

飞行器设计专业虚拟教研室育人机制探索

——以沈阳航空航天大学为例

杜一鸣*, 邱福生, 李淑萍, 程 蕾

沈阳航空航天大学, 航空宇航学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2022年12月13日; 录用日期: 2023年1月10日; 发布日期: 2023年1月18日

摘 要

在国家一流本科专业建设点等项目的支持下, 沈阳航空航天大学“飞行器设计与工程”专业近年来得到持续建设发展, 毕业生受到用人单位和升学高校的广泛好评。然而随着我校生源质量不断提高和行业向多元融合方向发展, 亟需针对传统教研体系和育人模式进行改革创新。本文从我校飞行器设计专业特色及人才培养模式存在的问题出发, 以所参与的教育部“虚拟教研室”建设为牵引, 探索适合我校的飞行器设计与工程专业虚拟教研室运行机制, 提出了惠及教师和学生的“面向实际、立体分层、交叉融合”双通道人才培养思路和建设方向, 可为相关专业和地方院校教学改革提供参考。

关键词

飞行器设计与工程, 虚拟教研室, 育人机制, 地方院校

Research on the Education Mechanism of Virtual Teaching and Research Section of Aircraft Design

—Taking Shenyang Aerospace University as an Example

Yiming Du*, Fusheng Qiu, Shuping Li, Lei Cheng

College of Aerospace Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Dec. 13th, 2022; accepted: Jan. 10th, 2023; published: Jan. 18th, 2023

Abstract

With the support of National First-Class Undergraduate Major Construction Site and other projects, the major “Aircraft Design and Engineering” of Shenyang Aerospace University has been continuously

*通讯作者。

developed in recent years, and the graduates have been widely praised by employers and higher universities. However, with continuous improvement of the students' quality and multi-integrated development of aerospace society, it is urgent to reform and innovate the traditional teaching and research system and education mode. Starting from the characteristics of the major and the problems in personnel training mode of our school, and guided by the construction of the "virtual teaching and research section" of the Ministry of Education, this paper explores the operation mechanism of the virtual teaching and research section for major "Aircraft Design and Engineering" of our school. The ideas "Facing Reality, Solid and Layered, Cross and Integration" for dual-channel personnel training that benefits both teachers and students, and construction directions are put forward, which can provide reference for the reform of relevant majors and local colleges.

Keywords

Aircraft Design and Engineering, Virtual Teaching and Research Section, Education Mechanism, Local Colleges

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

“飞行器设计”作为航空航天类学科中的上游专业，是飞行器研制和应用的重要基础[1]。沈阳航空航天大学作为地方航空航天类院校的代表，现已建设成为以航空宇航为特色，以工为主，工、理、文、经、管、艺等学科协调发展的多科性高等院校。其中“飞行器设计与工程”本科专业经过长期发展，已成为我校航空宇航核心学科中的领头专业，近年来就业势头和生源质量持续向好，毕业生进入清华、北航、西工大、军科院等高水平院校进行深造发展的比例不断提高。

为将学校建设成为服务国家国防事业、国家航空航天事业发展和辽宁振兴发展的特色鲜明的高水平研究应用型大学[2]，我校始终以培养综合发展的高素质应用创新型人才为己任，着力突出工程实践在教育教学中的地位。然而目前我校的实践教学还存在技术设备落后、实践内容脱离实际工程需要等不足，加之课堂教学内容滞后于当前行业的最新发展，使得学生在提高动手操作能力的同时，未能将理论与实际工程相联系，就业能力与行业需要存在一定不匹配。而航空航天产业交叉融合发展的趋势及生源质量提高的现状，也给学生的“学”和教师的“教”提出了更大考验。若高校教师特别是青年教师无法在教学实践中认识并弥补好上述不足，势必影响学生创新应用思维的培养。为适应人才培养和行业发展需要，亟需改革传统的人才培养模式，兼顾“教师成长”和“学生成才”两条主线。实际上，高校作为引领社会发展和科技创新的源头，高素质的教师队伍和高质量的毕业生皆是其人才培养的对象。

借着国家推进“虚拟教研室”建设的东风，我们在参与教育部飞行器设计与工程专业“专业建设类多校协同”虚拟教研室的同时，重新审视了地方类航空航天类院校的人才培养目标 and 自身办学特色，深入分析了目前我校飞行器设计专业人才培养存在的问题，将提升工程实践教学质量和更高水平育人需求与虚拟教研室建设有机结合，初步探讨了教师/学生双向人才培养思路和研究方向。

2. 专业特色及人才培养模式分析

2.1. 我校飞行器设计与工程专业办学特色

沈阳航空航天大学“飞行器设计与工程”本科专业始建于2002年，由“飞行器设计教研室”负责建

设, 经过长期积累, 形成了鲜明的办学特色。专业以通用航空飞行器设计/制造为主线, 兼顾军用、民用飞机行业特点, 立足辽宁, 面向国防, 着力培养具有良好的数学、力学基础并掌握飞行器设计基础理论和技能, 具备从事飞行器工程设计基本能力和创新意识的高水平专业应用型人才。先后获批“国家一流本科专业建设点”、“教育部卓越工程师培养计划试点”、“辽宁省一流专业建设试点”、“辽宁省工程教育改革试点”。专业依托我校航空工程国家级实验教学示范中心等教学平台, 将课程设计、实验教学、实训实习贯穿于整个培养方案, 并积极探索校企合作, 与多家航空院所、企业建立了国家级、省级大学生课外实践工程教育基地, 毕业生受到用人单位的广泛好评。

近年来, 我校“飞行器设计与工程”专业持续在全国多个省市一本招生, 在地方航空航天类高校中拥有良好的社会口碑, 连续多年省内高考录取平均分在我校各专业中名列前茅, 部分年度分数达到省内 211 高校水平。经过四年的学习锻炼, 很多毕业生选择进入北航、西工大、南航等更高层次航空航天院校深造, 这些学生的学习态度和实践能力深受升学院校导师的青睐。

2.2. 人才培养模式存在的问题

随着我国对科技创新的迫切需求, 当前高等教育已发展成为政府、产业、用人单位等多方与高等院校的共建平台, 近年来涌现了不少产教融合、校企合作、多校联合的发展模式[3] [4] [5]。由于航空航天学科的复杂性, 其人才培养的难度较大, 因此“多方共建”贯穿于我校学科发展的过程中(截至 2022 年 10 月, 学校与全球 170 余所高校和科研院所建立了合作关系[2]), 有力促进了我校教学科研水平的提升。然而, 目前航空航天前沿创新和系统设计逐渐由企业院所主导, 高校凭借更雄厚的基础设施和人力资源承担了更多的单一学科的传统工作, 师生原创力不足。加之国家、企业、社会对大学科研的投入和期望不断增加, 造成了我国高等院校普遍存在的“重科研轻教学”的价值导向, 多数科研成果和最新技术发展未通过合理设计与教学或实践相结合, 不利于我校教学水平和人才培养质量的提高。具体地, 目前我校飞行器设计与工程专业人才培养存在的问题主要集中于以下三点:

1、人才培养模式和教学活动逐渐公式化。虽然我校具备通用航空方向的办学优势, 同时也在工程实践教学方面成果突出, 但飞行器设计专业的课程设置及教学内容仍与行业最新发展及未来需求存在一定脱节。此外, 校企交流多见于科研课题和工程项目, 对于教学的支撑作用不强, 开展问题导向的研究型学习、需求导向的实践型学习的资源欠缺; 加之学生接触实际项目的机会较少, 导致部分学生在本科阶段未能建立全面的专业认知, 投身国家航空航天事业的热情以及支撑未来事业发展的宏观思维普遍不足;

2、学生深造未与高水平院校的知识技能需求准确对接。随着我校生源质量和人才培养能力的不断提高, 我校毕业生选择进入更高层次院校深造的比例越来越高。然而专业培养方案和课程教学目标的更新无法做到完全与生源质量的提高相一致, 本科生参与校级交流和了解更高层次院校的渠道也较少, 导致一些进入更高层次院校深造的毕业生存在知识储备和信心不足的问题。此外, 信息交流不畅也使得进入我校工作的高层次院校毕业生不能尽早了解我校特色, 不利于科研发展方向的规划调整;

3、单一学科的教研室组织形式不利于进一步激发学生的创新思维。目前, 飞行器设计学科前沿的重大突破和重大创新成果, 大多是多学科融合汇聚的结果。然而目前高校教师的多学科交叉融合意识不强, 由单一学科教师组成的教研室也无法在课程安排上准确向学生传递多学科融合发展的思维方式, 不利于学生创新能力的激发和培养, 与当前国家的交叉学科人才培养战略不符。

3. 虚拟教研室建设

教研室作为高校的基层组织, 不但是开展教育教学活动的根据地, 更是落实立德树人根本任务、培养高质量人才的主战场。随着我国高等教育的发展进步, 如今的教研室已不再单纯从事教学教研活动,

不少高校的教研室与专业一级的组织(系)是等同或合并的,往往由同一学校同一专业的教师在物理空间和组织结构上天然组合在一起,共同交流和建设某个专业或方向[3]。然而随着高等教育科研评价导向日盛,教研室作为基层教研组织的职能被边缘化,教学事务性管理功能凸显[6][7],直接导致高校教学从过去有组织的交流、研讨和有指导的集体学术活动,转变为教师个性化和随意性的经验活动,教学质量监控变为缺乏“集体教学自律”的个人教学质量评估,相当程度上削弱了高校的教学质量[8],也使得教学内容在当前学科交叉融合的背景下缺乏灵活性和创新性。这其中除了高校科研评价导向的原因外,也存在单一专业或学校教育资源局限、同专业师资知识结构相近及时空条件限制(特别是新冠疫情爆发以来)等因素。这就要求我们在恢复、完善和提升原有教研室功能的基础上进行思路转化和组织创新,探索新形势下有利于人才培养质量提升的基层教研组织的新形态[6]。虚拟教研室应运而生。

3.1. “虚拟教研室”发展现状

虚拟教研室(Virtual Teaching and Research Section, VTRS)是跨学科、跨校、跨地域教研工作者,为解决高等教育教学中的共性、前瞻性问题,利用现代互联网信息技术(图 1)组成的教学研究团队[6][9]。虚拟教研室不打乱原有院系和教研室格局,不影响传统教学活动的实施和管理,在此基础上,为有互通教育资源、提升学科交叉教学水平或解决共同感兴趣的科研问题等意愿的教师组成“虚拟线上组织”,形式上如同一个教研室。虚拟教研室不但可以开展跨时空远程交流研讨,促进多学科交叉、多种技术融合,还能够建立全方位、宽领域、多层次的高水平人才交叉培养长效协作发展新机制[4][10]。

2020年2月,教育部高等教育司印发《教育部高等教育司2020工作要点》,把“全面加强基层教学组织建设”列为工作要点之一。2021年7月,教育部高等教育司启动了虚拟教研室试点建设工作,并指出:加强基层教学组织建设,全面提高教师教书育人能力,是推动高等教育高质量发展的必然要求和重要支撑。虚拟教研室是信息化时代新型基层教学组织建设的重要探索[11]。虚拟教研室的提法实际由来已久。例如,2008年为解决西部基础教育区域之间和城乡之间的发展不平衡,陕西省依托陕西师范大学推动优质教育资源共建共享,组建基础教育学科专家组和虚拟教研室[12];又如,中国政法大学王锦欣[13]和肇庆学院周丽[14]探讨了金融、经济管理等专业虚拟教研室及其在课程建设中的应用。云南省“土木工程类专业协同发展”虚拟教研室(成员单位包括昆明理工大学、西南林业大学、云南农业大学、昆明学院等13所高校)将虚拟教研室提升到了校际联合专业建设层面,开展了包括工程教育专业认证、专业核心课程建设及跨校联考合作等探索[15],是区域性“多校协同”虚拟教研室的典范。伴随教育部虚拟教研室试点的遴选,更多高校开始进行课程、校级和校际平台的相关探索和实践。其中,由中北大学牵头建设的教育部“教学信息化研究虚拟教研室”从疫情形式下保障线上教学的“线上会议”组织(“杏云”教教学信息化虚拟教研室)发展而来,目前是全国唯一一个致力于信息化教学研究的虚拟教研室建设试点,在虚拟教研室建设方面起步最早,在虚拟教研室的运营模式、建设路径、管理办法等方面作了有益探索[16],其研究成果和实践经验值得持续关注。



Figure 1. Relationship within VTRS Construction
图 1. 虚拟教研室建设逻辑关系图

3.2. 飞行器设计与工程专业虚拟教研室

2021年7月教育部启动虚拟教研室试点遴选以来,我校飞行器设计教研室积极响应,依托“飞行器设计与工程”国家级一流专业建设点,开展了专业虚拟教研室建设的相关研究工作,并作为9所航空航天类院校之一参与了由北京航空航天大学牵头的全国性“飞行器设计与工程专业虚拟教研室”的申报工作。2022年3月,教育部公布首批439个虚拟教研室建设试点名单[17],“飞行器设计与工程专业虚拟教研室”作为全国性“多校协同”专业建设类试点获得批准。该实验室面向未来航空器、航天器、导弹与火箭、临近空间飞行器等国家战略装备飞行器对创新型人才的迫切需求,以现代信息技术为依托,采用“8+1+N”(即北京航空航天大学、西北工业大学、南京航空航天大学、国防科技大学、哈尔滨工业大学、清华大学、北京大学、北京理工大学+航空航天行业界和教育界+全国飞行器设计与工程专业相关高校)协同组织模式,建设以飞行器设计行业人才培养顶层规划、全体教师共同发展、教学资源共建共享为核心目的的“智能+”新时代基层教学组织。

自“飞行器设计与工程专业虚拟教研室”2022年5月8日启动以来,沈阳航空航天大学全面参与了各项工作,国家“优青”、航空宇航学院张业伟院长作为我校负责人进入管理委员会,教育部高等学校航空航天类专业教学指导委员会委员、航空发动机学院艾延廷教授作为专家委员会委员指导我校虚拟教研室建设,我校飞行器设计与工程专业带头人、航空宇航学院副院长邱福生教授和飞行器设计工程系副主任杜一鸣讲师作为工作委员会委员全面负责虚拟教研室研究和建设工作。作为地方航空航天类院校,如何通过虚拟教研室平台进一步打通与中央高水平院校的交流合作通道,最大限度地利用航空航天行业界和教育界的优质资源服务于我校专业发展和人才培养,持续激发教师的教研创造力和科研生产力,是我校参与全国性虚拟教研室需要考虑的核心问题。在这一点上,北京市提出的“双培计划”能够提供一些参考[4][5][18]。“双培计划”作为“高水平人才交叉培养计划”的子项目,是深化北京高等教育综合改革,推动人才培养机制创新的重大举措。“双培计划”打破北京地区高等教育的央属和市属二元结构割裂发展局面,将优质教育资源有机融合,辐射、带动市属高校高水平、专业型人才培养,服务首都经济社会发展[5]。其中,北京印刷学院作为地方院校与中国人民大学、中央财经大学、中国传媒大学、北京交通大学以及北京林业大学五所央属高校在网络与新媒体(互联网电视和互联网新闻)、动画、物流管理、文化产业管理专业方向开展本科生联合培养、共同教研、机制创新[4][5];北京信息科技大学与清华大学、北京科技大学等高校围绕测控技术与仪器专业联合开展“双培计划”项目,形成了央属高校培养为主、本校培养为辅、多校联合的人才培养新模式[19]。北京交通大学利用“双培计划”项目的建设经验,推动信号处理系列课程和轨道交通信号与控制专业等虚拟教研室的建设[18],其中由其牵头建设的“轨道交通信号与控制专业虚拟教研室”入选教育部首批虚拟教研室建设试点,更令人欣慰的是,虚拟教研室的建设成果已在石家庄铁道大学[20]、唐山学院[21]等地方院校实习实训、课程建设、师资培训中发挥了积极作用,促进了高校间的交流和各自发展,可谓央属高校和地方院校成功合作的典范,值得其他全国性虚拟教研室借鉴。

4. 基于虚拟教研室的地方院校双向人才培养模式

针对上文提到的我校飞行器设计专业发展和人才培养的问题,我校可以在继承飞行器设计与工程专业全国性虚拟教研室大规模“多校协同”模式的基础上,进一步联合航空院所企业和校内相关学科,提炼建立结构更加合理、适应我校发展需要的“校企协同、多校联动、学科交融”且师生共同深度参与的信息化飞行器设计专业虚拟教研室平台(图2),将行业指导、资源共享和多学科交叉渗透到培养过程的各个环节中,引导学生建立专业兴趣,适应行业发展,同时对接高层次深造知识技能需求,培养多学科融合创新思维,并为我校青年教师提供更广阔的学习和合作渠道,探索地方航空航天类院校“面向实际、

立体分层、交叉融合”的新型人才培养路径和信息化智慧教育教学手段。



Figure 2. Generality and SAU's "personality" in the construction of VTRS

图 2. 虚拟教研室建设中的共性与沈航“个性”

4.1. 人才培养思路

4.1.1. 面向实际，校企协同

开展深度产教融合，突破教育教学仅由教师参与的限制，依托航空航天院所企业深度参与行业发展的优势，将一线研究人员作为“企业导师”纳入到培养方案制定、教材编写和日常教学的框架中来，在人才培养的各个环节渗透工程思维、技术现状和行业发展。共同引导学生在低年级普遍建立起专业兴趣，在高年级主动关注专业知识学习和技能训练，逐渐形成适合自身的发展规划(图 3)。协助学生完成从课堂到岗位的实质转换[3]的同时，为教师打通对外交流的渠道，促进校企项目合作。

4.1.2. 立体分层，央地对接

深挖我校飞行器设计专业教育教学的特色和短板，面向学生升学和青年教师毕业来校工作，与高层次央属院校建立资源共享、交流合作渠道。不但可以为学有余力以及有升学规划的学生提供课后知识技能的自学方向和必要指导，还可以为学习有困难的同学提供更适合自己的教学资源以及本校不具备的虚拟仿真、虚拟实验条件，实现立体分层引导和差异化培养。加强学校自身特色宣传，吸引青年博士毕业生来校工作，使他们能够尽快根据我校特点规划调整研究方向，实现学生升学和青年教师来校的双向衔接。此外，也可借鉴北京“双培计划”，探索地方院校与央属高水平高校共同培养优秀学生的方案[4]。

4.1.3. 交叉融合，拓展创新

改变目前单一学科固化的教研室组织形式，立足交叉融合实现科技创新的国家战略，将我校人工智能等新兴学科及其他相关学科有意向开展合作教学和科研的教师吸纳进飞行器设计专业虚拟教研室平台。共同寻找创新汇聚点并鼓励学生参与研讨和项目研究工作，围绕某一课题共同为研究生或本科生开设高层次课程，相关成果及时在课堂中呈现，将学生创新思维拓展与多学科交叉融合紧密结合，同时扭转目前我校教师科研成果单一且存在低水平重复的问题。

4.2. 建设方向建议

为实现上述人才培养思路，同时保证虚拟教研室这一“非正式”基层教学组织的正常运行，需要从平台形式、运行方式、管理制度等方面开展细致建设。具体建设方向包括但不限于以下几点：

1、建设高效可靠的线上交流/资源共享平台。虚拟教研室平台需遵循两个原则。一是师生共同参与原则，主要是使学生通过平台与本校教师、企业导师和外校教师建立沟通，带权限访问资源(由本校教师审核开放权限，保障知识产权和资源不被滥用)并参与线上讲座。二是高效易用原则，应充分利用智能手机方便高效、交互手段丰富多样的特点，采用微信虚拟教研室小程序等形式，最大程度上方便各方使用；

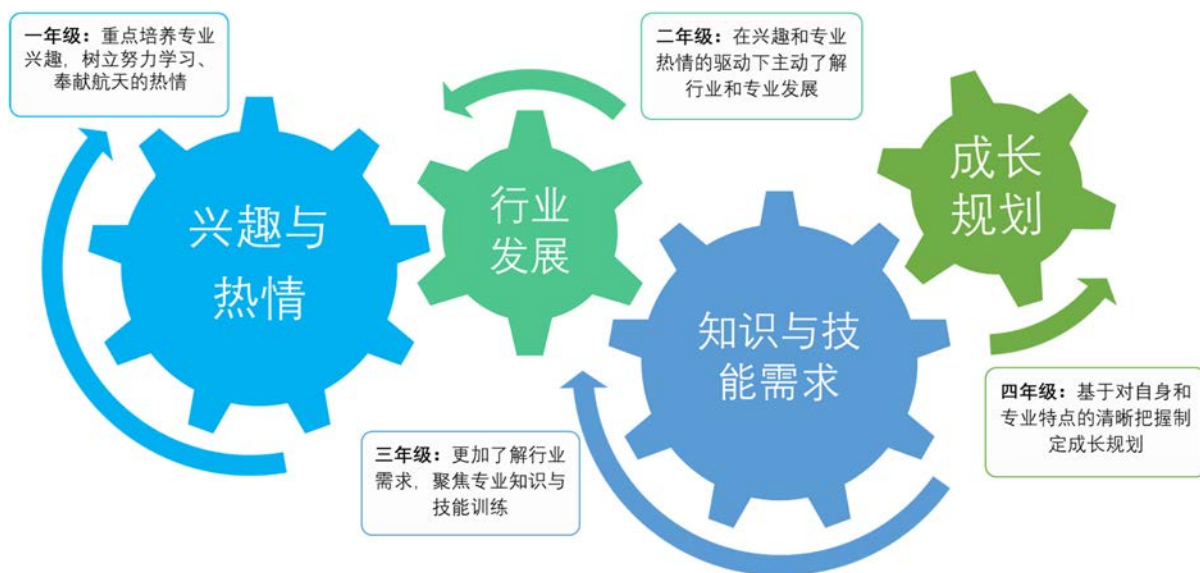


Figure 3. “Student Growth Drive Chain” oriented by industry demand

图 3. 以行业需求为导向的“学生在校成长传动链”

2、设计开展形式多样的教育教学活动。虚拟教研室作为开展飞行器设计专业人才培养的平台，其核心仍是具体的教学和研究活动。为此，需要通过师生广泛调研推荐和组织座谈等形式探索设计多种形式的线上/线下教学和科研活动，使这些活动通过有机结合服务于学生在校全周期的成长教育。大连海洋大学沈璐等提出以“虚拟教研室”为手段，从党支部、教研室、班导师三个维度探讨了服务于党建、教研、学工“三位一体”的新型基层教研组织构建模式，不失为一种值得思考借鉴的思路[22]；

3、进一步发挥科研对教学的促进作用。虚拟教研室平台应能够整合厂所企业和高水平院校教育和科研资源，并利用信息技术优势，打破时空交流壁垒，帮助教师寻找研究方向与工程应用的结合点，在通过项目合作提高教师队伍科研能力的同时，注重科研资源向教学内容的转化，通过设计工程实践案例、技术产品“云观摩”等形式提高教育教学质量；

4、积极探索适合线上协同和多学科交叉的组织管理模式。虚拟教研室作为基层教学组织的新形式，只有通过持续的人力和资源投入才能发挥更大的高质量育人作用。因此有必要建立健全适用于虚拟教研室的组织保障体制以及适应多学科交叉融合的交流合作机制，从制度层面保障平台建设，管理教师教学绩效，例如对通过平台开展教学活动的教师予以奖励等。

5. 结论与展望

基于虚拟教研室的飞行器设计专业校企/校校/校内协同育人机制不但是提升我校专业应用型人才培养能力的进一步举措，也是面向分层个性化育人目标的积极探索，不仅能够通过校企协同培养学生的专业兴趣和思维，也能通过校校联合储备优质教学资源并拓宽深造和人才引进渠道，更能够以多学科交叉融合为手段提升师生的创新意识和能力。

我校作为航空航天特色地方院校，已经具备通用航空、飞行器设计/制造和工程实践教育等方面的传统办学优势，若能进一步利用好地处东北老工业基地和我国航空工业发祥地的天然条件，充分发挥信息化虚拟教研室平台的互助互通组织优势，必将极大提高我校飞行器设计专业应用型人才培养质量。虚拟教研室相关建设成果通过移植也可推广至其他专业，更能为东北地区地方院校教育教学改革提供“沈航智慧”。

基金项目

沈阳航空航天大学本科教学改革研究项目(JG2022076); 国家自然科学基金青年基金项目(12202284); 江西省飞行器设计与气动仿真重点实验室开放基金课题(EI202280263); 沈阳航空航天大学引进人才科研启动基金项目(22YB11)。

参考文献

- [1] 姚卫星. 飞行器设计与工程专业导论[M]. 北京: 国防工业出版社, 2017: 9-12.
- [2] 沈阳航空航天大学. 沈阳航空航天大学简介[EB/OL]. <https://www.sau.edu.cn/xxgk/xyjj.htm>, 2022-12-08.
- [3] 张良智, 刘建磊. 多方融合下虚拟教研室推动人才培养策略研究[J]. 探索科学, 2020(5): 287-288.
- [4] 蔡东娜. “互联网+”环境下高校跨区域人才联合培养实践研究——以动画专业“双培计划”项目为例[J]. 艺术教育, 2018(13): 210-211.
- [5] 王巍, 李焯, 林聪. 打造“双培计划”教学共同体探索区域协同育人新机制[J]. 北京教育(高教版), 2017(6): 55-59.
- [6] 曾建潮, 吴淑琴, 张春秀. 虚拟教研室: 高校基层教研组织创新探索[J]. 中国大学教学, 2020(11): 64-69.
- [7] 苏兰, 何齐宗, 苏春. 教研室虚拟社区: 高校教研室信息化建设新模式[J]. 江西青年职业学院学报, 2014, 24(6): 45-48.
- [8] 刘小强, 何齐宗. 重建教研室: 教学组织变革视野下的高校教学质量建设策略[J]. 高等教育研究, 2010(10): 57-61.
- [9] 周元春. 虚拟教研活动——一种新型的教学研究组织形式[J]. 广东技术师范学院学报, 2006(4): 19-21.
- [10] 尹雅楠. 虚拟教研平台的构建与探索[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津大学计算机软件学院, 2009: 11-14.
- [11] 中华人民共和国教育部. 教高司函[2021]10号: 教育部高等教育司关于开展虚拟教研室试点建设工作的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/202107/t20210720_545684.html, 2021-07-12.
- [12] 柯昌万. 陕西: 依托师范大学整合优势资源提升基础教育[N]. 中国教育报, 2008-07-11.
- [13] 王锦欣. 金融虚拟教研室的构建研究[M]//曹义孙, 李慧敏. 中国政法大学教育文选(第21辑). 北京: 中国政法大学出版社, 2017: 131-138.
- [14] 周丽. 虚拟教研室在 ERP 沙盘实训课程中的运用[J]. 吉林省教育学院学报, 2011, 27(7): 82-84.
- [15] 昆明理工大学. 云南省土木类专业协同发展虚拟教研室举行教研活动[EB/OL]. <https://www.kmust.edu.cn/info/1011/44320.htm>, 2022-10-13.
- [16] 中北大学. 教学信息化研究虚拟教研室正式启动[EB/OL]. <https://www.nuc.edu.cn/info/1013/24169.htm>, 2022-07-26.
- [17] 中华人民共和国教育部. 教高厅函[2022]2号: 教育部办公厅关于公布首批虚拟教研室建设试点名单的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202203/t20220322_609822.html, 2022-02-15.
- [18] 胡健, 陈后金, 张菁, 黄伟. 依托虚拟教研室提升课程教学质量——以北京交通大学“双培计划”为例[J]. 北京教育(高教版), 2018(5): 56-58.
- [19] 王君, 董明利, 娄小平. 多校联合的虚拟教研平台建设[J]. 数字技术与应用, 2019, 37(8): 224-225.
- [20] 邸建红, 胡晓娟, 赵南, 杨帅. 依托轨道交通信号与控制虚拟教研室推进专业建设[J]. 教育教学论坛, 2020(46): 225-226.
- [21] 王墨琦. 依托虚拟教研室的“铁路信号基础”课程建设研究[J]. 无线互联科技, 2021, 18(4): 123-125.
- [22] 沈璐, 钟钰. 党建、教研、学工一体化虚拟教研室建设初探[J]. 辽宁高职学报, 2021, 23(12): 86-89, 94.