

GD2150 智能电力监测仪
使用手册
V1.0



北京国电中自电气有限公司

中国·北京

2010年3月

目录

1. 概述	3
2. 功能和特点	3
3. 主要技术指标	5
4. 主要技术参数	8
5. 操作指南	11
6. 接线与安装	15
7. 通讯规约	23
附录一：数据和地址	30
附录二：数据变换	32
附录三：外形图	32

一. 概 述

GD2150 智能电力监测仪（以下简称：GD2150）是在 GD2020 基础上派生出来的一款智能电力监测仪表。它具有可编程、遥测、电能累加、数字通讯等功能，其结构紧凑、电路先进、功能强大，能够全面替代电量变送器、电度表、数显仪表、数据采集器等测量、显示仪器，其独特的大屏幕 LED 显示窗，同时可显示 10 个参数，是开关柜和其他成套电气设备中的理想产品。

GD2150 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. 功能和特点

- ◆ 测量功能多，精度高

GD2150 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：一条三相四线回路或其它任何线制的全部相/线电压 (V)、电流 (I)、功率 (P、Q、S)、电能 (Wh、Qh)、功率因数 (COS)，频率 (F) 等。

作为显示仪表使用时可以代替：三相电流表、三相电压表、三相视在功率表、三相有功功率表、三相无功功率表、三相功率因数表、三相有功电能表、三相无功电能表、频率表等。

在自动化系统中用作数据采集时可以代替：三相电流变送器、三相电压变送器、三相视在功率变送器、三相有功功率变送器、三相无功功率变送器、三相功率因数变送器、频率变送器等以及数据采集模块、RTU 等。

作为电能计量仪表时可以代替：三相有功电能表、三相无功电能表等。

仪表采用高精度高稳定的模数 (A/D) 转换器件，电度精度可达 1.0 级，其它参数可达 0.5 级以上。

- ◆ LED 显示

GD2150 采用 LED 大屏幕显示，同时可显示多达 10 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

GD2150 为了满足未来测量仪表的环境，配有 RS-485 或 RS-232C 串行口，允许连接开放式结构的局域网络。

应用 Modbus (RTU 和 ASCII 两种模式) 通讯规约，通过在 PC 机或数据采集系统上运行的软件，能提供一个对于工厂、电厂、工业或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

GD2150 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

GD2150 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”、“电能累加复位”等进行更改设定。

- ◆ 记忆

GD2150 在电源掉电时，能够记忆所有的当前工作状态或设定值、电能累加数值、PT 变比、CT 变比。

- ◆ 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，在专用校准调试软件控制下自动进行，减少了人为因素带来的偏差。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。

- ◆ 故障自动诊断

具有故障自动判断功能，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

完善的电磁兼容性设计，具有极强的抗电磁干扰能力，符合 IEC61000-4 标准，适合在强电磁干扰的复杂环境中使用。

- ◆ 安装方便

GD2150 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。

采用盘面安装方式，外形尺寸符合马赛克屏开孔标准（开孔尺寸为 177×127 mm），便于安装。

三. 主要技术指标

1 准确度、显示位数及模式

参数	测量位数	显示位数	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	4	9999	V/kV	V1	V2	V3	Ve0	0.2%RD (0~350V) 0.5%RD (0~150V)
线电压	5	4	9999	V/Kv	V12	V23	V31	Ve	1.0%RG (0~600V) 1.0%RG (0~260V)
电流	5	4	9999	A/kA	I1	I2	I3	Ie	0.2%RD (0~5A) 0.5%RD (0~1A)
有功功率	5	4	9999	W/kW/MW	P1	P2	P3	P	0.5%RD
无功功率	5	4	9999	var/kvar/Mvar	Q1	Q2	Q3	Q	0.5%RD
视在功率	5	4	99999	VA/kVA/MVA	S1	S2	S3	S	0.5%RD
功率因数	5	4	1.000		PF1	PF2	PF3	PF	0.5%RG
有功电能	8	7	9999999	Wh/kWh/MWh				Wh	1.0%RD
无功电能	8	7	9999999	varh/kvarh/Mvarh				Qh	1.0%RD
频率	5	4	70.000	Hz	Hz				0.1%RG

注:

- ◇ V1/V2/V3/Ve0: 相电压
- ◇ PF1/PF2/PF3: 单相功率因数
- ◇ 电能准确度范围
- ◇ RD 读值, 相对误差
- V12/V23/V31/Ve: 线电压
- PF: 总功率因素
- 功率因数 $\cos\phi$ 0.5~1.0 (有功电能)
- $\sin\phi$ 0.5~1.0 (无功电能)
- 电压 > 50V
- 电流 > 0.5A
- 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。

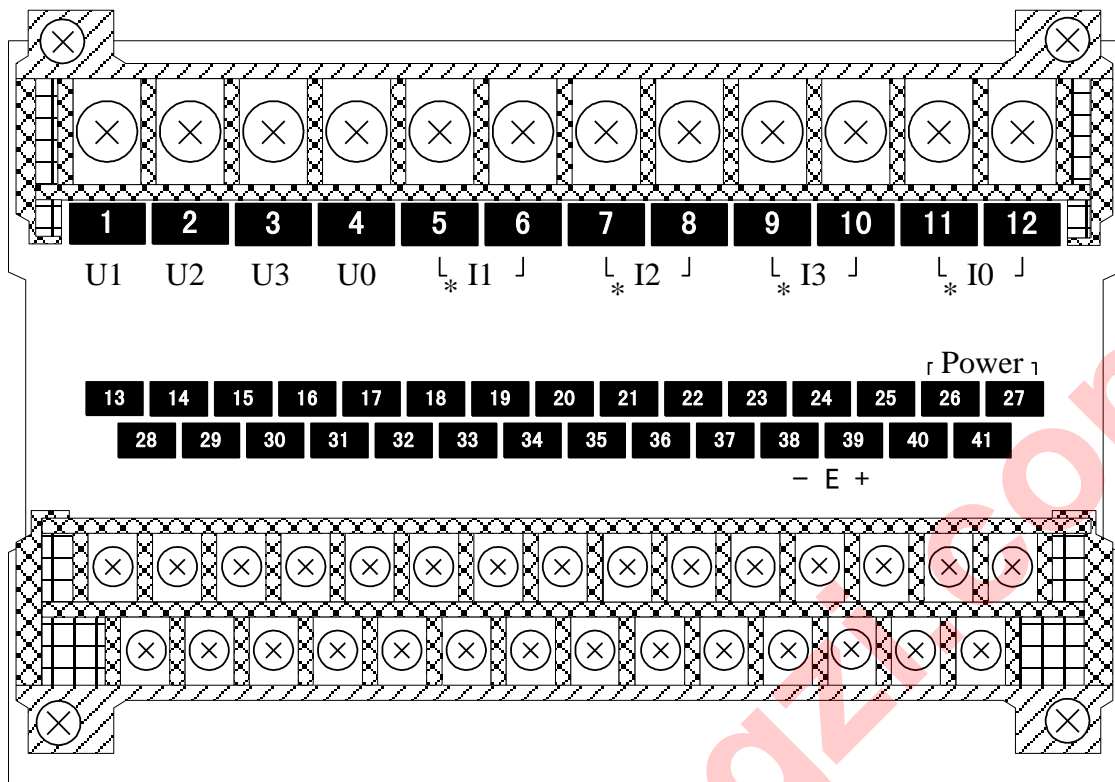
3 可编程设定

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: 1~64000
 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: 1~247
 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
- 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:
- 温度影响: 100ppm/°C
- 长期稳定性: <0.2%/年
- 8 工作条件
- 温度: -20°C~60°C
- 湿度: 20~95% 无凝露
- 9 储藏条件
- 温度: -25°C~+75°C
- 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: ≤2W
- 11 重量
- 净重: 0.98 Kg
- 毛重: 1.46 Kg
- 12 外形尺寸
- 外形尺寸: 201mm(长)×140mm(宽)×115mm(深)
- 安装开孔尺寸: 177mm×127mm
- 13 端子定义



四. 主要技术参数

1 工作原理:

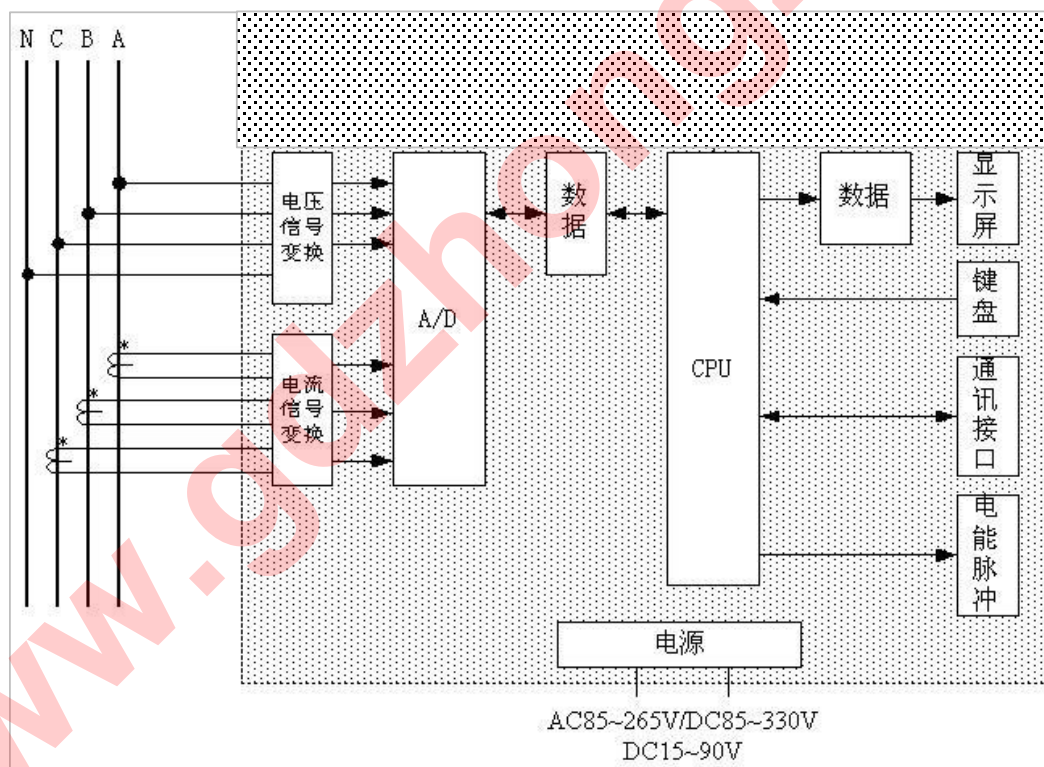
GD2150 由测量、显示、控制、接口和电源等部分组成。

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数码管 (LED) 显示模块; 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。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。

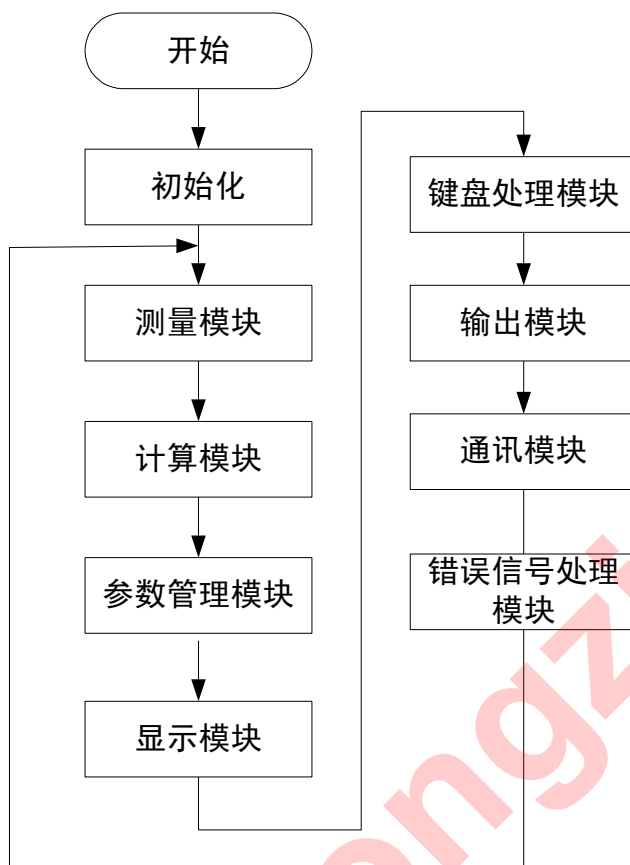
软件主要实现测量数据计算、内部参数计算、电能累加、各部分的管理、人机界面等功能。由于软件量较大、功能复杂, 因此程序采用了先进的编程理念: 功能模块化, 结构格式化, 任务简单化, 时间多元化。具有多种优点: 程序维护简单, 流程清晰明了, 事件并行处理, 响应快速有效。

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	$V_n = [(\sum U_i^2) / n]^{1/2}$
线电压	V12 V23 V31	$V_n = [(\sum (U_i + U_i')^2) / n]^{1/2}$
平均相电压	Ve0	$V_{e0} = (V1 + V2 + V3) / 3$
平均线电压	Ve	$V_e = (V12 + V23 + V31) / 3$

4.2 电流

相电流	I1 I2 I3	$I_n = [(\sum I_i^2) / n]^{1/2}$
平均相电流	Ie	$I_e = (I1 + I2 + I3) / 3$

4.3 有功功率

单相有功	P1 P2 P3	$P_n = \sum (U_i \times I_i)$
总有功功率	P	$P = P1 + P2 + P3$

4.4 无功功率

单相无功	Q1 Q2 Q3	$Q_n = \sum (U_i \times I_i - \pi / 4)$
总无功功率	Q	$Q = Q1 + Q2 + Q3$

4.5 视在功率

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

4.6 功率因数

相功率因数	PF1 PF2 PF3	$PF_n = P_n / S_n$	PF 的符号
总功率因数	PF	$PF = P / S$	$= P \times Q$ 的符号

4.7 电能

有功电能	+Wh -Wh	$W_h = \sum (P \times t)$	$t \leq 1mS$
无功电能	+Qh -Qh	$Q_h = \sum (Q \times t)$	

4.8 频率

频率	F	$F = 1/T$	分辨率为 0.25μs
----	---	-----------	-------------

五. 操作指南

1. 键盘定义



退出本菜单层面、返回选择实时数据显示菜单



在实时数据显示菜单中，在本菜单层，向上移至选择菜单相邻的另一个项目。在系统参数设定菜单中，返回上级菜单或键入数值时作为递增的功能



在实时数据显示菜单中，在本菜单层，向上移至选择菜单相邻的另一个项目。在系统参数设定菜单中，移至选择菜单的下层或键入数值时作为递减的功能

移至选择菜单的当前菜单层面下个项或键入数值时作为移动光标位置的功能

2. 菜单

主菜单	一级子菜单
实时数 据显示	第一行参数 (Va 或 Vab, Ia, P)
	第二行参数 (Vb 或 Vbc, Ib, Q)
	第三行参数 (Vc 或 Vca, Ic, F 或 PF)
	第四行参数 (正向有功电能+Wh、反向有功电能-Wh、正向无功电能+Qh、反向无功电能-Qh、三相平均相电压 Ve0、三相平均线电压 Ve、三相平均电流 Ie、A 相有功功率 PA、B 相有功功率 PB、C 相有功功率 PC、A 相无功功率 QA、B 相无功功率 QB、C 相无功功率 QC、A 相功率因数 PFA、B 相功率因数 PFB、C 相功率因数 PFC、三相功率因数 PF、频率 F) 中的一个，这些参数可以通过上下键进行切换。

主菜单	二级子菜单	三级子菜单	
系统 参数 设定	SYSTEM	3P4W	—
		1P2W	—
		3P3W	—
		3P3W BAL	—
		1P3W	—
		1P3W BAL	—
		DISPLAY MENU	BRIGHTNESS
	MIDDLE		
	LOW		
	VOLTAGE		LINE
			PHRSE
	PREQUENCY		HZ
		PF	
	SCALE MENU	PT	PT 00001
		CT	CT 00001
	COMM MENU	MY ID	1~247
		BOUD	1200 bps
			2400 bps
			4800 bps
			9600 bps
			19200 bps

3. 操作菜单结构

说明：(在阅读本节内容之前，请先仔细阅读“说明”所述)

为了叙述方便，本文假设 GD2150 的当前状态。

- 显示画面：相电压(工作模式)
- 测量系统：三相四线
- 变比：PT=1；CT=1
- 通讯参数：地址码=001；波特率=1200bps；校验码=无校验
- 电压选择是相电压
- 频率和功率因数选择是频率

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“Left/←”，都将直接返回属于实时数据显示画面。
	按“Up/↑”一次，在实时数据显示菜单中，在本菜单层，向上移至选择菜单相邻的另一个项目。在系统参数设定菜单中，返回上级菜单或键入数值时作为递增的功能
	按“Dn/↓”一次，在实时数据显示菜单中，在本菜单层，向上移至选择菜单相邻的另一个项目。在系统参数设定菜单中，移至选择菜单的下层或键入数值时作为递减的功能。
	1、在菜单模式中，按“Right/→”一次，进入下当前级菜单的下一项。 2、在光标模式中，按“Right /→”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

4. 键盘操作

4.1 开机

- 按要求接通辅助电源。
- 开机后系统进入自动效验过程。
- 开机首先显示画面：

```

A 220.4 V 5.000 A 0.111 KW
B 220.0 V 5.001 A 0.110 Kvar
C 220.5 V 5.000 A 49.99 Hz
+Wh 0.555kW

```

这时显示在“实时数据显示”中，第一行分别是 A 相电压 (V_a) 或，A 相电流 (I_a)，三相有功功率 (P)。第二行分别是 B 相电压 (V_b)，B 相电流 (I_b)，三相无功功率(Q)。第三行分别是 C 相电压 (V_c)，C 相电流 (I_c)，频率(F)。第四行是正向有功电能 (+Wh)。

*在第一列中 A, B, C 相电压可以通过设置“系统参数设定”中“DISPLAY”下的“VOLTAGE”选择“LINE”来改变显示 A, B, C 的线电压。改变后画面如下：

```

A 220.4 VL 5.000 A 0.111 KW
B 220.0 VL 5.001 A 0.110 Kvar
C 220.5 VL 5.000 A 49.99 Hz
+Wh 0.555kW

```

这个画面和上面画面不同之处就是 V 后面多了个 L

*在第三行第三列中频率可以通过设置“系统参数设定”中“DISPLAY”下的“PREQUENCY”选择“PF”来改变显示三相平均功率因数 PF。改变后画面如下：

```

A 220.0 V 5.000 A 0.111 KW
B 221.0 V 5.001 A 0.110 Kvar
C 220.9 V 5.000 A 1.000
+Wh 0.555kW

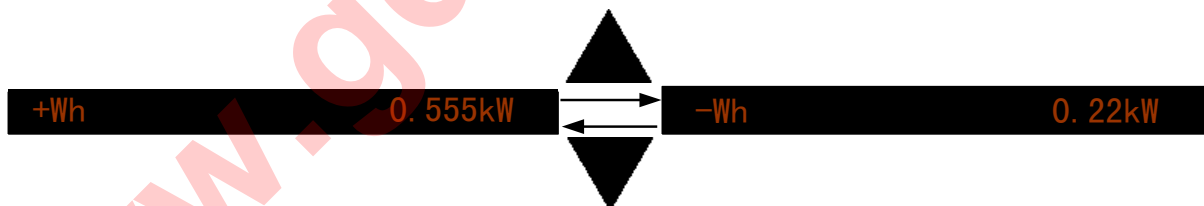
```

4.2 画面介绍

整个画面有固定显示和对话框两个部分组成。1 到 3 行是固定显示，第 4 行是对话框。对话框是有一行 12 位的米字管构成，可以同时显示 12 个英文字符或数字。在不操作菜单时，显示电量的实时值。

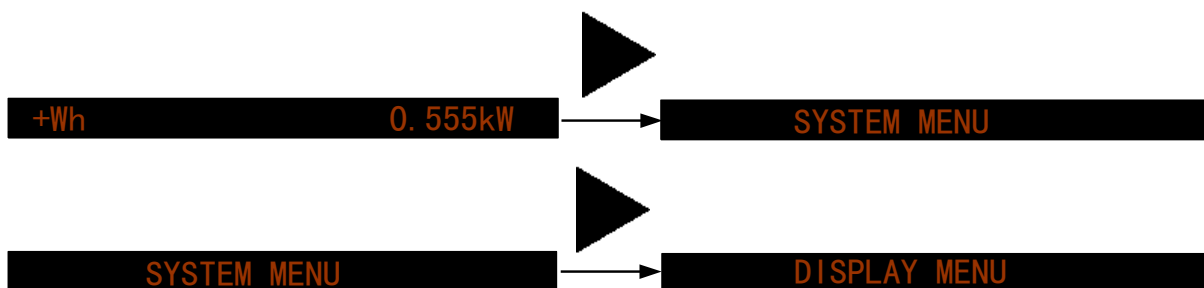
4.3 实时数据显示菜单

在“实时数据显示”中，按“Dn/↓”或“Up/↑”键，对话框参数会在正向有功电能+Wh、反向有功电能-Wh、正向无功电能+Qh、反向无功电能-Qh、三相平均相电压 Ve0、三相平均线电压 Ve、三相平均电流 Ie、A 相有功功率 PA、B 相有功功率 PB、C 相有功功率 PC、A 相无功功率 QA、B 相无功功率 QB、C 相无功功率 QC、A 相功率因数 PFA、B 相功率因数 PFB、C 相功率因数 PFC、三相功率因数 PF、频率 F 等中进行切换



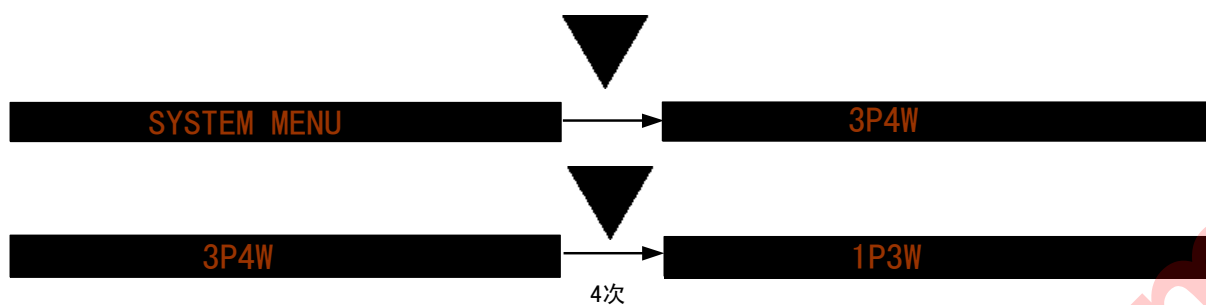
4.4 系统参数设定菜单

1) 在“实时数据显示”画面，按“Right/→”键一次，进入“系统参数设定”画面中的“SYSTEM MENU”，对话框就会显示“SYSTEM MENU”。“系统参数设定”有“SYSTEM MENU”、“RATIO MENU”、“COMM MENU”、“DISPLAY MENU” 4 项。“Right/→”键若干次，将按顺序进入“系统参数设定”的其它项。

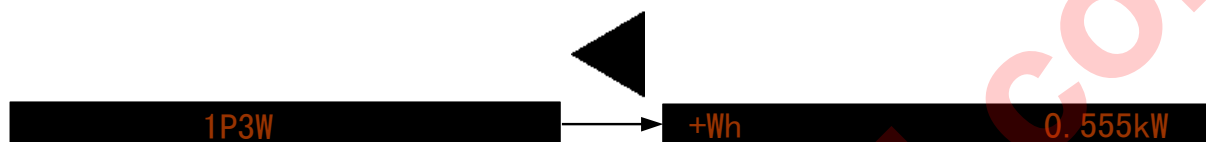


2) 设置参数遵循即看即存，也就是最后一次看到的参数就是你保存的参数。

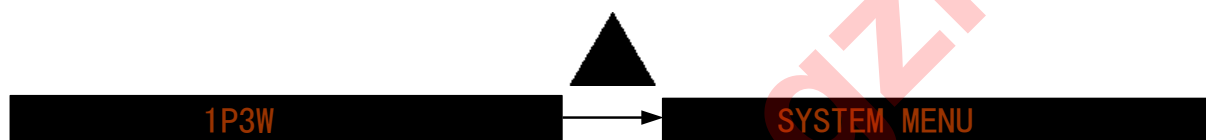
例如：设置一相三线：



如果设置完毕按“Left/←”，系统保存参数一相三线，画面返回“实时数据显示”画面。



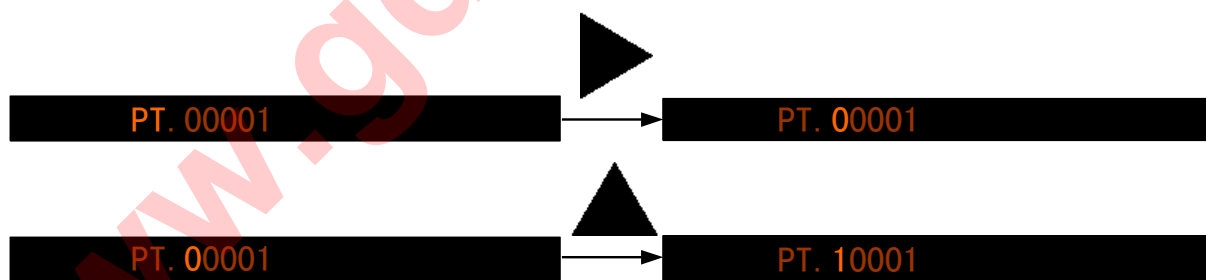
如果还要设置其他参数，按“Up/↑”，系统保存参数一相三线，画面返上级菜单画面。



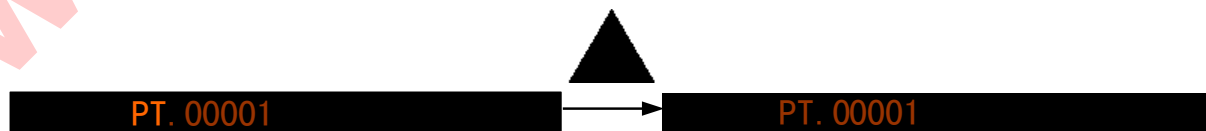
3) 设置 PT CT 变比。假设画面在“SYSTEM MENU”，首先按“Right/→”两次，画面显示RATIO MENU，然后按“Dn/↓”键一次，画面显示PT RATIO。



按“Dn/↓”键一次，PT 闪，再按“Up/↑”键一次PT 不闪。如果PT 闪时按“Right/→”键一次，PT 不闪，数据第一个0 在闪。这时可以通过“Up/↑”或“Dn/↓”键进行数据加减。



设置所需要的数据后，只有在PT 闪时，按“Up/↑”键一次PT 不闪，这时才返回上级菜单。其数字闪时按“Up/↑”键，画面并没有返回上级菜单而是进行数据的加，这点要注意。



六、接线与安装

1. 接线

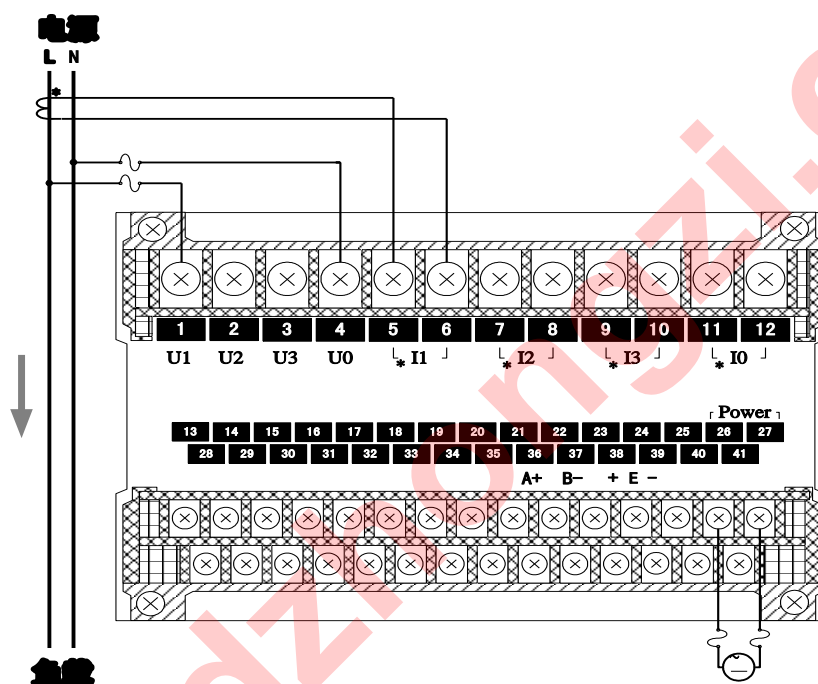
GD2150 以其完善的设计思路，保证每个测量通道单独在使用时完全一致、对称。使用更方便更灵活、具有多种接线方式，适用于多种负载形式。

注意：

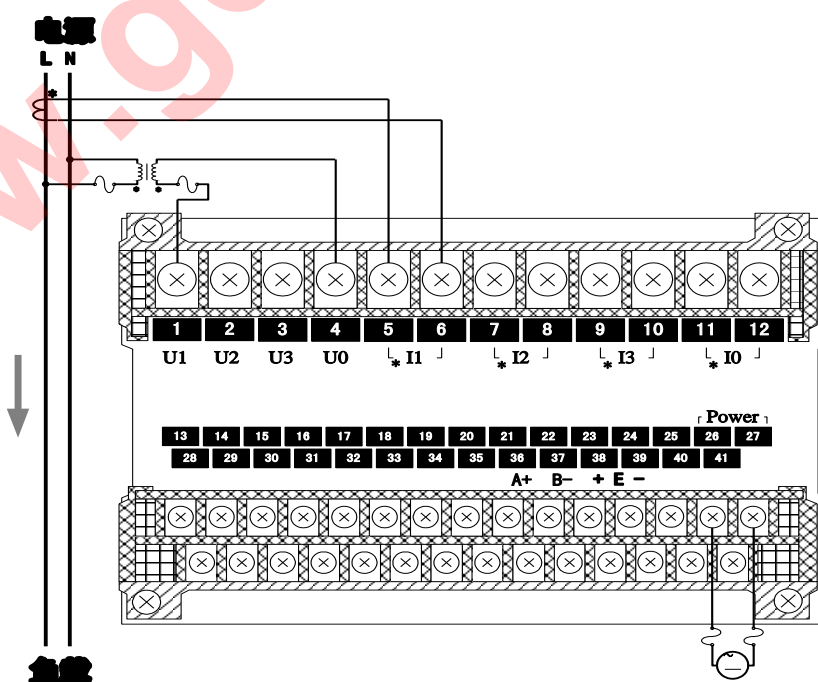
- 1、接线时，电压输入回路（包括电源）必须在每条线路上串联适当的保险。
- 2、电流输入回路的阻抗尽量小。在 CT 方式下，主回路处于工作带电状态时，绝对禁止将 CT 二次侧（即电流输入回路）开路。

1.1. 一相二线负载

1.1.1. 无 PT

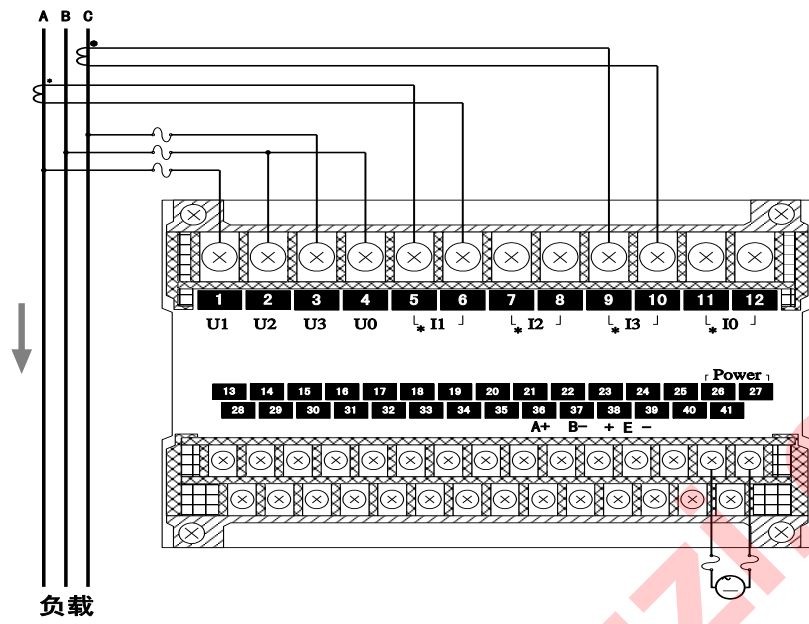


1.1.2. 有 PT

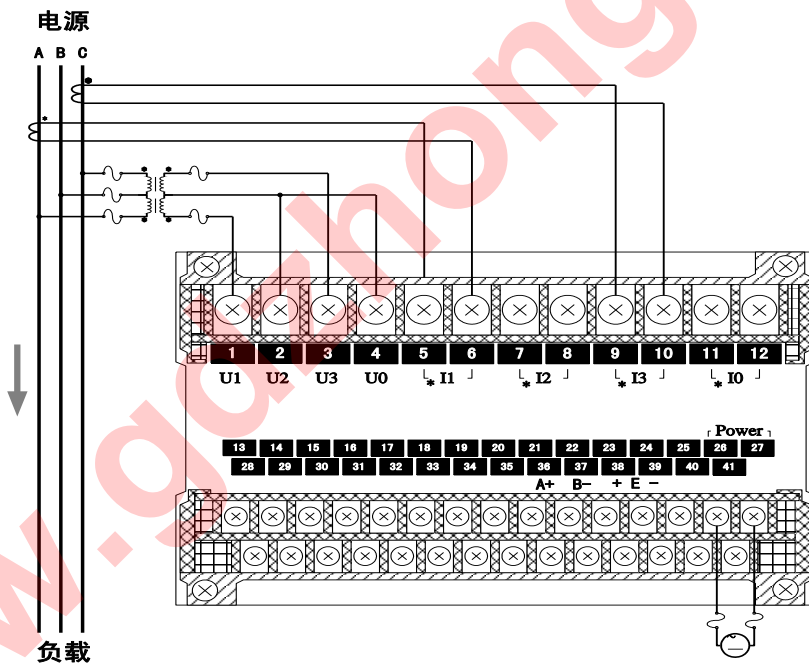


1.2. 三相三线:

1.2.1. 无 PT

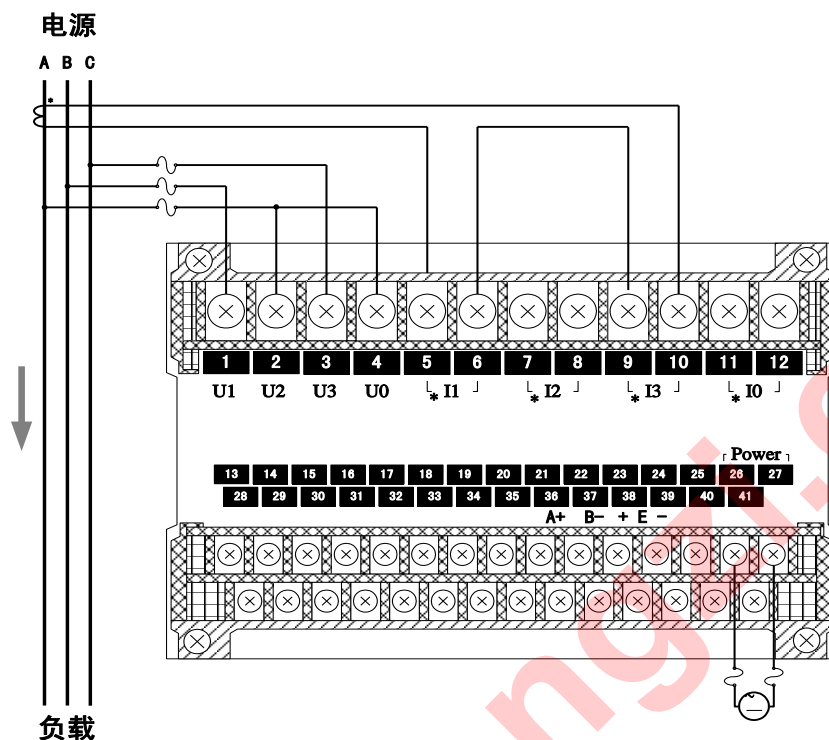


1.2.2. 有 PT

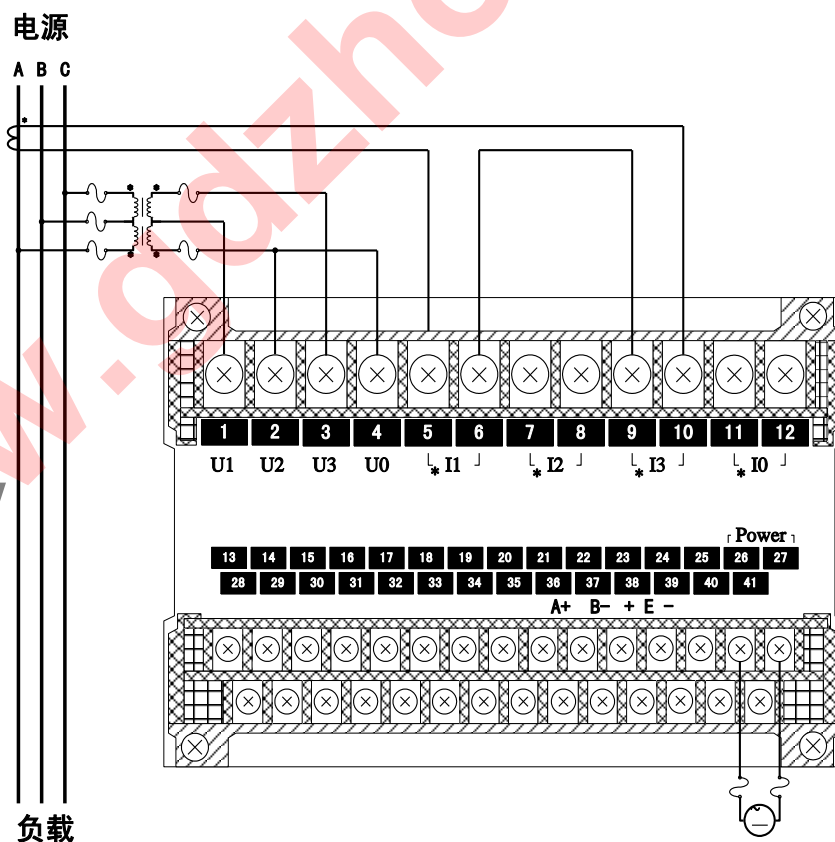


1.3. 三相三线平衡负载:

1.3.1. 无 PT

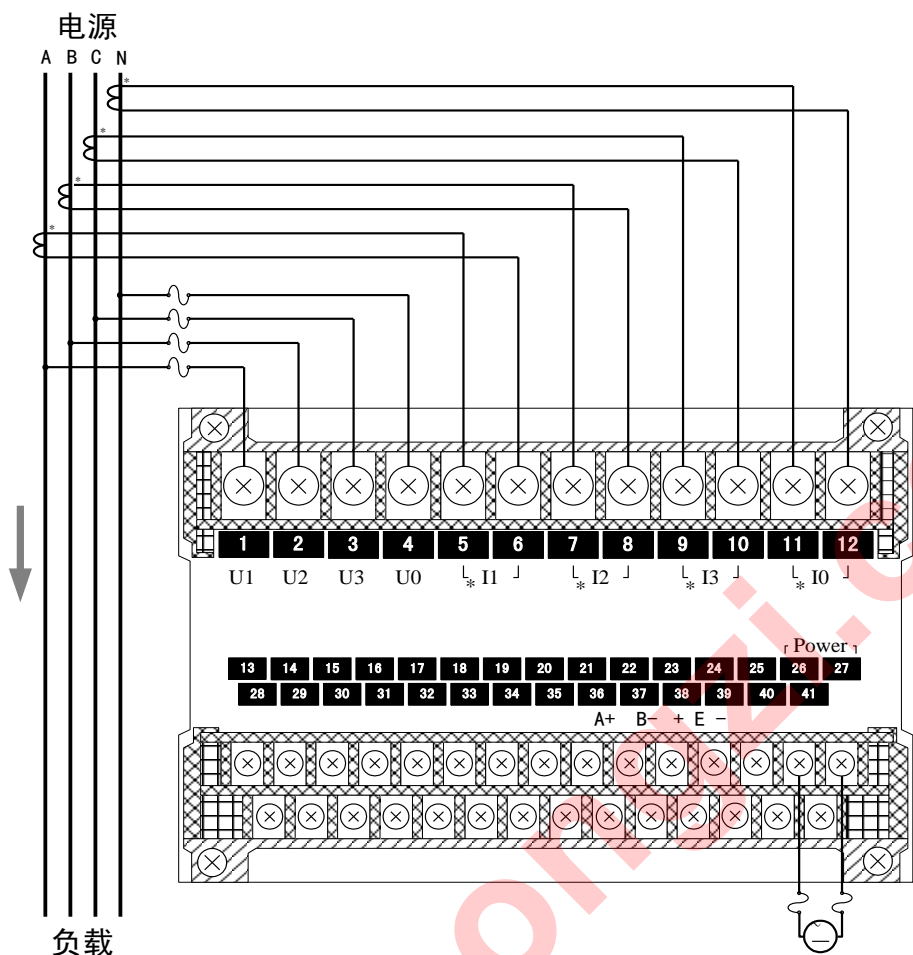


1.3.2. 有 PT

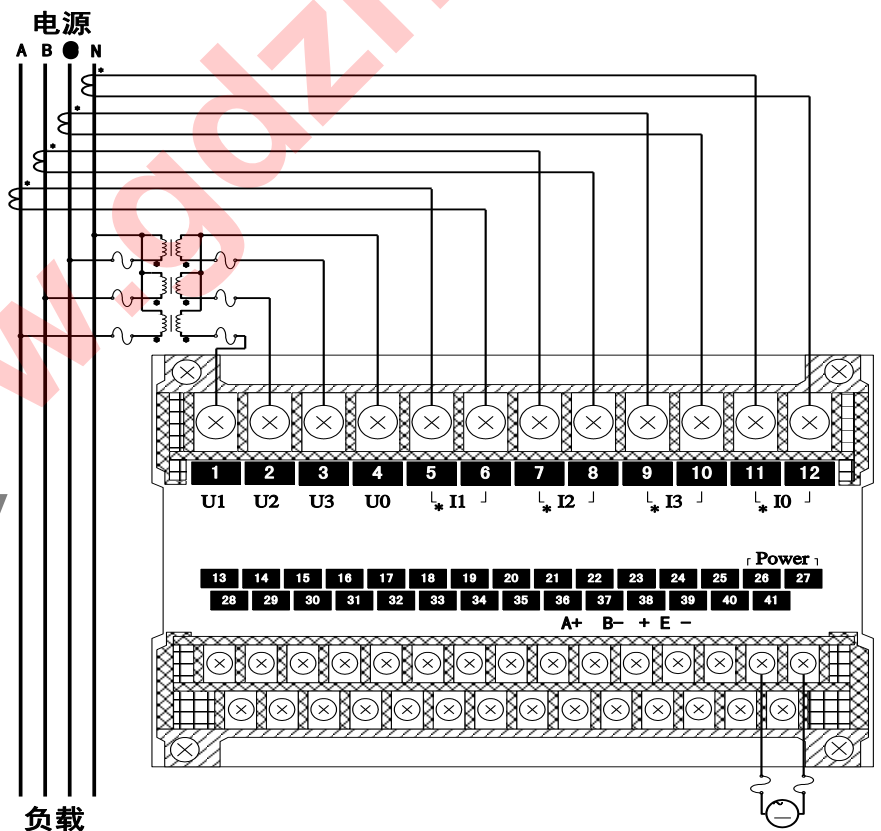


1.4. 三相四线:

1.4.1. 无 PT

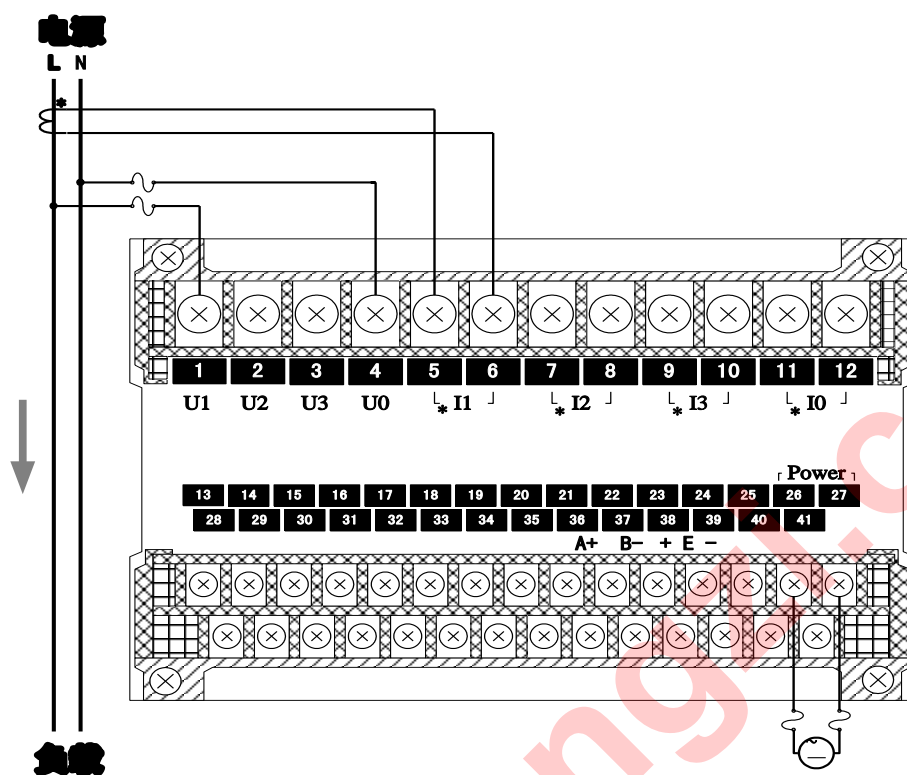


1.4.2. 有PT

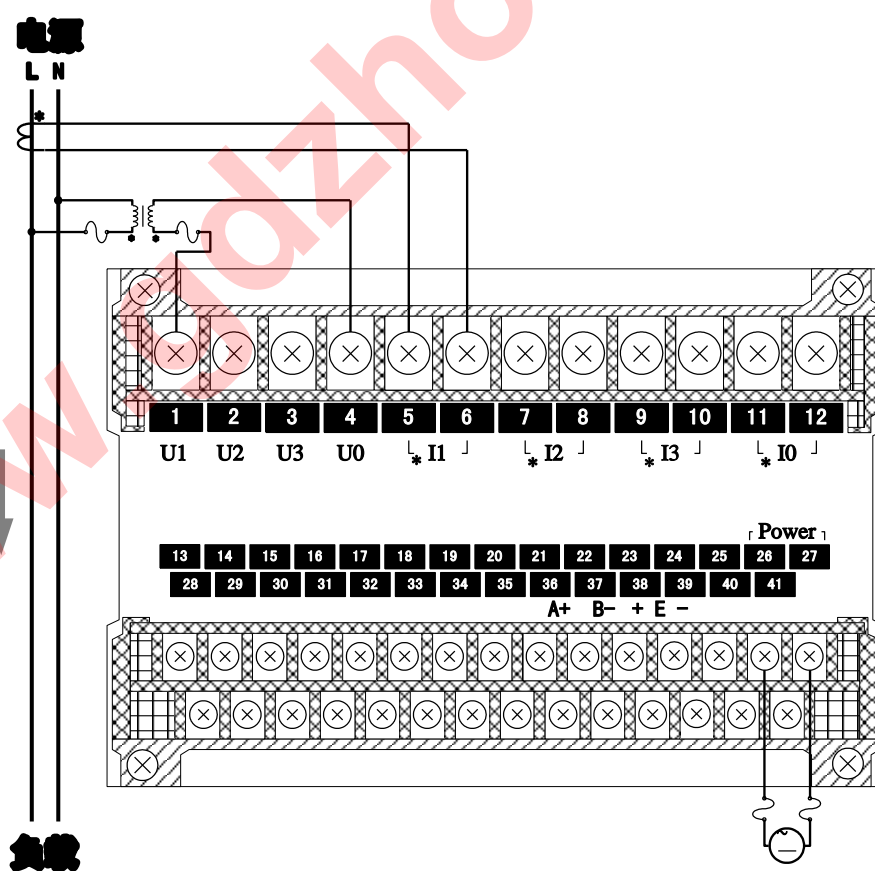


1.5. 三相四线平衡负载:

1.5.1. 无 PT

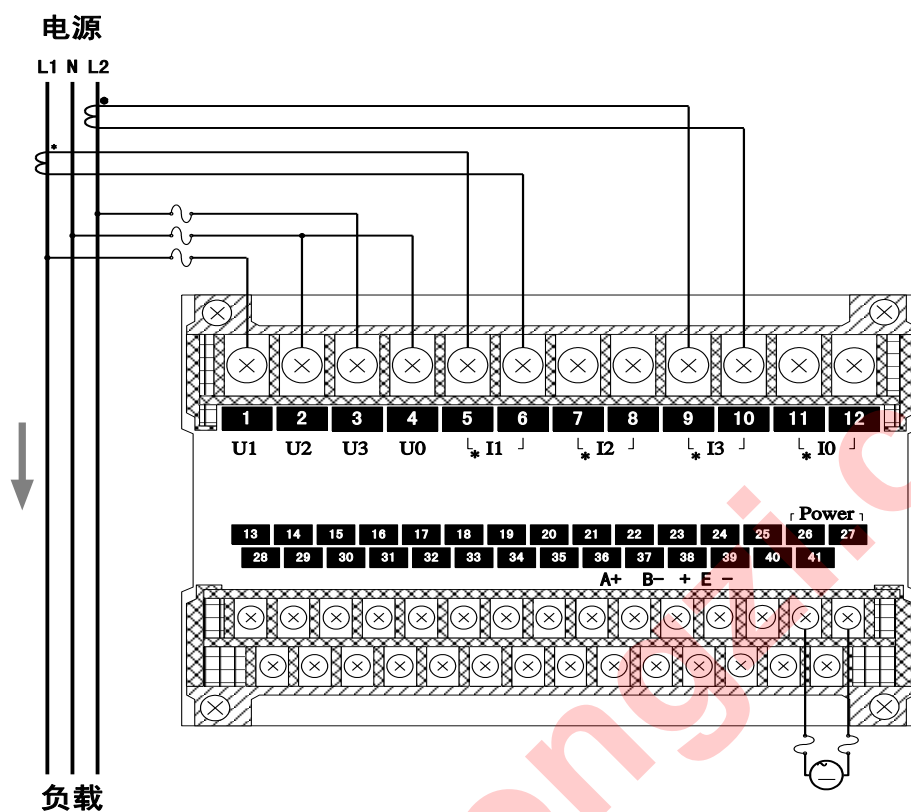


1.5.2. 有 PT

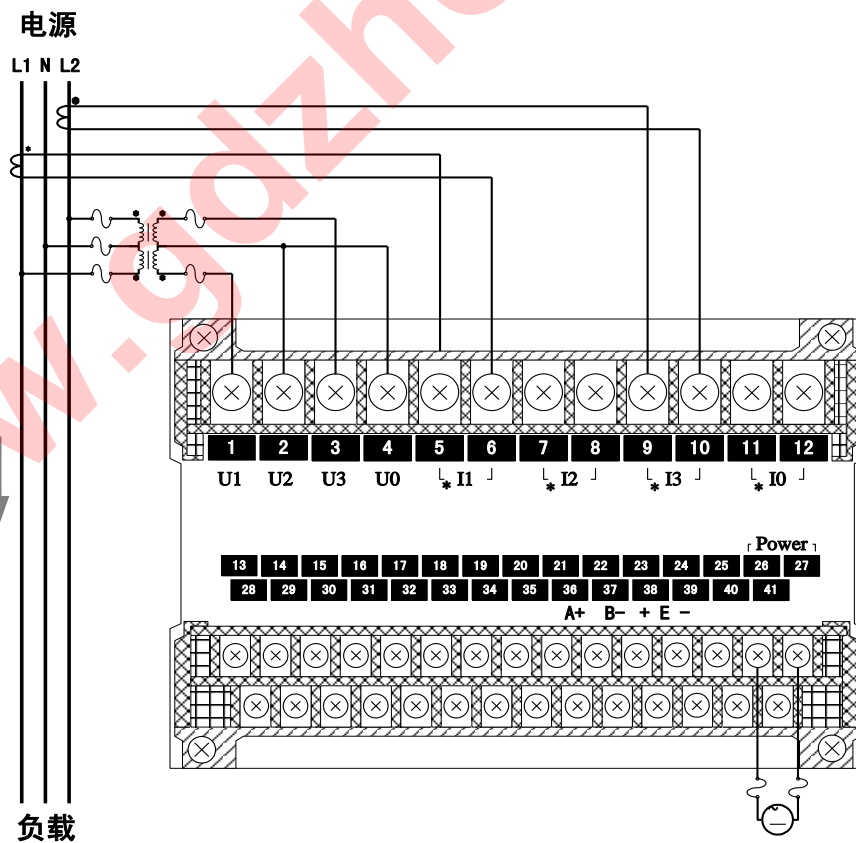


1.6. 一相三线

1.6.1. 无PT



1.6.2. 有PT



2. 安装与维护

2.1. 精度

精度漂移为每年 $\gt;0.2\%$ 。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。

2.2. 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 GD2150 的电流输入不连接时，不会使 CT 回路开路，短接盒接线应使保护继电器的功能不受影响。
2. GD2150 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 18~30V。
4. 电气连接线要求：电流输入线用 2.5 mm^2 多股铜线，电压输入线、电源线用 1.5 mm^2 多股铜线，RS-485 通讯用 1.0 mm^2 屏蔽双绞线。

2.3. 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： $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

3. PT 和 CT 的选择

PT 选择：GD2150 可直接连接 57/100、100/173、220/381、240/415、227/480 的三相四线或三相三线星型系统或 347/600V 三相四线星型系统。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= $V_{\text{相}}$ （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= $V_{\text{线}}$
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）的读数的准确性。

CT 选择：CT 次级额定值由 GD2150 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 CT 初级的激励下，CT 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 CT 保险）。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。

当 CT 次级开路时，在初级激励下，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（如短接 CT 初级等）。

GD2150 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:

GD2150 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 GD2150 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 GD2150 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。GD2150 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 GD2150 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 GD2150，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 GD2150 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 GD2150 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 GD2150 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:

星形连接，将多台 GD2150 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。

2. 通讯规约

1. 引言

GD2150 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 GD2150 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 GD2150 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

GD2150 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 GD2150 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: GD2150)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。

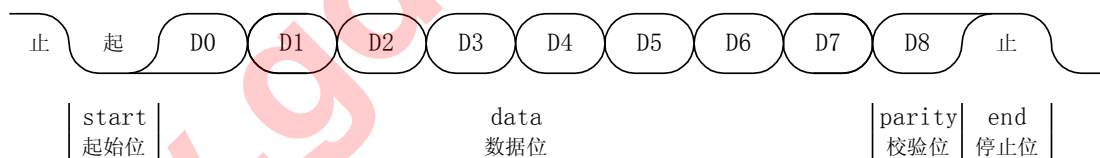
3. 数据帧格式:

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。

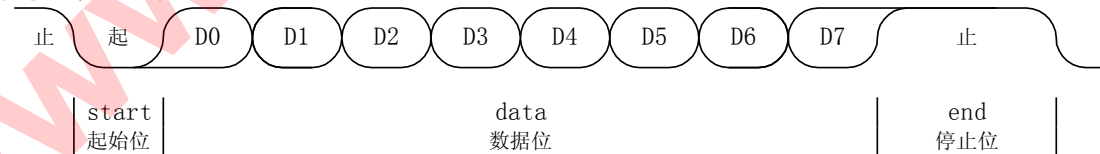
数据帧格式:

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. GD2150 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)。GD2150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有具体的含义及操作。

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

GD2150 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GD2150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。

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GD2150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GD2150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GD2150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GD2150系列智能电力监测仪允许一次最多可保存60个寄存器。GD2150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)。

a) 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

b) 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

c) 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。

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 0。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	

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 GD2150 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

当 GD2150 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 GD2150 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

GD2150 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 GD2150 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 GD2150 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。

www.gdzhongzi.com

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	002CH	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	

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高位字

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	0
			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	
			6 允许	
0308H	波特率	2	0 1200	3
			1 2400	
			2 4800	
			3 9600	
			4 19200	
030AH	电压输入范围	2	0 150V	1
			1 600V	
030EH	PT	4	1~10000	1
0312H	CT	4	1~10000	1
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
0040H~005FH	厂家保留	厂家保留

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	1~10000	1

CT	0004H	0007H	1~10000	1
----	-------	-------	---------	---

附录二：数据变换

所有从 GD2150 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	符号	公式	取值范围	符号	说明			
						Ua	Ub	Uc	Ue0
1	电压	V	$U = R_x \times PT \times 0.01$	0~65535	无	Uca	Uab	Ubc	Ue
2	电流	A	$I = R_x \times CT \times 0.0001$	0~65535	无	Ia	Ib	Ic	Ie
3	频率	Hz	$F = R_x \times 0.00106813$	0~65535	无	F			
4	功率因数	PF	$PF = R_x \times 0.0001$	-10000~10000	有	PFa	PFb	PFc	PFs
						+:滞后负载 /-:超前负载			
5	有功功率	W	$P = R_x \times PT \times CT \times 0.4$	-32768~32768	有	Pa	Pb	Pc	P
6	无功功率	Q	$Q = R_x \times PT \times CT \times 0.4$	-32768~32768	有	Qa	Qb	Qc	Q
7	视在功率	S	$S = R_x \times PT \times CT \times 0.2$	0~65535	无	Sa	Sb	Sc	S
8	电能	Wh	$Wh = R_x \times K$ (K=电能单位)	0~10 ⁹	无	+Wh	-Wh	+Varh	-Varh

附录三：外形图

