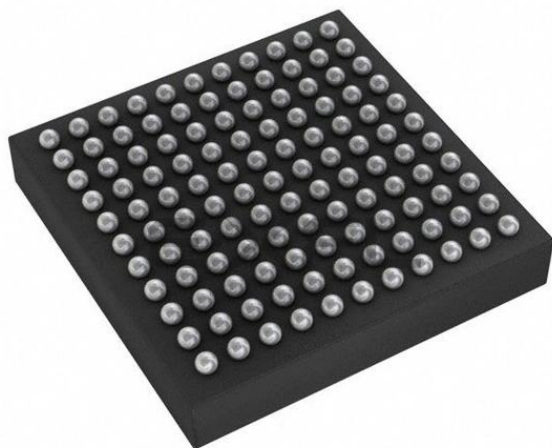




Welcome to [E-XFL.COM](https://www.e-xfl.com)

### What is "[Embedded - Microcontrollers](#)"?

"[Embedded - Microcontrollers](#)" refer to small, integrated circuits designed to perform specific tasks within larger systems. These microcontrollers are essentially compact computers on a single chip, containing a processor core, memory, and programmable input/output peripherals. They are called "embedded" because they are embedded within electronic devices to control various functions, rather than serving as standalone computers. Microcontrollers are crucial in modern electronics, providing the intelligence and control needed for a wide range of applications.

### Applications of "[Embedded - Microcontrollers](#)"

#### Details

|                            |                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Product Status             | Active                                                                                                                                                                  |
| Core Processor             | ARM® Cortex®-M4F                                                                                                                                                        |
| Core Size                  | 32-Bit Single-Core                                                                                                                                                      |
| Speed                      | 160MHz                                                                                                                                                                  |
| Connectivity               | CSIO, EBI/EMI, I <sup>2</sup> C, LINbus, SD, UART/USART                                                                                                                 |
| Peripherals                | DMA, LVD, POR, PWM, WDT                                                                                                                                                 |
| Number of I/O              | 100                                                                                                                                                                     |
| Program Memory Size        | 288KB (288K x 8)                                                                                                                                                        |
| Program Memory Type        | FLASH                                                                                                                                                                   |
| EEPROM Size                | -                                                                                                                                                                       |
| RAM Size                   | 32K x 8                                                                                                                                                                 |
| Voltage - Supply (Vcc/Vdd) | 2.7V ~ 5.5V                                                                                                                                                             |
| Data Converters            | A/D 24x12b; D/A 2x12b                                                                                                                                                   |
| Oscillator Type            | Internal                                                                                                                                                                |
| Operating Temperature      | -40°C ~ 125°C (TA)                                                                                                                                                      |
| Mounting Type              | Surface Mount                                                                                                                                                           |
| Package / Case             | 121-TFBGA                                                                                                                                                               |
| Supplier Device Package    | 121-FBGA (6x6)                                                                                                                                                          |
| Purchase URL               | <a href="https://www.e-xfl.com/product-detail/infineon-technologies/s6e2he4g0agb3000a">https://www.e-xfl.com/product-detail/infineon-technologies/s6e2he4g0agb3000a</a> |

### 实时时钟 (RTC)

实时时钟可记录年 (从 00 到 99)、月、日、时、分、秒或星期。

- 支持指定日期和时间 (年/月/日/时/分/秒/星期) 中断。此功能还支持单独指定的年、月、日、时或分的中断。
- 中断可在一段时间后或者每间隔一段时间产生。
- 可保持时间计数的同时重设时间。
- 自动记录闰年。

### 正交位置/转数计数器 (QPRC) (最多 3 个通道)

正交位置/转数计数器 (QPRC) 用于测量位置编码器的位置。此外, 也可以使用加减计数器。

- 可配置三个外部事件输入引脚 (AIN、BIN 和 ZIN) 的检测边缘。
- 16 位位置计数器
- 16 位转数计数器
- 2 个 16 位比较寄存器

### 双定时器 (32/16 位递减计数器)

双定时器由两个 32/16 位可编程递减计数器构成。各通道的操作模式如下:

- 自由运行
- 周期 (可重载)
- 单触发

### 计时计数器

计时计数器用于从低功耗模式唤醒器件。可以选择主时钟、副时钟、内置高速 CR 时钟或内置低速 CR 时钟作为时钟源。

间隔时间: 使用 32.768 kHz 副时钟时支持长达 64 s (最大值) 的间隔

### 外部中断控制器单元

- 外部中断输入引脚: 最多 16 个引脚
  - 双边沿 (上升沿和下降沿) 检测
- 包括一个不可屏蔽中断 (NMI)

### 看门狗定时器 (2 个通道)

达到超时值, 看门狗定时器可产生中断或引起复位。

本系列有两个看门狗定时器: 一个“硬件”看门狗, 一个“软件”看门狗。

硬件看门狗定时器由低速内部 CR 振荡器提供时钟。因此, 硬件看门狗定时器能在停止模式除外的所有低功耗模式下运行。

### CRC (循环冗余校验) 加速器

CRC 加速器用于验证数据传输或存储的完整性。

支持 CCITT CRC16 和 IEEE-802.3 CRC32。

- CCITT CRC16 生成多项式: 0x1021
- IEEE-802.3 CRC32 生成多项式: 0x04C11DB7

### SD 卡接口

可支持符合如下标准 SD 卡。

- Part 1: 物理层规范 3.01 版
- Part E1: SDIO 规范 3.00 版
- Part A2: SD 主机控制器标准规范 3.00 版
- 支持 1 位或 4 位数据总线

### 时钟和复位

#### [时钟]

5 个动态可选时钟源 (两个外部振荡器、两个内部 CR 振荡器和主 PLL 振荡器)。

- 主时钟: 4 MHz 到 48 MHz
- 副时钟: 32.768 kHz
- 内部高速 CR 时钟: 4 MHz
- 内部低速 CR 时钟: 100 kHz
- 主 PLL 时钟

#### [复位]

- INITX 引脚复位
- 上电复位
- 软件复位
- 看门狗定时器复位
- 低电压检测复位
- 时钟监控器复位

### 时钟监控器 (CSV)

内部 CR 振荡器时钟被用于监控外部时钟的异常状态。

- 如果检测到外部 OSC 时钟故障 (时钟停止), 将产生复位。
- 如果检测到外部 OSC 频率不正常, 将产生中断或复位。

### 低电压检测 (LVD)

本系列对 VCC 电压进行双重监控。当电压低于所设置的电压时, 低电压检测产生中断或复位。

- LVD1: 错误报告中断
- LVD2: 自动复位

### 低功耗模式

支持 6 种低功耗模式。

- 睡眠模式
- 定时器模式
- RTC 模式
- 停止模式
- 深度待机 RTC 模式 (可选择是否保持 RAM)
- 深度待机停止模式 (可选择是否保持 RAM)

|              |                |                     |
|--------------|----------------|---------------------|
| 12 位 A/D 转换器 | 16 个通道 (3 个单元) | 24 个通道 (3 个单元)      |
| 12 位 D/A 转换器 | 2 个单元 (最多)     |                     |
| CSV (时钟监控)   | 支持             |                     |
| LVD (低电压检测)  | 2 个通道          |                     |
| 内置 CR        | 高速             | 4 MHz ( $\pm 2\%$ ) |
|              | 低速             | 100 kHz (典型值)       |
| 调试功能         | SWJ-DP/ETM     |                     |
| 唯一 ID        | 支持             |                     |

**注意:**

- 由于封装引脚数量限制, 不能对每种产品中外设功能的所有信号进行分配, 需要根据所需功能来使用 I/O 端口的重定位功能。
- 请参考第 12.4.3 节内置 CR 振荡特性, 了解内置 CR 的精度。

## 2. 封装

| 产品名称封装                    | S6E2HE4E0A<br>S6E2HE6E0A | S6E2HE4F0A<br>S6E2HE6F0A | S6E2HE4G0A<br>S6E2HE6G0A |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| LQFP: LQH080 (间距为 0.5 mm) | ○                        | -                        | -                        |
| LQFP: LQI100 (间距为 0.5 mm) | -                        | ○                        | -                        |
| LQFP: LQM120 (间距为 0.5 mm) | -                        | -                        | ○                        |
| BGA: FDI121 (间距为 0.5 mm)  | -                        | -                        | ○                        |

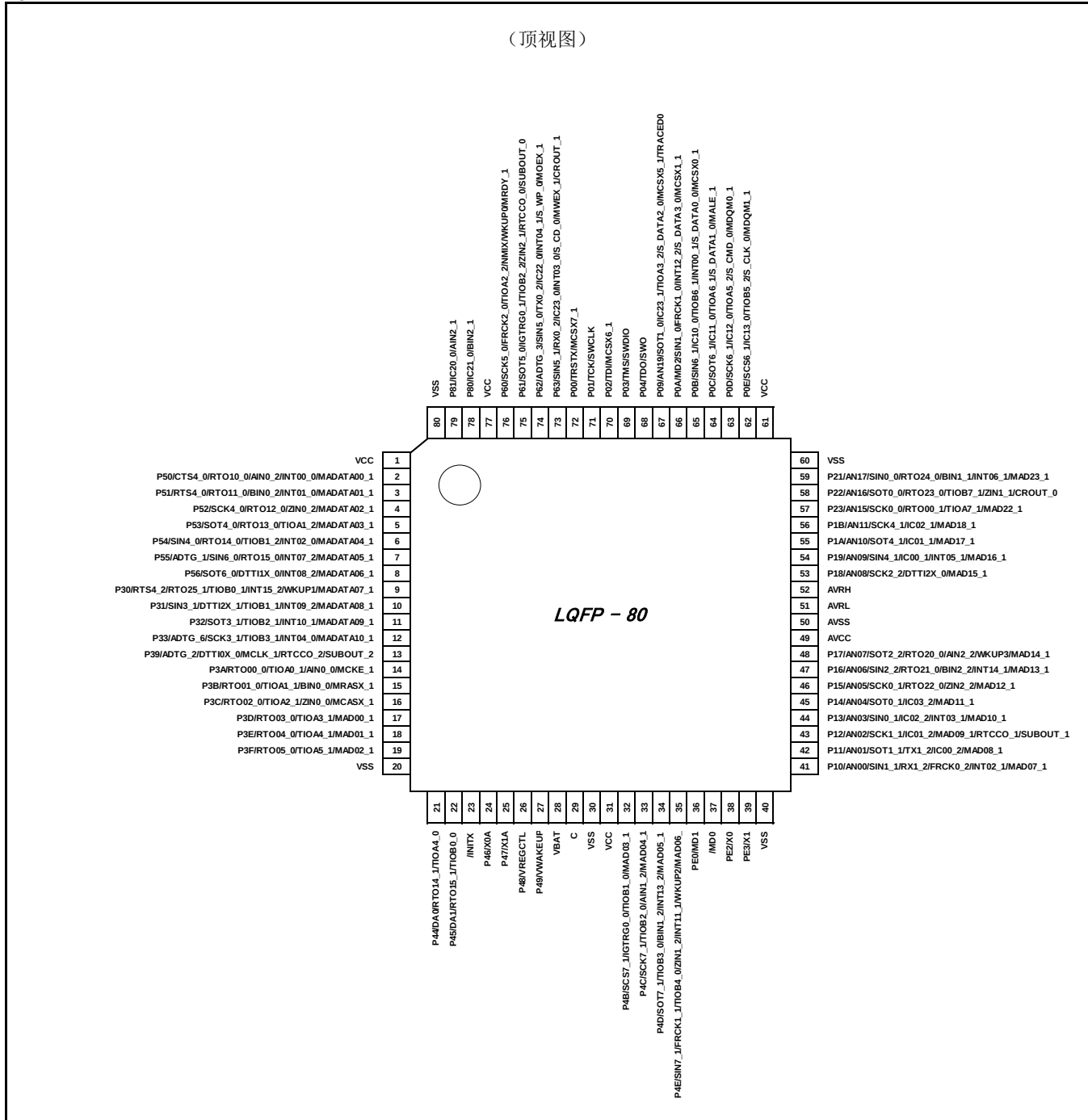
○: 支持

**注意:**

- 请参见第 14 章封装尺寸, 了解详细信息。

### 3. 引脚分配

#### LQH080



#### 注意:

- 引脚名称 (如 XXX\_1 和 XXX\_2) 中下划线 ( “\_” ) 后面的数字代表重定位端口号。此类功能引脚, 可由多个物理引脚映射, 提供同一通道的同一功能。使用扩展端口功能寄存器 (EPFR) 选择引脚。

| 引脚编号    |         |        |        | 引脚名称               | I/O 电路类型 | 引脚状态类型 |
|---------|---------|--------|--------|--------------------|----------|--------|
| LQFP120 | LQFP100 | LQFP80 | BGA121 |                    |          |        |
| 14      | 9       | 9      | E1     | P30                | E        | Q      |
|         |         |        |        | TIOB0_1            |          |        |
|         |         |        |        | RTS4_2             |          |        |
|         |         |        |        | INT15_2            |          |        |
|         |         |        |        | WKUP1              |          |        |
| -       |         |        | -      | MADATA07_0         |          |        |
| 14      |         |        | E1     | MADATA12_0         |          |        |
|         |         |        |        | RTO25_1            |          |        |
| 15      | 10      | 10     | F4     | P31                | I        | K      |
|         |         |        |        | TIOB1_1            |          |        |
|         |         |        |        | SIN3_1             |          |        |
|         |         |        |        | INT09_2            |          |        |
| -       |         |        |        | MADATA08_0         |          |        |
| 15      | -       | -      | F4     | MADATA13_0         |          |        |
|         |         |        |        | DTTI2X_1           |          |        |
| 16      | 11      | 11     | F3     | P32                | N        | K      |
|         |         |        |        | TIOB2_1            |          |        |
|         |         |        |        | SOT3_1<br>(SDA3_1) |          |        |
|         |         |        |        | INT10_1            |          |        |
| -       |         |        | -      | MADATA09_0         |          |        |
| 16      | -       | -      | F3     | MADATA14_0         |          |        |
|         |         |        |        |                    |          |        |
| 17      | 12      | 12     | F2     | P33                | N        | K      |
|         |         |        |        | ADTG_6             |          |        |
|         |         |        |        | TIOB3_1            |          |        |
|         |         |        |        | SCK3_1<br>(SCL3_1) |          |        |
|         |         |        |        | INT04_0            |          |        |
| -       |         |        | -      | MADATA10_0         |          |        |
| 17      | -       | -      | F2     | MADATA15_0         |          |        |
|         |         |        |        |                    |          |        |
| 18      | 13      | -      | F1     | P34                | E        | I      |
|         |         |        |        | TIOB4_1            |          |        |
|         |         |        |        | FRCK0_0            |          |        |
| -       |         |        | -      | MADATA11_0         |          |        |
| 18      | -       | -      | F1     | MNALE_0            |          |        |
|         |         |        |        |                    |          |        |
| 19      | 14      | -      | G1     | P35                | E        | K      |
|         |         |        |        | TIOB5_1            |          |        |
|         |         |        |        | IC03_0             |          |        |
|         |         |        |        | INT08_1            |          |        |
| -       |         |        | -      | MADATA12_0         |          |        |
| 19      | -       | -      | G1     | MNCLE_0            |          |        |
|         |         |        |        |                    |          |        |

| 引脚编号    |         |        |        | 引脚名称               | I/O 电路类型 | 引脚状态类型 |
|---------|---------|--------|--------|--------------------|----------|--------|
| LQFP120 | LQFP100 | LQFP80 | BGA121 |                    |          |        |
| 111     | -       | -      | D4     | P65                | E        | I      |
|         |         |        |        | TIOB7_0            |          |        |
|         |         |        |        | SCK5_1<br>(SCL5_1) |          |        |
|         |         |        |        |                    |          |        |
| 112     | -       | -      | C4     | P64                | E        | K      |
|         |         |        |        | TIOA7_0            |          |        |
|         |         |        |        | SOT5_1<br>(SDA5_1) |          |        |
|         |         |        |        | INT10_2            |          |        |
| 113     | 93      | 73     | B4     | P63                | E        | K      |
|         |         |        |        | CROUT_1            |          |        |
|         | -       | -      |        | SIN5_1             |          |        |
|         |         |        |        | INT03_0            |          |        |
|         |         |        |        | S_CD_0             |          |        |
|         | 93      | 73     |        | MWEX_0             |          |        |
|         |         |        |        | IC23_0             |          |        |
| 114     | 94      | 74     | C3     | P62                | I        | K      |
|         |         |        |        | ADTG_3             |          |        |
|         |         |        |        | SIN5_0             |          |        |
|         |         |        |        | INT04_1            |          |        |
|         |         |        |        | S_WP_0             |          |        |
|         |         |        |        | MOEX_0             |          |        |
|         |         |        |        | IC22_0             |          |        |
| 115     | 95      | 75     | B3     | P61                | E        | I      |
|         |         |        |        | TIOB2_2            |          |        |
|         |         |        |        | SOT5_0<br>(SDA5_0) |          |        |
|         |         |        |        | RTCCO_0            |          |        |
|         |         |        |        | SUBOUT_0           |          |        |
|         |         |        |        | ZIN2_1             |          |        |
| 116     | 96      | 76     | B2     | P60                | I        | F      |
|         |         |        |        | TIOA2_2            |          |        |
|         |         |        |        | SCK5_0<br>(SCL5_0) |          |        |
|         |         |        |        | NMIX               |          |        |
|         |         |        |        | WKUP0              |          |        |
|         |         |        |        | MRDY_0             |          |        |
|         |         |        |        | FRCK2_0            |          |        |
| 117     | 97      | 77     | A4     | VCC                | -        | -      |

| 引脚功能       | 引脚名称    | 功能说明              | 引脚编号        |             |            |            |
|------------|---------|-------------------|-------------|-------------|------------|------------|
|            |         |                   | LQFP<br>120 | LQFP<br>100 | LQFP<br>80 | BGA<br>121 |
| 基础定时器<br>1 | TIOA1_0 | 基础定时器通道 1 TIOA 引脚 | 33          | 28          | -          | J3         |
|            | TIOA1_1 |                   | 25          | 20          | 15         | H3         |
|            | TIOA1_2 |                   | 5           | 5           | 5          | D2         |
|            | TIOB1_0 | 基础定时器通道 1 TIOB 引脚 | 47          | 42          | 32         | J6         |
|            | TIOB1_1 |                   | 15          | 10          | 10         | F4         |
|            | TIOB1_2 |                   | 6           | 6           | 6          | D3         |
| 基础定时器<br>2 | TIOA2_0 | 基础定时器通道 2 TIOA 引脚 | 34          | 29          | -          | J5         |
|            | TIOA2_1 |                   | 26          | 21          | 16         | H4         |
|            | TIOA2_2 |                   | 116         | 96          | 76         | B2         |
|            | TIOB2_0 | 基础定时器通道 2 TIOB 引脚 | 48          | 43          | 33         | J7         |
|            | TIOB2_1 |                   | 16          | 11          | 11         | F3         |
|            | TIOB2_2 |                   | 115         | 95          | 75         | B3         |
| 基础定时器<br>3 | TIOA3_0 | 基础定时器通道 3 TIOA 引脚 | 35          | 30          | -          | H5         |
|            | TIOA3_1 |                   | 27          | 22          | 17         | J1         |
|            | TIOA3_2 |                   | 97          | 82          | 67         | D7         |
|            | TIOB3_0 | 基础定时器通道 3 TIOB 引脚 | 49          | 44          | 34         | J8         |
|            | TIOB3_1 |                   | 17          | 12          | 12         | F2         |
|            | TIOB3_2 |                   | 98          | 83          | -          | C7         |
| 基础定时器<br>4 | TIOA4_0 | 基础定时器通道 4 TIOA 引脚 | 36          | 31          | 21         | K3         |
|            | TIOA4_1 |                   | 28          | 23          | 18         | J2         |
|            | TIOA4_2 |                   | 51          | -           | -          | H6         |
|            | TIOB4_0 | 基础定时器通道 4 TIOB 引脚 | 50          | 45          | 35         | K8         |
|            | TIOB4_1 |                   | 18          | 13          | -          | F1         |
|            | TIOB4_2 |                   | 52          | -           | -          | H7         |
| 基础定时器<br>5 | TIOA5_0 | 基础定时器通道 5 TIOA 引脚 | 84          | -           | -          | C9         |
|            | TIOA5_1 |                   | 29          | 24          | 19         | K2         |
|            | TIOA5_2 |                   | 93          | 78          | 63         | A9         |
|            | TIOB5_0 | 基础定时器通道 5 TIOB 引脚 | 83          | -           | -          | D8         |
|            | TIOB5_1 |                   | 19          | 14          | -          | G1         |
|            | TIOB5_2 |                   | 92          | 77          | 62         | B9         |
| 基础定时器<br>6 | TIOA6_0 | 基础定时器通道 6 TIOA 引脚 | 53          | -           | -          | G7         |
|            | TIOA6_1 |                   | 94          | 79          | 64         | C8         |
|            | TIOA6_2 |                   | 82          | -           | -          | E7         |
|            | TIOB6_0 | 基础定时器通道 6 TIOB 引脚 | 54          | -           | -          | H8         |
|            | TIOB6_1 |                   | 95          | 80          | 65         | B8         |
|            | TIOB6_2 |                   | 81          | -           | -          | F7         |
| 基础定时器<br>7 | TIOA7_0 | 基础定时器通道 7 TIOA 引脚 | 112         | -           | -          | C4         |
|            | TIOA7_1 |                   | 86          | 71          | 57         | D11        |
|            | TIOA7_2 |                   | 109         | -           | -          | E5         |
|            | TIOB7_0 | 基础定时器通道 7 TIOB 引脚 | 111         | -           | -          | D4         |
|            | TIOB7_1 |                   | 87          | 72          | 58         | C10        |
|            | TIOB7_2 |                   | 108         | -           | -          | E6         |

| 引脚功能     | 引脚名称     | 功能说明                | 引脚编号        |             |            |            |
|----------|----------|---------------------|-------------|-------------|------------|------------|
|          |          |                     | LQFP<br>120 | LQFP<br>100 | LQFP<br>80 | BGA<br>121 |
| 调试器      | SWCLK    | 串行调试接口时钟输入引脚        | 105         | 90          | 71         | B5         |
|          | SWDIO    | 串行调试接口数据输入/输出引脚     | 103         | 88          | 69         | C6         |
|          | SWO      | 串行调试接口观察输出引脚        | 102         | 87          | 68         | B6         |
|          | TCK      | J-TAG 测试时钟输入引脚      | 105         | 90          | 71         | B5         |
|          | TDI      | J-TAG 测试数据输入引脚      | 104         | 89          | 70         | C5         |
|          | TDO      | J-TAG 调试数据输出引脚      | 102         | 87          | 68         | B6         |
|          | TMS      | J-TAG 测试模式状态输入/输出引脚 | 103         | 88          | 69         | C6         |
|          | TRACECLK | ETM 的追踪 CLK 输出引脚    | 101         | 86          | -          | D6         |
|          | TRACED0  | ETM 的追踪数据输出引脚       | 97          | 82          | -          | D7         |
|          | TRACED1  |                     | 98          | 83          | -          | C7         |
|          | TRACED2  |                     | 99          | 84          | -          | B7         |
|          | TRACED3  |                     | 100         | 85          | -          | A7         |
|          | TRSTX    | J-TAG 测试复位输入引脚      | 106         | 91          | 72         | A5         |
| 外部<br>总线 | MAD00_0  | 外部总线接口地址总线          | 27          | 22          | 17         | J1         |
|          | MAD01_0  |                     | 28          | 23          | 18         | J2         |
|          | MAD02_0  |                     | 29          | 24          | 19         | K2         |
|          | MAD03_0  |                     | 47          | 42          | 32         | J6         |
|          | MAD04_0  |                     | 48          | 43          | 33         | J7         |
|          | MAD05_0  |                     | 49          | 44          | 34         | J8         |
|          | MAD06_0  |                     | 50          | 45          | 35         | K8         |
|          | MAD07_0  |                     | 62          | 52          | 41         | J10        |
|          | MAD08_0  |                     | 63          | 53          | 42         | H10        |
|          | MAD09_0  |                     | 64          | 54          | 43         | H9         |
|          | MAD10_0  |                     | 65          | 55          | 44         | G10        |
|          | MAD11_0  |                     | 66          | 56          | 45         | G9         |
|          | MAD12_0  |                     | 67          | 57          | 46         | G8         |
|          | MAD13_0  |                     | 68          | 58          | 47         | F10        |
|          | MAD14_0  |                     | 69          | 59          | 48         | F9         |
|          | MAD15_0  |                     | 74          | 64          | 53         | F8         |
|          | MAD16_0  |                     | 75          | 65          | 54         | E11        |
|          | MAD17_0  |                     | 76          | 66          | 55         | E10        |
|          | MAD18_0  |                     | 77          | 67          | 56         | E9         |
|          | MAD19_0  |                     | 78          | 68          | -          | E8         |
|          | MAD20_0  |                     | 79          | 69          | -          | D10        |
|          | MAD21_0  |                     | 80          | 70          | -          | D9         |
|          | MAD22_0  |                     | 86          | 71          | -          | D11        |
|          | MAD23_0  |                     | 88          | 73          | -          | C11        |
|          | MAD24_0  |                     | 89          | 74          | -          | B11        |

| 引脚状态类型 | 功能组      | 上电复位或低电压检测状态 | INITX 输入状态               | 器件内部复位状态                 | 运行模式或睡眠模式状态              | 定时器模式、RTC 模式或停止模式状态      |                          | 深度待机 RTC 模式或深度待机停止模式状态   |                          | 深度待机模式返回状态               |
|--------|----------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|        |          | 供电电压未稳定      | 供电电压稳定                   |                          | 供电电压稳定                   | 供电电压稳定                   |                          | 供电电压稳定                   |                          | 供电电压稳定                   |
|        |          | -            | INITX = 0                | INITX = 1                | INITX = 1                | INITX = 1                |                          | INITX = 1                |                          | INITX = 1                |
|        |          | -            | -                        | -                        | -                        | SPL = 0                  | SPL = 1                  | SPL = 0                  | SPL = 1                  | -                        |
| K      | 外部中断使能   | 设置被禁用        | 设置被禁用                    | 设置被禁用                    | 保持之前的状态                  | 保持之前的状态                  | 保持之前的状态                  | GPIO 功能内部输入固定为 0         | 高阻态/内部输入固定为 0            | GPIO 功能                  |
|        | 其它外设功能   | 高阻态          | 高阻态/内部输入使能               | 高阻态/内部输入固定为 0            |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|        | GPIO 功能  |              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| L      | 模拟输入功能   | 高阻态          | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 |
|        | 其它外设功能   | 设置被禁用        | 设置被禁用                    | 设置被禁用                    | 保持之前的状态                  | 保持之前的状态                  | 高阻态/内部输入固定为 0            | GPIO 功能内部输入固定为 0         | 高阻态/内部输入固定为 0            | GPIO 功能                  |
|        | GPIO 功能  |              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| M      | 模拟输入功能   | 高阻态          | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 |
|        | 外部中断使能   | 设置被禁用        | 设置被禁用                    | 设置被禁用                    | 保持之前的状态                  | 保持之前的状态                  | 保持之前的状态                  | GPIO 功能内部输入固定为 0         | 高阻态/内部输入固定为 0            | GPIO 功能                  |
|        | 其它外设功能   |              |                          |                          |                          |                          | 高阻态/内部输入固定为 0            |                          |                          |                          |
|        | GPIO 功能  |              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| N      | 模拟输入功能   | 高阻态          | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 |
|        | Trace 功能 | 设置被禁用        | 设置被禁用                    | 设置被禁用                    | 保持之前的状态                  | 保持之前的状态                  | Trace 输出                 | GPIO 功能内部输入固定为 0         | 高阻态/内部输入固定为 0            | GPIO 功能                  |
|        | 其它外设功能   |              |                          |                          |                          |                          | 高阻态/内部输入固定为 0            |                          |                          |                          |
|        | GPIO 功能  |              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |

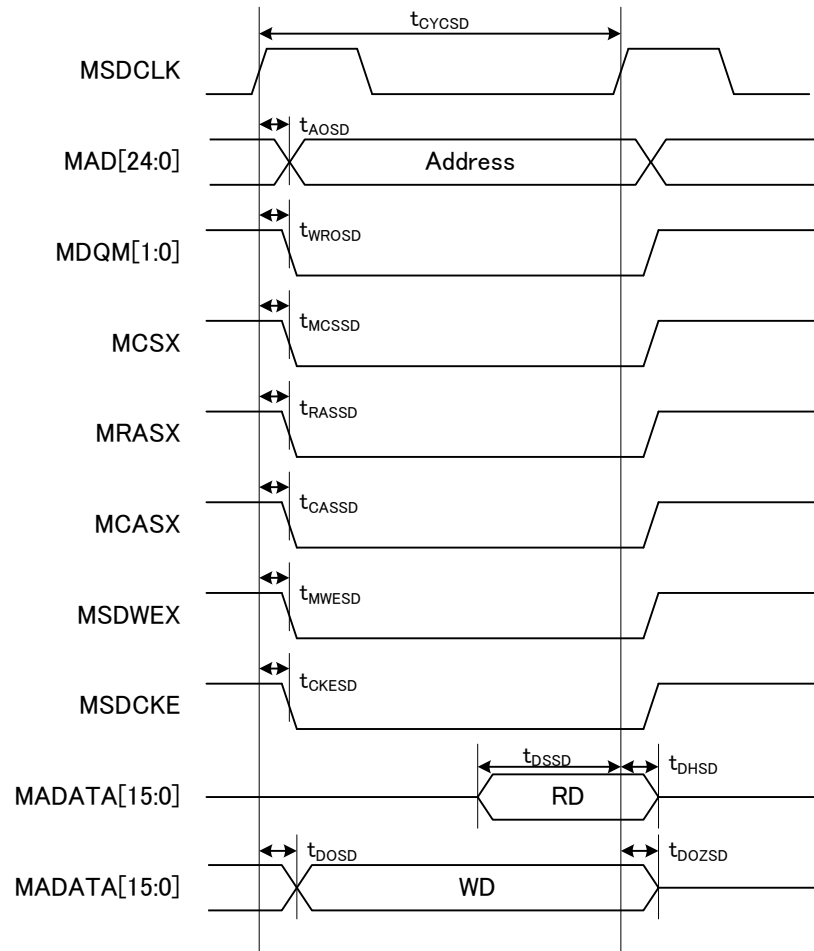
| 引脚状态类型 | 功能组     | 上电复位或低电压检测状态 | INITX 输入状态                   | 器件内部复位状态                     | 运行模式或睡眠模式状态                  | 定时器模式、RTC 模式或停止模式状态          |                              | 深度待机 RTC 模式或深度待机停止模式状态       |                              | 深度待机模式返回状态                   |  |  |
|--------|---------|--------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|--|
|        |         | 供电电压未稳定      | 供电电压稳定                       |                              | 供电电压稳定                       | 供电电压稳定                       |                              | 供电电压稳定                       |                              | 供电电压稳定                       |  |  |
|        |         | -            | INITX = 0                    | INITX = 1                    | INITX = 1                    | INITX = 1                    |                              | INITX = 1                    |                              | INITX = 1                    |  |  |
|        |         | -            | -                            | -                            | -                            | SPL = 0                      | SPL = 1                      | SPL = 0                      | SPL = 1                      | -                            |  |  |
| P      | 模拟输入功能  | 高阻态          | 高阻态/<br>内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/<br>内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/<br>内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/<br>内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/<br>内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/<br>内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/<br>内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 | 高阻态/<br>内部输入固定为 0/<br>模拟输入使能 |  |  |
|        | 唤醒功能    | 设置被禁用        | 设置被禁用                        | 设置被禁用                        | 保持之前的状态                      | 保持之前的状态                      | 保持之前的状态                      | 唤醒输入使能                       | 高阻态/<br>WKUP 输入使能            | GPIO 功能                      |  |  |
|        | 其它外设功能  |              |                              |                              |                              |                              | 高阻态/<br>内部输入固定为 0            | GPIO 功能<br>内部输入固定为 0         | 高阻态/<br>内部输入固定为 0            |                              |  |  |
|        | GPIO 功能 |              |                              |                              |                              |                              | 高阻态/<br>内部输入固定为 0            | GPIO 功能<br>内部输入固定为 0         | 高阻态/<br>内部输入固定为 0            |                              |  |  |
| Q      | 唤醒功能    | 设置被禁用        | 设置被禁用                        | 设置被禁用                        | 保持之前的状态                      | 保持之前的状态                      | 保持之前的状态                      | 唤醒输入允许                       | 高阻态/<br>唤醒输入使能               | GPIO 功能                      |  |  |
|        | 外部中断使能  |              |                              |                              |                              |                              |                              | GPIO 功能<br>内部输入固定为 0         | 高阻态/<br>内部输入固定为 0            |                              |  |  |
|        | 其它外设功能  | 高阻态          | 高阻态/<br>输入使能                 | 高阻态/<br>内部输入固定为 0            |                              |                              |                              |                              |                              |                              |  |  |
|        | GPIO 功能 |              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |  |  |

\*1: 在副定时器模式、副 CR 定时器模式、RTC 模式、停止模式、深度待机 RTC 模式和深度待机停止模式下，振荡停止。

\*2: 在定时器模式下保持之前的状态。在 RTC 模式和停止模式下，GPIO 内部输入固定为 0。

\*3: 在定时器模式下保持之前的状态。在 RTC 模式和停止模式下，高阻态/内部输入固定为 0。

SDRAM 访问时序

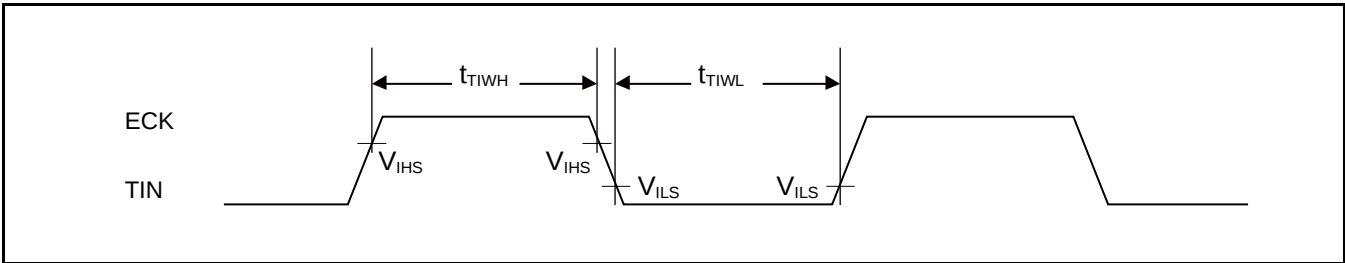


### 12.4.10 基础定时器输入时序

#### 定时器输入时序

( $V_{CC} = 2.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 0\text{ V}$ )

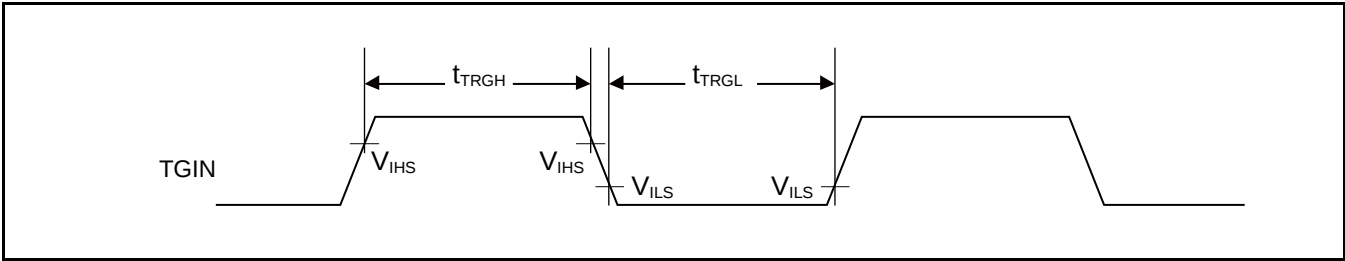
| 参数   | 符号                         | 引脚名称                        | 条件 | 值           |     | 单位 | 备注 |
|------|----------------------------|-----------------------------|----|-------------|-----|----|----|
|      |                            |                             |    | 最小值         | 最大值 |    |    |
| 输入脉宽 | $t_{TIWH}$ ,<br>$t_{TIWL}$ | TIOAn/TIOBn<br>(ECK、TIN 功能) | —  | $2t_{CYCP}$ | —   | ns |    |



#### 触发信号时序

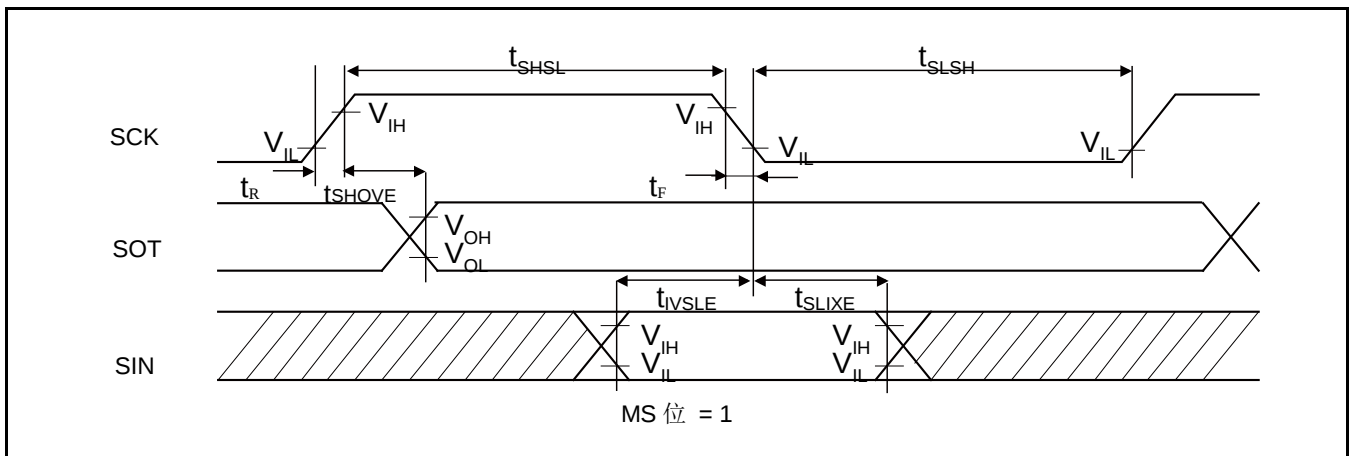
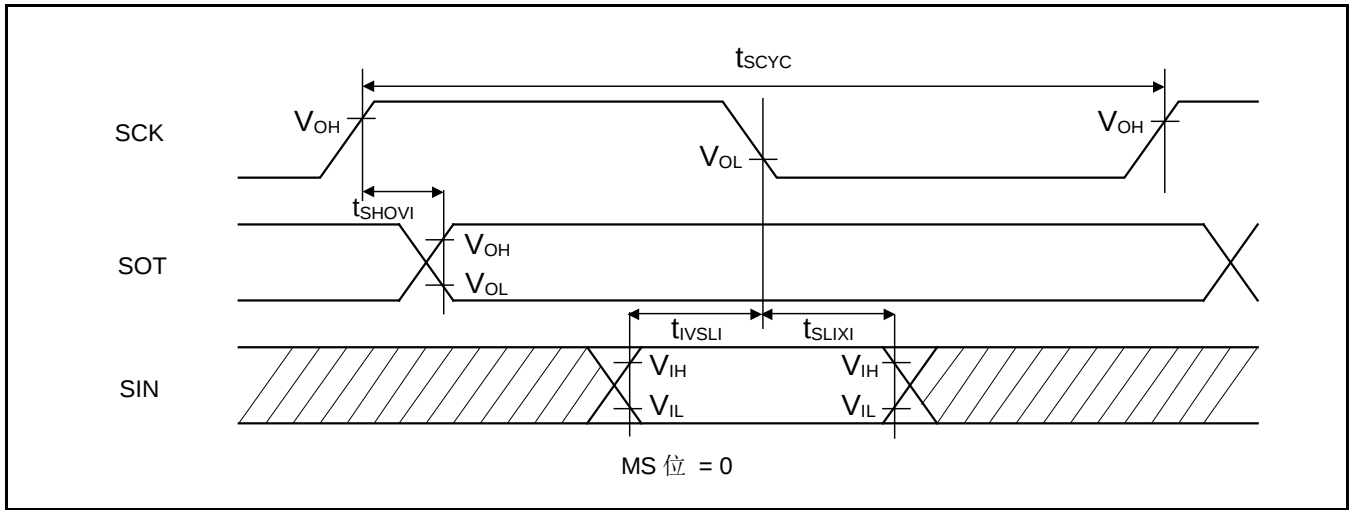
( $V_{CC} = 2.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 0\text{ V}$ )

| 参数   | 符号                         | 引脚名称                     | 条件 | 值           |     | 单位 | 备注 |
|------|----------------------------|--------------------------|----|-------------|-----|----|----|
|      |                            |                          |    | 最小值         | 最大值 |    |    |
| 输入脉宽 | $t_{TRGH}$ ,<br>$t_{TRGL}$ | TIOAn/TIOBn<br>(TGIN 功能) | —  | $2t_{CYCP}$ | —   | ns |    |



#### 注意:

- $t_{CYCP}$  指的是 APB 总线时钟周期时间。  
有关基础定时器挂接的 APB 总线编号的详细信息, 请参考第 8 章框图的内容。



同步串行片选模式 (SPI = 1, SCINV = 0, MS = 0, CSLVL = 1)

 (V<sub>CC</sub> = 2.7 V ~ 5.5 V, V<sub>SS</sub> = 0 V)

| 参数                   | 符号                | 条件     | V <sub>CC</sub> < 4.5 V        |                                | V <sub>CC</sub> ≥ 4.5 V        |                                | 单位 |
|----------------------|-------------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----|
|                      |                   |        | 最小值                            | 最大值                            | 最小值                            | 最大值                            |    |
| SCS 下降沿到 SCK 下降沿建立时间 | t <sub>CSSI</sub> | 内部移位时钟 | (*1)-50                        | (*1)+0                         | (*1)-50                        | (*1)+0                         | ns |
| SCK 上升沿到 SCS 上升沿保持时间 | t <sub>CSHI</sub> |        | (*2)+0                         | (*2)+50                        | (*2)+0                         | (*2)+50                        | ns |
| SCS 取消时间             | t <sub>CSDI</sub> |        | (*3)-50<br>+5t <sub>CYCP</sub> | (*3)+50<br>+5t <sub>CYCP</sub> | (*3)-50<br>+5t <sub>CYCP</sub> | (*3)+50<br>+5t <sub>CYCP</sub> | ns |
| SCS 下降沿到 SCK 下降沿建立时间 | t <sub>CSSE</sub> | 外部移位时钟 | 3t <sub>CYCP</sub> +30         | —                              | 3t <sub>CYCP</sub> +30         | —                              | ns |
| SCK 上升沿到 SCS 上升沿保持时间 | t <sub>CSHE</sub> |        | 0                              | —                              | 0                              | —                              | ns |
| SCS 取消时间             | t <sub>CSDE</sub> |        | 3t <sub>CYCP</sub> +30         | —                              | 3t <sub>CYCP</sub> +30         | —                              | ns |
| SCS 下降沿到 SUT 延迟时间    | t <sub>DSE</sub>  |        | —                              | 40                             | —                              | 40                             | ns |
| SCS 上升沿到 SUT 延迟时间    | t <sub>DEE</sub>  |        | 0                              | —                              | 0                              | —                              | ns |

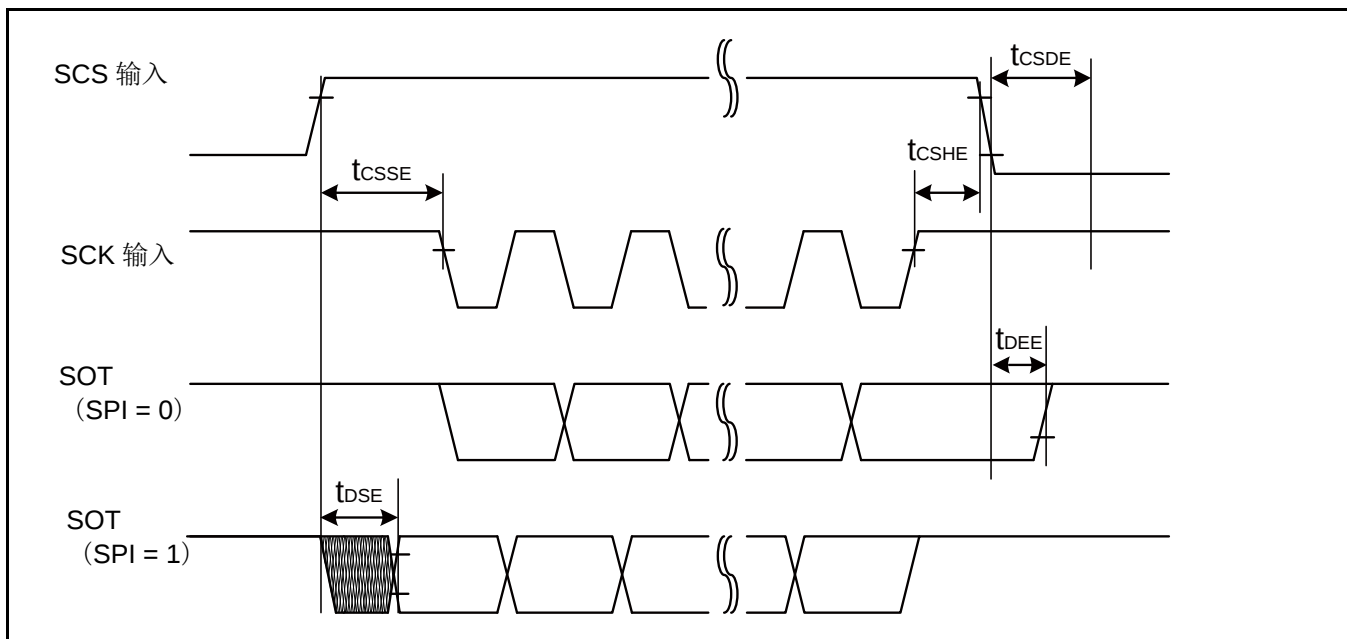
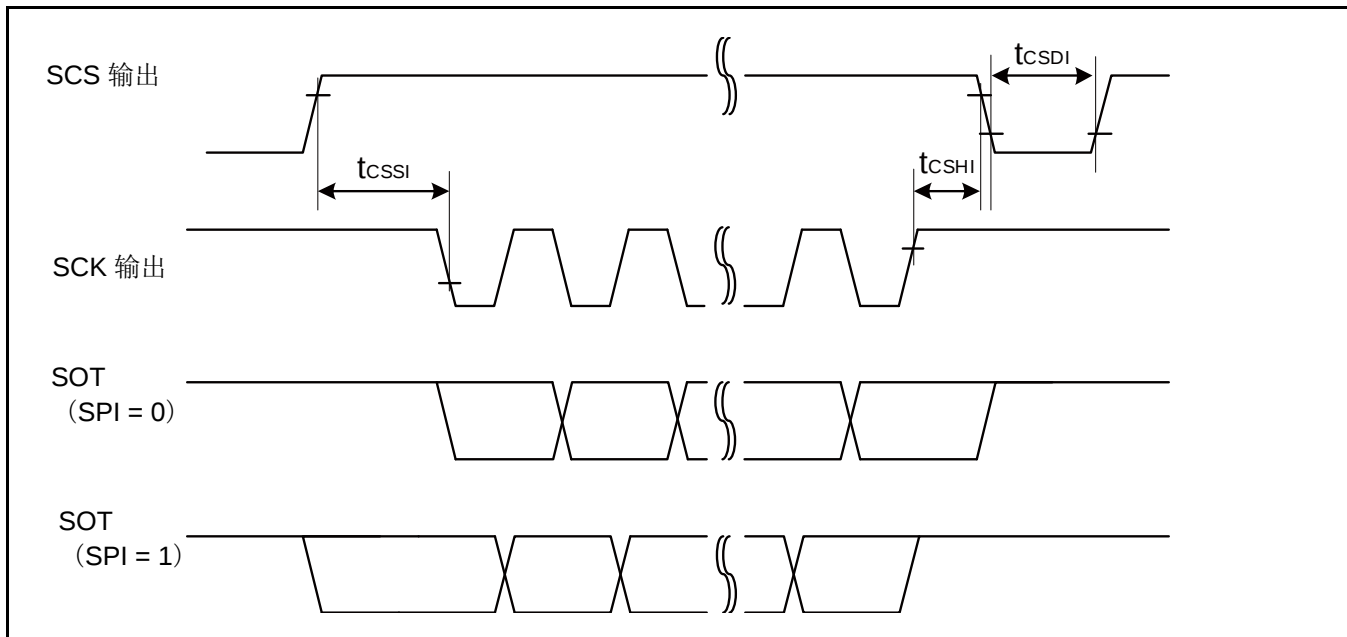
(\*1): CSSU 位值 × 串行片选时序操作时钟周期[ns]

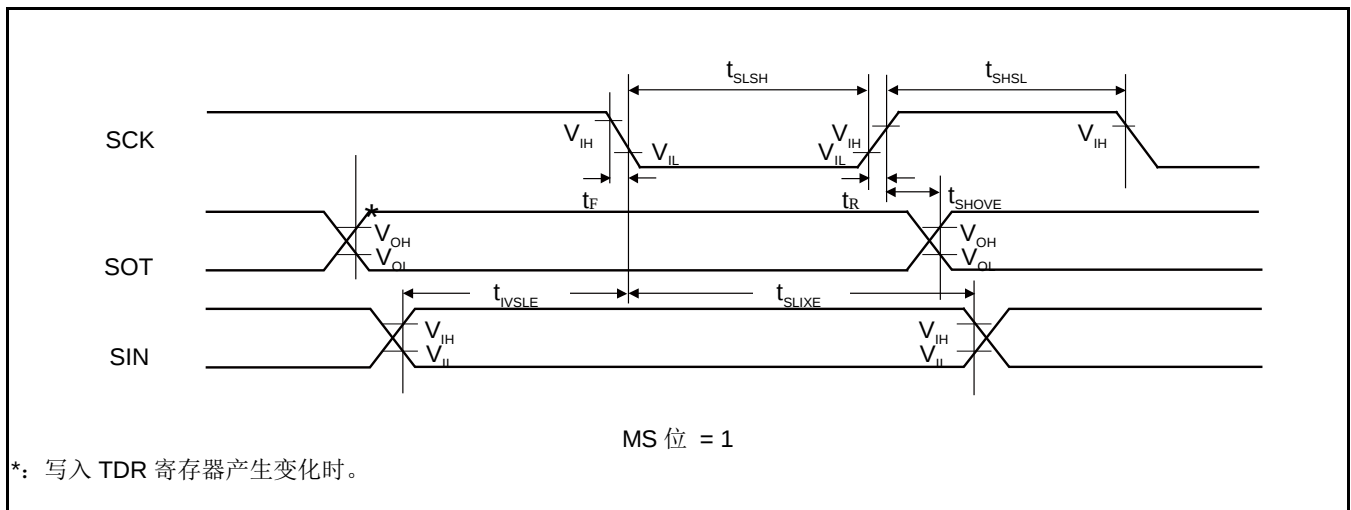
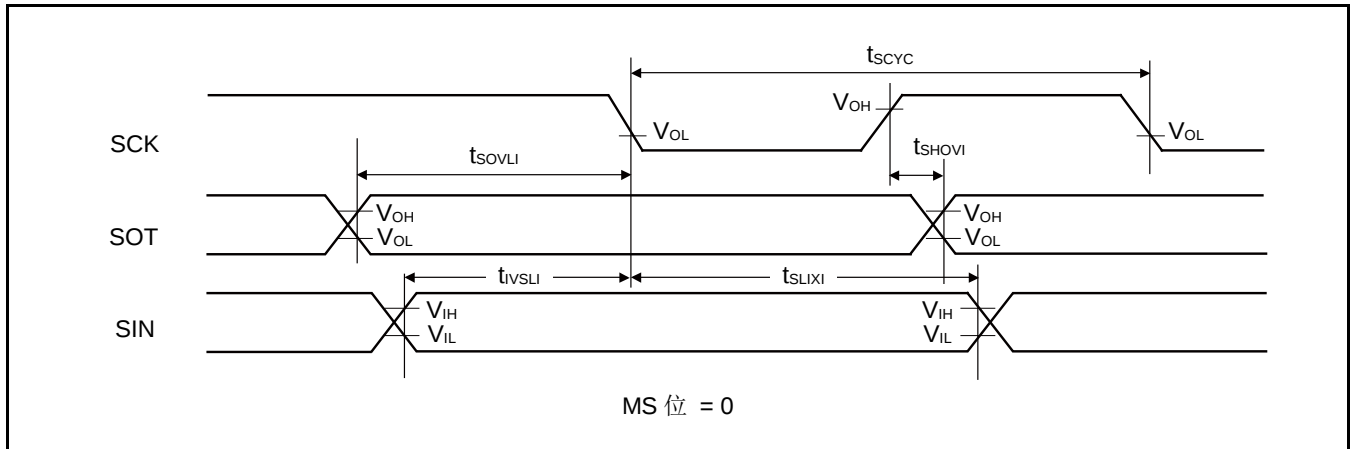
(\*2): CSHD 位值 × 串行片选时序操作时钟周期[ns]

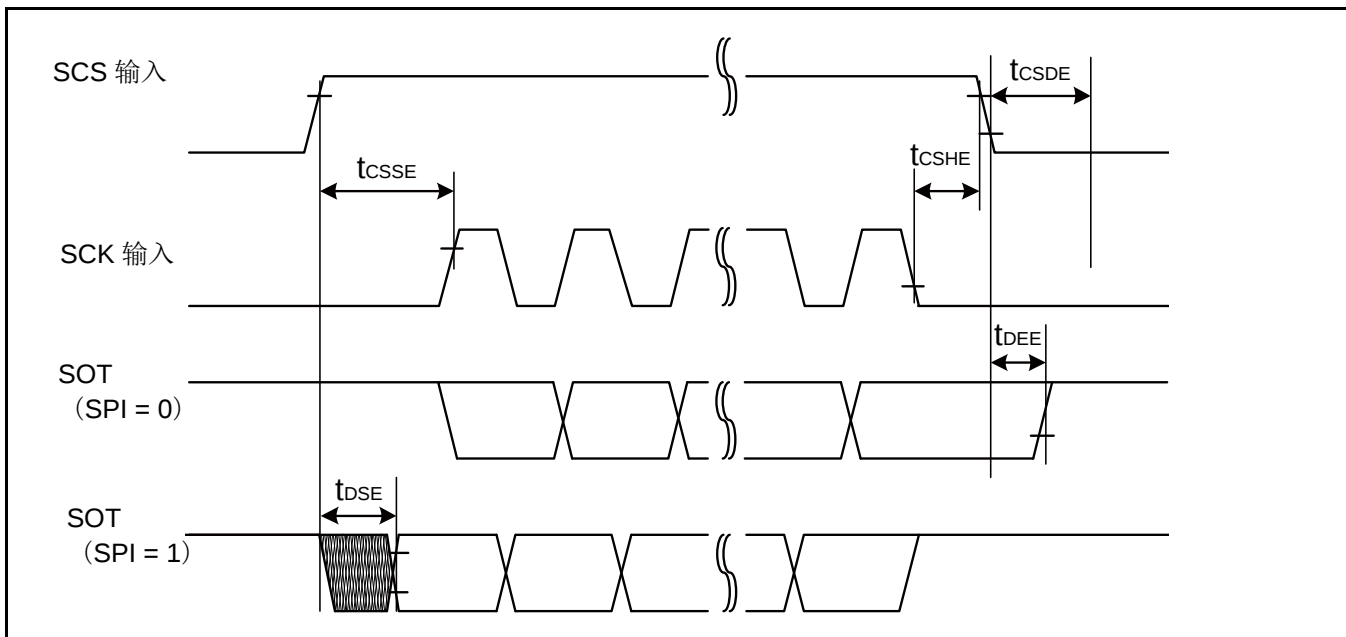
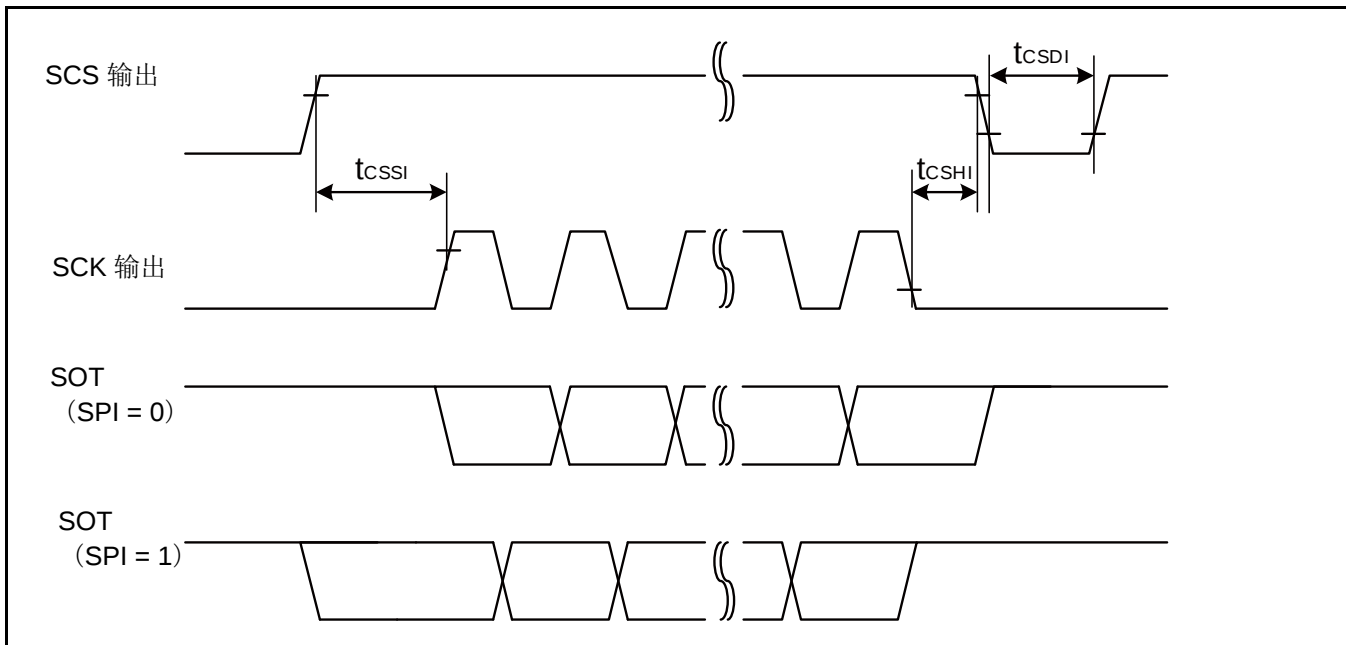
(\*3): CSDS 位值 × 串行片选时序操作时钟周期[ns]

**注意:**

- t<sub>CYCP</sub> 指的是 APB 总线时钟周期时间。  
有关多功能串行接口挂接的 APB 总线编号的详细信息, 请参考第 8 章框图的内容。
- 更多有关 CSSU、CSHD、CSDS 以及串行片选时序操作时钟的详细信息, 请参考“FM4 系列外设手册”中“主要”部分 (MN709-00001) 的内容。
- 外部负载电容 C<sub>L</sub> 为 30 pF。







#### 12.4.12 外部输入时序

( $V_{CC} = 2.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 0\text{ V}$ )

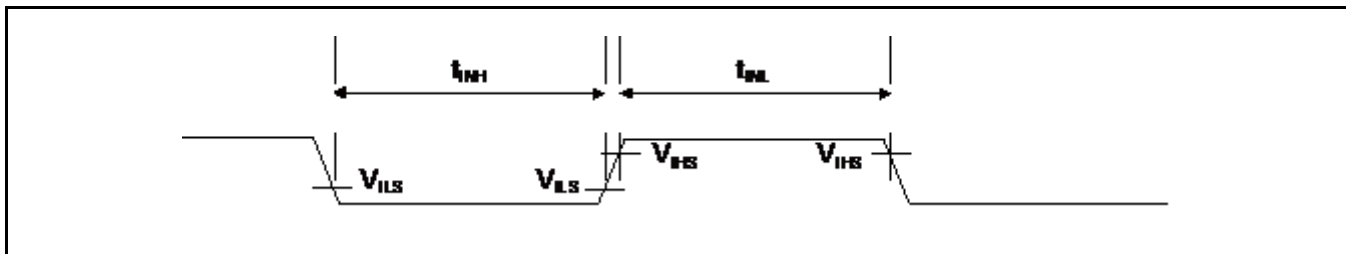
| 参数   | 符号                    | 引脚名称                   | 条件 | 值                      |     | 单位 | 备注          |
|------|-----------------------|------------------------|----|------------------------|-----|----|-------------|
|      |                       |                        |    | 最小值                    | 最大值 |    |             |
| 输入脉宽 | $t_{INH}$ 、 $t_{INL}$ | ADTG                   | —  | $2t_{CYCP}^{*1}$       | —   | ns | A/D 转换器触发输入 |
|      |                       | FRCKx                  |    |                        |     |    | 自由运行定时器输入时钟 |
|      |                       | ICxx                   |    |                        |     |    | 输入捕获        |
|      |                       | DTTixX                 | —  | $2t_{CYCP}^{*1}$       | —   | ns | 波形发生器       |
|      |                       | INT00 至 INT15,<br>NMIX | —  | $2t_{CYCP} + 100^{*1}$ | —   | ns | 外部中断        |
|      |                       |                        |    | 500 <sup>*2</sup>      | —   | ns | NMI         |
|      |                       | WKUPx                  | —  | 500 <sup>*3</sup>      | —   | ns | 深度待机模式唤醒    |

\*1:  $t_{CYCP}$  指的是 APB 总线时钟周期，处于停止模式、定时器模式的停止信号除外。

有关 A/D 转换器、多功能定时器和外部中断挂接的 APB 总线编号的详细信息，请参考第 8 章框图的内容。

\*2: 器件处于 停止模式或定时器模式。

\*3: 器件处于深度待机 RTC 模式或深度待机停止模式。



#### 12.4.15 SD 卡接口时序

##### 默认速度模式

■ 时钟 CLK（所有值参考  $V_{IH}$  和  $V_{IL}$  电平跳变点）

( $V_{CC} = 2.7\text{ V} \sim 3.6\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 0\text{ V}$ )

| 参数         | 符号        | 引脚名称  | 条件                                    | 值      |     | 备注  |
|------------|-----------|-------|---------------------------------------|--------|-----|-----|
|            |           |       |                                       | 最小值    | 最大值 |     |
| 数据传输模式时钟频率 | $f_{PP}$  | S_CLK | $C_{CARD} \leq 10\text{ pF}$<br>(单张卡) | 0      | 16  | MHz |
| 识别模式时钟频率   | $f_{OD}$  | S_CLK |                                       | 0*/100 | 400 | kHz |
| 时钟低电平时间    | $t_{WL}$  | S_CLK |                                       | 10     | —   | ns  |
| 时钟高电平时间    | $t_{WH}$  | S_CLK |                                       | 10     | —   | ns  |
| 时钟上升时间     | $t_{TLH}$ | S_CLK |                                       | —      | 10  | ns  |
| 时钟下降时间     | $t_{THL}$ | S_CLK |                                       | —      | 10  | ns  |

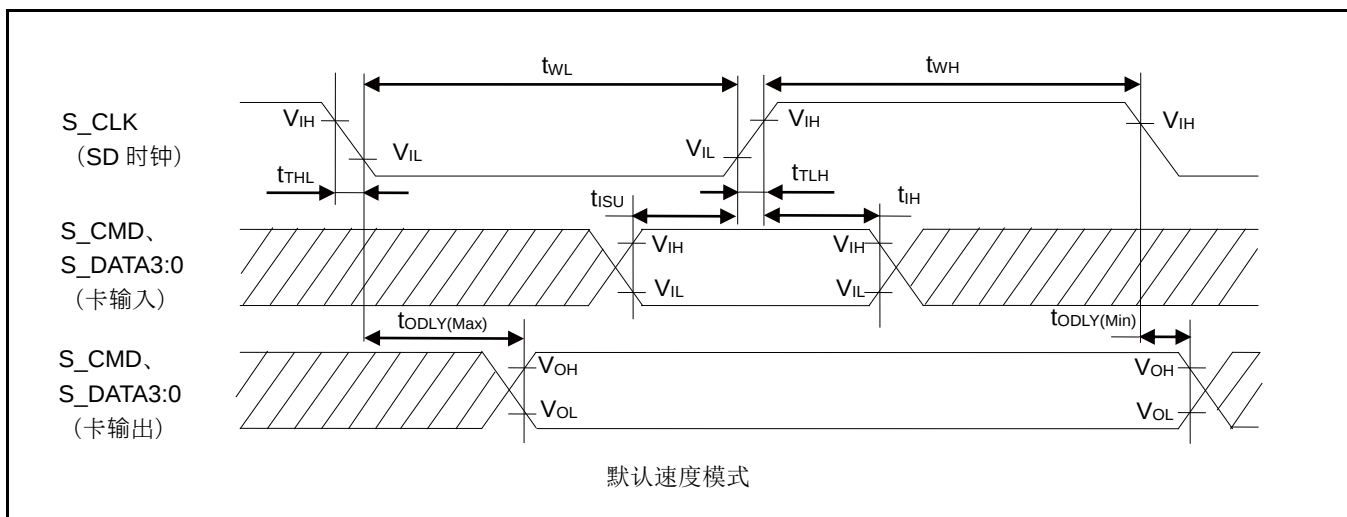
\*: 0 Hz 表示停止时钟。给定的最小频率范围适用于需要连续时钟的场合。

■ 卡输入 CMD、DAT（参考时钟 CLK）

| 参数     | 符号        | 引脚名称                | 条件                                    | 值   |     | 备注 |
|--------|-----------|---------------------|---------------------------------------|-----|-----|----|
|        |           |                     |                                       | 最小值 | 最大值 |    |
| 输入建立时间 | $t_{ISU}$ | S_CMD、<br>S_DATA3:0 | $C_{CARD} \leq 10\text{ pF}$<br>(单张卡) | 5   | —   | ns |
| 输入保持时间 | $t_{IH}$  | S_CMD、<br>S_DATA3:0 |                                       | 5   | —   | ns |

■ 卡输出 CMD、DAT（参考时钟 CLK）

| 参数           | 符号         | 引脚名称                | 条件                                    | 值   |     | 备注 |
|--------------|------------|---------------------|---------------------------------------|-----|-----|----|
|              |            |                     |                                       | 最小值 | 最大值 |    |
| 数据传输模式输出延迟时间 | $t_{ODLY}$ | S_CMD、<br>S_DATA3:0 | $C_{CARD} \leq 40\text{ pF}$<br>(单张卡) | 0   | 22  | ns |
| 识别模式输出延迟时间   | $t_{ODLY}$ | S_CMD、<br>S_DATA3:0 |                                       | 0   | 50  | ns |



##### 注意:

— 因为此外设是主机模式，所以卡输入对应的是主机输出，而卡输出对应的是主机输入。

## 12.7 低电压检测特性

### 12.7.1 低电压检测复位

| 参数   | 符号  | 条件 | 值    |      |      | 单位 | 备注   |
|------|-----|----|------|------|------|----|------|
|      |     |    | 最小值  | 典型值  | 最大值  |    |      |
| 检测电压 | VDL | —  | 2.25 | 2.45 | 2.65 | V  | 电压下降 |
| 释放电压 | VDH | —  | 2.30 | 2.50 | 2.70 | V  | 电压上升 |

### 12.7.2 低电压检测中断

| 参数         | 符号                | 条件           | 值    |     |                          | 单位 | 备注   |
|------------|-------------------|--------------|------|-----|--------------------------|----|------|
|            |                   |              | 最小值  | 典型值 | 最大值                      |    |      |
| 检测电压       | VDL               | SVHI = 00111 | 2.58 | 2.8 | 3.02                     | V  | 电压下降 |
| 释放电压       | VDH               |              | 2.67 | 2.9 | 3.13                     | V  | 电压上升 |
| 检测电压       | VDL               | SVHI = 00100 | 2.76 | 3.0 | 3.24                     | V  | 电压下降 |
| 释放电压       | VDH               |              | 2.85 | 3.1 | 3.34                     | V  | 电压上升 |
| 检测电压       | VDL               | SVHI = 01100 | 2.94 | 3.2 | 3.45                     | V  | 电压下降 |
| 释放电压       | VDH               |              | 3.04 | 3.3 | 3.56                     | V  | 电压上升 |
| 检测电压       | VDL               | SVHI = 01111 | 3.31 | 3.6 | 3.88                     | V  | 电压下降 |
| 释放电压       | VDH               |              | 3.40 | 3.7 | 3.99                     | V  | 电压上升 |
| 检测电压       | VDL               | SVHI = 01110 | 3.40 | 3.7 | 3.99                     | V  | 电压下降 |
| 释放电压       | VDH               |              | 3.50 | 3.8 | 4.10                     | V  | 电压上升 |
| 检测电压       | VDL               | SVHI = 01001 | 3.68 | 4.0 | 4.32                     | V  | 电压下降 |
| 释放电压       | VDH               |              | 3.77 | 4.1 | 4.42                     | V  | 电压上升 |
| 检测电压       | VDL               | SVHI = 01000 | 3.77 | 4.1 | 4.42                     | V  | 电压下降 |
| 释放电压       | VDH               |              | 3.86 | 4.2 | 4.53                     | V  | 电压上升 |
| 检测电压       | VDL               | SVHI = 11000 | 3.86 | 4.2 | 4.53                     | V  | 电压下降 |
| 释放电压       | VDH               |              | 3.96 | 4.3 | 4.64                     | V  | 电压上升 |
| LVD 稳定等待时间 | t <sub>LVDW</sub> | —            | —    | —   | 4480×t <sub>CYCP</sub> * | μs |      |

\*t<sub>CYCP</sub> 指的是 APB2 总线时钟周期。

## 12.10 低功耗模式唤醒时间

### 12.10.1 唤醒因素：中断/WKUP

低功耗模式唤醒时间如下，该时间为检测到内部电路唤醒源到程序开始执行的时间。

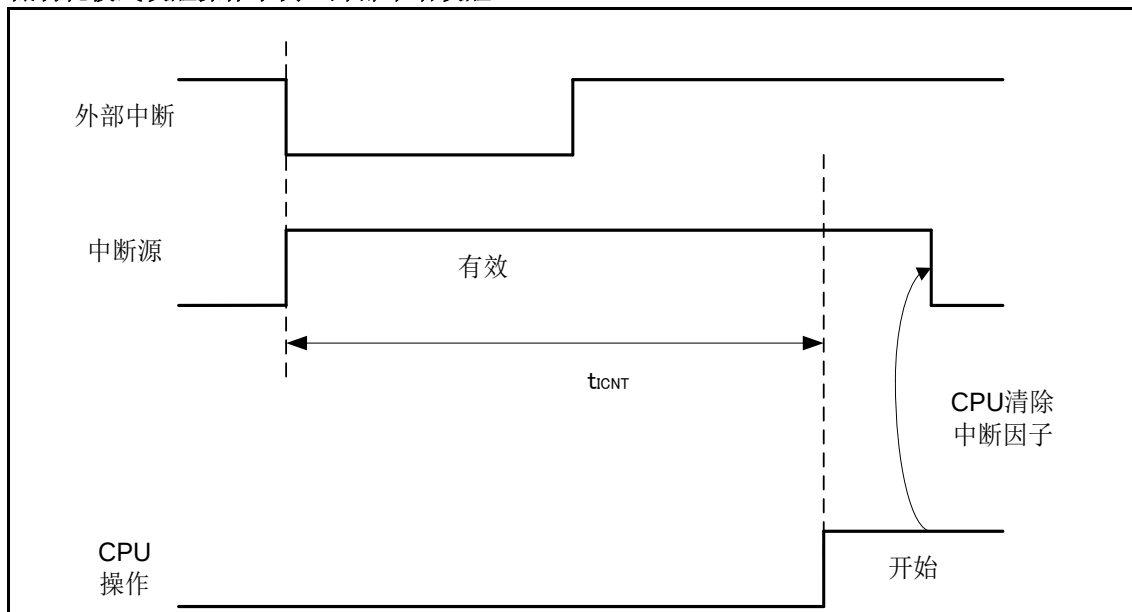
#### 唤醒时间

( $V_{CC} = 2.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 0\text{ V}$ )

| 参数                                         | 符号                | 值      |      | 单位 | 备注         |
|--------------------------------------------|-------------------|--------|------|----|------------|
|                                            |                   | 典型值    | 最大值* |    |            |
| 睡眠模式唤醒时间                                   | t <sub>ICNT</sub> | HCLK×1 |      | μs |            |
| 高速 CR 定时器模式的唤醒时间                           |                   | 40     | 80   | μs |            |
| 主定时器模式的唤醒时间                                |                   |        |      |    |            |
| PLL 定时器模式的唤醒时间                             |                   |        |      |    |            |
| 低速 CR 定时器模式                                |                   | 450    | 900  | μs |            |
| 副定时器模式                                     |                   | 881    | 1136 | μs |            |
| RTC 模式<br>停止模式<br>(返回到高速 CR /主/PLL 运行模式)   |                   | 270    | 581  | μs |            |
| RTC 模式的唤醒时间<br>停止模式<br>(返回到低速 CR/副定时器运行模式) |                   | 240    | 480  |    |            |
| 深度待机 RTC 模式 (保持 RAM 数据)                    |                   | 308    | 667  | μs | 不保持 RAM 数据 |
| 深度待机停止模式 (保持 RAM 数据)                       |                   | 308    | 667  | μs | 保持 RAM 数据  |

\*: 最大值取决于内置 CR 精度。

#### 低功耗模式唤醒操作示例 (外部中断唤醒\*)



\*: 外部中断输入设置为下降沿有效。