

性别、年级、最喜欢的老师影响学生 STEM 学习态度研究

——基于浙江省六所中学的调查

张燕军¹ 裴文洁² 吴丽雯³

(1. 浙江师范大学 教师教育学院,浙江金华 321004;
2. 杭州市春晖小学,浙江杭州 310052;3. 浙江师范大学 化学与生命科学学院,浙江金华 321004)

[摘要] 学生 STEM 学习态度很大程度上影响其未来 STEM 职业发展方向。本研究采用问卷法随机调查浙江省六所中学的 747 名中学生,分析其 STEM 学习态度和职业兴趣,以及性别、年级和最喜欢的老师对 STEM 学习态度的影响。研究发现:1) 中学生的 STEM 学习态度整体趋于正向,但对 STEM 职业兴趣整体不高;2) 男生 STEM 学习态度比女生积极;3) 初中生 STEM 学习态度比高中生积极;4) 最喜欢的老师对 STEM 学习态度有显著影响;5) 性别、年级和老师对学生 STEM 态度的影响,在不同省域之间有共性,也有差异。上述发现和结论可为教师改进 STEM 课程开发和教学设计提供依据,从而更好地改善中学生 STEM 学习态度和职业兴趣。

[关键词] STEM; 学习态度; 职业兴趣

[中图分类号] G434

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2020)06-0100-10

近年来,STEM 教育日益受到社会各界的重视。2018 年 5 月,我国推出了“中国 STEM 教育 2029 行动计划”,为 STEM 教育研究及推广提供了必要的指导。2019 年 3 月发布的《2019 教育信息化和网络安全工作要点》要求从网络学习空间、在线开放课程、跨学科学习(STEM 教育)、智能教育四方面遴选组建 15 个不同方面的实践共同体。

很多教育工作者、研究者均意识到 STEM 教育对提升劳动力素质的重要性,但在实际教育教学过程中仍缺乏对学生 STEM 自我效能感和学习认知的了解(陈凯等,2019)。从社会认知职业理论(Social

Cognitive Career Theory)角度看,STEM 学习态度和 STEM 职业期望是预测学生未来是否参与 STEM 职业的关键变量(Lent et al., 2010)。同时,随着信息时代对人才技能与核心素养的重视,“21 世纪技能自信”也日益成为衡量人才质量重要变量(Unfried et al., 2015)。评估中学生 STEM 学习态度,不仅有利于研究者掌握他们的心理状态和认知水平,理解学生对 STEM 职业生涯的选择和坚持,还有利于教师引导学生积极开展 STEM 职业规划,拓宽 STEM 人才培养途径(Popa & Ciascian, 2017)。

本研究围绕中学生 STEM 教育现状探讨以下两

[收稿日期] 2020-08-18

[修回日期] 2020-10-28

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2020.06.010

[作者简介] 张燕军,副教授,博士后,硕士生导师,浙江师范大学教师教育学院(zhyj@zjnu.cn),研究方向:STEM 教育、教育国际比较;裴文洁,硕士,杭州市春晖小学教师,研究方向:STEM 教育、留学教育;吴丽雯,本科生,浙江师范大学化学与生命科学学院,研究方向:STEM 教育。

[引用信息] 张燕军,裴文洁,吴丽雯(2020). 性别、年级、最喜欢的老师影响中学生 STEM 学习态度研究——基于浙江省六所中学的调查[J]. 开放教育研究,26(6):100-109.

个问题:1)中学生 STEM 学习态度和职业兴趣的现状如何? 2)性别、年级、最喜欢的老师对中学生 STEM 学习态度有无显著影响?

一、文献综述

(一) STEM 学习态度和 21 世纪技能自信

STEM 教育通过活动探究、项目设计等培养学习者综合利用 STEM 知识解决现实问题, 强调将 STEM 学科融合为整体的教学策略和方法(李学书, 2019)。学习态度是否积极对学习目标的达成尤为重要, 也是影响学习成效的最重要非智力因素之一(孙利民, 2010)。我国颁布的高中新课程标准将“形成积极主动的学习态度”作为主要目标, 涵盖了学生的学习兴趣、学习的价值信念及未来职业的倾向和偏好。STEM 学习态度是学习者对 STEM 学习活动涉及对象的一种心理倾向(孙维胜, 2003), 它综合了自我效能感和期望价值信念两部分。期望价值理论认为, 成功期望主要由自我概念和感知任务难度构成, 个体行为动机主要取决于个体对任务的成功期望及所赋予任务的主观价值。积极的 STEM 学习态度有助于培养学生 STEM 素养, 提升学生的知识、思维、能力。已有研究表明, 正向的 STEM 学习态度在一定程度上加大了学生未来选择 STEM 职业的可能性(Mitchell & Hoff, 2006)。

同时, 学生要应对 21 世纪日益激烈的 STEM 职业挑战, 除了有积极的 STEM 学习态度, 还要对掌握 21 世纪技能有足够的自信。美国《21 世纪技能框架》(Framework for 21st Century SLearning)指出, 21 世纪技能分为三大类: 学习和创新能力、信息化技能、职业和生活技能。我国学者在借鉴欧美经验的基础上, 研制了“文化基础”“自主发展”和“社会参与”三方面的六大“核心素养”。这些都构成本研究“21 世纪技能自信”的核心要素。

综上所述, 学习态度是综合主观经验和他人看法的心理倾向, “21 世纪技能自信”是对知识技能学习和创新等的自我肯定。两者对学生 STEM 学习都必不可少。本研究对 STEM 学习现状的测量主要涵盖 STEM 科目(数学、科学、工程和技术)的学习态度和 21 世纪技能自信两方面。

(二) 影响 STEM 学习态度和职业兴趣的因素

从生涯规划看, 学生的年龄、性别会影响其

STEM 职业兴趣。有研究指出, 学生的 STEM 职业兴趣随年龄的增长而波动, 呈逐渐下降趋势(Blickenstaff, 2005; Kerr & Kurpius, 2004; Mitchell & Hoff, 2006; Riegle-Crumb et al., 2011)。还有研究发现, 女生对科学的整体态度要么不如男生积极, 要么随着年龄的增长下降得更明显(Brotman & Moore, 2008)。一项具有全国代表性的调查数据表明, 女生对 STEM 职业兴趣整体保持率较低, 在高中阶段吸引女生进入 STEM 领域的难度更大(Mau, 2003)。对 STEM 职业感兴趣的人数比例, 女生呈下降趋势, 男生比例保持稳定(Sadler et al., 2012)。随着年龄的增长, 有很多因素导致男女生的职业兴趣差异日益显著, 如缺乏女性榜样、性别刻板印象等(Beede et al., 2011)。此外, 教师和同伴的影响也是预测女生 STEM 学习兴趣和信心的重要因素(Rabenberg, 2013)。

从心理学角度看, 影响 STEM 职业选择的关键因素是学生对 STEM 的兴趣和参与度(Fouad & Smith, 1996; Fouad et al., 2002; Lent et al., 1994; Tai et al., 2006)及自我认知(Hazari et al., 2010)。自我效能感主要有四种来源: 社会劝说、已有成就、替代经验和情感学习。其中, 自我效能感与兴趣、成绩和坚持相互关联, 并随时间推移而相互强化(Nauta et al., 1998; Nauta et al., 2002; Zeldin et al., 2008)。他人的看法对学生自我认知及未来职业选择至关重要。有研究发现, 父母对孩子数学和科学学习能力的认知和期望影响孩子自我效能感(Bleeker & Jacobs, 2004; Jacobs & Eccles, 2000; Smith, 1991; Trusty, 2000; Turner et al., 2004), 并与生涯规划直接挂钩。中学男生对数学和科学的自我效能感、成果期望往往高于女生, 但没有证据表明男生比女生学习能力更强(Kratochwill & Stoiber, 2000)。学业自我效能感也解释了优异的学业成绩和后来对 STEM 兴趣和成就之间的联系(O'Brien et al., 1999)。与对科学和数学技能更有信心的女生相比, 缺乏信心的女生更不可能在 STEM 职业道路上坚持(Hill et al., 2010)。同时, STEM 学业成绩也与职业抱负有关(Nauta et al., 1998)。信心和职业自我认知的不足(MacPhee et al., 2013)、有限的知识储备(Deberard et al., 2004)都是阻碍学生从事 STEM 教育和职业的重要因素。

从社会角度看,学生 STEM 学习态度和相关职业选择、家庭环境等密切相关,家庭的社会经济地位与学生的职业愿望显著相关。经济不利群体能获得优质 STEM 教育机会相对较少,对 STEM 职业信息掌握不足会降低学生选择 STEM 职业的可能性 (Shaw & Barbuti, 2010)。此外,正面的家庭教育会对青少年学业抱负和职业选择产生积极影响。家长对子女的高期望在一定程度上促进子女实现向上的社会流动 (Ashby & Schoon, 2010)。父母的学历、职业、教育模式等对学生 STEM 职业选择产生影响。

综上,学生 STEM 学习态度和职业兴趣是个人、家庭、学校和社会等因素共同作用的结果。鉴于学校教育更系统、全面和专业,本研究意在以浙江部分 PISA 参评学校为例,以汉化版学生 STEM 态度量表等为调研工具,探讨中学生的 STEM 兴趣、21 世纪技能自信和职业兴趣的差异及其可能原因。

二、研究设计

(一) 研究对象

本研究根据浙江省 11 个地级市的地理位置分布,利用随机抽样法抽取宁波、绍兴、金华、杭州、湖州等五个城市的六所中学的部分学生作为调查对象。这些学生均已学习过数学、科学(包括物理、化学、生物等)、技术等 STEM 科目,参加过 STEM 课程学习或培训。由于初二是成就目标的转折期(高娜, 2012; 陆桂芝等, 2010),本研究选择初二作为初中生的代表群体;相对于高三学生,高一、高二学生处于生涯探索的快速成长期(刘晓芳等, 2019),本研究选择高一、高二学生代表高中生群体。调查对象的男女生比例接近 1:1(见表一)。

(二) 研究方法

1. 资料收集

本次调研时间为 2019 年 11-12 月,共发放问卷 769 份,按照以下标准剔除无效问卷:有连续 5 个及以上问题选择同一选项、同一维度出现明显矛盾的答案、选项出现较多空缺、答题时间过短和过长。有效问卷 747 份,有效问卷回收率为 97.14%。

2. 资料分析

研究者借助 SPSS 23.0 软件,采用克隆巴赫系数 (Cronbach's alpha) 和校正项总计相关性评价量表的信度,描述主要变量的均值、标准差及变量之间的

Pearson 相关系数,并用独立样本 T 检验探究自变量对因变量是否存在显著性差异;用 AMOS 24.0 验证分析变量指标的测量模型,探讨观察变量和潜变量之间的关系,通过验证性因子分析(CFA)检验收敛效度,比较某一潜变量平均方差提取值(AVE)的平方根是否大于它与其它潜变量之间的相关系数,从而判断区分效度。

(三) 研究工具及其信效度

1. 研究工具

本研究使用埃里克·韦博(Eric Wiebe)团队编制的 STEM 学习态度量表(Unfried et al., 2015)。该量表包括数学(A1~A8)、科学(B1~B9)、工程技术(C1~C9)和 21 世纪技能(D1~D11)四个维度,共 37 个题项。本研究还采用 STEM 职业兴趣调查表(Wiebe, 2018),共 12 个题项,所有题项均以李克特五点计分(1~5 代表“非常不赞同”到“非常赞同”)。数据分析时,研究者对 A1、A3、A5 和 B8 四道反向计分题正向化处理。

表一 被调查对象的人口统计学信息

| 项目 | 项目内容 | 样本数(人) | 百分比(%) |
|--------|-----------|--------|--------|
| 性别 | 女 | 373 | 49.9 |
| | 男 | 374 | 50.1 |
| 年级 | 初二 | 160 | 21.4 |
| | 高一 | 507 | 67.9 |
| | 高二 | 80 | 10.7 |
| 地区 | 宁波 | 44 | 5.9 |
| | 绍兴 | 52 | 7.0 |
| | 湖州 | 160 | 21.4 |
| | 杭州 | 169 | 22.6 |
| | 金华 | 322 | 43.1 |
| 最喜欢的老师 | STEM 老师 | 519 | 69.5 |
| | 非 STEM 老师 | 228 | 30.5 |

2. 信效度检验

各分量表的 Cronbach's alpha 大于 0.7,所有题项的校正项总计相关值均不低于 0.4,删除任意一项均未发现能使量表的 Cronbach's a 提高,说明该量表信度良好。样本的验证性因子分析显示,四个维度的标准化因子载荷均大于 0.5,组合信度系数(CR)大于 0.8,平均方差提取值大于 0.5,说明量表收敛效度良好(见表二)。验证性因子分析拟合指数均达到最优适配标准,表明测量模型与实际数据的拟合程度较好(见表三)。

表二 STEM 学习态度量表验证性因子分析结果

| 维度 | 题项 | 因子载荷 | Cronbach's alpha | CR | AVE |
|-----------|-----|-------|------------------|-------|-------|
| 数学学习态度 | A1 | 0.698 | 0.792 | 0.888 | 0.501 |
| | A2 | 0.597 | | | |
| | A3 | 0.761 | | | |
| | A4 | 0.765 | | | |
| | A5 | 0.695 | | | |
| | A6 | 0.54 | | | |
| | A7 | 0.732 | | | |
| | A8 | 0.831 | | | |
| 科学学习态度 | B1 | 0.775 | 0.904 | 0.905 | 0.518 |
| | B2 | 0.698 | | | |
| | B3 | 0.824 | | | |
| | B4 | 0.648 | | | |
| | B5 | 0.789 | | | |
| | B6 | 0.767 | | | |
| | B7 | 0.741 | | | |
| | B8 | 0.617 | | | |
| | B9 | 0.577 | | | |
| 工程技术学习态度 | C1 | 0.690 | 0.898 | 0.903 | 0.512 |
| | C2 | 0.710 | | | |
| | C3 | 0.765 | | | |
| | C4 | 0.755 | | | |
| | C5 | 0.794 | | | |
| | C6 | 0.744 | | | |
| | C7 | 0.797 | | | |
| | C8 | 0.515 | | | |
| | C9 | 0.625 | | | |
| 21 世纪技能自信 | D1 | 0.711 | 0.900 | 0.917 | 0.502 |
| | D2 | 0.752 | | | |
| | D3 | 0.643 | | | |
| | D4 | 0.598 | | | |
| | D5 | 0.724 | | | |
| | D6 | 0.701 | | | |
| | D7 | 0.762 | | | |
| | D8 | 0.675 | | | |
| | D9 | 0.744 | | | |
| | D10 | 0.702 | | | |
| | D11 | 0.761 | | | |

所有分量表均呈显著正相关($p < 0.001$)，“21 世纪技能自信”与“对数学的学习态度”的相关系数

是 0.333, 为弱相关, 其余各分量表之间的相关系数介于 0.4 ~ 0.6, 为中等相关。各因子的平均方差提取值的平方根均大于与其他因子间的相关系数, 说明量表的区分效度较好(见表四)。

表四 STEM 学习态度量表平均方差提取值的平方根与相关系数

| 维度 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 数学学习态度 | 0.501 | | | |
| 科学学习态度 | 0.477 *** | 0.518 | | |
| 工程技术学习态度 | 0.409 *** | 0.561 *** | 0.512 | |
| 21 世纪技能自信 | 0.333 *** | 0.413 *** | 0.428 *** | 0.502 |
| AVE 平方根 | 0.708 | 0.720 | 0.716 | 0.708 |

注: *** $p < 0.001$; 对角线左下方的数据为各变量之间的相关系数; 对角线上的数据为变量的平均方差提取值(AVE)。

三、数据分析与发现

(一) 中学生 STEM 学习态度总体上是积极的, 但仍需提升

本研究各维度和总量表的均分在 3.17 ~ 3.64 之间, 表明中学生的 STEM 学习态度总体上是积极的。其中, “21 世纪技能自信”(3.64) 得分最高, 数学学习态度(3.17) 得分最低(见表五)。

表五 分量表与总量表的描述性统计

| 维度 | 平均分 | 标准差 | 题数 | 每题平均得分 |
|-----------|--------|------|----|--------|
| 21 世纪技能自信 | 39.99 | 0.68 | 11 | 3.64 |
| 科学学习态度 | 30.64 | 0.8 | 9 | 3.40 |
| 工程技术学习态度 | 29.48 | 0.75 | 9 | 3.28 |
| 数学学习态度 | 25.7 | 0.73 | 8 | 3.17 |
| 总量表 | 125.15 | 0.55 | 37 | 3.38 |

浙江省中学生 STEM 学习态度、技能自信整体水平得分, 既低于江苏省学生数学学习态度平均分(0.31) 和技能自信题项得分(0.25), 又低于美国北卡罗莱纳州学生数学学习态度平均分和技能自信题项得分(均为 0.36)(见表六)。如果将浙江、江苏作为整体, 两省学生的 STEM 学习态度平均得分也低于北卡罗来纳州学生。仅江苏省学生科学态度得

表三 STEM 学习态度量表 CFA 模型的拟合优度指标

| 拟合指标 | χ^2/df | P | GFI | IFI | TLI | CFI | RMSEA | SRMR |
|------|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 指标值 | 2.867 | 0.000 | 0.911 | 0.923 | 0.919 | 0.920 | 0.061 | 0.0378 |
| 拟合标准 | 1 ~ 3 | < 0.05 | > 0.9 | > 0.9 | > 0.9 | > 0.9 | < 0.08 | < 0.05 |
| 可否接受 | 接受 | 接受 | 接受 | 接受 | 接受 | 接受 | 接受 | 接受 |

分高出北卡罗来纳州学生 0.18 分,两省学生其它各项得分均低于北卡罗来纳州学生(Wiebe et al., 2018)。

表六 浙江省、江苏省与美国北卡罗来纳州学生 STEM 学习态度比较

| 内容区域 | 浙江省 | 江苏省 | 北卡罗莱纳州 |
|-----------|------|------|--------|
| 数学态度 | 3.17 | 3.48 | 3.53 |
| 科学态度 | 3.40 | 3.62 | 3.44 |
| 工程技术态度 | 3.28 | 3.67 | 3.45 |
| 21 世纪技能自信 | 3.64 | 3.89 | 4.00 |
| 总量表 | 3.38 | 3.68 | / |

(二) 性别、年级、最喜欢的老师显著影响中学生 STEM 学习态度

1. 男生 STEM 学习态度比女生积极

男生各维度得分均高于女生。男女生 STEM 科目的学习态度($p < 0.01$)和“21 世纪技能自信”($p < 0.01$)均呈显著性差异,但 STEM 学习态度总体($p = 0.103$)上不存在显著性差异。这表明,男生 STEM 科目的学习态度和“21 世纪技能自信”显著高于女生(见表七)。

2. 初中生 STEM 学习态度比高中生积极

初中生各维度得分均高于高中生(见表八)。

初中生数学学习态度($p < 0.01$)、科学学习态度($p < 0.01$)以及总量表($p < 0.01$)均显著高于高中生,但在“工程与技术学习态度”($p = 0.271$)和“21 世纪技能自信”($p = 0.130$)维度上,初高中生不存在显著性差异。

3. 最喜欢的老师对 STEM 学习态度有显著影响

本研究以中学生最喜欢的老师作为影响因素,初高中学生对 STEM 各科目的学习态度($p < 0.01$)、“21 世纪技能自信”($p < 0.05$)、总量表($p < 0.01$)均有显著性差异。最喜欢的老师为 STEM 教师的中学生各维度得分均显著较高(见表九)。

(三) 中学生 STEM 职业兴趣得分整体不高

从年级看,对 STEM 职业持积极态度(得分 4 分和 5 分)的初高中生所占比例均未超过 50%,且两者比例接近,差异未超过 6.7%。整体上,中学生对生物学和动物学、计算机科学、物理科学、医药学等更感兴趣(见图 1)。从性别看,男生对多数 STEM 职业持积极态度。在计算机科学、物理科学、能源、化学、工程等领域,男女 STEM 职业兴趣比例严重失衡。仅在医学、医学和兽医类学科中,女生比例略高于男生(见图 2)。

表七 性别对 STEM 学习态度影响差异的独立样本 t 检验

| 年级段 | | 数学 学习态度 | 科学 学习态度 | 工程技术 学习态度 | 21 世纪 技能自信 | 总量表 |
|----------------|----|------------|------------|--------------|---------------|--------|
| 女 (N = 373) | M | 3.041 | 3.177 | 3.088 | 3.595 | 3.250 |
| | SD | 0.704 | 0.733 | 0.662 | 0.643 | 0.491 |
| 男 (N = 374) | M | 3.384 | 3.632 | 3.463 | 3.676 | 3.539 |
| | SD | 0.722 | 0.800 | 0.791 | 0.715 | 0.562 |
| t | | 10.896 | -6.584 | -8.110 | -7.029 | -1.633 |
| P | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.103 |

表八 年级对 STEM 学习态度影响差异的独立样本 t 检验

| 年级段 | | 数学 学习态度 | 科学 学习态度 | 工程技术 学习态度 | 21 世纪 技能自信 | 总量表 |
|-----------------|----|------------|------------|--------------|---------------|-------|
| 初中 (N = 160) | M | 3.587 | 3.467 | 3.369 | 3.880 | 3.592 |
| | SD | 0.841 | 0.879 | 0.915 | 0.822 | 0.641 |
| 高中 (N = 587) | M | 3.111 | 3.388 | 3.250 | 3.569 | 3.349 |
| | SD | 0.666 | 0.777 | 0.701 | 0.622 | 0.509 |
| t | | 10.896 | 6.616 | 1.103 | 1.519 | 4.438 |
| P | | 0.000 | 0.000 | 0.271 | 0.130 | 0.000 |

四、结论与讨论

(一) 结论

1. 中学生 STEM 学习态度表现出较高的兴趣,但仍待改善

一方面,中学生对 STEM 学习表现出较高的兴趣。本调查研究发现,虽然不同年级、性别的学生学习 STEM 各科的态度和“21 世纪技能自信”均表

现出显著差异,但整体不存在统计学意义上的差异。在受访学生 STEM 各科的学习态度中,数学得分最低,尤其不愿意选择与数学相关职业。这跟陈凯等人(2019)的研究发现相似。相比之下,随着课程改革的深入,学校、家庭和社会对科学技术日益重视,学生也更愿意学习这些课程,对相关职业表现出较高兴趣。另一方面,中学生 STEM 学习态度仍然有较大改进空间。无论是整体 STEM 学

表九 最喜欢的老师对 STEM 学习态度影响差异的独立样本 t 检验

| 最喜欢老师的任教科目 | | 数学 学习态度 | 科学 学习态度 | 工程技术 学习态度 | 21 世纪 技能自信 | 总量表 |
|---------------------|----|------------|------------|--------------|---------------|-------|
| STEM (N = 408) | M | 3.292 | 3.531 | 3.345 | 3.608 | 3.457 |
| | SD | 0.604 | 0.796 | 0.696 | 0.639 | 0.519 |
| 非 STEM (N = 179) | M | 2.698 | 3.062 | 3.034 | 3.482 | 3.102 |
| | SD | 0.615 | 0.620 | 0.667 | 0.574 | 0.384 |
| t | | 10.896 | 7.707 | 5.052 | 2.252 | 9.207 |
| P | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.025 | 0.000 |

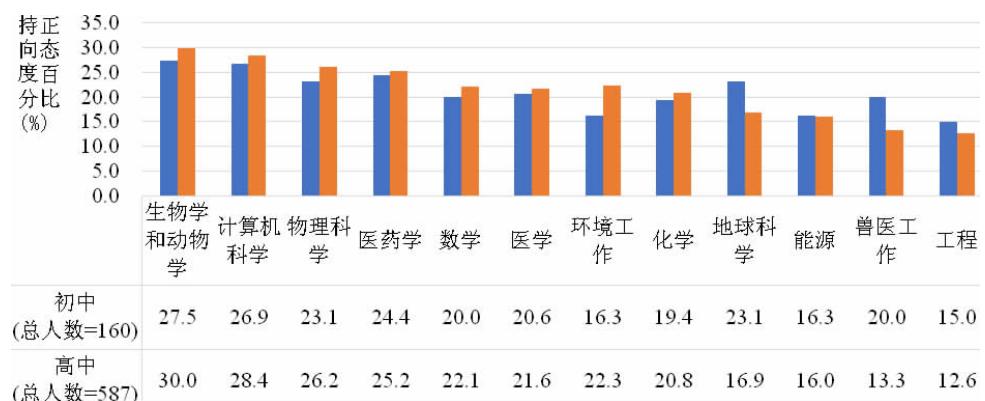


图 1 初高中学生对 STEM 职业兴趣持积极态度的比例

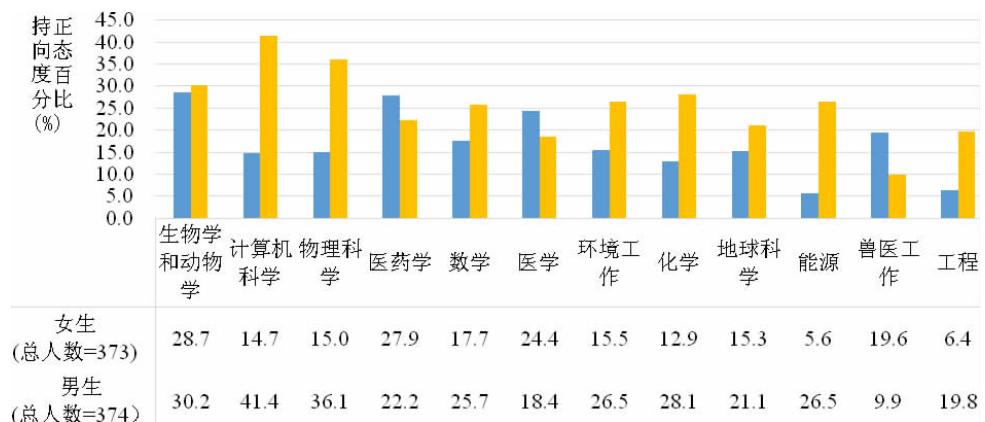


图 2 男女生对 STEM 职业持积极态度的比例

习态度,还是在 STEM 学习态度各子维度及技能自信,浙江省学生既低于江苏省,又低于美国北卡罗来纳州。这说明,浙江省学生 STEM 学习态度仍有较大改进空间。若将浙江省和江苏省作为整体,两省学生 STEM 学习态度得分仍低于北卡罗莱纳州。虽然两省教育在我国名列前茅,即便在经合组织举办的 PISA 测评中也荣居榜首,但学生 STEM 学习态度仍待改善。

2. 中学生 STEM 学习态度存在显著的性别、学段差异

从性别看,男生 STEM 学习态度和“21 世纪技能自信”显著高于女生。从学段看,初高中学生“工程技术学习态度”和“21 世纪技能自信”差异不显著,但在数学、科学学习态度上,高中生明显不如初中生积极。此外,随着年级的增长,STEM 学习兴趣逐渐减弱具有一定的普遍性。这容易导致学生与 STEM 职业“渐行渐远”。因此,教师开展数学、科学教学应灵活多变,借助榜样示范等方式,激发和维持学生兴趣,尤为应重视适时渗透职业生涯规划教育。

3. 中学生对 STEM 老师的喜好显著正向影响其 STEM 学习态度

这主要表现为,最喜欢 STEM 老师的中学生在 STEM 学习态度上明显比最喜欢非 STEM 老师的积极性高。本研究中,喜欢 STEM 教师对中学生数学、科学、工程技术的学习态度和“21 世纪技能自信”的影响显著而又全面。除教师对中学生“21 世纪技能自信”的影响在 $P = 0.025$ 的显著水平上外 ($P < 0.05$, 具有显著性统计学意义), 教师对中学生学习数学、科学、工程技术的态度和整体 STEM 态度的影响都在 $P < 0.01$ 的显著水平上。

(二) 讨论与思考

1. 在“21 世纪技能自信”维度,初、高中学段在浙江省不存在显著差异,但江苏省存在显著差异

浙江省初、高中学段差异不显著,均分分别为 3.88、3.569,初中生得分高出高中生 (0.311 分),无统计学意义上的显著差异(见表十)。相比之下,江苏省初中生 (4.056) 比高中生 (3.806) 在“21 世纪技能自信”维度上得分高出 0.25 分,且存在统计意义上的显著差异 ($p < 0.01$) (陈凯,2019)。这可能存在多种原因。

表十 浙江省与江苏省“21 世纪技能自信”维度比较

| 比较项 | | 初中 | 高中 | P |
|-----------|-----|-------|-------|-------|
| | M | | | |
| 21 世纪技能自信 | 浙江省 | 3.880 | 3.569 | 0.130 |
| | 江苏省 | 4.056 | 3.806 | |

首先,浙江省与江苏省初、高中学段的差异,可能与调查样本有关。本研究的对象为初二、高一、高二学生,以高一学生居多;陈凯等人(2019)选择的是初一、初二、高一、高三学生,高三学生占 49.3%。和其他年级相比,高三学生多处于升学应试的“题海战术”和“机械重复”中,自主探究学习时间不足,从而“消耗”了“21 世纪技能自信”。这在整体上拉低了江苏省高中生的“21 世纪技能自信”分值,使其与初中生有显著差异。

其次,上述差异还可能与浙江省的“新高考”首批试点及其考试模式有关。浙江 2017 年启动全国首轮新高考改革,实行“3+3”和“7 选 3”考试模式。江苏省即将推行第三批“新高考”改革实施的“3+1+2”模式,这一模式赋予学生自由空间更大,便于高中生根据兴趣、特长和新课程标准(有选修和选择性必修课程规定),选择课程重点进行学习。这在一定程度上弥合了“21 世纪技能自信”维度的学段差距。

社会环境也可能造成浙江、江苏两省学生的“21 世纪技能自信”差异。浙江不是教育强省,其内部教育差距相比江苏小。浙江地域文化的最大特色是政府支持下的自由精神,这种“自由选择、自由发展”的文化是影响浙江教育均衡发展的根本因素。比较而言,江苏地域文化偏向传统和保守,注重安稳(姚佳,2019),教育发展不均衡问题较突出。

2. 不同学段、性别的中学生的数学、科学学习态度差异显著

本研究发现,在数学、科学课程的学习上,女生不如男生自信,高中生不如初中生积极,这在统计学上具有显著性,与刘永东等(2019)、陈凯等(2019)的研究发现一致。其中,陈凯等将此归咎于“学习难度”和“不同学段认知水平差异”,有一定合理性。数学、科学是我国基础教育的基础科目,其难度随年级升高而增大。高中生的数学、科学课程目标达成度低,致使其科学、数学学习态度

明显不如初中生。然而,上述两方面不能有效解释有同样“学习难度”和“认知水平”的高中女生在数学、科学课程学习上的非凡表现,也不能说明高中生“工程技术态度”和“21世纪技能自信”并非明显高于初中生(至少在浙江省是如此)。除了学生、课程内容的原因外,教师教学和课程标准实施状况等也是重要原因。我国2018年在高中实施的新课程标准强调,通过各科学习,提高学生的“核心素养”,日益注重有明确目标指向的过程性评价和终结性评价。然而,高考的选拔性、指挥棒的特点依旧突出。中学生在数学、科学学习过程中,时刻感受到外部竞争压力,难以用心感受整合学习STEM课程的乐趣。在教学方面,为了让更多学生能考进名校,教师的实际教学仍主要参考“考纲”,对核心素养关注不足。

3. 喜欢 STEM 老师显著影响学生的 STEM 态度

本研究与王平(2014)的发现一致——最喜欢 STEM 教师的学生 STEM 学习态度得分更高,且显著高于最喜欢非 STEM 老师的学生,这令人欣喜。教师是学生学习兴趣的重要启发者,也是培养学生学习能力的组织者,能够激发学生学习,使学生学习知识技能的需要在现实环境中得以实现。中学生喜欢 STEM 教师,不仅有助于改善其 STEM 学习态度,还有利于提高其“21世纪技能自信”,从而为探寻改善中学生的 STEM 职业兴趣提供突破口。喜欢 STEM 老师的学生,课堂注意力会更集中,学习兴趣和学习动机也会明显提升。同时,对 STEM 教师的喜爱,会影响学生 STEM 学习的自我效能感和期望价值,这有利于学生获得成功所必须的内在驱动力(Bong & Skaalvik, 2003)。

然而,这也令人担“忧”。由喜欢 STEM 老师而喜欢 STEM 学习,乃至将来从事 STEM 职业,这种动力源自一种外驱力,不是出于对 STEM 知识的喜爱和价值认可,难以长期持续发展,也会影响学生有限时间内效率的提高。一项关于中国四省与新加坡学生科学态度差异的研究表明,我国学生注重工具性动机激发,缺乏内部动机,这影响到科学成绩的大幅提高(刘永东等, 2019)。如果不促使学生尽早完成由喜爱老师转向喜爱 STEM 知识的过渡,随着学生学段变化,就可能因不喜欢新 STEM 老师的教法而丧失对 STEM 及相关职业的兴趣。

五、结语

中学生 STEM 学习态度整体上是正向、积极的,但存在显著的性别、学段差异,主要表现为男生比女生积极,初中生比高中生积极。学生对 STEM 老师的喜好显著正向影响其 STEM 学习态度,这一方面需要 STEM 教师持续获得专业发展,提高人格魅力;另一方面需要引导学生增强学习 STEM 课程的动机,使学生 STEM 学习和职业选择的动力由“向师型外驱力”转向持续激发自身潜能的“自源性内驱力”。这将有利于学生在 STEM 学习和职业发展上从自身获得源源不断的动力。本研究还发现,不同省域中学生 STEM 学习态度存在“不均衡的差异”。这突出表现为,不同省份学生在“21世纪技能自信”上存在学段和性别差异。就 STEM 学习态度而言,由于时间、精力、资源等限制,本研究未能在更大范围展开调查,后续研究可以扩大样本量,在 STEM 各科兴趣以及学生的整合能力上做深入探讨,采用多样化的研究方法,调研学生 STEM 态度影响因素发生作用的条件和机理,在不同区域乃至不同国家之间进行实证性调研比较。

[参考文献]

- [1] Ashby, J. S., & Schoon, I. (2010). Career success: The role of teenage career aspirations, ambition value and gender in predicting adult social status and earnings[J]. Journal of Vocational Behavior, 77(3): 350-360.
- [2] Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action: A social cognitive theory [M]. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- [3] Beede, D. N., Julian, T. A., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. E. (2011). Women in STEM: A gender gap to innovation [EB/OL]. [2020-8-10]. U. S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED523766.pdf>.
- [4] Bleeker, M. M., & Jacobs, J. E. (2004). Achievement in math and science: Do mothers' beliefs matter 12 years later? [J]. Journal of Educational Psychology, 96(1): 97-109.
- [5] Blickenstaff, J. C. (2005). Women and science careers: leaky pipeline or gender filter[J]. Gender and Education, 17(4): 369-386.
- [6] Bong, M., & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really[J]. Educational psychology review, 15(1): 1-40.

- [7] Brotman, J. S., & Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature[J]. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(9): 971-1002.
- [8] 陈凯,陈淋,陈悦(2019). 中学生 STEM 学习态度研究——基于江苏省六所 STEM 试点中学的调查[J]. 中国电化教育, (4): 92-102.
- [9] DeBerard, M. S., Spielmans, G. I., & Julka, D. L. (2004). Predictors of academic achievement and retention among college freshmen: A longitudinal study[J]. *College Student Journal*, 38(1): 66-81.
- [10] Fouad, N. A., & Smith, P. L. (1996). A test of a social cognitive model for middle school students: Math and science[J]. *Journal of Counseling Psychology*, 43(3): 338-346.
- [11] Fouad, N. A., Smith, P. L., & Zao, K. E. (2002). Across academic domains: Extensions of the social-cognitive career model [J]. *Journal of Counseling Psychology*, 49(2): 164-171.
- [12] 高娜. (2012). 成就目标训练培养初二学业情绪的实验研究[D]. 天津:天津师范大学,20-22.
- [13] Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M. C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study [J]. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8): 978-1003.
- [14] Hill, C., Corbett, C., & Rose, A. (2010). Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics [M]. Washington:American Association of University Women. 11.
- [15] Jacobs, J. E., & Eccles, J. S. (2000). Parents, task values, and real-life achievement-related choices[M]. Intrinsic and Extrinsic Motivation.
- [16] Kerr, B., & Robinson Kurpius, S. E. (2004). Encouraging talented girls in math and science: Effects of a guidance intervention[J]. *High Ability Studies*, 15(1): 85-102.
- [17] Kratochwill, T. R., & Stoiber, K. C. (2000). Diversifying theory and science: Expanding the boundaries of empirically supported interventions in school psychology[J]. *Journal of School Psychology*, 38(4): 349-358.
- [18] Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance[J]. *Journal of vocational behavior*, 45(1): 79-122.
- [19] Lent, R. W., Sheu, H. B., Gloster, C. S., & Wilkins, G. (2010). Longitudinal test of the social cognitive model of choice in engineering students at historically Black universities[J]. *Journal of Vocational Behavior*, 76(3): 387-394.
- [20] Rabenberg, T. A. (2013). Middle school girls' STEM education: Using teacher influences, parent encouragement, peer influences, and self-efficacy to predict confidence and interest in math and science [D]. Des Moines: Drake University;19.
- [21] 李学书(2019). STEAM 跨学科课程:整合理念、模式构建及问题反思[J]. 全球教育展望, (10): 59-72.
- [22] 刘晓芳,闫芸,王鹏(2019). 高生主动性人格对生涯适应力的影响:择业效能感和生涯阻碍知觉的中介作用[J]. 教育进展, 9(6): 708-719.
- [23] 刘永东,李梅菊(2019). 中国四省市与新加坡学生科学态度差异探析和启示——基于 PISA2015 科学素养测评的视角[J]. 教育参考, (1):15-21.
- [24] 陆桂芝,任秀华(2010). 教师领导方式对初中生学业情绪的影响研究[J]. 教育理论与实践, 30(2): 41-43.
- [25] MacPhee, D., Farro, S., & Canetto, S. S. (2013). Academic self - efficacy and performance of underrepresented STEM majors: Gender, ethnic, and social class patterns[J]. *Analyses of Social Issues and Public Policy*, 13(1): 347-369.
- [26] Mau, W. C. (2003). Factors that influence persistence in science and engineering career aspirations[J]. *The Career Development Quarterly*, 51(3): 234-243.
- [27] Mitchell, S. F., & Hoff, D. L. (2006). (Dis) Interest in science: How perceptions about grades may be discouraging girls[J]. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1):10-21.
- [28] Nauta, M. M., Epperson, D. L., & Kahn, J. H. (1998). A multiple-groups analysis of predictors of higher level career aspirations among women in mathematics, science, and engineering majors [J]. *Journal of Counseling Psychology*, 45(4): 483-496.
- [29] Nauta, M. M., Kahn, J. H., Angell, J. W., & Cantarelli, E. A. (2002). Identifying the antecedent in the relation between career interests and self-efficacy: Is it one, the other, or both? [J]. *Journal of Counseling Psychology*, 49(3): 290-301.
- [30] O'Brien, V., Martinez-Pons, M., & Kopala, M. (1999). Mathematics self-efficacy, ethnic identity, gender, and career interests related to mathematics and science[J]. *The Journal of Educational Research*, 92(4): 231-235.
- [31] Popa, R. A., & Ciasciani, L. (2017). Students' Attitude towards STEM Education[J]. *Acta Didactica Napocensia*, 10(4): 55-62.
- [32] Riegle - Crumb, C., Moore, C., & Ramos - Wada, A. (2011). Who wants to have a career in science or math? Exploring adolescents' future aspirations by gender and race/ethnicity[J]. *Science Education*, 95(3): 458-476.
- [33] Sadler, P. M., Sonnert, G., Hazari, Z., & Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study[J]. *Science education*, 96(3): 411-427.
- [34] Shaw, E. J., & Barbuti, S. (2010). Patterns of persistence in intended college major with a focus on STEM majors[J]. *NACADA Journal*, 30(2): 19-34.
- [35] Smith, T. E. (1991). Agreement of adolescent educational expectations with perceived maternal and paternal educational goals[J]. *Youth & Society*, 23(2): 155-174.
- [36] 孙利民(2010). 浅谈学生学习态度的培养[J]. 新课程:教育学术, (7): 98-99.
- [37] 孙维胜(2003). 论学生正确的学习态度及其培养[J]. 当

代教育科学, (19): 13-16.

[38] Tai, R. H., Liu, C. Q., Maltese, A. V., & Fan, X. (2006). Planning early for careers in science [J]. Science, 312 (5777): 1143-1144.

[39] Trusty, J. (2000). High educational expectations and low achievement: Stability of educational goals across adolescence [J]. The Journal of Educational Research, 93(6): 356-365.

[40] Turner, S. L., Steward, J. C., & Lapan, R. T. (2004). Family factors associated with sixth - grade adolescents' math and science career interests[J]. Career Development Quarterly, 53(1): 41-52.

[41] Unfried, A., Faber, M., Stanhope, D. S., & Wiebe, E. (2015). The development and validation of a measure of student attitudes toward science, technology, engineering, and math (S-STEM) [J]. Journal of Psychoeducational Assessment, 33(7): 622-639.

[42] Wiebe, E., Unfried, A., & Faber, M. (2018). The relationship of stem attitudes and career interest [J]. Eurasia Journal of Mathematics Science & Technology Education, 14(10): 9.

[43] 王平(2014). 教师是学生建构知识体系的启发者[J]. 现代教育, (1): 66-67.

[44] 姚佳(2019). 教育现代化指标体系的省域比较分析[D]. 杭州:浙江工业大学:23.

[45] Zeldin, A. L., Britner, S. L., & Pajares, F. (2008). A comparative study of the self - efficacy beliefs of successful men and women in mathematics, science, and technology careers[J]. Journal of Research in Science Teaching, 45(9): 1036-1058.

(编辑:李学书)

Influence of Gender, Grade, and Favorite Teacher on Middle School Students' STEM Learning Attitude: Based on the Survey of Six Schools in Zhejiang Province

ZHANG Yanjun¹, PEI Wenjie² & WU Liwen³

(1. College of Teacher Education, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China;

2. Hangzhou Chunhui Primary School, Hangzhou, 310052, China;

3. College of Chemistry and Life Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

Abstract: Middle school students' STEM learning attitude has a great impact on their future career choices in the STEM field. However, students' actual STEM self-efficacy and learning cognitive development are not ideal. This paper aims to study students' STEM learning attitude and current STEM career interests, and to further analyze the influence of gender, grade, favorite teacher, and other factors on their development, so as to put forward suggestions for improvement. Questionnaires were used to randomly investigate 747 middle school students from six STEM middle schools in Zhejiang Province. The present situation of their STEM learning attitude and STEM career interest was analyzed, as well as the influence of gender, grade, and favorite teacher on their STEM learning attitude. The results showed that: 1) Middle school students' STEM learning attitude tended to be positive overall, but their STEM career interest is relatively low; 2) Male students had a more positive STEM learning attitude than female students; 3) Junior high school students had a more positive STEM learning attitude than senior high school students; 4) Favorite teachers had a significant influence on STEM learning attitude; 5) The influence of gender, grade, and teachers on students' STEM attitudes has similarities and differences across different provinces. Discussing these issues will help improve high school students' STEM learning attitude and professional interest.

Key words: STEM learning attitude; STEM career interest; influencing factor