

批准立项年份	2015
--------	------

# 国家级虚拟仿真实验教学中心年度报告

(2020年1月1日——2020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：白瑞峰/13516248559

实验教学中心联系人电子邮箱：bairuifeng@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

2021年 1 月 10 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”，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、三层次、一体化虚拟仿真实验教学体系，如图 1 所示。

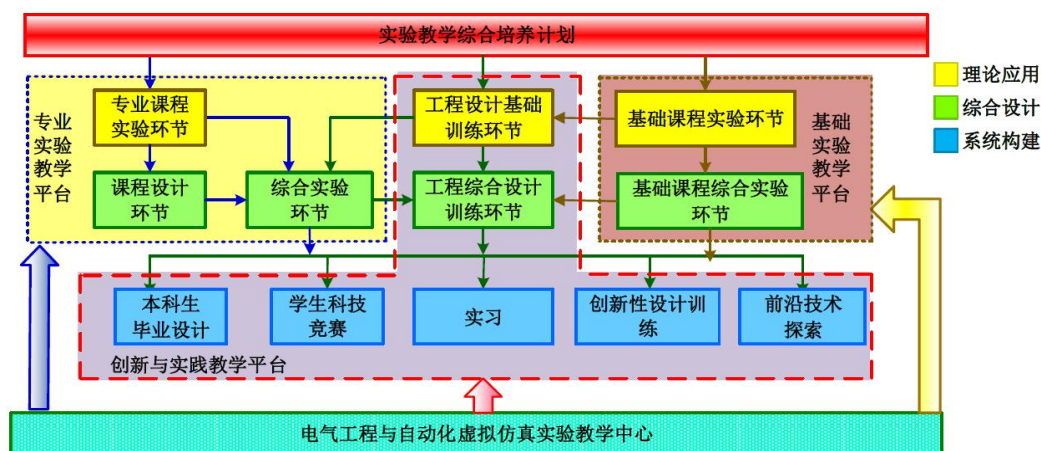


图 1 “三三一”虚拟仿真教学体系

2020 年，中心在原有 8 项虚拟仿真教学资源的基础上，新增获批**校级虚拟仿真建设项目 2 项**（数字图像处理技术虚拟仿真实验、大型油浸式电力变压器虚拟仿真高压综合试验）。其中，分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验获批**国家级虚拟仿真实验教学项目**，并入选**首批国家一流本科课程**。在 2020 年新冠疫情肆虐时期，在学校和学院的指导和支持下，面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目成功应用于 2016 级自动化专业本科生的专业综合实验课程中，以线

上实践教学的方式确保了课程的顺利开展。

### 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》课程结合新工科对于人才培养的要求，充分考虑微电网技术特点，以微电网规划设计、能量管理、运行控制为主线开发，解决了实际系统中开展故障、扰动、运行模式切换等实验带来的危险性。

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2 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

面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目采用实体控制器+3D 仿真虚拟资源的虚实结合的教学方式，利用检测重点学科多年来在测量，流动机理与复杂对象建模方面的研究成果，建立体现发酵过程耦合性、非线性及时变性的模型，内置于3D 虚拟对象中，为学生创新性研究提供开放平台，将实验教学与研究相融合，建立从“工艺工程认知”、“控制算法分析”再到“创新设计”，形成从易到难、从简到繁、多层次递进的教学方式，为培养学生解决复杂工程问题能力和创新能力提供虚拟实训。



图3 面向酿造过程的复杂系统控制虚拟仿真教学项目

### 3、卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验

针对通信工程和电子信息工程大四选修课《卫星通信》，中心教师开发了《卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验》平台。该平台基于 Unity3D 和 3D Studio Max 等 3D 开发工具动态地展示了典型卫星通信场景。

基于这个平台，同学们可以逐步搭建一个完整的卫星通信系统，完成包括轨道设计、卫星与地面站参数设置、频点/带宽/传输场景设置、传输方式设计等实验内容，从而系统理解卫星通信系统各部分的设计方法及其相互关系。



图4 登录界面与实验平台主操作界面

### 4、油气水多相流虚拟仿真实验教学资源

油气水多相流虚拟仿真实验教学资源依托天津大学过程检测与控制实验室油气水三相流实验装置开发，融合新型传感技术、多传感器数据融合技术、软测量技术及现代信息处理技术，开展被测对象非常规参数或非常规条件下过程参数的在线检测与识别研究。虚拟仿真教学资源高度模拟油气水三相流实验装置，在不同气相、液相流量下，在线测量含率、流速等数据，针对工业复杂过程中特殊对象的参数检测和控制问题开展研究。



图 5 油气水多相流虚拟仿真实验教学资源

## 5、电机学虚拟仿真实验

《电机学实验虚拟仿真》是电机学课程的虚拟实验内容，通过虚拟仿真与实验的结合，有助于提高学生的动手能力和实际分析问题的能力，逐步培养独立思考和独立工作的能力。电机学是电气工程及其自动化专业的一门专业基础课，其理论性、实践性、综合性及应用性较强。大多数本科学生反映电机学晦涩难懂，究其原因，无非是在电机运动过程中，其内部电磁场分布较为复杂，同时缺乏直观性。为了更好的学好这门课程，学校结合教学大纲，开出电机学课程的相关实验。传统的电机学相关实验，同学们能够通过实验操作得出相关的电机外特性结果，但依旧无法从根本上理解电机的内部磁场分布、不同运行工况下的磁场变化情况等问题。为此，虚拟仿真实验中心引进了电机电磁场有限元分析软件，对各类电机的仿真分析，结合实际电机实验平台，能够帮助学生完成对电机学理论的全面而深刻的学习和认知。

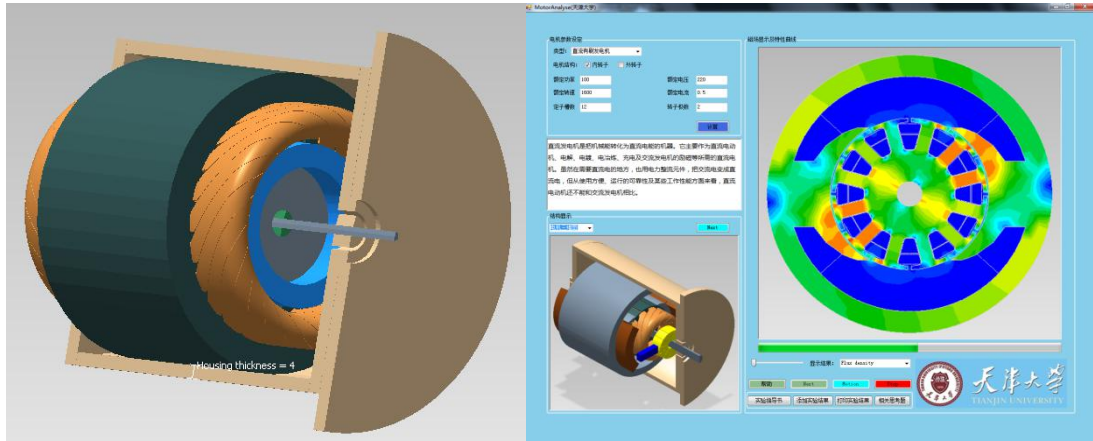


图 6 油气水多相流虚拟仿真实验教学资源

## 6、高压虚拟仿真实验教学资源

高压虚拟仿真实验教学资源可以模拟高压交联聚乙烯电力电缆中存在典型绝缘缺陷时，高频电流互感器采集的局部放电信号特征；模拟高压交联聚乙烯电力电缆中存在典型绝缘缺陷时，高频电流互感器采集的局部放电信号特征；模拟高压交联聚乙烯电力电缆中存在典型绝缘缺陷时，高频电流互感器采集的局部放电信号特征等。

高压虚拟仿真实验教学资源通过仿真展示输变电设备局部放电特征变化趋势及规律，学生更加深入了解各高压输变电设备中局部放电的产生机理、信号特征及其变化趋势，将现实实验中耗费大量人力、财力建设的实验平台转移到虚拟的软件实验中，更有利于学生安全、全面的掌握局部放电在线监测的相关知识。



图 7 高压虚拟仿真实验教学资源

## 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，机器人控制算法等，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 8 面向深海区域混合结构探测的多关节潜器研发实验

## 8、电力系统虚拟仿真实验

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 9 电力系统虚拟仿真实验

### 9、大型油浸式电力变压器虚拟仿真高压综合试验

大型油浸式电力变压器虚拟仿真高压综合试验以电力系统中的核心设备大型油浸式电力变压器为载体，模拟变压器的结构和接线，建立包括典型预防性试验（绝缘电阻、泄漏电流、介质损耗和局部放电）和破坏性试验（交流和冲击耐压）的实践体系，使学生通过模拟场景自主完成交流、直流、冲击高压发生器的设计，交流/冲击耐压试验的接线，绝缘电阻等预防性试验的系统搭建和接线，试验结果获取与分析等步骤，更为真切的掌握大型油浸式电力变压器的绝缘试验方法，提高学生对高压实践环节培养目标的达成度。实验中，更有利于学生安全、全面的掌握局部放电在线监测的相关知识。



图 10 大型油浸式电力变压器虚拟仿真高压综合试验

### 10、数字图像处理技术虚拟仿真实验

数字图像处理技术虚拟仿真实验要求学生通过虚拟参数设定和调节，理解设备状态实时获取数据的原理，通过对基本算法实验中的演示和验证性实验的定制操作，进一步理解图像处理中多步协同的实际解决技巧。

数字图像处理技术虚拟仿真实验项目结合课程教学内容，依托基础知识与创

新实验两类知识点，以水下图像增强作为典型场景，开展实际图像处理中受实验环境与条件约束的相关实验。



图 11 实验平台主操作界面

## （二）科研成果转化为实验教学内容情况

本年度，中心骨干教师承担的一批重点科研项目成果积极向实验教学输入资源，在实验软件、实验案例、项目开发等多个方面实现了科研成果向实验教学内容的转化，具体包括：

由中心主任主持的科研项目“微电网定制化能源供应关键技术及工程应用”成果转化为“分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验教学项目”并在 2020 年评为国家级虚拟仿真实验教学项目。

科研项目“ $\gamma$ 辐照对高导热聚乙烯微纳米复合介质绝缘劣化的作用机理及材料性能优化研究”的成果转化为 2020 年度校级虚拟仿真实验教学项目。

科研项目“外绝缘表面液滴吸附生长模型及诱发沿面放电闪络机理研究”的成果转化为高电压虚拟仿真实验教学项目。

## （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坚持创新驱动，不断深化校企合作，探索搭建双向交流机制，面向行业需求建立课程体系和人才培养方案，促进产学研深度融合，以产业和技术发展的最新需求推动高校人才培养改革。

本年度，中心基于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在内的七家企业的深度合作，面向网络建设、资源开发、平台建设、资源共享四大类合作主题，持续推进 17 个子课题的建设工作，获批“教育部协同产学研合作育人项目”多项。

表 1 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获评国家级虚拟仿真实验教学资源，本年度总计 5726 人访问，学生反馈效果优秀；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以及水下数字图像处理仿真实验（新增）在天津大学电气工程与自动化虚拟仿真实验教学中心平台上，本年度有超过 1000 余人次的在线访问、操作，各项目也都取得了良好的反馈效果。

面向酿造过程复杂系统控制虚拟仿真实验教学项目由天津大学设计，天津大学与北京润尼尔公司合作研发，疫情期间通过润尼尔公司“停课不停教，停课不停学”活动，免费向社会开放，得到了良好应用。

此外，为了提高实验室利用率及开放程度，提升实验室信息化水平，有效利用实验室资源，中心探索网络化改造方案，从而满足实验室通过网络进行实验教学或自主开放实验的需求，并具备相应预约、管理等功能。用户在天津大学校园

内使用校内账号登录实验教学管理平台，根据实验资源可用情况预约实验时间。当预约通过审批后，用户可以使用 VPN 将本机映射至中心内网完成实验设备连接，从而进行实验项目。

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虚拟仿真教学服务的网络环境，辐射“一带一路”，打造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。

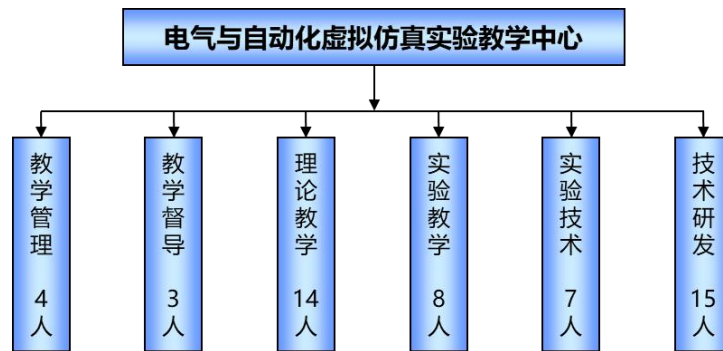


图 12 虚仿中心人员情况

虚拟仿真实验教学中心历经5年建设，发展成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（14人）、实验指导教师（8人）、实验技术人员（7人）和技术研发人员（15人）为一体的51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25人，中级职称11人，博士学历18人，硕士学历17人，本科及以下16人。

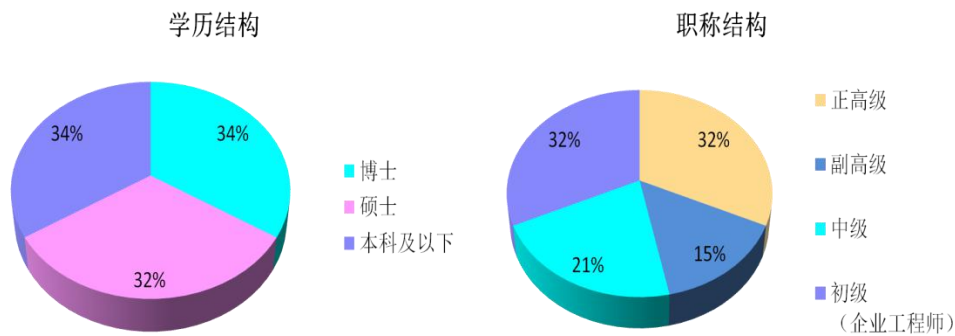


图 13 虚仿中心人员结构

## (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、专项培训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、举办/参加国内外学术会议、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，改善师资队伍の学缘结构。

### 3、激励教师勇攀科学高峰，更新教学理念，深化教育教学改革

中心建立健全的绩效分配方案，鼓励教师钻研业务、开拓创新。设立教研、科研成果、科技竞赛等多项奖励。

### 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。在教育教学方面，本年度中心有多名教师获奖，包括第 20 届全国青年岗位能手标兵、民进天津市抗击新冠肺炎疫情先进个人、2020 年度天津大学

沈志康奖教金、天津大学 2020 年青年教工示范岗、天津市青年教师教学竞赛二等奖等多项荣誉。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。

2020 年度，中心主持教学改革项目 17 项，其中省部级 11 项，校级 6 项。出版教材 6 项，其中国家规划教材 1 项《电气工程概论》。本年度中心教师荣获国家级一流本科课程 3 项，其中“分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验教学项目”被评为国家级虚拟仿真实验教学一流课程，电工学（电气工程概论）课程被评为国家级线上一流课程，电力系统基础课程被评为国家级线下一流课程。

#### （二）科学研究等情况。

2020 年度，中心教师承担省部级以上科学研究项目 12 项。发表科研论文及专著总计 56 篇，其中 SCI 检索论文 34 篇，EI 检索论文 17 篇；中文核心期刊 5 篇；获授权发明专利 11 项。获省部级科技奖一项，“气液两相流体能源计量及溯源关键技术研究”获河北省科学技术进步奖二等（王超，排名第二）。

### 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。

实验中心门户 <http://eeec.tju.edu.cn>，电气工程与自动化虚拟仿真实验教学平台为 <http://ealab.tju.edu.cn:3600/virexp>，网站年度访问总量是 10824 人次，虚拟仿真实验教学项目 10 项。

2020 年获批校级虚拟仿真实验教学项目 2 项，国家级虚拟仿真实验教学项目 1 项。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，中心人员积极参加中国教育技术协会教育仿

真技术专业委员会 2020 年年会暨第 22 届教育仿真技术论坛、高校虚拟仿真“金课”建设研讨会等相关会议，积极与海南大学、天津天狮学院、天津理工大学中环信息学院进行交流。

## （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 20 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。

2020 年中心参加安全教育培训 200 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、2020 年 3 月 3 日，天津大学教务处以“疫情之下，自动化学院这样开展远程实验教学”为题，报道疫情期间自动化学院的远程实验教学情况。





图 16 疫情期间自动化专业综合实验报道

4、2020年4月9日，天津大学团委报道了疫情期间，老师身在家中为学生上课的情况。其中，对虚拟仿真实验中心李祺老师在疫情期间为研究生上课的相关情况进行了介绍。

<https://mp.weixin.qq.com/s/bR3zSEs5-hcYHJHKY4JaXQ>

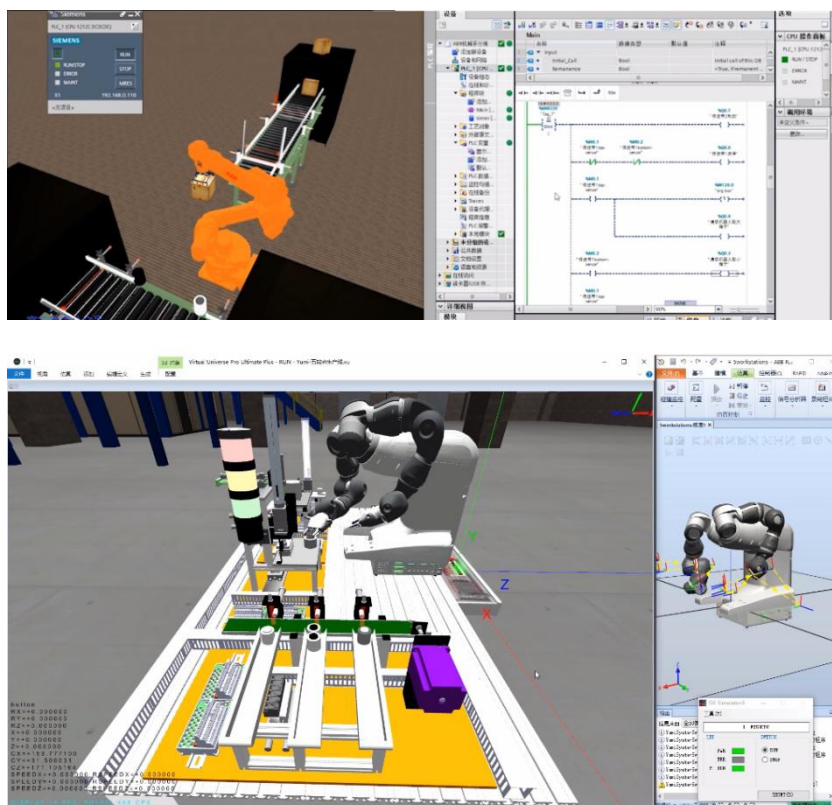


图 17 疫情期间研究生远程实验报道

5、2020年7月15日，天津大学教务处作了题为“天津大学电气电子国家级实验教学示范中心线上实践教学成果展示”的报道。

<https://mp.weixin.qq.com/s/V6f1YsFemBDbc66b2vaNPg>



图 18 线上实践教学成果展示

6、2020年10月10-13日，举办了2020年度天津市大学生电子设计竞赛(TI杯)竞赛活动，10月21日公布了比赛结果。

<http://seea.tju.edu.cn/info/1009/2262.htm>

[https://www.nuedc-training.com.cn/index/news/details/new\\_id/230](https://www.nuedc-training.com.cn/index/news/details/new_id/230)

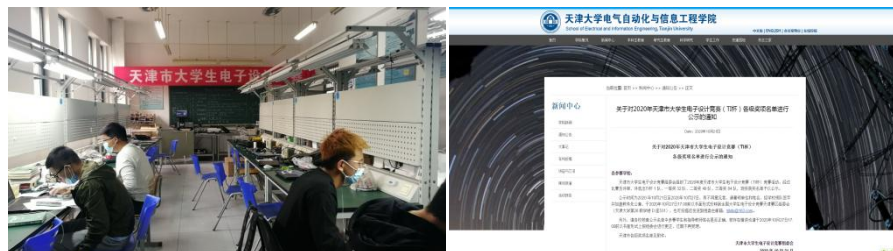


图 19 电子设计竞赛

7、2020年11月25日，教育部关于公布首批国家级一流本科课程认定结果的通知中，分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验被评为虚拟仿真实验教学一流课程，中心教师王萍老师负责的电工学(电气工程学概论)被评为线上一流课程，刘艳丽老师负责的电力系统基础被评为线下一流课程。

[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202011/t20201130\\_502502.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202011/t20201130_502502.html)



图 20 国家级一流本科课程认定结果

(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、2020年2月-3月，新冠疫情肆虐，学校各年级学生无法按时返校，导致大部分课程教学无法顺利开展。特别是对于已经处于毕业前夕的2016级自动化专业本科生，运动控制系统专业综合实验作为本科阶段最后一门实践课程，如果无法完成并获得学分，将会给160余名学生的按时毕业带来巨大影响。为了不影晌大四学生的如期毕业，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，在学校和学院的指导和支持下，课程团队教师制定了紧急预案。依托电气与自动化国家级虚拟仿真实验教学中心，充分利用虚拟仿真资源，将传统的专业综合实验通过全新的实验教学方式开展。



图 21 专业综合实验虚拟仿真实验

2、2020年4月9日，为落实《天津市高等学校2020年春季学期复课开学条件验收细则》要求，按照学校和学院要求，电气与自动化实验中心利用腾讯会议为实验中心全体教师开展开展疫情防控第一次专项培训，为复课开学做好充足

的准备。会议传达了学校关于疫情防控专项培训指示精神，向老师们提出了学习计划和日程安排，要求全体教师通过集体学习和自学两个环节切实学习落实必修和选修内容。确保培训人员全覆盖、培训内容全方位、培训质量有保障的学习要求。



图 22 展疫情防控专项培训

3、2020年4月14日，在腾讯会议上，实验中心教师于赫洋组织实验中心教师和宜科（天津）电子有限公司周兴等召开多功能开放式工业互联网平台IoTHub建设会议。

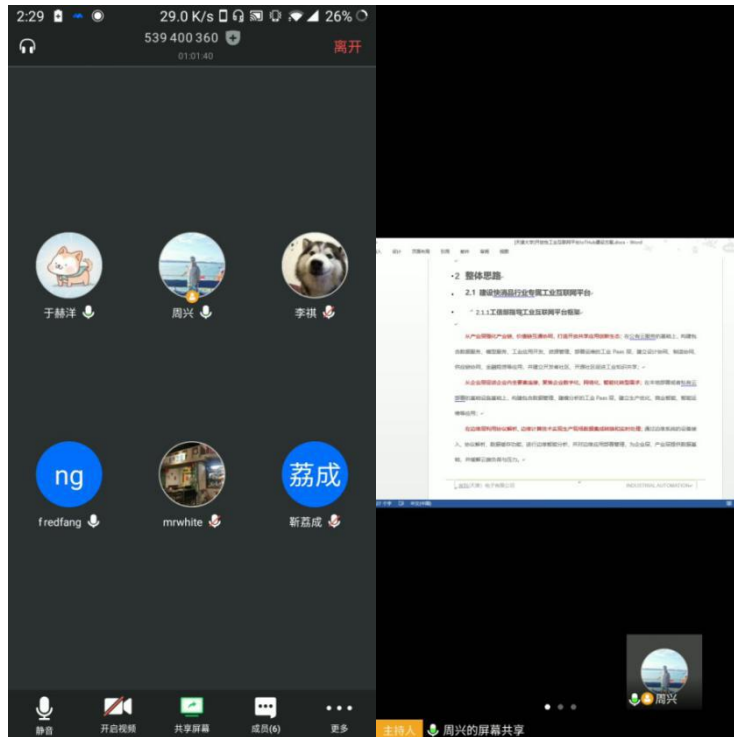


图 23 多功能开放式工业互联网平台 IoT Hub 建设会议

4、2020 年 4 月 15 日按照支部制定的疫情防控专项培训计划，电气与自动化实验中心通过腾讯会议在线进行第二次集体学习。



图 24 疫情防控专项培训

5、2020年5月13日，电气与自动化实验支部以党建为引领带领中心全体教师开展了主题实践-实验中心消毒消杀迎复课。确保在返校复课疫情防控工作中环境整治工作到位，以卫生、整洁、健康的实验环境迎接学生返校。



图 25 实验中心消毒消杀迎复课实践活动

6、2020年6月-10，多次召开了开放式远程实践教学中心建设项目会议，讨论项目建设需求，确定项目建设方案，并取得了阶段性的成果。



图 26 开放式远程实践教学中心建设项目会议

7、2020年12月2日，天津天狮学院信息科学与工程学院院长赵锐一行人参访虚拟仿真实验教学中心。



图 27 天津天狮学院团队参访虚拟仿真实验教学中心

8、2020年12月3日，自动化学院2020级本科生组织参观实验中心智能制造虚拟仿真实践教学平台，实验中心教师于赫洋向学生们介绍了中心的各个虚拟仿真资源及课程应用，并指导部分同学现场尝试完成实验过程，同学们展现出了浓厚的学习兴趣，为未来课程的开展以及创新人才的培养奠定了良好的基础。



图 28 自动化学院 2020 级本科生参访虚拟仿真实验教学中心

9、2020年12月4日-7日，宋关羽老师参加了中国教育技术协会教育仿真技术专业委员会2020年年会暨第22届教育仿真技术论坛，并做了题为“分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验设计与实践”的报告。



图 29 第 22 届教育仿真技术论坛

10、2020年12月11日-14日，宋关羽老师参加了高校虚拟仿真“金课”建设研讨会，并做了题为“分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验项目建设与实践经验分享”的报告。



图 30 高校虚拟仿真“金课”建设研讨会

11、2020年12月18日，海南大学机电工程学院副教授、海南低碳经济政策与产业技术研究院副院长金志扬教授，海南大学教务处副处长谢辉凡教授参访虚拟仿真实验教学中心。



图 31 海南大学团队参访虚拟仿真教学中心

12、2020年12月18日，实验中心全体成员参加了电气与自动化实验中心实验室建设研讨会暨2020全国高校自动化教学会议培训交流会。会上实验中心教师李祺老师介绍了VPN项目建设情况、实验中心全体教师讨论了虚拟仿真实验室建设及培训会学习经验。



图 32 全国高校自动化教学会议培训交流会

13、2020年12月28日，虚拟仿真实验中心李祺老师荣获民进天津市抗击新冠肺炎疫情先进个人。

## 六、虚拟中心存在的主要问题

### (一) 中心主要问题

1、中心的“新工科”建设以及工程教育改革需进一步创新，亟待学院顶层设计，进一步推进实验教学中心的改革与发展。

2、随着多名资深教师的退休，中心人员亟待补充，后期需要学校及学院的支持，增加人员配置，壮大师资队伍。

3、中心的虚拟仿真教学项目持续建设，取得了一定成绩，分别获批1项国家级虚拟仿真实验项目、1项天津市虚拟仿真建设项目，新获批2项天津大学虚拟仿真实验教学项目，后期需要学校及学院加大经费支持进行虚拟教学资源的完善，努力冲击国家级虚拟仿真实验教学项目。

4、需要进一步加强中心人员的师资培训，提高信息化水平，创新教育教学方法，以便更好的服务“新工科”建设和教育教学改革。

### (二) SWOT 分析:

#### 1、优势分析:

(1) 学科优势：电气及自动化等电子信息类专业存在很多在高危、高压、高能耗、不可及不可逆的过程，适合于虚拟仿真资源的建设。国家级虚拟仿真中心以理工类为主，分学科类别，电子信息类的国家级虚拟仿真实验教学中心是学科分布中最多的。虚拟仿真实验教学中心普遍存在资源偏少的情况且很难构成教学体系，天津大学电气与自动化虚拟仿真中心目前建设了10项虚拟仿真教学资源，构建了三三一虚拟仿真实验教学体系，具有一定的优势。

(2) 团队素质高：中心依托电力系统及其自动化、检测技术与自动化装置2项二级国家重点学科建设，中心团队的教学科研能力强，可以有力支撑虚拟仿真实验教学项目的建设，中心注重团队建设，学历职称的分析。

(3) 完备的网络服务器设备：中心基于服务器构建了网络环境，可覆盖学院的6个专业的虚拟仿真实验教学需求。

## 2、劣势分析：

(1) 资源共享的广度深度不够。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。

(2) 虚拟仿真实验教学资源与信息化平台的整合需进一步提高。目前中心的虚拟仿真教学项目相对独立，后期需要加强信息化平台的建设，扩充教育及管理以及师生交流功能。

(3) 虚拟仿真教学中心人员需扩充。多名资深教师的退休，需增加人员配置，壮大师资队伍。

(4) 管理机制需要进一步完善。虚拟仿真中心与实体中心的管理具有一定区别，需要根据虚拟仿真中心特点，进一步加强完善管理机制。

## 3、机会分析：

(1) 政策支持：为贯彻落实《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》（教高〔2012〕4号）精神，根据《教育信息化十年发展规划（2011-2020年）》，教育部提出了建设虚拟仿真中心以及虚拟仿真教学项目的建设，虚拟仿真教学资源建设受到国家级社会的高度重视。

(2) 虚拟仿真建是“新工科”建设的重要途径。新工科建设，是一项持续深化工程教育改革的重大行动计划。主要是为了应对新经济的挑战，从服务国家战略、满足产业需求和面向未来发展的高度。虚拟仿真教学资源建设也是新工科建设的重要途径。

(3) 双校区运行以及疫情等特殊阶段，虚拟仿真在保障正常教学方面起到重要作用。

(4) 行业需求增加，校企合作，协同育人方面，虚拟仿真资源建设具有重要的机会。

(5) 社会辐射以及兄弟院校合作交流的重要方面。虚拟仿真建设是目前各个高校的实践教学重点建设内容之一，在合作交流方面具有强烈的需求，在社会辐射和合作方面也具有众多机会。

## 4、威胁分析：

(1) 虚拟仿真中心的建设投入有待加强，2020年电气与自动化虚拟仿真中

心全年的经费投入经费为 22 万，亟待增加投入，加强建设。

(2) 学科建设与虚拟中心的建设有待加强，科研与教学转化需进一步加强。

(3) 人员建设需要加强。需要加强虚拟仿真中心人员配置，提高中心人员信息化水平及实践教学能力。

(4) 一流虚拟仿真资源的建设和辐射需要进一步加强。目前中心具有 12 项虚拟仿真实验项目，国家级和天津市级虚拟仿真项目各 1 项，后期还需挖掘更多优质教学资源。

## 七、所在学校与学校上级主管部门的支持

1、学校及学院不断加强实验中心安全保障建设。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、学院投入实验室建设经费 14 万元，用于中心的实验设备维护及耗材的采购，保障了实验教学的基本办学条件。

3、获得中央改善基本办学条件专项经费支持 8 万元，依托新工科建设思路，完成了计算机控制等实验课程的教学资源升级建设。

4、在学院的支持下，中心 8 名教师参加了自动化教指委主办的 2020 全国自动化专业教学研讨会与教师培训，提高了中心教师的业务水平。

## 八、下一年发展思路

1、以“新工科”为引领，不断完善电气与自动化虚拟仿真实验教学中心的教学体系。2015 年获批国家级虚拟仿真教学中心后，不断完善“三三一”的实验教学体系，不断加强内涵建设，为学生的全方位发展提供条件。

2、持续推进虚拟仿真教学资源建设，挖掘更多优质教学资源，虚拟仿真教学资源建设与课程思政相结合，充分发挥虚拟仿真教学资源在育人过程中的重要作用。

3、进一步加强实验教学项目建设，挖掘凝练新的虚拟仿真教学资源，提高现有虚拟仿真实验教学内容，持续建设提高，加强社会辐射，做好国家级虚拟仿真实验教学项目立项申报的服务工作。

4、加强信息化建设，进一步拓展教学资源的共享。2021 年中心将加强信息化管理建设，持续建设实验中心的管理平台，完善课程的预约管理功能，共享更

多的优质教学资源。

**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有虚拟中心人员(含固定人员、兼职人员)的署名，且署名本校名称。

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 2020 年 1 月 1 日至 12 月 31 日)

### 一、中心基本情况

虚拟中心名称	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://eeec.tju.edu.cn					
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 <sup>2</sup>	设备总值	972 万元	设备台数	805 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	22 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	2015 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	30	是	国家级	/

2	专业综合实验	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	80	180	是	国家级	/
3	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	37	是	省级	津教政办【2019】69号
4	专业综合实验	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	40	168	是	省级	津教政办【2019】69号
5	卫星通信	2017级通信工程	卫星通信系统设计虚拟仿真综合实验	4	24	是	校级	校内立项编号TJUXF20180304
6	移动机器人技术基础	2017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
7	检测技术基础	2018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
8	电气工程导论	2018级电气工程及其自动化	电力系统虚拟仿真实验	2	150	否		

9	电机学	2019 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		
10	高压工程	2017 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	转化方式	实验教学内容	网络访问地址
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"> <li>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</li> <li>2) 微电网能量管理方法，包括分布式电源、储能等控制策略</li> <li>3) 微电网控制器参数设计方法</li> <li>4) 微电网运行模式切换方法</li> <li>5) 光伏、风机、蓄电池、柴发运行原理与动态特性</li> </ol>	http://119.23.40.38:13000/

2	γ 辐照对高导热聚乙烯微纳米复合介质绝缘劣化的作用机理及材料性能优化研究	高宇	实验项目	<p>本项目依托天津大学电气自动化与信息工程学院国家级虚拟仿真实验教学中心，以电力系统中的核心设备大型油浸式电力变压器为载体，模拟变压器的结构和接线，建立包括典型预防性试验（绝缘电阻、泄漏电流、介质损耗和局部放电）和破坏性试验（交流和冲击耐压）的实践体系，使学生通过模拟场景自主完成交流、直流、冲击高压发生器的设计，交流/冲击耐压试验的接线，绝缘电阻等预防性试验的系统搭建和接线，试验结果获取与分析等步骤，更为真切的掌握大型油浸式电力变压器的绝缘试验方法，提高学生对高压实践环节培养目标的达成度。</p> <p>主要知识点：共 8 个</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 绝缘电阻测量</li> <li>(2) 泄漏电流测量</li> <li>(3) 介质损耗测量</li> <li>(4) 局部放电测量</li> <li>(5) 交流高压发生器设计</li> <li>(6) 直流高压发生器设计</li> <li>(7) 冲击高压发生器设计</li> <li>(8) 耐压试验方法</li> </ol>	<a href="http://ealab.tju.edu.cn:3600/virexp">http://ealab.tju.edu.cn:3600/virexp</a>
3	外绝缘表面液滴吸附生长模型及诱发沿面放电闪络机理研究	高宇	实验项目	<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>	<a href="http://ealab.tju.edu.cn:3600/virexp">http://ealab.tju.edu.cn:3600/virexp</a>

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	浙江求是科教设备有限公司	共建	联合开发	虚拟仿真实验项目	http://211.81.48.233:3600/

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	5726	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	24	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	174	优秀
4	高电压虚拟仿真	天津大学	在线使用 账户访问	160	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	正高级	主任	管理	博士	长江学者
2	袁浩	男	1959	正高级	副主任	管理	硕士	
3	王超	男	1973	正高级	副主任	管理	博士	博士生导师
4	孟庆浩	男	1968	正高级		教学	博士	博士生导师
5	王萍 (大)	女	1955	正高级		教学	硕士	博士生导师
6	左志强	男	1973	正高级		教学	博士	博士生导师
7	邓斌	男	1979	正高级		教学	博士	博士生导师
8	刘艳丽	女	1983	副高级		教学	博士	
9	房朝晖	男	1967	副高级		管理	硕士	
10	白瑞峰	男	1987	副高级		教学	硕士	
11	李祺	男	1987	中级		教学	硕士	
12	韩洪洪	女	1988	中级		教学	硕士	
13	靳荔成	男	1989	中级		技术	硕士	
14	于赫洋	男	1990	中级		教学	硕士	
15	宋关羽	男	1989	中级		教学	博士	
16	高镇	男	1982	副高级		教学	博士	
17	金文	女	1967	副高级		教学	学士	
18	郝莹	女	1968	副高级		教学	学士	
19	王智颖	女	1990	中级		教学	博士	
20	苏江	男	1984	中级		技术	硕士	
21	沈勇环	女	1967	中级		技术	学士	
22	王晓远	男	1962	正高级		教学	博士	博士生导师
23	谭超	男	1980	正高级		教学	博士	博士生导师

24	路志英	女	1964	正高级		教学	博士	博士生导师
25	任英玉	女	1965	副高级		教学	硕士	
26	王江	男	1964	正高级		教学	博士	博士生导师
27	张炳达	男	1959	正高级		教学	硕士	博士生导师
28	高宇	男	1981	副高级		教学	博士	博士生导师
29	韩涛	男	1987	中级		教学	博士	
30	冀中	男	1980	副高级		教学	博士	博士生导师

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	正高级	其它	其他	博士	
2	刘艳莉	女	1959	正高级	其它	其他	硕士	
3	张钢	男	1959	正高级	其它	其他	博士	
4	魏晨阳	男	1990	中级	其它	技术	学士	
5	徐行健	男	1975	中级	其它	技术	学士	
6	刘继伟	男	1983	副高级		技术	博士	
7	孙道贺	男	1979	副高级		技术	硕士	
8	吴雅轩	男	1986	中级		技术	硕士	
9	杨弟平	男	1985	中级		技术	学士	
10	陈美松	男	1980	中级		技术	硕士	
11	曹正标	男	1981	中级		技术	学士	
12	周亚东	男	1982	中级		技术	硕士	
13	王志远	男	1982	中级		技术	学士	
14	王国峰	男	1983	中级		技术	学士	
15	贺海燕	女	1975	中级		技术	学士	
16	苏菲菲	男	1990	中级		技术	硕士	
17	蔡学鹏	男	1985	中级		技术	学士	
18	陈西玉	女	1966	中级		技术	学士	
19	徐明敏	男	1986	中级		技术	学士	
20	苏文圣	男	1988	中级		技术	学士	

21	刘浩	男	1989	中级		技术	学士	
----	----	---	------	----	--	----	----	--

注：（1）兼职人员：指在中心承担教学、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	2020 国家级虚拟仿真实验教学资源	王成山	宋关羽 王智颖	202010-202409	50.00	a
2	校企合作创新实践课(营)与平台的建设	2019 年自动化类专业教学指导委员会专业教育教学改革研究课题面上项目	王超	刘丽萍 吕卫 于赫洋 白瑞峰	201907-202107	0.30	a
3	物联网创新课程与实践体系建设	2018 年第二批产学合作协同育人项目	王超	刘丽萍 白瑞峰 于赫洋 李根	201901-202012	4.80	a
4	基于 TCP/IP 协议的过程控制系统 MOOC 式远程实验平台设计与研究	2019 年第二批产学合作协同育人项目	于赫洋	袁浩 白瑞峰 靳荔成	202006-202106	3.00	a
5	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	201910-202009	10.00	a

6	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	201910-202009	10.00	a
7	智能微电网虚拟仿真实验教学项目	2019年第一批产学合作协同育人项目	宋关羽	王智颖	201906-202006	3.00	a
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	2019年第一批产学合作协同育人项目	于赫洋	王超 白瑞峰	201906-202006	3.00	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	2019年第一批产学合作协同育人项目	白瑞峰	于赫洋 靳荔成	201906-202006	3.00	a
10	网络化工业控制系统实验教学平台建设	2019年第一批产学合作协同育人项目	韩洪洪	房朝晖	201906-202006	3.00	a
11	集成新能源的电力系统综合实践平台构建	2019年第一批产学合作协同育人项目	宋关羽	王智颖	201906-202006	3.00	a

注：此表填写省部级以上教学改革项目/课题。（1）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：必须是虚拟中心人员（含固定人员和兼职人员）。（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类课题指以中心人员为第一负责人的课题；b类课题指本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	51961135 101	王成山	宋关羽	201901- 202112	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	201901- 202212	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		201901- 202112	25.00	a
4	面向深海区域混合结 构探测的多关节潜器 研发	2017YFC 0306200	孟庆浩	靳荔成	201707- 202012	150.00	a
5	针刺神经多时标复用 编码机制研究	61671320	邓斌		201701- 202012	14.30	a
6	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	201701- 202112	502.00	a
7	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	201701- 202012	63.00	a
8	基于 TMR 传感器的 EMT 系统关键技术 研究	19JCYBJ C18600	王超	郭琪	201904- 202203	10.00	a
9	液液两相流含率/速 度分布参数超声测试 方法	61973229	谭超		202001- 202312	63.00	a
10	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	202001- 202412	300.00	a
11	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	201701- 202012	62.00	a
12	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 徐正阳	201701- 202012	59.00	a

注：此表填写省部级以上科研项目/课题。项目要求同上。

### (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	油气水三相流分相流速声电双模态测量方法	ZL201810990581.6	中国	谭超 史雪薇 董峰	发明专利	独立完成
2	两相流过程参数的声电双模态融合测量方法	ZL201710293968.1	中国	谭超 付广智 董峰	发明专利	独立完成
3	用于脑出血检测的多频电磁层析成像方法	ZL201611031436.2	中国	谭超 肖志利 董峰	发明专利	独立完成
4	抑制组织间互感耦合作用的多频电磁层析成像方法	ZL201710090241.3	中国	谭超 肖志利 董峰	发明专利	独立完成
5	一种基于FPGA的有源配电网多速率实时仿真方法	ZL201810221844.7	中国	王成山 王智颖 李鹏	发明专利	合作完成-第一人
6	基于多FPGA的有源配电网实时仿真器并行通讯方法	ZL201710329189.2	中国	王成山 王智颖 李鹏	发明专利	合作完成-第一人
7	一种基于多FPGA的有源配电网实时仿真器同步机制设计方法	ZL201710097019.6	中国	王成山 王智颖 李鹏	发明专利	合作完成-第一人

8	一种基于多FPGA的有源配电网实时仿真器内部接口设计方法	ZL201710096627.5	中国	王成山 王智颖 李鹏	发明专利	合作完成-第一人
9	一种用于在线白酒识别的手持电子鼻	ZL201710547486.4	中国	孟庆浩	发明专利	独立完成
10	基于插入式电导传感器的含水率测量装置	ZL201810923285.4	中国	王超 曹晴晴 孙宏军 张帅 李潇亮 王伟	发明专利	合作完成—第一人
11	基于小波脊特征提取的涡街湿气过读补偿与流量测量方法	ZL201910469779.4	中国	王超 李金霞 丁红兵 孙宏军	发明专利	合作完成—第一人

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：必须是虚拟中心人员（含固定人员和兼职人员），多个完成人只需要填写中心人员中靠前的一位，排名在类别中体现。（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人员则为合作完成-第一人；第二完成人是虚拟中心人员则为合作完成-第二人，第三及以后完成人是虚拟中心人员则为合作完成-其他。（以下类同）。

## 2. 发表论文、专著情况

序号	论文/专著名称	作者	刊物、出版社名称	卷、期(或章节)、页	类型	类别
1	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
2	Image Reconstruction Based on Convolutional Neural Network for Electrical Resistance Tomography	Tan Chao, Lv Shuhua, Dong Feng, Takei Masahiro	IEEE Sensors Journal	Vol.19, No. 1, pp. 196-204.	SCI(E)	合作完成—第一人
3	A wideband electrical impedance tomography system based on bioimpedance spectrum analysis	Tan Chao, Liu Shiwei, Jia Jiabin, Dong Feng	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	Vol.69, No.1, pp. 144-154	SCI(E)	合作完成—第一人
4	V-Net deep imaging method for electrical resistance tomography	Li Feng, Tan Chao, Dong Feng, Jia Jiabin	IEEE Sensors Journal	Vol.20, No.12, pp.6460-6469	SCI(E)	合作完成—第一人

5	Measurement of oil fraction in oil-water dispersed flow with swept-frequency ultrasound attenuation method	Yu Han, Tan Chao, Dong Feng	International Journal of Multiphase Flow	Vol.133, 103444	SCI(E)	合作完成—第一人
6	A new overreading model for wet gas vortex metering based on vorticity transport mechanism	Jinxia Li, Chao Wang, Hongbing Ding, Hongjun Sun	Measurement	162:107884	SCI(E)	合作完成—第一人
7	Electrostatic induced charge signal extraction based on waveform characteristic in time domain	Chao Wang, Lin Jia, Shuai Zhang, Yadong Li	Powder Technology	362:362-374	SCI(E)	合作完成—第一人
8	Electrostatic Sensor for Determining the Characteristics of Particles Moving From Deposition to Suspension in Pneumatic Conveying	Chao Wang, Lin Jia, Wenbin Gao	IEEE SENSORS JOURNAL	20(2):1035-1042	SCI(E)	合作完成—第一人
9	Fluctuation scaling of neuronal firing and bursting in spontaneousl	Xinmeng Guo, Haitao Yu, Nathan X. Kodama, Jiang	International Journal of Neural Systems	30(1): 1950017	SCI(E)	合作完成—第

	y active brain circuits	Wang, Roberto F. Galan.				一人
10	Resonance transmission of multiple independent signals in cortical networks	Haitao Yu, Kai Li, Xinmeng Guo, Jiang Wang	Neurocomputing	377:130-144	SCI(E)	合作完成—第一人
11	Spatiotemporal EEG microstate analysis in drug-free patients with Parkinson's disease	Chu Chunguang, Wang Xing, Cai Lihui, Zhang Lei, Wang Jiang, Liu Chen, Zhu Xiaodong	Neuroimage-Clinical	Vol.25	SCI(E)	合作完成—第一人
12	Coordination for second-order multi-agent systems with velocity and communication constraints	Wentao Zhang, Zhiqiang Zuo, Yijing Wang	Neurocomputing	375 (29): 51-61	SCI(E)	合作完成—第一人
13	Security control of multi-agent systems under false data injection attacks	Zhiqiang Zuo, Xiong Cao, Yijing Wang	Neurocomputing	404: 240-246	SCI(E)	合作完成—第一人
14	Analytical Calculation Method of Reliability Sensitivity Indexes for Distribution	Zhang Tianyu, Wang Chengshan, Luo Fengzhan	Journal of Modern Power Systems and Clean Energy	8(2):325-333	SCI(E)	合作完成—第一人

	Systems Based on Fault Incidence Matrix	g				一人
15	Active contour based method for finger-vein image segmentation	Jianfeng Zhang, Zhiying Lu, Min Li	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	Vol (69)	SCI(E)	合作完成—第一人
16	Learned features of leaf phenotype to monitor maize water status in the fields	Zhuang S, Wang P, Jiang B	Computers and Electronics in Agriculture	172: 105347	SCI(E)	合作完成—第一人
17	A Center Location Algorithm for Tropical Cyclone in Satellite Infrared Images	Wang P, Wang P, Wang C	IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing	13: 2161 - 2172	SCI(E)	合作完成—第一人
18	Vegetation extraction in the field using multi-level features	Zhuang S, Wang P, Jiang B	Biosystems Engineering	197: 352 - 366	SCI(E)	合作完成—第一人
19	Physiological explicit of delayed psychological stress response induced by	Ming Li , Shixiong Chen, Zhen Gao, Wanqing Wu,	COMPUTER METHODS AND PROGRAMS IN BIOMEDICINE	Vol.196	SCI(E)	合作完成—第

	extra neural regulation	Lingzhen g Xu				一人
20	Design of SEU-Tolerant Turbo Decoders Implemented on SRAM-FPG As	Zhen Gao, Lingling Zhang, Tong Yan, Kangkang Guo, Zhan Xu, Pedro Reviriego	IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems	Vol.28	SCI(E)	合作完成—第一人
21	Anees Ullah, and Pedro Reviriego, Radiation Tolerant Viterbi Decoders for On-Board Processing (OBP) in Satellite Communications	Zhen Gao, Lina Yan, Jinhua Zhu, Ruishi Han	China Communications	vol. 17. no. 1	SCI(E)	合作完成—第一人
22	Fault Tolerant Design of Large-Scale Digital Beam Forming in SRAM-FPG As for Software Defined Satellite Platforms	Zhen Gao, Jinhua Zhu, Tong Yan, Linghua Guo, Xiangping Chen, Yinqiao Li, Xiaolei Wan	China Communications	vol. 17. no. 7	SCI(E)	合作完成—第一人
23	Odor-induced emotion recognition based on average frequency band division of EEG signals	Hui-Rang Hou, Xiao-Nei Zhang, Qing-Hao Meng.	JOURNAL OF NEUROSCIENCE METHODS	334: 108599	SCI(E)	合作完成—第一人

24	Evaluation of parasitic resistance in voltage-driven electrical resistance tomography	Chao Wang , Qingqing Cao , Yuxiang Chen, Huaxiang Wang, Ziqiang Cui	Measurement Science and Technology	31(5):055901	SCI(E)	合作完成—第一人
25	Bipartite consensus for a network of wave equations with time-varying disturbances	Yining Chen, Zhiqiang Zuo, Yijing Wang	Systems & Control Letters	136: 104604	SCI(E)	合作完成—第一人
26	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	1(14):131-138	SCI(E)	合作完成—第一人
27	CDA-Net for Automatic Prostate Segmentation in MR Images	Zhiying Lu, Mingyue Zhao, Yong Pang	APPLIED SCIENCES-BASEL	Vol(10)	SCI(E)	合作完成—第一人
28	A Model Output Deep Learning Method for Grid Temperature Forecasts in Tianjin Area	Chen K, Wang P, Yang X	Applied Sciences, Multidisciplinary Digital Publishing Institute	10(17): 5808	SCI(E)	合作完成—第一人
29	Physiological explicit of delayed psychological	Ming Li , Shixiong Chen, Zhen	COMPUTER METHODS AND PROGRAMS IN BIOMEDICINE	vol. 196	SCI(E)	合作完成

	l stress response induced by extra neural regulation	Gao, Wanqing Wu, Lingzhen g Xu				— 第一人
30	Design of SEU-Tolerant Turbo Decoders Implemented on SRAM-FPG As	Zhen Gao, Lingling Zhang, Tong Yan, Kangkang Guo, Zhan Xu, Pedro Reviriego	IEEE Transactions on Very Large Scale Integration(VLSI) Systems	vol. 28, no. 12	SCI(E)	合作完成—第一人
31	An Automatic Recognition Method for Airflow Field Structures of Convective Systems Based on Single Doppler Radar Data	Wang P, Gu K, Hou J	Atmosphere, Multidisciplinary Digital Publishing Institute	11(2): 142	SCI(E)	合作完成—第一人
32	A Velocity Dealiasing Scheme Based on Minimization of Velocity Differences between Regions	Yuan Y, Wang P, Wang D	KUBOTA H. in Advances in Meteorology	2020: 6157636	SCI(E)	合作完成—第一人
33	Neural network-based closed-loop deep brain stimulation for modulation of pathological oscillation in Parkinson's disease	C Liu, G Zhao, J Wang, H Wu, KA Loparo	IEEE Access	2020,8:161067-161079	SCI(E)	合作完成—第一人

34	Design of charge-sensitive and current-sensitive preamplifiers for electrostatic sensor	Chao Wang, Yadong Li, Lin Jia, Shuai Zhang, Jiamin Ye	Journal of Electrostatics	105:103449	SCI(E)	合作完成—第一人
35	Prostate Localization in 2D Sequence MR with Fusion of Center Position Prior and Sequence Correlation	Lu Zhiying, Zhao Mingyue, Xiao Yang, Pang Yong	Chinese Control Conference	6464-6469	EI Compendex	合作完成—第一人
36	Photovoltaic Power Regression Model Based on Gauss Boltzmann Machine	Lu Zhiying, Wang Zehan, Ren Yimo	Chinese Control Conference	6117-6122	EI Compendex	合作完成—第一人
37	Multi-Classification of Rainfall Weather Based on Deep Learning-Model	Lu Zhiying, Ding Xudong, Ren Yimo, Sun Xiaolei	Chinese Control Conference	6374-6379	EI Compendex	合作完成—第一人
38	Ocean surface wind prediction Based on GA-LIESN On-line Learning Model	Lu Zhiying, Ni Tianqi, Sun Xiaolei, Yan Jingchun	Chinese Control Conference	6285-6290	EI Compendex	合作完成—第一人
39	Behavior Assessment and	Zhiqiang Zuo, Zheng Li,	Chinese Control Conference	5683-5688	EI Compendex	合作完

	Trajectory Planning for Autonomous Vehicles on Structural Urban Roads	Yijing Wang,				成 — 第 一 人
40	Ultrasound array scanning for oil-gas-water three-phase flow measurement based on plane wave	Tian Sheng, Tan Chao, Dong Feng	Chinese Control Conference	2869-2875	EI Compendex	合 作 完 成 — 第 一 人
41	Image reconstruction for ultrasonic tomography using multi-channel convolutional neural network	Lyu Jiashuo, Tan Chao, Dong Feng	Chinese Control Conference	7304-7309	EI Compendex	合 作 完 成 — 第 一 人
42	Monocular Visual SLAM based on VGG Feature Point Extraction	Xu-Yang Dai, Qing-Hao Meng	Chinese Control Conference	3375-3380	EI Compendex	合 作 完 成 — 第 一 人
43	Deep Multi-scale Feature Fusion Convolutional Neural Network for Automatic Epilepsy Detection Using EEG Signals	Qin Hongshuai, Deng Bin, Wang Jiang, Yi Guosheng, Wang Ruofan, Zhang Zhen	Chinese Control Conference	7061-7066	EI Compendex	合 作 完 成 — 第 一 人
44	A Real-Time On-Demand Deep Brain	Deng Bin, Li Xinlei, Chang	Chinese Control Conference	5845-5849	EI Compendex	合 作

	Stimulation Device Design and Validation	Siyuan, Li Huiyan, Liu Chen, Wang Jiang, Wei Xile				完成—第一人
45	高精度红外热成像测温技术研究	张志强, 王萍, 于旭东, 张剑, 李婷	仪器仪表学报	2020(5): 10-18	EI Compendex	合作完成—第一人
46	一种单相 PWM 整流器动态性能优化控制策略	王萍, 闫瑞涛	太阳能学报	2020, 41(8): 102-107	EI Compendex	合作完成—第一人
47	电子鼻富集装置温度补偿方法	程录, 孟庆浩	仪器仪表学报	41(1): 56-63	EI Compendex	合作完成—第一人
48	基于小波能量矩的嗅觉脑电信号识别	翟文鹏, 张小内, 侯惠让, 孟庆浩	生物医学工程学报	37(3):3, pp. 399-404.	EI Compendex	合作完成—第一人
49	基于静电互相关灵敏度加权的气路碎片监测	王超, 张帅, 李亚东, 贾林	北京航空航天大学学报	46(03):457-464	EI Compendex	合作完成—第

						一人合作完成—第一人
50	爪极混合励磁皮带驱动起动/发电一体机的磁场设计	王晓远, 李娜, 赵晓晓, 庞炜,	电工技术学报	35(20):4258-4265	EI Compendex	一人合作完成—第一人
51	电动汽车用 ISG 永磁电机在弱磁条件下的永磁体涡流损耗分析	王晓远, 刁剑, 王力新, 赵晓晓, 蔚盛,	机械工程学报	56(12):155-164	EI Compendex	一人合作完成—第一人
52	基于脑启发视觉神经元网络输电线路部件识别的研究	匡载波, 王江	电力系统及其自动化学报	32(04):19-25	CSCD	一人合作完成—第一人
53	基于地基云图图像特征的光伏功率预测	路志英, 周庆霞, 李鑫, 王泽涵	电力系统及其自动化学报	Vol (32)	CSCD	一人合作完成—第一人
54	基于 Focal Loss 改进的 GBDT 模型对天津强对流灾害的预报	路志英, 汪永清, 孙晓磊, 贾惠珍	灾害学	Vol (35)	CSCD	一人合作完成—第一人
55	SDN 环境下的 LDoS 攻击检测与	颜通, 白志华, 高镇,	计算机科学与探索	Vol(4)	CSCD	合作完

	防御技术	闫丽娜, 周蕾				成 一 第 一 人
56	区块链在物联网系统中的应用探讨	高镇, 崔琪楣, 张雪菲, 王晓飞	物联网学报	4(2)	CSCD	合 作 完 成 一 第 一 人

注：（1）论文、专著均限于教学研究、学术期刊论文或专著，一般文献综述、一般教材及会议论文不在此填报。请将有虚拟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：多个作者只需要填写靠前的其中一位，排名在类别中体现。

### 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	电力系统动态模拟实验平台	自制	可开展电力系统动态模拟实验，可探索同步发电机静态运行极限和传输功率极限。	显著提高了实验系统的可操作性	天津大学
2	微电网实验平台	自制	可开展微电网相关实验，包括电力电子变流器控制策略验证实验和微电网模式切换实验	显著提高了实验系统的可操作性	天津大学
3	QSTIA-IIA 工业控制系统实训装置	自制	QSTIA-II 系列工业控制系统实训装置包括可编程控制器（PLC）和运动控制器两大控制系统，可以完成工业控制系	构建了网络化的工业控制系统实验平台	天津大学

			统中常见电气部件的基本使用训练、软件控制方法训练、工业控制系统的综合设计训练。		
4	实践教学VPN平台	自制	用户在天津大学校园内使用校内账号登录实验教学管理平台,根据实验资源可用情况预约实验时间。当预约通过审批后,用户可以使用VPN将本机映射至中心内网完成实验设备连接,从而进行实验项目。	增强线上、线上线下混合式教学效果,提高实验室利用率及开放程度,提升实验室信息化水平,有效利用实验室资源,满足实验室通过网络进行实验教学或自主开放实验的需求,并具备相应预约、管理等功能。	天津大学

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	2 篇
国际会议论文数	23 篇
国内一般刊物发表论文数	5 篇
省部委奖数	1 项
其它奖数	0 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://eeec.tju.edu.cn	
中心网址年度访问总量	13259 人次	
信息化资源总量	2692200Mb	
信息化资源年度更新量	25789Mb	
虚拟仿真实验教学项目	10 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	Intelligent monitoring and measurement of industrial multiphase flow	谭超	International Conference on Energy and AI	2020.01.11	天津
2	分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验设计与实践	宋关羽	中国教育技术协会教育仿真技术专业委员会 2020 年年会暨第 22 届教育仿真技术论坛	2020.12.04-2020.12.07	广西南宁
3	分布式发电与智能微电网虚拟仿真实验项目建设与实践经验分享	宋关羽	高校虚拟仿真“金课”建设研讨会	2020.12.11-2020.12.14	河南郑州

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	2020年天津市大学生电子设计竞赛（TI杯）	省部级	1182	郭继昌	教授	2020.9-2020.10	15

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		200 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

本虚拟中心郑重承诺所填内容属实，数据准确可靠。

数据审核人：王桐峰  
虚拟中心主任：王桐峰  
(单位公章)  
电气自动化与信息工程学院  
2021年3月3日

### (二) 学校评估意见

所在学校年度考核意见：

经组织专家进行材料审核、答辩评审、网络资源考察，同意我校电气工程与自动化国家级虚拟仿真实验教学中心通过2020年度考核。我校将在政策、人员、经费、资源等各方面继续优先支持该中心的建设与发展，鼓励中心加大开放共享力度，不断扩大辐射影响力。

所在学校负责人签字：王桐峰  
(单位公章)  
2021年3月3日