

物理学科研究生创新人才培养与国际科研合作关系研究

李鹏, 李瑾

(东北师范大学物理学院, 吉林长春, 130024)

[摘要] 随着科技发展的全球化, 开展国际科研合作已成为高校培养创新型研究生的新趋势。许多高校正在广泛开展国际合作与交流, 希望引进国际优质教育资源、创新人才培养模式。文章从课程体系设置、导师队伍建设、教育评价机制三个方面分析了影响物理学科研究生创新人才培养的关键因素, 系统梳理了高校开展研究生国际合作的常见模式。在此基础上, 深入探讨了国际科研合作对创新人才培养的促进作用与内在规律, 并总结课题团队在国际科研合作方面的具体实践, 以期为我国教育改革提供理论支持和实践路径。

[关键词] 物理学科; 国际科研合作; 创新人才培养; 研究生教育

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2025)02-0125-07

随着我国社会与科技发展进入新时代, 国家对高层次创新型人才的需求日益增长。党的二十大报告指出: “教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑。”^[1] 研究生教育作为高等教育的重要组成部分, 是培养新时代创新型人才的重要途径。加强研究生创新人才培养, 努力提升人才培养质量, 对推动我国战略实施具有重大意义。当前, 为了更好地满足经济、科技发展新常态下的人才供给需求, 我国正持续推进研究生人才培养模式改革。如何创新研究生培养方式, 增强学生的创新思维与科研能力, 进而提高人才培养质量, 是各高校正在探索的关键课题。

在科技全球化背景下, 国际科研交流与合作日益密切, 研究生培养的国际合作模式随之兴起。欧美等发达国家较早开始通过国际交流与科研合作进行创新型、应用型人才培养。改革开放以来, 我国在深刻认识自身科技发展水平与发达国家存在显著差距的基础上, 也积极开展国际交流合作, 成功培育了多批高层次科研人才。随着国际合作的不断深入, 我们逐渐发展出了组织访学、互派研究生、举办国际学术论坛等多元化的合作形式, 推动了创新人才培养体系建设。尽管国际科研合作已经广泛应用于研究生培养, 但其对研究生创新能力发展的具体作用尚不明确。本文聚焦物理学科研究生创新人才培养, 通过分析创新人才培养的关键影响因素, 梳理国际科研合作的模式与机制, 探讨国际合作在创新人才培养中的作用机制和规律, 以期为进一步深化我国国际科研合作提供借鉴。

一、物理学科研究生创新人才培养的关键影响因素

研究生创新人才培养是国家教育领域关注的大命题。物理学作为一门基础学科, 是自然科学创新和工程应用实践的基础^[2], 也是突破技术瓶颈、推动科技发展的基石。做好物理学科研究生培养工作, 为国家输送科技创新型人才是高校的重要任务。优化物理学科研究生培养模式, 提升人才培养质量,

[收稿日期] 2024-10-23; **[修回日期]** 2025-02-10

[基金项目] 吉林省研究生教育教学改革研究课题“物理学科研究生创新人才培养与科研国际合作关系研究”(JJKH20240174YJG)

[作者简介] 李鹏, 男, 吉林白城人, 博士, 东北师范大学物理学院副教授, 主要研究方向: 宽禁带半导体材料与器件, 联系邮箱: 2215957057@qq.com; 李瑾, 女, 青海西宁人, 东北师范大学物理学院硕士研究生, 主要研究方向: 紫外光电探测材料与器件

关键在于分析影响研究生创新人才培养的诸多因素,抓住关键点进行教育改革创新,有效提升人才培养质量。

(一) 物理前沿问题与学科交叉专题课程设置

研究生课程体系的构建是科学研究能力培养的基础,物理学科研究生的培养强调在课程设置上要覆盖前沿研究领域,有必要让学生在课程学习阶段了解和探讨学科热点问题。对当前的物理学研究动态有一定了解后,学生将更容易发挥出科学研究的创新性作用,开展更深入的科学研究。有关研究强调,研究生课程设置不能只注重学科的系统性和完整性,还应该与实践应用相结合,课程内容要能够反映学科前沿、热点和最新成果^[3]。高校应在教学过程中融入学科前沿内容,保证课程教学内容的丰富,提高研究生课程质量^[4]。体现物理学领域的研究热点是研究生课程应当具备的特点,在帮助学生开阔学术视野、挖掘研究方向的同时,也有利于学生做出较为前沿和优质的研究成果。此外,物理学研究工作不仅需要物理知识,还需要化学、生物、信息技术等学科的知识。开设交叉学科的专题课程,注重学生多学科融合学习,将有利于不同领域研究生人才的培养。积极构建“前沿+交叉”的专题课程体系,对培育具有国际竞争力的创新型人才具有基础性作用。

(二) 高水平导师队伍建设

导师在研究生创新人才培养中起着主导作用,导师的学术水平直接关系到研究生的培养质量。物理学科创新人才培养,需要更多高水平学术交流机会和科研实践指导,因此师资队伍的建设至关重要。一方面研究生科研项目的展开、创新想法的实践都离不开导师创造实践机会和提供先进的科研平台。优秀的师资队伍能带给学生更多的学术交流机会以及参加高水平课题的机会,能为学生提供充足的实验设施和资源。这有利于培养研究生的创新能力,有利于研究生创造优质科研成果。另一方面,研究生科学研究的进步需要导师的专业点拨。导师领先的学术水平和教育水平将大大提高学生的学习效率,引导学生不断进行创新性思考和实践。创新研究能力强的师资队伍更能激发学生的创新实践能力,并为研究生的学习、科研提供建设性的指导意见。此外,导师的科学态度、人格魅力等也对研究生的培养有一定影响。建设教育水平高、科研能力强的导师队伍有利于物理学科研究生创新人才的培养。

(三) 全过程多维度教育评价机制

研究生的创新实践热情、科研态度和投入程度在一定程度上受到教育评价机制的影响。衡量创新人才的标准涵盖了创新性思维、跨学科实践能力、持续探究与进步、团队协作与领导力、抗打击能力等多个方面,因此对创新人才的评价与考核方式也应该是多维度、综合性的。物理学是一门实验学科,实验研究不能一蹴而就,需要不断尝试和改正,逐步寻找科学的研究思路。因此物理学科研究生培养不应设置单一的结果导向的评价机制,例如仅以发表一定数量或质量的论文作为评价标准。这会导致学生追求满足评价要求而忽视了在科研过程中对自身能力的训练^[5]。论文或项目成果的增加可以作为创新人才评价的一个指标,但并非唯一标准。创新能力不只表现在成果产出上,还包括潜在的创新思维、持续创新的能力、未转化为成果的创意和想法等。针对物理学科创新人才培养,应该建立健全全过程多维度综合评价体系,重点考查学生的科研素养和创新能力,形成科学合理的评价机制^[2]。以全面的、综合的评价激励学生创新性发展。

二、研究生创新人才培养的国际合作模式

随着教育的不断深入,研究生创新人才培养的国际化趋势越来越明显。各高校纷纷探索多种形式的国际交流合作,同步前沿科技,提高研究生培养质量。自开展国际科研合作以来,我国发展出研究生培养的多种新模式,如联合培养研究生、国际化课程开发、合作办学、科研项目合作、短期交

流访学、国际科技讲座等^[6]。

(一) 研究生联合培养

国际合作联合培养是促进研究生创新发展的一种重要形式,也是一种较为稳定的新型人才培养模式^[7]。研究生联合培养一般是与优质国际高校合作,由双方相同研究领域的优秀导师联合,共同培养创新人才。在国际联合培养模式下,一方面由我方指导教师对研究生进行较为本土化的指导与培养,使学生充分了解我国科研发展形势,学习科研方法、建立科学思维。另一方面研究生能够走出国门,了解国际科研动态,获得更多的学习资源和先进的学术指导,学习与国内不同的研究手段、科研思想。学生可以在联合培养的模式中形成自己的科研特色,提升创新能力和综合素质。

目前,我国各所高校结合自身的发展条件和特点,积极与国际知名高校合作,不断探索各具特色的研究生联合培养模式。例如,中南大学材料学科构建了国内国外双导师联合培养模式,校方指导教师与对方教授组成联合指导小组,挑选优秀研究生新生共同确定研究方向,以在国外合作单位和中南大学开展合作研究的形式形成学位论文^[6]。电子科技大学王志明教授团队构建了以课题组为主导的研究生国际联合培养模式,团队先后成功派出近 20 名研究生进行培养,已有 10 余名研究生完成了联合培养^[7]。东北师范大学也非常重视研究生联合培养,为促进学生出境学习交流,学校大力建设多项国际合作交流项目。其中,由国家留学基金委支

持的项目有 9 项,包括“创新型人才国际合作培养”“国家建设高水平大学公派研究生”和“国际组织后备人才培养”等项目。此外,东北师范大学积极推动硕士研究生“双学位留学”项目建设,与美国、英国、法国、新西兰等国家的多所大学签订了学生交流协议,鼓励学生赴境外交流学习。表 1 列举了该项目的合作国家、院校及留学期限。

表 1 东北师范大学境外留学硕士研究生“双学位留学”项目表

国家	院校	留学期限
法国	雷恩商学院	12 至 18 个月
新西兰	梅西大学	12 个月
英国	伯明翰大学	12 个月
英国	思克莱德大学	12 个月
美国	伊利诺伊大学芝加哥分校	12 至 24 个月
日本	冈山大学 O-NECUS 项目	18 至 24 个月

(二) 国际化课程开发

与国外高水平大学合作进行研究生优质课程开发,是打通国际科学知识壁垒的重要方式。物理学科对研究生的培养,需要大力开发学科领域的优质课程资源,紧跟国际化前沿研究动态,与国际高水平大学教授开展合作授课。国际化课程的开发重点是立足科技前沿,将国际领先的知识、技术引入研究生创新人才的培养中。课程开发的形式包括邀请国外相关领域的知名教授来校访问和授课,国内教师团队与国外教师共同设计课程和编写教材,通过智慧教学手段开设线上课程、讲座等。

我国高校依据自身研究生创新培养需求,纷纷开设各具特色的国际化课程。例如西安电子科技大学打造了研究生海内外优秀学者授课计划,引入高质量的教学课程,校内外教师共同组成教学团队,实现优质学习资源共享^[2]。中南大学粉末冶金研究院设立了国际博士生/研究生班,邀请国际知名的材料学教授来校参观访问,并与校内教师一同开设课程^[6]。浙江大学引进海外知名学者开设全英文课程,为培养创新型人才打造了英文“金课”,并且同罗彻斯特大学等国际一流学府合作开设了暑期实验课程^[8]。东北师范大学基于国际胜任力培养项目,开设了“国际化视野提升”线上讲座课程,并将其引入东北师范大学的通识教育选修课。授课团队由中外专家组成,将直播与录播结合、过程评价与结果评价相结合,培养学生的国际胜任力。如今,国际化课程正在走进研究生的日常教育,由特色课程逐渐向常态化发展,是国际合作培养研究生的新模式。

三、创新人才培养与国际科研合作的关系

目前,国际科研合作在国内外高校之间广泛开展,各高校都以积极的态度与国际一流高校交流合作。国家政策也在支持高校培养国际化人才,根据国家教育改革规划和发展战略要求,培养具有国际视野、通晓国际规则、能够参与国际事务的人才已成为高校的重要教育目标^[9]。通过国际科研合作进行创新人才培养是研究生教育发展的必然趋势,厘清二者的内在联系是切实促进我国创新人才培养的关键。

(一) 国际科研合作是研究生创新人才培养的有效途径

当前,我国的科技发展水平与国际前沿科技水平还有一定差距,需要谋求国际合作、学习先进技术手段来促进国家高精尖科技的进步。基于此,做好物理学科研究生创新人才培养也需要国际科研合作的大平台。“创新”是物理学科研究生培养的核心,我们需要与国际高校开展科研合作交流,寻找新的思路,开阔新的视野。国际科研合作就是要在有效利用现有教育资源的基础上,不断开发和利用国际研究生教育资源,从而培养有创新意识、思维敏捷的拔尖人才^[10]。通过分析国际科研合作对研究生培养的作用机制,可以将其对人才培养的促进作用分为三个层面,如图1所示。

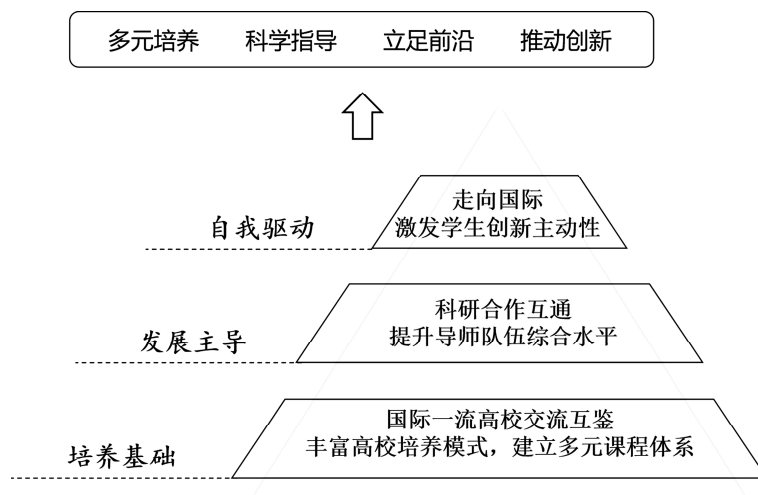


图1 国际科研合作的三层促进作用

具体来说,在高校层面,国际科研合作能为高校的研究生培养模式注入活力。通过开展联合培养、国际化课程开发、研究生访学等国际合作,能够丰富现有的研究生创新培养模式,建立更多元化的培养体系。研究生培养不是闭门造车,而应积极引入国际先进科研技术和培养理念,并内化为自身的特色发展方式。在研究生科研素养和创新能力培养上,向国际化人才靠拢。随着国际科研合作的深入,研究生课程设置能够紧跟国际先进知识,吸纳许多国际优质资源,将课程体系进一步优化,更加适合创新人才培养。同时根据国际合作项目也能制定更多维度、综合性的研究生教育评价指标,激励研究生参与国际科研实践。

从导师队伍角度来看,国际科研合作的开展也加深了高校课题组、导师团队与国外科研团队的合作,有利于为研究生培养打造高水平的导师团队。课题组教师成员通过与合作团队进行短期访问、学术会议交流等活动,能够展开紧密的科研合作。研究团队之间可以探讨研究思路,以迸发更多创新性的研究灵感,激励教师开发高水平科研项目,促进课题组产出优质科研成果。丰富的国际科研合作经历可以进一步提升导师队伍的国际化水平,从而以前沿、科学的思想培养国际化创新人才。

落实到研究生自身的发展,在国际科研合作的实践中,研究生能够立足国际视野,在发展过程中不断接触世界前沿科学,把握先进的科研动态。这有利于研究生激发创新热情,打开科研思路,在更高的起点上取得创新性突破。参与国际科研项目的训练,研究生的科研能力将得到有效锻炼。在国际交流中的见闻也能提升学生的自我驱动力,学生将更加主动地投入科学研究中。随着国际合作的不断开展,我国高校的研究生人才培养已经取得了一定成效。统计数据显示,近几年我国与国外高校合作发表论文达到9 000余篇;多篇以博士生为第一作者的论文在《科学》和《自然》发表;研究生在国际遗传工程机器大赛(iGEM)、国际VELUX建筑学生设计大赛等国际竞赛中多次获奖^[11]。由此可见,通过国际相关研究团队之间的合作培养,研究生更容易取得高质量科研成果,发表高水平文章,也有更多机会在国际科研竞赛中崭露头角。

(二) 国际科研合作促进创新人才培养良性循环

国际科研合作不仅是我国向国际知名高校和研究团队学习的机会,也是世界各一流高校开展合作交流、共同攻克科学技术难题、取得国际科技进步的途径。在国际合作中,我国各高校的优势学科、优势科研团队也在不断吸引国外学者来华开展合作交流。我国高校在与国际知名高校开展高质量合作的过程中,利用国际合作项目和实践交流机会使研究生的国际交流质量不断提升,促进其开展高水平研究,取得突出成果。国际科研合作将带动高校学科发展,这又会促进更高质量国际合作的达成,最终形成如图2所示的良性循环。国际科研合作帮助我国培养了大批具有自主创新能力的高素质人才,又在人才带动下促进了优势学科的发展,从而吸引更多国外团队与我方开展国际合作。三者之间相互促进,将逐渐满足我国对创新人才的需求,推动高新技术蓬勃发展。

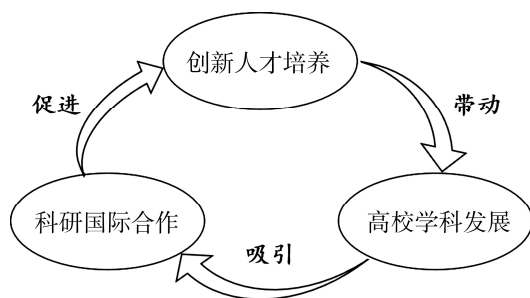


图2 研究生创新人才培养的良性循环

四、项目组在国际合作培养研究生方面的探索

促进研究生创新人才培养的国际科研合作已经在高校中广泛开展,但从实践情况来看,还处于不断探索的阶段。有研究指出,如今高校国际合作的问题在于交流层次不够深入,尤其是研究生的优质国际合作培养还要继续加强^[8]。受国际合作周期和项目经费等的限制,研究生的国际交流时间较短且有机会参与国际联合培养的研究生还比较少。针对以上现状,东北师范大学进行了一些国际合作培养研究生的实践探索,如引入便于学习的云端教育资源,开展教师赴海外访学和研究生国际交流活动等。多种基于国际合作的研究生培养方式探索如图3所示。

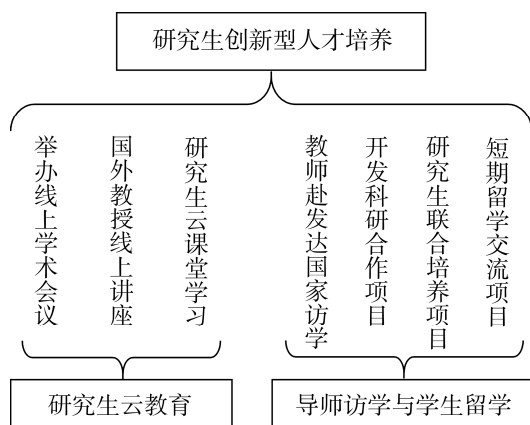


图3 东北师范大学研究生创新培养实践

(一) 利用先进网络平台,探索研究生培养的“云教育”

当前,我国的网络通信技术处于世界领先水平,大数据、云计算、慕课/微课以及互联网平台等先进信息技术快速发展,基于以上技术的智慧教育手段已经在教育领域实现了广泛推广应用^[12]。我们可以把握信息技术优势,将网络智慧教育应用于国际化的研究生创新培养中。开发云课堂、云访学、云

会议等云端教育形式,并形成完善的课程体系,能够改进目前的研究生国际化课堂模式。打造云端课堂更好地利用国际学术资源,使研究生国际交流学习更加方便快捷,促进国际交流的进一步展开。课题团队通过国际合作项目积极与国外知名教授学者开展合作,促成云会议、云讲座等云端交流。有研究学者称,云教育将是今后研究生国际交流的发展趋势之一^[8]。

(二) 课题团队教师成员赴发达国家访学计划

导师团队的科研水平直接关系到研究生的培养效果。新时代,培养创新能力强、科研素养高的国际化人才对指导教师的综合能力提出了更高要求。针对物理学科的特殊性质,物理学科研究生培养要积极与国际前沿科研接轨。因此在国际合作培养研究生的过程中,导师自身也要不断加强国际交流合作,与国际一流高校学者交流教育思想、开展科研合作。在国际合作中,高校教师与国际教师团队之间不应局限于远程的交流或短期论坛研讨,这些形式不利于科研团队之间深入了解,限制了许多长期国际科研合作的开展。对此,东北师范大学课题团队的部分教师赴日本、欧洲发达国家进行访学。访学过程时间较长,教师有更多精力进行实地考察学习。教师在访学过程中能够接触到先进的教育理念和教学方式,学习前沿学术知识和技能。这些交流合作可以给教师提供新的研究思路和方法,也可以丰富教师的专业能力,提高他们的教学和研究水平。访学计划帮助教师建立了国际联系,有助于同国外高校、科研机构达成长期合作的意向。此外,利用国际合作资源,课题团队也将积极与法国、意大利等国家开展博士研究生联合培养工作。

五、结语

研究生教育是高等教育的重要组成部分,也是国家创新人才培养的重要方式。高校要重视对研究生创新人才的培养,在培养模式、考核评价体系 and 师资队伍的建设等方面都要下功夫。在科技全球化背景下,更应该认识到国际合作交流对研究生培养的重要促进作用。在这方面,许多高校也进行了积极的探索,大力促进与研究生教育相关的国际合作项目开展。但需要指出的是,我国的研究生国际化培养比欧美发达国家起步晚,目前的国际科研合作层次还不够高,指导政策不够完善,研究生的国际合作培养成效仍不显著。本文探讨了研究生创新人才培养的主要影响因素,剖析了国际科研合作对人才培养的促进作用。通过持续推进国际化教育改革实践,将有助于培养更多具有国际竞争力的创新型人才,为我国高等教育高质量发展奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗: 在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[M]. 北京: 人民出版社, 2022.
- [2] 姚娇, 魏兵, 郭立新. “双一流”建设背景下物理学基础学科研究生培养模式与机制研究[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(20): 109-112.
- [3] 冯涛, 柳一斌, 万明. 拔尖创新人才培养影响因素与对策: 基于陕西省 2012 年研究生国家奖学金获得者的实证研究[J]. 研究生教育研究, 2014(3): 7-12.
- [4] 毕正宇, 谢菲. “双一流”建设背景下提升高校研究生教育质量面临的困境与破解路径[J]. 学园, 2023, 16(9): 67-71.
- [5] 郑灵程, 圣宗强. 浅谈新时代研究生科研能力的培养: 以物理学科为例[J]. 科技视界, 2021(13): 171-172.
- [6] 周承商, 刘咏. 国际合作模式下研究生创新型人才培养: 中南大学材料学科研究生国际合作培养的实践[J]. 创新与创业教育, 2021, 12(1): 67-71.
- [7] 姬海宁, 余鹏, 童鑫, 等. 基于导师科研团队的研究生国际合作联合培养模式研究[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(2): 57-61.
- [8] 钱礼光, 张小晟, 邢华斌, 等. 加强研究生国际交流与合作的创新与实践: 以浙江大学化工学科为例[J]. 化工高等教育,

2020, 37(4): 15–20.

- [9] 姚宇, 邓斌, 屈科, 等. 水利工程类专业本硕国际联合培养模式探究[J]. 教育现代化, 2020, 7(56): 32–34, 44.
- [10] 王兴华, 周祖鹏. 全球化背景下的研究生培养模式探索与实践[J]. 教育观察, 2021, 10(17): 92–95.
- [11] 沈妍, 齐巍, 贾宏杰, 等. 研究生国际化教育发展行动框架构建的探索与实践[J]. 学位与研究生教育, 2022(7): 28–35.
- [12] 耿长冉, 刘云鹏, 陈飞达, 等. 论基于国际合作项目的高校研究生国际合作培养模式[J]. 智库时代, 2018(48): 107–108.

Research on the relationship between the cultivation of graduates innovative talent in physics and international scientific research cooperation

LI Beng, LI Jin

(School of Physics, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: With the globalization of technological advancement, carrying out international scientific research cooperation has become a new trend in the cultivation of innovative talents among graduate students in colleges and universities. Many universities are actively engaging in cooperation and exchange, hoping to introduce high-quality international educational resources and innovate talent cultivation models. The article analyzes the key factors affecting the cultivation of innovative talents in physics graduate students from three aspects: curriculum system setting, mentor team construction and educational evaluation mechanism. It also summarizes the common modes of international cooperation and exchange for graduate students in universities. Based on this, the article explores the driving effects of international research cooperation in fostering innovative talent development, summarizes the concrete practices implemented by the research team in international scientific collaboration, intending to provide theoretical foundations and practical pathways for China's educational reform initiatives.

Key words: physics discipline; international scientific research cooperation; innovative talent cultivation; graduate education

[编辑: 胡兴华]