

科研成果转化为教学资源的实践与思考

——以课题组培养本科生科研训练为例

唐皓,刘德顺,陈武,陈硕

(湖南科技大学 机电工程学院,湖南 湘潭 411201)

摘要:将科研成果转化为本科教学资源,是复合应用型人才能力培养的有效途径之一。结合所承担的项目(成果),基于能力范式理念,以提升综合能力为目标,在部分本科生中进行了有益尝试。具体做法:1)建立科研兴趣小组,鼓励本科学生自己动手,开展专题研究;2)突出“以学生为中心”,强化学生的自主学习,适时辅以教师的介入和指导;3)建立综合评价机制,即从学生发表的成果、试验完成时间以及创新内容等方面,综合评价学生的能力是否提高。结果表明,该方法有助于提升本科生的综合能力。

关键词:本科生;科研成果;教学资源;能力范式;实践与思考

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2022)02-0147-05

将科研成果转化为教学资源,国内许多高校都在积极进行探索。刘爱生等人分析了美国研究型大学的文化基础及其主要特征,认为将科研成果转化为教学资源应重视其文化存在,因为“一个特定的行为结果可以用特定的文化价值观进行解释和说明,因而其特征是有迹可循的”^[1];刘友金等人结合“卓越人才”培养目标,提出将科研成果转化为教学资源应“重在创新思维、创新素养、创新能力的培养”^[2];容敏华等人认为,推进高校科研成果转化为教学资源,应积极“完善教师考核、聘任与激励机制”^[3];郑国萍等人认为,“政府是科研成果转化为教学资源的评价者,政策支持与否,将直接影响教师科教转化的行为”^[4];胡娅南等人则通过对学生的问卷调查,认为加强和学生“互动”,有利于“科研反哺教学”,有利于学生“早期的动手能力培养”和“科研人才选拔”^[5],等等。尽管大家是站在不同视角进行解读,但对推进高校的科研成果转化为教学资源无疑发挥了积极作用。

作为省属高校,湖南科技大学现有98个本科

专业,覆盖11个学科门类,学生人数近4万。根据学校的本科人才培养定位,65%以上的毕业生隶属于复合应用型人才。围绕复合应用型人才培养,积极有序地推进科研成果转化为教学资源,既是上级部门和学校的要求,也是机械类教师的职责。机械类教师面对的是工程实际,注重的是培养学生发现问题、提出问题和解决问题的能力。随着湖南“三高四新”战略的进一步推进,加快培养复合应用型人才当务之急。为此,本文结合所承担的国家基金(项目编号:51705149),基于“能力范式”理念,以提升综合能力为目标,在部分本科生中开展了将科研成果转化为教学资源的有益尝试。具体做法:1)建立科研兴趣小组,鼓励本科学生自己动手,开展专题研究;2)突出“以学生为中心”,强化学生的自主学习,适时辅以教师的介入和指导;3)建立综合评价机制,即从学生发表的成果、试验完成时间以及创新内容等方面,综合评价学生的能力是否提高。经过几年的努力,取得了一些成效,供同行借鉴。

收稿日期:2021-08-21

基金项目:2021年湖南省普通高等学校教学改革研究项目(重点项目)资助(HNJG2021-0098)

作者简介:唐皓(1988—),男,湖南长沙人,副教授,博士,主要从事复杂精密运动系统研究。

1 科研成果简述

能力范式下复合应用型人才,应“具备企业要求的四个能力,即基本工作能力、专业知识能力、环境适应能力以及创新创造能力”^[6]。事实上,从事科学研究同样需要这四种能力。

以多自由度精密运动平台为例:多自由度精密运动平台是广泛应用于工程实际的高精设备,类比发达国家还存在差距,仍存在诸多技术瓶颈。欲赶超世界一流,提升国产多自由度精密运动平台的精度,需要具备这四种能力的科技工作者发奋努力。因此,依托指导教师在研的科研项目培养学生的综合素质,建立“理论知识—实践应用”“课本案例—科学研究”“原理吸收—掌握升华”的多维度提升过程,是目前培养复合应用型人才的有效途径之一,本文也试图对此进行探索和实践。

多自由度精密运动平台的作用是精确控制需对接元件的空间位姿,广泛应用于智能制造、激光加工以及光电子封装等诸多领域,如光电子封装中用于控制光纤与芯片精确对准封装等。由于运动平台为多自由度(六自由度),各自由度运动参数复杂多样、交叉影响且非线性,导致需对接的元件难以对准。目前,美国 Newport、日本 Suruga Seiki 精密运动平台的定位精度 $<5\text{ }\mu\text{m}$,而国产同类型设备的定位精度却在 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上。解决的途径如下:1)寻求一种适于多自由度精密运动平台的误差建模与分析方法,厘清误差的传递、变化规律;2)运用新的数学方法和工具对各自由度敏感性误差进行甄别,适时对误差进行补偿;3)对各自由度运动顺序进行优化和试验验证,提高对准精度。目前,该项目已顺利结题,所研制的精密运动平台定位精度为 $3\text{ }\mu\text{m}$,已达到国内外同类产品先进水平。此类高精度运动平台的研制与组装基本涵盖机械学科本科阶段所学的理论知识与实践应用范畴,具备较好的培养本科生综合能力的外部环境与可能性。一方面,既可以通过讲授各原件间的工作原理与配合关系,达成课本知识与具体实例结合的目标;另一方面,又可以通过研究产品的选型、组装、校核、成本核算与可靠性研究,实现本科学生综合能力的提升。因此,特为本科学生设置需解决的核心问题:1)通过观察和分析,厘清运动平台的误差源以及误差之间的耦合关系;2)构建运动平台的误差(数学)模型,揭示误

差参数传递规律;3)提出运动平台各自由度装配与运动顺序优化模型,为提高对准精度提供支持。

2 能力范式下复合应用型人才的能力培养

基本工作能力是指能接受工作任务的能力,包括人际交往能力、语言交流能力、文字表达能力以及计算机操作能力等;专业知识能力是指能完成工作任务的能力,包括熟悉专业知识、掌握专业技能、服从执行能力以及协调管理能力;环境适应能力是指能拓展工作任务的能力,包括融入社会能力、审时度势能力、开阔视野能力以及心理调节能力;创新创造能力是指能胜任工作任务的能力,包括个人智力因素、敢于担当精神、自主学习能力以及辩证思维能力。

作为一种新的教育理念,能力范式的高等教育应“采用新思维培养能够解决现实世界真问题的高素质专门人才,即从由理论到实践的知识获取方式向实践到理论的知识获取方式转变”^[7]。因此,能力范式更强调“以学生为中心,以成果为导向”^[8]。在具体的教学活动中,通过成果(项目)让学生从尝试入手,从练习开始,调动其积极性,突出主动性和参与性。教师的任务是设置项目,组织学生,安排场地,适时指导。学生唱主角,教师当配角,核心是提升学生的能力。当然,教师的引导也不能忽视,应按教学基本规律设置项目、制定方案并督促执行,最后以学习效果,如参与时间、获得知识以及发表成果来评判能力是否提升。

多自由度精密运动平台的学生能力提升,主要围绕需解决的核心问题来设置项目。如针对误差源以及误差之间的耦合关系,要求学生认真观察和系统分析,通过感性认识,提升其基本工作能力和专业知识能力;针对误差参数传递规律,要求学生根据已掌握的知识和还需自主学习的知识,构建运动平台的误差(数学)模型,提升其专业知识能力和环境适应能力;针对运动平台各自由度装配与运动顺序优化,引导学生跨学科、跨专业学习并构建优化模型,提升其专业知识能力、环境适应能力和创新创造能力。

3 能力范式下能力提升过程

图1为结合科研成果,基于“能力范式”下学生“四个能力”培育的框图。

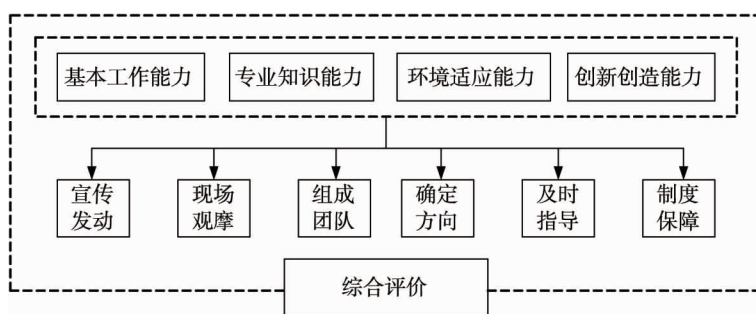


图1 “能力范式”下学生“四个能力”培育的框图

一是宣传发动,吸引本科生积极加入科研兴趣小组。基于对复合应用型人才的理解,考虑到本科生从未接触过多自由度精密运动平台,课题组先将项目的研究对象、研究内容以及研究目标等进行简化,采用深入浅出的科研术语调动其积极性,同时广泛宣传,吸引本科生加入科研兴趣小组^[9-11]。

二是现场观摩,让科研兴趣小组成员尽快熟悉工作。教师示范、讲解,鼓励成员动手操作,尽快让他们对多自由度精密运动平台的结构、原理以及应用领域有所了解。基于规范和安全要求,教师需全程进行监督^[12]。

三是组成团队,根据学生兴趣及个人特点安排工作。按设置的项目,即“厘清运动平台的误差源以及误差之间的耦合关系”“构建运动平台的误差(数学)模型”以及“构建各自由度装配与运动顺序优化模型”组织团队,均衡布置任务^[13]。

四是确定方向,将需解决的问题难点进行剖析。如“构建各自由度装配与运动顺序优化模型”问题,涉及“误差源”“运动顺序”“误差补偿”“数学建模”“数值仿真”以及“试验验证”等专业知

识,需在教师引导下逐步深入。

五是及时指导,鼓励并帮助学生树立信心。学生在学习过程中,既会取得成绩,也会遇到困难,教师的介入显得非常重要。取得成绩,教师的鼓励能增强他们的自信;遇到困难,教师的点拨能拓展他们的能力。

六是制度保障,让成员之间相互督促、彼此激励。制订合理的规章制度,要求学生根据自身学习进展,写成阶段性报告并制成PPT,定时在小组会上进行汇报。这既是为了相互启发、彼此激励和强化学习,又是为了培育纪律意识、创新意识、团队意识。

七是综合评价,确保成员综合能力的提升。既然是以能力提升为目标,那么在评价学生学习效果时,不仅要注重结果,如发表论文和获得专利;也要注重过程,如参加试验的时间和新的学习内容^[14-16]。

上述七个环节,突出学生的“先练先学”。教师的作用是抓住学生的学习心理,增强学生的学习兴趣,调动学生积极性和主动性。目标是让学生系统牢固地掌握所学知识的同时,提升“四个能力”。

4 初步成效及思考

从2018年开始,笔者从15级本专业本科生入手,组织培养成绩排名较为靠前且学有余力的学生加入团队,依托国家自然科学基金项目、湖南省自然科学基金项目、企业合作项目等部分项目,根据学生的学习特点与兴趣方向,开设相应的科研训练,按照“能力范式”下学生“四个能力”培育方案,经过几年的努力,取得了一些成效。表1为近几年学生发表的成果。

通过几年的实践,虽然取得了一些成绩,但仍存在一些不足,主要表现在以下几方面:

一是学生的参与度亟待提升。能力范式下的学生能力培育,强调的是“以学生为中心”。尽管进行了大量的宣传和发动,开始也的确有许多同学参与,但由于个人原因或与其他课程学习时间发生冲突,坚持下来的学生人数还是不尽人意。

二是教师的积极性亟待维持。虽然倡导让学生“先做”“后学”,教师的角色也从“主角”转为“配角”,但教师的作用还非常重要。从“项目设置”“团队组织”到“确定方向”“及时指导”,所需时间较长,“保姆”身份贯穿始终。如何维持教师的积极性,也是当前面临的问题。

三是能力评价体系亟待完善。取得成效,如发

表论文、获得专利固然可喜,但评价能力并非唯一。如参加“国”字号竞赛、获得省级以上奖励都是能

力提升的具体体现。如何将学生的能力评价和保研、奖励有机结合,也是我们必须重视的问题。

表1 近几年部分学生发表的成果

序号	时间	成果内容	成果形式	年级
1	2019.05	传感器智能芯片与阵列光纤对接平台运动顺序优化	论文(EI)	15级
2	2019.07	A novel geometric error modeling optimization approach based on error sensitivity analysis for multi-axis precise motion system	论文(SCI)	15级
3	2019.10	Geometric error based configuration order selection for precision improvement in multi-axis motion system	论文(SCI)	15级
4	2020.03	Systematic approach to realizing optimal moving order selection for multi-axis precise motion system.	论文(SCI)	17级
5	2020.06	2020年北斗微小课题——测试系统计量标校技能实践	项目结题	17级
6	2020.08	基于太阳能的AWHSU一体式洗手器实用新型专利	实用新型专利	17/18级
7	2020.09	一种精密机械加工自动定心钳	实用新型专利	18级
8	2020.11	一种用于测量滚珠丝杠导程误差的精密运动平台	实用新型专利	18级
9	2020.11	一种基于人体红外传感器的校车防滞留报警系统	实用新型专利	17/18级
10	2020.11	一种移动性好的充电桩	实用新型专利	17/18级

应当说,通过依托教师的科研项目,将科研成果转化为本科教育教学资源,取得了较好的效果。在今后的规划中,为更好地优化该培养模式,提升本科生的学习热情与效率,可考虑开展几方面的工作。1)选取校内具有代表性的科研团队与专家,尽可能结合科研项目与产业布局等,在学生入校前进行较为全面、细致的科研讲解,内容覆盖本团队的研究方向、研究对象、应用领域与未来发展,从大学开端时即吸引学生的好奇心与注意力。2)于大二、大三阶段开设课外理论/软件学习班。从教学课堂走向实验室需要有较多基本能力的积累,若开设一些符合大多数团队需求的培训班,能使尽快融入团队,提升学习效率。此类培训班可尽量小而精,以开设4~6周、每周2~3次较为合适。3)设置本科生科研奖励制度,根据发表成果的档次分别给予相应的奖励,不仅能塑造榜样,也能提升学生整体的学习热情。

5 结语

作为培养复合应用型人才的普通高校,将科研成果转化为教学资源是永恒的话题。本文基于能力范式理念,围绕本科学生能力提升目标,就培育方式、培育内容以及培育过程等诸多方面进行了实践探索,虽然取得了一些成绩,但还深感不足。高校的课程教学模式改革任重而道远,只有尊重规律深入改革,才能营造良好的学习环境,满

足国家对复合应用型人才的需求。

参考文献:

- [1] 刘爱生.美国研究型大学治理过程的主要特征及其文化基础[J].华东师范大学学报(教育科学版),2019(2):136-142.
- [2] 刘莉君,刘友金.卓越人才培养目标下科研资源向本科教学资源转化的路径探析[J].当代教育理论与实践,2019(6):19-22.
- [3] 容敏华,陈罡,柳亮.高校教师科研成果转化为教学资源的现状与路径[J].教育观察,2020(46):40-42.
- [4] 郑国萍,张雪,姚志刚,等.高校科研成果转化为教学资源的困境与改进策略[J].湖北成人教育学院学报,2020(1):6-11.
- [5] 胡娅南,王君.科研反哺教学在工科院校本科生培养上的探索[J].黑龙江教育(理论与实践),2020(7):59-60.
- [6] 杨子元.基于OBE理念的地方应用型高校本科人才培养体系的构建[J].宝鸡文理学院学报(社会科学版),2021(3):118-121.
- [7] 袁慧敏,王文静,杨在发,等.基于能力范式的近代物理实验教学改革的探索[J].齐鲁师范学院学报,2020(5):45-50.
- [8] 蔡平,刘福祥,元玉芳,等.基于能力范式的地方本科院校应用型人才培养改革探讨[J].齐鲁师范学院学报,2021(6):1-7.
- [9] 刘献君.应用型人才培养的观念与路径[J].中国高教研究,2018(10):6-10.

- [10] 王超,张陈,张小辉.以就业为导向的应用型人才培养模式探究[J].沈阳工程学院学报(社会科学版),2020(4):132-135.
- [11] 唐皓,胡小平,彭向前,等.基于误差流理念的“金工实习”个性化培养研究[J].龙岩学院学报,2019(2):114-118.
- [12] 孔德兰,蒋文超.现代学徒制人才培养模式比较研究[J].中国高教研究,2020(7):103-108.
- [13] 张安富.项目化教学是提高工程型人才培养质量的有效之法[J].高等工程教育研究,2019(3):166-169.
- [14] 苏林琴.工科大学生学习投入与收获的关系研究[J].中国高教研究,2020(2):70-75.
- [15] 徐继存.教学研究意味什么:兼论教学论研究者的责任与使命[J].课程·教材·教法,2015(2):26-32.
- [16] 刘妍秀.基于慕课的混合教学模式设计与实践[J].科技资讯,2018(26):116-117.

Practice and Thinking for Transformation from Scientific Results to Teaching Resources: Based on Undergraduate Scientific Training Cultivation Approach

TANG Hao, LIU Deshun, CHEN Wu, CHEN Shuo

(School of Mechanical Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: Aiming at transforming the scientific results to undergraduate teaching resource is one of the most efficient ways for cultivating integrated applicable elites. Combined with the undertaken project, the paper tries to improve the comprehensive ability among some undergraduates based on the concept of ability paradigm. Specific practices include 1) establishing “scientific interest groups”, and encouraging the undergraduates to do it by themselves for specific theme research; 2) highlighting the “student-centered” thought, strengthening individual study timely supplemented by teachers’ intervention and guidance; 3) establishing a comprehensive evaluation mechanism to evaluate the improvement of students’ ability from the aspects of results published by students, completion time of the experiment, and innovative content. Results indicate that this approach is beneficial to comprehensive ability improving for undergraduates.

Keywords: undergraduate; scientific results; teaching resources; ability paradigm; practice and thinking
(责任校对 朱春花)