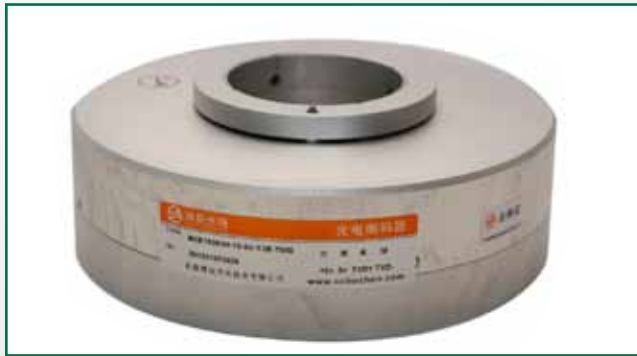


绝对式编码器

User's manual of

Absolute encoder

使用说明书



RDE165T60 · 系列

长春荣德光学有限公司

CHANGCHUN RONGDE OPTICS CO.,LTD

目 录

▶ 产品简介	
1.1 外观及特点	1
1.2 型号定义（一）	1
型号定义（二）	1
1.3 注意事项	1
▶ 产品参数	
2.1 基本参数	2
2.2 环境参数	2
2.3 机械参数	2
2.4 电气参数（一）	2
电气参数（二）	2
2.5 机械安装图	2
▶ 产品通信	
> 异步串行	
3.1 RS485	
3.1.1 定时发送	3
3.1.2 定时+清零	4
3.1.3 脉冲握手	5
3.1.4 握手+清零	5
3.1.5 总线命令	6
3.1.6 总线+清零	6
3.1.7 MODBUS	7
3.2 RS232	
3.2.1 定时发送	8
3.2.2 定时+清零	9
3.2.3 脉冲握手	10
3.2.4 握手+清零	10
3.2.5 总线命令	11
3.2.6 总线+清零	12
3.3 RS422	
3.3.1 定时发送	12
3.3.2 定时+清零	13
3.3.3 总线命令	13
3.3.4 总线+清零	14
3.4 CAN	
3.4.1 CANopen	15
> 同步串行	
3.5 SSI	17

1.1 外观特点

外观:

- 1、外壳颜色: 黑
- 2、表面处理: 染黑、喷砂氧化(可选)
- 3、出线方式: 侧出
- 4、线缆长度: 1m(可定制)
- 5、线缆颜色: 黑、灰(可选)

特点:

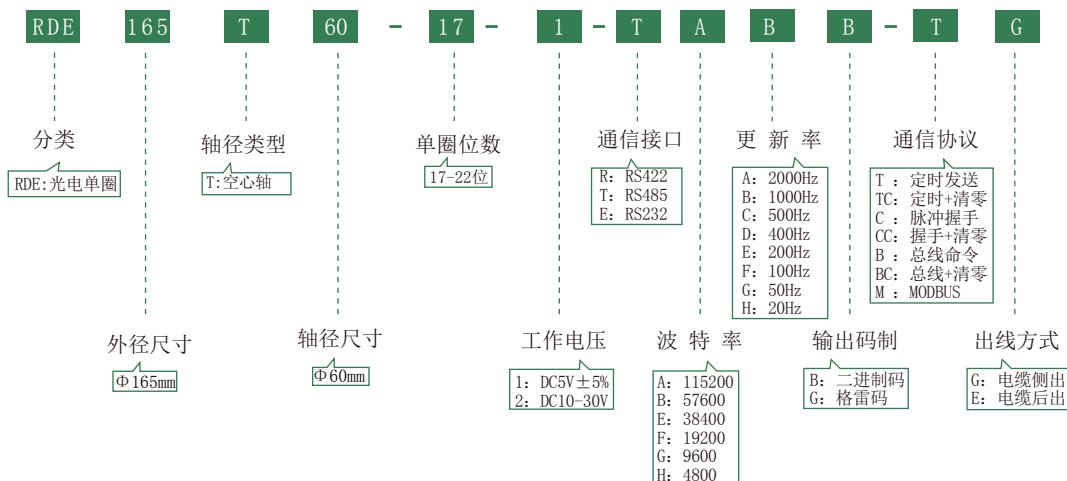
- 1、广泛应用于工控行业中,属于通用经济型编码器产品。
- 2、可实现多种通信协议。
- 3、宽温度使用范围,适用于各类使用环境。
- 4、优化防水设计、坚固耐用、使用寿命长、抗干扰。



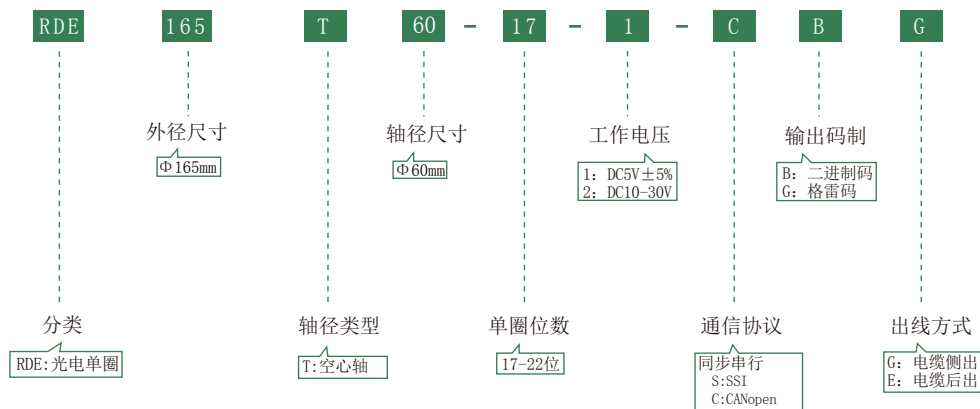
RDE165T60

1.2 型号说明

(一) 异步串行通信方式型号定义



(二) CANopen. SSI串行通信方式型号定义



1.3 注意事项

- 1、为了保证产品精度和使用寿命请严格按说明使用软连接;
- 2、本品属精密仪器,出厂前经严格调校,切勿自行拆改、切勿强力碰撞编码器;
- 3、为了保证编码器正常工作和精度,工作电压DC5V±5%时:
 - ① 电源线长度不得超过2米。
 - ② 供电电源限流不得小于0.5A。
 - ③ 供电电源纹波在±50mV以内。
 工作电压10-30V时:
 - ① 供电电源限流不得小于0.3A。
 - ② 供电电源纹波在±50mV以内。
- 4、由专业人员安装使用本品,注意供电电压及线序对应设备连接,确保编码器正常工作。
- 5、产品使用前请仔细阅读本说明书。

2.1 基本参数

位数	17~22位		测量范围	0 ~ 360° (单圈测量范围)		
位数	17 bit	18 bit	19 bit	20 bit	21 bit	22 bit
分辨率	10"	5"	2.5"	1.2"	0.6"	0.3"
精度≤	±20"	±15"	±10"	±7.5"	±6"	±4"

2.2 环境参数

工作温度	-40℃~+65℃	防护等级	IP54
存储温度	-50℃~+70℃		

2.3 机械参数

外径	165 mm	孔径	60 mm
高度	48 mm	最高转速	300 r/min
重量	2350 g	径向轴负荷	≤40N
抗震动	2.5 g	轴向轴负荷	≤20N
抗冲击	20 g		

2.4 电气参数

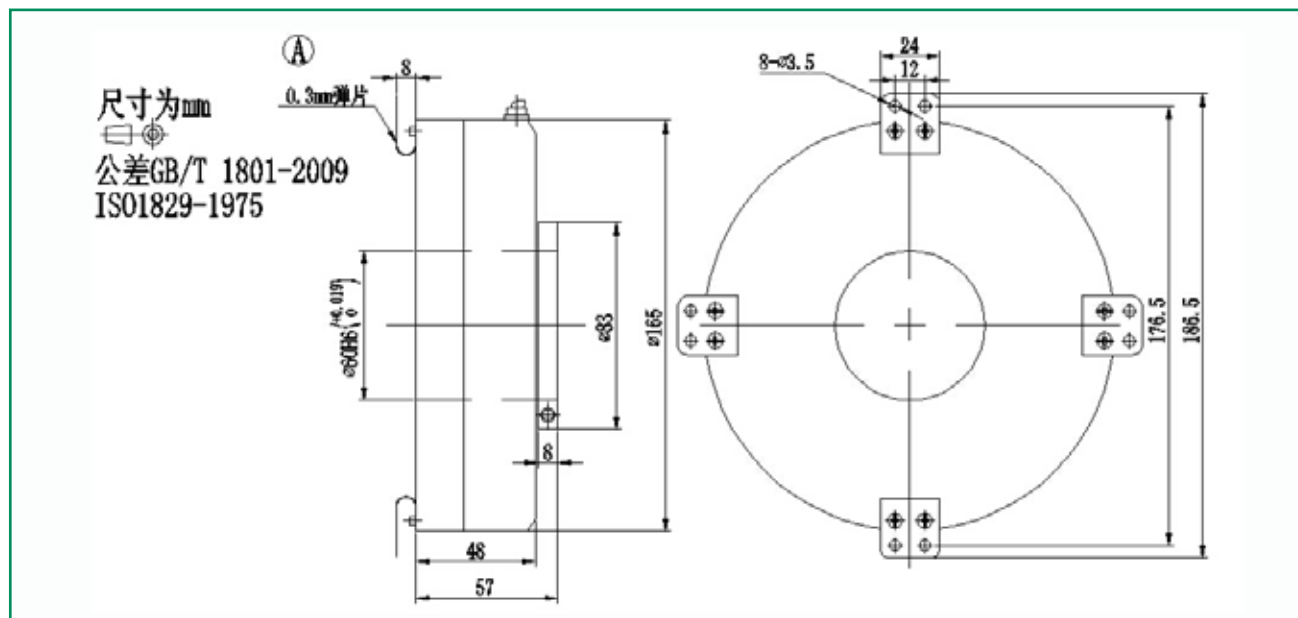
(一) 异步串行

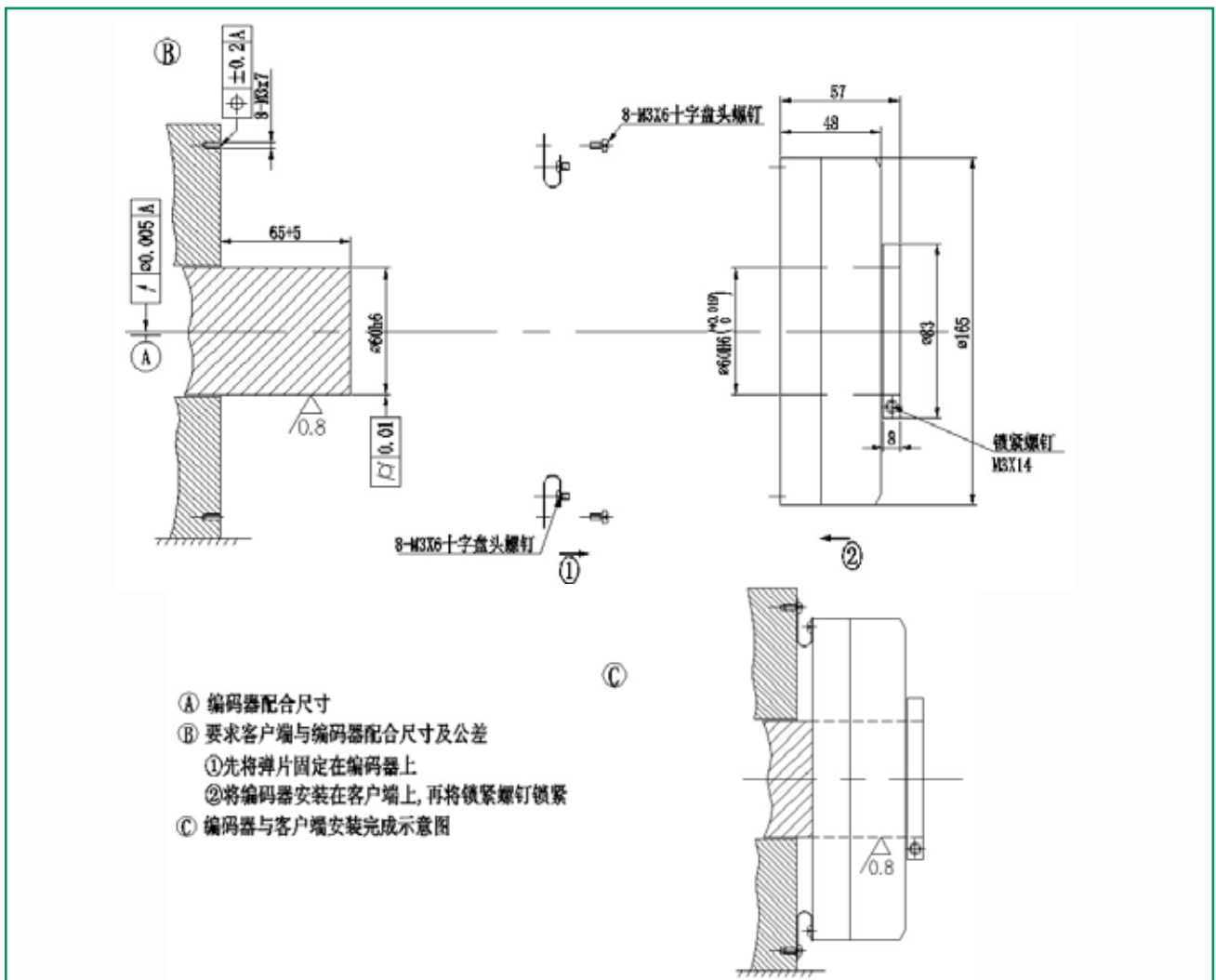
供电电压	DC5V, 10~30V
通信接口	RS485、RS422、RS232、CAN
通信协议	MODBUS、CANopen、定时发送、定时+清零、脉冲握手、握手+清零、总线命令、总线+清零
波特率	115200、57600、38400、19200、9600、4800、2400
更新率	2000Hz、1000Hz、500 Hz、400 Hz、200 Hz、100 Hz、50 Hz、20 Hz
输出码制	二进制码、格雷码

(二) 同步串行

供电电压	DC5V, 10~30V
通信协议	SSI
输出码制	二进制码、格雷码

2.5 机械安装图





产品通信

异步串行: 一个字节10位, 1位起始位 0, 1位停止位1, 8位数据位, 无奇偶校验位, 8位数据位先低位后高位传输; (可根据客户要求加奇校验或偶校验)

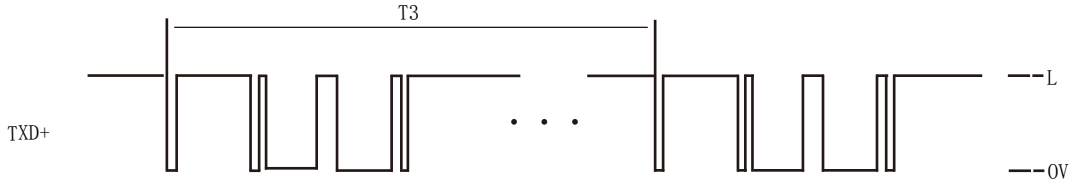
3.1 RS485 ———— RS485接口芯片—MAX485 ESA (250kbps) 或MAX13443EASA (10Mbps)

3.1.1 定时发送

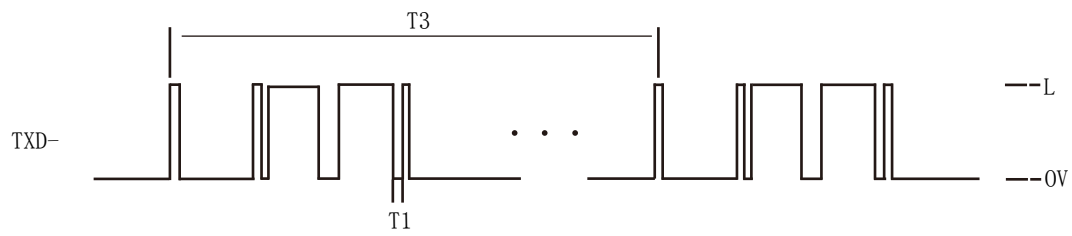
(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

■ TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...
3.3V ≤ L ≤ 5V



■ TXD-位传输: 1 0000 0000 0 1 0111 1110 0 1 1111 0100 0 ...
3.3V ≤ L ≤ 5V



T1: 波特率 T3: 更新率

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位，16位及以下n=4，17~24位n=5，24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	NC	G

(4) 角度换算公式

$$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n \quad (a: \text{数据 (十进制)}, \quad n: \text{编码器位数})$$

例如：14位绝对值编码器，返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H，数据位01H 7FH（十进制数383），校验和00H。a=383, n=14,

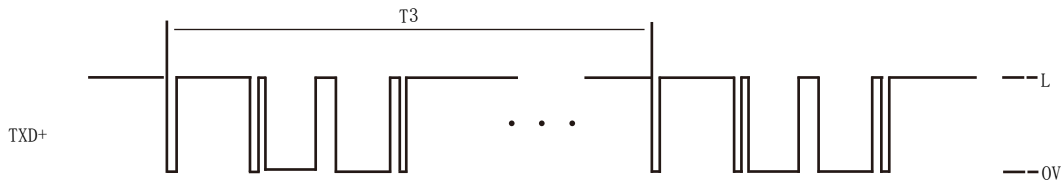
$$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}, \quad \theta = (360^\circ \times 383) / 16384, \quad \theta = 8.4155^\circ$$

3.1.2 定时+清零

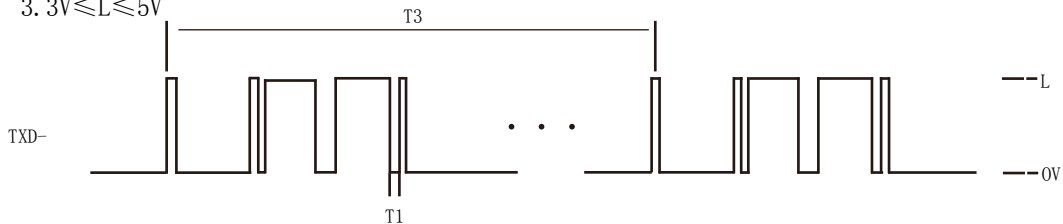
(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

- TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...
3.3V ≤ L ≤ 5V



- TXD-位传输: 1 0000 0000 0 1 0111 1110 0 1 1111 0100 0 ...
3.3V ≤ L ≤ 5V



T1: 波特率 T3: 更新率

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位，16位及以下n=4，17~24位n=5，24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	CLR	G

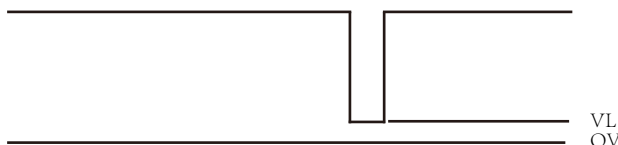
(4) 角度换算公式

$$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n \quad (a: \text{数据 (十进制)}, \quad n: \text{编码器位数})$$

例如：14位绝对值编码器，返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H，数据位01H 7FH（十进制数383），校验和00H。a=383, n=14,

$$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}, \quad \theta = (360^\circ \times 383) / 16384, \quad \theta = 8.4155^\circ$$

(5) 清零信号:



CLR引脚通常处于3.3V，信号下降沿脉冲VL<0.5V产品清零。

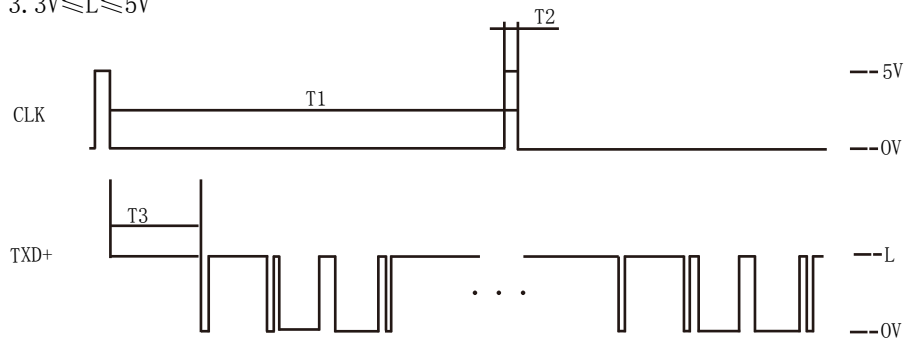
3.1.3 脉冲握手

(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...

$3.3V \leq L \leq 5V$



外部脉冲信号下降沿触发编码器工作

$T2 \geq 10\mu s$

T3: 接收到外部脉冲下降沿之后的信号采集、处理时间

T1-T3: 数据传输时间

T1、T3根据客户实际要求或需要有所不同。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位, 16位及以下n=4, 17~24位n=5, 24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	CLK	G

(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制), n: 编码器位数)

例如: 14位绝对值编码器, 返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H, 数据位01H 7FH(十进制数383), 校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$, $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$, $\theta = 8.4155^\circ$ 。

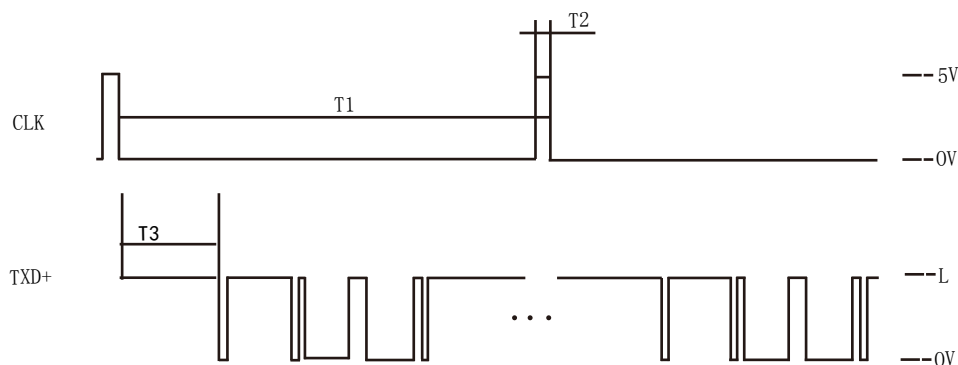
3.1.4 握手+清零

(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...

$3.3V \leq L \leq 5V$



外部脉冲信号下降沿触发编码器工作

$T2 \geq 10\mu s$

T3: 接收到外部脉冲下降沿之后的信号采集、处理时间

T1-T3: 数据传输时间

T1、T3根据客户实际要求或需要有所不同。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位, 16位及以下n=4, 17~24位n=5, 24位以上n=6)

(3) 接线方式 (八芯线缆)

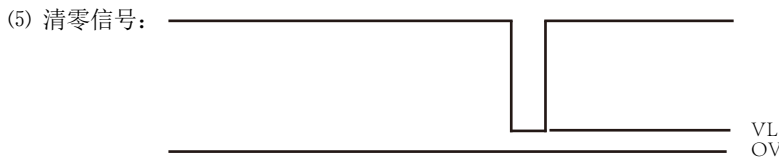
颜色	红	黑	黄	绿	灰	白	橙	棕	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	CLK	CLR	NC	NC	G

(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制), n: 编码器位数)

例如: 14位绝对值编码器, 返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H, 数据位01H 7FH(十进制数383), 校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$, $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$, $\theta = 8.4155^\circ$ 。



CLR引脚通常处于3.3V, 信号下降沿脉冲VL<0.5V产品清零。

3.1.5 总线命令

(1) 控制命令:

BC AA BX (BX: 为命令编号, 若客户无特殊要求, 则同批次产品中每一台产品具有唯一的命令编号, 并且以其作为产品地址编号)

例如: 同批次3台产品, 控制命令BC AA B1、BC AA B2、BC AA B3, 相对应返回数据FF B1……, FF B2 …… , FF B3 …… , 返回数据的第二字节为产品地址编号。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
控制命令	BCH	AAH	BXH				
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位, 16位及以下n=4, 16位以上24位以下n=5, 24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	NC	G

(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制), n: 编码器位数)

例如: 14位绝对值编码器, 返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H, 数据位01H 7FH(十进制数383), 校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$, $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$, $\theta = 8.4155^\circ$ 。

3.1.6 总线+清零

(1) 控制命令:

BC AA BX (BX: 为命令编号, 若客户无特殊要求, 则同批次产品中每一台产品具有唯一的命令编号, 并且以其作为产品地址编号)

例如: 同批次3台产品, 控制命令BC AA B1、BC AA B2、BC AA B3, 相对应返回数据FF B1……, FF B2 …… , FF B3 …… , 返回数据的第二字节为产品地址编号。

清零命令:

BC AA CX (CX: 为清零命令, 若客户无特殊要求, 则同批次产品中每一台产品具有唯一的清零命令, 通常清零命令中的X编号与控制命令中的X编号相对应)

例如: 控制命令为BC AA B1的产品其清零命令为BC AA C1。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
控制命令	BCH	AAH	BXH				
清零命令	BCH	AAH	CXH				
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位，16位及以下n=4，16位以上24位以下n=5，24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	NC	G

(4) 角度换算公式

$$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n \quad (a: \text{数据(十进制)}, n: \text{编码器位数})$$

例如：14位绝对值编码器，返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H，数据位01H 7FH（十进制数383），校验和00H。a=383, n=14,

$$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}, \theta = (360^\circ \times 383) / 16384, \theta = 8.4155^\circ$$

3.1. 7 MODBUS协议

(1) Modbus通信协议(RTU方式)。

(2) 波特率可选：2400bps 4800bps 9600bps 19200bps 57600bps

(3) 出厂默认设置：①无奇偶校验位②波特率19200bps③地址0x01④起始地址0x00 0x00

注意：改变参数时，不要定时发送为避免损坏器件内部结构。

发送一次返回数据匹配代表设置成功。

(4) 功能码03:

利用Modbus通信协议的03功能码，读取编码器数值。

主机的命令格式是从机地址、功能码、起始地址、字节数及CRC码。

从机响应的数据格式是从机地址、功能码、数据区及CRC码。数据区的数据是二进制码，两个字节（或三个字节），高位在前。CRC码是两个字节，低位在前。

(5) 数据帧格式:

① 读取编码器实时数据-16位以下 主机呼：从机地址为01。

01	03	00	00	00	01	84	0A
站号地址	功能码	起始地址		读取点数		CRC校验码（低位在前）	

编码器答:

01	03	02	XX	XX	XX	XX
站号地址	功能码	独立元字节	数据（高位在前）		CRC校验码（低位在前）	

② 读取实时数据-16位以上32位以下 主机呼：从机地址为01。

01	03	00	00	00	02	C4	0B
站号地址	功能码	起始地址		读取点数		CRC校验码（低位在前）	

编码器答:

01	03	04	XX	XX	XX	XX	XX	XX
站号地址	功能码	独立元字节	数据（高位在前）				CRC校验码（低位在前）	

上面01, 03, 02, XX等均为一个字节。数据为两个字节，高位字节在前。每帧的开头和结尾至少有3.5个字节时间的间隔。用户在为主机编程时，除了站号（地址）和CRC校验码之外，其它字节的字符均采用上面的内容不变。主机格式中的读取点数可以为01也可以为02（02是为了兼容某些协议）。从机回答帧中的功能码（03）不变。

③ 查询设备地址

主机呼	FF	A0	40	38
编码器答	FF	A0	01（站号地址）	XX XX（CRC校验码，低位在前）

④ 改变设备地址

主机呼	01	A1	02（新址）	XX XX（CRC校验码，低位在前）
编码器答	02（新址）	A1	XX XX（CRC校验码，低位在前）	

⑤ 改变设备波特率、零位、方向

主机呼	01	CC	02（参数）	XX XX（CRC校验码，低位在前）
编码器答	01（地址）	CC	02（参数）	XX XX（CRC校验码，低位在前）

设置定义:

- I、 0x00设置当前为零位； II、 0x01正进位； III、 0x02反进位；
- IV、 0x24波特率2400bps； V、 0x48波特率4800bps； VI、 0x96波特率9600bps；
- VII、 0x19波特率19200bps； VIII、 0x57波特率57600bps；

计算CRC码的步骤为:

- ①预置16位寄存器为十六进制FFFF（即全为1）。称此寄存器为CRC寄存器;
- ②把第一个8位数据与16位CRC寄存器的低位相异或, 把结果放于CRC寄存器;
- ③把寄存器的内容右移一位(朝低位), 用0填补最高位, 检查最低位;
- ④如果最低位(移出去的那一位)为0: 重复第3步(再次移位)
- 如果最低位(移出去的那一位)为1: CRC寄存器与多项式A001 (1010 0000 0000 0001) 进行异或;
- ⑤重复步骤3和4, 直到右移8次, 这样整个8位数据全部进行了处理;
- ⑥重复步骤2到步骤5, 进行下一个8位数据的处理;
- ⑦最后得到的CRC寄存器即为CRC码。
- ⑧将CRC结果放入信息帧时, 将高低位交换, 低位在前。

(6) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	NC	G

(7) 角度换算公式

$$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n \text{。 (a: 数据(十进制), n: 编码器位数)}$$

例如: 14位绝对值编码器, 返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H, 数据位01H 7FH (十进制数383), 校验和00H。a=383, n=14,

$$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}, \theta = (360^\circ \times 383) / 16384, \theta = 8.4155^\circ \text{。}$$

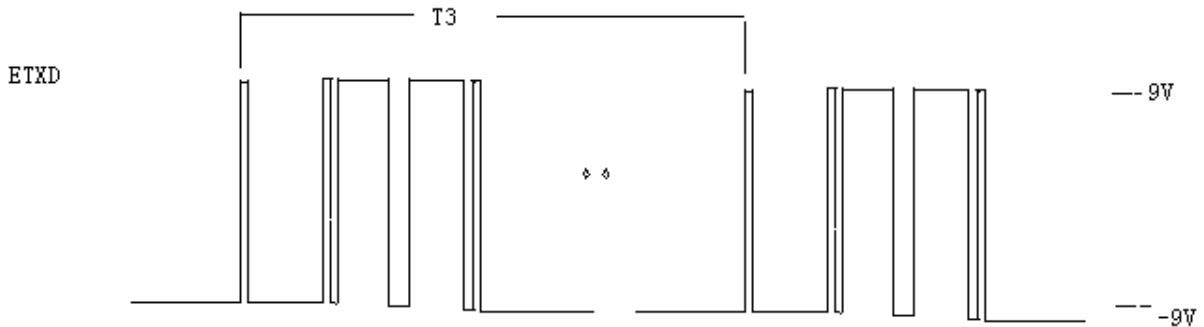
3.2 RS232 ——— RS232接口芯片———MAX232 ESA

3.2.1 定时发送

(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...



T3: 更新率

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位, 16位及以下n=4, 17~24位n=5, 24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	ETXD	NC	CLR	G

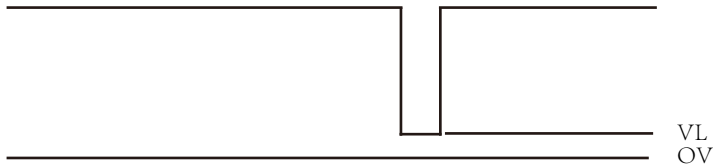
(4) 角度换算公式

$$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n \text{。 (a: 数据(十进制), n: 编码器位数)}$$

例如: 14位绝对值编码器, 返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H, 数据位01H 7FH (十进制数383), 校验和00H。a=383, n=14,

$$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}, \theta = (360^\circ \times 383) / 16384, \theta = 8.4155^\circ \text{。}$$

(5) 清零信号:



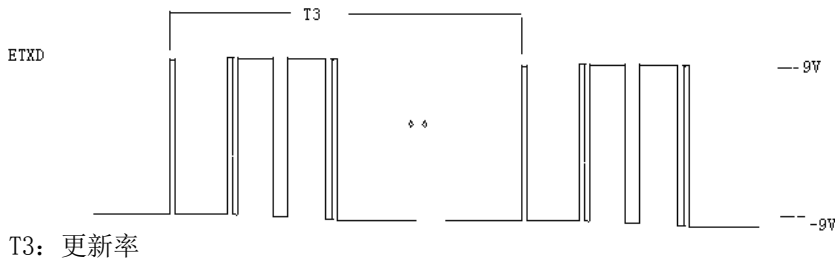
CLR引脚通常处于3.3V，信号下降沿脉冲 $VL < 0.5V$ 产品清零。

3.2.2 定时+清零

(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...



(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位，16位及以下 $n=4$ ，17~24位 $n=5$ ，24位以上 $n=6$)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	ETXD	NC	CLR	G

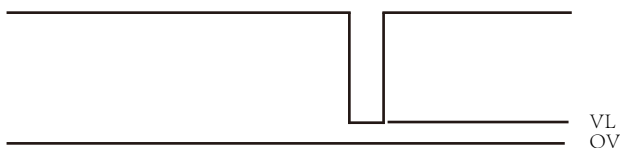
(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制)，n: 编码器位数)

例如: 14位绝对值编码器，返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H，数据位01H 7FH(十进制数383)，校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$ ， $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$ ， $\theta = 8.4155^\circ$ 。

(5) 清零信号:



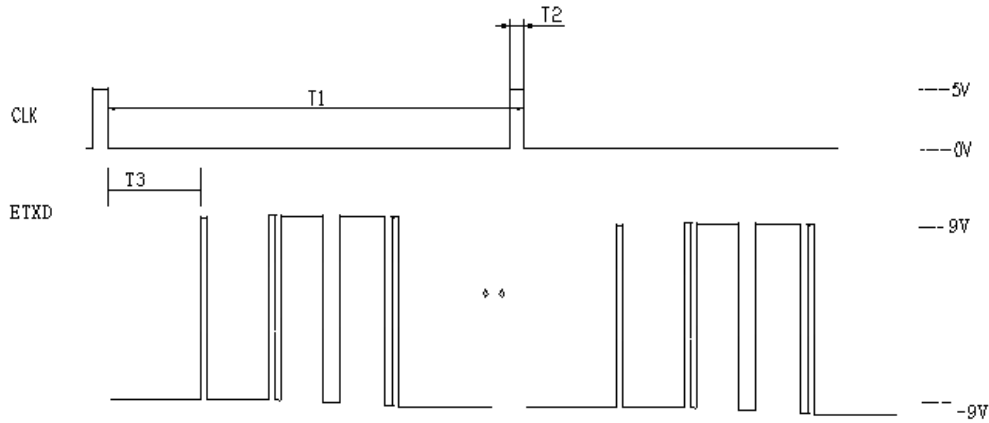
CLR引脚通常处于3.3V，信号下降沿脉冲 $VL < 0.5V$ 产品清零。

3.2.3 脉冲握手

(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...



脉冲握手: 外部脉冲信号下降沿触发编码器工作

$T2 \geq 10\mu s$

T3: 接收到外部脉冲下降沿之后的信号采集、处理时间

T1-T3: 数据传输时间

T1、T3根据客户实际要求或需要有所不同。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位, 16位及以下n=4, 17~24位n=5, 24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	ETXD	NC	CLK	G

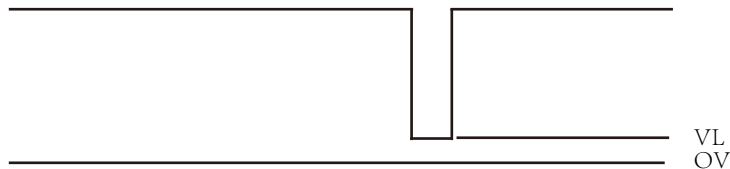
(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制), n: 编码器位数)

例如: 14位绝对值编码器, 返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H, 数据位01H 7FH(十进制数383), 校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$, $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$, $\theta = 8.4155^\circ$ 。

(5) 清零信号:



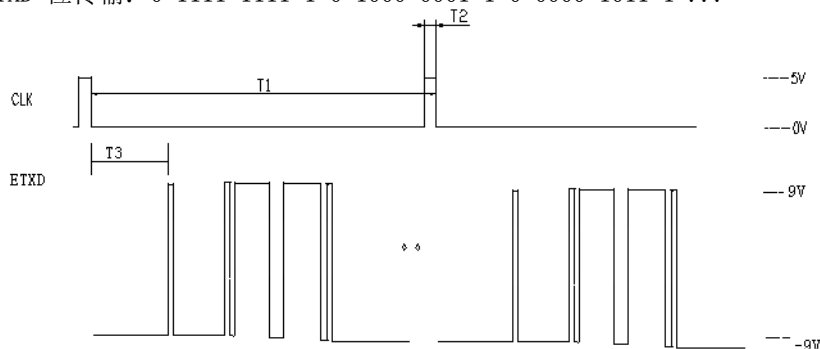
CLR引脚通常处于3.3V, 信号下降沿脉冲VL<0.5V产品清零。

3.2.4 握手+清零

(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...



脉冲握手：外部脉冲信号下降沿触发编码器工作

$T2 \geq 10\mu s$

T3：接收到外部脉冲下降沿之后的信号采集、处理时间

T1-T3：数据传输时间

T1、T3根据客户实际要求或需要有所不同。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位，16位及以下n=4，17~24位n=5，24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	灰	白	橙	棕	屏蔽
信号定义	VCC	0V	ETXD	NC	CLK	CLR	NC	NC	G

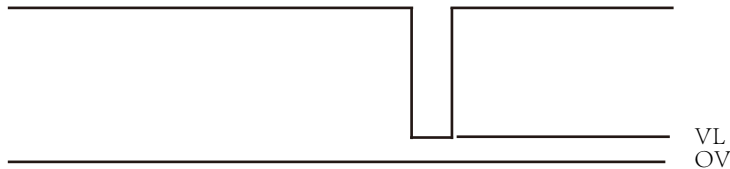
(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制)，n: 编码器位数)

例如：14位绝对值编码器，返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H，数据位01H 7FH(十进制数383)，校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$ ， $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$ ， $\theta = 8.4155^\circ$ 。

(5) 清零信号：



CLR引脚通常处于3.3V，信号下降沿脉冲VL<0.5V产品清零。

3.2.5 总线命令

(1) 控制命令：

BC AA BX (BX: 为命令编号，若客户无特殊要求，则同批次产品中每一台产品具有唯一的命令编号，并且以其作为产品地址编号)

例如：同批次3台产品，控制命令BC AA B1、BC AA B2、BC AA B3，相对应返回数据FF B1……，FF B2……，FF B3……，返回数据的第二字节为产品地址编号。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
控制命令	BCH	AAH	BXH				
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位，16位及以下n=4，16位以上24位以下n=5，24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	ETXD	NC	CLK	G

(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制)，n: 编码器位数)

例如：14位绝对值编码器，返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H，数据位01H 7FH(十进制数383)，校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$ ， $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$ ， $\theta = 8.4155^\circ$ 。

3.2.6 总线+清零

(1) 控制命令:

BC AA BX (BX: 为命令编号, 若客户无特殊要求, 则同批次产品中每一台产品具有唯一的命令编号, 并且以其作为产品地址编号)

例如: 同批次3台产品, 控制命令BC AA B1、BC AA B2、BC AA B3, 相对应返回数据FF B1……, FF B2 …… , FF B3 …… , 返回数据的第二字节为产品地址编号。

清零命令:

BC AA CX (CX: 为清零命令, 若客户无特殊要求, 则同批次产品中每一台产品具有唯一的清零命令, 通常清零命令中的X编号与控制命令中的X编号相对应)

例如: 控制命令为BC AA B1的产品其清零命令为BC AA C1。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
控制命令	BCH	AAH	BXH				
清零命令	BCH	AAH	CXH				
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位, 16位及以下n=4, 16位以上24位以下n=5, 24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	ETXD	RTXD	NC	G

(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制), n: 编码器位数)

例如: 14位绝对值编码器, 返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H, 数据位01H 7FH(十进制数383), 校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$, $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$, $\theta = 8.4155^\circ$ 。

3.3 RS422

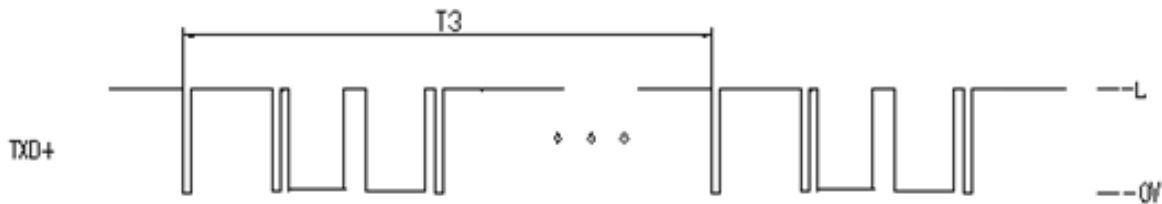
RS422接口芯片——MAX3087 ESA

3.3.1 定时发送

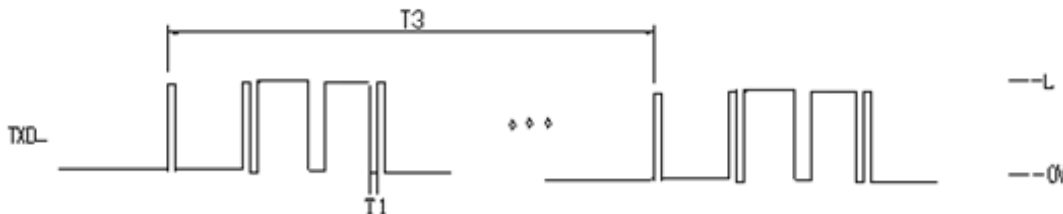
(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

- TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...
3.3V ≤ L ≤ 5V



- TXD-位传输: 1 0000 0000 0 1 0111 1110 0 1 1111 0100 0 ...
3.3V ≤ L ≤ 5V



T1: 波特率 T3: 更新率

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位, 16位及以下n=4, 17~24位n=5, 24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	NC	G

(4) 角度换算公式

$$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n \quad (a: \text{数据 (十进制)}, n: \text{编码器位数})$$

例如：14位绝对值编码器，返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H，数据位01H 7FH（十进制数383），校验和00H。a=383, n=14,

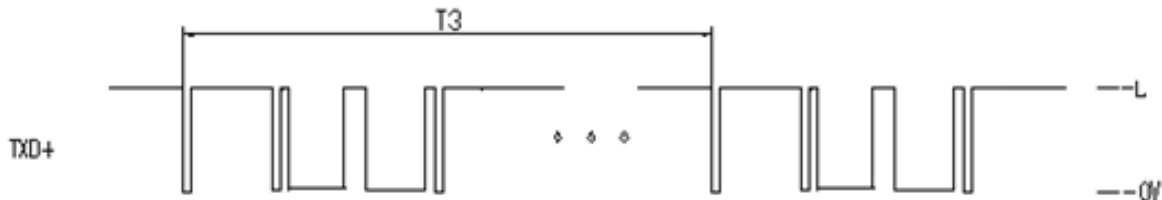
$$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}, \theta = (360^\circ \times 383) / 16384, \theta = 8.4155^\circ$$

3.3.2 定时+清零

(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

- TXD+位传输：0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...
3.3V ≤ L ≤ 5V



- TXD-位传输：1 0000 0000 0 1 0111 1110 0 1 1111 0100 0 ...
3.3V ≤ L ≤ 5V



T1: 波特率 T3: 更新率

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位，16位及以下n=4，17~24位n=5，24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	NC	G

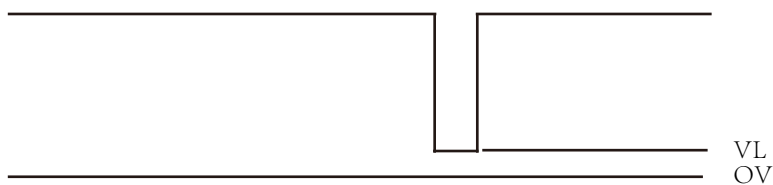
(4) 角度换算公式

$$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n \quad (a: \text{数据 (十进制)}, n: \text{编码器位数})$$

例如：14位绝对值编码器，返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H，数据位01H 7FH（十进制数383），校验和00H。a=383, n=14,

$$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}, \theta = (360^\circ \times 383) / 16384, \theta = 8.4155^\circ$$

(5) 清零信号:



CLR引脚通常处于3.3V，信号下降沿脉冲VL<0.5V产品清零。

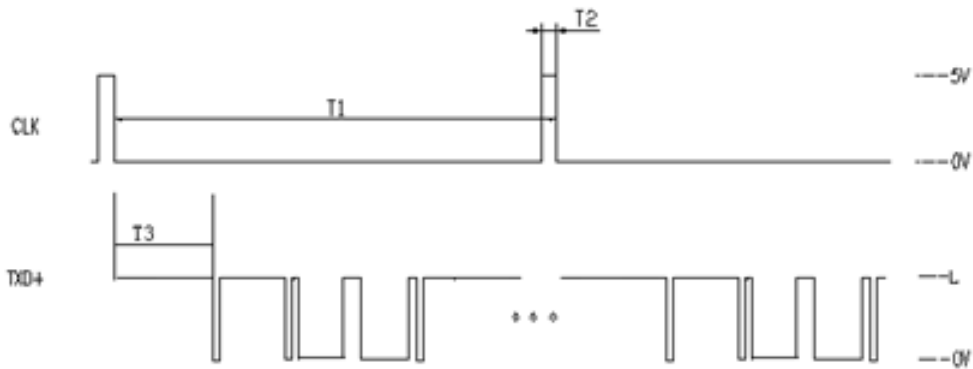
3.3.3 总线命令

(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

TXD+位传输：0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...

3.3V ≤ L ≤ 5V



外部脉冲信号下降沿触发编码器工作

$T2 \geq 10\mu s$

T3: 接收到外部脉冲下降沿之后的信号采集、处理时间

T1-T3: 数据传输时间

T1、T3根据客户实际要求或需要有所不同。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位, 16位及以下n=4, 17~24位n=5, 24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	灰	白	橙	棕	屏蔽
信号定义	VCC	0V	TXD+	TXD-	CLK+	CLK-	NC	NC	G

(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制), n: 编码器位数)

例如: 14位绝对值编码器, 返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H, 数据位01H 7FH(十进制数383), 校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$, $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$, $\theta = 8.4155^\circ$ 。

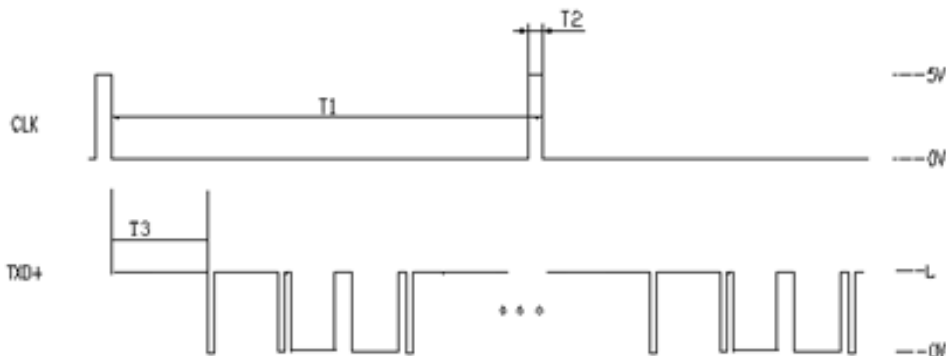
3.3.4 总线+清零

(1) 输出数据波形

例如0xff 0x81 0xd0 ...

TXD+位传输: 0 1111 1111 1 0 1000 0001 1 0 0000 1011 1 ...

$3.3V \leq L \leq 5V$



外部脉冲信号下降沿触发编码器工作

$T2 \geq 10\mu s$

T3: 接收到外部脉冲下降沿之后的信号采集、处理时间

T1-T3: 数据传输时间

T1、T3根据客户实际要求或需要有所不同。

(2) 数据帧格式

	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节
16位以下	FFH	81H	高八位	低八位	校验和		
17~24位	FFH	81H	高八位	中八位	低八位	校验和	
24位以上	FFH	81H	高八位	次高位	中八位	低八位	校验和

(校验和为前n个字节数据之和取低八位, 16位及以下n=4, 17~24位n=5, 24位以上n=6)

(3) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	灰	白	橙	棕	屏蔽
信号定义 VCC	0V	TXD+	TXD-	CLK+	CLK-	NC	NC	G	

(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。(a: 数据(十进制), n: 编码器位数)

例如: 14位绝对值编码器, 返回数据FFH 81H 01H 7FH 00H, 数据位01H 7FH(十进制数383), 校验和00H。a=383, n=14,

$\theta = (360^\circ \times 383) / 2^{14}$, $\theta = (360^\circ \times 383) / 16384$, $\theta = 8.4155^\circ$ 。

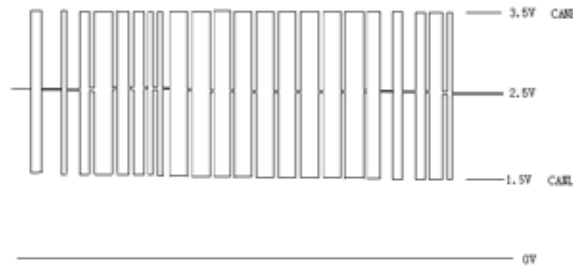
3.4 CANopen

CAN接口芯片-----SN65HVD230 CANopen协议

(1) 接收数据如下图:

序列	通道号	时间标识(ms)	传输方向	帧ID(Hex)	帧类型	帧格式	数据长度	数据(Hex)
002365	0	000936990.5	接收	000001FF	标准帧	数据帧	08	02 2B 00 00 00 00 00 00
002366	0	000937096.9	接收	000001FF	标准帧	数据帧	08	02 2B 00 00 00 00 00 00
002367	0	000937203.3	接收	000001FF	标准帧	数据帧	08	02 2B 00 00 00 00 00 00
002368	0	000937309.7	接收	000001FF	标准帧	数据帧	08	02 2B 00 00 00 00 00 00
002369	0	000937416.1	接收	000001FF	标准帧	数据帧	08	02 2B 00 00 00 00 00 00
002370	0	000937522.5	接收	000001FF	标准帧	数据帧	08	02 2B 00 00 00 00 00 00

对应信号波形:



(2) 参数设置

编码器出厂波特率设置为250K, 节点号设置为20H, 编程循环时间为100ms。

CANopen数据格式说明:

COB-ID	指令	索引		子索引		数据		
11bit	字节0	字节1	字节2	字节3	字节4	字节5	字节6	字节7
		低位	高位		低位	——	——	高位

COB-ID组成说明:

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
功能代码				设备地址						
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

可以使用的功能代码:

功能	代码(bit)	COB-ID
NMT	0000	0
SYNC	0001	128 (70H)
Emergency	0001	129-255 (71H-FFH)
PDO(RX)	0011	385-511 (181H-1FFH)
PDO(TX)	0100	513-639 (201H-27F)
SDO(RX)	1011	1409-1535 (581H-5FFH)
SDO(TX)	1100	1537-1663 (601H-67FH)

RX/TX为从上位机角度出发, 即RX为编码器数据发出, TX为编码器数据接收。CAN open协议产品在正确接电、接线后, 选择正确波特率的情况下, 启动设备、开电, 软件会自动接收到一次数据, 可以看到当前的帧ID, 例下图帧ID 000001FF。此时该台编码器节点号为FF, 发送2FF, 01, FF, 0, 0, 0, 0, 0启动FF号编码器。

注意: 进入配置模式时帧ID输入为7E5。



(3) 绝对式编码器CANopen协议设置说明:

下面涉及到的CAN总线数据格式均是帧ID, D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 所有的数据都是16进制数, 假设编码器的节点号是NN, DLC均为8。

①

	帧ID	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
发送:	2NN	01	NN	0	0	0	0	0	0	启动NN号节点
或发送:	2NN	80	NN	0	0	0	0	0	0	点动NN号编码器
回复:	1NN	低八位	高八位	0	0	0	0	0	0	回传数据

②

	帧ID	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
发送:	7E5	04	01	0	0	0	0	0	0	进入配置模式
再发送:	7E5	11	20	0	0	0	0	0	0	设置新的节点地址为0x20
回复:	7E5	11	00	0	0	0	0	0	0	成功

③

	帧ID	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	(00为1M, 02为500K, 03为250K)
发送:	7E5	04	01	0	0	0	0	0	0	进入配置模式
再发送:	7E5	13	00	02	0	0	0	0	0	设置新的波特率500K
回复:	7E5	13	00	0	0	0	0	0	0	成功

④

	帧ID	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
发送:	2NN	22	NN	0	0	0	0	0	0	NN号节点正进位
回复:	1NN	22	00	0	0	0	0	0	0	

⑤

	帧ID	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
发送:	2NN	22	NN	0	0	0	0	0	0	NN号节点逆进位
回复:	1NN	22	00	0	0	0	0	0	0	

⑥

	帧ID	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
发送:	2NN	20	NN	0	0	0	0	0	0	NN号节点置中
回复:	1NN	20	00	0	0	0	0	0	0	

⑦

	帧ID	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
发送:	2NN	31	NN	TT	0	0	0	0	0	NN号节点数据定时发送TT次/S新的节点地址为0x20
回复:	1NN	31	00	0	0	0	0	0	0	

⑧

	帧ID	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
发送:	2NN	31	NN	TT	0	0	0	0	0	停止NN号节点定时发送模式
回复:	1NN	31	00	0	0	0	0	0	0	

(4) 接线方式

颜色	红	黑	黄	绿	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	NC	CANL	CANH	G

(5) 角度换算公式

$$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n \quad (a: \text{数据(十进制)}, n: \text{编码器位数})$$

例如: 14位绝对值编码器, 返回帧ID 0120H 数据帧47H 26H 00H 00H 00H 00H 00H, 数据位47H 26H (十进制数9799)。

$$a=9799, n=14, \theta = (360^\circ \times 9799) / 2^{14}, \theta = (360^\circ \times 9799) / 16384, \theta = 215.3100^\circ$$

SSI接口芯片——MAX3087 ESA

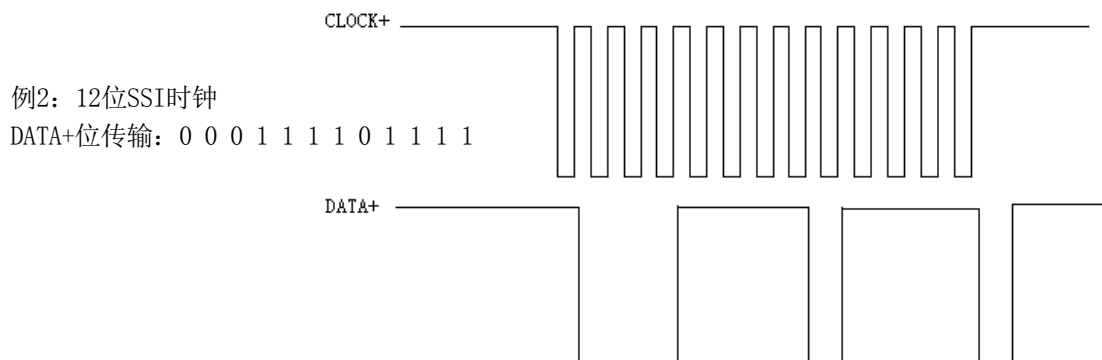
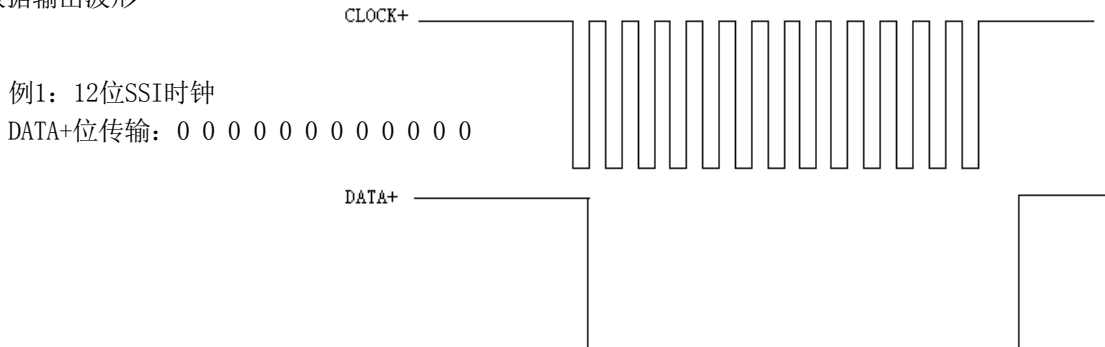
四线制：差分时钟输入，差分数据输出。

二线制：单端时钟输入，单端数据输出。

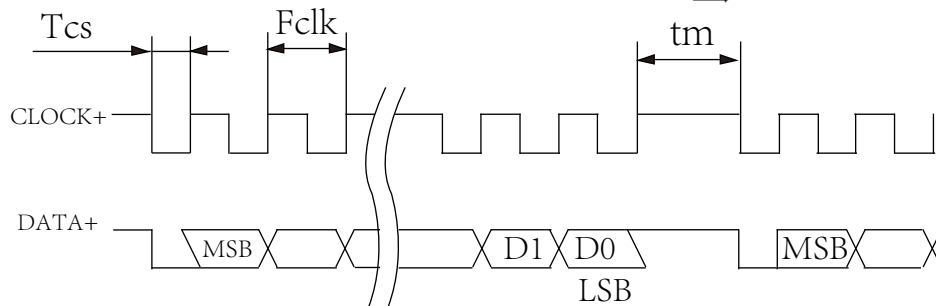
绝对位置值由时钟信号触发，从高位（MSB）开始输出与时钟信号同步的串行信号，当不传送信号时，时钟和数据均为高电平，在时钟信号的第一个下降沿，当前值开始储存，从时钟信号上升沿开始数据开始传送。信号高电平3.3V-5V之间。

若时钟过多会出现角度异常，例如：12位SSI编码器发送14位时钟读取数据，最大角度值上千度，且无全1状态，若时序恰巧合适，多出的时钟会读出重复的高位数据。若时钟少于正常要求，发送8位时钟读取12位编码器数据，并用8位的角度换算方式，数据可能无错；用12位的角度换算方式，角度值最大22.4121度。

(1) 数据输出波形



(2) 接口时序



绝对位置值有时钟信号触发，从高位（MSB）开始输出与时钟信号同步的串行信号，当不传送信号时，时钟和数据均为高位，在时钟信号的第一个下降沿，当前值开始储存，从时钟信号上升沿开始数据开始传送。

注： $T_{cs} > 4\mu s$ ； $100\text{kHz} < f_{clk} < 250\text{kHz}$ ； $T_m > 500\mu s$ ；

注意： T_{cs} f_{clk} T_m 根据实际情况产品各有差异。

(3) 接线方式

八芯线缆

颜色	红	黑	黄	绿	灰	白	橙	棕	屏蔽
信号定义	VCC	0V	NC	D+	C+	C-	NC	D-	G

六芯线缆

颜色	红	黑	绿	棕	灰	白	屏蔽
信号定义	VCC	0V	D+	D-	C+	C-	G

(4) 角度换算公式

$\theta = (360^\circ \times a) / 2^n$ 。（a：数据（十进制），n：编码器位数）

例如：12位SSI协议绝对值编码器返回数据DATA+位传输：0 0 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1（十进制数495）。

$a=495$, $n=12$, $\theta = (360^\circ \times 495) / 2^{12}$, $\theta = (360^\circ \times 495) / 4096$, $\theta = 43.5058^\circ$

