

集成 TIMEKEEPER® 与实时时钟监控器功能

作者: Doug Sams

前言

意法半导体的 TIMEKEEPER 监控器包括实时时钟和 NVRAM 监控器功能，可以让用户在自己的设计中轻松应用 RTC 和电池备份 SRAM 功能。由于 RTC 和电池切换在同一芯片上，只需要一颗纽扣电池即可维持 RTC 和 NVRAM 运行。

这些器件包括其他有用的监控功能，例如上电复位 / 低电压检测、看门狗、电源失效比较器和电池监测。

如此多的功能集成到一个器件中，可以帮助用户以最小的成本和电路板空间开发出稳健可靠的系统。

表 1. TIMEKEEPER 监控功能

设备	封装	总线	电池切换	芯片使能门控	上电复位 / 低电压检测	篡改检测输入	闹钟	看门狗	方波输出	专用 32 KHz 输出	手动复位输入	电源失效比较器 (PFI-PFO)	电池监测
M41ST85WMX	集成晶体 SOX-28	400 kHz I ² C	✓	✓	✓		✓	✓	✓		2	1	✓
M41ST85WMH	SNAPHAT ⁽¹⁾ SOH-28												
M41ST87WMX	集成晶体 SOX-28	400 kHz I ² C		✓							2		
M41ST87WSS	SSOP20		✓	无	✓	2	✓	✓	✓	✓	1	2	✓
M48T201Y/V	SNAPHAT ⁽¹⁾ SOH-44	并行 8 位	✓	✓	✓		✓	✓	✓		2		✓

1. 请访问 www.st.com，参阅 Timekeeper 监控器的电池和晶体选项。

目录

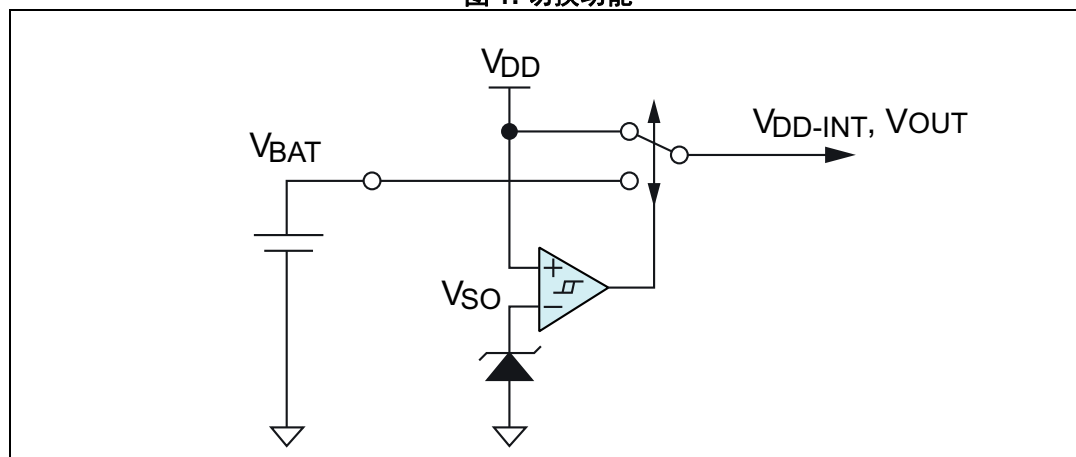
1	电池切换和芯片使能门控（写保护）	3
2	上电复位和低电压检测	5
2.1	复位输入	5
3	系统接口	6
3.1	并行访问	7
4	包装	8
5	篡改检测	9
6	闹钟	10
7	专用 32.768 kHz 输出	10
8	可编程方波输出	11
9	电池监测	12
10	看门狗定时器	13
11	电源失效比较器 (PFI-PFO) - 早期电源失效警告	14
12	总结	15
13	参考	16
14	版本历史	17

1 电池切换和芯片使能门控（写保护）

电池切换机制是实时时钟和电池备份 SRAM（即 NVRAM）的一个主要特点。在一个典型的 RTC 或 NVRAM 应用中，当 V_{DD} 失效时，最重要的是器件无缝切换到备用电池，以防止数据损失或 RTC 内容损坏。切换电路必须检测到 V_{DD} 下降，并在 RTC/SRAM 的电压尚未降得太低时将 RTC/SRAM 连接到备用电池 (V_{BAT})。因此，切换机构必须具有一个高于负载容许的最小电压的切换阈值。此外，切换电路应该提供一个门控信号，用于切断到负载的通路。当 V_{DD} 失效时，此信号对 RTC/SRAM 写保护。

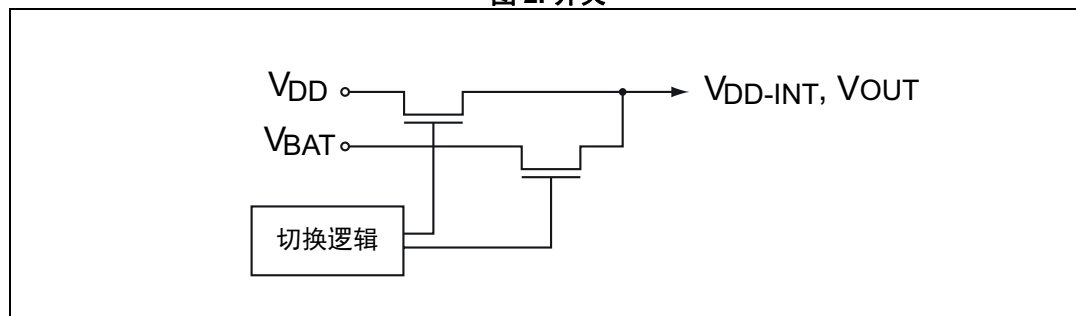
一个基本切换功能如下所示。当低于切换阈值 V_{SO} 时，负载被切换到 V_{BAT} 。开关输出向内部电路 (V_{DD-INT}) 和外部负载 (V_{OUT}) 供电。

图 1. 切换功能



实际开关使用 FET，接线如下图所示。

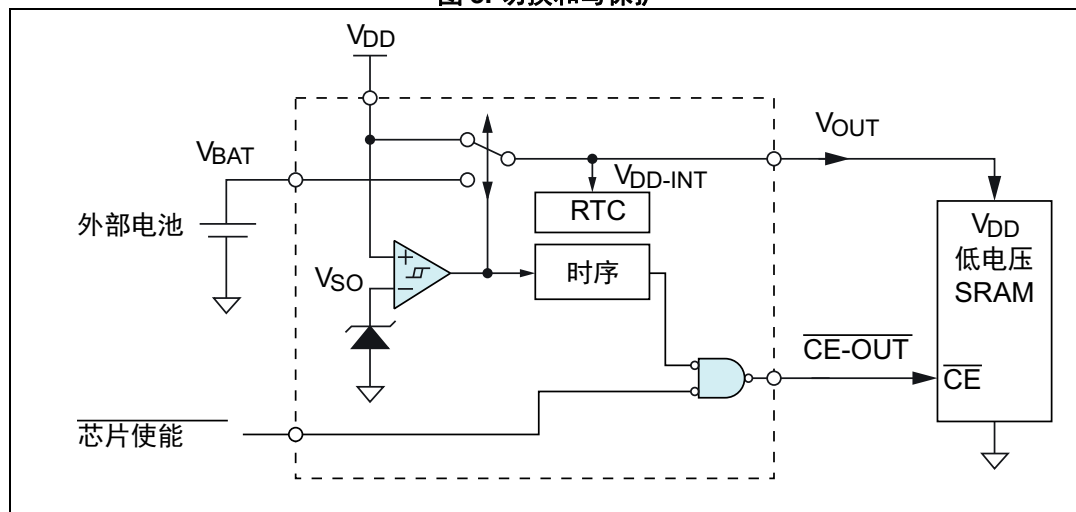
图 2. 开关



在备份应用中，连接与下图所示类似。切换电路通过 V_{OUT} 向外部 SRAM 供电，而 V_{OUT} 则向负载提供有效和备用电源。当 V_{DD} 失效时，切换电路自动将电池连接到外部 SRAM 和 TIMEKEEPER 监控器的内部电路，包括实时时钟。同时，芯片使能端与外部低功耗 SRAM 的连接被切断，从而对其进行写保护。

当 V_{DD} 恢复时，时序块确保 LPSRAM 保持写保护很短的时间，通常为 40 至 200 毫秒（与 t_{REC} 间隔相同）。

图 3. 切换和写保护

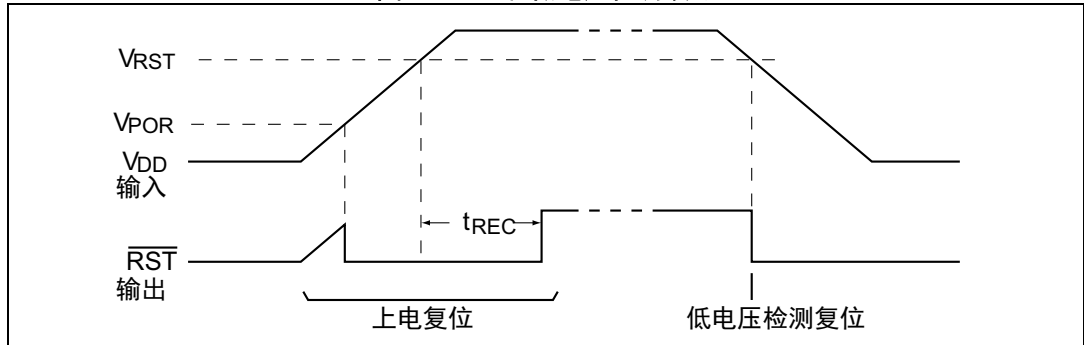


对于典型的电池备份 SRAM 应用，低功耗 SRAM 需要有几微安或更小的待机 / 备用电源，以尽可能延长电池的使用寿命。例如，使用一个 120 毫安小时的电池，SRAM 的负荷为 1 微安，RTC 的负荷为 0.5 微安，则预计备份寿命超过 9 年。

2 上电复位和低电压检测

POR/LVD 的基本功能是每当系统电压超出最佳工作范围时将系统复位。这意味着，当 V_{DD} 升高和降低时，POR/LVD 复位输出被激活。

图 4. POR 和低电压检测波形



如上图所示，当 V_{DD} 升至 V_{POR} 阈值以上时， \overline{RST} 被驱动为低。它一直保持在低水平，直到 V_{DD} 持续高于 V_{RST} 一段时间，标记为 t_{REC} 。 t_{REC} 的长度处于 40 至 200 毫秒的范围内。TIMEKEEPER 监控器的配置位使用户能够将 t_{REC} 的范围缩小至 96-98 毫秒。

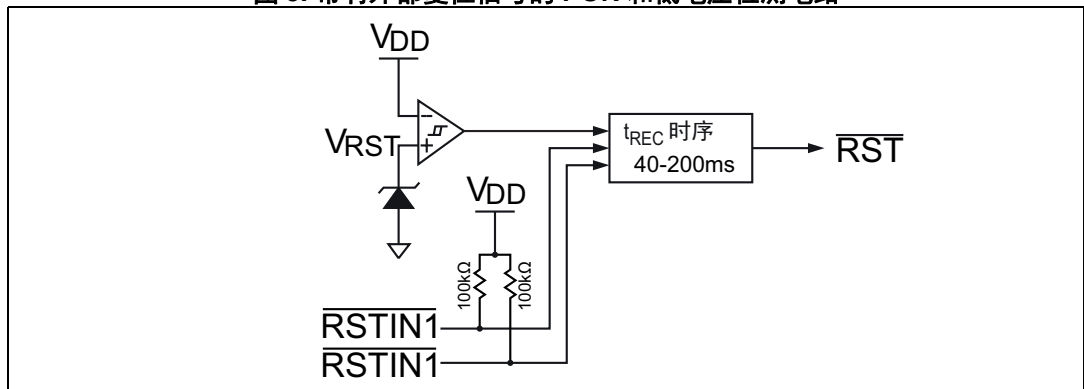
V_{RST} 随器件类型而变化，并且包括 4.35、2.9 和 2.62 V 等选项。有关详细信息，请参考适用的数据手册。

2.1 复位输入

POR/LVD 电路还包括外部复位输入信号。这些有效低输入具有内置的上拉电阻，可以用于执行按钮复位功能，或在客户板上切断另一个源的另一个复位信号。这些信号的时序详细信息会有所改变，但基本概念是，当输入被激活时， \overline{RST} 输出将变低，并至少在 t_{REC} 间隔期间保持在低水平。

POR/LVD 电路的示意图如下。在本质上，这两个复位输入在逻辑上与比较器的输出为或关系。

图 5. 带有外部复位信号的 POR 和低电压检测电路

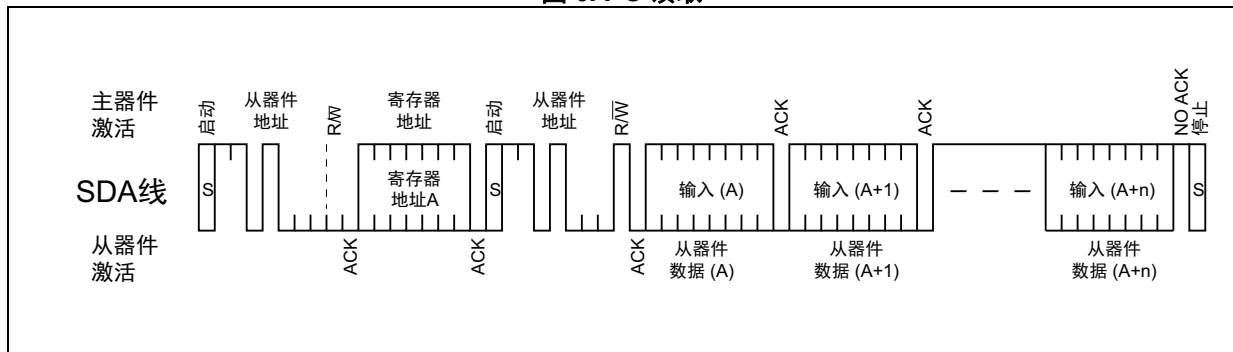


3 系统接口

M41ST85W 和 M41ST87W 器件均具备 400 kHz 的 I²C 接口（内部集成电路）。这种流行的双线接口提供时钟和日历功能，以及状态和控制寄存器和芯片上电池备份 SRAM。两种器件都支持地址自动递增 - 单字节写入地址寄存器后可以从内部寄存器读取（或写入）多字节数据。读取（写入）的第一个字节来自地址寄存器指向的地址，然后器件自动递增地址以指向下一个数据寄存器，使下一个字节从（向）该寄存器传输。

如下面的读取示例所示，传输的每个连续数据字节来自下一个更高的地址。

图 6. I²C 读取

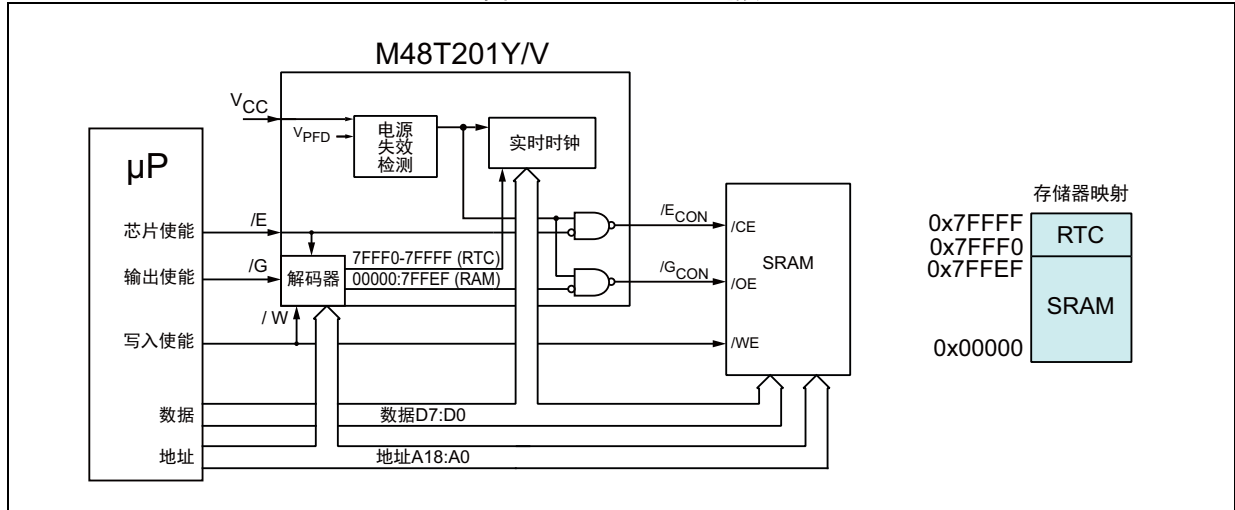


自动递增使应用能够更快地移动数据，因为对于多数据字节传输，只需要发送一次寄存器地址。

3.1 并行访问

M48T201Y/V 通过与 SRAM（或任何其他读/写、随机存取存储器）大致相同的方式连接到处理器。19 条地址线和 8 条数据线构成了基本连接，其他 3 条线则提供时序和读/写控制。RTC 寄存器（和 SRAM 内容）的所有访问都有 8 位数据被同时并行传输。

图 7. M48T201Y/V 连接



M48T201Y/V 存储器将时钟/日历寄存器映射到一个外部 SRAM 的地址空间。例如，如果使用一个 512K 字节 SRAM，16 字节高位 SRAM 空间（地址 0x7FFF0 到 0x7FFFF）实际上是时钟/日历寄存器，而 524272 字节低位将是 SRAM（地址 0 到 0x7FFEF）。

与串行接口相比，并行接口的优点是可以在处理器和器件之间更快速地传输数据。例如，8 个字节可以在约 1.6 微秒的时间内从/向 M48T201Y/V 传输。（假定每传输 1 数据字节 100 纳秒，加上每个数据字节前指令获取所需的 100 纳秒）。对于 400 kHz I²C 总线，相同的序列使用地址自动递增，仍然需要 255 微秒，耗时超过 100 倍。

4 封装

TIMEKEEPER 监控器采用基于行业标准封装技术的 IC 封装。M41ST87WSS 采用常见的 20 引脚紧缩小尺寸封装 (SSOP-20)。用户将电池和晶体连接到此器件。

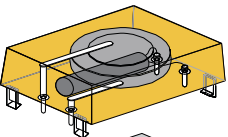
对于 M41ST85WMX 和 M41ST87WMX，晶体被嵌入到其他常见的 300 mil (7.62 mm) 28 引脚小尺寸 IC 封装 (SOIC)。用户将一个外部电池连接到这些器件。

ST 的旗舰级封装是 SNAPHAT SOIC 封装。它具有与常见的 330 mil (8.38 mm) SOIC 相同的包络。28 引脚版本 (SOH-28) 具有相同的尺寸，但 44 引脚版本缩小了间距，以容纳 44 引脚，同时保持与 28 引脚版本相同的整体尺寸。这种封装的优点在于，电池和晶体包含在一个配合帽中，它位于 IC 封装的顶部。IC 封装每个端部的两个额外连接为 SNAPHAT 顶部的晶体和电池提供了触点。相同的配合帽也适合 SOH-28 和 SOH-44。

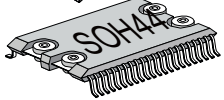
图 8. 封装

器件	封装
M41ST85WMX	集成晶体SOX-28
M41ST85WMH	SNAPHAT SOH-28
M41ST87WMX	集成晶体SOX-28
M41ST87WSS	SSOP20
M48T201Y/V	SNAPHAT SOH-44

SNAPHAT
顶部



SNAPHAT
SOIC



5 篡改检测

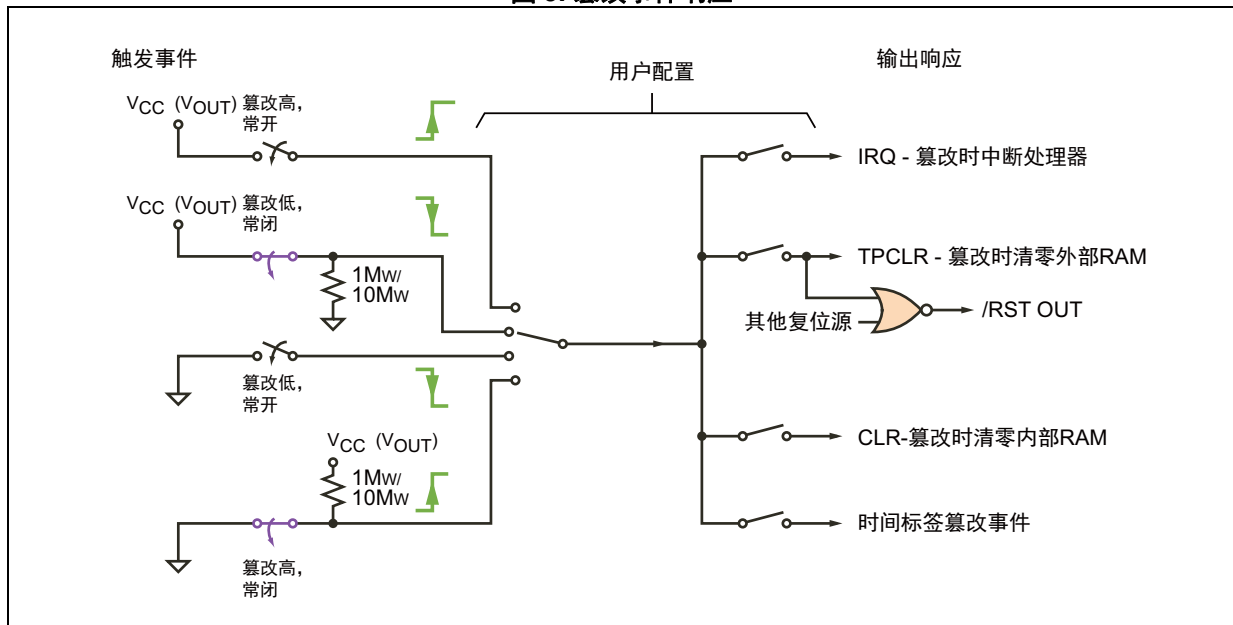
在注重高安全性的应用中，篡改检测提供了保证数据不被窃取的一种手段。与电池备份保护相结合，篡改检测功能可以在检测到物理破坏时被用于触发数据擦除，即使系统未通电。此外，事件的时间标签被记录，提供入侵的更多证据。

篡改检测输入可用于检测开关打开或关闭，然后器件即可按照用户的配置，以多种方式做出响应。

如下所示，除了开关打开或关闭，用户还可以选择输入极性。另外，对于常闭的情况，用户可以在 1M Ω 和 10M Ω 电阻之间进行选择，以减少电池电量消耗。虽然图中没有显示，但用户还可以选择对输入进行持续监测或周期性采样，对于两种常闭的情况可以节省电力。

在输出侧，用户可以在篡改事件的四种不同响应中进行选择。还可以选择这些选项的任意组合。

图 9. 篡改事件响应



因为篡改检测功能消耗的电量很小，所以可以很容易地由电池供电。这确保了防篡改功能在断电情况下能够继续工作。试图绕过篡改检测的入侵者不能通过断开系统电源达到目的。因此敏感数据会在没有系统电源的情况下也能受到保护。

6 闹钟

报警功能类似于普通闹钟的闹铃。用户设置要报警的时间，在当前时间与报警时间相匹配时，生成中断。用户不仅可以指定报警事件的小时、分钟和秒，还可以指定月份和日期（月中日期），这样可以将报警配置为每年仅一次。其他配置选项使用户能够选择报警每月一次，每天一次，每小时一次或每秒一次。

当生成报警中断时，应用通过读取器件的标志寄存器清除中断，这将导致中断无效。

7 专用 32.768 kHz 输出

许多基于振荡器的器件包括锁相环时钟合成电路。这些可以替代或增强常用振荡器。普通 32.768 kHz 钟表晶体是相当准确的，而且成本大大低于更高频率的 AT 切割晶体。通常情况下，在微处理器应用中，PLL 时钟合成从 32.768 kHz 振荡器生成一个高频信号。这个更高频率的信号提供时序基准来运行处理器，而不需要更高成本的 AT 切割晶体。

由于实时时钟器件已经具有 32.768 KHz 振荡器，用户可以通过使用 RTC 的振荡器来驱动处理器的 PLL 输入，从而消除重复的 32.768 kHz 晶体，进一步降低系统成本。M41ST87 包括一个专门用于该应用的 32.768 kHz 专用输出。

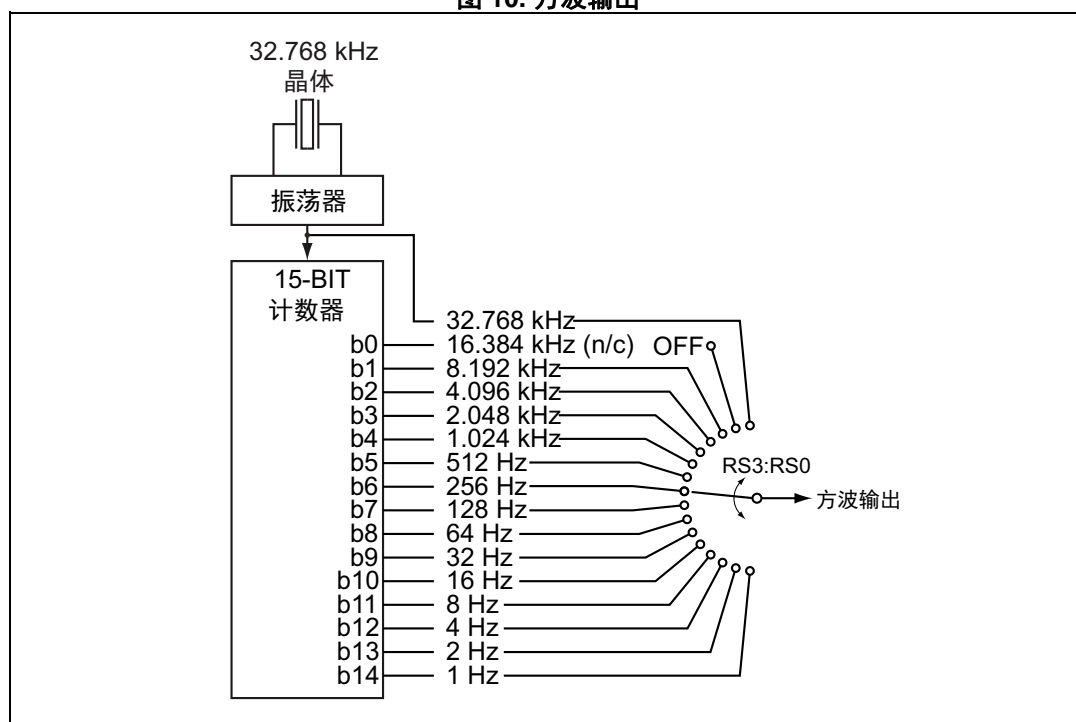
该输出在第一次加电时启用，并且只要 V_{CC} 高于切换阈值 V_{SO} 就会持续存在。它也可以通过将非易失性控制位 32kE 清零来禁用。

8 可编程方波输出

通过将 32.768 kHz 振荡器信号连接到一个 15 位二进制计数器，可以获得 15 个较低频率信号。计数器的每个抽头都会输出一个频率为抽头一半的信号。其结果是，生成的频率一直降低到 1 Hz。然后这些信号被传输到应用控制的开关。4 位 RS3:RS0 控制哪个信号驱动方波输出引脚。

注意，16.384 kHz 信号不可用。16 个频率中只有 15 个可用，第 16 位是关闭而非 16.384 kHz。

图 10. 方波输出



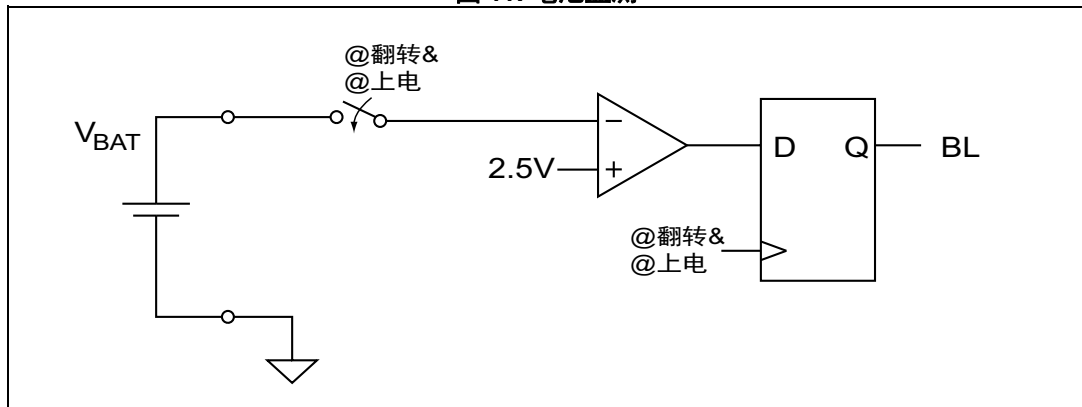
9 电池监测

为了帮助维持非易失性，电池监控功能可以在丢失数据之前通知应用需要更换电池。

电池监测电路在每晚午夜时间（翻转）和每次从电池备份状态恢复到主电源供电时检测电池电压。电池电压与 2.5 V 进行比较，BL 位（电池电量低）在每次比较时更新。

在一些应用中，用户需要强制 BL 更新。一个常用的技巧是存储当前时间，然后写入午夜前 1 秒的时间（11:59:59pm），等待 2 秒，然后恢复以前保存的时间（加 2 秒）。这样即可更新 BL 位，而无需断开主电源。

图 11. 电池监测

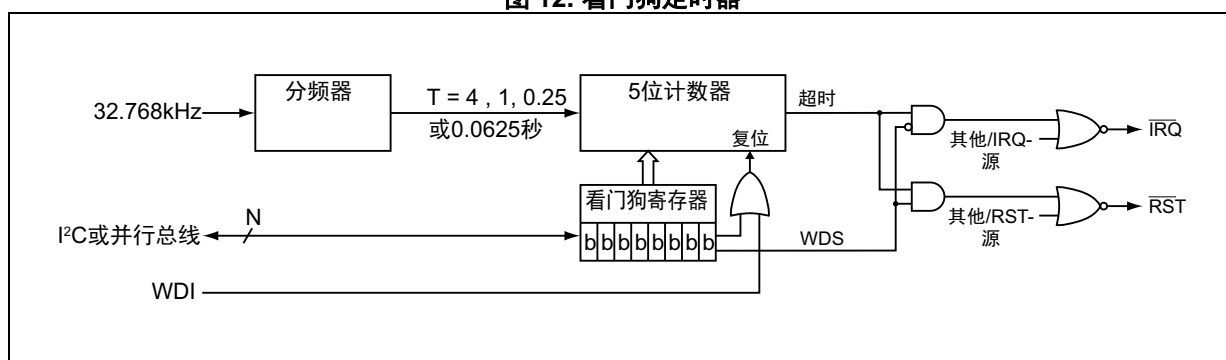


10 看门狗定时器

看门狗定时器的基本作用是在看门狗定时器上次复位后延迟时间太多时复位系统。通常的应用是软件定期复位看门狗定时器，并在没有复位时假设软件挂起，并且需要重新初始化以进行恢复。所以看门狗定时器的输出被转向到系统复位信号 (RST) 或者一个中断 (IRQ)。只要应用定期复位定时器，那么就不会发生超时。但是，如果软件由于某种原因被挂起，则看门狗将超时，导致复位（或中断），从而提示系统恢复操作。

M48T201Y/V、M41ST85W 和 M41ST87W 都采用相同的基本看门狗。每当 WDI 引脚被触发，或者当该应用通过 I²C（对于 M48T201Y/V，通过并行总线）写入到看门狗寄存器，它的定时器被复位。用户可以选择四个时钟周期之一来驱动 5 位计数器。可编程超时周期的范围从 ¼ 秒至 124 秒。请参阅特定器件数据手册以了解更多信息。

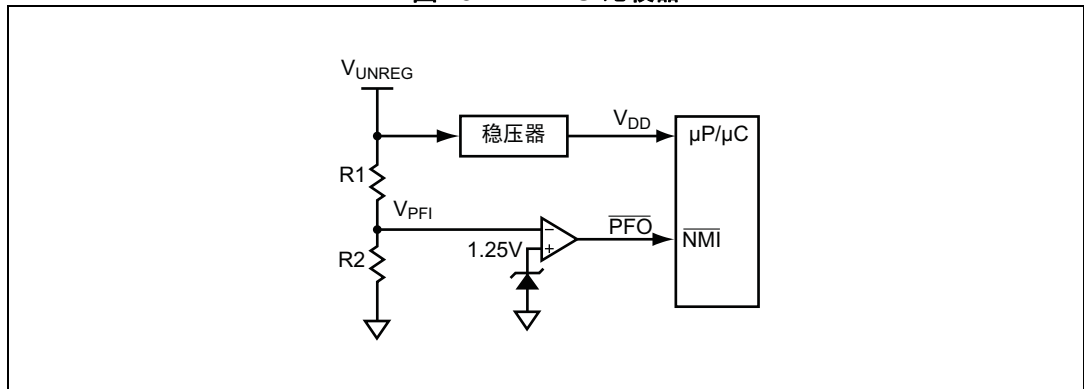
图 12. 看门狗定时器



11 电源失效比较器 (PFI-PFO) - 早期电源失效警告

在大多数 RTC/NVRAM 应用中，电池切换和写保护时序足以维持非易失性数据和计时功能，而无需任何预先警告；每当系统出现电源失效时，器件自动同时切换到备份模式。

图 13. PFI-PFO 比较器



但在电源失效时，有些应用需要更多的时间将关键数据存储到 NVRAM，然后正常关闭。PFI-PFO 比较器（电源失效输入 / 电源失效输出）可以被用来生成一个预先警告，告知电源可能会很快失效。通过检测稳压器的系统电源上游，系统可以决定未调节的电压何时降至极低，并向微处理器发送一个中断。通过测量一段时间的未调节电压，用户可以表示出典型失效曲线，并相应地选择 $R1$ 和 $R2$ 。

12 总结

用户会发现，意法半导体的 TIMEKEEPER 系列监控器不仅可以很容易地在任何系统中执行 NVRAM 和 RTC 功能，还包括许多其他监控器功能，使系统更加稳健可靠，同时提供一个紧凑、高性价比的解决方案。

13 参考

- AN1336: 用于 NVRAM 监控器件的电源失效比较器。

14 版本历史

表 2. 文档版本历史

日期	版本	变更
2015 年 5 月 7 日	1	初始版本

表 3. 中文文档版本历史

日期	版本	变更
2016 年 6 月 7 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。

© 2016 STMicroelectronics - 保留所有权利 2016