



“十三五”普通高等教育本科规划教材
工程教育创新系列教材

电气工程

综合实践

刘 峰 主 编
王雪杰 副主编
官正强 主 审

- 资源丰富 形式多样
- 随时随地 想学就学



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

配套数字资源



“十三五”普通高等教育本科规划教材 工程教育创新系列教材

电气工程 综合实践

主 编 刘 峰

副主编 王雪杰

编 写 那 正 姜竹楠 乔国强 吴怀诚

主 审 官正强



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材，工程教育创新系列教材。

本书共四章，内容包括电网运行与事故处理、电力系统有功功率及无功功率分布与分析、潮流控制分析、对称及不对称故障计算与分析，变电站电气设备倒闸操作、设备巡视、事故处理，智能电能表检定、互感器检定，装表接电与用电检查，用电信息采集系统的应用，变压器、断路器、电力电缆、避雷器等主要变配电设备的预防性试验等。本书内容从实际出发，引用了大量的实际装置及相关操作技术，强化操作技能和综合能力的培养。

本书可作为普通高等院校电气信息类电气工程及其自动化专业、农业电气化、电气工程与智能控制专业的实训教材，也可作为高职高专电气类相关专业的实训教材，还可作为电力行业和各企事业单位人员的参考书。

为便于学生了解并实践各种操作，本书设置二维码链接丰富的拓展内容，如典型操作票、常见故障处理流程等，便于学生利用业余零散时间进行学习与训练。

图书在版编目(CIP)数据

电气工程综合实践 / 刘峰主编. —北京: 中国电力出版社, 2019.2 (2019.5重印)

“十三五”普通高等教育本科规划教材. 工程教育创新系列教材

ISBN 978-7-5198-2228-6

I. ①电… II. ①刘… III. ①电工技术—高等学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 000610 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 乔 莉

责任校对: 黄 蓓 朱丽芳

装帧设计: 郝晓燕

责任印制: 钱兴根

印 刷: 北京天宇星印刷厂

版 次: 2019 年 2 月第一版

印 次: 2019 年 5 月北京第二次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 16 开本

印 张: 11.25

字 数: 272 千字

定 价: 35.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社营销中心负责退换

序

近年来,计算机、通信、智能控制等前沿技术的日新月异为高等教育的发展注入了新活力,也带来了新挑战。而随着中国工程教育正式加入《华盛顿协议》,高等学校工程教育和人才培养模式开始了新一轮的变革。高校教材,作为教学改革成果和教学经验的结晶,也必须与时俱进、开拓创新,在内容质量和出版质量上有新的突破。

教育部高等学校电气类专业教学指导委员会按照教育部的要求,致力于制定专业规范或教学质量标准,组织师资培训、教学研讨和信息交流等工作,并且重视与出版社合作编著、审核和推荐高水平的电气类专业课程教材,特别是“电机学”、“电力电子技术”、“电气工程基础”、“继电保护”、“供用电技术”等一系列电气类专业核心课程教材和重要专业课程教材。

因此,2014年教育部高等学校电气类专业教学指导委员会与中国电力出版社合作,成立了电气类专业工程教育创新课程研究与教材建设委员会,并在多轮委员会讨论后,确定了“十三五”普通高等教育本科规划教材(工程教育创新系列)的组织、编写和出版工作。这套教材主要适用于以教学为主的工程型院校及应用技术型院校电气类专业的师生,按照工程教育认证和国家质量标准的要求编排内容,参照电网、化工、石油、煤矿、设备制造等一般企业对毕业生素质的实际需求选材,围绕“实、新、精、宽、全”的主旨来编写,力图引起学生学习、探索的兴趣,帮助其建立起完整的工程理论体系,引导其使用工程理念思考,培养其解决复杂工程问题的能力。

优秀的专业教材是培养高质量人才的基本保证之一。此次教材的尝试是大胆和富有创造力的,参与讨论、编写和审阅的专家和老师们均贡献出了自己的聪明才智和经验知识,引入了“互联网+”时代的数字化出版新技术,也希望最终的呈现效果能令大家耳目一新,实现宜教易学。

胡敏强

教育部高等学校电气类专业教学指导委员会主任委员

2018年1月于南京师范大学

前言

在全国地方性院校转型发展的大趋势下，各高校应主动适应我国经济发展新常态，主动融入产业转型升级和创新驱动发展的大环境中。为了贯彻落实学校的工程培养教育目标，提升学生能力素质，各高校积极开展相关技术技能培训教学改革，探索工程能力教育新模式，创新实践教学课程体系，充分发挥实训基地的作用，将新技术与规章制度作为培训重点，为学生提供更多的工程能力发展空间。

学习本书前需要具有电路基础、电力系统分析、电机学、电工基础、电能计量、电气运行等基本知识，各校可根据不同专业教学需要及自身实习条件选择开设实训项目。本书可与相关理论课程教材、音像制品等配套使用，应尽可能在实习场所授课，与校外实习联合培养，以便学生能更好地掌握所需知识。

本书由沈阳工程学院刘峰主编，其中第一章到第三章分别由沈阳工程学院王雪杰、那正、刘峰编写，第四章由沈阳工程学院姜竹楠、辽宁省政府电力管理所乔国强和辽宁电力有限公司检修分公司高级工程师吴怀诚编写，刘峰负责全书统稿。本书承蒙重庆科技学院官正强教授审阅，并提出了详尽而宝贵的意见与建议；沈阳工程学院王月志教授对教材的编写也提出了很好的建议；在编写过程中得到了中国电力出版社的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

由于时间紧迫，加之作者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请专家和读者批评指正。

编者

2019年1月

目 录

序	
前言	
第一章 电网运行仿真	1
第一节 概述	1
第二节 电网运行与事故处理	8
第三节 电力系统有功功率分布及分析	20
第四节 电力系统无功功率分布及分析	23
第五节 电力系统潮流控制分析	25
第六节 电力系统对称故障计算及分析	27
第七节 电力系统不对称故障计算及分析	29
第八节 电力系统稳定性计算及分析	31
第九节 电网仿真综合实训	33
第二章 变电站运行仿真	41
第一节 变电站电气设备倒闸操作	41
第二节 变电站电气事故处理	56
第三节 变电站电气设备的巡视及异常与缺陷处理	59
第三章 用电管理设备检定与系统仿真	75
第一节 智能电能表检定	75
第二节 互感器检定	84
第三节 装表接电	96
第四节 用电检查	110
第五节 用电信息采集系统简介	130
第六节 用电信息采集系统仿真应用	138
第四章 变配电设备预防性试验	154
第一节 概述	154
第二节 变压器预防性试验	159
第三节 断路器预防性试验	163
第四节 电力电缆预防性试验	166
第五节 避雷器预防性试验	168
参考文献	171

第一章 电网运行仿真

第一节 概述

一、电网运行仿真的任务

通过对电网调度员仿真系统的学习,学生需掌握电网运行操作和事故处理的基本知识与技能,掌握编制电网操作票和处理电网事故的基本方法。具体知识与技能要求如下:

- (1) 熟悉并掌握省调管辖的地区电网 500、220kV 变电站的一次接线图(包括并入地区电网运行的地方电厂、企业自备电厂、厂矿变电站和农电变电站)。
- (2) 熟悉并掌握地调管辖的地区 220、66kV 电网的一次接线图。
- (3) 掌握调度系统电网正常运行操作和电网事故处理的基本理论知识。
- (4) 掌握调度系统的各类事故处理原则和方法。

电网调度员仿真系统能够帮助学员提高运行操作水平、事故处理能力及对调度员培训仿真系统的熟悉度。学员掌握仿真系统的模拟操作、模拟事故处理,可以全面提升学员的电网运行操作技能和事故处理的技能,进而提高学员的工程实践水平,为以后在电力系统的实际工作奠定良好的基础。

二、仿真软件简介

DTS (Dispatcher Training System) 系统是新一代调度员培训仿真系统,它实现了与 EMS (Energy Management System) 的真正一体化,可以应用于调度员培训、电网安全稳定经济分析、事故重演和分析、运行计划研究和制订、EMS 功能开发和研究、电力系统调度自动化的教学和科研等。DTS 系统的原理图如图 1-1 所示。图形的右边表示实际的电网和调度系统,它通过远动设备采集电力系统中各电气设备的运行状态(如频率、潮流、电压、开关设备状态、继电保护信号和事故信号等),通过通信通道送到调度室的实时调度系统中,调度员坐在调度室中,面对由数据采集监控(SCADA)和 EMS 高级应用软件共同组成的 EMS 系统,完成对实际电力系统的实时监控和分析决策。图形的左边表示 DTS 系统,它就像实际电网及调度系统的“镜像系统”,学员坐在学员室中充当“调度员”,接受培训,学员室中配备与实际调度室一致(或接近)的 EMS 软硬件系统(学员台),让学员有一种身临其境的感觉;而教员一般由经验丰富的资深调度员充当,坐在教员室里,利用教员台,在培训前准备教案,在培训中控制培训过程、设置电网事故,并充当厂站值班员,执行由学员下达的“调度命令”,在培训结束后评价学员的调度能力。在培训过程中,学员与教员之间的通信采用电话进行,用于模拟调度时调度员和厂站值班员之间的通信。电力系统模型和远动设备模型分别是实际电力系统和远动设备的数字仿真。

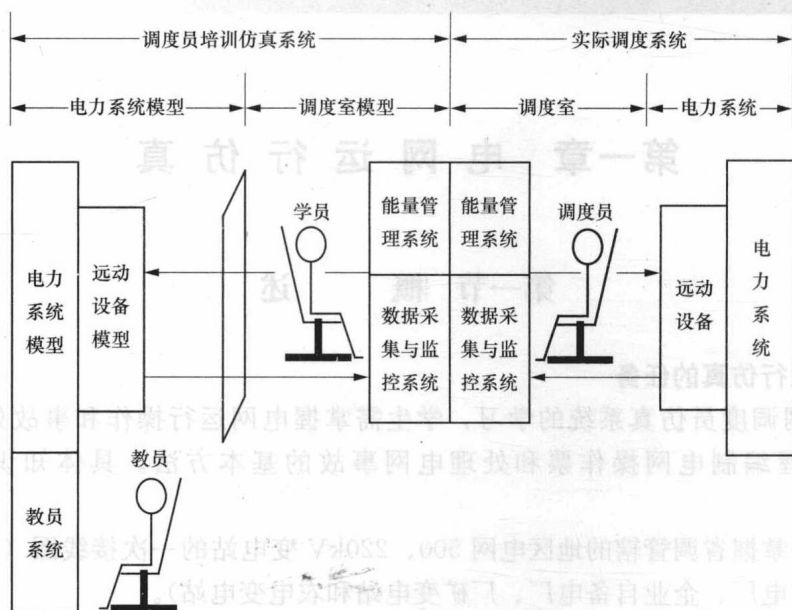


图 1-1 DTS 系统原理图

(一) 结构和功能

仿真范围包括所管辖电网内各电压等级的输电线路、发电机、变压器、负荷、母线、断路器、隔离开关、消弧线圈、电容器、电抗器、安全自动装置、继电保护、远动系统、SCADA/AGC/EMS 等。

DTS 软件系统的结构如图 1-2 所示。其中，“学员台”模拟了控制中心的 EMS 功能，它一般是由实际 EMS 软件系统的完整拷贝和模拟的 EMS 硬件系统所组成。“教员台”则具有实现仿真支持（包括教员操作台、教案的制作与管理、仿真过程控制、事件处理器、仿真时钟等功能）、电力系统模型、远动系统模型以及仿真运行评估等功能。其中，电力系统模型不仅可以用于模拟电力系统的稳态运行状况，还可以模拟系统丧失稳定时的动态过程状况，实现了从稳态到动态，再从动态返回稳态的平滑过渡，实现了稳态模型和动态模型的一体化。

在“教员台”上，电力系统仿真服务器负责对电力系统进行仿真，各种仿真功能的时间均严格统一在仿真时钟下。DTS 启动初始化时，可在教案库中指定某一教案作为电力系统的运行工况，而电力系统模型按照指定在教案初始条件中的负荷/发电曲线以及指定在事件表中的操作事件等运行工况来运行。各种教案由教案制作与管理模块统一制作和管理，可直接取用 EMS 的实时状态估计结果作为在线教案，在线的 EMS 每 15min 自动为 DTS 生成一个完整的在线教案，也可通过人机界面由人工请求生成在线教案，在线教案全部保存在教案库中统一管理，能够自动生成丰富的真实的教案以满足各种仿真研究的应用要求。在仿真系统运行过程中，可以通过教员操作台实时方便地对电力系统模型进行各种操作和事件设置，来灵活地改变电力系统的运行工况。

电力系统模型和事件处理器共同构成了电力系统仿真服务器。在正常情况下，事件处理器每隔 5s 周期性地驱动电力系统模型，来计算系统潮流和周期内的长期动态过程。当有操作或事故等事件发生时，事件处理器完成事件的接收、处理并负责立即驱动电力系统模型的仿真计算，以确保对事件响应的实时性。电力系统模型的仿真计算结果中给出电力系统的状态，主要包括频率、潮流、电压、断路器/隔离开关状态、事故信号等，以供远动系统模型使用。

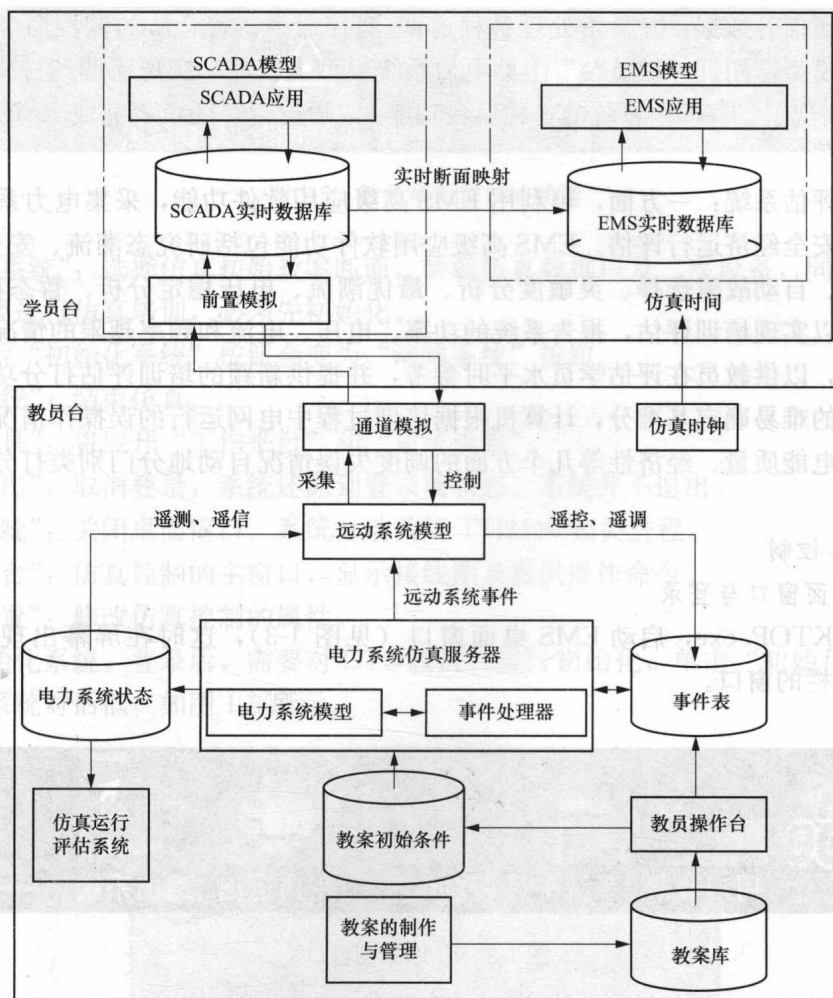


图 1-2 DTS 软件系统的结构

DTS中的电力系统模型包括稳态模型和动态模型两部分。稳态模型考虑系统操作或调整后电网潮流的变化和系统频率变化,采用动态潮流算法来模拟,不考虑机电暂态过程,可用稳态电量来启动自动装置,并用逻辑方法来模拟继电保护。这种模型考虑了中长期动态过程,主要应用于调度员培训、运行方式安排和反事故演习等。动态模型考虑故障或操作后发电机的机电暂态变化过程,可用暂态变化过程中电量值来启动自动装置和继电保护,这种模型考虑了暂态过程,主要应用于运行方式研究、事故分析和继电保护校核等。

远动系统模型包括量测、RTU 和通道等环节。它根据电力系统中真实的测点分布和量测类型,以模拟的 RTU 结构,每隔 5s 从电力系统状态数据库中采集一次遥测、遥信等数据,逼真模拟运动系统各环节对数据采集结果的影响,并通过网络通信以死区传送或变位传送的方式向“学员台”发送采集数据,同时接收和处理由“学员台”下达的遥调/遥控命令,通过事件处理器,作用到电力系统模型上。其中,远动系统中可能发生的各种故障等事件由教员操作台设置,并由事件处理器执行。

“学员台”包括 SCADA 模型和 EMS 模型两部分。SCADA 模型采用了运用于实际系统的 SCADA 系统。其中前置模拟模块负责扫描接收和处理由“教员台”上远动系统模型发送

过来的遥测、遥信等数据,并负责处理各种遥调/遥控命令,将合法的调控命令通过网络通信、远动系统模型作用到“教员台”上的电力系统模型上去,来实现遥调/遥控功能的仿真。SCADA 应用实现了 SCADA 系统的各种后台功能。“学员台”还负责完成 EMS 系统的各种应用功能。

仿真运行评估系统:一方面,可利用 EMS 高级应用软件功能,采集电力系统模型的状态进行电网的安全经济运行评估。EMS 高级应用软件功能包括研究态潮流、安全经济评估、校正对策分析、自动故障选择、灵敏度分析、最优潮流、电压稳定分析、暂态稳定分析等。另一方面,可以实现培训评估,报告系统的功率、电压、电流和频率越限的情况、失电情况和网损情况等,以供教员在评估学员水平时参考,并提供新颖的培训评估打分功能。教员可根据培训教案的难易确定基准分,计算机根据培训过程中电网运行的误操作情况、供电可靠性、安全性、电能质量、经济性等几个方面的调度失误情况自动地分门别类打分,并给出评估报告。

(二) 仿真控制

1. 启动桌面窗口与登录

执行 DESKTOP.exe,启动 EMS 桌面窗口(见图 1-3),这时在屏幕出现一个类似于 Windows 任务栏的窗口。

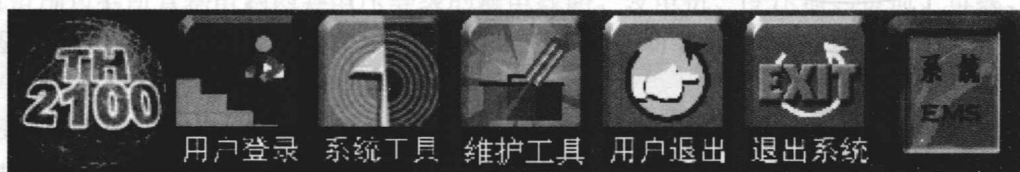


图 1-3 EMS 桌面窗口

单击桌面窗口上的“用户登录”按钮,弹出 TH2100 系统登录对话框(见图 1-4),选择用户名和登录时限,并输入正确的密码。

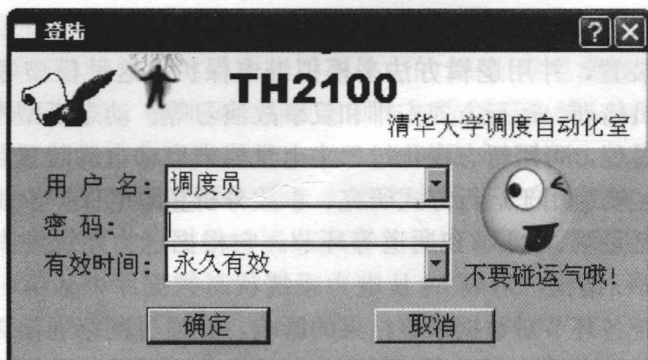


图 1-4 系统登录对话框

2. 系统功能

教员桌面窗口的功能如图 1-5 所示。



图 1-5 教员桌面窗口的功能

“初始化系统”：选择仿真初始教案断面，装载仿真数据以及二次设备，同时启动仿真的后台进程。要进行仿真培训，必须先初始化。

初始化后“初始化系统”按钮会变为“清除系统”按钮。

“清除系统”：结束仿真。

“维护工具”：将展开“工作平台”和“系统设置”。

“用户退出”：取消登录，系统还原到登录前状态。系统并不退出。

“退出系统”：关闭桌面窗口，系统自动关闭 TH2100 相关进程。

“工作平台”：仿真控制的主窗口，显示接线图及提供操作命令。

“系统设置”：修改仿真控制的属性。

(1) 初始化系统。登录后，需要对 DTS 教员台进行初始化，单击“初始化系统”按钮，进入初始化系统对话框，如图 1-6 所示。

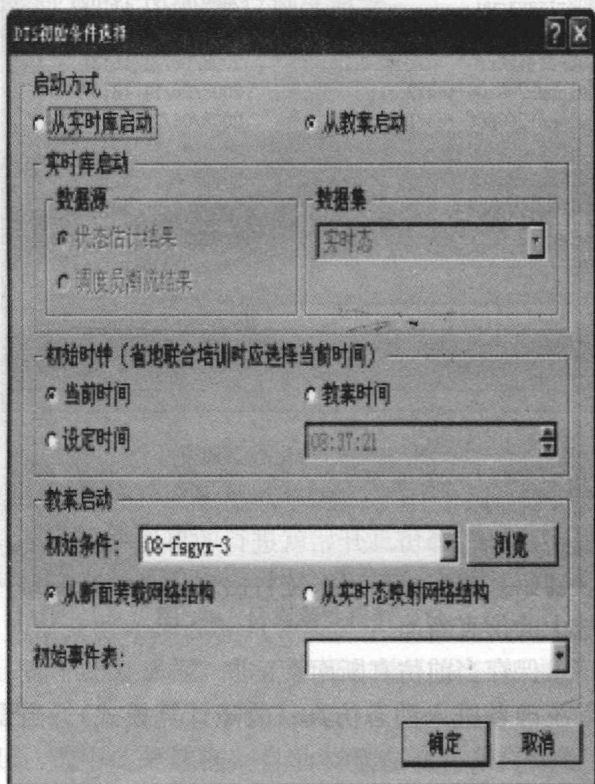


图 1-6 初始化系统

“启动方式”：选择启动方式，如果希望装载当前的实时断面作为 DTS 的初始教案，选择“从实时库”启动；如果希望装载一个定制过的初始教案，选择“从教案启动”。

“实时库启动”：如果选择“从实时库启动”，则此项变为可选，否则不可选。在这里可以选择以状态估计结果作为初始教案的数据或以调度员潮流的结果作为初始教案的数据，如果选择用调度员潮流的结果可以选择研究态 1 或者研究态 2 中的数据。

“初始时钟”：选择以哪个时间作为 DTS 教员台的初始时间。

“教案启动”：如果在“启动方式”中选择了“从教案启动”，则此项可选，否则不可选。选择以哪个教案作为 DTS 初始教案，单击右边的“浏览”按钮可以对所有的教案进行浏览和查找。选择完初始化教案（见图 1-7）后，可以选择使用当前的模型结构或者是制作教案时的模型结果。

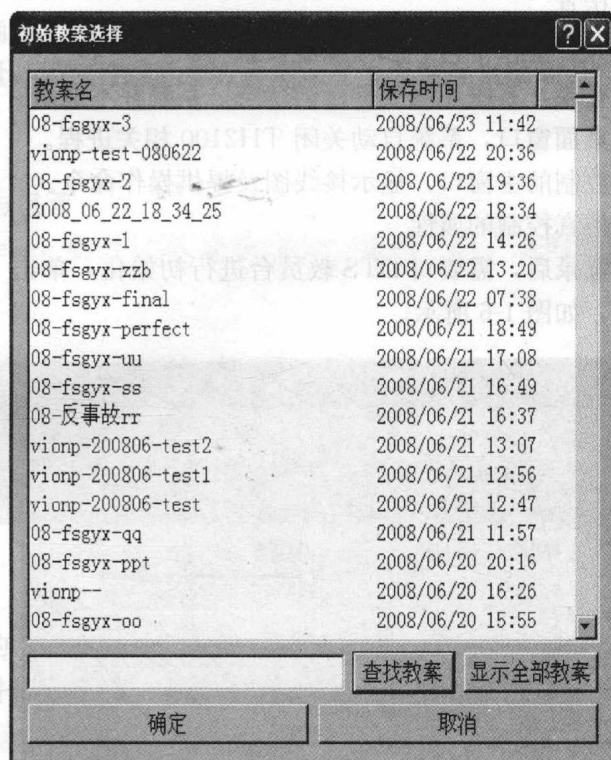


图 1-7 初始化教案浏览

“初始事件表”：可以在这里选择仿真开始就进行的事件列表。

(2) 仿真过程控制。初始系统完成后，系统将出现仿真控制窗口（见图 1-8）。

“仿真重演”：重演选中的仿真断面。

“仿真快照”：人工请求保存当前仿真断面。

“进入暂态”：仿真系统准备进入动态仿真（故障计算模式）。当设置故障后，开始动态仿真。

“系统暂停”：仿真时钟暂停，且不能执行调度命令。

“时钟加速”：控制系统仿真速度，实际时钟和仿真时钟的比例可在 10 : 1 到 1 : 10 间任意调节。

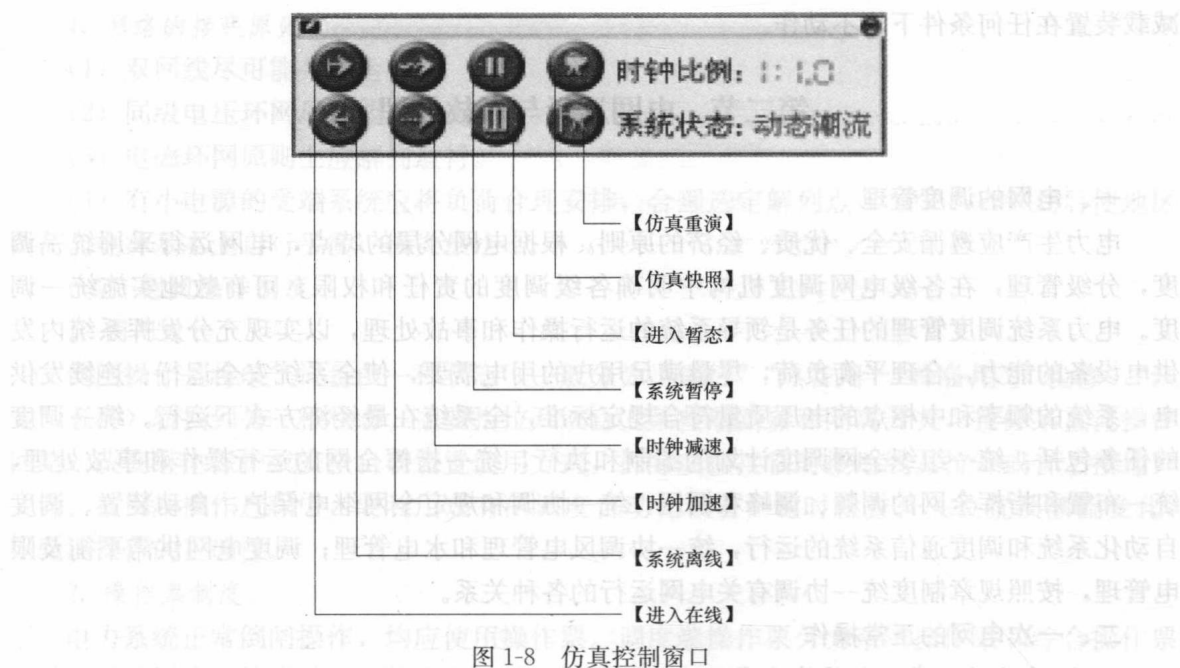


图 1-8 仿真控制窗口

“进入在线”：仿真系统进入潮流计算模式。

“系统离线”：仿真时钟暂停，但可执行调度命令。

(3) 仿真属性控制。选择桌面窗口中“维护工具”的“系统设置”，将弹出仿真属性控制对话框（见图 1-9）。

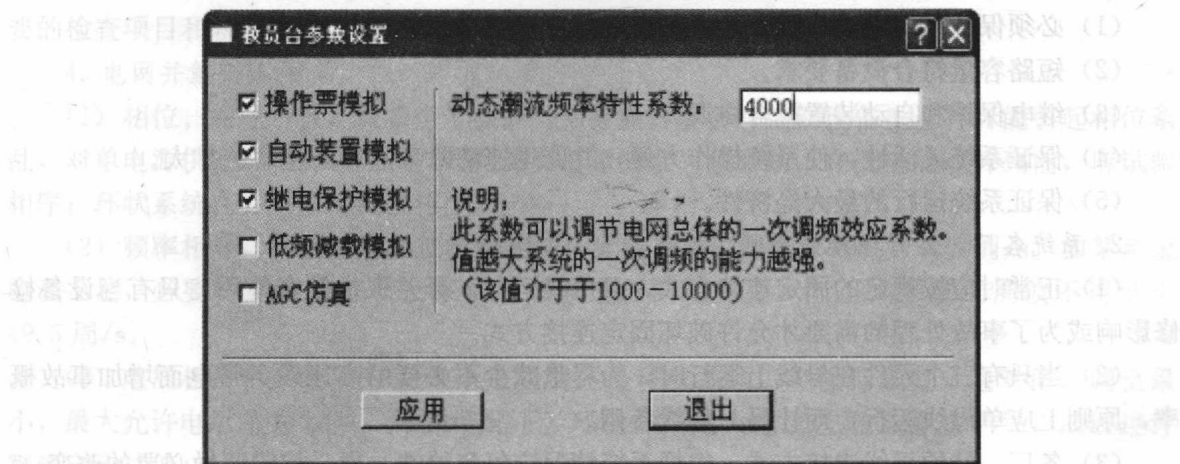


图 1-9 仿真属性控制窗口

1) “操作票模拟”：选中此复选框，非正常操作将引发三相永久故障，否则只警告非正常操作不能完成。

2) “自动装置模拟”：选中此复选框，自动装置在动作条件满足时动作，否则自动装置在任何条件下均不动作。

3) “继电保护模拟”：选中此复选框，继电保护装置在动作条件满足时动作，否则继电保护装置在任何条件下均不动作。

4) “低频减载模拟”：选中此复选框，低频减载装置在动作条件满足时动作，否则低频

减载装置在任何条件下均不动作。

第二节 电网运行与事故处理

一、电网的调度管理

电力生产应遵循安全、优质、经济的原则。根据电网分层的特点,电网运行采用统一调度,分级管理,在各级电网调度机构中明确各级调度的责任和权限,可有效地实施统一调度。电力系统调度管理的任务是领导系统的运行操作和事故处理,以实现充分发挥系统内发供电设备的能力,合理平衡负荷,尽量满足用户的用电需要,使全系统安全运行、连续发供电,系统的频率和中枢点的电压质量符合规定标准,全系统在最经济方式下运行。统一调度的任务包括:统一组织全网调度计划的编制和执行,统一指挥全网的运行操作和事故处理,统一布置和指挥全网的调频、调峰和调压,统一协调和规定全网继电保护、自动装置、调度自动化系统和调度通信系统的运行,统一协调风电管理和水电管理;调度电网供需平衡及限电管理,按照规章制度统一协调有关电网运行的各种关系。

二、一次电网的正常操作

(一) 系统的正常运行接线方式

1. 系统接线原则

为保证全系统和重要用户的连续可靠供电,电网的接线方式应具有较大的紧凑度,即并列运行的线路尽可能并列运行,环状系统尽可能环状并列运行,使网内设备最大限度互为备用,并提高重合闸的利用率,同时还应满足以下条件。

- (1) 必须保证系统电能质量,正常和事故时,潮流电压分布合理。
- (2) 短路容量符合设备要求。
- (3) 继电保护和自动装置配合协调。
- (4) 保证系统灵活性,使系统操作方便,并能迅速消除事故和防止事故扩大。
- (5) 保证系统运行的最大经济性。

2. 系统各厂、站母线接线原则

(1) 正常时应按规定的固定连接方式,双母线运行,母差保护健全使用。只有当设备检修影响或为了事故处理的需要才允许破坏固定连接方式。

(2) 当只有三个元件在母线上运行时,为尽量减少不必要的高压设备带电而增加事故概率,原则上应单母线运行,而让另一母线备用。

(3) 各厂、站的母线连接方式,根据系统情况应每年检查一次,按需要做必要的改变。

3. 双母线固定接线方式的要求

(1) 每条母线上的电源、负荷应基本平衡,使通过母联断路器的功率最小。

(2) 任一母线故障(或母线送出的断路器因故障拒跳)停下后,余下运行母线及所连接的系统应尽可能满足较大的紧凑度,尽量减少对用户的影响。一般同一电源的双回线或同一变电站的双回线应分别接于不同母线,在负荷侧解列运行,并加装备用电源自动投入装置;如双回线必须并列运行,电源侧必须接于同一条母线。

(3) 当母线的差动保护未投入或未装配时,其母线连接方式应满足母线故障继电保护的选择性要求。

4. 网络的接线原则

- (1) 双回线尽可能并列运行。
- (2) 同级电压环网尽可能环状运行。
- (3) 电磁环网原则上应解列运行。

(4) 有小电源的受端系统应将负荷合理安排,合理选定解列点,力争自动解列后使地区负荷与电源基本上自行平衡,损失最小。

(二) 倒闸操作制度

1. 倒闸操作

倒闸操作是将电气设备由一种状态(一般分为“运行”“热备用”“冷备用”“检修”“试验”五种)转换到另一种状态。主要指拉开或合上某些断路器和隔离开关,投停某直流操作回路,改变继电保护或安全自动装置使用方式,拆除或挂接临时接地线及拉开或合上接地开关等。在倒闸操作过程中,要利用现有的调度自动化设备,随时检查开关位置及潮流变化,以验证操作的正确性。

2. 操作票制度

电力系统正常倒闸操作,均应使用操作票。调度端操作票分为系统操作票和综合操作票两种。系统操作票使用逐项操作指令,综合操作票使用综合操作指令,口头操作指令使用逐项操作指令或综合操作指令。填写操作票应使用正规的调度术语和设备双重名称。

3. 系统操作票的填写内容

断路器和隔离开关的操作;有功、无功电源及负荷的调整;保护装置的投入、停用,定值或方式的变更;中性点接地方式的改变及消弧线圈补偿度的调整;装设、拆除接地线;必要的检查项目和联系项目。

4. 电网并列解列条件

(1) 相位、相序一致,设备由于检修(如导线拆接引)或新设备投运有可能引起相位紊乱,对单电源供电的负荷线路以及对两侧有电源的唯一联络线,在受电后或并列前,应试验相序;环状系统在并列前应试验相序。

(2) 频率相等,同期并列必须频率相同,无法调整时可以不超过 ± 0.5 周/s。如某系统电源不足,必要时允许降低较高系统的周波进行同期并列,但正常系统的周波不得低于49.5周/s。

(3) 电压相等,系统间并列无论是同期还是环状并列,应使电压差(绝对值)调至最小,最大允许电压差为20%,特殊情况下,环状并列最大电压差不得超过30%,或经过计算确定允许值。

(4) 电气角度引起的电压差系统环状并列时,应注意并列处两侧电压相量间的角度差,环路内变压器接线角度差必须为零。潮流分布造成的功率角,其允许数值根据环内设备容量,继电保护等限制情况而定。

(5) 系统间的解列操作,需将解列点处有功调整为零,无功近于零;当难以调整时,一般可以设法调整至使小容量系统向大容量系统送少量有功功率时再断开解列开关,避免解列后频率、电压显著波动。

(6) 环状回路并列或解列时,必须考虑环内潮流的变化及对继电保护、系统稳定、设备过载等方面的影响。

5. 线路停电、送电操作

(1) 线路停电时,应依次断开断路器、线路侧隔离开关、母线侧隔离开关、线路上电压互感器隔离开关后,再在线路上验放电并装设接地线。

(2) 线路送电时,应先拆除线路的接地线,再依次合上线路上电压互感器的隔离开关、母线侧的隔离开关、线路侧的隔离开关和断路器。

(3) 线路停电、送电操作原则。

1) 一般双电源线路停电时,应先在大电源侧解列,然后在小电源侧停电,送电时应先由小电源侧充电,大电源侧并列,以减小电压差和万一故障时对系统的影响。

2) 线路负荷侧无断路器的线路,在停电前先将负荷倒出,线路电源侧停电,负荷侧拉开隔离开关。送电时,对检修后的线路送电操作应从电源侧对线路充电一次,良好后电源侧拉开断路器,负荷侧合上隔离开关,再由电源侧送电(带变压器一起充电)。如线路无检修可由电源侧直接送电(带变压器一起充电)。

3) 地方电厂及厂矿自备电厂与系统间的联络线路停电、送电,先由地方电厂及厂矿自备电厂侧解列、并列,后系统侧停电、送电。

(4) 线路停电、送电操作前后,应注意掌握有关继电保护、自动装置的使用规定。当断路器断开或闭合后,应及时检查三相电流、有功及无功功率的指示情况,以验证断路器状态及操作的正确性。

(5) 有通信设施的线路因故停运或检修时,应及时通知通信部门,以便采取措施保证通信畅通。

(6) 线路重合闸投停或检定方式的改变应按调度指令执行。

(7) 向线路充电前,应在现场自行将充电断路器的重合闸功能停用,断路器合上后,重合闸功能恢复到断路器停电前的方式(如果调度有要求则按调度指令执行)。

1) 对于负荷线路应在带负荷前投入重合闸。

2) 对于双回线或电源联络线应在并列后投入重合闸。

3) 对于环形线路应在环并后投入相应的重合闸。

(8) 符合下列情况之一的线路重合闸,应停用。

1) 空充电线路。

2) 试运行线路。

(三) 电网事故处理

1. 电力系统事故处理原则

(1) 事故处理的主要任务包括以下几点。

1) 尽速限制事故发展,消除事故根源,并解除对人身和设备的安全威胁,防止系统稳定破坏或瓦解。

2) 用一切可能的方法保持正常设备的继续运行,保持对用户的正常供电。

3) 尽速对已停电的用户恢复供电,特别是对有保安电力的重要用户恢复供电。

4) 尽可能恢复系统频率和电压。

5) 调整系统运行方式,使其恢复正常。

(2) 地调值班员是地区电力系统事故处理的指挥者,应对事故处理的正确性负责,管内各单位应树立全局观念,服从调度统一指挥。系统发生事故时,值班调度员要千方百计保持

设备继续运行,尤其是要保证发电厂厂用电源和重要用户的供电。

(3) 系统发生事故时,事故单位必须主动采取措施,消除对人身和设备安全的威胁,限制事故的扩展。同时应准确、迅速、清楚、简明、分阶段地将事故全面情况向值班调度员报告,在调度的统一指挥下迅速消除事故。

(4) 事故单位报告的事故内容应包括以下内容。

- 1) 故障设备名称及开关动作情况。
- 2) 各类继电保护及自动装置动作情况。
- 3) 系统频率、电压、潮流变化情况。
- 4) 系统运行方式变更情况。
- 5) 有关事故中的其他现象和情况。
- 6) 事故发生的原因及事故处理过程。

(5) 发生下列情况之一时,为防止事故扩大,拖延事故处理时间,无需联系调度即可进行下列操作,但事后应立即报告调度。

- 1) 当人身和设备安全遭受直接威胁,非立即停电不能解除者。
- 2) 设备有严重损伤并继续发展,应立即将该设备停电。
- 3) 按规程明确规定的不经联系的事故处理。
- 4) 发电厂和变电站的厂(站)用电全部或部分停电时恢复电源的操作。

2. 断路器异常的事故处理

(1) 断路器在运行中出现异常,不能分闸操作需要停电处理时,可采取下列措施。

- 1) 凡有旁路断路器的变电站,应采用旁路代方式使故障开关停电。
- 2) 当无旁路断路器或其处在检修状态不能恢复时,应考虑用母联断路器串代故障断路器,故障断路器应加锁。

3) 将断路器所带负荷转移或停电,如采用拉开对侧电源断路器的方法,将故障断路器停电。

4) 对于母联断路器可将母线上某一元件的两母线隔离开关同时合上,再拉开母联断路器的两侧隔离开关。

(2) 运行中的断路器出现分合闸闭锁、压力异常等紧急情况,现场值班员应立即将其改为非自动,并做好防慢分措施,再汇报调度。

(3) 断路器在运行中出现分、合闸闭锁,应尽快将闭锁断路器从运行中隔离出来,可根据以下不同的情况采取相应措施:

1) 凡有专用旁路断路器或母联兼旁路断路器的变电站,可采用旁路代方式使故障断路器脱离电网运行。

2) 不可采用旁路代方式时,用母联断路器串代故障断路器,然后拉开对侧电源断路器,使故障断路器停电(需转移负荷后进行)。

3) 对于母联断路器出现分、合闸闭锁时,可将某一元件的两条母线隔离开关同时合上,即双跨,再断开母联断路器的两侧隔离开关。

4) 对于双电源且无旁路断路器的变电站,线路断路器泄压,必要时可将该变电站改成终端变(终端变压器)的方式,再处理泄压断路器的操动机构。

(4) 断路器出现非全相运行时,应根据断路器发生的不同情况采取以下措施。

1) 断路器单相自动跳闸,造成两相运行时,如断相保护启动的重合闸没动作,可立即