

## 具有超低功耗自动寻卡功能的 13.56MHz 非接触式阅读器芯片

### 主要特性

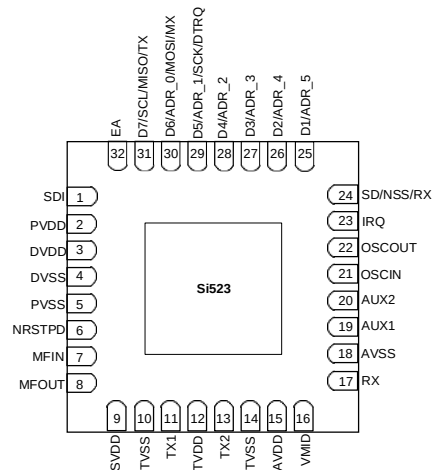
- 工作在 13.56MHz 频段
- 支持 ISO/IEC 14443 A/B/MIFARE
- 超低功耗自动载波侦测功能 (ACD)
  - 自动检测 13.56MHz 外部射频场和射频卡
  - ACD 过程不需要 MCU 干预
  - OSC 起振失败监测功能
- 高度集成的模拟电路, 解调和译码响应
- 带缓冲的输出驱动器, 使用最少的外围元件与天线连接
- 典型操作距离为 50mm
- 支持的主机接口:
  - SPI 接口, 速率高达 10Mbits/s
  - I2C 接口, 快速模式速率达 400kBd, 高速模式速率达 3400kBd
  - 串行 UART, 速率达 1228.8kBd
- 64 字节 FIFO
- 灵活的中断模式
- 集成可编程定时器
- 集成 CRC 协处理器
- 电源电压 2.5V-3.6V

- 1.1uA 硬掉电电流 (3.3V)
- 1.1uA 软掉电电流 (3.3V)
- 2.9uA 自动寻卡电流 (500ms)

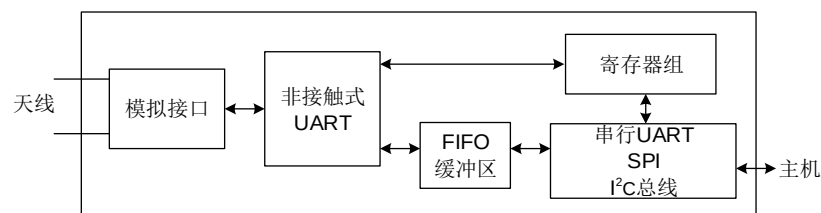
### 应用范围

- ◆ 超低功耗低成本非接触式阅读器
- ◆ ISO/IEC 14443 A/MIFARE 非接触式阅读器
- ◆ ISO/IEC 14443 B 非接触式阅读器

### 封装图



### 结构框图



# 目 录

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1. 介绍.....                           | 5  |
| 2. 产品特性 .....                        | 5  |
| 3. 主要参数指标.....                       | 6  |
| 4. 芯片框图 .....                        | 6  |
| 5. 管脚定义 .....                        | 8  |
| 6. 功能描述 .....                        | 10 |
| 6.1 ISO/IEC 14443A/MIFARE 读卡器功能..... | 10 |
| 6.2 ISO/IEC 14443B 读卡器功能.....        | 11 |
| 6.3 Auto Low Power Polling Loop..... | 11 |
| 7. 寄存器映射 .....                       | 14 |
| 7.1 寄存器集概述.....                      | 14 |
| 7.2 PAGE0: 命令和状态 .....               | 17 |
| 7.3 PAGE1: 通信 .....                  | 29 |
| 7.4 PAGE2: 配置 .....                  | 39 |
| 7.5 PAGE3: 测试 .....                  | 45 |
| 8. 数字接口 .....                        | 51 |
| 8.1 微控制器接口自动检测 .....                 | 51 |
| 8.2 SPI.....                         | 51 |
| 8.3 UART .....                       | 53 |
| 8.4 I <sup>2</sup> C .....           | 56 |
| 9. 模拟接口与非接触式 UART.....               | 61 |
| 9.1 概述.....                          | 61 |
| 9.2 TX 驱动 .....                      | 61 |
| 9.3 串行数据转换器.....                     | 63 |
| 9.4 CRC 协处理器 .....                   | 63 |
| 10. FIFO .....                       | 64 |
| 10.1 FIFO 存取.....                    | 64 |
| 10.2 FIFO 控制.....                    | 64 |
| 10.3 FIFO 状态信息.....                  | 64 |
| 11. 中断请求系统.....                      | 65 |
| 11.1 中断源概览.....                      | 65 |
| 12. 定时器 .....                        | 66 |
| 13. 低功耗模式 .....                      | 66 |
| 13.1 硬掉电.....                        | 66 |

|            |                         |           |
|------------|-------------------------|-----------|
| 13.2       | 软掉电 .....               | 66        |
| 13.3       | 发射机掉电 .....             | 67        |
| <b>14.</b> | <b>振荡器电路 .....</b>      | <b>67</b> |
| <b>15.</b> | <b>复位及振荡器启动时间 .....</b> | <b>67</b> |
| 15.1       | 复位时间要求 .....            | 67        |
| 15.2       | 振荡器启动时间 .....           | 67        |
| <b>16.</b> | <b>命令集 .....</b>        | <b>68</b> |
| 16.1       | 概述 .....                | 68        |
| 16.2       | 命令概览 .....              | 68        |
| 16.3       | 命令说明 .....              | 69        |
| <b>17.</b> | <b>应用设计信息参考 .....</b>   | <b>71</b> |
| <b>18.</b> | <b>推荐工作环境 .....</b>     | <b>72</b> |
| <b>19.</b> | <b>封装信息 .....</b>       | <b>73</b> |
| <b>20.</b> | <b>联系方式 .....</b>       | <b>74</b> |

## 缩略词及术语

| 缩写               | 说明                                          |
|------------------|---------------------------------------------|
| ADC              | Analog-to-Digital Converter                 |
| ASK              | Amplitude Shift Keying                      |
| BPSK             | Binary Phase Shift Keying                   |
| CRC              | Cyclic Redundancy                           |
| CW               | Continuous Wave                             |
| DAC              | Digital-to-Analog Converter                 |
| EOF              | End of frame                                |
| I <sup>2</sup> C | Inter-integrated Circuit                    |
| LSB              | Least Significant Bit                       |
| MISO             | Master In Slave Out                         |
| MOSI             | Master Out Slave In                         |
| MSB              | Most Significant Bit                        |
| NSS              | Not Slave Select                            |
| PCB              | Printed-Circuit Board                       |
| PLL              | Phase-Locked Loop                           |
| PRBS             | Pseudo-Random Bit Sequence                  |
| RX               | Receiver                                    |
| SOF              | Start Of Frame                              |
| SPI              | Serial Peripheral Interface                 |
| TX               | Transmitter                                 |
| UART             | Universal Asynchronous Receiver Transmitter |

调制系数-定义为电压比  $(V_{\max}-V_{\min}) / (V_{\max}+V_{\min})$  。

负载调制系数-定义为在卡线圈处测量的卡  $(V_{\max}-V_{\min}) / (V_{\max}+V_{\min})$  的电压比。



## Si523

### 1. 介绍

Si523 是一个高度集成的，工作在 13.56MHz 的非接触式读写器芯片，阅读器支持 ISO/IEC 14443 A/B/MIFARE，支持自动载波侦测功能（ACD）。

无需外围其他电路，Si523 的内部发送器可驱动读写器天线与 ISO/IEC 14443 A/B/MIFARE 卡和应答机通信。接收器模块提供一个强大而高效的电路，用以解调译码 ISO/IEC 14443 A/B/MIFARE 兼容卡及应答机信号。数字模块处理完整的 ISO/IEC 14443 A/B 帧和错误检测功能(奇偶和 CRC)。

ACD 模式下，芯片大部分时间处于休眠状态，由 3K RC 定时唤醒，以极低功耗侦测 13.56MHz 的射频场和射频卡，检测到场或卡自动产生中断唤醒 MCU。侦测场和卡的功能可以单独使能。在典型的 500ms 轮询周期下，电流约为 2.9uA。整个 ACD 过程不需要 MCU 干预。

芯片实现了多种主机接口：

- SPI 接口
- 串行 UART（类似 RS232，电平取决于提供的管脚电压）
- I2C 接口

### 2. 产品特性

- 高度集成的模拟电路，解调和译码响应
- 带缓冲的输出驱动器，使用最少的外围元件与天线连接
- 读写器模式的操作距离取决于天线的尺寸和圈数，典型操作距离为 50mm
- 读写器模式下支持 MIFARE 系列卡
- 支持 ISO/IEC 14443 A/B/Mifare 更高速率通信，最高达 848kBd
- 支持的主机接口：
  - SPI 接口，速率高达 10Mbits/s
  - I2C 接口，快速模式速率达 400kBd，高速模式速率达 3400kBd
  - 串行 UART，速率达 1228.8kBd
- 64 字节 FIFO
- 灵活的中断模式
- 低功耗硬复位功能
- 支持软掉电模式
- 集成可编程定时器
- 27.12MHz 内部振荡器
- 电源电压 2.5V-3.6V
- 集成 CRC 协处理器
- 可编程 I/O 管脚
- 支持 ACD 模式
  - ACD 模式支持自动检测 13.56MHz 外部射频场和射频卡
  - ACD 过程不需要 MCU 干预
  - OSC 起振失败监测功能

### 3. 主要参数指标

主要是各种模式下的电压、电流、温度。

表 1 主要参数指标

| 参数        | 符号              | 条件                                                       | 备注  | 最小值 | 典型值 | 最大值  | 单位 |
|-----------|-----------------|----------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|----|
| 模拟供电电压    | VDDA            | AVDD=PVDD=SVDD=TVDD;<br>VSSA=VSSD=VSS(PVSS)=VSS(TVSS)=0V | (1) | 2.5 | 3.3 | 3.6  | V  |
| TVDD 供电电压 | VDD(TVDD)       |                                                          |     | 2.5 | 3.3 | 3.6  | V  |
| PVDD 供电电压 | VDD(PVDD)       |                                                          | (1) | 2.5 | 3.3 | 3.6  | V  |
| SVDD 供电电压 | VDD(SVDD)       | VSSA=VSSD=VSS(PVSS)=VSS(TVSS)=0V                         |     | 2.5 | 3.3 | 3.6  | V  |
| 掉电电流      | I <sub>pd</sub> | AVDD=VDD(SVDD)=VDD(TVDD)=VDD(PVDD)=3.3V                  |     |     |     |      |    |
|           |                 | 硬掉电; NRSTPD 管脚置低                                         | (2) | -   | 1.1 | 1.5  | uA |
|           |                 | 软掉电; 射频信号检测器开启                                           | (2) | -   | 1.1 | 1.5  | uA |
| 自动寻卡平均电流  | IACD            | 500ms 自动寻卡时间间隔                                           |     |     | 2.9 | -    | uA |
| PVDD 供电电流 | IDDD            | PVDD 引脚; PVDD=3.3V                                       |     | -   | 0.9 | 1.5  | mA |
| 模拟供电电流    | IDDA            | AVDD 引脚; VDDA=3.3V, CmdReg 寄存器的 RcvOff 位=0               |     | -   | 3   | 4    | mA |
|           |                 | AVDD 引脚; 接收机关闭; VDDA=3.3V, CmdReg 寄存器的 RcvOff 位=1        |     | -   | 0.9 | 1    | mA |
| 发射机电流     | IDD(TVDD)       | 持续发射载波                                                   | (3) | -   | 20  | -    | mA |
| 温度        | Tamb            |                                                          |     | -40 | -   | +110 | ℃  |

注: (1) AVDD, VDD (TVDD) 必须始终保持电压相同;

(2) I<sub>pd</sub> 是所有供电电源的总电流;

(3) 典型电路操作期间, 总电流小于 30mA。

### 4. 芯片框图

非接触式 UART 用于处理与主机通信时的协议要求, FIFO 用于实现非接触式 UART 和主机之间快速便捷的数据传输。

多种主机接口可满足不同用户的需求。

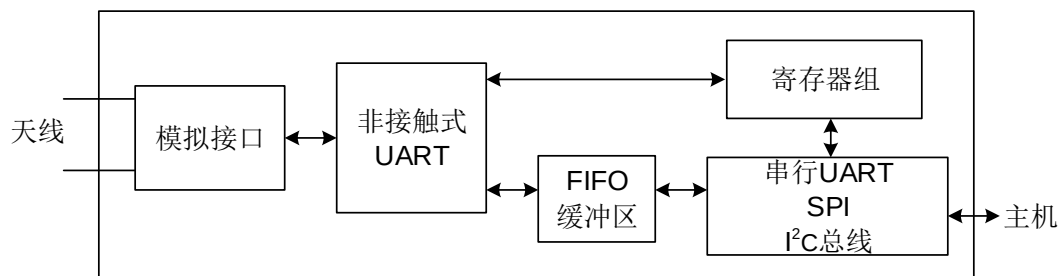


图 1 Si523 简化框图

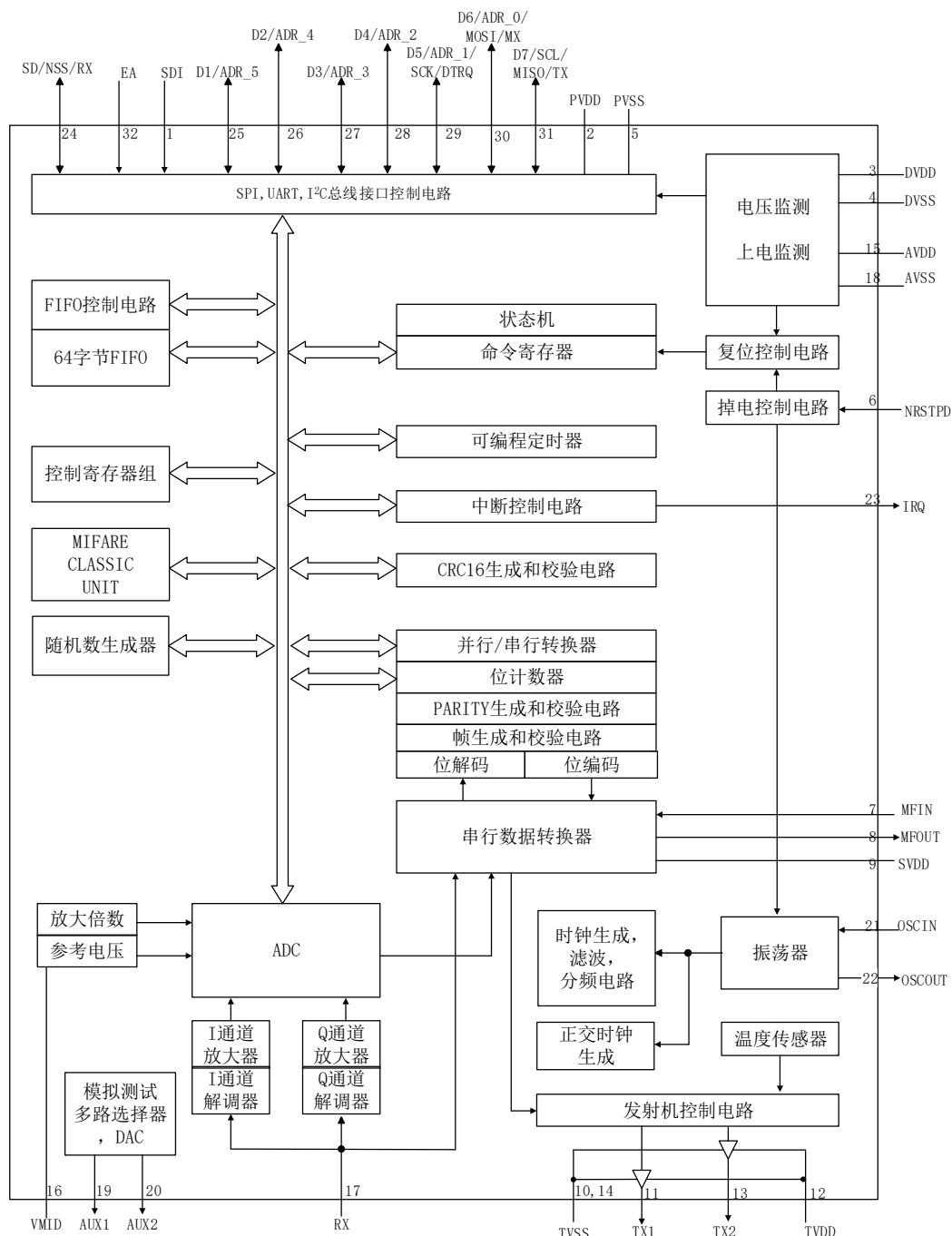


图 2 Si523 功能框图

## 5. 管脚定义

Si523 管脚封装示意图如下：

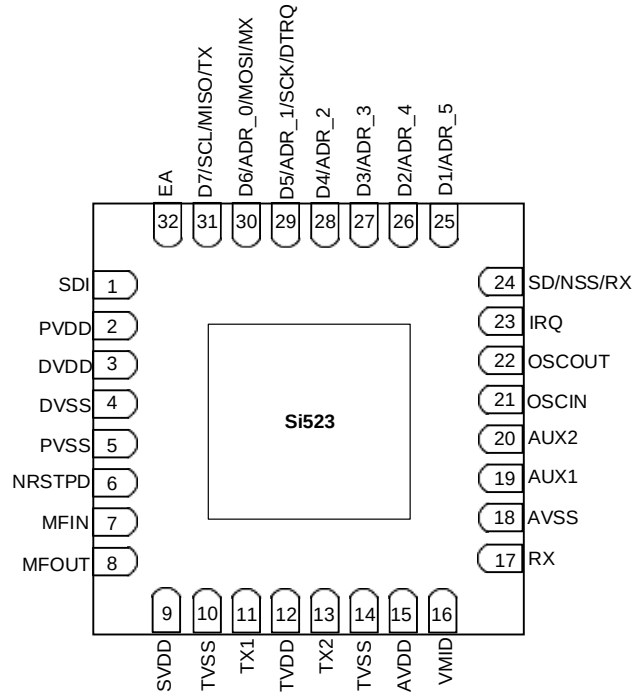


图 3 Si523 管脚示意图

表 2 管脚描述

| 管脚标号 | 符号     | 类型 <sup>[1]</sup> | 描述                                                                                                                              |
|------|--------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | SDI    | I                 | I <sup>2</sup> C 总线使能输入 <sup>[2]</sup>                                                                                          |
| 2    | PVDD   | P                 | 管脚电源                                                                                                                            |
| 3    | DVDD   | P                 | 数字电源                                                                                                                            |
| 4    | DVSS   | G                 | 数字地                                                                                                                             |
| 5    | PVSS   | P                 | 管脚电源地                                                                                                                           |
| 6    | NRSTPD | I                 | 复位和掉电输入： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 掉电：处于低电平时进入掉电状态；内部电流驱动关闭，振荡器关闭，输入引脚冻结，不与外部连接</li> <li>• 复位：上升沿触发复位</li> </ul> |
| 7    | MFIN   | I                 | 通信接口输入：接收数字串行数据流                                                                                                                |
| 8    | MFOUT  | O                 | 通信接口输出：发送串行数据流                                                                                                                  |
| 9    | SVDD   | P                 | 为 MFIN 和 MFOUT 供电                                                                                                               |
| 10   | TVSS   | G                 | 发射机地：TX1, TX2 输出级的地                                                                                                             |
| 11   | TX1    | O                 | 发射机 1：发射调制的 13.56MHz 能量载波                                                                                                       |
| 12   | TVDD   | P                 | 发射机电源：TX1, TX2 输出级的电源                                                                                                           |
| 13   | TX2    | O                 | 发射机 2：发射调制的 13.56MHz 能量载波                                                                                                       |

|    |        |     |                                                    |
|----|--------|-----|----------------------------------------------------|
| 14 | TVSS   | G   | 发射机地：TX1，TX2 输出级的地                                 |
| 15 | AVDD   | P   | 模拟电源                                               |
| 16 | VMID   | P   | 内部参考电压：该管脚提供内部参考电压                                 |
| 17 | RX     | I   | 接收机输入                                              |
| 18 | AVSS   | G   | 模拟地                                                |
| 19 | AUX1   | O   | 辅助输出：用于测试                                          |
| 20 | AUX2   | O   |                                                    |
| 21 | OSCIN  | I   | 晶振输入：振荡器反相放大器的输入；同时也是外部时钟的输入（ $f_{osc}=27.12MHz$ ） |
| 22 | OSCOUT | O   | 晶振输出：振荡器反相放大器的输出                                   |
| 23 | IRQ    | O   | 中断请求：指示中断事件                                        |
| 24 | SD     | I/O | I <sup>2</sup> C 总线串行数据输入输出 <sup>[2]</sup>         |
|    | NSS    | I   | SPI 信号输入 <sup>[2]</sup>                            |
|    | RX     | I   | UART 地址输入 <sup>[2]</sup>                           |
| 25 | D1     | I/O | 测试端口 <sup>[2]</sup>                                |
|    | ADR_5  | I/O | I <sup>2</sup> C 总线地址 5 输入 <sup>[2]</sup>          |
| 26 | D2     | I/O | 测试端口                                               |
|    | ADR_4  | I   | I <sup>2</sup> C 总线地址 4 输入 <sup>[2]</sup>          |
| 27 | D3     | I/O | 测试端口                                               |
|    | ADR_3  | I   | I <sup>2</sup> C 总线地址 3 输入 <sup>[2]</sup>          |
| 28 | D4     | I/O | 测试端口                                               |
|    | ADR_2  | I   | I <sup>2</sup> C 总线地址 2 输入 <sup>[2]</sup>          |
| 29 | D5     | I/O | 测试端口                                               |
|    | ADR_1  | I   | I <sup>2</sup> C 总线地址 1 输入 <sup>[2]</sup>          |
|    | SCK    | I   | SPI 串行时钟输入 <sup>[2]</sup>                          |
|    | DTRQ   | O   | UART 向微控制器发数请求 <sup>[2]</sup>                      |
| 30 | D6     | I/O | 测试端口                                               |
|    | ADR_0  | I   | I <sup>2</sup> C 总线地址 0 输入 <sup>[2]</sup>          |
|    | MOSI   | I/O | SPI 主机输出从机输入 <sup>[2]</sup>                        |
|    | MX     | O   | UART 向微控制器的输出 <sup>[2]</sup>                       |
| 31 | D7     | I/O | 测试端口                                               |
|    | SCL    | I/O | I <sup>2</sup> C 总线时钟输入/输出 <sup>[2]</sup>          |
|    | MISO   | I/O | SPI 主机输入从机输出 <sup>[2]</sup>                        |
|    | TX     | O   | UART 向微控制器的数据输出 <sup>[2]</sup>                     |
| 32 | EA     | I   | 外部地址输入：用于编码 I <sup>2</sup> C 地址                    |

注：[1]管脚类型：I=输入（Input），O=输出（Output），P=电源（Power），G=地（Ground.）；  
 [2]这些管脚的功能在第 8 节数字接口中另有说明。

## 6. 功能描述

Si523 的传输模块支持具有多种传输速率和调制方法的 ISO14443A/MIFARE 和 14443B 读卡器模式。

注意：本章所列出的调制系数和模式都是系统参数，也就是说为了达到最优性能，需要适配的芯片设置和天线调谐。

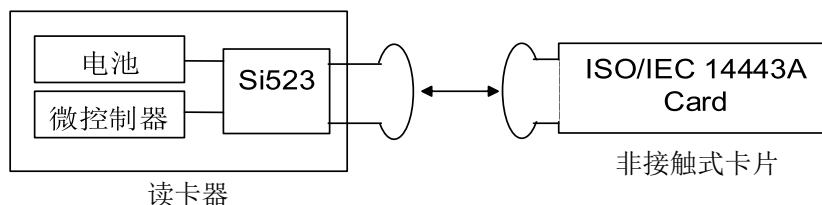


图 4 Si523 读卡模式

### 6.1 ISO/IEC 14443A/MIFARE 读卡器功能

物理层通信示意图如下。

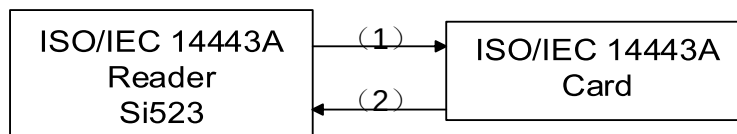


图 5 ISO/IEC 14443A/MIFARE 读卡器模式通信示意图

物理参数如下表所示。

表 3 ISO/IEC 14443A/MIFARE 读卡器通信相关参数列表

| 通信方向                      | 信号类型   | 传输速率               |                    |                    |                    |
|---------------------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                           |        | 106kBd             | 212kBd             | 424kBd             | 848kBd             |
| 读卡器→卡<br>(Si523 发送数据到卡)   | 读卡器的调制 | 100%ASK            | 100%ASK            | 100%ASK            | 100%ASK            |
|                           | 位编码    | 改进 Miller 编码       | 改进 Miller 编码       | 改进 Miller 编码       | 改进 Miller 编码       |
|                           | 位长度    | 128/13.56) $\mu s$ | (64/13.56) $\mu s$ | (32/13.56) $\mu s$ | (16/13.56) $\mu s$ |
| 卡→读卡器<br>(Si523 接收来自卡的数据) | 卡的调制   | 副载波负载调制            | 副载波负载调制            | 副载波负载调制            | 副载波负载调制            |
|                           | 副载波频率  | 13.56MHz/16        | 13.56MHz/16        | 13.56MHz/16        | 13.56MHz/16        |
|                           | 位编码    | Manchester         | BPSK               | BPSK               | BPSK               |

完整 ISO/IEC 14443A/MIFARE 协议的实现需要使用芯片的非接触式 UART 和外围专用主机。内部 CRC 协处理器根据 ISO/IEC 14443A-3 来计算 CRC 值，根据传输速率生成奇偶校验位。

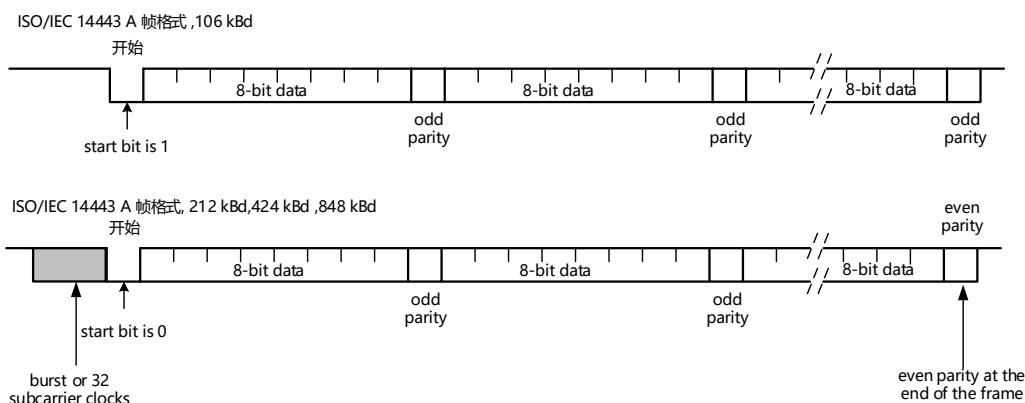


图 6 ISO/IEC 14443A 协议数据编码与帧结构

## 6.2 ISO/IEC 14443B 读卡器功能

Si523 支持 ISO/IEC 14443B 卡的读写，相关物理层参数如表 4 所示。

表 4 ISO 14443B 读卡器通信相关参数列表

| 通信方向                      | 信号类型   | 传输速率                |                    |                    |                    |
|---------------------------|--------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                           |        | 106kBd              | 212kBd             | 424kBd             | 848kBd             |
| 读卡器→卡<br>(Si523 发送数据到卡)   | 读卡器的调制 | 10%ASK              | 10%ASK             | 10%ASK             | 10%ASK             |
|                           | 位编码    | NRZ -L              | NRZ -L             | NRZ -L             | NRZ-L              |
|                           | 位长度    | (128/13.56) $\mu s$ | (64/13.56) $\mu s$ | (32/13.56) $\mu s$ | (16/13.56) $\mu s$ |
| 卡→读卡器<br>(Si523 接收来自卡的数据) | 卡的调制   | 副载波负载调制             | 副载波负载调制            | 副载波负载调制            | 副载波负载调制            |
|                           | 副载波频率  | 13.56MHz/16         | 13.56MHz/16        | 13.56MHz/16        | 13.56MHz/16        |
|                           | 位编码    | BPSK                | BPSK               | BPSK               | BPSK               |

## 6.3 Auto Low Power Polling Loop

自动低功耗轮循环 (Auto Low Power Polling Loop) 由 3 个阶段构成——侦听、轮询和休眠。其中侦听和休眠可以单独使能。在典型的 500ms 的轮询周期下，平均电流仅为 3.84 $\mu A$ ，可实现极低功耗自动检场检卡。

其原理简图如下所示：

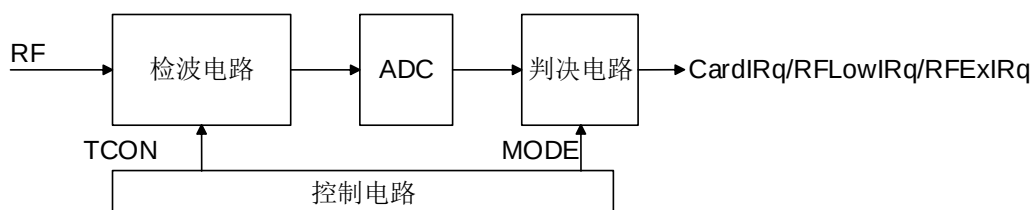


图 7 ACD 功能简图

轮询和侦听功能的实现原理见检波电路说明部分。轮询和侦听阶段的 T\_CON 可以单独配置。

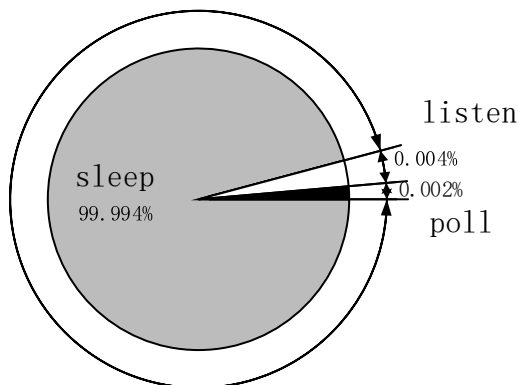


图 8 轮询过程示意图

根据用户设置，进入轮询模式之后的 2~5 次侦听/轮询可以忽略。

### 1) 侦听阶段

Si523 在此阶段寻找阅读器。Si523 不发射载波，检测外部有没有其他阅读器发射的 13.56MHz 载波。若其幅度大于设定阈值，则停止执行 Loop 并产生中断。

### 2) 轮询阶段

Si523 在此阶段寻找射频卡。Si523 先发射载波然后检测 13.56MHz 载波幅度变化。若载波幅度变化大于设定阈值则判定为有卡并产生中断。

#### • 检卡模式

可以设置为相对模式和绝对值模式

自动模式——将本次检测载波幅度与上次检测到的载波幅度比较，差值超过设定阈值则判定有卡。

绝对值模式——将本次检测载波幅度与设定值比较，差值超过设定阈值则判定有卡。

#### • 检卡方向

检卡方向可以根据需要设置为三种模式

上升沿——有卡比无卡时的载波幅度大

下降沿——有卡比无卡时的载波幅度小

双沿——有卡比无卡时的载波幅度大或小

#### • 场异常判断

检卡时，可以同时监测自身 RF 场是否小于 RFLowThreshold，小于则判断为场异常

### 3) 休眠阶段

芯片处于休眠状态。

相关寄存器：0x01，0x0F\_A/B/C/D/F/G/I/K/L/M/N/O/P

## 6.3.1 RF 参考值自动获取方法

通过命令自动获取：

- 通过写 ADC\_EXCUTE 命令获取，命令编码为 0110b
- 等待 100us 以上
- 再次写 ADC\_EXCUTE，读 0x0F\_G 即为所需参考值

相关寄存器：0x01，0x0F\_G。



### 6.3.2 检波电路

检波电路原理简图如下：

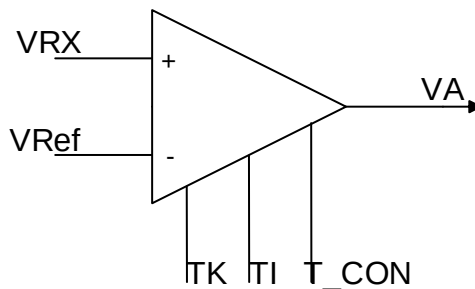


图 9 检波电路框图

VRX: 天线端场强；

VRef: ADC 参考电压，由 T\_CON 控制；

VA: 检波模块送给 ADC 的电压。

### 6.3.3 晶振监测

在轮询过程中，当晶振连续 4 次起振失败时，产生晶振起失败中断。产生中断之后，芯片并不会唤醒，而是继续执行 Polling Loop。一旦 OSC 起振，内部计数器复位。

相关寄存器有：0x0F\_F/0x0F\_O/0x0F\_P。

### 6.3.4 3K RC

定时唤醒——由 3K RC 驱动，3K RC 只在 Polling Loop 中工作。

时钟校正——分为自动校正和手动校正：

#### 1) 自动校正

通过写 MStart 命令自动校正，命令编码为 0101b；

#### 2) 手动校正

通过配置寄存器进行手动校正。

相关寄存器：0x0F\_A/0x0F\_F。

### 6.3.5 ARI

此功能用来指示寻卡时 RF 场是否开启。ARI 比 RF 场提前开 1us，比 RF 场晚关 1us。ARI 功能和 D1 脚复用。

相关寄存器：0x0F\_L。

### 6.3.6 ACD 配置监测

进入轮询模式之前，将 ACCEn 置 1，使能配置监测功能。一旦数据丢失，将产生 ACCErr，通过 IRQ 传出。

更新轮询配置之前必须将 ACCEn 拉低。拉低 ACCEn，ACCErr 将自动被清除。

## 7. 寄存器映射

### 7.1 寄存器集概述

表 4 寄存器概览

| 地址 (HEX)     | 寄存器名           | 功能                     |
|--------------|----------------|------------------------|
| PAGE0: 命令和状态 |                |                        |
| 0            | PageSelReg     | 寄存器翻页和轮询配置访问           |
| 1            | CmdReg         | 启动、终止命令的执行             |
| 2            | IRq1EnReg      | 中断请求传递的使能和禁能控制位        |
| 3            | IRq2EnReg      | 中断请求传递的使能和禁能控制位        |
| 4            | IRq1Reg        | 中断请求标志位                |
| 5            | IRq2Reg        | 中断请求标志位                |
| 6            | ErrReg         | 错误标志位, 指示上一个执行的命令的错误状态 |
| 7            | Status1Reg     | 通信的状态标志                |
| 8            | Status2Reg     | 接收机和发送机的状态标志           |
| 9            | FIFODataBusReg | 64 字节 FIFO 的输入输出缓冲区    |
| A            | FIFOLevelReg   | 指示 FIFO 中存储的字节数        |
| B            | WaterLevelReg  | 定义产生上溢和下溢警报的 FIFO 深度   |
| C            | CtrlReg        | 各控制寄存器                 |
| D            | BitFramingReg  | 面向比特的帧的调整              |
| E            | CollPosReg     | RF 接口检测到的第一个冲突位的位置     |
| F_A          | RCCfg1         | 3K RC 配置 1             |
| F_B          | ACRDCfg        | 射频卡和射频场检测              |
| F_C          | ManRefVal      | 手动模式参考值                |
| F_D          | ValDelta       | 场强变化范围                 |
| F_E          | RFU            | -                      |
| F_F          | RCCfg1         | 3K RC 配置 2             |
| F_G          | ADCVal         | 轮询 ADC 采样值             |
| F_H          | WdtCnt         | 看门狗间隔设置                |
| F_I          | ARI            | ACRD                   |
| F_J          | RFU            | -                      |
| F_K          | LPDCfg1        | 检波器配置 1                |
| F_L          | LPDCfg2        | 检波器配置 2                |
| F_M          | RFLOWDetect    | ACD 期间低 RF 监测配置        |
| F_N          | ExRFDetect     | ACD 期间外部 RF 监测配置       |
| F_O          | ACRDIRqEn      | ACD 相关中断使能             |
| F_P          | ACRDIRq        | ACD 相关中断               |
| PAGE1: 命令    |                |                        |
| 0            | PageSelReg     | 寄存器翻页和轮询配置访问           |
| 1            | ModeReg        | 定义发射和接收的常用模式           |
| 2            | TxCfgReg       | 定义发射的速率和帧              |

|           |               |                                       |
|-----------|---------------|---------------------------------------|
| 3         | RxCfgReg      | 定义接收的速率和帧                             |
| 4         | TxCtrlReg     | 控制天线驱动管脚 TX1 和 TX2 的逻辑特性              |
| 5         | TxAutoReg     | 控制天线驱动的配置                             |
| 6         | TxSelReg      | 选择天线驱动源                               |
| 7         | RxSelReg      | 内部接收机设置                               |
| 8         | RxTHReg       | 选择位译码器的阈值                             |
| 9         | DemodReg      | 解调电路设置                                |
| A         | RFU           | -                                     |
| B         | RFU           | -                                     |
| C         | MifReg        | 控制 ISO14443A/MIFARE                   |
| D         | MfrxReg       | 接收机参数细调                               |
| E         | TypeBReg      | 配置 ISO14443B 通信                       |
| F         | UARTSpeedReg  | 选择串行 UART 接口的速率                       |
| PAGE2: 配置 |               |                                       |
| 0         | PageSelReg    | 寄存器翻页和轮询配置访问                          |
| 1         | CRCValReg     | 显示 CRC 计算的 MSB 和 LSB 值                |
| 2         |               |                                       |
| 3         | RFU           | -                                     |
| 4         | ModWidthReg   | 调制宽度的设置                               |
| 5         | RFU           | -                                     |
| 6         | RFCfgReg      | 配置接收增益                                |
| 7         | GsNOnReg      | 选择天线驱动管脚 TX1 和 TX2 的电导系数，在天线驱动打开时做调制用 |
| 8         | CWGSPReg      | 选择天线驱动管脚 TX1 和 TX2 的电导系数，在未调制时使用      |
| 9         | ModGsPReg     | 选择天线驱动管脚 TX1 和 TX2 的电导系数，在调制时使用       |
| A         | TModeReg      | 内部定时器设置                               |
| B         | TPreReg       |                                       |
| C         | TRloadReg     | 16-bit 定时器重装值                         |
| D         |               |                                       |
| E         | TcntValReg    | 16-bit 实际定时器值                         |
| F         |               |                                       |
| PAGE3: 测试 |               |                                       |
| 0         | PageSelReg    | 寄存器翻页和轮询配置访问                          |
| 1         | CommTest1Reg  | 常用测试信号配置                              |
| 2         | CommTest2Reg  | 常用测试信号配置和 PRBS 控制                     |
| 3         | TestPinEnReg  | 8-bit 并行总线的管脚输出驱动使能（仅用于串行接口）          |
| 4         | TestPinValReg | 当用作 I/O 总线时，定义 8-bit 并行总线的值           |
| 5         | TestBusReg    | 内部测试总线的状态                             |
| 6         | SelfTestReg   | 控制数字自测试                               |
| 7         | VersionReg    | 版本控制                                  |

|     |                |                     |
|-----|----------------|---------------------|
| 8   | SelAUXReg      | 控制管脚 AUX1 和 AUX2    |
| 9   | TestValDAC1Reg | 定义 TestDAC1 的测试值    |
| A   | TestValDAC2Reg | 定义 TestDAC2 的测试值    |
| B   | ValADCRReg     | 显示 ADC I 和 Q 通道的实际值 |
| C-F | RFTReg         | 保留用于产品测试            |

根据寄存器的不同功能，寄存器位的存取情况也有不同。位操作相同的寄存器通常会被分配到一组。

寄存器行为如下表所示。

表 5 寄存器行为描述

| 缩写  | 操作  | 描述                                                                                           |
|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| r/w | 读/写 | 这些位由微控制器写入和读出，用作芯片控制，其内容不受内部状态机的影响。例如 <b>IRq1Reg</b> 可以由微控制器写入和读出，也可以由内部状态机读出，但是状态机不能改变它的内容。 |
| dy  | 动态  | 这些位由微控制器写入和读出，也可以由内部状态机自动写入。例如当执行完一个实际的命令后，命令寄存器的内容随之自动变化。                                   |
| r   | 只读  | 这些位保存着大量的标志，其值仅由内部状态来决定。例如 <b>CRCReady</b> 标志不是从外部写入，而是显示芯片内部状态。                             |
| w   | 只写  | 读这些位通常返回 0。                                                                                  |
| RFU | -   | 这些寄存器保留为将来使用，其值不应更改。                                                                         |
| RFT | -   | 这些寄存器保留用于产品测试，其值不应更改。                                                                        |

## 7.2 PAGE0: 命令和状态

### 7.2.1 PageSelReg

表 6 PageSelReg 地址: 00h 复位值: 00h

|      | 7   | 6              | 5         | 4   | 3   | 2   | 1   | 0 |
|------|-----|----------------|-----------|-----|-----|-----|-----|---|
|      | RFU | Regbank Select | RegSelect |     |     |     | RFU |   |
| 访问权限 | -   | r/w            | r/w       | r/w | r/w | r/w | -   | - |

表 7 PageSelReg 位描述

| 位   | 符号            | 功能                                                                                                    |
|-----|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | RFU           | 保留为将来使用                                                                                               |
| 6   | RegbankSelect | 设置为 1 时, 可以读写 0Fh 寄存器组; 设置为 0 时, 可以访问 37h 寄存器                                                         |
| 5-2 | RegSelect     | RegbankSelect 为 0 时, 若 Regselect 为:<br>0000: 读写 A 组寄存器;<br>0001: 读写 B 组寄存器;<br>...<br>1111: 读写 P 组寄存器 |
| 1-0 | RFU           | 保留为将来使用                                                                                               |

### 7.2.2 CmdReg

启动、终止命令的执行。

表 8 CmdReg 地址: 01h 复位值: 20h

|      | 7        | 6   | 5      | 4          | 3       | 2  | 1  | 0  |
|------|----------|-----|--------|------------|---------|----|----|----|
|      | AutoPoll | RFU | RcvOff | Power Down | Command |    |    |    |
| 访问权限 | dy       | -   | r/w    | dy         | dy      | dy | dy | dy |

表 9 CmdReg 位描述

| 位 | 符号        | 功能                                                                                                                                      |
|---|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | AutoPoll  | 0: Off<br>1: On<br>在 ACD 模式下, 每当检测带外部周期信号上升沿就自动开始执行轮询。在轮询期间, 每当检测到场强中断就将 AutoPoll 置 0, 即关闭 ACD, 并产生中断信号; 否则进入 PowerDown 模式, 等待下一次外部周期信号 |
| 6 | RFU       | 保留为将来使用                                                                                                                                 |
| 5 | RcvOff    | 设置为 1 表示接收机的模拟部分关断                                                                                                                      |
| 4 | PowerDown | 设置为 1 表示进入软掉电模式;<br>设置为 0, Si523 启动唤醒过程, 在该过程中这一位仍然保持为 1, 0 表示 Si523 已经准备好工作。<br>注意: 如果已经激活 SoftReset 命令, 这一位就不能再置位                     |

|     |         |                                       |
|-----|---------|---------------------------------------|
| 3-0 | Command | 根据命令码来激活命令；读这些寄存器可以得到当前正在执行的命令。见 18 节 |
|-----|---------|---------------------------------------|

## 7.2.3 IRq1EnReg

中断请求传递的使能和禁能控制位。

表 10 IRq1EnReg 地址：02h 复位值：80h

|      | 7      | 6    | 5    | 4      | 3         | 2         | 1     | 0       |
|------|--------|------|------|--------|-----------|-----------|-------|---------|
|      | IRqInv | TxIE | RxIE | IdleIE | HiAlertIE | LoAlertIE | ErrIE | TimerIE |
| 访问权限 | r/w    | r/w  | r/w  | r/w    | r/w       | r/w       | r/w   | r/w     |

表 11 IRq1EnReg 位描述

| 位 | 符号        | 功能                                                                                                           |
|---|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | IRqInv    | 设置为 1 表示 IRQ 管脚上的信号与 Status1Reg 中的 IRq 位相反；设置为 0 则相等。与 IRq2EnReg 中的 IRqPushPull 位一起使用，默认值为 1 时 IRQ 管脚的输出是三态的 |
| 6 | TxIE      | 允许发射机中断请求（TxIRq）传递到 IRQ 管脚                                                                                   |
| 5 | RxIE      | 允许接收机中断请求（RxIRq）传递到 IRQ 管脚                                                                                   |
| 4 | IdleIE    | 允许空闲中断请求（IdleIRq）传递到 IRQ 管脚                                                                                  |
| 3 | HiAlertIE | 允许高警告中断请求（HiAlertIRq）传递到 IRQ 管脚                                                                              |
| 2 | LoAlertIE | 允许低警告中断请求（LoAlertIRq）传递到 IRQ 管脚                                                                              |
| 1 | ErrIE     | 允许错误中断请求（ErrorIRq）传递到 IRQ 管脚                                                                                 |
| 0 | TimerIE   | 允许定时器中断请求（TimerIRq）传递到 IRQ 管脚                                                                                |

## 7.2.4 IRq2EnReg

中断请求传递的使能和禁能控制位。

表 12 IRq2EnReg 地址：03h 复位值：00h

|      | 7           | 6         | 5        | 4          | 3   | 2     | 1   | 0   |
|------|-------------|-----------|----------|------------|-----|-------|-----|-----|
|      | IRQPushPull | CardIRqEn | WdtIRqEn | SiginActIE | RFU | CRCIE | RFU | RFU |
| 访问权限 | r/w         | r/w       | r/w      | r/w        | -   | r/w   | -   | -   |

表 13 IRq2EnReg 位描述

| 位 | 符号          | 功能                                            |
|---|-------------|-----------------------------------------------|
| 7 | IRQPushPull | 设置为 1 表示 IRQ 管脚用作标准 CMOS 输出管脚；设置为 0 表示 IRQ 管脚 |
| 6 | CardIRqEn   | 场强中断使能<br>1：使能<br>0：不使能                       |
| 5 | WdtIRqEn    | 定时唤醒使能<br>1：使能<br>0：不使能                       |

|   |            |                               |
|---|------------|-------------------------------|
| 4 | SignActIEn | 允许 MFIN 有效中断请求传递到 IRQ 管脚      |
| 3 | RFU        | 保留为将来使用                       |
| 2 | CRCIEn     | 允许 CRC 中断请求（CRCIRq）传递到 IRQ 管脚 |
| 1 | RFU        | 保留为将来使用                       |
| 0 | RFU        | 保留为将来使用                       |

## 7.2.5 IRq1Reg

中断请求标志位。

表 14 IRq1Reg 地址：04h 复位值：14h

|      |      |       |       |         |            |            |        |          |
|------|------|-------|-------|---------|------------|------------|--------|----------|
|      | 7    | 6     | 5     | 4       | 3          | 2          | 1      | 0        |
|      | Set1 | TxIRq | RxIRq | IdleIRq | HiAlertIRq | LoAlertIRq | ErrIRq | TimerIRq |
| 访问权限 | w    | dy    | dy    | dy      | dy         | dy         | dy     | dy       |

表 15 IRq1Reg 位描述

| 位 | 符号         | 功能                                                                                                 |
|---|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | Set1       | 与中断标志位配合使用，用来将中断标志位置 1 或清 0<br>当此位写 0，同时对应中断标志位写 1 表示清除此中断位；<br>当此位写 1，同时对应中断标志位写 1 表示置位此中断位；      |
| 6 | TxIRq      | 在发射完发送数据的最后一个比特后立刻置 1                                                                              |
| 5 | RxIRq      | 当接收机检测到一个有效数据流结束后置 1；<br>如果 RxCfgReg 中的 RxNoErr 为 1，那么只有当 FIFO 中有有效数据字节时 RxIRq 才置 1                |
| 4 | IdleIRq    | 当命令自动终止时置 1，例如当 CmdReg 从任意命令变为空闲命令时。如果启动了一个未知的命令，CmdReg 将变为空闲，并置位 IdleIRq。由微控制器启动 Idle 命令则不会置位空闲中断 |
| 3 | HiAlertIRq | 当 Status1Reg 的 HiAlert 位为 1 时置 1。与 HiAlert 相反，HiAlertIRq 保存了该中断事件，只能通过 Set1 位的清零指示来复位              |
| 2 | LoAlertIRq | 当 Status1Reg 的 LoAlert 位为 1 时置 1。与 LoAlert 相反，LoAlertIRq 保存了该中断事件，只能通过 Set1 位的清零指示来复位              |
| 1 | ErrIRq     | 当 ErrReg 中有任何错误位为 1 时置 1                                                                           |
| 0 | TimerIRq   | 当定时器 TimerValue 寄存器递减到 0 时置 1                                                                      |

## 7.2.6 IRq2Reg

中断请求标志位。

表 16 IRq2Reg 地址: 05h 复位值: xxh, 000x00xxb

|      | 7    | 6       | 5      | 4               | 3   | 2      | 1   | 0   |
|------|------|---------|--------|-----------------|-----|--------|-----|-----|
|      | Set2 | CardIRq | WdtIRq | SiginAct<br>IRq | RFU | CRCIRq | RFU | RFU |
| 访问权限 | w    | dy      | dy     | dy              | -   | dy     | -   | -   |

表 17 IRq2Reg 位描述

| 位 | 符号          | 功能                                                                                            |
|---|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | Set2        | 与中断标志位配合使用，用来将中断标志位置 1 或清 0<br>当此位写 0，同时对应中断标志位写 1 表示清除此中断位；<br>当此位写 1，同时对应中断标志位写 1 表示置位此中断位； |
| 6 | CardIRq     | 场强中断<br>1: 有卡<br>0: 无卡                                                                        |
| 5 | WdtIRq      | 定时唤醒中断<br>1: 产生了定时唤醒<br>0: 未产生定时唤醒                                                            |
| 4 | SiginActIRq | 当 MFIN 有效时置 1；当信号上升沿或下降沿被检测到时置位                                                               |
| 3 | RFU         | 保留为将来使用                                                                                       |
| 2 | CRCIRq      | 当 CRC 命令有效且所有数据都被处理后置 1                                                                       |
| 1 | RFU         | 保留为将来使用                                                                                       |
| 0 | RFU         | 保留为将来使用                                                                                       |

## 7.2.7 ErrReg

错误标志位，指示上一个执行的命令的错误状态。

表 18 ErrReg 地址: 06h 复位值: 00h

|      | 7     | 6       | 5   | 4              | 3       | 2      | 1             | 0               |
|------|-------|---------|-----|----------------|---------|--------|---------------|-----------------|
|      | WrErr | TempErr | RFU | BufferO<br>vfl | CollErr | CRCErr | ParityEr<br>r | Protocol<br>Err |
| 访问权限 | r     | r       | -   | r              | r       | r      | r             | r               |

表 19 ErrReg 位描述

| 位 | 符号      | 功能                                                                                            |
|---|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | WrErr   | 在 AutoColl 命令或 MFAuthent 命令执行期间，主机向 FIFO 写数时置 1；<br>在射频接口发送最后一个比特到接收最后一个比特之间，主机向 FIFO 写数也会置 1 |
| 6 | TempErr | 内部温度传感器检测到过热时置 1，此时天线驱动自动关断                                                                   |
| 5 | RFU     | 保留为将来使用                                                                                       |



|   |             |                                                                                                  |
|---|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | BufferOvfl  | 在主机或者 Si523 的内部状态机（如接收机）在 FIFO 已满的情况下仍向 FIFO 写数时置 1                                              |
| 3 | CollErr     | 检测到位冲突时置 1；在接收机启动阶段自动清 0<br>仅在 106kbits/s 面向比特的防冲突过程中有效，在 212/424 kbits/s 时该位始终为 0               |
| 2 | CRCErr      | 在 RxCfgReg 中的 RxCRCEn 位为 1 且 CRC 计算错误时置 1，在接收机启动阶段自动清 0                                          |
| 1 | ParityErr   | 在奇偶校验出错时置 1，在接收机启动阶段自动清 0。仅在 ISO/IEC 14443A/MIFARE 或 NFCIP-1 106kbits/s 通信情况下有效                  |
| 0 | ProtocolErr | 1: SOF 错误<br>接收器启动阶段自动清零，仅在 106kBd 速率下有效，在 MFAuthenticate 命令执行期间，若一个数据流收到的字节数错误则 ProtocolErr 位置位 |

注意：执行命令时将清除除了 TempErr 之外的所有错误标志位；错误标志位不能通过软件置位。

## 7.2.8 Status1Reg

CRC，中断和 FIFO 的状态位。

表 20 Status1Reg 地址：07h 复位值：xxh, x100x01xb

|      |     |       |          |     |          |     |         |         |
|------|-----|-------|----------|-----|----------|-----|---------|---------|
|      | 7   | 6     | 5        | 4   | 3        | 2   | 1       | 0       |
|      | RFU | CRCOk | CRCReady | IRq | TRunning | RFU | HiAlert | LoAlert |
| 访问权限 | -   | r     | R        | r   | r        | r   | r       | r       |

表 21 Status1Reg 位描述

| 位 | 符号       | 功能                                                                                                        |
|---|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | RFU      | 保留为将来使用                                                                                                   |
| 6 | CRCOk    | CRC 结果为 0 时置 1。在发射和接收数据时 CRCOk 不定，使用 ErrReg 中 CRCErr 的值。CRCOk 指示了 CRC 协处理器的状态，在计算过程中该位为 0，CRC 计算完成且正确时置 1 |
| 5 | CRCReady | CRC 计算完成时置 1，该位仅在 CalcCRC 命令期间对 CRC 协处理器的计算有效                                                             |
| 4 | IRq      | 任意中断源请求中断（与中断使能位有关，详见 IRq1Reg 和 IRq2EnReg 的配置）                                                            |
| 3 | TRunning | 定时单元工作时置 1，例如 TcntValReg 会随着下一个定时器时钟的到来而递减<br>注意：在门控模式中，当定时器由寄存器位使能时，则 TRunning 置 1，不受门控信号的影响             |
| 2 | RFU      | 保留为将来使用                                                                                                   |
| 1 | HiAlert  | 当 FIFO 中存储的字节数满足下式时置 1：<br>$HiAlert = (64 - FIFOLength) \leq WaterLevel$                                  |
| 0 | LoAlert  | 当 FIFO 中存储的字节数满足下式时置 1：<br>$LoAlert = FIFOLength \leq WaterLevel$                                         |

## 7.2.9 Status2Reg

接收机，发射机和数据模式检测器的状态位。

表 22 Status2Reg 地址：08h 复位值：00h

|      | 7             | 6                       | 5   | 4   | 3           | 2           | 1 | 0 |
|------|---------------|-------------------------|-----|-----|-------------|-------------|---|---|
|      | TempSensClear | I <sup>2</sup> CForceHS | RFU | RFU | MFCrypto1On | Modem State |   |   |
| 访问权限 | r/w           | r/w                     | -   | -   | dy          | r           | r | r |

表 23 Status2Reg 位描述

| 位    | 符号                      | 功能                                                                                                                                          |                                                                     |
|------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 7    | TempSensClear           | 设置为 1，且温度低于警报限制值 125℃时清除温度错误                                                                                                                |                                                                     |
| 6    | I <sup>2</sup> CForceHS | I <sup>2</sup> C 输入滤波器设置。设置为 1 时，I <sup>2</sup> C 输入滤波器进入不受 I <sup>2</sup> C 协议约束的高速模式；设置为 0 时 I <sup>2</sup> C 输入滤波器满足 I <sup>2</sup> C 协议 |                                                                     |
| 5: 4 | RFU                     | 保留为将来使用                                                                                                                                     |                                                                     |
| 3    | MFCrypto1On             | 指示 MIFARE Crypto1 单元开启，所有与卡的通信数据都是加密的<br>仅当 MFAuthent 命令成功执行后该位才能置 1；仅在对 MIFARE 卡的读卡器模式下才有效；该位需要通过软件清 0                                     |                                                                     |
| 2-0  | Modem State             | 发射机和接收机的状态                                                                                                                                  |                                                                     |
|      |                         | 值                                                                                                                                           | 描述                                                                  |
|      |                         | 000                                                                                                                                         | 空闲                                                                  |
|      |                         | 001                                                                                                                                         | 等待 BitFramingReg 中的 StartSend 置位                                    |
|      |                         | 010                                                                                                                                         | TxWait：如果 TxWaitRF 位为 1，等待 RF 场准备好再发射数据。TxWait 的最小时间在 TxWaitReg 中定义 |
|      |                         | 011                                                                                                                                         | 发射数据                                                                |
|      |                         | 100                                                                                                                                         | RxWait：如果 RxWaitRF 位为 1，等待 RF 场准备好再接收数据。RxWait 的最小时间在 RxSelReg 中定义  |
|      |                         | 101                                                                                                                                         | 等待数据                                                                |
|      |                         | 110                                                                                                                                         | 接收数据                                                                |

## 7.2.10 FIFODataBusReg

FIFO 的输入输出。

表 24 FIFODataBusReg 地址：09h 复位值：xxh, xxxxxxxxb

|      | 7        | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|------|----------|----|----|----|----|----|----|----|
|      | FIFOData |    |    |    |    |    |    |    |
| 访问权限 | dy       | dy | dy | dy | dy | dy | dy | dy |

表 25 FIFODataBusReg 位描述

| 位   | 符号       | 功能                                               |
|-----|----------|--------------------------------------------------|
| 7-0 | FIFOData | 内部 64 字节 FIFO 的数据输入和输出端口，相当于串行输入输出数据流的并行输入/输出转换器 |

## 7.2.11 FIFOLevelReg

指示存储在 FIFO 中的字节数。

表 26 FIFOLevelReg 地址：0Ah 复位值：00h

|      |             |           |   |   |   |   |   |   |
|------|-------------|-----------|---|---|---|---|---|---|
|      | 7           | 6         | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|      | FlushBuffer | FIFOLevel |   |   |   |   |   |   |
| 访问权限 | w           | r         | R | r | r | r | r | r |

表 27 FIFOLevelReg 位描述

| 位   | 符号          | 功能                                                             |
|-----|-------------|----------------------------------------------------------------|
| 7   | FlushBuffer | 设置为 1 时，立刻清除 FIFO 的读写指针和 ErrReg 的 BufferOvfl 标志。读该位总是返回 0      |
| 6-0 | FIFOLevel   | 指示存储在 FIFO 中的字节数，写 FIFODataBusReg 时随之递增，读 FIFODataBusReg 时随之递减 |

## 7.2.12 WaterLevelReg

定义发出 FIFO 下溢和上溢警告的 FIFO 深度。

表 28 WaterLevelReg 地址：0Bh 复位值：08h

|      |     |     |            |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 7   | 6   | 5          | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|      | RFU | RFU | WaterLevel |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | -   | -   | r/w        | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 29 WaterLevelReg 位描述

| 位   | 符号         | 功能                                                                                                                                                |
|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | RFU        | 保留为将来使用                                                                                                                                           |
| 5-0 | WaterLevel | 指示产生上溢和下溢警告的 FIFO 深度：<br>当 FIFO 中剩余的空间 $\leq$ WaterLevel 时，Status1Reg 的 HiAlert 置 1；<br>当 FIFO 中的字节数 $\leq$ WaterLevel 时，Status1Reg 的 LoAlert 置 1 |

## 7.2.13 CtrlReg

控制位。

表 30 CtrlReg 地址：0Ch 复位值：00h

|      | 7        | 6         | 5   | 4   | 3   | 2          | 1 | 0 |
|------|----------|-----------|-----|-----|-----|------------|---|---|
|      | TStopNow | TStartNow | RFU | RFU | RFU | RxLastBits |   |   |
| 访问权限 | w        | w         | -   | -   | -   | r          | r | r |

表 31 CtrlReg 位描述

| 位   | 符号         | 功能                                   |
|-----|------------|--------------------------------------|
| 7   | TStopNow   | 设置为 1 时定时器立刻停止工作，读该位始终返回 0           |
| 6   | TStartNow  | 设置为 1 时定时器立刻开始工作，读该位始终返回 0           |
| 5:3 | RFU        | 保留为将来使用                              |
| 2-0 | RxLastBits | 指示最后一个接收到的字节中有效的比特数，如果为 0，则整个字节都是有效的 |

## 7.2.14 BitFramingReg

调整面向比特的帧。

表 32 BitFramingReg 地址：0Dh 复位值：00h

|      | 7         | 6       | 5   | 4   | 3   | 2          | 1   | 0   |
|------|-----------|---------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|
|      | StartSend | RxAlign |     |     | RFU | TxLastBits |     |     |
| 访问权限 | w         | r/w     | r/w | r/w | -   | r/w        | r/w | r/w |

表 33 BitFramingReg 位描述

| 位   | 符号         | 功能                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | StartSend  | 设置为 1 时开始发射数据；该位只在与 Transceive 命令一起使用时有效                                                                                                                                                                                                |
| 6-4 | RxAlign    | 用于面向比特的帧的接收：RxAlign 定义了接收到的第一个比特在 FIFO 中的存储比特位置，后面接收到的比特依次存储其后<br>例如：<br>RxAlign=0：接收到的 LSB 存储在比特位置 0，第二个接收到的比特存储在比特位置 1；<br>RxAlign=1：接收到的 LSB 存储在比特位置 1，第二个接收到的比特存储在比特位置 2；<br>RxAlign=7：接收到的 LSB 存储在比特位置 7，第二个接收到的比特存储在下一个字节的比特位置 0； |
| 3   | RFU        | 保留为将来使用                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2-0 | TxLastBits | 用于面向比特的帧的发送：TxLastBits 定义了发射数据最后一个字节要发射的比特数，000 表示发射整个字节                                                                                                                                                                                |

## 7.2.15 CollPosReg

RF 接口检测到的首个位冲突的位置。

表 34 CollPosReg 地址：0Eh 复位值：xxh, 101xxxxxb

|      | 7                   | 6   | 5                   | 4       | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------|---------------------|-----|---------------------|---------|---|---|---|---|
|      | Values<br>AfterColl | RFU | CollPos<br>NotValid | CollPos |   |   |   |   |
| 访问权限 | r/w                 | -   | R                   | r       | r | r | r | r |

表 35 CollPosReg 位描述

| 位   | 符号              | 功能                                                                                                                                                                                     |
|-----|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | ValuesAfterColl | 如果设置为 0，发生冲突后所有接收到的比特都会被清除；该位仅在 106kb/s 面向比特的防冲突过程中使用，否则将设置为 1                                                                                                                         |
| 6   | RFU             | 保留为将来使用                                                                                                                                                                                |
| 5   | CollPosNotValid | 如果没有检测到冲突，或者冲突位置超过了 CollPos 的范围，则设置为 1；仅在 106kb/s 的被动通信模式或者 ISO                                                                                                                        |
| 4-0 | CollPos         | 指示了首个被检测到的位冲突在接收帧中的位置<br>例如：<br>00h 表示在第 32 位上检测到了位冲突<br>01h 表示在第 1 位上检测到了位冲突<br>08h 表示在第 8 位上检测到了位冲突<br>仅在 106kb/s 的被动通信模式或者 ISO/IEC 14443A/MIFARE 读卡器模式，且 CollPosNotValid 为 0 的情况下有效 |

## 7.2.16 PollReg

地址 0x0F 下埋了 16 组寄存器，通过地址 0x00/0x10/0x20/0x30 寄存器选择具体访问哪一组。

表 36 PollReg 地址：0Fh 复位值：xxh，详见下表

| 地址             | 位   | 符号      | 访问权限 | 复位值     | 描述                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------|-----|---------|------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0F_A<br>(0x00) |     | RCCfg1  |      | 05h     | 3K RC 配置 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                | 7   | Trimsel | r/w  | 0b      | 1: 选择手动校正<br>0: 选择自动校正                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                | 6   | Max     | r/w  | 0b      | 1: 使能精校正                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                | 5:0 | mdelay  | r/w  | 000101b | ACD 唤醒间隔 mdelay*100ms，最小 100ms，最大 6400ms                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 0F_B<br>(0x01) |     | ACRDCfg |      | 02h     | 3K RC 配置 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                | 7:6 | ACDEdge | r/w  | 00b     | 简语定义：<br>LSample 上一次检卡采样值<br>CSample 本次检卡采样值<br>绝对值模式<br>10: ValSet < ValDelta 表示检测到卡<br>01: ValSet > ValDelta 表示检测到卡<br>00/11: ValSet < ValDelta 或 ValSet > ValDelta 有卡<br>相对值模式<br>10: (CSample - Lsample) < ValDelta 表示检测到卡<br>01: (CSample - Lsample) > ValDelta 表示检测到卡<br>00/11: (CSample - Lsample) > ValDelta 或者 (CSample - Lsample) < ValDelta 表示检测到卡 |
|                | 5   | ACDMode | r/w  | 0b      | 0: 绝对值比较<br>1: 相对值比较                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                | 4:3 | ACDRFEn | r/w  | 00b     | 01: 使能低功耗卡检测<br>10: 使能低功耗 RF 检测<br>00/11: 同时使能低功耗卡和 RF 检测                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                | 2:1 | MaskACD | r/w  | 01b     | ACD 模式下<br>00: 从第 3 次轮询开始检测卡或射频场<br>01: 从第 4 次轮询开始检测卡或射频场<br>10: 从第 5 次轮询开始检测卡或射                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                |     |          |     |               |                                                                         |
|----------------|-----|----------|-----|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                |     |          |     |               | 频场<br>11: 从第 6 次轮询开始检测卡或射频场                                             |
|                | 0   | -        |     |               | 保留                                                                      |
| 0F_C<br>(0x02) |     | ValSet   |     | 70h           | 手动模式参考值                                                                 |
|                | 7   | RFU      | -   | 0b            | 保留为将来使用                                                                 |
|                | 6:0 | ValSet   | r/w | 1110000<br>b  | 手动设置无卡场强参考值                                                             |
| 0F_D<br>(0x03) |     | ValDelta |     | 0fh           | 场强变化范围                                                                  |
|                | 7   | RFU      | -   | 0             | 保留为将来使用                                                                 |
|                | 6:0 | ValDelta | R   | 0001111<br>b  | 场强变化范围设置                                                                |
| 0F_E<br>(0x04) |     | RFU      | -   | 03h           | 保留                                                                      |
|                | 7:0 | RFU      | -   | -             | 保留                                                                      |
| 0F_F<br>(0x05) |     | RCCFG1   |     | c0h           | 3K RC配置2                                                                |
|                | 7   | OMEN     | r/w | 1b            | 1: 使能OSC监测功能<br>0: 关闭OSC监测功能                                            |
|                | 6:0 | TRIMSET  | r/w | 1000000<br>b  | 手动设置RCOSC校正值                                                            |
| 0F_G<br>(0x06) |     | ADCVal   |     | xx            | 轮询ADC采样值                                                                |
|                | 7   | RFU      | -   | 0b            | 保留为将来使用                                                                 |
|                | 6:0 | VAL_ADC  | R   | x             | ADC 采样值                                                                 |
| 0F_H<br>(0x07) |     | WdtCnt   |     | 26h           | 看门狗中断产生间隔设置                                                             |
|                | 7:0 | WdtCnt   | r/w | 0010011<br>0b | 轮询模式下，每次唤醒检卡时看门狗计数器加 1，当看门狗计数器值与 WdtCnt 相等时产生看门狗中断，同时看门狗重新计数，但是并不会唤醒芯片。 |
| 0F_I<br>(0x08) |     | ARI      |     | 00h           |                                                                         |
|                | 7:3 | RFU      | -   | -             | 保留为将来使用                                                                 |
|                | 2   | ARIPol   | r/w | 0b            | ARI 极性控制<br>1: ARI 低电平有效<br>0: ARI 高电平有效                                |
|                | 1   | ARIEEn   | r/w | 0b            | ARI 使能<br>1: 使能，即 D1 输出 ARI<br>0: 不使能，即不影响 D1 引脚状态                      |

|                |     |         |     |      |                                                                                                                                           |
|----------------|-----|---------|-----|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | 0   | ARI     | R   | x    | ACD 模式下 RF 状态指示<br>轮询模式下比天线早开 1us, 比天线使能晚关 1us                                                                                            |
| 0F_J<br>(0x09) |     | ACC     | -   |      | 轮询配置校验                                                                                                                                    |
|                | 7   | ACCErr  | R   | 0b   | 仅在 ACCEn 为 1 的情况下有效,<br>0: 轮询配置数据没有丢失<br>1: 轮询配置数据丢失                                                                                      |
|                | 6   | ACCEn   | r/w | x    | 非轮询模式写 0, 轮询模式写 1, 注意只有 0F_J 写 55h 才能将 ACCEn 清零; 写任意非 55h 的值, ACCEn 置 1                                                                   |
|                | 5:0 | RFU     | -   | -    | 保留为将来使用                                                                                                                                   |
| 0F_K<br>(0x0a) |     | LPDCFG1 |     | 0fh  | RFCC: RF CHECK CONTROL                                                                                                                    |
|                | 7:3 | RFU     | -   | -    | 保留                                                                                                                                        |
|                | 2:0 | T_CON2  | r/w | 111b | 检测卡时 ADC 参考电压控制。通过配置此位使检波模块输出位于 ADC 量程内<br>T_CON2<2:0> 档位<br>000 一档<br>001 二档<br>010 三档<br>011 四档<br>100 五档<br>101 六档<br>110 七档<br>111 八档 |
| 0F_L<br>(0x0b) |     | LPDCFG2 |     |      |                                                                                                                                           |
|                | 7:3 | RFU     | -   | 0b   | 保留为将来使用                                                                                                                                   |
|                | 2:0 | T_CON1  | r/w | 111b | 检场时 ADC 参考电压控制。通过配置此位使检波 模块输出位于 ADC 量程内<br>T_CON1<2:0> 档位<br>000 一档<br>001 二档<br>010 三档<br>011 四档<br>100 五档<br>101 六档<br>110 七档<br>111 八档 |



|                |     |                |     |              |                                                                                               |
|----------------|-----|----------------|-----|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0F_M<br>(0x0c) |     | RFLowDetect    |     | 08h          | ACD 期间低 RF 监测配置                                                                               |
|                | 7   | RFLowDetectEn  | r/w | 0b           | 1: 使能 Reader 所发 RF 异常检测<br>0: 关闭 Reader 所发 RF 异常检测                                            |
|                | 6:0 | RFLowThreshold | r/w | 0001000<br>b | 检卡时判断 RF 是否过低<br>阈值可选范围 0~128                                                                 |
| 0F_N<br>(0x0d) |     | ExRFDetect     |     | 08h          | ACD 期间外部 RF 监测配置                                                                              |
|                | 7   | RFU            | -   | 0            | 保留为将来使用                                                                                       |
|                | 6:0 | RFNoThreshold  | r/w | 0001000<br>b | 判断周围有无其他 RF 的阈值                                                                               |
| 0F_O<br>(0x0e) |     | ACRDIRqEn      |     | 00h          | ACD 相关中断使能                                                                                    |
|                | 7:4 | RFU            | -   | 0b           | 保留为将来使用                                                                                       |
|                | 3   | OSCMonIrqEn    | r/w | 0b           | 1:使能 OSCMonIrqEn 中断                                                                           |
|                | 2   | RFU            | -   | 0b           |                                                                                               |
|                | 1   | RFLowIrqEn     | r/w | 0b           | 1: 使能 RFLowIrq 中断                                                                             |
|                | 0   | RFExIrqEn      | r/w | 0b           | 1: 使能 RFExIrq 中断                                                                              |
| 0F_P<br>(0x0f) |     | ACRDIRq        |     | 00h          | ACD 相关中断                                                                                      |
|                | 7   | set3           | W   | 0b           | 与中断标志位配合使用，用来将中断标志位置 1 或清 0<br>当此位写 0，同时对应中断标志位写 1 表示清除此中断位；<br>当此位写 1，同时对应中断标志位写 1 表示置位此中断位； |
|                | 6:4 | RFU            | -   | 0b           | 保留为将来使用                                                                                       |
|                | 3   | OSCMonIrq      | dy  | 0b           | 1: OSC 连续四次唤醒失败                                                                               |
|                | 2   | RFU            | -   | 0b           | 保留为将来使用                                                                                       |
|                | 1   | RFLowIrq       | dy  | 0b           | 1: 检卡时 RF 值过低                                                                                 |
|                | 0   | RFExIrq        | dy  | 0b           | 1: 检测到外部 RF                                                                                   |

## 7.3 PAGE1: 通信

### 7.3.1 PageSelReg

表 37 PageSelReg 地址: 10h 复位值: 00h

|      |     |                   |           |     |     |     |     |   |
|------|-----|-------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|---|
|      | 7   | 6                 | 5         | 4   | 3   | 2   | 1   | 0 |
|      | RFU | Regbank<br>Select | RegSelect |     |     |     | RFU |   |
| 访问权限 | -   | r/w               | r/w       | r/w | r/w | r/w | -   | - |

表 38 PageSelReg 位描述

| 位   | 符号            | 功能                                                                                                |
|-----|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | RFU           | 保留为将来使用                                                                                           |
| 6   | RegbankSelect | 设置为 1 时，可以读写 0Fh 寄存器组；设置为 0 时，可以访问 37h 寄存器                                                        |
| 5-2 | RegSelect     | RegbankSelect 为 0 时，若 Regselect 为：<br>0000：读写 A 组寄存器；<br>0001：读写 B 组寄存器；<br>...<br>1111：读写 P 组寄存器 |
| 1-0 | RFU           | 保留为将来使用                                                                                           |

## 7.3.2 ModeReg

定义发射和接收模式的通用设置。

表 39 ModeReg 地址：11h 复位值：3Bh

|      |              |     |              |     |          |     |           |     |
|------|--------------|-----|--------------|-----|----------|-----|-----------|-----|
|      | 7            | 6   | 5            | 4   | 3        | 2   | 1         | 0   |
|      | MSBFir<br>st | RFU | TxWaitR<br>F | RFU | PolSigin | RFU | CRCPreset |     |
| 访问权限 | r/w          | -   | r/w          | -   | r/w      | -   | r/w       | r/w |

表 40 ModeReg 位描述

| 位   | 符号        | 功能                                                                                              |            |
|-----|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7   | MSBFirst  | 设置为 1 时，CRC 协处理器从最高位开始计算 CRC，且 CRCValReg 中的 CRCResultMSB 和 CRCResultLSB 位是颠倒的。注意：在 RF 通信中忽略该位功能 |            |
| 6   | RFU       | 保留为将来使用                                                                                         |            |
| 5   | TxWaitRF  | 设置为 1 时，读卡器或 NFCIP-1 发起者模式下发射机只有在自身 RF 场产生后才启动                                                  |            |
| 4   | RFU       | 保留为将来使用                                                                                         |            |
| 3   | PolSigin  | 定义 MFIN 管脚的极性。设置为 1 时，MFIN 管脚高电平有效；设置为 0 时低电平有效。注意：内部包络信号的编码是低电平有效的，改变该位的值会产生 SiginActIRq 中断    |            |
| 2   | RFU       | 保留为将来使用                                                                                         |            |
| 1-0 | CRCPreset | 定义 CalCRC 命令下 CRC 协处理器的预设值，注意：在任何通信过程中，协处理器会根据 RxMode 和 TxMode 自动选择预设值                          |            |
|     |           | 设置                                                                                              | 对应 CRC 预设值 |
|     |           | 00                                                                                              | 0000       |
|     |           | 01                                                                                              | 6363       |
|     |           | 10                                                                                              | A671       |
|     |           | 11                                                                                              | FFFF       |

## 7.3.3 TxCfgReg

定义发射过程的数据速率和帧格式。

表 41 TxCfgReg 地址：12h 复位值：00h

|      |         |         |    |    |        |     |           |    |
|------|---------|---------|----|----|--------|-----|-----------|----|
|      | 7       | 6       | 5  | 4  | 3      | 2   | 1         | 0  |
|      | TxCRCEn | TxSpeed |    |    | InvMod | RFU | TxFraming |    |
| 访问权限 | r/w     | dy      | dy | dy | r/w    | -   | dy        | dy |

表 42 TxCfgReg 位描述

| 位 | 符号      | 功能                                            |
|---|---------|-----------------------------------------------|
| 7 | TxCRCEn | 设置为 1 时，数据发射过程中可以产生 CRC；仅在 106kbts/s 下可以设置为 0 |

|     |           |                      |                        |
|-----|-----------|----------------------|------------------------|
| 6-4 | TxSpeed   | 定义数据传输速率。            |                        |
|     |           | 设置                   | 速率                     |
|     |           | 000                  | 106kbits/s             |
|     |           | 001                  | 212kbits/s             |
|     |           | 010                  | 424kbits/s             |
|     |           | 011                  | 848kbits/s             |
|     |           | 100                  | 保留                     |
|     |           | 101                  | 保留                     |
|     |           | 110                  | 保留                     |
|     |           | 111                  | 保留                     |
| 3   | InvMod    | 设置为 1 时，待发射数据的调制是反相的 |                        |
| 2   | RFU       | 保留为将来使用              |                        |
| 1-0 | TxFraming | 定义数据传输使用的帧格式         |                        |
|     |           | 设置                   | 描述                     |
|     |           | 00                   | ISO/IEC 14443 A/Mifare |
|     |           | 01                   | 保留                     |
|     |           | 10                   | 保留                     |
|     |           | 11                   | ISO/IEC 14443 B        |

## 7.3.4 RxCfgReg

定义接收过程的数据速率和帧格式。

表 43 RxCfgReg 地址：13h 复位值：00h

|      | 7       | 6       | 5  | 4  | 3       | 2          | 1         | 0  |
|------|---------|---------|----|----|---------|------------|-----------|----|
|      | RxCRCEn | RxSpeed |    |    | RxNoErr | RxMultiple | RxFraming |    |
| 访问权限 | r/w     | dy      | dy | dy | r/w     | r/w        | dy        | dy |

表 44 RxCfgReg 位描述

| 位   | 符号      | 功能                                             |            |
|-----|---------|------------------------------------------------|------------|
| 7   | RxCRCEn | 设置为 1 时，数据接收过程中可以产生 CRC；仅在 106kbits/s 下可以设置为 0 |            |
| 6-4 | RxSpeed | 定义数据传输速率。                                      |            |
|     |         | 设置                                             | 速率         |
|     |         | 000                                            | 106kbits/s |
|     |         | 001                                            | 212kbits/s |
|     |         | 010                                            | 424kbits/s |
|     |         | 011                                            | 848kbits/s |
|     |         | 100                                            | 保留         |
|     |         | 101                                            | 保留         |
|     |         | 110                                            | 保留         |
|     |         | 111                                            | 保留         |
| 3   | RxNoErr | 设置为 1 时，接收时忽略无效的数据流（少于 4bits），接收机仍             |            |

|     |            |                                                                                                                                                                 |                        |
|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|     |            | 继续工作，ISO 14443B 模式如果要忽略无效数据，还需将 RxSOFReq 设置为 1                                                                                                                  |                        |
| 2   | RxMultiple | 设置为 0 时，接收机在接收完一个数据帧后关闭<br>设置为 1 时，可以接收多个数据帧，Receive 和 Transceive 命令不会自动终止，只能通过写其他命令（除 Receive 外）或者由主机清除该位来终止接收；<br>Si523 会在 FIFO 接收的数据流末尾加上一个错误信息字节（ErrReg 的值） |                        |
| 1-0 | RxFraming  | 定义接收数据使用的帧格式                                                                                                                                                    |                        |
|     |            | 设置                                                                                                                                                              |                        |
|     |            | 00                                                                                                                                                              | ISO/IEC 14443 A/Mifare |
|     |            | 01                                                                                                                                                              | 保留                     |
|     |            | 10                                                                                                                                                              | 保留                     |
|     |            | 11                                                                                                                                                              | ISO/IEC 14443 B        |

### 7.3.5 TxCtrlReg

控制天线驱动管脚 TX1 和 TX2 的逻辑特性。

表 45 TxCtrlReg 地址：14h 复位值：80h

|      | 7                 | 6                 | 5                   | 4                   | 3     | 2   | 1             | 0             |
|------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------|-----|---------------|---------------|
|      | InvTx2RFOn<br>FOn | InvTx1RFOn<br>FOn | InvTx2RFOff<br>FOff | InvTx1RFOff<br>FOff | Tx2CW | RFU | Tx2RFEn<br>En | Tx1RFEn<br>En |
| 访问权限 | r/w               | r/w               | r/w                 | r/w                 | r/w   | -   | r/w           | r/w           |

表 46 TxCtrlReg 位描述

| 位 | 符号          | 功能                                                             |
|---|-------------|----------------------------------------------------------------|
| 7 | InvTx2RFOn  | 设置为 1 时，如果 TX2 驱动开启，则 TX2 管脚的输出信号反相                            |
| 6 | InvTx1RFOn  | 设置为 1 时，如果 TX1 驱动开启，则 TX1 管脚的输出信号反相                            |
| 5 | InvTx2RFOff | 设置为 1 时，如果 TX2 驱动关闭，则 TX2 管脚的输出信号反相                            |
| 4 | InvTx1RFOff | 设置为 1 时，如果 TX1 驱动关闭，则 TX1 管脚的输出信号反相                            |
| 3 | Tx2CW       | 设置为 1 时，管脚 TX2 持续输出未调制的 13.56MHz 载波；<br>设置为 0 时，Tx2CW 使能调制载波信号 |
| 2 | RFU         | 保留为将来使用                                                        |
| 1 | Tx2RFEn     | 设置为 1 时，管脚 TX2 输出由待传输数据调制的 13.56MHz 载波                         |
| 0 | Tx1RFEn     | 设置为 1 时，管脚 TX1 输出由待传输数据调制的 13.56MHz 载波                         |

## 7.3.6 TxAutoReg

控制天线驱动的设置。

表 47 TxAutoReg 地址: 15h 复位值: 00h

|      | 7   | 6           | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | RFU | Force100ASK | RFU | RFU | RFU | RFU | RFU | RFU |
| 访问权限 | -   | r/w         | -   | -   | -   | -   | -   | -   |

表 48 TxAutoReg 位描述

| 位   | 符号          | 功能                                          |
|-----|-------------|---------------------------------------------|
| 7   | RFU         | 保留为将来使用                                     |
| 6   | Force100ASK | 设置为 1 时, 忽略 ModGsPReg 的值, 强制 ASK 调制系数为 100% |
| 5:0 | RFU         | 保留为将来使用                                     |

## 7.3.7 TxSelReg

选择模拟部分的信号来源。

表 49 TxSelReg 地址: 16h 复位值: 10h

|      | 7   | 6   | 5         | 4   | 3         | 2   | 1   | 0   |
|------|-----|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----|-----|
|      | RFU | RFU | DriverSel |     | SigOutSel |     |     |     |
| 访问权限 | -   | -   | r/w       | r/w | r/w       | r/w | r/w | r/w |

表 50 TxSelReg 位描述

| 位   | 符号        | 功能                 |                                                                      |
|-----|-----------|--------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | RFU       | 保留为将来使用            |                                                                      |
| 5-4 | DriverSel | 选择 Tx1 和 Tx2 驱动的输入 |                                                                      |
|     |           | 设置                 | 描述                                                                   |
|     |           | 00                 | 三态。注意: 设置为三态时, 软掉电模式下驱动只能处于三态模式                                      |
|     |           | 01                 | 来自内部编码器的调制信号 (包络)                                                    |
|     |           | 10                 | 来自 MFIN 的调制信号 (包络)                                                   |
| 3-0 | SigOutSel | 11                 | 高电平。注意: 电平值取决于 InvTx1RFOff/InvTx1RFOff 和 InvTx2RFOff/InvTx2RFOff 的设置 |
|     |           | 选择 MFOUT 管脚的输入     |                                                                      |
|     |           | 设置                 | 描述                                                                   |
|     |           | 0000               | 三态                                                                   |
|     |           | 0001               | 低电平                                                                  |
|     |           | 0010               | 高电平                                                                  |
|     |           | 0011               | TestBus 信号。由 CommTest1Reg 中的 TestBusBitSel 位定义                       |
|     |           | 0100               | 编码之后的待发射数据                                                           |
|     |           | 0101               | 编码之前的待发射数据                                                           |

|  |  |           |           |
|--|--|-----------|-----------|
|  |  | 0110      | 保留        |
|  |  | 0111      | 解码之后的接收数据 |
|  |  | 1000-1111 | 保留        |

## 7.3.8 RxSelReg

内部接收机设置。

表 51 RxSelReg 地址: 17h 复位值: 84h

|      |         |     |        |     |     |     |     |     |
|------|---------|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 7       | 6   | 5      | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|      | UartSel |     | RxWait |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | r/w     | r/w | r/w    | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 52 RxSelReg 位描述

| 位   | 符号      | 功能                                                                                                                                                                                                       |                              |
|-----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 7-6 | UartSel | 选择非接触式 UART 的输入                                                                                                                                                                                          |                              |
|     |         | 设置                                                                                                                                                                                                       | 描述                           |
|     |         | 00                                                                                                                                                                                                       | 固定的低电平                       |
|     |         | 01                                                                                                                                                                                                       | MFIND 的包络信号                  |
|     |         | 10                                                                                                                                                                                                       | 来自内部电路模拟部分的调制信号              |
|     |         | 11                                                                                                                                                                                                       | 无载波的 NRZ 信号, 仅在 106kbps 上有效; |
| 5-0 | RxWait  | 数据发射后, 延迟 RxWait 个比特时间后激活接收机。在这个帧保护时间内忽略 RX 管脚上的信号。此参数用于除 Receive 外的其他命令 (如 Transceive, Autocoll, MFAuthent), 根据 Si523 的不同模式, RxWait 计数器的启动时间也不同。被动通信模式下计数器在发射数据流的最后一个调制脉冲后启动; 主动通信模式下计数器在外部 RF 场打开后立即启动 |                              |

## 7.3.9 RxTHReg

选择位译码器的阈值。

表 53 RxTHReg 地址: 18h 复位值: 84h

|      |          |     |     |     |     |           |     |     |
|------|----------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|
|      | 7        | 6   | 5   | 4   | 3   | 2         | 1   | 0   |
|      | MinLevel |     |     |     | RFU | CollLevel |     |     |
| 访问权限 | r/w      | r/w | r/w | r/w | -   | r/w       | r/w | r/w |

表 54 RxTHReg 位描述

| 位   | 符号        | 功能                                                     |
|-----|-----------|--------------------------------------------------------|
| 7-4 | MinLevel  | 定义输入译码器信号有效的最小强度阈值, 如果信号强度低于此值, 则不会被译码                 |
| 3   | RFU       | 保留为将来使用                                                |
| 2-0 | CollLevel | 定义输入译码器的 Manchester 编码信号中, 当产生位冲突时, 强度更弱的半个比特信号的最小强度阈值 |

## 7.3.10 DemodReg

解调电路设置。

表 55 DemodReg 地址：19h 复位值：4Dh

|      |       |     |       |                  |        |     |         |     |
|------|-------|-----|-------|------------------|--------|-----|---------|-----|
|      | 7     | 6   | 5     | 4                | 3      | 2   | 1       | 0   |
|      | AddIQ |     | FixIQ | TPrescal<br>Even | TauRcv |     | TauSync |     |
| 访问权限 | r/w   | r/w | r/w   | -                | r/w    | r/w | r/w     | r/w |

表 56 DemodReg 位描述

| 位   | 符号           | 功能                                                                                                                                                                                                                                                                |               |
|-----|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 7-6 | AddIQ        | 定义接收过程中 I 和 Q 通道的使用。注意：在 FixIQ 为 0 时如下设置才有效                                                                                                                                                                                                                       |               |
|     |              | 设置                                                                                                                                                                                                                                                                | 描述            |
|     |              | 00                                                                                                                                                                                                                                                                | 选择信号值更强的通道    |
|     |              | 01                                                                                                                                                                                                                                                                | 选择信号值更强的通道并冻结 |
|     |              | 10                                                                                                                                                                                                                                                                | I, Q 通道信号相加   |
|     |              | 11                                                                                                                                                                                                                                                                | 保留            |
| 5   | FixIQ        | 设置为 1 且 AddIQ=x0, 则接收时固定使用 I 通道<br>设置为 1 且 AddIQ=x1, 则接收固定使用 Q 通道<br>注意：如果 MFIN/MFOUT 作为 S <sup>2</sup> C 接口使用，FixIQ 要重新设置为 1，AddIQ 设置为 x0                                                                                                                        |               |
| 4   | TPrescalEven | 设置为 0 时，使用下式计算预分频器的频率 f <sub>Timer</sub> ：<br>$f_{\text{Timer}} = 13.56\text{MHz} / (2 * \text{TPreScaler} + 1)$ ;<br>设置为 1 时，使用下式计算预分频器的频率 f <sub>Timer</sub> ：<br>$f_{\text{Timer}} = 13.56\text{MHz} / (2 * \text{TPreScaler} + 2)$ .<br>(TPrescalEven 默认为 0). |               |
| 3-2 | TauRcv       | 数据接收过程中改变内部 PLL 的时间常数<br>注意：设置为 00 时，数据接收过程中 PLL 是冻结的                                                                                                                                                                                                             |               |
| 1-0 | TauSync      | Brust 过程中改变内部 PLL 的时间常数                                                                                                                                                                                                                                           |               |

## 7.3.11 RFU

保留为将来使用。

## 7.3.12 RFU

保留为将来使用。



## 7.3.13 MifReg

目标或者卡模拟模式下 ISO/IEC 14443A/MIFARE/NFC 的具体设置。

表 57 MifReg 地址：1Ch 复位值：62h

|      | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1      | 0   |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----|
|      | RFU | RFU | RFU | RFU | RFU | RFU | Txwait |     |
| 访问权限 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | r/w    | r/w |

表 58 MifReg 位描述

| 位   | 符号     | 功能                                                                                                                                                                                                        |
|-----|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-2 | RFU    | 保留为将来使用                                                                                                                                                                                                   |
| 1-0 | Txwait | 定义接收与发射之间的最小响应时间：TxWait bits + 7 bits.<br>最短响应时间是 7bits 长度（Txwait=0），最长 10bits（Txwait=3），如果帧的传输在最小响应时间结束前启动，Si523 会等待最小响应时间结束后再开始发射数据；<br>如果帧的传输在最小响应时间结束后启动，Si523 在数据比特同步正确（由 TxBitPhase 设置）的情况下立刻开始发射数据 |

## 7.3.14 MfRxReg

接收设置。

注意：标准应用下不建议更改此寄存器配置。

表 59 MfRxReg 地址：1Dh 复位值：00h

|      | 7   | 6   | 5   | 4              | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|-----|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|
|      | RFU | RFU | RFU | Parity Disable | RFU | RFU | RFU | RFU |
| 访问权限 | -   | -   | -   | r/w            | -   | -   | -   | -   |

表 60 MfRxReg 位描述

| 位   | 符号            | 功能                                                    |
|-----|---------------|-------------------------------------------------------|
| 7:5 | RFU           | 保留为将来使用                                               |
| 4   | ParityDisable | 设置为 1 时，关闭发射数据时奇偶校验位的产生和接收数据时奇偶校验位的检验。接收到的奇偶校验位做数据位处理 |
| 3-0 | RFU           | 保留为将来使用                                               |

## 7.3.15 TypeBReg

表 61 TypeBReg 地址：1Eh 复位值：00h

|      | 7         | 6         | 5   | 4            | 3        | 2        | 1     | 0   |
|------|-----------|-----------|-----|--------------|----------|----------|-------|-----|
|      | RxSOF Req | RxEof Req | RFU | EOFSOF Width | NoTx SOF | NoTx EOF | TxEGT |     |
| 访问权限 | r/w       | r/w       | -   | r/w          | r/w      | r/w      | r/w   | r/w |

表 62 TypeBReg 位描述

| 位   | 符号          | 功能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | RxSOFReq    | 设置为 1 时，不接收无 SOF 的数据流；清 0 后，接收有 SOF 和无 SOF 的数据流。SOF 不会被写入 FIFO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6   | RxEOFReq    | 设置为 1 时，不接收无 EOF 的数据流，末尾无 EOF 的数据流会导致 ProtocolErr；清 0 后，接收有 EOF 和无 EOF 的数据流。EOF 不会被写入 FIFO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5   | RFU         | 保留为将来使用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4   | EOFSOFWidth | 如果设置为 1 且 EOFSOFAdjust 为 0，SOF 和 EOF 取 ISO 14443B 协议中定义的最大长度；<br>如果清零且 EOFSOFAdjust 为 0，SOF 和 EOF 取 ISO 14443B 协议中定义的最小长度；<br>如果设置为 1 且 EOFSOFAdjust 为 1，则有：<br>SOF 低电平时间： $SOF_{low} = (11etu - 8cycles) / fc$<br>SOF 高电平时间： $SOF_{high} = (2etu + 8cycles) / fc$<br>EOF 低电平时间： $EOF_{low} = (11etu - 8cycles) / fc$ ，<br>其中 etu 为 1 比特持续时间，cycle 为 1 个时钟周期，fc 为载波频率。<br>如果设置为 0 且 EOFSOFAdjust 为 1，系统行为不符合 ISO 标准 |
| 3   | NoTxSOF     | 设置为 1 时，发射数据不产生 SOF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2   | NoTxEOF     | 设置为 1 时，发射数据不产生 EOF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1-0 | TxEgt       | 定义字符间保护时间（EGT）的长度<br>00 0bit<br>01 1bit<br>10 2bit<br>11 3bit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## 7.3.16 UARTSpeedReg

串行 UART 接口的速率设置。

表 63 UARTSpeedReg 地址：1Fh 复位值：EBh

|      | 7     | 6   | 5   | 4     | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
|      | BR_T0 |     |     | BR_T1 |     |     |     |     |
| 访问权限 | r/w   | r/w | r/w | r/w   | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 64 UARTSpeedReg 位描述

| 位   | 符号    | 功能                       |
|-----|-------|--------------------------|
| 7-5 | BR_T0 | 调整传输速率的因子 BR_T0，详见 8.3.2 |
| 4-0 | BR_T1 | 调整传输速率的因子 BR_T0，详见 8.3.2 |

## 7.4 PAGE2: 配置

### 7.4.1 PageSelReg

表 65 PageSelReg 地址: 20h 复位值: 00h

|      | 7   | 6              | 5         | 4   | 3   | 2   | 1   | 0 |
|------|-----|----------------|-----------|-----|-----|-----|-----|---|
|      | RFU | Regbank Select | RegSelect |     |     |     | RFU |   |
| 访问权限 | -   | r/w            | r/w       | r/w | r/w | r/w | -   | - |

表 66 PageSelReg 位描述

| 位   | 符号            | 功能                                                                                                    |
|-----|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | RFU           | 保留为将来使用                                                                                               |
| 6   | RegbankSelect | 设置为 1 时, 可以读写 0Fh 寄存器组; 设置为 0 时, 可以访问 37h 寄存器                                                         |
| 5-2 | RegSelect     | RegbankSelect 为 0 时, 若 Regselect 为:<br>0000: 读写 A 组寄存器;<br>0001: 读写 B 组寄存器;<br>...<br>1111: 读写 P 组寄存器 |
| 1-0 | RFU           | 保留为将来使用                                                                                               |

### 7.4.2/3 CRCValReg

显示 CRC 计算结果的实际最高字节和最低字节。

注意: CRC 结果分开存储在两组 8bits 寄存器当中; 若置位 ModeReg 当中 MSBFirst 位, 字节中比特顺序将颠倒, 而字节顺序不变。

表 67 CRCValReg (高位) 地址: 21h 复位值: FFh

|      | 7            | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
|      | CRCResultMSB |   |   |   |   |   |   |   |
| 访问权限 | r            | r | r | r | r | r | r | r |

表 68 CRCValReg 位描述

| 位   | 符号           | 功能                                                    |
|-----|--------------|-------------------------------------------------------|
| 7-0 | CRCResultMSB | CRCValReg 中最高字节的实际值。仅在 Status1Reg 中的 CRCReady 为 1 时有效 |

表 69 CRCValReg (低位) 地址: 22h 复位值: FFh

|      | 7            | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
|      | CRCResultLSB |   |   |   |   |   |   |   |
| 访问权限 | r            | r | r | r | r | r | r | r |

表 70 CRCValReg 位描述

| 位   | 符号           | 功能                                                    |
|-----|--------------|-------------------------------------------------------|
| 7-0 | CRCResultLSB | CRCValReg 中最低字节的实际值。仅在 Status1Reg 中的 CRCReady 为 1 时有效 |

## 7.4.4 RFU

保留为将来使用。

## 7.4.5 ModWidthReg

调制宽度的设置。

表 71 ModWidthReg 地址: 24h 复位值: 26h

|      | 7        | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | ModWidth |     |     |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | r/w      | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 72 ModWidthReg 位描述

| 位   | 符号       | 功能                                                                        |
|-----|----------|---------------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | ModWidth | 将 Miller 调制宽度定义为载波频率的倍数( $\text{ModWidth} + 1 / \text{fclk}$ )。最大值是半个位周期。 |

## 7.4.6 RFU

保留为将来使用。

## 7.4.7 RFCfgReg

配置接收增益。

表 73 RFCfgReg 地址: 26h 复位值: 48h

|      | 7   | 6      | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | RFU | RxGain |     |     | RFU | RFU | RFU | RFU |
| 访问权限 | -   | r/w    | r/w | r/w | -   | -   | -   | -   |

表 74 RFCfgReg 位描述

| 位   | 符号     | 功能              |
|-----|--------|-----------------|
| 7   | RFU    | 保留为将来使用         |
| 6-4 | RxGain | 定义了接收器信号电压的增益因子 |
|     |        | 000: 18dB       |

|     |     |           |
|-----|-----|-----------|
|     |     | 001: 23dB |
|     |     | 010: 18dB |
|     |     | 011: 23dB |
|     |     | 100: 33dB |
|     |     | 101: 38dB |
|     |     | 110: 43dB |
|     |     | 111: 48dB |
| 3-0 | RFU | 保留为将来使用   |

## 7.4.8 GsNOnReg

天线驱动打开时天线驱动管脚 TX1 和 TX2 的电导系数设置。

表 75 GsNOnReg 地址: 27h 复位值: 88h

|      |         |     |     |     |          |     |     |     |
|------|---------|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|
|      | 7       | 6   | 5   | 4   | 3        | 2   | 1   | 0   |
|      | CWGsNOn |     |     |     | ModGsNOn |     |     |     |
| 访问权限 | r/w     | r/w | r/w | r/w | r/w      | r/w | r/w | r/w |

表 76 GsNOnReg 位描述

| 位   | 符号       | 功能                                                                                                                                     |
|-----|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-4 | CWGsNOn  | 在不调制时, 定义输出的 N 驱动的电导值; 可以用于调整输出功率, 从而调整电流和工作距离<br>注意: 电导值是二进制加权的; 软掉电模式下 CWGsNOn 的最高位必须为 1; 仅在天线驱动打开时有效, 否则将使用 GsNOffReg 中的 CWGsNOff 值 |
| 3-0 | ModGsNOn | 在有调制时, 定义输出的 N 驱动的电导值, 用于调整调制系数<br>注意: 电导值是二进制加权的; 软掉电模式下 CWGsNOn 的最高位必须为 1; 仅在天线驱动打开时有效, 否则将使用 GsNOffReg 中的 ModGsNOff 值               |

## 7.4.9 CWGsPReg

不调制时 P 驱动的电导系数设置。

表 77 CWGsPReg 地址: 28h 复位值: 20h

|      |     |     |       |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 7   | 6   | 5     | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|      | RFU | RFU | CWGsP |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | -   | -   | r/w   | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 78 CWGsPReg 位描述

| 位   | 符号    | 功能                                                                                       |
|-----|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | RFU   | 保留为将来使用                                                                                  |
| 5-0 | CWGSP | 在不调制时, 定义输出的 P 驱动的电导值, 可以用于调整输出功率, 从而调整电流和工作距离<br>注意: 电导值是二进制加权的; 软掉电模式下 CWGsP 的最高位必须为 1 |

## 7.4.10 ModGsPReg

有调制时 P 驱动的电导系数设置。

表 79 ModGsPReg 地址：29h 复位值：20h

|      | 7   | 6   | 5      | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | RFU | RFU | ModGsP |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | -   | -   | r/w    | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 80 ModGsPReg 位描述

| 位   | 符号     | 功能                                                                                                           |
|-----|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | RFU    | 保留为将来使用                                                                                                      |
| 5-0 | ModGsP | 在有调制时，定义输出的 P 驱动的电导值，可以用于调整调制系数<br>注意：电导值是二进制加权的；软掉电模式下 CWGsP 的最高位必须为 1<br>注意：如果 Force100ASK 为 1，ModGsP 的值无效 |

## 7.4.11/12 TModeReg, TPreReg

定时器设置。

注意：预分频器的值分开存储在两组 8bits 寄存器中。

表 81 TModeReg 地址：2Ah 复位值：00h

|      | 7     | 6      | 5   | 4             | 3             | 2   | 1   | 0   |
|------|-------|--------|-----|---------------|---------------|-----|-----|-----|
|      | TAuto | TGated |     | TAuto Restart | TPrescaler_Hi |     |     |     |
| 访问权限 | r/w   | r/w    | r/w | r/w           | r/w           | r/w | r/w | r/w |

表 82 TModeReg 位描述

| 位   | 符号     | 功能                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |
|-----|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7   | TAuto  | 设置为 1 时，在任何通信模式下发射完数据后自动启动定时器；<br>或在 InitialRFOn 为 1 且 RF 场打开后自动启动定时器<br>如果 RxCfgReg 中的 RxMultiple 为 0，在 MIFARE 和 ISO 14443B 106kb/s 模式下定时器在第 5 个比特后停止（1 个起始位，4 个数据位）；其他通信模式下定时器在第 4 个比特后停止；<br>如果 RxMultiple 为 1，定时器不会自动停止，需要通过置位 CtrlReg 中的 TStopNow 位来终止定时器。<br>TAuto 设置为 0 时表示定时器不受通信协议约束 |            |
| 6-5 | TGated | 内部定时器工作在门控模式<br>注意：在门控模式下，定时器工作时 TRunning=1；TGated 不影响门控信号                                                                                                                                                                                                                                    |            |
|     |        | 设置                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 描述         |
|     |        | 00                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 非门控模式      |
|     |        | 01                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MFIN 作门控信号 |

|     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
|-----|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|     |               | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | AUX1 作门控信号 |
|     |               | 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | A3 作门控信号   |
| 4   | TAutoRestart  | 设置为 1 时，定时器自动重新从 TReloadValue 向下计数；<br>设置为 0 时，定时器向下计数，当递减到 0 时，产生定时中断<br>TimerIRq = 1                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |
| 3-0 | TPrescaler_Hi | TPrescaler 的高 4 位<br>如果 DemodReg 中的 TPrescalEven 位为 0， $f_{\text{Timer}}$ 按照下式计算：<br>$f_{\text{Timer}} = 13.56\text{MHz} / (2 * \text{TPreScaler} + 1)$ 其中 TPreScaler = [TPrescaler_Hi:TPrescaler_Lo]，表示完整的 12bits<br>TPrescaler 值；TPrescalEven 默认为 0，当 TPrescalEven 设置为 1<br>时：<br>$f_{\text{Timer}} = 13.56\text{MHz} / (2 * \text{TPreScaler} + 2)$ |            |

表 83 TPreReg 地址：2Bh 复位值：00h

|      |               |     |     |     |     |     |     |     |
|------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 7             | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|      | TPrescaler_Lo |     |     |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | r/w           | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 84 TPreReg 位描述

| 位   | 符号            | 功能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | TPrescaler_Lo | TPrescaler 的低 8 位<br>如果 DemodReg 中的 TPrescalEven 位为 0， $f_{\text{Timer}}$ 按照下式计算：<br>$f_{\text{Timer}} = 13.56\text{MHz} / (2 * \text{TPreScaler} + 1)$ 其中 TPreScaler = [TPrescaler_Hi:TPrescaler_Lo]，表示完整的 12bits<br>TPrescaler 值；TPrescalEven 默认为 0，当 TPrescalEven 设置为 1<br>时：<br>$f_{\text{Timer}} = 13.56\text{MHz} / (2 * \text{TPreScaler} + 2)$ |

## 7.4.13/14 TReloadValReg

16bits 定时器重装值。

注意：重装值分开存储在两组 8bits 寄存器当中。

表 85 TReloadValReg（高位） 地址：2Ch 复位值：00h

|      | 7             | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | TReloadVal_Hi |     |     |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | r/w           | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 86 TReloadValReg 位描述

| 位   | 符号            | 功能                                                                              |
|-----|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | TReloadVal_Hi | TReloadValReg 的高 8 位<br>启动定时器时，定时器会载入 TReloadVal 值；TReloadVal 值改变后，在下一次启动定时器时生效 |

表 87 TReloadValReg（低位） 地址：2Dh 复位值：00h

|      | 7             | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | TReloadVal_Lo |     |     |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | r/w           | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 88 TReloadValReg 位描述

| 位   | 符号            | 功能                                                                              |
|-----|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | TReloadVal_Lo | TReloadValReg 的低 8 位<br>启动定时器时，定时器会载入 TReloadVal 值；TReloadVal 值改变后，在下一次启动定时器时生效 |

## 7.4.15/16 TcntValReg

定时器的当前值。

注意：计数值分开存储在两组 8bits 寄存器中。

表 89 TcntValReg（高位） 地址：2Eh 复位值：xxh, xxxxxxxxb

|      | 7          | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------|------------|---|---|---|---|---|---|---|
|      | TcntVal_Hi |   |   |   |   |   |   |   |
| 访问权限 | r          | r | r | r | r | r | r | r |

表 90 TcntValReg 位描述

| 位   | 符号         | 功能                     |
|-----|------------|------------------------|
| 7-0 | TcntVal_Hi | 定时器的当前值 TcntVal 的高 8 位 |

表 91 TcntValReg（低位） 地址：2Fh 复位值：xxh, xxxxxxxxb

|      | 7          | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------|------------|---|---|---|---|---|---|---|
|      | TcntVal_Lo |   |   |   |   |   |   |   |
| 访问权限 | r          | r | r | r | r | r | r | r |



表 92 TcntValReg 位描述

| 位   | 符号         | 功能                     |
|-----|------------|------------------------|
| 7-0 | TcntVal_Lo | 定时器的当前值 TcntVal 的低 8 位 |

## 7.5 PAGE3: 测试

### 7.5.1 PageSelReg

表 93 PageSelReg 地址: 30h 复位值: 00h

|      | 7   | 6              | 5         | 4   | 3   | 2   | 1   | 0 |
|------|-----|----------------|-----------|-----|-----|-----|-----|---|
|      | RFU | Regbank Select | RegSelect |     |     |     | RFU |   |
| 访问权限 | -   | r/w            | r/w       | r/w | r/w | r/w | -   | - |

表 94 PageSelReg 位描述

| 位   | 符号            | 功能                                                                                                    |
|-----|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | RFU           | 保留为将来使用                                                                                               |
| 6   | RegbankSelect | 设置为 1 时, 可以读写 0Fh 寄存器组; 设置为 0 时, 可以访问 37h 寄存器                                                         |
| 5-2 | RegSelect     | RegbankSelect 为 0 时, 若 Regselect 为:<br>0000: 读写 A 组寄存器;<br>0001: 读写 B 组寄存器;<br>...<br>1111: 读写 P 组寄存器 |
| 1-0 | RFU           | 保留为将来使用                                                                                               |

### 7.5.2 CommTest1Reg

通用测试信号配置。

表 95 CommTest1Reg 地址: 31h 复位值: 00h

|      | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2            | 1   | 0   |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|
|      | RFU | RFU | RFU | RFU | RFU | TstBusBitSel |     |     |
| 访问权限 | -   | -   | -   | -   | -   | r/w          | r/w | r/w |

表 96 CommTest1Reg 位描述

| 位   | 符号           | 功能                            |
|-----|--------------|-------------------------------|
| 7-3 | RFU          | 保留为将来使用                       |
| 2-0 | TstBusBitSel | 从测试总线选择 TestBus 位, 以传播到 MFOUT |

## 7.5.3 CommTest2Reg

通用测试信号配置以及 PRBS 控制。

表 97 CommTest2Reg 地址：32h 复位值：00h

|      | 7              | 6     | 5      | 4         | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|----------------|-------|--------|-----------|-----|-----|-----|-----|
|      | TstBus<br>Flip | PRBS9 | PRBS15 | TstBusSel |     |     |     |     |
| 访问权限 | r/w            | r/w   | r/w    | r/w       | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 98 CommTest2Reg 位描述

| 位   | 符号         | 功能                                                                                       |
|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | TstBusFlip | 设置为 1 时，测试总线按如下顺序映射到并行端口：<br>D4, D3, D2, D6, D5, D0, D1                                  |
| 6   | PRBS9      | 根据 ITU-TO150 来启动和使能 PRBS9 序列<br>注意：所有与发射数据相关的寄存器都要按照 PRBS9 模式来配置；由 send 命令来启动指定数据序列的发射   |
| 5   | PRBS15     | 根据 ITU-TO150 来启动和使能 PRBS15 序列<br>注意：所有与发射数据相关的寄存器都要按照 PRBS15 模式来配置；由 send 命令来启动指定数据序列的发射 |
| 4-0 | TstBusSel  | 选择测试总线                                                                                   |

## 7.5.4 TestPinEnReg

使能 8bits 并行总线的管脚输出驱动。

表 99 TestPinEnReg 地址：33h 复位值：80h

|      | 7               | 6         | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|-----------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | RS232<br>LineEn | TestPinEn |     |     |     |     |     | RFU |
| 访问权限 | r/w             | r/w       | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | -   |

表 100 TestPinEnReg 位描述

| 位   | 符号          | 功能                                                                                                                                          |
|-----|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | RS232LineEn | 设置为 0 时，禁用串行 UART 的 MX 和 DTRQ 线                                                                                                             |
| 6-1 | TestPinEn   | 使能 D1-D7 并行接口的管脚输出驱动<br>例如：将第 1 位设置为 1 表示使能 D1，将第 5 位设置为 1 表示使能 D5；<br>注意：仅在使用串行接口时有效，如果使用 SPI 接口，或者使用串行 UART 接口且 RS232LineEn=1，则只能使用 D0-D4 |
| 0   | RFU         | 保留为将来使用                                                                                                                                     |

## 7.5.5 TestPinValReg

当 7bits 并行端口用作 I/O 口时，定义端口值。

表 101 TestPinValReg 地址：34h 复位值：00h

|      | 7     | 6            | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|------|-------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | UseIO | TestPinValue |     |     |     |     |     | RFU |
| 访问权限 | r/w   | r/w          | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w | -   |

表 102 TestPinValReg 位描述

| 位   | 符号           | 功能                                                                                                                                            |
|-----|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | UseIO        | 设置为 1 时，在使用串行接口的情况下，使能 7bits 并行端口的 I/O 功能，其输入/输出行为由 TestPinEnReg 中的 TestPinEn 来定义，输出值由 TestPinVal 定义<br>注意：如果 SAMClkD1 设置为 1，则 D1 不能做 I/O 口使用 |
| 6-1 | TestPinValue | 定义测试端口用作 I/O 时的值。每个输出位必须由 TestPinEnReg 中的 TestPinEn 来使能<br>注意：如果 UseIO 为 1，读 TestPinValue 得到的是管脚 D6-D0 的实际值；如果 UseIO 清 0，则读回 TestPinValReg 的值 |
| 0   | RFU          | 保留为将来使用                                                                                                                                       |

## 7.5.6 TestBusReg

内部测试总线的状态。

表 103 TestBusReg 地址：35h 复位值：xxh, xxxxxxxxh

|      | 7       | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|
|      | TestBus |   |   |   |   |   |   |   |
| 访问权限 | r       | r | r | r | r | r | r | r |

表 104 TestBusReg 位描述

| 位   | 符号      | 功能                                |
|-----|---------|-----------------------------------|
| 7-0 | TestBus | 显示内部测试总线的状态，测试总线由 CommTest2Reg 选择 |

## 7.5.7 SelfTestReg

数字自测试相关设置。

表 105 SelfTestReg 地址：36h 复位值：40h

|      | 7   | 6      | 5   | 4             | 3        | 2   | 1   | 0   |
|------|-----|--------|-----|---------------|----------|-----|-----|-----|
|      | RFU | AmpRcv | RFU | EOFSOF Adjust | SelfTest |     |     |     |
| 访问权限 | -   | r/w    | -   | r/w           | r/w      | r/w | r/w | r/w |

表 106 SelfTestReg 位描述

| 位   | 符号           | 功能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | RFU          | 保留用于产品测试                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6   | AmpRcv       | 设置为 1 时，接收机内部信号处理过程是非线性的，由此可以增加 106kb/s 通信模式下的工作距离<br>注意：由于信号处理的非线性，RxThresholdReg 中 MinLevel 和 CollLevel 的影响也是非线性的                                                                                                                                                                                                    |
| 5   | RFU          | 保留为将来使用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4   | EOFSOFAdjust | 如果设置为 0 且 EOFSOFWidth 为 1，SOF 和 EOF 取 ISO 14443B 协议中定义的最大长度；<br>如果设置为 0 且 EOFSOFWidth 为 0，SOF 和 EOF 取 ISO 14443B 协议中定义的最小长度；<br>如果设置为 1 且 EOFSOFWidth 为 1，则有：<br>SOF 低电平时间： $SOF_{low} = (11etu - 8cycles) / fc$<br>SOF 高电平时间： $SOF_{high} = (2etu + 8cycles) / fc$<br>EOF 低电平时间： $EOF_{low} = (11etu - 8cycles) / fc$ |
| 3-0 | SelfTest     | 使能数字自测试。自测可以由 CmdReg 写 SelfTest 命令来开启，通过写 1001 使能；注意：在默认工作模式下通过写 0000 禁止自测试                                                                                                                                                                                                                                            |

## 7.5.8 VersionReg

版本信息。

表 107 VersionReg 地址：37h 复位值：xxh, xxxxxxxxb

|      | 7       | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------|---------|---|---|---|---|---|---|---|
|      | Version |   |   |   |   |   |   |   |
| 访问权限 | r       | r | r | r | r | r | r | r |

表 108 VersionReg 位描述

| 位   | 符号      | 功能  |
|-----|---------|-----|
| 7-0 | Version | B2h |

## 7.5.9 SelAUXReg

AUX1 和 AUX2 管脚设置。

表 109 SelAUXReg 地址：38h 复位值：00h

|      | 7             | 6   | 5   | 4   | 3             | 2   | 1   | 0   |
|------|---------------|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|
|      | AnalogSelAux1 |     |     |     | AnalogSelAux2 |     |     |     |
| 访问权限 | r/w           | r/w | r/w | r/w | r/w           | r/w | r/w | r/w |

表 110 SelAUXReg 位描述

| 位   | 符号            | 功能                     |                                                                                      |
|-----|---------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-4 | AnalogSelAux1 | 控制 AUX1 管脚（设置方法同 AUX2） |                                                                                      |
| 3-0 | AnalogSelAux2 | 控制 AUX2 管脚             |                                                                                      |
|     |               | 设置                     | 描述                                                                                   |
|     |               | 0000                   | 三态                                                                                   |
|     |               | 0001                   | TestDAC1（AUX1）的输出，TestDAC2（AUX2）的输出<br>注意：是电流输出，AUX 推荐使用 1k $\Omega$ 的下拉电阻           |
|     |               | 0010                   | Testsignal Corr1<br>注意：是电流输出，AUX 推荐使用 1k $\Omega$ 的下拉电阻                              |
|     |               | 0011                   | Testsignal Corr2<br>注意：是电流输出，AUX 推荐使用 1k $\Omega$ 的下拉电阻                              |
|     |               | 0100                   | Testsignal MinLevel<br>注意：是电流输出，AUX 推荐使用 1k $\Omega$ 的下拉电阻                           |
|     |               | 0101                   | ADC I 通道<br>注意：是电流输出，AUX 推荐使用 1k $\Omega$ 的下拉电阻                                      |
|     |               | 0110                   | ADC Q 通道<br>注意：是电流输出，AUX 推荐使用 1k $\Omega$ 的下拉电阻                                      |
|     |               | 0111                   | ADC I, Q 通道结合<br>注意：是电流输出，AUX 推荐使用 1k $\Omega$ 的下拉电阻                                 |
|     |               | 1000                   | 产品测试<br>注意：是电流输出，AUX 推荐使用 1k $\Omega$ 的下拉电阻                                          |
|     |               | 1001                   | SAM 时钟（13.56MHz）                                                                     |
|     |               | 1010                   | 高电平                                                                                  |
|     |               | 1011                   | 低电平                                                                                  |
|     |               | 1100                   | TxActive<br>106kbits/s 时：起始位、数据位、奇偶校验位、CRC 时为高；212/424kbits/s 时：前导码、同步字节、数据和 CRC 时为高 |
|     |               | 1101                   | RxActive<br>106kbits/s 时：数据位、奇偶校验位、CRC 时为高；212/424kbits/s 时：数据和 CRC 时为高              |
|     |               | 1110                   | 副载波检测<br>106kbits/s 时：不支持；212/424kbits/s 时：前导码最后部分、同步字节、数据、CRC 时为高                   |
|     |               | 1111                   | 由 CommTest1Reg 中的 TstBusBitSel 位定义测试总线                                               |

## 7.5.10 TestValDAC1Reg

TestDAC1 的测试值。

表 111 TestValDAC1Reg 地址: 39h 复位值: xxh, 00xxxxxxb

|      |     |     |          |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 7   | 6   | 5        | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|      | RFU | RFU | TestDAC1 |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | -   | -   | r/w      | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 112 TestValDAC1Reg 位描述

| 位   | 符号       | 功能                                                                            |
|-----|----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | RFU      | 保留用于产品测试                                                                      |
| 6   | RFU      | 保留为将来使用                                                                       |
| 5-0 | TestDAC1 | 定义 TestDAC1 的测试值。通过将 SelAUXReg 中的 AnalogSelAux1 设置为 0001, 可使 DAC1 的输出转换到 AUX1 |

## 7.5.11 TestValDAC2Reg

TestDAC2 的测试值。

表 113 TestValDAC2Reg 地址: 3Ah 复位值: xxh, 00xxxxxxb

|      |     |     |          |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 7   | 6   | 5        | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|      | RFU | RFU | TestDAC2 |     |     |     |     |     |
| 访问权限 | -   | -   | r/w      | r/w | r/w | r/w | r/w | r/w |

表 114 TestValDAC2Reg 位描述

| 位   | 符号       | 功能                                                                            |
|-----|----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | RFU      | 保留为将来使用                                                                       |
| 5-0 | TestDAC2 | 定义 TestDAC2 的测试值。通过将 SelAUXReg 中的 AnalogSelAux2 设置为 0001, 可使 DAC2 的输出转换到 AUX2 |

## 7.5.12 ValADCReg

ADC I 通道和 Q 通道的实际值。

表 115 ValADCReg 地址: 3Bh 复位值: xxh, xxxxxxxxb

|      |       |   |   |   |       |   |   |   |
|------|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
|      | 7     | 6 | 5 | 4 | 3     | 2 | 1 | 0 |
|      | ADC_I |   |   |   | ADC_Q |   |   |   |
| 访问权限 | r     | r | r | r | r     | r | r | r |

表 116 ValADCReg 位描述

| 位   | 符号    | 功能           |
|-----|-------|--------------|
| 7-4 | ADC_I | ADC I 通道的实际值 |
| 3-0 | ADC_Q | ADC Q 通道的实际值 |

## 7.5.13 RFTReg

保留为将来使用。

## 8. 数字接口

### 8.1 微控制器接口自动检测

Si523 支持可直接相连的各种微控制器接口类型，如 SPI，I<sup>2</sup>C 和串行 UART。在上电或硬复位后，Si523 复位自身的接口并自动检测当前主机的接口类型。因为每种接口有其固定的管脚连接，Si523 可以通过检测这些管脚的逻辑电平从而分辨出复位后的接口类型。下表列出了不同的连接配置：

表 117 不同接口类型的检测

| 引脚  | 接口类型     |         |                         |
|-----|----------|---------|-------------------------|
|     | UART（输入） | SPI（输出） | I <sup>2</sup> C（输入/输出） |
| SD  | RX       | NSS     | SDA                     |
| SDI | 0        | 0       | 1                       |
| EA  | 0        | 1       | EA                      |
| D7  | TX       | MISO    | SCL                     |
| D6  | MX       | MOSI    | ADR_0                   |
| D5  | DTRQ     | SCK     | ADR_1                   |
| D4  | -        | -       | ADR_2                   |
| D3  | -        | -       | ADR_3                   |
| D2  | -        | -       | ADR_4                   |
| D1  | -        | -       | ADR_5                   |

### 8.2 SPI

Si523 支持串行外围接口（兼容 SPI）来达到与主机的高速通信，数据速率最高可达 10Mbits/s。当与主机通信时，Si523 作为从机，从主机处接受寄存器设置，与主机交互射频接口通信相关的数据。

兼容 SPI 的接口同样可以在 Si523 和微控制器之间建立高速串行通信，接口的处理与 SPI 标准相同。

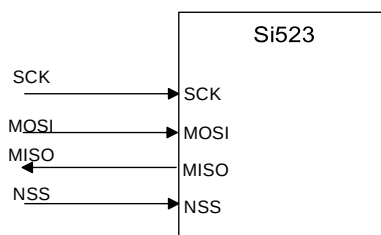


图 10 SPI 接口

Si523 在 SPI 通信中作从机，SPI 的时钟信号 SCK 由主机产生，数据通过 MOSI 线从主机传输到从机，通过 MISO 线从从机传输到主机。两条线上传输数据字节时都是高位在先，且数据在时钟上升沿时需要保持稳定，在下降沿时可以改变。

## 8.2.1 SPI 读数据

用 SPI 读数据需要如下表的字节顺序，注意是先发送最高位。其中第一个字节定义了模式和地址：

表 118 MOSI 和 MISO 字节顺序

| 线名   | 字节 0 | 字节 1 | 字节 2 | ... | 字节 n   | 字节 n+1 |
|------|------|------|------|-----|--------|--------|
| MOSI | 地址 0 | 地址 1 | 地址 2 | ... | 地址 n   | 00     |
| MISO | X*   | 数据 0 | 数据 1 | ... | 数据 n-1 | 数据 n   |

注：X=任意值；先传输 MSB。

## 8.2.2 SPI 写数据

用 SPI 向 Si523 写数据需要如下表的字节顺序，其中第一个字节定义了模式和地址：

表 119 MOSI 和 MISO 字节顺序

| 线名   | 字节 0 | 字节 1 | 字节 2 | ... | 字节 n   | 字节 n+1 |
|------|------|------|------|-----|--------|--------|
| MOSI | 地址 0 | 数据 0 | 数据 1 | ... | 数据 n-1 | 数据 n   |
| MISO | X*   | X*   | X*   | ... | X*     | X*     |

注：X=任意值；先传输 MSB。

## 8.2.3 SPI 地址字节

地址字节需要满足如下表的形式：

表 120 地址字节 0 寄存器：MOSI

| 7 (MSB)    | 6  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 (LSB) |
|------------|----|---|---|---|---|---|---------|
| 1=读<br>0=写 | 地址 |   |   |   |   |   | 0       |

第一个字节的最高位定义了所使用的模式，如果是从 Si523 读数据则最高位为 1；如果是向 Si523 写数据则最高位为 0。6-1 位给出地址，最低位设置为 0。



## 8.3 UART

### 8.3.1 与主机的连接

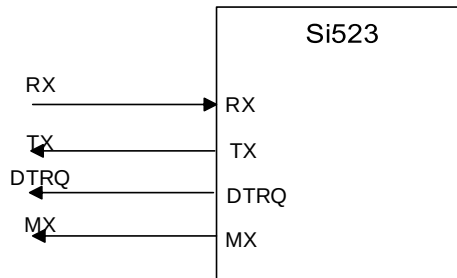


图 11 UART 接口

注意：DTRQ 和 MX 信号可以通过清除 TestPinEnReg 寄存器的 RS232LineEn 位来屏蔽。

### 8.3.2 可选的传输速率

Si523 内部 UART 接口与 RS232 串行接口兼容，默认的传输速率是 8.6kBd，由主机写 SeriaSpeedReg 寄存器可以改变传输速率，其中 BR\_T0[2:0]和 BR\_T1[4:0]与速率设置有关，如下表所示：

表 121 BR\_T0 和 BR\_T1 设置

| BR_Tn | Bit0 | Bit1  | Bit2  | Bit3  | Bit4  | Bit5  | Bit6  | Bit7  |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| BR_T0 | 1    | 1     | 2     | 4     | 8     | 16    | 32    | 64    |
| BR_T1 | 1-32 | 33-64 | 33-64 | 33-64 | 33-64 | 33-64 | 33-64 | 33-64 |

例：不同传输速率及其相关寄存器设置如下表。

表 122 可选的 UART 传输速率

| 传输速率（kBd） | SeriaSpeedReg 寄存器值 |        | 速率精确度（%）* |
|-----------|--------------------|--------|-----------|
|           | 十进制表示              | 十六进制表示 |           |
| 7.2       | 250                | FAh    | -0.25     |
| 8.6       | 235                | EBh    | 0.32      |
| 14.4      | 218                | DAh    | -0.25     |
| 19.2      | 203                | CBh    | 0.32      |
| 38.4      | 171                | ABh    | 0.32      |
| 57.6      | 154                | 9Ah    | -0.25     |
| 115.2     | 122                | 7Ah    | -0.25     |
| 128       | 116                | 74h    | -0.06     |
| 230.4     | 90                 | 5Ah    | -0.25     |
| 460.8     | 58                 | 3Ah    | -0.25     |
| 921.6     | 28                 | 1Ch    | 1.45      |
| 1228.8    | 21                 | 15h    | 0.32      |

注\*：上述传输速率实际误差均小于 1.5%。

表中可选传输速率是根据如下公式所计算：

BR\_T0[2:0]=0 时：

$$transforspeed = \frac{27.12 \times 10^6}{(BR\_T0 + 1)}$$

BR\_T0[2:0]>0 时：

$$transforspeed = \frac{27.12 \times 10^6}{\frac{(BR\_T1 + 33)}{2^{(BR\_T0 - 1)}}}$$

### 8.3.3 UART 帧格式

表 123 UART 帧

| Bit | 长度    | 值  |
|-----|-------|----|
| 起始位 | 1bit  | 0  |
| 数据位 | 8bits | 数据 |
| 停止位 | 1bit  | 1  |

注意：对于数据和地址字节，要先传输最低位，发送数据时不加奇偶校验位。

如果要使用 UART 接口读数据，需使用如下表顺序。由发送的第一个字节定义所用模式及地址。

表 124 读数据字节顺序

| 引脚 | 字节 0 | 字节 1 |
|----|------|------|
| RX | 地址   | -    |
| TX | -    | 数据 0 |

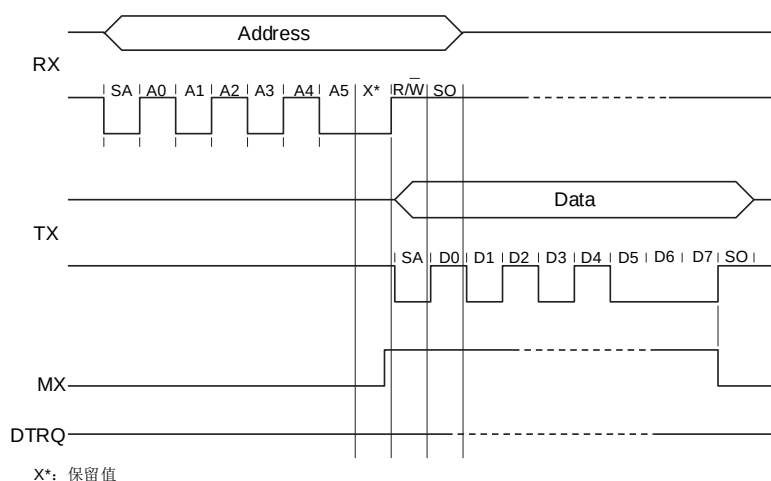


图 12 UART 读数据时序图

如果要使用 UART 接口向 Si523 写数据，则需要使用如下表的结构。由发送的第一个字节定义所用模式及地址。

表 125 写数据字节顺序

| 引脚 | 字节 0 | 字节 1 |
|----|------|------|
| RX | 地址 0 | 数据 0 |
| TX | -    | 地址 0 |

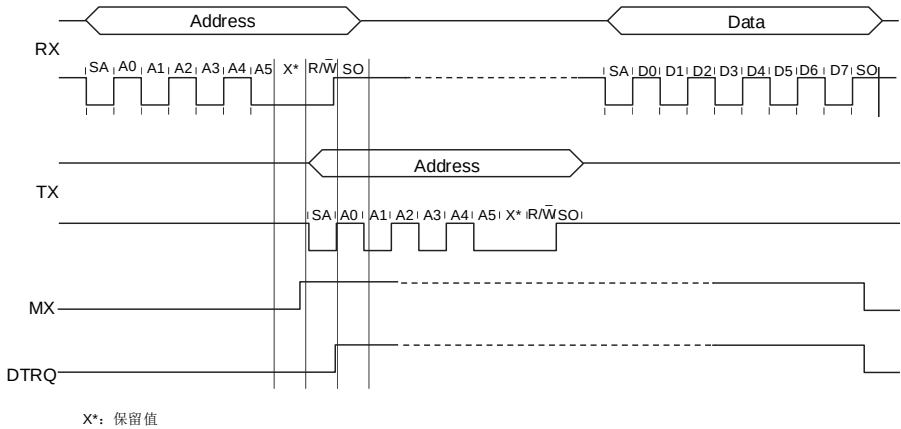


图 13 UART 写数据时序图

注意：引脚 RX 传输地址字节后，可以直接传输数字字节。

地址字节需要满足如下形式：

由第一个字节的最高位设置所用的模式，如果要从 Si523 读数据，则最高位设为 1；要向 Si523 写数据，则最高位设为 0。第六位保留为将来使用，5-0 位定义地址。

表 126 地址字节 0 寄存器：MOSI

| 7 (MSB)    | 6  | 5  | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 (LSB) |
|------------|----|----|---|---|---|---|---------|
| 1=读<br>0=写 | 保留 | 地址 |   |   |   |   |         |

## 8.4 I<sup>2</sup>C

I<sup>2</sup>C 总线是一种低功耗、低管脚占用的串行总线接口，其实现符合 *I<sup>2</sup>C-bus interface specification, rev. 2.1, January 2000* 规定。该接口只能工作在 Slave 模式，因此此时 Si523 不产生时钟，也不进行访问仲裁。

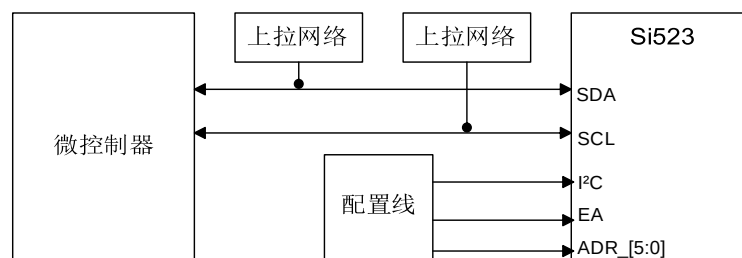


图 14 I<sup>2</sup>C 总线接口

Si523 可以作为标准模式、快速模式和高速模式下的从机接收端或者从机发射端。

SDA 是接电流源或上拉电阻的正电源的双向数据线。在无数据传输时，SDA 与 SCL 线均为高电平。Si523 有三态输出模拟用于实现线与功能。标准模式下 I<sup>2</sup>C 总线上的数据传输速率高达 100kBd；快速模式下高达 400kBd；高速模式下高达 3.4Mbits/s。

如果选择 I<sup>2</sup>C 总线接口，SCL 和 SDA 线上的毛刺抑制符合 I<sup>2</sup>C 总线接口规则。

### 8.4.1 数据有效性

SDA 线上的数据在时钟为高时需要保持稳定；仅当 SCL 上时钟信号为低时，数据线上的状态才能改变。

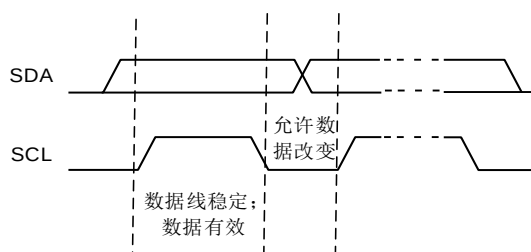


图 15 I<sup>2</sup>C 总线比特传输

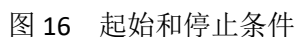
### 8.4.2 起始和停止条件

为管理 I<sup>2</sup>C 总线上的数据传输，本节定义了 START (S) 与 STOP (P) 条件：

- 起始条件 START：当 SCL 为高时，SDA 线上由高变低的跳变。
- 停止条件 STOP：当 SCL 为高时，SDA 线上由低变高的跳变。

起始和停止条件由 I<sup>2</sup>C 主机产生，产生起始条件后认为主机处于繁忙状态；停止条件结束后主机回到空闲状态。

如果在起始条件后，产生重复起始条件 (Sr) 而非停止条件，则认为总线仍处于繁忙状态。起始 (S) 和重复起始 (Sr) 条件的功能完全相同，因此都用符号 S 表示。

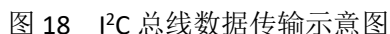
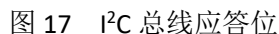


每个字节后需要跟一个应答位，传输字节时最高位在前，如下图 17 在一次数据传输当中，传输的字节数无限制但是必须满足读写周期格式。

每个数据字节结束后会再传输一个应答位（**Acknowledge**），与应答相关的时钟脉冲由主机产生。在应答周期内，数据的发送方（主机或从机）将释放 **SDA** 线（高电平），接收方拉低 **SDA** 线使其在应答时钟脉冲为高时，**SDA** 保持在低电平。

主机可以通过产生停止条件来终止传输；也可以通过产生重复起始条件来开启一次新的传输。

主机接收端通过在最后一个字节不产生应答来告知从机发射端数据的结束；从机发射端释放数据线，从而使主机可以产生停止条件或重复起始条件。



## 8.4.5 7 位寻址

I<sup>2</sup>C 寻址过程中，起始条件后的第一个字节用来决定主机选择哪一个从机进行通信。

I<sup>2</sup>C 总线规范中有多个地址保留，在配置设备时，设计者需确保不会与保留地址产生冲突。

I<sup>2</sup>C 总线地址规范与 EA 管脚的定义有关。在释放 NRSTPD 管脚或上电复位后，芯片立刻通过 EA 管脚来获得 I<sup>2</sup>C 总线的地址。如果 EA 为低电平，芯片总线地址的高 4 位设置为 0101b，从机地址的剩余 3 位（ADR\_0, ADR\_1, ADR\_2）可以由用户自由配置以防与其他 I<sup>2</sup>C 总线设备发生冲突；如果 EA 为高电平，ADR\_0-ADR\_5 完全由外部管脚来决定，而 ADR\_6 始终设置为 0。

两种模式下外部地址编码都在释放复位条件后立刻锁定，不考虑此后所用管脚产生的变化。通过外部连线，I<sup>2</sup>C 总线地址端口还可以用做测试信号的输出。



图 19 起始条件后的第一个字节

## 8.4.6 寄存器写访问

要通过 I<sup>2</sup>C 总线，由主机写 Si523 的特殊功能寄存器，需使用如下帧格式：

- 由帧的第一个字节指定设备地址（遵循 I<sup>2</sup>C 总线规范）；
- 由帧的第二个字节指示寄存器地址；其后是 n 个数据字节。

在一个数据帧中，所有数据字节要写入同一寄存器地址，实现 FIFO 的快速访问。读/写标志位（ $\overline{R/W}$ ）应清 0。

## 8.4.7 寄存器读访问

要读 Si523 某个地址的特殊功能寄存器，主机必须遵循如下步骤：

- 首先按下图的帧格式写入指定寄存器的地址；
- 由帧的第一个字节指定设备地址（遵循 I<sup>2</sup>C 总线规范）；
- 由帧的第二个字节指示寄存器地址，不加数据字节；
- 读/写标志位为 0。

上述写访问后才开始读访问。主机发送 Si523 的设备地址，作为响应 Si523 将发回相应寄存器的内容。一帧中所有数据字节都从同一个寄存器地址读出，以此实现 FIFO 的快速访问或者寄存器的查询。

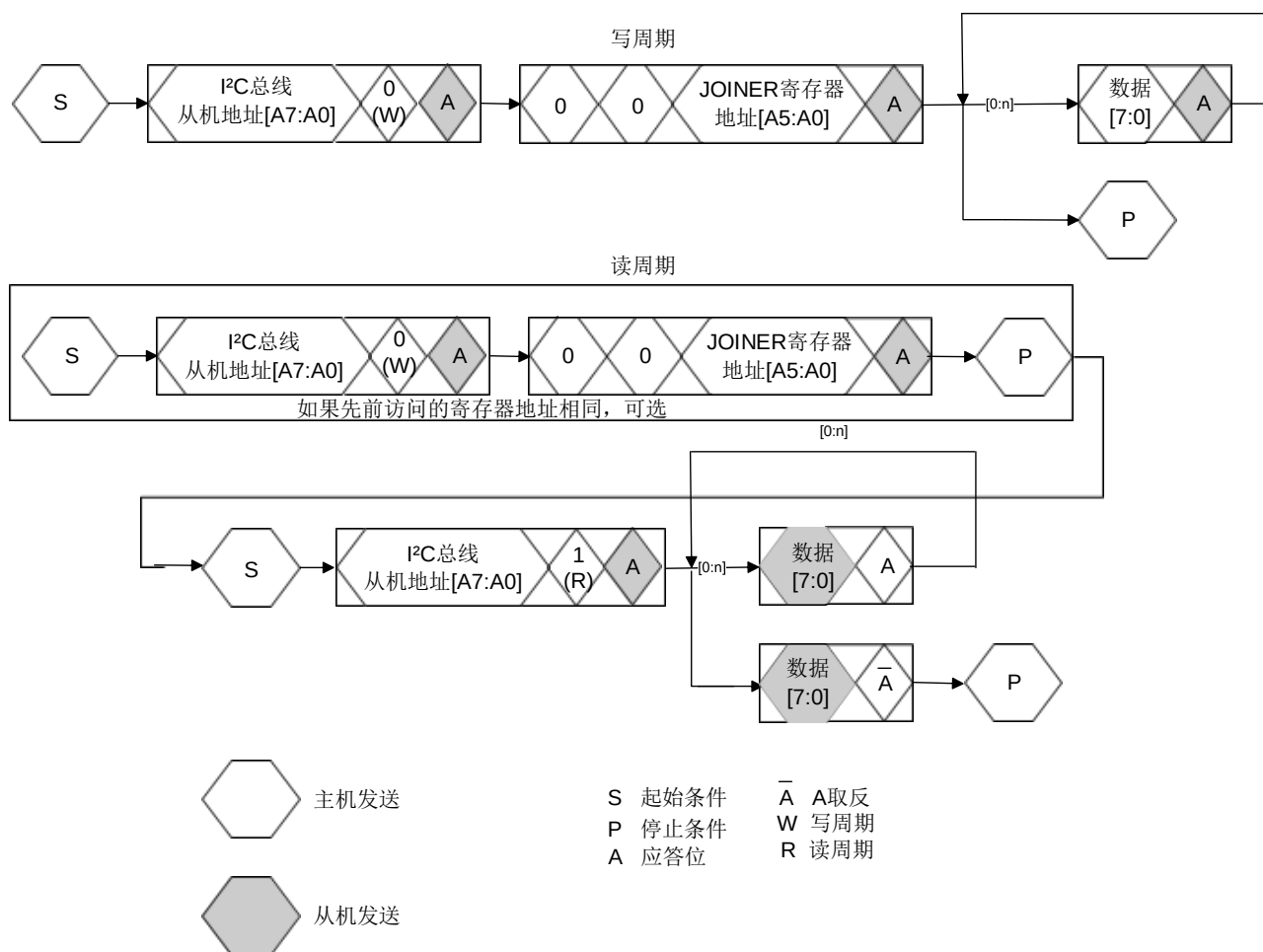


图 20 寄存器读写访问

#### 8.4.8 高速模式

高速模式（HS mode）下，设备可以以高达 3.4Mbits/s 的数据速率进行信息的传输，同时为满足双向混合速率总线系统的要求，向下兼容快速和标准模式（F/S mode）。

#### 8.4.9 高速传输

为实现高达 3.4Mbits/s 的数据速率，对 I<sup>2</sup>C 总线工作做出如下改进：

- 高速模式下设备的 SDA 和 SCL 输入具有毛刺抑制功能，加入了 Scmitt 触发器，使其与 F/S 模式相比有不同的时间常数；
- 高速模式下设备的 SDA 和 SCL 输出缓冲区具有下降沿斜率控制功能，使其与 F/S 模式相比有不同的下降时间。

#### 8.4.10 高速模式下的串行数据传输格式

高速模式下串行数据的传输满足 I<sup>2</sup>C 总线标准模式的规范：

1. 起始条件（S）
2. 8-bits 主机代码（00001xxb）
3. 应答位取反（ $\bar{A}$ ）

当高速模式开始时，主机发送重复起始条件与带读/写标志的 7-bit 从机地址，然后从被选中的 Si523 处接收到应答位（A）。

下一个重复起始条件后，数据仍以高速模式进行传输，只有在停止条件后才切换回 F/S 模式。为降低主机的代码开销，主机可以通过重复起始条件来连接大量的高速模式传输。

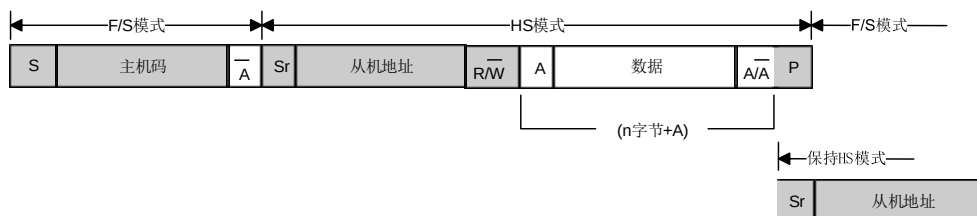


图 21 I²C 总线 HS 模式协议转换

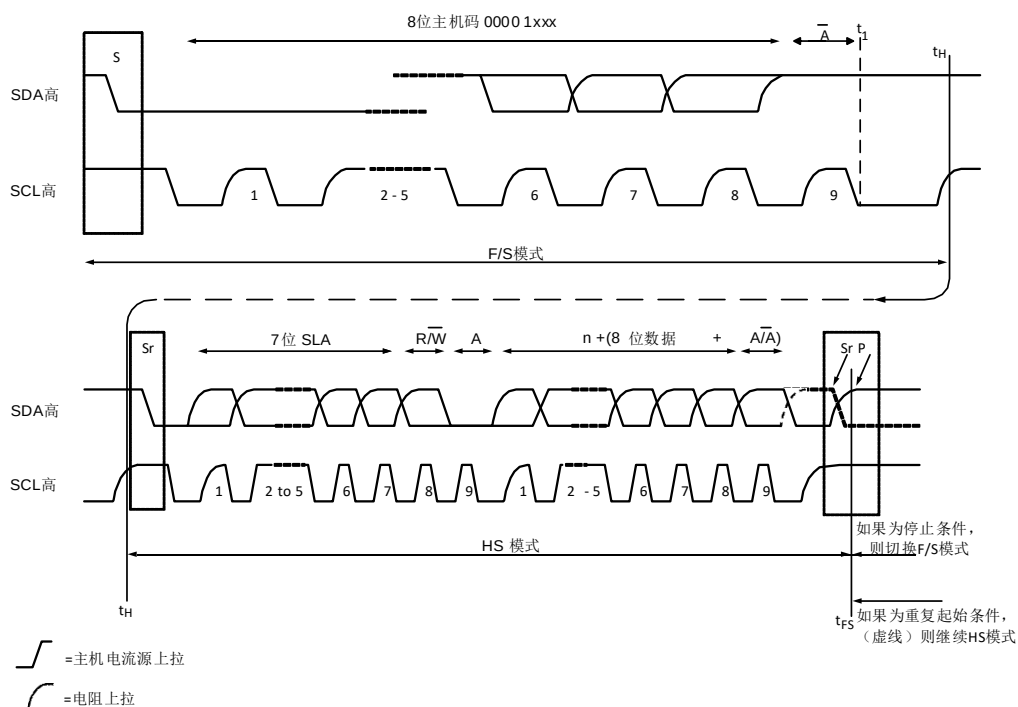


图 22 I²C 总线 HS 模式协议帧

#### 8.4.11 F/S 模式与 HS 模式间的转换

复位和初始化后，Si523 处于快速模式（因快速模式向下兼容标准模式，实际上称作 F/S 模式）。连接总线的 Si523 可以识别“S 00001xxxx A”序列并将内部电路设置从快速模式转换到高速模式。

Si523 将执行下述操作：

1. 将 SDA 和 SCL 输入滤波器按照毛刺抑制的要求设置为高速模式；
2. 调整 SDA 输出级的斜率控制。

如果将 Status2Reg 的 I²CForceHS 位设置为 1，在不与其他 I²C 总线设备通信的情况下，



系统配置可以长期保持在高速模式下，此后无需再发主机代码。这部分内容未在总线规范中定义，必须在总线上没有连接其他设备时才能使用。此外，由于毛刺抑制减弱，总线上必须避免出现毛刺。

#### 8.4.12 F/S 模式下的 Si523

Si523 完全向下兼容 F/S 模式的 I<sup>2</sup>C 总线系统。因配置中未收到主机代码，设备会保持在 F/S 模式并以 F/S 模式的速率进行数据传输。

## 9. 模拟接口与非接触式 UART

### 9.1 概述

集成的非接触式 UART 支持以高达 848kBd 的速率与外部主机进行通信，用以满足协议的帧和差错校验的要求。为调制和解调通信接口 MFIN 管脚和 MFOUT 管脚上的数据，芯片需要连接其他外围电路。

非接触式 UART 可以与主机协同处理通信协议的要求，包括面向比特或字节的帧，此外还支持基于各通信协议的错误检测，如奇偶校验和 CRC。

注意：天线的尺寸、调谐和电源电压对芯片可达到的工作距离有较大影响。

### 9.2 TX 驱动

TX1 和 TX2 管脚发送的信号是由包络调制后的 13.56MHz 载波信号。可以使用一些无源器件进行匹配和滤波，从而直接驱动天线。TX1 和 TX2 上的信号可以由 TxCtrlReg 配置。

调制系数可以通过调整驱动的阻抗来进行配置。P 驱动的阻抗可以由 CWGsPReg 和 ModGsPReg 配置；N 驱动的阻抗可以由 GsNReg 配置。调制系数还与天线的设计与调谐有关。

信息传输期间的数据速率和帧，以及天线驱动设置由 TxCfgReg 和 TxSelReg 寄存器控制，用以满足不同模式和速率下的通信要求。

表 127 控制 TX1 管脚信号的寄存器设置

| Tx1RFEn<br>位 | Force<br>100ASK<br>位 | InvTx1RF<br>On 位 | InvTx1RF<br>Off 位 | Envelope | TX1<br>管脚 | GSPMos       | GSNMos       | 备注                                                            |
|--------------|----------------------|------------------|-------------------|----------|-----------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------|
| 0            | X*                   | X*               | X*                | X*       | X*        | CWGsN<br>Off | CWGsN<br>Off | RF<br>关闭                                                      |
| 1            | 0                    | 0                | X*                | 0        | RF        | pMod         | nMod         | 100%ASK: 管<br>脚 TX1 下拉<br>到逻辑 0, 不<br>受<br>InvTx1RFOff<br>位影响 |
|              |                      |                  |                   | 1        | RF        | pCW          | nCW          |                                                               |
|              | 0                    | 1                | X*                | 0        | RF        | pMod         | nMod         |                                                               |
|              |                      |                  |                   | 1        | RF        | pCW          | nCW          |                                                               |
|              | 1                    | 1                | X*                | 0        | 0         | pMod         | nMod         |                                                               |
|              |                      |                  |                   | 1        | RF_n      | pCW          | nCW          |                                                               |

X\*: 任意值

表 128 控制 TX2 管脚信号的寄存器设置

| Tx1RF<br>En 位 | Force<br>100ASK<br>位 | Tx2CW<br>位 | InvTx2R<br>FOn 位 | InvTx2R<br>FOff 位 | Envelope | TX2<br>管脚 | GSPMo<br>s   | GSNM<br>os   | 备注                                                                             |
|---------------|----------------------|------------|------------------|-------------------|----------|-----------|--------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 0             | X*                   | X*         | X*               | X*                | X*       | X*        | CWGs<br>NOff | CWGs<br>NOff | RF<br>关闭                                                                       |
| 1             | 0                    | 0          | 0                | X*                | 0        | RF        | pMod         | nMod         | -                                                                              |
|               |                      |            |                  | X*                | 1        | RF        | pCW          | nCW          |                                                                                |
|               |                      |            | 1                | X*                | 0        | RF_n      | pMod         | nMod         |                                                                                |
|               |                      |            |                  | X*                | 1        | RF_n      | pCW          | nCW          |                                                                                |
|               |                      | 1          | 0                | X*                | X*       | RF        | pCW          | nCW          | 连续<br>未调<br>制载<br>波电<br>导                                                      |
|               |                      |            | 1                | X*                | X*       | RF_n      | pCW          | nCW          |                                                                                |
|               | 1                    | 0          | 0                | X*                | 0        | 0         | pMod         | nMod         | 100%ASK :<br>管脚 TX2 下<br>拉 到 逻辑<br>0, 不受<br>InvTx2RFOff<br>/InvTx2RFOff<br>位影响 |
|               |                      |            |                  | X*                | 1        | RF        | pCW          | nCW          |                                                                                |
|               |                      |            | 1                | X*                | 0        | 0         | pMod         | nMod         |                                                                                |
|               |                      |            |                  | X*                | 1        | RF_n      | pCW          | nCW          |                                                                                |
|               |                      | 1          | 0                | X*                | X*       | RF        | pCW          | nCW          |                                                                                |
|               |                      |            | 1                | X*                | X*       | RF_n      | pCW          | nCW          |                                                                                |

X\*: 任意值

表格中采用的缩写说明如下：

- RF: 13.56MHz 时钟，由 27.12MHz 石英晶振二分频产生；
- RF\_n: 反相的 13.56MHz 时钟；
- GSPMos: PMOS 阵列的电导配置；
- GSNMos: NMOS 阵列的电导配置；
- pCW: 由 CWGsPReg 寄存器定义的，发射连续载波信号时 PMOS 电导值；
- pMod: 由 ModGsPReg 寄存器定义的，调制时的 PMOS 电导值；
- nCW: 由 GsNReg 寄存器 CWGsN[3:0]位定义的，发射连续载波信号时 NMOS 电导值；
- nMod: 由 GsNReg 寄存器 ModGsN[3:0]位定义的，调制时的 NMOS 电导值；
- X: 任意值。

注意：如果只打开一个天线驱动，CWGsPReg、ModGsPReg 和 GsNReg 寄存器的值仍将同时用于两个驱动。

### 9.3 串行数据转换器

Si523 中实现了两个主要模块，其中数字模块由状态机、编解码逻辑组成，模拟模块则由调制器和天线驱动，接收电路和放大器组成。两个模块之间的接口信号可以由 MFIN 和 MFOUT 管脚传输。MFIN 可以处理 424kbit 以上的数字 NFC 信号，MFOUT 可以与外部电路结合使用来产生 424kbit 以上速率（也包括 106,212,424kbit）的数字信号。此外，在 Si523 与安全 IC 共同实现卡模拟功能时，MFOUT 和 MFIN 也能用于实现卡 SAM 模式的 S<sup>2</sup>C 接口。

此拓扑结构允许 Si523 的模拟模块连接到另一设备的数字模块。

串行数据的转换由 TxSelReg 和 RxSelReg 寄存器控制，图示 TX1 和 TX2 上的串行数据转换。

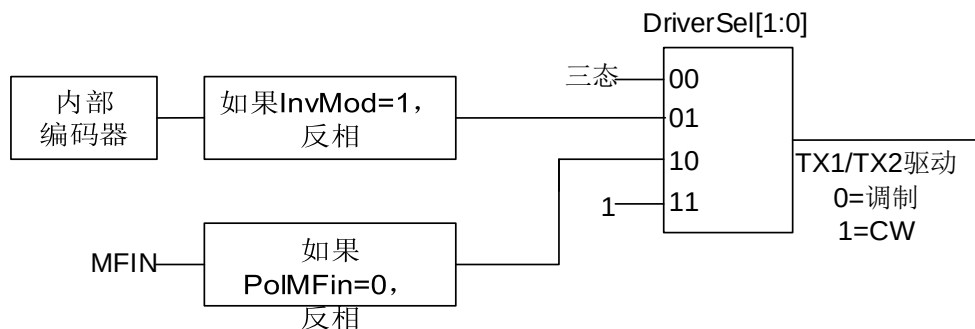


图 23 TX1 和 TX2 串行数据转换

### 9.4 CRC 协处理器

可配置的 CRC 协处理器参数如下：

- CRC 预设值：可为 0000h, 6363h, A671h 或 FFFF h，具体取决于 ModeReg 寄存器的 CRCPreset[1:0]设置；
- 16 位 CRC 多项式： $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ ；
- CRC 的计算结果由 CRCValReg 寄存器指示，此寄存器分为两组 8 位寄存器，分别存储结果的高低字节；
- ModeReg 寄存器的 MSBfirst 位指示数据将首先从 MSB 开始载入。

表 129 CRC 协处理器参数

| 参数        | 说明                                                             |
|-----------|----------------------------------------------------------------|
| CRC 寄存器长度 | 16 位                                                           |
| CRC 算法    | ISO/IEC 14443A 和 ITU-T 所规定的算法                                  |
| CRC 预设值   | ModeReg 寄存器的 CRCPreset[1:0]决定：<br>0000h, 6363h, A671h 或 FFFF h |

## 10. FIFO

Si523 使用 8×64bits FIFO 缓冲器，为主机和 Si523 内部状态机之间的输入输出数据流提供缓冲，使得在处理小于 64 字节的数据流时无需考虑主从机通信的时间约束。

### 10.1 FIFO 存取

FIFO 输入输出总线与 FIFODataBusReg 相连，每写一次该寄存器，会向 FIFO 中存储 1 字节并将 FIFO 写指针加一；每读一次该寄存器，会取出 FIFO 读指针对应位置的内容并将读指针减一。写指针与读指针的距离可以通过读 FIFOLevelReg 得到。

当微控制器启动一个命令时，Si523 可以在命令执行期间根据命令要求存取 FIFO，只有一组缓冲器可以实现主从机间的输入输出，此时微控制器不能以其他方式访问 FIFO。

### 10.2 FIFO 控制

将 FIFOLevelReg 的 FlushBuffer 位置 1 可以重置 FIFO 的指针，与此同时 FIFOLevel[6:0]会置 0、ErrReg 中的 BufferOvfl 位会被清除，此前存储在 FIFO 中字节不能再访问，但是可以存入其他 64 字节。

### 10.3 FIFO 状态信息

主机可以获得如下 FIFO 状态信息：

- 存储在 FIFO 中的字节数：由 FIFOLevelReg 中的 FIFOLevel[6:0]可得
- FIFO 上溢警告：由 Status1Reg 的 HiAlert 位可得；
- FIFO 下溢警告：由 Status1Reg 的 LoAlert 位可得；
- FIFO 溢出（已满但仍有字节写入）警告：由 ErrReg 的 BufferOvfl 位可得。

BufferOvfl 只能由设置 FIFOLevelReg 的 FlushBuffer 位来清 0。

Si523 在如下情况可以产生中断信号：

- IRq1EnReg 的 LoAlertIEn=1，当 Status1Reg 的 LoAlert 位变为 1 时激活管脚 IRQ；
- IRq1EnReg 的 HiAlertIEn=1，当 Status1Reg 的 HiAlert 位变为 1 时激活管脚 IRQ。

如果 FIFO 中剩余的空间小于 WaterLevel，HiAlert 将置 1：

$$HiAlert = (64 - FIFOLength) \leq WaterLevel$$

如果 FIFO 中存储的字节少于 WaterLevel，LoAlert 将置 1：

$$LoAlert = FIFOLength \leq WaterLevel$$

## 11. 中断请求系统

Si523 通过 Status1Reg 寄存器的 IRq 位 (或者激活的 IRQ 管脚) 来指示某些事件的发生, IRQ 管脚上信号可以对主机产生中断, 为高效主机软件的实现提供中断处理能力。

### 11.1 中断源概览

下表列出了可用的中断位, 对应的中断源及其激活条件。如 IRq1Reg 寄存器的 TimerIRq 中断位指示定时器单元产生的中断, 当定时器从 1 减至 0 时置 1。

IRq1Reg 寄存器的 TxIRq 表示发射已经完成, 如果芯片状态由发数变为传输帧结束模式, 发射机将自动置位此中断位。CRC 处理器在处理完 FIFO 中的所有数据后 (标志: CRCReady=1), 将 IRq2Reg 寄存器的 CRCIRq 置 1。IRq1Reg 寄存器的 RxIRq 则表示检测到接收数据结束时的中断。IRq1Reg 寄存器的 IdleIRq 在当前命令完成且 CmdReg 中 Command[3:0]变为空闲值时置 1。

IRq1Reg 的 HiAlertIRq 在 Status1Reg 寄存器的 HiAlert 为 1 时置 1, 即 FIFO 存储的内容已经达到 WaterLevel[5:0]规定值; IRq1Reg 的 LoAlertIRq 在 Status1Reg 寄存器的 LoAlert 为 1 时置 1, 即 FIFO 存储的内容已经达到 WaterLevel[5:0]规定值。

IRq1Reg 寄存器的 ErrIRq 表示 UART 在发送接收期间检测到错误, 当 ErrReg 中任意位为 1 时置 1。

表 130 中断源

| 中断标志       | 中断源       | 触发条件                                                   |
|------------|-----------|--------------------------------------------------------|
| TimerIRq   | 定时单元      | 定时器从 1 变为 0                                            |
| TxIRq      | 发射机       | 从发射数据状态转变为发射 EOF 时, 发射机自动置位 TxIRq                      |
| CRCIRq     | CRC 协处理器  | CRC 协处理器处理完 FIFO 中的数据后 (由 CRCReady=1 表示处理完毕) 置位 CRCIRq |
| RxIRq      | 接收机       | 检测到接收帧的 EOF 后产生                                        |
| IdleIRq    | IRq1Reg   | 命令执行完毕, 且 CmdReg 中 Command[3:0]变为空闲时产生                 |
| HiAlertIRq | FIFO      | FIFO 达 WaterLevel[5:0], 且 HiAlert 置位时产生                |
| LoAlertIRq | FIFO      | FIFO 达 WaterLevel[5:0], 且 LoAlert 置位时产生                |
| ErrIRq     | 非接触式 UART | 在非接触式 UART 发射或接收过程中检测到错误时产生                            |
| CardIRq    | ACD       | 在 ACD 模式下, 检测到卡                                        |
| RFExIRq    | ACD       | 在 ACD 模式下, 检测到其他 13.56 MHz RF 源                        |
| RFlowIRq   | ACD       | 在 ACD 模式下, 自身所发 RF 过低                                  |
| OscMonIRq  | OSC 监测    | 在 ACD 模式下, OSC 连续 4 次起振失败                              |
| WdtIRq     | 看门狗       | 在 ACD 模式下, 看门狗计时达到所设时间                                 |
| ACCErr     | 数据监测      | 在 ACD 模式下, 轮询时配置数据丢失                                   |

## 12. 定时器

Si523 中实现了定时单元，外部主机控制器可以通过定时器来管理与计时相关的任务。定时器可以用作如下配置：

- 超时计数器
- 看门狗计数器
- 秒表
- 可编程单触发器
- 周期触发器

定时单元可用于测量两个事件之间的时间间隔，或者定时产生特殊事件。定时器可以由下述事件触发，但不会影响任何内部事件（例如：数据接收过程中发生超时不会自动对接收产生影响）。此外，设置定时器相关的寄存器可以用于产生中断。

定时器的输入时钟频率为 13.56MHz（由 27.12MHz 晶振产生），由两部分组成：预分频器和计数器。预分频器是一个 12bits 计数器，其重装值 `TPrescaler` 可定义在 0-4095 范围内；16bits 计数器的重装值 `TReload` 则可定义在 0-65535 范围内。定时器的当前值可由 `TcntValReg` 得到。

当计数器减到 0 时，会自动产生定时中断，其标志是 `IRq1Reg` 中的 `TimerIRq` 位，如果使能定时中断请求，中断事件会传播到 `IRQ` 管脚。`TimerIRq` 可以由主机置位或清除。定时器会根据配置，在计数到 0 时终止或是重新载入 `TReload` 的值。

定时器的状态由 `Status1Reg` 中的 `TRunning` 位指示。

定时器可以通过 `CtrlReg` 中的 `TStartNow` 手动开启，也可以由 `TStopNow` 手动关闭；此外定时器可由 `TModeReg` 中的 `TAuto` 自动激活，以此自动满足通信协议的要求。

定时器每阶段的时延是重装值+1，如果 `TPrescaleEven` 为 0，总时间定义为：

$$fTimer = (TPrescaler * 2 + 1) * (TRload + 1) / 13.56MHz$$

如果 `TPrescaleEven` 为 1，总时间定义为：

$$fTimer = (TPrescaler * 2 + 2) * (TRload + 1) / 13.56MHz$$

最长时间时的配置：`TPrescaler` = 4095，`TReloadVal` = 65535；最长时间： $(2 * 4095 + 2) * 65536 / 13.56MHz = 39.59s$

例：产生 25us 的定时需要计数 339 个时钟周期，也就是说 `TPrescaler` 要设置为 169，此时定时器信号可作为 25us 的时钟信号，定时器可以计数至多 65535 个 25us 的时隙。

## 13. 低功耗模式

### 13.1 硬掉电

当管脚 `NRSTPD` 为低电平时，启动硬掉电模式，此模式下将关闭包括振荡器在内的所有内部电流驱动，所有数字输入缓冲器的值与输入引脚分离并固定（除了 `NRSTPD` 管脚），输出引脚冻结在高电平或者低电平。

### 13.2 软掉电

`CmdReg` 的 `PowerDown` 位置 1 后，即启动软掉电模式，此模式下所有的内部电流驱动关闭，但数字输入缓冲器并不会和输入引脚分隔，仍保留其功能；输出引脚的状态不变。

软掉电模式下，所有寄存器，FIFO，配置都将保持在当前值。

PowerDown 位设为 0 后并不会马上被清除，从软掉电模式退出还需要 1024 个时钟周期的时间，退出软掉电模式后 Si523 会自动将此位清 0。

注意：如果使用内部振荡器，必须考虑到其由 AVDD 管脚提供，使振荡器达到稳定，时钟可被内部逻辑检测到需要一定的时间（ $t_{osc}$ ）。建议用串行 UART 先发送值 55h 到 Si523，因为在访问寄存器前振荡器必须达到稳定，读地址 0 直到 Si523 以地址 0 的寄存器内容响应读命令，此时 Si523 振荡器已经稳定。

### 13.3 发射机掉电

发射机掉电模式下，内部天线驱动关闭，从而射频场关闭。通过将 TxCtrlReg 的 Tx1RFEn 或 Tx2RFEn 置 0 来进入发射机掉电模式。

## 14. 振荡器电路

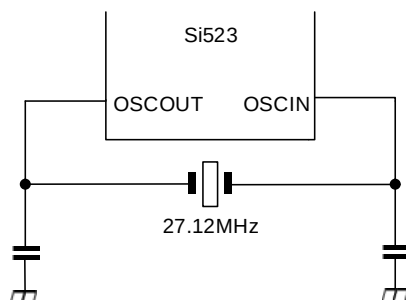


图 24 晶振连接

Si523 的时钟为系统的同步编解码器提供时间基准。时间频率的稳定是正常工作的重要因素之一，为获得最优性能，必须尽可能减少时钟抖动，最好使用内部振荡器缓冲电路来实现。

如果使用外部时钟源，时钟信号必须连在 OSCIN 管脚上，此时必须关注时钟占空比及时钟抖动情况，以保证时钟信号的质量。

## 15. 复位及振荡器启动时间

### 15.1 复位时间要求

复位信号在进入数字电路之前，要先经过迟滞电路和毛刺滤波器。毛刺滤波器能滤掉短于 10ns 的信号，为执行复位，复位信号的低电平至少要保持 100ns。

### 15.2 振荡器启动时间

如果 Si523 处于软掉电模式，或者由 VDDX 供电，则其启动时间取决于所用的振荡器，如图所示。



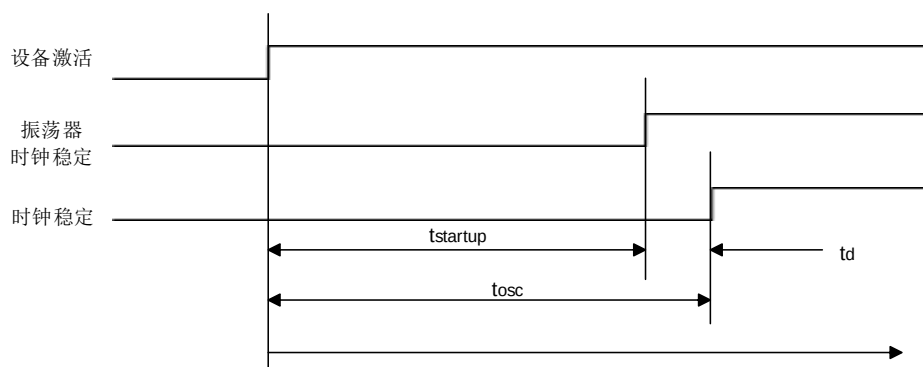


图 25 振荡器启动时间

$t_{startup}$  是晶振的启动时间， $t_d$  是 Si523 的内部延迟时间，即在 Si523 可以被寻址之前时钟信号达到稳定的时间。

延迟时间可以按下式计算：

$$t_d = \frac{1024}{27\mu s} = 37.74\mu s$$

$t_{osc}$  是  $t_d$  和  $t_{startup}$  之和。

## 16. 命令集

Si523 的工作由能执行一组命令集的状态机决定。由向 CmdReg 写命令码来启动命令的执行，执行过程中所必需的参数和数据通过 FIFO 进行交互。

### 16.1 概述

- 每个需要数据流作为输入的命令会立刻处理 FIFO 中的数据，仅 Transceive 命令例外，在使用该命令时要由 BitFramingReg 中的 StartSend 位开启数据传输；
- 每个命令都需要一些对应的参数，只有从 FIFO 得到了正确参数后才开始执行；
- 命令开始执行时不会清空 FIFO，也就是说可以先向 FIFO 中写入命令参数和数据字节，再启动命令的执行；
- 可以通过主机向 CmdReg 写一个新的命令码，来中断当前命令的执行。

### 16.2 命令概览

表 131 命令概览

| 命令                | 命令码  | 功能              |
|-------------------|------|-----------------|
| Idle              | 0000 | 不动作，取消当前命令的执行   |
| Generate RandomID | 0010 | 产生 10 字节随机 ID   |
| CalcCRC           | 0011 | 激活 CRC 协处理器或自测试 |
| Transmit          | 0100 | 发射 FIFO 中的数据    |
| MStart            | 0101 | 触发 3K RC 自动校正   |



|              |      |                                                 |
|--------------|------|-------------------------------------------------|
| ADC_EXCUTE   | 0110 | 自动获取 Poll 参考值                                   |
| NoCmd Change | 0111 | 命令不变化，在不影响当前命令的执行的情况下修改 CmdReg 的其他位，如 PowerDown |
| Receive      | 1000 | 激活接收电路                                          |
| Transceive   | 1100 | 通过天线发射 FIFO 中的数据并在发射完后自动激活接收机                   |
| MFAuthent    | 1110 | 读卡器模式下用作 MIFARE 标准认证                            |
| SoftReset    | 1111 | 复位 Si523                                        |

## 16.3 命令说明

### 16.3.1 Idle

使 Si523 处于空闲模式。也可用于终止正在执行的命令，包括 Idle 自身。

### 16.3.2 Generate RandomID

使用该指令产生一个存储在内部缓冲区的 10 字节随机数，向 25 字节内部缓冲区重写 10 字节。该命令完成后自动终止，并激活空闲命令。

### 16.3.3 CalcCRC

使用该命令会将 FIFO 内容传输到 CRC 协处理器并开始计算 CRC。CRC 计算并不局限于固定的字节数，即使数据流中 FIFO 空了也不会停止，下一个写入 FIFO 的数据仍继续进行 CRC 的计算。

CRC 预设值由 ModeReg 中的 CRCPreset[1:0] 设置，命令开始执行时载入到 CRC 协处理器中。

该命令需要通过向 CmdReg 写其他命令来终止，如 Idle。

如果 SelfTestReg 中的 SelfTest[3:0] 设置正确，Si523 进入自测模式，此时启动 CalcCRC 命令使芯片初始化数字自测试功能，自测结果会写入 FIFO 当中。

### 16.3.4 Transmit

启动该命令时立即开始发射 FIFO 中的内容。发射 FIFO 内容之前，应将相关寄存器全按数据的发射模式正确配置。

该命令在 FIFO 为空后自动终止，也可以通过向 CmdReg 写其他命令来终止。

### 16.3.5 MStart

自动开始校正 3K RC。Max 置 0 时，只进行粗校正；置 1 时，先进行粗校正后进行精校正。

### 16.3.6 ADC\_EXCUTE

自动启动 ADC 进行 RF 测量，获取 ADC 参考值。

### 16.3.7 NoCmdChange

该命令不影响当前正在执行的命令，用于改变 CmdReg 中除 Command[3:0] 之外的其他位，例如 RcvOff 或者 PowerDown。

### 16.3.8 Receive

该命令激活 Si523 的接收机，等待接收数据流。在执行该命令之前需要正确设置相关的寄存器。

该命令在数据流结束后自动终止，数据流结束的标志是：接收到帧结束 EOF 或者根据所

选帧格式与速率的长度字节而定。

注意：如果 RxCfgReg 的 RxMultiple 位设置为 1，Receive 命令不会自动终止，需要通过向 CmdReg 写其他命令来终止。

### 16.3.9 Transceive

使用该命令重复执行：发射 FIFO 中的数据，然后再从 RF 场中接收数据流。

每次数据的发射都需要由 BitFramingReg 中的 StartSend 位置 1 来启动。该命令需要通过向 CmdReg 写其他命令来终止。

注意：如果 RxCfgReg 的 RxMultiple 位设置为 1，Transceive 命令不再离开接收状态，因为接收状态此时不会自动取消。

### 16.3.10 MFAuthent

该命令执行 MIFARE 认证功能，使 Si523 可以与任何 MIFARE Mini，MIFARE 1K 和 MIFARE 4K 卡进行安全的通信。在激活该命令前，需要向 FIFO 中写入如下内容：

- 认证命令码（60h，61h）
- 块地址
- 扇区密钥字节 0
- 扇区密钥字节 1
- 扇区密钥字节 2
- 扇区密钥字节 3
- 扇区密钥字节 4
- 扇区密钥字节 5
- 卡序列号字节 0
- 卡序列号字节 1
- 卡序列号字节 2
- 卡序列号字节 3

一共向 FIFO 中写入 12 字节。

注意：在执行 MFAuthent 命令过程中，禁止访问 FIFO，如果出现访问 FIFO 的操作，ErrReg 中的 WrErr 位置 1。

MIFARE 卡认证成功后该命令自动终止，且将 Status2Reg 中的 MFCrypto1On 位置 1。

如果没有卡响应，该命令不会自动终止。这种情况下，除了 IdleIRq 外，还可以使用 TimerIRq 位作为终止条件。认证过程中屏蔽 RxIRq 和 TxIRq 位。在处理完协议或向 CmdReg 写 Idle，使 MFAuthent 命令终止后，Crypto1On 位才有效。

如果认证过程中发生错误，ErrReg 的 ProtocolErr 位置 1，Status2Reg 的 Crypto1On 置 0。

### 16.3.11 SoftReset

该命令用于复位芯片。内部缓存器的配置数据保留不变，所有寄存器设为其复位值。该命令完成后自动终止。

注意：UARTSpeedReg 被复位因此串行数据速率设置为 9.6kBd。

## 17. 应用设计信息参考

Si523 的典型电路连接图如下，可将互补天线接到 Si523 上。

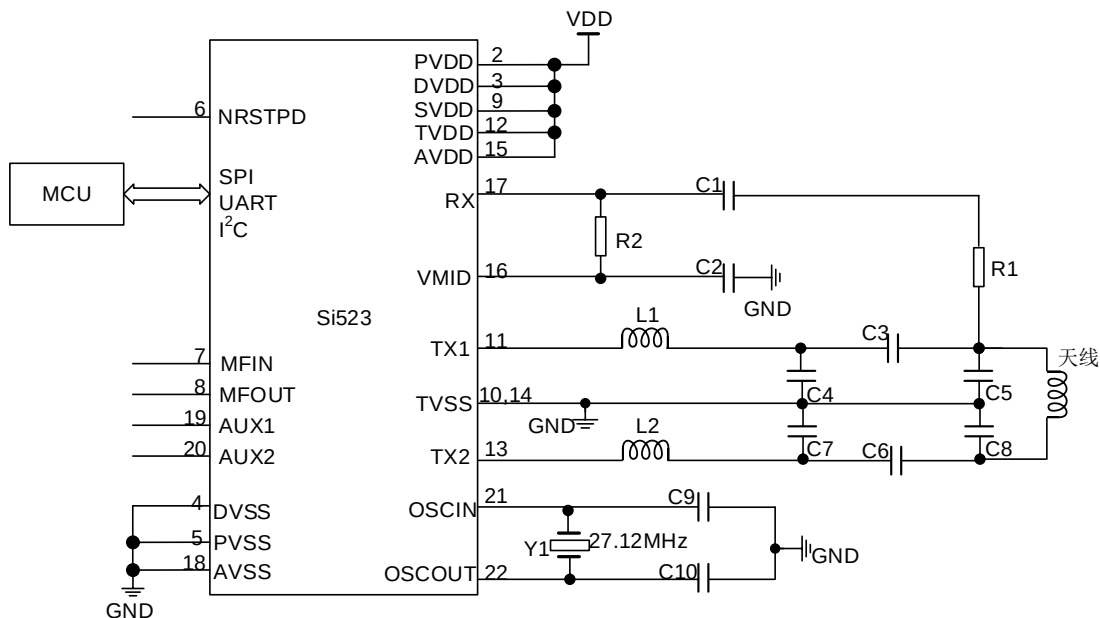


图 26 Si523 典型应用电路图-1

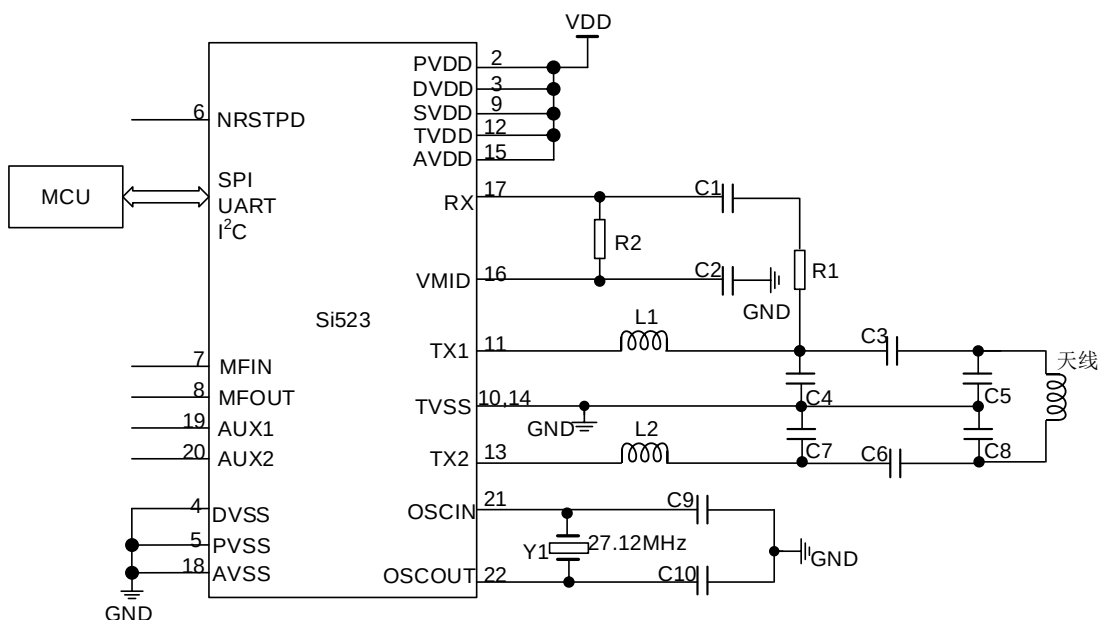


图 27 Si523 典型应用电路图-2

## 18. 推荐工作环境

Si523 极限参数与推荐工作环境如下表：

表 132 极限参数

| 参数   | 符号               | 最小值 | 最大值  | 单位 |
|------|------------------|-----|------|----|
| 电源电压 | V <sub>DD</sub>  | 2.5 | 3.6  | V  |
| 工作温度 | T <sub>amb</sub> | -40 | +110 | °C |

表 133 推荐工作环境

| 参数        | 标志               | 条件                                                       | 最小值 | 典型值 | 最大值  | 单位 |
|-----------|------------------|----------------------------------------------------------|-----|-----|------|----|
| 模拟供电电压    | VDDA             | AVDD=PVDD=SVDD=TVDD;<br>VSSA=VSSD=VSS(PVSS)=VSS(TVSS)=0V | 2.5 | 3.3 | 3.6  | V  |
| TVDD 供电电压 | VDD(TVDD)        |                                                          | 2.5 | 3.3 | 3.6  | V  |
| PVDD 供电电压 | VDD(PVDD)        |                                                          | 2.5 | 3.3 | 3.6  | V  |
| SVDD 供电电压 | VDD(SVDD)        | VSSA=VSSD=VSS(PVSS)=VSS(TVSS)=0V                         | 2.5 | 3.3 | 3.6  | V  |
| 环境温度      | T <sub>amb</sub> | QFN32                                                    | -40 | -   | +110 | °C |

## 19. 封装信息

封装规格如下：

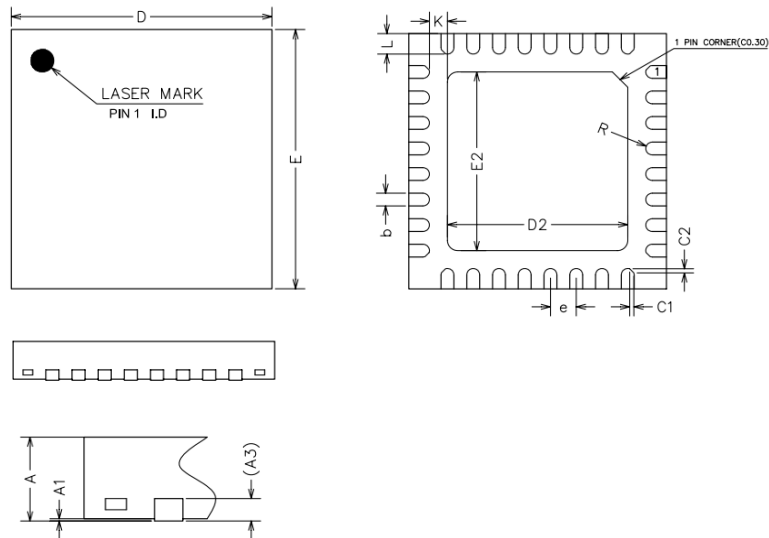


图 28 Si523 封装示意图

参数规格如下表（单位：mm）：

表 134 通用规格

| 符号 | 最小值     | 标准值  | 最大值  |
|----|---------|------|------|
| A  | 0.70    | 0.75 | 0.80 |
| A1 | 0       | 0.02 | 0.05 |
| A3 | 0.20REF |      |      |
| b  | 0.23    | 0.25 | 0.28 |
| D  | 4.90    | 5.00 | 5.10 |
| E  | 4.90    | 5.00 | 5.10 |
| D2 | 3.35    | 3.50 | 3.65 |
| E2 | 3.35    | 3.50 | 3.65 |
| e  | 0.48    | 0.50 | 0.53 |
| K  | 0.20    | -    | -    |
| L  | 0.35    | 0.40 | 0.45 |
| R  | 0.09    | -    | -    |
| c1 | -       | 0.08 | -    |
| c2 | -       | 0.08 | -    |

## 20. 联系方式

深圳市动能世纪科技有限公司

官网：[www.dnsj88.com](http://www.dnsj88.com)

电话：0755-82539044

邮箱：DNSJ@-DN-IC.COM

华强总部：深圳市福田区振中路与中航路交汇处

新亚洲国利大厦1139-1142室

南山分部：深圳市南山区沙河西路深圳湾

科技生态园6栋5楼519室