CMS16S28F数据手册

增强型闪存8位CMOS单片机

Rev. 1.0.0

请注意以下有关CMS知识产权政策

＊中微半导体（深圳）股份有限公司（以下简称本公司）已申请了专利，享有绝对的合法权益。与本公司MCU或其他产品有关的专利权并未被同意授权使用，任何经由不当手段侵害本公司专利权的公司、组织或个人，本公司将采取一切可能的法律行动，遏止侵权者不当的侵权行为，并追讨本公司因侵权行为所受的损失、或侵权者所得的不法利益。

＊中微半导体（深圳）股份有限公司的名称和标识都是本公司的注册商标。

＊本公司保留对规格书中产品在可靠性、功能和设计方面的改进作进一步说明的权利。然而本公司对于规格内容的使用不负责任。文中提到的应用其目的仅仅是用来做说明，本公司不保证和不表示这些应用没有更深入的修改就能适用，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。本公司的产品不授权适用于救生、维生器件或系统中作为关键器件。本公司拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考官方网站 www.mcu.com.cn。

1. 产品特性

1.1 功能特性

- 兼容 MCS-51 指令系统
  - 机器周期最快支持 1T_{SYS} @ F_{SYS}＝16MHz
- 内存
  - 程序 Flash：16Kx8
  - 通用 RAM：256x8
  - 通用 XRAM：768x8
  - Data Flash：256x16
- 振荡方式
  - HSI 内部高速 RC 振荡：32MHz
  - LSI 内部低速 RC 振荡：32KHz
- 中断源
  - 3 个定时中断
  - 外部中断
  - PORTB 电平变化中断
  - 其它外设中断
- 定时器
  - WDT 定时器（看门狗定时器）
  - 8 位定时器 TIMER0，TIMER2
  - 16 位定时器 TIMER1
- PWM
  - 5 路 PWM，
  - 支持互补模式
  - 4 路 PWM 共用周期，独立占空比
  - 1 路 PWM 独立周期，独立占空比
  - 可配置在 RB0-RB4 或 RC3-RC7
- 捕捉模块（CPT）
  - 可选择 RB3/RB4/RC6/RB7 输入支持互补模式
- LVD 模块
  - 2.7V/3.0V/3.3V/3.7V/4.0V/4.3V
- 内置触摸按键检测模块
  - 无需外挂触摸电容
  - 可轻松通过动静态 10V 传导测试
  - 触摸灵敏度可调
  - 所有管脚可配置成触摸通道
- 工作电压及温度范围：
  - V_{LVR3}~5.5V，-40~85℃@16M/1T
  - V_{LVR2}~5.5V，-40~105℃@16MHz/2T
  - V_{LVR1}~5.5V，-40~85℃@16MHz/2T
- 低压复位功能（LVR）
  - 2.5V/3.0V/3.5V
- LED 驱动模块
  - 支持矩阵模式和点阵模式
  - 矩阵模式最多可支持 11 段 8 位
  - COM 口有大电流驱动能力，可达 150mA
  - SEG 口电流可灵活配置为 2~30mA
  - 点阵模式最多可支持 8*9 个像素点
- MSSP 通信模块（SPI/ I2C）
  - I2C 支持主控和从动模式(7 位地址)
  - I^2C 从动模式支持广播呼叫
  - SPI 支持主动/从动模式
- 内置 2 路 USART 通信模块
  - 支持同步主从模式和异步全双工模式
  - 串口 1 可配置在 RB4/RB3 或 RC6/RC7
- 高精度 12 位 ADC
  - 内建高精度 1.2V 基准电压
  - ±1.5% @VDD=2.5V~5.5V TA=25℃
  - ±2% @VDD=2.5V~5.5V TA=-40℃~85℃
- 低功耗模式
  - 空闲模式（IDLE）
  - 休眠模式（STOP）
- 支持两线编程与调试

1.2 产品型号一览表

型号说明

PRODUCT	ROM	RAM	Pro EE	I/O	ADC	USART	LED	Touch	PACKAGE
CMS16S28F	16Kx8	1Kx8	256x16	26	12Bitx26	2	$11_{seg}x8_{com}$	26	SOP28

注：ROM----程序存储器　Pro EE----Data Flash

2. 系统概述

2.1 系统简介

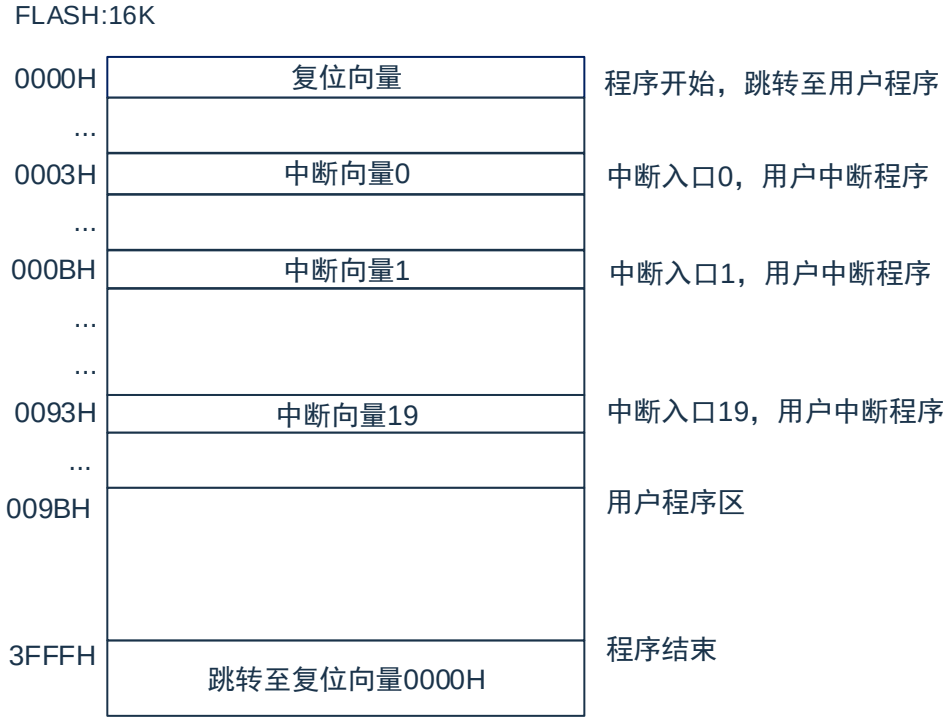
CMS16S28F 系列是 8051 内核、兼容 MCS-51 的 1T 指令系统、通用 IO 型的 8 位芯片，工作频率最高可达 16MHz，该 MCU 具有如下特性：

- 具有 16KB 程序区、256B RAM 空间、768B XRAM 空间、256B 数据区。
- 具有两种振荡方式，时钟选择更灵活。
- 支持正常、空闲、休眠三种工作模式，能有效的降低功耗。
- 内置低压复位 LVR、低压监测 LVD、看门狗溢出复位等保护设置，能够有效提升系统运行的可靠性。
- 具有外部中断、定时中断和其他外设中断等多种中断源，能够及时响应外部事件，提高 MCU 的利用率。
- 3 个定时器，能够实现定时、计数、输入捕获、输出比较等功能。
- 5 路 10 位 PWM，可配置为 4 路共用周期、独立占空比的输出+1 路独立输出，或 2 组互补输出+1 路独立输出。
- 具有 MSSP、2 路 USART 通信模块，能够实现系统与其他设备之间的数据传送。
- 具有高精度 12 位 ADC 且可选择内部参考电压，每个 IO 均可作 ADC 的输入通道，模拟功能更丰富。

2.2 存储结构

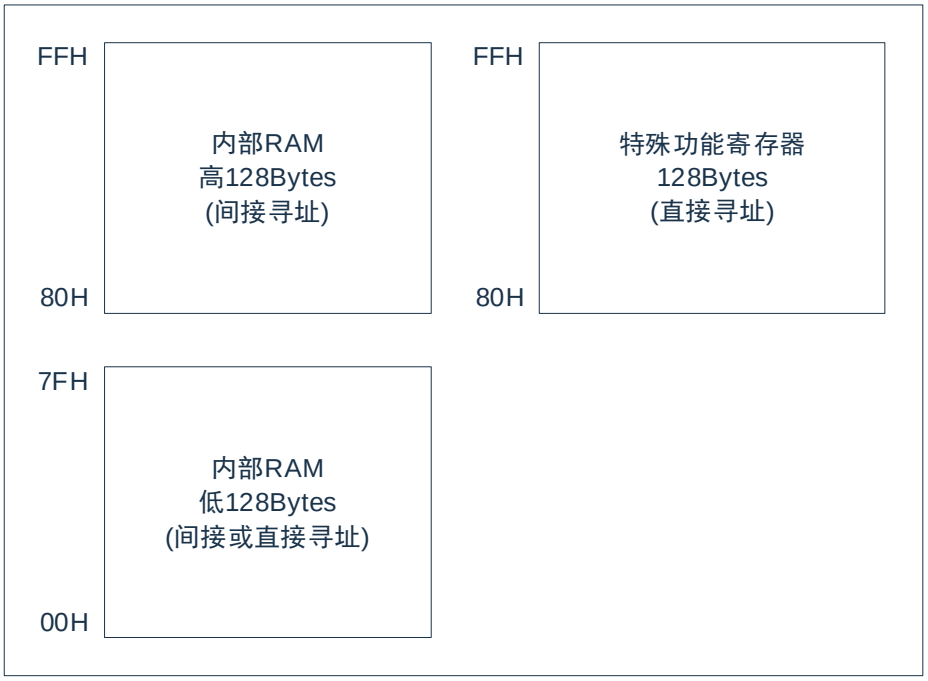
2.2.1 程序存储器 FLASH

该芯片具有一个 16KB 的 FLASH 存储空间, FLASH 空间分配结构框图如下：

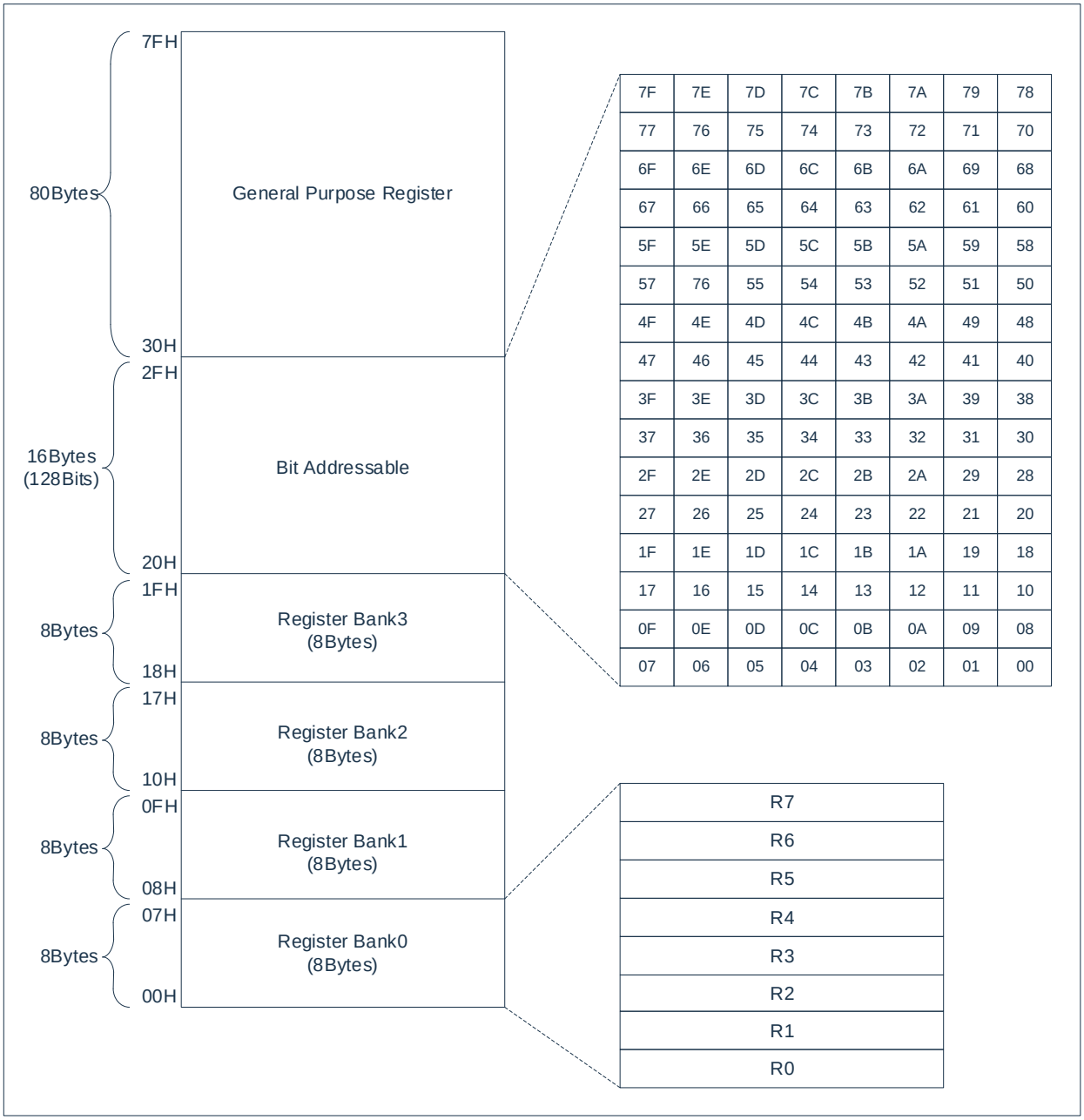


2.2.2 内部数据存储器 RAM

内部数据存储器分为 3 个部分：低 128Bytes、高 128Bytes、特殊功能寄存器 SFR。RAM 空间分配结构框图如下图所示：

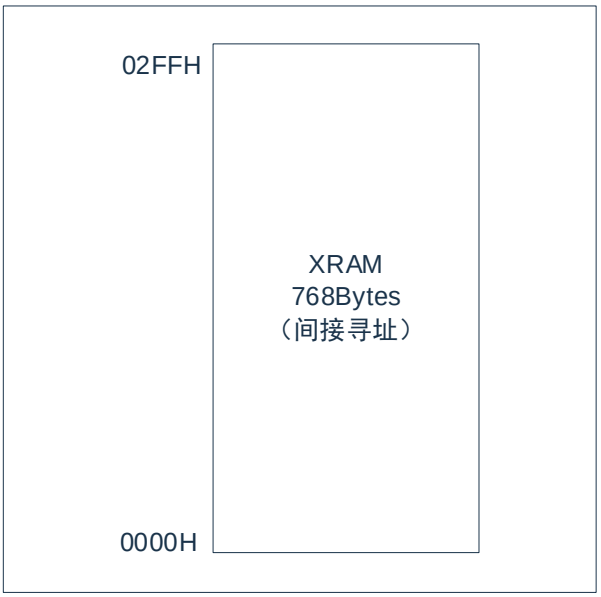


上图所示的低 128Bytes 空间寄存器分配如下图所示。最低的 32 字节（00H~1FH）组成了 4 个寄存器组，每组 8 个存储单元，以 R0~R7 作为单元编号，用于保存操作数及中间结果等。复位后，默认选择 0 组，如果选择其他寄存器组，需通过改变程序状态来决定。寄存器组后边的 16Bytes（20H~2FH）组成了可位寻址的存储空间，该区域的 RAM 单元既可以按字节操作，也可以对单元中的每一位直接位操作。剩余的 80 个存储单元（30H~7FH），用户可设置堆栈区和存储中间数据。



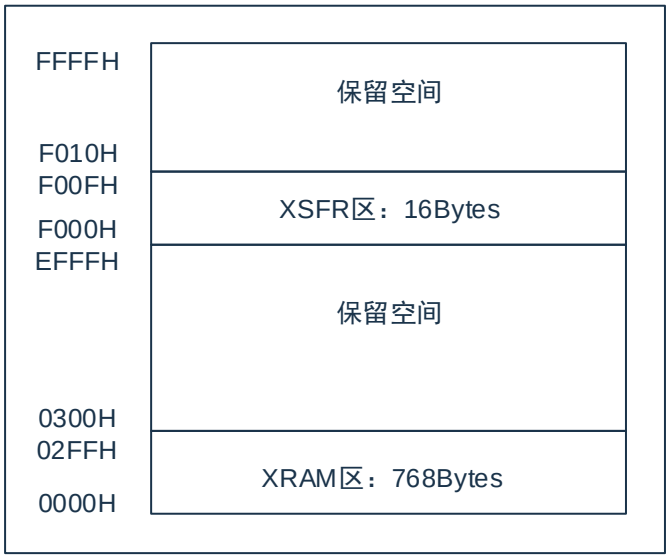
2.2.3 外部数据寄存器 XRAM

芯片内部有最大 768Bytes XRAM 区域，该区域与 FLASH/RAM 没有联系，XRAM 空间分配结构框图如下图所示：



2.2.4 特殊功能寄存器 XSFR

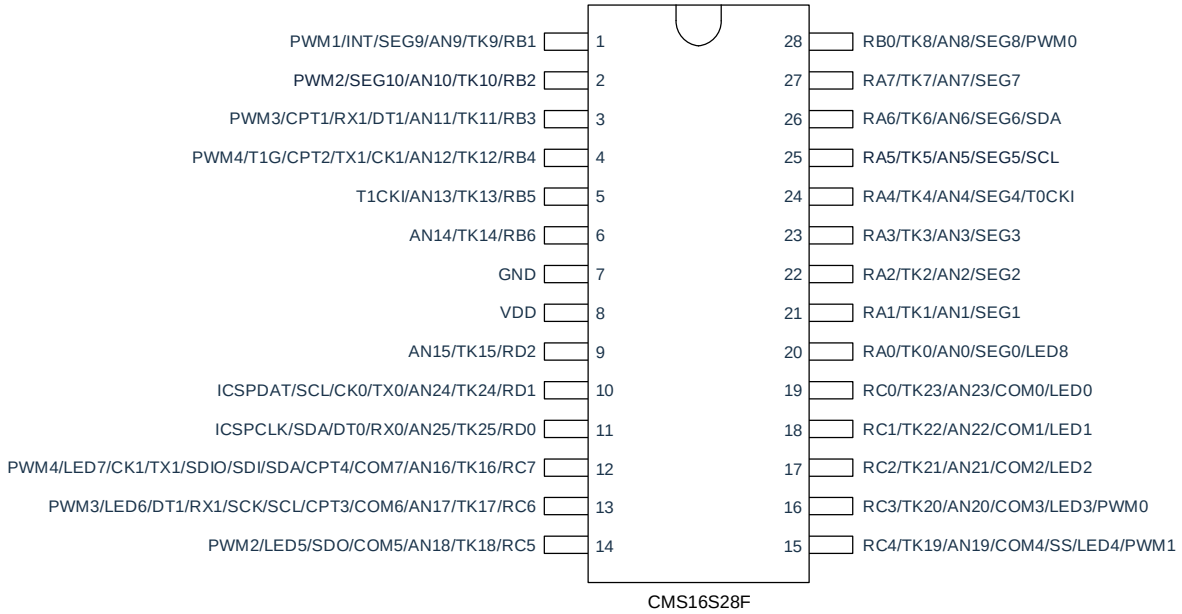
XSFR 是寻址空间与 XRAM 共用的特殊寄存器，主要包括：PWM 功能控制寄存器。其寻址范围如下图所示：



3. 管脚定义

3.1 管脚描述

3.1.1 CMS16S28F 引脚图



管脚功能说明

管脚名称	IO 类型	管脚说明
VDD,GND	P	电源电压输入脚，接地脚
OSCIN/OSCOUT	P	晶振输入/输出引脚
RA0-RA7	I/O	可编程为输入脚，推挽输出脚，带上拉电阻功能
RB0-RB6	I/O	可编程为输入脚，推挽输出脚，带上拉电阻功能、下拉电阻功能，电平变化中断功能
RC0-RC7	I/O	可编程为输入脚，推挽输出脚，带上拉电阻功能
RD0-RD2	I/O	可编程为输入脚，推挽输出脚，带上拉电阻功能
ICSPCLK/ICSPDAT	I/O	编程时钟/数据脚
TK0-TK25	-	触摸按键输入脚
AN0-AN25	I	12 位 ADC 输入脚
SEG0-SEG10	O	LED 驱动段输出
COM0-COM7	O	LED 驱动公共端
LED0-LED8	O	LED 点阵模式输出
T0CKI	I	TIMER0 外部时钟输入脚
T1CKI	I	TIMER1 外部时钟输入脚
T1G	I	TIMER1 门控输入脚
CPT1-4	I/O	捕捉输入
PWM0-4	I/O	PWM0-4 输出脚
SCK	I/O	SPI 时钟输入脚
SDI	I	SPI 数据输入脚
SDO	O	SPI 数据输出脚
SS	I	SPI 从动选择输入脚
SCL	I/O	I^2C 时钟输入/输出脚
SDA	I/O	I^2C 数据输入/输出脚

TX0/CK0	I/O	USART0 异步发送输出/同步时钟输入/输出脚
RX0/DT0	I/O	USART0 异步接收输入/同步数据输入/输出脚
TX1/CK1	I/O	USART1 异步发送输出/同步时钟输入/输出脚
RX1/DT1	I/O	USART1 异步接收输入/同步数据输入/输出脚

3.2 GPIO 特性

管脚多种功能共享，每个 I/O 口可灵活配置数字功能或者指定的模拟功能。I/O 作为通用 GPIO 口具有如下特性：

- 可读取数据锁存器状态或者引脚状态。
- 可配置上升沿、下降沿、双沿触发中断。
- 可配置上升沿、下降沿、双沿中断唤醒芯片。
- 可配置成普通输入、上拉输入、下拉输入、推挽输出模式。

3.3 管脚功能列表

芯片有四个 I/O 端口：PORTA、PORTB、PORTC、PORTD（最多 26 个 I/O）。可读写端口数据寄存器可直接存取这些端口。

端口	位	管脚描述	I/O
PORTA	0	施密特触发输入，推挽式输出，AN0，TK0，LED 驱动 SEG 口	I/O
	1	施密特触发输入，推挽式输出，AN1，TK1，LED 驱动 SEG 口	I/O
	2	施密特触发输入，推挽式输出，AN2，TK2，LED 驱动 SEG 口	I/O
	3	施密特触发输入，推挽式输出，AN3，TK3，LED 驱动 SEG 口	I/O
	4	施密特触发输入，推挽式输出，AN4，TK4，LED 驱动 SEG 口，T0CKI	I/O
	5	施密特触发输入，推挽式输出，AN5，TK5，LED 驱动 SEG 口	I/O
	6	施密特触发输入，推挽式输出，AN6，TK6，LED 驱动 SEG 口	I/O
	7	施密特触发输入，推挽式输出，AN7，TK7，LED 驱动 SEG 口	I/O
PORTB	0	施密特触发输入，推挽式输出，AN8，TK8，LED 驱动 SEG 口	I/O
	1	施密特触发输入，推挽式输出，AN9，TK9，LED 驱动 SEG 口，外部中断输入	I/O
	2	施密特触发输入，推挽式输出，AN10，TK10，LED 驱动 SEG 口	I/O
	3	施密特触发输入，推挽式输出，AN11，TK11，CPT，RX1/DT1	I/O
	4	施密特触发输入，推挽式输出，AN12，TK12，CPT，TX1/CK1，T1G	I/O
	5	施密特触发输入，推挽式输出，AN13，TK13，T1CKI，OSCO	I/O
	6	施密特触发输入，推挽式输出，AN14，TK14，OSCI	I/O
PORTC	0	施密特触发输入，推挽式输出，AN23，TK23，LED 驱动 COM 口	I/O
	1	施密特触发输入，推挽式输出，AN22，TK22，LED 驱动 COM 口	I/O
	2	施密特触发输入，推挽式输出，AN21，TK21，LED 驱动 COM 口	I/O
	3	施密特触发输入，推挽式输出，AN20，TK20，LED 驱动 COM 口	I/O
	4	施密特触发输入，推挽式输出，AN19，TK19，LED 驱动 COM 口	I/O
	5	施密特触发输入，推挽式输出，AN18，TK18，LED 驱动 COM 口	I/O
	6	施密特触发输入，推挽式输出，AN17，TK17，LED 驱动 COM 口，CPT，RX1/DT1，SCL/SCK	I/O
	7	施密特触发输入，推挽式输出，AN16，TK16，LED 驱动 COM 口，CPT，TX1/CK1，SDA/SDI	I/O
PORTD	0	施密特触发输入，推挽式输出，AN25，TK25，编程时钟输入，RX0/DT0，SDA	I/O
	1	施密特触发输入，推挽式输出，AN24，TK24，编程数据输入/输出，TX0/CK0，SCL	I/O
	2	施密特触发输入，推挽式输出，AN15，TK15	I/O

4. 功能概要

4.1 系统时钟

系统时钟通过振荡器控制寄存器的设置进行时钟源、时钟分频选择。芯片时钟源可选择如下 2 种类型

- 内部高速振荡 HSI(32MHz)。
- 内部低速振荡 LSI(32KHz)

4.2 复位

芯片可用如下 3 种复位方式：

- 上电复位。
- 低电压复位。
- 正常工作下的看门狗溢出复位。

4.3 电源管理

4.3.1 工作模式

芯片有 3 种不同的工作模式，以适应不同应用的功耗需求。

- 正常工作模式：MCU 处于正常工作状态，外设正常运行。
- 空闲模式 IDLE：MCU 处于空闲模式，CPU 停止工作，外设正常运行。该模式可由任意中断唤醒。
- 休眠模式 STOP：MCU 处于休眠模式，CPU 停止工作，外设停止工作。该模式可由外部中断唤醒、PORTB 电平变化中断、看门狗定时器唤醒（WDT 强制使能）。

4.3.2 电源低压复位（LVR）

当电源电压低于设置的检测电压时，则系统复位。

低压复位有 3 种选择：2.5V/3.0V/3.5V。

4.3.3 电源低压检测（LVD）

低电压检测电路可将电源电压和设置电压进行比较，如果电源电压低于设置的电压，则产生中断请求信号。可设置的检测电压范围 2.7V~4.3V，共 6 级可选。

4.4 中断控制

芯片具有 19 个中断源及中断向量：

中断源	中断描述	中断向量	同级优先序列
TMR1IF	Timer1 溢出中断	0-0x0003	1
TMR2IF	Timer2 与 PR2 匹配中断	1-0x000B	2
CPTIF	CPT 中断	2-0x0013	3
SSPIF	MSSP 中断	3-0x001B	4
TX0IF	USART0 发送中断	4-0x0023	5
RX0IF	USART0 接收中断	5-0x002B	6
ADIF	ADC 中断	6-0x0033	7
PWMIF	PWM 中断	7-0x003B	8
---	---	---	---
RX1IF	USART1 接收中断	9-0x004B	10
TX1IF	USART1 发送中断	10-0x0053	11
BCLIF	I^2C 总线冲突中断	11-0x005B	12
EEIF	Data Flash 写操作中断	12-0x0063	13
---	---	---	---
TKIF	触摸检测结束中断	14-0x0073	15
LVDIF	LVD 中断	15-0x007B	16
RBIF	PORTB 电平变化中断	16-0x0083	17
INTF	外部中断	17-0x008B	18
T0IF	Timer0 溢出中断	18-0x0093	19

芯片规定两个中断优先级，可实现两级中断嵌套。当一个中断已经响应，若有高级别中断发出请求，后者可以中断前者，实现中断嵌套。

4.5 定时器

4.5.1 WDT 定时器

看门狗定时器是一个由系统时钟提供时钟源的片内定时器，WDT 计时溢出将产生复位。看门狗复位是系统的一种保护设置，当系统运行到一个未知状态时，可通过看门狗来使系统复位，从而避免系统进入到无限期的死循环。WDT 定时器具有如下特性：

- 看门狗溢出时间 8 档可选。
- 可设置看门狗溢出中断。
- 可设置看门狗溢出复位。

4.5.2 定时计数器 TIMER0

TIMER0 由如下功能组成：

- 8 位定时器/计数器寄存器（TMR0）；
- 8 位预分频器（与看门狗定时器共用）；
- 可编程内部或外部时钟源；
- 可编程外部时钟边沿选择；
- 溢出中断。

4.5.3 定时计数器 TIMER1

TIMER1 模块是一个 16 位定时器/计数器，具有以下特性：

- 16 位定时器/计数器寄存器（TMR1H:TMR1L）
- 3 位预分频器
- 同步或异步操作
- 溢出时唤醒（仅外部时钟异步模式）
- 可编程内部或外部时钟源
- 通过 T1G 引脚门控 TIMER1（使能计数）
- 溢出中断
- 捕捉/比较功能的时基

4.5.4 定时计数器 TIMER2

TIMER2 模块是一个 8 位定时器/ 计数器，具有以下特性：

- 8 位定时器寄存器（TMR2）
- 8 位周期寄存器（PR2）
- TMR2 与 PR2 匹配时中断
- 软件可编程预分频比（1:1，1:4 和 1:16）
- 软件可编程后分频比（1:1 至 1:16）

4.6 增强型数字外设

4.6.1 捕捉模块（CPT）

芯片包含 1 个捕捉模块。

捕捉模块是允许用户定时和控制不同事件的外设。在捕捉模式下，该外设能对事件的持续时间计时。在捕捉模式下，需要用到定时器 TIMER1。

4.6.2 PWM 模块

芯片包含一个 10 位 PWM 模块，可配置为 4 路共用周期、独立占空比的输出+1 路独立输出，或 2 组互补输出+1 路独立输出。

- 支持独立、互补、2 种控制模式。
- 计数时钟可选择 1、2、4、8、16、32、64、128 分频。
- 可设置输出极性。

4.7 通信模块

4.7.1 USARTx 模块

USARTx 模块包含了 USART0/USART1。USARTx 具有如下特性：

- 全双工异步发送和接收
- 单字符输出缓冲器
- 双字符输入缓冲器
- 接收到字符的帧错误检测
- 半双工同步从动模式
- 可将字符长度编程为 8 位或 9 位
- 输入缓冲溢出错误检测
- 半双工同步主控模式
- 同步模式下，可编程时钟极性

4.7.2 MSSP 模块

主控同步串行端口（Master Synchronous Serial Port，MSSP）模块是用于同其他外设或单片机进行通信的串行接口。这些外设器件可以是串行 EEPROM、移位寄存器、显示驱动器或 A/D 转换器等。MSSP 模块有 SPI 和 I^2C 两种工作模式。

SPI 模式特性：

- 全双工同步串行数据传输。
- 支持主机/从机模式。
- 支持多主机系统。
- 系统错误检测。
- 支持速度高达系统时钟的 1/8。
- 发送/接收完成可产生中断

I^2C 模式特性：

- 支持 4 种工作方式：主控发送、主控接收、从动发送、从动接收。
- 支持 2 种传输速度模式： 标准（高达 100Kb/s）； 快速（高达 400Kb/s）。
- 执行仲裁和时钟同步。
- 支持多主机系统。
- 主机方式支持 I2C 总线上的 7 位寻址模式与 10 位寻址模式（软件支持）。
- 从机方式支持 I2C 总线上的 7 位寻址模式。
- 允许在较宽时钟频率范围进行操作（内置 8 位定时器）。
- 接收/发送完成可产生中断。

4.8 模拟模块

4.8.1 模数转换器（ADC）

模数转换器（ADC）可以将模拟输入信号转换为表示该信号的一个 12 位二进制数。器件使用的模拟输入通道共用一个采样保持电路。采样保持电路的输出与模数转换器的输入相连。模数转换器采用逐次逼近法产生一个 12 位二进制结果，并将该结果保存在 ADC 结果寄存器中。

- 所有的 I/O 口均可作 ADC 的外部输入通道
- 最多可达 26 个外部通道。
- ADC 的转换时钟有 4 种时钟频率可选。
- ADC 参考电压可选择 VDD/1.2V/2.4V。
- 一个完整的 12 位转换需要 16 个 ADC 转换周期。
- 支持 ADC 转换完成产生中断。

4.8.2 LED 驱动模块

芯片内置 LED 驱动模块，配置了两种驱动模式： LED 矩阵模式和 LED 点阵扫描模式。

LED 模块的矩阵扫描模式最大可驱动 11*8 的数码管，点阵模式仅利用 9 个引脚就可驱动 8*9 的数码管，程序只需要把相关控制位和显示数据设置好，芯片管脚自动输出驱动 LED 的波形（硬件驱动）

4.8.3 触摸按键

触摸检测模块是为实现人体触摸接口而设计的集成电路。可替代机械式轻触按键，实现防水防尘、密封隔离、坚固美观的操作接口。

- 1-26 个按键可选，所有 I/O 均可以配置成触摸通道。
- 无需外部触摸电容。
- 高抗干扰性能，可轻松通过静态 10V，动态 3V 传导测试。

4.9 Flash 存储器

FLASH 存储器包含程序存储器（APROM/BOOT）与非易失性数据存储器（Data FLASH），可通过相关特殊功能寄存器 （SFR）对其进行存取操作以实现 IAP 功能。FLASH 存储器支持如下操作：

- 字节读操作。
- 字节写操作。
- 页擦除操作。

5. 用户配置

系统配置寄存器（CONFIG）是 MCU 初始条件的 FLASH 选项，程序不能访问及操作。通过系统配置寄存器可以设置如下内容：

- 看门狗的工作方式。
- FLASH 程序区分区保护、代码加密。
- 低压复位电压。
- 调试模式禁止或使能。
- ROM 读取等待配置。
- USART1 端口选择和 IIC 端口选择。

6. 电气参数

6.1 极限参数

电源供应电压……GND-0.3V~GND+6.0V
存储温度……-50℃~125℃
工作温度……-40℃~105℃
端口输入电压……GND-0.3V~V_{DD}+0.3V
所有端口最大灌电流……250mA
所有端口最大拉电流……-200mA

注：如果器件工作条件超过上述“极限参数”，可能会对器件造成永久性损坏。上述值仅为运行条件极大值，我们不建议器件在该规范规定的范围以外运行。器件长时间工作在极限值条件下，其稳定性会受到影响。

6.2 直流电气特性

（VDD=5V，T_A= 25℃，除非另有说明）

符号	参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
		VDD	条件				
VDD	工作电压	-	F_{SYS}=16MHz/1T TA=-40~85℃	V_{LVR3}	-	5.5	V
		-	F_{SYS}=16MHz/2T TA=-40~105℃	V_{LVR2}	-	5.5	V
		-	F_{SYS}=16MHz/2T TA=-40~85℃	V_{LVR1}	-	5.5	V
I_{DD}	工作电流	5V	F_{SYS}=16MHz/1T, 所有模拟模块关闭	-	5	-	mA
		5V	F_{SYS}=16MHz/2T, 所有模拟模块关闭	-	4	-	mA
		3V	F_{SYS}=16MHz/1T, 所有模拟模块关闭	-	3	-	mA
		3V	F_{SYS}=16MHz/2T, 所有模拟模块关闭	-	2	-	mA
		5V	烧写程序 EEPROM	-	6	-	mA
I_{STB}	静态电流	5V	LVR=DIS WDT=DIS	-	1.5	5	uA
		3V	LVR=DIS WDT=DIS	-	0.6	3	uA
		5V	LVR=DIS WDT=EN	-	6	10	uA
		3V	LVR=DIS WDT=EN	-	3	7	uA
V_{IL}	低电平输入电压	-	----	-	-	0.3VDD	V
V_{IH}	高电平输入电压	-	----	0.7VDD	-	-	V
V_{OH}	高电平输出电压	-	不带负载	0.9VDD	-	-	V
V_{OL}	低电平输出电压	-	不带负载	-	-	0.1VDD	V
V_{EEPROM}	EEPROM 模块工作电压	-	----	2.5	-	5.5	V
V_{TK}	触摸按键模块工作电压	-	----	3.0	-	5.5	V
R_{PH}	上拉电阻阻值	5V	Vo=0.5VDD	-	35	-	KΩ
		3V	Vo=0.5VDD	-	63	-	KΩ
R_{PL}	下拉电阻阻值	5V	Vo=0.5VDD	-	35	-	KΩ
		3V	Vo=0.5VDD	-	63	-	KΩ
I_{OL1}	输出口灌电流 (普通 I/O 口)	5V	V_{OL}=0.3VDD	-	60	-	mA
		3V	V_{OL}=0.3VDD	-	25	-	mA
I_{OH1}	输出口拉电流 (普通 I/O 口)	5V	V_{OH}=0.7VDD	-	-20	-	mA
		3V	V_{OH}=0.7VDD	-	-10	-	mA
I_{OL2}	输出口灌电流 (LED COM 口)	5V	V_{OL}=0.3VDD	-	150	-	mA
		3V	V_{OL}=0.3VDD	-	70	-	mA
I_{OH2}	输出口拉电流 (LED SEG 口最大电流)	5V	V_{OH}=0.7VDD	-	-30	-	mA
		3V	V_{OH}=0.7VDD	-	-12	-	mA
V_{BG}	内部基准电压 1.2V	VDD=2.5~5.5V T_A=25℃		-1.5%	1.2	+1.5%	V
		VDD=2.5~5.5V T_A=-40~85℃		-2.0%	1.2	+2.0%	V
		VDD=2.5~5.5V T_A=-40~105℃		-3.0%	1.2	+3.0%	V

6.3 ADC 电气特性

（T_A= 25℃，除非另有说明）

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{ADC}	ADC 工作电压	V_{ADREF}= VDD,F_{ADCCLK}=1MHz	3.0		5.5	V
		V_{ADREF}= VDD,F_{ADCCLK}=500kHz	2.7		5.5	V
		V_{ADREF}=2.4V,F_{ADCCLK}=250kHz	2.7		5.5	V
I_{ADC}	ADC 转换电流	V_{ADC}=5V,V_{ADREF}= VDD, F_{ADCCLK}=500kHz			500	uA
		V_{ADC} =3V,V_{ADREF}= VDD, F_{ADCCLK}=500kHz			200	uA
V_{AIN}	ADC 输入电压	V_{ADC}=5V, V_{ADREF} = VDD, F_{ADCCLK}=500kHz	0		V_{ADC}	V
DNL1	微分非线性误差	V_{ADC}=5V, V_{ADREF} = VDD, F_{ADCCLK}=1MHz		±4		LSB
INL1	积分非线性误差	V_{ADC}=5V, V_{ADREF} = VDD, F_{ADCCLK}=1MHz		±8		LSB
DNL2	微分非线性误差	V_{ADC}=5V, V_{ADREF} = 3.0V, F_{ADCCLK}=500kHz,V_{AIN}<1V		±4		LSB
INL2	积分非线性误差	V_{ADC}=5V, V_{ADREF} = 3.0V, F_{ADCCLK}=500kHz,V_{AIN}<1V		±16		LSB
DNL3	微分非线性误差	V_{ADC}=5V, V_{ADREF} = 2.4V, F_{ADCCLK}=250kHz,V_{AIN}<0.8V		±4		LSB
INL3	积分非线性误差	V_{ADC}=5V, V_{ADREF} = 2.4V, F_{ADCCLK}=250kHz,V_{AIN}<0.8V		±16		LSB
DNL4	微分非线性误差	V_{ADC}=5V, V_{ADREF} = 2.0V, F_{ADCCLK}=250kHz,V_{AIN}<0.7V		±4		LSB
INL4	积分非线性误差	V_{ADC}=5V, V_{ADREF} = 2.0V, F_{ADCCLK}=250kHz,V_{AIN}<0.7V		±16		LSB
T_{ADC}	ADC 转换时间			16		T_{ADCCLK}

备注：低温规格值由设计保证，量产不测低温条件。

6.4 上电复位特性

（T_A= 25℃，除非另有说明）

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{VDD}	VDD 上升速率	-	0.05	-	-	V/ms
V_{LVR1}	LVR 设定电压=2.5V	VDD=2.3~5.5V	2.4	2.5	2.6	V
V_{LVR2}	LVR 设定电压=3.0V	VDD=2.8~5.5V	2.9	3.0	3.1	V
V_{LVR3}	LVR 设定电压=3.5V	VDD=2.3~5.5V	3.4	3.5	3.6	V

6.5 LVD 电气特性

（T_A= 25℃，除非另有说明）

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{LVD}	工作电压	-	2.5	-	5.5	V
	精度	VDD=2.5~5.5V TA=-40~85℃	-5%	V_{SET}	+5%	V
		VDD=2.5~5.5V TA=-40~105℃	-7%	V_{SET}	+7%	V

备注：低温规格值由设计保证，量产不测低温条件。

6.6 交流电气特性

（T_A= 25℃，除非另有说明）

符号	参数	测试条件		最小	典型	最大	单位
		VDD	条件				
F_{WDT}	WDT 时钟源	VDD=2.5~5.5V	T_A=25℃	-15%	32	+15%	KHz
		VDD=2.5~5.5V	T_A=－40~85℃	-30%	32	+30%	KHz
		VDD=2.5~5.5V	T_A=－40~105℃	-50%	32	+50%	KHz
T_{EEPROM}	EEPROM 编程时间	5V	F_{HSI}=16MHz	-	4.6	-	ms
		3V	F_{HSI}=16MHz	-	4.6	-	ms
F_{INTRC}	内振频率 32MHz	VDD=4.0~5.5V	TA=25℃	-1.5%	32	+1.5%	MHz
		VDD=2.5~5.5V	TA=25℃	-2.5%	32	+2.5%	MHz
		VDD=4.0~5.5V	TA=－40~85℃	-2.5%	32	+2.5%	MHz
		VDD=2.5~5.5V	TA=－40~85℃	-4.0%	32	+4.0%	MHz
		VDD=2.5~5.5V	TA=－40~105℃	-6.0%	32	+6.0%	MHz

6.7 IIC 电气特性

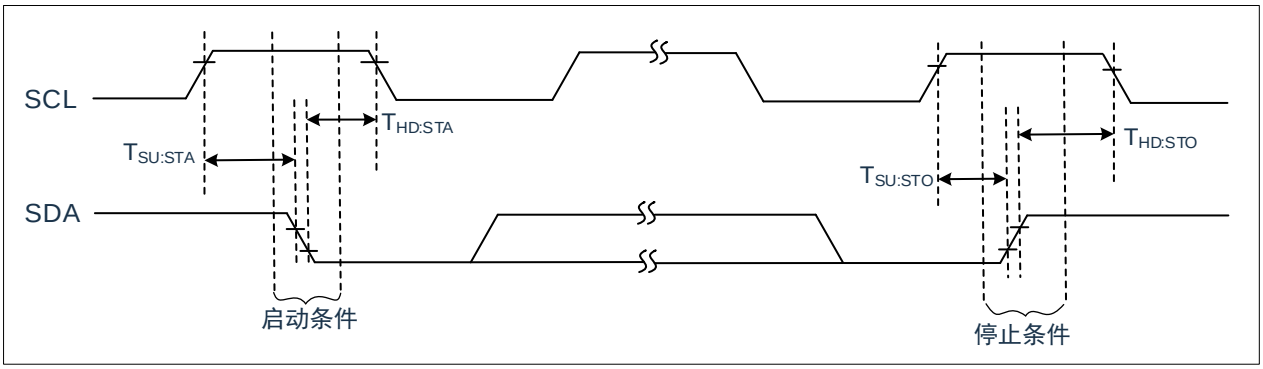


图 6-1：I²C™ 总线启动/停止位时序

符号	特性		条件	最小值	典型值	最大值	单位
$T_{SU:STA}$	启动条件建立时间	100kHz 模式	仅与重复启动条件相关	4700	-	-	ns
		400kHz 模式		600	-	-	ns
$T_{HD:STA}$	启动条件保持时间	100kHz 模式	这个周期后产生第一个时钟脉冲	4000	-	-	ns
		400kHz 模式		600	-	-	ns
$T_{SU:STO}$	停止条件建立时间	100kHz 模式		4700	-	-	ns
		400kHz 模式		600	-	-	ns
$T_{HD:STO}$	停止条件保持时间	100kHz 模式		4000	-	-	ns
		400kHz 模式		600	-	-	ns

备注：这些参数仅为特征值，未经测试。

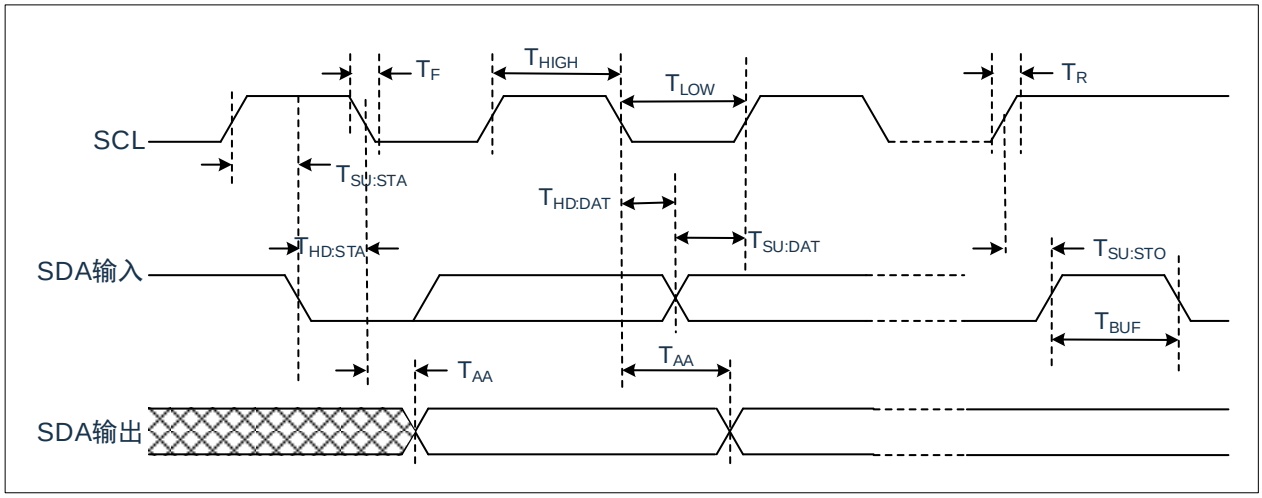


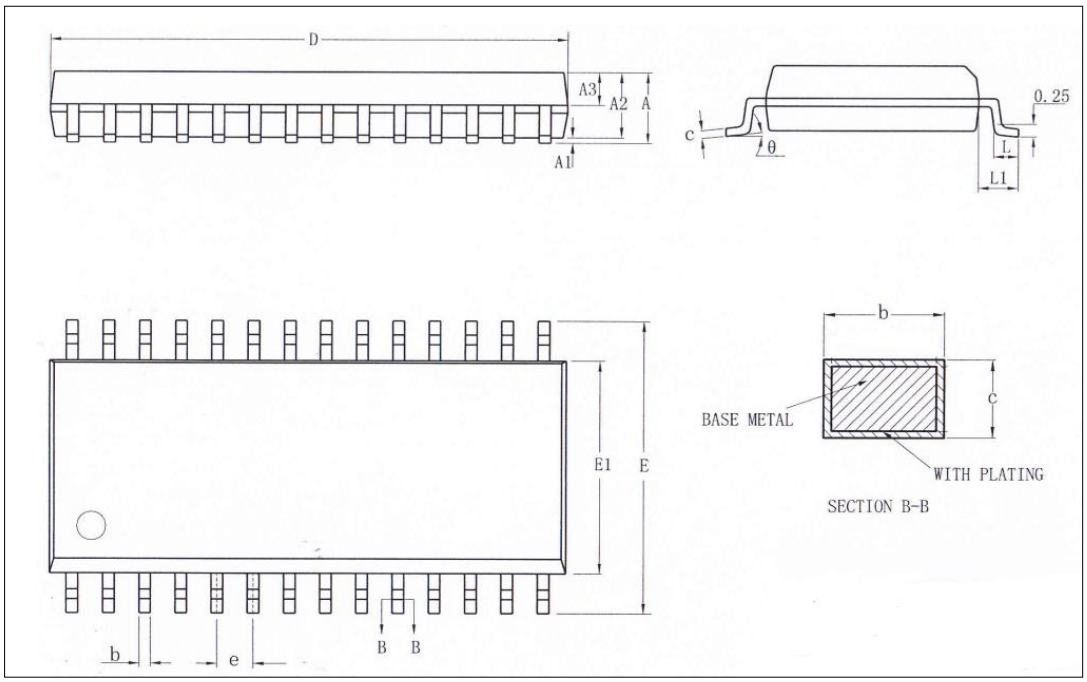
图 6-2：I²C™ 总线数据时序

符号	特性		条件	最小值	最大值	单位
T_{HIGH}	时钟高电平时间	100kHz 模式	器件工作频率不得低于 4MHz	4.0	-	us
		400kHz 模式	器件工作频率不得低于 16MHz	0.6	-	us
T_{LOW}	时钟低电平时间	100kHz 模式	器件工作频率不得低于 4MHz	4.7	-	us
		400kHz 模式	器件工作频率不得低于 16MHz	1.3	-	us
T_R	SDA 和 SCL 上升时间	100kHz 模式		-	1000	ns
		400kHz 模式	C_B 值规定在 10-400pF 之间	20+0.1C_B	300	ns
T_F	SDA 和 SCL 下降时间	100kHz 模式		-	300	ns
		400kHz 模式	C_B 值规定在 10-400pF 之间	20+0.1C_B	300	ns
$T_{SU:STA}$	启动条件建立时间	100kHz 模式	仅与重复启动条件相关	4.7	-	us
		400kHz 模式		0.6	-	us
$T_{HD:STA}$	启动条件保持时间	100kHz 模式	这个周期后产生第一个时钟脉冲	4.0	-	us
		400kHz 模式		0.6	-	us
$T_{HD:DAT}$	数据输入保持时间	100kHz 模式		2/F_{sys}	-	us
		400kHz 模式		2/F_{sys}	1-2/F_{sys}	us
$T_{SU:DAT}$	数据输入建立时间	100kHz 模式		2/F_{sys}	-	us
		400kHz 模式		2/F_{sys}	-	us
$T_{SU:STO}$	停止条件建立时间	100kHz 模式		4.7	-	us
		400kHz 模式		0.6	-	us
T_{AA}	时钟输出有效时间	100kHz 模式		-	3.7-2/F_{sys}	us
		400kHz 模式		-	-	us
T_{BUF}	总线空闲时间	100kHz 模式	在新的传输开始前总线必须保持空闲的时间	4.7	-	us
		400kHz 模式		1.3	-	us
C_B	总线容性负载			-	400	pF

备注：这些参数仅为特征值，未经测试。

7. 封装信息

7.1 SOP28



Symbol	Millimeter		
	Min	Nom	Max
A	-	-	2.65
A1	0.10	-	0.30
A2	2.24	-	2.44
A3	0.97	1.02	1.07
b	0.39	-	0.47
c	0.25	-	0.30
D	17.90	18.00	18.10
E	10.10	10.30	10.50
E1	7.40	7.50	7.60
e	1.27BSC		
L	0.70	-	1.01
L1	1.40REF		
θ	0	-	8°

注意：封装尺寸不包括模的毛边凸起或门毛刺。

8. 版本历史

版本号	时间	修改内容
V1.0.0	2025 年 10 月	初始版本