

交叉学科培养本科拔尖创新人才的 机制创新与体制变革^{*}

王牧华,袁金茹

(西南大学 教育学部,重庆市 400715)

摘 要:发展交叉学科是确保培养本科拔尖创新人才的关键。交叉学科具有跨学科性、创新性和应用性的特点,有利于拓宽学生知识基础,培养学生的创新精神,锻炼学生的创新实践能力,开发学生的研究创新能力。为充分发挥交叉学科在培养本科拔尖创新人才中的作用,必须对当前高校内部办学体制进行变革:树立“大学科”意识,促进观念转变;设立跨学科研究平台,推动协同创新;优化“学分制”,推动体制改革;培养教师团队,改革管理体制;重置综合课程,优化课程结构。

关键词:交叉学科;本科拔尖创新人才;机制创新;体制变革;协同创新

中图分类号:G640 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9841(2015)02-0066-07

知识融合与学科交叉是当代知识创新发展的重要特征。随着大学科时代的到来,交叉学科成为推动科学技术进步,解决社会发展复杂问题的重要力量,是落实国家创新驱动发展战略、提升国家世界综合竞争力的重要举措,也是目前世界研究型大学培养本科拔尖创新人才的主要趋势和关键措施之一,“沿着学科交叉方向发展下去,它们必然显示出更加旺盛的生命力”。^[1]党的十八大报告强调,要深入实施“科教兴国战略、人才强国战略和创新驱动战略”,同时,《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020年)》提出:“着力培养信念执著、品德优良、知识丰富、本领过硬的高素质专门人才和拔尖创新人才”^[2]。拔尖创新人才的培养是一个长期的过程,而本科生大学四年的学习是一个积累知识,培养创新思维和塑造创新个性的重要阶段,因此本科阶段是培养拔尖创新人才的关键时期。本文将从交叉学科的视角分析我国本科阶段拔尖创新人才培养的问题,探讨交叉学科培养本科拔尖创新人才的机制创新,并提出推动交叉学科具体应用的措施,以期对我国本科教育改革提供借鉴。

一、交叉学科的内涵解读

交叉学科(Interdisciplinary)又称“跨学科”。美国心理学家伍德华兹(R. S. Woodworth)在1926年美国科学研究理事会上首次使用“交叉学科”一词。此后,作为一门新的研究领域和新兴学科,它迅速成为学科研究的重要范畴。

^{*} 收稿日期:2014-09-13

作者简介:王牧华,教育学博士,西南大学教育学部,副教授。

基金项目:重庆市社会科学规划课题“马克思主义生态人学及其教育意蕴研究”(2013YBJY067),项目负责人:王牧华;重庆市高等教育教学改革研究项目2013年度重点课题“本科拔尖创新人才培养体系研究”(132046),项目负责人:王牧华。

学术界对交叉学科的内涵界定可谓仁者见仁、智者见智。布鲁尔(Garry D. Brewer)从交叉学科产生原因和作用的角度阐述交叉学科的内涵,指出交叉学科是“多种专业知识针对实际问题的合理结合”。^[3]钱学森强调交叉学科存在于自然科学和社会科学之间,认为“所谓交叉学科是指自然科学和社会科学相互交叉地带生长出的一系新学科”。^[4]刘仲林认为“交叉学科是两门或者两门以上的学科相互结合、彼此渗透交叉而形成的新学科。”^[5]77

基于上述研究,我们认为:交叉学科是指在自然科学、社会科学、人文科学、数学和哲学等大门类科学内、外部之间,遵循一定规律和知识基础,形成的整体化的知识体系,具有跨学科性、创新性和应用性的特点。

首先,交叉学科的内容具有显著的跨学科性。跨学科性指交叉学科是由两门或两门以上的学科相互融合而形成的。例如横跨自然科学和社会科学,涉及教育学、心理学、脑科学、认知科学、医学、基因科学、计算机科学和人工智能的学习神经科学,就是一门内容体系庞大的综合交叉学科。

其次,交叉学科的形成方法具有明显的创新性。交叉学科的形成并不拘泥于某一形式,它的形成既可发生在一个科学部类内部不同学科门类之间,也可产生于整体科学部类之间;既可是不同学科具有相互关联的内容之间的交叉,也可是不同学科之间理论、方法和思维的互相移植。例如“将化学的方法移植到生命现象的研究中,用化学的方法来研究动植物的组成、演变和发展,后来逐步发展成了‘生物化学’这一门交叉学科”^[5]115,生物化学便是利用学科思想方法移植到实践部门或课题的研究中而形成的一门综合交叉学科。

第三,交叉学科的导向具有较强的应用性。任何学科都不是凭空产生和发展起来的,而是为了适应经济、科技的发展,在解决人类生产与生活问题的过程中逐步形成并发展的。面对人类面临的种种危机,必须融会贯通各个单一学科,发挥交叉学科的优势,系统性、综合性和整体性地寻求问题的解决之道,这既是交叉学科产生的原始动力,又是交叉学科产生的直接使命,同时体现了交叉学科发展的宜人性和应用性。

二、交叉学科在培养本科拔尖创新人才中的机制创新

拔尖创新人才指那些在科学、技术和管理等领域具有宽厚的知识基础、积极的创新精神和主动的创新实践能力,并能在该领域做出巨大贡献的领军人才。对此,有学者指出:“拔尖创新人才,是指具有高尚品德、博专知识、创新能力、具有明确的目标选择、长期的优势积累和突出的创新精神、被社会承认的学术、技术、企业和管理等方面具有国际竞争力的创新精英人才。”^[6]具体而言,拔尖创新人才须具备三方面的素养:(1)宽厚的知识基础;(2)积极的创新精神;(3)创新的实践能力。这三个基本素养相辅相成、缺一不可,其中宽厚的知识基础是核心,是进行创新的基础;积极的创新精神是灵魂,是进行创新的动力;而创新的实践能力是关键,是将知识转化为成果的桥梁。在创新人才培养过程中,交叉学科以其创新的作用机制发挥独特作用,这种机制可以概括为以知识整合、学科交叉培养学生解决复杂问题的能力:“其核心是知识的整合,其过程是各学科的相互作用,其目标是培养学生解决复杂问题的能力”^[7],这一作用机制正是形成拔尖创新人才基本素养的关键步骤。同时“国外一流大学的办学经验证明:交叉学科及专业已经发展成为培养具备综合学科实力的拔尖创新人才的主渠道”^[8],因此,建设交叉学科是培养本科拔尖创新人才的应然选择。

(一)交叉学科是培养本科拔尖创新人才的重要保障:拓宽学生知识基础

宽厚的知识基础是拔尖创新人才的核心素质,是进行创新的基础。没有知识的积累和储备,创新就如同无本之木和无源之水。宽厚的知识基础是指学生所掌握的知识既要涉及社会文化层面,也要涉及自然科学层面;既要包括理论知识,也要包括应用知识;既要涵盖基础知识,也要涵盖前沿知识。换言之,即知识储备的“博、专、新”。而“知识的跨越是交叉学科跨学科特性的一个表现,通

过跨学科的知识结构,可以给予学生更为宽广和厚实的学科知识基础。”^{[9]22}交叉学科能够拓展学生的知识基础,主要有以下三方面原因:

首先,交叉学科的形成特性,即综合性。综合性指交叉学科所涵盖学科的多样性,多样性的学科体系、研究观点、研究思维、研究方法聚焦于同一个主题。以认知科学为例,“作为一门研究人脑和心智的工作原理以及发展机制的交叉性和综合性学科,认知科学涉及心理学、计算机科学、神经科学、语言学、人类学、哲学等诸多学科,是哲学学科交叉、渗透与聚合的产物”^[10]。毋庸置疑,通过对该学科的学习和研究,能够拓展数学、物理学、计算机科学、生物学、心理学和哲学等方面的知识,实现知识储备“博”的要求。

其次,交叉学科研究的深入性。交叉学科研究的深入性并不否定其综合性的特征,在交叉学科内部,深入性和综合性是同时兼有的。同样以认知科学为例,目前,认知科学主要研究领域为认知心理学、认知神经科学、人工智能、哲学、语言学等五个方面,世界各大研究团队选择各自擅长的研究领域,深入钻研,并以其他相关领域为“助手”,方能够取得重大研究成果。对培养本科拔尖创新人才而言,每一个研究领域的深入钻研,都将最有效地促进其知识储备的“专”。

最后,交叉学科发展过程的前沿性。一方面,交叉学科本身产生过程即是一种贴近时代前沿的创新举措;另一方面,交叉学科在持续发展中不断吸收和融合更多的学科优势和特点,从而产生和形成更多的前景无限的生长点与新兴学科。任何一门交叉学科和新兴学科的产生和壮大都以一定累积的时代知识为铺垫,基于对持续“推陈出新”的前沿学科的复合型、交叉型知识的学习,学生将奠定其知识储备的“新”的基础。

(二)交叉学科是培养本科拔尖创新人才的强劲动力:培养学生的创新精神

创新精神是国家和民族不断发展的不竭动力,也是本科拔尖创新人才的必备素质之一。创新精神,指能够主动性地发现问题并创造性地提出解决问题的方案和办法,是主体在创造活动中培养发展起来的,完成创新活动的各种精神因素的总和。主要包括创新意识、创新思维、创新兴趣等。

首先,创造性思维是创新精神的核心。跨学科思维在本质上是一种创造性思维,交叉学科的特点和优势有助于培养学生的创造性思维,“创造性思维是人的创造性得以发挥和创造成果得以形成的决定性因素”^[11]。著名量子力学创始者维尔纳·海森堡(Werner Heisenberg)曾经说过:“人类最富有的成果常常是发生在两种完全不同思维路线的交叉点上”^[12]。交叉学科以一门学科的逻辑思维去审视另一门学科,正是经历兼容并蓄、相互融合并产生创新思维方式的过程,该过程往往会摩擦出创造性的火花。

其次,交叉学科能够唤醒学生创新意识和激发学生创新兴趣。一是交叉学科发展产生大量可供学生选择和研究的实际交叉问题和创新点,能够唤醒学生创新意识。二是与传统学习方法不同,交叉学科学习主要是一种探究性学习,探究性学习不但可以在填补知识厚度的基础上拓展知识宽度,而且能够激发思维活跃度,强化创新意识,维持创新兴趣。

(三)交叉学科是培养本科拔尖创新人才的主要途径:锻炼学生创新实践能力

创新实践能力是培养本科拔尖创新人才的出发点和归宿。交叉学科具有强烈的问题解决意识和鲜明的实践导向,科学上的重大研究发现经常发生在不同学科交叉和相互渗透的过程中,这决定了它在锻炼学生创新实践能力方面的独特功能。

首先,交叉学科具有强烈的问题意识。有专家指出:“学科交叉点往往就是新的科学生长点、新的科学前沿,这里最有可能产生重大的科学突破,使科学发生革命性的变化。同时,交叉科学是综合性、跨学科的产物,因而有利于解决人类面临的重大复杂科学问题、社会问题和全球性问题。”^[13]可见,交叉学科的产生过程,即是一种问题导向的创新实践过程。学生参与交叉学科的研究学习,以及在创新学科基础上的研究实践,就是一种问题导向的创新实践。

其次,交叉学科具有鲜明的实践导向。鲜明的实践导向是交叉学科促进创新实践的原始动力。交叉学科的产生源于实践问题,而又指向实践问题,最终目的是解决实践问题。例如,为更好地解决人类学习效率问题,学习神经科学随即应运而生。“学习神经科学是一个横跨自然科学和社会科学,涉及到教育学、心理学、脑科学、认知科学、医学、遗传学、计算机科学、人工智能等多个学科的综合交叉研究领域。”^[14]学习神经科学一方面完善了学习认知规律和学习神经机制,为人类解决学习困难和实现学习效率最大化提供了可能,另一方面推动了学习神经科学内部学习科学群及学习科学共同体的形成和发展。同时,“‘为学’是一个不断拓宽与深化的过程,它有效地促成了自我的创造性转化”^[15],基于此,只要本科拔尖创新人才培养搭载上“交叉学科”这班急速发展的列车,便能够在锻炼其创新实践能力方面取得重大进展。

(四)交叉学科引领问题教学法:增强学生研究创新能力

交叉学科呼吁教学方式转变,引领问题教学法作为跨学科教学的常见教学模型。问题教学法对外立足社会实际问题,对内面向校园学生,“专注于学生分析问题、有效沟通、解决问题的能力,致力于提升学生掌握知识的质量,培养学生的责任感,锻炼学生的实践能力,最终增进学生的创新能力”^[16]。

任何教学活动都包含“教师教”和“学生学”双重内涵,作为一种实践性强的教学法——问题教学法首先在“教师教”的维度为培养学生研究创新能力提供科学的向导,体现了“好教师”的突出特点:“知识渊博,具备创造性的教学能力,善于激发学生学习热情的能力,具备相关学科领域的创造力”^[17]。优秀教师本身便是一种强有力的教学资源,且能够通过自身创造性的优良品质示范学生,在教学中科学地引导和巧妙地激发学生的创造潜力,展示“名师出高徒”的优势;其次,问题教学法为培养学生创新能力提供模拟实践练习。在“学生学”的层面要求学习方式转变,研究性学习是对应问题教学法的更好的深入式学习方式。“研究性学习是在老师指导下,学生以类似科学研究的方式而进行的一种学习活动”^[18]接收到教师给出的“问题”指令后,学生开始组织搜索与主题相关所有学科知识,发挥想象力和创造性,探索可能性解答方案,通过研究过程积极主动地学习积累新知识、方法和技能;最后,问题教学法倡导的教学文化翻转“师教学受”的传统,旨在解放学生思想,尊重学生乐于发现和进行批判性思考的特点,鼓励学生积极探索、创造、挑战、领导,此为学生创新能力培养提供了良好的空间。

三、交叉学科呼吁本科拔尖创新人才培养过程中的体制变革

当代科学的发展和重大科学技术成就的取得,越来越依赖不同学科之间的交叉和融合,许多有影响的科技成果,都是在学科的交叉点上取得的。但交叉学科的建设和发展,并不能自发转化为创新人才培养的成果。为充分发挥交叉学科对本科拔尖创新人才培养的重要意义,需要在创新人才培养过程中实行体制变革。具体而言,可采取以下措施:

(一)树立“大学科”意识:促进观念转变

随着 20 世纪新一轮的科技革命的到来,人类社会中以高新科技为主导的信息技术、空间技术、生物科学技术、海洋技术等高度综合科技群发展日新月异,且规模庞大,影响深远。而这些技术群的产生无一不是以交叉学科为基础的。实际上,学科之间的界限逐步模糊,学科之间的联系、渗透和交叉不断深化,交叉学科的涌现已成为当代学科发展的最显著的特点。到目前为止,“比较成熟的学科大约有 5550 门,其中交叉学科总数约 2600 门,占全部学科总数的 46.8%”^{[9]2}。对人才培养而言,我们要培养本科拔尖创新人才,就要改革现行的人才培养体制,为发展交叉学科建立根本保障。交叉学科是培养本科拔尖创新人才的时代选择和关键之举。我们必须转变以往单一学科为尊的旧观念,改变在单一学科内的“固步自封”的固习,从而清楚地认识交叉学科对人才培养的重要性

和紧迫性。

首先,制定积极的国家政策加以引领,以确保交叉学科的合理、合法地位。出台发展交叉学科的指导性文件,把发展交叉学科置于战略地位;制定科学的筛选规则,严格选拔从事交叉学科科研的机构和相关人员,并制定详细方案保障交叉学科科研程序的正规化、科学化、有效化。其次,制定鼓励性政策,加速交叉学科建设发展。设立专项基金,作为发展交叉学科的资金保障;提供技术支持和专家顾问,满足学校建设交叉学科的外援需求;制定评价性指标,对优先做出交叉学科教育的本科学校进行奖励等。

(二)设立跨学科研究平台:推动协同创新

协同创新是指“围绕创新目标,多主体、多因素共同协作、相互补充配合协作”的产学研系统创新。教育部、财政部联合颁发的《关于实施高等学校创新能力提升计划的意见》明确指出:“大力推进高等学校与高等学校、科研院所、行业企业、地方政府以及国际社会的深度融合,探索建立适应于不同需求、形式多样的协同创新模式”^[19]。基于交叉学科的实践性特点,应与校内外机构,如相关院系、企业集团、科研部门、社会团体等建立合作伙伴关系,促进高校、科研院所、企业科技教育资源共享,开展交叉学科交流活动,广泛建立交叉学科实验平台,培育跨学科、跨领域的科研与教学相结合的团队,培养具备实践能力和合作精神的新时代本科拔尖创新人才。

作为现代大学的重要组成部分,研究实验平台在交叉学科、科研合作、解决社会复杂问题等方面具有较好的灵活性,有力地促进了社会的前进、一流大学的建设、交叉学科的发展和创新人才的培养。为此,几乎所有的世界著名研究型大学均依托交叉学科,凭借自身学科齐全、基础雄厚的优势,建立了不同种类的交叉学科研究平台。例如美国斯坦福大学以诺贝尔物理奖获得者朱棣文教授为领导成立了生物学交叉学科研究中心(Bio-Center),该研究中心包括122个研究单位,70个研究中心、16个实验室、10个研究所,以及25个其他机构。美国麻省理工学院设有包括跨学科计划、实验室、研究中心、课题组等60多个学科组织^[20]。国内,北京大学于2005年着手成立前沿交叉学科研究院,它的基本任务是组织跨学科的学术交流、开展跨学科的科学研究和培养交叉学科的拔尖创新人才。^[21]北京化工大学提出“学科交叉人才培养计划”,组建交叉学科培养平台——“交叉学科班”,以项目为驱动培养拔尖创新人才^[22]。

(三)优化“学分制”:推动体制改革

长久以来,由于受到传统体制设置的影响,我国大学院系建制的基础是分门别类的学科领域制。单科体制设置所产生的直接后果之一是造成学科壁垒的形成、管理体制的条块分割和学术资源的分裂等,进一步制约和束缚着学科交叉的深入推进,限制资源整合。正如美国卡内基教学促进基金会前主席厄内斯特·博耶(Ernest L·Boyer)所说:“我们最主要的敌人是‘割裂’,在社会中我们失去了文化的内聚力和共性,在大学内部是系科制,严重的职业主义和知识的分科。”^[23]不可否认,在历史上,单一学科曾致力于培养专才,然而随着知识经济的到来,尤其是伴随着“大学科”风暴的袭来,单一学科“独占鳌头”的局面终将被时代抛弃。我们要培养本科拔尖创新人才,就要改革现行的人才培养体制,为发展交叉学科建立根本保障。一是改革“学分制”,打破学科、专业、学院、学校之间的壁垒,为学生跨学科、跨专业学习创造条件。斯坦福大学要求所有本科生在一二学年学习涵盖人文、理科、工科、医学等多个领域的课程,以修满规定的学分为考核标准。哈佛大学在其2004年的课程改革中,同样要求学生“在人文、社会科学、生命科学和物理科学及工程等领域的每门学科都要完成两门课程的学习任务,以保证为那些对人文和社会科学感兴趣的学生提供科学课程,以培养他们对科学和生命科学法则的基本理解以及这些法则在技术创新方面的运用方式”^[24]。目前我国高等院校学分制也在积极改革,规定文科学生必须修满适当学分的理工科类课程;同样,

理科学生必须修满要求的文科课程,以此达到多学科交叉、理工结合、文理渗透的目的。二是在硬性要求学生修满跨学科学分的基础上,允许学生基于自己的兴趣爱好,选修自由度较大的课程,以拓宽学生视野,便于不同学科方法、思维和素材的交融。此外,需大力推广“双学位”、“双文凭”、“主修辅修”等跨学科人才培养体系,实现跨学科人才培养体系多样化。

(四)培养教师团队:改革管理体制

一流的教师和教师团队是培养精英人才的必要保障。首先,改革教师选拔制度,将严格把关制度与破格录用制度齐头并进。鉴于我国大学教师所接受的是单一学科课程教育,难免出现知识面狭窄、创新意识不足的问题,为此在招聘教师时应当严格把关,“不唯学历论、唯职称论、唯海外背景论等”^[25],面向全世界选拔热爱教育事业、勇于探索、与时俱进、具有终身学习精神和能力,兼具交叉学科背景的优秀教师作为师资储备。其次,作为培养本科拔尖创新人才的直接力量,教师自身更要具备源源不断的创新想法和积极主动的创新实践能力。因此,高校尽可能创造条件并鼓励教师辅修第二学位或第三学位;利用自身优势,组织具有不同学科背景的教师开展科研活动和学术交流会;定期选送教师出国交流学习,汲取不同国家、不同专业教师的成功经验等。

(五)重置综合课程:优化课程结构

首先,设置文理渗透、理工结合的综合课程,从课程结构上改变现状,以此开展“厚基础、宽口径、强实践”的拔尖人才培养计划。以“综合性、实践性、创新性”著称的综合课程是以多学科为手段,以复杂的自然或社会因素的综合性问题为研究对象而形成的大型交叉学科课程。美国的综合课程“社会中的化学”便打破了以学科知识为中心编排内容的传统,选择社会问题为中心来组织内容,且各个主题在内容编排上都与现代社会生活紧密结合起来。实际上,由于综合课程对学科专业之间的限制越来越模糊,同时该课程更加贴近社会生活,在实际学习过程中,学生可以不断建构自己宽厚的知识体系。其次,课程内容选择多元化,保证交叉学科的开展。一方面,充分利用和盘活现有资源,集中优质资源重点支持,发挥优势学科和特色学科的汇聚作用。例如,文科发展势头较强的高等院校,合理融合文科之间的各学科交叉,形成一门新的“强强联合”的综合交叉课程。其次,适应时代发展需求,增删课程内容,确保课程内容始终与社会发展前沿齐步。交叉学科的实用性体现在其时刻紧追社会发展,以解决社会问题为己任。因此,对于社会发展的前沿学科和边缘学科,应力争使其发展为一流的交叉学科。以复旦大学为例,“鉴于光通讯、光器件的异军突出,就抽调了光学学科中的部分力量,与计算机、电子工程和通讯工程专业结合起来,组建了以微电子、光科学、信息技术为基础的信息科学与工程学院”^[26],从而扩大课程范围,研究领域也扩大。最后,多种渠道实现交叉课程,从课程实施上落实交叉学科。例如清华大学在其2014年《清华大学关于全面深化教育教学改革的若干意见》中就明确提出要开展交叉学科,并指出:探索多样化的成长路径,提升学生学习的自主性和开放性。探索建立高年级本科荣誉学生的个性化培养制度。^[27]所以除了传统意义上的课程实施外,根据交叉学科的性质特征,应建立多种渠道落实交叉学科:(1)开展学术交流会。定期汇聚各个学院不同专业的教师和学生,设定某一问题进行研讨交流,这是保证师生思维活跃、知识交流的重要措施,也是交叉学科实施的重要步骤。(2)将全球化要素列入培养方案,搭建国际交流平台。积极吸引国际创新力量和资源,举办国际高水平讲座,为学生提供跨文化体验和国际化经验,促进跨文化、跨思维交叉学科的形成和发展。(3)开设网络交叉学科课程,保障交叉课程实施的多元化。

总之,在交叉学科时代,充分发挥交叉学科的人才培养机制,创新交叉学科发展体系,是高校培养本科拔尖创新人才的关键之举,是高等院校跻身世界一流大学行列、国家实施创新驱动发展战略的必经之路。

参考文献：

- [1] 郑晓瑛. 交叉学科的重要性及其发展[J]. 北京大学学报:哲学社会科学版,2007(3):141-147.
- [2] 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)[M]. 北京:中国法制出版社,2010:17.
- [3] Garry, D.Brewer. The Challenges of Interdisciplinary[J]. Policy Sciences, 1999(32):327-337.
- [4] 钱学森. 交叉科学:理论和研究的展望[J]. 机械工程,1985(3):46.
- [5] 刘仲林. 现代交叉科学[M]. 杭州:浙江教育出版社,1998.
- [6] 研究型大学建设与拔尖创新人才培养[DB/OL]. [http://cpc.people.com.cn/\(2011-05-12\)\[2014-02-25\]](http://cpc.people.com.cn/(2011-05-12)[2014-02-25]).
- [7] 王冬梅. 美国高校交叉学科教育研究综述[J]. 比较教育研究,2007(3):38-43.
- [8] 郭国强. 关于交叉学科建设的几点思考[J]. 中国大学教学,2010(10):42-44.
- [9] 孙德林. 交叉学科:人才培养模式多样化理论与实践研究[M]. 北京:经济管理出版社,2012.
- [10] 刘大椿. 中国高校哲学社会科学发展报告:1978—2008[M]. 桂林:广西师范大学出版社,2008:66.
- [11] 朱丹,罗俊龙,朱海雪,等. 科学发明创造思维过程中的原型启发效应[J]. 西南大学学报:社会科学版,2011(5):144-149.
- [12] 刘仲林. 中国交叉科学:第1卷[M]. 北京:科学出版社,2006:2.
- [13] 中国科学院. 学科交叉与交叉学科的意义[EB/OL]. http://www.cas.cn/zt/jzt/wxcbzt/zgkxyyk2005ndyq/lt/200504/t20050405_2667684.shtml, (2005-04-05)[2014-10-22].
- [14] 王亚鹏,董奇. 学习神经学:一门新型的交叉学科[J]. 教育学报,2012(4):42-47.
- [15] 吴子林. 原学:自我创造性转化:孔子之“学”思想抉微[J]. 西南大学学报:社会科学版,2012(2):14-28.
- [16] 罗祖兵. 教育学问题教学:涵义、价值与操作[J]. 高等教育研究,2010(3):71-75.
- [17] (美)巴格托,考夫曼. 培养学生的创造力[M]. 陈菲,周晔哈,李娴,译. 上海:华东师范大学出版社,2013:253.
- [18] 徐学福. “研究性学习”之我见[J]. 课程·教材·教法,2001(6):17-20.
- [19] 教育部 财政部关于实施高等学校创新能力提升计划的意见[EB/OL]. http://www.gov.cn/jrzq/2010-07/29/content_1667143.htm, (2012-03-15)[2014-03-01].
- [20] 胡建雄等. 学科组织创新[M]. 杭州:浙江大学出版社,2001:24.
- [21] 北京大学前沿交叉学科研究院[EB/OL]. http://www.aais.pku.edu.cn/Index_intro.asp[2014-10-22].
- [22] 盖江南,等. 多学科交叉培养拔尖创新人才:北京化工大学启动“学科交叉人才培养计划”[N]. 光明日报,2013(16):1.
- [23] 王英杰. 美国高等教育的发展与改革[M]. 北京:人民教育出版社,2001:95.
- [24] 杨学新. 21世纪初期美国研究型大学的本科课程改革[J]. 河北师范大学学报:教育科学版,2010(3):45-49.
- [25] 周光明,等. 拔尖创新人才培养典型模式和实践反思[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2013(5):150-157.
- [26] 金薇吟. 学科交叉理论与高校交叉学科建设研究[D]. 苏州:苏州大学,2005:42.
- [27] 清华大学新闻网. 清华大学发布关于全面深化教育教学改革的若干意见[EB/OL]. http://news.tsinghua.edu.cn/publish/news/4205/2014/20141017142602293970435/20141017142602293970435_.html, (2014-10-16)[2014-10-22].

责任编辑 曹 莉