

## 数据手册

## EMB1016 低功耗蓝牙模组

内置 MX1510 低功耗蓝牙微控制器，64KB 静态内存，512KB 闪存  
Bluetooth 5.1，安全算法，高集成度，丰富的外设

版本：1.2

日期：2023-09-11

编号：DS0194CN

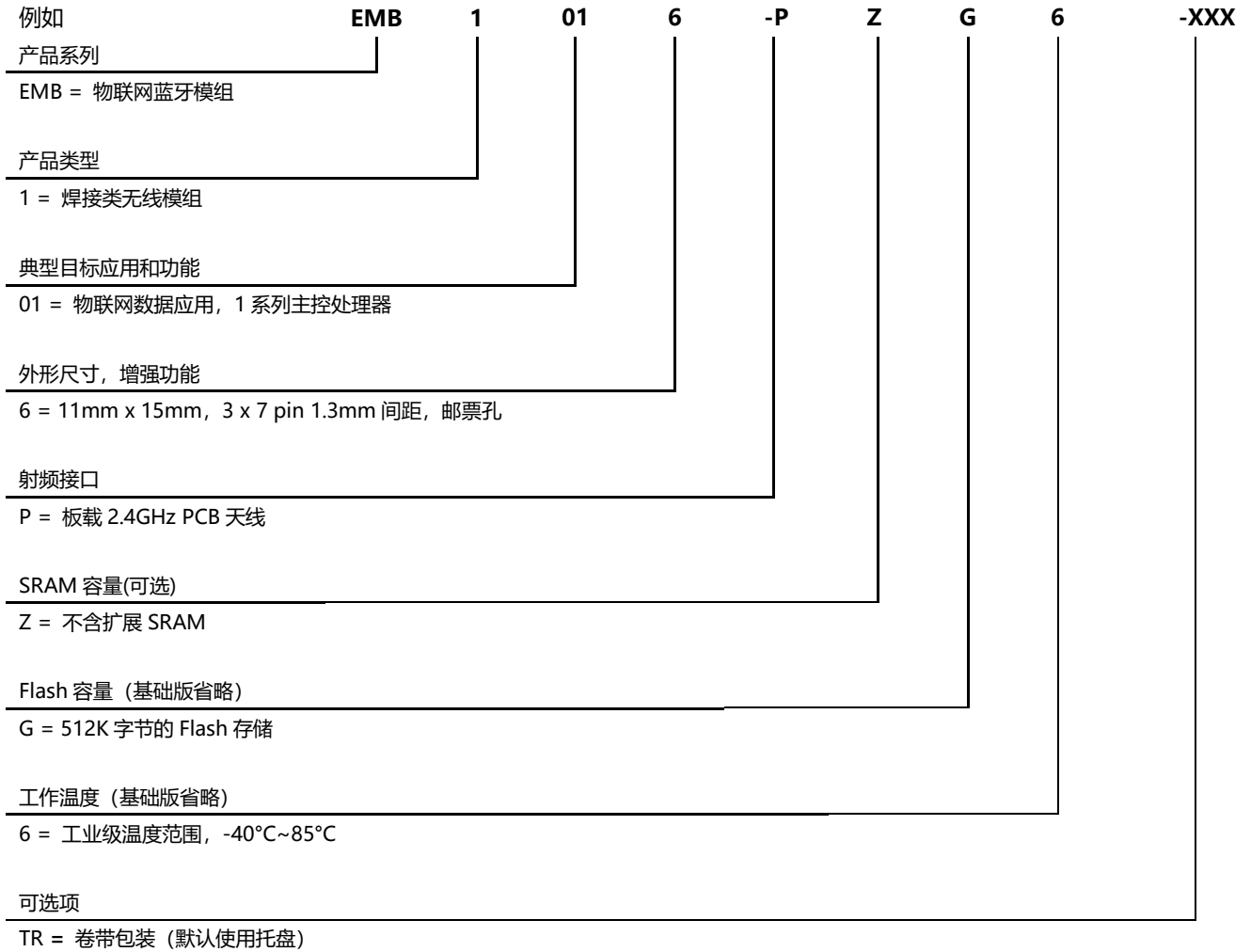
## 概 要

- 电压输入：1.8V ~ 3.6V
- 工作环境温度：-40°C to +85°C
- 处理器：MX1510
  - Cortex-M0 内核
  - 主频高达 64MHz
- 存储器
  - 64KB SRAM
  - 512KB XIP Flash
- Bluetooth 特性
  - 支持 BT 5.0/5.1 标准，蓝牙 Mesh
  - 支持 125Kbps/500Kbps/1Mbps/2Mbps
  - 接收灵敏度：-96dBm @1Mbps, 94dBm@2Mbps, 105dBm@125kbps
  - 发送功率：+7dBm
  - 支持 Single-Ended Antenna Output
- 丰富的外设
  - 最大支持 18 个通用 IO
  - 2 路 I2C 接口（支持总线仲裁）
  - 2 路 SPI 接口
  - 3 路 UART（可支持 ISO7816, LIN, IrDA 等）
  - 2 路 PDM 接口，支持数字 MIC，
  - 1 路 I2S 接口
  - 12 位高精度 SAR ADC, 5 通道
  - 6 个定时器，14 组 PWM 信号输出，4 组支持互补
  - RTC：支持高精度硬件温补
  - 看门狗定时器：IWDG 和 WWDG
- 安全及运算加速单元
  - ECC 椭圆曲线加密（256）
  - AES 高级加密（256/192/128）
  - T/DES 高级加密（192/128/64）
  - 真随机数发生器（TRNG）
  - 运算加速器（CALC）
- 接口和尺寸
  - 板载 PCB 天线
  - 3 x 7 个引脚，1.3mm 间距邮票孔，
  - 11 mm x 15.2 mm
- 丰富的配套软件
  - 支持 MXOS 自主操作系统
  - 支持 xBT 蓝牙协议栈，支持广播，扫描，Peripheral 和 Central 模式，支持扩展广播，Long-Range 等 5.0 新特性
  - 支持 蓝牙 Sig Mesh 协议
  - 支持 MXCHIP xMesh 协议栈
  - 支持 Controller 和 Host 模式
  - 蓝牙 AT 固件，支持透传
- 订货代号



订货代号	说明
EMB1016-PZG6	板载PCB天线

## 系列订货代码



如需了解所有相关特性清单 (如包装, 最小订单量等) 和其他方面的信息, 请联系就近 MXCHIP 销售点和代理商。

## 配件

订货代号	说明
MXKIT-Base	开发板主板, 适用于所有 EMB1016 模组
MXKIT-Core-1016	适用于 EMB1016 的开发板核心板, 包含 EMB1016-P 模组。和 MXKIT-Base 配套使用
FX-1016	EMB1016 生产治具, 内含陪测板: MXKIT-Base, MXKIT-Core-1016

## 版本更新说明

日期	版本	更新内容
2021-09-13	0.1	初始版本
2021-11-04	0.2	更新引脚定义, 功耗数据, 标签形式
2021-12-14	0.3	修改总装尺寸图
2022-03-04	1.0	增加封装信息
2022-03-15	1.1	1. 更新表1中 BOOT为BOOT0 2. 修改表2中 Normal和QC 引脚状态
2023-09-11	1.2	更新电气参数

## 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。  
凡低于 1.0 版本的文档中的数据仅供参考, 在最终量产前仍有可能调整和修改。

# 目录

1. 模组简介 .....	1
2. 引脚定义 .....	2
2.1. 引脚分布 .....	2
2.2. 引脚定义 .....	2
3. 电气参数 .....	4
3.1. 电气特性 .....	4
3.2. 典型功耗 .....	4
3.3. 射频参数(TBD) .....	4
4. 天线信息 .....	6
4.1. PCB 天线参数和使用 .....	6
4.1.1. 板载 PCB 天线参数 .....	6
4.1.2. PCB 天线使用要点 .....	6
5. 总装尺寸和 PCB 封装 .....	7
5.1. 总装尺寸图 .....	7
5.2. 推荐封装图 .....	7
6. 生产指南 .....	8
6.1. 注意事项 .....	9
6.2. 二次回流温度曲线 .....	9
6.3. 存储条件 .....	10
7. 标签信息 .....	11
附录 1. 销售与技术支持信息 .....	12

## 表目录

表 1 引脚定义 .....	2
表 2 模组工作模式选择 .....	3
表 3 射频接收参数 .....	4
表 4 射频发射参数 .....	5
表 5 板载 PCB 天线参数 .....	6
表 6 典型炉温设置 .....	9

## 图目录

图 1 硬件接口框图 .....	1
图 2 引脚分布 (俯视图) .....	2
图 3 PCB 天线最小净空区示意图 (单位: mm) .....	6
图 4 总装尺寸图 (单位: mm, 误差 $\pm 0.1$ , 外围 $+0.2/-0.1$ ) .....	7
图 5 封装尺寸图 (单位: mm, 误差 $\pm 0.1$ , 外围 $+0.2/-0.1$ ) .....	7
图 6 湿度卡 .....	8
图 7 典型二次回流温度曲线 .....	9
图 8 存储条件示意图 .....	10
图 9 标签示意图 .....	11

## 1. 模组简介

MX1510 蓝牙微控制器, 采用主频高达 64MHz 的 Cortex-M0 ARM 内核。它具备传统微控制器的丰富外设, 可作为主控处理器应用于各种嵌入式应用中; 还集成了最新的蓝牙通讯技术, 支持广播, 点对点, Mesh 组网等多种通讯方式, 可以为传统的嵌入式设备实现智能化升级。应用广泛, 并且具备极高的性价比。

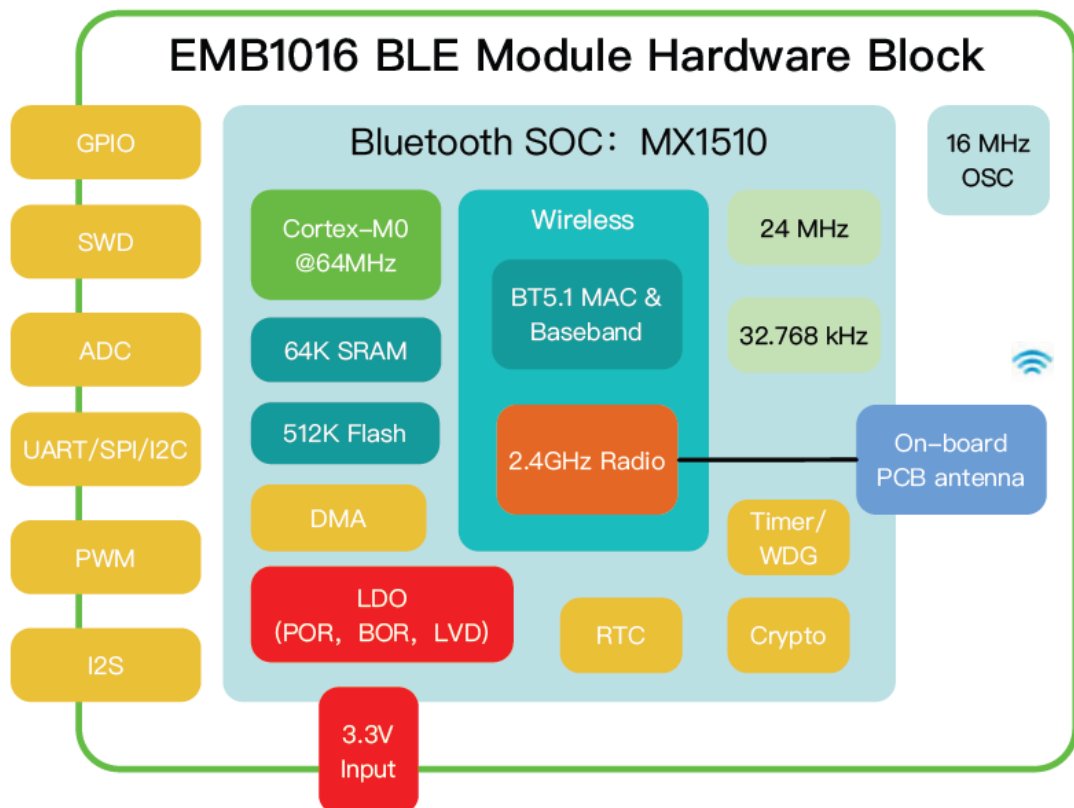
EMB1016 系列模组基于 MX1510 蓝牙微控制器, 可以使用丰富的外设接口实现数据采集和控制, 并且通过内置的蓝牙子系统与其他蓝牙设备通讯, 不仅可以直接和手机交互, 也可以通过 Mesh 网络将数据接入物联网云服务平台。本系列模组通过各种不同的外形尺寸, 接口形式, 天线接口, 应用于广泛的物联网产品中。

上海庆科提供 MXOS 软件平台支撑 EMB1016 系列模组的开发, 提供高效的开发环境。MXOS 包含 xBT 蓝牙协议栈, xMesh SDK 以及各种蓝牙示例程序和典型应用。

下图是 EMB1016 模组的硬件框图, 主要包括:

- 蓝牙微控制器 MX1510
- 板载天线
- 电源和通讯接口

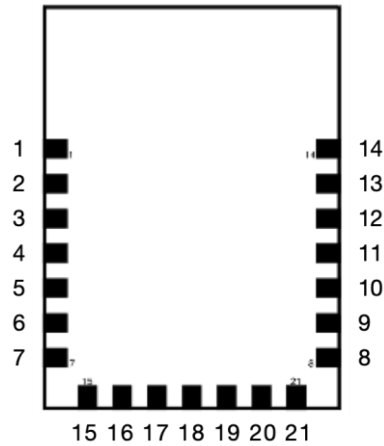
图 1 硬件接口框图



## 2. 引脚定义

### 2.1. 引脚分布

图 2 引脚分布 (俯视图)



### 2.2. 引脚定义

表 1 引脚定义

序号	名称	类型	描述	推荐设置 <sup>(2)</sup>
1	PB08	I/O	GPIO	PWM, Cold LED <sup>(3)</sup>
2	PB09	I/O	GPIO	PWM, Warm LED <sup>(3)</sup>
3	PB12	I/O/Analog	GPIO/ADC_CH0	
4	PB13	I/O/Analog	GPIO/ADC_CH1	
5	PB06	I/O	GPIO/SWCLK	SWCLK
6	PB05	I/O	GPIO/SWDIO	SWDIO
7	PB01	I/O	GPIO/UART1_RXD, 调试串口 <sup>(1)</sup> , ISP烧录	DEBUG_UART_RX
8	PA00	I/O/Analog	GPIO/ADC_CH4/Wakeup	
9	PA01	I/O/Analog	GPIO/ADC_CH5	PWM, Red LED <sup>(3)</sup>
10	NRST	I	复位信号, 低电平有效	Reset
11	PA02	I/O/Analog	GPIO/ADC_CH6	PWM, Green LED <sup>(3)</sup>
12	PA08	I/O	GPIO	PWM, Blue LED <sup>(3)</sup>
13	PA13	I/O	GPIO	
14	PA14	I/O	GPIO	
15	PB00	I/O	GPIO/UART1_TXD, 调试串口 <sup>(1)</sup> , ISP烧录	DEBUG_UART_TX
16	PB11	I/O	GPIO/Wakeup:	USER_UART_TX
17	PB10	I/O	GPIO	USER_UART_RX
18	GND	Power		
19	VDD33	Power	3.3V Power Input	
20	PB14	I/O	GPIO/BOOT0 <sup>(1)</sup>	BOOT0 <sup>(1)</sup>
21	PB15	I/O	GPIO/Wakeup	STATUS <sup>(1)</sup>

特别注意事项:

1. 模式在启动时由硬件检测 PB14 从而决定是否进入 ISP 模式。这是硬件固化的功能，所以无法修改。使用 MXCHIP 提供的 SDK 或者固件时，固件还会检测 PB15 引脚，决定是否进入 QC 模式。

模组所有特定的工作模式和进入方式如表 2 模组工作模式选择：

- ISP 模式：通过 UART 连接模组的 PB00 (UART1\_TXD) 和 PB01 (UART1\_RXD)，可以使用烧录工具对片内 Flash 进行编程。该模式主要用于生产，在开发时，可以直接通过 SWD 调试接口使用仿真器下载固件。
- QC 模式：执行内部的测试程序，测试数据通过 PB11 (USER\_UART\_TX) 和 PB10 (USER\_UART\_RX) 输出。串口参数：115200/8/n/1。
- Normal 模式：正常执行应用程序。

表 2 模组工作模式选择

工作模式	PB14	PB15
	Default state: 0	Default state: 1
ISP	1	x
Normal	x	x
QC	x	0

2. 处理器通过配置，可以将 GPIO 应用于任何的数字外设。在庆科提供的模组 SDK 中，已经预设了一些 IO 口的功能。
3. 在 PWM 照明示例方案中的默认设置。

### 3. 电气参数

#### 3.1. 电气特性

Parameter	Description	Min.	Typ.	Max.	Unit
Operating Temperature		-40		85	°C
Supply Voltage	Regulator supply input	1.8	3.3	3.6	V
V <sub>IH</sub>	High Level Input Voltage	0.9*VDD33		VDD33	V
V <sub>IL</sub>	Low Level Input Voltage	0		0.1*VDD33	V
V <sub>OH</sub>	High Level Output Voltage	VDD33-0.4		VDD33	V
V <sub>OL</sub>	Low Level Output Voltage			0.4	V
Source Current			60		mA
Sink Current			30		mA
V <sub>ESD</sub>	Electrostatic discharge voltage		±2000		V

#### 3.2. 典型功耗

Mode	Average	Max.	Unit
TX Mode @ 0dBm 1Mbps, CPU 64MHz	15.8	31.9	mA
TX Mode @ 7dBm 1Mbps, CPU 64MHz	27.3	35.2	mA
RX Mode @ 1Mbps, CPU 64MHz	16.2	22	mA
RF Idle @ CPU 64MHz	6.8	10	mA
Standby Mode	2		mA
Low Power Mode2	1.1		mA
Low Power Mode3	0.7		mA

#### 3.3. 射频参数

表 3 射频接收参数

Symbol	Description	Min.	Typ.	Max.	Unit
<b>Receiver operation</b>					
PRX <sub>MAX</sub>	Maximum received signal strength at <0.1%		-1.5		dBm
PRX <sub>SENS,2M</sub>	Sensitivity (0.1% BER) at 2 Mbps		-94	-97	dBm
PRX <sub>SENS,1M</sub>	Sensitivity (0.1% BER) at 1 Mbps		-96	-100.7	dBm
PRX <sub>SENS,500k</sub>	Sensitivity (0.1% BER) at 500 kbps		-98	-99	dBm
PRX <sub>SENS,250k</sub>	Sensitivity (0.1% BER) at 125 kbps		-104	-105	dBm
P <sub>SENS IT</sub> 1 Mbps BLE	Receiver sensitivity: Ideal transmitter		-99	-100	dBm
P <sub>SENS DT</sub> 1 Mbps BLE	Receiver sensitivity: Dirty transmitter		-98.5	-99.5	dBm



表 4 射频发射参数

Symbol	Description	Min	Typ	Max	Unit
$P_{RF\_PA}$	Maximum output power		8		dBm
$P_{RFC\_PA}$	RF power control range		40		dB
$P_{BW1\_PA}$	20 dB bandwidth for modulated carrier		1000		KHz
$F_{DR}$	Frequency Drift Error				KHz

## 4. 天线信息

EMB1016 设计了一个板载 PCB 天线。

### 4.1. PCB 天线参数和使用

#### 4.1.1. 板载 PCB 天线参数

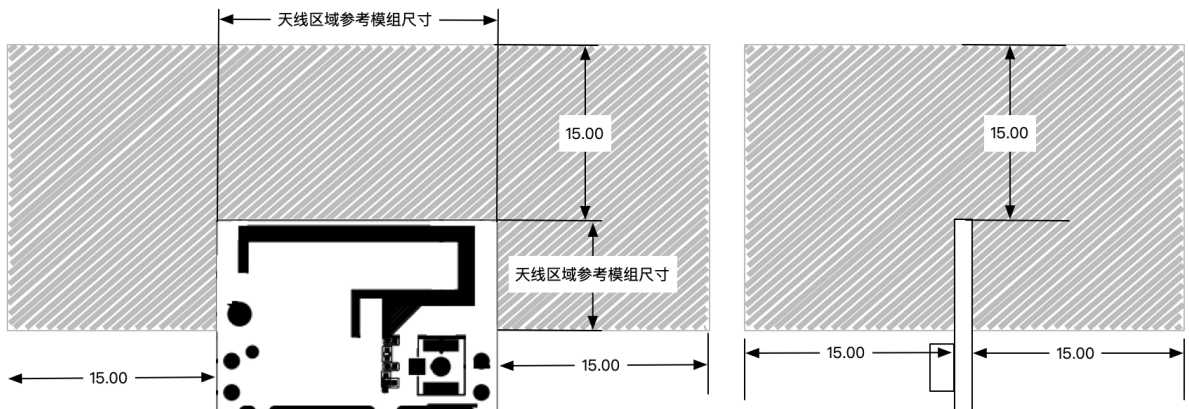
表 5 板载PCB天线参数

Item	Min.	Typical	Max.	Unit
Frequency	2400		2500	MHz
Impedance		50		$\Omega$
VSWR			2	
Gain	$\leq 2\text{dBi}$			
Efficiency	$> 54\%$ or $> -2.68\text{dB}$			

#### 4.1.2. PCB 天线使用要点

使用模组上的 PCB 天线时，需要确保主板 PCB 和其它金属器件、连接器、PCB 过孔、走线、覆铜的距离至少 15mm 以上。下图中阴影部分标示区域需要远离金属器件、传感器、干扰源以及其它可能造成信号干扰的材料。

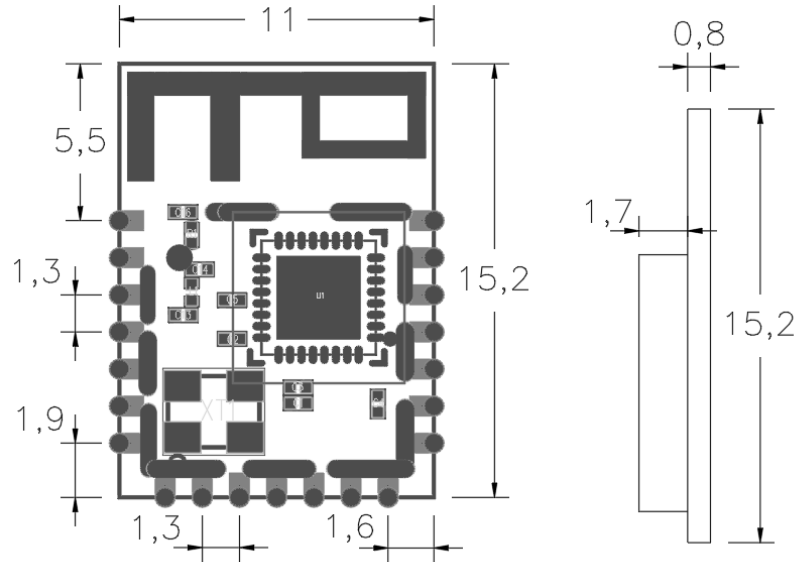
图 3 PCB 天线最小净空区示意图 (单位: mm)



## 5. 总装尺寸和 PCB 封装

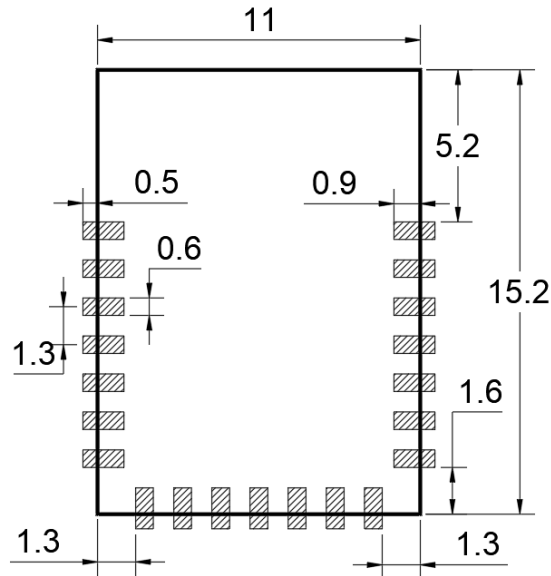
### 5.1. 总装尺寸图

图 4 总装尺寸图 (单位: mm, 误差±0.1, 外围+0.2/-0.1)



### 5.2. 推荐封装图

图 5 封装尺寸图 (单位: mm, 误差±0.1, 外围+0.2/-0.1)



## 6. 生产指南

庆科出厂的邮票口封装模块必须由 SMT 机器贴片，模块湿敏等级为 MSL3，拆封超过固定时间后贴片前要对模块进行烘烤。

- SMT 贴片需要仪器

- (1) 回流焊贴片机
- (2) AOI 检测仪
- (3) 口径 6-8mm 吸嘴

- 烘烤需要设备：

- (1) 柜式烘烤箱
- (2) 防静电、耐高温托盘
- (3) 防静电耐高温手套

庆科出厂的模块存储条件如下：

- 防潮袋必须储存在温度 < 30°C，湿度 < 85%RH 的环境中。
- 密封包装内装有湿度指示卡。

图 6 湿度卡



模块拆分后若湿度卡显示粉红色，则需要烘烤。

烘烤参数如下：

- 烘烤温度：120°C±5°C；烘烤时间：4 小时；
- 报警温度设定为 130°C；
- 自然条件下冷却 < 36°C 后，即可以进行 SMT 贴片；
- 干燥次数：1 次；
- 如果烘烤后超过 12 小时没有焊接，请再次进行烘烤。

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 250°C。

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。

## 6.1. 注意事项

- 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 <math>36^{\circ}\text{C}</math> 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。

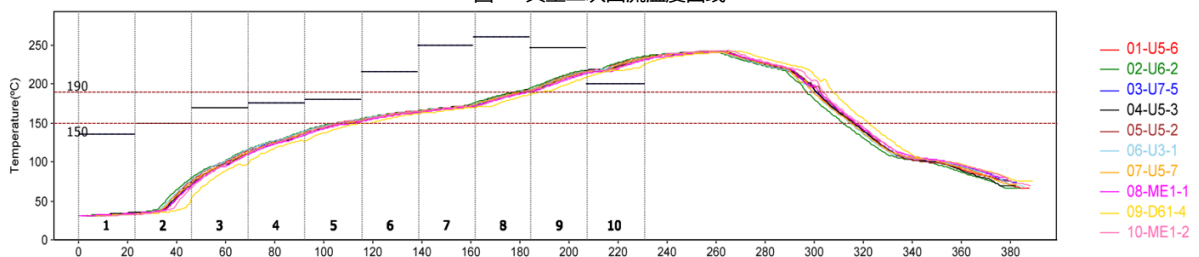
## 6.2. 二次回流温度曲线

建议使用焊锡膏型号：SAC305, 无铅。回流次数不超过 2 次。峰值温度不超过  $245^{\circ}\text{C}$ 。以下是一个典型的炉温温度曲线设置。

表 6 典型炉温设置

焊炉设定	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
上温区设定	135	150	170	175	180	215	250	260	247	200
下温区设定	135	150	170	175	180	215	250	260	247	200

图 7 典型二次回流温度曲线



- $30^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$  预热升温:  $0 \sim 3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ , 典型值:  $1.2^{\circ}\text{C}/\text{s}$
- $150^{\circ}\text{C} \sim 190^{\circ}\text{C}$  浸温时间: 60-100 秒, 典型值: 72 秒
- 峰值温度:  $245^{\circ}\text{C}$ , 典型值:  $242^{\circ}\text{C}$
- $220^{\circ}\text{C}$  以上的时间: 50 秒 ~ 90 秒, 典型值: 70 秒
- $217^{\circ}\text{C}$  冷却速度:  $-3 \sim 0^{\circ}\text{C}/\text{s}$ , 典型值:  $-2.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$

**6.3. 存储条件**

图 8 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 <math><40^{\circ}\text{C}</math> and <math><90\%</math> relative humidity (RH)
2. Peak package body temperature: 260 °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  
≤30°C/60%RH, OR
  - b) Stored at <math><10\%</math> 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

## 7. 标签信息

图 9 标签示意图



1. MXCHIP: 公司商标
2. CMIIT ID: SRRC 型号授权 ID
3. EM1016-P: 产品型号
4. ZG6: 产品扩展型号
5. W2145: 生产序号
6. B0F89300A528: 模组 MAC 地址
7. 二维码: 模组 MAC 地址

备注：由于生产批次和版本等原因，以上标签示意图仅供参考，请以实物为准。

## 附录1. 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](mailto:sales@mxchip.com)