

TinyShield™ 内置 MOSFET 的锂电池保护芯片

特性

- 无需外部 MOSFET
- 等效 58 mΩ R_{DS(ON)} 片上 MOSFET
- 应用中只需一个外部电容
- 过充电流保护
- 三重过放电流检测保护：过放电流 1、过放电流 2 和负载短路检测电流
- 充电器检测功能
- 延迟时间（过充电电压检测延迟时间：t_{CU}；过放电压检测延迟时间：t_{DL}，过放电流 1 检测延迟时间：t_{ODC1}；过放电流 2 检测延迟时间：t_{ODC2}；负载短路检测电流检测延迟时间：t_{SHORT}；过充电流检测延迟时间：t_{OCC}）内置电路产生，无需外接电容。精度：± 20%
- 高精度电压检测
 - 过充检测电压：3.9V~4.4V；步长 12.5mV；精度：± 25mV
 - 过充回滞电压：0.0V~0.4V；精度：± 25mV
 - 过放检测电压：2.0V~3.0V；步长 12.5mV；精度：± 25mV
 - 过放回滞电压：0.0V~0.7V；精度：± 25mV
- 低电流损耗
 - 工作模式：典型值 2.0μA；最大值 4.0μA
 - 休眠模式：最大值 0.1μA
- MSOP-8 的小型封装形式
- 符合欧洲“ROHS”标准的无铅产品

概述

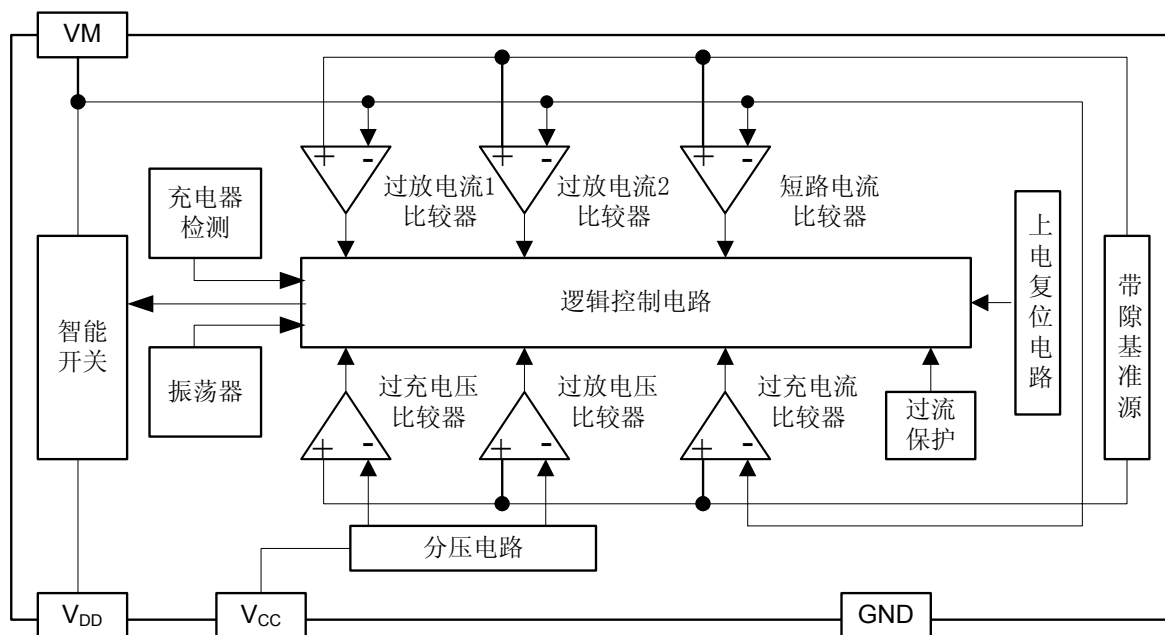
CS6002 是 TinyShield™ 电池保护器件产品系列的一员。该器件采用公司正在申请的美国和中国专利技术：智能开关技术，实现了片上 MOSFET，可大大降低制造成本，提高产品的可靠性。该器件可用于单节锂离子和锂聚合物电池的过充、过放以及过流保护。

该器件包含所有必需的保护控制电路和极低阻抗的内置 MOSFET，可大大减少外部元器件的数量。它集成了过充电电压及电流保护、过放电压及电流保护，过热保护，短路保护等各项功能，工作功耗非常低。

该器件不仅可用于手机设计，也适用于一切需要锂离子或锂聚合物电池长时间供电的各种信息产品。

订购信息

参见 17 页。



初步产品信息

本档包含一个新产品的信息，Cirrus Logic 保留在不另行通知的情况下修改该产品的权力。

目 录

1. 概述	3
2. 引脚说明	4
引脚配置	4
引脚说明	4
3. 特性与规格	5
推荐的工作条件	5
电气特性	5
最大绝对额定值	7
4. 功能描述	8
5. 状态机	10
6. 时序	11
7. 测试设置	13
8. 典型应用	15
9. 封装尺寸	16
10. 订货信息	17
11. 环境, 制造和交付信息	18
12. 版本记录	19

图 表

图 1 CS6002 引脚图	4
图 2 CS6002 工作状态图	10
图 3 过充电过放电电压检测	11
图 4 过放电电流检测	11
图 5 充电检测	12
图 6 过充电电流检测	12
图 7 测试电路	13
图 8 CS6002 在电池保护电路中的典型应用	15
图 9 典型 PCB 布局	15
图 10 封装外形尺寸图	16

1. 概述

CS6002 是 TinyShield™ 电池保护器件产品系列的一员。该器件采用公司正在申请的美国和中国专利技术: 智能开关技术, 实现了片上 MOSFET, 可大大降低制造成本, 提高产品的可靠性。该器件可用于单节锂离子和锂聚合物电池的过充、过放以及过流保护。

该器件包含所有必需的保护控制电路和极低阻抗的内置 MOSFET, 可大大减少外部元器件的数量。它集成了过充电压及电流保护、过放电压及电流保护, 过热保护, 短路保护等各项功能, 工作功耗非常低。

该器件不仅可用于手机设计, 也适用于一切需要锂离子或锂聚合物电池长时间供电的各种信息产品。

2. 引脚说明

引脚配置

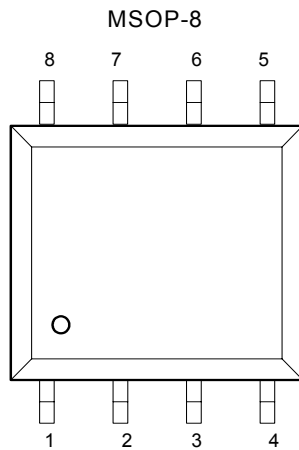


图 1. CS6002 的引脚配置图

引脚说明

序号	名称	I/O	功能
1	V _{DD}	I	正电源输入端
2	V _{DD}	I	正电源输入端
3	V _{CC}	I	内部电路供电端
4	GND	I	接地端
5			悬空或者接 GND
6	TEN	I	测试引脚，悬空或者接 GND
7	VM	I/O	充电器正端输入，过电流检测端
8	VM	I/O	充电器正端输入，过电流检测端

3. 特性和规格

推荐工作条件

参数	符号	最小值	最大值	单位
供电电压 (V_{DD} 和 GND 间电压)	V_{DD}	2.0	5.0	V
充电器输入电压 (VM 和 GND 间电压)	VM	-0.3	5.5	V
工作温度范围	T_{OPR}	-40	85	°C

电气特性

除非特殊说明，普通字体列出的指标指工作温度为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ；黑体列出的指标指工作温度为 $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C 。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
检测电压							
过充检测电压 $V_{CU}=3.9\text{V}$ to 4.4V 步长: 12.5mV	V_{CU}		V_{CU} -0.025	V_{CU}	V_{CU} +0.025	V	
			V_{CU} -0.055	V_{CU}	V_{CU} +0.040		
过充回滞电压 $V_{HC}=0\text{V}$ to 0.4V 步长: 12.5mV	V_{HC}		V_{HC} -0.025	V_{HC}	V_{HC} +0.025	V	
			V_{HC} -0.025	V_{HC}	V_{HC} +0.025		
过放检测电压 $V_{DL}=2.0\text{V}$ to 3.0V , 步长: 12.5mV	V_{DL}		V_{DL} -0.025	V_{DL}	V_{DL} +0.025	V	
			V_{DL} -0.050	V_{DL}	V_{DL} +0.050		
过放回滞电压 $V_{HD}=0.0\text{V}$ to 0.7V , 步长: 12.5mV	V_{HD}		V_{HD} -0.025	V_{HD}	V_{HD} +0.025	V	
			V_{HD} -0.050	V_{HD}	V_{HD} +0.050		
充电器检测电压	V_{CHA}		V_{DD} +0.07	V_{DD} +0.12	V_{DD} +0.2	V	
			V_{DD} +0.02	V_{DD} +0.12	V_{DD} +0.25		
检测电流							
过充检测电流	I_{OCC}	$V_{DD}=3.5\text{V}$	P/N: CS6002A /B/D/E/F	2.1	3.0	3.9	A
				1.9	3.0	4.1	
过放电流 1 检测电流	I_{ODC1}	$V_{DD}=3.5\text{V}$	P/N: CS6002A /B/D/E/F	2.1	3.0	3.9	A
				1.9	3.0	4.1	
过放电流 2 检测电流	I_{ODC2}	$V_{DD}=3.5\text{V}$	P/N: CS6002A /B/D/E	4.5	6.0	7.0	A
				4.0	6.0	8.0	
			P/N: CS6002F	7.5	9.0	10.5	
				7.0	9.0	11.5	
负载短路检测电压	V_{SHORT}	$V_{DD}=3.5\text{V}$	P/N: CS6002A /B/D/E/F	1.20	1.25	1.30	V
				1.15	1.25	1.35	

电气特性 (续)

 除非特殊说明，普通字体列出的指标指工作温度为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ；黑体列出的指标指工作温度为 $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C 。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
电流损耗							
正常工作状态下的电流损耗	I_{OPE}	$V_{\text{DD}}=3.5\text{V}$ VM 管脚悬空	1.0	2.0	3.0	μA	
			0.7	2.0	4.0		
休眠状态下的电流损耗	I_{DDQ}	$V_{\text{DD}}=2.0\text{V}$ VM 管脚悬空			0.1	μA	
					0.1		
VM 引脚内阻							
VM 和 V_{DD} 间的内阻	R_{VMD}	$V_{\text{DD}}=3.5\text{V}$ VM=1.0V	13	20	30	$\text{k}\Omega$	
			10	20	40		
VM 和 GND 间的内阻	R_{VMS}	$V_{\text{DD}}=2.0\text{V}$ VM=1.0V	300	450	675	$\text{k}\Omega$	
			225	450	900		
FET 通态电阻							
等效 FET 通态电阻	$R_{\text{DS(ON)}}$	$V_{\text{DD}}=4.0\text{V}$ $I_{\text{VM}}=1.0\text{A}$		58	64	$\text{m}\Omega$	
			$V_{\text{DD}}=3.6\text{V}$ $I_{\text{VM}}=1.0\text{A}$		61		
			$V_{\text{DD}}=3.0\text{V}$ $I_{\text{VM}}=1.0\text{A}$		65		
过温保护							
过温保护	$T_{\text{SHD+}}$			120		$^\circ\text{C}$	
过温恢复温度	$T_{\text{SHD-}}$			100			
检测延迟时间							
过充电压检测延迟时间	t_{CU}		P/N: CS6002A /B/E/F	0.96	1.2	1.4	S
				0.7	1.2	2.0	
			P/N: CS6002D	0.4	0.5	0.6	
			0.3	0.5	0.8		
过放电压检测延迟时间	t_{DL}		P/N: CS6002A /B/D/E/F	115	144	173	mS
				80	144	245	
过放电流 1 检测延迟时间	t_{ODC1}	$V_{\text{DD}}=3.5\text{V}$	P/N: CS6002A /B/D/E/F	7.2	9.0	11	mS
				5.0	9.0	15	
过放电流 2 检测延迟时间	t_{ODC2}	$V_{\text{DD}}=3.5\text{V}$	P/N: CS6002A /B/D/E/F	3.6	4.48	5.4	mS
				2.4	4.48	7.6	
负载短路检测延迟时间	t_{SHORT}	$V_{\text{DD}}=3.5\text{V}$	P/N: CS6002A /B/D/E/F	220	320	380	μS
				150	320	540	
过充电流检测延迟时间	t_{OCC}	$V_{\text{DD}}=3.5\text{V}$	P/N: CS6002A /B/D/E/F	7.2	9.0	11	mS
				5.9	9.0	15	

绝对最大额定值

参数	符号	最小值	最大值	单位
供电电压 (V_{DD} 和 GND 间电压)	V_{DD}	0	8.0	V
充电器输入电压 (VM 和 GND 间电压)	VM	$V_{DD} - 10.0$	10.0	V
最大结温	T_{JMAX}		150	°C
存贮温度范围	T_{STG}	-55	125	°C
功率损耗	P_{MAX}		500	mW
ESD 人体模型	HBM		2000	V
ESD 机器模型	MM		200	V

注：各项参数若超出“绝对最大值”的范围，将有可能对芯片造成永久性损伤。以上给出的仅是应力额定值，在这些或超过了这些条件下工作，表中所引的“推荐工作条件”将得不到保证。长期工作在“绝对最大值”附近，会影响器件的可靠性。

4. 功能描述

CS6002 可监控电池的电压和电流，并通过断开充电器或负载，来保护单节可充电锂电池不会因为过充电压、过放电压、过放电流以及短路等情况而损坏。这些功能都使可充电电池工作在指定的范围内。

该器件仅需一个外接电容，MOSFET 已内置，低等效 $R_{DS(ON)}$ 的典型值为 58mΩ。

CS6002 支持四种工作模式：正常、充电、放电和休眠。

4.1 正常工作模式

如果没有检测到任何异常情况，充电和放电过程都将自由转换。这种情况称为正常工作模式。

4.2 过充电压情况

在正常条件下的充电过程中，当电池电压高于过充检测电压 (V_{CU})，并持续时间达到过充电压检测延迟时间 (t_{CU}) 或更长，CS6002 将控制内置 MOSFET 以停止充电。这种情况称为过充电压情况。如果异常情况在过充电压检测延迟时间 (t_{CU}) 内消失，系统将不动作。

以下两种情况下，过充电压情况将被释放：

(1). 在连接充电器的情况下，VM 引脚的电压低于充电器检测电压 V_{CHA} ，并且电池电压降至过充释放电压 (V_{CL})。

(注： $V_{CL} = V_{CU} - V_{HC}$)

(2). 在未连接充电器的情况下，电池电压降至过充检测电压 (V_{CU})。

当未连接充电器，电池电压仍然高于过充检测电压时，电池将通过内部二极管放电。

注：

(1). 在过充电压情况下，在仍然连接充电器的情况下，若 VM 引脚的电压大于等于充电器检测电压 V_{CHA} ，即使电池电压低至过充释放电压 (V_{CL})，过充电压条件仍然不能被释放 (CS6002F 除外)。对于 CS6002F，不管充电器是否连接，只要 V_{DD} 小于 V_{CL} ，过充电压条件即被释放。

(2). 在过充电压情况下，当电池没有通过内置 MOSFET 与充电器连接时，充电器的输入电压必须低于器件规定的最大额定电压 V_{max} 。超过最大额定电压 V_{max} 将损坏器件及电池。

4.3 过充电流情况

在充电条件下，如果电流的值超过 I_{OCC} 并持续到过充电流检测延迟 (t_{OCC}) 或更长，该 IC 将控制内置 MOSFET 以停止充电。这种情况被称为过充电流情况。

CS6002 将持续监控电流状态，当连接的外部负载、电池或充电器断开，一旦 VM 引脚的电压值等于或低于充电器检测电压 V_{CHA} 引脚的值，器件将释放过充电流情况。

4.4 过放电压情况

在正常条件下的放电过程中，当电池电压降至过放检测电压 (V_{DL})，且持续时间达到过放电压检测延迟时间 (t_{DL}) 或更长，CS6002 将断开电池与负载的连接，以停止放电。这种情况被称为过放电压情况。当放电控制 MOSFET 被截止，VM 引脚的电压将被 IC 的 VM 和地之间的内阻 R_{VMS} 下拉。当 VM 和地之间的电压小于等于 1.5V (典型值) 时，电流消耗将降低至休眠状态下的电流消耗 (I_{DDQ})。这种情况被称为休眠情况。

当连接充电器，且 VM 和地之间的电压等于 2.0V (典型值) 或更高时，休眠条件将被释放。此外，电池电压大于等于过放检测电压 (V_{DL}) 时，CS6002 将回到正常工作状态。

4.5 过放电流情况 (过放电流 1 和过放电流 2 的检测)

如果放电电流超过额定值，且持续时间大于等于过放电流检测延迟时间，电池和负载将被断开。如果在过放电流检测延迟时间内，电流又降至额定值范围之内，系统将不动作。

当 VM 引脚和地之间的阻抗增至大于等于能够自动恢复到正常状态的阻抗，过放电流状态将被复位。断开负载的连接，可以确保从过放电流情况恢复到正常状态。

4.6 负载短路电流情况

若 VM 引脚的电压小于等于短路保护电压 (V_{SHORT})，该 IC 将停止放电，而电池和负载的连接将断开。 t_{SHORT} 是切断电流的最大延迟时间。

通过断开负载，当 VM 引脚的电压高于短路保护电压 (V_{SHORT})，负载短路电流情况将被释放。

4.7 充电器检测

当处于过放电状态下的电池和充电器连接时，若 VM 引脚电压大于等于充电器检测电压 V_{CHA} ，当电池电压大于等于过放检测电压 V_{DL} ，CS6002 将释放过放电状态。

当处于过放电状态下的电池和充电器连接，若 VM 引脚的电压大于等于 2.0V (典型值)，且低于充电器检测电压 (V_{CHA})，当电池电压大于等于过放检测电压 (V_{DL}) 与过放回滞电压 (V_{HD}) 之和，CS6002 将释放过放电状态。

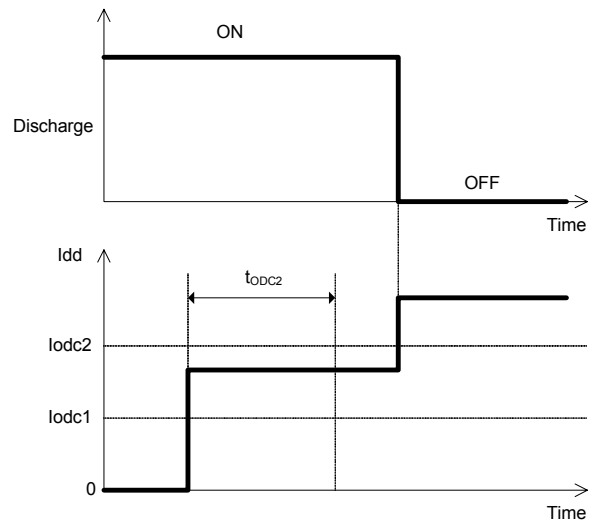
4.8 延迟电路

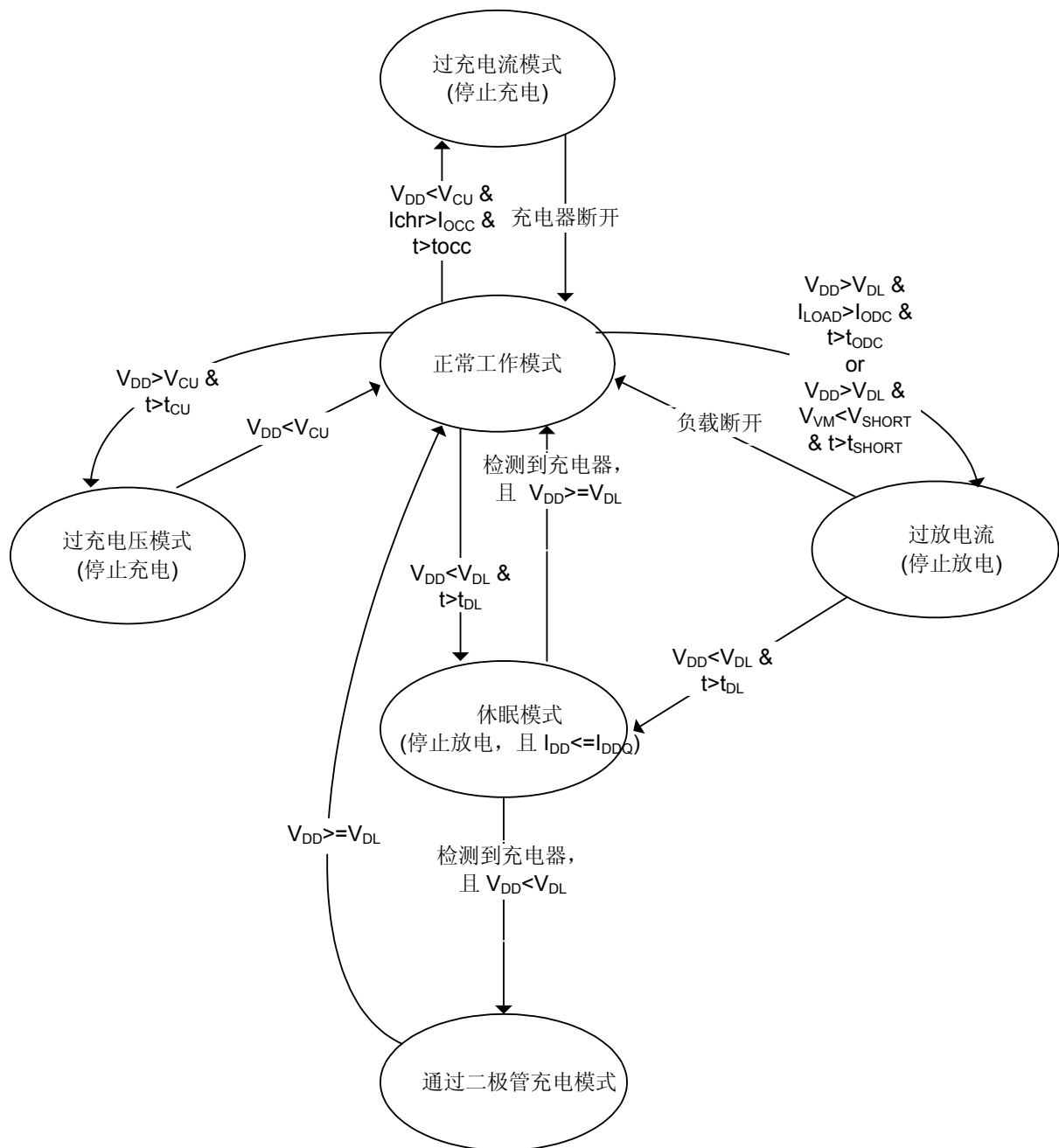
当过放电流 1 被检测到，过放电流 2 和负载短路的检测延迟时间同时开始计算。一旦检测到过放电流 2 或负载短路，并且过放电流 2 或负载短路的延时时间超过过放电流 2 或负载短路的延迟时间，CS6002 将停止放电。

若因为过放电流使过放电压降至过放检测电压，CS6002 将通过过放电流检测停止放电。在这种情况下，电池电压的恢复非常慢，如果在过放电压检测延迟时间之后，电池电压仍然低于过放检测电压，CS6002 将转至休眠条件。

4.9 TEN 测试引脚

TEN 为测试引脚，将其接 V_{DD} 可显著缩短内部保护延迟时间。在具体应用中，应该悬空或接地。



5. 工作状态图


注：I_{chr}: 充电条件下的充电电流

图 2. CS6002 的工作状态图

6. 工作时序

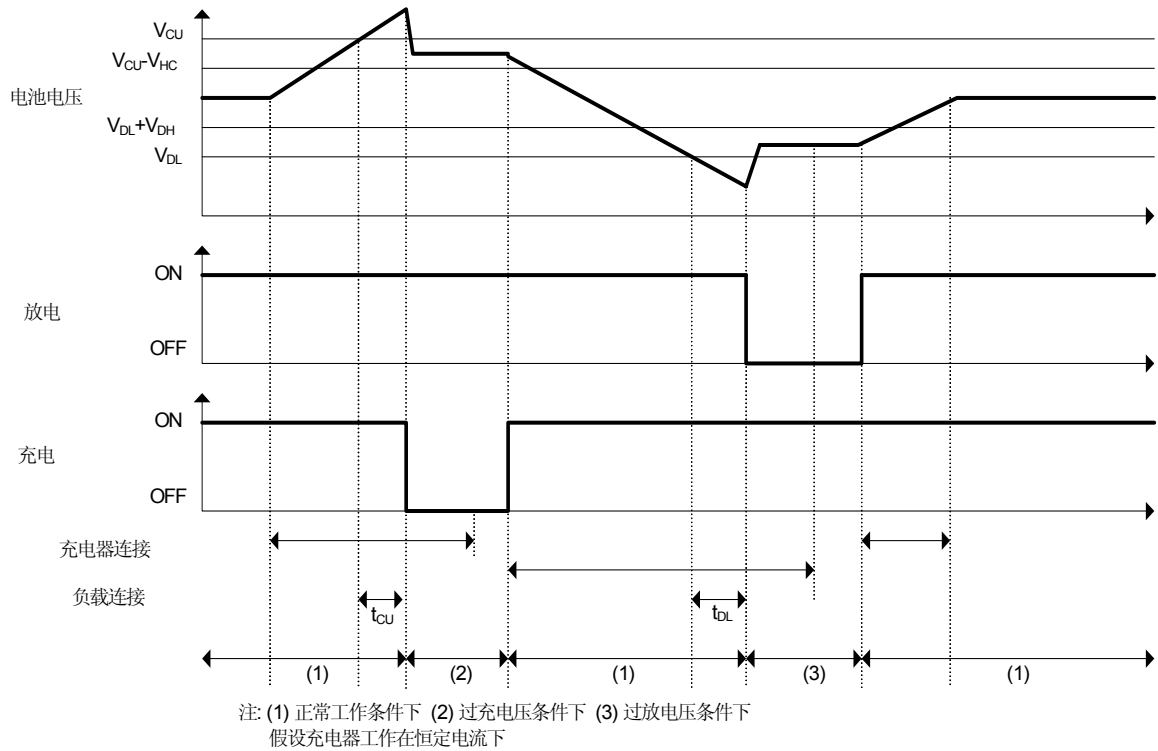


图 3. 过充 / 过放的电压检测

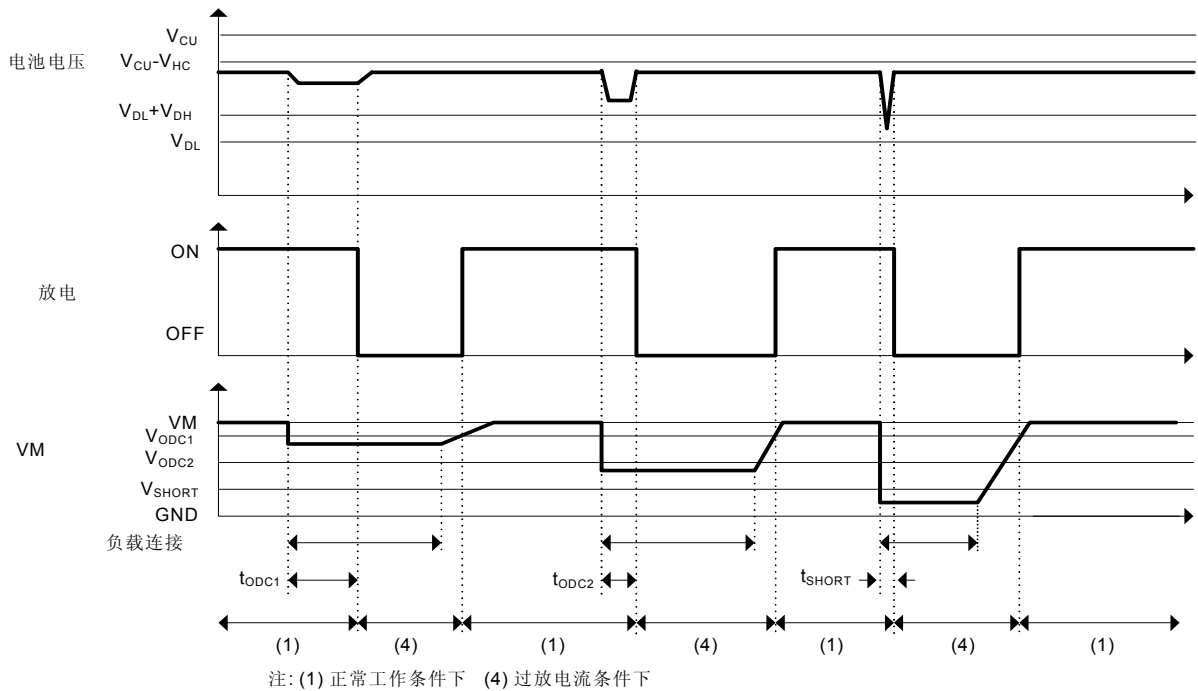


图 4. 过放电流检测

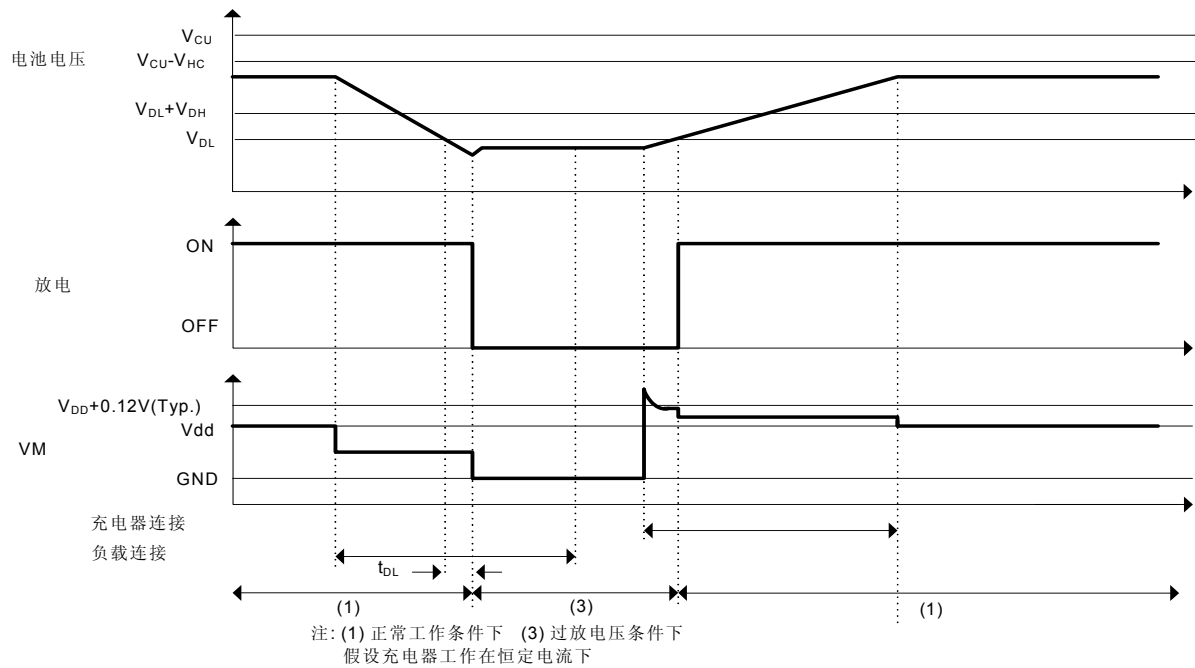


图 5. 充电器检测

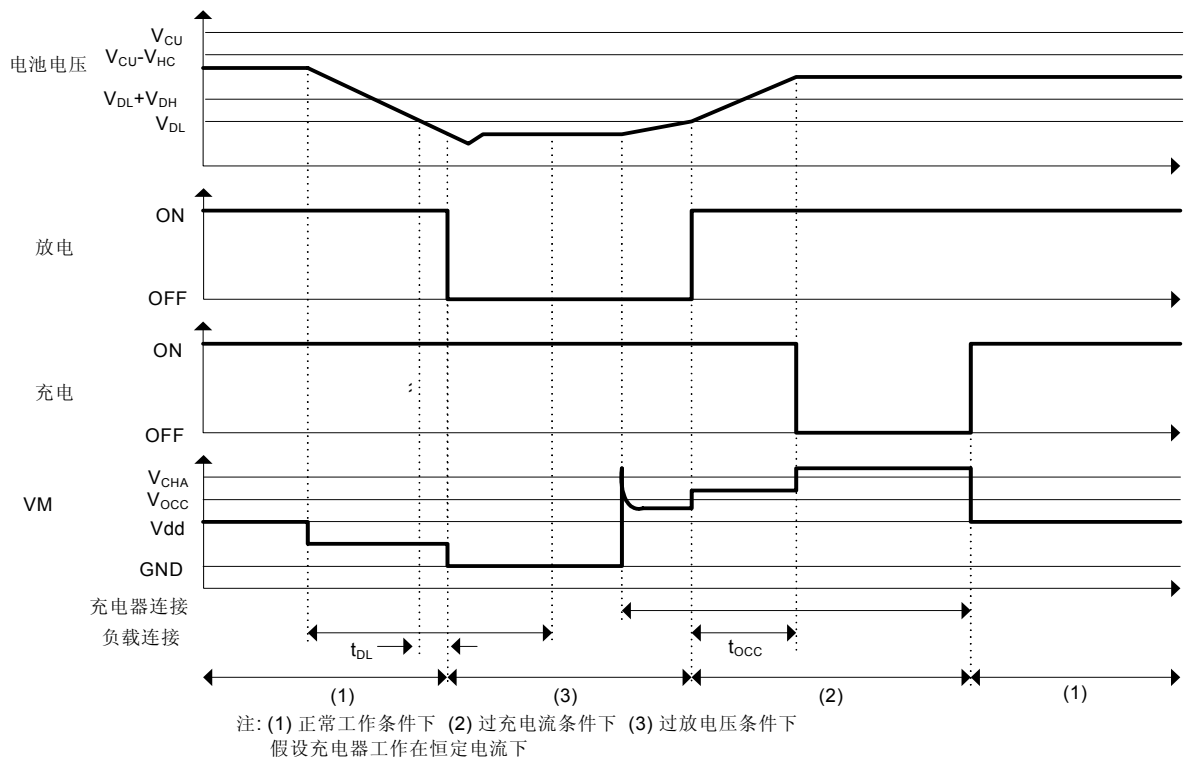


图 6. 过充电流检测

7. 测试配置

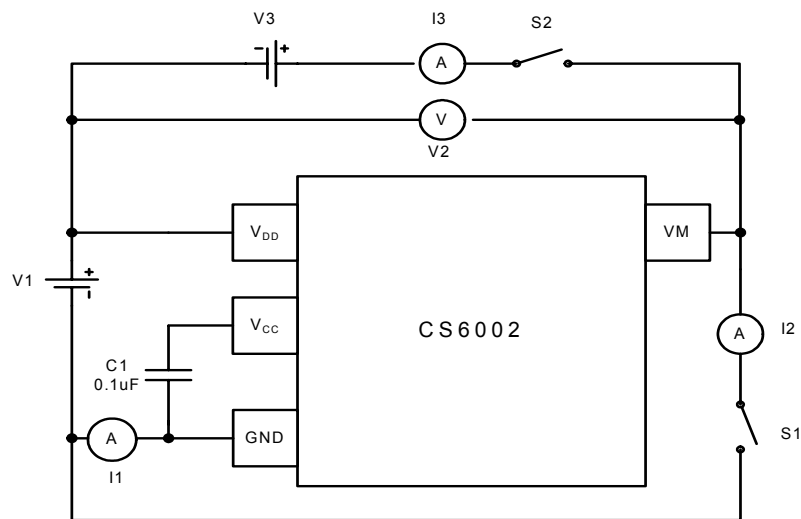


图 7. 测试电路

图 7 所示的测试电路可用于测试电池保护 IC 的性能。所有测试都假定该部分电路工作在正常工作模式下。

7.1 过放电压(过放检测电压, 休眠模式下的损耗电流, 过放释放电压)

设置:

电池	V1	3.5V, 限流 10mA
充电器	V3	-0.05V, 限流 5mA
开关 1	S1	打开
开关 2	S2	闭合

步骤:

- 从 3.5V 开始逐步降低 V1
- 当电流 I3=0, 检测过放电压 V1
- 打开开关 1 和 2, 检测休眠状态下的损耗电流 I1
- 闭合开关 2
- 逐步增加 V1, 直到电流 I3=5mA
- 此时的 V1 代表过放释放电压

7.2 过放电流

设置:

电池	V1	3.5V, 限流 10mA
充电器	V3	-2.0V, 限流 10mA
开关 1	S1	打开
开关 2	S2	闭合

步骤:

- 从起始值开始, 快速 (在 10 微秒内) 增加充电器 V3 的限流设置, 当电流 I3=0, 其延迟时间在过放电流 1 延迟时间 (t_{ODC1}) 的最小值和最大值之间, 这时检测的电流即为过放电流 1。
- 打开开关 2
- 恢复初始设置, 从起始值开始, 快速 (在 10 微秒内) 增加充电器 V3 的限流设置, 当电流 I3=0, 其延迟时间在过放电流 2 延迟时间 (t_{ODC2}) 的最小值和最大值之间, 这时检测的电流即为过放电流 2。
- 打开开关 2
- 恢复初始设置, 从起始值开始, 快速 (在 10 微秒内) 增加充电器 V3 的限流设置, 当电流 I3=0, 其延迟时间在短路延迟时间 (t_{SHORT}) 的最小值和最大值之间, VM 引脚的电压即为短路检测电压。

7.3 过充电压 (过充检测电压、过充恢复电压)

设置:

电池	V1	3.5V, 限流 10mA
充电器	V3	0.05V, 限流 5mA
开关 1	S1	打开
开关 2	S2	闭合

步骤:

- 从 3.5V 开始逐步增加 V1
- 当电流 $I_3=0$, 检测过充电压 V_{CU}
- 逐步降低 V1
- 当电流 $I_3=5mA$, 测得的电压即为过充恢复电压 V_{CL}
- 回滞电压可根据 $V_{CH}=V_{CU}-V_{CL}$ 计算得到

7.4 过充电流

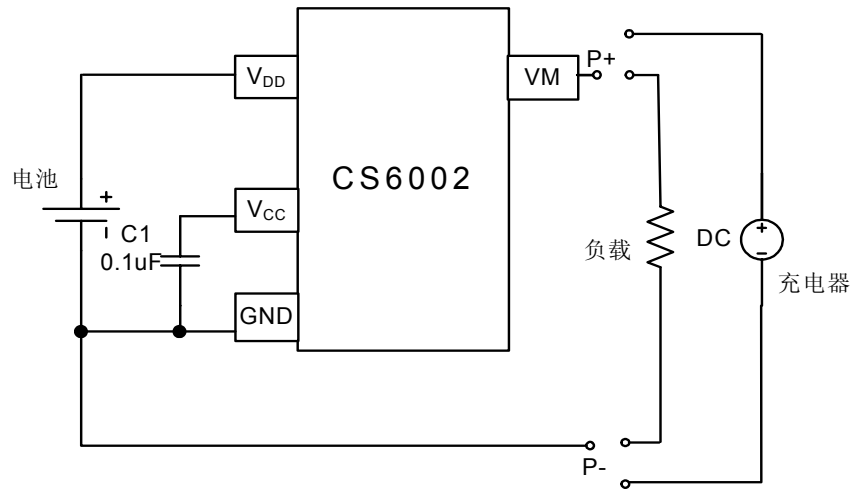
设置:

电池	V1	3.5V, 限流 10mA
充电器	V3	2.0V, 限流 10mA
开关 1	S1	打开
开关 2	S2	闭合

步骤:

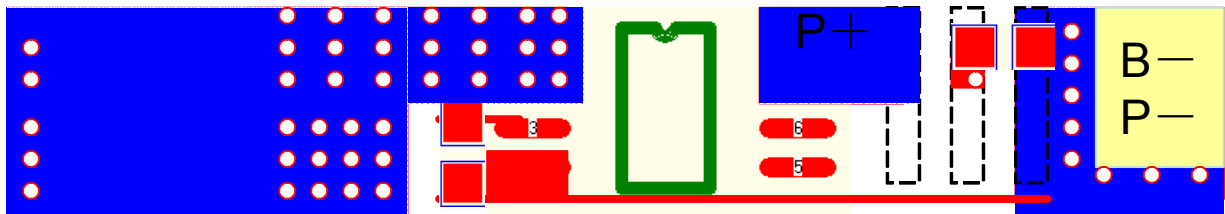
- 从起始值开始, 快速 (在 10 微秒内) 增加充电器 V3 的限流设置, 当 $I_3=0$, 其延迟时间在过充电流检测时间 (t_{OCC}) 的最小值和最大值之间, 这时检测的电流即为过充电流 I_{OCC} 。
- 打开开关 2
- 闭合开关 1, 连接负载 $I_2=10mA$
- 进入正常工作模式

8. 典型应用



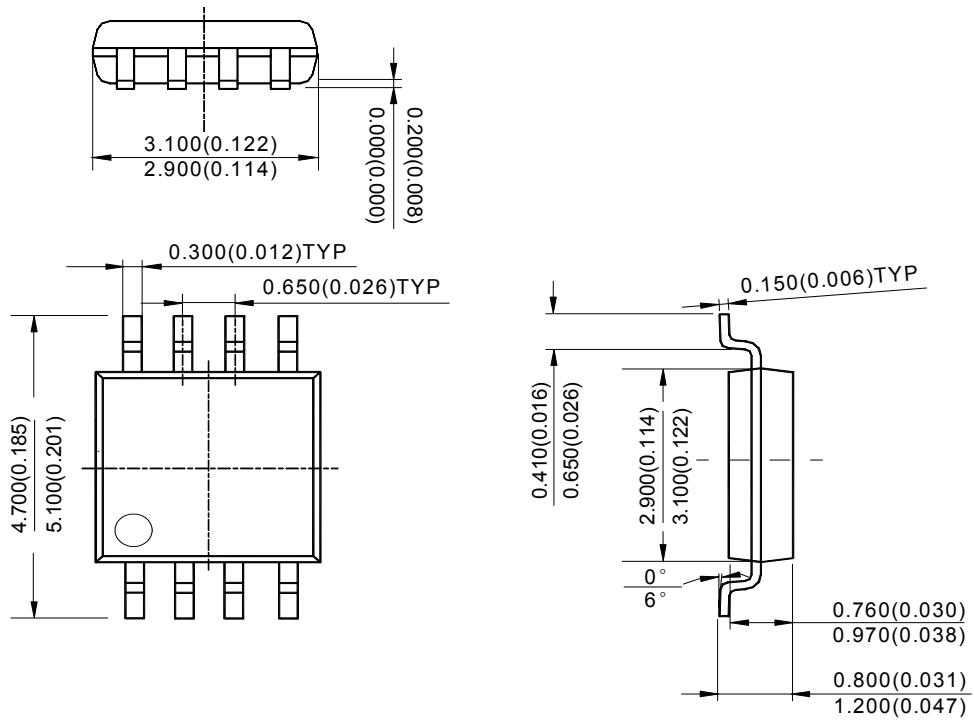
注：C1 用来防止电源波动，推荐的典型值为 $0.1\mu\text{F}$ ，最小值 $0.022\mu\text{F}$ ，最大值 $1.0\mu\text{F}$ 。

图 8. CS6002 在电池保护电路中的应用



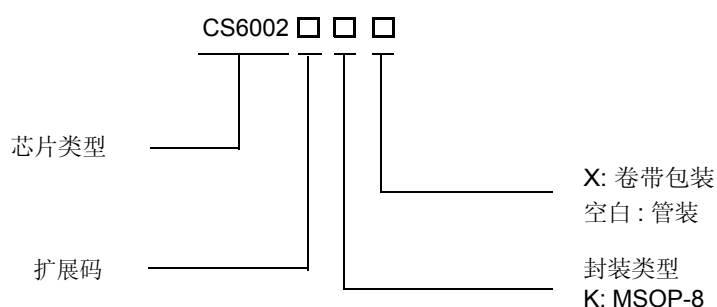
注：红色的是顶层，蓝色的是底层；通孔电阻： $10\text{m}\Omega$ 。

图 9. 典型的 PCB 布局

9. 外形尺寸


注：单位：毫米（英吋）

图 10. 封装外形图

10. 订货信息


封装	温度范围	订货型号	标记代码	包装形式
MSOP-8	-40 to 85°C	CS6002AKX	6002A	卷带包装
MSOP-8	-40 to 85°C	CS6002BKX	6002B	卷带包装
MSOP-8	-40 to 85°C	CS6002DKX	6002D	卷带包装
MSOP-8	-40 to 85°C	CS6002EKX	6002E	卷带包装
MSOP-8	-40 to 85°C	CS6002FKX	6002F	卷带包装

* Cirrus Logic 的无铅产品均符合欧洲 "RoHS" 标准。

产品系列

产品型号	过充检测电压 (V_{CU})	过充回滞电压 (V_{HC})	过放检测电压 (V_{DL})	过放回滞电压 (V_{HD})	过放电流 1 (I_{ODC1})	过放电流 2 (I_{ODC2})	过充电压检测延迟时间 (t_{CU})
CS6002A	4.275V	0.25V	2.5V	0.4V	3.0A	6.0A	1200ms
CS6002B	4.275V	0.25V	2.9V	0.4V	3.0A	6.0A	1200ms
CS6002D	4.325V	0.175V	2.5V	0.4V	3.0A	6.0A	500ms
CS6002E	4.325V	0.175V	2.5V	0.4V	3.0A	6.0A	1200ms
CS6002F	4.275V	0.20V	2.5V	0.4V	3.0A	9.0A	1200ms

11. 环境, 制造和交付信息

产品型号	波峰焊温度	潮湿敏感等级 *	最长使用寿命
CS6002A	260 度	1	365 天

* 按照 IP/JEDEC J-STD-020 标准, MSL (Moisture Sensitivity Level) 为潮湿敏感等级。

12. 版本记录

修订	日期	改变
PP1	2007 年 2 月	初次发布

联系 Cirrus Logic 以获得更多支持

任何产品相关的问题请咨询 Cirrus Logic 公司的代表。
请访问 www.cirrus.com 获得离你最近代理商的联系方式。

重要通知

本文涉及的信息均为初步产品信息，描述的是在生产中产品的情况，关于这类产品，尚不能提供完整的性能数据。Cirrus Logic 及其子公司（Cirrus）相信所提供信息的正确性与可靠性。然而，这些信息有可能被更改，恕不另行通知。文中信息全按“现状”条件提供，不附带任何形式的保证，无论是明示或暗示的保证。客户在发出订单前应查询最新资料并核实有关资料的有效性和完整性。所有产品都遵守在销售时提供的订单确认书上所列的销售条件规定，包括与担保补偿以及有限责任等相关的规定。对于任何对此信息的采用包括基于此信息进行生产销售或其他侵犯第三方的专利权及其他权力的行为，Cirrus Logic 将不承担任何责任。该文件是 Cirrus Logic 公司的知识产权，Cirrus Logic 公司对此信息的透漏并不意味着通过明示或者暗示的方式授权其他方掩模作品权，版权，商标，商业秘密，或者其他知识产权的许可。Cirrus Logic 拥有本文所有阐释信息的版权，对所有涉及 Cirrus Logic 公司集成电路或其他产品的信息，仅供组织内部使用。该许可不包括对信息的发布，广告，推销及制作其他产品再销售的授权。

半导体产品的一些应用会可能造成死亡，人员受伤或巨大的财产损失及环境破坏等危险（关键应用）。Cirrus Logic 的产品并未经授权及担保可用于航空系统，军事应用，外科手术植入体内，汽车安全或者安全设备，生命维持设备或者其他重要应用。对于任何这些应用中采用 Cirrus Logic 产品的客户，他们承担全部责任。Cirrus Logic 不提供明示，法律或者暗示的担保，包括对商业适销性，对特定目的的实用性的暗示保障。如果客户或者客户的客户在这些重要的应用中使用或者允许使用 Cirrus Logic 的产品，Cirrus Logic 公司及其官员，主管，员工，分销商及其他机构将不承担任何责任，包括产品使用可能造成的律师费和其他成本。

Cirrus Logic, Cirrus, TinyShield 和 Cirrus Logic 的 LOGO 设计均是 Cirrus Logic 公司的注册商标。本文中涉及的其他产品名称均隶属于相关公司。以上资料全以英文版为准。
