

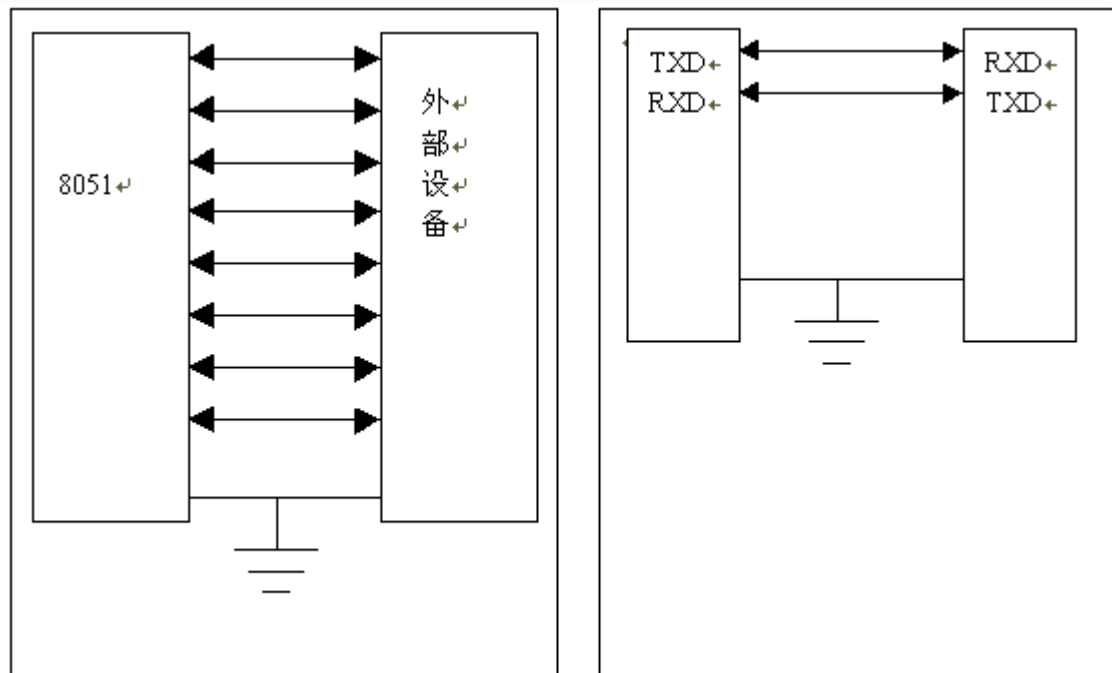
51单片机汇编语言教程：第21课-单片机串行口介绍

（基于 HJ-1G、HJ-3G 实验板）

介绍：串行口是单片机与外界进行信息交换的工具。

8051单片机的通信方式有两种：

并行通信:数据的各位同时发送或接收。 串行通信:数据一位一位次序发送或接收。参看下图：



串行通信的方式：

异步通信：它用一个起始位表示字符的开始，用停止位表示字符的结束。其每帧的格式如下：在一帧格式中，先是一个起始位0，然后是8个数据位，规定低位在前，高位在后，接下来是奇偶校验位（能省略），最后是停止位1。用这种格式表示字符，则字符能一个接一个地传送。在异步通信中，CPU 与外设之间必须有两项规定，即字符格式和波特率。字符格式的规定是双方能够在对同一种0和1的串理解成同一种意义。原则上字符格式能由通信的双方自由制定，但从通用、方便的角度出发，一般还是使用一些标准为好，如采用 ASCII 标准。

波特率即数据传送的速率，其定义是每秒钟传送的二进制数的位数。例如，数据传送的速率是120字符/s，而每个字符如上述规定包含10数位，则传送波特率为1200波特。

同步通信：在同步通信中，每个字符要用起始位和停止位作为字符开始和结束的标志，占用了时间；所以在数据块传递时，为了提高速度，常去掉这些标志，采用同步传送。由于数据块传递开始要用同步字符来指示，同时要求由时钟来实现发送端与接收端之间的同步，故硬件较复杂。

[51 单片机汇编语言教程-慧净电子会员收集整理（全部 28 课）](#)

通信方向：在串行通信中，把通信接口只能发送或接收的单向传送办法叫单工传送；而把数据在甲乙两机之间的双向传递，称之为双工传送。在双工传送方式中又分为半双工传送和全双工传送。半双工传送是两机之间不能同时进行发送和接收，任一时该，只能发或者只能收信息。

2. 8051单片机的串行接口结构

8051单片机串行接口是一个可编程的全双工串行通信接口。它可用作异步通信方式（UART），与串行传送信息的外部设备相连接，或用于通过标准异步通信协议进行全双工的8051多机系统也能通过同步方式，使用 TTL 或 CMOS 移位寄存器来扩充 I/O 口。

8051单片机通过管脚 RXD（P3.0，串行数据接收端）和管脚 TXD（P3.1，串行数据发送端）与外界通信。SBUF 是串行口缓冲寄存器，包括发送寄存器和接收寄存器。它们有相同名字和地址空间，但不会出现冲突，因为它们两个一个只能被 CPU 读出数据，一个只能被 CPU 写入数据。

串行口的控制与状态寄存器

串行口控制寄存器 SCON

它用于定义串行口的工作方式及实施接收和发送控制。字节地址为98H，其各位定义如下表：

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| SM0 | SM1 | SM2 | REN | TB8 | RB8 | TI | RI |

SM0、SM1：串行口工作方式选择位，其定义如下：

| SM0、SM1 | 工作方式 | 功能描述 | 波特率 |
|---------|------|----------|------------------|
| 0 0 | 方式0 | 8位移位寄存器 | Fosc/12 |
| 0 1 | 方式1 | 10位 UART | 可变 |
| 1 0 | 方式2 | 11位 UART | Fosc/64或 fosc/32 |
| 1 1 | 方式3 | 11位 UART | 可变 |

其中 fosc 为晶体振荡器频率

推荐使用慧净 51 实验板。推荐 51 学习网 WWW.HLMCU.COM 淘宝网：<http://shop37031453.taobao.com/>

SM2: 多机通信控制位。在方式0时, SM2一定要等于0。在方式1中, 当 (SM2)=1则只有接收到有效停止位时, RI 才置1。在方式2或方式3当 (SM2)=1且接收到的第九位数据 RB8=0时, RI 才置1。

REN: 接收允许控制位。由软件置位以允许接收, 又由软件清0来禁止接收。

TB8: 是要发送数据的第9位。在方式2或方式3中, 要发送的第9位数据, 根据需要由软件置1或清0。例如, 可约定作为奇偶校验位, 或在多机通信中作为区别地址帧或数据帧的标志位。

RB8: 接收到的数据的第9位。在方式0中不使用 RB8。在方式1中, 若 (SM2)=0, RB8为接收到的停止位。在方式2或方式3中, RB8为接收到的第9位数据。

TI: 发送中断标志。在方式0中, 第8位发送结束时, 由硬件置位。在其它方式的发送停止位前, 由硬件置位。TI 置位既表示一帧信息发送结束, 同时也是申请中断, 可根据需要, 用软件查询的办法获得数据已发送完毕的信息, 或用中断的方式来发送下一个数据。TI 必须用软件清0。

RI: 接收中断标志位。在方式0, 当接收完第8位数据后, 由硬件置位。在其它方式中, 在接收到停止位的中间时刻由硬件置位 (例外情况见于 SM2的说明)。RI 置位表示一帧数据接收完毕, 可用查询的办法获知或者用中断的办法获知。RI 也必须用软件清0。

特殊功能寄存器 PCON

PCON 是为了在 CMOS 的80C51单片机上实现电源控制而附加的。其中最高位是 SMOD。

串行口的工作方式

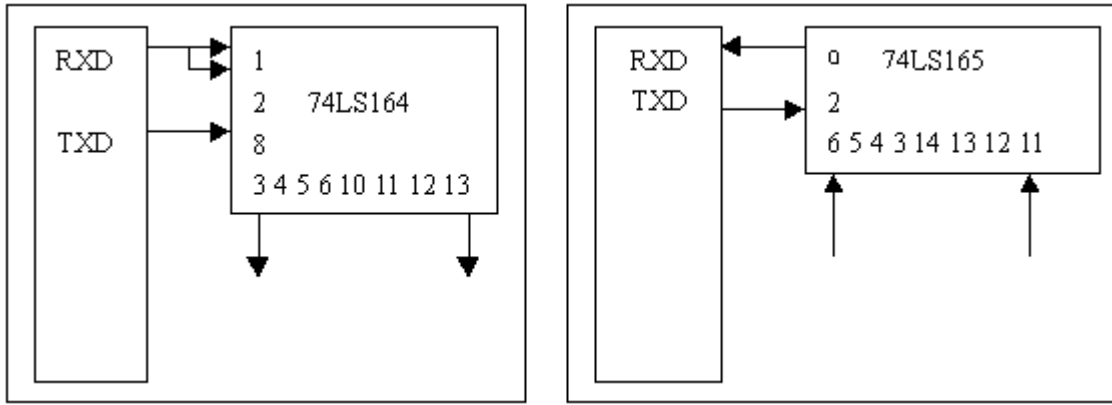
8051单片机的全双工串行口可编程为4种工作方式, 现分述如下:

方式0为移位寄存器输入/输出方式。可外接移位寄存器以扩展 I/O 口, 也能外接同步输入/输出设备。8位串行数据者是从 RXD 输入或输出, TXD 用来输出同步脉冲。

输出 串行数据从 RXD 管脚输出, TXD 管脚输出移位脉冲。CPU 将数据写入发送寄存器时, 立即启动发送, 将8位数据以 $f_{os}/12$ 的固定波特率从 RXD 输出, 低位在前, 高位在后。发送完一帧数据后, 发送中断标志 TI 由硬件置位。

输入 当串行口以方式0接收时, 先置位允许接收控制位 REN。此时, RXD 为串行数据输入端, TXD 仍为同步脉冲移位输出端。当 (RI)=0和 (REN)=1同时满足时, 开始接收。当接收到第8位数据时, 将数据移入接收寄存器, 并由硬件置位 RI。

下面两图分别是方式0扩展输出和输入的接线图。



〈单片机串行口接线图〉

方式1为波特率可变的10位异步通信接口方式。发送或接收一帧信息，包括1个起始位0，8个数据位和1个停止位1。

输出 当 CPU 执行一条指令将数据写入发送缓冲 SBUF 时，就启动发送。串行数据从 TXD 管脚输出，发送完一帧数据后，就由硬件置位 TI。

输入 在 (REN) =1时，串行口采样 RXD 管脚，当采样到1至0的跳变时，确认是开始位0，就开始接收一帧数据。只有当 (RI) =0且停止位为1或者 (SM2) =0时，停止位才进入 RB8，8位数据才能进入接收寄存器，并由硬件置位中断标志 RI；不然信息丢失。所以在方式1接收时，应先用软件清零 RI 和 SM2标志。

方式2

方式2为固定波特率的11位 UART 方式。它比方式1增加了一位可编程为1或0的第9位数据。

输出：发送的串行数据由 TXD 端输出一帧信息为11位，附加的第9位来自 SCON 寄存器的 TB8 位，用软件置位或复位。它可作为多机通信中地址/数据信息的标志位，也能作为数据的奇偶校验位。当 CPU 执行一条数据写入 SUBF 的指令时，就启动发送器发送。发送一帧信息后，置位中断标志 TI。

输入：在 (REN) =1时，串行口采样 RXD 管脚，当采样到1至0的跳变时，确认是开始位0，就开始接收一帧数据。在接收到附加的第9位数据后，当 (RI) =0或者 (SM2) =0时，第9位数据才进入 RB8，8位数据才能进入接收寄存器，并由硬件置位中断标志 RI；不然信息丢失。且不置位 RI。再过一位时间后，不管上述条件时否满足，接收电路即行复位，并重新检测 RXD 上从1到0的跳变。

工作方式3

方式3为波特率可变的11位 UART 方式。除波特率外，其余与方式2相同。

波特率选择

如前所述，在串行通信中，收发双方的数据传送率（波特率）要有一定的约定。在8051串行口的四种工作方式中，方式0和2的波特率是固定的，而方式1和3的波特率是可变的，由定时器 T1的溢出率控制。

方式0

方式0的波特率固定为主振频率的1/12。

方式2

方式2的波特率由 PCON 中的选择位 SMOD 来决定，可由下式表示：

波特率=2的 SMOD 次方除以64再乘一个 fosc，也就是当 SMOD=1时，波特率为1/32fosc，当 SMOD=0时，波特率为1/64fosc

3. 方式1和方式3

定时器 T1作为波特率发生器，其公式如下：

$$\text{波特率} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times \text{定时器 T1溢出率}$$

T1溢出率= T1计数率/产生溢出所需的周期数

式中 T1计数率取决于它工作在定时器状态还是计数器状态。当工作于定时器状态时，T1计数率为 fosc/12;当工作于计数器状态时，T1计数率为外部输入频率，此频率应小于 fosc/24。产生溢出所需周期与定时器 T1的工作方式、T1的预置值有关。

定时器 T1工作于方式0：溢出所需周期数=8192-x

定时器 T1工作于方式1：溢出所需周期数=65536-x

定时器 T1工作于方式2：溢出所需周期数=256-x

因为方式2为自动重装入初值的8位定时器/计数器模式，所以用它来做波特率发生器最恰当。当时钟频率选用11.0592MHZ 时，取易获得标准的波特率，所以很多单片机系统选用这个看起来“怪”的晶体震荡器就是这个道理。

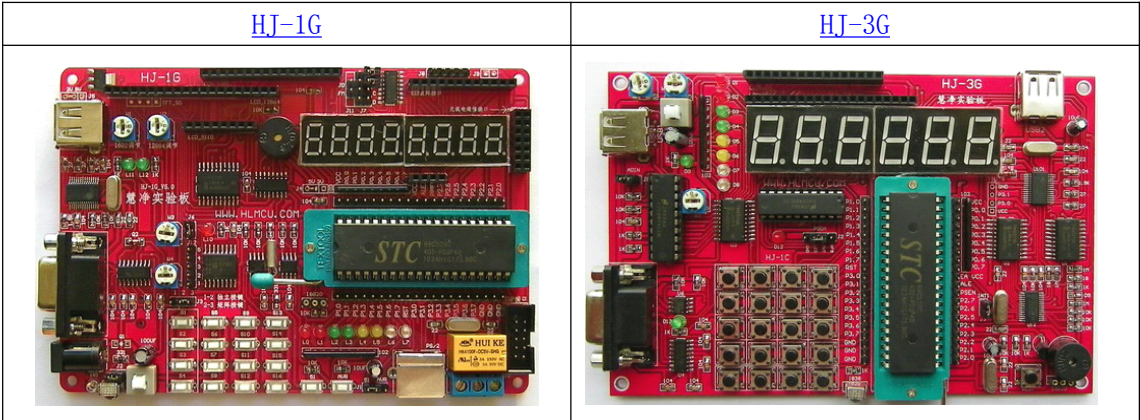
下表列出了定时器 T1工作于方式2常用波特率及初值。

| 常用波特率 | Fosc (MHZ) | SMOD | TH1初值 |
|-------|------------|------|-------|
| 19200 | 11.0592 | 1 | FDH |
| 9600 | 11.0592 | 0 | FDH |
| 4800 | 11.0592 | 0 | FAH |

[51 单片机汇编语言教程-慧净电子会员收集整理（全部 28 课）](#)

| | | | |
|------|---------|---|-----|
| 2400 | 11.0592 | 0 | F4h |
| 1200 | 11.0592 | 0 | E8h |

[51 实验板推荐\(点击下面的图片可以进入下载资料链接\)](#)



推荐使用慧净 51 实验板。推荐 51 学习网 WWW.HLMCU.COM 淘宝网: <http://shop37031453.taobao.com/>