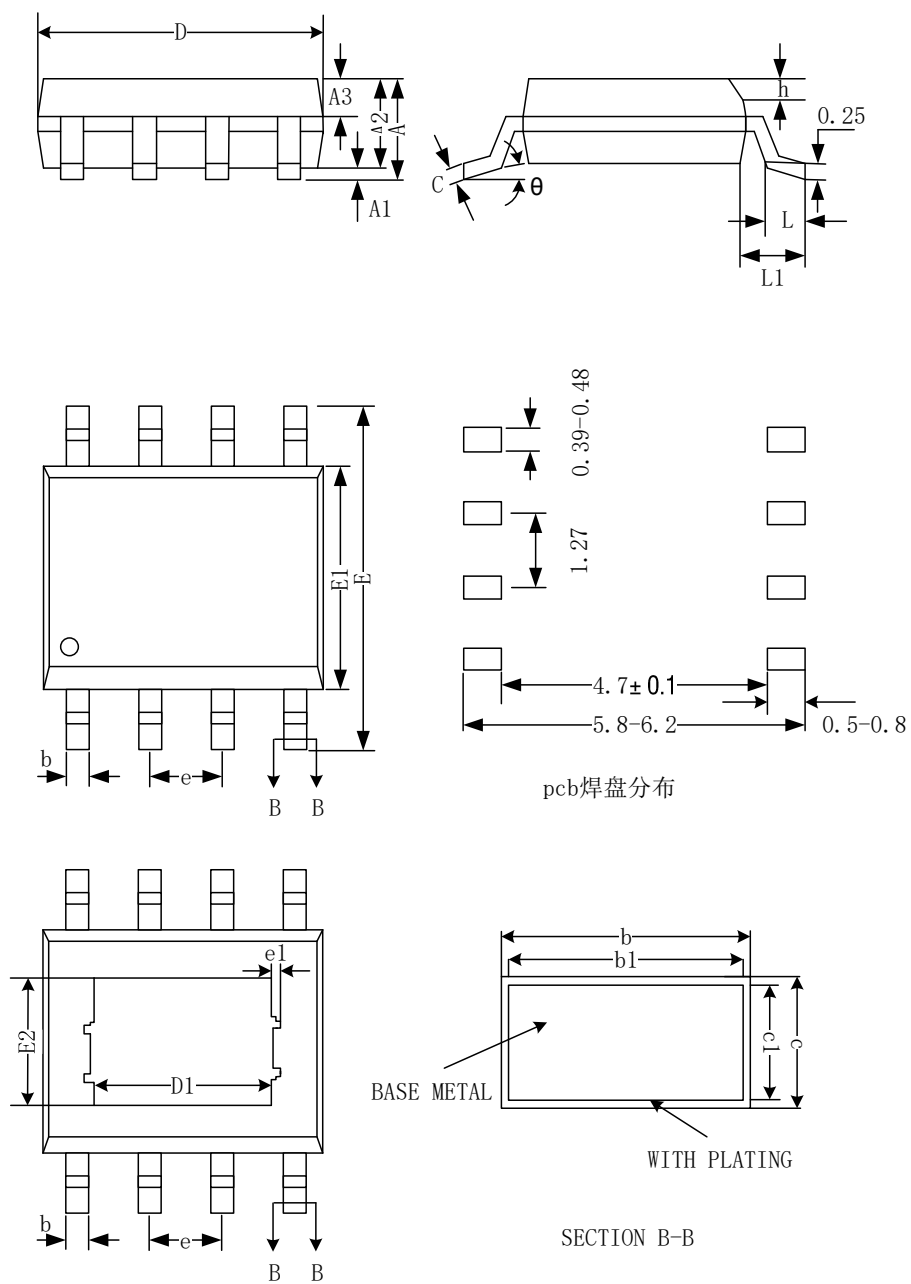


图 6 12V 输入，24V 1A 输出的升压电路

封装信息 除非另有说明, 否则均以毫米(mm)为单位



符号	毫米		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.75
A1	0.05	-	0.15
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	-	0.48
b1	0.38	0.41	0.43
c	0.21	-	0.26
c1	0.19	0.20	0.21
D	4.70	4.90	5.10
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
e	1.27BSC		
h	0.25	-	0.50
L	0.50	-	0.80
L1	1.05BSC		
θ	0	-	8°
L/F载体尺寸 (mil)	80*80	90*90	95*130
尺寸mm L/F载体尺寸 mil	D1	E2	e1
90*90	2.09REF	2.09REF	0.16REF
95*130	3.10REF	2.21REF	0.10REF