

Study on the Experiment Teaching Reform of Electrical Engineering Based on Digital Experiment Platform

Wanwan Xu*, Bin Wang, Qi Wang

College of Information Science and Technology, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan Hubei
Email: rosywan0114@163.com

Received: Apr. 20th, 2019; accepted: Apr. 30th, 2019; published: May 7th, 2019

Abstract

In order to meet the goal of cultivating wide breadth and compound talents, combining with the rapid development of modern power industry, the traditional physical experiment and modern information technology are integrated to form a new digital experimental platform system for electrical engineering, which is convenient for secondary development of students and explores the teaching reform scheme of experimental teaching.

Keywords

Modern Information Technology, Digital Experimental Platform, Secondary Development, Teaching Reform

基于数字化实验平台的电气工程 专业实验教学改革研究

徐万万*, 王 斌, 王 琦

武汉科技大学信息科学与工程学院, 湖北 武汉
Email: rosywan0114@163.com

收稿日期: 2019年4月20日; 录用日期: 2019年4月30日; 发布日期: 2019年5月7日

摘 要

针对武汉科技大学培养宽口径、复合型人才为目标, 结合现代电力工业的迅速发展, 将传统的物理实验

*通讯作者。

与现代信息技术融为一体, 形成一个新型电气工程数字化实验平台体系, 方便学生二次开发, 并探索实验教学改革方案。

关键词

信息技术, 数字化实验平台, 二次开发, 教学改革

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 引言

新世纪以来, 数字化技术日益广泛应用于人类生活各方面, 信息社会对人才的能力和素质提出了更高的要求。现阶段, 新能源发电技术已经成为许多高校的研究热点问题, 我国相关的研究和实验系统建设多局限于理论研究, 而纯物理平台往往投入后无法修改结构, 不能满足多种研究的需要, 为了协助高校师生对新能源发电的研究和检测, 建设优秀的电气数字化实验平台, 特别是新能源发电方向的新型数字化平台将至关重要。

目前, 对新能源发电数字化系统的构建方案和与实践教学对接的研究较少, 本文根据近一年的实际建设经验和教学积累梳理和总结, 为今后类似平台建设的规划和发展奠定基础。

2. 实验平台建设必要性

2.1. 传统物理电气实验平台建设现状

美国 CERTS 组织最先提出把规模较小的分散独立系统, 如燃气轮机、光伏发电、风力发电、电池、电力电子设备等并在一起直接与用户相连形成微电网系统, 大大减少了输电损耗和费用, 保证了本地电压稳定和用电不间断, 与大电网并联运行时, 可以看作电网的可控单元, 当大电网断电, 也可以独立运行保证本地用户用电, 提高了供电可靠性[1] [2]。

在新能源发电系统实验室建设方面, 各发达国家已经完成很多项目建设。最早美国 CERTS 组织 2001 年在威斯康星大学建立了系统容量为 200 KW, 电压等级 280 V/480V 的新能源发电系统, 2003 年日本清水公司与东京大学联合开发分布式供电控制系统。2005 年欧洲提出“聪明电网”计划, 目前已经建立了系统化的微电网技术体系, 同时建立了 10 余个微电网示范工程。

在新能源发电平台建设领域, 相对国外实验室或示范工程, 我国的差距较为明显, 一是规模非常有限, 如杭州电子科技大学新能源发电系统主要能供应两栋教学楼; 二是缺乏实际应用, 缺失针对某地区用户的实际运用。2015 年 7 月, 国务院批复同意设立《河北省张家口可再生能源示范区发展规划》, 同意设立张家口可再生能源示范区, 根据规划, 到 2020 年, 张家口示范区 55% 的电力消费来自可再生能源。这预示着我国正在逐步弥补与国外在新能源发电规模和应用上的差距。

2.2. 建设的必要性

2008 年初的冰雪天气导致我国发生大面积停电, 暴露了我国现有网架结构在供电可靠性上的缺陷[3], 新能源发电以其灵活的接入方式, 能够保证恶劣天气下的供电, 可以作为现有骨干电网的必要补充, 反观新能源发电技术从提出到现在的近 15 年里, 我国在该技术上的突破仍然欠缺, 尚处于起步阶段, 如果

需要大规模应用, 还有很多技术难题有待解决, 如电能质量问题、储能容量优化问题等。

与此同时, 随着新的电改方案逐步落实, 国内智能型新能源发电建设逐步开展, 我国在“十二五”期间新能源发电的市场规模随智能电网的建设, 年均增长率在 8%左右。2015 年能源局发布《关于推进新能源发电示范项目建设的指导意见》进一步提出了加快推进新能源发电示范工程建设的机制[4]。

因此, 建立数字式新能源发电系统实验平台是加快相关人才储备, 增强国家专业科研实力的有效方法[5]。

武汉科技大学自动化专业成立于 1958 年, 经过近 60 年的发展和积累, 于 2012 年在信息学院成立电气工程及其自动化专业, 形成了电气工程与自动化相结合, 强电与弱电相结合, 电力与信息技术的特点, 因此结合已有的自动控制、信息处理、通信等技术与新的电气工程技术, 发展智能型新能源发电系统, 实现学科交互研究和技术共享, 是一项具有重要意义的工作。

3. 新能源发电数字实验平台建设

新能源数字发电实验平台建设主要分为三个阶段, 前期规划与设计阶段、建设阶段与运行阶段, 其中运行阶段分为调试运行和实践教学两个阶段。

3.1. 实验平台规划与设计

新能源数字发电实验平台是以电气工程及其自动化专业的人才培养方案、国家现有政策以及科学的发展规划为依据, 将培养学生创新能力、实践能力和综合素质为复合型人才作为主要目标, 因为是一个实际的电力系统, 所以必须强调在保证学生安全用电的基础上, 能够最大的发挥学生的主动性和创造性, 与传统企业或电网公司追求最大发电利益不同, 在本系统规划初期, 必须将系统的再开发能力列入主要的技术指标中。

根据上述主要要求, 建立数字化新能源发电应用平台主要功能包括: 1) 建立标准的新能源发电关键设备检测平台, 确保能够接入自主研发设备, 即插即用, 检验所研发设备的各项性能; 2) 建立的分布式发电接入配电网后, 可以通过控制单元实现微电源、负荷、除能系统等设备的运行状态, 实现负荷的多种形式可靠性供给, 其中控制单元可以提供二次开发接口。

3.2. 实验平台的特点与功能

根据前期的规划和建设后期的验收情况, 本实验平台的重要特点及功能包括:

1) 实验平台为开发性平台, 后期兼容性强, 可以兼容各厂家的关键设备或自主研发设备, 实验了新能源发电智能化、高效经济运行的试验验证。利用建成的实验应用平台, 能够开展光伏发电、风力发电等新能源并网关机技术应用, 为多能互补、分布式电源并网、主动配电网等关键技术的研究提供了完整的实验平台。

2) 中央控制器可二次开发, 基于应用平台 EMIDE 软件开发控制系统算法, EmIDE 支持多种不同类型的项目, 包括 C、C++项目类型, 界面如图 1 所示。

3.3. 实验平台的扩展

学院引进 RTLAB 半实物仿真平台如图 2 所示, 将实际逆变器 - 电机 - 传感器代之以其实时模型, 与实际控制器构成闭环测试系统, 系统回路中具有实际控制计算机及接口硬件, 因而称为硬件回路。将 MATLAB/Simulink 建立的动态系统数学模型直接应用于仿真、控制、测试领域, 实现新能源发电技术中控制系统设计, 实时仿真, 快速原型与硬件在回路测试的全套解决方案。

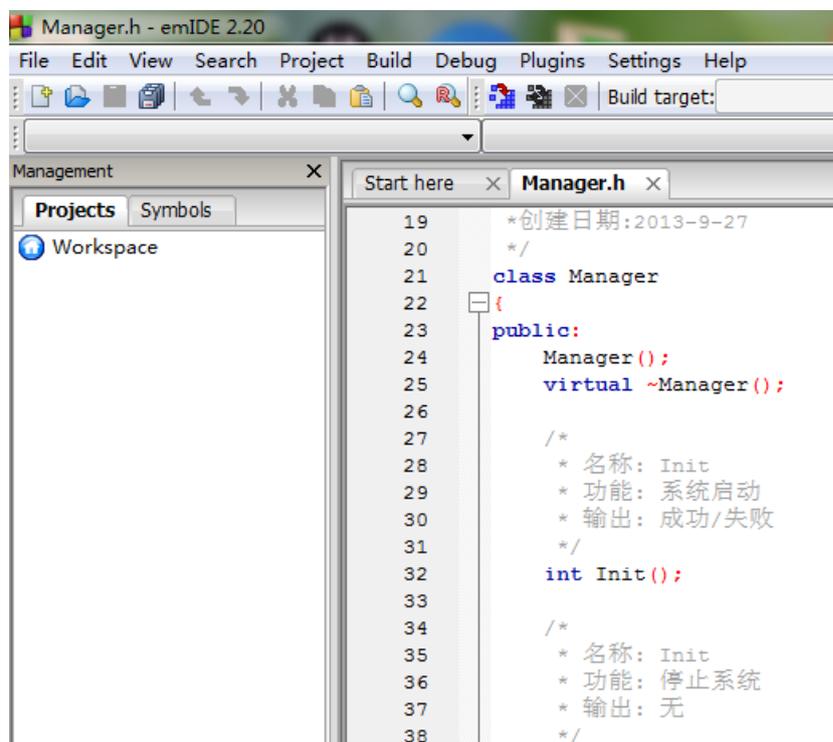


Figure 1. EmIDE develop interface

图 1. EmIDE 开发界面



Figure 2. RTLAB hardware in the loop simulation

图 2. RTLAB 半实物仿真平台

4. 新能源发电数字平台的实验教学研究

4.1. 实验教学方案

该平台主要针对高年级本科生和研究生开展实验教学工作。对高年级本科生层次，开设的实践形式包括：演示性实验、验证性实验与仿真设计类实验，实践方式包括：多媒体现场演示、展示屏动态数据显示、实际测量、基于 Matlab/Simulink 或 RTLAB 自主仿真设计。开设的实验项目有：新能源发电主系统结构认知、智能型新能源发电运行实验、基于仿真软件的新能源发电仿真设计。

研究生层次的实践教学主要针对电力电子及电力传动方向的硕士研究生和博士研究生，在已经具备了电气工程相关知识的基础上，对本层次的教学目的是培养学生创新意识和独立实验能力，为毕业设计做准备。通过这一层次的实验教学，将本实验室的功能发挥最大化，真正培养硕士研究生的科研能力。

对硕士研究生开展的实践教学以学生为主体, 实验老师辅助的形式, 根据各研究生的研究专长, 进行分组, 每组 3~4 人, 主要开展的实验项目包括: 新能源发电交、直流混合模式运行、并离网转换实验、关键设备结构与控制算法分析、通过实测数据建立新能源发电系统的数学模型等。

研究生层次学生需要熟练掌握系统的启动、停止、监控和故障查询等基础工作, 通过对新能源发电系统更专业的分析, 提高学生实际解决问题的能力, 在实际运行中, 需要学生对设备存在的问题提出创新性修改, 如修改重要数据导出程序等。通过团队合作完成实验任务, 培养学生合作能力, 也可以根据各研究生申请的科研项目, 实验老师有针对性的指导, 重点培养学生独立开展创新性实验的能力。

4.2. 教学与科研融合

数字式新能源发电实验平台隶属于电气工程系部, 从系部成立以来, 系部多位教师一直专注于新能源发电系统的研究, 积累了非常丰富的理论研究基础, 研究范围涵盖微电源仿真与实现、现代电力电子技术研究、电能质量监测与治理研究、大规模电储能的新能源发电控制系统研发等。

系部尤其重视实验室平台的教学与科研同步, 将新的方法应用到已有的实验平台中, 系部老师利用该实验平台自主研发的主要项目包括: 新能源系统有源电力滤波器设计、基于 EEMD 与 HT 算法的电能质量研究、磁控并联电抗器铁心直流偏磁动态磁通测量方法研究以及后期打算着手研发的燃气轮机模拟系统设计等。教师的科研成果一方面充实了实验平台已有的功能, 另一方面也可以转化成学生的实验教学内容, 拓宽了学生的知识面, 提升本实验平台的实践教学水平。以电能质量研究为例, 现在利用平台的实验数据, 自主开展了多种改进算法的谐波间谐波研究实验, 很多硕士研究生通过实验训练撰写并发表出学术论文。

武汉科技大学电气工程系部在与自动化相结合的领域有鲜明的特色, 对外的合作交流主要表现在两个方面, 一是与电力行业企业保持长期合作, 在企业设立实习基地, 如 2012 年派教师进入与大力电工进行新能源发电相关的博士后课题研发; 2013、2014 年连续两年组织电气相关硕士研究生暑期深入企业实习, 并获得校暑期实践优秀奖; 二是与国内外高校交流学校, 连续多年派优秀教师赴美国港桥大学等学校交流学习。利用已有的实验设备, 系部与其他兄弟院校长期保持有效合作, 派出有丰富实践经验的老师解答其他院校老师的技术问题或共同进行科研项目的实验。

考虑到以往高校实验室管理效能较低的因素, 本实验平台从建设初期就从人员培训、科学规范化管理、实验室信息化建设等多个方面改进, 争取早日实现高新实验室资源共享。

5. 结论

目前我校电气工程系正在对数字化新能源发电实验改革进行积极实践和探索。有些尚在逐步建设中, 但也足以展示数字化平台对物理电气工程实验教学所产生的巨大而深刻的影响。希望更多的电气工程教师投入到这项探索和研究中, 全面深入地创建数字化实验平台, 把我国高校电气工程实验教学现代化推向更高的水平。

基金项目

武汉科技大学实验专项基金: 2018x070, 武汉科技大学研究生教改项目: (2016-23)。

参考文献

- [1] Cañizares, C.A. and Palma-Behnke, R. (2014) Trends in Microgrid Control. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 5, 1905-1906. <https://doi.org/10.1109/TSG.2013.2295514>

-
- [2] 唐西胜, 邓卫, 李宁宁, 等. 基于储能的可再生能源微网运行控制技术[J]. 电力自动化设备, 2012, 32(3): 99-107.
- [3] 邵德军, 尹项根, 陈庆前, 等. 2008 年冰雪灾害对我国南方地区电网的影响分析[J]. 电网技术, 2009, 33(5): 38-39.
- [4] 国务院网站. 国务院批复同意设立河北省张家口可再生能源示范区[EB/OL].
http://www.gov.cn/xinwen/2015-10/14/content_2946467.htm, 2015-10-14.
- [5] 刘一欣, 郭力, 李霞林, 等. 基于实时数字仿真的微电网数模混合仿真实验平台[J]. 电工技术学报, 2014, 29(2): 82-91.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-729X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ae@hanspub.org