

教育数字化背景下水声工程专业实验教学的思考与实践

李磊 刘爽* 庞明 刘嘉南 袁连喜

1. 水声工程国家级实验教学示范中心 哈尔滨工程大学 哈尔滨 150001

2. 哈尔滨工程大学 水声技术全国重点实验室 哈尔滨 150001

摘要: 随着信息技术革命和互联网时代的来临, 面对人才培养质量和技能要求日益提高的当代社会, 高等教育也必须抓住历史机遇, 进行数字化转型。水声工程国家级实验教学示范中心是国内水声工程人才培养开始最早、学科方向最全、规模最大、质量最高的实践教学基地, 数字化转型势在必行。针对高等教育数字化转型对实验教学的更高要求, 中心在教学资源、教学模式、数字素养三方面进行了思考和实践, 并在实验教学系统和一体化实验平台的数字化发展方向进行了探索和展望, 助力推进中国特色数字变革。

关键词: 教育数字化; 实验教学; 水声工程

随着信息技术革命和互联网时代的来临, 面对人才培养质量和技能要求日益提高的当代社会, 高等教育也必须抓住历史机遇, 进行数字化转型。“十四五”规划纲要提出, 以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革^[1]。在党的二十大报告中, 总书记首次将“推进教育数字化”写入报告, 提出了教育科技人才“三位一体”的总体安排和整体部署, 强调“推进教育数字化, 建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”^[2]。在教育数字化背景下, 实验教学工作应该面向产业需求, 产学研用紧密协同, 以学生为中心, 广泛搭建创新创业实践平台, 培养多样化、创新型卓越工程科技人才^{[3][4]}。文章以水声工程专业实验教学为例, 分析了教育数字化转型对实验教学工作的新要求, 并在教学资源、培养模式、教师能力三方面进行了思考与探索, 开展线上线下混合式教学、教研实践, 旨在为在高等教育大众化的大环境下促进创新型应用技术人才的培养提供可供借鉴的参考。

课题基金: 本论文为2024年度黑龙江省教育科学规划领导小组办公室省教育科学规划重点课题项目“数智教育背景下高校专业实验教学创新实践研究”研究成果。基金编号: GJB1424039

作者简介: 李磊 (1980—), 男, 吉林省长春市, 汉族, 硕士研究生学历, 哈尔滨工程大学水声工程教学科研实验中心主任, 高级实验师, 主要研究方向: 实验测试技术, 声学实验教学。

一、研究背景

党的十八大以来, 总书记多次关注海洋强国建设, 要求重视海洋事业发展。水声科技是世界各大海洋强国重点关注和优先发展的领域, 为保障我国的和平与发展, 以海洋强国战略为导引, 国家对水声科技人才的需求越发迫切。水声工程专业, 是国家国防特色专业, 同时也是一门交叉性和综合性专业, 实践能力和创新能力是评价学生综合素质的重要因素^[5]。开展水声工程特色专业实验教学改革、加强实验室建设、完善实验课程教学理念与方法, 对于持续提高实验教学质量, 进而提高人才培养质量, 助力“海洋强国”战略具有重大意义^[6]。

水声工程国家级实验教学示范中心 (以下简称中心) 依托水声工程学院和水声技术国防科技重点实验室, 是国内水声工程人才培养开始最早、学科方向最全、规模最大、质量最高的实践教学基地。中心自2015年开始, 逐渐重视信息技术对教育发展的影响, 探索将信息技术融入实验教学。党的二十大为探索指明了方向, 坚定了全面实施教育数字化战略行动的信心, 实验教学的改革要以新时代中国特色社会主义思想为指导, 纳入中国特色高等教育数字化新体系^[2]。

二、教育数字化转型对实验教学的要求

教育数字化转型, 是指在教育领域实现信息技术与教育教学深度融合, 促进教育资源共享, 提升教育质量和效益, 形成与数字时代相适应的新的教育体系, 进而驱动教育系统全过程深度变革^{[7][8]}。教育数字化是教育信息化发展的高级阶段, 高等教育需要以信息技术为支撑

进行转型升级, 落实在专业实验教学方面, 主要体现在三方面: 一是教学媒介与环境的数字化转型, 从而提高学习效率; 二是教学和评价过程的数字化转型, 避免实验学习的“只搬运不领会”, 真正做到以学生为中心, 保证教学质量; 三是教师能力的数字化转型, 促进教师积极吸收借鉴先进的教育理念、制度、技术和方法, 以适应技术变革重塑角色^{[9][10]}。

三、教育数字化背景下水声工程专业实验教学的探索和举措

中心的教育数字化转型最初是从数字设备的应用开始, 引进了基于LabVIEW的AD2掌上实验室。掌上实验室集成了多种通用仪器的功能, 可以节省仪器使用的培训时间、节省实验室的有限空间, 同时具备二次开发的空。2016年, 中心以教育部产学研合作协同育人项目为切入点, 加大信息化和数字化的建设步伐, 以学生发展为中心, 利用现代信息技术引领教学改革, 探索面向未来的实验教学新模式; 同时大力推进虚拟仿真实验建设, 推动优质课程资源开放共享^{[11][12]}; 在师资队伍建设方面, 通过虚拟协同教研新形态, 着力提升教师信息技术应用能力, 创新教育信息化应用模式。

(一) 教学资源的转型升级

2016年, 依托教育部产学研合作协同育人项目建设《声场与电磁场比对虚拟实验》, 通过虚拟仿真技术, 将理论知识直观化, 引导学生把声波和电磁波、声场和电磁场统一到波动理论下, 并且观察到二者之间的明显差异, 实现了波动理论与场概念的统一, 帮助学生迅速、简单地掌握专业理论^[13]。2017年建设的《声波基本要素的测量与分析实验》(2017年首批国家虚拟仿真实验教学项目、国家级一流本科课程)将实际上的抽象声场可视化, 通过对虚拟的理想自由场和实际室内扩散场两种声场空间分布特性的测量, 将实验观测能力与声学基本理论完美衔接, 引导学生进阶到声学实际问题的解决^[14]。2018年建设的《矢量水听器核心部件工艺虚拟实验装置》(VR/PC)将声学传感器的设计、制作、测试各环节利用虚拟技术实现, 为学生提供无限的实训操作机会, 降低课程消耗、鼓励自由发挥。同时提出“整合及补充零散的虚拟仿真实验项目, 实现不同虚仿技术的最优化综合利用”, 开始探索将独立的虚拟仿真实验项目联系起来, 开展换能器技术虚拟仿真系列实验项目的建设^[15], 升级后的《换能器制作工艺虚拟仿真实验》2021年获评黑龙江省省级一流本科课程、省级虚拟仿真实验

教学项目。《复杂海洋环境中的声纳探测性能分析实验》(2018年黑龙江省省级一流本科课程、省级虚拟仿真实验教学项目)则为学生提供了复杂环境下声纳系统探测实验平台, 实现了海洋与声纳进入课堂教学。

如果把教育数字化转型比作大海航行, 那么教学资源就像航行标志, 需要一个个有机串联, 才能保证船舶安全航行。中心目前拥有虚拟仿真国家级一流本科课程1门、省级一流本科课程3门, 将虚拟仿真实验由简单的原理、演示、操作逐步升级到系统层面, 构建了“基本原理→换能器制作→声场理论→声纳系统”的水声全环节虚仿实验体系。同时结合国家精品在线开放课程(水声学)、省级精品在线开放课程(振动与声基础), 以及2门国家级课程思政示范课程, 基本搭建了思政引领的一流数字化实验教学资源体系, 实现了学生在线学习、教师在线教学、课程资源在线开放、师生在线互动, 为线上线下混合式实验教学的开展提供了坚实的平台保障, 也为实验教学数字化转型夯实了基础。

(二) 教学模式的持续改进

教学模式就像船舶一样, 是海洋航行的工具, 按不同的使用要求而具有不同的技术性能、装备和结构型式。水声工程专业传统实验教学受空间、时间以及师资队伍规模的限制, 以往的实验教学模式存在千人一课的现象, 开展的实验教学项目单一、固定, 学生处于被动地位只能接受安排, 没有自主选择权, 缺少个性化实验项目的设置, 因此学生积极主动态度性不高, 综合素质和创新意识不易体现。此外每个实验项目由于任课教师不同, 往往相对独立, 彼此之间呼应不够, 学生对每个实验项目之间的内在联系并不十分清晰。而且, 验证、演示、基础类实验偏多, 综合、系统类实验偏少, 严重制约了系统级人才的培养。

在教育数字化背景下, 信息技术的发展推动实验教学模式的持续改进, 将“新”理念贯穿于整个教学过程中, 不断改革和创新教学手段和方法, 优化综合设计型实验项目, 引入由科研成果和工程实践转化的实验项目(前沿实体+虚仿), 实现教学模式与课程内容的重构与创新^[16]。依托国家级科研平台专业声学水池开展实践夯实现论基础, 中心转变教育教学理念、融合信息化教育技术、改革教育教学方法, 在教学模式方面开展“混合式”、“项目式”创新实践。结合传统平台优势延伸拓展, 在当前线下实验为主的常规模式下, 基于线上实验打造无边界实验课堂, 激发创新灵感, 建设基于虚拟仿真、

MOOC、智慧树、雨课堂等信息技术和平台的线上线下混合式实验、线上实验等一批新型实验课程，打破目前较为单一的实验模式。同时开展实际复杂条件下的实物测试实验，实验过程中不仅可以锻炼实际操作技能，更重要的是培养在实际中发现问题的能力，将实物与虚拟交叉螺旋式衔接、拼接，将虚拟仿真融入专业实验课程体系，实现两种实验模式的最优化^[17]。提出并实践“三结合”（线上实验与线下实验相结合，课堂实验与开放实验相结合，虚拟实验与实物实验相结合）的实验教学新方法^[14]。统筹设计高水平优质实验项目，且数量足够（建库），提供“菜单式”教学，涵盖学科专业面广，做到因材施教、因人而异，体现“学生中心”，做到因材施教、因人而异，满足

（三）数字素养的能力提升

“专业是人才培养的基本单元，课程是人才培养的核心要素，教师是人才培养的决定力量”——“大海航行靠舵手”，教师数字素养的能力提升是高等教育数字化转型的重中之重^[18]。三年来，新冠肺炎疫情席卷全世界，正常教学秩序遭到巨大冲击，实验教学工作的开展更是遭遇了前所未有的巨大挑战。联合国教科文组织在第三届世界高等教育大会上提出的《超越极限：重塑高等教育的新路径》^[19]提出，未来十年的高等教育将与其他教育阶段协同，大学教师能力的数字化转型将成为提升教育质量的重点。中心通过多途径探索和混合式教学教研常态化促进教师紧跟信息技术飞速发展的脚步，持续提升数字素养。

中心建设水声工程虚拟教研室（省级）、声学测试虚拟教研室，联合研究机构、企业、工厂，从工程教育专业认证OBE理念出发，开展产学研用全方位战略合作。通过虚拟协同教研新形态，引导广大教师树立终身学习理念，着力提升教师数字素养、科学素养和人文素养，创新教育信息化应用模式。组织教师通过国家智慧教育公共服务平台、教师发展中心等平台开展线上线下融合培训，加强教师信息技术应用能力培训；组织教师参加全国高校教师教学创新大赛，以赛代练，以竞赛为手段，体系化、常态化提升教师教学能力；组织教师综合研判并合理利用现有数字资源，开设线上实验课程，开创了“线上+线下”双轨并行的实验课授课模式。

实验教学是一个系统工程，涉及多个学科知识，与理论教学相比，更重视实践过程，强调学生动手能力的培养，无法完全脱离实验室环境开展工作。疫情期间，主讲教师经常无法进入实验室，针对这种情况，中心依

托虚拟教研室+虚拟实验室，发挥“主讲教师+助课教师”的组织优势，开启了“主讲教师腾讯会议远程指导+助课教师现场指导”的实验课授课模式，解决了主讲教师无法进入实验室的问题。然而，随着疫情发展，线下教学全面暂停，学生无法进入实验室。中心紧急调试，借助虚拟教研室和虚拟实验室的网络设备，以学生志愿者代替机器人，为线上学生提供远端的操作环境，并进行实时的教学互动，实现初级阶段实物实验“遥”操作。同时还提供“现场直播+录播回放”的选项，现场直播可以提高对课程的参与度，真实的实验室环境带入感极强，沉浸式的互动可以缓解疫情下学生的焦虑情绪；而录播回放可以让自己充分消化相关理论知识，对比较难理解的知识点和不易操作的实验环节，可以有针对性的反复观看，提高学习效率。实验教学方式的创新，保障了实验教学的正常进行，解决了远程操作使用实验设备的问题，弥补了在线实物实验缺失的不足。

数字素养的能力提升，促进了教师教学能力的持续加强，助力服务终身学习，也为职业生涯发展打下基础；有助于促进教学方法、教学模式与现代新兴科技有机融合，加快构建新型智慧教育体系，实现高等教育数字化转型。

四、总结和展望

统筹推进世界一流大学和一流学科建设是我国高等教育的重大战略决策部署^[20]，数字化转型是世界范围内教育转型的重要载体和必然方向。实验教学作为实践育人体系中的重要组成部分，改革工作任重道远，需要在教学内容、教学方法、机制体制等方面进行全面地调整和创新。中心充分利用信息技术对实验教学的改革进行了探索和实践，培养了学生工程创新能力，一批学生取得标志性成果。改革工作具备一定借鉴价值，国内同行给予了正面评价，2020年，“一流水声工程人才培养背景下的立体实验教学体系创新与实践”获黑龙江省教学成果一等奖；2022年“面向海洋强国战略培根铸魂，培养国防特色水声创新人才的研究与实践”获黑龙江省教学成果特等奖。

水声工程专业作为国家一流专业，实验教学需要体现时代性、有效性、系统性，中心将不断突破传统高等教育的局限性，着力于实验教学系统的数字化建设和一体化智慧实验平台的完善，积极创造数字教育新形态。

（一）实验教学系统的数字化建设

坚持融合创新，破除学科壁垒、专业壁垒和课程壁

全,为海洋信息实验平台开辟发展新赛道,中心计划开展基于远程人机协作系统与技术的水声实验平台建设,融合人机协作技术,实现对实验过程的远程遥操作处理。平台在传统水声实验装置的基础上赋予其局部自主能力和环境感知能力,实现实验设备和装置的智能控制能力,为学生和教师提供虚实结合的半实物实验场景,同时通过实验现场操作装置,为学生和教师提供远端的临场感。实验系统的数字化建设可以为国内外从事海洋信息工程相关领域研究的科技人才提供继续学习的媒介和国内海洋信息专业相关高校示范课程,为专业学生或者国内部分高校提供远程实验训练。

(二) 一体化智慧实验平台的完善

着力打造产教研服一体化智慧实验平台,从洞池湖海虚拟化建设入手,建设水声测试虚拟仿真实验平台、半实物仿真平台,服务国家重大需求,服务海洋事业。建设标准化声学测试数据库,覆盖数据采集、数据共享、标准测试、资源管理等。通过虚拟教研室联合相关科研院所、试验场区,打造覆盖全面的实践实训基地,实现实验资源信息化、智能化管理,挖潜增效,全面共享数字发展成果、加速中国特色数字变革。

参考文献

- [1] 第十三届全国人民代表大会第四次会议关于国民经济和社会发展的第十四个五年规划和2035年远景目标纲要的决议[J]. 中华人民共和国全国人民代表大会常务委员公报, 2021(3): 428-502.
- [2] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[J]. 新华文摘, 2022(20): 22.
- [3] “新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究, 2017(01): 10-11.
- [4] “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J]. 高等工程教育研究, 2017, 000(002): 24-25.
- [5] 杨德森, 李琪, 李秀坤, 高明生. 水声工程学院本科毕业实习模式改革与探索[J]. 中国现代教育装备, 2010, 000(021): 140-142, 145.
- [6] 刘嘉南, 胡今鸿, 王晓迪. 高校实验教学质量保障与评价体系探析与实践[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(08): 129-131. DOI: 10.16791/j.cnki.sjg.2013.08.036.
- [7] 黄荣怀, 杨俊锋. 教育数字化转型的内涵与实施路径[N]. 中国教育报, 2022-04-06(04).
- [8] 祝智庭. 教育数字化转型新认知[J]. 教育家, 2023, No.360(04): 13-15.
- [9] 李亦菲. 教育数字化转型的本质, 在于重建教育生态——我国教育数字化转型的目的、内容和路径[J]. 教育家, 2023, No.360(04): 8-10.
- [10] 刘宝存, 苟鸣瀚. 中国式教育现代化: 本质、挑战与路径[J]. 中国远程教育, 2023, 43(01): 12-20. DOI: 10.13541/j.cnki.chinade.2023.01.003.
- [11] 蔡晓磊, 朱孝勇, 徐磊, 等. “新常态下”虚实结合”开展实验教学的探索[J]. 中国教育信息化, 2022, 28(8): 6.
- [12] 国务院. 中共中央、国务院印发《中国教育现代化2035》[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm. 2019-02-23.
- [13] 李磊, 陈洪娟, 靳建嘉, 等. 虚实融合的声学实验教学模式创新研究[J]. 求知导刊, 2017, 000(024): 71-71.
- [14] 李磊, 靳建嘉, 袁连喜, 陈洪娟. 虚仿技术在声学实验教学中的应用与思考[C]//2019年全国声学大会论文集. 声学技术, 2019: 605-606.
- [15] 李磊, 袁连喜, 靳建嘉, 陈洪娟. 基于虚仿技术的声学实验教学体系研究[C]//2019中国西部声学学术交流会议论文集. 声学技术, 2019: 384-386. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2019.062469.
- [16] 杨宗凯. 信息技术促进教育变革——现状、趋势与实践[J]. 中国教育信息化, 2014(23).
- [17] 陈洪娟, 李磊, 张强, 张虎. 虚拟声学实验发挥作用的影响因素分析[C]//2018年全国声学大会论文集 P 声学测量与仪器 Q 声学换能器 S 声学教育. 声学技术, 2018: 48-49.
- [18] 叶雨婷. 教育部高等教育司司长吴岩: 打造“金专”“金课”, 锻造中国“金师”[N]. 中国青年报, 2022-08-08(005). DOI: 10.38302/n.cnki.nzsqn.2022.002829.
- [19] UNESCO. Beyond Limits: New Ways to Reinvent Higher Education[M]. Barcelona: UNESCO, 2022.
- [20] 教育部 财政部 发展改革委印发《关于高等学校加快“双一流”建设的指导意见》的通知[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2019(01): 68-75.