

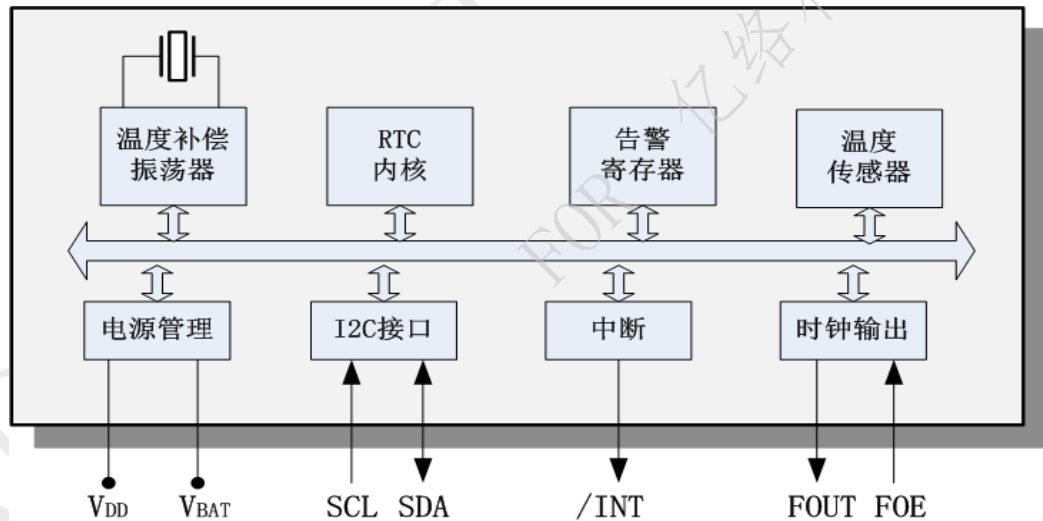


## INS5609 — I<sup>2</sup>C 低功耗 RTC 实时时钟芯片

### 特性

- 低功耗：2uA(典型)
- 电压输入范围：1.6V ~ 5.0V
- 超高稳定性：
  - < ±5ppm @ -20°C ~ +70°C
  - < ±20ppm @ -40°C ~ -20°C, +70°C ~ +85°C
- 温度范围：-40°C ~ +85°C
- 闰年自动调整功能
- 内置晶体：32.768kHz
- 自动后备电池切换功能
- 内置温度传感器
- 定时输出功能，周期可设置
- 通信接口类型：I<sup>2</sup>C 总线接口
- 封装尺寸：3.2mm × 2.5mm × 1.0mm

### 原理框图



### 说明

INS5609 是一款低功耗实时时钟芯片，内置 32.768KHz 晶振、高精度温度传感器以及温度补偿电路，自动调整时钟精度。具有 I<sup>2</sup>C 通信接口，支持日历（年，月，日，时，分，秒）和时钟计时等多种功能。采用贴片 3225 封装，适用于三表、便携式终端及其他小型电子仪器等。



### 修订记录表

| 版本   | 修改内容 | 起草 | 修正日期       |
|------|------|----|------------|
| V1.0 | 首次发布 |    | 2021.02.24 |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |
|      |      |    |            |



# 目录

|        |                             |    |
|--------|-----------------------------|----|
| 1      | 产品概述 .....                  | 5  |
| 2      | 原理框图 .....                  | 5  |
| 3      | 特性 .....                    | 5  |
| 4      | 管脚定义 .....                  | 6  |
| 5      | 电气特性 .....                  | 7  |
| 5.1    | 绝对参数.....                   | 7  |
| 5.2    | 额定工作参数.....                 | 7  |
| 5.3    | 频率特性.....                   | 7  |
| 5.4    | 直流电气特性.....                 | 8  |
| 5.5    | 交流特性.....                   | 9  |
| 6      | 用户寄存器.....                  | 10 |
| 6.1    | 寄存器列表.....                  | 10 |
| 6.2    | 寄存器详细描述.....                | 12 |
| 6.2.1  | 时间.....                     | 12 |
| 6.2.2  | 告警.....                     | 13 |
| 6.2.3  | 定时器.....                    | 13 |
| 6.2.4  | 扩展寄存器.....                  | 13 |
| 6.2.5  | 标志寄存器.....                  | 14 |
| 6.2.6  | 控制寄存器.....                  | 14 |
| 6.2.7  | 温度寄存器.....                  | 15 |
| 6.2.8  | 备份电源功能寄存器.....              | 15 |
| 6.2.9  | Device ID 寄存器.....          | 15 |
| 6.2.10 | 控制寄存器 1.....                | 16 |
| 6.2.11 | 亚秒时间寄存器.....                | 16 |
| 7      | I <sup>2</sup> C 总线接口 ..... | 17 |
| 7.1    | 注意事项.....                   | 17 |
| 7.2    | 总线地址.....                   | 17 |



---

|       |            |    |
|-------|------------|----|
| 7.3   | 总线协议.....  | 17 |
| 7.3.1 | 写序列.....   | 17 |
| 7.3.2 | 读序列.....   | 18 |
| 8     | 封装尺寸图..... | 20 |
| 9     | 包装信息 ..... | 21 |

DAPU Confidential FOR 亿络科技



## 1 产品概述

INS5609 是一款低功耗实时时钟芯片，内置 32.768KHz 晶振、高精度温度传感器以及温度补偿电路，自动调整时钟精度。具有 I<sup>2</sup>C 通信接口，支持日历（年，月，日，时，分，秒）和时钟计时等多种功能。采用贴片 3225 封装，适用于三表、便携式终端及其他小型电子仪器等。

## 2 原理框图

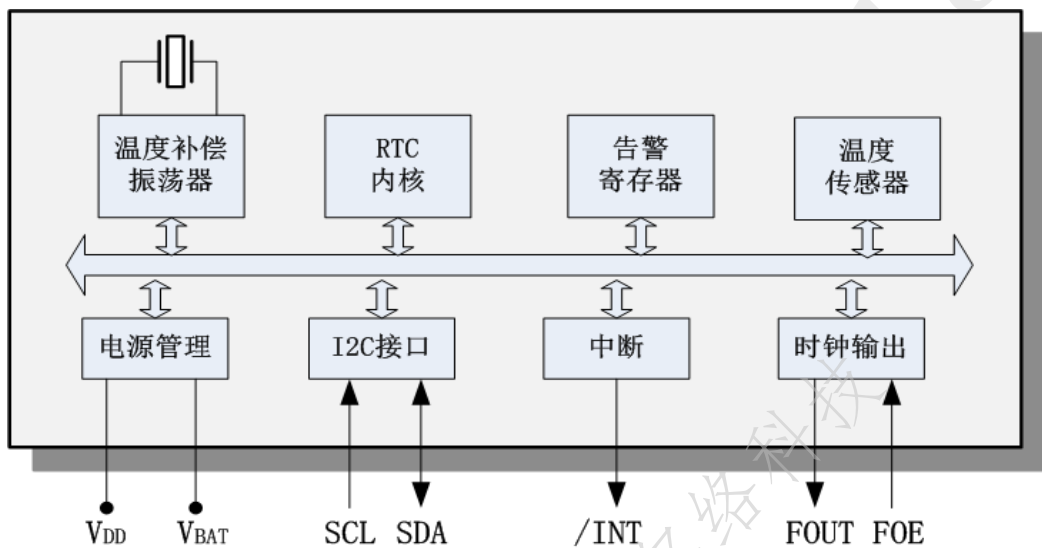


图 1 原理框图

## 3 特性

- 低功耗：2uA(典型)
- 超高稳定度：
  - < ±5ppm @ -20℃~+70℃
  - < ±20ppm @ -40℃~-20℃, +70℃~+85℃
- 内置晶体：32.768kHz
- 内置温度传感器
- 通信接口类型：I<sup>2</sup>C 总线接口
- 电压输入范围：1.6V ~ 5.0V
- 温度范围：-40℃~+85℃



- 闰年自动调整功能
- 自动后备电池切换功能
- 定时输出功能，周期可设置
- 封装尺寸： 3.2mm × 2.5mm × 1.0mm

## 4 管脚定义

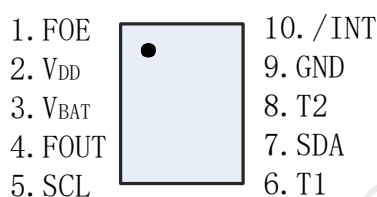


表1. 管脚定义

| 管脚号 | 管脚名称             | I/O 方向 | 说明   |
|-----|------------------|--------|--|
| 1   | FOE              | In     | FOUT 输出使能控制。高电平时 FOUT 输出，低电平时 FOUT 呈高阻态                |
| 2   | V <sub>DD</sub>  | -      | 主电源输入  |
| 3   | V <sub>BAT</sub> | -      | 备份电池接口，连接大电容或备份电池，如果不需要电池切换，该管脚必须连接主电源 V <sub>DD</sub> |
| 4   | FOUT             | Out    | 频率输出脚，频点可配置  |
| 5   | SCL              | In     | I <sup>2</sup> C 时钟信号                                  |
| 6   | T1               | -      | 厂家测试，必须悬空  |
| 7   | SDA              | In/Out | I <sup>2</sup> C 数据信号                                  |
| 8   | T2               | -      | 厂家测试，必须悬空  |
| 9   | GND              | -      | 电源地  |
| 10  | /INT             | Out    | 中断信号，Open-Drain  |



## 5 电气特性

### 5.1 绝对参数

表2. 绝对参数

| 参数       | 记号                | 数值      |     |                      | 单位 | 备注               |
|----------|-------------------|---------|-----|----------------------|----|------------------|
|          |                   | 最小值     | 典型值 | 最大值                  |    |                  |
| 主电源      | V <sub>DD</sub>   | -0.3    |     | 5.5                  | V  |                  |
| 备份电池     | V <sub>BAT</sub>  | -0.3    |     | 5.5                  | V  |                  |
| I/O 输入电压 | V <sub>IN</sub>   | GND-0.3 |     | 5.5                  | V  | FOE, SCL, SDA 输入 |
| 时钟输出电压   | V <sub>OUT1</sub> | GND-0.3 |     | V <sub>DD</sub> +0.3 | V  | FOUT 输出          |
| I/O 输出电压 | V <sub>OUT2</sub> | GND-0.3 |     | 5.5                  | V  | SDA, /INT 输出     |
| 储存温度     | T <sub>STG</sub>  | -55     |     | 125                  | °C |                  |

### 5.2 额定工作参数

表3. 额定工作参数

| 参数                                      | 记号               | 数值  |     |     | 单位 | 备注   |
|---|------------------|-----|-----|-----|----|------|
|   |                  | 最小值 | 典型值 | 最大值 |    |      |
| 主电源(常规模式)                               | V <sub>DD</sub>  | 2.5 | 3.0 | 5.0 | V  |      |
| 主电源(V <sub>DD</sub> =V <sub>BAT</sub> ) | V <sub>DD</sub>  | 1.6 | 3.0 | 5.0 | V  | *    |
| 备份电池                                    | V <sub>BAT</sub> | 1.6 | 3.0 | 5.0 | V  | *    |
| 工作电流                                    | I <sub>DD</sub>  |     | 2.0 | 3.0 | uA | 电池供电 |
| 工作温度                                    | T <sub>OPR</sub> | -40 | 25  | 85  | °C |      |

\* 注：在上电起振时间内，必须提供 2.5V 以上电压确保振荡电路稳定起振。

### 5.3 频率特性

表4. 频率特性

| 参数       | 符号               | 数值  |     |     | 单位  | 备注                           |
|----------|------------------|-----|-----|-----|-----|------------------------------|
|          |                  | 最小值 | 典型值 | 最大值 |     |                              |
| 温度稳定度    | $\Delta f/f$     | -5  |     | +5  | ppm | 温度范围-20°C~+70°C              |
|          |                  | -20 |     | +20 | ppm | 温度范围-40°C~-20°C; +70°C~+85°C |
| 起振时间     | t <sub>STA</sub> |     |     | 1   | s   | @25°C                        |
| 年老化      | f <sub>a</sub>   |     |     | ±3  | ppm |                              |
| 温度传感器精度  | T <sub>emp</sub> |     |     | ±5  | °C  | V <sub>DD</sub> =3.0V        |
| FOUT 占空比 | t <sub>w/t</sub> | 1   |     | 99  | %   | 32768Hz@50%V <sub>DD</sub>   |
|          |                  | 45  | 50  | 55  | %   | 1024Hz@50%V <sub>DD</sub>    |
|          |                  | 45  | 50  | 55  | %   | 1Hz@50%V <sub>DD</sub>       |



## 5.4 直流电气特性

表5. 直流特性

| 参数          | 符号        | 数值           |     |              | 单位 | 备注   |  |                                     |
|-------------|-----------|--------------|-----|--------------|----|--|--|-------------------------------------|
|             |           | 最小值          | 典型值 | 最大值          |    |  |  |                                     |
| 平均电流 1      | $I_{DD1}$ | 0.91         |     | 5.1          | uA | $V_{DD}=5.0V$                              | $f_{SCL}=0Hz$ , $FOE=GND$ , $/INT = V_{DD}$ ;<br>$V_{DD}=V_{BAT}$ ; FOUT 关, 输出开路; 补偿<br>间隔 2s; $V_{DD}$ 电压检测时间 2ms                     |                                     |
| 平均电流 2      | $I_{DD2}$ | 0.88         |     | 4.9          |    |  |  | $V_{DD}=3.0V$                       |
| 平均电流 3      | $I_{DD3}$ |              |     | 20           | uA | $V_{DD}=5.0V$                              | $f_{SCL}=0Hz$ , $FOE=V_{DD}$ , $/INT = V_{DD}$ ;<br>$V_{DD}=V_{BAT}$ ; FOUT: 32.768kHz,<br>$CL=0pF$ ; 补偿间隔 2s; $V_{DD}$ 电压检测时<br>间 2ms |                                     |
| 平均电流 4      | $I_{DD4}$ |              |     | 19           |    |  |  | $V_{DD}=3.0V$                       |
| 平均电流 5      | $I_{DD5}$ | 0.9          |     | 5            | uA | $V_{DD}=5.0V$                              | $f_{SCL}=0Hz$ , $FOE=GND$ , $/INT = V_{DD}$ ;<br>$V_{DD}=V_{BAT}$ ; FOUT 关, 输出开路; 补偿<br>关闭; $V_{DD}$ 电压检测时间 2ms                        |                                     |
| 平均电流 6      | $I_{DD6}$ | 0.87         |     | 4.8          |    |  |  | $V_{DD}=3.0V$                       |
| 输入高电平       | $V_{IH}$  | $0.8*V_{DD}$ |     | 5.0          | V  | SCL, SDA, FOE 脚                            |  |                                     |
| 输入低电平       | $V_{IL}$  | GND-0.3      |     | $0.2*V_{DD}$ | V  |  |  |                                     |
| 高电平输出<br>电压 | $V_{OH1}$ | 4.0          |     | 5.0          | V  | $V_{DD}=5.0V$ , $I_{OH} = -1mA$            | FOUT 脚   |                                     |
|             | $V_{OH2}$ | 2.2          |     | 3.0          |    |  |  | $V_{DD}=3.0V$ , $I_{OH} = -1mA$     |
|             | $V_{OH3}$ | 2.9          |     | 3.0          |    |  |  | $V_{DD}=3.0V$ , $I_{OH} = -100uA$   |
| 低电平输出<br>电压 | $V_{OL1}$ | GND          |     | GND+0.5      | V  | $V_{DD}=5.0V$ , $I_{OL} = 1mA$             | FOUT 脚   |                                     |
|             | $V_{OL2}$ | GND          |     | GND+0.8      |    |  |  | $V_{DD}=3.0V$ , $I_{OL} = 1mA$      |
|             | $V_{OL3}$ | GND          |     | GND+0.1      |    |  |  | $V_{DD}=3.0V$ , $I_{OL} = 100uA$    |
|             | $V_{OL4}$ | GND          |     | GND+0.25     | V  | $V_{DD}=5.0$ , $I_{OL} = 1mA$              | /INT 脚   |                                     |
|             | $V_{OL5}$ | GND          |     | GND+0.4      |    |  |  | $V_{DD}=3.0V$ , $I_{OL} = 1mA$      |
|             | $V_{OL6}$ | GND          |     | GND+0.4      |    |  |  | $V_{DD} \geq 3.0V$ , $I_{OL} = 3mA$ |
| 输入漏电流       | $I_{LK}$  | -0.5         |     | 0.5          | uA | FOE, SDA, SCL 脚, $V_{IN} = V_{DD}$ 或 GND   |  |                                     |
| 输出漏电流       | $I_{OZ}$  | -0.5         |     | 0.5          | uA | FOUT, SDA, /INT 脚, $V_{IN} = V_{DD}$ 或 GND |  |                                     |





## 5.5 交流特性

表6. 交流特性

$V_{DD} = 2.5V \sim 4.5V$ ;  $T_a = -40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$

| 参数              | 符号            | 数值  |     |     | 单位  |
|-----------------|---------------|-----|-----|-----|-----|
|                 |               | 最小值 | 典型值 | 最大值 |     |
| SCL 时钟频率        | $f_{SCL}$     |     |     | 400 | kHz |
| SCL 低电平时间       | $t_{LOW}$     | 1.3 |     |     | us  |
| SCL 高电平时间       | $t_{HIGH}$    | 0.6 |     |     | us  |
| 开始条件保持时间        | $t_{HD, STA}$ | 0.6 |     |     | us  |
| 开始条件建立时间        | $t_{SU, STA}$ | 0.6 |     |     | us  |
| 停止条件建立时间        | $t_{SU, STO}$ | 0.6 |     |     | us  |
| 从停止到开始的恢复时长     | $t_{RCV}$     | 1.3 |     |     | us  |
| 数据建立时间          | $t_{SU, DAT}$ | 100 |     |     | ns  |
| 数据保持时间          | $t_{HD, DAT}$ | 0   |     |     | ns  |
| SCL, SDA 输入上升时间 | $t_r$         |     |     | 0.4 | us  |
| SCL, SDA 输入下降时间 | $t_f$         |     |     | 0.4 | us  |

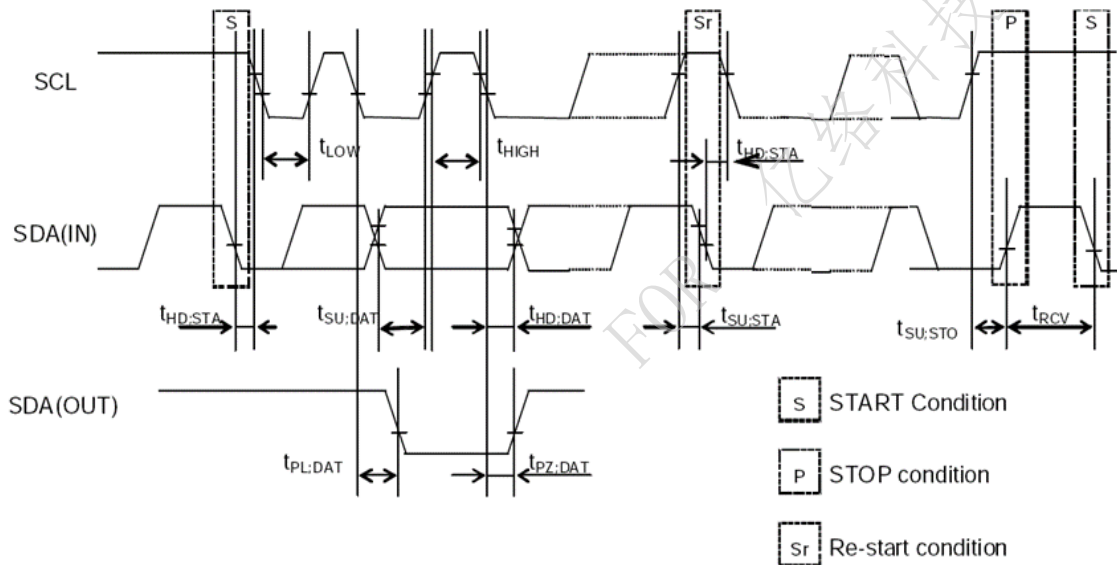


图 2 I<sup>2</sup>C 时序图



## 6 用户寄存器

### 6.1 寄存器列表

地址 0x00~0x0F: 基本时间和日历寄存器。

地址 0x10~0x1F: 扩展寄存器组 1。

地址 0x20~0x30: 扩展寄存器组 2。

\* 注: 0x10~0x16 与 0x00~0x06 完全相同, 0x1B~0x1F 与 0x0B~0x0F 完全相同。

表7. 基本时间和日历寄存器列表

| 地址   | 功能                 | bit7            | bit6            | bit5            | bit4            | bit3            | bit2            | bit1     | bit0     | 读/写 |
|------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|----------|-----|
| 0x00 | SEC                | ○               | BCD 码, 秒十位, 0-5 |                 |                 | BCD 码, 秒个位, 0-9 |                 |          |          | R/W |
| 0x01 | MIN                | ○               | BCD 码, 分十位, 0-5 |                 |                 | BCD 码, 分个位, 0-9 |                 |          |          | R/W |
| 0x02 | HOUR               | ○               | ○               | BCD 码, 时十位, 0-2 |                 | BCD 码, 时个位, 0-9 |                 |          |          | R/W |
| 0x03 | WEEK               | ○               | 6               | 5               | 4               | 3               | 2               | 1        | 0        | R/W |
| 0x04 | DAY                | ○               | ○               | BCD 码, 日十位, 0-3 |                 | BCD 码, 日个位, 0-9 |                 |          |          | R/W |
| 0x05 | MONTH              | ○               | ○               | ○               | BCD 码, 月十位, 0-1 |                 | BCD 码, 月个位, 0-9 |          |          | R/W |
| 0x06 | YEAR               | BCD 码, 年十位, 0-9 |                 |                 |                 | BCD 码, 年个位, 0-9 |                 |          |          | R/W |
| 0x07 | RAM                | ●               | ●               | ●               | ●               | ●               | ●               | ●        | ●        | R/W |
| 0x08 | MIN Alarm          | AE              | BCD 码, 分十位, 0-5 |                 |                 | BCD 码, 分个位, 0-9 |                 |          |          | R/W |
| 0x09 | HOUR Alarm         | AE              | ●               | BCD 码, 时十位, 0-2 |                 | BCD 码, 时个位, 0-9 |                 |          |          | R/W |
| 0x0A | WEEK Alarm         | AE              | 6               | 5               | 4               | 3               | 2               | 1        | 0        | R/W |
|      | DAY Alarm          |                 | ●               | BCD 码, 日十位, 0-3 |                 | BCD 码, 日个位, 0-9 |                 |          |          | R/W |
| 0x0B | Timer Counter 0    | 128             | 64              | 32              | 16              | 8               | 4               | 2        | 1        | R/W |
| 0x0C | Timer Counter 1    | ●               | ●               | ●               | ●               | 2048            | 1024            | 512      | 256      | R/W |
| 0x0D | Extension Register | TEST            | WADA            | USEL            | TE              | FSEL [1]        | FSEL [0]        | TSEL [1] | TSEL [0] | R/W |
| 0x0E | Flag Register      | ○               | ○               | UF              | TF              | AF              | ○               | VLF      | VDET     | R/W |
| 0x0F | Control Register   | CSEL [1]        | CSEL [0]        | UIE             | TIE             | AIE             | ○               | ○        | RESET    | R/W |

表8. 扩展寄存器组列表 1

| 地址   | 功能   | bit7 | bit6            | bit5            | bit4 | bit3            | bit2 | bit1 | bit0 | 读/写 |
|------|------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|------|------|------|-----|
| 0x10 | SEC  | ○    | BCD 码, 秒十位, 0-5 |                 |      | BCD 码, 秒个位, 0-9 |      |      |      | R/W |
| 0x11 | MIN  | ○    | BCD 码, 分十位, 0-5 |                 |      | BCD 码, 分个位, 0-9 |      |      |      | R/W |
| 0x12 | HOUR | ○    | ○               | BCD 码, 时十位, 0-2 |      | BCD 码, 时个位, 0-9 |      |      |      | R/W |
| 0x13 | WEEK | ○    | 6               | 5               | 4    | 3               | 2    | 1    | 0    | R/W |
| 0x14 | DAY  | ○    | ○               | BCD 码, 日十位, 0-3 |      | BCD 码, 日个位, 0-9 |      |      |      | R/W |



| 地址   | 功能                 | bit7            | bit6     | bit5 | bit4            | bit3            | bit2     | bit1      | bit0      | 读/写 |
|------|--------------------|-----------------|----------|------|-----------------|-----------------|----------|-----------|-----------|-----|
| 0x15 | MONTH              | ○               | ○        | ○    | BCD 码, 月十位, 0-1 | BCD 码, 月个位, 0-9 |          |           |           | R/W |
| 0x16 | YEAR               | BCD 码, 年十位, 0-9 |          |      |                 | BCD 码, 年个位, 0-9 |          |           |           | R/W |
| 0x17 | TEMP               | 128             | 64       | 32   | 16              | 8               | 4        | 2         | 1         | R   |
| 0x18 | Backup Function    | ○               | ○        | ○    | ○               | VDET OFF        | SWOFF    | BKSMP [1] | BKSMP [0] | R/W |
| 0x19 | Not use            | ○               | ○        | ○    | ○               | ○               | ○        | ○         | ○         | R   |
| 0x1A | Not use            | ○               | ○        | ○    | ○               | ○               | ○        | ○         | ○         | R   |
| 0x1B | Timer Counter 0    | 128             | 64       | 32   | 16              | 8               | 4        | 2         | 1         | R/W |
| 0x1C | Timer Counter 1    | ●               | ●        | ●    | ●               | 2048            | 1024     | 512       | 256       | R/W |
| 0x1D | Extension Register | TEST            | WADA     | USEL | TE              | FSEL [1]        | FSEL [0] | TSEL [1]  | TSEL [0]  | R/W |
| 0x1E | Flag Register      | ○               | ○        | UF   | TF              | AF              | ○        | VLF       | VDET      | R/W |
| 0x1F | Control Register   | CSEL [1]        | CSEL [0] | UIE  | TIE             | AIE             | ○        | ○         | RESET     | R/W |

表9. 扩展寄存器组列表 2

| 地址      | 功能                 | bit7            | bit6 | bit5 | bit4 | bit3        | bit2 | bit1 | bit0   | 读/写 |
|---------|--------------------|-----------------|------|------|------|-------------|------|------|--------|-----|
| 0x20    | Device ID          | VendorID[3:0]   |      |      |      | Ver[3:0]    |      |      |        | R   |
| 0x21    | Control Register 1 | 保留位: 确保固定为 0x8  |      |      |      | ○           | ○    | ○    | VBATSW | R/W |
| 0x22-26 | RSV                | 保留位: 确保固定为 0x00 |      |      |      |             |      |      |        | R   |
| 0x27    | EvSubSEC&Sub SEC   | 保留位             |      |      |      | SubSEC[3:0] |      |      |        | R   |
| 0x28-30 | RSV                | 保留位: 确保固定为 0x00 |      |      |      |             |      |      |        | R/W |

注:

1. 在上电初始化 (从 0V) 或 VLF 位为 1 之后, 确保初始化所有的寄存器之后再使用 RTC。
2. 上电初始化期间, 寄存器的默认值如下:
  - 初始值为 0: TEST、WADA、USEL、TE、FSEL[1:0]、TSEL[0]、UF、TF、AF、CSEL[1]、UIE、TIE、RESET、VDETOFF、SWOFF、BKSMP[1:0]、VBATSW。
  - 初始值为 1: VLF、VDET、CSEL[0]。
 其他寄存器值为不确定值, 所以确保在使用前进行复位。
3. 标记为“○”的位, 初始化后读数为 0。
4. 标记为“●”的位为 RAM, 可以用来读写任意数据。
5. 这些位只能写 0: UF、TF、AF、VLF、VDET。
6. TEST 位被厂家用于测试, 该位在写操作的时候请一定确保为“0”。保留位被厂家用于测试, 写操作的时候请一定确保按照要求



固定输入。

## 6.2 寄存器详细描述

### 6.2.1 时间

| 地址      | 功能   | bit7 | bit6            | bit5            | bit4 | bit3            | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|---------|------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|------|------|------|------|
| 0x00/10 | SEC  | ○    | BCD 码, 秒十位, 0-5 |                 |      | BCD 码, 秒个位, 0-9 |      |      |      | 0x25 |
| 0x01/11 | MIN  | ○    | BCD 码, 分十位, 0-5 |                 |      | BCD 码, 分个位, 0-9 |      |      |      | 0x36 |
| 0x02/12 | HOUR | ○    | ○               | BCD 码, 时十位, 0-2 |      | BCD 码, 时个位, 0-9 |      |      |      | 0x01 |

SEC: 秒, BCD 码格式, 数值 0~59 循环递增。

MIN: 分钟, BCD 码格式, 数值 0~59 循环递增。

HOUR: 小时, BCD 码格式, 数值 0~23 循环递增。

| 地址      | 功能   | bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0x03/13 | WEEK | ○    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    | 0x40 |

WEEK: 周, 按 bit 指示, 对照表如下, 数值按 01h、02h、04h、08h、10h、20h、40h 循环:

表10. WEEK 寄存器值对照表

| 星期 | Data | bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 日  | 01h  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| 一  | 02h  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    |
| 二  | 04h  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    |
| 三  | 08h  | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 四  | 10h  | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 五  | 20h  | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 六  | 40h  | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

同时只能有 1bit 置 1

| 地址      | 功能  | bit7 | bit6 | bit5            | bit4 | bit3            | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|---------|-----|------|------|-----------------|------|-----------------|------|------|------|------|
| 0x04/14 | DAY | ○    | ○    | BCD 码, 日十位, 0-3 |      | BCD 码, 日个位, 0-9 |      |      |      | 0x01 |

DAY: 日, BCD 码格式, 支持大小月、闰年 (2000~2099 年), 数值循环递增, 数值范围见下表:

表11. DAY 寄存器数值范围

| 月份                    | 数值范围    |
|-----------------------|---------|
| 1, 3, 5, 7, 8, 10, 12 | 1~31 递增 |
| 4, 6, 9, 11           | 1~30 递增 |
| 2月 (平年)               | 1~28 递增 |
| 2月 (闰年)               | 1~29 递增 |

| 地址      | 功能    | bit7            | bit6 | bit5 | bit4            | bit3            | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|---------|-------|-----------------|------|------|-----------------|-----------------|------|------|------|------|
| 0x05/15 | MONTH | ○               | ○    | ○    | BCD 码, 月十位, 0-1 | BCD 码, 月个位, 0-9 |      |      |      | 0x01 |
| 0x06/16 | YEAR  | BCD 码, 年十位, 0-9 |      |      |                 | BCD 码, 年个位, 0-9 |      |      |      | 0x00 |



MONTH: 月, BCD 码格式, 数值 1~12 循环递增。

YEAR: 年, BCD 码格式, 数值 0~99 循环递增。对应 2000~2099 年。

例如: 2020/01/01 Wednesday 21:18:36

| 地址      | 功能    | bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0 |
|---------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0x00/10 | SEC   | ○    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    |
| 0x01/11 | MIN   | ○    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 0x02/12 | HOUR  | ○    | ○    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| 0x03/13 | WEEK  | ○    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 0x04/14 | DAY   | ○    | ○    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| 0x05/15 | MONTH | ○    | ○    | ○    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| 0x06/16 | YEAR  | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

## 6.2.2 告警

| 地址   | 功能         | bit7 | bit6            | bit5            | bit4 | bit3            | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|------|------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|------|------|------|------|
| 0x08 | MIN Alarm  | AE   | BCD 码, 分十位, 0-5 |                 |      | BCD 码, 分个位, 0-9 |      |      |      | 0x00 |
| 0x09 | HOUR Alarm | AE   | ●               | BCD 码, 时十位, 0-2 |      | BCD 码, 时个位, 0-9 |      |      |      | 0x00 |
| 0x0A | WEEK Alarm | AE   | 6               | 5               | 4    | 3               | 2    | 1    | 0    | 0x00 |
|      | DAY Alarm  |      | ●               | BCD 码, 日十位, 0-3 |      | BCD 码, 日个位, 0-9 |      |      |      |      |

设置特定的日、周、小时、分钟值, 与 AIE、AF、WADA 配合, 产生告警中断。

WEEK Alarm/DAY Alarm: WADA 位控制 0x0A 为日或周告警设置, 详见 0x0D 寄存器 bit6

AE (Alarm Enable): 告警使能控制, 0-使能; 1-去使能

AF 功能位详见 0x0E 寄存器 bit3;

AIE 功能位详见 0x0F 寄存器 bit3

## 6.2.3 定时器

| 地址      | 功能                 | bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|---------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0x0B/1B | Timer Counter<br>0 | 128  | 64   | 32   | 16   | 8    | 4    | 2    | 1    | 0x00 |
| 0x0C/1C | Timer Counter<br>1 | ●    | ●    | ●    | ●    | 2048 | 1024 | 512  | 256  | 0x00 |

设置特定的定时器值, 向下计数到 0, 与 TE、TF、TIE、TSEL[1:0] 配合, 产生告警中断

TE 功能位详见 0x0D 寄存器 bit4;

TF 功能位详见 0x0E 寄存器 bit4;

TIE 功能位详见 0x0F 寄存器 bit4;

TSEL[1:0] 功能位详见 0x0D 寄存器 bit1, bit0 位

## 6.2.4 扩展寄存器

| 地址      | 功能                    | bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3    | bit2    | bit1    | bit0    | 默认值  |
|---------|-----------------------|------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|------|
| 0x0D/1D | Extension<br>Register | TEST | WADA | USEL | TE   | FSEL[1] | FSEL[0] | TSEL[1] | TSEL[0] | 0x02 |

用于指定特定目标的告警功能、时间更新中断、设置等。



TEST: 厂家测试位, 必须为“0”, 禁止用户修改。

WADA (Week Alarm/Day Alarm): 0-WEEK 告警, 1-DAY 告警。

USEL (Update Interrupt Select): 0-每秒中断 (默认), 1-每分钟中断。

TE (Timer Enable): 0-停止定时器中断功能, 1-启动定时器中断功能。

FSEL[1], FSEL[0]: FOUT 输出频率选择, 如下表:

| FSEL[1] | FSEL[0] | FOUT 频率         |
|---------|---------|-----------------|
| 0       | 0       | 32768Hz 输出 (默认) |
| 0       | 1       | 1024Hz 输出       |
| 1       | 0       | 1Hz 输出          |
| 1       | 1       | 32768 输出        |

TSEL[1], TSEL[0]: 定时器计数时钟选择, 如下表:

| TSEL[1] | TSEL[0] | Timer 计数时钟 |
|---------|---------|------------|
| 0       | 0       | 4096Hz     |
| 0       | 1       | 64Hz       |
| 1       | 0       | 秒          |
| 1       | 1       | 分钟         |

## 6.2.5 标志寄存器

| 地址      | 功能            | bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|---------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0x0E/1E | Flag Register | ○    | ○    | UF   | TF   | AF   | ○    | VLF  | VDET | 0x23 |

UF (Update Flag): 时间更新标志位, 当时间更新中断事件发生时从“0”变为“1”, 并一直保持为“1”直到软件写“0”。

TF (Timer Flag): 定时器标志位, 当固定周期定时中断发生时从“0”变为“1”, 并一直保持为“1”直到软件写“0”。

AF (Alarm Flag): 告警标志位, 当告警中断发生时从“0”变为“1”, 并一直保持为“1”直到软件写“0”。

VLF (Voltage Low Flag): 电压低标志, 当电压低于 1.6V 时置“1”, 并一直保持为“1”直到软件写“0”。

VDET (Voltage Detection): 电压检测标志, 当电压低于 1.95V 时置“1”, 并一直保持为“1”直到软件写“0”。

## 6.2.6 控制寄存器

| 地址      | 功能               | bit7     | bit6     | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0  | 默认值  |
|---------|------------------|----------|----------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 0x0F/1F | Control Register | CSEL [1] | CSEL [0] | UIE  | TIE  | AIE  | ○    | ○    | RESET | 0x40 |

CSEL[1], CSEL[0]: 设置温度补偿间隔, 如下:

| CSEL[1] | CSEL[0] | 温度补偿间隔  |
|---------|---------|---------|
| 0       | 0       | 0.5s    |
| 0       | 1       | 2s (默认) |
| 1       | 0       | 10s     |
| 1       | 1       | 30s     |

UIE (Update Interrupt Enable): 当 UF 从“0”变为“1”时, 这个位决定是否产生中断信号。0-不产生 (/INT 保持高阻状态), 1-产生 (/INT 从高阻变为低电平)。

TIE (Timer Interrupt Enable): 当 TF 从“0”变为“1”时, 这个位决定是否产生中断信号。0-不产生 (/INT 保持高阻状态), 1-产生 (/INT 从高阻变为低电平)。

AIE (Alarm Interrupt Enable): 当 AF 从“0”变为“1”时, 这个位决定是否产生中断信号。0-不产生 (/INT 保持高阻状态), 1-产



生 (/INT 从高阻变为低电平)。

RESET: 准备同步时间和定时器的起点。

### 6.2.7 温度寄存器

| 地址   | 功能   | bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0x17 | TEMP | 128  | 64   | 32   | 16   | 8    | 4    | 2    | 1    | 0xa9 |

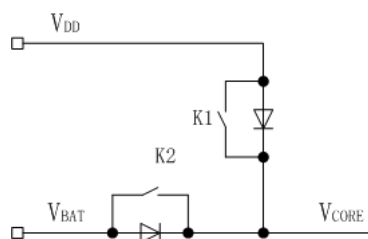
可以读取数字化温度数据，按如下公式计算：

$$\text{温度}[\text{°C}] = (\text{TEMP}[7:0] * 2 - 187.19) / 3.218$$

### 6.2.8 备份电源功能寄存器

| 地址   | 功能              | bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3     | bit2  | bit1      | bit0      | 默认值  |
|------|-----------------|------|------|------|------|----------|-------|-----------|-----------|------|
| 0x18 | Backup Function | ○    | ○    | ○    | ○    | VDET OFF | SWOFF | BKSMP [1] | BKSMP [0] | 0x00 |

该寄存器控制电源切换和后备功能。电源电路框图如下：



VDETOFF (VoltageDetectorOFF): V<sub>DD</sub> 电压检测电路控制位，默认 0-打开检测功能，1-关闭检测功能。

SWOFF (SwitchOFF): V<sub>DD</sub> 和内核电源 V<sub>core</sub> 之间的开关 K1 软件控制位，默认 0，1-断开开关，0-闭合开关。

BKSMP[1], BKSMP[0] (BackupmodeSamplingtime): 控制 V<sub>DD</sub> 电压检测的采样时间，默认 00，如下：

表12. 检测逻辑

| V <sub>DD</sub> 电压检测 | VDETOFF | SWOFF | BKSMP [1] | BKSMP [0] | V <sub>DD</sub> 电压检测采样操作周期 | Switch ON/OFF | K1 | 备注      |
|----------------------|---------|-------|-----------|-----------|----------------------------|---------------|----|---------|
| ON                   | 0       | X     | 0         | 0         | 2ms                        | 2ms OFF       |    | Default |
|                      |         |       | 0         | 1         | 16ms                       | 16ms OFF      |    |         |
|                      |         |       | 1         | 0         | 128ms                      | 128ms OFF     |    |         |
|                      |         |       | 1         | 1         | 256ms                      | 256ms OFF     |    |         |
| OFF                  | 1       | 0     | X         | X         | OFF                        | ON            |    | K1 闭合   |
|                      |         | 1     | X         | X         | OFF                        | OFF           |    | K1 断开   |

### 6.2.9 Device ID 寄存器

| 地址   | 功能        | bit7          | bit6 | bit5 | bit4 | bit3     | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|------|-----------|---------------|------|------|------|----------|------|------|------|------|
| 0x20 | Device ID | VendorID[3:0] |      |      |      | Ver[3:0] |      |      |      | 0xd1 |

VendorID[3:0]: 厂家编码, VendorID[3:0]=1101b=Dh, 代表大普通信。

Ver[3:0]: 芯片版本号, 从 1 开始。



### 6.2.10 控制寄存器 1

| 地址   | 功能                 | bit7        | bit6 | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0   | 默认值  |
|------|--------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
| 0x21 | Control Register 1 | 保留位：必须为 0x8 |      |      |      | ○    | ○    | ○    | VBATSW | 0x80 |

VBATSW：电池供电开关 K2 软件控制位。默认是 0 断开，0-断开开关，1-闭合开关。

### 6.2.11 亚秒时间寄存器

| 地址   | 功能     | bit7 | bit6 | bit5 | bit4 | bit3        | bit2 | bit1 | bit0 | 默认值  |
|------|--------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|
| 0x27 | SubSEC | 保留位  |      |      |      | SubSEC[3:0] |      |      |      | 0x00 |

SubSEC[3:0]：时间亚秒位，单位为 1/16s。





## 7 I<sup>2</sup>C 总线接口



I<sup>2</sup>C 总线接口通过 SCL、SDA 两根线作双向通信。SCL 是时钟线，SDA 是数据线。I<sup>2</sup>C 设备分为主设备和从设备，INS5609 只能作为从设备。

### 7.1 注意事项

I<sup>2</sup>C 总线包含 START 命令、STOP 命令，为防止 I<sup>2</sup>C 总线挂死，从 START 命令到 STOP 命令必须在 1 秒内完成。如果超过 1 秒，INS5609 会重置 I<sup>2</sup>C 接口。

INS5609 I<sup>2</sup>C 总线接口既支持单字节读写寄存器，也支持多字节递增访问。访问地址 0x7F 后，下一个增量地址是 0x00。

### 7.2 总线地址

表13. I<sup>2</sup>C 总线 Slave 地址

| Transfer data | Slave address |      |      |      |      |      |      | R/W       |
|---------------|---------------|------|------|------|------|------|------|-----------|
|               | bit7          | bit6 | bit5 | bit4 | bit3 | bit2 | bit1 | bit0      |
| 65h(Read)     | 0             | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1 (Read)  |
| 64h(Write)    |               |      |      |      |      |      |      | 0 (Write) |

INS5609 I<sup>2</sup>C 总线 Slave 地址是[0110 010\*]。

### 7.3 总线协议

本节描述基于 CPU 为 I<sup>2</sup>C 主设备，INS5609 为 I<sup>2</sup>C 从设备。

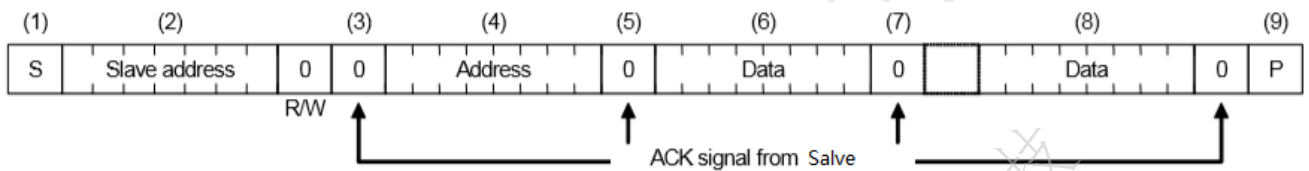
#### 7.3.1 写序列

I<sup>2</sup>C 总线接口在写地址确定后，后续访问包含地址自增功能，即 I<sup>2</sup>C 总线接口在写一个字节数据



后，自动将后面写数据的地址自增。

- (1) CPU 发送开始[S]
- (2) CPU 发送 I<sup>2</sup>C 总线接口从地址，在 R/W 位设置为写模式
- (3) CPU 接收 I<sup>2</sup>C 总线接口的 ACK
- (4) CPU 发送写地址给 I<sup>2</sup>C 总线接口
- (5) CPU 接收 I<sup>2</sup>C 总线接口的 ACK
- (6) CPU 发送写数据给 I<sup>2</sup>C 总线接口
- (7) CPU 接收 I<sup>2</sup>C 总线接口的 ACK
- (8) 如果写多字节，重复步骤（6）和（7），地址自增
- (9) CPU 发送停止[P]



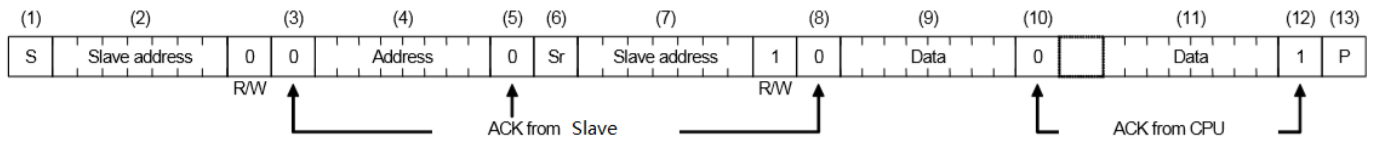
### 7.3.2 读序列

先用写模式写要读的寄存器地址，然后设置成读模式读取寄存器数据。

- (1) CPU 发送开始[S]
- (2) CPU 发送 I<sup>2</sup>C 总线接口从地址，在 R/W 位设置为写模式
- (3) CPU 接收 I<sup>2</sup>C 总线接口的 ACK
- (4) CPU 发送读地址给 I<sup>2</sup>C 总线接口
- (5) CPU 接收 I<sup>2</sup>C 总线接口的 ACK
- (6) CPU 发送重新开始[Sr]
- (7) CPU 发送 I<sup>2</sup>C 总线接口从地址，在 R/W 位设置为读模式
- (8) CPU 接收 I<sup>2</sup>C 总线接口的 ACK
- (9) CPU 接收 I<sup>2</sup>C 总线接口读到的数据
- (10) CPU 接收 I<sup>2</sup>C 总线接口的 ACK
- (11) 如果读多字节，重复步骤（9）和（10），地址自增
- (12) CPU 发送 ACK

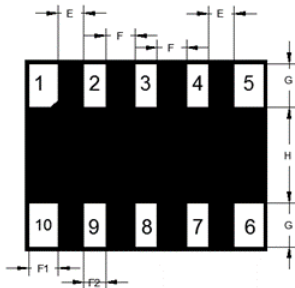
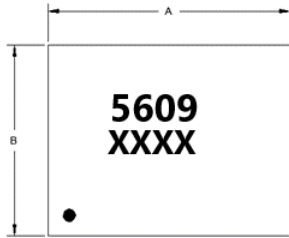


(13) CPU 发送停止[P]





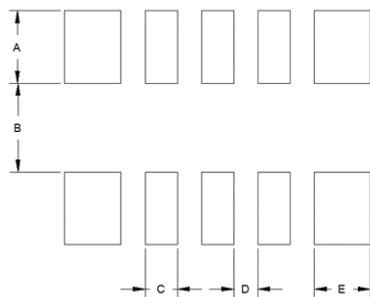
## 8 封装尺寸图



| 尺寸 | 最小值 | 典型值  | 最大值 |
|----|-----|------|-----|
| A  | 3.0 | 3.2  | 3.4 |
| B  | 2.3 | 2.5  | 2.7 |
| C  | --  | 1.0  | --  |
| E  | --  | 0.30 | --  |
| F  | --  | 0.4  | --  |
| G  | --  | 0.6  | --  |
| H  | --  | 1.3  | --  |
| F1 | --  | 0.45 | --  |
| F2 | --  | 0.30 | --  |

单位: mm

图 3 封装图



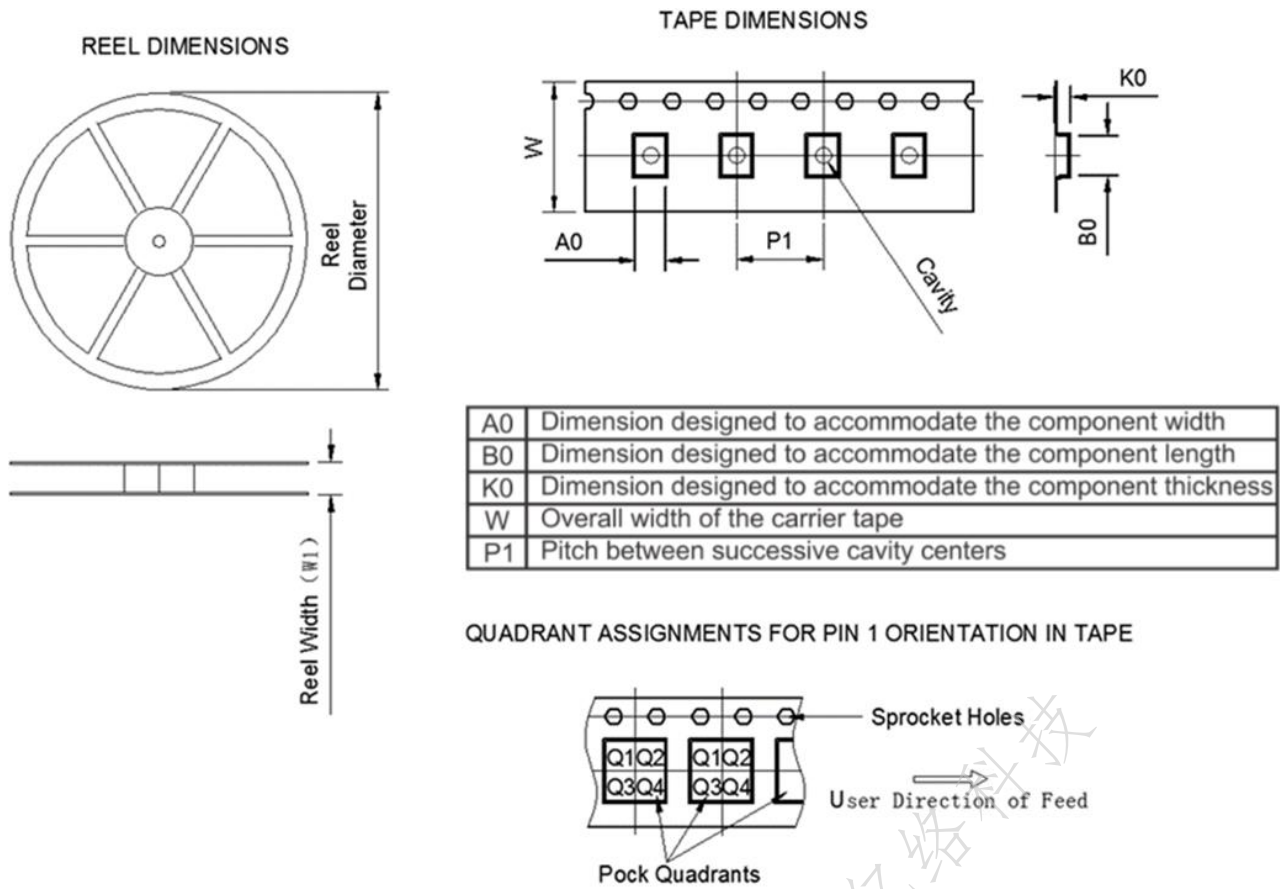
| 尺寸 | 最大值 |
|----|-----|
| A  | 0.9 |
| B  | 1.1 |
| C  | 0.4 |
| D  | 0.3 |
| E  | 0.7 |

单位: mm

图 4 推荐焊盘



# 9 包装信息



| 器件<br>Device | 包装类型<br>Package Type | 包装图<br>Package Drawing | 管脚<br>Pins | 最小包装量<br>SPQ | 卷盘直径<br>Reel Diameter (mm) | 卷盘宽度<br>Reel Width W1(mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) |
|--------------|----------------------|------------------------|------------|--------------|----------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
|              |                      |                        | 10         | 1500/4000    | 180/330                    | 11.6±2.0 /12.5            | 3.00    | 3.70    | 1.50    | 8.00    | 8.00   |

图 5 包装图