



复旦微电子

# **FM17550**

## **通用非接触通讯芯片**

技术手册

---

2020. 10



本资料是为了让用户根据用途选择合适的上海复旦微电子集团股份有限公司（以下简称复旦微电子）的产品而提供的参考资料，不保证本资料中不含任何瑕疵。

本资料不转让属于复旦微电子或者第三者所有的知识产权以及其他权利的许可。

在使用本资料所记载的信息最终做出有关信息和产品是否适用的判断前，请您务必将所有信息作为一个整体系统来进行评价。

采购方对于选择与使用本文描述的复旦微电子的产品和服务全权负责，复旦微电子不承担采购方选择与使用本文描述的产品和服务的责任。除非以书面形式明确地认可，复旦微电子的产品不推荐、不授权、不担保用于包括军事、航空、航天、救生及生命维持系统在内的，由于失效或故障可能导致人身伤亡、严重的财产或环境损失的产品或系统中。

未经复旦微电子的许可，不得翻印或者复制全部或部分本资料的内容。

今后日常的产品更新会在适当的时候发布，恕不另行通知。在购买本资料所记载的产品时，请预先向复旦微电子在当地的销售办事处确认最新信息，并请您通过各种方式关注复旦微电子公布的信息，包括复旦微电子的网站(<http://www.fmsh.com/>)。

如果您需要了解有关本资料所记载的信息或产品的详情，请与上海复旦微电子集团股份有限公司在当地的销售办事处联系。

## 商 标

上海复旦微电子集团股份有限公司的公司名称、徽标以及“复旦”徽标均为上海复旦微电子集团股份有限公司及其分公司在中国的商标或注册商标。

上海复旦微电子集团股份有限公司在中国发布，版权所有。

# 目 录

目 录.....	3
表目录.....	6
图目录.....	10
<b>1 产品综述.....</b>	<b>11</b>
1.1 产品简介.....	11
1.2 产品特点.....	11
1.3 结构框图.....	12
1.4 封装引脚.....	13
1.4.1 FM17550 封装引脚(QFN32).....	13
<b>2 功能描述.....</b>	<b>15</b>
2.1 总体描述.....	15
2.2 ISO/IEC14443 A 功能支持.....	15
2.3 ISO/IEC14443 B 功能支持.....	16
<b>3 FM17550 寄存器.....</b>	<b>17</b>
3.1 FM17550 寄存器概述.....	17
3.1.1 寄存器总表.....	17
3.1.2 寄存器位行为.....	18
3.2 寄存器描述.....	19
3.2.1 Page 0: 命令和状态.....	19
3.2.2 Page 1: 通讯.....	26
3.2.3 Page 2: 配置.....	33
3.2.4 Page 3: 测试.....	39
3.2.5 扩展寄存器.....	45
<b>4 HOST 接口.....</b>	<b>48</b>
4.1 HOST 接口自动侦测.....	48
4.2 SPI 接口.....	48
4.2.1 SPI 读数据.....	48
4.2.2 SPI 写数据.....	48
4.2.3 SPI 地址字节.....	49
4.3 UART 接口.....	49
4.3.1 UART 传输速率可配.....	49
4.3.2 UART 帧格式.....	50
4.4 I2C 总线接口.....	51
4.4.1 数据有效性.....	52
4.4.2 START 和 STOP 状态.....	52
4.4.3 字节格式.....	52
4.4.4 Acknowledge.....	52
4.4.5 7 位地址.....	53
4.4.6 寄存器写入访问.....	54
4.4.7 寄存器读取访问.....	54
4.4.8 高速模式.....	55
4.4.9 高速传输.....	55
4.4.10 HS 模式下的数据传输格式.....	55
4.4.11 F/S 模式与 HS 模式间转换.....	56
4.4.12 低速模式.....	56
4.5 扩展寄存器的访问.....	56

4.5.1	写扩展寄存器数据.....	57
4.5.2	读扩展寄存器数据.....	57
<b>5</b>	<b>模拟电路接口和非接触接口控制.....</b>	<b>58</b>
5.1	概述.....	58
5.2	发射驱动.....	58
<b>6</b>	<b>CRC 协处理器.....</b>	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>FIFO 缓冲.....</b>	<b>61</b>
7.1	FIFO 缓冲器的访问.....	61
7.2	FIFO 缓冲器的控制.....	61
7.3	FIFO 缓冲器的状态信息.....	61
<b>8</b>	<b>中断请求系统.....</b>	<b>62</b>
8.1	中断源概述.....	62
<b>9</b>	<b>快速发场功能.....</b>	<b>63</b>
9.1	RAPIDRF 的进入和退出.....	63
9.2	RAPIDRF 配置说明.....	63
<b>10</b>	<b>TIMER 计时单元.....</b>	<b>64</b>
<b>11</b>	<b>低功耗模式.....</b>	<b>65</b>
11.1	DEEP POWER DOWN.....	65
11.2	SOFT POWER DOWN.....	65
11.3	射频关闭模式.....	65
<b>12</b>	<b>振荡器电路.....</b>	<b>66</b>
<b>13</b>	<b>复位和晶振起振时序.....</b>	<b>66</b>
13.1	复位信号要求.....	66
13.2	晶振起振时序.....	66
<b>14</b>	<b>指令集.....</b>	<b>66</b>
14.1	概述.....	66
14.2	指令的一般行为.....	66
14.3	FM17550 指令描述.....	67
14.3.1	IDLE.....	67
14.3.2	Generate RandomID.....	67
14.3.3	CalcCRC.....	67
14.3.4	Transmit.....	67
14.3.5	NoCmdChange.....	67
14.3.6	Receive.....	67
14.3.7	Transceive.....	68
14.3.8	Authent.....	68
14.3.9	SoftReset.....	68
<b>15</b>	<b>测试信号.....</b>	<b>69</b>
15.1	测试总线.....	69
15.2	引脚 AUX 上的测试信号.....	70
15.3	PRBS.....	70
<b>16</b>	<b>典型应用图.....</b>	<b>71</b>
<b>17</b>	<b>电气参数.....</b>	<b>72</b>
17.1	极限额定参数.....	72
17.2	主要电气指标.....	72

---

17.2.1	SPI 交流参数.....	72
17.2.2	I2C 交流参数.....	73
18	订货信息.....	75
19	封装信息.....	76
19.1	QFN32 封装尺寸图.....	76
20	包装信息.....	77
20.1	萃盘包装.....	77
20.2	卷带包装.....	78
	版本信息.....	81
	上海复旦微电子集团股份有限公司销售及 服务网点.....	82

# 表目录

表 1-1	FM17550 QFN32 封装引脚说明	14
表 2-1	FM17550 ISO/IEC A 通讯简述	15
表 3-1	寄存器总表	18
表 3-2	扩展寄存器总表	18
表 3-3	寄存器位行为及其描述	19
表 3-4	PAGEREG 寄存器	19
表 3-5	PAGEREG 位描述	19
表 3-6	COMMANDREG 寄存器	19
表 3-7	COMMANDREG 位描述	19
表 3-8	COMMENREG 寄存器	20
表 3-9	COMMENREG 位描述	20
表 3-10	DIVIENREG 寄存器	20
表 3-11	DIVIENREG 位描述	20
表 3-12	COMMIRQREG 寄存器	20
表 3-13	COMMIRQREG 位描述	21
表 3-14	DIVIRQREG 寄存器	21
表 3-15	DIVIRQREG 位描述	21
表 3-16	ERRORREG 寄存器	21
表 3-17	ERRORREG 位描述	22
表 3-18	STATUS1REG 寄存器	22
表 3-19	STATUS1REG 位描述	23
表 3-20	STATUS2REG 寄存器	23
表 3-21	STATUS2REG 位描述	23
表 3-22	FIFODATAREG 寄存器	23
表 3-23	FIFODATAREG 寄存器位描述	23
表 3-24	FIFOLEVELREG 寄存器	24
表 3-25	FIFOLEVELREG 寄存器	24
表 3-26	WATERLEVELREG 寄存器	24
表 3-27	WATERLEVELREG 寄存器位描述	24
表 3-28	CONTROLREG 寄存器	24
表 3-29	CONTROLREG 寄存器位描述	24
表 3-30	BITFRAMINGREG 寄存器	25
表 3-31	BITFRAMINGREG 寄存器位描述	25
表 3-32	COLLREG 寄存器	25
表 3-33	COLLREG 寄存器位描述	25
表 3-34	EXREG 寄存器	26
表 3-35	EXREG 寄存器位描述	26
表 3-36	PAGEREG 寄存器	26
表 3-37	PAGEREG 位描述	26
表 3-38	MODEREG 寄存器	26
表 3-39	MODEREG 位描述	27
表 3-40	TxMODEREG 寄存器	27
表 3-41	TxMODEREG 位描述	28
表 3-42	RxMODEREG 寄存器	28
表 3-43	RxMODEREG 位描述	28
表 3-44	TxCONTROLREG 寄存器	29
表 3-45	TxCONTROLREG 位描述	29
表 3-46	TxAUTOREG 寄存器	29
表 3-47	TxAUTOREG 位描述	29
表 3-48	TxSELREG 寄存器	29
表 3-49	TxSELREG 位描述	30

表 3-50	RXSELREG 寄存器	30
表 3-51	RXSELREG 位描述	30
表 3-52	RXTHRESHOLDREG 寄存器	30
表 3-53	RXTHRESHOLDREG 寄存器位描述	31
表 3-54	DEMODREG 寄存器	31
表 3-55	DEMODREG 位描述	31
表 3-56	RFU 寄存器	31
表 3-57	RFUREG 位描述	31
表 3-58	RFU 寄存器	32
表 3-59	RFUREG 位描述	32
表 3-60	TxREG 寄存器	32
表 3-61	TxREG 位描述	32
表 3-62	RxREG 寄存器	32
表 3-63	RxREG 位描述	32
表 3-64	TYPEBREG 寄存器	32
表 3-65	TYPEBREG 位描述	33
表 3-66	SERIALSPEEDREG 寄存器	33
表 3-67	SERIALSPEEDREG 位描述	33
表 3-68	PAGEREG 寄存器	33
表 3-69	PAGEREG 位描述	34
表 3-70	CRCRESULTREG 寄存器	34
表 3-71	CRCRESULTREG 位描述	34
表 3-72	CRCRESULTREG 寄存器	34
表 3-73	CRCRESULTREG 位描述	34
表 3-74	GsNOFFREG 寄存器	34
表 3-75	GsNOFFREG 位描述	35
表 3-76	MODWIDTHREG 寄存器	35
表 3-77	MODWIDTHREG 位描述	35
表 3-78	RFU 寄存器	35
表 3-79	RFU 位描述	35
表 3-80	RFCFGREG 寄存器	36
表 3-81	RFCFGREG 位描述	36
表 3-82	GsNONREG 寄存器	36
表 3-83	GsNONREG 位描述	36
表 3-84	CWGSPREG 寄存器	36
表 3-85	CWGSPREG 位描述	37
表 3-86	MODGSPREG 寄存器	37
表 3-87	MODGSPREG 位描述	37
表 3-88	TMODEREG 寄存器	37
表 3-89	TMODEREG 位描述	38
表 3-90	TPRESCALERREG 寄存器	38
表 3-91	TPRESCALERREG 位描述	38
表 3-92	TRELOADHIREG 寄存器	38
表 3-93	TRELOADHIREG 位描述	38
表 3-94	TRELOADLOREG 寄存器	38
表 3-95	TRELOADLOREG 位描述	39
表 3-96	TCOUNTERVALHIREG 寄存器	39
表 3-97	TCOUNTERVALHIREG 位描述	39
表 3-98	TCOUNTERVALLOREG 寄存器	39
表 3-99	TCOUNTERVALLOREG 位描述	39
表 3-100	PAGEREG 寄存器	39
表 3-101	PAGEREG 位描述	39
表 3-102	TESTSEL1REG 寄存器	40
表 3-103	TESTSEL1REG 位描述	40
表 3-104	TESTSEL2REG 寄存器	40

表 3-105	TESTSEL2REG 位描述	40
表 3-106	TESTPINENREG 寄存器	40
表 3-107	TESTPINENREG 位描述	41
表 3-108	TESTPINVALUEREG 寄存器	41
表 3-109	TESTPINVALUEREG 位描述	41
表 3-110	TESTBUSREG 寄存器	41
表 3-111	TESTBUSREG 位描述	41
表 3-112	TESTCTRLREG 寄存器	42
表 3-113	TESTCTRLREG 位描述	42
表 3-114	VERSIONREG 寄存器	42
表 3-115	VERSIONREG 位描述	42
表 3-116	RFU 寄存器	42
表 3-117	RFU 位描述	42
表 3-118	TESTDAC1REG 寄存器	43
表 3-119	TESTDAC1REG 位描述	43
表 3-120	TESTDAC2REG 寄存器	43
表 3-121	TESTDAC2REG 位描述	43
表 3-122	TESTADCREG 寄存器	43
表 3-123	TESTADCREG 位描述	44
表 3-124	RFTRREG 寄存器	44
表 3-125	RFTRREG 位描述	44
表 3-126	RFTRREG 寄存器	44
表 3-127	RFTRREG 位描述	44
表 3-128	RFTRREG 寄存器	44
表 3-129	RFTRREG 位描述	44
表 3-130	RFTRREG 寄存器	44
表 3-131	RFTRREG 位描述	45
表 3-132	RAPIDRFIRQ 寄存器	45
表 3-133	RAPIDRFIRQ 位描述	45
表 3-134	RAPIDRFCTRL0 寄存器	46
表 3-135	RAOUDRFCTRL0 位描述	46
表 3-136	RAPIDRFCTRL1 寄存器	46
表 3-137	RAPIDRFCTRL1 位描述	47
表 3-138	RAPIDRFCTRL2 寄存器	47
表 3-139	RAPIDRFCTRL2 位描述	47
表 3-140	RAPIDRFCTRL3 寄存器	47
表 3-141	RAPIDRFCTRL3 位描述	47
表 4-1	不同接口类型的连接标准	48
表 4-2	MOSI 和 MISO 的字节顺序	48
表 4-3	MOSI 和 MISO 字节顺序	48
表 4-4	首字节 0 寄存器; 地址 MOSI	49
表 4-5	BR_T0 和 BR_T1 设置	49
表 4-6	UART 传输波特率选择	49
表 4-7	UART 帧格式	50
表 4-8	UART 读数据字节顺序	50
表 4-9	写入数据字节顺序	50
表 4-10	地址字节 0 寄存器; 地址 MOSI	51
表 4-11	I2C 地址对应引脚	54
表 4-12	扩展寄存器字节定义	56
表 5-1	TX1 引脚相关控制信号和设置	58
表 5-2	TX2 引脚相关控制信号和设置	59
表 6-1	CRC 协处理器参数	60
表 8-1	中断源	62
表 14-1	指令概述	67
表 15-1	测试信号路径选择 (TESTSEL2REG = 07H)	69

---

表 15-2	测试信号描述.....	69
表 15-3	测试信号路径选择 (TESTSEL2REG = 0DH) .....	69
表 15-4	测试信号描述.....	69
表 15-5	测试信号路径选择 (TESTSEL2REG = 19H) .....	69
表 15-6	测试信号描述.....	69
表 15-7	测试信号描述.....	70
表 17-1	FM17550 极限额定参数 .....	72
表 17-2	FM17550 电气指标.....	72
表 17-3	SPI 交流参数.....	72
表 17-4	I2C 交流参数.....	73

# 图目录

图 1-1	FM17550 结构框图.....	12
图 1-2	FM17550 QFN32 封装引脚图 (TOP VIEW) .....	13
图 2-1	FM17550 读写器模式.....	15
图 2-2	PCD 标准帧格式 .....	15
图 2-3	PICC 标准帧格式.....	16
图 4-1	UART 读取数据时序图.....	50
图 4-2	UART 写入数据时序图.....	51
图 4-3	I2C 总线接口.....	51
图 4-4	I2C 总线上的位传输.....	52
图 4-5	START 和 STOP 状态 .....	52
图 4-6	I2C 总线上的 ACKNOWLEDGE 信号 .....	53
图 4-7	I2C 总线上的数据传输.....	53
图 4-8	START 过程后的第一位字节 .....	53
图 4-9	寄存器读/写访问 .....	54
图 4-10	I2C 总线 HS 模式协议转换 .....	55
图 4-11	I2C 总线 HS 模式协议帧格式.....	56
图 4-12	写扩展寄存器操作流程.....	57
图 4-13	读扩展寄存器操作流程.....	57
图 9-1	RAPIDRF 功能工作示意图 .....	63
图 9-2	RAPIDRF 对外输出标志信号.....	63
图 12-1	石英晶体连接.....	66
图 16-1	典型应用图.....	71
图 17-1	SPI 时序图.....	73
图 17-2	快速和标准模式下的 I2C 总线时序图.....	74
图 19-1	FM17550 QFN32 封装尺寸图.....	76

# 1 产品综述

## 1.1 产品简介

FM17550 是一款高度集成的工作在 13.56MHz 下的非接触通讯芯片,支持以下 2 种不同的工作模式。

- 支持符合 ISO/IEC 14443 TypeA 协议的读写器模式
- 支持符合 ISO/IEC 14443 TypeB 协议的读写器模式

同时提供了低功耗的快速发场功能,方便电池供电、需要低功耗工作、并且需要实时处理任意时刻会进入射频场的外部卡片的读写器设备。

FM17550 具有低电压、低功耗、驱动能力强、多接口支持、多协议支持等特点。适用于低功耗、低电压、低成本要求的非接触读写器应用。

## 1.2 产品特点

- 支持 ISO/IEC 14443 TypeA 读写器模式
- 支持 ISO/IEC 14443 TypeB 读写器模式
- 读写器模式支持 M1 加密
- ISO14443 TYPEA 支持通讯速率 106kbps, 212kbps, 424kbps
- 读写器操作距离可达 50mm (取决于天线设计)
- 支持多种 host 接口
  - SPI 接口最高 10Mbps, PVDD 为 1.7V 时最高 5Mbps
  - I2C 接口支持最高 400Kbps 的快速模式, 和最高 3.4Mbps 高速模式
  - 串行 UART 接口, 支持 RS232 帧格式, 最高通讯速率 1.2Mbps
  - Host 接口独立电源供电
- 64Byte 收发缓冲 FIFO
- 中断输出模式灵活可配
- 两种低功耗模式
  - Soft powerdown 模式
  - Deep powerdown 模式 (常温典型值 50nA)
- 支持低功耗快速发场功能
- 可编程定时器
- 内置振荡电路外接 27.12MHz 晶体
- 宽电压工作范围 2.5V~3.6V
- 射频发射驱动采用独立电源供电, 最高可达 5.5V
- 内置 CRC 协处理器
- 可编程 I/O 引脚

### 1.3 结构框图

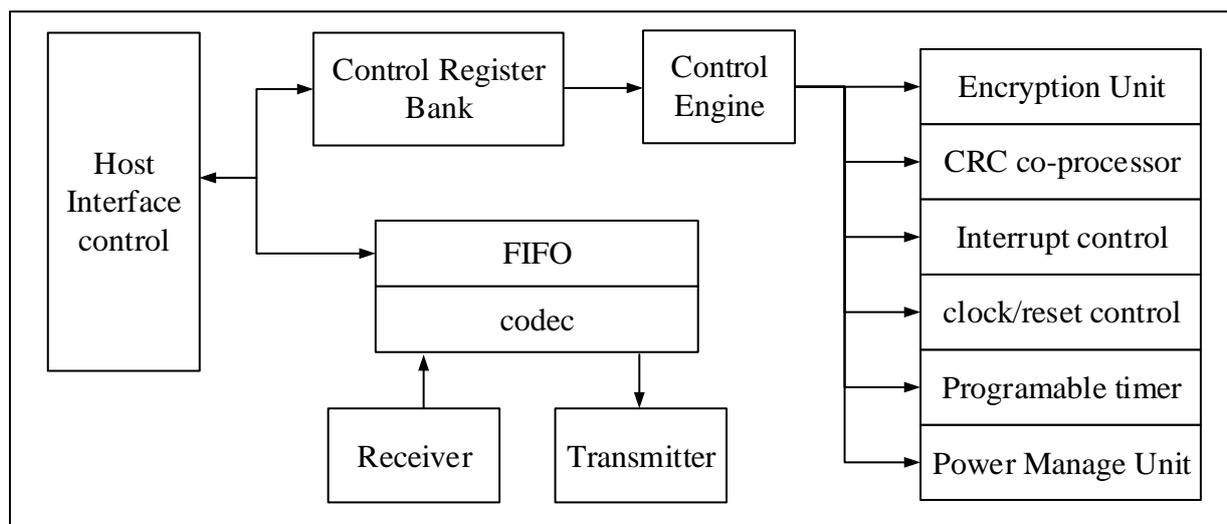


图 1-1 FM17550 结构框图

## 1.4 封装引脚

### 1.4.1 FM17550 封装引脚(QFN32)

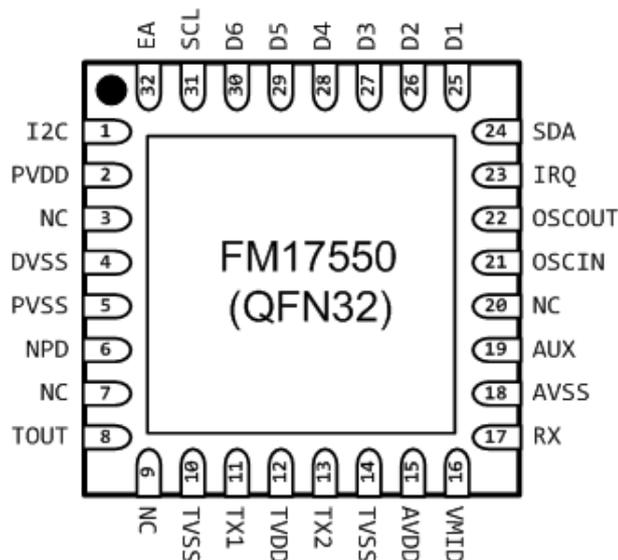


图 1-2 FM17550 QFN32 封装引脚图 (TOP VIEW)

引脚定义:

引脚序号	引脚名称	类型	引脚说明
1	I2C	I	I2C 总线接口使能
2	PVDD	P	引脚供电
3	NC		NC
4	DVSS	G	数字地
5	PVSS	G	引脚地
6	NPD	I	复位/休眠 (Power Down) 控制脚 0 电平时内部电路进入 power down 状态。 当产生一个上升沿时内部电路复位 如果片外采用 RC 滤波, 建议上拉电阻小于 50k $\Omega$
7	NC		NC
8	TOUT	O	测试信号输出
9	NC		NC
10	TVSS	G	发射电路地
11	TX1	O	发射输出脚 1
12	TVDD	P	发射电路供电
13	TX2	O	发射输出脚 2
14	TVSS	G	发射电路地
15	AVDD	P	模拟电路供电
16	VMID	P	内部参考电压
17	RX	I	射频输入引脚
18	AVSS	G	模拟地

引脚序号	引脚名称	类型	引脚说明
19	AUX	O	测试输出
20	NC		NC
21	OSCIN	I	27.12M 晶振输入，也作外部时钟输入
22	OSCOUT	O	27.12M 晶振输出
23	IRQ	O	中断输出
24	SDA	IO	I2C 总线数据 IO 脚
	NSS	I	SPI 接口使能
	URX	I	UART 接口数据输入
25	D1	IO	测试口
	ADR5	I	I2C 总线地址 bit5
26	D2	IO	测试口
	ADR4	I	I2C 总线地址 bit4
27	D3	IO	测试口
	ADR3	I	I2C 总线地址 bit3
28	D4	IO	测试口
	ADR2	I	I2C 总线地址 bit2
29	D5	IO	测试口
	ADR1	I	I2C 总线地址 bit1
	SCK	I	SPI 接口时钟输入
	DTRQ	O	UART 请求输出给 mcu
30	D6	IO	测试口
	ADR0	I	I2C 总线地址 bit0
	MOSI	I	SPI 接口 master 输出 slave 输入
	MX	O	UART 输出到 mcu
31	SCL	I	I2C 总线时钟线
	MISO	O	SPI 接口 master 输入 slave 输出
	UTX	O	UART 接口数据输出
32	EA	I	I2C 总线地址模式
33	SUB	P	封装腔体衬底

表 1-1 FM17550 QFN32 封装引脚说明

## 2 功能描述

### 2.1 总体描述

FM17550 读写器芯片支持多种协议。

- ISO/IEC14443 A 的读写器模式;
- ISO/IEC14443 B 的读写器模式;

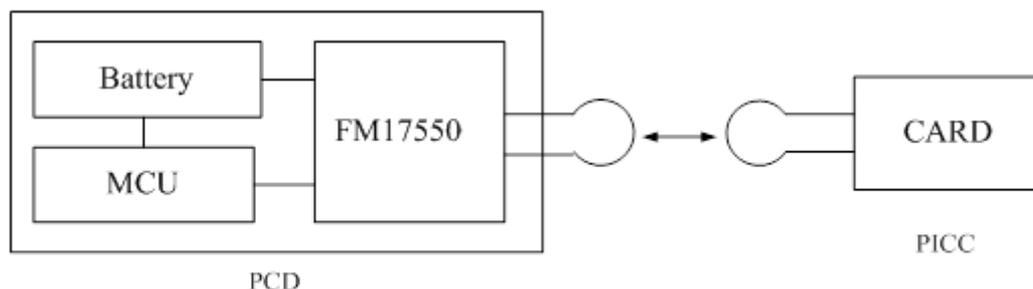


图 2-1 FM17550 读写器模式

### 2.2 ISO/IEC14443 A 功能支持

FM17550 支持的 ISO/IEC14443 A 的传输速率详见下表。

通讯方向	信号类型	传输速度		
		106 kBd	212 kBd	424 kBd
读写器到卡（数据从 FM17550 送到卡）	读写器调制方式	100%ASK	100%ASK	100%ASK
	位编码	改进型米勒编码	改进型米勒编码	改进型米勒编码
	位长度	(128/13.56) $\mu$ s	(64/13.56) $\mu$ s	(32/13.56) $\mu$ s
卡到读写器（FM17550 从卡接收数据）	卡调制方式	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
	位编码	曼彻斯特编码	BPSK	BPSK

表 2-1 FM17550 ISO/IEC A 通讯简述

FM17550 与 RFID 卡之间的通讯符合 ISO14443 A 的协议。下图给出 PCD 和 PICC 对应的帧格式。

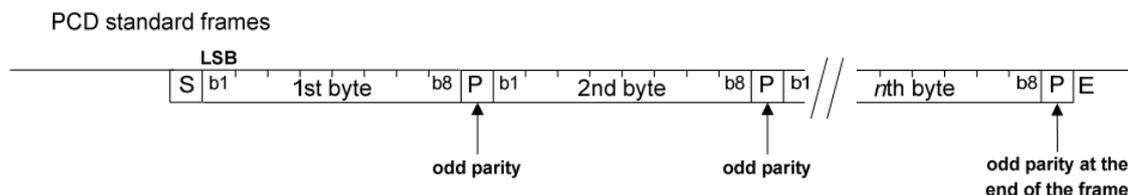


图 2-2 PCD 标准帧格式

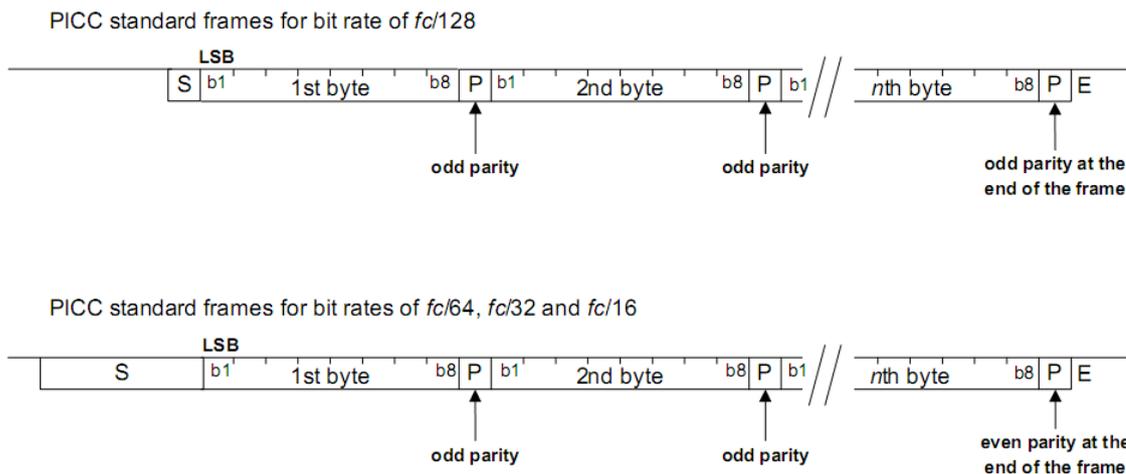


图 2-3 PICC 标准帧格式

CRC 协处理器根据 ISO/IEC14443A 第 3 部分计算 CRC 值并根据传输速度控制内部校验生成。自动校验生成可以通过 RCVreg 寄存器的校验关闭位来关闭。

## 2.3 ISO/IEC14443 B 功能支持

FM17550 芯片全面支持 ISO/IEC14443 协议，包括 typeA 和 typeB。详细参见 ISO/IEC14443 协议。

## 3 FM17550 寄存器

### 3.1 FM17550 寄存器概述

#### 3.1.1 寄存器总表

Page0: 命令和状态

Page1: 通讯

Page2: 配置

Page3: 测试

Page	地址	寄存器名	功能
0	0	PageReg	选择寄存器组
	1	CommandReg	启动和停止命令执行
	2	ComIEnReg	中断请求使能与禁止控制位
	3	DivIEnReg	中断请求使能与禁止控制位
	4	ComIrqReg	控制中断请求位
	5	DivIrqReg	控制中断请求位
	6	ErrorReg	显示上一条执行指令的错误状态
	7	Status1Reg	通讯控制状态位
	8	Status2Reg	接收机和发射器的控制状态位
	9	FIFODataReg	64 位 FIFO 的输入输出
	A	FIFOLevelReg	表示 FIFO 内有效数据深度
	B	WaterLevelReg	定义了 FIFO 上溢和下溢警告的级别
	C	ControlReg	各种控制寄存器
	D	BitFramingReg	面向位的帧格式调整
	E	CollReg	在 RF 接口检测到的第一个冲突位的位置
	F	EXReg	扩展寄存器（另表详述）
1	0	PageReg	选择寄存器组
	1	ModeReg	定义接收发射模式
	2	TxModeReg	定义发射数据速率和帧格式
	3	RxModeReg	定义接收数据速率和帧格式
	4	TxControlReg	天线驱动引脚 TX1 和 TX2 控制
	5	TxAutoReg	天线驱动设置
	6	TxSelReg	天线驱动信号源选择
	7	RxSelReg	内部接收器设置
	8	RxThresholdReg	接收译码器阈值选择
	9	DemodReg	解调器设置
	A	RFUReg	接收预留后用
	B	RFUReg	接收预留后用
	C	TxReg	控制部分 ISO/IEC 14443 发射参数
	D	RxReg	控制部分 ISO/IEC 14443 接收参数
	E	TypeBReg	ISO/IEC 14443B 控制
	F	SerialSpeedReg	选择串行 UART 接口速度
2	0	PageReg	选择寄存器组
	1	CRCResultReg	显示 CRC 计算的结果（含 2 个 Byte）

Page	地址	寄存器名	功能
	2		
	3	GsNOffReg	当驱动关闭时, 选择天线驱动引脚 TX1 和 TX2 的电导率
	4	ModWidthReg	调制宽度控制
	5	RFU	预留后用
	6	RFCfgReg	配置接收器增益和 RF 电平
	7	GsNOnReg	当驱动使能时, 选择天线驱动引脚 TX1 和 TX2 的电导率
	8	CWGsPReg	当驱动使能时, 选择天线驱动引脚 TX1 和 TX2 的电导率
	9	ModGsPReg	当驱动使能时, 选择天线驱动引脚 TX1 和 TX2 的电导率
	A	TModeReg	内部计时器设置
	B	TPrescalerReg	
	C	TReloadReg	16 位计时器的重载值
	D		
	E	TCounterValReg	显示 16 位计时器实际值
	F		
3	0	PageReg	选择寄存器组
	1	TestSel1Reg	测试信号配置
	2	TestSel2Reg	测试信号配置及 PRBS 控制
	3	TestPinEnReg	D1-D6 引脚输出驱动使能
	4	TestPinValueReg	当被用于 I/O 总线时, 定义 D1-D6 引脚的值
	5	TestBusReg	显示内部测试总线的状态
	6	TestCtrlReg	测试控制
	7	VersionReg	版本显示
	8	RFU	预留后用
	9	TestDAC1Reg	为 TestDAC1 定义测试值
	A	TestDAC2Reg	为 TestDAC2 定义测试值
	B	TestADCReg	显示 ADC I 和 Q 的实际值
	C-F	RFT	为产品测试预留

表 3-1 寄存器总表

扩展寄存器 (EXReg) :

Page	地址	二级地址	寄存器名	功能
0	F	31	ExReg_AuxCtrl	Aux 控制
		3B	RapidRFIRq	快速发场中断
		3C	RapidRFCtrl0	快速发场配置 0
		3D	RapidRFCtrl1	快速发场配置 1
		3E	RapidRFCtrl2	快速发场配置 2
		3F	RapidRFCtrl3	快速发场配置 3

表 3-2 扩展寄存器总表

### 3.1.2 寄存器位行为

下表描述了寄存器的行为及访问条件。

缩写	行为	描述
r/w	读和写	这些位可被主控芯片读写。它们只用于控制, 其内容不被内部状态机影响。
dy	动态	这些位可被主控芯片读写, 但它们也能被内部状态机改写。
r	只可读	这些寄存器位的值由内部状态决定, 主控芯片只读。
w	只可写	这些寄存器位只写, 读取这些寄存器总是读到零。
RFU	-	这些寄存器预留后用。

RFT	-	这些寄存器为产品测试预留且不能改变。
-----	---	--------------------

表 3-3 寄存器位行为及其描述

## 3.2 寄存器描述

### 3.2.1 Page 0: 命令和状态

#### 3.2.1.1 PageReg\_地址 00h

选择寄存器组。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	UsePageSelect	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	PageSelect	
位权	r/w	-	-	-	-	-	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-4 PageReg 寄存器

位	符号	描述
7	UsePageSelect	置 1, PageSelect 的值被用作寄存器地址最高位和次高位。寄存器地址的低位则通过内部地址锁存（来自串行接口时序）方式定义。 置 0, 寄存器地址全部由内部地址锁存定义。
6-2	-	预留后用。
1-0	PageSelect	PageSelect 的值只在 UsePageSelect 置 1 的时候有用。

表 3-5 PageReg 位描述

#### 3.2.1.2 CommandReg\_地址 01h

启动和停止命令执行。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RFU	RcvOff	Power Down	Command			
位权	-	-	r/w	dy	dy	dy	dy	dy
复位值	0	0	1	0	0	0	0	0

表 3-6 CommandReg 寄存器

位	符号	描述
7-6	-	预留后用。
5	RcvOff	置 1, 射频模拟接收器关闭。
4	PowerDown	置 1, 进入 Soft power-down 模式。 置 0, FM17550 开始唤醒过程。过程中该位仍保持 1。0 表示 FM17550 已为后续操作准备就绪。 注: 当指令 SoftReset 被激活时, PowerDown 位不能置 1。
3-0	Command	指令寄存器, 根据主控芯片写入的指令码激活一条指令。读该寄存器反馈正在执行的指令。

表 3-7 CommandReg 位描述

#### 3.2.1.3 CommIEnReg\_地址 02h

中断请求使能与禁止控制位。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	IRqInV	TxIEn	RxIEn	IdleIEn	HiAlertIEn	LoAlertIEn	ErrIEn	TimerIEn
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	1	0	0	0	0	0	0	0

表 3-8 CommIEnReg 寄存器

位	符号	描述
7	Irqlnv	置 1，引脚 IRQ 的信号被置为寄存器 Status1Reg 的 IRq 位的反。 置 0，引脚 IRQ 的信号与 IRq 位相同。 配合 DivIEnReg 寄存器的 IRqPushPull，缺省的 1 值确保上电后芯片 IRQ 引脚是三态输出。
6	TxlEn	允许发射器中断请求（由 TxIRq 位表示）传递到引脚 IRQ。
5	RxlEn	允许接收器中断请求（由 RxIRq 位表示）传递到引脚 IRQ。
4	IdleIEn	允许 idle 中断请求（由 IdleIRq 位表示）传递到引脚 IRQ。
3	HiAlertIEn	允许渐满中断请求（由 HiAlertIRq 位表示）传递到引脚 IRQ。
2	LoAlertIEn	允许渐空中断请求（由 LoAlertIRQ 位表示）传递到引脚 IRQ。
1	ErrIEn	允许错误中断请求（由 ErrIRQ 位表示）传递到引脚 IRQ。
0	TimerIEn	允许 timer 中断请求（由 TxIRQ 位表示）传递到引脚 IRQ。

表 3-9 CommIEnReg 位描述

## 3.2.1.4 DivIEnReg\_地址 03h

中断请求使能与禁止控制位。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	IRQPushPull	RFU	RFU	RFU	RFU	CRCIEn	RFOnlEn	RFOffIEn
位权	r/w	-	-	-	-	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-10 DivIEnReg 寄存器

位	符号	描述
7	IRQPushPull	置 1，引脚 IRQ 按标准 CMOS 输出 pad 工作。 置 0，引脚 IRQ 按照开漏输出 pad 工作。
6-3	RFU	预留后用
2	CRCIEn	允许 CRC 中断请求（由 CRCIRq 位标明）传递到引脚 IRQ。
1	RfOnIEn	允许 RF field on 中断请求（由 RfOnIRq 位标明）传递到引脚 IRQ。
0	RfOffIEn	允许 RF field off 中断请求（由 RfOffIRq 位标明）传递到引脚 IRQ。

表 3-11 DivIEnReg 位描述

## 3.2.1.5 CommIRqReg\_地址 04h

控制中断请求位。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	Set1	TxlRq	RxlRq	IdleIRq	HiAlertIRq	LoAlertIRq	ErrIRq	TimerIRq
位权	w	dy	dy	dy	dy	dy	dy	dy
复位值	0	0	0	1	0	1	0	0

表 3-12 CommIRqReg 寄存器

位	符号	描述
7	Set1	置 1，寄存器 CommIRqReg 中的标记位被置起。 置 0，寄存器 CommIRqReg 中的标记位被清除。
6	TxlRq	发射数据的最后一位发出后立刻置 1。
5	RxlRq	当接收器检测到一串有效数据流的末尾时置 1。

位	符号	描述
		如果寄存器 RxModeReg 的 RxNoErr 位置 1，则 RxIRq 位只在 FIFO 中有数据时置 1。
4	IdleIRq	当一个指令执行完成，或 CommandReg 被改为 Idle 指令时，置 1。如果执行到一条未知指令，CommandReg 会自动变为 Idle 状态，IdleIRq 置 1。如主控芯片启动一条 Idle 指令，不会置起 IdleIRq 位。
3	HiAlertIRq	当寄存器 Status1Reg 的 HiAlert 位置 1 时置 1。与 HiAlert 相反，HiAlertIRq 存储该事件并且只能被 Set1 清除。
2	LoAlertIRq	当寄存器 Status1Reg 的 LoAlert 位置 1 时置 1。与 LoAlert 相反，LoAlertIRq 存储该事件并且只能被 Set1 清除。
1	ErrIRq	如果在 Error 寄存器有任何 error 位，置 1。
0	TimerIRq	当计时器 TimerValue 减到 0 时，置 1。

表 3-13 CommIRqReg 位描述

### 3.2.1.6 DivIRqReg\_地址 05h

控制中断请求位。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	Set2	RFU	RFU	RFU	RFU	CRCIRq	RFOnlRq	RFOffIRq
位权	w	-	-	-	-	dy	dy	dy
复位值	0	0	0	0	0	0	x	x

表 3-14 DivIRqReg 寄存器

位	符号	描述
7	Set2	置 1，寄存器 DivIRQReg 内的标志位被置起。 置 0，寄存器 DivIRQReg 内的标志位被清除。
6-3	-	预留后用
2	CRCIRq	当 CRC 指令激活且所有数据处理完成后，置 1。
1	RfOnlRq	检测到外部 RF 场时，置 1。
0	RfOffIRq	若当前外部 RF 场关闭时，置 1。

表 3-15 DivIRqReg 位描述

### 3.2.1.7 ErrorReg\_地址 06h

显示上一条执行指令的错误状态。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	WrErr	TempErr	RFU	BufferOvfl	CollErr	CRCErr	ParityErr	ProtocolErr
位权	r	r	r	r	r	r	r	r
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-16 ErrorReg 寄存器

位	符号	描述
7	WrErr	当 AutoColl 指令或 Authent 指令执行过程中数据被主控芯片写入 FIFO，或在 RF 接口发送最后一位和接收最后一位之间数据被主控芯片写入 FIFO，置 1。
6	TempErr	如果内部温度传感器检测到过热，置 1。 这种情况下，天线驱动将自动关闭。 注：执行新指令可以清除 TempErr 以外的所有错误标识。
5	RFU	预留后用。
4	BufferOvfl	如果在 FIFO 已满的情况下，主控芯片或 FM17550 的内部状态机（比如接收

位	符号	描述
		器) 试图写数据到 FIFO, 置 1。
3	CollErr	如果检测到位冲突, 置 1。在接收器启动阶段自动清除。该位只在 106 kbit 的按位防冲突中有效。在 212 kbit 和 424 kbit 通讯模式中始终置 1。
2	CRCErr	如果寄存器 RxModeReg 的 RxCRCEn 位被设置且 CRC 计算失败, 置 1。在接收器启动阶段自动清 0。
1	ParityErr	如果奇偶校验失败, 置 1。在接收器启动阶段自动清 0。 只在 ISO/IEC 14443A 通讯模式下有效。
0	ProtocolErr	如果下列情况之一出现, 置 1: <ul style="list-style-type: none"> <li>在 Authent 指令中, 如果一个数据流接收到的字节数不正确, ProtocolErr 位置 1。</li> <li>根据 ISO/IEC 14443A 定义, 如果米勒解码器检测到两个脉冲的间隔小于规定的最小时间, 置 1。</li> </ul>

表 3-17 ErrorReg 位描述

### 3.2.1.8 Status1Reg\_地址 07h

控制 CRC、中断和 FIFO 缓冲器的状态位。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFFreqOK	CRCOk	CRCRReady	IRq	TRunning	RFOon	HiAlert	LoAlert
访问权利	r	r	r	r	r	r	r	r
复位值	0	0	1	0	0	0	0	1

表 3-18 Status1Reg 寄存器

位	符号	描述
7	RFFreqOK	表示通过引脚 RX 处检测到的场时钟频率是否在 13.56 MHz 范围。 如果通过引脚 RX 检测到频率在 12 MHz < RX 引脚频率 < 15 MHz 范围, 置 1。 注: 如果外部 RF 频率在 9 到 12 MHz 或 15 到 19 MHz 的范围内, 那么 RFFreqOK 的值未定义。
6	CRCOk	如果 CRC 结果为 0, 置 1。对于数据发射和接收, CRCOk 位未定义(用 ErrorReg 寄存器中的 CRCErr 位标识)。CRCOk 表明了 CRC 协处理器的状态, 在计算过程中值变为 0, 当计算正确结束时, 值变为 1。
5	CRCRReady	当 CRC 计算结束时, 置 1。该位只对执行 CalcCRC 指令时的 CRC 协处理器计算有效。
4	IRq	该位表示, 是否有任何中断源请求注意。(与中断使能位相关, 参考寄存器 CommEnReg 和 DivlEnReg)
3	TRunning	如果 FM17550 的计时器单元正在运行, 置 1。(TcounterValReg 的值在下一个 timer 时钟减一)。 注: 在门控模式下, 当计时器通过寄存器使能时, TRunning 位置 1。该位不受门控信号影响。
2	RFOon	如果检测到外部 RF 场, 置 1。该位不保存 RF 场状态。
1	HiAlert	当储存在 FIFO 里的字节数满足以下公式时, 置 1: $\text{HiAlert} = (64 - \text{FIFOLength}) \leq \text{WaterLevel}$ 例: FIFOLength = 60, WaterLevel = 4 → HiAlert = 1 FIFOLength = 59, WaterLevel = 4 → HiAlert = 0
0	LoAlert	当储存在 FIFO 里的字节数满足以下公式时, 置 1: $\text{LoAlert} = \text{FIFOLength} \leq \text{WaterLevel}$ 例: FIFOLength = 4, WaterLevel = 4 → LoAlert = 1

位	符号	描述
		FIFOLength = 5, WaterLevel = 4 → LoAlert = 0

表 3-19 Status1Reg 位描述

### 3.2.1.9 Status2Reg\_地址 08h

控制接收器、发射器和数据模式检测器的状态位。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TempSensClear	I2CForceHS	RFU	RFU	Crypto1On	Modem State		
访问权利	r/w	r/w	-	-	dy	r	r	r
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-20 Status2Reg 寄存器

位	符号	描述	
7	TempSensClear	如果温度在警报限制以下，该位置 1 将清除温度错误。	
6	I2CForceHS	I2C 输入滤波器设置。置 1，I2C 输入滤波器强制设为高速模式。置 0，I2C 输入滤波器设根据应用的 I2C 协议设置。	
5-4	-	预留后用。	
3	Crypto1On	该位表示 M1 Crypto1 单元开启，所有与卡的数据通讯为密文。该位只在 M1 卡的读写器模式下有效，只有在成功执行 Authent 指令后置 1。该位该位可由软件清除。	
2-0	Modem State	ModemState 显示了发射器和接收器状态机的状态。	
		值	描述
		000	空闲。
		001	等待寄存器 BitFramingReg 的 StartSend 位有效。
		010	TxWait: 如果 TxWaitRF 置 1，则一直处于等待状态直到 RF 场出现。TxWait 的最小时间由 TxWaitReg 寄存器定义。
		011	发送中。
		100	RxWait: 如果 RxWaitRF 置 1，则一直处于等待状态直到 RF 场出现。RxWait 的最小时间由 RxWaitReg 寄存器定义。
		101	等待数据。
110	接收中。		

表 3-21 Status2Reg 位描述

### 3.2.1.10 FIFODataReg\_地址 09h

64 字节 FIFO 缓冲器的输入和输出。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	FIFOData							
位权	dy	dy	dy	dy	dy	dy	dy	dy
复位值	x	x	x	x	x	x	x	x

表 3-22 FIFODataReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	FIFOData	64 字节 FIFO 缓冲器的数据输入和输出端口。FIFO 缓冲器作为所有串行数据输入输出到并行输入输出的转换器。

表 3-23 FIFODataReg 寄存器位描述

### 3.2.1.11 FIFOLevelReg\_地址 0Ah

表示储存在 FIFO 里的字节数。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	FlushBuffer		FIFOLevel					
位权	w	r	r	r	r	r	r	r
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-24 FIFOLevelReg 寄存器

位	符号	描述
7	FlushBuffer	置 1, 该位立刻清除内部 FIFO 缓冲器的读写指针和寄存器 ErrReg 里的 BufferOvfl 位。读取该位总是得到 0。
6-0	FIFOLevel	显示储存在 FIFO 缓冲器里的字节数。写入数据到 FIFODataReg 寄存器, FIFOLevel 加一, 读取 FIFOLevel 减一。

表 3-25 FIFOLevelReg 寄存器

### 3.2.1.12 WaterLevelReg\_地址 0Bh

定义了 FIFO 上溢或下溢警报的电平。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RFU	WaterLevel					
位权	-	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	1	0	0	0

表 3-26 WaterLevelReg 寄存器

位	符号	描述
7-6	-	预留后用
5-0	WaterLevel	该寄存器定义了一个警报电平以表明 FIFO 缓冲器下溢或上溢。如果 FIFO 缓冲器空间剩下的字节数小于等于 WaterLevel 定义的字节数, Status1Reg 中的 HiAlert 位置 1。 如果 FIFO 中的字节数小于等于 WaterLevel 字节数, Status1Reg 中的 LoAlert 位置 1。

表 3-27 WaterLevelReg 寄存器位描述

### 3.2.1.13 ControlReg\_地址 0Ch

其他控制位。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TStopNow	TStartNow	RFU	RFT	RFU	RxLastBits		
位权	w	w	-	-	-	r	r	r
复位值	0	0	0	1	0	0	0	0

表 3-28 ControlReg 寄存器

位	符号	描述
7	TStopNow	置 1, 计时器立刻停止。读取该位总是得到 0。
6	TStartNow	置 1, 立刻启动计时器。读取该位总是得到 0。
5	-	预留后用
4	RFT	留给产品测试。
3	-	预留后用
2-0	RxLastBits	显示最后接收字节的有效位数。如果为 0, 整个字节有效。

表 3-29 ControlReg 寄存器位描述

## 3.2.1.14 BitFramingReg\_地址 0Dh

面向位的帧格式调整。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	StartSend	RxAlign			RFU	TxLastBits		
位权	w	r/w	r/w	r/w	-	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-30 BitFramingReg 寄存器

位	符号	描述
7	StartSend	置 1，数据发射开启。 该位只在收发指令（Transceive）执行时有效。
6-4	RxAlign	用于按位帧格式接收：RxAlign 定义了接收第一位数据需存储进 FIFO 的位置。后续接收的数据位则存储到紧接着的位置。 例： RxAlign = 0：接收到的最低位存储到第 0 位，第二个接收位存储到第 1 位。 RxAlign = 1：接收位的最低位存储到第 1 位，第二个接收位存储到第 2 位。 RxAlign = 7：接收位的最低位存储到第 7 位，第二个接收位存储到下一个字节的第 0 位。 该位只用于 106 kbit/s 下的按位防冲突。其他模式下置 0。
3	-	预留后用
2-0	TxLastBits	用作按位帧格式的发射：TxLastBits 定义了最后一个字节需要被发送的位数。000 表示最后一个字节的所有位都要被发送。

表 3-31 BitFramingReg 寄存器位描述

## 3.2.1.15 CollReg\_地址 0Eh

定义了 RF 接口检测到的第一个冲突位。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	ValuesAfterColl	RFU	CollPosNotValid	CollPos				
位权	r/w	-	R	R	R	R	R	R
复位值	1	0	1	x	x	x	x	x

表 3-32 CollReg 寄存器

位	符号	描述
7	ValuesAfterColl	如果该位置 0，发生冲突位之后的所有接收位被清除。该位只能用在 106 kbit 按位防冲突中，否则置 1。
6	-	预留后用
5	CollPosNotValid	如果没检测到冲突或冲突位置在 CollPos 的范围以外，置 1。该位只在 ISO/IEC 14443A 读写器模式下被解读。
4-0	CollPos	该位表示接收到的数据帧中发现的第一个冲突位的位置，只解读数据位。 例： 00h 表示冲突位在第 32 位 01h 表示冲突位在第 1 位 08h 表示冲突位在第 8 位 该位只在 ISO/IEC 14443A 读写器模式下，且 CollPosNotValid 位置 0 时被解读。

表 3-33 CollReg 寄存器位描述

## 3.2.1.16 EXReg\_地址 0Fh

扩展寄存器访问入口。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	EXmode		EXAddr					
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-34 EXReg 寄存器

位	符号	描述
7-6	EXmode	扩展寄存器访问模式： 01: 写模式，bit5~0 写入二级地址 10: 读模式，bit5~0 读出二级地址 11: 写模式，bit5~0 写入扩展寄存器数据 00: 读模式，bit5~0 读出扩展寄存器数据 扩展寄存器的访问方式详见“扩展寄存器的访问”章节。
5-0	EXAddr	扩展寄存器二级地址或数据

表 3-35 EXReg 寄存器位描述

## 3.2.2 Page 1: 通讯

## 3.2.2.1 PageReg\_地址 10h

选择寄存器组。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	UsePage Select	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	PageSelect	
位权	r/w	-	-	-	-	-	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-36 PageReg 寄存器

位	符号	描述
7	UsePageSelect	置 1, PageSelect 的值被用作寄存器地址最高位和次高位。寄存器地址的低位则通过内部地址锁存（来自串行接口时序）方式定义。 置 0, 寄存器地址全部由内部地址锁存定义。
6-2	-	预留后用。
1-0	PageSelect	PageSelect 的值只在 UsePageSelect 置 1 的时候有用。

表 3-37 PageReg 位描述

## 3.2.2.2 ModeReg\_地址 11h

定义发射和接收模式。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	MSBFirs t	RFU	TxWaitRF	RFT	RFU	RFT	CRCPreset	
位权	r/w	-	r/w	-	-	-	r/w	r/w
复位值	0	0	1	1	1	1	1	1

表 3-38 ModeReg 寄存器

位	符号	描述
---	----	----

位	符号	描述	
7	MSBFirst	置 1, CRC 协处理器以 MSB 位优先计算 CRC, CRCResultReg 寄存器中的 CRCResultMSB 和 CRCResultLSB 也按位翻转。 注: 在 RF 通讯中, 该位被忽略。	
6	RFU	预留后用。	
5	TxWaitRF	置 1, 则在读写器的模式时只有 RF 场建立后发射电路才启动。	
4	RFT	预留给产品测试。	
3	RFU	预留后用。	
2	RFT	预留给产品测试。	
1-0	CRCPreset	定义了 CalCRC 指令的 CRC 协处理器的预设值。 注: 在任何协议通讯中, CRC 预设值根据 RxMode 和 TxMode 位的相关定义自动进行选择。	
		值	描述
		00	0000
		01	6363
		10	A671
		11	FFFF

表 3-39 ModeReg 位描述

### 3.2.2.3 TxModeReg\_地址 12h

定义发射数据速率和帧格式。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TxCRCEn	TxSpeed			InvMod	RFU	TxFraming	
位权	r/w	dy	dy	dy	r/w	-	dy	dy
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-40 TxModeReg 寄存器

位	符号	描述	
7	TxCRCEn	置 1, 在数据发射时使能 CRC 校验生成。 注: 该位只在 106 kbit 下能置为 0。	
6-4	TxSpeed	定义数据发送速率。	
		值	描述
		000	106 kbit
		001	212 kbit
		010	424 kbit
		011	预留
		100	预留
		101	预留
		110	预留
111	预留		
3	InvMod	置 1, 发送数据的调制反相。	
2	RFU	预留后用。	
1-0	TxFraming	定义数据发送的帧格式。	
		值	描述
		00	按 ISO/IEC 14443A 协议发送
		01	预留
		10	预留
		11	按 ISO/IEC 14443B 协议发送

表 3-41 TxModeReg 位描述

## 3.2.2.4 RxModeReg\_地址 13h

定义接收数据速率和帧格式。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RxCRCEn	RxSpeed			RxNoErr	RxMultiple	RxFraming	
位权	r/w	dy	dy	dy	r/w	r/w	dy	dy
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-42 RxModeReg 寄存器

位	符号	描述	
7	RxCRCEn	置 1，在数据接收时使能 CRC 校验。 注：该位只在 106 kbit 下置 0。	
6-4	RxSpeed	定义数据传输速率。	
		值	描述
		000	106 kbit
		001	212 kbit
		010	424 kbit
		011	预留
		100	预留
		101	预留
		110	预留
111	预留		
3	RxNoErr	如果置 1，接收到的无效数据流（小于 4 个 bit 位）会被忽略。同时接收器保持激活状态。 对于 ISO/IEC 14443B，如要忽略一个无效数据流，还需要 RxSOFReq 设为 1。	
2	RxMultiple	置 0，接收器在接收一个数据帧后不再接收。 置 1，允许接收多个数据帧。设置该位后，Transceive 和 Receive 指令不会自动终止。这种情况下，多次接收只能通过向 CommandReg 寄存器写入除 Receive 指令外的任何其他指令来关闭，或由主控芯片清除该位来关闭连续接收状态。 置 1 时，每个数据帧结束会将一个错误标识字节添加到 FIFO 中。该错误标识字节为 ErrorReg 寄存器的复制值。特殊的，该错误标识字节的 bit6 用来指示接收数据是否为整数个字节，若接收到的数据非完整字节，则置 1。	
1-0	RxFraming	定义数据接收的帧格式。	
		值	描述
		00	按 ISO/IEC 14443A 协议接收
		01	预留
		10	预留
11	按 ISO/IEC 14443B 协议接收		

表 3-43 RxModeReg 位描述

## 3.2.2.5 TxControlReg\_地址 14h

天线驱动引脚 Tx1 和 Tx2 控制。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	InvTx2RF On	InvTx1Rf On	InvTx2RF Off	InvTx1RF Off	Tx2CW	RFU	Tx2RF En	Tx1RF En

位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	-	r/w	r/w
复位值	1	0	0	0	0	0	0	0

表 3-44 TxControlReg 寄存器

位	符号	描述
7	InvTx2RFOn	置 1, 如果 TX2 驱动使能, 引脚 TX2 的输出信号取反。
6	InvTx1RfOn	置 1, 如果 TX1 驱动使能, 引脚 TX1 的输出信号取反。
5	InvTx2RFOff	置 1, 如果 TX2 驱动关闭, 引脚 TX2 的输出信号取反。
4	InvTx1RFOff	置 1, 如果 TX1 驱动关闭, 引脚 TX1 的输出信号取反。
3	Tx2CW	置 1, 引脚 TX2 将持续输出未调制的 13.56 MHz 的能量载波。 置 0, Tx2CW 使能调制 13.56 MHz 载波。
2	RFU	预留后用。
1	Tx2RFEn	置 1, 引脚 TX2 输出经由发送数据调制的 13.56 MHz 能量载波。
0	Tx1RFEn	置 1, 引脚 TX1 输出经由发送数据调制的 13.56 MHz 能量载波。

表 3-45 TxControlReg 位描述

### 3.2.2.6 TxAutoReg\_地址 15h

天线驱动设置。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	Force100ASK	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU
位权	-	r/w	-	-	-	-	-	-
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-46 TxAutoReg 寄存器

位	符号	描述
7	RFU	预留后用。
6	Force100ASK	置 1, Force100ASK 强制产生一个 100%ASK 调制, 与寄存器 ModGsPReg 的设置无关。
5-0	RFU	预留后用。

表 3-47 TxAutoReg 位描述

### 3.2.2.7 TxSelReg\_地址 16h

天线驱动信号源选择。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RFU	DriverSel		TOutSel			
位权	-	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	1	0	0	0	0

表 3-48 TxSelReg 寄存器

位	符号	描述	
7-6	-	预留后用	
5-4	DriverSel	选择驱动 Tx1 和 Tx2 的输入	
		值	描述
		00	三态 注: 在 soft power down 下, 驱动只在 DriverSel 设置为三态时, 才处于三态模式。
		01	来自内部编码器的调制(包络)信号。
		10	预留后用。
		11	高电平

位	符号	描述	
		注：高电平根据InvTx1RFOff/InvTx1RFOff和InvTx2RFOff/InvTx2RFOff决定。	
3-0	TOutSel	选择 TOUT 引脚的输入	
		值	描述
		0000	三态
		0001	低电平
		0010	高电平
		0011	由寄存器 TestSel1Reg 中的 TestBusBitSel 位定义的 TestBus 信号
		0100	来自内部编码器的调制（包络）信号
		0101	待发送的串行数据流
		0110	预留后用。
		0111	接收到串行数据流。 注：不要在 M1 模式下使用该设置。米勒编码的参数（如位长度）可能差别很大。
1000-1111	预留后用。		

表 3-49 TxSelReg 位描述

### 3.2.2.8 RxSelReg\_地址 17h

内部接收器设置。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	UartSel			RxWait				
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	1	0	0	0	0	1	0	0

表 3-50 RxSelReg 寄存器

位	符号	描述	
7-6	UartSel	选择非接触 UART 的输入	
		值	描述
		00	固定低电平
		01	预留后用。
		10	来自内部模拟电路的调制信号
11	预留后用。		
5-0	RxWait	在数据完成发射后，接收器会在RxWait个etu的时钟延迟之后被激活。在这个“帧保护时间”内任何引脚RX上的信号都被忽略。除了Receive指令外所有其他指令都会用到这个参数，Receive指令忽略该参数。计数器的启动条件为发送数据流的最后一个调制脉冲开始计数。	

表 3-51 RxSelReg 位描述

### 3.2.2.9 RxThresholdReg\_地址 18h

接收译码器阈值选择。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	MinLevel				RFU	CollLevel		
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	-	r/w	r/w	r/w
复位值	1	0	0	0	0	1	0	0

表 3-52 RxThresholdReg 寄存器

位	符号	描述
7-4	MinLevel	定义了译码器能接收的最小信号强度，如果信号强度低于这个水平，则该信号不被处理。
3	-	预留后用
2-0	CollLevel	定义了输入到译码器的曼彻斯特编码的弱半 bit 相对强半 bit 产生冲突位的最小信号强度。

表 3-53 RxThresholdReg 寄存器位描述

## 3.2.2.10 DemodReg\_地址 19h

解调器设置。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	AddIQ		FixIQ	TypeBEOFMode	TauRcv		TauSync	
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	1	1	1	1	1	0	1

表 3-54 DemodReg 寄存器

位	符号	描述	
7-6	AddIQ	定义接收过程中 I 和 Q 通道的使用。 注：FixIQ 必须置 0 以使能以下设置。	
		值	描述
		00	选择较强通道
		01	选择较强通道，并且在通讯过程中保持不变
		10	合并 I 和 Q 通道
11	预留		
5	FixIQ	如果置 1 且 AddIQ 位为 X0，接收固定在 I 通道。 如果置 1 且 AddIQ 位为 X1，接收固定在 Q 通道。	
4	TypeBEOFMode	TypeB EOF 的接收模式 0: 逻辑 0+ 逻辑 1+ 无副载波调制 1: 逻辑 0+ 无副载波调制 或者 逻辑 0+逻辑 1+无副载波调制	
3-2	TauRcv	在数据接收过程中改变内部时间常数。 注：如果设为 00，PLL 在数据接收中冻结。	
1-0	TauSync	在 burst 中改变内部 PLL 的时间常数。	

表 3-55 DemodReg 位描述

## 3.2.2.11 RFU\_地址 1Ah

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU							
位权	-	-	-	-	-	-	-	-
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-56 RFU 寄存器

位	符号	描述
7-0	RFU	预留后用。

表 3-57 RFUReg 位描述

## 3.2.2.12 RFU\_地址 1Bh

位	7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

定义	RFU							
位权	-	-	-	-	-	-	-	-
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-58 RFU 寄存器

位	符号	描述
7-0	RFU	预留后用。

表 3-59 RFUReg 位描述

## 3.2.2.13 TxReg\_地址 1Ch

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	TxWait	
位权	-	-	-	-	-	-	r/w	r/w
复位值	0	1	1	0	0	0	1	0

表 3-60 TxReg 寄存器

位	符号	描述
7-2	RFU	预留后用。
1-0	TxWait	该位定义了附加响应时间。缺省默认在寄存器定义值的基础上加 7bit。

表 3-61 TxReg 位描述

## 3.2.2.14 RxReg\_地址 1Dh

允许内部接收器的手动微调。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RFU	RFU	ParityDisable	RFU	RFU	RFU	RFU
位权	-	-	-	r/w	-	-	-	-
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-62 RxReg 寄存器

位	符号	描述
7-5	-	预留后用。
4	ParityDisable	如果该位置 1，发送数据的奇偶校验生成和接收数据的奇偶校验都将关闭。接收到的校验位作为普通数据位处理。
3-0	-	预留后用。

表 3-63 RxReg 位描述

## 3.2.2.15 TypeBReg\_地址 1Eh

ISO/IEC 14443B 控制

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RxSOF Req	RxEOF Req	RFU	EOFSOF Width	NoTxSOF	NoTxEOF	TxEGT	
位权	r/w	r/w	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-64 TypeBReg 寄存器

位	符号	描述
---	----	----

7	RxSOFReq	如果该位置 1，必须包含 SOF。一个不以 SOF 起始的数据流会被忽略。如果该位置 0，不管是否包含 SOF，数据流都被接收。SOF 将被移除且不会写入 FIFO。	
6	RxEOFReq	如果该位置 1，必须包含 EOF。一个结尾不含 EOF 的数据流会触发协议错误 (ProtocolError)。如果该位置 0，不管是否包含 EOF，数据流都被接收。EOF 将被移除且不会写入 FIFO。	
5	-	预留后用	
4	EOFSOFWidth	如果该位置 1，SOF 和 EOF 会有 ISO/IEC 14443B 中定义的最大长度。如果该位置清 0，SOF 和 EOF 会有 ISO/IEC 14443B 中定义的最小长度。	
3	NoTxSOF	如果该位置 1，不产生 SOF。	
2	NoTxEOF	如果该位置 1，不产生 EOF。	
1-0	TxEGT	该位定义 EGT 的长度。	
		00	0 位
		01	2 位
		10	4 位
		11	6 位

表 3-65 TypeBReg 位描述

### 3.2.2.16 SerialSpeedReg\_地址 1Fh

选择串行 UART 接口的速度。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	BR_T0				BR_T1			
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	1	1	1	0	1	0	1	1

表 3-66 SerialSpeedReg 寄存器

位	符号	描述
7-5	BR_T0	BR_T0 因子用于调节传输速度，参见“UART 传输速率可配”章节。
3-0	BR_T1	BR_T1 因子用于调节传输速度，参见“UART 传输速率可配”章节。

表 3-67 SerialSpeedReg 位描述

## 3.2.3 Page 2: 配置

### 3.2.3.1 PageReg\_地址 20h

选择寄存器组。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	UsePageSelect	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	PageSelect	
位权	r/w	-	-	-	-	-	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-68 PageReg 寄存器

位	符号	描述
7	UsePageSelect	置 1，PageSelect 的值被用作寄存器地址最高位和次高位。寄存器地址的低位则通过内部地址锁存（来自串行接口时序）方式定义。置 0，寄存器地址全部由内部地址锁存定义。
6-2	-	预留后用。

位	符号	描述
1-0	PageSelect	PageSelect 的值只在 UsePageSelect 置 1 的时候有用。

表 3-69 PageReg 位描述

### 3.2.3.2 CRCResultMSBReg\_地址 21h

显示了 CRC 计算结果。

注：CRC 分为两个 8 位寄存器。

注：设置 ModeReg 寄存器中 MSBFirst 则位序反向，字节顺序不变。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	CRCResultMSB							
位权	r	r	r	r	r	r	r	r
复位值	1	1	1	1	1	1	1	1

表 3-70 CRCResultReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	CRCResultMSB	该寄存器显示了 CRC 计算结果的高字节数据。它只在 Status1Reg 寄存器中的 CRCReady 位置 1 时有效。

表 3-71 CRCResultReg 位描述

### 3.2.3.3 CRCResultLSBReg\_地址 22h

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	CRCResultLSB							
位权	r	r	r	r	r	r	r	r
复位值	1	1	1	1	1	1	1	1

表 3-72 CRCResultReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	CRCResultLSB	该寄存器显示了 CRC 计算结果的低字节数据。它只在 Status1Reg 寄存器中的 CRCReady 位置 1 时有效。

表 3-73 CRCResultReg 位描述

### 3.2.3.4 GsNOffReg\_地址 23h

当驱动关闭时，选择天线驱动引脚 TX1 和 TX2 的 N 驱动的电导。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	CWGsNOff				ModGsNOff			
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	1	0	0	0	1	0	0	0

表 3-74 GsNOffReg 寄存器

位	符号	描述
7-4	CWGsNOff	该寄存器的值定义了无调制时段的输出 N 驱动的电导。 注：电导值为二进制加权。 注：在 soft Power-down 模式下最高位强制置 1。 注：该寄存器的值只在驱动关闭时使用。否则使用寄存器 GsNOnReg 的 CWGsNOn 位的值。

位	符号	描述
		注：该值用于负载调制。
3-0	ModGsNOff	该寄存器的值定义了调制时段的输出 N 驱动的电导。这可用于调制深度的调整。 注：电导值为二进制加权。 注：在 soft Power-down 模式下最高位强制置 1。 注：该寄存器的值只在驱动关闭时使用。否则使用寄存器 GsNOnReg 的 ModGsNOn 位的值。 注：该值用于负载调制。

表 3-75 GsNOffReg 位描述

## 3.2.3.5 ModWidthReg\_地址 24h

调制宽度控制。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	ModWidth							
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	1	0	0	1	1	0

表 3-76 ModWidthReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	ModWidth	这些位定义了米勒调制宽度，该宽度与载波频率的关系如下： $(\text{ModWidth} + 1)/f_c$ 。最大值是数据位周期的一半。 当应用于 106 kbit 的 ISO/IEC 14443A 的卡操作模式时，这些位用来改变副载波频率的占空比。 占空比计算按下式得到： 低电平宽度： $\#clocks_{LOW} = (\text{ModWidth} \text{ 对 } 8 \text{ 取模}) + 1$ 高电平宽度： $\#clocks_{HIGH} = 16 - \#clocks_{LOW}$

表 3-77 ModWidthReg 位描述

## 3.2.3.6 RFU\_地址 25h

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RFU						
位权	r/w							
复位值	1	0	0	0	0	1	1	1

表 3-78 RFU 寄存器

位	符号	描述
7	RFU	预留后用。
6-0	RFU	预留后用。

表 3-79 RFU 位描述

## 3.2.3.7 RFCfgReg\_地址 26h

配置接收器增益和 RF 电平检测器灵敏度。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RxGain			RFU			
位权	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w

复位值	0	1	0	0	1	0	0	0
-----	---	---	---	---	---	---	---	---

表 3-80 RFCfgReg 寄存器

位	符号	描述	
7	RFU	预留后用。	
6-4	RxGain	该寄存器定义了接收器信号电压增益指数：	
		值	描述
		000	18 dB
		001	23 dB
		010	18 dB
		011	23 dB
		100	33 dB
		101	38 dB
		110	43 dB
111	48 dB		
3-0	RFU	预留后用。	

表 3-81 RFCfgReg 位描述

### 3.2.3.8 GsNOnReg\_地址 27h

当驱动开启时，选择天线驱动引脚 TX1 和 TX2 的 N 驱动的电导。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	CWGsNOn				ModGsNOn			
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	1	0	0	0	1	0	0	0

表 3-82 GsNOnReg 寄存器

位	符号	描述
7-4	CWGsnOn	该寄存器的值定义了无调制时段的输出 N 驱动的电导。可通过该设置控制输出功率，相应的电流功耗，及操作距离。 注：电导值为二进制加权。 注：在 soft Power-down 模式下最高位强制置 1。 注：该寄存器的值只在 TX1、TX2 驱动开启时使用。否则使用寄存器 GsNOffReg 的 CWGsNOff 位的值。
3-0	ModGsNOn	该寄存器的值定义了调制时段的输出 N 驱动的电导。可用于控制调制深度。 注：电导值为二进制加权。 注：在 soft Power-down 模式下最高位强制置 1。 注：该寄存器的值只在 TX1、TX2 驱动开启时使用。否则使用寄存器 GsNOffReg 的 ModGsNOff 位的值。

表 3-83 GsNOnReg 位描述

### 3.2.3.9 CWGsPReg\_地址 28h

定义了无调制时段 P 驱动的电导。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RFU	CWGsP					
位权	-	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	1	0	0	0	0	0

表 3-84 CWGsPReg 寄存器

位	符号	描述
7-6	-	预留后用。
5-0	CWGsP	该寄存器的值定义了无调制时段输出 P 驱动的电导。可通过该设置控制输出功率，相应的电流功耗，及操作距离。 注：电导值为二进制加权。 注：在 soft Power-down 模式下最高位强制置 1。

表 3-85 CWGsPReg 位描述

## 3.2.3.10 ModGsPReg\_地址 29h

定义了调制时 P 输出驱动的电导。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RFU	ModGsP					
位权	-	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	1	0	0	0	0	0

表 3-86 ModGsPReg 寄存器

位	符号	描述
7-6	-	预留后用。
5-0	ModGsP	该寄存器的值定义了调制时输出 P 驱动的电导。用来控制调制深度。 注：电导值为二进制加权。 注：在 soft Power-down 模式下最高位强制置 1。

表 3-87 ModGsPReg 位描述

## 3.2.3.11 TMode 寄存器, TPrescaler 寄存器\_地址 2Ah

定义了计时器设置。

注：Prescaler 值分为两个 8 位寄存器。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TAuto	TGated		TAutoRestart	TPrescaler_Hi			
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-88 TModeReg 寄存器

位	符号	描述	
7	TAuto	置 1，发射结束即自动开始计数。 在 106 kbit/s 的 M1 模式和 ISO 14443B 模式下，如果寄存器 RxModeReg 中的 RxMultiple 位为 0，计时器在第 5 位后（1 个起始位，4 个数据位）停止。 在所有其他模式下，如果寄存器 RxModeReg 中的 RxMultiple 位为 0，计时器在第 4 位后停止。 如果 RxMultiple 位置 1，计时器永不停止。这种情况下，计时器可以通过寄存器 ControlReg 的 TStopNow 位置 1 来停止。 置 0 表示，计时器不受协议影响。	
6-5	TGated	表示内部计时器在门控模式下运行。 注：在门控模式下，当计时器被寄存器位使能时 TRunning 位置 1。该位不受门控信号影响。	
		值	描述
		00	非门控模式
		01	预留后用。

位	符号	描述	
		10	-
		11	-
4	TAutoRestart	置 1, 计时器会从 TReloadValue 自动重启 count-down 计数, 而不是计数减到 0 后停止。 置 0, 计时器减至 0, TimerIRq 位置 1。	
3-0	TPrescaler_Hi	定义了 TPrescaler 的高 4 位。 $f_{\text{Timer}} = 13.56 \text{ MHz} / (2 * \text{TPreScaler} + 1)$ 其中 TPreScaler = [TPrescaler_Hi: TPrescaler_Lo] (共12位) 详见“Timer 计时单元”。	

表 3-89 TModeReg 位描述

## 3.2.3.12 TPrescalerLo 寄存器\_地址 2Bh

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TPrescaler_Lo							
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-90 TPrescalerReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	TPrescaler_Lo	定义了 TPrescaler 的低 8 位。 $f_{\text{Timer}}$ 计算公式见 TmodeReg 寄存器的 Tprescaler_Hi 寄存器的描述。

表 3-91 TPrescalerReg 位描述

## 3.2.3.13 TReloadHiReg\_地址 2Ch

16 位计时器的重载值。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TReloadVal_Hi							
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-92 TReloadHiReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	TReloadVal_Hi	定义了 TReloadReg 的高 8 位。 每次计时开始, 计时器自动加载 TReloadVal。改变该寄存器只在下次开始计时时影响计时。

表 3-93 TReloadHiReg 位描述

## 3.2.3.14 TReloadLoReg\_地址 2Dh

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TReloadVal_Lo							
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-94 TReloadLoReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	TReloadVal_Lo	定义了 TReloadReg 的低 8 位。

		每次计时开始，计时器自动加载 TReloadVal。改变该寄存器只在下次开始计时影响计时。
--	--	---

表 3-95 TReloadLoReg 位描述

### 3.2.3.15 TcounterValHiReg\_地址 2Eh

计时器的当前值。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TCounterVal_Hi							
位权	r	r	r	r	r	r	r	r
复位值	x	x	x	x	x	x	x	x

表 3-96 TCounterValHiReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	TCounterVal_Hi	计时器当前值，高 8 位。

表 3-97 TCounterValHiReg 位描述

### 3.2.3.16 TcounterValLoReg\_地址 2Fh

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TCounterVal_Lo							
位权	r	r	r	r	r	r	r	r
复位值	x	x	x	x	x	x	x	x

表 3-98 TCounterValLoReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	TCounterVal_Lo	计时器当前值，低 8 位。

表 3-99 TCounterValLoReg 位描述

## 3.2.4 Page 3: 测试

### 3.2.4.1 PageReg\_地址 30h

选择寄存器组。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	UsePageSelect	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	PageSelect	
位权	r/w	-	-	-	-	-	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-100 PageReg 寄存器

位	符号	描述
7	UsePageSelect	置 1, PageSelect 的值被用作寄存器地址最高位和次高位。寄存器地址的低位则通过内部地址锁存（来自串行接口时序）方式定义。 置 0, 寄存器地址全部由内部地址锁存定义。
6-2	-	预留后用。
1-0	PageSelect	PageSelect 的值只在 UsePageSelect 置 1 的时候有用。

表 3-101 PageReg 位描述

## 3.2.4.2 TestSel1Reg\_地址 31h

测试信号配置。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU	RFU	SAMClockSel		SAMClkD1	TstBusBitSel		
位权	-	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-102 TestSel1Reg 寄存器

位	符号	描述	
7-6	-	预留后用	
5-4	SAMClockSel	定义 13.56 MHz SAM 时钟的源。	
		值	描述
		00	GND-Sam 时钟关闭
		01	时钟由内部振荡器产生
		10	内部 UART 时钟
11	时钟由 RF 场产生		
3	SAMClkD1	置 1, SAM 时钟传递到 D1 引脚输出。	
2-0	TstBusBitSel	从测试总线选择 TestBus 位传到 TOUT。	

表 3-103 TestSel1Reg 位描述

## 3.2.4.3 TestSel2Reg\_地址 32h

测试信号配置和 PRBS 控制。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TstBusFlip	PRBS9	PRBS15	TestBusSel				
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-104 TestSel2Reg 寄存器

位	符号	描述
7	TstBusFlip	如果置 1, 测试总线按以下顺序映射到并行端口: D4, D3, D2, D6, D5, D1。参见章节“测试信号”。
6	PRBS9	根据 ITU-TO150 开启并使能 PRBS9 序列。 注: 所有发射数据相关的寄存器必须在进入 PRBS9 模式前配置好。 注: 指定序列的数据发射由 Transmit 指令启动。
5	PRBS15	根据 ITU-TO150 开启并使能 PRBS15 序列。 注: 所有发射数据相关的寄存器必须在进入 PRBS15 模式前配置好。 注: 指定序列的数据发射由 Transmit 指令启动。
4-0	TestBusSel	选择测试总线。参见章节“测试信号”。

表 3-105 TestSel2Reg 位描述

## 3.2.4.4 TestPinEnReg\_地址 33h

D1-D6 引脚输出驱动使能。

位	7	6	5	4	3	2	1	0	
定义	RS232LineEn	TestPinEn							RFU
位权	r/w	r/w	-	r/w	r/w	r/w	r/w	-	
复位值	1	0	0	0	0	0	0	0	

表 3-106 TestPinEnReg 寄存器

位	符号	描述
7	RS232LineEn	置 0，串行 UART 的 MX 和 DTRQ 线无效。
6-1	TestPinEn	使能 D1-D6 引脚输出驱动。 例： 将 bit1 置 1，使能 D1 引脚输出 将 bit5 置 1，使能 D5 引脚输出 注：只在使用串行接口时有效。 如果使用 SPI 接口，则只有 D1 到 D4 可用。如果使用串行 UART 接口且 RS232LineEn 置 1，则只有 D1 到 D4 可用。
0	RFU	预留后用。

表 3-107 TestPinEnReg 位描述

### 3.2.4.5 TestPinValueReg\_地址 34h

当用作 I/O 时，定义了 6 位并行端口的值。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	UseIO	TestPinValue						RFU
位权	r/w	r/w	-	r/w	r/w	r/w	r/w	-
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-108 TestPinValueReg 寄存器

位	符号	描述
7	UseIO	置 1，当选择串行接口时，可通过该位控制 6 个并行端口引脚的 I/O 功能。输入/输出方向由寄存器 TestPinEnReg 的 TestPinEn 定义。输出的数值由 TestPinValue 定义。
6-1	TestPinValue	当用作 I/O 时，定义了 6 位并行端口的值。每个端口的输出都必须由寄存器 TestPinEnReg 中的 TestPinEn 位使能控制。 注：如果 UseIO 置 1，读取寄存器表示了引脚 D6 到 D1 的实际状态。如果 UseIO 置 0，则读回的是寄存器 TestPinValueReg 的值。
0	RFU	预留后用。

表 3-109 TestPinValueReg 位描述

### 3.2.4.6 TestBusReg\_地址 35h

显示了内部测试总线的状态。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	TestBus							
位权	r	r	r	r	r	r	r	r
复位值	x	x	x	x	x	x	x	x

表 3-110 TestBusReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	TestBus	显示了内部测试总线的状态。测试总线由 TestSel2Reg 寄存器选择。参见章节“测试信号”。

表 3-111 TestBusReg 位描述

### 3.2.4.7 TestCtrlReg\_地址 36h

测试控制。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

定义	RFT	AmpRcv	EOFSOFAdjust	RFU	RFT	RFT	RFT	RFT
位权	-	r/w	r/w	-	-	-	-	-
复位值	0	1	0	0	0	0	0	0

表 3-112 TestCtrlReg 寄存器

位	符号	描述
7	0	预留后用。
6	AmpRcv	如果置 1，接收链的内部信号处理被非线性的执行。这可以增加 106 kbit 通讯模式下的操作距离。 注：由于非线性，寄存器 RxThresholdReg 中的 MinLevel 和 CollLevel 位的影响也是非线性的。
5	EOFSOFAdjust	如果该位清 0，且 EOFSOFWidth 为 1，SOF 和 EOF 会有 ISO/IEC 14443B 中定义的最大长度。 如果该位清 0，且 EOFSOFWidth 为 0，SOF 和 EOF 会有 ISO/IEC 14443B 中定义的最小长度。 如果该位置 1，且 EOFSOFWidth 为 1，会有以下结果： SOF low = (11 etu - 8 cycles) / fc ， SOF high = (2 etu + 8 cycles) / fc ， EOF low = (11 etu - 8 cycles) / fc 。 该位置 1、EOFSOFWidth 清 0，会有不符合协议的行为。
4	RFU	预留后用。
3-0	RFT	预留给产品测试。

表 3-113 TestCtrlReg 位描述

### 3.2.4.8 VersionReg\_地址 37h

芯片版本。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	Version							
位权	r	r	r	r	r	r	r	r
复位值	x	x	x	x	x	x	x	x

表 3-114 VersionReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	Version	读出为 A1h。

表 3-115 VersionReg 位描述

### 3.2.4.9 RFU\_地址 38h

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFU							
位权	r/w							
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-116 RFU 寄存器

位	符号	描述
7-0	RFU	预留后用。

表 3-117 RFU 位描述

## 3.2.4.10 TestDAC1Reg\_地址 39h

定义 TestDAC1 的测试值。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFT	RxMultiFixDis able	TestDAC1					
位权	-	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	x	x	x	x	x	x

表 3-118 TestDAC1Reg 寄存器

位	符号	描述
7	-	预留给产品测试。
6	RxMultiFixDis able	置 0: typeB 的 RxMultiple 模式修正使能, 每帧接收结束时 ErrorReg 信息写入 FIFO; 置 1: 该功能无效
5-0	TestDAC1	定义了 TestDAC1 的测试值。DAC1 的输出可以通过设置寄存器 AnalogTestReg 中的 AnalogSelAux1 到 0001 来切换到 AUX1。

表 3-119 TestDAC1Reg 位描述

## 3.2.4.11 TestDAC2Reg\_地址 3Ah

定义 TestDAC2 的测试值。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RxWait Plus	TPresc alEven	TestDAC2					
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	0	0	x	0	0	x	0	0

表 3-120 TestDAC2Reg 寄存器

位	符号	描述
7	RxWaitPlus	置 1: 当前 RxWait 增加 0.5 etu; 置 0: 不改变当前 RxWait。 注: 只对 106kbit 有效。
6	TPrescalEven	如果 TPrescalEven 为 0, $f_{\text{Timer}} = 13.56 \text{ MHz} / (2 * \text{TPreScaler} + 1)$ ; 如果 TPrescalEven 为 1, $f_{\text{Timer}} = 13.56 \text{ MHz} / (2 * \text{TPreScaler} + 2)$ 。 TPrescalEven 初始值为 0。 详见“Timer 计时单元”。
5-0	TestDAC2	定义了 TestDAC2 的测试值。DAC2 的输出可以通过设置寄存器 AnalogTestReg 中的 AnalogSelAux2 到 0001 来切换到 AUX2。

表 3-121 TestDAC2Reg 位描述

## 3.2.4.12 TestADCReg\_地址 3Bh

显示了 ADC I 和 Q 通道的实际值。

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	ADC_I				ADC_Q			
位权								
复位值	x	x	x	x	x	x	x	x

表 3-122 TestADCReg 寄存器

位	符号	描述
7-4	ADC_I	显示了 ADC I 通道的实际值。
3-0	ADC_Q	显示了 ADC Q 通道的实际值。

表 3-123 TestADCReg 位描述

## 3.2.4.13 RFTReg\_地址 3Ch

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFT							
位权	-	-	-	-	-	-	-	-
复位值	1	1	1	1	1	1	1	1

表 3-124 RFTReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	-	预留给产品测试。

表 3-125 RFTReg 位描述

## 3.2.4.14 RFTReg\_地址 3Dh

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFT							
位权	-	-	-	-	-	-	-	-
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-126 RFTReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	-	预留给产品测试。

表 3-127 RFTReg 位描述

## 3.2.4.15 RFTReg\_地址 3Eh

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFT							
位权	-	-	-	-	-	-	-	-
复位值	0	0	0	0	0	0	1	1

表 3-128 RFTReg 寄存器

位	符号	描述
7-0	-	预留给产品测试。

表 3-129 RFTReg 位描述

## 3.2.4.16 RFTReg\_地址 3Fh

位	7	6	5	4	3	2	1	0
定义	RFT							
位权	-	-	-	-	-	-	-	-
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-130 RFTReg 寄存器

位	符号	描述
---	----	----

7-0	-	预留给产品测试。
-----	---	----------

表 3-131 RFTReg 位描述

### 3.2.5 扩展寄存器

FM17550 利用 0F 地址提供了一组扩展寄存器。扩展寄存器的访问方式请参见“扩展寄存器的访问”章节。

#### 3.2.5.1 ExReg\_AuxCtrl\_地址 0F/31h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	-	ExReg_AuxCtrl				
位权	r/w	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	00	0	1	0	0	0	0

位	符号	描述
5	-	-
4-0	ExReg_AuxCtrl	默认 5'h10 关闭所有测试通路 5'h00: 偏置产生电路输出电流 5'h01: bandgap 输出电流 5'h02: I 路采样输出 5'h03: I 路放大输出 N 5'h04: I 路放大输出 P 5'h05: Q 路放大输出 N 5'h06: Q 路放大输出 P 5'h07: Ido15 偏置电压 5'h08: Ido15 偏置电压 5'h09: bandgap 模块偏置电压 5'h0A: 基准电压 5'h0B: Ido15 参考电压 5'h0C: Q 路采样输出 5'h0D: 晶振稳定标志 5'h0E: 高电平 5'h0F: null

#### 3.2.5.2 RapidRFIRq\_地址 0F/3Bh

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	-	-	-	-	-	IrqRapidRF_On
位权	r/w	-	-	-	-	-	r
复位值	00	0	0	0	0	0	0

表 3-132 RapidRFIRq 寄存器

位	符号	描述
7-6	ExMode	扩展寄存器模式字。定义详见“扩展寄存器的访问”章节。根据不同的访问模式要求进行配置。读出时始终为 00。
5-1	-	-
0	IrqRapidRF_On	快速发球启动中断。

表 3-133 RapidRFIRq 位描述

## 3.2.5.3 RapidRFCtrl0\_地址 0F/3Ch

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	conf_rapidrf_irqinvenv	conf_rapidrf_irqpushpull	RFU	conf_rapidrf_		
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	00	1	0	1	0	0	0

表 3-134 RapidRFCtrl0 寄存器

位	符号	描述
5	conf_rapidrf_irqinvenv	快速发场功能对应的 IRqInv. (参见[0x02][7]IRqInv)
4	conf_rapidrf_irqpushpull	快速发场功能对应的 IRQPushPull. (参见[0x03][7]IRQPushPull)
3	RFU	-
2-0	conf_rapidrf	快速发场时间长度配置. 3'b000: 快速发场功能关闭(默认值); 3'b001: 5 $\mu$ s; 3'b010: 10 $\mu$ s; 3'b011: 20 $\mu$ s; 3'b100: 40 $\mu$ s; 3'b101: 80 $\mu$ s; 3'b110: 160 $\mu$ s; 3'b111: 320 $\mu$ s;

表 3-135 RaoudRFCtrl0 位描述

## 3.2.5.4 RapidRFCtrl1\_地址 0F/3Dh

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	en_rapidrf_tx2rf	en_rapidrf_tx1rf	conf_rapidrf_invtx2rfon	conf_rapidrf_invtx1rfon	conf_rapidrf_invtx2rffoff	conf_rapidrf_invtx1rffoff
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	00	0	0	0	0	0	0

表 3-136 RapidRFCtrl1 寄存器

位	符号	描述
5	en_rapidrf_tx2rf	快速发场功能对应的 Tx2RFEn. (参见[0x14][1]Tx2RFEn)
4	en_rapidrf_tx1rf	快速发场功能对应的 Tx1RFEn. (参见[0x14][0]Tx1RFEn)
3	conf_rapidrf_invtx2rfon	快速发场功能对应的 InvTx2RFOn. (参见[0x14][7]InvTx2RFOn)
2	conf_rapidrf_invtx1rfon	快速发场功能对应的 InvTx1RFOn. (参见[0x14][6]InvTx1RFOn)
1	conf_rapidrf_invtx2rffoff	快速发场功能对应的 InvTx2RFOff. (参见[0x14][5]InvTx2RFOff)
0	conf_rapidrf_invtx1rffoff	快速发场功能对应的 InvTx1RFOff.

位	符号	描述
		(参见[0x14][4]InvTx1RFOff)

表 3-137 RapidRFCtrl1 位描述

## 3.2.5.5 RapidRFCtrl2\_地址 0F/3Eh

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	conf_rapidrf_cwgsP					
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	00	1	0	0	0	0	0

表 3-138 RapidRFCtrl2 寄存器

位	符号	描述
5-0	conf_rapidrf_cwgsP	快速发场功能对应的 CWGsP。 (参见[0x28][4:0]CWGsP)

表 3-139 RapidRFCtrl2 位描述

## 3.2.5.6 RapidRFCtrl3\_地址 0F/3Fh

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	en_rapidrf_flag2tout	RapidRfOnEn	conf_rapidrf_cwgsnon			
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	00	0	1	1	0	0	0

表 3-140 RapidRFCtrl3 寄存器

位	符号	描述
5	en_rapidrf_flag2tout	快速发场功能; 使能通过 TOUT 管脚将快速发场标志信号输出; 默认值为不输出.
4	RapidRfOnEn	快速发场启动中断使能; 1 表示允许 RapiRFIRq[0]IRqRapidRF_On 中断传输至引脚 IRQ; 默认值为使能.
3-0	conf_rapidrf_cwgsnon	快速发场功能对应的 CWGsNON; (参见[0x27][7:4]CWGsNON)

表 3-141 RapidRFCtrl3 位描述

注：扩展寄存器的其他地址请保持预留值不变，否则可能引起不确定的结果。

## 4 Host 接口

### 4.1 Host 接口自动侦测

FM17550 支持 I2C, SPI, UART 等连接方式, 所有的接口在上电硬复位之后自动完成接口方式的侦测。

接口自动侦测通过对接口控制引脚的电平判断来识别。下表给出多接口引脚复用及接口识别说明。

FM17550 引脚	串行接口类型		
	UART	SPI	I2C
SDA	RX	NSS	SDA
I2C	0	0	1
EA	0	1	EA
SCL	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
类型	Input	In/Out	Output

表 4-1 不同接口类型的连接标准

### 4.2 SPI 接口

FM17550 支持 SPI 接口, 在 SPI 通讯中作为 Slave 端通讯, 最高速率 10Mbps, 接口符合 SPI 标准。

SPI 的时钟 SCK 由 master 产生。MOSI 和 MISO 线上的数据都是 MSB 优先。MOSI 和 MISO 线上的数据必须在时钟上沿稳定, 在时钟下沿改变。

#### 4.2.1 SPI 读数据

通过 SPI 接口读数据按照下表的字节顺序通讯。首字节定义了通讯模式和地址。

线路	Byte 0	Byte 1	Byte 2	To	Byte n	Byte 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

表 4-2 MOSI 和 MISO 的字节顺序

#### 4.2.2 SPI 写数据

通过 SPI 接口写数据按照下表的字节顺序通讯。首字节定义了通讯模式和地址。

线路	Byte 0	Byte 1	Byte 2	To	Byte n	Byte 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

表 4-3 MOSI 和 MISO 字节顺序

### 4.2.3 SPI 地址字节

SPI 通讯的首字节定义了通讯模式和地址，如下表所示。Bit7 定义通讯模式，从 FM17550 读数据时，bit7 置 1。向 FM17550 写数据时，bit7 置 0。Bit6~bit1 定义地址。Bit0 固定为 0。

7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
1 = 读 0 = 写	地址						0

表 4-4 首字节 0 寄存器；地址 MOSI

## 4.3 UART 接口

FM17550 的 UART 接口包括输入脚 RX，和输出脚 TX，DTRQ，MX。清除 TestPinEnReg 寄存器的 RS232LineEn 位可使 DTRQ，MX 脚无效。

### 4.3.1 UART 传输速率可配

FM17550 的 UART 接口可兼容 RS232 串行接口。

缺省传输速度 9600bps。通过更新 SerialSpeedReg 寄存器可以更新 UART 传输速率。BR\_T0，BR\_T1 定义了波特率传输因子。

BR_Tn	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7
BR_T0 因子	1	1	2	4	8	16	32	64
BR_T1 范围	1-32	33-64	33-64	33-64	33-64	33-64	33-64	33-64

表 4-5 BR\_T0 和 BR\_T1 设置

Transfer speed (kBd)	SerialSpeedReg 值		Transfer speed accuracy (%)
	Decimal	Hexadecimal	
7.2	250	FAh	-0.25
9.6	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

表 4-6 UART 传输波特率选择

上表中 UART 波特率可根据以下公式计算：

$$transfer\ speed\ (hz) = \begin{cases} \frac{27.12 \times 10^6}{BRT1+1}, & BRT0 = 0; \\ \frac{27.12 \times 10^6}{2^{(BRT0-1)} \times (BRT1+33)}, & BRT0 \neq 0; \end{cases}$$

## 4.3.2 UART 帧格式

位	长	值
Start	1 位	0
Data	8 位	data
Stop	1 位	1

表 4-7 UART 帧格式

注：UART 通讯 LSB 优先，无校验位。

读取数据：通过 UART 读数据，字节顺序如下表。首字节定义通讯模式和地址。

引脚	Byte 0	Byte 1
RX (引脚 24)	地址	-
TX (引脚 31)	-	数据 0

表 4-8 UART 读数据字节顺序

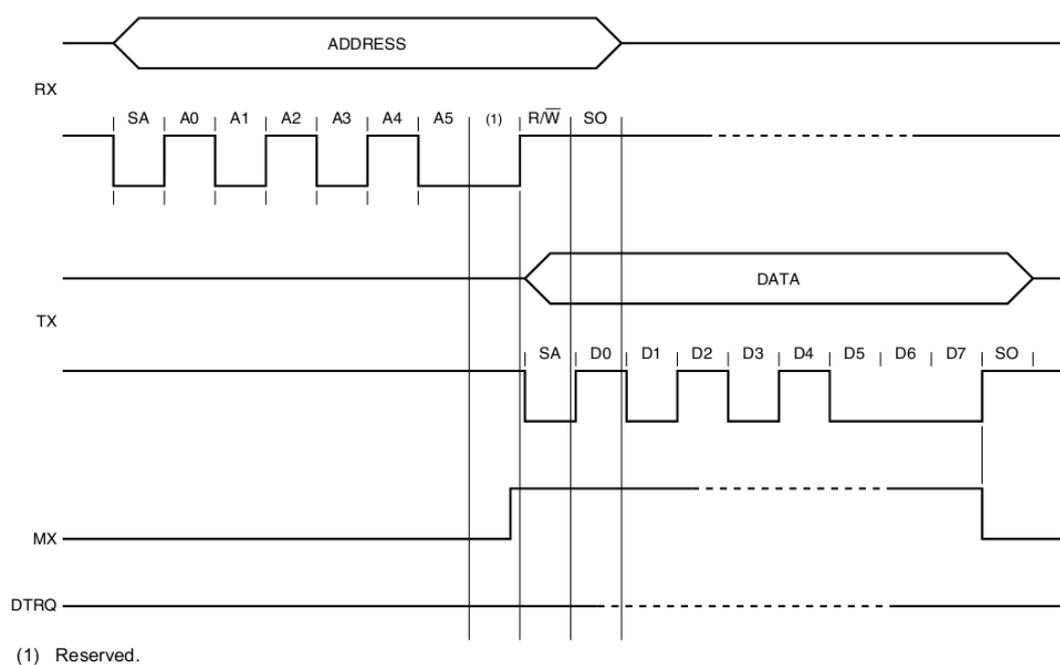


图 4-1 UART 读取数据时序图

写入数据：通过 UART 接口向 FM17550 写数据，通讯字节顺序如下表。首字节定义通讯模式和地址。

引脚	Byte 0	Byte 1
RX (引脚 24)	地址 0	数据 0
TX (引脚 31)	-	地址 0

表 4-9 写入数据字节顺序

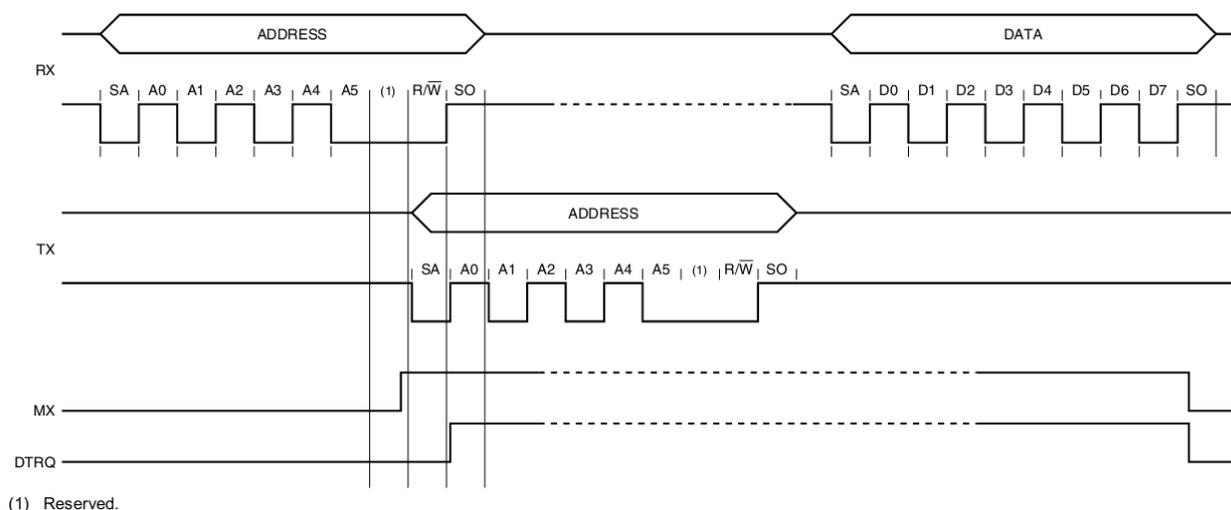


图 4-2 UART 写入数据时序图

注：TX 引脚上的数据发送可以在 RX 引脚收到地址后立刻发送。

**地址字节：**首字节为地址字节，必须满足以下格式。

最高位 bit7 定义通讯模式。从 FM17550 读取数据时，Bit7 置 1。向 FM17550 写数据时，Bit7 置 0。第 6 位预留，第 5 到 0 位定义了地址。见下表。

7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
1 = 读 0 = 写	预留后用	地址					

表 4-10 地址字节 0 寄存器；地址 MOSI

由于 FM17550 是 slave 器件，复位控制由系统主控 MCU 控制，为防止主控 MCU 在 FM17550 芯片复位的时候对 UART 接口处理方法的不一导致导致的误接收，建议在主控 MCU 给出 FM17550 芯片硬件复位信号后 2ms 左右对 MCU 的 UART 接口做重新初始化和清空缓存数据。

## 4.4 I2C 总线接口

I2C 总线（Inter-IC）接口是一种低成本、引脚少的串行总线接口方式。FM17550 的 I2C 接口只用作 slave 端，I2C 的时钟生成和访问仲裁由 master 实现。

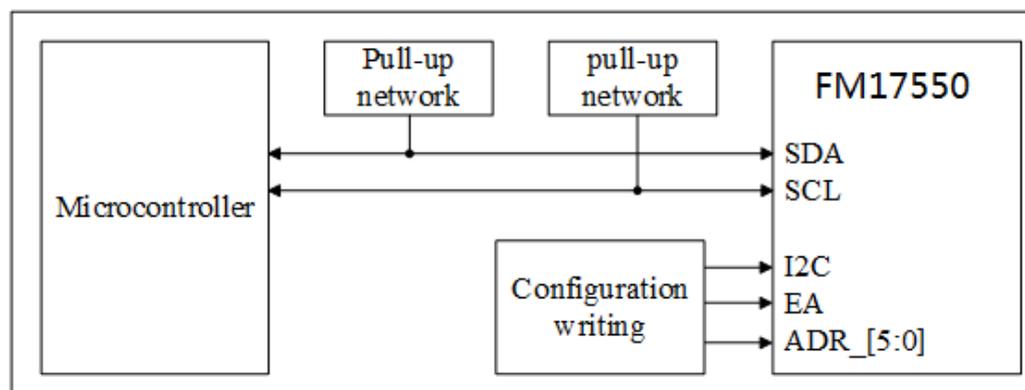


图 4-3 I2C 总线接口

FM17550 的 I2C 通讯支持标准模式、快速模式和高速模式。

SDA 为数据传输线，双向通路，采用开漏输出，系统上通过电流源或上拉电阻连接到电源。SCL 为时钟线，时钟由 master 端提供。不传输数据时，SDA 和 SCL 线都为高电平。I2C 总线上的数据传输速率在标准模式下最高可达 100 kbps，在快速模式下最高可达 400 kbps，在高速模式下最高可达 3.4 Mbps。

如果选择了 I2C 总线接口，SCL 和 SDA 引脚上会自动使能尖峰抑制，符合 I2C 规范要求。

#### 4.4.1 数据有效性

SDA 线上的数据在时钟高电平周期必须保持稳定。数据的高低电平状态转换只能发生在 SCL 时钟信号为低电平时。

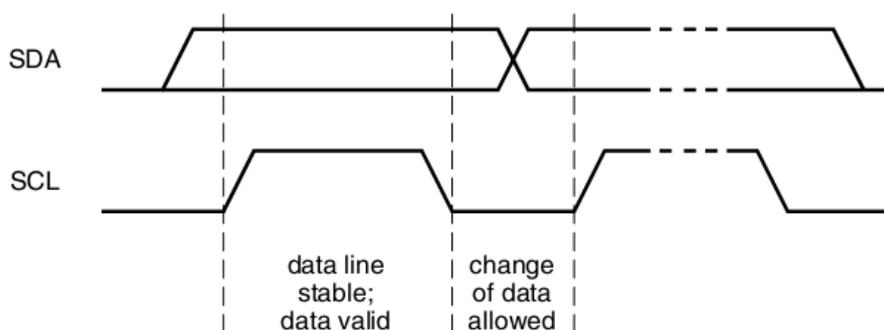


图 4-4 I2C 总线上的位传输

#### 4.4.2 START 和 STOP 状态

为了控制 I2C 总线的数据传输，定义了唯一的 START (S) 和 STOP (P) 状态。

- START 状态定义为当 SCL 处于高电平时，SDA 线上由高电平到低电平的转换。
- STOP 状态定义为当 SCL 处于高电平时，SDA 线上由低电平到高电平的转换。

I2C 总线的 START 和 STOP 状态由 master 产生。总线在 START 状态后变为忙碌。在 STOP 状态后一定时间内变为闲置。

如果一个重置 START (Sr) 产生并替代了了 STOP 状态，总线会保持忙碌状态。START (S) 和重置 START (Sr) 状态功能相同，用相同的符号 S 来表示。

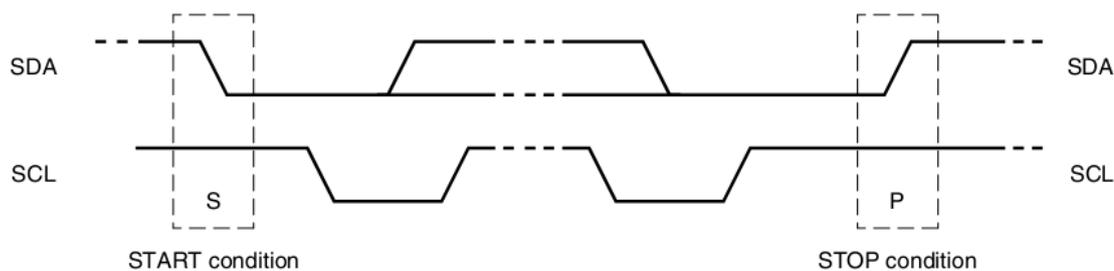


图 4-5 START 和 STOP 状态

#### 4.4.3 字节格式

每个字节都必须有一个 acknowledge (响应) 位，数据优先传递 MSB。一次数据传输过程中传递的字节数并不受限，但必须符合读/写周期格式。

#### 4.4.4 Acknowledge

一个数据字节的末尾必须有一个 acknowledge 位，其对应的时钟脉冲由 master 产生。数据的发送方，master 或是 slave，需在 acknowledge 时钟周期内释放 SDA 控制线（高电平）。接收方在 acknowledge 时钟周期内下拉 SDA 线，确保在该时钟周期的高电平周期内保持 SDA 为稳定的低电平。

master 随后产生一个 STOP (P) 状态来停止传输或一个重置 START (Sr) 状态来开始新的传输。

master 接收端通过在最后一个字节不产生 acknowledge 信号来向 slave 发送端表明数据结束。slave 发送端释放数据线允许 master 产生一个 STOP (P) 或重置 START (Sr) 状态。

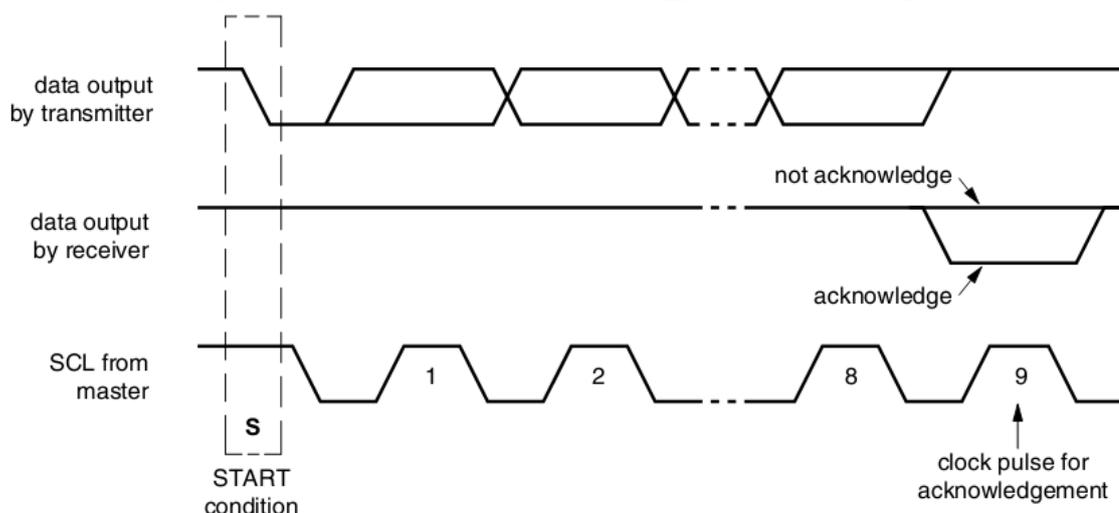


图 4-6 I2C 总线上的 acknowledge 信号

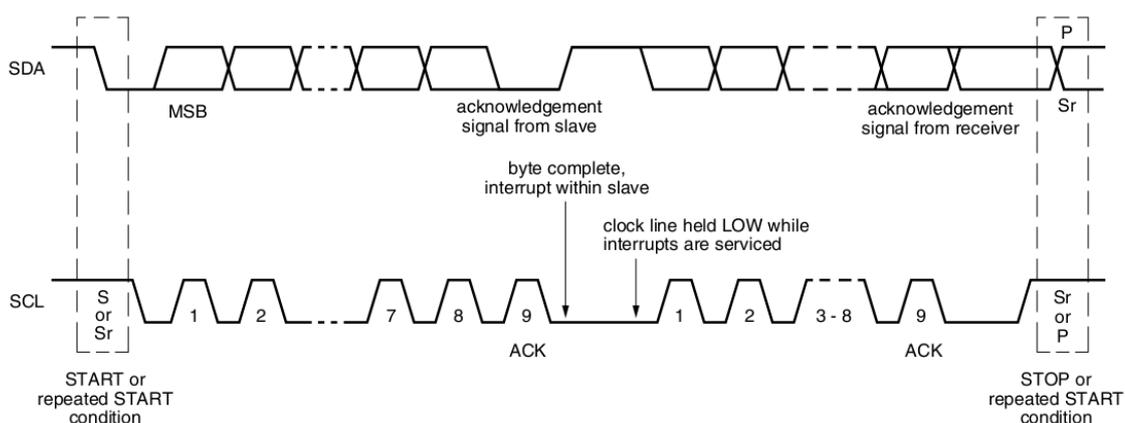


图 4-7 I2C 总线上的数据传输

#### 4.4.5 7 位地址

在 I2C 总线地址处理过程中, START 状态后的第一位字节用来给出 master 选择的 slave 的目标地址。如下图所示。

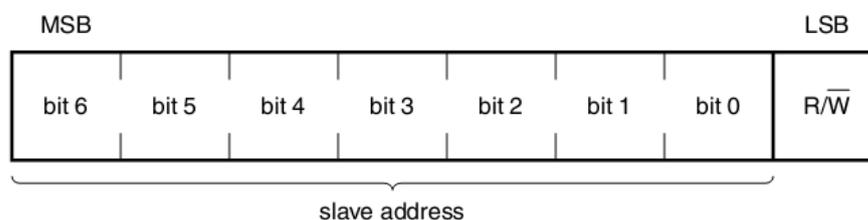


图 4-8 START 过程后的第一位字节

在 I2C 规范中定义了一些保留地址。在系统应用中, 设计者必须确保不会与这些保留地址发生冲突。

I2C 总线规范根据 EA 引脚的不同定义了不同的地址锁定方式。在 FM17550 的 NPD 释放或上电复位之后, 设备根据 EA 引脚的定义确定 I2C 总线地址。

如果引脚 EA 置为低电平, I2C 总线地址的高 4 位固定为 0101b。slave 地址的剩下 3 位 (ADR\_0、ADR\_1、ADR\_2) 可以由用户自行配置来防止与其他 I2C 总线设备的冲突。

如果引脚 EA 置为高电平, ADR\_0 到 ADR\_5 将完全由外部引脚指定。ADR\_6 总是置 0。

ADR\_0~ADR\_6 对应的引脚如下表所示。

I2C 地址	ADR_0	ADR_1	ADR_2	ADR_3	ADR_4	ADR_5
引脚	D6	D5	D4	D3	D2	D1

表 4-11 I2C 地址对应引脚

在两种模式下，I2C 地址编码在 FM17550 的 NPD 引脚复位释放后立刻被锁住。之后相关地址引脚可做其他用途。但需注意 FM17550 每次从 Hard powerdown 模式（NPD 置 0）恢复需要确保 I2C 地址设定正确，FM17550 会在 NPD 引脚释放时重新锁存 I2C slave 地址。

#### 4.4.6 寄存器写入访问

通过 I2C 总线从主控芯片向 FM17550 的指定寄存器写入数据，必须符合以下帧格式。

- 根据 I2C 总线规则，每帧的第一字节给出设备地址。
- 第二字节给出寄存器地址，后可跟 N 字节数据。

在一帧内所有数据字节都会写入同一个寄存器地址，这方便了 FIFO 访问。

#### 4.4.7 寄存器读取访问

要从 FM17550 的指定寄存器地址读取数据，主控芯片处理需符合以下流程：

- 首先，必须执行一个对指定寄存器地址的写访问，如下所述。
- 根据 I2C 总线规则，每帧的第一字节要给出设备地址。
- 第二字节要给出寄存器地址。后面不加任何数据字节。
- 读/写控制位为 0。

读访问在写访问之后开始。主机发送 FM17550 的设备地址，读/写控制位置 1。FM17550 发送指定访问的寄存器的内容作为回应。在一帧内所有数据字节都可以从同一寄存器地址读取。这方便 FIFO 访问或寄存器轮询。

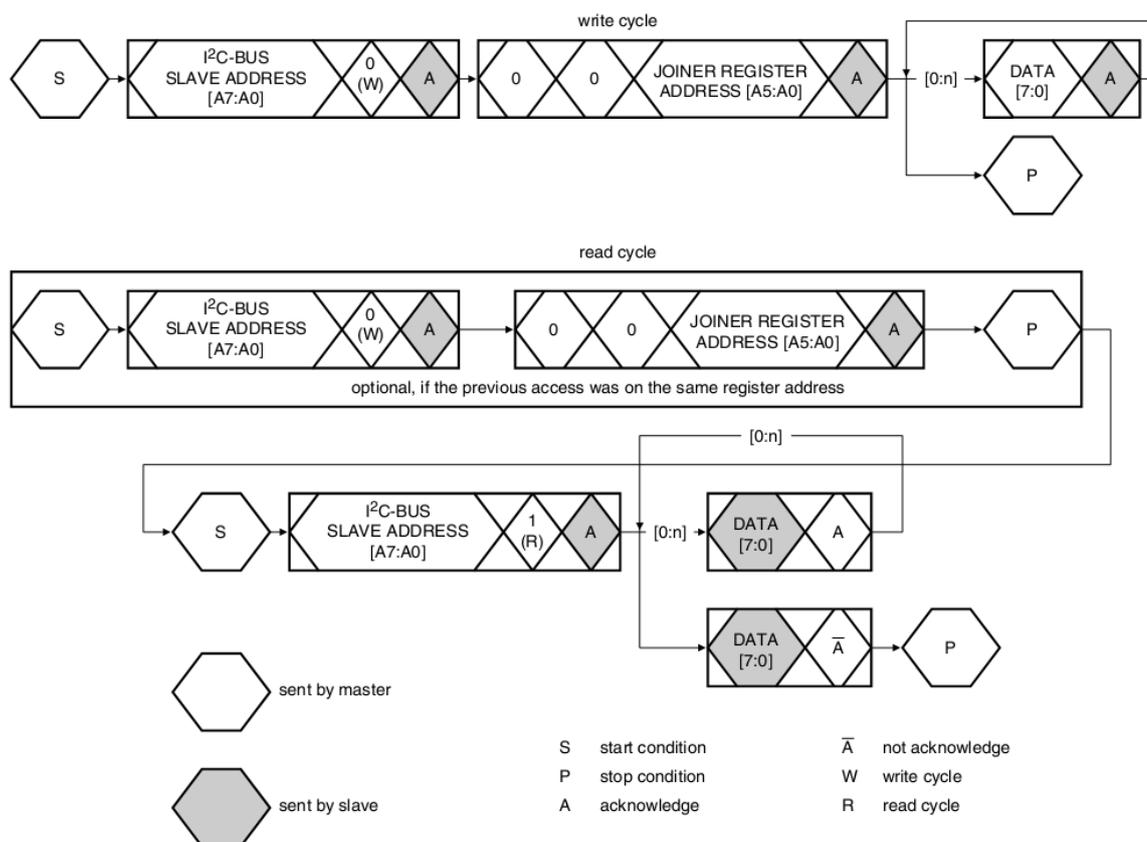


图 4-9 寄存器读/写访问

#### 4.4.8 高速模式

在高速模式下（HS mode），设备传递信息速率可高达 3.4 Mbit/s，同时可完全向下兼容快速和标准模式的双向通讯。

#### 4.4.9 高速传输

为了获得高达 3.4 Mbit/s 的数据速率，我们对 I2C 总线操作做出了以下改进。

- 设备的输入端包含了尖峰抑制、施密特触发器处理，I2C 总线的各时间常数相比 FS 模式也有所不同。
- 设备的输出驱动上对 SDA 和 SCL 信号做了不同的下降速度的控制。

#### 4.4.10 HS 模式下的数据传输格式

HS 模式串行数据传输格式完全符合 I2C 总线的标准模式规范。HS 模式只能在满足以下所有条件后开启。（都在 F/S 模式下）

- 1) START 状态 (S)
- 2) 8 位 master 编码 (00001XXXb)
- 3) 非 acknowledge 位 ( $\bar{A}$ )

当 HS 模式开启后，master 会发送一个重置 START 状态 ( $S_r$ )，跟一个含 R/W 位的 7 位 slave 地址，然后 FM17550 会回一个 acknowledge 位 (A)。

数据传输在下一个重置 START ( $S_r$ ) 后开始。在一个 STOP 状态 (P) 后回到 F/S 模式。为了方便 master 编码，master 可以在进入 HS 模式后，通过重置 START 状态 ( $S_r$ ) 来进行一系列的数据访问，避免使用 STOP 状态 (P) 可以提高访问效率。

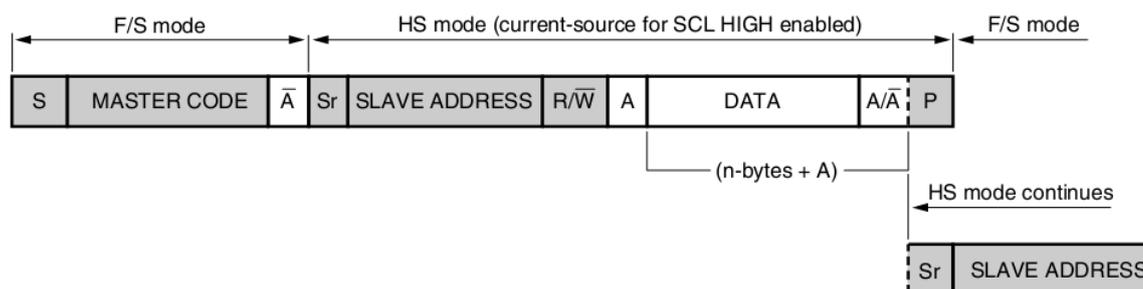


图 4-10 I2C 总线 HS 模式协议转换

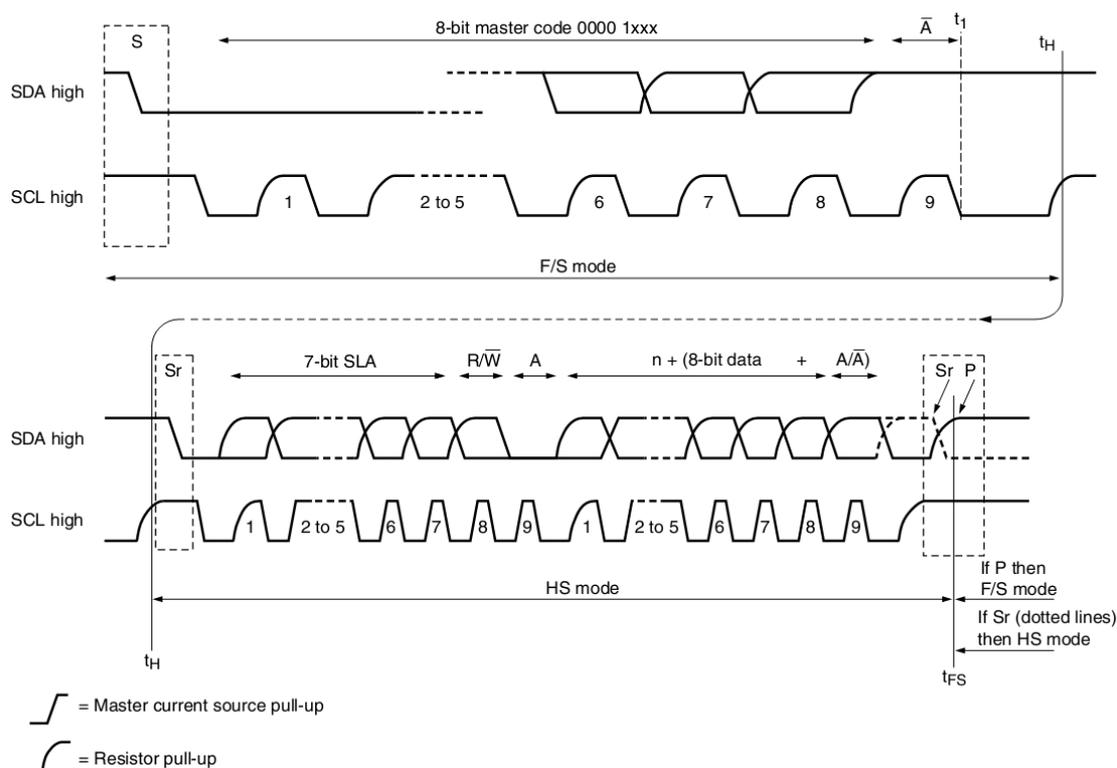


图 4-11 I2C 总线 HS 模式协议帧格式

#### 4.4.11 F/S 模式与 HS 模式间转换

在芯片上电复位和初始化之后，FM17550 即处于快速模式（快速模式可向下兼容标准模式）。当 FM17550 识别了“S 00001XXX A”序列然后将内部电路从快速模式转换为 HS 模式。

包括以下操作：

- 1) 根据 HS 模式下的尖峰抑制要求，调整 SDA 和 SCL 输入滤波。
- 2) 调整 SDA 输出的斜率控制。

对于系统应用来说也可以不通过 I2C 总线时序配置即可以永久处于 HS 通讯模式。这是通过设置 Status2Reg 寄存器的 I2CForceHS 位到逻辑 1 来实现的。在永久 HS 模式下，master 不需要发送指定序列。由于这未在规范中定义，因此这样应用时需确保 I2C 总线上没有其他的设备连接。另外，由于高速模式下减小了尖峰抑制，因此在 I2C 总线上要尽量避免各种干扰毛刺的产生。

#### 4.4.12 低速模式

FM17550 完全向下兼容可以直接工作在一个 F/S 模式的 I2C 总线系统。

### 4.5 扩展寄存器的访问

FM17550 的扩展寄存器采用 2 级地址定位访问，所有 Host 接口方式均可以实现对扩展寄存器的访问。第一级地址固定为 0F，第二级地址为 6 位，通过正常写 0F 寄存器的方式写入第二级地址的值。0Fh EXReg 的定义如下表所示。

7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
=01	写扩展寄存器二级地址						
=10	读扩展寄存器二级地址						
=11	写扩展寄存器数据						
=00	读扩展寄存器数据						

表 4-12 扩展寄存器字节定义

### 4.5.1 写扩展寄存器数据

非扩展寄存器的写数据方式为：

1. 写目标寄存器地址，同时设定通讯写模式
2. 写目标寄存器数据

而扩展寄存器的写数据方式为 4 步：

1. 写 0F 寄存器，设定为通讯写模式（根据 SPI/UART/I2C 的接口规定设置为写模式）
2. 写目标扩展寄存器的二级地址（01b+6 位二级地址）
3. 写 0F 寄存器，设定为通讯写模式（根据 SPI/UART/I2C 的接口规定设置为写模式）
4. 写目标扩展寄存器的数据（11b+6 位目标数据）

示意图如下：

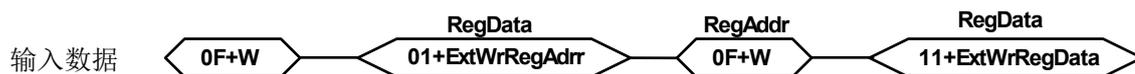


图 4-12 写扩展寄存器操作流程

### 4.5.2 读扩展寄存器数据

非扩展寄存器的读数据方式为：

1. 写目标寄存器地址，同时设定通讯读模式
2. 读目标寄存器数据

而扩展寄存器的写数据方式为 4 步：

1. 写 0F 寄存器，设定为通讯写模式（根据 SPI/UART/I2C 的接口规定设置为写模式）
2. 写目标扩展寄存器的二级地址（01b+6 位二级地址）
3. 写 0F 寄存器，设定为通讯读模式（根据 SPI/UART/I2C 的接口规定设置为读模式）
4. 读目标扩展寄存器的数据（00b+6 位目标数据）

示意图如下：

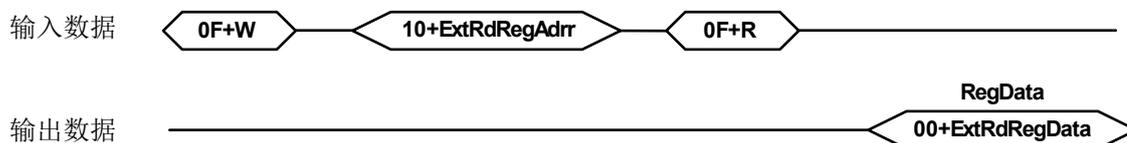


图 4-13 读扩展寄存器操作流程

# 5 模拟电路接口和非接触接口控制

## 5.1 概述

FM17550 支持最高达 424K bps 的非接触协议的各种帧格式和错误检查。

非接触控制模块配合主控芯片完成对非接触协议要求的处理，负责完成基于 bit、byte 的物理层的帧格式处理。另外，基于多种非接触通讯协议的支持，还可以处理奇偶校验位、和 CRC 错误的检测。

注：天线的调谐、尺寸大小、以及电源电压的高低都会直接影响到系统的射频性能和操作距离。

## 5.2 发射驱动

引脚 TX1, TX2 是非接触的射频发射脚，其上的信号是经包络调制的 13.56MHz 的能量载波。芯片外围只需要很少的用于匹配和过滤的无源器件即可以实现对射频天线的驱动。TX1, TX2 的输出信号控制可以通过 TxControl 寄存器进行配置。

射频调制深度可以通过调整输出驱动阻抗来调节。P 管输出驱动可以通过 CWGsPReg 寄存器和 ModGsPReg 寄存器来调整。N 管输出驱动可以通过 GsNReg 来调整。同时，调试深度也受天线设计和调谐的影响。

通过调节 TxModeReg 寄存器和 TxSelReg 寄存器可以控制数据传输速率和帧格式、及天线驱动设置，以满足不同模式、不同传输速率的要求。

Tx1RF En 位	Force 100ASK 位	InvTx1 RFOff 位	InvTx1 RFOff 位	包络	引脚 TX1	GSPMos	GSNMos	注
0	X	X	X	X	X	X	X	在 RF 关闭情况下不确定
1	0	0	X	0	RF	pMod	nMod	100% ASK：引脚 TX1 拉到逻辑 0，与 InvTx1RFOff 位无关
				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	

表 5-1 TX1 引脚相关控制信号和设置

Tx1RF En 位	Force 100ASK 位	Tx2 CW 位	InvTx2 RFOff 位	InvTx2 RFOff 位	包络	引脚 TX2	GSPMos	GSNMos	注	
0	X	X	X	X	X	X	X	X	在 RF 关闭情况下不确定	
1	0	0	0	X	0	RF	pMod	nMod	-	
					1	RF	pCW	nCW		
			1	X	0	RF_n	pMod	nMod		
					1	RF_n	pCW	nCW		
		1	1	X	0	RF	pCW	nCW		Tx2CW 位电导总是 CW
					1	RF_n	pCW	nCW		

Tx1RF En 位	Force 100ASK 位	Tx2 CW 位	InvTx2 RFO n 位	InvTx2 RFO ff 位	包络	引脚 TX2	GSPMos	GSNMos	注	
1	1	0	0	X	0	0	pMod	nMod	100% ASK; 引脚 TX2 拉到逻辑 0, 与 InvTx2RF On/InvTx2RfOff 位无关	
				X	1	RF	pCW	nCW		
			1	0	X	0	0	pMod		nMod
				1	X	1	RF_n	pCW		nCW
		1	0	X	X	RF	pCW	nCW		
			1	X	X	RF_n	pCW	nCW		

表 5-2 TX2 引脚相关控制信号和设置

上表中用到了以下缩写:

- RF: 由 27.12 MHz 石英晶振 2 分频得到的 13.56 MHz 时钟
- RF\_n: 13.56 MHz 反相时钟
- GSPMos: 电导, PMOS 组配置
- GSNMOS: 电导, NMOS 组配置
- pCW: 由 CWGsPReg 寄存器定义的 PMOS 连续载波电导值
- pMod: 由 ModGsPReg 寄存器定义的 PMOS 调制电导值
- nCW: 由 GsNReg 寄存器的 CWGsN[3:0]位定义的 NMOS 连续载波电导值
- nMod: 由 GsNReg 寄存器的 ModGsN[3:0]位定义的 NMOS 调制电导值
- X: 无所谓

注: 如果只开启一个驱动, CWGsPReg、ModGsPReg 和 GsNReg 寄存器的设值将同时用于两个驱动的控制。

## 6 CRC 协处理器

可以配置以下 CRC 协处理器参数：

- 根据 ModeReg 寄存器的 CRCPreSet[1:0]位的设置，CRC 预设值可以是 0000h，6363h，A671h 或 FFFFh
- 16 位 CRC 的多项式固定为  $X^{16}+X^{12}+X^5+1$
- CRCResultReg 寄存器记录 CRC 的计算结果。该寄存器包含两个 8 位寄存器分别存放高字节和低字节数据。
- ModeReg 寄存器的 MSBFirst 位表明了数据以 MSB 方式加载

参数	值
CRC 寄存器长度	16 位 CRC
CRC 算法	基于 ISO/IEC 14443A 和 ITU-T 的算法
CRC 预设值	0000h, 6363h, A671h 或 FFFFh, 根据 ModeReg 寄存器的 CRCPreSet[1:0]位的设置

表 6-1 CRC 协处理器参数

## 7 FIFO 缓冲

FM17550 实现了一个 8\*64 位的 FIFO 缓冲器，用于主控芯片与 FM17550 内部状态机之间的输入输出数据流的缓冲。这对于最长 64 字节的数据流控制非常方便，无需考虑交互时序。

### 7.1 FIFO 缓冲器的访问

FIFO 缓冲器的访问通过 FIFODataReg 寄存器实现。对该寄存器写入数据，即在 FIFO 缓冲器里存入 1 字节相应内容，同时 FIFO 缓冲器的写指针加一。从该寄存器读出数据，即从 FIFO 读指针指向处读出当前字节数据，同时 FIFO 缓冲器的读指针加一。读写指针间距可以通过读 FIFOLevelReg 寄存器获得。

当主控芯片启动一条指令，FM17550 内部状态机可以根据该指令的需要，在指令执行过程中启动对 FIFO 缓冲器的访问。主控芯片必须确保不出现任何非主动控制的 FIFO 缓冲器的访问。

### 7.2 FIFO 缓冲器的控制

FIFO 的读写指针可以通过 FIFOLevelReg 寄存器的 FlushBuffer 位置 1 来清 0 复位。同时，FIFOLevel[6:0]位也会清 0，且 ErrorReg 寄存器的 BufferOvfl 位清空。原本储存在 FIFO 缓冲器里的字节将不可再访问，FIFO 缓冲器可以随时等待填入新的数据。

### 7.3 FIFO 缓冲器的状态信息

主控芯片可以获取以下 FIFO 缓冲器状态信息：

- 储存在 FIFO 缓冲器里的字节数：FIFOLevelReg 寄存器的 FIFOLevel[6:0]
- FIFO 缓冲器渐满警告：Status1Reg 寄存器的 HiAlert 位
- FIFO 缓冲器渐空警告：Status1Reg 寄存器的 LoAlert 位
- FIFO 缓冲器溢出警告：ErrorReg 寄存器的 BufferOvfl 位。BufferOvfl 位只能通过设置 FIFOLevelReg 寄存器的 FlushBuffer 位来清空

FM17550 在下列情况时会产生中断信号：

- ComlEnReg 寄存器的 LoAlertIEn 位置 1。当 Status1Reg 寄存器的 LoAlert 位为 1 时可激活 IRQ 引脚。
- ComlEnReg 寄存器的 HiAlertIEn 位置 1。当 Status1Reg 寄存器的 HiAlert 位为 1 时可激活 IRQ 引脚。

如果 FIFO 缓冲器的剩余字节数小于或等于 WaterLevel 的设置值，则 HiAlert 位置 1。公式如下：

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

如果写入 FIFO 缓冲器的字节数小于或等于 WaterLevel 的设置值，则 LoAlert 位置 1。公式如下：

$$LoAlert = FIFOLength \leq WaterLevel$$

## 8 中断请求系统

FM17550 通过设置 Status1Reg 寄存器的 IRQ 位来表明有中断事件发生，如果中断使能则反映到 IRQ 引脚上。主控芯片可以利用 IRQ 引脚上的中断信号进行中断处理，从而提高主控芯片 CPU 的软件工作效率。

### 8.1 中断源概述

下表列出了可用中断位、其对应的中断源及激活的条件。

中断标志	中断源	触发动作
TimerIRq	计时器单元	计时器从 1 减到 0
TxIRq	发射器	一个射频数据流发送完成
CRCIRq	CRC 协处理器	所有 FIFO 缓冲器的数据处理完成
RxIRq	接收器	一个射频数据流接收完成
IdleIRq	ComIrqReg 寄存器	指令执行结束
HiAlertIRq	FIFO 缓冲器	FIFO 缓冲器渐满
LoAlertIRq	FIFO 缓冲器	FIFO 缓冲器渐空
ErrIRq	非接触 UART	检测到错误发生

表 8-1 中断源

ComIrqReg 寄存器的 TimerIRq 中断位表示当计时器从 1 减到 0 时产生的中断。

ComIrqReg 寄存器的 TxIRq 位表示射频数据发送已经结束。当射频发送状态从发送数据变成发送结尾帧格式时，则发射器单元自动设置该中断位。

CRC 协处理器在处理完所有 FIFO 缓冲器数据后，（由 CRCReady 位置 1 标识），设置 DivIrqReg 寄存器的 CRCIRq 位。

ComIrqReg 寄存器的 RxIRq 位表示检测到接收数据的末尾时产生的中断。

ComIrqReg 寄存器的 IdleIRq 位表示一个指令执行结束，相应地，CommandReg 寄存器中 Command[3:0]的值变成 idle。

当 Status1Reg 寄存器的 HiAlert 位置 1 时，ComIrqReg 寄存器的 HiAlertIRq 位置 1，表示 FIFO 缓冲达到 WaterLevel[5:0]位所表明的深度。

当 Status1Reg 寄存器的 LoAlert 位置 1 时，ComIrqReg 寄存器的 LoAlertIRq 位置 1，表示 FIFO 缓冲达到 WaterLevel[5:0]位所表明的深度。

当寄存器 ErrorReg 中的任意一位置 1，ComIrqReg 寄存器的 ErrIRq 位置 1，表示非接触 UART 在收发过程中检测到错误发生。

## 9 快速发场功能

FM17550 支持 DPD (Deep Power Down) 唤醒后快速发场功能(RapidRF), 可以配合外部卡检测电路, 完成卡片侦测功能。主控可以通过 NPD 引脚控制 FM17550 间歇性从 DPD 状态中唤醒, FM17550 唤醒后可立即向外发送可配置时长的载波信号, 主控配合外部卡检测电路可以实现外部是否有卡片进场的侦测功能。FM17550 的 DPD 模式待机功耗极低, 可以大幅度降低系统待机功耗的同时具备卡片侦测功能。

### 9.1 RapidRF 的进入和退出

RapidRF 功能通过扩展寄存器 0F/3Bh[RapidRFCtrl0][2:0]conf\_rapidrf 控制关闭或是快速对外发送可配时长的载波, 首次上电默认状态快速发场功能是关闭的。主控可以根据需要发送的载波时长, 先配置 0F/3Bh 寄存器, 然后通过 NPD 引脚控制 FM17550 进入/退出 DPD 状态, 快速发场功能会自动执行。

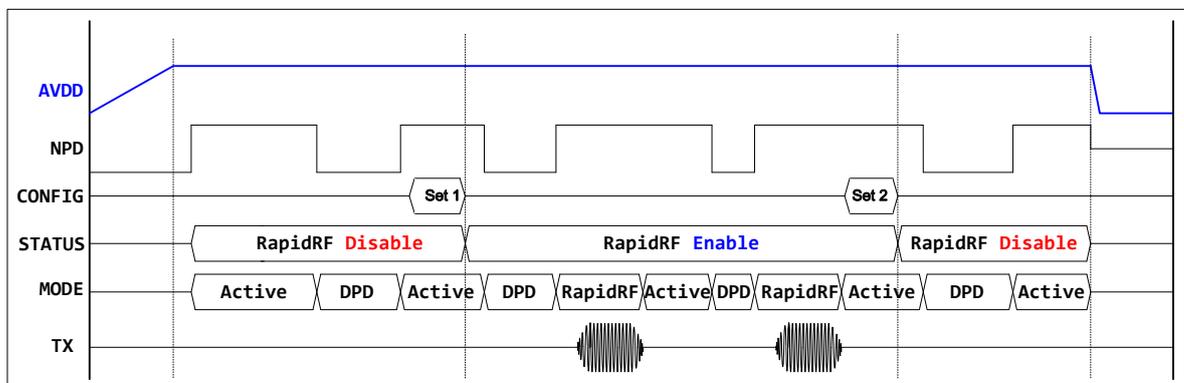


图 9-1 RapidRF 功能工作示意图

### 9.2 RapidRF 配置说明

RapidRF 功能相关配置寄存器位于扩展寄存器区 0F/3Bh~0F/3Fh, 详细功能描述见寄存器相关章节。

FM17550 提供了在 RapidRF 功能使能开启状态下 IRQ 引脚相关配置、TX 物理性能相关配置和对外输出配套标志信号的配置位等, 相关配置项在 RapidRF 功能关闭后则切换为原本的寄存器控制位。

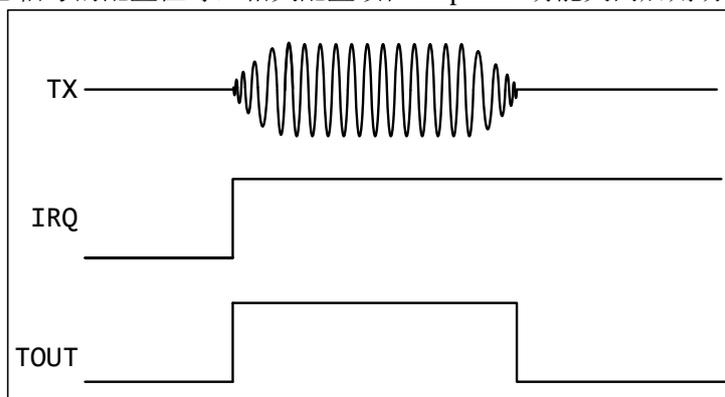


图 9-2 RapidRF 对外输出标志信号

RapidRF 功能提供配套的标志信号, 并且可以通过管脚对外输出。

# 10 Timer 计时单元

FM17550 内置一个 Timer 计时单元，主控芯片可以利用该计时器进行计时相关的任务。Timer 提供以下几种工作模式：

- 超时计数器
- 看门狗计数器
- 秒表
- 可编程脉冲输出
- 周期性脉冲触发

计时器单元可以用来测量两个事件之间的时间间隔，或用来表明一个特定事件在一个特定时间之后发生。计时器还可以被事件触发，稍后做详细阐释，但计时器本身不影响任何内部事件（例如，数据接收过程中发生的超时并不会影响接收进程）。此外，还有一些与计时器相关的寄存器位会适时地置其，可用来产生中断。

## 计时器

计时器有一个 13.56 MHz 的输入时钟（由晶振分频获得）。计时器分为两级：1 个预分频器和 1 个计数器。

预分频器是一个 12 位计数器，它的重置值可以通过寄存器 TModeReg 和 TPrescalerReg 来设置，范围在 0 和 4095 之间。

计数器的重置值通过 16 位寄存器 TReloadReg 设置，范围在 0 到 65535 范围之内。

计时器的当前值由寄存器 TCounterValReg 表示。

如果计数器达到 0 就会自动设置寄存器 CommonIRqReg 的 TimerIRq 位为 1。如果使能了中断，则该事件就会显示在 IRQ 引脚上。TimerIRq 位可由主控芯片置 1 和清 0。根据配置的不同，计时器会在计到 0 后停止或重置寄存器 TReloadReg 的值后重启。

计时器的状态由寄存器 Status1Reg 的 TRunning 位表示。

计时器可以由寄存器 ControlReg 的 TStartNow 手动开启，或由寄存器 ControlReg 的 TStopNow 手动停止。

此外，计时器还可以通过设置寄存器 TModeReg 的 TAuto 位来自动激活，从而满足专用协议的要求。

一个计时器的时间长度是重置值+1。

总时间的定义是：

$$t = ((TPrescaler*2+1)*TReload+1)/13.56MHz,$$

最大时间：TPrescaler = 4095, TReloadVal = 65535

$$\Rightarrow t_{max} = (2*4095+1)*65536/13.56 \text{ MHz} = 39.59 \text{ s}$$

例：

25us 需要计数 339 个时钟周期。即预分频值要设为 TPrescaler=169，这样计时器就有了一个 25us 的输入时钟。计时器可最多计数到 65535 个 25us 的长度。

# 11 低功耗模式

FM17550 支持 2 种低功耗模式，可适应不同的功耗需求：

- ✧ Deep Power down 模式
- ✧ Soft power down 模式

## 11.1 Deep Power Down

FM17550 的 Deep Power Down 模式关闭所有数字逻辑的供电、关闭晶振，所有双向 IO 引脚都控制为三态输出，输入引脚隔离与内部电路的连接。

NPD 设 0 之后，芯片进入 DPD 模式。NPD 引脚置 1 后，芯片自动退出 DPD 模式。退出 DPD 模式时，FM17550 提供快速发场功能需要的配置数据保存功能(扩展寄存器 0F/3Ch~0F/3Fh)，这部分配置数据会一直保存，不会丢失，Active 模式可以重新配置这部分数据。

## 11.2 Soft Power Down

设置 Command 寄存器的 PowerDown 位为 1 后，FM17550 芯片即进入 Soft Power Down 模式。内部逻辑进入低功耗状态，关闭晶振。在 SPD 模式下，输入输出引脚保持原状态不变，所有寄存器、FIFO 缓冲内容和配置保持不变。

退出 SPD 模式，需要设置 PowerDown 位为 0，FM17550 芯片会持续 1024 个时钟周期才会真正退出 SPD。在此之前 PowerDown 位始终还是 0，直到其真正退出 SPD 模式后，该位才会变为 1。

注：如果使用内部振荡器，晶振的起振到时钟稳定输出需要一定的时间，然后内部电路才能检测时钟周期。对于 UART 接口，唤醒 SPD 建议首先发送 55h 到 FM17550，之后芯片内部会启动晶振。为确保晶振稳定起振，可连续地对 0 地址做读取动作，直到 0 地址有数据返回说明芯片已准备就绪。之后 Host 可以发送串口命令设置 PowerDown 位为 0。如果是其他 Host 接口方式，则可以直接写 PowerDown 位为 0。

## 11.3 射频关闭模式

在射频关闭模式下 FM17550 会关闭射频发射驱动电路，同时关闭射频场。进入射频关闭模式可以通过设置 TxControl 寄存器的 Tx1RFEn 位和 Tx2RFEn 位为 0。

## 12 振荡器电路

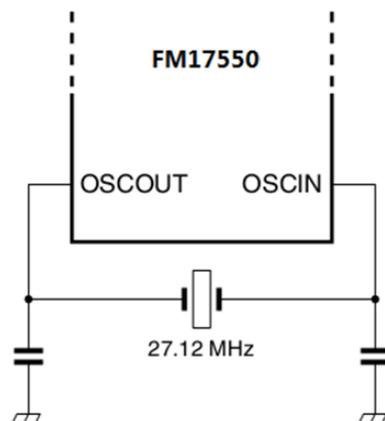


图 12-1 石英晶体连接

FM17550 的时钟为同步系统的编码器和译码器提供了一个时间基础。这个时钟的稳定性是整个系统正确工作的关键因素。为了获得良好的性能，时钟抖动必须尽可能的降低，配合推荐电路使用的内部振荡缓冲器是解决此问题的最佳方案。

如果使用了外部时钟源，时钟信号就必须加到 OSCIN 引脚。同时，必须特别注意时钟占空比和时钟抖动，同时也必须确保时钟质量。

## 13 复位和晶振起振时序

### 13.1 复位信号要求

为确保稳定复位，建议在 PVDD 和 AVDD 稳定的情况下，保持低电平大于 5ms。

### 13.2 晶振起振时序

当 FM17550 从节电模式恢复，其启动时间主要是晶振起振时间。晶振启动时间受晶体影响会有一些差异，FM17550 的晶振启动时间典型值在 0.5~0.6ms 左右。

## 14 指令集

### 14.1 概述

FM17550 的操作由一个能执行一系列指令的状态机决定。指令通过向 CommandReg 寄存器写入指令码来执行。

指令必须的参数和/或数据通过 FIFO 缓冲器来交换。

### 14.2 指令的一般行为

- 每个需要数据位流（或数据字节流）作为输入的指令只要 FIFO 中有数据即立刻开始执行。但 Transceive 指令例外。该指令的发射启动由 BitFramingReg 寄存器的 StartSend 位开启。
- 每个需要特定数量参数的指令，只有当从 FIFO 缓冲器收到正确数目的参数时才开始处理。
- FIFO 缓冲器在指令启动后并不自动清空，这使得在操作顺序上可以先将指令参数和/或数据字

节写入 FIFO 缓冲器，然后再启动指令。

- 每条指令都可以通过向 CommandReg 寄存器写入一个新的指令码而终止，比如写入 Idle 指令。

## 14.3 FM17550 指令描述

指令	指令码	动作
Idle	0000	无动作，取消当前指令执行
Generate RandomID	0010	产生一个 10 字节随机数
CalcCRC	0011	激活 CRC 协处理器
Transmit	0100	发射 FIFO 缓冲器中的数据
NoCmdChange	0111	指令不改变，可以用来在不影响指令的情况下修改 CommandReg 寄存器，比如 PowerDown 位
Receive	1000	激活接收器电路
Transceive	1100	发射 FIFO 缓冲器中的数据到天线，并在发射后自动激活接收器
Authent	1110	作为读写器模式执行 M1 安全认证
SoftReset	1111	复位 FM17550

表 14-1 指令概述

### 14.3.1 IDLE

将 FM17550 设置为空闲模式，Idle 指令也终止自身。

### 14.3.2 Generate RandomID

该指令产生一个 10 字节的随机数，然后刷新内部 25 字节缓冲区内的 10 字节。上述 10 字节含 UID1、UID2、UID3，不含 ATQA 以及 SAK。该指令执行完成后自动停止，并回到空闲模式。

### 14.3.3 CalcCRC

FIFO 缓冲器的内容传输到 CRC 协处理器并开启 CRC 计算，计算结果储存在 CRCResultReg 寄存器。CRC 计算不限制于一个专用数量的字节。在数据流中当 FIFO 缓冲空了计算并不停止，下一个写入 FIFO 缓冲器的字节被加入计算。

CRC 预设值由 ModeReg 寄存器的 CRCPreset[1:0]位控制，当指令开始时值被载入到 CRC 协处理器。

CalcCRC 指令必须由向 CommandReg 寄存器写入其他指令来终止，比如 Idle 指令。

### 14.3.4 Transmit

启动该指令后 FIFO 缓冲器的内容立刻被发送。在启动发射前，所有相关寄存器必须设置妥当。

该指令在 FIFO 缓冲器空了时自动终止，也可以写入其他指令来终止。

### 14.3.5 NoCmdChange

该指令不会影响 CommandReg 寄存器中任何正在运行的指令，它可以对 4 位 Command[3:0]以外的其他位进行操作，如 RcvOff 位或 PowerDown 位。

### 14.3.6 Receive

其他该指令后 FM17550 激活接收器路径并等待接收一个数据流。在启动指令之前必须完成所有必须的配置。

当数据流结束时指令自动终止。结束标识根据所选的帧格式和传输速度，由帧格式的结尾帧或长度字节表明。

注：如果 RxModeReg 寄存器的 RxMultiple 位置 1，那么 Receive 指令将不会自动终止，只能在 CommandReg 寄存器中写入另一个指令来终止。

### 14.3.7 Transceive

该指令持续重复从 FIFO 缓冲器发射数据和从 RF 场接收数据。首先是发射，发射后指令变为接收数据流。

每个发射过程都必须由 BitFramingReg 寄存器的 StartSend 位置 1 来开始。该指令在 CommandReg 寄存器中写入其他指令后停止。

**注：**如果 RxModeReg 寄存器的 RxMultiple 位置 1，Transceive 指令就一直停留在接收状态，因为该状态不能自动结束。

### 14.3.8 Authent

该指令控制 M1 认证以确保到任何 M1 mini，M1 1K 和 M1 4K 卡的安全通讯。以下数据在指令激活前需写入 FIFO 缓冲器：

- 认证指令代码 (60h, 61h)
- Block 地址
- Sector key byte 0
- Sector key byte 1
- Sector key byte 2
- Sector key byte 3
- Sector key byte 4
- Sector key byte 5
- Card serial number byte 0
- Card serial number byte 1
- Card serial number byte 2
- Card serial number byte 3

一共 12 字节被写入 FIFO。

**注：**当 Authent 指令激活时，所有 FIFO 缓冲器的访问都被屏蔽。如果有访问到 FIFO 缓冲器，ErrorReg 寄存器的 WrErr 位会被设置。

该指令在 M1 卡完成认证后终止，相应的 Status2Reg 寄存器的 Crypto1On 置 1。

该指令在卡无响应时不会自动终止，所以计时器必须设置到自动模式。这种情况下，除了 IdleIRq 位，TimerIRq 位也可用作终止条件。在认证过程中，RxIRq 和 TxIRq 位被屏蔽。Crypto1On 位只在 Authent 指令终止后才有效，终止可以是协议处理完成，或者是写 Idle 到 CommandReg 寄存器。

如果在认证过程中出现错误，那么 ErrorReg 寄存器的 ProtocolErr 位置 1，Status2Reg 寄存器的 Crypto1On 位置 0。

### 14.3.9 SoftReset

该指令对 FM17550 进行复位。除内部缓冲区 25 字节的配置数据保持不变，其他所有寄存器都复位为初值。该指令在执行完成后自动终止。

**注：**SerialSpeedReg 寄存器会被复位，因此 UART 串行数据速率被复位成 9.6 kBd。

# 15 测试信号

## 15.1 测试总线

测试总线开发目的是用于生产测试。以下配置可以用来提升基于 FM17550 的系统设计。测试总线可将内部信号发送到数字接口。测试总线信号通过访问 TestSel2Reg 寄存器的 TestBusSel 来选择。

管脚	D6	D5	D4	D3	D2	D1
测试信号	sdata	scoll	svalid	sover	RCV_reset	RFon,filtered

表 15-1 测试信号路径选择 (TestSel2Reg = 07h)

引脚	测试信号	描述
D6	sdata	显示实际接收到的数据流
D5	scoll	显示是否检测到冲突位 (仅 106 kbit 支持)
D4	svalid	显示 sdata 和 scoll 是否有效
D3	sover	显示接收器检测到一个停止条件 (仅在 ISO/IEC 14443A 模式)
D2	RCV_reset	显示接收器是否复位
D1	RFon,filtered	显示内部 RF 电平检测器的值

表 15-2 测试信号描述

引脚	D6	D5	D4	D3	D2	D1
测试信号	clkstable	clk27/8	clk27rf/8	clkrf13rf/4	clk27	clk27rf

表 15-3 测试信号路径选择 (TestSel2Reg = 0Dh)

引脚	测试信号	描述
D6	clkstable	显示振荡器是否输出稳定信号
D5	clk27/8	显示振荡器 8 分频的输出信号
D4	clk27rf/8	显示 clk27rf 的 8 分频信号
D3	clkrf13/4	显示 clk13rf 的 4 分频信号
D2	clk27	显示振荡器输出信号
D1	clk27rf	显示 RF 场时钟的 2 倍频

表 15-4 测试信号描述

引脚	D6	D5	D4	D3	D2	D1
测试信号	-	TRunning	-	-	-	-

表 15-5 测试信号路径选择 (TestSel2Reg = 19h)

引脚	测试信号	描述
D6	-	-
D5	TRunning	TRunning 在 TimerIRQ 被拉高后一个时钟周期后停止
D4	-	-
D3	-	-
D2	-	-
D1	-	-

表 15-6 测试信号描述

## 15.2 引脚 AUX 上的测试信号

SelTest	AUX 的描述
0000	偏置产生电路输出电流
0001	bandgap 输出电流
0010	I 路采样输出
0011	I 路放大输出 N
0100	I 路放大输出 P
0101	Q 路放大输出 N
0110	Q 路放大输出 P
0111	Ido15 偏置电压
1000	Ido15 偏置电压
1001	bandgap 模块偏置电压
1010	基准电压
1011	Ido15 参考电压
1100	Q 路采样输出
1101	晶振稳定标志
1110	高电平
1111	null

表 15-7 测试信号描述

每个信号都能通过设置寄存器 ExReg\_AuxCtrl 选择由 AUX 引脚输出。

## 15.3 PRBS

根据 ITU-T0150 使能 PRBS9 或 PRBS15 序列。要开启指定数据流的传输，必须激活发送指令。preamble/Sync byte/start bit/parity bit 根据所选模式自动产生。

注意：根据 ITU-T0150,所有传输数据的相关寄存器必须在进入 PRBS 模式之前配置完毕。

# 16 典型应用图

下面给出基于 FM17550 的典型应用图。

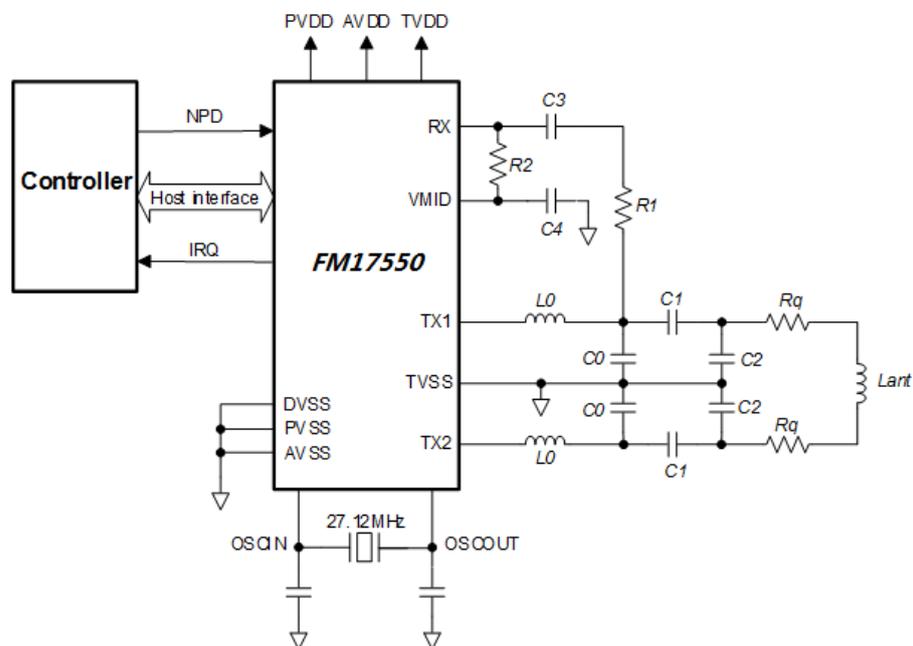


图 16-1 典型应用图

# 17 电气参数

## 17.1 极限额定参数

参数	最小值	最大值	单位
存储温度	-55	+125	°C
工作温度	-40	+85	°C
AVDD, PVDD	-0.5	4.0	V
TVDD	-0.5	6.0	V
ESD (HMB)	2		KV
ESD (CDM)	500		V

表 17-1 FM17550 极限额定参数

\*注：如果外加条件超过“极限额定参数”的额定值，将会对芯片造成永久性的破坏。

## 17.2 主要电气指标

(TA=23°C±3°C)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
AVDD	模拟电源		2.5	3.0	3.6	V
TVDD <sup>[1]</sup>	发射器电源		2.5	5.0	5.5	V
PVDD	引脚电源		1.7		3.6	V
I <sub>DPD</sub> <sup>[2]</sup>	Deep power-down 电流	AVDD= PVDD=3V , TVDD=5V NPD=0, 进入 DPD 模式		50		nA
I <sub>SPD</sub> <sup>[2]</sup>	Soft power-down 电流	AVDD= PVDD=3V , TVDD=5V 进入 SPD 模式,		25	60	uA
I <sub>AVDD</sub>	Active 工作电流	AVDD=3V, 接收使能		4	6	mA
I <sub>TVDD</sub> <sup>[3]</sup>	射频工作电流	连续发射载波 V <sub>TVDD</sub> =5.0V			250	mA

表 17-2 FM17550 电气指标

[1] TVDD 电压必须大于或等于 AVDD，不能低于 AVDD

[2] I<sub>DPD</sub> 和 I<sub>SPD</sub> 为全芯片在相应模式下消耗的电流。

[3] I<sub>TVDD</sub> 取决于 TVDD 电压、及天线网络参数的设置。根据应用的需求不同，配置不同的天线网络，可以控制 I<sub>TVDD</sub> 小于 250mA，也可以将 I<sub>TVDD</sub> 设置得更大以达到更远的射频操作距离

### 17.2.1 SPI 交流参数

(TA=23°C±3°C, PVDD≥2.5V)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t <sub>SU (D-SCKH)</sub>	数据输入到 SCK 为高的建立时间	MOSI 变化到 SCLK	25			ns
t <sub>H (SCKL-Q)</sub>	SCK 低电平到数据输出的保持时间	SCK 到 MISO 变化			25	ns
t <sub>(SCKLNSSH)</sub>	SCK 低电平到 NSS 高电平时间					ns

表 17-3 SPI 交流参数

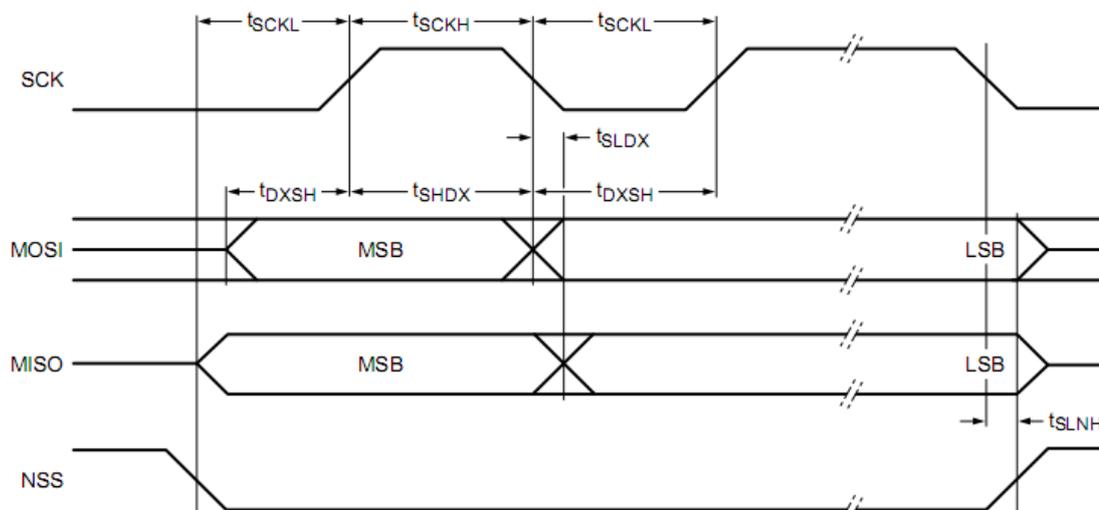


图 17-1 SPI 时序图

注：发送一个数据流过程中，需确保 NSS 为低。如需发送多个数据流，在数据流之间 NSS 需置为高。

## 17.2.2 I2C 交流参数

符号	参数	条件	FastMode		HighSeed Mode		单位
			最小值	最大值	最小值	最大值	
$f_{SCL}$	SCL 时钟频率		0	400	0	3400	kHz
$t_{HD;STA}$	START 保持时间	此后产生第一个时钟脉冲	600		160		ns
$t_{SU;STA}$	START 建立时间		600		160		ns
$t_{SU;STO}$	STOP 建立时间		600		160		ns
$t_{LOW}$	SCL 时钟低电平宽度		1300		160		ns
$t_{HIGH}$	SCL 时钟高电平宽度		600		60		ns
$t_{HD;DAT}$	数据保持时间		0	900	0	70	ns
$t_{SU;DAT}$	数据建立时间		100		10		ns
$t_r$	上升时间	SCL 信号	20	300	10	40	ns
$t_f$	下降时间	SCL 信号	20	300	10	40	ns
$t_r$	上升时间	SDA 和 SCL 信号	20	300	10	80	ns
$t_f$	下降时间	SDA 和 SCL 信号	20	300	10	80	ns
$t_{BUF}$	STOP 和 START 之间总线空闲时间		1.3		1.3		us

表 17-4 I2C 交流参数

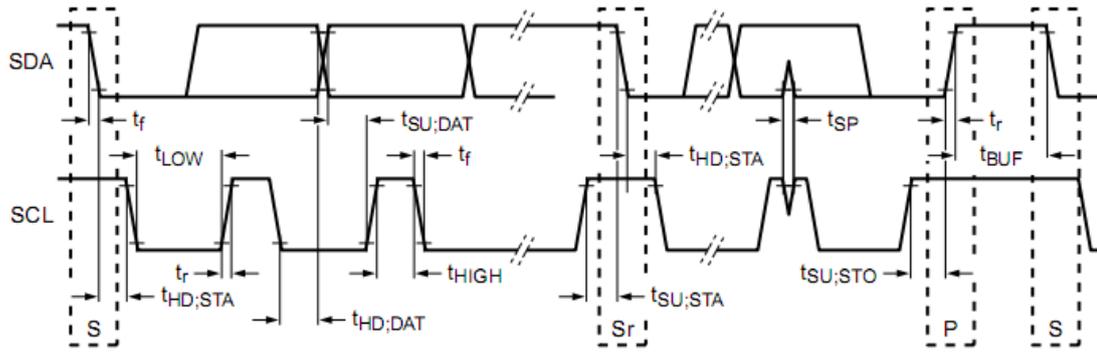


图 17-2 快速和标准模式下的 I2C 总线时序图

## 18 订货信息

器件代号	封装形式	包装方式	工作环境条件
FM17550-QNA-A-G	QFN32 塑封	萃盘包装	工业温度 (-40℃ ~ +85℃)
FM17550-QNA-T-G	QFN32 塑封	卷带包装	工业温度 (-40℃ ~ +85℃)

# 19 封装信息

## 19.1 QFN32 封装尺寸图

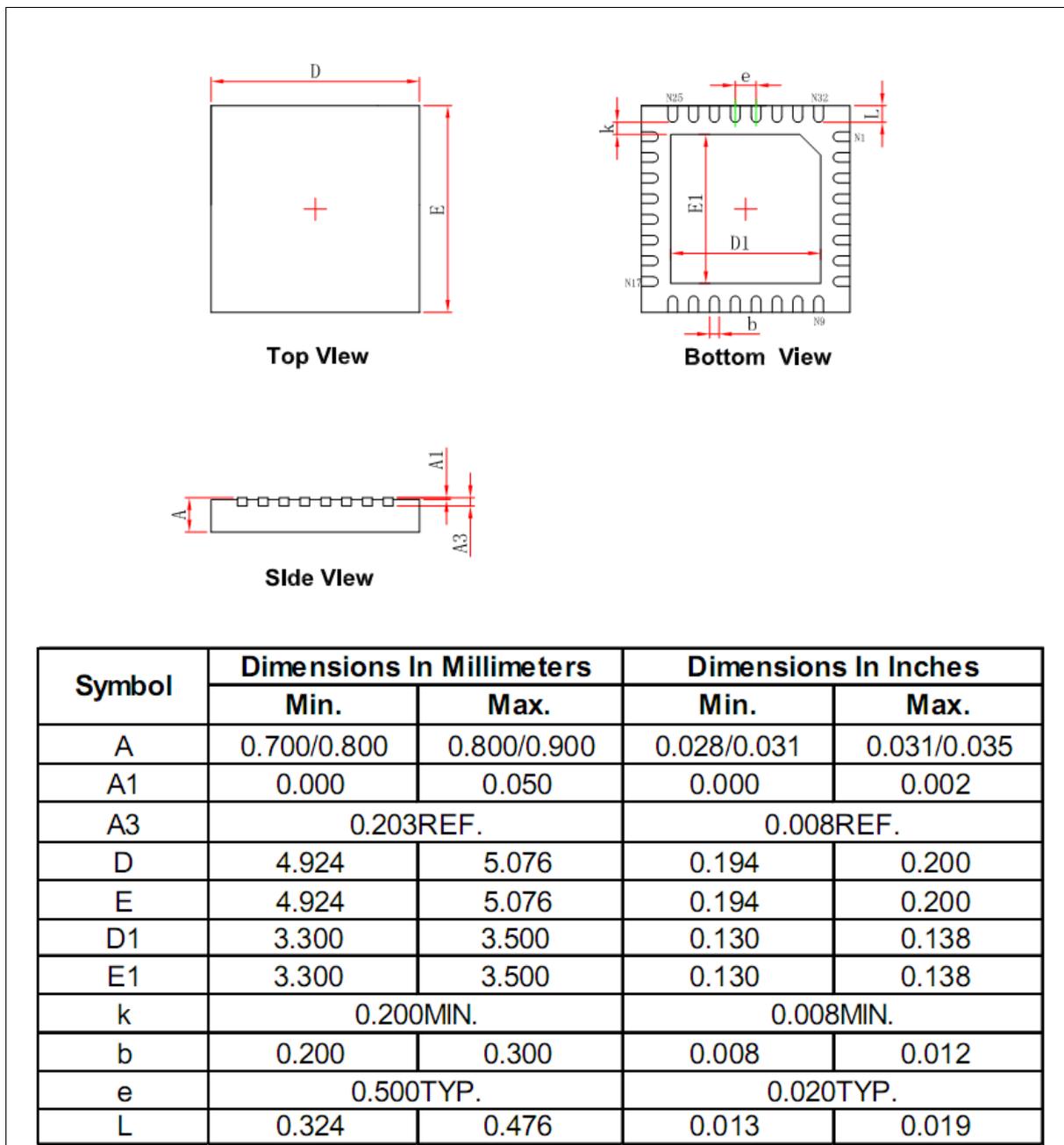


图 19-1 FM17550 QFN32 封装尺寸图

## 20 包装信息

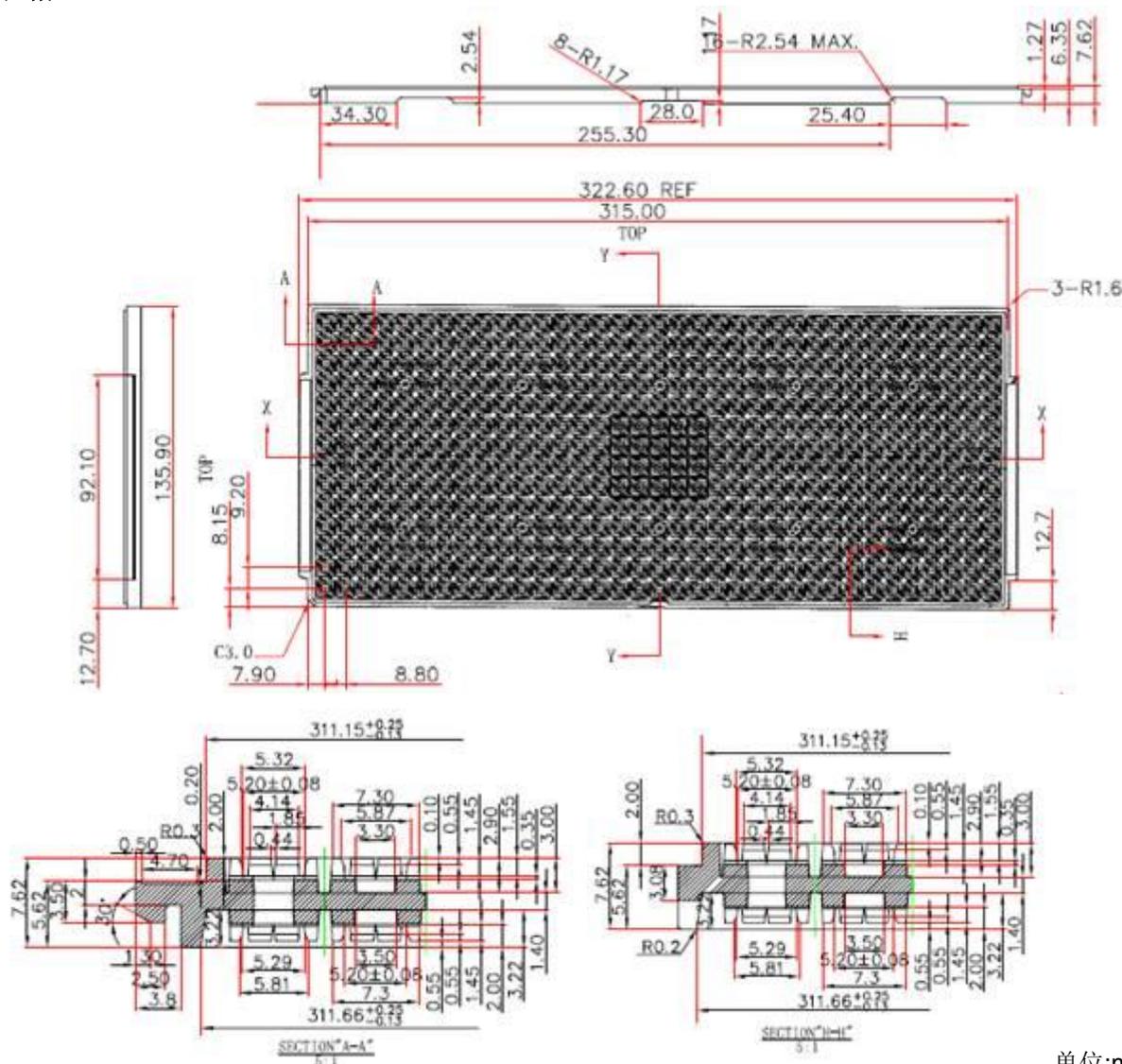
### 20.1 萃盘包装

#### 包装规格

封装代码	Tray 盘							
	Tray 盘尺寸 (mm)	器件数 /盘	内盒尺寸(mm)	盘数 /内盒	器件数 /内盒	外箱尺寸(mm)	内盒数 /外箱	器件数/ 外箱
QFN5X5	322.6x135.9	490	390x158x92	10	4900	375x335x220	4	19600
	299.2*135.9		358x155x90			384x340x210	4	19600

备注： 箱体尺寸误差：±10mm.

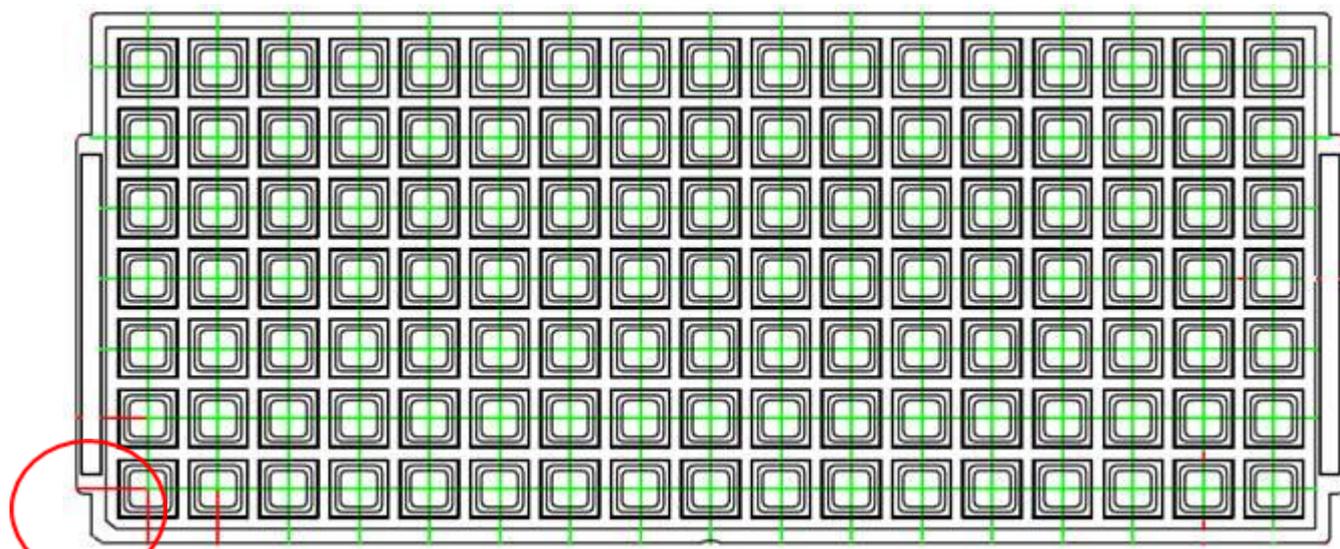
#### 萃盘规格



单位:mm

备注:

- ◇ 表面电阻率:  $10^5 \sim 10^{11} \Omega/\text{sq}$
- ◇ 最高温度:  $150^\circ\text{C}$
- ◇ 颜色: 黑色



Tray 盘 Pin1 角

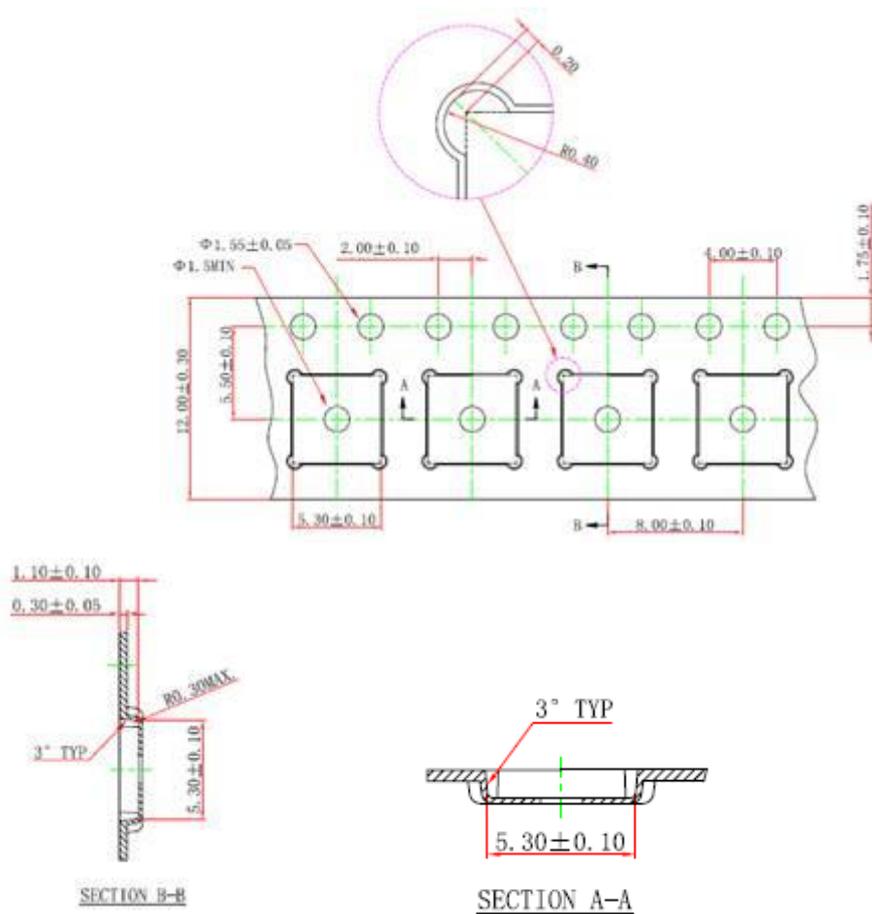
## 20.2 卷带包装

包装规格

封装类型	载带							
	卷盘尺寸 (mm)	器件数 /盘	内箱尺寸 (mm <sup>3</sup> )	卷盘数 /内箱	器件数 /内箱	外箱尺寸 (mm)	内箱数 /外箱	器件数 /外箱
QFN5X5	13"	5000	360X360X65	1	5000	565X380X390	8	40000
			336X336X48			445X355X365		40000

备注: 箱盒尺寸误差:  $\pm 10\text{mm}$ .

## 载带规格

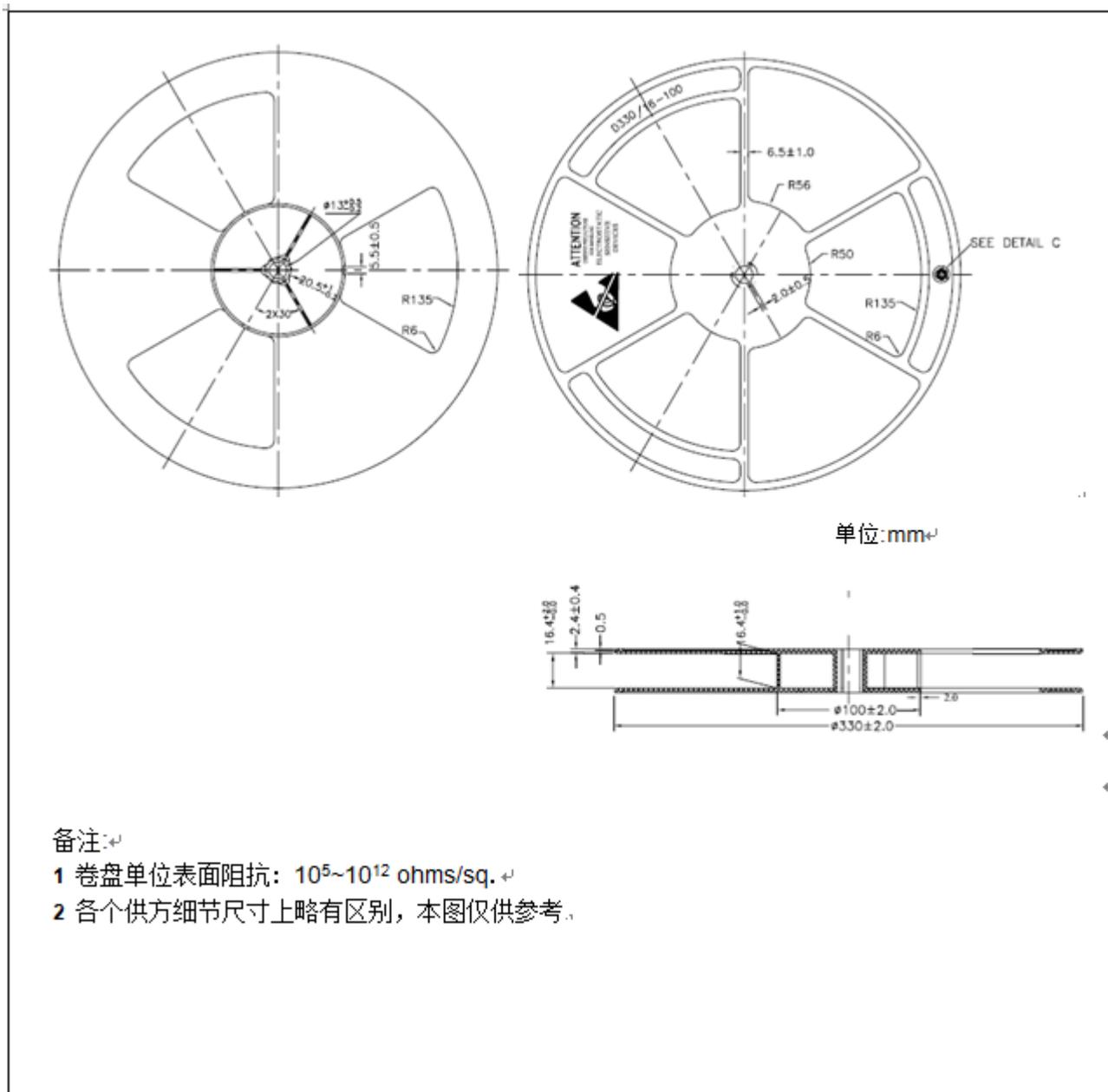


单位:mm

备注:

- ✦ 载带和盖带单位面积阻抗  $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^{12}$  ohms/sq
- ✦ 载带直线弯曲度  $\leq 1 \text{ mm} / 100 \text{ mm}$ .
- ✦ Pin 1 朝向参见上图图示
- ✦ 各个供方细节尺寸上略有区别, 本图仅供参考

## 卷盘规格



## 版本信息

版本号	发布日期	页数	章节或图表	更改说明
0.1	2020.03	77		首次发布
0.2	2020.06	78		修正了 Aux 部分相关的描述.
0.3	2020.06	78		修正了极限额定参数和电气指标
0.4	2020.07	82		增加包装信息
0.5	2020.08	82		增加了封装腔体衬底管脚
0.6	2020.08	82		修改 SPI 在 PVDD=1.7V 时支持最高 5Mbps
0.7	2020.09	82		修正订货信息
1.0	2020.10	82		修订部分寄存器描述。Reg13h[2],Reg19h[4],Reg36h[5],Reg39h[6],Reg3Ah[7:6],

# 上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务网点

## 上海复旦微电子集团股份有限公司

地址：上海市国泰路 127 号 4 号楼

邮编：200433

电话：(86-021) 6565 5050

传真：(86-021) 6565 9115

## 上海复旦微电子（香港）有限公司

地址：香港九龙尖沙咀东嘉连威老道 98 号东海商业中心 5 楼 506 室

电话：(852) 2116 3288 2116 3338

传真：(852) 2116 0882

## 北京办事处

地址：北京市东城区东直门北小街青龙胡同 1 号歌华大厦 B 座 423 室

邮编：100007

电话：(86-10) 8418 6608

传真：(86-10) 8418 6211

## 深圳办事处

地址：深圳南山区西丽街道留仙大道创智云城 A7 座 2306-08

邮编：518000

电话：(86-0755) 8335 0911 8335 1011 8335 2011 8335 0611

传真：(86-0755) 8335 9011

## 台湾办事处

地址：台北市 114 内湖区内湖路一段 252 号 12 楼 1225 室

电话：(886-2) 7721 1889

传真：(886-2) 7722 3888

## 新加坡办事处

地址：47 Kallang Pudding Road, #08-06, The Crescent @ Kallang ,Singapore 349318

电话：(65) 6443 0860

传真：(65) 6443 1215

## 复旦微电子（美国）公司

地址：97 E Brokaw Road, Suite 320, San Jose, CA 95112

电话：(+1)408-335-6936

公司网址：<http://www.fmsk.com/>