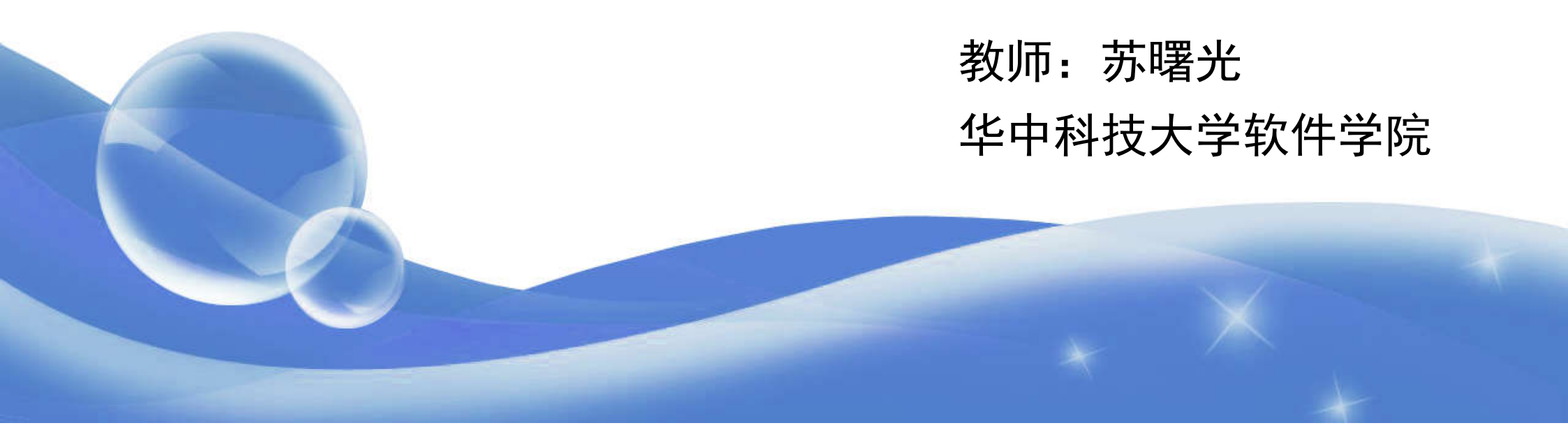




《微机原理与接口》

第9章 串行接口和8251

教师：苏曙光
华中科技大学软件学院



● 内容

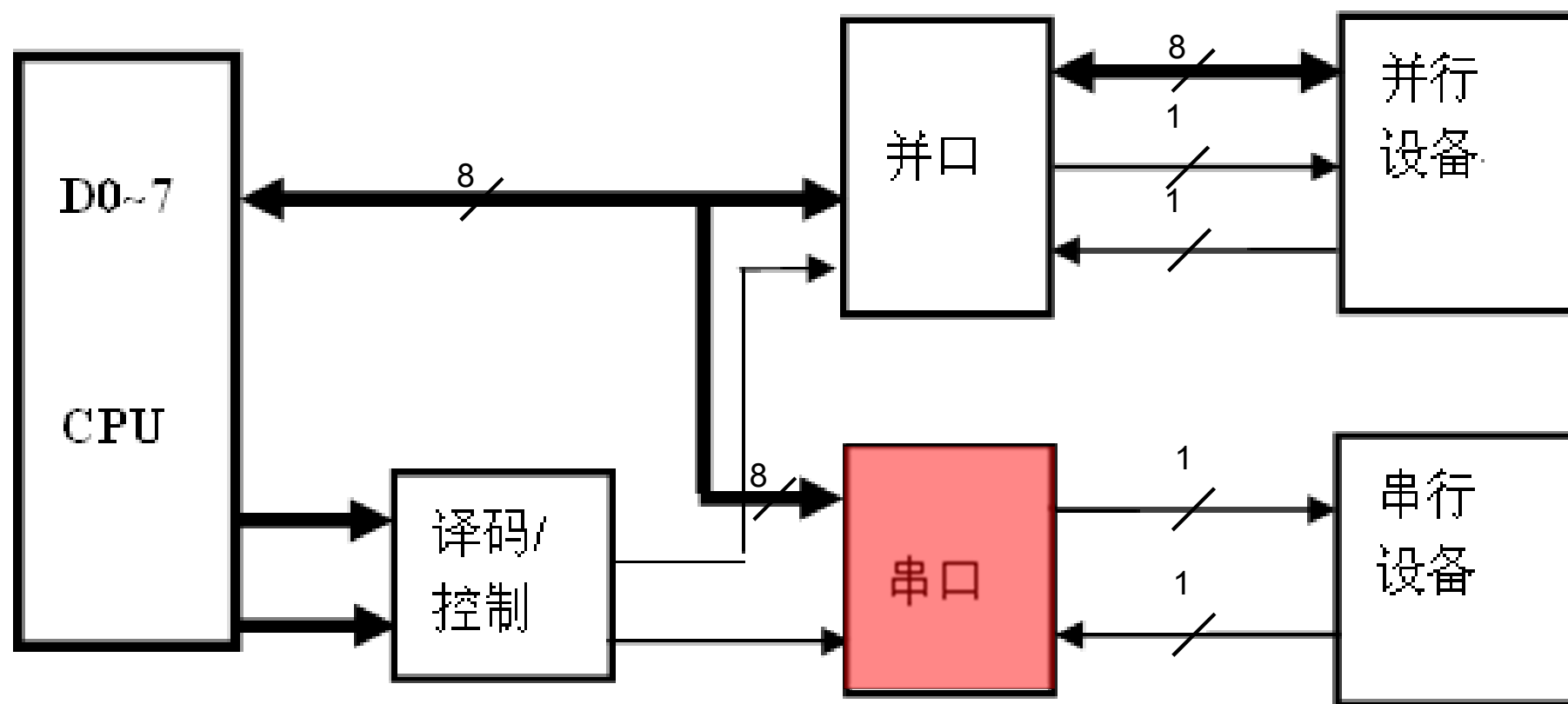
- 第1节 串行通信的相关概念
- 第2节 串行通信接口标准**RS232C**
- 第3节 串行通信接口芯片**8251A**
- 第4节 **8251A**的操作和命令



第1节 串行通信的概念

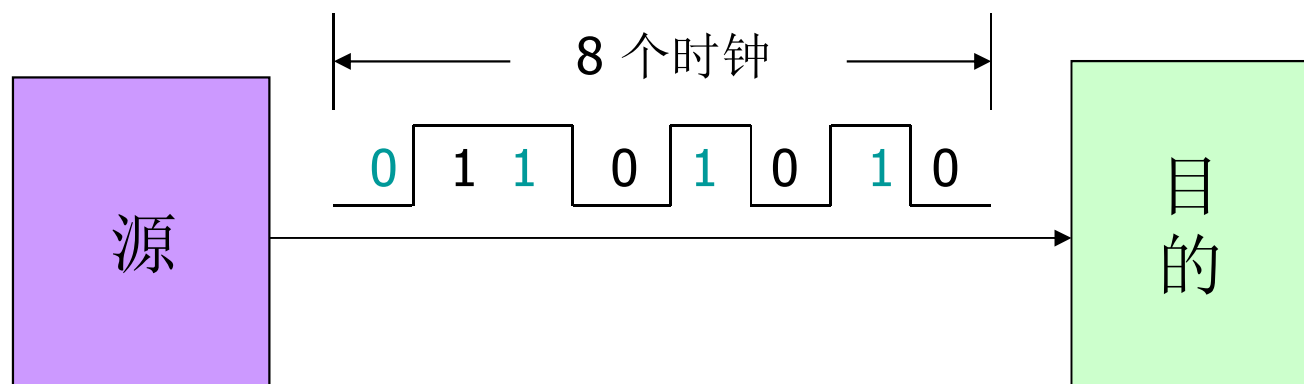
- 串行传送的特点
- 异步通信和同步通信
- 信号的调制和解调
- 信息的检错与纠错
- 波特率与发送/接收时钟

● 串行接口的特点



● 串行传送

- 在一根传输线上逐位传送，既作数据线又作联络线。
- ① 数据格式有固定的要求：异步通信和同步通信
- ② 传送速率需要控制：波特率。
- ③ 既适合近距离传输又适合远距离传输（MODEM支持）。
- ④ 容易出现差错



● 串行通信方式

- 异步通信

- 同步通信

异步串行通信

● 概念

- 以**字符**为单位传送。字符作为一帧数据**随机**出现。



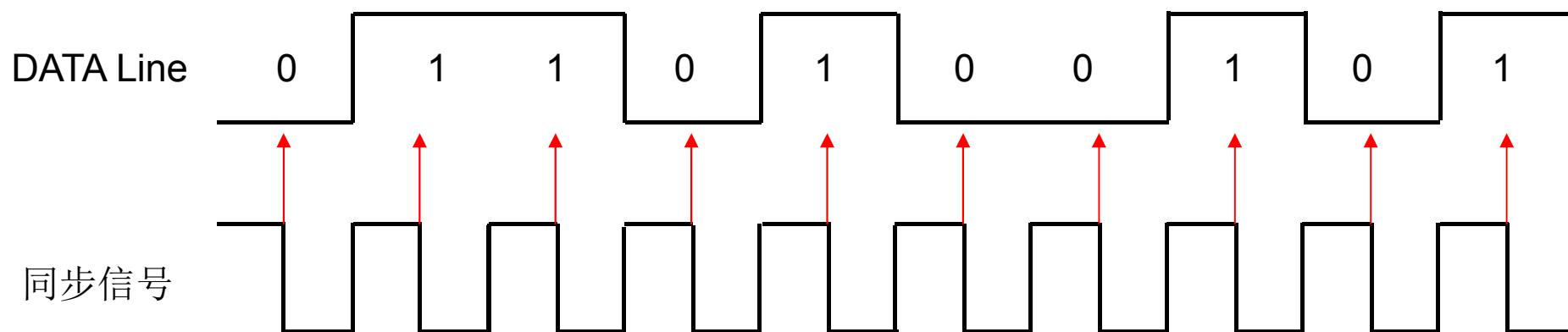
- 一旦传送开始，双方以约定速率，逐个传送**字符**中的每一位。

● 特点

- (1) 字符随机出现：**异步**
- (2) 位与位之间严格定时：**同步**
- (3) 发和收双方不需严格同步和同频，允许相对延迟和频差。

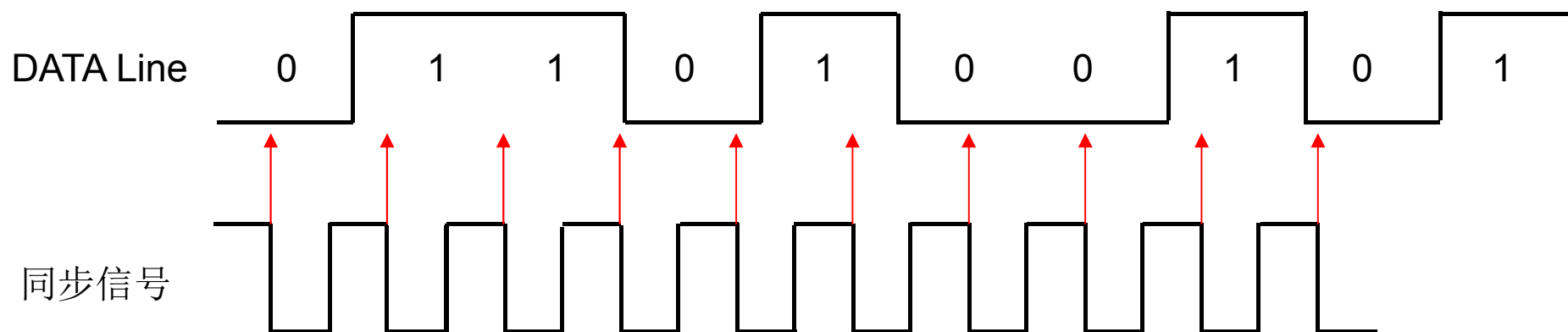
问题：如何实现串行通信的同步

- 为使串行通信准确可靠，发收双方**同步信号**至关重要。



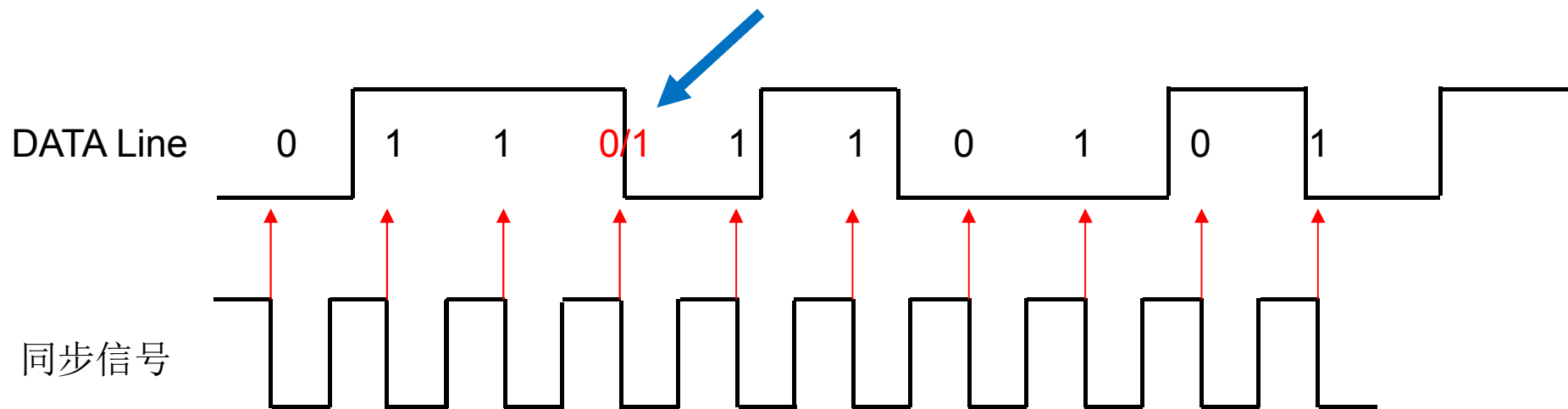
问题：如何实现串行通信的同步

- 为使串行通信准确可靠，发收双方**同步信号**至关重要。



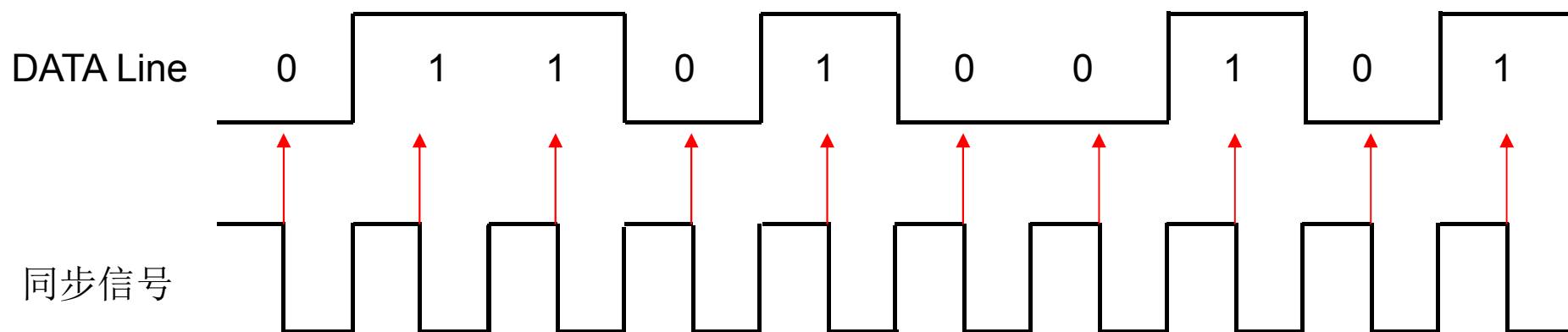
问题：如何实现串行通信的同步

- 为使串行通信准确可靠，发收双方**同步信号**至关重要。



问题：如何实现串行通信的同步

- 为使串行通信准确可靠，发收双方**同步信号**至关重要。



- 在典型的串行通信系统中，**不存在同步信号线**！
- 要实现有效的串行通信，通信双方遵从软硬件约定
 - 波特率
 - 波特率因子
 - 通信格式

异步通信双方的约定

● (1) 波特率(BAUD RATE)

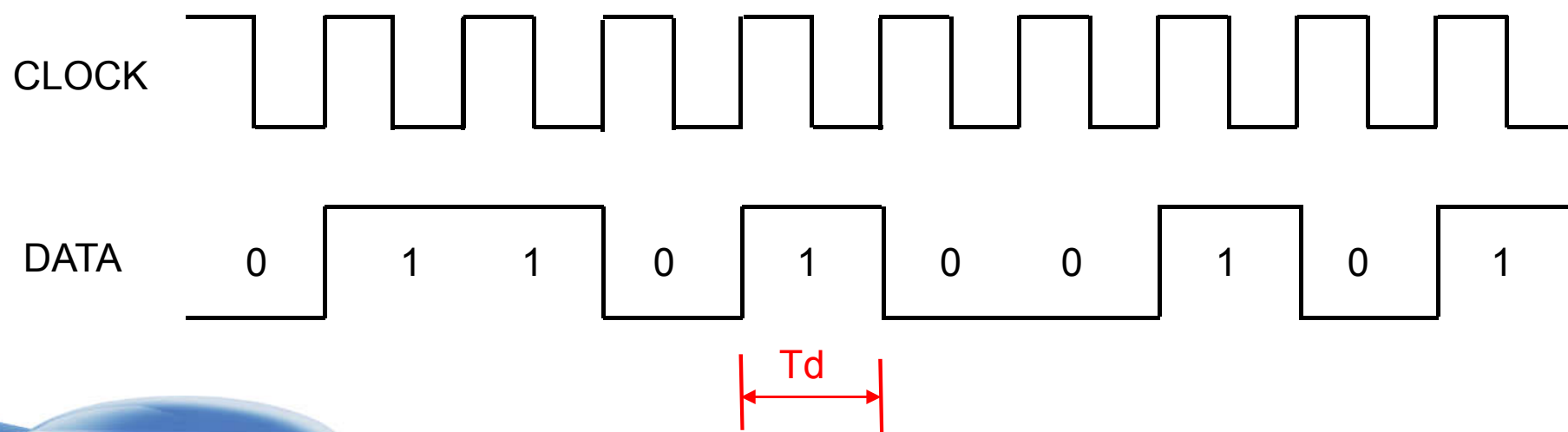
■ 指单位时间内传送二进制数据的位数，以位/秒为单位。

■ 例：假如每秒传送120个字符，每字符含10bit。

■ 则波特率 = ?

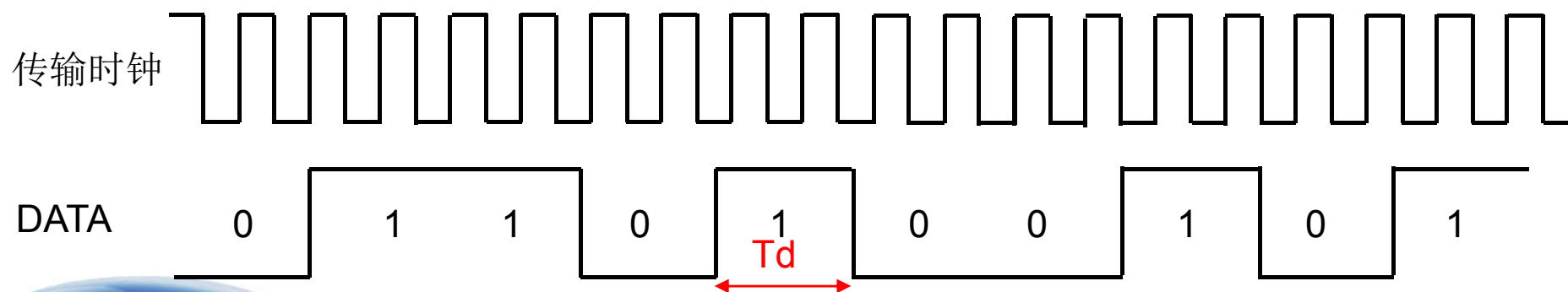
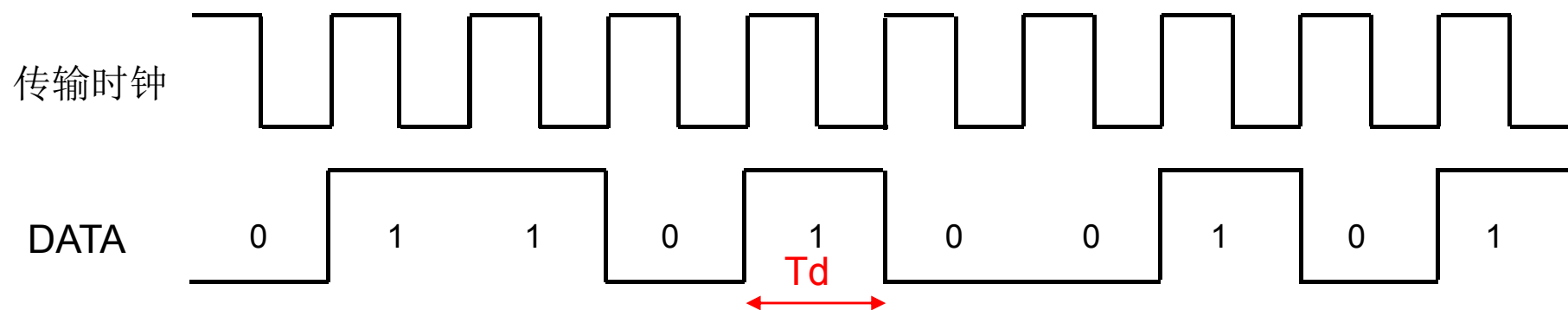
$$\text{波特率} = 10 \times 120 = 1200\text{bit/s}$$

■ 每位数据的传送时间 $T_d = 1/1200 = 0.833\text{ms}$



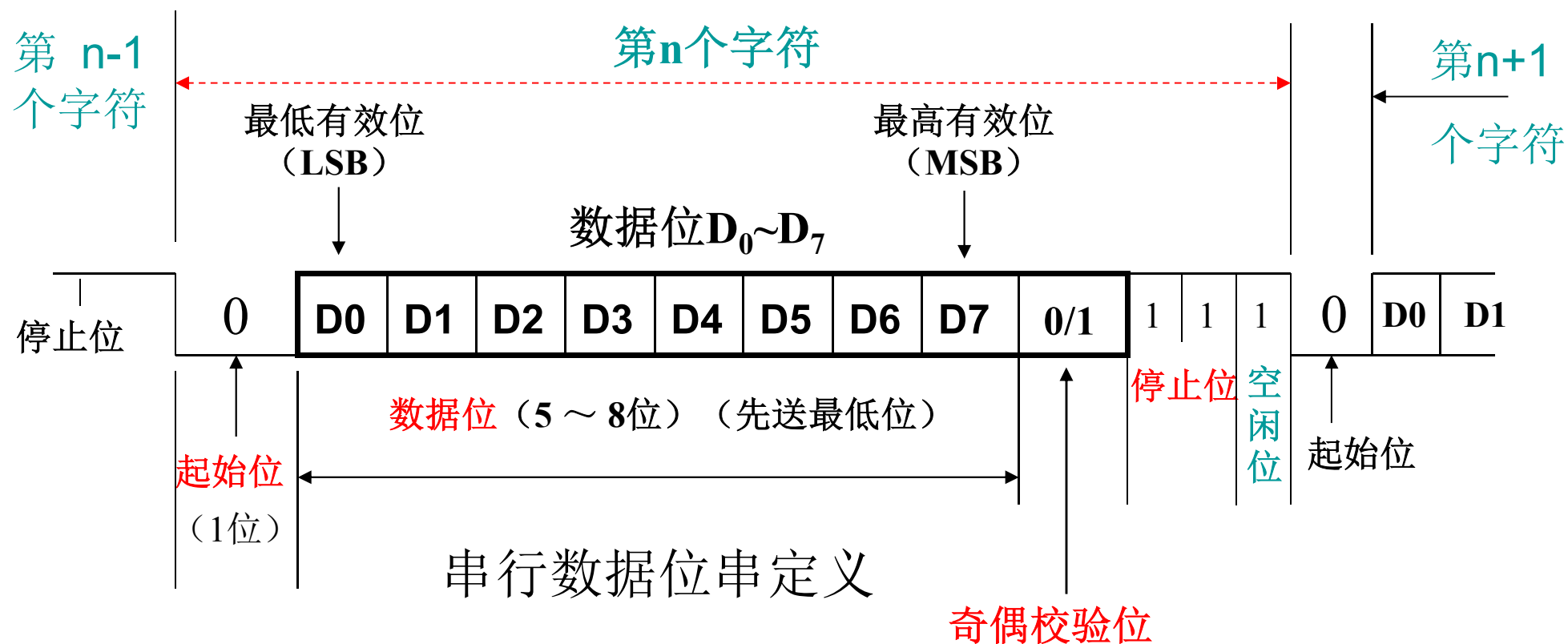
(2) 波特率因子

- 发送端/接收端：发送时钟、接收时钟
- 传输线上每位数据持续长度对时钟周期的倍数：**波特率因子**
 - 波特率因子 = 每位长度/时钟周期
 - 1或16或32或64等



● (3) 字符格式 (起止式异步通信格式)

■ 每个数据都由起始位、数据位、奇偶校验位和停止位组成。



起止式异步通信格式

● 字符格式

■ 起始位

◆ 1位

◆ 低电平（逻辑值0）

■ 数据位

◆ 5—8位：紧跟在起始位后面，传送的有效信息；

■ 奇偶校验位

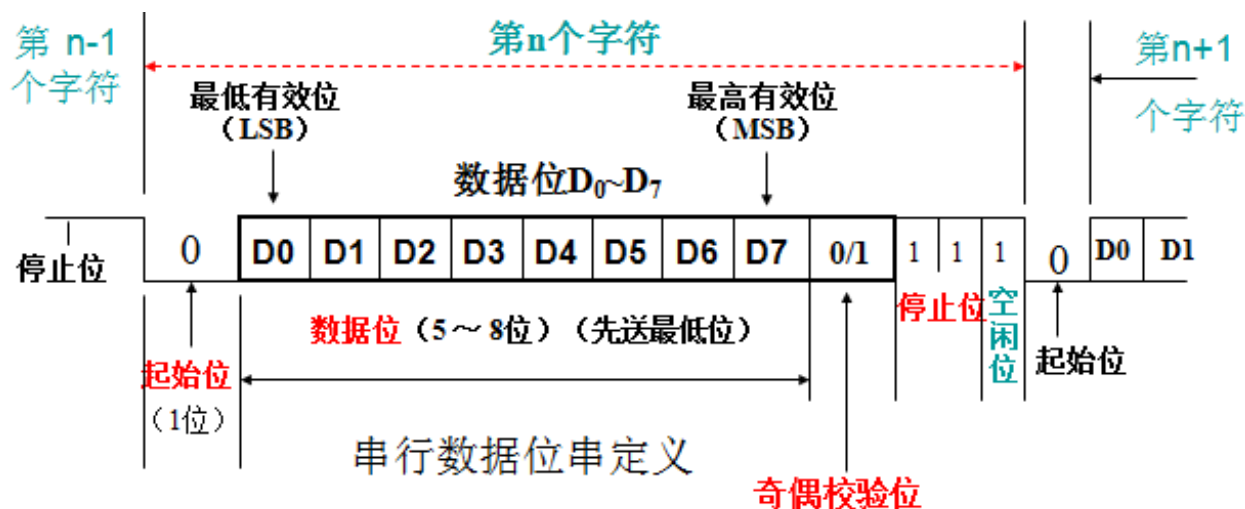
◆ 1位，可有可无

■ 停止位

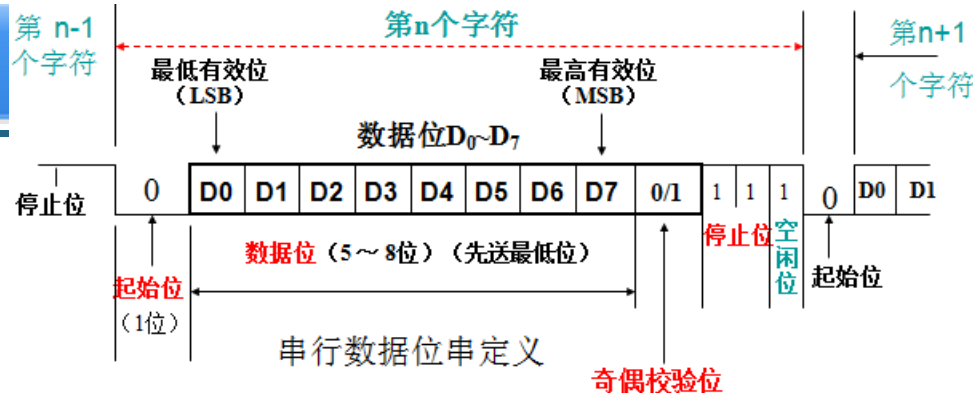
◆ 1位，1.5位，2位

◆ 高电平（逻辑值1）

■ **空闲位**：紧跟停止位，个数不定，高电平。



起止式异步通信格式



● 串行传送的过程

- 首先约定通信格式和波特率
- 传输开始后接收方检测传输线是否有起始位（电平下跳沿）
- 起始位后接着是已协商好的若干数据位、校验位、停止位
- 当出现停止位时表示一个字符传输的结束
- 去掉停止位，进行奇偶校验，确认接收正确
- 继续开始监视下一个数据传输的起始位。

● 起止位的作用

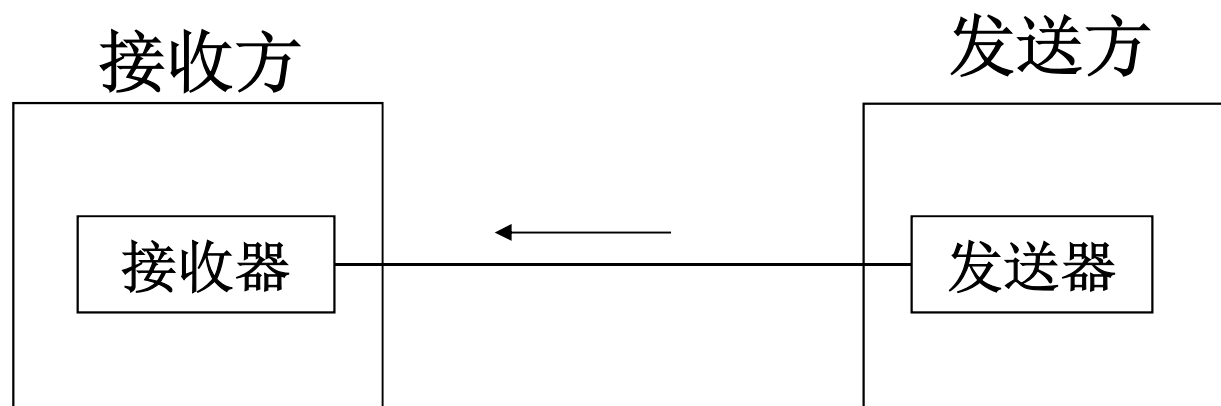
- 起始位和停止位作为联络信号被附加到传输过程中。
- 一定程度消除了收发双方时钟带来的传输误差；
- 缺点：降低了传输效率。

● 串行通信的传送方向

- 单工
- 全双工
- 半双工

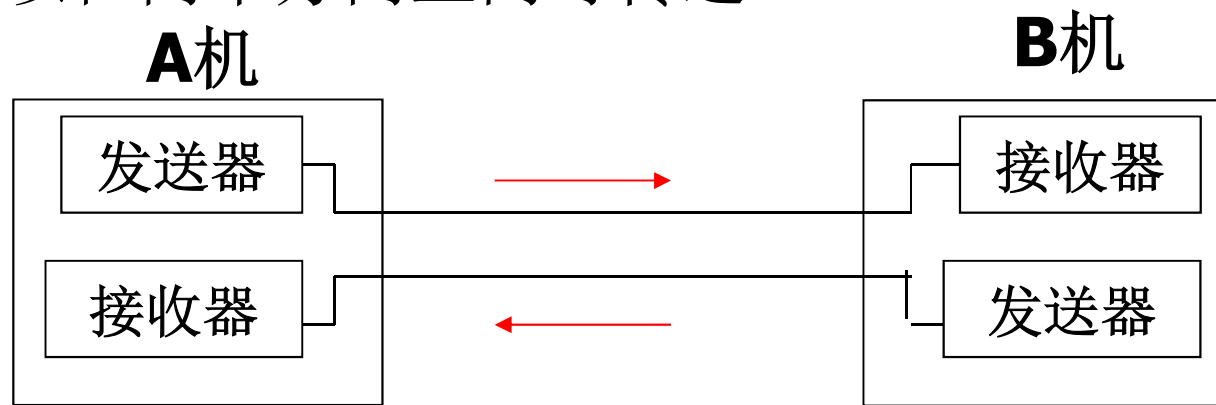
● 单工Simplex

- 通信双方中，一方固定当**发送方**发送数据，另一方固定当**接收方**接收数据。



● 全双工Full Duplex

- 数据可以在两个方向上同时传送。

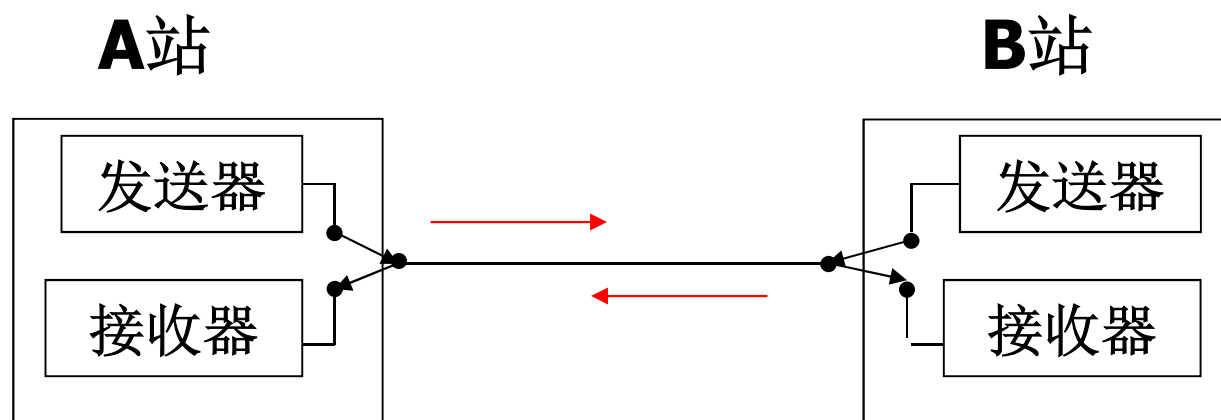


■ 特点:

- ◆ 使用二根传输线
- ◆ 双方都具有发送器和接收器，能同时收发数据。
- ◆ 适合实时的交互式的数据传送。

● 半双工 Half Duplex

- 数据可以在两个方向上传送，但是不同同时进行。



■ 特点

- ◆ 一根传输线
- ◆ 双方都具有发送器和接收器，但不可同时发送和接收。
- ◆ 通过“收/发开关”切换发送和接收的功能

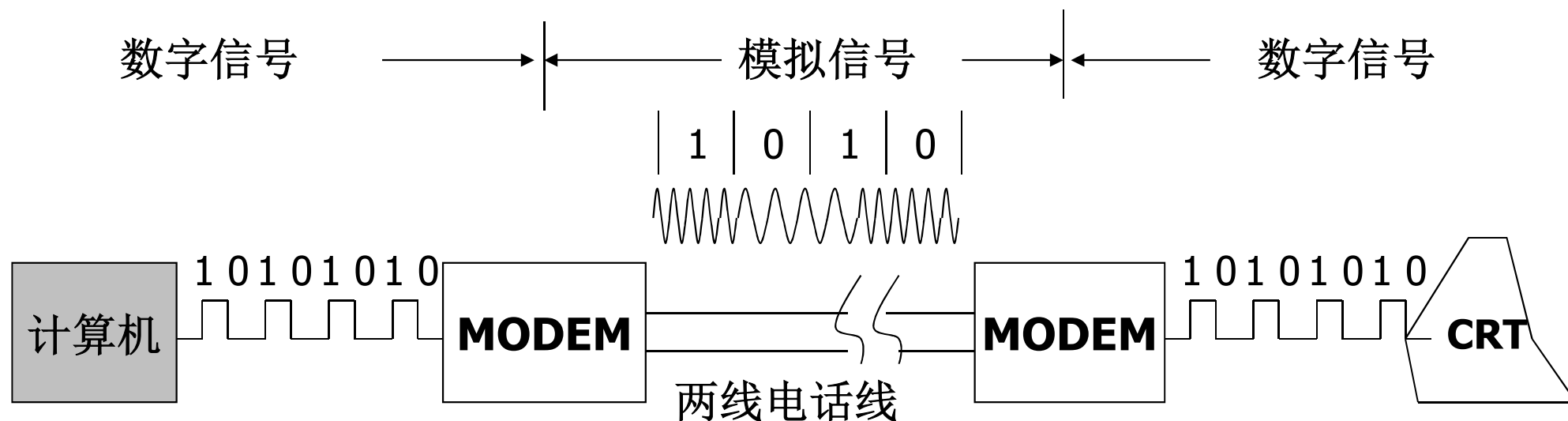


第2节 串行通信接口标准——RS232C

调制和解调 (**Modulate**与**Demodulate**)

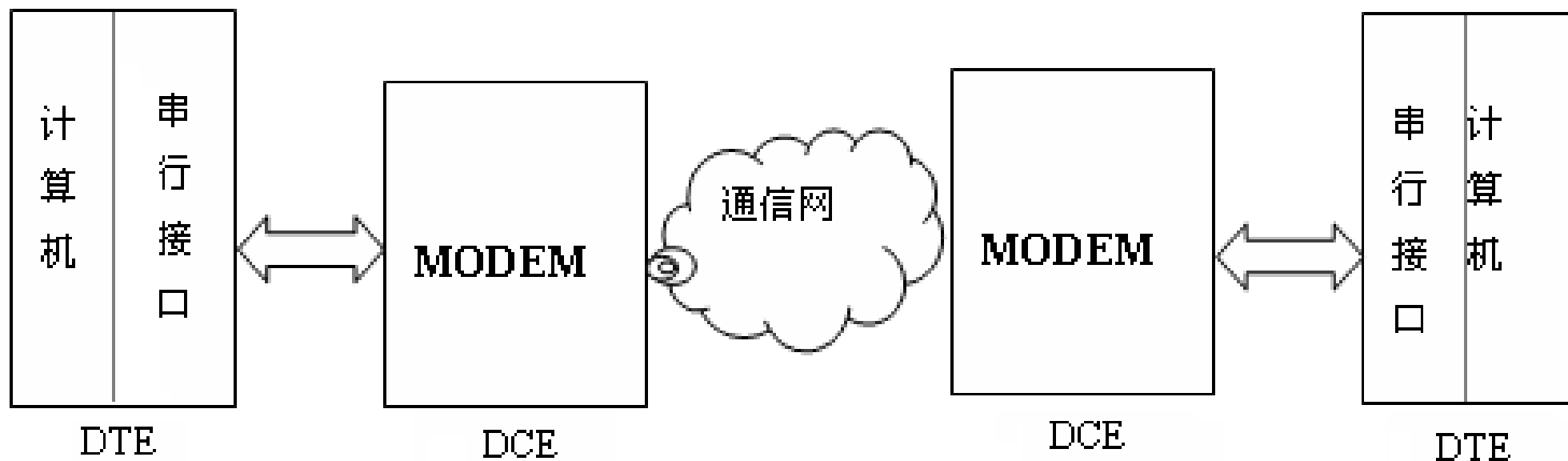
● 调制和解调

- 传送前：数字变为模拟信号（**调制**：调制器，**Modulate**）
- 接收时：模拟还原数字信号（**解调**：解调器，**Demodulate**）
- 调制解调器（**MODEM**）：同时具有调制和解调两种作用



RS-232C接口标准

- EIA-RS-232C, EIA与BELL于1969年提出
- 适合于传输速率0-20Kb/s的通信
- 数据终端设备（DTE）与数据通信设备（DCE）之间的接口。
 - DTE: 处理二进制信号的设备（计算机）。
 - DCE: 信号匹配器，管理通信连接（MODEM）。



● RS232C

- ① 接口的机械性能
- ② 接口的电气特性
- ③ 接口的信号功能
- ④ 接口的连接方式

● 机械特性——连接器类型和电缆长度

■ DB-25针

■ DB-9针

◆ 2个数据线

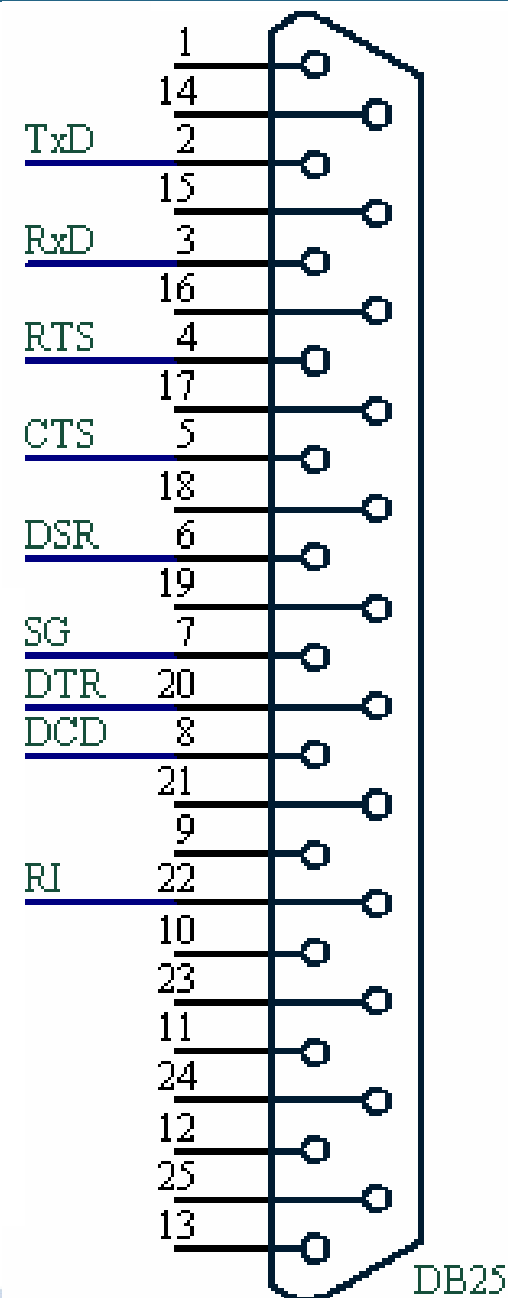
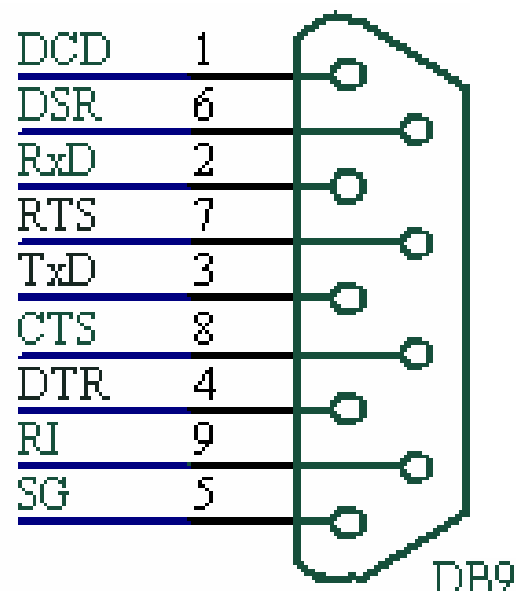
◆ 6个控制线

◆ 1个地线

■ 电缆长度

◆ (20Kb/S) 直连<15M

◆ 零MODEM



● 电气特性——EIA逻辑

■ 信号的逻辑定义

◆ 1 : - 5V ~ - 15V

◆ 0 : +5V ~ +15V

◆ 负逻辑

■ 电平特点

◆ 范围宽, 电压高

◆ 抑制噪声

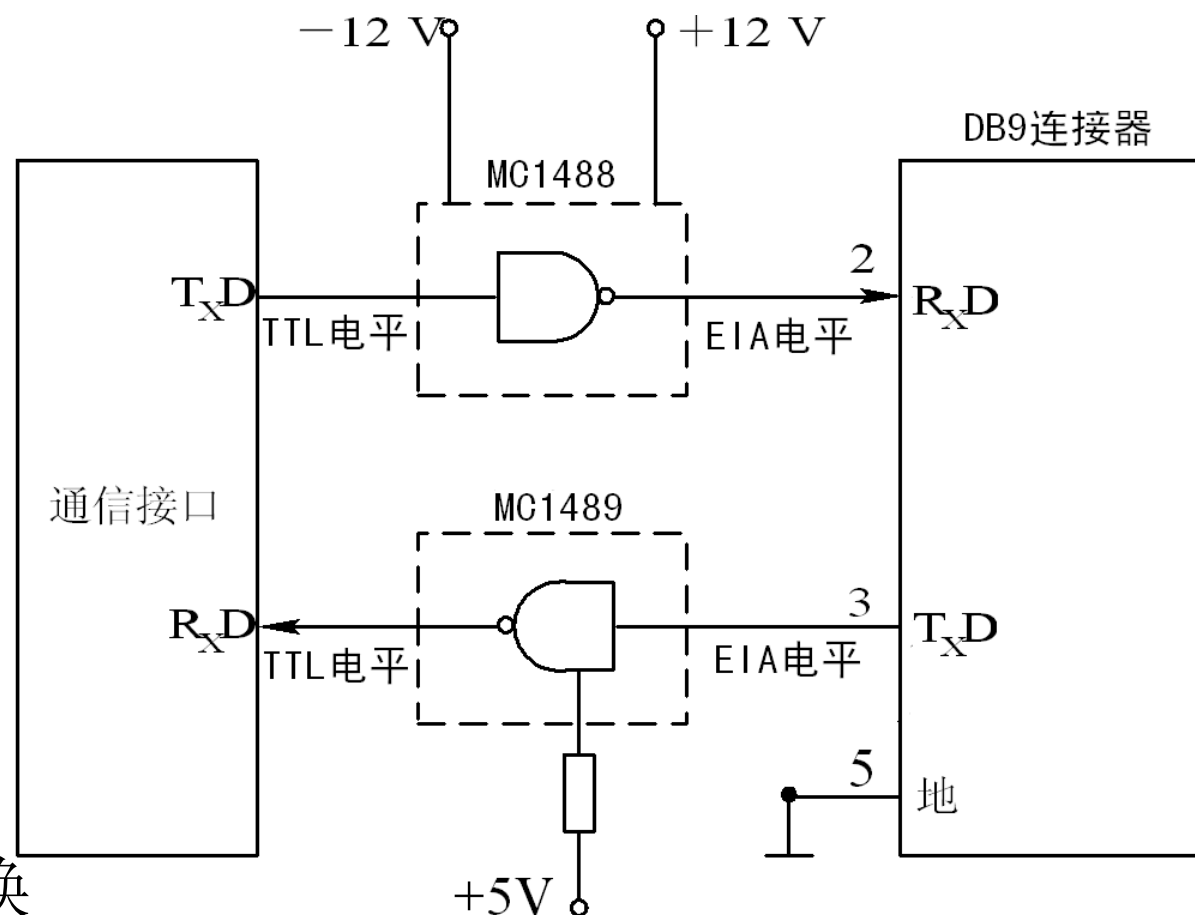
◆ 增加距离

■ 与TTL电平(0-5V)的转换

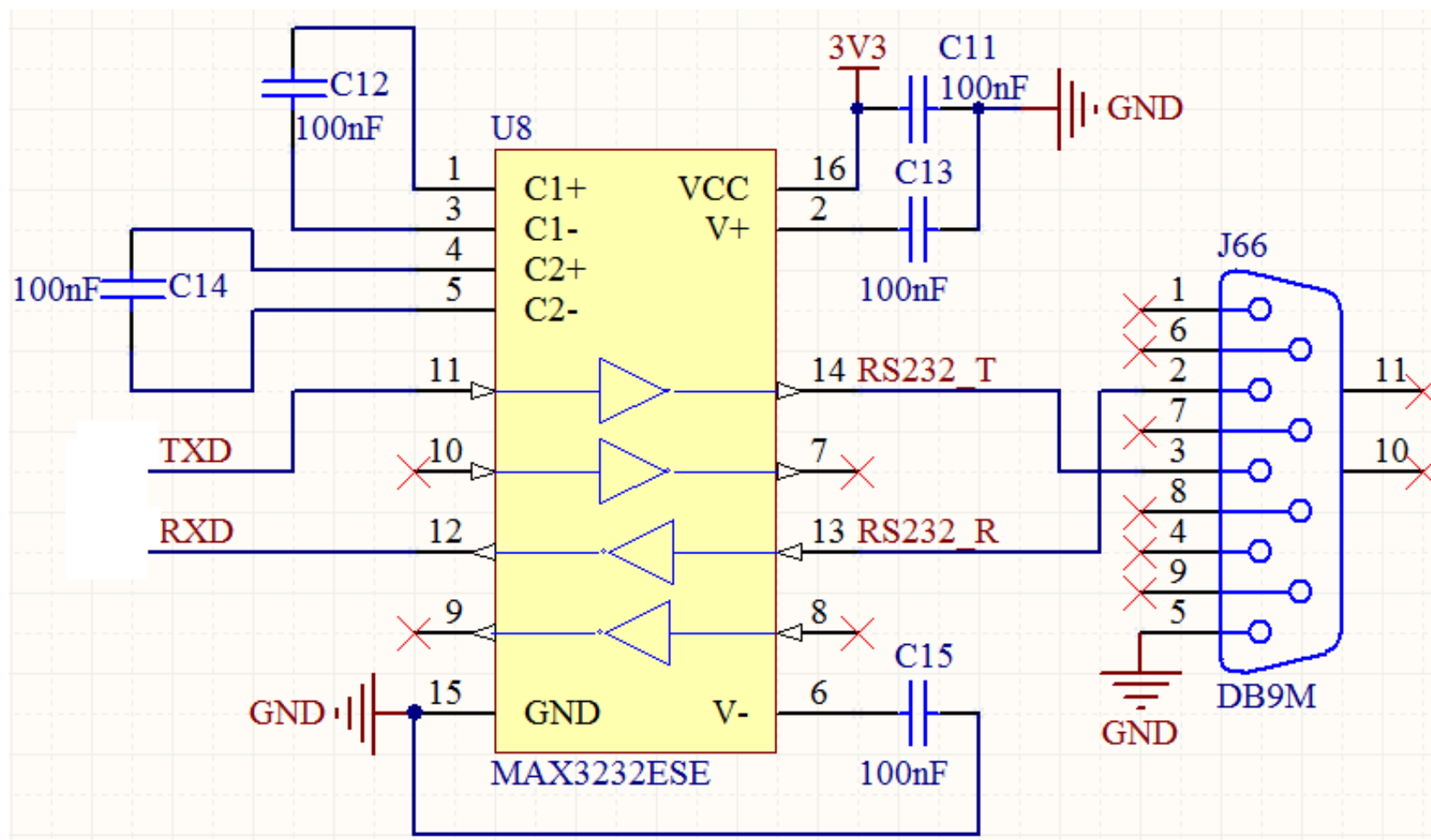
◆ TTL → EIA: MC1488

◆ EIA → TTL: MC1489

◆ TTL ↔ EIA: MAX232 (0-5V ↔ 10V- -10V)

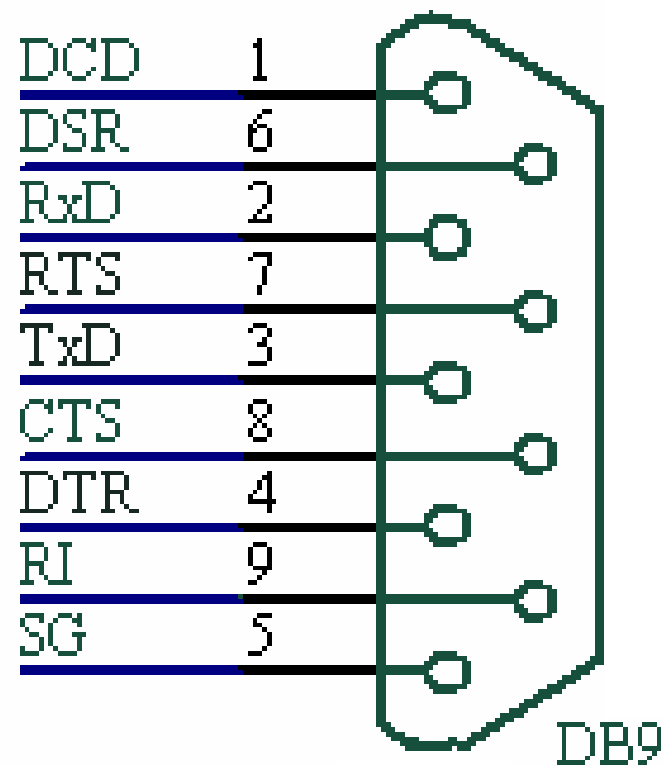


MAX3232芯片和应用



● 信号功能定义

- TxD: 发送线
- RxD: 接收线
- DTR: 数据终端就绪
- DSR: 数据设备就绪
- RTS: 请求发送
- CTS: 清除发送
- RI: 振铃指示
- DCD: 载波检出
- SG: 信号地

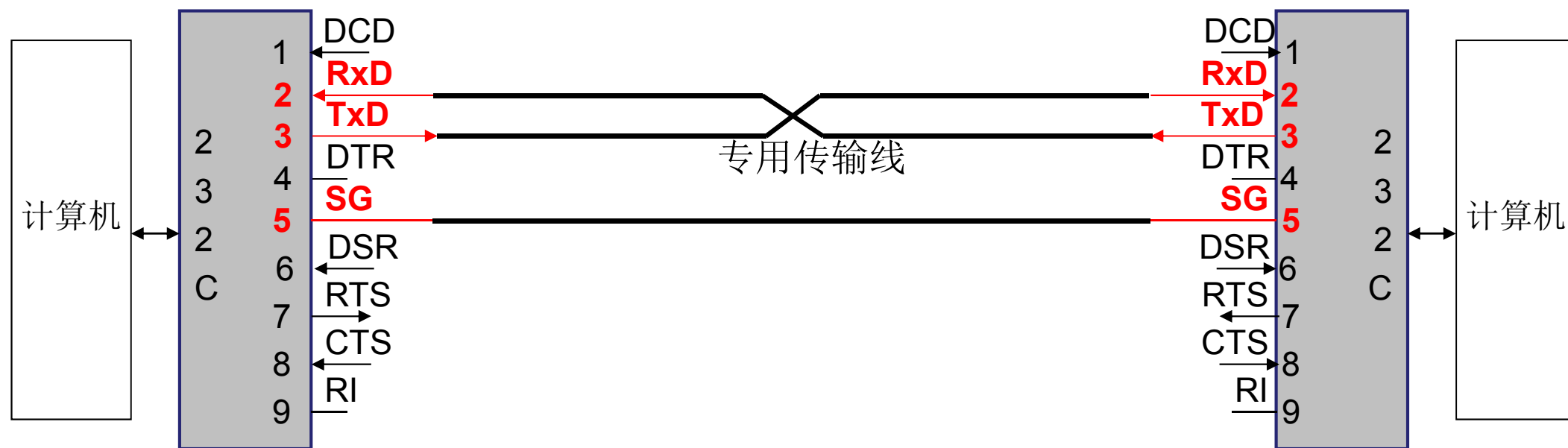


串行通信的信号线的连接

● 1. 近距离连接 (<15m)，不使用MODEM。

■ 仅使用3条线（发送线TXD，接收线RXD，信号地线）

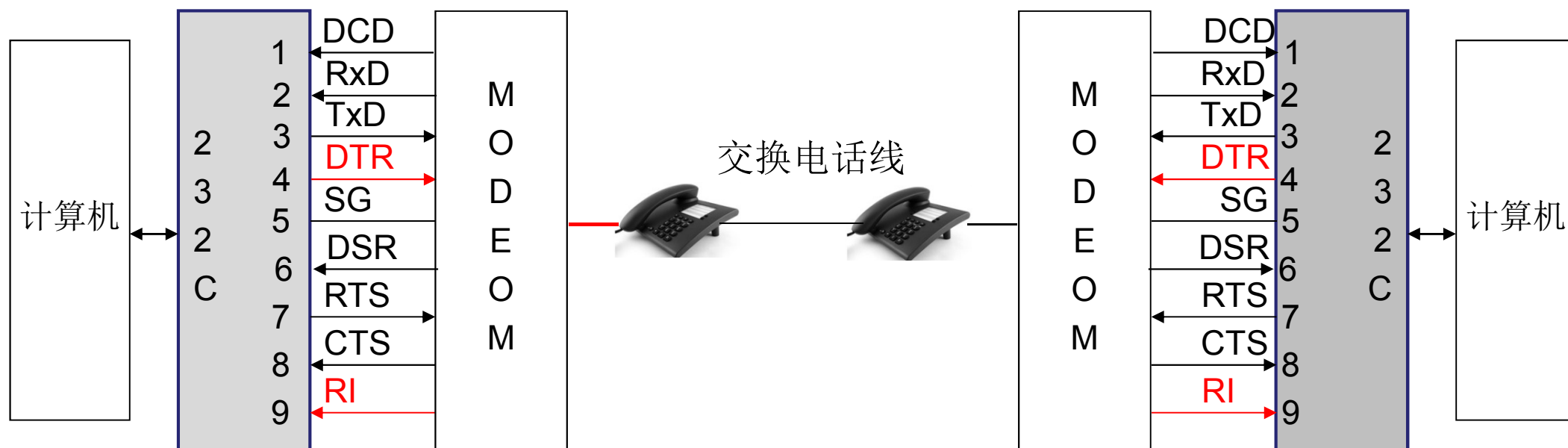
■ 注意：RXD和TXD的交叉连接



● 2. 远距离连接 (>15m) 使用MODEM, 交换电话线

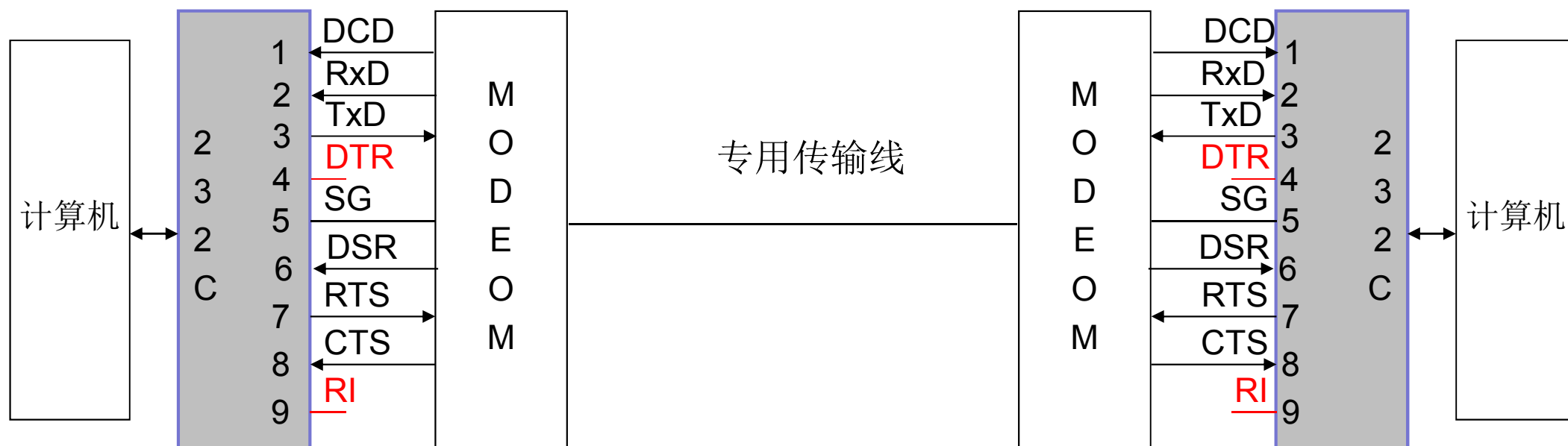
■ RI: 表示MODEM收到交换台的呼叫

■ DTR: MODEM收到呼叫后给对方应答, 从而建立通信链路



● 3. 远距离连接 (>15m) 使用MODEM, 专用传输线

■ 不使用DTR (4号) 和RI(9号)进行联络与控制



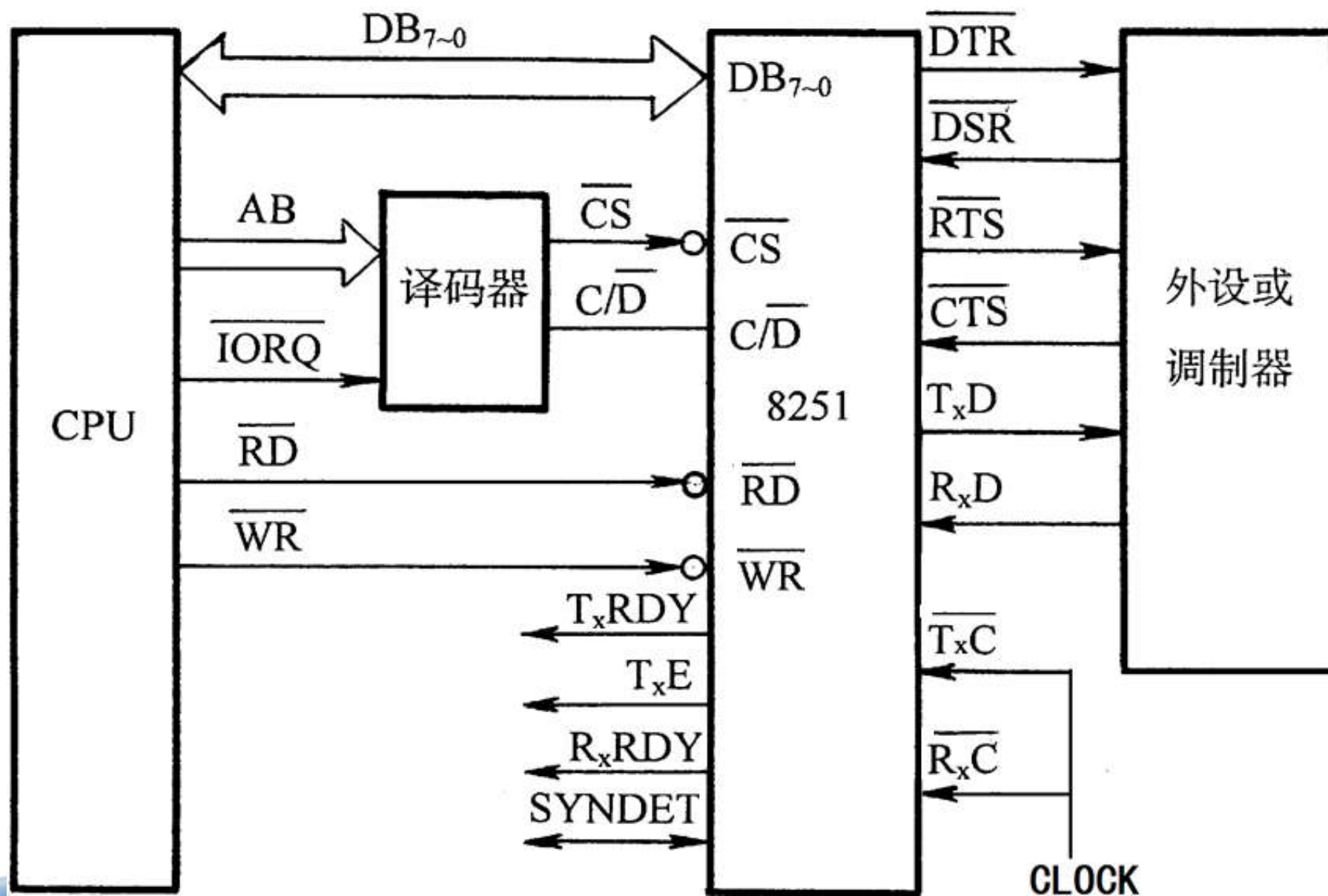


第3节 串行接口芯片8251A

● 8251A芯片

D2	1	28	D ₀
D3	2	27	D ₁
RxD	3	26	V _{CC}
GND	4	25	$\overline{\text{RxC}}$
D4	5	24	$\overline{\text{DTR}}$
D5	6	23	$\overline{\text{DSR}}$
D6	7	22	RESET
D7	8	21	CLK
$\overline{\text{TxC}}$	9	20	TXD
$\overline{\text{WR}}$	10	19	TxE
$\overline{\text{CS}}$	11	18	$\overline{\text{CTS}}$
C/D	12	17	SYNDET/BD
$\overline{\text{RD}}$	13	16	TxRDY
RxRDY	14	15	

8251A与CPU和外设 (MODEM) 的典型连接



● 8251A的主要功能

- 串行数据 \longleftrightarrow 并行数据

- 接收外设送来的串行数据 \rightarrow 并行数据送给CPU;

- 接收CPU送来的并行数据 \rightarrow 串行数据送给外设

 - ◆ 串行数据 \longleftrightarrow 并行数据

 - ◆ 格式化数据

 - ◆ 错误检测和纠正

 - ◆ 提供符合RS232C标准的信号线

- 缺乏:

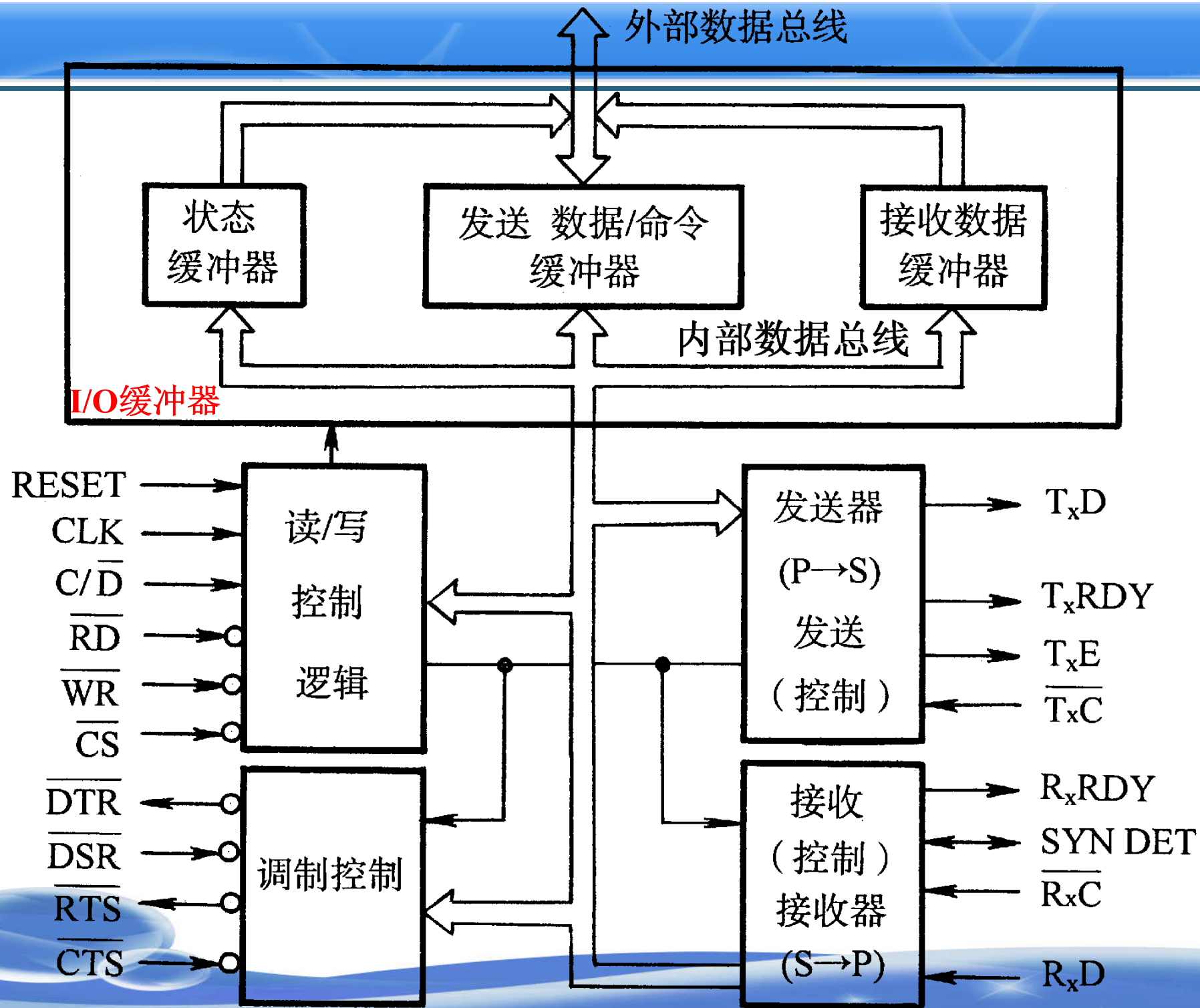
 - ◆ 电平适配: EIA 电平 \longleftrightarrow TTL电平

 - ◆ 传输速率控制

8251A的特点

- ① 支持异步通信和同步通信。
- ② （异步通信）可设定停止位为1位、1位半或2位。
- ③ （同步通信）可设定同步方式：单同步、双同步或外同步。同步字符可由用户自己设定。
- ④ 可设定奇偶校验方式或不校验。校验位的插入、检出及检错都由芯片本身完成。
- ⑤ （异步通信）可设定时钟频率：波特率的1倍、16倍或64倍。
- ⑥ 可设定波特率：0~19.2K (异步通信)，0~64K（同步通信）。
- ⑦ 接收数据、发送数据有分开的缓冲器，可进行全双工通信。
- ⑧ 提供与外设(MODEM)的联络信号，便于和通信线路相连接。

8251A 内部结构



● I/O缓冲器

■ 接收缓冲器

◆ 串口收到的数据变成并行数据后，存这里供CPU读取。

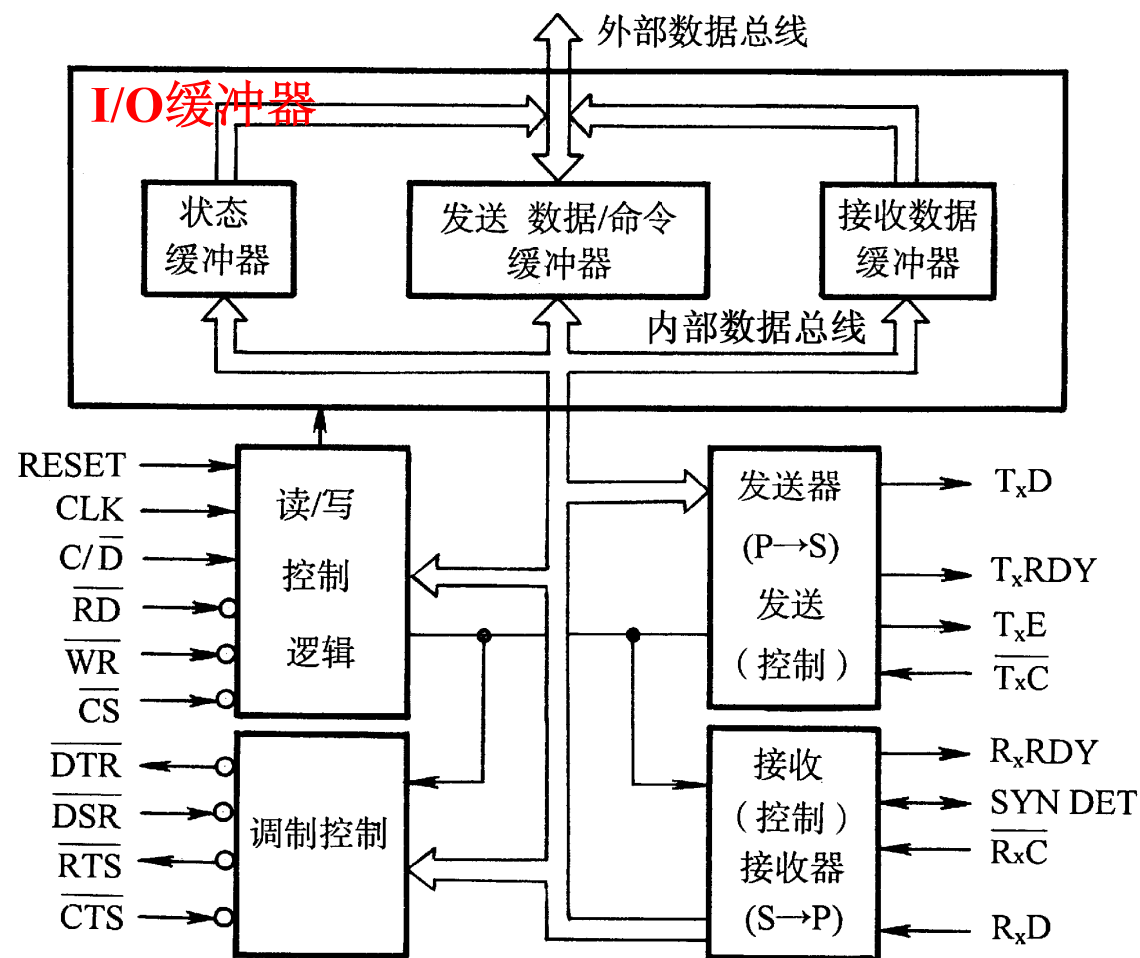
■ 发送数据/命令缓冲器

◆ CPU送来的并行数据存放在这里，准备向外发送

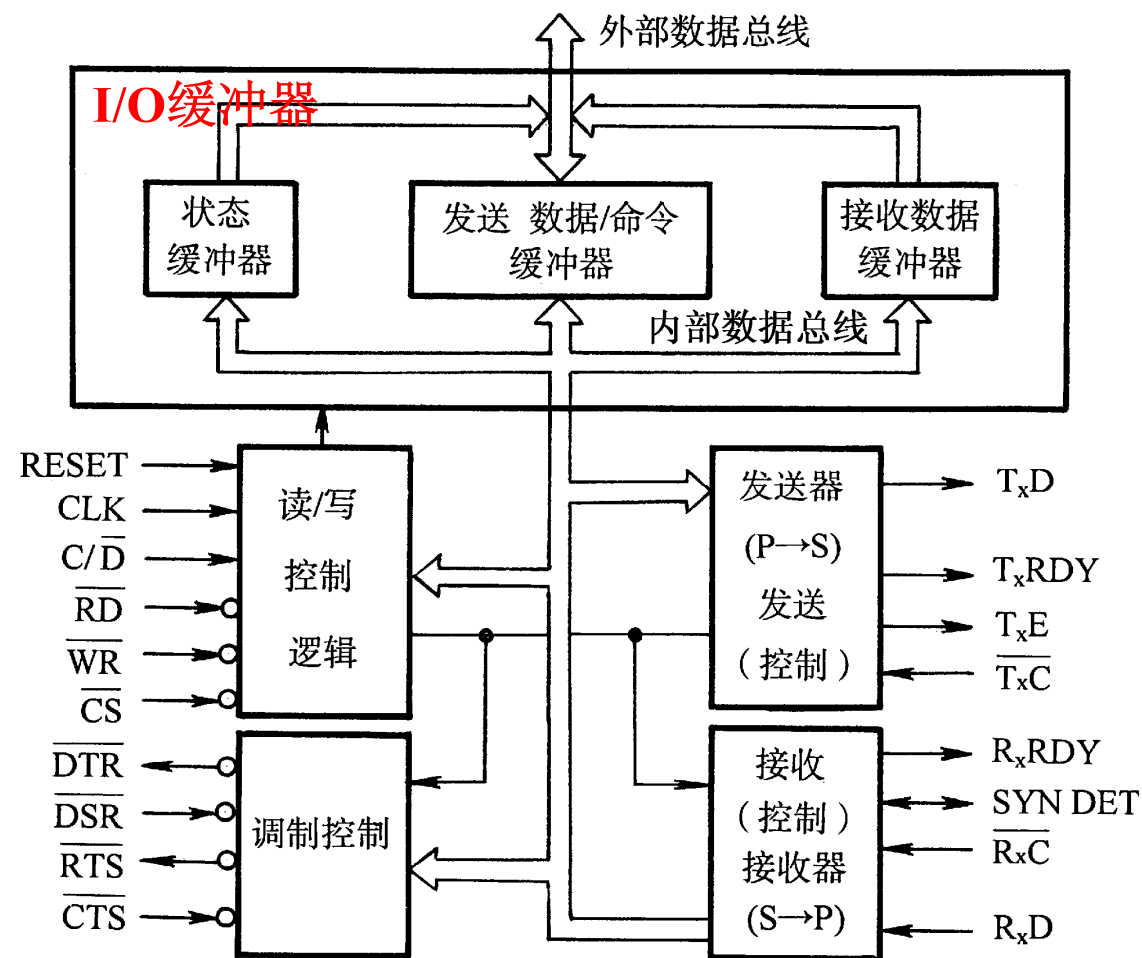
◆ CPU命令存放在这里

■ 状态缓冲器

◆ 存放8251A状态供CPU查询

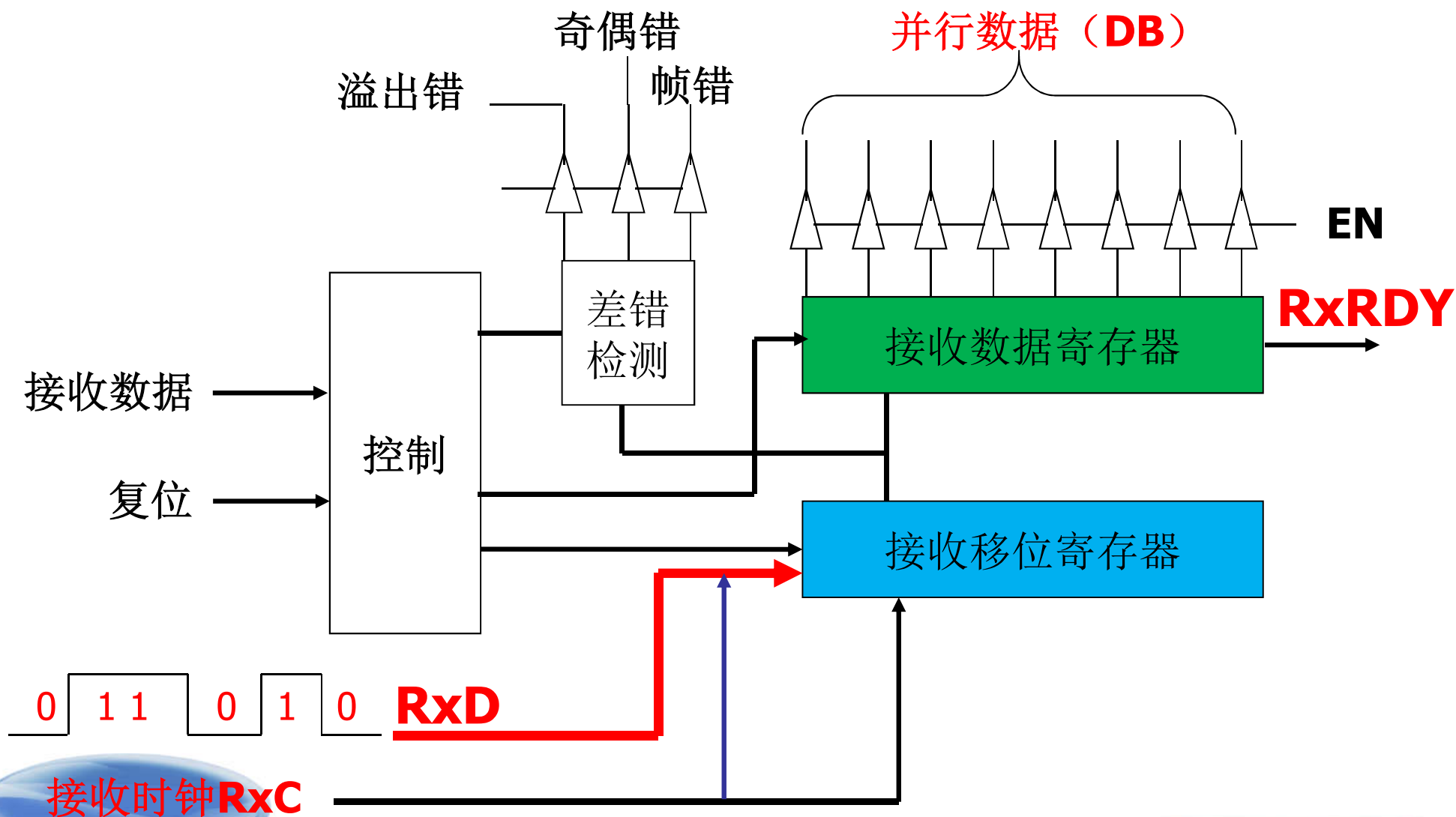


- 读/写控制逻辑
 - 接收CPU的控制信号，控制数据的传送方向。
- 调制解调器控制
 - 提供和调制解调器的联络信号。
- 接收器及接收控制
 - 从 R_xD 接收串行数据，按字符格式装配成并行数据。



接收器的工作过程

- 从**RxD**逐位接收串行码，转为并行码送到**DB**上。

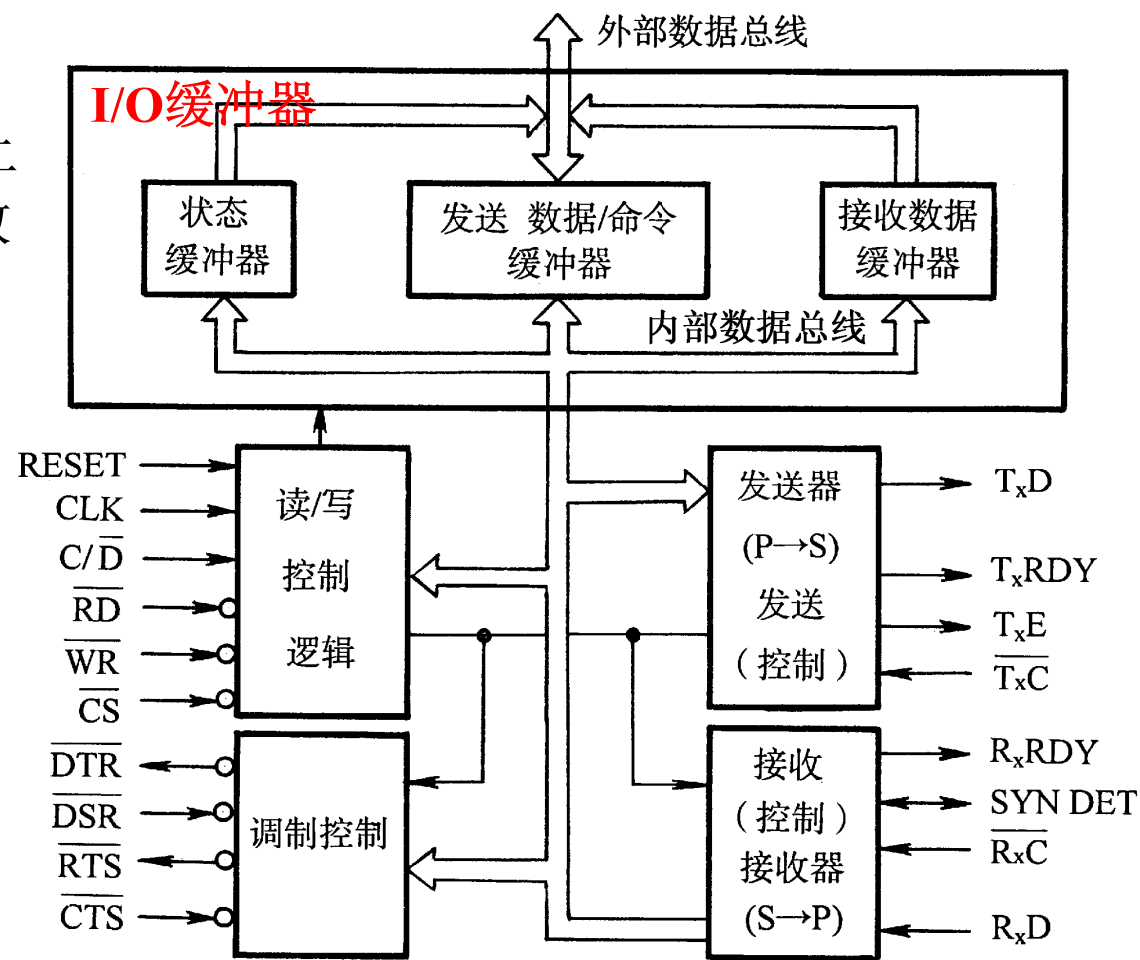


接收器的工作过程

- ①串口允许接收后…
- ②接收控制电路监视RxD的电平，一旦出现低电平…
- ③开始采样数据位，并逐位移入接收移位寄存器中。采样重复进行，直至采样规定的停止位为止…
- ④将有效数据并行送入接收数据寄存器，并由奇偶检测逻辑对输入数据进行奇偶校验，并根据校验结果置状态寄存器相应标志位…
- ⑤CPU读取数据。

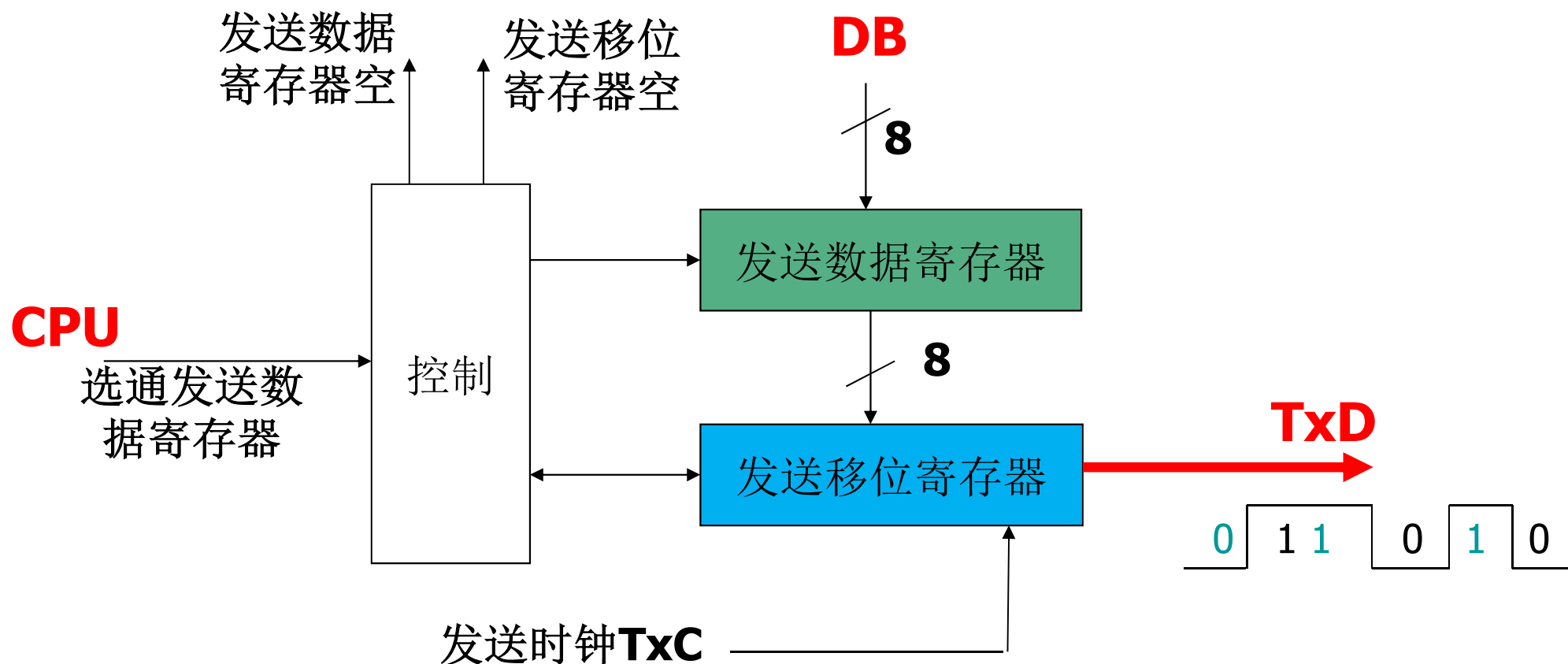
● 发送器及发送控制

- 从CPU接收并行数据，自动加上适当的控制信息并转换成串行数据后从T_xD引脚发送出去。



发送器的工作过程

- 发送器接收**CPU**送来的并行数据，加上**起始位**、**奇偶校验位**和**停止位**，转换为**串行码**，**逐位**送到**TxD**发送。



发送器的工作过程

- ①CPU把要输出的数据写入发送数据寄存器
- ②发送控制逻辑对数据格式化，即加上起始位、奇偶校验位和停止位等信息。
- ③格式化后的数据由发送移位寄存器按选定的传输速率逐位移出，由TxD逐位输出。

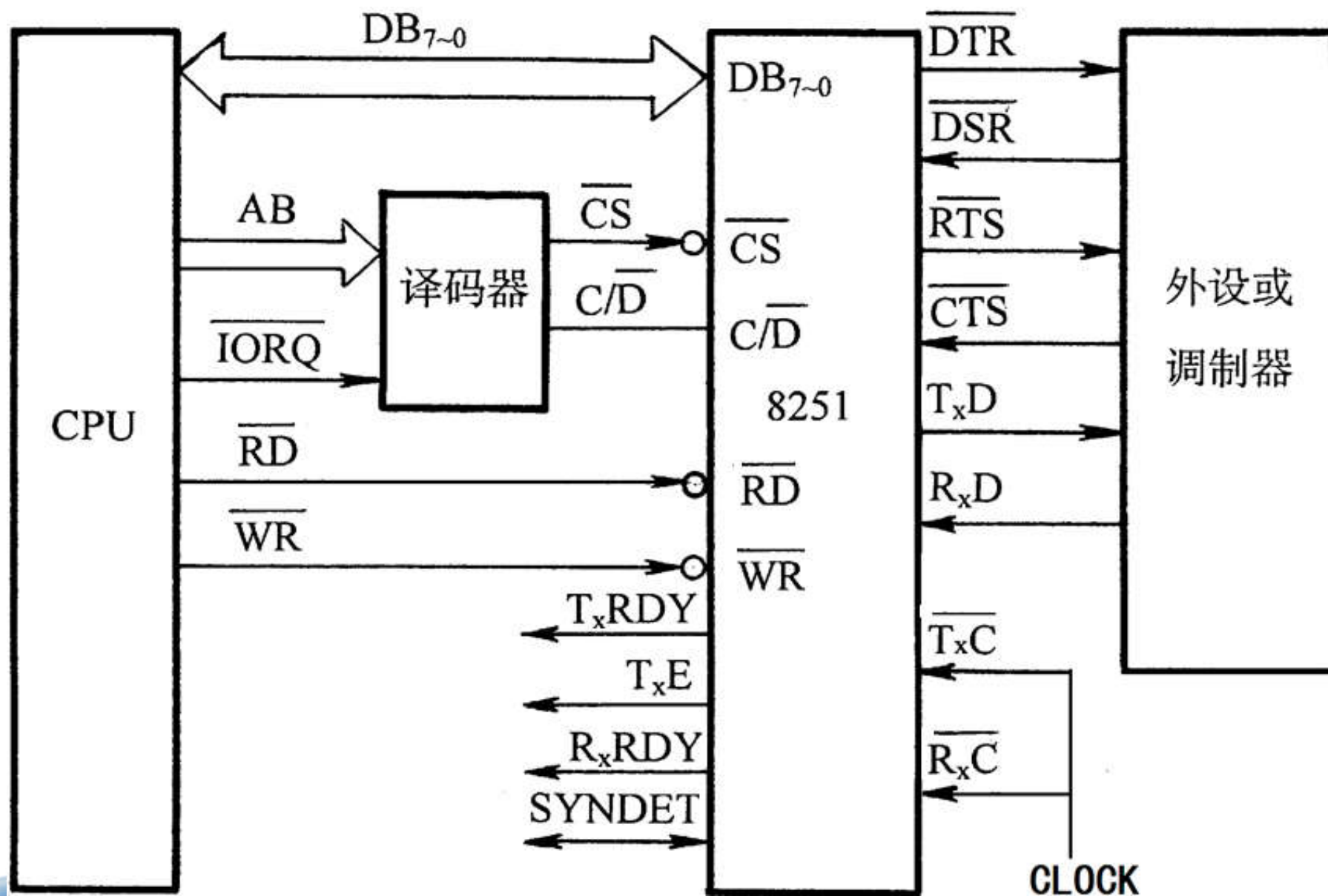
8251A的外部引脚和特性

● 提供与CPU、外设（或MODEM）的引脚

- 面向CPU的信号
- 面向外设（MODEM）的信号
- 时钟信号

D2	1	28	D ₀
D3	2	27	D ₁
RxD	3	26	V _{cc}
GND	4	25	$\overline{\text{RxC}}$
D4	5	24	$\overline{\text{DTR}}$
D5	6	23	$\overline{\text{DSR}}$
D6	7	22	RESET
D7	8	21	CLK
$\overline{\text{TxC}}$	9	20	TXD
$\overline{\text{WR}}$	10	19	TxE
$\overline{\text{CS}}$	11	18	$\overline{\text{CTS}}$
C/D	12	17	SYNDET/BD
$\overline{\text{RD}}$	13	16	
RxRDY	14	15	TxRDY

8251A与CPU和外设 (MODEM) 的典型连接



● 面向CPU的信号（通用信号）

■ D0~D7

◆ 双向三态数据总线

■ \overline{WR} , \overline{RD}

◆ 读，写控制信号

■ \overline{CS}

◆ 片选信号：

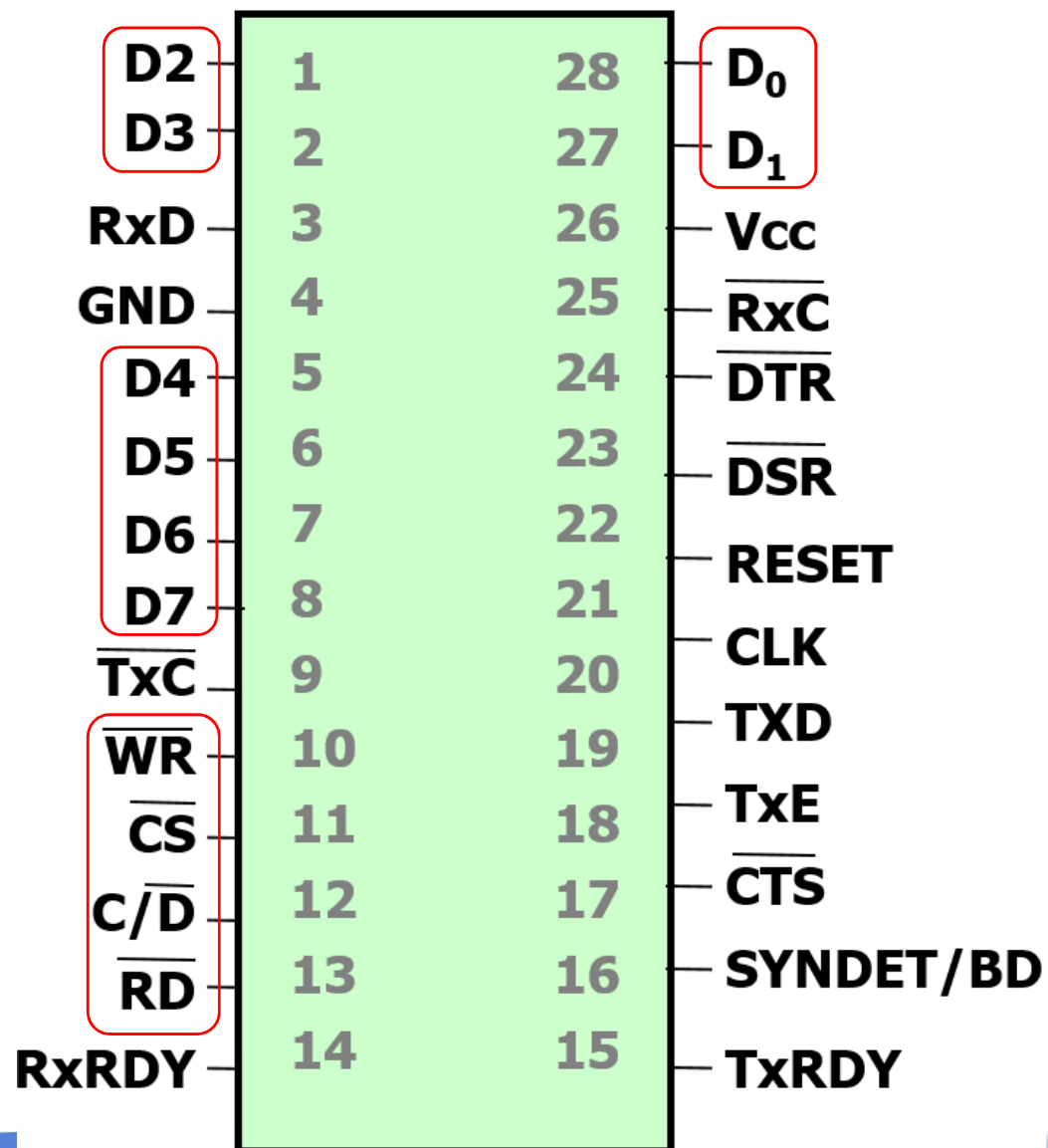
■ RESET

◆ 芯片复位。

■ C/ \overline{D}

◆ 区分命令(含状态)或数据。

◆ 与A0连接，区分两个端口



● 8251A的端口和读写操作

CE	C/ \overline{D}	\overline{RD}	\overline{WR}	功 能
0	0	0	1	CPU从USART读数据
0	1	0	1	CPU从USART读状态
0	0	1	0	CPU写数据到USART
0	1	1	0	CPU写命令到USART
1	X	X	X	USART总线浮空（无操作）

● 面向CPU的信号（和发送相关）

■ TxRDY（Transmitter Ready）

◆输出，发送准备好，高电平有效。

◆发送寄存器空闲，以通知CPU可送来新的数据。当CPU写入新的数据后，变低电平。

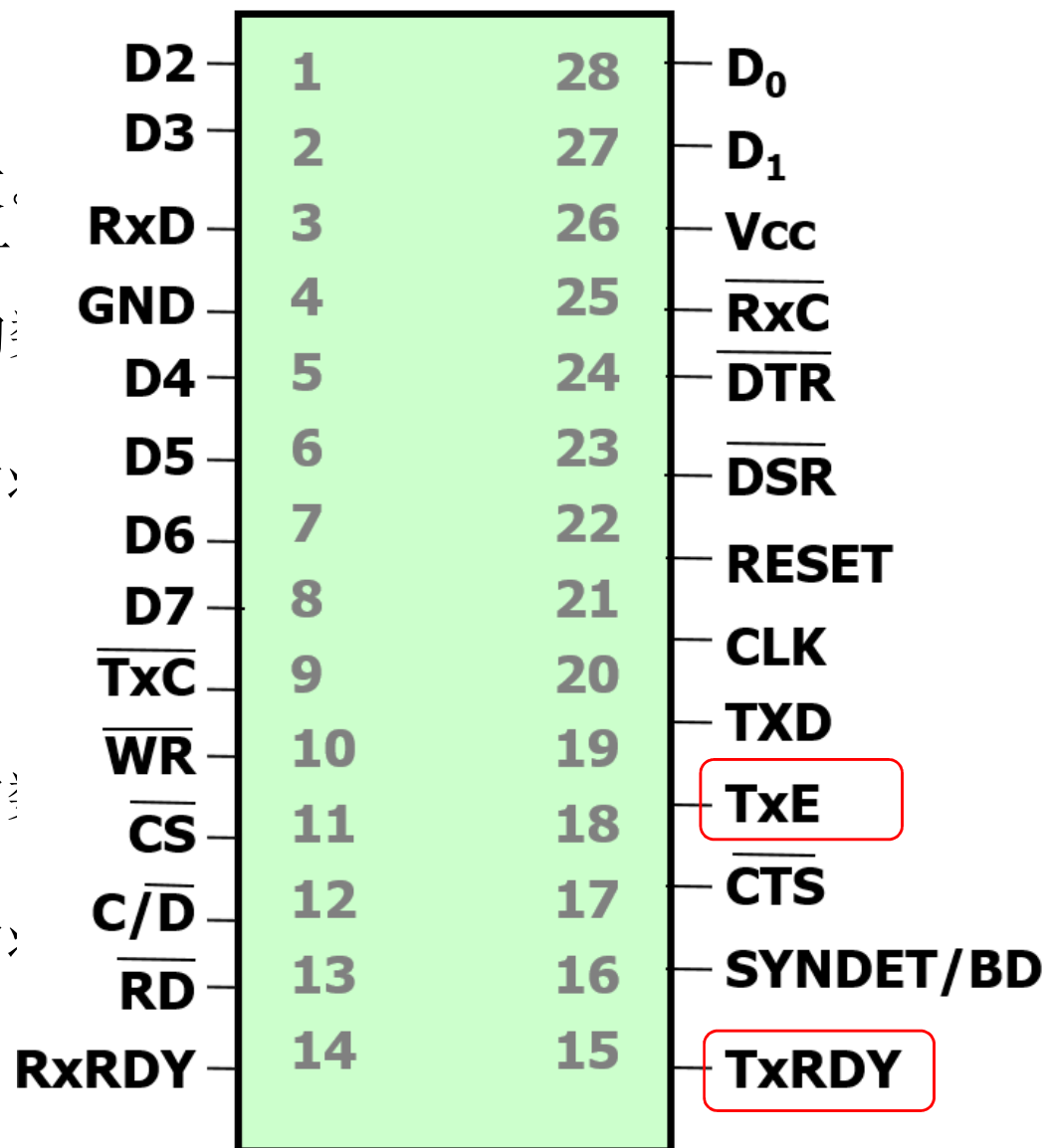
◆用法：产生中断请求信号或查询状态寄存器D₀位

■ TxE（Transmitter Empty）

◆输出，发送器空，高电平有效。

◆表示发送器的发送移位寄存器的数据发送完毕。

◆用法：产生中断请求信号或查询状态寄存器D₂位



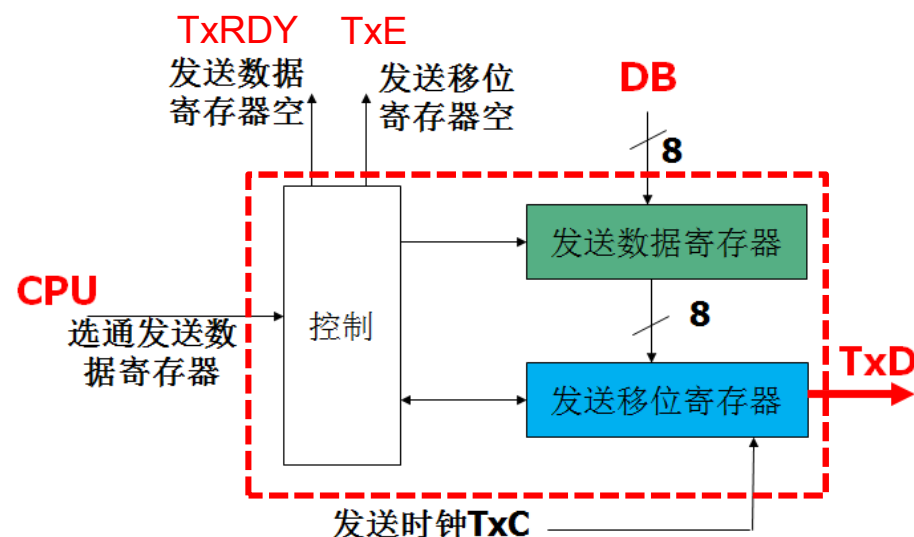
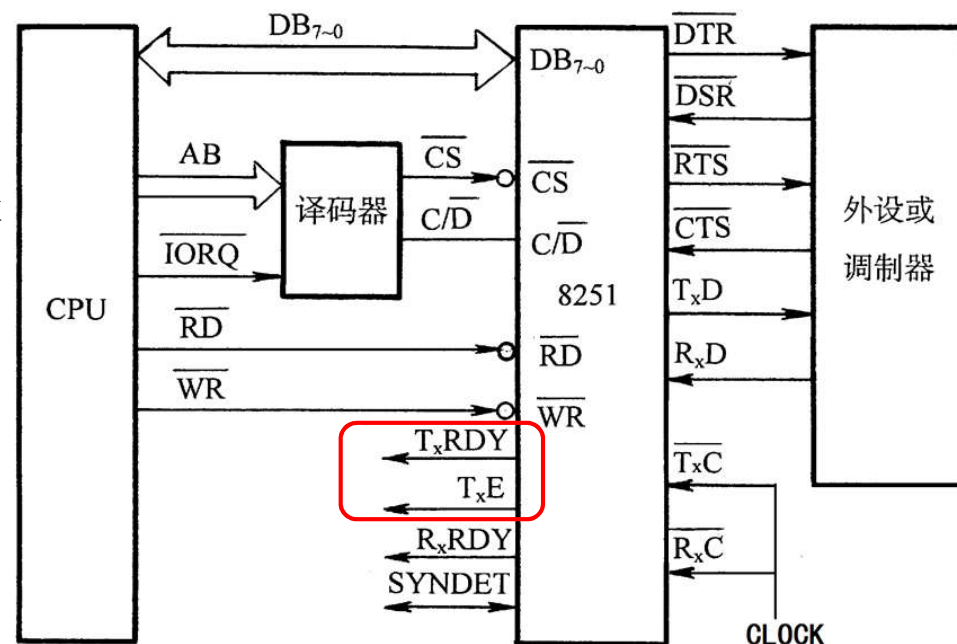
面向CPU的信号（和发送相关）

● TxRDY（Transmitter Ready）

- 输出，发送准备好，高电平有效。
- 发送寄存器空闲，以通知CPU可以送来新的数据。
- 当CPU写入新的数据后，变低。
- 用法：产生中断或查询状态寄存器D₀位

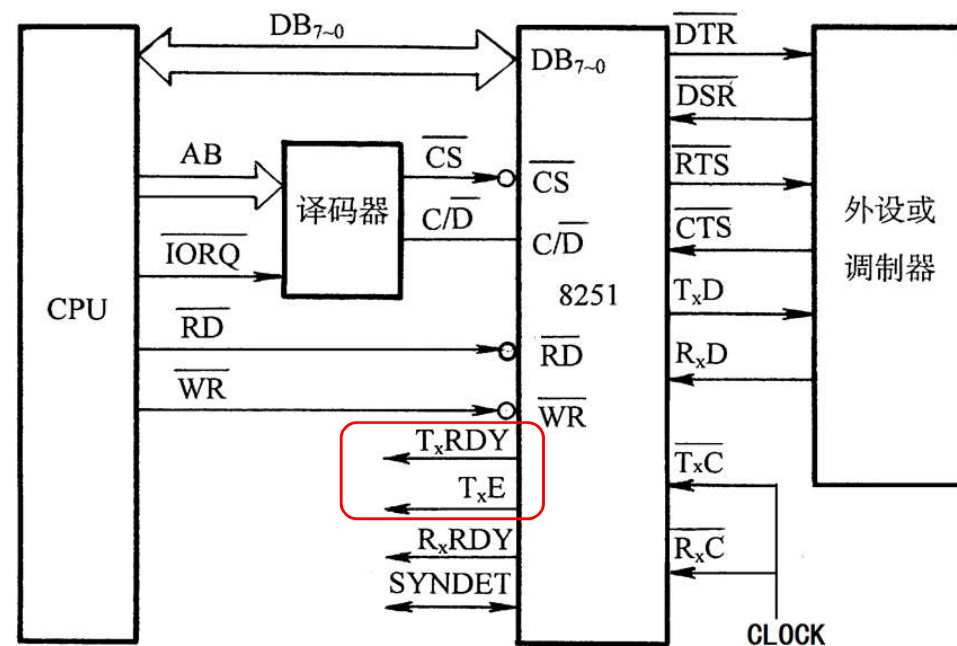
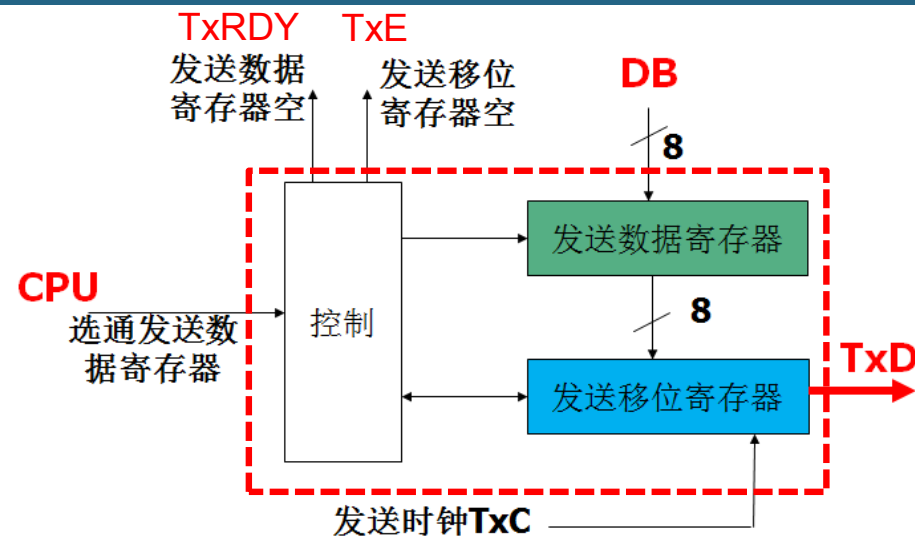
● TxE（Transmitter Empty）

- 输出，发送器空，高电平有效。
- 表示发送器的发送移位寄存器的数据发送完毕。
- 用法：产生中断或查询状态寄存器D₂位



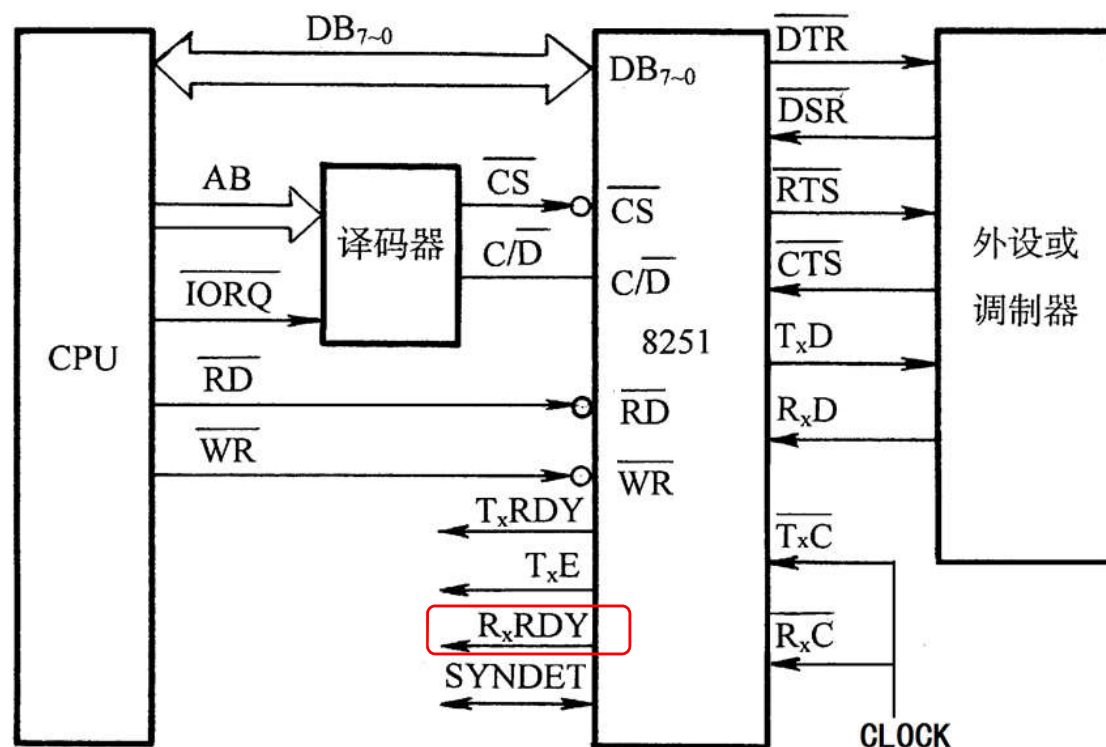
● 发送过程

- TxRDY有效 →
- CPU写数据到8251 →
- 8251发数据 →
- 发送完毕，TxE有效



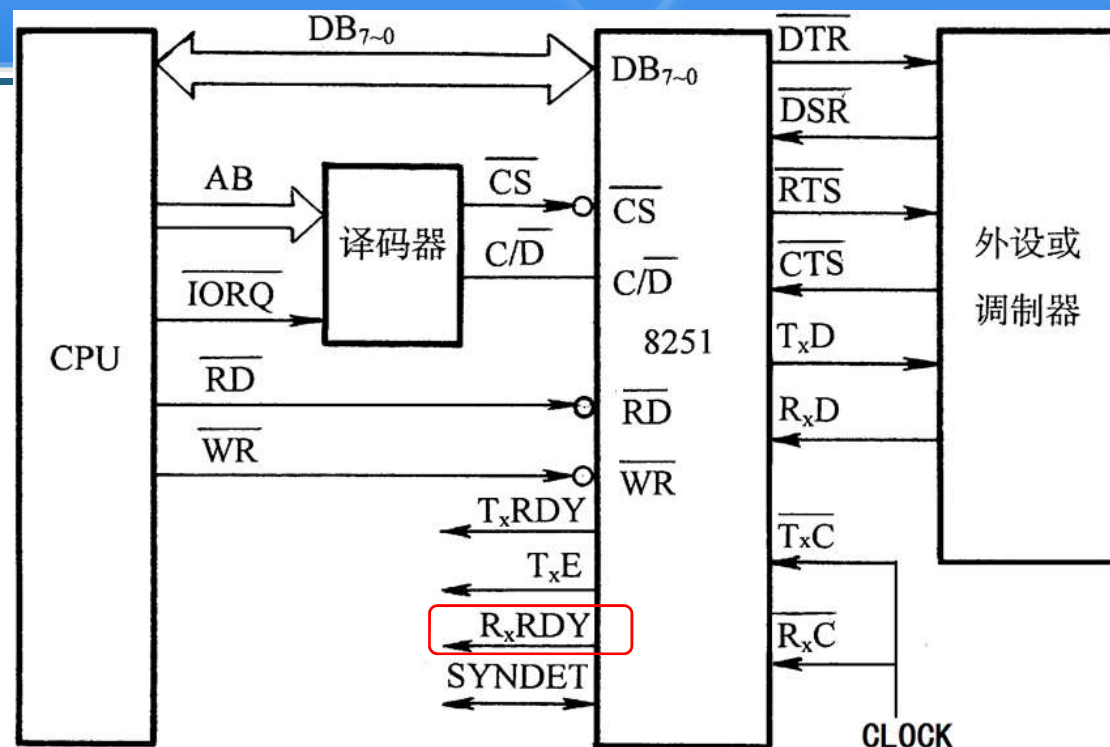
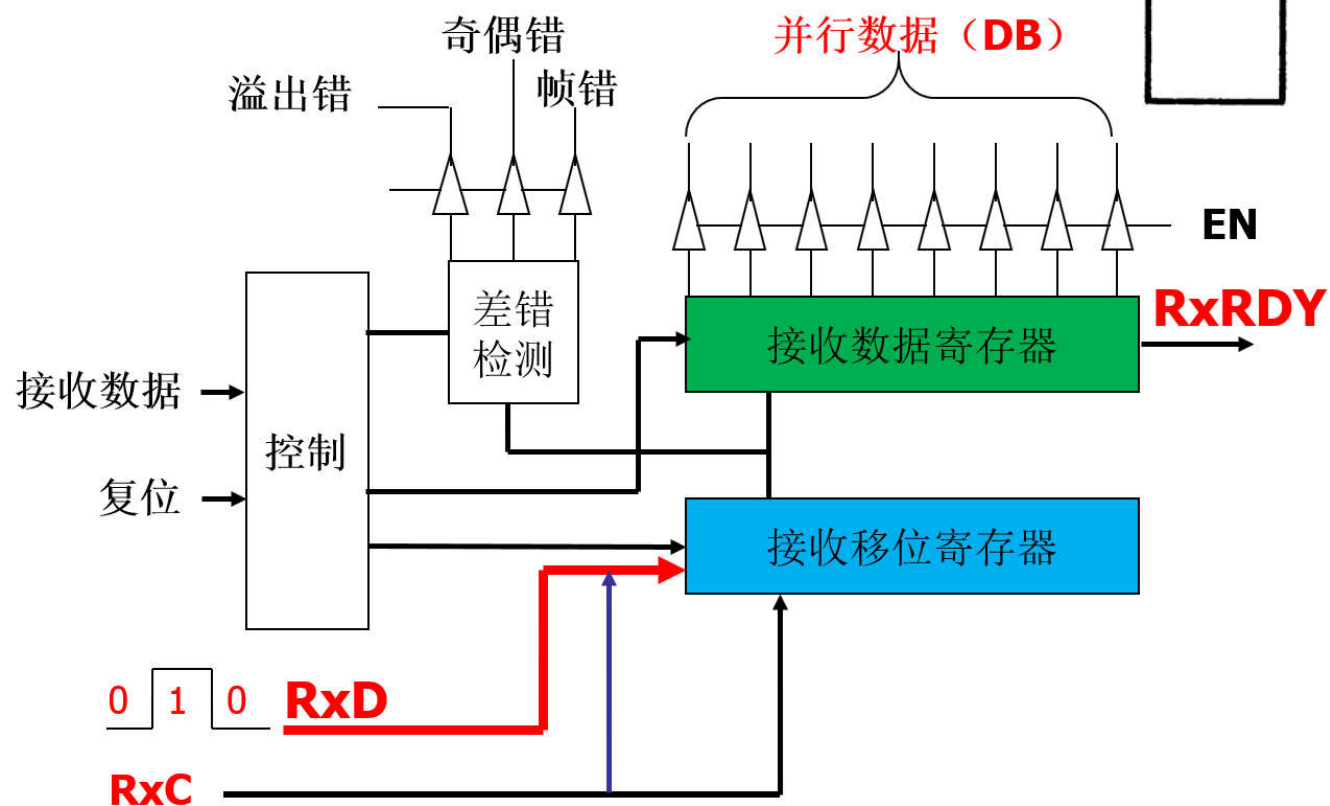
面向CPU的引脚（和接收相关）

- **RxRDY (Receiver Ready)**
- 接收器准备好，高电平有效。
 - 已从RxD收到字符准备送CPU。
 - CPU取走数据后， RxRDY变低
 - 用法：产生中断或查询状态寄存器D₁位
- **SYNDET/BD**
- 同步检测信号
 - 同步方式：同步检测（内同步输出，外同步输入）
 - 异步方式：间断检测（输出：检测到间断码输出高电平）



● 接收过程

- CPU读8251



面向外设的引脚（发送相关）

● 发送数据线和和相关联络信号

■ T_xD

◆ 发送数据的输出线

◆ 外设/Modem发来CTS=0开始发送。

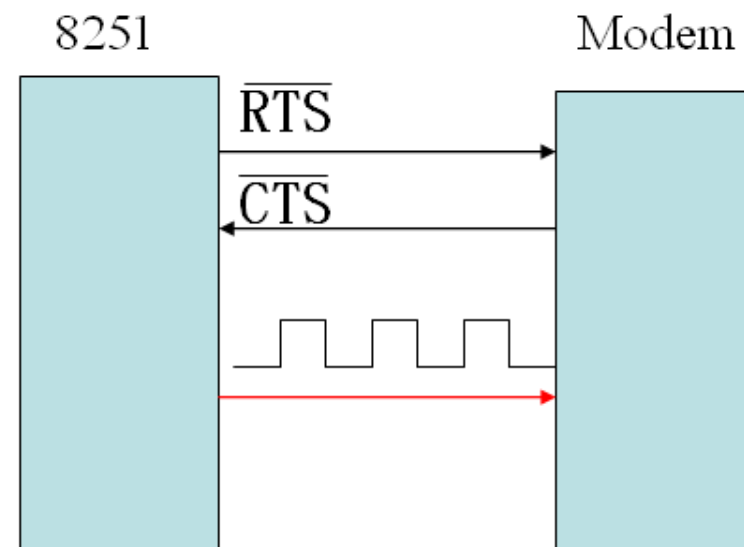
■ \overline{RTS} : 请求发送，输出，低电平有效。

◆ 通知外设/Modem: DTE准备发送。

◆ 通过工作命令的D₅位置1实现。

■ \overline{CTS} : 发送允许，输入信号，低电平有效。

◆ 外设/MODEM对RTS的响应: 允许8251A发送数据。



面向外设的引脚（接收相关）

● 接收数据线和相关的联络信号

■ RxD

◆ 串行数据接收线。

■ $\overline{\text{DTR}}$: DTE准备好，输出，低有效。

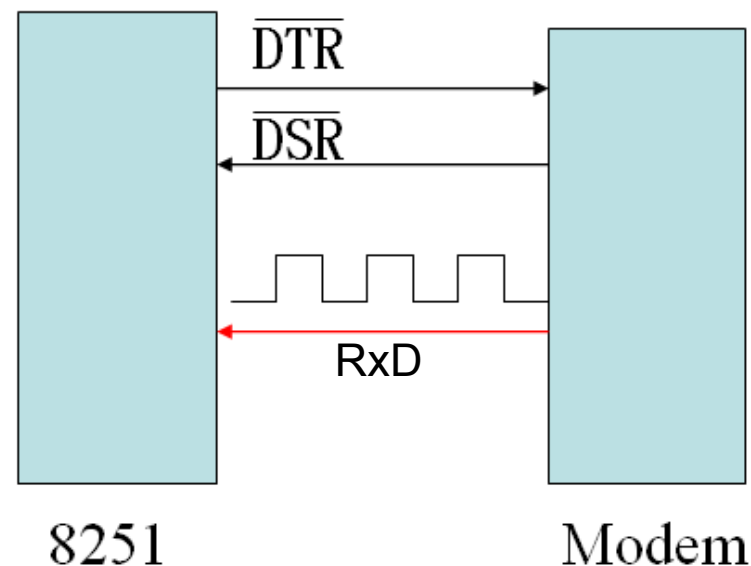
◆ 通知外设：已准备好接收新数据。

◆ 通过工作命令D₁位置1实现

■ $\overline{\text{DSR}}$: DCE准备好，输入，低有效。

◆ DCE对DTR的响应，表示DEC已经准备好给DTR发送一个新数据。

◆ 查询状态字D₇位获得DSR状态。



时钟线

● **RxC** (Receiver Clock) : 接收器时钟

- 由外部提供，控制接收数据的速率。
- 异步方式：RxC 频率可以波特率的1倍或16倍或64倍。
- 同步方式：RxC的频率与波特率相同。

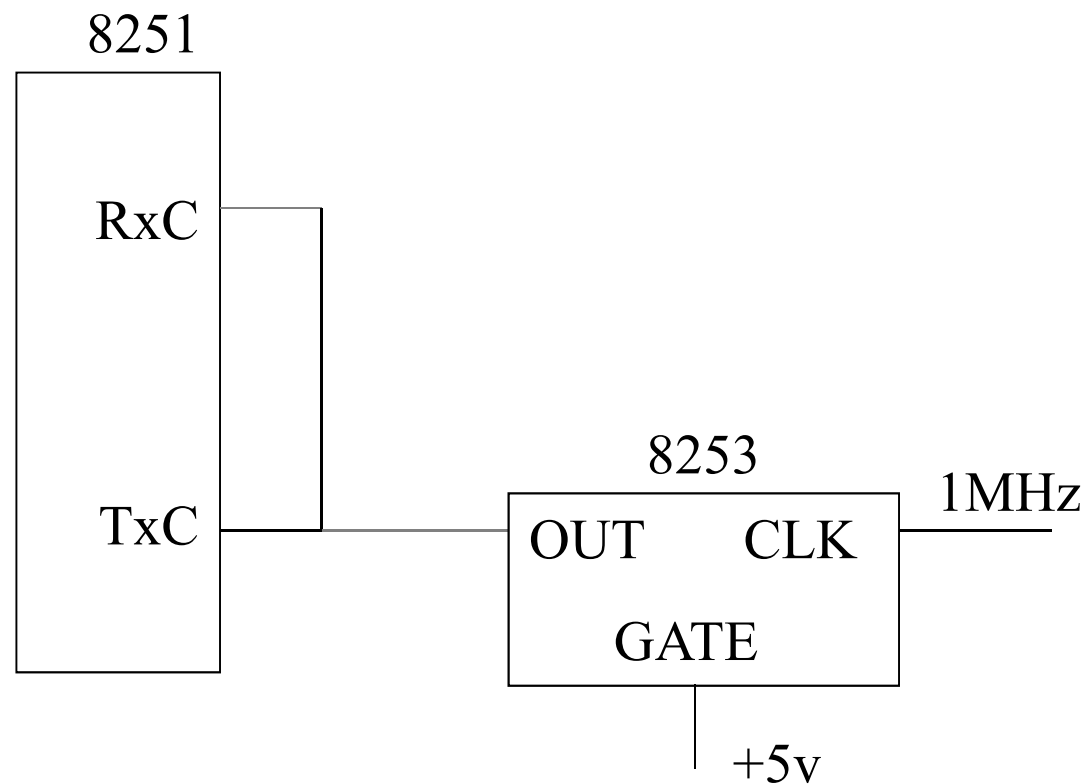
● **TxC** (Transmitter Clock) : 发送器时钟

- 由外部提供，其频率的选择和RxC相同。实际应用中把TxC 和 RxC 连接同一个时钟源。
- 数据在T_xC的下降沿由发送器移位输出。

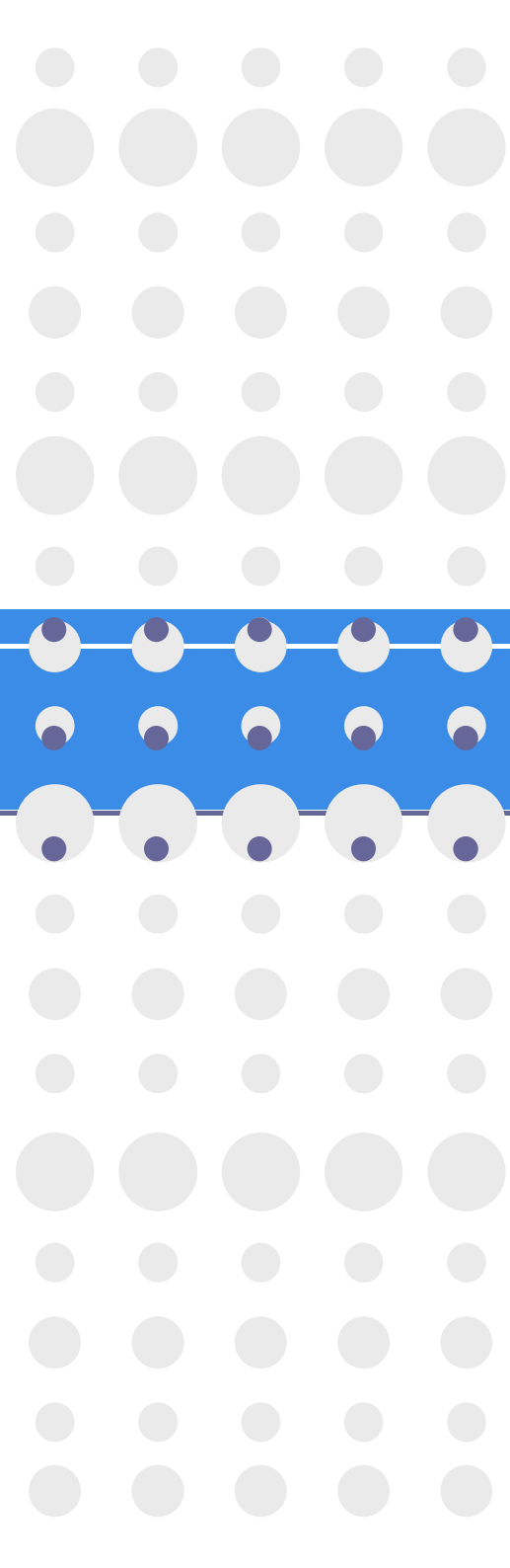
● **CLK**: 工作时钟

- 由外部时钟源提供。为芯片内部电路提供定时。
- 异步方式时CLK频率要大于RxC或TxC频率的30倍。

思考



如果波特率为1200，波特率因子为16，问计数初值？



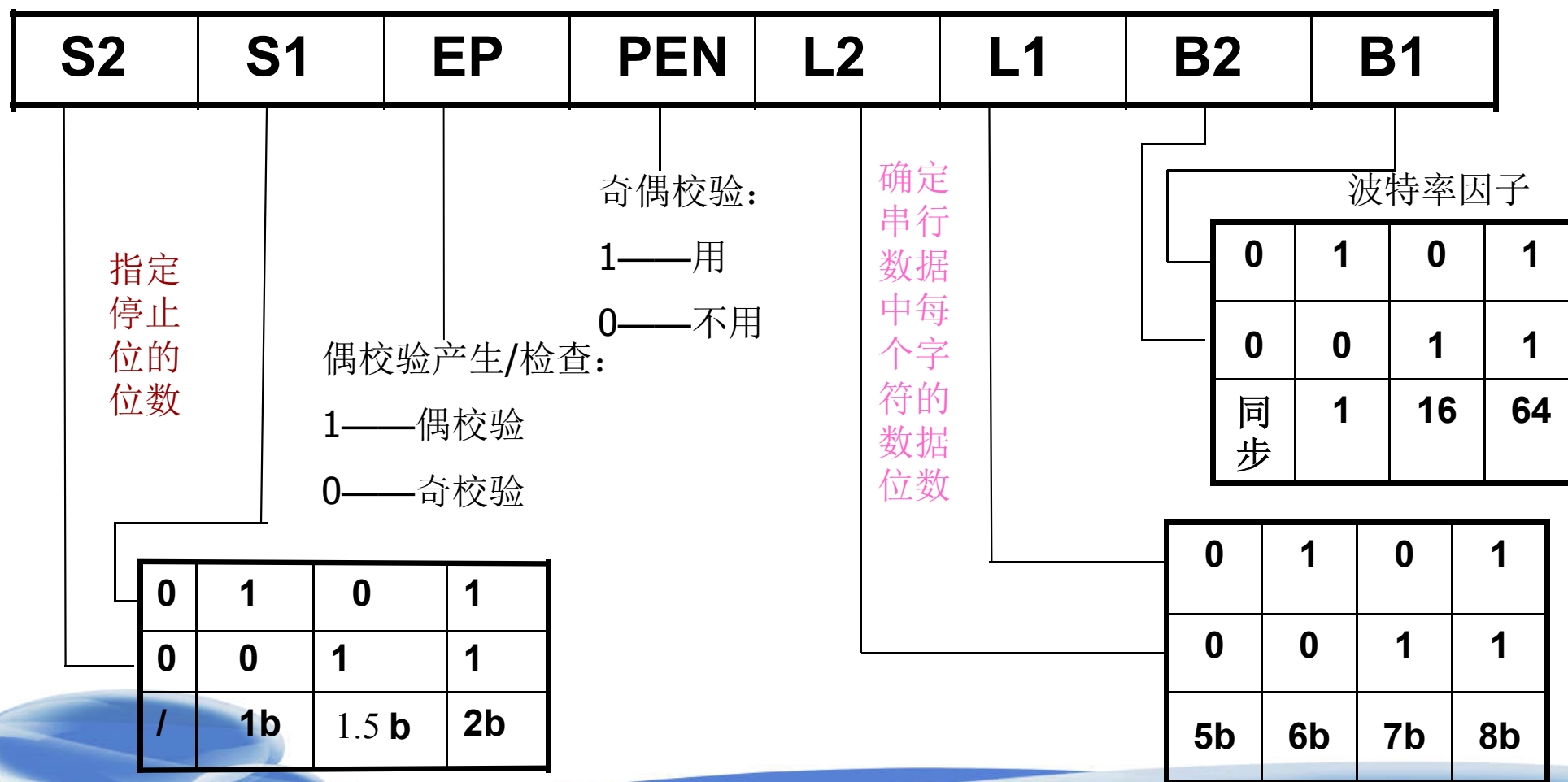
第4节 8251A操作和命令

● 8251A的命令字和状态字

- 方式命令字（复位命令字）
- 工作命令字
- 状态字

方式命令字

- 确定8251A通信方式(同步/异步)、校验方式(奇校验/偶校验/不校验)、停止位位数、数据位位数及波特率因子等。
- 在复位后写入，且只需写入一次。



● 方式命令

■ D1 D0: 确定8251A是工作于同步方式还是异步方式。

◆ D1D0 = 00, 为同步方式。

◆ D1D0 ≠ 00, 为异步方式

□ D1D0的3种组合选择波特率因子（1、16或64）。

■ D3 D2

◆ 确定1个数据（字符）包含的数据位数。

■ D5 D4

◆ 确定要不要校验以及奇偶校验的性质。

■ D7 D6:

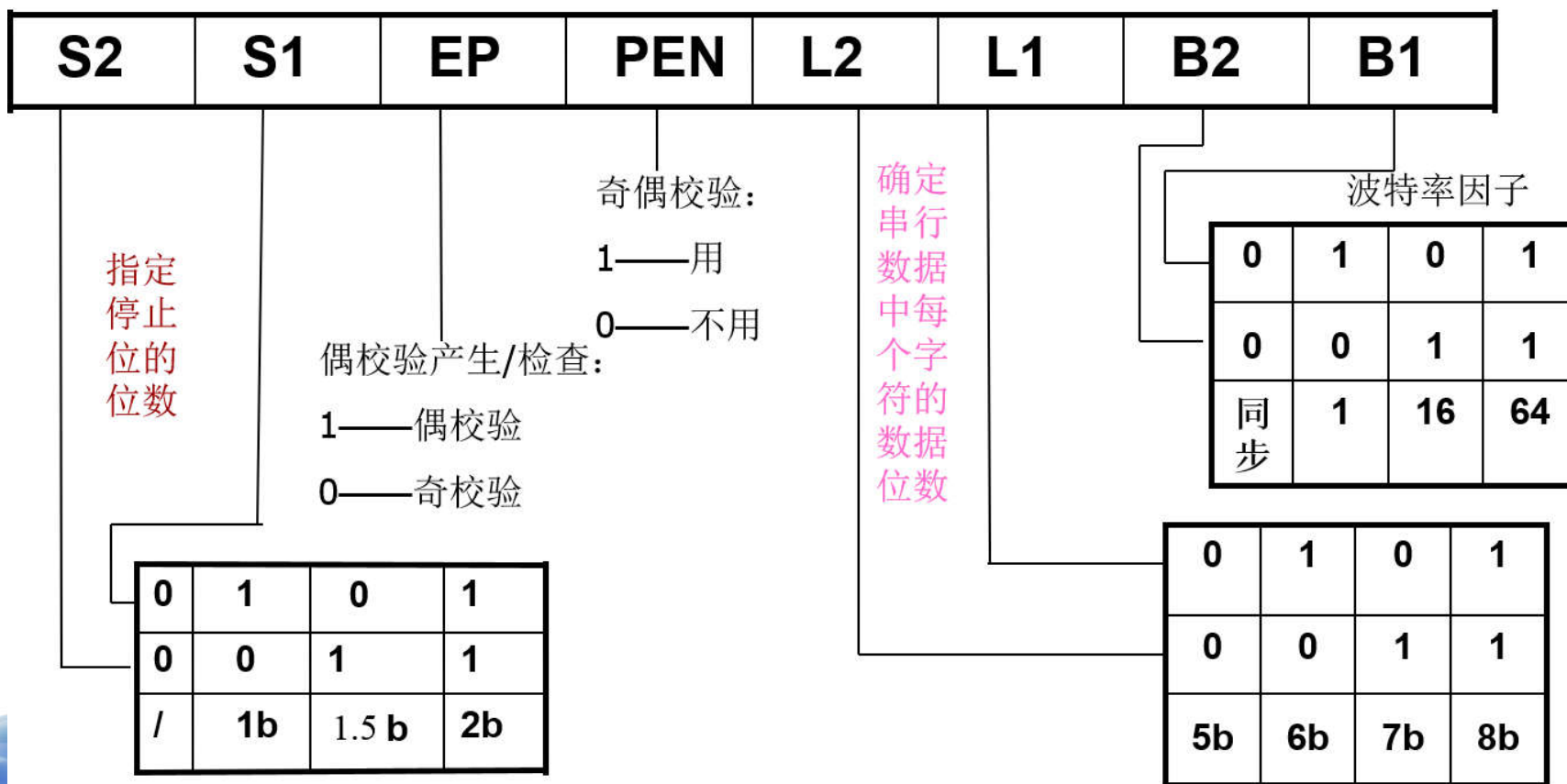
◆ 异步时用以指定停止位的位数;

◆ 同步时确定是内同步还是外同步, 以及同步字符的个数。

● 方式命令例子

■ 异步通信的数据格式采用8位数据位，1位起始位，2位停止位，奇校验，波特率因子是16 【8251地址：308h,309h】

■ 方式命令字？： 1101 1110 B = DEH。



工作命令

- 指定**8251A**进行某种操作（如发送、接收、内部复位和检测同步字符等）或处于某种状态（如**DTR**），以便接收或发送数据。
- 格式

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
EH	IR	RTS	ER	SBRK	RxE	DTR	TxEN
进入搜索方式	内部复位	发送请求	错误标志复位	发中止字符	接收允许	数据终端准备好	发送允许

● **D0**:允许发送TxEN

- D0=1,允许通过TxD线发送;
- D0=0,禁止发送。
- 可作为发送中断屏蔽位。

● **D1**:数据终端就绪DTR

- D1=1,强置DTR有效（低电平），表示终端设备已准备好。
- D1=0,强置DTR无效。

● **D2**:允许接收RxE

- D2=1,允许通过RxD线接收。
- 可作接收中断屏蔽位。

● **D3**:发中止字符SBRK

- D3=1,强迫TxD为低电平，输出连续的空号。
- D3=0,正常操作。

D3	D2	D1	D0
SBRK	RxE	DTR	TxEN
发 中止 字符	接收 允许	数据 终端 准备好	发送 允许

D7	D6	D5	D4
EH	IR	RTS	ER
进入 搜索 方式	内部 复位	发送 请求	错误 标志 复位

- **D4:错误标志复位ER**

- D4=1,使状态字中的错误标志位（PE/OE/FE）复位。
- D4=0,错误标志不复位

- **D5:请求发送RTS**

- D5=1,强迫RTS有效（低电平）。
- D5=0,置RTS无效

- **D6:内部复位IR**

- D6=1，内部复位。【忽略其他位】
- D6=0，不进行内部复位。
- 发布方式命令前，要先内部复位，即方式命令紧跟复位命令

- **D7:进入搜索方式EH(该位只对同步方式起作用)**

- D7=1，启动搜索同步字符。
- D7=0，不搜索同步字符。

D7	D6	D5	D4
EH	IR	RTS	ER
进入 搜索 方式	内部 复位	发送 请求	错误 标志 复位

● 例：实现**8251A**复位

MOV DX, 309H ; 8251A命令口

MOV AL, 0**1**0000000B ; 置D6=1.使内部复位

OUT DX, AL

● 例：异步通信时，允许接收，同时允许发送

MOV DX, 309H ; 8251A命令口

MOV AL, 00000**101**B ; 置D2=1.D0=1,允许接收和发送

OUT DX, AL

EH	IR	RTS	ER	SBRK	RxE	DTR	TxEN
进入搜索方式	内部复位	发送请求	错误标志复位	发中止字符	接收允许	数据终端准备好	发送允许

状态字

- 作用

- 报告8251能否开始发送或接收，以及接收的数据有无错误。

- 格式

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DSR	SYNDET	FE	OE	PE	TxE	RxRDY	TxRDY
数传机就绪	同步检出	格式错	溢出错	奇偶错	发送器空	接收准备好	发送准备好

- 状态字是8251A在执行命令过程中自动产生的，状态寄存器的某状态位置1，表示有效。

● 出错状态位：D3~D5

■ D3: 奇偶错PE，接收器检测出奇偶错时，PE置“1”。

◆ PE有效并不禁止8251A工作。

■ D4: 溢出错OE。

◆ 前一字符未被CPU取走，单新字符又来了，则OE置“1”。

◆ OE有效并不禁止8251A工作，但溢出字符丢掉了。

■ D5: 帧出错FE (只用于异步方式)

◆ 接收器在字符后面没有检测到停止位，则FE置“1”

■ 以上三个错误状态位，均由工作命令字的ER位复位。

- 例：串行通信发送数据之前需检查是否可以开始发送。

；检查状态字D0位是否置1，即查TxRDY = 1？

```
L:  MOV DX, 309H    ; 8251A状态口
      IN  AL, DX
      AND AL, 01H    ; 查发送器是否就绪
      JZ  L          ; 未就绪，则等待
```

DSR	SYNDET	FE	OE
数传机就绪	同步检出	格式错	溢出错误

- 例：串行通信接收数据之前先检查是否可以开始接收。

；查状态字的D1位是否置1，即查 RxRDY = 1？

```
L:  MOV DX, 309H    ; 8251A状态口
      IN  AL, DX
      AND AL, 02H    ; 查接收器是否就绪
      JZ  L          ; 未就绪，则等待
```

PE	TxE	RxRDY	TxRDY
奇偶错	发送器空	接收准备好	发送准备好

- 例：接收程序，检查出错信息

MOV DX, 309H ; 8251A状态口

IN AL, DX

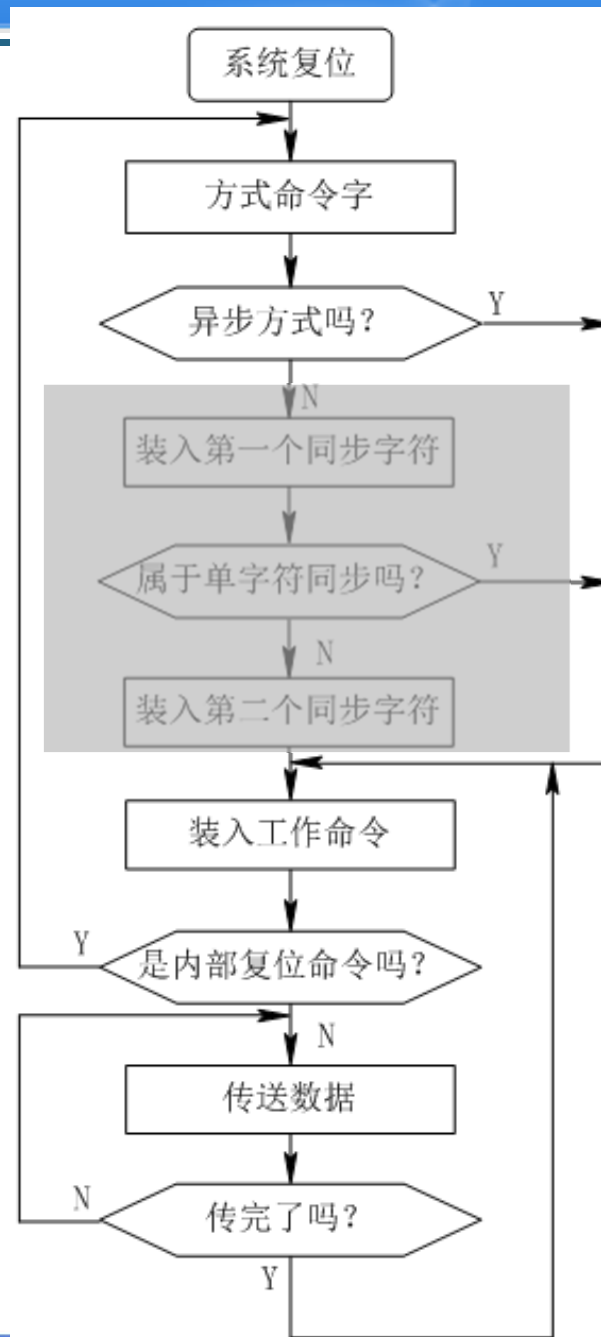
TEST AL, 38H ; 0011 1000 检查D5,D4,D3三位

JNZ ERROR ; 若其中有一位为1，则出错，并
转入错误处理程序

DSR	SYNDET	FE	OE	PE	TxE	RxRDY	TxRDY
数传机就绪	同步检出	格式错	溢出 错	奇偶错	发送器空	接收准备好	发送准备好

8251A初始化和操作流程

- 方式命令、工作命令、状态字的关系
 - **方式命令** 约定通信方式和数据格式
 - **工作命令** 数据开始发送或接收
 - **状态字**：提供可发送或接收的条件
- 注意
 - 传送数据前先初始化，确定发送方与接收方的通信格式。
 - 由于三个字没有特征位，且方式命令字和工作命令字放入同一个端口，因而要求按一定顺序写入控制字，不能颠倒。
 - 方式命令字必须跟在复位命令之后。
 - ◆ 即复位后的命令认为是方式命令。



例子1：接收数据

- 采用查询式接收数据。异步传送，波特率因子为**64**，**7**位数据位，偶校验，**1**停止位。**8251A**端口地址**208**。

MOV DX, 209H;控制端口地址

;波特率因子**64**，**7**数据位，偶校验，**1**停止位

MOV AL, 7BH; 0111011B:方式命令

OUT DX, AL

;接收数据、正常工作、清除错误标志

MOV AL, 14H; 00010100B,工作命令

OUT DX, AL

WAIT: IN AL, DX;读状态字

AND AL, 02H ;

JZ WAIT ;检查RxRDY是否为1

MOV DX, 208H ;数据端口地址

IN AL, DX ;输入数据

EH	IR	RTS	ER
进入搜索方式	内部复位	发送请求	错误标志复位

SBRK	RxE	DTR	TxEN
发中止字符	接收允许	数据终端准备好	发送允许

DSR	SYNDET	FE	OE
数传机就绪	同步检出	格式错	溢出错

PE	TxE	RxRDY	TxRDY
奇偶错	发送器空	接收准备好	发送准备好

例子2：发送数据（DATA=88H）

- 异步传送，波特率因子64，7位数据，偶校验，1位停止位。8251与外设有握手信号，查询方式发送数据。端口地址208H。

MOV DX, 209H ;8251A控制端口地址(奇地址是8251控制端口)

;异步×64、7位数据位、偶校验、1位停止位

MOV AL, 7BH ;0111011写方式命令

OUT DX, AL

;发送数据、正常工作、清除错误标志、请求发送

MOV AL, 31H ;00110001B,工作命令

OUT DX, AL

WAIT: IN AL, DX

TEST AL, 01H ;检查TxRDY是否为1

JZ WAIT ; (=0转WAIT)

MOV DX, 208H ;8251A数据端口地址

MOV AL, 88H ;输出的数据送AL

OUT DX, AL

EH	IR	RTS	ER
进入搜索方式	内部复位	发送请求	错误标志复位

SBRK	RxE	DTR	TxEN
发中止字符	接收允许	数据终端准备好	发送允许

DSR	SYNDET	FE	OE
数传机就绪	同步检出	格式错	溢出错

PE	TxE	RxRDY	TxRDY
奇偶错	发送器空	接收准备好	发送准备好