

文章编号: 2095-1663(2016)03-0058-05

协同攀高峰 创新育英才

——南京大学“微结构国家实验室实验班”的探索和实践

周 安^a, 杭祝洪^b

(南京大学 a. 物理学院; b. 研究生工作部, 江苏 南京 210093)

摘 要: 创新人才培养是科技创新、产业升级的重要基石,也是研究型大学的核心功能。本文总结了国内创新人才培养模式的改革实践,指出新时期国内外博士生培养的困难和挑战。同时,结合南京大学所采取的南京微结构国家实验室培养模式,从构建本科-博士连读培养模式、贯通本科和研究生的学科教学计划、培养学生的综合创新能力这几个角度,深入探讨培养过程中“国家实验室协同创新平台-院系-导师-学生”的四元互动关系,以期利用多方面的资源培养出基础扎实、高层次的研究型创新人才。

关键词: 南京大学; 国家实验室实验班; 创新人才培养

中图分类号: G643

文献标识码: A

科技创新是社会生产力发展的源泉,而创新人才的培育是研究型大学的核心功能。^[1]教育部《关于深化研究生教育的意见》中提出“研究生教育是培养高层次人才的主要途径,是国家创新体系的重要组成部分”。改革开放以来,我国研究生教育取得了重大成就,基本实现了立足国内培养高层次人才的战略目标。但总体上看,研究生教育还不能完全适应经济社会发展的多样化需求,培养质量与国际先进水平相比还有较大差距。

在创新人才的培育过程中,博士研究生的培养是至为关键的。经历了本科和硕士阶段的知识积累和基础研究方法的训练,再加上此时旺盛的个人学习热情和开拓精神,博士生群体成为当前各类创新活动的生力军,掌握着众多第一线的核心技术和实践经验,是“大众创业,万众创新”的重要人才支撑点。据不完全统计,自1983年我国授予首批18个博士学位以来,截止到2014年,累计授予博士学位已超过30万人。^[2]博士学位获得者数量的大幅提

升,不仅标志着我国创新能力和学术水准的提升,还产生了一系列高水平的科研创新成果。但与此同时,博士生的培养也面临着许多亟待解决的问题:

首先,博士生的成材率不高,质量不能满足社会发展的需要。根据《中国博士发展状况》^[3]的调查,11.6%的博士生认为自己不能满足社会需求。学术氛围、导师指导、学科水平被认为是影响博士培养质量的三大主要因素。

其次,博士生流失率较高,越来越多的博士生终止学业或从事创新研究之外的工作。在研究生入学时,学生往往具有一定的盲目性,部分学生对博士研究生学习的方式、性质和学校预期的要求并不知晓。随着知识的激增,毕业要求的逐年提高以及修业时间的延长,博士研究生求学的积极性逐渐降低,搁置博士学业、甚至终止学业者越来越多,导致博士研究生流失率逐年增高。同时,在博士生的培养过程中,往往需要调动大量的教育资源促使学生在某一范围狭小的专业领域达到高水平,因此博士研究生的大

收稿日期: 2016-02-29

作者简介: 周安(1981-),男,江苏淮安人,南京大学物理学院讲师,博士。

杭祝洪(1969-),男,江苏兴化人,南京大学研究生工作部部长,教授。

基金项目: 南京微结构国家实验室“2011协同创新中心”项目支持(项目编号: 101114901000)

量流失就意味着教育资源的巨大浪费。即便在美国等高等教育发达的国家,居高不下的博士生流失率也成为困扰教育界一大难题。^[4]

再次,创新人才理念存在局限,导致对创新人才的误解和实践上的偏颇。

“创新”是一种寓于科学理论、科学实验、科技应用之中的思维方式,而现阶段对于“创新”的理解却常常存在偏颇:如把创新人才与理论型人才、应用型人才、技艺型人才对立起来;或认为培养创新人才就是要使学生具有动手能力,而把创新能力与知识对立起来;或认为培养创新人才就是为学生开设几门“创造学”“创造方法”课程,而把所谓的创新素质与人的全面发展,特别是个性发展对立起来。

因此,对于创新人才培养而言,改善博士生培养方法、提高博士生的成材率就显得至关重要。

一、创新人才培养的改革现状

近十年来,为了健全创新人才培养体系,形成有利于创新人才成长的个性化培养环境,提高创新人才的培养质量,国内部分高校已经开始积极探索创新人才培养模式改革。2009年上海交通大学在人才培养模式上大胆创新,设立“理科班”以培养未来科学精英。同年,中国科技大学创办了“科技英才班”,旨在探索拔尖人才培养模式,该校“华罗庚数学科技英才班”“严济慈物理科技英才班”等相继创立,涉及基础科学、战略高技术等多个领域和新兴交叉学科,基本覆盖了中国科技大学的核心学科。创新人才培养的改革着力于从本科阶段提高学生的创新能力,增强人才培养的目的性,缩短培养周期,并在课程设置上做到连贯且不重复,为学生打好扎实的学科基础,提前进行专业知识学习,为其独立开展科研工作提供更大的帮助。

(一)学制改革

在学制设立上,根据教育部早期的相关规定,我国学术型硕士、博士都需要修读三年时间。但近年来,为适应国际趋势的发展和社会对高层次人才的不同需求,逐渐将原来硕士三年、博士三年的单一培养模式改为弹性学制:硕士研究生的学习时间可以是两年、两年半、三年甚至更长;博士研究生如达到毕业要求,可以申请提前毕业;而对于大多数博士生而言,三年的基本学习时间通常是不够的,2004年以来北京大学、中国人民大学等高校相继出台政策,将博士生学习基本学制从三年延长至四年,还可以

视个人情况选择延长学习时间。除此之外,各校还有硕博连读、本硕连读、直博生等入学方式,其年限更灵活,使得学制的设置更加多样,更富有弹性。

(二)“本—硕—博”一体化培养

在医学类“本—硕—博”一体化人才培养经验的基础上,哈尔滨工业大学、北京理工大学、四川大学、吉林大学等高校都相继推出了涵盖多个强势学科的“本—硕—博”连读模式。这种新型培养模式为优秀学生的成长提供了良好的平台和机会,既符合现代社会对高知识层次和高科学研究连续性人才的要求,又有利于学校人才的培养和办学质量的提高;缩短了部分学习能力较强的学生获取博士学位的周期,保证了科学研究的连续性;另外,连续的培养时间尤其有利于交叉学科和跨学科培养博士生,为实施研究生教育创新计划提供了可能,也为联合培养博士生、博士生国内外访学制度的实施提供了保障。

(三)国际交流及联合培养

虽然自改革开放以来,我国的高等教育质量已经取得了长足的进步,但美国、日本、德国、英国等国家的高等教育仍有很多优点值得我们借鉴,直接派送学生前往国外知名高校或学术单位进行联合培养就是一种有效的学习方式,对开拓创新人才的思维方式,全面发展国际竞争力有着重要的意义。早期的国际交流主要都依赖于国家留学基金委的资助,但近年来,随着国际交流的日益频繁以及联合培养形式的多样化发展,北京大学、南京大学等高校都专门设立了相应的博士生国际交流基金。其中,北京大学的部分院系还将赴本专业领域(境)外一流大学或科研机构进行与博士论文课题相关的短期研究纳入博士生培养的基本章程,极大地增强了创新人才培养的灵活性。^[5]

上述创新人才培养模式改革增强了博士生学习的连续性,保障了在学期间科研工作有序、深入开展,为创新性人才的培养提供了良好的环境,有利于提高博士生的培养质量。然而,面对经济社会的快速发展和不断出现的新问题,如何持续有效地提高我国博士生培养质量是一个摆在面前的重大课题。

二、南京微结构国家实验室的创新实践

南京微结构国家实验室于2006年经国家科技部批准筹建,它是以南京大学固体微结构物理国家重点实验室和现代配位化学国家重点实验室为基础,联合纳米技术江苏省重点实验室和光电信息功

能材料江苏省重点实验室等相关研究基地的骨干研究力量组建的微结构物质平台。为了充分利用国家实验室的优质资源培养创新人才,2010年2月,南京大学创办了“国家实验室实验班”并启动了相应的宣传、人员选拔和培养方案制定工作。^[6]

“国家实验室实验班”学生的主要研究领域定位于物理学学科、化学学科和材料学科领域,采用“本科—硕士—博士”八年一贯制的培养方式,目标是选拔和培养具有扎实的理论基础,训练有素的实验技能和对相关前沿科学问题敏捷思考能力的后备研究型领军人才,是经济新常态下,南京大学对本科生和研究生培养模式的一种创新与教学改革的探索。截止2015年秋季学期,已经有五批次,共计超过60位同学经过选拔,加入“国家实验室实验班”。这些学生博士阶段的导师全部为南京微结构国家实验室各研究组PI(首席研究员),为了保证培养质量和成材率,各研究组每隔一年才允许招收一名实验班学生。为了让入选学生能够全面投入到学习中,国家实验室还配备一名教师作为实验班的班主任,并在有关学校规定的津贴基础上,通过入学一次性奖励和“英才计划”等方式,尽可能提高学生待遇。通观其培养模式,有如下几个突出的特色:

(一)综合选拔方式与PI“一对一”培养负责制

“国家实验室实验班”学生的选拔,通常从本科二年级下学期开始,此时大部分学生已经完成大学公共基础课的学习,并开始初步接触相关专业的核心课程。相比于初入大学校园的懵懂,经过两年的学习,学生对专业选择、个人兴趣和未来职业倾向已经有了更加全面的了解。一些对科学研究有兴趣的学生也开始规划未来的求学道路,对于博士学业的继续有着更加清晰的认识。“国家实验室实验班”的选拔活动,本着“对导师负责,对学生负责”的原则,采取双向选择的方式,当学生和导师面对多个选择时,由对学生和导师都较为熟悉的年级导师或辅导员提供专业的参考意见,确保导师和学生在确认选择前,充分了解双方的基本情况和学术背景。^[7]在对学生的考察过程中,采取“学分绩”“专业面试”“推荐制”相结合的方式。其中,学分绩的衡量考察了学生的基本学习能力和基础理论功底,专业面试考察了学生的问题意识和创新思维,推荐制则是让各个研究方向的专家教师协助挖掘学生潜在的科研能力,三管齐下寻找出最优秀且适合新培养方式的学生。经确定培养方式后,学生的基础课程学习按特定计划进行,除了与物理系、化学化工学院和材料系同学

相同的课程外,实验班同学开始进入国家实验室PI课题组学习和从事研究工作,由PI“一对一”全权负责指导学生的相关学习事务。在课程设置上,学生在PI的指导下,根据各实验室的具体研究方向加强部分课程的学习,如量子力学、统计物理学、化学生物学等等,鼓励学生提前修习研究生专业课程,保证学生在掌握基础理论的前提下,开始向专业化方向发展。同时,在国家实验室PI课题组的指导下,学生的科研工作被纳入本科生创新性试验项目,让学生在本科阶段即尝试着进入学术研究的状态。此外,课程学习也配备有专门课程指导教师,提高相关知识和研究方法学习的吸收率。不仅如此,在学生入选后的各个暑期,实验班还开设“前沿科学讲座”,进行两到三周的课程强化学习,以拓展学生科研视野,紧跟世界科技创新形势。

在强化课堂学习的同时,实验班还鼓励学生自主阅读文献,在阅读的过程中产生疑问、发现问题、回顾背景、积极思考、解决问题。总之,与本科生的基本培养方式相比,实验班更倾向于学生科研兴趣的开发和科研方法的训练,对学生专业学习的“量”和“质”也有着更高的要求,也更有利于向硕士、博士学习阶段的衔接和过渡,为未来的科研道路做好充分的准备。在本科阶段的主干课程学习结束之后,免试成为南京大学博士研究生,在PI的研究室继续学习和研究,并直接享受博士生相关住宿、补贴等待遇。经过本科阶段的锻炼,这些学生不仅专业基础知识扎实,也大多对一些具体的科研方向、研究论题产生兴趣,更能适应高强度、研究性的教学方式。在此基础上,配合PI的指导和引领,开始正式进入科学研究阶段,为做出优秀的研究成果并在国际一流期刊发表做好准备。

(二)自由的研究环境

兴趣是科学研究的源泉和动力,在很多情况下科研创新是在换位思考、立体思考的基础上完成的。然而由于学科之间的限制,在传统的培养方式中,很难做到真正地依据兴趣交叉培养。为了解决学科对于科研创新的限制,南京微结构国家实验室吸纳和融合南京大学凝聚态物理、理论物理、无机化学、物理化学、高分子物理与化学、微电子和固体电子学、无线电物理等7个国家重点学科以及光学、材料物理与材料化学、有机化学等11个博士点学科的相关部分,以多学科交叉为科研优势组建微结构物质科学平台,由此拥有了一大批高精度、具有当代先进水平的仪器设备以及一支年龄、学科和学衔结构搭配

合理,研究、实验技术和管理人员配备完善的高水平科研人才梯队。

以此为背景,实验班学生可以根据自身的学术兴趣和知识背景,从以下七个方向中选择自己的专业方向,包括:1、人工微结构物理与工程学;2、量子调控的电子学;3、分子基光电功能体系;4、超分子和纳米结构及其器件;5、软物质的结构与功能;6、微结构材料设计和理论计算;7、基于微结构的高新技术及其应用等等。这些研究方向以凝聚态物理学、材料科学和信息科学等多学科交叉融合为依托,面向重大前沿科学问题,能够极大地发挥南京大学相关学科的科研优势,满足国民经济发展的重大需求。

因此,相比于以单个院系为背景的“本—硕—博”一体化培养,“国家实验室实验班”通过国家实验室的实体平台,彻底打破院系专业方向的限制,从而极大地保证了入选学生的研究自由度,使得物理学专业基础扎实的同学可以依据自己的兴趣探索更广阔的科学领域。

同时,从第二届学生开始,“国家实验室实验班”又引入了“轮转制度”,让入选学生在确定自己的研究方向前,至少在两个以上研究组分别学习一段时间,允许学生对研究方向的选择进行“试错”,允许学生在权衡兴趣、能力、研究条件、与导师配合默契度等各方面条件的基础上,选择有利于产出科研成果的实验室,从而保证学生能够充分发挥主观能动性,“学在其中,乐在其中”,为技术创新提供源源不断的科学积累,促成我国新一轮科技革命和产业变革的跨越式发展。

（三）挑战性的创新目标

传统的研究生培养过程中,由于一位导师需要面对多位背景、能力相似的学生,往往无法针对学生的个性进行有针对性的指导。部分硕士生甚至只能依靠“博带硕”“老带新”的模式开始科研训练,博士生也由于缺乏导师的直接指导,从而不敢从事较高水平、较大难度的课题攻关。而实际上,特别是博士生阶段,创新人才的培养应从事更为前沿的学术难题或“瓶颈技术”研究,把其培养成为能独立深入从事高水平科研的人才。“国家实验室实验班”的导师,普遍都具有过硬的学术资历,甚至还包括邢定钰院士等一批德高望重院士导师,且能保证“一对一”替学生制定个性化研究计划,充分保证实验班学生能够接受到最扎实的学术训练,从事具有前瞻性的、挑战性的创新研究。

比如近五年来,以石墨烯为代表的二维电子材

料,得到了广泛的关注和研究,且由于二维电子材料的卓越性能,极可能是下一代材料革命的推动者。在数位 PI 和“青年千人”的指导下,仅在“国家实验室实验班”第一届学生中,就已经积累了 3 至 4 人的研究群,通过实验或理论模拟等多样化的手段,开展有关二维电子材料的各方面研究。实验班学生作为各自研究组在二维电子材料领域的开拓者,承担了从实验设备的搭建、理论计算方法的摸索等诸多基础性的工作,为研究组的良性发展做出了卓越的贡献。截止目前,仅在二维电子材料这一方向上,实验班学生已经以第一作者身份在 Nature Communication, PRB, APL 等国际一流杂志上发表论文十余篇,获得一定的关注和正面肯定。^[8-10]

（四）学术资源共享及团队协同创新

2012年5月,我国高等教育启动了“2011计划”(“高等学校创新能力提升计划”),这是继“211工程”和“985工程”建设后,中国高等教育系统启动的第三项国家工程,是又一项体现国家意志的重大战略举措。该项国家工程以人才、学科、科研三位一体创新能力提升为核心任务,其协同创新模式把对人才创新能力的培养提到了重要位置,这与“国家实验室实验班”贯通培养模式的出发点是相同的。在2014年“2011协同创新中心”的名单中,南京大学牵头的“人工微结构科学与技术协同创新中心”以全A的成绩通过专家咨询,荣列榜首。人工微结构科学与技术协同创新中心还包括复旦大学、浙江大学、中国科学技术大学、上海交通大学、中国科学院合肥物质科学研究院、华为技术有限公司等单位,汇集了一大批国内人工微结构领域的重要学术带头人,包括中科院院士16人、长江学者32人、国家杰出青年基金获得者45人。

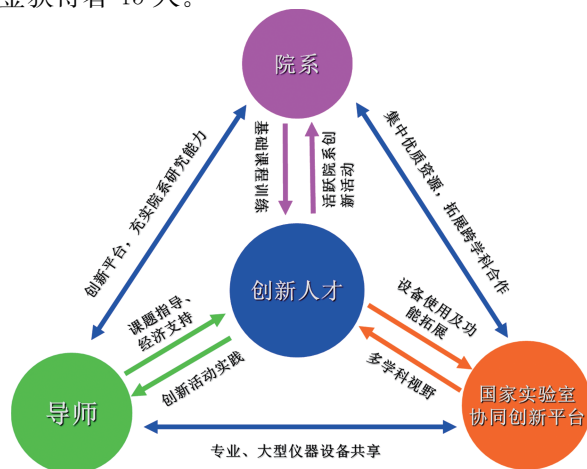


图 1 “协同创新平台-院系-导师-学生”的四元互动关系

“国家实验室实验班”作为人工微结构科学与技术协同创新中心的一个重要学生载体,获得了更加丰富的学术资源。而且在培养协同创新意识、提升协同创新素质、强化协同创新能力的思想指导下,实验班学生进一步增强了创新意识、合作意识以及交流意识,为未来在新的工作岗位上继续协同创新打下了坚实的基础。

综上所述,南京大学“国家实验室实验班”这种新型培养模式为优秀学生的成长提供了良好的平台和机会,既符合现代社会对人才高知识层次和高科学研究连续性的要求,又有利于学校高层次人才培养和办学质量的提高,缩短了学生获取博士学位的周期,保证了科学研究的连续性。同时,连续的时间安排有利于交叉学科和跨学科培养博士生,为实施研究生教育创新计划提供了可能,也为联合培养博士生、博士生国内外访学制度的实施提供了保障。

同时,作为一项新型培养模式,在实施的过程中不可避免还存在少许问题,如在学生科研水平的考核上仍然无法突破“唯论文数”“唯影响因子高低”的局限,减弱了学生从事挑战性话题的意愿,也在一定程度上限制了科研过程中创新性思维的发挥;又如研究组之间的合作分享机制还不够完善,使得一些协同项目无法有效开展;再如一些培养的具体环节受限于各自院系的安排,减弱了实验班培养过程的整体性等等。随着协同创新计划的兴起,“国家实验室实验班”需要在实践中不断修正具体的办学措施,进一步完善多元化考评、协作分享等创新人才的培养机制,要让这一有益的教学改革在实践中深化、细化,使之成为南京大学从本科到硕士、博士完整的人才培养体系的重要组成部分,为我国基础学科创新

型人才培养作出应有的贡献。

参考文献:

- [1] 王喜文. 工业 4.0、互联网+、中国制造 2025 中国制造业转型升级的未来方向[J]. 国家治理, 2015(23): 12-19.
- [2] 杨奕虹,甘大广,林霄剑,等. 我国博士学位论文被引状况计量分析[J]. 情报杂志, 2015(1): 100-115.
- [3] 蔡学军. 中国博士发展状况. 北京: 北京大学出版社, 2011.
- [4] 朱宏清, 陈鸣曦. 美国高校的研究生培养模式[J]. 江苏高教, 2009(3): 143-146.
- [5] 何峰, 胡晓阳, 贾爱英. 国家公派联合培养博士生留学成效初探——基于“国家建设高水平大学公派研究生项目”的考察和分析[J]. 学位与研究生教育, 2012(6): 51-55.
- [6] 陈桂. 提高理科博士培养质量的因素研究——以南京大学物理学系为例[D]. 南京: 南京大学硕士论文, 2008.
- [7] 李祖超, 杨淞月. 拔尖创新人才培养内容与途径分析——以五所大学拔尖创新人才培养特区为例[J]. 武汉商业服务学院学报, 2011(2): 48-52.
- [8] Ting Hu, Jian Zhou, Jinming Dong, etc. Strain-induced ferromagnetism in zigzag edge graphene nanoribbon with a topological line defect[J]. Physical Review B, 2012, 86(125420).
- [9] E. Liu, Y. Fu, Y. Wang, Y. Feng, etc. Integrated digital inverters based on two-dimensional anisotropic ReS₂ field-effect transistors[J]. Nature Communications 2015, 6(6991).
- [10] Changcheng Ju, Fei Xue, Fengzhen Huang etc. Anomalous crack arrays in anisotropic strained manganite on scandate substrates [J]. Applied Physics Letters, 2015, 106(201905).

Climbing Heights in Innovative Training

——Practice of the Experimental Class at the National Laboratory of Microstructures of Nanjing University

ZHOU An¹, HANG Zhu-hong²

(1. School of Physics, Nanjing University;

2. Graduate Division, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093)

Abstract: The cultivation of innovative talents is the foundation of scientific and technical innovation and industrial upgrading as well as a core function of a research university. With a review of China's reform in talent cultivation and the difficulties and challenges in doctoral training, a discussion is made on the practice of the Experimental Class at the National Laboratory of Microstructures of Nanjing University: its integrated undergraduate-to-doctoral training scheme with commensurate teaching and innovative ability fostering, its interaction among national laboratory-based collaborative innovation platform, schools/departments, advisors and students, and its effective utilization of various resources for training highly innovative people.

Keywords: Nanjing University; national laboratory experimental class; innovative talent