



版本号	修改时间	修改记录	修改人
V1.0	2023.07.20	初稿	FANMH
V1.1	2023.11.13	加入寄存器表定义	CHENDW
V1.2	2023.03.28	修正 SD8931 SOP8 RST 功能的描述	CHENDW
V1.3	2024.10.17	增加功能框图；修改部分错误内容	ZHANGLH
V1.4	2024.10.25	增加焊接要求说明	ZHANGLH
V1.5	2024.10.30	修改部分排版	ZHANGLH
V2.0	2024.11.1	修改部分字体	ZHANGLH
V2.1	2024.12.26	增加电池电量读取部分描述	ZHANGLH
V2.2	2025.1.15	修改部分精度描述	ZHANGLH



SD8931 内置晶振、全温度补偿的实时时钟芯片

1、概述

SD8931 是一种具有标准 IIC 接口的实时时钟芯片，CPU 可使用该接口通过 7 位地址寻址来读写片内寄存器的数据。

SD8931 晶振内置且具有数字温度补偿功能，用户可以不用顾虑因外接晶振、谐振电容等所带来的元件匹配误差问题、晶振温度特性问题及可靠性问题，实现在常温及宽温范围内不需用户干预、全自动、高可靠计时功能。

SD8931 内置时间更新中断/报警中断功能。

SD8931 每一颗芯片具有唯一的 8 字节的身份识别码（ID）。

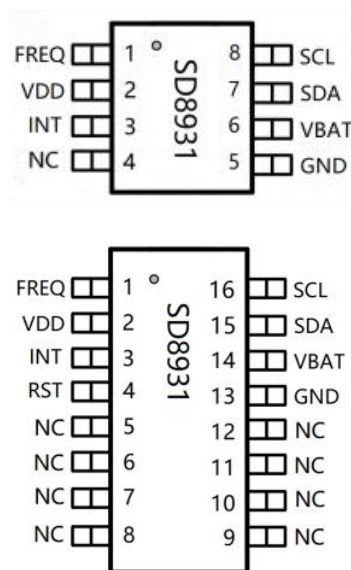
SD8931 软硬件兼容 3231。

2、特性

- 低功耗：0.6 μ A 典型值（ $T_a=25^{\circ}\text{C}$ ）
- 工作电压：2.5V~5.5V；计时电压：1.5~5.5V。
- 工作温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim 105^{\circ}\text{C}$ 。
- 标准IIC总线接口方式，最高速度400kHz。
- 年、月、日、时、分、秒的BCD码输入/输出，并可通过独立地址访问各时间寄存器。
- 闰年自动调整功能（2000年~2099年）。
- 内置两个时间报警器，分别为星期/日期、时、分、秒共4字节的报警器1和星期/日期、时、分共3字节的报警器2。
- 周期性频率中断输出：8192Hz、4096Hz、1024Hz和1Hz共四种方波。
- 时间报警中断与频率中断同一个端口输出，可通过寄存器配置选择功能。
- 具有单独的32.768kHz输出脚，可通过寄存器配置输出。
- 内置温度寄存器，可实时读取当前温度。
- 内置数字校准功能，进一步提高计时精度。
- 内置通信校验功能，进一步提高通信的可靠性。
- 内置1/1024秒寄存器，读取时间能够精确到1/1024秒。
- 内置IIC总线0.5秒自动复位功能（从START命令开始计时），该功能可以避免IIC总线挂死问题。
- 内置写保护功能，避免对数据的误写操作，可更好地保护数据。
- 内置停振检测位OSF，当内部振荡器停止振荡时该位置1。
- 内置晶振和谐振电容，芯片内部通过高精度补偿方法，实现在宽温范围内高精度的计时功能： $0^{\circ}\text{C}\sim +40^{\circ}\text{C}<\pm 2\text{PPM}$ ， $-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}<\pm 3.5\text{PPM}$ ， $+86^{\circ}\text{C}\sim +105^{\circ}\text{C}<\pm 10\text{PPM}$ （出厂精度）。

- 内置70字节通用SRAM 寄存器可用于存储用户的一般数据
- 内置8字节的ID码，芯片出厂之前设定的、全球唯一的身份识别码。
- 芯片在兴威帆的评估板上可通过4KV的群脉冲 (EFT) 干扰
- 芯片管脚ESD>4KV
- CMOS 工艺
- 封装形式：SOP8(150mil) 和SOP16 (300mil) 两种封装形式

3、管脚定义及功能框图



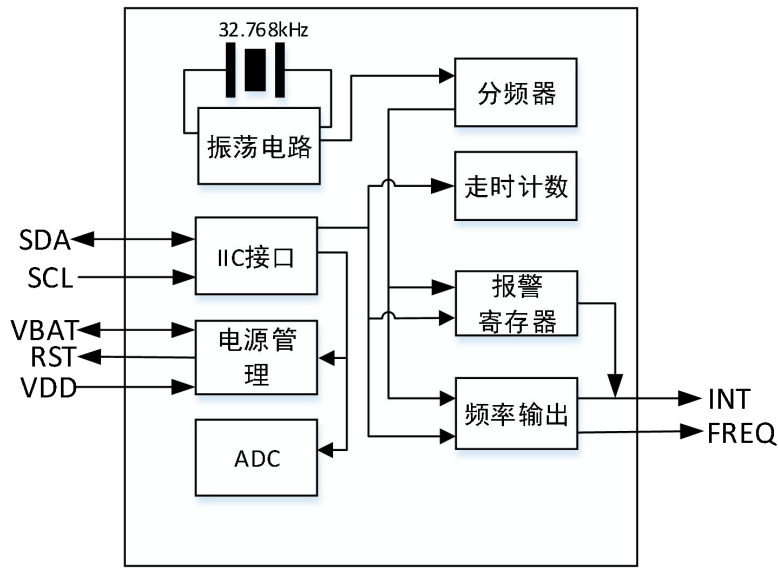
SD8931 管脚定义

管脚定义说明:

名称	功能	特征
FREQ	32.768kHz 频率输出脚，由寄存器控制。	开漏输出
VDD	正电源脚	2.5V~5.5V
INT	报警中断输出脚	开漏输出
RST	低电平有效的复位脚 (SD8931 SOP8 没有此管脚)	开漏输出
GND	负电源 (GND)	
VBAT	备用电池输入脚，内置稳压及充电电流可选的充电电路。	1.5V~5.5V, 不用时应将其接 GND
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极开路输出的器件通过线与方式连接。	N 沟道开漏输出 / CMOS 输入
SCL	串行时钟输入脚，由于在 SCL 上升/下降沿处理信号，要特别注意 SCL 信号的上升/下降时间，应严格遵守说明书。为了减少 SCL 上升时间，MCU 与 SCL 连接的端口可设为 CMOS 输出，不要设置为开漏输出。	CMOS 输入



NC	没有与芯片内部连接	
----	-----------	--



SD8931 功能框图

4、基本功能定义

4.1 寄存器列表

地址	寄存器段	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	复位值
00H	实时时钟寄存器	秒	0	S40	S20	S10	S8	S4	S2	S1	0XXX-XXXX
01H		分钟	0	MN40	MN20	MN10	MN8	MN4	MN2	MN1	0XXX-XXXX
02H		小时	0	12/24	AM/PM	H10	H8	H4	H2	H1	0XXX-XXXX
03H					H20						
04H		星期	0	0	0	0	0	W2	W1	W0	0000-0XXX
05H		日	0	0	D20	D10	D8	D4	D2	D1	00XX-XXXX
06H		月	CENT	0	0	M010	M08	M04	M02	M01	X00X-XXXX
07H	时间报警寄存器 1	年	Y80	Y40	Y20	Y10	Y8	Y4	Y2	Y1	XXXX-XXXX
08H		秒报警	EAS1	AS1_40	AS1_20	AS1_10	AS1_8	AS1_4	AS1_2	AS1_1	1000-0000
09H		分钟报警	EAMN1	AMN1_40	AMN1_20	AMN1_10	AMN1_8	AMN1_4	AMN1_2	AMN1_1	1000-0000
0AH		小时报警	EAH1	-	AM/PM_1	AH1_10	AH1_8	AH1_4	AH1_2	AH1_1	1000-0000
0BH		周报警	EAW1	EDEW1	-						
0CH		日报警	EAD1		AD1_20	AD1_10	AD1_8	AD1_4	AD1_2	AD1_1	1000-0000
0DH		分钟报警	EAS2	AMN2_40	AMN2_20	AMN2_10	AMN2_8	AMN2_4	AMN2_2	AMN2_1	1000-0000
0EH	时间报警寄存器 2	小时报警	EAH2	-	AM/PM_2	AH2_10	AH2_8	AH2_4	AH2_2	AH2_1	1000-0000
0FH					AH2_H20						
10H		周报警	EAW2	EDEW2	-	-	-	AW2_2	AW2_1	AW2_0	1000-0000
11H		日报警	EAD2		AD2_20	AD2_10	AD2_8	AD2_4	AD2_2	AD2_1	1000-0000



0EH	控制寄存器	CTR	-	FOBAT	CONT	FS1	FS0	INTS	INTAE2	INTAE1	0001-1100
0FH	状态寄存器	FLAG	OSF	0	0	0	32K	BSY	INTAF2	INTAF1	1000-0000
10H	数字补偿寄存器	TTF	1PPM/3PPM	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	0000-0000
11H	温度寄存器	TEMP	TM8	TM7	TM6	TM5	TM4	TM3	TM2	TM1	0000-0000
12H			TMO	0	0	0	0	0	0	0	0
57H	控制寄存器 3	CTR3	BATIIC	-	BSY	CONT	0	0	0	0	0000_0000
58H	充电寄存器 2	CHARGE	ENCH	0	0	0	0	CH2	CH1	CH0	0000-0000
59H	控制寄存器 4	CTR4	-	-	-	CONT_BAT	-	-	INTBHE	INTBLE	0000-0000
5AH	状态寄存器 3	FLAG3	BAT8_VAL	SYS	OSC_RDY	0	-	-	BHF	BLF	0000-0000
5BH	电池电量	BAT_VAL	BAT7_VAL	BAT6_VAL	BAT5_VAL	BAT4_VAL	BAT3_VAL	BAT2_VAL	BAT1_VAL	BAT0_VAL	0100-0000
6CH~B1H	用户RAM	(70Bytes)	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	XXXX-XXXX
B2H~B9H	ID(只读)	(8Bytes)	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	XXXX-XXXX
FBH	通信校验寄存器	BCC	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	XXXX-XXXX
FCH	数据保护寄存器	WP	WPF	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	0	0	0000-0000
FEH	1/1024	1/1024S	128	64	32	16	8	4	2	1	0000_0000
FFH	秒寄存器		0	0	0	0	0	0	512	256	0000_0000

4.2 实时时钟寄存器 (00H~06H)

实时时钟数据寄存器是 7 字节的存储器，包括年、月、日、星期、时、分、秒的数据。

4.2.1 秒寄存器[00H 地址]

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
00H	秒	0	S40	S20	S10	S8	S4	S2	S1

BCD 码格式，如 08H-09H-10H-11H，数据范围：00H-59H

4.2.2 分钟寄存器[01H 地址]

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
01H	分钟	0	MN40	MN20	MN10	MN8	MN4	MN2	MN1

BCD 码格式，如 08H-09H-10H-11H，数据范围：00H-59H

4.2.3 小时寄存器[02H 地址]

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
02H	小时	0	12/ $\overline{24}$	\overline{AM}/PM H20	H10	H8	H4	H2	H1

BCD 码格式，如 08H-09H-10H-11H，数据范围：00H~23H。

12/ $\overline{24}$ 为时制选择位。12/ $\overline{24}$ =0，选择 24 小时制；12/ $\overline{24}$ =1，选择 12 小时制。

Bit5 的 H20 同时也是 \overline{AM}/PM 指示位。12 小时制下： \overline{AM}/PM =0，为 AM； \overline{AM}/PM =1，为 PM。

小时寄存器在 12 小时制和 24 小时制下数据和时间对应的关系如下表：

24 小时制		12 小时制	
寄存器	时间	寄存器	时间
00H	0	52H	AM12
01H	1	41H	AM1
02H	2	42H	AM2
03H	3	43H	AM3
04H	4	44H	AM4
05H	5	45H	AM5
06H	6	46H	AM6
07H	7	47H	AM7
08H	8	48H	AM8
09H	9	49H	AM9
10H	10	50H	AM10
11H	11	51H	AM11
12H	12	72H	PM12
13H	13	61H	PM1
14H	14	62H	PM2
15H	15	63H	PM3
16H	16	64H	PM4
17H	17	65H	PM5
18H	18	66H	PM6
19H	19	67H	PM7
20H	20	68H	PM8
21H	21	69H	PM9
22H	22	70H	PM10
23H	23	71H	PM11

注意：当读取小时数据时，要屏蔽掉小时的最高位 12/ $\overline{24}$ ，否则在 12 小时制时会因为 12/ $\overline{24}$ =1 导致小时数据不对。

4.2.4 星期寄存器[03H 地址]

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
03H	星期	0	0	0	0	0	W2	W1	W0

数据范围：01H~07H。用户自定义星期与对应的值，必须连续。（如果 01 为星期一，则 02 即为星期二，以此类推）

4.2.5 日期寄存器[04H 地址]

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
04H	日期	0	0	D20	D10	D8	D4	D2	D1

BCD 码格式，如 08H-09H-10H-11H。

每月包含的天数通过自动日历功能来更改，范围如下：

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

4, 6, 9, 11: 1H~30H

2（闰年）：1H~29H

2（平年）：1H~28H

4.2.6 月寄存器[05H 地址]

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
05H	月	CENT	0	0	M010	M08	M04	M02	M01

BCD 格式，如 08H-09H-10H-11H，数据范围：01H~12H。

CENT：世纪标志位，默认为 0，当年从 99H 进位为 00H 时，CENT 置 1。

4.2.7 年寄存器[06H 地址]

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
06H	年	Y80	Y40	Y20	Y10	Y8	Y4	Y2	Y1

BCD 格式，如 08H-09H-10H-11H，数据范围：00H~99H。

4.2.8 时间设置示例

设置时间为 2006 年 12 月 20 日星期三 18 点 19 分 20 秒，寄存器 00H~06H 分别设置：20H、19H、18H、03H、20H、12H、06H（预设 03 为星期三）。

注：

（1）上电时，芯片内部对实时时钟数据寄存器作复位处理。

（2）当写实时数据时（00H~06H），不可以单独对七个时间数据中的某一位进行写操作，否则可能引起时间数据的错误进位，所以要修改其中某一个数据，应一次性写入全部七个实时时钟数据。

（3）当芯片收到读实时时钟数据命令，则所有实时时钟数据被锁存（时钟走时并不受影响），此功能可以避免时间数据的错读现象。

4.3.1 时间报警中断

SD8931 有两个时间报警器，相关寄存器如下：

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
07H	秒报警	EAS1	AS1_40	AS1_20	AS1_10	AS1_8	AS1_4	AS1_2	AS1_1
08H	分钟报警	EAMN1	AMN1_40	AMN1_20	AMN1_10	AMN1_8	AMN1_4	AMN1_2	AMN1_1
09H	小时报警	EAH1	-	AM/PM_1	AH1_10	AH1_8	AH1_4	AH1_2	AH1_1
				AH1_20					
0AH	周报警	EAW1	EDEW1	-	-	-	AW1_2	AW1_1	AW1_0
	日报警	EAD1		AD1_20	AD1_10	AD1_8	AD1_4	AD1_2	AD1_1
0BH	分钟报警	EAMN2	AMN2_40	AMN2_20	AMN2_10	AMN2_8	AMN2_4	AMN2_2	AMN2_1
0CH	小时报警	EAH2	-	AM/PM_2	AH2_10	AH2_8	AH2_4	AH2_2	AH2_1
				AH2_H20					
0DH	周报警	EAW2	EDEW2	-	-	-	AW2_2	AW2_1	AW2_0
	日报警	EAD2		AD2_20	AD2_10	AD2_8	AD2_4	AD2_2	AD2_1
0EH	CTR	-	FOBAT	CONT	FS1	FS0	INTS	INTAE2	INTAE1
0FH	FLAG	OSF	0	0	0	FREQ	BSY	INTAF2	INTAF1

07H~0AH 为时间报警器 1 的设置；0BH~0DH 为时间报警器 2 的设置。

EAX 在地址 07H~0DH 的最高位。EAX 为时间报警寄存器的使能位，用于确定哪些时间报警寄存器（分钟、小时、星期/日期）需要与实时时钟寄存器作比较。EAX=0，则该寄存器的报警时间需要与对应的实时时钟寄存器的时间对比；EAX=1，则直接忽略该寄存器的报警时间，不进行对比。

EDEW：星期/日期报警的功能选择位。

EDEW=0，选择日期报警，日期为 BCD 码格式，只能报警某一天。范围见 4.2.5。

EDEW=1，选择星期报警，范围为 1~7，一周仅报警一天。AW 对应于星期的值由用户定义，但是该值必须连续（即，如果 1 等于星期日，那么 2 等于星期一，依次类推）。

INTS：INTS=0，INT 端口输出频率中断；INTS=1，INT 端口输出时间报警中断。

INTAE：时间报警中断输出使能位。INTAE=1，允许 INT 端口输出时间报警信号；INTAE=0，禁止 INT 端口输出时间报警信号。

INTAF：时间报警事件发生标志位。INTAF=1，表示时间报警已发生；INTAF=0，表示时间报警未发生。

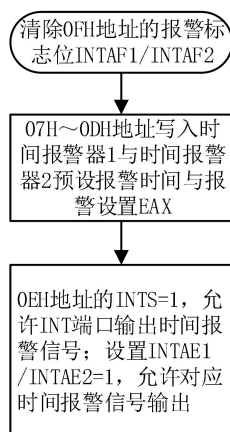
AM/PM_1 与 AM/PM_2 是两个报警器的 AM 与 PM 的选择位，具体同 4.2.3。

注：往 INTAF 写入 0 清除时间报警标志位，写入 1 无效。

当设定的报警时间和实时时间相匹配时，就会触发一次报警中断，同时报警中断标志位 INTAF 置 1，如果报警中断输出允许位 INTAE=1，则 INT 输出时间报警信号。

注：时间报警器 1 的 07H, 08H, 09H, 0AH 的四个 EAX 都被写入 1 时，则 EDEW1 被忽略，时间报警器 1 每秒发生一次报警中断；时间报警器 2 的 0BH, 0CH, 0DH 的三个 EAX 都被写入 1 时，则 EDEW2 被忽略，时间报警器 2 每分钟发生一次报警中断。

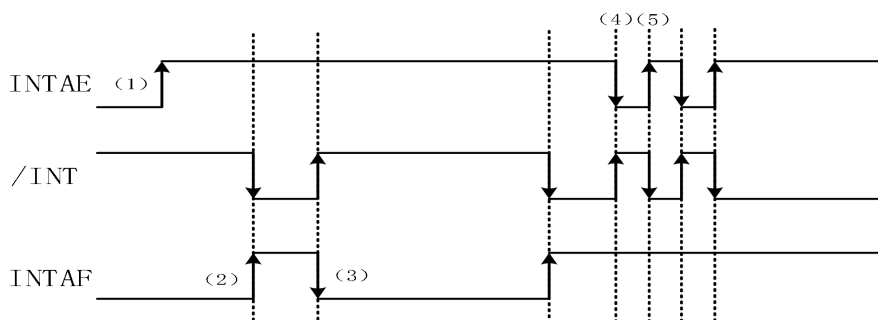
启用时间报警功能的流程图如下：



时间报警举例：

- (1) 0FH 地址的 INTAF1/INTAF2 位写入 0；清除时间报警中断标志位。
- (2) 设置目标报警器的报警时间与设置：报警器 1 每月的 15 号 8：20：30 秒报警。则 07H, 08H, 09H, 0AH 分别写入 30H, 20H, 08H, 15H。
- (3) 0EH 的 INTS=1，INT 端口选择输出报警信号；INTAE1=1，允许 INT 端口输出时间报警 1 的信号。

时间报警功能时序图如下所示：



- (1) INTAE=1，允许 INT 端口输出时间报警中断的报警信号。
- (2) 设定的报警时间和实时时间相匹配，发生报警事件，报警中断标志位 INTAF=1，INT 端口输出低电平的报警信号。

注：如果设置当前具体日期/时间进行报警，将会是下次满足条件时发生报警，而不是立即报警。

- (3) INTAF=0，INT 立即变成高阻态。

(4) INTAE=0, INT 立即变成高阻态。

(5) INTAE=1, INT 立即变成低电平。

4.3.2 频率输出

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0EH	CTR	–	FOBAT	CONT	FS1	FS0	INTS	INTAE2	INTAE1

INTS: INTS=0, INT 端口输出频率中断; INTS=1, INT 端口输出时间报警。

FS: INT 端口的输出信号的频率选择, 频率输出选择如下表:

FS1	FS0	INT 输出频率
0	0	1Hz
0	1	1024Hz
1	0	4096Hz
1	1	8192Hz

频率输出举例: 0EH 地址的 FS1、FS0 位写入 01, 输出频率选择为 1024Hz; INTS=0, 频率输出使能。

4.3.3 FREQ 输出

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0FH	FLAG	OSF	0	0	0	32K	BSY	INTAF2	INTAF1

32K: FREQ 脚的输出控制位。**32K**=1, FREQ 引脚输出 32.768kHz 方波; **32K**=0, FREQ 引脚禁止输出。

4.3.4 温度寄存器

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0EH	CTR	–	FOBAT	CONT	FS1	FS0	INTS	INTAE2	INTAE1
0FH	FLAG	OSF	0	0	0	FREQ	BSY	INTAF2	INTAF1
11H	TEMP	TM8	TM7	TM6	TM5	TM4	TM3	TM2	TM1
12H		TM0	0	0	0	0	0	0	0
57H	CTR3	BATI IC	TM0	BSY	CONT	–	–	–	–

TM8~TM0: 保存测量的 9 位温度值, 其中 TM8 为符号位, 分辨率为 0.5℃, 温度值 $T=[TM8:TM0]*0.5$ 。

BSY: 状态标志位, BSY=1, 表示芯片正在进行电池电压或者温度转换; BSY=0, 表示处于空闲状态。

CONT: 强制温度测量位, 当 CONT=1 且 BSY=0 时, 进行强制温度测量。测量结果存放在寄存器 TM 中。(强制转换完成后, BSY=0, CONT=0)

BATIIC: VBAT 模式下的 IIC 通信允许位, 上电默认值为 0。BATIIC=0, VBAT 模式下禁

止 IIC 通信；BATIIC=1，VBAT 模式下允许 IIC 通信。

4.3.5 状态寄存器

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0EH	CTR	—	FOBAT	CONT	FS1	FS0	INTS	INTAE2	INTAE1
0FH	FLAG	OSF	0	0	0	FREQ	BSY	INTAF2	INTAF1

FOBAT：备用电源供电时的 INT 输出使能位。当处于 VBAT 模式，FOBAT=0，禁止 INT 脚输出；FOBAT=1，允许 INT 脚输出。VDD 模式下，该位失效。

OSF：停振标志位，OSF=1，表示之前有过停振事件发生，默认值为 0。

4.3.6 数字补偿寄存器

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
10H	TTF	1PPM/ 3PPM	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0

利用数字化时间精度调整电路可以每 20 秒改变 1 秒所包含的 32768Hz 脉冲的个数，从而调整时钟走时，使 SD8931 保持高走时精度。

1PPM/3PPM：时间调整的精度选择位。该位为 0 时，每分钟仅有 1 个秒点进行调整；该位为 1 时，每分钟有 3 个秒点进行调整。

F5~F0：时间调整的数值位。

F6：时间精度校准正负模式选择位。F6=0，校准的那一秒的寄存器计数脉冲将增加，成为 $32768 + ((F5, F4, F3, F2, F1, F0) - 1) \times 2$ ；F6=1，校准的那一秒的寄存器计数脉冲将减少，成为 $32768 - ((/F5, /F4, /F3, /F2, /F1, /F0) + 1) \times 2$ 。

注：/F5 表示 F5 的反码，其它类同。

(F6, F5, F4, F3, F2, F1, F0) 预设为 (*, 0, 0, 0, 0, 0, *) 时，产生 1 秒的寄存器计数脉冲不变，不进行时间校准。故而最小调整的脉冲个数为 2。

精度计算：

1PPM/3PPM=0：每 60 秒增加或减少计数脉冲的最小个数为 2，所以时钟调整寄存器的最小调整精度是： $2 / (32768 \times 60) = 1.017\text{PPM}$ 。

1PPM/3PPM=1：每 20 秒增加或减少计数脉冲的最小个数为 2，所以时钟调整寄存器的最小调整精度是： $2 / (32768 \times 20) = 3.052\text{PPM}$ 。

注：时钟调整电路仅是调整的时钟走时，并不对晶振本身频率调整，所以 32.768kHz 脉冲输出没有变化。

其他：虽然 SD8931 的上电复位功能会复位数字校准寄存器为 0，但在电源环境比较恶劣的条件下并不能绝对保证芯片每一次上电的可靠复位。针对绝大多数不使用数字调整功能的用户，为了保证走时精度的可靠性，强烈建议在上电时设置数字补偿寄存器为 0。

4.3.7 电池电压测量与数据保存

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	-------	----	----	----	----	----	----	----	----

59H	扩展控制寄存器 1	-	-	-	CONT_ BAT	-	-	INTBH E	INTBL E
5AH	扩展控制寄存器 2	BAT8_ VAL	SYS	OSC_R DY	0	-	-	BHF	BLF
5BH	电池电量	BAT7_ VAL	BAT6_ VAL	BAT5_ VAL	BAT4_ VAL	BAT3_ VAL	BAT2_ VAL	BAT1_ VAL	BAT0_ VAL

BAT_VAL：保存测量的电压。直接从对应地址读取当前电压。BAT8_VAL=1, BAT0_VAL~BAT7_VAL=35H, 则当前所测的电池电量=135H=309（十进制）=3.09V。

BSY：状态标志位，BSY=1，表示芯片正在进行电池电压或者温度转换；BSY=0，表示处于空闲状态。

CONT_BAT：强制电压测量位，当 CONT_BAT=1 且 BSY=0（空闲状态）时，进行强制电压测量。测量结果存放在寄存器 VBAT_VAL 中。（强制转换完成后，BSY=0，CONT_BAT=0）

4.3.8 充电功能

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
58H	充电寄存器 2	ENCH	-	-	-	-	CH2	CH1	CH0

充电使能及选择位功能如下表所示：

使能	选择位			功能
ENCH	CH2	CH1	CH0	
0	x	x	x	不充电
1	0	0	0	不充电
1	0	0	1	通过 2K 电阻充电到 3.1V 电压
1	0	1	0	通过 2K 电阻充电到 3.1V 电压
1	0	1	1	通过 2K 电阻充电到 3.1V 电压
1	1	0	0	通过 2K 电阻充电到 4.1V 电压
1	1	0	1	通过 2K 电阻充电到 VDD 电压
1	1	1	0	不充电
1	1	1	1	不充电

ENCH：充电寄存器 2 的充电功能使能位。ENCH=0，关闭充电功能；ENCH=1，由 CH 决定充电模式。

CH：充电模式选择位。具体功能如上表所示。

备注：1、当需要充电电压为 3.1V 或 4.1V 时，VDD 需满足 $VDD - 0.2V \geq VBAT$ 。

2、当充电功能打开时，芯片会增加 80uA 左右的工作电流。

3、充电功能上电默认打开，如果不使用充电功能，建议关闭。

4.3.9 电池电压报警

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	-------	----	----	----	----	----	----	----	----

59H	扩展控制寄存器 1	-	-	-	CONT_ BAT	-	-	INTBHE	INTBLE
5AH	扩展控制寄存器 2	BAT8_ VAL	SYS	OSC_ RDY	0	-	-	BHF	BLF

INTBHE：电池高压报警使能位。INTBHE=1，使能电池高压报警。

INTBLE：电池低压报警使能位。INTBLE=1，使能电池低压报警。

BHF：电池高压标志位。

BLF：电池欠压标志位。

注 1：BHF，BLF 不能通过软件进行设置或清除。

注 2：低压报警的电压典型值为 2.5V；3.3V 充电的高压报警的电压典型值为 2.9V；4.2V 充电的高压报警的电压典型值为 3.95V。

4.3.10 用户 RAM

地址为 6CH~B1H，共计 70 字节的用户数据 RAM。

4.3.11 ID 码

ID 码的地址与内容对应的关系如下表：

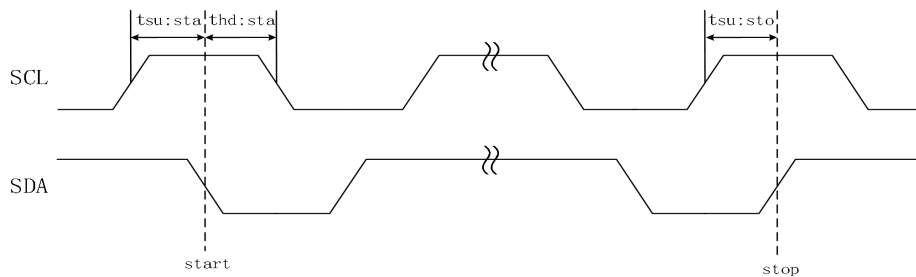
ID 码地址	B2H	B3H	B4H	B5H	B6H	B7H	B8H	B9H
说明	生产年份： 0~99	生产月 份：1~12	日期： 1~31	生产机 台编号	四位生产工单 号：如 A394		工单内序号： 0000~9999	

4.3.12 通信校验寄存器

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
FBH	BCC	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0

IIC 通信校验寄存器用于校验 IIC 总线上面的通信数据，提高传输的可靠性。

采用异或校验的方式，即：每次接收/发送的数据和上一次数据做异或运算，数据校验从 START(包括 RESTART)开始到 STOP 信号结束，包括总线上所有的传输数据。



通信校验范围

每次 RTC 收到 STOP 命令之后，校验数据保存在校验寄存器 BCC 中，MCU 可以通过 IIC 进行读取。

例：

1、IIC 写校验：往 00H、01H、02H、03H、04H、05H、06H 地址依次写入 28H，41H，14H，

04H, 15H, 11H, 22H; 则从 FBH 地址读出的通信校验结果应为 $D0H \oplus 00H \oplus 28H \oplus 41H \oplus 14H \oplus 04H \oplus 15H \oplus 11H \oplus 22H = 8FH$ 。

2、IIC 读校验：从 04H、05H、06H 地址读出结果依次为 08H, 04H, 10H; 则从 FBH 地址读出的通信校验结果应为 $D1H \oplus 08H \oplus 04H \oplus 10H = CDH$ 。

注：在每一次的 S 或者 Sr 信号之后，通信校验功能就会重新开始。

具体 IIC 通信方式见 5.2 数据传输格式。

4.3.13 写保护序列

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
FCH	写保护序列	WPF	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	-	-

为了提高数据的可靠性，在写保护使能时，除写保护控制的寄存器可写入外，其他寄存器都不能写入。

WPF：写保护标志位，默认为 0。WPF=1，寄存器写禁止状态，此时不能对寄存器进行写入；WPF=0，寄存器写使能状态，可以对寄存器进行写入。

寄存器写禁止操作步骤：

- (1) 向寄存器的 Bit6~Bit2 写入 5' b00000，复位检测序列，进入第 2 步；
- (2) 向寄存器的 Bit6~Bit2 写入 5' b10101，进入第 3 步；向寄存器写入其他数值或向其他地址寄存写入任何值停留在第 2 步。
- (3) 向寄存器的 Bit6~Bit2 写入 5' b01010，进入第 4 步；向寄存器写入其他数值或向其他地址寄存写入任何值返回第 2 步；
- (4) 向寄存器的 Bit6~Bit2 写入 5' b10111，WPF=1，返回第 2 步；向寄存器写入其他数值或向其他地址寄存写入任何值返回第 2 步；

寄存器写使能操作步骤：

- (1) 向寄存器的 Bit6~Bit2 写入 5' b00000，复位检测序列，进入第 6 步。
- (2) 向寄存器的 Bit6~Bit2 写入 5' b11100，进入第 7 步；向寄存器写入其他数值或向其他地址寄存写入任何值停留第 6 步；
- (3) 向寄存器的 Bit6~Bit2 写入 5' b00011，进入第 8 步；向寄存器写入其他数值或向其他地址寄存写入任何值返回第 6 步；
- (4) 向寄存器的 Bit6~Bit2 写入 5' b01110，WPF=0，返回第 6 步；向寄存器写入其他数值或向其他地址寄存写入任何值返回第 6 步；

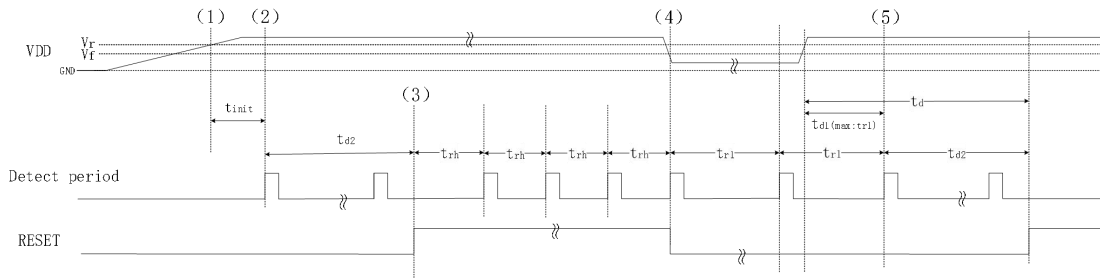
4.3.14 1/1024 秒

地址	寄存器名称	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
FEH	1/1024S	128	64	32	16	8	4	2	1
FFH		0	0	0	0	0	0	512	256

1/1024 秒为 10 位只读寄存器，计数范围为 0~1023，分辨率为 1/1024 秒。

4.3.15 复位输出(SD8931 SOP8 没有此功能)

芯片周期性的监测VDD的电压，当VDD低于阈值电压 V_f 时，复位输出脚RST立即输出低电平。在RST脚输出低电平期间，当监测到VDD大于阈值电压 V_r 时，延时 t_{d2} 后RST脚输出高电平。



(1) VDD 上电，RST 输出低电平。

(2) VDD 上电后经过 t_{init} ，开始监测 VDD 电压，当监测到 $VDD > V_r$ 时，延时 t_{d2} 之后，RST 输出高电平。

(3) RST 输出高，VDD 电压监测周期更改为 t_{rh} 。

(4) 监测到 $VDD < V_f$ ，RST 立刻输出低电平，VDD 电压监测周期更改为 t_{rl} 。

(5) 监测到 $VDD > V_r$ ，延时 t_{d2} 之后，RESET 输出高。从 VDD 恢复到 RST 输出高的时间 $t_d = t_{d1} + t_{d2}$ 。

符号	说明	最小值	典型值	最大值
V_r	VDD 上升阈值	2.3V	2.50V	2.7V
V_f	VDD 跌落阈值	2.2V	2.40V	2.6V
t_{init}	第一次上电初始化之后，电压稳定需要的时间。	80ms		
t_{rh}	VDD 为高时的时钟检测周期。		32ms	
t_{rl}	VDD 为低时的时钟检测周期。		125ms	
t_d	检测到 $VDD > V_r$ 后，REST 脚输出高的延时。	62.5ms		187.5ms
t_{d1}	VDD 跌落到阈值电压 V_f 到监测到 VDD 跌落时间。	0ms		125ms
t_{d2}	为保证 VDD 电压稳定，RESET 置 1 的延迟。		62.5ms	

5、串行 IIC 接口

5.1、SD8931 通过两线式 IIC 串行接口方式接收各种命令并读写数据。

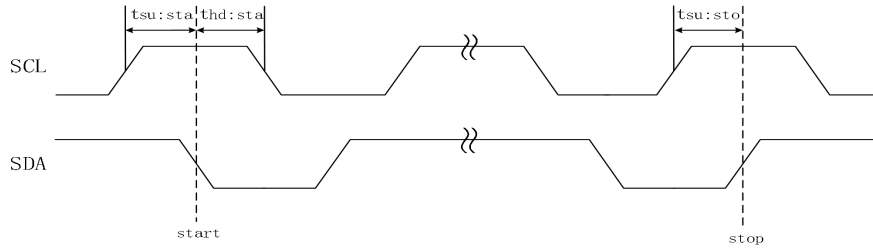
两线式串行 IIC 接口方式描述如下：

(1) 开始条件

当 SCL 处于高电平时，SDA 由高电平变成低电平构成一个开始条件，对 SD8931 的所有操作均必须由开始条件开始。

(2) 停止条件

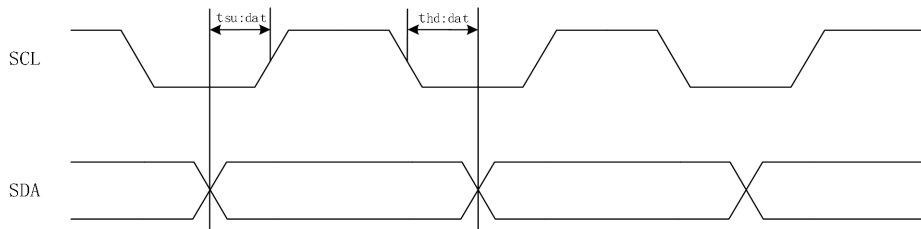
当 SCL 处于高电平时，SDA 由低电平变成高电平构成一个停止条件，对 SD8931 的所有操作均停止，系统进入待机状态。



实时时钟串行接口

(3) 数据传输

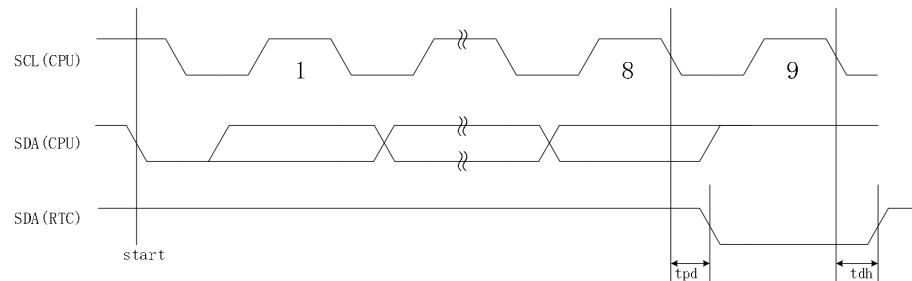
当 SCL 为低电平，且 SDA 线电平变化时，则数据由 CPU 传输给 SD8931（高位在前、低位在后，下同）；当 SCL 为高电平，且 SDA 电平保持不变时，则 CPU 读取 SD8931 发送来的数据；当 SCL 为高电平，且 SDA 电平变化时，SD8931 收到一个开始或停止条件。



实时时钟数据传输时序

(4) 确认

数据传输以 8 为序列进行。SD8931 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。



实时时钟确认信号

5.2、数据、指令传输格式

当 CPU 发出开始条件与实时时钟建立连接后，CPU 首先通过 SDA 总线连续输出 7 位器件地址+读写位来唤醒 SD8931。

(1) 器件地址：

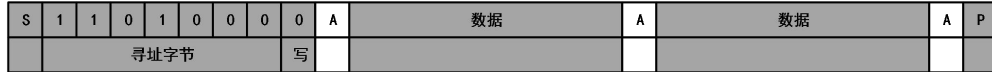
从机地址								读/写选择位
ADDR	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
D1H	1	1	0	1	0	0	0	1（读）
DOH	1	1	0	1	0	0	0	0（写）

其中高 7 位 bit7~bit1 为器件地址，它代表实时时钟的器件地址，固定为“1101_000”；BIT0 为读/写位。“1”为读操作，“0”为写操作。

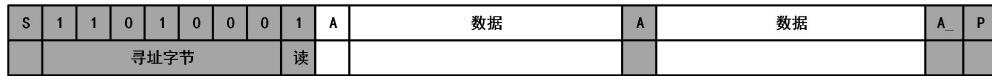
(2) 数据传输格式:

在数据发送/接收停止信号到来时，将结束其数据传输，如果只有开始信号，而没有结束信号，接着重新产生起始信号，则还要重新设置器件代码（在传输方向需要改变时，就用这种传输方式，如下面的读数据方式）。

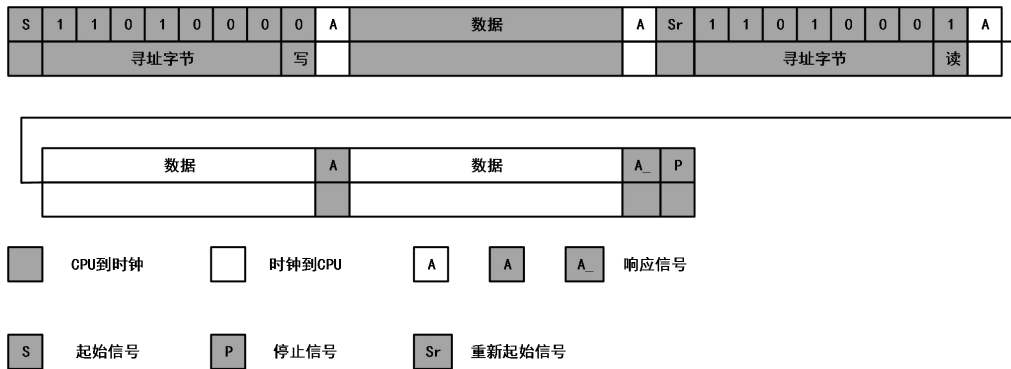
主设备向从设备写入数据过程如下图:



主设备向从设备直接读取数据过程如下图:



数据传输时改变其传输方向过程图:



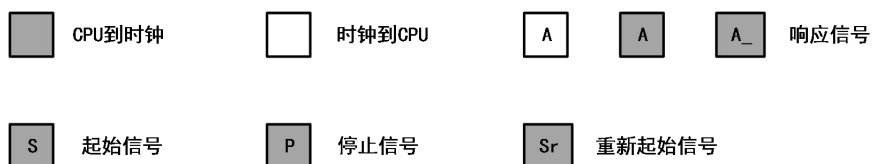
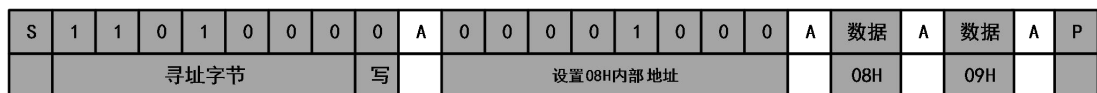
(3) SD8931 数据传输的写模式

先送 7 位器件地址（1101000），第 8 位送入写命令（“0”），第 9 位是 SD8931 的响应位（ACK），SD8931 进入写状态。

接下来的 8 位数据（一个字节）是确定 SD8931 的内部地址，第 9 位才是 SD8931 的响应位。

开始写数据，每写完 1 个字节的数据之后，都经过 1 位的响应信号才写下 1 字节的数据，如果要结束写数据的过程，则在 ACK 后送出停止命令即可。

SD8931 写数据示例（向 08H，09H 地址写数据）



特别注意：

1、对寄存器的写操作必须确认芯片处于写允许状态，否则写无效。具体操作细则见 4.3.11 的写保护功能。

2、写时间同步：每次对实时时间秒寄存器的写操作时，当秒数据的 8 个 bit 完全写入并收到 ACK 信号后，就会对秒以下的内部计数器清零，使时间同步。

3、从当前地址开始，每次读写完一个字节地址自动加 1。

4、为了提高数据的可靠性，当写完成后，**应将芯片置于写禁止状态。**

5、有关写实时时间数据的位数的特别要求请参见（4.2.8 的注 2）。

（4）数据传输的读模式

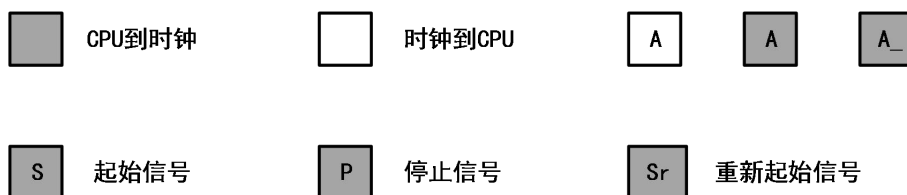
1、与写模式的前两步一样。

2、重新发出开始命令以改变两线接口数据传输方向。

3、再送 7 位器件地址（1101000），第 8 位送入读命令（“1”），第 9 位是 SD8931 的响应位（ACK），SD8931 进入读状态。

4、开始读数据，每读完 1 个字节的数据之后，CPU 都要送出 1 位的响应信号（ACK 低电平）才能读下 1 字节的数据。如果想要结束读数据过程，则 CPU 要送出 1 位的响应信号（ACK 高电平），ACK_后送出停止命令即可。

SD8931 读数据方法一示例（从 7H~9H 地址读取数据）：

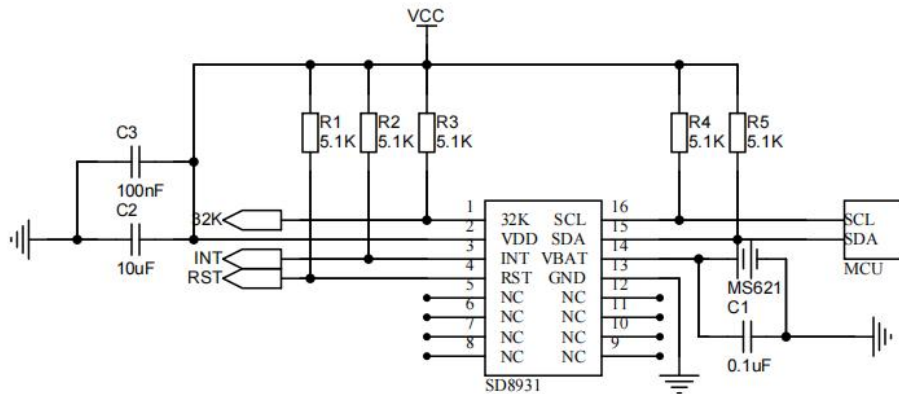


（5）SD8931 在特殊条件下的数据传输

为了保证读写数据的有效性，SD8931 的两线通信开始到结束仅在此 0.5 秒之内，如此可避免总线挂死的现象。

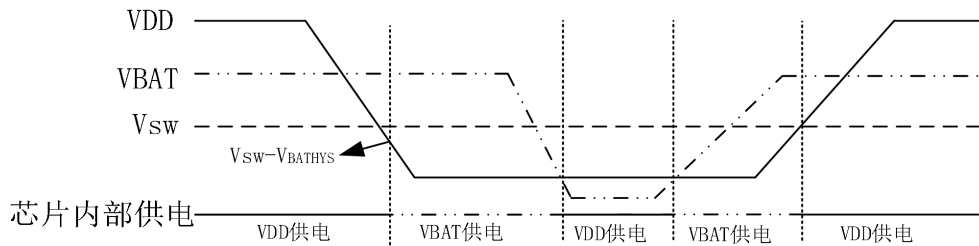
因此在 SD8931 中，IIC 会在第一个开始信号（START）到来的 0.5 秒之后自动终止本次通信。所以，要注意：从开始信号进行读/写数据，直到停止信号，读写/操作过程必须在 0.5 秒之内完成。

6、应用参考电路



7、备用电池

备用电池通过 VBAT 脚输入，芯片内部根据备用电池的电压 VBAT 和主电源的电压 VDD 进行自动切换，切换的条件如下图所示。



说明：(1) 当 $VDD > V_{SW} - V_{BATHYS}$ (VDD 上升时 V_{SW}) 或者 $VDD > V_{BAT}$ 时，芯片内部由 VDD 供电。

(2) 当 $VDD < V_{SW} - V_{BATHYS}$ (VDD 上升时 V_{SW}) 并且 $VDD < V_{BAT}$ 时，芯片内部由 VBAT 供电。

8、PCB 排版

SD8931 在排 PCB 时要注意：在 SD8931 的背面不要排布大电流、强干扰线路；SCL、SDA 线分别与 MCU 用于 IIC 通讯的 I/O 口之间不要串联超过 100 欧的电阻。

由于 SD8931 内置晶振，在运输、生产环节请注意不要撞击 SD8931，也不要使用超声波清洗 SD8931，以免造成 SD8931 永久损坏。

9、极限参数

V_{DD} 、 V_{BAT} 、SCL、SDA、FREQ 和 INT 引脚上的电压（相对于地）	—0.5V 至 7.0V
贮存温度	—55℃ 至 +125℃
引线温度（焊接，10 秒）	260℃

注：强度超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。这些仅仅是极限参数，并不意味着在极限条件下或在任何其它超出推荐工作条件所示参数的情况下器件能有效地工作。延长在极限参数条件上的工作时间会影响器件的可靠性。

因内置晶振的固有特性，用户使用过程中 RTC 存在晶振老化、频率偏移的现象，高温焊接会加速内置晶振的负向老化过程。

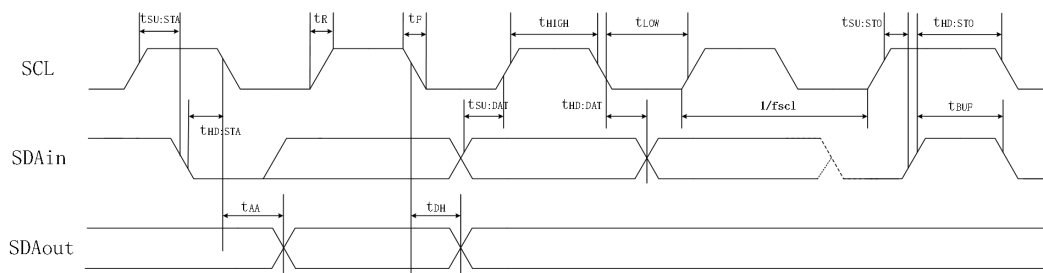
10、直流特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}	主电源		2.5		5.5	V
V_{keep}	计时电压		1.5		5.5	V
V_{BAT}	备用电池供电电压		1.5		5.5	V
I_{DD1}	主电源电流	$V_{DD}=5V$		0.6	1.2	μA
		$V_{DD}=3V$		0.5	1.0	μA
I_{DD2}	IIC 通信时的电源电流	$V_{DD}=5V$		40	120	μA
I_{DD3}	充电启用时的电源电流	$V_{DD}=5V$		80		μA
I_{BAT}	备用电池供电电流	$V_{BAT}=3V$		0.5		μA
I_{L1}	SCL 的输入漏电流			100		nA
I_{L0}	SDA 的输入/输出漏电流			100		nA
V_{BATHYS}	V_{BAT} 和 V_{DD} 之间切换的迟滞电压			85		mV
V_{sw}	V_{BAT} 和 V_{DD} 之间切换的电压	$T_a=25^{\circ}C$		2.4		V
INT / SDA V_{OL}	低电平输出电压	$V_{DD}=5V$ $I_{OL}=0.5mA$	0.1	0.2	0.3	V
V_{temp}	温度补偿阈值电压			2.4		V

11、交流特性

符号	参数	条件	标准模式 (fSCL=100kHz)			快速模式 (fSCL=400kHz)			单位
			最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
f_{SCL}	SCL 频率				100			400	kHz
V_{IL}	SDA 和 SCL 低电平输入电压		-0.3		$0.3 \times V_{DD}$	-0.3		$0.3 \times V_{DD}$	V
V_{IH}	SDA 和 SCL 高电平输入电压		$0.7 \times V_{DD}$		$V_{DD} + 0.3$	$0.7 \times V_{DD}$		$V_{DD} + 0.3$	V
V_{hys}	SDA 和 SCL 施密特触发输入滞后		$0.05 \times V_{DD}$			$0.05 \times V_{DD}$			V
V_{OL}	低电平输出电压	SDA 输出低电平状态下, 吸收 2mA 电流时的电压		0.4			0.4		V
C_{pin}	SDA 和 SCL 引脚电容	$T_A=25^{\circ}C$ f=1MHz $V_{DD}=5V$ $V_{IN}=0V$ $V_{OUT}=0V$			10			10	pF
t_{IN}	SDA 和 SCL 输入端的脉冲宽度抑制时				100			50	ns

	间								
t_{AA}	SCL 下降沿到 SDA 输出数据有效	SCL 下降到 $0.3 \times V_{DD}$ ，直到 SDA 不在 $0.3 \times V_{DD}$ 至 $0.7 \times V_{DD}$ 区间。			900			900	ns
t_{BUF}	总线在 STOP 和 START 之间的空闲时间	SDA 在 STOP 条件下上升到 $0.7 \times V_{DD}$ ，在开始条件下下降到 $0.7 \times V_{DD}$ 。	4700			1300			ns
t_{LOW}	时钟低电平时间	在 $0.3 \times V_{DD}$ 处测量	4700			1300			ns
t_{HIGH}	时钟高电平时间	在 $0.7 \times V_{DD}$ 处测量	4000			600			ns
$t_{SU:STA}$	IIC 启动信号的建立时间	SCL 上升到 $0.7 \times V_{DD}$ 至 SDA 下降沿到 $0.7 \times V_{DD}$	4700			600			ns
$t_{HD:STA}$	IIC 停止信号的保持时间	在 SDA 下降沿到 $0.3 \times V_{DD}$ ，SCL 下降沿到 $0.7 \times V_{DD}$	4000			600			ns
$t_{SU:DAT}$	输入数据的建立时间	从 SDA 不在 $0.3 \times V_{DD}$ 至 $0.7 \times V_{DD}$ 范围，到 SCL 上升沿的 $0.3 \times V_{DD}$	250			100			ns
$t_{HD:DAT}$	输入数据保持时间	SCL 下降沿的 $0.3 \times V_{DD}$ ，到 SDA 在 $0.3 \times V_{DD}$ 至 $0.7 \times V_{DD}$ 区间	200			100			ns
$t_{SU:STO}$	停止条件的建立时间	从 SCL 上升沿经过 $0.7 \times V_{DD}$ ，到 SDA 上升沿 $0.3 \times V_{DD}$	4000			600			ns
$t_{HD:STO}$	输出条件保持时间	从 SDA 上升沿到 SCL 下降沿。两者均超过 $0.7 \times V_{DD}$	600			600			ns
t_{DH}	数据输出的保持时间	从 SCL 下降沿 $0.7 \times V_{DD}$ ，到 SDA $0.3 \times V_{DD}$ 至 $0.7 \times V_{DD}$ 区间	200			100			ns
t_R	SDA 和 SCL 的上升时间	$0.3 \times V_{DD}$ 至 $0.7 \times V_{DD}$ 区间			1000			300	ns
t_F	SDA 和 SCL 的下降时间	$0.3 \times V_{DD}$ 至 $0.7 \times V_{DD}$ 区间			300			300	ns

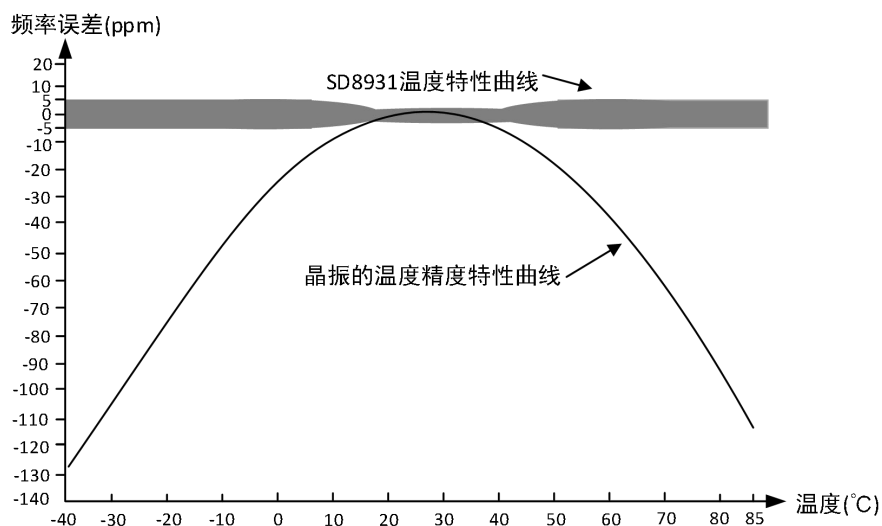


IIC 时序图

12、频率特性

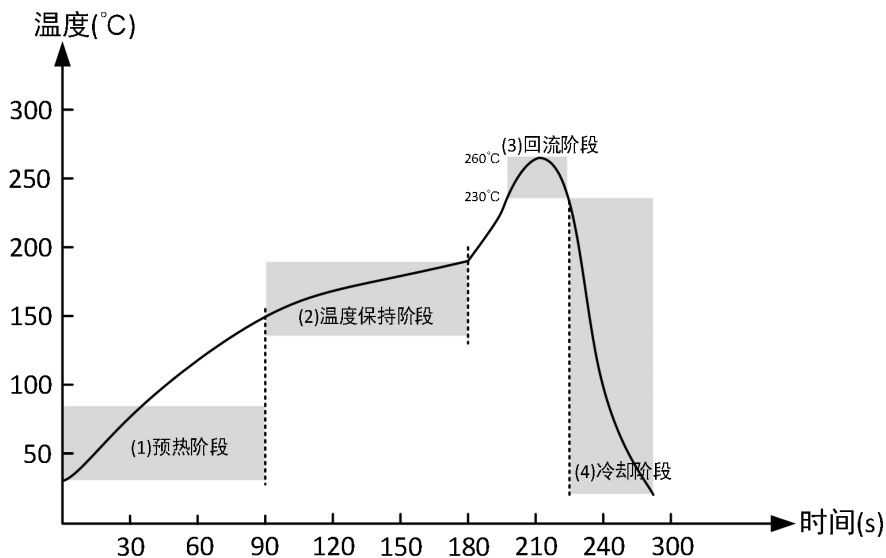
符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$\Delta f/f$	频率稳定性	$T_a=0^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$	-2		2	ppm
		$T_a=-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$	-3.5		3.5	ppm
		$T_a=+86^{\circ}\text{C}\sim+105^{\circ}\text{C}$	-10.0		10.0	ppm
f/V	频率电压特性	$T_a=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=2.7$ to 5.5V	-2.0		2.0	ppm/V
t_{STA}	晶振启动时间	$T_a=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=3.3\text{V}$			1.0	s
f_a	老化率	$T_a=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=3.3\text{V}$	-3.0		3.0	ppm/year

13、频率误差&温度关系曲线(与没有温补功能的时钟芯片进行对比)



13、焊接要求

回流焊温度曲线，包括四个阶段：预热阶段、温度保持阶段、回流阶段和冷却阶段。



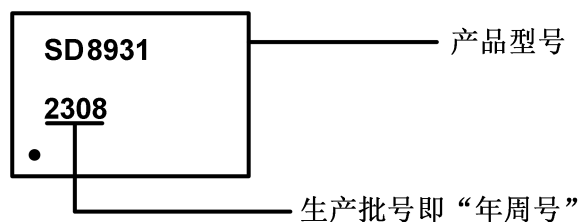
预热阶段：慢慢加热芯片和电路板，防止热冲击。温度从室温上升到大约 150°C，时间通常为 60-120 秒。

温度保持阶段：保持温度在 150°C-180°C，这个阶段有助于活化焊膏中的助焊剂，通常持续 60-120 秒。

回流阶段：温度快速升高至峰值 255-265°C，这是焊接的关键阶段，焊膏熔化形成焊点。在 230 摄氏度以上持续约 20-40 秒。

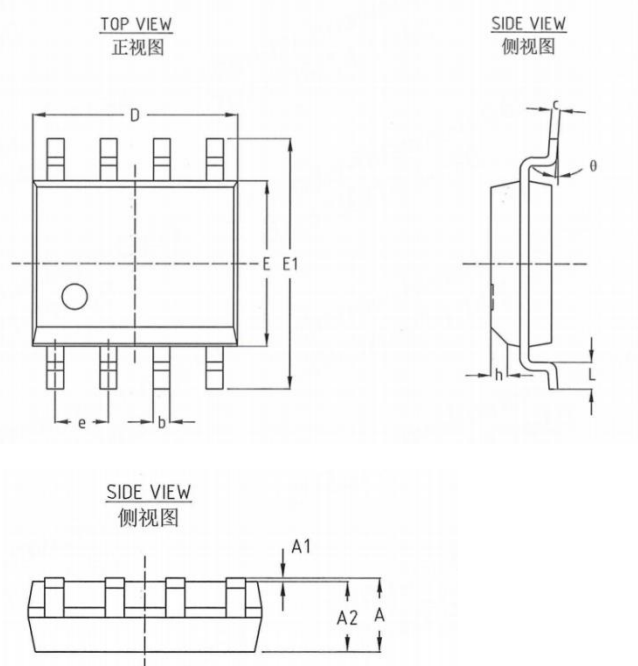
冷却阶段：温度迅速下降到室温，冷却速度一般为 3-4°C/秒，以确保焊点稳定。

14、芯片顶部字符说明



15、封装尺寸（单位：毫米）

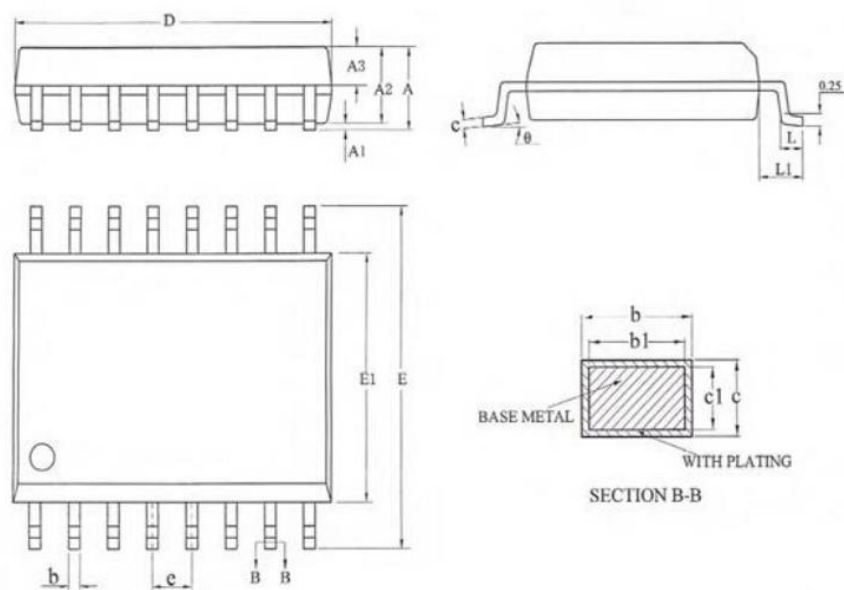
（1）SD8931 SOP8(150mil) 封装尺寸图



符号	尺寸 (mm)		
	最小值	平均值	最大值
A	—	—	1.75
A1	0.10	0.15	0.25
A2	1.35	1.45	1.55
b	0.35	—	0.50
c	0.19	—	0.25
D	4.80	4.90	5.00
E	3.80	3.90	4.00
E1	5.80	6.00	6.20
e	1.27BSC		
h	0.30	—	0.50
L	0.50	—	0.80
θ	0°	—	8°

备注：SD8931 为湿敏三级（MSL3）封装, SOP8，真空盘带包装 2500PCS/盘。

(2) SD8931 SOP16 (300mil) 封装尺寸图



符号	尺寸 (mm)		
	最小值	平均值	最大值
A	—	—	2.65
A1	0.10	—	0.30
A2	2.25	2.30	2.35
A3	0.97	1.02	1.07
b	0.35	—	0.44
b1	0.34	0.37	0.39
c	0.25	—	0.31
c1	0.24	0.25	0.26
D	10.10	10.30	10.50
E	10.26	10.41	10.60
E1	7.30	7.50	7.70
e	1.27BSC		
L	0.55	—	0.85
L1	1.40BSC		
θ	0°	—	8°
L/F 载体尺寸	140*160		
	160*250		

备注：SD8931 为湿敏三级 (MSL3) 封装, SOP16, 真空盘带包装 1500PCS/盘。



■ 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: support@whwave.com.cn, 我们将尽快予以答复。

谢谢您的支持与合作！

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。

注：本文档受中国版权法保护, 非授权禁止拷贝、复制、引用或传播

(SD 及 WAVE 均为我公司注册商标)

深圳市兴威帆电子技术有限公司