

电力系统仿真 实训指导书

DIANLI XITONG FANGZHEN SHIXUN ZHIDAOSHU

张占安 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电力系统仿真 实训指导书

DIANLI XITONG FANGZHEN SHIXUN ZHIDAOSHU

张占安 编



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书分两篇共十七章, 主要内容包括 WDJ5-8000C 电力系统微机保护及综合自动化教学实验平台简介、电力系统实验、电力系统短路实验同步发电机微机励磁操作实验、同步发电机同期并列实验、发电机特性实验、系统调差特性实验、单机一无穷大系统稳态运行方式实验、电力系统功率特性和功率极限实验、电力系统暂态稳定实验、复杂电力系统运行方式潮流分析实验、备自投快切实验装置切换实验、微机发电机保护实验、微机变压器保护实验、微机线路保护实验、CBZ-8000 自动化监控系统实验。

本书可作为高职高专院校电力技术类专业实训教材, 也可供从事电力类实验、运行、维护技术人员作为参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力系统仿真实训指导书/张占安编. —北京: 中国电力出版社, 2015.3

ISBN 978-7-5123-6992-4

I. ①电… II. ①张… III. ①电力系统—系统仿真
IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 308691 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 3 月第一版 2015 年 3 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 5.375 印张 115 千字

印数 0001—3000 册 定价 19.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言



《电力系统仿真实训指导书》是一本与电气工程专业的电力工程、电机学、发电厂及变电所二次回路、电力系统自动化、电力系统分析、微机保护、电力系统自动装置原理等课程相配套的实验及原理指导教材。

该实验教学是电力系统专业的主要实验性环节之一，它在培养学生的实际操作能力、分析问题和解决问题的能力方面，起着极重要的作用，还肩负着综合运用所学基础知识和专业知识，培养学生创造能力的作用。

本指导书分为十七章，由于课时所限，仅提供部分实验的题目。每个题目的内容多少不一，有些编写得比较详细，有的比较简略，这便于因材施教和进行选择；有些题目内容较多，可以选做其中一部分；另外，在实验课中也可将若干部分实验内容组合成一个课题深入研究，这样可以充分发挥学生在科学实验方面的主动性和创造能力，提高实验教学的水平和质量。

本指导书的编写凝聚了许多人的辛勤汗水，感谢哈尔滨电力职业技术学院电力系的王松廷老师、乔明老师的帮助，编者在此一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限，加之时间仓促，书中错误和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2014年10月

目 录



前言

第一篇

WDJS-8000C 电力系统微机保护及综合自动化教学实验平台简介 1

第一章 系统构成简介 3

第二章 微机保护及安全自动装置简介 5

第一节 保护装置的人机接口说明 5

第二节 功角指示装置原理说明 10

第三节 直流电动机微机调速装置使用说明书 11

第四节 微机励磁调节装置使用说明书 14

第五节 微机自动准同期装置使用说明 34

第三章 基本要求及安全注意事项 42

第一节 实验的基本要求 42

第二节 实验安全操作说明 44

第二篇

电力系统实验 47

第四章 电力系统短路实验 49

第五章 同步发电机微机励磁操作实验 55

第六章 同步发电机同期并列实验 63

第七章 发电机特性实验 70

第一节 发电机负载特性试验 70

第二节 发电机外特性实验 71

第三节	发电机调整特性实验	72
第四节	发电机短路特性实验	73
第五节	单机带负载实验	74
第六节	同步发电机 V 形曲线测定实验	76
第八章	系统调差特性实验	78
第九章	单机一无穷大系统稳态运行方式 实验	80
第十章	电力系统功率特性和功率极限 实验	85
第十一章	电力系统暂态稳定实验	90
第十二章	复杂电力系统运行方式潮流分析 实验	94
第十三章	备自投快切实验装置切换实验	98
第一节	备自投实验	98
第二节	快切装置实验	102
第三节	同期切换实验	106
第四节	残压切换实验	108
第十四章	微机发电机保护实验	110
第一节	比率制动式差动保护实验	110
第二节	定子一点接地保护实验	113
第三节	复合电压(记忆)过电流保护 实验	115
第四节	负序过电流保护实验	119
第五节	过电压保护实验	121
第十五章	微机变压器保护实验	123
第一节	比率差动保护实验	123
第二节	零序电压保护实验	132

第三节	两段式高压侧过电流保护实验	134
第四节	高压侧过负荷保护实验	136
第十六章	微机线路保护实验	138
第一节	距离保护实验	138
第二节	三相一次重合闸实验	142
第三节	三段式电流电压方向保护实验	145
第十七章	CBZ-8000 自动化监控系统实验 ...	148
第一节	CBZ-8000 自动化监控系统的在线 监控	149
第二节	CBZ-8000 自动化监控系统的 工程师站	154
参考文献		162

第一篇

WDJS-8000C电力系统微机保护及 综合自动化教学实验平台简介

WDJS-8000C 电力系统微机保护及综合自动化教学实验平台是许继工控系统有限公司生产的，用于高校教学实验用的电力系统动模实验装置。其实验目的在于使学生掌握电力系统运行的原理及特性，学会通过故障运行现象及相关数据分析故障原因，并排除故障。通过实验使学生能够根据实验目的、实验内容及测量数据，进行分析研究，得出必要结论，从而完成实验报告。在整个实验过程中，必须集中精力，及时认真做好实验。

系统构成简介

实验前,老师可在监控主站通过“转换开关”旋转来进行实验选择,可选择“0”“单机”或者“并网”实验。

当打到“0”位时,可进行单个实验台的实验,此时各微机线路保护实验装置为双端供电。

当打到“单机”位时,可进行单机对无穷大系统并列实验,如图 1-1 所示。

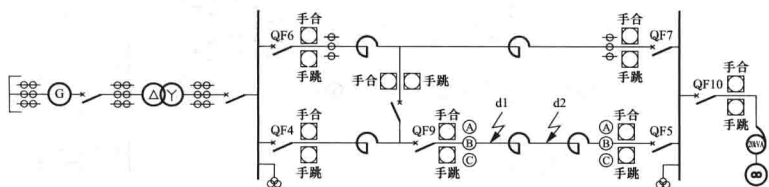


图 1-1 一次系统接线图

当打到“并网”位时,可进行五机环网实验,即指五台发电机经备自投实验台与无穷大系统并列,具体指 1 号微机发电机保护实验装置与 I 母并列,2 号和 3 号微机发电机保护实验装置与 II 母并列,4 号和 5 号微机发电机保护实验装置与 III 母并列。需要说明的是,当打到“并网”位时,除 1 号线投入外,其他四台微机线路保护实验装置均没投入,如图 1-2 所示。

在各个实验装置上都装有“远方/就地”转换开关,当转换开关打到“就地”位置时,可进行该实验装置的实验;

当打到“远方”位置时，可实现监控后台对各保护装置的远方操作和控制。

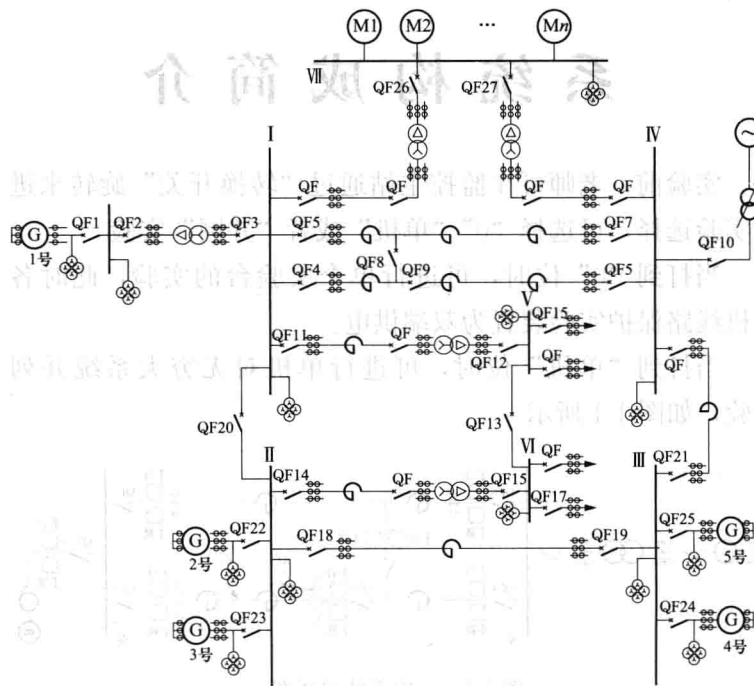


图 1-2 多机系统网络结构图

各实验装置上的保护装置的原始密码均为“000”。微机励磁调节器的登录密码均为“1111”。

“远方”位置时，可实现监控后台对各保护装置的远方操作和控制。

“远方”位置时，可实现监控后台对各保护装置的远方操作和控制。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

微机保护及安全自动装置简介

第一节 保护装置的人机接口说明

各个保护装置的操作都基本相同，下面以 WBT-821 型微机保护装置的人机接口为例说明。

一、面板说明

装置面板包括键盘、显示器和信号指示灯；此外，还有一个 RS232 通信接口，可用于连接 PC 调试软件。

(1) 键盘与显示器。装置采用 128×64 点阵大屏幕液晶显示屏，显示屏下方有一个 8 键键盘（见图 2-1），显示屏右侧还有一个复归键。

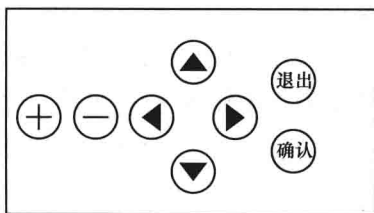


图 2-1 键盘

各键功能如下：

- ▲：命令菜单选择，显示换行或光标上移。
- ▼：命令菜单选择，显示换行或光标下移。
- ◀：光标右移。
- ▶：光标左移。

十：数字增加选择。

一：数字减小选择。

退出：命令退出返回上级菜单或取消操作，正常运行时按此键显示时钟画面，再按一次返回显示主信息图。

确认：菜单执行及数据确认。

复归：复归告警及跳闸信号。

(2) 信号指示灯。面板上共有 6 个信号指示灯，说明如下：

运行：绿灯，装置正常运行时，每秒闪烁 5 次，如果闪烁不正常，表示装置处于不正常运行状态。

跳闸：红灯，装置正常运行时熄灭，装置动作于跳闸时点亮，保持到有复归命令发出。

合闸：红灯，正常运行时熄灭，装置动作于合闸时点亮，保持到有复归命令发出。

告警：红灯，正常运行时熄灭，保护动作或装置发生故障时点亮，保持到有复归命令发出。

备用：共两个信号指示灯，备用熄灭状态。

二、显示菜单说明

该系列装置采用 128×64 点阵大屏幕液晶图形化显示，主菜单为许继 800 系列继电保护装置风格，采用当前流行的 Windows 图标，全中文显示，界面友好，操作方便。

以下为该系列装置人机界面操作说明，具体装置可能稍有不同，但显示及操作方式类似。主菜单采用树形目录结构，如图 2-2 所示。

装置上电后，显示装置型号及公司名称，5s 后退出；转入显示装置“主信息图”，“主信息图”可以在设置参数菜单中选择显示普通刀闸、手车位置、只显示断路器或者不显示，如图 2-3 所示。

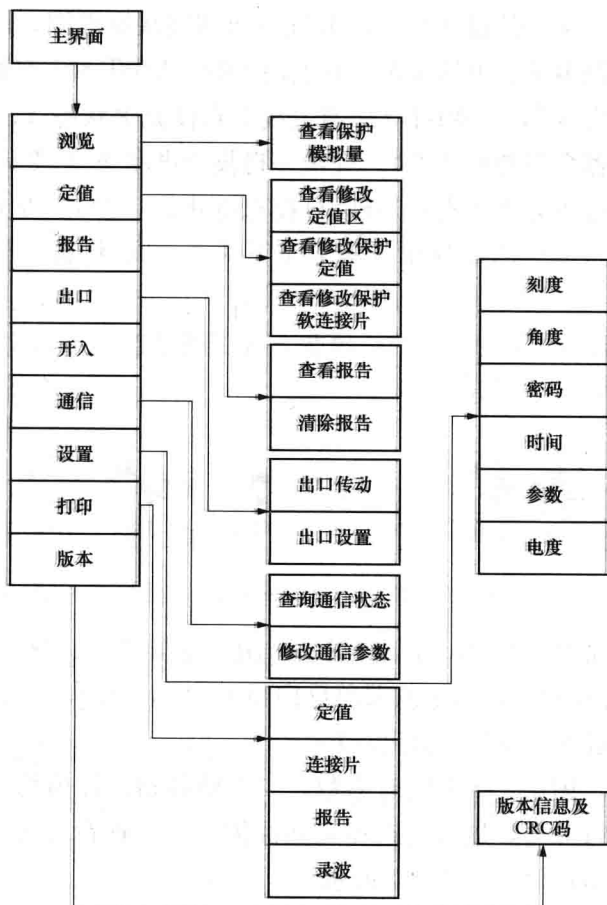


图 2-2 主菜单树形目录结构图

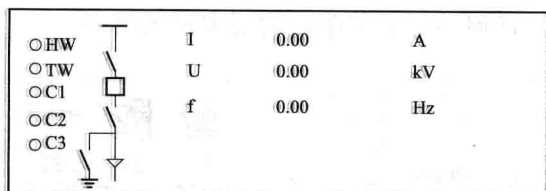


图 2-3 显示刀闸位置主信息图

第一屏主信息图显示该装置一次侧接线原理图，同时显示一次侧电流、电压值及其他实时参数。WBT-821 有备自投充电状态（C1）。WBT-822 有进线二自投充电状态（C1）（2号变压器自投充电状态）、进线一自投充电状态（C2）（1号变压器自投充电状态）、分段自投充电状态（C3）。以上状态为真时以黑色圆圈显示，从上至下为 1~3；状态为假时不显示。

在图 2-3（主信息图）状态下按“确认”键进入主菜单，如图 2-4~2-6 所示。



图 2-4 主菜单页 1

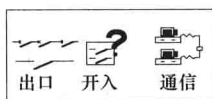


图 2-5 主菜单页 2

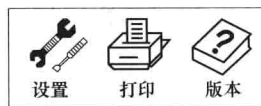


图 2-6 主菜单页 3

主菜单共 9 项，分三页显示，用户可按“→”“←”“↑”“↓”键选择，被选中的菜单反白显示，选中菜单后，按“确认”键进入。各菜单功能如下：

（1）浏览。查看实时参数。二次侧各路采样值均按保护功能进行分类，进入后选择某路保护，即可查看与该保护相关的模拟量值，如图 2-7 所示。

（2）定值。查看及修改保护定值、定值区、连接片。该菜单分三个子菜单（如图 2-8 所示），为确保安全，防止非法操作，进入任何一个子菜单时均要求输入密码。

I_A	5.00	A
I_B	5.00	A
I_C	5.00	A
O_2	B相电流	

图 2-7 实时参数



图 2-8 定值子菜单

1) 区号。切换当前运行定值区。

2) 定值。查看及修改定值。定值按保护功能进行分类，进入后先选择定值区，再选择某路保护，即可查看或修改本区内与该保护相关的定值。定值越限时装置拒绝固化，如图 2-9 所示。

3) 连接片。投退某个保护的软连接片。

(3) 报告。进行与报告相关的操作。该装置 FLASH 区可保存 200 个最近发生的历史报告，该菜单分两个子菜单，如图 2-10 所示。

I_{dz1}	5.00	A
t_1	0.50	S
电流 I 段时限		

图 2-9 定值查看及修改

动作报告处理	
1:	查看报告
2:	清除报告

图 2-10 报告子菜单

1) 查看报告。可查看历史报告，报告按发生时间顺序排列，第 1 个报告为最近时间内产生的报告，进入后装置会提示当前共有多少个报告，用户选择好报告序号后按“确认”键，即可查看该报告，报告显示共分两屏：第一屏显示动作时间和动作类型，第二屏显示动作值。按“↑”“↓”键翻页，如图 2-11 和图 2-12 所示。

电流 I 段跳闸
2003-07-02
10-47-24.268

图 2-11 报告页 1

I_A	4.320	A
I_B	4.331	A
I_C	4.324	A
O_2	B相电流	

图 2-12 报告页 2

2) 清除报告。清除 FLASH 区保存的历史报告，为防止非法操作，进行该操作前，须先输入密码。

第二节 功角指示装置原理说明

同步发电机组的前部安装有功角指示装置，用它来测量发电机电势与系统电压之间的相角 δ ，即发电机转子的相对位置角。

功角指示器由刻度圆环、指针圆盘和频闪灯三部分组成。刻度圆环：在同步发电机前部外壳上安装的一个功角指示盘，上面有 $0^\circ \sim 360^\circ$ 刻度指示。指针圆盘：在同步发电机转轴上安装的一个指针，用于功角位置指示。频闪灯：一个可移动的 YG-3508 型高亮度 LED 手提灯，它能发出与电网同频 (50Hz) 闪烁的灯光，当发电机组并列（其转速约 1500r/min）时，可清晰地看到指针在刻度圆环上的位置。

功角指示装置的工作原理及操作方法：

(1) 当发电机组未并列时，打开频闪灯，频闪灯的闪光频率为系统频率，可观察指针的旋转方向：如果看到指针顺时针旋转，则说明发电机转速快，发电机发出电的频率大于 50Hz；如果看到指针逆时针旋转，说明发电机转速慢，发电机发出电的频率小于 50Hz。

(2) 当发电机组并列后，可观察到指针固定在一个位置，在 $P=0$ 、 $Q=0$ 时，即发电机电势 E_q 与系统电压同相，则功角 $\delta=0^\circ$ 。在刻度圆环上读出功角的初始值，作为 0° 功角。例如发电机并列后，指针固定指示在 30° 位置，则把 30° 位置作为 $\delta=0^\circ$ 的位置，此时增加原动机转速向系统送功率；如果指针在刻度圆环跑到 50° ，则发电机此时的功角 $\delta=2 \times (50-30)=40^\circ$ 。因为实验装置的同步发电机为 4 极，所以电角度为机械角度的 2 倍。