

概述

QX4054 是一款完整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，而且 QX4054 是专门为 USB 电源充电而设计的

QX4054 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。涓流充电模式的充电电流为满充电电流的 1/10；恒流充电模式的充电电流为满充电电流；恒压充电模式的充电电压被固定在 4.2V，在电池电压达到满电量电压并且充电电流降至满充电电流的 1/10 时，QX4054 将自动停止充电。满充电电流是通过一个外接电阻来设定的。

QX4054 还内置了睡眠模式、关断模式、充电电流监测、低压关断、过温保护、自动再充电、工作状态指示等功能。

QX4054 采用 SOT-23-5 封装。

特点



- 电源电压：4.25 V~6.0V
- 可编程充电电流：最高 800mA
- 预设 4.2V 充电电压的精度：±1%
- 关断模式下的支持电流：25uA
- 涓流充电阈值电压：2.9V
- 过热保护：保证快速而安全的充电
- 软启动：有效限制冲击电流
- 无需外接 MOS 管、感应电阻和二极管
- 可从 USB 口直接给电池充电

应用领域

- 移动电话、PDA 等便携式设备
- 锂离子电池充电器
- 蓝牙设备

典型应用电路图

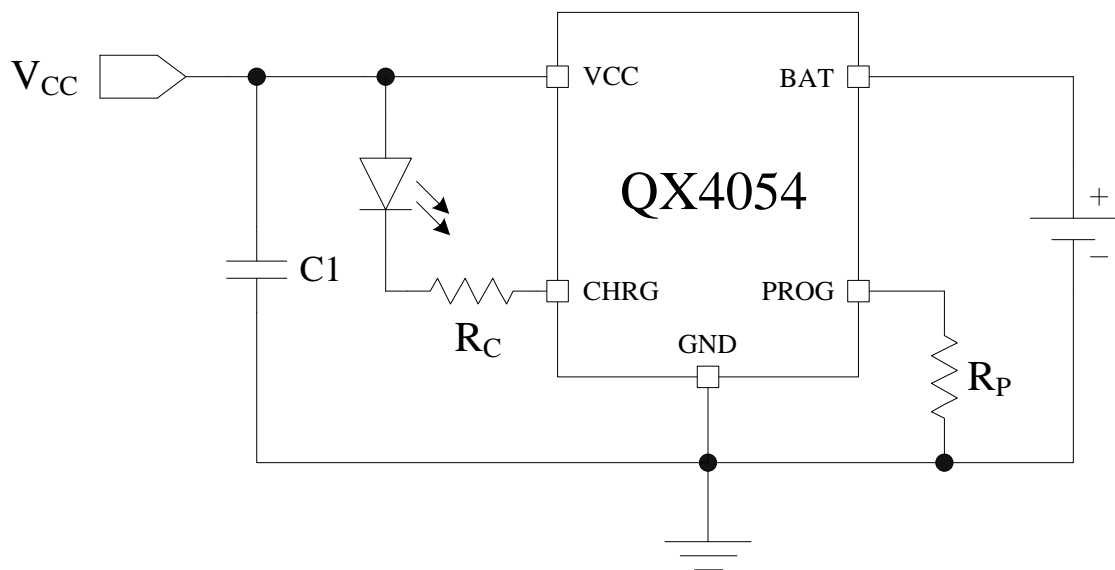


图 1: QX4054 典型应用电路图

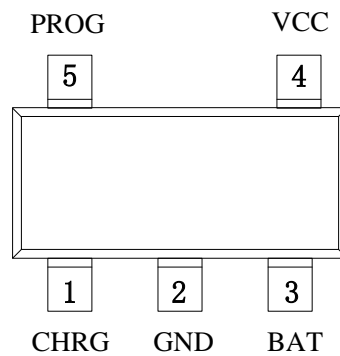
订货信息



产品型号

QX4054

封装及管脚分配



SOT-23-5

管脚定义

管脚号	管脚名称	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	VCC	输入	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

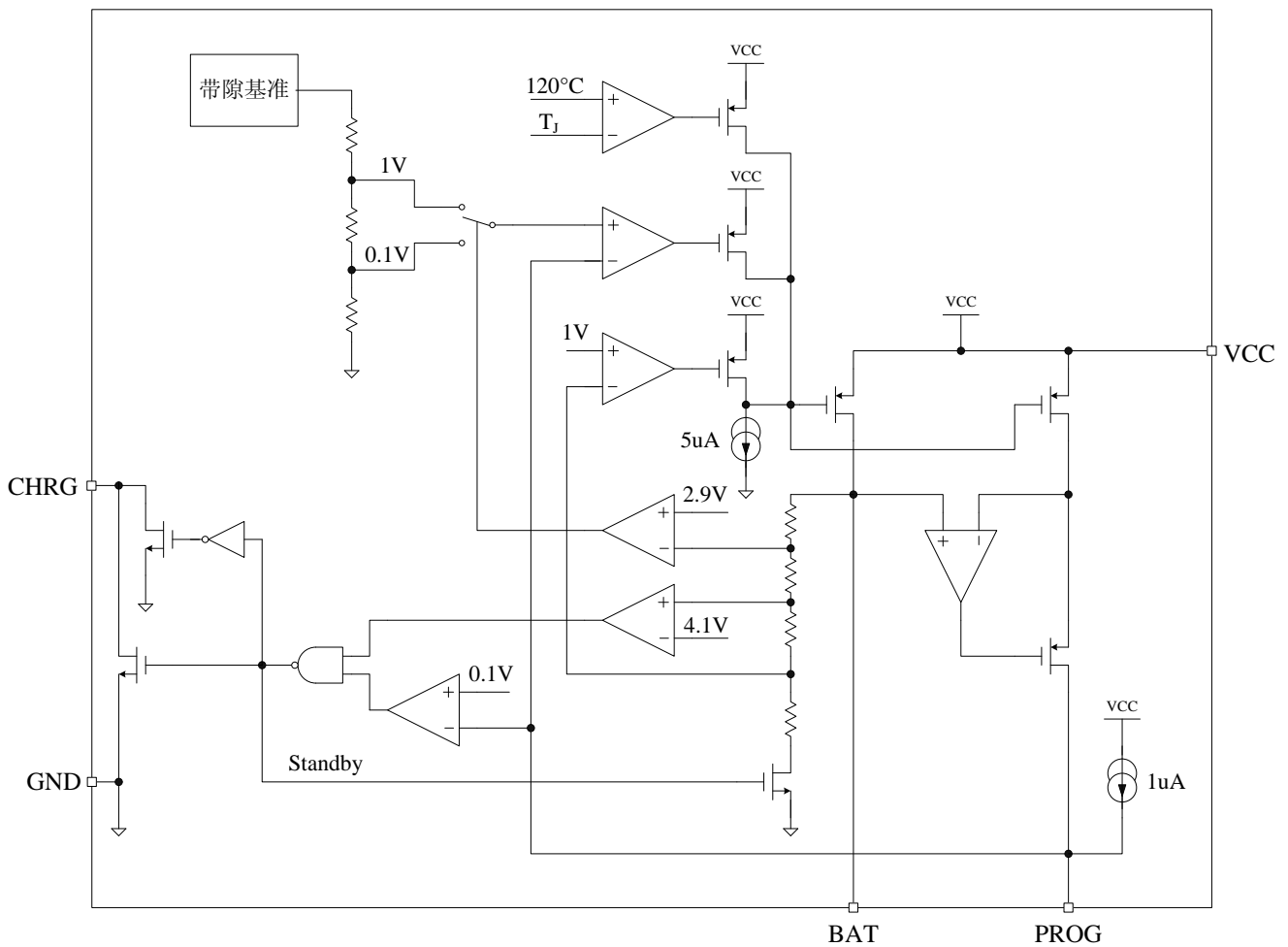


图 2: QX4054 的内部电路方框图

极限参数 (注1)

参数	符号	描述	最小值	最大值	单位
电压	V_{MIN_MAX}	VCC,CHRG,BAT 和 PROG 脚电压	-0.3	7	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	$P_{SOT-23-5}$	SOT-23-5 封装最大功耗		0.3	W
温度	T_J	结温范围	-20	125	°C
	T_A	工作温度范围	-20	85	°C
	T_{STG}	存储温度范围	-40	120	°C
	T_{SD}	焊接温度范围 (时间少于 30 秒)	230	240	°C
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, $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压						
输入电压	V_{CC}		4.25		6	V
低压关断 阈值电压	V_{UV}	电源从低到高		3.4		V
低压关断 迟滞电压	V_{UVHYS}			170		mV
电源电流						
输入支持 电流	I_{CC}	充电模式 ⁽²⁾ , $R_P=10K\Omega$		190		uA
		待机模式(充电完成)		85		uA
		关断模式(R_P 不接, $V_{CC} < V_{BAT}$ 或 $V_{CC} < V_{UV}$)		12		uA

电特性(接上一页)

除非特别说明, $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
BAT 脚电压						
校准输出电压	V_{FLOAT}	$0^\circ C \leq T_A \leq 85^\circ C$ $I_{BAT} = 40mA$		4.2		V
涓流充电阈值电压	V_{TRIKL}	$R_P = 10K\Omega$, V_{BAT} 上升		2.9		V
再次充电阈值电压	ΔV_{REC}	$V_{FLOAT} - V_{BAT}$		100		mV
BAT 脚电流						
输出电流	I_{BAT}	$R_P = 10K\Omega$, 恒流充电		110		mA
		$R_P = 2K\Omega$, 恒流充电		500		mA
		待机模式, $V_{BAT} = 4.2V$		4		μA
		关断模式 (R_P 不接)		± 1		μA
		睡眠模式, $V_{CC} = 0V$		± 1		μA
涓流充电电流	I_{TRIKL}	$V_{BAT} < V_{TRIKL}$, $R_P = 10K\Omega$		12		mA
充电终止阈值电流	I_{TERM}	$R_P = 10K\Omega^{(3)}$		0.1		mA/mA
		$R_P = 2K\Omega^{(3)}$		0.1		mA/mA
PROG 脚电特性						
PROG 脚电压	V_{PROG}	$R_P = 10K\Omega$, 恒流充电		1.03		V
PROG 脚上拉电流	I_{PROG}			1		μA

电特性 (接上一页)

除非特别说明, $V_{CC}=5V$, $T_A=25^\circ C$

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
CHRG 脚电特性						
输出 低电压	V_{CHRG}	$I_{CHRG}=5mA$		0.35		V
弱下拉 电流	I_{CHRG}	$V_{CHRG}=5V$		20		μA
关断特性						
手动关断 阈值电压	V_{MSD}	PROG 脚电压上升时		1.25		V
		PROG 脚电压下降时		1.2		V
$V_{CC}-V_{BAT}$ 关断阈值 电压	V_{ASD}	V_{CC} 从低到高时		100		mV
		V_{CC} 从高到低时		30		mV
时序特性						
软启动 时间	T_{SS}	I_{BAT} 从零上升到满充电 电流		100		μs
再次充电 滞后时间	T_{REC}	V_{BAT} 由高到低		2		ms
终止充电 滞后时间	T_{TERM}	I_{BAT} 降至满充电电流的 1/10		1		ms

注 2: 支持电流包括 PROG 脚电流(近似 $100\mu A$), 但不包括通过 BAT 脚流到电池的电流 (近似 $100mA$).

注 3: I_{TERM} 是 PROG 脚电阻设定充电电流值的一部分。

应用指南

概述

QX4054 是一款完整的单节锂离子电池恒流恒压线性充电控制芯片。

QX4054 内置了完善的 MOSFET 架构,所以无需外接任何感应电阻和二极管,只需要外接极少的外部元件,就能真正的适用于便携式产品的应用。而且, QX4054 是专门为 USB 电源充电而设计的。

当 VCC 电压大于低压关断阈值电压, 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, QX4054 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。

QX4054 还内置了睡眠模式、关断模式、充电电流监测、低压关断、过温保护、自动再充电、工作状态指示等功能。

充电电压和电流

QX4054 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 800mA。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,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。

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 100uA 以下。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 1ms) 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, QX4054 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 4uA 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, QX4054 会不断的

检测 BAT 引脚的电压，当 BAT 引脚电压下降到 4.1V 以下的时间超过 T_{REC} （一般为 2ms）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 QX4054 然后再启动即可。

软启动

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。

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，QX4054 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 2.5K Ω 。

VCC 低压关断模式

QX4054 内部的监测电路会不断检测 VCC 和 BAT 引脚的电压，一方面，当 VCC 小于低压关断阈值电压时，QX4054 就会进入关断状态，当监测电路启动使芯片处于低压关断状态后，直到 $(V_{CC}-V_{UV})$ 大于 170mV 之后，QX4054 才会脱离关断状态。

另一方面，当 $(V_{CC}-V_{BAT})$ 小于 30mV 时，为防止反向电源电流，QX4054 也会进入关断状态。芯片处于关断状态后，直到 $(V_{CC}-V_{BAT})$ 大于 100mV 之后，QX4054 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 1uA 的电流将 PROG 引脚电压拉高，当 V_{PROG} 达到 1.25V 的关断阈值电压时，芯片就进入关断模式，供电电流降低到 20uA 以下。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，QX4054 自动进入睡眠模式，此时电池的耗电电流低于 2uA。

充电状态指示

X4054 通过 CHRG 引脚外接一个 LED 灯来指示充电状态。CHGR 脚是开漏极充电状态输出脚，当给电池充电时，内部的 NMOS 管处于强下拉状态，将该脚电压拉低，充电状态指示 LED 灯高亮；当充电完成后，内部 NMOS 管处于弱下拉状态，LED 灯暗亮，当 QX4054 处于低压关断模式时，内部 NMOS 管为高阻态，LED 灯灭。在手动关断状态下，若 VCC 电压大于低压关断阈值电压，则 CHRG 引脚也处于弱下拉状态。

过热保护

QX4054 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 120 $^{\circ}C$ ），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 $20K\Omega$ 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。

VCC 旁路电容

在芯片的 VCC 脚应就近连接一个 $1\mu F$ 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 1.5Ω 的电阻能大大减小启动时的冲击电压。

耗散功率

通过热反馈减小充电电流的条件可以近似地估算 IC 耗散的功率。几乎所有的功率损耗都是由内部的 MOSFET 产生的，这个近似的计算公式如下式：

$$P_D = I_{BAT} \cdot (V_{CC} - V_{BAT})$$

热保护时 IC 周围的温度是：

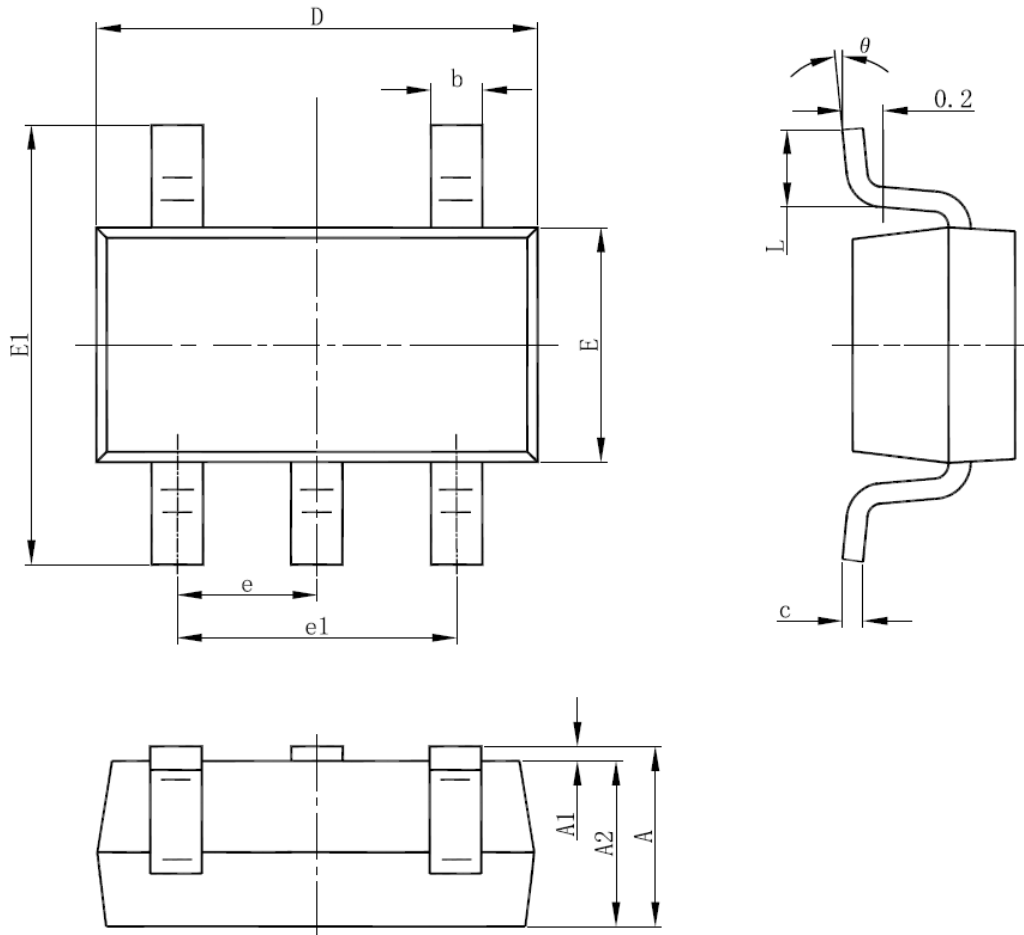
$$T_A = 120^\circ C - P_D \cdot \theta_{JA}$$

散热考虑

因为芯片是小尺寸 SOT-23-5 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

SOT-23-5 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°

声明

- 泉芯保留电路及其规格书的更改权，以便为客户提供更优秀的产品，规格若有更改，恕不另行通知。
- 泉芯公司一直致力于提高产品的质量和可靠性，然而，任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，客户有责任在使用泉芯产品进行产品研发时，严格按照对应规格书的要求使用泉芯产品，并在进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险造成人身伤害或财产损失等情况。如果因为客户不当使用泉芯产品而造成的人身伤害、财产损失等情况，泉芯公司不承担任何责任。
- 本产品主要应用于消费类电子产品中，如果客户将本产品应用于医疗、军事、航天等要求极高质量、极高可靠性的领域的产品中，其潜在失败风险所造成的人身伤害、财产损失等情况，泉芯公司不承担任何责任。
- 本规格书所包含的信息仅作为泉芯产品的应用指南，没有任何专利和知识产权的许可暗示，如果客户侵犯了第三方的专利和知识产权，泉芯公司不承担任何责任。

客户服务中心

泉芯电子技术(深圳)有限公司

地址：中国深圳市南山区南头关口二路智恒新兴产业园 22 栋 4 楼

邮编：518052

电话：+86-0755-88852177

传真：+86-0755-86350858

网址：www.qxmd.com.cn