一. 概述

YW2020 智能电力监测仪(以下简称：YW2020)是一种具有可编程功能、自动化测量、LCD 显示、电能累加、数字通讯等功能为一体的智能三相综合电力参数监测仪表。它将三相交流电量按线性关系转换为规格化的数字量。它集数字化、智能化、网络化于一身，使测量过程及数据分析处理实现自动化，减少人为失误，能够全面替代电量变送器、电度表、数显仪表、数据采集器等仪器，是组成电气自动化系统的理想产品。其结构紧凑、电路先进、测量功能强大，是对传统仪表的革命性设计。

YW2020 可广泛应用于电力、邮电、石油、煤炭、冶金、铁道、市政、智能大厦等行业、部门的电气装置、自动控制以及调度系统。

二. 功能

- 测量功能多

YW2020 功能强大，它集合了电量变送器、数字式电度表、数显表、数据采集器、记录分析仪、RTU 等仪器的部分或全部功能。测量功能包括：一条三相四线制回路或其它任何线制的全部相电压/线电压(V)、电流(I)、功率(P、Q、S)、电能(Wh、Qh)、功率因数(PF)，频率(F)及零序电流(I_0)的功能。

- 中、英文显示

YW2020 采用 LCD 大屏幕液晶显示，中、英文两套界面可转换，非常适合中国国情。显示器采用人的眼睛感觉比较自然、舒适的黄绿色背光。同时可显示多达 4 个参数，并能通过手动或自动设定，按顺序读出超过 30 个参数。

- 标准规约、轻松组网

YW2020 为了满足未来测量仪表的环境，备有 RS-485 串行口(或 RS-232)，允许连接开放式结构的局域网络。应用 Modbus 通讯规约，在 PC 或数据采集系统上运行的软件，能提供一个对于工厂、电厂、工业和建筑物的服务的简单、实用的电量管理方案。

- 自动稳零

具有自动校准零点，克服零点随时间和温度的漂移。实现所有参数的零点免调，提高了仪表的整体测量精度，提高了系统的整体稳定性，简化了校准流程。

- 极宽的动态输入范围

YW2020 采用量程自动切换技术，提供 5～120V/600V 的电压输入量程，0～1A/5A 电流输入量程，能自动适用于各种测量系统，无需任何硬件和软件的调整。

- 可编程状态设定

YW2020 允许用户对其工作状态“测量系统选择”、“CT、PT 变比”、“显示内容”、、“通讯”、“时钟”、“电能累加复位”等进行更改设定。

- 记忆

YW2020 在电源掉电时，能够记忆所有的设定值、电能累加数值、PT 变比、CT 变比、波特率、本机地址、测量参数。

- 多种接线方式

适用于多种接线方式：三相四线、三相四线平衡负载、三相三线、三相三线平衡负载、一相二线和一相三线。

- 数字化整定

所有参数均采用数字化校准，摒弃了常规采用电位器的模拟调整方法，简化了硬件电路，提高了整机的可靠性和稳定性，每个测量参数都可以调整，且不会对其它参数造成影响。

- 故障自动诊断

具有故障自动诊断功能，并将结果显示在屏幕上或通过串行口输出。

- 抗电磁干扰能力强

上海雍维自控成套设备有限公司 www.yongwei-sh.cn

中国自动化仪器仪表网 版权所有©

完善的电磁兼容性设计，具有极强的抗电磁干扰能力，适合在强电磁干扰的复杂环境中使用。

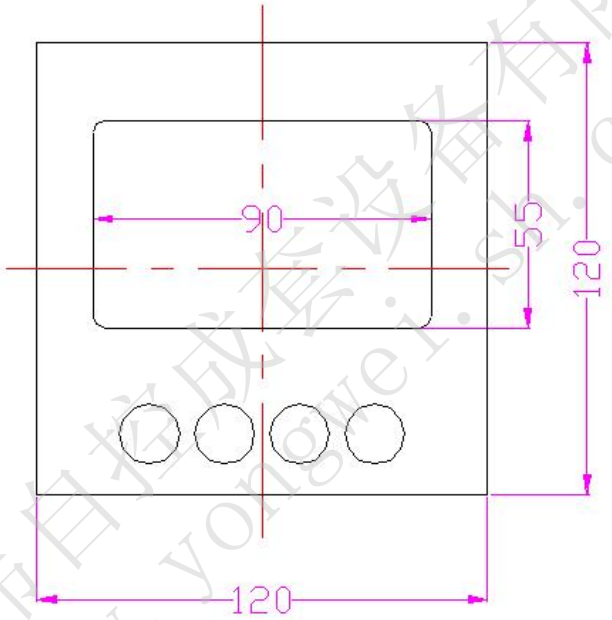
- 安装方便

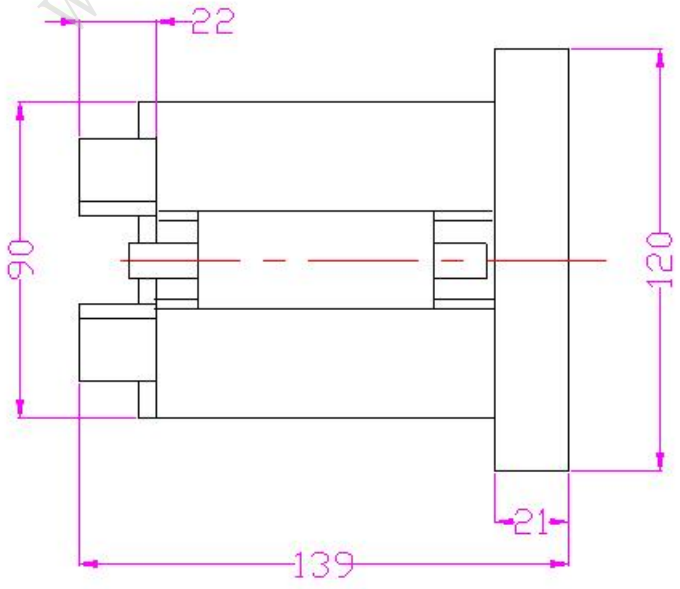
YW2020 强大的功能使系统现场安装、布线的复杂程度和材料的综合成本降低了。外形采用与世界范围内被广泛使用的 DIN 标准(它符合 DIN92×92 ㎜开孔)，具有良好的互换性。

三. 特点

- 中、英文两种文字显示。
- 应用自动稳零技术，抑制零点漂移。
- 数字化整定，借助上位软件，实现计算机辅助调试。
- 抗电磁干扰能力强，即使在非常严酷的场合也能正常运行。
- 所有运行参数及电能累加值可掉电保存 100 年不变。

四. 外形尺寸





上海涌纬自控成套设备有限公司
www.yongwei.sh.cn

五. 主要技术指标

1 准确度、显示位数及模式

参数	位数	显示最大数值及单位		各相显示符号				准确度
				1 相	2 相	3 相	合相	
相 电 压	5	99999	V/kV	V1	V2	V3	Ve0	0.2%RD(0～350V)
								0.5%RD(0～150V)
线 电 压	5	99999	V/kV	V12	V23	V31	Ve	1.0%RG(0～600V)
								1.0%RG(0～260V)
电 流	5	99999	A/kA	I1	I2	I3	Ie	0.2%RD(0～5A)
								0.5%RD(0～1A)
有功功率	5	99999	W/kW/MW/GW	P1	P2	P3	P	0.5%RD
无功功率	5	99999	var/kvar/Mvar/Gvar	Q1	Q2	Q3	Q	0.5%RD
视在功率	5	99999	VA/kVA/MVA/GVA	S1	S2	S3	S	0.5%RD
功率因数	5	1.0000		PF1	PF2	PF3	PF	0.5%RG
有功电能	8	99999999	Wh/kWh/MWh				Wh	1.0%RD
无功电能	8	99999999	varh/kvarh/Mvarh				Qh	1.0%RD
频 率	5	70.000	Hz	Hz				0.1%RG

注：

- ✧ V1/V2/V3/Ve0：相电压　　V12/V23/V31/Ve：线电压
- ✧ PF1/PF2/PF3：单相功率因数　　PF：总功率因素
- ✧ I0：零序电流(仅三相四线系统)
- ✧ 电能准确度范围　　功率因数　COSΦ　0.5～1.0(有功电能)
  SINΦ　0.5～1.0(无功电能)
  电压　＞50V
  电流　＞0.5A
- ✧ RD　读值，相对误差　　RG　范围，满度误差(对每一段自动量程范围)

2 输入

2.1 量程

电压：　5～120V/600V(最大 600V)　自动量程切换
电流：　0～1A/5A(最大 6A)　自动量程切换

2.2 吸收功耗

电压：　＜0.6VA(600V)/0.15VA(150V)
电流：　＜0.1VA(5A)

2.3 过载能力

电压：　750V 连续/1000V 10 秒/1200V 3 秒
电流：　2 倍额定连续/10 倍额定 30 秒 /25 倍额定 2 秒 /50 倍额定 1 秒

2.4 测量系统接线方式

三相四线/三相三线/一相二线或一相三线/三相三线平衡/三相四线平衡，可通过键盘及串行口用软件设定选择。

3 可编程设定

编程模式：　(口令)
测量系统选择：　三相四线/三相三线/一相二线/一相三线/三相三线平衡/三相四线平衡
CT，PT 变比：　1～65535
显示内容：　画面选择
通讯：　波特率：1200/2400/4800/9600/19200
校验位：无校验位
地　址：0～247
电能累加复位：　(口令)

4 通讯

串行口：　RS485(标准) / RS232(可选)
通讯规约：　MODBUS

上海涌纬自动成套设备有限公司 www.yongwei.sh.cn

5 绝缘强度

对象： 在输入 / 输出 / 电源之间
引用标准： IEC688－1992
试验方法： AC2kV 1 分钟 漏电流 2mA

6 电磁兼容

6.1 1.2/50-8/20us 浪涌

电源：4kV(1.2×50μs)
I/O 线：2kV

6.2 快速瞬变脉冲串

电源：4kV,2.5kHz
I/O 线：2kV, 5kHz

6.3 静电放电

接触放电：6kV
气隙放电：8kV

6.4 射频电磁场

10V/m 中等强度的电磁辐射(如距离不少于 1 米的手提对讲机)

7 稳定性

温度范围：－10～＋50℃
温度影响：100ppm/℃
长期稳定性：＜0.2%/年

8 工作条件

温度：－10～＋50℃
湿度：20～95% 无凝露

9 储藏条件

温度：－25～＋75℃
湿度：20～95% 无凝露

10 工作电源

电源电压： AC 85～265V 40～70Hz，DC 85～330V(标准)
AC 30～60V 40～70Hz，DC 18～90V(可选)
整机功耗：＜4W(节能方式：＜3W)

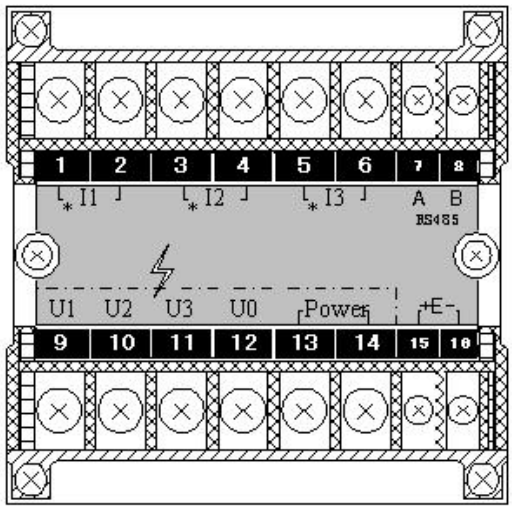
11 重量

净重：700g
毛重：750g

12 外形尺寸

外形尺寸：120mm(长)×120mm(宽)×130mm(深)
安装开孔尺寸：92mm×92mm

13 端子定义



上海沸纬自控成套设备有限公司 www.yongwei.sh.cn

中国自动化仪器仪表网 版权所有©

工作原理

1　工作原理：

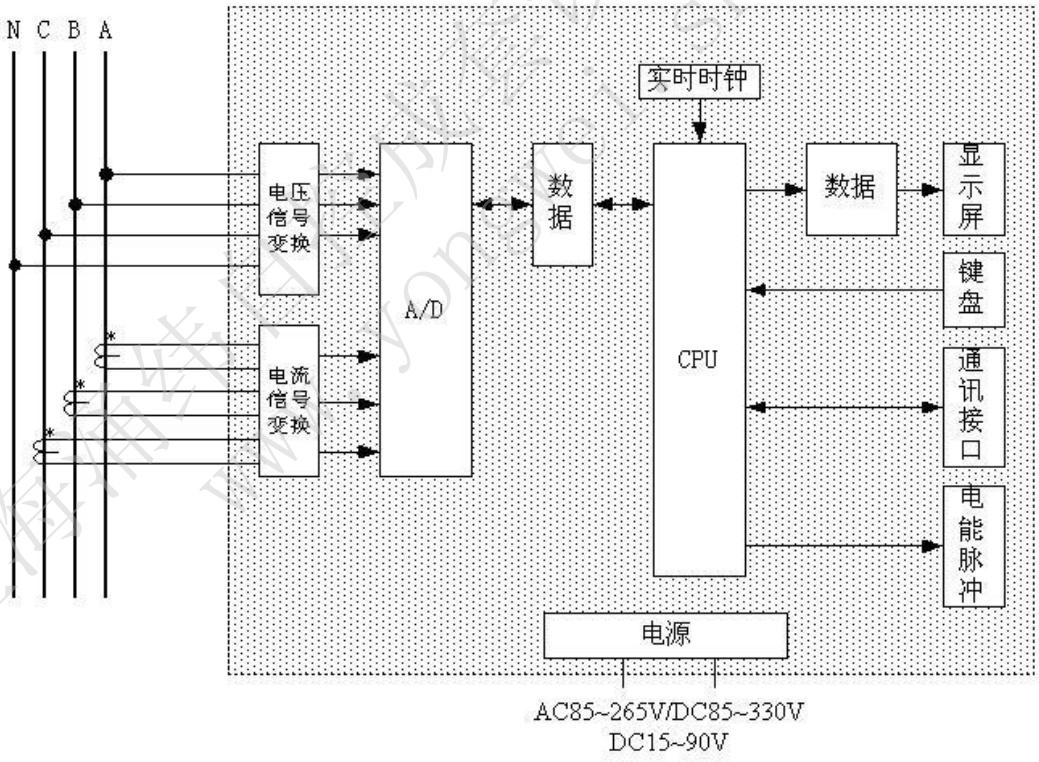
YW2020 由测量、显示、控制、接口和电源等部分组成。

测量部分由精密小型互感器(输入：0～600V、0～5A)及前置信号处理电路构成，从中获取电压、电流、频率、相位等多种实时数据；显示部分采用高品质的液晶(LCD)显示模块，每屏可以显示 8×4 个汉字(16×16)或 128×64 个像素的图形；控制部分以 PIC18 系列单片机为核心，配以多路 A/D，实时时钟，以及容错电路等外围芯片；接口部分采用半双工的 RS485 接口，用于向上位机实时传递测量数据、可编程参数、最大(小)值及其时间标签。电源部分采用高频开关电源，使得仪器更加节能，更能适应各种不同的电源电压环境。

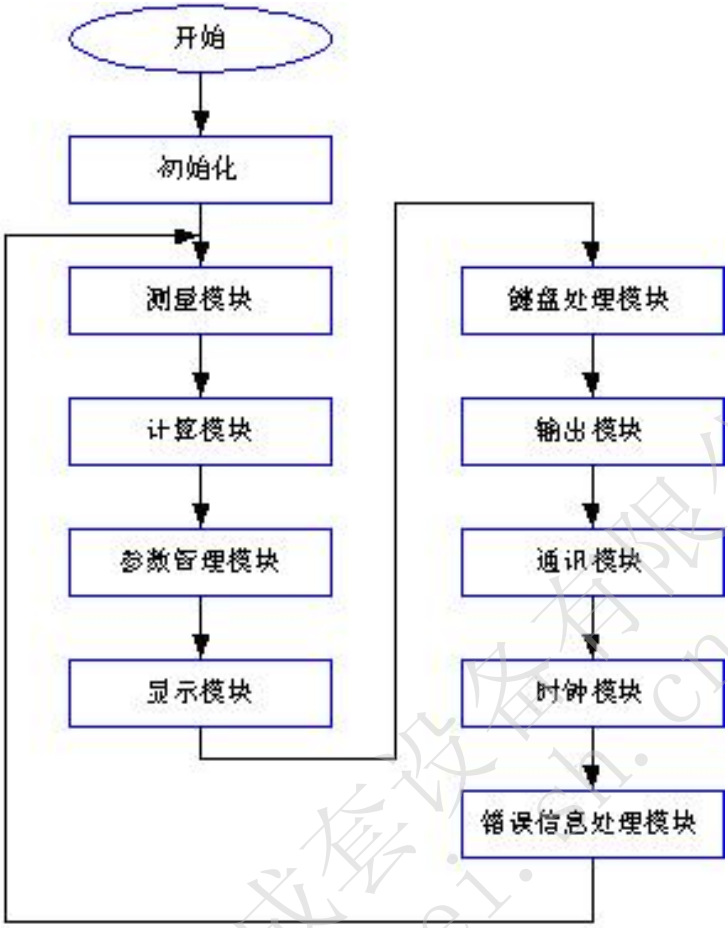
软件主要实现测量数据计算、内部参数计算、电能累加、最大(小)值及其产生时间的记录、各部分的管理、异常情况的判断处理、人机界面等功能。由于软件量较大、功能复杂，因此程序采用了先进的编程理念：功能模块化，结构格式化，任务简单化，时间多元化。具有多种优点：程序维护简单，流程清晰明了，事件并行处理，响应快速有效。

为了提高系统的可靠性、稳定性，内部装有高稳定度基准源，温度监测及采用软硬件冗余等容错技术；为了提高整机的抗干扰能力，采取了多项电磁兼容保护措施，确保在恶劣的工作环境下也能安全工作。

2　硬件框图：



3　软件框图：



4　测量参数表示方法及计算公式：

4.1　电压

相电压	V1　V2　V3	$Vn=[(\Sigma Ui^2)/n]^{1/2}$
线电压	V12 V23 V31	$Vn=[(\Sigma (Ui+Ui')^2)/n]^{1/2}$
平均相电压	Ve0	Ve0= (V1+V2+V3)/3
平均线电压	Ve	Ve= (V12+V23+V31)/3

4.2　电流

相电流	I1　I2　I3	$In=[(\Sigma Ii^2)/n]^{1/2}$
平均相电流	Ie	Ie= (I1+I2+I3)/3

4.3　零序电流

零序电流	I0	$I0=[(\Sigma (I1i+I2i+I3i)^2)/n]^{1/2}$

4.4　有功功率

单相有功	P1　P2　P3	$Pn=\Sigma (Ui\times Ii)$
总有功功率	P	P= P1+P2+P3

4.5　无功功率

单相无功	Q1　Q2　Q3	$Qn=\Sigma (Ui\times Ii-\pi/4)$
总无功功率	Q	Q=Q1+Q2+Q3

4.6　视在功率

单相视在	S1　S2　S3	$Sn=(Pn^2+Qn^2)^{1/2}$
总有功功率	S	$S=(P^2+Q^2)^{1/2}$

4.7　功率因数

相功率因数	PF1　PF2　PF3	PFn = Pn/Sn	PF 的符号
总功率因数	PF	PF= P/S	=P×Q 的符号

上海通与自控成套设备有限公司 www.yongwei.cn

4.8 电能

有功电能	+Wh -Wh	Wh=∑(P×t)	t≤1mS
无功电能	+Qh -Qh	Qh=∑(Q×t)	

4.9 频率

频率	F	F=1/T	分辨率为 0.25μs

六. 操作指南

1. 盘面布局

秒脉冲：1Hz 的 LED 指示
电能脉冲：有功电能/无功电能可选择，5000 个脉冲/kWh(不乘变比)

2. 键盘定义

Bs	退出本菜单层面、返回选择菜单的上一级菜单层面，并记录保存所选定的内容
UP	在本菜单层，向上移至选择菜单相邻的另一个项目或键入数值时作为递增的功能
Dn	移至选择菜单的下层或键入数值时作为递减的功能
St	移至选择菜单的下一级菜单层面或键入数值时作为移动光标位置的功能

3. 显示符号定义

名称		符号	单位
电 压	线电压	V12 V23 V31	V kV MV
	相电压	V1 V2 V3	
	平均线电压	Ve	
	平均相电压	Ve0	
电 流	三相电流	I1 I2 I3	A kA
	平均电流	Ie	
有功功率	总有功功率	P	W kW MW
	三个单相有功功率	P1 P2 P3	
无功功率	总无功功率	Q	Var kvar Mvar
	三个单相无功功率	Q1 Q2 Q3	
视在功率	总视在功率	S	VA kVA MVA
	三个单相视在功率	S1 S2 S3	
有功电能	正向有功电能	＋Wh	kWh MWh GWH
	负向有功电能	－Wh	
无功电能	正向无功电能	+Qh	kvarh Mvarh Gvarh
	负向无功电能	－Qh	
功率因数	平均功率因数	PF	注：PF＝P/S
	三个单相功率因数	PF1 PF2 PF3	注：PFX＝PX /SX
频率	频率	F	Hz
零序电流		I0	A kA

上海继维自动化成套设备有限公司 www.yongwei.sh.cn

4. 菜单

主菜单	二级子菜单
实时数据显示	相电压(V1，V2，V3，Ve0)
	相电流(I1，I2，I3，Ie)
	线电压(V12，V23，V31，Ve)
	有功功率(P1，P2，P3，P)
	无功功率(Q1，Q2，Q3，Q)
	视在功率(S1，S2，S3，S)
	功率因素(PF1，PF2，PF3，PF)
	有功、无功电能(+Wh,-Wh,+Qh,-Qh)
	A 相参数(V1，I1，P1)
	B 相参数(V2，I2，P2)
	C 相参数(V3，I3，P3)
	平均值(Ve，Ie，P)
	有功、无功、视在(P，Q，S)
	频率、零序电流(F，I0)

主菜单		二级子菜单	三级子菜单
系统参数设定	密码管理	密码	
		密码修改	再次输入密码
	系统设定	三相四线	—
		一相二线	—
		三相三线	—
		三相三线平衡负载	—
		一相三线	—
		三相四线平衡负载	—
	PT、CT 变比设定	PT	数值(0～65535)
		CT	数值(0～65535)
	通讯参数设定	通讯地址	1~247
		波特率	1200 bps
			2400 bps
			4800 bps
			9600 bps
			19200
		校验位	无
	电能累加复位	密码 ******	电能是否复位 是 否
	语言（LANGUAGE）	中文	
		英文	

5. 操作菜单结构

说明：(在阅读本节内容之前，请先仔细读懂“说明”所述)

1、为了简化，本文在某些举例中，省去了“编程模式”一环。如果读者按照本文中的“举例”操作，不能更改、设定参数，请先进入“编程模式”，通过密码验证后，再按例操作即可。

2、为了叙述方便，本文假设 YW2020 的当前状态。

a. 显示画面：相电压(工作模式)

b. 测量系统：三相四线

c. 变比：PT=1；CT=1

d. 通讯参数：地址码=001；波特率=1200bps；校验码=奇校验

e. 语言为中文

上海通纬自控成套设备有限公司 www.yongwei-sh.cn

3、为了方便阅读，下表对一些使用到的图形予以解释

图形	含义
	任何时候按“Bs/←”，都将直接返回属于上一级菜单的相应画面。
	按“Up/↑”一次，将由箭头尾部连接的画面切换到箭头所指的同一层面的相邻的上一个画面，或者将光标所指的数值增加 1。
	按“Dn/↓”一次，将由箭头尾部连接的画面切换到箭头所指的同一层面的相邻的下一个画面，或者将光标所指的数值减小 1。
	1、 在菜单模式中，按“St/→”一次，进入下一级菜单的当前项。 2、 在光标模式中，按“St/→”一次，光标向右移一格；如果光标在最后一个有效格，则光标移至最前一个有效格，并保存当前输入的数据

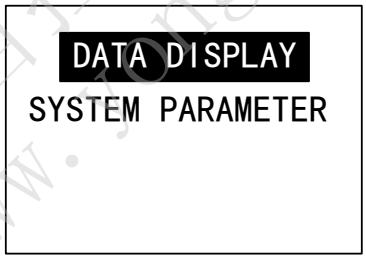
5.1 开机

a) 按要求接通辅助电源。

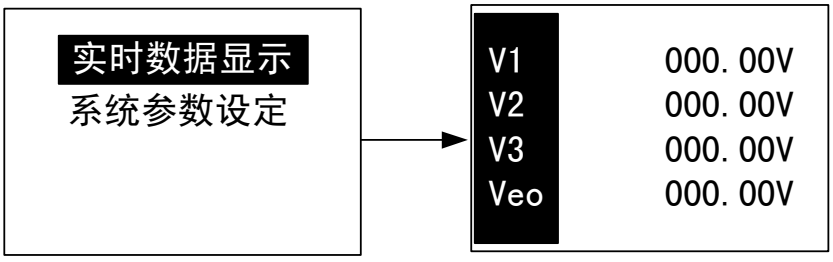
b) 开机后系统进入自动效验过程，时间为 30 秒。

c) 开机首先显示画面：



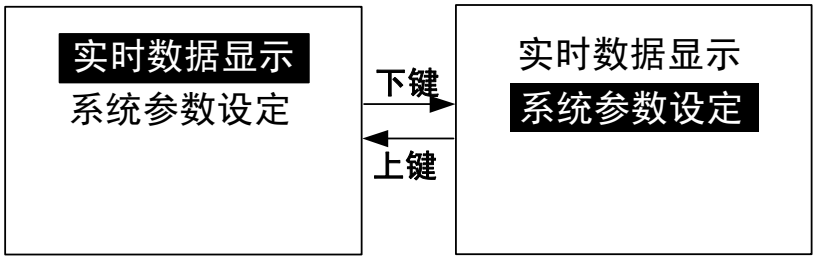


d) 如果没有操作键盘，上条画面显示 3 分种后，自动转入实时数据显示中相电压画面。



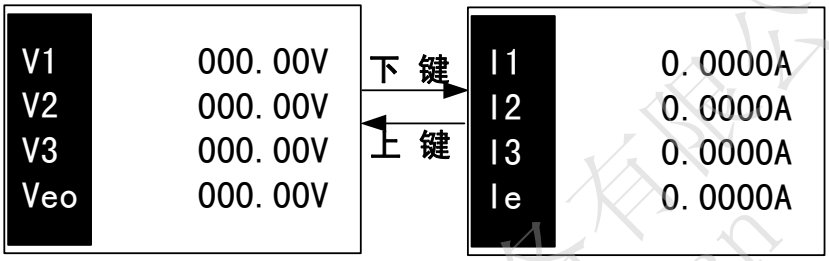
e) 在主画面，可以通过“上下键”选择实时数据显示或是系统参数设定

上海涌纬自控成套设备有限公司 www.yongwei.sh.cn



5.2 **实时数据显示菜单**

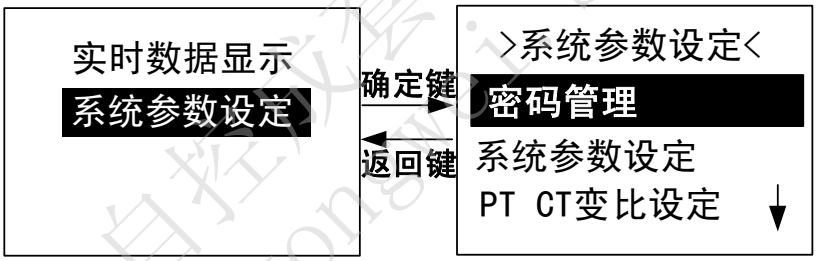
- 在主画面选择“实时数据显示”，按“St/→”键一次，进入上次显示的数据显示画面（如果是刚开机显示就是相电压画面）
- 按“Dn/↓” 或“ Up/↑” 键若干次，将按顺序进入“实时数据显示”的其它项。



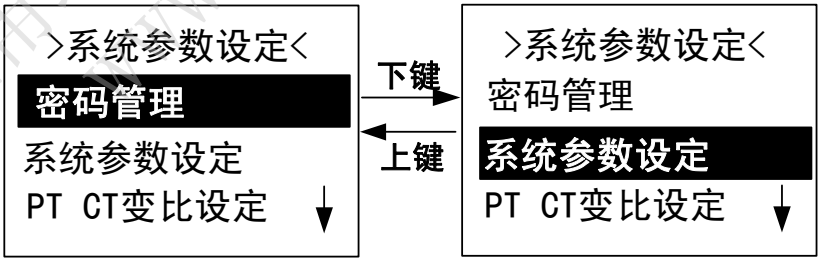
- 在“实时数据显示”的任意位置，按“Bs/←” 键，可返回主画面。

5.3 **系统参数设定菜单**

1） 在主画面选择“系统参数设定”，按“St/→”键一次，进入“系统参数设定”

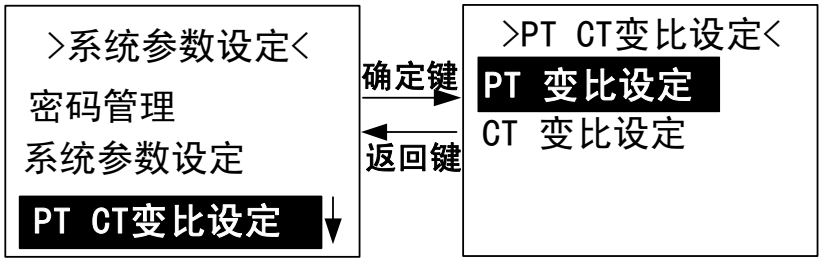


2） “系统参数设定”有6项，分别是密码管理、系统参数设定、PT CT 变比设定、通讯参数设定、电能累加复位、语言（LANGUAGE）。按“Dn/↓” 或“ Up/↑” 键可以在他们之间选择。

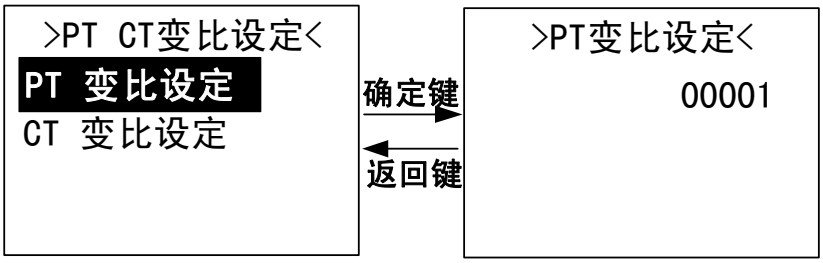


3） 按“Dn/↓” 或“ Up/↑”选择需要的项，按确定键，进入这个项

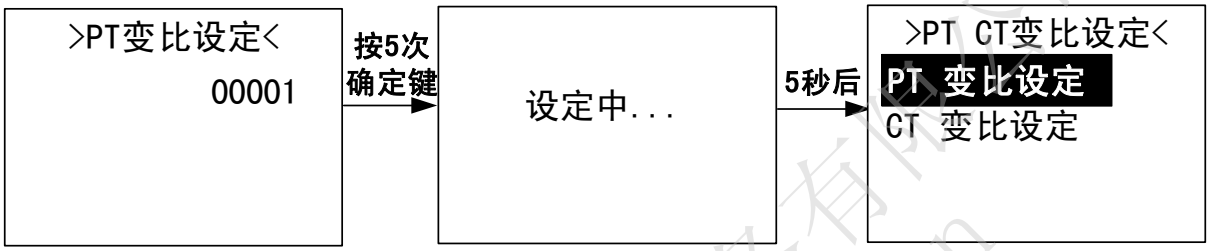
如：PT CT 变比设定



上海浦华自控仪表设备有限公司 www.yonghua-sh.cn



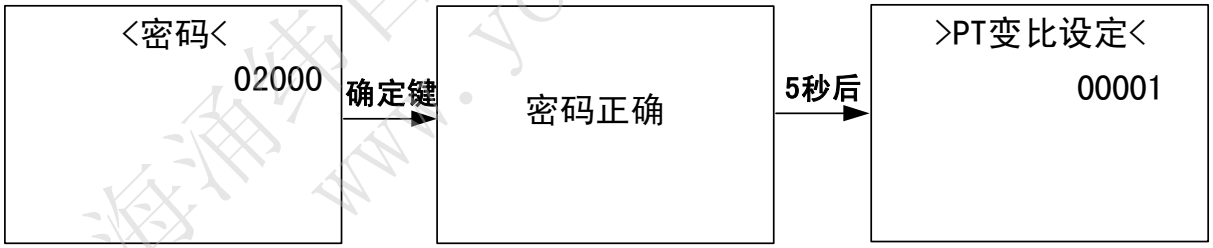
如果已经输入正确的密码，数据 00001 第 1 个零会闪烁，通过“Dn/↓” 或“ Up/↑” 将光标所指的数值减少 1 或增加 1，按“St/→”一次，光标向右移一格；如果光标在最后一个有效格，则光标移至最前一个有效格，并保存当前输入的数据。画面如下：



如果没有输入正确的密码，数据 00001 的数字不会闪烁，不能通过“Dn/↓” 或“ Up/↑” 将光标所指的数值减少 1 或增加 1，按“St/→”一次，画面出现“请输入密码”



输入正确密码后画面提示密码正确，然后画面回到“PT 变比设定”画面，



七. 接线与安装

1. 接线

YW2020 以其完善的设计思路，保证每个测量通道单独使用时完全一致、对称。其具有多种接线方式，适用于多种负载形式。

注意： 1、接线时，电压输入回路(包括电源)必须在每条线路上串联适当的保险。

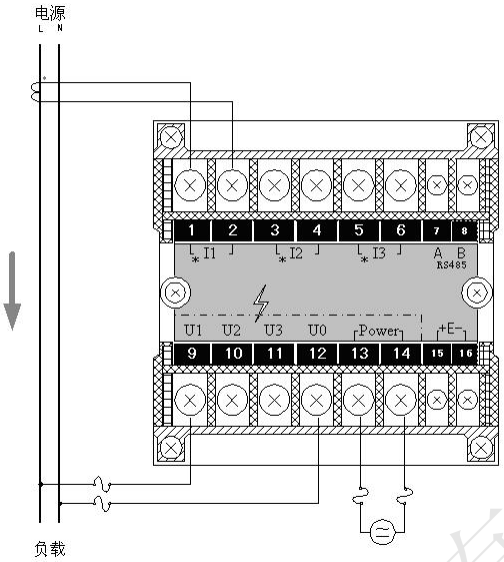
2、电流输入回路的阻抗尽量小。在 CT 方式下，主回路处于工作带电状态时，绝对禁止将 CT 二次侧(即电流输入回路)开路。

3、必须严格按下列接线图示要求接线，否则将有可能导致设备损坏，甚至造成人身安全，由此引发的质量问题，不在保修范围内。

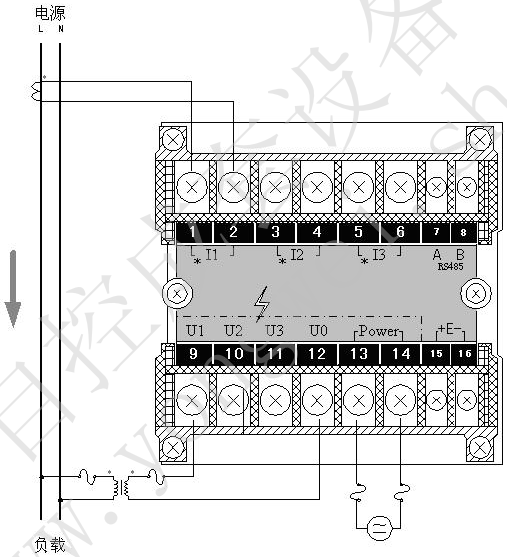
1.1. 一相二线负载

上海涌诺自控成套设备有限公司 www.yongwei.sh.cn

1.1.1. 无 PT



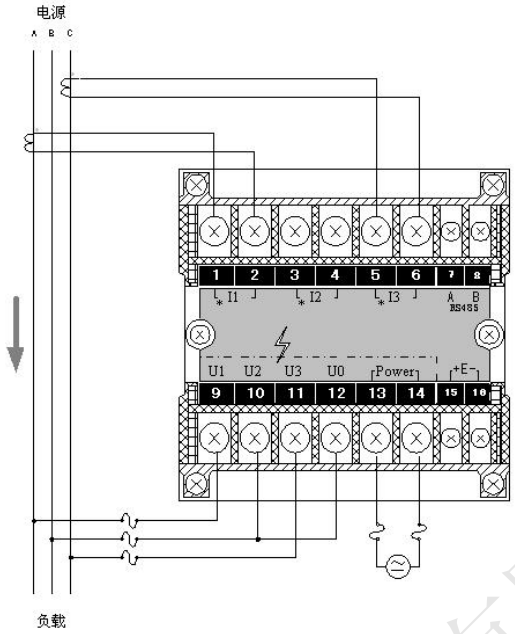
1.1.2. 有 PT



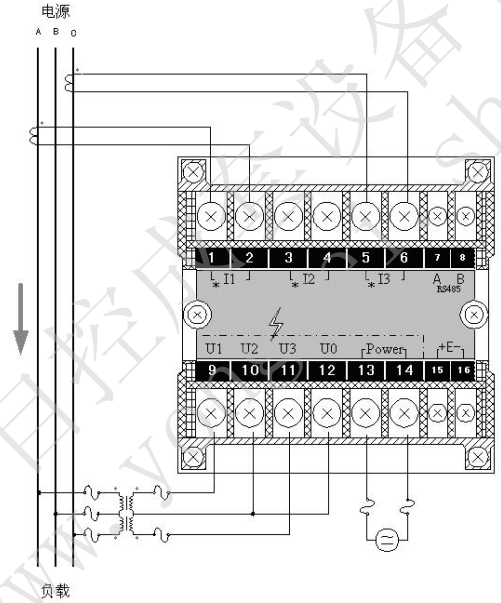
1.2. 三相三线：

1.2.1. 无 PT

上海涌纬自控电气设备有限公司 www.yongweiauto.ch.cn



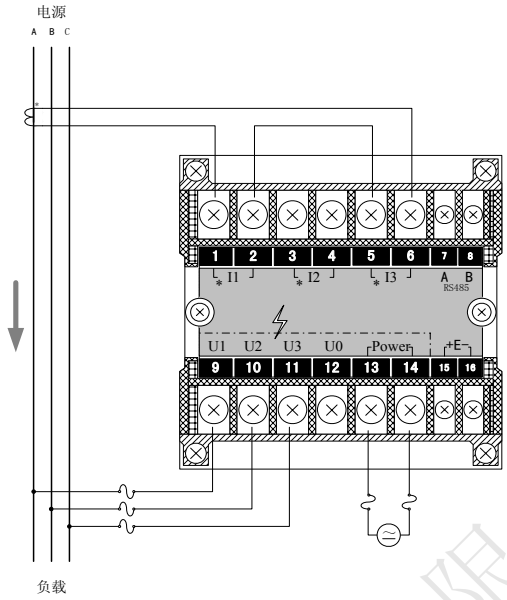
1.2.2. 有 PT



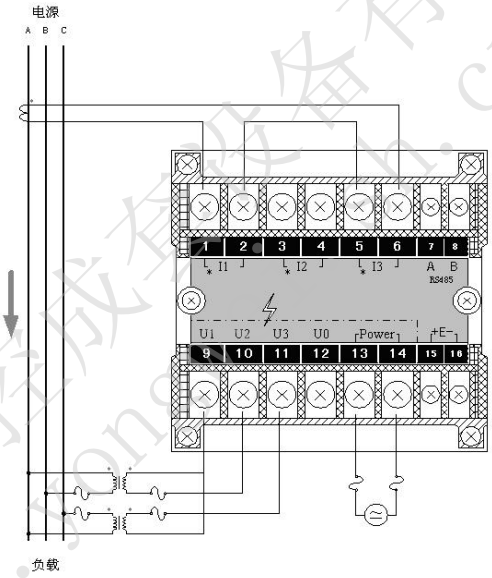
1.3. 三相三线平衡负载：

1.3.1. 无 PT

上海涌纬自控设备有限公司 www.yongwei.sh.cn

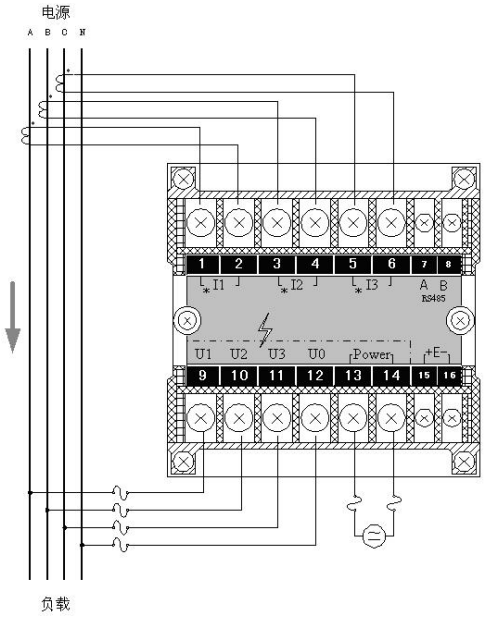


1.3.2. 有 PT



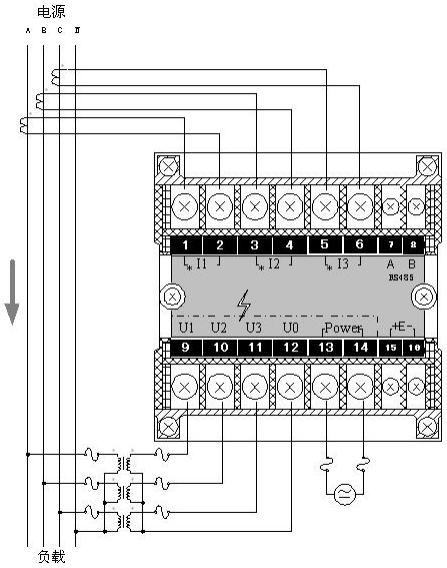
1.4. 三相四线：

1.4.1. 无 PT



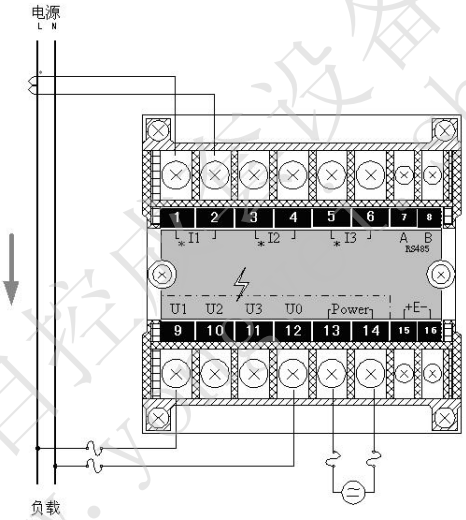
上海涌纬自控设备有限公司 www.yongweiauto.cn

1.4.2.　　有 PT

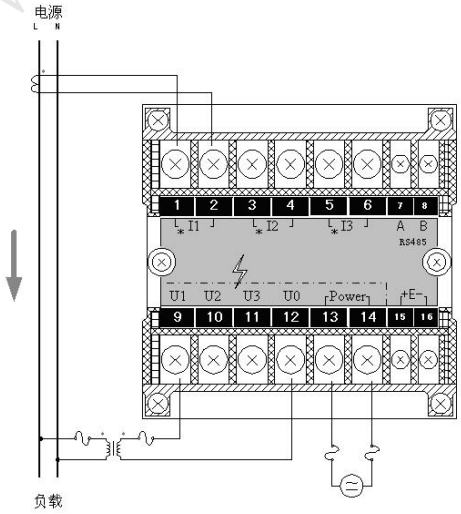


1.5 三相四线平衡负载：

1.5.1　　无 PT



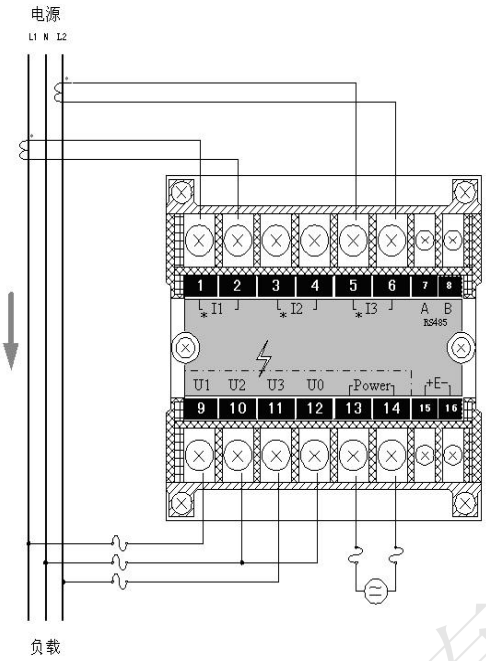
1.5.2　　有 PT



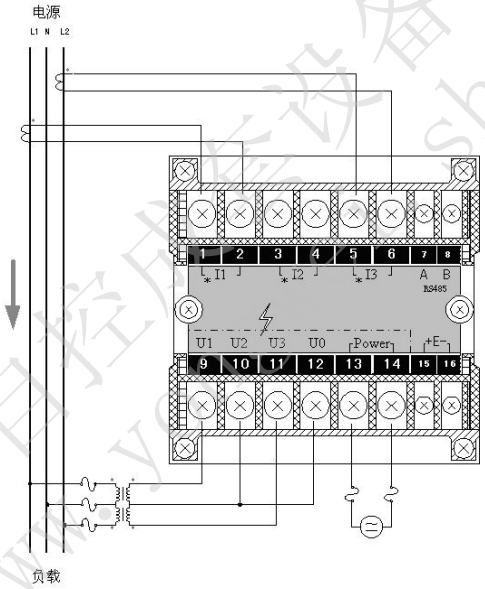
1.6　一相三线

1.6.1　　无 PT

上海涌纬自控设备有限公司
www.yongweizh.cn



1.6.2　有 PT



2　安装与维护

2.5　精度

精度漂移为每年≯0.2%。精度校验时间间隔周期由用户的精度要求决定。有关精度校验请与本公司联系。

2.6　现场安装

仪表发生故障一般采用整机更换的方法，但在初次安装时应作好以下工作，以保证维护尽可能方便。

1. 应提供一个 CT 短接盒，这样使 YW2020 的电流输入不连接时，不会使 CT 开路，短接盒接线应使保护继电器的功能不受影响。
2. YW2020 必须牢固安装，以防止震动导致电气安全事故。
3. 工作电源：AC 85～265V，50Hz；　DC 85～330V 或 DC 18～90V。
4. 电气连接线要求：电流输入线用 2.5 ㎜^{2}多股铜线，电压输入线、电源线用 1.5 ㎜^{2}多股铜线，RS-485 通讯用 1.0 ㎜^{2}屏蔽双绞线。

2.7　安装环境

1. 仪表应尽量安装在干燥、通风良好并远离热源和强(电)磁场的地方。
2. 环境温度为：-10℃～50℃。

上海涌纬自控电气设备有限公司 www.ywsh.cn

3　　PT 和 CT 的选择

PT 选择：YW2020 可直接连接 57/100、100/173、220/381、240/415、277/480 的三相四线或三相三线系统。这些输入也可采用次级为 100V 的 PT。如系统电压超过 347/600V，则必须用 PT。PT 用于将系统 L-N(Y 形)或 L-L(Δ形)电压降至 100V 满刻度范围，PT 按以下方式选择：

1、星形(Y)：　　PT初级额定值=$V_{相}$(或最接近较高标准值的值)
　　PT 次级额定值=100V
2、三角形(Δ)：　　PT初级额定值=$V_{线}$
　　PT 次级额定值=100V

PT 质量直接影响系统精度。PT 必须有良好的线性和相间关系才能保证电压、有功和功率因数(PF)的读数有效。

CT 选择：CT 次级额定值由 YW2020 的电流输入选项决定，标准值为 5A。

4　　PT 和 CT 的连接

输入电流、电压的相序、极性对装置的正确操作是重要的，引入 PT 的各相电压，将由短路器保险丝保护，如果 PT 的额定功率超过 25W，则次级要加保险丝。

在 PT 初级的激励下，PT 次级能产生致命电压和电流。因此对装置安装和操作时，需采取安全预防措施(去掉 PT 保险)。

当 CT 次级开路时，在初级激励下将产生致命电压和电流。因此在装置安装和操作时，需采取如短接 CT 次级等安全预防措施。CT 应通过短接端子或测试端子连到仪表，以便于 CT 的安全连接和断开。

八. 通讯连接

YW2020 的 RS485 通讯口使用屏蔽双绞线连接。即使有的仪表不需远方通信，但由于诊断、测试、软件更新、参数更新等均可通过网络来实现。因此为使用方便也应将它们连接到 RS485 网络上。

1.　网络布局：

YW2020 与上位机连接、组成局域网时，要考虑整个网络的布局。诸如：通讯电缆的长度、走向、上位机的位置、网络末端的匹配电阻、通讯转接器、网络可扩展性、网络覆盖范围、环境的电磁干扰情况等因素，都要综合考虑。

2.　连接到计算机：

一般，在实验室单机通讯比较简单，因为距离较近、电磁环境较好，所以不必考虑过多因素，甚至在找不到双绞线时可以随便找两条长度合适的导线临时代替，也是可以的。但在工程上，要严格按照要求施工，以免日后造成麻烦。

上位机可以是电脑(PC)、PLC、数据采集器、RTU 等，本章均以 PC 为例，其它类推。

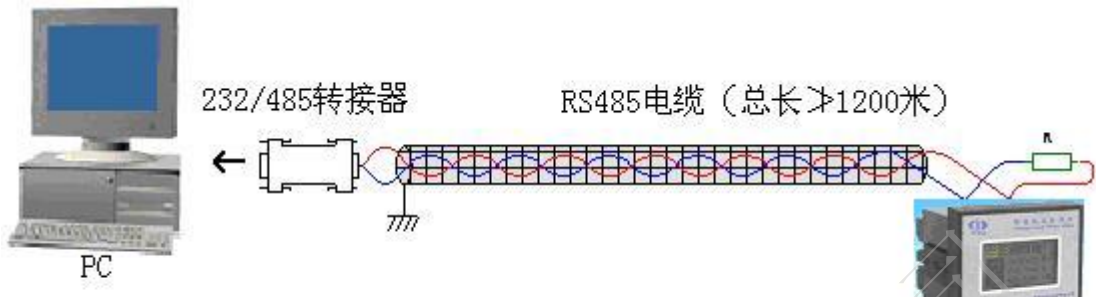
PC 机没有 RS485 接口，但都有 RS232 串行接口，因此要与 YW2020 连接，就需要一个转换装置，这里推荐使用厂家配套的“RS232/RS485 转接器”。可将 RS232 串行接口直接转换成 RS485 接口，与 YW2020 相连。

要在与上位机连接的电缆屏蔽层的一端有效接地(保护地：大地、屏柜、机箱等)，应避免两点或者多点接地。YW2020 没有保护接地端，且外壳是塑料，因此不必接地。但是，如果有金属屏柜、箱盒，应尽量安装在其内部，效果会更好。

注意：进行 RS485 电缆连接时，尽量使用双色双绞线，所有的“+”端接同一种颜色，“-”端接另一种颜色。

2.1.　　单机通讯连接：

PC 机与单台 YW2020 通讯。将 RS232/RS485 转接器的 RS232 端直接插入 PC 机的串行口座，RS485 端接长度不超过 1200 米的双绞线屏蔽电缆，双绞线另一端接 YW2020，然后并接 120 欧姆 1/4W 电阻。

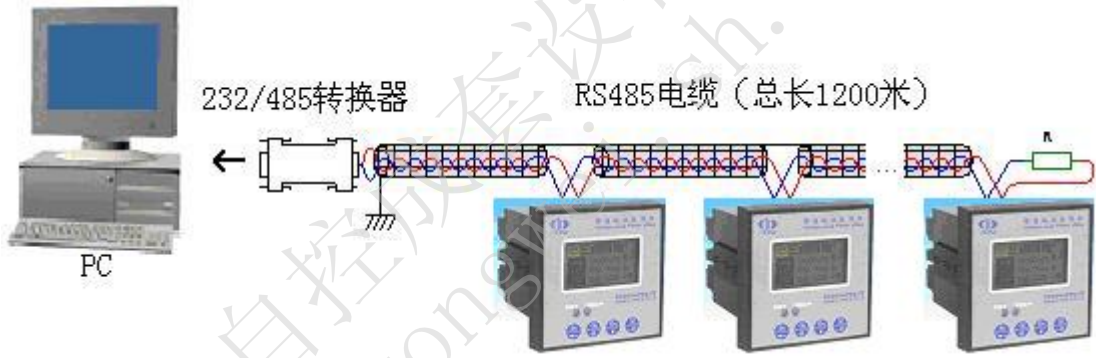


2.2. 多机通讯

2.2.1. 线型连接：

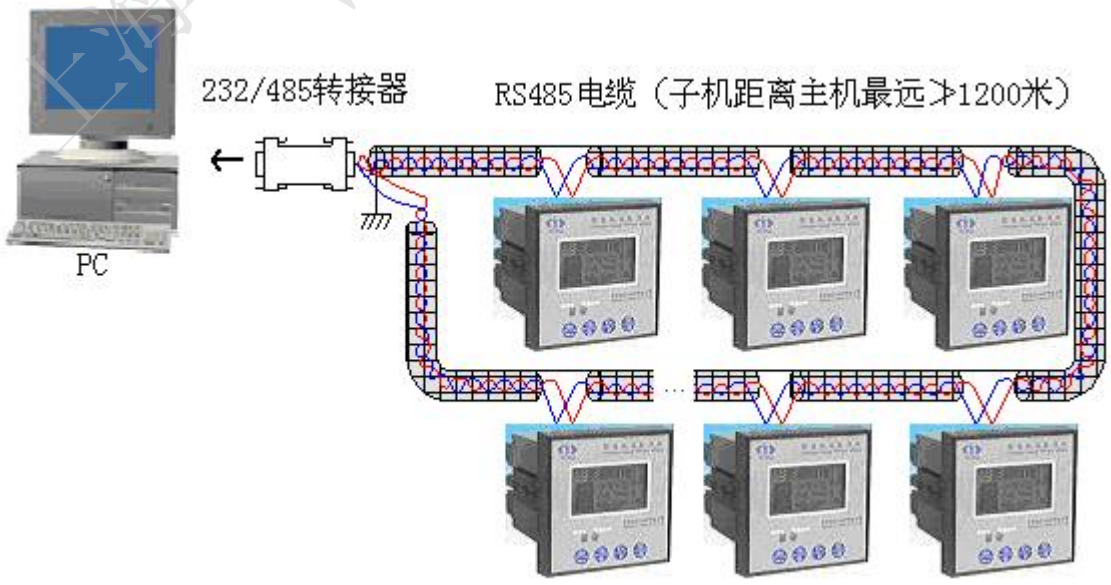
PC 机与多台 YW2020 通讯，有多种连接方式，如：线型、环形、星形等，但是不要接成“T”形。

线型连接，是将多台 YW2020 按照顺序一个接一个地接入网络。距离主机，一台比一台远。适合测量点分布较为集中、未来又扩展需要的情况。



2.2.2. 环形连接：

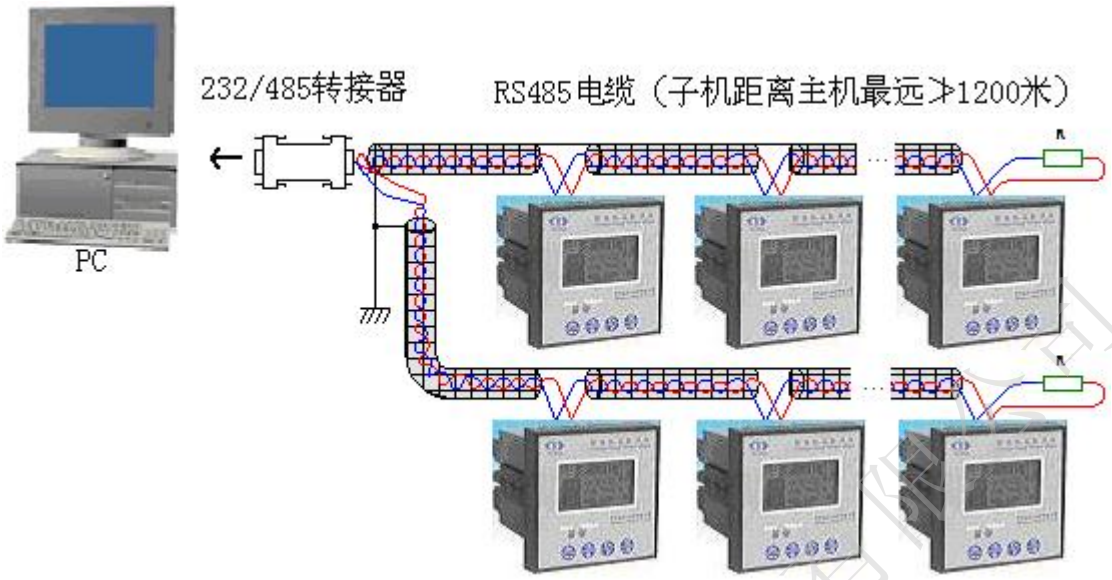
环形连接，将多台 YW2020 用电缆连接成闭合环形，然后从一点接到 PC。主机从两个方向与子机连接，适合子机分布相对集中、可靠性要求高的情况。



2.2.3. 星形连接：

上海沛纬自控设备有限公司 www.yongweiauto.com

星形连接，将多台 YW2020 用电缆连接成星形(放射线状)，然后从中心点接到 PC。主机从两个方向与子机连接，适合子机分布范围相对较分散较复杂较广、未来可扩展性较好的情况。



九. 通讯规约

1. 引言

YW2020 通讯规约详细描述了本机串行口通讯的读、写命令格式及内部信息数据的定义，以便第三方开发使用。

1.1. PLC ModBus 兼容性

ModBus 通讯规约允许 YW2020 与施耐德、西门子、AB、GE、Modicon 等多个国际著名品牌的可编程顺序控制器(PLC)、RTU、SCADA 系统、DCS 或第三方具有 ModBus 兼容的监控系统之间进行信息和数据的有效传递。有了 YW2020 智能表，就只要简单的增加一套基于 PC(或工控机)的中央通讯主控显示软件(如：组态王、Intouch、FIX、synall 等)就可建立一套监控系统。

1.2. 广泛的通讯集成

YW2020 智能表提供与 Modicon 系统相兼容的 ModBus 通讯规约，这个通讯规约被广泛作为系统集成的标准。兼容 RS-485/232C 接口的可编程逻辑控制器 ModBus 通讯规约允许信息和数据在 YW2020 智能表与 Modicon 可编程逻辑控制器(PLC)，RTU、SCADA 系统、DCS 系统和另外兼容 ModBus 通讯规约的系统之间进行有效传递。

2. ModBus 基本规则

2.1. 所有 RS485 通讯回路都应遵照主/从方式。依照这种方式，数据可以在一个主站(如：PC)和 32 个子站(如：YW2020)之间传递。

2.2. 主站将初始化和控制在 RS485 通讯回路上传递的所有信息。

2.3. 任何一次通讯都不能从子站开始。

2.4. 在 RS485 回路上的所有通讯都以“信息帧”方式传递。

2.5. 如果主站或子站接收到含有未知命令的信息帧，则不予以响应。

“信息帧”就是一个由数据帧(每一个字节为一个数据帧)构成的字符串(最多 255 个字节)，是由信息头和发送的编码数据构成标准的异步串行数据，该通讯方式也与 RTU 通讯规约相兼容。

3. 数据帧格式：

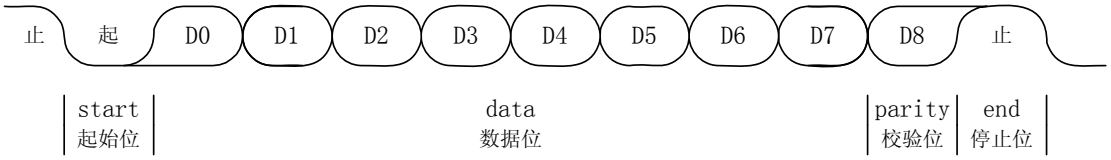
通讯传输为异步方式，并以字节(数据帧)为单位。在主站和子站之间传递的每一个数据帧都是11位的串行数据流。

数据帧格式：

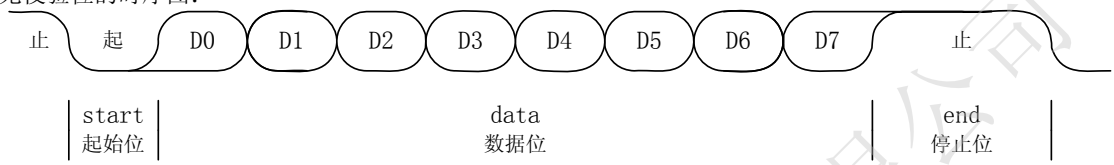
起始位	1 位

数据位	8 位(低位在前、高位在后)
奇偶校验位	1 位：有奇偶校验位；无：无奇偶校验位
停止位	1 位：有奇偶校验位；2 位：无奇偶校验位

有校验位的时序图：



无校验位的时序图：



4. YW2020 通讯规约

当通讯命令发送至仪器时，符合相应的地址码的设备接收通讯命令，并除去地址码，读取信息，如果没有出错，则执行相应的任务；然后把执行结果返送给发送者。返送的信息中包括地址码、执行动作的功能码、执行动作后的数据以及错误校验码(CRC)。如果出错就不发送任何信息。

4.1. 信息帧格式

START	ADD	CS	DATA	CRC	END
初始结构	地址码	功能码	数据区	错误校验	结束结构
延时(相当于 4 个字节的时间)	1 字节 8 位	1 字节 8 位	N 字节 N×8 位	2 字节 16 位	延时(相当于 4 个字节的时间)

4.1.1. 地址码(ADD)

地址码为每次通讯传送的信息帧中的第一个数据帧(8 位)，从 0 到 255。这个字节表明由用户设定地址码的子机将接收由主机发送来的信息。并且每个子机都有唯一的地址码，并且响应回送均以各自的地址码开始。主机发送的地址码表明将发送到的子机地址，而子机发送的地址码表明回送的子机地址。

4.1.2. 功能码(CS)

功能码是每次通讯传送的信息帧中的第二个数据帧。ModBus 通讯规约定义功能码为 1～127(01H～7FH)。YW2020 利用其中的一部分功能码。作为主机请求发送，通过功能码告诉子机执行什么动作。作为子机响应，子机发送的功能码与主机发送来的功能码一样，并表明子机已响应主机进行操作。如果子机发送的功能码的最高位是 1(功能码＞127)，则表明子机没有响应或出错。

下表列出的功能码都具体的含义及操作。

MODBUS 部分功能码

功能码	定义	操作
03H	读寄存器	读取一个或多个寄存器的数据
06H	写单个寄存器	把一个 16 位二进制数写入单个寄存器

1、 03，读寄存器

YW2020 智能表采用 ModBus 通讯规约，利用通讯命令，可以进行读取点(保持寄存器或返回值输入寄存器)。功能码 03H 映射的数据区的保持和输入寄存器值都是 16 位(2 字节)。这样从 YW2020 读取的寄存器值都是 2 字节。一次最多可读取寄存器数是 125。由于一些可编程控制器不用功能码 03，所以功能码 03 被用作读取点和返回值。

上海浦华自控成套设备有限公司 www.yongwei.sh.cn

子机响应的命令格式是子机地址、功能码、数据区及CRC码。数据区的数据都是每 2 个字节为一组的双字节数，且高字节在前。

2、 06，写单个寄存器：

主机利用这条命令把单点数据保存到 YW2020 智能电力监测仪的存储器。子机也用这个功能码向主机返送信息。

3、 10，写多个点连续寄存器：

主机利用这条命令把多点数据保存到 YW2020 系列数字式多功能电力监测仪的存储器。Modbus 通讯规约中的寄存器指的是 16 位(即 2 字节)，并且高位在前。这样 YW2020 智能电力监测仪的点都是二字节。用一条命令保存的最大点数取决于子机。因为 Modbus 通讯规约允许最多保存 60 个寄存器，这样 YW2020 系列智能电力监测仪允许一次最多可保存 60 个寄存器。YW2020 智能电力监测仪的命令格式是子机地址、功能码、数据区及 CRC 码。

4.1.3. 数据区(DATA)：

数据区随功能码不同而不同。由主机发送的读命令(03H)信息帧的数据区与子机应答信息帧的数据区是不同的，由主机发送的写命令(06H、10H)信息帧的数据区与子机应答信息帧的数据区是完全相同。数据区包含需要子机执行什么动作或由子机采集的需要回送的信息。这些信息可以是数值、参考地址等等。例如，功能码告诉子机读取寄存器的数值，则数据区必须包含要读取寄存器的起始地址及读取长度(寄存器个数)。

1、 与功能码 03 对应的数据区格式：

◆ 主机发送

数据顺序	1	2
数据含义	起始地址	读寄存器个数
字节数	2	2

◆ 子机应答

数据顺序	1	2
数据含义	回送字节数	N 个寄存器的数据
字节数	1	2×N

2、 与功能码 06 对应的数据区格式：

数据顺序	1	2
数据含义	起始地址	写入寄存器的数据
字节数	2	2

3、 与功能码 10 对应的数据区格式：

数据顺序	1	2	…	N
数据含义	起始地址	写入数据 1	…	写入数据 N
字节数	2	2	…	2

4.1.4. 错误校验码(CRC)：

主机或子机可用校验码进行判别接收信息是否出错。有时，由于电子噪声或其他一些干扰，信息在传输过程中会发生细微的变化，错误校验码保证了主机或子机对在传送过程中出错的信息不起作用。这样增加了系统的安全和效率。错误校验码采用 CRC-16 校验方法。

二字节的错误校验码，低字节在前，高字节在后。

注意： 信息帧的格式都是相同的：地址码、功能码、数据区和错误校验码。

上海浦维控成套设备有限公司 www.yongweish.cn

4.2. 错误校验

冗余循环码(CRC)包含 2 个字节，即 16 位二进制。CRC 码由发送端计算，放置于发送信息的尾部。接收端的设备再重新计算接收到信息的 CRC 码，比较计算得到的 CRC 码是否与接收到的相符，如果二者不相符，则表明出错。

CRC 码的计算方法是，先预置 16 位寄存器全为。再逐渐把每 8 位数据信息进行处理。在进行 CRC 码计算时只用 8 位数据位，起始位及停止位，如有奇偶校验位的话也包括奇偶校验位，都不参与 CRC 码计算。

在计算CRC码时，8 位数据与寄存器的数据相异或，得到的结果向低位移一位，用 0 填补最高位。再检查最低位，如果最低位为 1，把寄存器的内容与预置数相异或，如果最低位为 0，不进行异或运算。

这个过程一直重复 8 次。第 8 次移位后，下一个 8 位再与现在寄存器的内容相异或，这个过程与上以上一样重复 8 次。当所有的数据信息处理完后，最后寄存器的内容即为CRC码值。

4.3. CRC-16 码的计算步骤

1、 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(移出位)。

4、 如果最低位为 0：复第 3 步(再次移位)。

如果最低位为 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 位的处理。

7、 最后得到的 CRC 寄存器即为 CRC 码，低字节在前，高字节在后。

4.4. 信息帧格式举例

4.4.1. 功能码 03

子机地址为 01，起始地址 0032 的 3 个寄存器。

此例中寄存器数据地址为：

地 址	数据(16 进制)
0032	EA60
0034	C350
0036	DB6C

主机发送	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	送至子机 01
功能码	1	03	读取寄存器
起始地址	2	00	起始地址为 0032
		32	
读取个数	2	00	读取 3 个寄存器(共 6 字节)
		03	
CRC 码	2	A4	由主机计算得到的 CRC 码
		04	

子机响应	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	送至子机 01
功能码	1	03	读取寄存器
读取字节数	1	06	3 个寄存器(共 6 字节)
寄存器数据 1	2	EA	地址为 0032 内的内容
		60	
寄存器数据 2	2	C3	地址为 0034 内的内容
		50	
寄存器数据 3	2	DB	地址为 0036 内的内容
		6C	
CRC 码	2	D1	由子机计算得到的 CRC 码
		3F	

上海永维自控成套设备有限公司 www.yongwei.sh.cn

4.4.2. 功能码 06

子机地址为 01，保存起始地址 0002 的 2 个值。在此例中，数据保存结束后，子机中地址为 0002 内的内容为 0002。

主机发送	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	发送至子机 01
功能码	1	06	单个数据(2 字节)保存
起始地址	2	00	起始地址为 0002
		02	
保存数据	2	00	保存的数据为 0002
		02	
CRC 码	2	A9	由主机计算得到的 CRC 码
		CB	

子机响应	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	来自子机 01
功能码	1	06	单点保存
起始地址	2	00	起始地址为 0002
		02	
保存数据	2	00	保存的数据为 0002
		02	
CRC 码	2	A9	由子机计算得到的 CRC 码
		CB	

4.4.3. 功能码 10

子机地址为 01，把 0064 保存到地址 0000。在此例中，数据保存结束后，地址为 01 的 YW2020 系列智能电力监测仪内保存的信息为：

地址	数据(16 进制)
0000	0064

主机发送	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	发送至子机 01
功能码	1	10	多点保存
起始地址	2	00	起始地址为 0000
		00	
保存数据数	2	00	保存 2 点(共 4 字节)
		02	
字节数	1	04	
保存数据 1	2	00	数据地址为 0002
		64	
保存数据 2	2	00	数据地址为 0000
		00	
CRC 码	2	B2	由主机计算得到的 CRC 码
		70	

子机响应	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	来自子机 01
功能码	1	10	多点保存
起始地址	2	00	起始地址为 0000
		00	
保存数据数	2	00	保存 2 点(共 4 字节)
		02	
CRC 码	2	41	由子机计算得到的 CRC 码
		C8	

4.5. 出错处理

上海通华自控成套设备有限公司 www.yongwei.sh.cn

当 YW2020 系列智能电力监测仪检测到了 CRC 码出错以外的错误时，必须向主机回送信息，功能码的最高位置为 1，即子机返送给主机的功能码是在主机以送的功能码的基础上加 128。以下的这些代码表明有意外的错误发生。

从主机接收到的信息如有 CRC 错误，则将被 YW2020 系列智能电力监测仪忽略。

子机返送的错误码的格式如下(CRC 码除外)

地址码：	1 字节
功能码：	1 字节(最高位为 1)
错误码：	1 字节
CRC 码：	2 字节

YW2020 系列数字式多功能电力监测仪响应回送如下出错命令

01	非法的功能码。 接收到的功能码 YW2020 系列智能电力监测仪不支持。
02	非法的数据位置。 指定的数据位置超出 YW2020 系列智能电力监测仪范围
03	非法的数据值 接收到主机发送的数据值超出相应地址的数据范围。

上海涌纬自控成套设备有限公司
www.yongwei.sh.cn

附录一：数据和地址

表 1：功能码 03H 所映射的数据区-基本数据：

基本数据(Basic)

序号	地址(Address)	项目(Item)	说明
1	0000H	Ua	相电压 Ua
2	0002H	Uca	线电压 Uca
3	0004H	Ia	A 相电流
4	0006H		
5	0008H	Pa	A 相有功功率
6	000AH	PFa	A 相功率因数
7	000CH	Qa	A 相无功功率
8	000EH	Sa	A 相视在功率
9	0010H	Ub	相电压 Ub
10	0012H	Uab	线电压 Uab
11	0014H	Ib	B 相电流
12	0016H		
13	0018H	Pb	B 相有功功率
14	001AH	PFb	B 相功率因数
15	001CH	Qb	B 相无功功率
16	001EH	Sb	B 相视在功率
17	0020H	Uc	相电压 Uc
18	0022H	Ubc	线电压 Ubc
19	0024H	Ic	C 相电流
20	0026H		
21	0028H	Pc	C 相有功功率
22	002AH	PFc	C 相功率因数
23	002C	Qc	C 相无功功率
24	002EH	Sc	C 相视在功率
25	0030H	I0	零序电流
26	0032H	Uav	三相平均相电压
27	0034H	Iav	三相平均相电流
28	0036H	F	频率
29	0038H	Psum	三相有功功率
30	003AH	PFav	三相总功率因数
31	003CH	Qsum	三相无功功率
32	003EH	Ssum	三相视在功率
33	0040H	Phase Rotation	

上海浦华自动化仪表有限公司 www.yongwei.com

表 2：功能码 03H 所映射的数据区-电能：

电能

序号	地址	项目	说明
1	0042H	+Wh(L)	正向有功电能累加值低位字
2	0044H	+Wh(H)	正向有功电能累加值高位字
3	0046H	-Wh(L)	负向有功电能累加值低位字
4	0048H	-Wh(H)	负向有功电能累加值高位字
5	004AH	+Varh(L)	正向无功电能累加值低位字
6	004CH	+Varh(H)	正向无功电能累加值高位字
7	004EH	- Varh(L)	负向无功电能累加值低位字
8	0050H	- Varh(H)	负向无功电能累加值低高字

表 3：功能码 03H 所映射的系统参数：

参数地址	项目	字节数	说明	初始状态
0300H	本机地址	2	1～247	0
0302H	被测系统负载接线方式	2	0 三相四线 1 一相二线 2 三相三线 3 三相三线平衡 4 一相三线 5 三相四线平衡 1 允许	0
0308H	波特率	2	0 1200 1 2400 2 4800 3 9600 4 19200	3
030AH	电压输入范围	2	0 150V 1 600V	1
030EH	PT	4	1～65535	1
0312H	CT	4	1～65535	1
0324H	语言	2	0 中文 1 英文	0
0340H～035FH	厂家保留			

表 4：功能码 06H 所映射的数据区：

地址	项目	说明
0000h	本机地址	0~247
0002H	测量系统接线方式	0 三相四线 1 一相二线 2 三相三线 3 三相三线平衡 4 一相三线 5 三相四线平衡
0008H	波特率	0 1200 1 2400 2 4800 3 9600 4 19200 其它为非法值
0026H	语言	0 中文 1 英文
0040H～005FH		厂家保留

上海通维自控成套设备有限公司 www.tongweish.cn

表 5：功能码 10H 所映射的数据区：

项目	起始地址	尾地址	取值范围	单位
PT	0000H	0003H	1～65535	1
CT	0004H	0007H	1～65525	1

附录二：数据变换

所有从 YW2020 响应输出的数据都被按一定公式规范成 2 个字节 Rx，电能除外，为 4 个字节。

NO	项目		公式	取值范围	符号	说明			
1	电压	V	U = Rx×PT×0.01	0～65535	无	Ua	Ub	Uc	Ue0
						Uca	Uab	Ubc	Ue
2	电流	A	I =Rx×CT×0.0001	0～65535	无	Ia	Ib	Ic	Ie
3	频率	Hz	F =Rx×0.00106813	0～65535	无	F			
4	功率因数	PF	PF =Rx×0.0001	-10000～10000	有	PFa	PFb	PFc	PFs
						+:滞后负载 /-:超前负载			
5	有功功率	W	P = Rx×PT×CT×0.4	-32768～32768	有	Pa	Pb	Pc	P
6	无功功率	Q	Q =Rx×PT×CT×0.4	-32768～32768	有	Qa	Qb	Qc	Q
7	视在功率	S	S = Rx×PT×CT×0.2	0～65535	无	Sa	Sb	Sc	S
8	电能	Wh	Wh = Rx×K (K=电能单位)	0～10^9	无	+Wh	-Wh	+Varh	-Varh

上海涌纬自控成套设备有限公司
www.yongwei.sh.cn