

适用于Type C及太阳能板输入，输入集成36V OVP，内置快充申请功能及优化EMI特性的频率抖动功能，3.6~20V宽输入范围，最大3.5A同步降压型单节多类型锂电池充电管理IC

概要

IU5370E是一款适用于Type C接口以及太阳能板输入，36V高耐压，3.6~20V宽输入范围，支持多种电池规格的单节锂电池/锂离子聚合物电池以及磷酸铁锂电池的同步降压充电管理IC。IU5370E集成功率MOS，采用同步开关架构，使其在应用时仅需极少的外围器件，可有效减少整体方案尺寸，降低BOM成本。IU5370E具有最大3.5A的充电电流能力，充电电流可以通过外部电阻灵活可调。并且内置频率抖动功能，明显优化EMI特性。

IU5370E内置四个环路来控制充电过程，分别为恒流（CC）环路、恒压（CV）环路、芯片温度调节环路、可智能调节充电电流，防止拉垮适配器输出，并匹配所有适配器的输入自适应环路。

IU5370E通过一个外部端口，连接不同阻值的电阻，灵活设置不同的恒压充电电压值，从而适配不同规格的单节锂电池。

IU5370E具有完善的保护功能，包括输入欠压/过压保护、电池过压和短路保护、电池温度保护NTC功能、芯片过温保护。此外芯片通过外接2路LED指示灯对充电过程实现全程监控。

封装

- EQA16

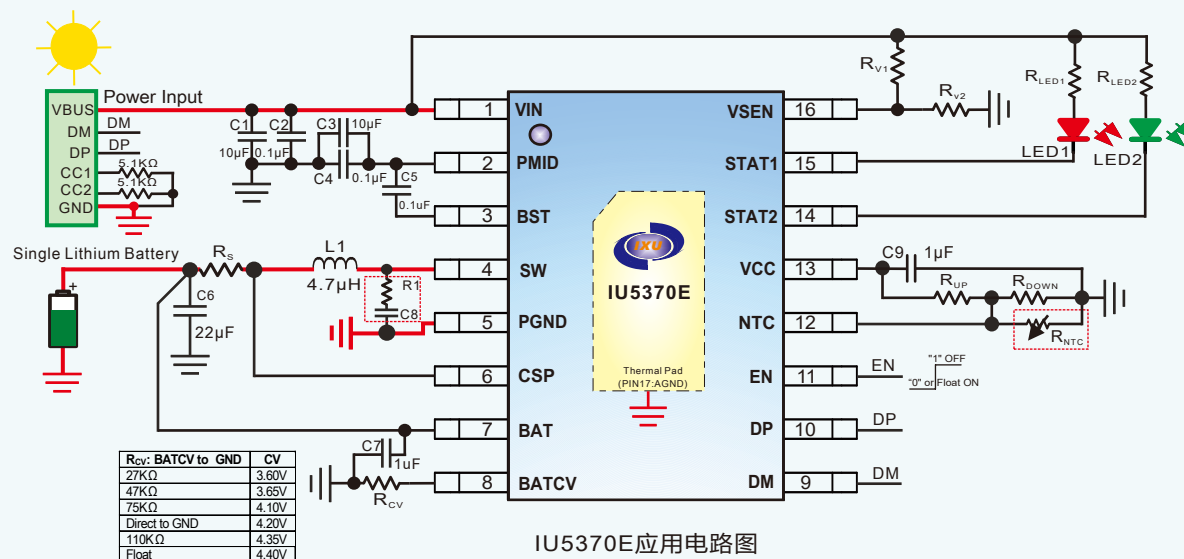
描述

- 同步降压充电
- 充电电流外部可调
- 宽输入范围：3.6~20V
- 输入电流自适应功能，自适应点外部可调
- 太阳能板最大功率点跟踪功能
- 自动申请快充输入
- NTC功能
- 恒压充电电压独立可调，适配不同规格的单节锂电池
- 输入集成36V OVP功能
- BAT端耐压36V，内部集成高压晶体管
- 500KHz开关频率
- 具有2路充电状态指示
- 内置频率抖动功能，明显优化EMI特性
- 芯片过温保护，芯片温度自适应调节
- 输入欠压和过压保护
- 电池短路和过压保护

应用

- 3.6V/3.65V磷酸铁锂电池包
- 4.1V/4.2V/4.35V/4.4V锂电池包
- 太阳能板充电

典型应用图

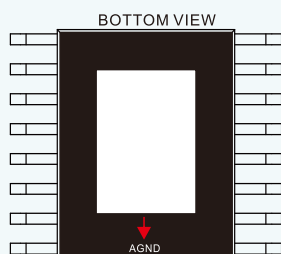
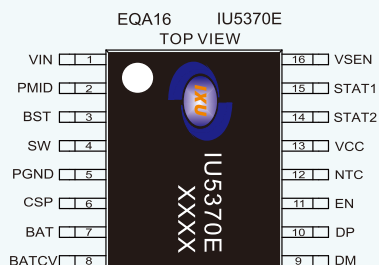


IU5370E应用电路图

备注:

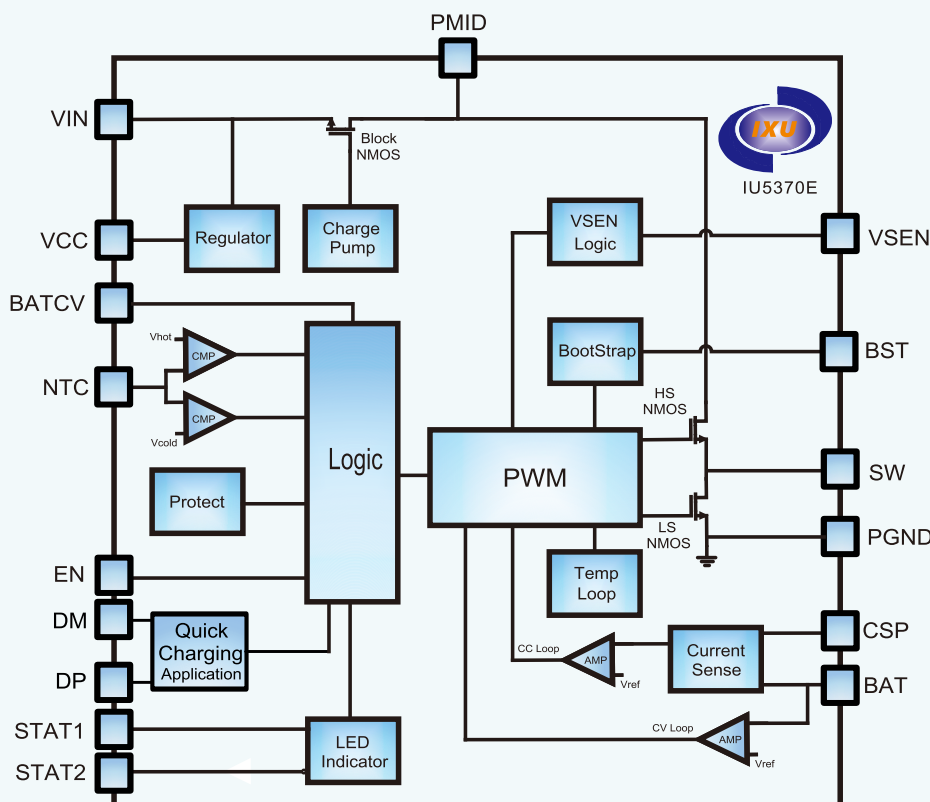
- (1) L1功率电感的饱和电流值须大于所设定的充电电流，并留有足够余量。
- (2) 功率电阻R_s用来设定充电电流值，其CSP抽头须紧靠对应端进行抽头，CSP线不要在电感附近布局。
- (3) 功率电阻R_s的BAT抽头紧靠并经过其采样电容（须紧靠R_s电阻端口），其他贴片电容尽量靠近芯片管脚。
- (4) 芯片第14、15脚即STAT1、STAT2管脚，是开漏OD结构的输出管脚，输出0电平或者高阻态，不用时建议直接接地。
- (5) NTC功能不用时，将NTC管脚直接接地。
- (6) 如果采用内置VSEN模式，则将VSEN管脚直接接地；如果采用外置VSEN模式，R_{v2}必须大于10KΩ。
- (7) 为了优化EMI，可添加图中R1，C8。
- (8) 图中DM、DP管脚不用时，直接悬空。
- (9) 图中红色实线为流大电流路径。

引脚排列以及定义



管脚编号	说明	输入/输出	功能
1	VIN	电源	输入电源
2	PMID	电源	反向阻断管与开关功率管之间的公共连接点
3	BST	电源	自举电容连接端
4	SW	输入	开关节点, 电感连接端
5	PGND	-	功率地
6	CSP	输入	电池充电电流检测正输入端
7	BAT	输入	电池连接端
8	BATCV	输出	不同规格电池浮充电压设置端口
9	DM	输入/输出	TYPE C DM
10	DP	输入/输出	TYPE C DP
11	EN	输入	使能端口, 低电平或者悬空使能开启充电, 高电平关闭充电
12	NTC	输入	热敏电阻输入端, 通过外接热敏电阻检测电池温度
13	VCC	电源	内部低压模拟电源输出端
14	STAT2	输出	充电状态指示端口2, 输出0或高阻态
15	STAT1	输出	充电状态指示端口1, 输出0或高阻态
16	VSEN	输入	输入自适应功能管脚
Thermal PAD	AGND	-	模拟地

功能框图





极限参数表¹

参数	描述	数值	单位
V _{MAX}	VIN, PMID, BST, SW,CSP, BAT, NTC,STAT1,STAT2,VSEN	-0.3~36	V
	DM, DP, EN,VCC, BATCV	-0.3~6	V
T _J	结工作温度范围	-40~150	°C
T _{STG}	存储温度范围	-55~150	°C
T _{SDR}	引脚温度 (焊接10s)	260	°C

推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
V _{IN}	输入电源电压	3.6~20	V
T _J	结工作温度范围	-40~125	°C
T _A	环境温度范围	-40~85	°C

热效应信息²

参数	描述	数值	单位
θ _{JA} (EQA16)	封装热阻-芯片到环境热阻	45	°C/W
θ _{JC} (EQA16)	封装热阻-芯片到封装表面热阻	10	°C/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标示	包装尺寸	卷带宽度	数量
IU5370E	EQA16		13"	12mm	4000 units

ESD范围

HBM(人体静电模式) ----- ±2kV

MM(机器静电模式) ----- ±200V

- 上述参数仅仅是器件工作的极限值, 不建议器件的工作条件超过此极限值, 否则会对器件的可靠性及寿命产生影响, 甚至造成永久性损坏。
- PCB板放置IU5370E的地方, 需要有散热设计, 使得IU5370E底部的散热片和PCB板的散热区域相连。



电气参数 (除特殊说明外, $V_{IN}=5V$, $R_S=25m\Omega$, $L=4.7\mu H$, $T_A=25^\circ C$)

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN	电源电压		3.6		20	V
VIN _{UVLO}	VIN 端欠压保护阈值	VIN Falling		3.6		V
$\Delta V_{IN_{UVLO}}$	VIN 端欠压保护滞回			200		mV
VIN _{OV}	VIN 端过压保护阈值	VIN Rising		26.1		V
$\Delta V_{IN_{OV}}$	VIN 端过压保护滞回			1.4		V
I _Q	芯片静态电流	V _{NTC} =5V		2.5		mA
I _{SD}	芯片关断电流	V _{EN} =5V		30		μA
I _{BAT}	电池泄漏电流	NO VIN, V _{EN} =0V		7		μA
		VIN=5V, V _{EN} =0V 电池充满		40		
		VIN=5V, V _{EN} =5V 电池充满		6		
V _{CV}	充电浮充电压	R _{CV} =27K Ω	3.564	3.6	3.636	V
		R _{CV} =47K Ω	3.613	3.65	3.687	
		R _{CV} =75K Ω	4.059	4.1	4.141	
		BATCV to GND	4.158	4.2	4.242	
		R _{CV} =110K Ω	4.306	4.35	4.394	
		BATCV Float	4.356	4.4	4.444	
V _{RCH}	重充电压阈值	V _{BAT} Falling		V _{CV} -0.1		V
V _{TRK}	涓流转恒流电压阈值	V _{CV} =3.6V/3.65V V _{BAT} Rising		2.5		V
		V _{CV} =4.1V/4.2V /4.35V/4.4V V _{BAT} Rising		2.8		
V _{SHORT}	电池短路电压阈值	V _{BAT} Falling		1		V
V _{OV}	BAT 端过压保护电压	V _{BAT} Rising		1.1V _{CV}		V



电气参数 (除特殊说明外, $V_{IN}=5V$, $R_S=25m\Omega$, $L=4.7\mu H$, $T_A=25^\circ C$)

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{SENSE}	电流检测钳位电压			50		mV
I_{CC}	恒流模式充电电流	$R_S=25m\Omega$	1.8	2	2.2	A
I_{TC}	涓流模式充电电流			10%		I_{CC}
I_{BF}	充电终止电流			10%		I_{CC}
V_{IN_AJ}	内置输入自适应电压阈值	5V 电源系统		4.5		V
		9V 电源系统		8		
		12V 电源系统		11		
		15V 电源系统		14		
		18V 及以上电源系统		17		
V_{cold}	NTC 端低温保护阈值	VCC 的百分比		80		%
V_{cold_hys}	NTC 端低温保护迟滞	VCC 的百分比		0.74		%
V_{hot}	NTC 端高温调节阈值	VCC 的百分比		45		%
V_{hot_hys}	NTC 端高温调节迟滞	VCC 的百分比		0.74		%
V_{ENL}	低电平开启阈值				0.4	V
V_{ENH}	高电平关断阈值		1.4			V
F_{SW}	最大开关频率			500		KHz
T_{REG}	芯片热调节阈值			120		$^\circ C$
T_{SD}	芯片热保护温度			150		$^\circ C$
ΔT	芯片热保护温度滞回			40		$^\circ C$

IU5370E应用要点

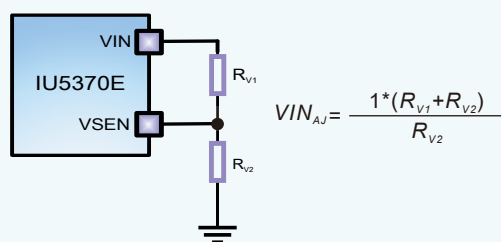
1. 充电过程

IU5370E采用完整的TC/CC/CV充电过程。当单节电池的电压小于涓流点时，系统以 I_{TC} 充电电流充电；当单节电池的电压大于涓流点时，系统以 I_{CC} 充电电流充电；当电池电压接近所设定的浮充电电压时，系统进入恒压充电，充电电流持续减少，当充电电流小于 I_{BF} 时，系统会停止充电；当电池充满电后，由于自身放电或者负载耗电导致电池电压跌落至设定的重充电电压时，系统会重新恢复充电状态。

2. 输入电流自适应功能

IU5370E内置特殊的环路可以自动调节充电电流的大小，避免输入的直流电源进入过驱动状态，从而防止任何不当设置导致的拉垮适配器现象。此外同时利用输入自适应功能，让芯片用太阳能板做为输入，根据不同的太阳能板特性，采用恒电压法跟踪太阳能板的最大功率点 VIN_{AJ} ，从而最大限度利用太阳能板的输出功率。

当芯片VSEN管脚外接 R_{V1} 、 R_{V2} (必须大于10KΩ)两个电阻时，芯片管脚输入电压能被降低到的最低值 VIN_{AJ} 具体计算公式如下所示：



当芯片VSEN管脚接VCC，则禁用此功能。

当芯片VSEN管脚直接接地，则启用芯片内置的自适应点 VIN_{AJ} ，其随着不同的输入电压范围而变化：

VIN	VIN _{AJ}	POWER TYPE
<8.5V	4.5V	5V
8.5V<VIN<11.6V	8V	9V
11.6V<VIN<14.5V	11V	12V
14.5V<VIN<17.4V	14V	15V
>17.4V	17V	18V and above

为了适配5V/9V/12V/15V/18V及以上的典型电源系统，以上不同的输入电压范围只是典型值，实际测试时可能会有一些偏差。

3. 保护功能

IU5370E具有完善的电池充电保护功能。当芯片出现输入端过压，输出端过压或芯片过温时，系统充电会被禁止一直到保护状态解除；当电池电压低于 V_{SHOR1} 时，输出短路保护功能启动，以涓流值给电池充电；当输入电压低于欠压保护阈值 VIN_{UVLO} 时，芯片主要功能模块会全部关闭以避免系统由于电源电压过低而误动作。

4. 充电指示功能

芯片的STAT1，STAT2脚为状态指示脚，输出0电平或者高阻态。如果不接LED灯，而是直接与主控相连，须有一个上拉电阻把高阻态转化成确切的高电平。

(1) 充电过程：

STAT2端口输出高阻态，LED灯熄灭；
STAT1端口输出低电平，LED灯常亮。

(2) 充电完毕：

STAT2端口输出低电平，LED灯常亮；

STAT1端口输出高阻态，LED灯熄灭。

(3) 在电池过压、电池短路、NTC端口检测到电池温度异常、芯片过温情况下，两个状态端口LED灯以1.5Hz频率交替闪烁。

(4) 在输入VIN端过压/欠压或芯片处于非使能模式情况下，两个端口输出高阻态，LED灯全熄灭。

(5) 系统上电后如果检测到无电池，则两个LED灯交替闪烁若干次后变为充电完毕状态。当再次接入电池时，保持充电完毕状态大约4s后，变为当前对应的充电状态。

5. 充电电流设定

恒流充电电流可以通过电阻 R_s 设定，具体计算公式如下：

$$I_{CC} = \frac{50mV}{R_s(m\Omega)} (A)$$

如果需要获得2A的充电电流 I_{CC} ，只需要选择阻值为25mΩ的检测电阻 R_s 即可。从而TC阶段的充电电流 I_{TC} 由以下公式确定：

$$I_{TC} = 10\% I_{CC} = \frac{5mV}{R_s(m\Omega)} (A)$$

注意，由于对应的 R_s 会流过所设定的恒流充电电流这般大小的电流，因此需要选取足够额定功率的 R_s 电阻。

6. 芯片温度自适应调节功能

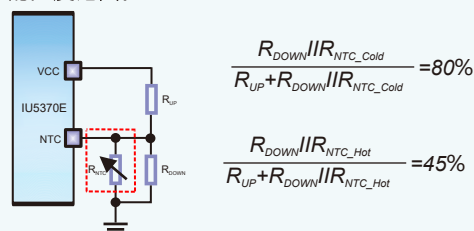
IU5370E内置温度自适应调节环路，当芯片充电时，如果温度升高至120℃时温度控制环路开始起作用，充电电流开始逐渐降低，芯片温度会随之下降，最终芯片温度会稳定在设定值，从而起到保护芯片的作用。

7. NTC电阻设定

电池充电支持NTC保护功能，通过NTC引脚检测电池温度的高低。当NTC检测到电池温度在所设定的温度窗口区间之内时正常充电；当NTC检测到电池温度低于所设定的低温保护点或者高于所设定的高温保护点时，则停止充电并报警。

如不用NTC功能，NTC管脚直接接地。

下图为内部通过分压电阻分别设定的高温参考点和低温参考点，其中低温参考点为 $VCC * 80\%$ ，高温参考点为 $VCC * 45\%$ 。通过选择合适的外部电阻来设定NTC的正常工作温度范围。



上面式中 R_{NTC_Cold} 为NTC电阻在设定的低温点所对应的阻值，而 R_{NTC_Hot} 为NTC电阻在设定的高温点所对应的阻值。由于 R_{DOWN} 和 R_{UP} 这两个电阻可分别独立设定低温和高温窗口，使得IU5370E可以满足大部分NTC电阻型号，

这为应用带来了极大的便利。电阻 R_{DOWN} 和 R_{UP} 与NTC电阻之间的关系可以通过上述定义给出下列公式：

$$R_{UP} = \frac{35 * R_{NTC_Hot} * R_{NTC_Cold}}{36 * (R_{NTC_Cold} - R_{NTC_Hot})}$$

$$R_{DOWN} = \frac{35 * R_{NTC_Hot} * R_{NTC_Cold}}{9 * R_{NTC_Cold} - 44 * R_{NTC_Hot}}$$

8. 电池浮充电电压设定

IU5370E通过一个外部端口BATCV，连接不同阻值的电阻，灵活设置不同的恒压充电电压值，从而适配不同规格的单节锂电池。

Rcv: BATCV to GND	CV
27KΩ	3.60V
47KΩ	3.65V
75KΩ	4.10V
Direct to GND	4.20V
110KΩ	4.35V
Float	4.40V

9. 频率抖动功能

IU5370E内置频率抖动的功能，系统会在正常工作的频率点上叠加微小抖动（即扩展频率），从而使能量不会集中在一个固定频率点上，从而大大改善系统的EMI特性。

10. 输入快充申请

IU5370E内置输入快充申请功能。芯片的DP、DM管脚与适配器的对应引脚相连接，当系统上电时，依次申请9V，12V的输入电压，并最终维持在能够申请到的最高电压，具体过程为：

- (1) 插入适配器4s以内，恒流充电电流是设定的恒流电流 I_{CC} 的20%，4s后电流再增大到设定值 I_{CC} ；
- (2) 先申请9V的输入，如果9V输入申请不成功，则芯片保持5V输入；
- (3) 如果9V输入申请成功后，再申请12V的输入，如果不成功，则芯片保持9V输入；
- (4) 如果12V输入申请成功后，则芯片保持12V输入；

11. 电感值选取

要选择合适的电感值，必须在成本、尺寸和效率之间进行权衡。电感值越低的电感对应的尺寸越小，但会产生更高的纹波电流、更高的磁滞损耗和更高的输出电容。反之，较大的电感值有利于获得较低的纹波电流和较小的输出滤波电容，但会导致较高的电感直流电阻（DCR）功率损耗。根据实际经验，在最坏情况下，电感纹波电流不应超过最大充电电流的30%。在给定输入电压情况下，最大电感电流纹波出现在涓流充电与恒流充电的切换点那里。电感值的估算可按照下面公式：

$$L = \frac{VIN - V_{TRK} * \frac{V_{TRK}}{VIN * F_{SW}}}{\Delta I_{L_MAX}}$$

其中VIN、 V_{TRK} 和 F_{SW} 分别表示输入电压、涓流充电与恒流充电的切换点和系统工作频率。 ΔI_{L_MAX} 为最大的电感纹波电流，一般取恒流充电电流的30%，如下所示：

$$\Delta I_{L_MAX} = 30\% * I_{CC}$$

同时应该注意，选取的电感的饱和电流值应该留有一定的余量，一般在最大峰值电流基础上至少再加0.5A。为了更好的系统效率，选取的电感的直流电阻值应该至少小于50mΩ。

12. 输入电容选取

输入电容用于吸收来自降压架构的输入尖峰电流，选取的输入电容，使纹波电流引起的温升不超过10℃。使用X5R或X7R介质的陶瓷电容器，因为其ESR低，温度系数小。对于大多数应用，使用10μF电容。此外，通常额外需要一个尽可能靠近芯片管脚的至少有1uF的小电容。对于输入电压高至10V，在输入插入时考虑尖峰，选择至少25V额定值的22μF输入电容。

13. 输出电容选取

输出电容和电池并联，可以吸收高频开关尖峰电流并平滑输出电压，其阻抗必须要比电池小很多从而确保其可以吸收大部分的高频电流。可以选取具有小的ESR和小体积的陶瓷电容。输出电压纹波的值由以下公式给出：

$$\Delta r_o = \frac{\Delta V_o}{V_o} = \frac{1 - \frac{V_o}{VIN}}{8 C_o F_s^2 L}$$

为了保证±1%的输出电池电压精度，最大的输出电压纹波不能高于1%。最大输出电压纹波发生在恒流充电的最小电池电压和最大输入电压。

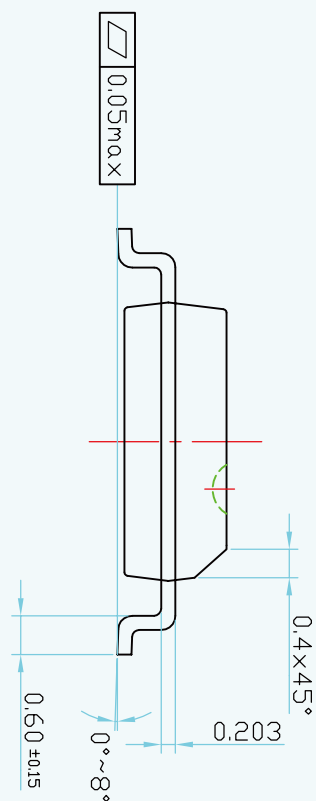
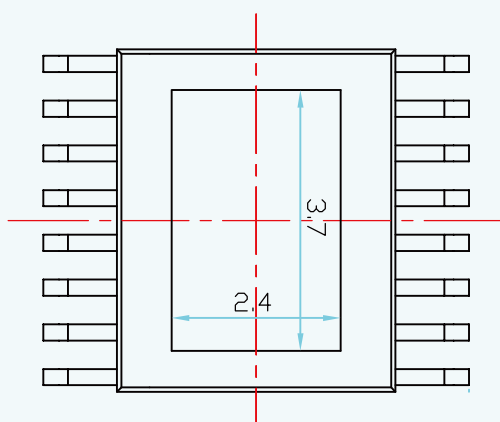
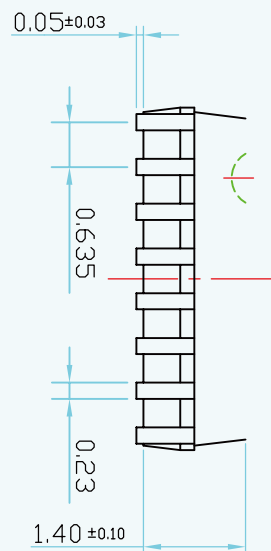
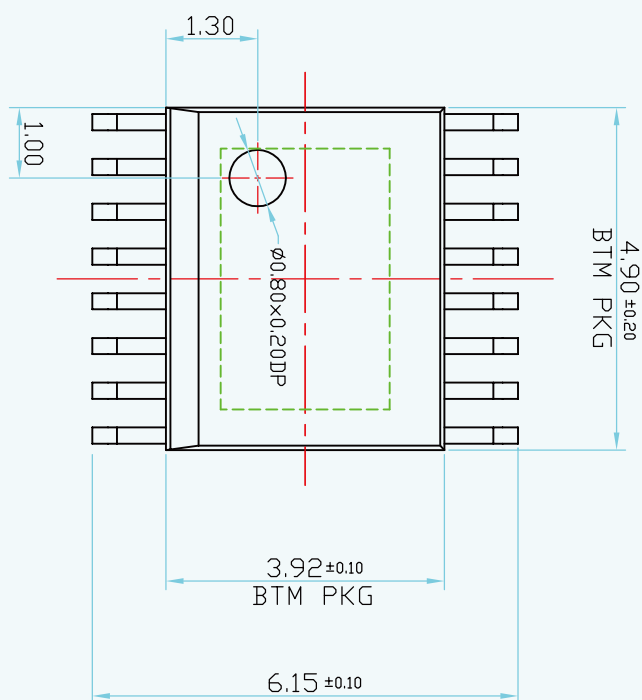
14. PCB注意事项

我司DEMO板所示PCB只作为参考，不代表客户一定完全按照DEMO来布局布线自己的产品。请根据实际所用元器件和产品需求进行布局布线，但有其通用性原则：

- 电源走线应尽量宽，单独从电源走线为芯片供电。
- 地线在同一层走线，避免过孔跳线，同时短而粗。
- SW走线尽量短，以减少EMI。
- 电感和 R_s 电阻连接短而粗，避免过孔跳线。
- 电源端的电容应尽可能的靠近芯片放置。

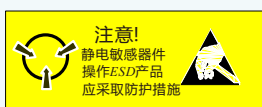
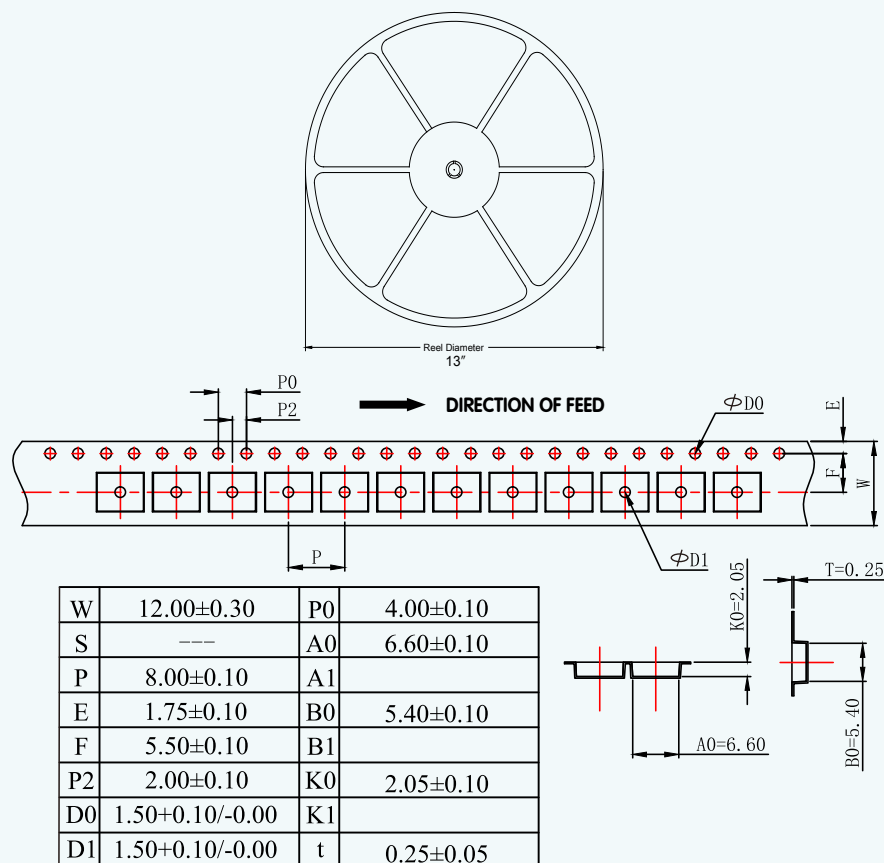
封装信息

IU5370E PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS (units:mm)



TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS



MOS电路操作注意事项：

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止MOS电路由于受静电放电影响而引起的损坏：

- 操作人员要通过防静电腕带接地。
- 设备外壳必须接地。
- 装配过程中使用的工具必须接地。
- 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

声明:

- 上海埃诚攸半导体有限公司保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在使用前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整和最新。
- 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，买方有责任在使用上海埃诚攸半导体有限公司产品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可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品品质的提升永无止境，上海埃诚攸半导体有限公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！