



西南交通大学 323 实验室工程系列教材

微机保护综合实践教程

主编 陈丽华 黄建敏
主审 张秀峰 王毅非

WEIJI BAOHU
ZONGHE SHIJIAN JIAOCHENG



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

西南交通大学“323 实验室工程”系列教材

微机保护综合实践教程

主 编 陈丽华 黄建敏

主 审 张秀峰 王毅非

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书共分为三个部分。第一部分介绍了实验装置及相关软件；第二部分是基础实验；第三部分则是综合设计性实验。基础实验是对微机保护的基本概念如保护装置的硬件构成、各种保护的动作原理、保护装置的运行管理、调试等的验证和简单应用，供学生在规定的实验学时内完成；综合设计性实验部分是基础实验部分的多个概念的综合应用，可供学有余力的学生作为课程设计或毕业设计内容。

图书在版编目 (CIP) 数据

微机保护综合实践教程 / 陈丽华, 黄建敏主编. — 成都:
西南交通大学出版社, 2009.1
(西南交通大学“323 实验室工程”系列教材)
ISBN 978-7-5643-0190-3

I. 微… II. ①陈…②黄… III. 计算机应用—电力系统—
继电保护—高等学校—教材 IV. TM77-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 013184 号

西南交通大学“323 实验室工程”系列教材

微机保护综合实践教程

主编 陈丽华 黄建敏

*

责任编辑 高平

特邀编辑 张阅

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 7.125

字数: 178 千字 印数: 1—3 000 册

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0190-3

定价: 11.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

本书是依据电气工程专业“继电保护原理”和“微机保护原理”课程的教学大纲要求,配合课程教材《牵引供电系统继电保护》、《电力系统微机继电保护》而编写的实验指导教材,供电气类专业学生使用。

随着计算机、通信等技术的发展,以微处理器为核心的微机保护以其性能优、可靠性高、灵活性强、经济性好、智能化程度高、调试维护工作量小等优点在电力系统中得到了广泛的应用。为适应现场对微机保护装置研制、运行、管理、维护等方面人才的需求,各高校相关专业纷纷开设了微机保护的课程。然而微机保护是一门综合性极强的课程,涉及继电保护、数字信号处理、单片机应用、DSP技术、计算机编程、软件仿真等多门课程知识的综合应用,具有知识面广、难度大、实践性强等特点,因此仅靠理论学习是根本无法达到教学要求的。

本书以西南交通大学“323 实验室工程”建设投入的设备为依托,设计的实验内容在帮助学生掌握微机保护相关知识和概念的同时,充分反映现场的最新设备应用和技术发展趋势。

书中,首先对实验所用到的装置进行简要介绍,帮助学生掌握装置的原理及使用方法。在此基础上,设计了 12 个实验,分为基础实验和综合设计性实验两大部分。基础实验是对微机保护的基本概念如保护装置的硬件构成、各种保护的動作原理、保护装置的运行管理、调试等的验证和简单应用,供学生在规定的实验学时内完成;综合设计性实验部分是基础实验部分的多个概念的综合应用,可供学有余力的学生作为课程设计或毕业设计内容。

本书可作为实验课的参考指导书，供实验指导老师根据实际情况选择实验内容；也可以作为开放性实验教学的参考书，通过菜单方式给学生在课内、课外提供更多的选择，以达到更好的实践教学效果。

本书在编写过程中，赵琳老师参与了综合设计性实验部分的编写，林俊老师给予了大力的支持和帮助，西南交通大学峨眉校区国有资产及实验室管理处作为主审，提出了很多宝贵的指导意见，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中不妥之处难免，敬请批评指正。

编 者

2008 年 10 月

目 录

第一部分 实验装置及相关软件简介	1
第一章 微机保护装置	1
第二章 模拟断路器	24
第三章 PW 继电保护测试仪及其测试软件	28
第二部分 基础实验	38
实验 1 主变保护测控装置的精度校正以及开入、开出传动实验	38
实验 2 馈线保护测控装置的精度校正以及开入、开出传动实验	45
实验 3 变压器差动速断保护实验	50
实验 4 变压器比率差动保护特性实验	53
实验 5 变压器低压启动过流保护实验	57
实验 6 馈线电流速断保护实验	60
实验 7 馈线距离保护特性实验	63
第三部分 综合设计性实验	69
实验 8 比率差动保护特性测试	69
实验 9 距离保护动作特性形状测试	71
实验 10 微机保护数据采集系统设计	73
实验 11 单 CPU 结构的微机保护系统设计	80
实验 12 微机保护算法仿真实验	85
附录一 保护整定原则及整定计算	91
附录二 保护装置原理图	99
参考文献	108

第一部分 实验装置及相关软件简介

整个实验系统由微机保护装置、继电保护测试仪、PC 机、模拟断路器及相应的软件组成，如图 1.1 所示。由继电保护测试仪、模拟断路器提供微机保护装置实验所需故障电流、电压、开关量等输入信号；微机保护装置对输入信号进行采集、运算、逻辑判断，根据判断结果输出至模拟断路器或 PC 机；运行于 PC 机上的相关软件则对整个实验过程进行控制和监测。微机保护装置和继电保护测试仪、模拟断路器之间采用导线连接，是电气连接；而 PC 机和微机保护装置、继电保护测试仪之间采用串口连接，是信号连接。



图 1.1 实验系统图

现分别介绍各装置、软件的原理及其使用方法。

第一章 微机保护装置

本实验系统中用到的微机保护装置包括 DK3530 型电铁变压器差动保护装置、DK3531 型电铁变压器后备保护装置以及 WKH-892 型馈线保护测控装置。

一、DK3530 型电铁变压器差动保护装置

DK3530 型电铁变压器差动保护装置是由 32 位微处理器和高精度数据采集系统构成的牵引变压器差动主保护装置。它适用于 Y/Δ-11 接线变压器，Y/V、Y/N-A 阻抗匹配平衡变压器，SCOTT 接线变压器和 V/V 及单相接线变压器等方式的牵引变压器的差动保护。

1. 装置的功能

1) 保护功能

装置设有差动电流速断保护、比率差动保护、比率差动保护的二次谐波闭锁、比率差动保护的三次谐波闭锁、低压侧相电流二次谐波闭锁比率差动保护、CT 饱和 6 种保护。

2) 通信功能

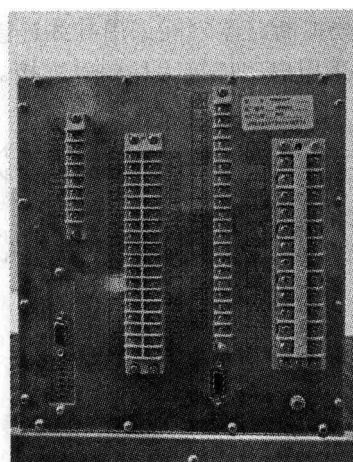
装置设有一个标准的 RS485 接口、一个可选的 FDKBUS 接口、一个可选的光纤 FDKBUS 环网接口、一个可选的以太网网络接口。

3) 辅助功能

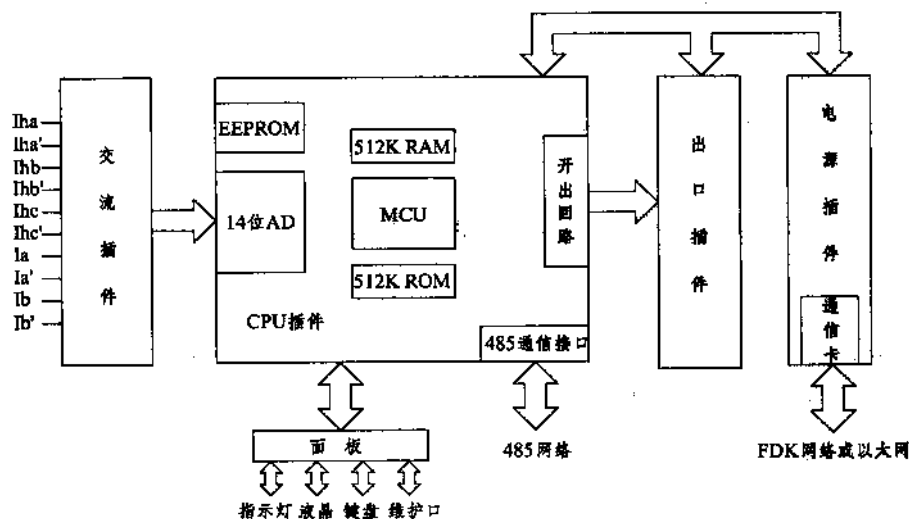
装置还有交流采样通道异常告警、故障记录功能，具有与 GPS 的 IRIG-B 格式的对时、硬件故障自检、定值切换等辅助功能。

2. 装置的硬件结构

装置采用高 6 U、宽 19¹/₂、深 232.5 mm，内部插件方式的机箱。主要由交流插件、CPU 插件、出口插件、电源插件及面板构成。装置的硬件结构如图 1.2 所示。



(a) 背板实物图



(b) 插件结构图

图 1.2 DK3530 型电铁变压器差动保护装置

1) 交流插件

交流插件的额定电流可选择 5 A 或 1 A。

交流插件将系统电流互感器二次侧强电信号变换成保护装置所需的弱电信号,同时起隔离和抗干扰作用,经两级 RC 滤波接入保护插件的模数转换回路。

该交流插件的交流流量有高压侧三相电流 I_{ha} 、 I_{hb} 、 I_{hc} , 低压侧两相电流 I_{α} 、 I_{β} 。

2) CPU 插件

CPU 插件是实现保护功能的核心,负责完成模拟数据采集、数据处理、定值存储、开关量输入/输出、通信等功能。该插件所用 CPU 为高集成度 32 位工业控制用芯片,片外逻辑均通过 I/O 芯片隔离和 CPU 连接,抗干扰能力强;采用 14 位 A/D 转换芯片,有 14 路模拟输入通道;该插件有 16 路开关量输入回路,开入量均经光耦隔离后接入 CPU;有 16 路开关量输出回路,用于驱动出口跳闸继电器和告警继电器;有一个标准的 RS485 通信接口,通信媒介可以采用光纤或屏蔽电缆。

3) 出口插件

保护动作后,由出口插件的跳闸继电器通过外部操作箱回路跳开相应的断路器,并分别给出信号接点并点亮面板指示灯。检测到装置故障或差流越限时,出口插件的装置告警继电器发出告警信号。

4) 电源插件

电源插件可选择额定直流 220 V 或 110 V 两种。

直流输入经逆变后输出装置所需四组直流电压如下:

- (1) +5 V。为 CPU 及其外围芯片提供工作电源。
- (2) ± 12 V。为模拟输入回路运放及 A/D 芯片提供工作电源。
- (3) 开出 24 V。为开出回路提供电源。
- (4) 开入 24 V。为开入回路提供电源。

四组电压均不共地,且采用浮地方式,同机壳不相连。

电源插件上有一个网络接口,采用插卡方式,通信媒介可以采用光纤或屏蔽电缆。可实现以太网、FDKBUS 网络、光纤双环自愈网等网络方式。

5) 面板

装置的面板上有 1 个 8 mm×16 mm 液晶显示屏、一个 9 键的薄膜键盘、5 个指示灯、1 个维护口和 1 个信号复归按钮,如图 1.3 所示。

下面简单介绍面板指示灯和键盘的功能。

- (1) 面板指示灯。用于反映装置的运行状态及异常情况,见表 1.1。
- (2) 键盘。实现对保护装置的整定、报告定义等操作,各键的功能定义见表 1.2。

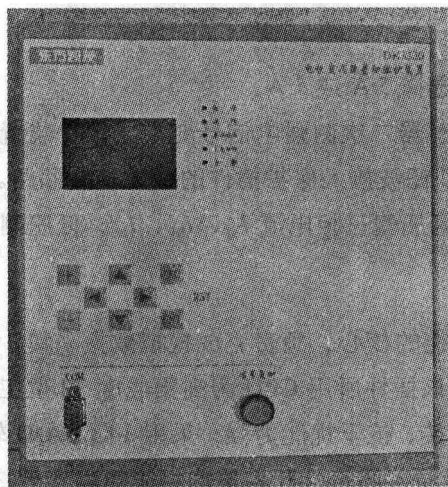


图 1.3 电铁变压器差动保护装置面板

表 1.1 面板指示灯状态说明

指示灯	指示灯的状态	状态说明
电源 (绿灯)	发平光	电源正常
	灯不亮	异常
运行 (绿灯)	1 s 的周期闪烁	装置处于运行态
	运行灯不亮	装置运行于调试态
	0.4 s 的周期闪烁	保护启动, 程序运行于故障处理中
差动动作 (红灯)	发平光	比率差动保护动作
	灯不亮	没有动作
差流速断保护动作 (红灯)	发平光	差流速断保护动作
	灯不亮	没有动作
告警 (红灯)	发平光	有告警事件
	灯不亮	没有告警事件

表 1.2 键盘按键功能说明

键名	功能说明	键名	功能说明
+	数值加 1	↓	下移光标
-	数值减 1	Ent	选择确认
←	左移光标	Rst	系统复位
→	右移光标	Esc	退出功能或返回上一级菜单
↑	上移光标		

3. 装置使用说明

装置上电或复位后进入如图 1.4 所示的上电界面，显示装置型号、名称、日期及时间。按“Esc”键进入运行界面，装置工作于运行状态；同时按下“Ent”键和“↓”键，再按系统复位键或上电，则进入调试界面，装置工作于调试状态。以下分别对两种状态下的主菜单使用进行介绍。

DK3530
电铁变压器
差动保护装置
2008/01/14
15:19:34

图 1.4 上电界面

1) 运行主菜单使用介绍

按“Esc”键进入如图 1.5 所示运行界面；按“Ent”键进入如图 1.6 所示运行主菜单。

Iha = 005.00 A
Ihb = 005.00 A
Ihc = 005.00 A
NET:001
CRC:001
CRC:35EA
SET:00 COM: —

图 1.5 运行界面

运行

测量	报告
开入	系统
压板	定值

图 1.6 运行主菜单

任意界面下，装置在 3 min 内无按键作用，则熄灭背光且进入运行界面。5 s 自动翻屏显示测量值、通信地址 Net、程序校验码 CRC、运行定值区号 SET 以及通信状态 COM。当“—”图标旋转时，表示通信正常。

当保护动作时，装置自动推出如图 1.7 所示报告界面，每 3 s 循环显示报告内容。按“Ent”键进入运行主菜单，按“Esc”键返回上电界面。

报告序号
TRIP 01-01 — 分报告序号
2002/01/14 — 动作绝对时间
17:23:26.838 — 动作相对时间
00.025
差流速断动作

图 1.7 报告界面

任意界面下同时按下“+”键和“-”键，进入如图 1.8 所示液晶辉度调节界面。按“+”键或“-”键调节液晶辉度，按“Ent”键返回运行主菜单界面或调试主菜单。

液晶辉度调节

- [] +

图 1.8 液晶辉度调节界面

运行主菜单详细结构如图 1.9 所示。

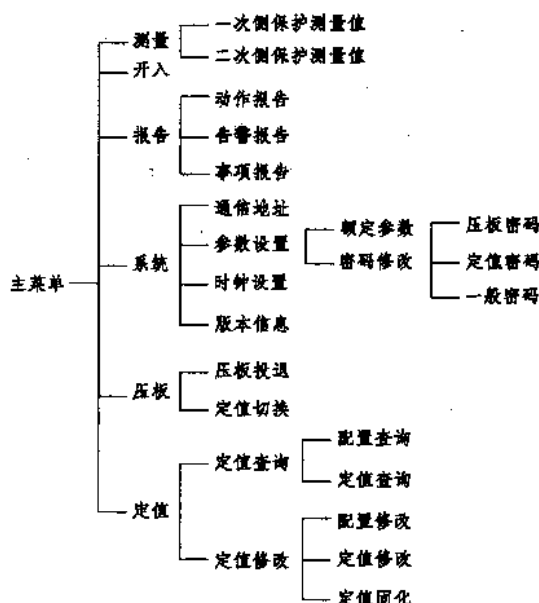


图 1.9 运行主菜单详细结构

(1) 测量。

选择“测量”选项可进入测量菜单界面。在该界面可选择一次侧保护测量值和二次侧保护测量值，按“←”键或“→”键选择高、低压侧测量值和差动电流，如图 1.10 和图 1.11 所示。

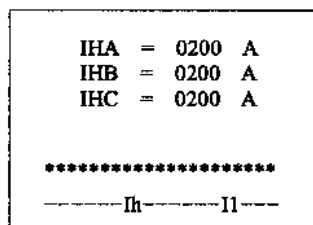


图 1.10 一次侧测量值

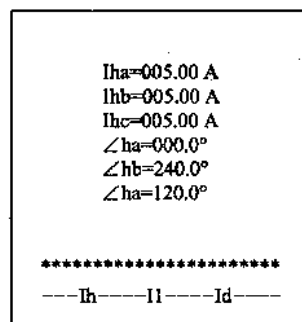


图 1.11 二次侧测量值

(2) 开入。

选择“开入”选项可进入如图 1.12 所示开入查看界面。该界面用于显示开入量状态，其中“■”图标表示合位，“□”图标表示分位。

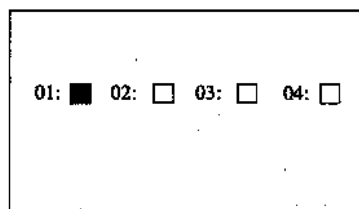


图 1.12 开入查看界面

(3) 报告。

选择“报告”选项可进入如图 1.13 所示报告菜单界面。在该界面可查询动作报告、告警报告或事项报告，进入相应的报告选择界面，如图 1.13 和图 1.14 所示。

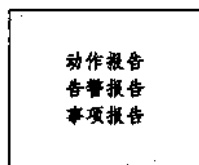


图 1.13 报告菜单

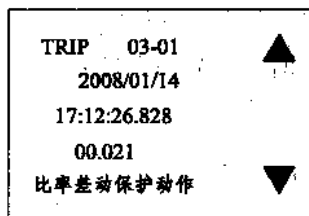


图 1.14 报告选择界面

动作报告界面显示如图 1.15 所示，告警报告界面显示如图 1.16 所示，事项报告界面显示如图 1.17 所示。动作报告有多个分报告，告警报告和事项报告只有一个分报告。按“↑”键或“↓”键可翻看报告，按“Esc”键返回报告选择界面。

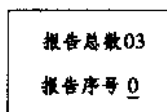


图 1.15 动作报告界面

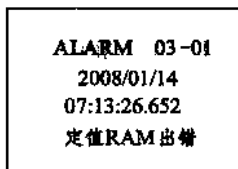


图 1.16 告警报告界面

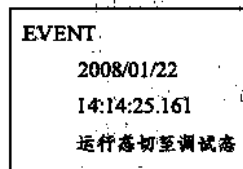


图 1.17 告警报告界面

(4) 系统。

选择“系统”选项可进入如图 1.18 所示系统菜单界面。在该界面有通信地址、参数设置、时钟设置和版本信息 4 个选项，如图 1.8 所示。

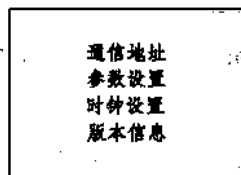


图 1.18 系统菜单界面

① 通信地址界面。

在此界面可显示当前通信地址，若需修改通信地址，只要输入正确密码，则可以进行修改，如图 1.19 所示。

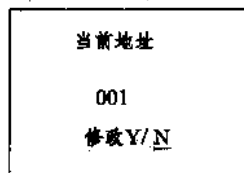


图 1.19 通信地址界面

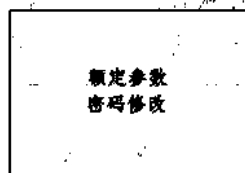


图 1.20 参数设置菜单

② 参数设置界面。

在此界面有额定参数、密码修改两个选项，如图 1.20 所示。

- 额定参数。输入正确密码后，可以设置一次侧和二次侧保护 CT 的额定值。
- 密码修改。在密码修改菜单中，有压板密码、定值密码和一般密码 3 个选项，如图 1.21 所示。其中压板密码用于压板修改、查看和定值区切换；定值密码用于定值和保护配置的修改；一般密码用于一般参数（如额定参数）的修改。

进行密码修改时，需先输入原密码，原密码输入正确后可进入输入新密码界面，此时方可进行修改相应密码的操作。

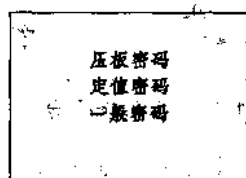


图 1.21 密码修改菜单

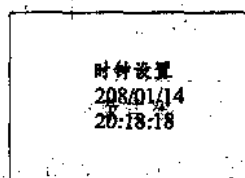


图 1.22 设置时钟界面

③ 时钟设置界面。

时钟设置界面如图 1.22 所示，能显示当前日期和时间，也可修改时间。修改时间后按“Ent”键保存，按“Esc”键放弃修改。

④ 版本查询界面。

版本查询界面如图 1.23 所示，能显示程序版本号和校验码。

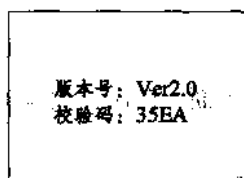


图 1.23 版本查询界面

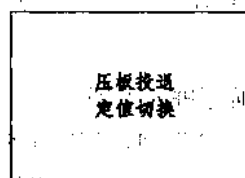


图 1.24 压板菜单

(5) 压板。

选择“压板”选项进入压板密码校验界面，输入正确密码后，进入如图 1.24 所示压板菜单。该界面下有压板投退和定值切换两个选项，如图 1.24 所示。按“↑”、“↓”键移动光标，按“Ent”键选择功能，或按“Esc”键返回运行主菜单。

选择压板投退，则进入如图 1.25 所示压板投退界面，按“↑”、“↓”键移动光标，按“+”、“-”键切换投退，按“Esc”键放弃修改并返回压板菜单；按“Ent”键进入压板投退确认界面（见图 1.26）。在压板投退确认界面中，选择“Y”并按“Ent”键确认修改，返回压板菜单；选择“N”并按“Ent”键放弃修改，返回压板菜单。

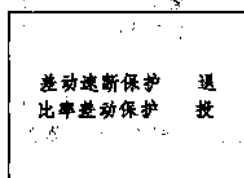


图 1.25 压板投退界面

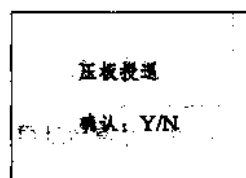


图 1.26 投退确认界面

选择定值切换, 则进入如图 1.27 所示定值切换界面, 按“+”、“-”键选择投入区号, 按“Esc”键放弃切换, 返回压板菜单; 按“Ent”键进入如图 1.28 所示定值切换确认界面。在定值切换确认界面中选择“Y”并按“Ent”键切换定值, 返回压板菜单; 选择“N”并按“Ent”键放弃切换, 返回压板菜单。

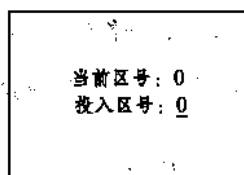


图 1.27 定值切换界面

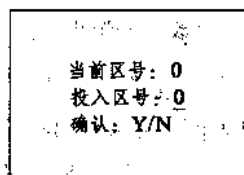


图 1.28 定值切换确认界面

(6) 定值。

选择“定值”选项进入定值菜单界面, 在该界面下有定值查询和定值修改两个选项, 如图 1.29 所示。按“↑”、“↓”键移动光标, 按“Ent”键选择功能, 或按“Esc”键返回运行主菜单。

① 定值查询界面。

选择“定值查询”进入如图 1.30 所示定值查询区号界面, 按“+”、“-”键选择查询区号, 按“Esc”键放弃查询并返回定值菜单; 按“Ent”键进入定值查询选择界面, 如图 1.31 所示。

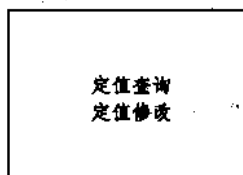


图 1.29 定值菜单

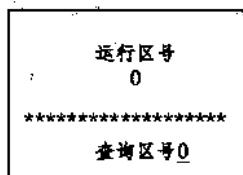


图 1.30 定值查询区号界面

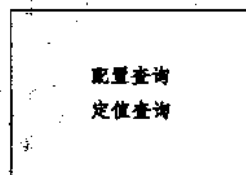


图 1.31 定值查询选择界面

在定值查询选择界面中, 按“↑”、“↓”键和“Ent”键选择配置查询或定值查询, 按“Esc”键返回定值菜单。

在配置查询界面中显示装置配置的保护投退情况, 如图 1.32 所示。

在定值查询界面中仅显示与保护配置投入有关的定值, 如图 1.33 所示。

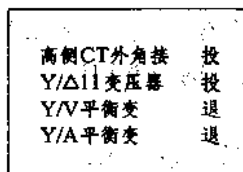


图 1.32 配置查询界面

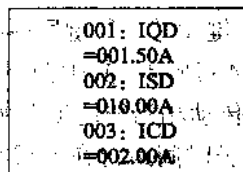


图 1.33 定值查询界面

② 定值修改界面。

在定值菜单下, 选择“定值修改”进入定值密码校验界面, 输入正确密码后进入如图 1.34 所示修改区号选择界面。按“+”、“-”键修改区号, 按“Ent”键进入定值修改菜单界面 (见图 1.35), 或按“Esc”键返回定值修改界面。

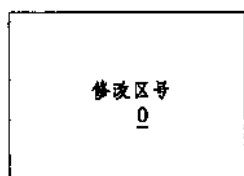


图 1.34 修改区号选择界面

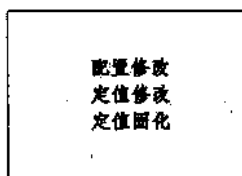


图 1.35 定值修改菜单界面

在配置修改界面中,按“↑”、“↓”键翻看配置,按“+”、“-”键选择投退,按“Ent”键返回定值修改菜单界面,如图 1.36 所示。

在如图 1.37 所示的定值修改界面中,按“↑”、“↓”键翻看定值,按“←”、“→”键移动光标,按“+”、“-”键修改数值,按“Ent”键返回定值修改菜单界面。定值修改时,仅能修改与保护配置投入有关的定值。

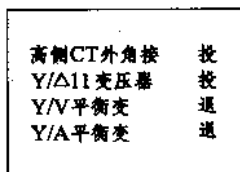


图 1.36 配置修改界面

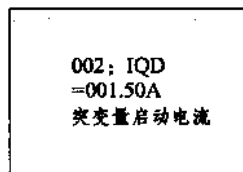


图 1.37 定值修改界面

在如图 1.38 所示的定值固化界面中,选择“Y”并按“Ent”键固化定值,进入如图 1.39 所示的定值投入界面;选择“N”并按“Ent”键放弃定值修改,返回定值修改菜单界面。

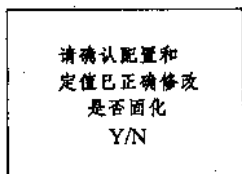


图 1.38 定值固化界面

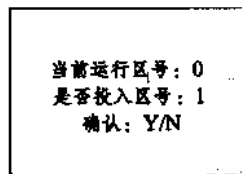


图 1.39 定值投入界面

在定值投入界面中选择“Y”并按“Ent”键投入定值区为当前运行定值区,返回定值菜单。选择“N”并按“Ent”键放弃定值区投入,返回定值菜单。

2) 调试主菜单使用介绍

如果将“Ent”键和“↓”键同时按下,再按系统复位键或上电,则装置进入调试状态。调试主菜单如图 1.40 所示。其中测量、开入、压板和定值的功能和运行主菜单一致,仅传动和系统选项有所不同。

为了防止装置长时间运行在调试状态,当装置在调试状态 10 min 内无任何按键操作,则装置自动切换到运行状态,投入当前定值区中定值设定的保护功能。

(1) 传动。

输入正确密码后进入开出传动界面如图 1.41 所示。当修改传动序号时,显示与其对应的出口名称。按“Ent”键进行传动,进入传动提示界面如图 1.42 所示。

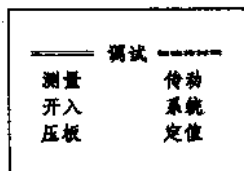
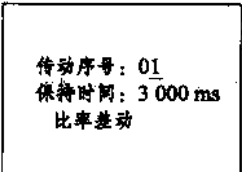
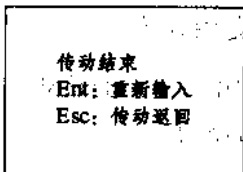


图 1.40 调试主菜单



传动序号: 01
保持时间: 3 000 ms
比率差动

图 1.41 开出传动界面



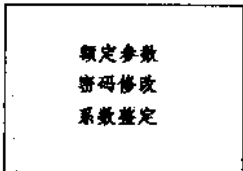
传动结束
Ent: 重新输入
Esc: 传动返回

图 1.42 开出传动提示界面

(2) 系统。

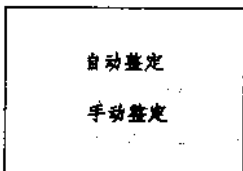
调试状态下的系统菜单和运行态下的系统菜单一样,如图 1.18 所示。所不同的是其中参数设置界面中增加了系数整定项,如图 1.43 所示。

移动光标选中“系数整定”项,按下“Ent”键,输入正确密码,进入如图 1.44 所示的系数整定界面。此时可选择自动整定或手动整定项,来整定装置通道系数(保护装置在出厂后若无特殊情况,一般禁止进行此项操作)。



额定参数
密码修改
系数整定

图 1.43 参数设置界面



自动整定
手动整定

图 1.44 系数整定界面

二、DK3531 型电铁变压器后备保护装置

该装置是由 32 位微处理器和高精度数据采集系统构成的牵引变压器后备保护装置,适用于 V/V 接线方式的牵引变压器的后备保护。

1. 装置的功能

1) 保护功能

装置设有高压侧 A 相低压启动过流保护、高压侧 B 相低压启动过流保护、高压侧 C 相低压启动过流保护、高压侧反时限过负荷保护、低压侧 a 相低压启动过流保护、低压侧 b 相低压启动过流保护、高压侧 A 相过负荷 I 段告警、高压侧 B 相过负荷 I 段告警、高压侧 C 相过负荷 I 段告警、高压侧 A 相过负荷 II 段跳闸、高压侧 B 相过负荷 II 段跳闸、高压侧 C 相过负荷 II 段跳闸、三相失压保护、PT 断线检测 14 种保护。

2) 通信功能

与 DK3530 型电铁变压器差动保护装置相同。

3) 辅助功能

与 DK3530 型电铁变压器差动保护装置相同。

2. 装置的硬件结构

与 DK3530 型电铁变压器差动保护装置相同,但 DK3531 型装置的交流插件的交流流量有高压侧三相电压 U_A 、 U_B 、 U_C ,三相电流 I_a 、 I_b 、 I_c ,低压侧两相电压 U_a 、 U_b ,电流 I_a 、 I_b 。