

国外青少年科技创新素质的培养模式及启示 *

■韩葵葵 胡卫平

摘 要 科技创新素质是科技创新人才所具备的素质,包括学习素质、思维素质、知识的深度理解、创造性思维和创造性人格。20 世纪 50 年代以来,国际上培养青少年科技创新素质主要有四种模式,包括教学创新模式、课程创新模式、联合培养模式和教师发展模式。在青少年科技创新素质培养中,要营造创造性环境,重视创造性研究,培养创造性教师,实施创造性教学,开发创造性课程,开展创造性活动。

关键词 国外青少年 科技创新素质 创造性 教学创新模式 课程创新模式 联合培养模式 教师发展模式

中图分类号 :G40-012

文献标识码 :A

文章编号 :1004-633X(2015)28-0020-04

随着经济的发展,创新科技以及创新人才越来越成为国家之间以及地区之间的竞争关键,创造力研究与创新人才培养得到世界各国和地区的高度重视。20 世纪 50 年代,由于前苏联发射了人造卫星,给美国带来了巨大的威胁,促使美国注重创造力的研究和科技创新人才的培养。为了获取更多的创新人才,美国提出了一系列的创新人才培养理论和选拔方法,成立了创造力研究组织和超常儿童发展机构,探索了多种创新人才培养模式。英国自 20 世纪 80 年代以来,重视思维与创造力研究,建立了超常儿童研究机构,推进教育改革,探索创新人才培养的模式。日本则将创新素质的培养确定为国策。

自 1980 年以来,我国在文化、经济以及技术方面获得了极大的提升,尽管如此,缺乏关键技术和与之相关的研发能力已经成为中国可持续发展的瓶颈,如何提高经济发展中科技创新的贡献率,如何增强自主研发能力,建设创新型国家,是我国亟待解决的问题,也是一项巨大的挑战。早在 1985 年《中共中央关于教育体制改革的决定》就明确提出要培养学生的“创新精神”,《国家中长期人才发展规划纲要》(2010-2020 年)、《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010-2020 年)与《国民经济和社会发展规划“十二五”规划纲要》都将

创造性人才的培养作为我国未来 5-10 年的重要战略目标。为了培养更多的创新型人才,我国在借鉴国外经验的同时,也进行了有益的探索,如实施超常教育,推进课程改革,重视教师培训,启动教师教育创新平台等,但与发达国家相比,在科技创新人才培养方面还存在相当大的差距。科技创新素质不仅包括创造性思维和创造性人格,而且包括学习素质(学习能力与学习动机)、思维素质(思维能力与思维倾向)、对知识的深度理解等^[1]。青少年时期是一个人科技创新素质形成的关键阶段,世界各国探索了青少年科技创新素质培养的不同模式,将这些人才培养的模式进行很好的归纳总结,对于培养我国创新型人才具有重大的意义。

一、国外青少年科技创新素质的培养模式

青少年的创新素质并不是既定不变的,而是能够通过创新的模式进行培养,国外对于青少年科技创新素质的培养模式主要有四种:

(一)教学创新模式

教学创新是科技创新素质培养的主渠道,世界各国和学术界通过提出创造性教学理论、训练创造性思维技能、建立英才教育体系等方式,提倡积极主动学习、在合作和探究中学习,提倡学习和思考同步进行,在这个过程中,教师要注意贯彻基于思维的学习^[2]和

* 本文系教育部人文社科基金规划项目《儿童青少年创造性的影响因素及培养模式》(课题编号:12YJA190007)的研究成果。

作者简介 胡卫平(1964-)男,山西霍州人,中国基础教育质量监测协同创新中心副主任、教授、博士、博士研究生导师,陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室主任,主要从事创造力研究;韩葵葵(1983-)女,江苏徐州人,陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室博士研究生,主要从事科学教育研究。

教学^[3],以帮助学生提高创新素质。

1. 提出创造性教学理论

比较有影响的创造性教学理论有如下几种:一是琼菲格尔(Treffinger)的创造性学习模型(MCL)^[4]。这一模型把创造性学习过程分为三级,第一级强调认知与情感的开放性,提倡发现和解决问题的多样性,第二级强调复杂的思维过程、情感与认知的冲突、想象力等,第三级要求学生解决真实的问题,面对现实的挑战;二是泰勒(Taylor)的创造性课程模型^[5]。该课程包括三个维度,即学科知识(指学生所学的学科领域知识)、心理过程(指学生学习中经历的心理过程及其发展起来的心理能力)和教师行为(包括教学环境的创设、教学方法的使用、教学媒体的选择、教师与学生的关系等);三是威廉姆斯(Williams)的认知-情感交互作用理论^[6]。威廉姆斯认为,学生创造性的培养要渗透在课堂教学与课外活动中,强调创设良好的教学情境,启发学生的积极思维,重视情感与认知的交互作用,突出创新思维策略的发展;四是仁祖理(Renzulli)的创造力培养理论^[7]。仁祖理强调教师、学生和课程关系的处理,突出学生的主体地位,发挥教师的主导作用,基于学生的特点(能力水平、学习风格、学习兴趣)和教师的特点(学科知识、教学能力、教学兴趣)设计课程,考虑学科内容、学科结构和教学方法等。这些模型和理论与科学教学有机结合,形成创造性科学教学的不同模式。

2. 进行创造性思维训练

科技创造性思维是以科技抽象思维、形象思维和直觉思维为基础的综合性思维活动,是科技创新素质的核心,具有目的性、新颖性、价值性以及独创性等特点,包括对现有科技知识的重组与改造以及科学技术的重大突破与创新。尽管科技创造性思维并没有特定的思维模式,但是,从整体来看,其核心是发散性思维。国外学者探索了三种著名的发散思维训练模式:一是奥斯本(Osborn)的头脑风暴法^[8]。头脑风暴法一般由小组成员互相激发,产生更多新颖、独特、有价值的想法。这种方法既可以用于问题解决和提出创造性的方案,也可以用于创造性思维的培养;二是德·波诺(De Bono)的侧向思维训练^[9]。德·波诺认为,侧向思维可以帮助人们突破原有的思维定势,建立新的思维模式,是一种创造性的方法,经过专门的训练,可以提高创造性思维能力;三是托兰斯(Torrance)的创造技能训练^[10]。托兰斯建构了儿童创造技能的六个等级,提出了专门的训练方法,并通过实验,证明了训练方法的有效性。在以上三种模式的基础上,研究者和实践者开发出了众多的创新技能训练方法,有效培养了学生的科技创新素质。

3. 建立英才教育体系

科技创新人才的成长是遗传素质和后天培养共同作用的结果,世界各国都特别重视英才教育,精英教育成为一种非常重要的科技创新素质培养模式。美国对于英才教育十分重视,早在 20 世纪 50 年代末就通过

了《国防教育法》,在 20 世纪 70 年代又设立了英才部门,综合协调英才教育活动,20 世纪 80 年代末,美国国会通过《贾维茨英才儿童教育法案》,决定对英才教育进行拨款。到了 21 世纪以后,美国更加重视 STEM 教育,加强拔尖创新人才的早期甄别、选拔和培养^[11];新加坡有严格的学生分流制度,突出对拔尖创新人才的教育,为前 10% 的优秀学生开设了综合课程,为前 1% 的学生开设了高才班^[12]。

(二) 课程创新模式

自从 20 世纪 80 年代以来,世界各国都纷纷修订或者修订国家科学课程标准,推进科学教育改革。大部分国家的科学课程标准强调科技创新素质的培养,如美国国家科学课程标准规定,学校科学教育要培养学生通过对自然界有所了解和认识而产生充实感和兴奋感、运用证据进行描述、解释、预测和构建模型的能力、通过批判性和逻辑性思维建立证据与解释之间的关系等^[13];英国国家科学教育课程标准强调培养学生的思维能力和创造性解决问题的能力^[14];加拿大国家科学课程标准强调批判性思维和创造性思维的培养^[15]等。教材改革是基础教育课程改革的重要组成部分,也是培养学生创新素质的重要环节。教材的内容选择、知识呈现、编排特点等,集中体现了国家的教育思想和教育观念,是教师组织教学活动的主要依据。通过对 10 个国家的小学科学教材进行了比较分析,发现大部分国家特别重视学生科技创新素质的培养。例如,美国小学科学教材注重知识的先进性、递进性和核心概念的学习,在内容设计、练习设计、链接内容等方面设计一些小栏目训练学生的批判性思维、迁移思维能力、元认知能力;新加坡以科学探究的形式展开活动,以思维能力的培养为核心,在每一个活动中,教材都首先列出本次活动将要使学生掌握的思维能力,紧接着设计若干培养这些思维能力的活动,在每一个活动的最后,都会安排一个培养学生“反思能力”的栏目;德国重视发散思维、分类思维能力、合作能力、探究能力、信息搜集能力、制作图标能力、展示能力、实践能力等,强调学生学习兴趣的培养等。

除课程改革外,研究者还开发了一些专门用于创新思维培养的活动课程,如考文顿(Covington)的创造性思维教程^[16]、阿迪(Adey)的思维科学课程^[17]等。研究表明,思维训练课程能够很好地帮助学生发展自身的思维,也能够帮助学生提升创造力^[18]。

(三) 联合培养模式

儿童青少年创新素质的培养需要学校和社会、学校和企业、不同学段、不同学科的联合,世界各国都非常重视这些联合,并形成了适合创新人才成长的联合培养模式。

1. 不同学段的联合

英国牛津布鲁克斯大学专门成立了“高能儿童研究中心”,与中小学联合,选拔超常学生进行重点培养^[19]。

2011年7月,美国国家研究理事会(National Research Council)正式颁布了《K-12科学教育框架:实践、交叉概念和核心概念》,该框架强调科学教育的连贯性和整体性,从幼儿园到12年级连续、整体设计课程与教学。

2. 学校与企业的联合

美国高校重视实践基地建设,联合企业培养科技创新人才。例如,加州大学伯克利分校重视与硅谷联合培养学生,在课程设计、教学改革、教学实施等方面,邀请硅谷企业家参与,按照社会需求制定培养方案和教学计划,促进教学改革。新加坡企业捐资,搭建展示学生创新成果的各种平台。例如,花旗银行捐资的新加坡全国中小学生创新大赛,挑选100件创意计划书,资助1000新币,帮助学生把创意计划做成创新作品。法国对于学生和实习企业的关系十分关注,要求学生注意保持联系。日本在研究生培养中,重视“产官学一体化”,企业为研究生培养提供课题、资金和实践基地,科研人员的加入又促进了企业的创新。

3. 学校与社会的联合

国外充分利用科技馆、博物馆等科普设施,利用大众传媒,播放科普动画片、专题片等,设立青少年科技俱乐部,努力为青少年创造丰富多彩的科技教育环境,包括科普讲座、科学研究、科技竞赛等活动。比如,美国每年都会举办由Intel赞助的国际中学生科学工程大赛(ISEF),对学生科技创新素质的发展具有重要的影响。

4. 不同学科的联合

学科交叉、理工融合是当今科学技术发展的趋势,也是儿童青少年科学创新素质培养的有效途径。在2000年,美国商务部和科学基金会组织专家完成了“聚合四大科技(NBIC)提高人类能力”的研究报告^[20],并在K-12、本科和研究生教育中,将纳米技术、生物技术、信息技术和认知科学整合起来,对儿童青少年科技创新素质的培养产生了深远的影响。《K-12科学教育框架:实践、交叉概念和核心概念》将自然科学和工程科学相结合,重视核心概念和跨学科概念的学习。

(四) 教师发展模式

创造性学生需要创造性教师的培养,世界各国都将教师的发展作为培养学生科技创新素质的基础。新加坡政府为了发展教师的创意,主要采用三种方法^[21]:一是扩大教师的资讯信息,二是了解最新的科技创新,三是提高教师的创造性教学能力。波兰对职前教师开设长达5年的本科和研究生阶段的创造力教育课程,目的是为了教师的创造力以及对教育问题的识别和解决能力,从而促进学生的成长和创造力的发展。追踪研究表明,这种创造力的课程培养是有效的,这些教师在之后的生活和职业领域都表现出了创造力,并且有更高的生活满意度^[22]。有研究基于斯滕伯格的成功智能理论,对职前教师的创造性思维进行了思维训练,结果发现,实验组的创新思维能力比对照组有了

显著的提高^[23]。

二、国外青少年科技创新素质的培养对我国的启示

综上所述,各国政府和学术界都对青少年科技创新素质的研究和培养高度重视,创设了良好的有利于创新人才成长的社会环境,提出了各种创新素质培养的理论和方法,整合了学校、社会、企业等的相关资源,实施了跨学科、跨学段的联合攻关,形成了系统的创新素质培养方案和多样化的培养模式,这些对我国青少年科技创新素质的培养都具有很重要的借鉴意义。

(一) 营造创造性环境,重视创造性研究

各级政府与社会各界要充分认识到,青少年的科技创新素质关系到国家的未来,是一个国家竞争力和可持续发展能力的关键,建议国家认真研究国际经验,重视科技促进教育的研究,加大创造力研究和科技教育研究的经费投入,将科技教育和科技创造力课题纳入自然科学基金和重大研究专项中,安排部署科技促进教育的重点实验室或者相关平台,为创造型科技创新人才的培养提供支撑;建议社会各界设立科技创新活动基金,充分发挥科技馆、博物馆等科普设施的作用,积极开展青少年科技创新活动,参与学校的课程与教学改革,建议实施以创新素质为核心的评价制度,努力营造有利于学生科技创新素质发展的学校和社会环境。

(二) 培养创造性教师,实施创造性教学

通过培养创造性教师来促进学生科技创新素质的发展是世界各国采取的主要措施。虽然我国近几年也非常重视教师的培养,加大了教师培养培训的力度,但由于培养培训中存在理论与实践脱节、缺乏系统的规划、缺少基于能力的实训、忽视创造性教学理论培训等问题,导致教师的整体水平不高,建议国家切实重视科学教师和科学教学,改革教师培养培训的模式,促进教师素质的提高,培养大批具有创造性的教师。创造性教学是培养科技创新素质的主渠道,世界各国都高度重视,建议我国创新科学教学,注重学思结合,探索基于思维的课堂教学改革,训练创造性思维方法,培养学生的学习动机与能力、合作交流能力、创造性思维和批判性思维能力等,注重知行统一,重视围绕核心概念教学和知识的深度理解,加强科学探究,做到做中学、学中思,注重因材施教,重视英才教育体系的建设和教学方法改革的。

(三) 开发创造性课程,开展创造性活动

基于科技创新素质的要求改革国家课程,重视学段的衔接和学科的融合,建议国家研究制定打通小学、初中、高中三个学段,整合物理、化学、生物、自然地理、工程技术等学科的科学课程标准,动员社会组织、企事业单位、研究结构、高等学校、中小学校等联合设计创新素质培养方案,组织科技创新活动,鼓励研究人员研发创新思维培养活动课程和游戏;推动学校开设创新思

维训练校本课程和科技创新课外活动。

参考文献:

- [1] 胡卫平, 贾小娟. 学思维活动课程促进中小学生学习素质发展的系列实验报告[A]. 郝文武. 西部教育报告[C]. 北京: 教育科学出版社, 2012. 73-148.
- [2] Swartz R., Costa A Beyer B., Reagan R. & Kallick B. Thinking-Based Learning[M]. NY: Teacher College Press, 2010.
- [3] Sternberg R.J. & Spear-Swerling L. 思维教学[M]. 赵海燕译. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
- [4] Treffinger, D. J. Encouraging Creative Learning for the Gifted and Talented Ventura[M], CA: Ventura County Schools/LT1, 1980.
- [5] Taylor C.W. Questioning and Creating: a Model for Curriculum Reform[J]. The Journal of Creative Behavior, 1967, 1(1): 22-33.
- [6] Williams F.E. A Total Creativity Program for Individualizing and Humanizing the Learning Process[M]. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, 1972.
- [7] Renzulli J.S. A General Theory for the Development of Creative Productivity Through the Pursuit of Ideal Acts of Learning[J]. Gifted Child Quarterly, 1992, 36(4): 170-182.
- [8] Osborn A.F. Applied Imagination[M]. NY: Charles Scribner's Sons, 1963.
- [9] De Bono E. Lateral Thinking—A Textbook of Creativity[M]. London: Ward Lock Educational Limited, 1970.
- [10] Torrance E.P. Encouraging Creativity in the Classroom[M]. Wm.C. Brown Company Publishers, 1972.
- [11] The National Science Board. Preparing the Next Generation of STEM Innovators: Identifying and Developing our Nation's Human Capital[R]. National Science Foundation, 2010. 13.
- [12] 惠新义. 新加坡高中课程结构改革及其启示[J]. 武汉市教育科学研究院学报, 2007, 5(2): 145-150.
- [13] National Science Education Standards [M]. National Research Council, Washington DC: National Academy Press, 1996. 103-208.
- [14] Science. The National Curriculum for England [EB/OL]. 2004: 6-38. <http://www.qca.org.uk/nc/>.
- [15] Science and Technology. The Ontario Curriculum [EB/OL]. 2007. 20-27. <http://www.edu.gov.on.ca>.
- [16] 张庆林. 当代认知心理学在教学中的应用[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 1995. 196-197.
- [17] Adey P., Shayer M. & Yates C. Thinking Science[M]. London: Thomas Nelson and Sons Ltd, 1995.
- [18] Weiping Hu, Philip Adey. A Scientific Creativity Test for Secondary School Students[J]. International Journal of Science Education, 2002, 24(4): 389-403.
- [19] 叶之红. 关于拔尖创新人才早期培养的基本认识[J]. 教育研究, 2007 (6) 36-42.
- [20] 蔡曙山等. 聚合四大科技, 提高人类能力[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.
- [21] 王磊. 新加坡中小学创新教育政策分析[J]. 武汉市教育科学研究院学报, 2007, 5(2) 60-62.
- [22] Izabela L. Are Creativity Teachers Creative? A 6-year Qualitative Follow-up [J]. Procedia Socioal and Behavioral Sciences, 2010 (2): 1747-1751.
- [23] Tok E, Sevinc M. The Effects of Thinking Skills Education on the Creative Thinking Skills of Preschool Teacher Candidates [J]. Egitimve Bilim-education and Science. 2012, 37(164) 204-222.

作者单位 陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室 陕西 西安 邮编 710062

Training Modes and Enlightenment of Scientific and Technological Innovative Quality of Foreign Adolescents

HAN Kui-kui, HU Wei-ping

(MOE Key Laboratory of Modern Teaching Technology, Shaanxi Normal University)

Abstract: Scientific and technological innovative quality is the quality that scientific and technological talents must have, including the learning quality, thinking quality, the depth understanding of knowledge, creative thinking and creative personality. From 1950s, there are four modes for training the scientific and technological innovative quality of adolescents, including teaching innovation mode, curriculum innovation mode, joint training mode and teacher development mode. Some suggestions for training the scientific and technological innovative quality of adolescents have been proposed. They are creating a creative environment, paying attention to the research of creativity, training creative teacher, performing creative learning and teaching, developing creative curriculum and carrying out creative activities.

Key words: foreign adolescents, scientific and technological innovative quality, creativity, teaching innovation mode; curriculum innovation mode, joint training mode, teacher development mode