

美国国家竞争力：STEM 教育的贡献

龙 玫 赵中建

摘 要：美国的国家竞争力长期名列前茅，全美多年来大力推行 STEM 教育的举措在其中功不可没。作为国家创造附加价值的一种能力，国家竞争力受到多种因素的影响。依据当前在世界上影响最广的日内瓦世界经济论坛排名采用的 12 项全球竞争力指标，美国的 STEM 教育在提升国民素质、拉动就业及收入分配均衡化、促进民族平等与性别平等、增强国家经济实力、驱动创新等方面均具有显著作用，它就是美国国家竞争力的助推者。因而，任重而道远的 STEM 教育，仍将是美国长期坚持的重要教育战略。

关键词：STEM 教育；国家竞争力；美国教育

中图分类号：G649.712 **文献标识码：**A **文章编号：**1671-1610 (2015) 02-0041-09

国家竞争力日益受到世界各国的关注，作为一个快速发展的大国，我国更不例外。2010 年，中国社会科学院城市与竞争力研究中心发布了《国家竞争力蓝皮书》^[1]，全方位分析了近 20 年来我国的国家竞争力伴随着国家的发展而逐渐上升的历程，并指出转变经济增长方式已成为提升国家竞争力的关键所在。而美国在国家竞争力排名上始终位

居前列，虽略有起伏，但经济结构的优势带来了良性增长的红利和十足的发展后劲，多数年份均在前 3 位之间徘徊（见图 1）。因而探析美国国家竞争力的奥秘，可以为我们带来启迪。而美国雄厚的国家竞争力，又在很大程度上离不开美国大力发展 STEM 教育带来的贡献。

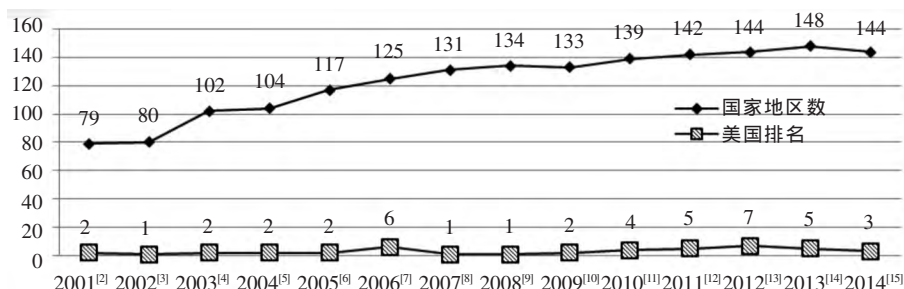


图 1 美国历年全球竞争力排名 (2001-2014)

STEM 教育 (Science, Technology, Engineering and Mathematics Education)，即科学、技术、工程、数学教育的简称。它多采取各学科融会贯通的方式，结合项目加以开展，以研究性学习为主，注重培养学生的探究能力。自 1986 年美国国家科学委员会 (National Research Council) 发布《本科的科

学、数学和工程教育》报告 (Undergraduate Science, Mathematics and Engineering Education) 首次明确提出“科学、数学、工程和技术教育集成”的纲领至今，近三十年来，美国一直大力推行 STEM 教育。^[16] 2007 年通过的《美国竞争法》(America Creating Opportunities to Meaningfully Promote

基金项目：上海市 2012 年教育科学规划课题“美国中小学 STEM 教育研究”，项目编号：B1212。

收稿日期：2014-10-14

作者简介：龙玫（1982-），女，四川眉山人，华东师范大学教育学部国际与比较教育研究所博士研究生，从事美国教育政策、国际组织教育政策研究；赵中建（1954-），男，上海人，教育学博士，华东师范大学教育学部国际与比较教育研究所教授、博士生导师，上海纽约大学文理学院副院长，从事美国基础教育、教育管理创新研究等；上海，200062。

Excellence in Technology, Education, and Science Act), 也以立法形式保障对基础教育阶段 STEM 师资培训和高等教育阶段 STEM 人才培养的投入。^[17] 迄今为止, 美国已经培养了大量的 STEM 人才, 目前每年的 STEM 学士和副学士毕业生约为 30 万, 然而 2012 年总统办事机构在呈交给奥巴马 (Barack H. Obama) 总统的报告中, 仍继续强调要“增加 100 万 STEM 大学毕业生”。^[18] 美国如此致力于 STEM 教育的发展, 归根结底, 乃是出自增强国家竞争力的需要。

依据日内瓦世界经济论坛 (World Economic Forum) 的最新界定, 国家竞争力即决定一国生产力水平的一系列制度、政策和要素。生产力水平则反过来决定了某个经济体的繁荣程度。^[19] 随着时间的流逝, 竞争力越强的经济体, 其经济增长很可能会更快。因而, 国家竞争力的概念同时涵盖了静态与动态要素。^[15] 而其具体要素, 则采用的是马丁 (Xavier-Sara-Iran-Martin) 开发的指标^[20], 即全球竞争力指数 (Global Competitiveness Index), 包含以下 12 项竞争力“支柱”: 制度; 基础设施; 宏观经济环境; 健康与初等教育; 高等教育与培训; 商品市场效率; 劳动市场效率; 金融市场发展; 技术设备; 市场规模; 商务成熟性; 创新。这些“支柱”又分为三大类, 其中前四项为基本要求指标, 最后两项为创新与成熟度指标, 其余各项均属于提高效率指标。^{[15]4-9}

其中多项指标均与美国 STEM 教育及其副产品——STEM 人才有着紧密联系。具体而言, STEM 教育对于提升美国国家竞争力的作用, 主要体现在以下五大方面: 提升国民素质, 与健康、初等教育指标及高等教育与培训指标密切相关; 促进就业与收入分配的均衡化, 与制度环境指标有关; 促进种族平等与性别平等, 有利于提升劳动力市场效率指标; 增强国家经济实力, 关乎技术设备指标、金融市场发展指标、商务成熟性指标; 驱动创新, 是创新指标的重要依托。

一、STEM 教育: 提升美国国民素质的砝码

美国的 STEM 教育有力地提升了其劳动力素

质, 主要体现在两大方面: 一是 STEM 从业者普遍具有更高的受教育水平, 二是 STEM 知识有助于提升普通民众的科学文化与技术水平。

(一) 提高 STEM 从业者的受教育水平

对美国民众来说, 要从事 STEM 工作, 就意味着要拥有更高的受教育水平。从 STEM 从业者与非 STEM 从业者的比较来看, STEM 从业者的平均受教育水平高于非 STEM 从业者。罗森威尔 (Jonathan Rothwell) 利用美国劳工部 (United States Department of Labor) 的职业信息网络数据采集项目 (Occupational Information Network Data Collection Program) 的数据, 与标准化职业体系加以匹配, 经过处理、分析之后, 根据每个所需的 STEM 知识水平, 得出了两种 STEM 工作: 单一领域的高 STEM 工作 (High STEM in Any One Field) 和超级 STEM 工作, 或者叫做跨领域的高 STEM 工作 (Super-STEM or High-STEM Across Fields)。第一类工作即广义的 STEM 工作, 只要求从业者具备某一个 STEM 领域的高水平知识即可胜任。这类工作约有 2600 万个, 占总工作量的 20%。第二类工作即狭义的 STEM 工作, 要求在两个以上 STEM 领域具有较高知识水平的人才能胜任, 这类工作在所有工作中约占 9%。^[21] 在美国 16 岁以上的劳动者中, 68% 的 STEM 从业者均有本科及其以上学历, 而非 STEM 从业者这个比例仅 31%。在四类 STEM 职业中, 生物科学的从业者学历最高, 将近 40% 的人拥有研究生学位, 这几乎是计算机、数学和工程领域从业者的 2 倍。拥有 STEM 学位是获得 STEM 工作的通常途径。在 470 万 STEM 从业者中, 超过 2/3 的人都拥有 STEM 领域的大学学位。^[22] 鉴于许多领域的工作均需要不同程度的 STEM 知识, 而且 STEM 工作的增长速度明显超过非 STEM 工作, STEM 教育对于提升劳动力素质的作用更是不容低估 (见表 1、图 2)。

(二) 提升普通民众的科学素养

除 STEM 职业外, 其他行业的从业者同样能够从 STEM 专业教育中获益, 因为 STEM 学位还能敲开其他许多职业的大门。在美国 930 万拥有 STEM 大学学位的工作者中, 几乎有 2/3 的人从事着非 STEM 领域的工作。^[22]

表 1 主要职业对 STEM 知识的要求 (分布情况)^{[21]10}

| 行业 | STEM 平均分 | 高 STEM 工作比例 | 超级 STEM 工作比例 | 在高 STEM 工作中占比 | 在超级 STEM 工作中占比 | 在所有工 作中占比 |
|--------------------|-------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------|
| 建筑与工程 | 10.6 | 100% | 95% | 9% | 19% | 2% |
| 生命、物理和社会科学 | 8.6 | 87% | 76% | 4% | 7% | 1% |
| 医药从业技术 | 3.1 | 76% | 29% | 22% | 19% | 6% |
| 计算机和数学科学 | 2.9 | 100% | 30% | 13% | 9% | 3% |
| 安装、维护、修理 | 2.6 | 53% | 39% | 10% | 17% | 4% |
| 管理 | 1.1 | 27% | 13% | 6% | 7% | 5% |
| 建筑与萃取 | 0.9 | 40% | 13% | 8% | 5% | 4% |
| 教育、培训和文学 | -0.6 | 9% | 7% | 3% | 5% | 7% |
| 商业与金融 | -0.7 | 42% | 8% | 10% | 4% | 5% |
| 农业、渔业和林业 | -2.6 | 8% | 2% | 0% | 0% | 0% |
| 生产业 | -2.6 | 23% | 4% | 7% | 3% | 7% |
| 艺术、设计、娱乐、 运动和媒体 | -3.2 | 16% | 2% | 1% | 0% | 1% |
| 销售等 | -4.2 | 0% | 0% | 0% | 1% | 11% |
| 法律 | -4.2 | 0% | 0% | 0% | 0% | 1% |
| 防护工作 | -4.6 | 12% | 2% | 1% | 1% | 2% |
| 个人护理与服务 | -5.0 | 1% | 0% | 0% | 0% | 3% |
| 运输和原料搬运 | -5.1 | 6% | 2% | 2% | 2% | 7% |
| 公共与社会服务 | -5.3 | 0% | 0% | 0% | 0% | 1% |
| 行政支持 | -5.8 | 1% | 0% | 1% | 0% | 17% |
| 食物制备与相关服务 | -5.9 | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 医疗保健 | -5.9 | 5% | 1% | 1% | 0% | 3% |
| 建筑清洁与维护 | -6.5 | 5% | 1% | 1% | 1% | 3% |

甚而言之,所有美国人都需要 STEM 知识。科学、技术、工程和数学产品在美国人的生活中起着实实在在且越来越重要的作用。一个民主社会中,如果许多人不熟悉、不能适应科技进步,那将会在全球化竞争中处于不利的经济地位。因此,美国不仅要加强 STEM 专业教育,还希望借助 STEM 教育提升民众的科学文化与技术文化水平。^{[18]1}

在倡导 STEM 教育多年之后,美国仍然认为在数学和科学领域落后于其他国家。据美国教育统计中心 (National Center for Education Statistics) 的统计数据显示,美国的“STEM 管道”正在“渗漏”。为将下一代培养成在世界上具有竞争力的科学家和技术专家,迫切需要为学生提供科学教育,促进他们对科学的积极体验。^[23]

二、STEM 教育: 就业与收入均衡的推动器

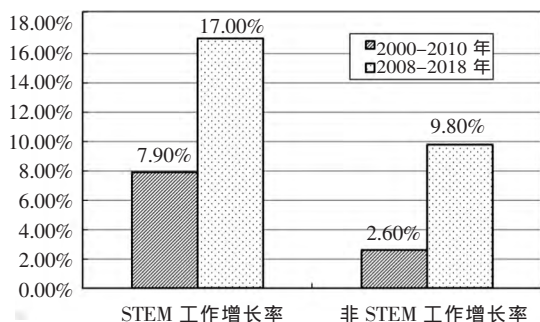
STEM 工作增长率高于非 STEM 工作,这令

STEM 教育在一定程度上发挥着促进就业的作用。同时,STEM 教育还能有效增加 STEM 学位获得者的收入,并增强地区经济的均衡性。

(一) 高增长率与职位缺口: 就业的保障

从历史上看,STEM 工作的增长率一直较高,除 1860-1880 年间受南北战争带来的影响,其比重出现大幅衰落之外,整体上呈现出稳中有升的发展态势;1880-1910 和 1960 年-1980 年两个阶段 STEM 工作所占比例增长最快,1980 年以后稳定在接近 20% 的比例。^{[21]6}

近年来,STEM 工作的年增长率 (或预期增长率) 更是显著高于全美工作的年增长率 (见图 2)。但不同领域呈现出较大差异,其中增长最快的是计算机行业,高达 3.4%,其次是数学、科学领域。只有工程领域的工作增长率低于全国平均水平,而这与 2000-2010 年间制造业的衰退密切相关。^{[21]7}而美国要振兴制造业的计划,将会给 STEM 工作数量带来更快的增长。

图2 美国STEM工作与非STEM工作的增长率^{[22]1}

从美国不同城市的统计数据来看，STEM 工作比例越高的地区，失业率越低，雇佣增长率则越高^{[21]17}。据统计，美国现在有 1400 万失业者，却有 300 万 STEM 职位空缺^[24]，可见通过发展 STEM 教育来促进就业，仍然存在很大的空间。

（二）受教育者的高薪与整体收入均衡二者兼得

通常而言，某个群体的高薪，也就意味着拉大与其他群体的收入差距，然而 STEM 教育却能在提高受教育者收入水平的同时，增强该地区的收入均衡性，二者得兼。

首先，STEM 专业教育能够提高 STEM 从业者的整体收入，却不会过分拉大不同学历从业者之间的收入差距。从 STEM 工作的教育调整工资溢价来看，与同等学历要求的工作相比，本科以上的高 STEM 工作工资高出 12 个百分点，超级 STEM 工作则高出 16 个百分点；仅要求副学士及其以下学历的高 STEM 工作，工资高出 10%，而超级 STEM 工作高了 15%。其收入高于同等学历的非 STEM 从业者，而且这种差异具有长期性。但是随着学历的升高，STEM 从业者和非 STEM 从业者之间的工资差距在缩小。例如，2010 年的数据显示，高中及其以下教育水平的 STEM 从业者，平均小时工资比非 STEM 从业者高出 59.6%，而研究生学历的 STEM 从业者仅比非 STEM 从业者高出 12.3%。而 1994 年至 2010 年的回归分析（去除了年龄、婚姻状况、民族、种族、所在地区和行业的影响之后）发现，从整体上看，STEM 从业者的小时工资，1994 年比非 STEM 从业者高出 18%，2010 年则高出 26%。本科和研究生 STEM 从业者的小时工资均略低于此，分别为 23% 和 12%，更接近回归之前的单项比较值。^{[22]3}

其次，获得 STEM 学位的人，无论是否从事 STEM 工作，其收益均高于非 STEM 学位获得者。从

STEM 工作在城市中的分布情况来看，创造性活动和高学历工人主要集中在大城市中，而大都市与小城市之间劳动力的 STEM 知识密度则是相似的。人口量占据美国 65% 的 100 座大城市，拥有的 STEM 工作占全美的 66%，这两个比例基本持平。本科以上的 STEM 工作在各个城市之间的分布与当地的产业状况密切相关，主要集中在部分大城市，体现出行业优势，如华盛顿、西雅图、波士顿等城市属于技术中心，休士顿则是能源优势，巴特摩尔有约翰霍普金斯大学（The Johns Hopkins University）及其他医疗系统，等等；而无需本科或研究生学历的 STEM 工作则更加均衡地分布在各大城市之中。^{[21]13-16}

再者，与从前经济学家发现的受教育程度越高的地区，贫富差距越大的结论相反，STEM 经济给地区带来整体收益的同时，并没有拉大贫富差距。虽然 STEM 工作比例与受教育程度密切相关，但高比例的 STEM 工作反而与更均衡的地区经济之间具有很强的联系。副学士学历的 STEM 工人比例更高的地区，其均衡性显著地高于其他地区。

STEM 城市经济中，挣得更高工资的 STEM 工人，生活花费也更高；而这对非 STEM 工人的影响并不显著。一种解释便是，STEM 知识只提高了高水平技术工人的收入，并未增加低水平技术工人的收入，他们的收入是跟生活成本成正比的。不过，没有证据表明 STEM 经济会直接增加不具备 STEM 技术的低学历工人的购买力。全体工人的真正收入与生活水平的提高，乃是来自于全世界 STEM 从业者的技术创新。^{[21]17-18}

三、STEM 教育：美国性别与种族平等的促进者

目前 STEM 行业中女性及少数民族比例偏低，通过有针对性地加强这两类群体的 STEM 教育，将有助于减少两性与种族间的收入差距，从而提升女性、少数民族裔的社会地位，促进性别平等与种族平等。

（一）促进性别平等

依据美国科学基金会（National Science Foundation）公布的 1966-2010 学年获得学位的人数统计^[25]，采用隔 5 年抽样的方式截取数据，得到的结果如图 3、图 4 和图 5。1970-2010 年间，美国获得学位的人数增长了约 1.33 倍，获得科学与工

程学位（美国科学基金会统计的科学与工程学位涵盖了生物与农业；地球、大气与海洋；数学与计算机；心理学；工程；社会科学等学科。其中社会科学人数约占10%）的人数增加了0.96倍，而其在获得学位总人数中的比例则相对稳定。总体而言，获得科学与工程学位的学士与硕士比例略有降

低，而博士比例稍有上扬。从男女性别比例来看，女性获得各层次学位的比例均有明显增加，而相应地获得科学与工程学位的女性比例增长更为显著，尤其是科学与工程博士学位获得者中，女性比例从1970年的9.1%上升到了2010年的40.9%，可谓一大飞跃。

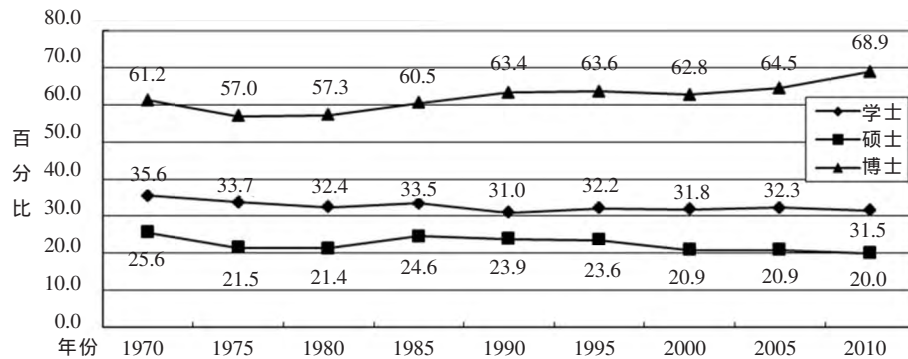


图3 美国历年获得科学与工程学位人数占总学位人数的比例^{[25]7}

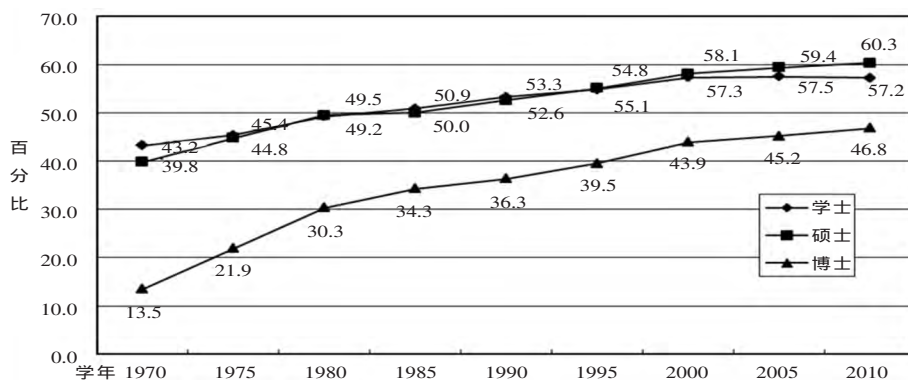


图4 美国历年获得学位的女生占总学位人数的比例^{[25]7}

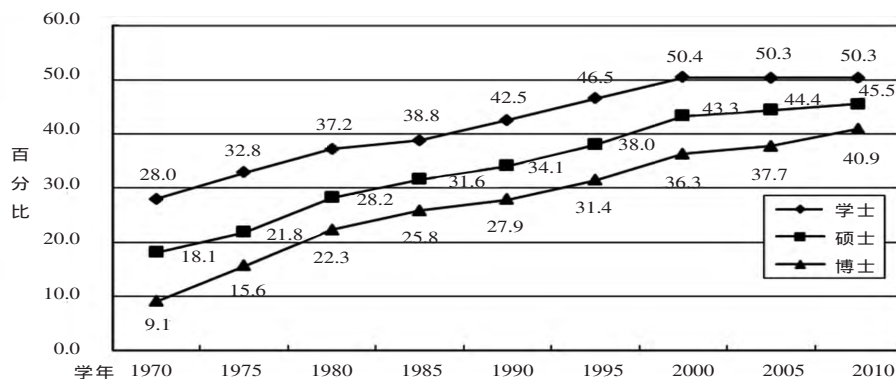


图5 美国历年获得科学与工程学位的女生所占比例^{[25]7}

尽管如此，目前美国已获得工程学位的毕业生中，仍有半数白人男子，仅18%的女性，少数民族所占比例更小。女工程师协会（Society of

Women Engineers）的首席执行官沙纳汉（Betty Shanahan）指出，美国要有竞争力，就不能忽视未来2/3的劳动力。从工程专业辍学的女生，平均成

绩好于继续学习的工程专业男生。在白人男子为主的环境里,她们以为自己有问题,其实是环境出了问题。因此,STEM 教育也要作出相应的调整,以吸引更多的女学生和少数民族学生进入 STEM 教育。^[24]可以预料,随着美国继续推行 STEM 教育,若干年后 STEM 领域以男性为主导的现象将得到扭转,从而形成男女平等的工作环境。

(二) 促进种族平等

据有关部门估测,到 2030 年,75% 的美国新生儿会是有色人种;到 2050 年,大多数学龄儿童会是拉丁裔;2051 年,74% 的劳动力将会是拉丁裔。大学西班牙裔协会 (Hispanic Association of Colleges and Universities) 的首席执行官佛瑞斯 (Antonio Flores) 认为从少数民族转变为“多数”,意味着民族、种族、文化将会在 STEM 领域发挥重要作用。“显然,美国的未来取决于我们对这些精力旺盛、快速增长的民众的教育效果。”^[26]美国印第安人高等教育协会 (American Indian Higher Education Association) 的首席执行官比利 (Carrie Billy) 则表示,美国本土的许多少数民族裔学生面临的

一大障碍就是贫困,代代相传的极端贫困导致了沮丧与压力,甚至缺乏获得高等教育的愿望。美国高等教育机会平等协会 (National Association for Equal Opportunity in Higher Education) 的首席执行官巴斯克维尔 (Lezli Baskerville) 认为,教育能帮助少数民族群体摆脱贫困。他指出 25 岁以上的非裔美国女性中,1/5 的人拥有大学学位。而当非裔美国女性获得学位之后,她们就得以脱离社会底层了。^[26]而现阶段少数族裔在 STEM 领域所占的比例相当低,以科学、工程和医护专业博士为例 (如图 6),白人一枝独秀,分别占了 78.1%、58.2% 和 76.1%,此外仅亚裔人口占有小额比例,其余如西班牙或拉美裔、黑人或非裔美国人、印第安人或阿拉斯加原住民等各族裔之和仍不足该领域博士总数的 20%。由此可见,通过吸收有色族裔学生接受 STEM 教育,将有利于增加他们进入 STEM 领域工作的机会,从而提升其收入水平和社会地位,这也在很大程度上促进美国的种族平等。这也是在有色族裔人口比例不断增长的情势下,美国不得不采取的 STEM 战略选择。

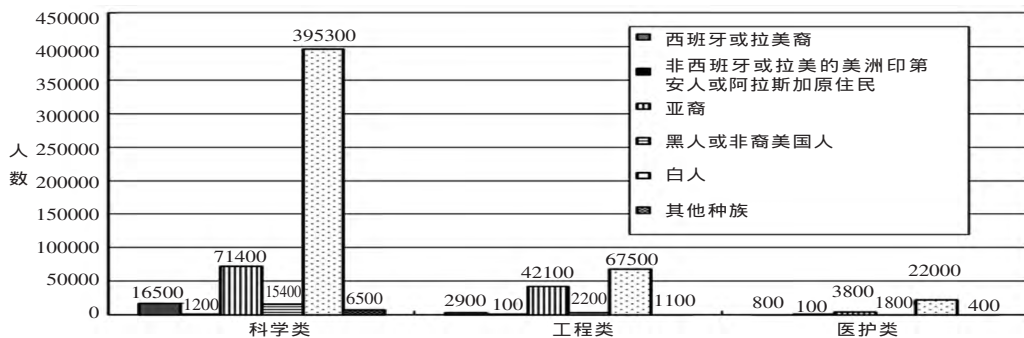


图 6 美国科学、工程、医护博士中不同族裔所占比例 (2008 年) ^[27]

四、STEM 教育: 美国国家经济实力的拉动机

STEM 教育与国家经济实力有着紧密联系,良好的 STEM 教育不仅能够增加国家或地区的出口份额,而且对于增加国民生产总值具有巨大贡献。2012 年,美国总统办事机构在给奥巴马总统的报告中指出:整个 20 世纪,科学、技术和高等教育就是美国经济的驱动力。二战以后,高等教育的增长以及相应的科学、技术、工程和数学专业大学比例生人数的增加,促进了研究的快速发展与企业的

成长,从而带来了良好的经济发展、不错的工作和新技术驱动下生机勃勃的新工业。^{[18]1}

从医疗到机械,这些行业的巨大进步,均源自学习或钻研 STEM 领域的人。STEM 劳动者虽然人数少,但对国家竞争力、经济增长和整体生活水平的提高有着极大的影响。美国人口调查局的数据分析表明,日益壮大的 STEM 劳动者队伍正是美国经济活力的核心。^{[22]6}

(一) 增加出口份额

STEM 型城市经济 (STEM-oriented Metropolitan Economy) 在创新、雇佣率等众多经济指标上均有显著的体现 (见表 2)。STEM 知识比例高的城市,

经济状况胜过 STEM 知识比例低的城市, 这些城市人均发明数量更高, 失业率更低, 在经济衰退期和复苏初期的工作损失也更少, GDP (Gross Domestic Product) 中出口份额更高, 收入也更高。在 STEM 领域中, 工程知识与出口的相关度最高, 电子计算机知识则与发明和技术工人联系最为紧密。

STEM 知识水平与地区经济发展是相互作用的, 发达的经济水平也会吸引或者产生更多的 STEM 从业者。在 STEM 型经济中, 平均家庭收入和平均工资也更高。STEM 工作比例高的地区, 服务业的工资也更高。同理, STEM 型经济区域中, 无论是贸易产业还是非贸易产业, 制造业的工资也更高。

表 2 大城市的 STEM 知识水平与经济表现 (2011 年) ^{[21]16}

| 大城市的 STEM 分数 | 每百万居民的 专利数 (2011) | 技术部门的雇 佣份额 (2011) | 失业率 (2011) | 雇佣增长率 (2008 - 2012) | 出口占 GDP 的份额 (2010) | 家庭平均 收入 (2011) |
|-----------------|----------------------|----------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-------------------|
| 最高的 1/4 | 1.27 | 6.2% | 8.3% | -2.8% | 10.8% | \$ 58,482 |
| 次高的 1/4 | 0.72 | 4.4% | 9.0% | -3.7% | 8.9% | \$ 54,005 |
| 第三个 1/4 | 0.48 | 3.0% | 9.9% | -5.4% | 8.5% | \$ 46,575 |
| 最低的 1/4 | 0.37 | 2.3% | 10.3% | -5.2% | 7.4% | \$ 44,184 |

(二) 提高国民生产总值

专家发现, 过去 50 年以来, 美国的 GDP 增长至少有一半要归功于科学和工程, 许多人说美国在这些领域的竞争力正在丧失。根据 2010 年国家学术报告, 美国获得科学或工程学位的大学生比例在发达国家中排第 27 位。^[28]

然而, 仍有研究认为美国 STEM 教育开展得不足。哈佛大学 (Harvard University) 2011 年的一项研究表明, 美国可以通过提高数学技能, 来增加人均 GDP。过去 80 多年中, 如果数学成就达到加拿大学生的水平, 美国的年均增长率将提高 0.9 个百分点。而如果达到韩国学生的水平, 增长率将提高 1.3 个百分点。这将给美国带来 7.5 万亿美元的 GDP 增值。^[29] 2012 年, 总统科技顾问委员会专门向奥巴马总统提交报告, 指出美国要在未来十年中增加 100 万 STEM 大学毕业生, 并就此提出了五项具体建议: 广泛采纳经证实有效的教学实践; 提倡并支持用探索研究课替代标准试验课; 开展全国性的高等数学教育, 填补数学差距; 鼓励利益相关者合作探索 STEM 职业路径; 创设 STEM 教育总统委员会, 领导学术与商业机构, 为 STEM 本科教育提供可持续的变革策略。^{[18]ii - iii}

五、STEM 教育: 美国技术创新的驱动力

美国作为一个创新驱动的国家, STEM 教育是其技术创新的驱动力, 对于提升美国科技水平和保障国家安全均发挥着重要作用。STEM 工作是致力

于未来的工作, 对于提高国家的技术创新水平和全球竞争力都至关重要。^{[22]6}

(一) 提升国家科技水平

从表 2 还可以看出, STEM 教育也能有效增加专利发明的数量, STEM 知识水平越高的城市, 每百万居民的专利发明数量也更多。由于多年来美国一直稳居发明大国、科技强国的地位, 对 STEM 教育在其中所发挥的促进作用也视为理所应当。但近年来在国际学业能力测试和发明、论文数量排名中遭遇的挑战, 萌生了危机感, 促使美国将研究和发展的衰落归因于 STEM 教育的缺失。美国教育进步评估会 (National Assessment of Educational Progress) 指出, 在 2009 年的一项基础熟练度测试中, 只有 72% 的四年级学生和 63% 的八年级学生达到了平均水平, 仅 60% 的十二年级学生达到了基本熟练水平。与他国相比, 美国的顶尖学生排名仅高过葡萄牙、墨西哥、希腊和土耳其。在 STEM 领域表现不佳的学生将来也很难成为该领域的专业人士。这就意味着美国在基础科学与技术研究领域的能力下降, 也不利于经济增长。在发表的科研论文方面, 1981 年, 40% 的科研论文出自美国科学家之手; 到了 2009 年, 这一比例下降到了 29%, 与此同时, 欧洲和亚洲的科研论文发表数量却在增加, 所占比例也由 33% 和 13% 分别上升为 36% 与 31%。而据联合国教科文组织 (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 报告, 2002 年研究与发展指数中发达国家中占了 83%, 而 2007 年这一比例下降到了 76%。这也印证了美国专利数量减少的事实。2009 年, 美国的

专利中,一半授予了国外的公司。有鉴于此,美国数学与科学促进会(National Math and Science Initiative),已采取措施通过教学与教育转变来提升美国学生在 STEM 领域的学业成就。一旦某个项目具有成效,就立即在全国范围内推广,并对结果进行监控,确保其成效。^[29]

此外,日益壮大的宇航事业也迫切需要高端 STEM 知识。除太空站安装、维护仪器都需要用到工程技术知识外,太空航行和太空研究也需要前沿的 STEM 知识。目前人机互动已经实现,可以利用远程驾驶或遥控驱动的航行工具,这些工具耐久,又能在苛刻的环境中运行。再加上这些工具具有灵活性和适应性,可以由人力驱动或人工驾驶,还可以载人。这样的太空航行和太空研究都需要众多聪慧绝伦又掌握大量 STEM 知识的人来接班,将宇航事业向前推进。要让下一代对 STEM 领域感兴趣,就要将 STEM 知识与生活情境结合起来,让他们看到其中的关联。^[30]

(二) 保障国家安全

美国陆军将军基恩(Richard Keene)指出,技术对当今国防的重要性,可谓前所未有。技术进步确保了美国军队在战场上的安全与成功,例如拥有夜间作战的能力,这就是一大优势。技术给国防带来的贡献,除了火力的增强,还有通讯的发展,技术创新令军事通讯从信号旗演变为电报、电话、无线电,乃至卫星通讯,从而极大地提高了军事信息的传递效率。^[31]

然而,国家安全虽然不是 STEM 讨论中的常规内容,但却遭遇了与科学和数学教育同样令人沮丧的挑战:如何让最优秀的人对在 STEM 领域工作产生兴趣?美国国防部研究助理秘书布伊格(Reginald Brothers)指出,国防面临着自身独特的 STEM 困难:它必须与商业领域争夺 STEM 技术人员。只要这些高技术人员还是稀缺资源,政府与私有企业就会继续互相竞争,以吸引最优秀的人员。^[31]因而,除了培养更多的普通 STEM 人才之外,美国还要力图培养更多的 STEM 国防人才。

科学、技术、工程和数学(STEM)学科既是网络技术也是其他技术的基础。网络是一个比简单的 STEM 学科更加广泛的领域,未来的网络劳动力需要专业人才具备从社会科学到商业和艺术的知识背景。然而,联邦政府必须考虑采取适当的措施,以改善 STEM 教育和增加未来工程师和数学家的招

收数量,因为这些人和其他 STEM 领域专家是网络领域的基础。STEM 教育是支持美国在网络领域和诸多领域竞争优势的一个关键组成部分。有研究者建议行政部门、教育部和国会考虑通过基金、助学金、优先级来为学生、教育工作者、政府官员和专业人员来重新强调 STEM 教育对于保持美国繁盛和全球领先地位的必要性。^[32]

正是鉴于 STEM 教育在提升国民素质、推动就业与收入分配均衡、促进性别与种族平等、增强经济实力及驱动创新等方面对提升美国国家竞争力具有巨大影响,虽然 STEM 专业面临学习难度大、学生毕业率低以及教育资金不足等困难,重视 STEM 教育的呼声却从未间断,即便在遭遇严峻的经济危机时,政府也仅仅减少了部分拨款。因而可以说,美国 STEM 教育任重而道远,仍将是美国在 21 世纪长期坚持的重要教育战略;而这也将为我们寻求提升国家竞争力、振兴中华民族的教育路径,提供可资借鉴的参考。□

参考文献

- [1]倪鹏飞. 国家竞争力蓝皮书——中国国家竞争力报告 No.1 [M]. 北京: 社会科学文献出版社 2010.
- [2]张春荣. 世界经济论坛发表2001年全球竞争力排名报告 芬兰取代美国居榜首 匈牙利在中东欧地区升至第一 [N]. 经济日报 2001-10-23(9).
- [3]谢宝康,孙超. 中国全球竞争力排名上升五位 [N]. 发展导报 2002-11-19(3).
- [4]梁业倩. 最近全球竞争力排名出炉 芬兰第一美国第二 [N]. 新华每日电讯 2003-11-01(7).
- [5]张大风. 全球竞争力排名有什么意义? [J]. 英才, 2004(11): 20.
- [6]克拉斯, A. L., 等. 2005—2006全球竞争力报告 [M]. 杨世伟, 等, 译. 北京: 经济管理出版社 2006: 5.
- [7]克拉斯, A. L., 等. 2006—2007全球竞争力报告 [M]. 锁箭, 等, 译. 北京: 经济管理出版社 2007: 13.
- [8]刘国远. 世界经济论坛公布最新全球竞争力排名 中国竞争力排名比去年有所上升 [N]. 人民日报 2007-11-01(7).
- [9]Schwab, K., et al. The Global Competitiveness Report 2008-2009 [EB/OL]. World Economic Forum. (2008-03-04) [2015-01-13]. http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2008-09.pdf.
- [10]Schwab, K. The Global Competitiveness Report 2009-2010 [EB/OL]. World Economic Forum. (2009-03-04) [2015-01-13]. <http://www3.weforum.org/docs/>

- WEF_GlobalCompetitivenessReport_2009 - 10. pdf.
- [11] Schwab , K. The Global Competitiveness Report 2010 - 2011 [EB/OL]. World Economic Forum. (2010 - 10 - 21) [2015 - 01 - 13]. [http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010 - 11. pdf.](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf)
- [12] Schwab , K. The Global Competitiveness Report 2011 - 2012 [EB/OL]. World Economic Forum. (2011 - 09 - 07) [2015 - 01 - 13]. [http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011 - 12. pdf.](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf)
- [13] Schwab , K. The Global Competitiveness Report 2012 - 2013 [EB/OL]. World Economic Forum. (2012 - 12 - 10) [2015 - 01 - 13]. [http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012 - 13. pdf.](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-13.pdf)
- [14] Schwab , K. The Global Competitiveness Report 2013 - 2014 [EB/OL]. World Economic Forum. (2013 - 09 - 03) [2015 - 01 - 13]. [http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013 - 14. pdf.](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.pdf)
- [15] Schwab , K. The Global Competitiveness Report 2014 - 2015 [EB/OL]. World Economic Forum. (2014 - 12 - 10) [2015 - 01 - 13]. [http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014 - 15. pdf.](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf)
- [16] 范燕瑞. STEM 教育研究——美国 K - 12 阶段课程改革新关注 [D]. 上海: 华东师范大学教育科学学院硕士学位论文 2011: 10.
- [17] 赵中建. STEM: 美国教育战略的重中之重 [J]. 上海教育 2012(11) : 16 - 19.
- [18] Executive Office of the President. Report to the President Engage to Excel: Producing One Million Additional College Graduates with Degrees in Science , Technology , Engineering , and Mathematics [EB/OL]. Files. Whitehouse. (2012 - 02 - 23) [2014 - 02 - 28]. [http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final_feb. pdf.](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final_feb.pdf)
- [19] 项贤明. 教育发展与国家竞争力的理论探析 [J]. 比较教育研究 2010(6) : 2.
- [20] 侯经川. 基于博弈论的国家竞争力评价体系研究 [D]. 武汉: 武汉大学信息管理学院博士学位论文 2005: 34.
- [21] Rothwell , J. The Hidden STEM Economy [R/OL]. Metropolitan Policy Program , June 2013 [2014 - 03 - 20]. [http://www.brookings.edu/—/media/research/files/reports/2013/06/10% 20stem% 20economy% 20rothwell/thhiddenstemeconomy610. pdf.](http://www.brookings.edu/—/media/research/files/reports/2013/06/10%20stem%20economy%20rothwell/thhiddenstemeconomy610.pdf)
- [22] Langdon , D. , et al. STEM: Good Jobs Now and for the Future [EB/OL]. U. S. Department of Commerce. Economics and Statistics Administration. (2011 - 07 - 03) [2014 - 07 - 20]. [http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/reports/documents/stemfinaljuly14_1. pdf.](http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/reports/documents/stemfinaljuly14_1.pdf)
- [23] Kristen. STEM Education Now Means a Stronger Workforce Later [EB/OL]. Blog. Earth Force. (2013 - 09 - 09) [2014 - 07 - 16]. [http://earthforce.org/blog/stem-education-now-means-a-stronger-workforce-later/.](http://earthforce.org/blog/stem-education-now-means-a-stronger-workforce-later/)
- [24] Sheehy , K. STEM Disconnect Leaves Women , Minorities Behind [EB/OL]. News. U. S. News. (2012 - 06 - 28) [2014 - 03 - 20]. [http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2012/06/28/stem-disconnect-leaves-women-minorities-behind.](http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2012/06/28/stem-disconnect-leaves-women-minorities-behind)
- [25] Mark , K. F. Science and Engineering Degrees: 1996 - 2010 [R/OL]. National Science Foundation , June 2013 [2013 - 11 - 20]. [http://www.nsf.gov/statistics/nsf13327/pdf/nsf13327. pdf.](http://www.nsf.gov/statistics/nsf13327/pdf/nsf13327.pdf)
- [26] Sheehy , K. Minorities Need STEM Role Models Too [EB/OL]. News. U. S. News. (2012 - 06 - 28) [2014 - 03 - 20]. [http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2012/06/28/minorities-need-stem-role-models-too.](http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2012/06/28/minorities-need-stem-role-models-too)
- [27] Lan , F. Characteristics of Doctoral Scientists and Engineers in the United States: 2008 [R/OL]. National Science Foundation. August 2012: 52 - 53 [2013 - 11 - 20]. [http://www.nsf.gov/statistics/nsf13302/pdf/nsf13302. pdf.](http://www.nsf.gov/statistics/nsf13302/pdf/nsf13302.pdf)
- [28] Morella , M. U. S. News Inducts Five to STEM Leadership Hall of Fame [EB/OL]. News. U. S. News. (2012 - 07 - 26) [2014 - 07 - 16]. [http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2012/07/26/us-news-inducts-five-to-stem-leadership-hall-of-fame.](http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2012/07/26/us-news-inducts-five-to-stem-leadership-hall-of-fame)
- [29] Anon. Why STEM Education is Becoming Increasingly Important [EB/OL]. Education. STEM School. (2013 - 06 - 09) [2014 - 05 - 18]. [http://www.stemschool.com/articles/why-stem-education-is-becoming-increasingly-important/.](http://www.stemschool.com/articles/why-stem-education-is-becoming-increasingly-important/)
- [30] Morella , M. Making STEM Matter for the Next Generation of Astronauts and Engineers [EB/OL]. News. U. S. News. (2013 - 03 - 18) [2014 - 05 - 20]. [http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2013/03/18/making-stem-matter-for-the-next-generation-of-astronauts-and-engineers.](http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2013/03/18/making-stem-matter-for-the-next-generation-of-astronauts-and-engineers)
- [31] Kurtzleben , D. National Security a Crucial Part of STEM Discussion [EB/OL]. News. U. S. News. (2012 - 06 - 28) [2014 - 03 - 28]. [http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2012/06/28/national-security-a-crucial-part-of-stem-discussion.](http://www.usnews.com/news/blogs/stem-education/2012/06/28/national-security-a-crucial-part-of-stem-discussion)
- [32] 知远. 美国网络劳动力的教育途径 [EB/OL]. 军事新闻. 搜狐网. (2012 - 11 - 30) [2013 - 09 - 21]. [http://mil.sohu.com/20121130/n359156887.shtml.](http://mil.sohu.com/20121130/n359156887.shtml)

(责任编辑 张 芊)

Abbott Lowell and Educational Reforms at Harvard University

Xu Zhiqiang

P32

Abstract: Nowadays, Chinese society is undergoing profound social transformation and desperately in need of innovative and creative talents; however, most of our college graduates can not live up to the requirements of such a rapidly changing world. To remedy that situation, it is necessary to reform our higher education system. A similar problem confronted Harvard University in the US about one hundred years ago. To tackle that problem, Abbott Lowell, who became the president of Harvard University in 1909, carried out a series of reforms on undergraduate education at Harvard University, focusing especially on the following three aspects. First, establish a flexible curriculum with concentration and distribution requirements to strike a balance between academic autonomy and accountability. Second, establish an honorary degree system to promote academic excellence through healthy competition. Third, establish a tutorial system to rebuild positive student-teacher relationships. These measures not only helped restore the reputation of Harvard University as a world-class institution, but also had a profound impact on many other universities in the US. Higher education institutions in China today can also draw valuable lessons from the reforms at Harvard University.

Key words: Abbott Lowell; Harvard University; a curriculum with concentration and distribution requirements; tutorial system; academic excellence

Enhancing US National Competitiveness through STEM Education

Long Mei Zhao Zhongjian

P41

Abstract: The US has been ranked as among the most competitive countries in the world for many years, owing largely to its continued and ongoing commitment to STEM education. National competitiveness, or the capacity of a country to generate added value, is determined by various factors. According to the "Global Competitiveness Report" published by the Geneva-based World Economic Forum, which is widely recognized as the world's leading cross-country comparison of factors affecting economic growth, there are 12 pillars of competitiveness. Examining data corresponding to these pillars, we found that STEM education in the US had been playing a significant role in developing numeracy and technology skills among young people, stimulating job growth, encouraging innovation, ensuring income, racial and gender equality, as well as enhancing US overall economic strength. In a word, STEM education is the main propeller of US economic development, a highly profitable investment for the country in the long term.

Key words: STEM education; national competitiveness; education in the US

Cultivating Civic Virtue through Empathy Education: Reflections on Rousseau's Emile, Book IV, 'The Passions'

Cao Yongguo

P73

Abstract: In his book *Emile, or On Education*, Jean-Jacques Rousseau (1712 – 1778) explained his views on the mechanism of human empathy, complexity of empathy education, as well as practical wisdom needed in the field of education. Civic virtue, as a natural outgrowth of human empathy, helps to counterbalance the moral rationalism prevailing in a free and competitive society. Such moral rationalism, which uses virtues merely as tools to achieve better survival or live a life of ease and comfort, is actually very mean and selfish. Empathy helps overcome our selfish tendencies and enables us to care about others as much as we care about ourselves. Empathy also