

T-3016 用户手册 V2.0

基于以太网的 16 路模拟量输入采集模块

1 产品简介

T-3016（基于以太网的 16 路模拟量输入采集模块）广泛应用于冶金、化工、机械、消防、建筑、电力、交通等工业行业中，可接入 16 路温度、湿度、液位、压力、流量、PH 值等传感器输出的 0~20mA、4~20mA、0~5V、-5~5V、0~10V、-10~10V 等模拟量信号，支持标准的 Modbus TCP 协议。

1.1 系统概述

T-3016 模块主要由电源电路、模拟量输入电路、以太网电路等部分组成。采用高速 ARM 处理器作为控制单元，拥有隔离的 RJ45 接口，具有 ESD、过压、过流保护功能，工业级设计，性能稳定可靠。

1.2 主要技术指标

1) 系统参数

供电电压：18~30VDC，电源反接保护

功率消耗：2.5W

工作温度：-10℃~60℃

存储温度：-40℃~85℃

相对湿度：5%~95%不结露

2) 模拟量输入参数

输入路数：16路

电流输入：0~20mA、4~20mA，输入阻抗250Ω

电压输入：0~5V、-5~5V、0~10V、-10~10V，输入阻抗1MΩ

ESD电压：7KV

信噪比：96dB SNR

ADC分辨率：16位

采样精度：0.1%

3) 通讯接口

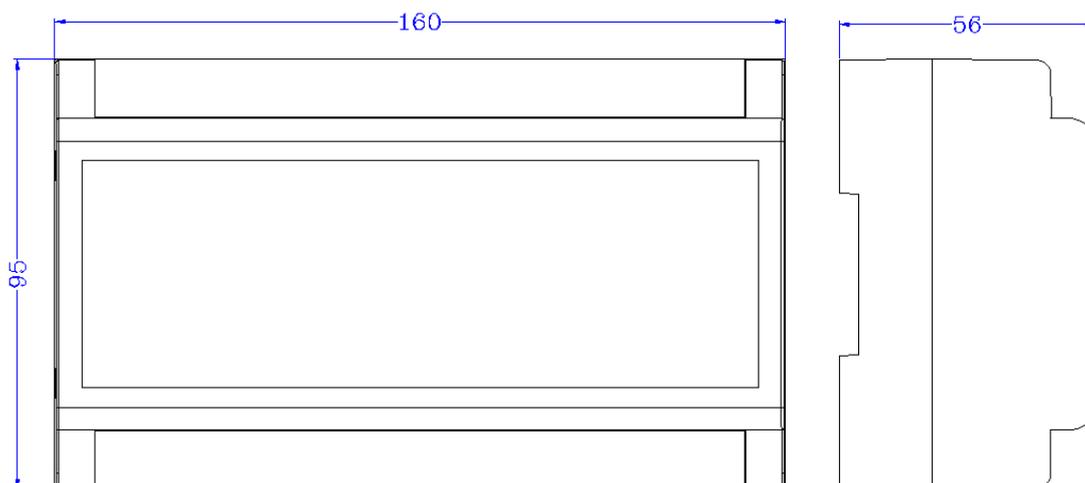
通讯接口: RJ45隔离接口, 10M/100Mbps自适应

通讯协议: Modbus TCP

1.3 外形及尺寸

尺寸大小: 160mm(长) * 95mm(宽) * 56mm(高)

安装方式: 35mm标准导轨

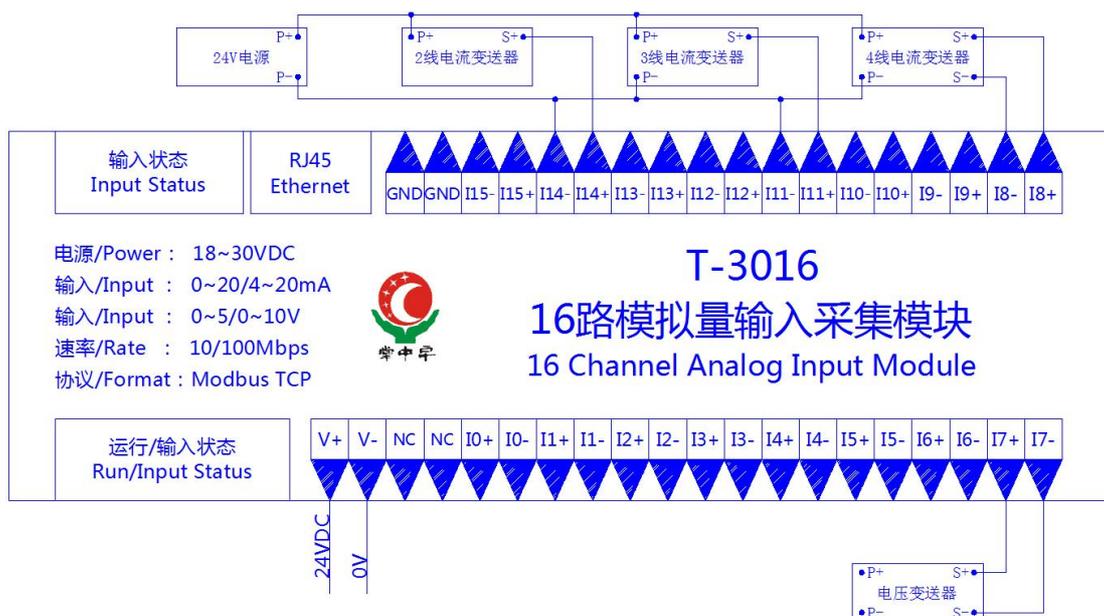


2 模块功能

2.1 模拟量输入

根据现场传感器信号确定接线方式, 错误的接线方式将造成模块损坏。

模拟量输入信号接线原理如下所示：



上电前需要根据每路输入电流或电压类型设置对应的跳线帽（出厂默认跳线帽均为短接状态，即默认输入均为电流输入）。

3 端子与指示灯

3.1 端子描述

1) 端子 T1

T1	定义	说明
1	V+	输入电源 18~30VDC，如 24VDC
2	V-	
3	NC	悬空
4	NC	
5	I0+	8 路模拟量输入
6	I0-	
7	I1+	
8	I1-	
9	I2+	
10	I2-	
11	I3+	
12	I3-	

13	I4+	
14	I4-	
15	I5+	
16	I5-	
17	I6+	
18	I6-	
19	I7+	
20	I7-	

2) 端子 T2

T2	定义	说明
1	I8+	8 路模拟量输入
2	I8-	
3	I9+	
4	I9-	
5	I10+	
6	I10-	
7	I11+	
8	I11-	
9	I12+	
10	I12-	
11	I13+	
12	I13-	
13	I14+	
14	I14-	
15	I15+	
16	I15-	
17	GND	模拟量输入公共端
18	GND	(请勿与 V-短接, 以免影响测量精度)

3.2 状态指示灯

工作状态		描述
D1	绿色常亮	模块工作正常
D2	绿色闪烁	正在收发数据
D3	红色常亮/红色闪烁	收到错误数据

4 IO 与模块参数

MODBUS 协议规定了 4 种元件，分别是：离散量输入(Di scret e Input)、线圈(Coi l)、保持寄存器(Hol di ng Regi ster)、输入寄存器(Input Regi ster)。模块中所有的 IO 和参数都映射到特定的 MODBUS 元件，通过读写这些元件就可以操作模块完成各项功能。

4.1 数字量输入

T-3016 模块有 16 路模拟量输入通道，分别映射到第 0~15 号输入寄存器、第 0~15 号保持寄存器，可通过读输入寄存器、读保持寄存器的值来获得模拟量输入值，如下所示：

输入通道	Modbus 元件			读写
	类型	PLC 地址	Modbus 地址	
I0	输入寄存器	30001	0	只读
	保持寄存器	40001	0	只读
I1	输入寄存器	30002	1	只读
	保持寄存器	40002	1	只读
I2	输入寄存器	30003	2	只读
	保持寄存器	40003	2	只读
I3	输入寄存器	30004	3	只读
	保持寄存器	40004	3	只读
I4	输入寄存器	30005	4	只读
	保持寄存器	40005	4	只读
I5	输入寄存器	30006	5	只读
	保持寄存器	40006	5	只读

I6	输入寄存器	30007	6	只读
	保持寄存器	40007	6	只读
I7	输入寄存器	30008	7	只读
	保持寄存器	40008	7	只读
I8	输入寄存器	30009	8	只读
	保持寄存器	40009	8	只读
I9	输入寄存器	30010	9	只读
	保持寄存器	40010	9	只读
I10	输入寄存器	30011	10	只读
	保持寄存器	40011	10	只读
I11	输入寄存器	30012	11	只读
	保持寄存器	40012	11	只读
I12	输入寄存器	30013	12	只读
	保持寄存器	40013	12	只读
I13	输入寄存器	30014	13	只读
	保持寄存器	40014	13	只读
I14	输入寄存器	30015	14	只读
	保持寄存器	40015	14	只读
I15	输入寄存器	30016	15	只读
	保持寄存器	40016	15	只读

4.2 通讯参数

T-3016 模块的 IP 地址、子网掩码、默认网关可通过软件进行设定，设定后下电重启时生效。相应参数映射到保持寄存器 2000~2005 中，如下所示：

参数	元件类型	PLC 地址	Modbus 地址	功能码	描述
IP 地址设定	IP 地址 B31~B24	42001	2000	03 或 16	如 IP 地址： 192.168.1.100 16 进制表示： B31~B24: C0
	IP 地址 B23~B16				

	IP 地址 B15~B08	42002	2001	03 或 16	B23~B16: A8 B15~B08: 01 B07~B00: 64
	IP 地址 B07~B00				
子网掩码设定	子网掩码 B31~B24	42003	2002	03 或 16	如子网掩码: 255. 255. 255. 0 16 进制表示: B31~B24: FF B23~B16: FF B15~B08: FF B07~B00: 00
	子网掩码 B23~B16				
	子网掩码 B15~B08	42004	2003	03 或 16	
	子网掩码 B07~B00				
默认网关设定	默认网关 B31~B24	42005	2004	03 或 16	如默认网关: 192. 168. 1. 1 16 进制表示: B31~B24: C0 B23~B16: A8 B15~B08: 01 B07~B00: 01
	默认网关 B23~B16				
	默认网关 B15~B08	42006	2005	03 或 16	
	默认网关 B07~B00				

T-3016 模块出厂默认参数如下: IP 地址: 192. 168. 1. 100

子网掩码: 255. 255. 255. 0

默认网关: 192. 168. 1. 1

5 通讯协议

T-3016 模块遵循标准的 MODBUS TCP 协议, MODBUS 通讯协议详细信息请参见 MODBUS 标准化组织网站: <http://www.modbus.org/>, 这里结合 T-3016 模块简要介绍 MODBUS TCP 协议。

5.1 MODBUS 通讯模式

MODBUS 协议使用客户机/服务器通讯模式。MODBUS 客户机向选定地址的服务器发送请求报文, 报文中包含了客户机要求服务器执行的操作以及完成该操作

所需要的任何附加信息。被选定的服务器收到请求报文后，执行报文中指定的操作，并根据执行结果发出响应报文。如果操作正确完成，则响应正常报文；如果在执行过程中发生错误，则响应出错报文。客户机根据服务器响应报文判断服务器操作结果，以执行下一步操作。

5.2 模块支持的功能码

T-3016 模块支持 03、04、06、16 号功能码，各功能码及所操作的元件如下表所示。

元件		功能码	读写	功能
I/O	保持寄存器	03	读	读多个保持寄存器
	输入寄存器	04	读	读多个输入寄存器
参数配置	保持寄存器	03	读	读多个保持寄存器
		06	写	写单个保持寄存器
		16	写	写多个保持寄存器

5.2.1 03 号功能码

03 号功能码用于读取保持寄存器，可以一次读取 1 个或多个保持寄存器。不能读取不存在的保持寄存器，否则模块将以出错报文响应。

1) 客户机请求报文

报文内容	长度	取值范围	示例
传输标志	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000
协议标志	2 字节	0x0000	0x0000
后续字节数量	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0006
单元标志	1 字节	0x00~0xFF	0x01
功能码	1 字节	0x03	0x03
起始地址	2 字节	0x0000~0x001F	0x0000
输入数量	2 字节	0x0001~0x0020	0x0002

注 1：请求报文为读从 0 开始的 2 个保持寄存器（即读保持寄存器 0 和 1，映射为模块的模拟量输入 AI0 和 AI1）。

2) 服务器响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
传输标志	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000
协议标志	2 字节	0x0000	0x0000
后续字节数量	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0007
单元标志	1 字节	0x00~0xFF	0x01
功能码	1 字节	0x03	0x03
字节数量	1 字节	0x01~0x40	0x04
输入状态	N 字节	0x0000~0xFFFF	0x2666
		0x0000~0xFFFF	0x3333

注1: N=响应中数据的字节数量。

注 2: 响应报文示例, AI0 输入数据为 0x2666, 换成十进制为 9830, 如果输入是电流, 则对应输入电流 12mA (如果输入是电压, 则对应输入电压 3V)。

输入信号			输入数据	
跳线帽	类型	范围	类型	范围
JPx 短接	电流	0~20mA	16 位有符号整型数	0~16384
	电流	4~20mA	16 位有符号整型数	3276~16384
JPx 断开	电压	0~5V	16 位有符号整型数	0~16384
	电压	-5~5V	16 位有符号整型数	-16384~16384
	电压	0~10V	16 位有符号整型数	0~32767
	电压	-10~10V	16 位有符号整型数	-32768~32767

JPx: 数值为 JP0~JPf, 分别对应 I0~I15 通道, 上电前需要根据每路输入电流或电压类型设置对应的跳线帽 (出厂默认跳线帽均为短接状态, 即默认输入均为电流输入)。

5.2.2 04 号功能码

04 号功能码用于读取输入寄存器, 可以一次读取 1 个或多个输入寄存器。不能读取不存在的输入寄存器, 否则模块将以出错报文响应。

1) 客户机请求报文

报文内容	长度	取值范围	示例
传输标志	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000

协议标志	2 字节	0x0000	0x0000
后续字节数量	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0006
单元标志	1 字节	0x00~0xFF	0x01
功能码	1 字节	0x04	0x04
起始地址	2 字节	0x0000~0x000F	0x0000
输入数量	2 字节	0x0001~0x0010	0x0002

注 1：请求报文为读从 0 开始的 2 个输入寄存器（即读输入寄存器 0 和 1，映射为模块的模拟量输入 AI0 和 AI1）。

2) 服务器响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
传输标志	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000
协议标志	2 字节	0x0000	0x0000
后续字节数量	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0007
单元标志	1 字节	0x00~0xFF	0x01
功能码	1 字节	0x04	0x04
字节数量	1 字节	0x01~0x20	0x04
输入状态	N 字节	0x0000~0xFFFF 0x0000~0xFFFF	0x2666 0x3333

注1：N=响应中数据的字节数量。

注 2：响应报文示例，AI0 输入数据为 0x2666，换成十进制为 9830，如果输入是电流，则对应输入电流 12mA（如果输入是电压，则对应输入电压 3V）。

输入信号			输入数据	
跳线帽	类型	范围	类型	范围
JPx 短接	电流	0~20mA	16 位有符号整型数	0~16384
	电流	4~20mA	16 位有符号整型数	3276~16384
JPx 断开	电压	0~5V	16 位有符号整型数	0~16384
	电压	-5~5V	16 位有符号整型数	-16384~16384
	电压	0~10V	16 位有符号整型数	0~32767
	电压	-10~10V	16 位有符号整型数	-32768~32767

JPx：数值为 JP0~JPf，分别对应 I0~I15 通道，上电前需要根据每路输入电流

或电压类型设置对应的跳线帽（出厂默认跳线帽均为短接状态，即默认输入均为电流输入）。

5.2.3 06 号功能码

06 号功能码用于写单个保持寄存器，请求报文中指定的保持寄存器必须存在并可写，否则模块将以出错报文响应。

1) 客户机请求报文

报文内容	长度	取值范围	示例
传输标志	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000
协议标志	2 字节	0x0000	0x0000
后续字节数量	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0006
单元标志	1 字节	0x00~0xFF	0x01
功能码	1 字节	0x06	0x06
起始地址	2 字节	0x07D0~0x07D5	0x07D1
寄存器值	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0164

注 1：请求报文为写 2001 号保持寄存器，写入值为 0x0164。

2) 服务器响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
传输标志	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000
协议标志	2 字节	0x0000	0x0000
后续字节数量	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0006
单元标志	1 字节	0x00~0xFF	0x01
功能码	1 字节	0x06	0x06
起始地址	2 字节	0x07D0~0x07D5	0x07D1
寄存器值	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0164

5.2.4 16 号功能码

16 号功能码用于写多个连续的保持寄存器，请求报文中指定的寄存器必须存在并可写，否则模块将以出错报文响应。

1) 客户机请求报文

报文内容	长度	取值范围	示例
传输标志	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000
协议标志	2 字节	0x0000	0x0000
后续字节数量	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0013
单元标志	1 字节	0x00~0xFF	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x07D0	0x07D0
寄存器数量	2 字节	0x0006	0x0006
字节数	1 字节	0x0C	0x0C
寄存器值	N 字节	0x0000~0xFFFF	0xC0A8 0x0164 0xFFFF 0xFF00 0xC0A8 0x0101

注 1: 请求报文为 IP 参数设定示例 (写从 2000 开始的 6 个保持寄存器):

2000~2001 保持寄存器值为 0xC0A80164, 表示 IP 地址设定为: 192.168.1.100;

2002~2003 保持寄存器值为 0xFFFFF00, 表示子网掩码设定为: 255.255.255.0;

2004~2005 保持寄存器值为 0xC0A80101, 表示 IP 地址设定为: 192.168.1.1。

注 2: 请求报文发送成功后, 模块需下电重启, 重启后按修改后的参数自动运行。

2) 服务器响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
传输标志	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000
协议标志	2 字节	0x0000	0x0000
后续字节数量	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0006
单元标志	1 字节	0x00~0xFF	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x07D0	0x07D0
寄存器数量	2 字节	0x0006	0x0006

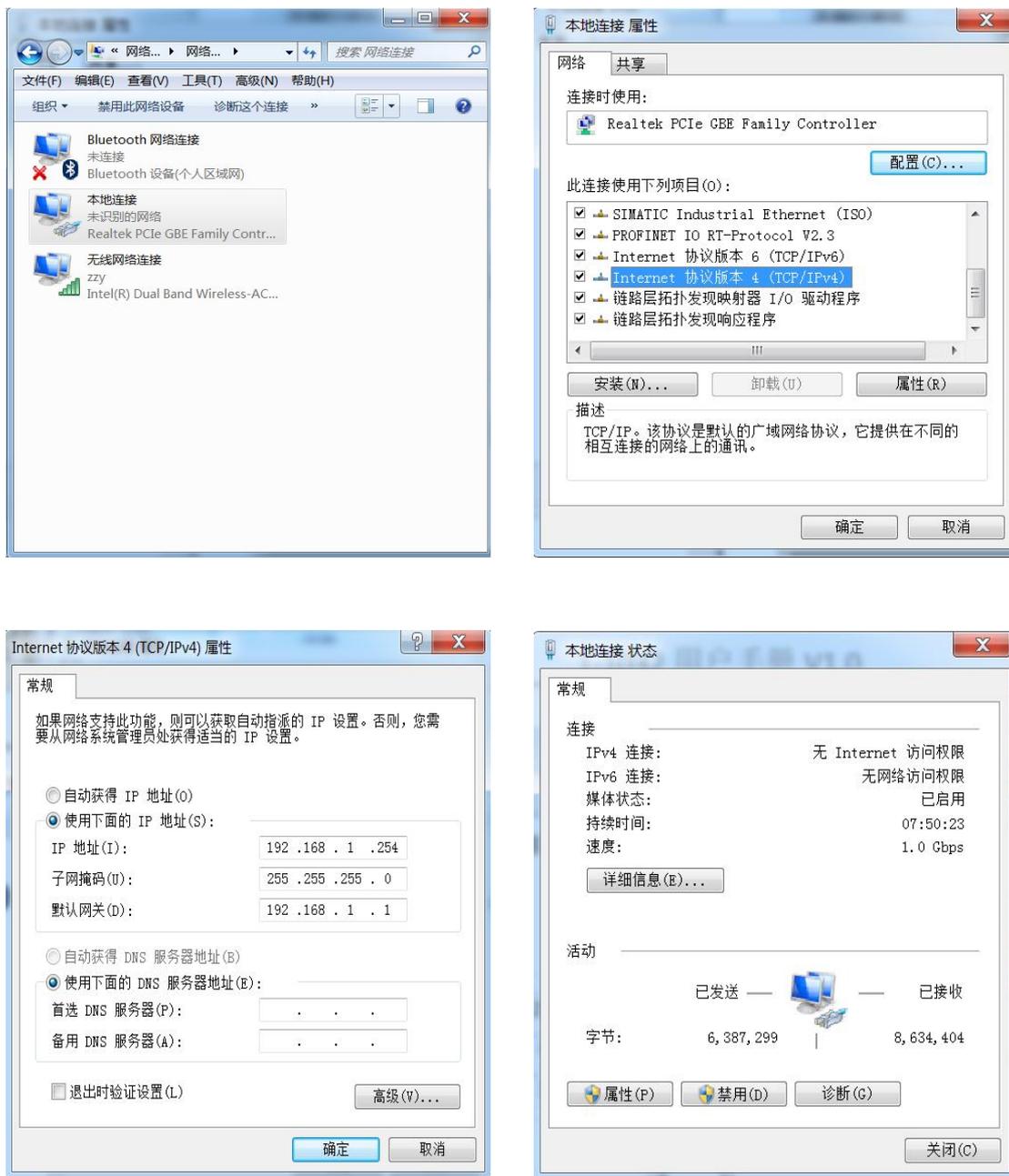
6 网络连接

以与电脑进行网络连接为例, 操作步骤如下所示:

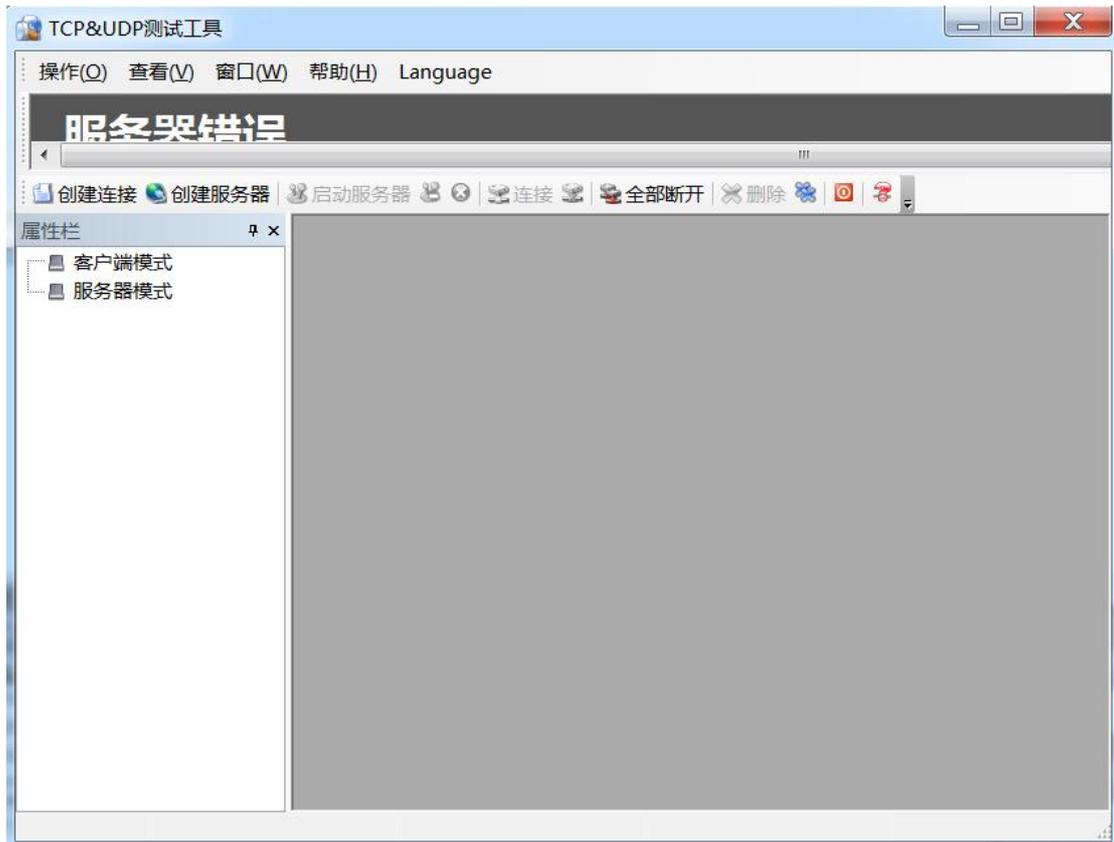
第一步：用网线将模块连接到电脑网口或者交换机，模块上电。

第二步：在电脑“本地连接”的Internet协议4（TCP/IPV4）中，设置电脑的IP地址、子网掩码、默认网关，以保证模块和电脑处于同一IP网段，以Windows 7系统为例，电脑端设置如下：

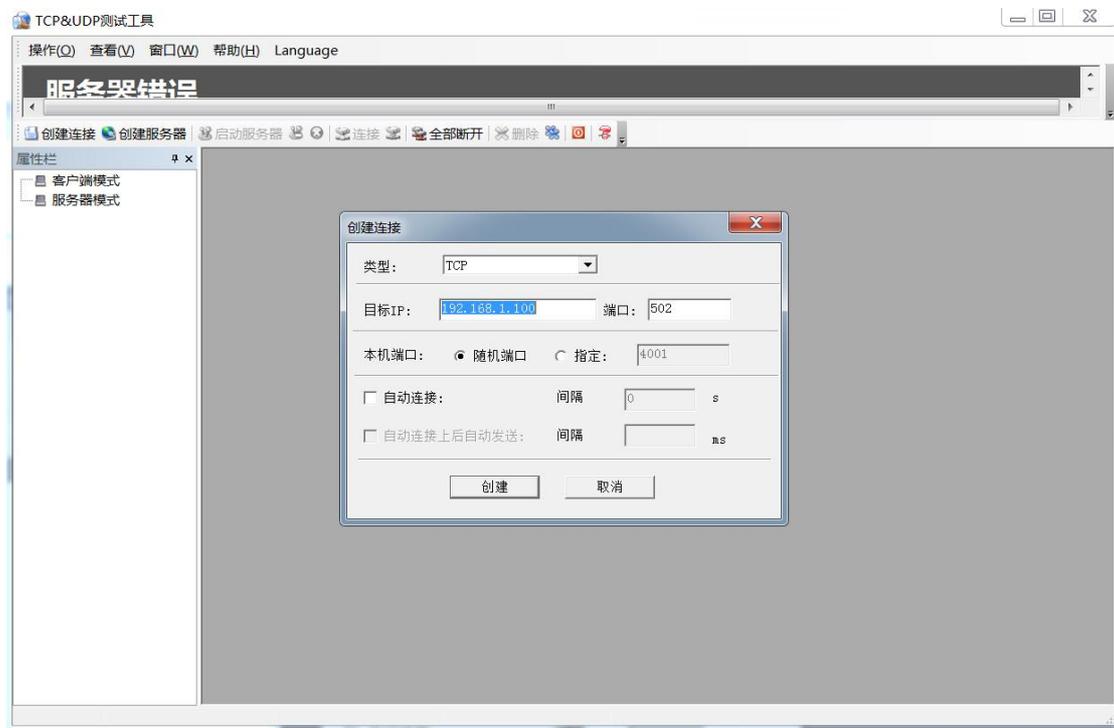
鼠标右击本地连接，选择属性，选择Internet协议版本 4（TCP/IPV4）并双击，在常规中设置IP地址、子网掩码、默认网关，点击确定：



第三步：打开TCP&UDP测试工具，进行测试

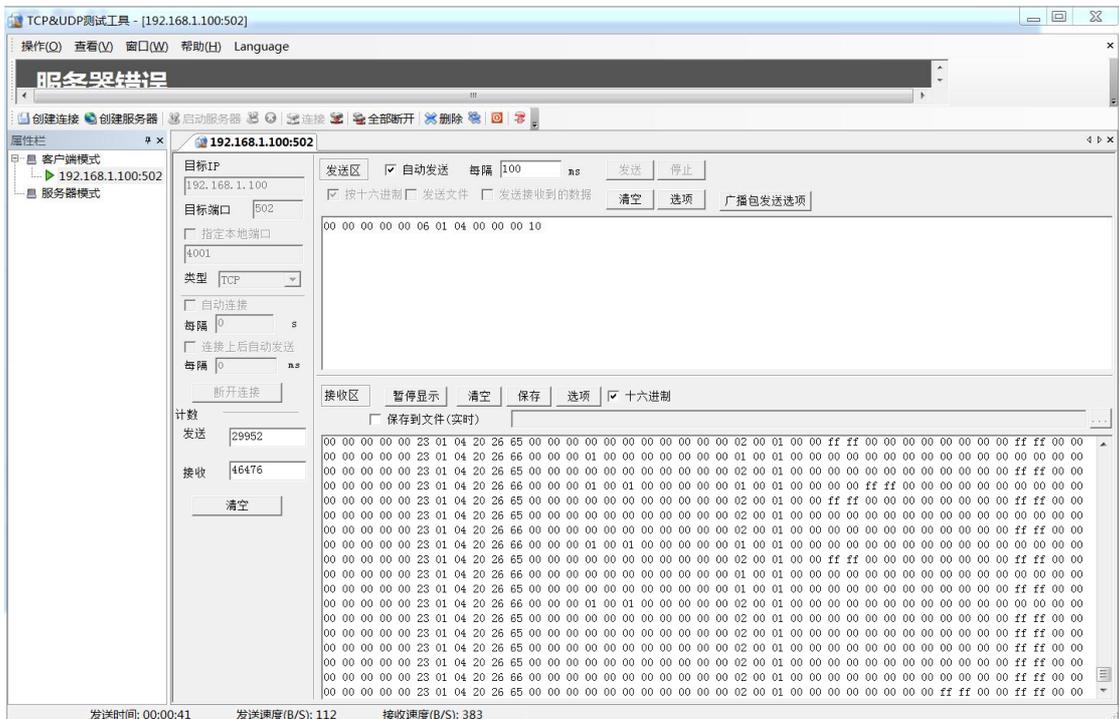


点击创建连接，选择TCP，输入目标IP：192.168.1.100，端口：502，点击创建，创建连接如下：





点击连接，发送区勾选按十六进制，在发送窗口输入字节：00 00 00 00 00 06 01 04 00 00 00 10，接收区勾选十六进制，勾选自动发送，接收区返回如下报文时表示连接成功：



注：响应报文示例中AI 0为0x2666，换成有符号数为9830，如果输入是电流，则对应12mA（如果输入是电压，则对应3V）。AI 1~AI 15接近为0，对应0mA或0V。