概述

HL4054H 是一款耐压 40V 的单节锂离子电池恒流恒压线性充电控制器，只需要极少的外接元件，便能适用于便携式产品的应用。

HL4054H 集成了输入过压保护功能，当输入电压高于 6.6V 时关断内部高压 NMOS 开关，以免高电压对芯片造成损坏，最高可承受 40V 的输入电压。

HL4054H 根据电池电压的不同可分别有涓流充电，恒流充电和恒压充电等三种充电模式。涓流充电电流为恒流充电电流的 1/10，恒流充电电流是通过一个外接电阻来设定的。恒压充电的浮充电压被固定在 4.2V。

HL4054H 还内置了电流软启动、过温保护、欠压保护、反接保护、自动再充电、睡眠模式、关断模式、工作状态指示等功能。

HL4054H 采用 SOT23-5 封装

特点

- 输入耐压：40V
- 输入电压范围：4.3V～6.0V
- 输入过压保护：6.6V
- 保护关断响应时间：<500ns
- 集成 NMOS 高压开关：300mΩ
- 预设充电电压：4.2V±1%
- 最大充电电流：600mA
- 支持 0V 充电
- 反接保护
- 软启动防止浪涌电流
- 内置过温保护：130℃
- SOT23-5 封装

应用领域

- 移动电源、数码产品

典型应用电路图

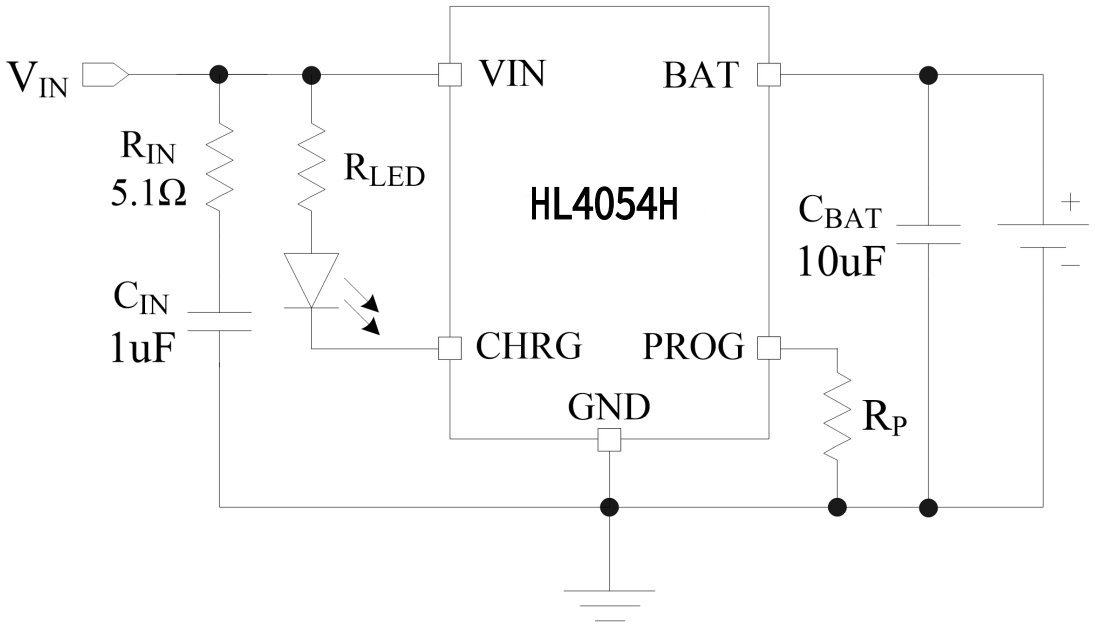
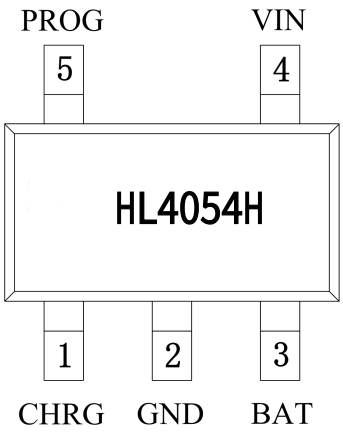


图 1 ：HL4054H典型应用电路图，耐压 40V

封装及管脚分配



SOT23-5

管脚定义

管脚号	管脚名	管脚类型	描述
1	CHRG	输出	充电状态输出脚，外接 LED 指示灯
2	GND	地	芯片地
3	BAT	输出	接电池
4	VIN	电源	芯片电源
5	PROG	输入	充电电流编程脚，外接电流设置电阻

内部电路方框图

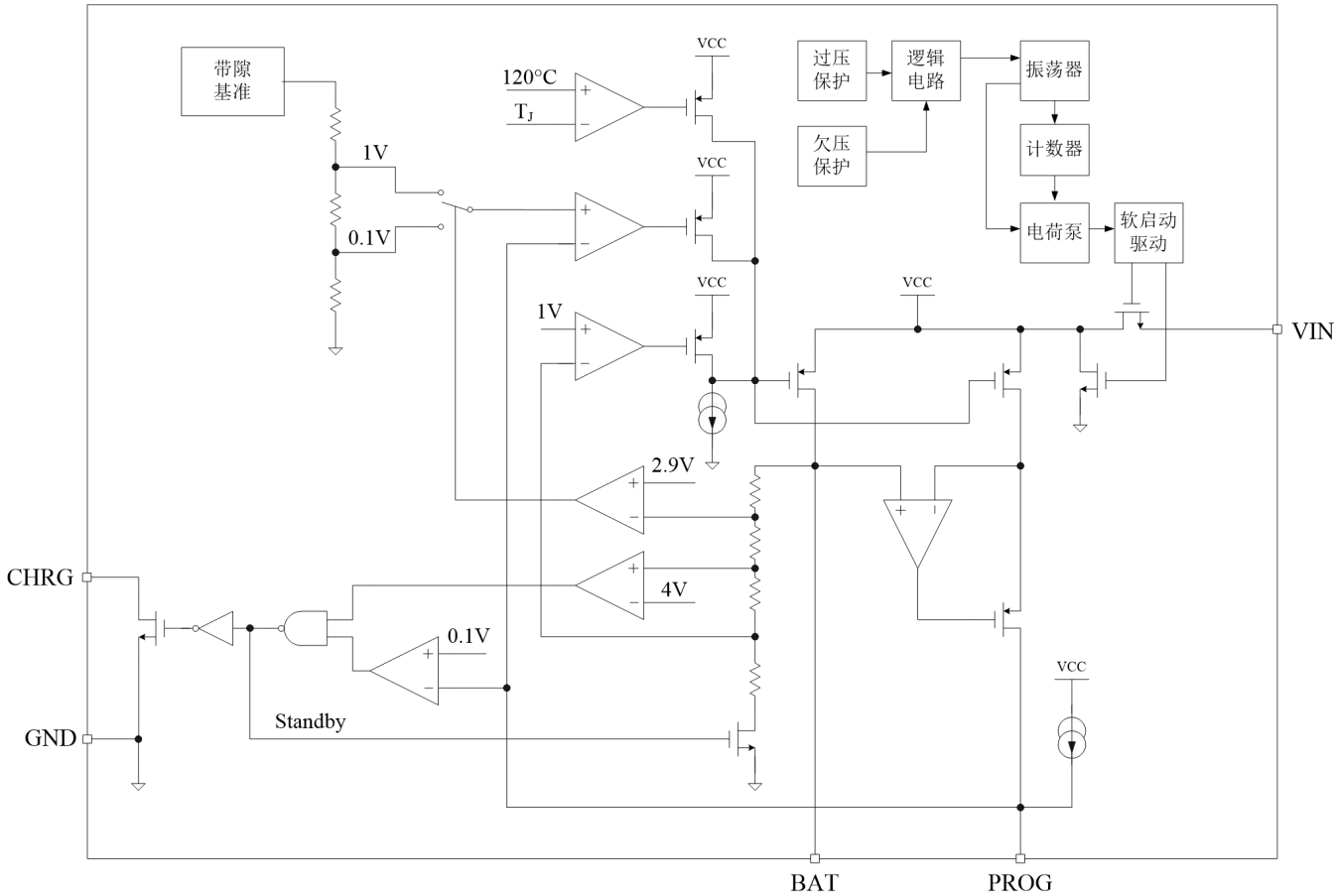


图 2：HL4054H的内部电路方框图

极限参数（注 1）

参数	符 号	描述	最小值	最大值	单位
电压	V_{IN_M}	VIN 脚电压	-0.3	40	V
	V_{CHRG_M}	CHRG 脚电压	-0.3	40	V
	V_{BAT_M}	BAT 脚电压，正电压持续时间 10ms	-5.0	10	V
	V_{PROG_M}	PROG 脚电压	-0.3	7.5	V
电流	I_{BAT}	BAT 脚最大电流		800	mA
	I_{PROG}	PROG 脚最大电流		800	uA
最大功耗	P_{SOT23}	SOT23-5 封装最大功耗		0.3	W
温度	T_J	结温范围	-20	125	ºC
	T_A	工作温度范围	-20	85	ºC
	T_{STG}	存储温度范围	-40	120	ºC
	T_{SD}	焊接温度范围（焊接时间少于 30 秒）	230	240	ºC
ESD	V_{ESD}	静电耐压值（人体模型）		2000	V

注 1：超过上表中规定的极限参数会导致器件永久性损坏。而工作在以上极限条件下可能会影响器件的可靠性。

电特性

除非特别说明，V_{IN}=5V，R_{IN}=5.1Ω，C_{IN}=1uF，C_{BAT}=10uF，T_A=25°C

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压						
最大冲击电压	V_{IN_SMAX}	R_{IN}=5.1Ω，C_{IN}=1uF		40		V
工作电压	V_{IN}		4.3		6.0	V
欠压保护阈值	V_{UVP}	V_{IN} 下降		3.8		V
欠压保护迟滞	V_{UVP_HYS}	V_{IN} 上升		400		mV
过压保护阈值	V_{OVP}	V_{IN} 上升		6.6		V
过压保护迟滞	V_{OVP_HYS}	V_{IN} 下降		500		mV
电源电流						
输入支持电流	I_{IN}	充电模式，R_P=10KΩ		200		uA
		待机模式(充电完成)		120		uA
		关断模式 (R_P 不接，V_{IN}<V_{BAT})		120		uA
BAT 脚电压						
校准输出电压	V_{FLOAT}	0°C ≤ T_A ≤ 85°C I_{BAT}=50mA	4.158	4.2	4.242	V
涓流充电阈值	V_{TRIKL}	R_P=10KΩ，V_{BAT} 上升		2.9		V
再次充电阈值	ΔV_{REC}	V_{FLOAT}-V_{BAT}		100		mV

电特性(接上一页)

除非特别说明，V_{IN}=5V，R_{IN}=5.1Ω，C_{IN}=1uF，C_{BAT}=10uF，T_A=25°C

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
BAT 脚电流						
输出电流	I_{BAT}	R_P=10KΩ，恒流充电	93	100	107	mA
		R_P=2KΩ，恒流充电	465	500	535	mA
		待机模式，V_{BAT}=4.2V		1		μA
		关断模式(R_P 不接)			1	μA
		睡眠模式，V_{IN}=0V			1	μA
涓流充电电流	I_{TRIKL}	V_{BAT}<V_{TRIKL}，R_P=2KΩ	45	50	55	mA
0V 充电电流	I_{BAT0}	V_{IN}=5.0V，R_P=2KΩ		50	60	mA
充电终止阈值电流	I_{TERM}	R_P=2KΩ		50		mA
PROG 脚电特性						
PROG 脚电压	V_{PROG}	R_P=10KΩ，恒流充电	0.95	1.0	1.05	V
PROG 脚上拉电流	I_{PROG}			0.2		μA
CHRG 脚电特性						
输出低电压	V_{CHRG}	I_{CHRG} =5mA		1.6		V
关断特性						
手动关断阈值	V_{MSD}	PROG 脚电压上升时		1.2		V
		PROG 脚电压下降时		1.1		V
V_{IN}–V_{BAT} 关断阈值电压	V_{ASD}	V_{IN} 从低到高时		120		mV
		V_{IN} 从高到低时		50		mV

电特性(接上一页)

除非特别说明，V_{IN}=5V，R_{IN}=5.1Ω，C_{IN}=1uF，C_{BAT}=10uF，T_A=25°C

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
时序特性						
软启动时间	T_{SS}	I_{BAT} 从零上升到满充电电流		120		μs
再次充电滞后时间	T_{REC}	V_{BAT} 由高到低		5.3		ms
终止充电滞后时间	T_{TERM}	I_{BAT} 降至满充电电流的 1/10		5.3		ms
保护关断响应时间	T_{SD}	V_{IN} 上升到大于 V_{OVP}		500		ns
高压 NMOS 开关管						
最高耐压	V_{IN_MAX}			40		V
导通电阻	R_{ON}			0.3		Ω
过温保护						
过温保护阈值	T_{JOTP_H}	结温		130		°C
过温保护电流	I_{BAT_OTP}	结温为 135°C，R_P=2KΩ		460		mA
		结温为 150°C，R_P=2KΩ		270		mA

应用指南

概述

HL4054H是一款集成了输入过压保护功能的单节锂离子电池恒流恒压线性充电控制器，只需要极少的外接元件，便能适用于便携式产品的应用。

HL4054H内部集成了 0.3Ω的 NMOS 高压开关，当输入电压高于 6.6V 时关断开关，以免高电压对芯片造成损坏，最高可承受 40V 的输入电压。

当PROG 脚连接一个外围电阻到地并且 BAT 脚连接一个锂离子电池到地时，芯片开始正常充电，并根据 BAT 脚电压的大小，分别进入涓流充电、恒流充电、恒压充电、待机以及再次充电等工作状态。

HL4054H还内置了电流软启动、过温保护、欠压保护、反接保护、自动再充电、睡眠模式、关断模式、工作状态指示等功能。

输入过压保护

当芯片检测到输入电压高于 6.6V 时，在 500ns 内快速关断功率开关，以免高电压对芯片造成损坏，最高可承受 40V 的输入电压。当输入电压小于 6.1V 时，重新打开功率开关，给输出后端电路供电。

输入欠压保护

当芯片检测到输入电压低于 3.4V 时，在 500ns 内快速关断功率开关；当输入电压高于 3.8V 时，重新打开功率开关，给输出后端电路供电。

充电电流软启动

芯片上电时或者从输入过压保护、输出短路保护等异常状态恢复正常工作时，输出电流都将缓慢上升，上升时间约为 120us，从而避免浪涌电流的产生，可以有效的防止瞬间浪涌电流对芯片输入前端电路（如：电源适配器）和芯片本身，以及电池造成损坏。

当芯片开始进入涓流充电模式，或者由涓流充电模式转换到恒流充电模式，或者由待机状态转换到恒流充电模式的这些过程中，为限制浪涌电流，充电电流都会经过软启动过程逐渐上升到设定的充电电流。

充电电压和电流

HL4054H通过连接到 BAT 脚的芯片内部的精准电阻分压器来设定满充电电压，满充电电压被固定在 4.2V，电压的精度为±1%，当芯片处于关断状态时，该电阻分压器被断开。满充电电流由 PROG 脚连接一个精度为±1%的外围电阻 R_P 来设定，满充电电流最高可达 600mA。当芯片处于恒流充电状态时，PROG 脚上的电压约为1V。在所有工作状态下，设定的满充电电流的大小可以通过下式来计算：

$$I_{BAT} = \frac{1000 \cdot V_{PROG}}{R_P}$$

涓流充电模式

当 BAT 脚的电压小于 2.9V 时（包括 0V 充电），芯片处于涓流充电模式，此时，BAT 脚提供的充电电流仅为恒流充电模式的 1/10，以便使电池电压上升到能安全进行恒流充电的电平。在此模式下，PROG 脚的电压约为 0.1V。

需要注意的是，当 BAT 脚的电压较低时，因为输入、输出压差大，充电电流会有所增大，建议(V_{IN}-V_{BAT})不要超过 5.2V。

恒流充电模式

当 BAT 脚的电压大于 2.9V 而小于 4.2V 时，芯片处于恒流充电模式，此时，BAT 引脚提供的充电电流达到设定的满充电电流，在恒流模式下， PROG 脚的电压约为 1V。

恒压充电模式

当电池电压快要上升到 4.2V 的满电量电压时，开始进入恒压充电模式。进入恒压充电模式后，充电电流开始逐渐下降。

待机状态

在恒压充电模式下，当充电电流下降到满充电电流的 1/10 时，充电结束，进入待机状态，电源电流下降到 120uA 左右。要特别注意的是，在涓流充电和过热保护状态下，充电电流也是满充电电流的 1/10，但充电并没有结束

待机功能是通过监测 PROG 引脚的电压来实现的，当 PROG 引脚的电压降低到 100mV 以下的时间超过 T_{TERM}（一般为 5ms）时，结束充电。在充电过程中，在直流充电电流下降到恒流充电模式的 1/10 前，BAT 引脚的瞬态负载会导致 PROG 引脚的电压短暂下降到 100mV 以下，T_{TERM} 的滞后时间可以防止瞬态负载使得充电过程在没有充满电之前提前结束。进入待机状态后，HL4054H还会不断的检测

PROG引脚的电压

再次充电

当结束充电，进入待机状态后，如果没有将电池从 BAT 引脚断开，电池会有约 1uA 的电流消耗，再加上电池的自放电，所以经过一段时间后，电池的电压会逐渐下降。在待机状态下，HL4054H会不断的检测 BAT 引脚的电压，当 BAT 引脚电压下降到 4.0V 以下的时间超过 T_{REC}（一般为 5ms）时，就再次对电池进行充电，即又依次经历恒流充电，恒压充电，待机状态等过程。

在待机状态下，也可以手动使芯片进入再充电过程，只要断开电源再连接或者通过 PROG 引脚关断 HL4054H然后再启动
即可。

通过 USB 电源充电

如果从连接到 PC 的 USB 接口给电池充电。在这种应用中，USB 协议要求连接到该端口的任何设备最初必须工作在低功率模式，消耗的电流应低于 100 mA，充电过程必须从低电流开始，HL4054H采用涓流充电模式和软启动来满足 USB 电源的这种特性。USB 接口充电的满充电电流一般为 400 mA，最大不超过 500 mA，所以外围电阻的阻值应大于 2.5KΩ。

VIN 低压关断模式

HL4054H内部的监测电路会不断检测 VIN 和 BAT 引脚的电压，当(V_{IN}-V_{BAT})小于 50mV 以内时，为防止反向电源电流，HL4054H也会进入关断状态。芯片处于关断状态后，直到(V_{IN}-V_{BAT})大于 120mV 之后，HL4054H才会脱离关断状态。

手动关断模式

在充电过程中的任何时候，都可以将外围电阻 R_P 从地断开，使芯片进入手动关断模式。进入手动关断模式后，一个 0.2uA 的电流将 PROG 引脚电压拉高，当 V_{PROG} 达到 1.2V 的关断阈值电压时，芯片就进入关断模式，供电电流降低到 120uA 左右。将外围电阻连接到地，可以使芯片恢复到正常工作状态。

睡眠模式

当供电电源（一般电源适配器或 USB 电源）被取走，HL4054H自动进入睡眠模式，此时电池的耗电电流低于 1uA。

充电状态指示

HL4054H通过 CHRG 脚外接一个 LED 灯来指示充电状态。CHRG 脚是开漏极充电状态输出脚，当给电池充电时，CHRG 引脚内部的 NMOS 管导通，将该脚电压拉低，连接到 CHRG 脚的 LED 指示灯亮；当充电完成后，CHRG 脚内部 NMOS 管关断，连接到 CHRG 脚的 LED 灯灭。

过热保护

HL4054H内置了完善的 MOSFET 构架，所以无需外接任何热敏电阻和二极管。在大功率负载或高温环境下工作时，热反馈将自动控制充电电流，使充电速度更快而无需担心过热，当芯片温度超过规定值（约 130℃），则相应减小充电电流（PROG 引脚的电压也会减小），从而控制芯片的温度。

稳定性因素

恒流反馈控制环路不需要输出电容就能输出稳定的电压给外接在充电器输出端上的电池。如果没有外接电池，输出端应接上一个输出电容以减小纹波电压。当使用容量大，低 ESR 的陶瓷电容时，在电容上串一个 1Ω的电阻为佳，当使用钽电容时，无需加串联电阻。

在恒流充电模式，PROG 脚是反馈环路，而不是电池。恒流充电模式的稳定性受到 PROG 脚的阻抗影响。如果在 PROG 脚上外加电容，当编程电阻高达 20KΩ时，充电器仍然能保持稳定；然而，如果有外加电容在 PROG 脚上，最大允许编程电阻将会减小。

VIN 旁路电容

在芯片的 VIN 脚应就近连接一个 1uF 的电容到地，以减小纹波。很多类型的电容都能作为旁路电容使用，然而，必须谨慎地使用多层陶瓷电容。因为在一定的启动条件下，电容受到高压瞬态冲击，某些陶瓷电容将会产生自振。例如当连接充电器至一个波动的电源上时，就会发生如上情况。在电容上串连一个 5.1Ω的电阻能大大减小启动时的冲击电压，如图 1 所示，在这种情况下，HL4054H最高能承受40V的电压冲击。

如果输入电压上的纹波足够小，VIN 脚也可以就近连接一个 0.1uF 的电容到地，以降低系统成本，电路图如图 3 所示，在这种情况下，HL4054H最高能承受的冲击电压为 24V。

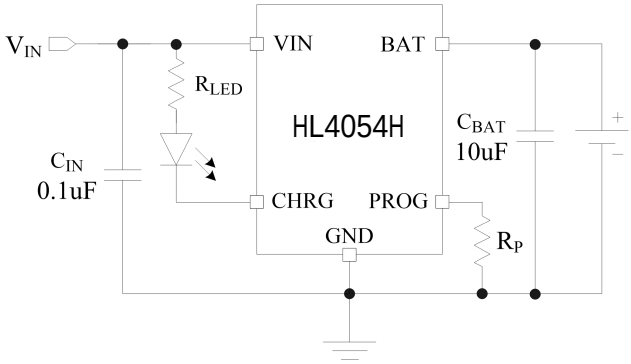


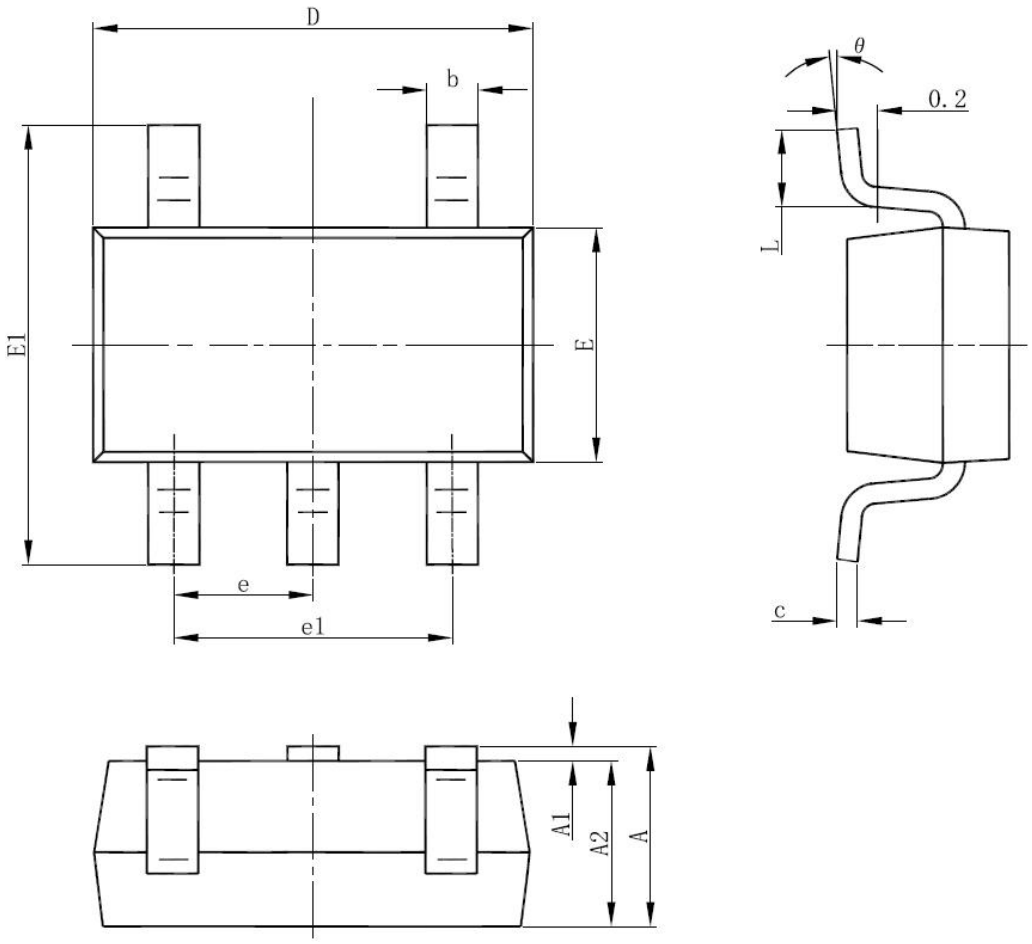
图 3：耐压 24V 的应用电路

散热考虑

因为芯片是小尺寸 SOT23-5 封装，如何使用 PCB 布局来散热对于使充电电流最大化是非常重要的。散热路径是由芯片的晶片到引脚，再到焊盘（特别是地），然后到 PCB 铜皮。PCB 板将会被作为一个散热器，因此 PCB 上的焊盘应该尽量的大，并相应加大铜皮以将热量扩散到空气中。当设计 PCB 布局的时候，其他 PCB 上的发热元件也必须考虑，不应和充电器靠近，因为整体温度的上升也会影响充电器的充电电流。

封装信息

SOT23-5 封装尺寸图：



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°