

---

# 瑞纳捷 RJGT101 芯片数据手册

---



武汉瑞纳捷半导体有限公司

Wuhan Runjet Semiconductor Co., Ltd

<http://www.runjetic.com>

# 1. 简介

## 1.1. 芯片功能介绍

RJGT101 是集成了 256 Byte 的 EEPROM（包含 16 Byte 的密钥和 8Byte 的 UID），执行 RC4 算法的加密芯片。它与 MCU 可通过 RSD 单线串行接口通信，芯片支持计次功能。

## 1.2. 产品特点

- 高性能防复制加密芯片；
- RC4 加密认证算法；
- RSD 单线总线协议，标准速率 20Kbps；
- 用于写入用户自定义数据的 EEPROM 单元；
- EEPROM 存储大小 256Byte，共 16 页，每页 16 Byte；
- 16Byte 密钥，8Byte UID；
- 可以对用户数据存储区加写保护；
- 支持 4Byte 独立硬件真随机数；
- 支持计数功能，计数到阈值后，芯片功能指令全部失效；
- 正常工作功耗: <1mA，低功耗模式功耗: <300nA；
- 工作电压范围 2.4V~5.5V；
- 封装类型：DFN6、SOT23-3；

## 1.3. 系统框图

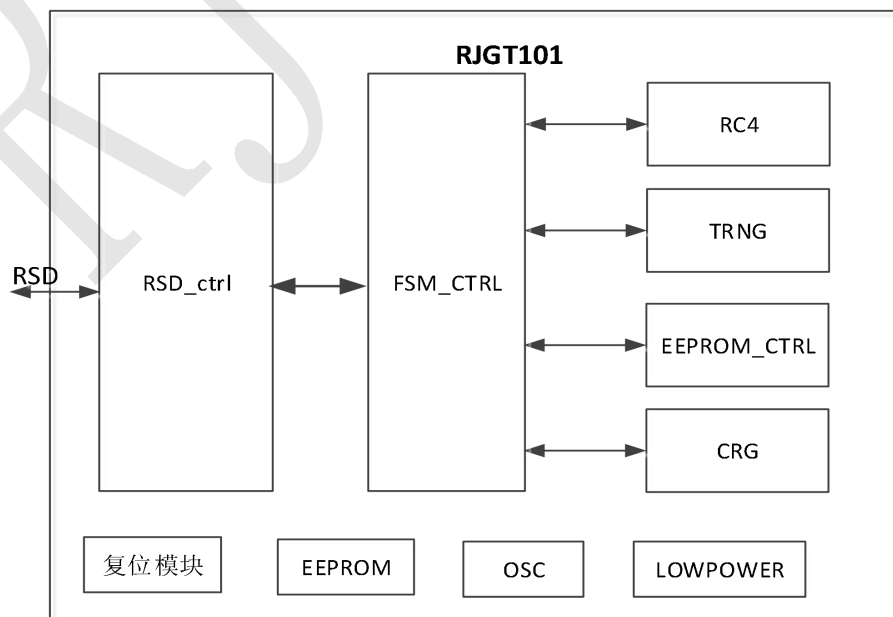


图 1-1 RJGT101 系统框图

RJGT101 包括模拟模块(OSC、EEPROM、复位模块)和数字逻辑模块。FSM\_CTRL 是整个系统的控制中心，根据 RSD 指令流程，进行 RC4 运算和 EEPROM 读写等操作。

## 1.4. 芯片管脚功能

DFN6 封装管脚如图 1-2 所示：

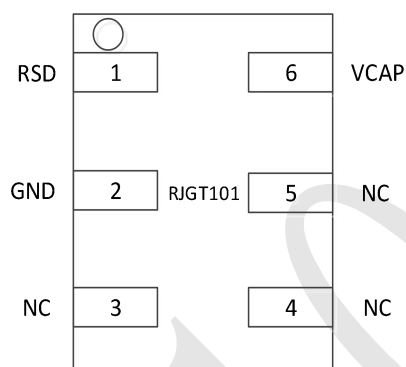


图 1-2 DFN6 封装管脚

SOT23-3 封装管脚如图 1-3 所示：

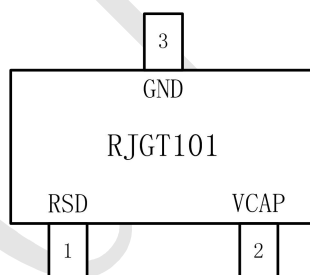


图 1-3 SOT23-3 封装管脚

管脚说明如下：

| 管脚名称 | 描述              | 注释 |
|------|-----------------|----|
| RSD  | RSD 数据管脚、芯片电源电压 |    |
| GND  | 芯片电源 GND        |    |
| VCAP | 外部电容管脚          |    |
| NC   | 空闲引脚            |    |

## 1.5. 典型应用电路

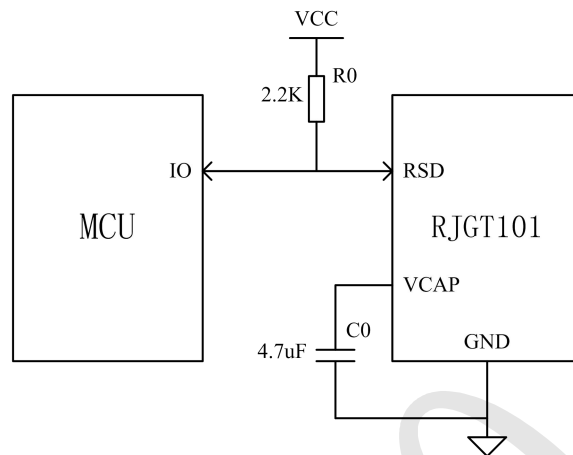


图 1-5 典型应用电路

注意：（1）MCU 与 RJGT101 相连的 IO 管脚的配置，输出模式须配置为推挽输出，不能配置为开漏输出，而且其驱动电流能力至少 1mA。

（2）推荐  $R0 = 2.2K\Omega$ ， $C0 = 4.7\mu F$ 。

## 2. 寄存器和数据存储

### 2.1. 内部寄存器描述

| 寄存器名称     | 地址        | 寄存器类型 | 位宽 | 寄存器描述  |
|-----------|-----------|-------|----|--|
| BUFF      | 0x00~0x0F | RW    | 8  | 16 Byte 数据暂存器  |
| DEST_ADDR | 0x10      | RW    | 4  | EEPROM 目的页地址（每页 16Byte）<br>0x00: 密钥区；<br>0x01: UID 区；<br>0x02~0x0E: 用户数据存储区；<br>0x0F: 功能控制区；   |
| CMD       | 0x11      | RW    | 8  | 命令寄存器<br>0x11: 写指令，将 BUFF 中的数据存储到 EEPROM 目的页地址中；<br>0x19: 读指令，将 EEPROM 目的页地址中的数据存储在 BUFF 中；<br>0x31: 随机数产生指令，产生 4 Byte 的随机数并存储在 BUFF 中；<br>0x35: EEPROM 片擦除指令，进行一次 EEPROM 片擦除操作；<br>0x55: 主机认证指令，将认证结果 MAC 值存储在 BUFF 中；<br>0xA5: 从机认证指令，从机计算 MAC 值后与主机发送的 MAC 值做比较；<br>0x69: 芯片计次自增 1；<br>其他: 无意义； |
| ES        | 0x12      | RO    | 8  | 状态寄存器<br>0x00: 操作正在进行；<br>0x01: 操作已完成且命令执行成功；<br>0x05: 操作已完成且命令执行失败；<br>0xF5: 芯片计次溢出，系统被锁定；  |
| COUNT_VAL | 0x13      | RO    | 16 | 当前计次值  |
| COUNT_TH  | 0x15      | RO    | 16 | 计次阈值   |
| VERSION   | 0x17      | RO    | 40 | 版本号 GT101 (0x4754313031)   |

表 2-1 RJGT101 寄存器地址分配

## 2.2. EEPROM 存储描述

| 名称          | 页地址       | 偏移地址      | 类型 | 位宽 | 描述  |
|-------------|-----------|-----------|----|----|---|
| KEY         | 0x00      | 0x00~0x0F | WO | 8  | 16 Byte 密钥，初始化模式下可读，正常功能模式下不可读；出厂时写一次，当 PRT_KEY 被置成 0xA5 后不可更改；   |
| UID         | 0x01      | 0x00~0x07 | RW | 8  | 8 Byte UID，初始化模式和正常功能模式下均可读；出厂时写一次，当 PRT_KEY 被置成 0xA5 后不可更改；  |
| PRT_KEY     | 0x01      | 0x08      | RW | 8  | KEY 和 UID 的写保护，0xA5: KEY、UID 被写保护，不可再次写入；其他值: KEY、UID 不被写保护，可以再次写入；   |
| PAGE0~PAGEC | 0x02~0x0E | 0x00~0x0F | RW | 8  | 用户数据存储区   |
| CNT_VAL     | 0x0F      | 0x00~0x01 | RW | 8  | 存储当前计数次数  |
| CNT_TH      | 0x0F      | 0x02~0x03 | RW | 8  | 存储计次阈值  |
| PRT_CTRL    | 0x0F      | 0x08      | RW | 8  | 保护控制，控制 3 个方面：<br>(1)用户数据存储区的认证保护，<br>(2)功能控制区的写保护，<br>(3)计次功能的使能；<br>0x5A: 计次功能使能；功能控制区不可通过写指令更新，读取需要先经过认证；用户数据存储区的读写也需要先经过认证；<br>0xA5: 计次功能使能；功能控制区不可通过写指令更新，可以直接进行读取；用户数据存储区也可以直接进行读写；<br>其他值: 计次功能禁止；功能控制区可被写指令更新，且对功能控制区和用户数据存储区的读写都不需要认证； |
| MODE_SEL    | 0x0F      | 0x09      | RW | 8  | 功能模式选择，<br>0x5A: 正常功能模式，此模式下该控制字节不能修改成其他值，且 EEPROM 片擦除不被允许；<br>其他值: 初始化模式，初始化时先将整个 EEPROM 进行片擦除，然后对若干页进行写数据；  |

表 2-2 EEPROM 存储分配

备注说明：（1）认证读写指的是从机认证读和从机认证写；

（2）认证读写是针对用户数据存储区和功能控制区而言的，Key 和 UID 不存在认证读写的说法；

（3）写保护指的是正常功能模式下的写保护，初始化模式下不存在写保护的写法。

## 3. RSD 接口

RSD 采用单根信号线，既传输时钟又传输数据，而且数据传输是双向的。它具有结构简单、成本低廉、节省 I/O 资源、便于总线扩展和维护等众多优点。

### 3.1. RSD 特性

- 单总线：RSD
- 速率：20Kbps

RJGT101 需要严格的协议来保证数据完整性。该协议在一根线上定义了五种类型的信号：包括帧同步信号 SYNC，写 0、写 1、读 0 和读 1。总线主机发出所有其它信号的下降沿。RJGT101 能以标准速度 20Kbps 通信。

### 3.2. RSD 信号时序

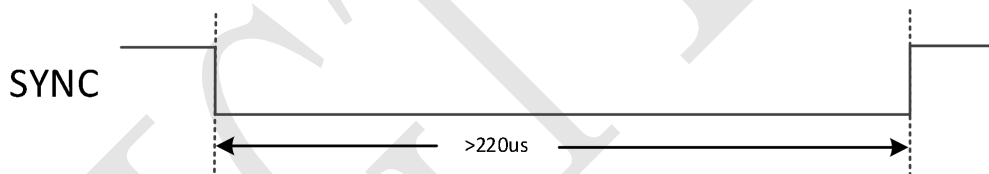


图 3-1 RSD 帧同步信号 SYNC

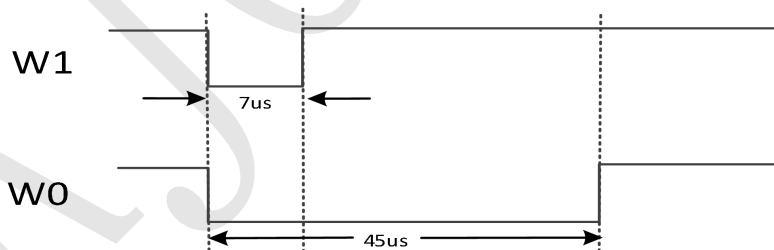


图 3-2 RSD 写时序图

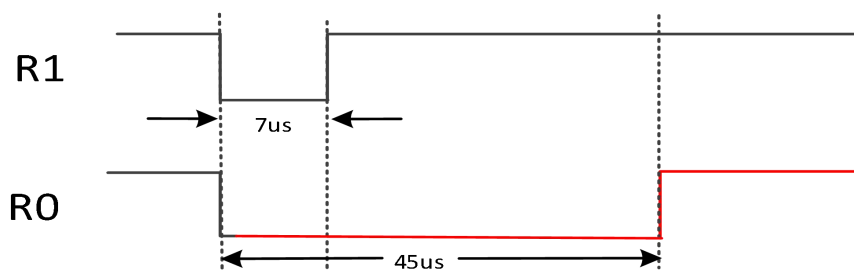


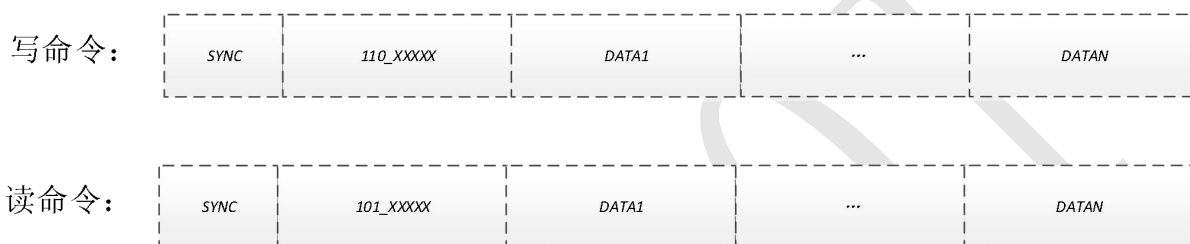
图 3-3 RSD 读时序图（红色为从机返回数据）

## 4. 操作命令

RJGT101 共有 2 种命令格式。

- RSD 写命令格式 (RSD\_Write)
- RSD 读命令格式 (RSD\_Read)

### 4.1. 命令格式



PS: XXXXX为内部寄存器地址

图 4-1 RSD 命令格式

## 5. 加密原理图

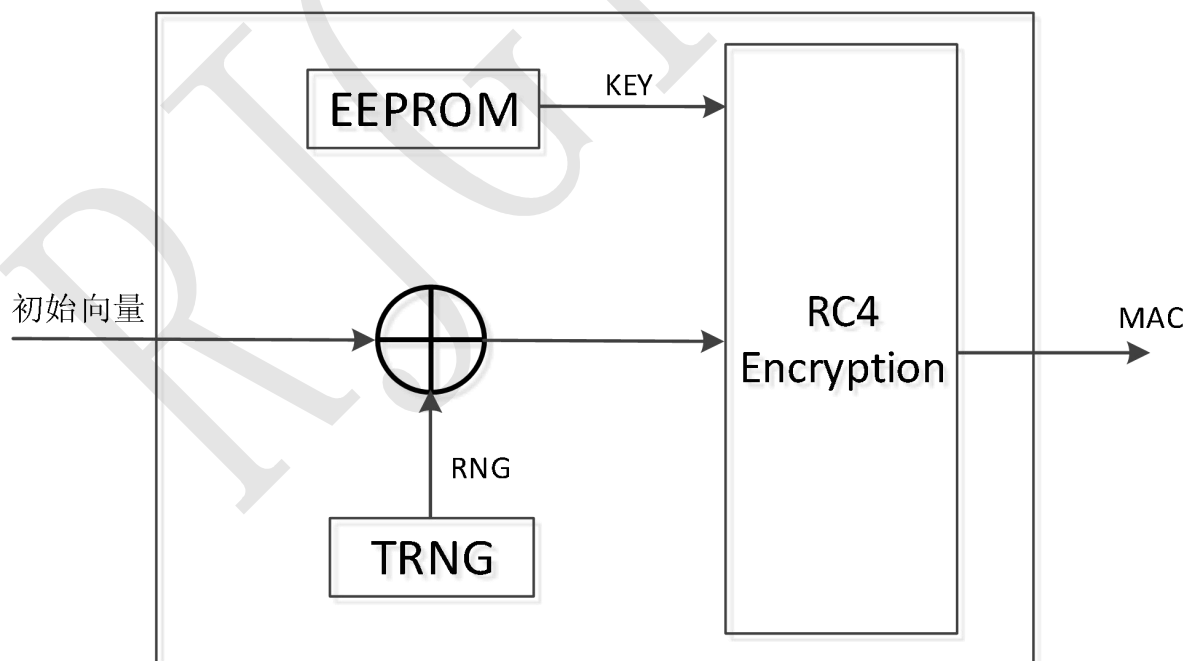


图 5-1 加密原理图

主机输入的 4Byte 初始向量和 TRNG 中的 4Byte 随机数处理后, 作为 RC4 加密引擎的输入, RC4 加密引擎使用 EEPROM 的 16 Byte 密钥对输入数据加密, 输出 MAC 值。



# 6. EEPROM 初始化和认证流程

## 6.1. 初始化流程图

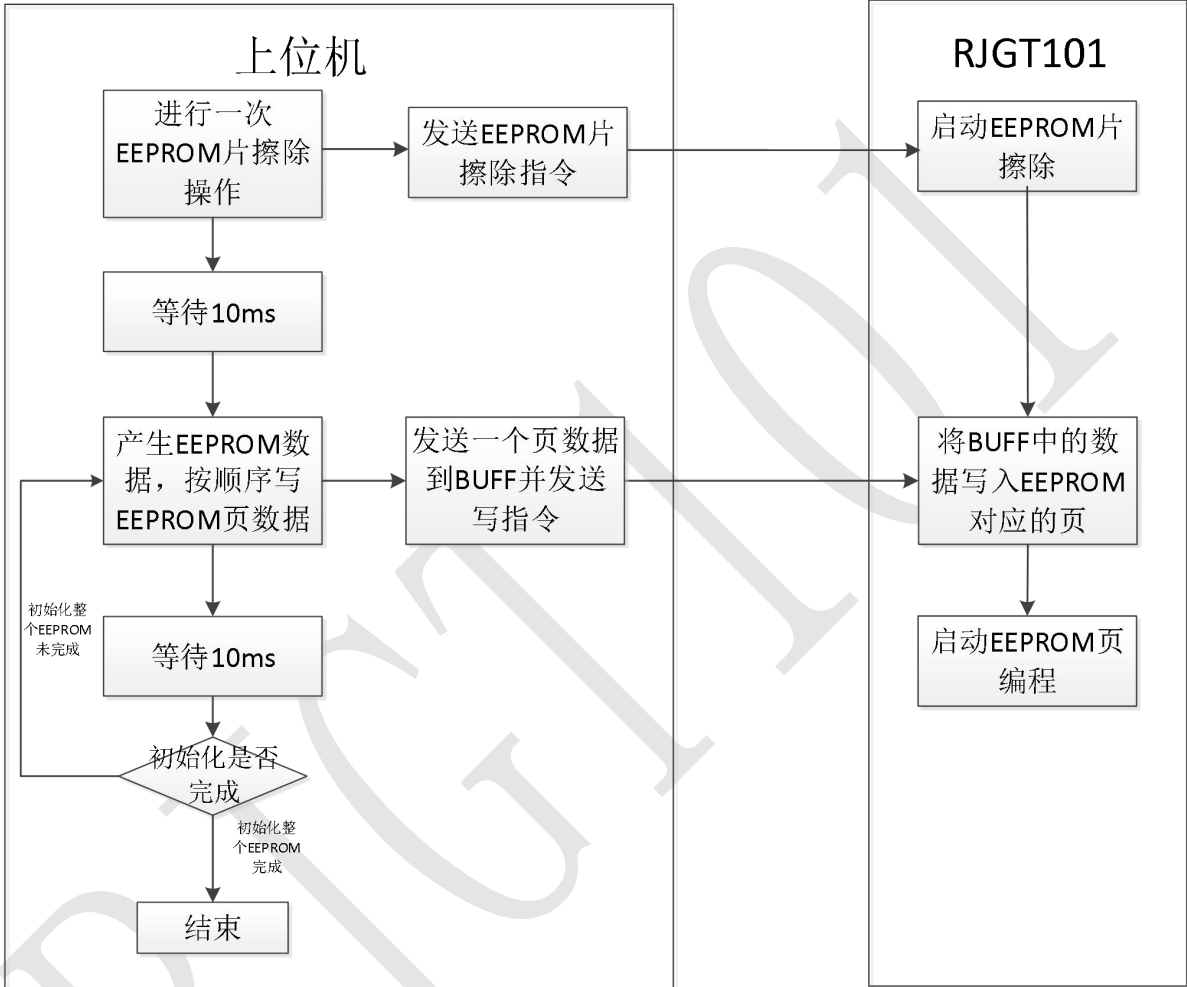


图 6-1 EEPROM 初始化流程图

## 6.2. 主机认证流程图

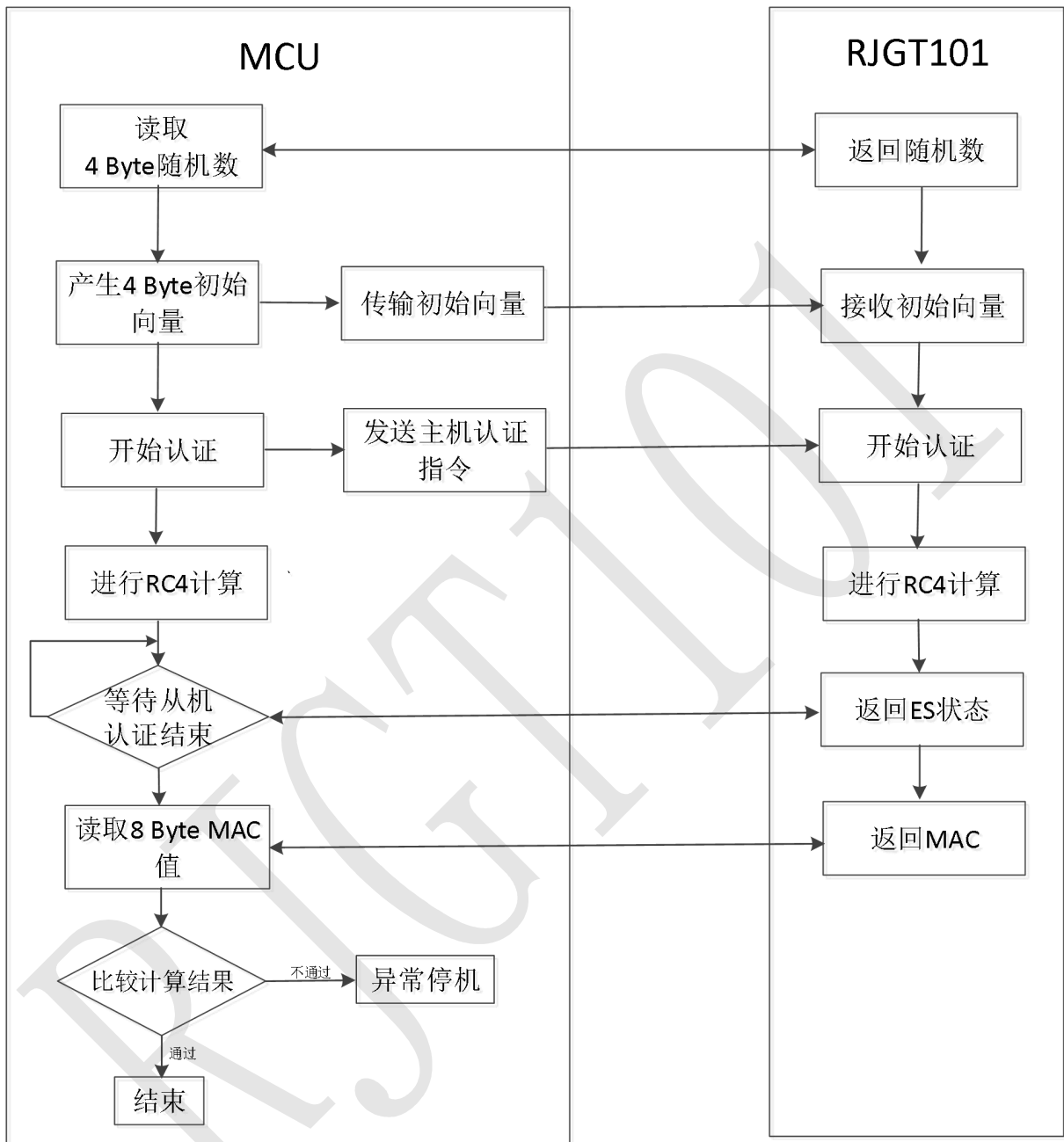


图 6-2 主机认证流程图

### 6.3. 从机认证写流程

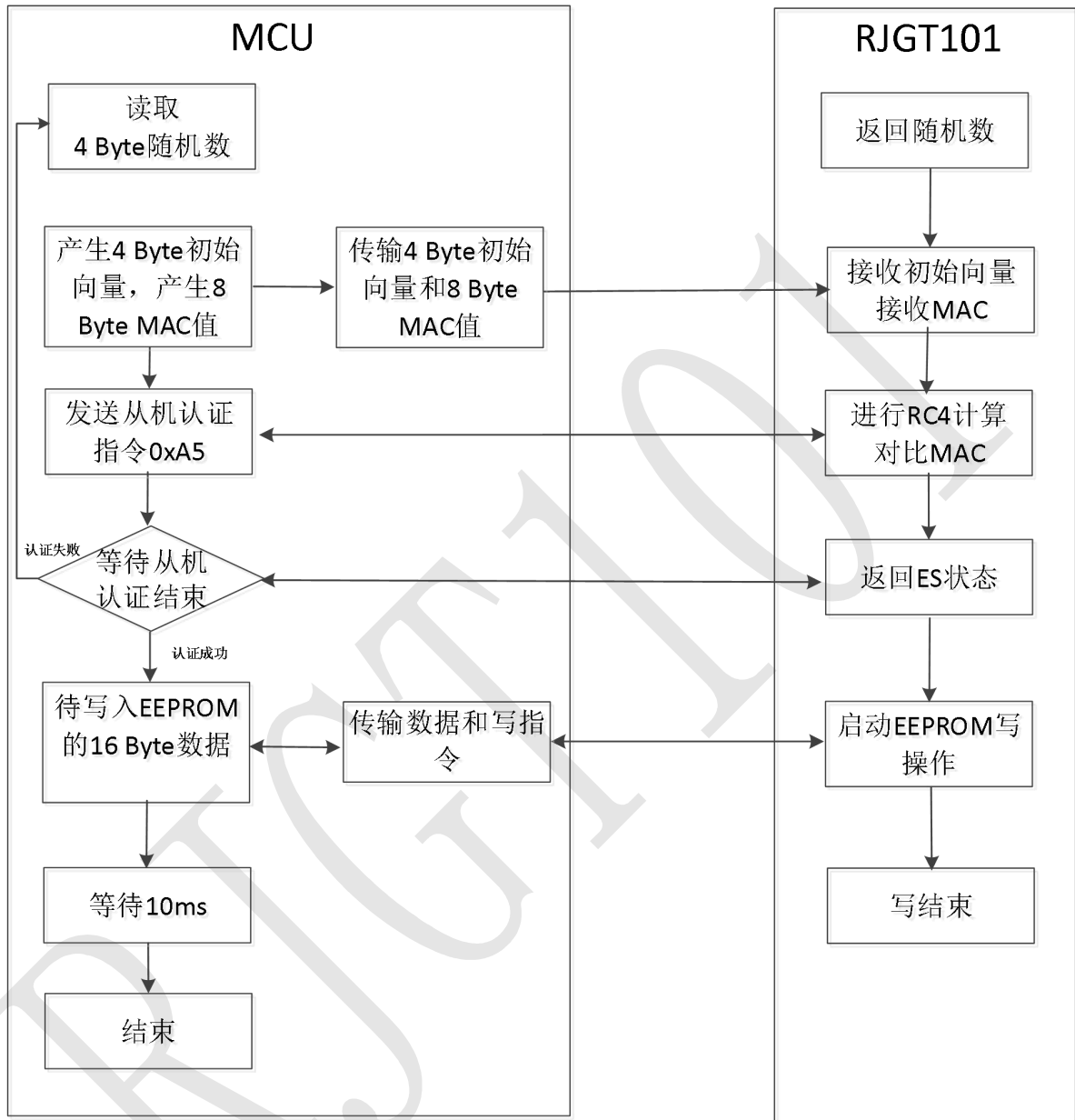


图 6-3 从机认证写流程图

## 6.4. 从机认证读流程

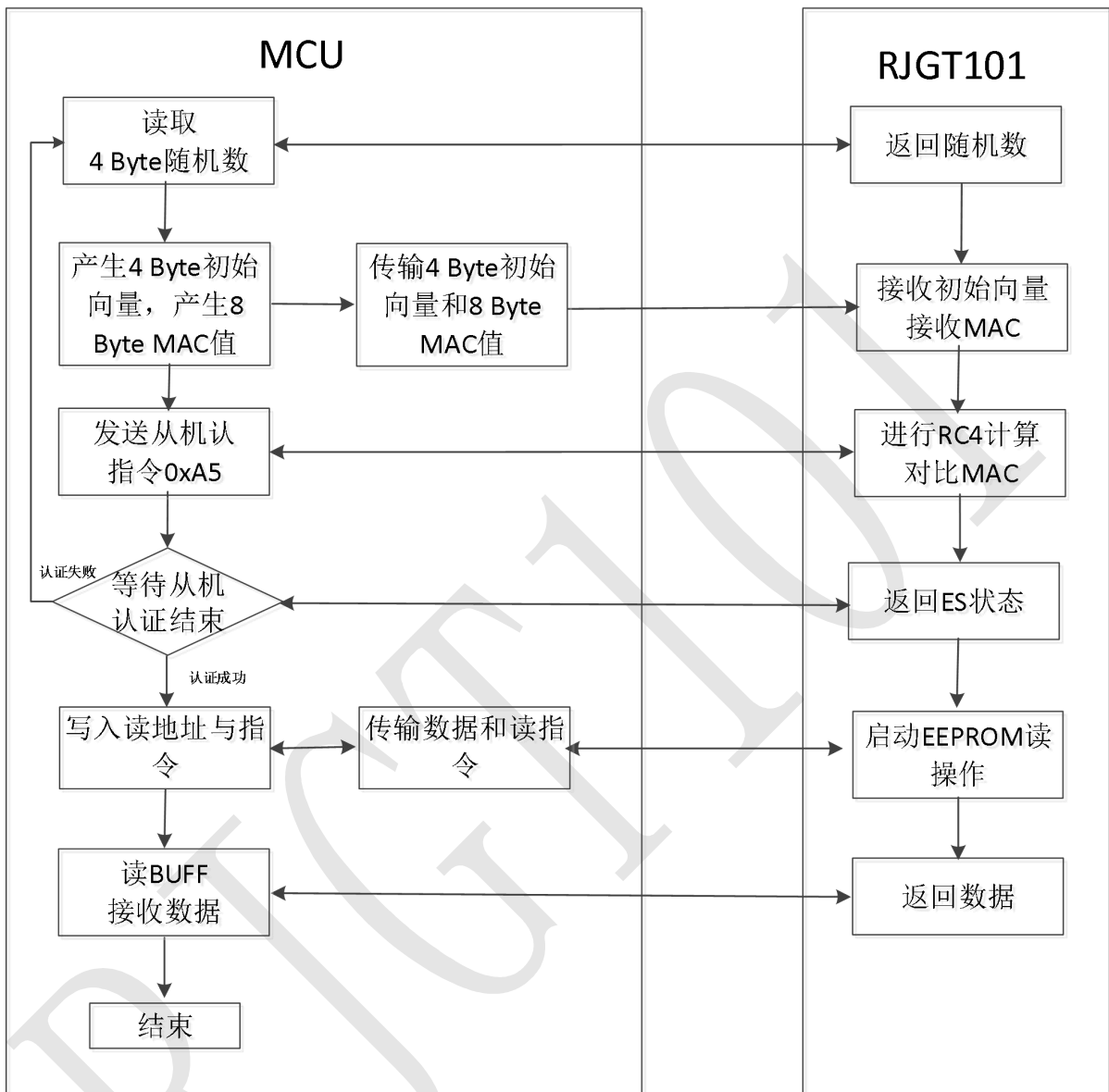


图 6-3 从机认证读流程图

## 7. 低功耗

RJGT101 检测 RSD 总线上持续 3 秒高电平后，进入低功耗模式，低功耗模式下内部掉电停止工作，在总线发送低电平准备工作时，RJGT101 被唤醒。

### 7.1. 进入低功耗时序图

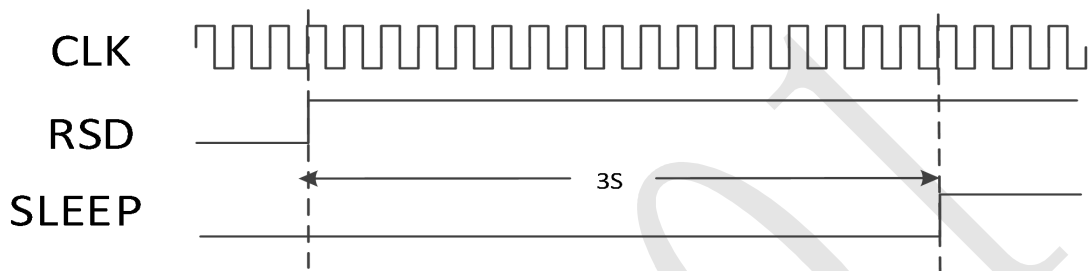


图 7-1 进入低功耗时序

### 7.2. 退出低功耗时序图



图 7-1 退出低功耗时序

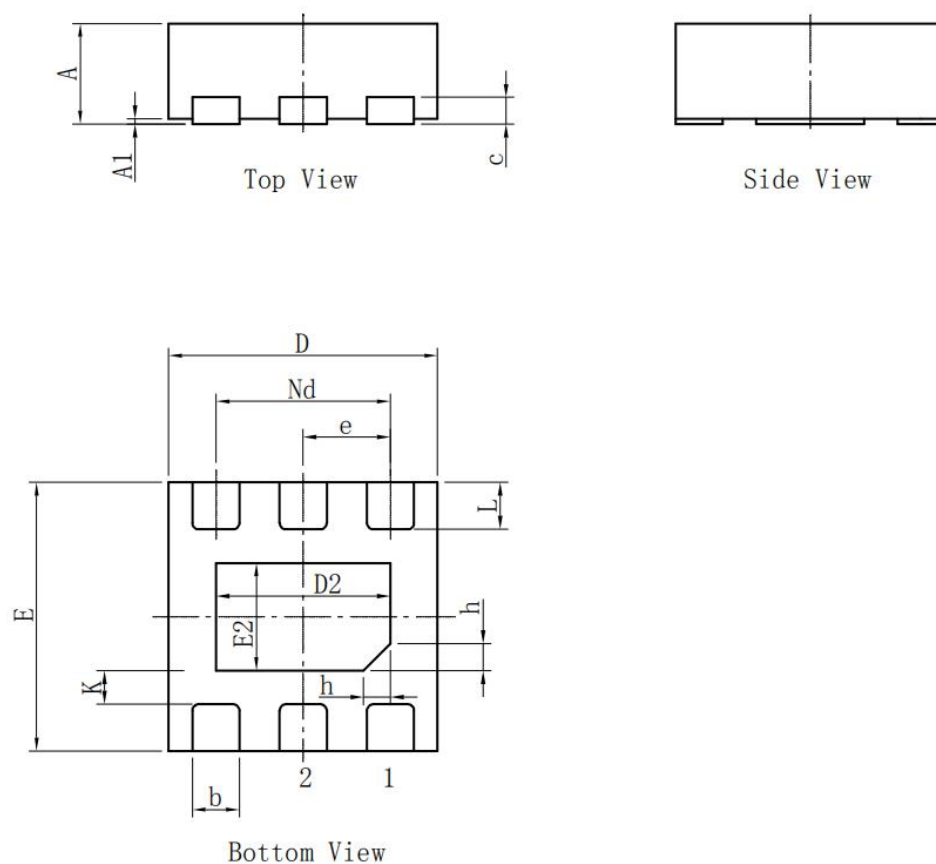
## 8. 电气特性

### 8.1 电气参数表

| 符号                  | 参数           | 条件           | 最小值                  | 典型值  | 最大值                  | 单位    |
|---------------------|--------------|--------------|----------------------|------|----------------------|-------|
| V <sub>pup</sub>    | RSD 上拉供电电压   |              | 2.4                  | 3.3  | 5.5                  | V     |
| R <sub>pup</sub>    | RSD上拉电阻      |              | 0.3                  | 2.2  | 2.2                  | KΩ    |
| C0                  | VCAP 管脚的外接电容 |              | 0.1                  | 4.7  | 10                   | uF    |
| I <sub>L</sub>      | 输入负载电流       | RSD引脚接上拉电源   |                      | 0.18 |                      | uA    |
| V <sub>IL</sub>     | 输入低电压        |              | 0                    |      | 0.3*V <sub>pup</sub> | V     |
| V <sub>IH</sub>     | 输入高电压        |              | 0.7*V <sub>pup</sub> |      | V <sub>pup</sub>     | V     |
| T <sub>REH</sub>    | 上升边沿的暂停时间    |              | 0.5                  |      | 2                    | us    |
| T <sub>A</sub>      | 环境温度         |              | -40                  | 25   | 85                   | °C    |
| T <sub>RSTL</sub>   | 起始帧信号低电平时间   |              | 220                  |      |                      | us    |
| T <sub>SLEEP</sub>  | 进入休眠的时间      | RSD 保持高电平的时间 | 3                    |      |                      | s     |
| T <sub>WAKEUP</sub> | 退出低功耗的时间     | RSD 保持低电平的时间 |                      |      |                      | ms    |
| T <sub>W0L</sub>    | 写 0 低电平时间    |              | 22                   | 45   | 98                   | us    |
| T <sub>W1L</sub>    | 写 1 低电平时间    |              | 1                    | 7    | 15                   | us    |
| T <sub>RL</sub>     | 读低电平时间       |              | 5                    |      | 15                   | us    |
| EEPROM 操作           |              |              |                      |      |                      |       |
| I <sub>PROG</sub>   | 编程电流         |              |                      | 0.24 |                      | mA    |
| T <sub>PROG</sub>   | 写一页数据的编程时间   |              |                      | 8    |                      | ms    |
| N <sub>CY</sub>     | 写/擦除次数限制     | 环境温度为+25°C   | 400K                 |      |                      | --    |
|                     |              | 环境温度为+85°C   | 400K                 |      |                      |       |
| T <sub>DR</sub>     | 数据保留时间       | 环境温度为+85°C   | 10                   |      |                      | years |

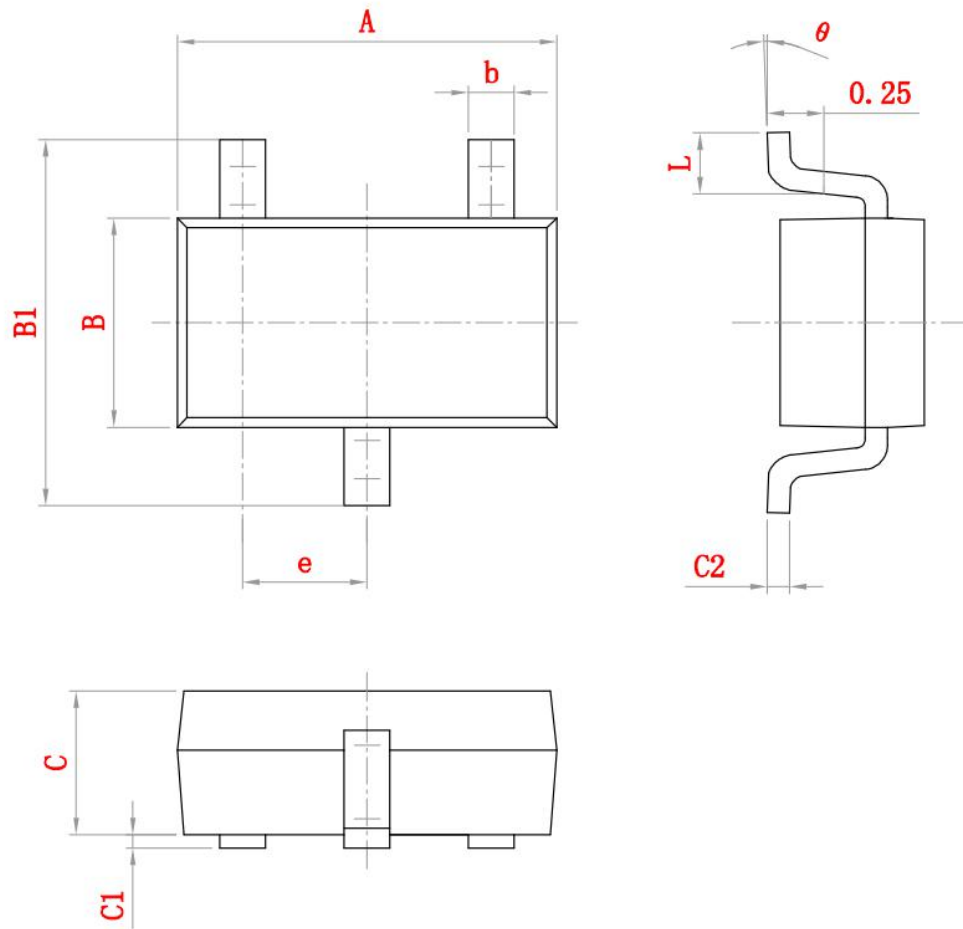
## 9. 封装尺寸

### 9.1 DFN6 封装尺寸



| 标注 \ 尺寸 | 最小 (mm)  | 标准 (mm) | 最大 (mm) |
|---------|----------|---------|---------|
| A       | 0.70     | 0.75    | 0.80    |
| A1      | 0.00     | 0.02    | 0.05    |
| b       | 0.30     | 0.35    | 0.40    |
| c       | 0.18     | 0.20    | 0.25    |
| D       | 1.95     | 2.00    | 2.05    |
| D2      | 1.25     | 1.30    | 1.35    |
| E       | 1.95     | 2.00    | 2.05    |
| E2      | 0.75     | 0.80    | 0.85    |
| e       | 0.650BSC |         |         |
| Nd      | 1.300BSC |         |         |
| K       | 0.20     | -       | -       |
| L       | 0.28     | 0.33    | 0.38    |
| h       | 0.15     | 0.20    | 0.25    |

## 9.2 SOT23-3 封装尺寸



| 尺寸<br>标注 | 最小(mm)     | 最大(mm) | 尺寸<br>标注 | 最小(mm) | 最大(mm) |
|----------|------------|--------|----------|--------|--------|
| A        | 2.82       | 3.02   | C        | 1.05   | 1.15   |
| e        | 0.95 (BSC) |        | C1       | 0.03   | 0.15   |
| b        | 0.28       | 0.45   | C2       | 0.12   | 0.23   |
| B        | 1.50       | 1.70   | L        | 0.35   | 0.55   |
| B1       | 2.60       | 3.00   | θ        | 0°     | 8°     |



## 版本修订

| 版本    | 日期         | 作者      | 描述   |
|-------|------------|---------|--|
| V1.0  | 2020.08.05 | 叶玉成     | 初始版本   |
| V1.1  | 2020.08.14 | 叶玉成     | 1.增加软复位指令<br>2.修改部分文字描述错误                                    |
| V1.2  | 2020.12.14 | sunzuan | 1.重新整理内部寄存器描述和EEPROM存储描述;<br>2.更新第6章各流程图;                    |
| V1.3  | 2020.12.16 | sunzuan | 1.修改DFN6封装管脚图;<br>2.修改工作电压范围;                                |
| V1.4  | 2020.12.17 | sunzuan | 1.增加第8章封装尺寸;<br>2.添加典型应用电路注意事项的描述;<br>3.修改各流程图中不合适的文字描述;     |
| V1.5  | 2021.01.07 | sunzuan | 1.修改1.5节典型应用电路图, 给出R0和C0的参考值;<br>2.完善EEPROM密钥区的文字描述, 避免产生歧义; |
| V1.6  | 2021.01.12 | sunzuan | 1.修改RSD接口时序及传输速率;<br>2.完善2.2节EEPROM存储描述;<br>3.修改工作电压范围;      |
| V1.7  | 2021.01.20 | sunzuan | 1.完善2.2节EEPROM存储描述;<br>2.添加2.2节备注说明;                         |
| V1.8  | 2021.03.27 | sunzuan | 1.增加电气特性的章节;   |
| V1.9  | 2021.04.06 | sunzuan | 1.增加SOT23-3封装管脚图;<br>2.增加9.2节SOT23-3封装尺寸;                    |
| V1.10 | 2021.04.12 | sunzuan | 1.完善2.2节EEPROM存储描述;  |
| V1.11 | 2021.04.13 | sunzuan | 1.修改1.5节典型应用电路图及电容参考值;                                       |
| V2.00 | 2021.07.31 | sunzuan | 1.修改8.1节外接电容C0的取值范围;   |
| V2.01 | 2021.10.13 | sunzuan | 1.删除系统复位指令   |