

● 高等教育

美国 STEM 教育的困境与走向

——《美国竞争力与创新力》报告述评

李函颖

(北京师范大学国际与比较教育研究院, 北京 100875)

[摘要] 创新力是目前世界各国着力发展的重要内容之一。教育,尤其是 STEM 教育是推动创新力的重要途径。美国非常重视 STEM 领域内的教育和就业问题。《美国竞争力与创新力》报告指出,美国 STEM 教育现阶段状况不佳主要是受到昂贵的大学教育成本、贫乏的学术准备、人口因素、缺乏本土核心工作人员等方面的影响。为此,美国政府决定采用加大高等教育经费投入、鼓励学校与社会加强联系等方式来改善现状。

[关键词] 创新;STEM 教育;STEM 工作领域;经费;美国

中图分类号:G511 文献标识码:A 文章编号:1003-7667(2014)05-0053-06

2012年1月,在美国经济协会的协助下,美国联邦商业部发布了题为《美国竞争力与创新力》(The Competitiveness and Innovative Capacity of the United States)的报告(以下简称报告)。报告从当前经济形势、税收及商贸政策、创业的阻碍、联邦政府在高等教育中的角色等多方面对美国提升其竞争力与创新力提出了具体建议。报告认为“创新”既包括新产品、服务、流程、制度、组织结构的发明、设计、开发与(或)使用,也包括旨在为客户创造新价值、为公司带来财政收入的经济模式。^[1]而创新的衡量方式包括专利数量或研发经费(Research and Development, R&D)等易被量化的因素,以及劳动力等不易被量化的因素。如果以第二种方式为衡量依据的话,当今美国 1/3~1/2 的经济增长都应归结为“创新”。^[2]肩负创新使命、推动经济发展的人力资本多数来自 STEM 领域。STEM 领域包括学校教育和工作领域两个部分。STEM 教育是指科学(science)、技术(technology)、工程(engineering)、数学(mathematics)领域的教育。STEM 从业人

员是特指计算机科学、数学、工程学、生命和物理科学领域的专业技术人员。

一、美国 STEM 领域的现状

在小布什时代,美国已将培养具有 STEM 素养的人才作为其在知识经济时代的教育目标之一。自奥巴马正式入主白宫后,联邦政府在 STEM 领域的教育改革不断深入。奥巴马曾在 2011 年的美国国情咨文中明确表示:“如果我们希望美国能在未来立于不败之地,如果我们希望创新能够为美国创造更多的工作机会,那我们就必须在教育领域取得胜利。”STEM 从业人员通过创造新知识、新公司、新行业推动着整个国家创新力和竞争力。

1. STEM 从业人员逐步增长

过去 10 年,美国 STEM 领域的职位增长率为 7.9%,是其他领域(2.6%)的 3 倍,这一增长趋势仍将继续下去。2010 年,美国共有 760 万 STEM 从业人员,占据全社会劳动力的 1/18。其中,计算机和数学领域的从业人员占有 STEM 劳动力的近一

本文系国家建设高水平大学公派研究生项目(项目编号:留金发[2012]3103)的研究成果之一。

作者简介:李函颖,女,湖南衡阳人,北京师范大学国际与比较教育研究院博士研究生。

半,工程学领域的劳动力占32%,物理和生命科学领域占13%,管理人员占9%。^[3]

与STEM战略地位一致的是,STEM领域的从业人员不仅平均工资比其他领域的从业人员要高(见下表),而且失业率也较低。因此,对于美国政府而言,鼓励更多学生接受STEM教育不仅有利于国家的经济发展,同时也有助于提高公民自己的收入。

表. 2010年美国私企全职从业人员的
受教育程度与时薪

受教育程度	STEM领域 (美元)	非STEM领域 (美元)	差别 率
高中毕业及以下	24.82	15.55	59.6%
副学士学位	26.63	19.02	40.0%
学士学位	35.81	28.27	26.7%
研究生学位(硕士、博士)	40.69	36.22	12.3%

资料来源:U.S. Department of Commerce. The Competitiveness and Innovative Capacity of the United States[R/OL]. http://www.commerce.gov/sites/default/files/documents/2012/january/competes_010511_0.pdf, January 2012, 70.

2. STEM毕业生的实际培养与经济发展需求不符

在美国,目前教育领域所培养的STEM毕业生与劳动力市场的实际需求存在出入。劳动力市场上所提供的STEM工作岗位约470万个,而STEM毕业生近920万人,其中只有330万STEM毕业生进入了STEM领域工作。也就是说,所有STEM从业人员中有近140万人不是STEM毕业生。与此同时,近2/3的STEM毕业生只能进入医疗、教育、社会科学及管理等非STEM领域工作。^[4]尽管如此,拥有STEM学位对于美国人而言还是非常有价值的,因为即使在非STEM领域,拥有STEM学位的全职从业人员的时薪还是要比拥有其他学位的毕业生高出11%。^[5]目前,在美国STEM领域中,超过2/3的从业人员至少拥有学士学位。然而,美国劳动力市场对STEM从业人员数量和质量的需求仍在持续增长中。报告明确指出:“相较于其他国家,美国正在逐渐丧失其在教育,尤其是在培养学生的STEM技能方面的绝对优势。”^[6]

3. 顶尖美国大学的STEM毕业生较少

美国顶尖大学一直都统领着全球大学排行

榜。2011~2012学年的泰晤士报世界大学排行榜中,世界前25名的大学有18所是美国大学,世界前50名的大学中有30所是美国大学。尽管近年来美国的吸引力有所减弱,但其目前仍是全世界吸引留学生最多的国家。^[7]2010~2011学年间,近40%的国际学生学习的专业是STEM领域。其中,18.7%的国际学生选择工程学,8.9%的国际学生选择数学和计算机科学,8.8%的国际学生选择物理和生命科学。而经济管理专业成为最热门的专门学科,修习人数占到21.5%。^[8]

尽管美国的高等教育在世界范围内表现突出,但与其他发达国家相比,美国大学的STEM毕业生相对较少。2009年OECD的统计数据显示,该年美国仅12.8%的本科毕业生获得STEM学士学位。这一结果几乎使美国在OECD的STEM毕业生比例统计表中垫底。韩国、德国、加拿大及英国分别以26.3%、24.5%、19.2%、18.1%的STEM本科毕业生比例分列OECD国家的前四位。^[9]大部分美国学生不愿进入STEM领域,即使他们中有些人曾经选择STEM课程,但也有大部分人不会继续下去。例如,在美国,能在高中数学测试中取得优异成绩的学生里有3/4的人不愿选择STEM作为大学专业。而选择STEM专业的学生只有50%能顺利获得STEM学位。

4. 性别及种族差异显著

尽管STEM领域的工作与其他领域的工作相比有很大的优势,如STEM领域女性所得工资比非STEM领域女性高33%,但无论是STEM教育还是STEM工作中都存在显著的性别差异。就STEM教育而言,虽然各专业情况有所不同,但总体情形是女性获得STEM学士学位的比例低于男性,尤其是在工程学领域。但在生物学领域,女性获得学位的人数超过男性。就STEM行业而言,过去10年中,女性在STEM行业中的比例低于25%,她们大多数的去向是从事STEM教育或健康保健等工作。然而一旦进入STEM工作领域,男性与女性的工资差别却小于非STEM工作领域。^[10]

此外,少数族裔也是STEM领域中的弱势群体,但亚裔人群例外。在美国,近15%的亚裔人群在STEM领域工作。亚裔比其他族裔更容易完成大学STEM教育。据统计,42%的亚裔学生能够顺

利获得 STEM 学位,而其他族裔学生在 STEM 专业中的毕业率则是 17~22%。半数亚裔学生在获得 STEM 学位后顺利进入 STEM 工作领域,而西班牙裔、印第安人、黑人等少数族裔学生在获得 STEM 学位后仅 30%能顺利进入 STEM 工作领域。有趣的是,所有少数族裔在获得 STEM 工作后的薪资都比美国白人高 10%左右。^[11]

二、美国 STEM 领域现状不佳的原因

美国政府在《美国竞争力和创新力》报告中指出,尽管美国 STEM 领域状况的提升需要多部门的合作,但 STEM 教育却肩负着极为重要的责任,其也成为联邦政府力图改善 STEM 领域现状的突破口。在联邦政府眼中,目前美国 STEM 教育现状并不理想,原因主要集中在以下两个方面。

1. 昂贵的大学教育成本

高等教育对于提高劳动者的生产力和收入发挥着重要的作用,尤其是对 STEM 领域的从业人员而言。然而,2009 年美国高中毕业生的大学入学率仅为 70%,低于挪威、新西兰等国。^[12]高昂的大学费用是阻碍大学入学率提高的原因之一。无论是两年制社区学院还是四年制大学,学费增长速度都要高于物价和居民收入的增长速度。过去 10 年间,美国两年制社区学院的学杂费增长速度为 71%,而公立大学费用增长速度比它的两倍还要快。与此同时,美国的物价增长速度为 27%,中等家庭收入的增长速度为 18%。^[13]此外,大学的食宿费也大幅增长。2000~2010 年间,大学的宿舍费上涨了 80%,膳食费增长了 55%。全球金融危机使许多美国家庭的经济状况变得十分窘迫,居民家庭收入的增长速度不及大学费用的增长,大大地阻碍了大学入学率的提升。大学入学率整体状况堪忧必然会影响到 STEM 领域的入学率。

2. 基础教育阶段学术准备不足

学生在 K-12 阶段的 STEM 教育准备不充分是另一个阻碍学生进入 STEM 领域的原因。美国在基础教育阶段的 STEM 教育效果并不理想,OECD 组织的国际学生评估项目(Program for International Student Assessment, PISA)结果显示,美国学生在 2003 年、2006 年和 2009 年的三次测评

中的数学成绩均低于 OECD 国家的平均水平。在科学测评中,2003 年、2006 年美国学生的成绩均低于 OECD 的平均成绩,2009 年时略高于平均成绩。^[14]除了在 PISA 项目上的糟糕表现之外,全美教育进展评估委员会(National Assessment for Educational Progress)的研究报告也同样证实了美国学生在 STEM 领域的不足。研究发现,尽管过去 30 年间,美国学生的数学成绩取得了一定的进步,但 2009 年时学生的表现依旧不容乐观。就 12 年级学生的各科成绩而言,只有 26%的人数学成绩达到“熟练”(proficient)或以上,21%的人科学成绩达到“熟练”(proficient)或以上,而 38%的学生的阅读成绩达到了这一标准。^[15]由此可见,尽管美国 K-12 阶段各学科领域都需要继续加强,但 STEM 学科无疑成为政府眼中的重中之重。

三、美国联邦政府的应对措施

奥巴马政府在教育领域推出一系列改革举措,加大教育经费的投入,以期改善大学的财政状况,并提升教育投入的质量,为美国培养更多的创新人才。这也是未来一段时间内美国 STEM 教育的发展趋势。

1. 加大大学教育经费的投入

美国联邦政府 1972 年启动的佩尔助学金项目是目前美国联邦政府资助大学生的最重要途径,同时也是公立高等学校接受的数目最大的单项资助。奥巴马政府通过提高佩尔助学金的最高金额和接受资助的总人数两种方式来加大对大学和学生的经费投入。就经费总额而言,2008 年,总投入额为 180 亿美元,2011 年增长至 300 亿美元。就个人金额而言,2008 年,佩尔助学金的最高金额为 4,731 美元,2010 年时其已被提升至 5,550 美元,2014 年将被提升至 5,635 美元。^[16]2009~2010 学年超过 800 万名大学生接受了佩尔助学金的资助,平均资助金额为 3,706 美元,相较于奥巴马上任前 2007~2008 学年的 550 万名受资助学生 2,648 美元的平均资助金额有了较大的提升。^[17]据统计,2011~2012 学年的大学实际费用(学杂费减去各种形式的财政补助后的学生实际缴纳费用)与 2007~2008 学年相比,美国公立四年制院校只增长了 60 美元,而公立两年制学院及私立学校的实际

费用却减少了。^[18]

除了直接投入教育经费外,联邦政府还会通过税收减免、降低学生偿债比例等间接方式资助教育领域。例如,2009年出台的《美国复苏与再投资法案》(American Recovery and Reinvestment Act)提出在“希望奖学金”税收减免制度(Hope Scholarship Credit)的基础上建立“机会税收”减免制度(American Opportunity Tax Credit)。机会税收减免制度规定,美国家庭每年最多可减免2 500美元用作大学学费和其他相关开销,且税收减免政策的实施范围从原来的本科教育前两年延展至四年。此外,机会税收减免制度还提升了适用人群的家庭年收入标准,使更多中等收入家庭也能享受这一税收减免。

《学生援助与财务责任法案》则将还款额度从之前的可自由支配收入总数的15%降至10%,并宣布连续20年还款的贷款者可以免还剩余款项。对于从事公共服务工作的贷款者而言,只需连续还款10年即可免还剩余款项。^[19]

2. 出台专项计划解决STEM本身存在的问题

在意识到STEM存在的种种问题后,美国政府陆续出台了多项专项计划。例如,“为了创新而教”项目(Educate to Innovate)建立了五大公立和私立部门的合作伙伴关系,充分利用媒体、互动游戏、实践学习(hands-on learning)、社区志愿者的力量,扩大STEM教育的影响人群,尤其关注弱势群体参与STEM的学习机会。为了培养更多的合格教师,提升STEM大学生的毕业率,美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)发起了以科研成果为基础的推广性示范改革(Widening Implementation and Demonstration of Evidence based Reforms),旨在通过资助相关科研项目来提升重点高校的STEM本科教学质量。目前联邦13个政府机构在252个特殊项目中投入了35亿美元的资助。其中,有10亿美元是用于STEM人才的培训,包括美国国家卫生研究院(National Institutes of Health)对下一代生物医学研究者的培训项目、美国农业部设立的农学家培训项目等。此外,为了改善女性、少数族裔等弱势群体在STEM领域中的受教育和就业机会,赋予不同性别的科研人员灵活安排研究工作的权利,NSF还启动了

“职业—生活平衡计划”(NSF Career-Life Balance Initiative)。该计划长达10年,允许女性研究者因照顾新生儿、领养儿童或履行其他家庭责任等原因而延长或暂停受资助的项目研究时间,最多可申请延长1年。

3. 支持社区学院为工人和企业提供援助

为了使STEM教育培养出的人才符合就业市场的真正需求,美国政府积极出台政策鼓励学校与企业加强沟通,提高人才培养的效率。如2010年《医保与教育协调法》(Health Care and Education Reconciliation Act)提出,要投入20亿美元帮助有条件的社区学院提升STEM教育和培训的能力,并帮助公民个人提升STEM知识储备和工作技能,鼓励社区学院与相关社区机构、雇主建立合作关系,为学生毕业后直接获得相关工作建立渠道,或根据相关企业的具体要求有针对性地建立专项培训项目。此外,同年的《为了美国的未来——劳动技能行动计划》(Skills for America's Future Initiative)是另一项促进教育部门与商业部门之间进行合作的行动计划。该计划主要强调以商业部门的需求为导向来培养未来美国的劳动力。

4. 鼓励各州政府在基础教育阶段进行STEM改革

2009年,奥巴马政府通过《经济与复苏法案》正式建立“力争上游基金”(Race to the Top),旨在利用这项竞争性经费来鼓励美国各州和地方积极进行教育改革,提升学生成绩,缩短学生之间的差距,提高高中毕业率和大学入学率。作为“力争上游基金”的一部分,美国联邦教育部已投入40亿美元作为11个州和哥伦比亚地区的竞争性经费,影响范围涉及2.5万所学校的1 360万名学生和9.8万名教师。^[20]2011年,美国联邦政府又追加7亿美元的竞争性经费,其中2亿美元用于追加各州已经展开的教育改革中最有意义的部分,其余5亿美元用于鼓励新的学前教育改革计划。

5. 增加STEM教育的基础设施投入

电脑、无线网络等是支持当今信息化教学的重要设施。尽管美国已经逐渐从金融危机的影响中恢复过来,但各州的教育经费目前比较紧张。自2009年5月至2011年11月,美国的地方性学校

一共裁员 23.5 万人。与此同时,全美超过 10 万所公立学校的教育经费也被削减,其中包括用于维修学校基础设施的经费被延迟。^[21]然而,每年大部分教育经费被用于校舍维修和空调费用,也就是说,日益增大的班级规模和陈旧的校舍严重影响了美国学校购置信息技术的支持设备,从而影响 STEM 教育的质量。因此,美国政府希望为公立学校募集更多的教育经费,优先解决农村地区、印第安教育区及社区学院的需求。

四、思考

美国是一个十分注重创新的国家。《美国竞争力与创新力》报告的发布有许多值得思考的地方。首先,美国联邦政府积极推动 STEM 教育改革。在美国,教育一直是州及地方政府的管辖范围,联邦政府一般以经费资助、教育立法等方式参与教育事业。近年来,尤其是金融危机以来,联邦政府逐步加大了对教育,尤其是 STEM 教育的干预力度,如提升资助额度,出台专项计划等,将其作为国家的战略发展目标之一。其次,STEM 教育应与社会需求紧密联系。STEM 主要是应用型学科,强调对经济的服务和推动作用。因此,STEM 并非仅是教育内部事务,及时与企业沟通,建立合作关系,联合培养真正急需的人才。再次,关注 STEM 中女性、少数族裔等弱势群体的利益。STEM 的学科属性使其成为男性占主导地位的学科,联邦政府即出台专项计划保障女性权益。此外,鉴于目前美国 STEM 领域少数族裔的优异表现,报告建议放宽移民政策,吸纳更多其他国家的优质人才。最后,自我反省的危机意识。美国拥有高技能的劳动力、世界顶尖的公司及世界一流的高等教育系统。1980 年以来,占世界人口 5% 的美国贡献了世界经济的 20~25%。40% 的诺贝尔奖获得者都是美国公民。^[22] 尽管近年来美国国内面临着就业岗位减少、人均收入降低等问题,但其综合国力依旧强大。然而,《美国竞争力与创新力》却屡次提到当今美国在全球创新竞争中正逐渐失去其优势地位,其在 20 世纪无可争议的经济与创新地位已经岌岌可危。这种居安思危的自我反省意识正是一个国家不断进步的原动力之一,也值得我们借鉴。

参考文献:

- [1] The Advisory Committee on Measuring Innovation in the 21st Century Economy. Innovation Measurement: Tracking the State of Innovation in the American Economy[EB/OL]. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1090630, January 2008/2013-02-15.
- [2] [3] [4] [6] [8] [11] [13] [14] [21] [22] U.S. Department of Commerce. The Competitiveness and Innovative Capacity of the United States[EB/OL]. http://www.commerce.gov/sites/default/files/documents/2012/january/competes_010511_0.pdf, January 2012/2013-03-02. 32, 68, 71, 71, 73, 80, 76; 77, 85, 17~18.
- [5] U.S. Department of Commerce. STEM: Good Jobs Now and for the Future[EB/OL]. www.esa.doc.gov/sites/default/files/reports/documents/stemfinaljuly14_1.pdf, July 2011/2013-03-04. 4~5.
- [7] OECD. Education at a Glance 2011[EB/OL]. <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/48631582.pdf>, December 2010/2013-03-01. 322.
- [9] OECD StatExtract. Graduates by Field of Education[EB/OL]. <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=RGRAD-STY>, 2012-05-01/2013-02-28.
- [10] U.S. Department of Commerce. Women in STEM: A Gender Gap to Innovation[EB/OL]. www.esa.doc.gov/sites/default/files/reports/documents/womeninstemagaptoinnovation8311.pdf, August 2011/2013-03-09. 4~5.
- [12] OECD. Education at a Glance 2011[EB/OL]. <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/48631582.pdf>, December 2010/2013-04-01. 316.
- [15] National Center for Education Statistics. Science 2009: National Assessment of Educational Progress at Grades 4, 8 and 12[EB/OL]. <http://nces.ed.gov/nationsreportcard/pdf/main2009/2011451.pdf>, January 2011/2013-04-05. 46.
- [16] Scholarship.com. Federal Pell Grant[EB/OL]. <http://www.scholarships.com/financial-aid/federal-aid/federal-pell-grants/>, 2013-03-13.
- [17] U.S. Department of Education. 2009-2010 Federal Pell Grant Program End-of-Year Report[EB/OL]. <http://www2.ed.gov/financialaid/prof/resources/data/pell-2009-10/pell-eoy-09-10.pdf>, May 2011/2013-03-15. 9.
- [18] Council of Economic Advisers. Making College More Affordable: Implications of New Data [EB/OL]. www.whitehouse.gov/sites/default/files/20111026-cea-report-making-college-more-affordable.pdf, October 2011/2013-04-18. 1.

[19]White House. Ensuring that Student Loans are Affordable [EB/OL]. www.whitehouse.gov/sites/default/files/100326-ibr-fact-sheet.pdf 2010-01-27/2013-03-25.

[20]U.S. Department of Education. U.S. Department of Education : The FY 2010 Summary of Performance and Financial Information [EB/OL]. <http://www2.ed.gov/about/reports/annual/2010report/summary.pdf> February 2011/2013-04-09.18.

The Obstacles and Trends of American STEM Education

——Review of the "Competitiveness and Innovative Capacity of the United States"

LI Han-ying

Abstract: Innovative Capacity is one of the focuses engaged by all the governments in the world currently. Education, especially the STEM education is a key way to promote innovation. The United States attaches great importance to the educational and employment issues in the STEM field. The report of the Competitiveness and Innovative Capacity of the United States published by the Department of Commerce indicated that the main reasons for unsatisfactory current American STEM education are pricey college tuition ,weak academic preparation ,unbalance of demographic factors and deficiency of domestic key talents. Thus U.S. Government decided to improve its innovation in many ways ,such as increasing funding in higher education ,and encouraging schools to strengthen relationship with other sectors etc.

Key words:innovation ,STEM education ,STEM job field ,funding

本文责编:张瑞芳

(上接第 34 页)

comes at age 11 Low quality has little benefit [J]. Journal of Early Childhood Research 2011 9(2) :109~124.

[34]教师[2013]1 号. 教育部关于印发《幼儿园教职工配备标准(暂行)》的通知[S]. 2013-01-15.

[35]Bruner J. Under five in Britain[M]. London :Grant McIntyre ,1980.

The Stipulation and Trend of Teacher to Child Ratio in Early Childhood Education in Foreign Countries

LIU Yan ,LI Xiang-yu

Abstract:As an important structural factor influencing early childhood quality ,teacher to child ratio is not only the indicator for the certification of preschool quality in many countries and regions ,but also the monitoring index for the development of international early childhood education. Based on clarifying the concept of teacher to child ,this article analyzes the stipulation and trends on this issue in some countries and regions. It reveals that many countries and regions have made relevant institutions and regulations to gradually enhance the criterion of teacher to child ratio and also have designed supporting systems to help and encourage preschools at all levels to meet the requirement.

Key words:the quality of preschool education ,teacher to child ratio ,class size ,the qualification of preschool teachers

本文责编:刘健儿