

PZ72(L)-P3/P4、E3/E4 可编程智能电测仪表

安装使用说明书 V2.1

总部：安科瑞电气股份有限公司
地址：上海市嘉定马东工业园区育绿路253号
电话：021-69158300 69158301 69158302
传真：021-69158303
服务热线：800-8206632
邮编：201801
E-mail：ACREL001@vip.163.com

生产基地：江苏安科瑞电器制造有限公司
地址：江阴市南闸镇东盟工业园区东盟路5号
电话：0510-86179966 86179967 86179968
传真：0510-86179975
邮编：214405
E-mail：JY-ACREL001@vip.163.com

安科瑞电气股份有限公司

申 明

版权所有，未经本公司之书面许可，此手册中任何段落，章节内容均不得被摘抄、拷贝或以任何形式复制、传播，否则一切后果由违者自负。
本公司保留一切法律权利。

目 录

1、概述.....	1
2、技术参数.....	1
3、安装与接线.....	2
3.1 外形及安装开孔尺寸.....	2
3.2 安装方法.....	2
3.3 接线方法.....	2
3.4 注意事项.....	3
4、使用指南.....	4
4.1 按键.....	4
4.2 菜单符号及意义.....	4
4.3 编程流程.....	5
4.4 功能设置与使用.....	6
5、通讯指南 (MODBUS-RTU).....	8
5.1 通讯协议概述.....	8
5.2 功能码简介.....	9
5.3 通讯应用细节.....	10
5.4 通讯地址表.....	12
6、通讯指南 (DL645-2007).....	15
6.1 DL/T645-2007 协议简述.....	15
6.2 传输.....	17
6.3 请求与应答.....	18
6.4 PZ72(L)-P3/P4、E3/E4 数据标识.....	18

本公司保留对本手册所描述之产品规格进行修改的权利，恕不另行通知。
订货前，请垂询当地代理商以获悉本产品的最新规格。

1、概述

PZ72(L)-P3/P4、E3/E4可编程智能电测仪表，是针对电力系统，工矿企业，公用设施，智能大厦的电力监控需求而设计的一种智能表，它集成全部电力参数的测量（如三相的电流、电压、有功功率、无功功率、频率、功率因数），E3/E4仪表还能检测四象限电能。同时它具有多种外围接口功能可供用户选择：带有RS485通讯接口，采用MODBUS-RTU协议可满足通讯联网管理的需要；带开关量输入和继电器输出可实现断路器开关的“遥信”和“遥控”的功能，采用带高亮度背光的LCD显示界面，通过面板按键来实现参数设置和控制，非常适合于实时电力监控系统。

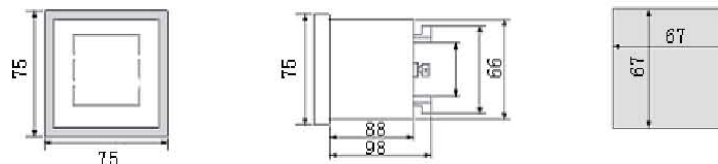
PZ72(L)-P3/P4、E3/E4系列可编程智能电测仪表具有极高的性价比，可以直接取代常规电力变送器及测量仪表。作为一种先进的智能化、数字化的前端采集元件，该可编程智能电测仪表已广泛应用于各种控制系统，SCADA系统和能源管理系统中。

2、技术参数

技术参数	指标	
输入	网络	三相三线、三相四线
	频率	45~65Hz
	电压	交流电压：AC100V、220V、380V； 过负荷：1.2倍额定值（连续）；2倍额定值持续1秒 功耗：小于0.2VA
		电流
输出	电能	
	通讯	RS485接口、Modbus-RTU协议或DL645-2007可设定 波特率1200、2400、4800、9600、19200bps可设定
	显示	PZ72 高亮度3排数码管 PZ72L 带背光的LCD
开关量输入（可选）	2路干接点输入，内置+15V电源	
开关量输出（可选）	输出方式：2路继电器常开触点输出 触点容量：AC 250V/3A、DC 30V/3A	
变送输出（可选）	最多两路4~20mA变送输出，变送参量可设定	
测量精度	全波 频率0.05Hz、无功电能1级、其它0.5级 谐波（可选） 1~15次误差1%，16~21次误差2%，仅用于三相四线制	
电源	AC85~275V、DC100~350V；功耗<4VA	
安全性	工频耐压：电源、电压输入回路、电流输入回路两两之间AC2kV/1min； 电源与开关量输入回路、通讯回路之间AC2kV/1min； 绝缘电阻：输入、输出端对机壳>100MΩ	
环境	工作温度：-10℃~+55℃；储存温度：-20℃~+70℃ 相对湿度：5%~95%不结露；海拔高度：<2500m	

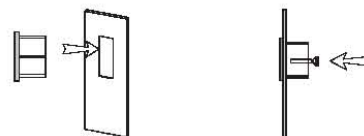
3、安装与接线

3.1 外形及安装开孔尺寸（单位：mm）



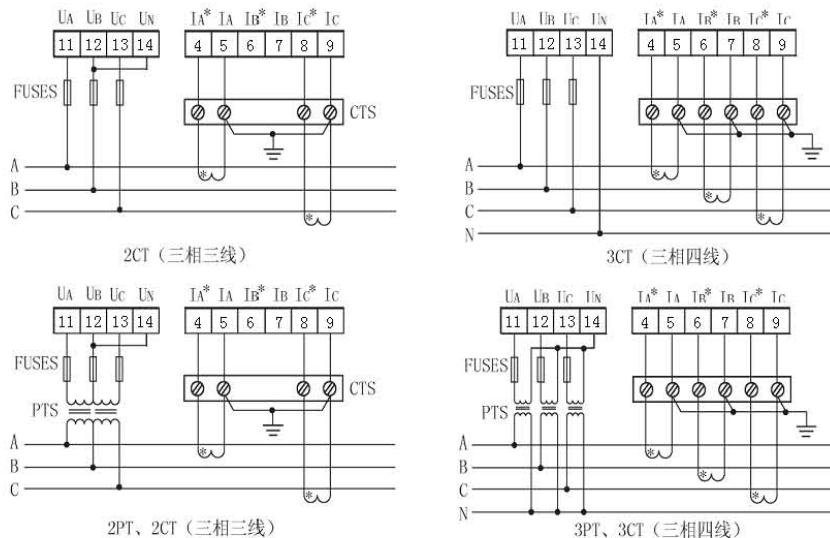
3.2 安装方法

PZ72(L)-P3/P4、E3/E4可编程智能电测仪表安装方式为嵌入式，固定方式为挤压式，具体操作如下：1、在配电箱上，选择适合的地方开一个与所安装可编程智能电测仪表开孔尺寸相同的安装孔；2、取出可编程智能电测仪表，松开定位螺钉（逆时针），取下安装支架；3、把仪表插入配电箱仪表孔中，插入仪表后装上安装支架、定位螺钉（顺时针）。

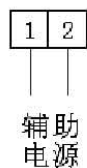


3.3 接线方法（注：如与仪表壳体上接线图不一致，以仪表壳体上接线图为准）

3.3.1 电压电流信号端子



3.3.2 辅助电源端子



辅助电源

3.3.3 附加功能端子



DO1 DO2/J 开关量输出
DI1 DI2 COM 开关量输入
EP+ EP- 电能脉冲
A B RS485通讯

3.4 注意事项

3.4.1 电压输入

输入电压应不高于产品的额定输入电压（100V 或 400V）的 120%，否则应考虑使用 PT；

在电压输入端须安装 1A 保险丝；

3.4.2 电流输入

标准额定输入电流为 5A 或 1A，电流信号接入应使用外部 CT；

接线时确保输入电流与电压相序一致，即 11 号接线端接 A 相电压则 4、5 号接线端一定要接 A 相电流，

否则会出现显示数值和符号错误；同时确保电流进出线连接正确（打*号端子接进线）。

如果使用的 CT 上连有其它仪表，接线应采用串接方式；

安装接线时建议使用接线排，不要直接接 CT，以便于拆装；

去除产品电流输入连线前，必须先切断 CT 一次回路或者短接二次回路！

3.4.3 通讯接线

该仪表提供异步半双工 RS485 通讯接口，采用 MODBUS-RTU 协议，各种数据信息均可在通讯线路上传送。理论上在一条线路上可以同时连接多达 32 个仪表，每个仪表均可设定其通讯地址（Addr），通讯速率（baud）也可通过设置选择。

通讯连接建议使用两芯屏蔽双绞线，线径不小于 0.5mm²，分别接 A、B，屏蔽层接大地，布线时应使通讯线远离强电电缆或其他强电场环境。

建议在最末端仪表的 A、B 之间加匹配电阻，电阻阻值范围为 120Ω~10kΩ。

4. 使用指南

4.1 按键



SET 键

左移键

右移键

回车键

SET 键 —— 功能切换或返回上一级菜单；（正常显示、只读菜单与编程菜单之间切换）

左移键 —— 子菜单左移或减小数据；（功率表、电表等正常状态下，按左右键，查看各项电量）

右移键 —— 子菜单右移或增大数据；

回车键 —— 进入下一级菜单或确认；（正常状态，按此键，进入 DI/DO 指示与控制页面）

4.2 菜单符号及意义

类别	符号	含义	范围
主菜单	rERd	只读菜单	
	Pro9	编程菜单	
变比（倍率）	Pt Ct	电压（电流）变比	0001~9999
接线方式	LinE	接线方式（只读）	3P4L 三相四线制 3P3L 三相三线制
通讯	Addr	通讯地址	1~247
	BAUD	通讯波特率（bps）	1200、2400、4800、9600、19200
	CoN	通讯协议	Nbus MODBUS-RTU 645 DL645-2007
液晶背光	LCd	背光延时时间（s）	1-250，0 为常亮
报警设置	U-H	电压高报警设置	0~150.0%（150.0%：关闭）
	U-Lo	电压低报警设置	0~100.0%（0.0%：关闭）
	I-H	电流高报警设置	0~150.0%（150.0%：关闭）
	I-Lo	电流低报警设置	0~100.0%（0.0%：关闭）
继电器（DO 输出）	AL-t	报警延时时间（s）	0.5-20.0（分辨率 0.1s）
	do1t	继电器 1 闭合持续时间（s）	0~20（分辨率 1s）
	do2t	继电器 2 闭合持续时间（s）	0：继电器工作在保持状态
模拟量（变送输出）	RoH	模拟量上限设置	0~120%
	RoLo	模拟量下限设置	0~100%
	Ro1U	第 1 路模拟量用途	Un-三路电压和，U1-1 路电压，U2-2 路电压，U3-3 路电压，An-三路电流和，A1-1 路电流，A2-2 路电流，A3-3 路电流电压，Pn-总有功功率，P1-1 路有功功率，P2-2 路有功功率，P3-3 路有功功率，Qn-总无功功率，Q1-1 路无功功率，Q2-2 路无功功率，Q3-3 路无功功率
	Ro2U	第 2 路模拟量用途	
仪表量程	SP-U	电压量程（只读）	0~400

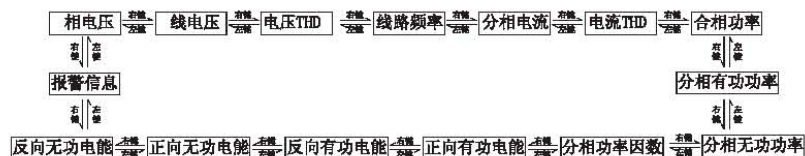
	SP-A	电流量程 (只读)	0~5.0
电能清零	CLrE	电能清除	见注 1
密码	PASS	编程保护密码	0000~9999
保存	SAvE	询问是否保存	按“回车”保存并退出 按“SET”放弃保存并退出

注:

- 1、电能清零操作需在闪动的“no”下, 按动左或右键, 使其变为“YES”, 然后按动确认键。电能清零操作不需另行保存即可生效, 且不能恢复, 请谨慎操作;
- 2、百分量是指相对于额定量程计算。
- 3、总的变差是指额定量程的 3 倍。
- 4、电压变比 (Pt) 与电流变比 (Ct) 的乘积不得大于 65535, 否则将引起仪表内部的运算错误。

4.3 编程流程

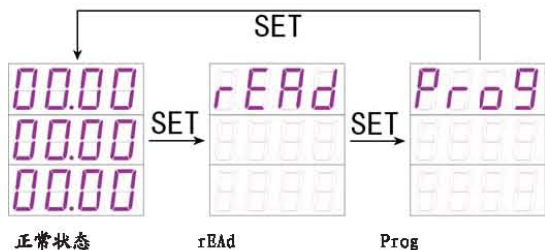
4.3.1 正常显示界面 (按动左键或右键, 显示界面将按以下顺序进行切换)



注: 1、在三相三线制时, 正常显示界面将没有“相电压、分相有功功率、分相无功功率、分相功率因数”。

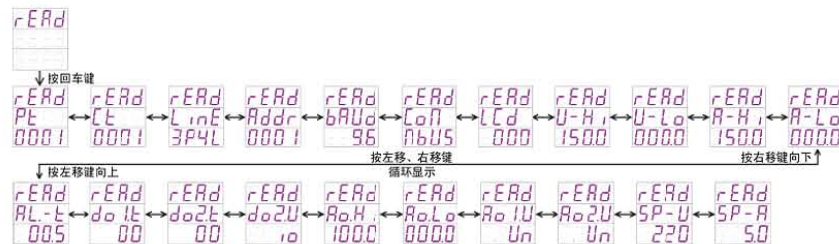
- 2、PZ72 数码管显示类仪表无“分相有功功率、分相无功功率、分相功率因数”。
- 3、P3/P4 仪表无电能显示, E3/E4 仪表无功率显示。
- 4、电压 THD 与电流 THD 为 1~21 次总的谐波含量检测, 需选配“/H”功能, 在三相三线制中仪表将自动屏蔽此功能。PZ72 数码管显示类仪表也无此显示界面, 但在通讯中可读取。

4.3.2 主菜单切换 (在正常显示画面时, 按 SET 键, 如下:)



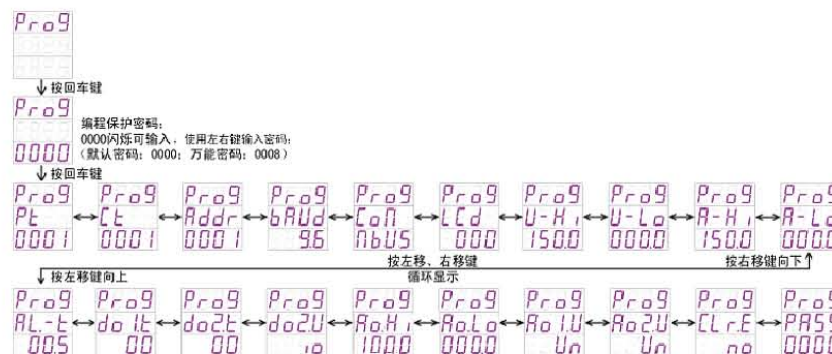
说明:
rEAd — 只读菜单, 在此页面, 按回车键进入;
Prog — 编程菜单, 在此页面, 按回车键进入;

4.3.3 rEAd 工作参数查看菜单



说明: 此 rEAd 菜单可按左移、右移键查看设置的各种参数。按 SET 键返回上一级。

4.3.4 Prog 工作参数设置菜单



Prog 菜单可按左移、右移键切换, 按回车键则第三行数码闪烁, 表示可修改; 修改后按回车确认。按 SET 键出现闪烁的 SAVE, 询问是否保存, 如需保存按回车确认, 否则按 SET 键退出不保存。

4.4 功能设置与使用

4.4.1 倍率更改设置

- 例 1: AC10kV/100V 的电压表: 进入 Prog 菜单, 修改 Pt 为 100;
计算方法: $10000V \div 100V = 100$
- 例 2: AC500A/5A 的电流表: 进入 Prog 菜单, 修改 Ct 为 100。

一般当测量数据大于或等于 10kV 或 10kA 时, 液晶的显示单位将由“V”或“A”自动变为“kV”或“kA”。电压变比 (Pt) 与电流变比 (Ct) 的乘积不得大于 65535, 否则将引起仪表内部的运算错误。

4.4.2 通讯功能及参数设置

- 通讯协议可选择 Modbus-RTU 或 DL645-2007, 通讯地址与波特率编程设定。
- Modbus-RTU 协议: 每字节含 8 位二进制码, 传输时加上一个起始位 (0) 和一个停止位 (1), 共 10 位。
- DL/T 645-2007 协议: 每字节含 8 位二进制码, 传输时加上一个起始位 (0)、一个偶校验位和一个停止位 (1), 共 11 位。

通讯参数见 4.2 菜单符号及意义, 编程流程见 4.3.4, 进入 Prog 菜单。

4.4.3 报警功能及参数设置

报警状态（正常测量时，按住右移键，可查看报警信息）

----	Ua - H	Ua - L	Ab - H	Ab - L	当测得的数据为 0 时不报警
----	----	----	----	----	
正常	A 相电压过高	A 相电压过低	B 相电流过高	B 相电流过低	

正常测量时，若有报警产生，则对应的显示数据会闪烁。如果 Prog 菜单中的 do2.U 设置为 AL，则报警时会在继电器 DO2 上产生一个输出（继电器常开结点闭合）；

报警显示中只显示 3 个报警状态，但通过通讯方法可读取全部的报警状态；

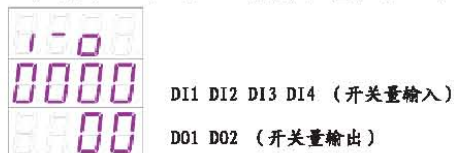
报警状态可通讯读取，见通讯参量地址表；

报警功能设置，参数见 4.2 菜单符号及意义，设置流程见 4.3.4 Prog 菜单；

报警功能默认为关闭状态，除非客户要求。

4.4.4 开关量功能及输出控制

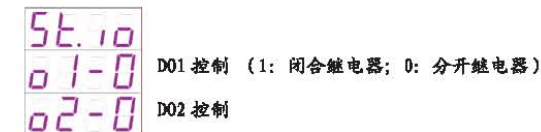
正常测量时，按下回车键，可查看开关量状态，如下：



如图表示：“0”表示断开，“1”表示吸合。

另外，在液晶显示屏的下方有开关量输入/输出指示，无需按快捷查看。

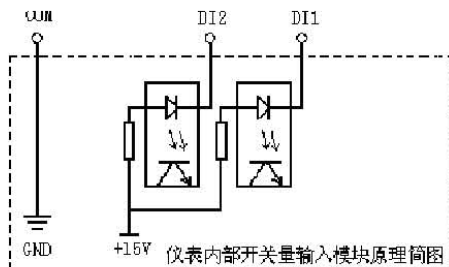
在查看开关量状态页面，按一下回车键，进入本地开关量输出（继电器）控制页面，首先界面要求您输入正确的校对密码。按动左右键输入保护密码（出厂设置：0000），回车确认后，若密码正确，将进入开关量输出的就地修改：



数字闪烁表示可修改，按左键选择需修改项，按右键进行修改，回车确认修改；如果需要同时控制两路继电器，应先全部修改后，再按回车键确认。

远程读取与控制见通讯应用。

开关量输出为常开继电器；开关量输入为光耦检测，简要原理如下：



4.4.5 液晶背光控制

进入 Prog 菜单，左右键选择 LCD 页面，按回车键进入修改状态；左右键进行液晶背光时间修改 000-250s。

000: 表示液晶背光常亮；

250: 表示液晶背光在按键 250 秒无操作后，转入微亮状态，以延长背光使用寿命。

4.4.6 模拟量（变送输出）控制

仪表最多可选配 2 路模拟量变送输出（4~20mA），每路都可分别选择对应的变送参量，参见“4.2 菜单符号及意义”。变送的满度（20mA）可通过模拟量上限设置，零点（4mA）可通过模拟量下限设置，设置的百分量是相对于仪表的量程，若设置为 3 路的总和（如 Un、An、Pn、Qn）则是仪表量程的 3 倍。有符号数据（如 P1）将取绝对值作为变送数据。

4.4.7 编程密码设置

进入 Prog 菜单，左键选择 PASS 页面，按回车键进入修改状态；左右键进行密码修改，密码范围 0000-9999，回车确认修改。修改后，编程保护密码及开关量输出控制保护密码均为新密码。

默认密码：0000；万能密码：0008

4.4.8 电能的清零

进入 Prog 菜单，左键选择 CLr.E 页面，按回车键进入修改状态；按动左右键，显示将在“no”和“YES”间切换显示；当显示为“no”按动回车键时，系统将报错显示“Err”，提示操作未成功；若在显示为“YES”时按动回车键，系统将进行清零操作。电能清零不需另行保存即可生效，且不能恢复，请谨慎操作。

5、通讯指南（MODBUS-RTU）

（注：若您已将仪表设定为 DL645 格式，则本章将对您无实际作用。）

5.1 通讯协议概述

仪表使用 MODBUS-RTU 通讯协议，MODBUS 协议详细定义了校验码、数据序列等，这些都是特定数据交换的必要内容。MODBUS 协议在一根通讯线上使用主从应答式连接（半双工）。当主计算机的信号寻址到一台唯一的终端设备（从机）后，终端设备发出应答信号传输给主机。

MODBUS 协议只允许在主机（PC、PLC 等）和终端设备之间通讯，而不允许独立的终端设备之间的数据交换，这样各终端设备不会在它们初始化时占据通讯线路，而仅限于响应到达本机的查询信号。

5.1.1 传输方式

信息传输为异步方式，并以字节为单位，在主机和从机之间传递的通讯信息是 10 位字格式，包含 1 个起始位、8 个数据位（最小的有效位先发送）、无奇偶校验位、1 个停止位。

5.1.2 信息帧格式

地址码	功能码	数据区	CRC 校验码
1 字节	1 字节	n 字节	2 字节

地址码：地址码在帧的开始部分，由一个字节（8 位二进制码）组成，十进制为 0~255，在仪表中只使用 1~247，其它地址保留。这些位标明了用户指定的终端设备的地址，该设备将接收来自与

之相连的主机数据。每个终端设备的地址必须是唯一的，仅仅被寻址到的终端会响应包含了该地址的查询。当终端发送回一个响应，响应中的从机地址数据便告诉了主机哪台终端正与之进行通信。

功能码：功能码告诉了被寻址到的终端执行何种功能。下表列出了该系列仪表用到的功能码，以及它们的意义和功能。

功能	定义	操作
03H/04H	读数据寄存器	获得一个或多个寄存器的当前二进制值
10H	预置多寄存器	设定二进制值到一系列多寄存器中

数据区：数据区包含了终端执行特定功能所需要的数据或者终端响应查询时采集到的数据。这些数据的内容可能是数值、参考地址或者设置值。例如：功能码告诉终端读取一个寄存器，数据区则需要指明从哪个寄存器开始及读取多少个数据，内嵌的地址和数据依照类型和从机之间的不同内容而有所不同。

CRC 校验码：错误校验 (CRC) 域占用两个字节，包含了一个 16 位的二进制值。CRC 值由传输设备计算出来，然后附加到数据帧上，接收设备在接收数据时重新计算 CRC 值，然后与接收到的 CRC 域中的值进行比较，如果这两个值不相等，就发生了错误。

生成一个 CRC 的流程为：

- 1、预置一个 16 位寄存器为 0FFFFH (全 1)，称之为 CRC 寄存器。
- 2、把数据帧中的第一个字节的 8 位与 CRC 寄存器中的低字节进行异或运算，结果存回 CRC 寄存器。
- 3、将 CRC 寄存器向右移一位，最高位填以 0，最低位移出并检测。
- 4、如果最低位为 0，重复第三步 (下一次移位)；如果最低位为 1，将 CRC 寄存器与一个预设的固定值 (0A001H) 进行异或运算。
- 5、重复第三步和第四步直到 8 次移位。这样处理完了一个完整的八位。
- 6、重复第 2 步到第 5 步来处理下一个八位，直到所有的字节处理结束。
- 7、最终 CRC 寄存器的值就是 CRC 的值。

此外还有一种利用预设的表格计算 CRC 的方法，它的主要特点是计算速度快，但是表格需要较大的存储空间，该方法此处不再赘述，请参阅相关资料。

5.2 功能码简介

5.2.1 功能码 03H 或 04H：读寄存器

此功能允许用户获得设备采集与记录的数据及系统参数。主机一次请求的数据个数没有限制，但不能超出定义的范围。

下面的例子是从 01 号从机读 3 个采集到的基本数据 (数据帧中每个地址占用 2 个字节) UAB、

UBC、UCA，其中 UAB 的地址为 0028H，UBC 的地址为 0029H，UCA 的地址为 002AH。

主机发送		发送信息	从机返回		返回信息
地址码		01H	地址码		01H
功能码		03H	功能码		03H
起始地址	高字节	00H	字节数		06H
	低字节	28H	寄存器数据	高字节	00H
寄存器数量	高字节	00H		低字节	00H
	低字节	03H	寄存器数据	高字节	00H
CRC	低字节	C3H		低字节	00H
校验码	高字节	85H	CRC 校验码	高字节	00H
	低字节			低字节	75H
			校验码	高字节	21H
				低字节	

5.2.2 功能码 10H：写寄存器

功能码 10H 允许用户改变多个寄存器的内容，该仪表中系统参数、开关量输出状态等可用此功能号写入。主机一次最多可以写入 16 个 (32 字节) 数据。

下面的例子是预置地址为 01 的仪表输出开关量 Do1，开关量输入/输出状态指示寄存器地址为 0022H，第 9-12 位对应 DI1-DI4，第 13-14 位分别对应 DO1-DO2。

主机发送		发送信息	从机返回		返回信息
地址码		01H	地址码		01H
功能码		10H	功能码		10H
起始地址	高字节	00H	起始地址	高字节	00H
	低字节	22H		低字节	22H
寄存器数量	高字节	00H	寄存器数量	高字节	00H
	低字节	01H		低字节	01H
字节数		02H	CRC 校验码	低字节	C3H
0022H 待写入数据	高字节	10H		高字节	A1H
	低字节	00H			
CRC 校验码	低字节	12H			
	高字节	ADH			

5.3 通讯应用细节

仪表在设计时对通讯地址表进行了统一规划，用户根据下面的介绍可以方便地实现遥测、通信、遥控等功能。

5.3.1 开关量输入输出

仪表开关量输入是采用干接点开关信号输入方式，仪表内部配备+15V 的工作电源，无须外部供电。当外部接点闭合或断开时，仪表本地显示开关状态，同时可以通过仪表的通讯口实现远程传输功能，即“通信”功能。

仪表开关量输出为继电器输出，可通过上位机远程控制（遥控有两种方式：1、电平触发；2、脉冲触发），实现“遥控”功能，也可以根据客户要求实现相应的报警功能（如过流、欠压）。

仪表与开关量输入输出相关的通讯地址为 0022H，其与开关量输入输出的对应关系如下：

0022H	15	14	13	12	11	10	9	8	7~0
			DO2	DO1			DI2	DI1	保留

5.3.2 报警状态

0008H	15	14	13	12	11	10	9	8
			Ua-L	Ua-H	Ub-L	Ub-H	Uc-L	Uc-H
	7	6	5	4	3	2	1	0
		Ia-L	Ia-H	Ib-L	Ib-H	Ic-L	Ic-H	

5.3.3 电力参数与电能

该系列测量值用 Modbus-RTU 通讯规约的 03H 或 04H 号命令读出，通讯值与实际值之间的对应关系如下：（约定 Val.t 为通讯读值，Val.s 为实际值）

1、相电压 UA、UB、UC、线电压 UAB、UBC、UCA：

$$Val.s = Val.t \times 10^{(DPT-4)}, \text{ 单位伏 V, DPT 从 0023H 高字节读出。}$$

2、电流 IA、IB、IC：

$$Val.s = Val.t \times 10^{(DCT-4)}, \text{ 单位安培 A, DCT 从 0023H 低字节读出。}$$

3、功率 PA、PB、PC、P 总、QA、QB、QC、Q 总：

$Val.s = Val.t \times 10^{(DPQ-4)}$ ，有功功率单位瓦 W，无功功率单位乏 var，DPQ 从 0024H 高字节读出，有功功率和无功功率的单位从 0024H 低字节（从高到低位依次为 Q、Qc、Qb、Qa、P、Pc、Pb、Pa）读出。

4、功率因数（有符号数）PFA、PFB、PFC、PFT 总：

$$Val.s = Val.t / 1000, \text{ 无单位}$$

5、频率：

$$Val.s = Val.t / 100, \text{ 单位赫兹 Hz}$$

6、电能：

对 PZ 系列可编程智能电测仪表，有以下 a、b 两种方法读取电能，用户可根据实际情况选用。

a) 分别读地址 003FH~0040H（吸收有功电能）、0041H~0042H（释放有功电能）、0043H~0044H（感性无功电能）、0045H~0046H（容性无功电能）二次侧电能、再读 PT、CT，按照下面公式计算：

电能通讯读值 Val.t = 第一个 word × 65536 + 第二个 word

电能量一次侧值 $Val.s = Val.t / 1000 \times PT \times CT$ ，有功电能单位千瓦时 kWh，无功电能单位千乏时 kvarh，其中 PT 从地址 0003H 里读出，CT 从地址 0004H 里读出。

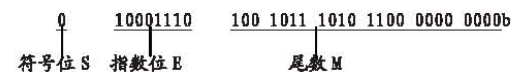
注：一般情况下用户读取吸收有功电能

b) 读 0047H~004EH 里的一次侧电能读值采用浮点变量数据类型。它用符号位表示数的符号，用指数和尾数表示数的大小，仪表采用的数据格式为 IEEE754 数据格式具有 24 位精度，尾数的高位始终为“1”，因而不保存，位的分布如下：

1 位符号位、8 位指数位、23 位尾数，符号位是最高位，尾数为最低的 23 位。

具体举例如下：

读出数（如 03FH 040H，2word，由高至低排列 共 4byte，32bit.）：



符号位 S=0，“1”为负，“0”为正；

计算指数 E=10001110，化为 10 进制数 142；

计算尾数 M=100 1011 1010 1100 0000 0000，化为 10 进制数 4959232。

计算公式：一次侧电量

$$-(-1)^S \times 2^{(E-127)} \times \left(1 + \frac{M}{2^{23}}\right)$$

上例计算结果为：

$$(-1)^0 \times 2^{(142-127)} \times \left(1 + \frac{4959232}{2^{23}}\right)$$

$$= 52140 \text{ Wh} = 52.14 \text{ kWh}$$

5.4 通讯地址表

地址	参数	读写 属性	数值范围	数据 类型
0000H	保护密码	R/W	0001-9999	word
0001H 高字节	通讯地址	R/W	0001-0247	word
0001H	通讯波特率	R/W	0-4: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200bps	

低字节			4800bps	
0002H	控制字	R/W	第 15 位-接线方式 (0-三相四线、1-三相三线) 第 14-8 位-输入电压范围 (SPU-数据*10 V) 第 7-0 位-输入电流范围 (SPI- 数据/10 A)	word
0003H	PT 变比	R/W	1-9999	word
0004H	CT 变比	R/W	1-9999	word
0005H -000AH	保留			word
000BH	报警状态		见 5.3.2	
000CH -0010H	保留			word
0011H 高字节	Do1 输出脉冲 宽度控制	R/W	仅适用带开关量输出仪表	word
0011H 低字节	Do2 输出脉冲 宽度控制	R/W	仅适用带开关量输出仪表	
0012H	A 相谐波电压	R	0-9999	word
0013H	B 相谐波电压	R	0-9999	word
0014H	C 相谐波电压	R	0-9999	word
0015H	A 相谐波电流	R	0-9999	word
0016H	B 相谐波电流	R	0-9999	word
0017H	C 相谐波电流	R	0-9999	word
0018H	A 相电压波形失真度	R	0-100	word
0019H	B 相电压波形失真度	R	0-100	word
001AH	C 相电压波形失真度	R	0-100	word
001BH	A 相电流波形失真度	R	0-100	word
001CH	B 相电流波形失真度	R	0-100	word
001DH	C 相电流波形失真度	R	0-100	word
001EH -0021H	保留			
0022H	开关量 输入输出状态	R/W	见 5.3.1	word
0023H 高字节	小数点 U (DPT)	R	3-7	word
0023H 低字节	小数点 I (DCT)	R	1-5	
0024H 高 字节	小数点 PQ (DPQ)	R	4-10	word
0024H 低 字节	符号 PQ	R	高位-低位: Q、Qc、Qb、Qa、P、 Pc、Pb、Pa; 0 为正, 1 为负	

0025H	相电压 UA	R	0-9999	word
0026H	相电压 UB	R	0-9999	word
0027H	相电压 UC	R	0-9999	word
0028H	线电压 UAB	R	0-9999	word
0029H	线电压 UBC	R	0-9999	word
002AH	线电压 UAC	R	0-9999	word
002BH	IA	R	0-9999	word
002CH	IB	R	0-9999	word
002DH	IC	R	0-9999	word
002EH	PA	R	0-9999	word
002FH	PB	R	0-9999	word
0030H	PC	R	0-9999	word
0031H	P 总	R	0-9999	word
0032H	QA	R	0-9999	word
0033H	QB	R	0-9999	word
0034H	QC	R	0-9999	word
0035H	Q 总	R	0-9999	word
0036H	PFA	R	0-1000	word
0037H	PFB	R	0-1000	word
0038H	PFC	R	0-1000	word
0039H	PF 总	R	0-1000	word
003AH	SA	R	0-9999	word
003BH	SB	R	0-9999	word
003CH	SC	R	0-9999	word
003DH	S 总	R	0-9999	word
003EH	频率 FR	R	4500-6500	word
以下为电能地址表				
003FH -0040H	吸收有功电能 二次侧(正向有功)	R/W	0-999999999	Dword
0041H -0042H	释放有功电能 二次侧(反向有功)	R/W	0-999999999	Dword
0043H -0044H	感性无功电能 二次侧(正向无功)	R/W	0-999999999	Dword
0045H -0046H	容性无功电能 二次侧(反向无功)	R/W	0-999999999	Dword
0047H -0048H	吸收有功电能 一次侧(正向有功)	R		Fword
0049H -004AH	释放有功电能 一次侧(反向有功)	R		Fword
004BH -004CH	感性无功电能 一次侧(正向无功)	R		Fword
004DH -004EH	容性无功电能 一次侧(反向无功)	R		Fword

注：对于 P3/P4 仪表，所有与电能有关的数据寄存器为任意数据，不能作为电能计量使用；

6、通讯指南 (DL645-2007)

(注：若您已将仪表设定为 MODBUS-RTU 格式，则本章将对您无实际作用。)

在本章主要讲述如何利用软件通过通讯口来操控该系列仪表。本章内容的掌握需要您具有 DL/T645-2007 协议的知识储备并且通读了本册其它章节所有内容，对本产品功能和应用概念有较全面了解。同时需将通讯口设置为 DL/T-645 协议。

本章内容包括：DL/T645-2007 协议简述，通讯应用格式详解，本机的应用细节及参量地址表。

6.1 DL/T645-2007 协议简述

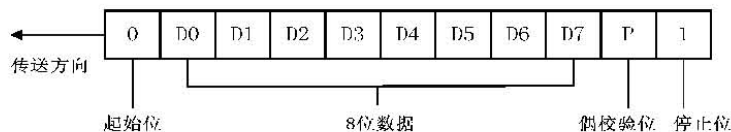
PZ72(L)-P3/P4、E3/E4 仪表使用的是符合 DL/T645-2007 规范的通讯协议，DL/T645-2007 协议详细定义了校验码、数据序列等，这些都是特定数据交换的必要内容。DL/T645-2007 协议在一根通讯线上使用主从应答式连接(半双工)，这意味着在一根单独的通讯线上信号沿着相反的两个方向传输。首先，主计算机的信号寻址到一台唯一的终端设备(从机)，然后，终端设备发出的应答信号以相反的方向传输给主机。

DL/T645-2007 协议只允许在主机(PC, PLC等)和终端设备之间通讯，而不允许独立的终端设备之间的数据交换，这样各终端设备不会在它们初始化时占据通讯线路，而仅限于响应到达本机的查询信号。

6.1.1 传输方式

传输方式是指一个数据帧内一系列独立的数据结构以及用于传输数据的有限规则，下面定义了与 DL/T645-2007 协议-RTU 方式相兼容的传输方式。

每字节含 8 位二进制码，传输时加上一个起始位(0)、一个偶校验位和一个停止位(1)，共 11 位。其传输序列如下图。D0 是字节的最低有效位，D7 是字节的最高有效位。先传低位，后传高位。



字节传输序列

6.1.2 错误检测 (Error checking)

和校验，从帧起始符开始到校验码之前的所有各字节的模 256 的和，即各字节二进制算术和，不计超过 256 的溢出值。

6.1.3 协议

当数据帧到达终端设备时，它通过一个简单的“端口”进入被寻址到的设备，该设备去掉数据帧的“信封”(数据头)，读取数据，如果没有错误，就执行数据所请求的任务，然后，它将自己生成的数据加入到取得的“信封”中，把数据帧返回给发送者。返回的响应数据中包含了以下内容：终端从机地址(Address)、被执行了的命令(Function)、执行命令生成的被请求数据(Data)和一个校验码(Check)。发生任何错误都不会有成功的响应，或者返回一个错误指示帧。

6.1.4 数据帧格式

帧是传递信息的基本单元。

说 明	代 码
帧起始符	68H
地址域	A0
	A1
	A2
	A3
	A4
	A5
帧起始符	68H
控制码	C
数据域长度	L
数据域	DATA
校验码	CS
结束符	16H

帧格式

6.1.5 帧起始符 68H

标识一帧数据的开始，其值为 68H。

6.1.6 地址域 A0-A5

地址域由 6 个字节(8 位二进制码)组成，每字节 2 位 BCD 码。地址长度可达 12 位十进制数，PZ72(L)-P3/P4、E3/E4 只用 A0 与 A1，其中 A0 为地址的低字节，A1 为地址的高字节，组成地址范围为 1~247，此地址数据可在仪表中进行任意设置。其余(A2~A5)全部用 00 填充。这些位标明了用户指定的终端设备的地址，该设备将接收来自与之相连的主机数据。每个终端设备的地址必须是唯一的，仅仅被寻址到的终端会响应包含了该地址的查询。当终端发送回一个响应，响应中的从机地址数据便告诉了主机哪台终端正与之进行通信。本仪表不支持广播地址。

6.1.7 控制码 C

功能域代码告诉了被寻址到的终端执行何种功能。下表列出了该系列仪表用到的功能码，以及它们的意义和功能。本仪表仅支持下述控制码。

代码	意义	行为
11H	读数据	从 PZ72(L)-P3/P4、E3/E4 中读取数据
91H	读数据应答	PZ72(L)-P3/P4、E3/E4 对读数据的应答

6.1.8 数据域 (数据标识与数据) 长度 L

数据域的字节长度。读数据时 $L < 200$ ，写数据时 $L < 50$ ， $L = 0$ 时表示无数据域。

6.1.9 数据域 DATA

数据域包括数据标识、密码、操作者代码、数据、帧序号等，其结构随控制码的功能而改变。传输时发送方按字节进行加 33H 处理，接收方按字节进行减 33H 处理。

6.1.10 结束符 16H

标识一帧数据的结束

6.2 传输

6.2.1 前导字节

在主站发送帧信息之前，可先传送 1~4 个字节的 FBH，用以唤醒接收方。

6.2.2 传输次序

所有数据项均先传送低位字节，后传送高位字节。传送的数据项 (除开关量) 均为实际数据的压缩 BCD 码加上 33H。如外部主机读取 PZ72(L)-E3/E4 的正向有功电能仪表地址为 1，电能为 0.05kWh:

主机发送: FE FE FE FE 68 01 00 00 00 00 00 68 11 04 33 33 34 33 B3 16

PZ72(L)-E3/E4 应答: 68 01 00 00 00 00 68 91 08 33 33 34 33 38 33 33 08 16

6.2.3 传输响应

每次通讯都是由主站向按信息帧地址域选择的从站发送请求命令帧开始，被请求的从站根据命令帧中控制码的要求作出响应。

收到命令帧后的响应延时: $< 500ms$

字节之间的停顿时间: < 6 个字节的发送时间, 当超过此时间时, PZ72(L)-P3/P4、E3/E4 认为是一新的数据帧。

6.2.4 差错控制

字节校验为偶校验, 帧校验为纵向信息校验和, 接收方无论检测到偶校验或纵向信息校验和出错, 均放弃该信息帧, 不予响应。

6.2.5 传输速率

初始速率为: 9600bps

可设置为: 1200、2400、4800、9600、19200bps

6.3 请求与应答

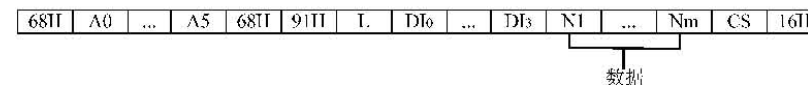
6.3.1 主站请求帧

- 功能: 请求读电能表数据
- 控制码: C=11H
- 数据域长度: $L=04H+m$ (数据长度)



6.3.2 从站正常应答

- 控制码: C=91H 无后续数据帧; C=B1H 有后续数据帧。
- 数据域长度: $L=04H+m$ (数据长度)



注: 如果没有满足条件的负荷记录, 从站按正常应答帧格式返回 (数据域只有数据标识, 数据域长度为 4)。

6.4 PZ72(L)-P3/P4、E3/E4 数据标识

数据标识				数据格式	数据长度 (字节)	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
00	01	00	00	XXXXXX.XX	4	kWh	*		(当前)正向有功总电能
00	02	00	00	XXXXXX.XX	4	kWh	*		(当前)反向有功总电能
00	03	00	00	XXXXXX.XX	4	kvarh	*		(当前)组合无功 1 总电能

数据标识				数据格式	数据长度 字节	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
00	04	00	00	XXXXXX.XX	4	kvarh	*		(当前)组合无功 2 总电能
02	01	01	00	XXX.X	2	V	*		A 相电压 B 相电压 C 相电压 电压数据块
		02							
		03							
		FF							
02	02	01	00	XXX.XXX	3	A	*		A 相电流 B 相电流 C 相电流 电流数据块
		02							
		03							
		FF							
02	03	00	00	XX.XXXX	3	kW	*		瞬时总有功功率 瞬时 A 相有功功率 瞬时 B 相有功功率 瞬时 C 相有功功率 瞬时有功功率数据块
		01							
		02							
		03							
		FF							
02	04	00	00	XX.XXXX	3	kvar	*		瞬时总无功功率 瞬时 A 相无功功率 瞬时 B 相无功功率 瞬时 C 相无功功率 瞬时无功功率数据块
		01							
		02							
		03							
		FF							
02	05	00	00	XX.XXXX	3	kVA	*		瞬时总视在功率 瞬时 A 相视在功率 瞬时 B 相视在功率 瞬时 C 相视在功率 瞬时视在功率数据块
		01							
		02							
		03							
		FF							
02	06	00	00	X.XXX	2		*		总功率因数 A 相功率因数 B 相功率因数 C 相功率因数 功率因数数据块
		01							
		02							
		03							
		FF							

数据标识				数据格式	数据长度 字节	单位	功能		数据项名称
DI ₃	DI ₂	DI ₁	DI ₀				读	写	
02	08	01	00	XX.XX	2	%	*		A 相电压波形失真度 B 相电压波形失真度 C 相电压波形失真度 电压波形失真度数据块
		02							
		03							
		FF							
02	09	01	00	XX.XX	2	%	*		A 相电流波形失真度 B 相电流波形失真度 C 相电流波形失真度 电流波形失真度数据块
		02							
		03							
		FF							
02	80	00	02	XX.XX	2	Hz	*		电网频率
			0B	XXXX	2				电压变比
			0C	XXXX	2				电流变比
			0D	BIN	2				报警状态
			0E	BIN	2				开关量输入与输出