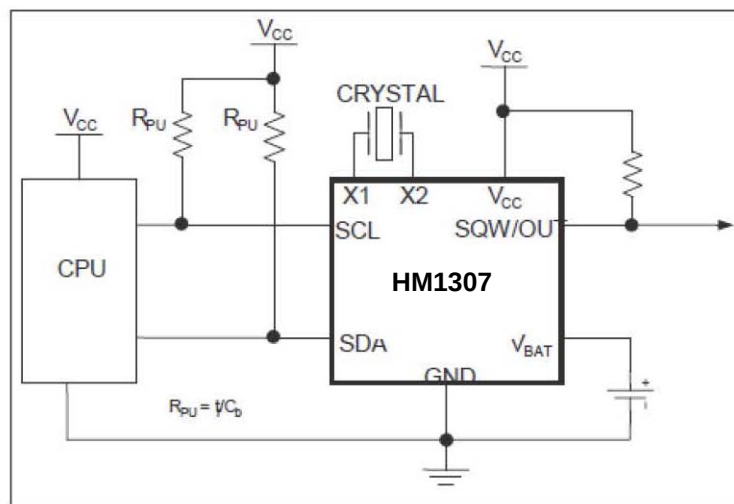


概述

HM1307是一款低功耗，具有56字节RAM的全BCD码时钟日历实时时钟芯片。并具有涓流充电功能。地址和数据通过两线双向的串行总线传输。芯片可提供秒、分、小时、天数、日期、月份、年份等信息。每一天的天数能自动调整，并具有闰年补偿功能。AM/PM标志位决定时钟工作于24小时或12小时模式。芯片有一个内置的电源感应电路，具有掉电检测和电池自动切换功能。当以备用电源供电时，计时功能继续正常运转。HM1307提供用户调整时钟精度功能，可调节晶振电路在常温下的精度误差，可调节范围 $-128\text{PPM}\sim+127\text{PPM}$ 。

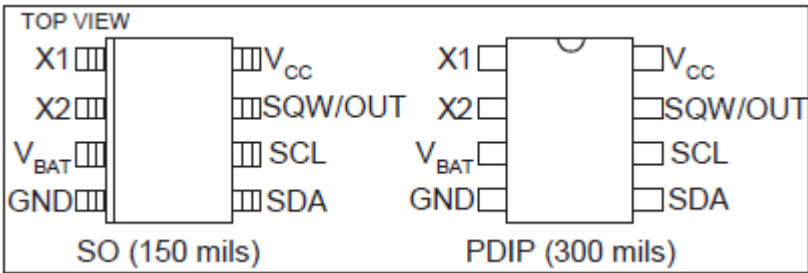
1、典型应用



2、特点

- 可对秒、分、小时、每月的天数、月份、每周的天数进行记数，并具有闰年补偿功能，纪年上限2100。
- 56字节无限次写入RAM
- I²C 串行接口
- 可编程方波输出信号
- 用户可调整晶振时钟精度，调节范围 $-128\text{PPM}\sim+127\text{PPM}$
- 涓流充电功能
- 自动掉电检测和电源切换电路
- 在电池备份模式下，功耗小于500nA
- 工业级的工作温度：-40℃到+80℃
- 8 引脚塑料 DIP 和 SO 封装

3、管脚图



参数

1、绝对最大额定值

- 任一管脚到地电压..... -0.5V to +7.0V
- 工作温度
- 商业级.....0℃ to +70℃
- 工业级.....-40℃ to +85℃
- 存储温度.....-55℃ to +125℃
- 焊接温度（DIP 封装）.....+260℃ for 10 seconds
- 焊接温度（表面贴装）..... Refer to JPC/JEDEC J-STD-020 specification

2、推荐直流工作条件

(T_A=0℃ to +70℃, T_A=-40℃ to +85℃。)(Notes 1, 2)

参数	符号	CONDITIONS	最小.	典型	最大	单位
输出电压	V _{CC}		4.5	5.0	5.5	V
逻辑 1 输入	V _{IH}		2.2		V _{CC} +0.3	V
逻辑 0 输入	V _{IL}		-0.3		+0.8	V
V _{BAT} 电池电压	V _{BAT}		2.0	3	3.5	V

3、直流电参数

($V_{CC}=4.5V$ to $5.5V$; $T_A=0^{\circ}C$ to $+70^{\circ}C$, $T_A=-40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$.) (Notes 1, 2)

参数	符号	CONDITIONS	最小	典型	最大	单位
输入漏电流	I_{LI}		-1		1	μA
I/O 漏电路	I_{LO}		-1		1	μA
逻辑 0 输入	V_{OL}				0.4	V
Active Supply Current ($f_{SCL}=100kHz$)	I_{CCA}				1.5	mA
待机电流	I_{CCS}	(Note 3)			200	μA
V_{BAT} 漏电流	I_{BATLKG}			5	50	nA
电源失效电压	V_{PF}		$1.216 \times V_{BAT}$	$1.25 \times V_{BAT}$	$1.284 \times V_{BAT}$	V
涓流充电电阻	R1			2		K Ω
	R2			4		
	R3			8		
涓流充电二极管压降	V_{TD}			0.7		V

4、DC 电气特性

($V_{CC}=0V$, $V_{BAT}=3.0V$; $T_A=0^{\circ}C$ to $+70^{\circ}C$, $T_A=-40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$.) (Notes 1, 2)

参数	符号	CONDITIONS	最小	典型	最大	单位
V_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I_{BAT1}			300	500	nA
V_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I_{BAT2}			480	800	nA
V_{BAT} Data-Retention Current (Oscillator Off)	I_{BATDR}			10	100	nA

WARNING: Negative undershoots below -0.3V while the part is in battery-backed mode may cause loss of data.

注意：当采用备用电池供电时，负脉冲低于-0.3V 会导致数据丢失。

5、交流电参数

($V_{CC}=4.5V$ to $5.5V$; $T_A=0^{\circ}C$ to $+70^{\circ}C$, $T_A=-40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$.)

参数	符号	CONDITIONS	最小	典型	最大	单位
SCL	f_{SCL}		0		100	kHz
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}		4.7			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	(Note4)	4.0			μs
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}		4.7			μs
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}		4.0			μs
Setup Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$		4.7			μs
Data Hold Time	$t_{HD:DATT}$		0			μs
Data Setup Time	$T_{SU:DATT}$	(Notes5, 6)	250			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_R				1000	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_F				300	ns
Setup Time for STOP Condition	$T_{SU:STO}$		4.7			μs

6、电容

(T_A=+25℃)

参数	符号	CONDITIONS	最小	典型	最大	单位
Pin Capacitance (SDA, SCL)	C _{I/O}				10	pF
Capacitance Load for Each Bus Line	C _B	(Note 7)			400	pF

- Note 1:所有电压均为相对电压。
- Note 2:设计温度下限为-40℃，未经产品测试。
- Note 3:I_{CCS} 须为 V_{CC} = 5.0V ， SDA, SCL = 5.0V。
- Note 4:该周期后，产生第一个时钟脉冲。
- Note 5:设备必须由内部为 SDA 信号（参见 SCL 信号的 V_{IH}(MIN)）提供一个至少 300ns 的保持时间，以此桥接 SCL 下降沿的未定义区域。
- Note 6:若设备未延伸至 SCL 信号的低谷（t_{LOW}）时，只需要满足 t_{HD:DAT} 的最大值即可。
- Note 7:C_B—单根总线上总电容。

时序图

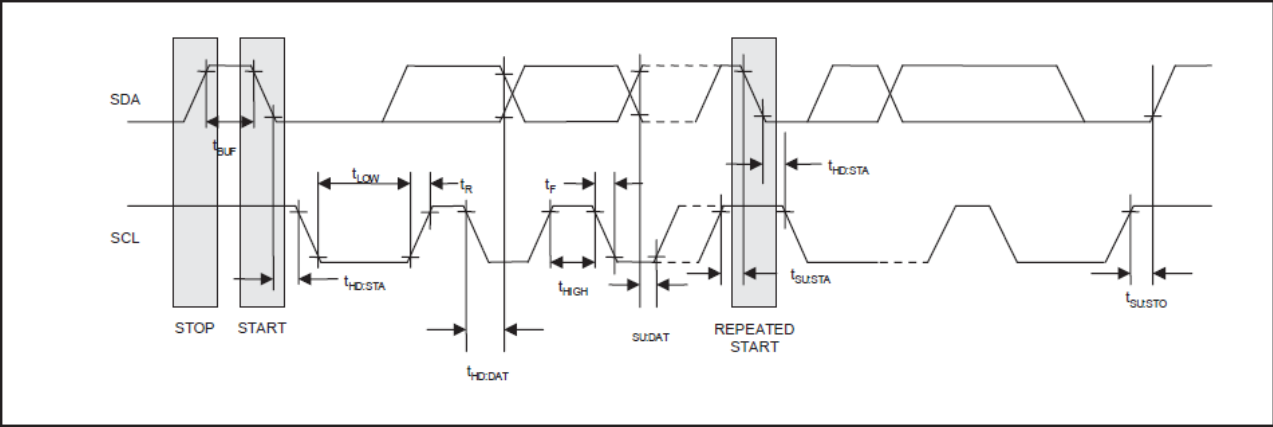
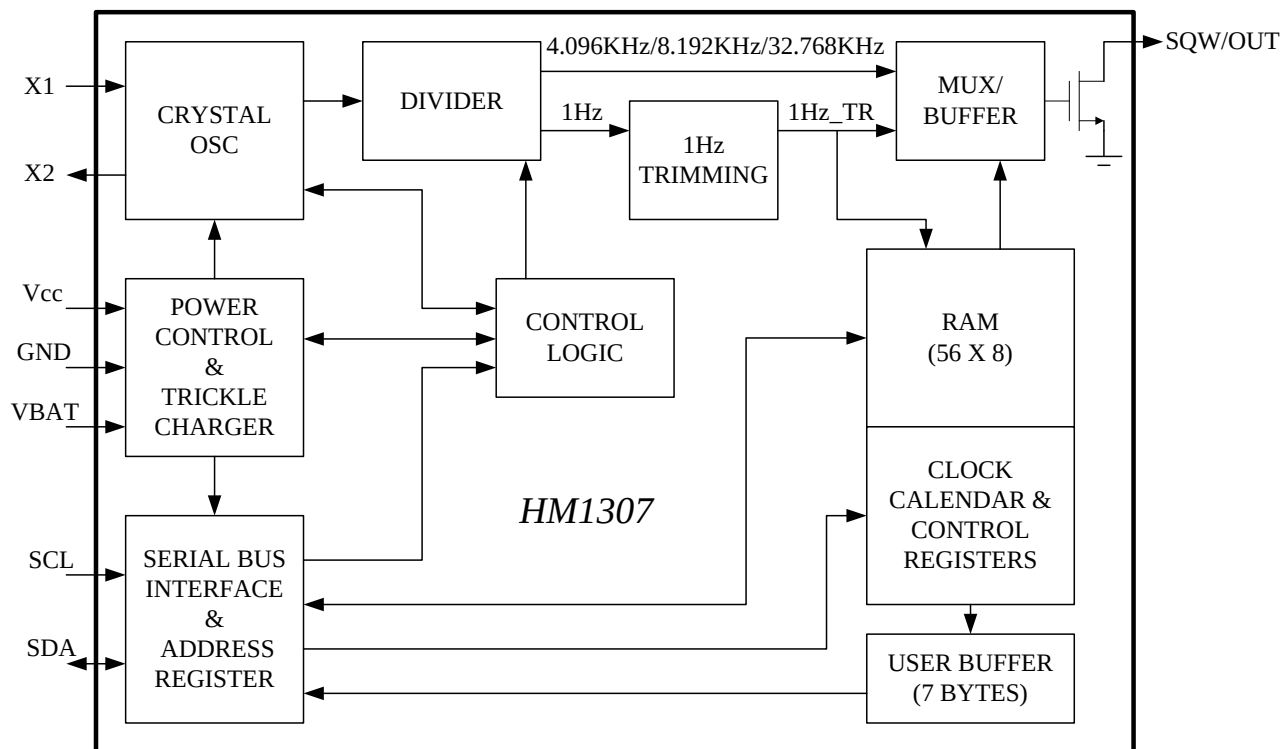
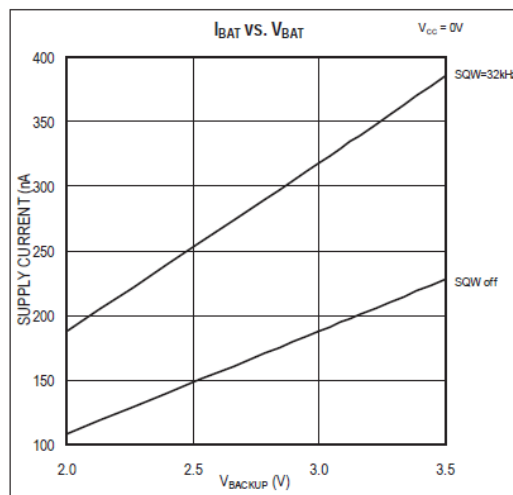
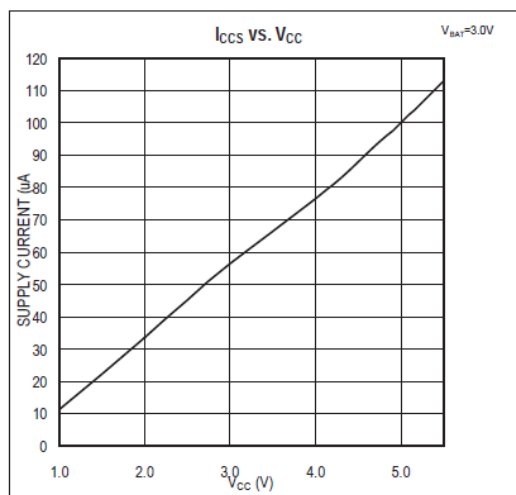


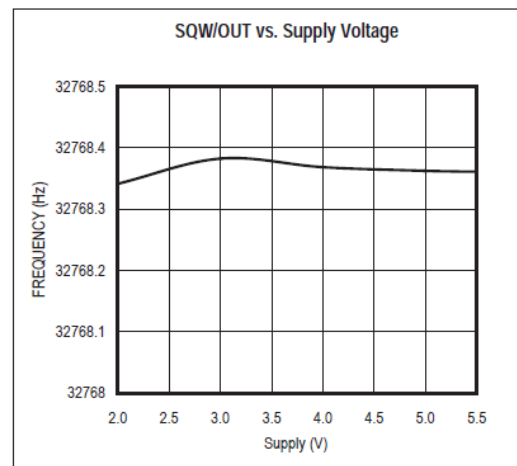
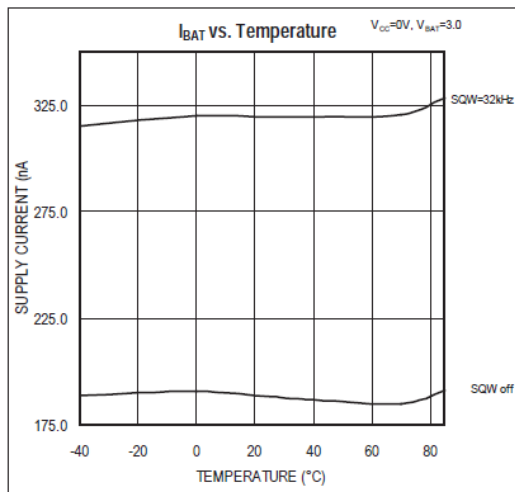
Figure 1. 系统框图



1、典型工作特性

(如无特殊说明, $V_{CC} = 5.0V$, $T_A = +25^\circ C$)





2、管脚描述

PIN	NAME	FUNCTION
1	X1	32.768kHz石英晶体连接管脚。其内部振荡器电路专门为具有指定12.5pF负载的晶振工作而设计。X1是振荡器输入管脚，能够连接一个外部32.768kHz振荡器。X2是内部振荡器输出管脚，当外部振荡器同X1相连，X2悬空。
2	X2	
3	V _{BAT}	标准3V锂电池或其他备用电源输入管脚。电池电压须控制在工作电压的下限和上限之间。电池和V _{BAT} 管脚之间的串行电路中的二极管可能会影响其正常运转。当不需要备用电源时，V _{BAT} 管脚必须接地。低电压失效点（VPF）设定为1.25 x V _{BAT} 。当电压达到电压失效点时，对RTC和用户RAM的读写将会被拒绝。在25℃条件下，当供电中断时，48mAh或更大容量的锂电池将为HM1307提供超过10年的供电。
4	GND	接地
5	SDA	串行数据输入/输出管脚。SDA是I ² C串行数据输入/输出接口。SDA为开漏输出管脚，需要连接一个外部的上拉电阻。无论V _{CC} 电压的大小，上拉电压都能够达到5.5V。
6	SCL	串行时钟输入管脚。SCL是I ² C接口的时钟输入管脚，用于同步串行接口之间的数据传输。无论V _{CC} 电压的大小，上拉电压都能够达到5.5V。
7	SQW/OUT	方波/输出驱动管脚。使能状态下，SQWE位设为1，SQW/OUT管脚输出(1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz)频率之一的方波。SQW/OUT是开漏输出管脚，需要连接一个外部上拉电阻。SQW/OUT引脚工作时需要应用V _{CC} 或V _{BAT} 。无论V _{CC} 电压的大小，上拉电压都能够达到5.5V。非使能状态下，该管脚为浮动状态。
8	V _{CC}	主要电源。接入正常限定的电压时，设备可接通进行数据读写。当设备接入备用电源，V _{CC} 低于V _{TP} 时，读写操作被禁止。然而在低电压供电时也可保证正常计时功能。。

细节描述

HM1307 是一款低功耗、56 字节 SRAM 的时钟/日历芯片，可提供秒、分、小时、天数、日期、月份、年份信息。每一个月的天数能自动调整，并具有闰年补偿功能。HM1307 作为 I²C 总线的从设备工作。通过执行 START 条件和提供寄存器地址之后的设备认证码可以进行存取。直至 STOP 条件执行，分布式寄存器停止依次存取。当 V_{CC} 低于 $1.25 \times V_{BAT}$ ，设备终止进行中的读写动作，并重置设备地址计数器。为防止错误数据被写入超差系统中的设备，这时输入设备的数据不会被识别。当 V_{CC} 低于 V_{BAT} ，设备调整为低电流电池供电模式。一旦电源开启， V_{CC} 大于 $V_{BAT} + 0.2V$ ，设备由电池供电调整为 V_{CC} ；当 V_{CC} 大于 $1.25 \times V_{BAT}$ ，设备开始识别输入数据。Figure 1 所示的框图标明了串行 RTC 的主要部件。当采用 V_{CC} 供电时，HM1307 可设置涓流充电功能，对备用锂电池进行涓流充电。

同时 HM1307 中包含可供用户使用的时钟精度调整寄存器，来调整晶振在常温下的精度偏移，供用户可调整的空间范围为 $-128PPM \sim +127PPM$ 。

1、振荡电路

HM1307 使用了外部 32.768kHz 晶体。振荡电路无需任何外部电阻或电容即可正常运转。Table 1 详细说明了几个外部晶体的参数。Figure 1 为振荡电路的功能原理图。当使用指定特性的晶体时，启动时间通常不到 1 秒。

2、时钟精度

时钟精度取决于晶体同振荡电路提供的负载以及外围供修调精度的电容负载间的匹配程度。温度改变引起的晶体频率偏差将会产生额外的误差。外部电路噪声同晶振电路耦合，可能会使时钟运行速度加快。

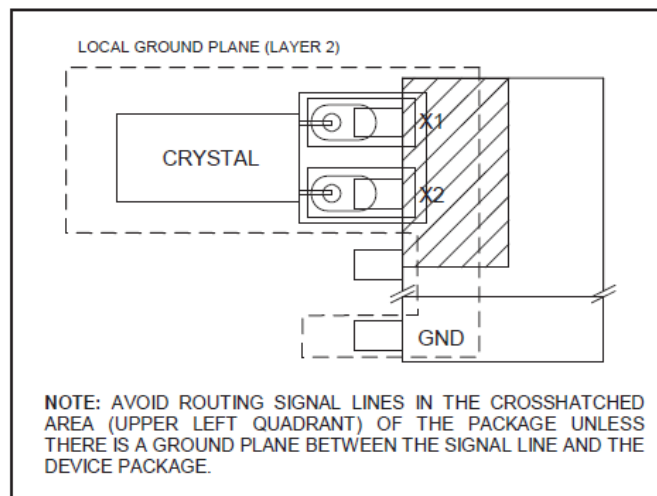
HM1307 中具有可供用户调节常温时钟精度的功能。通过检测在常温下的误差 ΔPPM ，写进 adjust 寄存器（41H），即可将计时误差消除，可调节范围为 adjust 寄存器范围 $-128PPM \sim +127PPM$ 。

Table 1. 晶体详述

参数	符号	最小	典型	最大	单位
额定频率	f_0		32.768		kHz
串联电阻	ESR			45	k Ω
带载能力	C_L		12.5		pF

*晶体、迹线和晶体输入引脚应同RF生成信号隔离。详见Application Note 58

Figure 2. 建议晶体布局



3、RTC 和 RAM 地址图表

Table 2 显示了HM1307 RTC 和 RAM 寄存器的地址列表。RTC 寄存器的地址为 00h 到 07h。RAM 寄存器的地址为 08h 到 3Fh。在多字节存取过程中，当地址指针指向 3Fh，即 RAM 位的末端，指针回归至 00h，即时钟位的开端。

4、时钟和日历

通过读取相应的寄存器中的字节，可以获得时间和日历的信息。Table 2 显示的是 RTC 寄存器。时间和日期可以进行设置，或通过写入相应的寄存器中的字节初始化。时间和日历信息以 BCD 码形式存放。一星期中的天数在 0 点自动增加，同星期相符的值是由用户定义，但是必须是相继的（例如，如果 1 为星期日，那么 2 为星期一，如此类推）。不合逻辑的时间和日期的项将导致不确定操作。寄存器 0 中的 Bit7 是时钟终止位。当该位为 1 时，振荡器为非使能状态；该位为 0 时，振荡器为使能状态。设备通电，时钟和日期寄存器通常默认为 01/01/00 01 00:00:00 (MM/DD/YY DOW HH:MM:SS)。秒寄存器中的 CH 位默认为 1。一旦计时功能停止，电流 (IBATDR) 降到最小，时钟将停止。

HM1307 能够以 12 小时或 24 小时模式工作。时寄存器的 Bit6 是 12 小时或 24 小时模式选择位。当 bit6 为高位时，时寄存器为 12 小时模式。该模式下，bit5 是 AM/PM 选择位，逻辑高位为 PM。在 24 小时模式下，bit5 为 20 以上小时位（20 到 23 时）。无论在 12 小时还是 24 小时模式下，该位的值都必须重录。

读写时间和日期寄存器时，二级缓冲区（用户缓冲区）被用来防止内部寄存器更新时产生的错误。读入时间和日期寄存器时，用户缓冲区在任何 I2C START 上和内部寄存器进行同步。时钟运行的同时，时间信息被从这些第二寄存器中读入。为防止读入过程中内部寄存器升级，排除了重读寄存器的需要。一旦秒寄存器被写入，分频器链即被重置。I2C 从 HM1307 中获取数据的同时，写入数据开始传输。一旦分频器链

被重置，为防止翻转问题，余下的时间和日期寄存器必须在一秒之内写入。

Table 2. 计时寄存器

ADDRESS	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	FUNCTION	RANGE
00h	CH	10 Seconds			Seconds				Seconds	00-59
01h	0	10 Minutes			Minutes				Minutes	00-59
02h	0	12	10 Hour	10 Hour	Hours				Hours	1-12+AM/PM00-23
		24	PM/AM							
03h	0	0	0	0	0	DAY			Day	01-07
04h	0	0	10 Date		Date				Date	01-31
05h	0	0	0	10 Month	Month				Month	01-12
06h	10 Year				Year				Year	00-99
07h	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Control	-
08h-3Fh									RAM 56×8	00h-FFh
40h	TSC			DS		RS			config1	-
41h	Sign	precision adjust value							adjust	-128~+127

0 = Always reads back as 0.

5、控制寄存器

HM1307 的控制寄存器用于控制 SQW/OUT 管脚的工作。

Bit 7: 输出控制：当方波输出为非使能状态，该位控制 SQW/OUT 管脚的输出电平。若 SQWE = 0，当 OUT=1 时，SQW/OUT 管脚的逻辑电平为 1；当 OUT=0 时，SQW/OUT 管脚的逻辑电平为 0。该位初始值设为 0。

Bit 4: 方波使能：当被设为逻辑 1 时，振荡器输出使能。方波输出频率取决于 RS0 和 RS1 位的值。方波输出设为 1Hz 时，时钟寄存器在方波的下降沿更新。该位初始值为 0。

Bits 1 and 0: 频率选择：当方波输出为使能状态，这些位控制方波输出频率。下表列出了供 RS 位选择的方波频率。初始值都为 0。

RS1	RS0	SQW/OUT OUTPUT	SQWE	OUT
0	0	1Hz	1	X
0	1	4.096kHz	1	X
1	0	8.192kHz	1	X
1	1	32.768kHz	1	X
X	X	0	0	0
X	X	1	0	1

6、涓流充电寄存器

该寄存器设置 I a1307 的涓流充电特性。Figure 3 简化原理图标明了涓流充电器的各个组件。涓流充电的选择 (TCS) 位 (bit4 至 bit7) 控制涓流充电器的选择。为防止意外驱动, 只有 1010 模式下涓流充电器才能工作。其他一切模式都不能驱动涓流充电器。I a1307 上电启动时默认涓流充电功能关闭。二极管选择位 (DS) (bits 2 和 bits 3) 决定 VCC2 和 VCC1 之间接入一个二极管或两个二极管。当 DS 为 01 时, 接入一个二极管; 当 DS 为 10 时, 接入两个二极管。当 DS 为 00 或 11 时, 涓流充电器停止工作, 不受 TCS 的支配。RS 位(bits 0 和 bits 1)决定连接 VCC2 和 VCC1 的电阻。如 Table 3 所示, 电阻和二极管的选择由 RS 和 DS 位决定。

Table 3. 涓流充电寄存器与二极管选择

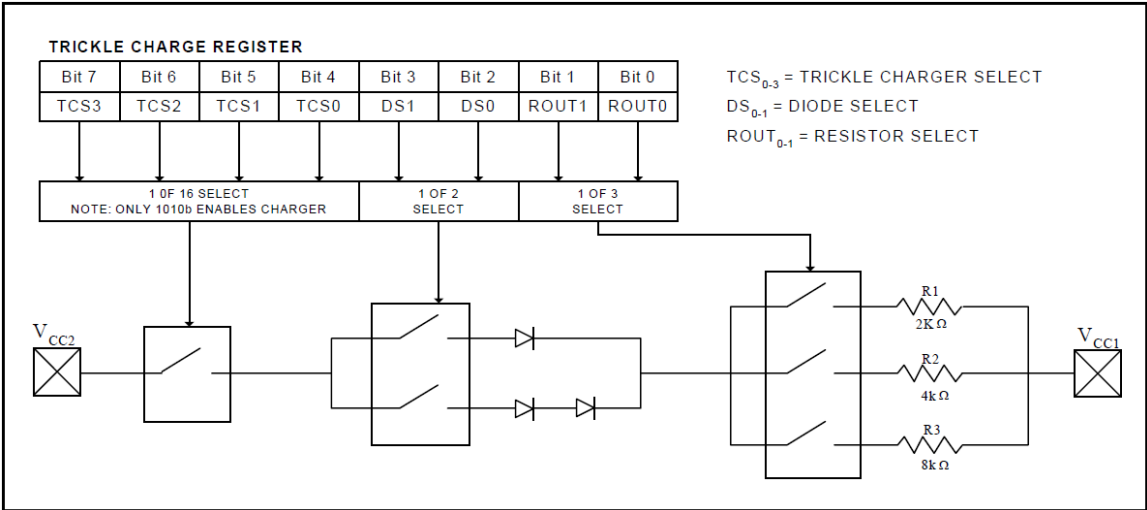
TCS BIT7	TCS BIT6	TCS BIT5	TCS BIT4	DS BIT3	DS BIT2	RS BIT1	RS BIT0	FUNCTION
X	X	X	X	X	X	0	0	Disabled
X	X	X	X	0	0	X	X	Disabled
X	X	X	X	1	1	X	X	Disabled
1	0	1	0	0	1	0	1	1 Diode, 2k Ω
1	0	1	0	0	1	1	0	1 Diode, 4k Ω
1	0	1	0	0	1	1	1	1 Diode, 8k Ω
1	0	1	0	1	0	0	1	2 Diodes, 2k Ω
1	0	1	0	1	0	1	0	2 Diodes, 4k Ω
1	0	1	0	1	0	1	1	2 Diodes, 8k Ω
0	0	0	0	0	0	0	0	Initial power-on state

二极管和电阻的选择由用户根据电池和大电容充电所需的最大电流决定。最大电流可以根据下面的例子进行计算: 假定5V的系统电源连接VCC2, 超级电容器连接VCC1。同时, 假定涓流充电器已被一根二极管和位于VCC2和VCC1之间的电阻驱动。因此, 最大电流IMAX可被计算如下:

$$IMAX = (5.0V - \text{diode drop}) / R1 \approx (5.0V - 0.7V) / 2k\Omega \approx 2.2mA$$

随着大电容开始充电, VCC2和VCC1之间的电压降减小, 因而充电电流也减小。

Figure 3. 可编程涓流充电



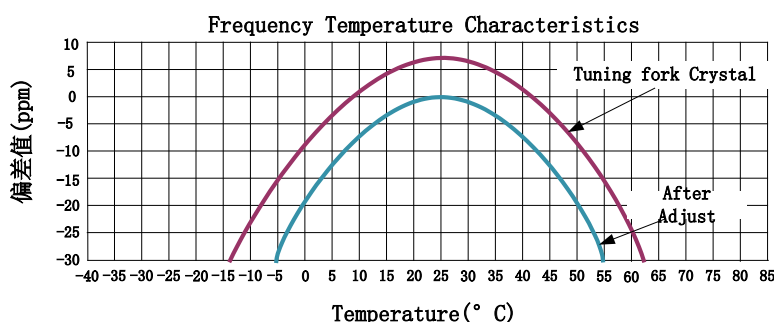
7、精度校准寄存器

校准寄存器为补码形式设置，BIT7(sign)为符号位，如需调整正偏差，sign设置'0'，如需调整为负值，则sign为'1'。Adjust可调整范围-128PPM~+127PPM。

参考Figure4，晶振输出频率的温度特性为抛物线型，其在常温一般都存在一偏差 Δ PPM，如果选择的晶振同HM1307匹配不够理想，其 Δ PPM会比较大，从而影响万年历的走时精度。HM1307中提供给客户精度校正单元，只需要通过设置Adjust寄存器，即可调整该误差，来保证万年历的走时精度。举个例子，从Figure4中，上方的曲线为未调整的晶振温度曲线，其常温偏差 Δ PPM=+7PPM，设置Adjust=8b' 0000 0111, 晶振输出频率的温度曲线就调整至Figure4中下方的曲线位置，常温下误差为0PPM，温度曲线整体下调了+7PPM。

**注，此精度调整只针对1Hz秒时钟信号，也即万年历时间走时的时钟。调整后的精度测试，可通过设置SQW输出1Hz秒时钟来进行。

Figure 4. 校准时钟精度效果



8、I2C 数据总线

HM1307 支持 I²C 总线协议。向总线发送数据的设备定义为发送器，从总线接收数据的设备定义为接收器。控制信息的设备被称为主设备，被主设备控制的设备称为从设备。主设备产生串行时钟信号，控制总线存取，并产生 START 和 STOP 条件，总线必须被主设备所控制。HM1307 在 I²C 上作为从设备工作。

Figures 5, 6, and 7 detail how data is transferred on the I²C bus.

图 5, 6, 7 详解了数据在 I²C 总线上的传输过程。

- 数据传送只能在总线空闲时开始。
- 在数据传送过程中，当时钟线为高位时，数据线处于稳定状态。若时钟线处于高位时数据线发生变动，这一变动会被视为控制信号。

因此，总线条件被定义如下：

Bus not busy:数据线与时钟线均处于高位。

START data transfer:当时钟线为高位时，数据线从高位变为低位，即为产生一个START条件。

STOP data transfer:当时钟线为高位时，数据线从低位变为高位，即为产生一个STOP条件。

Data valid:在一个START条件之后，数据线在时钟信号为高位时保持稳定状态，这时，数据线的稳定表示数据有效。时钟信号为低位时，数据线的的数据须有变化。每位数据都有一个时钟脉冲。

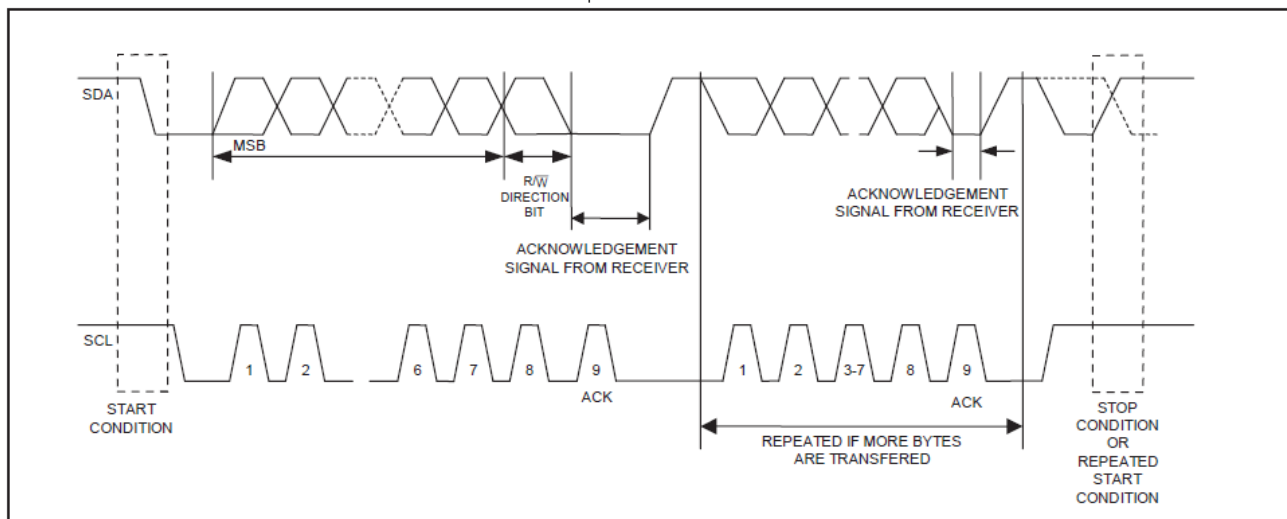
每次数据传输都是以一个START条件开始，并以一个STOP条件终止。在START条件和STOP条件之间，传输数据的字节数由主设备决定，不受其他条件限制。信息被逐位传输，每个接收器以第九位进行确认。

在I²C总线详述中，定义了标准（100kHz时钟频率）和快速（400kHz时钟频率）两种模式。HM1307只在标准模式下工作。

Acknowledge:一旦被链接地址，每一接收设备都有义务在接收每个字节之后进行确认。主设备须额外产生一个同这一确认位相联系的时钟脉冲信号。

确认接收数据的设备必须在收到时钟脉冲信号时下拉SDA线，这样，在与时钟脉冲相关联的确认为高位状态时，SDA线稳定在低位状态。

Figure 5. I²C串行总线数据传输



根据R/W位的状态，存在两种可能的数据传输方式：

- 1、从主发送器到从接收器的数据传输。主设备传输的第一个字节是从设备的地址。之后传输的是大量的数据字节。从设备没接收一个字节返回确认位。数据优先进行MSB传输。
- 2、从从发送器到主接收器的数据传输。主设备发送第一个字节（从设备的地址）。从设备返回一个确认位，并随后发送大量数据字节。接收所有的字节后（而不是最后一个自己），主设备返回一个确认位。在接收最后一个字节后，主设备返回一个“非确认”位。

3、主设备产生所有的串行时钟脉冲信号，START条件和STOP条件。数据传输以一个STOP条件或一个重复的START条件终止。由于重复的START条件同时也是下一次数据传输的开始，总线不会被释放。数据优先进行MSB传输。

HM1307能以下面两种模式工作：

- 1、从接受模式（写模式）：串行数据和时钟信号同SDA和SCL接收。每接收一个字节，从设备发送一个确认位。串行传输的开端和结束时，系统对START条件和STOP条件进行确认。接受从设备地址和方向位后，硬件进行地址识别（参见Figure 6）。从地址是主设备发出START条件后接收的第一个字节。从地址字节包含7位HM1307地址，即1101000，之后是方向位(R/W)，写入1。HM1307接收、解码从地址字节后，通过SDA输出一个确认信号。HM1307确认从地址+写入位后，主设备向其发送一个地址命令。这一命令使得HM1307确认传输的同时，将寄存器指针指向HM1307。随后主设备发送0或更多字节的数据，HM1307对每一字节的接受进行确认。每一数据字节写入后，寄存器指针自动移动。主设备发出的STOP条件将终止数据写入。
- 2、从发送模式（读取模式）：最初接收的字节会以从接收器模式处理。但是，在该模式下，方向位与传输方向相反。HM1307通过SDA发送串行数据，通过SCL输入串行时钟。START条件和STOP条件被视为串行传输的开始和结束（参见figure 7）。从地址字节是主设备发出START条件之后接受的第一个字节。从地址字节包含7位HM1307地址，即1101000，之后是方向位(R/W)，读为1。HM1307接收、解码从地址字节后，通过SDA输出一个确认信号。随后HM1307开始发送数据，首先发送的是被寄存器指针指向的寄存器地址。若在读取模式之前没有写入寄存器指针地址，读取的第一个地址将会是寄存器指针存贮的最后一个地址。每读取一个字节，寄存器指针自动增加。HM1307须接收一个“非确认”信号以终止读取。

Figure 6. 从接收模式(写模式)

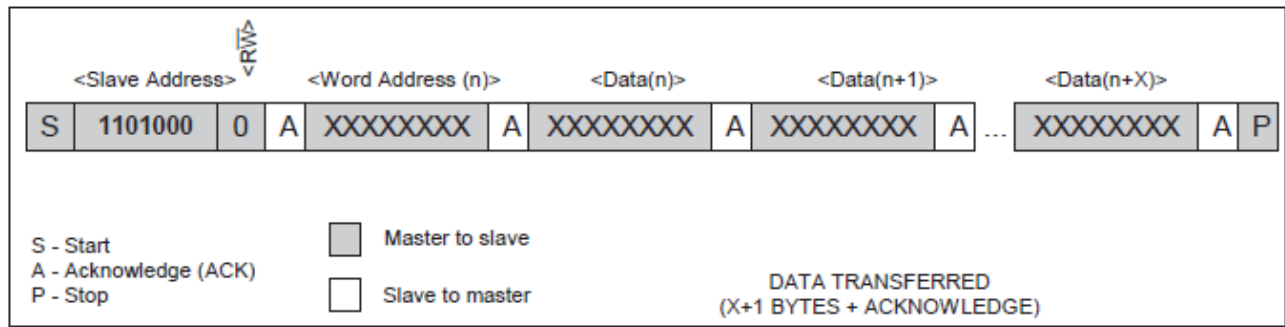


Figure 7. 从发送模式（读模式）

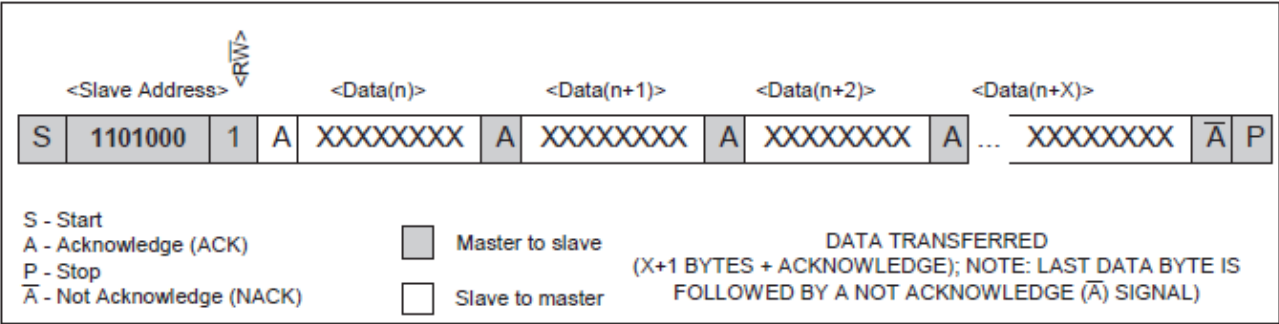


Figure 8. Data Read (Write Pointer, Then Read)—Slave Receive and Transmit

