doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.01.001

欢迎按以下格式引用:张东海,高蓬辉,黄建恩,等.新工科背景下多学科交叉融合的建环专业人才培养模式探索与实践[J].高等建筑教育,2021,30(1):01-09.

新工科背景下多学科交叉融合的建环专业人才培养模式探索与实践

张东海,高蓬辉,黄建恩,王义江,魏京胜

(中国矿业大学 力学与土木工程学院,江苏 徐州　221116)

摘要:新工科建设是应对经济发展、产业变革和全球竞争,推动我国迈向高等教育强国的重要举措。依托学校传统工科优势和特色资源,立足建环专业新工科发展方向,对多学科交叉融合的建环专业人才培养模式进行探索与实践。通过合理定位人才培养特色、构建多维交叉融合课程体系、组建多学科融合师资队伍、打造多元化协同育人实践平台、推进科研创新和科技竞赛融入教学、开展高水平国际化合作办学等举措,形成多学科交叉融合的建环专业特色办学模式,实现人才培养模式的创新。该模式实践成效良好。

关键词:新工科;多科学交叉融合;建环专业;人才培养模式

中图分类号:G642.0;TU-4　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1005-2909(2021)01-0001-09

当前,新一轮科技革命和产业变革加速推进,人工智能、云计算、大数据、互联网+、5G 等现代信息技术方兴未艾,推动着以新技术、新业态、新产业为代表的新经济蓬勃发展[1]。新经济的快速发展对工程科技创新人才提出了更高的要求,迫切需要高校加快工程教育范式改革,面向未来产业需求创新人才培养模式,培养具有创新能力和跨界整合能力的卓越工程科技人才[2]。

新工科建设是应对经济发展、产业变革、全球竞争等提出的一项引领未来工程教育改革、推动我国高等教育由大国向强国迈进的重要举措[3]。2017 年新工科建设一经提出,便得到党和国家以及社会各界的高度关注,形成广泛共识[4-5]。教育部先后组织多次重要会议,大力推进新工科建设

修回日期:2020-09-19

基金项目:江苏省中外合作办学高水平示范性建设工程项目"中国矿业大学与澳大利亚皇家墨尔本理工大学合作举办建筑环境与能源应用工程本科教育项目";中国矿业大学课程建设与教学改革项目"新工科背景下建筑环境与能源应用工程专业 2020 版培养方案专业课程体系研究"(2020TZX01);"以学为中心混合案例教学在传热学授课中的实践研究"(2020YB07);新工科背景下建环专业人才培养特点的探索与实践"(2017YB06)

作者简介:张东海(1977—),男,中国矿业大学力学与土木工程学院教师,博士,主要从事建环专业的教学和实验工作,(E-mail)dhzhang@126.com。

工作,从“复旦共识”到“天大行动”再到“北京指南”,确立了新工科总体建设目标、具体行动路线和实施内容,新工科建设已成为当前中国工程教育改革的重要内容[6]。

新工科建设核心目标是培养现代经济社会所需的实践和创新能力强、具有跨界整合能力和动态适应能力的高素质复合型工程科技人才,使我国工科教育能够对接新经济、新产业发展需求[7]。学科交叉融合是新工科最显著的特征[8],新工科建设要充分凸显学科的交叉性与综合性,在注重通识教育的基础上,深化新工科与其他学科之间的渗透融合,促进学科跨界整合,构建新工科和传统工科相结合的新结构,打造具有国际竞争力的新质量[1]。目前,相关高校基于学科交叉融合分别就农业工程[9]、土木工程[6]、安全科学与工程[10]等专业,以及实验教学[11]方面开展了人才培养模式改革与探索,取得了初步成效,体现了学科交叉融合教学模式在现代工程教育中的重要作用。本文以中国矿业大学建筑环境与能源应用工程专业(以下简称建环专业)为例,探索新工科背景下多学科交叉融合的建环专业特色化人才培养模式的构建和实践,以期为建环专业人才培养质量的提升提供有益参考。

一、专业发展概况

1998 年教育部对本科专业目录进行重组、整合,将“供热通风与空调工程”和“城市燃气工程”两个专业合并组建建筑环境与设备工程专业[12]。这次整合旨在拓宽专业口径,重视能力培养,实现“专才”教育向“通才”教育的转变。专业内涵更加体现多学科性,由过去侧重单一热湿环境调控,转向健康舒适人工环境的营造,强调人与建筑环境的和谐共生,实现“天人合一”[13]。为响应创新、协调、绿色、开放、共享的国家发展战略需要,2012 年该专业外延和内涵再次调整,将建筑设施智能技术(部分)和建筑节能技术与工程两个专业纳入建筑环境与设备工程专业范围,名称调整为建筑环境与能源应用工程,专业内涵得以进一步扩充,更加突出建筑设计和使用过程中能源利用的高效化、智能化、集成化,充分体现国家节能减排策略和可持续发展理念。可见,随着专业的发展,建环专业内涵由关注供热、通风、空调等基本热湿环境需求跨越到低碳、高效、智能的建筑环境和能源供应系统,涵盖环境、能源、人居健康、工程经济、智能控制等知识和内容,呈现多学科性、交叉性、综合性和实践性的特点。2017 年以来,教育部全面启动和推进新工科建设,建环专业被列为新工科专业,为专业的进一步发展提供了新的机遇和空间。同时,随着人类生活水平的提升,建筑室内环境质量标准日益提高,对建环专业人才的需求也显著增加,建环专业办学规模步入快速发展阶段,全国开设有建环本科专业的学校由 1998 年的 68 所增加到现在的 190 余所。

中国矿业大学建环专业始办于 1988 年,在办学实践中始终坚持依托学校优势资源和特色,不断加强专业建设和拓展学科领域,初步形成了自身办学特色,取得了良好成效[14]。1989 年招收第一届供热通风与空气调节专科学生,1999 年开始招收建筑环境与设备工程专业本科生,2006 年获供热、供燃气、通风及空调工程博士和硕士学位授予权,形成了博士、硕士、全日制本科的多层次完整的人才培养体系。2012 年遴选为江苏省“十二五”高等学校重点建设专业,2014 年和 2019 年先后 2 次通过住建部本科教育评估。2012 年在国际化办学方面取得较大突破,学校和澳大利亚皇家墨尔本理工大学(RMIT)联合举办的建筑环境与能源应用工程中外合作本科教育项目获教育部批准,纳入国家统招计划,现已有 4 届毕业生,2016 年该项目被确定为江苏省“中外合作办学高水平示范性建设工程项目”。

然而受办学历史、环境和经费的制约,与国内知名高校建环专业整体建设水平相比,该校建环专业尚存在明显差距。面对强手如林的激烈竞争,如何在全国快速发展的建环专业中占据一席之地;特别是在新工科建设背景下,如何利用学校优势学科资源进一步凸显建环专业特色,缩小与知名院校之间的差距,需要进一步思考和探索。

二、指导思想和建设思路

(一)指导思想

中国矿业大学建环专业在建设和改革发展过程中,以工程教育新理念为引领,遵循“强化特色、突出创新、注重国际化”的指导思想,构建创新人才培养模式,提升人才培养水平。

1. 适应学校发展定位,依托学校办学优势,强化专业办学特色

特色是高校在新形势下求得生存发展、获得竞争优势的重要立足点。加强专业特色建设是高校在高等教育大众化新形势下的必然选择,也是新时期高校深化工程教育改革、建设新工科的重要切入点和落脚点[15]。教育部《新工科研究与实践项目指南》(“北京指南”)明确指出,新工科建设要“注重分类发展,促进高校在不同层次不同领域办出特色、办出水平”。

建环专业在新工科建设和发展中,应紧密结合学校能源资源特色一流大学的定位,依托深部地下优势学科和特色资源,拓展建环和深部地下交叉新领域,形成专业办学特色,以特色证明质量,以特色显示活力,促进专业办学实力的提升。

2. 以新工科理念为引领,推进人才培养模式创新,提升学生工程科技创新能力

新工科建设目标是面向产业和未来发展,培养德学兼修、德才兼备的高素质工程人才。现代科技和产业发展正呈现高度综合的态势,学科之间的交叉融合日渐增强,人类社会进入了多学科交叉融合的时代[16]。需要更新工程教育理念,大力推进学科交叉的人才培养,实施综合化工程教育,培养适应未来具有跨界整合能力的卓越工程科技人才。

为此,要以新工科理念为引领,开展范式创新,完善多主体协同育人机制,探索多学科交叉融合下建环专业培养方案和课程体系、教学科研团队、实践创新平台、学生创新创业等的建设和实践,构建新工科理念下多学科交叉融合的专业人才培养模式。

3. 借鉴国际经验,加强国际合作,提高国际化办学水平

新工科建设要打造具有国际竞争力的工程教育“新质量”,为我国产业发展和国际竞争提供智力支撑。因此,高校要开展多层次的国际交流与合作,充分利用国外优质教育资源,培养大批具有国际视野、能够参与国际竞争的国际化人才,扩大我国在世界高等教育中的话语权和决策权,加快我国从工程教育大国走向工程教育强国。

在高等教育国际化办学背景下,中外合作办学项目作为国际化办学的一种重要形式得以快速发展。中国矿业大学中澳合作建环专业本科教育项目是目前教育部批准的建环领域唯一的中外合作本科项目,旨在引进 RMIT 大学先进教学理念和优质教育资源,积极推进与学校建环学科特色的深度结合,形成中西贯通、内外融合的培养方式,打造国际化的多元学术交流平台,推进国际化的高素质人才培养,实现专业建设水平跨越式发展[17]。

(二)建设思路

在新工科建设和学校能源资源世界一流大学目标定位下,按照“强化特色、突出创新、注重国际

化”的人才培养指导思想,依托学校传统学科优势和特色资源,探索建环新兴工科和传统优势工科相融合的特色发展和办学之路,建设思路如图 1 所示。具体表现在:以新工科需求、学校战略定位和学科资源特色、中外合作办学项目为支撑,科学定位学校建环专业人才培养特色,重点突出人才培养的适应性和全球化视野;在特色定位的引领下,交叉与融合学校多学科办学优势和特色资源,从专业培养目标、课程体系、教学内容、师资团队建设、实践创新平台、国际化办学等方面进行人才培养模式的系统改革和实践,力争建成特色鲜明的建环新工科专业,提升专业办学水平和知名度,促进人才培养质量,开创一条多学科交叉融合的建环专业特色办学之路。

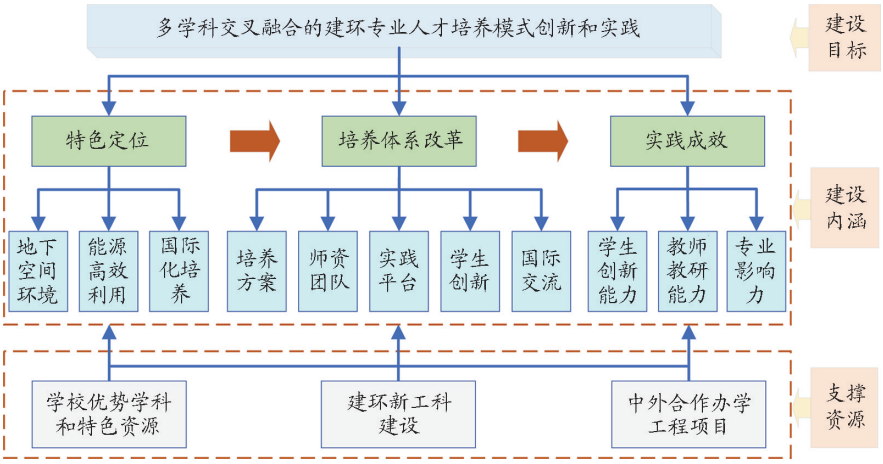

图 1 人才培养模式改革框架图

三、办学特色定位

作为一所行业特色鲜明的高水平大学,中国矿业大学百年办学历史的积淀造就了其在矿业及深部地下工程领域的学科特色和领先优势。学校现有深部岩土力学和地下工程、煤炭资源与安全开采 2 个国家重点实验室,矿业工程和安全科学与工程 2 个学科被评为 A+(全国排名第一),工程学学科进入 ESI 全球前 1‰。跨入新的百年,学校提出到 21 世纪中叶建成能源资源特色世界一流大学的战略目标和定位[16]。

建环专业在建设和发展过程中注重以特色为引领,充分依托学校在矿业和深部地下工程领域的优势和特色资源,主动寻求建环学科和传统优势学科的交叉融合,在室内建筑热湿环境调控理论和技术研究基础上,主动向深部地下空间环境调控领域拓展,在深部地下空间环境评价、深部热害治理、矿井低品位多源互补能量综合利用技术、废弃矿井开发与利用等方面形成了稳定研究方向,开展了大量探索工作。此外,适应国家节能减排对建环专业新工科建设提出的新要求,在建筑节能与绿色建筑技术、可再生能源利用等领域积极开展相关研究工作。同时,在 2 个国家级重点实验室基础上,交叉融合建环学科研究方向,建成江苏省老工业基地资源利用与生态修复系统创新中心、江苏省建筑节能工程技术研究中心、江苏省建筑节能与建筑技术协同创新中心、徐州市高温矿井热害治理研究基础实验平台、徐州市绿色建筑与新能源利用技术重点实验室等建环专业科研平台,形成了建环专业新工科和传统优势学科多学科交叉融合、以深部地下空间热湿环境调控和能源高效利用为特色的学科和专业体系,为特色化人才培养提供了有力支撑和保障。

此外,自 2012 年开始,学校和 RMIT 大学联合举办建环专业本科教育项目,通过引进外方高校

先进的教学理念和优质教育资源,培养国际化、复合型工程技术和管理人才。外方高校注重毕业生的工程实践、经济和管理能力培养,国内工科院校则比较关注学生工程基础理论和技术知识的教育。在中外合作办学探索和实践中,努力实现中西双方教育优势互补和教育特色的交叉融合,打造中西贯通、内外融合、理实并重的国际化人才培养模式,建环专业在国际化办学方面取得明显成效[17],为进一步提升人才培养的国际化水平奠定了基础。

学校建环专业办学特色定位为"深部地下空间环境+能源高效利用+国际化"。此定位是基于建环学科现状和未来发展趋势,充分依托学校优势学科和特色资源,实现了新工科与传统优势学科、中外教育的多学科有机结合。专业定位科学合理,符合学校能源资源特色国际一流大学的总体战略定位,能够保证专业的高质量可持续发展。

四、多学科交叉融合的人才培养模式探索

以专业特色定位为指导,对多学科交叉融合下人才培养方案和课程体系、教学科研团队、协同育人实践体系、学生研-赛-学联合培养模式、中外合作国际化办学等进行全面探索和实践,取得了初步成效。

(一)通专融合、科教协同、校企合作,构建多维交叉融合的专业培养方案和课程体系

培养方案是人才培养过程的基础性文件,是达到专业人才培养目标和要求的具体实施方案,决定了人才培养规格。学校在教学改革过程中,注重吸纳高等教育发展的新思想,按照"宽基础、强主干、拓前沿、显特色"的总体要求,以"学生中心、产出导向、持续改进"工程教育理念为导向,以人才培养特色定位为指引,不断优化人才培养方案,构建了通识教育与专业教育融合、科研与教学协同、学校和企业合作以及跨学科交叉的"4+3+X"课程体系,培养具有国际视野、扎实基础理论、宽广专业知识和较强实践能力,以及地下空间环境控制和能源高效利用培养特色的高素质人才。

"4+3+X"课程体系中的"4"指整个课程体系按照四大模块设置,即通识教育课程、专业大类基础课程、专业课程和拓展课程。其中,通识教育模块课程占比30%,要求学生在修完30个学分必修通识课程基础上,完成创新创业课程(2学分)、能源资源科学概论(1学分)、大学语文(2学分)、经济管理类课程(2学分)、美育课程(2学分)等至少10个学分的通识课程选修,培养学生具有家国情怀、社会责任感、管理和沟通能力、职业道德、艺术修养等良好的人文科学素质,为工科学生创新意识和思维的开发提供多维知识结构。

专业大类基础课程设置数学、物理、化学、力学、机械、电工电子等工科大类专业基础课程,让学生筑牢工程科学基础,具备较强的动态适应能力。此外,自2017级开始,学校实施大类培养政策,将土木工程、建环、工程管理3个专业纳入土木大类招生,让大二学生自主选择专业学习,充分尊重学生个性发展和职业规划。为此,面向土木大类大一年级全体学生,开设专业导论、新生研讨等专业大类平台课程。课程由土木工程、建环和工程管理3个专业协同建设,邀请校内外知名学者、行业专家、政界精英等,讲解土木大类学科最新发展前沿、政策动向、职业发展等,内容强调基础性、宽广性、开放性,实行多专业交叉融合的宽口径大类培养模式。

专业课程设置充分体现专业特色,形成科教融合、校企合作、国际协作多方协同育人机制。1)依托建环学科在地下空间环境调节控制、建筑节能和新能源利用等领域的优势和特色,开展高水平、有特色的科学研究,并将最新研究成果引入教学,开设地下工程人工环境调节、深部热害治理理

论与技术、建筑节能和新能源利用技术、BIM 技术原理等相关课程,以科研推动教学、反哺教学,实现科教融合育人,彰显人才培养特色。2)设置通风与空气调节、冷热源工程 2 门专业核心课程为校企合作共建课程,引入企业兼职教授开展课程建设和联合授课,将企业的优质资源融入教学中,丰富课程内涵,充分发挥行业和企业在工程教育体系中的重要作用,有效提升学生解决复杂工程问题的能力。3)作为国内唯一中外合作举办建环专业的高校,中外合作办学项目为学校建环专业的国际化人才培养提供了得天独厚的资源和条件。充分利用合作办学在引进国外先进教学理论、优质教学资源、高水平师资方面的优势,实现国际合作协同育人。在从外方引进 8 门专业课程的基础上,加强课程本土化建设工作,设置建筑环境学、新能源利用技术和工程项目管理 3 门全英文中方授课课程,开展海外实习计划和国际交流项目,将国际化教育贯穿本科教学全过程[16]。

开设拓展课程旨在进一步提高学生的专业视野和综合素质,强化其创新精神和实践能力。设置跨学科交叉融合拓展、专业深入拓展、挑战性课程拓展 3 个拓展方向,每个拓展方向包含若干个(X)课程组,形成“3+X”多样化拓展课程体系。现已开出 3 个拓展方向共 8 个课程组供学生修读,包括跨专业选修课程组、跨专业本硕一体化课程组、辅修专业课程组、专业高阶深入选修课程组、本硕一体化深入课程组、厚基础挑战性课程组、科研训练挑战性课程组、创新教育挑战性课程组。要求学生从中选择,至少完成 9 个学分的拓展课程研修,以培养学生跨界综合能力和高级思维。

多维交叉融合的专业培养方案形成了一、二年级多学科共建的大类基础教育,三年级强化建筑环境核心内涵的专业教育,四年级突出前沿性、交叉性和特色性的多学科融合教育,体现了“宽基础、强主干、拓前沿、显特色”的总体要求,为人才培养规格提供了保证。

(二)组建多学科融合的优秀教学科研团队,推进教学改革和创新,不断提高教学质量

结合学校在岩土工程、深部地下工程、建筑与结构及材料工程学科的优势和特色资源,建环专业青年教师通过攻读博士学位或从事博士后研究等,分别形成岩土传热传质、深部地下空间环境调控、建筑节能与能源高效利用等科研团队,从事特色化科学和工程应用研究(如图 2 所示)。在此基础上,以交叉团队教授为课程负责人,建立学科融合教学团队,开展专业主干和特色课程以及国际课程建设,推进信息化时代教学方法的改革和创新。

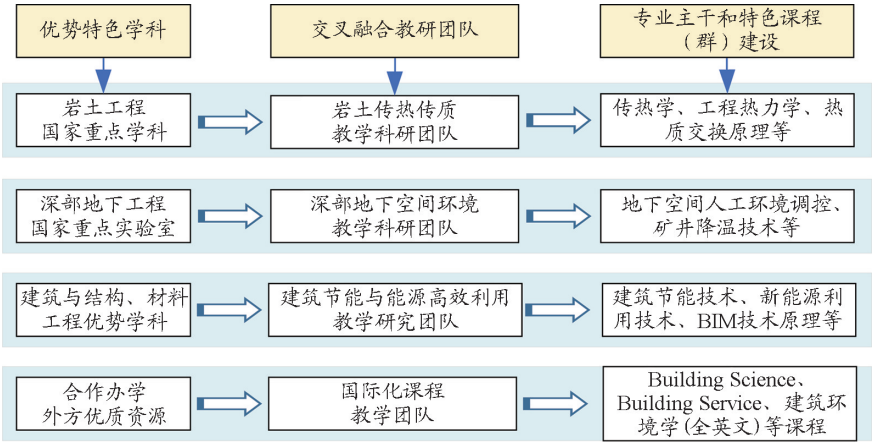

图 2 多科学交叉教学科研团队

近 5 年,学科融合教学团队共承担省级教改项目 2 项、校级教改项目 6 项、院级教改项目 8 项,发表教改论文 17 篇,出版《岩土体传热过程与地下工程环境效应》《城市原生污水换热设备设计与

计算》《新型冷冻海水淡化技术》《多工况均质材料建筑墙体热湿耦合传递理论及应用研究》等特色教材和著作 12 部,获江苏省优秀本科毕业设计团队指导教师、全国煤炭行业教育教学成果特等奖、中国矿业大学优秀教学成果特等奖等各类教学奖励 28 项。

多学科融合的优秀教学科研团队为建环专业复合型人才培养提供了强有力的师资支撑,保证了人才培养质量的持续提升。

(三)依托优势资源,打造多元化协同育人实践平台,形成“三层次+六模块+多平台”实践教学体系

实践教学对提升学生创新能力和综合素质有着无可替代的作用。发挥学校优势学科平台优势,建设虚实结合的多元化协同育人实践平台,构建“三层次+六模块+多平台”大学四年不间断实践能力培养教学体系,切实提高学生解决复杂工程问题的能力。

1. 虚实结合的多元协同实践教学平台

依托深部岩土力学与地下工程国家重点实验室、煤矿深井建设技术国家工程实验室、土建类专业国家级实践教学中心等 3 个国家级科研和教学共享平台,建环专业学科建有江苏省建筑节能技术研究中心、江苏省建筑节能与建造技术协同创新中心、江苏省建筑产业现代化设计研发类示范基地、土木类专业创新实践教育中心等 4 个省级科研和教学平台,以及徐州市绿色建筑与新能源利用技术重点实验室、矿井降温与热能利用研究中心等 2 个市校级科研平台,形成多元融合、研学一体、特色明显、开放共享的高水平实验育人平台。

同时,充分利用校外资源条件,加强学校和产业、企业之间的合作交流,与建设、监理、施工机构及大型煤炭企业合作共建产学研实践教学基地 23 个,发挥产教融合、校企联合协同育人优势,促进学生创新与实践能力的提升。和合作办学海外高校紧密合作,共享海外实践教学资源,通过开展海外实习项目,近距离接触国际优质实习资源,拓宽学生的国际视野和跨文化交流能力。

另外,在上述实体实践教学资源基础上,加强信息技术与实践教学的深度融合,规划建设虚拟仿真实验系统,探索虚实结合、线上线下混合式实验教学模式。目前,已自主开发完成“深部地下空间环境调控虚拟仿真实验教学系统”1 套,并购置了“中央空调系统虚拟仿真实验教学系统”1 套,2 套仿真系统分别面向深部地下空间和建筑室内空间,做到特色和一般兼顾。通过 2 套系统,学生可沉浸式体验、专业化学习、交互式操作深部地下空间和建筑室内空间热湿环境调控系统,激发学习的主动性和潜能,促进专业知识体系的构建。

2. “三层次+六模块+多平台”专业实践教学体系

将实践教学内容整合、优化,构建“三层次+六模块+多平台”专业实践教学体系(如图 3 所示),整个实践教学安排从基础认知和基本实践技能训练到专业综合能力训练,再到研究创新能力拓展,保持实践能力四年不间断培养。同时,国家、省和校三级多元协同育人实践平台提供了良好的硬件条件,为实践教学的开展提供强有力的支撑。

(四)将科研创新训练和科技竞赛融入教学,以研促学、以赛促学,全面提升学生的创新创业能力

学科交叉融合的高水平教学科研团队和多元化协同育人特色资源平台,为研究型创新人才培养提供了良好条件。探索研、赛、学联合培养模式,以科研创新训练和科技竞赛为抓手,开展深部地下空间环境调控特色研究与建筑节能和绿色建筑技术的探索创新,促进学生自主研学能力和创新创造能力的培养。

近 5 年,学校以相关课题为依托,开展研、赛、学联合人才培养,学生创新成果丰硕。承担大学生科研创新项目国家级 8 项、省级 17 项、校级 46 项,发表论文 20 余篇;参加全国大学生节能减排大赛、人工环境工程学科竞赛、CAR-ASHRAE 设计竞赛、绿色建筑和 BIM 大赛等各类学科竞赛获奖 38 项,其中 2019 年获江苏省优秀毕业设计团队奖;连续获全国大学生人工环境工程竞赛 5 项,其中一等奖 1 项(排名第一),二等奖 4 项;获 CAR-ASHRAE 大学生设计竞赛二等奖 1 项、优秀奖 2 项、单项奖 1 项。

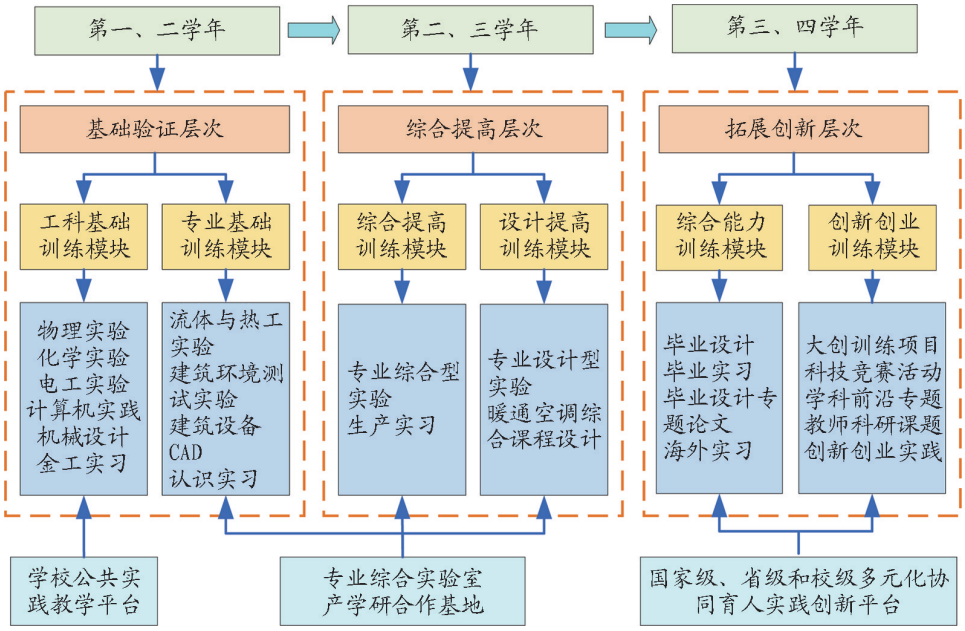

图 3 专业实践教学体系

(五)与国外知名高校联合办学,努力提高国际化办学水平

以学校和 RMIT 联合举办建环专业国际班为契机,积极引进外方先进教学理念、教学资源、教学方法和优秀师资,不断提升学生国际化视野和水平,并取得初步成效[17]。

2017-2019 届合作办学建环专业毕业生去向统计结果显示,53.6%的毕业生赴帝国理工大学、伦敦大学学院、哥伦比亚大学、墨尔本大学等国外著名高校继续深造,21.6%的毕业生在上海交通大学、中国科技大学、西安交通大学等国内知名高校攻读研究生。可见学校建环专业国际化办学水平得到广泛认可,毕业生竞争力明显提升。2016 年合作办学项目被江苏省教育厅批准为首批“中外合作办学高水平示范性建设工程”,专业影响力和知名度得到大幅提升。

五、结语

新工科建设以新经济、新产业、新技术发展为背景,探索工程教育改革新途径,创新人才培养新模式。中国矿业大学依托矿业和深部地下工程传统工科优势和特色资源,立足建环专业新工科建设,从多学科交叉融合视角对建环专业人才培养模式进行了探索与实践。通过合理定位“深部地下空间+能源高效利用+国际化”的人才培养特色、构建多维交叉融合的“4+3+X”课程体系、组建“岩土传热传质+深部地下空间环境调控+建筑节能与能源高效利用+国际化课程”多学科融合师资队伍、打造“三层次+六模块+多平台”多元化协同育人实践体系和平台、实施研-赛-学联合培养模式、开展中外合作建环专业本科项目国际化办学,形成了多学科交叉融合的建环专业特色办学模式。

新工科建设是一项涉及面广、任务艰巨的复杂性系统工程,需要高校、政府、企业、行业等全社会参与,进行全面、持续、深入的探索、完善和实践,方能实现新工科建设目标。

参考文献:

[1]教育部. 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知[EB/OL]. [2020-07-20]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/A08_gggs/A08_sjhj/201702/t20170223_297158.html.
[2]饶碧玉, 刘艳慧, 陆志炳, 等. 新工科理念下城乡建设多学科交叉融合人才培养模式构建[J]. 云南农业大学学报(社会科学), 2018,12(3):103-107.
[3]林健. 新工科人才培养质量通用标准研制[J]. 高等工程教育研究, 2020(3): 5-16.
[4]顾佩华. 新工科与新范式:概念、框架和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2017(6):1-13.
[5]吴爱华, 侯永峰, 杨秋波,等. 加快发展和建设新工科主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究, 2017(1):1-9.
[6]孙峻. "新工科"土木工程人才创新能力培养[J]. 高等建筑教育, 2018,27(2):5-9.
[7]吴巧云, 肖如峰. "新工科"时代背景下德才兼备型土木工程人才培养改革与实践[J]. 高等建筑教育, 2020,29(2): 8-15.
[8]林健. 多学科交叉融合的新生工科专业建设[J]. 高等工程教育研究, 2018(1):32-45.
[9]廖庆喜, 张拥军, 廖宜涛, 等. 基于学科交叉融合的农业工程类一流专业建设探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(5):11-15.
[10]张洪杰, 幸福堂, 施耀斌,等. "新工科"理念下安全科学与工程多学科交叉融合人才培养模式构建[J]. 中国冶金教育, 2020(1):55-58.
[11]陈浪城, 吴福根, 邱伟青. 面向"新工科"的高校实验室建设与管理模式创新和实践[J]. 实验技术与管理, 2019,36(10):273-276.
[12]付祥钊. 建筑环境与设备工程专业本科教育设置平台课程的研究[J]. 高等建筑教育, 2004(3):58-59.
[13]张东海, 黄炜, 黄建恩. 建筑环境与设备工程专业实践教学体系构建探讨[J]. 高等建筑教育, 2010,19(6):127-131.
[14]张东海, 黄炜, 黄建恩,等. 建筑环境与设备工程专业综合创新型实验平台的建设[J]. 实验室研究与探索, 2014,33(6):193-196.
[15]郝小礼, 王海桥, 邹声华,等. 建筑环境与设备工程专业地下空间特色的定位与思考[J]. 高等建筑教育, 2010,19(5):40-44.
[16]中国矿业大学简介[EB/OL]. [2020-07-28]. http://zs.cumt.edu.cn/xxjj/list.htm.
[17]张东海, 桑树勋, 高蓬辉,等. 建环专业中外合作办学人才培养模式探索与实践——以中国矿业大学中澳合作项目为例[J]. 高等建筑教育, 2020,29(4):22-31.

Exploration and practice on the integrated interdisciplinary teaching mode of building environment and energy engineering on the background of emerging engineering education

ZHANG Donghai, GAO Penghui, HUANG Jianen, WANG Yijiang, WEI Jingsheng
(*School of Mechanics and Civil Engineering*, *China University of Mining and Technology*, *Xuzhou 221116*, *P. R. China*)

Abstract: Emerging engineering education is vital in building up a strong China in higher education and meeting the challenges of economic development, industrial transformation and global competition. Based on the advantages and feature resources in traditional engineering discipline and the new development requirements in emerging engineering education, the integrated interdisciplinary teaching mode of building environment and energy engineering is explored and in practice. The main measures include orientation of talents cultivation characteristics, development of integrated interdisciplinary curriculum system, construction of teaching staffs with multidisciplinary background, establishment of diversified practical platforms through collaboration, combination of research innovation and science and technology competition with teaching and learning, and implementation of China-International education collaboration. A characteristic training mode of interdisciplinary integration of building environment and energy engineering is formed and innovative practice of the training mode has achieved good results.

Key words: emerging engineering education; interdisciplinary integration; building environment and energy engineering specialty; talent training mode

(责任编辑　王　宣)