

为了一个更好的澳大利亚

——澳大利亚中小学STEM教育项目评述

首 新¹, 胡卫平^{1,2}

(1. 陕西师范大学 现代教学技术教育部重点实验室, 陕西 西安 710062;

2. 北京师范大学 中国基础教育质量监测协同创新中心, 北京 100875)

[摘要] 面对国际STEM学业测评结果不理想、STEM人才匮乏, 以及科技竞争力下降等问题, 澳大利亚中小学STEM教育项目及时做出了调整: 追求STEM的社会功用, 拓展STEM的人文价值, 激发优等生的STEM潜力, 关注特殊群体涉足STEM学习。这些调整是STEM教育理想与执政者政治诉求相互制约的结果, 使STEM教育项目展现出二者共显之特征, 但同时也面临着诸如政策易变、责任错乱、过度追求教育功用、教师短缺等问题。澳大利亚的经验为我国设计和实施STEM教育项目提供了诸多宝贵的启示。

[关键词] 澳大利亚; STEM教育; STEM活动; 中小学; 项目

[中图分类号] G423.02/611 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-7469(2017)10-0100-15

澳大利亚政府在2013年提出“一个更好的澳大利亚”战略, 由此确立了科学、技术、工程、数学(Science, Technology, Engineering, Mathematics, 简称STEM)在教育系统、知识传播、科技创新、国际影响力等方面的基础性作用。^[1] 澳大利亚政府期望依据STEM形成包含上述四方面的“社会契约”(social compact), 教育系统要在正式和非正式教育环境下构建STEM人才与富知识的、全纳的社群协同发展; 知识传播是指STEM方面的研究要确保新想法、新知识持续稳定的流动输出; 科技创新则要求把STEM知识转化成一种新的、更好的方式处理事务关系, 也就是应用知识产生高价值的产品和服务; 国际影响力是指围绕STEM进行协作, 形成STEM发展网络和联盟, 确保STEM人才在国际上赢得一席之地。由此, 四个维度确立了STEM的基础作用和核心地位。另一方面, 为了保证STEM的“社会契约”属性, 澳大利亚政府强调对STEM

[基金项目] 陕西省重点科技创新团队项目(项目编号: 2014KTC-18); 中央高校基本科研业务费专项资助项目“基于项目的STEM学习国际比较研究”(项目编号: 2016CBY017); 北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心自主课题(课题批准号: 2016-05-002-BZK03; SXSP-2016A2-15001)。

[作者简介] 首 新, 陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室博士生; 胡卫平, 陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室教授, 博士生导师。

教育和研究的投入应和社会领域有价值的研究联系,反映当前社会文化中亟待解决的问题,明晰STEM投入的有效性。这样,STEM也拥有了人文社会学领域的研究许可,为达成“社会契约”目的开通了“社会执照”(social license)。

确立STEM的基础作用和核心地位引发了一系列教育变革,如联邦政府在同州政府长达20多年的谈判之后,最终掌握了STEM课程的执行权,设置了全国统一的STEM国家课程。^[2]到2016年,据首席科学家办公室(Office of the Chief Scientist)发布的《STEM项目索引(2016)》显示,已在中小学实施国家级、州级以及国际交换的STEM教育项目多达300多个,这些项目有效地促进了中小学STEM教育的发展。^[3]通过对这些STEM教育项目进行评述,我们将深入课程内部更为清晰地发现STEM教育的复杂性和多元化,在全球争夺创新型人才的背景下,STEM被赋予了浓厚的社会责任色彩,必然受到来自经济、政治、评价等方面的影响,同时也深受其他国家STEM教育政策的影响。

一、澳大利亚政府倡导的STEM内涵

STEM即科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、数学(Mathematics)首字母的简写。目前,STEM已不仅仅指科学、技术、工程和数学四学科的叠加或有效融合,由于其在促进经济长足稳定发展方面的重要作用,STEM更成为决策者激发科技创新的“口号”。^[4]可以说,STEM理念无处不在却又模棱两可,不同行业对STEM有不同的认识。因此,可以预见各个国家对STEM的理解也不尽相同,如澳大利亚政府关注的STEM包括诸如医疗卫生、农业、环境科学、信息技术等,以及学习四大学科和跨学科内容的过程(包括中小学还未转向专业化STEM学科的学习群体),而俄罗斯并未将医疗卫生纳入STEM领域,芬兰的STEM还包括地理科学,新西兰高等教育STEM领域甚至囊括建筑、兽医学等。^[5]

如果从国家意志分析,因国家需求有所不同,STEM内涵也就造成了上述差异。科学、技术、工程和数学是STEM的核心,医学、健康护理、建筑等是触及STEM的边缘领域,但澳大利亚有相当多的医疗卫生、农业从业者,而在制造业、工程设计领域劳动力相对较少,因此澳大利亚的STEM理念重视医疗卫生、农业等,形成了具有本国特色的STEM领域。实际上,正如澳大利亚学术研究院委员会(The Australian Council of Learned Academies,简称ACOLA)的报告所言,应用型生命科学如医药健康、农业生产等都是与数学和基础科学发展起来的,其纳入STEM使其内涵更为广义化。^[6]这种扩张形成了以四大学科为核心、相关应用型领域为内容的多相群集,STEM也就成了混合物,而决策者更希望将涉及四大学科的各个领域统一起来,于是沿用STEM这一名称,但其内涵已更为宽广,STEM逐渐变成如上述所说的一种“口号”。

澳大利亚教育决策者期望更多的学生涉足STEM领域,但从相关政府报告来看,近年主修STEM学科的人数比却在减少,这是推行STEM教育改革的重要原因。另

外,还困扰澳大利亚政府的是主修STEM学科的学生只关注狭隘的STEM项目或课程,而过早地抛弃了非STEM领域,ACOLA建议要兼顾STEM学习的广度,可减少一门STEM相关课程,而增加适量的人文和社会科学(如外国语、历史),这有助于学生基于STEM知识理解诸如全球变暖、生态变化等与健康密切相关的社会科学问题。STEM教育与社会科学建立联系进一步达成了前述的“社会契约”图景,这实质上STEM已转向STEAM,只不过澳大利亚一直沿用“STEM”这一口号,但本质上STEM并没有忽视对人文学科的重视,特别是设计思维。

二、重视中小学STEM教育的背景

21世纪初,全球对科技创新的迫切需求与STEM人才匮乏之间的矛盾成为阻挡各国经济繁荣和社会发展的突出问题,澳大利亚也不例外,其对STEM的重视首先源于对科技竞争力下降的担忧,ACOLA于2013年曾组织学科专家对主要发达国家和地区的STEM状况进行了比较,发现澳大利亚STEM水平与第一梯队相距不远,但是缺乏如美国、东亚、西欧等地区树立的国家紧迫感,以及STEM落后的危机感。^[7]截取世界经济论坛发布的近几年全球竞争力报告(2010-2017)显示,短短5年左右,其竞争力已从16位下降至22位,工业集团首席执行官威洛克斯(Vigreux)评论道,这一结果告诉我们,其他国家正在锐意进取,经济得到快速发展,我们需要对劳动力市场进行改革。显然,STEM相关的劳动力市场改革已成为激发经济增长、人才发展、投资建设和创新等的重要途径,STEM领域兴衰已经关乎国家竞争力的强弱。

另外,学生对STEM学科缺乏兴趣也是重要因素。虽然澳大利亚政府一直鼓励学生主修STEM相关学科,但是过去十余年这类学生比却一直停留在10%左右,部分学者分析其诟病主要源于学校教育体制改革的落后,^[8]如数学学科在义务教育阶段后期并非强制性的,一些学生在此期间便早早放弃STEM相关学科的学习。澳大利亚数学科学研究所最近的一份报告显示,中学生学习中级和高级数学的人数18年来下降了34%,更多的学生为了获取更高的大学入学成绩(ATAR)选择了基础数学;^[9]与高中入学率增加形成强烈反差,学生选择科学相关学科的比例在过去20年却呈下降趋势,^[10]难怪时任教育部长佩恩(Pyne)也建议应尽快改革教育体制,使科学、数学成为义务教育阶段的必修课。^[11]高等教育STEM相关学位的毕业生也不容乐观,澳大利亚工业联盟(The Australian Industry Group)2015年的一份报告显示,虽然大学毕业生逐年增加,但获得STEM相关学位的学生在过去10年却从22%下降至16%,STEM第一学位仅占10.6%。^[12]相反,劳动力市场对STEM人才的需求量却呈增长趋势,ACOLA引用澳大利亚劳动力研究所(NILS)的数据显示,与非STEM人才需求相比,21世纪以来STEM人才需求量以其3倍的趋势增长,STEM相关毕业生一直保持高就业率(81%)。^[13]

在国际STEM测评项目(如PISA、TIMSS)中表现不佳也促使澳大利亚重新审视本国STEM教育质量。PISA、TIMSS项目的评估结果已影响到澳大利亚整个基础教育阶

段的STEM教育发展,由于不满测评项目所触及的质量排名,澳大利亚已将测试结果作为改革基础STEM教育的重要依据和制定STEM教育政策的有力参考。TIMSS(2015)结果显示,澳大利亚在数学和科学上的表现在过去20年一直处于停滞状态,低于大部分亚洲国家。PISA(2015)结果与其相似,在科学、数学上的表现较2012年均有所下滑,数学成绩下滑至20位,显著低于新加坡等19个国家和地区;科学成绩处于13位,其平均成绩在2006-2015年间显著下滑了17分。这些结果让澳大利亚政府非常苦恼和担心,主持澳大利亚PSIA(2015)分析报告的苏·汤普森(Sue Thomson)教授不安地表示,数据显示学生的表现与过去相比是绝对下降状况,高成就学生比例正在较少,而低成就者却正在增加,学生应用STEM知识到日常生活的能力不断下滑。^[14]

PISA和TIMSS项目的结果足以说明澳大利亚STEM教育在全球的现状及其自身教育系统的改革之路,正如OECD教育政策顾问施莱歇尔(Schleicher)所言,在全球化经济中,由自己国家学业标准测得的学业水平的提高并不能作为判断自己成功的根据,因为你是全球环境中竞争。^[15]澳大利亚面对各国特别是排名优秀国家的竞争显得异常紧张,教育研究委员会苏·汤普森教授直言,澳大利亚正处于急需教育改革的十字路口。以STEM为基础和核心的教育改革就是最直接的反映和应对策略,联邦教育部长西蒙·伯明翰(Simon Birmingham)明确表示,学生通过学校教育所学已不再像以前一样有效,这是政府、家长、教师以及社会都不能接受的,政府不允许STEM教育质量持续下滑。^[16]因此,STEM改革支撑教育系统、知识传播、科技创新、国际影响力已在澳大利亚工业、教育等多个领域形成共识,普遍认为这是提高STEM教育质量、推动经济繁荣的重要举措。

三、中小学STEM教育项目的内容

依据《STEM项目索引(2016)》,澳大利亚中小学STEM教育项目可分为科学、数字技术和ICT、工程技术、数学、整合的和跨学科STEM、商业技能等6个主题,前4个主题分别对应科学学科、数字和设计技术学科、数学学科,后2个主题混合了多个学科内容,其中商业技能旨在培养学生的金融知识、业务智慧和一系列个人生活技能,是与STEM相关但并非主修STEM的学生必备的内容,其主要面向中学生。具体内容参见表1。

(一)STEM教育:从注重质量到追求功用

澳大利亚21世纪以来的STEM教育是在工党和自由联盟党执政期间各自的教育诉求中发展起来,各执政党对STEM教育作用的想法迥异,对对方的STEM教育改革成效也持批判态度,因此STEM教育政策也不一致。在陆克文工党执政期间(2007-2010),不信任前执政党霍华德政府所宣称的其执政期间“加大STEM教育投入、提高STEM教育质量”取得了良好效果,批判霍华德政府利用教育的市场化需求拉动教育质量,这促进了私立学校的兴盛,占用了更加优厚的教育资源。PISA(2003,2006)显

表1 澳大利亚中小学STEM教育项目(2016)分类汇总

类型	主题						
	科学	数字技术和ICT	工程技术	数学	跨学科STEM	商业技能	总计
课外俱乐部和夏(冬)令营	1	4	-	1	3	-	9
比赛	28	12	3	16	12	1	72
户外考察	20	7	3	5	9	-	44
校内项目	29	8	8	6	21	12	84
进校指导	7	3	1	1	8	-	20
寄宿学习项目	3	1	3	1	3	-	11
资源供给	21	6	1	5	6	-	39
进入大学	18	6	4	2	16	-	46
总计	127	47	23	37	78	13	325

资料来源:由笔者根据《STEM项目索引(2016)》(STEM PROGRAMME INDEX 2016)统计而来。

示,不同类型学校的差距被进一步拉大。于是,陆克文工党一上任就狠抓教育质量,时任教育部长茱莉亚·吉拉尔德(Julia Gillard)表示,基础STEM教育课程要“回归传统”,要狠抓学生的基本能力,要摆脱繁琐抽象的“现代课程观”,把注重基础作为“国家课程”的重心。^[17]工党的教育观推翻了前自由联盟党“培养学生为国家谋经济利益”的核心教育思想,转而强调促进学生基本能力和社会道德的发展,随后,工党发表《墨尔本宣言》,树立“全方位、多层次、高质量教育革命”的承诺,计划在2008至2012年期间采取一系列措施真正提升教育质量,促进教育公平。

在2013年大选自由联盟党击败工党之后,阿博特政府开始重塑STEM教育在发展国家经济中的重要作用,因为从PISA(2012)测试结果来看,工党“回归传统”的基础STEM教育政策并没有让学生在國際竞争中取得优势。所以首席科学家办公室在2014年9月和11月连发两个促进STEM教育发展的文件,一是《STEM:澳大利亚的未来》(Science, Technology, Engineering and Mathematics: Australia's Future),直接表明STEM在国家未来的重要位置:“国际研究显示,目前快速发展的行业中,75%要求STEM知识和技能,STEM对提高生产力、创造就业机会、提高竞争力、繁荣经济等方面起着关键作用。STEM必须和社会科学、人文科学中有价值的领域相联系,以便我们更好地理解我们的文化、知识以及它们与社会的关系”。二是《确定基准:澳大利亚STEM》(Benchmarking: Australian Science, Technology, Engineering and Mathematics),通过广阔的数据确定发展STEM的起始点,以及在一段时间内可以达到的目标。该报告为澳大利亚未来STEM投入指明了方向,是《STEM:澳大利亚的未来》报告的具体化,但正如编者伊安·洽博(Ian Chubb)所言,这份报告也是千米级概括化的建议,只是希望通过数据挖掘供政府决策参考的问题,期待引发塑造STEM未来的大讨论。

教育观点的骤变引发了澳大利亚媒体和一些学者对“STEM教育质量”的担忧,当

这种经济发展取向被质疑为一种功利主义激进策略时,官方进行了说明:STEM教育促进经济发展的目标并非要摒弃STEM能力,恰恰是要提高,STEM教育的目标不是培养提供政策质询的科学家或教育家,而是要发展学生具有经济价值的各项STEM能力,这与经济强国如美国“全民的科学”(Science for All)、英国“公众理解科学”(Public Understanding of Science)的STEM教育理念是相似的。面对澳大利亚不断下滑的全球竞争力,阿博特政府更倾向于通过技术和政策来解决经济问题,因此STEM教育对解决相关问题也有所触及,即期望整合STEM多个学科促进学生融入解决经济和社会问题的学习过程。2015年末联邦各州政府联合签署的《STEM学校教育国家战略2016-2026》(National STEM School Education Strategy 2016-2026)更是将这一思想写入了学校STEM教育长期发展战略之中。

(二)商业技能:STEM日常化的延伸

《STEM项目索引(2016)》中与STEM相关的商业技能主要包括创业能力和财经素养。培养商业技能的教育项目并非是STEM活动的主要组成部分,但却体现了STEM在解决经济、社会问题等方面的教育功用,这与澳大利亚一直所追求的开通STEM教育“社会执照”(social license)功能一致。澳大利亚政府认为过去的STEM学科教育并没有如实地促进学生树立解决社会经济问题的意识,也未能使学生STEM能力有显著的发展。由于政府已将STEM提高到影响澳大利亚国际竞争力的高度,所以STEM教育向其他领域扩张也成为其应然趋势。差强人意的STEM教育质量、不断下滑的国际竞争力排名、萎靡不前甚至落后的国际STEM学业测评成绩都鞭策政府寻求一种有效的、值得信赖的、直击经济发展内核的方式将STEM蔓延至社会科学领域之中。

根据《STEM项目索引(2016)》的分类,STEM活动中对创业能力的培养主要有两种形式:一是公司运行模拟,这时STEM活动被定义为一个开发多个想法的、真实处理公司事务的、体现创业精神的商业智慧发展过程,模拟的目的是实现创业潜力的挖掘,如iAwards项目就是利用ICT集产品设计、开发、管理、运行、市场化为一体的STEM竞赛;^[18]二是感受市面公司环境,从创业集群内部感受创业精神,硅谷、中关村就是在创业精神的激发下发展而成的一个大集群,创业者们在集群之中进行合作与竞争。STEM活动也期望建立这样一种环境,如ECOMAN项目让学生组建三个相互竞争的子公司,从不同的职位视角(如产品经理、财务总监等)理解各利益群体的功能,展现商业在社会发展中的核心作用及贡献。^[19]

财经素养与STEM教育的融合源于《财经素养的国家战略》所提出的“将财经素养整合、融入国家课程”的教育途径,在此文件之前,《消费者和财经素养的国家框架》就规划了财经素养的年级分布:理解金钱(小学低年级)、消费者素养(小学高年级)、个人财务(初中)、金钱管理(高中)。^[20]数学和科学课程成为整合财经素养的重要形式,STEM活动对这一主题也持开放态度,某些活动程序(如产品造价、市场规划等)中就可关注学生的财经技能,这可成为STEM活动重要的一环。官方解释道,丰富STEM活动环境是对学校STEM教育的重要补充,而且提高STEM活动的广度不仅体现教育

公平,也是准备高等精英教育的重要措施。^[21]

(三)比赛:STEM能力竞争

在《STEM项目索引(2016)》中,22.25%的STEM教育活动是以比赛的形式开展,仅次于校内项目(25.85%),这显示了澳大利亚政府增强STEM的决心,一方面是建立面向全体学生的校内STEM教育活动体系,另一方面还将焦点指向部分具有高STEM潜力的学生,希望通过STEM比赛进一步增加顶尖水平的学生。澳大利亚政府希望通过竞争快速提升学生的STEM能力,最终是想发展优质的STEM人力资源,这种迫切的需求是全球STEM实力竞争大环境的缩影,政府报告《STEM:澳大利亚的未来》中如此看待STEM竞争:“我们应该意识到不管是OECD国家还是伙伴国,合作伙伴之间的竞争都异常激烈——我们所做的只有继续向前,不断发展。作为OECD成员国,我们必须拿出一些实质性的措施:将STEM作为国家发展战略。”^[22]

STEM比赛摒弃了传统的知识量竞赛,转而利用项目主题活动,围绕寻求证据,促进问题解决而发展技能,进而促成稳定的个体素质的形成。据《STEM项目索引(2016)》,绝大多数STEM比赛是学校外部或第三方机构组织的国家级活动,项目自由度较大,产品或方案的评价由主办方聘请外部专家进行,学校充当人员输送者,将其对结果的操作性尽量减少到零程度,避免比赛的形式化和功利化。这一方面增加了结果的权威性,保证了比赛的公平性,另一方面也提高了指导教师的信心,能投入更多的时间和精力去指导整个过程。这样的STEM比赛既有竞争也有合作,鼓励学生全面、深入地应用STEM知识解决工业、设计、产品问题。

(四)针对女孩、教师的STEM

澳大利亚内阁部妇女办公室(Office of the Status of Women)引用相关报告显示,澳大利亚女性STEM相关从业者近20年没有显著变化,目前仅有16%的女性从业者。^[23]为了增加STEM人力资源,不可忽视女性群体,关注女性从业者以及女性从事STEM的薪酬和职业发展成为一个重要的社会课题。澳大利亚教育部采取了一系列措施增加女性投入STEM事业的机会,如设置专门针对女孩的STEM教育活动,从小激发她们对STEM的热情。《STEM项目索引(2016)》显示,专门为女孩设计的STEM活动包括州级的、国家级的和国际项目共14个,活动形式包括简单的企业参观、指导性的产品设计、资源供给以及复杂的项目挑战等。

制定专门的STEM活动将特殊群体,如女性、少数民族、移民者、残疾学生推到了社会问题的风口浪尖上,为了全面发展STEM国家战略,澳大利亚政府当然不会放弃任何机会发展这些群体涉入STEM领域。澳大利亚女性联合组织“女性首席执行官”(Chief Executive Women)一直致力于为女性争取平等和繁荣,在《保证STEM的未来》(*Engaging the future of STEM*)报告中提出了促进女孩投入STEM学习的措施:一是有效的信息传递,将重要的STEM信息告知她们,让她们觉得自己就是STEM能手,支持她们成为STEM发展的重要影响者;二是制定女孩占优势的STEM活动,赋予她们决定权,让她们在自由、安全的氛围中合作、交流、实验;三是家庭参与,女孩更容易受父

母行为的影响,当父母也喜欢参与一些STEM活动时,女孩更愿意接受STEM;四是榜样关联,将STEM教育活动与STEM领域出色的女性成功者建立联系,真正激发她们投入STEM的热情。^[24]

《STEM项目索引(2016)》还收录了一些针对教师的STEM教育项目,从外部组织来看,各级学术学会和第三方团体对发展STEM教师教育活动起到了关键作用。全国性的学术组织,如全澳科学教师协会(ASTA)、数学教师协会(AAMT)、信息工业协会(AIIA)等,与州级的分学会一起统筹、规划、分配全国STEM教育资源,对提升STEM教师的专业技术,推进教师合作和同行交流起到了引领作用。第三方团体,如公司、基金会、大学等也与各级协会合作,让其成为活动的主办者,保证STEM活动正确的发展方向。与学生STEM教育项目不同的是,《STEM项目索引(2016)》显示针对教师的STEM项目主要以资源供给为主,突出优秀教学案例和资源的引路作用,如由教育和培训部资助、科学教师协会主办的Science ASSIST项目就是一个国家级的在线咨询与服务平台,所有服务和资源免费开放,STEM教师可以自由获取最新的教育资源、或向课程专家咨询相关教学问题。^[25]当然,为了解决STEM教师质量不高、专业不对口、缺乏专业发展机会等现实困境,《STEM项目索引(2016)》还涵盖了一些教师培训项目,这些项目为STEM教师发展提供了可行性参考路径。国家STEM发展战略对STEM教师的专业水平提出了更高的要求,但就目前的教师状况来看,其形势不容乐观,^[26]澳大利亚政府必然还会进一步增强和规范STEM教师培训项目,提高STEM教师的专业素质。

四、中小学STEM教育项目的特色

大致而言,澳大利亚中小学STEM教育项目是国家教育政策和STEM教育理念共同拉动而折中表现的成果,STEM教育不可能完全听从执政者的政治诉求,有自身的教育理想,教育政策所起的作用只能是不断拉近现实与STEM教育理想的距离,当教育目的和政治诉求有某些一致的观点时,才有利于各自的发展。政府大力发展STEM的基调促进了STEM教育兴盛,STEM教育项目也表现出教育和政治上共显之特征。

(一)紧密联系课程内容

据《STEM项目索引(2016)》,72%的STEM教育项目可以找到其学科归属,28%具有跨学科属性。但不管如何分类,STEM教育活动的出发点和落脚点都是学校课程。澳大利亚国家STEM课程框架的颁布使STEM教育项目有了可以普遍遵循的逻辑起点,毕竟STEM教育项目不是凌驾于学校课程之上的,而是通过挖掘课程内容的“留白”部分,取材于课程内容,通过引入新技术或新的活动形式而使整个问题解决驱动的学习过程变得更加具有吸引力。澳大利亚STEM课程受建构主义学习观影响很大,学生中心和发展科学素养的教育理念深入人心,^[27]虽然STEM项目活动不再强调仅仅是为了接受知识,但是其教育目标也并没有走多远,贝克(Baker)在本世纪初就曾警

告,若将建构主义学习观仅仅理解为学生中心、小组合作、探究学习或发展科学素养的教育目标,而没有充分发展和整合人力资本、社会再生产、经济发展等理论到教育系统中去,教育目标还是停留在知识堆积阶段。^[28]因此,STEM教育项目除了在建构主义学习观引领下关注学习行为、以学生为中心、鼓励合作、提倡探究体验等,更重要的是,应将社会问题、科学道德问题、热点科学问题等引入活动环节之中,使之作为导火索,或一种情境,赋予STEM教育项目社会文化气息,这也是其延伸学校课程内容的重要途径。

(二)体现跨学科属性

如前所述,约1/3的STEM教育项目具有跨学科属性,这些活动类似于我国开设的综合实践活动,旨在培养学生的创新精神和实践能力,但与其不同的是,STEM教育项目的时间周期更为多样、目标定向更为清晰。有学者将STEM称为“元学科”,指出STEM教育存在的意义就是教会学生面对当今世界复杂的科学、社会事务而运用统整的知识和技能解决问题,因为科学、技术、工程和数学本身就是彼此不可分割、相互关联的存在于真实事件之中。^[29]抛开澳大利亚政府深信的“STEM教育促进经济发展和繁荣”的政治立场,从个体适应社会发展的角度来看,STEM教育也是教育体系与时俱进的产物,因为当日常生活问题都变得越来越复杂时,教育不可避免地树立起更高的目标。

由于执政党自由联盟党本质上代表的是工商业主的利益,^[30]这一政治观点反映在教育上,教育政策也多为提高市场劳动力、繁荣工业服务。如2016年首席科学家办公室发布的《澳大利亚STEM劳动力》(*Australia's STEM Workforce*)就呼吁,不应该将STEM人才局限于传统行业或研究机构,应该鼓励他们积极投入到经济建设的其他行业。在这一大背景下,中小学STEM教育项目还表现出跨领域的融合,即与人文、经济领域建立普遍的联系,一些组织还专门为低社会经济水平(SES)的高中生制定了STEM活动,期望通过提高STEM技能为他们找工作增加筹码,如Technology-Enterprise-Mathematics项目就是通过参观新创企业、策划业务项目书、工作坊等一系列活动激发STEM技能与职业建立联系。^[31]

(三)追求教育共赢

在设计和实施STEM教育活动的过程中,各级教育协会都依据“提高STEM教育质量”的原则来尽可能地将所有学生包含在内,但被标以“社会责任”功用的STEM教育另一直接的目的是挖掘STEM优等生的潜力,从而为STEM领域输送优质人才奠定基础,这体现出了精英主义教育的某些属性。《STEM项目索引(2016)》显示,以比赛形式和校内项目形式开展的STEM活动量平分秋色,且几乎占到一半比例,STEM比赛特别是有晋级特点的活动显然是为了激发STEM潜力,发掘STEM优等生而准备的,而STEM校内项目则面向所有学生,在于培养STEM兴趣。显然,澳大利亚政府想兼顾二者的教育目标,在提高STEM教育质量和培养STEM优质人才上实现共赢。

前工党吉拉德政府执政期间曾在一些正式和非正式场合都表达了提高STEM教

教育质量的夙愿,譬如针对至关重要的教育拨款政策,下决心改革了沿用40年之久的教育拨款模型,就是想缩小不同地区的教育差距,尽可能为所有学生提供高质量的STEM教育。^[32]但新执政党政府一直以PISA、TIMSS测试下滑为借口,借机将STEM教育作为提高国家竞争力的突破口,让精英主义教育思想有所回暖。但由于教育质量和教育公平一直是社会大众和学校教育工作者普遍关心的教育话题,且新执政党也并不否认STEM教育质量的重要性,只是想让STEM教育更好地发挥社会、经济功能,因此,STEM教育质量和STEM精英教育是众多因素博弈之后的结果。

五、中小学STEM教育项目面临的问题

(一) 拨来报往的改革阻碍STEM教育项目的初衷

如上文所述,21世纪以来受PISA、TIMSS等测试结果的影响,以及各执政党不同的政治立场,澳大利亚中小学STEM教育一直处于调整和改革之中,不同党派的执政党甚至同一党派不同领导者一上台都会颁布方向迥异的教育政策,如前述工党执政期间对前执政党包括STEM学科在内的基础教育拨款模型进行了新一轮的修订和审核,对2014到2019年间的拨款计划进行了详细的规划,但2013年末工党败选,拨款计划也随之成“一纸空文”,新执政党阿博特政府一心想将STEM打造成为社会、经济的核心,对近6年的拨款计划颇有微词,但迫于在野党和教育人员的压力,还是决定推行部分计划,但将时间缩短至4年。

教育政策的频繁变革势必影响到STEM教育项目,树欲静而风不止,学校教师和基层教育推动者还未领悟原有的教育政策又不得不实施新的教育计划,这使他们应接不暇,感到无所适从。于是,在实施新开发的STEM教育项目的过程中往往出现这样一种景象:教师将本属于自己的学生指导权交付给公司和高校人员,将自己定位于学习者参与其中;另外,由于STEM比赛活动偏多,教师也可能会将精力花费在个别有天赋的学生上,使原本面向所有学生的STEM活动聚焦于个别学生,这与实施STEM教育项目的初衷是不符的。

(二) 集权与分权引发责任的错乱

如果我们只看表1所示STEM教育项目的类别及数量,或通篇阅读《STEM项目索引(2016)》每个活动的简介和目标,可能会惊叹其“丰富的”和“全面的”活动内容,并就此推论丰富多彩的STEM教育项目是其繁荣STEM教育图景的重要表现之一。但事实上并非如此,除了比赛形式的STEM活动有排名作为评价,大多数STEM活动缺乏有效评价。繁华的STEM教育项目背后显露的却是对活动效果或对学生所得评价的不重视。

澳大利亚联邦政府其实一直期望建立国家统一的标准和措施,加强中央集权,以便进行有效的评价和比较,如为了均衡教育质量而设置全国统一的“国家课程大纲”,为了提高教师师资而颁布了《全国教师专业标准》,针对中小学校长的职业发展与管

理也制订了《全国中小学校长专业标准》，但根据联邦宪法，各州只是参考联邦政府的建议，基础教育实行由各州政府负责的联邦分权制，州政府具有很大的教育自主权。^[33]虽然州政府一般遵循联邦政府的教育政策，但一项全国统一的标准的施行涉及到各级职能部门的配合与调整，且州政府需将高度浓缩的政策分解成具体的实施措施，这一过程难免有失偏颇，对于某些不太赞成的教育措施，甚至可能出现“漠然处之”的情况。

这种分歧反映在STEM活动上，各级STEM教育项目出现了不评价或各自为政的状况。《STEM项目索引(2016)》中，50.46%的项目是州一级的，各州对评价这些项目一般持开放态度，只要体现教育性、公益性，手续合法，一般都允许施行。另一些国家级或国际交换的STEM教育项目在校内外落实过程中，各州政府也只管安排执行，将评价责任置于主办方。

(三)滥觞于教育功用的诉求

虽然澳大利亚政府希望并期待所有学生都能从不同类型、不同形式的STEM教育项目中获益，STEM教育项目的初衷也是尽可能将所有学生纳入STEM学习环境，但这种教育理想在代表工商业利益的自由联盟党看来似乎并不实际，且如若不改变前执政党的教育政策，TIMSS、PISA等测评结果可能还会进一步下滑，这可能会进一步激起反对党和大众媒体的批判，但由于“提高STEM教育质量、促进STEM教育公平”的教育理念已深入人心，特恩布尔政府不得不在迎合普遍观点的同时施行带有功利性质的教育政策，而且这也保证了“提高STEM教育质量”的正确政治立场。

STEM教育活动对优秀学生的关注无可厚非，因为STEM领域的创新发展往往还是掌握在少数创新人才手中，培养这部分人才至关重要。但从STEM劳动力市场的发展与繁荣考虑，STEM教育并非是要集中所有资源培养少量精英创新人才，而是要培养大部分学生对STEM的兴趣，扩大学生选择和从事STEM职业的可能性，其中的逻辑正是基于“我们既需要STEM创新人才引领STEM领域发展方向，也需要STEM劳动力增强国家竞争力”的合理假设。正是基于这一假设，特恩布尔政府提倡的STEM教育正在朝功利化发展，短期而言，这可能有利于社会发展、经济繁荣，但STEM教育的目的从来都不是仅仅为经济服务，这极易陷入“主观片面主义”、“功能实用主义”的深渊，引用怀特海的名言，教育的目的是为了激发和引导学生的自我发展之路。^[34]

(四)百分百合格STEM教师的短缺

澳大利亚大学联盟(Universities Australia)曾在一份调查报告中指出当前中小学STEM教育的两个关键问题，一是在许多学校，STEM是以科学、数学分科形式而教，几乎没有涉及到工程和技术；二是学生几乎不了解STEM大学毕业生的就业前景，教师在高中末期才将STEM就业机会告知学生。^[35]毫无疑问，上述问题都与教师有关，问题一涉及到STEM教师专业水平，问题二涉及到STEM教师信念。据澳大利亚教育研究委员会(Australian Council for Educational Research)的观点，澳大利亚STEM教师的专业水平确实有待提高，如7~9年教龄的数学教师，仅有62%拥有两年及以上高等数学

任教经历,约1/3的教师是非数学领域的,23%甚至不会高等数学。政府对这一现状也很不满,首先就是从源头职前STEM教师培养进行改革,一些大学也积极响应,创新STEM教师培养计划,如悉尼大学就联合STEM领域的三个学院组建了STEM教师研究院,从课程、项目、实习等多个方面进行了探索,但其效果还有待进一步检验。^[36]

教学信念指导教学实践,澳大利亚政府期望教师像深信建构主义教学观一样接受STEM教育的重要性,这一过程虽然漫长,但从目前的教育来看,建构主义学习理论已普遍得到教师的认可。因此,让教师树立信心,充分认识到STEM教育对于社会和经济的重要性也并非无稽之谈。连根拔起重新植入新的教育信念固然困难,但是只要充分支持教师的学习,改变始终会发生。大量的教师培训项目已经证明,教师专业发展项目可以有效改变教师信念,从这一点来看,职后培训扮演着另一重要的角色。

六、一些思考和启示

近二十余年来,不仅在澳大利亚,全球都掀起了发展STEM教育的浪潮,STEM教育从一种教育行动演变成一个教育口号,由高等教育扩展至中小学,由个体发展催生成群体责任,STEM教育项目随之像雨后春笋般迅速发展。STEM教育项目从属于课程,它从来都不是独立之物,只有与学校STEM课程相衔接,才能起到互补、推动课程和发展自身的目的。澳大利亚中小学STEM教育项目能做到紧密联系课程内容,体现STEM的跨学科本质,并在平民教育与精英教育理念之间树立平衡,这得益于各利益方的相互制约和促进,虽然存在一些问题,但仍能为我国设计和开展STEM教育活动提供有益的借鉴。

首先,扩展STEM教育项目的人文价值。澳大利亚一直致力于将STEM与人文社会领域联系起来,《STEM项目索引(2016)》中对创业能力和财经素养的重视仅仅是一个缩影,澳大利亚政府期望STEM在人文社会领域也有一席之地,因为确立STEM的人文价值可以及时地解决社会文化中的问题,体现其应用价值。目前我国中小学的STEM项目活动主要以校本为主,拥有很大的灵活性,为发展STEM的人文价值创造了广阔的空间。但是,就笔者所了解和一些报道来看,这些校本STEM活动并没有跨越领域界限,大部分停留在拓宽学生视野,培养STEM学科学习兴趣的阶段,这一方面是活动内容和目标使然,但更重要的原因是,活动设计者从一开始就没有关注STEM活动的人文价值,没有考虑将一些社会问题融入到STEM活动中。STEM的人文价值不言而喻,特别需要教师在执行过程中旁征博引各种社会案例,提升学生治理社会、解决问题的能力。

第二,关注STEM教育项目的层次性。澳大利亚中小学STEM教育项目包括州级的、国家级的和国际交换STEM项目,将弱势群体如女孩、低社会经济水平(SES)学生等也考虑在内,还设立了基于学科的、跨学科的、跨领域的活动内容,活动形式也较为丰富,如俱乐部、考察、寄宿学习等等。从不同的维度,我们可以管窥澳大利亚STEM

教育项目的层次性,虽然各层次有轻重之分,且层次内也各有侧重,但其目的都是尽量将所有学生群体包括在内。我国STEM教育项目建设还处于初期,它随STEM教育引介而来,其发展过程中需要根据不同对象、目的、内容、形式等设计合理的活动,总体原则是建构全纳型STEM教育项目群,形成层次型STEM教育项目链,让所有学生都能发现适合自己的STEM项目活动。

第三,审思STEM教育的社会功用。澳大利亚政府将STEM视为国家竞争力之杠杆,迫切需要STEM教育输出优质STEM人才,希望通过政治诉求改变STEM平庸和匮乏的现象,激发和提升学生在STEM方面的抱负和竞争力,从而带来经济发展和国家竞争力的提高。尽管从国家战略角度出发,突出STEM教育社会功用的一个重要原因是STEM在发展经济、提高国家竞争力方面的作用越来越明显,但如果完全不考虑学生的发展,那么这样的教育也未免太过于功利化,因为教育首先面对的是个性鲜明的独立个体,若不以促进学生发展为己任,其社会功用也将难以实现。在设计STEM教育项目过程中,考虑国家战略需求和学生自身发展同样重要,幸好澳大利亚反对党和一些研究者旗帜鲜明地坚持“回归传统”的教育口号,抑制了这种功利性倾向。

第四,提高STEM教师的专业化水平。目前,不仅澳大利亚,全球都面临着STEM教师短缺、专业素质不高的问题。有学者曾预测,未来五年我国小学科学教师缺口量达12万,初中科学教师缺口量也在0.6万至5万不等。^[37]因此,提高STEM教师数量和质量已刻不容缓,借鉴澳大利亚的经验,提出如下几点建议:一是加大STEM职前教师特别是跨学科教师的培养,在国家层面建立STEM教师培养计划和标准,避免各院校课程设置不统一或遗漏,同时提倡课程内容的多元化、培养模式的多样化;二是完善STEM在职教师培训,充分依靠各级教师专业发展项目或国培计划,充实STEM知识,更新STEM教学理念,提升STEM教学的信心;三是完善相关管理和评价方案,及时地对培养模式、培训项目进行评估,以此决定项目效果或改进路线,避免造成STEM教师繁荣的假象和项目的形式化。

[参考文献]

[1] Office of the Chief Scientist. Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach [R/OL]. [2017-03-07]. <http://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/STEMstrategy290713FINALweb.pdf>.

[2] Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. The Shape of the Australian Curriculum, Version 2.0. [R/OL]. [2017-03-15]. http://www.acara.edu.au/verve/_resources/Shape_of_the_Australian_Curriculum.pdf.

[3][18][19][25][31] Office of the Chief Scientist. STEM Programme Index 2016 [R/OL]. [2017-03-15]. http://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/SPI2016_release.pdf.

[4] Bybee R W.. The case for STEM education: Challenges and opportunities [M]. National Science Teachers Association, 2013:4.

- [5][6][7][13][21] ACOLA. STEM: Country Comparisons [R/OL]. [2017-03-26]. https://www.acola.org.au/PDF/SAF02Consultants/SAF02_STEM_FINAL.pdf.
- [8] Kerry Bissaker. Transforming STEM Education in an Innovative Australian School: The Role of Teachers' and Academics' Professional Partnerships[J]. *Theory into Practice*, 2014, 53(1): 55-63.
- [9] Australian Mathematical Sciences Institute. Dealing with Australia's Mathematical Deficit [R/OL]. [2017-03-29]. <http://amsi.org.au/wp-content/uploads/2014/07/policy-document-2014.pdf>.
- [10] Australian Industry Group. Lifting our Science, Technology, Engineering and Maths (STEM) Skills [R/OL]. [2017-03-29]. <http://www.kvab.be/Denkensprogramma/f2ks/Z-lifting-our-STEM-skills-Australia.pdf>.
- [11] Christopher Pyne pushes for maths or science to be compulsory for year 11 and 12 students [EB/OL]. [2017-03-29]. <http://www.smh.com.au/federal-politics/political-news/christopher-pyne-pushes-for-maths-or-science-to-be-compulsory-for-year-11-and-12-students-20150525-gh9kjv.html>.
- [12] Australian Industry Group. Progressing STEM Skills in Australia [R/OL]. [2017-03-30]. http://cdn.aigroup.com.au/Reports/2015/14571_STEM_Skills_Report_Final_-.pdf.
- [14] Sue Thomson. PISA 2015: A first look at Australia's results [EB/OL]. [2017-04-01]. <http://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=ozpisa>.
- [15] 吴晓玲. 英格兰中小学新国家课程与学业评价改革政策述评[J]. *外国教育研究*, 2016, (4): 36-48.
- [16] Australian schools are in 'absolute decline' globally, says PISA report [EB/OL]. [2017-04-01]. <http://www.abc.net.au/news/2016-12-06/australian-school-performance-in-absolute-decline-globally/8098028>.
- [17] 耿会芬. 澳大利亚联邦教育部长呼吁: 基础教育课程“回归传统”[J]. *比较教育研究*, 2008, (8): 94-94.
- [20] 徐星. 澳大利亚致力将财经素养融入国家课程[J]. *上海教育*, 2014, (2): 38-41.
- [22] Australian Government Chief Scientist. Science, Technology, Engineering and Mathematics: Australia's Future [R/OL]. [2017-04-05]. http://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/STEM_AustraliasFuture_Sept2014_Web.pdf.
- [23][24] Chief Executive Women. Engaging the Future of STEM [R/OL]. [2017-04-06]. <https://cew.org.au/wp-content/uploads/2017/03/Engaging-the-future-of-STEM.pdf>.
- [26] Office of the Chief Scientist. Transforming STEM teaching in Australian primary schools: everybody's business [R/OL]. [2017-04-06]. http://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/Transforming-STEM-teaching_FINAL.pdf.
- [27] Goodrum, D. & Rennie, L. J.. Australian School Science Education National Action Plan 2008-2012 [R/OL]. [2017-04-10]. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED511041.pdf>.
- [28] Baker D. P., Goesling B., LeTendre G. K.. Socioeconomic status, school quality, and national economic development: A cross-national analysis of the "Heyneman-Loxley effect" on mathematics and science achievement[J]. *Comparative education review*, 2002, 46(3): 291-312.
- [29] Gitta Siekmann, Patrick Korbel. Defining STEM skills: review and synthesis of the literature [R/OL]. [2017-05-01]. http://www.ncver.edu.au/__data/assets/pdf_file/0022/61339/Support-doc-1-Defin

ing-STEM-skills-review-and-synthesis-of-the-literature.pdf.

[30]徐晓红. 21世纪澳大利亚基础教育改革政策评析:基于PISA测试的结果[J]. 外国中小学教育, 2014, (3):4-10.

[32] What's in the Gonski report? [EB/OL]. [2017-04-15]. <http://www.abc.net.au/news/2012-08-27/whats-in-the-gonski-report/4219508>.

[33]俞婷婕,肖甦. 推动中小学教师专业发展的一项新举措——评述澳大利亚政府优秀教师计划及其进展[J]. 外国中小学教育, 2007, (9):13-19.

[34]怀特海. 教育的目的[M]. 庄莲平,等,译. 上海:文汇出版社, 2012:3.

[35] Universities Australia. STEM and non-STEM first year students [EB/OL]. [2017-04-15]. <http://www.voced.edu.au/content/ngv%3A49677>.

[36] Desi Corbett. Where is Australia's national STEM strategy? [J]. Engineers Australia, 2014, (4):42-49.

[37]黄健毅,廖伯琴. 我国2016—2020年义务教育科学教师缺口量预测[J]. 教师教育研究, 2015, (4):27-30.

Achieving a Better Australia: Review on STEM Education Programs in Australia

SHOU Xin¹, HU Weiping^{1,2}

(1.Key Laboratory of Modern Teaching Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an Shaanxi 710062, China; 2. National Innovation Center for Assessment and Improvement of Basic Education Quality, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: in face of problems such as unsatisfactory results in international STEM academic assessments, shortage of STEM talents, decline of science and technology competitiveness, primary and Secondary STEM education programs in Australia have adjusted timely to pursue social functions of STEM, expand humanistic value of STEM, stimulate talents' potential of STEM, and pay much attention to special groups involving STEM. These changes are results of mutual restriction between ideal of STEM education and political demands of rulers. Also, problems such as policy mutability, obligation in confusion, excessive pursuit of education function, STEM teacher shortage and so on are exposed to the programs. Anyway, Australia experience provides valuable enlightenment for designing and implementing STEM education programs in China.

Key Words: Australia; STEM education; STEM programs; Primary and Secondary schools

[责任编辑:刘 怡]