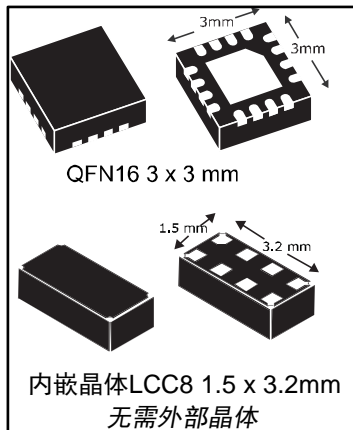


## 具有报警功能的低功耗串行实时时钟（RTC）

数据手册 - 生产数据



### 特性

- 串行实时时钟（RTC），具有报警功能
  - 400 kHz I<sup>2</sup>C 串行接口
  - 可记录秒、分、小时、星期、日期、月、年和世纪的存储器映射寄存器
  - 1/10 秒、1/100 秒寄存器
- 350 nA 计时电流@3 V
- 计时工作电压低至 1.0 V
- 1.3 V 至 4.4 V I<sup>2</sup>C 总线工作电压
  - 4.4 V 的最大 V<sub>CC</sub>，适用于锂离子电池工作
- 35 μA 低工作电流@400 kHz I<sup>2</sup>C 速度
- 上电时，32 KHz 方波输出。适用于驱动低功耗模式下的微控制器。可禁用。(M41T62/64)
- 可编程的 1 Hz 至 32 KHz 方波输出 (M41T62/64)
- 具有中断功能的可编程报警 (M41T62/65)
- 32 KHz 晶体振荡器集成了晶体负载电容，可结合高串联电阻晶体
- 振荡器停止检测可以监视时钟工作状态
- 精确的可编程看门狗
  - 62.5 ms 至 31 min 超时
- 软件时钟校准。可调整计时，范围为 ±2/1000,000 (每月±5 秒)
- 自动闰年补偿
- -40 至+85 °C 的工作温度
- 两种封装选项
  - 3 x 3 mm 的极小尺寸，无铅，无卤素 (ECOPACK2<sup>®</sup>)，16 脚 QFN
  - 1.5 x 3.2 mm 的超小尺寸，无铅，无卤素 (ECOPACK2<sup>®</sup>)，8 脚陶瓷无引线芯片载体，具有内嵌的 32 KHz 晶振 - 无需外部振荡器元件 (M41T62)

## 目录

<b>1</b>	<b>说明 .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>工作原理 .....</b>	<b>11</b>
2.1	2 线总线特性 .....	11
2.1.1	总线空闲 .....	11
2.1.2	开始数据传输 .....	11
2.1.3	停止数据传输 .....	11
2.1.4	数据有效 .....	12
2.1.5	回应 .....	12
2.2	READ(读)模式 .....	13
2.3	WRITE(写)模式 .....	14
<b>3</b>	<b>时钟工作原理 .....</b>	<b>15</b>
3.1	RTC 寄存器 .....	16
3.2	校准时钟 .....	21
3.3	设定报警（闹铃）时钟寄存器 .....	23
3.4	看门狗定时器 .....	24
3.5	看门狗输出（WDO - 仅限 M41T65） .....	24
3.6	方波输出（M41T62/64） .....	25
3.7	全时 32 KHz 方波输出（M41T64） .....	25
3.8	世纪位 .....	26
3.9	闰年 .....	26
3.10	输出驱动器引脚（M41T62/65） .....	27
3.11	振荡器失效检测 .....	27
3.12	初始上电默认设置 .....	27
<b>4</b>	<b>最大额定值 .....</b>	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>直流和交流参数 .....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>封装信息 .....</b>	<b>33</b>
6.1	QFN16 封装信息 .....	34
6.2	LCC8 封装信息 .....	37
<b>7</b>	<b>包装信息 .....</b>	<b>39</b>

---

7.1	QFN16 承载带 .....	39
7.2	LCC8 承载带 .....	40
7.3	QFN16 和 LCC8 卷盘信息 .....	41
<b>8</b>	<b>器件型号 .....</b>	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>版本历史 .....</b>	<b>43</b>

## 表格索引

表 1: 器件总览 .....	6
表 2: 信号名称 .....	8
表 3: M41T62 寄存器映射 .....	18
表 4: M41T64 寄存器映射 .....	19
表 5: M41T65 寄存器映射 .....	20
表 6: 报警 (闹铃) 重复模式 .....	23
表 7: 方波输出频率 .....	25
表 8: 使用世纪位的示例 .....	26
表 9: 初始上电值 .....	27
表 10: 绝对最大额定值 .....	28
表 11: 工作和交流测量条件 .....	29
表 12: 电容 .....	30
表 13: 直流特性 .....	30
表 14: 晶体电气特性 .....	31
表 15: 适用于 M41T6x 系列 RTC 的晶振 .....	31
表 16: 振荡器特性 .....	32
表 17: 交流特性 .....	32
表 18: QFN16 — 16 脚, 方形扁平封装, 无铅, 3x3 mm, 封装机械数据 .....	35
表 19: LCC8 — 8 脚, 1.5 x 3.2 mm 无引线芯片载体封装机械数据 .....	37
表 20: QFN16 3 x 3 mm 封装的承载带尺寸 .....	39
表 21: 12 mm 承载带的卷盘尺寸 - QFN16 和 LCC8 封装 .....	41
表 22: 订货代码 .....	42
表 23: 文档版本历史 .....	43
表 24: 中文文档版本历史 .....	43

## 图表索引

图 1: M41T62 逻辑框图 .....	6
图 2: M41T64 逻辑框图 .....	7
图 3: M41T65 逻辑框图 .....	7
图 4: M41T62 连接 .....	7
图 5: M41T64 连接 .....	8
图 6: M41T65 连接 .....	8
图 7: M41T62 框图 .....	9
图 8: M41T64 框图 .....	9
图 9: M41T65 框图 .....	9
图 10: SuperCap™ 备份工作的硬件连接 .....	10
图 11: 串行总线数据传输时序图 .....	12
图 12: 回应序列 .....	13
图 13: 从设备地址 .....	13
图 14: READ (读) 模式序列 .....	14
图 15: 替代的 READ (读) 模式序列 .....	14
图 16: WRITE (写) 模式序列 .....	14
图 17: 缓冲/传输寄存器 .....	16
图 18: 温度范围内晶体精度 .....	22
图 19: 校准波形 .....	22
图 20: 报警 (闹铃) 中断复位波形 .....	23
图 21: 世纪位 CB1 和 CB0 .....	26
图 22: AC 测量 I/O 波形 .....	29
图 23: 晶体隔离示例 .....	29
图 24: 总线计时要求序列 .....	32
图 25: QFN16 — 16 脚, 方形扁平封装, 无铅, 3x3 mm, 封装外形图 .....	34
图 26: QFN16 – 16 脚, 方形扁平封装, 无铅, 3 x 3 mm, 推荐封装 .....	36
图 27: LCC8 — 8 脚, 1.5 x 3.2 mm 无引线芯片载体封装外形 .....	37
图 28: LCC8 — 8 脚, 1.5 x 3.2 mm 无引线芯片载体, 建议封装图 .....	38
图 29: QFN16 3 x 3 mm 封装的承载带 .....	39
图 30: LCC8 1.5 x 3.2 mm 封装的承载带 .....	40
图 31: 卷盘原理图 .....	41

# 1 说明

M41T6x 是一款带有 32.768 kHz 振荡器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。另有 8 个寄存器提供报警 (闹铃)、32 KHz 输出、校准以及看门狗功能的状态/控制。地址和数据通过一个两线双向 I<sup>2</sup>C 接口串行传输。内部的地址寄存器在每一次写或读数据后自动递增。

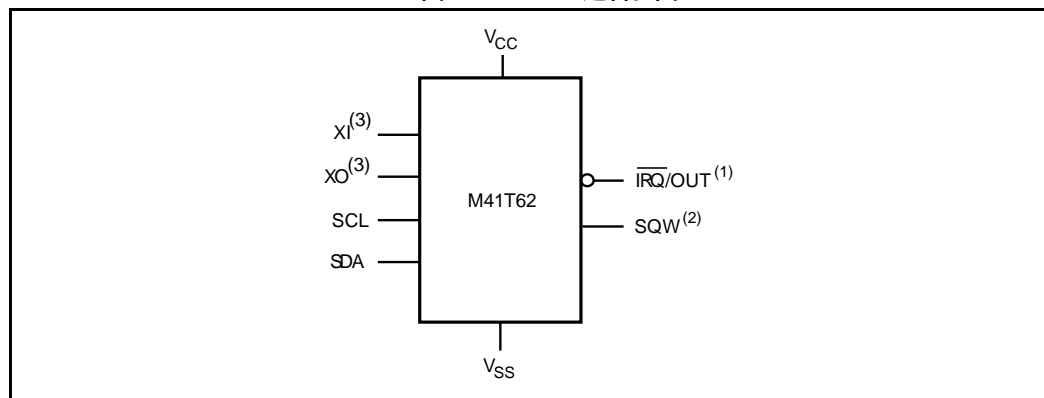
用户可用的功能包括 1 个计时时钟/日历、报警 (闹铃) 中断 (M41T62/65)、32 KHz 输出 (M41T62/64)、可编程的方波输出 M41T62/64) 和看门狗输出 (M41T65)。8 个时钟地址位置包括世纪、年、月、日期、星期、小时、分钟、秒、1/10 秒和 1/100 秒，为 24 小时的 BCD 格式。系统可以自动将月份的天数补偿为 28、29 (闰年)、30 和 31 天。

M41T6x 有两种很小的封装：小型 3 x 3 mm、16 脚 QFN (需要用户提供 32 KHz 晶振) 和超小型 1.5 x 3.2 mm LCC (具有嵌入的晶振 - 无需外部晶振)。

表 1: 器件总览

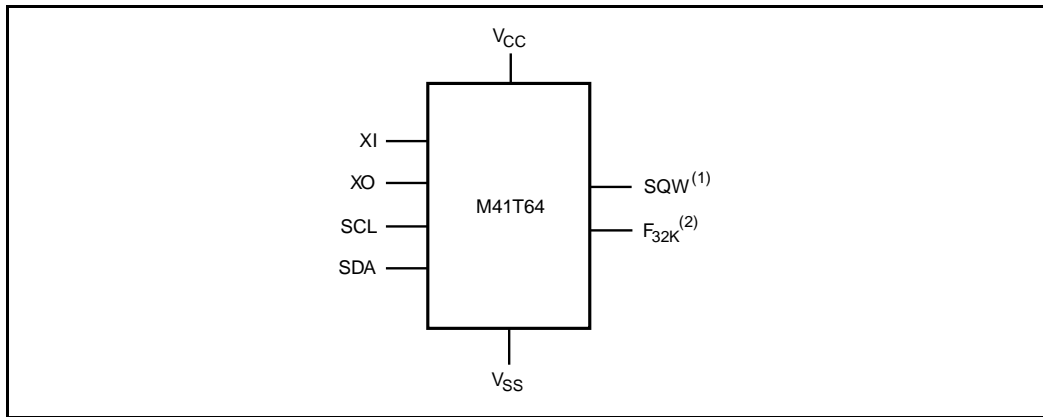
设备	基本 RTC	报警 (闹铃)	OSC失效检测	看门狗定时器	校准	SQW输出	$\overline{\text{IRQ}}$ 输出	$\overline{\text{WDO}}$ 输出	F <sub>32K</sub> 输出
M41T62	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
M41T64	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
M41T65	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	

图 1: M41T62 逻辑框图



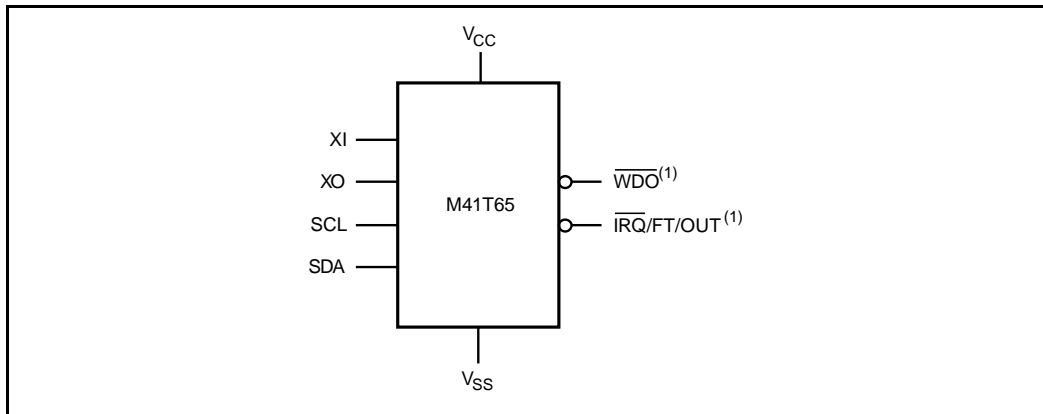
1. 漏极开路。
2. 上电时默认值为 32 KHz。
3. 不连接到 LCC 封装。

图 2: M41T64 逻辑框图



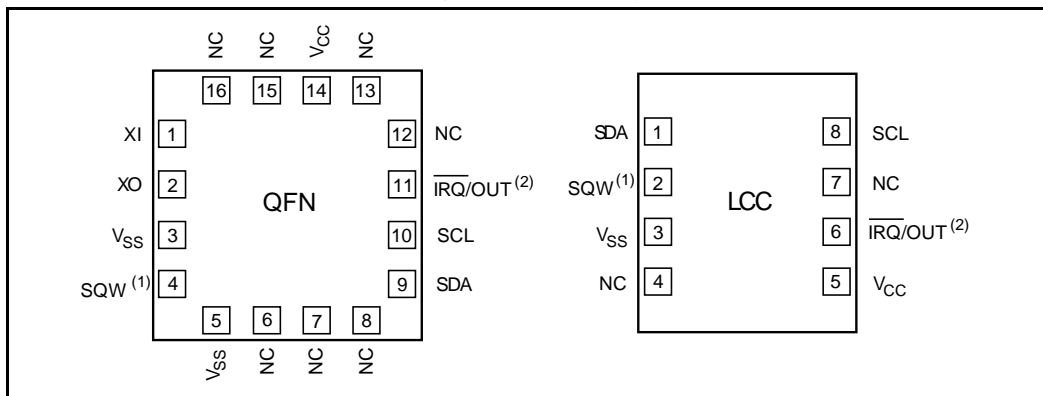
1. 漏极开路。
2. 上电时默认值为 32 KHz。

图 3: M41T65 逻辑框图



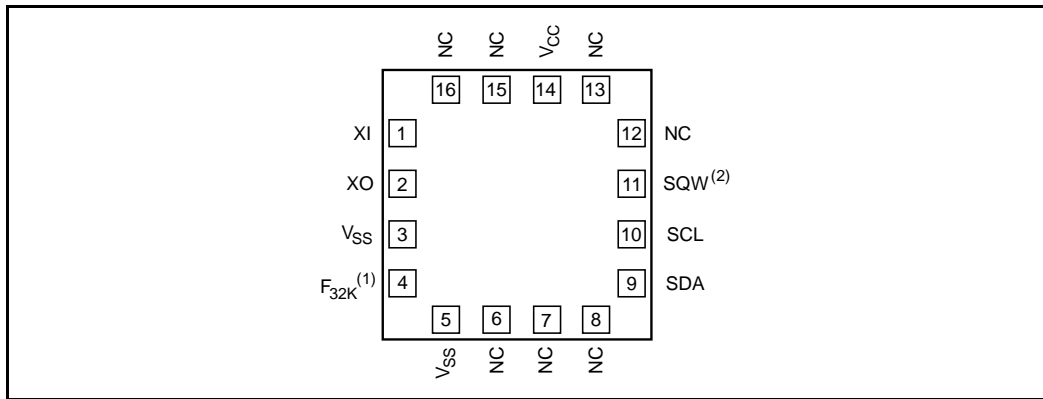
1. 漏极开路。

图 4: M41T62 连接



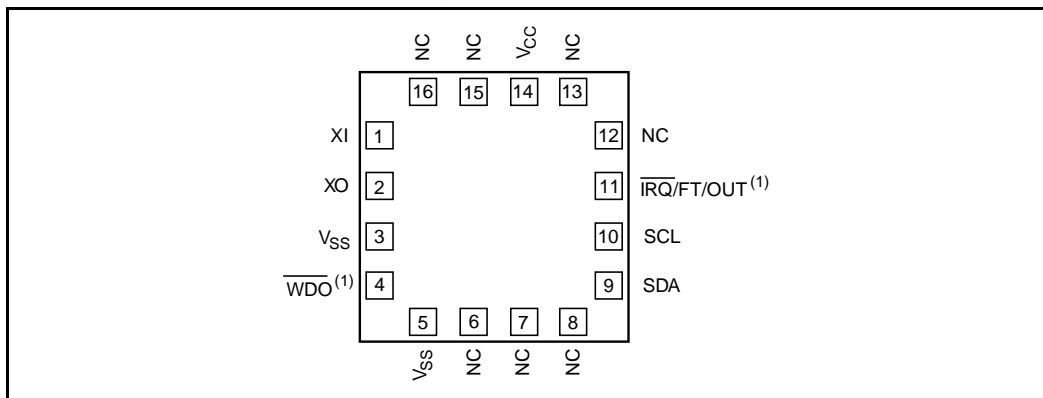
1. 上电时 SQW 输出默认为 32 KHz。
2. 漏极开路。

图 5: M41T64 连接



1. 上电时使能。
2. 漏极开路。

图 6: M41T65 连接



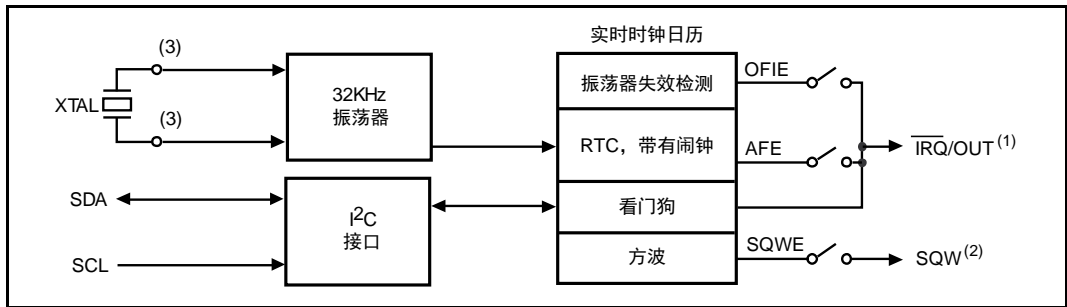
1. 漏极开路。

表 2: 信号名称

XI	振荡器输入
XO	振荡器输出
SDA	串行数据输入/输出
SCL	串行时钟输入
$\overline{\text{IRQ}}/\text{OUT}$	中断或OUT输出（漏极开路）
$\overline{\text{IRQ}}/\text{FT}/\text{OUT}$	中断、频率测试或OUT输出（漏极开路）
SQW	可编程方波 - 上电时默认为32 KHz（漏极开路，仅限M41T64）
F <sub>32K</sub>	专用32 KHz输出（仅限M41T64）
WDO	看门狗定时器输出（漏极开路）
V <sub>CC</sub>	电源电压
V <sub>SS</sub>	接地

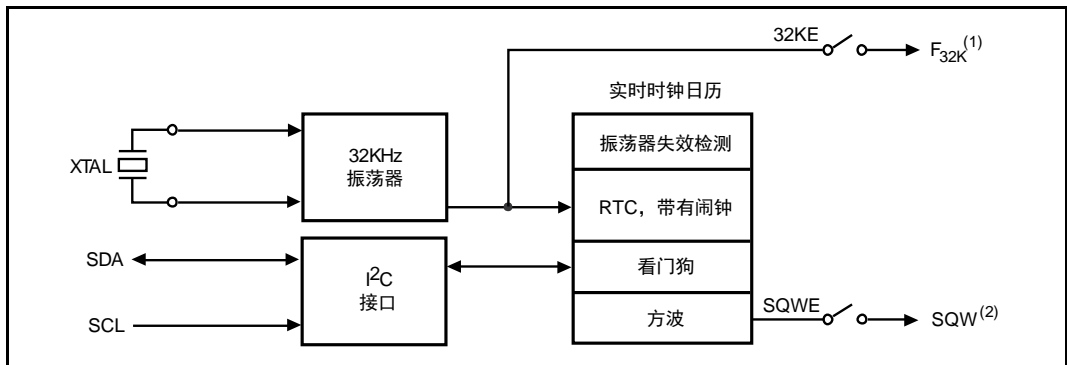


图 7: M41T62 框图



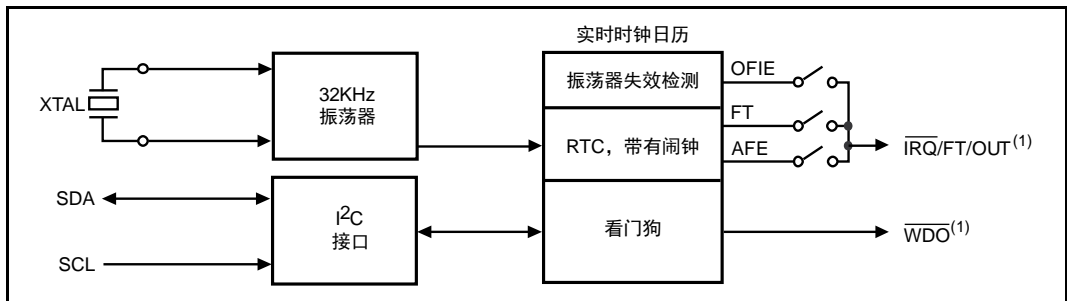
1. 漏极开路。
2. 上电时默认值为 32 KHz。
3. 不连接内含晶振的 LCC 封装。

图 8: M41T64 框图



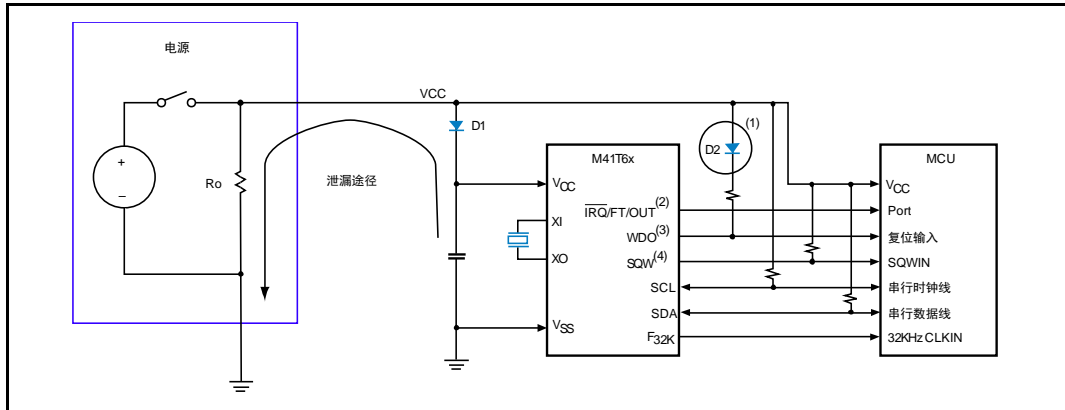
1. 默认上电时使能。
2. 漏极开路。

图 9: M41T65 框图



1. 漏极开路。

图 10: SuperCap™ 备份工作的硬件连接



1. 使用 SuperCap（或电池）备份时，二极管 D2 需要连在开漏引脚（仅限 M41T65）。建议使用低阈值 BAT42 肖特基二极管（参见下面的注释）。D1 和 D2 应为同种类型：
2. 对于 M41T62 和 M41T65（漏极开路）。
3. 对于 M41T65（漏极开路）。
4. 对于 M41T64（漏极开路）。

*注：某些电源在切断时，会出现到地的漏电通道，这会缩短 SuperCap（或电池）的备份时间。这种情况下，建议 D1（和 D2）使用低泄漏二极管。非肖特基二极管如 1N4148 具有很低反向泄漏。*

## 2 工作原理

M41T6x 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 16 个字节可以按下面的顺序被依次访问：

- 第 1 个字节：1/100 秒和 1/10 秒寄存器
- 第 2 个字节：秒寄存器
- 第 3 个字节：分寄存器
- 第 4 个字节：小时寄存器
- 第 5 个字节：方波/星期寄存器
- 第 6 个字节：日期寄存器
- 第 7 个字节：世纪/小时寄存器
- 第 8 个字节：年寄存器
- 第 9 个字节：校准寄存器
- 第 10 个字节：看门狗寄存器
- 第 11 - 15 个字节：报警（闹铃）寄存器
- 第 16 个字节：标志寄存器

### 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

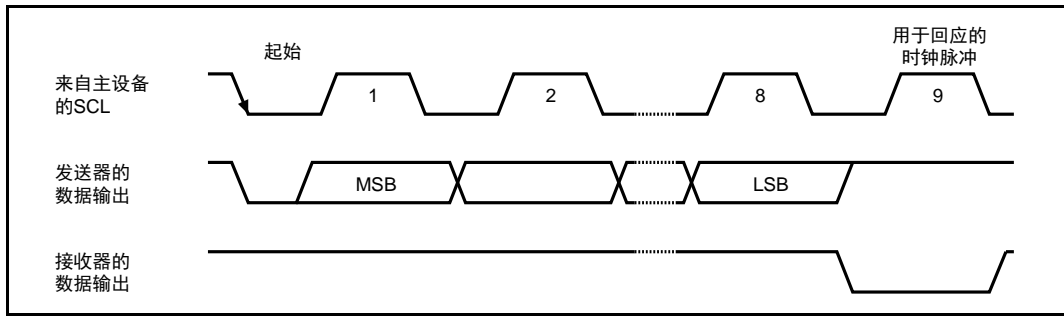
当时钟线为高时，数据线状态由高到低的改变定义 START（开始）条件。

#### 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。



图 12：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 (参见图 14: “READ (读) 模式序列”), 主设备可以读取 M41T6x 从设备。字地址“An”在 WRITE(写)模式控制位 ( $R/\bar{W} = 0$ ) 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 ( $R/\bar{W}=1$ )。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时钟后才增加。M41T8x 从设备发送器此时会把地址 An+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“An+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 (00h 到 07h) 时, 时钟数据从系统到用户之间的传输可以随时中止。停止状态下或指针累加到任何非时钟地址 (08h) 时, 更新会继续。

注: 这同时适用于 READ (读) 模式和 WRITE (写) 模式。

也可以执行替代的 READ (读) 模式, 从而使主设备可以读取 M41T8x 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 15: “替代的 READ (读) 模式序列”)。

图 13：从设备地址

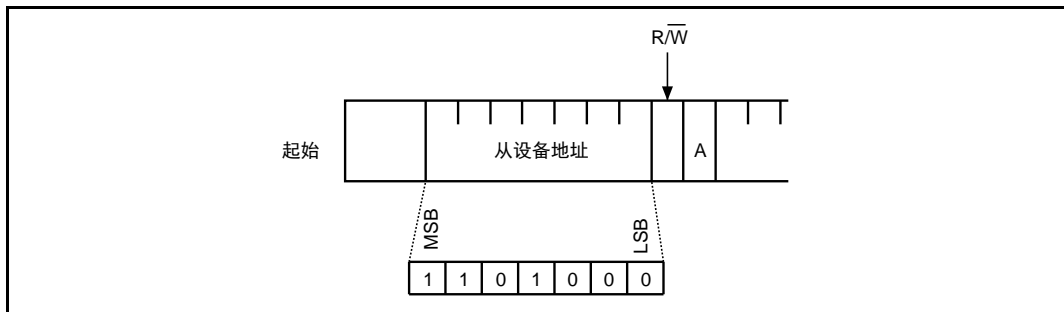


图 14: READ (读) 模式序列

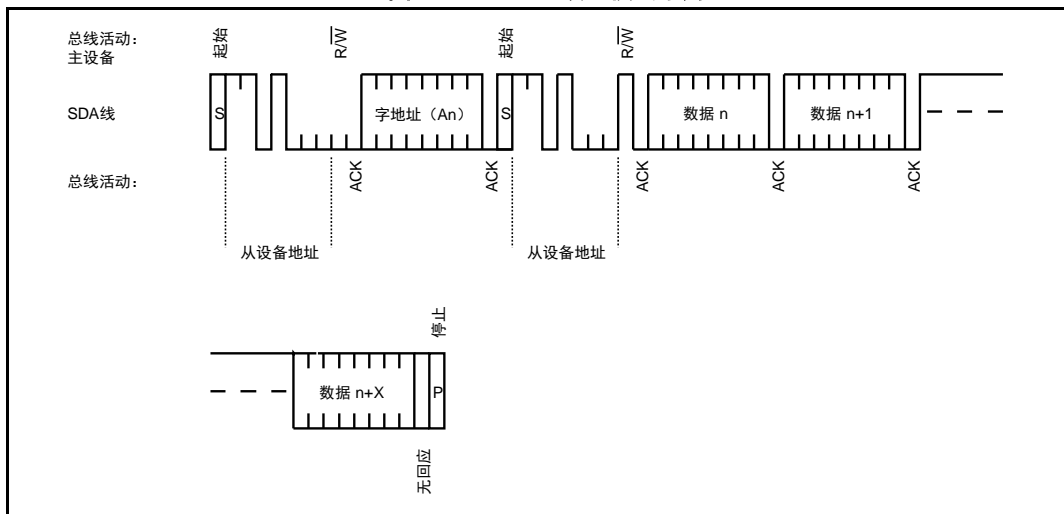
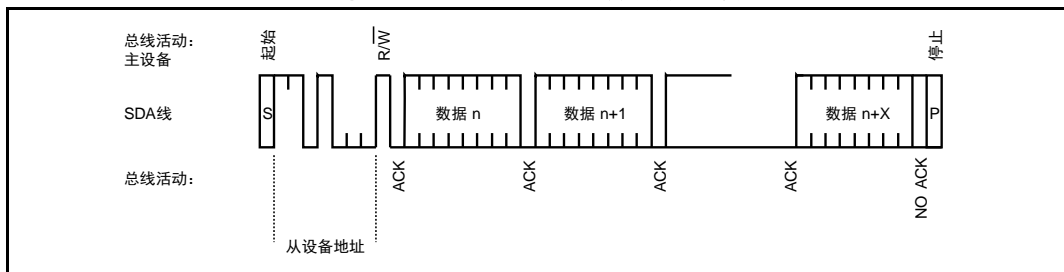


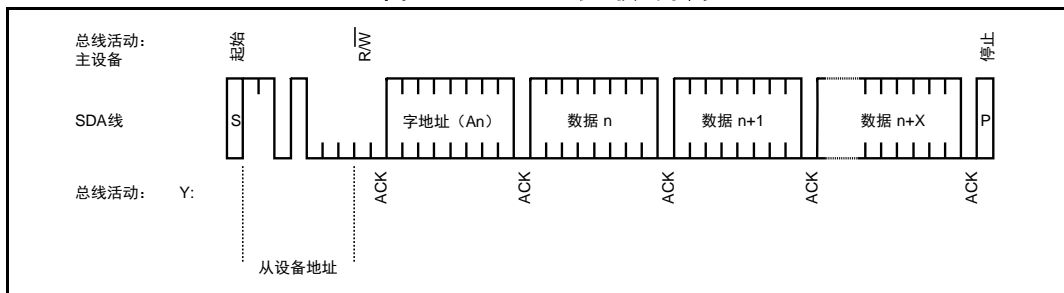
图 15: 替代的 READ (读) 模式序列



### 2.3 WRITE(写)模式

在此模式下，主设备发送器向 M41T6x 从设备接收器发送数据。总线协议如 [图 16: "WRITE \(写\) 模式序列"](#) 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。M41T6x 从设备接收器在接收到从设备地址 (参见 [图 13: “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 16: WRITE (写) 模式序列



### 3 时钟工作原理

M41T6x 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 3: “M41T62 寄存器映射”、表 4: “M41T64 寄存器映射”和表 5: “M41T65 寄存器映射”）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。1/100 秒和 1/10 秒、秒、分和小时都包含在前四个寄存器中。

对任一时钟寄存器的写入（WRITE）会导致 1/100 秒、1/10 秒复位为“00”，且 1/100 秒、1/10 秒仅能被写为“00”，而不能写为其他值。

寄存器 04h 的 D0 到 D2 位包含星期（星期几）的信息。寄存器 05h、06h 和 07h 包含了日期（天）、月和年的信息。第九个时钟寄存器是校准寄存器（详见时钟校准章节）。寄存器 01h 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。

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 02h（分钟寄存器）的 D7 位包含振荡器失效中断使能位（OFIE）。当用户将该位置为“1”，则置位振荡器失效位（OF）的任意条件（见第 3.11 节：“振荡器失效检测”）都将产生中断输出。

时钟寄存器 06h（世纪/月寄存器）的 D6 和 D7 位包含世纪位 0（CB0）和世纪位 1（CB1）。

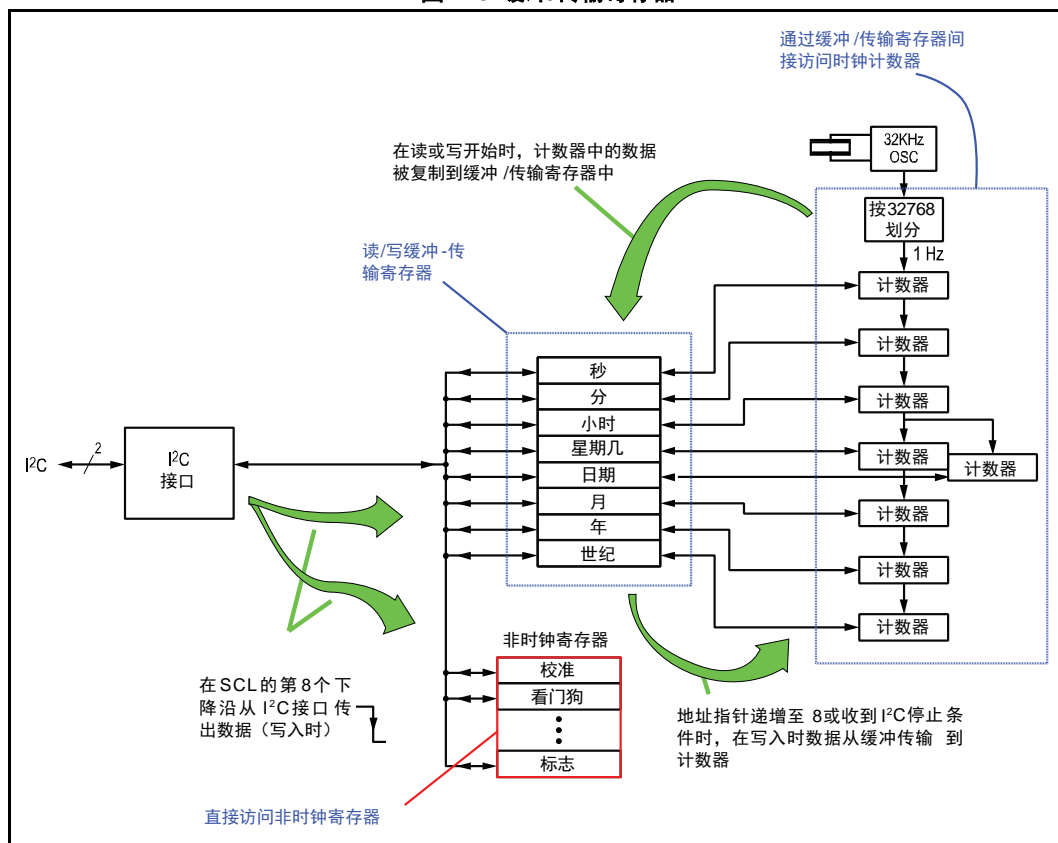
对时钟寄存器的前 8 个字节（00h-07h）任意位置的写操作，包括 OFIE 位、RS0-RS3 位和 CB0-CB1 位，都会引起系统时钟的更新和分频器链的复位。这会引发当前时间细微的改变。这些非时钟相关数据都应在设置时钟前写入并保持不变，直到写入新的时钟时间。

这 8 个时钟寄存器可以一次读一个字节，也可以连续块读取。有机制可以确保在读取任何时钟地址时，时钟不会更新。如果一个时钟地址被读取，则对其时钟寄存器的更新将中止。这会阻止读（READ）过程中的数据传输。

### 3.1 RTC寄存器

M41T6x 用户界面含有 16 个存储器映射寄存器，包括时钟、校准、报警（闹铃）、看门狗、标志以及方波控制。有 8 个时钟计数器可通过一组缓冲/传输寄存器来间接访问，另外 8 个寄存器则为直接访问。时钟和报警（闹铃）寄存器中的数据为 BCD 格式。

图 17：缓冲/传输寄存器



#### 更新

用户未访问器件时，正常操作下，缓冲/传输寄存器利用 RTC 计数器的副本来保持更新。在 I<sup>2</sup>C 读或写周期开始时，更新被中止，当前时间会被冻结在缓冲/传输寄存器中。

#### 读取时钟寄存器

通过在 I<sup>2</sup>C 访问开始时中止更新，用户可以确保读时序中传输出去的所有数据是同时获得的。



### 写时序

向器件写入时，数据在 SCL 信号的上升沿被传输到 M41T62 的 I<sup>2</sup>C 接口。如 [图 17: "缓冲/传输寄存器"](#) 中所示，在第 8 个时钟周期，数据从 I<sup>2</sup>C 块传输到地址指针（图中未显示）所指向的那个寄存器。

### 写入时钟寄存器（地址为 0-7）

写入时钟寄存器（地址为 0-7）的数据保存在缓冲寄存器中，当地址指针增加到 8 或出现 I<sup>2</sup>C 停止条件时，缓冲器/寄存器中的数据被同时复制到计数器中，随后时钟重启。

表 3: M41T62 寄存器映射

地址	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	功能 / 范围 BCD 格式	
00h	0.1秒				0.01秒				1/10 / 1/100秒	00-99
01h	ST	10秒			秒				秒	00-59
02h	OFIE	10分			分钟				分钟	00-59
03h	0	0	10小时		小时 (24小时格式)				小时	00-23
04h	RS3	RS2	RS1	RS0	0	星期几			日	01-7
05h	0	0	10日		日: 日期				日期	01-31
06h	CB1	CB0	0	10M	月				世纪/ 月	0-3/01-12
07h	10年				年				年	00-99
08h	OUT	0	S	校准				校准		
09h	RB2	BMB4	BMB3	BMB2	BMB1	BMB0	RB1	RB0	看门狗	
0Ah	AFE	SQWE	0	AI 10M	报警 (闹铃) 月				AI月	01-12
0Bh	RPT4	RPT5	AI 10日		闹钟日期				AI日期	01-31
0Ch	RPT3	0	AI 10时		报警 (闹铃) 时				AI时	00-23
0Dh	RPT2	报警 (闹铃) 10分钟			闹钟-分钟				AI分	00-59
0Eh	RPT1	报警 (闹铃) 10秒			报警 (闹铃) 秒				AI秒	00-59
0Fh	WDF	AF	0	0	0	OF	0	0	标志	

## 重点:

0 = 必须设为“0”

AF = 报警 (闹铃) 标志 (只读)

AFE = 报警 (闹铃) 标志使能标志

BMB0 - BMB4 = 看门狗乘数位

CB0-CB1 = 世纪位

OF = 振荡器失效位

OFIE = 振荡器失效中断使能位

OUT = 输出电平

RB0 - RB2 = 看门狗分辨率位

RPT1-RPT5 = 报警 (闹铃) 重复模式位

RS0-RS3 = SQW 频率位

S = 符号位

SQWE = 方波使能位

ST = 停止位

WDF = 看门狗标志位 (只读)

表 4: M41T64 寄存器映射

地址	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	功能 / 范围 BCD 格式	
00h	0.1秒				0.01秒				1/10 / 1/100秒	00-99
01h	ST	10秒			秒				秒	00-59
02h	0	10分			分钟				分钟	00-59
03h	0	0	10小时		小时 (24小时格式)				小时	00-23
04h	RS3	RS2	RS1	RS0	0	星期几			日	01-7
05h	0	0	10日		日: 日期				日期	01-31
06h	CB1	CB0	0	10M	月				世纪/ 月	0-3/01-12
07h	10年				年				年	00-99
08h	0	0	S	校准					校准	
09h	RB2	BMB4	BMB3	BMB2	BMB1	BMB0	RB1	RB0	看门狗	
0Ah	0	SQWE	32KE	AI 10M	报警 (闹铃) 月				AI月	01-12
0Bh	RPT4	RPT5	AI 10日		闹钟日期				AI日期	01-31
0Ch	RPT3	0	AI 10时		报警 (闹铃) 时				AI时	00-23
0Dh	RPT2	报警 (闹铃) 10分钟			闹钟-分钟				AI分	00-59
0Eh	RPT1	报警 (闹铃) 10秒			报警 (闹铃) 秒				AI秒	00-59
0Fh	WDF	AF	0	0	0	OF	0	0	标志	

## 重点:

0 = 必须设为“0”

32KE = 32 KHz 使能位

AF = 报警 (闹铃) 标志 (只读)

BMB0 - BMB4 = 看门狗乘数位

CB0-CB1 = 世纪位

OF = 振荡器失效位

RB0 - RB2 = 看门狗分辨率位

RPT1-RPT5 = 报警 (闹铃) 重复模式位

RS0-RS3 = SQW 频率位

S = 符号位

SQWE = 方波使能位

ST = 停止位

WDF = 看门狗标志位 (只读)

表 5: M41T65 寄存器映射

地址	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	功能 / 范围 BCD 格式	
00h	0.1秒				0.01秒				1/10 / 1/100秒	00-99
01h	ST	10秒			秒				秒	00-59
02h	OFIE	10分			分钟				分钟	00-59
03h	0	0	10小时		小时 (24小时格式)				小时	00-23
04h	0	0	0	0	0	星期几			日	01-7
05h	0	0	10日		日: 日期				日期	01-31
06h	CB1	CB0	0	10M	月				世纪/ 月	0-3/01-12
07h	10年				年				年	00-99
08h	OUT	FT	S	校准				校准		
09h	RB2	BMB4	BMB3	BMB2	BMB1	BMB0	RB1	RB0	看门狗	
0Ah	AFE	0	0	AI 10M	报警 (闹铃) 月				AI月	01-12
0Bh	RPT4	RPT5	AI 10日		闹钟日期				AI日期	01-31
0Ch	RPT3	0	AI 10时		报警 (闹铃) 时				AI时	00-23
0Dh	RPT2	报警 (闹铃) 10分钟			闹钟-分钟				AI分	00-59
0Eh	RPT1	报警 (闹铃) 10秒			报警 (闹铃) 秒				AI秒	00-59
0Fh	WDF	AF	0	0	0	OF	0	0	标志	

## 重点:

0 = 必须设为“0”

AF = 报警 (闹铃) 标志 (只读)

AFE = 报警 (闹铃) 标志使能标志

BMB0 - BMB4 = 看门狗乘数位

CB0-CB1 = 世纪位

FT = 频率测试位

OF = 振荡器失效位

OFIE = 振荡器失效中断使能位

OUT = 输出电平

RB0 - RB2 = 看门狗分辨率位

RPT1-RPT5 = 报警 (闹铃) 重复模式位

S = 符号位

ST = 停止位

WDF = 看门狗标志位 (只读)

## 3.2 校准时钟

M41T6x 实时时钟由一个石英晶体控制的振荡器驱动，额定频率为 32,768 Hz。这为 RTC 提供了时间基准。时钟的精确度取决于晶体的频率精确度，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。M41T6x 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 18: "温度范围内晶体精度"](#))。因此，M41T6x 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 19: "校准波形"](#) 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 08h 中的五个低位 (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。

因此，对于每 125,829,120 个实际振荡周期，每个校准步骤都会增加 512 个振荡周期或减少 256 个振荡周期，即在校准寄存器中每个校准步骤会产生 +4.068 或 -2.034 ppm 的调整。

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 (参见 [图 19: "校准波形"](#))。

有两种方法可以确定一个给定的 M41T6x 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 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。设计人员可以提供一个简单的程序来访问校准字节。
- 第二种方法更适用于制造环境，使用了 SQW 脚 (M41T62/64) 或  $\overline{\text{IRQ}}$ /FT/OUT 脚 (M41T65)。当 RS3 = “0”，RS2 = “1”，RS1 = “1”，RS0 = “0”，SQWE = “1”且 ST = “0”时，SQW 脚在 512 Hz 进行切换。而对于 M41T65，当 FT 和 OUT 位 = “1”且 ST = “0”时  $\overline{\text{IRQ}}$ /FT/OUT 脚在 512 Hz 进行切换。

相对于 512 Hz 的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，需要在数字校准字节中载入 -10 (XX001010)。请注意，设置或改变校准字节不会影响频率测试或方波输出频率。

图 18: 温度范围内晶体精度

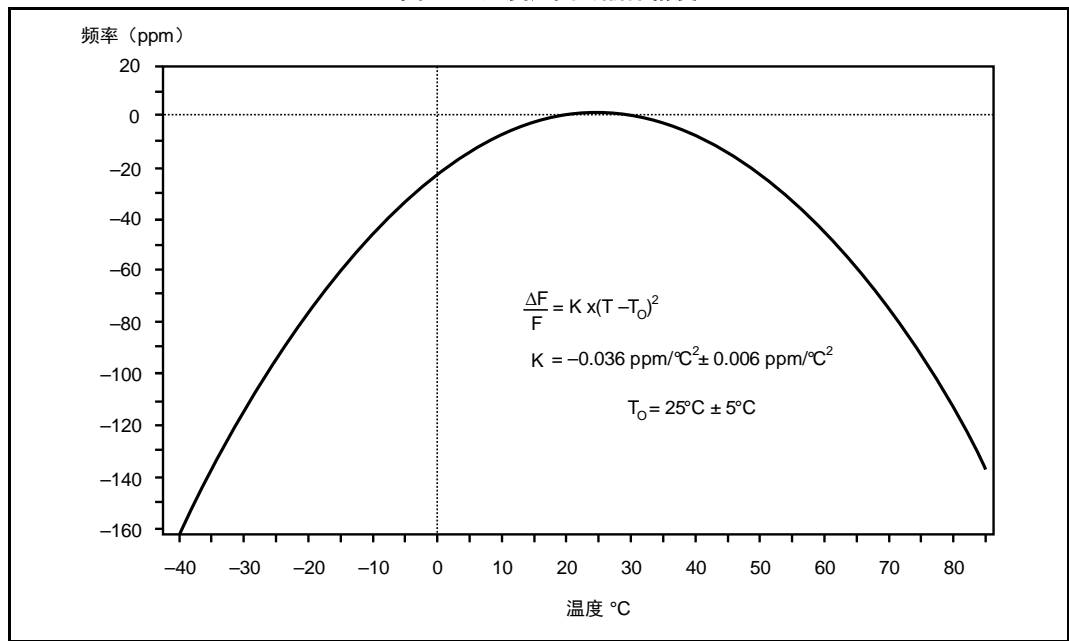
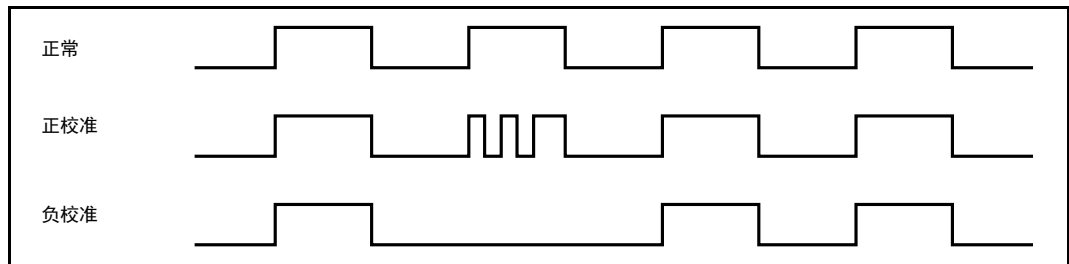


图 19: 校准波形



### 3.3 设定报警（闹铃）时钟寄存器

地址位置 0Ah-0Eh 包含报警（闹铃）设置。报警（闹铃）可配置为在规定时间（特定的月、日、时、分或秒）停止，或每年（每月、每日、每小时、每分钟或每秒）重复。RPT5–RPT1 位使报警（闹铃）工作在重复模式。表 6: "报警（闹铃）重复模式"显示了可能的配置。表中没有列出的编码默认为每一秒都报警（闹铃），这样可以快速地告诉用户此时报警（闹铃）设定不正确。

当时钟信息与报警（闹铃）时钟设置匹配（基于 RPT5–RPT1 定义的匹配条件）时，AF（报警（闹铃）标志）置位。如果 AFE（报警（闹铃）标志使能）也被置位（M41T62/65），报警（闹铃）条件会激活  $\overline{\text{IRQ}}/\text{OUT}$  或  $\overline{\text{IRQ}}/\text{FT}/\text{OUT}$  脚。为禁用报警（闹铃），可向报警（闹铃）日期寄存器和 RPT5–RPT1 写入 0。

*注：如果地址指针被增加到标志寄存器地址，则在地址指针移动到另一个地址之前，报警（闹铃）条件不会产生中断/标志。还应注意，如果最后地址写入的是“报警（闹铃）秒”，则地址指针将增加到标志地址，这也会导致发生（报警（闹铃）条件不产生中断/标志）。*

通过读取标志寄存器，可清除  $\overline{\text{IRQ}}$  输出，如图 20: "报警（闹铃）中断复位波形"中所示。报警产生后一定要读取标志寄存器以确保报警（闹铃）标志值已被复位为“0”。

图 20: 报警（闹铃）中断复位波形

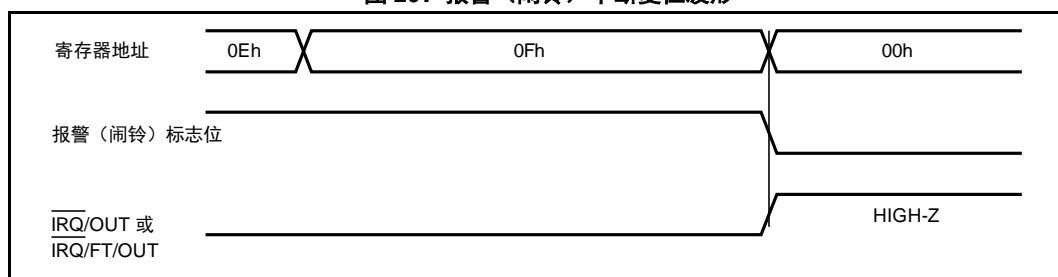


表 6: 报警（闹铃）重复模式

RPT5	RPT4	RPT3	RPT2	RPT1	报警（闹铃）设置
1	1	1	1	1	每秒一次
1	1	1	1	0	每分钟一次
1	1	1	0	0	每小时一次
1	1	0	0	0	每天一次
1	0	0	0	0	每月一次
0	0	0	0	0	每年一次

### 3.4 看门狗定时器

看门狗定时器用来检测微处理器是否跑飞。通过对地址为 09h 的看门狗寄存器设定需要的超时时间，用户可以对看门狗定时器进行编程。

BMB4-BMB0 位存储了一个二进制乘法器，3 个 RB2-RB0 位选择分辨率，其中：

000=1/16 秒（16 Hz）；

001=1/4 秒（4 Hz）；

010=1 秒（1 Hz）；

011=4 秒（1/4 Hz）；以及

100 = 1 分钟（1/60 Hz）。

*注意：无效组合（101、110 和 111）不能使能看门狗超时。设置 BMB4-BMB0 = 00000，并任意组合 RB2-RB0（除了 000），会立即导致看门狗超时。*

将 5 位的乘数与分辨率相乘即可得到超时的时间。（例如，在看门狗寄存器中写入 00001110 等于 3\*1，即 3 秒）。如果处理器在特定周期内不复位定时器，则 M41T6x 将置位 WDF（看门狗标志）并在  $\overline{\text{IRQ}}$  脚（M41T62）产生一个中断，或在  $\overline{\text{WDO}}$  脚产生一个看门狗输出脉冲（仅限 M41T65）。看门狗定时器仅能通过微处理器对看门狗寄存器进行写入来实现复位。随后超时周期重新开始。

如果看门狗定时器超时，则要清除  $\overline{\text{IRQ}}$  脚，可向看门狗寄存器写入任意值。值 00h 将禁止看门狗功能，直到再次设置一个新的值。读取标志寄存器会复位看门狗标志（D7 位；寄存器 0Fh）。上电以及看门狗寄存器被清除时，看门狗功能自动被禁用。

*注意：对任意时钟寄存器的写入都将重启看门狗定时器。*

### 3.5 看门狗输出（ $\overline{\text{WDO}}$ - 仅限M41T65）

如果处理器在特定周期内不复位看门狗定时器，则看门狗输出（ $\overline{\text{WDO}}$ ）将为持续  $t_{\text{rec}}$  时长的低脉冲（见表 7：“方波输出频率”）。为使处理器复位，可将该输出连接至处理器的复位输入。发生看门狗超时后，定时器仍然会禁用，直至一个新的倒计时值写入看门狗寄存器。

*注意： $\overline{\text{WDO}}$  脉冲有效时，晶体振荡器必须处于工作中。 $\overline{\text{WDO}}$  输出是 N 沟道开漏输出驱动器（其  $I_{\text{OL}}$  如表 13：“直流特性”中说明）。*



### 3.6 方波输出（M41T62/64）

M41T62/64 提供了一个用户可编程的方波功能，通过 SQW 脚输出。地址 04h 的 RS3-RS0 位设定方波输出频率。表 7：“方波输出频率”中列出了这些频率值。一旦 SQW 频率的选定完成，可以通过软件控制位于寄存器 0Ah 的方波使能位（SQWE）来打开和关闭 SQW 脚输出。

SQW 输出是 M41T64 的 N 沟道开漏输出驱动器，对于 M41T62 则是完全 CMOS 输出驱动器。初始上电默认的 SQW 输出为 32 KHz（M41T64 除外，其缺省禁用）。

表 7：方波输出频率

方波位				方波	
RS3	RS2	RS1	RS0	频率	单位
0	0	0	0	无	—
0	0	0	1	32.768	KHz
0	0	1	0	8.192	KHz
0	0	1	1	4.096	KHz
0	1	0	0	2.048	KHz
0	1	0	1	1.024	KHz
0	1	1	0	512	Hz
0	1	1	1	256	Hz
1	0	0	0	128	Hz
1	0	0	1	64	Hz
1	0	1	0	32	Hz
1	0	1	1	16	Hz
1	1	0	0	8	Hz
1	1	0	1	4	Hz
1	1	1	0	2	Hz
1	1	1	1	1	Hz

### 3.7 全时 32 KHz方波输出（M41T64）

M41T64 为用户提供特殊的 32 KHz 方波函数，它在上电时使能，当  $V_{CC} \geq 1.3 V$  且振荡器工作（ST 位 =“0”）时在 F<sub>32K</sub> 脚输出。通过将 32KE 位设置为“0”或将 ST 位设置为“1”，该函数在初始上电的 1 秒（典型值）内即可获得。F<sub>32K</sub> 脚如果不使用，则应断开并浮空。

### 3.8 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。（读者请注意，年寄存器使用 BCD 格式。）更高位的年位可通过应用软件来维持。

图 21：世纪位 CB1 和 CB0

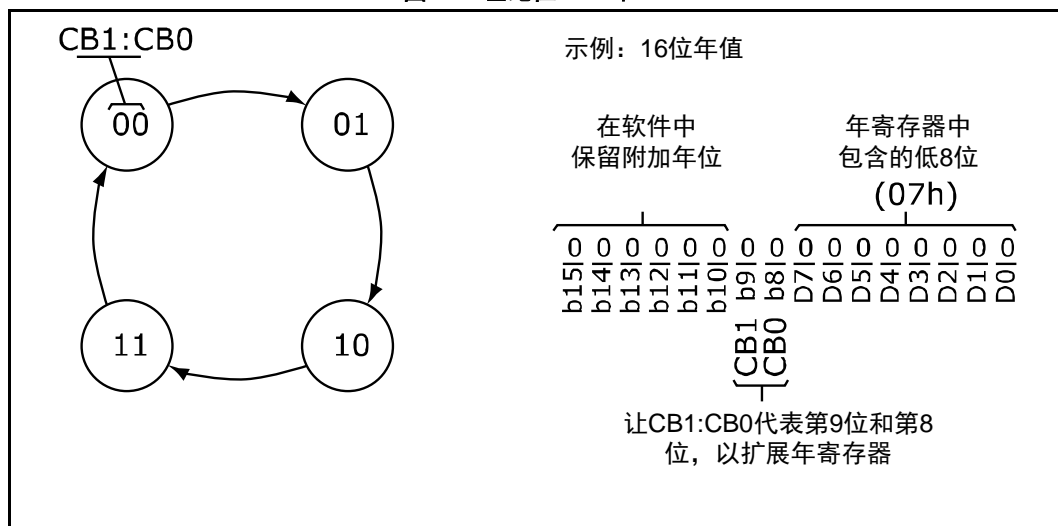


表 8：使用世纪位的示例

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

### 3.9 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。

### 3.10 输出驱动器引脚（M41T62/65）

当 OFIE 位、AFE 位和看门狗寄存器不设置为生成中断时， $\overline{\text{IRQ}}/\text{OUT}$  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， $\overline{\text{IRQ}}/\text{OUT}$  引脚就被拉低。

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

### 3.11 振荡器失效检测

如果振荡器失效位（OF）被内部设定为“1”，这表明振荡器已经停止工作，或曾在一段时间内停止过，可由此判断时钟和日期数据的有效性。每当振荡器停止工作，OF 位会被置位为“1”。

在除了初始上电状态之外的其它任何时间发现 OF 位置为“1”时，停止位（ST）应该被写为“1”，之后立即复位为“0”。这会使振荡器重新开始工作。

下列情况会引起 OF 位被置位：

- 第一次加电时（上电状态默认为'1'）。

注：如果 OF 位在初始上电后 4 秒钟之内没有被写入“1”，停止位（ST）应被写入“1”，然后立即复位为“0”。

- $V_{\text{CC}}$  电压或电池电压不足以维持振荡器工作。
- ST 位被置为“1”。
- 晶体的外部干扰

如果振荡器失效中断使能位（OFIE）被置为“1”， $\overline{\text{IRQ}}$  脚也将被激活。通过复位 OFIE 或 OF 位为“0”（不是通过读取标志寄存器），可将  $\overline{\text{IRQ}}$  输出清零。

OF 位将保持为“1”直到被写为逻辑“0”。在将 OF 位复位为“0”之前，振荡器必须开始工作并运转至少 4 秒。如果掉电条件下发生触发事件，该位会被正确地置位。

### 3.12 初始上电默认设置

设备初始上电时，表 9：“初始上电值”指出了寄存器位的初始上电状态。

表 9：初始上电值

条件	设备	ST	OF	OFIE	OUT	FT	AFE	SQWE	32KE	RS3-1	RS0	看门狗
初始上电 <sup>(1)</sup>	M41T62	0	1	0	1	N/A	0	1	N/A	0	1	0
	M41T64	0	1	N/A	N/A	N/A	N/A	0	1	0	1	0
	M41T65	0	1	0	1	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	0

注：

<sup>(1)</sup>所有其他控制位在不明状态下上电。

## 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性。

表 10：绝对最大额定值

符号	参数	条件 <sup>(1)</sup>	值 <sup>(2)</sup>	单位
T <sub>STG</sub>	储存温度(V <sub>CC</sub> 关断, 振荡器停止)		-55到125	°C
V <sub>CC</sub>	电源电压		-0.3到5.0	V
T <sub>SLD</sub> <sup>(3)</sup>	10 秒的铅焊温度		260	°C
V <sub>IO</sub>	输入或输出电压		-0.2至 V <sub>CC</sub> +0.3	V
I <sub>O</sub>	输出电流		20	mA
P <sub>D</sub>	功率耗散		1	W
V <sub>ESD(HBM)</sub>	静电放电电压 (人体模型)	T <sub>A</sub> = 25 °C	>1500	V
V <sub>ESD(RCDM)</sub>	静电放电电压 (机器人充电设备模型)	T <sub>A</sub> = 25 °C	>1000	V

**注：**

<sup>(1)</sup>测试符合 JEDEC 标准要求。

<sup>(2)</sup>数据基于特征结果，未经生产测试。

<sup>(3)</sup>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 11: 工作和交流测量条件

参数	M41T6x
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	$\leq 5$ 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 22: AC 测量 I/O 波形

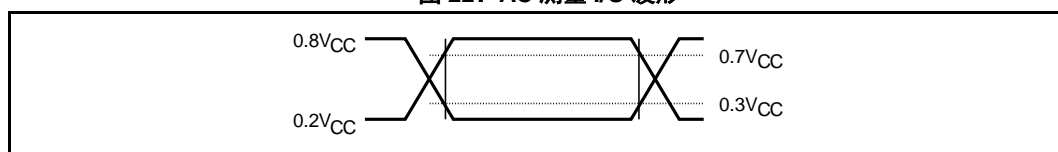
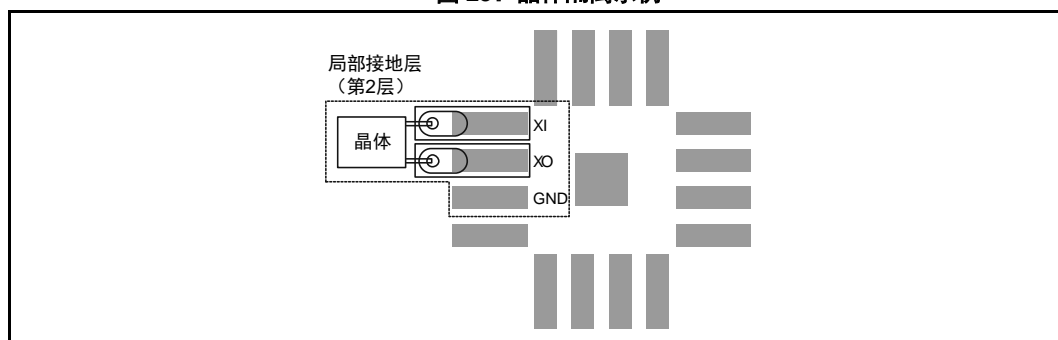


图 23: 晶体隔离示例



注：衬底应连接到  $V_{SS}$ 。

表 12: 电容

符号	参数 <sup>(1)(2)</sup>	最小值	最大值	单位
$C_{IN}$	输入能力	-	7	pF
$C_{OUT}$ <sup>(3)</sup>	输出能力	-	10	pF
$t_{LP}$	低通滤波器输入时间常数 (SDA 和 SCL)	-	50	ns

## 注:

<sup>(1)</sup>25°C下,  $f = 1$  MHz。<sup>(2)</sup>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。<sup>(3)</sup>输出禁能。

表 13: 直流特性

符号	参数	测试条件 <sup>(1)</sup>		最小值	典型值	最大值	单位	
$V_{CC}$ <sup>(2)</sup>	工作电压	时钟		1.0		4.4	V	
		$I^2C$ 总线(400 kHz)		1.3		4.4	V	
$I_{CC1}$	供电电流	SCL = 400 kHz (无负载)		4.4 V		100	$\mu A$	
				3.6 V		50	70	$\mu A$
				3.0 V		35		$\mu A$
				2.5 V		30		$\mu A$
				2.0 V		20		$\mu A$
$I_{CC2}$	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	SQW 关 闭	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, $I_{OL} = 3.0$ mA (SDA)				0.4	V	
		$V_{CC} = 4.4$ V, $I_{OL} = 1.0$ mA (SQW, WDO, $\overline{IRQ}$ )				0.4	V	
$V_{OH}$	输出高电压	$V_{CC} = 4.4$ V, $I_{OH} = -1.0$ mA (CMOS)		2.4			V	
	上拉电源电压 (漏极开路)	M41T62: $\overline{IRQ}/OUT$ M41T64: SQW <sup>(3)</sup> M41T65: WDO 和 $\overline{IRQ}/FT/OUT$				4.4	V	
$I_{LI}$	输入泄漏电流	$0$ V $\leq V_{IN} \leq V_{CC}$				$\pm 1$	$\mu A$	
$I_{LO}$	输出泄漏电流	$0$ V $\leq V_{OUT} \leq V_{CC}$				$\pm 1$	$\mu A$	

## 注:

<sup>(1)</sup>在工作环境温度:  $T_A = -40$  至  $+85^\circ C$  有效;  $V_{CC} = 1.3$  V 至 4.4 V (除非特别说明)。<sup>(2)</sup>振荡器只保证在 1.5 V 以上启动。<sup>(3)</sup>尽管 M41T64 的 SQW 输出为漏极开路, 但读者请注意, M41T62 上的 SQW 输出为 CMOS, 因此不在此列表中。

表 14: 晶体电气特性

符号	参数 <sup>(1)(2)</sup>	最小值	典型值	最大值	单位
f <sub>0</sub>	共振频率	-	32.768		kHz
R <sub>S</sub>	串联电阻 (T <sub>A</sub> = -40到70°C, 振荡器在2.0 V电压处启动)	-		75 <sup>(3)(4)</sup>	kΩ
C <sub>L</sub>	负载电容	-	6		pF

**注:**

<sup>(1)</sup>负载电容集成到 M41T6x 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。

<sup>(2)</sup>对于封装, 要求用户提供外部晶体。表 15: "适用于 M41T6x 系列 RTC 的晶振"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。

<sup>(3)</sup>R<sub>S(max)</sub> = 65 kΩ, 振荡器启动电压为 1.5 V。

<sup>(4)</sup>设计保证。

表 15: 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 (°C)	额定公差 @25 °C	额定负载电容
Citizen	CMJ206T-32.768KDZB-UB	8.3 x 2.5 mm 含铅SMT	50 kΩ	-40/+85	±20 ppm	6 pF
Citizen	CM315-32.768KDZY-UB	3.2 x 1.5 x 0.9 mm SMT	70 kΩ	-40/+85	±20 ppm	7 pF
Ecliptek	E4WCDA06-32.768K <sup>(1)</sup>	2.0 x 6.0 mm通孔	50 kΩ	-10/+60	±20 ppm	6 pF
Ecliptek	E5WSDC 07 - 32.768K	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 kΩ	-40/+85	±20 ppm	7 pF
ECS	ECS-.327-6-17X-TR	3.8 x 8.5 x 2.5 mm SMT	50 kΩ	-40/+85	±20 ppm	6 pF
ECS	ECS-.327-7-34B-TR	3.2 x 1.5 x 0.9 mm SMT	70 kΩ	-40/+85	±20 ppm	7 pF
ECS	ECS-.327-7-38-TR	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 kΩ	-40/+85	±20 ppm	7 pF
Epson	MC-146 32.7680KA-AG: ROHS <sup>(2)</sup>	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 kΩ	-40/+85	±20 ppm	7 pF
Fox	298LF-0.032768-19	1.5 x 5.0 mm通孔	50 kΩ	-20/+60	±20 ppm	6 pF
Fox	299LF-0.032768-37	2.0 x 6.0 mm通孔	50 kΩ	-20/+60	±20 ppm	6 pF
Fox	414LF-0.032768-12	3.8 x 8.5 x 2.5 mm SMT	50 kΩ	-40/+85	±20 ppm	6 pF
Fox	501LF-0.032768-5	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 kΩ	-40/+85	±20 ppm	7 pF
Micro 晶振	MS3V-T1R 32.768KHZ 7PF 20PPM	6.7 x 1.4 mm 含铅SMT	65 kΩ	-40/+85	±20 ppm	7 pF
Pletronics	SM20S - 32.768K - 6pF	3.8 x 8.5 x 2.5 mm SMT	50 kΩ	-40/+85	±20 ppm	6 pF
Seiko	SSPT7F-7PF20PPM	7 x 1.5 x 1.4 mm SMT	65 kΩ	-40/+85	±20 ppm	7 pF
Seiko	VT200F-6PF20PPM	2.0 x 6.0 mm通孔	50 kΩ	-10/+60	±20 ppm	6 pF

**注:**

<sup>(1)</sup>ST 已获知该晶振已停产。

<sup>(2)</sup>Epson MC-146 32.7680KA-E: ROHS 为 6 pF 版本。

表 16: 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	$\leq 10$ 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频率偏移 <sup>(1)(2)</sup>		-10		+10	ppm

## 注:

<sup>(1)</sup>25 °C 温度下测试 LCC8 封装 (M41T62LC6F) 的器件, 其振荡器频率误差不超过 $\pm 20$  ppm, 相当于大约每月 52 秒。

<sup>(2)</sup>参考值。T<sub>A</sub> = 25 °C, V<sub>CC</sub> = 3.0 V, CMJ-145 (C<sub>L</sub> = 6 pF, 32,768 Hz) 制造商 Citizen, C<sub>L</sub> = C<sub>g</sub> · C<sub>d</sub> / (C<sub>g</sub> + C<sub>d</sub>)。

图 24: 总线计时要求序列

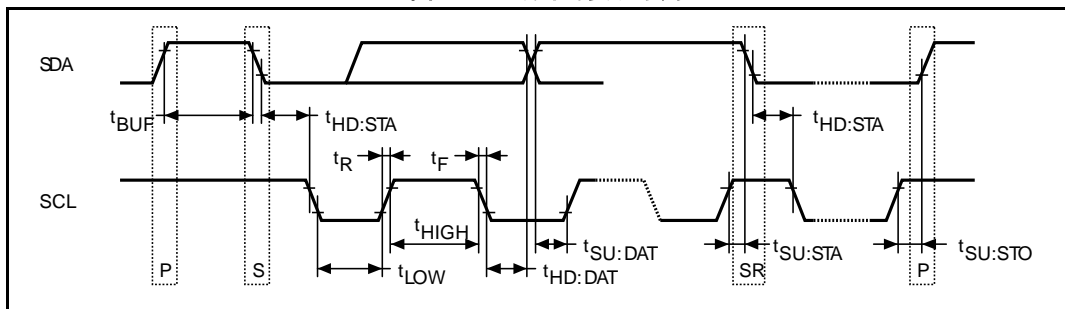


表 17: 交流特性

符号	参数 <sup>(1)</sup>	最小值	最大值	单位
$f_{SCL}$	SCL 时钟频率	0	400	kHz
$t_{LOW}$	时钟低期间	1.3		$\mu$ s
$t_{HIGH}$	时钟高期间	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)条件保持时间 (这段时间后第一个时钟脉冲产生)	600		ns
$t_{SU:STA}$	START(开始)条件建立时间 (仅限于重复开始条件)	600		ns
$t_{SU:DAT}$ <sup>(2)</sup>	数据建立时间	100		ns
$t_{HD:DAT}$	数据保持时间	0		$\mu$ s
$t_{SU:STO}$	STOP(开始)条件建立时间	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		$\mu$ s
$t_{rec}$	看门狗输出脉冲宽度	96	98	ms

## 注:

<sup>(1)</sup>仅在环境工作温度中有效: T<sub>A</sub> = -40 至 85°C; V<sub>CC</sub> = 1.3 至 4.4 V (除非特别明示)。

<sup>(2)</sup>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)。

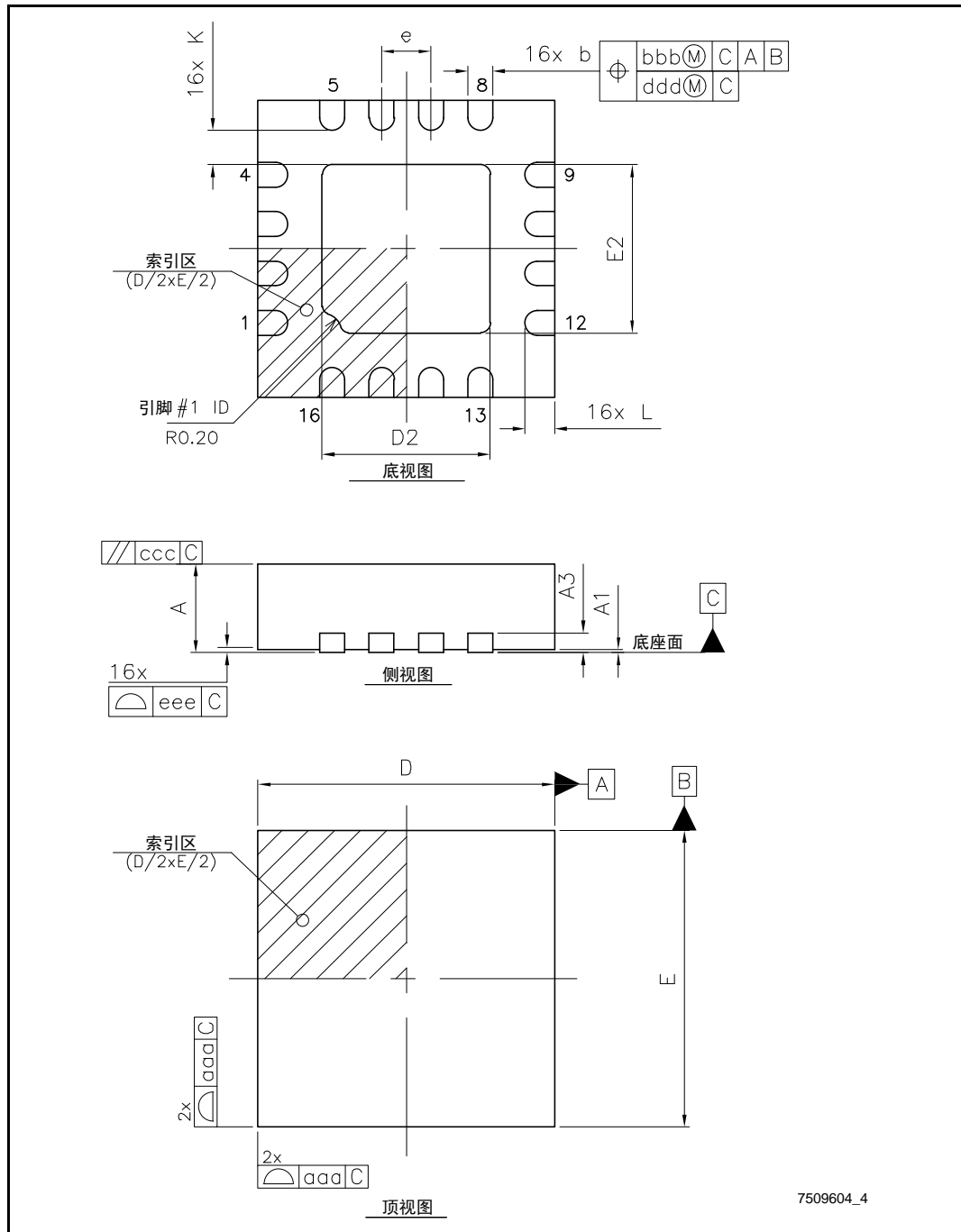


## 6 封装信息

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®的规格、等级定义和产品状态可在 [www.st.com](http://www.st.com) 上查询。ECOPACK®是意法半导体的商标。

6.1 QFN16 封装信息

图 25: QFN16 — 16 脚, 方形扁平封装, 无铅, 3x3 mm, 封装外形图



7509604\_4

注: 图纸未按比例绘制。

表 18: QFN16 — 16 脚, 方形扁平封装, 无铅, 3x3 mm, 封装机械数据

符号	mm			英寸		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	0.80	0.90	1.00	0.032	0.035	0.039
A1	0.00	0.02	0.05	0.000	0.001	0.002
A3		0.20			0.008	
b	0.18	0.25	0.30	0.007	0.010	0.012
D		3.00			0.118	
D2	1.55	1.70	1.80	0.061	0.067	0.071
E		3.00			0.118	
E2	1.55	1.70	1.80	0.061	0.067	0.071
e		0.50			0.020	
L	0.20	0.30	0.40	0.008	0.012	0.016
K		0.20			0.008	
aaa		0.50			0.020	
bbb		0.10			0.004	
ccc		0.10			0.004	
ddd		0.05			0.002	
eee		0.08			0.003	



## 6.2 LCC8 封装信息

图 27: LCC8 — 8 脚, 1.5 x 3.2 mm 无引线芯片载体封装外形

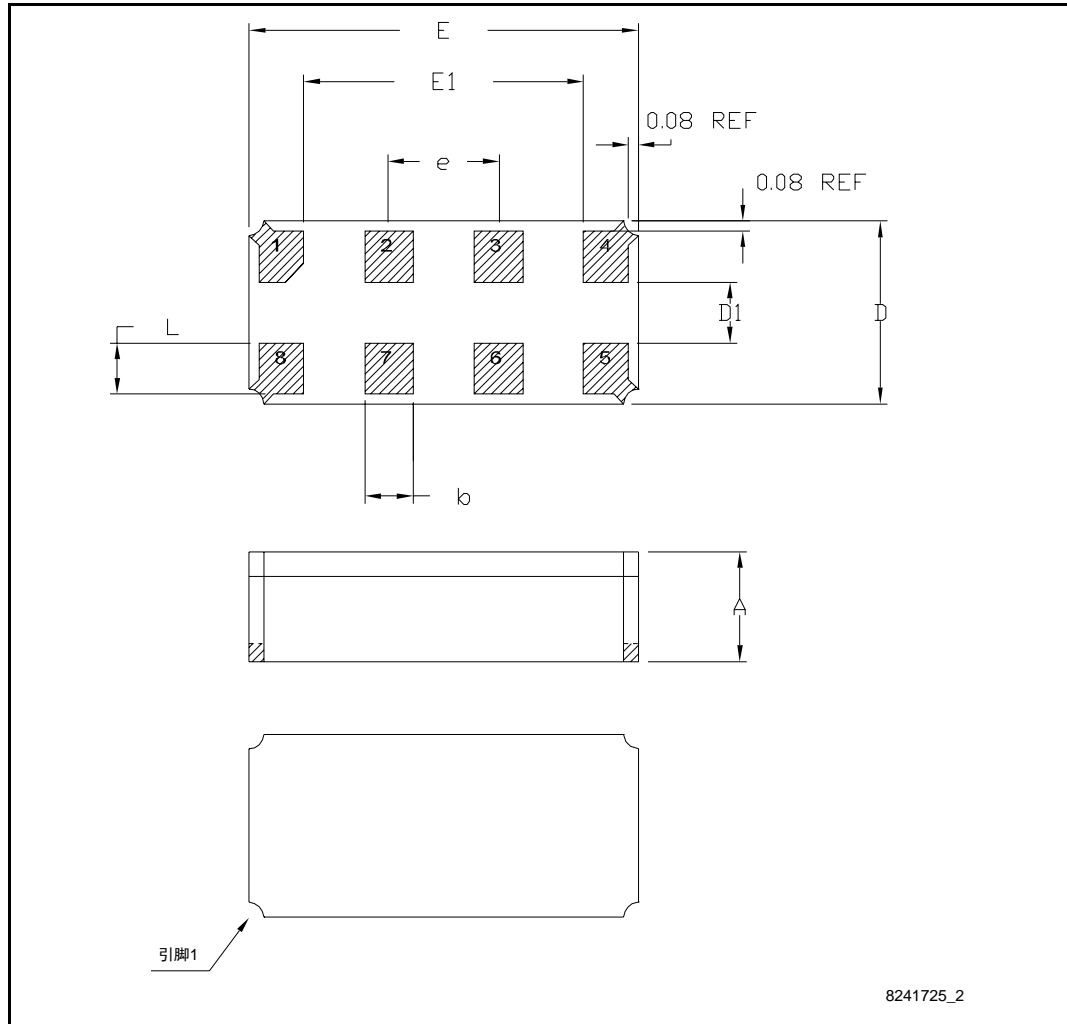
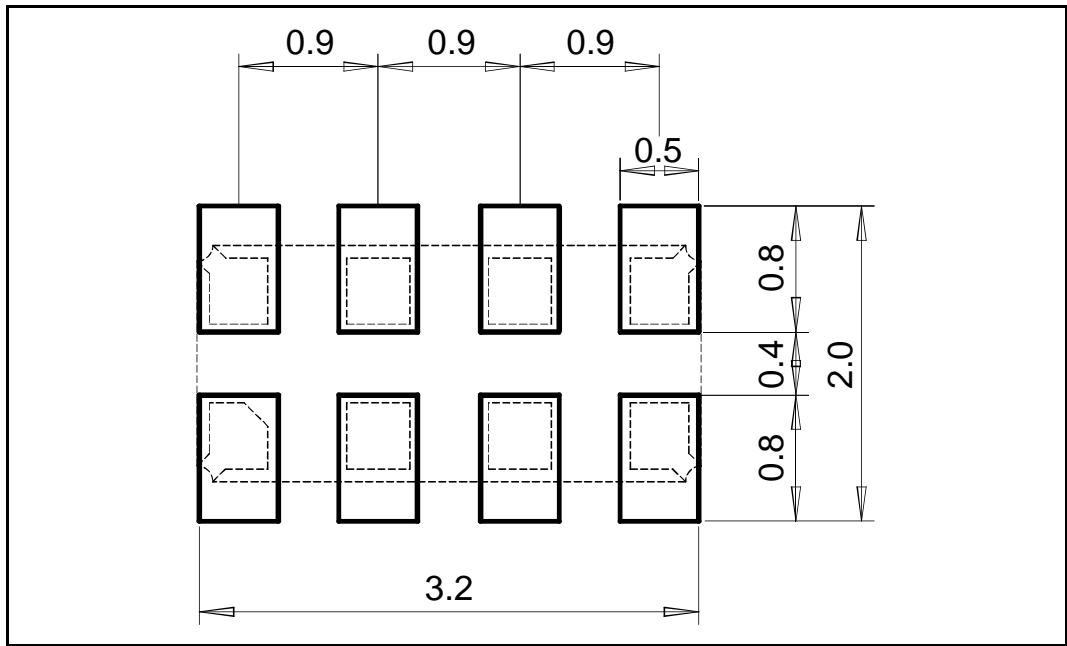


表 19: LCC8 — 8 脚, 1.5 x 3.2 mm 无引线芯片载体封装机械数据

符号	mm			英寸		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A			0.80			0.031
b	0.30	0.40	0.50	0.012	0.016	0.020
D	1.40	1.50	1.60	0.055	0.059	0.063
D1	0.40	0.50	0.60	0.016	0.020	0.024
E	3.10	3.20	3.30	0.122	0.126	0.130
E1	2.20	2.30	2.40	0.087	0.091	0.094
e	0.80	0.90	1.00	0.032	0.035	0.039
L	0.32	0.42	0.52	0.013	0.017	0.020
N	8			8		

图 28: LCC8 — 8 脚, 1.5 x 3.2 mm 无引线芯片载体, 建议封装图



注: 所示图形尺寸为典型值, 以毫米 (mm) 为单位。

## 7 包装信息

### 7.1 QFN16 承载带

图 29: QFN16 3 x 3 mm 封装的承载带

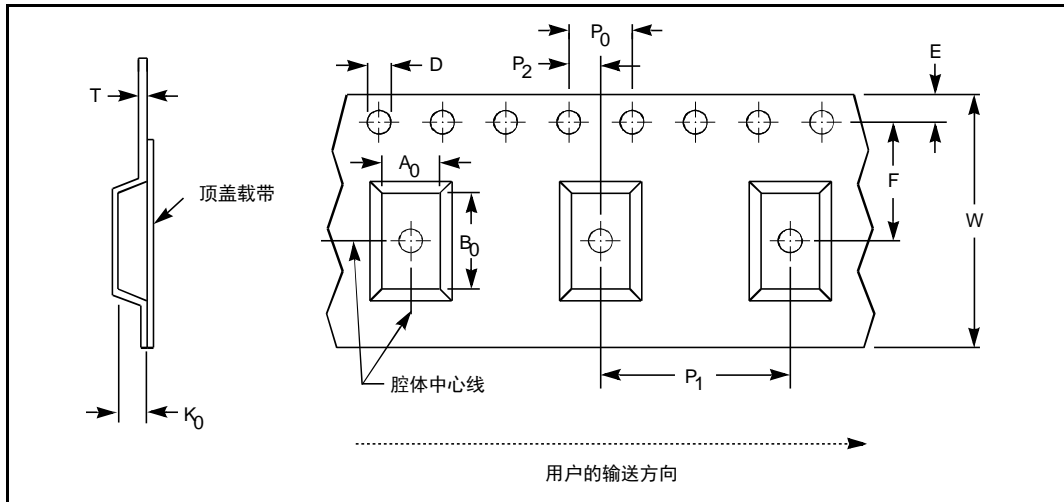
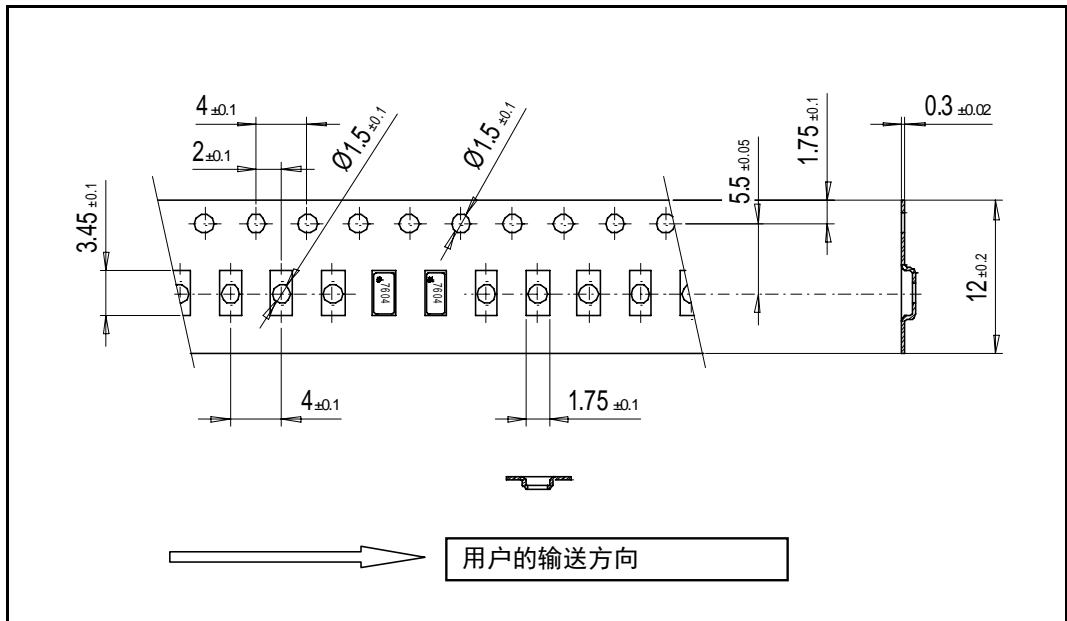


表 20: QFN16 3 x 3 mm 封装的承载带尺寸

封装	W	D	E	P <sub>0</sub>	P <sub>2</sub>	F	A <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	T	单位	散装数量
QFN16	12.00 ±0.30	1.50 +0.10 /-0.00	1.75 ±0.10	4.00 ±0.10	2.00 ±0.10	5.50 ±0.05	3.30 ±0.10	3.30 ±0.10	1.10 ±0.10	8.00 ±0.10	0.30 ±0.05	mm	3000

## 7.2 LCC8 承载带

图 30: LCC8 1.5 x 3.2 mm 封装的承载带



注：所示图形尺寸以毫米（mm）为单位。



## 7.3 QFN16 和LCC8 卷盘信息

图 31：卷盘原理图

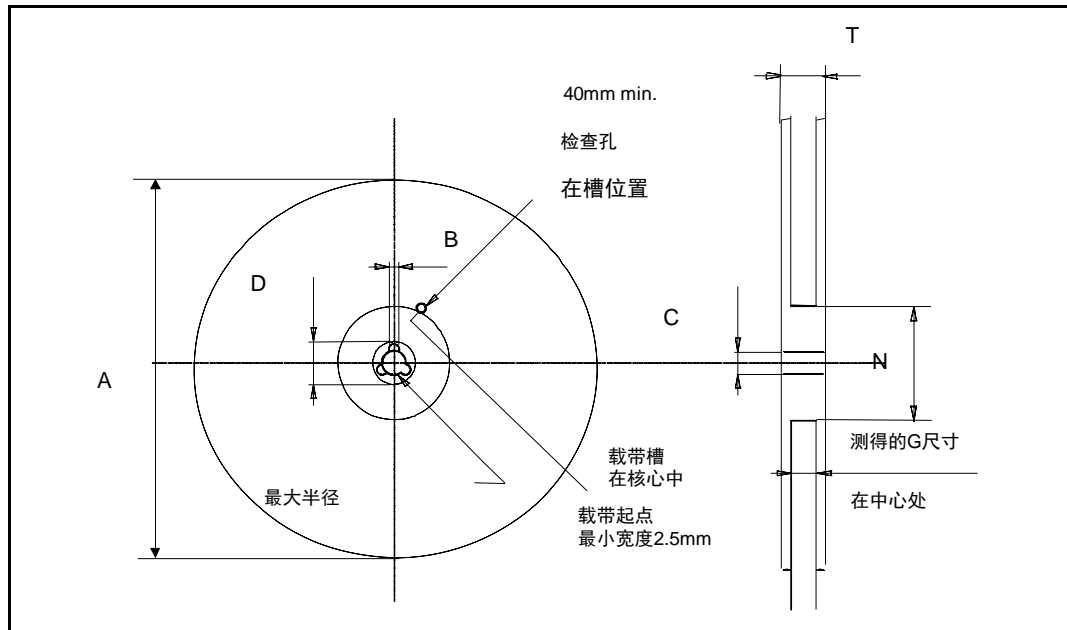


表 21：12 mm 承载带的卷盘尺寸 - QFN16 和 LCC8 封装

封装	A (最大值)	B (最小值)	C	D (最小值)	N (最小值)	G	T (最大值)
QFN16	330 mm (13-inch)	1.5 mm	13 mm $\pm 0.2$ mm	20.2 mm	60 mm	12.4 mm $+ 2/-0$ mm	18.4 mm
LCC8	180 mm (7-inch)	1.5 mm	13 mm $\pm 0.2$ mm	20.2 mm	60 mm	12.4 mm $+ 2/-0$ mm	18.4 mm

注：表 21：“12 mm 承载带的卷盘尺寸 - QFN16 和 LCC8 封装”中给出的尺寸包含了容限，覆盖了临界参数的所有变化。

## 8 器件型号

表 22: 订货代码

示例:	M41T	62	Q	6	F
<b>器件系列</b>	M41T				
<b>器件类型和供电电压</b>		62 = $V_{CC} = 1.3$ 到 $4.4$ V 64 = $V_{CC} = 1.3$ 到 $4.4$ V 65 = $V_{CC} = 1.3$ 到 $4.4$ V			
<b>封装</b>			Q = QFN16 (3 x 3 mm) LC = LCC8 (1.5 x 3.2 mm) (仅M41T62)		
<b>温度范围</b>				6 = $-40^{\circ}\text{C}$ 至 $85^{\circ}\text{C}$	
<b>装运方式</b>					F = ECOPACK <sup>®</sup> 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。

## 9 版本历史

表 23: 文档版本历史

日期	版本	变更
2013年2月21日	20	更新了数据手册标题；更新了第3.8节：“世纪位”；增加了图21：“世纪位CB1和CB0”；移动并修改了表8：“使用世纪位的示例”；增加了第3.9节：“闰年”；增加了脚注1至表15：“适用于M41T6x系列RTC的晶振”。
2015年8月21日	21	删除了M41T63产品编号和文档中对其的所有引用。 将表1：“器件总览”移至第1节：“说明” 替换了图10：“SuperCap™备份工作的硬件连接” 更新了第6.1节：“QFN16封装信息” 更新了表19：“LCC8 — 8脚，1.5 x 3.2 mm无引线芯片载体封装机械数据”
2015年10月1日	22	在表13：“直流特性”中澄清了器件的开漏上拉电源电压

表 24: 中文文档版本历史

日期	版本	变更
2015年10月8日	1	中文初始版本。

**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