

数据手册

EML3047

含微控制器的 LoRa 通讯模组

版本: 1.1

日期: 2017-11-16

编号: DS0101CN

特性

高集成度，含微控制器的 LoRa 通讯模组。经过完整的射频校准和可靠性测试，可应用于各种工业场景。

- General MCU: STM32L071
 - 32MHz Cortex-M0plus Core
 - 128Kbytes Embedded Flash
 - 6Kbytes EEPROM
 - 20Kbytes SRAM
- RF Transceiver: SX1278
 - LoRaTM Modem
 - 最高 168 dB 链路预算
 - 发射功率: +20 dBm - 100 mW
 - 接收灵敏度: 低至 -148 dBm
- 模块外设:
 - Up to 2 × HS UART /w 1 × LPUART
 - Up to 1 × I²C, 1 × SPI
 - Up to 7x PWM, 7x ADC, 13x GPIOs
 - SWD Debugger Port
- 匹配电路在 470~510MHz 频段校准
- 工作电压: DC 1.8 V~3.6V
- 工作环境温度: -40°C to +85°C
- 支持 LoRaWAN Class A/B/C 和私有协议
- 支持 SF6~SF12 扩频因子, 速率可达 300bps~5400bps, 支持 62.5KHz、125KHz、250KHz 以及 500KHz 带宽
- 支持 AliOS 软件平台
- 可选 IPEX 天线、弹簧天线或天线引脚接口



应用

- 自动抄表
- 家庭和建筑智能化系统
- 无线报警和安防
- 工业控制
- 智慧能源, 水利工程

型号

型号	天线种类
EML3047-E	IPEX Socket
EML3047-S	Spring antenna
EML3047-B	RF PIN Output Interface

选配天线(数据手册)

型号	外形	物理接口
EMLANT-1	PCB 天线	IPEX
EMLANT-2	棒状天线, 带吸盘	SMA

版权声明

未经许可, 禁止使用或复制本手册中的全部或任何一部分内容, 这尤其适用于商标、机型命名、零件号和图形。

版本更新说明

日期	版本	更新内容
2017-9-7	1.0	初始文档
2017-11-16	1.1	更新射频参数,, 更新模块标签信息以及引脚定义描述
2017-11-21	1.2	文档格式更新
2017-12-1	1.3	文档格式更新

目录

版本更新说明	1
1. 产品简介	5
1.1 标签信息	6
2. 引脚描述	7
2.1 引脚排列	7
2.2 引脚定义	7
2.3 封装尺寸	9
3. 电气参数	10
3.1 工作条件	10
3.2 功耗参数	10
3.3 工作环境	11
3.4 静电放电	11
4. 射频参数	12
4.1 TX 性能	12
4.2 RX 接收灵敏度	12
5. 天线信息	13
5.1 天线类型	13
5.2 外接天线连接器	14
6. 总装信息及生产指导	15
6.1 总装尺寸图	15
6.2 生产指南（请务必仔细阅读）	16
6.3 存储	16
6.3.1 烘烤	17
6.3.2 烘烤注意事项	17
6.4 焊接	19
6.4.1 二次回流温度曲线	19
6.4.2 焊接注意事项	19
7. 参考电路	20
8. 模块 MOQ 与包装信息	22
9. 销售与技术支持信息	23

图目录

图 1: EML3047 硬件框图模块接口	5
图 2: 标签示例	6
图 3: 引脚排列	7
图 4: DIP 封装尺寸图	9
图 5: 邮票孔封装尺寸图	9
图 6: EWL3047-S	13
图 7: EML3047-E	13
图 8: EML3047-B	13
图 9: 外接天线连接器尺寸图	14
图 10: 模组尺寸主视图	15
图 11: 模组尺寸俯视图	15
图 12: 模组尺寸左视图	15
图 13: 存储条件示意图	16
图 14: 湿度卡	17
图 15: 参考回流温度曲线	19
图 16: 电源参考电路	20
图 17: USB 转串口参考电路	20
图 18: EML3047 外部接口参考设计	20
图 19: 3.3V UART- 5V UART 转换电路	21

表目录

表 1: 引脚定义表中的缩写	7
表 2: 引脚定义	8
表 3: 输入电压范围	10
表 4: 电压绝对最大额定值	10
表 5: 功耗参数	10
表 6: 温湿度条件	11
表 7: 静电释放参数	11
表 8: LoRa 模式 @ DR5 发送特性参数	12
表 9: LoRa 模式下的接收灵敏度	12

表 10: 模块 MOQ 与包装信息 22

Reprint Prohibited

1. 产品简介

EML3047 是庆科信息（MXCHIP）出品的一款集成了微控制器低功耗 LoRa 通讯模组。它集成了 Cortex-M0plus 的 MCU 和 LoRa 射频芯片。MCU 主频最高至 32MHz，集成 20kbytes RAM，6kbytes EEPROM，128kbytes Flash，以及丰富的外设资源，可同时提供邮票口封装和 DIP 封装两种接口设计方案。

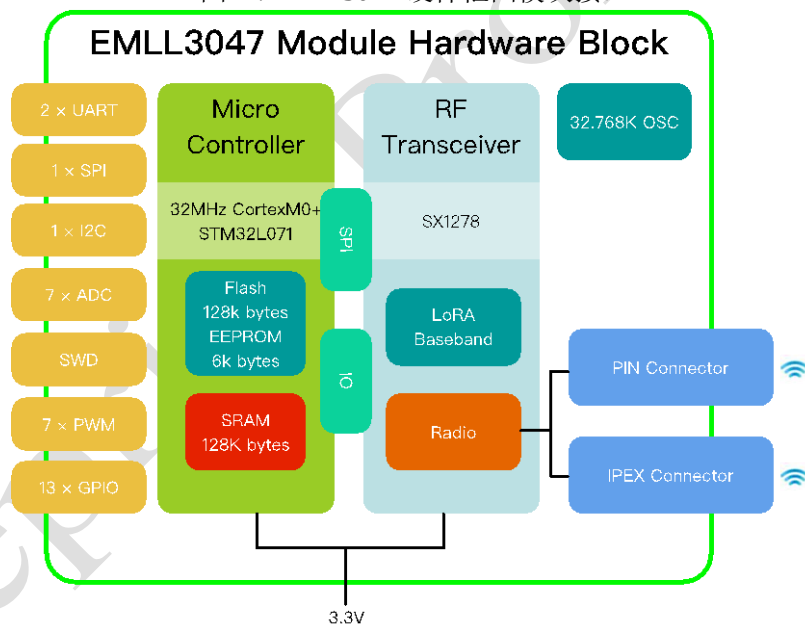
EML3047 具备丰富的开发资源，用户可以基于 MXCHIP 提供的 SDK 开发 LoRa 应用；或者在 EML3047 中烧录 MXCHIP 提供的 AT 指令固件，为现有的应用快速增加 LoRa 通讯功能。

下图是 EML3047 模块的硬件框图，主要包括四大部分：

注：以上框图中描述的接口数量是可用的最大数量，应用中应根据需要合理调配

- Cortex-M0plus 内核的 MCU：STM32L071KBU6
- LORA 射频芯片：SX1278
- 外设接口，天线接口

图 1：EML3047 硬件框图模块接口



1.1 标签信息

标签位于模组屏蔽盖上，表征模组的相关信息：

图 2：标签示例



标签信息：

- EML3047-E / EML3047-B / EML3047-S：模块型号
- 3047000000000000：EUI (每个模块有唯一的 EUI 信息)
- LRWA.0000.AT03：固件版本号
- F3047X-W1：产品系统编号
- X1726：生产批次

2. 引脚描述

2.1 引脚排列

EML3047 的引脚排列如【图 3】所示。

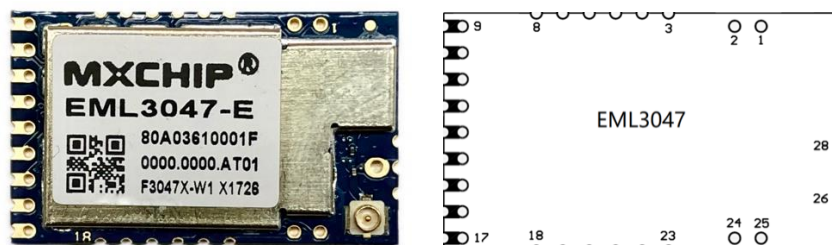


图 3: 引脚排列

2.2 引脚定义

表 1: 引脚定义表中的缩写

Namer		Abbreviation	Definition
Pin name		Unless otherwise specified in brackets below the pin name, the pin function during and after reset is the same as the actual pin name	
Pin type		S	Supply pin
		I	Input only pin
		I/O	Input / output pin
I/O structure		FT	5 V tolerant I/O
		FTf	5 V tolerant I/O, FM+ capable
		TC	Standard 3.3V I/O
		RST	Bidirectional reset pin with embedded weak pull-up resistor
		B	Dedicated BOOT0 pin
Pin functions	Alternate functions	Functions selected through GPIOx_AFR registers	
	Additional functions	Functions directly selected/enabled through peripheral registers	

表 2: 引脚定义

Pin number	Pin name (function after reset)	Pin type	IO structure	Alternate functions	Additional functions
1、3	PA14	I/O	FT	SWCLK/USART2_TX/ LPUART1_TX	-
2、4	PA13	I/O	FT	SWDIO/LPUART1_RX	-
5	PB4	I/O	FT	SPI_MISO/TIM3_CH1/ TIM22_CH1/USART1_CTS/ USART5_RX, I2C3_SDA	COMP2_INP
6	PB5	I/O	FT	SPI1_MOSI/LPTIM1_IN1/ I2C1_SMBA/TIM3_CH2/ TIM22_CH2/USART1_CK/ USART5_CK/ USART5_RTS_DE	COMP2_INP
7	PB1	I/O	FT	TIM3_CH4/ LPUART1_RTS_DE	ADC_IN9, VREF_OUT
8	PA6	I/O	FT	SPI1_MISO/TIM3_CH1/ LPUART1_CTS/TIM22_CH1/ EVENTOUT/COMP1_OUT	ADC_IN6
9	PA2	I/O	FT	TIM21_CH1/TIM2_CH3/ USART2_TX/LPUART1_TX/ COMP2_OUT	COMP2_INM, ADC_IN2
10	PA3	I/O	FT	TIM21_CH2/TIM2_CH4/ USART2_RX/LPUART1_RX	COMP2_INP/ADC_IN3
11	NRST	I	RST	-	-
12	PA9	I/O	FTf	MCO/USART1_TX/I2C1_SCL/ I2C3_SMBA	-
13	PA10	I/O	FTf	USART1_RX/I2C1_SDA	-
14	BOOT0 ⁽¹⁾	I	B	内部有 10K 下拉电阻。	-
15	PB7	I/O	FTf	USART1_RX/ I2C1_SDA/ LPTIM1_IN2/USART4_CTS	COMP2_INP/ VREF_PVD_IN
16	VDD	S	-	-	-
17、23	GND	S	-	-	-
18	NC	-	-	-	-
19	NC	-	-	-	-
20	PA5	I/O	TC	SPI1_SCK/TIM2_ETR/ TIM2_CH1	COMP1_INM/ COMP2_INM/ADC_IN5
21、24	PA0	I/O	TTa	TIM2_CH1/USART2_CTS/ TIM2_ETR/ USART4_TX/ COMP1_OUT	COMP1_INM/ADC_IN0/ RTC_TAMP2/WKUP1
22、25	PA1	I/O	FT	EVENTOUT/ TIM2_CH2/ USART2_RTS_DE/TIM21_ETR/ USART4_RX	COMP1_INP/ADC_IN1

2.3 封装尺寸

EML3047 采用 DIP 封装和邮票孔封装两种接口设计方案，DIP 封装设计（如图 4 所示）有效减少二次贴片的质量风险；邮票孔封装设计（如图 5 所示）可以将模组直接焊接在设备主板上，减少电子器件占用的空间，为客户设计提供多样性选择。

阻焊开窗和焊盘大小一致，SMT 建议钢网厚度 0.12mm-0.14mm，底板器件封装建议在 0402 以上。

图 4：DIP 封装尺寸图

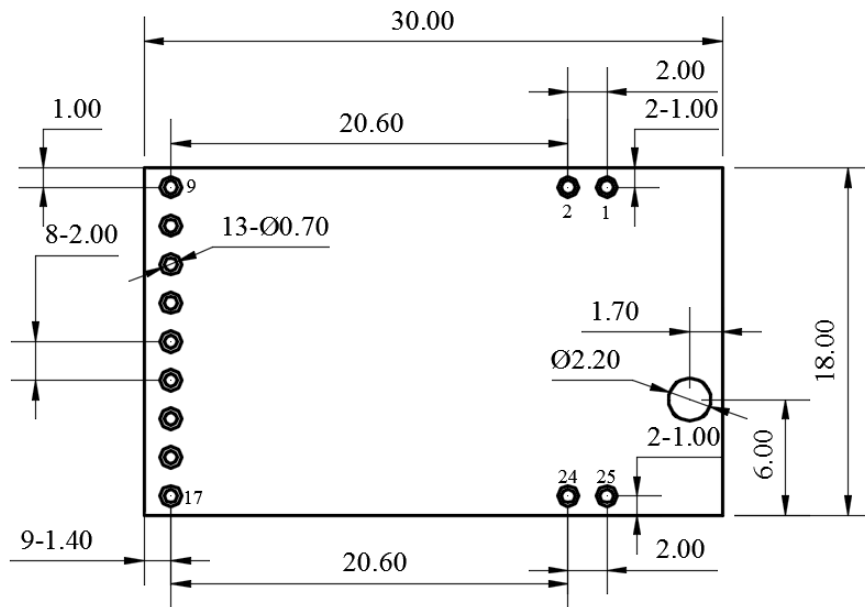
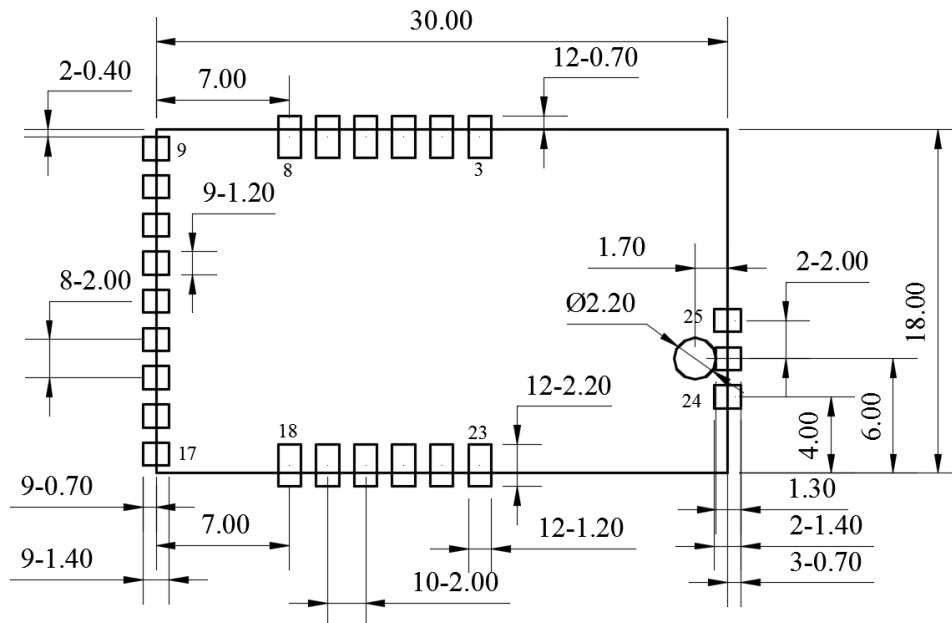


图 5：邮票孔封装尺寸图



3. 电气参数

- 与微控制器 STM32L071KBU6 相关的电气参数请参考数据手册：[stm32l071kb.pdf](#)。
- 与射频收发器 SX1278 相关的电气参数请参考数据手册：[sx1276_77_78_79.pdf](#)。

3.1 工作条件

模组在输入电压低于最低额定电压下会造成工作不稳定。电源设计时需要注意这点。

表 3：输入电压范围

符号	说明	详细		
		最小值	最大值	单位
V_{DD}	电源电压	1.8	3.6	V

模块超出绝对最大额定值工作会给硬件造成永久性伤害。同时，长时间在最大额定值下工作会影响模块的可靠性。

表 4：电压绝对最大额定值

符号	说明	最小值	最大值	单位
$V_{DD} - V_{SS}$	External main supply voltage	-0.3	3.9	V
V_{IN}	Input voltage on FT and FTf pins	$V_{SS} - 0.3$	$V_{DD} + 4.0$	
	Input voltage on TC pins	$V_{SS} - 0.3$	4.0	
	Input voltage on BOOT0	V_{SS}	$V_{DD} + 4.0$	
	Input voltage on any other pin	$V_{SS} - 0.3$	4.0	

3.2 功耗参数

表 5：功耗参数

状态		电流 ($V_{DD}=3.3V$)		描述
		平均值	最大值	
Standby 模式		11.12 μA	11.25 μA	进入超低待机功耗模式下的功耗，须重启才能唤醒
Stop 模式		11.35 μA	11.39 μA	进入超低待机功耗模式下的功耗，可唤醒
Join 模式		167.53 μA	0.33 mA	加网未收发状态下的功耗（串口已开启，若关闭，功耗即为 Stop 模式功耗）
发送模式	TX PWR = 20dBm	119.21 mA	123.60 mA	加网状态下，模块在不同发射功率下的功耗
	TX PWR = 17dBm	93.34 mA	99.10 mA	

	TX PWR = 15dBm	76.98 mA	82.50 mA	
	TX PWR = 13dBm	66.15 mA	71.80 mA	
	TX PWR = 11dBm	58.37 mA	63.90 mA	
	TX PWR = 9dBm	51.79 mA	57.30 mA	
	TX PWR = 6dBm	43.57 mA	49.10 mA	
	TX PWR = 4dBm	38.92 mA	44.20 mA	
	TX PWR = 2dBm	34.64 mA	39.50 mA	
接收模式		11.73 mA	11.91 mA	加网状态下，模块在接收状态下的功耗

说明：

1. 平均电流只能作为参考值，具体的数值可能与测试仪器、MCU 工作模式、测试方法有一定关系。
2. 请使用单独的模组进行测试，使用包含外围电路的开发板，会增加额外功耗，使测试结果不准确。

3.3 工作环境

表 6：温湿度条件

符号	名称	最大	单位
TSTG	存储温度	-55 to +115	°C
TA	工作温度	-40 to +85	°C
Humidity	非冷凝，相对湿度	95	%

3.4 静电放电

表 7：静电释放参数

符号	名称	名称	等级	最大值	单位
$V_{ESD}(HBM)$	静电释放电压 (人体模型)	TA= +25 °C 遵守 JESD22-A114	2	2500	V
$V_{ESD}(CDM)$	静电释放电压 (放电设备模型)	TA = +25 °C 遵守 JESD22-C101	II	500	

4. 射频参数

4.1 TX 性能

表 8: LoRa 模式 @ DR5 发送特性参数

	最小值	典型值	最大值
发射功率	19dBm	19.5 dBm	20 dBm
频偏	-10kHz		10kHz

4.2 RX 接收灵敏度

表 9: LoRa 模式下的接收灵敏度

模式	描述	条件	灵敏度 (dBm)
LoRa	LoRa 模式, 125kHz 带宽下	带宽 (BW) = 125kHz 扩频因子 (SF) = 12, 10, 7 纠错率 (EC) = 4/5 循环冗余校验 (CRC) 开启 传输过程中的输出功率 = 5dBm 负载长度 = 64 字节 误包率 (PER) = 1%	-140@SF=12 -135@SF=10 -124@SF=7
	LoRa 模式 250kHz 带宽	带宽 (BW) = 250kHz 扩频因子 (SF) = 7 纠错率 (EC) = 4/5 循环冗余校验 (CRC) 开启 传输过程中的输出功率 = 5dBm 负载长度 = 64 字节 误包率 (PER) = 1%	-121
	LoRa 模式 500kHz 带宽	带宽 (BW) = 500kHz 扩频因子 (SF) = 7 纠错率 (EC) = 4/5 循环冗余校验 (CRC) 开启 传输过程中的输出功率 = 5dBm 负载长度 = 64 字节 误包率 (PER) = 1%	-117

5. 天线信息

5.1 天线类型

EML3047 有弹簧天线、IPEX 天线和 Pin 脚天线三种规格，型号为 EML3047-S、EML3047-E 和 EML3047-B，其中 EML3047-S 型号的弹簧天线为独立包装，由客户自行手焊。

图 6: EWL3047-S

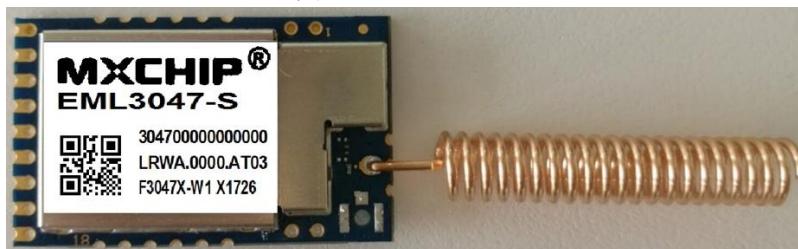


图 7: EML3047-E

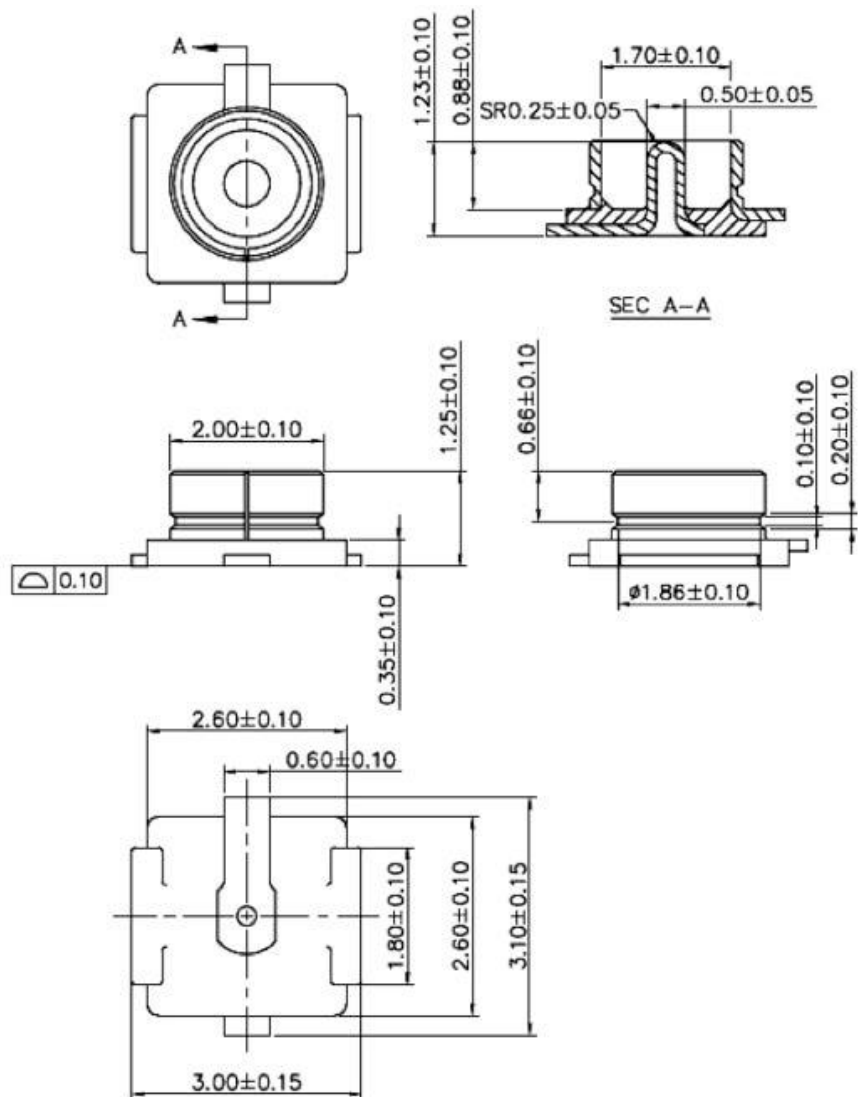


图 8: EML3047-B



5.2 外接天线连接器

图 9: 外接天线连接器尺寸图



6. 总装信息及生产指导

6.1 总装尺寸图

图 10: 模组尺寸主视图

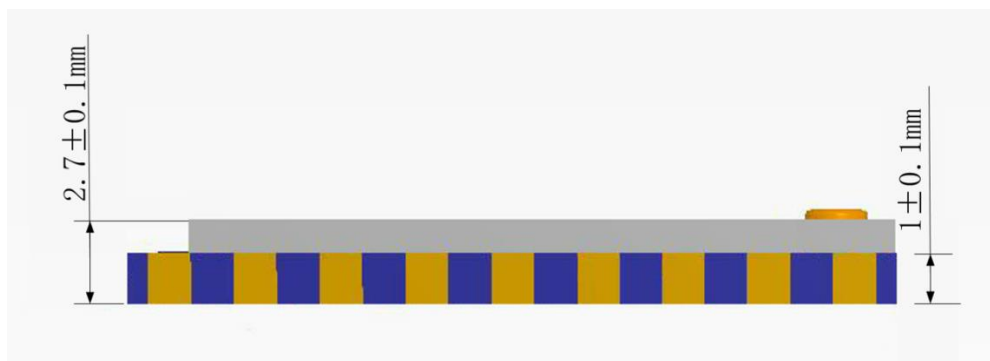


图 11: 模组尺寸俯视图

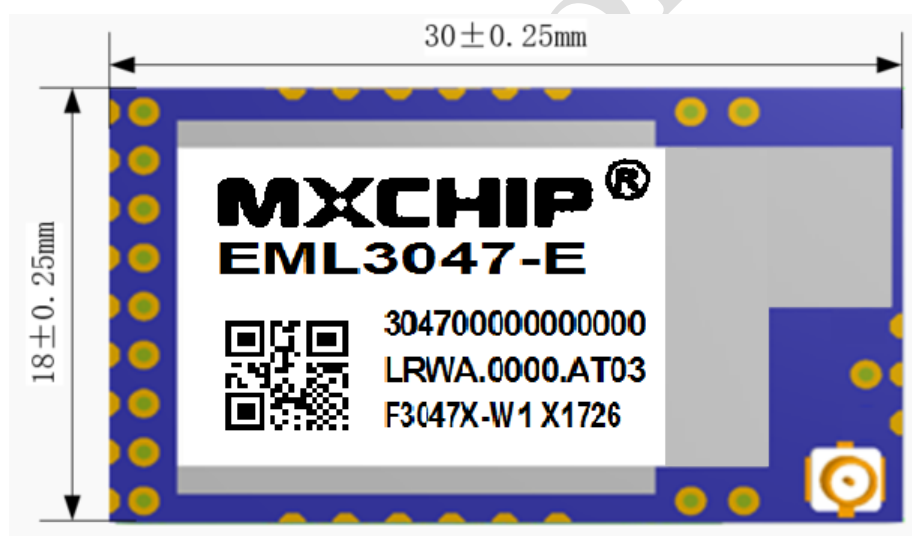


图 12: 模组尺寸左视图



6.2 生产指南（请务必仔细阅读）

庆科出厂的邮票口封装模块必须由 SMT 机器贴片，并且拆开包装烧录固件后 24 内必须贴片完成，否则要重新抽真空包装，贴片前要对模块进行烘烤。

- SMT 贴片仪器
 - (1) 回流焊贴片机
 - (2) AOI 检测仪
 - (3) 口径 6-8mm 吸嘴
- 烘烤设备：
 - (1) 柜式烘烤箱
 - (4) 防静电、耐高温托盘
 - (5) 防静电耐高温手套

6.3 存储

存储条件如下图

图 13：存储条件示意图

CAUTION
This bag contains
MOISTURE-SENSITIVE DEVICES

LEVEL 3
If Blank, see adjacent bar code label

1. Calculated shelf life in sealed bag: 12 months at $< 40^{\circ}\text{C}$ and $< 90\%$ relative humidity (RH)

2. Peak package body temperature: 260 $^{\circ}\text{C}$
If Blank, see adjacent bar code label

3. After bag is opened, devices that will be subjected to reflow solder or other high temperature process must
a) Mounted within: 168 hrs. of factory conditions
If Blank, see adjacent bar code label
 $\leq 30^{\circ}\text{C}/60\%\text{RH}$, OR
b) Stored at $<10\%$ RH

4. Devices require bake, before mounting, if:
a) Humidity Indicator Card is $> 10\%$ when read at $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$
b) 3a or 3b not met.

5. If baking is required, devices may be baked for 48 hrs. at $125 \pm 5^{\circ}\text{C}$

Note: If device containers cannot be subjected to high temperature or shorter bake times are desired, reference IPC/JEDEC J-STD-033 for bake procedure

Bag Seal Date: _____
If Blank, see adjacent bar code label

Note: Level and body temperature defined by IPC/JEDEC J-STD-020

- 防潮袋必须储存在温度 $< 30^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $< 85\%\text{RH}$ 的环境中。
- 干燥包装的产品，其保质期应该是从包装密封之日起 6 个月的时间。

6.3.1 烘烤

密封包装内装有湿度指示卡，按照湿度卡的颜色决定烘烤的时间。

图 14: 湿度卡



庆科出厂模块需要烘烤，湿度指示卡及烘烤的几种情况如下所述：

- 拆封时如果温湿度指示卡读值 30%、40%、50%色环均为蓝色，需要对模块进行持续烘烤 2 小时；
- 拆封时如果湿度指示卡读取到 30%色环变为粉色，需要对模块进行持续烘烤 4 小时；
- 拆封时如果湿度指示卡读取到 30%、40%色环变为粉色，需要对模块进行持续烘烤 6 小时；
- 拆封时如果湿度指示卡读取到 30%、40%、50%色环均变为粉色，需要对模块进行持续烘烤 12 小时。

烘烤参数如下：

- 烘烤温度：125℃ ±5℃；
- 报警温度设定为 130℃；
- 自然条件下冷却<36℃后，即可以进行 SMT 贴片；
- 干燥次数：1 次；

6.3.2 烘烤注意事项

- 如果烘烤后超过 12 小时没有焊接，请再次进行烘烤；
- 在生产全程中各工位的操作人员必须戴静电手套；
- 烘烤时不能超过烘烤时间；
- 烘烤时严禁加入爆炸性、可燃性、腐蚀性物质；
- 烘烤时，模块应用高温托盘放入烤箱中，保持每片模块之间空气流通，同时避免模块与烤箱内壁直接接触；

- 烘烤时请将烘烤箱门关好，保证烘烤箱封闭，防止温度外泄，影响烘烤效果；
- 烘烤箱运行时尽量不要打开箱门，若必须打开，尽量缩短可开门时间；
- 烘烤完毕后，需待模块自然冷却至<36℃后，方可戴静电手套拿出，以免烫伤；
- 操作时，严防模块底面沾水或者污物；
- 庆科出厂模块温湿度管控等级为 Level3,存储和烘烤条件依据 IPC/JEDEC J-STD-020。

6.4 焊接

6.4.1 二次回流温度曲线

建议使用焊锡膏型号：SAC305，无铅，锡膏厚度 0.12~0.15，回流次数不超过 2 次。

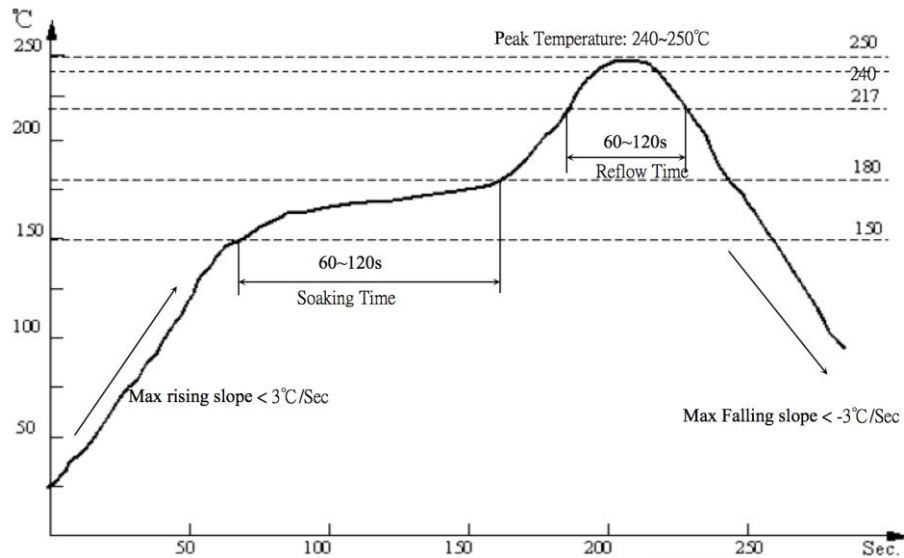


图 15：参考回流温度曲线

6.4.2 焊接注意事项

- 如果拆封时间超过 3 个月，禁止使用 SMT 工艺焊接此批次模块，因为 PCB 沉金工艺，超过 3 个月焊盘氧化严重，SMT 贴片时极有可能导致虚焊、漏焊，由此带来的种种问题我司不承担相应责任；
- SMT 贴片前请对模块进行 ESD（静电放电，静电释放）保护；
- 请根据回流焊曲线图进行 SMT 贴片，峰值温度 245°C，回流焊温度曲线如“图 15：参考回流温度曲线”所示；
- 为了确保回流焊合格率，首次贴片请抽取 10%产品进行目测、AOI 检测，以确保炉温控制、器件吸附方式、摆放方式的合理性；之后的批量生产建议每小时抽取 5-10 片进行目测、AOI 测试。

7. 参考电路

EML3047 模组参考电路供用户参考：

图 16: 电源参考电路

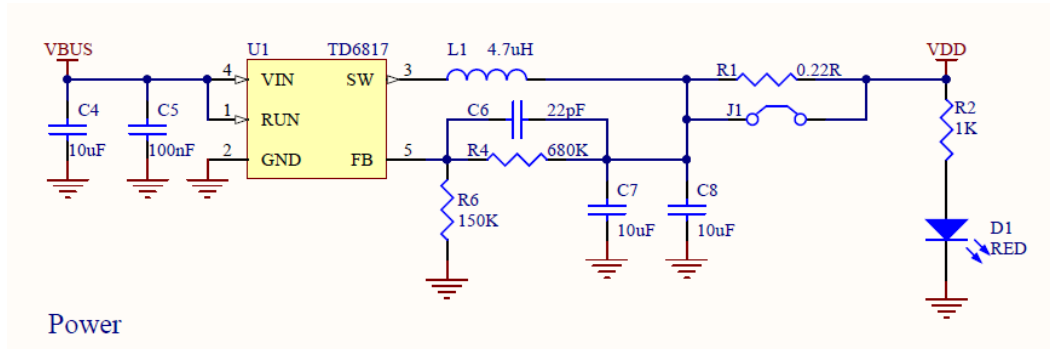


图 17: USB 转串口参考电路

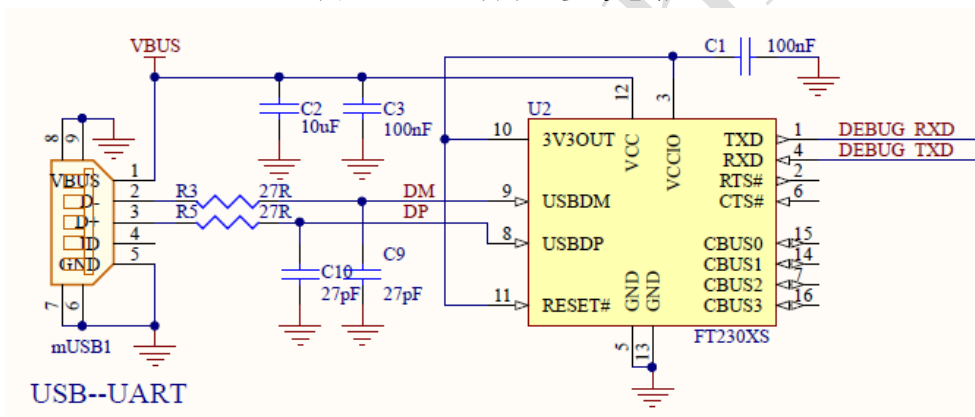
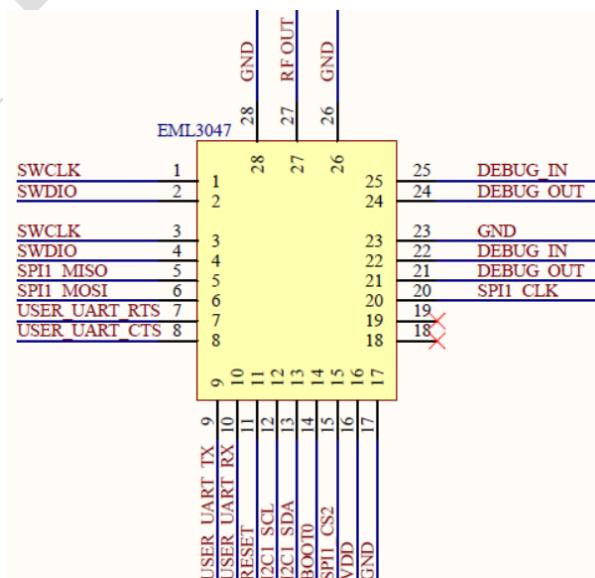
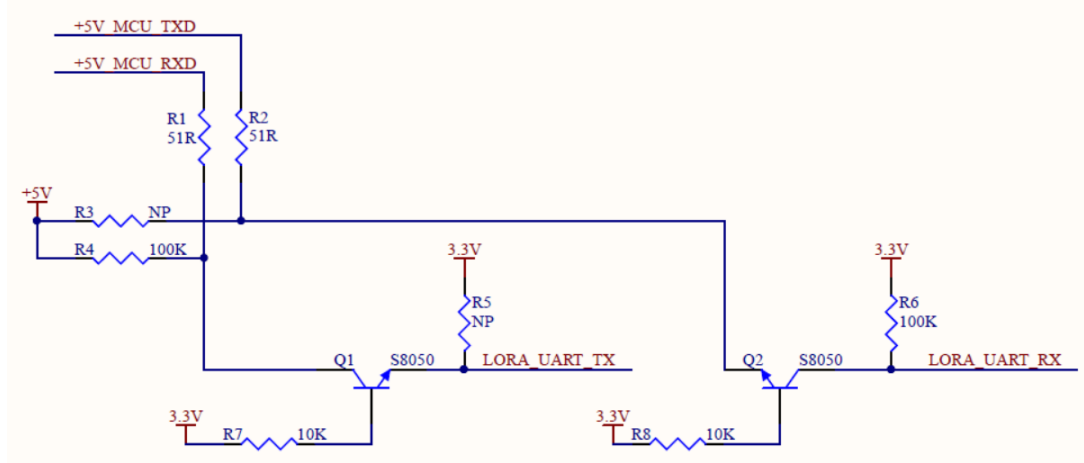


图 18: EML3047 外部接口参考设计



EML3047 UART 为 3.3V UART，如果用户使用芯片的 UART 为 5V 电压，则需要把 5V UART 转成 3.3V UART 方能与 EML3047 UART 通讯，5V-3.3V UART 转换电路请参考图 18 所示电路。

图 19: 3.3V UART- 5V UART 转换电路



8. 模块 MOQ 与包装信息

表 10: 模块 MOQ 与包装信息

料号	MOQ(pcs) (4 小箱)	出货包装方式 (托盘/卷带)	每个托盘存放 模块数(pcs)	每小箱托盘数 (个)	每小箱模块 数量(pcs)
EML3047	1540	托盘	35	11+1	385

备注: 每小箱托盘数量 11+1 表示: 11 个托盘装有 LORA 模块, 1 个空托盘放最上层作保护用。

9. 销售与技术支持信息

如果需要咨询或购买本产品，请在办公时间拨打电话咨询上海庆科信息技术有限公司。

办公时间：

星期一至星期五上午：9:00~12:00，下午：13:00~18:00

联系电话：+86-21-52655026

联系地址：上海市普陀区金沙江路 2145 弄 5 号 9 楼

邮编：200333

Email: sales@mxchip.com