大跨度交叉创新：研究生教育改革的重要路标

朱亚宗，侯俊霞，杨柳群
（国防科学技术大学 人文与社会科学学院，湖南　长沙　410073）

摘　要：高水平创新人才的匮乏是中国当代发展面临的重大问题。跨越一级学科或人文社科与自然科学之间的大跨度交叉，常是取得突破性、颠覆性创新成果的重要途径。在分析大量杰出人才创新案例的基础上提出大跨度交叉创新应是指引当代研究生教育改革的重要而可靠的路标，继而从交叉创新理念培育、课程设置调整和教学模式改进等三个方面提出了中国研究生教育改革的具体建议。

关键词：学科交叉；大跨度交叉创新；研究生教育；人才培养；教育改革
中图分类号：G643　**文献标志码：**A　**文章编号：**1672－8874（2016）01－0005－07

Large-spanning Interdisciplinary Innovation: An Important Route Marker of the Reform in Graduates' Education

ZHU Ya－zong, HOU Jun－xia, YANG Liu－qun
(*School of Humanity and Social Sciences*, *National University of Defense Technology*, *Changsha* 410073, *China*)

Abstract: Shortage of high-quality talents with innovation ability is an essential problem faced by China's contemporary development. Spanning disciplines of Level One or large-spanning interdisciplinary crossing is sometimes a critical approach for obtaining breaking-through and overturning achievements in innovation. Based on the analysis of innovation cases of a great number of outstanding figures, the paper points out that large-spanning interdisciplinary innovation could be an important and reliable route marker leading contemporary reform of graduates' education. Furthermore, the paper puts forward some specific suggestions for the reform of graduates' education from the aspects of cultivating ideas of interdisciplinary innovation, adjustment of course designs and improvement of teaching modes.

Key words: interdisciplinary; large-spanning interdisciplinary innovation; graduates' education; talents-training; educational reform

学科的高度分化和不断综合，是科学技术发展的重要特征，也是人类知识和文化前进的一个侧面。这一过程永远没有完结，也永远在分化主导和综合主导的交替更迭中前进。而知识创新过程的特征，也直接间接地影响着人类教育思想和人才培养方式的调整，尤其是与知识创新最为紧贴的研究生教育模式的调整。中国教育应强调博通还是励行专精，至今未有统一认识，致使高等教育管理者无所适从："一些'改革'潮流，又往往风云变幻，此一时批评人才培养宽厚不足，强

收稿日期：2016－02－23
基金项目：国防科学技术大学本科教育教学研究课题（U2015105）
作者简介：朱亚宗（1944－），男，江苏无锡人。国防科学技术大学人文与社会科学学院教授，博士生导师，主要从事科技史和科技哲学研究。

调博通不够，彼一时又说毕业生实际工作能力不强，注意专精不够，即使一些比较用心的高等教育管理者，也常感无所适从。因此，究竟应该如何处理这一对矛盾，有没有一些可以遵循的原则，就成为值得探讨的问题”[1]。事实上，由于人类知识分化与综合的永无止境及不确定性，对于博通与专精何者更为重要的问题，绝无普适性的简单答案。而确切的判断必然是有条件的，即只能针对一定的历史时代与论题范围：“在分析任何一个社会问题时，马克思主义理论的绝对要求，就是要把问题提到一定的历史范围之内”[2]。因此，大而无当、不着边际的博专讨论是无结果与无意义的，正确的方法是将这一论题限制在一定的时代与一定的范围之内。本文将结合当代中国自主创新与人才培养的突出问题，讨论研究生教育的一个重要发展方向：顺应大跨度交叉创新的时代特征与需求，并提出研究生教育亟待重视大跨度博通与交叉问题。

一、中国原始创新与杰出人才培养的困境

自主创新的三个层次中，当代中国在综合集成创新与引进消化吸收再创新方面成绩卓著，发展迅猛。然而，重大创新，尤其是自主创新最高层次的原始创新，却进展缓慢，起色不大。致使中国科技创新虽在数量与规模上位列前茅，而在质量与品味上仍与世界先进水平有不小的距离。诺贝尔自然科学奖百余年来绝无仅有，已成为中国文化软实力的软肋；国家级自然科学一等奖与技术发明一等奖也多次空缺，其中自然科学一等奖在 21 世纪初竟有十年六缺（仅 2002、2003、2006、2009 年各一项）。近年评奖情况稍好，但原始创新度及世界影响力仍不尽人意。即令颁布的一等奖也极少有能与冯康的有限元法创新相媲美（令人遗憾的是这项令世界刮目相看的重大原始创新仅获 1982 年自然科学二等奖），更不用说有能媲美于人类 20 世纪数、理、化、天、地、生领域的任何一项重大原始理论创新。

与科技原始创新薄弱相伴的是杰出人才培养的困境。洞察世界科技发展与人才培养的钱学森于 2005 年提出了尖锐的“钱学森之问”：“中国还没有大学能够按照科学技术发明创造人才的模式去办学，都是人云亦云，一般化，没有自己独特创新的东西，受封建思想影响，一直都是这个样子。”钱学森所以在晚年提出这一世纪之问，自然源于强烈的社会责任感及对中国杰出人才匮乏的焦虑。然而也不能排除钱学森个人心理上的感受：在各方面并不孤独和寂寞的钱学森，唯独会在人才宝塔尖上感到曲高和寡、无人匹敌的寂寞，恰如当年普林斯顿高等研究所的爱因斯坦一样。钱学森一定会想起早年在美国加州理工学院时的情形：杰出人才云集，创新氛围浓厚，竞争压力极大。加州理工学院前身只是一所训练小学毕业生操作技能的职业学院，1891 年创立于威尔逊山麓的一座仓库里。然而仅仅 40 年的时间即成为世界顶尖的一流大学，在钱学森留学加州理工学院的前后，在此工作或访问的有大名鼎鼎的爱因斯坦、密立根、正电子的发明者安德森，基因遗传学创始人摩尔根，化学共振论的创立者鲍林，里氏地震分级标准的创造者里克特，钱学森的导师冯·卡门等大师，并有钱学森、钱伟长、郭永怀等一批功底扎实、思想活跃，并已在重大科技创新中跻身科学前沿的青年才俊。在世界科技史与教育史上，这样杰出人才辈出的大学绝非加州理工学院一处。20 世纪初的德国哥廷根大学有三位世界顶尖的数学大师：希尔伯特、闵科夫斯基与克莱茵，有日后创立变分学并成为美国一代数学领袖的年轻数学家柯朗；有日后荣获诺贝尔物理奖的劳厄、玻恩、海森伯、弗兰克、狄拉克等巨星，还有日后领导美国曼哈顿工程的奥本海默。此外还有卢瑟福领导的卡文迪许实验室，玻尔领导的哥本哈根物理研究所，等等，都人才辈出，影响深远。

经过长期的实力积累和跟踪模仿，中国的科技与文化已经发展到一个新阶段。突破重大创新尤其是原始创新瓶颈，既是中国科技与文化发展的必由之路，同时也是中国人才实现自身梦想之自然诉求。令人欣慰的是，中国本土诺贝尔自然科学奖在空缺百年之后，终于打破魔咒，有屠呦呦斩获 2015 年诺贝尔医学奖。这一获奖，不仅是中国本土科技原创力跻身世界一流的标志，而且是大跨度交叉创新的又一典范，同时必将成为中国研究生创新教育改革的风向标。在高端原始创新方面仍然做出更大贡献。突破这一瓶颈是一个复杂的系统工程，需要管理体制、资金投入、教育模式、创新战略、文化环境等多方位的协同与改革。本文以下从创新战略与研究生教育的交叉

角度出发，提出一些初步意见，祈望各方面讨论与指导。

二、大跨度创新及其知识基础

科技创新的历史经验是指导未来创新的最好路标。诺贝尔奖一百多年来的历史表明，跨越学科专业的交叉创新不断增加，以致压倒单科独进式的创新，成为重大原始创新的主要方式。据统计，自然科学诺贝尔奖项中，交叉创新在20世纪初仅占1/3，到21世纪初已占2/3[3]。深入的案例分析表明，重大创新尤其是原始创新，不仅多是交叉成果，而且大多属于大跨度交叉成果，也即是一级学科之间或者自然科学与人文社会科学之间的交叉成果。人类历史上最伟大科学家之一彭加勒指出，数学创造最重要的途径是发现新的、有用的“组合”，“组合”的创造性大小很大程度上取决于形成“组合”的元素之间跨度的大小：“在所选择出来的组合中，最富有成果的组合常常是从相距很远的领域取来的元素所形成的组合”[4]。科学史的事实与科学大师的经验与当前高校以专业模式培养人才形成巨大反差，因而也就向人们提出一个疑问：做出重大创新的创新者是如何拓展出跨越专业的大跨度知识结构的？

爱因斯坦利用业余时间一举独创狭义相对论时，年仅26岁，大学毕业不足5年，且身处远离学术中心又无名师指导的伯尔尼专利局，若论对物理学专业知识和最新动态的掌握，爱因斯坦绝对不占优势，甚至对暴露经典物理问题而震动学界的迈克耳逊实验浑然不知。爱因斯坦非凡的核心竞争力在于大跨度的交叉学科知识，具体说来就是物理学 + 哲学 + 科学史。其中物理学知识基本来自正规教育，哲学与科学史知识均源于兴趣出发的自学。“爱因斯坦13岁时……第一次阅读康德的《纯粹理性批判》，并在高级文科中学读书期间，经人介绍阅读自然哲学读物《物质与力》、《宇宙》与《自然科学通俗丛书》等[5]。在创立相对论后不久，爱因斯坦曾回忆说，“我曾直接地或间接地特别从休谟和马赫那里受到很大启发”[6]86。科学史的知识除从马赫著作中吸取外，还因“在家里阅读基尔霍夫、亥姆霍兹、赫兹等人的著作”[6]7。在物理学专业不占优势的情况下，爱因斯坦借助丰富的科学史知识，特别是批判性与形象化的哲学思维，想象出一个追光思想实验，这一仅仅依托科学史知识与哲学思维的不费金钱的思想实验，对于经典物理内在矛盾的暴露，与耗费重金的精密科学实验——迈克耳逊实验有异曲同工之妙，并由此问题出发，连续追索10年，终于在世纪之交的物理学革命中捷足先登，独创相对论。

20世纪另一项伟大的科学创新——量子力学，创立者海森堡年仅24岁，刚刚研究生毕业，同样也是在物理专业知识不占优势的条件下，以大跨度交叉取胜。具体说来是融合物理学、哲学、数学的大跨度交叉创新。海森堡师从物理学大师索末菲，学习到丰富的原子物理学知识，索末菲的原子研究沿袭宏观的“轨道”概念，并采用复杂的传统数学方法，但这一思路的研究已走到尽头。海森堡突破这一困境的第一个法宝是哲学思想，当时欧洲科学界流行实证论哲学，这一哲学虽有不足之处，但在强调可观测性和可证实性上，可以给科学家重要启示。海森堡受此哲学思想影响，对索末菲研究中无法实验观测的“电子轨道”产生疑问，试探用能直接观测的光谱“频率”和“强度（振幅）”作为处理对象。数学不及导师而哲学思想优胜的海森堡，正是依靠哲学的指引开辟出全新的研究方向，即以宏观可观测量构建微观物理学理论的新方向。但是，哲学指示新的探索方向后，仍需具体的实证研究，海森堡于是又遇到数学上的困难。在资深物理学家玻恩和数学家约尔旦的合作下，通过引入全新的数学工具——矩阵，终于创立矩阵形式的量子力学。“在1925年，海森堡提出一个新思想使我们感到惊喜：他从不应当运用不可观察的量（如电子轨道的大小和频率）这个原则出发，引进了一些符号演算，并且在简单的体系（线振子和非线性振子）上获得了一些有希望的成果。他的论文送去发表后，我考虑了海森堡的形式体系，发现它同数学家们熟悉的矩阵演算是一样的。我同约尔旦合作，建立了‘矩阵力学’……然后，我们三个人系统地发展了这个理论”[7]。

20世纪另两项基础科学的重大创新——控制论和DNA双螺旋结构的发现，也都是大跨度交叉的成果。维纳创立控制论是数学、神经生理学、机械学与哲学之间大跨度多元交叉的结果。也许出乎很多人的意料，控制论的最早雏形是发表于哲学杂志《科学哲学》上的一篇哲学论文《行为、目的和目的论》[8]8。DNA双螺旋结构的发现则是

生物学家华生与物理学家克里克交叉合作的重大成果。大跨度交叉不仅是基础研究创新的基本途径，而且也是工程技术创新的重要途径。这方面最新的重大成功案例是乔布斯的苹果电脑创新。苹果电脑的操作系统和芯片在技术上并无飞跃，但是乔布斯将计算机技术与人体工程学及造型艺术进行大跨度交叉集成，从而创造引领行业发展的新潮流。而乔布斯超越常人的审美眼光，竟然得益于大学期间一门不起眼的非核心课程——书法课："有一门书法课非常吸引他……'这其中所蕴含的美、历史意味和艺术精妙之处是科学无法捕捉的，这让我陶醉'……乔布斯总是将自己置身于艺术与科技的交汇处。在他所有的产品中，科技必定与完美的设计外观、手感、精致、人性化甚至是浪漫结合在一起……在这一方面，那门书法课程是意义非凡的"[9]。乔布斯与苹果公司的成功，引发了各界广泛的关注和分析，已有专家指出，这一伟大创新的另一个基础是心理学与信息技术的大跨度交叉[10]。

三、大跨度交叉——研究生教育改革的重要路标

高等教育不仅是中国教育的软肋和中国当代杰出人才培养的薄弱环节，而且成为中国软实力提升的瓶颈之一。提高高等教育的质量也就成为当代中国亟待解决的问题，这就需要深入思考中国高等教育的改革问题。这一改革需要顾及多方面的需求，其中不可或缺的一个重大需求是培养大批年轻的杰出创新人才，尤其是原始创新人才，以尽快改变从海外大量引进杰出人才的被动局面。对于培养年轻创新人才来说，高等教育的本科层次和研究生层次虽然同样重要，但对具体个人而言，其重要程度各不相同。钱学森先生在中学就有宽广的知识基础，在交通大学本科期间虽然各门优秀，但在知识广度和创新思维方面进步不大，在麻省理工学院读硕士期间仍然收获不大。对钱学森知识深广度和非凡创造性培养最重要的环节，是加州理工学院冯·卡门指导下的博士求学经历。而对于杨振宁来说，西南联大本科期间严格的数学物理基本功训练，已为其未来的重大理论创新奠定最重要的基础，其芝加哥大学的博士导师泰勒是一位实验物理学家，对杨振宁影响不大，其博士论文也是自出机杼的理论研究。荣获 2015 年诺贝尔医学奖的中国本土科学家屠呦呦则提供了中国特定时代学科交叉的另一模式：本科学习一种学科专业后，在工作中接受另一跨学科的专业训练。屠呦呦本科时代在北京医学院学习西药，毕业后到中医药研究所工作，在工作中学习和掌握了大量中医药知识。在中国 20 世纪 50 年代研究生教育尚未普遍展开，屠呦呦虽然未正式攻读研究生，但与研究生一样经历了知识拓展与提升的学习阶段，而且幸运的是获得了跨越中西医两大学科的广博而精深的知识。在日后参与"5·23"重大工程项目的数百上千名科技人员中，成为极少数拥有开辟新方向所需的大跨度学科交叉知识的科学家之一。是西医药的科学思想与中医药古老经验的大跨度交叉，使屠呦呦捷足先登找到了"5·23"工程的突破口。注重创新人才培养的发达国家的高等教育都十分强调学生的跨学科知识结构的培养。英国工程教育人才培养目标之一就是毕业生要具有跨学科的知识体系，其重大创新成果多源于科学技术的交叉[11]。鉴于人才发展的巨大个体差异以及本科与研究生教育之间复杂的相互关系，本文以下讨论虽以研究生教育为主，但也会涉及本科教育。

（一）交叉理念的培育

当谈到科技史上愈来愈多的重大创新源于大跨度交叉时，许多研究生觉得与己无关，少数人觉得是需要长期学习积累才能企及的远大目标。这既是年轻人未获成功之前缺乏自信的表现，又是对未来可能的重大创新与研究生知识结构的关系缺乏清醒的认识。纵观科技史上的重大创新，虽然是创新者长期探索的结果，但是创新者的知识基础却多在大学期间奠定。获得大跨度交叉创新成果的人，其实早年也是有宽广知识结构的许多大学生、研究生中的普通一员，只是在未来的研究中有机遇发现重大问题，并能运用自己已有的宽广知识或学习必需的新知识去解决这一问题。科技领域的新问题层出不穷，需要大跨度交叉来解决的问题也愈来愈多，年轻的大学生、研究生中有宽广而独特知识结构的人，理论上在未来都有机遇做出大跨度交叉创新。因此研究生教育中的大跨度知识储备的目标，绝不是人人未来都能有重大创新，更不是研究生阶段人人都有重要创新，而是储备一批知识宽广而独具特色的人才，他们之中未来有较大可能性产生大跨度交叉创新成果。这方面的一个典型案例是麻省理工学院物

理研究生费根鲍姆（Figenbaun），他读书期间表现平平却因独特的宽广知识结构，在毕业后解决了100多年的湍流难题。杨振宁对这一现象很好奇："我跟他的老师很熟，所以我曾问过他的老师，费根鲍姆念书的时候，是不是一个杰出的学生？他说不是，他念书还可以，不过没有人觉得他后来会做出这惊人的贡献。费根鲍姆的特点是什么呢？就是他喜欢玩计算机。他口袋里整天装着一部小的计算机，整天都弄着。这一件事情，通常对于一个学生的学习进度，不是最好的……费根鲍姆在麻省理工学院毕业之后……通过他整天在计算机上详细计算，对于层流转换成湍流的现象，终于看出了一个新的论点……这一点所产生出来的一个数据（4.6692016090——引者），现在已经叫作'费根鲍姆常数'，将来很可能变成像Π等于3.1416那样的重要"[12]67-68。

对于交叉创新，尤其是大跨度交叉创新的广泛适用性，学界尚缺乏真切而统一的见解。北京大学王义遒教授曾有长篇论文谈及此问题，认为"博通"对科学创新人才具有重要意义，而"专精"则对技术创新人才能发挥更大作用[13]。甚至认为"当代科技越来越分化的基本趋势使其发展越来越依赖于人才的专精……专家之所以值得人们重视和尊敬，也在于此。反过来，'通才'就没有这个优势……这种人利于张扬个性，发扬人性，实现自我价值……却难以在处理具体技术问题和细节上有所建树"[14]。但是，无论从人类科技创新的历史经验还是当代科技创新的实际情况来看，这一结论都难以成立。科技创新中"博通"重要还是"专精"重要，绝无简单的答案，一切随具体情形而定。科学创新中有爱因斯坦、海森堡等依靠大跨度交叉的理论创新，技术创新中也有苹果电脑、医用CAT等依靠大跨度交叉的重要发明。无论是科学创新还是技术创新，都无一例外必须为未来储备一种人才，即有宽广知识结构从而有可能抓住大跨度重大交叉创新的人才。在控制论创立者维纳看来，科学创新中的"最大收获"来源于学科交叉的边缘领域，也即是大跨度交叉的领域："在科学发展上可以得到最大收获的领域是各种已经建立起来的部门之间的被忽视的无人区"[8]2。而在杨振宁看来，无论是科学创新还是技术创新，广博比专精"更容易成功"："没有什么人能什么都懂。那么在这种情况下，你有几种不同的选择。你可以说，我要倾全力于某个狭窄的领域，因为想要什么都懂是不可能的……但你也可能持另外一种不同的看法，说，我要扩大知识面，有广泛的兴趣。我认为后者一般来说更容易成功"[15]。从杨振宁所举的交叉创新实例来看，基础科学湍流理论突破源于物理学、数学与计算机的大跨度交叉创新，而重大技术创新——X光层面照相术（CAT），则是兼具物理学、计算机与医学知识的理论物理学家的大跨度交叉发明。

毫无疑问，大跨度交叉创新在基础科学与技术发明中具有特殊的重要地位，而学界关于"博通"与"专精"适用性的认识方面仍存在偏差，研究生储备大跨度交叉知识的自觉性普遍较低，必须大力加强研究生的大跨度交叉创新理念教育。这一教育要取得成效，必须一方面结合专业学习进行丰富生动的科技史案例教学，一方面结合科技发展规律进行科学认识论和方法论教学。

（二）课程设置的调整

课程设置始终是中外高等教育领域一个变动不居和不断探索的问题。其根源在于人才培养目标的多样性和变动性，在于对"博通"和"专精"，科技与人文，理论与应用，讲授与自学等等一系列关系难以形成共识，因而课程设置必然在上述一系列关系的两极之间振荡。本文呼吁一种面向未来大跨度交叉创新的课程设置维度与路标，在此尝试提出几条可供参考的设置原则：

衔接性原则。研究生课程须与本科生课程统一考虑。世界一流大学本科选修课众多，管理模式相对灵活。相比之下，中国大学本科有政治理论的优势，但人文社科选修课的数量与质量均有差距，有的学校除去外语甚至只有20学时1个学分的自由选修课。这样的本科课程基础，必须在研究生课程设置中予以弥补，否则就难以培养大跨度文理交叉创新人才的后备队伍。

广谱性原则。国内大学借鉴世界一流大学的经验，核心课程的设置易于学到，差距主要在选修课的设置上。美国西点军校是一所军事院校，却开出25个选修方向共380门课程，由学员选修其中的13门[16]。因此，西点军校的领导可以说：西点每个毕业生的知识结构都不相同。又如美国海军研究生院的建模、虚拟环境与仿真专业博士研究生的课程为：预备课程4门，第1-4个学期共20门课，第5-8学期7个模块共31门课，此外还有联合职业军事教育课程4门，选修课12门，研讨班课程5门。课程内容覆盖面极广，从人工智

能到高级战争建模；从个体知觉与认知到团队表现与决策，从认知工程学到研究方法，从国家安全决策到人力政策分析，从线性规划到计算机动画，等等[17]。

不确定性原则。思维和认知是极复杂问题，与宏观层次的极大问题和微观层次的极小问题，构成人类三大科技难题。情况正如哲学家波兰尼所指出的，“科学的进步在每一阶段都取决于难以界定的思维力量”[18]。而对思维与认知规律缺乏深入了解，必然难以掌握教学的深层规律，迄今为止的人类教学活动，与其说是基于规律的教学科学，毋宁说是基于经验的教学艺术。至于创新思维的教学，更如钱学森所说：“人的脑力劳动中最深奥的是创造，而现在因为我们不了解创造性的过程，不了解创造思维的规律，无法教学生，只能让学生自己去摸索，也许摸会了，也许摸不会”[19]。国内已有识者提出针对知识的不确定性而革新教学模式：“利用知识的不确定性开启知识的创新视野，知识的迅猛发展和不确定性的增长也强烈地呼唤教学关注学生的发展和创新……知识的多样性、差异性存在方式及其价值的特殊性决定了学校知识、课程类型的多样化，决定了教学方式、教学评价的多元化，决定了教学评价要尊重学生对知识理解的个体差异”[20]。

面对科技创新知识基础的不确定性，大跨度交叉创新知识的不确定性，以及学生知识兴趣的个体差异性与不确定性，本科与研究生课程的设置唯有以宽广应对之。有谁能想到乔布斯大学时代从书法课中学到的审美艺术能与计算机技术大跨度交叉，并催生影响世界的苹果电脑。可以毫不夸张地说，中国高等教育任重道远的课程设置改革的一个重要方向，就是切实改变实用性的、狭隘性的、边缘化的选修课程设置。这既需要提升教师水平与改革教学模式的长期努力，又需要在多与少、博与精的永恒振荡中保持恰当平衡的调节艺术。

（三）教学模式的改进

近现代大规模高等教育是工业化批量生产的对应物。对于只需遵循规范、按部就班的职业而言，这样的高等教育培养了大批适用人才。但是对于需要超越成规、求异突破的创造性工作而言，这样的高等教育只能培养出少量高素质的创新人才，直至今天全世界都不知道应该如何大批量地培养出创新人才。当然世界一流大学与一般大学培养杰出人才的概率会有很大差别。“钱学森之问”表明，中国当代大学在杰出人才培养方面尚存在不少问题和很大差距，其中也包括教学模式的改进问题。为了培养大跨度交叉创新的后备人才，就必须大力改进当前的研究生教学模式。

对于研究生层次而言，科学的教学模式必须是高度发挥研究生学习的主动性、积极性和创造性的模式，人类科技史表明，做出重大创新的杰出人才或在中学，或在本科，至迟在研究生阶段要形成自己独特的核心科研素质和竞争力，而大跨度的独特知识结构即是其中一个类型。在传统教学模式中，最容易生长的大跨度交叉创新人才，是钱学森、杨振宁式的人才，即一方面精深地掌握本学科专业，另一方面又很好地旁涉相邻的学科专业。钱学森和杨振宁都是杰出的物理学家，同时又有超越同行的数学能力，由于数学、物理的互补性和相近性，使具有超常才智的他们并未付出多少额外的代价，即拥有了非凡的数学、物理交叉创新能力。而对于爱因斯坦、费根鲍姆一类人才而言，因为要超越常规去学习掌握与本专业有巨大跨度的学科专业知识，因而不得不付出超常的代价，其中不只是时间和精力的付出，还有老师和同学的误解，评价标准的失效、学习成绩的压力。青年爱因斯坦为了学习科学史与哲学，放弃了主课的深入学习，因而受到教授的白眼，并遭遇毕业即失业的痛苦。爱因斯坦晚年回忆这段经历的文字，仍能使人深刻感受到当时的教学模式对其心灵的折磨：“我不久就学会了识别出那种能导致深邃知识的东西，而把许多其他东西撇开不管，把许多充塞脑袋，并使它偏离主要目标的东西撇开不管。当然，这里的问题在于，人们为了考试，不论愿意与否，都得把所有这些废物统统塞进自己的脑袋。这种强制结果使我如此畏缩不前，以致在我通过最后的考试以后有整整一年对科学问题的任何思考都感到扫兴”[6]7-8。解决百年湍流难题的费根鲍姆，早年就读麻省理工学院研究生时，也因喜欢玩计算机而不被认为是好学生。不过，费根鲍姆是幸运的，杨振宁指出，“在美国的教育制度之下，是容许这样的，一个学生只要在别的方面还可以及格，他可以发展自己想发展的方向”[12]67。杨振宁同时也指出，“费根鲍姆这样子的才能，在一个专业体制的大学教育之下，恐怕很难发挥出来”[12]68。教学体制和教学模式的重要性，由此可见一斑。

为了使各色各样不同潜质的研究生扬长避短，建构各具特色的知识结构，从而储备尽可能多的未来大跨度交叉创新人才，中国当前的研究生教学模式显然有很大的革新空间。而首要的是思想观念的革新，这就要求树立“学为主体”的理念，适当削弱长期处于强势地位的“管”与“教”，将“管”与“教”切实转变到以“学”为中心的轨道上来，树立“管”与“教”为“学”服务的理念。这对于研究生教学来说，不仅需要，而且可行，这从根本上来说是“以人为本”的应有之义。“管”、“教”方面应该给予研究生更大的学习上的选择空间，更多的评价上的分类标准，尽可能发挥每个人的潜在优势，做到各得其所，各美其美，使研究生的主体人格与学术个性健康成长，使研究生教育的本质属性与特有优势得以回归。学生自主学习，乃至自主选择学科专业，而最终成就人才的案例，不仅发达国家有，也不仅理工科有。中国的西南联大曾以这种数学模式培养了许多杰出人才。著名翻译家和思想家何兆武先生 1939 年考入西南联大，本科 4 年，先入土木系，后转历史系。还在工学院学土木的时候，何兆武先生便跨越文理鸿沟，“趴到窗户外旁听”陈寅恪先生的隋唐史课[21]。后来兴趣逐渐转向文科，并转入历史系。1943 年考取研究生，第一年读的是哲学，因为阅读英国浪漫派诗人雪莱、拜伦、济慈的作品受到深刻影响，第二年便转到外文系学习文学，师从著名学者吴宓先生。何先生在西南联大从本科到研究生的 7 年学习生涯，不仅经历理工到文科的大跨度交叉，而且历经文科领域里哲学、历史、外语、文学之间的大跨度交叉。正因为本科与研究生时代有如此丰富多彩的知识基础，何兆武先生的翻译作品、专著和回忆录质量上乘，引人入胜，影响深广。晚年从中国社科院退休后，又受聘于清华大学思想文化研究所。

除了确立“学为主体”的思想理念，尚有教学模式技术性层面的革新，这方面最重要的是讨论班这一行之有效、屡试不爽的方法。玻尔的哥本哈根学派在“科学扎根于讨论”理念指导下，培养出大批杰出的研究生，并有多人荣获诺贝尔奖，英国哈代的讨论班培养了正当研究生年龄的拉马努金与华罗庚两位数学大师，苏步青从抗战期间开始的讨论班，成就了四代院士。大跨度交叉的合作讨论式，则有物理学家海森堡与数学家约尔旦成功创立矩阵力学，生物学家博士后华生与物理学博士克里克发现 DNA 双螺旋结构。中国研究生的交叉创新活动不够活跃，一是氛围不浓，二是场所有限。中国有的大学已建立交叉科学中心或类似的机构，这是可喜的进步，但其作用的充分发挥尚有待交叉氛围的培育和管理方式的创新。

培养大批高素质创新人才是中国高等教育的时代使命，更是中国研究生教育的当务之急。中国研究生教育的国际竞争力和历史地位，在很大程度上取决于未来一、二十年中国与世界的科技大师有多少出自中国当代研究生。为了实现中国高层次创新人才层出不穷的梦想，必须切实改革当前的研究生教育，而指引这一改革的一个重要而可靠的路标，即是培养未来大跨度交叉创新所必需的宽广知识结构与交叉创新的自觉意识。

参考文献：

[1] 王义遒. 高等教育培养目标中的“博通”与“专精”[J]. 北京大学学报：哲学社会科学版，2008(3)：5－15.

[2] 列宁. 论民族自决权[M]//列宁选集：第二卷. 北京：人民出版社，1972：512.

[3] 陈其荣. 诺贝尔自然科学奖与跨学科研究[J]. 上海大学学报：社会科学版，2009(5)：48－62.

[4] [法]彭加勒. 科学的价值[M]. 北京：光明日报出版社，1988：377.

[5] [美]爱因斯坦. 爱因斯坦全集：第一卷[M]. 赵中立，译. 长沙：湖南科技出版社，2002：65.

[6] [美]爱因斯坦. 爱因斯坦文集：第一卷[M]. 许良英，等，译. 北京：商务印书馆，1977.

[7] [西德]玻恩. 我的一生和我的观点[M]. 北京：商务印书馆，1979：12.

[8] [美]维纳. 控制论[M]. 北京：科学出版社，1962.

[9] [美]沃尔特·爱萨克森. 史蒂夫·乔布斯传[M]. 北京：中信出版社，2011：37.

[10] 丁佳. 心理学或成信息产业升级“推手”[EB/OL]. (2014－03－27)[2016－02－22]. http：scitech. people. com. cn/n/2014/0327/c1007－24752624. html.

[11] Hayhurst D R, Kedward K T, Turner K L, et al. Innovation-led multi-disciplinary undergraduate design teaching[J]. Journal of Engineering Design, 2012(3)：159－184.

[12] 杨振宁. 科学、教育与中国现代化[M]. 北京：人民日报出版社，1987.

（下转第 33 页）

四、结束语

通过教练提升军事领导力在我国还是一个新生事物，并没有成熟的经验可供借鉴。尽管教练并不能取代传统的理论和知识教学，但教练技术注重知识和实践的有机衔接的特点及其确保知行合一的优势，对于传统教学模式的改革具有极强的冲击力和借鉴意义，其在军事领导力建设中的应用前景无疑是非常宽广的。我们有志于通过教练技术的开发和实践为军事领导力培养模式探索新的路径，为军队培养和输送更优质的领导者，这也正是军事院校为打赢信息化条件下的新型战争责无旁贷的使命。

参考文献：

[1] [英]约翰·惠特默. 高绩效教练[M]. 4 版. 林菲，徐中，译. 北京：机械工业出版社，2015.

[2] [英]埃里克·帕斯洛. 领导：教练和顾问[M]. 2 版. 上海：世纪出版集团，上海人民出版社，2006：3.

[3] [美]Underhill O B，McAnally K，Koriath J J. 以成果为导向的高管教练——培养组织领导者的终极指南[M]. 吴侃，译. 上海：上海交通大学出版社，2010：12.

[4] [美]罗伯特·迪尔茨. 从教练到唤醒者——NLP 人生成功宝典[M]. 郑州：河南人民出版社，2009.

[5] 戴钊. 自我教练——迈向自我实现之路[M]. 北京：机械工业出版社，2015：6－7.

[6] International Coach Federation. What is professional coaching? [EB/OL]. [2016－01－14]. http://www.coachfederation.org/need/landing.cfm?ItemNumber＝978&navItemNumber＝567.

[7] [美]理查德·L·达夫特. 领导学[M]. 5 版. 北京：电子工业出版社，2012.

[8] [美]约翰·H·曾格，凯瑟琳·斯提纳特. 卓越教练——卓越领导者如何帮助他人成长[M]. 北京：中国工信出版集团，电子工业出版社，2015：38.

[9] [美]保罗·迈尔，兰迪·思列塔. 领导力的五大支柱——如何跨越领导的鸿沟[M]. 上海：上海社会科学院出版社，2005.

[10] [美]伊莱恩·碧柯. 美国培训与发展协会领导力开发手册[M]. 北京：电子工业出版社，2012.

[11] [美]詹姆斯·M·库泽斯，巴里·波斯纳，伊莱恩·碧柯. 培养卓越领导者的教练指南[M]. 北京：电子工业出版社，2013.

[12] [英]艾伦·范恩，[美]丽贝卡·梅里尔. 潜力量——GROW 教练模型帮你激发潜能[M]. 北京：机械工业出版社，2015：194.

[13] [美]马歇尔·哥德史密斯，劳伦斯·S·莱昂斯，莎拉·麦克阿瑟. 领导力教练——世界著名企业教练们的实践心得[M]. 3 版. 北京：机械工业出版社，2013：276，279.

[14] [加]玛丽莲·阿特金森，蕾·切尔斯. 被赋能的高效对话——教练对话流程实操[M]. 杨兰，译. 北京：华夏出版社，2015：33.

[15] 王瑞. 翻转课堂的关键要素：以领导力教学为例[J]. 高等教育研究学报，2015(4)：41－46.

[16] [美]约翰·麦克斯韦尔. 领导力的 5 个层次[M]. 北京：金城出版社，2012：7－10.

[17] 美国陆军部. FM 6－22(FM22－100)：Army Leadership：Competent，Confident，Agile[M]. Huntsville：Red Bike Publishing，2010：62.

（责任编辑：赵惠君）

（上接第 11 页）

[13] 王义遒. 高等教育培养目标中的“博通”与“专精”[J]. 北京大学学报：哲学社会科学版，2008(3)：5－15.

[14] 王义遒. 高等教育培养目标中的“博通”与“专精”[J]. 北京大学学报：哲学社会科学版，2008(3)：5－15.

[15] 杨振宁. 杨振宁演讲集[M]. 天津：南开大学出版社，1989：106.

[16] 楼文伟. 西点军校办学思想与新时期武警院校建设研究[M]. 北京：军事科学出版社，2009：129.

[17] 王雪松. 美国海军研究生院——2008 年学术目录[Z]. 国防科技大学研究生院，译. 2008：349－352.

[18] 周艳. 从确定到不确定——传统知识教学的现代转向[J]. 高等教育研究，2007(9)：66－70.

[19] 钱学森. 自然辩证法、思维科学和人的潜力[J]. 哲学研究，1980(4)：7－13.

[20] 周艳. 从确定到不确定——传统知识教学的现代转向[J]. 高等教育研究，2007(9)：66－70.

[21] 何兆武. 上学记[M]. 北京：生活·读书·新知三联书店，2006：120.

（责任编辑：赵惠君）