

大材料学科研究性学习和创新能力培养的实践与成效

李红英¹, 李周¹, 范晓慧², 刘义伦², 邬力祥²

(1. 中南大学材料科学与工程学院, 湖南长沙, 410083;

2. 中南大学本科招生院, 湖南长沙, 410083)

[摘要] 结合新型工业发展的需要以及中南大学特有的学科特点, 提出了“资源-冶金-材料-应用”的链式大材料学科理念, 营造“心忧天下、敢为人先、乐于探索、勇于创新”的人才成长氛围。以资源共享为出发点, 立足学科群体优势, 建立大材料本科人才成长与科学研究相互促进的人才培养大平台。通过开展以大材料学科为基础的大学生研究性学习和创新能力培养的探索和实践, 创立了“三导—三练—三动”的功能性学习模式, 形成了以大材料学科为基础的大学生研究性学习和创新能力培养的新体系。

[关键词] 研究性学习实践; 创新能力; 人才培养

[中图分类号] G420 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2012)01-0003-04

发展新材料、新产品、新工艺、新技术、新装备, 全面提高技术和装备水平, 全面提高产品质量, 发展名牌战略, 合理利用资源和保护环境的关键是培养和造就一大批现代化的创新创业型人才。中南大学根据社会需求、学科发展、专业布局特色, 结合“大材料学科研究性学习和创新能力培养的研究与实践”国家重点教改项目, 提出“资源-冶金-材料-应用”的链式大材料学科理念和以此为背景的人才培养模式的改革。依托深厚的校园文化积淀营造出一种注重过程、宽容失败、敢为人先、勇于探索的校园文化氛围, 建设了一支促进研究性学习的创新型师资队伍, 形成了与之相适应的研究性学习过程管理机制和鼓励探索实践的保障机制。以资源共享为出发点, 立足学科群体优势, 构筑起一个跨学科的大材料本科人才成长与科学研究相互促进的开放式综合平台, 实施连续一贯的研究思维熏陶, 推进层次递进的科研实践过程, 创建了以“学科文化—创新实践—制度保障”的“三位一体”的立体化实践训练体系, 提出了“三导—三练—三动”的研究性学习模式, 形成了以大学科为基础的大学生研究性学习和创新能力培养新体系, 并进行了实践。通过不断交叉发展和共享建设, 大材料学科群现已建成7门国家精品课程, 6门省级精品课程, 2门国家双语教学示范课程, 1个国家人才培养模式创新实验区, 1个国家级实验教学示范中心, 1

个国家级教学团队, 1个省级实践教学示范中心, 2个国家人才培养特色专业, 1位国家教学名师, 1位省级教学名师, 1个国家教学团队。2005~2010年间, 大学科的本科生公开发表科研论文368篇, 获国家和省级挑战杯大学生课外科技作品和创新创业竞赛9项, “升华杯”创业计划竞赛及科技作品竞赛50项, 数学建模和大学生英语等各种学科竞赛国家国际级44人次, 省级16人次项, 参与申请专利12项。

一、立足共享, 凸显优势, 树立“资源-冶金-材料-应用”的大学科理念

人类社会不断发展, 自然资源不断消耗, 节约资源和保护环境成为社会可持续发展的必然条件, 建设“资源节约型”和“环境友好型”社会是人类社会进步的必然趋势。与资源紧密相关的材料学科应该结合资源、提取、应用来统筹发展, 与相关学科更广泛的交叉融合。发展中的材料学科, 要求的人才应具备深厚的和宽广的知识储备、强大的工程实践与设计 and 创新能力、宽广的国际化视野、强烈的资源观和环保意识、科学的思辨方式, 因此, 需要在更大的学科背景下、开放的学习环境中, 采用科学和个性化的培育模式。

中南大学拥有从资源到制备加工等完整的优势学科体系, 学科内涵关联递进, 经50多年的互相促进、共同发展和融合, 形成了具有中南大学特

[收稿日期] 2011-12-12; **[修回日期]** 2012-01-10

[基金项目] 国家社会科学基金“十一五”规划2009年度教育学课题(AAA090198)

[作者简介] 李红英(1963-), 女, 湖南长沙人, 中南大学教授, 主要研究方向: 有色金属材料。

色的大材料学科群。该学科群拥有5个国家重点学科、4个国家重点(工程、国防)实验室和国家工程研究中心、3个教育部重点实验室(工程中心)、2个国家创新群体,以此为基础,形成了大学生创新创业实训平台。作为首席科学家单位,学科群联合承担了6项“973”重大基础性研究项目,促进了教学与科研的良性互动,打破了教学与科研的条块分割局面,将科研与教学紧密地结合起来,实现科研反哺教学、带动教学的新风气。以大学科为背景,构筑互为交叉的学科基础,建立大的教育与训练平台,通过大师的引导和大项目的支撑,将学习自主权交给学生,以多元多向的交流与互动,培养具有大视野、大思维、探索精神和创新能力的大材料类杰出人才。在大学科理念指导下,以“资源-冶金-材料-应用”为主线,对“矿物加工工程”“有色金属冶金”“材料物理与化学”“材料学”“材料加工工程”等5个国家重点学科进行整体规划、设计,结合课程体系、实践实训、拓展训练、综合素质、非智力因素等,开展多方位的创新人才培养模式的创新与改革,培养视野开阔、基础宽厚、个性鲜明、乐于探索、勇于创新,具有资源节约、环境友好、团队协作意识的大材料创新人才。

二、宽容失败,鼓励探索,营造“敢为人先,勇于创新”的人才成长氛围

大材料学科群拥有8位院士、109位博导、156位教授的强大师资队伍和大量国家及省部级教学、科研成果,对学生有极大的示范作用。实施本科生学业成长导师制,引导学生尽早接触专业信息和了解学科前沿,更好融入学术团队和培养探索精神,帮助学生建立学业规划和选择专业及课程,使学生从入学起就有引导、有指导、有鼓励、有关注,减少盲目性,提高适应性,促进素质养成。近年来,学校积极营造鼓励创新的校园文化,培养学生勇于探索、敢为人先、不怕失败的拼搏精神,为创新创业型人才培养打造坚实的湖湘文化精神基础,发挥学生社区、学生公寓、网络虚拟群体等在校园文化建设中的作用,营造“心忧天下、敢为人先、乐于探索、勇于创新”的学科人文精神,形成极具感染的学科文化魅力和促进研究性学习的人才成长氛围。

树立“参与过程的成长即成果”的理念,开展特色品牌活动,营造敢于钻研勇于探索的学术和创

新氛围,重视实践、实训,强调过程参与,容许失败。通过读书活动、知识竞赛、名家论坛、开放论坛、网上论坛等,利用教学和研究成果展示和交流平台,形成开明、活泼、合理、自由、民主的学术环境。通过院士及大师上讲台,开设学科前沿、尖端技术和科学研究方法等课程和讲座,拓宽学生视野,激发研究兴趣。通过多渠道、多形式的研究和实践活动,引领学生“以探索为乐、以求知为乐,以创新为乐”,培养学生的首创精神与创业素质。

利用第二课堂和社会教育资源,开展主题教育活动,加强德育和素质教育,增强社会责任意识。依托团中央委托学校建设的“中国大学生心理健康教育在线”等10余个网站开展多主题网上交流和教育活动,充分利用高校网络德育系统和德育示范基地开展有效的德育工作。大力扶持和鼓励学术科技创新型社团和兴趣爱好型社团。确立“服务社会、增强责任、全面发展”的主题思想,实施“大学生素质拓展计划”,开展以“三下乡”和“四进社区”为主要形式的多种多样的学生社会实践活动,设立专项经费,建立考核制度,对学生参与社会实践进行量与质的考核。

将体验多种学习经历、感受不同文化氛围作为本科生研究性学习的一种手段。针对材料学科不断与相关学科的渗透与交叉的特点,利用学科门类多、学科性公司多以及国际交往频繁的优势,对学生提出了体验不同学习经历、感受不同文化氛围的要求,采取多种方式和途径,开阔学生的国际化视野、产学研早期结合感受创新氛围、企业公司顶岗历练体验创业过程。通过校际、国际交流、聘请国外教师等多种形式,使学生感受不同文化、领略不同思维特征。三年来,已选派200多名学生赴美国普度大学、英国伯明翰大学、澳大利亚蒙纳士大学、里兹大学、芬兰罗瓦涅米技术学院、挪威科技大学进行学习,每学年邀请国外专家到大材料学科开办讲座超过50次。根据课题情况,鼓励学生到学科性公司实习或勤工俭学,以增强学生在不同研究群体的经历。鼓励学生辅修管理或经济类的课程,鼓励学生通过网络学习国外学校的课程,通过多种方式让学生体验更大范围的学科背景、文化蕴含和教育特点。

三、注重过程,激励创新,建立“认识—探索—创新”的研究性学习体系

研究性学习具有内容的开放性, 过程的自主性, 方式的多元性等特点。中南大学依据自身的特色和培养理念, 以强化探索实践和提高创新能力为目标, 以营造氛围和提供手段为途径, 以个性化培养和团队精神为内涵, 以兴趣驱动和参与体验为基调, 以自主选题和自行实验为核心, 提出了“名家引导、问题引导、课题引导”“思辨训练、探究训练、拓展训练”“兴趣驱动、研讨促动、多元互动”的“三导—三练—三动”研究性学习模式。通过名家引领、课题导入、问题探索和课题解析, 激发本科生学习兴趣 and 探索精神, 以参与科学研究为切入点, 进行思维、认知、分析、辩识能力的训练。在大学科背景中, 进行贯通式的拓展训练, 在实际创新创业环境中, 进行多层次的探究训练。通过自主选择专业、课程、教师和课题, 形成学习的兴趣驱动力, 通过各种类型的学术活动和社团活动, 进行不同主题的研讨, 达到多元互动和学术提升。与此同时, 不断完善“重参与、重过程、重成长”的评价制度, 改变以往重分数、重结果的评价方法, 以实践训练、思维拓展、了解社会和奉献社会为导向, 建立注重过程的学习实践评价体系, 突出“过程完整、时间保证、训练系统”, 强调参与、重视程序、强化过程、淡化结果、激励创新。

以“循序渐进提高基本能力、引导求知激发探索兴趣、成果转化及应用激励实战体验”为出发点, 构筑“层次递进的训练平台、激发兴趣的探索平台、拓展能力的实战平台”三大功能互补的实践平台。利用中南大学大材料学科群的资源优势 and 学科建设的优势, 整合国家和部省级重点实验室资源和学科性公司的资源, 构筑培养学生基本素质的训练平台和进行科研开发和创新创业实战训练的平台, 为学生提供研究、设计、模拟、创造和实训的自由探索空间, 把学生直接置于科研开发—成果转化—企业管理—市场营销的创新创业环境中, 通过“教科产”的有机结合, 使教育与科技活动和社会经济发展的现实需求紧密结合。

利用“训练—探索—实战”贯通式条件保障, 进行“认识—实践—创新”层次递进的训练。发挥大材料学科的综合优势, 建立实训平台全面开放制度, 设立创新基金, 推动教学资源开放共享, 实现实践平台的高效利用。三年来, 大材料学科先后投入 8000 万元用于实验室建设, 以学科群为整体统

筹规划, 将平台按功能划分为相应的功能区, 拥有的 5000 余台套设备均向本科生开放, 保障了研究性学习和探索实践, 每学年约 4000 大材料学科学学生受益于资源的开放共享。大学科群共有的探索平台, 为建立四年不断线的必修实践课程体系和层次递进的基本能力养成实践体系提供了资源保障。低年级采用引导型训练模式, 开设新生课程, 通过研讨式教学使学生了解所从事领域的概念、前沿、进展以及研究方法等, 激发学生的求知欲望。高年级采用研究型训练模式, 邀请行业知名专家开设“企业案例分析”等课程, 综合了解行业的技术发展现状, 结合承担的国家及省部级科研课题进行科研探索和完成毕业论文(设计), 着重训练学生综合运用所学相关知识, 提出问题、分析和解决问题的能力, 实现理论与实践的有机结合, 培养学生创新意识及实践能力。

以“大学科—教学学院—指导教师—实践项目”为主线, 建立大材料学科开展研究性学习的长效机制。一是成立大材料学科创新人才培养领导小组和专家顾问组, 负责建章立制和组织协调, 旨在加强大材料学科群中各学科间的交流与合作, 深化教学改革, 加强平台建设, 提高培养质量等。二是建立大学科开展研究性学习的组织机构, 鼓励跨学科组成团队, 组织跨学科探索研究, 以项目组为研究核心, 各学院成立执行指导小组, 负责指导和实施研究性学习。三是成立大学生创新创业教育中心, 建立大学生创新创业的项目制度, 结合国家和社会在学校设立的项目, 建立国家、企业、学校、学院四级创新创业资助体系, 形成创新实践、创业实践、社会调查、科学研究四种创新创业实践类型。四是开放教师科研课题, 联合大材料学科群各课题组, 设立面向本科生的勤工俭学岗位, 提供更多的参加科研和生产的机。五是利用学科性公司作为学生产学研早期结合的主要载体, 吸纳本科生参与科研活动, 将单一封闭的学校教育置于开放环境之中, 使教学内涵、手段直接与现代生产相匹配, 形成动态的、开放的、与现场同步的创新能力培养的平台。六是通过“双参三联合”, “定单式培养”等方式, 使企业参与学生培养的全过程, 学生提早参加企业的相关研发活动。通过课题组与学生双向选择、学生交叉组队自主立项等措施, 形成了各种参与科研的形式和多样化的研究性学习团队, 实现

科学研究与学生培养的有机结合。

学生可以通过不同的途径参与科研活动。一是学校顶层设计自由探索项目,供学生选择,通过答辩,确定是否立项资助;二是学生提出研究计划,自组研究团队,经学校或学院评审后给予立项资助;三是通过双向选择以助研形式参与老师的课题。三年来,大材料学科提供514项科研课题供学生开放研修,近700名学生获得了“中南大学本科自由探索计划项目”“大学生创新教育行动计划”“大学生创新创业启航行动计划”“米塔尔创新创业奖”立项资助计划的支持,每年约有750名学生通过自愿选择参与科研,300人次学生参与交叉科研课题的研究,C/C复合材料、生物冶金、高性能铝合金、铜合金和镁合金等国家重大项目吸纳了200多名本科生参与研究。

四、和而不同,彰显特色,有效实施大材料学科创新人才培养方案

根据大材料人才观的理念,贯彻“和而不同,彰显特色”的思路,以资源-冶金-材料-应用为学科主线,按照“卓越性、创新性、个性化、国际化”的原则,构建大材料学科的柔性培养方案。新培养方案设置通式教育、学科教育、专业教育和个性培养四类课程平台,压缩总学分的同时将选修课比例提高到35%左右、实践环节学分达到30%以上,设置了8学分以上的课外研学学分。大材料学科内各专业课程对大材料学科的学生100%开放选修,保障大材料学科各专业的交叉融合,促进学生知识、能力、素质协调发展。

以“促进开放选学、交叉学科基础、突出专业特色、贯通素质养成”为目标,构筑融合大材料特色的弹性课程体系。大材料学科低年级各专业的学生有相同的学科基础课,一年级课程全部打通,高年级学生有各具特色的专业课,针对大学科群的发展开设前沿讲座课和专题讲座课、学术研讨等。通过“开放实验、开放课程、开放课题”的三开放促进研究性学习,使学生在开放选学中强化学科基础和深化专业知识,在交叉选修中拓宽视野和养成素质。

在校期间,学生有2次跨大类和大类内选专业的机会,还有3次自主选择教学进程、学习课程和授课老师、毕业出口的专业方向的机会,最大限度把学习的自主权交给学生。鼓励学生在大学科跨专

业选修课程和开展探索实践,修满其他专业10个必修课学分和10个选修课学分可以获得相应专业的辅修证书,修满50个其他专业的学分(包括必修课和选修课)可以获得双学位。为满足学生对学习的更高层次的需求,采取成立教改班小班上课和采取一对一指导的方式,进行因材施教和大信息量教学,加深基础课程和加大选修门类。经1~2年的集中强化基础后,在导师指导下逐步进入相应的研究团队,在学习中探究,在探究中学习,强化其科研能力和创新能力。

通过开展大学科为背景的创新人才研究性学习和创新性能力培养新模式研究与实践,在大材料学科学生中,已经形成了自觉学习、积极探索、大胆创新的研究性学习氛围。在这种氛围的熏陶下,在大材料学科的立体化实践体系的训练中,学生创新思维、实践动手、交流合作等能力不断提高。对本科生全开放的学科群“训练—探索—实战”的立体化实践平台,每年可接受约4000名学生进行不同层次的教学和科研基本能力训练、探索研究和创新创业体验。教授们的科研团队参与指导学生的创新创业活动,每年吸引大量的本科生组成研究性学习团队进行科研探索。大材料学科所有学生通过参与大型综合实验和在教师的指导下完成某个专题的研究,经历“实验方案制定—实验研究—材料制备和检测—数据分析与整理—论文撰写”等全过程实践,得到全方位训练。冶金工程专业0202班的刘芳洋同学,一年级进入理科教改班学习,二年级开始参加科研实践活动,三年级进入到刘业翔院士的科研团队开展研究训练。刘院士亲自为其制定了学习和研究计划,让其参与薄膜太阳能电池材料的开创性工作,进行实验平台的搭建和一系列探索性实验,体验从方案制定、可行性分析、设备选型论证、实验室建设等的独立工作经历。他和老师一起搭建了湖南地区第1套太阳能电池光电性能测试系统,建成一套超高真空溅射与蒸发系统和用于薄膜材料电学性质测量的霍尔效应测试系统,现已发表了6篇高水平的科研论文,参加3项专利的申报。无机非金属材料工程专业0502班周立斌同学和0402班的高冠华同学,从大二开始进入国家973首席科学家邱冠周教授的科研团队中开展研究性学习,参与国家自然科学基金项目的研究,撰写出的英语论文被“Journal of Physical (下转第10页)