



复旦微电子

***FM175XX* 通用 非接触读写器系列芯片**

LPCD 用户手册

2015.04



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、不承担用于包括军事、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.fmsi.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。

上海复旦微电子集团股份有限公司

Shanghai Fudan Microelectronics Group Company Limited

FM173xx 通用非接触读写器系列芯片

版本 1.4

LPCD 用户手册

2

目 录

目 录	3
1 绪 述	5
2 LPCD 应用介绍	6
3 LPCD 工作原理介绍	7
3.1 检测时间划分	7
3.2 检测原理	7
3.3 检测功耗	8
3.3.1 检测功耗计算	8
3.3.2 检测功耗测试	8
4 LPCD 硬件资源介绍	9
4.1 扩展寄存器	9
4.1.1 LpcdCtrl1_地址 0F/01h	9
4.1.2 LpcdCtrl2_地址 0F/02h	9
4.1.3 LpcdCtrl3_地址 0F/03h	10
4.1.4 LpcdCtrl4_地址 0F/04h	10
4.1.5 LpcdBiasCurrent_地址 0F/05h	11
4.1.6 LpcdADCReference_地址 0F/06h	11
4.1.7 LpcdT1Cfq_地址 0F/07h	11
4.1.8 LpcdT2Cfq_地址 0F/08h	11
4.1.9 LpcdT3Cfq_地址 0F/09h	12
4.1.10 LpcdVmidBdCfq_地址 0F/0Ah	12
4.1.11 LpcdAutoWupCfq_地址 0F/0Bh	12
4.1.12 LpcdADCResult_L_地址 0F/0Ch	13
4.1.13 LpcdADCResult_H_地址 0F/0Dh	13
4.1.14 LpcdThresholdMin_L_地址 0F/0Eh	13
4.1.15 LpcdThresholdMin_H_地址 0F/0Fh	14
4.1.16 LpcdThresholdMax_L_地址 0F/10h	14
4.1.17 LpcdThresholdMax_H_地址 0F/11h	14
4.1.18 LpcdIRQ_地址 0F/12h	14
4.1.19 LpcdRFT1_地址 0F/13h	15
4.1.20 LpcdRFT2_地址 0F/14h	15
4.1.21 LpcdRFT3_地址 0F/15h	15
4.1.22 LpcdRFT4_地址 0F/16h	15
4.1.23 NFCInitialStatus_地址 0F/19h	16
4.1.24 IrqBak_地址 0F/1Ah	16
4.1.25 LpcdRFT5_地址 0F/18h	16
4.1.26 LpcdMisc_地址 0F/1Ch	17
4.1.27 LVDctrl_地址 0F/1Dh	17
4.2 扩展寄存器的访问	17
4.2.1 写扩展寄存器数据	18
4.2.2 读扩展寄存器数据	18
5 LPCD 软件资源介绍	19
5.1 LPCD 工程架构介绍	19
5.2 LPCD API 介绍	20
5.2.1 unsigned char CalibraReadADCResult(unsigned char *ADCResult)	20
5.2.2 void LpcdCardIn_IRQHandler(void)	20
5.2.3 void LpcdAutoWakeUp_IRQHandler(void)	20



5.2.4 unsigned char LpcdAuxSelect(unsigned char OpenClose).....	20
5.3 LPCD 用户可配置介绍.....	20
6 LPCD 编程提示.....	22
6.1 调教过程进卡.....	22
6.2 多次进卡去抖动.....	22
6.3 通讯中断和 LPCD 中断混乱.....	22
6.4 自动调教的时间点.....	22
6.5 LPCD 检测发射功率配置.....	22
6.6 LPCD 自动调教失败的处理方法.....	22
6.7 LPCD 误触发的自我判断.....	23
7 LPCD 硬件调试提示.....	24
7.1 LPCD 天线调试提示.....	24
7.2 LPCD 电源说明.....	24
8 LPCD 上位机连接提示.....	25
8.1 SPI 接口.....	25
8.2 I2C 接口.....	25
8.3 UART 接口.....	25
8.4 NRSTPD 控制.....	26
版本信息.....	27
上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服网点.....	28

1 综述

FM17522/FM17550/FM17550P 是高度集成的工作在 13.56MHz 下的非接触读写器芯片。

FM17522/FM17550/FM17550P 内部集成了低功耗外部卡片侦测电路，能以超低功耗完成外部非接触卡片靠近的侦测。特别适合电池供电、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非接触读写器应用设备。

本文档为 LPCD 的详细使用说明文档。

2 LPCD 应用介绍

LPCD 为 Low Power external Card Detect 的缩写，即读写器模式下芯片可以以超低的待机功耗完成对外部是否有非接触卡片靠近的侦测。如果没有卡片靠近，则始终以这个待机功耗进行 LPCD 侦测，如果发现有卡片靠近，则输出中断，唤醒主控 MCU 芯片，进入正常的读写器通讯模式，完成与卡片的数据交互。

FM17522/FM17550/FM17550P 内部集成了 LPCD 电路，一方面可以简化系统 PCB 板级设计、优化系统成本、彻底解放系统 MCU 对卡片检测的责任；更重要的，基于复旦微电子的雄厚设计能力，利用内部集成的方案可以非常方便地对 LPCD 侦测的灵敏度进行实时调整。特别是解决了系统卡片侦测方案中外围元器件参数易受环境影响有温度漂移和湿度漂移的问题。FM175 系列产品提供灵活方便的实时调校的能力，使 LPCD 功能更灵敏和可靠。

3 LPCD 工作原理介绍

3.1 检测时间划分

划分成三个阶段，分别有对应寄存器配置

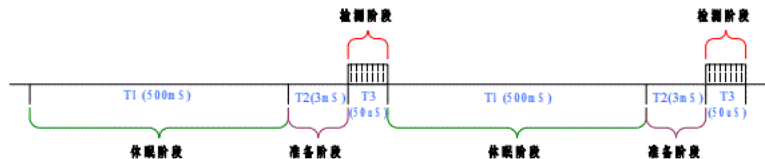


图 3-1 LPCD 工作时段

3.2 检测原理

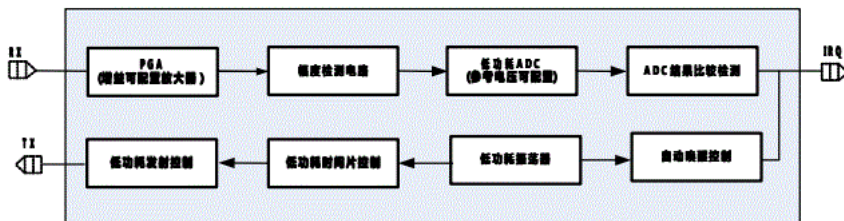
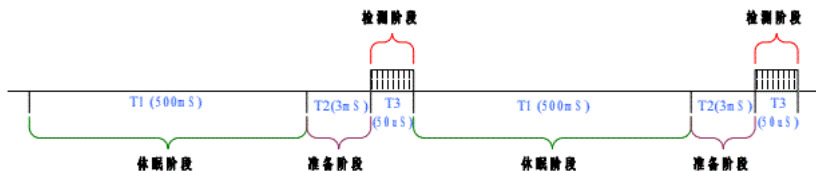


图 3-2 LPCD 检测原理

- **低功耗振荡器**：10K 低功耗振荡器，为 LPCD 提供时钟基准源；
- **低功耗时间片控制**：划分休眠阶段、准备阶段、检测阶段；
- **低功耗发射控制**：已最低的发射功率发射载波；
- **PGA**：增益可配置放大器，保证在最低发射功率的前提下，对输入信号进行放大；
- **幅度检测电路**：对接收的载波幅度进行幅度检测；
- **低功耗 ADC**：把载波幅度转换成数字信号，ADC 的参考电压可配置，实现自动调校；以适应不同的天线参数，自动适应环境温度的变换；
- **ADC 结果比较检测**：ADC 结果进行比较检测，产生卡片进场中断；
- **自动唤醒控制**：可配置唤醒时间，定时唤醒，自动调校；

3.3 检测功耗

3.3.1 检测功耗计算



时间阶段	配置范围	建议配置	工作模块	功耗 (典型值)
等待阶段	300ms~1.7S	500ms【注 ³ 】	低功耗振荡器	3uA【注 ¹ 】
准备阶段	400us~3.3ms	1ms	偏置置电路、ADC	1mA
检测阶段	4.7us~141us	50us【注 ³ 】	偏置电路、ADC、发射电路	30mA【注 ² 】

$$LPCD \text{ 平均功耗} = \frac{500 \times 10^3 \times 3 + 1 \times 10^3 \times 1 \times 10^3 + 50 \times 30 \times 10^3}{500 \times 10^3 + 1 \times 10^3 + 50} = 7.9 \mu A$$

【注 1】：该功耗占用的时间片是最大的，这部分功耗是关键，而且这个阶段 MCU 可以处于深度睡眠状态，FM175XX 的低功耗振荡器代替了 MCU 休眠计时，这是 FM175XX 的优势

【注 2】：FM175XX 不需要太大的发射功率，就可以通过高精度的 ADC 检测到卡片的存在

【注 3】：时间参数的配置相对于保守，客户可以根据需要进行相应的配置，这些配置的优化，可以大大减小 LPCD 的平均功耗。

3.3.2 检测功耗测试

因为等待阶段的功耗和检测阶段的功耗相差 10000 倍，所以测试需要非常注意，为了 uA 的采样进度，需要串联较大的采样电阻，而这么大的采样电阻，会导致检测阶段产生很大的压降，会导致 FM175XX 供电电压过低。

功耗测试常见有几种方式：

- 快速反应的自动挡万用表，uA 和 mA 测试时采样电阻快速切换；
- 示波器电流探头，采样电阻固定，探头的 PGA 配置快速切换；
- 只测试等待阶段的功耗，因为占用的时间片最大，起着主要因素；

4 LPCD 硬件资源介绍

4.1 扩展寄存器

FM175XX 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。

4.1.1 LpcdCtrl1_地址 0F/01h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	bitC	LpcdIE	sense1	calib	LpcdRstn	LpcdEn
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 4-1 LpcdCtrl1 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。 以下所有扩展寄存器 bit7-6 定义相同，下略。
5	bitC	bit 配置控制。 bitC=1，则 bit4-0 置 1 的位写 1； bitC=0，则 bit4-0 置 1 的位写 0。 该位读出始终为 0。
4	LpcdIE	LpcdIE=1，LPCD 相关中断状态输出到芯片的 IRQ 引脚。
3	sense1	sense1=1，表示只要有 1 次侦测到卡，即给出中断标志。 sense1=0，表示要连续进场 3 次侦测都检测到卡，才给出中断标志。
2	calib	calib=1，设置进入 LPCD 的调校模式。在该模式可以不需要引脚 NPD 设 0，即可以调试 LPCD 功能的各项性能效果。
1	LpcdRstn	LpcdRstn=0，LPCD 功能复位，内部状态机、Measure 结果、LpcdStatus 都恢复到初值。 需要启动 LPCD 功能，需要设置 LpcdRstn=1。
0	LpcdEn	启动 LPCD 功能前，需设置 LpcdEn=1，使能 LPCD 功能。

表 4-2 LpcdCtrl1 位描述

4.1.2 LpcdCtrl2_地址 0F/02h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	LpcdTX2En	LpcdCwN	LpcdCwP		
位权	r/w	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	00	0	0	0	0	0	0

表 4-3 LpcdCtrl2 寄存器

位	符号	描述
4	LpcdTX2En	=1，表示使能 TX2 输出使能，且输出与 TX1 反相。
3	LpcdCwN	配置 LPCD 模式下射频场 N 管的驱动控制。 0- 小驱动 1- 大驱动

位	符号	描述
2-0	LpcdCwP	配置 LPCD 模式下射频场 P 管的驱动控制。 从 000 到 111, 驱动能力由小变大。

表 4-4 LpcdCtrl2 位描述

4.1.3 LpcdCtrl3_地址 0F/03h

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

表 4-5 LpcdCtrl3 寄存器

位	符号	描述
5	HPDEn	低功耗模式控制。 设为 0: 当 pin NPD=0, 且 LPCDEn=0 (缺省值) 时, 芯片进入 DPD 模式。 设为 1: 当 pin NPD=0, 且 LPCDEn=0 (缺省值) 时, 芯片进入 HPD 模式。 【注: 如需启动 LPCD 功能, 设置为: HPDEn=0, LPCDEn=1】
4-3	RFU	预留后用
2	RFU	预留后用
1-0	RFU	预留后用

表 4-6 LpcdCtrl3 位描述

4.1.4 LpcdCtrl4_地址 0F/04h

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

表 4-7 LpcdCtrl4 寄存器

位	符号	描述
4-0	LpcdGain	LpcdGain[4:2], 放大器倍数 000:1.0x 001:1.2x 010:1.45x 011:2.0x 100:2.28x 101:2.6x 110:3.2x 111:4.0x LpcdGain[1:0], 衰减倍数 00:2/5x 01:2/3x 10:1/2x 11:1x

表 4-8 LpcdCtrl4 位描述

4.1.5 LpcdBiasCurrent_地址 0F/05h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	ADCReference6	RFU	RFU	BiasCurrent		
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 4-9 LpcdBiasCurrent 寄存器

位	符号	描述
5	ADCReference6	ADC 参考电平配置 bit6
4-3	RFU	预留后用
2-0	BiasCurrent	Lpcd 基准电流配置

表 4-10 LpcdBiasCurrent 位描述

4.1.6 LpcdADCReference_地址 0F/06h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	ADCReference					
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 4-11 LpcdADCReference 寄存器

位	符号	描述
5-0	ADCReference	ADC 参考电平配置 bit5-0。

表 4-12 LpcdADCReference 位描述

4.1.7 LpcdT1Cfg_地址 0F/07h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	T3ClkDivk		T1Cfg			
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	00	0	1	0	0	0	0

表 4-13 LpcdT1Cfg 寄存器

位	符号	描述
5-4	T3ClkDivk	T3 阶段工作时钟的分频比设置 00:4 分频; 01:8 分频; 10:16 分频
3-0	T1Cfg	配置 T1 阶段时长。 $T1_time = (T1Cfg+2)*100ms$ T1Cfg 配置范围: 0x1~0xF

表 4-14 LpcdT1Cfg 位描述

4.1.8 LpcdT2Cfg_地址 0F/08h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	T2Cfg				
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 4-15 T2Cfg 寄存器

位	符号	描述
4-0	T2Cfg	配置 T2 阶段时长。 $T2_time = (T2Cfg + 2) * 100us$ T2Cfg 配置范围: 0x2~0x1F 【注: 建议采用参考代码的设置, 不建议用户修改】

表 4-16 T2Cfg 位描述

4.1.9 LpcdT3Cfg_地址 0F/09h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	T3Cfg				
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 4-17 T3Cfg 寄存器

位	符号	描述
4-0	T3Cfg	配置 T3 阶段时长。 $T3_time = (T3Cfg - 1) * 4.7us$ T3Cfg 配置范围: 0x2~0x1F

表 4-18 T3Cfg 位描述

4.1.10 LpcdVmidBdCfg_地址 0F/0Ah

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	VmidBdCfg				
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 4-19 VmidBdCfg 寄存器

位	符号	描述
4-0	VmidBdCfg	配置 Vmid 建立时间。 配置值 = T2Cfg 配置值 - Vmid 需要的建立时间。 【注: 建议采用参考代码的设置, 不建议用户修改】

表 4-20 VmidBdCfg 位描述

4.1.11 LpcdAutoWupCfg_地址 0F/0Bh

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	RFU	AwupEn	AutoWupCfg		
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 4-21 AutoWupCfg 寄存器

位	符号	描述
3	AwupEn	设为 1, 芯片根据设置的 AutoWupCfg 值, 自动从 LPCD 模式退出, 同时给出中断标志。
2-0	AutoWupCfg	配置自动唤醒时间: 000:6 秒 001:12 秒 010:15 分钟

位	符号	描述
		011:30 分钟 100:1 小时 101:1.8 小时 110:3.6 小时 111:7.2 小时

表 4-22 AutoWupCfg 位描述

4.1.12 LpCdADCResult_L_地址 0F/0Ch

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

表 4-23 ADCResult_L 寄存器

位	符号	描述
5-0	ADCResult_L	记录每次卡侦测的结果（低 6 位）。 如果该测量结果>侦测上阈值、或<侦测下阈值，则认为有卡片进入射频场。 退出 LPCD 模式后，主控芯片可以从该寄存器读到最后一轮的测量结果。

表 4-24 ADCResult_L 位描述

4.1.13 LpCdADCResult_H_地址 0F/0Dh

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

表 4-25 ADCResult_H 寄存器

位	符号	描述
1-0	ADCResult_H	记录每次卡侦测的结果（高 2 位）。

表 4-26 ADCResult_H 位描述

4.1.14 LpCdThresholdMin_L_地址 0F/0Eh

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	ThresholdMin_L					
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 4-27 ThresholdMin_L 寄存器

位	符号	描述
5-0	LpCdThresholdMin_L	卡侦测下阈值低 6 位。 当测量结果 LpCdADCResult < 下阈值，则芯片认为卡片进场。

表 4-28 ThresholdMin_L 位描述

4.1.15 LpcdThresholdMin_H_地址 0F/0Fh

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

表 4-29 ThresholdMin_H 寄存器

位	符号	描述
1-0	LpcdThresholdMin_H	卡侦测下阈值高 2 位。

表 4-30 ThresholdMin_H 位描述

4.1.16 LpcdThresholdMax_L_地址 0F/10h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	ThresholdMax_L					
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 4-31 ThresholdMax_L 寄存器

位	符号	描述
0	LpcdThresholdMax_L	卡侦测上阈值低 6 位。 当测量结果 LpcdADCResult > 上阈值, 则芯片认为卡片进场。

表 4-32 ThresholdMax_L 位描述

4.1.17 LpcdThresholdMax_H_地址 0F/11h

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

表 4-33 ThresholdMax_H 寄存器

位	符号	描述
1-0	LpcdThresholdMax_H	卡侦测上阈值高 2 位。

表 4-34 ThresholdMax_H 位描述

4.1.18 LpcdIRQ_地址 0F/12h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	Awuplrq	RFU	Caliblrq	RFU	CardDetlrq
位权	r/w	-	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	00	0	0	0	0	0	0

表 4-35 LpcdIRQ 寄存器

位	符号	描述
4	Awuplrq	1 表示自动唤醒计时结束。设 LpcdRstn=0 清除本寄存器。
3	RFU	预留后用
2	Caliblrq	1 表示 calib 调校模式完成一次卡侦测。设 LpcdRstn=0 清除本寄存器。
1	RFU	预留后用

位	符号	描述
0	CardDetIrq	1 表示 LPCD 正常工作模式下检测到有外部卡片。设 LpcdRstn=0 清除本寄存器。

表 4-36 LpcdIRQ 位描述

4.1.19 LpcdRFT1_地址 0F/13h

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

表 4-37 LpcdRFT1 寄存器

位	符号	描述
3-0	RFT	预留给产品测试。

表 4-38 LpcdRFT1 位描述

4.1.20 LpcdRFT2_地址 0F/14h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	RFU	RFT			
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 4-39 LpcdRFT2 寄存器

位	符号	描述
3-0	RFT	预留给产品测试。

表 4-40 LpcdRFT2 位描述

4.1.21 LpcdRFT3_地址 0F/15h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	RFU	RFT			
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 4-41 LpcdRFT3 寄存器

位	符号	描述
3-0	RFT	预留给产品测试。

表 4-42 LpcdRFT3 位描述

4.1.22 LpcdRFT4_地址 0F/16h

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	RFT				
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 4-43 LpcdRFT4 寄存器

位	符号	描述
4-0	RFT	预留给产品测试。

表 4-44 LpcdRFT4 位描述

4.1.23 NFCInitialStatus_地址 0F/19h

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

表 4-45 NFCInitialStatus 寄存器

位	符号	描述
1	NFCInitialStatus	1: 写 1, 启动内部电路进行 NFC 模拟电路参数配置 读 1, 表示内部电路完成 NFC 模拟电路初始化 0: 写 0, 无效; 读 0, 表示内部电路 NFC 模拟电路初始化进行中
0	RFT	测试寄存器

表 4-46 NFCInitialStatus 位描述

4.1.24 IrqBak_地址 0F/1Ah

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

表 4-47 IrqBak 寄存器

位	符号	描述
1	IrqPushPull	本寄存器为 03 寄存器 bit7IrqPushPull 的备份寄存器
0	IrqInv	本寄存器为 02 寄存器 bit7IrqInv 的备份寄存器

表 4-48 IrqBak 位描述

4.1.25 LpcdRFT5_地址 0F/1Bh

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

表 4-49 LpcdRFT5 寄存器

位	符号	描述
5	RFT	预留给产品测试。
4	UseRet	1:表示在 HPD 模式、或 LPCD 模式下保存关键寄存器的设置, 简化从 HPD、LPCD 模式退出时的初始化工作。(缺省使能) 0: 不提供关键数据保存功能
3-0	RFT	预留给产品测试。

表 4-50 LpcdRFT5 位描述

4.1.26 LpcdMisc_地址 0F/1Ch

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	RFU	TmonCtrl	AmpEnSel	RFU	CalibVmidEn
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 4-51 Misc 寄存器

位	符号	描述
5	RFU	预留后用
4	RFU	预留后用
3	TmonCtrl	0: 发生 Tmon 报警由硬件电路关闭发射电路 1: 发射 Tmon 报警硬件电路不直接关闭发射电路, 由软件控制
2	AmpEnSel	LPCD 高频放大器使能信号选择。 0: 在 T3 阶段使能 1: 在 T2 阶段提前使能 【注: 建议采用参考代码的设置, 不建议用户修改】
1	RFU	预留后用
0	CalibVmidEn	在 LPCD 的 calib 调校模式下使能参考电压 vmid。1 有效。 每次使能 calib 调校模式, 先使能该寄存器, 建议完成 calib 调校后将该位恢复为 0。特别是进入实际 LPCD 模式 (NPD 引脚置 0) 前、及进入 Soft Powerdown 模式前, 必须将本寄存器设为 0。

表 4-52 Misc 位描述

4.1.27 LVDctrl_地址 0F/1Dh

位	7-6	5	4	3	2	1	0
定义	ExMode	RFU	LVDIrq	LVDEff	LVDle	LVDctrl	
位权	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w	r/w
复位值	00	0	0	0	0	1	0

表 4-53 LVDctrl 寄存器

位	符号	描述
4	LVDIrq	1: 表示发生低电压报警。写 0 清除此寄存器。
3	LVDEff	0: 发生低压报警时, 产生中断标志 1: 发生低压报警时, 数字电路复位
2	LVDle	1: 低压报警中断使能。缺省不使能。
1-0	LVDctrl	低压报警控制: 00: 不使能 LVD 功能 01: 低于 1.9V 报警 10: 低于 2.1V 报警 (缺省值) 11: 低于 2.4V 报警

表 4-54 LVDctrl 位描述

4.2 扩展寄存器的访问

FM175XX 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 EXRreg 的定义如下表所示。

7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
=01							
=10							
=11							
=00							

表 4-55 扩展寄存器字节定义

4.2.1 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 4-1 写扩展寄存器操作流程

4.2.2 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）

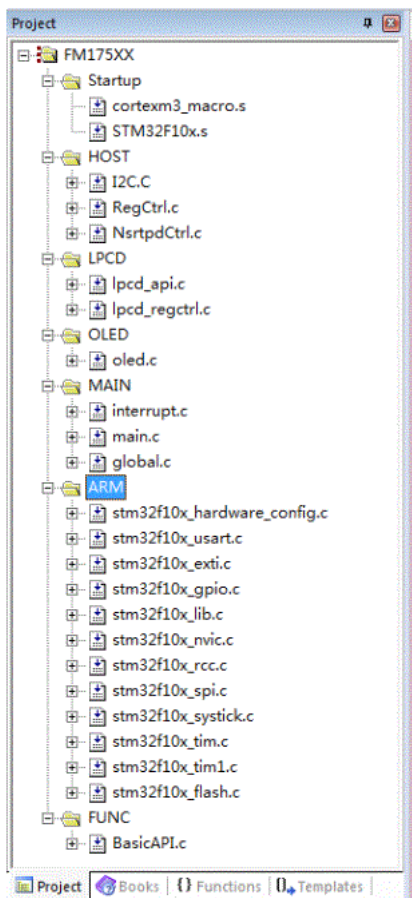
示意图如下：



图 4-2 读扩展寄存器操作流程

5 LPCD 软件资源介绍

5.1 LPCD 工程架构介绍



- Startup: ARM 启动程序, 如果非 ARM 可以删除
- HOST: Host 接口函数, 寄存器读写函数, NRSTPD 控制函数, 根据用户的 HOST 接口情况修改
- LPCD: LPCD API 函数库, LPCD 的寄存器读写函数
- OLED: OLED 显示底层函数, 用户可以删除
- MAIN: 中断服务程序, 主函数, 全局基本函数, 是最主要程序部分

- ARM: ARM 底层函数, 如果非 ARM, 可以删除
- FUNC: 基本底层 API 函数, 主要是 Reader 功能相关

5.2 LPCD API 介绍

5.2.1 unsigned char CalibraReadADCResult(unsigned char *ADCResult)

函数功能: 调教阶段读取 LPCD ADC 幅度信息

入口参数: ADCResult 变量指针, 结果也通过 ADCResult 返回

出口参数: TRUE 表示执行成功; FALSE 表示执行失败

5.2.2 void LpcdCardIn_IRQHandler(void)

函数功能: 卡片进场中断服务程序

入口参数: 无

出口参数: 无

5.2.3 void LpcdAutoWakeUp_IRQHandler(void)

函数功能: 自动唤醒中断服务程序, 完成中断唤醒自动调教功能

入口参数: 无

出口参数: 无

5.2.4 unsigned char LpcdAuxSelect(unsigned char OpenClose)

函数功能: 测试通道功能 (用户可以不必开启)

入口参数: TRUE 开启, FALSE 关闭

出口参数: TRUE 表示执行成功, FALSE 表示执行失败

5.3 LPCD 用户可配置介绍

Option	Value
LPCD 时间配置	
LPCD 检测休眠阶段时间配置 (用户根据低功耗...	500ms(Default)
LPCD 检测阶段时间配置 (用户根据低功耗要求...	51.7us(Default)
LPCD 发射驱动配置	
LPCD 是否使能 TX2 发射 (Default 使能)	<input checked="" type="checkbox"/>
LPCD 发射 NMOS 驱动配置 (用户可修改)	23 欧姆(Default)
LPCD 发射 PMOS 驱动配置 (用户可修改)	23 欧姆(Default)
LPCD 检测参数配置	
LPCD 检测脉宽相对灵敏度数 (会在定时调教中...	6.25%(Default)
LPCD 自动检测次数, 后产生中断	一次(Default) ▼
LPCD 是否产生中断 (Default 使能)	<input checked="" type="checkbox"/>
LPCD 使能自动唤醒模式 (用户可修改)	<input checked="" type="checkbox"/>
LPCD 配置自动唤醒时间 (用户可修改)	15 分钟(Default)

➤ LPCD 时间配置

- ✦ 休眠时间配置, 即 T1 时间配置, 缺省是 500ms, 用户可以根据实际需要调整

- ◇ **检测阶段时间**，发场检测时间配置，缺省 51.7us，用户可以根据检测时间长短配置
- **LPCD 发射驱动配置**
 - ◇ **是否开启 TX2**，缺省使能，用户可以根据实际发射功率的需要调整，建议使能
 - ◇ **发射 NMOS 驱动配置**，缺省 23 欧姆，用户可以根据实际发射功率的需要调整
 - ◇ **发射 PMOS 驱动配置**，缺省 23 欧姆，用户可以根据实际发射功率的需要调整
- **LPCD 检测参数配置**
 - ◇ **检测灵敏度配置**，缺省 6.25%，要根据系统噪声而定，越灵敏受噪声影响越大
 - ◇ **自动检测次数**，缺省 1 次，检测到 1 次就产生中断；3 次，则需要连续 3 次才中断
 - ◇ **是否产生中断**，缺省使能，建议使能
 - ◇ **自动唤醒功能使能**：缺省使能，一定时间后，定时唤醒，进行自动调教
 - ◇ **自动唤醒时间**：自动唤醒时间间隔配置，6 秒到 7.2 小时，用户根据需要配置；

6 LPCD 编程提示

6.1 调教过程进卡

有很小的概率，在调教过程中有卡片进场，有可能是启动自动唤醒调教的过程，当前调教的参数有可能是根据卡片在场时所调整的，如果是这样当卡片离场之后，一定会误触发一个 CardInIrq，这样用户程序可以根据通讯指令加以判断，是否卡片进场；或者设置定时屏蔽，如果长时间之后仍然存在中断，可以再启动一次调教。

6.2 多次进卡去抖动

有极个别用户发现，卡片进场时，IRQ 中断可能因为板级系统的原因，出现中断毛刺；最好的解决办法是，一进入中断入口，可以禁止 LPCD_IE 中断，等下次再进入 LPCD 把 NRSTPD 置低之前，使能 LPCD_IE 中断；

6.3 通讯中断和 LPCD 中断混乱

有极个别用户发现，中断判断不够严谨，不是按照如下方式：

```
//定时唤醒，自动调教
if((lpcd_irq & JBIT_AUTO_WUP_IRQ) == JBIT_AUTO_WUP_IRQ)
{
    LpcdAutoWakeUp_IRQHandler();
}
//卡片进场
if((lpcd_irq & JBIT_CARD_IN_IRQ) == JBIT_CARD_IN_IRQ)
{
    LpcdCardIn_IRQHandler();
}
```

通讯中断没有清干净的前提下，发现卡片进场中断混乱，建议中断处理按照严谨的方式进行判断：

6.4 自动调教的时间点

自动调教的时间点，可以在每次上电，定时唤醒，或者是在明确多次误触发等情况下进行。没有必要在每次进入 LPCD 模式之前进行，FM175XX 只要不掉电，都有记忆调教配置信息的功能。

6.5 LPCD 检测发射功率配置

因为实际发场检测的时间非常短，如果检测时间配置成 50us，检测间隔时间配置成 500ms，这样发射功率增加 1mA，只是相当于平均功耗增加 0.1uA，用户可根据检测距离，适当增加发射功率，达到最佳的检测效果；

6.6 LPCD 自动调教失败的处理方法

部分应用场景环境恶劣，可能在很小概率情况下，调教的时候是环境因素突变的时候，遇到该应用场景，需要在自动调教之前备份一下。

需要备份一下参数：

LpcdGainReduce、LpcdGainAmplify
LpcdThreshold_H、LpcdThreshold_L
LpcdADCReference

如果当前调教失败，则在调教之后通过以下方式恢复：

```
ret = SetReg_Ext(JREG_LPCD_CTRL4,((LpcdGainAmplify << 2) + LpcdGainReduce));
ret = SetReg_Ext(JREG_LPCD_THRESHOLD_MIN_L,(LpcdThreshold_L & 0x3F));
ret = SetReg_Ext(JREG_LPCD_BIAS_CURRENT,((LpcdADCReference & 0x40) << 5) +
LpcdBiasCurrent & 0x7);
```

6.7 LPCD 误触发的自我判断

部分应用场景下，LPCD 因非应用卡片进场，可能是异物等因素，产生了 LPCD 进卡中断，主程序可以中断响应中，通过寻卡指令加以判断，并记录误唤醒且寻卡失败的次数，如果在一定时间内反复被误触发且寻卡都失败，可以启动自动调教，把干扰因素消除。**这个和应用很相关，用户可以根据实际情况，看是否增加该功能。**

7 LPCD 硬件调试提示

7.1 LPCD 天线调试提示

建议通过调整 RX 的分压电阻，在自动调教前，在无卡状态下，把 **RX 载波幅度** 的大小调整到 **1Vpp~1.5Vpp**，这样既可以保证读卡距离，也能保证 LPCD 检卡的灵敏度。

对于发射的天线调试，完全可以按照有卡通讯的天线调试方法。

提示：天线调试，RX 无卡状态的载波幅度非常重要，也是决定 LPCD 检测灵敏度的关键因素。同时无卡的天线载波幅度控制在 1Vpp~1.5Vpp，其实对于有卡的数据接收灵敏度也是有帮助，可以在某种情况下防止 RX 限幅。

7.2 LPCD 电源说明

LPCD 是高精度检测方式，同意受电源因素的影响，但它同时具备自动调教的功能可以适应电源或者其他环境因素的影响。

自动调教阶段的电源参数，必须保证和检测间断的电源参数一致。简而言之，就是电源发生变化，需要启动一次自动调教。

部分客户反应，调教好之后，LPCD 工作正常，和 LPCD 同一电源下有个高功率设备，而电源的驱动能力不足，导致高功率设备启动之后，LPCD 就误动作，最后发现 LPCD 电源在正常工作时的电压比调教时的电压，下降了 100mV，其实只需要在程序在重新启动一次自动调教功能即可。

提示：LPCD 的自动调教功能，其实就是记录当前系统的电环境，包括磁场环境、电源环境等，但电环境发生变化之后，就会产生中断给 HOST。

8 LPCD 上位机连接提示

进入 LPCD 状态，上位机和 FM175X 之间的控制互联需要是正确的配置，否则会导致上位机和 FM175X 输出端口之间的漏电，也避免 FM175X 输入端口浮空，产生不必要的功耗。

8.1 SPI 接口

FM175X 端口	上位机端口配置	说明
MISO	输出状态，输出低电平，不能有上下拉电阻	FM175X LPCD 状态下输出高阻态
MOSI	输出状态，输出低电平，不能有上下拉电阻	FM175X LPCD 状态下为输入状态
SCK	输出状态，输出低电平，不能有上下拉电阻	FM175X LPCD 状态下为输入状态
NCS	输出状态，输出高电平，不能有上下拉电阻	FM175X LPCD 状态下为输入状态
NSS	输出状态，输出高电平，不能有上下拉电阻	FM175X LPCD 状态下为输入状态
IRQ	根据 DivlenReg 的 Bit7 寄存器 IRQPushPull 的配置而定： 1: 输入状态，不能有上下拉电阻 0: 输入状态，上拉电阻	IRQPushPull=1，FM175X 的 IRQ 是 CMOS 输出； IRQPushPull=0，FM175X 的 IRQ 是 OC 输出，需要上拉电阻；（而且需要配置 CommIEnReg 的 Bit7 (IRQInv)，保证无中断输出高电平。

8.2 I2C 接口

FM175X 端口	上位机端口配置	说明
SCL	输出状态，OC 输出高电平，有上拉电阻	FM175X LPCD 状态下输入低电平
SDA	输出状态，OC 输出高电平，有上拉电阻	FM175X LPCD 状态下输入低电平
NCS	输出状态，输出高电平，不能有上下拉电阻	FM175X LPCD 状态下为输入状态
IRQ	根据 DivlenReg 的 Bit7 寄存器 IRQPushPull 的配置而定： 1: 输入状态，不能有上下拉电阻 0: 输入状态，上拉电阻	IRQPushPull=1，FM175X 的 IRQ 是 CMOS 输出； IRQPushPull=0，FM175X 的 IRQ 是 OC 输出，需要上拉电阻；（而且需要配置 CommIEnReg 的 Bit7 (IRQInv)，保证无中断输出高电平。

8.3 UART 接口

FM175X 端口	上位机端口配置	说明
TX	输入状态，不能有上下拉电阻	FM175X LPCD 状态下输出高电平
RX	输出状态，OC 输出高电平，有上拉电阻	FM175X LPCD 状态下输入低电平
NCS	输出状态，输出高电平，不能有上下拉电阻	FM175X LPCD 状态下为输入状态
IRQ	根据 DivlenReg 的 Bit7 寄存器 IRQPushPull 的配置而定： 1：输入状态，不能有上下拉电阻 0：输入状态，上拉电阻	IRQPushPull=1，FM175X 的 IRQ 是 CMOS 输出； IRQPushPull=0，FM175X 的 IRQ 是 OC 输出，需要上拉电阻；（而且需要配置 CommLenReg 的 Bit7（IRqInv），保证无中断输出高电平。

8.4 NRSTPD 控制

NRSTPD 配置为低电平，FM175XX 进入 LPCD 模式，在整个模式中，必须保持 NRSTPD 为低电平；NRSTPD 配置为高电平，将推出 LPCD 模式；

有部分客户，配置 NRSTPD 配置为低电平之后，MCU 就进入低功耗状态，有的 MCU 进入低功耗状态后，确实把 GPIO 配置成为高阻，有可能把 NRSTPD 配置成为高阻态，这样不能让 FM175XX 可靠的处于 LPCD 状态。有两种解决方案：一可以把配置 MCU 进入低功耗状态，MCU 的 GPIO 配置成输出低电平；二增加下拉电阻，但会带来非 LPCD 模式下，不必要的功耗；

版本信息

版本号	发布日期	页数	章节或图表	更改说明
1.0	2014.07	21		首次发布
1.1	2014.11	21	3.3.1.1	修正 LpcdCtrl1 寄存器 bit5 的描述
1.2	2015.2	22	3.5 3.6	增加 3.5 LPCD 编程提示; 增加 3.6 LPCD 天线调试提示
1.3	2015.4	23	3.7	增加 3.7LPCD 上位机连接提示
1.4	2015.4	28	3.3 7.2	增加 3.3 检测功耗计算和测试; 增加 LPCD 电源说明; 调整章节编号
1.5	2016.7	28	8.1	SPI 的 MISO 上位机在 LPCD 配置为输出低电平, 而不是配置输入态;

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）股份有限公司

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：深圳市华强北路 4002 号圣廷苑酒店世纪楼 1301 室

邮编：518028

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：237, Alexandra Road, #07-01, The Alexcier, Singapore 159929

电话：(65) 6472 3688

传真：(65) 6472 3669

北美办事处

地址：2490 W. Ray Road Suite#2 Chandler, AZ 85224 USA

电话：(480) 857-6500 ext 18

公司网址：<http://www.fmsh.com/>