

# 在线式音叉密度计 使用说明书

INSTRUCTION MANUAL

质量为本 服务为本

# 目 录

## CONTENTS

<b>原理及使用概述</b> .....	1
概述.....	1
应用行业.....	2
基本参数.....	3
<b>安装方式说明</b> .....	4
概述.....	4
安装定位方法.....	5
<b>功能设置说明</b> .....	11
菜单界面.....	11
参数设置.....	11
显示设置.....	12
输出设置.....	12
<b>RS485 通讯说明</b> .....	14

## 原理及使用概述

### ► 概述

在线式音叉密度计是设计用于实时监测和测量流体密度的高精度仪器，采用音叉振动原理，通过测量介质中音叉的振动频率来确定密度值。它内置温度传感器以实现温度补偿，确保测量结果的准确性。此仪器适用于广泛的行业，包括石油化工、食品饮料、制药及矿物加工等，支持插入式安装，方便于管道、开阔或封闭罐体中的应用。此外，该仪器提供了灵活的输出选项和高度的重复性与测量精度，满足严格的工业要求。



## ►应用行业

- 石化行业：柴油、汽油、乙烯等。
- 化工行业：硫酸、盐酸、硝酸、氯乙酸、氨水、甲醇、乙醇、盐水、氢氧化钠、冷冻液、碳酸钠、甘油、双氧水等。
- 制药行业：药液、生物液体、醇提、丙酮、酒精回收等。
- 食品及饮料行业：糖水、果汁、酿造、奶油等。
- 电池、电解液行业：硫酸、氢氧化锂等。
- 环保行业：脱硫（石灰浆、石膏浆）、脱硝（氨水、尿素）、废水处理 mvr（酸、碱、盐回收）等。

## ► 基本参数

测量范围	0 - 2.5 g /cc (0 - 2500 kg/m <sup>3</sup> ) 0~100.0%
标定范围	0 - 2.5 g /cc (0 - 2500 kg/m <sup>3</sup> ), 0~100.0%
测量精度	± 0.001 g /cc (± 1 kg/m <sup>3</sup> ) , ± 0.2%
重复性	± 0.001 g /cc (± 0.1 kg/m <sup>3</sup> ) ± 0.1%
操作温度范围	-20℃ ~ +120℃
最大工作压力	3mpa
流体粘度范围	0 - 600 cP
温度系统	小于 0.1 kg/m <sup>3</sup> /℃ (± 0.5%) 校正后
压力影响	可忽略不计
内置温度传感器	数字传感器
接液材质	316L、2205 不锈钢、哈 C、钛合金 (根据客户需求选取)
叉体涂层	标准型 PTFE 或 PFA
供电电源	24VDC, ≥ 50 mA
模拟信号输出	4 -20 mA, RS485 Modbus RTU
输出精度 (20℃)	读数的 ± 0.1% 或 ± 0.05% FS
输出重复 (-40℃ ~ +85℃)	± 0.05% FS
防护等级	IP65
外壳	铝合金
过程连接方式	DIN 50 PN16 DIN 50 PN40 IDF 和 RJT 卫生型

## 安装方式说明

### ► 概述

为确保音叉密度计的测量精度与数据显示的稳定性，流经设备的介质速率应控制在每秒 1 米以下，同时所用管道的直径不应小于 159 毫米。安装位置需避开泵的直接影响，最好保持 5 米以上的距离。若实际操作中流速超过每秒 1 米，建议使用加宽管道的方法进行安装，具体而言，随着流速的每增加 1 米，相应增大管道直径的 1.5 倍。此外，为维持流体通过音叉时的层流状态，密度计前方应预留不少于 600 毫米的直管区域，后方不少于 300 毫米。

注：流速计算公式如下：

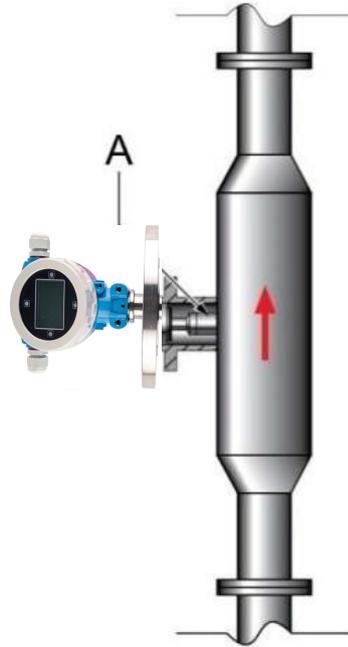
$$V = Q / (1/4 * \pi * d^2)$$

例：流量 15m<sup>3</sup>/h 的管道，直径为 80mm，此时的流速为：

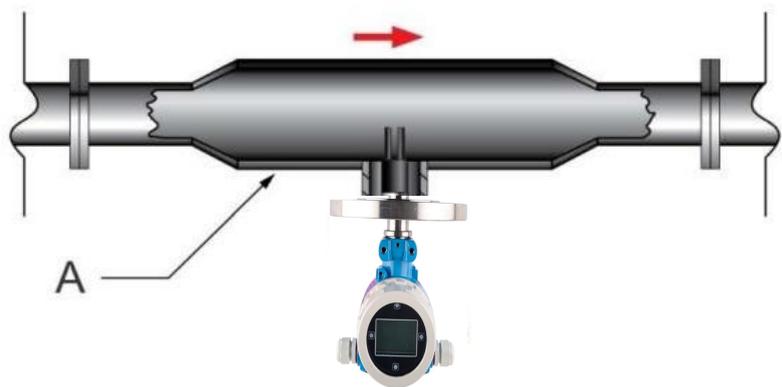
$$V = (15 / (1/4 * 3.14 * 0.08^2)) / 3600 = 0.55 \text{ 米/秒}$$

► 安装定位方法

同心异径管垂直管道  
直接插入流体中



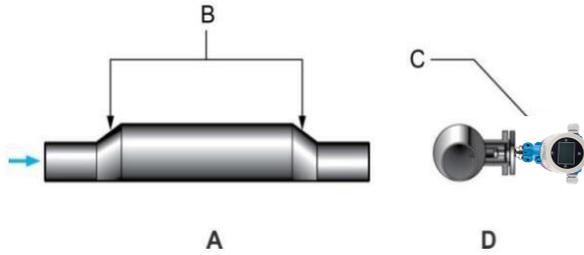
同心异径管水平管道  
水平管道顶视图



### 偏心异径管水平管道

- A. 水平管道侧视图（仪表位于对侧）
- B. 偏心扩管装置/异径管
- C. 仪表在扩管装置中插入流体中
- D. 管道和仪表内部视图

如果使用偏心异径管，管道必须保持 20 英寸（500 毫米）上游直管段（对于双向流体应用为两侧），以避免音叉尖齿上出现射流效应和综合“喷射”。



安装过程中，定位仪表时始终使尖齿之间的间隙处于垂直方向，便于固体沉降和气体上升

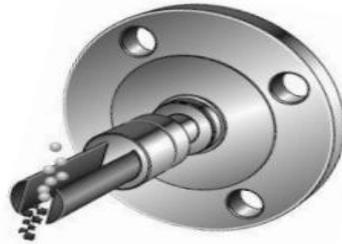
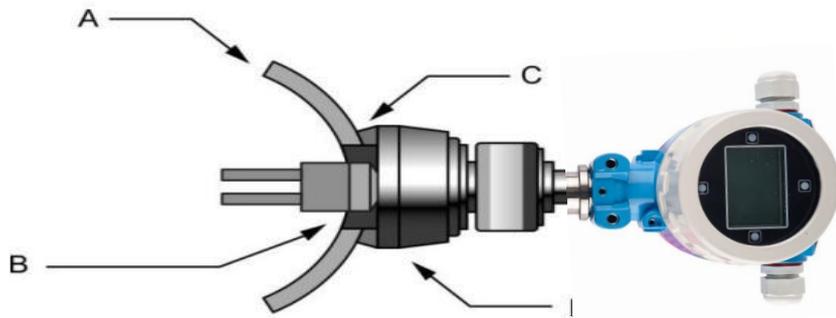


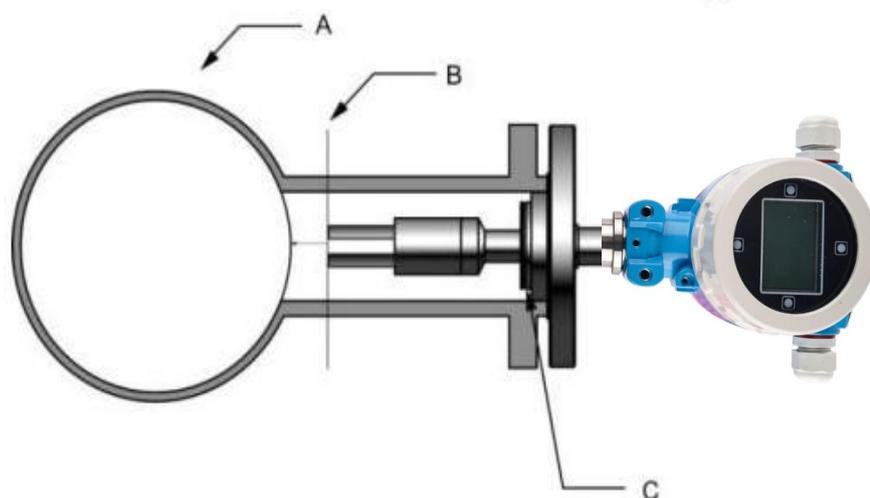
图 2-5：自由流体（焊接底座）仪表安装



- A. 水平安装为 4 英寸管道；垂直安装为 6 英寸（152 毫米）管道
- B. 管道上的 2.1 英寸（52.5 毫米）仪表开孔
- C. 焊接
- D. 自由流体焊接底座（根据管道直径购买）

## T形管道安装

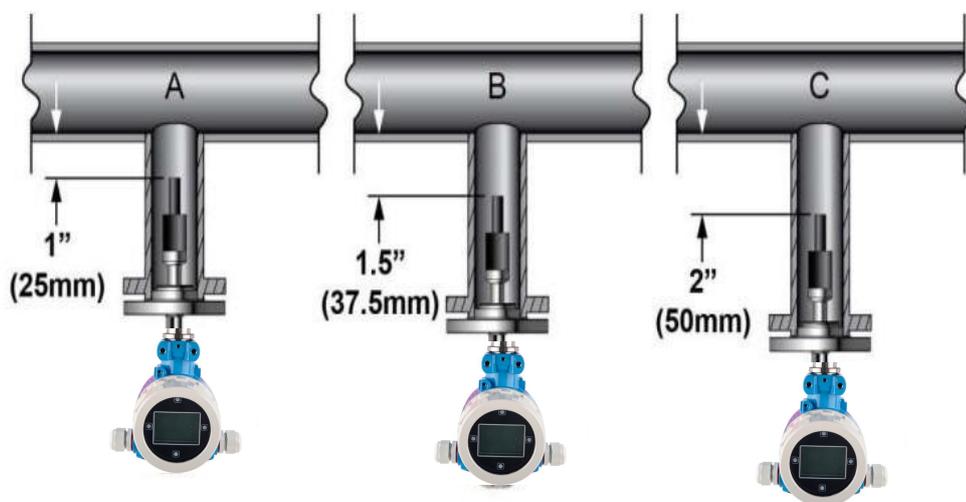
### 仪表 T 型套管 ( 法兰接头 ) 安装



- A. 4英寸或更大直径管道的水平或垂直安装
- B. 仪表音叉与主管道壁的距离由过程的最大流量决定。
- C. PFA 垫 圈和压簧 ( 自锁紧 PFA 垫圈不需要 )

**对于垂直管道和水平管道，始终在管道侧面安装仪表。对于水平管道，禁止在管道顶部安装仪表。**

### 管壁安装



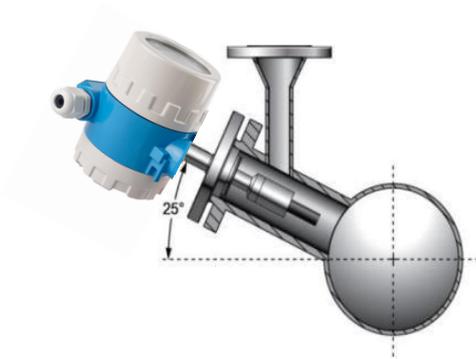
- A. 流速  $\leq 10$  英尺/秒 ( 3 米/秒 )
- B.  $10 < \text{流速} \leq 13$  英尺/秒 ( 4 米/秒 )
- C.  $13 < \text{流速} \leq 16$  英尺/秒 ( 5 米/秒 )

### 3 英寸 T 型套管安装：

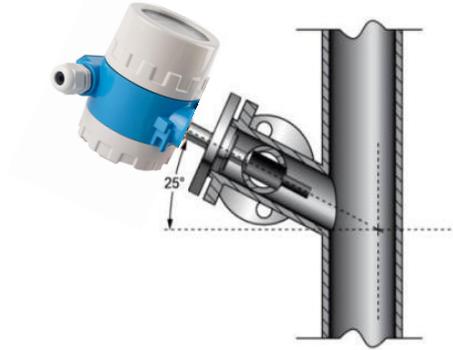
针对浆液测量应用，在 T 型套管管道中安装。T 型套管应为 3 英寸（76 毫米）（DN80），并斜向安装，确保自排放。可接受低至 1.0 米/秒的流速，首选流速为 3 米/秒。流速为 5 米/秒时应当心，因为会增加 T 型套管堵塞风险。可能需要额外清洁。

流量	0.5 至 5 米/秒（管壁处）
粘度	可达 100 cP，或者 1000 cP（如果插入距离不超过 1 英寸（25 毫米））。
温度	<ul style="list-style-type: none"> <li>— -58 °F 至 392 °F（-50 °C 至 200 °C）</li> <li>— -40 °F 至 392 °F（-40 °C 至 200 °C）（危险区域）</li> </ul>

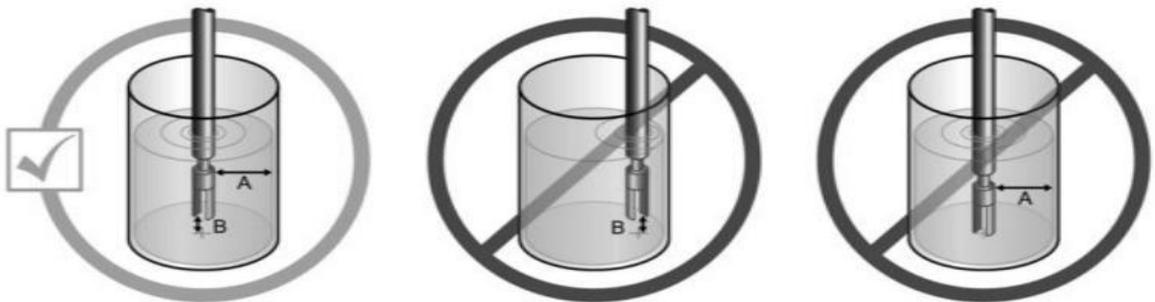
水平管道



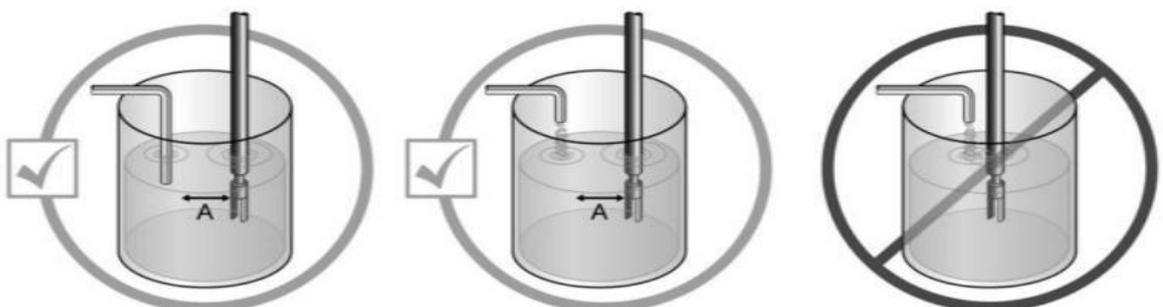
垂直管道



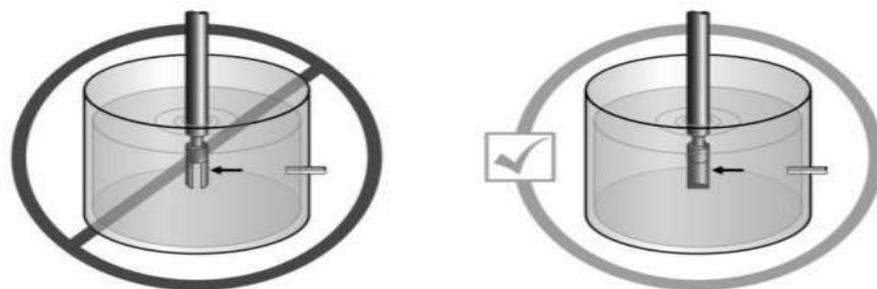
仪表放置（远离储罐壁）



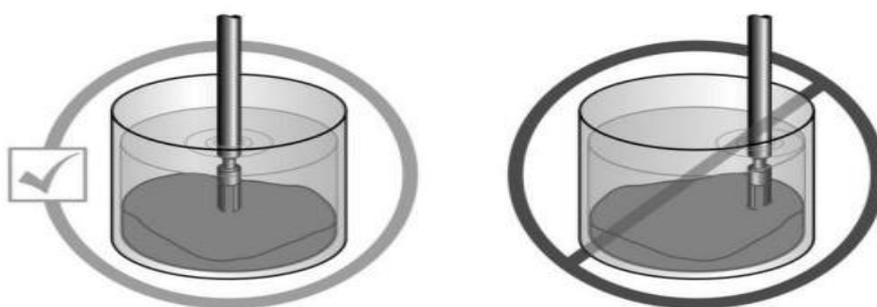
仪表放置（与物体和扰流的距离）



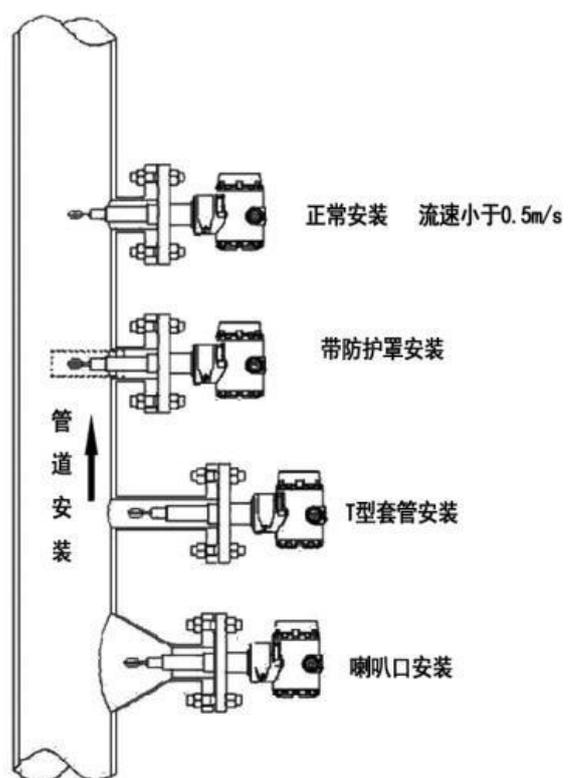
仪表放置（流体方向通过音叉空隙）

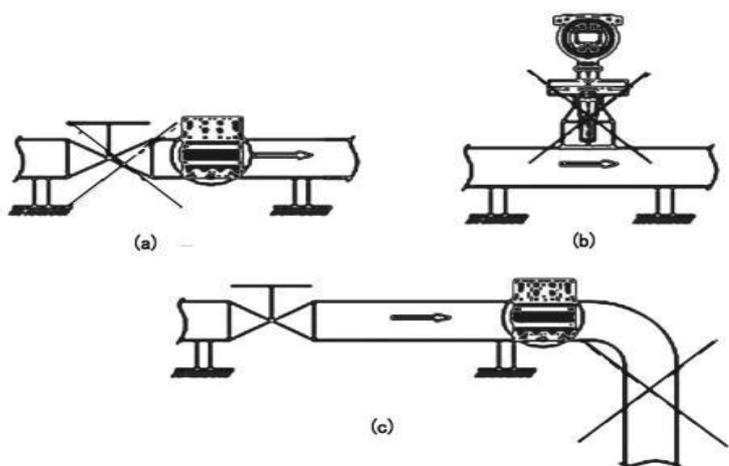


仪表放置（远离沉积物）

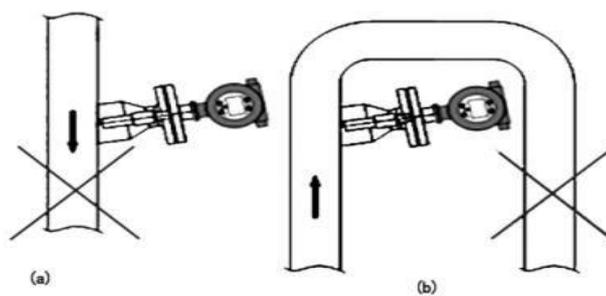


密度计管线水平安装示意图





水平管线不合理安装示意图



垂直管线不合理安装示意图

## 功能设置说明

### ▶ 菜单界面



### ▶ 参数设置



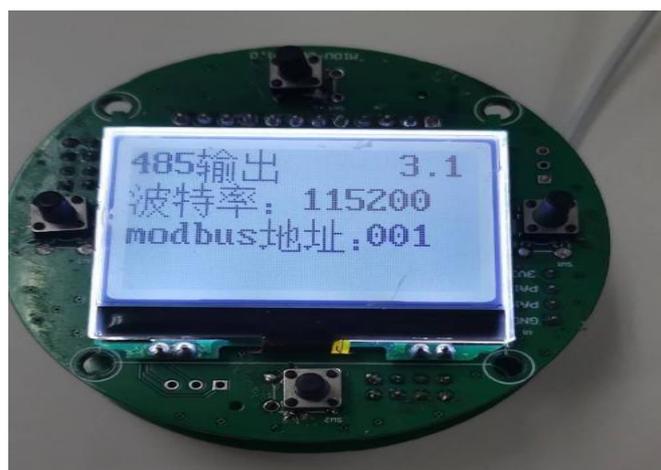
进入参数设置界面后，分别可以设置仪表状态、测量上下限和显示单位三个功能。仪表状态可以将主界面设置为两种不同显示模式，模式一时主界面显示密度、温度和频率，模式二时主界面显示密度和温度。测量上下限可以设置密度测量的上限值和下限值，同时 4-20MA 电流输出也是根据测量上下限值来输出电流。显示单位可以设置主界面中密度值的单位显示，分别为  $\text{kg}/\text{m}^3$  和  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

## ► 显示设置



进入显示设置界面后，可以设置自动返回时间。当通过按键进入到主界面以外的其他界面时，密度计会根据显示设置中超出时间，自动返回到主界面。例如，超出时间设为 60s，密度计界面显示在其他界面，且 60s 内没有进行按键操作，则密度计自动返回到主界面。

## ► 输出设置



进入输出设置界面后，可以设置 485 输出的波特率和 Modbus 地址。485 输出波特率对应上位机的串口设置中的波特率，上位机的波特率与密度计的波特率应保持一致，否则上

位机无法接收到数据。Modbus 地址表示该密度计的设备地址，上位机通过 485 输出获取该密度计的数据时，上位机 Modbus 指令中从设备 ID 号需对应该密度计的 Modbus 地址。

## RS485 通讯说明

### 功能码 03 数据帧格式

主机请求：（上位机发送）

设备地址	功能码	寄存器地址	寄存器数量	CRC 校验
1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节

从机应答：（单片机应答）

设备地址	功能码	寄存器地址	寄存器数量	CRC 校验
1 字节	1 字节	1 字节	n	2 字节

1. 从设备 ID 号为单片机输出设置的 modbus 地址，这里默认为 0x01。
2. 功能号固定为 03 功能码。
3. 寄存器地址设置为 0x0001 ~ 0x0004 分别表示：
  - 0001，返回当前密度值，
  - 0002，返回当前温度值，
  - 0003，返回当前密度上限值，
  - 0004，返回当前密度下限值。
4. 数据长度为读寄存器的长度，例如，返回密度值为 1000.12kg/m<sup>3</sup>，则数据长度设置为 6；返回温度值为 025.1℃，则数据长度设置为 4；返回密度上限值为 2500℃，则数据长度设置为 4。

注：波特率与单片机输出设置的波特率值应保持一致，否则无法接收到数据。

### CRC 校验示例代码

```
//CRC16 校验
```

```
unsigned short  usMBCRC16( unsigned char * pucFrame,  
unsigned short usLen )
```

```
{  
    unsigned char  ucCRCHi = 0xFF;  
    unsigned char  ucCRCLo =  
    0xFF; unsigned    iIndex;  
  
while( usLen-- )  
{  
    iIndex = ucCRCHi ^  
*( pucFrame++ ); ucCRCHi =  
    ( ucCRCLo ^ auchCRCHi[iIndex] );  
    ucCRCLo = auchCRCLo[iIndex];  
}  
return ( ucCRCHi << 8 | ucCRCLo );  
}
```