



CD32S32A

超高精度、I²C RTC，集成晶体和 SRAM

版本：Rev 1.0.0 日期：2025-6-25

产品特性

- 在 0°C 至+40°C 范围内精度±2ppm
- 在-40°C 至+85°C 范围内精度±3.5ppm
- 电池备份输入，确保持续时间记录
- 工作温度范围：
商业级：0°C 至+70°C
工业级：-40°C 至+85°C
- 236 字节电池备份 SRAM
- 低功耗
- 实时时钟计数秒、分、时、日、日期、月份和年份，支持闰年
- 两个定时闹钟
- 可编程方波输出

产品应用

- 服务器
- 远程通信
- 电表
- GPS

产品描述

DS3232 是一款低成本的温度补偿晶体振荡器 (TCXO)，集成了高度精确的、温度补偿的实时时钟 (RTC) 和 236 字节的电池后备 SRAM。此外，DS3232 包含一个电池输入，在设备主电源中断时仍能保持精确的时间记录。晶体谐振器的集成不仅增强了器件的长期准确性，还减少了生产线上所需部件的数量。DS3232 提供商业级和工业级温度范围版本，并采用行业标准的 SOP20、300mil 封装。RTC 可以计数秒、分、时、日、日期、月和年信息。对于不足 31 天的月份，月末日期会自动调整，并且包括闰年的校正。时钟可工作在 24 小时或 12 小时格式，并带有 AM/PM 指示符。提供了两个可编程的每日闹钟时间和一个可编程的方波输出。地址和数据通过 I2C 双向总线串行传输。一个精密的温度补偿电压基准和比较器电路监控 VCC 的状态，以检测电源故障、提供复位输出，并在必要时自动切换到备用电源。此外，RST 引脚被监测为按钮输入，用于产生微处理器 (μP) 复位信号。

目录

产品特性	- 1 -
产品应用	- 1 -
产品描述	- 1 -
引脚分配	- 3 -
引脚描述	- 3 -
功能框图	- 4 -
典型应用电路	- 5 -
绝对最大额定值	- 5 -
推荐 DC 电气操作条件	- 5 -
DC 电气特性	- 6 -
AC 电气特性	- 8 -
操作时序	- 10 -
典型电气特性	- 11 -
封装外形及尺寸	- 19 -
包装/订购信息	- 20 -
修订日志	- 21 -

引脚分配

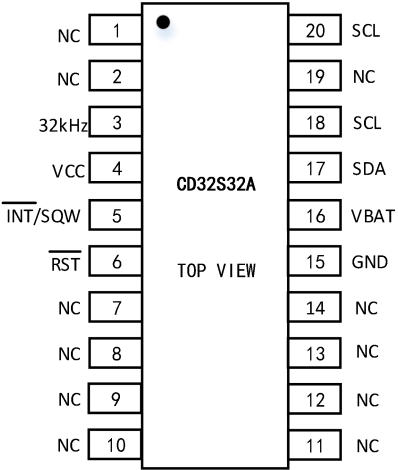


图 1. SOP20 引脚分配

引脚描述

引脚编号	引脚名称	描述
1,2,7-14,19	NC	未连接。内部未连接。必须接地。
3	32kHz	32kHz 推挽输出。如果通过设置 EN32kHz = 0 或 BB32kHz = 0 禁用，32kHz 引脚状态将保持低电平。
4	VCC	主电源供电的直流电源引脚。建议使用 0.1μF 至 1.0μF 的电容器对此引脚进行去耦。
5	INT/SQW	低电平中断或方波输出。这个开漏引脚需要外部上拉电阻。如果不使用，可以保持开路。这个多功能引脚的功能由控制寄存器(0Eh)中的 INTCN 位决定。当 INTCN 设置为逻辑 0 时，该引脚输出方波，其频率由 RS2 和 RS1 位决定。当 INTCN 设置为逻辑 1 时，时间保持寄存器与任一闹钟寄存器匹配时，会激活 INT/SQW 引脚（如果闹钟启用）。由于上电时 INTCN 位默认设置为逻辑 1，该引脚默认为中断输出状态，闹钟功能关闭。上拉电压最高可达 5.5V，不受 VCC 电压影响。如果不使用，此引脚可以保持未连接。
6	RST	低电平复位。此引脚为开漏输入/输出。它表示 VCC 相对于 VPF 规格的状态。当 VCC 低于 VPF 时，RST 引脚被拉低。当 VCC 超过 VPF 并持续 tRST 时间后，RST 引脚变为高阻态。活动低电平、开漏输出与防抖动按钮输入功能结合。此引脚可通过按钮复位请求激活。它有一个内部约 50k 欧姆的上拉电阻连接到 VCC。不应连接外部上拉电阻。如果晶体振荡器被禁用，tRST 将被绕过，RST 立即变高。
15	GND	地

16	V _{BAT}	备用电源输入。当使用 VBAT 输入作为设备的主要电源时,应使用 0.1μF 到 1.0μF 的低泄漏电容对此引脚进行去耦。当将 VBAT 输入用作备份电源时,则不需要电容。如果不使用 VBAT, 应将其连接到地。该设备已通过 UL 认证, 确保在与一次锂电池配合使用时防止反向充电。
17	SDA	串行数据输入/输出。此引脚是 I2C 串行接口的数据输入/输出端。此开漏引脚需要一个外部上拉电阻。上拉电压可高达 5.5V, 与 VCC 上的电压无关。
18,20	SCL	串行时钟输入。此引脚是 I2C 串行接口的时钟输入, 用于同步串行接口上的数据传输。此引脚可使用高达 5.5V 的电压, 与 VCC 上的电压无关。

功能框图

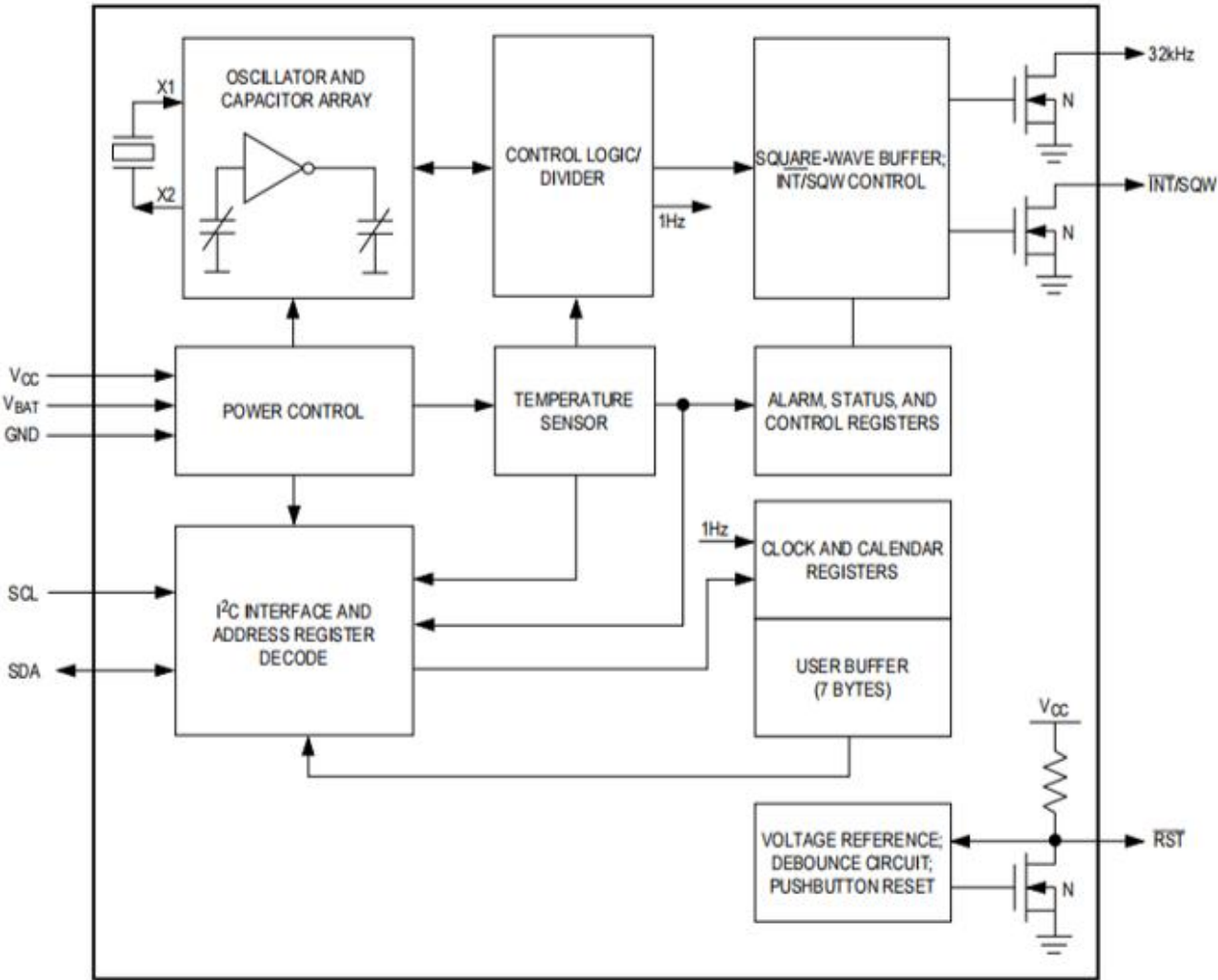


图 2. 产品框图

典型应用电路

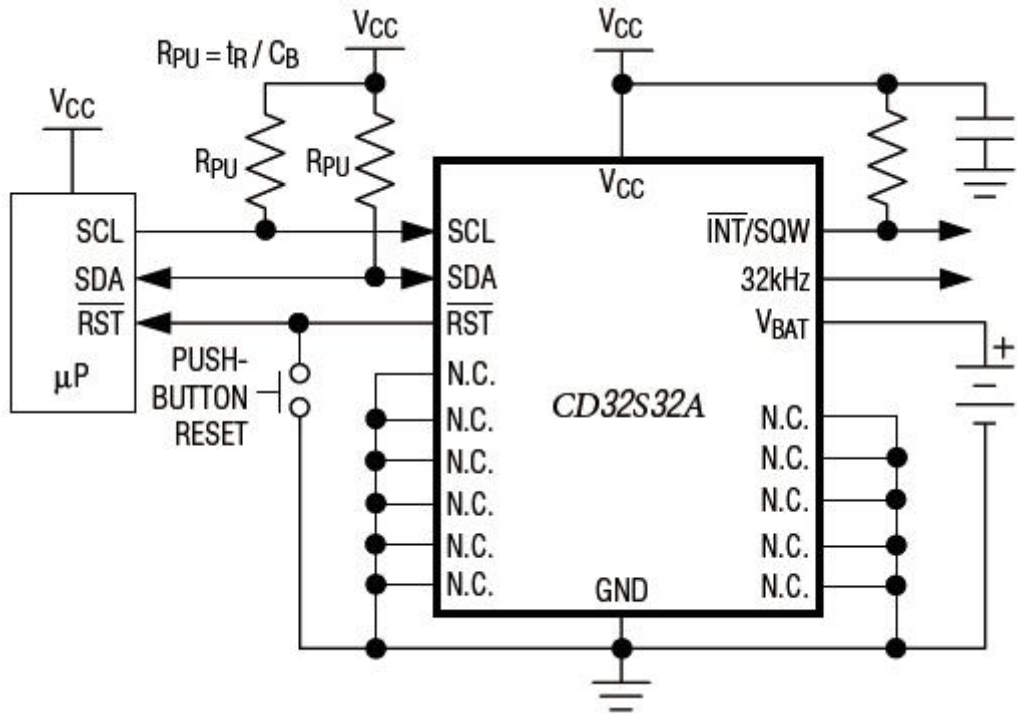


图 3. 典型应用电路图

绝对最大额定值

参数	范围
相对于GND的VCC, VBAT, 32kHz, SCL, SDA, RST, INT/SQW脚上的电压范围	-0.3 V to +6 V
工作温度范围	-40°C to +85°C
存储温度范围	-40°C to +85°C
引线温度 (焊接, 10s)	260°C
焊接温度 (回流焊)	260°C
结温	125°C
结至环境热阻((θJA)	55.1°C/W
结至壳间热阻((θJC)	24°C/W

推荐 DC 电气操作条件

除非另有说明, (VCC=VCC (MIN) 至 VCC (MAX) , TA=-40°C 至+85°C, 典型值为 TA=+25°C。) (注

1)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
Supply Voltage	VCC		2.3	3.3	5.5	V
	VBAT		2.3	3.0	5.5	
Logic0 Input SDA, SCL	V _{IL}		-0.3		+0.3V _C _c	V
Logic1 Input SDA, SCL	V _{IH}		0.7V _{CC}		V _{CC} +0.3	V

DC 电气特性

除非另有说明，VCC=2.3V 至 5.5V，VCC=有效供电（参见表 1），TA = 最低工作温度至最高工作温度，（典型值在 VCC = 3.3V，VBAT = 3.0V，以及 TA = +25°C 条件下测得，）（注释 2、3）

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电流	I _{CCA}	32kHz 输出关闭(注释 s 4, 5)VCC = 3.3V	--	--	200	μA
		32kHz 输出关闭(注释 s 4, 5)VCC = 5.5V	--	--	325	μA
待机电源电流	I _{CCS}	I2C 总线无活动，32kHz 输出开启，SQW 输出关闭（注释 5），VCC = 3.3V	--	--	120	μA
		I2C 总线未激活，32kHz 输出开启，SQW 输出关闭（注意 5），VCC = 5.5V	--	--	160	
温度转换电流	I _{CCSCONV}	I2C 总线不活动，32kHz 输出开启，SQW 输出关闭，VCC = 3.3V	--	--	500	μA
		I2C 总线未激活，32kHz 输出开启，SQW 输出关闭，VCC = 5.5V	--	--	600	μA
电源故障电压	V _{PF}		2.45	2.575	2.70	V
电源（表 1）（2.3V 至 5.5V，TA=-40°C 至+85°C，除非另有说明）（注 2）						
逻辑 1 输出, 32kHz	V _{OH}		2.0	--	--	V
IOH = -1mA		电源 > 3.3V,				
IOH = -0.75mA		3.3V > 电源 > 2.7V,				
IOH = -0.14mA		2.7V > 电源 > 2.3V				
逻辑 0 输出, INT/SQW, SDA	V _{OL}	IOL = 3mA	--	--	0.4	V

逻辑 0 输出, $\overline{\text{RST}}$, 32kHz	V_{OL}	$I_{OL} = 1\text{mA}$	--	--	0.4	V
输出漏电流 32kHz, $\overline{\text{INT/SQW}}$, SDA	I_{LO}	输出高阻抗	-1	0	+1	μA
输入漏电流 SCL	I_{LI}		-1	--	+1	μA
$\overline{\text{RST}}$ 引脚 I/O 漏电流	I_{OL}	RST 高阻抗 (注释 6)	-200	--	+10	μA
TCXO						
输出频率	f_{OUT}	$VCC = 3.3\text{V}$ 或 $VBAT = 3.3\text{V}$	--	32.768	--	kHz
工作循环		$2.97\text{V} \leq VCC < 3.63$	31	--	69	%
频率稳定性相对于温度的变化	$\Delta f/f_{OUT}$	$VCC = 3.3\text{V}$ 或 $VBAT = 3.3\text{V}$	-3.5	--	3.5	ppm
频率稳定性相对于电压的变化	$\Delta f/V$	$VCC = 3.3\text{V}$ or $VBAT = 3.3\text{V}$	--	1	--	ppm/ V
修调寄存器频率 每个 LSB 的灵敏度	$\Delta f/\text{LSB}$		--	0.1	--	ppm
温度精度	Temp	$VCC = 3.3\text{V}$ 或 $VBAT = 3.3\text{V}$	-3	--	+3	$^{\circ}\text{C}$
晶体老化指标	$\Delta f/f_O$	回流后, 未进行生产测试, 1 年	--	± 1.0	--	ppm
		回流后, 未进行生产测试, 0-10 年	--	± 5.0	--	ppm

($V_{CC} = 0\text{V}$, $V_{BAT} = 2.3\text{V}$ 至 5.5V , T_A = 最低工作温度至最高工作温度, 除非另有说明) (注释 2)

参数	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
电池电流	IBATA	$\overline{\text{EOSC}} = 0, \text{BBSQW} = 0,$ SCL = 400kHz (注释 5)	VBAT = 3.63V	--	--	70	μA
			VBAT = 5.5V	--	--	150	
时钟电池电流	IBATT	$\overline{\text{EOSC}} = 0, \text{BBSQW} = 0,$ EN32kHz = 1, SCL = SDA = 0V 或 SCL = SDA = VBAT (注释 5)	VBAT = 3.63V	--	0.84	3.0	μA
			VBAT = 5.5V	--	1.0	3.5	
温度转换电流	IBATTC	$\overline{\text{EOSC}} = 0, \text{BBSQW} = 0,$ SCL = SDA = 0V 或 SCL = SDA = VBAT	VBAT = 3.63V	--	--	575	μA

			VBAT = 5.5V	--	--	650	
数据保持电流	IBATTD R	$\overline{\text{EOSC}} = 1, \text{SCL} = \text{SDA} = 0\text{V}, +25^{\circ}\text{C}$		--	--	100	nA

($V_{CC} = 0\text{V}$, $V_{BAT} = 2.3\text{V}$ 至 5.5V , $T_A =$ 最低工作温度至最高工作温度, 除非另有说明) (注释 2)

参数	符号	测试条件		最小 值	典型 值	最大 值	单 位
电池电流	IBATA	$\overline{\text{EOSC}} = 0, \text{BBSQW} = 0,$ $\text{SCL} = 400\text{kHz}$ (注 释 5), $\text{BB32kHz} = 0$	VBAT = 3.3V	--	--	80	μA
			VBAT = 5.5V	--	--	200	
时钟电池电流	IBATT	$\overline{\text{EOSC}} = 0, \text{BBSQW} = 0,$ $\text{SCL} = \text{SDA} = 0\text{V},$ $\text{BB32kHz} = 0,$ $\text{CRATE0} = \text{CRATE1} = 0$	VBAT = 3.4V	--	1.5	2.5	μA
			VBAT = 5.5V	--	15	3.0	
温度转换电流	IBATTTC	$\overline{\text{EOSC}} = 0, \text{BBSQW} = 0,$ $\text{SCL} = \text{SDA} = 0\text{V}$	VBAT = 3.63V	--	--	600	μA
数据保持电流	IBATTDR	$\overline{\text{EOSC}} = 1, \text{SCL} = \text{SDA} = 0\text{V}, +25^{\circ}\text{C}$		--	--	100	nA

AC 电气特性

除非另有说明($V_{CC} = V_{CC(\text{MIN})}$ to $V_{CC(\text{MAX})}$ 或 $V_{BAT} = V_{BAT(\text{MIN})}$ 至 $V_{BAT(\text{MAX})}$, $V_{BAT} > V_{CC}$, $T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 T_{MAX}) (注释 2)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
SCL 时钟频率	f_{SCL}	快速模式	100	--	400	kHz
		标准模式	0	--	100	
总线在 STOP 状态与 START 条件之间的时间间隔	t_{BUF}	快速模式	1.3	--	--	μs
		标准模式	4.7	--	--	
保持时间 (重复) 启动条件(注释 7)	$t_{\text{HD:STA}}$	快速模式	0.6	--	--	μs
		标准模式	4.0	--	--	
SCL 时钟的低电平周期	t_{LOW}	快速模式	1.3	--	25000	μs
		标准模式	4.7	--	25000	
数据保持时间 (注释 8, 9)	$t_{\text{HD:DAT}}$	快速模式	0	--	0.9	μs
		标准模式	0	--	0.9	
数据建立时间 (注释 10)	$t_{\text{SU:DAT}}$	快速模式	100	--	--	ns
		标准模式	250	--	--	

启动建立时间	$t_{SU:STA}$	快速模式	0.6	--	--	ns
		标准模式	4.7	--	--	
数据和时钟信号的上升时间 (注释 11)	t_R	快速模式	$20+0.1 C_B$	--	300	ns
		标准模式	$20+0.1 C_B$	--	1000	
数据和时钟信号的下降时间 (注释 11)	t_F	快速模式	$20+0.1 C_B$	--	300	ns
		标准模式	$20+0.1 C_B$	--	1000	
停止条件的建立时间	$t_{SU:STO}$	快速模式	0.6	--	--	μs
		标准模式	4.7	--	--	
每条总线的电容负载	C_B	(注释 11)	--	--	400	pF
I/O 电容(SDA, SCL)	$C_{I/O}$		--	10	--	pF
振荡器停止标志(OSF)延迟	t_{OSF}	(注释 12)	--	100	--	ms
必须由输入滤波器抑制的尖峰 脉冲宽度	t_{SP}		--	30	--	ns
按钮去抖动	PB_{DB}		--	250	--	ms
复位激活时间	t_{RST}		--	250	--	ms
温度转换时间	t_{CONV}		--	125	200	ms

电源特性

($T_A = T_{MIN}$ 至 T_{MAX})

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
Recovery at Power-Up	t_{REC}	--	125	300	ms
V_{CC} Fall Time; $V_{PF(MAX)}$ to $V_{PF(MIN)}$	t_{VCCF}	300	--	--	μs
V_{CC} Rise Time; $V_{PF(MIN)}$ to $V_{PF(MAX)}$	t_{VCCR}	0	--	--	μs

警告：当部件处于电池备份模式时，低于-0.3V 的负下冲可能引起数据丢失。

注 1：封装热阻是依据 JEDEC 规范 JESD51-7 中描述的方法，采用四层板获得的。有关封装热考虑的详细信息。

注 2：-40°C 下的极限值是通过设计保证的，而非生产测试验证。

注 3：所有电压均参考地。

注 4： I_{CCA} —SCL 时钟的最大频率为 400kHz 时的工作电流。

注 5：电流为平均输入电流，其中包括温度转换电流。

注 6：RST 引脚内置一个 50kΩ（标称）至 VCC 的上拉电阻。

注 7：此时间段后，将产生第一个时钟脉冲。

注 8：设备内部必须为 SDA 信号提供至少 300ns 的保持时间（相对于 SCL 信号的 $V_{IH(MIN)}$ ），以跨过 SCL 信号下降沿的不确定区域。

注 9：仅当设备不延长 SCL 信号的低周期（ t_{LOW} ）时，才需要满足最大 $t_{HD:DAT}$ 。

注 10：快速模式设备可用于标准模式系统，但必须满足 $t_{SU:DAT} \geq 250ns$ 的要求。如果设备不延长 SCL 信号的低周期，则这自然满足。如果这样的设备确实延长了 SCL 信号的低周期，它必须在 SCL 线释放前 $t_{R(MAX)} + t_{SU:DAT} = 1000 + 250 = 1250ns$ ，将下一个数据位输出到 SDA 线上。

注 11：CB—单条总线线路的总电容，单位为皮法(pF)。

注 12：参数 t_{OSF} 是指为了在电压范围 $0.0V \leq V_{CC} \leq V_{CC(MAX)}$ 和 $2.3V \leq V_{BAT} \leq 3.4V$ 内设置 OSF 标志，振荡器必须停止的时间段。

注 13：此延迟仅在振荡器启用并运行时适用。如果 EOSC 位为 1， t_{REC} 被跳过，RST 立即变为高电平。RST 的状态不影响 I2C 接口、RTC 或 TCXO。

操作时序

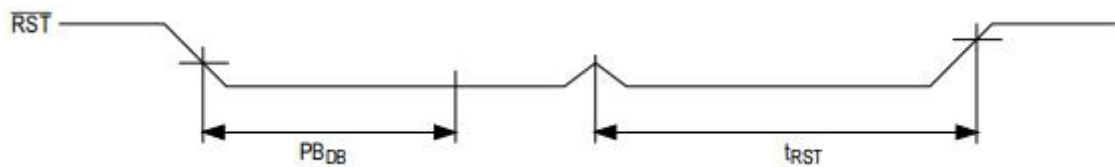


图 4. 按钮重置时间

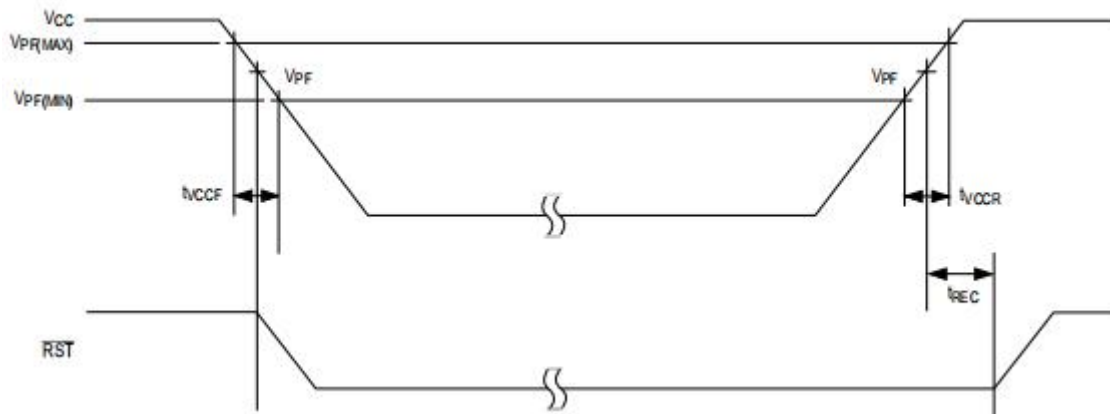


图 5. 电源开关定时

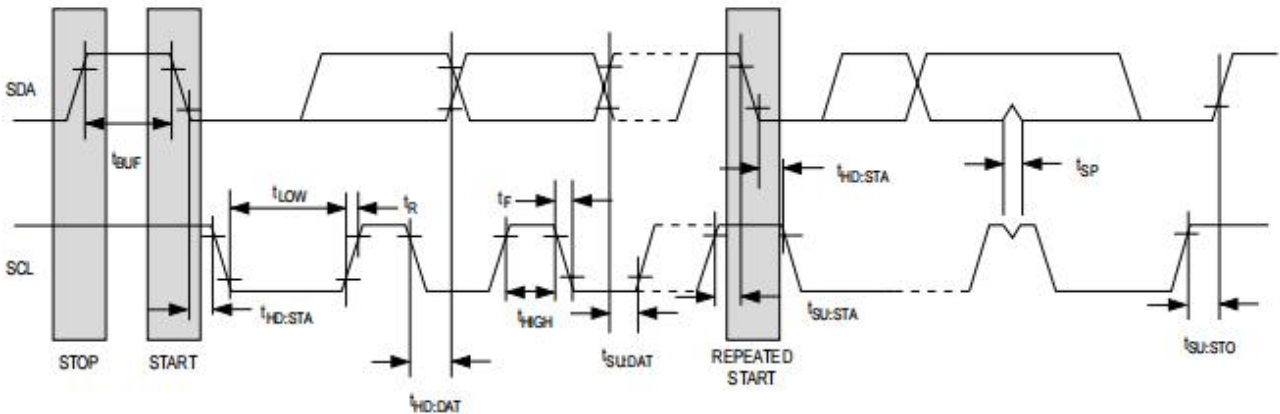


图 6. I2C 串行总线上的数据传输

典型电气特性

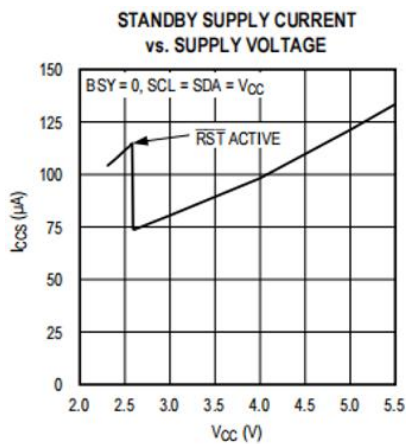


图 7. 标准电源电流 vs. 电源电压

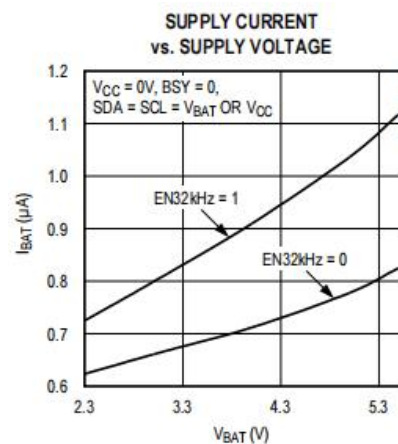


图 8. 电源电流 vs. 电源电压

详细描述

CD32S32A 是一款由温度补偿的 32kHz 晶体振荡器驱动的串行实时时钟 (RTC)。温度补偿晶体振荡器 (TCXO) 提供了稳定且精确的参考时钟，确保在 -40°C 至 +85°C 的温度范围内，RTC 的精度保持在每年 ±2 分钟以内。TCXO 的频率输出可在 32kHz 引脚获得。RTC 是一个低功耗的时钟/日历，具备两个可编程的每日闹钟和一个可编程的方波输出功能。INT/SQW 引脚可以提供因闹钟条件触发的中断信号或方波输出。时钟/日历提供秒、分、时、日、日期、月和年信息。月末的日期会自动调整，以适应少于 31 天的月份，并包含闰年的校正。时钟可工作在 24 小时或 12 小时格式，并带有 AM/PM 指示。内部寄存器通过 I2C 总线接口访问。内置的温度补偿电压基准源和比较电路监控 VCC 电平，以检测电源故障并必要时自动切换到备用电源。RST 引脚提供外部按钮功能，并作为电源故障事件的指示。此外，还包括了 236 字节的通用电池备份 SRAM。

操作

模块图展示了 CD32S32A 的主要组成部分。这八个模块可以分为四个功能组：TCXO、电源控制、按

钮功能和 RTC。它们的操作在以下各节中分别描述。

32kHz TCXO

温度传感器、振荡器和控制逻辑构成了 TCXO。控制器读取片上温度传感器的输出，利用查找表确定所需的电容值，加上 AGE 寄存器中的老化校正，然后设置电容选择寄存器。新值（包括对 AGE 寄存器的更改）仅在温度值发生变化时加载。上电初始时读取温度，之后每 64 秒（默认，参见控制/状态寄存器中的 CRATE1 和 CRATE0 描述）读取一次。电源控制 这一功能由温度补偿电压基准源和监控 VCC 电平的比较电路提供。当 VCC 大于 VPF 时，器件由 VCC 供电。当 VCC 小于 VPF 但大于 VBAT 时，CD32S32A 仍由 VCC 供电。如果 VCC 既小于 VPF 又小于 VBAT，则设备由 VBAT 供电。详情请参阅表 1。

表 1. 电源控制

电源条件	控制电源
$V_{CC} < V_{PF}, V_{CC} < V_{BAT}$	V_{BAT}
$V_{CC} < V_{PF}, V_{CC} > V_{BAT}$	V_{CC}
$V_{CC} > V_{PF}, V_{CC} < V_{BAT}$	V_{CC}
$V_{CC} > V_{PF}, V_{CC} > V_{BAT}$	V_{CC}

为了节省电池电量，首次将 VBAT 施加到器件上时，振荡器不会启动，也不会进行温度转换，直到 VCC 超过 VPF 或直到有效的 I2C 地址被写入器件。首次提升 VCC 后，振荡器开始启动，在掉电期间由 VBAT 电源供电并保持振荡器运行。当 CD32S32A 切换到 VBAT 时，可通过设置 EOSC 位禁用振荡器。

VBAT 操作

有几种工作模式会影响所消耗的 VBAT 电流。当器件由 VBAT 供电且串行接口处于活动状态时，会消耗活跃电池电流 IBATA。当串行接口不活动时，使用包含平均温度转换电流 IBATTC 的时间保持电流 IBATT（参阅应用笔记 3644：高精度实时时钟的电源考量以获取详细信息）。由于系统必须能够支持周期性的较高电流脉冲并仍保持有效的电压水平，因此规定了温度转换电流 IBATTC。数据保留电流 IBATTD R 是在振荡器停止（EOSC=1）时器件消耗的电流。这种模式可用于在不需要维护时间和日期信息时（例如，终端系统等待发货给客户期间）最小化电池需求。

按钮复位功能

CD32S32A 允许在 RST 输出引脚连接一个按钮开关。当 CD32S32A 未处于复位周期时，它持续监测 RST 信号的低电平跳变。如果检测到边沿转换，CD32S32A 通过拉低 RST 来消除按钮抖动。内部定时器到期（PBD B）后，CD32S32A 继续监测 RST 线。如果线路仍然为低电平，CD32S32A 持续监测线路寻找上升沿。检测到释放后，CD32S32A 强制 RST 引脚低电平并保持 tRST 时间。同一引脚 RST 也用于指示电源故障情况。当 VCC 低于 VPF 时，会产生内部电源故障信号，迫使 RST 引脚低电平。当 VCC 恢复到高于 VPF 的水平时，RST 引脚保持低电平 tREC 时间以使电源稳定。如果在施加 VCC 时振荡器没有运行（见电源控制部分），则跳过 tREC，RST 立即变高。无论是按钮操作还是电源故障检测导致的 RST 输出断言，都不会影响 CD32S32A 的内部操作。

实时时钟

借助 TCXO 的时钟源, RTC 提供秒、分、时、日、日期、月和年信息。月末的日期会自动调整, 以适应少于 31 天的月份, 并考虑闰年校正。时钟可以采用 24 小时或 12 小时格式, 并带有 AM/PM 指示。时钟提供两个可编程的每日闹钟和一个可编程的方波输出。INT/SQW 引脚要么因为闹钟条件产生中断, 要么输出方波信号, 选择由 INTCN 位控制。

SRAM

CD32S32A 提供 236 字节的通用电池备份读写内存。I2C 地址范围从 14h 到 0FFh。只要 VCC 或 VBAT 高于最低工作电压, SRAM 就可以被写入或读取。

地址 Map

在多字节访问期间, 当地址指针达到寄存器空间的末尾(0FFh)时, 它会回绕到位置 00h。在 I2C START 或地址指针递增到位置 00h 时, 当前时间会被转移到第二套寄存器中。时间信息从这些辅助寄存器中读取, 而时钟可能继续运行。这样就消除了在读取过程中因主寄存器更新而需要重新读取寄存器的需要。

I2C 接口

只要 VCC 或 VBAT 处于有效电平, 就可以访问 I2C 接口。如果连接到 CD32S32A 的微控制器由于 VCC 丢失或其他事件复位, 微控制器与 CD32S32A 之间的 I2C 通信可能会变得不同步, 例如, 微控制器在从 CD32S32A 读取数据时复位。当微控制器复位时, 通过翻转 SCL 直到观察到 SDA 为高电平, 可以使 CD32S32A 的 I2C 接口进入已知状态。此时, 微控制器应在 SCL 为高电平时将 SDA 拉低, 从而产生一个 START 条件。如果 SCL 保持低电平超过 tIF, 内部 I2C 接口将被复位。这限制了 I2C 接口可以操作的最短频率。如果在接口超时之前 (即在应答之前) 正在向器件写入数据, 则不完整的字节数据将不会被写入。

CD32S32A 计时寄存器和 SRAM 的地址 Map

ADDRESS	BIT 7 MSB	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0 LSB	FUNCTION	RANGE
00h	0	10 Seconds			Seconds				Seconds	00–59
01h	0	10 Minutes			Minutes				Minutes	00–59
02h	0	12/24	AM/PM	10 Hour	Hour				Hours	1–12 + AM/PM 00–23
	20 Hour									
03h	0	0	0	0	0	Day			Day	1–7
04h	0	0	10 Date		Date				Date	1–31
05h	Century	0	0	10 Month	Month				Month/ Century	01–12 + Century
06h	10 Year				Year				Year	00–99
07h	A1M1	10 Seconds			Seconds				Alarm 1 Seconds	00–59
08h	A1M2	10 Minutes			Minutes				Alarm 1 Minutes	00–59
09h	A1M3	12/24	AM/PM	10 Hour	Hour				Alarm 1 Hours	1–12 + AM/PM 00–23
	20 Hour									
0Ah	A1M4	DY/DT	10 Date		Day				Alarm 1 Day	1–7
					Date				Alarm 1 Date	1–31
0Bh	A2M2	10 Minutes			Minutes				Alarm 2 Minutes	00–59
0Ch	A2M3	12/24	AM/PM	10 Hour	Hour				Alarm 2 Hours	1–12 + AM/PM 00–23
			20 Hour							
0Dh	A2M4	DY/DT	10 Date		Day				Alarm 2 Day	1–7
					Date				Alarm 2 Date	1–31
0Eh	EOSC	BBSQW	CONV	RS2	RS1	INTCN	A2IE	A1IE	Control	—
0Fh	OSF	BB32kHz	CRATE1	CRATE0	EN32kHz	BSY	A2F	A1F	Control/Status	—
10h	SIGN	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	Aging Offset	—
11h	SIGN	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	MSB of Temp	—
12h	DATA	DATA	0	0	0	0	0	0	LSB of Temp	—
13h	0	0	0	0	0	0	0	0	Not used	Reserved for test
14h–0FFh	x	x	x	x	x	x	x	x	SRAM	00h–0FFh

时钟和日历

时间与日历信息是通过读取相应的寄存器字节来获取的。图 1 展示了 RTC（实时时钟）寄存器。时间与日历数据的设置或初始化则是通过写入相应的寄存器字节完成的。时间与日历寄存器的内容采用二进制编码的十进制（BCD）格式。CD32S32A 可以运行在 12 小时或 24 小时模式下。小时寄存器的第 6 位被定义为 12 小时或 24 小时模式选择位。当该位为高时，选择 12 小时模式。在 12 小时模式中，第 5 位是 AM/PM 标志位，逻辑高表示 PM。而在 24 小时模式下，第 5 位则代表 20 小时位（即 20 至 23 小时）。世纪位（月份寄存器的第 7 位）会在年份寄存器从 99 溢出到 00 时翻转。星期几的寄存器在午夜时分递增。对应于星期几的值由用户定义，但必须是连续的（例如，如果 1 代表周日，则 2 代表周一，以此类推）。不合理的日期和时间输入会导致不确定的操作行为。在读取或写入时间和日期寄存器时，使用辅助（用户）缓冲区以防止内部寄存器更新时出现错误。当读取时间和日期寄存器时，用户缓冲区在任何 START 信号发生时以及寄存器指针回滚到零时与内部寄存器同步。时间信息从这些辅助寄存器中读取，而时钟继续运行。这样就消除了在主寄存器更新期间读取时需要重新读取寄存器的需要。每当写入秒寄存器时，倒计时链就会重置。写入传输在 CD32S32A 确认后进行。一旦倒计时链被重置，为了避免溢出问题，剩余的时

间和日期寄存器必须在 1 秒内写入。如果启用，1Hz 方波输出在秒数据传输后 500 毫秒变为高电平，前提是振荡器已经运行。

报警功能

CD32S32A 包含两个可设置的日期时间报警。报警 1 可以通过写入寄存器 07h 至 0Ah 来设置。报警 2 可以通过写入寄存器 0Bh 至 0Dh 来设置。通过控制寄存器中的报警使能和 INTCN 位，报警可以被编程以在报警匹配条件时激活 INT/SQW 输出。每个日期时间报警寄存器的第 7 位是屏蔽位（见表 2）。当每个报警的所有屏蔽位均为逻辑 0 时，只有当计时寄存器中的值与日期时间报警寄存器中存储的相应值匹配时，才会触发报警。报警还可以被设置为每秒、每分钟、每小时、每天或每月重复。表 2 列出了可能的设置。表格中未列出的配置将导致操作无意义。报警日/月位（报警日/月寄存器的第 6 位）控制该寄存器的低 6 位所存储的报警值是反映星期几还是月中的日期。如果 DY/DT 被写为逻辑 0，报警将基于与月份日期的匹配。如果写为逻辑 1，则基于与星期几的匹配。当 RTC 寄存器的值与报警寄存器设置相匹配时，相应的报警标志 ‘A1F’ 或 ‘A2F’ 位被设置为逻辑 1。如果相应的报警中断使能 ‘A1IE’ 或 ‘A2IE’ 也设置为逻辑 1，并且 INTCN 位为逻辑 1，则报警条件会激活 INT/SQW 信号。匹配测试在时间与日期寄存器每秒更新时进行。

表 2. 报警 Mask 位

DY/DT	ALARM 1 REGISTER MASK 位 S (位 7)				报警率
	A1M4	A1M3	A1M2	A1M1	
X	1	1	1	1	每秒报警一次
X	1	1	1	0	秒匹配时报警
X	1	1	0	0	分秒匹配时报警
X	1	0	0	0	小时、分钟和秒匹配时报警
0	0	0	0	0	日期、小时、分钟和秒匹配时报警
1	0	0	0	0	当天、小时、分钟和秒匹配时发出警报

DY/DT	ALARM 2 REGISTER MASK 位 S (位 7)			报警率
	A1M4	A1M3	A1M2	
X	1	1	1	每分钟报警一次 (每分钟 00 秒)
X	1	1	0	分钟匹配时报警
X	1	0	0	小时和分钟匹配时报警
0	0	0	0	日期、小时和分钟匹配时报警
0	0	0	0	当天、小时和分钟匹配时发出警报

—	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Name	EOSC	BBSQW	CONV	RS2	RS1	INTCN	A2IE	A1IE
Por	0	0	0	1	1	1	0	0

*POR 定义为设备首次接通电源，无论是 VBAT 还是 VCC。

特殊用途寄存器

CD32S32A 具有两个额外的寄存器（控制寄存器和控制/状态寄存器），用于控制实时时钟、报警和方波输出。

控制寄存器（0Eh）

第 7 位：启用振荡器（EOSC）。

设置为逻辑 0 时，启动振荡器。设置为逻辑 1 时，在 CD32S32A 切换到电池供电时停止振荡器。此位在首次上电时清零（逻辑 0）。当 CD32S32A 由 VCC 供电时，无论 EOSC 位的状态如何，振荡器始终开启。当 EOSC 被禁用时，所有寄存器数据保持不变。

第 6 位：电池支持的方波使能（BBSQW）。

当设置为逻辑 1 且 INTCN = 0 及 VCC < VPF 时，此位启用方波输出。当 BBSQW 为逻辑 0，且 VCC < VPF 时，INT/SQW 引脚呈现高阻态。此位在首次上电时被禁用（逻辑 0）。

第 5 位：转换温度（CONV）。

将此位设置为 1 会强制温度传感器将温度转换为数字代码，并执行 TCXO 算法以更新振荡器的电容阵列。这仅在没有正在进行的转换时才会发生。用户应在迫使控制器开始新的 TCXO 执行前检查状态位 BSY。用户发起的温度转换不会影响内部默认 64 秒间隔的更新周期。用户发起的温度转换大约在 2 毫秒内不影响 BSY 位。CONV 位从被写入开始保持为 1，直到转换完成，此时 CONV 和 BSY 均变为 0。当监控用户发起的转换状态时应使用 CONV 位。

第 4 位和第 3 位：速率选择（RS2 和 RS1）。

这些位控制当方波被启用时的方波输出频率。下表显示了使用 RS 位可选择的方波频率。这些位在首次上电时都被设置为逻辑 1（即 8.192kHz）。

方波输出频率表

RS2	RS1	方波输出频率
0	0	1Hz
0	1	1.024kHz
1	0	4.096kHz
1	1	8.192kHz

第 2 位：中断控制（INTCN）。

该位控制 INT/SQW 信号。当 INTCN 位设置为逻辑 0 时，INT/SQW 引脚输出方波。当 INTCN 位设置为逻辑 1 时，时间保持寄存器与任一报警寄存器匹配将激活 INT/SQW 信号（如果报警同时被启用）。无论 INTCN 位的状态如何，相应的报警标志都会被置位。在首次上电时，INTCN 位被设置为逻辑 1。

第 1 位：报警 2 中断使能（A2IE）。

当设置为逻辑 1 时, 此位允许状态寄存器中的报警 2 标志 (A2F) 位在 (INTCN = 1) 时触发 INT/SQW。当 A2IE 位设置为逻辑 0 或 INTCN 设置为逻辑 0 时, A2F 位不会发起中断信号。在首次上电时, A2IE 位被禁用 (逻辑 0)。

第 0 位: 报警 1 中断使能 (A1IE)。

当设置为逻辑 1 时, 此位允许状态寄存器中的报警 1 标志 (A1F) 位在 (INTCN = 1) 时触发 INT/SQW。当 A1IE 位设置为逻辑 0 或 INTCN 设置为逻辑 0 时, A1F 位不会启动 INT/SQW 信号。在首次上电时, A1IE 位被禁用 (逻辑 0)。

—	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
Name	OSF	BB32kHz	CRATE1	CRATE0	EN32kHz	BSY	A2F	A1F
Por	1	1	0	0	1	0	0	0

控制/状态寄存器 (0Fh)

位 7: 振荡器停止标志 (OSF)。

此位为逻辑 1 表示振荡器已停止或曾在某段时间内停止, 可用于判断时间保持数据的有效性。只要振荡器停止, 此位即被设置为逻辑 1。以下是一些可能导致 OSF 位被设置的条件: 1. 首次接通电源时。2. VCC 和 VBAT 上的电压不足以支持振荡。3. 在电池备份模式下关闭 EOSC 位。4. 晶体受到外部影响 (例如, 噪声、漏电等)。此位保持为逻辑 1, 直到被写入逻辑 0。

位 6: 电池供电的 32kHz 输出 (BB32kHz)。

当由 VBAT 供电时 (假设 EN32kHz 已被启用), 此位启用 32kHz 输出。如果 BB32kHz = 0, 当部件由 VBAT 供电时, 32kHz 输出为低电平。

位 5 和 4: 转换速率 (CRATE1 和 CRATE0)。

这两个位控制 TCXO 的采样率。采样率决定了温度传感器进行转换并给振荡器施加补偿的频率。降低采样率通过降低温度传感器工作频率来减少总体功耗。然而, 采样间发生的显著温度变化可能无法完全得到补偿, 从而降低了整体精度。当新的转换速率被写入寄存器后, 可能需要达到新的转换速率时间, 转换才会以新的速率进行。

位 3: 启用 32kHz 输出 (EN32kHz)。

此位指示 32kHz 引脚的状态。当设置为逻辑 1 时, 32kHz 引脚被启用, 并输出 32.768kHz 的方波信号。当设置为逻辑 0 时, 32kHz 引脚变为低电平。此位的初始上电状态为逻辑 1, 当电源被应用到 CD32S32A (如果振荡器正在运行) 后, 32kHz 引脚会出现 32.768kHz 的方波信号。

位 2: 忙碌 (BSY)。

此位表示设备正忙于执行 TCXO 功能。当向温度传感器发出转换信号时, 它变为逻辑 1, 然后在转换完成时清除。

位 1: 报警 2 标志 (A2F)。

报警 2 标志位为逻辑 1 表示时间与报警 2 寄存器匹配。如果 A2IE 位为逻辑 1 且 INTCN 位设置为逻辑 1, INT/SQW 引脚也会被激活。A2F 通过写入逻辑 0 来清除。此位只能被写入逻辑 0。尝试写入逻辑 1 不会改变其值。位 0: 报警 1 标志 (A1F)。报警 1 标志位为逻辑 1 表示时间与报警 1 寄存器匹配。如

果 A1IE 位为逻辑 1 且 INTCN 位设置为逻辑 1, INT/SQW 引脚也会被激活。A1F 通过写入逻辑 0 来清除。此位也只能被写入逻辑 0。尝试写入逻辑 1 不会改变其值。

菜单 1	菜单 0	采样速率(秒)
0	0	64
0	1	128
1	0	256
1	1	512

老化失调 (10h)

—	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
Name	SIGN	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
Por	0	0	0	0	0	0	0	0

Temperature Register (Upper Byte) (11h)

—	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
Name	SIGN	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
Por	0	0	0	0	0	0	0	0

Temperature Register (Lower Byte) (12h)

—	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
Name	DATA	DATA	0	0	0	0	0	0
Por	0	0	0	0	0	0	0	0

SRAM (14h–FFh)

—	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
Name	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Por	X	X	X	X	X	X	X	X

老化偏置寄存器 (Aging Offset Register)

老化偏置寄存器接受用户提供的值，用于对振荡器电容阵列进行加法或减法操作。数据采用二进制补码编码，其中第 7 位表示符号位。1LSB（最小有效位）代表在晶体引脚处电容阵列中切换进出的最小电容值。老化偏置寄存器的电容值会在每次温度补偿时加到或减去设备计算出的电容值上。在正常温度转换期间、温度与前一次转换相比发生变化时，或在用户手动转换（设置 CONV 位）期间，偏置寄存器会被加到电容阵列上。为了立即看到老化寄存器对 32kHz 输出频率的影响，每次更改老化偏置寄存器后应开始一次手动转换。正值向阵列中添加电容，使振荡器频率变慢；负值则从阵列中移除电容，增加振荡器频率。每 LSB 的 ppm 变化在不同温度下是不同的。通过使用此寄存器中的值，频率与温度曲线会发生偏移。在 +25°C 时，一个 LSB 通常会引起大约 0.1ppm 的频率变化。要达到 EC 表格中定义的精度，并不需要使用

老化寄存器, 但它可以用来帮助补偿给定温度下的老化效应。有关寄存器对随温度变化的精度影响的图表, 请参阅“典型工作特性”部分。

温度寄存器 (11h-12h)

温度以 10 位代码表示, 分辨率为 0.25°C , 可通过位置 11h 和 12h 访问。温度采用二进制补码格式编码, 最高位 (MSB) 的第 7 位表示符号位。高 8 位, 即整数部分, 位于 11h 地址; 低 2 位, 即小数部分, 在 12h 地址的上半字节中。例如, `00011001 01b` 表示 $+25.25^{\circ}\text{C}$ 。上电复位时, 寄存器被设置为默认温度 0°C , 并开始温度转换。温度在初次应用 VCC 或 VBAT 上的 I²C 访问时读取, 之后每隔 64 秒读取一次。用户发起的每次转换后以及每隔 64 秒的自动转换后, 温度寄存器都会更新。温度寄存器为只读。

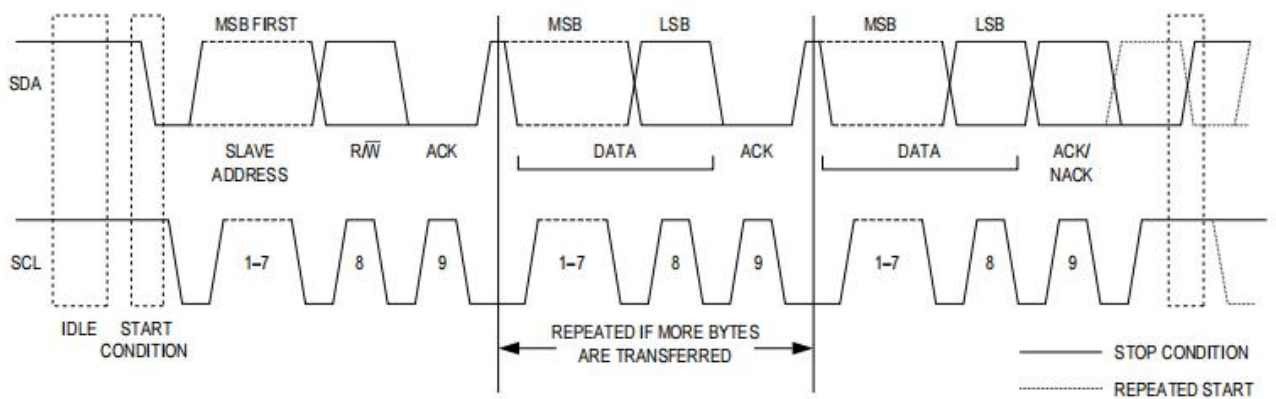


图 9. I2C 数据传输概述

封装外形及尺寸

SOP-20

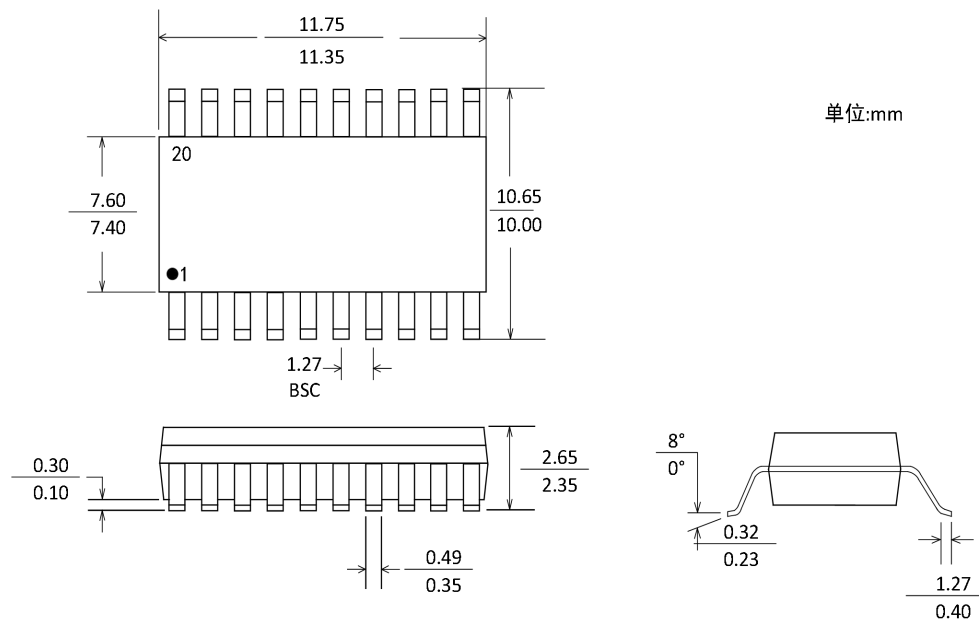


图 10. SOP20 封装外形图

包装/订购信息

产品型号	温度范围	产品封装	运输及包装数量
CD32S32AS20	-40℃~85℃	SOP-20	编带和卷盘,每卷 2500

修订日志

版本	修订日期	变更内容	变更原因	制作	审核	备注
V1.0	2025.6.25	初版生成	常规更新	WW	LYL	