

国家电网企业技能人员职业能力培训指导书

220kV综合自动化变电站 仿真培训系统继电保护 实训指导书

张 镇 陶永茂 韩小虎 徐明虎 等 编著



东北大学出版社
Northeastern University Press

国家电网企业技能人员职业能力培训指导书

220kV综合自动化变电站 仿真培训系统继电保护 实训指导书

张 镇 陶永茂 韩小虎 徐明虎 等 编著

东北大学出版社

· 沈 阳 ·



© 张 镇 等 2015

图书在版编目 (CIP) 数据

220kV 综合自动化变电站仿真培训系统继电保护实训指导书 / 张镇等编著. — 沈阳 : 东北大学出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-5517-1185-2

I. ① 2… II. ① 张… III. ① 变电所—继电保护—技术培训—教材 IV. TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 318327 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110819

电话: 024 - 83687331(市场部) 83680267(总编室)

传真: 024 - 83680180(市场部) 83680265(社务部)

E-mail: neuph@neupress.com

http: //www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 15.5

字 数: 368 千字

出版时间: 2015 年 12 月第 1 版

印刷时间: 2015 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑: 汪彤彤

封面设计: 刘江旻

责任校对: 石玉玲

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-1185-2

定 价: 37.00 元

《220kV 综合自动化变电站仿真培训系统继电 保护实训指导书》编委会

主任：史凤明

副主任：金妍 韩玉

编委：张镇 陶永茂 韩小虎

徐明虎 王海洋 吴忠生

董纯冰 魏文辉 姜远

郭哲强 于海燕

前言

为了大力实施“人才强企”战略，加快培养高素质技能人才队伍，改进生产技能人员的培训模式，推进培训工作由理论型灌输向能力培养转型，提高培训的针对性和有效性，全面提升员工素质，保证电网安全稳定运行；同时，更好地指导国网辽宁省电力有限公司变电站内继电保护的运行维护和调试检修工作，在提高继电保护专业人员业务水平的同时，使继电保护专业工作有章可循、作业规避安全风险和过程控制规范化，保证全过程作业的安全和质量，根据国网公司对变电站继电保护的运行维护经验和生产厂家对设备的调试要求，编写了《220kV 综合自动化变电站仿真培训系统继电保护实训指导书》，意在规范综合自动化变电站的运行维护及检修工作。

本实训指导书依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》，重点介绍了仿真系统的使用、仿真系统各个模块的功能所开展的变电站继电保护培训项目、单体保护装置标准化作业调试以及二次回路异常处理等内容，仿真系统与标准化作业指导书的结合使得培训工作的开展更具灵活性和针对性。

由于编写时间仓促，本书难免存在疏漏之处，恳请相关专业人员和读者提出宝贵意见，使之不断完善。

编者

2015年11月

目录

第一章 概述	1
一、系统总体结构	1
二、系统操作流程	2
三、实训室规模和配置	2
四、现场操作注意事项	5
第二章 仿真系统的使用	7
第一节 启动与退出	7
一、硬件系统的启动与关闭	7
二、人机系统的启动与退出	8
三、仿真系统的启动与退出	10
第二节 教案模式操作	11
一、主控界面操作	11
二、故障设置	11
三、缺陷设置	12
四、遥控设置	14
五、事件序列操作	15
第三节 培训模式操作	19
一、主控界面操作	21
二、监视与查询操作	23
三、事件序列操作	25
四、电网方式操作	25
五、遥控操作	25
六、其他设置	26
七、日志列表操作	27
八、曲线监视操作	27

第三章 二次回路缺陷设置	30
一、故障模拟装置的内部回路原理	30
二、具体二次回路缺陷实现及现象说明	30
三、附注	45
第四章 仿真系统培训	46
第一节 仿真系统培训	46
一、教案模式下的操作	46
二、培训模式下的操作	49
三、实验结果分析	49
第二节 二次回路缺陷设置及处理	52
一、一次系统故障	53
二、二次回路缺陷	56
第五章 单体保护装置的调试	66
一、保护装置标准化调试	66
二、单一保护逻辑及特殊试验方法	93
三、保护装置标准化调试联系	112
第六章 二次回路故障排查	113
一、母差保护题目类型及故障点设置类型	113
二、变压器保护题目类型及故障点设置类型	119
三、线路保护题目类型及故障点设置类型	125
附录 1	134
附录 2	158
附录 3	184
附录 4	207
附录 5	225

第一章 概述

一、系统总体结构

继电保护及自动化实训系统（图 1-1）是将实时电网仿真、实时仿真计算机平台、信号输入输出接口装置、真实的变电站二次设备、真实的直流系统、真实的监控系统、真实的二次回路、真实的调度自动化厂站端设备、变电站一次设备交互式三维场景、断路器与刀闸及操作机构模拟装置、二次回路故障模拟装置、教员系统、操作票与工作票系统有机结合于一体的数字物理混合仿真系统，为继电保护专业、自动化专业、直流专业人员建立了综合培训平台，可以对上述专业人员从理论知识到专业技能进行全范围、全过程、全场景的仿真培训。

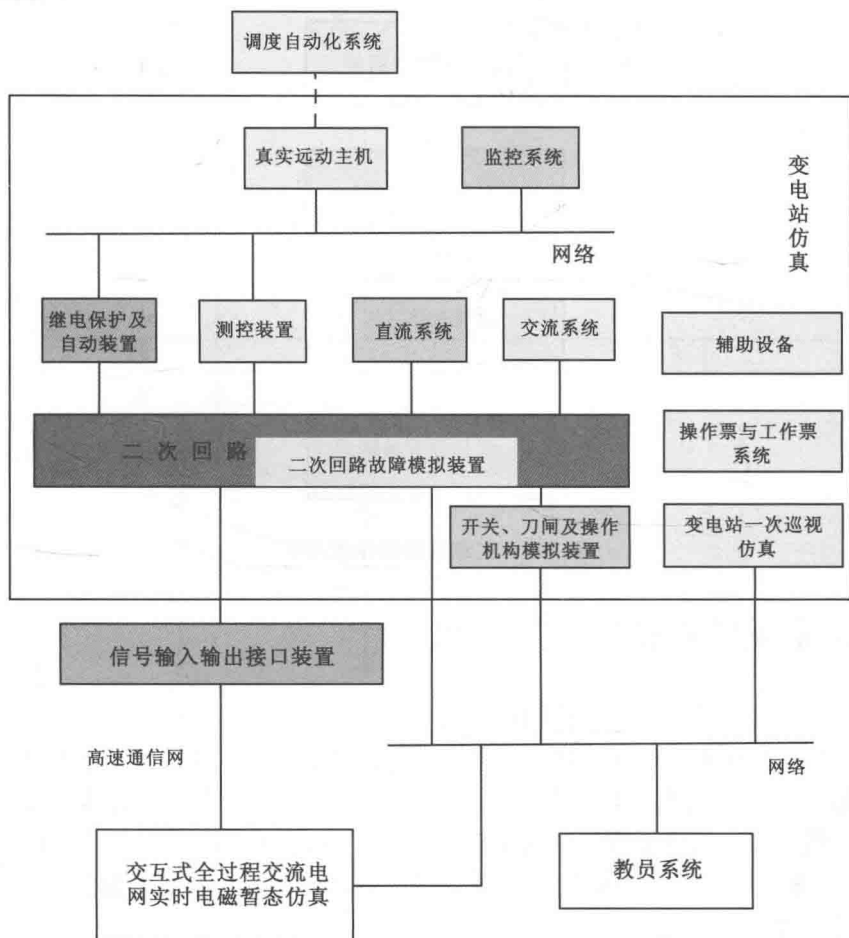


图 1-1 实训系统简图

二、系统操作流程

实训系统操作流程如图 1-2 所示。

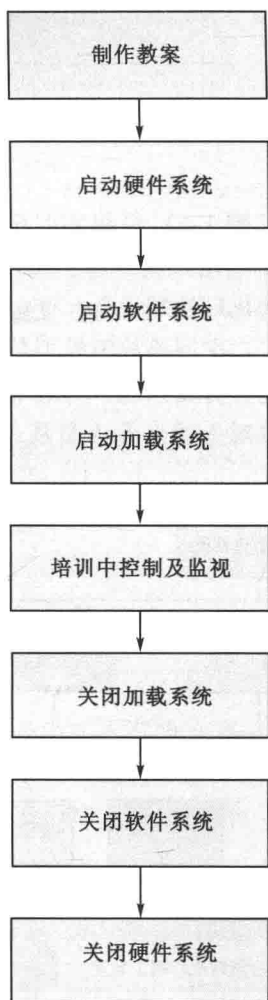


图 1-2 实训系统操作流程

三、实训室规模和配置

1. 仿真系统主接线形式（如图 1-3 所示）

220kV 综合自动化变电站仿真培训系统的仿真对象选锦一变，高、低压侧都采用双母线接线形式，两台主变并列运行，220kV 线路分别由辽锦甲线、辽锦乙线、沈锦甲线、沈锦乙线供电。培训系统包括两个电压 220kV 和 66kV，其中含有 220kV 出线 4 条，66kV 出线 4 条（锦苏线、锦桃线、锦秀东线、锦秀西线）；主变压器 2 台；所用变 1 台；电容器 1 台。

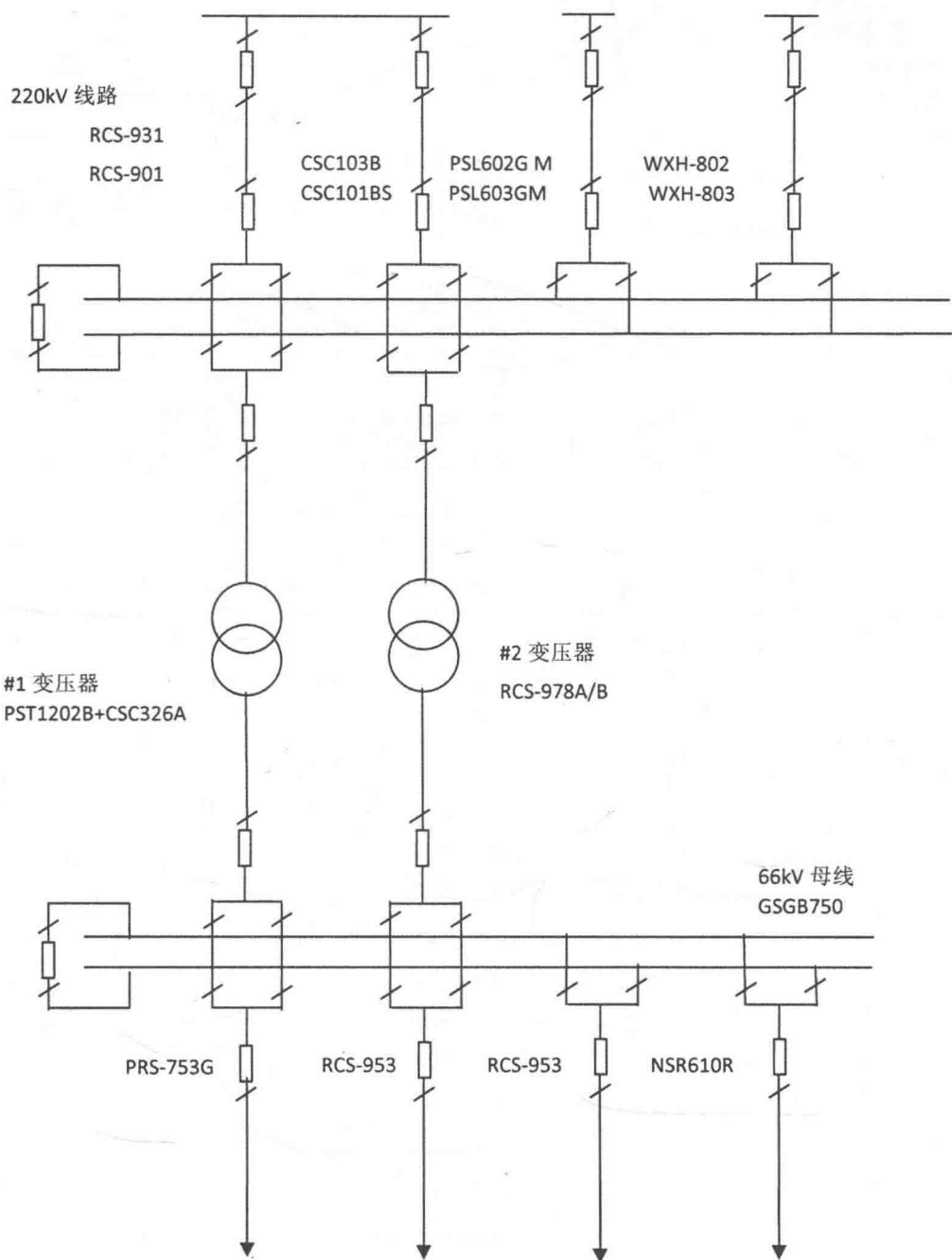


图 1-3 实训系统一次主接线图

2. 仿真系统主接线形式保护配置

仿真系统主接线形式保护配置如表 1-1 所示。

表 1-1 仿真系统主接线形式保护配置

设备名称	厂站	保护及操作箱型号
辽锦甲线保护一	锦州实验站	RCS - 901AF
辽锦甲线保护二	锦州实验站	RCS - 931AM + CZX12R2 (操作箱) + RCS - 923N (断路器保护)
辽锦乙线保护一	锦州实验站	CSC - 101B
辽锦乙线保护二	锦州实验站	CSC103B + JFZ - 12F (操作箱) + YQX - 31J/JSQ - 11J
沈锦甲线保护一	锦州实验站	PSL602GM - 32Q
沈锦甲线保护二	锦州实验站	PSL603GM - 34 + PSL631A + FZX - 12HP
沈锦乙线保护一	锦州实验站	WXH - 802A + ZYQ - 812 (压切)
沈锦乙线保护二	锦州实验站	WXH - 803A + WDLK - 861A (断路器保护) + ZFZ - 812/A (操作箱)
1#主变保护 A	锦州实验站	PST1200 + PST - 12 (本体保护) + FCX - 12HP (操作箱)
1#主变保护 B	锦州实验站	CSC - 326A + JFZ - 13T (操作箱)
2#主变保护 A	锦州实验站	RCS - 978L2 + RCS - 974 (本体保护) + CZX - 12R2 (操作箱)
2#主变保护 B	锦州实验站	RCS - 978L2 + CJX (操作箱)
220kV 母联保护	锦州实验站	RCS - 923A + CZX - 12R2 (操作箱)
220kV 母线保护一	锦州实验站	BP - 2B
220kV 母线保护二	锦州实验站	RCS - 915AB
66kV 母联	锦州实验站	RCS - 9616C
电容器	锦州实验站	RCS - 9631C
所用变	锦州实验站	RCS - 9621C
锦秀东线、锦秀西线	锦州实验站	RCS - 953A
锦苏线	锦州实验站	PRS - 753G
锦桃线	锦州实验站	NSR - 616R
低周减载	锦州实验站	RCS - 994A
备自投	锦州实验站	RCS - 9651C + RCS - 9616C + RCS - 9751C
对侧辽锦甲线保护一	锦州实验站	RCS - 901BF
对侧辽锦甲线保护二	锦州实验站	RCS - 931AM + CZX12R2 (操作箱) + RCS - 923N (断路器保护)
对侧辽锦乙线保护一	锦州实验站	CSC - 101B
对侧辽锦乙线保护二	锦州实验站	CSC103B + JFZ - 12F (操作箱) + YQX - 31J/JSQ - 11J
对侧沈锦甲线保护一	锦州实验站	PSL602GM - 32Q

续表 1-1

设备名称	厂站	保护及操作箱型号
对侧沈锦甲线保护二	锦州实验站	PSL603GM - 34 + PSL631A + FZX - 12HP
对侧沈锦乙线保护一	锦州实验站	WXH - 802A + ZYQ - 812 (压切)
对侧沈锦乙线保护二	锦州实验站	WXH - 803A + WDLK - 861A (断路器保护) + ZFZ - 812/A (操作箱)

四、现场操作注意事项

1. 断路器操作注意事项

教员在设置断路器拒合闸或拒跳闸缺陷后，在本缺陷消除前，禁止学员和教员进行任何该断路器的操作，否则，可能引起断路器模拟装置的损坏；

禁止学员在断路器模拟装置，按下“Reset”键，学员及教员尽量在监控系统、测控装置进行断路器的操作；禁止学员到模拟屏后操作交流电源开关。

2. 刀闸操作注意事项

禁止学员在刀闸模拟装置，按下“Reset”键；禁止学员到模拟屏后操作交流电源开关。

3. 仿真功率放大器注意事项

长期不工作时应切断前面板的电源开关。启动完毕后，如果存在某一台放大器正常运行绿灯不亮，请首先点击教员系统“暂停培训”按钮，然后检查放大器屏后的智能电源开关。如图 1-4 所示，其开关正常情况下应处于合位，否则，重新合上开关即可。

功率放大器有过热保护，如热保护动作时，通道保护灯亮红灯，此时教员在相应放大器前面板关闭电源开关，同时在教员系统软件点击“暂停培训”按钮，断电源 30s 后，重新合上电源开关，通道应能够恢复正常。

如果故障灯常亮，应关机，电流放大器应检查输出线路是否开路，电压放大器应检查输出线路是否短路，在确认无开路或短路现象时，再开机试验。如出现无法排除故障的情况，非专业人员请不要开箱，以免触电，请联系专业技术人员。

4. 二次回路缺陷设置注意事项

请不要设置直流系统正、负两点同时接地，否则，会引起保护设备或者直流馈电屏的空气开关跳闸，教员系统已对直流系统正、负两点同时接地缺陷进行闭锁，并给出提示信息，用户需要立即消缺已设置直流系统接地缺陷，再执行下一个直流系统接地缺陷。

教员在设置的断路器拒合闸或拒跳闸缺陷后，应严格遵守断路器操作的注意事项。当教员设置该缺陷后，教员系统在监视与查询界面中滚动给出告警信息，提示教员在设置该缺陷后，在进行本开关的手动操作前，消除此缺陷，教员应按照提示信息去做。

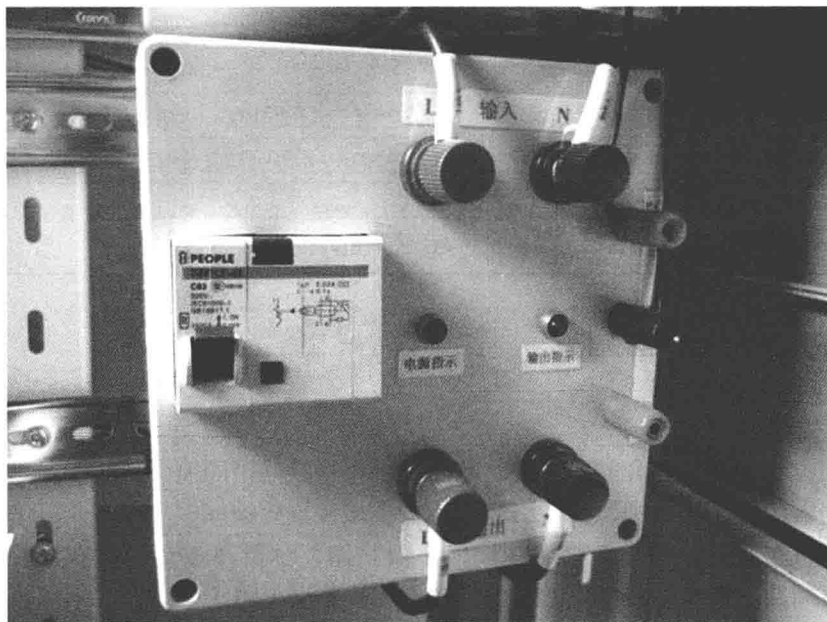


图 1-4 信号放大器屏后接线图

第二章 仿真系统的使用

第一节 启动与退出

一、硬件系统的启动与关闭

1. 硬件系统的启动

序号	启动任务	操作方法
1	启动二次设备	在直流 220#1 分电屏和直流 220#2 分电屏上分别合上 1#和 2#母线开关； 合上二次设备屏后的开关（通常处于合位，此步可忽略）
2	启动各间隔模拟柜	合上模拟柜屏后的开关（通常处于合位，此步可忽略）； 在 220kV 仿真站开关模拟柜屏后分别合上“东组”和“西组”开关
3	启动各仿真服务器及信号放大柜	在 S3 电源箱的左下侧，合上 1, 2, 3 号放大器柜总开关； 合上信号放大柜屏后的开关（通常处于合位，此步可忽略）； 在教员系统主界面上，点击“启动仿真服务器”按钮，服务器开始启动，教员系统会提示服务器的启动进度

2. 硬件系统的关闭

序号	关闭任务	操作方法
1	关闭各信号放大器柜电源	点击关闭硬件按钮（如图 2-8 所示），待指示灯由亮变灭后，表明仿真服务器已关闭； 在 S3 电源箱的左下侧，拉开 1, 2, 3 号放大器柜总开关
2	关闭二次设备电源	在直流 220#1 分电屏和直流 220#2 分电屏上分别拉开 1#和 2#母线开关
3	关闭仿真系统二次设备电源	根据需要在后台初始界面点击关闭系统选项中的关闭软件或关闭硬件
4	关闭各间隔模拟柜电源	在 220kV 开关模拟柜屏后分别拉开开关

二、人机系统的启动与退出

1. 人机系统的启动

点击 Windows 桌面教员系统的图标即可启动，如图 2-1 所示。

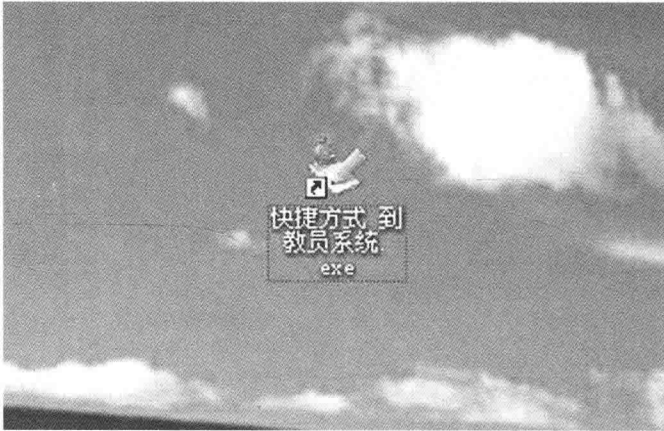


图 2-1 教员系统启动图标

教员系统正确启动后，如图 2-2 所示。

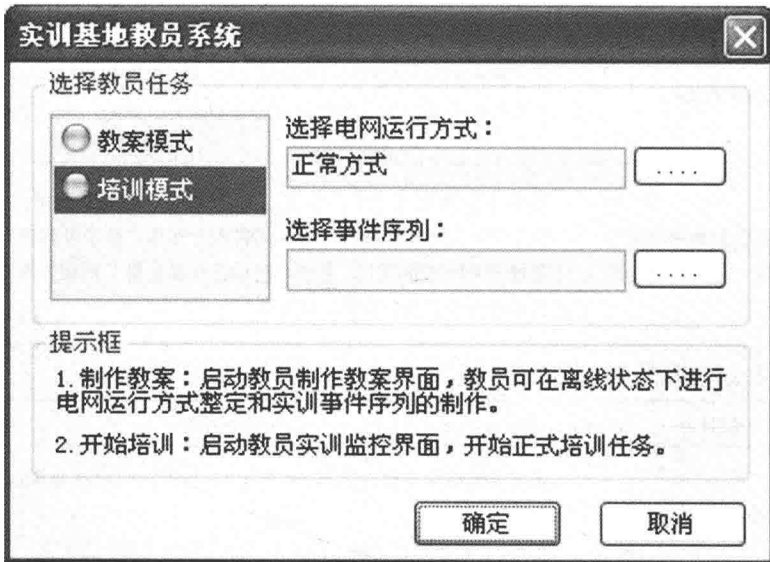


图 2-2 教员系统启动界面

选择模式：当选择教案模式时，进入教案模式界面，教员可以在离线状态下进行电网运行方式整定和事件序列的制作；当选择培训模式时，进入培训模式界面，开始正式的培训任务。

选择电网运行方式：可以选择已经存在的电网运行方式，默认为正常方式。

选择事件序列：可以选择已经存在的事件序列，也可以不选。如果选择已经存在的事件序列，启动系统时事件序列将按时间定时发送；如果不选，可以根据需要以后加载

事件序列并发送。

当选择教案模式时，教员系统主界面如图 2-3 所示。



图 2-3 教员系统教案模式主界面

当选择培训模式时，教员系统主界面如图 2-4 所示。



图 2-4 教员系统培训模式主界面

2. 人机系统的退出

点击教员系统培训模式或者教案模式主界面的“关闭软件”按钮即可退出人机系统，如图 2-5 所示。



图 2-5 教员系统退出界面

三、仿真系统的启动与退出

1. 仿真系统的启动

在培训模式下，点击主界面上的“一键启动”按钮即可启动仿真系统，如图 2-6 所示。

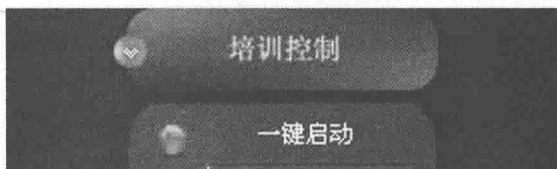


图 2-6 教员系统一键启动界面

启动完成后，在教员系统的状态栏会显示可以开始培训，如图 2-7 所示。

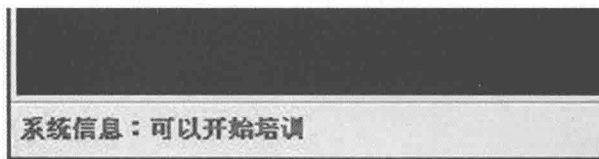


图 2-7 教员系统信息提示界面

2. 仿真系统的退出

在培训模式下，点击主界面上的“关闭软件”按钮即可关闭仿真系统，点击“关闭硬件”按钮将关闭仿真服务器，如图 2-8 所示。



图 2-8 教员系统关闭系统界面