

Reconstruction of Practical Teaching System in Application-Oriented Universities under the Concept of “Emerging Engineering Education”

Guanghai Ren Shutong Zheng Yun Zhao Jie Su

Department of State-owned Assets and Laboratory Management, Civil Aviation University of China, Tianjin, 300300, China

Abstract

Based on national strategies such as serving the “powerful country in transportation” and “powerful country in civil aviation”, this paper studies the influence of the concept of “emerging engineering education” on the talent training mode of application-oriented universities and corresponding reform directions. Through systematic demonstration of the practical teaching content renovation, curricula construction, teaching mode optimization, platform building as well as operating and supporting system perfection, explores the reconstruction paradigm of new engineering practical teaching system after large-scale construction of the practical condition platform.

Keywords

emerging engineering education; practical conditions platform; large-scale construction; system reconstruction

“新工科”理念下应用型高校实践教学体系重构

任光辉 郑树桐 赵云 苏杰

中国民航大学国有资产及实验室管理处, 中国·天津 300300

摘要

立足服务“交通强国”“民航强国”等国家战略, 论文研究“新工科”理念对应用型高校人才培养模式的影响及改革方向。通过系统地阐述实践教学项目更新、课程体系构建、教学模式优化、平台建设及运行保障体系的完善, 探索实践条件平台规模化建设后新工科专业实践教学体系的重构范式。

关键词

新工科; 实践条件平台; 规模化建设; 体系重构

1 引言

目前, 世界范围内新一轮科技革命和产业变革加速进行, 综合国力竞争愈加激烈, 国家实施创新驱动发展、“中国制造 2025”“互联网+”“一带一路”等重大战略, 以新技术、新业态、新产业为特点的新经济蓬勃发展, 要求工程科技人才具备更高的创新创业能力和跨界整合能力, 助力经济转型

【基金项目】 教改项目: 中国交通教育研究会 2018–2020 年度交通教育科学研究课题 (交教研 1802–197); 中国民航大学 2018 年度校级教育教学改革与研究项目 (项目编号: CAUC–2018–C2–180)。

【作者简介】 任光辉 (1981–), 男, 中国山西运城人, 副研究员, 中国民航大学国有资产及实验室管理处副处长, 硕士研究生学历, 从事实验室规划建设和实验室管理研究。

升级。在此背景下, 教育部积极推进“新工科”建设, 先后形成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”, 并发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》以及《关于推进新工科研究与实践项目的通知》, 近期部分高校又推出了新工科 2.0 建设方案, 全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式与中国经验, 探索以新工科建设为载体的“三全育人”“五育并举”新工科人才培养体系, 助力高等教育强国建设^[1-7]。

应用型高校主要面向服务区域经济社会, 培养有一定理论基础、应用及技术能力的应用型专业人才, 与其他类型高校相比, 应用型高校更加侧重于知识的应用与技能的培养, 促进产学研融合, 对实践教学有着更高的要求。面对国家“新工科”的推进和学校实验室的规模化建设, 实践教学理念和模式的变革促使学校的实践教学体系必然进行相应的调整和

重构。目前,大多数高校以“驱动—受动—调控—保障”系统工程原理为理论基础,将实践教学体系划分为目标体系、内容体系、管理体系、保障体系4个子系统的教学体系,随着各高校实验室的规模化和综合化建设,以及信息技术带来的教学模式变革,学校各个专业在人才培养体系中势必会大幅度增加实践环节,同时实践教学体系需要不断完善。中国民航大学现行实践教学体系是由2004年的“三纵四横”实践体系融入了信息技术元素后重构的“三个层次、四个课堂”实践体系,在2020版或2024版人才培养方案的设计中需要综合各类因素继续优化和重构实践教学体系。借力新平台、适应新形势、培养新人才的实践教学体系构建成为高校实验室管理人员值得研究的课题。

2 现阶段实验教学存在的问题

2.1 实验设备台套数不足, 实验教学质量得不到有效保障

在过去几年中,学校实验条件不断得以补充和改善,但相较于学生规模的增长,实验设备的台套数明显不足以支撑。例如,飞行器制造工程专业,每年的招生数量在200人左右,相对应的实验室中,流体力学实验席位为40,虚拟维修实验室席位为40,液压实验室席位为6等;材料化学专业在2016年开始扩招至2个班80人,但现有专业实验室仅能满足一次20人进入等。诸如此类现象,不仅增加了实验教师的工作量,也严重制约了学生进入实验室的积极性和有效操作时间,影

响实验教学质量。

2.2 实验室功能单一, 对“新工科”建设支撑不足

当前实验室多依据人才培养计划开展设计、建设,往往一个实验室在设计之初即明确了其功能,面对实验教学改革时,较难支撑新的需求,往往需要重新走设计、论证、审批等环节,既耽误时间又不经济。目前,学校的电子信息工程专业和飞行器制造工程专业作为两个“新工科”试点专业,就面临着培养方案的修订和综合实验条件的建设。实验课程的整合和实验课时的大幅增加,要求实验条件建设要大规模提升,保证实验项目的综合度达到较高水准才能促成相关方案的落地,学生才能受益。

2.3 实验教学资源建设缓慢, 难以满足学生求知需求

实验教学改革的首要任务就是要建设实验教学资源。中国民航大学作为一所行业特色鲜明的应用型高校,目前存在知识点滞后、实验项目更新不及时和对行业未来发展敏感性偏弱等问题。而当下又是信息互联发达的时代,新一代大学生的求知路径不仅限于学校,更多来源于互联网,由此导致的教学效果一般、课堂质量普遍反映低等问题不难理解。

基于上述问题,研究团队围绕“新工科”培养的人才培养目标和社会需求进行了系统研究,形成一套影响人才培养质量的闭环式实践教育体系(见图1),包括实践教学体系、平台建设体系、运行管理体系和队伍建设体系等4个子体系,每个子体系之间既相关影响,又独成系统。

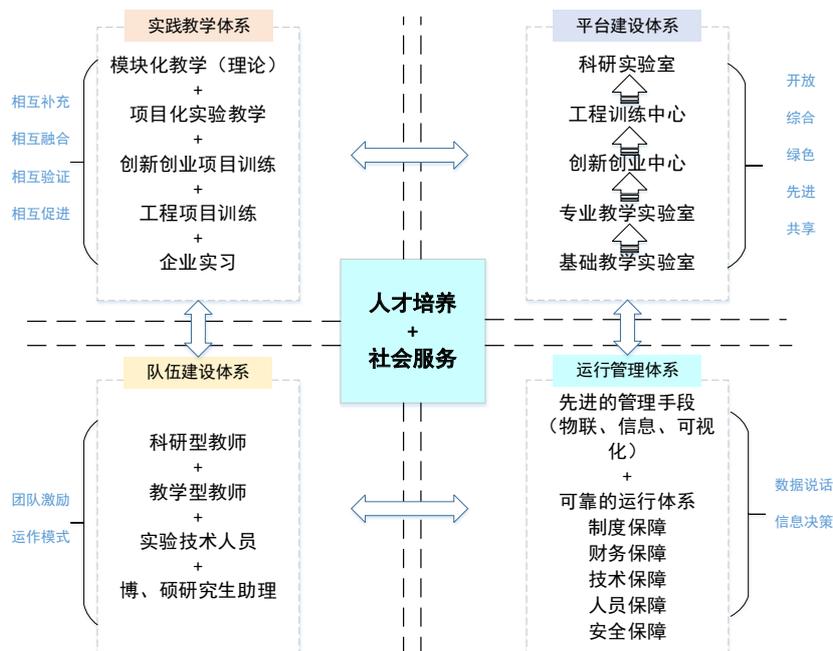


图1 闭环式实践教育体系框图

3 实践教学体系研究与重构

随着学校两个专业“新工科”的不断深入开展,结合2020版培养方案的落成,两个“新工科”专业完成了具有民航特色的虚实结合、项目模块化实验教学体系构建,基本与笔者设计的体系结构相近。它具有以下几个特点。

3.1 虚实结合, 扩充实验教学资源

新冠肺炎疫情的突发,充分展现了虚拟仿真实验的必要性,它在很大程度上能弥补此类突发事件中以及未来教育教学中实物实验所不能发挥的缺陷。当前各普通高校的虚拟实验资源不成规模,或不成系统,导致整体效果并不如意。中国民航大学由于行业特点,虚拟仿真实验与实物实验已形成比较好的教学互补模式,同时设立“实验技术创新基金项目”,以问题和需求为导向,对虚拟实验教学资源库等方面投入力量,进行持续性建设。自2016年以来,全校共投资立项210余项,其中两个“新工科”试点专业包括飞行器制造工程专业和航空电子电气专业成功申报立项实验技术创新基金仪器研制类项目19项,含重点项目4项,1项成果获得第五届全国高等学校教师自制实验教学仪器设备创新大赛三等奖。

3.2 动态调整, 优化实验课程体系

新工科建设是学校航空电子电气专业和飞行器制造工程专业在教育教学改革中的重要机遇,学校组建相应的“新工科建设指导委员会”,建立月度集中研讨机制,及时沟通交流,在制定2020版培养方案时,不断通过调研、比较,完善专业课程体系,在实验环节增加了大量项目化教学模块,加大学生在实验室的时长,提升学生的工程实践能力和科学思维能力。

3.3 线上线下相结合, 细化实验教学考评体系

相较往年,2020年新冠疫情下各高校在实验教学方面及相应考核方面都做了大量尝试和创新,线上线下实验教学模式优势明显,但由此不可避免的产生一个新问题,即如何保证期末考试的公平性。学校特别是两个新工科专业在此方面进行了深入研究和探索,已基本形成可行方案,该方案中,线上线下考核成绩比例为8:2,以线上实验评测为主,设置若干评测点,每个评测点根据难度及重要性给予赋值,学生在规定时间内操作,系统根据操作情况自动予以计分。待恢复正常教学后,相应成绩占比再进行调整。

3.4 构建“四层四化四要素”实践教学体系

相较前期以课程为主线的实验教学体系,新工科下的实验教学体系构建更倾向于以项目为主线,通过知识模块化,逐层设计每个项目的项目内容,项目实施方案、项目考评体系和项目质量体系,形成由实验项目工程化、创新创业项目开放化、工程训练项目企业化和企业实习项目社会化的“四层四化四要素”实践教学体系(见图2),该体系具备各层之间相互补充、相互融合、相互验证、相互促进等特点,在人才培养和社会服务过程中发挥的作用将大大提升^[8-16]。

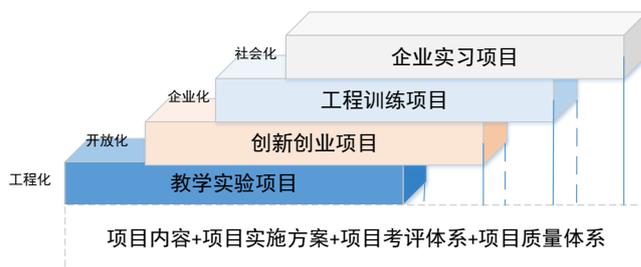


图2 “四层四化四要素”实践教学体系

以航空电子电气专业的实验教学体系为例,基于加大学生的实践动手能力训练和强化学生的综合思维能力培养,该专业一年级主要为模块化教学,设置了实验实践课(涵盖民航认知和金工实习等内容);二年级为项目化实验教学,设置了包括电类CDIO综合初级、二级项目,物理实验加大综合化设计;三年级侧重于创新创业项目训练,在开设专业实验项目外,加大创新创业项目的参与度和指导性;四年级增加了工程项目训练,则直接以高级项目代入毕业设计,强化了专业实验项目的设计性,引入工程实训和企业实习可互替的理念,使学生在有限的环节内获得最有效的工程能力和思维能力训练。目前该体系已经落实到2020级学生的培养计划中。

4 实验条件平台及运行管理体系建设

实验条件平台作为实践体系的重要组成元素之一,合理规划、优化整合、规模发展的建设思路直接影响从实验队伍建设、实验教学理念与管理制度的、实验教学内容与方法、场地、仪器设备等软、硬件的水平,直接影响着实践体系的完整性和落地性。

4.1 实验条件平台建设思路

依托学校“十三五”事业发展规划的实施落地和“十四五”事业发展规划的前期成果,结合实验新技术的不断发展,立

足专业人才培养需求,学校实验条件平台建设将由单一功能的建设模式逐步向综合化、层次化、模块化的建设模式过渡,虽然仍然贯彻教学和科研两条腿走路,但通过实行中心管理的模式打通中间的壁垒,真正满足“新工科”人才培养要求。

4.2 实验条件平台体系结构设计

鉴于学校的行业特色及行业未来发展趋势,实验条件平台建设体系坚持以学科建设为牵引,人才培养为目标,设计构建了包括基础实验中心、空管实验中心、人文社科实验中心等10个教学实验中心和人工智能实验室、民航安全工程与技术实验室、适航审定技术实验室等10个科研实验室的“双十”工程,该工程的建设基于民航大学未来十年的教育教学改革和科研发展需要。该平台将打破学校原有的以项目需求为导向,学科专业界限过于明晰的问题,以“开放、综合、绿色、先进、共享”为设计理念,逐步实现以学科为核心建平台,以平台为基础吸人才,以人才为主力引项目的良性循环体系。

4.3 实验条件平台运行管理体系建设

运行是否流畅取决于运行管理手段和运行管理制度是否到位。在技术发达的今天,平台运行管理务必要借助物联网技术、可视化技术、信息网络技术等,提升管理效率,节约人员成本。同时,还需要建立一套可靠的运行管理体系(见图3),主要从制度建设保障、财务管理保障、技术运用保障、人员队伍保障和运行安全保障等方面着手进行建设。目前民航大学已经形成了由实验室工作委员会指导、国有资产及实验室管理处负责执行的5层15个文件支撑的管理制度体系,建立了由教务、学科、科研、财务、人事和国资的快速议事机构和议事机制。

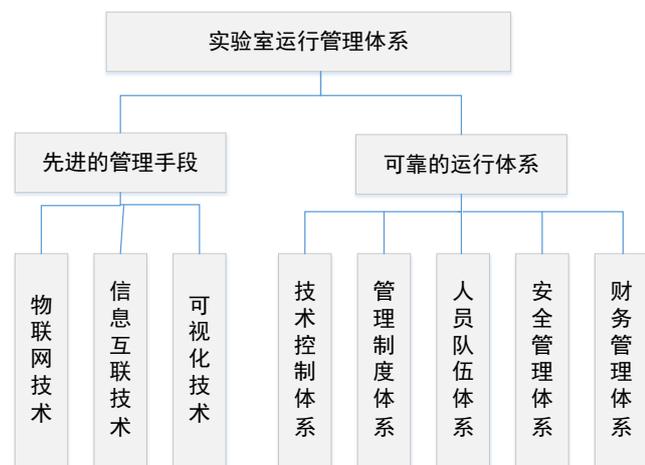


图3 实验室运行管理体系

5 实验队伍体系建设

实验技术队伍不仅是高校教师队伍的重要组成部分,更是高校人才队伍不可或缺的重要力量。实验队伍作为科学研究、实验教学、实验室建设与管理等任务的核心力量,其整体水平的高低,不仅影响学校创新人才培养、科学研究成果产出、社会服务能力的提升,更是影响学校“双一流”建设的重要因素。

高水平大学的实验队伍一般由学术带头人、专职科研人员、专职教学人员、实验技术人员和研究生助理组成。该模式的优势在于可以通过因才设岗、按岗聘评,充分调动实验队伍的工作积极性,激发创新意识,提高技术水平,通过增强岗位认同感和成就感,稳定实验队伍。民航大学2020年将继续推进人事制度分配改革,在经过大规模调查研究后,剖析了前期方案的相关经验,已着手对队伍建设进行大刀阔斧的改革,包括人员激励政策、职称评定政策、成果认定政策等方面,力求队伍建设能与学校基础设施建设匹配并发挥出高效作用。

6 结语

项目组在长期工作中,依靠多年的总结和研究,从实验教学体系、实验条件平台体系、实验室运行管理体系和实验队伍建设体系等几方面着手,梳理其间关系,逐层剖析,形成一套以学生为本的“平台+任务+管理+队伍”四位一体实践教学体系。该体系指导了学校各类工程教育改革中的实践环节建设,为学校“十四五”实验室专项规划提供指导。该课题通过以“项目”为载体的实践教学体系建设,使学生的理论知识运用能力、工程素养、创新意识和思维、团队协作意识、沟通协调和管理能力等得到了全面锻炼和提升,为培养复合型、创新型人才进行了有益的实践教学探索,对于在新工科教育理念下建设民航特色一流专业提供了重要支撑。

参考文献

- [1] 耿树东,江丽丽,于晓波,等.新工科背景下材料化学专业实践教学体系的构建探索[J].吉林化工学院学报,2018(10):36-38+90.
- [2] 黄志高,林应斌,陈水源,等.“一体两创三应用”新能源工科实践体系的构建与实践[J].中国大学教学,2018(07):72-76.
- [3] 孙科学,郭宇锋,肖建,等.面向新工科的工程实践教学体系建设与探索[J].实验技术与管理,2018(05):233-235.

- [4] 陈红兵,邓梅娥,卢进登,等.“新工科”背景下实践教学模式的研究与探索[J].教育现代化,2018(20):166-167.
- [5] 白菁,丁娟,伦艳华.新工科背景下地方高校教学质量监控体系[J].教书育人(高教论坛),2018(12):28-30.
- [6] 刘忠富.面向新工科的电子信息工程专业实践教学体系构建[A].辽宁省高等教育学会.辽宁省高等教育学会2017年学术年会优秀论文三等奖论文集[C].辽宁省高等教育学会,2017.
- [7] 李佳洋,范立南.新工科驱动下转型高校创新型人才工程实践能力培养机制研究[J].教育现代化,2018(04):1-2+25.
- [8] 戴亚虹,李宏,邬杨波,等.新工科背景下“学践研创”四位一体实践教学体系改革[J].实验技术与管理,2017(12):189-195+225.
- [9] 韦钰,石蕴玉,曾国辉.新工科背景下的电气工程专业实践教学模式探究[J].中国现代教育装备,2017(21):72-74.
- [10] 周剑峰,韩民.新工科专业实践教学体系构建[J].教育教学论坛,2017(44):109-110.
- [11] 王雪芳,邱仁辉.“四模块、四层次”网状工科实践教学体系的构建与实践[J].福建教育学院学报,2013(01):73-76.
- [12] 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)[J].中国高等教育,2010(Z3):4-17.
- [13] 任光辉,赵云,郑树桐.对实验室规模化建设过程中关键问题的思考[J].科技创新导报,2019(05):240-242.
- [14] 任光辉,付威,吴金栋,等.面向新工科的高校实验平台建设模式研究[J].实验技术与管理,2018(11):194-197.
- [15] 吴金栋,任光辉,黄东键,等.基于虚拟仿真技术开展实践教学改革的研究与实践[J].实验室研究与探索,2018(05):240-244.
- [16] 张园园,郭瑜.应用型本科院校“一体两翼”实践教学体系的构建[J].西部素质教育,2020(03):190-191.