

[编者按]

为了发挥高水平研究型大学人才培养的优势,培养具有国际一流水平的基础学科领域拔尖人才,同时推动我国研究型大学创新人才培养模式和机制的全方位创新,带动整个高等教育人才培养质量的进一步提高,自2009年起,教育部启动实施了“基础学科拔尖学生培养计划”。国内16所重点高校参与了“生物学科拔尖学生培养计划”的组织和实施工作,各校基于不同的人才培养理念,在学生遴选和人才培养模式等方面大胆创新,积极探索,形成多种各具特色创新人才培养体系,为营造积极主动的创新型学习环境和开放的学习交流平台,激发学生的求知欲和创新潜能提供了条件。本刊将在“专题”栏目陆续刊出文章,介绍有关高校“生物学科拔尖学生培养计划”实施情况以及教学方式和制度创新特点,以发挥“拔尖计划”的示范和辐射作用,推动高等教育发展和人才培养模式的战略性转变。

## 改革教学模式 强化基于研究的人才培养理念和过程

张力群, 钱晓茵, 杨继<sup>(✉)</sup>

复旦大学生命科学学院, 上海, 200433

拔尖创新人才是提升国家核心竞争力和实现经济发展的关键因素。通过更新高等教育教学理念,改革人才培养模式和体系,培养拔尖创新人才已成为一种国家战略。教育部部长袁贵仁2009年指出:“实现高等教育发展理念和人才培养模式的战略性转变,是高等教育新一轮改革的两大着力点。”

根据教育部和学校的安排,复旦大学生命科学学院自2009年起启动实施了“基础学科拔尖学生培养计划”(以下简称“拔尖计划”),根据生命科学是典型实验性科学的特点,确立了“基于研究的学习”培养理念和“导师制”培养模式,从每届学生中选拔约20~30名优秀学生在导师的指导下进行个性化培养,并在课程设置、访学和参与科学研究等方面采取了一系列激励措施,为“拔尖计划”学生营造浓厚的学术氛围和积极主动的创新型学习环境。

### 1 选拔程序

学生入选“拔尖计划”的基本条件是:对生命科学基础研究有浓厚兴趣,自主性强,思想活跃,具有

较强的综合能力和发展潜质,且专业课绩点高于年级平均绩点。

具体选拔程序包括:(1)个人申请。向所有学生介绍“拔尖计划”的目标和要求,让学生根据自己的志向和职业规划自主选择,鼓励有志于从事生命科学基础研究的同学积极申请。(2)学院组织专家对申请同学进行筛选。要求提出申请的同学参加学院组织的“生命科学专题”无学分研讨班,邀请不同领域专家就生命科学主要发展方向以及本学院教师在相关领域的研究工作、研究心得等进行介绍,在此基础上安排参加研讨班的学生根据自己的兴趣选择一个方向或问题在课堂上进行交流,由参加研讨班的教授根据学生的思维和分析能力、对科学问题的敏感性、参与研讨和提问的积极性以及表达和交流能力等,筛选出部分同学进入下一轮与导师的直接交流和筛选。(3)向学院老师通报“拔尖计划”,请有较高学术水平、研究工作活跃并能保证定期与学生进行面对面交流的老师提出申请。(4)把有关老师的信息(包括个人经历和研究方向等)汇总后交给学生,由学生根据自己的兴趣自选导师,并安排学生与导师见面交谈,根据双向选择的结果确定导师。(5)导师与学生共同讨论制订个性化培养方案,明确个性化培养的具体措施和计划,包括文献阅读和课程修读计划、参加组会和参与研究工

作的方案、国内外访学交流计划等。

## 2 培养模式

生命科学是典型的实验性科学，通过实行“导师制”让学生进入课题组和实验室，让学生在参与研究的过程中学习，在导师的指导下进行个性化培养，不仅切合了培养生物学基础人才的需要，也是生物学科拔尖人才培养的重要特色。为切实加强“基于研究的学习”模式，我们做了以下几方面工作：

(1) 调整培养方案、课时安排和学分要求，增设“生物学科学研究培训专题”课程，保证入选计划的同学在完成必要理论课学习的同时，有更多时间与导师交流，并在导师直接指导下参与科研工作、参加实验室的组会和学术交流，并把学生与导师交流频率、参加组会情况、阅读文献和参与实验状况作为该门课程的考核依据。此外，利用“拔尖计划”经费重点建设了几门研讨性课程，包括“现代生命科学导论研讨班”、“遗传分析原理”、“生物统计分析和数据挖掘”以及“科学研究艺术与创新思维”等。

(2) 为了加强对入选学生科研素质和能力的训练和培养，在安排学生直接参与科研工作的同时，先后聘请了美国华裔退休教授 John E. Kuo 博士为入选同学开设专题讲座，讲解如何观察生物学现象，如何发现问题，如何针对发现的问题提出假设并设计有针对性的实验研究方案，以及如何撰写研究论文等；针对生命科学研究由定性向定量发展的趋势，聘请了瑞典乌普萨拉大学 Martin Lascoux 教授和英国 David Waxman 教授为学生系统讲授生物科学研究中的定量分析理论和方法；邀请了美国国家进化生物学中心主任、美国杜克大学 Allen Rodrigo 教授就生物研究中的比较分析和系统发育分析方法与学生进行交流；邀请了美国宾州州立大学生化与分子生物学副系主任 Wendy Hanna-Rose 教授来学院教授为期四个月的“生物学科学研究培训专题”课程，采用文献导读和案例分析的方式对学生进行科研思路训练；此外，学院还定期组织“谈家桢生命科学讲坛”，邀请国内外知名生物学家介绍他们的科研经历、科研思路，介绍生命科学的最新动态和趋势。目前已先后邀请了 10 位美国科学院院士（含 2 位诺贝尔奖得主）和 12 位中国科学院院士来学院作报告。

(3) 利用拔尖人才培养经费设立了“立人”拔尖

人才培养基金，鼓励学生根据自己感兴趣的问题独立设计课题，开展探索性研究，自主安排使用经费，同时提供经费鼓励学生参加国际合成生物学大赛 (iGEM)、“挑战杯”和上海市大学生创业计划大赛，自主选题并利用课余时间合作完成相应的实验工作，锻炼学生的独立工作能力和团队协作精神。2012 年度还与美国 NEB (New England Biolabs) 公司合作组织了研究课题创意大赛，鼓励学生针对生物学基础研究和开发应用中的一些基本问题设计可行的研究方案，并利用 NEB 公司上海研发中心的优越条件付诸实施，2012 年 7 月 NEB 公司首席科学家、1993 年诺贝尔生理学或医学奖得主 Richard J. Roberts 教授亲临学院与学生进行交流，并为获奖同学颁奖。

(4) 通过不同途径为学生访学交流创造条件，拓宽视野。学院先后帮助联系和安排“拔尖计划”学生赴英国伯明翰大学，美国贝勒医学院、加州大学、耶鲁大学、布朗大学、密歇根大学、纽约州立大学、麻省理工学院等进行交流学习，他们或在对方实验室直接参与研究工作，或跟随导师赴野外进行考察，耳濡目染地接受研究思路的熏陶，亲身感受世界一流实验室的氛围。根据导师的安排，选派学生参加国际学术会议也是国际交流的一个重要途径，仅 2012 年，就安排 2009 级 4 位同学分别参加了在美国密歇根举行的 Brain-Mind-Institute Conference，在波士顿举行的国际人类蛋白质组学年会，美国人类遗传学会第 622 次年会，以及在日本早稻田大学举行的 U21 本科生科研会议。在将“拔尖计划”学生派往国外进行交流的同时，2013 年我们还邀请了美国宾州州立大学的一些学生来复旦大学与“拔尖计划”学生一起上课、交流和参与项目研究，以进一步拓宽不同文化和学术背景学生之间交流和沟通的渠道，相互促进。此外，通过参加国际 iGEM 比赛也为学生提供了一个进行交流的国际舞台。多种渠道、不同层次的学术交流不仅拓展了学生的学术视野，而且使学生在科研态度、学术精神方面感知颇深。

(5) 对“拔尖计划”学生的学习和工作情况进行跟踪和定期考核。跟踪调查显示入选“拔尖计划”学生的学习状况、参与科研工作的主动性和积极性有较大差异，部分同学对该计划给予足够的重视，并投入较多的时间和精力落实预定的培养方案，取得较为显著的成果；但也有部分同学缺乏主动性，与导师缺乏沟通和交流。因此我们要求学生定期梳理各人学习

和参与研究工作的状况，并向学院“拔尖计划”指导小组汇报个性化培养方案落实情况、取得的阶段性成果等，由指导小组老师进行了综合考核和点评，指出潜在的问题，对一些进展情况不理想的同学建议其主动退出。2013年6月对2009级“拔尖计划”学生进行最后一次考核，并评选10位同学授予“复旦大学荣誉学生”称号。

(6) 为促进对拔尖学生进行系统性和连贯性培养，提高人才培养水平和效率，与学校研究生院协商共同制订了“生命科学拔尖学生本博贯通培养方案”。以入选“拔尖计划”的三年级学生为主要遴选对象，在学生自愿申请的基础上，采用“GPA + 研究性学习经历 + 导师推荐 + 专家面试”的方式对学生的状况、学习兴趣和表现、自主学习能力、学术发展潜力等进行综合考核和评价，遴选学习成绩优秀、具有较强的创新意识、并在项目研究方面取得初步成绩的学生作为“直博候选人”直接进入研究生阶段学习和培养。通过整体设计，实现课程贯通、科学研究贯通、学位层次贯通，促进连续性学习和知识积累，导师贯穿指导，保证科学研究的连贯性和完整性，保障科研成果的高质量和高创造性。学院还与研究生院共同设立高额专项奖学金奖励学生选择本博贯通培养模式，完成连续培养过程。

### 3 效果和反馈

谈到“拔尖计划”的作用，同学们普遍反映，进入“拔尖计划”让他们产生荣誉感，也得到了更多的关注，同时对他们形成了压力和动力。与其他同学相比，他们有更多的机会进入名教授的实验室学习，与导师的交流更为频繁，导师对他们的指导也更为用心；同时动态考核和淘汰机制也让他们感到一定的压力，促使他们努力学习，不敢懈怠。拔尖人才之间互相交流，你追我赶，在一定程度上带动了全专业同学共同向上的学习氛围。

同学们充分肯定了“基于研究的学习”理念，认为基于这一理念衍生出来的系列教学方式和教学活动对于有志于从事生物学基础研究的同学帮助很大。2009级朱晓婷同学谈到：“从开始进入实验室熟悉实验环境和实验操作规范，并根据导师的安排阅读相关书籍，到直接参与实验室关于鼠肾发育的课题，参与实验室每周的组会，参与实验室组织的相关学术会议。

在此过程中，不仅使我对实验室规范和开展实验研究的基本过程有了一定程度的了解，而且通过与导师的交流以及参加组会及学术报告，直接体会到了严谨的科学思维和科研方法；文献阅读和每周全英文的组会不仅帮助了解发育生物学研究的基本原理和学科发展动态，而且逐步适应了运用全英文进行学术交流。2009级刘亦畅同学认为与导师的交流获益良多，通过对课题选定、具体开展方式的讨论与提问，对开展科学研究的基本思路有了新的理解，什么样的问题有意义，什么样的课题值得做，以及所需条件目前是否具备等等，都在与导师的交流中清晰起来。与导师的交流是对科学思维的很好的训练，也持续的激发着我对生物科学以及现在所做课题的兴趣。

“拔尖计划”提供的国内外访问交流的机会也使学生开阔了眼界。2012年暑期赴耶鲁大学访学的董康耘同学感觉：“国外实验室学生科研的独立性、学生在课题研究中的主观能动性给了我深刻的印象，导师也十分愿意倾听学生的想法并提出自己的建议，这样的互动不会打击学生的科研积极性，同时确保了课题的良性进展；其次，对于科研，‘想’应该永远走在‘做’前面。实验室的师兄师姐会在实验之前想清楚每个实验的目的是什么，实验要怎么做，以及实验能否解决要解决的问题等。”有了这样的思考，学生对自己的课题思路更清楚，进展也更有把握。2009级陈诗锐同学曾赴英国伯明翰大学进行交流访学，她在国外实验室参与研究工作的经历让她觉得科研工作就是与各种意想不到的问题“斗智斗勇”的过程，尽管时常弄得精疲力尽，但从中能感受到科研实验的乐趣，“在英国这一个月我收获的不仅仅是实验上成功带来的喜悦，通过参加组会和实验室的 coffee club 等活动，更是体会到了国外实验室的良好氛围，导师在我们实验遇到障碍时总是鼓励我们说：科研是一种乐趣，你们应该学会在自己的错误中寻找突破，有的时候要拿自己的错误开玩笑。这种‘苦中作乐’的心态恰恰是我们很多国内的研究生、本科生们所缺少的。我的导师腿部有残疾，他在实验室中的活动都是依靠一个电动三轮车进行的，可以想见他年轻时一定付出了比常人更多的努力才取得了今天的成就。通过和他的聊天，我也收获了很多，他的毅力和坚持，他对科学研究的热爱会一直指引着我在科研的道路上不畏困难的走下去。”2009级王世东同学与导师一起去国外参加学术会议，他觉得，“参加学术会议可以感受到国外生物科学技术

和理论发展的高度，了解生命科学与其他研究领域的关系，可以感受到技术发展和科学理论发展的一种良性互补关系。”

#### 4 问题与对策

拔尖人才培养和“拔尖计划”实施具有很强的探索性，没有固定模式。在三年的实践过程中，我们立足于“基于研究的学习”培养理念，在培养模式、课程设置和评价考核等方面采取了一些有针对性的措施，从反馈的信息看对激发学生的学习热情和促进科学素质培养发挥了一定作用，但在选拔、培养和考核各环节都还存在一些明显的问题。例如，一部分素质较好、绩点较高的同学游离在计划外，不申请参加拔尖计划，不排除部分同学是由于个人发展志向的原因，但有部分打算继续深造并从事基础研究的同学也不申请，这种状况促使我们考虑是否已让学生充分了解了“拔尖计划”的意义，如何更充分地体现“拔尖计划”

对个人成长的促进作用，增加“拔尖计划”吸引力的。此外，有部分通过考核选拔进入计划的学生并没有很好地利用“拔尖计划”提供的良好的条件，以最大的热情积极主动学习和参与研究工作，而只是期望通过“拔尖计划”获得更多出国交流的机会或对将来申请出国留学有所帮助。如果充分发挥导师的作用，加强对这部分学生的引导，提高“拔尖计划”的实效，是后期工作中需要着力考虑和解决的问题。前期实践过程中，比较注重安排学生进入实验室，让学生在参与研究活动的过程中学习。虽有针对性地开设了一些与科研素质培养相关的课程，但缺乏系统的设计和安排。此外，由于采用“导师制”和“散养”的培养模式，学生彼此间相互交流的机会较少，在跟踪管理方面也存在一些问题。因此需要根据培养拔尖创新人才的需要，对培养方案和课程结构进行进一步调整，并制定更加科学、操作性强的选拔和考核指标，建立常态化的考核和滚动进出机制，从管理机制、学习资源等方面给学生更多的促进和激励。