

概述

SLM6705 是一款支持宽电压输入的双节串联锂离子电池充电电路。它是采用700KHz固定频率的同步降压型转换器，因此具有高达95%以上的充电效率，自身发热量极小。

SLM6705包括完整的充电终止电路、自动再充电和一个精确度达 $\pm 1.0\%$ 的8.4V预设充电电压，内部集成了防反灌保护、输出短路保护、芯片及电池温度保护等多种功能。

SLM6705采用带散热片的SOP8封装，并且只需极少的外围元器件，因此能够被嵌入在各种手持式应用中，作为大容量电池的高效充电器。

最大额定值

- 输入电源电压 (VIN)：-0.3V~22V
- BAT、VS：-0.3V~20V
- LX：-0.3V~VIN+0.3V
- BST：LX-0.3V~LX+5.5V
- NCHRG、NACOK：-0.3V~VIN+0.3V
- NTC：-0.3V~6.5V
- BAT短路持续时间：连续
- 最大结温：145°C
- 工作环境温度范围：-40°C~85°C
- 贮存温度范围：-65°C~125°C
- 引脚温度（焊接时间10秒）：260°C

特性

- 700KHz固定开关频率
- 高达95%以上的输出效率
- 最大2.5A输出电流
- 无需防反灌电流二极管
- 无需外置功率 MOS 管或续流二极管
- 精度达到 $\pm 1.0\%$ 的8.4V充电电压
- 电源状态和充电状态显示
- 电池漏反向漏电流小于5uA
- 5.55V涓流充电门限
- 软启动限制了浪涌电流
- 电池温度监测功能
- 输出短路保护功能
- 采用带散热片的8引脚SOP封装

应用

- 移动电话
- 平板电脑
- MP3、MP4播放器
- 数码相机
- 电子词典
- GPS
- 便携式设备、各种充电器

充电电流与电池电压关系图

应用提示

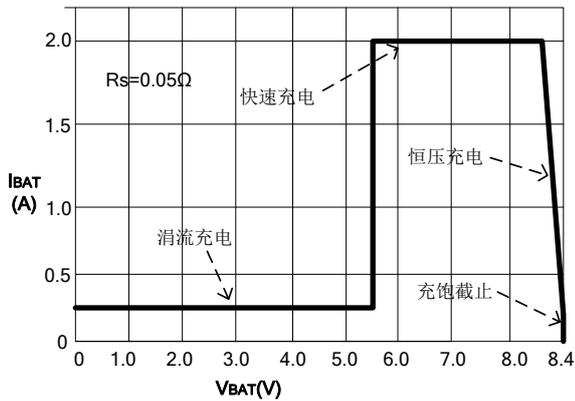


图1

芯片的高效散热是保证芯片长时间维持较大充电电流的前提。

SOP8封装的外形尺寸较小，出于对芯片的散热考虑，PC板的布局需特别注意。由此可以最大幅度的增加可使用的充电电流，这一点非常重要。用于耗散IC所产生的的热量的散热通路从芯片至引线框架，并通过底部的散热片到达PC板铜面。PC板的铜箔作为IC的主要散热器，其面积要尽可能的宽阔，并向外延伸至较大的铜箔区域，以便将热量散播到周围环境中。

在PC放置过孔至内部层或背面层在改善充电器的总体热性能方面也是有显著效果，见图3。在PC板SLM6705位置，放置2.5*6.5mm的方形PAD作为SLM6705的散热片，并且在PAD上放置4个1.2mm孔径、1.6mm孔间距的过孔作为散热孔。芯片焊接时将焊锡从PC背面层灌进，使SLM6705底部自带散热片与PC板散热片有效连接，从而保证SLM6705的高效散热。芯片的高效散热是保证芯片长时间维持较大充电电流的前提。

典型应用

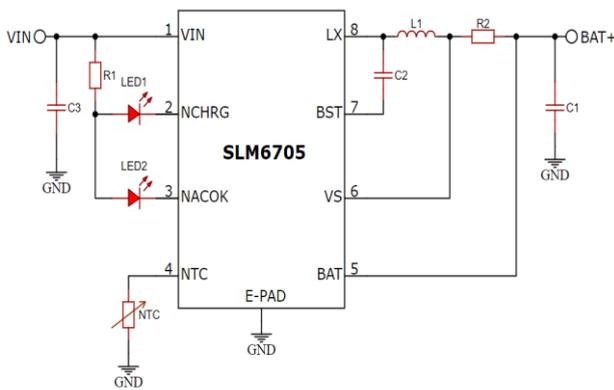


图2

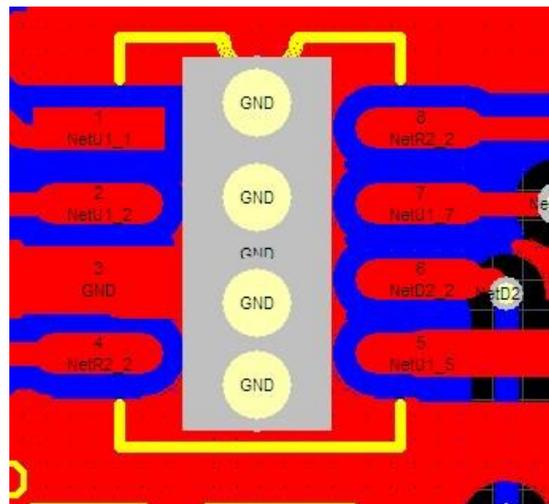


图3

当进行PC板布局设计时，电路板上与充电IC无关的其他热源也需予以考虑，因为它们的自身温度将对总体温升和最大充电电流有所影响。

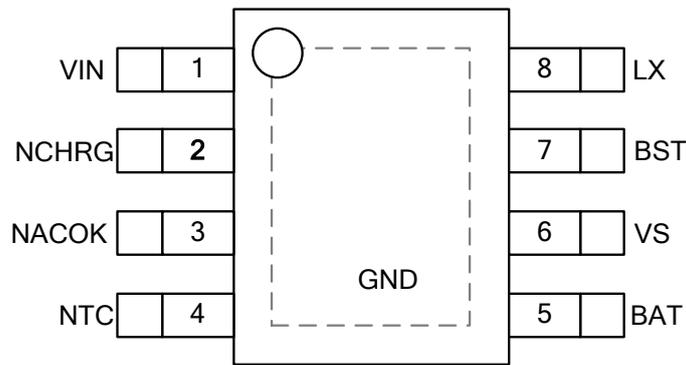


图 4 引脚封装图

引脚	名称	说明
1	VIN	输入电源端
2	NCHRG	充电状态指示端
3	NACOK	电源状态指示端
4	NTC	电池温度检测输入端
5	BAT	电池电压检测端
6	VS	充电电流检测端
7	BST	自举端
8	LX	开关输出端
Exposed PAD	GND	地

引脚说明

VIN(引脚 1): 输入电源电压端。

NCHRG(引脚 2): 充电状态指示端。当充电器向电池充电时，该管脚被内部开关拉至低电平，表示充电正在进行，否则该管脚处于高阻态。

NACOK(引脚 3): 电源状态指示端。当输入电压大于电池电压，并且高于欠压保护电压时，该管脚被内部开关拉至低电平，否则该管脚处于高阻态。

NTC(引脚 4): 电池温度检测输入端。将此端接到电池的负温度系数热敏电阻上，当电池温度过高或过低时，可关闭充电，若不用此功能，可悬空或接个 10KΩ 的电阻到 GND。

BAT(引脚 5): 电池电压检测端。将电池的正端连接到此管脚，实时监测电池电压。

VS(引脚 6): 充电电流检测端。在 VS 和 BAT 之间接个高精度电阻，用来实时监测充电电流。

BST(引脚 7): 自举端。在 BST 和 LX 之间接一个小电容，用于作为内部上端功率管的驱动电源。

LX(引脚 8): 开关输出端。此端与外部电感相连作为充电电流的输出端。

GND(Exposed PAD): 电源地。

电特性

(如无特别说明, $V_{IN} = 12V \pm 5\%$, $T_A = 25^\circ C$)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN	输入电源电压		4.5		20	V
I _{CC}	输入电源电流	工作模式		800		uA
		待机模式 (充电终止)		650		uA
V _{FLOAT}	稳定输出 (浮充) 电压		8.316	8.4	8.484	V
I _{BAT}	BAT 引脚电流: (电流模式 测试条件是 $V_{BAT}=7.6V$)	$R_S=0.05\Omega$, 电流模式	1.8	2	2.2	A
		待机模式 $V_{BAT}>8.4V$ (充电终止)		15	30	uA
		停机模式 ($V_{IN}<V_{BAT}$ 或 $V_{IN}<V_{UV}$)		2.5	5	uA
I _{TRIKL}	涓流充电电流	$V_{BAT}<V_{TRIKL}$, $R_S=0.05\Omega$, 电流模式		200		mA
V _{TRIKL}	涓流充电门限电压	V_{BAT} 上升	5.4	5.55	5.7	V
V _{TRHYS}	涓流充电迟滞电压			500		mV
V _{UV}	VIN 欠压闭锁门限	从 VIN 低至高	4.1	4.25	4.4	V
V _{UVHYS}	VIN 欠压闭锁迟滞			100		mV
V _{ASD}	VIN-V _{BAT} 闭锁门限电压	VIN 从低至高	150	250	350	mV
		VIN 从高到低	30	100		mV
I _{TERM}	充电终止电流门限	$R_S=0.05\Omega$	100	200	300	mA
ΔV_{RECHRG}	再充电电池门限电压		200	400	600	mV
V _{NCHRG}	NCHRG 引脚输出低电压	I _{NCHRG} =5mA		0.2	0.5	V
V _{NACOK}	NACOK 引脚输出低电平	I _{ACOK} =5mA		0.2	0.5	V
I _{NTC}	NTC 脚电流		45	50	55	uA
V _{NTCH}	NTC 引脚高端翻转电压	温度下降		1.375		V
V _{NTCHYS}	NTC 引脚高端翻转电压迟滞			75		mV
V _{NTCL}	NTC 引脚低端翻转电压			265		mV
V _{NTCLHYS}	NTC 引脚低端翻转电压迟滞	温度上升		30		mV

SLM6705

双节串联锂电池充电电路

fOSC	振荡频率		600	700	850	KHz
TOFF	最小关闭时间			200		ns
RHS	高端MOSFET“导通”电阻			100		mΩ
RLs	低端MOSFET“导通”电阻			100		mΩ
TSD	过热保护温度			145		°C
tss	软启动时间			500		us
tRECHRG	再充电比较器滤波时间	V _{BAT} 从高至低		50		us
tTERM	终止比较器滤波时间	I _{BAT} 降至I _{TERM} 以下		500		us
tNACOK	NACOK变低延时			500		us

工作原理

SLM6705 是一款支持宽电压输入的双节锂离子电池充电电路。它是采用700KHz固定频率的同步降压型转换器，因此具有高达95%的充电效率，自身发热量极小。

SLM6705包含两个漏极开路输出的状态指示端，充电状态指示端NCHRG和电源状态指示端NACOK。芯片内部的功率管理电路在芯片结温超过145℃时自关闭充电电流，不用担心芯片过热而损坏芯片或者损坏外部元器件。

当输入电压高于电源低电压检测阈值，并且高于电池端电压时，SLM6705的电源状态指示脚NACOK变低，表示电源处于工作电压范围，此时如果电池未处于充饱状态，则开始对电池充电，NCHRG管脚输出低电平，表示充电正在进行。如果电池电压低于 V_{TRIKL} ，充电器用小电流对电池进行涓流预充电。恒流模式对电池充电时，充电电流由电阻 R_s 确定。当电池电压接近8.4V时，充电电流将逐渐减小，SLM6705进入恒压模式。当充电电流减小到充电结束阈值时，充电周期结束，NCHRG端输出高阻态。充电截止电流阈值是 I_{TERM} 。

当电池电压降到再充电阈值以下时，SLM6705自动开始新的充电周期。芯片内部的高精度的电压基准源，误差放大器和电阻分压网络确保电池端调制电压的精度在1%以内，满足了锂离子电池和锂聚合物电池精确充电的要求。当输入电压掉电或者输入电压低于电池电压时，充电器进入低功耗的睡眠模式，电池端消耗的电流小于5 μ A，从而增加了待机时间。

充电电流的设定

电池充电的电流 I_{BAT} ，由连接在VS端及BAT端的外部电流检测电阻 R_s 确定，其阻值与 I_{BAT} 的关系如表1所示。 R_s 可由该电阻两端的调整阈值电压VS和恒流充电电流的比值来确定，恒流状态下 R_s 两端的电压为0.1V。

设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_s = 0.1V / I_{BAT} \quad (\text{电流单位A, 电阻单位}\Omega)$$

举例：需要设置充电电流1A，带入公式计算得 $R_s = 0.1\Omega$

R_s	I_{BAT}
0.1 Ω	1 A
0.067 Ω	1.5 A
0.05 Ω	2 A
0.04 Ω	2.5 A

表1: R_s 及其对应的恒流充电电流

充电终止

当充电电流在达到最终充满电压之后降至 I_{TERM} 以下时，充电循环被终止。

芯片内部含有充电电压电流监测模块，当监测到充电电压接近到 V_{FLOAT} ，充电电流低于 I_{TERM} 并持续时间 t_{TERM} 时，SLM6705即终止充电循环，在这种状态下，BAT引脚上的所有负载都必须由电池来供电。

在充满待机模式中，SLM6705对BAT引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到比 V_{FLOAT} 低再 ΔV_{RECHRG} ，并持续 t_{RECHRG} ，则另一个充电循环开始并在此向电池供应电流。

状态指示

SLM6705有两个漏极开路状态指示输出端，NCHRG和NACOK。当输入电压高于 V_{uv} ，并且高于BAT端电压时，表示输入正处于合适的工作电压，NACOK被拉至低电平，否则NACOK处于高阻态。

当输入处于合适电压才能给电池充电，当充电器处于充电状态时，NCHRG被拉至低电平，其他状态时NCHRG处于高阻态。

如果NCHRG接红色LED指示灯，NACOK接绿色LED指示灯，则当输入电压处于工作电压范围时，绿灯常亮，如果电池正在充电，则红灯亮，如果电池充饱停充，则红灯灭，如果电池未接，则红灯闪烁。它们的对应关系可见表2。

充电状态	红灯 NCHRG	绿灯 NACOK
充电	亮	亮
电池充满 NTC 异常 过热保护	灭	亮
输入电压未接 输入低于电池电压	灭	灭
电池未连接，BAT 脚连接 10uF 电容	绿灯亮，红灯闪烁 F=1~4s	

表2：充电状态与指示灯对应关系

过热保护

如果芯片温度升至 145°C 的预设值以上，则一个内部热反馈环路会自动关闭充电电流，直到温度下降到 135°C 以下时，才会重新启动充电。该功能可以防止SLM6705过热，提高高电压大电流工作状态时的安全可靠。

电池温度监测

为了防止温度过高或者过低时对电池充电造成损坏，SLM6705内部集成有电池温度监测电路。

电池温度监测通过监测紧贴电池的负温度系数的热敏电阻实现。该热敏电阻连接在NTC与GND之间。

芯片内部，NTC管脚连接到两个电压比较器的输入端，其低电压阈值为 265mV ，对应正常温度范围的上限温度点；高电压阈值为 1.375V ，对应正常温度范围的下限温度点。如果NTC管脚的电压处于这个范围之内，则芯片正常充电，否则表示电池的温度太高或者太低，充电过程将被暂停。

NTC管脚的上拉电流为 $50\mu\text{A}$ ，所以负温度系数的热敏电阻值在 25°C 是应该为 $10\text{k}\Omega$ ，在上限温度点时其值约为 $5.3\text{k}\Omega$ （约对应 45°C ），下限温度点时其值约为 $27.5\text{k}\Omega$ （约对应 0°C ）。用户可以根据具体需要选择合适的型号。

如果电池温度监测功能不需要，可把NTC脚悬空，或者接一个 $10\text{k}\Omega$ 的电阻到GND。

手动关机

在充电循环的任何时刻，都能通过把NTC端直接拉低GND来把SLM6705置于强制停止充电状态。在这状态下，充电停止，NCHRG指示灯处于高阻态。重新释放NTC端将恢复或启动一个新的充电循环。

限流及输出短路保护

SLM6705内部集成多种保护，芯片输入端限流最大峰值电流 2.7A ，以防止电流过大引起芯片损坏。当输出端电压低于约 2.2V ，芯片进入短路保护模式，此时，此时开关频率会自动降低，以控制电池端充电电流仍处于所设定的涓流充电电流。

自动重启

一次充电循环完成后，SLM6705立即采用一个具有TBS滤波时间（ t_{RECHRG} ）的比较器来对BAT脚上的电压进行连续监控。当电池电压下降到比VFLOAT电压低 ΔV_{RECHRG} （大致对应于电池容量的80%至90%），并持续 t_{RECHRG} 时，充电循环重新开始。这确保了电池被维持性充电循环启动的需要。再充电过程中，NCHRG引脚输出进入强下拉状态。

输入、输出电容

可以使用多种类型电容器，但需要高品质的功率电容。用多层陶瓷电容器时尤其必须谨慎，有些类型的陶瓷电容器具有高EMI值的特点，因此，在某些条件下（比如将充电器输入与一个工作中的电源相连）有可能产生高的电压瞬态信号损坏芯片，应用时建议输入端采用22uF贴片电容，输出端采用22uF贴片电容，如果要使用电解电容，则需加一个0.1uF的电解电容进行旁路，并且连接位置务必靠近芯片引脚。需要特别注意的是，电容的额定电压必须满足输入电压和电池电压的最大范围。

电感选择

为了保证系统稳定性，在预充电和恒流充电阶段，系统需要保证工作在连续模式（CCM）。根据电感电流公式：

$$\Delta I = \frac{1}{L \times FS} \left(\frac{V_{IN} - V_{BAT}}{V_{IN}} \right) \times V_{BAT}$$

其中 ΔI 为电感纹波、FS为开关频率，为了保证在预充电和恒流充电均处于CCM模式， ΔI 取预充电电流值，即为恒流充电的1/10，根据输入电压要求可以计算出电感值。

电感取值2.2uH~4.7uH。

电感额定电流选用大于充电电流，内阻较小的功率电感。

散热考虑

SOP8封装的外形尺寸较小，出于对芯片的散热考虑，PC板的布局需特别注意。由此可以最大幅度的增加可使用的充电电流，这一点非常重要。用于耗散IC所产生的热量的散热通路从芯片至引线框架，并通过底部的散热片到达PC板铜面。PC板的铜箔作为IC的主要散热器，其面积要尽可能的宽阔，并向外延伸至较大的铜箔区域，以便将热量散播到周围环境中。

在PC放置过孔至内部层或背面层在改善充电器的总体热性能方面也是有显著效果，见图3。在PC板SLM6705位置，放置2.5*6.5mm的方形PAD作为SLM6705的散热片，并且在PAD上放置4个1.2mm孔径、1.6mm孔间距的过孔作为散热孔。芯片焊接时将焊锡从PC背面层灌进，使SLM6705底部自带散热片与PC板散热片有效连接，从而保证SLM6705的高效散热。芯片的高效散热是保证芯片长时间维持较大充电电流的前提。

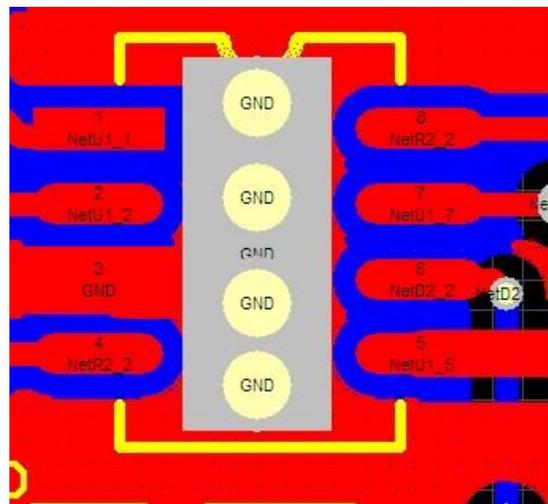


图5

当进行PC板布局设计时，电路板上与充电IC无关的其他热源也需予以考虑，因为它们的自身温度将对总体温升和最大充电电流有所影响。

SLM6705 双节串联锂电池充电电路

扩展应用

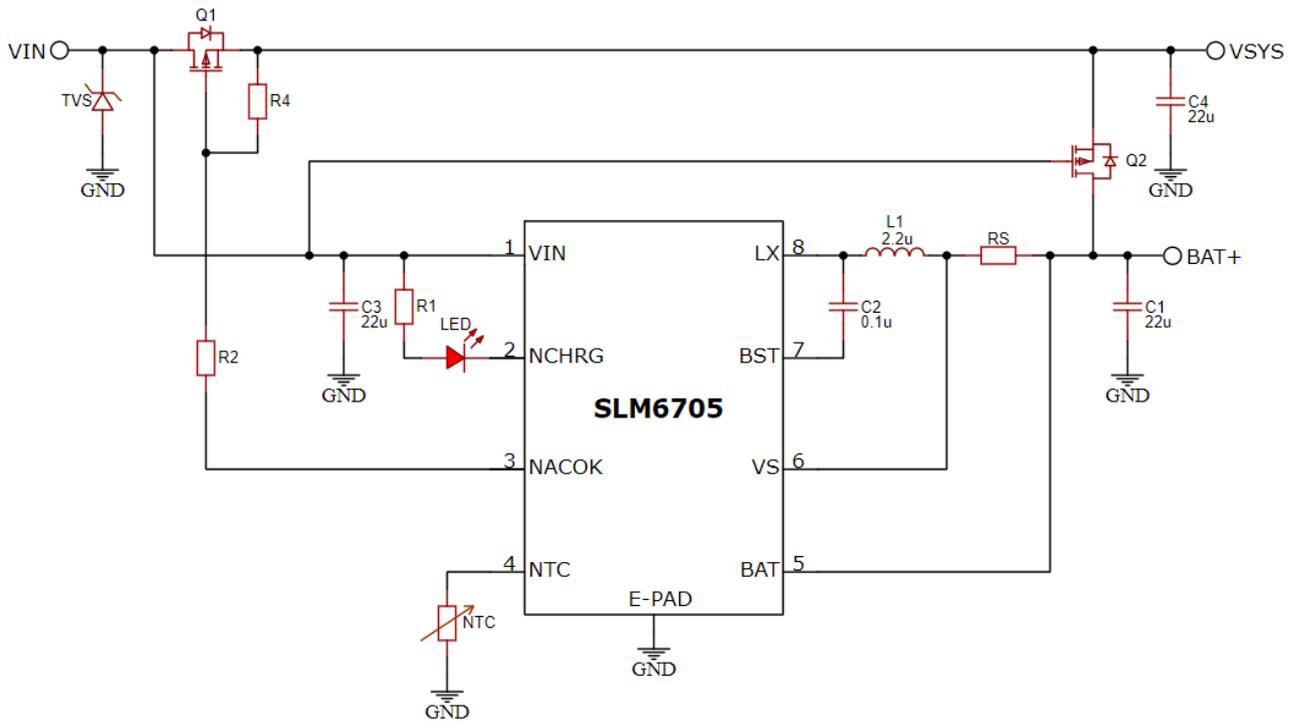
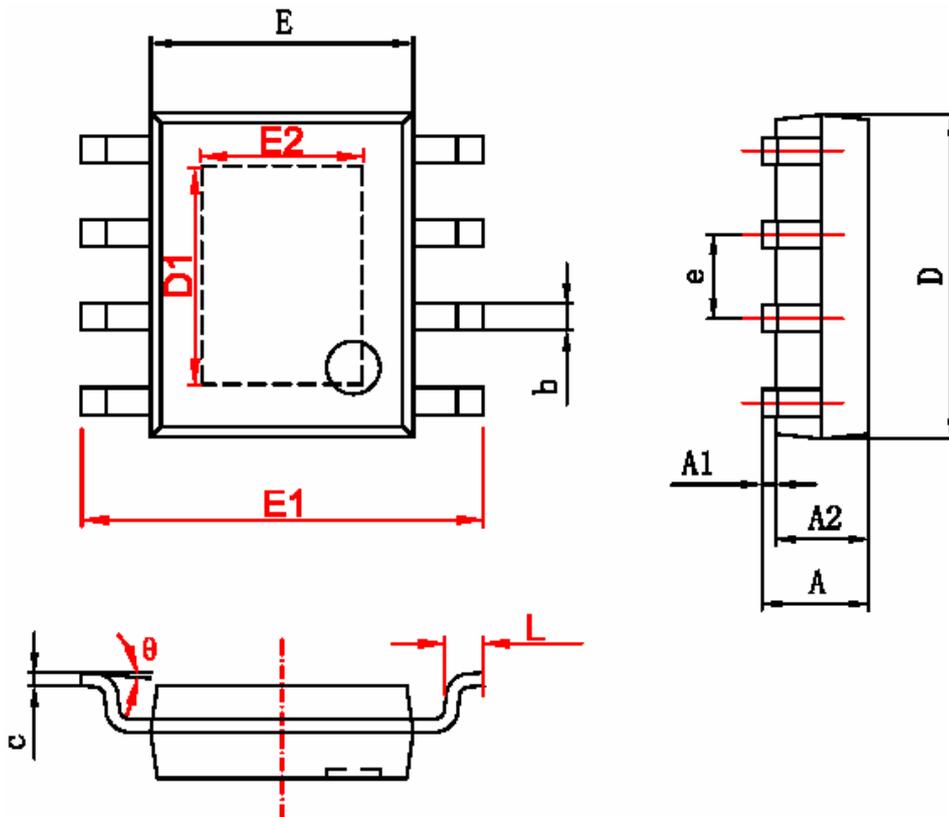


图6 带路径管理的扩展应用

8 引脚 SOP-EP 封装 (单位 mm)



字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°