



复旦微电子

FM38025T **实时时钟芯片** **应用笔记**

操作示例

AN012

V1.0

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。

联系方式:

电表产品应用:

邢杰: xingjie@fmsh.com.cn TEL: 13916427310

陈钊: chenzhao@fmsh.com.cn TEL: 18616125501

水气热表及智能家居:

朱发旺: zhufawang@fmsh.com.cn TEL: 17749796664

姜涛: jiangtao@fmsh.com.cn TEL: 18701992908

超高频 900M 及物联网相关:

王晓腾: wangxiaoteng@fmsh.com.cn TEL: 13585663727

王天纵: wangtianzong@fmsh.com.cn TEL: 18221803903

资料下载及交流:

开发者论坛: <http://www.fmdevelopers.com.cn>



目 录

1 说明	1
2 概述	2
3 操作方法	3
3.1 寄存器描述	3
3.2 IIC 时序描述	3
3.2.1 IIC 总线通信起始和停止时序	4
3.2.2 IIC 总线通信数据传输时序	5
3.2.3 IIC 总线通信应答时序	5
3.2.4 IIC 状态机复位时序	6
3.3 寄存器读写步骤	6
3.3.1 用户寄存器指定地址写（连续写）	6
3.3.2 用户寄存器指定地址读（连续读）	7
3.3.3 用户寄存器当前地址读（连续读）	7
4 示例程序	8
4.1 示例程序功能说明	8
4.2 操作步骤	8
5 注意事项	11
版本信息	1
上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务中心	2



图片目录

图 3 - 1 FM38025T 寄存器描述	3
图 3 - 2 FM38025T IIC 从机地址	4
图 3 - 3 FM38025T IIC 总线起始与停止信号	4
图 3 - 4 FM38025T IIC 总线起始与停止信号	5
图 3 - 5 FM38025T IIC 总线数据传输时序	5
图 3 - 6 FM38025T IIC 总线应答时序	6
图 3 - 7 FM38025T 指定地址连续写	7
图 3 - 8 FM38025T 指定地址连续读	7
图 3 - 9 FM38025T 当前地址连续读	8
图 4 - 1 IIC 初始化代码	9
图 4 - 2 设置 FM38025T 寄存器信息	10
图 4 - 3 读取 FM38025T 寄存器信息	10



1 说明

本文档为 FM38025T 实时时钟芯片基本操作应用笔记，用于对 IIC 接口的 FM38025T 示例程序讲解，并说明 FM38025T 使用基本操作及注意事项。FM38025T 是复旦微电子公司开发的实时时钟芯片，请联系复旦微电子公司提供更多相关文档支持设计开发。



2 概述

FM38025T 是内置高稳定度的 32.768 kHz 晶体单元（晶体合封），带高精度数字温度补偿的时钟芯片；低待机电流，宽电压范围；32.768 kHz 频率输出功能；时刻、日历、闰年自动调整、定时、中断功能等。

FM38025T 具有的主要功能为：

- 工作电压范围：1.6V~5.5V
- 计时保持电压范围：1.6~5.5V
- 温度补偿电压范围：2.2~5.5V
- 工作温度范围：-40℃~+85℃
- 典型低电流功耗：0.8uA/3V
- 全温区时钟精度：±5ppm
- 内置 32.768KHz 晶体单元和 DTCXO
- 支持 I2C 总线的高速模式（400KHz）
- 可设置定时中断（天、日期、小时、分钟）
- 时间更新中断（分、秒）
- 固定周期定时中断功能
- 带输出使能的 32.768KHz 频率输出
- 闰年自动调整功能（2000 年到 2099 年）
- 数字温度传感器输出（±2℃）



3 操作方法

3.1 寄存器描述

地址	功能	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	备注
0	秒/SEC	--	40	20	10	8	4	2	1	
1	分钟/MIN	--	40	20	10	8	4	2	1	
2	小时/HOUR	--	--	20	10	8	4	2	1	
3	星期/WEEK	--	6	5	4	3	2	1	0	
4	日期/DAY	--	--	20	10	8	4	2	1	
5	月/MONTH	--	--	--	10	8	4	2	1	
6	年/YEAR	80	40	20	10	8	4	2	1	
7	RAM	●	●	●	●	●	●	●	●	*4
8	闹钟分	AE	40	20	10	8	4	2	1	
9	闹钟小时	AE	●	20	10	8	4	2	1	*4
A	闹钟周	AE	6	5	4	3	2	1	0	
	闹钟日	AE	●	20	10	8	4	2	1	*4
B	定时器 0	128	64	32	16	8	4	2	1	
C	定时器 1	●	●	●	●	2048	1024	512	256	*4
D	扩展寄存器	TEST	WADA	USEL	TE	FSEL1	FSEL0	TSEL1	TSEL0	*1,*4
E	标志寄存器	READY	TEF	UF	TF	AF	FDTF	VLF	VDET	*1,*2
F	控制寄存器	CSEL1	CSEL0	UIE	TIE	AIE	FDTIE		RESET	
10	频率微调 0	OFS7	OFS6	OFS5	OFS4	OFS3	OFS2	OFS1	OFS0	
11	频率微调 1	--	--	--	--	--	OFS10	OFS9	OFS8	
12	数字温度 0	DT7	DT6	DT5	DT4	DT3	DT2	DT1	DT0	
13	数字温度 1	--	--	--	--	--	--	--	DT8	
14	电容调校 0	XC7	XC6	XC5	XC4	XC3	XC2	XC1	XC0	*5
15	电容调校 1	--	--	--	XC12	XC11	XC10	XC9	XC8	*5
16	ADC 输出 0	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0	*5
17	ADC 输出 1	--	--	--	--	--	--	--	AD8	*5

图 3 - 1 FM38025T 寄存器描述

注：寄存器详细描述请参考《FM38025T_ds_chs.pdf》。

3.2 IIC 时序描述

I2C 器件没有通常的逻辑器件所具有的芯片选择引脚。Slave address（从机地址）用于代替芯片选择引脚被分配至各器件中。所有的通信从[START]+[Slave address + R/W]的信号发送开始。接收信号的器件只在接收到的指定 Slave address 与自己的 Slave

address 一致时，对通信作出响应。Slave address 为 7 位的固定值，FM38025T 的设备地址为：[0110 010*]（64H/65H）。

	数据	Slave Address 从机地址							\overline{RW}
		b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
读	65H	0	1	1	0	0	1	0	1 (读)
写	64H	0	1	1	0	0	1	0	0 (写)

图 3 - 2 FM38025T IIC 从机地址

3.2.1 IIC 总线通信起始和停止时序

在使用 IIC 对 FM38025T 进行读写时，需要注意：

(1) 一次 IIC 串行通信的时间，即 START 和 STOP 之间时间必须小于 0.95s，即使中间产生了 RESTART。

(2) 如果 IIC 串行通信的时间超过 0.95s，通信接口会自动超时退出。超时后写入的数据无效，读出的数据为全“1”

(3) 通信时 STOP 产生后若再次 START 至少需要等待 61μs。

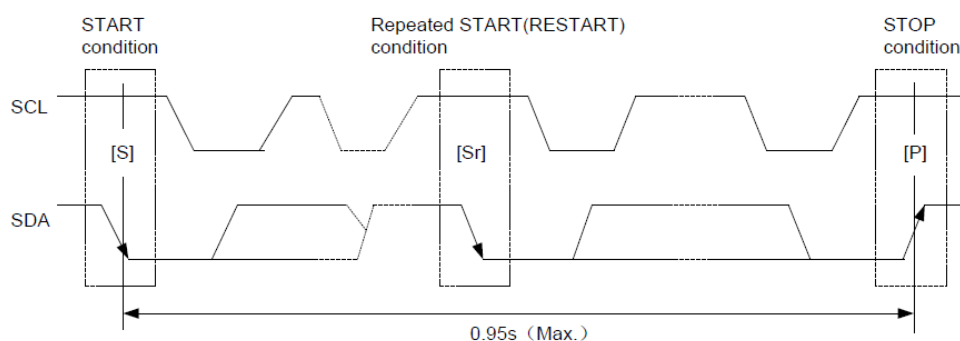


图 3 - 3 FM38025T IIC 总线起始与停止信号

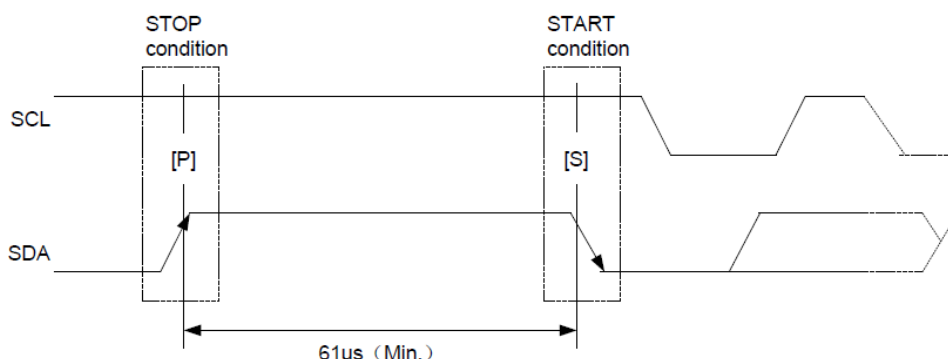


图 3 - 4 FM38025T IIC 总线起始与停止信号

3.2.2 IIC 总线通信数据传输时序

FM38025T 使用 IIC 进行数据传输时以 8bits (1byte) 为单位，芯片未限制一次 START 和 STOP 之间发送数据 (bytes) 的数量，仅需确保通信在 0.95s 内完成。读写操作过程中，寄存器地址会实现自动增量+1。当寄存器地址为 F 之后，地址会自动翻卷至地址 0。寄存器地址 1F 之后会翻卷至 10。

SDA 数据变化必须在 SCL 为低时完成，否则可能会被误判为 START，RESTART 或 STOP。

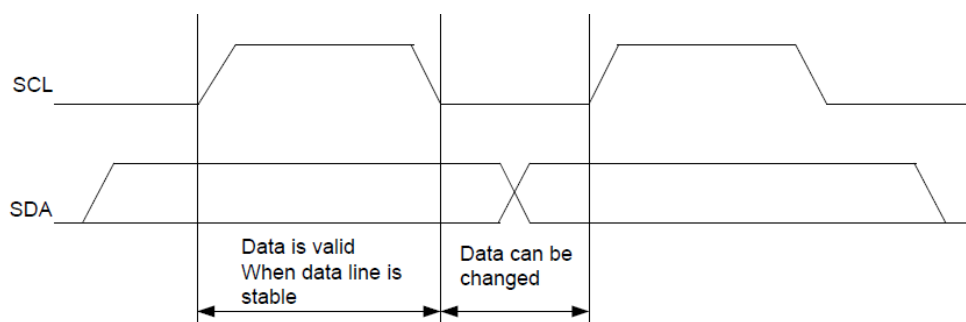


图 3 - 5 FM38025T IIC 总线数据传输时序

3.2.3 IIC 总线通信应答时序

数据发送时，接收从器件每接收 8bits (1byte) 发送确认信号 ACK (低电平有效)。如果接收从器件为返回 ACK，在数据 bit 的第 8 位，对应 SCL 的下降沿，发送主器件释放 SDA 信号，接收从器件将 SDA 拉低，发出 ACK 信号。

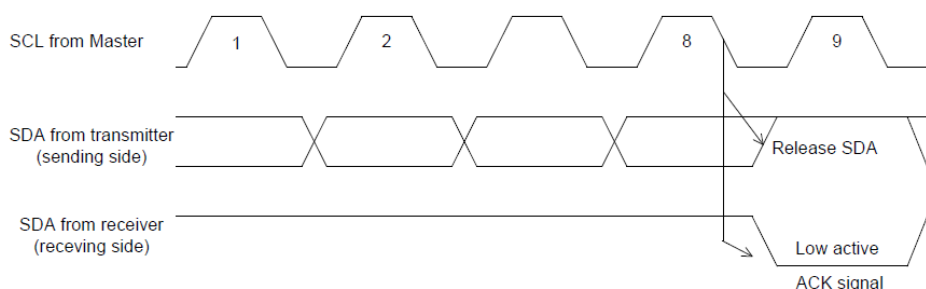


图 3 - 6 FM38025T IIC 总线应答时序

3.2.4 IIC 状态机复位时序

为避免受外界干扰导致内部 IIC 状态机错误而无法操作的问题，FM38025T 可以使用 IIC 时序中的起始信号对 FM38025T 的 IIC 状态进行复位，使用方法：发送 IIC 总线操作起始信号后保持 IIC 总线电平 1s 以上，IIC 状态机将会被复位。

注：使用 IIC 状态机复位时序复位后，FM38025T 内部的寄存器指针将被重新定向寄存器 0。

3.3 寄存器读写步骤

3.3.1 用户寄存器指定地址写（连续写）

在进行用户寄存器指定地址写时用户设备选中码为 64H。用户寄存器可在 TEST 模式和用户模式进行访问。

由于 FM38025T 具有地址自增功能，每接收一字节数据，内部地址便指向下一地址。上位机可连续写入，写用户寄存器可以一次写入 1~16 字节。

- (1) CPU 发送 START 信号[S]
- (2) CPU 发送从机地址 Slave address，并用 R/W 位设定写模式，即发送 64H
- (3) 检查 FM38025T 输出的 ACK 信号
- (4) CPU 发送写寄存器的地址 Address 到 FM38025T
- (5) 检查 FM38025T 输出的 ACK 信号
- (6) CPU 发送需写入步骤（4）传输地址内写入的数据 Data
- (7) 检查 FM38025T 输出的 ACK 信号
- (8) 如需连续写，重复步骤（6）和（7），地址内部自动递增
- (9) CPU 发送 STOP 信号[P]

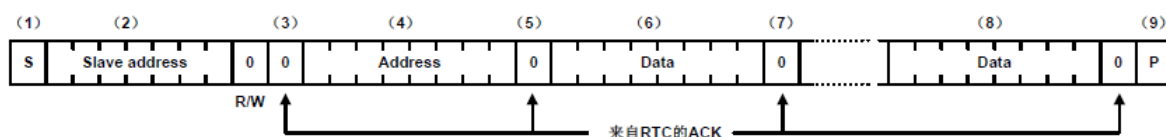


图 3 - 7 FM38025T 指定地址连续写

3.3.2 用户寄存器指定地址读（连续读）

在进行用户寄存器指定地址读时用户设备选中码为 65H。

上位机读取用户寄存器时仅需发送单字节地址，每读取一个字节内部地址指针就递增，读用户寄存器可以一次读出 1~16 字节。

- (1) CPU 发送 START 信号[S]
- (2) CPU 发送从机地址 Slave address，并用 R/W 位设定写模式 0，即发送 65H
- (3) 检查 FM38025T 输出的 ACK 信号
- (4) CPU 发送读寄存器的地址 Address 到 FM38025T
- (5) 检查 FM38025T 输出的 ACK 信号
- (6) CPU 发送 Restart 信号[Sr]（这种情况不需要发送 STOP 信号）
- (7) CPU 发送从机地址 Slave Address，并用 R/W 位设定读模式 1，即发送 65H
- (8) 检查 FM38025T 输出的 ACK 信号（从这里开始 CPU 转为接收，FM38025T 变为发送）
- (9) FM38025T 输出步骤（4）传输地址内读出的数据 Data
- (10) CPU 发送 ACK 信号
- (11) 如需连续读，重复步骤（9）和（10），地址内部自动递增
- (12) CPU 发送 ACK 信号‘1’
- (13) CPU 发送 STOP 信号[P]

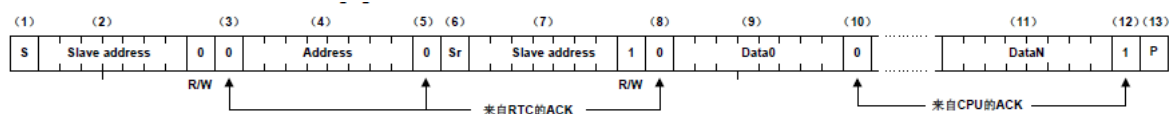


图 3 - 8 FM38025T 指定地址连续读

3.3.3 用户寄存器当前地址读（连续读）

如果读模式已经设定好，内部数据可以被立即读出，此时的读地址是之前访问地址+1。

- (1) CPU 发送 START 信号[S]
- (2) CPU 发送从机地址 Slave Address，并用 R/W 位设定读模式 1，即发送 65H
- (3) 检查 FM38025T 输出的 ACK 信号（从这里开始 CPU 转为接收，FM38025T 变为发送）
- (4) FM38025T 输出上次访问地址+1 的地址内读出的数据
- (5) CPU 发送 ACK 信号
- (6) 如需连续读，重复步骤（4）和（5），地址内部自动递增
- (7) CPU 发送 ACK 信号‘1’
- (8) CPU 发送 STOP 信号[P]

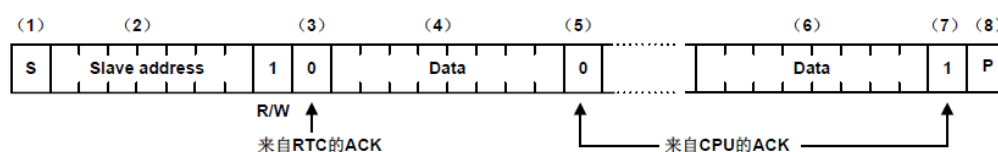


图 3 - 9 FM38025T 当前地址连续读

4 示例程序

以 FM33G0xx 示例程序为例，讲解 FM38025T 的 RTC 操作代码及温度读取示例程序。

4.1 示例程序功能说明

示例程序中，FM38025T 操作的主要有五个函数：FM38025TReset、FM38025TRead、FM38025TWrite、FM38025TReadTemperature 和 Test_FM38025T。FM38025TReset 可以用于 FM38025T IIC 状态机出错时复位 FM38025T；FM38025TRead 和 FM38025TWrite 分别是对 FM38025T 读写函数，再读写失败时，将对 FM38025T 复位后再次尝试读写；FM38025TReadTemperature 用于获取 FM38025T 内部数字温度传感器的输出值；Test_FM38025T 用于读写 FM38025T，演示 FM38025T 的基本操作方法，用户可以根据具体的业务需求灵活实现。

4.2 RTC 操作步骤

- (1) IIC 接口配置，初始化 IIC 寄存器及相关 IO 口。

```

266 void I2C_Init(void)
267 {
268     RCC_PERCLK_SetableEx(I2CCLK, ENABLE);           //I2C时钟使能
269
270     //I2CIO口配置
271     AltFunIO( GPIOA, GPIO_Pin_14, ALTFUN_OPENDRAIN ); //PA14;//SDA
272     AltFunIO( GPIOA, GPIO_Pin_15, ALTFUN_OPENDRAIN ); //PA15;//SCL
273
274     I2C_I2CBRG_Write(I2C_BaudREG_Calc( 100000, 8000000)); //100k@8M
275     I2C_I2CIR_I2CIE_Setable(DISABLE); //关闭I2C中断
276     I2C_I2CERR_ERRIE_Setable(DISABLE); //关闭I2C错误中断
277
278     NVIC_DisableIRQ(I2C_IRQn);
279     // NVIC_SetPriority(I2C_IRQn, 2);
280     // NVIC_EnableIRQ(I2C_IRQn);
281 }

```

图 4 - 1 IIC 初始化代码

(2) FM38025T 读写函数

```

330 // FM38025T读函数
331 uint08 FM38025TRead(uint08 Device, uint16 Addr, uint08 AddrLen, uint08 *Buf, uint08 Len)
332 {
333     uint08 Result;
334
335     Result = I2C_Read_Bottom(Device, Addr, AddrLen, Buf, Len); //读FM38025T测试
336     if (Result != 0)
337     {
338         FM38025TReset();
339         Result = I2C_Read_Bottom(Device, Addr, AddrLen, Buf, Len); //读FM38025T测试
340     }
341
342     return Result;
343 }

```

图 4 - 2 FM38025T 读函数

```

345 // FM38025T写函数
346 uint08 FM38025TWrite(uint08 Device, uint16 Addr, uint08 AddrLen, uint08 *Buf, uint08 Len)
347 {
348     uint08 Result;
349
350     Result = I2C_Write_Bottom(Device, Addr, AddrLen, Buf, Len); //读FM38025T测试
351     if (Result != 0)
352     {
353         FM38025TReset();
354         Result = I2C_Write_Bottom(Device, Addr, AddrLen, Buf, Len); //读FM38025T测试
355     }
356
357     return Result;
358 }
359

```

图 4 - 3 FM38025T 写函数

(3) 读写 FM38025T，设置为已知值。

```

375 // 最多尝试3次
376 for (k = 0; k < 3; k++)
377 {
378     IWDTClear(); //清系统看门狗
379
380     memset(Buf, 0, 7);
381     Result = FM38025TRead(Device, Addr, AddrLen, Buf, Len); //读FM38025T测试
382     if (Result != 0)
383     {
384         Result = 1;
385         continue;
386     }
387
388     memset(Buf, 0x55, 7);
389     memcpy(Buf, TestData, Len);
390     Result = FM38025TWrite(Device, Addr, AddrLen, Buf, Len); //写FM38025T测试
391     if (Result != 0)
392     {
393         Result = 2;
394         continue;
395     }
396
397     IWDTClear(); //清系统看门狗
398
399     Result = 0;
400     break;
401 }

```

图 4 - 4 设置 FM38025T 寄存器信息

(4) 从 FM38025T 读出时间信息（将两次读取的时间信息比较，不一致就再次读取）

```

403 // 读取两次，避免在进位时操作出现读取错误。
404 for (k = 0; k < 3; k++)
405 {
406     IWDTClear(); //清系统看门狗
407
408     memset(Buf1, 0, 7);
409     memset(Buf2, 0, 7);
410
411     Result = FM38025TRead(Device, Addr, AddrLen, Buf1, Len); //读FM38025T测试
412     if (Result != 0)
413     {
414         Result = 3;
415         continue;
416     }
417     Result = FM38025TRead(Device, Addr, AddrLen, Buf2, Len); //读FM38025T测试
418     if (Result != 0)
419     {
420         Result = 4;
421         continue;
422     }
423
424     // 两次读取的值不一致，则再次读取。
425     if (memcmp(Buf1, Buf2, Len))
426     {
427         Result = 5;
428         continue;
429     }
430
431     IWDTClear(); //清系统看门狗
432
433     Result = 0;
434     break;
435 }

```

图 4 - 5 读取 FM38025T 寄存器信息

4.3 温度值读取

FM38025T 自带数字温度传感器，用户可以通过 IIC 总线读出。温度值采用 9 位编码表示，使用两个 8byte 的寄存器存储当前的温度值，具有 1℃分辨率。温度编码为二进制的补码格式，最高位为符号位，例如：0 0000 0000b 为 0℃，0 0010 0100b 为 +36℃；1 1111 1101b 为 -3℃。

地址	功能	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
12H	数字温度 0	DT7	DT6	DT5	DT4	DT3	DT2	DT1	DT0
	复位值	0	0	0	0	0	0	0	0
13H	数字温度 1	--	--	--	--	--	--	--	DT8
	复位值	--	--	--	--	--	--	--	0

图 4 - 6 FM38025T 温度寄存器信息

读取 FM38025T 温度时，分为两步：（1）读出温度寄存器值；（2）转换为实际温度值。用户可以使用示例程序中的 uint08 FM38025TReadTemperature(int16 *temperature)函数直接获取 FM38025T 数字温度传感器输出温度值。

```

331 // FM38025T读取温度值
332 uint08 FM38025TReadTemperature(int16 *temperature)
333 {
334     uint08 Result;
335     uint08 Buf[2];
336
337     // 读取温度值
338     Result = FM38025TRead(DEVICE_FM38025T, 0x12, ADDRLEN_FM38025T, Buf, 2); //读FM38025T温度
339
340     if (Result == 0)
341     {
342         if (Buf[1])
343         {
344             // 符号位, 1表示负
345             *temperature = -(Buf[0] + 1);
346         }
347         else
348         {
349             // 符号位, 0表示正
350             *temperature = Buf[0];
351         }
352     }
353     return Result;
354 }
355
356

```

图 4 - 7 FM38025T 温度值读取示例程序

5 注意事项

1、极端情况下，如果 I2C 读取时间和日期时刻发生了时间进位，理论上有概率会读出错误数据，因此 CPU 可以连续读取两次，并比对两次结果，若相同则读取成功，若不同则重复读取。



2、读写操作过程中，寄存器地址会实现自动增量+1。当寄存器地址为 F 之后，地址会自动翻卷至地址 0。寄存器地址 1F 之后会翻卷至 10。

3、FM38025T 未限制一次 START 和 STOP 之间发送的数据量，但需要保证通信在 0.95s 内完成。STOP 信号之后再次发出的 START 信号应该至少等待 61 μ s。

4、在 MCU 操作 FM38025T 失败时，可以尝试使用 IIC 状态机复位时序复位 FM38025T 状态机。



版本信息

版本号	发布日期	更改说明
1.0	2018.11.21	首次发布
	2018.11.26	增加温度值读取示例说明



上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务中心

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 Alexcior, 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/>