

高精度实时时钟 – SD2204FLP (Ver1.2)

内置晶振、电池、I²C 总线接口、定时中断输出、宽温精度补偿、免调校

SD2204FLP 是一种具有内置晶振、支持 I²C 总线的高精度实时时钟芯片。该芯片可保证时钟精度为 $\pm 5\text{ppm}$ (在 $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ 下), 即年误差小于 2.5 分钟; 该芯片内置时钟精度调整功能, 可以在很宽的范围内校正时钟的偏差 (分辨率 3ppm), 通过内置的数字温度传感器可设定适应温度变化的调整值, 实现在宽温范围内高精度的计时功能; 内置 2K 串行 E²PROM, 用于存储各温度点的时钟精度补偿数据; 内置一次性电池可保证在外部掉电情况下时钟使用寿命超过五年。该芯片可满足对实时时钟芯片的各种需要, 是在选用高精度实时时钟时的理想选择。

■ 主要性能特点:

- 低功耗: 典型值 $0.25\mu\text{A}$ ($\text{VDD}=3.0\text{V}, \text{Ta}=25^{\circ}\text{C}$, 时钟电路部分)。
- 芯片工作电压范围: $2.7\sim 5.5\text{V}$, 工作温度: $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$; 时钟电路计时电压: $1.1\sim 5.5\text{V}$ 。
- 年、月、日、星期、时、分、秒的 BCD 码输入/输出。
- 可设定两路闹钟 (定时) 及 $32768\text{Hz}\sim 1\text{Hz}$ 的方波信号输出。
- 内置高精度时钟调整功能。
- 内置数字温度传感器。
- 内置 2K 容量的串行 E²PROM, 用于存储从 -40°C 到 85°C 各温度点的时钟精度补偿数据。
- 内置电源掉电检测电路。
- 内置晶振, 出厂前已对时钟进行校准, 通过温补可保证: 在 $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ 下精度 $\leq \pm 5\text{ppm}$; 在 $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ 下精度 $\leq \pm 10\text{ppm}$ 。
- 内置一次性电池可保证在外部掉电情况下时钟使用寿命超过五年。
- 封装形式: 24 脚的 DIP 封装, SD2204FLPI 为工业级型号。

■ 管脚设置

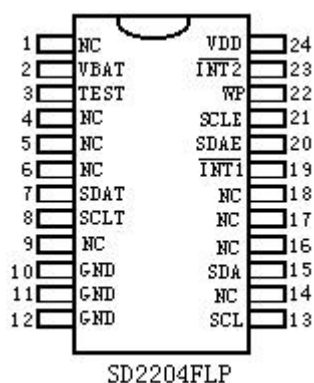


图 1 SD2204FLP 管脚图

表 1 SD2204FLP 管脚功能表

管脚	名 称	功 能	特 征
1、4、5、6、 9、14、 16、17、18	NC	没有与芯片内部连接	悬空或接地
19	INT1	报警中断 1 输出脚，根据 INT1 寄存器_1 与状态寄存器来设置其工作的模式，当其时间一致时输出低电平“L”或时钟信号，它需通过重写状态寄存器来禁止。	N-沟道开路输出（与 V _{DD} 端之间无保护二极管）
8	SCLT	TMP 串行时钟输入脚，由于在 SCLT 上升/下降沿处理信号，因此，要特别注意 SCL 信号的上升/下降升降时间，应严格遵守说明书。	CMOS 输入
7	SDAT	TMP 串行数据输入/输出脚，此管脚通常用一电阻上拉至 V _{DD} ，并与其它漏极开路或集电器开路输出的器件通过“或”方式连接。	N-沟道开路输出
10、11、12	VSS	负电源（GND）	
23	INT2	报警中断 2 输出脚，根据 INT1 寄存器_2 与状态寄存器来设置其工作的模式，当其时间一致时输出低电平“L”或时钟信号。它需通过重写状态寄存器来禁止。	N-沟道开路输出（与 V _{DD} 端之间无保护二极管）
13	SCL	串行时钟输入脚，由于在 SCL 上升/下降沿处理信号，因此，要特别注意 SCL 信号的上升/下降升降时间，应严格遵守说明书。	CMOS 输入（与 V _{DD} 间无保护二极管）
15	SDA	串行数据输入/输出脚，此管脚通常用一电阻上拉至 V _{DD} ，并与其它漏极开路或集电器开路输出的器件通过“或”方式连接。	N 沟道开路输出（与 V _{DD} 间无保护二极管） CMOS 输入
2	VBAT	外加电池引脚。	仅供时钟电路
24	VCC	正电源	主电源
22	WP	串行 E ² PROM 保护脚，当与 VCC 连接，禁止写入；当与 GND 连接时，允许写入。	CMOS 输入。
21	SCLE	E ² PROM 串行时钟输入脚，由于是在 SCLE 时钟输入信号的上升边缘和下降边缘来进行。因此请注意上升和下降时间，并遵守技术规范。	CMOS 输入。
20	SDAE	E ² PROM 串行数据输入/输出脚，此管脚通常用一电阻上拉至 V _{DD} ，并与其它漏极开路或集电器开路输出的器件通过“或”方式连接。	N 沟道开路输出。

■ 原理框图

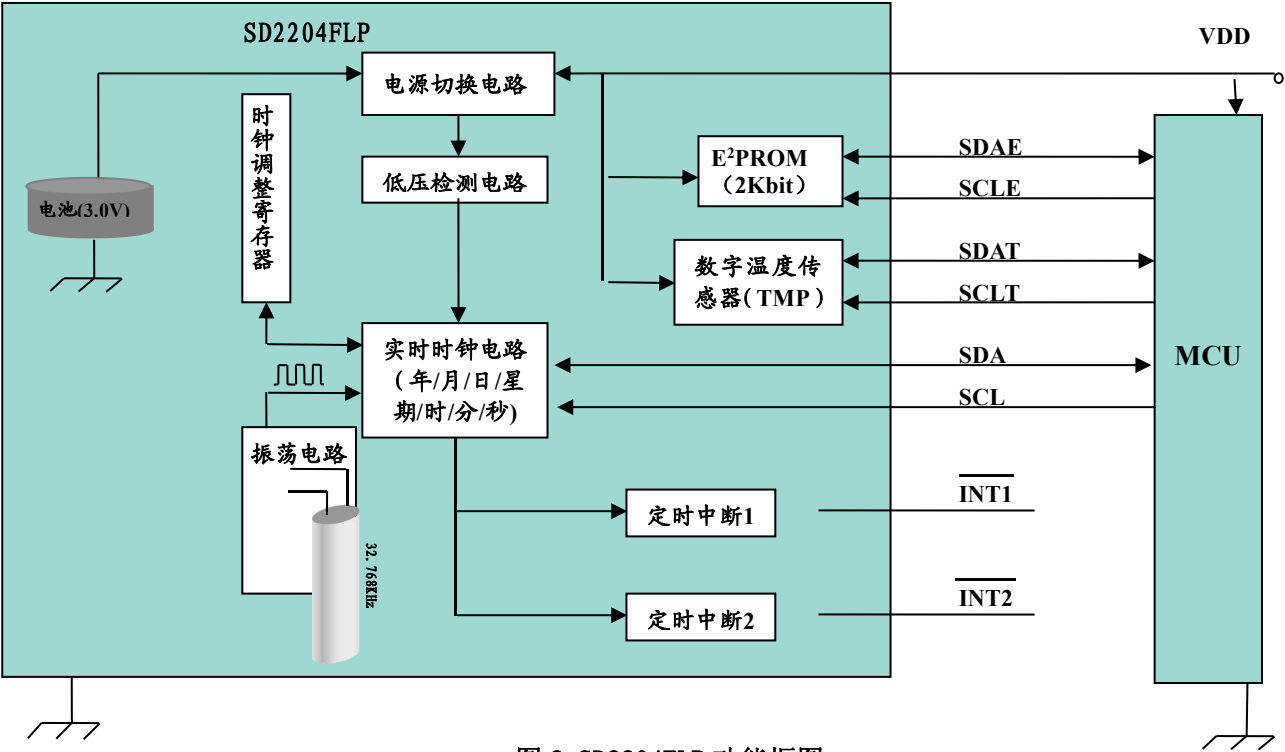


图 2 SD2204FLP 功能框图

注：以上各图中 INT1、INT2、SDA、SDAE、SDAT 对 VDD 的上拉电阻均未标出，实际应用中要加上。

■ 实时时钟电路

1. 串行接口

SD2204FLP 通过基于 I²C 总线的串行接口方式接收各种命令并读写数据。I²C 总线传输方式描述如下：

(1) 开始条件

当 SCL 处于高电平时，SDA 由高电平变成低电平时构成一个开始条件，对 SD2204FLP 的所有操作均必须由开始条件开始。

(2) 停止条件

当 SCL 处于高电平时，SDA 由低电平变成高电平时构成一个停止条件，此时 SD2204FLP 的所有操作均停止，系统进入待机状态。

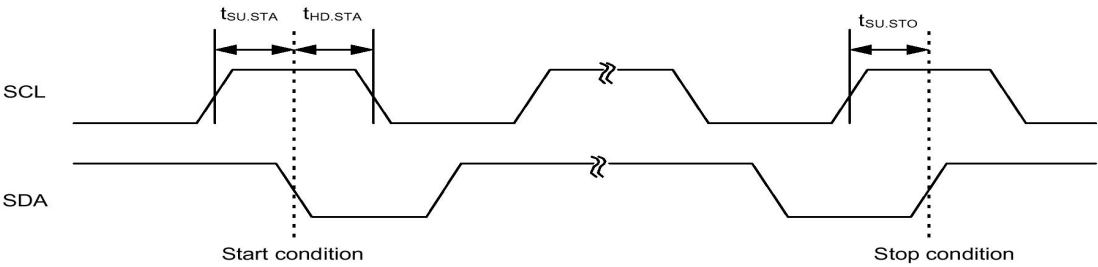


图3 实时时钟的串行接口

(3) 数据传输

当 SCL 为低电平，且 SDA 线电平变化时，则数据由 CPU 传输给 SD2204FLP；当 SCL 为高电平，且 SDA 线电平不变时，则 CPU 读取 SD2204FLP 发送来的数据；当 SCL 为高电平，且 SDA 电平变化时，SD2204FLP 收到一个开始或停止条件。

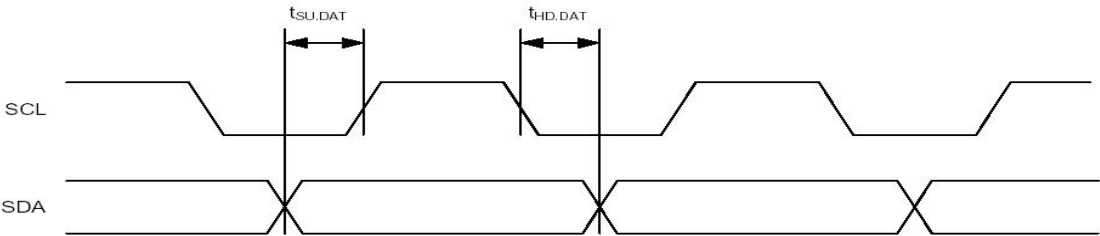


图4 实时时钟数据传输时序

(4) 确认

数据传输以 8 位序列进行。SD2204FLP 在第九个时钟周期时将 SDA 置位为低电平，即送出一个确认信号 (Acknowledge bit,以下简称“ACK”),表明数据已经被其收到。

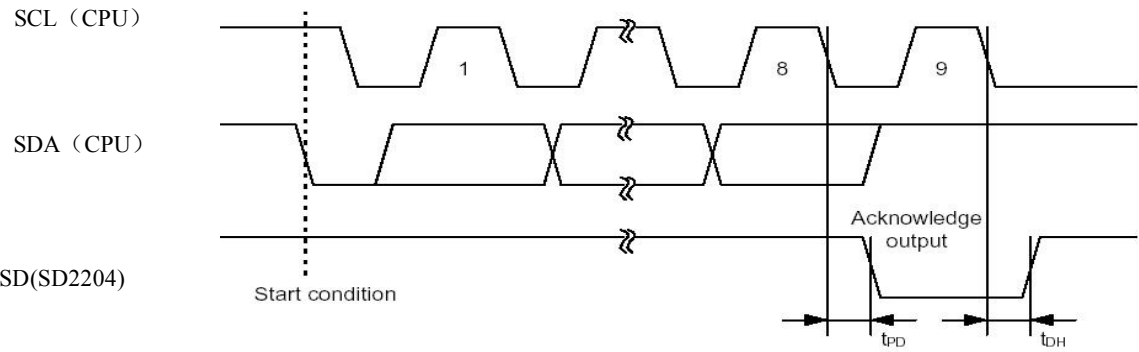


图5 实时时钟确认信号

2. 操作指令

当 CPU 发出开始条件与实时时钟建立连接后，CPU 通过 SDA 总线连续输出 4 位器件地址，3 位操作指令和 1 位读/写指令，第 9 位是“ACK”位，由 SD2204FLP 发出。

(1) 器件代码：

其中高四位称“器件代码”，它代表实时时钟的器件地址，固定为“0110”。

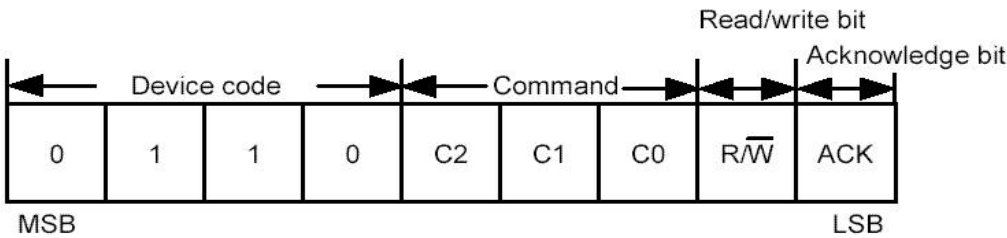


图6 实时时钟器件代码

(2) 由三位操作指令构成对实时时钟操作的八条指令：

表 2 实时时钟指令表

指令				数据							
C2	C1	C0	内容	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
0	0	0	读写状态寄存器_1	POC ^{*4}	BLD ^{*4}	INT2 ^{*3}	INT1 ^{*3}	SC1 ^{*2}	SC0 ^{*2}	12/24	RESET ^{*1}
0	0	1	读写状态寄存器_2	TEST ^{*5}	INT2AE	INT2ME	INT2FE	32kE	INT1AE	INTIME	INTIFE
0	1	0	读写方式 1 (年数据~)	Y80	Y40	Y20	Y10	Y8	Y4	Y2	Y1
				— ^{*6}	— ^{*6}	— ^{*6}	M10	M8	M4	M2	M1
				— ^{*6}	— ^{*6}	D20	D10	D8	D4	D2	D1
				— ^{*6}	— ^{*6}	— ^{*6}	— ^{*6}	— ^{*6}	W4	W2	W1
				— ^{*6}	AM/PM	H20	H10	H8	H4	H2	H1
				— ^{*6}	m40	m20	m10	m8	m4	m2	m1
				— ^{*6}	s40	s20	s10	s8	s4	s2	s1
0	1	1	读写方式 2 (时数据~)	— ^{*6}	AM/PM	H20	H10	H8	H4	H2	H1
				— ^{*6}	m40	m20	m10	m8	m4	m2	m1
				— ^{*6}	s40	s20	s10	s8	s4	s2	s1
1	0	0	设置 INT1 寄存器_1(报警时间 1) INT1AE=1、INT1ME、INT1FE=0	A1WE	— ^{*6}	— ^{*6}	— ^{*6}	— ^{*6}	W4	W2	W1
				A1HE	AM/PM	H20	H10	H8	H4	H2	H1
				A1mE	m40	m20	m10	m8	m4	m2	m1
			读写 INT1 寄存器_1(选择频率占空比系数) INT1ME=0、INT1FE=1	SC ^{*7}	SC ^{*7}	SC ^{*7}	16HZ	8HZ	4HZ	2HZ	1HZ
1	0	1	设置 INT1 寄存器_2(报警时间 2) INT2AE=1、INT2ME、INT2FE=0	A2WE	— ^{*6}	— ^{*6}	— ^{*6}	— ^{*6}	W4	W2	W1
				A2HE	AM/PM	H20	H10	H8	H4	H2	H1
				A2mE	m40	m20	m10	m8	m4	m2	m1
			读写 INT1 寄存器_2(选择频率占空比系数) INT2ME=0、INT2FE=1	SC ^{*7}	SC ^{*7}	SC ^{*7}	16HZ	8HZ	4HZ	2HZ	1HZ
1	1	0	读写时钟调整用寄存器	V7	V6	V5	V4	V3	V2	V1	V0
1	1	1	通用寄存器读写	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0

注意：(*1) Write only 标记，通过把“1”写入这个寄存器，而进行 IC 复位。

(*2) Scratch 位，用户可自由地读出或写入的寄存器。

(*3) Read Only 标记，一读出就会被清除，仅在 ALARM 设定时有效。

(*4) Read Only 标记，“POC”在电源上电时变为“1”，一读出就会被清除。

(*5) 为测试用，通常情况下请设置为“0”。

(*6) 即使写入也无效，在读出时为“0”。

(*7) 可读出/写入的寄存器，对中断不产生任何影响。

表 3 实时时钟操作模式

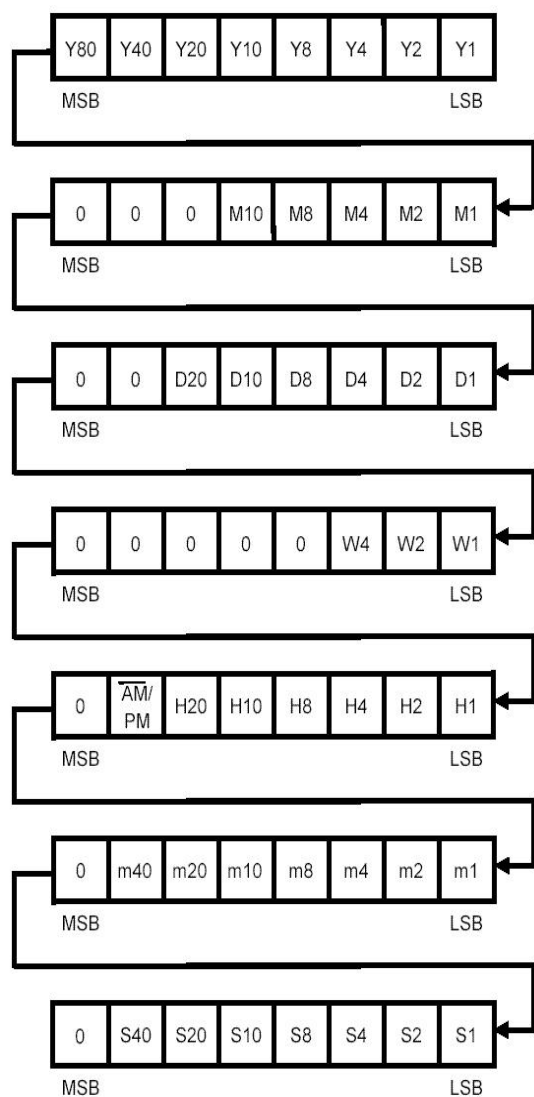
操作	器件代码	操作指令	$R/\overline{W}$
读	0110	如指令表	1
写	0110	如指令表	0

3. 寄存器

(1) 实时数据寄存器

实时数据寄存器是一个 56 位的存储器，它以 BCD 码方式存贮，包括年、月、日、星期、时、分、秒的数据。

实时数据的读/写操作都通过发送或接收年(实时数据读写方式 1)数据的第一位“LSB”开始执行的。



年数据 (00~99): 设置最后两位数字 (00~99)，通过自动日历功能计至 2099 年。

月数据 (01~12) 每月包含天数通过自动日历功能来更改。

1,3,5,7,8,10,12: 1~31

4,6,9,11: 1~30

2(闰年): 1~29

2 (普通): 1~28

日数据 (01~31)

星期数据 (00~06): 七进制计数器，00 对应星期天,01 对应星期一,依次类推。

小时数据 (00~23 或 00~11) 12 小时进制 0: AM, 1:PM
对于 24 小时进制，这一位没有意义但芯片内部必须将其设置为“0”或“1”。

分数据 (00~59)

秒数据 (00~59) 以及测试标志

图 7 实时时钟实时数据寄存器

特别注意:在 24 小时制式下,读取实时数据时一定要屏蔽小时的第 6 位(MSB)至 0.

(2) 状态寄存器_1

状态寄存器_1 是一个 8 位寄存器，可进行各种模式的表示与设置。

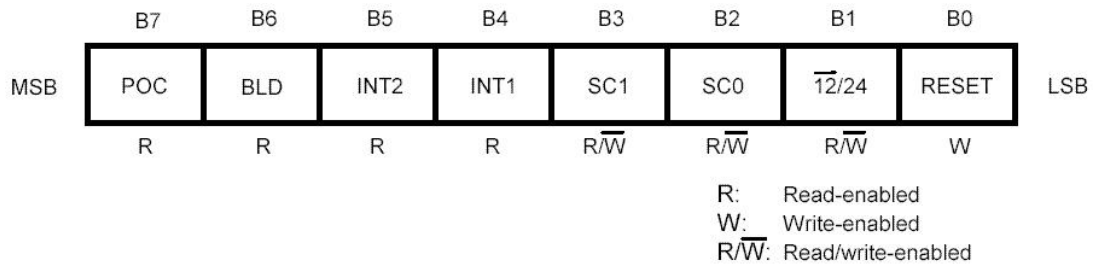


图 8 实时时钟状态寄存器_1

B7: POC 在上电时，电源电压检测电路工作，此位置“1”。该位一旦置“1”，即使电源电压达到或超过检测电压，此位也不会变为“0”，而必须通过操作指令中的复位命令才能使之复“0”。本标志位为只读位，可读出状态寄存器_1 存取指令。在此标志为“1”的情况下，请先进行初始化。

B6: BLD 电源电压检测电路在检测电压 (V_{DET}) 以下时变为“1”，因此可以检测到电源电压的降低，一旦变为“1”，即使电源电压在检测电压 (V_{DET}) 以上也不会变为“0”，这个标记为只读出标记，可对状态寄存器_1 存取指令，读出后自动变为“0”，在这个标志为“1”的情况下，请务必进行初始化。

B5、B4：INT2，INT1

使用报警中断功能从 $\overline{INT1}$ 脚（或 $\overline{INT2}$ 脚）输出中断信号时，当通过 $\overline{INT1}$ 脚设定中断时，INT1 标志变为“1”，当通过 $\overline{INT2}$ 脚设定中断时，INT2 标志变为“1”。

B3、B2: SC1、SC0

2 位通用寄存器，可在内部工作电压范围（1.3~5.5V）内进行读出与写入

B1: 12/24 本标志用于设置 12 小时制或 24 小时制:

0: (12 小时制)

1: (24 小时制)

B0: RESET 通过设定此位为“1”，可进行 IC 内部的初始化，因为是只写位，在读出时一直为“0”。另外，在 IC 上电时，请勿必将此位置“1”。

(3) 状态寄存器_2

状态寄存器_2 是一个 8 位寄存器，可对各种模式进行设定或状态指示。

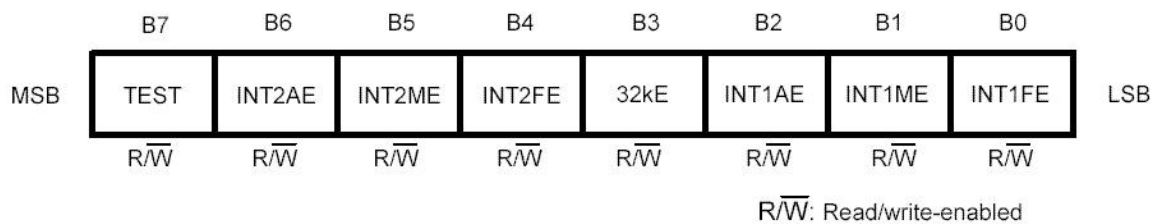


图 9 状态寄存器_2

B7: TEST 是为了 IC 测试而准备的，当将 TEST 标志置“1”，IC 进入测试模式，当该标志为“1”时，请使状态寄存器_1 的复位标志置“1”，进行初始化后该位变为“0”。

B6: INT2AE、B5: INT2ME、B4: INT2FE

从 $\overline{INT2}$ 脚选择输出模式，模式选择如下。另外在使用报警功能 2 时，请在报警中断模式设置后，读写到 INT1 寄存器_2 中。

表 4 中断模式一览表 ($\overline{INT2}$ 脚)

INT2AE	INT2ME	INT2FE	$\overline{INT2}$ 脚输出模式
0	0	0	无中断
*1	0	1	选择固定频率中断
*1	1	0	每分钟边沿中断
0	1	1	每分钟固定中断 1 (占空比 50%)

1	0	0	报警中断
---	---	---	------

B3: 32KE、B2: INT1AE、B1: INT1ME、B0: INT1FE

从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚选择输出模式，模式选择如下所示。另外，在使用报警 1 功能的情况下，请在报警中断模式设定后，存取到 INT1 寄存器_1。

表 5 中断模式一览表 ($\overline{\text{INT1}}$)

32kE	INT1AE	INT1ME	INT1FE	$\overline{\text{INT1}}$ 脚输出模式
0	0	0	0	无中断
1	*1	*1	*1	32kHz 输出
0	*1	0	1	选择固定频率中断
0	*1	1	0	每分钟边沿中断
0	0	1	1	每分钟固定中断 1 (占空比 50%)
0	1	0	0	报警中断
0	1	1	1	每分钟固定中断 2

*1: 不用关心赋值 (0、1 均可)

(4) INT1 寄存器_1、INT1 寄存器_2

INT1 寄存器_1 和 INT1 寄存器_2 是可单独设定的中断设置寄存器，中断信号分别从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚和 $\overline{\text{INT2}}$ 脚输出，功能转换由状态寄存器_2 来进行。

A、报警中断

INT1 寄存器_1 和 INT1 寄存器_2 用来存放报警时间数据，其格式用 BCD 码代表星期、小时与分钟，与实时数据寄存器中的星期、小时和分钟寄存器设置相同。同样，数据设置必须与在状态寄存器中的 12 小时制或 24 小时制一致，不要设置任何不存在的时间。

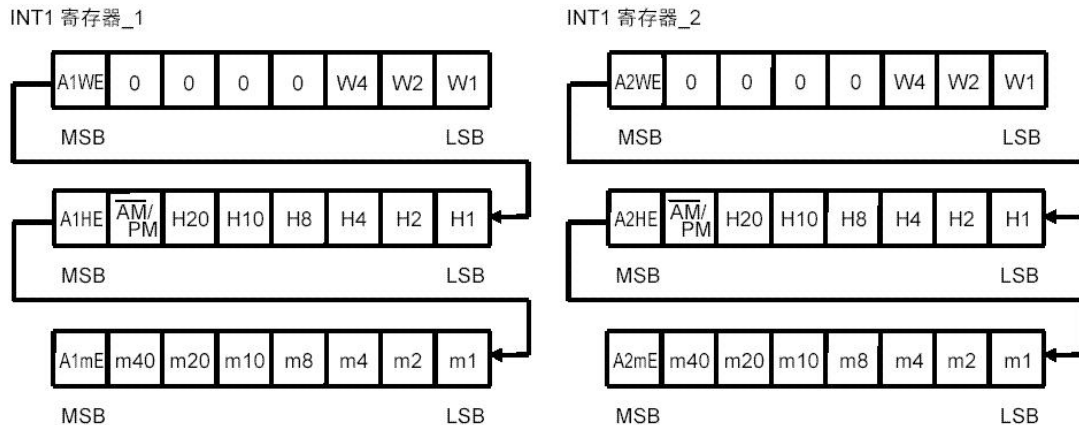


图 10 INT1 寄存器_1、INT1 寄存器_2 (报警时刻数据)

在 INT1 寄存器_1，各个字节的 MSB 备有 A1WE，A1HE 和 A1mE，通过设置这些位为“1”，使各字节所相应的星期数据、小时数据、分数据变为有效。INT1 寄存器_2 的 A2WE，A2HE 和 A2mE 也相同。

B、选择固定频率中断

INT1 寄存器_1 和 INT1 寄存器_2 用来存放频率占空比系数，通过将 B4~B0 位置“1”，使其对应频率以“与”的方式输出，另外，SC 为 2 位通用寄存器，可在内部工作电压范围 (1.3~5.5V) 内进行读出与写入，而不影响频率输出。

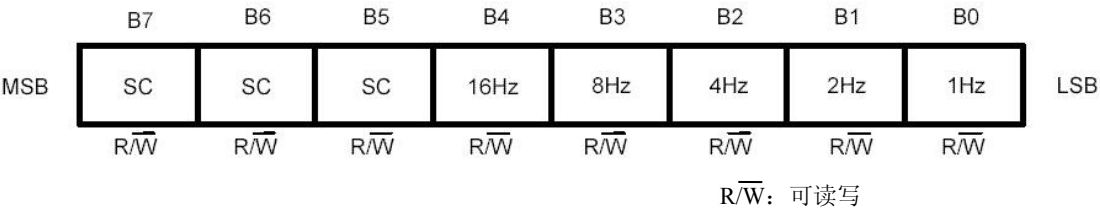


图 11 INT1寄存器_1 (频率占空系数数据)

例如: f4~f0=0Ah

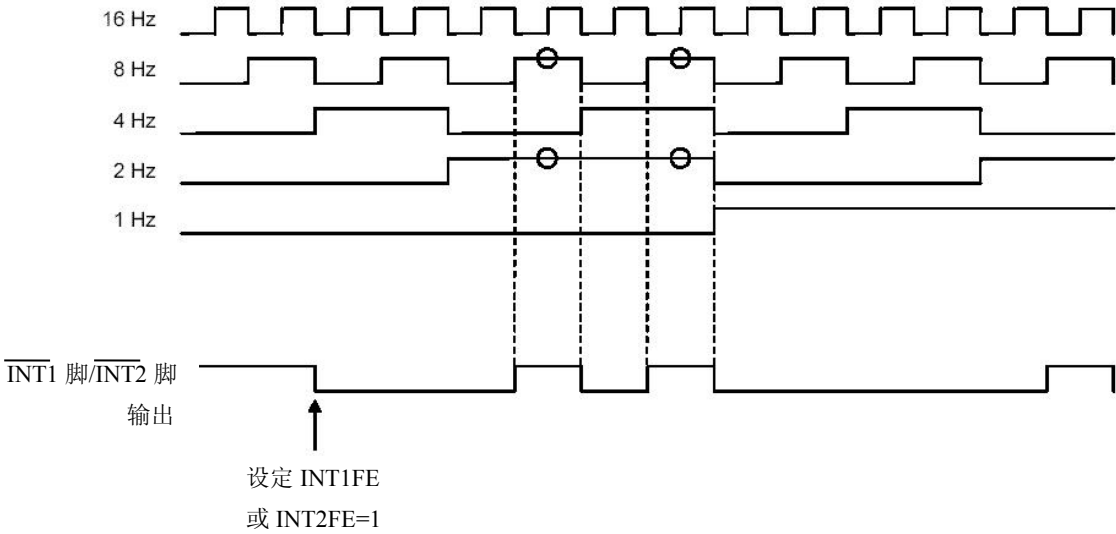


图 12 INT1 寄存器_1 或 INT1 寄存器_2（频率占空比数据）输出例

(5) 时钟调整寄存器

时钟调整寄存器为单字节寄存器，是用来对实时数据进行逻辑校正而准备的。在不使用时钟调整寄存器时，请将时钟调整寄存器设定为“00h”。

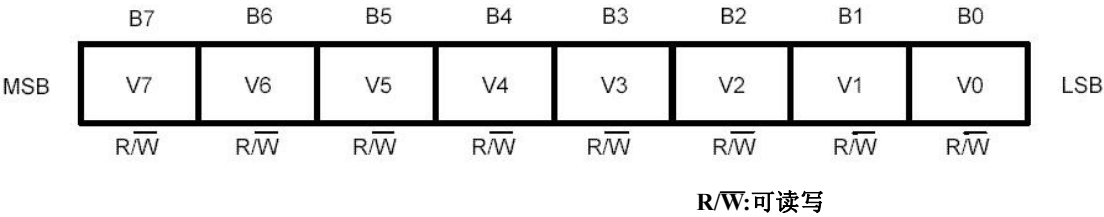


图 13 时钟调整寄存器

(6) 通用寄存器

通用寄存器为用户可自由设定单字节 SRAM 寄存器，可在工作电压范围（1.3~5.5V）内进行读出与写入

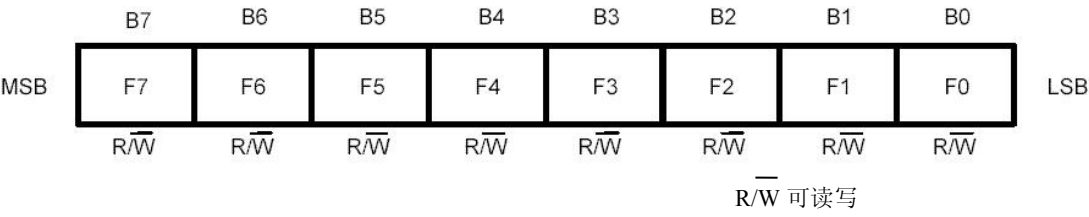


图 14 通用寄存器

4. 初始化

(1) 在上电时

在出厂之前,对 SD2204FLP 已做了时间和状态寄存器设置:时间为北京标准时间,状态寄存器_1 值为“02h”(24 小时制), 状态寄存器_2:“00h”,禁止 INT1 脚和 INT2 脚输出信号。

实时寄存器:当前的北京时间, xx (年), xx (月), xx (日), x (星期), xx (时), xx (分), x (秒)

状态寄存器_1:“02h”;

状态寄存器_2:“00h”

INT1 寄存器_1:“00h”

INT2 寄存器_2:“00h”

时钟调整寄存器:“00h”

通用寄存器:“00h”

(2) 在电源电压检测电路运行时

在内部电池电压欠压时,实时时钟中的电源电压检测电路工作并将内部状态寄存器的第 7 位(电源标志位)置为“1”,此种情况一般需要 SD2200 出厂五年至十年时间才会出现。当状态寄存器的第 7 位置为“1”后,即使电源电压达到或超过检测电压时,该值也一直保持不变。这说明内部电池已不能保存时间数据,需要更换芯片 SD2000 或从 SD2000 的 VBAT 脚加 3V 电池继续使用。

(3) 在接收到复位命令时

当接收复位命令时,各寄存器将变为如下值:

实时数据寄存器:00 (年), 01 (月), 01 (天), 0 (星期), 00 (分), 00 (秒)

状态寄存器_1:“0h***0b”(B3、B2、B1 为通用位)

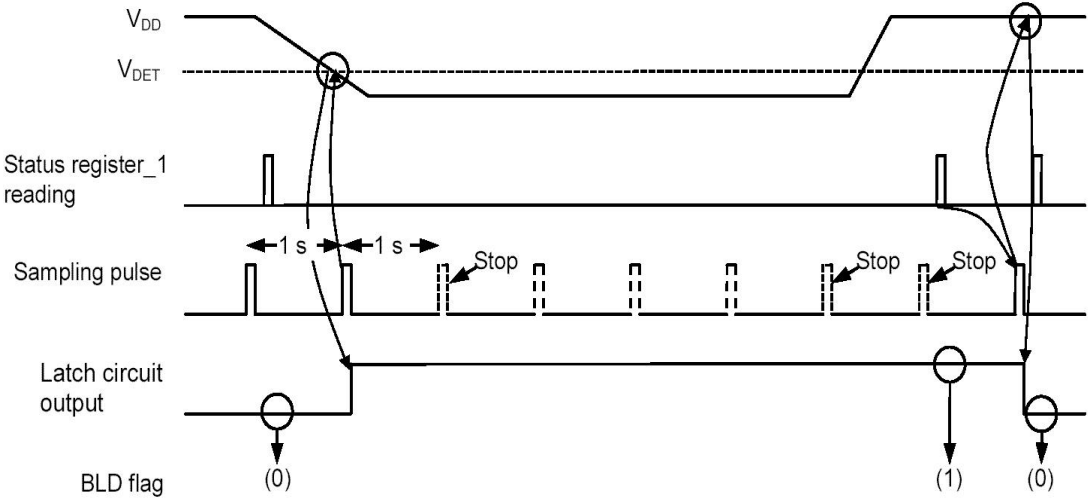
状态寄存器_2:“00h”

INT1 寄存器_1:“00h”

INT2 寄存器_2:“00h”

时钟调整寄存器:“00h”

通用寄存器:“00h”



5. 读/写数据

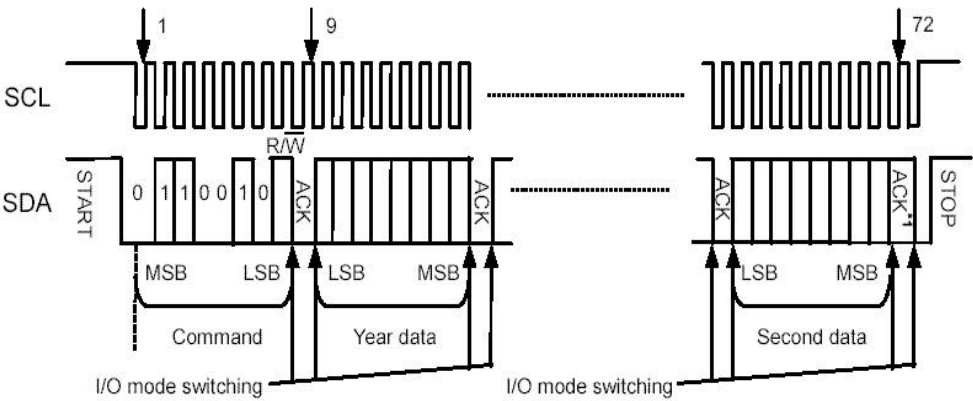
(1) 读数据

当检测到开始条件后，实时时钟接收器件代码和命令。当读/写位为“1”时，此时进入实时时钟读取模式或状态寄存器读取模式，数据则从 LSB 依次输出。

(2) 写数据

当检测到开始条件后，实时时钟开始接收器件代码和命令。当读/写位为“0”时，此时进入实时时钟数据写模式或状态寄存器写模式，数据必须按顺序从 LSB 位开始依次输入。在实时时钟数据写入时,如有 ACK 信号紧跟着实时时钟数据写命令，则日历和时间计数器将被复位，并将停止内部时间累加操作。继续接收完分钟数据及秒数据，此时月末数据将被修正。当 SD2204FLP 接收完秒数据同时发出 ACK 信号给 CPU，从此新的计时开始。

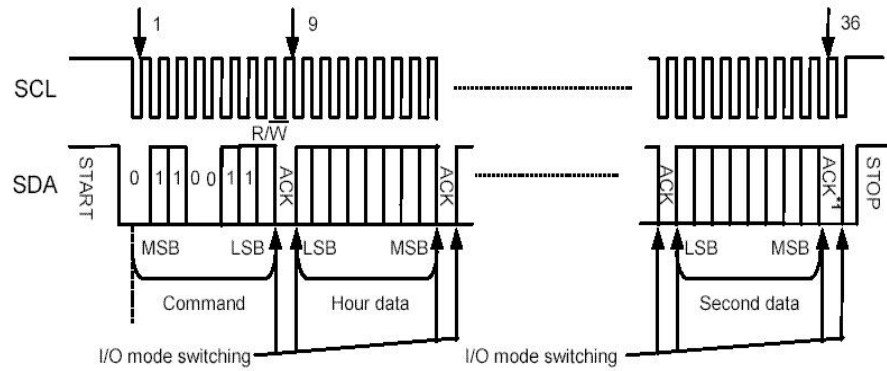
i. 实时数据读写 1



*1. During reading, set NO_ACK to 1.

图 16 实时时钟实时数据读写 1

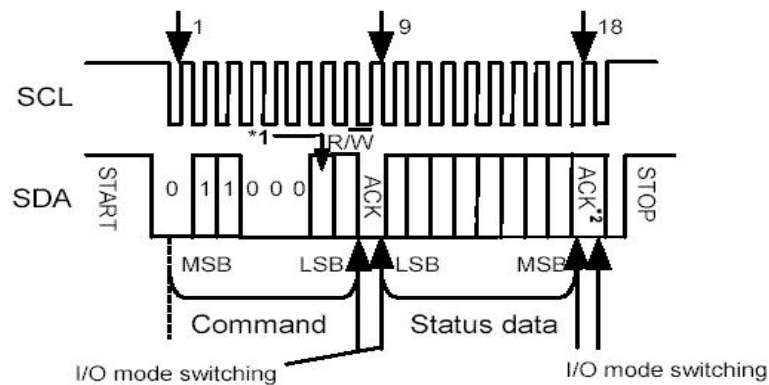
ii. 实时数据读写 2



*1. During reading, set NO_ACK to 1.

图 17 实时时钟实时数据读写 2

iii. 状态寄存器_1、状态寄存器_2 存取



- 1、 0: 选择状态寄存器_1, 1: 选择状态寄存器_2
- 2、 读操作时, 将 NO-ACK 置 1

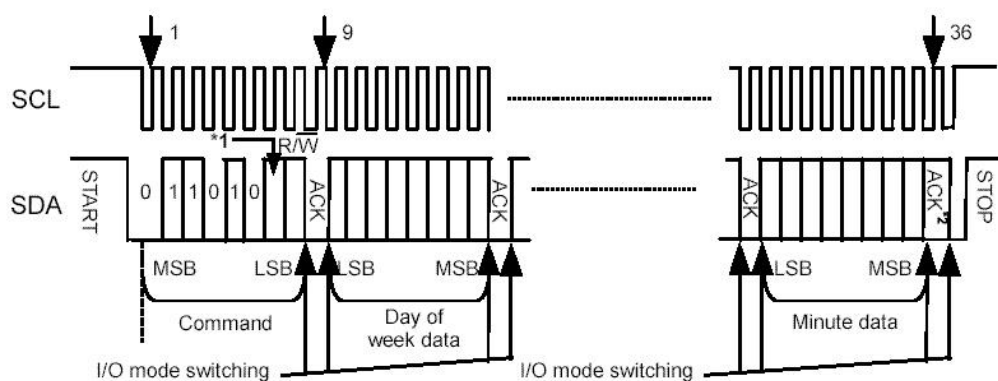
图 18 状态寄存器_1、状态寄存器_2

(3) INT1 寄存器__1 存取、INT1 寄存器__2 存取

INT1 寄存器__1 的写入/读出, 数据因状态寄存器__2 设定的不同而异, 请务必在状态寄存器__2 设定后, 再进行 INT1 寄存器__1 的设置, 状态寄存器__2 在报警设定时为 3 字节的报警时刻数据寄存器, 其他情况下为 1 字节的寄存器; 选择固定频率中断设定时, 该寄存器为频率占空比系数。

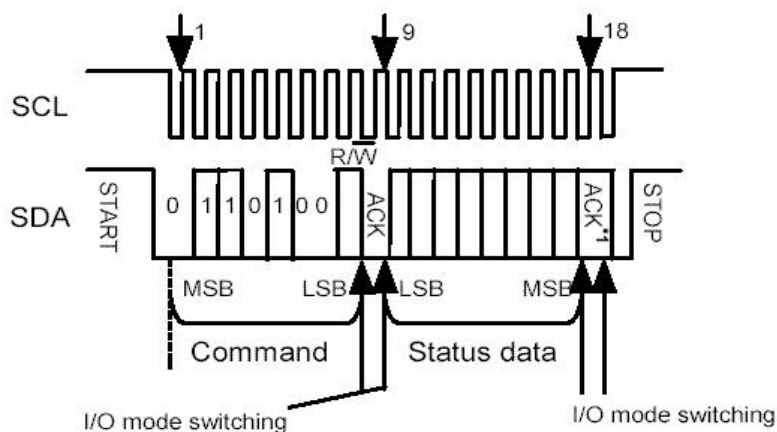
注意: 不能使报警数据和频率占空比系数数据同时发生作用。

INT1 寄存器__2 的写入/读出, 请在状态寄存器__2 的 INT2AE 设定之后再行, 当 INT2AE 为“1”时就为 3 字节的报警时刻数据, INT1 寄存器__2 不具有频率占空比系数, 有关各种数据的详细情况, 请参照[状态寄存器__1]、[状态寄存器__2]。



- 1、0: 选择 INT1 寄存器_1, 1: 选择 INT1 寄存器_2
- 2、读操作时, 将 NO-ACK 置 1

图 19



*1. During reading, set NO ACK to 1.

图 20

(4) 不存在的数据与月份末数据的处理:

当写入实时时钟数据时，SD2204FLP 会检测这个数据的有效性，并进行数据和月修正的处理。

表 6 不存在数据的处理

寄存器	正确数据	错误数据	改正结果
年数据	00-99	XA-XF,AX-FX	00
月数据	01-12	00,13-19,XA-XF	01
日数据	01-31	00,32-39,XA-AF	01
星期数据	0-6	7	0
小时数据(24 小时制)*(12 小时)	0-23	24-29,3X,XA-XF	00
	0-11	12-19,XA-XF	
分钟数据	00-59	60-79,XA-XF	00
秒数据**	00-59	60-79,XA-XF	00

(*) 用 12 小时制时, 用 AM/PM 做标志。

用 24 小时制时, $\overline{\text{AM/PM}}$ 标志位被忽略,但在读操作时“0”表示 0~11 点,“1”表示 12~23 点。

(**) 关于不存在秒数据的处理:是在写完秒数据后产生一个进位脉冲,并将该进位脉冲送至分钟计数器。

[月末校正]任何不存在的日期都将被校正为下个月的第一天。例如:2 月 30 被改为 3 月 1 日。闰年的校正也在此完成。

6. 中断:

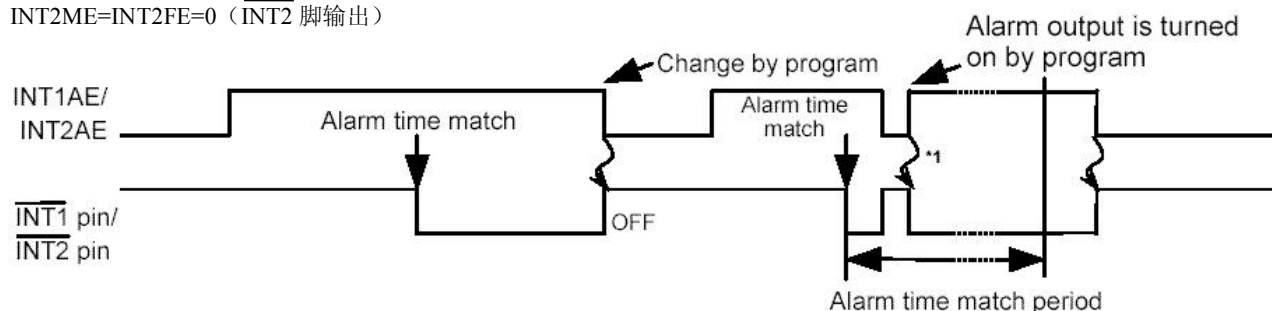
$\overline{\text{INT1}}$ 脚由状态寄存器_2 中的 INT1AE、INT1ME 与 INT1FE 位来决定。同样, $\overline{\text{INT2}}$ 脚由状态寄存器_2 中的 INT2AE、INT2ME 与 INT2FE 位来决定

(1) 报警中断输出:

用状态寄存器_2 来设置 $\overline{\text{INT1}}$ 脚(或 $\overline{\text{INT2}}$ 脚)的输出模式为报警设定,当用 INT1 寄存器_1(或 INT1 寄存器_2)进行星期、小时和分钟的设置时,若设定的时间与实时时间相一致,则从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚(或 $\overline{\text{INT2}}$ 脚)输出“L”,因为输出状态被保持,因此只有通过将状态寄存器_2 的 INT1 设为“0”,来使其输出为“H”。

32kE=0、INT1AE=INT1ME=0 ($\overline{\text{INT1}}$ 脚输出)

INT2ME=INT2FE=0 ($\overline{\text{INT2}}$ 脚输出)



*1、在报警时刻一致时,因程序的改变使报警输出变为 ON 的情况下,会再一次从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚(或 $\overline{\text{INT2}}$ 脚)输出“L”。

图 21 实时时钟报警中断输出

(2) 可选频率的固定中断输出

当用状态寄存器_2 将 $\overline{\text{INT1}}$ 脚(或 $\overline{\text{INT2}}$ 脚)输出模式设置为频率固定中断时,用 INT1 寄存器_1(或 INT1 寄存器_2)设置频率占空系数,即 INT1ME=“0”、INT1FE=“1”,则所设定的时钟将从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚(或 $\overline{\text{INT2}}$ 脚)输出。

32kE=0, INT1AE=INT1ME=0 ($\overline{\text{INT1}}$ pin output mode)

INT2AE=INT2ME=0 ($\overline{\text{INT2}}$ pin output mode)

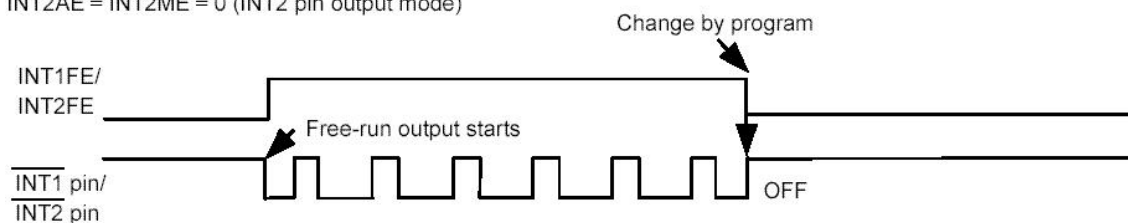


图 22 实时时钟可选频率的固定中断输出

(3) 每分钟边沿中断输出

置状态寄存器_2 的 INT1ME 为“1”、INT1FE 为“0”(或 INT2ME 为“1”或 INT2FE 为“0”)以后,当出现置位之后的第一个分钟进位,则将从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚(或 $\overline{\text{INT2}}$ 脚)输出低电平。因为该输出被保持,所以通过置状态寄存器_2 的 INT1AE、INT1ME 和 INT1FE 位(或 INT2AE、INT2ME 和 INT2FE 位)位为“0”,可将输出转为高电平(关状态)。在该分钟进位信号产生后的 10ms 以内,如果重置状态寄存器_2 的 INT1ME 为“1”、INT1FE 为“0”(或 INT2ME 为“1”、INT2FE 为“0”),则从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚(或 $\overline{\text{INT2}}$ 脚)再一次输出低电平信号。

32kE = 0, INT1AE = INT1FE = 0 ($\overline{\text{INT1}}$ pin output mode)
INT2AE = INT2FE = 0 ($\overline{\text{INT2}}$ pin output mode)

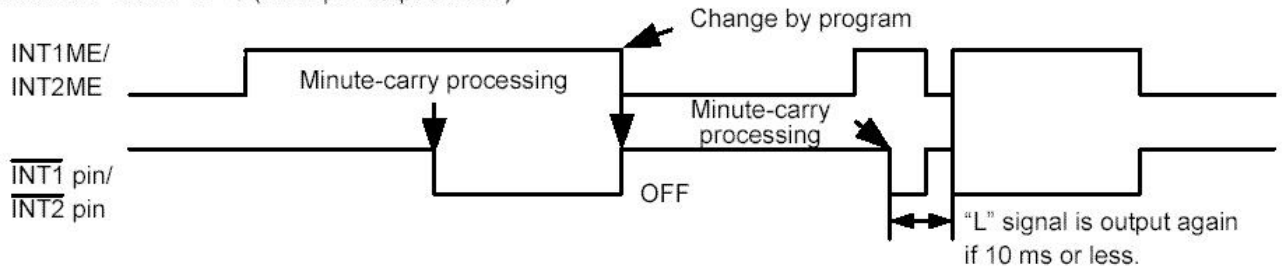


图 23 实时时钟每分钟边沿中断输出

(4) 每分钟固定中断输出 1

置状态寄存器_2 的 INT1ME 和 INT1FE 位为 "1" (或 INT2ME 和 INT2FE 为 "1") 以后, 当出现置位之后的第一个分钟进位, 则将从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚(或 $\overline{\text{INT2}}$) 输出周期为一分钟、占空比为 50% 的连续方波信号。当 $\overline{\text{INTx}}$ 脚为高电平并且在分钟进位信号产生后的 10ms 以内, 执行 "允许" 每分钟固定中断输出的命令, $\overline{\text{INTx}}$ 脚将再次输出低电平信号。

32kE = 0, INT1AE = 0 ($\overline{\text{INT1}}$ pin output mode)
INT2AE = 0 ($\overline{\text{INT2}}$ pin output mode)

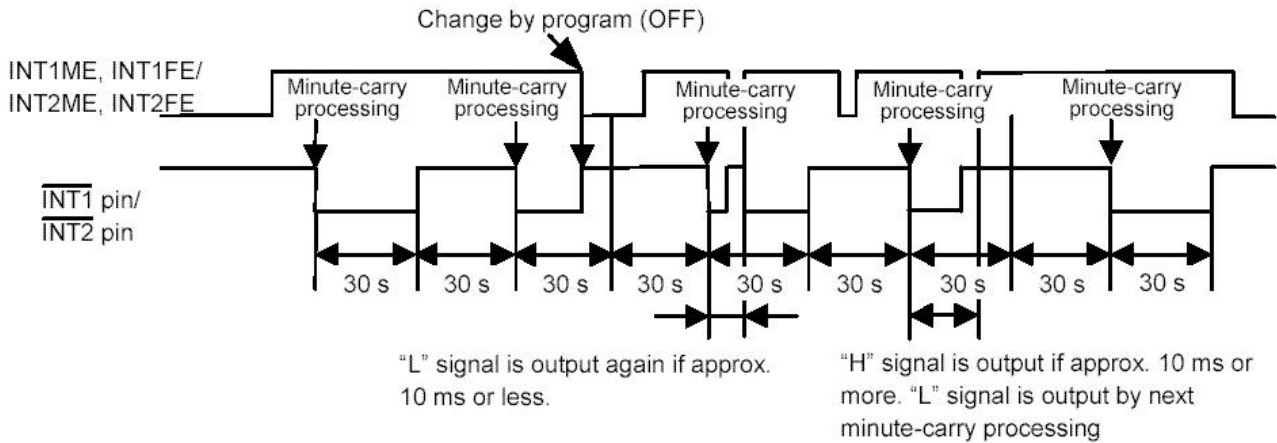


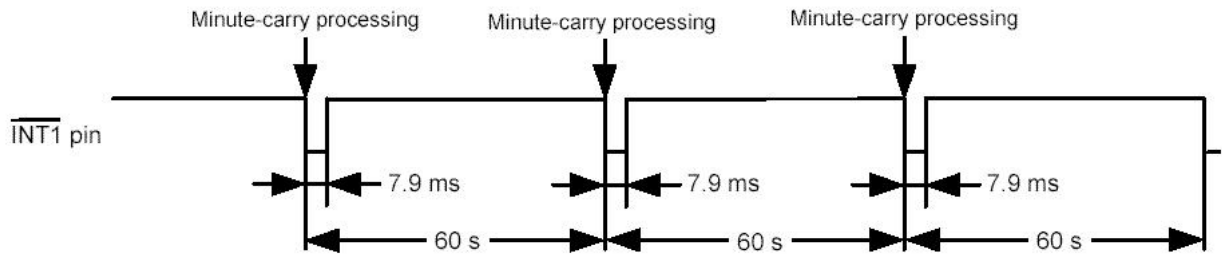
图 24 实时时钟每分钟固定中断输出

注意: 在从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚 ($\overline{\text{INT2}}$ 脚) 输出低电平期间内, 进行无效、有效通信时, 会再一次从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚 ($\overline{\text{INT2}}$ 脚) 输出低电平。

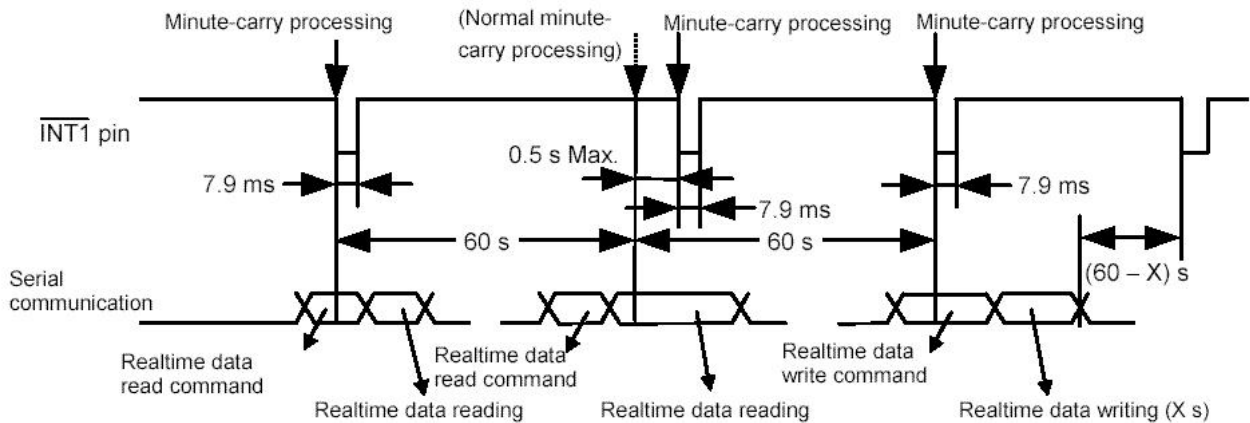
(5) 每分钟固定中断输出 2 (仅 $\overline{\text{INT1}}$ 脚输出模式)

在状态寄存器_2 中设置 $\overline{\text{INT1}}$ 脚输出模式为每分钟固定中断之后, 当出现置位后的第一个分钟进位时, 则会在 7.9ms 内, 从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚输出低电平, 但读出实时数据时, 时实分钟处理最多延时 0.5s。与其同步, 从 $\overline{\text{INT1}}$ 脚的输出也最多会延时 0.5 秒。另外, 通过实时数据改写秒数据时, 因为从所改写的秒数据开始计数, 所以, 此时的输出间隔会变长或变短。

(a) During normal operation



(b) During realtime data read



注意：1、在输出模式转换时，请注意 INT1 寄存器_1(INT1 寄存器_2)及其输出状态。

2、在选择每分钟边沿中断或每分钟固定中断时，INT1 寄存器_1 无用。

图 25 每分钟固定中断输出 2

(6) 在上电检测电路工作期间

$\text{INT2AE} = \text{INT2ME} = \text{INT2FE} = 32\text{KE} = \text{INT1AE} = \text{INT1ME} = 0$

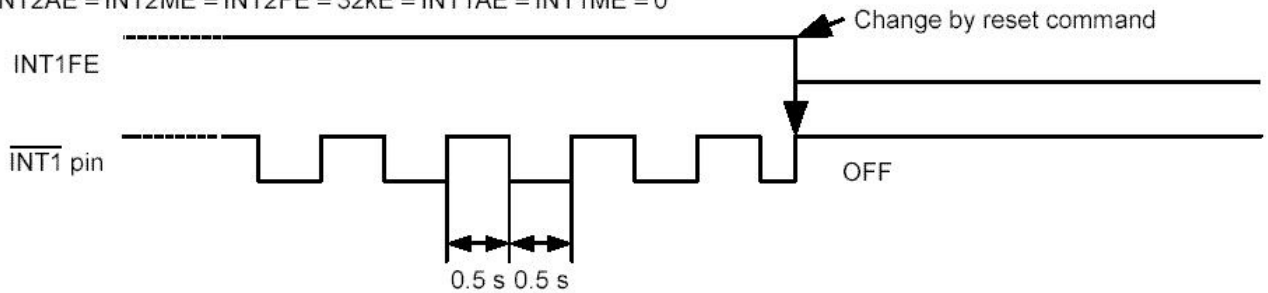


图 26 实时时钟上电检测电路工作期间

7. 电源电压检测电路

实时时钟有内部电源电压检测电路，该电路每隔 1 秒进行采样检查，采样时间 15.6ms。若电源电压降低低于检测电压（VDET）以下，BLD 锁存电路将锁定“H”电平并停止采样。仅当随后是状态寄存器读命令时，锁存电路的输出被传送到移位寄存器且将恢复采样。

可通过读电压标志位检测电源电压的下降。

这就是说，一旦检测到电源电压下降，任何采样工作将停止且保持高电平，直到执行初始化或读状态寄存器命令。请看下面的波形图。

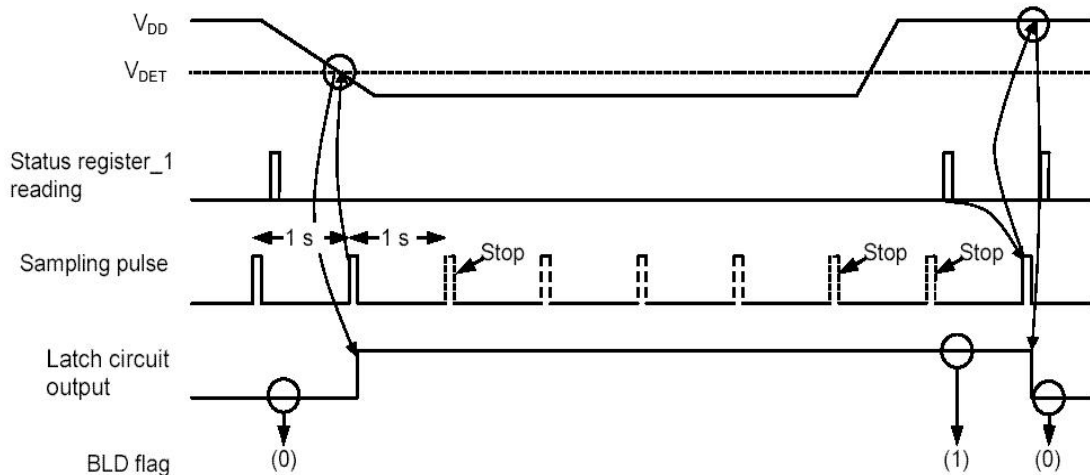


图 27 实时时钟电源电压检测电路

8. 时钟调整功能

时钟调整功能是从逻辑上调整 32kHz 的时钟功能，是为了调整时间的快进与慢进以取得更高精度的时间而准备的，并通过时钟调整寄存器来进行设置。在不使用本功能的情况下，请务必将其设定为“00h”。

(1) 现在的振荡频率>目标频率的情况下（时间快时）

$$\text{寄存器值}^*1 = 128 - \text{整数} \left(\frac{(\text{现在的振荡频率实测值}^*) - (\text{目标的振荡频率}^*3)}{(\text{现在的振荡频率}) \times (\text{最小分辨率}^*4)} \times 10^6 \right)$$

*1 寄存器值为设定在时钟调整寄存器的值，请按此值的二进制变换值来设定时钟调整寄存器。

*2 1HZ 的时钟输出设定为（32kE=0、INT1ME=0、INT1FE=1，INT1 寄存器_1 为 01h）时，从 INT 脚输出信号的测定值。

*3 使用时钟调整功能所调整的频率。

*4 利用最小分辨率可设定 3.052ppm 或者 1.017ppm，通过时钟调整寄存器的 B7 来进行设定。B7 为“0”时设为 3.052ppm，按每 20 秒进行逻辑快/慢补偿；B7 为“1”时设定为 1.017ppm，按每 60 秒进行逻辑快/慢补偿。

表 7

	B7=0	B7=1
快慢	每 20 秒	每 60 秒
最小分辨率	3.052ppm	1.017ppm
补偿范围	-195.3ppm~+192.2ppm	-65.1ppm~+64.5ppm

(2) 现在的振荡频率<目标频率的情况下（时间慢时）

$$\text{寄存器值} = \text{整数} \left(\frac{(\text{目标的振荡频率}) - (\text{现在的振荡频率实测值})}{(\text{现在的振荡频率}) \times (\text{最小分辨率})} \times 10^6 \right) + 1$$

■ 数字温度传感器

SD2204FLP 内置一数字温度传感器，用于测量 SD2204FLP 内部的温度值，并将温度值通过 I²C 接口传送至 CPU。

1. 寄存器

(1) 指针寄存器

温度传感器的 8 位指针寄存器用于内部数据寄存器寻址，其 2 低位地址来识别哪个寄存器应该响应读写命令，表 8

定义了寄存器指针字节的各个位,表 9 则描述了温度传感器中寄存器指针可寻址到的功能寄存器。上电或复位时, P0、P1 值为“00”。

表 8 指针寄存器

P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
0	0	0	0	0	0	Register Bits	

表 9 寄存器指针地址

P1	P0	寄 存 器
0	0	温度寄存器(只读)
0	1	配置寄存器(读/写)

(2) 温度寄存器

温度寄存器是一个 12 位的只读寄存器,它用于存放最新的温度值,由双字节组成,前 12 位为温度值,其余位均为“0”,温度数据格式如下表所述,在上电或复位后及在第一个温度转换完成之前,该温度寄存器的值一直为“0”,

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
T11	T10	T9	T8	T7	T6	T5	T4

表 10 温度寄存器第一字节

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
T3	T2	T1	T0	0	0	0	0

表 11 温度寄存器第二字节

TEMPERATURE (°C)	DIGITAL OUTPUT (BINARY)	HEX
128	0111 1111 1111	7FF
127.9375	0111 1111 1111	7FF
100	0110 0100 0000	640
80	0101 0000 0000	500
75	0100 1011 0000	4B0
50	0011 0010 0000	320
25	0001 1001 0000	190
0.25	0000 0000 0100	004
0.0	0000 0000 0000	000
-0.25	1111 1111 1100	FFC
-25	1110 0111 0000	E70
-55	1100 1001 0000	C90
-128	1000 0000 0000	800

表 12 温度数据格式

用户可以通过寻址配置寄存器设置温度的位数来得到 9 位或 10、11、12 的值,当为 9、10、11 位温度值时存在温度寄存器的高位,不用的位置“0”。

(3) 配置寄存器

配置寄存器用于控制温度传感器工作模式,读写操作先从 MSB 开始。配置寄存器格式如下表 12,上电或复位时该寄存器的其它位均为“0”,0S 位为“1”。

表 13 配置寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
OS	R1	R0	*	*	*	*	SD

注：*表示无用位。

① 停止模式 (SD)

停止模式是让用户通过停止除串行接口以外的所有测温电路来最大限度降低功耗，此时电流消耗可低至 $1\mu A$ ，停止模式通过置 SD 位为“1”来允许。当 SD=1 时，一旦当前转换完成，器件进入停止模式；当 SD=0 时，器件将保持为连续转换状态。

② 转换分辨率 (R1/R0)

该位是用于控制内部 A/D 转换的，它允许用户通过编程以最高效率地得到高精度或高转换速度，下表显示了分辨率的位数与所用时间的关系。

表 14 TMP 位数

R1	R0	RESOLUTION	CONVERSION TIME (typical)
0	0	9 Bits (0.5°C)	40ms
0	1	10 Bits (0.25°C)	80ms
1	0	11 Bits (0.125°C)	160ms
1	1	12 Bits (0.0625°C)	320ms

③ OS

TMP 最有特点的是它的单次温度测量模式。当器件处于停止模式，OS 置“1”，此时，器件开始进行单次温度转换，当转换完成后，器件将重新进入停止状态，此功能可很好地降低功耗。

2. I²C 接口

TMP 的 I²C 支持高速模式 ($\leq 3.4\text{MHz}$) 和快速模式 ($\leq 400\text{KHz}$)。

(1) I²C 接口

其工作模式与 SD2204FLP 时钟电路 I²C 协议一致。

(2) 读/写

访问温度传感器的内部寄存器是通过设置寄存器指针来实现的。每一次的读/写操作都需要给寄存器指针一个具体的值，如下图

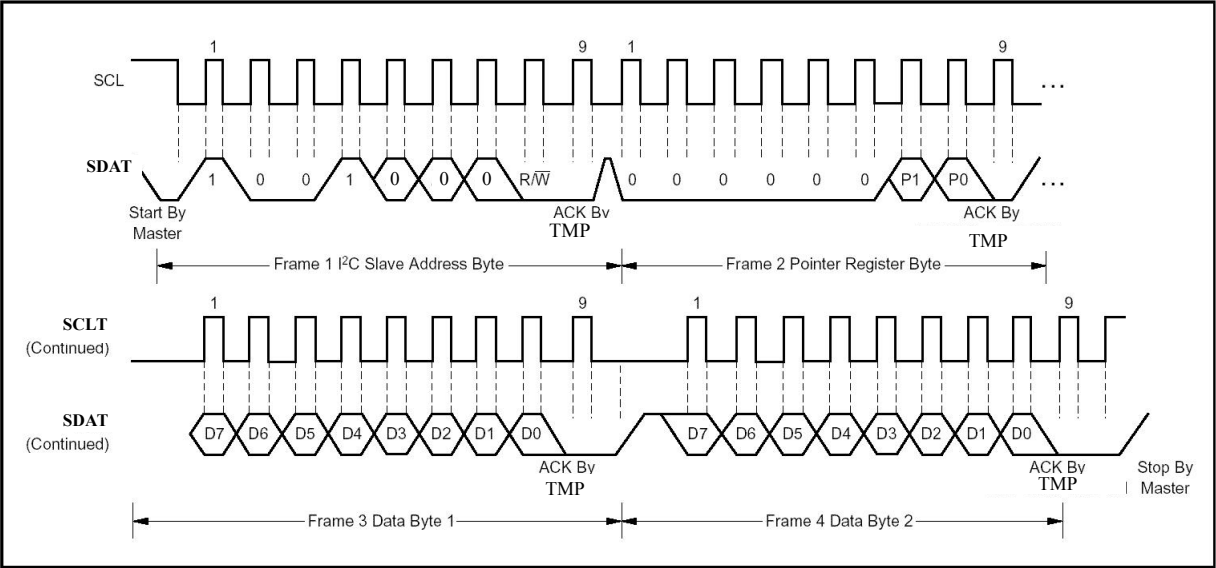


图 28、TMP 实时数据写入模式

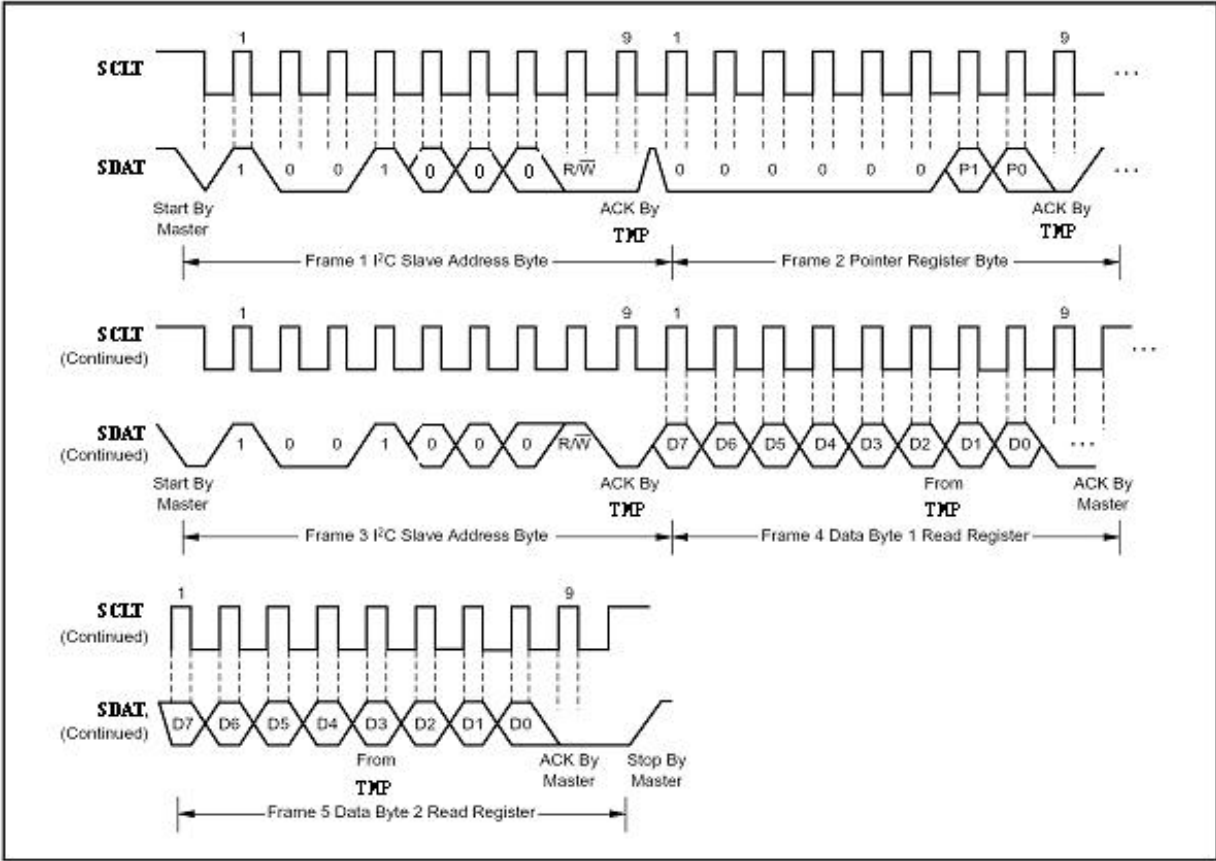


图 29 TMP 数据读出格式

3. 寄存器复位

当写入温度传感器的第一个字节的第 8 位为 0 时，器件地址为“00000000”，且 TMP 会确认此地址并发出 ACK 信号，当第二个字节为 00000110 时，TMP 将复位内部寄存器。

4. 工作模式

为了 I²C 总线能在 400KHZ 以上的频率也能正常工作，当接收到开始条件后，发出一个高速(HS)工作模式代码(00001***)作为第一个字节（将 TMP 转换为 HS 工作模式，最高频率可达 3.4MHz），HS 工作模式代码发送后，CPU 发送一个 I²C 器件

地址用来进行数据读/写操作，直到总线上出现停止条件之前该总线一直保持 Hs 工作模式。

■ E²PROM

内置的 E²PROM 也是通过基于 I²C 总线串行接口方式进行数据的传输和接收的。其工作方式同[实时时钟]。

1. E²PROM 数据传输协议

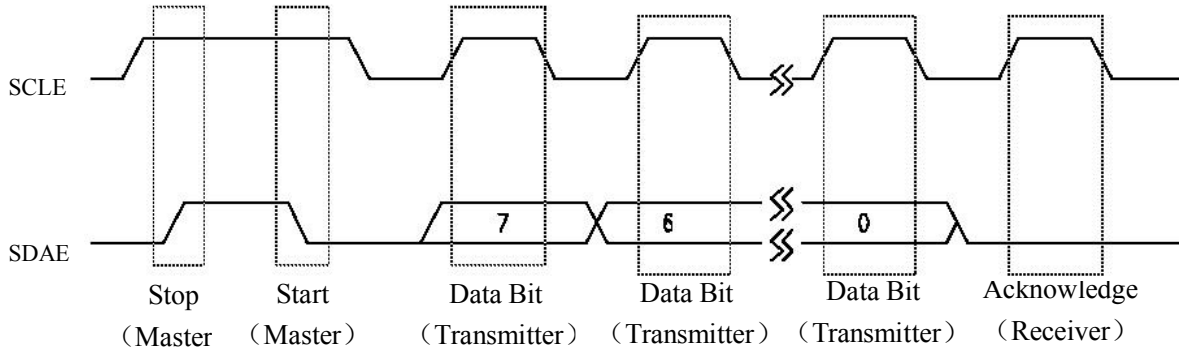


图 30 E²PROM 数据传输

上图中，以 SCLE 对应 SCL，以 SDAE 对应 SDA。

2. 操作指令

当 CPU 要对 SD2204FLP 中的 E²PROM 进行操作时，首先发出开始信号给 SD2204FLP，然后 CPU 发出包括四位器件代码、三位页选码、一位读/写指令的八位数据，即“从器件地址”（SLAVE ADDRESS）。前四位固定为“1010”，其次三位不固定，为“xxx”，接下来一位读写指令表明进行何种操作（读操作为“1”，写操作为“0”）。

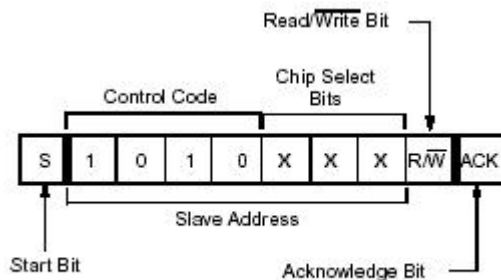


图 31 从器件地址

3. 写操作 [注意：当 WP 脚接高电平时，禁止写入]

写操作可分为两种：单字节写操作和页写操作。单字节写操作指每次只写入一个字节的的数据。页写操作指一次可以写入多至 8 个字节的数据。

(1) 单字节写操作

在单字节写操作下，主器件发送起始信号和从器件地址信息（R/W 位置 0）给从器件。在从器件送回应答信号后，主器件发送一个 8 位地址字写入 E²PROM 的地址计数器。主器件在收到 E²PROM 的应答信号后再发送数据到被寻址的存储器单元，E²PROM 再次应答并在主器件产生停止信号后开始内部数据的擦写过程。在内部数据的擦写过程中（最大持续 10ms），E²PROM 不再应答主器件的任何请求。

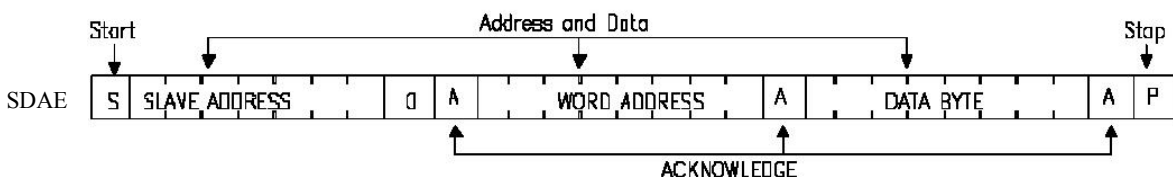


图 32 E²PROM 单字节写操作

(2) 页写操作

在页写操作下, 单个写周期内 E²PROM 可以被写入 8 个字节的数据。页写操作的启动与该型号的单字节写操作一样, 区别在于传送了一字节数据后允许主器件继续发送 7 个字节的数据。每传送完一个字节数据后, E²PROM 响应一个应答信号, 同时内部页缓冲器地址自动加 1。若页缓冲器地址计数器的值到达边界时, 该地址计数器的值又将从 07H 变为 0H。在主器件产生停止信号后开始内部数据的擦写。在内部擦写过程中(最大持续时间 10ms), E²PROM 不再应答主器件的任何请求。

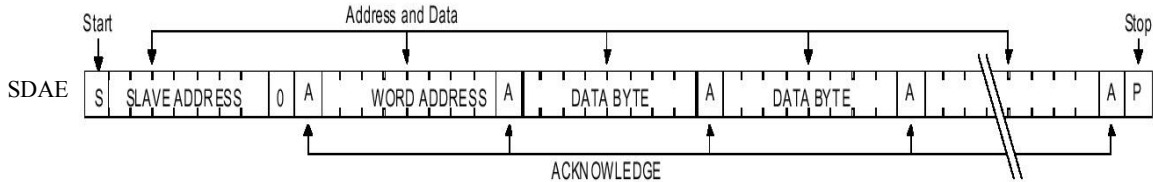


图 33 页写操作

4. 读操作

除读/写位被设定为“1”外, CPU 以与写操作同样的方式初始化读操作。读操作有三种方式: 立即地址读操作、随机地址读操作、连续读操作。

(1) 立即地址读操作

E²PROM 的地址计数器内容为最后操作字节的地址加 1, 也就是说如果上次读/写的操作地址为 N, 则立即读的地址从地址 N+1 开始。如果 N 为边界地址, 则寄存器将会翻转到地址 0 继续输出数据。在 E²PROM 接收到从器件地址以后 ($\overline{R/\overline{W}}=1$), 它首先发送一个应答信号, 然后发送一个 8 位字节数据。主器件不需要发送一个应答信号, 但是要产生一个停止信号。

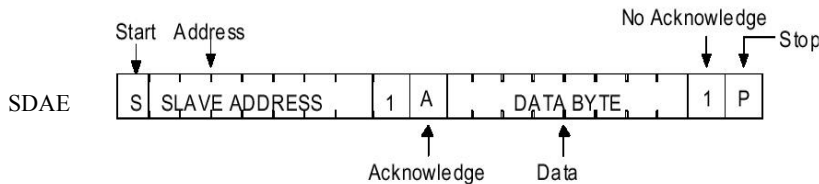


图 34 E2PROM读当前地址操作

(2) 随机地址读操作

随机读操作允许主器件对寄存器的任意字节进行读操作。主器件首先通过发送起始信号、从器件地址和它想读取的字节数据的地址执行一个伪写操作。在 E²PROM 应答之后, 主器件重新发送起始信号和从器件地址 (此时 $\overline{R/\overline{W}}$ 位置 1), E²PROM 响应并发送应答信号, 然后输出所要求的一个 8 位字节数据, 主器件不发送应答信号但产生一个停止信号。

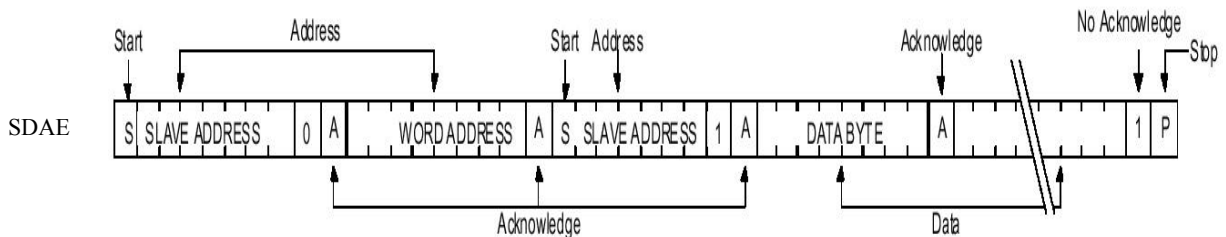


图 35 E²PROM随机地址读操作

(3) 连续读操作

连续读操作可通过立即读或选择性读操作方式启动。在 E²PROM 发送完第一个 8 位字节数据后, 主器件产生一个应答信号来响应, 告知 E²PROM 主器件要求更多的数据。对应每个主器件产生的应答信号 E²PROM 将发送一个 8 位数据字节。当主器件不发送应答信号而发送停止信号时结束此操作。

从 E²PROM 输出的数据按顺序由 N 到 N+1 输出。读操作时的地址计数器在 E²PROM 整个寄存器区域增加, 这样整个寄存器区域可在一个读操作内全部读出。若地址计数器的值到达边界 FFH 时变为 000H。

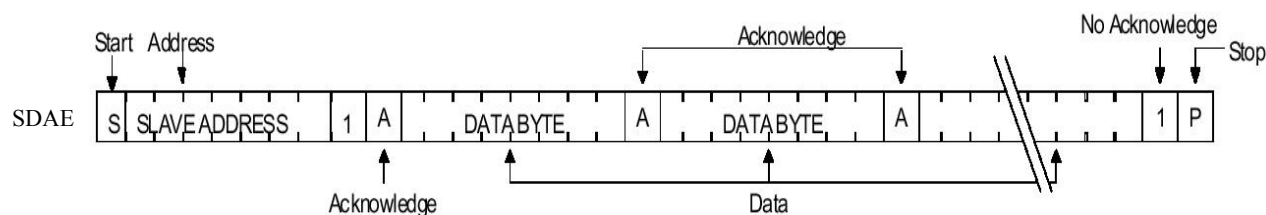


图 36 E²PROM 连续读操作

■ SD2204FLP 温度补偿的使用方法

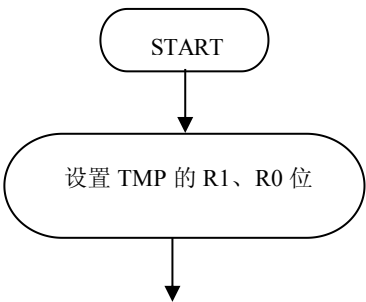
我们在出厂之前，已将时钟精度随温度变化的补偿数据存储在片内 2K 容量的 E²PROM 里，通过读取片内数字温度传感器 TMP 的数值，确定当前温度值，根据温度值的高 8 位确定存储在 E²PROM 补偿数据的地址，读出该补偿数据并写入时钟调整寄存器。（注：设定的最小分辨率为 3.052ppm）

- (1) E²PROM 温度补偿值的存储地址与温度的对应关系：
 在 SD2204FLP 中温度数据值只读取整数，温度范围为-40℃~85℃。
 当 85℃≥温度≥0℃时，八位二进制的温度值等于 E²PROM 存储器地址，即地址值从 0~55H。
 当-45℃≤温度≤-1℃时，温度数值可表示为八位带符号的二进制数，即地址值从 FFH~D3H。

表 15 温度与 E²PROM 地址的关系

温 度 (℃)	E²PROM 地 址
85	55H
50	32H
25	14H
0	0H
-10	F6H
-20	ECH
-45	D3H

- (2) 数字温度传感器 TMP 的设置
 将 TMP 设置为 9 位温度值，即 TMP 的配置寄存器的 R1/R0=00。转换时间需要约 40ms。
 (3) E²PROM 的读取方式
 E²PROM 有多种读取方式，我们在 SD2204FLP 中读取 E²PROM 数据采取单字节随机地址读操作方式。
 (4) 温度补偿流程图



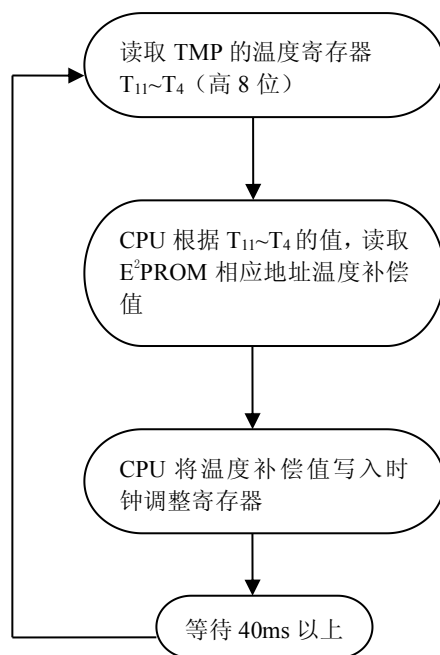


图 37 温度补偿流程图

■ 使用说明

1. 为了防止电路噪声问题, 请在此芯片的旁边放置两个旁路电容, 分别是 0.1 μ F 电容和 22 μ F 电容.
2. 为了防止干扰, 在 PCB 制作时请保证芯片底部无大电流信号通过, 最好能铺地.
3. 使用时, 除 NC 脚外, 其它不用的脚接地.

■ 电气特性

1. 实时时钟部分电气特性:

(1) 直流电气特性

表 15 直流特性(5V)

VDD=3.0V

Parameter	Symbol	Applicable Pin	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Current consumption 1	I_{DD1}	—	Other than during communication	—	0.25	0.93	μA
Current consumption 2	I_{DD2}	—	During communication (SCL = 100 kHz)	—	6	14	μA
Input current leakage 1	I_{IZH}	SCL, SDA	$V_{IN} = V_{DD}$	-0.5	—	0.5	μA
Input current leakage 2	I_{IZL}	SCL, SDA	$V_{IN} = V_{SS}$	-0.5	—	0.5	μA
Output current leakage 1	I_{OZH}	$\overline{\text{INT1}}$, $\overline{\text{INT2}}$, SDA	$V_{OUT} = V_{DD}$	-0.5	—	0.5	μA
Output current leakage 2	I_{OZL}	$\overline{\text{INT1}}$, $\overline{\text{INT2}}$, SDA	$V_{OUT} = V_{SS}$	-0.5	—	0.5	μA
Input voltage 1	V_{IH}	SCL, SDA	—	$0.8 \times V_{DD}$	—	—	V
Input voltage 2	V_{IL}	SCL, SDA	—	—	—	$0.2 \times V_{DD}$	V
Output current 1	I_{OL1}	$\overline{\text{INT1}}$, $\overline{\text{INT2}}$, SDA	$V_{OUT} = 0.4 \text{ V}$	3.0	5.0	—	mA
Output current 2	I_{OL2}	$\overline{\text{INT1}}$, $\overline{\text{INT2}}$, SDA	$V_{OUT} = 0.4 \text{ V}$	5	10	—	mA
Power supply voltage detection voltage ^{*1}	V_{DET}	—	—	$V_{DDTm} + 0.15^{*2}$	—	$V_{DDTm} + 0.4$	V

表 16、VDD=5V

Parameter	Symbol	Applicable Pin	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Current consumption 1	I_{DD1}	—	Other than during communication	—	0.3	1.1	μA
Current consumption 2	I_{DD2}	—	During communication (SCL = 100 kHz)	—	14	30	μA
Input current leakage 1	I_{IZH}	SCL, SDA	$V_{IN} = V_{DD}$	-0.5	—	0.5	μA
Input current leakage 2	I_{IZL}	SCL, SDA	$V_{IN} = V_{SS}$	-0.5	—	0.5	μA
Output current leakage 1	I_{OZH}	$\overline{\text{INT1}}$, $\overline{\text{INT2}}$, SDA	$V_{OUT} = V_{DD}$	-0.5	—	0.5	μA
Output current leakage 2	I_{OZL}	$\overline{\text{INT1}}$, $\overline{\text{INT2}}$, SDA	$V_{OUT} = V_{SS}$	-0.5	—	0.5	μA
Input voltage 1	V_{IH}	SCL, SDA	—	$0.8 \times V_{DD}$	—	—	V
Input voltage 2	V_{IL}	SCL, SDA	—	—	—	$0.2 \times V_{DD}$	V
Output current 1	I_{OL1}	$\overline{\text{INT1}}$, $\overline{\text{INT2}}$, SDA	$V_{OUT} = 0.4 \text{ V}$	3.0	8.0	—	mA
Output current 2	I_{OL2}	$\overline{\text{INT1}}$, $\overline{\text{INT2}}$, SDA	$V_{OUT} = 0.4 \text{ V}$	6	13	—	mA
Power supply voltage detection voltage ^{*1}	V_{DET}	—	$T_a = -40 \text{ to } +85^\circ\text{C}$	$V_{DDTm} + 0.15^{*2}$	—	$V_{DDTm} + 0.4$	V

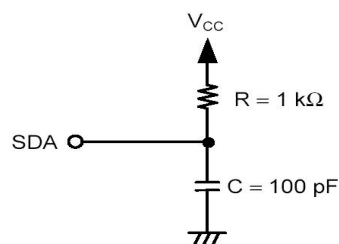
*1. Power supply voltage detection voltage: Constantly maintains the relation of $V_{DET} > V_{DDTm}$ (the lowest possible time keeping voltage). Refer to **Characetristics**.

*2. Reference value

(2) 交流电气特性

表 17 交流电气特性

Input pulse voltage	$0.1 \times V_{DD}$ to $0.9 \times V_{DD}$
Input pulse rise/fall time	20 ns
Output determination voltage	$0.5 \times V_{DD}$
Output load	100 pF + pull-up resistance 1 k Ω



Remark The power supplies of the IC and load have the same electrical potential.

Parameter	Symbol	$V_{DD} = 1.3 \text{ to } 5.5 \text{ V}$			$V_{DD} = 3.0 \text{ to } 5.5 \text{ V}$			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
SCL clock frequency	f_{SCL}	0	—	100	0	—	400	kHz
SCL clock "L" time	t_{LOW}	4.7	—	—	1	—	—	μs
SCL clock "H" time	t_{HIGH}	4	—	—	0.9	—	—	μs
SDA output delay time ^{*1}	t_{PD}	—	—	3.5	—	—	0.9	μs
Start condition setup time	$t_{SU, STA}$	4.7	—	—	0.6	—	—	μs
Start condition hold time	$t_{HD, STA}$	4	—	—	0.6	—	—	μs
Data input setup time	$t_{SU, DAT}$	250	—	—	100	—	—	ns
Data input hold time	$t_{HD, DAT}$	0	—	—	0	—	—	ns
Stop condition setup time	$t_{SU, STO}$	4.7	—	—	—	—	—	μs
SCL and SDA rise time	t_R	—	—	1	—	—	0.3	μs
SCL and SDA fall time	t_F	—	—	0.3	—	—	0.3	μs
Bus release time	t_{BUF}	4.7	—	—	1.3	—	—	μs
Noise suppression time	t_I	—	—	100	—	—	50	ns

*1. Since the output format of the SDA pin is Nch open-drain output, the SDA output delay time is determined by the values of the load resistance (R_L) and load capacity (C_L) outside the IC. Therefore, use this value only as a reference value.

2. E²PROM

(1) DC 特性

表 19 DC 特性表 (1)

Parameter	Symbol	Conditions	−40 to +85°C									−40 to +105°C			Unit
			V _{CC} =4.5 to 5.5 V f = 400 kHz			V _{CC} =2.7 to 4.5 V f = 100 kHz			V _{CC} =1.8 to 2.7 V f = 100 kHz			V _{CC} =4.5 to 5.5 V f = 350 kHz			
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Current consumption (READ)	I _{CC1}	—	—	—	0.8	—	—	0.3	—	—	0.2	—	—	0.8	mA
Current consumption (WRITE)	I _{CC2}	—	—	—	4.0	—	—	1.5	—	—	—	—	—	4.0	mA

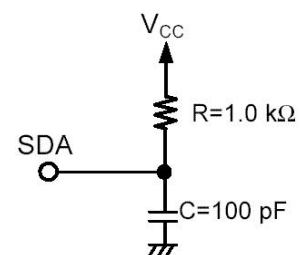
DC 特性表 (2)

Parameter	Symbol	Conditions	−40 to +85°C									−40 to +105°C			Unit
			V _{CC} =4.5 to 5.5 V			V _{CC} =2.7 to 4.5 V			V _{CC} =1.8 to 2.7 V			V _{CC} =4.5 to 5.5 V			
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Standby current consumption	I _{SB}	V _{IN} =V _{CC} or GND	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	μA
Input leakage current	I _{LI}	V _{IN} =GND to V _{CC}	—	0.1	1.0	—	0.1	1.0	—	0.1	1.0	—	0.1	1.0	μA
Output leakage current	I _{LO}	V _{OUT} =GND to V _{CC}	—	0.1	1.0	—	0.1	1.0	—	0.1	1.0	—	0.1	1.0	μA
Low level output voltage	V _{OL}	I _{OL} =3.2 mA	—	—	0.4	—	—	0.4	—	—	—	—	—	0.4	V
		I _{OL} =1.5 mA	—	—	0.3	—	—	0.3	—	—	0.5	—	—	0.3	V
Current address hold voltage	V _{AH}	—	1.5	—	5.5	1.5	—	4.5	1.5	—	2.7	1.5	—	5.5	V

(2) AC 特性

表 20 AC 特性表 (1)

Input pulse voltage	$0.1 \times V_{CC} \text{ to } 0.9 \times V_{CC}$
Input pulse rising / falling time	20 ns
Output judgment voltage	$0.5 \times V_{CC}$
Output load	100 pF + Pullup resistance 1.0 k Ω



AC 特性表 (2)

Parameter	Symbol	−40 to +85°C						−40 to +105°C			Unit
		V _{CC} =4.5 to 5.5 V			V _{CC} =1.8 to 4.5 V			V _{CC} =4.5 to 5.5 V			
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
SCLE clock frequency	f _{SCL}	0	—	400	0	—	100	0	—	350	kHz
SCLE clock time "L"	t _{LOW}	1.0	—	—	4.7	—	—	1.1	—	—	μs
SCLE clock time "H"	t _{HIGH}	0.9	—	—	4.0	—	—	1.0	—	—	μs
SCLE output delay time	t _{AA}	0.1	—	0.9	0.1	—	3.5	0.1	—	1.0	μs
SDAE output hold time	t _{DH}	50	—	—	100	—	—	50	—	—	ns
Start condition setup time	t _{SU,STA}	0.6	—	—	4.7	—	—	0.6	—	—	μs
Start condition hold time	t _{HD,STA}	0.6	—	—	4.0	—	—	0.6	—	—	μs
Data input setup time	t _{SU,DAT}	100	—	—	200	—	—	100	—	—	ns
Data input hold time	t _{HD,DAT}	0	—	—	0	—	—	0	—	—	ns
Stop condition setup time	t _{SU,STO}	0.6	—	—	4.7	—	—	0.6	—	—	μs
SCLE•SDAE rising time	t _R	—	—	0.3	—	—	1.0	—	—	0.3	μs
SCLE•SDAE falling time	t _F	—	—	0.3	—	—	0.3	—	—	0.3	μs
Bus release time	t _{BUF}	1.3	—	—	4.7	—	—	1.3	—	—	μs
Noise suppression time	t _I	—	—	50	—	—	100	—	—	50	ns

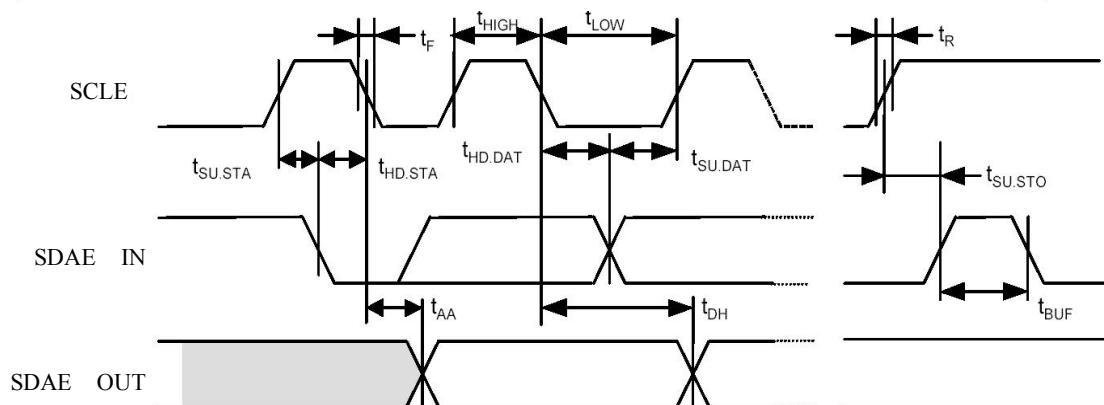


图 36 总线时序

Item	Symbol	−40 to +85°C V _{CC} =2.7 to 5.5 V			−40 to +105°C V _{CC} =4.5 to 5.5 V			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Write time	t _{WR}	—	4.0	10.0	—	4.0	10.0	ms

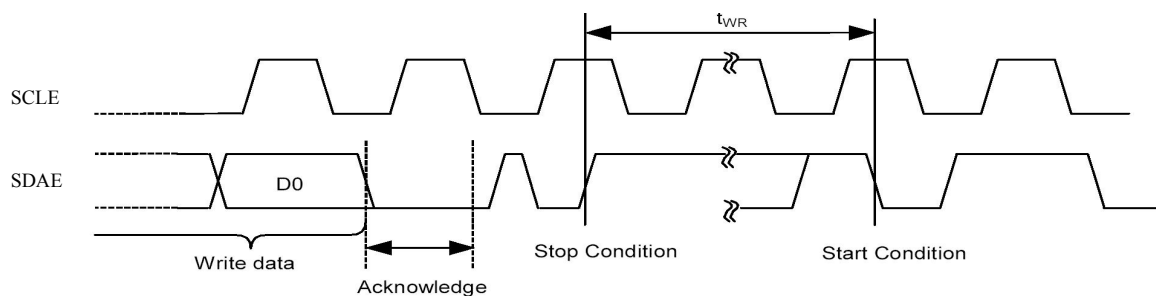


图 37 E²PROM 内部写周期

2. 温度传感器（TMP）

(1) 交流特性

表 21 交流特性参数表

PARAMETER		FAST MODE		HIGH SPEED MODE		UNITS
		MIN	MAX	MIN	MAX	
SCLT Operating Frequency	$f_{(SCLT)}$		0.4		3.4	MHz
Bus Free time between stop an start condition	$t_{(BUF)}$	600		160		ns
Hold time after repeated start condition. After this period the first clock is generated	$t_{(HDSTA)}$	600		160		ns
Repeated start condition setup time	$t_{(SUSTA)}$	600		160		ns
Stop condition setup time	$t_{(SUSTO)}$	600		160		ns
Data hold time	$t_{(HDDAT)}$	0		0		ns
Date setup time	$t_{(SUDAT)}$	100		10		ns
SCLT clock low period	$t_{(LOW)}$	1300		160		ns
SCLT clock high period	$t_{(HIGH)}$	600		60		ns
Clock/data fall time	t_F		300		160	ns
Clock/data Rise time	t_R		300		160	ns

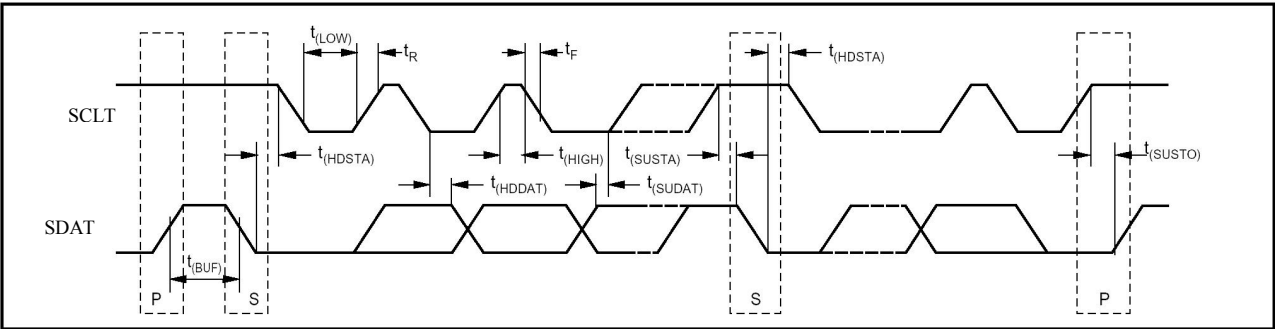


图 38 TMP 时序图

(2) 直流特性

表 22 AC 特性表

Parameter			Conditon	Min	Typ	Max	Units
Temperature input	Range			-55		+125	℃
	Accuracy (temperature error)		-25℃～85℃		±0.5	±	℃
			-55℃～125℃		±1.0	±	℃
	Resolution		Selectable		±		℃
Digital input /output	Output logic levels	V _{IH}		0.7(V+)		6.0	V
		V _{IL}		-0.5		0.3	V
		Input urrent I _{IN}	0≤V _{IN} ≤6			1	uA
	Output logic levels	V _{OL} (SDAT)	I _{OL} =3mA	0	0.15	0.4	V
	Resolution		Selectable		9～12		Bits
	Conversion time		9-bit		40	75	ms
			10-bit		80	150	ms
			11-bit		160	300	ms
			12-bit		320	600	ms
	Conversion rate		9-bit		25		s/s
			10-bit		12		s/s
			11-bit		6		s/s
			12-bit		3		s/s
Power supply	Operating range			2.7		5.5	V
	Quiescent current I _Q		Serial bus inactive		45	75	uA
			Seriabusinactive, SCLFreq=400kHz		70		uA
			Serial bus inactive, SCL Freq=3.4MHz		150		uA
	Shutdown current I _{SD}		Serial bus inactive		0.1	1	uA
			Serial bus inactive, SCL Freq=400kHz		20		uA
			Serial bus inactive, SCL Freq=3.4MHz		100		uA

■ 应用电路与程序

<http://www.whwave.com.cn> 下载

■ 封装尺寸（单位：毫米）

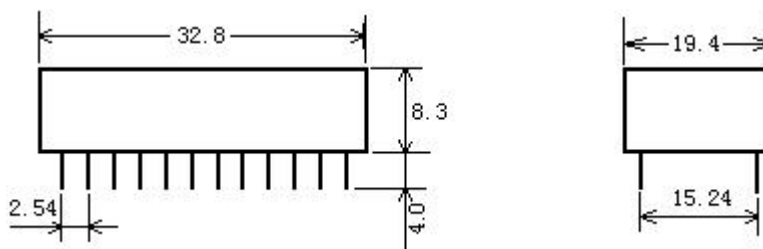


图 32 SD2000 系列、SD2001 系列封装尺寸（管脚直径：0.5mm）

■ 编后语

感谢您阅读本资料。由于经验和水平的欠缺，本文难免有错误和遗漏。如果您在使用过程中发现错误或不恰当的地方，请拨打电话：0755-83246178 或请 E-mail: chendw@whwave.com.cn, 我们将尽快予以答复。

感谢您的支持与合作！

注：

本资料中的内容如有变化，恕不另行通知。

本资料提供的应用线路及程序仅供参考，本公司不承担由此而引起的任何损失。

由于本公司的产品不断更新和提高,希望您经常与本公司联系，以索取最新资料。

本公司不承担任何使用过程中引起的侵犯第三方专利和其它权利的责任。