

批准立项年份	2015
--------	------

国家级虚拟仿真实验教学中心年度报告

(2019年1月1日——2019年12月31日)

实验教学中心名称：电气工程与自动化虚拟仿真实验教学中心

实验教学中心主任：王成山

实验教学中心联系人/联系电话：袁浩/13516248559

实验教学中心联系人电子邮箱：cswang@tju.edu.cn

所在学校名称：天津大学

所在学校联系人/联系电话：陈胜蓝/022-85356053

2020年1月5日填报

第一部分 年度报告编写提纲（限 5000 字以内）

一、虚拟仿真实验教学资源

（一）虚拟仿真实验教学资源建设情况

电气工程与自动化虚拟仿真实验教学中心依托天津大学电气自动化与信息工程学院，依照“一体两翼”的实验教学组织结构建设。为实现学校“2030 行动计划”发展目标，推进“三全育人”，落实“五育并举”，并主动应对人才需求的新要求，推动“新工科”建设，按照新工科建设天大模式“六新”要求，面向未来设计人才培养体系，在“三三制”实验教学体系的基础上开拓创新，中心借助现代虚拟仿真技术，将以往因实验教学资源有限、运行维护成本高、场地限制、高危险性以及属于学科前沿技术而难以开设的教学实验内容虚拟化，构建了三平台、多层次、一体化虚拟仿真实验教学体系，如图 1 所示。

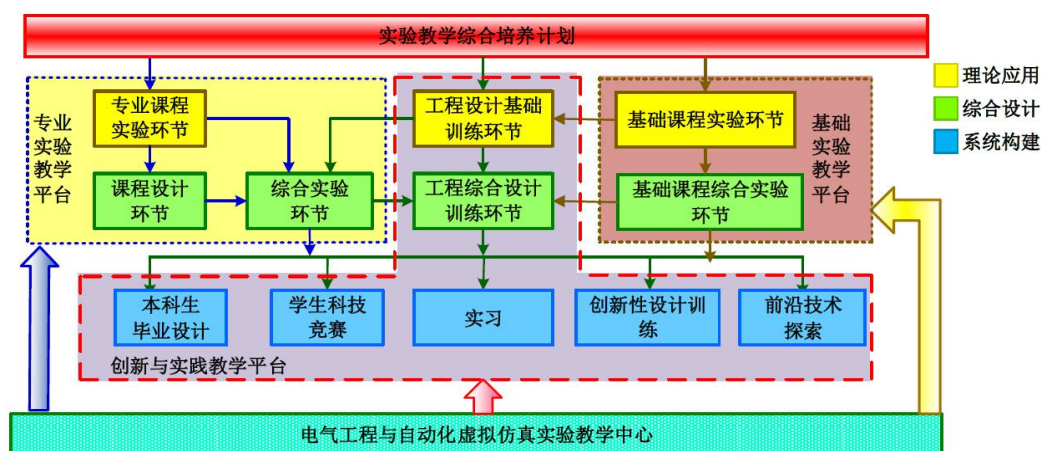


图 1 “三三一”虚拟仿真教学体系

中心结合电气信息类相关专业本科教学大纲，通过构建“三平台”的实验教学资源，支撑**专业核心课程**的教学工作。中心相继开发了高压、微电网、卫星通信、多相流、机器人技术等虚拟教学资源，扩充了电机学、数字电路、模拟电路等专业基础实验，提升了变电站、生产线等专业综合实验，完善了实验教学体系，将实验灵活配置，提高了实验效率以及学生兴趣。在此基础上，面向**学科前沿教学内容**，中心整合科研成果，建设“海陆空天机”能反映学科特点的教学资源；针对电气工程的行业特征，实现“发输变配用”的电力全过程虚拟仿真教学。通

过虚拟仿真实验教学资源的运用,实验教学内容与科学研究、技术发展结合得更加紧密,学科优势资源服务教学能得到更有效地落实,以虚实结合、互为补充的实验教学模式提升了实验教学效果,使得毕业生的知识结构与社会需求更加吻合。

2019年,中心有5项虚仿项目获批**校级虚拟仿真建设项目**(油气水多相流过程检测与识别虚拟仿真实验、卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验、深海仿生机器人控制虚拟仿真实验、分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验、面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目)。其中,分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验、面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目获批**天津市虚拟仿真建设项目**,并且分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验被推荐参加**国家级虚拟仿真实验教学项目**的评选。

表1 部分虚仿项目基本情况

序号	课程名称	上课年级专业	实验项目名称	学时数	实验人数	是否为虚拟仿真项目	项目级别	级别认定文件名及文号
1	分布式发电与微电网技术	2016级电气工程及其自动化	分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验	4	56	是	省级	津教政办【2019】69号
2	生产实习	2016级自动化	面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目	4	60	是	省级	津教政办【2019】69号
3	卫星通信	2016级通信工程/电子信息工程	卫星通信虚拟仿真项目	6	37	是	校级	关于公布第三批校级虚拟仿真实验教学项目的通知
4	移动机器人技术基础	2016级自动化	深海仿生机器人控制虚拟仿真实验	4	60	是	校级	关于公布第三批校级虚拟仿真实验教学项目的通知
5	检测技术基础	2017级自动化专业、求是学部	多相流虚拟仿真实验	2	174	是	校级	关于公布第三批校级虚拟仿真实验教学项目的通知
6	电气工程导论	2017级电气工程及其自动化	电力系统虚拟仿真实验	2	150	否	/	/
7	电机学	2018级电气工程及其自动化、自动化专业	电机学虚拟仿真实验	8	200	否	/	/
8	高压工程	2016级电气工程及其自动化	高压虚拟仿真实验	6	80	否	/	/

1. 分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验

《分布式电源与微电网技术》课程要求学生掌握太阳能、风能、生物质能等多种分布式能源发电基本知识,具备分布式发电系统和微电网的系统容量设计、设备选型、安装调试和运行维护能力。

分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验项目结合课程教学内容,依托独立型与并网型两类微电网典型案例,以微电网规划设计、能量管理、运行控制为主线,在此基础上模拟光照/风速扰动、模式切换等多种典型场景,开展实际微电网中受实验环境与条件约束的相关实验。



图1 分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验

2. 面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目

自动化专业《生产实习》课程面向本科四年级学生，以培养工程实践能力为目标，通过构建复杂自动控制系统，使学生掌握对专业知识综合运用的技能。课程依托面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目开展，教学内容既贴近工程实际、又符合高等教育教学规律。

面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目以天津大学三菱电机实验室工业生产线模拟实验装置为核心，创造性地采用了实体控制器+3D 仿真虚拟资源的“虚实结合”的教学方式，模拟运动控制系统与过程控制系统各分部作为生产工艺对象的虚拟仿真控制系统。

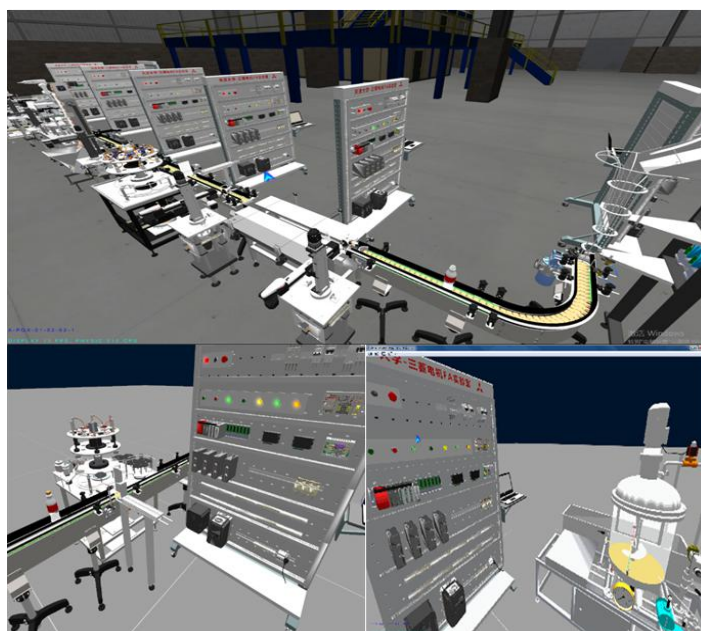


图2 面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目

3. 油气水多相流虚拟仿真实验教学资源

《检测技术基础》课程讲授压力、温度、流量、物位及机械量等自动检测知识，使学生掌握各种有关检测的原理和一些基本方法，并应用于工业测量系统。提供过构建油气水三相流实验装置，使教学环节与工程实际应用相结合，从而培养学生理论联系实际的能力。

在天津大学建设的油气水三相流实验装置上，开展了虚拟仿真流体实验研究，通过虚拟仿真实验，获取三相流的在线含率、流速等数据，学生可掌握不同工作原理的流量计在计量精度与管线布置要求上的不同，对多相流有直观的认识。



图3 油气水多相流虚拟仿真实验教学资源

4. 高压虚拟仿真实验教学资源

《高电压工程》课程通过讲授电气设备绝缘及其试验和电力系统过电压及其防护两个方面的基本概念和主要知识，使学生具备从事高电压技术工作的能力。课程实践环节依托高压虚拟仿真实验教学资源开展，使学生掌握高电压试验和绝缘预防性试验中常用的高压试验装置及测试仪器的原理与用法，并具有一定的高电压试验能力。

高压虚拟仿真实验教学资源以天津大学高压绝缘教研室高压电力设备局部放电检测与分析实验平台为基础，解决高压实体实验设备缺陷、实验危险性高等问题，完整掌握整个局部放电测量的步骤，提升模拟放电的直观性。

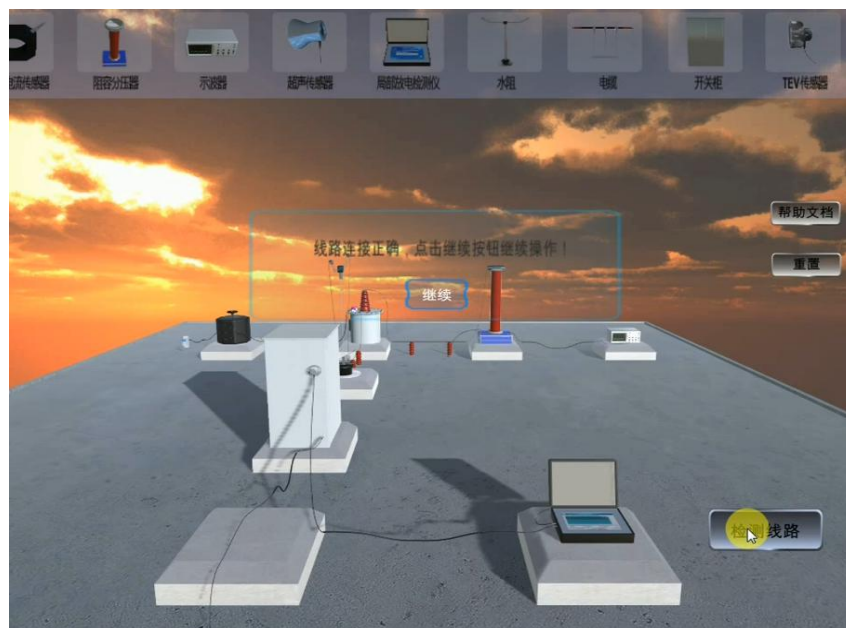


图4 高压虚拟仿真实验教学资源

5. 电力系统虚拟仿真实验

《电气工程导论》课程根据电气工程的理论、方法和技术在非电领域实际应用和发展状况，为学生讲授电气工程的基本理论、基本方法以及实际系统的理论和技术要点，以增强学生对未来技术发展的适应能力。

电力系统虚拟仿真平台实验作为《电气工程导论》的实践教学环节，帮助学生理解电力系统分析、电力系统保护与控制、电能生产过程、电力系统自动化等课程的基本概念，提高在电力系统调度、刀闸操作、事故处理等方面的技术水平，为继电保护装置、控制策略等研究提供验证手段。

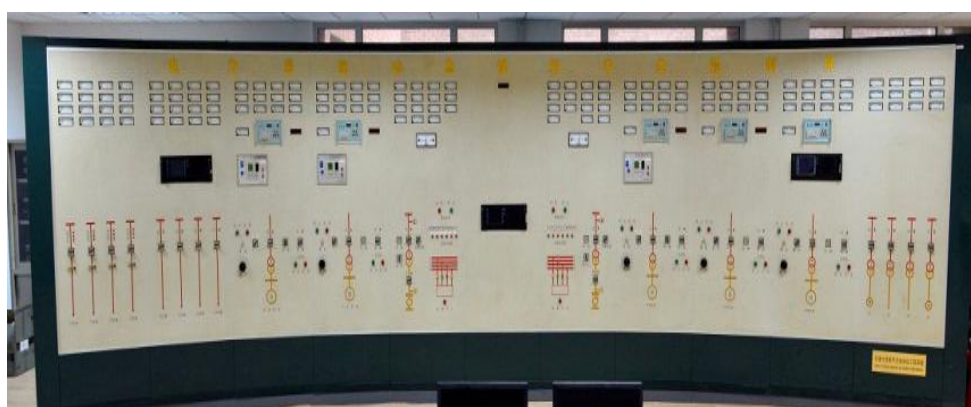


图5 电力系统虚拟仿真实验

6. 卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验

作为学习和掌握卫星通信技术的途径，《卫星通信》课程是非常重要的，课

程要求学生了解和掌握卫星通信的基本原理基本技术和系统组成,熟悉相关设备的工作原理,掌握它们的操作和使用方法。

卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验以通信原理、无线通信、移动通信、天线与电波传播等课程为基础,系统梳理有关卫星通信系统的相关知识,激发学生的学习兴趣 and 主动探索的积极性。

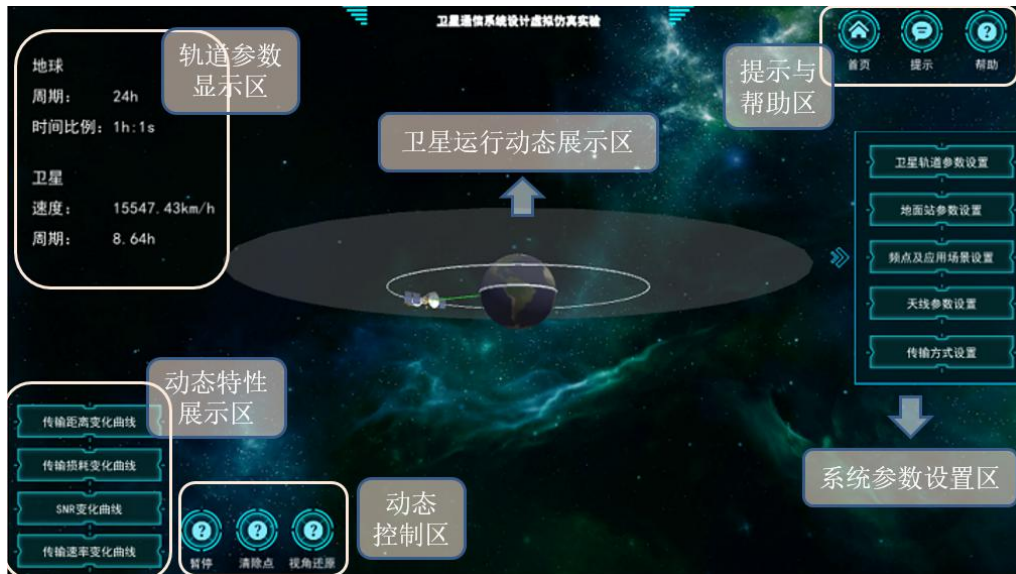


图 6 卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验

7. 面向深海区域混合结构探测的多关节潜器研发实验

《移动机器人技术基础》课程的任务是讲授移动机器人的基本概念、机器人组成、移动机理和运动学、定位及环境建模方法,以及常用控制算法等,使学生对移动机器人技术的基础知识有一个比较透彻的了解。

深海仿生机器人控制虚拟仿真实验结合《移动机器人技术基础》课程教学内容,以“探宝 1 号”多关节仿生机器人为被控对象,深海资源探测任务为指引,锻炼学生掌握仿生机器人路径规划、运动控制及轨迹跟踪等方面的知识。



图7 面向深海区域混合结构探测的多关节潜器研发实验

8. 电机学虚拟仿真实验

《电机学》课程是电气工程及其自动化专业的技术基础课，通过电机学课程的讲授使学生获得电机的基本理论、基础知识和基本技能，为学习专业课做好准备，也为今后从事有关的专业工作打下理论基础。

电机学虚拟仿真实验结合电机学基础课程，能够通过虚拟仿真，了解电机内部磁场分布及性能特性曲线，解决电磁场分布较为复杂且缺乏直观性的难题，帮助学生完成对电机学理论的全面而深刻的学习和认知。有助于提高学生的动手能力和实际分析问题的能力。

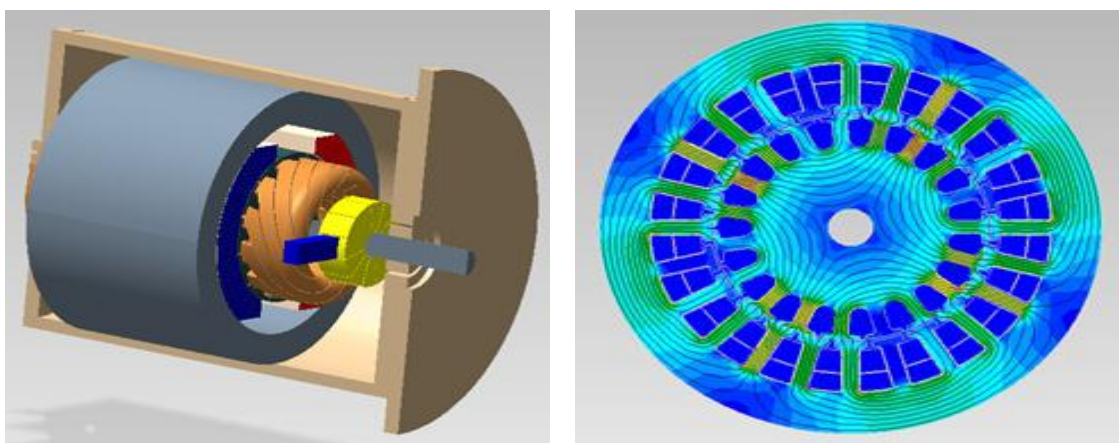


图8 电机学虚拟仿真实验

(二) 科研成果转化为实验教学内容情况

虚拟仿真实验资源与学院多个科研项目相结合，在实验软件、实验案例、项目开发等多个方面促进了科研成果向实验教学内容的转化，具体包括：

分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验为科研项目“微电网定制化能源供应关键技术及工程应用”转化为实验项目。面向深海区域混合结构探测的多关节潜器研发为科研项目转化为实验项目。面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目产为学研结合，三元协同的自动化专业人才实践教学体系建设转化项目。

油气水多相流虚拟仿真实验教学项目为科研项目“电容/电导/超声传感器”转化为实验案例。电力系统虚拟仿真实验为科研项目“虚实结合的电力系统实时仿真平台建设”、“基于移频分析和 FRTDS 的柔性直流输电系统实时仿真研”、“新型非接触式电磁检测传感器的研发”转化为实验案例。

（三）校企合作情况

电气工程与自动化国家级虚拟仿真实验教学中心自建设以来，与包括三菱电机自动化（中国）有限公司、宜科（天津）电子有限公司、北京润尼尔科技有限公司等七家企业建立了良好的合作关系，在网络建设、资源开发、平台建设、资源共享方面深度合作，达成 17 个合作意向，如表 2 所示。

表 2 校企合作基本情况

序号	合作单位	合作方向	备注
1	三菱电机自动化（中国）有限公司	边缘计算	双方达成合作协议，共同推进边缘计算在虚拟仿真实验教学环节的应用。
2	宜科（天津）电子有限公司	工业物联网	双方达成合作协议，共建基于工业物联网架构的虚拟仿真实验平台。
3	浙江求是科教集团	虚拟教仪开发	基于电气信息类实体教仪，双方协作开发虚拟仿真实验教学仪器。
4	北京润尼尔科技有限公司	共享平台建设	双方共同推广虚拟仿真实验教学研究成果。
5	北京格瑞纳电子产品有限公司	虚拟教仪开发	基于工业自动化设备，双方协作开发虚拟仿真实验教学仪器。
6	北京象新力科技有限公司	虚拟教仪开发	双方共同推进VR技术在教学环节的应用。
7	天津慧通科技有限责任公司	网络架构建设	双方协作完善虚拟仿真实验教学平台管理系统。

（四）资源共享情况

中心建设的多个虚拟仿真实验教学资源结合了线上与线下、虚拟与实体等方式，充分体现了虚拟仿真教学的优势，在资源共享方面取得了良好的效果。其中，分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验教学项目，本年度在国家虚拟仿真实验教

学项目共享平台上有近 8000 人次参与，平均评分接近满分（5.0）；卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验项目、油气水多相流虚拟仿真实验教学项目、高电压虚拟仿真项目在天津大学校级平台上，本年度有超过 750 人次的在线访问、操作，各项目也都取得了较好的反馈效果。



图 9 部分社会辐射活动

此外，在高等学校国家级实验教学示范中心建设研讨会、高教仪器设备展示会（高等学校实践教学改革与人才培养模式创新系列活动）、中国国际工业博览会、智能制造高峰论坛以及三菱电机自动化教育合作研讨会等活动的各类主题报告中，中心建设的虚拟仿真实验教学资源取得了较好的展示效果；在中心承办及参与的新工科创新工程教育探索与实践教学资源建设高级研修班、天津市高职院校国家级培训项目等培训中，虚拟仿真教学资源得到了各高等院校教师的一致好评。

在未来建设中，中心将建设满足面向全国乃至世界的示范性服务的网络环境，辐射“一带一路”，打造为学科交叉的精品实验教学项目，为“新工科”实践教学提供服务。

二、师资队伍

（一）队伍建设基本情况。

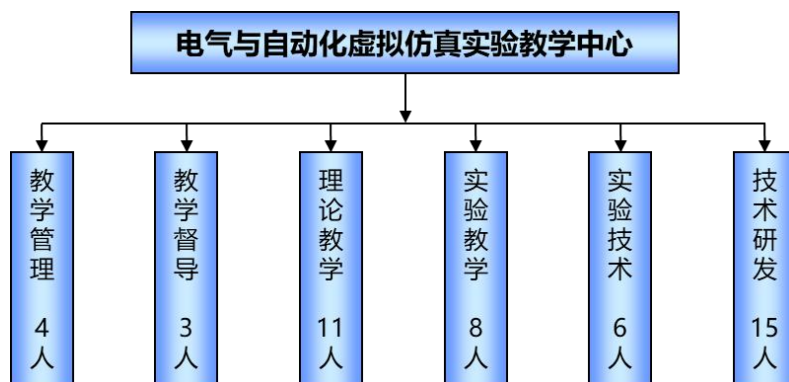


图 10 虚仿中心人员情况

虚拟仿真实验教学中心历经 5 年建设，发展为一支融合教学管理者（4 人）、教学督导专家（3 人）、理论课教师（11 人）、实验指导教师（8 人）、实验技术人员（7 人）和技术研发人员（14 人）为一体的 47 人实验教学队伍。队伍结构合理，专兼结合，优势互补，人员配备合理，教学效果和科研水平突出，在中心建设与发展过程中发挥了重要作用，保证了中心的正常运转。目前，中心主任由王成山教授（博导）担任，其中具有高级职称 22 人，中级职称 10 人，博士学历 16 人，硕士学历 15 人，本科及以下 16 人。

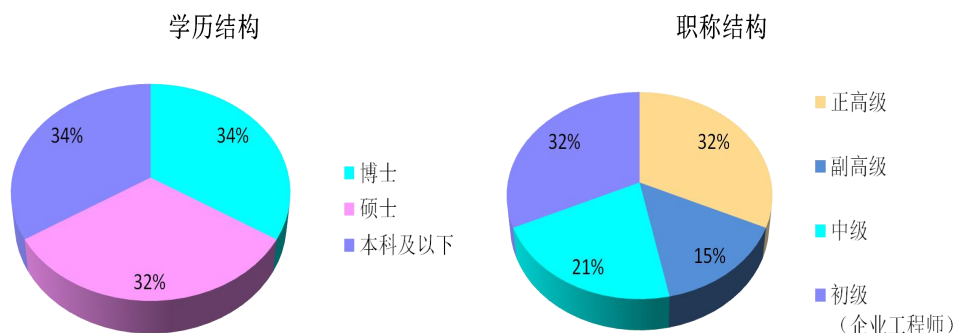


图 11 虚仿中心人员结构

（二）队伍建设的举措与取得的成绩等。

1. 加强师德修养

中心要求教师坚持正确政治方向，把立德树人作为教育工作的根本任务，以身作则、德行一致。通过举办座谈会、广泛邀请专家座谈等形式强化教书育人意识，使教师既有广博的知识，又保持良好的道德修养和崇高的精神境界，从而以完美的人格力量来影响、教育学生。

2. 拓宽、改进教师培养渠道和方式

中心健全教师培养体系，为教师提供多渠道、多层次、多形式的专业培训和教育教学培训，包括做访问学者、继续教育、进修、参加国内外学术会议、举办各种学术会议，邀请知名专家讲学等。鼓励现有在岗教师攻读博士，与国内外知名院校联合培养，提升教师的学历，改善师资队伍的血缘结构。

3.激励教师勇攀科学高峰，更新教学理念，深入开展教育教学改革

中心建立重业绩、重贡献的分配方案，鼓励教师钻研业务、开拓创新。设立教研、科研成果奖、论文奖。凡获得科技进步奖或在规定范围内的学术期刊上发表论文的教师均给予不同金额的奖励。

4.科学规范教学活动，促进青年教师的成长

中心邀请本单位退休教师及外单位教学专家成立教学专家督导组，独立开展教学监督工作，并对教学管理、师资培养等提出建议，对教师教学质量予以督导。同时，面向青年教师，定期组织技能规范化训练，确保教得规范、学得正确。

通过一系列建设措施，中心现有教师的年龄结构、职称结构、学历结构逐步趋于合理。中心师资队伍素质的提升有力地推动了我校电气信息类实验教学的发展，促进了教学质量的提高。

三、教学改革与科学研究

（一）教学改革立项、进展、完成等情况。

2019年度，中心获批教学改革项目21项，其中省部11级项（见表3），校级10项，发表教改论文3篇，出版教材1项。

表3 省部级教改项目基本情况

序号	项目/ 课题名称	负责人	参加人员	起止时间	经费（万元）
1	分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验	王成山	宋关羽 王智颖	2019.10-2020.09	10.00
2	面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目	王超	白瑞峰 于赫洋	2019.10-2020.09	10.00
3	物联网创新课程与实践体系建设	王超	白瑞峰 于赫洋	2019.01-2019.12	3.00
4	天津大学钢铁侠实践教学基地建设	靳荔成	袁浩 房朝辉 李祺 白瑞峰 于赫洋 韩洪洪	2019.01-2019.12	1.00
5	多参数耦合的复杂系统控制实验项目	白瑞峰	袁浩 房朝辉 李祺 白瑞峰 于赫洋 韩洪洪	2019.01-2019.12	3.00
6	基于工业物联网的智能实践教学平台	李祺	袁浩 房朝辉 李祺	2019.01-2019.12	3

			白瑞峰 于赫洋 韩洪洪		
7	智能微电网虚拟仿真实验教学项目	宋关羽	王智颖	2019.06-2020.06	3
8	基于信息类专业的“口袋实验室”实践课程体系的探索与研究	于赫洋	王超 白瑞峰	2019.06-2020.06	3
9	融合网络和虚拟技术的检测与过程控制综合实验研究	白瑞峰	于赫洋 靳荔成	2019.06-2020.06	3
10	网络化工业控制系统实验教学平台建设	韩洪洪	房朝辉	2019.06-2020.06	3
11	集成新能源的电力系统综合实践平台构建	宋关羽	王智颖	2019.06-2020.06	3

2019年7月，中国高校电工电子在线开放课程联盟授予天津大学电工学课程“联盟线上线下精品课程”称号（课程教师：王萍、路志英）。

（二）科学研究等情况。

2019年度，中心获批省部级以上科学研究项目16项。发表科研论文及专著总计52篇，其中SCI检索论文27篇，EI检索论文12篇；出版专著1项；获授权发明专利21项。获省部级科技奖两项，“综合能源微网调控关键技术及应用”获天津市科技进步一等奖，“微电网定制化能源供应关键技术及工程应用”获中国电力科学技术进步一等奖。

四、信息化建设

（一）信息化资源、平台建设，人员信息化能力提升等情况。

中心网址 <http://ealab.tju.edu.cn>: 3600，网站年度访问总量是9624人次，虚拟仿真实验教学项目8项。

2019年获批天津大学虚拟仿真实验教学项目5项，天津市虚拟仿真实验教学项目2项，一项被推荐参评国家级虚拟仿真教学项目。中心将不断完善虚拟仿真实验教学项目，加强信息化建设，将中心资源共享扩大范围，最终实现校内共享、校际共享和社会共享的覆盖范围。

为提升中心人员的信息化能力，中心人员积极参第五届全国物联网学院院长（系主任）年会暨第一届全国物联网人工智能高校联盟会议、2019年国家级实验教

学示范中心运行管理与可持续发展研讨会、第三届世界智能大会等相关会议。

（二）开放运行、安全运行等情况。

中心依托网络教学管理平台,将虚拟仿真实验教学资源开放和共享。现阶段,在线教学资源可支撑 18 门课程的实践教学工作,覆盖 70 余项教学知识点,在服务于本科教学的基础上,可应用于合作企业的培训项目。经统计,实践教学高峰期平台单日在线用户超 300 人,日均访问量超 1000 次,网络平台的运行促进了优质教学资源的共享,在教学中发挥了重要作用。此外,中心依托平台的信息管理系统,还承办了 2019 年天津市大学生学科竞赛--信息技术“新工科”工程实践创新技术大赛,保障了大赛的有序进行。

19 年中心参加安全教育培训 30 人次,且未发生安全责任事故。此外,中心针对的实验教学设备“虚实结合”架构的特性,采用 PDCA(策划、实施、检查、处理)理念的实验室管理制度。

策划阶段:(1)实验室安全制度建设须符合实验操作的需要;(2)调整实验室设备检修和更新周期;(3)落实安全管理责任,提出有效应急预案。

实施阶段:(1)成立安全责任小组,确定主要人员;(2)积极贯彻实验室认可准则和相关法律法规;(3)定期培训实验室成员,增强安全意识。

检查阶段:(1)确保全员、全过程、全方位安全管理;(2)科学管理方式助推安全实验。

处理阶段:总结和探讨实验室安全管理过程中出现的问题和经验,将整个安全管理过程中表现出的成功经验加以肯定,提升制度化,便于以后的学习参考;对于在实际安全管理过程中出现的实际情况不符的条例和制度,要勇于寻找原因,积极探索,寻找出正确的解决方法和改进方案。

五、虚拟中心大事记

（一）有关媒体对虚拟中心的重要评价,附相应文字和图片资料。

1、2019 年 6 月 3 日,在第 25 届国际供电会议上,中心主任作了题为《中国智能配电系统的发展及其挑战》的主旨报告,对虚仿中心及资源做了展示。

新闻网址链接:

<http://www.csee.org.cn/portal/xhwxgzdt/20190605/27296.html>



图 12 第 25 届国际供电会议主旨报告

2、2019 年 1 月，津云媒体集团拍摄的天津市两会宣传片“奔跑 2019”对天津大学三菱电机自动化实验室和面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目进行了宣传。



图 13 天津市 2019 年两会宣传片

3、2019 年 3 月 11 日，中心的创新创业师生团队荣登教育部高教司指导的致敬新中国成立 70 周年献礼院线电影-当我们海阔天空。

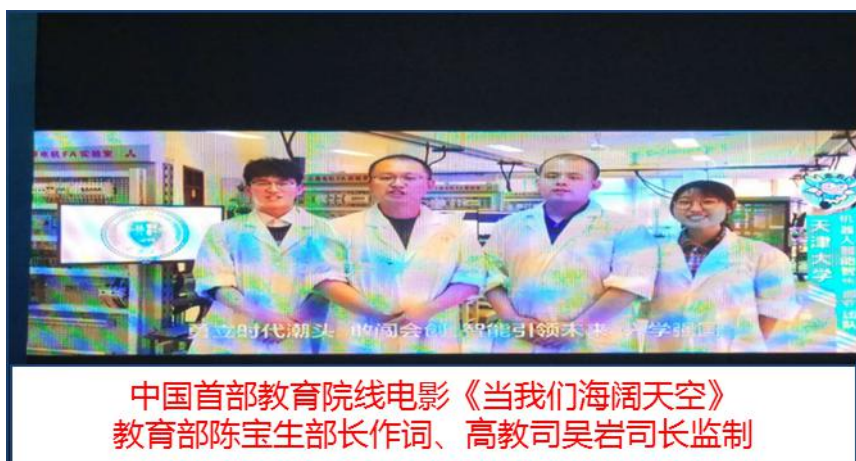


图 14 《当我们海阔天空》电影

4、2019年4月18日，由中国科学院物联网研究发展中心教育培训中心主办、中科智库物联网技术研究院承办的“第五届全国物联网学院院长年会暨第一届全国物联网人工智能高校联盟会议”在无锡隆重召开，中心教师代表于赫洋参加了会议并对中心情况进行了展示，天津大学被推选为理事单位。



图 15 第五届全国物联网学院院长年会

(二) 省部级以上领导同志视察虚拟中心的图片及说明等。

无

(三) 其它对虚拟中心发展有重大影响的活动等。

1、2019年3月31日，天津大学三菱电机自动化实验室在海棠季活动中对市民游客开放。



图 16 天津大学海棠季活动

2、2019年5月15日，第三届世界智能大会“构建人工智能时代的学习型城市”圆桌会议，实验中心教师李祺做了题为新工科建设视域下人工智能科研教学协同创新探索的报告。



图 17 第三届世界智能大会报告

3、2019年9月6日，钢铁侠高校负责人与天津大学自动化学院教学副院长刘丽萍、自动化专业主任邓斌以及电气与自动化实验中心教师在天津大学三菱电机自动化实验室交流讨论了人工智能课程建设以及实验设备更新等问题。



图 18 天津大学-钢铁侠产学研交流会

4、2019年10月14日，天津大学--三菱电机新工科建设产学研合作研讨会在天津大学26教学楼E区236会议室召开，三菱电机自动化(中国)有限公司e-factory 统括部部长水嶋一哉、技术企划部部长本村昭浩、高级工程师曾犇以及市场部主任杨弟平，天津大学自动化学院党委书记李继平、副院长刘丽萍、办公室主任姜秀莲、自动化系副主任邓斌、电气与自动化实验中心主任袁浩、自动化教授魏熙乐以及电气与自动化实验中心全体教师出席了会议，会议由袁浩主任主持。双方就共建实验室、新工科发展、人才培养等多方面进行了深入交流研讨，与会人员有的放矢，研讨热烈取得圆满成功。

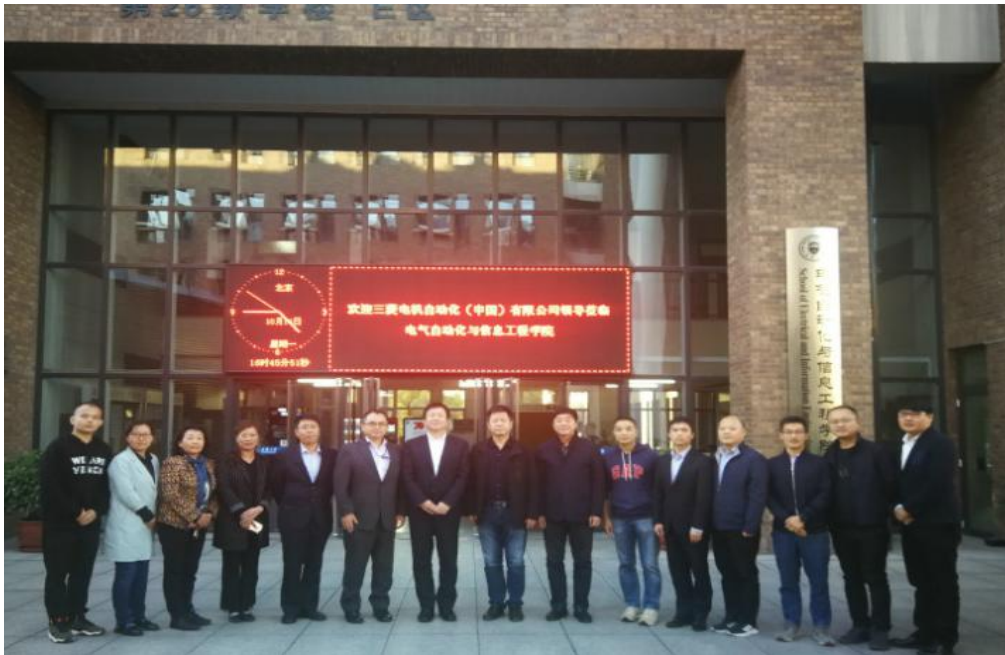


图 19 天津大学-三菱电机自动化产学研合作研讨会

5、2019年12月18日，三菱电机（中国）有限公司董事长富泽克行访问我校，校长助理刘宁会见了富泽克行一行。随后电气自动化与信息工程学院院长王成山、党委书记李继平等和富泽克行一行进行洽谈交流。为进一步推进与天津大学的深入合作，三菱电机集团将结合人工智能时代背景广泛调研，深度发掘产学合作内涵，共同探索人才培养新模式、新途径。



图 20 三菱电机富泽克行董事长访问虚仿中心

6、2019年12月27号，宜科（天津）电子有限公司实验室共建负责人与自动化学院董峰教授、电气与自动化实验中心教师在天津大学三菱电机自动化实验室就天津大学三菱电机自动化实验室升级改造问题进行交流探讨。



图 21 天津大学-宜科电子校企合作交流会

7、2019年12月29日，第六届北洋青年科学家论坛的青年学者参观了天津大学三菱电机自动化实验室。



图 22 北洋科学家论坛代表参观虚仿中心

六、示范中心存在的主要问题

中心虽然取得了一些成绩，但是由于一些方面的影响，在建设中也存在一些不足，主要是：

1、虚拟仿真中心专项建设经费较少，一定程度上制约了中心自身的发展。电气工程与自动化虚拟仿真中心自2015年建设，采取欠费建设方式，2016年拨款140万全部分配给了之前各项目欠费建设的资金。目前电气信息类虚拟仿真教学项目校级获批5项，市级获批2项，其中1项推荐申报国家级，未来电气信息

类虚仿项目的挂靠、运行与维护均需要虚仿中心平台的支撑，新技术使用与新项目的建设亟待对虚仿中心平台进行升级与维护，专项资金的缺乏，也限制了中心对虚拟仿真项目培育与管理。

2、虚拟仿真实验教学系统规划全面，设计合理，也培育了一些虚拟仿真项目，但开设课程与辐射还有待加强。

七、所在学校与学校上级主管部门的支持

1、不断加强中心消防安全的保障水平。定期组织消防安全检查，举办消防演习，增强安全意识，确保中心的安全运行。

2、强化激励约束机制，增强实验技术队伍的活力。按照学校分类考核的意见，学院制定了针对于实验技术系列的绩效考核与聘任办法，并与中心考核指标紧密对接，健全以业绩和贡献为导向的评价机制，调动了实验技术队伍积极性。

3、教务处及二级学院制定了针对虚拟仿真项目的专项支持经费，调动了教师的积极性，促进了虚拟仿真项目的建设与申报。举办专业培训，鼓励中心教师参加相关的全国性权威会议，提高业务水平。

八、下一年发展思路

1、不断完善虚实结合的电气信息类实验教学体系。2016年获批国家级虚拟仿真教学中心后，构建了三三一的教学体系。2020年中心将不断加强内涵建设，完善教学体系，充实教学内容和手段，为学生的全方位发展提供条件。

2、加强课程建设与虚拟仿真项目的辐射。中心将探索中心自主开课与教师联合开课等多种形式，中心拟对边缘计算、智能制造生产线设计、预防保全、智能能耗管理等多种先进技术，采取中心自主课程建设模式。针对运动控制、过程控制、计算机控制、智能控制等传统课程，采取与教师联合课程建设模式，提高虚拟仿真项目的辐射与课程使用。

3、加强信息化建设，探索虚拟与实体统一管理。2020年中心将加强信息化管理建设，实现优质实体教学资源和虚拟教学资源的统一有效管理及共享，在更大范围更深层次提高实验教学平台的信息化建设水平。

4、加强实验教学队伍的建设、资助与奖励机制。中心将探索中心自主设立实验教学研究项目，对从事实验教学的教师进行鼓励和资助，提高实验教学人员

积极性。

5、加强实验教学对外交流合作，提升业务水平。中心拟启动实验教学队伍成长系列活动，定期邀请教学督导、具有丰富经验的实验教学专家及相关管理人员对中心教师进行培训，提高业务水平和实验教学水平。加强对外交流合作，组织中心教师参加实验教学专业性会议以及与兄弟院校的交流，加强辐射。

注意事项及说明：

1. 文中内容与后面虚拟中心数据相对应，必须客观真实，避免使用“国内领先”“国际一流”等词。

2. 文中介绍的成果必须带有虚拟实验教学中心成员的署名。

3. 年度报告的表格行数可据实调整，不设附件，请做好相关成果支撑材料的存档工作。

第二部分虚拟中心数据

(数据采集时间为 2019 年 1 月 1 日至 12 月 31 日)

一、中心基本情况

中心名称	电气工程与自动化虚拟仿真实验教学中心					
所在学校名称	天津大学					
主管部门名称	教育部					
中心共享网址	http://ealab.tju.edu.cn: 3600					
中心详细地址	天津市南开区卫津路 92 号	邮政编码	300072			
固定资产情况						
建筑 面积	2223 m ²	设备总值	950 万元	设备台数	750 台	
经费投入情况						
主管部门年度经费投入 (直属高校不填)	万元	所在学校年度经费投入	35 万元			

注：(1) 表中所有名称都必须填写全称。(2) 主管部门：所在学校的上级主管部门，可查询教育部发展规划司全国高等学校名单。

二、教学资源情况

(一) 实验教学情况

序号	课程名称	上课年级专业	实验项目名称	学时数	实验人数	是否为虚拟仿真项目	项目级别	级别认定文件名及文号
1	分布式发电与微电网技术	2016 级电气工程及其自动化	分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验	4	56	是	省级	津教政办【2019】69 号

2	生产实习	2016级自动化	面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目	4	60	是	校级	津教政办【2019】69号
3	卫星通信	2016级通信工程/电子信息工程	卫星通信虚拟仿真项目	6	37	是	校级	关于公布第三批校级虚拟仿真实验教学项目的通知
4	移动机器人技术基础	2016级自动化	深海仿生机器人控制虚拟仿真实验	4	60	是	校级	关于公布第三批校级虚拟仿真实验教学项目的通知
5	检测技术基础	2017级自动化专业、求是学部	多相流虚拟仿真实验	2	174	是	校级	关于公布第三批校级虚拟仿真实验教学项目的通知
6	电力系统	电气工程导论	电力系统虚拟仿真实验	2	150	否		
7	电机学	2018级电气工程及其自动化、自动化专业	电机学虚拟仿真实验	8	200	否		
8	高压工程	2016级电气工程及其自动化	高压虚拟仿真实验	6	80	否		

注：(1) 项目级别：是否为国家级、省级、校级虚拟仿真实验项目。

(二) 科研成果转化为实验教学内容

序号	科研成果名称	完成人	转化方	实验教学内容	网络访问地址
----	--------	-----	-----	--------	--------

			式		
1	微电网定制化能源供应关键技术及工程应用	王成山	实验项目	<p>本虚拟仿真实验项目依托独立型与并网型两类微电网典型案例，以微电网规划设计、能量管理、运行控制为主线，采用3D技术模拟微电网中的分布式电源、储能、能量管理装置等实际软硬件平台及设备，更加直观地反映微电网的实际运行情况，将微电网暂稳态分析理论、参数设计理论等有机结合，在此基础上模拟光照/风速扰动、模式切换等多种典型场景，展实际微电网中受实验环境与条件约束的相关实验。</p> <p>知识点：共5个</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 微电网规划设计方法，包括功率平衡原则和能量平衡原则 2) 微电网能量管理方法，包括分布式电源、储能等控制策略 3) 微电网控制器参数设计方法 4) 微电网运行模式切换方法 5) 光伏、风机、蓄电池、柴发运行原理与动态特性 	http://119.23.40.38:13000/
2	面向深海区域混合结构探测的多关节潜器研发	孟庆浩	实验项目	<p>深海仿生机器人控制虚拟仿真实验从《机器人技术基础》课程中提炼知识点，以“探宝1号”多关节仿生机器人为被控对象，深海资源探测任务为指引，锻炼学生掌握仿生机器人路径规划、运动控制及轨迹跟踪等方面的知识。该实验助先进的虚拟仿真技术，打破了深海极端实验环境搭建难、实验成本高、海上实验危险性大等现实条件的制约，高度还原深海环境特征，学生在紧张刺激的深海探险寻宝任务中完成实验。</p> <p>共计4个环节，分别是深海环境与仿生机器人结构背景知识（实验课前完成，通过考核后方可进行试验）、深海仿生机器人路径规划、深海仿生机器人轨迹跟踪控制实验、探索创新训练（选做内容）。</p>	http://211.81.488.233:3600/
3	电容/电导/超声传感器	谭超	实验案例	<p>多相流虚拟仿真实验教学项目结合《检测技术》、《过程控制系统》等学科基础课程知识点，以实验观测为主，解决了流程工业中，如核工业、石油开采、锅炉冷却等过程常处于高温、高压、深海、深井等难以进行工况复现的条件的限制，可以快捷、简便的</p>	http://211.81.488.233:3600/

				<p>获得对关键工况条件下的流动特性等知识，有助于相关流程工业的设计、流体力学以及现代检测技术与过程控制技术的快速发展。课程包含 5 种流速的油体、8 种流速的气体和 4 种流速的水等情况下的仿真实验，通过实验分析，可掌握特定工况下的流态成因与参数关系，有助于对检测技术、过程控制、流体动力学等课程的学习以及对实际生产过程对象特性的直观掌握。</p>	
4	虚实结合的电力系统实时仿真平台建设	张炳达	实验案例	<p>电力系统虚拟仿真平台实验项目以《电力系统继电保护》、《电能生产过程》课程为基础，采用虚拟现实技术构建变电站仿真培训系统，遵循树型层次结构，以及有向无环图结构，依照实际变电站的空间约束和布局特点组织虚拟场景，重现变电站工作环境。</p> <p>实验包括变电站倒闸、电力系统故障分析、机电保护装置整定 3 个部分，帮助学生理解电力系统分析、电力系统保护与控制、电能生产过程、电力系统自动化等课程的基本概念。提高电力工人在电力系统调度、刀闸操作、事故处理等方面的技术水平。为继电保护装置、控制策略等研究提供验证手段。</p>	<p>http://211.81.488.233:3600/</p>
5	新型非接触式电磁检测传感器的研发	刘勇	实验案例	<p>结合电气工程及其自动化专业本科课程《电气绝缘导论》和《高电压工程》两门专业课的课堂教学，将课堂理论教学与虚拟仿真实验教学有效结合，通过引导学生学习高电压工程的基础理论知识，结合相关的理论内容针对性和计划性地开展虚拟仿真实验教学，让学生能够充分利用已经具备的高电压基础知识指导虚拟仿真实验</p>	<p>http://211.81.488.233:3600/</p>
6	产学研结合，三元协同的自动化专业实践教学体	王超	实验案例	<p>面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目结合《过程控制系统》、《可编程控制器》课程为基础，根据过程控制课程知识点，在虚拟仿真环境下完成实验过程，既解除了实验教学受实验室场地、时间的限制，也最大化避免了实体设备的损坏与危险情况的发生。不仅如此，虚拟仿真环境下，学生还可以完成由于实体设备限制而无法完成的内容。</p> <p>利用 PLC 实现控制算法，实现发酵罐内液位、温度、压力等参数的控制，采集并绘</p>	<p>http://211.81.488.233:3600/</p>

	系建设			制系统响应曲线，并可以对虚拟对象实验与真实对象实验的结果进行比较。	
7	卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验	高镇	实验案例	<p>卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验以《通信原理》、《无线通信》、《移动通信》、《天线与电波传播》等课程为基础，帮助学生系统梳理有关卫星通信系统的相关知识，动态展示卫星通信系统各部分功能、相互关系及对整体性能的影响，激发学生的学习兴趣 and 主动探索的积极性。</p> <p>实验需求在不同衰落设置情况下观察地面站附近的场景变化，结合传输距离变化和频点设置进行理论计算，记录 SNR 的最大/最小值，结合传输损耗变化、卫星天线参数和地面站天线参数进行理论计算，验证实验结果的正确性。</p>	http://211.81.48.233:3600/

注：(1) 转化方式：实验软件、实验案例、实验项目、其他。(2) 实验教学内容：详细填写对应的转化后的实验教学项目面向本科专业开展虚拟仿真实验具体教学内容，包括实验知识点，实验目的、面向专业、人数、学时数等相关内容。

(三) 合作企业参与程度和成果

序号	企业名称	参与程度	参与方式	合作成果	访问网络地址
1	北京润尼尔科技有限公司	共建	联合开发	虚拟仿真实验项目	http://211.81.48.233:3600/
2	北京格瑞纳电子产品有限公司	共建	联合开发	虚拟仿真实验项目	http://211.81.48.233:3600/
3	北京象新力科技有限公司	共建	联合开发	虚拟仿真实验项目	http://119.23.40.38:13000/
4	三菱电机自动化(中国)有限公司	共建	联合开发	虚拟仿真实验项目	http://211.81.48.233:3600/
5	浙江求是	共建	联合开发	虚拟仿真	http://211.81.48.233:3600/

	是科教设备有限公司		发	实验项目	
--	-----------	--	---	------	--

注：(1) 参与程度：共建、共享、其他方式。(2) 参与方式：联合开发、联合共建、技术服务、其他。(3) 合作成果：专利、著作权、虚拟仿真实验项目、在线课程、其他。

(四) 教学资源共享的范围和效果

序号	教学资源名称	共享单位名称	共享方式	参与人数	效果
1	分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验教学项目	国家虚拟仿真实验教学项目共享平台	在线使用账户访问	7664	优秀
2	卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验	天津大学	在线使用账户访问	60	优秀
3	油气水多相流虚拟仿真实验教学项目	天津大学	在线使用账户访问	500	优秀
4	高电压虚拟仿真	天津大学	在线使用账户访问	651	优秀

注：(1) 共享方式：在线直接访问、在线使用账户访问、校内访问、其他。(2) 参与人数：除本校学生使用之外的共享资源使用人数。(3) 效果：优秀、良好、一般。

三、队伍基本情况

(一) 本年度固定人员情况

序号	姓名	性别	出生年份	职称	职务	工作性质	学位	备注
1	王成山	男	1962	教授	院长、主任	管理	博士	长江学者
2	袁浩	男	1959	研究员	常务副主任	管理		
3	王超	男	1973	教授	副主任	管理	博士	博导

4	孟庆浩	男	1968	教授	创新与实践 实验平台主 任	教学	博士	博导
5	王 萍 (大)	女	1955	教授	基础实验平 台主任	教学	硕士	博导
6	左志强	男	1973	教授	创新与实践 平台副主任	教学	博士	博导
7	邓斌	男	1979	教授	专业综合平 台副主任	教学	博士	博导
8	房朝晖	男	1967	高级工 程师		管理	硕士	
9	白瑞峰	男	1987	工程师		教学	硕士	
10	李祺	男	1987	工程师		教学	硕士	
11	韩洪洪	女	1988	工程师		教学	硕士	
12	靳荔成	男	1989	工程师		教学	硕士	
13	于赫洋	男	1990	工程师		教学	硕士	
14	宋关羽	男	1989	工程师		技术	博士	
15	高镇	男	1982	副教授		教学	博士	
16	金文	女	1967	高级工 程师		技术	本科	
17	郝莹	女	1968	高级工 程师		技术	本科	
18	李巧真	女	1960	高级实 验师		技术	大专	
19	王智颖	女	1990	工程师		教学	博士	
20	苏江	男	1984	工程师		技术	硕士	
21	沈勇环	女	1967	工程师		技术	本科	
22	王晓远	男	1962	教授		教学	博士	博士生 导师
23	谭超	男	1980	教授		教学	博士	博士生 导师
24	路志英	女	1964	教授		教学	博士	博士生 导师

25	任英玉	女	1965	副教授		教学	硕士	
26	王江	男	1964	教授		教学	博士	博士生导师
27	张炳达	男	1959	教授		教学	硕士	博士生导师
28	高宇	男	1981	副教授		教学	博士	博士生导师
29	韩涛	男	1987	讲师		教学	博士	

注：(1) 固定人员：指经过核定的属于中心编制的人员。(2) 中心职务：中心主任、副主任。(3) 工作性质：教学、技术、管理、其他。(4) 学位：博士、硕士、学士、其他，一般以学位证书为准。(5) 备注：是否院士、博士生导师、杰出青年基金获得者、长江学者等，获得时间。

(二) 本年度兼职人员情况

序号	姓名	性别	出生年份	职称	职务	工作性质	学位	备注
1	孙雨耕	男	1937	教授	教学督导	其他	博士	
2	刘艳莉	女	1959	研究员	教学督导	其他	硕士	
3	张钢	男	1959	教授	教学督导	其他	博士	
4	魏晨阳	男	1990	工程师	技术总监	技术	学士	
5	徐行健	男	1975	工程师	校企合作负责人	技术	学士	
6	杨弟平	男	1985	工程师		技术	学士	
7	陈美松	男	1980	工程师		技术	硕士	
8	曹正标	男	1981	工程师		技术	学士	
9	周亚东	男	1982	工程师		技术	硕士	
10	王志远	男	1982	工程师		技术	学士	

11	王国峰	男	1983	工程师		技术	学士	
12	贺海燕	女	1975	工程师		技术	学士	
13	苏菲菲	男	1990	工程师		技术	硕士	
14	蔡学鹏	男	1985	工程师		技术	学士	
15	陈西玉	女	1966	工程师		技术	学士	
16	徐明敏	男	1986	工程师		技术	学士	
17	苏文圣	男	1988	工程师		技术	学士	
18	刘浩	男	1989	工程师		技术	学士	

注：(1) 兼职人员：指在中心内承担教学、技术、管理工作的非中心编制人员。(2) 工作性质：教学、技术、管理、其他。(3) 学位：博士、硕士、学士、其他，一般以学位证书为准。(4) 备注：是否院士、博士生导师、杰出青年基金获得者、长江学者等，获得时间。

四、教学改革与科学研究情况

(一) 承担教学改革任务及经费

序号	项目/ 课题名称	文号	负责人	参加人员	起止时间	经费(万元)	类别
1	分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验	津教政办【2019】69号	王成山	宋关羽 王智颖	2019.10-2020.09	10.00	a
2	面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目	津教政办【2019】69号	王超	白瑞峰 于赫洋	2019.10-2020.09	10.00	a
3	物联网创新课程与实践体系建设	教高司函〔2019〕12号	王超	白瑞峰 于赫洋	2019.01-2019.12	3.00	a
4	天津大学钢铁	教高司函	靳	袁浩	2019.01-2019.12	1.00	a

	侠实践教育基地建设	〔2019〕 12号	荔成	房朝辉 李祺 白瑞峰 于赫洋 韩洪洪			
5	多参数耦合的复杂系统控制实验项目	教高司函〔2019〕 12号	白瑞峰	袁浩 房朝辉 李祺 白瑞峰 于赫洋 韩洪洪	2019.01-2019.12	3.00	a
6	基于工业物联网的智能实践教学平台	教高司函〔2019〕 12号	李祺	袁浩 房朝辉 李祺 白瑞峰 于赫洋 韩洪洪	2019.01-2019.12	3	a
7	智能微电网虚拟仿真实验教学项目		宋关羽	王智颖	2019.06-2020.06	3	a
8	基于信息类专业的“口袋实验室”实践课程体系探索与研究		于赫洋	王超 白瑞峰	2019.06-2020.06	3	a
9	融合网络和虚拟技术的检测与过程控制综合实验研究		白瑞峰	于赫洋 靳荔成	2019.06-2020.06	3	a
10	网络化工业控		韩	房朝	2019.06-2020.06	3	a

	制系统实验教学平台建设		洪洪	辉			
11	集成新能源的电力系统综合实践平台构建		宋关羽	王智颖	2019.06-2020.06	3	a

注：(1) 此表填写省部级以上教学改革项目（课题）名称：项目管理部门下达的有正式文号的最小一级子课题名称。(2) 文号：项目管理部门下达文件的文号。(3) 负责人：必须是中心固定人员。(4) 参加人员：所有参加人员，其中研究生、博士后名字后标注*，非本中心人员名字后标注#。(5) 经费：指虚拟中心本年度实际到账的研究经费。(6) 类别：分为 a、b 两类，a 类课题指以虚拟中心为主的课题；b 类课题指本虚拟中心协同其他单位研究的课题。

（二）承担科研任务及经费

序号	项目/ 课题名称	文号	负责人	参加人员	起止时间	经费 (万元)	类别
1	多能协同的分布式可再生能源高比例消纳与高效利用	51961135101	王成山	宋关羽	2019.01-2021.12	300.00	a
2	智能配电系统源-网-荷形态特征演变分析及协调规划理论	U1866207	王成山	宋关羽	2019.01-2022.12	260.00	a
3	支撑有源配电网高可靠供电的智能软开关运行控制方法	51807132	宋关羽		2019.01-2021.12	25.00	a
4	面向深海区域混合结构探测的多关节潜器研发	2017YFC0306200	孟庆浩	靳荔成	2017.07-2020.12	150	a
5	针刺神经多时标复用编码机制研究	61671320	邓斌		2017.1-2020.12	14.30	a
6	北京体育大学冰球场与冰壶场制冰	2018GKF-0760	邓斌		2018.12-2019.12	68.40	a

	系统电气控制系统						
7	制冰系统电气控制系统	2018GKF-0389	邓斌		2018.10-2019.10	35.00	a
8	基于电/磁双模层析成像的高固含率气液固三相流态化实验装置	61627803	王超	崔自强	2017.1-2021.12	502.00	a
9	基于转移和感应电荷信号分解与融合的气固两相流测量机理研究	61673291	王超	孙宏军	2017.1-2020.12	63	a
10	基于 TMR 传感器的 EMT 系统关键技术研究	19JCYBJC18600	王超	郭琪	2019.4-2022.3	10	a
11	液液两相流含率/速度分布参数超声测试方法	61973229	谭超		2020.1-2023.12	63	a
12	国家自然科学基金重点项目/临近空间无人飞行器集群化能源系统能量调度与协同控制	61933014	左志强	崔磊, 韩乔妮	2020.1-2024.12	300	a
13	国家自然科学基金面上项目/具有饱和非线性受限系统的事件触发控制研究	61673292	左志强	王一晶	2017.01-2020.12	62	a
14	基于天气图像的分布式光伏电站功率预测模型研究	51677123	路志英	刘洪, 葛少云, 徐正	2017.01-2020.12	59	a

				阳等			
15	多时段多场景有源配电网规划与仿真关键技术研究	36677	路志英	葛少云, 刘洪	2017.11-2018.12	84.8	b
16	基于数据挖掘方法的天津冰雹天气潜势预报技术研究	16JQNJC07500	路志英	赵冬阳, 丁姝萌	2016.09-2019.03	5	a

注：此表填写省部级以上科研项目（课题）。

（三）研究成果

1. 专利情况

序号	专利名称	专利授权号	获准国别	完成人	类型	类别
1	一种基于智能软开关的有源配电网馈线负载平衡方法	ZL201710036920.2	中国	王成山, 冀浩然, 李鹏	发明专利	合作完成-第一
2	基于凸差规划的配电网分布式电源最大接入能力计算方法	ZL201711203011.X	中国	王成山, 冀浩然, 李鹏	发明专利	合作完成-第一
3	基于锥规划的分布式电源就地电压无功控制策略整定方法	ZL201710133973.6	中国	王成山, 冀浩然, 李鹏	发明专利	合作完成-第一
4	基于智能软开关的有源配电网不对称运行优化方法	ZL201611034925.3	中国	王成山, 冀浩然, 李鹏	发明专利	合作完成-第一
5	一种用于在线白酒识别的手持电子鼻	ZL201710547486.4	中国	孟庆浩, 李志华, 亓培锋, 曾明, 赵为	发明专利	合作完成-第一
6	一种气味来源三维方向检测方法	ZL201710173931.5	中国	孟庆浩, 王佳瑛, 罗冰, 康张琦, 曾明	发明专利	合作完成-第一
7	基于三维移动传感器	ZL201710575105.3	中国	孟庆浩, 佟远,	发	合作

	节点的气体泄漏监测系统与定位方法			罗冰	发明专利	完成-第一
8	一种基于响应曲线微分特性的电子鼻采样数据预校验方法	ZL201610663135.5	中国	孟庆浩, 亓培锋, 曾明	发明专利	合作完成-第一
9	两相流含水率自适应串联估计方法	ZL201710029359.5	中国	谭超, 付广智, 董峰	发明专利	合作完成-第一
10	气液两相泡状流流速声电双模态测量方法	ZL201710109307.9	中国	谭超, 董琥霄, 董峰	发明专利	合作完成-第一
11	气液两相弹状流和塞状流流速声电双模态测量方法	ZL201710110230.7	中国	谭超, 董琥霄, 董峰	发明专利	合作完成-第一
12	油气水三相塞状分散流流速测量方法	ZL201710166489.3	中国	谭超, 董琥霄, 董峰	发明专利	合作完成-第一
13	超声多普勒多相流流速分布检测设备	ZL201710191680.3	中国	谭超, 刘伟玲, 董峰	发明专利	合作完成-第一
14	基于数据融合的两相流流型识别方法	ZL201711239764.6	中国	谭超, 沈莹, 董峰	发明专利	合作完成-第一
15	针刺手法与穴位效应的量化分析系统	ZL201710306897.4	中国	邓斌, 马明宇, 王江	发明专利	合作完成-第一
16	一种基于有限时间扩张状态观测器的自抗扰控制器设计	ZL201610370818.1	中国	左志强, 吴栋, 王一晶	发明专利	合作完成-第一
17	面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学软件 V1.0	2019SR1432519	中国	于赫洋、白瑞峰、韩洪洪、靳荔成、李祺、房朝晖、袁浩、王超	软件	独立完成

18	分布式发电与智能微电网虚拟仿真软件 1.0	2019SR0782762	中国	天津大学, 象新力	软件	独立完成
19	用于自动绘制安全射界图中有效安全区域的搜索合并方法	ZL201710306888.5	中国	路志英, 闫靖春, 孟辉, 任一墨	发明专利	合作完成—第一人
20	非安全区域自动识别及安全射界图的自动绘制方法	ZL201610118832.2	中国	路志英, 李笑冬	发明专利	合作完成—第一
21	基于 MICAPS 风场信息低空急流自动识别及绘制方法	ZL201510789343.5	中国	路志英, 刁长莹, 李鑫	发明专利	合作完成—第一

注：(1) 国内外同内容的专利不得重复统计。(2) 专利：批准的发明专利，以证书为准。(3) 完成人：所有完成人，排序以证书为准。(4) 类型：其他等同于发明专利的成果，如新药、软件、标准、规范等，在类型栏中标明。(5) 类别：分四种，独立完成、合作完成-第一人、合作完成-第二人、合作完成-其他。如果成果全部由虚拟中心固定人员完成的则为独立完成。如果成果由虚拟中心与其他单位合作完成，第一完成人是虚拟中心固定人员则为合作完成-第一人；第二完成人是虚拟中心固定人员则为合作完成-第二人，第三及以后完成人是虚拟中心固定人员则为合作完成-其他。(以下类同)

2. 发表论文、专著情况

序号	论文或专著名称	作者	刊物、出版社名称	卷、期(或章节)、页	类型	类别
1	A 5-kW Isolated High Voltage Conversion Ratio Bidirectional CLTC Resonant DC-DC Converter With Wide Gain Range and High Efficiency	ChengShan Wang, Shuhuai Zhang, Yifeng Wang, BoChen, Jianghua Liu	IEEE Transactions on Power Electronics	2019, 34(1):340-355	SCI(E)	合作完成—第一人
2	Robust Operation of Soft Open Points in Active Distribution Networks With High Penetration of Photovoltaic Integration	Haoran Ji, Chengshan Wang, Peng Li, Fei Ding, Jianzhong Wu	IEEE Transactions on Sustainable Energy	2019, 10(1):280-289	SCI(E)	合作完成—第一人
3	Impacts of Cyber System on Microgrid Operational Reliability	Chengshan Wang, Tianyu	IEEE Transactions on Smart	2019, 10(1):105-115	SCI(E)	合作完成—第一

		Zhang, Fengzhang Luo, Fangxing Li, Yanzhang Liu	Grid			一人
4	Novel voltage-to-power sensitivity estimation for phasor measurement unit-unobservable distribution networks based on network equivalent	Su Hongzhi, Wang Chengshan, Li Peng, Liu Zhelin, Wu Jianzhong	Applied Energy	2019, 250:302 - 312	SCI(E)	合作完成—第一人
5	Optimal placement of phasor measurement unit in distribution networks considering the changes in topology	Su Hongzhi, Wang Chengshan, Li Peng, Liu Zhelin, Yu Li, Wu Jianzhong	Applied Energy	2019, 250:313-322	SCI(E)	合作完成—第一人
6	Renewable and distributed energy integration with mini/microgrids	Wang Chengshan, Yan Jinyue, Jia Hongjie	Applied Energy	2019, 237:920-923	SCI(E)	合作完成—第一人
7	Interval Optimization-Based Unit Commitment for Deep Peak Regulation of Thermal Units	Yang Yinping, Qin Chao, Zeng Yuan, Wang Chengshan	Energies	2019, 12(5):922	SCI(E)	合作完成—第一人
8	Quantified analysis method for operational flexibility of active distribution networks with high penetration of distributed generators.	Ji Haoran, Wang Chengshan, Li Peng, Song Guanyu, Yu Hao, Wu Jianzhong	Applied Energy	2019, 239:706-714	SCI(E)	合作完成—第一人
9	含不完全量测的分布式光伏发电集群电压协调控制	柴园园, 刘一欣, 王成山	中国电机工程学报	2019, 39(08):2202-2212+3	EI Compendex	合作完成—第一人
10	A gas source declaration scheme based on a tetrahedral sensor structure in three-dimensional airflow environments.	Hou HuiRang, Tong Yuan, Ren Chao, Meng QingHao	Review of Scientific Instruments	2019, 90:024104	SCI(E)	合作完成—第一人

1 1	Slow cortical potential signal classification using concave-convex feature	Hou Huirang, Sun Biao, Meng Qinghao	Journal of neuroscience methods	2019, 324: 108303	SCI(E)	合作完成—第一人
1 2	Electronic nose using a bio-inspired neural network modeled on mammalian olfactory system for Chinese liquor classification	Liu Yingjie, Zeng Ming, Meng Qinghao	Review of Scientific Instruments	2019, 90:025001	SCI(E)	合作完成—第一人
1 3	Latticed mode: A new control strategy for wind field simulation in a multiple-fan wind tunnel	Wang JiaYing, Zeng Ming, Meng Qinghao	Review of Scientific Instruments	2019, 90: 085104	SCI(E)	合作完成—第一人
1 4	An Infotaxis-based Odor Source Searching Strategy for a Mobile Robot Equipped with a TDLAS Gas Sensor	Dai Xuyang, Wang Jiaying, Meng Qinghao	2019 Chinese Control Conference	Pages:4492-4497	EI Compendex	合作完成—第一人
1 5	An Automatic Detection and Recognition Method for Pointer-type Meters in Natural Gas Stations	Huang Yan, Dai Xuyang, Meng Qinghao	2019 Chinese Control Conference	Pages:7866-7871	EI Compendex	合作完成—第一人
1 6	Simulation and Verification of Wing-In-Ground Aero-Olfactory Effect for the Gas-Sensitive Rotorcrafts	Sun Jiacheng, Jing Tao, Meng Qinghao	2019 Chinese Control Conference	Pages:7186-7191	EI Compendex	合作完成—第一人
1 7	EEG-Based Odor Recognition Using Channel-Frequency Convolutional Neural Network	Zhang Xiaonei, Hou Huirang, Meng Qinghao	2019 Chinese Control Conference	Pages:7763-7767	EI Compendex	合作完成—第一人
1 8	Charge transport in low density polyethylene based micro/nano-composite with improved thermal conductivity	Gao Yu, Xu Bangbang, Wang Xiaofang	Journal of Physics D-Applied Physics	2019, 52 (28) : 285302	SCI(E)	合作完成—第一人
1 9	Surface Charging on Epoxy/Al ₂ O ₃ Nanocomposites Under DC Voltage Superimposed by Repetitive Pulses	Gao Yu, Li Ziyi, Zhao Ning	IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE	2019, 47 (7) 3256-3265	SCI(E)	合作完成—第一人

20	Temperature and trap distribution dependence of electrical tree growth characteristics in polypropylene/elastomer blends for recyclable cable insulation	Gao Yu, Li Jing, Han Tao	IET SCIENCE MEASUREMENT & TECHNOLOGY	2019, 13 (5): 755-765	SCI(E)	合作完成—第一人
21	Magnetic Field Induced Variation in Surface Charge Accumulation Behavior on Epoxy/Al ₂ O ₃ Nanocomposites under DC Stress	Gao Yu, Li Ziyi, Wang Minghang	IEEE TRANSACTIONS ON DIELECTRICS AND ELECTRICAL INSULATION	2019, 26 (3): 859-867	SCI(E)	合作完成—第一人
22	聚合物绝缘材料载流子陷阱的表征方法及陷阱对绝缘击穿影响的研究进展	高宇, 王小芳, 李楠	高电压技术	2019, 7: 1003-6520	EI Compendex	合作完成—第一人
23	The Activated Sludge Process-Chapter 1.	Gao Yu, Liu Yong, Han Tao	Nova Science Pub Inc	2019:1-62	外文专著	合作完成—第一人
24	Study on the Effects of Rotor Step Skewing on the Vibration and Noise of a PMSM for Electric Vehicles	Wang Xiaoyuan, Sun Xibin, Gao Peng	IET Electric Power Applications	2019, 14(1):131-138	SCI(E)	合作完成—第一人
25	电动汽车用 V 型磁钢转子永磁电机的电磁振动噪声削弱方法研究	王晓远, 贺晓钰, 高鹏	中国电机工程学报	2019, 39(16): 4919-4926	EI Compendex	合作完成—第一人
26	Three-Dimensional Hemorrhage Imaging by Cambered Magnetic Induction Tomography	Xiao Zhili, Tan Chao, Dong Feng	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	2019, 68 (7) : 2460-2468	SCI(E)	合作完成—第一人
27	An Ultrasonic Transmission/Reflection Tomography System for Industrial Multiphase Flow Imaging	Tan Chao, Li Xiao, Liu Hao, Dong, Feng	IEEE Transactions on Industrial Electronics	2019, 66(12): 9539-9548	SCI(E)	合作完成—第一人
28	Oil-Gas-Water Three-Phase Flow	Shi Xuewei, Tan	International Journal of	2019, 111:	SCI(E)	合作完成

	Characterization and Velocity Measurement Based on Time-frequency Decomposition	Chao,Feng Dong,Yuichi Murai	Multiphase Flow	219-231		—第一人
29	Escudero Javier, Gas-liquid Flow Pattern Analysis Based on Graph Connectivity and Graph-Variate Dynamic (GVD) Connectivity of ERT	Tan Chao,Shen Ying,Smith Keith,Dong Feng	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	2019, 68(5):1590-1601	SCI(E)	合作完成—第一人
30	Image Reconstruction Based on Convolutional Neural Network for Electrical Resistance Tomography	Tan Chao,Lv Shuhua,Dong Feng,Takei Masahiro	IEEE Sensors Journal	2019, 19(1):196-204	SCI(E)	合作完成—第一人
31	基于超声多普勒与电导环的油水两相流速测量	刘伟玲,谭超,董峰	北京航空航天大学学报	2019, 45(8):1536-1543	EI Compendex	合作完成—第一人
32	Multi-objective combustion optimization based on data-driven hybrid strategy	Zheng Wei, Wang Chao,Yang Yajun,Zhang Yongfei	Energy	2019, Page:1-14	SCI(E)	合作完成—第一人
33	Biomarkers for Alzheimer's Disease Defined by a Novel Brain Functional Network Measure	Song Zhenxi, Deng Bin, Wang Jiang	IEEE Transactions on Biomedical Engineering	2019, 66(1):41-49	SCI(E)	合作完成—第一人
34	A real-time virtual manipulator simulation platform based on FPGA	Jinling Hu, Bin Deng, Shuangming Yang, Xile Wei, Jiang Wang	2019 Chinese Control Conference	Page: 3114-3119	EI Compendex	合作完成—第一人
35	Effect of inhibitory firing patterns on information transmission in feedforward neural networks	Pengzhen Zhang, Bin Deng, Xinmeng Guo, Jiang Wang, Haitao Yu	2019 Chinese Control Conference	Page: 8573-8577	EI Compendex	合作完成—第一人
36	Effect of DBS Targeting Striatum on beta Oscillations in Parkinson's Disease	Chaobo Lu, Bin Deng, Yulin Zhu, Jiang Wang,	2019 Chinese Control Conference	Page: 502-507	EI Compendex	合作完成—第一人

		Chen Liu				
37	Chaofei Hong Effect of Background Noise on Neuronal Spiking Reliability in Temporal coding-based Spiking Neural Network	Yanxue Ren, Bin Deng	2019 Chinese Control Conference	Page: 8538-8543	EI Compendex	合作完成—第一人
38	Event-triggered composite nonlinear control for saturated systems with measurement feedback	Zuo Zhiqiang, Cheng Haorui, Wang Yijing	Transactions of the Institute of Measurement and Control	2019, 41 (14): 3943-3951	SCI(E)	合作完成—第一人
39	Coordination for second-order multi-agent systems with velocity and communication constraints	Zhang Wentao, Zuo Zhiqiang, Wang Yijing	Neurocomputing	2019, 375: 51-61	SCI(E)	合作完成—第一人
40	Active event-triggered control for nonlinear networked control systems with communication constraints	Zhou Tianwei, Zuo Zhiqiang, Wang Yijing	IEEE Transactions on Cybernetics	2019: 1-10	SCI(E)	合作完成—第一人
41	Finite-time consensus of neutrally stable multi-agent systems in the presence of input saturation	Zhicheng Zhang, Zhiqiang Zuo, Yijing Wang	Journal of the Franklin Institute-Engineering and Applied Mathematics	356 (2): 894-907	SCI(E)	合作完成—第一人
42	Trajectory planning and safety assessment of autonomous vehicles based on motion prediction and model predictive control.	Yijing Wang, Zhengxuan Liu, Zhiqiang Zuo	IEEE Transactions on Vehicular Technology	68 (9): 8546-8556	SCI(E)	合作完成—第一人
43	Inhibition Effect of Graphene Nanoplatelets on Electrical Degradation in Silicone Rubber	Shengchen Fang, Chuanyang Li, Zhipeng Lei	Polymers	2019, 11(6), 968	SCI(E)	合作完成—第一人
44	Electrical Tree in HTV Silicone Rubber with Temperature Gradient under Repetitive Pulse Voltage	T. Han, B.X. Du, T.T. Ma, F.Y. Wang, Y. Gao, Z. P. Lei, C.Y.	IEEE Access	2019, 7, pp. 41250-41260	SCI(E)	

		Li				
45	Magnetic-Field-Dependent Electrical Tree Under Impulse-Superimposed DC Voltage at Low Temperature	T. Han, L.W. Zhu, F. Y. Wang, T. T. Ma, B. X. Du, Y. Gao	IEEE Transactions on Applied Superconductivity	2019, 29(2), Article No. 8800205	SCI(E)	合作完成—第一人
46	Calculation and Analysis of Flux Leakage Coefficient of Interior Permanent Magnet Synchronous Motors With Fractional Slot Concentrated Windings	Peng Gao#, Xiaoyuan Wang.	IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY	29 (2)	SCI(E)	合作完成—第一人
47	Electromagnetic Design and Analysis of Axial Flux Permanent Magnet Generator With Unequal-Width PCB Winding	Xiaoyuan Wang, Weipang, Peng Gao#	IEEE Access	7	SCI(E)	合作完成—第一人
48	Automatic Illumination Control Algorithm for Capturing the Finger Vein Image	Lu Zhiying, Li Min, Zhang Jianfeng	13th WCICA	881-886	EI Compendex	合作完成—第一人
49	A finger-vein extraction algorithm based on local Radon transform	Zhang Jianfeng, Lu Zhiying, Li, Min	13th WCICA	1408-1412	EI Compendex	合作完成—第一人
50	A hybrid of fish swarm algorithm and shuffled frog leaping algorithm for attribute reduction	Lu Zhiying, Wang Chenyi, Guo Jianlin	13th WCICA	1482-1487	EI Compendex	合作完成—第一人
51	Finger-vein image segmentation based on KFCM and active contour model	Zhang, Jianfeng, Lu Zhiying, Li Min	12th MTC	8826942	EI Compendex	合作完成—第一人
52	基于改进 Criminisi 算法的地基云图修复方法	路志英, 周庆霞, 李鑫	数据采集与处理	34(01), 12-21	北大中核心	合作完成—第一人

注：(1) 论文、专著均限于教学研究、学术论文或专著，一般文献综述及一般教材不填报。请将有虚拟仿真实验中心成员署名的论文、专著依次以国外刊物、国内重要刊物，外文专著、中文专著为序分别填报。(2) 类型：SCI (E) 收录论文、SSCI 收录论文、A&HCL 收录论文、EI Compendex 收录论文、北京大学

中文核心期刊要目收录论文、南京大学中文社会科学引文索引期刊收录论文 (CSSCI)、中国科学院中国科学引文数据库期刊收录论文 (CSCD)、外文专著、中文专著; 国际会议论文集论文不予统计, 可对国内发行的英文版学术期刊论文进行填报, 但不得与中文版期刊同内容的论文重复。(3) 外文专著: 正式出版的学术著作。(4) 中文专著: 正式出版的学术著作, 不包括译著、实验室年报、论文集等。(5) 作者: 所有作者, 以出版物排序为准。

3. 仪器设备的研制和改装情况

序号	仪器设备名称	自制或改装	开发的功能和用途 (限 100 字以内)	研究成果 (限 100 字以内)	推广和应用的 高校
1	智能制造平台	自制	开发了基于三菱 Q 系列 PLC 的集中智能控制云平台, 学生可通过网络访问进行实验。	构建了智能化教学型模拟啤酒生产线	
2	实验中心网络平台升级	自制	对实验中心网络进行升级, 构建虚拟和实体统一的网络管理平台	虚拟和实体资源统一管理系统	
3	模拟啤酒生产线升级改造	自制	与宜科和三菱公司共建, 针对于三菱实验室的模拟啤酒生产线进行信息化建设网络升级。	构建了多层次的工业网信息交互系统	华东理工大学、金华职业技术学院等
4	自动加工及装配过程模拟实训系统	自制	与 SMC 公司合建, 完成以蜡质齿轮加工及装配自动化生产线为基础的造粒、熔铸、移栽、车铣加工、装配等生产过程, 设计相关开放性实验内容	构建了智能加工装配的教学生产线	
5	多相流参数测量仪	自制	基于电容/电导/超声多模态测试原理可在线获取油气水多相流的过程参数并进行流型识别	建立了多相流参数在线测试模型与基于多传感器信息融合的流型识别方法	中海油

注: (1) 自制: 实验室自行研制的仪器设备。(2) 改装: 对购置的仪器设备

进行改装，赋予其新的功能和用途。(3) 研究成果：用新研制或改装的仪器设备进行研究的创新性成果，列举 1—2 项。

4. 其它成果情况

名称	数量
国内会议论文数	10 篇
国际会议论文数	20 篇
国内一般刊物发表论文数	2 篇
省部委奖数	3 项
其它奖数	1 项

注：国内一般刊物：除“(三) 2”以外的其他国内刊物，只填汇总数量。

五、信息化建设、开放运行情况

(一) 信息化建设情况

中心资源共享网址	http://211.81.48.233:3600	
中心网址年度访问总量	9624 人次	
信息化资源总量	1298743Mb	
信息化资源年度更新量	6267Mb	
虚拟仿真实验教学项目	8 项	
中心信息化工作联系人	姓名	于赫洋
	移动电话	13516110975
	电子邮箱	hyyu0919@tju.edu.cn

(二) 开放运行情况

1. 承办大型会议情况

序号	会议名称	主办单位名称	会议主席	参加人数	时间	类型

注：主办或协办由主管部门、一级学会批准的会议。请按全球性、区域性、双边性、全国性等排序，并在类型栏中标明。

2. 参加大型会议情况

序号	大会报告名称	报告人	会议名称	时间	地点
1	中国智能配电系统的发展及其挑战	王成山	第25届国际供电会议 (CIRED2019)	2019.06.03	西班牙马德里
2	新工科建设视域下人工智能科研教学协同创新探索	李祺	第三届世界智能大会-构建人工智能时代的学习型城市分论坛	2019.05.15	中国天津

注：大会报告：指特邀报告。

3. 承办竞赛情况

序号	竞赛名称	竞赛级别	参赛人数	负责人	职称	起止时间	总经费(万元)
1	2019年天津市大学生学科竞赛信息技术“新工科”工程实践创新技术大赛	省级	1500	张军	副教授	2019.6-2019.11	10

注：竞赛级别按国家级、省级、校级设立排序。

(三) 安全工作情况

安全教育培训情况		30 人次
是否发生安全责任事故		
伤亡人数(人)		未发生
伤	亡	
0	0	√

注：安全责任事故以所在高校发布的安全责任事故通报文件为准。如未发生安全责任事故，请在其下方表格打钩。如发生安全责任事故，请说明伤亡人数。

六、审核意见

（一）虚拟中心负责人意见

（虚拟中心承诺所填内容属实，数据准确可靠。）

数据审核人：

虚拟中心主任：

（单位公章）

年 月 日

（二）学校评估意见

所在学校年度考核意见：

（需明确是否通过本年度考核，并明确下一步对虚拟中心的支持。）

所在学校负责人签字：

(单位公章)

年 月 日