

基于项目驱动的生物科学专业本科生科研能力 进阶培养机制研究

谢春平, 丁兆建

(琼台师范学院热带生物多样性与资源利用实验室, 海南海口 571127)

[摘要]在新一轮“双一流”“新农科”建设背景下,如何将本科生科研训练由碎片化参与转向系统化能力培养,已成为高校人才培养改革的重要议题。基于多年科研项目组织与本科生培养实践,本文以生物科学专业为例,构建并实施了一种以高水平科研项目为载体的本科生科研能力四阶段进阶培养机制。该机制通过“真实科研情境嵌入—能力梯度递进—科研与育人双通道协同”的路径设计,引导学生从基础性科研劳动逐步过渡到独立开展科研与成果产出。研究采用过程性观察、问卷调查、成果统计与访谈相结合的方法,对19名参与完整培养过程的本科生进行系统评估。结果表明,该机制在深化专业知识理解、提升科研实践能力、强化学术规范意识以及促进高质量成果产出等方面均取得显著成效。研究认为,科研项目驱动的进阶式培养模式为提升本科生科研能力与优化科研育人协同机制提供了一种可复制、可推广的实践路径。

[关键词]科研项目驱动;本科生培养;科研能力;进阶培养;生物科学专业

[中图分类号] G642.0; Q-4

[文献标识码] A

[文章编号] 2096-711X(2026)17-0027-04

doi:10.3969/j.issn.2096-711X.2026.17.009

[本刊网址] <http://www.hbxb.net>

在“双一流”建设与高等教育内涵式发展的背景下,本科人才培养已由以知识传授为中心逐步转向以能力发展和创新素养培育为导向。其中,科研能力作为高层次创新人才的重要基础,其培养已不再局限于研究生阶段,而日益成为本科教育的重要目标之一。如何在本科阶段,尤其是在学生专业基础相对完备的高年级阶段,引导其有效参与科研活动,已成为当前高校人才培养改革亟需回应的重要问题。

现有研究与实践普遍认为,本科生参与科研有助于提升其科学思维、问题意识与学术发展潜力。然而,在具体实施过程中,相关培养模式仍面临诸多现实困境。一方面,本科生科研参与往往依附于课程设计或短期创新训练项目,参与时间有限、任务割裂,难以形成完整的科研认知与能力积累;另一方面,部分科研参与流于形式,学生多停留在辅助性或重复性工作层面,未能实质性介入科研问题的提出与解决过程。此外,在强调科研训练的同时,如何避免对科研项目质量和成果产出造成负面影响,也成为制约本科生深度参与科研的重要因素。

相较于以课程为载体的科研训练方式,真实科研项目在研究问题复杂性、研究过程完整性以及成果质量要求等方面,具有不可替代的优势。尤其是在自然科学领域,科研活动本身具有显著的项目属性,其运行过程涵盖文献研读、方案设计、数据获取、分析解释与成果表达等多个环节,为本科生科研能力培养提供了天然的实践场域。然而,真实科研项目通常以成果产出为核心目标,若缺乏系统设计,本科生参与科研容易呈现出“边缘化”或“工具化”倾向,难以兼顾人才培养与科研质量双重目标。

本文基于笔者近年来主持的各类科研项目实践,探索在科研项目运行过程中系统嵌入本科生参与的可行路径,构建了一种科研项目驱动下的本科生科研能力进阶培养机制。

该机制通过对科研任务的分层设计与阶段化安排,引导本科生在教师主导与质量控制的前提下,逐步由科研任务执行者转变为科研问题的承担者和研究过程的参与者,从而实现科研能力的持续提升与科研成果质量的双重保障。本文旨在回答以下问题:在真实科研项目背景下,如何构建本科生科研参与的结构化机制?项目驱动模式如何促进本科生科研能力的递进式发展?该模式在实践中取得了何种培养成效,又具备怎样的推广价值与适用边界?围绕上述问题,本文将从理论基础、实施机制与实践成效等方面展开分析,以期对科研反哺本科教学提供可操作的实践范式与经验借鉴。

一、理论基础与研究框架

(一)科研反哺本科教学的理论逻辑

“科研反哺教学”是近年来高等教育改革中的重要理念,其核心在于打破科研与教学之间的割裂状态,使科研活动不仅承担知识生产职能,同时成为人才培养的重要载体。相较于单向的知识传授模式,科研反哺教学强调学生在真实学术问题情境中的主动参与,通过研究过程的体验促进其科研素养与创新能力的形成。

在本科阶段,科研反哺教学的价值尤为突出。一方面,本科生尚处于科研能力形成的早期阶段,其科学思维、研究方法与学术规范意识亟需在实践中逐步建构;另一方面,科研活动所蕴含的不确定性与复杂性,能够有效弥补传统课堂教学在问题导向性与综合性方面的不足。然而,科研反哺教学并非简单地“让本科生参与科研”,而是需要在科研目标与教学目标之间建立清晰的衔接机制,否则容易出现科研效率受损或人才培养流于形式的问题。因此,在科研反哺本科教学的实践中,关键不在于是否引入科研项目,而在于如何通过制度化设计,使本科生科研参与既能服务于科研项目的整体目标,又能够实现其能力的系统提升。

收稿日期:2026-4-17

基金项目:本文系2026年度海南省高等学校教育教学改革研究重点资助项目“‘三区一中心’战略背景下生物科学专业特色化人才培养模式研究”阶段性成果(项目编号:Hnjg2026ZD-69)。

作者简介:谢春平(1980—),男,海南儋州人,琼台师范学院教授,主要从事城市生态与森林生态研究。

(二)项目驱动式学习与本科生科研能力培养

项目驱动式学习(Project-based Learning)强调以复杂问题或真实任务为核心,通过持续性项目活动促进学习者知识整合与能力发展。与以课程单元为中心的教学模式相比,项目驱动模式更强调学习过程的整体性、情境性与成果导向性,在培养问题解决能力与创新思维方面具有显著优势。

自然科学研究本身即具有鲜明的项目属性,科研活动往往围绕明确的研究目标展开,涵盖方案设计、数据获取、分析解释与成果表达等多个相互关联的环节。这一过程与项目驱动式学习的基本理念高度契合,为本科生科研能力培养提供了天然的实践载体。尤其是在生物科学领域,研究对象复杂、实验周期较长、研究结果具有较大不确定性,更需要通过连续性项目训练,引导学生在反复实践中逐步形成科研判断力与科学思维方式。然而,若缺乏合理的结构设计,项目驱动式科研训练在本科阶段亦可能面临“参与门槛过高”或“学生能力与任务不匹配”等问题。部分本科生由于基础能力不足,难以有效承担核心科研任务;而部分项目又因成果压力,倾向于将本科生限定在低层次辅助性工作中,导致科研训练效果有限。因此,项目驱动并非自发产生培养效果,其关键在于构建与本科生能力发展阶段相匹配的参与机制。

(三)本科生科研能力进阶培养的阶段性特征

本科生科研能力的形成并非一蹴而就,而是一个由低到高、逐步递进的过程。从能力发展角度看,本科生科研能力至少包括科研规范意识、研究方法运用能力、问题分析能力以及学术表达能力等多个维度。这些能力之间存在明显的阶段性差异,决定了本科生不宜在科研初期直接承担高复杂度研究任务。但在高年级阶段,本科生已基本完成专业核心课程学习,具备一定的知识储备和技术基础,是科研能力实现跃迁的关键时期。此阶段若能通过合理设计,引导学生逐步嵌入真实科研项目,有助于其在实践中完成从“知识学习者”向“研究参与者”的角色转变。相反,若仍沿用以课程实验或短期项目为主的训练方式,则容易错失能力整合与深化的重要窗口期。基于能力发展规律,将本科生科研参与划分为不同阶段,并在每一阶段匹配相应任务类型与指导方式,是实现科研能力有效培养的必然前提。

(四)科研项目驱动下本科生科研能力进阶模型构建

综合科研反哺教学理念、项目驱动式学习特征以及本科生科研能力发展的阶段性规律,本文构建了一种科研项目驱动下的本科生科研能力进阶培养模型。该模型以真实科研项目为起点,通过结构化任务分解与分阶段参与设计,引导本科生在科研项目运行过程中逐步提升科研能力,同时保障科研成果质量的稳定产出。

模型首先以各类科研项目作为实践载体,确保科研问题的真实性与研究过程的完整性。在此基础上,通过“项目驱动型本科生科研嵌入机制”,将本科生系统纳入科研项目运行体系,在教师主导与过程管理的前提下参与科研活动。模型的核心在于本科生科研能力的四阶段进阶路径:第一阶段为任务导向型参与,学生主要承担数据整理、样本处理及基础分析等低风险科研任务,初步熟悉科研流程与规范;第二阶段为方案共建型参与,学生在导师指导下参与野外调查方案设计与研究流程优化,开始介入科研决策的局部环节;第三阶段为子问题负责制,学生围绕科研项目中的具体子问题开展相对独立的研究工作,完成数据获取与初步分析;第四阶段为成果转化与学术表达阶段,学生在导师指导下参与论文初稿撰写、专利文本整理或学术汇报,完成科研能力的综合提升。

为避免本科生参与科研对成果质量造成不利影响,模型进一步引入“双通道协同机制”,即本科生科研能力成长通道与教师科研成果质量控制通道并行运行。教师在科研选题、方法路径与成果整合方面发挥主导作用,对关键环节进行把控,从而在实现本科生科研训练目标的同时,确保科研项目的学术质量与成果水平。通过上述机制,模型最终形成“科研项目—本科生培养—科研成果—新项目申报”的正反馈闭环,使科研项目不仅成为科研成果产出的载体,同时成为本科人才培养的重要平台,实现科研与教学的协同发展。

二、科研项目驱动下的本科生培养实施机制

(一)项目来源与类型

本研究依托的科研项目涵盖国家自然科学基金,省自然科学基金,以及省教育厅、企事业单位课题等横纵向项目,研究领域集中于生物多样性保护、资源管理等方向。多层级项目体系为本科生提供了差异化的参与机会:国家级项目、省部级项目研究周期长、学术要求高,适合培养科研兴趣浓与思考能力较强的同学;而横向课题实践性强、周期较短,适合作为中低年级学生科研启蒙的载体,让学生初步参与方案设计与数据获取。这种分层设计既保证了项目质量,又满足了不同年级学生的培养需求。同时,学生可以根据项目的具体进展进行调整。

(二)本科生参与方式与任务分解

项目任务分解遵循模块化递进式可控性原则。一般将大型科研项目分解为若干相对独立的子任务模块,如文献查询、实验样品制备或初步采集、数据整理、图表绘制等。其次,根据学生年级、专业基础和前期表现,匹配相应难度的任务模块。低年级学生从基础性、重复性任务入手,中高年级学生逐步承担技术性、创新性工作。再者,设置明确的任务目标、完成时限和质量标准,教师通过周例会、阶段性汇报等形式实施过程管控。这种任务分解方式既保证了科研进度的可控性,又为学生能力发展预留了足够空间。

(三)四阶段科研能力进阶路径

本机制的核心是构建梯度化的四阶段能力培养路径,四阶段进阶路径的设计遵循认知发展规律与科研能力养成规律。阶段Ⅰ侧重基础技能训练,学生通过完成具体任务熟悉科研流程与规范;阶段Ⅱ强调方法论学习,学生开始参与方案讨论与优化,培养科研思维;阶段Ⅲ突出独立性培养,学生负责子课题从问题凝练到结果产出的完整过程;阶段Ⅳ注重成果凝练与表达,学生将科研成果转化为可发表的学术论文或专利。整个进阶过程通常需要一到两年的时间,具体时长可根据学生能力和项目进度弹性调整。

(四)导师主导与质量控制机制

在项目驱动模式下,导师既是科研项目的主持者,也是学生培养的责任人。为实现科研质量与培养质量的双重保障,建立了三级质量控制机制:一是任务前置审查,学生承担的任务需经导师评估,确保难度适中且与项目进度匹配;二是过程跟踪指导,通过周例会、月度汇报等形式,及时发现问题并给予指导;三是成果把关评审,学生产出的数据、报告、论文初稿等均需通过导师审核,确保学术规范与质量标准。这种放手不放任的管理模式既给予学生充分的自主空间,又保证了科研产出的可靠性。

三、培养成效与实践效果分析

(一)培养成效

自我校生物科学专业2019年成立以来,基于该机制累计培养本科生已达35名(仅限本团队内的统计),已毕业的有13人,当前在校人数有22人。平均参与时长为18个月,最

长达36个月(跨越本科后三年)。值得注意的是,约60%的参与学生在大二阶段加入了项目组,确定具体的参与子课题,这一时期学生已接触专业基础课学习,且有较长的培养周期,是切入科研训练的最佳时机。

参与学生在科研项目支撑下取得了显著的学术成果,不少学生在大三或大四已与老师共同发表论文,甚至第一作者论文。统计结果表明,2019年以来参与学生共发表SCI期刊论文10篇、中文核心期刊论文2篇,其中作为第一作者发表SCI论文2篇,体现了实质性的科研贡献。特别值得注意的是,在10篇SCI论文中有4篇发表在JCR Q1区期刊,显示出较高的学术水平。此外,团队成员积极参与学术报告30次,获得发明专利授权4项(含1项以第一发明人身份获得),并参与完成提交林业部门的研究报告1份。这些成果不仅为学生申请研究生提供了有力支撑,也为科研项目的顺利结题和后续立项奠定了基础。

(二)评价体系构建

为系统评估项目驱动型培养机制的实施成效,构建了人才培养评价指标体系,对完成四阶段进阶培养的19名生物科学专业本科生进行了持续跟踪与综合评价。结果显示,在专业知识深化维度,所有学生均认为长期参与真实科研项目显著提升了其文献检索与综述能力,并加深了对核心专业概念及其内在逻辑的理解,体现出较强的知识整合与学科前沿认知水平;在科研与实践能力维度,95%的学生表示已熟练掌握至少一种专业实验技术或数据分析方法,能够独立完成实验设计、数据处理与结果解释,92%的学生认为自身已形成较为系统的科研思维,初步具备从实践或文献中识别科研问题并提出研究思路的能力;在综合素养发展方面,大多数学生在项目实施过程中逐步建立了较为稳定的学术规范意识和团队协作习惯,87%的学生认为自己已具备独立撰写学术论文并进行规范学术表达的能力。进一步通过与已升学学生导师的访谈发现,这些学生普遍表现出扎实的科研基础与较强的实践适应能力,能够在进入研究生阶段后较快融入科研团队并进入研究状态。整体而言,项目驱动型培养模式在知识深化、能力提升与培养结果产出等方面均取得了较为显著的综合成效。

(三)典型案例

当前在校的L同学和M同学自大二起系统参与教师主持的科研项目,其科研能力的形成过程清晰体现了四阶段进阶培养机制的运行逻辑。在初始阶段,两名学生主要承担数据录入、样本整理与初步分类等基础性科研任务,通过规范化操作训练逐步熟悉研究对象、数据结构及科研流程,建立起基本的科研规范意识与问题感知能力。该阶段虽以辅助性工作为主,但为后续深度参与奠定了必要的方法基础与学术认知框架。随着专业知识与实践经验的积累,学生在第二阶段开始由任务执行者向科研参与者转变。大二暑假至大三上学期,两名学生在教师指导下参与野外调查方案的设计与样点优化,并独立完成某些区域古树资源调查的样点布设与数据采集工作。此阶段学生首次系统面对真实情境下的复杂问题,需要在方法选择、工作量评估与实际条件约束之间作出权衡,其科研问题意识与实践决策能力得到显著提升。进入第三阶段,学生逐步介入科研核心环节,围绕所采集的数据开展处理、模型运算与结果分析。在这一过程中,学生不仅掌握了相关统计方法和模型工具,更重要的是学会从数据中提炼科学信息、解释不确定性结果,并在多次反馈修正中形成相对稳定的科研思维方式。最终,在第四阶段两名学生在教师系统指导下完成论文框架构建、结果表述与学

术写作训练,并将研究成果整理投稿,分别以并列第一作者和第二作者身份在SCI期刊上发表论文;值得一提的是,其中的一篇文章发表于文化遗产领域的顶级期刊(npj Heritage Science)。该案例表明,通过阶段递进、任务分层与过程支持相结合的项目驱动模式,本科生能够在较长时间尺度内实现科研能力的持续积累与跃迁,验证了四阶段进阶培养机制的现实可行性与育人效能。

四、结语

本文围绕科研项目驱动下本科生科研能力培养这一核心问题,构建并验证了一种以真实科研项目为依托的四阶段进阶式培养机制。该机制通过将本科生深度嵌入教师主持的科研项目之中,打破了传统科研训练中参与浅层化、任务零散化和培养目标模糊等问题,实现了科研任务推进与学生能力成长的同步发展。研究表明,在科学合理的阶段划分与教师逐阶段支持下,本科生能够逐步完成从基础科研劳动者到科研参与者乃至初步独立研究者的角色转变。该机制不仅显著提升了学生的专业知识理解、科研实践能力和学术规范意识,也在保障科研项目质量的前提下促进了高水平学术成果的产出,体现出科研育人与人才培养的良性协同效应。

该培养机制的有效实施依赖于教师稳定的科研项目支撑、学生持续投入的学习动机以及学校政策层面的制度保障。未来研究可在不同学科背景下进一步检验其适用性,并探索跨学科项目与人工智能等新技术条件下本科生科研能力培养的新模式,为构建更加完善的高等教育科研育人体系提供理论与实践依据。

参考文献:

- [1] 王宝成,赵炜.大学生科技创新素养培育路径研究[J].产业与科技论坛,2024,23(13):101-104.
- [2] 张艳波.外语专业本科生科研能力培养探索与实践[J].湖北开放职业学院学报,2025,38(18):32-34.
- [3] 林文,陈杰,李蕾,等.农学类本科生科研训练分层递进模式构建——基于兴趣导向与资源优化的探索[J].智慧农业导刊,2025,5(24):150-154.
- [4] 胡炯梅,甘雨薇,罗婕心.新时代视域下新疆高校本科生科研基础能力培养现状、困境与突破路径[J].新疆教育学院学报,2024,40(1):5-15.
- [5] 周正,周静,韩悦.AMO理论视角下学术型研究生学术创新行为的组态研究[J].黑龙江高教研究,2026,44(2):96-103.
- [6] 岳要鹏,李咏菲.高校本科生导师角色失调的制度逻辑及纾解策略[J].黑龙江高教研究,2026,44(2):59-64.
- [7] 刘宗辉,黄震,蒋剑青,等.科研反哺教学的岩土与地下工程创新实验设计与实践[J].实验室研究与探索,2023,42(6):211-214.
- [8] 董宁.科研反哺教学在Linux系统课程中的探索与实践[J].信息与电脑(理论版),2024,36(16):246-249.
- [9] 宋金刚,游遨,林莎.基于“科研反哺教学”视角下的课堂改革思考与实践[J].广东化工,2020,47(22):216-217.
- [10] 李壮爱.内容依托式教学与项目驱动式学习在传媒英语教学中的融合研究[J].现代英语,2025(1):53-55.
- [11] 郭丽萍,王红梅,宋利,等.物理化学项目驱动式习题课教学改革与实践[J].大学化学,2025,40(7):62-70.
- [12] 刘丽辉.生物专业本科生创新能力培养与科研团队建设的思考[J].大学教育,2023(22):123-126,34.

[13] 夏欢欢. 大学生学习评价的前沿趋势与中国路径[J]. 中国高教研究, 2022(2):42-47.

[14] WANG S., XIE C. Securing the future of Hainan's Tropical Rainforest: challenges and strategies for conservation

[J]. *Frontiers in Forests and Global Change*, 2025,8:1576900.

[15] XIE C., MAO Z., JIM C. Y. Spatial pattern and species diversity of heritage trees as living monuments in a historic Chinese city[J]. *npj Heritage Science*, 2026,14(1):52.

A Project-driven Progressive Training Mechanism for Undergraduate Research Capacity: Evidence from Biological Sciences

XIE Chun-ping, DING Zhao-jian

(Tropical Biodiversity and Bioresource Utilization Laboratory, Qiongtai Normal University, Haikou Hainan 571127, China)

Abstract: Under the framework of China's "Double First-class" initiative and the development of new agricultural sciences, transforming fragmented undergraduate research participation into a systematic capacity-building process has become a critical challenge in higher education reform. Drawing on long-term experience in organizing funded research projects, this study proposes and implements a project-driven, four-stage progressive training mechanism for undergraduate research capacity, using biological sciences as a case study. By embedding students in authentic research contexts and aligning progressive task design with a dual-track system integrating research productivity and student development, the mechanism enables students to advance from basic research tasks to independent inquiry and academic output. Based on mixed-method evidence from process observation, surveys, research outputs, and interviews involving 19 undergraduates, the results demonstrate significant improvements in disciplinary understanding, research and practical skills, academic norms, and scholarly productivity. The study suggests that project-driven progressive training offers a replicable pathway for strengthening undergraduate research capacity and enhancing the synergy between scientific research and talent cultivation.

Key words: project-driven training; undergraduate education; research capacity; progressive cultivation; biological sciences

(责任编辑:陈思婷)

(上接第26页)

Multidimensional Pathways for the High-quality Development of Education Assistance to Xizang from the Perspective of Building a Powerful Nation of Education

YANG Fu

(Lhasa Teachers' College, Lhasa Xizang 850000, China)

Abstract: The requirement to build a powerful nation of education necessitates enhancing paired-up support for educational development, making it imperative to promote the high-quality development of education assistance to Xizang. The high-quality development of education assistance to Xizang is a crucial requirement for building a powerful nation of education. It can fully demonstrate the institutional advantages of socialism with Chinese characteristics, promote the high-quality development of education in Xizang, and serve the construction of a modern socialist new Xizang. To achieve high-quality development of education assistance to Xizang, it is necessary to adhere to the national strategy, focus on forging a strong sense of community for the Chinese nation, combine the utilization of advantages with the improvement of weaknesses, and integrate win-win cooperation with common development. The work of education assistance to Xizang should be comprehensively and deeply advanced during the "15th Five-year Plan" period. It is essential to continuously expand the development paths of educational aid to Xizang by enhancing the promotional effects of policies, systematically advancing categorized implementation, forming diverse development teams, increasing students' sense of gain, deepening educational research achievements, and expanding the coverage of recipient schools. These measures will comprehensively promote the high-quality development of education assistance to Xizang, advance the construction of a strong educational region in Xizang, and support the implementation of the strategy for building a powerful nation of education.

Key words: a powerful nation of education; education assistance to Xizang; pathways

(责任编辑:范新菊)