

## 移动电源专用管理IC ( PowerBank IC )

### 概述

ZS6599是一款应用于移动电源，集成了锂电池充电管理，DC-DC升压限流，电池电量显示及按键控制为一体的便携式电源管理IC。

ZS6599是以开关方式进行充电，集成了包括涓流充电，恒流充电和恒压充电全过程的充电方式，浮充电压精度在全温度范围可达 $\pm 1\%$ ，并且具有充电电流纹波小，充电效率高优点，配合适当的外围器件可以达到2A甚至更高的充电电流。

在充电状态下，如果输出USB同时接了负载，手动按下按键，ZS6599的动态路径调整功能会智能分配输入电流优先提供给负载，如果负载电流增大，则会自动关闭充电，有效地限制了输入电流，防止损坏供电的适配器或者USB。

ZS6599的DC-DC升压可达到 $\pm 1\%$ 的精度(除去外围分压电阻的精度)，可以提供高达90%以上的升压转换效率，同时具有精确的升压限流功能。

ZS6599配置了4个LED恒流驱动端口，智能显示电池电量，芯片内置逻辑锁定功能，防止电量指示的状态不稳，同时集成了电池真实电压追踪技术，跟踪电芯内部真实电量，防止充放电造成的电压偏差。

充电时电量指示灯常亮，外部输入电源去掉时，如检测到移动电源没有向外部供电，则一段时间自动进入待机状态，待机电流为20uA，可有效延长电池静态放置时间。此时，短按按键可启动升压同时点亮电量指示灯，指示灯会根据输出关断自动熄灭或通过短按按键熄灭。

ZS6599具有多重保护设计，包括负载过流保护，软启动保护，输入过压保护，输出短路保护等，同时芯片端口设计了高性能的ESD保护电路，使得该款芯片具有极高的可靠性。

ZS6599电路外围极其简单，只需要几颗电容，两颗采样电阻，电感和输出控制MOS即可。简化了板子电路，使生产变得极为简单。

ZS6599目前提供了ESOP16散热片封装。

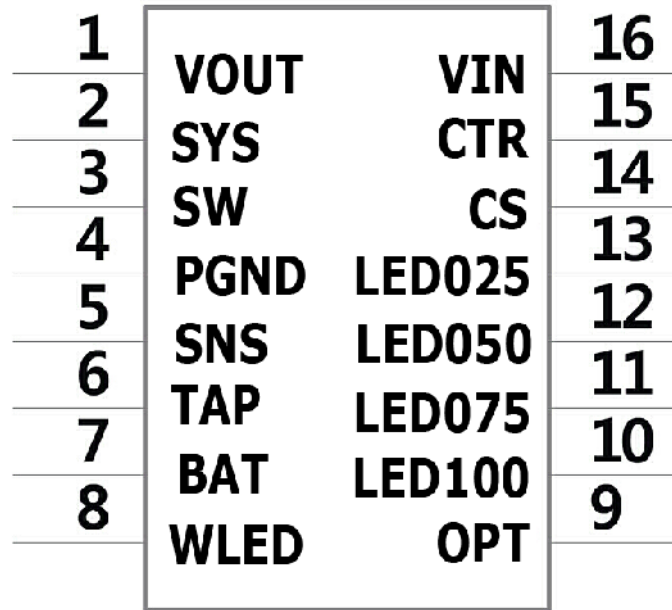
### 主要特点

- 内置开关MOS，外围电路简单
- 最高输入电压7V
- 待机电流26uA
- 高精度电流采样
- 软启动功能
- 涓流/恒流/恒压三段式充电
- 充电浮充电压精度 $\pm 1\%$
- 动态路径电流平衡功能
- 输入电源掉电电池自动升压供电
- 整体方案升压最高效率可达95%@1A
- 升压输出限流功能
- 负载过流 / 短路保护
- USB输出过压保护
- 按键检测手机功能
- 空载检测关断功能
- 精确逻辑控制的四格电量显示
- 先进的电池真实电压追踪技术

### 用途

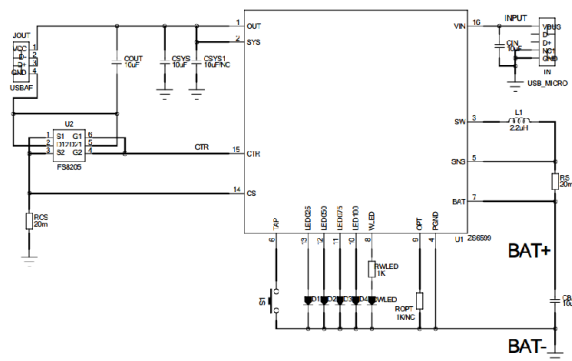
- 移动电源
- UPS
- IPAD,MID备用电源
- MP3,MP4,游戏机,数码相机等其他移动电源

## 引脚排列图

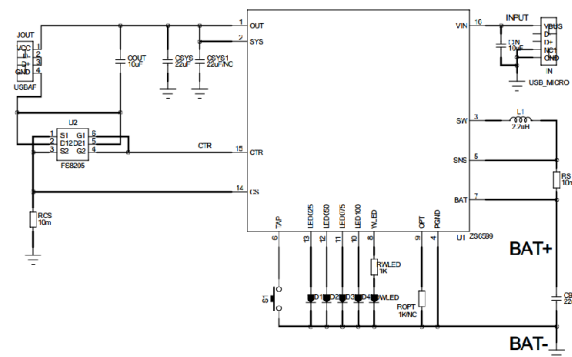


## ZS6599

### 典型应用电路(1A)



### 典型应用电路(2A)



## 引脚功能分配

引脚符号	引脚名称	引脚功能
1	OUT	升压输出引脚
2	SYS	芯片系统电源引脚
3	SW	开关MOS输出，接电感
4	PGND	芯片功率地
5	SNS	高端电流采样引脚
6	TAP	按键信号输入引脚
7	BAT	电池正极引脚。检测电池电压和充电电流
8	WLED	手电控制正极引脚，不用时需接地
9	OPT	功能选择引脚，默认悬空
10	LED100	电量显示LED的控制引脚4
11	LED075	电量显示LED的控制引脚3
12	LED050	电量显示LED的控制引脚2
13	LED025	电量显示LED的控制引脚1
14	CS	负载电流检测引脚
15	CTR	USB输出的控制引脚
16	VIN	输入电源引脚

## 选型信息

型号	电池过冲保护电压	放电时电量显示方式	空载检测采样方式
ZS6599	4.2V	按键亮8S后手动熄灭	跳频采样 (RCS=10mR@2A)
.	.	.	.
.	.	.	.

## 极限参数

参数	符号	典型值	单位
输入电压	$V_{IN}$	-0.3~7	V
输入电压	$V_{SYS}$	-0.3~7	V
工作温度范围	$T_{OP}$	-40~85	°C
工作结温范围	$T_J$	-40~150	°C
储存温度	$T_{ST}$	-55~150	°C
引脚焊接温度(10 sec)	$T_{LEAD}$	300	°C

## 推荐工作状态

参数	符号	典型值	单位
输入电压	$V_{IN}$	4.8~5.5	V
工作温度范围	$T_{OP}$	0~85	°C

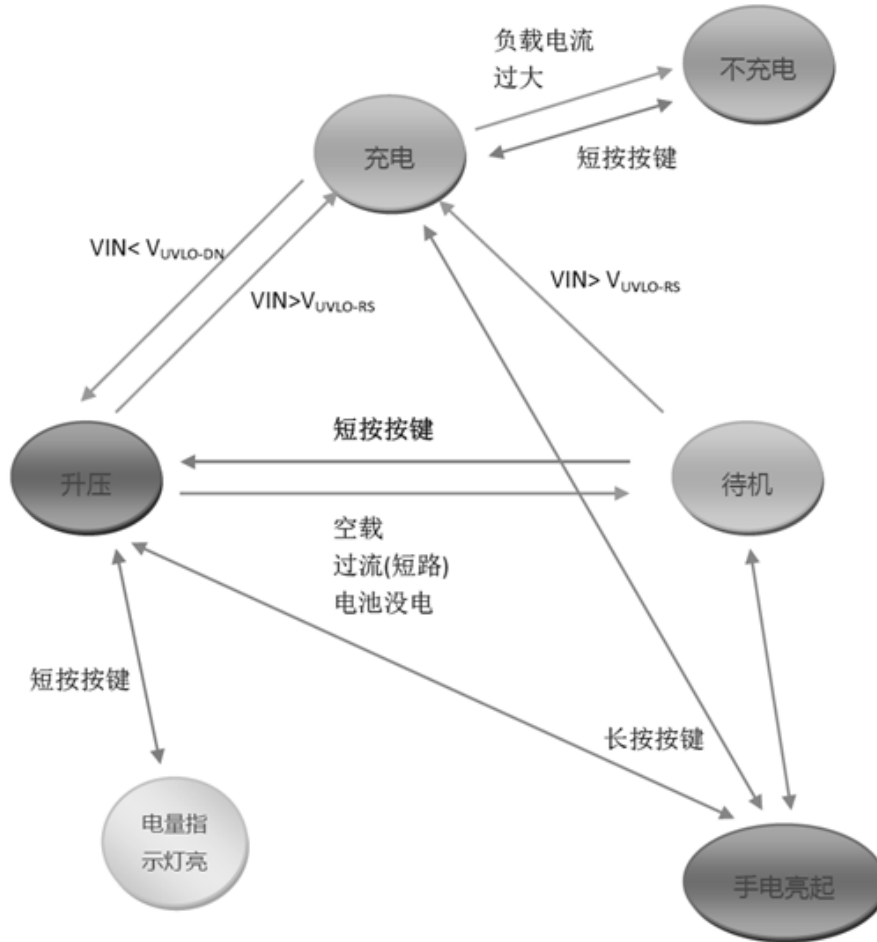
## 电气特性

(测试条件:  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{IN}=5\text{V}$ , 除特别指定)

符号	特性	测试条件	最小	经典	最大	单位
$V_{IN}$	输入电压范围		4.8	5	7	V
$I_{CC}$	芯片工作电流	$V_{IN}=5\text{V}$ 充电状态 $V_{IN}=0\text{V}$ 升压状态 $V_{IN}=0\text{V}$ 关闭状态	1.5 1.5 20	3 3 26	5 5 32	mA mA uA
$V_{UVLO-RS}$	电源欠压门槛	$V_{IN}$ 从低到高		4.35		V
$V_{UVLO-DN}$	电源欠压门槛	$V_{IN}$ 从高到低		3.60		V
$V_{REV-HYS}$	防反灌管关闭迟滞门槛	$V_{IN}$ 从高到低		30		mV
		$V_{IN} - V_{BAT} < 100\text{mV}$				
	防反灌管开启迟滞门槛	$V_{IN}$ 从低到高		170		mV
		$V_{IN} - V_{BAT} > 200\text{mV}$				
$I_{LED}$	LED025~LED050 端口电流	LED025~LED050 端口电压高于 1V	1.75	2.5	3.25	mA

符号	特性	测试条件	最小	经典	最大	单位
$V_{IN-OVP}$	输入过压保护电压	输入电压升高板端电压 $I_{BAT}=0mA$		6	6.5	V
$I_{TAP}$	TAP 端口电流	端口接到 GND				
		$V_{IN}=5V$	9	12	15	$\mu A$
		$V_{IN}=0V, V_{BAT}=4.2V$	6.5	8.5	10.5	$\mu A$
$V_{TAP}$	TAP 端口电压	端口悬空				
		$V_{IN}=5V$	4.60	4.85	5.00	V
		$V_{IN}=0V, V_{BAT}=4.2V$	4.00	4.10	4.20	V
$V_{BAT}$	浮充门槛电压		4.158	4.2	4.242	V
$I_{CONST}$	恒流充电电流（电池端）	$R_s=0.02$	0.95	1.00	1.05	A
$I_{TRKL}$	涓流充电电流	$R_s=0.02$	100	125	150	mA
$I_{FULL}$	充电判饱电流	$R_s=0.02$	80	100	120	mA
$V_{TRKL}$	涓流转恒流	$V_{BAT}$ 从低到高	2.9	3	3.1	V
	充电电压门槛	$V_{BAT}$ 从高到低	2.7	2.8	2.9	V
$V_{RECHG}$	复充门槛电压	$V_{BAT}$ 从高到低	3.94	3.99	4.04	V
		$V_{BAT}$ 从低到高	4.00	4.05	4.10	V
$V_{CUR\_BALANCE}$	充电电流调整的电压门槛 $V_{CS}-V_{CSN}$	$V_{CS}$ 由低到高	3	3.7	4.4	mV
		$V_{CS}$ 由高到低	2.5	3.2	3.9	mV
$F_{LED}$	充电时 LED 闪烁频率	单灯闪烁方式	0.9	1	1.1	Hz
$T_{TAP}$	手动按键短按时间		16	32	48	mS
	手动按键长按时间		1	2	3	mS
$T_{BSTDEL}$	自动升压启动延时时间		16	32	48	mS
$T_{HOLD}$	升压电量显示的保持时间		4	8	12	S
$V_{NOLOADOFF}$	空载检测电流门槛 $V_{CCS}=V_{CS}-V_{CSN}$	WAFER TEST	1.5	2.0	2.5	mV
$F_{NOLOAD}$	空载频率(灯不亮)		80	130	190	KHz
$T_{NOLOADOFF}$	空载关闭升压系统的等待时间	$V_{CS}-V_{CSN}<2.0mV$	60	80	100	S
$V_{BSTL}$	升压空载启动最低电压			2.95		V
$V_{LOWQOFF}$	放电时关机电压		2.80		2.95	V
$T_{LOWQOFF}$	电池电量不足关闭升压系统的延时时间		2	4	6	S
$V_{LOWQ\_FLASH}$	电池电量不足 LED 闪烁电压	$V_{BAT}<3.35V$	3.3	3.35	3.45	V
$F_{LOWQ\_FLASH}$	电池电量不足 LED 闪烁频率	$V_{BAT}<3.4V$	3	4	5	Hz
$T_{OFF\_SLEEP}$	升压系统关闭后进入待机状态的延时时间		2	4	6	S
$V_{LOAD-LIMC}$	负载限流时的电压检测门槛 $V_{CS}-V_{CSN}$		18	20	22	mV
$V_{LOAD-OVC}$	负载过流时的电压检测门槛 $V_{CS}-V_{CSN}$		27	30	33	mV
$T_{OVC-OFF}$	负载过流关闭升压等待时间	$V_{CS}-V_{CSN}>V_{LOAD-OVC}$	0.5	1	1.5	S
$T_{POWOFF}$	关闭升压系统后进入待机状态的延时时间		2	4	6	S

## 系统图框



ZS6599 状态转换图

## 功能描述

## ● 充电管理

## 1. 充电功能

ZS6599 用开关方式对电池进行涓流/恒流/恒压三段式充电。当电池电压低于 3V 时进行涓流充电；当电池电压高于 3V 时进行恒流充电；当电池电压接近 4.2V 时进行恒压充电，此时充电电流开始逐渐减小，当电流减小到恒流充电电流的 1/10 时，4 个 LED 灯全部常亮，指示电池已经充饱。充饱时芯片终止充电，等待电池电压降低到一定电压( $V_{RECHG}$ )时进行复充(Recharge)。

## 2. 充电电流设定

对电池充电的电流大小由芯片的 SNS 引脚和 BAT 引脚之间的采样电阻  $R_S$  来设定。恒流充电电流  $I_{CHARGE}$  由下式决定：

$$I_{CHARGE} = \frac{V_{SNS\_CHG}}{R_S}$$

涓流充电电流为  $I_{CHARGE}$  的 1/8，充饱判断电流为  $I_{CHARGE}$  的 1/10。 $V_{SNS\_CHG} = 20mV$

### 3. 充电软启动功能

当电池直接进入恒流充电时，ZS6599 会控制充电电流逐渐增大到设定值，避免了瞬间大电流冲击引起的各种问题。

### 4. 按键边充边放功能

ZS6599 具有按键启动边充边放功能，保证了 USB 端负载的优先供电。如果充电过程中，输出 USB 同时接有负载要给负载供电，可通过按键激活边充边放，ZS6599 会控制系统给电池充电同时供电给负载；如果负载所需电流值超过  $V_{CCS} > 3.7mV$ ，ZS6599 会控制系统优先供电给负载，同时逐渐减小充电电流直到不充电，让全部输入电流供给负载，同时达到了输入限流的效果，如果  $V_{CCS} < 3.2mV$ ，芯片会控制恢复电池充电。

当移动电源充电时，短按按键，芯片会控制关闭充电，同时打开输出 USB 端口，检测是否有便携设备接在 USB 口，如果有则优先对其供电，如果没有，经过 15s 后恢复电池充电。

#### ● 升压功能

ZS6599 具有同步升压功能，可将单节锂电池 2.9V 到 4.2V 之间的电压升压到 5V 输出，给负载供电。电池电压低于 2.9V 时，芯片系统将判断为电池电量不足，停止升压。当 VIN 电压低于 3.5V 时，系统将判断为电源适配器掉电，并启动升压电路。

#### 1. 升压恒流功能

升压时，ZS6599 通过 CS 和 CSN 检测负载电流，如果负载电流逐渐增加，到达限流值时输出电压会下降，直到不升压（同步整流 PMOS 常开）。限流值的计算：

$$I_{LIM} = \frac{0.020}{R_{CS}}$$

同时要满足：

$$\frac{V_{OUT\_MAX} \cdot I_{OUT\_MAX}}{V_{BAT\_MIN} \cdot \eta} = I_{BAT\_MAX} < I_{BAT\_LIM} = \frac{0.08}{R_S}$$

#### 2. 放电过流保护和短路保护功能

负载电流超过限流电流继续增大，当 CS 与 CSN 两端的压差超过 30mV，且维持时间超过 1S，则系统启动负载过流保护功能，芯片关闭 USB 的输出通路，进入待机状态。

过流值的计算公式： $I_{OCF} = 0.026 / R_{CS}$

#### 3. 升压软启动功能

芯片有升压软启动功能，在启动升压时，电流会逐渐增加到最大值，保证系统工作的稳定。

#### 4. 空载检测功能

当 CS 与 CSN 两端的压差低于 2mV 且持续 60s 时，芯片判断外部负载消失，进入待机状态。

#### ● 保护功能

##### 1. 充电 USB 短路保护

当充电时 USB 发生短路，芯片会关闭 USB 输出，熄灭电量指示灯，同时继续为电池充电；短路解除后，短按按键可以解除短路保护状态，USB 输出打开，电量指示灯亮起，15s 后恢复充电。

##### 2. 升压 USB 短路保护

当电池升压时，USB 发生短路，芯片会关闭升压，进入待机状态；短按按键可以解除短路保护状态。

##### 3. 二级短路保护

在某些极限状态下发生 USB 短路，芯片检测不到短路状态，但仍然可以关闭 USB 输出，短路解除后会自动恢复原来状态，保护器件不被损坏，电池端也不会出现大电流，保护器件不会损坏。

##### 4. USB 过压保护

输入电压过高，超过 6V 时（板端采电压），芯片会控制关闭 USB 输出，停止充电，防止接在 USB 的便携设备因为过压而损坏，指示灯闪烁，提示输入电压异常。输入电压下降到 5.6V 以下正常后状态解除。

#### ● 电池电量智能显示功能

ZS6599 可以恒流驱动 4 路 LED 灯，每路电流为 2.5mA，LED 灯的亮灭变化表示电池电量。

### 1. 电池充电显示方式:

电池电压	电量	LED025	LED050	LED075	LED100	频率
<3.62V	0%~25%	闪烁	灭	灭	灭	1Hz
3.62V~3.82V	25%~50%	常亮	闪烁	灭	灭	1Hz
3.82V~4.03V	50%~75%	常亮	常亮	闪烁	灭	1Hz
4.03V~4.2V	75%~100%	常亮	常亮	常亮	闪烁	1Hz
4.2V	100%	常亮	常亮	常亮	常亮	

### 2. 电池放电显示方式:

电池电压	电量	LED025	LED050	LED075	LED100	频率
>4.03V	75%~100%	常亮	常亮	常亮	常亮	
3.82V~4.03V	50%~75%	常亮	常亮	常亮	灭	
3.62V~3.82V	25%~50%	常亮	常亮	灭	灭	
3.46V~3.62V	10%~25%	常亮	灭	灭	灭	
2.92V~3.46V	<10%	快闪	灭	灭	灭	4Hz
<2.92V	<1%	闪 4s 后灭	灭	灭	灭	4Hz

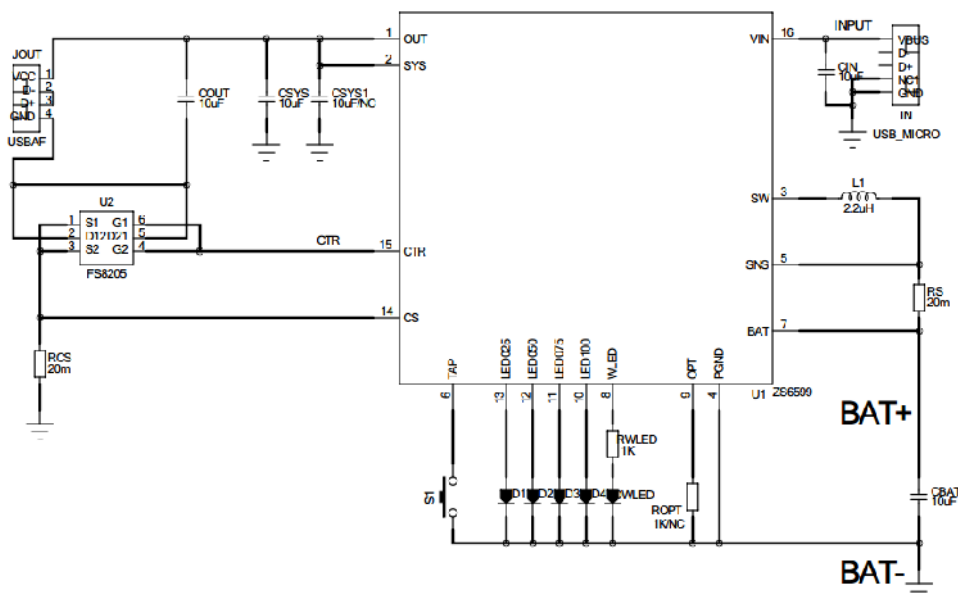
- 手电筒功能

长按 2s WLED 为高电平手电开启，再次长按 2s WLED 为低电平手电关闭，不用手电功能时请接地。

- 系统其他控制功能

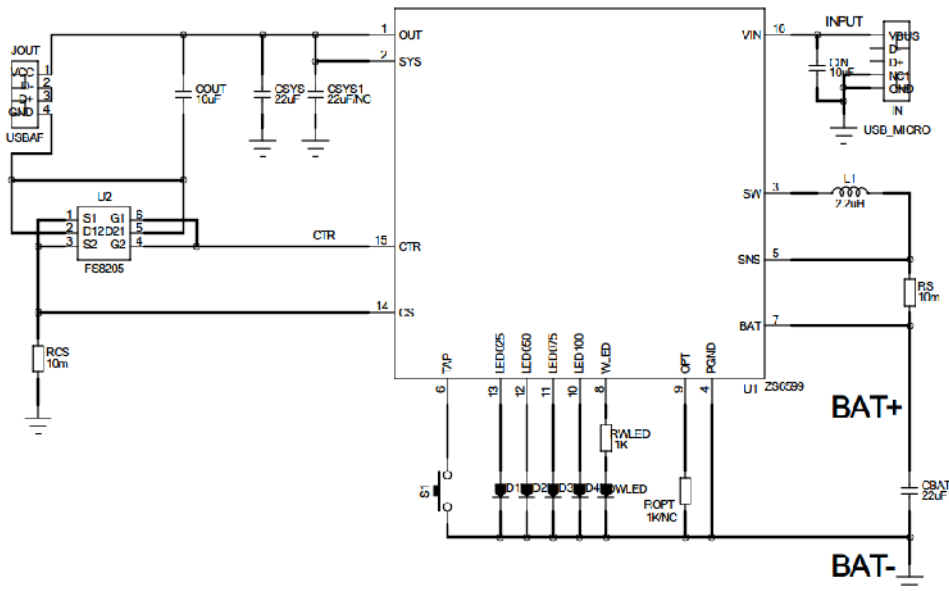
当一个灯以 4Hz 频率开始闪烁时，表示系统内部电池电量不足（即电池电压已经低于 3.4V），需要充电。电池继续放电，当电压低于 2.9V 时，升压系统关闭，LED 灯闪烁 4 秒钟后，系统进入待机状态。在无电源的情况下，短接按键，启动 5V 升压系统给负载供电，同时 LED 灯显示当前电量，再一次短接手动开关或者升压关闭时，灯会熄灭。

### 典型应用举例（1A）





## 典型应用举例（2A）



- 电阻的选择

RS 和 RCS 的精度影响采样电流的精度，因此推荐使用 1%精度的电阻；对于封装，请根据电阻实际的功率计算，也可以用两个并联的形式分散热量。例如：RS=10mΩ，在升压时流过电流最大为 4A，则它最大功耗是  $4 \times 4 \times 10\text{m}\Omega = 160\text{mW}$ ，可选择 1206 封装的电阻。

- 电容的选择

CBAT, CSYS, COUT 电容为滤波电容，可使用陶瓷电容，耐压选择 10V（推荐）或 6.3V 在成本允许的条件下，增大 CSYS（优先）和 CBAT 会使系统更加稳定；如果对升压输出纹波要求不高，也可略微减小 COUT；如果针对输出更大电流的方案，要将电容值相应增大。任何情况下，选择质量较差的电容都可能会引起整个系统性能下降，使用寿命缩短，甚至无法正常工作，所以请慎重选择电容。

- 输出管 NMOS 的选择：

对于 U2，因为它工作在直流条件下，因此只需考虑导通电阻足够小即可，推荐使用导通电阻小于 40mΩ 的管子，如 A03400 或 FS8205 等。

- 电感 L1 的选择：

推荐使用 2.2uH 的电感，注意最高频率尽量控制不要超过 1.0MHz。电感最好使用屏蔽电感，这样会对布板和生产的要求降低。非屏蔽的电感会产生电磁场，电感绕线的方向会改变磁场的方向，干扰芯片的环路。如果一定要使用非屏蔽电感，需要 SNS 和 BAT 走线尽量远离电感，同时保证电感绕线方向是一致的，如果无法保证，则电感两个方向都要经过一定的实验和试产，以验证板子的可靠性才可进行大批量生产。

- 输出电流调整：

因为没有单独采样线接到 RCS 负端，实际限流值会小于计算值，具体跟布板有关，可以通过减小 RCS 值或者 CRCS 并联的电阻调整。

- 升压带载测试：

因为芯片增加了两级短路保护，所以对升压带载测试时有一定要求：

如果 USB 接大电容负载（某些型号的负载仪电容非常大），有可能误判短路保护。

用电压源模拟电池时，各种型号电源的瞬态响应不同，电源线的阻抗也可能比较大，在升压带 CC 或 CR 负载或者带载启动时，也有可能出现短路保护的情况，带 CV 负载不会出现这种情况。实际应用时，由于接的是电池，CC 或 CR 的情况会改善，CV 仍然不会有问题。一般便携设备输入电容都比较小，同时它们会检测输入电压，如果输入电压不够时不会充电，因此表现的是类似 CV 的特性，所以实际移动电源成品给便携设备充电时不会出现误判短路的情况。

### PCB 布板注意事项

- **大电流回路**  
大电流回路指开关时走大电流的器件和走线，在此系统中由 L1, RS, RCS, CBAT, CSYS, COUT 及他们之间的连线构成，他们的布线要尽量宽和短，高频开关（电流不连续）通路不要过通孔，及 CBAT, CSYS, L1, RS 必须在 PCB 的同一面，且要放在一起。
- **SYS 和 PGND**  
ZS6599 的 SYS 和 PGND 引脚分别是芯片驱动部分的电源和地，在开关工作时会有瞬间大电流流入和流出，因此布板时 CSYS 要尽量靠近芯片的 SYS 和 PGND，SYS 和 PGND 分别单独抽头引线到 CSYS 的正端和负端，中间不能穿过大电流回路，布线尽量宽和短，尽量不要过通孔。CSYS 的正端，CBAT 的负端，PGND 尽量靠近，不要过孔。
- **SNS 和 BAT**  
SNS 和 BAT 采样充电电流，要从 RS 正负端单独引线并行到芯片，中间不能引线到其它部分。SNS 和 BAT 要远离高频信号线或通过地线隔离，如 PGATE, NGATE, SW 等，尽量绕开远离电感，尤其是非屏蔽的电感。
- **CS 采样**  
CS 采样负载电流，要从 RCS 单独引线，具体与 SNS 和 BAT 同理。
- **散热**  
由于芯片内置功率 MOS 管，封装为散热片 ESOP16 封装，在布板时 PCB 芯片散热片最好能裸铜过孔散热处理。

### 封装信息

#### ESOP16

S Package  
16-Lead Plastic Small Outline  
(Narrow 0.150)

