

基于创新训练项目的铁道工程专业本科生科研能力培养研究

张鲁昊, 曾志平*, 王卫东, 朱志辉, 闫斌, 孙泽民

中南大学土木工程学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2023年4月3日; 录用日期: 2023年5月10日; 发布日期: 2023年5月18日

摘要

随着国家“一带一路”战略的推进, 新时代条件下铁道工程专业本科生科研能力培养有了全新要求。在全面深化大学本科教育教学改革的趋势下, 基于研究型大学科研条件的优势, 对学有余力的铁道工程专业优秀本科生进行科研能力的培养, 有利于学生能够更早养成严谨细致的探索精神, 对后续铁道工程专业高层次人才的培养奠定理论与实践教学基础。其中, 创新创业项目的实施将有助于高校改进教学方法, 提高科研教学质量水平。本文以铁道工程专业为例, 以创新训练项目教学的优点和实施过程为出发点, 总结了创新训练项目对铁道工程专业本科生科研能力培养的实施方法, 结合铁道工程实验的教学改革方案, 为培养具有创新精神的高素质铁道工程专业研究人员打下坚实基础。

关键词

创新训练项目, 铁道工程专业, 本科生, 科研能力培养

Research on Scientific Research Ability Cultivation for Railway Engineering Specialty Undergraduates Based on Innovative Training Projects

Luhao Zhang, Zhiping Zeng*, Weidong Wang, Zhihui Zhu, Bin Yan, Zemin Sun

School of Civil Engineering, Central South University, Changsha Hunan

Received: Apr. 3rd, 2023; accepted: May 10th, 2023; published: May 18th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 张鲁昊, 曾志平, 王卫东, 朱志辉, 闫斌, 孙泽民. 基于创新训练项目的铁道工程专业本科生科研能力培养研究[J]. 创新教育研究, 2023, 11(5): 1091-1096. DOI: 10.12677/ces.2023.115169

Abstract

With the promotion of the China's "The Belt and Road Initiative", the cultivation of scientific research ability of undergraduate students majoring in railway engineering has new requirements in the new era. Under the trend of comprehensively deepening the reform of undergraduate education and teaching in universities, based on the advantages of scientific research conditions in research universities, by cultivating excellent undergraduate students majoring in railway engineering with scientific research capabilities, students can develop a rigorous and meticulous exploration spirit earlier, laying a theoretical and practical teaching foundation for the subsequent cultivation of high-level talents majoring in railway engineering. Among them, the implementation of innovation and entrepreneurship projects will help universities improve teaching methods and improve the quality of scientific research and teaching. Taking the railway engineering major as an example, starting from the advantages and implementation process of innovation training project teaching, in this paper, the implementation methods of innovation training project for cultivating the scientific research ability of railway engineering undergraduate students are summarized. By combining the teaching reform plan of railway engineering experiments, it could lay a solid foundation for cultivating high-quality railway engineering researchers with innovative spirit.

Keywords

Innovative Training Projects, Railway Engineering Major, Undergraduate, Scientific Research Ability Cultivation

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

铁道工程专业是以国家轨道交通行业重大需求为导向,培养有扎实的自然科学基础与铁道工程专业基础,掌握铁道工程专业知识与规范,获得铁道工程师基本训练,能在国、内外轨道交通及桥梁工程、隧道与地下结构工程等企事业单位从事规划、设计、施工、管理和科学研究的高级专业人才和后备管理人才[1] [2] [3] [4]。在以往的传统工科教学过程中,由于课时少、内容多等原因,无论是理论课还是实践课,都以教师讲解加学生记忆为主,学生少有独立思考和动手的机会,在极大的程度上忽略了学生能否独自将专业知识运用于创新科研训练或实际工程项目问题[5]。因此,在基本教学任务的基础上,把项目式教学作为培养新时代铁道工程研究人员的新途径,通过将学有余力的优秀学生作为培养对象,以实现铁道工程专业本科生的创新性科研能力培养教学。

“大创项目”,全称为大学生创新创业训练计划项目,是我国教育部在“十二五”期间提出的关于高校教学质量工程建设的重要举措[6] [7] [8]。通过倡导创新推动科研发展的理念,秉承“兴趣驱动、自主实践、重在过程”的原则,注重以铁道工程现有实验创新项目为载体,建立具有特色的大学生创新创业训练和教学体系,组织项目资金支持大学生有效开展项目学习、创新训练和创业活动,可以不断激发大学生的创新创业活力,为高等教育高质量发展打下坚实基础。本文结合创新训练项目的具体实践过程,来探索创新训练项目如何培养铁道工程专业本科生的科研能力。

2. 创新训练项目的教学优势

2.1. 教师指导

创新训练项目的普及与推广，离不开具备创新思维、科研能力和丰富科研经验的教师。教师可以从文献检索、科研思路、实验技能、论文撰写等多个方面对学生进行指导。此过程不仅为学生实施创新训练项目提供了良好的环境，也为学生提供学术讲座、会议等途径来拓展专业认知度和了解行业发展前景，并对学生科研实验进行了专业化指导，加强了其科研学术创新能力。通过专业指导，学生在学业指导、专业引导、科研兴趣与职业规划等方面得到极大帮助，有利于鼓舞学生的科研热情，建立良好的科研风气，营造浓厚的学术氛围。

2.2. 科研平台

大型仪器是各个高校学科专业的科研服务平台，也是学校办学优势和专业特色的体现。中南大学土木工程学院拥有高速铁路建造技术国家工程研究中心、装配式建筑湖南省工程技术研究中心、轨道交通安全关键技术国际合作联合实验室等 1 个国家级和 6 个省部级创新科研平台。学院提供国家重点实验室和创新型科研平台等资源，向学生提供免费的实验场地和实验设备，这有助于创新训练项目的开展和顺利实施。将大型仪器科研平台合理地应用于本科生的创新训练项目中，不仅可以提高学生科研训练的便捷性和仪器的使用效率，而且还可加速项目进程，大幅提高实验效率并确保实验数据的准确性。

2.3. 学生主体

学生主体就是学生是科研实践的主体，是主动的探索者、发现者。学生不只依靠教师的传统的理论知识传授，而是可以通过主观能动性来获得信息和知识。教师主要是要为学生的科研活动营造良好的氛围、环境，帮助学生解决一些疑难问题。创新训练项目的目标旨在推动大学生独立自主或在教师的启发下，产生创新的科研观点，并付诸实践。本科生以二年级、三年级是创新训练项目申报的主力军。在对专业浓厚兴趣的驱动下，学生们能够积极主动地去查阅文献，了解研究方向的学术前沿，确定项目课题，产生创新观点，并能以较强的主动性投身进行相关的科研实践，依靠自身努力和教师帮助，及时、高效地完成预期目标，产出质量较高的科研成果。

2.4. 项目经费

项目经费是本科生大创团队进行创新科研训练时的资金支持，是推动科研项目进程，保证科研成果质量的关键。一项重要科研项目的开展与实施，需要一定的科研经费的保障。购买实验材料、租用实验场地、购买相关文献、发表学术论文等都需要资金支持。大学生创新创业训练计划项目包含国家级、省级、校级三个级别，分创新训练、创业训练和创业实践项目三类。根据创新训练项目类型、类别、级别的不同，项目给与的经费支持不同。大学生创新创业科研经费的支持，对于促进科技创新、激发本科生的科研积极性具有重要意义。

3. 创新训练项目的实施过程

3.1. 选题立项

选题过程是项目组在教师指导下，发现问题、分析问题、确定科研题目的过程。项目组内的多数同学刚开始学习专业课程，理论知识水平较低，难以读懂、理解篇幅冗长的学术文献，更难以独自产生科研思路。因此，教师在帮助学生确定选题时，应从学生的实际能力出发，结合学生的兴趣来确定选题，

在铁道工程领域，可以选择“铁路环境振动与噪声”和“铁路扣件系统”等实验项目，此类项目一般安全性较高，且紧扣铁道工程新技术研究的前沿，能够激发本科生的研究主动性和研究兴趣。

在选择了合适的研究方向后，需要确定研究对象。“铁路环境振动与噪声”可以选择浮置板、橡胶轨枕和钢轨吸振器作为研究对象，“铁路扣件系统”则可以选择 WJ 型扣件和减振扣件等作为研究对象。一份优秀的项目申报书是成功立项的关键。学生应根据所选题目，填写项目申报书，申报书中应包括团队基本情况、立项依据和计费预算等内容。其中，立项依据中应介绍所申报项目的研究背景、意义、目的国内外研究现状等内容，并且给出具体的实验方法和项目进度安排。经过学院和学校专家组审核与评估，对项目进行评级立项。

3.2. 项目运行

项目运行是项目成果产出的核心环节。通过文献调研进行理论学习，了解选题涉及的专业知识。在实验研究过程中，学生应该学会加速度传感器、位移传感器、温度传感器、信号采集仪、力锤、落锤冲击装置、疲劳机以及扣件环境温度控制箱等的操作。项目组应在实验日志中记录好整个实验过程、实验中遇到的问题、实验中需要注意的细节及教师的建议等。指导教师需定期召开组会，听取项目组成员的工作进展汇报，对项目前期管理工作情况、项目完成情况进行评估，给出指导意见，并对下一步工作安排等进行探讨，以推动项目组按照计划进展完成科研内容。

3.3. 中期检查

中期检查是学院专家组考察创新训练项目的研究进展情况，其中包括现阶段已取得的成果、下阶段工作计划、尚未解决的问题等内容。项目组根据以上考察内容，提交中期检查报告，并制作 PPT 进行项目汇报。评审专家将根据汇报情况结合中期报告指出项目内存在的问题，为各项目团队在后续阶段解决相关问题、进一步完善项目成果提供的建设性建议。

3.4. 结题答辩及论文撰写

结题答辩和论文撰写是展示项目成果，对项目进行总结的主要方式。课题完成后，团队成员需要按时完成结题报告，并进行项目展示答辩，学校专家组按照要求进行项目验收评估，结题评估优秀的小组还可以参加“创响中国”大学生创新创业年会。学校和教师鼓励学生提交高水平研究报告、发表高水平论文；鼓励项目团队积极开展调查研究、申请发明专利、制作科技作品等，并与铁路局、地铁公司和设计院的专家进行技术交流。

4. 创新训练项目的培养效果

大学生科研能力是大学生在开展科学研究活动时，运用科学方法探求事物的本质和规律的过程中所表现出的本领。通过申报创新训练项目，学生提前进行了科研训练，深入了解了科研项目的实施流程，从科研兴趣、科研思维、论文撰写、分工协作、实验操作五个方面提升了科研能力。

4.1. 通过科研训练培养科研兴趣

对于铁道工程此类实践性强的专业，要寻求到事物的真理，往往需要学生对待实验具有一定的韧性，因为实验经常不是一次就能成功的，整个过程需要克服重重困难，唯有内心深处的兴趣才能支撑研究人员在科研之路越走越远。创新训练项目的实施为本科生提供了科研实践的机会，让本科生提前接触和了解书本上没有接触过的知识，提高学生对铁道工程专业的学术前沿的认知度，最终激发了学生专业学习的热情，对培养学生的科研兴趣以及后续的研究生阶段学习都大有裨益。

4.2. 广泛查阅专业文献形成科研思维

科研思维就是发现问题、分析问题和解决问题的思路与方法。培养、形成科研思维的重要途径就是广泛的查阅文献，并从中汲取养分，应用于自己的科研实践中。对高水平文献的反复研读，有助于把握选题研究方向的学术动态，并从中激发科研灵感、丰富科研思路，其重要性不言而喻。因此，在开展科研训练前，学生首先需要接受文献查阅方面的培训。

在检索文献方面，教师应给学生介绍专业文献检索常用的数据库(例如：中国知网、Web of Sciences等)、文献阅读工具，讲解期刊文献、专利文献等不同类别文献的特点，以及讲授文献检索的基本方法以提高所查文献的质量与准确度。在阅读文献方面，学生需在教师的指导下，把握论文的格式与框架，学会快速准确地提炼出文章的科研思路和创新点。最后，培养学生边读边记的习惯，时刻将文献中有利于课题研究的思路记录下来，并且制成思维导图，以提升科研逻辑性。

4.3. 撰写科研论文改善知识结构和思维模式

撰写科研论文是对本科生科研能力的全面检验，也是创新训练项目完成质量评价的核心依据。本科生在初次撰写论文时，广泛存在着科研思路不清晰、学术论证科学性差、语句缺乏条理性等问题。归根结底，是因为本科二、三年级的学生尚未接受过系统的论文撰写训练，不了解一篇合格的学术论文包含哪些基本要素，对于如何表达、论证学术观点也存在欠缺。

基于以上问题，学生可以参考指导教师撰写的论文模板，结合高水平专业文献进行对比学习，仔细打磨、雕琢学术论文的组成部分、基本格式、学术用语、引用方法等要素。高水平的论文往往不是一蹴而就的，论文的调整和修改应贯穿撰写过程始终。一篇合格的学术论文通常需要修改4~6遍，甚至更多。通过撰写科研学术论文，学生主动建构、重组专业知识体系，从整体上理解和把握了科研论文的结构组成，提升了学生的科研严谨性和学术规范性，改善了学生的思维模式。

4.4. 合理分工协作以提高科研效率

创新训练项目的申报主体是铁道工程专业本科生，学生们的大部分的时间用于学习理论课程，不能长时间进行科研训练，并且创新训练项目的实施周期较短(一般为12~14个月)。因此，合理分工能够起到节省时间、提高效率的作用。在项目的开展过程中，项目负责人根据小组成员的不同特点来对课题任务进行合理分配。例如，大三的同学已经接受过实验训练，对于操作实验仪器比较熟悉，可以负责实验的进程以及实验数据的处理。其中，逻辑思维能力强同学，可主要负责撰写项目申报书、结题报告和学术论文；反应能力和整体表达能力强的同学，则可以负责项目的中期答辩以及结题汇报等等。

分工协作不仅可以发挥整体效能，提高工作效率，还可形成关系和谐、互动交流、资源共享的团队文化，并能激发团队创造力。虽然每个人负责某一部分的工作，但是每一项工作都不是主要负责人单独完成的，而是整个小组协调配合完成的，这样才能保证团队内的每个成员都能够对项目过程有所了解，保证了项目实施的完整性。通过分工合作，各展所长，优势互补，不仅提高了项目完成效率，更加强了学生的团队协作意识。

4.5. 进行实验提升本科生科研动手能力

铁道工程专业等工科专业的创新训练项目往往需要大量的实验来得出数据，用以支撑结论。然而，第一次申请创新训练项目的本科生几乎没有接受过系统的科研训练，对于如何具体实验过程的操作、相关实验数据的处理以及数据建模和分析软件的使用不够熟悉。指导教师须对学生进行专业的实验培训，才能保证项目实施的质量和效率，提高学生的积极性和主动性。首先，实验操作最重要的就是保证安全，

例如中南大学在本科生刚入校后的第一学期就进行了实验室安全的考试,培养了学生的安全意识。其次,指导教师应将课题所需实验的实验步骤通过 PPT 或者实验视频进行讲解,让本科生详细了解实验的过程、细节和注意事项。最后,通过指导教师或者课题组研究生的带教,学生现场直观地学习实验操作步骤。在教师多次的带教和学生的独自操作下,学生不仅熟练掌握了专业领域相关实验的操作流程,培养了实际的科研动手能力,也充分体验到工科实验的严谨性、科学性和实用性。

5. 结语

依托创新训练项目进行本科生教学是当代提升高校教学质量的重要举措,也是培养创新型科研人员、提升科研能力的核心措施。为铁道工程专业本科生提供参与创新训练项目的途径,为学生搭起科研训练的专业平台,并安排高水平教师进行全方位的指导,可以从培养科研兴趣、撰写科研论文、团队分工协作、进行科研实验四个方面对本科生的科研能力进行提升,也为今后的研究生阶段学习奠定了基础。“交通强国,铁路先行”,在轨道交通行业快速发展的当下,科研创新型铁道工程专业人才需求迅速增长。传统固化的工科生教学方式已经逐渐脱离时代需要,只有与时俱进地改进教学模式,提升教学质量,才能实现新时代下铁道工程专业学生素质与能力的全面提升。

基金项目

湖南省研究生优秀教学团队(铁道工程教学团队)(湘教通[2019]370号);土木工程国家级虚拟仿真实验教学中心(中南大学)开放课题(202001);中南大学教育教学改革项目(2019jy097)。

参考文献

- [1] 康庄,周顺华. 工科研究生团队化培养模式探讨——以同济大学铁道工程专业为例[J]. 学位与研究生教育, 2013(1): 19-22.
- [2] 王斌,蔡小培,杨娜. 基于成果导向的铁道工程专业培养方案修订[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(5): 41-46.
- [3] 曾志平. 高速铁路跨越式发展形势下铁道工程专业人才培养方法研究[J]. 长沙铁道学院学报(社会科学版), 2009, 10(1): 13-28.
- [4] 王卫东,谢友均,娄平,曾志平,李耀庄. 轨道交通行业工程类人才培养探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(6): 36-43.
- [5] 曾志平,朱志辉,王卫东,娄平,李伟,闫斌. 铁道工程实验教学改革与教学方法研究[J]. 教育科学发展, 2020, 2(2): 42-44.
- [6] 梅迪,朱世杰,关绍康. 通过开展大学生创新创业训练计划项目提升材料专业本科生创新能力的实践探索[J]. 中国现代教育装备, 2022(19): 143-145.
- [7] 荆晓鹏. 大学生创新创业训练计划项目的实践与探索[J]. 创新创业理论与实践, 2022, 5(10): 65-67.
- [8] 张泽. 大学生创新创业训练计划项目体系的搭建与探索——以西安交通大学为例[J]. 创新创业理论与实践, 2022, 5(10): 68-70.