



SDP-3021 变压器差动保护装置 产品使用说明书

版本号 V3.2

株洲中车机电科技有限公司

CRRC ZHUZHOU MECHANICAL AND ELECTRICAL TECHNOLOGY Co., LTD

2016 年 8 月



SDP-3021 变压器差动保护单元使用说明书

一、概述

适用范围

SDP-3021 变压器差动保护装置是用于 66kV 及以下电压等级的双圈变压器成套差动保护装置，可集中组屏，也可在开关柜就地安装，全面支持变配电综合自动化系统。

功能及特点

1. SDP-3021 差动保护单元主要功能

- ◆ 差动速断保护
- ◆ 比率差动保护
- ◆ 二次谐波制动的差动保护
- ◆ CT 断线报警及闭锁差动
- ◆ 非电量保护

2. 辅助功能

- ◆ PT 断线告警
- ◆ 差流越限告警
- ◆ 控制回路断线告警
- ◆ 装置故障告警
- ◆ 故障录波
- ◆ 保护定值和时限的独立整定
- ◆ 自检和自诊断

3. 测控功能

- ◆ 电量测量（遥测量）：高、低侧保护电流、差动电流、制动电流等
- ◆ 遥信量：装置共有 14 路开入量

4. 通讯功能

- ◆ CAN 总线，以及标准的 RS485 多机通讯接口

5. 特点

- ◆ 采用分层分布式设计，可组屏安装或直接安装于开关柜上运行
- ◆ 封闭、加强型单元机箱，抗强干扰设计，适用于恶劣环境，可靠性高、抗干扰能力强，符合 IEC 电磁兼容标准
- ◆ 可以实现远方定值整定与修改
- ◆ 事件顺序记录并上传 SOE 事件
- ◆ 汉字液晶显示，键盘操作
- ◆ 设有独立的起动元件用来开放继电器电源，提高装置的安全性

二、硬件配置

1、硬件配置概述

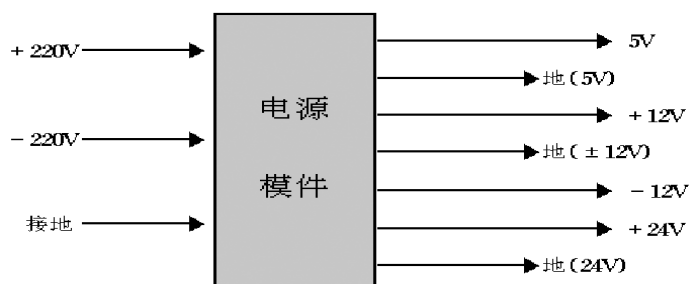
本系统由电源及出口模件、交流采样模件、CPU 模件等组成。各单元设有独立箱体，正面配有铝合金拉丝面板，液晶显示、触摸式按键、CPU 运行灯、断路器位置显示灯、电源指示灯均装于面板上便于操作、观察。SDP3000 系统采用模块化设计，即由相同的硬件构成不同种保护。

2、硬件组成

SDP3000 型微机保护测控装置由下列模件组成：电源模件，PT、CT 模件，CPU 模件，操作板模件或开入开出模件，前背板模件，液晶显示模件，全封闭金属机箱。

各模件功能简述如下：

2.1 电源模件：提供装置各种工作电源，直流或交流 220V 输入，经抗干扰滤波回路后，利用逆变原理输出 +5V，+24V 直流电源。三组电压均不共地，且采用浮地方式，同外壳不相连。电源具有过压保护、过流保护功能。



电源模件示意图

+5V 用于 CPU 及外围芯片

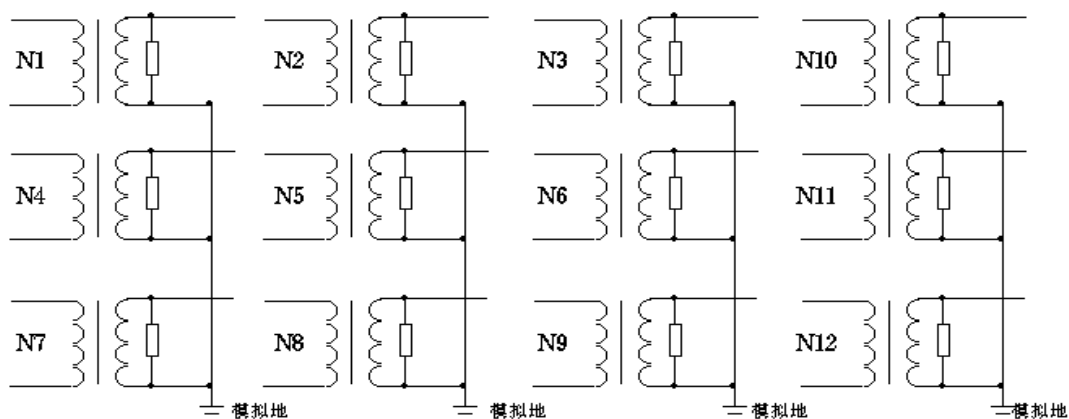
+24V 用于驱动继电器

2.2 开入模件：采集 14 路开入量信号，可报警、跳闸及一般遥信量处理等方式。

2.3 出口模件：保护装置重合闸、遥控合闸、遥控跳闸、保护跳闸等出口。

2.4 控制模件：对断路器操作回路的控制及装置面板上的跳、合位指示灯指示。

2.5 交流模件：将交流电压、电流转变为弱电信号，以便模数转换。保护 CT 与测量 CT 分开，保证保护要求的抗饱和特性与测量精度。交流模件共可以装 12 路交流输入回路 据用户所要求的保护功能及测量功能而配备。其原理图如下：



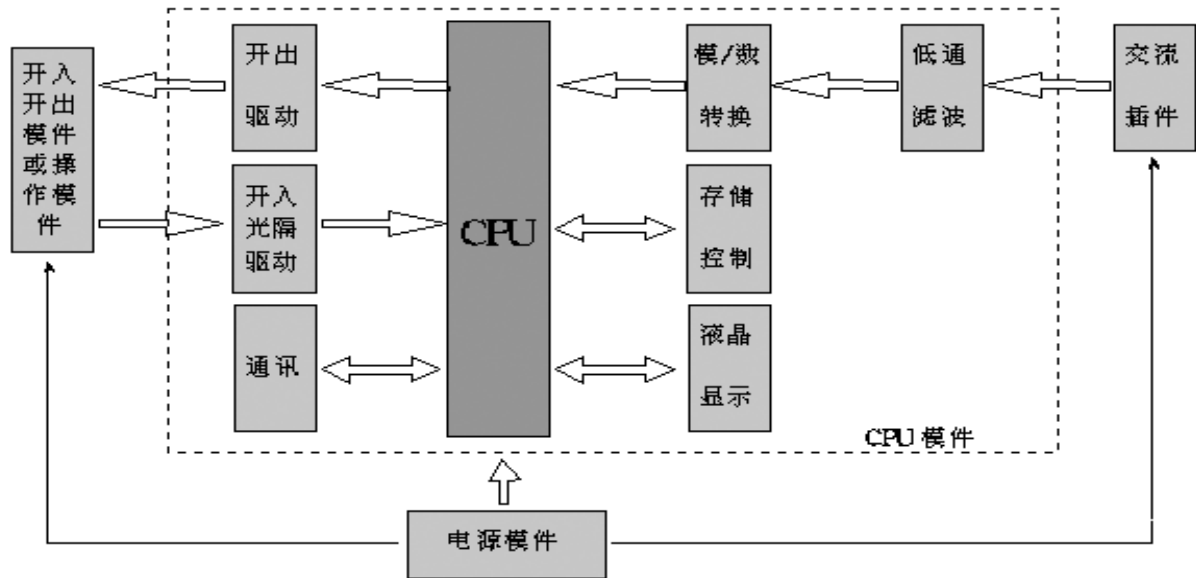
交流采样模件原理图



3、CPU 模块：该模块是整个装置的核心部分，完成模拟量、开关量的采集、处理，各种保护判据的运算、判断，然后产生相应的控制出口，发信号及通讯传输等。主芯片采用高性能数字信

号处理器（DSP），构成功能强大的数据采集和处理系统。

其原理及与相关插件的关系示意图如下所示：



CPU 模块原理及其相关插件关系示意图

4、开入开出板模块：完成开关量的光电隔离与继电器的出口及控制功能。

5、前背板模块：各模块之间用牢靠进口接插件与背板相连接，通过背板相互传递数据

6、液晶显示模块：人机接口模块装有大屏幕液晶显示器及键盘，完成人机之间的对话，例如显示电流、保护事件，修改定值等。

三、技术参数

1) 额定数据

交流电流	5A 或 1A(订货时说明)
交流电压	100/√3V 或 100V (订货时说明)
直流电压	220V 或 110V(订货时说明)
交流电压	180V ~ 250V
交流频率	50 Hz

2) 功率消耗

交流电流回路：当 $I_n=5A$ 时，每相不大于 0.75VA；当 $I_n=1A$ 时，每相不大于 0.5VA

直流电流回路：当正常工作时，不大于 15W；当保护动作时，不大于 20W

3) 过载能力

交流电流回路	1.2 倍额定电流，连续工作 20 倍额定电流，允许 10s 250A 峰值电流，允许 10ms
交流电压回路	1.2 额定电压，连续工作



1.4 额定电压，允许 10s

产品经受过载电流电压后，无绝缘损坏。

4) 元件精度

电流电压综合误差 $< 0.5\%$; 功率 : $< 0.5\%$; 频率: $< 0.5\%$;

5) 抗干扰性能

5.1 脉冲干扰试验

能承受频率为 100 K H Z 及 1 M H Z 电压幅值共模 2500 V 差模 1000 V 的衰减震荡波脉冲干扰试验。

5.2 静电放电测试

能承受 IEC10000-4-2 标准III级、试验电压 8 K V 的静电放电试验。

5.3 辐射电磁场干扰测试

能承受 I E C 1000-4-3 标准III级、干扰场强 10 V / M 的辐射电磁场干扰试验。

5.4 快速瞬变干扰测试

能承受 IEC1000-4-4 标准III级、试验电压 4kV，频率 2.5kHz 的快速瞬变干扰试验。

5.5 湿热性能测试

湿热性能能承受国标 GB/T 7261-2000 规定的湿热试验。

5.6 碰撞性能测试

耐碰撞性能能满足国标 GB/T 7261-2000 规定的要求。

6) 绝缘耐压标准满足部标

6.1 交流输入对地：大于 100 兆欧

6.2 直流输入对地：大于 100 兆欧

6.3 信号及输出触点对地：大于 100 兆欧

6.4 开入回路对地：大于 100 兆欧

6.5 能承受 2 K V / 1 m i n 的工频耐压，5 K V 的冲击电压。

7) 工作环境条件：

7.1 环境温度：-20~+55℃

7.2 相对湿度:5%~95%

7.3 大气压力:86~106kPa

四、基本原理

差动速断保护

差动速断保护实质上为反应差动电流的过电流继电器，用以保证在变压器内部发生严重故障时快速动作于跳闸。保护动作判据为：

$I_d > I_{sdzd} \times \text{高压侧额定电流}$

式中 I_d 为差动电流， I_{sdzd} 为差动速断电流定值（定值中设置为高压侧额定电流倍数）。

三相差流中任一相满足 $I_d > I_{sdzd} \times \text{高压侧额定电流}$ ，保护即继电器出口动作。



图 1 差动速断动作逻辑图

比率差动

采用常规比率差动保护，能可靠地躲过外部故障时的不平衡差动电流。其动作方程如下：

$$I_d > I_{cdqd} * \text{高压侧额定电流}$$

$$I_d > K_{b1} * I_r$$

式中： I_d 为差动电流， I_r 为制动电流， K_{b1} 为比率制动系数。 I_{cdqd} 为差动电流启动定值（定值中设置为高压侧额定电流倍数）。

对于双圈变压器：

$$I_d = | I_h + I_l |, \quad I_r = | I_h - I_l | / 2$$

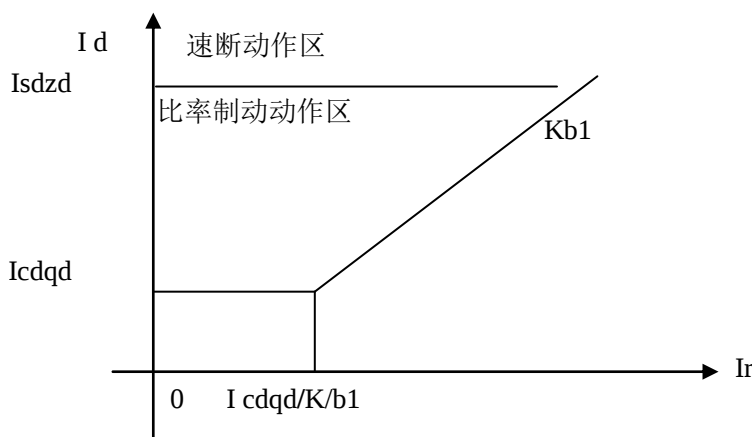


图 2 比率差动保护的動作特性

二次谐波制动的差动保护

为了躲过变压器合闸瞬间的励磁涌流，本装置利用二次谐波作为励磁涌流闭锁判据，动作方程如下：

$$Id_{2\psi} > K_{xb} * Id_{\psi}$$

式中 $Id_{2\psi}$ 为 A、B、C 三相差动电流的二次谐波， Id_{ψ} 为对应的三相差动电流， K_{xb} 为二次谐波制动系数。只要有任一相满足上述条件，则闭锁三相比率差动保护。

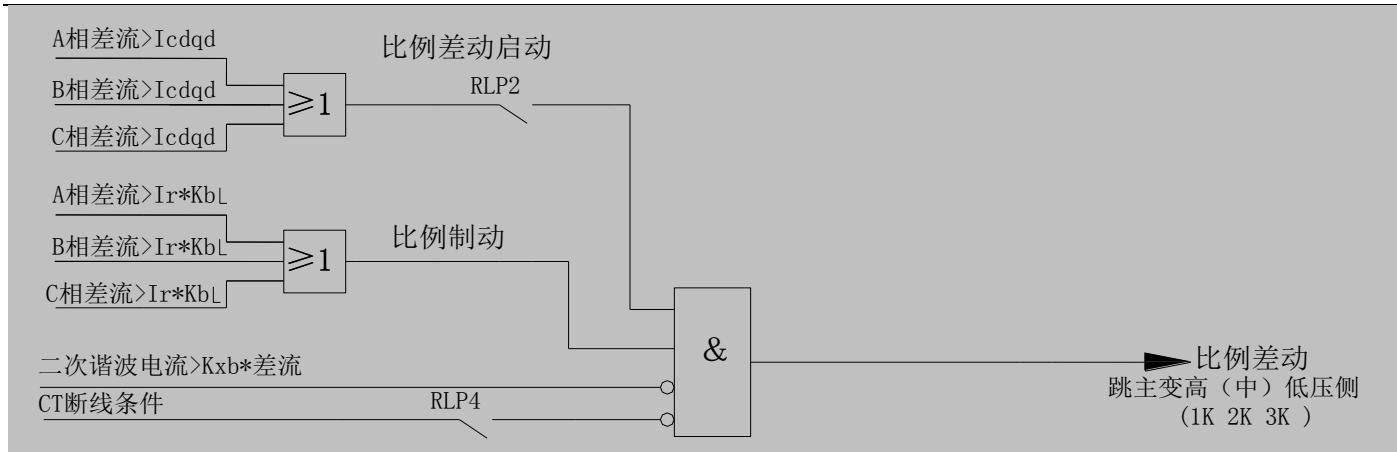


图3 差动比率动作逻辑图

变压器差动保护各侧电流相位差及平衡补偿

1) 变压器各侧电流互感器二次均采用星型接线，其二次电流直接接入装置，从而简化了 CT 二次接线，增加了电流回路可靠性，电流互感器各侧极性都以指向变压器为同极性端。

2) 变压器各侧 CT 二次电流相位由软件自校正，凡是 Y0/Y/△(或 Y/△)接线方式，其 Y 侧电流均须校正相位。对于 Y/△-11 接线，校正方法如下：

$$\vec{I}'_A = (\vec{I}_A - \vec{I}_B) / \sqrt{3}$$

$$\vec{I}'_B = (\vec{I}_B - \vec{I}_C) / \sqrt{3}$$

$$\vec{I}'_C = (\vec{I}_C - \vec{I}_A) / \sqrt{3}$$

式中 $\vec{I}_A, \vec{I}_B, \vec{I}_C$ 为 Y 侧 CT 二次电流， $\vec{I}'_A, \vec{I}'_B, \vec{I}'_C$ 为校正后的各相电流

3) 各侧电流互感器二次电流平衡补偿由软件完成，低压侧平衡均以高压侧二次电流为基准。对容量为 S_e ，某侧额定电压为 U_e 的变压器，设 CT 变比为 N ，则相应二次额定电流为：

$$I_{e2} = \frac{S_e k_{jx}}{\sqrt{3} U_e \bullet N}$$

其中 I_{e2} 为二次额定电流； k_{jx} 为同型系数，这里 $k_{jx}=1$ 。则高、低压差流平衡系数计算如下：

$$\text{高压侧: } K_{PH} = \frac{I_{e2H}}{I_{e2L}}, \quad \text{低压侧: } K_{PL} = \frac{I_{e2H}}{I_{e2L}}$$

CT 断线报警及闭锁

为防止 CT 断线时，差动保护误动作，装置用软件设置了延时 CT 断线报警及瞬时 CT 断线闭锁保护功能。

* 延时 CT 断线报警：当任一相差流大于 $dx_{bj}(0.15I_e)$ 的时间超过 10 秒时发出 CT 断线告警信号，但不闭锁差动保护。这也兼起保护装置交流采样回路的自检功能。

* 瞬时 CT 断线报警：在故障测量程序中进行，满足下述任一条件不进行该 CT 断线判别：

起动前某侧最大相电流小于 $dxl_{set}(0.2I_e)$ ；

起动后最大相电流大于 $dxh_{set}(1.2I_e)$ 。

某侧电流同时满足下列条件认为是 CT 断线：

只有一相电流为零(即小于 $dx_{minset}(0.05I_e)$)；

其它相电流与起动前电流相等。

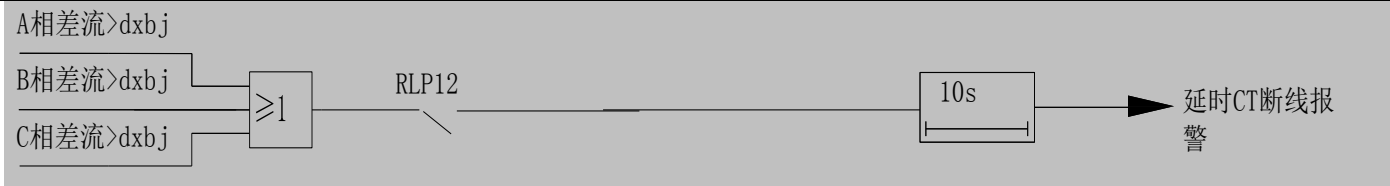


图 4 CT 断线逻辑图

保护启动

差动保护采用突变量启动元件，其特点是快速灵敏。

非电量保护

非电量保护主要指从变压器本体引来的瓦斯信号、温度信号、油位信号、压力释放阀动作等现场信号经单元箱进行信号采集后，或动作于保护跳闸，或动作于报警，可通过控制字投退来控制。

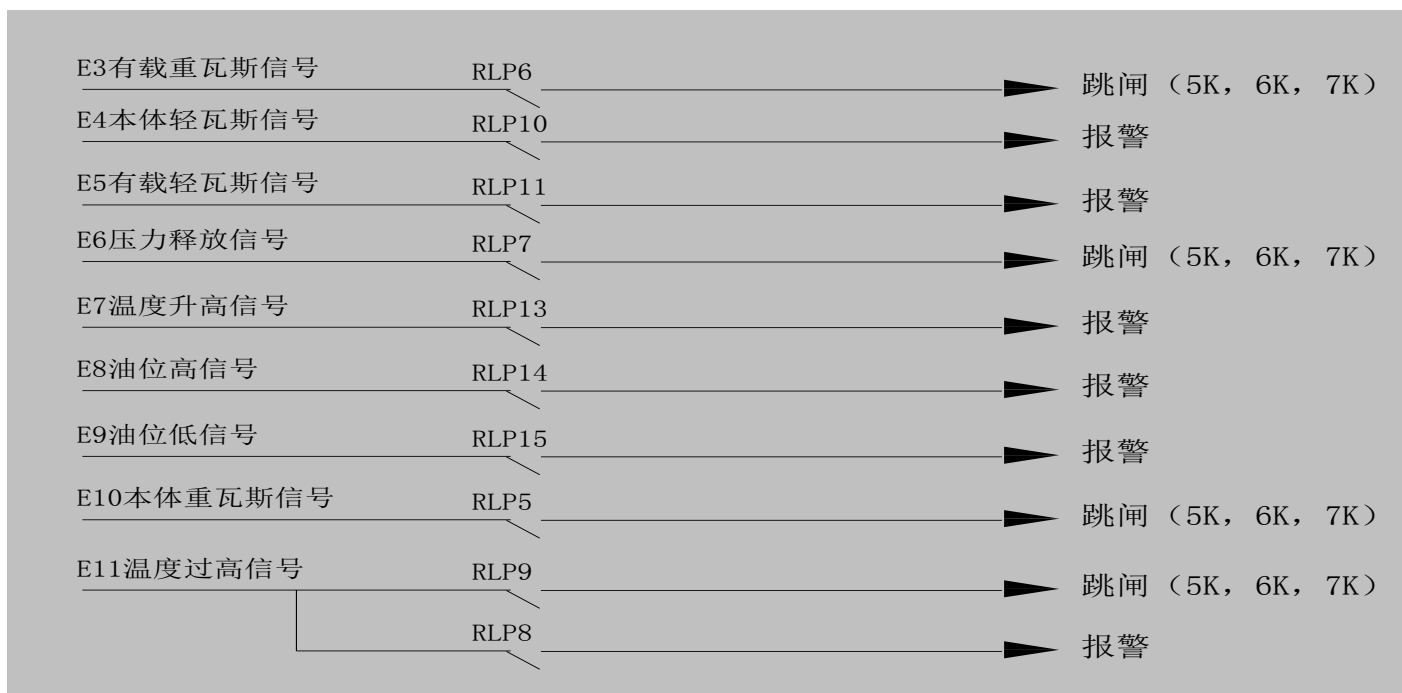


图 5 非电量保护逻辑图

异常告警

装置异常：电源消失或自检出错（ROM、RAM、EPROM 定值检验出错），闭锁开出继电器。

测量

测量高、低侧电流、差动电流、制动电流等。

事件记录

可以存储不少于 60 次的各项记录，包括事件日期、时间、事故电流（电压）、保护动作类型等，并可传送到管理系统或监控系统。

故障录波

可以保存事故发生时的电流电压波形。

五、操作说明

变压器差动保护测控单元的操作包括保护定值整定、保护功能投退、断路器分合操作以及测量数据显示等。工作人员可以通过单元面板完成这些操作。

Dla=	260 A
Dlb=	260 A
Dlc=	260 A

装置的面板由 LCD 显示器、LED 指示灯及简易键盘组成。

LED 指示灯指示装置的工作状态及保护信号。其中 “24V” 指示灯指示装置工作电源是否正常，正常运行时这个灯应常亮。“运行” 指示灯指示装置运行状态，正常运行时运行指示灯应有规律地闪动。故障指示灯有 3 个，其中 “事故” 和 “告警” 指示灯分别表示有未复归的保护信号，“故障” 指示灯指示装置通过自检发现有故障。

01. 保护投退
02. 保护定值
03. 事件记录
04. 输入输出
05. 采样数值
06. 实时时钟
07. 电能脉冲
08. 出厂设置
09. 设备信息
10. 相位信息
11. 退出

当保护动作或装置发生故障时，面板上相应的 “事故”、“告警”、“故障” 信号指示灯会亮，并在 LCD 显示器的最后一行显示保护动作或装置故障的类型。**请注意：此时显示的内容不表示事件发生的顺序。**若要进一步了解详细情况，可在主菜单中选择 “事件记录” 来查看事件顺序记录（SOE）。

装置的当地监控功能通过面板上的 LCD 显示器及简易的键盘操作实现。

LCD 显示器为带背光的 8*4 汉字字符液晶显示模块，简易键盘由 “↑”、“↓”、“→”、“←”、“取消”、“确认” 及 “复归” 七个触摸键组成。

正常运行时液晶显示器自动循环显示各遥测量及一些保护模拟量的一次值。若需查看未显示的项目，可按 “↑”、“↓” 键选择。需要显示的项目可在 “出厂设置” 菜单下设定。若需要复归保护动作或装置故障信号，可按下 “复归” 键，选择 “是” 后再按 “确认” 键即可。按下 “←”、“→” 或 “确认” 键，LCD 显示器则显示上图所示的主菜单。

通过 “↑”、“↓” 键可选择任一种功能，按 “确认” 键后进入该菜单的功能，按 “取消” 键或选择 “退出” 菜单则回到自动循环显示界面。

保护投退

将光标移至“保护投退”并按“确认”键后，进入保护投退设置功能。保护投退设置的界面如上图所示。

差动速断	
RLP01	投
比率差动	
RLP02	退

此时光标位于第 1 个投退项目即“差动速断”的投退设置。通过按“↑”、“↓”键可选择其它投退项目。当光标位于某一项目时，可通过“→”、“←”键来改变设置。当全部投退项目设置完成后，可按“确认”键来保存这些设置。

按下“确认”键后，进入输入 PASSWORD1 界面，如下图所示。通过按“↑”、“↓”键可改变 PASSWORD 各位数字的值，通过按“→”、“←”键可选择要改变的位。若用户没有修改过 PASSWORD1，则出厂默认的 PASSWORD1 为 1000。

PASSWORD1:	1000
------------	------

当输入正确的 PASSWORD1 后，就将所修改的保护投退设置保存好了。

保护定值

进入保护定值功能后，即可对装置整定值进行当地修改。本装置可存贮三套定值。“1”号定值为当前使用的定值套号（1、2 或 3），其余号定值为装置对应于 1 号定值的本套定值。显示格式如下图。

通过“↑”、“↓”键可选择显示或要修改的定值，按下“→”键进入光标所在定值的编辑状态。在编辑

保护定值套数	
00:	001.00
高压侧额定电流	
Kih2	01: 010.00

状态下，通过“↑”、“↓”、“→”、“←”键可对定值进行编辑。编辑完成后按“确认”键，在核实输入正确 PASSWORD1 后，再按“确认”键后本号定值修改有效，按“取消”键无效。
整定值定义及说明详见后面“定值清单”。

注：一次电压、电流系数*10 后为实际的一次 PT、CT 变比。

事件记录

本单元可存储不少于 60 次事件记录，其中第 0 号为最新记录，第 1 号为上一次记录，依次类推。该记录

存放在非易失性存储器中，具有掉电长期保存功能，事件记录分开关变位、保护动作和装置故障三种类型。事件记录显示格式如下图。

其中，No.后为记录号，12-01-01 为该事件发生的日期，即 2012 年 1 月 1 日。11:21:22.525 该事件发生的时间，即 11 时 21 分 22 秒 525 毫秒。通过按“↑”、“↓”键可选择显示其余的事件。

No. 00 12-01-01
时间 11:21:22.525
开关变位：
开入 3 分->合

当事件类型为保护动作时，可以按“确认”键去查看该保护的動作值，再按“取消”键返回。

输入输出

选择输入输出菜单后将显示以下内容。

1. 开入
2. 开出

通过“↑”、“↓”键可选择查看开入量还是进行开出操作。当选择开入时，屏幕显示如下：

其中“0”表示输入的开关未闭合，“1”表示输入的开关已闭合，在上图中，第 7 个和第 13 个开入量为 1，其余为 0。

开入量
01-08: 00000010
09-16: 00001000

按“取消”键可退出并返回上一级菜单。

当选择开出时，屏幕显示如下：

开出 FEDCBA9876543210
0000000000000010

通过“↑”、“↓”、“→”、“←”键可对开出量进行编辑。“1”对应输出继电器闭合或指示灯亮，“0”对应输出继电器断开或指示灯灭。编辑完成后按“确认”键，在核实输入正确的 PASSWORD2 后，再按“确认”键后，相应的继电器就能出口。若用户没有修改过 PASSWORD2，则出厂默认的 PASSWORD2 为 1000。如上图所示开出号“1”赋值为 1 的时候表示 2K 继电器闭合。（从右边起开出“0”为 1K, 开出“1”为 2K，开出“2”为 3K,.....。开出“7”为 8K 共提供 8 个外部继电器无源接口，其余为内部继电器。

采样数值

在主菜单中选择“采样数值”后屏幕显示以下内容：

0	5.00	5.01
2	4.99	5.00
4	4.99	4.98
6	0.00	0.00

其中 0 通道为 A 相高侧电流，1 通道为 A 相低侧电流，2 通道为 B 相高侧电流，3 通道为 B 相低侧电流，4 通道为 C 相高侧电流，5 通道为 C 相低侧电流。

实时时钟

本单元具有掉电运行的实时时钟功能，进入实时时钟模块后，LCD 显示器将显示装置的实时时钟，如下图所示：

日期
12 年 01 月 01 日
时间
15 时 36 分 50 秒

通过简易键盘可对时钟进行修正。按“确认”键后进入时钟编辑状态。在编辑状态下，通过“↑”、“↓”、“→”、“←”键可对时钟进行编辑。编辑完成后按“确认”键，修改完成。若此时不想修改时钟，可按“取消”键退出时钟编辑状态。

该时钟也可由通信网统一校时（精确到 2ms），以使整个系统保持同一时基。

实时时钟主要作为事件顺序记录的时间依据。

电能脉冲

进入电能计量模块后，可对脉冲电度表脉冲计数进行初值设定，初值设定后，该值将随着电能脉冲的累积而变化，直到下一次重新设定初值。每个装置共安排了 2 路脉冲计数输入。

出厂设置

出厂设置在装置出厂前已设置完成，用户通常不必更改。出厂设置项目如下表所示：

代 号	名 称	整 定 范 围
Kib	二次保护电流比率系数	14.20 (14.8)
Inalarm	开关量报警设定	$(\sum 2^{(n-1)})/100$
Address	装置通讯地址	1~243
Baud Rate	装置通讯波特率	009.60
Realy Check	自检出口继电器设置	0~255

其中，二次保护电流比率系数由二次互感器类型及满量程值确定（注意：我公司在产品出厂之前已经按

相应的 CT 型号设置好二次系数，请用户勿要擅自修改！)。

开关量报警设定：当某些开入量发生变化时，若需要启动报警信号，可通过设置该项来实现。设置值 = $\Sigma (2^{(n-1)}/100)$ 。式中，n 为第 n 个开入量。例如，当需要第 3 个开入量变位时发出报警信号，则设置值 = $2^{(3-1)}/100=0.04$ 。可以同时设定多个开关量报警，只要分别算出每个开入量的设置值并将它们相加即可。

滚动显示项目选择：选择显示项目时，大部分可按下表的设置值确定，将所选的各项项目设置值相加。

显示项目	设置值	显示项目	设置值
Dla	0.01	Dlc	0.04
Dlb	0.02		

装置通讯地址：装置通讯地址的设置范围为 1~243。

装置通讯波特率：装置通讯波特率的单位为 kbps。例如要设置通讯波特率为 9600bps，其设定值为 9.60。

自检出口继电器设置：设定值为 $\Sigma 2^{(n-1)}$ ，式中 n 为第 n 路开出。例如，某装置有 1K、2K、3K、4K 共 4 个开出继电器，自检设定值应为 $2^0+2^1+2^2+2^3=15$ 。

设备信息

设备信息将显示装置的一些基本信息，如软件版本、装置类型及型号，公司名称等。

SDP-3021 保护定值

序号	代号	定值名称	整定范围
01	Kih2	高压侧二次额定电流 (A)	0.1~10A
02	Kil2	低压侧二次额定电流 (A)	0.1~10A
03		备用	
04	Isdzd	差动电流速断定值 (额定电流倍数)	1~15
05	Icdqd	差动电流启动定值 (额定电流倍数)	0.1~2.5
06	Kb1	比率差动制动系数	0.3~0.75
07	Kxb	二次谐波制动系数	0.1~0.35
08	dxbj	CT 断线计算系数 1	0.15
09	dxlset	CT 断线计算系数 2	0.2
10	dxhset	CT 断线计算系数 3	1.2
11	dxminset	CT 断线计算系数 4	0.05
12	I1qdzd	差流突变量启动值 (A)	0.1~3

SDP-3021 保护投退

保护序号	代号	保护名称	整定方式
01	RLP01	差动速断	投入/退出
02	RLP02	比率差动	投入/退出
03	RLP03	Y/Δ 变换	投入/退出
04	RLP04	CT 断线闭锁差动	投入/退出
05	RLP05	主变重瓦斯	投入/退出
06	RLP06	有载调压重瓦斯	投入/退出
07	RLP07	压力释放	投入/退出
08	RLP08	温度过高报警	投入/退出
09	RLP09	温度过高跳闸	投入/退出



10	RLP10	主变轻瓦斯	投入/退出
11	RLP11	有载调压轻瓦斯	投入/退出
12	RLP12	延时 CT 断线	投入/退出
13	RLP13	温度升高	投入/退出
14	RLP14	油位高	投入/退出
15	RLP15	油位低	投入/退出
32	RLP32	录波	投入/退出

3021 采样数值实时显示

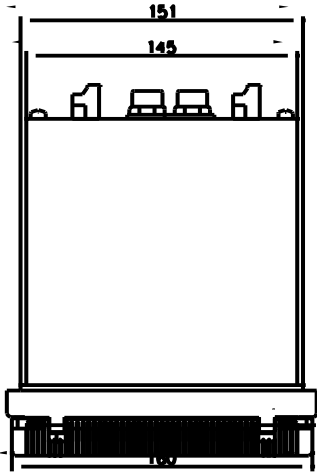
3021 采样数值实时显示			
通道 00	高压侧电流 Ia	通道 06	差动电流 Ia
通道 01	低压侧电流 Ia	通道 07	差动电流 Ib
通道 02	高压侧电流 Ib	通道 08	差动电流 Ic
通道 03	低压侧电流 Ib	通道 09	制动电流 Ia
通道 04	高压侧电流 Ic	通道 10	制动电流 Ib
通道 05	低压侧电流 Ic	通道 11	制动电流 Ic

3021 事故记录

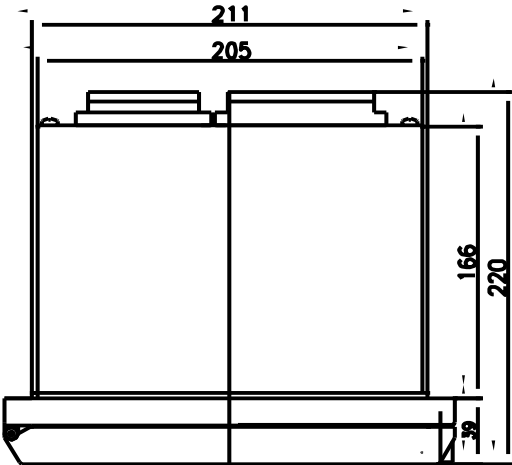
位	事故故障类型	位	事故故障类型
D0	差动速断	D6	压力释放
D1	比率差动	D7	CT 断线
D2	重瓦斯	D8	温度过高
D3	有载调压重瓦斯	D9	温度升高
D4	轻瓦斯	D10	油位高
D5	有载调压轻瓦斯	D11	油位低



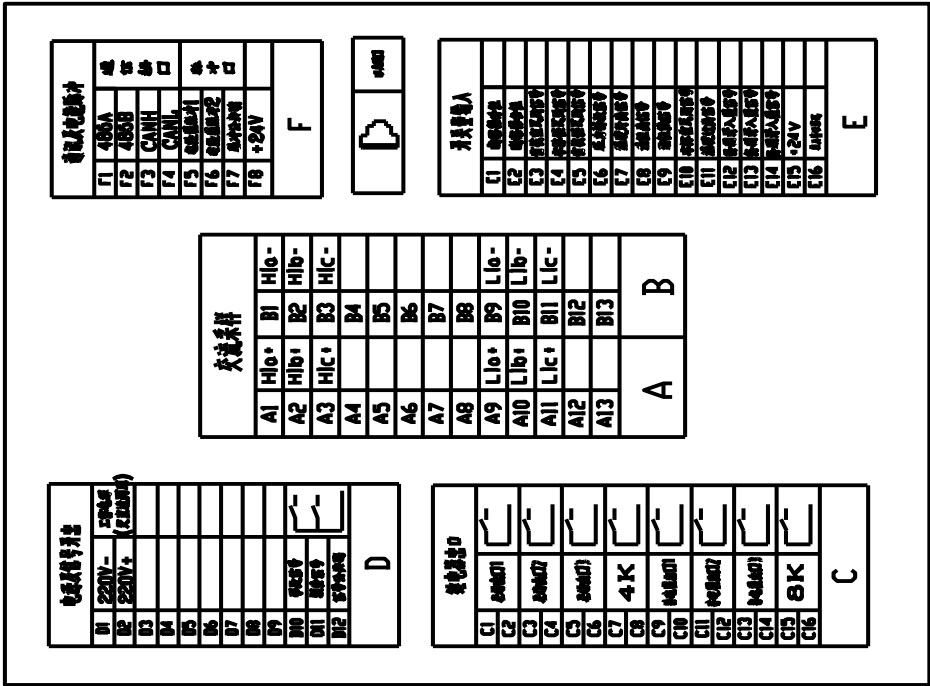
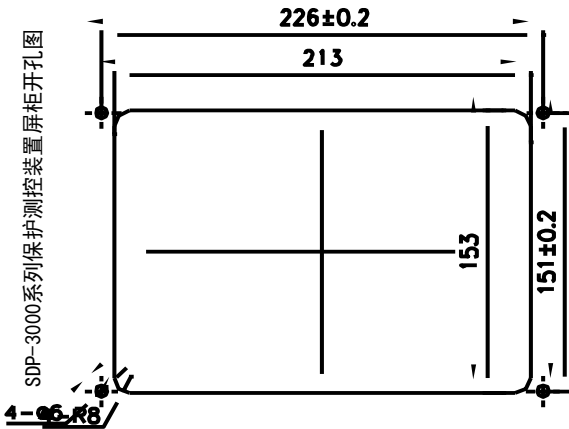
SDP-3000系列保护测控装置顶视图



SDP-3000系列保护测控装置侧面图



SDP-3000系列保护测控装置屏柜开孔图



SDP-3021 主变差动装置背板端子图

株洲中车机电科技有限公司				SDP-3021 变压器差动保护装置			
图号	图名	图例	比例	图号	图名	图例	比例
SDP-3021	SDP-3021 变压器差动保护装置			SDP-3021	SDP-3021 变压器差动保护装置		

