

BQ32000 实时时钟 (RTC)

1 特性

- 自动切换到备用电源
- I²C 接口支持高达 400kHz 的串行时钟
- 使用 32.768kHz 晶体和 -63ppm 至 +126ppm 的调节范围
- 集成振荡器故障检测
- 8 引脚 SOIC 封装
- -40°C 至 125°C 环境温度工作温度

2 应用

- 通用消费电子产品

3 说明

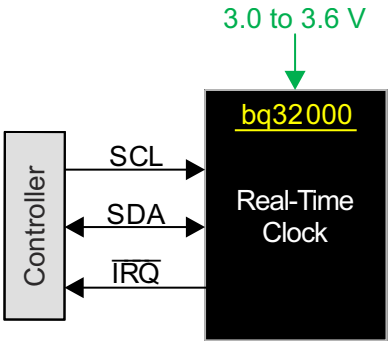
BQ32000 器件是业界通用实时时钟的兼容替代产品。

BQ32000 具有集成涓流充电器的自动备用电源。该备用电源可以使用电容器或不可充电电池来实现。BQ32000 具有 -63ppm 至 +126ppm 的可编程校准调整范围。BQ32000 寄存器包括一个指示 RTC 振荡器状态的 OF (振荡器故障) 标志, 以及一个允许主机处理器禁用振荡器的停止位。时间寄存器通常每秒更新一次, 并且所有寄存器同时更新以防止计时故障。BQ32000 包含自动闰年补偿。

器件信息 (1)

器件型号	封装	封装尺寸(2)
BQ32000	SOIC (8)	4.90mm × 3.91mm

- (1) 如需了解所有可用封装, 请参阅数据表末尾的可订购产品附录。
- (2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值, 并包括引脚 (如适用)。



简化版原理图

内容

1 特性	1	6.3 特性说明	7
2 应用	1	6.4 器件功能模式	10
3 说明	1	6.5 编程	10
4 引脚配置和功能	3	7 寄存器映射	12
引脚功能.....	3	7.1 进入备用模式后的 I ² C 读取.....	12
5 规格	4	7.2 常规寄存器说明.....	12
5.1 绝对最大额定值 ⁽¹⁾	4	7.3 特殊功能寄存器.....	17
5.2 ESD 等级.....	4	8 应用和实施	19
5.3 建议运行条件.....	4	8.1 应用信息.....	19
5.4 热性能信息.....	4	8.2 典型应用.....	19
5.5 电气特性.....	5	8.3 布局.....	22
5.6 I ² C 时序要求.....	5	9 器件和文档支持	24
5.7 典型特性.....	6	9.1 器件支持.....	24
6 详细说明	7	9.2 社区资源.....	24
6.1 概述.....	7	9.3 商标.....	24
6.2 功能方框图.....	7	10 修订历史记录	24

4 引脚配置和功能

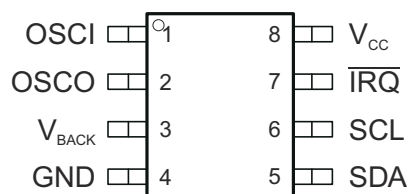


图 4-1. D 封装 8 引脚 SOIC 顶视图

引脚功能

引脚		I/O	说明
名称	编号		
电源和接地			
GND	4	-	接地
V _{BACK}	3	-	备用器件电源
V _{CC}	8	-	主器件电源
串行接口			
SCL	6	I	I ² C 串行接口时钟
SDA	5	I/O	I ² C 串行数据
中断			
IRQ	7	O	可配置中断输出。开漏输出。
振荡器			
OSCI	1	-	振荡器输入
OSCO	2	-	振荡器输出

5 规格

5.1 绝对最大额定值⁽¹⁾

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

		最小值	最大值	单位
输入电压, V_{IN}	V_{CC} 至 GND	-0.3	4	V
	所有其他引脚至 GND	-0.3	$V_{CC} + 0.3$	V
工作结温, T_J		-40	150	°C
存储温度, T_{stg}		-60	150	°C

- (1) 超出绝对最大额定值运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

5.2 ESD 等级

		值	单位
$V_{(ESD)}$ 静电放电	人体放电模式 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准, 所有引脚 ⁽¹⁾	2000	V
	充电器件模型 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101, 所有引脚 ⁽²⁾	500	

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 能够在标准 ESD 控制流程下安全地进行生产。

- (2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

5.3 建议运行条件

		最小值	标称值	最大值	单位
V_{CC} 电源电压, V_{CC} 至 GND		3		3.6	V
T_A 自然通风条件下的工作温度		-40		125	°C
f_o 晶体谐振频率			32.768		kHz
R_S 晶体串联电阻				70	k Ω
C_L 晶体负载电容 #unique_11/unique_11_Connect_42_GUID-C58B930C-DF53-49A6-B349-D6A078C861AF		10.8	12	13.2	pF

- (1) 如果 C_L 为 12pF，不得使用外部负载电容器。

5.4 热性能信息

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

热指标 ⁽¹⁾		BQ32000	单位
		D (SOIC)	
		8 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	114.8	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	59.1	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	55.5	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	11.9	°C/W
ψ_{JT}	结至电路板特征参数	55	°C/W

- (1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅《半导体和 IC 封装热指标》应用报告 [SPRA953](#)。

5.5 电气特性

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源					
I_{CC} V_{CC} 电源电流			100		μA
V_{BACK} 备用电源电压	工作	1.4		V_{CC}	V
	切换	2.0		V_{CC}	
I_{BACK} 备用电源电流	V_{CC} 需要一个脉冲 ⁽¹⁾ , $V_{BACK} = 3V$, 振荡器开启, $T_A = 25^\circ C$		1.2	1.5	μA
逻辑电平输入					
V_{IL} 输入低电压				$0.3V_{CC}$	V
V_{IH} 输入高电压			$0.7V_{CC}$		V
I_{IN} 输入电流	$0V \leq V_{IN} \leq V_{CC}$	-1		1	μA
逻辑电平输出					
V_{OL} 输出低电压	$I_{OL} = 3mA$			0.4	V
I_L 漏电流		-1		1	μA
实时时钟特性					
预校准精度	$V_{CC} = 3.3V$, $V_{BACK} = 3V$, 振荡器开启, $T_A = 25^\circ C$		± 35 ⁽²⁾		ppm

(1) 在 V_{CC} 上发出脉冲后测得的电流。脉冲振幅 0- V_{CC} ；脉冲宽度最小为 1ms。

(2) 典型精度使用参考电路板设计和 KDS DMX-26S 表面贴装 32.768kHz 晶体测得。电路板设计和晶体部分的差异会导致不同的典型精度。

5.6 I²C 时序要求

		标准模式		快速模式		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
f_{SCL}	I ² C 时钟频率	0	100	0	400	kHz
t_{SCH}	I ² C 时钟高电平时间	4		0.6		μs
t_{SCL}	I ² C 时钟低电平时间	4.7		1.3		μs
t_{SP}	I ² C 尖峰时间	0	50	0	50	ns
t_{SDS}	I ² C 串行数据建立时间	250		100		ns
t_{SDH}	I ² C 串行数据保持时间	0		0		ns
t_{ICR}	I ² C 输入上升时间		1000	$20 + 0.1C_b$ ⁽¹⁾	300	ns
t_{ICF}	I ² C 输入下降时间		300	$20 + 0.1C_b$ ⁽¹⁾	300	ns
t_{OCF}	I ² C 输出下降时间		300	$20 + 0.1C_b$ ⁽¹⁾	300	μs
t_{BUF}	I ² C 总线空闲时间	4.7		1.3		μs
t_{STS}	I ² C 开始建立时间	4.7		0.6		μs
t_{STH}	I ² C 开始保持时间	4		0.6		μs
t_{SPS}	I ² C 停止建立时间	4		0.6		μs
$t_{VD(data)}$	有效数据时间 (SCL 低电平到 SDA 有效)		1		1	μs
$t_{VD(ack)}$	ACK 的有效数据时间 (ACK 信号从 SCL 低电平到 SDA 低电平)		1		1	μs

(1) C_b = 一条总线的总电容 (以 pF 为单位)

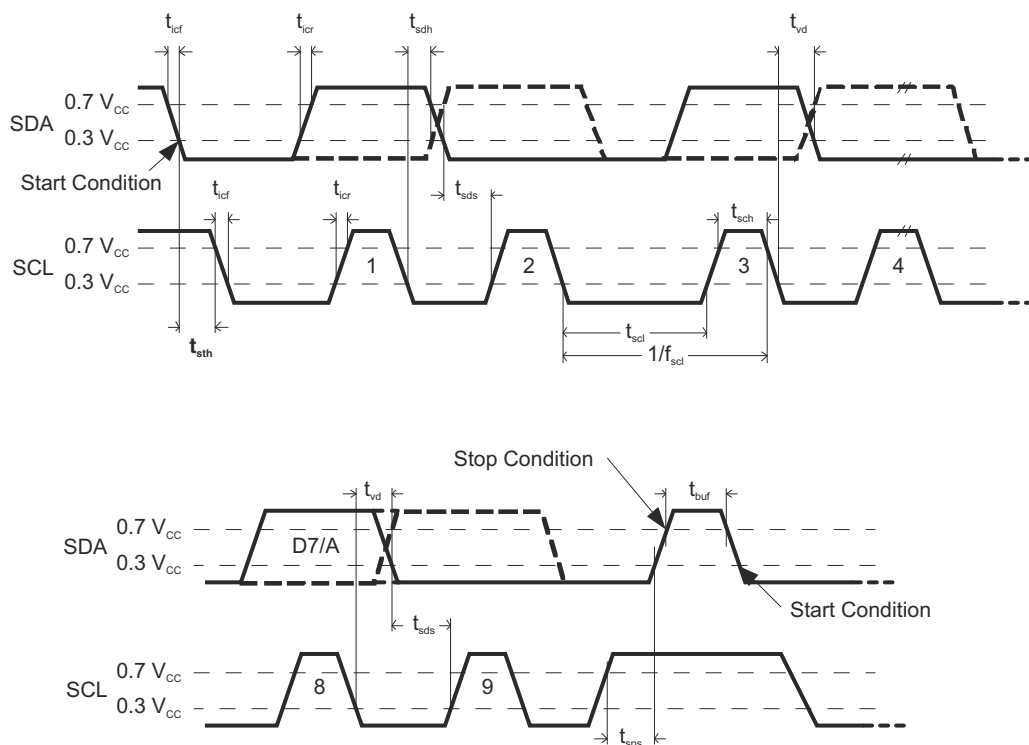


图 5-1. I²C 时序图

5.7 典型特性

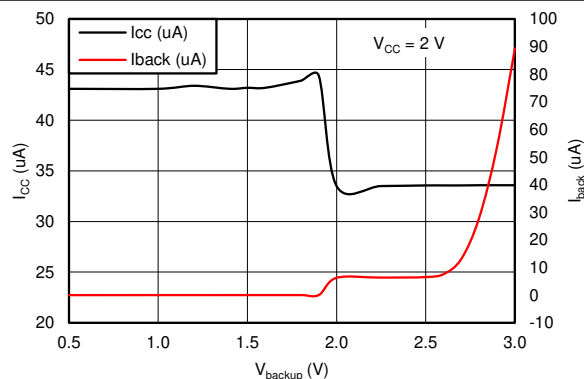


图 5-2. 电流消耗与备用电源电压间的关系

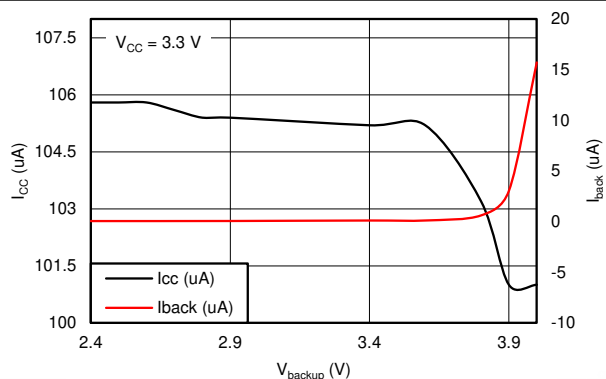


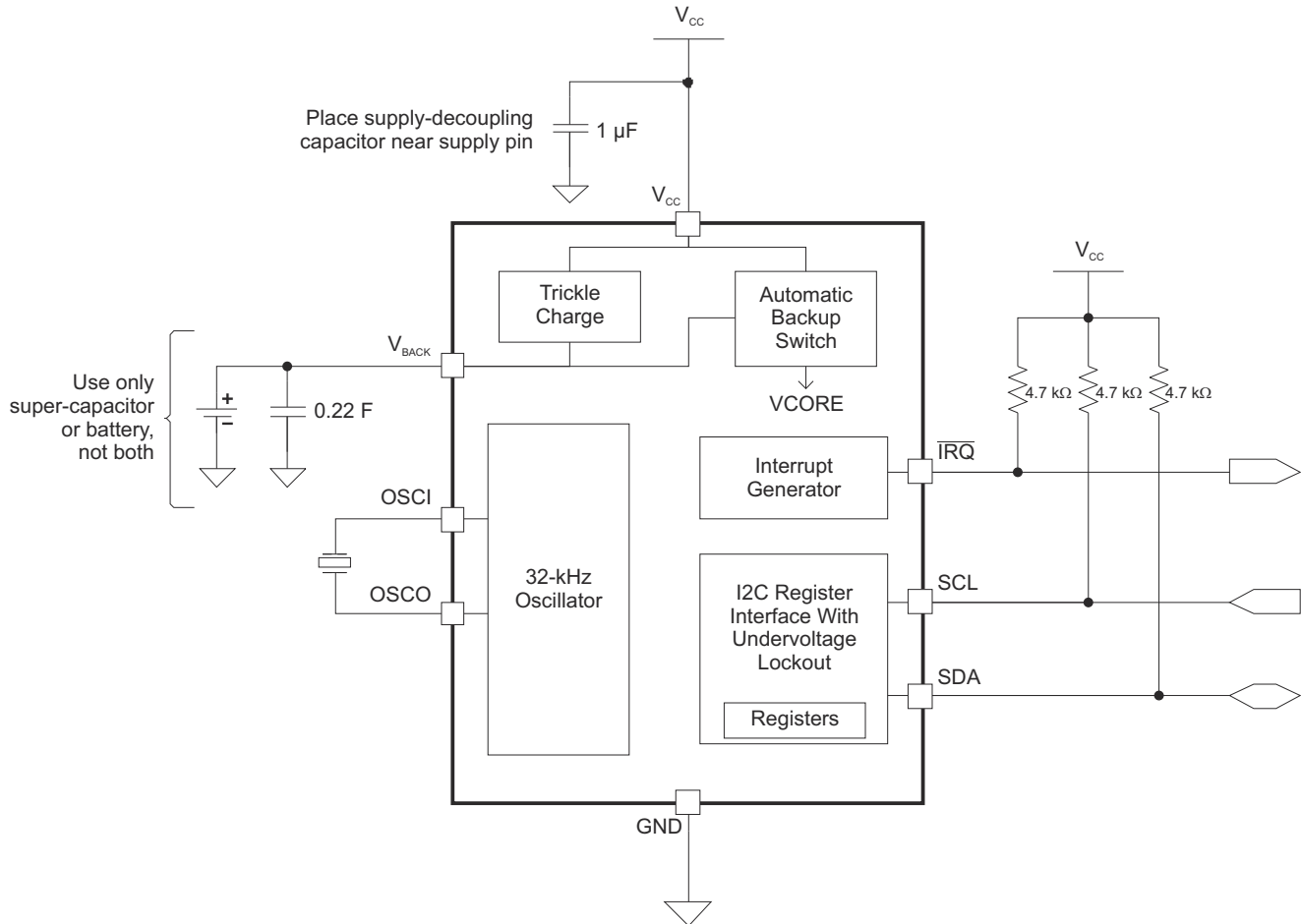
图 5-3. 电流消耗与备用电源电压间的关系

6 详细说明

6.1 概述

BQ32000 是一个实时时钟，具有集成涓流充电器的自动备用电源。

6.2 功能方框图

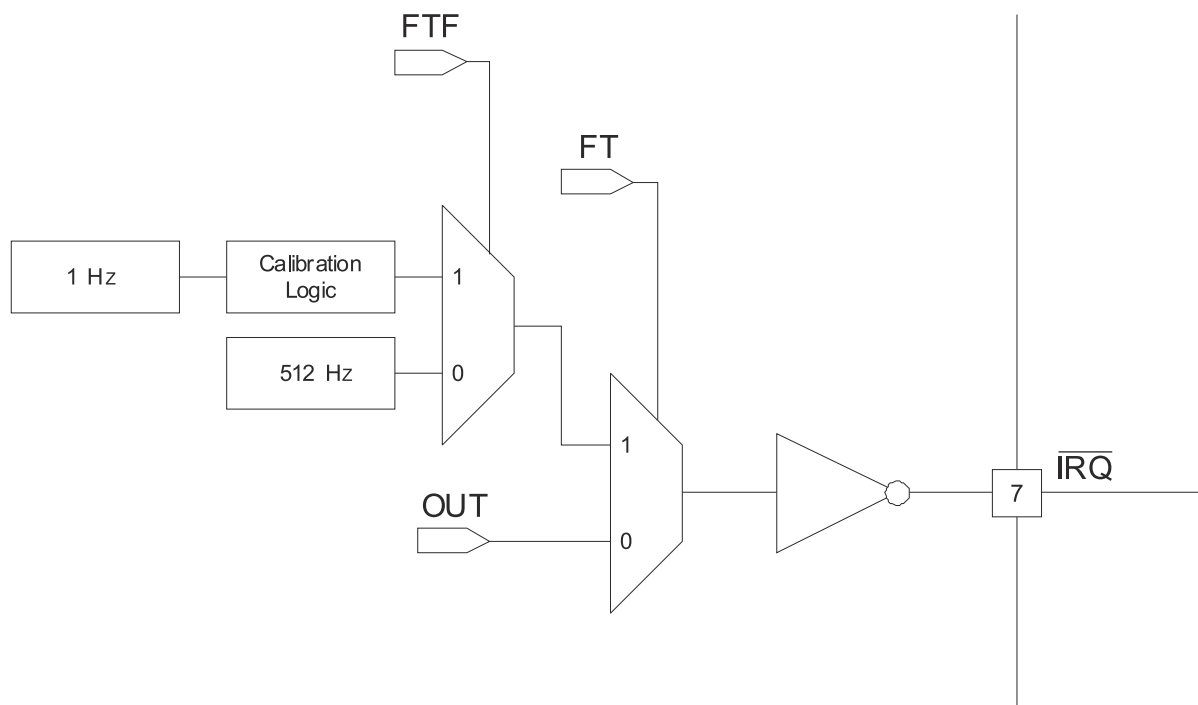


所有上拉电阻器必须连接到 V_{CC}，在备用电源工作期间才不会施加上拉电阻。

6.3 特性说明

6.3.1 $\overline{\text{IRQ}}$ 功能

BQ32000 的 $\overline{\text{IRQ}}$ 引脚用作通用输出或频率测试输出。 $\overline{\text{IRQ}}$ 的功能可通过设置器件寄存器空间中的 FT、FTF 和 OUT 位进行配置。在初始电源周期中，OUT 位设置为 1，FTF 和 FT 位设置为 0。在后续加电时，如果存在备用电源，OUT 位保持不变，FTF 和 FT 位设置为 0。在利用备用电源工作时，不使用 $\overline{\text{IRQ}}$ 引脚功能。 $\overline{\text{IRQ}}$ 上拉电阻器必须连接到 V_{CC}，以防止在由备用电源供电时 $\overline{\text{IRQ}}$ 运行。当 $\overline{\text{IRQ}}$ 配置为输出 1Hz 时，通常无法观察到校准逻辑的影响。校准逻辑的工作原理是周期性地调整 1Hz 时钟的宽度。校准效果只能每 8 或 16 分钟观察一次，具体取决于校准的符号。

图 6-1. $\overline{\text{IRQ}}$ 引脚功能表 6-1. $\overline{\text{IRQ}}$ 功能

FT	OUT	FTF	IRQ 状态
1	X	1	1Hz
1	X	0	512Hz
0	1	X	1
0	0	X	0

校准步骤

SF KEY 1 和 SF KEY 2 寄存器用于使能对主要特殊功能寄存器 (SFR) 的访问权限。只有将特殊功能键依次写入 SF KEY 1 和 SF KEY 2 后, 才能授予对 SFR 的访问权限。每次对 SFR 执行写入操作前, 都必须先按 SF KEY 1 在前、SF KEY 2 在后的顺序, 将 SF 键写入对应的 SF 键寄存器。

将 0x5E 写入寄存器 0x20 (SF KEY 1)。

将 0xC7 写入寄存器 0x21 (SF KEY 2)。

将 0x01 写入寄存器 0x22 (SFR), 以设置 1Hz 校准输出。

然后即可对可编程校准功能进行配置

6.3.2 V_{BACK} 切换

BQ32000 具有内部切换电路，当主电源引脚 V_{CC} 的电压降至最小阈值以下时，会使器件从主电源切换到备用电源。 V_{BACK} 切换电路使用由片上带隙基准产生的内部基准电压 V_{REF} ； V_{REF} 约为 2.8V。当 V_{CC} 低于 V_{BACK} 或 V_{REF} 中较小者时，器件切换为 V_{BACK} 电源。类似地，当 V_{CC} 高于 V_{BACK} 或 V_{REF} 时，器件切换为 V_{CC} 电源。

当 RTC 从主电源切换到备用电源时，某些寄存器会复位为默认值。请参阅寄存器定义，确定哪些寄存器位受备用电源切换影响（受影响的位在“周期”中会显示复位值 (1/0)，在备用切换时不变的位标记为“UC”）。

RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

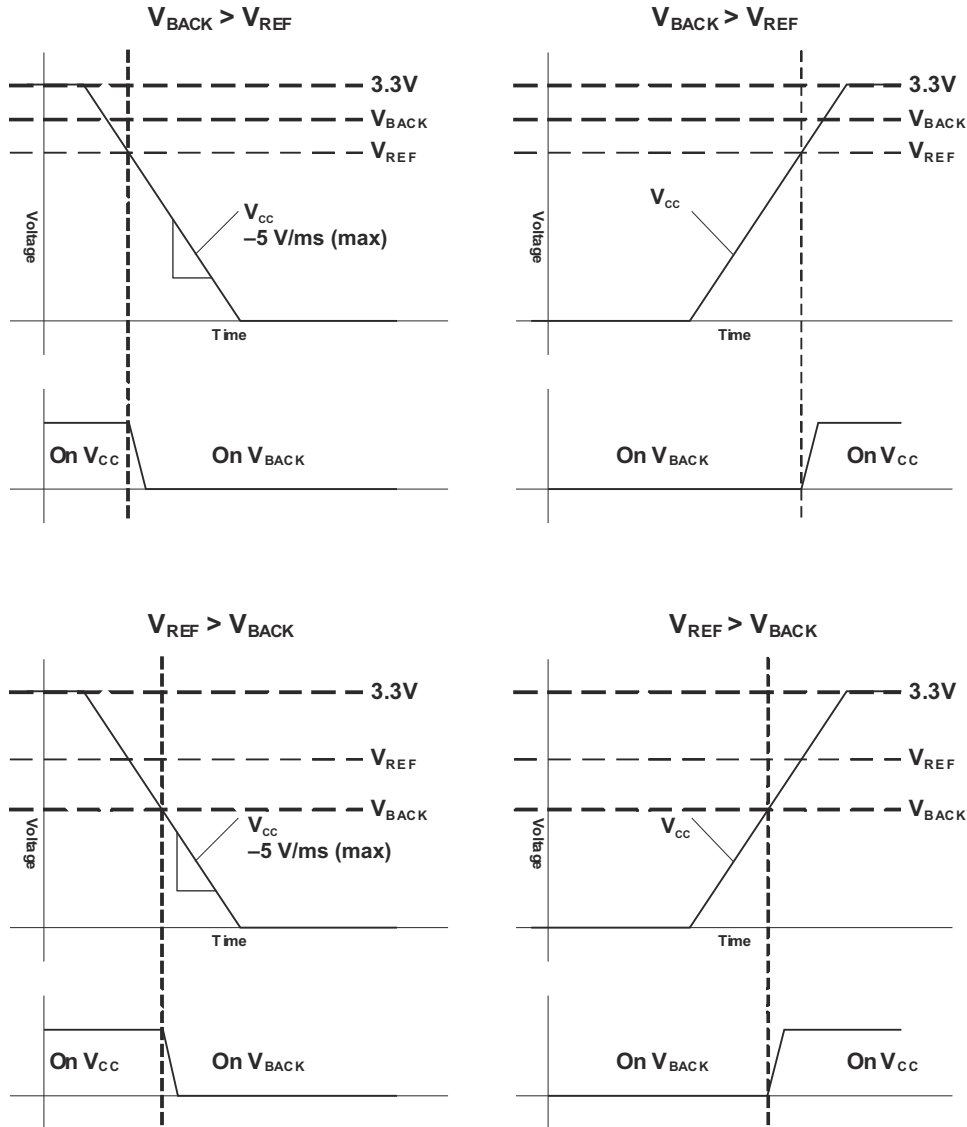


图 6-2. 切换图

6.3.3 涓流充电

BQ32000 包含一个涓流充电电路，用于在使用超级电容器时维持备用电源的电荷。涓流充电电路由三个开关串联实现，这些开关通过设置寄存器空间中的 TCHE[3:0]、TCH2 和 TCFE 位来独立控制。

必须向 TCHE[3:0] 写入 0x5h，向 TCH2 写入 1，才能闭合涓流充电开关并使能从 V_{CC} 对备用电源充电。此外，可以将 TCFE 设置为 1，以旁路内部二极管并提高备用电源的充电电压。当器件初始上电时以及每次器件从主电源切换到备用电源时，所有涓流充电开关都会断开。涓流充电电路旨在与超级电容器配合使用；但在某些情况下，BQ32000 也可与可充电电池配合使用。使能涓流充电时，必须注意不要对可充电电池过度充电。使能涓流充电时，请遵循可充电电池或超级电容器的所有特定充电指南。

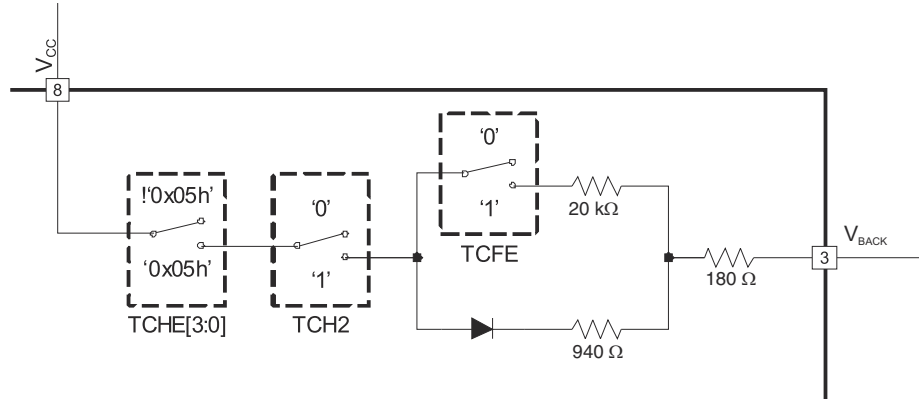


图 6-3. 涓流充电开关功能图

6.4 器件功能模式

当器件从主电源切换到备用电源时，计时寄存器 [0-9] 无法通过 I2C 访问。只有当 $V_{CC} > V_{ref}$ 时才能访问这些寄存器。

器件从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

6.5 编程

6.5.1 I²C 串行接口

利用 I²C 接口，可以通过微控制器来控制 and 监控 RTC。I²C 是由 Philips Semiconductor 开发的双线制串行接口（请参阅《I²C 总线规范》版本 2.1，2000 年 1 月）。

总线由数据线 (SDA) 和时钟线 (SCL) 以及片外上拉电阻器组成。当总线空闲时，SDA 和 SCL 线都被拉高。

主器件（通常是微控制器或数字信号处理器）可控制总线，负责生成 SCL 信号和器件地址。主器件还会生成指示数据传输开始和停止的特定条件。

从器件在主器件的控制下通过总线接收和/或发送数据。该器件仅用作从器件。

当 SCL 保持高电平时，主器件发送开始条件（SDA I/O 从高电平切换到低电平）以启动 I²C 通信。在发送开始条件之后，会发送器件地址字节，首先发送最高有效位 (MSB)，包括数据方向位 ($\overline{R/W}$)。接收到有效地址字节后，该器件以应答位作为响应，即在与应答相关时钟脉冲的高电平期间将 SDA I/O 拉至低电平。该器件对 I²C 从器件地址 11010000b（对于写入命令）和从器件地址 11010001b（对于读取命令）做出响应。

该器件不响应通用呼叫地址。

地址应答位后跟随一个数据字节。如果 $\overline{R/W}$ 位为低电平，则由主器件写入数据。如果 $\overline{R/W}$ 位为高电平，则该器件的数据是从先前通过写入子地址寄存器而选择的寄存器中读取的值。数据字节后跟随该器件发送的应答位。只有在完整字节被接收并获得应答后，数据才会输出。

主器件发送停止条件（即在 SCL 输入为高电平期间 SDA I/O 上低电平到高电平的切换）来终止传输。主器件必须在 RTC 退出备用模式后至少等待 60 μ s 才能生成开始条件。

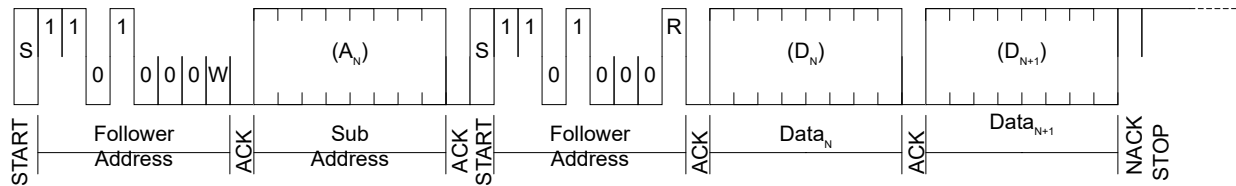


图 6-4. I²C 读取模式

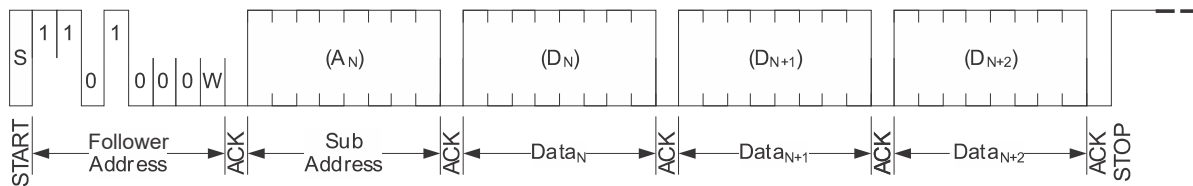


图 6-5. I²C 写入模式

7 寄存器映射

表 7-1. 常规寄存器

寄存器	地址 (十六进制)	寄存器名称	说明
0	0x00	SECONDS	时钟秒和 STOP 位
1	0x01	MINUTES	时钟分钟
2	0x02	CENT_HOURS	时钟小时、世纪和 CENT_EN 位
3	0x03	DAY	时钟日
4	0x04	日期	时钟日期
5	0x05	MONTH	时钟月份
6	0x06	年	时钟年份
7	0x07	CAL_CFG1	校准和配置
8	0x08	TCH2	涓流充电使能
9	0x09	CFG2	配置 2

表 7-2. 特殊功能寄存器

寄存器	地址 (十六进制)	寄存器名称	说明
32	0x20	SF KEY 1	特殊功能键 1
33	0x21	SF KEY 2	特殊功能键 2
34	0x22	SFR	特殊功能寄存器

7.1 进入备用模式后的 I²C 读取

RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。如果在更新完成之前启动 RTC I²C 读取，将返回 RTC 进入备用模式时的时间。为确保在进入备用模式后读取到正确的时间，主机必须在主电源高于 2.8V 且高于 V_{BACK} 之后等待超过 1 秒。

7.2 常规寄存器说明

7.2.1 SECONDS 寄存器 (地址 = 0x00) [复位 = 0XXXXXXb]

说明 - 时钟秒和 STOP 位

图 7-1. SECONDS 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
STOP	10_SECOND			1_SECOND				名称
r/w	r/w			r/w				读取/写入
0	X	X	X	X	X	X	X	初始
UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	周期

STOP	振荡器停止。STOP 位用于强制振荡器停止振荡。初次加电时 STOP 设置为 0，后续所有电源周期 STOP 保持不变。在初始加电时，可向 STOP 写入 1，然后写入 0 来强制启动振荡器。
0	正常
1	停止
10_SECOND	秒的十位的 BCD。10_SECOND 位是时钟上秒的十位的 BCD 表示。有效值为 0 至 5。如果向 10_SECOND 写入无效数据，时钟会继续使用 10_SECOND 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，10_SECOND 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。
1_SECOND	秒的个位的 BCD。1_SECOND 位是时钟上秒的个位的 BCD 表示。有效值为 0 至 9。如果向 1_SECOND 写入无效数据，时钟会继续使用 1_SECOND 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，1_SECOND 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

7.2.2 MINUTES 寄存器 (地址 = 0x01) [复位 = 1XXXXXXb]

说明 - 时钟分钟

图 7-2. MINUTES 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
OF	10_MINUTE			1_MINUTE				名称
r/w	r/w			r/w				读取/写入
1	X	X	X	X	X	X	X	初始
0	UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	周期

OF 振荡器故障标志。OF 位是一个锁存标志，指示 32.768kHz 振荡器何时丢失至少 4 个连续脉冲。OF 标志始终在初始加电时置位，并可以通过串行接口清除。当 OF 为 0 时，表示未检测到振荡器故障。当 OF 为 1 时，表示振荡器故障检测电路检测到丢失至少 4 个连续脉冲。

0 未检测到故障

1 检测到故障

10_MINUTE 分钟十位的 BCD。10_MINUTE 位是时钟上分钟十位的 BCD 表示。有效值为 0 至 5。如果向 10_MINUTE 写入无效数据，时钟会继续使用 10_MINUTE 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，10_MINUTE 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

1_MINUTE 分钟个位的 BCD。1_MINUTE 位是时钟上分钟个位的 BCD 表示。有效值为 0 至 9。如果向 1_MINUTE 写入无效数据，时钟会继续使用 1_MINUTE 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，1_MINUTE 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

7.2.3 CENT_HOURS 寄存器 (地址 = 0x02) [复位 = XXXXXXXXb]

说明 - 时钟小时、世纪和 CENT_EN 位

图 7-3. CENT_HOURS 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
CENT_EN	CENT	10_HOUR		1_HOUR				名称
r/w	r/w	r/w		r/w				读取/写入
X	X	X	X	X	X	X	X	初始
UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	周期

CENT_EN 世纪使能。CENT_EN 位使能世纪计时功能。如果 CENT_EN 设置为 1，则时钟使用 CENT 位跟踪世纪。如果 CENT_EN 设置为 0，则时钟忽略 CENT 位。

0 禁用世纪

1 使能世纪

CENT 世纪。CENT 位在使能世纪计时后跟踪世纪。当年份计数从 99 滚动到 00 时，时钟会切换 CENT 位。由于时钟会对 CENT 位取反，用户可以定义 CENT 的含义（1 表示当前世纪，0 表示下一世纪；或 0 表示当前世纪，1 表示下一世纪）。

10_HOUR 小时十位的 BCD (24 小时格式)。10_HOUR 位是时钟上小时十位的 BCD 表示，采用 24 小时格式。有效值为 0 至 2。如果向 10_HOUR 写入无效数据，时钟会继续使用 10_HOUR 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，10_HOUR 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

1_HOUR 小时个位的 BCD (24 小时格式)。1_HOUR 位是时钟上小时个位的 BCD 表示，采用 24 小时格式。有效值为 0 至 9。如果向 1_HOUR 写入无效数据，时钟会继续使用 1_HOUR 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，1_HOUR 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

7.2.4 DAY 寄存器 (地址 = 0x03) [复位 = 00000XXXb]

描述 - 时钟日

图 7-4. DAY 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
RSVD				DAY				名称
r/w				r/w				读取/写入
0	0	0	0	0	X	X	X	初始
0	0	0	0	0	UC	UC	UC	周期

RSVD 保留。RSVD 位始终写为 0。

DAY 一周中某天的 BCD。DAY 位是一周中某天的 BCD 表示。有效值为 1 至 7，表示星期日到星期六。如果将 DAY 设置为 0，它会一直更新直到计数器翻转；此后，DAY 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

- 1 星期日
- 2 星期一
- 3 星期二
- 4 星期三
- 5 星期四
- 6 星期五
- 7 星期六

7.2.5 DATE 寄存器 (地址 = 0x04) [复位 = 00XXXXXXb]

说明 - 时钟日期

图 7-5. DATE 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
RSVD		10_DATE		1_DATE				名称
r/w		r/w		r/w				读取/写入
0	0	X	X	X	X	X	X	初始
0	0	UC	UC	UC	UC	UC	UC	周期

RSVD 保留。RSVD 位始终写为 0。

10_DATE 日期十位的 BCD。10_DATE 位是时钟上日期十位的 BCD 表示。有效值为 0 至 3⁽¹⁾。如果向 10_DATE 写入无效数据，时钟会继续使用 10_DATE 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，10_DATE 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

1_DATE 日期个位的 BCD。1_DATE 位是时钟上日期个位的 BCD 表示。有效值为 0 至 9⁽¹⁾。如果向 1_DATE 写入无效数据，时钟会继续使用 1_DATE 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，1_DATE 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

(1) 10_DATE 和 1_DATE 必须组成一个有效日期，范围为 01 到 31，具体取决于月份和年份。

7.2.6 MONTH 寄存器 (地址 = 0x05) [复位 = 000XXXXXb]

说明 - 时钟月份

图 7-6. MONTH 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
RSVD			10_MONTH	1_MONTH				名称
r/w			r/w	r/w				读取/写入
0	0	0	X	X	X	X	X	初始
0	0	0	UC	UC	UC	UC	UC	周期

RSVD 保留。RSVD 位必须始终写为 0。

10_MONTH 月份十位的 BCD。10_MONTH 位是时钟上月份十位的 BCD 表示。有效值为 0 至 1⁽¹⁾。如果向 10_MONTH 写入无效数据，时钟会继续使用 10_MONTH 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，10_MONTH 中的数据才有效。

1_MONTH 月份个位的 BCD。1_MONTH 位是时钟上月份个位的 BCD 表示。有效值为 0 至 9⁽¹⁾。如果向 1_MONTH 写入无效数据，时钟会继续使用 1_MONTH 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，1_MONTH 中的数据才有效。

(1) 10_MONTH 和 1_MONTH 必须组成一个有效日期，范围为 01 到 12。

7.2.7 YEARS 寄存器 (地址 = 0x06) [复位 = XXXXXXXXXb]

描述 - 时钟年份

图 7-7. YEARS 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
10_YEAR				1_YEAR				名称
r/w				r/w				读取/写入
X	X	X	X	X	X	X	X	初始
UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	周期

10_YEAR 年份十位的 BCD。10_YEAR 位是时钟上年份十位的 BCD 表示。有效值为 0 至 9。如果向 10_YEAR 写入无效数据，时钟会继续使用 10_YEAR 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，10_YEAR 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

1_YEAR 年份个位的 BCD。1_YEAR 位是时钟上年份个位的 BCD 表示。有效值为 0 至 9。如果向 1_YEAR 写入无效数据，时钟会继续使用 1_YEAR 中的无效数据进行更新，直到计数器翻转；此后，1_YEAR 中的数据才有效。RTC 从备用电源切换到主电源后，计时寄存器最多可能需要 1 秒才能更新。

7.2.8 CAL_CFG1 寄存器 (地址 = 0x07) [复位 = 10000000b]

说明 - 校准和控制

图 7-8. CAL_CFG1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
OUT	FT	S	CAL					名称
r/w	r/w	r/w	r/w					读取/写入
1	0	0	0	0	0	0	0	初始
UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	UC	周期

OUT 逻辑输出，FT = 0 时。当 FT 为零时， $\overline{\text{IRQ}}$ 引脚的逻辑输出反映 OUT 的值。

0 $\overline{\text{IRQ}}$ 为逻辑 0

1 $\overline{\text{IRQ}}$ 为逻辑 1

FT 测试频率。FT 位用于使能 $\overline{\text{IRQ}}$ 引脚上的频率测试信号。当 FT 为 1 时， $\overline{\text{IRQ}}$ 引脚上产生方波。SFR 寄存器中的 FTF 位决定测试信号的频率。

0 禁用

1 启用

S 校准标志。S 位决定应用于振荡器的校准极性。如果 S 为 0，则校准会减慢 RTC 速度。如果 S 为 1，则校准会加快 RTC 速度。

0 减慢 (+)

1 加快 (-)

CAL 校准。CAL 位与 S 一起决定校准量，如表 7-3 所示。

表 7-3. 校准

CAL (十进制)	S = 0	S = 1
0	+0ppm	-0ppm
1	+2ppm	-4ppm
N	+N/491,520 (每分钟)	- N/245,760 (每分钟)
30	+61ppm	-122ppm
31	+63ppm	-126ppm

7.2.9 TCH2 寄存器 (地址 = 0x08) [复位 = 10010000b]

说明 - 涓流充电 TCH2 控制

图 7-9. TCH2 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
RSVD		TCH2	RSVD					名称
r/w		r/w	r/w					读取/写入
1	0	0	1	0	0	0	0	初始
UC	0	0	1	UC	UC	UC	UC	周期

RSVD 保留。RSVD 位应始终写为 0。

TCH2 涓流充电开关 2。TCH2 位决定闭合还是断开内部涓流充电开关。要进行涓流充电，必须闭合所有涓流充电开关。如果 TCH2 为 0，表示 TCH2 开关断开。如果 TCH2 为 1，表示 TCH2 开关闭合。

0 开路

1 闭合

7.2.10 CFG2 寄存器 (地址 = 0x09) [复位 = 10101010b]

说明 - 配置 2

图 7-10. CFG2 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
RSVD	TCFE	RSVD		TCHE				名称
r/w	r/w	r/w		r/w				读取/写入
1	0	1	0	1	0	1	0	初始
1	0	UC	UC	1	0	1	0	周期

RSVD 保留。RSVD 位写为 0。

TCFE 涓流充电 FET 旁路。TCFE 位用于使能涓流充电 FET。当 TCFE 为 0 时，FET 关断。当 TCFE 为 1 时，FET 导通。

0 开路

1 闭合

TCHE 涓流充电使能。TCHE 位决定涓流充电器是否处于活动状态。如果 TCHE 为 0x5，则涓流充电器处于活动状态；否则涓流充电器处于非活动状态。

7.3 特殊功能寄存器

7.3.1 SF KEY 1 寄存器 (地址 = 0x20) [复位 = 00000000b]

说明 - 特殊功能键 1

图 7-11. SF KEY 1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
SF KEY B1								名称
r/w								读取/写入
0	0	0	0	0	0	0	0	初始
0	0	0	0	0	0	0	0	周期

SF KEY B1 特殊功能访问键字节 1。读数为 0x00，键为 0x5E。

SF KEY 1 和 SF KEY 2 寄存器用于使能对主要特殊功能寄存器 (SFR) 的访问权限。只有将特殊功能键依次写入 SF KEY 1 和 SF KEY 2 后，才能授予对 SFR 的访问权限。每次对 SFR 执行写入操作前，都必须先按 SF KEY 1 在前、SF KEY 2 在后的顺序，将 SF 键写入对应的 SF 键寄存器。

7.3.2 SF KEY 2 寄存器 (地址 = 0x21) [复位 = 00000000b]

说明 - 特殊功能键 2

图 7-12. SF KEY 2 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
SF KEY 2								名称
r/w								读取/写入
0	0	0	0	0	0	0	0	初始
0	0	0	0	0	0	0	0	周期

SF KEY 2 特殊功能访问键字节 2。读数为 0x00，键为 0xC7。

SF KEY 1 和 SF KEY 2 寄存器用于使能对主要特殊功能寄存器 (SFR) 的访问权限。只有将特殊功能键依次写入 SF KEY 1 和 SF KEY 2 后，才能授予对 SFR 的访问权限。每次对 SFR 执行写入操作前，都必须先按 SF KEY 1 在前、SF KEY 2 在后的顺序，将 SF 键写入对应的 SF 键寄存器。

7.3.3 SFR 寄存器 (地址 = 0x22) [复位 = 00000000b]

说明 - 特殊功能寄存器 1

图 7-13. SFR 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0	位
RSVD							FTF	名称
r/w							r/w	读取/写入
0	0	0	0	0	0	0	0	初始
0	0	0	0	0	0	0	0	周期

RSVD 保留。RSVD 位必须始终写为 0。

FTF 强制校准为 1Hz。FTF 允许将校准输出的频率从 512Hz 更改为 1Hz。默认情况下，FTF 会被清除，RTC 输出 512Hz 校准信号。置位 FTF 会强制将校准信号设置为 1Hz，并且校准会跟踪内部 ppm 调整。注意：默认 512Hz 校准信号不包括 ppm 调整的影响。

0 正常 512Hz 校准

1 1Hz 校准

8 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规范，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定各元件是否适用于其具体用途。客户需要验证并测试其设计实现方案，以保证系统正常工作。

8.1 应用信息

BQ32000 的典型应用是为系统提供精确的时间和日期。当电源电压降至电压阈值以下时，会自动从主电源切换至备用电源，从而提供额外的可靠性。

8.2 典型应用

下面的设计是 BQ32000 的一种常见应用。

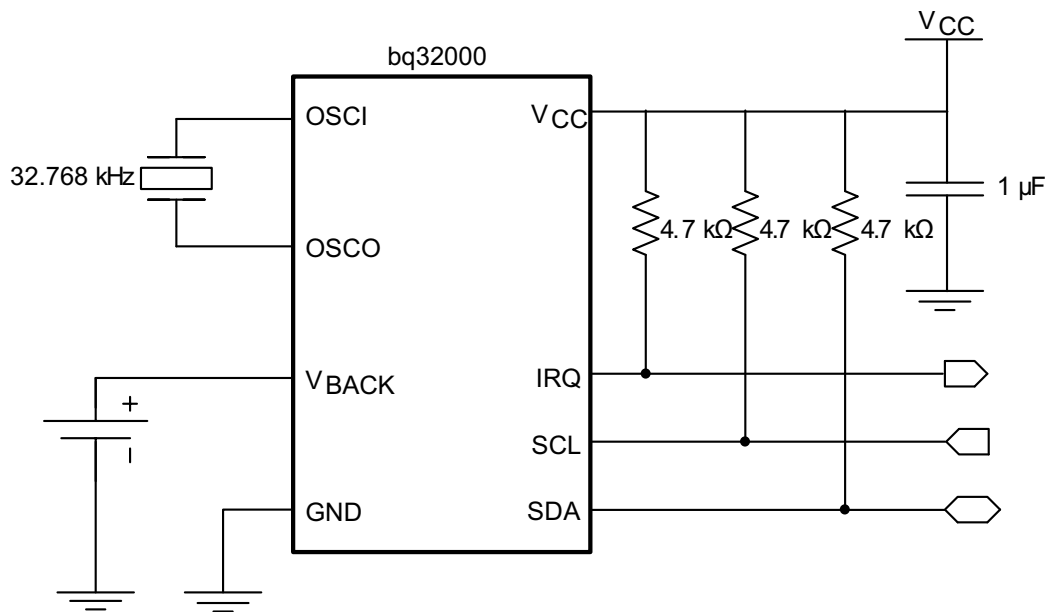


图 8-1. 典型应用原理图

8.2.1 设计要求

设计要求参数见下表。

表 8-1. 设计参数

设计参数	基准	示例值
电源电压	V _{CC}	3.3V
备用电源	V _{BACK}	BR1225
晶体振荡器	XT	32.768kHz

8.2.2 详细设计过程

8.2.2.1 从寄存器读取

本报告详细说明了 SECONDS 寄存器的读回。图 8-2 描绘了作为基准的第一个条件，用于将 BQ32000 中 SECONDS 寄存器的读取值与示波器的内部 PC 时间进行比较。本示例演示了两种工作模式。

条件 1。主电源电压 V_{CC} 高于备用电源电压 V_{BACK} 和内部基准电压 V_{REF} 。在该模式下，器件的内部寄存器可正常工作，支持完整的读取和写入访问。分析图 8-2，将已知的寄存器值与系统时钟进行比较；在本例中，PC 时钟显示在屏幕截图的底部。

在该条件下 BQ32000 读回 [101][0010] = [5][2]，即在 PC 时间下午 2:22:43 时为 52 秒。

条件 2。 V_{CC} 现在降至 2V ($V_{BACK} > V_{CC}$)。在该模式下，I2C 通信暂停。但内部计时寄存器仍可保持完整功能与精度，在 RTC 从 V_{BACK} 切换回 V_{CC} 电源 1 秒后，控制器即可对其进行可靠读取。

条件 3。在这个最终测试条件下，RTC 恢复为由主电源供电，I2C 通信现在恢复全部功能。

图 8-3 演示了来自 SECONDS 寄存器的读回值 [100][0101] = [4][5]，即在 PC 时间下午 2:23:36 时为 45 秒。这证明了在 V_{CC} 降至 V_{BACK} 以下时，BQ32000 能够保持计时寄存器正常、准确地工作。

8.2.2.2 闰年补偿

BQ32000 将能被 4 整除的年份归类为闰年。使用这一规则可以保证在 2100 年之前实现可靠的闰年补偿。不符合该规则的年份需由外部控制器完成补偿。

8.2.2.3 利用备用电源

为了使 BQ32000 达到 节 5.5 中规定的低备用电源电流，每次完全断电后必须对 V_{CC} 引脚进行初始化。初始化方法是在连接备用电源后立即为 V_{CC} 提供 3 至 3.6V 电压并持续至少 1ms。如果在连接备用电源时未给 V_{CC} 上电，则 V_{BACK} 的预期泄漏电流将远大于规定值。

例如，安装超级电容器或备用电池后，为 RTC 提供 V_{CC} 至少 1ms，然后移除 V_{CC} 电源。当 V_{CC} 施加到器件时，器件会自动切换为使用 V_{CC} 供电。移除 V_{CC} 电源后，器件切换为使用备用电源并提供 节 5.5 中规定的电流。

8.2.2.4 晶体输入校准示例

要使用可编程校准功能对晶体进行校准，请按照以下步骤操作：

1. 按照第 7.6.2.8 节所述步骤，通过将 FTF 位和 FT 位设置为 1，将 IRQ 引脚配置为 1Hz
2. 使用至少 12 位精度的频率计测量 1Hz 输出信号 2-
3. 按照方程式 1 计算以 ppm 为单位的绝对误差

$$1 \text{ Absolute Error } [ppm] = \left| 1e6 \frac{f_{measured} - 1 \text{ Hz}}{1 \text{ Hz}} \right| \quad (1)$$

如果频率过低，则设置 $S = 1$ ，并根据方程式 2 设置相应的 CAL 位

$$CAL = \frac{\text{Absolute Error}}{\frac{1e6}{245760}} \quad (2)$$

如果频率过高，则设置 $S = 0$ ，根据方程式 3 设置相应的 CAL 位并四舍五入到最接近的整数。

$$CAL = \frac{\text{Absolute Error}}{\frac{1e6}{491520}} \quad (3)$$

备注

由于频率变化很小且不频繁，根据校准符号的不同，每 8 或 16 分钟才会观察一次误差。

校准仅校正初始偏移，不会针对温度和老化效应进行调整。这可以通过定期测量温度，并使用晶体的特性曲线根据温度按需调整 ppm 来解决。

IRQ 引脚测得频率低于 1Hz

假设测得的 IRQ 输出为 0.999933203125Hz。频率误差约偏低 66.8ppm。要将频率提高约 66.8ppm，可设置 S = 1，CAL 设置为 16

IRQ 引脚测得频率高于 1Hz

假设测得的 IRQ 输出为 1.0000244140625Hz。频率误差约偏高 24.4ppm。要将频率降低约 24.4ppm，可设置 S = 0，CAL 设置为 12

8.2.2.5 计算超级电容器值的示例

使用公式 (4)，假设 C 为常数，在最小备用电源电压 (Vf) 为 1.4V、最大备用电源电流 I_{back} 为 1.5 μA 的条件下求解电容值。假设 V_{back} 初始电压 Vi 为 3.3V。当 t = 一周和 t = 一月时，电容值分别为：一周为 0.447F，一月为 2.046F。

$$4 V_f = V_i - I_{back} \frac{t}{C} \quad (4)$$

8.2.3 应用曲线

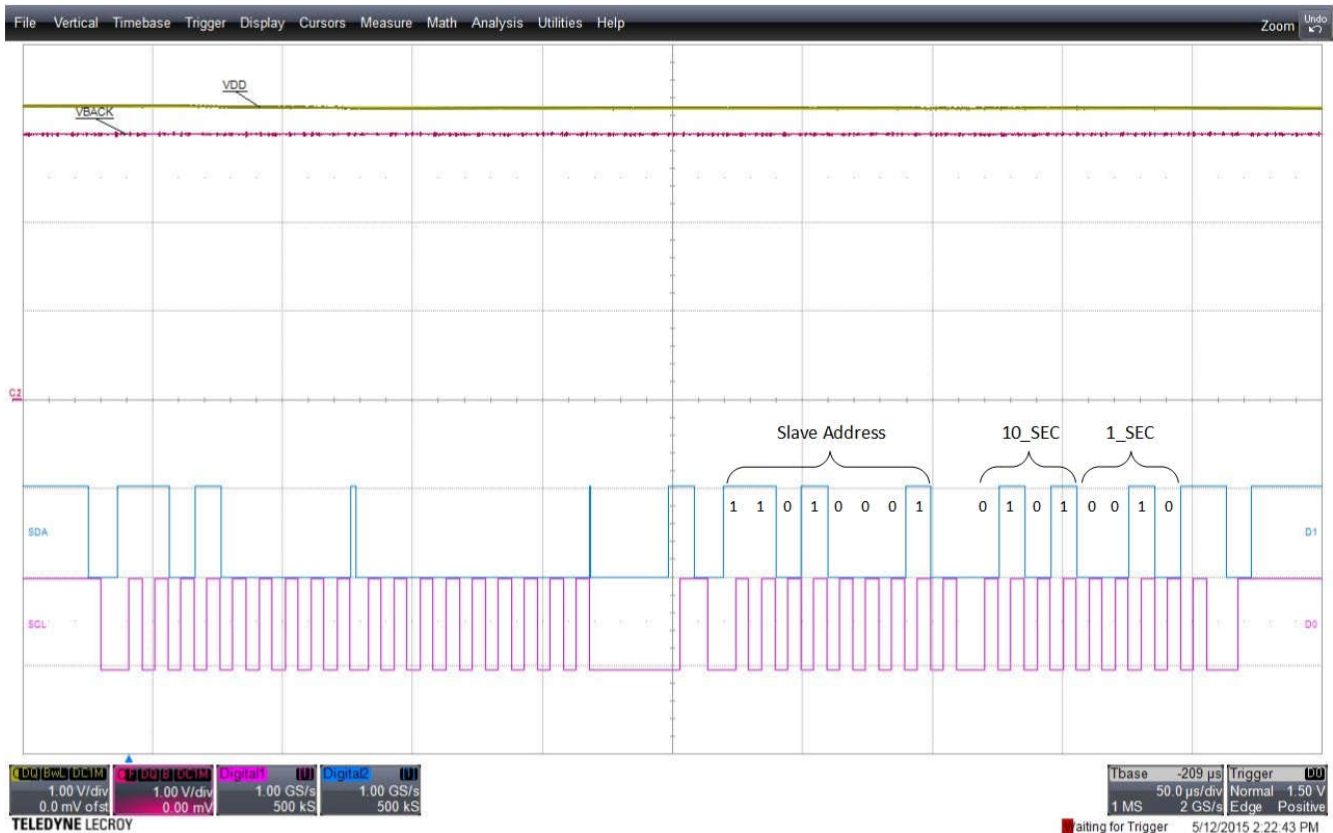


图 8-2. SECONDS 寄存器的主从 I²C 通信

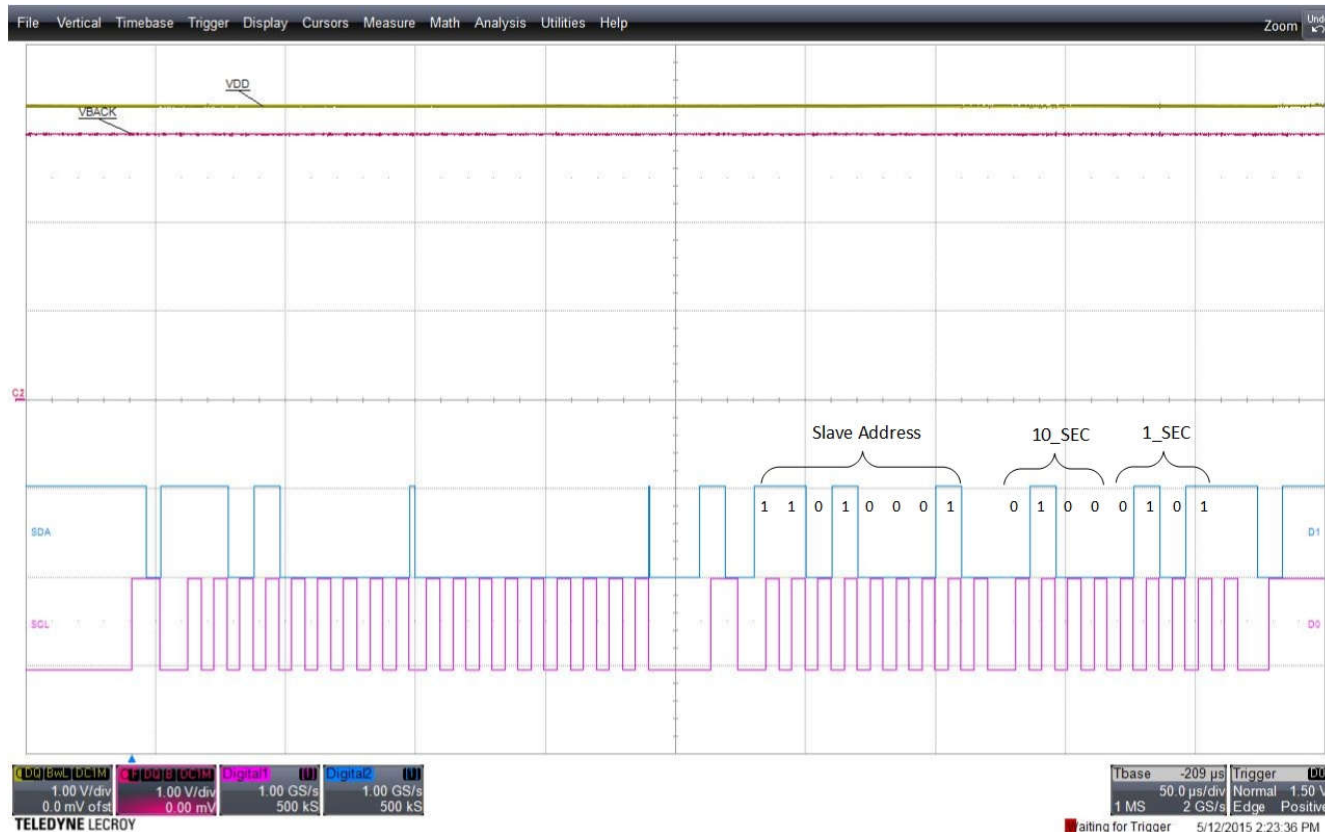


图 8-3. 从备用电源恢复后 SECONDS 寄存器的主从 I²C 通信

电源相关建议

BQ32000 设计的输入电压 V_{CC} 范围为 3.0 至 3.6V。用户必须选用容值不小于 1 μ F、额定耐压至少覆盖最大电压的陶瓷旁路电容器，并尽可能靠近 V_{CC} 引脚和 GND 引脚放置。

8.3 布局

8.3.1 布局指南

V_{CC} 引脚必须使用低 ESR 陶瓷旁路电容器旁路至 GND，推荐最小容值为 1 μ F。该电容器必须尽可能靠近 V_{CC} 和 GND 引脚放置，并通过较宽的走线或接地平面与器件 GND 引脚相连。

将 32.768kHz 晶体振荡器尽可能靠近 OSCI 和 OSCO 引脚放置。这样可以最大限度地减小杂散电容。

8.3.2 布局示例

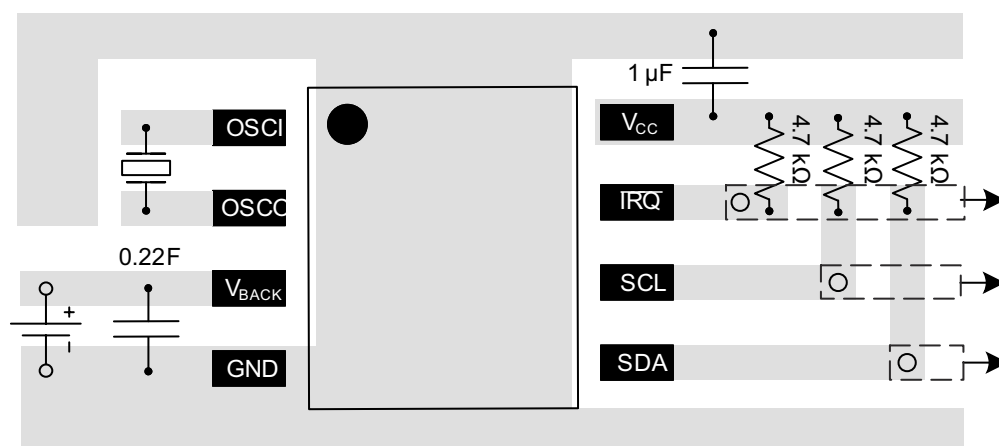


图 8-4. 建议的 PCB 布局

9 器件和文档支持

9.1 器件支持

9.2 社区资源

9.3 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

10 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision E (August 2015) to Revision F (January 2026)	Page
--	------

- | | |
|----------------------------------|---|
| • 更新了文档，将旧术语替换为“主器件”和“从器件” | 1 |
|----------------------------------|---|

Changes from Revision D (November 2011) to Revision E (August 2015)	Page
---	------

- | | |
|--|---|
| • 添加了“ESD 等级”表、“特性说明”部分、“器件功能模式”、“应用和实施”部分、“电源相关建议”部分、“布局”部分、“器件和文档支持”部分以及“机械、封装和可订购信息”部分..... | 1 |
| • 向“绝对最大额定值”添加了“存储温度” | 4 |
| • 将 $V_{CC} = 0$ 更改为“VCC 需要一个脉冲”。 | 5 |

机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
BQ32000D	Active	Production	SOIC (D) 8	75 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	32000
BQ32000D.A	Active	Production	SOIC (D) 8	75 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	32000
BQ32000DR	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	32000
BQ32000DR.A	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	32000
BQ32000DRG4	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	32000
BQ32000DRG4.A	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	32000

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
BQ32000DR	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.4	5.2	2.1	8.0	12.0	Q1
BQ32000DRG4	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.4	5.2	2.1	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
BQ32000DR	SOIC	D	8	2500	353.0	353.0	32.0
BQ32000DRG4	SOIC	D	8	2500	353.0	353.0	32.0

TUBE



*All dimensions are nominal

Device	Package Name	Package Type	Pins	SPQ	L (mm)	W (mm)	T (μm)	B (mm)
BQ32000D	D	SOIC	8	75	506.6	8	3940	4.32
BQ32000D.A	D	SOIC	8	75	506.6	8	3940	4.32



PACKAGE OUTLINE

SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



1. Linear dimensions are in inches [millimeters]. Dimensions in parenthesis are for reference only. Controlling dimensions are in inches. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed .006 [0.15] per side.
4. This dimension does not include interlead flash.
5. Reference JEDEC registration MS-012, variation AA.

D0008A

SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:8X



SOLDER MASK DETAILS

4214825/C 02/2019

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.

7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

D0008A

SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON .005 INCH [0.125 MM] THICK STENCIL
SCALE:8X

4214825/C 02/2019

NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月