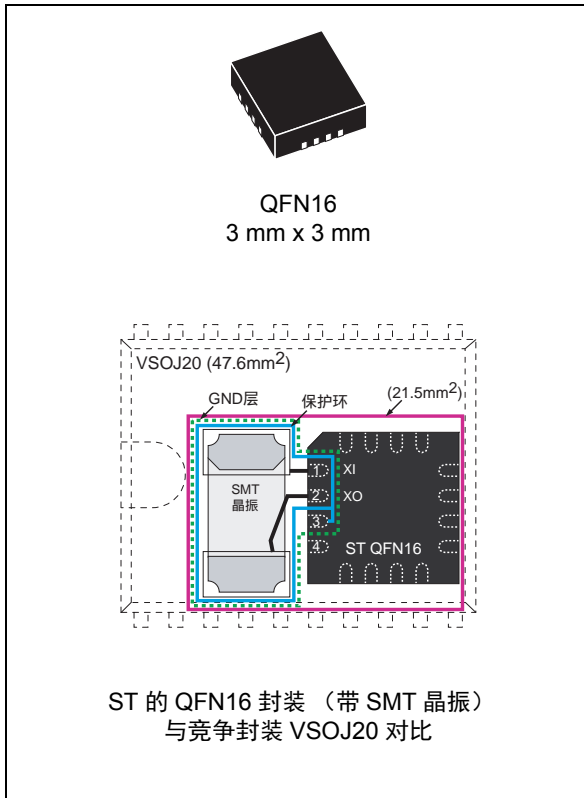


低功耗串行实时时钟 (RTC)

数据手册 - 生产数据



特性

- 带有可记录秒、分、小时、天、日期、月、年和世纪的计时器
- 32kHz 振荡器集成了晶体负载电容同时支持高串联阻抗 (Rs) 晶体运行
- 振荡器停止检测可以监视时钟工作状态
- 串行接口支持 I²C 总线 (400 kHz)
- 350 nA 计时电流 @3 V
- 35 μ A 低工作电流 @400 kHz
- 计时工作电压低至 1.0 V
- 1.3 V 至 4.4 V I²C 总线工作电压
- 软件时钟校准, 补偿温度带来的晶振偏差
- 软件可编程输出 (OUT)
- 工作温度范围: -40 ~ 85 °C
- 自动闰年补偿
- 无铅 16 引脚 QFN 封装
- 锂离子可充电电池工作

目录

1	说明	5
2	操作	8
2.1	2 线总线特性	8
2.1.1	总线空闲	8
2.1.2	开始数据传输	8
2.1.3	停止数据传输	8
2.1.4	数据有效	9
2.1.5	回应	9
2.2	READ(读) 模式	10
2.3	WRITE(写) 模式	12
3	时钟工作原理	13
3.1	校准时钟	13
3.2	世纪位	16
3.3	闰年	17
3.4	输出驱动引脚	17
3.5	振荡器失效检测	17
3.6	初始上电默认设置	17
4	最大额定值	18
5	直流和交流参数	19
6	封装机械数据	23
7	器件型号	26
8	修订历史	27

表格索引

表 1.	信号名称	5
表 2.	寄存器映射	15
表 3.	使用世纪位的示例	16
表 4.	绝对最大额定值	18
表 5.	工作和交流测量条件	19
表 6.	电容	20
表 7.	直流特性	20
表 8.	晶体电气特性	21
表 9.	适用于 M41T6x 系列 RTC 的晶振	21
表 10.	振荡器特性	22
表 11.	交流特性	22
表 12.	QFN16 – 16 脚，方形扁平封装，无铅，体宽 3 x 3 mm，机械数据	24
表 13.	订货代码	26
表 14.	修订历史	27

图片索引

图 1.	逻辑图.....	5
图 2.	16 引脚 QFN 封装.....	6
图 3.	框图.....	6
图 4.	SuperCap™ 备份工作的硬件连接.....	7
图 5.	串行总线数据传输时序图.....	9
图 6.	回应序列.....	10
图 7.	从设备地址.....	10
图 8.	READ (读) 模式序列.....	11
图 9.	替代的 READ (读) 模式序列.....	11
图 10.	WRITE (写) 模式序列.....	12
图 11.	温度范围内晶体精度.....	15
图 12.	校准波形.....	16
图 13.	世纪位 CB1 和 CB0.....	16
图 14.	AC 测试测量 I/O 波形.....	19
图 15.	晶体隔离示例.....	19
图 16.	总线时序要求.....	22
图 17.	QFN16 – 16 脚, 方形扁平封装, 无铅, 体宽 3 x 3 mm, 外形图.....	24
图 18.	QFN16 – 16 脚, 方形扁平封装, 无铅, 3 x 3 mm, 推荐封装.....	25
图 19.	32 KHz 晶体 + QFN16 vs. VSOJ20 机械数据.....	25

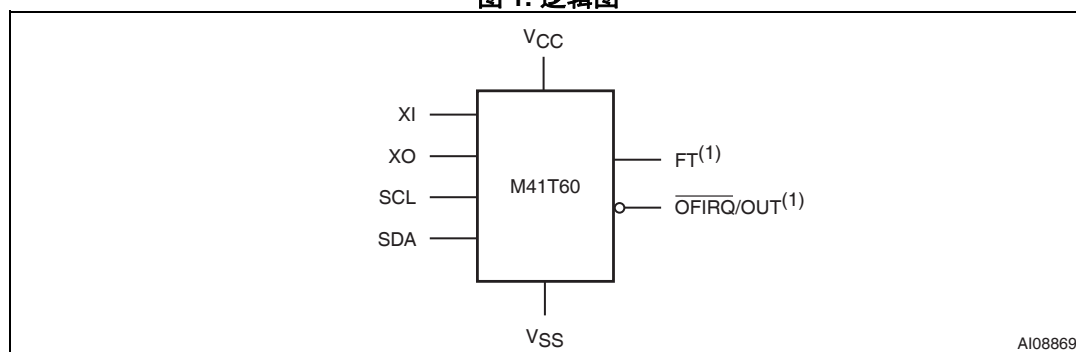
1 说明

M41T60 是一款带有 32.768 kHz 振荡器（外部晶振控制）的低功耗串行实时时钟 (RTC)。8 个寄存器用于提供时钟 / 日历功能，配置为二进制编码的十进制 (BCD) 格式。地址和数据都通过一根双线双向总线传输。内置地址寄存器在每次写或读数据周期后都会自动累加。

8 个时钟地址位置包括世纪、年、月、日期、星期、小时、分钟和秒，为 24 小时的 BCD 格式。系统可以自动将月份的天数补偿为 28、29（闰年）、30 和 31 天。

M41T60 为 16 引脚 QFN 封装。

图 1. 逻辑图

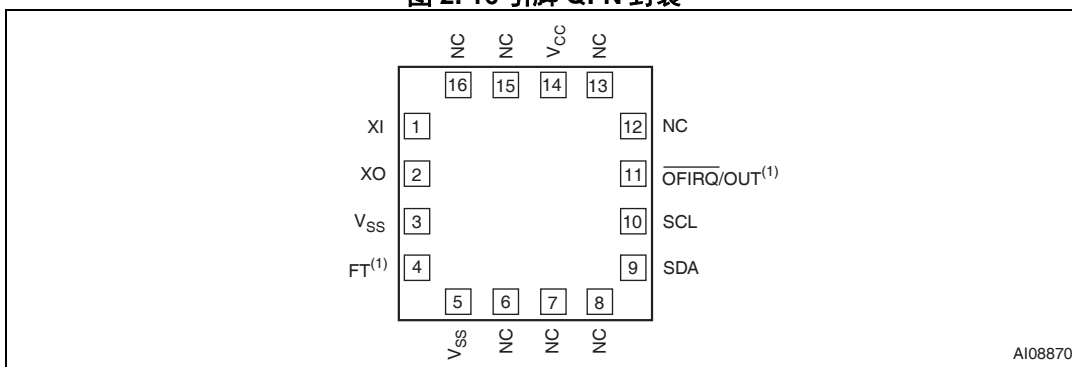


1. 漏极开路

表 1. 信号名称

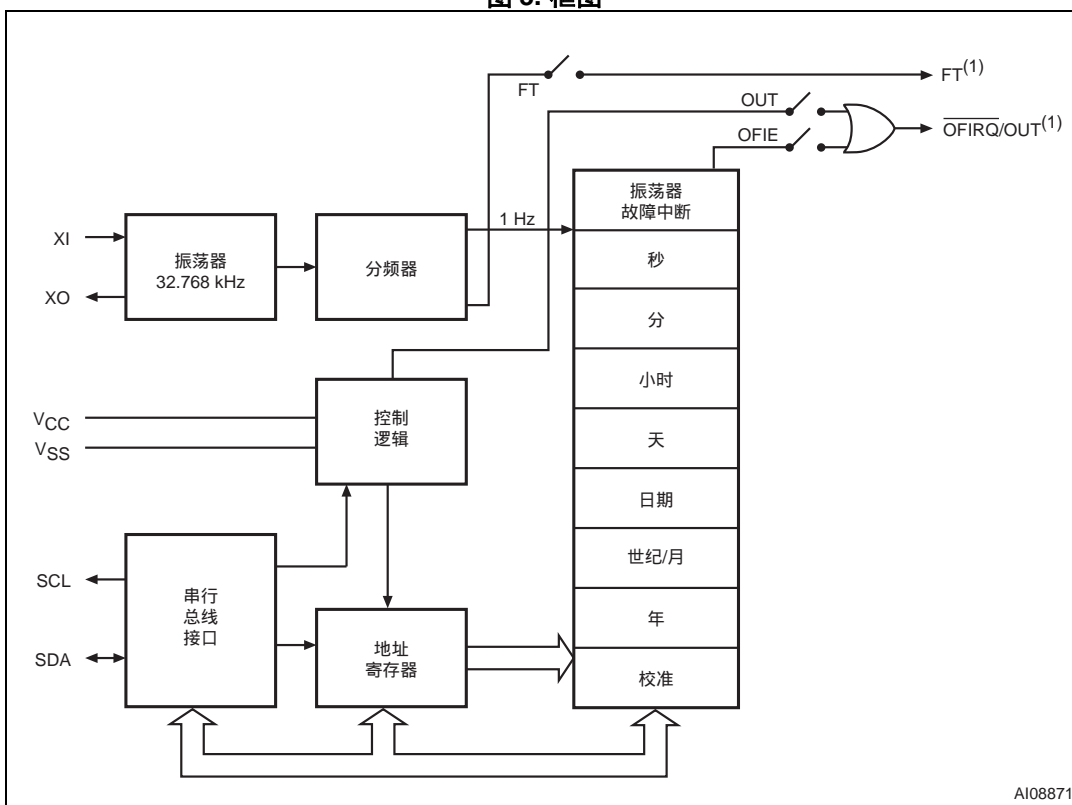
XI	振荡器输入
XO	振荡器输出
FT	频率测试输出（开漏）
SDA	串行数据地址输入 / 输出
SCL	串行时钟
$\overline{\text{OFIRQ/OUT}}$	振荡器故障中断 / 输出（开漏）
V _{CC}	供电电压
V _{SS}	接地

图 2.16 引脚 QFN 封装



AI08870

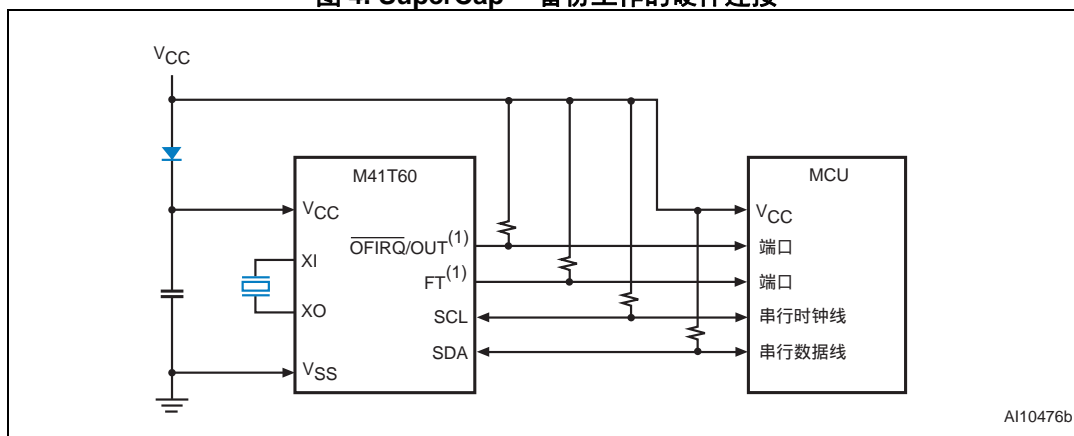
图 3. 框图



AI08871

1. 漏极开路输出。

图 4. SuperCap™ 备份工作的硬件连接



A110476b

1. 漏极开路输出。

2 操作

M41T60 时钟在串行总线上作为从设备工作。访问此器件需要先发送起始条件，然后发送正确的从设备地址（D0h）。设备内部的 8 个字节可以按下面的顺序被依次访问：

1. 秒寄存器
2. 分寄存器
3. 小时寄存器
4. 天寄存器
5. 日期寄存器
6. 世纪 / 月寄存器
7. 年寄存器
8. 校准寄存器

2.1 2 线总线特性

此总线用于不同的 IC 之间的通信。它包含两条线路：一条双向数据信号线（SDA）和一条时钟信号线（SCL）。SDA 和 SCL 线都必须通过一个上拉电阻器连接到正电源电压。

下面是定义的传输协议：

- 数据传输只能在总线空闲期间开始。
- 数据传输期间，时钟线为高时，数据线必须保持稳定。当时钟线为高时，数据线中的变化将被解释为控制信号。

相应的，下面是定义的总线状态：

2.1.1 总线空闲

数据线和时钟线都保持为高。

2.1.2 开始数据传输

当时钟线为高时，数据线状态由高到低的改变定义 START（开始）条件。

2.1.3 停止数据传输

当时钟线为高时，数据线状态由高到低的改变定义 STOP（停止）条件。

2.1.4 数据有效

在开始条件后时钟信号为高期间数据线保持稳定时，数据线的状态表示有效的数据。时钟信号为低期间，线上的数据可以改变。每一个时钟脉冲对应一数据位。

每一次数据传输开始于一个开始条件，终止于一个停止条件。在开始条件和停止条件之间传输的数据字节数没有限制。信息以字节宽进行传输，各接收器通过第 9 位进行回应。

根据定义，发出信息的设备称为“发送器”，获得信息的设备称为“接收器”。控制信息的设备称为“主设备”。被主设备控制的设备称为“从设备”。

2.1.5 回应

每 8 个比特组成的一个字节后紧接着一个回应位。此回应位由接收器将总线拉低实现，但主设备产生与额外回应相关的时钟脉冲。

被寻址的从设备接收器必须在接收完从设备发送器发送的每个字节后生成一个回应。被寻址的从设备接收器必须在接收完从设备发送器发送的每个字节后生成一个回应。

生成回应位的设备必须在响应位对应的时钟脉冲期间拉低 SDA 线，并保证在时钟脉冲高期间 SDA 线保持为稳定的低状态。当然，必须考虑建立和保持时间。主设备接收器必须向从设备发送器发出数据结束信号，这通过对所收到的最后一个字节不产生回应来实现。在这种情况下，发送器必须保持数据线为高，以使得主设备能够生成 STOP（停止）条件。

图 5. 串行总线数据传输时序图

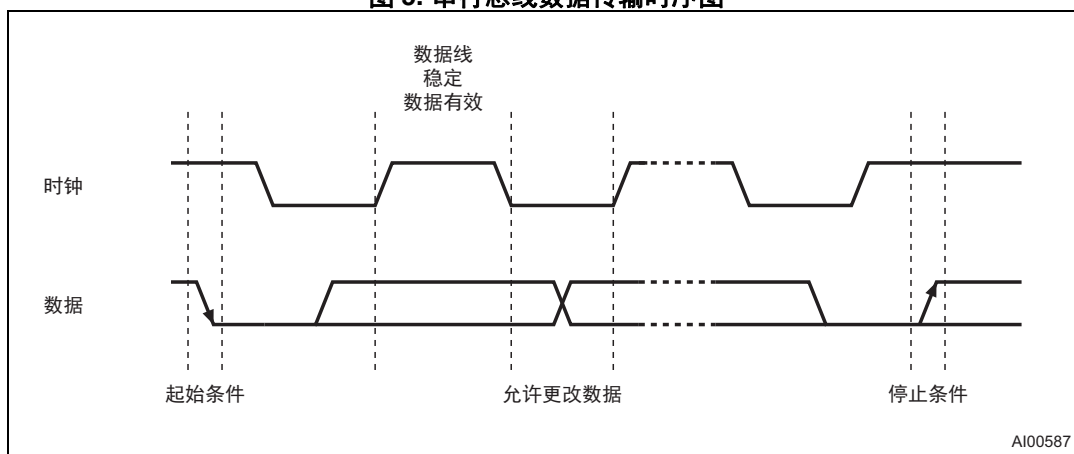
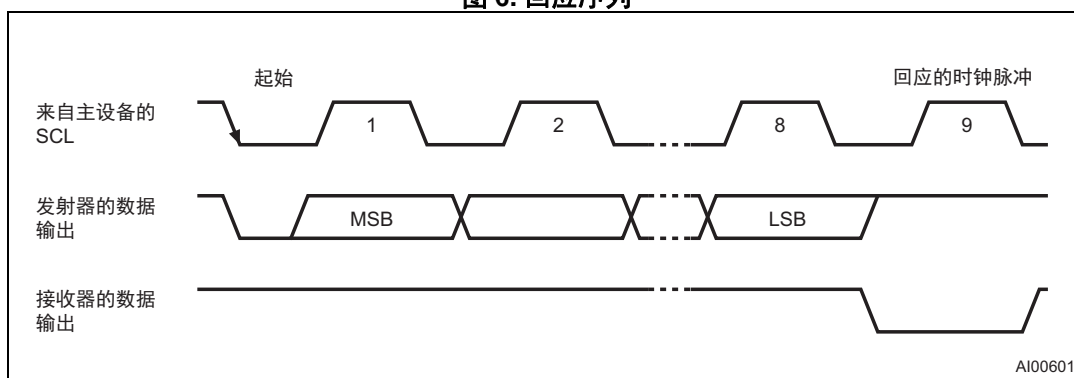


图 6. 回应序列



2.2 READ(读) 模式

在这种模式下，设定好从设备地址后，主设备可以读取 M41T60 从设备（见 [图 7](#)）。字地址 'An' 在 WRITE(写) 模式控制位 (R/W = 0) 和回应位之后被写入到芯片上的地址指针，接着重复 START(开始) 条件和从设备地址，然后设置 READ(读) 模式控制位 (R/W=1)。这时，主设备发送器变为主设备接收器。将发送被寻址的数据字节，主设备接收器将向从设备发送器发出回应位。地址指针只有在接收到回应位后才增加。M41T60 从设备发送器此时会把地址 A_{n+1} 的数据字节发送到总线上，主设备接收器读取新字节并响应后，地址指针会增加到 A_{n+2} 。

这一连续地址的读取循环将持续到主设备接收器向从设备发送器发出 STOP(停止) 条件为止。

当读取的地址是时钟地址 (0h 到 6h) 时，时钟数据从系统到用户之间的传输可以随时中止。停止状态下或指示器累加到任何非时钟地址 (7h) 时，更新会继续。

也可以执行替代的 READ(读) 模式，从而使主设备可以读取 M41TC8025 从设备，而无需在一开始写入 (易失的) 地址指针。首次读取的地址为上次保存在指针中的地址 (参见 [图 9 第 11 页](#))。

图 7. 从设备地址

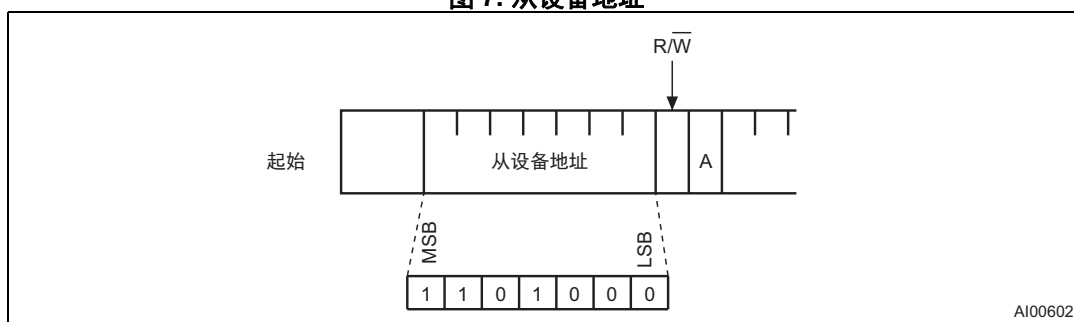


图 8. READ (读) 模式序列

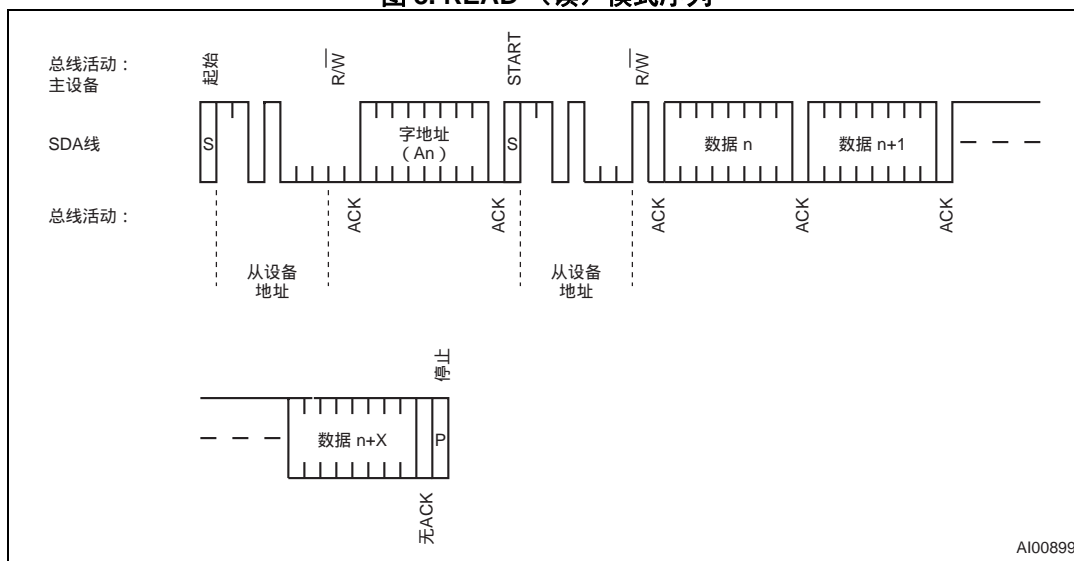
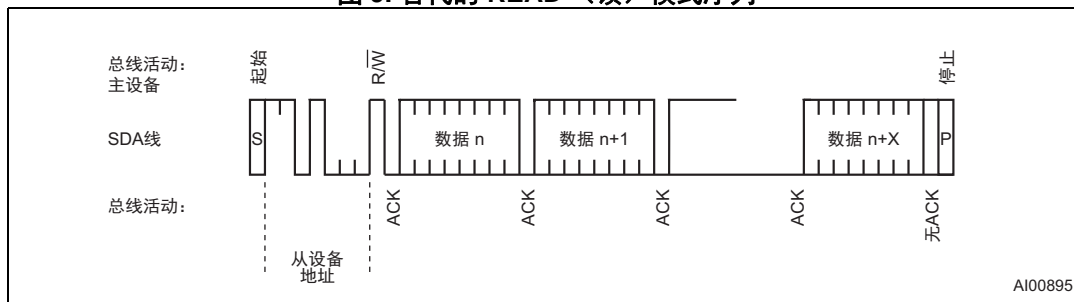


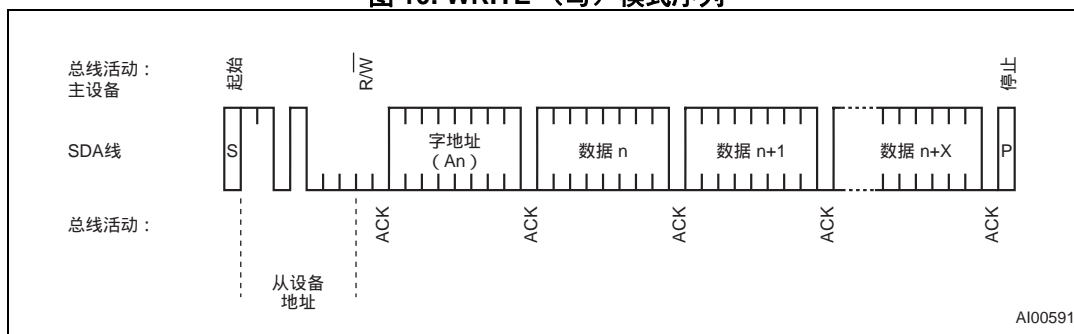
图 9. 替代的 READ (读) 模式序列



2.3 WRITE (写) 模式

在此模式下，主设备发送器向 M41T60 从设备接收器发送数据。总线协议如 [图 10 第 12 页](#) 所示。START (开始) 条件和从设备地址之后，一个逻辑 '0' (R/W=0) 被发送到总线上，告知被寻址的设备接下来的字地址 “An” 要写到其片上地址指针上。接下来选通向存储器写入的数据字，并在接收到响应时钟后将内部地址指针增加到下一地址位置。M41T60 从设备接收器在接收到从设备地址以及再次接收到字地址和每个数据字节后，都会向主设备发送器发送响应时钟。

图 10. WRITE (写) 模式序列



AI00591

3 时钟工作原理

M41T60 由一个石英晶体控制的振荡器驱动，额定频率为 32.768 kHz。实时时钟的精确度取决于石英晶体的频率，这一频率用作实时时钟的时间基准。8 字节时钟寄存器（参见表 2 第 15 页）采用二进制编码的十进制格式，设置时钟并从时钟读取日期和时间。秒、分和小时都包含在前三个寄存器中。

时钟寄存器 05h（世纪 / 月寄存器）的 D6 和 D7 位包含世纪位 0（CB0）和世纪位 1（CB1）。参见表 3 第 16 页获得其他信息。寄存器 03h 的 D0 到 D2 位包含星期（星期几）的信息。寄存器 04h、05h 和 06h 包含了日期（天）、世纪 / 月和年的信息。第八个寄存器是校准寄存器（详见时钟校准章节）。寄存器 00h 的 D7 位包含了停止位（ST）。将停止位设置为 '1' 将会使振荡器停止工作。复位为 '0' 时，振荡器将在一秒钟（典型值）之内重新开始工作。

注： 初始上电时，用户应将 ST 位设置为 '1'，而后立即将 ST 位复位为 '0'。这将使振荡器电路开始工作。

寄存器 01h 的位 D7 包含了振荡器故障中断使能位（OFIE - 参见振荡器故障检测章节）。

注： 对时钟寄存器的前 7 个字节（0h-6h）任意位置的写操作，包括 OFIE 位和 ST 位，都会引起系统时钟的更新和分频器链的复位。这会引发当前时间细微的改变。这些非时钟相关数据都应在设置时钟前写入并保持不变，直到写入新的时钟时间。

这 7 个时钟寄存器可以一次读一个字节，也可以连续块读取。校准寄存器（地址位置 7h）可以独立访问。有机制可以确保在读取任何时钟地址时，时钟不会更新。如果正在读取时钟地址，时钟寄存器的更新就会中止。这可以防止 READ（读）过程中数据发生变化。

3.1 校准时钟

M41T60 由一个石英晶体控制的振荡器驱动，额定频率为 32,768 Hz。时钟的精确度取决于晶体的精确度，以及振荡器电路的电容负载和微调晶体所需的电容负载之间的匹配度。M41T60 振荡器设计带有一个 6 - 7 pF 的晶体负载电容。正确使用校准电路时，25 °C 下时钟准确度会好于 ± 2 ppm

晶振的振荡速率随温度而变化（见图 11 第 15 页）。M41T60 在设计上采用了周期性计数器修正技术。校准电路从振荡器分频电路中增加或减少计数，步长为 256 级，如图 12 第 16 页所示。脉冲数量消隐（减，负校准）或分离（加，正校准）取决于校准寄存器中加载到五个校准位中的数值。计数增加会使时钟变快，反之会使时钟变慢。校准位占据了校准寄存器 07h 中的五个低阶位（D4-D0）。

这些位以二进制格式可以被设置成 0 到 31 之间的任何数值。位 D5 是符号位：‘1’表示正校准，‘0’表示负校准。

校准在 64 分钟周期内完成。周期中前 62 分钟内，每分钟都会有一秒要短 128 个振荡周期，或者长 256 个振荡周期。如果二进制‘1’加载到寄存器中，只有 64 分钟周期中的前 2 分钟会被修改；如果加载的是二进制 6，则前 12 分钟会受影响；以此类推。所以，每个校准步长都对每 125、829、120 实际振荡周期具有加 512 或减 256 振荡周期的作用。也就是校准寄存器中的每个校准步长会调整 +4.068 或 2.034 ppm。假设振荡器的运转频率为 32,768 Hz，校准字节的 31 个增量中的每一个都意味着每天 +10.7 或 -5.35 秒，这对应着校准总范围将为每个月 +5.5 或 -2.75 分钟。

有两种方法可以确定一个给定的 M41T60 可能需要多少校准：

- 第一种方法为设定时钟，让其运行一个月，然后与一个已知的精确参考时钟作比较，记录给定时间周期内的偏差量。包括在给定时段内丢失或获得的秒数在内的校准值都可以在应用笔记 AN934“TIMEKEEPER[®] 校准”中找到。这使得即使最终产品为不可更改的封装形式，设计者仍可使终端用户能根据环境的要求校准时钟。设计人员可以提供简单的程序来访问校准字节。
- 第二种方法更适合于生产环境，它使用 512 Hz 频率测试（FT）引脚。当 ST 位设置为‘0’且 FT 位设置为‘1’时，FT 引脚会切换。相对于 512 Hz 频率的测量偏差可表示在测试温度下振荡器频率漂移的程度和方向。例如：读到 512.010124 Hz 说明有 +20 ppm 的振荡器频率误差，要校正它，需要在数字校准位中载入 -10（xx001010）。

注：设置或该表校准字节并不会影响频率测试输出频率。FT 引脚是一个开漏引脚，需要 V_{CC} 上拉电阻实现正常工作。建议使用 500-10 k 电阻来控制上升时间。

表 2. 寄存器映射

地址	数据								功能 / 范围 BCD 格式	
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
0	ST	10 秒			秒			秒	00-59	
1	OFIE	10 分			分			分	00-59	
2	0	0	10 小时		小时			小时	00-23	
3	0	0	0	0	0	日		日	01-07	
4	0	0	10 日		日			日	01-31	
5	CB1	CB0	0	10 月		月		世纪 / 月	0-3/01-12	
6	10 年			年			年	00-99		
7	输出	FT	S	校准			校准			

- 0 = 必须设为 '0'
- CB0, CB1 = 世纪位
- FT = 频率测试位
- OFIE = 振荡器故障中断使能位
- OUT = 输出电平
- S = 符号位
- ST = 停止位

图 11. 温度范围内晶体精度

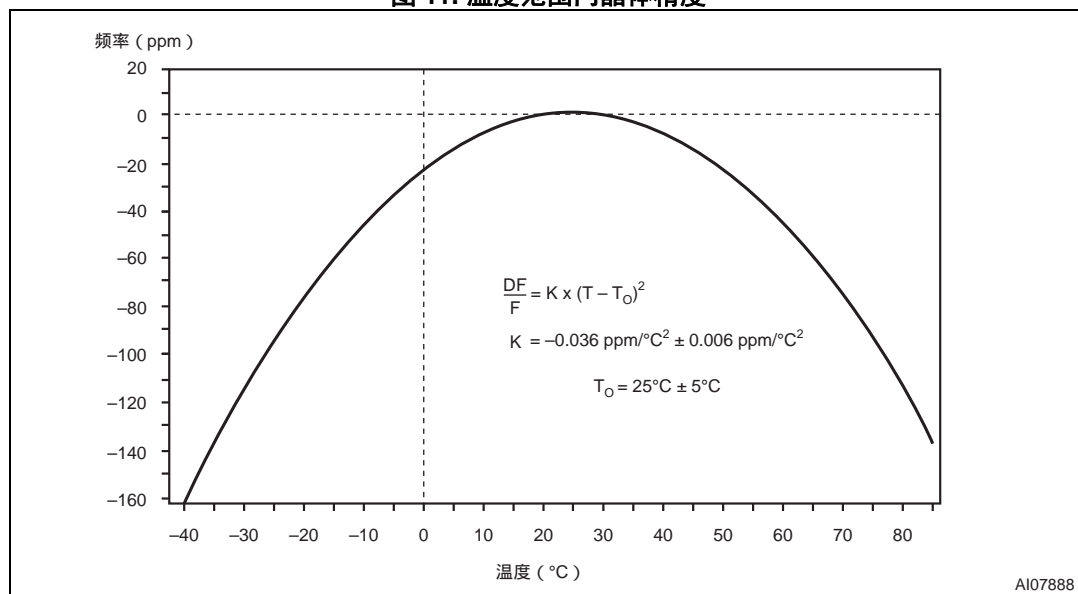
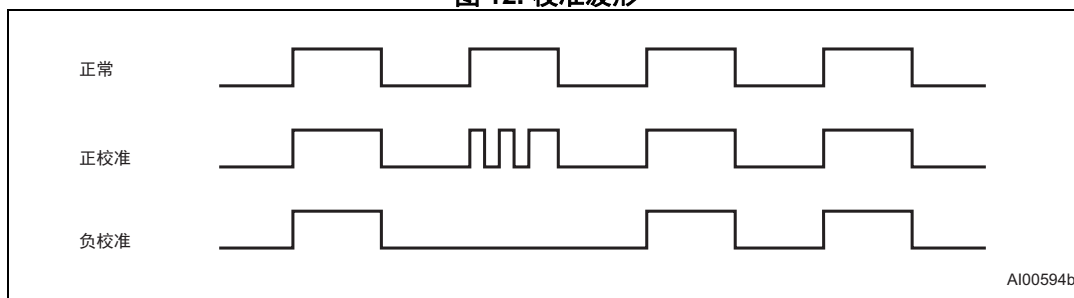


图 12. 校准波形



3.2 世纪位

两个世纪位 CB1 和 CB0 在地址为 06h 的世纪 / 月寄存器中分别是位 D7 和 D6。它们一同构成了一个 2 位计数器，每次世纪转换时都会累加。CB1 是最高有效位。

用户可以任意赋值 CB1:CB0 来表示世纪值，不过使用这两个位的最简单的方式是将其直接扩展为年寄存器（07h）的位 9 和位 8。（提醒读者，年寄存器为 BCD 码格式。）更高位的年位可通过应用软件来维持。

图 13. 世纪位 CB1 和 CB0

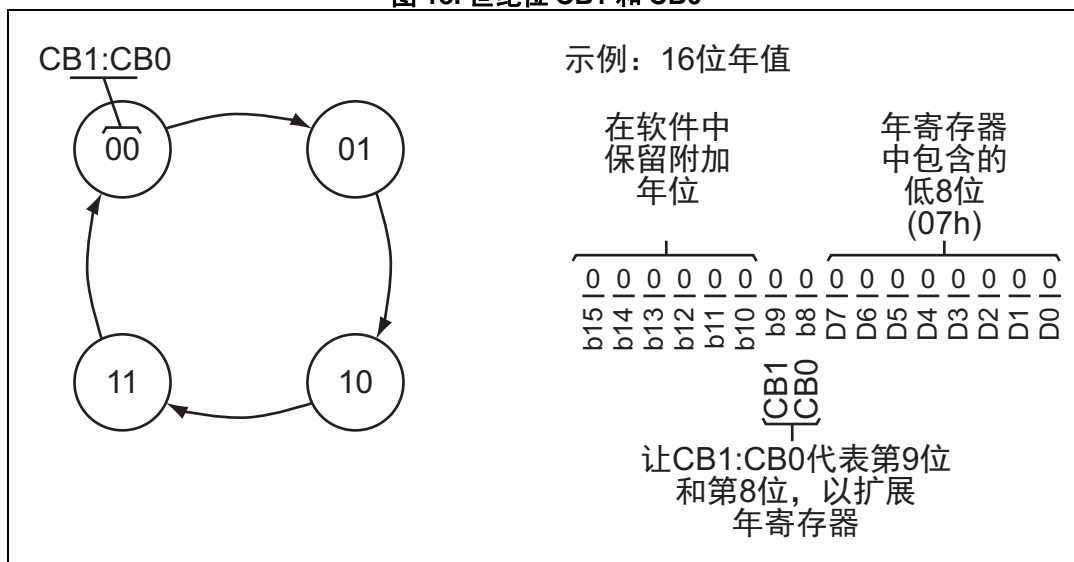


表 3. 使用世纪位的示例

CB1	CB0	世纪
0	0	2000
0	1	2100
1	0	2200
1	1	2300

3.3 闰年

闰年每四年一次，其年份能被 4 整除。例如，2012 年是闰年。能被 100 整除的年份除外。例如，2100 年不是闰年。但能被 400 整除的年份是闰年。因此，2100 年不是闰年，而 2400 年是闰年。

当处于能被 4 整除的年份时，M41T6x RTC 会自动插入闰日，2 月 29 日。因此，在例外的年份（2100 年，2200 年，等等），应用软件必须能够如上文提到的那样正确插入闰日。

3.4 输出驱动引脚

当 OFIE 位不设置为生成中断时， $\overline{\text{OFIRQ/OUT}}$ 引脚就变为输出驱动，反映校准寄存器中地址 D7 的内容。换言之，当 D7 (OUT 位) 为 '0' 时， $\overline{\text{OFIRQ/OUT}}$ 引脚就被拉低。

注： $\overline{\text{OFIRQ/OUT}}$ 引脚为漏极开路输出，需要一个外部上拉电阻。

3.5 振荡器失效检测

当发生振荡器停止或某段时间内中止这类事件时，而且振荡器故障中断使能 (OFIE) 位设置为 '1' 时，就会产生中断。可由此中断的状态来判断时钟和日期数据的有效性。

当 V_{CC} 为 $\geq 1.0V$ 时，在振荡器停止的任何时间内中断都是有效的。下列情况会使 $\overline{\text{OFIRQ}}$ 引脚有效：

- ST 位被置为 '1'。
- 晶体的外部干扰或移除晶振

振荡器故障中断 ($\overline{\text{OFIRQ}}$) 会一直保持有效，直到 OFIE 位复位为 '0'，或者振荡器重启。

在将 OFIE 位设置为 '1' 之前，振荡器必须开始工作并运转至少 4 秒。

3.6 初始上电默认设置

一旦器件上电，OUT 位就置为 '1'，而 ST、OFIE 和 FT 位则均置为 '0'。所有其他寄存器在上电初始均为随机状态。

4 最大额定值

对设备施加超出绝对最大额定值表中列出的额定值的压力，可能会对设备造成永久损坏。这些仅仅是耐受额定值，并不意味着器件可在这些条件下或是超出本说明书工作原理部分指示的任何条件下工作。长期处在绝对最大额定值的条件下会影响器件的可靠度。

表 4. 绝对最大额定值

符号	参数	条件 ⁽¹⁾	值 ⁽²⁾	单位
T _{STG}	储存温度 (V _{CC} 关断, 振荡器停止)		-55 到 125	°C
V _{CC}	供电电压		-0.3 到 5.0	V
T _{SLD} ⁽³⁾	10 秒的铅焊温度		260	°C
V _{IO}	输入或输出电压		-0.2 至 V _{CC} +0.3	V
I _O	输出电流		20	mA
P _D	功率耗散		1	W
V _{ESD(HBM)}	静电放电电压 (人体模型)	T _A = 25°C	>1500	V
V _{ESD(RCDM)}	静电放电电压 (机器人带电设备模型)	T _A = 25°C	>1000	V

1. 测试符合 JEDEC 标准要求
2. 数据基于特征结果，未经生产测试。
3. 回流焊峰值温度为 260 °C。超过 255 °C 的时间不得超过 30 秒。

5 直流和交流参数

本节概括了工作测量条件，及器件的直流和交流特性。下列直流和交流特性表中的参数在测试中获得，这些测试在相关表格中所概括的测量条件下进行。当需要引证本节提供的参数时，设计师需要检查项目中的工作条件与测量条件是否一致。

表 5. 工作和交流测量条件

参数	M41T60
供电电压 (V_{CC})	1.3 V 到 4.4 V
工作环境温度 (T_A)	-40 到 85 °C
负载电容 (C_L)	50 pF
输入上升和下降时间	≤ 5 ns
输入脉冲电压	0.2 V_{CC} 到 0.8 V_{CC}
输入和输出时序参考电压	0.3 V_{CC} 到 0.7 V_{CC}

注：输出 Hi-Z 定义为数据不再被驱动的点。

图 14. AC 测试测量 I/O 波形

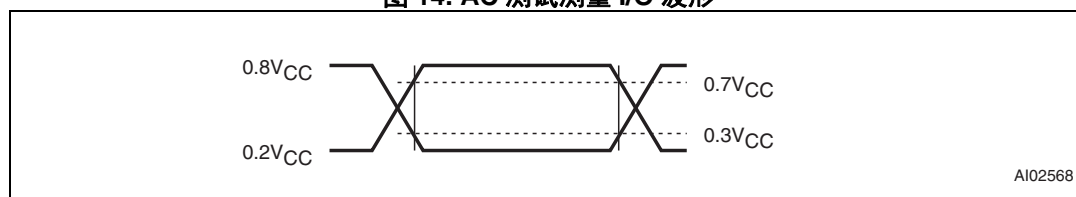
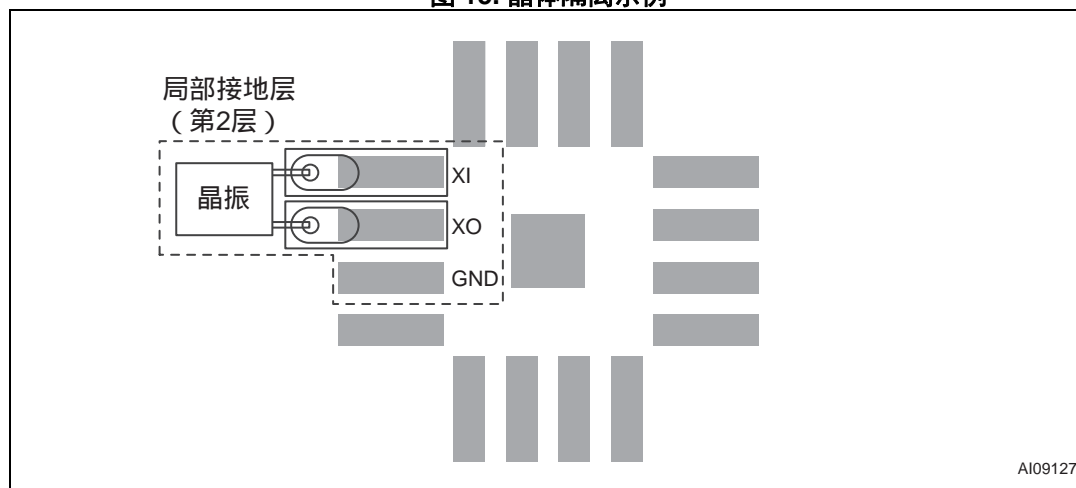


图 15. 晶体隔离示例



注：衬底应连接到 V_{SS} 。

表 6. 电容

符号	参数 (1)(2)	最小值	最大值	单位
C_{IN}	输入电容 (SCL)	-	7	pF
$C_{OUT}^{(3)}$	输出电容 (SDA, OUT)	-	10	pF
t_{LP}	低通滤波器输入时间常数 (SDA 和 SCL)	-	50	ns

1. 有效电容在供电电压为 3.6 V 下测量；仅为采样，不是 100% 测试。
2. 25 °C 时， $f = 1$ MHz
3. 输出禁能。

表 7. DC 特性

符号	参数	测试条件(1)	最小值	典型值	最大值	单位	
$V_{CC}^{(2)}$	工作电压	时钟 (3)	1.0		4.4	V	
		I ² C 总线 (400 kHz)	1.3		4.4	V	
I_{CC1}	供电电流	SCL = 400 kHz (无负载)	$V_{CC} = 4.4$ V		100	μ A	
			$V_{CC} = 3.6$ V		50	70	μ A
			$V_{CC} = 3.0$ V		35		μ A
			$V_{CC} = 2.5$ V		30		μ A
			$V_{CC} = 2.0$ V		20		μ A
I_{CC2}	供电电流 (待机)	SCL = 0 Hz 所有输入 $\geq V_{CC} - 0.2$ V $\leq V_{SS} + 0.2$ V	4.4 V		950	nA	
			3.6 V		375	700	nA
			3.0 V@25 °C		350		nA
			2.0 V@25 °C		310		nA
V_{IL}	输入低电压		-0.2		$0.3 V_{CC}$	V	
V_{IH}	输入高电压		$0.7 V_{CC}$		$V_{CC} + 0.3$	V	
V_{OL}	输出低电压	$V_{CC} = 4.4$ V, $I_{OL} = 3$ mA (SDA)			0.4	V	
		$V_{CC} = 4.4$ V, $I_{OL} = 1$ mA (\overline{OFIRQ}/OUT)			0.4	V	
	上拉电源电压 (开漏)	FT, \overline{OFIRQ}/OUT			4.4	V	
I_{LI}	输入泄漏电流	0 V $\leq V_{IN} \leq V_{CC}$	-1.0		+1.0	μ A	
I_{LO}	输出泄漏电流	0 V $\leq V_{OUT} \leq V_{CC}$	-1.0		+1.0	μ A	

1. 仅在环境工作温度中有效： $T_A = -40$ 至 85 °C； $V_{CC} = 1.3$ 至 4.4 V（除非特别说明）。
2. 当使用备用电池时， V_{CC} 下降时间不应超过 10 mV/ μ s。
3. 振荡器只保证在 1.5 V 以上启动。

表 8. 晶体电气特性

符号	参数 (1)(2)	最小值	典型值	最大值	单位
f_0	共振频率	-	32.768		kHz
R_S	串联电阻 ($T_A = -40$ 到 70°C , 振荡器在 2.0 V 电压处启动)	-		75 (3)(4)	k Ω
C_L	负载电容	-	6		pF

- 对于 QFN16 封装, 需要用户提供外部晶振。表 9 中所列的 6 和 7 pF 晶振已经过 ST 评估, 满足 M41T6x 系列 RTC 的使用要求。
- 负载电容集成到 M41T60 中。需要考虑对 32.768 kHz 晶体迹线长度最小和对 RF 生成信号隔离的电路板布局注意事项。
- 设计保证。
- $R_{S(max)} = 65 \text{ k}\Omega$, 对于 $T_A = -40$ 到 85°C 及振荡器在 1.5 V 处启动。

表 9. 适用于 M41T6x 系列 RTC 的晶振

厂商	订购码	封装	制造商规格			
			ESR 最大值	温度范围 ($^\circ\text{C}$)	额定公差 @25 $^\circ\text{C}$	额定 负载 电容
Citizen	CMJ206T-32.768KDZB-UB	8.3 x 2.5 mm 含铅 SMT	50 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	6 pF
Citizen	CM315-32.768KDZY-UB	3.2 x 1.5 x 0.9 mm SMT	70 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	7 pF
Ecliptek	E4WCDA06-32.768K ⁽¹⁾	2.0 x 6.0 mm 通孔	50 k Ω	-10/+60	± 20 ppm	6 pF
Ecliptek	E5WSDC 07 - 32.768K	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	7 pF
ECS	ECS-.327-6-17X-TR	3.8 x 8.5 x 2.5 mm SMT	50 k Ω	-10/+60	± 20 ppm	6 pF
ECS	ECS-.327-7-34B-TR	3.2 x 1.5 x 0.9 mm SMT	70 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	7 pF
ECS	ECS-.327-7-38-TR	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	7 pF
Epson	MC-146 32.7680KA-AG:ROHS ⁽²⁾	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	7 pF
Fox	298LF-0.032768-19	1.5 x 5.0 mm 通孔	50 k Ω	-20/+60	± 20 ppm	6 pF
Fox	299LF-0.032768-37	2.0 x 6.0 mm 通孔	50 k Ω	-20/+60	± 20 ppm	6 pF
Fox	414LF-0.032768-12	3.8 x 8.5 x 2.5 mm SMT	50 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	6 pF
Fox	501LF-0.032768-5	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	7 pF
Micro Crystal	MS3V-T1R 32.768KHZ 7PF 20PPM	6.7 x 1.4 mm 含铅 SMT	65 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	7 pF
Pletronics	SM20S - 32.768K - 6pF	3.8 x 8.5 x 2.5 mm SMT	50 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	6 pF
Seiko	SSPT7F-7PF20PPM	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 k Ω	-40/+85	± 20 ppm	7 pF
Seiko	VT200F-6PF20PPM	2.0 x 6.0 mm 通孔	50 k Ω	-10/+60	± 20 ppm	6 pF

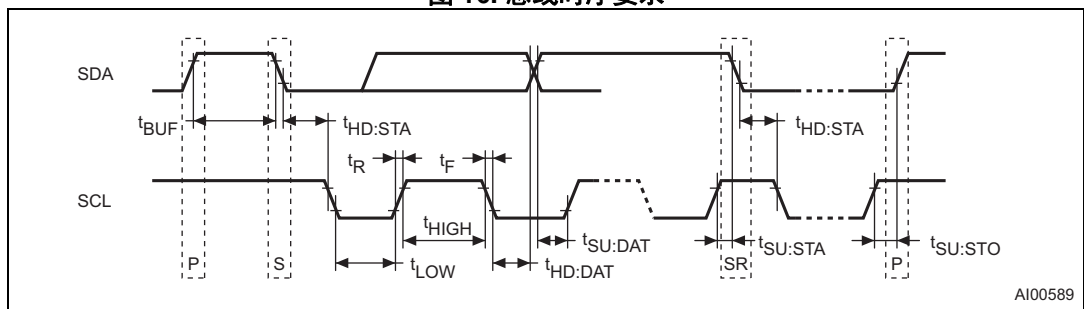
- ST 已获知该晶振已停产。
- Epson MC-146 32.7680KA-E:ROHS 为 6 pF 版本。

表 10. 振荡器特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{STA}	振荡器起振电压	≤ 10 秒	1.5			V
t _{STA}	振荡器起振时间	V _{CC} = 3.0 V			1	s
C _g	XIN 电容			12		pF
C _d	XOUT 电容			12		pF
	IC 到 IC 的频率偏移 ⁽¹⁾		-10		+10	ppm

1. 参考值。T_A = 25 °C, V_{CC} = 3.0 V, CMJ-145 (C_L = 6 pF, 32,768 Hz) 制造商 Citizen, C_L = C_g · C_d / (C_g + C_d)

图 16. 总线时序要求



注: P = STOP, S = START

表 11. 交流特性

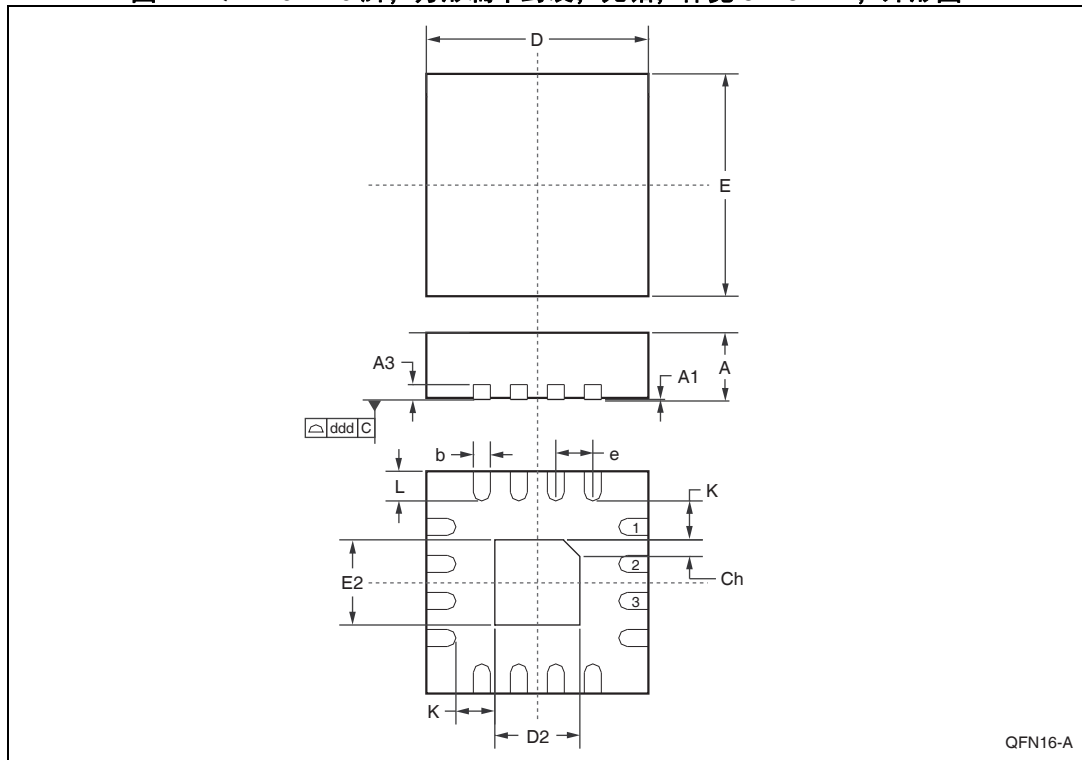
符号	参数 ⁽¹⁾	最小值	最大值	单位
f _{SCL}	SCL 时钟频率	0	400	kHz
t _{LOW}	时钟低时间	1.3		μs
t _{HIGH}	时钟高时间	600		ns
t _R	SDA 和 SCL 上升时间		300	ns
t _F	SDA 和 SCL 下降时间		300	ns
t _{HD:STA}	START (开始) 保持时间 (这段时间后第一个时钟脉冲产生)	600		ns
t _{SU:STA}	START (开始) 建立时间 (仅限于重复开始条件)	600		ns
t _{SU:DAT}	数据建立时间	100		ns
t _{HD:DAT} ⁽²⁾	数据保持时间	0		μs
t _{SU:STO}	STOP (停止) 建立时间	600		ns
t _{BUF}	一次新的发送开始前总线必须保持空闲的时间	1.3		μs

1. 仅在环境工作温度中有效: T_A = -40 至 85 °C; V_{CC} = 1.3 至 4.4 V (除非特别说明)。
 2. 发送器必须提供内部保持时间, 以连接 SCL 下降沿的不确定区域 (最大 300 ns)。

6 封装机械数据

为满足环境要求，意法半导体为这些器件提供了不同等级的 ECOPACK[®] 封装，具体取决于它们的环保合规等级。ECOPACK[®] 规范，级别定义和产品状态请查阅网页：www.st.com。ECOPACK[®] 是意法半导体的商标。

图 17. QFN16 – 16 脚，方形扁平封装，无铅，体宽 3 x 3 mm，外形图

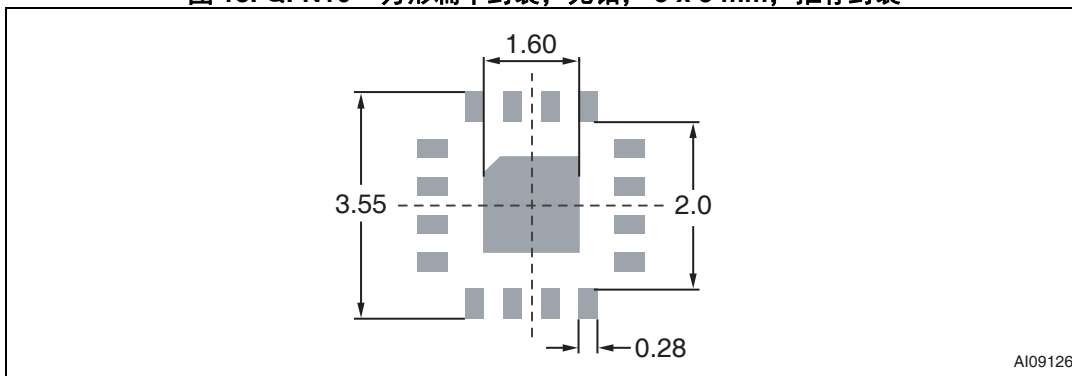


注： 图纸未按比例绘制。

表 12. QFN16 – 16 脚，方形扁平封装，无铅，体宽 3 x 3 mm
机械数据

尺寸	mm			英寸		
	典型值	最小值	最大值	典型值	最小值	最大值
A	0.90	0.80	1.00	0.035	0.032	0.039
A1	0.02	0.00	0.05	0.001	0.000	0.002
A3	0.20	-	-	0.008	-	-
b	0.25	0.18	0.30	0.010	0.007	0.012
D	3.00	2.90	3.10	0.118	0.114	0.122
D2	1.70	1.55	1.80	0.067	0.061	0.071
E	3.00	2.90	3.10	0.118	0.114	0.122
E2	1.70	1.55	1.80	0.067	0.061	0.071
e	0.50	-	-	0.020	-	-
K	0.20	-	-	0.008	-	-
L	0.40	0.30	0.50	0.016	0.012	0.020
ddd	-	0.08	-	-	0.003	-
Ch	-	0.33	-	-	0.013	-
N	16			16		

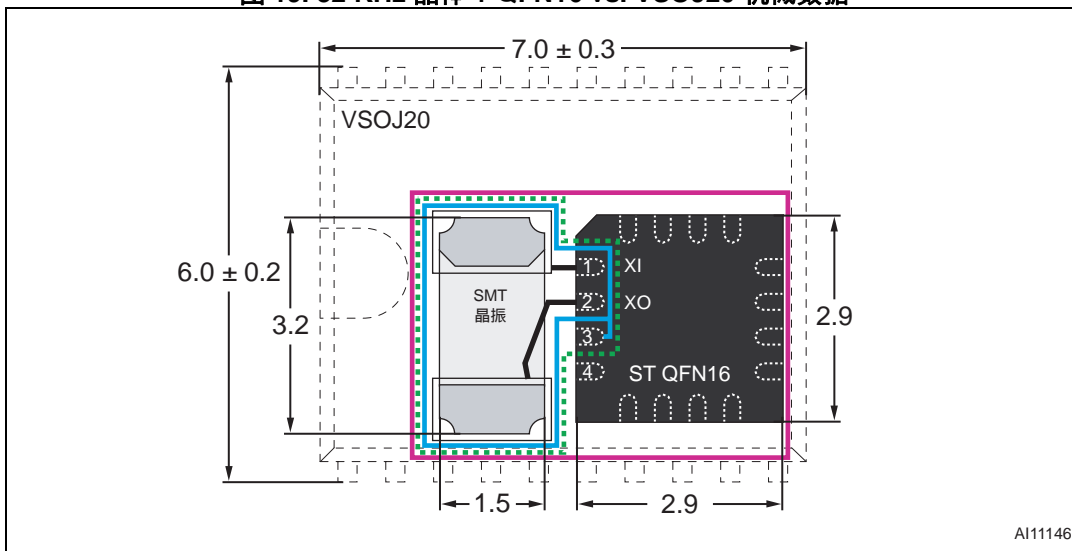
图 18. QFN16 – 方形扁平封装，无铅，3 x 3 mm，推荐封装



AI09126

注：衬底应连接到 V_{SS} 。

图 19. 32 KHz 晶体 + QFN16 vs. VSOJ20 机械数据



AI11146

注：所示图形尺寸以毫米 (mm) 为单位。

7 部件编号

表 13. 订货代码

示例:	M41T	60	Q	6	F
器件系列	M41T				
器件类型和供电电压		60 = $V_{CC} = 1.3$ 到 4.4 V			
封装			Q = QFN16 (3 mm x 3 mm)		
温度范围				6 = -40 至 85°C	
装运方式					F = ECOPACK® 封装, 卷带

其它选择, 或需了解本设备任何方面的更多信息, 请联系最近的 ST 销售办事处。

8 修订历史

表 14. 修订历史

日	修订	变更
2003 年 11 月 13 日	1	第一版
2003 年 11 月 20 日	1.1	更新特性 (图 2, 3, 4; 表 1, 2, 5, 7, 11)
2003 年 12 月 25 日	2	格式更新; 增加了晶振隔离、封装 (图 12)
2004 年 1 月 13 日	2.1	更新特性 (图 9, 10, 12; 表 7, 13)
2004 年 2 月 26 日	2.2	更新特性和机械尺寸 (图 15, 18; 表 4, 7, 12)
2004 年 3 月 2 日	2.3	更新特性 (表 7)
2004 年 4 月 26 日	3	格式更新, 再版
2004 年 5 月 13 日	4	更新特性 (表 7, 8; 图 15, 18)
2004 年 8 月 6 日	5	更新特性 (图 2; 表 7, 10)
2004 年 10 月 25 日	6	文档状态改进; 更新特性 (图 1; 表 4, 7, 8, 10, 12)
2004 年 12 月 20 日	7	修正封装; 更新特性 (图 4, 18; 表 7)
2005 年 5 月 5 日	8	增加封装对比和机械数据 (图 19)
2005 年 10 月 31 日	9	升级: 总线供电电压, 特性 (图 4; 表 4, 7, 11, 13)
2005 年 11 月 30 日	10	更新 ESD:HBM 额定值, 晶振特性 (表 4, 8)
2006 年 7 月 6 日	11	新模板
2010 年 1 月 26 日	12	细微文本变化; 更新了表 4 脚注 3; 更新了表 8 脚注 1; 增加了表 9; 更新了表 10, 11, 第 3.1 节; 增加了第 6 节: 封装机械数据文本。
2010 年 4 月 29 日	13	更新了表 9; 第 4 节细微文本变化。
2013 年 2 月 21 日	14	更新了数据手册标题; 更新了第 3.2 节: 世纪位; 增加了图 13: 世纪位 CB1 和 CB0; 移动并修改了表 3: 使用世纪位的示例; 增加了第 3.3 节: 闰年; 增加了脚注 1 至表 9: 适用于 M41T6x 系列 RTC 的晶振。

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司 (“ST”) 保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2015 STMicroelectronics - 保留所有权利 2015