

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2026.01.016

欢迎按以下格式引用:曹瑞东,张佳琪,贺天平,等.科研实践训练牵引下本科生培养模式效果研究[J].高等建筑教育,2026,35(1):146-154.

科研实践训练牵引下本科生培养 模式效果研究

曹瑞东^{1a}, 张佳琪^{1a}, 贺天平^{1b}, 路国运²

(1.山西大学 a.电力与建筑学院;b.科学技术史研究所,山西太原 030006;

2.太原理工大学 土木工程学院,山西太原 030024)

摘要:针对高等院校土木工程类本科生培养中存在的问题,提出一种侧重科研实践训练的新型培养模式,并从课题组培养方案构建和学校改进措施两个方面探索具体培养路径。通过五届共29人次的长期追踪记录,基于科研成果数量、成绩变化和考研录取率三个方面进行综合评价,结果显示:该模式下,生均科研成果达1项;课题组期间,87.5%的学生成绩显著提高;考研录取率较基准组最高提升81.5%。实践表明:侧重科研实践训练的培养模式可显著提高本科生学习成绩、考研录取率、科研水平和创新能力。

关键词:科研训练;土木工程类;本科教学;培养模式

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2026)01-0146-09

新一轮科技革命背景下,创新成为推动经济社会发展的强劲引擎。高校作为创新研究的重要阵地,需要不断提升师生的主观能动性和创新意识,为培养创造型人才提供坚实基础。2018年,《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》指出,高校要为本科生参与科研创造条件,推动学生早进课题组、早进实验室、早进团队,增强学生的科研水平和创新能力^[1]。本科生科研训练项目是高校为引导本科生探索学科前沿、鼓励学生在导师指导下独立开展研究而实施的重要教学改革。该项目着力强化学生实践、自主思考及创新能力,为其全面发展奠定了坚实基础。

为应对新形势下的教学变革,众多学者就相关问题进行了研究,如郭翔^[2]通过分析本科生科研能力的培养意义,提出了本科生科研训练的三种模式。杨秀平等^[3]提出了科研训练计划对指导老师和本科生完成科研训练的能力要求,并指出通过评级方式对师生科研能力进行打分,对于分析本科生科研训练效果具有重要意义。张奇涵^[4]在本科生科研训练中提出基金项目对本科生科研训练的重要性,提出确定的题目和明确的目标更适合刚进校的本科生。陈祺等^[5]提出了适合本科生的创新实验室布局与运行模式。罗志勇等^[6]从优化实验体系、更新实验项目等角度将科研训练嵌入实验教

修回日期:2024-02-02

基金项目:山西省高等学校教学改革创新项目(J2021169)

作者简介:曹瑞东,男,副教授,硕士研究生导师,主要从事高性能建筑材料研究,(E-mail)caoruidong@sxu.edu.cn。

学中,着重描述了多种优化方式,但未具体证明实践效果。综上,关于土木工程类学生教学的讨论,多数是关于科研模式或实验室运行、优化方面^[7-9]的研究,对于本科生培养的效果,特别是量化结果,并没有相关的、详细的记录和探讨。

为了更好地研究该培养模式的效果,为本科生科研训练研究提供数据支持,本文通过5届29人次的实验,追踪记录了学生的科研成果、学习成绩变化与具体升学情况,并从多个角度分析了科研训练的实际效果。

一、土木工程类本科生传统培养模式存在的主要问题

随着社会的不断发展和进步,传统的土木工程类本科生培养模式逐渐暴露出一些问题。如:更注重理论知识的灌输,忽视实践能力的培养,缺乏个性化的教学方法。为此,应深化对教育理念的认识,立足解决实际工程中的需求与问题,变革教育方式方法,强化实践能力培养,实施个性化教学,从而更好地培养适应社会发展需求的高素质人才。

(一) 学生缺乏主动性

思想是行动的先导,热爱是主动的源泉。学生自发的行动往往比按部就班的行为来得更加迅速高效。以土木工程类本科生为例,该专业属于传统工科范畴,所涉及的科目较多,且内容偏难^[10],学生学习压力较大;就业市场不乐观,学生对未来迷茫,学习兴趣减退;少部分学生经历高中紧张的学习生活后,在大学中抱有得过且过的心态^[11],其学习兴趣亦随之逐步消退,进而形成恶性循环,最终导致成绩负反馈效应。

(二) 教学内容实践性不足

普通本科土木工程类培养计划中,教材内容与实践结合不紧密、实践类课程数量较少等情况仍然存在。在施工类学科中表现为新工艺、新技术未及时更新,与施工现场脱节;在设计类学科中表现为实践性不强,工程上通用设计方法讲授缺位,导致学生难以顺利开展设计工作。此外,大学培养方案包含了试验和实习两大环节。土木工程类本科生在试验方面涵盖力学试验、混凝土结构试验和土力学试验;实习部分则包括认识实习、测量实习、生产实习和毕业实习。相较于文化课,这些实践部分的占比较少,且大部分学生对此一知半解,并没有与理论课建立有效联系。

综上,受学习主动性不足、教学内容实践性薄弱等因素影响,部分学生在专业学习过程中难以获得成就感,对专业课学习及考试多持任务式完成心态^[12]。据此,笔者尝试在本科生培养体系中引入科研训练环节,强化实践应用能力培养;同时通过对学生学业成绩及后期发展情况的追踪研究,以期培育具备一定科研素养与实践能力的复合型人才。

二、基于科研实践训练的土木工程类本科生培养模式

近年来,国内许多高校更加注重对本科生科研能力的培养,相继将本科生科研训练项目引入教学培养计划^[13]。科研如何更好服务教学,激发学生的学习兴趣与创新精神,这是亟待解决的问题。

(一) 基于提升科研实践能力的方案具体内容

1. 培养方案目标

相比教学学到的知识,科研带来的成就更为直观^[14]。因此,构建侧重科研实践训练的培养新方案,有助于引导本科生探索科研相关知识,训练其动手能力、独立思考能力与创造能力,使其了解并掌握一定的科研知识与实操技术,最终达成培养科研与实践能力兼备的创新型人才。

2. 培养方案具体内容

在本科生的科研训练中,需构建一套循序渐进的系统化培养方案。本科生的科研活动主要包括实验操作实践、学术论文与专利撰写、学科竞赛历练三个方面。根据实践经验,相关科研成果的难度由低到高排序为外观专利、普通论文、实用新型专利、北大核心论文、发明专利、EI核心论文、SCI论文。试验类论文更适宜本科生入门。对于土木工程类学生而言,科研离不开试验,因此,导师可通过设置课题的方式,带领本科生完成试验,得到试验结果,从而指导学生撰写论文、专利,参加竞赛,具体操作如下。

(1)实验操作。本科生进入实验室初期,应由在读研究生或具备独立实验操作能力的高年级本科生牵头指导,帮助其熟悉实验操作流程,启发科研创新思维。在本科生具备独立操作能力后,导师可设置独立实验课题,并结合研究内容将课题拆解为若干子任务供其自主完成。本科生完成阶段性实验任务后,须向导师及课题组进行阶段性汇报。这套循序渐进的培养方案,可引导本科生逐步掌握实验技能、形成创新思维,进而自主凝练研究方向并拟定研究大纲^[15];同时通过实验实操训练及学术论文、专利的撰写实践,有效激发本科生的科研热情。

(2)学术论文与专利撰写。实验取得阶段性成果后,指导教师可引导本科生开展论文撰写与专利申报,以此深化其科研思考,同步培养写作与绘图能力。初期可安排本科生承担基础性工作,如完成论文实验章节的撰写与图表绘制。指导教师需着重关注本科生论文写作的逻辑连贯性与表达规范性,同时对字体字号、公式排版等格式细节提出明确要求,规避错别字、专业术语误用、表述口语化等问题。待本科生逐步掌握论文与专利的写作技巧后,导师可安排其独立完成论文撰写与图表绘制,并定期检查写作进度、要求学生汇报阶段性进展。

(3)学科竞赛历练。指导教师牵头组织本科生参加专业相关学科竞赛,并在竞赛过程中引导学生树立创新意识,培育创新能力^[16]。教师需全程跟进比赛,在研究内容设计、研究过程推进、结论提炼总结等环节给予专业性指导,在论文、图表和PPT的格式规范细节方面提出建议,从而实现本科生“在实践中答疑、在研究中解惑”的培养目标^[17],最终提升其参与科研创新的积极性,夯实专业素养,锤炼创新实践动手能力。

3. 培养方案质量保障体系

(1)科研时间约束。在时间上,要求本科生周内从事科研活动平均每天两小时,周六要求原则上十小时。学生除上课外须前往实验室开展科研活动,严格打卡,严禁迟到早退,如有特殊情况须提前履行请假手续。

(2)学习内容检验。导师与组内其他本科生根据学生在组期间的专业知识储备与运用、实操能力及相关软件使用水平等,对其进行评价打分。内容包括科研论文的写作、专利的撰写、有限元软件的学习、常用科研软件的使用。有限元软件主要包括Abaqus、Comsol、Ansys,科研软件包括data get、origin、cad等。

(3)科研成果检验。根据本科生参与论文、专利、竞赛等的完成度与难度级别,对其在课题组期间所获得的科研成果进行评价。除此之外,从考研录取率与学习成绩等方面,对比课题组本科生与该专业其他本科生的平均水平,评估基于科研训练培养模式的培养效果。

(4)持续改进措施。通过5届29人的本科生科研训练发现,本科生在科研过程中存在专业知识储备不足、动手能力较弱、科研时间不充裕、后期缺乏科研热情等问题。针对此,课题组不断改进培养模式,反思培养过程中存在的不足,得出以下思考:在课题选择上,应选择与本科生课程紧密相关的研究问题,使其在学习书本知识的同时,通过实践和自我思考提出创新性观点,从而实现科研创新训练对书本知识的反哺^[18]。在时间安排上,鉴于本科生科研时间较为分散,应安排阶段性训练。

每个训练周期结束后,组织课题组汇报,让学生总结自身经验、倾听他人见解,以激发科研思路和创新思维。在成果产出上,应在实验各阶段完成后及时安排论文或专利的撰写工作,力争在实验结束后产出学术成果,从而激励学生保持科研热情和创新精神。

(二) 学校层面改进措施

1. 培养贴近实际的科研型导师

从事本科教学的教师在带本科生进行科研时,需要考虑以下问题:一是,本科生用于科研的时间有限,科研训练初期应让其快速了解科研,快速进入状态;二是,内因是关键,外因是辅助^[19],要充分调动学生的积极性,在训练过程中注重课题方向与学生兴趣爱好相结合,做到因材施教;三是,要从学生实际情况出发,选择较为轻松实现的途径和步骤入门,循序渐进推进科研难度。

2. 创造有利于学生科研的实验环境

科研工作地开展离不开实验室的支撑,学校应构建校、院、实验室“三位一体”的实验支撑体系,为本科生开展科研活动创造良好条件。在科研仪器采购中,应结合本科生科研的特点,优先配置与基础性研究相关的仪器设备。在实验室开放管理方面,应将本科生纳入自主实验的使用范围,保障其在规范管理的前提下,自主使用仪器设备开展实验研究。

3. 加强对本科生成果奖励力度

部分学校对本科生科研训练重视不足,同样水平的成果,研究生奖励要高于本科生^[20]。本科生科研成果在奖学金评选、研究生保送中的权重较低,削弱了本科生对科研的兴趣。学校应制定相关政策,加大对本科生发表科研成果的鼓励。如:对于奖学金评定,加大科研成果的权重;对于保送研究生,科研成果应作为优先考虑条件;针对科研成果突出的本科生,可通过增设学分奖励、置换选修学分等激励举措,保障其科研投入时间,进一步激发科研兴趣。

三、基于科研训练培养模式的试验

(一) 试验样本的选择

采用宣讲招募的方式,按照学生自愿报名原则组建科研试验小组。培养周期设定为三个学期(大二上学期至大三上学期),涵盖土木工程、工程管理、工程造价、建筑学、智慧建筑等五个专业,2015级、2016级、2017级、2020级、2022级等5届共29名学生。学生基本情况见表1。在此基础上,对参与科研训练学生的学业成绩、科研成果及考研录取率开展长周期追踪调研。

表1 学生具体情况表

专业	2015级/人	2016级/人	2017级/人	2020级/人	2022级/人
土木工程	3	0	0	0	0
工程管理	0	4	3	0	0
工程造价	4	3	3	0	0
建筑学	0	0	0	4	0
智慧建筑	0	0	0	0	5

(二) 试验过程

课题组围绕水泥砂浆、高强混凝土性能研究展开。在培养周期结束后,就考研录取率、科研成果、学习成绩等内容,比较课题组学生与本专业学生平均水平,评估基于科研训练培养模式的本科生培养效果。

(三) 试验结果及讨论

1. 科研成果数据统计

课题组5届本科生成果见表2。在成果贡献中,本科生承担了部分创新思路的提出,实验具体操作,论文、专利内容的撰写和图表绘制等工作。如:在《一种控制水泥试块水分的智能循环热风烘干箱》这一发明专利中,学生刘X、马XX承担了“现有大部分烘干箱排出湿空气时带走大量热量,导致烘干过程加热组件相对功耗偏大”等问题的思考,提出了在烘干室中部设置空腔、空腔内设置多套螺旋升降机构,用于实现升降功能的创新思路,完成了专利详图的绘制及部分内容的撰写工作。

表2 部分科研成果展示

	名称	学生署名	级别
专利	一种环氧树脂硅酸钠微胶囊的制备装置	曹XX、郑XX、王X、马XX、刘X	国家发明专利
	一种制砂机及制砂方法	曹XX、朱X、马XX、陈X、刘XX	
	一种控制水泥试块水分的智能循环热风烘干箱	曹XX、刘X、杜XX、贾X、马XX	
	一种水泥砂浆流动度测试仪	曹XX、李XX、牛XX	
	一种便携式高效回收塑料瓶	曹XX、王X、郭XX、李XX、李X	
实用新型专利	一种制作砂浆弹性热膨胀系数试件的模具	曹XX、孟X、李XX、张XX	实用新型专利
	一种人防板内置缓冲器	曹XX、李XX、孙X、马XX、聂XX	
	PVA纤维对100MPa超高强混凝土的力学性能影响研究	曹XX、刘XX、路XX	
论文	CFB超细粉煤灰对水泥基胶凝体系性能的影响	曹XX、南X、路XX、成X	核心
	高温下高强混凝土爆裂研究	孟X、李XX、张XX、赵XX、曹XX	省级
	温度作用下细观混凝土敏感性分析	原X、马XX、陈X、孟X、曹XX	期刊
竞赛	第十三届全国大学生市场调查与分析大赛山西大学本科组一等奖	杨X、郭XX、贾XX、焦XX、张XX	一级
	第十三届全国大学生市场调查与分析大赛本科组国家三等奖	张XX、贾XX、武XX、焦XX、侯XX	竞赛

注:下划线表示该学生为课题组本科生。

从表3可知,在以科研为导向的训练中,学生取得了丰硕的成果,其中,省级论文3篇,核心论文4篇,实用新型专利10项,发明专利6项,竞赛成果6项。五届学生平均成果数目达到1项。该培养模式对学生未来就业与深造起到了有力的助推作用。

表3 学生取得科研成果数量

年级	省级论文	核心论文	实用新型专利	发明专利	竞赛	总计	人数	人均成果数
2015级	0	2	3	2	0	7	7	
2016级	1	1	6	3	1	12	7	
2017级	2	0	1	1	1	5	6	1
2020级	0	1	0	0	3	4	4	
2022级	0	0	0	0	1	1	5	

注:多人合作成果算一项。

2. 成绩水平统计

为了避免个体成绩差异,选取同年级同专业成绩求平均值,比较学生不同时间成绩排名情况,见图1。

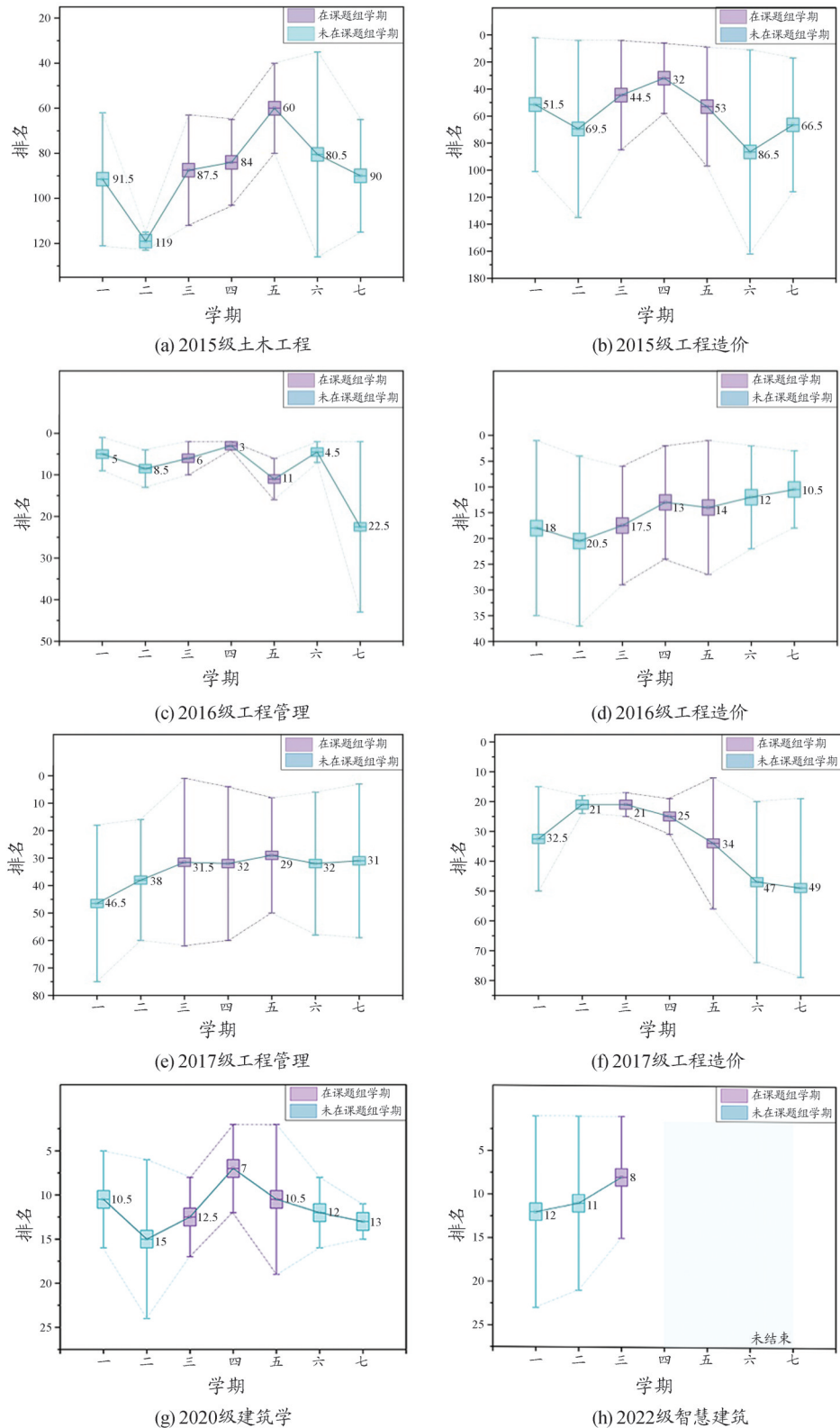


图1 成绩情况

紫色为在课题组时间,青色为未在课题组时间,用颜色以示区别。科研培养从第三学期开始,到第五学期结束完成,并对后续发展进行跟踪。由图1可知,2015级土木工程、2015级工程造价、

2016级工程管理、2016级工程造价、2017级工程管理、2020级建筑学、2022级智慧建筑专业的学生进入课题组后成绩都有不同程度的提升。2017级工程造价专业学生呈持平略有下降的趋势,总成绩提升率约为87.5%。离开课题组后,2015级土木工程、2015级工程造价、2016级工程管理、2017级工程造价、2020级建筑学专业的学生成绩均有不同程度的下降,而2016级工程造价、2017级工程管理专业的学生成绩基本持平,2022级智慧建筑专业数据未到时间,不做统计,成绩总体下降率约为71.4%。

由数据可知,大部分学生在试验期成绩更优异,原因可能如下:第一,指导教师对学生学习的系统指导与日常行为的规范管理,显著提升了学生的学习能力;第二,课题组内浓厚的学习氛围有效激发了学生的求知欲望和热情;第三,丰硕的研究成果持续激励着学生在学术领域的深入探索,从而提升其学习成绩。

3. 考研率统计

图2比较了课题组考研录取率、对应专业考研录取率、全国平均上研率。课题组考研率录取为25%~100%,对应专业的考研录取率为15%~27%。统计2022年本科生毕业人数约为1 076万人,硕士录取人数为76万人,全国考研录取率约为7%。

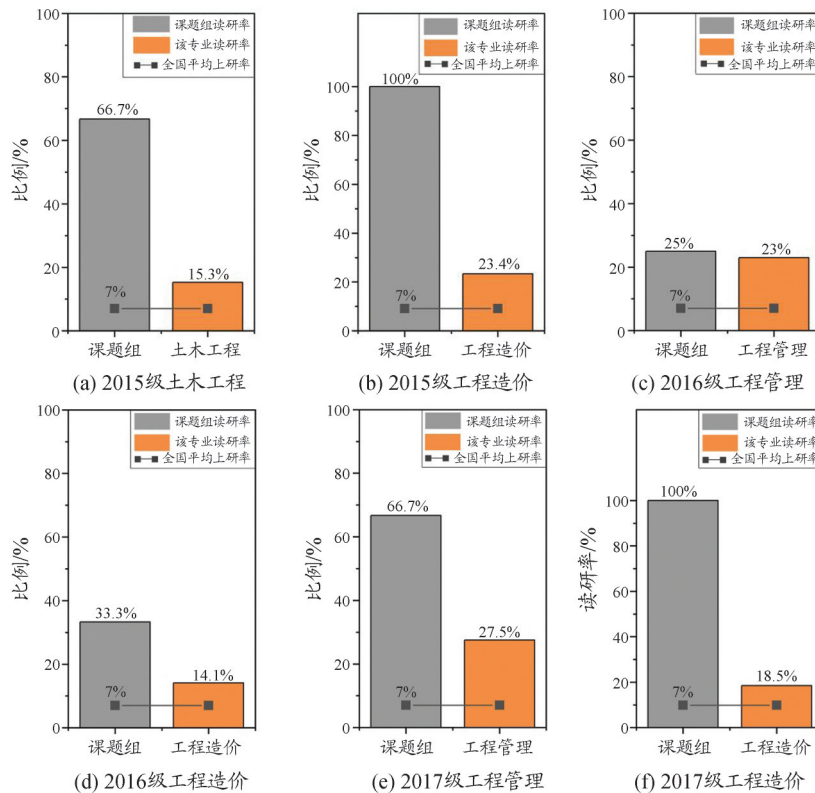


图2 考研情况

具体情况为,2015级土木工程专业课题组学生考研录取率为66.7%,比本专业考研录取率高51.4%(图2-a);2015级工程造价专业课题组学生考研录取率为100%,比本专业考研录取率高76.6%(图2-b);2016级工程管理专业课题组学生考研录取率为25%,比本专业考研录取率高2%(图2-c);2016级工程造价专业课题组学生考研录取率为33.3%,比本专业考研录取率高19.2%(图2-d);2017级工程管理专业课题组学生考研录取率为66.7%,比本专业考研率高39.2%(图2-e);2017级工程造价专业课题组学生考研录取率为100%,比本专业考研录取率高81.5%(图2-f)。根据

以上数据,分析得到课题组学生考研录取率远高于对应专业考研录取率,提高率为2%~81.5%。

基于科研实践训练本科生培养模式对于工程造价专业学生考研率的提升最为显著,分析原因,工程造价专业的学生考研多数选择经济类专业,国家线比较高,录取难度较大,而课题组的学生除了考经济类专业之外,也具备考取材料类、土木类、力学类等专业的能力,也会选择上述专业进行跨专业考研,而这些专业的国家线较低,录取难度相对较小;因此,工程造价专业的学生考研率差别最大。

四、结语

针对普通土木工程类本科专业学生学习动力不足的现象,提出通过科研训练促进专业学习的培养模式,并在课题组培养方案、导师指导、实验室支持及奖励机制等方面进行了设计。通过五届共29人次的本科生科研训练及后续跟踪,统计学生成绩变化、科研成果数量与考研率,得出以下结论。

(1)依照上述培养方案,本科生发表了省级论文、核心论文,授权了实用新型专利、发明专利,参加各类竞赛取得了丰富的成果,人均成果数目达1项。

(2)在科研实践训练期间,本科生成绩普遍呈现不同程度的提升,提升率高达约87.5%;退出课题组后,学生成绩普遍出现不同程度的下降,下降率约为71.4%,这表明课题组培养对本科生成绩具有显著的积极影响。

(3)经过课题组科研训练后,学生考研录取率达25%~100%,远高于对应专业录取率,提高率为2%~81.5%。

通过科研训练,本科生的学习兴趣与自信心显著提升。这不仅深化了本科生对专业的热爱,更全面锤炼了其科研素养与创新能力,成功塑造出兼具扎实专业功底与科研实践能力的土木工程人才。这些具备双重优势的土木工程学子,将能更从容地应对未来科研挑战与职业发展需求。

参考文献:

- [1] 李昱达,何禄英,李辉,等.新工科“科研领门人”——科研训练课程改革探索[J].化工时刊,2022,36(6):51-54.
- [2] 郭翔.本科生科研能力培养模式及改进路径研究[J].中国农业教育,2014,15(3):43-46.
- [3] 杨秀平,李二超.基于教师科研项目的本科生科研训练计划研究[J].实验技术与管理,2017,34(9):16-19.
- [4] 张奇涵.本科生课外科研活动的实践、认识与思考[J].实验技术与管理,2012,29(2):13-15.
- [5] 陈祺,刘东.本科生创新实验室自我管理模式的理论与实践[J].实验科学与技术,2017,15(2):142-144.
- [6] 罗志勇,甘孟瑜,张云怀,等.科研训练嵌入化学实验教学的探索与实践[J].实验技术与管理,2020,37(4):178-180.
- [7] 王鑫,王炳博,南瑞.基于双创教育下的开放科研实验室管理与运行机制研究[J].内江科技,2023,44(12):12,35.
- [8] 徐丽艳.提升本科生科研能力的教学改革研究[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2024(3):43-45.
- [9] 曹黎明,范小平.导师制在包装工程专业实践教学培养模式中的探索与实践[J].中国包装,2023,43(12):90-93.
- [10] 张炜,汪劲松.我国高等工程教育的发展历程、基本特征与改革方向[J].研究生教育研究,2022(3):1-7.
- [11] 赵霞.红色基因植入新时代大学生理想信念教育研究[D].济南:山东大学,2023.
- [12] 周洁,高翔.“互联网+”时代医学本科生科研能力培养模式探讨[J].教育教学论坛,2020(7):241-242.
- [13] 邓欢.大学生开展科学研究项目的难点及方法论[J].教育教学论坛,2019(13):228-233.
- [14] 陈云伟,蒲虹君,周海晨,等.新时代科学计量与科技评价工作发展新态势——2022科学计量与科技评价天府论坛后记[J].图书情报工作,2023,67(14):130-140.
- [15] 王少伟,隋旭鹏,夏雄,等.普通院校优秀本科生科研创新能力培养模式的探索与总结[J].科技风,2024(9):

- 47-49.
- [16] 王喜凤, 李海峰, 屈建航, 等. 生物工程专业本科生科技创新能力提升的方法研究[J]. 山西青年, 2024(5): 123-125.
- [17] 高鸣浩, 崔志刚, 任仰武, 等. 本科生创新训练在预防医学教学中的实践与思考[J]. 吉林医学, 2024(4): 1009-1013.
- [18] 王少伟, 隋旭鹏, 夏雄, 等. 普通院校优秀本科生科研创新能力培养模式的探索与总结[J]. 科技风, 2024(9): 47-49.
- [19] 薛成龙, 郭玉婷. 欧洲高等教育质量保障的转型发展——基于高等教育质量文化建设的考察[J]. 中国高教研究, 2022(10): 43-52, 60.
- [20] 宋慧勇. 科研素养与创新能力培养的若干问题分析[J]. 现代商贸工业, 2023, 44(17): 99-100.

Research on the effect of undergraduate training mode under the traction of scientific research practice training

CAO Ruidong^{1a}, ZHANG Jiaqi^{1a}, HE Tianping^{1b}, LU Guoyun²

(1. a. School of Electric Power, Civil Engineering and Architecture; b. Institute for History of Science and Technology, Shanxi University, Taiyuan 030006, P. R. China; 2. College of Civil engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, P. R. China)

Abstract: In view of the problems existing in the training process of civil engineering undergraduates in colleges and universities, this paper puts forward a training mode focusing on scientific research practice training, and explores the specific measures for the training of civil engineering undergraduates from two aspects: the construction of the training program of the research group and the improvement measures at the school level. Through the long-term tracking record of 29 people in 5 sessions, the evaluation is carried out according to the number of scientific research achievements, the change of achievements and the admission rate of postgraduate entrance examination. The results show that under this mode, the number of scientific research achievements per student reaches 1; during the period of the research group, 87.5% of the students' scores are improved; the admission rate of postgraduate entrance examination increases by 81.5% compared with the benchmark group. Training mode focusing on scientific research practice can significantly improve students' academic performance, postgraduate admission rate, scientific research level and innovation ability.

Key words: scientific research training; civil engineering; undergraduate teaching; training mode

(责任编辑 梁远华)