

基于科教 - 理实融合的工科研究生实验创新思维培养浅析

贾真真¹, 叶 青^{1,2,3}, 鲁 义¹, 李 贺¹

¹湖南科技大学, 资源环境与安全工程学院, 湖南 湘潭

²地下空间防火防爆材料与装备湖南省工程研究中心, 湖南 湘潭

³火灾爆炸防控与应急技术湖南省普通高等学校重点实验室, 湖南 湘潭

收稿日期: 2024年9月3日; 录用日期: 2024年10月5日; 发布日期: 2024年10月12日

摘要

针对地方高校工科研究生培养情况, 本文系统地分析了工科研究生实验教学体系、实验平台建设、实验管理、理论 - 实验教学的研究现状和存在的不足; 详细阐述了科教融合特性、理实融合特性、实验创新思维特征、工科研究生实验创新思维, 剖析了实验教学在创新技能、思维和能力等方面内涵与作用, 并结合安全科学与工程专业的特点, 指出了当前研究生实验教学中存在的问题, 包括科教 - 理实融合不足、实验技能和创新思维薄弱、实验创新性和科学性挖掘不足、培养资源不足以及管理制度有待改善等方面。最后, 展望了未来改进地方高校工科研究生实验创新思维培养的思路和方法。

关键词

科教融合, 理实融合, 工科研究生, 实验创新思维, 教学模式

A Brief Analysis on Cultivating Experimental Innovative Thinking in Engineering Postgraduate Based on the Integration of Scientific Research-Teaching and Theory-Practice

Zhenzhen Jia¹, Qing Ye^{1,2,3}, Yi Lu¹, He Li¹

¹School of Resource & Environment and Safety Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan Hunan

²Hunan Engineering Research Center for Fire and Explosion Prevention Materials and Equipment in Underground Spaces, Xiangtan Hunan

文章引用: 贾真真, 叶青, 鲁义, 李贺. 基于科教-理实融合的工科研究生实验创新思维培养浅析[J]. 教育进展, 2024, 14(10): 400-407. DOI: 10.12677/ae.2024.14101879

³Key Laboratory of Fire and Explosion Prevention and Emergency Technology in Hunan Province, Xiangtan University

Received: Sep. 3rd, 2024; accepted: Oct. 5th, 2024; published: Oct. 12th, 2024

Abstract

According to the training situation of engineering postgraduates in a certain local university, the research status and shortcomings of the experimental teaching system, experimental platform construction, experimental management, theory-experiment teaching for engineering postgraduates are systematically analyzed. The characteristics of the integration of scientific research and teaching, the integration of theory and practice, the characteristics of innovative experimental thinking, and the innovative experimental thinking of engineering postgraduates are elaborated in detail. The connotation and role of experimental teaching in innovative skills, thinking and abilities are analyzed. And combined with the speciality characteristics of safety science and engineering, the problems in current postgraduate experimental teaching are pointed out, which includes insufficient integration of scientific research-teaching and theory-practice, weak experimental skills and innovative thinking, insufficient exploration of experimental innovation and scientificity, insufficient cultivation resources, and management systems. Finally, the ideas and methods for improving the cultivation of experimental innovative thinking among engineering postgraduates in local universities in the future are discussed.

Keywords

Integration of Scientific Research and Teaching, Integration of Theory and Practice, Engineering Postgraduate, Experimental Innovative Thinking, Teaching Model

Copyright © 2024 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

研究生是我国国民教育的最高层次，也是为国家和社会输送具有综合素质的高级人才而设立的学位。研究生教育肩负着为社会发展输送高层次创新人才的重任，是增强综合国力和提升国际竞争力的重要支撑。当前，随着各地方高校研究生数量的增大，在研究生教学及教学资源配置等方面都出现了相应的问题，以致研究生的素质及专业技能逐渐引起各行各业对研究生培养质量产生质疑。实验教学是提高研究生创新能力的有效手段和重要途径。目前很多高校研究生培养过程中，无法创新实验与开展实验设计，只是机械地重复实验，或者是数据分析不到位，更有甚者，在实验过程发生火灾爆炸泄漏等灾害事故，造成了不良的社会影响。针对当前工科类研究生实验创新培养中存在的问题与挑战，许多学者从研究生实验教学体系、实验平台建设、实验管理、理论与实验等开展了大量研究，并取得相应成果，例如，文献结合课程内容和专业特点，采取了基于学生兴趣和实践为出发点的多种教学改革和创新模式[1]，提出了“构建材料类研究生创新实验平台”的具体对策[2]，对理论教学、专业实践、学位论文等环节进行了教学改革，并创建了研究生“创新孵化项目”和“积分制”学分认定办法[3]。文献提出了一种基于CBL和PBL相结合的改进的实验教学模式，使研究生独立研究和设计，进而逐步具备独立完成科研任务和掌

握学科前沿的能力[4]，提出了双导师制、灵活培养模式，确保创新实验能力培养的效果。文献通过对工程硕士创新实验能力培养模式的实践与探索，使工程硕士研究生在理论知识和动手能力及创新思维积累方面得到一定的提高[5]。文献把研究成果和产业化技术融入到研究生专业实验教学中，构建跨二级学科的专业基础实验、专业提高实验、专业选修综合实验和校外实验基地等不同系列、不同层次的实验教学体系，提升研究生的知识结构、实践能力和创新能力[6]。文献从高层次创新型人才培养的角度探讨了如何构建与完善和时代发展需求相适应的研究生实验教学体系[7]。文献介绍研究生实验安全教育课程建设及研究生参与实验室安全管理方面的经验，为加强研究生综合素质培养，发挥实验室在人才培养和科研创新工作中的支撑作用奠定基础[8]。文献开展了设计性实验教学在研究生创新能力培养中的探索与实践，介绍了“植物显微技术”实验课的教学内容、教学方法、教学效果及教学思考[9]。文献开展了培养研究生创新能力的研究生实验教学新模式的研究，让最新的科研成果与实验内容进行结合，培养研究生的科研学习与管理能力[10]。文献引入了“基于问题学习”的教学理念和集中连续上课的授课模式，实施了模块化课程设计和学生自主选择实验内容的培养方式，根据科研发展和需求，更新了课程内容并坚持小班化教学[11]。文献探讨了在科研实验室建立实验技术培训平台，将科研工作与研究生的实验教学有机结合，充分利用实验室资源的新型实验教学模式。在这种实验教学模式下，高校可以有效利用科研实验室的资源和技术优势为学生提供实验技术培训，提高了研究生的科研效率[12]。文献从实验课程教学实践项目设置、教学过程实施、课程考核与成绩评定模式等方面进行了分析与探讨，以期对研究生实验课程的教学以及研究生综合实践能力与创新实践能力的培养提供有益的借鉴与参考[13]。文献开发虚拟仿真实验平台，完善实验室环境，构建科学的实验教学评价体系[14]。文献针对研究生实验技能培养重视程度、课程设置、管理机制等问题，提出了一系列改进措施[15]。文献从改善实验条件、注重对研究生创新能力方面的培养、加强实验室建设与管理的具体措施这三个方面，对加强重点实验室的建设来培养研究生的创新能力展开论述[16]-[19]。经过笔者调研发现，目前许多地方高校工科研究生的培养还存在一些问题，主要表现在教学与科研相分离，理论与实践脱节、科研与人才培养脱节、实验思维及创新能力偏弱等。安全科学与工程是一个涉及学科广、技术丰富、应用性极强的学科，该专业是开展科教融合、理实融合、实验创新能力培养的重要战场。针对当前许多地方高校工科研究生的培养过程中存在的问题和不足，本文结合安全科学与工程学科特性，拟分析科教融合与理实融合特性以及实验创新思维特征，并在此基础上提出工科研究生实验创新思维培养的思路和方法。

2. 科教融合 - 理实融合及实验创新思维主要特征

我国高等教育已跨入以质量提升为目标的内涵式发展阶段，教育部已进一步明确不同学位层次的培养要求，改革培养方式、加快建立科教 - 理实深度融合、产学结合的研究生培养机制，要求掌握的知识更加专业化、统一化、科研化和学术化，着力改进研究生培养体系，提升研究生创新能力和创新思维。因此本次主要分析科教融合、理实融合、工科研究生实验创新思维培养等特征。

2.1. 科教融合特性

科教融合就是科研与教学相互融合，广义的科教融合是指国家层面的科研活动与教育事业的相互结合；狭义的科教融合是指高校内部以培养创新型人才为目标，在教学中引入科研元素，促进科研与教学活动紧密融合，相互交织形成统一体。科教融合对于创新型人才培养具有重要意义，因为它有利于优化当前研究生培养模式，减轻教师科研、教学压力，寓教于研，融研于学，从而推动高校教学科研制度改革、优化创新型人才培养服务国家“创新驱动发展战略”，实现国家、高校、教师、学生等多方共赢局面[20]。

科教融合教学模式在我国的发展分为三个阶段，第一阶段是科教分离；第二阶段是科教结合；第三

阶段是科教融合状态。我国当前主要的科教融合人才培养模式为将科研实践活动嵌入教学过程，主要体现在课堂研究性学习和参与科研训练两方面。目前主要是通过转变育人方式、搭建育人平台以及制度建设三方面开展科教融合研究。科教融合人才培养问题大致表现为科教融合缺乏严格的制度设计和统筹规划，科教分离与对立问题严重，教师考核评价机制不科学等[21]。

科教兴国战略和建设创新型国家战略对高等教育提出了更高要求，科教融合已成为当前地方高校研究生教育改革的重要方向。针对当前高校工科研究生科教融合存在的问题及其原因，笔者提出以下措施，期望进一步完善科教融合人才培养模式，更好地服务于工科研究生的培养。1) 地方高校在完善科教融合管理制度时，需要依据自身发展情况进行统筹管理，优化配置高校科教资源，加强顶层设计强化科教育人功能。2) 深入研究当下科教融合模式下的课程改革、教师发展、学生学习等方面情况，及时革新相关的管理制度，为推进科教融合提供必要的组织支持和政策引导。完善科教融合理念框架内的人才培养模式和相应的教学培养方案等。3) 根据目前各专业具体特征，要加大宣传科教融合理念力度、营造科教融合人才培养氛围，潜移默化地影响教师和学生的教与学。例如：建设科教融合理念引导的校园文化环境、营造良好的课堂研究性学习氛围。4) 充分利用科研资源、项目基地，发挥平台育人功能、鼓励学生积极融入教师科研项目；同时重视开展教师的教学和科研能力的培养，优化师资队伍、强化教师能力，为研究生培养提供强有力的师资队伍保障。

2.2. 理实融合特性

理实融合教学模式是将理论教学与实践教学融为一体的教学模式，理实融合教学模式通过在教学过程中设置明确的教学任务和教学目标，课程的理论教学、实践教学、生产融为一体，师生双边交流互动，让理论和实践在教学环节中交替，直观和抽象交错出现，充分发挥了高校研究生在学习过程中的主动性和积极性，充分激发学生的学习兴趣，这种教学模式有利于及时将理论知识引入到实践活动之中，通过实践活动进一步加深对理论知识的理解，因此在教学活动中既能培养学生的实践技能，又能让学生在实践操作过程掌握理论知识，最终提高教学质量[22]。

理实融合的实质是将理论和实践以默契的方式进行的整合，其整合方式有互动、互补、互释和互融，融合过程是问题序化、方法序化和知识序化的有机统一。从理实融合教学的实践情况来看，具有倡导以学生为中心、强调实践能力的提高、教学方式方法多样等特点。在理实融合教学中，不仅仅是教与学的融合，也不仅仅是理论与实践的融合，而是与教学有关的各项活动深度融合。理实融合教学包括教学内容、教学时间、教学场化、授课教师和教学评价五个要素[23]。因此，当前地方高校工科研究生理实融合教学模式的应用需要综合考虑其教学方法内涵、实践基础、实践场所、实践计划、教学过程、评价方法及过程等，并且还需注意以下方面：1) 丰富教学方法，促进理实融合：从存在的问题来看，很多教师的教学方法单一，而且教学理论与实践的结合程度较低。针对这一情况，需要专业课程教师在教学中进一步丰富教学手段与方法，重视理论与实践的结合，从而在提高学生理论知识水平的同时，提高实践操作能力，并最终促进学生理论与实践的结合。2) 改善实践教学环境，增强校外实践活动：从教学实际来看，学生实践能力的提高则必须要依靠丰富的实践活动和有价值的实践项目。3) 提升教师专业能力：针对教师这方面，需要在专业课程的理实融合教学中，注重教师专业能力的提高，并且进一步强化和谐师生关系建设。4) 构建多元评价体系：随着教学评价实践的发展，以考试为核心的教师评价弊端越来越明显。尤其是对具有较强实践性的专业课程而言，单纯地考试评价并不能完全反映学生的真实情况。因此必须要完善和丰富评价体系，构建多元的评价系统。

2.3. 实验创新思维特征

创新思维是指不受现成的常规的思路约束，寻求对问题的全新的独特性的解决方法的思维过程。广

义的创新思维是指思维主体有创见、有意义的思维活动，每个正常人都具备这种思维活动；狭义的创新思维是指少数人才有的创造型思维。创新思维具有新颖性、独创性、灵活性和突破性。此外，创新思维的范畴里包括扩散性思维、集中性思维、反向思维、联想性思维和分离聚合思维。创新思维的核心是发散思维，发散思维有一个发散中心，即集合点。问题的解决实际就是发散-集合-发散-集合……多次循环的结果。创新思维有利于树立学生终身学习的理念。如果学生具备创新思维，那么在今后的学习和工作中都将不自觉地运用这种思维去解决问题，而这无疑就是终身学习所要求的能力。从目前实践效果来看，培养学生创新能力的必要性主要体现在时代发展的需要、国际竞争的需要、知识经济的需要、可持续发展的需要、教育自身发展的需要、个人发展的需要等方面[24]。

实验本身是围绕一个实验问题，学生通过分析、综合、思考，对实验问题进行深入的认识，进而设计实验、开展实验、分析实验数据、获取实验结果和结论。实验的目的在于认识事物的本质，掌握其内在的变化规律，并且让其规律为我所用，即有创新之意。实验就是在创新思维框架中发散与集合的协调结合的过程，整个实验探究过程由不同的逻辑关系组成，对学生逻辑思维进行了不同的逻辑训练和培养，引导学生根据不同情况探寻最佳方案。在工科研究生课程实验中，研究生可以从一个问题出发，向上下左右前后四面八方去设想，从而探求问题的多种答案。实验是一种体验、一种实践，而创新也是一种体验、一种实践。由此可见，实验与研究生创新思维能力发展有着密切的关系，是培养研究生创新思维的重要途径[25]。所以为提高实验课程教学效果，应该从教学方法和教学评价两方面来进行改革：1) 教学方法的改革：实验课程应更加注重培养学生的实践能力，增强研究生的合作精神和创新意识；积极使用多媒体、仿真模拟实验等手段，提高研究生对相关知识的理解和记忆，激发学生的实验课程兴趣；设计实验课题和研究性学习项目，重点增强研究生对实验技术的掌握，培养研究生科研设计以及独立承担科研项目的能力；加强交流合作提高教师科研、教学能力，更好地传授研究生先进学术思想和实验技能；建立资源信息共享平台，加强多个实验平台之间的交流合作，提高教师的传道授业解惑能力。最后，加强研究生安全管理、个人防护和规范实验操作技能，保障研究生个人及设备安全。2) 评价方式的改革：采用多元化的综合评价方法，例如，开展实验技能考核；科研素养考核和创新思维考核、理论考核；实施项目评估的评价方法。

2.4. 工科研究生实验创新能力培养

实验是获取科研成果、提升实践动手能力的必经之路，是研究生学习生涯科研创新能力提升的关键。实验教学是研究生教学中的有机组成部分，实验教学能为帮助研究生正确认识事物及其变化规律提供实践场所和途径，培养学生运用所学的理论去分析和解决实际问题能力，掌握一定的工程实验方法和技术，培养研究生从事工程实验的能力。研究生不仅要通过实验教学来验证自己所学习的理论知识，更重要的是通过实验教学帮助研究生培养实事求是的科学态度，培养自主学习的能力，培养团结互助的团队精神和勇于开拓的创新思维、实践动手能力。在研究生的培养过程中，导师及研究生管理人员不应该让研究生被动地接受知识，而应当积极地构建寻求知识的过程和途径，并提供相应的平台。加大对重点实验室的投入，改善实验室的条件，提高学生的动手能力，让研究生能更好地将理论与实践相结合，将科研课题、实验平台建设以及理论知识有机地相结合，促进研究生与科研项目、研究生与企业之间的合作交流，有效激发研究生学习的兴趣与主动性，培养研究生发现问题、思考问题、解决问题及创新的能力，不断地提高其专业技术能力和团队合作能力，从而提高研究生的综合素质水平。所以，实验教学是工科类研究生培养的重要内容，也是培养学生科研思维、提高创新精神和实践能力的重要手段。因此，对于研究生而言，尤其是工科研究生，实验是获得科研成果、增加实践动手能力的必经之路，是研究生学习生涯的科研创新能力提升的关键。

研究生实验创新能力的培养主要来源于研究生导师和课程教学两个方面，其中，研究生导师既有理论指导，也包含了实践指导，具有一定的实用性和实践性，课题研究与学位论文撰写均在研究生导师指导下进行。课程教学侧重于将科学研究引入教学，重点培养学生从事科学研究创新工作的能力和素质，同时课程教学则为研究生实验室创新能力的培养提供了丰富的知识架构，具有系统性和普遍性，为日后从事科学研究相关工作夯实基础。目前，基于研究生对于科研方法和思维具有强烈的需求，很多高校都开设了课程《实验设计与数据处理》，旨在培养学生组织和设计实验方案的能力，培养学生分析实验数据和处理实验数据的能力。

3. 研究展望

研究生培养强调科研素养与实践创新能力的提升，要求通过科研实践训练，调动学生能动性与创新性，培养学生科研思维与创造能力，增强学生对学科领域科学研究方法与技能的掌握，从而真正具备研究社会活动本质及发展规律的素质和能力。高校实验室是培养研究生科研创新能力的重要平台。近年来，随着研究生招生数量的增加，全面提高研究生的综合实验能力和科研能力成为制约我国高等教育发展的一个最大瓶颈[26]。基于课题组前期多年的研究生教学、实验指导与研究生参与科研项目的指导经历与经验，针对地方某高校的安全科学与工程研究生的培养情况，笔者就当前研究生在科教融合、理实融合、实验创新思维、创新能力培养等方面展开讨论与展望：

1) 课程教学过程中科教 - 理实需要深入融合。科教融合、理实融合是人才培养的有效方法，也是先进的教育理念，然而，在研究生教学过程中，无论是教师还是研究生，对于科研成果、实践能力等资源的利用不足，也没有体会到“寓教于研、寓研于学”的重要性。因此需要教师深入分析科教融合 - 理实融合的特征，结合本专业的实验课程特性，深入研究课程教学的科教融合 - 理实融合模式等。

2) 提升实验技能、实验创新思维。根据前期实验课程教学效果及调研，目前，部分研究生实验技能的掌握程度不够，对专业课知识的运用能力也参差不齐；同时，如何通过工程难题提炼工程问题进而凝练关键科学问题的能力不足，导致其通过实验思维主动地获取知识、应用知识、解决问题的途径不通畅，从而影响了创新精神和创新能力的培养。因此需要提升研究生的实验技能及提高实验创新思维。

3) 实验创新性和科学性需要深入挖掘。相对于文科、理科专业，工科研究生面对的科学问题一般源于工程实践，所执行的科学研究一般都具有明显的工程背景，在实验设计中专业知识参与度较高，实验设计在整个实验过程中的比重较低，导致实验创新性和科学性受限。

4) 改善实验创新培养资源。《实验设计与数据处理》是化学、材料等理科专业的主体课程，而适用于本学科的实验设计资源不足，现有教材案例多以典型化工、材料等案例为主，如果简单将书本内容直接搬上课堂，学生面对大量理论分析，课堂教学效果较差，学生无法将课堂内容与科研实践相联系，课程学习意义及效果大打折扣，亟需针对本学科的研究生相关课程编制教材。《实验设计与数据处理》的开展可以帮助本学科研究生通过科学的实验设计方法及多途径的数据处理方法，实现实验次数最优、数据误差最小、结果呈现最清晰的目的。可以以科教融合和理实融合为切入点，培养工科研究生的实验创新思维和创新能力。

5) 改善研究生培养管理制度

地方高校的发展水平与国家所属重点高校相差甚远，特别在学科建设、科研实力、科研平台与项目经费等诸多方面存在较大差距。当前，高校非常重视科研成果的产出，而忽视了成果的转化，所培养的研究生由于缺乏创新性、较弱实践能力，无法满足国家创新体系建设需求。在研究生教育规模持续扩张的形势下，需要努力发挥地方高校特色和优势平衡教学与科研关系，积极推进教学与科研有机融合培养高层次创新型人才。

基于以上考虑,笔者认为应该面向本学科乃至工科研究生实验创新能力培养的需求,通过深度分析和挖掘该学科研究生学习特点和要求,以科教融合和理实融合为切入点,构建该学科研究生的实验创新思维及能力培养模式,探索“以学生为中心”的研究生课程教学模式,编制相关课程的实验指导教材。期望以上方法和途径能为培养高素质的创新型科研人才提供相应的理论支撑。

4. 结论

随着国家创新体系建设的深入,迫切需要大批具有创新能力的人才,我国研究生教育进入快速发展阶段,因此新时代高校必须深刻理解创新人才培养的使命。无疑,走科教融合-理实融合、提高创新思维与能力的途径,是提高研究生教育质量的重要路径。

- 1) 科教融合人才培养模式的主要实现路径是研究性学习和参与科研训练,而科教融合人才培养模式实施的表现形式主要体现为学生是否达到了课堂研究性学习和参与科研的情况。探究地方高校研究生培养中科教融合现状与对策,促进高校的科研与教学的融合发展,对促进研究生教育水平的提升有重要意义。
- 2) 理实融合教学模式是将理论教学与实践教学融为一体的教学模式,理实融合具有单一的理论教学和实践教学不具备的优势。
- 3) 创新思维是一种打破常规的思维模式,在常规事物中发现新结论的思维模式。实验教学是工科研究生培养的重要内容,也是培养学生科研思维、提高创新精神和实践能力的重要手段。
- 4) 对当前工科研究生教育提出了展望:深入探讨课程教学的科教-理实融合;提升实验技能、实验思维;深入挖掘实验创新性和科学性;改善实验创新培养资源;改善研究生培养机制。

基金项目

湖南省教育厅,湖南省学位与研究生教育改革研究项目(2023JGYB190, 2020JGYB188, 2022JGZD039)。

参考文献

- [1] 陈晓摘,徐颂.《实验设计与数据处理》研究生课程的教学改革与创新[J].化工教学,2023,49(9): 97-99.
- [2] 王雪红,支东彦,陈健壮,杨晓玲,庄启听.材料类研究生创新实验平台的构建和管理[J].实验室科学,2023,26(3): 146-149.
- [3] 张楠,牛永生.材料与化工专业研究生创新能力培养研究与实践[J].安徽化工,2023,49(5): 202-204.
- [4] 左欣,郑尚,于化龙,高尚,徐丹.创新型研究生实验教学模式的研究[J].教育教学论坛,2017,7(2): 268-269.
- [5] 武卫莉,刘喜军,贾宏葛,佟丽,程伟东.高分子材料工程硕士创新实验能力培养模式研究[J].高分子通报,2016(1): 94-97.
- [6] 卢美贞,聂勇,解庆龙,于凤文,计建炳.构建化工类研究生专业实验教学体系,培养研究生创新能力[J].教育教学论坛,2017,39(9): 270-272.
- [7] 陈飞台,黎靖.基于创新能力培养的物理学研究生实验教学改革探讨[J].教育现代化,2018,25(6): 44-45.
- [8] 杨莉,程林,杨利民,韩梅,刘翠晶,孙卓,林红梅.基于生态学专业特色的实验安全教育课程设计与管理模式探索[J].高教学刊,2023(20): 138-142.
- [9] 杨晓红,王凯渊,王兆春,唐颖.设计性实验教学在研究生创新能力培养中的探索与实践[J].西南师范大学学报(自然科学版),2018,43(11): 166-171.
- [10] 左欣,于化龙,郑尚,朱霞,高尚.探索研究生创新能力培养的实验教学模式[J].课程教育研究,2017(35): 223-224.
- [11] 席超,朱璧如,佟丽.研究生分子生物学实验课程的创新与实践[J].高校生物学教学研究(电子版),2020,10(2): 57-60.
- [12] 王东辉.研究生实验教学模式的创新与实践-以原位杂交实验课为例[J].高校生物学教学研究(电子版),2017,

- 7(3): 43-47.
- [13] 杨定新, 陶利民, 邝溯琼. 研究生实验课程《机械工程综合实践》教学改革[J]. 高等教育研究学报, 2013, 36(3): 107-111.
- [14] 罗锦, 崔少辉, 孟晨. 研究生实验能力培养研究[J]. 大学教育, 2017(1): 168-169.
- [15] 刘晶磊. 土木工程专业研究生实验技能培养模式创新研究[J]. 教育教学论坛, 2020, 42(10): 384-385.
- [16] 谢珍连, 林梦瑶, 罗爱月, 黄锁义. 加强重点实验室建设, 培养研究生创新能力[J]. 科教导刊, 2017, 5(2): 35-38.
- [17] 李艳娜. 建设实验平台与研究生创新实践能力的培养[J]. 高教学刊, 2016(6): 140-142.
- [18] 黄瑞, 俞小莉, 陈俊玄, 石军平, 季节. 研究生热能与动力工程测试实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(5): 210-215.
- [19] 朱建云, 李庆钊, 裴晓东. 安全科学与工程教学实验室建设与安全管理[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(1): 288-292.
- [20] 马琼. 地方高水平大学科教融合人才培养模式研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西北大学, 2016.
- [21] 孙月双. 地方高校研究生培养中科教融合现状与对策研究[D]: [硕士学位论文]. 荆州: 长江大学, 2022.
- [22] 李文君. 理实一体化教学模式的教学方法研究与实践[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津职业技术师范大学, 2020.
- [23] 孔凯. 激励方法融入中职理实一体化教学模式的探索与应用[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西师范大学, 2017.
- [24] 李鹤. 生物教学中如何培养学生创新思维能力的研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 辽宁师范大学, 2012.
- [25] 张树霞. 大学物理实验教学中培养学生创新思维的研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2011.
- [26] 王存国. 如何设计创新实验全面提高本科生和研究生的综合实验与科研能力[J]. 山东化工, 2020, 49(8): 244-248.