

·专 论·

工科专业本科生学习性投入的 性别差异分析

靳 敏¹, 胡寿平²

(1. 武汉理工大学 教育科学研究院, 湖北 武汉 430070;

2. 佛罗里达州立大学 教育学院, 佛罗里达州 塔拉哈西 32303)

摘要: 本研究使用华中地区一所理工院校的调查数据, 分析工科专业本科生在学习性投入和学业收获中存在的性别差异, 检验工科专业本科生学习性投入对其学业收获的影响是否因性别而存在不同。研究发现: 工科专业女生在学习努力程度、课外拓展学习、学习意义感、学习动力及感知到的学术环境和人际关系等因素上均显著高于男生, 但在师生交流互动、专业兴趣上显著低于男生; 工科专业女生在校期间学习性投入程度更高, 学习成绩更好, 但对自我学习收获的评价相对较低; 学习性投入各因素对工科专业男女生学业收获的正向促进作用也有所不同。对此, 本文提出工程教育改革应重视工科专业女生的专业自信心和归属感的建立, 以消除单一的男性主导的工科学习环境对女生学习及发展的潜在影响。

关键词: 性别差异; 学习性投入; 学业收获; 工科专业本科生

Gender Differences in Engineering Undergraduates' Student Engagement

JIN Min¹, HU Shouping²

(1. School of Law and Media, WUT, Wuhan 430070, Hubei, China;

2. School of Education, FSU, Tallahassee 32303, Florida, USA)

Abstract: Based on the data of NSSE-China's survey in a science and engineering university in the Central China, this thesis analyzes engineering undergraduates' gender differences in student engagement and learning outcomes, and tests whether the student engagement of male and female engineering undergraduates has different effects on their learning outcomes. According to the study, although female engineering students perform significantly better than male students in the level of effort, extracurricular learning, learning sense, learning motivation, perceived academic environment, interpersonal relationship and other factors, their performance in the interaction with teachers and classmates is worse and their interest in major is lower. Female engineering students have higher degree of learning engagement and better academic performance but relatively lower evaluation of self-learning outcomes. The positive effects of learning input factors on male and female engineering students are different. Based on the findings of this research, this paper suggests that engineering education reform may emphasize the confidence of female engineering students in their majors and their sense of belonging, so as to eliminate the potential impact of the exclusively male-oriented engineering learning environment on the learning and development of female students.

Key words: Gender Differences; Student Engagement; Learning Outcomes; Engineering Undergraduates

一、问题提出

20世纪90年代以来,特别是高等教育大众化后,中国女性在高等教育准入机会上发生了令人瞩目的变化,然而在一些被称为“男性主导”的学科领域,尤其是与工程科技领域相关的工科专业上,女性数量持续代表不足,性别分层现象依然严重^[1]。有研究显示,近三十年来,女生获得的入学机会已经超过男生,但就学科而言,“男工科、女文科”的现象始终存在,且性别间机会差异较大^[2]。另一项基于全国85所高校的调查研究也发现,在专业选择上,男生有超过一半选择工科专业,远高于女生;即使在理科和工科专业中,男生更倾向于选择工科,女生更倾向于选择理科^[3]。增加工程科技领域女性的数量不仅关系到性别平等问题,还有助于增进工程科技领域在观点、创新和领导力等方面的多样性。因此,如何吸引更多女性进入并留在工程科技领域,一直是世界工程领域关注的重要议题。

学界自20世纪70年代起,对女性在工程科技领域代表不足现象进行了持续的研究。Berryman用管道模型,描述了女性在大学前、大学中及大学后每一阶段中的“低参与、高渗漏”现象,解释了女性在该领域数量不足的过程性原因^[4]。Kanny等通过对长达40年的大量相关研究文献进行元分析,归纳出包括个人背景特征、K-12教育中的结构性壁垒,心理因素、价值观和偏好,家庭影响和预期以及对工程科技领域的感知在内的五大元解释^[5]。这些研究认为,性别分层是性别文化在社会建构中的产物。由于性别社会化建构并再生产了两性在社会经验、机会、限制等诸多方面的差异,相比男生,女生在进入工程领域的过程中面临着更大的阻碍^[6]。这不仅导致她们较少地选择“男性主导”的相关专业,而且在劣势累积效应影响下,她们对进入该领域显示出较低的预期,更容易从通向工程科技职业领域的“管道”中流失^[7]。

目前,我国高等教育专业选择中的性别差异已受到学界关注并得到相关研究的证实。然而,对已经进入工科专业的女生与男生,在专业学习过程中的差异尚鲜有研究。根据Pascarella和Terenzini关于大学教育对大学生发展的影响研究,校园内的学习经历影响大学生在学术与认知、心理、态度与价值观等多方面的变化方式与结果^[8]。因此,以工科专业本科生学习经历为研究对象,分析其中存在的性别差异,为解释影响工科专业女生学习与发展的过程性因素提供可能,

对提升工科专业本科生人才培养质量、推动工程教育改革、促进我国从工程教育大国走向工程教育强国具有现实意义。

二、文献综述

Sax等将工科专业女生学习的影响因素分为两大类:一类来自个体,为个体性阻碍;另一类来自社会和环境,为结构性阻碍^[9]。个体性阻碍包括大学前的学习准备、自信心和自我效能感、不同的认知方式和职业兴趣等个体因素。研究发现,高中阶段的数学和科学成绩,是女生能否留在该专业和获得学位的重要预测指标^[10]。相比男生而言,进入工科专业的女生在高中时期具备更高的数学和科学的自我概念,对数学的态度更加积极,有更多的继续教育计划,数学和科学的综合背景能力更强^{[11][12]}。Sax还发现,尽管进入工科专业的女生拥有更好的学术准备,但她们对自身学术能力的评价较低,特别是数学和科学能力。即便她们在大学期间的学习收获与男生相当,但在自信心和自我效能感上仍低于男生^[9]。数据也显示,许多离开工科专业的女生所获得的学分比留在这一领域的男生要高^[13]。Belenky等发现,不同于使用“分离性认知”方式的男生,女生更喜欢“联系性认知”方式,即重视学习中与他人的联系和获得主观的经历^[14]。Margolis等更为深入地证明了女性更倾向于(或更重视)服务他人和社会的选择^[10]。一些研究者发现,生物学科中女性比例迅速提升的原因在于,女性认为生物专业关注人类问题和社会进步,她们在这个专业中能看到更多对社会问题的解决^[15]。

影响工科专业女生学习经历的结构性阻碍,主要包括工程学科环境中的刻板印象、寒冷的教育氛围、男性主导的学习方式和环境等。Shauman等分析指出,工程学科环境传递出不欢迎或不吸引女性的信号^[16]。Cheryan等的多项研究证实,工程学科环境中无处不在的刻板印象影响女生对工程的兴趣和归属感,进而阻碍女性在工程科技领域的成功^{[17][18]}。Margolis等研究发现,带有性别偏见的标准侵蚀了对计算机专业兴趣高涨的女生的信心,男性化的成功标准使女生丧失了专业能力和兴趣^[10]。Schafer发现,工科男生在潜意识中认为工科学是男性为主的教学情境,常常忽略工科女生的学习感受,由此提出把性别议题导入工科教学与学习中尤为必要^[19]。许多文献还表明,工科课程所显示出的“寒冷”的教育氛围,对工科女生而言是需要克服的最大障碍^{[20][21]}。Gallaher和Pearson的研究指出,

工科女生认为工程学习环境以男性的角度和思维特点来设计,学习环境忽略了她们的学习感受。工科女生常常得不到男生的协助与帮助,也较少获得男性教师的学习支持^[22]。男教师的课堂可能比女教师的课堂更容易出现针对女性的“冷漠氛围”,如:记不住女生的姓名、不愿意在课堂上和女生展开深入讨论等^[10]。作为在一个男性主导的工程计划中的少数,女性较少从男性同伴的交流中获益^[23]。

上述研究表明,受个体和环境因素的影响,工程教育及学习环境中女生的同伴关系、师生关系、校园参与都可能与男生不同。而当女性进入男性或女性主导的专业领域,这些不同的关系被进一步复杂化^[13]。例如,Griffith的研究发现,工科专业的女生比男生在单独学习上花费更多的时间^[24]。Zhao的研究表明,工科女生付出更多的学习努力,包括更多的阅读和学习实践、更少时间的放松和娱乐^[25]。Varma和Hahn对计算机工程与科学专业学生的研究发现,女生和男生对课堂氛围、教师和咨询指导教师的感受存在显著差异^[26]。Sax的研究发现,大学环境变量对学习成果的影响存在性别差异,有些环境变量对男生和女生同样显著,有些环境变量只对男生或只对女生有显著性,有些环境变量对女生或男生有正向影响,却对另一性别有负向影响^[9]。一些研究发现,学术融入(通过测量与教师之间良好的联系)对工科女生获得学分及学业保持而言更为重要^{[27][28][29]}。综上所述,同样的学习环境并不一定对男生和女生同样有效,干预措施应建立在区分和针对不同的学生群体的基础上,使不同的学生群体同样获益。

三、研究设计

(一)理论框架

自20世纪70年代以来,美国高等教育界兴起了对大学生学习性投入(Student Engagement)的研究,认为学习性投入是了解学生学习经历、提升大学教育质量的最重要因素。Kuh等在Tyler的任务时间理论、Pace的努力质量理论、Astin的学生参与理论、Tinto的社会与学术整合理论、Chckering等的有效教育七原则以及Pascarella等的评定变化整体模型的基础上,建立了大学生发展影响模型,指出大学生发展受到大学生入学前的经验、大学生在校学习行为(如学习习惯、同伴关系、师生互动、学习兴趣)和院校条件(如学术支持、学校环境、同伴支持和教学方法)等因素的综合影响。因此,Kuh等从两个方面定义学习性投入的概

念:一是学生在学业和其他教育活动中投入的时间和精力;二是院校如何通过配置资源、组织课程、提供其他学习机会以及服务来吸引学生参与活动^[30]。学生更多地参与这些有效的教育实践活动,将更有可能成功并继续保持学业,以及实现更大的教育收获(包括批判性思维、解决问题的能力、有效的沟通等)^[31]。据此,为进一步检验工科专业女生和男生在学习性投入程度上的差异,建立如图1所示的研究框架。

具体研究问题包括:(1)与进入工科专业的男生相比,工科专业女生的学习投入程度如何?具体而言,工科专业女生与男生在学习行为、学习认知和学习情绪上是否存在不同?(2)男生和女生在感知到的院校环境支持、学术环境及人际关系上是否存在不同?换言之,他们是否获得了不同的校园支持?(3)工科专业男生和女生自我报告的学习收获及学习成绩是否存在不同?这种不同是否存在于其他专业?所观察到的不同是否应归因于特定的专业学习过程,还是普遍存在于所有专业之中?(4)在学习性投入对学业收获的影响中,女生与男生是否存在不同?

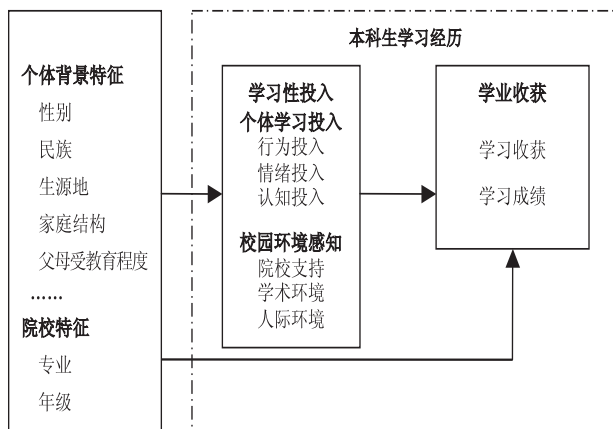


图1 研究框架

(二)数据来源

本研究使用由清华大学研发的“中国大学生学习性投入调查问卷”(NSSE-China)。该调查问卷构建的五大可比指标和教育过程诊断指标与教育收获显著相关,其信效度理想,是观测和诊断本科教育质量有效的测量工具^{[32][33]}。2016年对华中地区一所理工科“211”重点大学进行问卷调查。调查按总人数的5%进行抽样,从大一到大四的本科生学籍数据库抽取了2200个样本,发放调查问卷。实际回收问卷1965份。经过数据检查和处理,删除测谎反映异常和缺失数据过多的无效问卷,实际回收有效问卷1731份,有效回

收率为78.7%。按照中国学科分类国家标准,工科专业本科生1208人,包括材料类、海洋工程类、机械类、交通运输类等41个本科专业,占总样本数的69.8%;非工科专业本科生523人,占总样本数的30.2%。样本基本特征详见表1。

表1 调查样本的基本特征(N=1731)

类别	总计	工科		非工科	
		样本数	百分比	样本数	百分比
性别					
男	1231	989	81.9%	242	19.7%
女	500	219	18.1%	281	53.7%
年级					
低年级	1044	740	61.3%	304	58.1%
高年级	687	468	38.7%	219	41.9%
生源地					
农村	972	707	58.5%	265	50.7%
非农村	759	501	41.5%	258	49.3%
民族					
汉族	1574	1103	91.3%	471	90.1%
少数民族	157	105	8.7%	52	9.9%
家庭结构					
独生子女	779	525	43.5%	254	48.6%
非独生子女	952	683	56.5%	269	51.4%
有效合计	1731	1208	69.8%	523	30.2%

(三)变量测量

1.学习性投入

从学生和院校两个方面测量学习性投入,包括个体学习投入和个体感知到的院校环境。对个体学习投入的测量,采用Fredricks等提出的行为、情感和认知三维度学习投入结构^[34]。行为投入指个体在校期间参加学业及非学业活动的行为,包括每周学习的时间、写报告和作业的时间、每周去图书馆和自习室学习的频率、课堂上的学习行为、课外参加学术/专业/创业设计竞赛、与任课教师一起做研究、报考资格证书、语言学习,以及与同学、教师、辅导员交流的频度等。认知投入指个体在学习过程中使用的认知策略和心理资源,包括对问题的解决方案进行评估、运用创新性的观点或方法解决问题、与他人探讨复杂问题并提出更好的解决方案、通过学习改变对某个问题或概念的理解、将自己的学习与社会问题相联系等有效学习策略的使用。情感投入指个体在学习过程中产生的积极的情绪反应,包括对学习的元认知、对专业的兴趣以及来自考试中获得高分、老师及父母的期待、就业和升学等方面的动力如何等。

个体感知到的学习环境,通过学校为学生完成学业提供的支持、人际关系和学术环境感知三个方面来测量。具体包括学校为就业、学业、身心健康、经济问题提供的支持,与教师、同学之间的相处情况,以及对

学术经历、学习风气、课程质量的满意程度等题项。

首先,对所有样本数据作因子分析,KMO统计量为0.907,Bartlett球形假设检验为28075.770,显著性水平小于0.001,说明数据样本适合进行探索性因子分析。其次,对测量题项进行主成分分析和方差最大化正交旋转。经过多轮探索和反复剔除在各个因子维度上负荷都不高的题项,最后提取48题项,包括11个因子,分别为学习努力程度、课外拓展学习、生师交流互动、反思整合学习、基于问题的学习、学习意义感、专业学习兴趣、学习动力来源、院校支持、学术环境和人际环境。所有因子的特征根都大于1,能解释62.486%的总体变异情况。通过检验因子的内部信度可知,其信度系数介于0.652-0.916之间,均达到专家建议的0.6以上的可接受水平,分析结果见表2。

表2 学习性投入各维度因素分析及信度(N=1731)

因素	题目数	题目示例	特征值	解释的方差(%)	信度系数
行为投入					
学习努力程度	6	每周准备课程(包括预习、复习、读文献、实习等)	2.234	4.654	0.652
课外拓展学习	5	和任课教师一起做研究	2.239	4.665	0.635
生师交流互动	5	和任课教师讨论人生观和价值观等问题	4.379	9.123	0.914
认知投入					
基于问题学习	5	运用创新性的观点或方法解决问题	2.852	5.942	0.845
反思整合学习	4	将课程中的观点与自己的经验和知识相联系	2.554	5.321	0.775
情感投入					
学习意义感	4	学习是自我发展和成长为一个真正意义上的人的过程	2.497	5.202	0.784
专业学习兴趣	2	对目前就读的专业的兴趣	1.730	3.605	0.796
学习动力来源	3	学习动力基于考试中获得高分、就业与升学	1.899	3.957	0.688
院校环境感知					
院校支持	5	学校为你的学业提供支持帮助	3.149	6.561	0.835
学术环境	5	对学术经历、学习风气、课程质量的满意程度	3.922	8.170	0.916
人际环境	4	与任课教师的关系	2.536	5.284	0.786
累计解释特征值及方差			29.993	62.486	

2.学业收获

本研究通过自我报告的学习收获和学习成绩来测量学生的学业收获。自我报告的学习收获包括知识技能收获、实际能力收获、自我概念发展,整体信度系数为0.728,达到专家建议的0.7以上的良好水平。学习成绩根据学习成绩的排名,按照5点100分计分方法赋值计算相对的学习成绩。

3.个体背景特征

已有研究表明,个体背景特征对学生的学习性投入及学业收获都有潜在的影响。本研究中个体背景特征作为控制变量,包括性别、民族、是否独生子女、生源地、父母受教育程度、高中就读学校类型、政治面貌、年级等。

四、研究结果

首先,使用独立样本t检验,分别检验不同性别工科专业与非工科专业本科生的学习性投入各因素以

及各类学业收获中的差异是否具有统计学意义,结果详见表3。其后,运用多元回归方法分析工科专业本科生学习性投入对学业收获的影响,并根据不同性别进行分组回归,比较男生和女生的学习性投入对自我报告的学习收获及学习成绩的影响是否存在不同,结果详见表4。

表3 不同性别工科与非工科专业本科生在学习性投入和学业收获中的差异比较(N=1731)

检验变量	性别	工科专业				非工科专业			
		个案数	平均值	标准差	t值	个案数	平均值	标准差	t值
学习努力程度	男	962	40.74	13.377	-6.069 ***	237	39.98	12.611	-3.881 ***
	女	213	46.30	11.772		272	44.23	12.066	
课外拓展学习	男	980	17.18	22.820	-3.569 ***	237	22.36	27.761	-1.946
	女	217	23.96	25.837		279	26.95	25.763	
生师交流互动	男	986	30.88	25.566	2.365 *	241	37.76	27.338	3.066 **
	女	217	26.85	22.035		279	30.82	23.707	
基于问题学习	男	978	45.39	19.859	1.619	240	49.78	21.291	3.299 **
	女	215	42.95	20.958		279	43.89	18.974	
反思整合学习	男	986	56.79	19.438	1.250	238	58.33	18.180	1.319
	女	219	54.98	18.622		276	56.19	18.551	
学习意义感	男	980	70.48	18.362	-3.534 ***	237	69.87	18.138	-2.587 *
	女	217	75.31	17.382		279	73.92	17.424	
专业兴趣	男	972	61.73	21.116	2.375 *	240	59.86	22.716	-0.016
	女	213	57.90	22.051		278	59.89	22.416	
学习动力	男	982	67.44	19.396	-4.145 ***	239	64.20	19.845	-3.398 **
	女	219	73.31	16.939		278	69.98	18.791	
院校支持	男	977	61.51	19.496	-0.971	239	60.75	18.425	-0.501
	女	217	62.95	21.011		279	61.60	19.827	
学术环境	男	973	56.78	20.497	-2.794 **	239	51.38	23.513	-2.267 *
	女	215	61.33	19.556		277	55.73	20.042	
人际关系	男	979	62.12	18.633	-2.348 *	238	63.59	19.715	-1.505
	女	216	65.43	19.334		278	66.26	20.483	
自我报告的学习收获	男	976	61.66	17.792	-0.625	239	62.12	18.103	0.503
	女	215	62.50	18.258		278	61.33	17.646	
学习成绩	男	972	48.89	27.619	-6.071 ***	240	45.10	30.071	-5.378 ***
	女	213	61.27	23.588		277	58.48	26.499	

注: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ 。

(一) 工科专业本科生学习性投入及学业成就的性别差异

1. 不同性别工科生在学习努力程度、课外拓展学习和生师交流互动方面差异显著

工科女生在学习努力程度上显著高于工科男生,表明她们投入更多的时间和精力在自习、阅读及写作等课内学习活动中;在课外拓展学习中,工科女生的投入程度也显著高于工科男生,表明她们更多地参与到专业竞赛、语言学习等课外学习活动中;在生师交流互动方面,工科女生的投入程度则显著低于工科男生,表明她们较少与任课教师、辅导员交流有意义的话题,较少参加课程以外的活动。这些学习行为上的性别差异也体现在非工科专业中,但通过均值比较可以发现,工科女生在学习上的努力程度超过了非工科女生,为所有群体中的最高值,而在生师交流互动程度上低于非工科女生,为所有群体中的最低值。

2. 不同性别工科生在学习意义感、专业兴趣和学习动力方面差异显著

工科女生所感知的学习意义显著高于工科男生,表明她们对学习过程本身的意义认同感更强;在学习

动力上,工科女生也显著高于工科男生,表明她们在考试中获得高分、满足外部期望及就业、升学等动机的驱动下,表现出更为强劲的学习动力;然而在专业兴趣上,工科女生则显著低于工科男生,说明她们对目前就读专业的兴趣以及对未来过上满意生活的预期相对较低。非工科专业本科生在学习意义感和学习动力上也存在显著的性别差异。从均值看,工科女生的学习意义感和学习动力超过了非工科女生;非工科女生与男生在专业兴趣上并无显著差异;工科女生的专业兴趣低于非工科女生。

3. 不同性别工科生在对学术环境和人际关系的感知方面差异显著

工科女生对学术环境的满意度显著高于工科男生,表明她们对在校专业学习经历、学习风气、课程质量等方面的满意度更高;在感知到的人际关系支持度上,工科女生也显著高于工科男生,表明她们与任课教师、学生工作人员、同学及行政管理人员的关系更为融洽。非工科专业本科生在学术环境满意度方面也存在显著的性别差异,但在人际关系感知方面的性别差异并不显著。总体上,工科专业本科生的学术环境满意度高于非工科专业本科生,其中工科女生学术环境满意度均值最高。

4. 不同性别工科专业本科生在学习成绩方面差异显著

在自我报告的学习收获上,工科女生与工科男生的自我评价大致相当;但在学习成绩上,工科女生的成绩排名显著高于工科男生,表明在平均水平上工科女生的专业成绩优于工科男生。从均值看,非工科女生的学习成绩排名也显著高于非工科男生;工科女生的学习成绩排名高于非工科女生,为所有群体中的最高均值。

(二) 不同性别工科专业本科生学习性投入对学业收获的影响

1. 学习性投入对工科女生和男生学业成就的整体影响作用不同

从模型调整后R方值看,学习性投入对学业成就的影响作用整体显著。学习性投入对工科女生自我报告的学习收获及学习成绩的整体解释力高于工科男生,对自我报告的学习收获的解释力高于学习成绩。学习性投入对工科女生和工科男生自我报告的学习收获的解释力分别为53.3%和52.9%,对工科女生和工科男生学习成绩的解释力分别为16.9%和14.9%。整体而言,学习性投入对工科女生学业成就的影响作

表4 学习性投入各因素对工科专业本科生各类学业收获影响的分组回归(N=1208)

因变量		自我报告学业收获									学习成绩								
		全体			女生			男生			全体			女生			男生		
		Beta	t		Beta	t		Beta	t		Beta	t		Beta	t		Beta	t	
学生背景特征	(常量)		0.89			-0.23			0.81			1.11			1.56			1.00	
	低年级虚拟	0.04	1.97	*	0.07	1.24		0.04	1.54		-0.05	-1.79		-0.11	-1.45		-0.03	-0.99	
	非汉族虚拟	0.00	0.21		-0.02	-0.30		0.01	0.33		0.06	2.30	*	0.05	0.68		0.06	1.95	
	非党员虚拟	0.01	0.28		0.02	0.34		0.01	0.53		0.20	6.76	***	0.16	2.06	*	0.20	5.99	***
	户口农村虚拟	-0.07	-2.35	*	0.05	0.81		-0.09	-2.74	**	-0.01	-0.16		0.01	0.10		-0.02	-0.44	
	家庭所在地	-0.08	-3.09	**	-0.03	-0.47		-0.09	-3.11	**	0.04	1.01		0.00	0.04		0.05	1.21	
学习行为投入	学习努力程度	0.13	5.24	***	0.18	3.03	**	0.13	4.71	***	0.24	7.25	***	0.29	3.67	***	0.21	5.62	***
	课外拓展学习	0.05	1.97	*	0.01	0.21		0.05	2.08	*	0.06	2.07	*	0.08	1.03		0.05	1.56	
	生师交流互动	-0.06	-2.14	*	-0.07	-1.01		-0.06	-1.95		-0.04	-1.25		-0.02	-0.21		-0.04	-0.89	
学习认知投入	基于问题学习	0.26	9.38	***	0.32	4.16	***	0.24	8.06	***	0.00	-0.09		0.17	1.69		-0.03	-0.78	
	反思整合学习	0.16	6.32	***	0.23	3.50	**	0.15	5.24	***	0.01	0.41		-0.07	-0.85		0.04	0.96	
情绪投入	学习意义	0.21	8.48	***	0.24	4.30	***	0.20	7.31	***	0.01	0.43		0.00	-0.04		0.01	0.17	
	专业兴趣	0.08	3.59	***	-0.04	-0.67		0.09	3.63	***	0.12	3.93	***	0.11	1.34		0.12	3.71	***
	学习动力	0.05	2.43	*	0.02	0.28		0.06	2.57	*	0.12	4.07	***	0.06	0.77		0.12	3.66	***
院校环境感知	学术环境	0.05	1.99	*	0.04	0.70		0.05	1.84		-0.02	-0.69		-0.07	-0.88		-0.02	-0.55	
	人际环境	0.10	4.05	***	0.13	2.16	*	0.10	3.69	***	-0.06	-1.97	*	-0.02	-0.27		-0.07	-1.90	
	院校支持	0.13	5.26	***	0.08	1.20		0.15	5.28	***	-0.02	-0.50		-0.01	-0.11		-0.02	-0.58	
模型摘要	F 值	58.89	***		11.63	***		48.07	***		11.43	***		2.89	***		8.32	***	
	R 方	0.530			0.533			0.529			0.169			0.169			0.149		

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

用大于对工科男生的影响。

2. 学习性投入各因素对工科女生和男生自我报告学习收获的影响作用不同

控制了学生个体特征后,在全体模型中,除了生师交流互动因素对学习收获呈现显著负向影响以外,其他学习性投入因素均对学习收获有显著正向促进作用。在工科女生模型中,仅学习努力程度、基于问题的学习、反思整合学习、学习意义感和人际环境等因素对其学业收获的正向促进作用显著。从标准化系数看,基于问题的学习促进作用最大。课外拓展学习、专业兴趣、学习动力和院校环境等因素仅在工科男生模型中呈现显著促进作用,在女生模型中并不显著。尽管工科女生在课外拓展学习和学习动力上的均值都显著高于男生,但并没有提升其学习收获,这意味着工科女生较高的学习投入并未有效转化为相应的学习产出。工科女生较低的学习兴趣,可能是导致其对学习收获影响不显著的原因。在院校环境感知上,工科男生和女生均值相当,但其对工科男生学习收获的正向促进作用显著,对工科女生不显著。这说明即使感知到的环境支持是一致的,其对男生和女生学习收获的影响也存在差异。

3. 学习性投入各因素对工科女生和男生学习成绩的影响作用不同

在全体模型中,学习努力程度、课外拓展学习、专业兴趣和学习动力等因素对学习成绩的提升作用显著;人际关系因素呈现出显著负向作用,但在分组模型中不显著。在女生模型中,仅学习努力程度因素呈现显著提升作用,表明工科女生优异的学习成绩主要来自她们更为努力的学习行为。专业兴趣和学习动力因素对工科男生的影响显著,对工科女生的影响不显著。原因可能有两个方面:一是工科女生的专业兴趣度较低,降低了积极的学习情绪投入;二是以外部驱动为主的学习动力对男生的学习行为投入有激励作用,但对已经具备较高学习行为投入的工科女生而言作用不明显。

五、研究讨论

综上所述,与进入工科专业的男生相比,工科女生在课堂内外学习更为努力,学习动力和学习意义感更强,对感知的学术环境和人际关系更为满意,学习成绩也更为优异。回归分析表明,工科女生的学习性投入对其学习收获的解释力更大。为什么工科女生在诸多学习性投入因素上显著高于男生,其自我报告的

学习收获却并没有相应地高于男生?哪些学习性投入因素影响了她们的学业收获?针对研究结果,具体讨论如下:

其一,研究结果显示工科女生在学习努力程度和课外拓展学习上的投入程度明显高于工科男生。此结果与 Woodfield 等^[35]、Zusman 等^[36]、Zhao 等^[25]所发现的“工科女生学习习惯更好,到课率更高,付出更多时间主动自习、阅读及完成课程作业”相一致。本研究中,工科女生的学习努力程度也超过了非工科女生,在一定程度上体现出“居里夫人效应”,即:在男性主导的学科领域,女性认为必须更加有资格、发展更特殊的能力才可能与男性竞争,因此通常呈现出“过度补偿”(overcompensation)的趋向。从调查样本的性别比可见,非工科女生数超过男生,占比达到 53.7%;而工科女生数远低于男生,占比仅为 18.1%。性别隔离传递出不欢迎、不吸引、不适合女生的信号。为了克服阻碍,工科女生通常认为只有付出比男生更多的努力,才可能补偿劣势,同样获得成功。但是,学习时间和精力过度付出,容易降低课程学习与现实世界问题之间的关联度,反而对女生获得学业成功不利。另外,工科女生付出额外的努力可能会降低自我效能感,破坏她们的学术自信。

其二,研究结果显示工科专业的生师交流互动程度低于非工科专业,而工科女生与教师的交流互动程度明显低于工科男生。针对女生所表现出的较少与教师交流的现象,Zhao 等^[25]用社会象征主义(social tokenism)来解释。该观点认为,女性被有意或无意地排斥于办公室闲谈、发展策略及业绩评价等相关讨论之外^[37]。由于这些非正式的交流通常发生在正式的工作场所以外,女生较少获得与教师进行有价值的非正式交流的机会。也就是说,女生与教师交流程度较低的原因可能在于所获得的非正式学习机会有限,而这一情况在工科专业体现得尤为明显。研究发现,从指导教师那里获得职业发展建议对于女性留在该领域有很好的正面作用,她们会从与自己有更多共同点(如性别、种族)的教师身上获得良好的榜样效应,因而学科中女性教师的数量可能是重要的影响因素。本研究所调查的院校中,工科教师共有 1768 人,其中女教师 332 人,占比仅为 18.78%;非工科教师共有 1403 人,其中女教师 566 人,占比达到 40.34%。教师群体的社会性和可接近性对女性的学术成长至关重要,学科中较少的女性教师数量可能进一步制约了工科女生非正式课外学习机会的获得。

其三,研究结果显示工科女生表现出更为强烈的学习意义感和学习动力,同时呈现出较低的专业兴趣。专业兴趣上的性别差异并未出现在非工科专业中,表现出在不同学科中学习兴趣上的性别差异。工程科技领域长期与男性形象相联系,具有公认的男性气质。工程教育中明显的男性价值取向,学科学习环境对女生学习感受的忽视,都可能进一步侵蚀女生的专业兴趣。当较少的女生进入男性主导的学科后,负面效应就会增大,反过来强化了女生在工科专业的孤独感。如果进入工程科技领域的女生需要努力克服性别刻板印象的负面影响,需要面对“寒冷”的学科文化,那么可能实现的解决之道就是比工科男生(甚至其他专业的女生)付出更多的学习努力,包括保持更高的学习热情、更强的学习动力以及使用更多的主动学习策略。工科女生的学习动力虽然强,但主要来自父母的期望、升学和就业等压力的外部驱动,而缺乏对工科专业和职业的内在情感认同,呈现出“绩效导向”的学习动机。这可能是工科女生学习动力更强却不能提升学习收获、提高学习成绩的内在原因。

其四,研究结果表明工科女生的学习成绩不仅超过了工科男生,还优于非工科女生,但对自己的学习收获却没有相对较高的评价。此结果与 Huang 等^[38]提出的“女生一旦进入技术性领域,她们在大学发展得更好”的研究结果一致,也在一定程度上与 Beyer 等^[39]研究所显示的“女生相对较低地估计她们的大学收获”相一致。研究结果显示,学习性投入对工科女生学习收获和学习成绩的解释力均高于男生。即使女生学习投入程度更高,甚至对学术环境和人际关系更为满意,并且在学习成绩上超过男生,她们仍然对自己的学术表现不够自信,对学习收获的评价相对较低。究其原因,Maher 等^[40]认为,当较少的女性进入工科专业后,社会性别在学科和职业中的隔离反过来强化了对谁属于科学和工程领域的认识。Seymour 等^[41]也指出,较少的女性角色侵蚀了她们对自身能在这些专业同样表现良好的信心。诸多研究都表明,对女生要在工程科技领域获得学业成功而言,自信心是比学习成绩更为重要的因素。

六、政策与建议

在传统性别文化的社会情境中,工程科技人才性别鸿沟的持续存在使得女性一直处于工程技术领域的边缘地位。优化工科专业女生的学习经历,需要将社会性别意识纳入到高等工程教育中,构建促进女性

在工程领域获得成功的社会文化。对此,从院校改进层面提出以下建议:

首先,改变单一的男性主导的工科学习环境。女生在工科专业学习的自我效能感和自信心不足的问题表明,女性进入工科专业,面临更多的文化、社会和心理困境^[42]。已有许多研究表明,专业教师的态度、教学中的性别意识以及女性学长的榜样效应有助于提升女生对学科的认同感,建立专业学习信心。因此,专业教师首先要打破普遍认为的工程不适合女生学习的观念,同时对工科专业女生在专业适应、学术团队融入、职业发展上给予更多的鼓励和指导;院系应创造并提供条件,提高女生在非正式师生交往活动中的参与度;为女生提供更多活跃在工程科技领域并做出巨大贡献的女性工程师榜样,定期邀请杰出的女性工程师到校园讲座,增强工科女生的职业认同感和自信心。

其次,改革教学方式,使之更贴近工科女生的学习特点。工科专业课程的教学方法应考虑到男生和女生对于学习方式的不同偏好,通过提高专业兴趣实现学习动机从绩效驱动向职业成就驱动转变。已有研究表明,在工科教学中使用性别敏感教学范式(gender-sensitive pedagogy),模糊男性主导的竞争性文化并鼓励小组项目合作及讨论式学习,女性表现出较好的学习效果和学习满意度^[43]。与传统的竞争型教育模式相比,合作型教育模式更能调动女生参与活动的积极性,在工科专业中应更多地采用合作型教学方式。比如,通过调整课程计划,在课程中引入更多的研究性学习、实践和协作型团队作业等内容。

此外,应重视工科女生的专业和职业发展指导。工程问题来源于实践,要引导工科女生更多地了解社会、更多地参与社会实践,将课程学习与广泛的社会生活相联系,提升职业价值感。在工程实践中,鼓励工科女生锻炼实践动手能力、技术操作能力、计算机应用能力、合作协调能力等多方面的职业能力。积极应对女生在工程专业学习中面临的压力和挑战,为她们提供足够的情感支持和制度支持。

参考文献

- [1]陆根书,刘珊,钟宇平.高等教育需求及专业选择中的性别差异及其影响因素分析[J].高等教育研究,2009(10):14-29.
- [2]王伟宜,李洁.高等教育入学机会性别差异的多维分析[J].教育研究,2015(8):54-60.
- [3]马莉萍,由由,熊煜,等.大学生专业选择的性别差异——基于全国85所高校的调查研究[J].高等教育研究,2016(5):36-42.
- [4]BERRYMAN S E. Who Will Do Science? Trends and Their Causes

in Minority and Female Representation among Holders of Advanced Degrees in Science and Mathematics. A Special Report[J]. Academic Persistence, 1983, 2(1):148.

- [5]KANNY M A, SAX L J, RIGGERS T A. Investigating Forty Years of STEM Research: How Explanations for the Gender Gap Have Evolved Over Time [J]. Journal of Women and Minorities in Science and Engineering, 2014, 20(20):127-148.
- [6]DORSEN J, CARLSON B, GOODYEAR L. Connecting Informal STEM Experiences to Career Choices: Identifying the Pathway [J]. Itest Learning Resource Center, 2006, 2(17):2-13.
- [7]DIPRETE T A, EIRICH G M. Cumulative Advantage as a Mechanism for Inequality: A Review of Theoretical and Empirical Developments[J]. Annual Review of Sociology, 2006, 32(1):271-297.
- [8]PASCARELLA E T, TERENCE P T. How College Affects Students: A Third Decade of Research [M]. Indianapolis: Jossey-Bass, An Imprint of Wiley, 2005.
- [9]SAX L J. The Gender Gap in College: Maximizing the Developmental Potential of Women and Men [J]. Journal of Higher Education, 2008, 80(4):554-556.
- [10]MARGOLIS J, FISHER A, MILLER F. The Anatomy of Interest: Women in Undergraduate Computer Science [J]. Women's Studies Quarterly, 2000, 28(2):104-127.
- [11]NAUTA M M, EPPERSON D L, WAGGONER K M. Perceived Causes of Success and Failure: Are Women's Attributions Related to Persistence in Engineering Majors? [J]. Journal of Research in Science Teaching, 1999, 36(6): 663-676.
- [12]SAX L J. Mathematical Self-concept: How College Reinforces the Gender Gap[J]. Research in Higher Education, 1994, 35(2): 141-166.
- [13]CUNNINGHAM C M, HELMS J V. Sociology of Science as a Means to a More Authentic, Inclusive Science Education[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1998, 35(5): 483-499.
- [14]BELENKY M F, CLINCHY M V, GOLDBERGER N R, et al. Women's Ways of Knowing: The Development of Self, Voice, and Mind[J]. Psychocritiques, 1987, 1(3):53-63.
- [15]MILLER P H, ROSSER S V, BENIGNO J P, et al. A Desire to Help Others: Goals of High-Achieving Female Science Undergraduates[J]. Women's Studies Quarterly, 2000, 28(1/2):128-142.
- [16]SHAUNAN K A, YU X. Explaining Sex Differences in Publication Productivity among Postsecondary Faculty [G]// Equal Rites, Unequal Outcomes. Berlin: Springer Netherlands, 2003:175-208.
- [17]CHERYAN S, PLAUT V C. Explaining Underrepresentation: A Theory of Precluded Interest [J]. Sex Roles, 2010, 63 (7-8): 475-488.
- [18]CHERYAN S, SIYJ O, VICHAYAPAI M, et al. Do Female and Male Role Models Who Embody STEM Stereotypes Hinder Women's Anticipated Success in STEM? [J]. Social Psychological and Personality Science, 2011, 2(6): 656-664.

- [19]SCHAFER A I. A New Approach to Increasing Diversity in Engineering at the Example of Women in Engineering[J]. European Journal of Engineering Education, 2006, 31(6): 661-671.
- [20]PASCRELLA E T, HAGEDORN L S, WHITT E J, et al. Women's Perceptions of a "Chilly Climate" and Their Cognitive Outcomes during the First Year of College [J]. Journal of College Student Development, 1997, 38(2): 109-124.
- [21]PASCARELLA E, NORA A, TEREZINI P. Women's Perceptions of a "Chilly Climate" and Cognitive Outcomes in College: Additional Evidence [J]. Journal of College Student Development, 1999, 40(2): 163-177.
- [22]GALLAHER J, PEARSON F. Women's Perceptions of the Climate in Engineering Technology Programs [J]. Journal of Engineering Education, 2000, 89(3):262-262.
- [23]MASTKAASA A, SMEBY J C. Educational Choice and Persistence in Male-and Female-dominated Fields [J]. Higher Education, 2008, 55(2): 189-202.
- [24]GRIFFITH A L. Persistence of Women and Minorities in STEM Field Majors: Is it the School that Matters? [J]. Economics of Education Review, 2010, 29(6):911-922.
- [25]ZHAO C M, CARINI R M, KUH G D. Searching for the Peach Blossom Shangri-La: Student Engagement of Men and Women SMET Majors [J]. Review of Higher Education, 2005, 28 (4): 503-525.
- [26]VARMA R, HAHN H. Gender and the Pipeline Metaphor in Computing [J]. European Journal of Engineering Education, 2008, 33(1): 3-11.
- [27]VOGT C M, HOCEVAR D, HAGEDORN L S. A Social Cognitive Construct Validation: Determining Women's and Men's Success in Engineering Programs [J]. The Journal of Higher Education, 2007, 78(3): 337-364.
- [28]AMELINK C T, MESZAROS P S. A Comparison of Educational Factors Promoting or Discouraging the Intent to Remain in Engineering by Gender [J]. European Journal of Engineering Education, 2011, 36(1): 47-62.
- [29]YORKE M. The Quality of the Student Experience: What can Institutions Learn from Data Relating to Non-completion? [J]. Quality in Higher education, 2000, 6(1): 61-75.
- [30]KUK G D. What Student Affairs Professionals Need to Know about Student Engagement [J]. Journal of College Student Development, 2009, 50(6): 683-706.
- [31]ASTIN A W. What Matters in College? Four Critical Years Revisited[J]. Journal of Higher Education, 1993, 22(8):482.
- [32]罗燕,海蒂·罗斯,等.国际比较视野中的高等教育测量——NSSE-China 工具的开发:文化适应与信度、效度报告[J].复旦教育论坛, 2009(5):12-18.
- [33]涂冬波,史静寰,郭芳芳.中国大学生学习性投入调查问卷的测量学研究[J].复旦教育论坛,2013(1):55-62.
- [34]FREDRICKS J A, BLUMENFELD P C, PARIS A H. School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence [J]. Review of Educational Research, 2004, 74(1):59-109.
- [35]WOODFIELD R. Gender Differences in Undergraduate Attendance Rates[J]. Studies in Higher Education, 2006, 31(1):1-22.
- [36]ZUSMAN, MARTY K, DAVID L M. Gender Differences in Reactions to College Course Requirements or Why Females are Better Students [J]. College Student Journal, 2005, 39(4):621-626.
- [37]KANTER R M. Some Effects of Proportions on Group Life: Skewed Sex Ratios and Responses to Token Women[J]. American Journal of Sociology, 1977, 82(5):965-990.
- [38]HUANG G, TADDESE N, WALTER E. Entry and Persistence of Women and Minorities in College Science and Engineering Education [R]. Washington, DC: National Center for Education Statistics, 2000:59-60.
- [39]BEYER S. The Effects of Gender, Dysphoria, and Performance Feedback on the Accuracy of Self-Evaluations[J]. Sex Roles, 2002, 47(9):453-464.
- [40]EISENHART M, FINKEL E, BEHM L, et al. Women's Science: Learning and Succeeding from the Margins [J]. Isis, 1998, 84(3): 793-796.
- [41]SEYMOUR E, HEWITT N M. Talking About Leaving: Why Undergraduate Leave the Sciences [J]. Contemporary Sociology, 1997, 26(5):115-116.
- [42]EVANS S. In a different place: Working-class Girls and Higher Education[J]. Sociology, 2009, 43(2): 340-355.
- [43]COLBECK C L, CABRERA A F, TEREZINI P T. Learning Professional Confidence: Linking Teaching Practices, Students' Self-Perceptions, and Gender [J]. Review of Higher Education, 2001, 24(2):173-191.

收稿日期:2017-04-01

基金项目:全国教育规划“十三五”课题“面向‘中国制造 2025’的高等工程教育转型发展研究”(BIA160101);中央高校基本科研业务费专项资金资助(2016VI040)。

作者简介:靳敏,女,湖北武汉人,武汉理工大学文法学院副教授,主要从事大学生学习与发展研究;胡寿平,男,佛罗里达州立大学教育学院教育领导与政策系教授,主要从事高等教育财政、大学生学业成功方面的研究。