

以科技竞赛为兴趣导向培养材料专业本科生创新人才

张 静*, 陈丽群, 冯 杰

(浙江工业大学材料科学与工程学院, 杭州 310014)

摘要:在高校,本科生参与科研项目是促进学校教学与学生科研能力培养有机结合的有效途径,对培养创新人才、提高人才的培养质量具有重要意义。本文针对工科学生创新能力存在的问题,结合近几年学生参加科技竞赛的实践,分析了科技竞赛活动对提高学生创新实践能力的必要性,并对基于科技竞赛为兴趣导向的材料专业本科生创新精神与创新能力培养模式提出了改进措施。

关键词:人才培养; 科技竞赛; 兴趣导向; 创新

引言

高校肩负着培养大学生的创新意识与创新能力的使命与职责,高等教育是国家提高自主创新能力、实施人才强国战略的重要措施^[1]。目前,为了有效增强大学生的创新意识和创新精神,加快培养高校大学生的实践能力和创新能力,各项课外学术科技创新活动吸引了一批又一批的大学生。

世界上的一流大学非常注重本科生参与科研项目,尤其在大学的大学中更为凸显。根据美国 Boyer 委员会发表的《博耶报告三年后》,美国所有的研究型大学都能为本科生在学习的过程中提供与高级研究人员一起工作的科研机会或创新活动,不过在不同的院校之间,学生参与度有所区别,其中大约 16% 的大学走在前列,本科生参与科研的比例占 75% 以上;26% 的大学生中本科学生的参与程度在 50% 左右^[2]。

在中国,本科生的科研能力培养起步较晚,也未引起足够的重视。虽然从 2007 年开始,中国教育部开始在全国高校范围内开展了本科生科研训练等相关计划,但至今为止,还尚未形成相关配套的组织与制度,同时也缺乏系统的整体规划。另外,大学生的创新能力和科研素质水平也一度受到人们的质疑。例如长江大学谭俊华等^[3]曾对大学生走向就业岗位后的创新能力评价进行调查,结果显示,有 68% 的大学生被用人单位认为创新能力“一般”或者“较差”,只有 9% 的单位和高校任课教师认为,大学生的创新能力表现为“优”。

因此,培养适应经济建设和社会发展的有潜力的、有作为的创新性人才,积极开展人才培养模式改革十分迫切。

大学生科技竞赛(以下简称科技竞赛)是推动大学生从事科技创新活动的重要途径,也是培养大学生的科技创新能力的重要手段。通过科技竞赛的方式,将学校教学与本科生科研能力的培养有机结合,对于培养创新人才、提高人才的培养质量具有重要意义。一方面,各类丰富的科技竞赛活动,能吸引学生根据兴趣与同学合作,在指导教师的帮助下完成选题、分析、设计、立项、执行以及论文撰写,这一系列竞赛开展的过程有利于培养学生的发散思维、独立意识、科技创性意识和创性能力。另外,在活动的过程中会不断的出现问题,要想解决问题,必须不断丰富自己的知识面,有利于促进课内专业知识的学习;在挫折的打击和探索的迷茫中,可以磨练意志,提升抗压的心理素质。再者,科技竞赛通常是小组模式,通过团

10.14028/j.cnki.1003-3726.2019.09.011

收稿:2018-08-27;修回:2018-09-19;

基金项目:以科技竞赛为兴趣导向的材料专业本科生创新人才的培养研究(JG201609);

作者简介:张静(1986-),女,博士,副教授,主要从事高分子材料的教学及研究工作;

* 通讯联系人, E-mail: zhangjing@zjut.edu.cn.

队合作有助于培养大学生的团队合作意识,提高沟通能力、协作能力。

针对目前工科学生创新能力存在的问题,结合近几年学生参加科技竞赛的实践以及科技竞赛活动对提高学生创新实践能力的必要性,本文对基于科技竞赛为兴趣导向的材料专业本科生创新精神与创新能力培养模式提出了改进措施。

1 目前教学现状及存在的主要问题

结合目前本校的实际情况来看,为了促进本科生创新人才的培养,激发并加强学生专业兴趣、提高科研热情,我校推出了许多面向学生、特别是针对本科生的科学研究项目^[4,5],如“大学生创新创业计划”、“挑战杯”、“运河杯”等科研竞赛项目,但实施效果并不是十分理想。主要存在以下几点问题:科研竞赛项目与人才培养模式脱节;导师在本科低年级学生科研指导中作用尚不明确;科研资源的利用率低。

1.1 科研竞赛项目与人才培养模式脱节

在1998年,关于人才培养模式的概念,教育行政部门首次对其内涵做出直接表述:“人才培养模式是学校为学生构建的知识、能力、素质结构,以及实现这种结构的方式,它从根本上规定了人才特征并集中地体现了教育思想和教育观念”^[6]。龚怡祖教授认为:“人才培养模式是在一定教育思想教育理论的指导下,为实现人才培养目标而采取的某种标准构造样式和运行方式”^[7]。实际上,人才培养模式是一个诸多要素组成的复合体,其中涉及到了培养目标、专业设置、课程体系、教育评价等多个要素及制定目标、培养过程实施、评价、改进培养等多个环节。

在本校,对于材料专业的本科生,我们开设了材料科学基础、高分子材料学、现代材料测试技术、聚合物助剂及配方、专业英语与文献检索、高分子科学实验等专业课程,但结合针对本科生开设的一系列科研竞赛项目,发现其与我校的人才培养模式脱节,两者不能很好的互相促进。

具体在于,当前的本科生培养计划中专业课程滞后于科研项目。在本校的专业设置中,大一、大二的课程基本为公共基础课,只有到了大三,同学们才开始接触专业基础课和专业课。这种情况下,对于参与了科研项目的低年级本科生而言,他们还没有多少专业基础知识,又何谈提出符合课题的创新性想法、可行方案。大多是指导老师包办、代劳或不了了之,即使在教师的指导下也很难在短时间内独立完成创新性试验研究,时间一久反而会打击学生对科研的积极性。

有一项心理学研究表明,只有符合了学生的知识结构、学习风格、学习兴趣,教学才能对学生起到积极的作用,学生才能够在已有的知识结构上继续建构自己的心理图式^[8]。专业课程滞后于科研项目的现象导致许多科研项目的针对对象,对科研本身没有概念,空有参加比赛的热情,而对竞赛项目的选题、立项以及自己的参赛思路、努力方向,完全没有自己的想法,指导教师无从下手,起不到促进、提高科研的真正作用。

1.2 导师在本科低年级学生科研指导中作用尚不明确

近年来,国内各高校都在探索研究生教育以外的高等教育也能建立一种新型的教育教学制度——导师制,以更好地适应素质教育的要求和人才培养目标的转变^[9]。本科生科研导师制,是指让专业导师带领本科生搞科研,全方位培养学生的能力,包括学习能力、创新实践能力、适应社会的能力^[10]。导师制最大特点是师生关系密切,在师生之间建立了一种“导学”关系,针对学生的个性差异,因材施教,指导学生的思想、学习与生活。

目前本校虽然已经实行了导师制,学生本科二年级完成与导师的双向选择。但是,导师更重视高年级、特别是大学四年级学生的毕业设计,而对于本科低年级学生的科研指导不够重视。选择导师后,部分学生会比较积极的与导师沟通,希望早日进实验室学习,但多数导师不会亲自指导本科生,往往是给低年级本科生布置一个小的课题,然后交由课题组内的研究生代为指导。也有部分学生在选择完导师之后与导师的互动频次几乎为零,直到大四毕业设计的开始,才开始与导师有所来往,使得导师在学生的整个科

研训练中的作用得不到很好发挥,导师制形同虚设。

例如,本专业往年曾有大二的本科生非常积极的要求进入实验室学习,作为导师十分欢迎,并为其布置了关于“铜纳米簇的合成”的小课题。在此之前,该本科生没有接受过任何关于科研方面的训练,不会查阅文献、不理解材料的结构与性能之间的关系、不了解材料的表征手段。完全由导师或研究生直接发送相关文献给该本科生,该生拿到文献后并不懂得如何参考这些文献来制定方案,最后还是由导师确定方案要求学生按指定方案进行实验。由于专业知识缺乏、操作能力弱、训练机会少,实验几乎由研究生完成;得到实验结果后该本科生也不懂如何分析,一知半解的跟着研究生做了各种测试。从上述的实例中可以看出,导师在整个过程中对于学生的指导作用不强,学生的学习能力、创新实践能力也没得到明显的提升,导师制完全没有发挥它应有的作用。

1.3 科研资源的利用率低

学院、学科的科研平台资源没有得到充分的利用。

一方面,大多数资源不对本科生开放,忽视本科生科学研究与创造潜能的入门教育与培养,令本科生对自己的科研内容不能熟悉地运用仪器设备进行测试、分析、检验。例如:在本学院的实验仪器测试中心,本科生不具备预约仪器的权限,包括极常用的仪器,如:傅里叶变换红外光谱仪、分光光度计、接触角测量仪等;倘若通过研究生预约了测试仪器,也只允许在旁学习,不允许上机操作。

另一方面,在实验教学中,由于学生多、实验设备少,上机往往需要分组、分批;还有一些大型仪器造价昂贵,操作复杂,在实验教学设置中为演示实验,学生没有动手操作的机会,这使学生的感性认识很差,应用能力无法提高。

2 本科生创新人才的培养模式——以科技竞赛为兴趣导向

现阶段,我校、浙江省甚至全国的大学生的竞赛项目逐步增加,如“浙江省大学生科技创新活动计划(新苗人才计划)”、“挑战杯”、“运河杯”等科研竞赛项目。无论哪种科技竞赛,它们都强调创新在竞赛中的运用,强调学生在作品中采用新方法、新思路或者新技术。因此,要求学生在科技竞赛的准备阶段,能综合运用所学知识,发挥创新思维,以便在竞赛过程中不断地进行创新设计,从而激发并加强学生专业兴趣,培养创新意识。

学生若是根据自己的兴趣选择参加科技竞赛,势必抱着极大的激情与动力,这可以有效地促进学生的自主学习能力。由于科技竞赛具有一定的深度和广度,为了探索实际设计过程中遇到的各种新问题,学生必须在完成教学大纲规定的学习内容外,通过自主学习完善知识结构,及时查阅资料,自学补救所欠缺知识,解决出现的难题。学以致用学习方式能够激励学生产生自主学习专业知识的动力。因此,以科技竞赛为兴趣导向能够提高学生综合素质,激发学生的学习热情,为培养学生创新能力提供帮助。

2.1 以科技竞赛为兴趣导向培养本科生创新人才的计划

开展多元化的创新培养形式。开设一些与科研、专业相关的选修课或兴趣班,将科技竞赛训练与实验教学、毕业环节有机结合。结合现有的重中之重学科的科研平台资源对实验教学项目进行改革;以国家、浙江省及学校的各项科技竞赛为基础,针对竞赛内容,提供相应的指导培训服务;将科技竞赛的内容作为学生毕业环节的研究课题,进行更深入、更透彻的科研训练。

建设科技竞赛项目与活动平台,对学生开放。学校和学院提供良好的教学及实践环境,学院各基层学术组织、教师科研实验室、实验中心场地和设备对本科生全面开放。结合“新苗人才计划”,“运河杯”等学生课外科技竞赛、材料知识竞赛以及自设开放性实验向学生开放,让更多的学生参与进来。

2.2 以科技竞赛为兴趣导向培养本科生创新人才的措施

改革措施根据学科的建设以及本科生的培养进度进行,贯穿在整个培养计划中,具体措施如下:

(1)科研实践类课程群建设:

针对低年级本科生缺乏专业基础知识的普遍现象,开设可以提供基础专业知识以及实践机会的科研实践类课程。例如本学院开设了针对大一本科学生的选修课《材料领域的前沿系列讲座》、《专业导论》、《高分子的昨天、今天与明天》以及《综合实验》等基础实验课。科研实践类课程群是本科生创新人才的培养模式改革实践的重点领域,因此要进行一体化、多层次的改革,形成教学新体系。

另外,本院开设了至真讲坛与至真论坛,定期聘请材料领域的专家和知名教授来校进行讲座,介绍该领域的研究背景、前沿技术、最新进展等,激发学生的科研激情,培养学生的科研意识。例如,邀请了江雷院士浅谈生活中不可或缺的超浸润界面材料。江院士的报告由浅及深,从自然界中具有微纳结构的超疏水表面的荷叶效应引出可以仿生构建超疏水表面的各类材料。再由超浸润材料其独特的润湿性能对该材料在在日常生活中的自清洁、防腐蚀等方面的重要应用做了详细的介绍。最后,对不断发展的超浸润体系逐渐开辟的大量新的领域做了知识衍生,包括:防覆冰、防雾、细胞捕获、防生物污垢、油/水分离、绿色打印传感以及能源转化等。

材料的四大要素包括材料成分与结构、材料合成与制备、材料性能、材料应用。从本科生培养方案制定入手,在学生还未接触具体的专业课程之前,开设材料基础的选修课。在教学内容上体现以“减少数量、注重质量、难易配合、提高兴趣”为原则,目的在于使学生对材料有一定的专业认识,为后期的科研奠定良好的基础。

作为一名材料专业的学生,必须具备一定的实验技能。在大三的各科专业实验课开设之前,对学生进行基础的实验训练。通过自选性实验引导对材料感兴趣的学生进入实验室,重点培养学生的科研兴趣和基础实验技能。在此阶段,每一位指导老师负责3~5位学生,在实验过程中根据每个学生的优缺点对其进行有针对性的训练。另外,指导教师在设计实验时,除了考虑到学生的实验基础操作训练,还需对实验本身进行反复推敲、试验和改进,确定一套有利于培养学生科研思维方式和探索创新性实验的教学内容。

(2) 优化导师制的培养模式:

从以往的导师主要负责指导本科生毕业设计的导师制,改革为全程导师制。在大二学生专业分流、导师双向选择完成之后,即开始对学生有目的地进行科研训练。对低年级的学生积极地指导课程学习和科研兴趣活动,让学生接触到科研实践的时间从大学四年级提早到大学二年级,有充分的时间进行科研训练,同时与学校的各类科研活动相互配合,避免脱节现象的出现。

另外,导师以科技竞赛的内容为导向,激励学生发挥创新精神,争取在科研项目中的主动权,主动发现问题、探索问题、解决问题。并最终以学生近2~3年的科研内容为基础完成毕业设计环节,在毕业设计环节形成以学生为主体、导师为辅助的模式。目前本专业已有多届本科生团队在大二导师选择结束后开始进入实验室学习、实践。在导师的带领下,利用课余时间在实验室学习,掌握了基本的实验操作和多种测试、表征手段;且每周定期参加课题组的组会,进行文献汇报和实验汇报,提高了查阅文献、收集资料、总结归纳的能力以及PPT讲演能力。在此培养模式下,他们发现问题、提出问题、解决问题方面的能力得到提高。

例如,2017届的孟阳升等同学在理解了超疏水表面的概念后,针对下雨天因雨伞滴水导致室内地面湿滑的问题,提出了雨伞永不沾水的想法。在导师的指导下,在科技竞赛的平台上,以“永不沾水的雨伞”为课题申报了“浙江工业大学第八届新材料应用创新大赛”。在课题开展前,几个同学分工,进行了大量的文献查阅和市场调研,发现市场上的雨伞要做到超疏水的效果一般有以下两种途径:1.将疏水涂料以喷雾方式喷涂在伞面上达到防水效果;2.采用超高密度的纤维材料使水分无法穿透。而市场上大量的防水喷雾主要为油性漆,以香蕉水、天拿水作为稀释剂,含有大量的苯、二甲苯等有害致癌物质;超高密度的纤维材料也会导致雨伞成本的上升,同时也并不能做到完全疏水。

在自主学习了超疏水表面的相关知识后,在导师的帮助下,他们最终确定的方案是以模板法来制备超疏水PE薄膜^[11~12]。通过可控蚀刻工艺,制备表面具有适当粗糙度的金属硬模板,并通过热压微模塑

一拉伸工艺,制备具有超疏水表面的 PE 薄膜。该方案的创新处在于:通过改变聚乙烯(PE)的流延钢辊的表面结构,利用揭起 PE 膜时的粘连,在 PE 膜表面形成微纳米的毛刺结构,直接制备超疏水 PE 薄膜,用于透明塑料雨伞的生产,无需添加其他物质,既经济又环保。在导师的指导下,他们获得了具有“荷叶效应”的超疏水的雨伞,因为具有不沾水且长效耐水的功能,收伞时对着没人的地方甩几下,基本就干了,再也不需要专门腾出空间放置雨伞,也不会对雨天人们的出行造成困扰。因其良好的效果,他们成功结题,并获得了校级一等奖。在此基础上,他们以“永不沾水的雨伞”为题参加了“第四届中国大学生高分子材料创新创业大赛”,另外,以“自清洁超疏水涂膜的研究”为题申报了“2016 新苗人才计划”,都取得了不错的成绩。

2019 届的何君婷等同学申报了“晶通杯”大学生新材料创新创意设计大赛。大赛的参赛要求是:参赛者以我国汽车行业为背景进行汽车制造相关产业的创新型设计,可以是节能环保材料在汽车制造中的应用,也可以是以废旧汽车及零部件为基础的废弃物再利用,设计一套技术流程,从而达到可持续循环,节能环保、变废为宝的目的。导师带领他们走访了相关的汽车制造企业学习,他们发现汽车内外饰塑料产品通常需要采取油漆喷漆处理,而喷漆过程不仅会释放出有害气体^[13],复杂的喷漆过程还会增加零件成本,而且汽车回收时需要消耗大量人力物力除去涂层。结合该实际情况,他们提出是否可以设计出一种汽车用免喷涂、可循环使用、具有金属光泽的塑料件专用料的想法。导师对此想法给予肯定,建议同学们基于传统免喷涂塑料所存在的问题,从提高金属粉末与树脂的相容性、避免熔接痕并保持塑料金属光泽度等方向入手。该团队的同学通过大量的资料收集、预实验,再结合所学的专业知识,利用铝粉颜料具有很好的反射可见光、紫外光的能力,以及多层平行排列且金属光泽高等特点,通过对铝粉的表面改性^[14],在共混挤出过程中,直接在塑料树脂中添加改性后的铝粉制造出免喷涂、可循环使用、具有金属光泽的塑料件,获得了“晶通杯”大学生新材料创新创意设计大赛的二等奖。

(3)搭建科研训练平台,培养学生的创新能力:

以国家、省部、学校、学院不同的科技竞赛(如“新苗人才计划”、“挑战杯”、“运河杯”等)为主要载体,整合学生的各类科研实践活动,对参赛学生开放实验资源,形成科研训练平台。充分利用这些项目对各年级学生的激励、引导作用,鼓励大学低年级学生申报科技竞赛项目,使学生在科技竞赛的准备过程中与所学的专业知识学习有机结合,做到学以致用,并且基于实际科研中的问题更有针对性、更有效率的学习。

在科研训练平台上,学生需进行系统的科研训练,包括文献检索培训、常用仪器的操作培训、材料表征手段的学习、归纳总结、想法凝练的能力培训等。另外,每位申报竞赛的同学均需自己撰写项目申请书,严禁他人代笔。通过这样的训练来提高学生的撰写能力。目前本专业已有多届本科生团队在老师的指导下通过自主资料收集、选题、撰写申请书申报了“新苗人才计划”,“晶通杯”等科研竞赛项目并立项、获奖。例如金露露等同学的“锌掺杂介孔硅制备生物降解的纳米药物载体”、莫佳颖等同学的“抗结冰超疏水隔热车用膜”等。

以“锌掺杂介孔硅制备生物降解的纳米药物载体”的课题为例。最初,导师提到了介孔硅纳米药物载体不易生物降解,学生就想能否通过对介孔硅加以修饰或改变制备方法获得可降解的介孔硅。经过大量的文献查阅,确定了金属掺杂后的介孔硅有望被生物降解^[15~17]。在导师的指导下,申报了“大学生创新创业训练计划”,最终确定了“锌掺杂介孔硅制备生物降解的纳米药物载体”的项目。在项目的开展过程中,所有的原料采购、产品制备、性能检测及分析全由团队成员自行完成。在整个实验过程中遇到了各种新问题,导师会给予一定的指导,更多的是给点提示,使学生通过自主学习去完善知识结构,及时查阅资料,自学补救所欠缺知识,解决出现的难题。通过这种方式,提高了学生自主学习知识的能力,激发了学生的学习热情,为培养学生创新能力提供帮助。

3 结语

通过以科技竞赛为兴趣导向的材料专业本科生创新人才的培养研究,近三年来,笔者带领材料专业的多届本科生参加了“浙江省大学生科技创新活动计划(新苗人才计划)”、“挑战杯”、“运河杯”、“晶通杯”等科技竞赛,荣获了各类奖项。在此过程中,以科技项目为契机,以教师为主导,以学生为主体,发挥学生的自主性,切实提高了学生科技创新能力。这些科技竞赛活动有效弥补了课堂教学环节存在的不足,极大地提高了学生的综合素质,开创了一条培养应用型本科院校大学生科技创新能力的新途径。

参考文献:

- [1] 陈祥迎, 蒋英, 邱治国, 朱燕舞. 教育教学论坛, 2018, 13:201~202.
- [2] 伍红林. 比较教育研究, 2005, 26(3):71~75.
- [3] 谭俊华, 龚娅. 合作经济与科技, 2013, 12: 97~98.
- [4] 刘长宏, 李晓辉, 李刚, 岳庆荣, 任永功. 实验室研究与探索, 2014, 5:163~166.
- [5] 王佃冰. 大学教育, 2013, 23:159~160.
- [6] 叶山岭. 中国高等教育, 2010, 8:55~56.
- [7] 施蕾. 长江丛刊, 2018, 4:183~184.
- [8] 程宏宇, 顾建民, 管淑一. 应用心理学, 2013, 19(3):239~247.
- [9] 陈敏, 刘青. 教育教学论坛, 2017, 51:77~78.
- [10] 杜平凡. 教育教学论坛, 2017, 15:19~21.
- [11] 钟明强, 郑建勇, 冯杰. 高等学校化学学报, 2010, 12:2511~2517.
- [12] Feng J, Lin F, Zhong M Q. Macromol Mater Eng, 2010, 9:859~864.
- [13] 李宁. 中国高新技术企业, 2016, 20:84~85.
- [14] Wu Q D, Wang H, Wang P. Adv Ceram, 2000, 4:18~21.
- [15] Hao X, Hu X, Zhang C, Chen S, Li Z, Yang X, Liu H, Jia G, Liu D, Ge K, Liang X J, Zhang J. ACS Nano, 2015, 10:9614~9625.
- [16] Yu L, Chen Y, Wu M, Cai X, Yao H, Zhang L, Chen H, Shi J. J Am Chem Soc, 2016, 31:9881~9894.
- [17] Pohaku M K, Liberman A, Kummel A C, Trogler W C. J Am Chem Soc, 2012, 34:13997~14003.

Interest-oriented Cultivation of Innovative Talents of Undergraduate Majoring in Materials Science Based on the Science and Technology Competition

ZHANG Jing* , CHEN Li-qun, FENG Jie

(College of Materials Science & Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: In colleges and universities, encouraging undergraduate students to participate in scientific research projects is an effective way to promote the organic combination of school teaching and student scientific research ability training. Moreover, it is of great significance for cultivating innovative talents and improving the quality of talent training. This thesis aims at lacking innovation existed in students majoring in engineering, and combining with the practice of students participating in science and technology competitions in recent years. Furthermore, this paper analyzes the need of science and technology competition activities which improve students' ability of innovation and practice, proposes some effective measures for the innovation spirit and innovation ability training mode of undergraduates majoring in materials based on science and technology competition with interest-oriented.

Key words: Talents cultivating; Science and technology competition; Interest-oriented; Innovation