某地区调度员培训仿真系统的应用

近年来，电网的发展和自动化水平越来越高。根据贵州电网调度员培训仿真系统的实施，阐述和分析了调度员培训仿真系统的体系结构、地调特色功能及其在反事故演习、调度员培训及继电保护和自动装置研究等方面的应用。该系统的成功实施和应用提高了贵州电网的安全稳定和经济运行水平。

刘淑华　向永康　何湘宁　潘　科/贵州电网公司培训与评价中心
杨凤生/贵阳供电局

刘淑华/工程师

关键词/Keywords
电力系统·
EMS·
SCADA·
功能·

近年来，随着国家西部大开发节奏的加快，贵州的经济得到了快速发展。贵州地区的用电需求一直保持在20%的增长速度，电网的建设规模越来越大，线路结构越来越复杂，越来越多元化的运行方式在贵州电网中得到应用。因此，建设符合贵州电网特色的调度员培训仿真系统是贵州地区电网急需解决的问题，也是贵州电网科技工作者迫在眉睫的工作，调度员培训仿真系统用于贵州电网，可以培训出更多优秀、更高水平的电网调度运行工作人员[1-3]。为此，贵州电网公司根据实际要求开发建设了贵州电网调度员培训仿真系统，此系统在2010年12月由贵州省电力调度中心验收通过，目前已成为贵州地区调度员学习培训极其重要的支撑性工具。本文依据贵州地区电网所应用的电网调度员培训仿真系统，分析了其组成结构和相关功能，研究了符合贵州的特色功能以及在调度员培训和自动装置研究等方面的应用[4-5]。

系统概况

本文中的一体化系统即为调度员培训仿真系统中重要组成的一部分，在调度运行人员培训仿真系统中所采用的是能量管理系统一体化平台，调度员培训仿真系统应用的主要功能有教员和学员两部分。其结构如图1所示。“学员台”主要模拟SCADA/EMS的功能；而“教员台”主要实现仿真、模拟建立电力系统模型等功能。

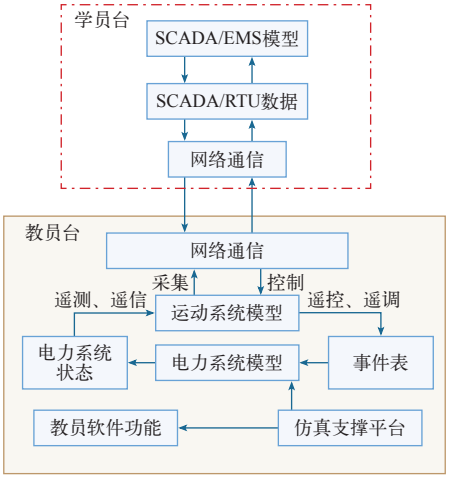

图1　贵州调度员仿真培训系统结构

系统功能及特点

1. 主要功能

贵州地区电网调度员培训仿真系统主要由教员系统、系统模型以及学员系统三部分构成。首先根据教员系统的电网模型计算不同情况下的电力系统运行状态，然后将数据发送到学员系统，最后学员系统可以通过遥控和遥调的途径来控制电力系统。该过程可以模拟电力系统生产、传输和运行的全过程。

（1）教员系统

该系统主要功能有：生成教案并管理教案、制作子教案并管理子教案、控

中国知网　https://www.cnki.net

制整个仿真过程、处理突发事件以及对培训的过程进行评估等。在培训仿真系统中，教员通过系统准备教案，并可以调控调度运行人员在培训中所经历的整个培训过程，同时调度培训人员可以在教员台上随机地设置突发事故，使其作为调度值班员的角色进行训练，也可以执行任何调度培训学员所下发的命令，在调度运行人员培训结束后，培训系统可以对学员在培训中的调度运行能力作出较为合理的评价。

（2）电力系统模型

可以在建模中实现准确的电力系统稳态模型、继电保护模型以及电力系统故障模型等。

（3）学员系统

该系统可以实现数据采集、监视以及能量管理系统的功能，并可以用于能量管理系统的培训，同时能为运行人员创造出较为真实的环境，从而取得较为明显的培训效果。

2. 系统特色

根据贵州地区电网的特点建立了一套符合贵州电网特色且具有健全功能的系统，这套系统功能齐全、具有较强的实用性，主要表现有：

1）只需要对一套数据界面进行维护，简单方便。

2）功能齐全、实用性强，该系统真实地模拟了贵州电网的设备、数据采集和监视及能量管理系统，实现了安全、分析及培训中的功能。

3）实现了系统单保护定值到调度员培训系统自动录入电网的保护参数，确保了培训系统与贵州实际电网的高度一致性，提高了仿真的准确性，降低了保护数据维护的工作量。

4）制作教案的过程更为方便，系统中的教案是完全根据初始化条件和子教案组成的，通常情况下系统的初始条件根据电力系统的实时运行状态、电力系统的历史潮流生成，但在偶尔情况下也可以根据培训的过程来生成。

5）具有新颖的评分功能，评估中的基准分由教员根据教案的难易程度来确定，在培训过程中计算机根据电网的供电可靠性、电能质量等方面内容自动打分，并最终给出一份报告来体现分数。

系统应用

1. 概述

贵州电网主要由500 kV/220 kV/110 kV/10 kV等电压等级组成，具有广泛的电源点分布、复杂的电网结构和多样化的运行方式等特点，2010年贵州电网最大负荷为3×515 MW，是一个具有非常典型代表的特大型区域供电系统电力网。本文中所分析的贵州电网调度员培训仿真系统的相关配置如图2所示。该培训仿真系统主要由教员系统和学员系统构成，其中，教员系统为Sun flower 5000工作站，通常放在教员室中；学员台为Sun flower 3000工作站，通常放在学员室中。另外该调度员培训仿真系统还配备了大屏幕投影，主要由一台投影仪模拟调度室组成。一体化系统由培训仿真系统与TM2000EMS交互组成，通常跟能量管理系统在同一个网段上运行，所以可以构成一个较为独立的能量管理系统/培训仿真系统的局域网。由图2可知，将TM2000EMS与贵州电网的信息采集及监视系统相连；初始教案由能量管理系统每隔半小时自动为培训仿真系统生成。

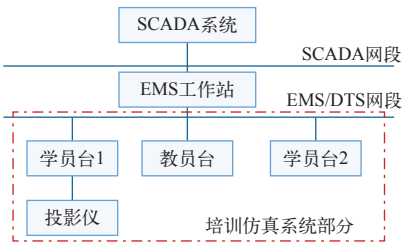

图2 贵州电网调度员培训仿真系统示意图

多年来经过贵州电网科技工作者的不断完善，该培训仿真系统的模块所体现的各功能正常工作，运行工况基本稳定，在实际运行中得到了积极的应用，特别是在高峰负荷的事故演习、运行人员培训和继电保护整定计算等诸多方面都取得了良好的应用效果。

2. 夏季高峰负荷的事故演习

夏季高峰负荷的事故演习在贵州地区会按照规程的要求每年例行举办一次。从2010年开始已经连续6年在能量管理系统/调度员培训仿真平台上成功地实现了应用。

中国知网 https://www.cnki.net

首先，在能量管理系统中根据上一年的运行方式提出新一年年度的运行方式，一系列即将投入生产的发电机、变电站的主变压器和电力系统内的相关输电线路是建模的基础；其次，选取系统内较为典型的历史电网运行数据作为基本分析点；最后，找到初始教案的方法，将调整后的历史某一阶段的电网潮流计算结果作为教案组成部分，并由此依据每年所制定的年度电网运行方式中所给定的夏季高峰负荷时最有可能出现的薄弱环节，结合贵州电网中所发生的可以代表其特点的事故来设置一些特定的故障，由此可以灵活地提出夏季电网高峰负荷时电网的事故演习题目。

只要根据年度运行方式调出夏季最大运行方式的潮流数据，并将此潮流作为调度员培训仿真系统初始教案的基本依据，在此基础上就可通过设置调度员所想到的任何故障状态进行恢复演习操作。在演习中，当每一种状态的故障出现时，培训的学员可以在调度运行培训系统的学员系统工作站中看到任何运行情况下的电力系统潮流，并在所模拟的跟真实环境完全一样的系统中进行电网的事故处理。由于本演习主要通过离线的方式来实现，所以演习过程对电力系统的现场运行情况完全没有影响。运行人员通过事故演习，不但提高了调度员处理系统事故的能力，也提高了电源点发生事故时的交互协调能力。

3. 调度员的培训和晋升考试

调度员培训仿真系统可以模拟多种出现的电网事故，且可以真实地模拟线路、变压器等电气设备可能发生的各种不同类型的故障。在培训过程中，培训人员可以在电力系统的物理模型中依据教员系统进行各种类型的故障设置，从而可以灵活和方便地改变电力系统运行状况。同时，培训学员也可利用学员系统对真实电力系统遥控和遥调的各种功能进行模拟培训学习，对电力系统模型计算产生的电网各种状态进行控制，也可模拟电力系统的真实调度，并以此恢复训练演习。对于新调度员来讲，可利用调度员培训仿真系统提供与现实状况无异的真实环境，尽快熟悉贵州电网结构，并熟练掌握各种方法以便处理事故；同时也可以利用系统中所提供的培训对学员进行评估打分，做到定期对调度员进行晋升考试。

4. 继电保护研究

调度员培训仿真系统提供了与现场无异的保护仿真，可以模拟出电力系统所配备的各种保护功能。其中，培训仿真系统中的逻辑仿真与贵州电网的保护规程完全一致，具有很强的地方特色。

结束语

贵州电网调度员培训仿真系统的开发原则是将贵州电网的结构结合起来，该系统是一套功能齐全、实用性很强且符合贵州电网特色的培训仿真系统。近年来，贵州电网科技工作者所开发的调度员培训仿真系统在电网事故演习、调度员晋升考试以及继电保护定值计算等方面的仿真分析研究中取得的应用效果有目共睹，该系统目前已成为贵州电网调度运行人员不可缺少的支撑应用性工具，有效地提高了贵州电网的安全稳定运行水平，并大大提高了贵州电网的经济水平。

参考文献

[1] 国家电力调度通信中心，湖南电力调度通信局. 电网调度自动化与信息化技术标准 [M]. 北京：中国电力出版社，2000：215-227，345-349.

[2] 吴文传，张伯明. 支持 SCADA/EMS/DTS 一体化的图形系统的研究与实现 [J]. 电力系统自动化，2001 (4) .

[3] 周良才，王健. 新型电网联合培训仿真系统的开发运用 [J]. 华东电力，2013，41 (1)：81-84.

[4] 王珂，杨胜春，李峰，等. 区域电网DTS联网演习系统的研究及应用 [J]. 华东电力，2011，39 (1)：129-131.

[5] 郭子明. 调度自动化系统的安全防护问题 [J]. 华北电力技术，2004 (7) .

（收稿日期：2015－02－10）EA

中国知网 https://www.cnki.net