

# 串行通讯接口

# 9.1 串行传送的基本概念

## 一、串行传送的特点

1. 在一根传输线上，一位一位地传送，这根线既作联络线，又作数据线
2. 数据格式有固定的要求
3. 对信号的逻辑定义与TTL不兼容
4. 速率需要控制，双方约定通信传输的波特率

# 9.1 串行传送的基本概念

## 二、串行数据传送方向

串行通信中，数据通常是在二个站（点对点）之间进行传送，按照数据流的方向可分成三种传送模式

### 1. 单工（Simplex）

数据传输是单向的，通信双方一方固定为发送端，一方则固定为接收端，信息只能沿一个方向传输，使用一根传输线

# 9.1 串行传送的基本概念

## 二、串行数据传送方向

### 2. 半双工 (Half Duplex)

使用同一根传输线，既可发送数据，又可接收数据，但不同时收发数据

① 每端需有一个收/发切换电子开关

② 切换产生时间延迟

应用：打印机串口，单向传送设备

# 9.1 串行传送的基本概念

## 二、串行数据传送方向

### 3. 全双工 (Full Duplex)

数据的发送和接收分别采用两根不同的传输线，通信双方都能在同一时刻进行发送和接收操作

① 每一端都有发送器和接收器

② 有二条传送线

应用：交互式应用，远程监测控制

# 9.1 串行传送的基本概念

## 三、信号的调制和解调

- 计算机的通信是要求传送数字信号，早期的远程数据通信，线路一般借用公用电话网，是为音频模拟信号的设计的（300~400Hz），不适合于数据信号
- 发送时需要对二进制信号进行调制，以适合在电话网上传输相应的音频信号；接收时需要进行解调，还原成数字信号

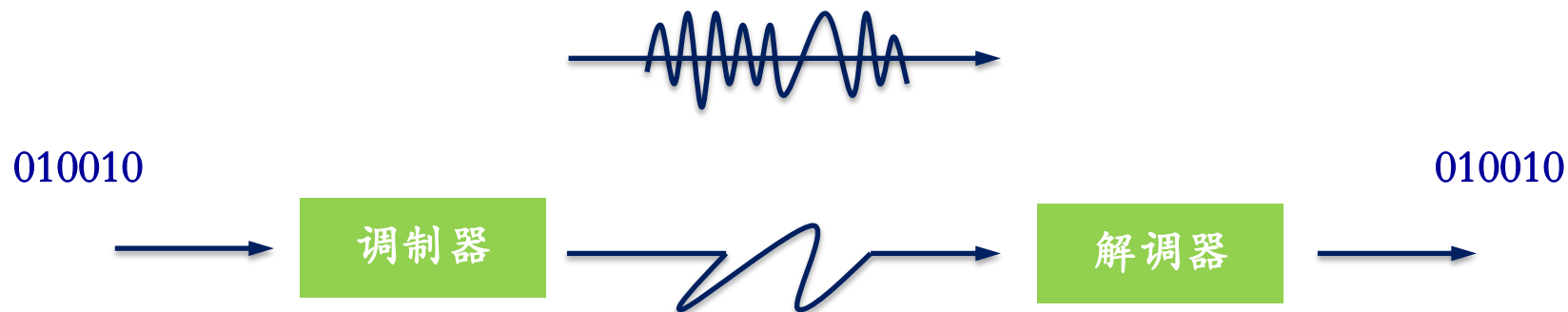
# 9.1 串行传送的基本概念

## 1. 什么叫调制?

- 调制就是进行波形变换, 或者说进行频谱变换, 将基带数字信号的频谱变换成适合于在模拟信道中传输的频谱

## 2. 调制的作用

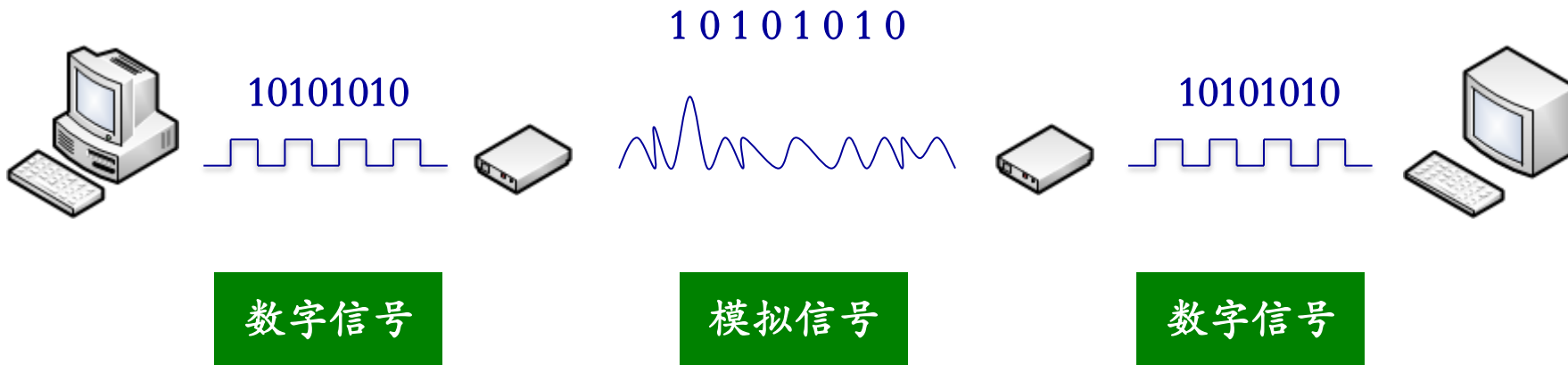
- 调制器 (Modulator) 是一个波形变换器, 它将基带数字信号的波形变换成适合于模拟信道传输的波形
- 解调器 (Demodulator) 是一个波形识别器, 将模拟信号恢复成原来的数字信号



为什么不直接传输数字信号？  
(方波)

调制/解调

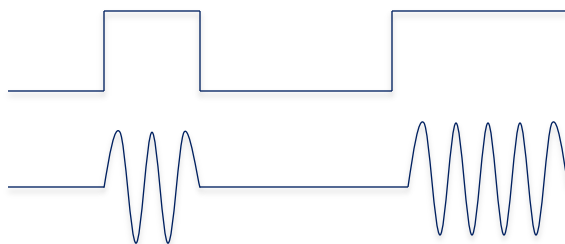




调制/解调

0 1 0 0 1 1

AM



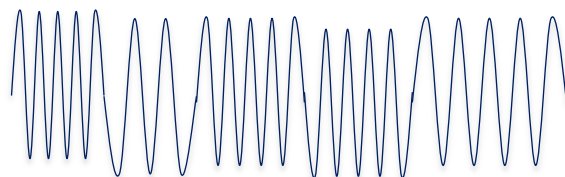
有载波 无载波

载波振幅随基带数字信号变化

调幅

载波频率随数字信号变化

FM

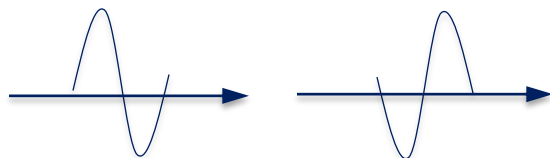


f1 f2

调频

载波初始相位随基带数字信号而变化

PM



180度

0度

调相

调制方法

# 9.1 串行传送的基本概念

## 四、信息的检错与纠错

- 串行数据在传输过程中，由于干扰而引起误码是难免的，这直接影响通信系统的可靠性，对通信中的检/纠错能力是衡量一个通信系统的重要内容
- 检错：如何发现传输中的错误，例如奇偶校验检错、方阵码检错、循环冗余码（CRC）检错
- 纠错：如何消除错误，包括重新发送或采用纠错码，例如，海明码（Hamming Code）

# 9.1 串行传送的基本概念

- 方阵码检错技术

- 采用奇偶校验与“检验和”的综合

- ① 7位编码后附加1位奇偶位;

- ② 若干个字符组成一个数据块列成方阵，列向按位相加产生一个单字节检验和附加到数据块末尾

1 1 0 1 0 0 1 0

0 1 0 0 0 0 0 1

1 0 1 0 1 0 1 0

1 1 1 1 0 0 1 1

1 1 0 0 0 0 1 1

0 0 0 0 1 0 0 1

# 9.1 串行传送的基本概念

## 五、传输速率

### 1. 波特率

在串行通信中，在基本传输情况下，每秒钟传送的二进制脉冲的数目

用波特率表示：1波特=bit/s（位/秒）（两相调制）

常用的标准波特率：110，300，1K，1.2K，2.4K，4.8K，9.6K，19.2K，56K

### 2. 字符速率

是指每秒所传输的字符数，这个概念使用少，字符速率与波特率的关系：

1个字符：1个起始位+8个数据位+1个偶校验位+2个终止位=12位

如果两相调制波特率：12000

则字符速率：12000/12=1000字符/s

# 9.1 串行传送的基本概念

- 比特率

在数字信道中，比特率是数字信号的传输速率，它用单位时间内传输的二进制代码的有效位 (bit) 数来表示，其单位为每秒比特数 bit/s (bps)、每秒千比特数 (Kbps) 或每秒兆比特数 (Mbps) 来表示

- 波特率

波特率指数据信号对载波的调制速率，它用单位时间内载波调制状态改变次数来表示，其单位为波特 (Baud)

# 9.1 串行传送的基本概念

- 波特率与比特率的关系

比特率 = 波特率  $\times$  单个调制状态对应的二进制位数

- 如何区分两者?

两相调制 (单个调制状态对应1个二进制位)

比特率 = 波特率  $\times 1$

四相调制 (单个调制状态对应2个二进制位)

比特率 = 波特率  $\times 2$

八相调制 (单个调制状态对应3个二进制位)

比特率 = 波特率  $\times 3$

.....

# 9.1 串行传送的基本概念

## 3. 发送和接受时钟

对数字波形定时发送和接受；对数据传输进行同步控制

- 在发送数据时，发送器在**发送时钟**下降沿作用下将发送移位寄存器按位串行移位输出；
- 在接收数据时，接收器在**接收时钟**上升沿作用下将数据按位移入移位寄存器；
- 在数据传输过程中，**收方**进行同步检测，**接收时钟**成为保证数据接收正确的依据

## 4. 波特因子

发送/接受1位数据所需的时钟脉冲个数

时钟频率 =  $F \times \text{波特率}$



# 9.1 串行传送的基本概念

## 六、串行通信的基本方式

### — 异步串行通信

以**字符**为单位进行传送，一个字符可以随机的出现在数据流中，接受端预先并不知道每个字符出现的时间，故称为**异步**通信；一个字符中的位与位之间有严格的定时（**同步**）

应用在传送时间不能确知，数据不连续，数据量少，数据传输速率低的场合

### — 同步串行通信

以**数据块**为信息传送单位，一旦数据传送开始，字符和字符之间是同步的（字符内部位与位之间也是同步的，收/发端使用同一时钟严格定时）

应用在快速、连续、大批量传输数据的场合

## 9.2 串行通信的数据格式

- 通信协议是通信双方的一种约定，包括对数据格式、同步方式、传送速度、传送步骤、检纠错方式和控制字符定义等问题作出统一规定，也叫通信控制规程或传输控制规程，属于ISO-OSI七层参考模型中的数据链路层
  - ISO (International Standard Organization) 国际标准化组织
  - OSI (Open System Interconnection) 开放系统互连参考模型
- 同步协议
  - 面向字符、面向比特、面向字节计数
- 异步协议

## 9.2 串行通信的数据格式

### 一、起止式异步通信数据格式

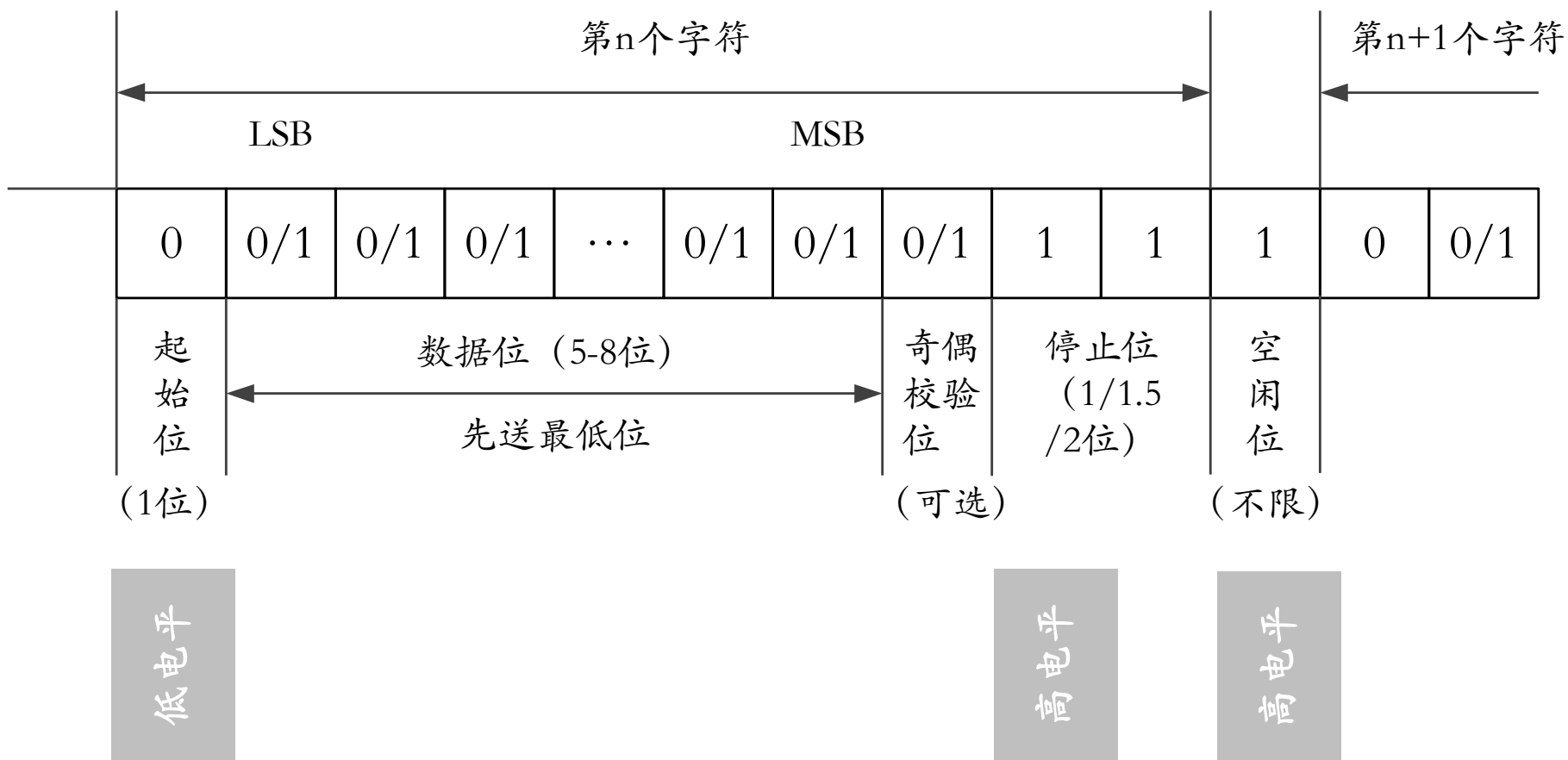
#### 【格式】

- 每个字符以起始位“0”开始，以停止位“1”结束；
- 字符之间没有时间间隔要求；
- 字符最后一位校验位（可没有）

#### 【特点】

- 一个字符一个字符地传输
- 可靠性高（每传送一个字符，重新核对收发双方同步）
- 易于实现
- 附加位多，传输效率低（约80%）
- 允许空闲位，传输速率慢

## 起止式异步通信数据格式



异步通信数据格式

## 9.2 串行通信的数据格式

### 二、面向字符的同步通信格式

1. 一次传送若干个字符组成的数据块，并且规定了10个特殊字符作为这个数据块的**开头与结束标志**以及**整个传输过程的控制信息**

2. 数据格式（一帧）

3. 特定字符的定义：

SYN：同步字符（Synchronous），表示一帧的开始

SOH：序始字符（Start of Header），表示标题的开始

标题：包括源地址，目的地址，路由指示等信息

STX：文始字符（Start of Text），表示正文开始

ETX：组终/文终字符（End of Text）

ETB：块结束（End of Transmission Block），可有多块

.....

## 面向字符的同步通信格式

SYN	SYN	SOH	标题	STX	数据块	ETB/ETX	块校验
-----	-----	-----	----	-----	-----	---------	-----

同步通信格式

## 通信控制字符

名称	ASCII	EBCDIC
序始 (SOH)	0000001	00000001
文始 (STX)	0000010	00000010
组终 (ETB)	0010111	00100110
文终 (ETX)	0000011	00000011
同步 (SYN)	0010110	00110010
送毕 (EOT)	0000100	00110111
询问 (ENQ)	0000101	00101101
确认 (ACK)	0000110	00101110
否认 (NAK)	0010101	00111101
转义 (DLE)	0010000	00010000

## 9.2 串行通信的数据格式

### 【特点】

- 一次传送是一个数据块，提高传输效率；
- 采用一些传输控制字，增加通信控制能力和校验能力；
- 存在问题：由于数据字符与特定字符可能代码相同，发生误解，需要在数据字符前插入转义字符DLE（Data Link Escape），以示区别（字符填充）



## 9.2 串行通信的数据格式

### 三、面向比特的同步通信数据格式

#### 1. 具有代表性的协议

- IBM的SDLC (Synchronous Data Link Control) , 同步数据链路控制规程
- ANSI的ADCCP (Advanced Data Communication Control Procedure)
- ISO的HDLC (High Level Data Link Control) 高级数据链路控制规程
- DEC公司DDCMP (Digital Data Communication Message Protocol)

## 9.2 串行通信的数据格式

### 三、面向比特的同步通信数据格式

#### 2. 协议的特点

- 所传输的一帧 (frame) 数据 (或称数据包) 可以是任意二进制位
- 通过约定的位组合模式 (标志字节) 来标志帧的开始和结束

#### 【说明】

- HDLC作为国际标准ISO3309;
- ADCCP作为美国国家标准;
- 我国相应国家标准GB-7496, 这几个协议均大同小异

## 9.2 串行通信的数据格式

### 3. HDLC 格式

- 标志场 (Flag)

SDLC/HDLC规定所有信息传输必须以一个标志字符开始，且以同一个字符结束，这个字节为01111110，二个标志字节之间构成一个完整的信息单位，称为一帧 (Frame)

- 地址场 (Address)

用来规定与之通信的次站的地址，8位 (SDLC) ，任意长度 (HDLC)

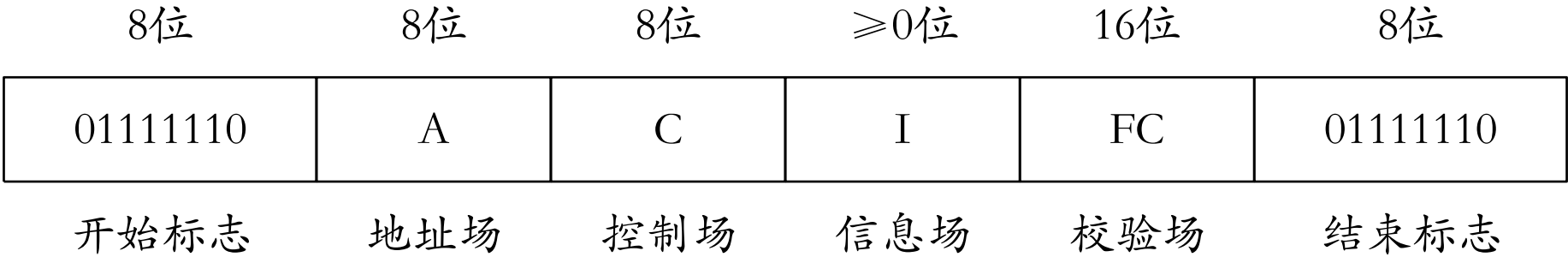
- 控制场 (Control Field)

用来规定若干命令，8位 (SDLC) ， 8/16位 (HDLC)

## 9.2 串行通信的数据格式

### 3. HDLC 格式

- 信息场 (Information)  
包含有要传送的数据，当位数为0时，这一帧主要是控制命令
- 帧校验场 (Frame Check)  
采用16位循环冗余校验码CRC，除了标志场和自动插入的0之外，所有信息都参加CRC计算



HDLC格式

## 9.2 串行通信的数据格式

### 4. 实际应用时的两个技术问题

#### — “0” 位插入/删除技术

标志字节：以01111110，但是信息场中可能存在同一种模式的字符，为了把它们区别开，采用了“0”位插入和删除技术，由硬件自动完成

方法：遇到连续5个“1”就自动插入一个“0”

例如：原始	插入后	删除后
01111110	011111010	01111110
11111111	111110111	11111111

## 9.2 串行通信的数据格式

- SDLC/HDLC异常结束  
若在发送过程中出现错误，则用异常结束符 (Abort)  
(失效序列) 使本帧作废  
HDLC 规定：7个连续“1”为失效字符；  
SDLC 规定：8个连续“1”为失效字符；  
失效序列不使用“0”位插入/删除计数
- SDLC/HDLC规定，一帧之内不允许出现数据间隔，  
在两帧之间可以连续输出标识字符序列或连续高电平，  
即空闲 (Idle) 信号

## 9.2 串行通信的数据格式

### 【特点】

- 同步协议的数据格式，传输效率高，传送速率快，技术复杂，硬件开销大；  
在一般应用中，采用异步通信协议的数据格式较多



# 9.3 串行通讯接口标准

## 一、EIA-RS-232接口标准

RS-232标准是美国EIA（电子工业联合会）与BELL等公司一起开发的，1969年公布的通信协议，适合的数据传输率：0~20Kbps

### 1. 电气特性

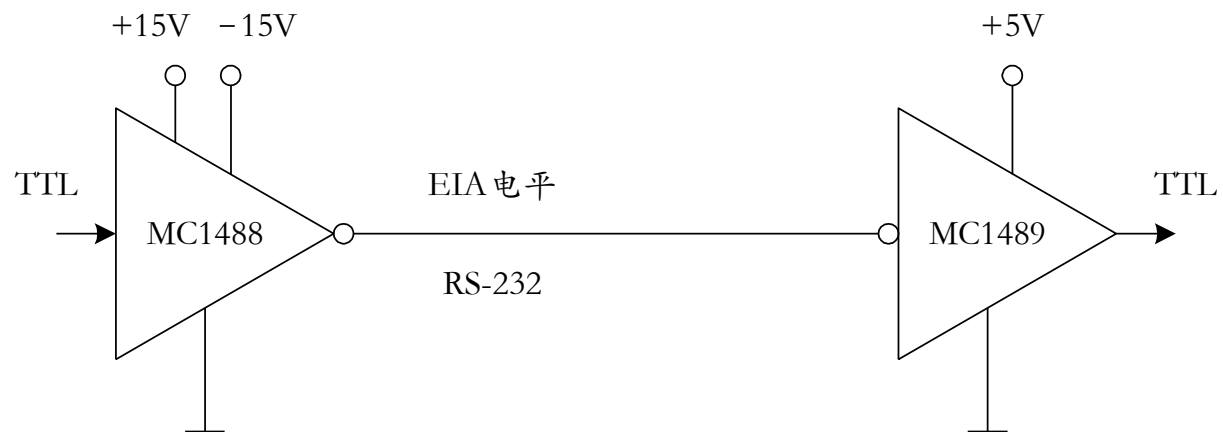
RS-232对电气特性，逻辑电平和各种信号线的功能都作了规定

逻辑“1” = -3V~-15V      “0” = +3V~+15V

与TTL逻辑电平不一样，可用TTL/EIA电平转换器进行，如MC1488、SN75150（TTL → EIA），MC1489、SN75154（EIA → TTL）芯片；

采用EIA电平比TTL电平具有更强的抗干扰性能；

MAX232（双向EIA/TTL）可连接二对收/发线，只用单电源（+5V）



RS-232传输线

# 9.3 串行通讯接口标准

## 2. 机械特性

- 连接器 (Connector)

DB-25型 25脚, 只用9个信号 (2个数据线, 6个控制线, 1个地) ;

DB-9型 9针 (全部使用)

- 电缆长度

RS-232直接连接的最大物理距离15M, 通信速率<20Kbps

- RS-232C接口信号的定义 (25线)

数据线4条 (2, 3, 14, 16)

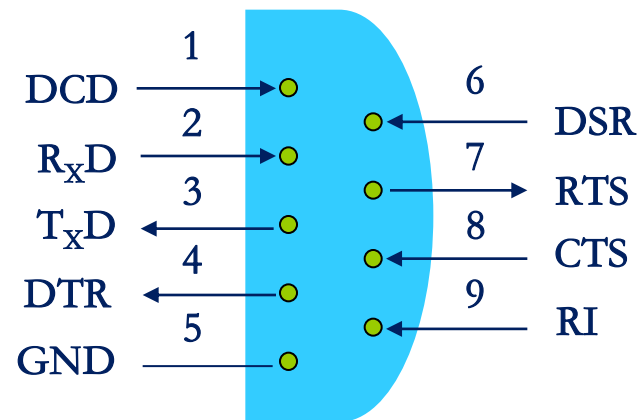
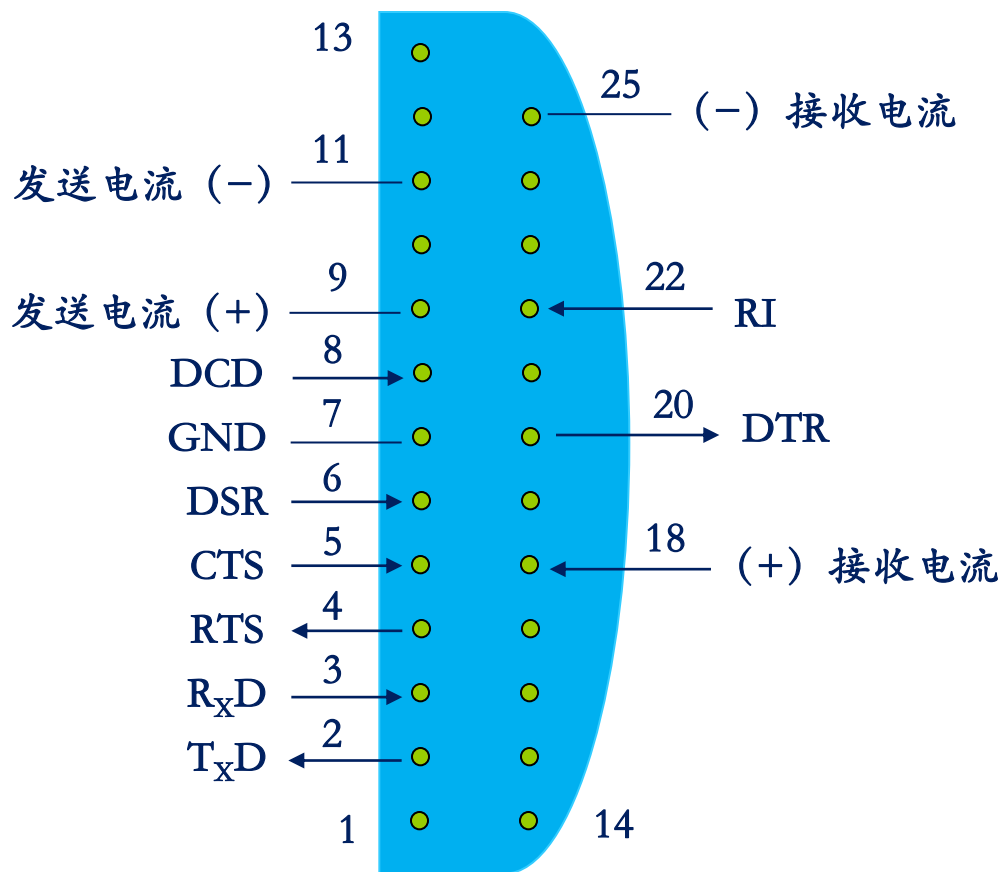
控制线11条 (4, 5, 6, 8, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 23)

定时信号线3条 (15, 17, 24)

地线2条 (1, 7)

备用5条 (9, 10, 11, 18, 25) 未定义





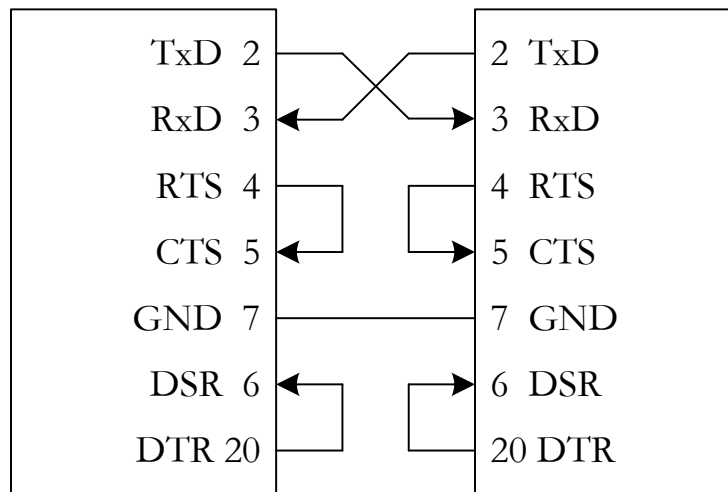
DB-25/DB-9型连接器

## 9.3 串行通讯接口标准

### — 信号线的连接

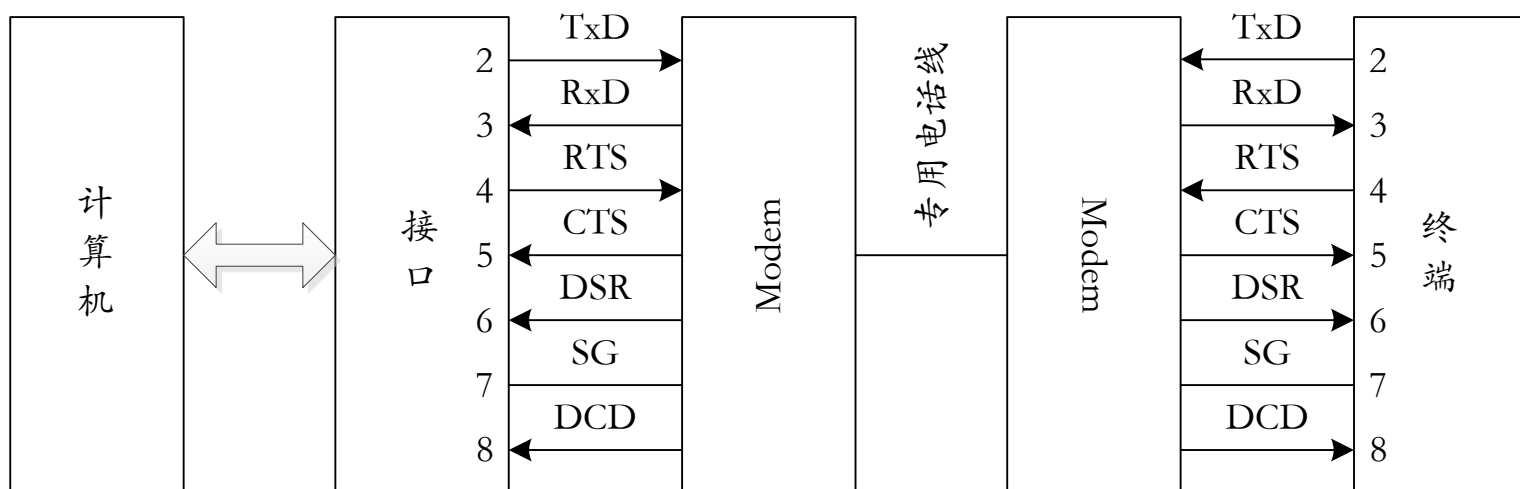
- 近距离连接 ( $<15\text{m}$ ) 只用3条线 (发送线TXD, 接收线RXD, 信号地线)
- 远距离连接 ( $>15\text{m}$ )  
需用MODEM和专用电话线  
需用7或9条信号线 (在接口与MODEM之间)

计算机或终端



终端或计算机

零Modem方式



Modem 和专用线



# 9.3 串行通讯接口标准

## 二、RS-422/RS-423接口标准

### — RS-422

采用平衡发送器和差动接收器，由于是双线传输，大大提高了抗共模干扰的能力；

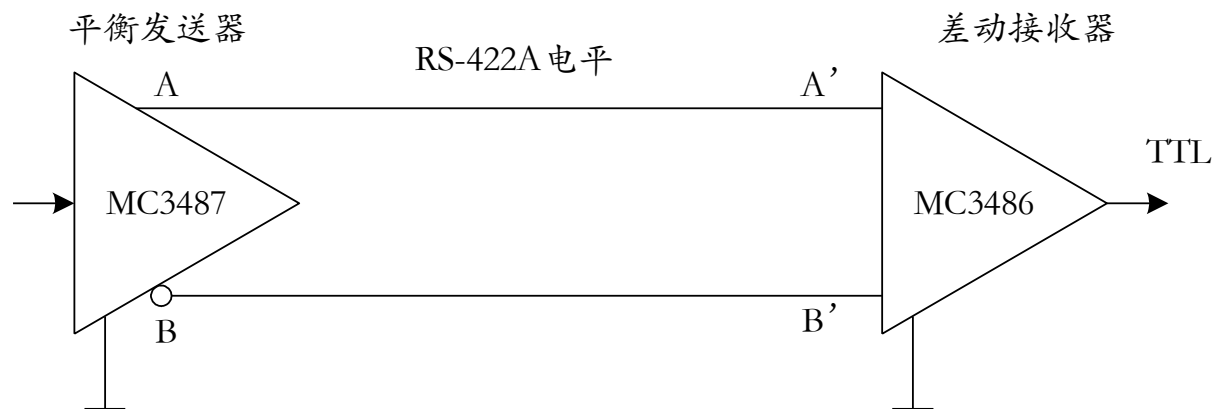
两条传输线的电位差决定逻辑电平：

$V_{AA'} - V_{BB'} > +2V$ （发送） /  $+200mV$ （接收），表示“1”

$V_{AA'} - V_{BB'} < -2V$ （发送） /  $-200mV$ （接收），表示“0”

传输速率：10Mbps（<15m时）

90Kbps（<1200m时）



RS-422A传输线

## 9.3 串行通讯接口标准

### — RS-423

采用单端发送器和差动接收器，由于是差动接收器，提高了抗共模干扰能力；

数传率            100Kbps (90m)

                     1Kbps (1200m)

逻辑“1”， 4V~6V

逻辑“0”， -4V~-6V

## 9.3 串行通讯接口标准

### 三、RS-485接口标准

- 兼容RS-422A（采用平衡发送器和差动接收器），扩展RS-422A的功能；
- 允许在电路中有多个发送器；
- 允许一个发送器驱动多个接收器，多达32个收/发器；
- 抗干扰能力强，传送距离远，传输速率高（指不用MODEM直接传输）

9.6Kbps (<15Km)

100Kbps (<1.2Km)

10Mbps (<15m)

## 9.3 串行通讯接口标准

### 四、几种标准的比较

- RS-232, 423, 422, 485几种标准的工作方式, 直接传输最大距离, 最大数据传输速率等参数

p224表9.3

# 9.4 串行通信接口的任务及组成

## 一、串口的基本任务

- 实现串行数据格式化
- 进行串/并转换
- 控制数据传输率（比特率）
- 进行错误检测
- 进行电平转换
- 提供符合EIA-RS-232接口标准所要求的信号线

## 二、串口电路的组成

可编程串行接口芯片

波特率发生器，电平转换器，地址译码电路

# 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

## 一、8251A的内部逻辑与外部信号

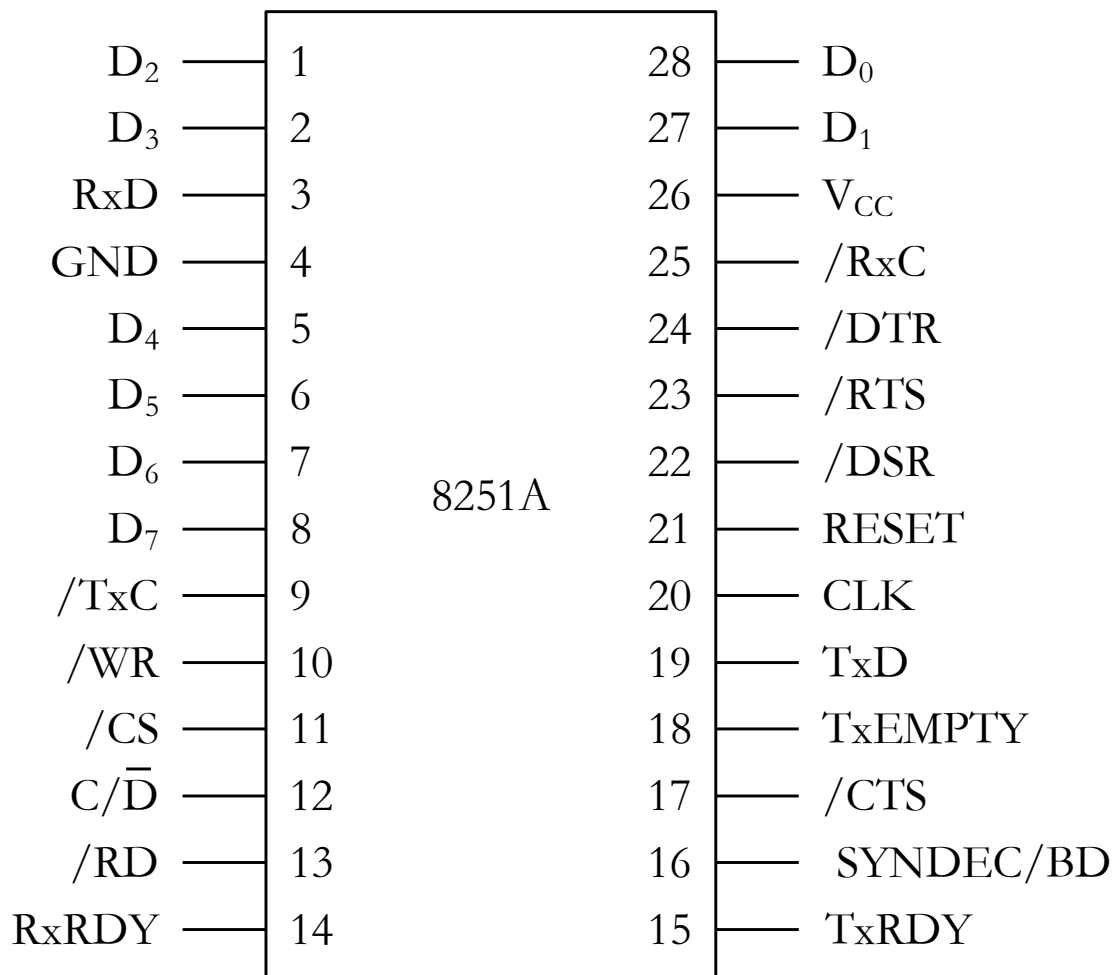
### 1. 结构框图

8251A通用同步异步接收/发送器USART

(Universal Synchronous/Asynchronous Receiver and Transmitter)

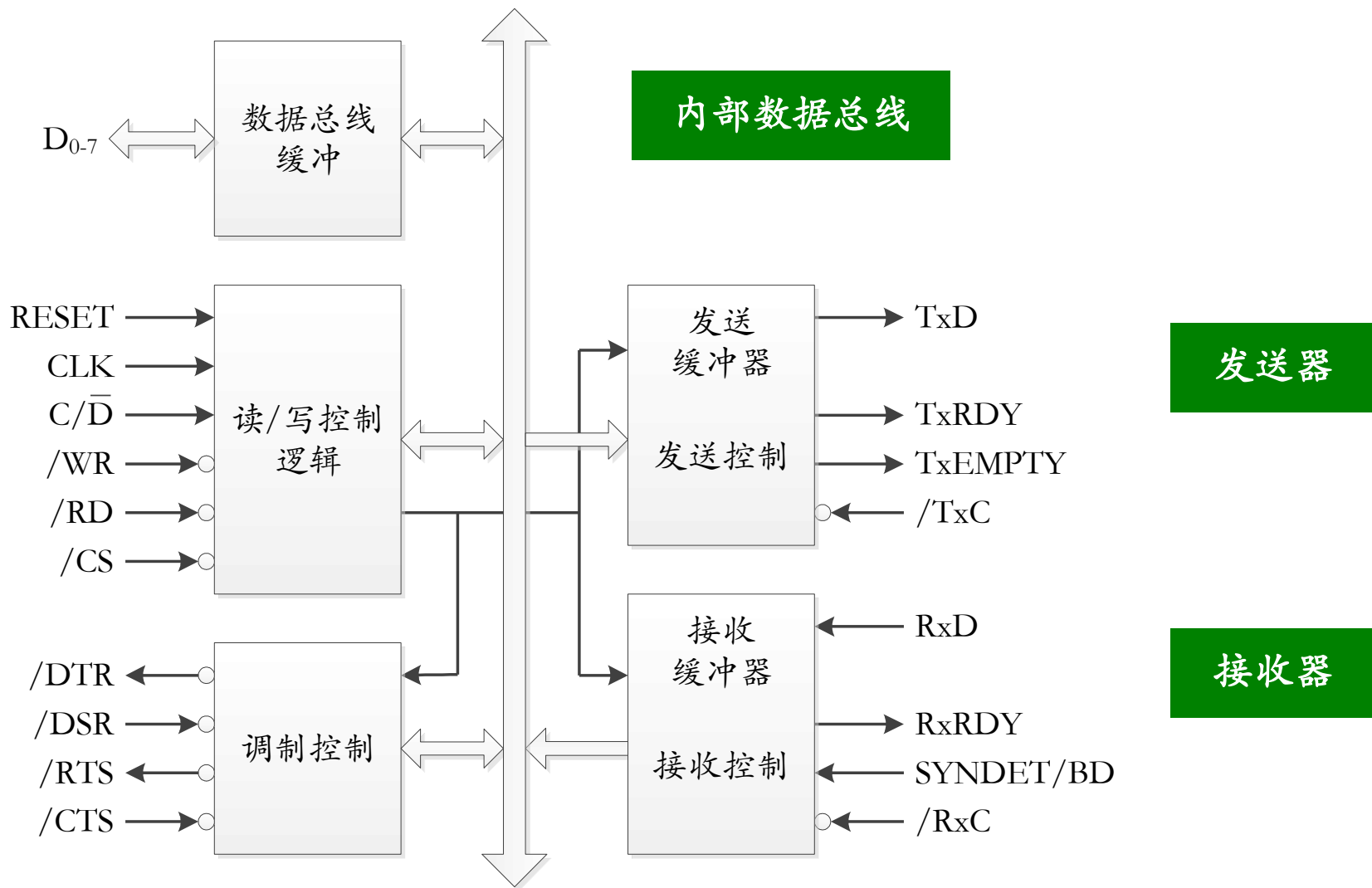
功能 异步起止协议，同步面向字符协议

组成 接收器、发送器、调制控制、读/写控制、  
数据总线缓冲器



8251A引脚





8251A内部结构

## 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

### — 发送器

- ①  $T_XRDY$       发送器准备好，高电平有效
- ②  $T_XE$           发送器空，状态线，高有效
- ③  $T_XD$           发送数据线
- ④  $T_XC$           发送器输入时钟

### — 接收器

- ①  $R_XD$               接收数据线
- ②  $R_XRDY$           接收器准备好
- ③  $SYNDET/BD$       同步字符/（异步） 间断信号检出
- ④  $T_XC$               接收器输入时钟

## 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

### — 与调制器的接口信号

- ① /DTR      数据终端准备好
- ② /RTS      请求发送
- ③ /DSR      数据装置准备好
- ④ /CTS      清除传送

# 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

## 二、8251的控制字与状态字

### 1. 工作方式字

对8251A工作方式选择，异步方式/同步方式，约定双方的通信方式，数据格式，传送速率

### 2. 工作命令字

确定8251A的实际操作，使8251A进行某种操作或处于某种工作状态，以便接收或发送数据

### 2. 状态字

8251A执行命令进行数据传送后的状态字，存放在状态寄存器中，CPU通过读出状态字进行分析和判断，以决定下一步的操作

# 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

## 4. 8251A的方式字和命令的使用

- 方式字：约定双方通信的方式，数据格式，传送速率等参数；
- 命令字：规定是发送数据，还是接收数据；
- 状态字：何时发/收、取决于状态字；
- 使用的顺序：  
复位 → 方式字 → 命令字1 → 命令字2 ……

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	EP	PEN	L <sub>1</sub>	L <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>0</sub>

停止位

奇偶校验

字符长度

波特率因子

同步  
 ×0 内同步  
 ×1 外同步  
 0× 双同步  
 1× 单同步

×0 无校验  
 01 奇校验  
 11 偶校验

00 5位  
 01 6位  
 10 7位  
 11 8位

异步  
 00 不用  
 01 ×1  
 10 ×16  
 11 ×64

异步：停止位  
 00 不用  
 01 1位  
 10 1.5位  
 11 2位

同步  
 00 同步  
 其它 不用

8251A方式命令字

## 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

例1 异步通信中，若帧数据格式为：字符长度8位，1位起始位，2位停止位，奇校验，波特率因数是16，则工作字是：1101110B=DEH

```
MOV DX, 309H      ; 8251命令口
MOV AL, 0DEH      ; 异步工作方式字
OUT DX, AL
```

例2 同步通信中，若帧数据格式为：字符长度8位，双同步字符，内同步方式，奇校验，则工作字是：

00011100B=1CH

```
MOV DX, 309H      ; 8251命令口
MOV AL, 1CH       ; 同步工作方式字
OUT DX, AL
```

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
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 就绪	发送 允许

/RTS = 0

TxD = 0

/DTR = 0

D<sub>0-7</sub> = 1 有效  
= 0 无效

8251A工作命令字



## 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

例3 使8251内部复位，并且允许接收，允许发送，程序段为

MOV DX, 309H	； 8251命令口
MOV AL, 01000000B	； 置D <sub>6</sub> =1，使内部复位
OUT DX, AL	
MOV AL, 00000101B	； 置D <sub>0</sub> =1，D <sub>2</sub> =1
OUT DX, AL	； 允许接收和发送

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
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状态字

## 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

例4 若查询8251A接收器是否准备好，则用下列程序段

```
L:  MOV DX, 309H      ; 状态口
    IN AL, DX          ; 读状态字
    AND AL, 02H        ; 查D1=1? (RxRDY=1?)
    JZ L               ; 未准备好，则等待
    MOV DX, 308H      ; 数据口
    IN AL, DX          ; 读数据
```

例5 检查出错信息，则用下列程序段

```
MOV DX, 309H ; 状态口
IN AL, DX
TEST AL, 38H ; 检查D5D4D3三位 (FE, OE, PE)
JNZ ERROR ; 若其中有一位为1，则出错
```

## 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

例 编写一段程序，通过8251采用查询方式接收数据，要求8251A定义为异步传输方式，波特率系数为64，采用偶校验，1位停止位，7位数据位，设8251的数据端口地址为308H，控制/状态寄存器端口地址为309H

```
MOV DX, 309H
MOV AL, 7BH    ; 写工作方式字0111011
OUT DX, AL
MOV AL, 14H    ; 00010100 错误标识复位，接收允许
OUT DX, AL    ; 写操作命令字
LP: IN AL, DX   ; 读状态控制字
AND AL, 02H    ; 检查RxRDY (D1) 是否为1, 00000010
JZ LP
MOV DX, 308H
IN AL, DX
```

# 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

## 三、8251A应用举例

### 1. 要求

在甲乙二台PC之间进行串行通信，甲发送乙接收，要求把甲机上开发应用程序（其长度为2DH）传送到乙机，采用：

- ① 起止式异步方式，
- ② 字符长度为8位，
- ③ 2位停止位，
- ④ 波特率因子为64，无校验，
- ⑤ 波特率为4800，
- ⑥ CPU与8251A之间用查询方式交换数据

端口地址：309H为命令/状态口，308H为数据口

# 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

## 三、8251A应用举例

### 2. 分析

- ① 近距离传输，可以不设MODEM，直接互连；
- ② 采用查询I/O方式，故收/发程序中只需检查收/发准备好的状态是否置位，即可收/发1个字节

## 9.5 可编程串行接口芯片 8251A

### 3. 设计

硬件连接:

把二台PC机都当作数据终端设备DTE (Data Terminal Equipment)，它们之间只需TXD，RXD和SG三根线连接就能通信

主要电路:

- ① 8251串行口
- ② TTL/EIA变换器
- ③ 波特率发生器
- ④ 地址译码电路

### 4. 程序      p232/p161

```

DATA                SEGMENT
BUF DB 45 DUP(?)
DATA ENDS

CODE                SEGMENT
ASSUME              CS:CODE, DS:DATA
TRA                 PROC FAR

START:              MOV DX, 309H           ; 命令口
                    MOV AL, 00H           ; 空操作, 向命令口送任意数
                    OUT DX, AL
                    MOV AL, 40H           ; 内部复位 (使D6=1)
                    OUT DX, AL
                    NOP
                    ; 方式命令字
                    ; 异步, 2位停止位, 字符长度为8位, 无校验,
                    ; 波特率因子为64个/位
                    MOV AL, 0CFH
                    OUT DX, AL

```

发送程序



```

MOV AL, 37H           ; RTS、ER、RXE、DTR、TXEN置1
OUT DX, AL            ; 工作命令字
MOV CX, 2DH           ; 传送字节数
MOV SI, OFFSET BUF    ; 发送区首址
L1: MOV DX, 309H       ; 状态口
    IN AL, DX          ; 查状态位D0 TXRDY=1?
    AND AL, 01H
    JZ L1              ; 发送未准备好, 则等待
    MOV DX, 308H       ; 数据口
    MOV AL, [SI]        ; 发送准备好, 则发送1个字节数据
    OUT DX, AL
    INC SI              ; 内存地址加1
    DEC CX              ; 字节数减1
    JNZ L1             ; 未发送完, 继续
    MOV AX, 4C00H       ; 已送完, 返回DOS
    INT 21H
TRA ENDP
CODE ENDS
END START

```

发送程序

## 9.6 采用RS-232C标准的全双工异步 串行口通信接口电路设计

### 一、要求 p233

- ① 甲乙两台微机之间，按EIA-RS-232C标准进行零MODEM方式、全双工异步串行通信，双方在各自己的键盘上按键向对方发送字符时，同时又可接收对方发来的字符。字符数据格式为起止位：1位停止位，7位数据位，无校验，波特率因子为16；
- ② 发送的字符和接收的字符均在屏幕上显示；
- ③ 波特率在110b/s, 150b/s, 300b/s, 600b/s, 1200b/s, 2400b/s, 4800b/s, 9600b/s八档中任选；
- ④ 按下ESC键，程序退出，返回DOS

## 9.6 采用RS-232C标准的全双工异步 串行口通信接口电路设计

### 二、分析

- ① 由于要求波特率可选，故需要设置波特率时钟发生器；
- ② 由于要求8253输出方波，作为8251A的收/发时钟，所以8253必定工作在3方式，而3方式的门控信号GATE，要由外部控制（并口8255A）；
- ③ 串行通信接口电路所波及到的其他芯片，如8251、MAX232

# 9.6 采用RS-232C标准的全双工异步 串行口通信接口电路设计

## 三、设计

### 1. 硬件设计

根据上述要求和分析，串行通信接口电路的组成以8251A为主，还要加上8253-5作波特率时钟发生器，MAX232作电平转换，74LS92作分频器，8255A提供门控信号

### 2. 软件设计

通信主程序由主程序和子程序两大模块组成。子程序有两个：一是8251A初始化，二是8253-5计数初值与装入。主程序负责波特率的选择与输入；接收和发送字符，并在屏幕上显示；查有无ESC键按下，以便结束程序，并返回DOS

# 9.7 采用RS-485标准的异步串行通信接口电路设计

## 一、要求

进行多点对多点的全双工传送，不使用MODEM，直接传输距离较远（2km），传输速率较高（30Kb/s），试设计异步串行通信接口电路

## 二、分析

1. 收发器芯片MAX485/491的引脚功能  
MAX485用于半双工，而MAX491可用作全双工
2. 信号的逻辑定义
3. 在网络中的连接

## 三、设计

1. 硬件设计
2. 软件编程

p240/p164

## 9.8 PC微机异步通信适配器的分析和使用

### 一、UART的寄存器及其编程方法

1. 发送保持寄存器和接收数据寄存器
2. 波特率除数

波特率除数 (BRD) 是16位数, 它与UART的数据传输速率 (波特率) 有关。当使用UART的内部时钟频率为1.8432MHz时, 则波特率除数BRD与波特率Baud之间的关系如下式所示:

$$\text{BRD} = \text{时钟频率} / (16 \times \text{Baud})$$

例如, 计算波特率为1200b/s的波特率除数, 则

$$\text{BRD} = 1843200 / (16 \times 1200) = 0060\text{H}$$

p168/p243