

• 学位与研究生教育 •

# 科研实践培养理工科研究生创新能力 的路径探索

——基于结构方程模型的分析

李祖超, 张 丽<sup>①</sup>

(中国地质大学 高等教育研究所, 湖北 武汉 430074)

**摘 要:** 通过建立科研实践影响理工科研究生创新能力培养的路径模型, 研究发现, 参与科研实践是理工科研究生创新能力培养的关键着力点; 理工科研究生科研实践参与的广度、深度、动机能直接正向影响其创新能力; 导师科研指导、科研团队氛围会间接正向影响其创新能力。要提高理工科研究生的创新能力, 需增强其科研实践参与的多样性、系统性和内生性。

**关键词:** 科研实践; 理工科研究生; 研究生教育; 创新能力

**中图分类号:** G643 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-4203(2014)11-0060-08

## A Path Exploration of Cultivating Innovation Ability of Graduates of Science and Engineering with Scientific Research Participation

——Based on the Structural Equation Model

LI Zu-chao, ZHANG Li

(Higher Education Research Institute, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** Based on the structural equation model, it built a path model of cultivating innovation ability of graduates of science and engineering with scientific research participation. It found that scientific research participation was the key point to cultivate innovation ability of graduates of science and engineering; the breadth, depth and motivation of scientific research participation affected graduates' innovation ability directly and positively; mentor guidance and teamwork affected graduates' innovation ability indirectly and positively. Accordingly, it gave suggestions from the aspects of enhancing diversity, systematization, endogeneity of scientific research participation.

**Key words:** scientific research participation; graduate of science and engineering; graduate education; innovation ability

收稿日期: 2014-08-16

基金项目: 国家社会科学基金(教育学)一般项目(BIA130074); 科技部国际合作项目(2014kjbmzm21)

作者简介: 李祖超(1957—), 男, 湖北松滋人, 中国地质大学(武汉)高等教育研究所副所长, 教授, 博士生导师, 从事高等教育管理、教育经济与管理研究; 张 丽(1988—), 女, 湖南常德人, 中国地质大学(武汉)高等教育研究所硕士研究生, 从事高等教育管理研究。

## 一、引言

党的十八大作出了实施创新驱动发展战略的重大部署,强调必须将科技创新摆在国家发展全局的核心位置。创新驱动发展战略是一项系统工程,其基础是创新型人才的培养。研究生教育是我国高层次拔尖创新人才的主要输送者,是国家整体创新水平提高的关键。随着研究生教育规模的扩大,研究生培养中的问题也日渐显露,研究生创新能力不足被公认为研究生教育存在的首要问题。袁本涛、延建林有关我国研究生教育质量的调查表明,有近半数的调查者认为硕士生的创造力为“一般”和“差”,认为博士生的创造力“一般”和“差”的有近三成。<sup>[1]</sup>王孙禹等人的调查发现,仅有9%的导师和管理者认为硕士生创新能力为“优”。<sup>[2]</sup>与此同时,由于研究生教育体制缺陷与科研资源不足导致科研在研究生创新能力培养中功能发挥不足的问题也日益引起重视。例如,我国研究生的科研创新实践参与度很低。<sup>[3]</sup>硕士生理理论课程比重大于实践课程;以学术型课程研究替代社会实践居多。<sup>[4]</sup>在新形势下,探索如何保持科研实践在研究生创新能力培养中的基础地位并发挥积极作用具有十分重要的意义。

从国外的研究来看,强调科研活动是大学人才培养必要途径的思想可追溯到19世纪初洪堡对大学的构想。洪堡倡导大学科研与教学的统一,大学教师和学生将科研作为一项重要的使命,他们的探索不仅促进了学科的产生、增加、繁荣,也训练了一批又一批声名显赫的学者。<sup>[5]</sup>亚内尔指出,大学及其教师授权学生作相应的科学项目能够极大地提高大学生的创新能力。<sup>[6]</sup>国内学者也认为,科研实践有利于培养研究生的创新能力,因而强调科研与创新的统一性。刘献君在对发达国家博士生教育中的创新人才培养进行大量研究后指出,研究生的创新意识、研究能力能够在直接参与具体的学术研究活动过程中形成。<sup>[7]</sup>孟万金在实证调查后指出,创新能力是理工科研究生科研综合能力的最突出的结构要素,他认为,应该创建一种以科研能力为本位的研究生培养模式。<sup>[8]</sup>笔者在对国内外现有的研究进行梳理后发现,在研究培养研究生创新能力的过程中,大部分学者都得出了科研实践有利于培养研究生创新能力的结论,但有关科研实践通过何种途径来影响研究生创新能力的研究却很少。基于科研实践在理工科研究生教育中的基础性地位,本文试图运用结构方程模型分析方法深入探讨科研实践影响理工科研究

生创新能力的路径,从而就理工科研究生创新能力的培养提出新的思路与建议。

## 二、提出假设

科研实践活动具有多样性,目前存在的具体形式包括实验、实习、实践、调查、学术报告、学位论文、课题研究、专著和论文撰写等多种类型。同时,科研实践活动具有系统性和层次性。李怀祖认为,科研是从实用角度出发,研究可理解为发现、辨识、解释或解决问题的过程,在此过程中获取新知识。<sup>[9]</sup>由此可见,科研是一个有层次的、系统的从基础到综合的过程。具体到科研实践参与层面,科研实践的多样性和系统性表现为科研实践参与的广度与深度。彭明祥认为,多种形式的科研活动是培养博士研究生创新能力的关键。<sup>[10]</sup>郭卉等人在实证研究的基础上论证了参与科研实践能极大促进大学生创新素质的发展。<sup>[11]</sup>笔者拟探索科研实践培养和提高研究生创新能力的作用及实现路径,并提出以下假设: $H_1$ :研究生科研实践参与广度会正向影响研究生创新能力。 $H_2$ :研究生科研实践参与深度会正向影响研究生创新能力。

科研实践活动具有复杂性。科研活动是人类一种复杂的社会劳动形式,其复杂性主要体现在科研活动产出需要极大依赖科研主体的动机、态度、思维特征等内在因素上。阿玛拜尔指出个体动机是创造力的心理学基础。<sup>[12]</sup>伦科指出内在动机是具有高创新能力人群的核心特征之一。<sup>[13]</sup>马廷奇、张应强认为,培养创新人才最为根本的是学生主体性的增强和自主自由意识的养成,强迫教育培养不出创新人才。<sup>[14]</sup>因此,可以认为,研究生参与科研的动机越强烈、持续,越有利于其创新能力的培养。研究生作为科研实践的参与主体,动机必然影响其参与科研实践。因此,提出如下假设: $H_3$ :研究生个体动机正向影响研究生创新能力。 $H_4$ :研究生个体动机正向影响研究生科研实践参与广度。 $H_5$ :研究生个体动机正向影响研究生科研实践参与深度。

科研实践活动具有传承性。科研实践活动是一种站在巨人肩膀上进行再创造的活动,其产出会极大地受到导师、科研组织或科研团队等因素的影响。诺贝尔奖获得者李政道在回顾了钱学森接受导师卡门教授“一对一”的精英教育等求学经历后认为,培养创新人才需要精英的老师对精英的学生“一对一”地教导。<sup>[15]</sup>李政道还回忆:“记得60多年以前,我做费米的研究生的时候,费米老师每星期都花半天和

我单独讨论。……很久以后我才意识到,这是指导学生独立工作的绝妙方法”;“我在很多场合反复提到:真正的最上层的学习教育是一对一的。要培养有创新能力的科学人才,必须要有良师的指导和密切的师生共同讨论研究过程”。<sup>[16]</sup> 诺贝尔奖获得者杨振宁曾感慨,能师从吴大猷、王竹溪、费米等对自己影响最大的导师,是一生中的三大幸运。<sup>[17]</sup> 刘桂生论及博士生导师与博士生的关系时,在列举王大珩、钱伟长、黄席棠、陆荣善等研究生在吴有训先生的指导下,选择前沿性课题作为博士论文研究方向,后来发展成为“大家”的实例后认为:导师的主要任务是引导学生走上学科前沿,“只有身处学术发展前沿的导师,才能引导学生走上学术发展前沿”<sup>[18]</sup>。刘献君等人在对发达国家杰出创新人才培养机制进行大量研究后得出结论,发达国家“重视基础训练和创新能力培养”,而“高校能否培养出高层次创新人才,导师的指导至关重要”。<sup>[19]</sup> 马建光对 23 位获得“两弹一星功勋奖章”的科技精英群体的师承效应进行系统地分析后发现,师承效应是他们共同成长的基本规律。<sup>[20]</sup> 笔者在前期研究发现,研究生导师能指导研究生学会学习、学会做人、学会创造,“在创新人才培养中发挥着极为重要的作用”<sup>[21]</sup>。导师能塑造研究生的创新人格,帮助研究生提高科研创新能力,其调查显示,认为导师在这方面发挥作用的重要

程度较高和最大的共占 52.7%。<sup>[22]</sup> 姜友芬、吴宏翔等提出导师是影响研究生创新能力的根本因素。<sup>[23]</sup> 朱红、李文利等通过实证研究得出导师科研指导能够影响研究生创新能力的结论。<sup>[24]</sup> 但赫伯曾提出这样的观点,导师在研究生科研能力的培养过程中并非直接起作用,而是通过科研发挥作用。<sup>[25]</sup> 因此,笔者提出如下假设:  $H_6$ : 导师影响力会正向影响研究生创新能力。  $H_7$ : 导师影响力会正向影响研究生科研实践的参与广度。  $H_8$ : 导师影响力会正向影响研究生科研实践的参与深度。  $H_9$ : 导师影响力会正向影响研究生科研参与的动机。

科研实践活动传承性的另一特点是研究生创新能力会受科研团队的影响。刘献君等人认为,营造良好的学术氛围是培养研究生的创新精神与创新能力的基本条件。<sup>[26]</sup> 张霞、张毅认为,研究生科研群体建设有利于培养研究生创新能力。<sup>[27]</sup> 杨胜等人认为,研究生科研创新团队是强化研究生创新能力的重要途径。<sup>[28]</sup> 为此,笔者提出如下假设:  $H_{10}$ : 科研团队氛围会正向影响研究生创新能力。  $H_{11}$ : 科研团队氛围会正向影响研究生科研参与动机。

根据上述假设,本文提出了科研实践活动影响理工科研究生创新能力的理论路径模型(如图 1)。图中每一条直线代表一条假设。后文将通过调研数据验证该模型假设的各条路径的成立情况。

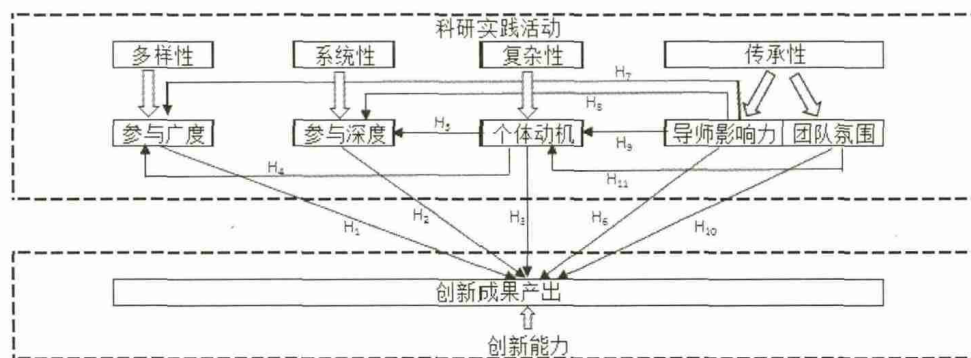


图 1 科研实践活动影响理工科研究生创新能力的理论假设

### 三、研究设计与方法

#### 1. 数据收集及样本特征

本次调查对象为北京、上海、江苏、辽宁、湖北的五所“985”高校的在读理工科研究生,共发放问卷 2500 份,回收有效问卷 2157 份,回收率为 86.3%。有效问卷中,北京占 23.6%,上海占 23.0%,江苏占

16.9%,辽宁占 14.0%,湖北占 22.5%;男生占 57.0%,女生占 43.0%;硕士研究生占 68.3%,博士研究生占 31.7%;学术型研究生占 76.0%,专业型研究生占 24.0%;理科占 24.8%,工科占 68.8%,医科和农学占 6.4%。

#### 2. 问卷设计

袁本涛、延建林在其研究中将研究生获得高水平创新成果作为衡量研究生创新能力的依据之

一。<sup>[29]</sup>吕红艳认为,博士研究生创新能力可表现为内隐的创新特征(个体特征)和外显的创新能力(即创新成果)。<sup>[30]</sup>参考已有的研究,本文提出用研究生创新成果产出来反映研究生创新能力,同时,本文还提出从研究生科研实践参与广度、参与深度、参与动机、导师科研指导、科研团队几个维度来反映影响研究生创新能力的科研实践因素,并从这几个角度设计问卷的测量指标。本次测量工具是在综合专家法、访谈法的结果后自编的问卷。在经过预调查并进行分析调整后,最终问卷包括两个部分:第一部分是样本的人口统计特征,包括性别、年级、学历、学位、学校类型和地区6个测度项;第二部分由创新成果产出、参与广度、参与深度、参与动机、导师科研指导、科研团队6个维度的24个测度项组成。

### 3. 样本的描述性统计分析结果

从理工科研究生创新能力现状来看,理工科研究生创新能力严重不足。主要体现在:从未发表过论文的研究生占61.2%;公开发表高水平论文(包括核心、权威和三大检索期刊)的研究生仅占24.8%。参与获得过1项及以上专利的仅占30.2%。

就科研实践参与类型来看:理工科研究生参与科研的类型仍以理论型(即文献查阅、论文或专著写作、学术交流等科研活动)为主,即研究生科研参与类型存在唯书本、唯理论的倾向。调查显示,从未参与过实践型科研(即以调查、实验、设计等为主的科研活动)的占17.8%,参与过1—2类实践型科研的占61.2%。基本上所有样本都参与过理论型科研,参与过1—2类理论型科研的占65.8%,参与过3类以上的占34.2%。

就科研实践参与深度来看,理工科研究生在基础科研环节(即资料收集、文献查阅、数据整理等)中的参与程度要好于综合科研环节(即研究设计、研究开展、研究结果形成等),即研究生科研参与存在碎片化参与和基础性参与的特点。调查显示,34.2%的调查对象参与过1类基础科研环节,43.6%的调查对象参与过2类以上基础科研环节。而48.7%的调查对象从未参与过综合性科研环节,33.7%的调查对象参与过1类综合性科研环节。

就参与动机来来看:理工科研究生存在基于外部诱因来参与科研的倾向。调查发现,39.2%的研究生参与科研的外部动机强,而仅19.1%的调查对象是基于强的内部动机。

就导师影响力来看:导师对理工科研究生的科研指导影响主要集中在对其提供科研机会与基本科研技能(包括科研选题、科研方法习得、论文撰写等)

形成两方面,对其综合能力包括形成创新能力、获得创新成果、培养科研品德等)的影响相对较弱。75.4%的调查对象认为导师对其参与科研机会的影响大,75.0%的调查对象认为导师对其基本技能的形成影响大,70.6%的调查对象认为导师对其综合科研能力影响大。

就科研团队氛围来看:理工科研究生所在的科研团队的氛围整体良好。78.8%的调查对象认为相互尊重情况好;73.2%的调查对象认为相互信任情况好;71.3%的调查对象认为合作情况好;69.8%的调查对象认为所在团队成员间相互沟通情况好;66.4%的调查对象认为所在团队成员间信息共享情况好。

## 四、实证分析

### 1. 探索性因子分析

本文采用SPSS19.0,利用主成分分析法和方差最大正交协转法对问卷展开探索性因子分析,得到6个特征值大于1的因子, $KMO=0.796$ ,近似卡方 $=19902.05$ , $Sig=0.000$ ,累计方差解释率 $=71.37\%$ 。杜强等人指出, $KMO$ 值高于0.7则能接受作因子分析。由此可知,样本数据基本符合因子分析条件。最终得出的指标体系见表1。

### 2. 信度和效度检验

(1)信度检验。本文采取整体一致法来检验数据信度。利用SPSS19.0计算各潜在变量的Cronbach's  $\alpha$ 系数如下:创新成果产出为0.645、参与广度为0.607、参与深度为0.582、团队氛围为0.936、导师影响力为0.898、个体动机为0.663。问卷整体值为0.764。亨森认为,Cronbach's  $\alpha$ 系数大于0.5时就具有了信度,因此,可以认为本研究调研数据具有较好的信度。

(2)效度检验。在对各变量进行因子分析后发现,除了一个测度项外,其他的测度项因素载荷均高于0.7(见表1)。据此计算出的各潜在变量的平均方差抽取量分别为:创新成果产出为0.643、参与广度为0.682、参与深度为0.683、团队氛围为0.781、导师影响力为0.804、个体动机为0.581。所有的值都大于0.5,这说明各测度项具有很好的收敛度。而且各因子的平均抽取方差的平方根(创新成果产出为0.802、参与广度为0.826、参与深度为0.826、团队氛围为0.884、导师影响力为0.897、个体动机为0.762)均大于各因子之间的相关系数。这说明本次测量的各因子之间同时具有较好的区别效度。

表 1 指标体系

潜在变量	观测变量	均值	标准差	因素载荷	信度系数 $\alpha$
创新成果产出	论文发表级别	1.02	1.52	0.778	0.645
	获得专利数量	0.32	0.49	0.786	
	发表论文数量	0.41	0.59	0.841	
参与广度	参与理论型科研活动的种类	2.18	1.00	0.827	0.607
	参与实践型科研活动的种类	1.59	1.28	0.825	
参与深度	参与基础科研环节的频率	1.41	1.04	0.799	0.582
	参与综合科研环节的频率	0.73	0.84	0.853	
团队氛围	信息共享的程度	3.86	0.95	0.884	0.936
	相互沟通的程度	3.91	0.90	0.918	
	相互合作的程度	3.96	0.89	0.903	
	互相信任的程度	4.00	0.90	0.883	
	互相尊重的程度	4.15	0.86	0.828	
导师影响力	对基础技能形成的影响程度	3.92	1.03	0.901	0.898
	对影响科研机会的影响程度	3.95	1.00	0.891	
	对综合能力形成的影响程度	3.86	1.08	0.898	
	参与科研活动的意愿程度	3.62	0.97	0.563	
个体动机	内部诱因	2.42	1.04	0.856	0.663
	外部诱因	3.06	1.36	0.833	
整体 Cronbach's $\alpha=0.764$					

表 2 初始模型路径系数标准化参数估计

路径	标准化路径系数	标准误差	C. R.	是否成立
创新成果产出 $\leftarrow$ 参与广度	0.28***	0.021	13.171	是
创新成果产出 $\leftarrow$ 参与深度	0.211***	0.024	8.651	是
创新成果产出 $\leftarrow$ 个体动机	0.097***	0.017	5.827	是
创新成果产出 $\leftarrow$ 导师影响力	0.014	0.014	0.955	否
创新成果产出 $\leftarrow$ 团队氛围	-0.037	0.014	-2.695	否
参与广度 $\leftarrow$ 个体动机	0.038	0.029	1.319	否
参与广度 $\leftarrow$ 导师影响力	-0.025	0.025	-1.007	否
参与深度 $\leftarrow$ 个体动机	0.123***	0.032	3.836	是
参与深度 $\leftarrow$ 导师影响力	0.12***	0.027	4.414	是
个体动机 $\leftarrow$ 导师影响力	0.219***	0.025	8.76	是
个体动机 $\leftarrow$ 团队氛围	0.14***	0.026	5.507	是

注:\*\*\*  $P<0.001$ 。

### 3. 验证性因子分析

(1)假设模型的拟合度分析。为了检验前文提出的理论假设,利用 AMOS19.0 对其进行检验。初始模型验证性分析结果为:4 条假设路径(参与广度 $\leftarrow$ 个体动机、参与广度 $\leftarrow$ 导师影响力、创新成果产

出 $\leftarrow$ 导师影响力、创新成果产出 $\leftarrow$ 团队氛围)的 C. R. 值均低于 1.96,统计不显著,见表 2。模型卡方值较大,RMR 和 RMSEA 并未达到理想要求( $RMR<0.05$ 、 $RMSEA<0.05$  时适配良好),见表 3。综上可知,需要对初始假设模型进行调整修正。修正

的方法主要为:剔除不成立的四条假设路径、增加团队氛围和导师影响力相互影响路径、增加部分残差之间的相关关系。

通过对比初始模型和修正模型的适配度指数可知,修正后的模型具有更高的适配度:CMIN/DF 得到了非常明显的改善,更接近 5.0,RMR 和 RMSEA 均降到 0.05 以下,GFI、CFI、NFI、RFI、TLI 的

值均有所增加。

(2)假设路径成立的情况。检验发现,原假设路径的成立情况为:假设  $H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_3$ 、 $H_5$ 、 $H_8$ 、 $H_9$ 、 $H_{11}$  成立;假设  $H_4$ 、 $H_6$ 、 $H_7$ 、 $H_{10}$  不成立,被剔除。经修正后,增加了一条导师影响力与团队氛围相互影响的路径。修正后各路径成立的情况见表 4。

表 3 初始模型与修正模型整体适配度指数对比

整体适配度指数	CMIN/DF	RMR	RMSEA	GFI	CFI	NFI	RFI	TLI
初始模型	11.906	0.068	0.071	0.929	0.931	0.925	0.908	0.915
修正后模型	6.254	0.044	0.049	0.962	0.967	0.961	0.952	0.959

表 4 修正后模型路径系数标准化参数估计

路径	标准化路径系数	标准误差	C. R.	是否成立
创新成果产出 $\leftarrow$ 参与广度	0.414***	0.021	17.34	是
创新成果产出 $\leftarrow$ 参与深度	0.345***	0.024	12.616	是
创新成果产出 $\leftarrow$ 个体动机	0.154***	0.015	7.828	是
参与深度 $\leftarrow$ 个体动机	0.119***	0.027	6.351	是
参与深度 $\leftarrow$ 导师影响力	0.132***	0.032	6.154	是
个体动机 $\leftarrow$ 导师影响力	0.232***	0.025	12.159	是
个体动机 $\leftarrow$ 团队氛围	0.131***	0.027	7.095	是
导师影响力 $\leftrightarrow$ 团队氛围	0.246***	0.018	10.055	是

注:\*\*\*  $P < 0.001$ 。

#### 4. 研究结果

(1)理工科研究生参与科研实践的广度能正向影响其创新能力。从测量结果来看,影响效果为 0.414,即理工科研究生参与科研实践的多样性程度越高,越有利于直接促进其创新能力的提高。因为科研实践活动具有多样性,理工科研究生参与的科研实践的类型越多,越有利于其学习、掌握新的研究方法,接触新的知识,扩大研究视野,从而有利于培养其创造性思维、能力和品质。

(2)理工科研究生参与科研实践的深度能正向影响其创新能力。从测量结果可知,路径系数为 0.359,影响效果为 0.359,即理工科研究生在科研实践中参与程度越深,层次性、系统性程度越高,越有利于培养其创新能力。因为科研活动不同于一般的课程学习或社会实践,它是在参与主体具备一定的知识结构的基础上,为了一定的研究目的,科学地进行研究设计,并遵循一定的逻辑步骤来开展研究的过程。研究生在科研实践中参与的过程越趋于系统、连续,其得到的训练越完整,越有利于其科学思维方式的培养,以及创新能力的提高。

(3)理工科研究生参与科研的动机能正向影响其创新能力。这主要通过直接影响和间接影响来实现,科研动机对创新能力的总影响效果为 0.195。首先,从研究结果来看,理工科研究生参与科研的动机直接影响其创新能力。这说明,理工科研究生参与科研实践的动机强度越大、持续性越好,越有利于研究生创新能力的培养。其次,理工科研究生参与科研的动机通过科研实践参与深度来影响创新能力。因为科研是一个持续探索、反复验证的过程,随着研究的深入,往往面临的困难会越多,研究生参与科研的动机越强,越容易在这个过程中激发并强化其试错的勇气、坚持不懈的意志、不畏困难的精神等内在人格因素。而创新的勇气、不畏困难、刻苦钻研的精神和态度等人格因素恰恰是创新品格的外在表现。

(4)导师科研指导对理工科研究生创新能力的影响必须通过改变研究生参与科研的动机与参与深度来实现。研究发现,导师对研究生的科研影响力通过个体科研动机和科研参与深度对其创新能力的总影响效果为 0.091。其中,导师科研指导对理工

科研究生科研参与动机的影响很大,路径系数为 0.232,影响效果为 0.232;对理工科研究生科研参与深度的路径系数为 0.132,影响效果为 0.159。国内不少研究认为,导师在研究生创新能力培养过程中具有重要的作用,但本研究提出:理工科研究生导师对研究生创新能力的培养并不具有直接的影响作用。而必须依靠强化理工科研究生在科研实践中的参与动机,或者通过提高理工科研究生在科研实践中参与的系统性、层次性来培养其创新能力。这也印证了赫伯提出的导师在研究生科研能力培养过程中间接发挥作用的研究结论。

(5)理工科研究生所在科研团队氛围对其创新能力的影响必须通过改变研究生参与科研的动机来实现。理工科研究生科研团队的工作氛围和研究生创新能力的提高无直接联系。科研团队氛围通过个体科研动机和导师影响力对研究生创新能力的总影响效果为 0.026。也就是说,如果理工科研究生所在科研团队无法起到强化成员参与科研实践动机的作用,那么也无法提高其成员的创新能力。因此,科研团队建设必须与强化研究生参与科研的动机联系起来,通过营造一种具有积极进取、不畏困难、勇于探索、敢于质疑的科学精神的科研氛围,才有利于研究生创新能力的提高。

## 五、对策建议

基于以上研究结论,为了发挥科研实践活动在培养研究生创新能力中的重要作用,本研究提出以下对策建议。

1. 以多样性带创新性:提高理工科研究生参与科研实践形式的多样性,以广泛的科研实践参与带动理工科研究生创新能力的提高

科研实践参与形式的多样化在理工科研究生创新能力培养过程中十分关键,因此,在理工科研究生培养的过程中,要高度重视研究生科研平台的建设,丰富研究生科研实践形式。如建立支持研究生科研创新的科研经费管理体制,设立研究生科研基金、研究生科研创新奖项等,提倡“在战争中学习战争”,倡导研究生走出校门,深入社会实践,“真刀真枪”地选择真题真做,帮助解决生产实践中亟待解决的现实问题,鼓励研究生自主选题、独立研究,为研究生参与科研提供平台与支撑。与此同时,要注重建立跨地区、跨组织结构(如校企合作、校际合作等)、跨学科的协同培养机制。突破理工科研究生科研实践参与以实验室为中心、以论文为中心、以导师为中心的

传统模式,鼓励理工科研究生以各种渠道、各种方式参与科研实践。

2. 以系统性促创新性:增强理工科研究生参与科研过程的完整性,以系统的科研实践参与促进理工科研究生创新能力的提高

科研实践参与过程的系统性、层次性、完整性对理工科研究生创新能力的培养有重要的纽带作用,因此,增强理工科研究生在科研中的参与深度需要从研究生个体和导师两方发力,将导师指导与研究生个体实践紧密结合。首先,导师科研指导必须以研究生发展为中心。在指导研究生的过程中,尤其要注意调和研究生个体发展与导师项目需求之间的矛盾。创新导师指导方法,引导理工科研究生独立思考、独立研究,为其提供更多的科研资源,引导研究生循序渐进、系统持续地参与科研实践。其次,理工科研究生个体必须端正科研态度,科学地作好研究生阶段的学习规划,扎实地学好专业知识与科研方法,将个人发展与科研实践参与相统一,逐步提高科研能力和创新能力。

3. 以内生性育创新性:强化理工科研究生参与科研的自发性,以自觉的科研实践参与来推动理工科研究生创新能力的提高

应完善导师指导,加强团队建设,强化理工科研究生参与科研的动机,培养其参与科研实践的自觉性和主动性,进而在科研中培养其创新能力。正如李政道所说:“国家需要培养造就一大批国际一流的创新型人才。在这样的大背景下,营造良师与年轻后学‘一对一’言传身教的良好机制及其范围,就得更具现实意义。”<sup>[31]</sup>笔者据此建议:第一,完善导师指导,注重发挥导师科研指导对研究生个体的隐性作用。首先,导师要有慧眼识英才、为国育栋梁的责任意识,在研究生录取的过程中要注重考察学生读研动机、科研兴趣和潜在创新能力;其次,要增强立德树人、立言育才的学者气派,杜绝“放羊式”、“保姆式”指导等阻碍人才发展的现象蔓延,探寻创新人才成长与培养的规律;最后,要有率先垂范、敢为人先的创新精神,不断提高学术水平、创新能力和人格魅力,潜移默化地影响学生,强化研究生的科研动机,为其做探索与创新的示范和表率。第二,加强团队建设,激发研究生科研实践参与行为的内生性。即强调科研团队建设与研究生科研求知欲、探索欲、科学精神建设紧密结合,重视科研团队的创新文化建设,为培养创新人才奠定坚实的基础。第三,控制导师指导的研究生人数,提倡“一对一”式指导。导师每年指导的研究生人数必须严格控制,对每位研

究生的指导频率要增加,除学术沙龙外,还要尽可能与研究生单独探讨、交流学术问题,在个别指导中将学生领进学术前沿,让研究生在科研实践中提高创新能力。

#### 参考文献:

- [1][3][31] 袁本涛,延建林. 我国研究生创新能力现状及其影响因素分析——基于三次研究生教育质量调查的结果[J]. 北京大学教育评论,2009,(2):12-20.
- [2] 王孙禺,等. 我国研究生教育质量状况综合调研报告[J]. 中国高等教育,2007,(9):32-35.
- [4] 甄良,等. 构建我国研究生培养模式的改革思路[J]. 学位与研究生教育,2013,(1):14-18.
- [5] 伯顿·R·克拉克. 研究生教育的科学研究基础[M]. 王承绪,译. 杭州:浙江教育出版社,2001:3-8.
- [6] YARNELL A. Creativity Boost-High School and College Teachers Empower Students to Do Consequential Science Projects[J]. Chemical & Engineering News, 2003,81(38):34-35.
- [7] 刘献君. 发达国家博士生教育中的创新人才培养[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2010:17.
- [8] 孟万金. 研究生科研能力结构要素的调查研究及启示[J]. 高等教育研究,2001,(6):58-62.
- [9] 李怀祖. 管理研究方法论[M]. 西安:西安交通大学出版社,2004:10.
- [10] 彭明祥. 工科博士研究生创新能力的培养[J]. 学位与研究生教育,2007,(S1):22-23.
- [11] 郭卉,等. 参与科研对理工科大学生创新素质影响的实证研究[J]. 高等工程教育研究,2014,(2):106-111.
- [12] AMABILE T M. The Social Psychology of Creativity [M]. New York:Springer-Verlag,1983:1-30.
- [13] RUNCO M A. Creativity[J]. Annual Review of Psychology,2004,55(1):657-687.
- [14] 马廷奇,张应强. 学习自由的实现及其制度建构——兼论创新人才的培养[J]. 教育研究,2011,(8):50-54.
- [15] 李政道. 模式创新:李政道试解“钱学森之问”[N]. 中国教育报,2010-11-22(05).
- [16][31] 李政道. 良师交流指导与创新型人才培养[J]. 国际人才交流,2010,(9):1,1.
- [17] 杨振宁. 我的生平[J]. 中国大学教学,2007,(4):85-89.
- [18] 刘桂生. 大学者,有大师之谓也——谈博士生导师与博士点、博士生、博士论文的关系[J]. 学位与研究生教育,2004,(9):5-6.
- [19][26] 刘献君,等. 发达国家杰出创新人才培养机制研究[J]. 高等工程教育研究,2008,(1):71-80.
- [20] 马建光. 论“两弹一星”科技精英群体师承效应[J]. 学位与研究生教育,2010,(1):19-24.
- [21] 李祖超,王夏露. 导师主导的研究生德育模式探究——基于创新人才培养的视角[J]. 国家教育行政学院学报,2009,(4):65-68.
- [22] 李祖超,魏海勇. 导师主导的研究生科研道德教育探析[J]. 现代教育管理,2009,(3):123-125.
- [23] 姜友芬,等. 影响研究生创新能力培养的导师因素分析[J]. 复旦教育论坛,2005,(6):51-55.
- [24] 朱红,等. 我国研究生创新能力的现状及其影响机制[J]. 高等教育研究,2011,(2):74-82.
- [25] 师领. 高等教育中的研究生培养问题——对心理学家赫伯教育思想的述评,并论中国研究生教育中存在的问题[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版),1999,(4):142-145.
- [27] 张霞,张毅. 高校研究生科研群体建设研究与实践[J]. 清华大学学报,2001(S1):57-60.
- [28] 杨胜,等. 构建研究生创新团队之探讨[J]. 高等工程教育研究,2009,(4):124-128.
- [30] 吕红艳. 博士研究生创新能力内涵及提升路径[J]. 江苏高教,2013,(5):101-102.

(本文责任编辑 曾甘霖)