



# **第12章 STC单片机串行异步收发器**

## **原理及实现**

**何宾**  
**2018.03**

# STC单片机串口模块概述

## --串口模块结构

- 每个串行口的数据缓冲区由两个独立的接收缓冲区和发送缓冲区构成。
  - 这两个缓冲区可以同时收发数据;
  - 用户只能向发送缓冲区写入数据;
  - 而从接收缓冲区读取数据;
- 两个缓冲区共用一个地址。
  - 串口1的两个缓冲区SBUF在SFR内的地址为0x99;
  - 串口2的两个缓冲区S2BUF在SFR内的地址为0x9B;
  - 串口3的两个缓冲区S3BUF在SFR内的地址为0xAD;
  - 串口4的两个缓冲区S4BUF在SFR内的地址为0x85。

# STC单片机串口模块概述

## --串口模块结构

- 一个移位寄存器；
- 一个串行控制寄存器；
- 一个波特率发生器。

**注：对于串口1来说有四种工作方式，其中两种工作方式的波特率可变，另外两种是固定的；串口2/串口3/串口4都只有两种工作模式，这两种方式的波特率都是可变的。**

# STC单片机串口引脚

## --串口1可用的引脚

STC15W4K32S4系列单片机串口1对应的引脚是TxD和RxD。

- 串口1可以在3组引脚之间进行切换。
- 通过设置AUXR1 (P\_SW1) 寄存器中的S1\_S1比特位和S1\_S0比特位
  - 可以将串口1从[RxD/P3.0, TxD/P3.1]切换到
  - [RxD\_2/P3.6, TxD\_2/P3.7]
  - 还可以切换到[RxD\_3/P1.6/XTAL2, TxD\_3/P1.7/XTAL1]。

# STC单片机串口引脚

## --串口2可用的引脚

STC15W4K32S4系列单片机串口2对应的引脚是TxD2和RxD2。

- 串口2可以在2组引脚之间进行切换。
- 通过设置P\_SW2寄存器中的S2\_S比特位，可以
  - 将串口2从[RxD2/P1.0, TxD2/P1.1]
  - 切换到[RxD2\_2/P4.6, TxD2\_2/P4.7]

# STC单片机串口引脚

## --串口3可用的引脚

STC15W4K32S4系列单片机串口3对应的引脚是TxD3和RxD3。

■ 串口3可以在2组引脚之间进行切换。通过设置P\_SW2寄存器中的S3\_S比特位

□ 可以将串口3从[RxD3/P0.0, TxD3/P0.1]

□ 切换到[RxD3\_2/P5.0, TxD3\_2/P5.1]

# STC单片机串口引脚

## --串口4可用的引脚

STC15W4K32S4系列单片机串口4对应的引脚是TxD4和RxD4。

- 串口4可以在2组引脚之间进行切换。通过设置P\_SW2寄存器中的S4\_S比特位，可以将
  - 串口4从[RxD4/P0.2, TxD4/P0.3]
  - 切换到[RxD4\_2/P5.2, TxD4\_2/P5.3]

# 串口1寄存器组

## --串口1控制寄存器SCON

名字	地址	复位值	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
SCON	0x98	00000000	SM0/FE	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

### ■ SM0/FE

□ 当PCON寄存器中SMOD0比特位为1时，该位用于检测帧错误。当检测到一个无效的停止位时，通过UART接收器将该位置1。

**注：该位由软件清零。**

□ 当PCON寄存器中SMOD0比特位为0时，该位和SM1位一起指定串口1的通信方式。



# 串口1寄存器组

## --串口1控制寄存器SCON

### ■ SM1

□ 该位和SM0位一起确定串口1的通信方式。

SM1和SM0各位的含义

SM0	SM1	工作模式	功能说明	波特率
0	0	模式0	同步移位串行方式：移位寄存器	当UART_M0x6=0时，波特率为SYSclk/12 当UART_M0x6=1时，波特率为SYSclk/2
0	1	模式1	8位UART，波特率可变	当串口1用定时器1作为其波特率发生器且定时器工作于模式0或串行口用定时器2作为其波特率发生器时，波特率=（定时器1的溢出率或者定时器T2的溢出率）/4 当串口1用定时器1作为其波特率发生器且定时器1工作于模式2（8位自动重加载模式）时，波特率=（ $2^{SMOD}/32$ ）×（定时器1的溢出率）
1	0	模式2	9位UART	波特率=（ $2^{SMOD}/64$ ）×SYSclk系统工作时钟频率
1	1	模式3	9位UART，波特率可变	当串口1用定时器1作为其波特率发生器且定时器工作于模式0或串行口用定时器2作为其波特率发生器时，波特率=（定时器1的溢出率或者定时器T2的溢出率）/4 当串口1用定时器1作为其波特率发生器且定时器1工作于模式2时，波特率=（ $2^{SMOD}/32$ ）×（定时器1的溢出率）

# 串口1寄存器组

## --串口1控制寄存器SCON

### ■ SM2

允许方式2或者方式3多机通信控制位。在方式2或者方式3时，如果SM2位为1，则接收机处于地址帧选状态。此时可以利用接收到的第9位（即RB8）来筛选地址帧：

- 当RB8=1时，说明该帧为地址帧，地址信息可以进入SBUF，并使得RI置1，进而在中断服务程序中再进行地址号比较；
- 当RB8=0时，说明该帧不是地址帧，应丢掉并保持RI=0。

**注：在方式2或者方式3中，如果SM2位为0且REN位为1，接收机处于禁止筛选地址帧状态。不论收到的RB8是否为1，均可使接收到的信息进入SBUF，并使得RI置1，此时RB8通常为校验位。**

# 串口1寄存器组

## --串口1控制寄存器SCON

### ■ REN

- 允许/禁止串行接收控制位。当该位为1时，允许串行接收状态，可以启动串行接收器RxD，开始接收信息；当该位为0时，禁止串行接收状态，禁止串行接收器RxD。

### ■ TB8

- 当选择方式2或者方式3时，该位为要发送的第9位数据，按需要由软件置1或者清0。例如：可用作数据的校验位或者多机通信中表示地址帧/数据帧的标志位。

### ■ RB8

- 当选择方式2或者方式3时，该位为接收到的第9位数据，作为奇偶校验位或者地址帧/数据帧的标志位。

# 串口1寄存器组

## --串口1控制寄存器SCON

### ■ TI

- 发送中断请求标志位。在方式0时，当串行发送数据第8位结束时，由硬件自动将该位置1，向CPU发出中断请求。当CPU响应中断后，必须由软件将该位清0。在其它方式中，则在停止位开始发送时由硬件置1，向CPU发出中断请求。同样的，当CPU响应中断后，必须由软件将该位清0。

### ■ RI

- 接收中断请求标志位。在方式0时，当串行接收数据第8位结束时，由硬件自动将该位置1，向CPU发出中断请求。当CPU响应中断后，必须由软件将该位清0。在其它方式中，则在接收到停止位的中间时刻由内部硬件置1，向CPU发出中断请求。同样的，当CPU响应中断后，必须由软件将该位清0。

# 串口1寄存器组

## --电源控制寄存器PCON

名字	地址	复位值	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
PCON	0x87	00110000	SMOD	SMOD0	LVDF	POF	GF1	GF0	PD	IDL

### ■SMOD

- 波特率选择位。当该位为1时，则使串行通信方式1、2和3的波特率加倍；当该位为0时，则使各工作方式的波特率不加倍。

### ■SMOD0

- 帧错误检测有效控制位。当该位为1时，SCON寄存器中的SM0/FE比特位用于FE（帧错误检测）功能；当该位为0时，SCON寄存器中的SM0/FE比特用于SM0功能，该位和SM1比特位一起用来确定串口的工作方式。

# 串口1寄存器组

## --串口1数据缓冲寄存器

- STC15系列单片机的串口1缓冲寄存器SBUF地址为0x99。在该地址实际是两个缓冲寄存器。
  - 一个缓冲寄存器用于保存要发送的数据；
  - 另一个缓冲寄存器用于读取已经接收到的数据。
- 在串口的串行通道内，设置数据寄存器。
  - 在该串口所有工作模式中，在写入信号SBUF的控制下，把数据加载到相同的9位移位寄存器中，前面8位为数据字节，最低位为移位寄存器的输出位。根据所设置的工作模式，自动将1或者TB8的值加载到移位寄存器的第9位，并进行发送。

# 串口1寄存器组

## --串口1数据缓冲寄存器

- 在串口的接收寄存器是一个输入移位寄存器。
  - 当设置为方式0时，它的字长为8位；
  - 当设置为其它工作模式时，它的字长为9位。
- 当接收完一帧数据后，将移位寄存器中的串行字节数据加载到数据缓冲寄存器SBUF中，将其第9位加载到SCON寄存器的RB8位。如果由于SM2使得已经接收到的数据无效时，RB8和SBUF中的内容不变。
  - 由于在串行通道内设置了输入移位寄存器和SBUF缓冲寄存器，从而在接收完一帧串行数据将其从移位寄存器加载到并行SBUF缓冲寄存器后，可以立即开始接收下一帧数据。

# 串口1寄存器组

## --辅助寄存器AUXR

名字	地址	复位值	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
AUXR	0x8E	00000000	T0x12	T1x12	UART_M0x6	T2R	T2_C/T	T2x12	EXTRAM	S1ST2

### ■ T1x12

- 定时器1速度控制位。当该位为0时，定时器1是传统8051的速度，12分频；当该位为1时，定时器1的速度是传统8051的12倍，不分频。

### ■ UART\_M0x6

- 串口模式0的通信速率设置位。当该位为0时，串口1模式0的速度是传统8051单片机串口的速度，12分频；当该位为1时，串口1模式0的速度是传统8051单片机速度的6倍2分频。



# 串口1寄存器组

## --辅助寄存器AUXR

### ■ S1ST2

- 串口1选择定时器2作波特率发生器的控制位。当该位为0时，选择定时器1作为串口1的波特率发生器；当该位为1时，选择定时器2作为串口1的波特率发生器。

# 串口1寄存器组

## --从机地址控制寄存器

在STC单片机中，设置了从机地址屏蔽寄存器SADEN和从机地址寄存器SADDR。

### ■ SADEN寄存器为从机地址掩模寄存器

- 该寄存器位于特殊功能寄存器地址为0xB9的位置。
- 当复位后，该寄存器的值为“00000000”；

### ■ SADDR寄存器为从机地址寄存器

- 该寄存器位于特殊功能寄存器地址为0xA9的位置。
- 当复位后，该寄存器的值为“00000000”。

# 串口1寄存器组

## --中断允许寄存器IE

名字	地址	复位值	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
IE	0xA8	00000000	EA	ELVD	EADC	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

### ■ ES

□ 串口1中断允许位。当该位为1时，允许串口中断；当该位为0时，禁止串口中断。

# 串口1寄存器组

## --中断优先级控制寄存器IP

名字	地址	复位值	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
IP	0xB8	00000000	PPCA	PLVD	PADC	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

### ■ PS

- 串口1中断优先级控制位。当该位为0时，串口1中断为最低优先级中断（优先级为0）；当该位为1时，串口1中断为最高优先级中断（优先级1）。

# 串口1寄存器组

## --串口1中继广播方式设置

串口1中继广播方式设置是在CLK\_DIV寄存器中实现

名字	地址	复位值	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
CLK_DIV	0x97	00000000	MCKO_S1	MCKO_S0	ADRJ	Tx_Rx	MCLKO_2	CLKS2	CLKS1	CLKS0

### ■ Tx\_Rx

□ 串口1中继广播方式设置位。当该位为0时，串口1为正常工作模式；当该位为1时，串口1为中继广播方式，将RxD端口输入的电平状态实时输出到TxD外部引脚上，TxD引脚可以对RxD引脚的输入信号进行实时整形放大输出，TxD引脚对外输出实时反映RxD端口输入的电平状态。

# 串口1寄存器及工作模式

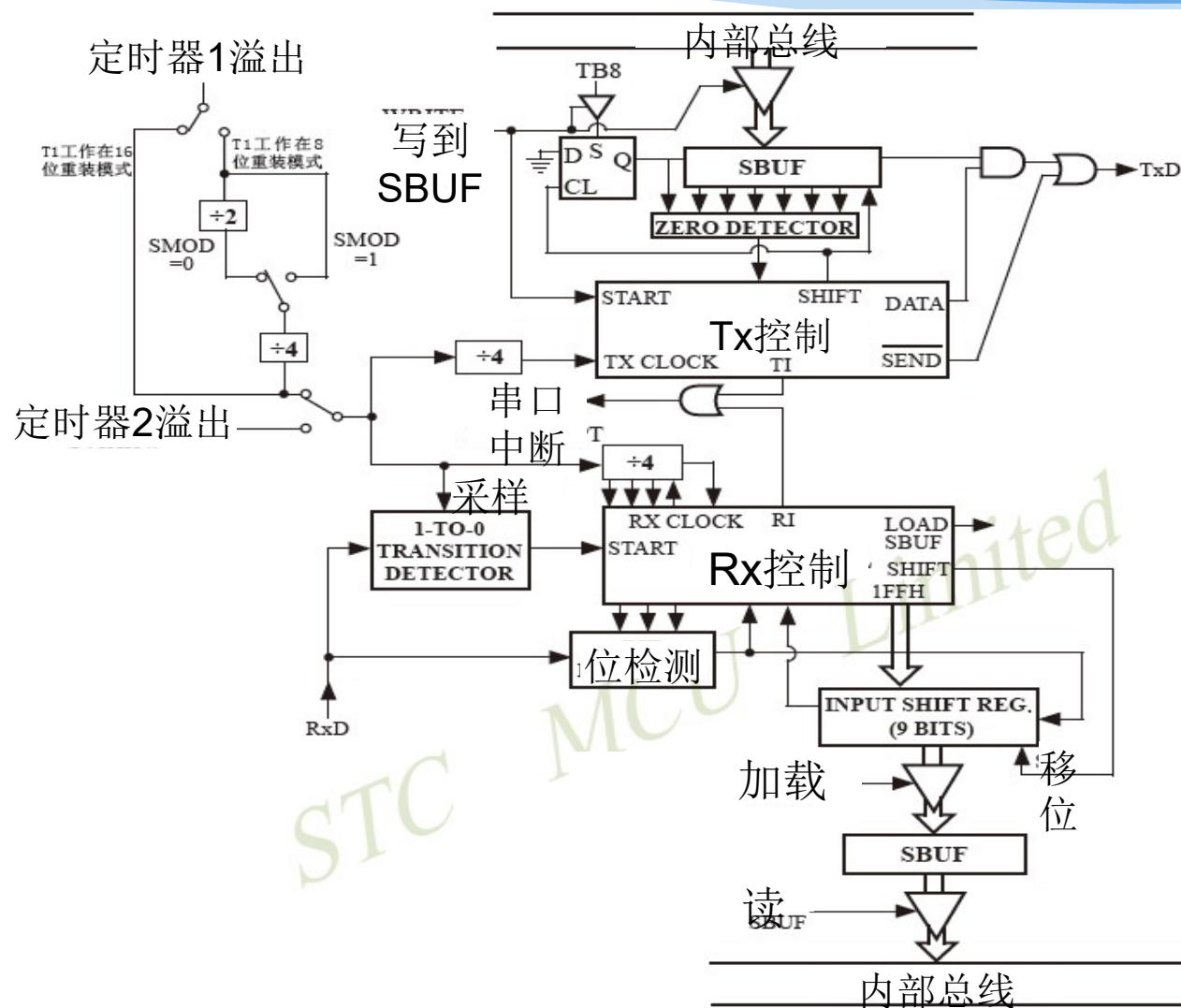
## --串口1工作模式

串口1有四种工作模式，可以通过设置SCON寄存器的SM0和SM1的位进行选择。

- 模式1、模式2和模式3为异步通信方式，每个发送和接收的字符都带有1个起始位、1个停止位。
- 在模式0中，串口1作为1个简单的移位寄存器。

# 串口1寄存器及工作模式

## --串口1工作模式（8位波特率可变）

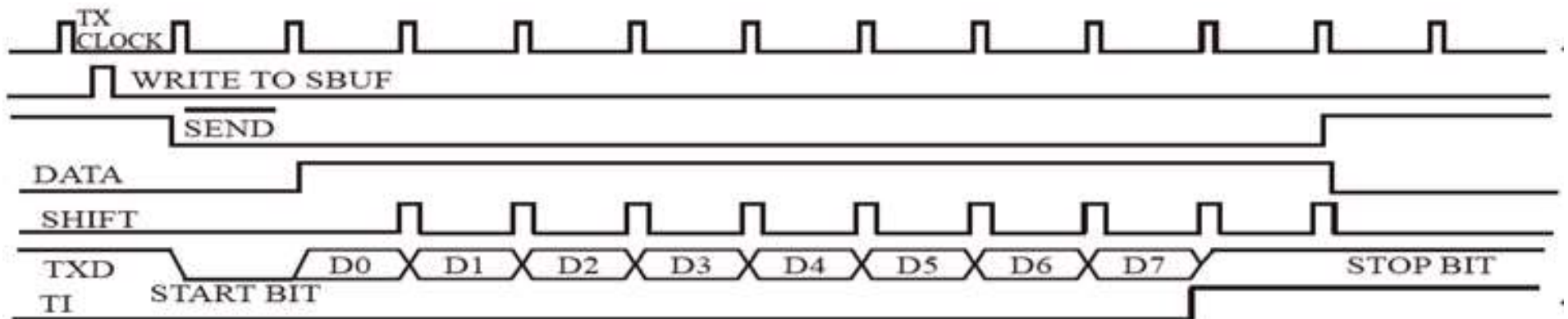


# 串口1工作模式（8位波特率可变）

## --串口1发送过程

当串口1发送数据时，数据从单片机的串行发送引脚TxD发送出去。

- 当主机执行一条写SBUF的指令时，就启动串口1的数据发送过程，写SBUF信号将1加载到发送移位寄存器的第9位，并通知Tx控制单元开始发送。
- 通过16分频计数器，同步发送串行比特流。





# 串口1工作模式（8位波特率可变）

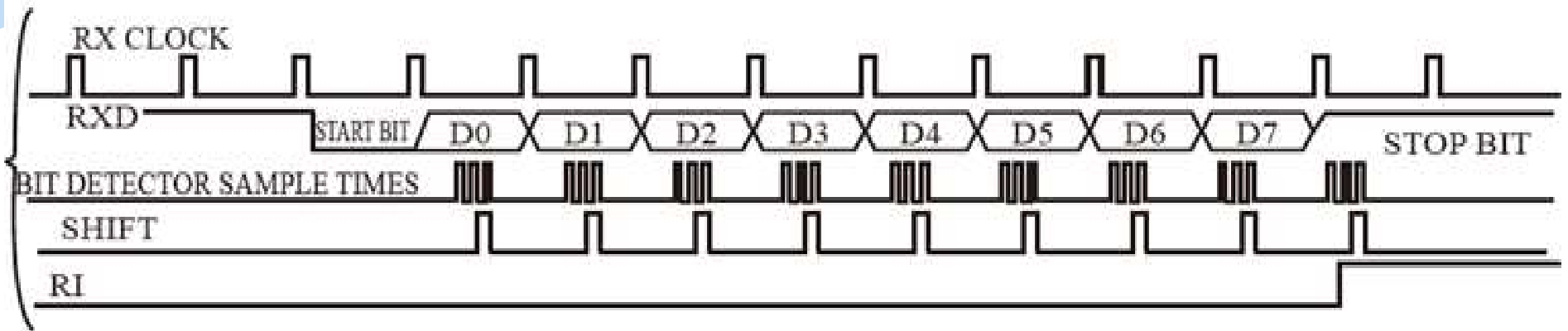
## --串口1接收过程

当软件将接收允许标志位REN置1后，接收器就用选定的波特率的16分频的速率采样串行接收引脚RxD。

- 当检测到RxD端口从1到0的负跳变后，就启动接收器准备接收数据。
- 同时，复位16分频计数器，将值0x1FF加载到移位寄存器中。复位16分频计数器使得它与输入位时间同步。
- 分频计数器的16个状态时将每位接收的时间平均为16等份。在每位时间的第7、8和9状态由检测器对RxD端口进行采样，所接收的值是这次采样值经过“三中取二”的值，即：三次采样中，至少有两次相同的值，用来抵销干扰信号，提高接收数据的可靠性。
- 在起始位，如果接收到的值不为0，则起始位无效，复位接收电路，并重新检测1到0的跳变。如果接收到的起始位有效，则将它输入移位寄存器，并接收本帧的其余信息。

# 串口1工作模式（8位波特率可变）

## --串口1接收过程



- 接收的数据从接收移位寄存器的右边移入，将已装入的0x1FF向左边移出。当起始位0移动到移位寄存器的最左边时，使RX控制器做最后一次移位，完成一帧的接收。若同时满足以下两个条件时：

- RI=0;
- SM2=0或接收到的停止位为1。

# 串口1工作模式（8位波特率可变）

## --串口1接收过程

则接收到的数据有效，实现加载到SBUF，停止位进入RB8，置位RI，向CPU发出中断请求信号。

- 如果这两个条件不能同时满足，则将接收到的数据丢弃，无论条件是否满足，接收机又重新检测RxD端口上的1到0的跳变，继续接收下一帧数据。

**注：如果接收有效，则在响应中断后，必须由软件将标志RI清零。**