

关于中学生 STEM 态度的调研及建议

黄雯静 程敏熙 周少娜

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2020-11-24)

摘要:采用问卷调查的方式,对广州市某中学 733 名学生进行调查,了解中学生对 STEM 教育的态度.在 SPSS 软件中用单因素方差分析、多因素方差分析和独立样本 T 检验等方法对调查数据进行分析,根据分析结果对物理课程融入 STEM 教育理念提出建议.

关键词:STEM 学习态度 物理教学 单因素方差分析 多因素方差分析 独立样本 T 检验

1 研究概述

STEM 教育是一种将科学、技术、工程及数学等学科有机融合,在于培养学生科学知识 with 技能的教育模式.STEM 教育最早起源于美国,1986 年美国国家科学委员会(NSB)发布《本科的科学、数学和工程教育》报告,确立了 STEM 教育优先发展的战略地位.

1986 年至 2016 年,美国逐渐建立 K-12 学龄段的 STEM 课程,加大 STEM 教师的培养力度,确立 STEM 教育的协调合作战略,将 STEM 教育置于政府教育工作的优先地位.此外,美国为保持国际竞争力和国际地位,提出“力求在实践社区、活动设计、教育经验、学习空间、学习测量、社会文化环境等方面促进 STEM 教育的发展”的要求^[1],并动员全国各层面的力量来支持美国全体学生发展高水平的 STEM 知识与技能^[2].

自 STEM 教育的概念被提出后,各国不仅注重对 STEM 教育的理论研究,也加大了对 STEM 教育的实施力度.英国提出“教育转变项目”来提高促进 STEM 教育发展,大力倡导“学徒制是培养新型 STEM 人才的成功途径”.日本希望通过 STEM 教育来提高学生的学业成就,力求在 STEM 教育的实现过程中提高对工程人才的培养力度.德国实施 STEM 教育国家策略,提倡“科学和商业合作促进创新”、开发“MINT 友好项目”、“工程 4.0”、校内远程通讯、校园与企业实验室,以鼓励对 STEM 人才的培养.此外,芬兰、以色列、比利时、荷兰、法国、爱尔兰和奥地利等国家纷纷投身 STEM 课程的开发与

建设,注重政府与科研中心的合作,成立 STEM 教育教师培训中心,并注重提升学生、家长、教师和公众的科学意识和价值观念^[3].

2001 年,我国开始引入 STEM 教育,自 2015 年李克强总理在深圳柴火空间考察后,创客教育开始在国内中小学得到高度的重视与发展.继创客教育后,“创造中学”作为新的教育和培养人才的新模式,被我国大力提倡.我国政府大力支持 STEM 教育在国内的发展,出台了《教育信息化“十三五”规划》和《全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020 年)》等一系列规划和纲要,并倡导探索 STEAM 教育(A 指艺术)、创客教育等新模式.目前我国一批 STEM 教育实行发展机构呈现出健康发展的态势,有较多具有影响力的教育课程发展机构,比如上海 STEM 云中心、深圳柴火空间、北京鲨鱼公园、北京寓乐湾等^[4].

一直以来,我国采取分科教学的方式,各学科联系不密切,尚未建立成熟的 STEM 教育评价体制和标准^[5].通过查阅文献可知,现阶段我国 STEM 课程的设计主要参照国外,以原有的分科课程为载体,融入 STEM 教育理念,且多在物理教学中渗透^[6].物理教师单一地在情景和内容教学中融入 STEM 教育理念^[7],不了解分科教学下学生的 STEM 课程学习态度,也没有完整的评价体制,因此难以把握学生是否真正体会到了 STEM 理念、很难反思自己的 STEM 教育是否仅仅流于形式,更难以改进自己的课程并在整体教学中渗透 STEM 教育.这就需要教师立足国情,深度研究国内学生对 STEM 课程的学习态度.为此,本研究开展相关调查,了解国内学生

STEM 态度的情况,为进行 STEM 课程的设计提出建议。

2 问卷设计及样本选取

STEM 课程包括数学、科学和工程技术,在研究学生的 STEM 态度时,需要了解学生各学科的学习态度、自我效能感和价值期望,因此本次研究的问题包括学生 STEM 态度及分维度的学科总体差异、学生 STEM 态度及分维度的性别差异、学生 STEM 态度及分维度的年级差异、学生 STEM 态度中年级与性别的交互效应。

2.1 问卷的设计

本研究采用国外成熟的李克特 5 级量表^[8],由一组陈述组成,有“非常不同意”“基本不同意”“中立”“基本同意”“非常同意”5 种回答,分别记为 1,2,3,4,5。第 1~8 题研究数学,其中第 1,3,4,5,7,8 题研究数学自我效能感,第 2,6 题研究数学价值期望;第 9~17 题研究科学,其中第 9,14,16 题研究科学自我效能感,第 10,11,12,13,15,17 题研究科学价值期望;第 18~26 题研究工程技术,其中第 18,20,21,23,26 用于研究工程技术的自我效能感,第 19,22,24,25 用于研究工程技术的价值期望。此外,第 1,3,5,16 题为反向题,在将问卷结果录入到 Excel 后需进行反向处理,对于学生选择 1 的题目需改选为 5,选择 2 的题目需改选为 4,以此类推。

2.2 样本的选取

本研究从广东省广州市某中学共 6 个年级随机抽取学生进行调查,各年级抽取学生情况如表 1 所示。

表 1 研究对象

对象	初一	初二	初三	高一	高二	高三	总数
男生 / 人	62	52	57	70	79	50	370
女生 / 人	59	63	51	56	32	46	307
未知 / 人	3	3	11	9	3	27	56
总数 / 人	124	118	119	135	114	123	733

注:“未知”是指学生填问卷时忘记填写性别这一项信息,但其数据在研究年级差异中有用。

3 中学生 STEM 态度调查结果

3.1 学生 STEM 态度及分维度的学科总体差异

利用 SPSS 软件的单因素方差分析及多重比较

对学生各学科差异进行分析,结果如表 2 所示。

表 2 学科总体差异

类别	人数 / 人	STEM 态度均值 (SD)	自我效能感均值 (SD)	价值期望均值 (SD)
总体	733	3.45(0.82)	3.39(0.88)	3.49(0.88)
数学		3.30(0.88)	3.31(0.96)	3.27(0.97)
科学		3.63(0.77)	3.57(0.80)	3.66(0.84)
工程		3.40(0.76)	3.28(0.82)	3.54(0.78)
F (方差检验)		32.81	25.08	38.87
P 值		0.000	0.000	0.000
η^2		0.029	0.022	0.034

研究结果表明:学生学习科学的态度比数学的态度好($3.63 > 3.30$),学习工程的态度比数学的态度好($3.40 > 3.30$),学习科学的态度比工程的态度好($3.63 > 3.40$);学生的科学自我效能感比数学自我效能感强($3.57 > 3.31$),数学自我效能感和工程自我效能感不存在显著差异(受篇幅所限,多重比较的表格省略),科学自我效能感比工程自我效能感强($3.57 > 3.28$);学生的科学价值期望比数学价值期望高($3.66 > 3.27$),工程价值期望比数学价值期望高($3.54 > 3.27$),科学价值期望比工程价值期望高($3.66 > 3.54$)。

进一步分析可知,在学科态度、自我效能感和价值期望 3 个层面,学生学习科学的态度更为积极;在学科态度和价值期望两个层面,均表现为“科学优于工程、工程优于数学”的状态。对于这种“数学遇冷”的现象,笔者认为可能是学生从小学习数学,数学作为主科,学习周期长,学生面临较大的学习压力,为了学业而学数学,学习兴趣被冲淡,所以存在一定的倦怠心理。而科学在低年级学段以副科的形式出现,到了初高中才真正成为主科,科学课上包含很多小型的学生工程项目,在锻炼了学生思维的同时,也培养了动手能力,因此科学和工程技术对学生来说更加新鲜和具体,学生学习科学和工程技术的兴趣更大。

3.2 学生 STEM 态度及分维度的性别和年级差异

为研究性别以及年级(这两个因素)对学生 STEM 态度的影响,分别以性别和年级为自变量,相关指标为因变量,采用独立样本 T 检验的方法进行研究,结果如表 3 所示。

表3 STEM态度及分维度的性别和年级差异

类别	人数 / 人	STEM 态度均值 (SD)				自我效能感均值 (SD)				价值期望均值 (SD)			
		男	女	初中	高中	男	女	初中	高中	男	女	初中	高中
总体	733	3.62 (0.65)	3.25 (0.56)	3.42 (0.65)	3.48 (0.65)	3.66 (0.62)	3.41 (0.52)	3.54 (0.60)	3.54 (0.60)	3.73 (0.62)	3.57 (0.56)	3.59 (0.61)	3.73 (0.60)
T 检验		7.93(0.000)		-1.25(0.213)		5.63(0.000)		0.03(0.978)		3.35(0.001)		-3.22(0.001)	
数学		3.53 (0.85)	3.07 (0.83)	3.41 (0.87)	3.20 (0.88)	3.56 (0.94)	3.07 (0.90)	3.44 (0.94)	3.19 (0.97)	3.44 (0.95)	3.08 (0.93)	3.34 (0.93)	3.21 (1.00)
T 检验		7.07(0.000)		3.37(0.001)		6.94(0.000)		3.50(0.001)		4.91(0.000)		1.86(0.064)	
科学		3.77 (0.79)	3.46 (0.69)	3.46 (0.75)	3.80 (0.75)	3.74 (0.82)	3.36 (0.70)	3.49 (0.82)	3.66 (0.78)	3.78 (0.86)	3.51 (0.78)	3.45 (0.81)	3.87 (0.82)
T 检验		5.40(0.000)		-6.06(0.000)		6.36(0.000)		-2.96(0.003)		4.34(0.000)		-6.93(0.000)	
工程		3.55 (0.75)	3.19 (0.68)	3.38 (0.75)	3.41 (0.78)	3.46 (0.80)	3.04 (0.74)	3.28 (0.80)	3.29 (0.85)	3.66 (0.77)	3.38 (0.71)	3.51 (0.78)	3.57 (0.77)
T 检验		6.40(0.000)		-0.55(0.581)		7.03(0.000)		-0.22(0.820)		4.75(0.000)		-0.92(0.359)	

研究结果表明:就年级而言,初高中学生对STEM学科总体态度不存在显著差异($P=0.213 > 0.05$),但是初中生学习数学的态度更好($3.41 > 3.20$),高中生学习科学的态度更好($3.80 > 3.46$),初高中学生学习工程态度并不存在显著差异($P=0.581 > 0.05$);初高中学生的总体自我效能感不存在显著差异($P=0.978 > 0.05$),但初中生的数学自我效能感更强($3.44 > 3.19$),高中生的科学自我效能感更强($3.66 > 3.49$),初高中学生的工程自我效能感不存在显著差异($P=0.820 > 0.05$);高中生的总体价值期望更高($3.73 > 3.59$),初高中学生的数学价值期望不存在显著差异($P=0.064 > 0.05$),高中生的科学价值期望更高($3.87 > 3.45$),初高中学

生的工程价值期望不存在显著差异($P=0.359 > 0.05$).

就性别而言,男生总体STEM态度更好($3.62 > 3.25$),表现在男生的数学、科学、工程技术学习态度相比于女生更好;男生总体的自我效能感更强($3.66 > 3.41$),表现在男生的数学自我效能感、科学自我效能感和工程自我效能感都比女生更强;男生总体的价值期望更高($3.73 > 3.57$),表现在男生的数学价值期望、科学价值期望和工程价值期望都比女生高.

3.3 学生STEM态度中年级与性别的交互效应

为研究年级和性别的交互作用对学生STEM态度的影响,采用多因素方差分析,结果如表4所示.

表4 性别与年级交互作用对工程自我效能感影响主体间效应测试

因变量: 工程自我效能感

变异来源	第三类平方和	自由度	均方	F	显著性
校正模型	33.204 ^a	3	11.068	18.593	0.000
	6975.895	1	6975.895	11718.287	0.000
初高中(0,1)	0.437	1	0.437	0.735	0.392
性别(女1男2)	30.527	1	30.527	51.279	0.000
初高中(0,1)*性别(女1男2)	3.352	1	3.352	5.631	0.018
误差变异	400.637	673	0.595		
总变异	7673.000	677			
校正模型变异	433.841	676			

研究表明:工程自我效能感受到性别和年级的交互影响显著($P = 0.018 < 0.05$). 学生总体STEM学科态度、数学态度、科学态度、工程态度、总体自我效能感、数学自我效能感、科学自我效能感、总体价值期望、数学价值期望、科学价值期望和工程价值期望均不受性别和年级的交互影响(受篇幅所限,相关表格省略).

4 结果分析与建议

4.1 加大科学学习深度 提高数学学习兴趣

基于表2分析,学生更喜欢学习科学,更有信心能将科学学好,并认为自己以后有更大的可能从事与科学有关的职业.相比之下,学生学习数学的积极性较低,对于自己能学好数学的信心不大且未来想从事数学的相关工作的想法不多.学生的自我效能感、价值期望与学习兴趣有较大关系,因此物理教师在将STEM理念融入到物理课堂时,要注重钻研学生的兴趣,对于学生感兴趣的科学,教师在进行课程设计时可适当加大科学的难度、融合不同科学领域的知识.例如,在物理课堂中适当加大物理知识的难度,增加化学和生物的内容,增加与工程有关的科学探究活动,达到加大科学课学习深度的目的,为学生今后从事科学相关工作做准备.相比于科学,学生学习数学的积极性较低,教师应适当增加有趣味性的数学知识,提高学生数学学习的兴趣,丰富学生对数学相关职业的认识,鼓励学生多钻研数学和从事与数学有关的职业.

综合以上分析,在将STEM理念融入到物理课堂时,教师要合理设计数学、科学和工程的占比,要根据学生的学习兴趣和未来可能的职业发展进行课程难度的调控和设计,适当设计适合学生的工程项目.对于学生学习积极性较大的科学,可适当增大课程的难度,融合不同科学学科的知识,加大学生学习科学的深度和广度,为学生今后从事科学相关工作做准备;对数学模块的设计可适当增加趣味性数学知识,在物理课堂上尽可能避开难度大的数学知识,以提高学生学习数学的兴趣,克服学生的数学倦怠心理.

4.2 重视年级差异 系统渗透STEM理念

基于表3分析,初中生对学好数学有更大的信心,而高中生认为自己更有能力学好科学,高中生认为未来有可能从事和STEM学科有关的职业.对于初高中学生对STEM课程的不同方面反应不同现象,物理教师在将STEM理念融入到课堂时,不仅要考虑各阶段学生对STEM课程各学科的具体需求,还需考虑同一学科在不同年级的难度设置.初高中物理教师应密切讨论“如何将STEM理念融入物理教学”的问题,宏观把握初高中物理教学的STEM理念融合,使STEM理念融入整个中学物理教学中,而不仅仅是停留在一两节课中,进而系统地将STEM理念融入整个中学物理课程中.

具体而言,初中生学习数学的积极性更高、自信心更强,并认为自己有能力学好数学,而对于学好科学的自信心则不如高中生强.这就启发物理教师在将STEM理念融入到物理课堂时需对初高中进行宏观且系统地把握:鉴于初中生对学好数学有更大的学习自信心和积极性,可适当增加初中物理学习中数学难度或占比,培养初中生的数理逻辑;而对于科学课程,则应注重不同科学知识的融合,可适当降低难度、设计适合初中生的课外探究活动,提高他们学习科学的积极性.鉴于高中生更有信心学好科学,未来有可能从事和STEM学科有关的职业或与科学有关的职业,物理教师可将难度较大的科学知识设计到高中物理课程,增加最新科技前沿的知识,设计贴近社会和科学发展的工程项目,让学生在学物理的同时体会社会和科技的发展,培养高中生的科学思维,对有志从事STEM相关职业和科学相关职业的高中生进行培养和锻炼.

4.3 尊重性别差异 合理发展STEM学科

基于表3分析,性别对STEM课程的影响很显著:男生在数理知识方面比女生更感兴趣、思维更加活跃、逻辑更为严密、未来的职业发展更倾向于理工科,这符合我们的认知.男女生在STEM课程学习中存在这种的差异,对物理教师来说具有较大的启发:在将STEM理念融入到物理课堂时不仅要考虑男生的课程需要、合理安排各学科的占比、适当加大

课程难度,更应该关注女生对STEM学科的学习态度,特别是女生能否适应融合STEM理念的物理课堂,这很是重要.物理教师要注重在这种新型课堂上调动女生学习的积极性、增加科学知识的趣味性、整体提高女生学习STEM课程的兴趣.此外,物理教师还应该在实际教学中,向女生的STEM课程学习提供相应的方法指导、增强女生学好STEM课程的自信心、适当开阔女生的科学视野,也应积极号召女性从事STEM的相关职业,促进学科专业人才的性别比例,更好地发展STEM学科,强化STEM学科在国内的实施效果同时促进其长远发展.

4.4 综合性别和年级 科学渗透工程理念

目前,国内并没有将工程作为一门正式的学科加入中小学课程,学生往往只能在生活中接触工程的有关知识,或者在兴趣班中有所涉猎.学生没有系统学过工程知识,对工程技能的知识相对缺乏,这直接影响学生学习工程的自信心.

在此大背景下,将STEM教育理念融入到教学中具有重要意义,通过在物理课程中增添工程技术的元素,设计符合学生发展的工程项目,促进学生STEM素养的整体发展.例如将创客教育引入物理课堂,主张学生自己设计实验并进行探究,创设物理第二课堂等课外创新活动,为学生提供更多参与工程项目的机会、创造更多动手实践的机会.不仅能够培养学生的数理逻辑,还能够提升学生对数学和科学应用的意识和能力,渗透工程的相关理念.将工程理念渗透到物理教学是符合我国国情的,据前文的分析可知,性别对STEM课程的影响显著,年级影响着数学和科学的难度设计与内容调控,因此,在将工程理念渗透到物理教学中,需对性别和年级进行综合考虑.唯有如此,才能更好地将工程理念渗透到物理教学中,进而达到将STEM理念渗透到物理教学中,增强学生在新教育模式下的学习自信心.

5 结束语

STEM课程作为一种新型教育模式,其目的在于培养综合型人才.在将STEM理念融入到物理课

程的过程中,需要科学地考虑各学科的占比及难度的设计,这就需要物理教师充分了解学生对STEM课程的学习态度,具体包括:男女生对STEM课程中不同学科的学习态度,各年级的学生对STEM课程中不同学科的学习态度,以及性别和年级的交互作用对STEM课程的影响情况.唯有如此,才能更好地把握学生在物理课堂中对STEM理念的体会,科学反思自己的STEM教育成果,有目的地改进课程并在整体教学中渗透STEM教育,科学地设计出符合国内学生需求的STEM课程,促进STEM课程在国内的实施及长远发展.

参考文献

- 1 赵书琪,于洪波.美国STEM教育研究30年:历程、特点与启示[J].现代教育技术,2019,29(1):5~10
- 2 李业平.STEM教育研究与发展:一个快速成长的国际化领域[J].数学教育学报,2019,28(3):42~44
- 3 孙维,马永红,朱秀丽.欧洲STEM教育推进政策研究及启示[J].中国电化教育,2018(3):131~139
- 4 王素.《2017年中国STEM教育白皮书》解读[J].现代教育,2017(7):4~7
- 5 陈凯,夏晶,陈悦.《中国STEM教育白皮书》的文本挖掘[J].基础教育,2019,16(3):25~38
- 6 谢丽,李春密.物理课程融入STEM教育理念的研究与实践[J].物理教师,2017,38(4):2~4
- 7 王晓锴,高永伟.“看得见的声音”——基于STEM理念的共振教学[J].物理教师,2020,41(7):69~72,76
- 8 Alana Unfried, Malinda Faber, Daniel S. Stanhope, et al. The Development and Validation of a Measure of Student Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Math (S-STEM)[J]. Journal of Psychoeducational Assessment, 2015, 33(7)
- 9 耿红. STEM理念与物理教学零距离对接——面对学生的STEM课程系列之“探究面团的导电性”[J].物理教师,2018,39(12):37~41
- 10 潘晓雯,白赫,刘思鹏,等.融入STEM教育理念的初中物理课程设计[J].物理教学探讨,2019,37(3):30~32
- 11 上官剑,李天露.美国STEM教育政策文本述评[J].高等教育研究学报,2015,38(2):64~72