

# 高校公共虚拟仿真实验教学平台的探索与实践

许 丽, 王鸿鹏, 刘景泰

(南开大学 1. 虚拟仿真实验教学中心; 2. 人工智能学院, 天津 300350)

**摘 要:** 南开大学针对虚拟仿真实验教学平台的建设与运营开展了研究与实践, 将实验教学管理部门的职能与人工智能学院在虚拟仿真技术方面的技术积淀进行深度融合与协同创新, 依托于计算机与控制工程国家级虚拟仿真实验教学中心, 建设公共虚拟仿真实验教学平台。平台面向培育国家虚拟仿真实验教学项目的需求, 在建设、运营与管理模式上进行了研究与实践, 整合全校虚拟仿真实验教学资源, 建立虚拟仿真公共实验室, 开发了虚拟仿真实验教学项目共享平台, 服务全校各学院、各专业的虚拟仿真实验教学资源建设并进行开放共享, 并整体对接“实验空间—国家虚拟仿真实验教学项目共享平台”。

**关键词:** 公共平台; 虚拟仿真; 实验教学; 管理模式

中图分类号: G 642.0 文献标识码: A doi: 10.3969/j.issn.1672-4305.2021.04.021

## Exploration and practice of university public virtual simulation experiment teaching platform

XU Li, WANG Hongpeng, LIU Jingtai

(1. Virtual Simulation Experimental Teaching Center; 2. College of Artificial Intelligence, Nankai University, Tianjin 300350, China)

**Abstract:** Nankai University has carried out research and practice on the construction and operation of virtual simulation experimental teaching platform. The functions of the experimental teaching management department and the technical accumulation of Artificial Intelligence College in virtual simulation technology are deeply integrated and collaboratively innovated. Relying on the National Virtual Simulation Experiment Teaching Center of Computer and Control Engineering, a public virtual simulation experiment teaching platform is built. Facing the needs of cultivating national virtual simulation experiment teaching projects, the platform conducts research and practice in the construction, operation and management mode, integrates the entire school's virtual simulation experimental teaching resources, establishes a virtual simulation public laboratory, and develops a virtual simulation experiment teaching project sharing platform, which serves the construction and open sharing of virtual simulation experiment teaching resources of all colleges and specialties of the university, and to make the overall connection "Experiment Space-National Virtual Simulation Experiment Teaching Project Sharing Platform".

**Key words:** public platform; virtual simulation; experimental teaching; management mode

收稿日期: 2020-07-15 修改日期: 2020-10-27

作者简介: 许丽, 硕士, 实验师, 主要研究方向为虚拟仿真实验教学与管理。E-mail: xuli@nankai.edu.cn

通讯作者: 王鸿鹏, 博士, 副教授, 主要研究方向为人工智能与智能机器人技术、虚拟现实与智能仿真技术。

E-mail: hpwang@nankai.edu.cn

基金项目: 天津市教学成果奖重点培养项目(项目编号: PYGJ-023); 南开大学 2020 年本科教育教学改革项目(项目编号: NKJG2020346)。

虚拟仿真实验教学是高等教育信息化建设和实验教学示范中心建设的重要内容, 是学科专业与信息技术结合的产物。《教育部关于一流本科课程建设的实施意见》中指出要推进课程改革创新, 消灭“水课”, 建设“金课”, 其中虚拟仿真实验教学一流课程是构建高等教育信息化实验教学体系的关键<sup>[1]</sup>, 突出了对于虚拟仿真实验教学工作的重视,

意在避免重复建设的同时,鼓励项目创新,倡导资源共享。

### 1 虚拟仿真实验教学平台建设的必要性

南开大学(以下简称:我校)对虚拟仿真实验教学的发展高度重视,虚拟仿真实验教学建设进入快速发展阶段。近几年我校多个学院都在积极建设虚拟仿真实验教学项目,每个项目都需要一定的经费额度用于实验条件的搭建,但服务对象仅限于自身学院、学科,设备利用率低。也有一些实验教学中心经费有限,只能购置一批台式电脑进行虚拟仿真教学,不能完全凸显虚拟仿真资源的教学优势。

大多数的虚拟仿真实验教学项目所属课程不同、面向学生不同,但其硬件设施非常相似。我校通过前期的相关企业调研和实验情况梳理,讨论综合教学平台建设技术路线,最终形成了一套有效的公共虚拟仿真实验教学平台(以下简称:公共平台)可行性建设方案,建成后该平台可以全面支持全校各类型虚拟仿真实验教学项目的申报工作,同时启动全校虚拟仿真实验教学资源向校级平台的整合工作,并提供全校虚拟仿真实验教学课程的支撑服务。

公共平台的建设有以下几方面的优势:(1)提

高硬件设施的质量,降低成本和风险,保证了数量,共享了实验室资源,提高了利用率,从而有效缓解学科建设投入不足、资源分布欠均衡的矛盾<sup>[2]</sup>,为各学院虚拟仿真资源的开发和项目建设提供了技术支撑平台;(2)使学生能够在高度仿真的虚拟环境中开展实验,加强实践教学效果,提高教学质量,共享课程资源,有利于培养学生基于虚拟仿真技术进行设计、展示与分享的能力,产出丰富的创新成果;(3)通过独立开发或与企业合作开发等方式实现教学资源的标准化和规模化<sup>[3]</sup>,深化跨专业技术融合<sup>[4]</sup>,加强信息资源建设,提出具有南开大学特色的虚拟仿真实验教学体系建设思路与要求。

### 2 创新性的管理模式探索

先进的组织机构和管理体系是实验教学的重要条件保障要素,是实验室各项工作高效顺利进行的基础<sup>[5]</sup>。学校对于公共平台建设给予高度重视和经费保障,超越了单一机构和基础设施的范畴,优化资源配置,创新性的提出了实验教学平台发展的新模式,形成了一个协调运行、资源共享、持续发展的管理模式<sup>[6]</sup>,图1为公共平台的组织结构。

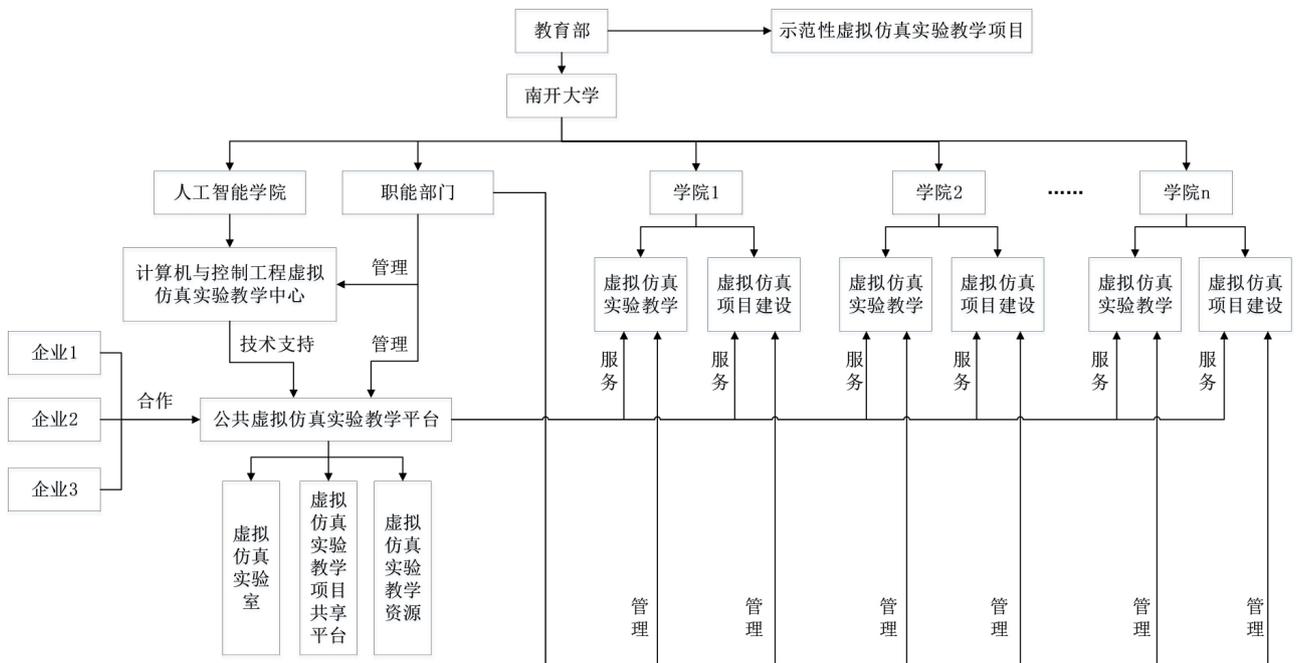


图1 公共平台组织结构

#### 2.1 院校共建的管理体系

公共平台由管理职能部门牵头组建,部门人员具有较为丰富的开发和实践经验,为平台运行发展

筹划;计算机与控制工程国家级虚拟仿真实验教学中心负责规划软硬件设施、设备升级和日常运维,人工智能学院提供技术支持,具有专业基础的技术人

员为平台的顺利实施奠定了基础,从而提高了实验室的管理水平<sup>[7]</sup>;同时协同各学院实验教学中心、虚拟仿真实验教学中心参与建设,以达到满足各学科虚拟仿真实验教学的共性条件保障和个性资源建设的要求。

### 2.2 管理队伍建设

以计算机与控制工程国家级虚拟仿真实验教学中心、人工智能学院实验教学中心为主体建立管理队伍,配备实验技术系列岗位专职人员组织协调日常工作,并设立管理办公室,系统制定教师工作绩效考核、教学效果评价与反馈等政策措施<sup>[8]</sup>,保障虚拟仿真实验教学的顺利开展。并组织成立教学指导委员会,由优秀教师担任主任与委员,负责规划指导平台的教学、科研和队伍建设工作,努力建成一支教学、科研、技术人员相结合,核心骨干人员相对稳定,结构合理,教育理念先进,勇于创新的虚拟仿真实验教学管理队伍。

### 2.3 校企共建的运行机制

制定详细的校企对接计划<sup>[9]</sup>,建立校企合作的

长效运行机制,为公共平台的运营与发展进行具有前瞻性的技术支撑和渠道支持。企业有技术力量、良好的市场观念和经营能力、较雄厚的资金,将企业的效益观念与高校的教学需要结合起来<sup>[10]</sup>,深化校企合作,专注于实验平台的可持续发展,避免承建企业只建设不维护,充分借鉴企业人员的实战经验,发挥建设实施企业在新技术、新产品、新工艺方面的优势,为实验平台的运行提供坚实的技术支持。

## 3 公共平台的建设内容

公共平台以双校区的虚拟仿真实验室为硬件载体,开发并维护与“实验空间—国家虚拟仿真实验教学项目共享平台”对接的校级虚拟仿真实验教学项目共享平台,持续充实虚拟仿真实验教学资源,同时开发门户网站和管理服务平台,保障平台的信息服务和资源预约功能。图2为公共平台的功能架构,通过对实验环境、实验设施设备、实验教学课程的整体设计,实现人一机(智能系统)—环境(作业环境)的虚拟化交互和智能化仿真。

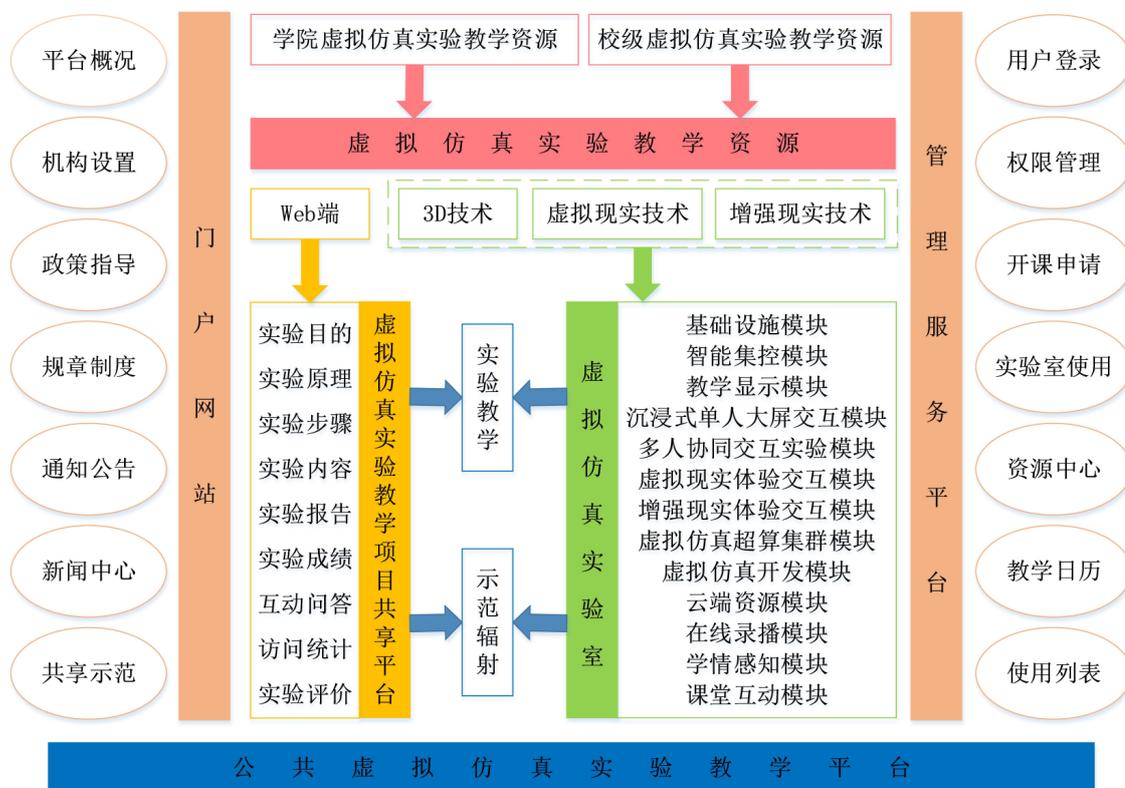


图2 公共平台功能架构

### 3.1 虚拟仿真实验室

两个校区分别规划一个虚拟仿真实验室,满足双校区教学基本需求。实验室设计分区明确,不断

完善实验室的实验教学功能,分阶段建设多个功能模块,支持智能化操作、教学交互和体验展示等。为实验教学和科研提供一个完整的、一体化的实验教



学环境<sup>[11]</sup>,推动形成智能化、泛在化、虚实结合的实验教学新模式<sup>[12]</sup>,培养学生使用增强现实、虚拟现实、多人协同和沉浸互动等方式体验与使用虚拟仿真系统的能力。

### 3.2 虚拟仿真实验教学项目共享平台

设计具有扩展性和兼容性的实验教学项目共享平台,高效管理实验教学资源,体现虚实结合、实时交互、智能互联的特点,向上对接教育部虚拟仿真项目共享平台,向下接入各学院虚拟仿真实验教学项目。规范虚拟仿真实验教学项目开发技术路线,按照学科门类和实验模式分类制定标准<sup>[13]</sup>,实现全校项目的统一管理和共享,满足多学科专业的虚拟仿真实验教学的需求,为培育优秀虚拟仿真实验教学项目提供平台支撑。

### 3.3 虚拟仿真实验教学资源

公共平台对全校各学院虚拟仿真实验课程开设和内容开发等进行理论指导与技术服务,针对我校不同专业,从解决实验教学难题和科研成果转化出发,提炼综合设计型虚拟仿真实验项目<sup>[14]</sup>。由计算机与控制工程国家级虚拟仿真实验教学中心组织编写虚拟仿真课程内容建设技术规范,将面向全校开展“虚拟现实导论”、“虚拟仿真技术”、“智能仿真系统开发”等讲解虚拟现实应用与开发的课程,逐渐辐射至医学、文学、经济、历史等学院的相关课程,不断完善课程教学体系。

## 4 公共平台的建设成效

经过2年多的建设和发展,公共平台建设已初见成效,学校发文(南发字[2019]92号)正式成立南开大学虚拟仿真实验教学中心,虚拟仿真实验教学逐步规范化、规模化,受益学生人数逐年增加。

### 4.1 虚拟仿真实验教学软硬件平台建设

位于新校区的虚拟仿真实验室分三期建设,目前一、二期建设工作已完成,实验室面积为182平方米,可同时容纳36名学生上课,现已具备3D显示交互系统、虚拟仿真开发系统、虚拟现实交互操作系统、增强现实交互展示系统、多人交互实验系统等可直接用于实验教学的功能模块。

虚拟仿真实验教学项目共享平台也已经投入使用,通过技术对接实现了校内现有虚拟仿真实验教学资源的接入和共享,全时段开放内外网访问,并实现了全程监控项目使用情况的功能。通过在线实验与现场实验相结合的方式共享虚拟仿真资源建设成果。

### 4.2 对虚拟仿真项目和实验教学的支撑作用

自公共平台初步运营至今,已支持了包括经济学院、历史学院、旅游与服务学院、物理科学学院、环境科学与工程学院、生命科学学院、医学院等院系申报了8个国家示范性虚拟仿真实验教学项目。并已开设“虚拟仿真技术”、“人工智能技术实验”等面向本科生的课程,并完成“固体废物处理与处置”等虚拟仿真实验课程的教学工作,年完成实验任务达到5600人时数。

### 4.3 示范效应

实验教学在高校建设与发展中发挥着重要的作用<sup>[15]</sup>,南开大学作为高等学校国家级实验教学示范中心联席会华北组成员单位,与各兄弟高校保持良好沟通。目前已有十多所高校和企事业单位代表来虚拟仿真实验教学中心进行参观交流,包括哈尔滨工业大学、广西民族大学、北京超星公司、华为公司、天津市口腔医院和天津广播电视台等。年参观人数达600人次,体现出一定的示范效应。

通过公共平台的持续建设,在制度创新、运行模式、规划设计、内容建设、开放共享等方面不断总结建设成果,提升我校在虚拟仿真领域教学和科研的影响力,力争在全国范围内的高校虚拟仿真实验教学方面取得示范效果。

## 5 结语

公共平台构建了通用的校级虚拟仿真实验教学平台,服务于全校各实验教学中心,满足多种形式的虚拟仿真实验教学,该平台的建设是推进我校虚拟仿真实验教学工作新起点,为我校立德树人的根本任务和双一流建设服务。目前公共平台的使用效率还不够高,要统筹实验资源,充分发挥公共平台的优势,加强各学院虚拟仿真项目的整合力度,优化实验内容,为加快建设高水平本科教育、全面提高人才培养能力做出贡献。

### 参考文献(References):

- [1] 教育部关于一流本科课程建设的实施意见[EB/OL]. (2019-10-30). [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031\\_406269.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html)
- [2] 王志华,张继红,曹广胜.优质实验资源共享环境下的虚拟仿真实验教学实践[J].实验科学与技术,2017,15(5):73-76.
- [3] 刘亚丰,吴元喜,苏莉,等.信息化背景下虚拟仿真实验教学中心建设规划与实践[J].高校生物学教学研究(电子版),2015,5(3):39-43.

(下转第87页)

管理研究项目立项,其中“水解法制备纳米氧化铁”实验模块参加了第十二届中国大学生计算机设计大赛并获得了全国二等奖。

#### 4 结语

本文提出了基于增强现实的移动端“无机化学实验”课程的预习软件的设计与开发,通过对无机化学实验的总结,使用 3Ds Max 对仪器进行建模,Unity 3D 为模型添加交互,并搭建 AR 功能,开发出一款无机化学实验学习的仿真安卓应用,主要结论如下:

(1) 本软件可以作为基础化学实验教学的辅助手段来帮助学生提高预习效率,解决了学生实验预习难,实验操作要点难掌握,文字表述较抽象难理解等化学实验学习预习时常见的问题。系统界面清晰明了,内容丰富,流程清晰,仿真操作演示方便规范。详细的介绍了实验的基本知识、实验流程以及具体操作方法。

(2) 采用 AR 技术结合无机化学实验,对仿真实验系统的新开发模式进行了有益的探索。同时,采用移动终端为主体的开发前提,以手机 APP 的形式进行设计和开发,通用性较好,且具有较好的原创性和创新性。

(3) 本软件给学生创设了自主学习空间,打破了传统的预习模式,无需受时间和空间的限制,可以随时随地反复学习,不进实验室即可对整个实验所需设备仪器有清楚的认识,改变学生学习方式,提升学生学习积极性。

#### 参考文献(References):

[1] 张树永,朱亚先,张剑荣.本科化学类专业化学实验教学体系改

革的思路与实施建议[J].大学化学,2018,33(10):1-6.

[2] 张萍花,刘文雪,王红艳,等.地方高校无机化学实验教学改革创新探索[J].山东化工,2018,47(15):167-168,170.

[3] 苏芳,苑壮东.无机化学实验预习方案的优化探讨[J].济宁学院学报,2009,30(6):43-45.

[4] 张媛,尹志华,马小军,等.虚拟仪器在高校化学实验中的应用[J].甘肃科技,2019,35(4):85-87.

[5] Alkan F, Kocak C. Chemistry Laboratory Applications Supported with Simulation[J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2015(176): 970-976.

[6] Dalgarno B, Bishop A G, Adlong W, et al. Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance Education chemistry students[J]. Computers in Education, 2009, 53(3): 853-865.

[7] Phon, D.N.E., Ali, M.B., Halim, N.D.A.. Collaborative Augmented Reality in Education: A Review[P]. Teaching and Learning in Computing and Engineering (LaTiCE), 2014 International Conference on 2014.

[8] Sannikov S, Zhdanov F, Chebotarev P, et al. Interactive Educational Content Based on Augmented Reality and 3D Visualization[J]. Procedia Computer Science, 2015(66): 720-729.

[9] Bujak K R, Radu I, Catrambone R, et al. A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom[J]. Computers in Education, 2013: 536-544.

[10] 陈向东,乔辰.增强现实学具的开发与应用——以“AR 电路学具”为例[J].中国电化教育,2014(9):105-110.

[11] 潘旭东,孙晓磊,李旦,等.基于 AR 技术的机械制造工艺课程设计教学辅助系统开发[J].实验技术与管理,2017,34(10):139-142.

[12] 张海森,杨光辉,刘超见,等.基于 AR 技术的跨平台移动终端的辅助学习系统[J].图学学报,2018,39(1):85-90.

[13] Zheng M, Waller M P. ChemPreview: an augmented reality-based molecular interface[J]. Journal of Molecular Graphics & Modelling, 2017(73): 18-23.

[14] 古映莹,郭丽萍.无机化学实验[M].北京:科学出版社,2015.

#### (上接第 82 页)

[4] 王慧,白红英,马丽.高校虚拟仿真实验室的建设与改革研究[J].中国管理信息化,2019,22(7):216-218.

[5] 鹿晓阳,李明弟,李轶.创新实验教学体系的研究与实践——国家虚拟仿真实验教学中心和国家实验教学示范中心建设[J].山东高等教育,2015,3(3):42-46.

[6] 王卫国.虚拟仿真实验教学中心建设思考与建议[J].实验室研究与探索,2013,32(12):5-8.

[7] 严薇,杨乾龙,廖琪,等.系统设计重点突破提高实验室管理工作水平[J].实验技术与管理,2017,34(6):1-4.

[8] 胡今鸿,李鸿飞,黄涛.高校虚拟仿真实验教学资源开放共享机制探究[J].实验室研究与探索,2015,34(2):140-144,201.

[9] 刘建平,宋霞,杨植,等.“产教融合,校企合作”共建高校实践教学体系[J].实验室研究与探索,2019,38(4):230-232,245.

[10] 李平,毛昌杰,徐进.开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设

提高高校实验教学信息化水平[J].实验室研究与探索,2013,32(11):5-8.

[11] 刘莞玲,谢伙生,叶福玲,等.网络安全与计算机技术虚拟仿真实验教学平台建设与探索[J].计算机教育,2019(6):62-66.

[12] 王阳萍,雍玖,王文润,等.示范性虚拟仿真实验项目的建设探索[J].计算机教育,2019(9):38-41.

[13] 祖强,魏永军,熊宏齐.江苏省高校虚拟仿真实验教学共享平台建设与探索[J].实验技术与管理,2019,36(5):1-4,46.

[14] 马学条,程知群,郑雪峰,等.电子信息技术虚拟仿真实验教学平台的建设与实践[J].实验技术与管理,2018,35(11):130-133.

[15] 方东红,荆晶,岳鑫隆.高校实验室管理机构及工作的定位思考与实践探索[J].实验技术与管理,2016,33(4):1-4.