



# WBH-820E 变压器保护测控装置

技术说明书

(R1 版 Ver 1.00)

许继电气股份有限公司

XJ ELECTRIC CO., LTD.

## 目 录

1 概述.....	1
1.1 应用范围.....	1
1.2 产品特点.....	1
1.3 保护配置.....	2
2 技术指标.....	3
2.1 基本电气参数.....	3
2.2 主要技术指标.....	3
2.3 环境条件.....	5
3 装置功能.....	7
3.1 差动保护（WBH-821E 保护配置）.....	7
3.2 复合电压告警（WBH-821E、WBH-822E 保护配置）.....	8
3.3 零序过压告警（WBH-821E、WBH-822E 保护配置）.....	9
3.4 过流保护（WBH-822E 保护配置，高压侧两段两时限复压方向过流、低压侧两段两时限复压过流、低压侧三段过流）.....	9
3.5 低压侧反时限过流保护（WBH-822E 保护配置）.....	11
3.6 负序过流保护（WBH-822E 保护配置）.....	11
3.7 过负荷保护（WBH-822E 保护配置）.....	12
3.8 通风启动（WBH-822E 保护配置）.....	12
3.9 闭锁有载调压（WBH-822E 保护配置）.....	12
3.10 非电量保护（WBH-822E 保护配置）.....	12
3.11 断路器状态监测功能（WBH-821E、WBH-822E 保护配置）.....	13
3.12 辅助功能.....	14
3.13 遥测、遥信及遥控功能.....	15
4 定值清单及整定说明.....	15
4.1 WBH-821E 主保护定值.....	15
4.2 WBH-822E 后备保护定值.....	17
4.3 定值整定说明.....	19
5 装置硬件介绍.....	20
5.1 结构与安装.....	20
5.2 插件布置图.....	21
5.3 装置端子.....	22
5.4 装置背板接线说明.....	23
6 使用说明.....	25
6.1 指示灯说明.....	25
6.2 调试接口和键盘说明.....	25
6.3 命令菜单.....	26
6.4 主界面显示及菜单说明.....	26
6.5 液晶显示说明.....	37
7 调试说明.....	38
7.1 调试注意事项.....	38
7.2 开关量输入检查.....	38
7.3 开出回路检查.....	38
7.4 模拟量输入检查.....	38
7.5 整组试验.....	39
7.6 装置异常信息说明及处理意见.....	39
7.7 事故分析注意事项.....	39
8 订货须知.....	40
9 附录一 装置操作回路原理图.....	41
附录二 比率差动保护各侧电流相位差的补偿.....	42

# 1 概述

## 1.1 应用范围

WBH-820E 变压器保护测控装置适用于 66kV 及以下变压器保护测控装置，其中 WBH-821E 为 66kV 及以下变压器主保护及测控，WBH-822E 为 66kV 及以下变压器后备保护及测控。

当 WBH-820E 系列装置用于工程时，有以下两种工程配置方案：

- ◇ 方案一：1 台 WBH-821E + 1 台 WBH-822E（高低压侧后备保护一体）

WBH-821E 装置：

完成变压器的主保护及高压侧测控功能。

引入高压侧电压、高/低压侧保护电流和高压侧测量电流。

WBH-822E 装置：

完成变压器的高低压侧后备保护、非电量及低压侧测控功能。

引入低压侧电压、高/低压侧保护电流和低压侧测量电流。

- ◇ 方案二：1 台 WBH-821E + 2 台 WBH-822E（高低压侧后备保护独立）

WBH-821E 装置：

完成变压器的主保护功能。

引入高/低压侧保护电流。

WBH-822E 装置： 高压侧后备

完成变压器的高压侧后备保护及高压侧测控功能。

引入高压侧电压、高压侧保护电流和高压侧测量电流。

WBH-822E 装置： 低压侧后备

完成变压器的低压侧后备保护、非电量及低压侧测控功能。

引入低压侧电压、低压侧保护电流和低压侧测量电流。

## 1.2 产品特点

- ◇ 系列装置元器件全部采用军品或工业品，稳定性、可靠性高，可以在工业恶劣环境下稳定运行；
- ◇ 采用 SoC 解决方案，数据处理、逻辑运算和信息储存能力强，运行速度快，可靠性高。
- ◇ 装置硬件设计采用多种隔离、屏蔽措施，软件设计采用数字滤波技术和先进的保护算法及其它抗干扰措施，使得保护的抗干扰性能大大提高；
- ◇ 灵活强大的通信功能：既支持 Rs485 串行通信模式也支持以太网通信模式；通信规约支持 DL/T667-1999（IEC-60870-5-103）、Modbus 规约，可灵活实现与其它厂家的自动化系统通信；
- ◇ 灵活支持网络对时、B 码对时和 GPS 脉冲对时，保证装置具有统一、准确的时钟。
- ◇ 完善的软硬件自检功能和免调节电路设计，调试更简单；
- ◇ 独立的断路器监测功能，为断路器的状态检修提供可靠依据；
- ◇ 具有完善的测量功能，可完成装置所在间隔功率点的测量和上送，测量精度可达  $\pm 0.2\%$ ；
- ◇ 完善的事件保护处理，可存储最新 100 条事件报告记录，100 条动作报告记录，可连续记录 20 个故障录波，每个录波可记录 10 个周波的电流电压波形。
- ◇ 友好的人机界面，全中文类菜单模式，结构清晰，使用方便。
- ◇ 操作回路配置灵活，可以适应各种操作机构。

### 1.3 保护配置

装置具体保护配置详见表 1-1。

表 1-1 WBH-820E 装置保护配置表

	序号	功能名称	保护对象配置	
			WBH-821E	WBH-822E
保护功能	1.	比率差动保护	√	
	2.	差流速断保护	√	
	3.	差流越限告警	√	
	4.	高压侧两段两时限复压方向过流		√
	5.	低压侧三段复压过流（I/II 段两时限）		√
	6.	低压侧反时限过流		√
	7.	高压侧/低压侧负序过流保护		√
	8.	高压侧/低压侧过负荷保护		√
	9.	闭锁调压		√
	10.	通风启动		√
	11.	零序电压	√	√
	12.	复合电压	√	√
	13.	9 路非电量保护（独立本体插件）		√
	14.	断路器状态监测	√	√
辅助功能	15.	TA 异常检测	√	
	16.	TV 异常检测	√	√
	17.	弹簧未储能检测	√	√
	18.	控制回路异常检测	√	√
	19.	录波	√	√
	20.	打印	√	√
测控功能	21.	遥信数据上送	√	√
	22.	正常断路器遥控分合	√	√
	23.	模拟量的遥测数据上送	√	√

## 2 技术指标

### 2.1 基本电气参数

#### 2.1.1 额定交流数据

- ◇ 交流电压：相电压 $100/\sqrt{3}$  V；
- ◇ 交流电流：5 A/1 A；
- ◇ 额定频率：50 Hz。

#### 2.1.2 额定直流数据

- ◇ 额定电源电压：DC220 V 或 DC110 V，允许变化范围：80%~115%。

#### 2.1.3 功率消耗

- ◇ 交流电流回路：当额定电流为 5A 时，每相不大于 1VA；  
当额定电流为 1 A 时，每相不大于 0.5 VA；  
零序电流回路不大于 0.3 VA；
- ◇ 测量交流电流回路：每相不大于 0.75 VA；
- ◇ 交流电压回路：每相不大于 0.5 VA；
- ◇ 直流回路：正常运行时，不大于 12 W；保护动作时，不大于 15 W。

#### 2.1.4 过载能力

- ◇ 交流电流电路：2 倍额定电流，长期连续工作；  
50 倍额定电流，允许 1 s；
- ◇ 交流电压电路：1.2 倍额定电压，长期连续工作；  
1.4 倍额定电压，允许 10 s。

### 2.2 主要技术指标

#### 2.2.1 保护定值整定范围及误差

注意：以下文档中  $I_e$  指变压器二次侧额定电流， $I_n$  指 TA 二次侧额定电流。

- ◇ 定值整定范围
  - 差动最小动作电流整定范围：0.2  $I_e$  ~ 1.5  $I_e$ 。
  - 差动最小制动电流整定范围：0.5  $I_e$  ~ 1.5  $I_e$ 。
  - 比率制动系数整定范围：0.3~0.7。
  - 差流速断整定范围：2.0  $I_e$  ~ 15.0  $I_e$ 。
  - 交流电压定值整定范围：0.0V~100.0V。
  - 交流负序电压定值整定范围：1.0V~50.0V。
  - 后备交流电流定值整定范围：0.1  $I_n$  ~ 10  $I_n$ 。
- ◇ 定值误差
  - 电 流：≌ ±2.5%或±0.01 $I_n$ ；
  - 电 压：≌ ±2.5%或±0.25V；
  - 比率制动系数：≌ ±5%；
- ◇ 延时误差
  - 差流速断：不大于 30 ms(2 倍整定值)。

比率差动：不大于 40 ms(2 倍整定值)。

后备定时限延时平均误差不超过整定值的 $\pm 2\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$ (1.2 倍整定值)；

反时限延时平均误差不超过理论计算值的 $\pm 5\%$ 或 $\pm 100\text{ms}$ 。

### 2.2.2 测量精度

- ◇ 电流精度： $\pm 0.2\%$ ；
- ◇ 电压精度： $\pm 0.2\%$ ；
- ◇ 频率精度： $\pm 0.01\text{ Hz}$ ；
- ◇ 功率测量：有功功率 P、无功功率 Q、视在功率 S、功率因数；测量精度为： $\pm 0.5\%$ ；
- ◇ 遥信开入：输入方式：DC220V、DC110V 或 DC24V 输入，带光电隔离；事件顺序记录站内分辨率： $\leq 2\text{ms}$ 。

### 2.2.3 通讯及定时相关

- ◇ 通讯配置：
  - 标准配置：1 个 RS-485 通讯口和 1 个以太网口通讯口；
  - 扩展配置：2 个以太网口通讯口。
- ◇ 通讯规约：
  - 采用许继 103 通信规约，符合 DL/T 667-1999（及 IEC 60870-5-103）规约要求。
- ◇ 对时方式：支持两种对时方式
  - 方式 1：网络+脉冲
  - 方式 2：B 码对时
- ◇ 调试接口：以太网口兼做调试接口。

### 2.2.4 记录容量

- ◇ 故障录波内容和故障事件报告容量
  - 保护装置可循环记录不少于 100 次故障事件报告、20 次故障录波。
- ◇ 正常波形记录容量
  - 正常时保护可记录故障前 4 个周波，故障后 6 个周波共 10 个周波的所有电流电压波形，以供记录或校验极性。
- ◇ 事件记录容量
  - 可循环记录 100 次事件记录和装置自检报告。事件记录包括软压板投退、开关量变位等；装置自检报告包括硬件自检出错报警等。

### 2.2.5 触点容量

- ◇ 出口跳合闸触点
  - 在电压不大于 250V，电流不大于 1A，时间常数 L/R 为  $5\text{ms} \pm 0.75\text{ms}$  的直流有感负荷电路中，触点断开容量为 50W，长期允许通过电流不大于 10A。
- ◇ 出口信号及其它触点
  - 在电压不大于 250V，电流不大于 0.5A，时间常数 L/R 为  $5\text{ms} \pm 0.75\text{ms}$  的直流有感负荷电路中，触点断开容量为 20W，长期允许通过电流不大于 5A。

### 2.2.6 绝缘性能

- ◇ 绝缘电阻
  - 装置所有电路与外壳之间的绝缘电阻在标准试验条件下，不小于  $100\text{ M}\Omega$ 。
- ◇ 介质强度

装置的额定绝缘电压小于 60 V 的通信接口电路与外壳的介质强度能耐受交流 50 Hz, 电压 500 V(有效值), 历时 1 min 试验, 其它电路与外壳的介质强度能耐受交流 50 Hz, 电压 2 kV(有效值), 历时 1 min 试验, 而无绝缘击穿或闪络现象。

◇ 冲击电压:

装置的额定绝缘电压小于 60 V 的通信接口电路与外壳对地, 能承受 1kV(峰值)的标准雷电波冲击检验; 其各带电的导电端子分别对地, 交流回路和直流回路之间, 交流电流回路和交流电压回路之间, 能承受 5kV(峰值)的标准雷电波冲击检验。

### 2.2.7 机械性能

- ◇ 振动响应: 装置能承受 GB/T 11287-2000 中 4.2.1 规定的严酷等级为 I 级振动响应检验。
- ◇ 冲击响应: 装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.2.1 规定的严酷等级为 I 级冲击响应检验。
- ◇ 振动耐久: 装置能承受 GB/T 11287-2000 中 4.2.2 规定的严酷等级为 I 级振动耐久检验。
- ◇ 冲击耐久: 装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.2.2 规定的严酷等级为 I 级冲击耐久检验。
- ◇ 碰撞: 装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.3 规定的严酷等级为 I 级碰撞检验。

### 2.2.8 抗电气干扰性能

- ◇ 脉冲群干扰试验: 能承受 GB/T14598.13—1998 规定的频率为 1MHz 及 100kHz 衰减振荡波 (第一半波电压幅值共模为 2.5kV, 差模为 1kV) 脉冲群干扰试验。
- ◇ 快速瞬变干扰试验: 能承受 GB/T14598.10—2007 第四章规定的严酷等级为 A 级的快速瞬变干扰试验。
- ◇ 辐射电磁场干扰试验: 能承受 GB/T14598.9—2002 第四章规定的严酷等级的辐射电磁场干扰试验。
- ◇ 静电放电试验: 能承受 GB/T14598.14-1998 中 4.1 规定的严酷等级为 III 级的静电放电试验。
- ◇ 电磁发射试验: 能承受 GB/T14598.16—2002 中 4.1 规定的传导发射限值及 4.2 规定的辐射发射限值的电磁发射试验。
- ◇ 工频磁场抗扰度试验: 能承受 GB/T17626.8—2006 第 5 章规定的严酷等级为 IV 级的工频磁场抗扰度试验。
- ◇ 脉冲磁场抗扰度试验: 能承受 GB/T17626.9—1998 第 5 章规定的严酷等级为 IV 级的脉冲磁场抗扰度试验。
- ◇ 阻尼振荡磁场抗扰度试验: 能承受 GB/T17626.10—1998 第 5 章规定的严酷等级为 IV 级的阻尼振荡磁场抗扰度试验。
- ◇ 浪涌抗扰度试验: 能承受 IEC 60255-22-5: 2002 第 4 章规定的严酷等级为 III 级浪涌抗扰度试验。
- ◇ 传导骚扰的抗扰度试验: 能承受 IEC 60255-22-6: 2001 第 4 章规定的射频场感应的传导骚扰的抗扰度试验。
- ◇ 工频抗扰度试验: 能承受 IEC 60255-22-7: 2003 第 4 章规定的工频抗扰度试验。

### 2.3 环境条件

- ◇ 工作温度: -25 °C~+55 °C。
- ◇ 贮存温度: -25 °C~+55 °C, 在极限值下不施加激励量, 装置不出现不可逆变化, 温度恢复后, 装置应能正常工作。
- ◇ 运输温度: -40 °C~+70 °C, 在极限值下不施加激励量, 装置不出现不可逆变化的损坏。
- ◇ 大气压力: 86 kPa~106 kPa。

◇ 相对湿度：5%~95%(产品内部既无凝露、也无结冰)。

### 3 装置功能

本装置的保护功能设计，基于分层、分模块的设计思想，将保护功能实现按数据处理、元件计算、保护逻辑、出口逻辑等进行划分。

#### 3.1 差动保护（WBH-821E 保护配置）

##### 3.1.1 比率差动保护

比率差动保护能反映变压器内部相间短路故障、高压侧单相接地短路及匝间层间短路故障，既要考虑励磁涌流和过励磁运行工况，同时也要考虑TA异常情况。

由于变压器联结组不同和各侧TA变比的不同，变压器各侧电流幅值相位也不同，差动保护首先要消除这些影响。本保护装置利用数字的方法对变比和相位进行补偿，方法参见第9章附录二，以下说明均基于已消除变压器各侧电流幅值相位差异的基础之上。

装置采用常规比率差动原理，其动作方程为：

$$\begin{cases} I_{op} = |\dot{I}_H + \dot{I}_L| \\ I_{res} = |\dot{I}_H - \dot{I}_L|/2 \\ \begin{cases} I_{op} > I_{op.0}, & \text{当 } I_{res} < I_{res.0} \text{ 时} \\ I_{op} > I_{op.0} + S(I_{res} - I_{res.0}), & \text{当 } I_{res} > I_{res.0} \text{ 时} \end{cases} \end{cases}$$

式中  $\dot{I}_H$ 、 $\dot{I}_L$  分别为高压侧和低压侧的相电流， $I_{op}$  为差动电流， $I_{op.0}$  为差动最小动作电流整定值， $I_{res}$  为制动电流， $I_{res.0}$  为最小制动电流整定值， $S$  为比率制动系数整定值，各侧电流的参考方向都以指向变压器为正方向。

装置采用差动电流中的二次谐波含量来识别励磁涌流。判别方程如下：

$$I_{op.2} > K_2 * I_{op.1}$$

式中： $I_{op.2}$  为差流中的二次谐波， $I_{op.1}$  为差流中的基波， $K_2$  为的二次谐波系数。

如果某相差流满足上式，则闭锁比率差动保护。

动作特性如下图所示：

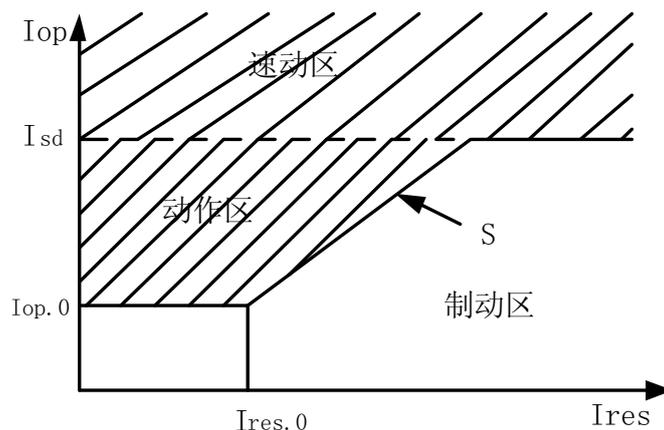


图 3-1 差动保护动作特性

逻辑图如下图所示：

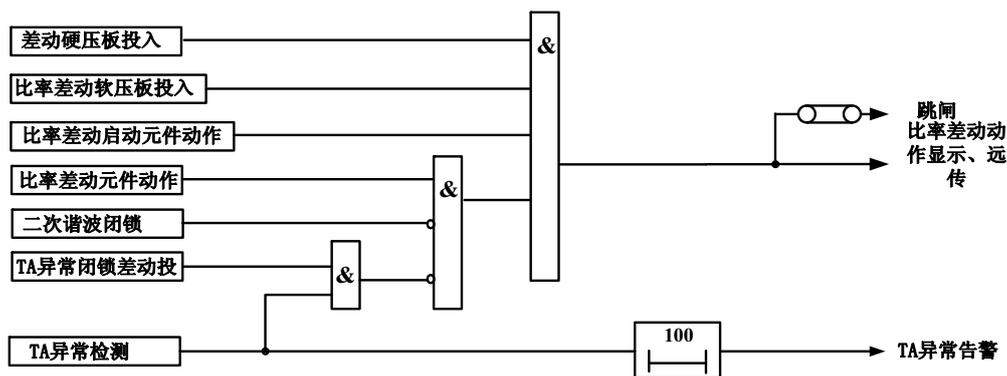


图 3-2 比率差动动作逻辑图

### 3.1.2 差流速断保护

差动保护设有一速断段。当最大相差动电流大于差流速断整定值时瞬时动作于出口。逻辑框图如下图所示：

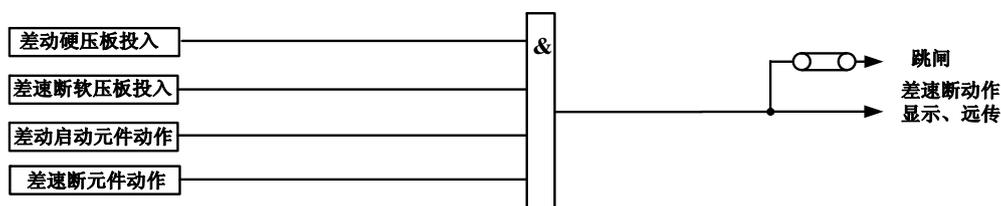


图 3-4 差流速断保护逻辑

### 3.1.3 差流越限告警

正常情况下监视各相差流，如果最大相差电流大于差流越限门槛（为 $0.5I_{op,0}$ ）的持续时间超过5秒时，发出差流越限告警信息。只有当比率差动保护投入时，才判差流越限。逻辑框图如下图所示：

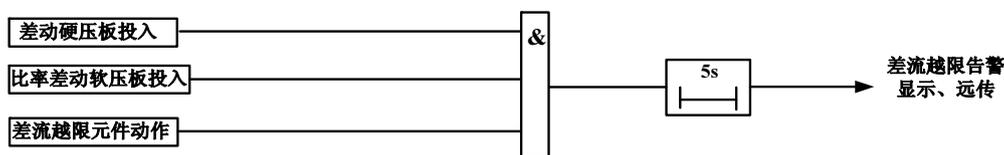


图 3-5 差流越限告警逻辑

### 3.1.4 TA 异常检测

瞬时TA异常告警和闭锁功能在差动电流大于0.5倍差动最小动作电流后进行判别。为防止瞬时TA异常的误闭锁，满足下述任一条件不进行瞬时TA异常判别：

- 1) 各侧最大相电流大于 $1.2I_e$ ；
- 2) 启动前，本侧最大相电流小于0.5倍差动启动电流。

任一侧电流同时满足下列条件认为是TA异常：

- 1) 断线相电流小于无流门槛；
- 2) 本侧三相电流中至少有一相电流不变。

通过功能控制字可选择瞬时TA异常发告警信号的同时是否闭锁相关保护。如果装置中的比率差动保护退出运行，则瞬时TA异常的告警和闭锁功能自动退出。

## 3.2 复合电压告警（WBH-821E、WBH-822E 保护配置）

复合电压动作后告警并可以提供开出触点，用于开放后备保护中的复合电压过流保护。

### 3.2.1 保护原理

复合电压元件由负序电压和低电压两部分组成。负序电压反映系统的不对称故障，低电压反映系统对称故障。

### 3.2.2 判据说明

下列两个条件中任一条件满足时，复合电压元件动作。

$$U_2 > U_{2.op} \quad U_{2.op} \text{ 为负序电压整定值；}$$

$$U < U_{op} \quad U_{op} \text{ 为低电压整定值，} U \text{ 为三个线电压中最小的一个。}$$

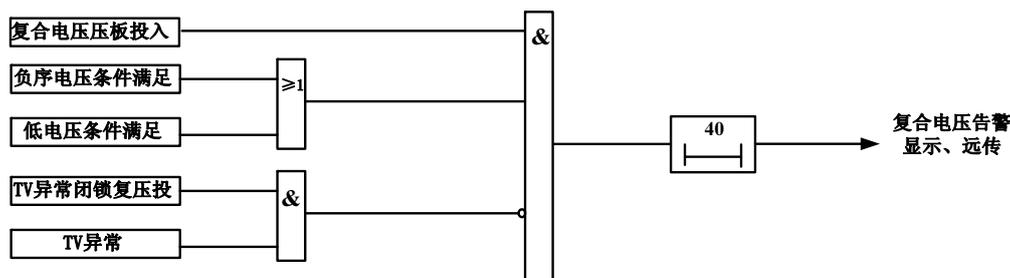


图 3-6 复合电压逻辑图

### 3.3 零序过压告警（WBH-821E、WBH-822E 保护配置）

零序过压保护只发告警信号，取变压器自产零序电压。逻辑框图如下图所示

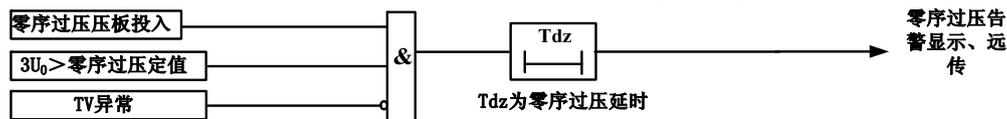


图 3-7 零序过压保护原理框图

### 3.4 过流保护（WBH-822E 保护配置，高压侧两段两时限复压方向过流、低压侧两段两时限复压过流、低压侧三段过流）

过流保护主要用于降压变压器，作为防御外部相间短路引起的变压器过流和变压器内部相间短路的后备保护。本装置对高、低压侧均设有过流保护。高压侧过流保护，可通过整定相关定值、软压板选择各段过流是否投入，是否经复合电压闭锁，有需要时可选择是否经方向闭锁。低压侧过流保护，可通过整定相关软压板选择各段过流是否投入，是否经复合电压闭锁。

#### 3.4.1 过流元件

过流元件接于电流互感器二次三相回路中，当任一相电流满足下列条件时，过流元件动作。

$$I > I_{set} \quad I_{set} \text{ 为动作电流整定值。}$$

#### 3.4.2 复合电压元件

复合电压元件的动作逻辑可通过“复压控制字”选择。

“复压控制字”整定为“0”时，保护退出复合电压判别，复合电压元件自动满足条件。

“复压控制字”整定为“1”时，保护只对本侧复合电压进行判别，复合电压元件是否满足取决于本侧复合电压判别的结果。

“复压控制字”整定为“2”时，保护对各侧复合电压进行判别，复合电压元件是否满足取决于各侧复合电压判别的结果。（低压侧过流保护不可取此值）

复压判别结果根据本装置工程配置情况可选择从复压开入端子引入或者本装置判别。

高压侧复压过流保护的复压可选择是退出、仅选本侧复压、各侧复压“或”三种方式。低压侧

复压过流保护的复压只可选择是退出、仅选本侧复压两种方式。

### 3.4.3 相间功率方向元件

对于高压侧复压过流保护一般不设方向元件，如有要求，需特别提出带方向元件。如带方向元件，方向元件采用  $90^\circ$  (如装置接入低压侧电压则为  $60^\circ$ ) 接线，按相起动。为消除死区，方向元件带有记忆功能 (3 周)。

相间功率方向元件可通过“方向控制”定值选择退出或指向。

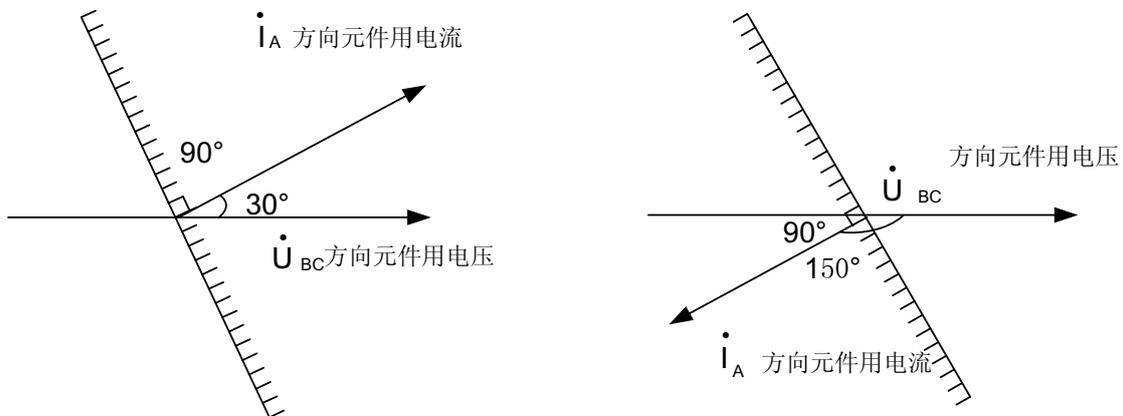
“方向控制”整定为“0”时，保护退出相间功率方向元件判别，过流保护不带方向。

“方向控制”整定为“1”时，保护投入相间功率方向元件判别，方向指向变压器。

“方向控制”整定为“2”时，保护投入相间功率方向元件判别，方向指向母线。

当方向指向变压器时，则相间方向的灵敏角为  $-30^\circ$  (当方向指向母线，则灵敏角则对应为  $150^\circ$ )。

相间功率方向元件的动作特性如下图所示：



(a) 方向指向变压器时的动作区(阴影侧) (b) 方向指向母线时的动作区(阴影侧)

图 3-8 相间功率方向指向不同时各自的动作区

### 3.4.4 TV 异常对(复压方向)过流保护的影响

当某侧发生 TV 异常时，对(复压方向)过流保护的影响如下：

对于低压侧复压过流保护，低压侧 TV 异常后，一般退出复压元件，开放过流保护 (如有不同要求需特别提出)。

对于高压侧复压过流保护，若“复压控制”选为“1”即仅取“本侧”复压时，高压侧 TV 异常后不闭锁高压侧复合电压，若高压侧复合电压条件满足，则开放高压侧复压过流保护；若“复压控制”选为“2”即取各侧复压“或”时，则应将判别高、低压侧复合电压和 TV 异常的装置的“TV 异常闭锁复压”定值整定为“1”，即某侧 TV 异常后闭锁该侧复合电压，高压侧复压过流保护需由另一侧复合电压来开放。(如有不同要求需特别提出)

TV 异常后，一般设定方向元件满足，开放过流保护 (如有不同要求需特别提出)。

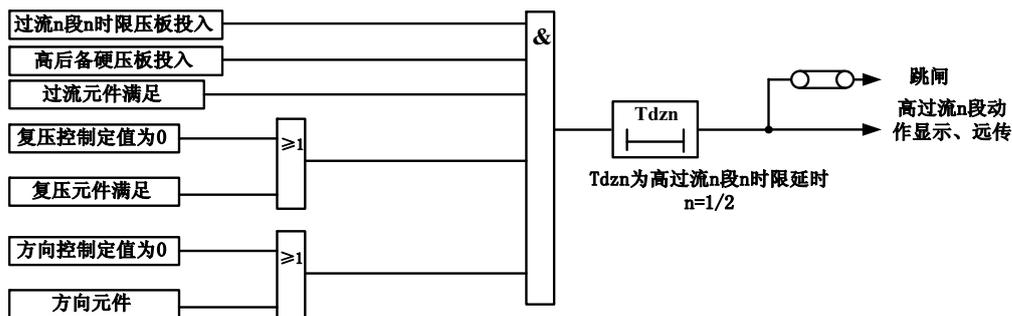


图 3-9a 高 (复压方向) 过流保护逻辑框图

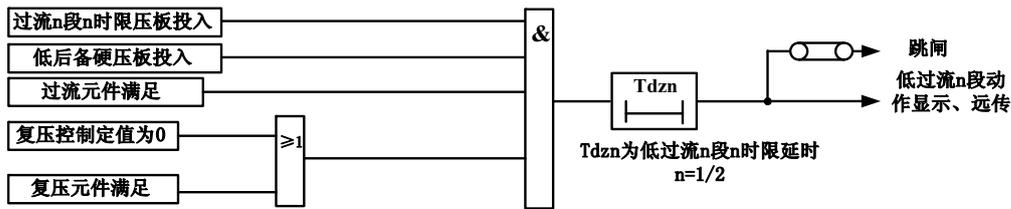


图 3-9b 低（复压）过流保护逻辑框图

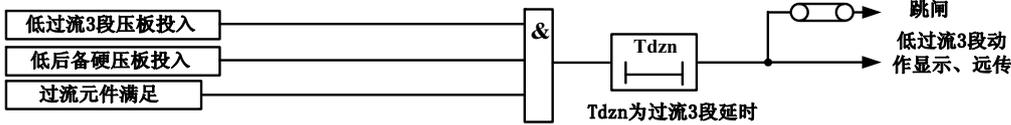


图 3-9c 低过流 3 段保护逻辑框图

### 3.5 低压侧反时限过流保护（WBH-822E 保护配置）

装置设有反时限过流保护，可由软压板进行投退。本装置共集成了 3 种特性的反时限过流保护，用户可根据需要选择任何一种特性的反时限保护。

特性 1、2、3 采用了国际电工委员会标准（IEC255-4）和英国标准规范（BS142.1966）规定的三个标准特性方程，分别列举如下：

$$t = \frac{0.14}{(I/I_p)^{0.02} - 1} * T_p$$

特性 1（一般反时限）：

$$t = \frac{13.5}{(I/I_p) - 1} * T_p$$

特性 2（非常反时限）：

$$t = \frac{80}{(I/I_p)^2 - 1} * T_p$$

特性 3（极端反时限）：

以上三个方程式中，I 为低压侧保护采集电流；t 为动作时间；I<sub>p</sub> 为电流基准值，取反时限过流保护基准值 I<sub>fdz</sub>；T<sub>p</sub> 为时间常数，取反时限过流保护时间常数 T<sub>fdz</sub>。

**注：标准配置不配置反时限过流保护，可以根据用户需求进行选配。**

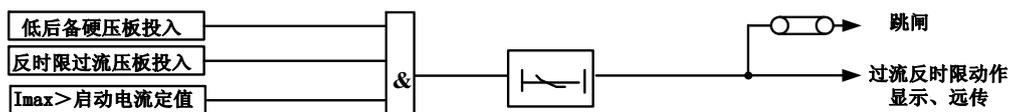


图 3-10 反时限过流保护原理框图

### 3.6 负序过流保护（WBH-822E 保护配置）

负序过流保护主要保护变压器负荷不平衡、TA 断线或缺相运行，负序电流大于定值，经整定延时动作。WBH-822E 装置高压侧和低压侧均设有负序过流保护。可由功能控制字选择跳闸或告警（整定为“0”表示告警，整定为“1”表示跳闸）。

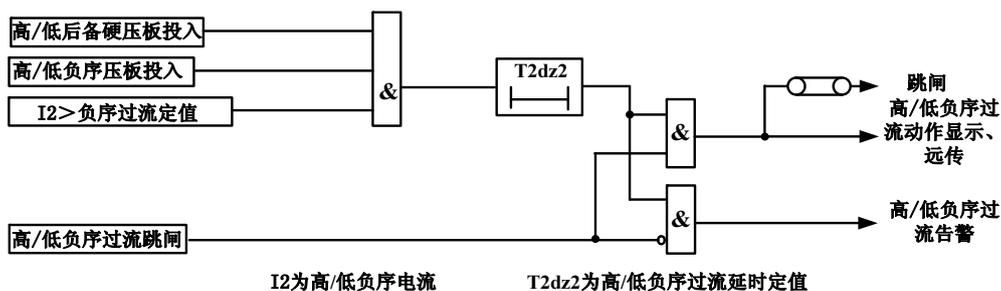


图 3-11 负序过流保护原理框图

### 3.7 过负荷保护（WBH-822E 保护配置）

WBH-822E 装置高压侧和低压侧均设有过负荷警告，根据变压器各侧绕组及自耦变压器的公共绕组可能出现过负荷情况，应装设过负荷保护。电流大于定值，经整定延时开启过负荷出口。

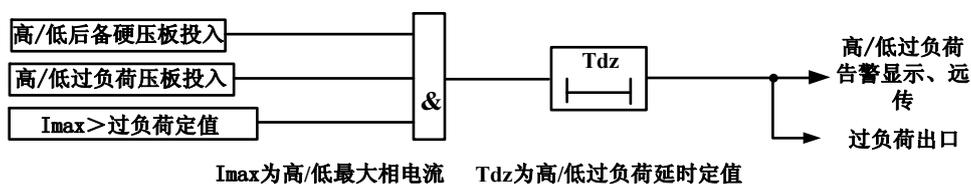


图 3-12 过负荷保护原理框图

### 3.8 通风启动（WBH-822E 保护配置）

变压器启动通风保护的电流输入量取变压器高压侧 TA 三相电流。当三相电流中最大相电流大于动作电流的整定值时，带时限启动风扇。

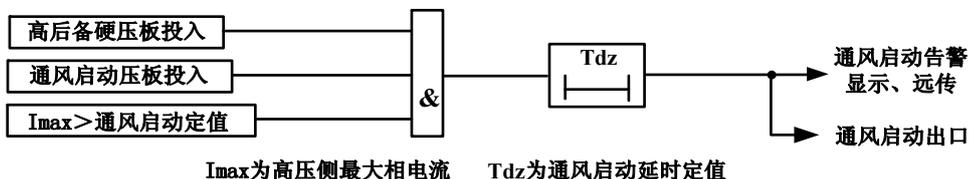


图 3-13 通风启动原理框图

### 3.9 闭锁有载调压（WBH-822E 保护配置）

变压器有载调压闭锁保护的电流输入量取变压器高压侧 TA 三相电流。当三相电流中最大相电流大于动作电流的整定值时，带时限闭锁调压。

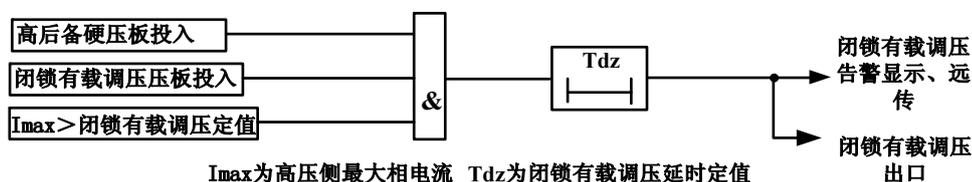


图 3-14 闭锁有载调压原理框图

### 3.10 非电量保护（WBH-822E 保护配置）

本装置实现了电气量保护与非电量保护的彻底分离。非电量保护设有：重瓦斯、调压重瓦斯、温度保护、油位高、油位低、压力释放、轻瓦斯告警、调压轻瓦斯、风冷消失；非电量插件独立完成非电量跳闸重动，在 CPU 停用或保护电源消失时仍能正确动作。

同时，本体插件将非电量信息输送给 CPU 插件，用于灯光信号、SOE 报告等信息的当地显示及网络传输：非电量动作时点亮装置面板非电量灯光，同时提供非电量瞬动信号触点。需注意的是：若仅告警，则开入电缆直接接至对应的告警端子即可；若需动作于直跳，则需将相应告警和跳闸端子短接后接开入电缆。保护逻辑图如下图所示：

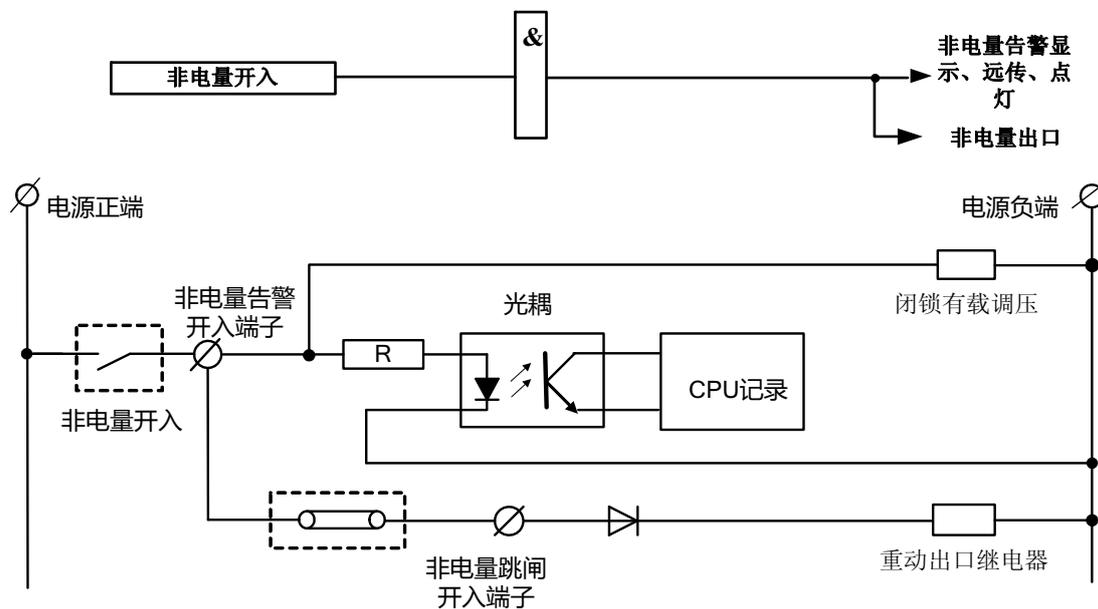


图 3-15 非电量保护逻辑框图

### 3.11 断路器状态监测功能（WBH-821E、WBH-822E 保护配置）

装置设有断路器状态监测功能，在不影响设备正常运行的情况下，通过机械寿命监测和电寿命监测的方法对断路器的健康水平进行监视和评估，既可实时了解断路器的运行状态，又可捕捉故障征兆，及时做出针对性的检修计划，防止事故发生或事故扩大。

#### 3.11.1 机械寿命检测

断路器执行一次由合到分操作时，断路器总操作次数加 1，如果该操作是由保护跳闸引起的，则断路器故障操作次数加 1。当断路器总操作次数大于参数“操作超界次数”的设置值时，驱动告警灯并弹出告警报告“操作次数超限告警”。

参数“操作超界次数”一般根据断路器的机械寿命值设置。

断路器经过检修后用户可通过参数设置菜单设置断路器操作次数初始值及故障操作初始值。

#### 3.11.2 电寿命检测

定义一台全新的断路器的触头允许磨损量为 100%，即相对电寿命为 1。则每次额定开断电流开断时的相对磨损为  $1/N$ ，再根据不同断路器的  $N-I_b$  曲线（电寿命曲线），即可求得任意大小开断电流对应的允许开断次数  $N_m$ ，则  $Q_m=1/N_m$ ，这样就可求出断路器任一次开断时的相对电磨损量。

$$L = L_0 + \sum Q_m$$

$L_0$  为断路器电寿命的初始值，是一个不大于 1 的百分数，其值由断路器的运行历史决定，新投运的或经过大修后的断路器其值可取为 0；

$Q_m$  断路器任一次开断时的相对电磨损量；

当断路器的任一相累计  $L$  大于定值“电寿命磨损告警系数”时，装置驱动告警灯并弹出告警报告“电寿命超限告警”，提示检修。

对于真空断路器，任一次相对电磨损量  $Q_m$  可通过下式计算：

$$Q_m = \left( \frac{Q_{n+1} - Q_n}{X_{n+1} - X_n} \right) (X - X_n) + Q_n \quad \text{其中 } n=1,2,3,\dots$$

对任一开断电流  $I_m$ ，真空断路器的相对电磨损可根据下表通过线性插值求得。

设 $X = (I_m / I_n)$	100%	75%	50%	35%	25%	10%	3%
允许开断次数	$N$	$2.2N$	$5N$	$12N$	$20N$	$140N$	$300N$
相对磨损量 $Q_m$	$1/N$	$1/2.2N$	$1/5N$	$1/12N$	$1/20N$	$1/140N$	$1/300N$

$I_n$  为额定开断电流； $N$  为额定开断次数；

经验表明，当开断电流  $I_m < 0.03I_n$  时，磨损量相对于满容量开断磨损量很小，故都视为  $0.03I_n$  来处理。

### 3.12 辅助功能

#### 3.12.1 模拟量通道自检

TV 异常检测包括 TV 反序检测和 TV 断线检测。TV 异常检测功能控制字投入，任意一个判据满足，延时 10s 发 TV 异常告警信号。

##### 1. TV 反序判据

负序电压大于 4 倍正序电压且负序电压大于 12V。

TV 反序后不再进行 TV 断线判别。

##### 2. TV 断线判据

a. U1 小于 30V 且开关合位或有流；

b. U2 大于 6V；

满足上述任一 TV 断线条件，且保护未启动时，延时 10s 发 TV 异常告警信号。

TV 异常告警后，如正序电压大于 30V 且负序电压小于 6V，或开关跳位无流且母线三相无压（无压门槛取 3V），延时 10s 返回。

#### 3.12.2 控制回路异常告警

装置采集断路器的跳位和合位，当电源正常、断路器位置辅助接点正常时，必然有一个跳位或合位，否则，经 2s 报“控制回路异常”告警信号，同时闭锁重合闸。

#### 3.12.3 压力异常告警

装置设有断路器压力异常开入，装置收到开入后延时 1s 报压力异常告警信号，闭锁遥控合闸。

#### 3.12.4 弹簧未储能告警

装置设有弹簧未储能开入，装置收到开入后经整定延时报弹簧未储能告警信号并闭锁重合闸遥控合闸。

#### 3.12.5 装置故障告警

保护装置的硬件发生故障（包括定值出错，定值区号出错，开出回路出错，通信设置出错，出口配置出错，装置参数出错），装置的 LCD 显示故障信息，并闭锁保护。

### 3.13 遥测、遥信及遥控功能

遥测：测量  $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $P$ 、 $Q$ 、 $f$ 、 $S$ 、 $\cos\varphi$ 、 $3U_0$ ；

遥信：各种保护动作信号及断路器位置遥信、开入遥信等；

遥控：远方控制跳、合闸，压板投退、修改定值等。

## 4 定值清单及整定说明

装置设 8 个定值区。整定时，未使用的保护功能应退出压板，使用的保护功能投入压板，并对相关的控制字、电流、电压及时限定值进行整定。

### 4.1 WBH-821E 主保护定值

#### 4.1.1 系统参数

表 4-1 变压器系统参数定值

序号	名称	代号	范围	步长	说明	备注
1	变压器铭牌最大容量	$S_n$	0.01MVA ~ 400.0MVA	0.1 MVA	$S_n$	
2	变压器接线钟点数	ZDS	0~2	1	0: 12 点接线 1: 1 点接线 2: 11 点接线	见注 1
3	高压侧接线型式	JXXSh	1~2	1	1: Y 接线 2: $\Delta$ 接线	
4	低压侧接线型式	JXXSl	1~2	1	1: Y 接线 2: $\Delta$ 接线	
5	高压侧一次线电压	$U_h$	1.0kV~100.0kV	0.1		
6	低压侧一次线电压	$U_l$	1.0kV~40.0kV	0.1		
7	高压侧 TA 变比	NTAh	1~60000	1		
8	低压侧 TA 变比	NTAl	1~60000	1		

注 1、定值“变压器接线钟点数”及高、低“接线型式”。

变压器接线钟点数是低压侧线电势相对于高压侧线电势相位差而言，当整定为“0”时，则低压侧接线型式一致、低压侧线电势与高压侧线电势同相位，为 12 点接线。整定为“1”时，则表明低压侧的线电势滞后于高压侧线电势  $30^\circ$ ，为 1 点接线。整定为“2”时，则表明低压侧的线电势超前于高压侧线电势  $30^\circ$ ，为 11 点接线。

示例 1：对 Y/ $\Delta$ -11 的两圈变，则“变压器接线钟点数”整定为“2”。高压侧 TA 二次接装置第 1 侧电流回路，低压侧 TA 二次接到装置第 2 侧电流回路，则高压侧、低压侧的“接线型式”分别整定为：“1”、“2”。

示例 2：对 Y/ $\Delta$ -1 的两圈变，则“变压器接线钟点数”整定为“1”，高压侧 TA 二次接装置第 1 侧电流回路，低压侧 TA 二次接到装置第 2 侧电流回路，高压侧、低压侧的“接线型式”分别整定为：“1”、“2”。

注 2、系统参数整定越限说明

装置计算平衡系数及定值换算所用基准电流取高压侧额定电流。考虑到装置采样精度，基准电流应大于 0.1（1A 规格时为 0.05）A，否则报“基准电流过小告警”并闭锁差动保护。

根据系统参数计算的变压器各侧最大额定电流与最小额定电流之比应小于 40 大于 0.1，否则报“平衡系数超界告警”，闭锁差动保护，在定值重新整定正确后，报平衡系数已修正，对保护解闭锁。

当各侧“绕组接线型式”定值与“变压器接线钟点数”定值不匹配时报“接线方式整定出错”，

闭锁差动保护，重新整定正确后，报“接线方式已修正”，对保护解闭锁。

#### 4.1.2 保护定值

序号	名称	代号	范围	步长	说明	备注
1	差流速断定值	Isd	2.0~15.0	0.001	见注 1	
2	最小动作电流	Iop	0.2~1.5	0.001	见注 1	
3	最小制动电流	Ires	0.5~1.5	0.001	见注 1	
4	比率制动斜率	S	0.3~0.7	0.001		
5	复压闭锁负序相电压	U2fy	1.0 V~50.0 V	0.001V		复合电压用
6	复压闭锁相间低电压	Udfy	0.0 V~100.0 V	0.01V		
7	零序过压定值	U0dz	2.0~120.0V	0.01V		零序过压保护用
8	零序过压延时	T0dz	0.1s~100s	0.01s		
9	弹簧未储能延时	Tthwcn	1s~100s	0.01s		弹簧未储能告警用

注 1、差动定值中的“差流速断定值”、“最小动作电流”、“最小制动电流”都是以额定电流  $I_e$  为基准的标么值。其中  $I_e$  是用系统参数中的“变压器铭牌最大容量”和“高压侧一次线电压”及“高压侧 TA 变比”按公式  $I_n = S_n / (\sqrt{3} * U_n * n_{TA})$  计算出的高压侧二次额定电流。

示例：额定电流  $I_e$  为 4A，经过整定计算得到的差动最小动作电流为 2A，那么“最小动作电流倍数”定值应输入 0.5。

#### 4.1.3 调压档位定值

序号	名称	代号	定值范围	备注
1	滑档功能投入	HDTR	0~1	1: 投入滑档闭锁功能 0: 退出滑档闭锁功能
2	中心档位	ZHXDW	0~19	
3	滑档闭锁时间	Thdbs	1 s ~30 s	一般整定为升档或降档所需时间的 1.2 倍。
4	升档位开出保持时间	Tsdbc	50 ms~2000 ms	
5	降档位开出保持时间	Tjdbc	50 ms~2000 ms	
6	急停开出保持时间	Tjtbc	50 ms~2000 ms	
7	档位最大值	ZDDW	0~19	当前档位大于等于最大档位时，升档命令无效
8	档位最小值	ZXDW	0~19	当前档位小于等于最小档位时，降档命令无效

表 4-2 功能控制字 1 位定义

序号	名称	范围	步长	缺省值	说明	备注
1.	TA 异常投	0~1	1	1	1: 投入 0: 退出	
2.	TV 异常投	0~1	1	1	1: 投入 0: 退出	
3.	控制回路检测投	0~1	1	1	1: 投入 0: 退出	
4.	TA 异常闭锁差动	0~1	1	1	1: 闭锁 0: 不闭锁	
5.	TV 异常闭锁复压	0~1	1	1	1: 闭锁 0: 不闭锁	

#### 4.1.4 软压板

表 4-4 保护软压板

序号	名称	范围	说明	备注
	比差保护压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
	差速断压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
	复合电压压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
	零序过电压压板	0~1	0: 退出 1: 投入	

## 4.2 WBH-822E 后备保护定值

### 4.2.1 保护定值

$I_n$  为 5A/1A。

表 4-5 保护定值

序号	名称	代号	范围	步长	说明	备注
1.	复压闭锁负序电压	U2fy	1.0 V~50.0 V	0.001V		复合电压用
2.	复压闭锁相间低电压	Udfy	0.0 V~100.0 V	0.01V		
3.	高 I 段复压控制	FY1H	0~2	1	0: 退出 1: 本侧 2: 各侧“或”	
4.	高过流 I 段定值	Idz1H	0.1 $I_n$ ~10 $I_n$	0.01A		
5.	高过流 I 段延时 t1	T11H	0.1s~100s	0.01s		
6.	高过流 I 段延时 t2	T12H	0.1s~100s	0.01s		
7.	高 II 段复压控制	FY2H	0~2	1	0: 退出 1: 本侧 2: 各侧“或”	
8.	高过流 II 段定值	Idz2H	0.1 $I_n$ ~10 $I_n$	0.01A		
9.	高过流 II 段延时 t1	T21H	0.1s~100s	0.01s		
10.	高过流 II 段延时 t2	T22H	0.1s~100s	0.01s		
11.	低 I 段复压控制	FY1L	0~1	1	0: 退出 1: 本侧	
12.	低过流 I 段定值	Idz1L	0.1 $I_n$ ~10 $I_n$	0.01A		
13.	低过流 I 段延时 t1	T11L	0.1s~100s	0.01s		
14.	低过流 I 段延时 t2	T12L	0.1s~100s	0.01s		
15.	低 II 段复压控制	FY2L	0~1	1	0: 退出	

					1: 本侧	
16.	低过流Ⅱ段定值	Idz2L	0.1In~10In	0.01A		
17.	低过流Ⅱ段延时 t1	T21L	0.1s~100s	0.01s		
18.	低过流Ⅱ段延时 t2	T22L	0.1s~100s	0.01s		
19.	低过流Ⅲ段定值	Idz3L	0.1In~10In	0.01A		
20.	低过流Ⅲ段延时	T3L	0.1s~100s	0.01s		
21.	反时限基准值	I <sub>fsx</sub>	0.1In~3In	0.01A		
22.	反时限时间常数	T <sub>fsx</sub>	0.05s~10s	0.01s		
23.	反时限曲线类型	FQX	0~2	1	0:一般反时限 1:非常反时限 2:极端反时限	
24.	高负序过流定值	I <sub>2H</sub>	0.1In~10In	0.01A		
25.	高负序过流延时	T <sub>2H</sub>	0.1s~100s	0.01s		
26.	低负序过流定值	I <sub>2L</sub>	0.1In~10In	0.01A		
27.	低负序过流延时	T <sub>2L</sub>	0.1s~100s	0.01s		
28.	高压侧过负荷定值	I <sub>fhH</sub>	0.1In~10In	0.01A		
29.	高压侧过负荷时限	T <sub>fhH</sub>	0.1s~100s	0.01s		
30.	低压侧过负荷定值	I <sub>fhL</sub>	0.1In~10In	0.01A		
31.	低压侧过负荷时限	T <sub>fhL</sub>	0.1s~100s	0.01s		
32.	通风启动定值	I <sub>tf</sub>	0.1In~10In	0.01A		
33.	通风启动延时	T <sub>tf</sub>	0.1s~100s	0.01s		
34.	调压闭锁定值	I <sub>ty</sub>	0.1In~10In	0.01A		
35.	调压闭锁延时	T <sub>ty</sub>	0.1s~100s	0.01s		
36.	零序过压定值	U <sub>0dz</sub>	2.0~120.0V	0.01V		零序过压 保护用
37.	零序过压延时	T <sub>0dz</sub>	0.1s~100s	0.01s		
38.	弹簧未储能延时	T <sub>thwcn</sub>	1s~100s	0.01s		弹簧未储 能告警用

表 4-6 功能控制字 1 位定义

序号	名称	范围	步长	缺省值	说明	备注
1	TA 异常投	0~1	1	0	1: 投入 0: 退出	
2	TV 异常投	0~1	1	0	1: 投入 0: 退出	
3	控制回路投	0~1	1	0	1: 投入 0: 退出	
4	TA 异常闭锁差动	0~1	1	0	1: 跳闸 0: 告警	
5	TV 异常闭锁复压	0~1	1	0	1: 跳闸 0: 告警	
6	高负序过流跳闸	0~1	1	0	1: 投入 0: 退出	
7	低负序过流跳闸	0~1	1	0	1: 投入 0: 退出	

### 4.2.2 软压板

表 4-7 保护软压板

序号	名称	范围	说明	备注
1.	复合电压压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
2.	高过流 I 段压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
3.	高过流 II 段压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
4.	低过流 I 段压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
5.	低过流 II 段压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
6.	低过流 III 段压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
7.	低反时限过流压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
8.	高负序过流压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
9.	低负序过流压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
10.	高过负荷压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
11.	低过负荷压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
12.	启动通风压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
13.	闭锁调压压板	0~1	0: 退出 1: 投入	
14.	零序电压压板	0~1	0: 退出 1: 投入	

### 4.3 定值整定说明

- ◇ 在整定定值前必须先整定保护定值区号。
- ◇ 当某项定值不用时，避免整定值为 0。如果是过量保护则整定为上限值，如果是欠量保护则整定为下限值，延时整定为上限值，功能控制字退出，软压板退出。
- ◇ 速断保护、加速保护延时一般需整定几十到一百毫秒的延时，由于微机保护没有过去常规保护中的继电器动作延时，所以整定成 0 秒时可能躲不过合闸时的冲击电流。

## 5 装置硬件介绍

### 5.1 结构与安装

机箱采用 6U 机箱，嵌入式安装方式。可以组屏安装，也可就地安装到开关柜，机箱结构和屏面开孔尺寸见图 5-1。

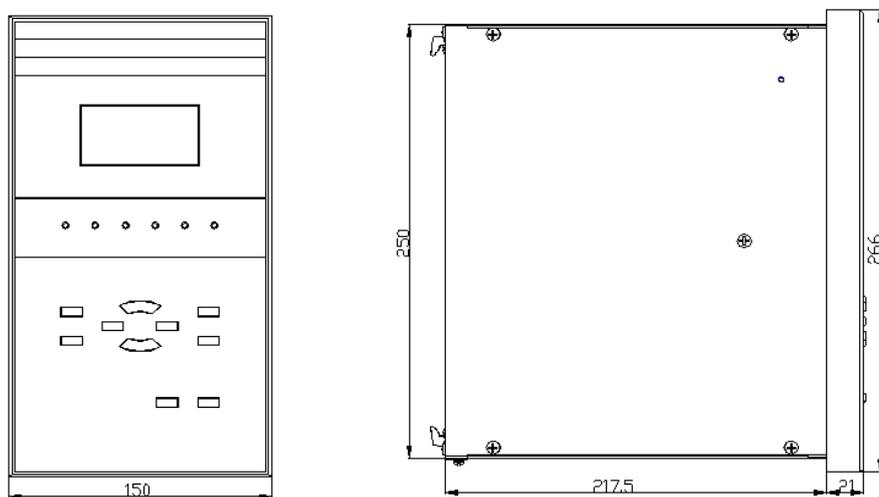


图 5-1 装置机箱外形尺寸

装置的安装尺寸如图 5-2 所示。

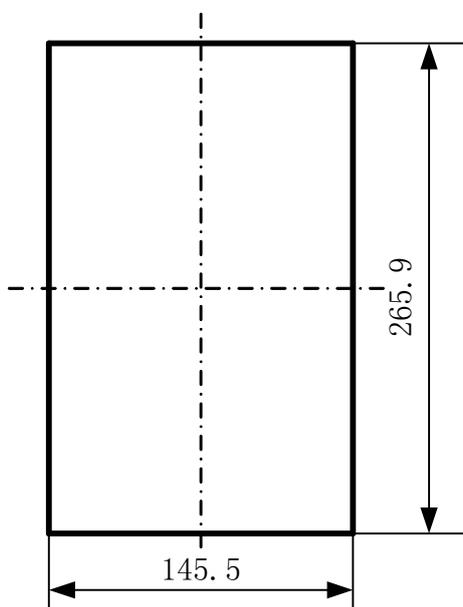


图 5-2 装置机箱安装尺寸

## 5.2 插件布置图

装置采用一体化安装方式，外部端子布局如下图 5-3 所示：自右至左分为 1、2、3、4 四列，分别为交流插件，CPU 插件，空插件/本体插件，信号插件。端子详细信息见图 5-4。

4	3	2	1
信号 插件	空插 件/ 本 体 插 件	CPU 插件	交 流 插 件

图 5-3 插件布置图

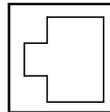
### 5.3 装置端子

#### 5.3.1 WBH-821E 背面端子图:

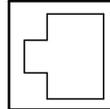
401	电源+	
402	电源-	
403		
404	+24V	
405	-24V	
406	跳高压桥	
407		
408	复压开出	
409		
410	调压升	
411		
412	调压降	
413		
414	调压停	
415		
416		
417	控制电源+	档位开入1
418	至跳闸线圈	档位开入2
419	跳位监视	档位开入3
420	保护跳闸入口	档位开入4
421	手动跳闸入口	档位开入5
422	手动合闸入口	开入负
423	控制电源-	跳闸信号
424	至合闸线圈	
425	跳高压侧	
426		
427	遥跳	
428	遥合	
429	跳低压侧	
430		
431	备用	
432	备用	

201	485+	TXD	打印口 RS232
202	485-	RXD	
203	0V	GND	
204	GPS+		
205	GPS-		
206	告警出口		
207			
208	遥信1		
209	遥信2		
210	遥信3		
211	遥信4		
212	弹簧未储能		
213	压力异常		
214	遥信5		
215	差动硬压板		
216	远方/就地		
217	检修压板		
218	开入负一		

101	IAH	102	IAH'
103	IBH	104	IBH'
105	ICH	106	ICH'
107		108	
109	CIA	110	CIA'
111	CIB	112	CIB'
113	CIC	114	CIC'
115	UA	116	UB
117	UC	118	UN
119	IAL	120	IAL'
121	IBL	122	IBL'
123	ICL	124	ICL'



以太网口



以太网口

## 5.3.2 WBH-822E 背面端子图:

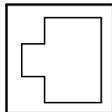
401	电源+
402	电源-
403	
404	+24V
405	-24V
406	跳高压桥
407	
408	过负荷
409	
410	通风启动
411	
412	非电量
413	
414	闭锁有载调压
415	
416	
417	控制电源+
418	至跳闸线圈
419	跳位监视
420	保护跳闸入口
421	手动跳闸入口
422	手动合闸入口
423	控制电源-
424	至合闸线圈
425	跳高压侧
426	
427	遥跳
428	遥合
429	跳低压侧
430	
431	跳低分段
432	

301	本体闭锁调压出口
302	
303	本体闭锁调压出口
304	
305	本体跳低压侧出口
306	
307	本体备用出口
308	
309	本体跳高压侧出口
310	
311	本体跳高压桥出口
312	
313	
314	
315	
316	
317	重瓦斯告警
318	重瓦斯跳闸
319	调压重瓦斯告警
320	调压重瓦斯跳闸
321	温度保护告警
322	温度保护跳闸
323	油位高告警
324	油位高跳闸
325	油位低告警
326	油位低跳闸
327	压力释放告警
328	压力释放跳闸
329	轻瓦斯告警
330	调压轻瓦斯告警
331	风冷消失告警
332	开入公共负

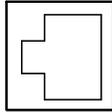
201	485+	TXD	打印口 RS232
202	485-	RXD	
203	0V	GND	
204	GPS+		
205	GPS-		
206	告警出口		
207			
208	遥信1		
209	遥信2		
210	遥信3		
211	复压开入		
212	弹簧未储能		
213	压力异常		
214	高后备硬压板		
215	低后备硬压板		
216	远方/就地		
217	检修压板		
218	开入负一		

101	IAH	102	IAH'
103	IBH	104	IBH'
105	ICH	106	ICH'
107		108	
109	CIA	110	CIA'
111	CIB	112	CIB'
113	CIC	114	CIC'
115	UA	116	UB
117	UC	118	UN
119	IAL	120	IAL'
121	IBL	122	IBL'
123	ICL	124	ICL'

跳闸信号	
DC1+	
DC1-	
DC2+	
DC2-	



以太网口



以太网口

## 5.4 装置背板接线说明

端子 101、103、105、102、104、106 分别为高压侧 A 相、B 相、C 相保护电流输入，其中 101、103、105 为极性端；

端子 109、111、113、110、112、114 分别为 A 相、B 相、C 相测量电流输入，其中 109、111、113 为极性端；

端子 115、116、117、118 分别为母线电压 UA、UB 相、UC 相及 UN 输入；

端子 119~124 分别为低压侧 A 相、B 相、C 相保护电流输入，其中 119、121、123 为极性端；

201~219 为 cpu 插件上各端子；

201、202、203 可作为串口通讯口或打印机口，作为 RS485 串口通讯时，端子分别对应为 485+、485-和接地端；作为 RS232 打印机接口时，端子分别对应为 TXD、RXD 和 GND；；

203、204 为 GPS 对时开入端子；

206、207 为告警输出端子；

208~217 为 KR1~KR10 强电开入；

218 为 208~217 开入端子的负公共端。

WBH-822E 本体插件：

装置可提供共 9 路非电量保护。其中 6 路可以通过引入不同的开入端可选为动作于直跳或仅作于告警。

N317 为重瓦斯告警开入端子（DC220V/110V）。N318 为重瓦斯跳闸开入端子（DC220V/110V）。

N319 为调压重瓦斯告警开入端子（DC220V/110V）。N320 为调压重瓦斯跳闸开入端子（DC220V/110V）。

N321 为温度保护告警开入端子（DC220V/110V）。N322 为温度保护跳闸开入端子（DC220V/110V）。

N323 为油位高告警开入端子（DC220V/110V）。N324 为油位高跳闸开入端子（DC220V/110V）。

N325 为油位低告警开入端子（DC220V/110V）。N326 为油位低跳闸开入端子（DC220V/110V）。

N327 为压力释放告警开入端子（DC220V/110V）。N328 为压力释放跳闸开入端子（DC220V/110V）。

N329 为轻瓦斯告警开入端子（DC220V/110V）。

N330 为调压轻瓦斯告警开入端子（DC220V/110V）。

N331 为风冷消失告警开入端子（DC220V/110V）。

N332 为非电量保护开入的负公共端。

**注意：对于非电量开入，若仅告警，则开入电缆直接接至对应的告警端子即可；若需动作于直跳，则需将相应告警和跳闸端子短接后接开入电缆。**

端子 401、402 为装置辅助电源输入端，接入直流 220V/110V。401 接正极性端，402 接负极性端；

404、405 为装置 24V 电源输出的正、负端；

406~416 为出口接点；其中 414 为常开触点，415 为常闭触点。

端子 417~432 为操作回路端子及相应出口接点，其中：

417、423 分别为+KM 和-KM 端子；

418 为断路器跳闸线圈输入端子，424 为断路器合闸线圈输入端子；

420 为保护跳闸输入端子；

419 为跳位监视输入端子；

421、422 端子分别为手动跳闸、手动合闸入口；

425~432 为出口接点；

417~422 右端子为开入，其中 422 为开入公共端，作为 WBH-821E 档位开入；

423~424 右端子为跳闸信号输出接点；

425~428 为直流测量输入，其中 426、428 为直流负端，作为 WBH-822E 直流测量用。

注意：

1、所有未定义的端子，现场请勿配线，让其悬空；

## 6 使用说明

### 6.1 指示灯说明

- ◇ 运行：绿灯。装置运行时为常亮，当故障启动时运行灯闪烁。
- ◇ 告警：红灯。正常运行时熄灭，动作于告警的保护动作时或装置发生故障时点亮，保持到有复归命令发出。
- ◇ 跳闸：红灯。装置正常运行时熄灭，动作于跳闸的保护动作时点亮，保持到有复归命令发出。
- ◇ 备用/非电量：红灯。WBH-821E 时为备用灯，常灭；WBH-822E 时为非电量灯，非电量动作时点亮，非电量开入消失时熄灭。
- ◇ 跳位：绿灯。用来指示断路器位置，当断路器在合闸位置时熄灭，在跳闸位置时点亮。
- ◇ 合位：红灯。用来指示断路器位置，当断路器在跳闸位置时熄灭，在合闸位置时点亮。

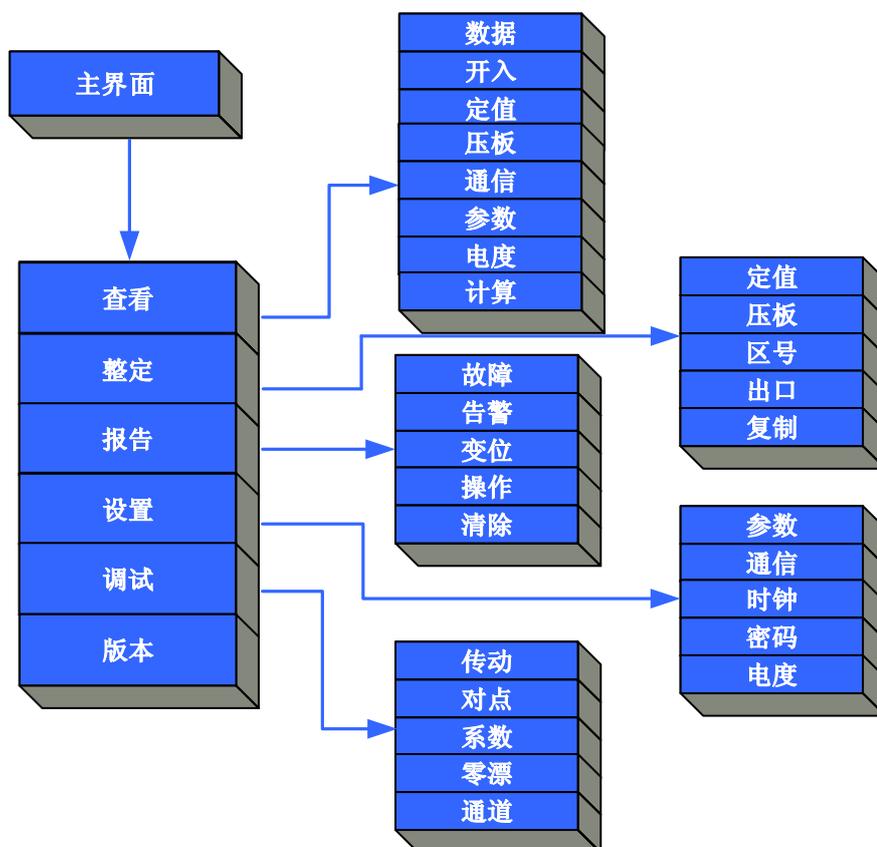
### 6.2 调试接口和键盘说明

面板上提供有一个 10 键键盘，各键盘功能如下：

按键名称	按键功能
“取消”	正常运行时显示主菜单
	取消当前操作
	返回上级菜单
“确定”	命令执行
	确认修改
“+”	数字增加及其它菜单项目选择
“-”	数字减小及其它菜单项目选择
“↑”	命令菜单选择
	显示换行
“↓”	命令菜单选择
	显示换行；
“←”	光标左移；
“→”	光标右移；
“复归”	信号复归；
“区号”	修改定值区号。

### 6.3 命令菜单

命令菜单采用分级菜单，如图所示：



WBH-821E 时查看菜单中有“计算”子菜单用来查看变压器计算定值，WBH-822E 时整定菜单中有“出口”子菜单用来整定保护出口矩阵。

### 6.4 主界面显示及菜单说明

#### ◇ 主界面显示

如下图所示：

共分为 4 个区域：日期显示；时间显示；测量数据显示；检修状态，远方/就地状态，重合闸充电标志，远方/就地状态在液晶下方以汉字显示，有远方/就地开入则显示“远方”，无开入则显示“就地”。检修压板投入时“检修”二字闪烁，不投入时候不显示。

共有 6 个数据显示，同时装置可根据系统参数灵活显示一次值或二次值。当选择显示二次值时，P 的量纲默认为“W”，Q 的量纲默认为“var”；当选择显示一次值时，电压、电流的量纲前增加“k”，即变为“kV”和“kA”，P 的量纲默认为“kW”，Q 的量纲默认为“kvar”。



#### ◇ 主菜单

在主界面下按“退出”键，可进入主菜单，主菜单显示如下：



主菜单共有 6 个，分别为“查看”、“整定”、“报告”、“设置”、“调试”、“版本”，以图标形式显示。每页画面显示 3 个图标，按左/右键循环显示。如进入主菜单后，当前页面显示“查看”、“整定”、“报告”，按一次右键后，当前页面显示“整定”、“报告”、“设置”。

#### 6.4.1 查看

##### ◇ 数据：显示各模拟量通道的当前数值；

在主菜单下，按左/右键移动光标，当光标位于需要进入的菜单时，按“确认”键可以进入相应的子菜单，各个子菜单页面如下：



“数据”子菜单主要显示各模拟量通道的当前数值；按“确认”键进入后数据浏览页面，如下图：

No.	简称	量值
1	Iah	0.00 A
2	Ibh	0.00 A
3	Ich	0.00 A

高压A相电流

按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标；按“←”和“→”分别向上翻页和向下翻页。

##### ◇ 开入：显示各开入量状态；

按“确认”键进入后开入量浏览页面，如下图：

通道号							
01-08	0	0	1	0	0	0	0
09-16	0	1	0	0	0	0	0
17-24	0	1	1	0	0	0	0
通信							

按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标；按“←”和“→”分别向左和向右移动光标。

- ◇ 定值：浏览当前装置的保护定值；

按“确认”键进入后定值浏览页面，如下图：

No.	简称	量值
1	GNKZZ1	0001
2	U2fy	50.00V
3	Udfy	100.00 V
功能控制字1		区号 0

光标和量值的显示同数据菜单；按方向键可将光标移动到区号处，当光标位于区号处时，可以使用“+”和“-”键进行定值区的选择。

- ◇ 压板：浏览当前装置的压板状态；

按“确认”键进入后压板浏览页面，如下图：

No.	名称	状态
1	比率差动压板	退
2	差速断压板	退
3	复合电压压板	退

按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标；按“←”和“→”分别向上翻页和向下翻页。

- ◇ 电度：浏览装置当前的积分电度值；

按“确认”键进入后电度量浏览页面，如下图：

No.	电度量
1	000000000000
2	000000000000
3	000000000000
名称：正向有功电度	

按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标；

- ◇ 通信：显示装置地址，装置的通信方式和通信规约。

显示4部分内容：1) 装置地址；2) 当前通信规约（103 还是 modbus）；3) 当前装置通信方式

(485 还是以太网); 4) 当前装置通信状态。



◇ 计算：浏览差动保护二次电流、最小动作电流、最小制动电流、差速断电流、高低压侧平衡系数仅在 WBH-821E 时有此菜单；

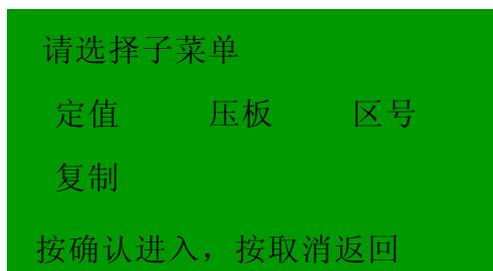
按“确认”键进入后计算浏览页面，如下图：

No.	简称	量值
1	Ie	2.75 A
2	Iop	1.37 A
3	Ires	2.75 A
二次额定电流		

按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标；按“←”和“→”分别向上翻页和向下翻页。

#### 6.4.2 整定

整定子菜单如下图所示：



◇ 定值：保护定值修改、整定。

按“确认”键进入后定值修改页面，如下图：

No.	简称	量值
1	GNKZZ1	0001
2	U2fy	50.00V
3	Udfy	100.00 V
功能控制字1		区号 0

光标和量值的显示同数据菜单；

#### 定值修改：

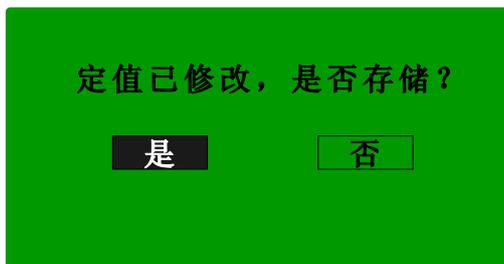
进入菜单后光标位于第一个定值的最右边数字位；按“↑”和“↓”分别向上和向下移动进行定值的选择。当光标位于定值的最右边数字位时，按“→”可以向下翻页；当光标位于定值的

最左边数字位时，按“←”可以向上翻页；通过当光标位于定值的某一位时，可以使用“+”和“-”键进行相应量值位的增加和减少；

按方向键可将光标移动到区号处，当光标位于区号处时，可以使用“+”和“-”键进行定值区的选择。从而实现修改不同定值区定值。

#### 定值保存：

定值修改完毕后，按“退出”键装置弹出对话框提示用户定值已修改，如下图：



按当光标位于“否”时，按“确认”键；装置退出到定值整定菜单。

当光标位于“是”时，按“确认”键，弹出对话框，提示用户输入密码，如下图：



密码最大位数为 6 位，有四个方向键组成。输入完成后按“确认”键，如果密码错误，弹出对话框，提示用户密码不正确并返回到定值修改界面。如果密码正确，弹出对话框，提示用户定值存储成功。

#### ◇ 压板：修改当前压板状态；

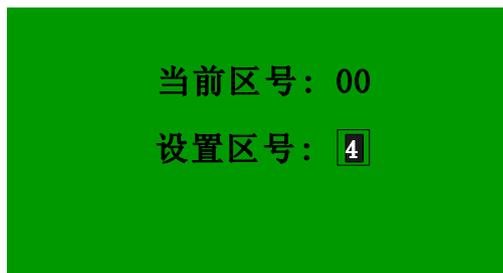
按方向键可将光标移动到需要投退的压板处，可以使用“+”和“-”键进行投入或退出修改。

如下图：

No.	名称	状态
1	比率差动压板	退
2	差速断压板	退
3	复合电压压板	退

#### ◇ 区号：修改当前定值区号；

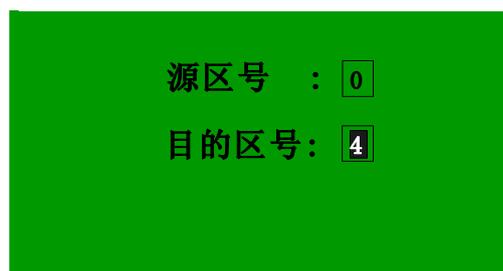
移动光标到“区号”选择框，按下确认键，进入区号修改菜单。如下图：



在设置区号修改区域通过“+”、“-”键进行目标定值区的修改。

✧ 复制：提供定值区间之间的拷贝功能。

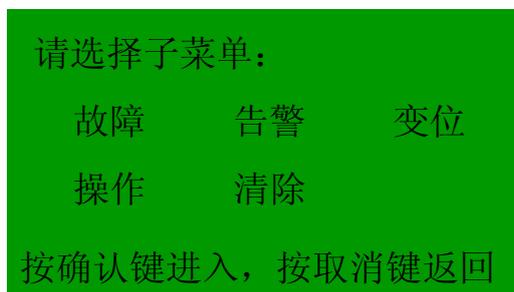
移动光标到“拷贝”选择框，按下确认键，进入区号修改菜单。如下图：



拷贝功能是指将源区号（0区）的定值整定值拷贝至目的区号（4区）。源区号和目的区号选择完成后按确认键提示用户输入密码。

### 6.4.3 报告

报告子菜单如下图所示：



✧ 故障：用于浏览动作报告和动作定值；

当光标位于“故障”子菜单时，按确认键进入故障报告浏览页面，如下图：



光标位于故障序号框中，故障序号为最新的故障序号，按“+”和“-”键可以依次查看故障报告。

故障报告框内包含了本次故障的所有动作信息，如过流 I 段动作。包括相应动作信息在本次故障报告中发生的先后次序，动作信息的名称以及该动作信息中包含的故障量值（没有“->”表示该动作信息中没有故障量值）。

按上下方向键可以使光标在不同的动作信息中切换。当光标位于某个动作信息时，按确认键可以进入报告量值浏览页面，如下图（按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标）：

No.	简称	量值
1	Ida	5.230 A
2	Idb	0.000
3	Idc	0.000

A相差动电流

按退出键返回到故障报告浏览页面。

报告框下部显示的是该动作信息的绝对动作时间（2009年12月07日 09时25分48秒868毫秒）和相对动作时间（103毫秒）。

- ◇ 告警：用于浏览各种装置和保护告警的报告；  
当光标位于“告警”子菜单时，按确认键进入告警报告浏览页面，如下图：

总数：100	报告序号：86
<b>控制回路异常</b>	
2012年07月22日	
09时25分48秒868毫秒	

光标位报告序号框中，报告序号为最新的故障序号，按“+”和“-”键可以依次查看告警报告。液晶中部为相应报告序号的告警信息的名称，如：控制回路异常。

液晶底部为相应告警信息的动作时间，如：2009年12月07日 09时25分48秒868毫秒。

- ◇ 变位：用于浏览各个遥信变位记录及各个开入变位记录；  
变位子菜单主要用于浏览装置的开入变位报告，包括遥信开入变位等信息。  
当光标位于“变位”子菜单时，按确认键进入开入变位报告浏览页面，如下图：  
变位报告操作方式同“告警”报告。

总数：100	报告序号：6
<b>遥信1动作</b>	
2012年07月22日	
09时25分48秒868毫秒	

- ◇ 操作：用于浏览各种装置的操作记录；  
记录子菜单主要用于浏览装置的操作记录，包括修改定值、切换定值区、修改通道系数等信息。  
当光标位于“操作”子菜单时，按确认键进入操作记录报告浏览页面，如下图：  
“操作”报告操作方式同“告警”报告。

总数：100 报告序号：**6**

修改通道02系数

2012年07月22日  
09时25分48秒868毫秒

◇ 清除：用于清除所有的报告记录，可以有选择的清除。

当光标位于“清除”子菜单时，按确认键弹出输入密码对话框，如下图：

请输入密码：

\*\*\*\*\*

密码输入正确后，进入清除报告画面，如下图所示：按“↑”和“↓”键可以使光标在故障报告、告警报告、变位报告之间进行切换。

清除报告：

**故障报告**

告警报告

变位报告

当光标位于故障报告时，按确认键即可完成相应报告的清除。清除报告时有相应的操作记录。

#### 6.4.4 设置

设置子菜单如下图所示：

请选择子菜单：

参数          通信          时钟

密码          电度

按确认进入，按取消返回

◇ 参数：用来设置“TA 变比”、“TV 变比”、“主界面显示”等内容；

当光标位于“参数”子菜单时，按确认键进入，如下图：

No.	简称	量值
1	XHSS	010.00S
2	HMXS	0
3	FGFS	<b>010</b>
SOE复归方式		

循环上送周期：整定循环上送后台的时间定值；主画面显示一次值：整定显示一次值还是二次

值；PT 变比：整定 PT 变比；CT 变比：整定 CT 变比；SOE 复归方式：整定手动复归方式还是自动复归方式；两表法：整定用三表法还是两表法测量。菜单结构及整定方式同定值整定菜单。

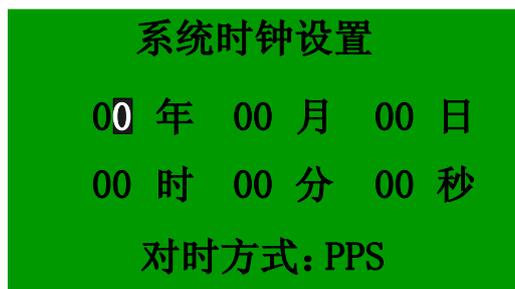
◇ 通信：主要用来设置装置地址、通信规约、通信方式；

输入密码后，进入通信设置画面，如下图所示：按“↑”和“↓”键可以使光标在装置地址、通信方式、通信规约之间进行切换并依次设置。



◇ 时钟：用于修改系统的时钟；

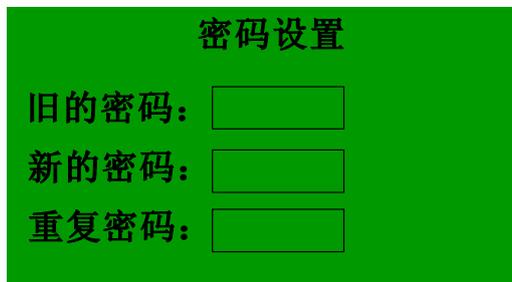
当光标位于“时钟”子菜单时，按确认键并输入密码后，进入时钟设置画面，如下图所示：按“←”和“→”键可以使光标在年、月、日、时、分、秒之间进行切换。



当光标位于对时方式选择框时，可以对装置的对时方式进行修改。按“+”、“-”键可以在“PPS”、“PPM”之间进行对时方式的选择。

◇ 密码：用于修改装置的密码。

当光标位于“密码”子菜单时，按确认键进入密码修改画面，如下图所示：按“↑”和“↓”键可以使光标在旧的密码、新的密码、重复密码之间进行切换。密码最大位数为 6 位，由四个方向键组成。



◇ 电度：用于设置装置的电度初值；

当光标位于“电度”子菜单时，按确认键进入电度设置界面，如下图所示：

No.	电度量
1	000000000000
2	000000000000
3	000000000000

正向有功电度

按“↑”和“↓”键可以使光标在正向有功电度等几个电度值之间进行切换。按左右方向键移动光标位置，按“+”、“-”键改变光标所在位置数字的大小。

修改完毕后，电度量的存储过程同定值。

#### 6.4.5 调试

调试子菜单如下图所示：



◇ 传动：传动”子菜单主要用于出口传动；

当光标位于“传动”子菜单时，按确认键并输入密码后进入装置通道传动界面，如下图所示：

Ch.	通道名称
0	告警开出
1	跳高压桥
2	复压开出
3	调压升

在通道传动界面下，按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标；按“←”和“→”分别向上翻页和向下翻页。

当光标位于所要进行传动的通道时，按确认键装置即可进行通道传动，相应的开出通道闭合。

**注意：如果检修压板没有投入，则装置提示用户传动出错。**

◇ 对点：对点子菜单主要完成通信对点功能；

当光标位于“对点”子菜单时，按确认键进入装置通信对点界面，如下图所示：

点表类型：故障信息	
INF	名称 扇区
61	差流速断 1
62	比率差动 1

在通信对点界面下，按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标；按“←”和“→”分别向上

翻页和向下翻页。

当光标位于所要进行对点测试的通信点时，按确认键装置弹出对点对话框，如下图：



在对话框中，按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标选择保护动作和动作返回，选中后按确认键即可完成一次对点测试。

在通信对点界面按“+”、“-”键可以使点表类型在“故障信息”和“事件信息”之间切换。切换到事件信息的界面如图：

点表类型：事件信息		
INF	名称	扇区
38	TV异常	1
203	控制回路异常	1
191	装置故障	1

当光标位于所要进行对点测试的通信点时，按确认键装置弹出对点对话框，如下图：



在对话框中，按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标选择动作和返回，选中后按确认键即可完成一次对点测试。

◇ 系数：系数子菜单主要用于校正通道采样值；

当光标位于“系数”子菜单时，按确认键并输入密码后，进入通道系数修改界面，如下图所示：按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标；按“←”和“→”分别向上翻页和向下翻页。

No.	通道名称	量值
1	高压A相电流	0.00
2	高压B相电流	0.00
3	高压C相电流	0.00
4	低压A相电压	0.00

当光标位于某一个通道时按确认键进入相应通道系数修改界面，如下图：



在系数修改框中，按“+”和“-”键修改相应的数值。系数修改过程中，量值随系数的变化而实时变化，当量值调整到满足误差要求时按确认键装置弹出对话框提示系数修改成功。

- ◇ 零漂：零漂子菜单主要用于校正通道零漂；  
当光标位于“零漂”子菜单时按确认键正确输入密码后不进入界面可自动进行零漂校正。
- ◇ 通道：通道子菜单主要用于浏览相应通道的采样值及相位角度。  
当光标位于“通道”子菜单时按确认键通道浏览界面，如下图：

No.	通道名称	量值
1	高压A相电流	0.00
2	高压B相电流	0.00
3	高压C相电流	0.00
4	低压A相电压	0.00

当光标位于某一个通道时按确认键进入相应通道浏览界面，如下图：



所有通道的相位均为相对于 A 相电压的相位，当 A 相电压小于无压门槛时，所有通道的相位为 0~360 之间的随机值。

#### 6.4.6 版本

按确认键后可以查看当前的版本号和校验码。如下图：



### 6.5 液晶显示说明

#### 6.5.1 装置正常运行状态

装置正常运行时，“运行”灯亮，“告警”灯灭。在主界面按下“复归”键，复归所有跳（合）闸指示灯，使液晶显示处于正常显示画面。最后一次在某个子菜单下操作某个按键后，5 分钟内如果没有再次操作按键，则装置关闭该子菜单，退回到主界面。

液晶的背光从最后一次操作键盘或装置自动弹出报告的时刻起，6 分钟内没有再次操作键盘或者有新的报告弹出，则装置自动关闭液晶背光。

液晶的背光关闭时，所有键的功能均为点亮背光（即按任意键点亮背光）。背光点亮后按键恢复原有功能。

### 6.5.2 保护动作时液晶显示说明

装置能存储 100 次动作报告，在装置正常运行过程中，如果有保护动作、装置告警或者开入变位时，相应的报告会弹出到界面最前端，如下图所示：

弹出装置报告	
1	10-12-07 14:45:13 高过流I段t1动作
2	10-12-07 14:45:01 控制回路异常

序号 1 为最新的报告，序号 2 为次新的报告；

按“↑”和“↓”分别向上和向下移动光标；按“←”和“→”分别向上翻页和向下翻页。

按“复归”键后关闭弹出装置报告画面，退到主界面。

## 7 调试说明

### 7.1 调试注意事项

- (1) 调试前请仔细阅读本说明书。
- (2) 实验前须检查屏柜及装置在运输中是否有明显的损伤或螺丝松动。特别是 TA 回路的螺丝及连片，不允许有丝毫的松动。
- (3) 试验前须检查插件是否插紧。
- (4) 试验过程中须尽量避免插拔装置插件，不要带电插拔装置插件，不要用手或者导电体触摸插件电路及元器件。
- (5) 使用的电烙铁、示波器等须与屏柜可靠接地。
- (6) 通信试验前请检查装置参数是否与通信主站相匹配。

### 7.2 开关量输入检查

进入“主菜单\浏览\开入”菜单，将装置的开入电源分别接入各开入端子，应显示正确的状态。当断路器在合位或跳位时，合闸位置和跳闸位置的状态应正确显示。

### 7.3 开出回路检查

进入“主菜单\调试\传动”菜单，进行传动调试。注意：开出传动须投入检修压板。

开出传动可用于现场跳闸出口回路检查，无需保护试验即可触发出出口接点。按“+、-”键，选择要传动的开出，按“确定”键，进行传动。按下“复归”键，将保持类型的触点和信号复归掉，即说明复归继电器正常。

### 7.4 模拟量输入检查

进入“主菜单\浏览\数据”菜单，在装置的保护电流、测量电流、电压输入端加入额定值，查

看各模入量，保护电流、电压误差不超过 $\pm 2.5\%$ 或 $\pm 0.01$ 倍额定值，相角误差不超过 $\pm 3^\circ$ ；

测量电流不超过额定值的 $\pm 0.2\%$ ，功率测量误差不超过额定值的 $\pm 0.5\%$ ；频率测量误差不超过 $\pm 0.01$  Hz。

如果某一路误差过大，进入“主菜单\调试\系数”菜单，对该路进行刻度校准。注意：系数校准仅供厂内调试，现场人员请勿操作。

## 7.5 整组试验

如果上述检查全部正确，装置已基本没有问题。为谨慎起见，可整定装置的定值，然后检查装置的动作情况，确认所使用的保护定值全部正确。请参照本说明书装置功能中的保护逻辑进行测试。

进行实验前，请正确设置保护项的控制字、保护定值、软压板，试验后请检查相应报告记录，如果有通信条件，可同时检查通信主站记录信息的正确性。

## 7.6 装置异常信息说明及处理意见

装置发生异常告警时，液晶背景光将打开，自动弹出相应记录报文，同时告警灯亮。直至按下“复归”键，若此时告警状态仍未消除，则“告警”灯不熄灭，直至操作人员排除故障后，再次按下“复归”键，“告警”灯才能熄灭。

序号	报告信息	说明	处理意见	备注
1	装置硬件自检类告警信息 (包括: 电源、A/D、RAM、EEPROM、FLASH 自检出错、开出回路击穿)	装置相应硬件不正常, 发“告警”信号, 闭锁保护	通知厂家	装置硬件自检类告警信息 (包括: 电源、A/D、RAM、EEPROM、FLASH 自检出错、开出回路击穿、扩展开出错)
2	定值自检出错	定值或压板整定值有错误	重新整定定值或压板	处理后再次出错, 请通知厂家处理
3	跳位异常告警	开关在跳位却有流, 发“告警”信号, 不闭锁保护	检查开关辅助触点	装置异常监视类告警信息大多不闭锁保护, 请根据报告信息检查与之对应的相关回路, 排除异常后, 复归告警信息即可。包括轻瓦斯、油温过高、压力释放、非电量告警等。
4	TV 异常告警	电压回路断线, 发“告警”信号, 闭锁部分保护	检查电压二次回路接线	
5	控制回路异常	操作回路的跳闸位置和合闸位置中有异常, 或者开关跳位和合位开入有异常, 发“告警”信号, 不闭锁保护	检查开关辅助触点及控制电源保险; 检查开关跳位和合位开入	

## 7.7 事故分析注意事项

为方便事故分析，需要装置原始记录、装置版本信息以及现场故障处理过程的说明。特别建议用户妥善保存装置的保护动作报告。需要试验时，为了避免频繁试验覆盖故障当时的故障信息，在进行出口传动或者保护试验前，需可靠保存故障当时的故障信息，需对装置的内部存储的信息以及通信主站存储的信息进行完整的保存（抄录或通信主站打印）。

保存的信息包括保护动作报告、装置事件报告、状态变位报告、装置操作报告、装置告警报告、

保护定值、软压板和开入量状态、故障时保护和测量数据。现场的其他信息也应记录，包括事件过程、保护装置指示灯状态、主画面显示内容。

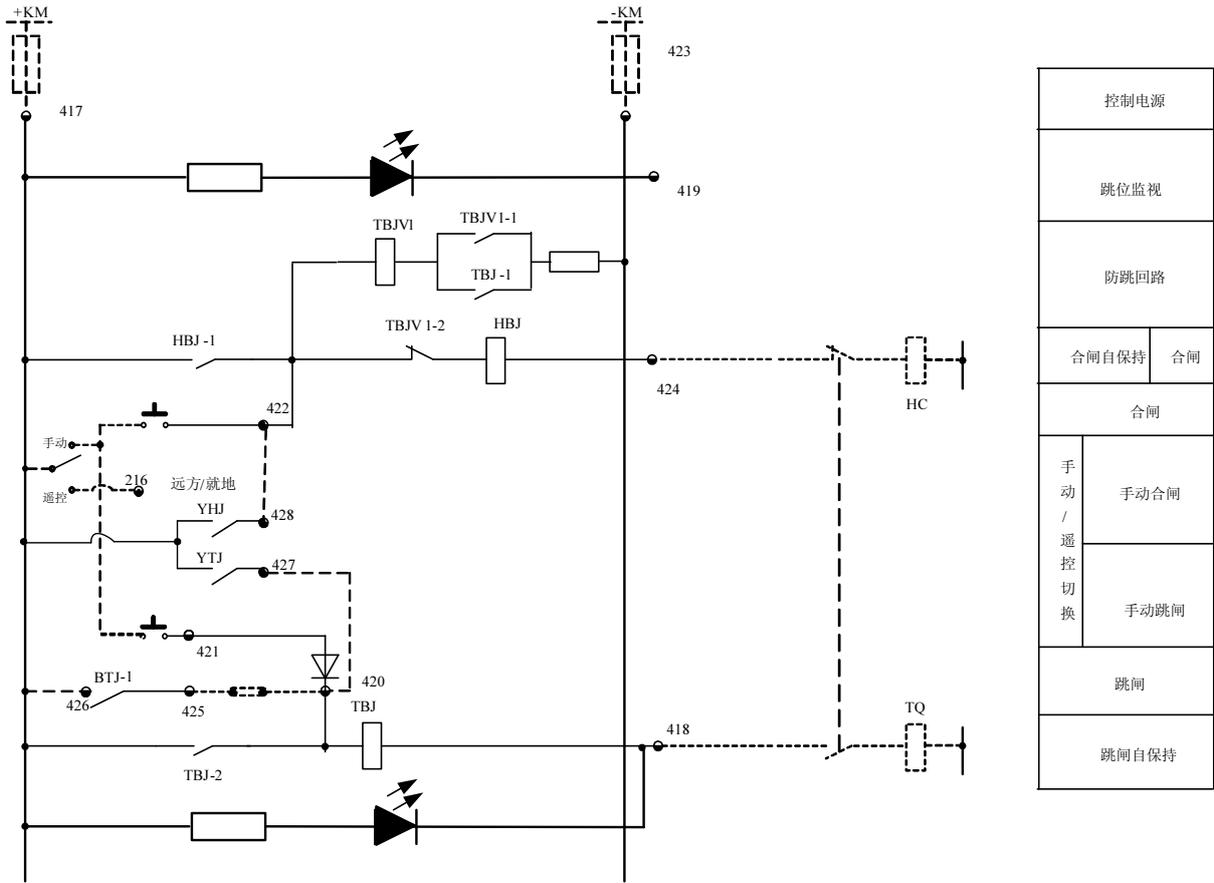
如确定有插件损坏，在更换插件时须仔细观察插件状态（包括有无异味、烧痕、元器件异状等）。如有特殊情况，请通知厂家协助故障信息获取与保存。

## 8 订货须知

订货时需注明：

- ◇ 产品型号、名称及订货数量；
- ◇ 交流电流、电压和频率额定值；
- ◇ 直流电压额定值（工作电源及出口操作电源）
- ◇ 特殊的功能要求及特殊要求的备品备件；
- ◇ 供货地址及时间。

### 9 附录一 装置操作回路原理图



## 附录二 比率差动保护各侧电流相位差的补偿

变压器各侧 TA 二次采用星形接线，二次电流直接接入本保护装置。各侧电流的方向都以指向变压器为正方向。

变压器各侧 TA 二次电流相位由软件调整，装置采用 Y→△的转换方式。转换公式有两种，如下所示：

$$\begin{cases} \dot{I}_a = (\dot{I}_{ay} - \dot{I}_{by}) / \sqrt{3} \\ \dot{I}_b = (\dot{I}_{by} - \dot{I}_{cy}) / \sqrt{3} \\ \dot{I}_c = (\dot{I}_{cy} - \dot{I}_{ay}) / \sqrt{3} \end{cases} \quad (9-1-1)$$

$$\begin{cases} \dot{I}_a = (\dot{I}_{ay} - \dot{I}_{cy}) / \sqrt{3} \\ \dot{I}_b = (\dot{I}_{by} - \dot{I}_{ay}) / \sqrt{3} \\ \dot{I}_c = (\dot{I}_{cy} - \dot{I}_{by}) / \sqrt{3} \end{cases} \quad (9-1-2)$$

$\dot{I}_{aY}$ 、 $\dot{I}_{bY}$ 、 $\dot{I}_{cY}$  为 Y 侧 TA 二次电流， $\dot{I}_a$ 、 $\dot{I}_b$ 、 $\dot{I}_c$  为 Y 侧校正后的各相电流。△侧电流不转角。

若“变压器接线钟点数”设为 12 点，各侧“接线型式”均为 Y 接线，则各侧均用公式 12-1-1 转换。

若“变压器接线钟点数”设为 12 点，各侧“接线型式”均为△接线，则各侧均不再转换。

若“变压器接线钟点数”设为 11 点，且“高压侧接线型式”为 Y 接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 12-1-1 转换；而“接线型式”为△接线的侧，均不再转换。

若“变压器接线钟点数”设为 11 点，且“高压侧接线型式”为△接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 12-1-2 转换；而“接线型式”为△接线的侧，均不再转换。

若“变压器接线钟点数”设为 1 点，且“高压侧接线型式”为 Y 接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 12-1-2 转换；而“接线型式”为△接线的侧，均不再转换。

若“变压器接线钟点数”设为 1 点，且“高压侧接线型式”为△接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 12-1-1 转换；而“接线型式”为△接线的侧，均不再转换。