

# 数学的性别\*

## ——性别观念对初中生数学水平的影响

谢桂华 刘昕毓

**提要:** 本文使用中国教育跟踪调查(CEPS)的数据资料,从个体、家庭、学校和地区四个层次探讨了性别观念对女生数学能力的影响。研究发现,学生和家長对性别角色的刻板认知对男女生的数学能力都有显著的影响,对男生具有正面的促进作用,对女生则产生了抑制作用;但性别刻板印象威胁并未对女生产生负面影响。此外,家庭子女的数量与性别结构与当地的性别比等因素对男生和女生的数学水平都不具显著影响。因此,影响女生数学学习的主要因素在于女性自身以及家庭对于性别与数学关系的刻板印象认知,而非重男轻女的传统观念与行为。

**关键词:** 性别差异 数学能力 刻板印象 男孩偏好

### 一、绪 论

女性在求学的过程中,经常会被“女生数学/理科不行”这样的言论或者说刻板印象包围。人们习惯于认为女生擅长语文、历史等语言或记忆类的科目,男生则擅长数学、物理等需要逻辑思维的科目。如果一名女生小学时期数学成绩还不错,人们常会预期“女生上了中学就不行了”;如果上了中学也还可以,人们又常常会断言“女生就不适合学理科”。现实中所观察到的结果也确实印证了这些判断,就数学成绩来看,小学阶段的女生往往领先于男生,初中阶段男女生之间的差距开始缩小甚至消失,高中阶段则男生显著领先(吴亚珺,2016)。总之,高中理科班阳盛阴衰的现象从未有根本性改变。

---

\* 本成果受到中国人民大学2021年度“中央高校建设世界一流大学(学科)和特色发展引导专项资金”支持。感谢宜昌市教科院的张钦老师帮忙搜集当地相关数据。感谢匿名评审专家提出的宝贵意见。读者意见与建议请联系 [gxie@ruc.edu.cn](mailto:gxie@ruc.edu.cn)。文责自负。

在中国漫长的历史时期,女性在整体的教育机会与获得方面一直处于劣势,直到20世纪,女性才获得了教育平等权。经由多年的努力,最终两性在教育获得方面的差距基本弥平,甚至在部分指标上实现了女性的反超。1982年的人口普查发现,在20-34岁年龄段的年轻人中,三分之一的女性(33.3%)为文盲和半文盲,超出男性(9.5%)两倍多。此后女性不断追赶,到2015年青年男女在文盲率上的差距几近消失(男性为0.6%,女性为0.8%)。同时,接受过大专及以上学历的女性占比从1982年的0.5%(男性为1.1%)急速上升到2015年的31.3%,超过了男性的29.8%。<sup>①</sup>

就全国层面来看,在教育获得上已经初步达致性别平等,但在教育内容和教育过程等更加深入细致的方面则还存在不足。例如在学科分布上依然存在比较严重的性别隔离,女生在理工科方面(包括学习和择业)的劣势尚未得到根本性的扭转。小学时期在数学上整体表现还不错的女生,到了高中时期绝大多数选择了文科,由此决定了她们大学的专业取向以及未来的职业发展方向不再可能与以理工知识为基础的科技领域挂钩。据统计,2019年全国的科技研发人员中女性所占的比例仅为26.0%(国家统计局社会科技和文化产业统计司、科技部创新发展司,2020)。

女性在科技领域的缺位会削弱女性的科技权力和她们对未来社会的影响力。在科学技术快速改变世界的今天,人们比以往更深刻地体会到科技就是第一生产力,不仅国家之间的科技争夺战打得如火如荼,国内各地也在争相引进科技人才。但人才首在培养,如何培养出更多的科技人才是教育领域需要完成的工作。许多西方国家将科技(简称STEM)<sup>②</sup>教育上升到国家战略的高度,并颁布了一系列促进各自国家STEM教育的政策(王素,2017)。

在STEM学科中,数学能力又是其他各学科的基础,具有“过滤器”的作用(Correll,2001),数学知识是继续STEM学习和选择STEM相关职业不可或缺的基础,<sup>③</sup>而一个人中学时期数学成绩的好坏直接关系到其未来是否会选择STEM相

① 根据1982年人口普查数据和2015年全国1%人口抽样调查数据计算。

② STEM为科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、数学(Mathematics)四门学科的英文缩略词,由美国国家科学基金会在20世纪90年代开始使用。

③ 2019年7月,科技部、教育部、中科院和自然科学基金委联合印发了《关于加强数学科学研究工作方案》(国科办基[2019]61号文件),开篇就提到“数学是自然科学的基础,也是重大技术创新发展的基础。数学实力往往影响着国家实力,几乎所有的重大发现都与数学的发展与进步相关”。

关专业求学和就业(Ing, 2014)。因此,本研究将以初中数学学习为观察点,从学生本人出发,并进一步扩展到家庭、学校和社会层次,探讨妨碍中国女性在 STEM 教育中取得进展的社会文化因素,重点关注人们对于性别刻板印象的认知,即是否认为男性比女性更擅长数学。本研究使用的数据来自中国人民大学中国调查与数据中心(NSRC)主持的中国教育跟踪调查(China Educational Panel Survey, CEPS)。<sup>①</sup>

## 二、影响数学学习的生理与社会因素

“女性不擅长数学”或者说“男性更擅长数学”之类的观念可以说是全世界共有的。哈佛大学“内隐项目组”(Implicit Project)发布了一套有关内隐关系的线上测试(Implicit Association Test)。从2000年5月到2008年7月,全世界50多万人参与了测试,其中超过70%的人都把科学/数学与男性联系在一起,女性则更多地被与人文学科相联系(Nosek et al., 2009)。

### (一) 可变的数学性别差距

数学是男性的领域,这种看法或许有一定的事实基础,因为大家在日常生活中经常观察到女性的数学成绩不如男性,或者从事与数学相关联的职业的男性更多。追根溯源,造成这种性别差异的根本原因是什么,各个学科对此问题的探讨基本上都围绕生理差异和/或社会环境两个因素展开。

支持与反对生理差异(大脑结构、雄性激素、先天偏好等)解释论的研究均有不少。不过近年来,越来越多的研究开始质疑生理因素的解释能力。且不论男女两性之间是否存在根本性的与数学能力相关的生物构造差异,更重要的是,无论先天的生理基础如何,个体的兴趣偏好是什么,都需要通过后天的教育、训练和学习才能将其转化为实际的能力,并且个体的认知能力,包括空间能力和数学能力还可以通过后天的学习和练习改善与提高,男女均如此。而在漫长的学习与训练过程中,先天与后天的影响难以分解清楚。因此,生理因素不能成为解释数学能力性别差异的唯一或者决定性机制(Halpern et. al., 2007; Ceci et. al., 2014)。

经验研究也表明,男女两性在数学学习上的差距并非是不可改变的。从纵向的历史数据来看,差距一直在缩小。对美国社会的研究发现,到目前为止高中

<sup>①</sup> 详情参见 <http://ceps.ruc.edu.cn>。感谢中心王卫东教授等人对数据收集的贡献。

阶段数学成绩上的性别差距基本消失,不过男生在解决复杂问题方面(complex problem)依然具有优势(Lindberg et al.,2010:1132)。基于美国的研究显示,数学与统计以及物理学领域的博士学位获得者中女性的比例从1970年的8%、5.5%提升到了2006年的32%、30%(Hyde & Mertz,2009:8805)。

横向国际比较的数据也显示,虽然总体上男性在数学方面依然占有优势,但对于具体的国家/文化/种族来说并非总是如此。比如,在参加2018年国际学生能力评估项目(PISA)<sup>①</sup>的78个国家/地区中,32个在数学平均成绩上不存在显著的性别差异(占比41%),另有32个是男生领先(41%),14个是女生领先(18%)。<sup>②</sup>其他跨国或者跨种族数据的比较研究也有相似的发现。就初中生来说,男生在总体上确实领先于女生,但领先的幅度在各个国家或者种族之间变异很大,甚至方向出现了反转(Penner,2008;Baker & Jones,1993)。

纵向的历史数据和横向的国际比较数据都说明,男女两性在数学上的差距无论在方向还是数量上都并非绝对不可变。这也表明,即使男女两性之间存在先天生理差异,这些生理差异也不能直接固化为数学学习上的性别差距。就国家和地区层次来看,各个国家/地区在数学学习上呈现的性别差异的维度与其性别不平等程度以及性别文化传统相关:一个国家性别越平等,或者其民众越不认同数学是男性的领域,则这个国家两性之间的数学差距就越小,甚至可能出现女生反超男生的状况(Nosek et al. 2009;Guiso et al. 2008)。总之,国家或地区内的性别不平等状况构成了影响数学学习的社会结构性因素(性别分层假说),性别文化传统构成了影响数学学习的社会文化因素,二者之间紧密相关。前者可以通过影响女性当下的教育机会或者对未来的预期(比如劳动力市场区隔)而影响到女性的数学学习(Baker & Jones 1993),后者则可以通过塑造个体行动的外在情境或者个体对传统的内化而发挥作用。

与女生数学学习最直接相关的一个性别文化传统观念被称为数学的性别刻板印象,即认为女生的数学能力天生不如男生。

---

① PISA(Program for International Student Assessment)由经济合作与发展组织(OECD)发起,调查对象为15周岁的学生,自2000年开始,每三年对阅读、数学、科学三个领域进行一次测评(详情介绍及历年报告参见<http://www.oecd.org/pisa/>)。

② 对于参加2009年和2012年两次PISA测评的上海市学生、参加2012年试测评的天津市学生以及参加2015年测评的大陆地区四省市学生来说,性别差异都不具有统计显著性。但在2018年的测试中,大陆地区男生的平均成绩显著高于女生。相关数据可参见关丹丹(2017)、钟君(2014)的研究以及PISA2015年报告中的表I.5.8a和2018年报告中的表II.B1.7.3。

## (二) 数学的性别刻板印象

刻板印象是由人们对于某些社会群体(比如性别、种族、宗教等群体)的知识、观念和期望所构成的认知结构,它是认知、情感、社会性动机(sociomotivational)和文化过程等因素单独或者相互作用的产物(Mackie et al., 1996: 42)。刻板印象可以是积极正面的,也可以是消极负面的,既可以是对自我的刻板印象(self-stereotype),也可以是对他者的刻板印象(other-stereotype)。在数学学习中存在的性别刻板印象即“男生数学成绩比女生好”,对于女生来说是消极的、负面的,对于男生来说则是积极的、正面的。

负面的刻板印象可以通过内外两种方式作用于它所施加的群体中的个体,一是外部环境(家庭、学校等)通过社会化过程使得群体成员内化这种观念;二是通过刻板印象威胁(stereotype threat)构成对个体的外在压力。女生对自我的负面刻板印象,即对“女性不擅长数学”观念的认同和内化使其在学习数学时自信不足,并导致学习动力流失,学习的自我效能低,最终在数学上表现较差,实现对自我的预言(self-fulfilling prophecy)。当然,并非所有的女生都认同“女性不擅长数学”,而且有部分女生的数学成绩可能还不错。对于这部分女生来说,日常生活中他人所抱持的对女生数学学习的偏见可能构成外部情境压力(刻板印象威胁),因为她们能感知到他人的偏见,进而担心自己在数学学习中的一个失误就给别人提供了“女生学不好数学”的例证,由此在学习和测试时感到焦虑、紧张、压力过大和过于谨慎,影响发挥,特别是面对难度比较大的数学问题的时候(Spencer et al., 1999)。而由于女生更倾向于将自己的失败归结为能力问题,从而失去学习数学的兴趣、动力和毅力,并随着年级的增长而对数学学习越来越不自信,进一步影响了后续的学习结果以及专业选择(Mok et al., 2011; Correll, 2001)。

相对于女生,男生则往往是数学或者理科学习刻板印象的获益者。一般情况下,“男生更擅长数学”的观念对于男生的数学学习具有促进效应(stereotype boost/lift),<sup>①</sup>可以增强男生在学习上的自信和对于成功的预期(Smith & Johnson, 2006)。美国和欧洲的实证研究也的确发现男生在数学学习上更加自信。在控

<sup>①</sup> 男生在数学学习上面临的是积极的刻板印象(“男性比女性更擅长数学”)。积极的刻板印象也可能产生截然不同的效果。如果这个刻板印象是非常直白的(“因为你是男生,所以你数学不能差”),也会构成刻板印象威胁,形成阻滞(choke)效应。但如果积极的刻板印象比较微妙婉转,不直接构成对所指涉的群体成员的行为压力的话,则会对成员的表现具有促进效应(Smith & Johnson, 2006)。

制了数学成绩的情况下,男生对自己数学能力的评估高于女生,并且将来更有可能走上与STEM相关的职业道路(Correll, 2001)。

心理学家借助各种实验设计验证了数学学习上刻板印象威胁的存在。实验发现,有男性参与测试,或是测试之前施加心理暗示(“男性的成绩更好”)都会削弱女性在实验中的表现,并由此影响到女性参与数学测试的态度,令她们比男性更担心竞争的压力,更不愿意参与竞争。心理学家进一步推论认为,由于女性在竞争中的表现和意愿非常容易受到竞争者性别的影响,因此竞争者的性别比例很可能会影响竞争结果中的性别差距(Spencer et al., 1999; Niederle & Lise, 2010)。也确实有研究发现学校女生的比例与女生的数学成绩呈正向关系(Nollenberger et al., 2016)。

不过,在中国进行的一项以理工科大学生为试验对象的研究却发现,女生在得到负面心理暗示(“男生表现优于女生”)时的数学测试成绩反倒比得到积极心理暗示(“女生表现优于男生”)时更高,虽然差异不具有统计显著性。参与测试的女生表示,“她们被告知男生会在测验中做得比女生好的唯一效果就是让她们更加努力考试,以此证明这个预测是错误的”(崔明、Venator, 2008)。中国女生面对刻板印象威胁所表现出的“斗志”,以及作者所推测的中国的独生子女政策和中國学生更习惯于高压考试环境等影响因素或许表明,不同的社会文化环境会塑造出不同的社会心理,数学学习中存在的刻板印象威胁理论是否适用于中国女性需要进一步的验证。

### (三)家庭与学校中的性别态度

影响女生数学学习的性别观念因素不仅是她们自身对数学学习所持有的态度,也包括她们的日常生活环境中存在的性别观念。由于学生的大部分时间都在家庭或学校中度过,家庭和学校中存在的性别观念对于学生的数学学习也具有重要的影响作用。

家庭是子女社会化、习得各种社会规范和传统的重要场合。家长作为学生成长过程中的重要他人,其自身所持有的价值观念既可以通过日常互动传递给学生并被学生吸收和内化,也可能构成学生行动的情境压力,从而影响学生的行为。研究表明,家长的性别观念或刻板印象会影响他们对不同性别学生能力的判断,比如,相较于男生家长,女生的家长更可能将良好的数学成绩归因于后天的努力(effort)而非天生的能力(capability),从而降低女生对于自我数学能力的认知和期待,进而影响她们的数学成绩以及未来的职业选择(Ing, 2014)。

学校承担着传授知识和形塑学生价值观的功能,教师是知识传授和价值观塑造的重要承担者,学校内的同伴群体在影响学生教育获得和价值观形成的过程中也扮演着举足轻重的角色(Palardy, 2013; Legewie & DiPrete, 2012)。因此教师与同伴群体的性别观念也成为考察男女生数学差距的重要出发点。

国外多项对数学老师性别观念的研究发现,教师群体总体上倾向于认同数学是男生的领域。在对数学成绩相若的男女生进行评估时,老师们可能对男生数学能力的评价更高,并且更倾向于将男生数学成绩出色的原因归于能力,而将女生归因为努力(Li, 1999)。这种性别色彩分明的表述在国内公开发表的研究论文中更是普遍和直接,在解释男女生的数学成绩差异时,类似于“思维方式方面,女生倾向于模仿,男生独立思考;女生细心,男生灵活……女生好静,循规蹈矩,不善于交流;男生好动,相对比较独立自主;女生关注课堂教学,男生关注课外知识”之类的表述不一而足(张定强、张怀德,2003:60),甚至提出“高考命题中要考虑男女思维的特点和差异,关注性别倾向问题……减少日常语言,日常语言的加入会对语言表达和写作能力提出更高的要求,会成为擅长运用左脑的女生的大优势”(叶宏,2011:42)。

虽然进一步的研究发现,男、女数学教师在性别观念方面(刻板印象)和教学行为方面没有显著差异(Li, 1999),但身为女性又数学出色,女教师的存在本身就给女生提供了一个日常可见的榜样(role model),令女生意识到数学不是男性专属的领域,并由此提振女生对数学学习的信心,鼓励她们克服刻板印象的消极作用并在数学上发挥自己的能力(Marx & Roman, 2002)。不过目前为止还没有见到论证教师的性别刻板印象是否直接影响学生数学成绩的相关研究。

同伴群体(peer group)与教师一起,构成了影响青少年态度和行为的重要他人(significant others)。对国内外中学生的研究都确认了同伴效应对学生教育获得的显著作用(Palardy, 2013; Ding & Lehrer, 2007),但效应的维度可能因性别而异。有研究发现,男生更容易受到群体文化的影响,因此一个以学习为导向(learning-oriented)的同伴文化更有利于男生的学习,而不推崇学习的同伴环境则可能使得男生更加排斥学习。相较而言,女生则不太受同伴文化的影响(Legewie & DiPrete, 2012)。但上述论断在有关数学学习的研究中并没有得到完全的验证。对美国 and 瑞典中学生的研究发现,同性同伴或者班内同性学生对待数学/STEM的学科态度或者成绩对女生数学学习具有正向影响,但对男生则基本上没有效应(Raabe et al., 2019; Riegle-Crumb et al., 2006)。有研究者认为,同伴效应因性别而异,是因为在数学/STEM课程上表现较好的女性同伴对于女

生起到了榜样作用,帮助她们抵制或者消除了刻板印象可能带来的负面影响,而数学的刻板印象本身有利于男生,因此男生不再需要同伴的促进作用(Riegle-Crumb et al.,2006)。不过对欧洲四个国家的中学生的研究发现,男女生的数学成绩都受到班级性别态度的影响,更倾向于传统性别规范的班级里的男生数学成绩更高,女生则更低(Salikutluk & Heyne,2017)。

#### (四)影响数学学习的其他家庭与社会因素

除了性别刻板印象等传统社会文化观念之外,影响女性数学学习的因素还包括国家或地区的性别平等状况(Penner,2008;Guiso et al.,2008)。中国社会长期存在男尊女卑、重男轻女的传统,其影响广泛且深远。即使国内自20世纪50年代就提出了“妇女能顶半边天”的口号,从教育、职业等各个方面力推男女平等,但至少从生育行为看,传统的儿子偏好并未得到彻底扭转,治理出生人口性别比偏高问题甚至被纳入国家卫健委“十三五”的发展规划之中。<sup>①</sup>

家庭中存在的儿子偏好有可能影响到子女,特别是女儿的教育获得。对台湾家庭的研究发现,在家庭经济资源有限的情况下,父母很可能会牺牲女孩,特别是年长女孩的受教育机会。不过,近些年来,家庭教育资源的分配已经越来越不受子女的数量与性别的影响,儿子和女儿在教育机会上趋于平等(Parish & Willis,1993;Chu et al.,2007)。这个发现在内地的家庭研究中也得到部分验证,计划生育政策的实施和经济飞速发展大力推动了教育的性别平等。对城市独生子女家庭的多个研究发现,即使独生女的父母内心认同女生的能力不如男生,他们在教育期望和投资上与独生子的父母也不存在显著差异(Tsui & Rich,2002;Fong,2002)。对多子女家庭的分析也发现,性别不再是影响教育获得的重要因素(张月云、谢宇,2015)。不过也有针对农村家庭的分析表明,虽然子女数量的减少促进了女孩的教育获得,缩小了男孩和女孩之间的教育差异(郭剑雄、刘琦,2013),但父母重男轻女和养儿防老的观念对教育资源的分配依然具有一定的影响,姐妹的存在不会影响到男孩的教育获得,但兄弟的存在则不利于女孩的教育获得(张克中等,2013)。

有关子女性别结构和数量与数学学习之间关系的研究还未获得一致的发现。既有研究发现城市的独生子与独生女在数学成绩上没有显著差异(Tsui &

---

<sup>①</sup> 参见国家发改委网站(<https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzllgh/gjjzxgh/201707/W020191104624349042474.pdf>)。



Rich, 2002), 也有研究发现独生子女的数学成绩相对于多子女家庭来说有明显优势(张月云、谢宇, 2015), 还有研究发现农村的独生子女与二孩家庭的子女之间在数学成绩上并不存在显著差异(聂景春等, 2016)。不过, 子女性别结构对女生或者男生在数学学习上的影响是否相似, 目前的研究还比较少。

## (五) 假设

总之, 围绕数学的性别差距及其发展和成因问题, 生物学、心理学、经济学和社会学等领域的众多学者进行了大量和广泛的研究, 不断总结和更新各类研究成果, 然而相关主题的研究在国内还不是很多, 且多集中于教育学、心理学等领域, 无论是研究视角还是研究方法与社会学均存在一定的差异, 所使用的数据也多局限于地方性资料, 研究发现也比较零碎。鉴于此, 本研究将使用具有全国代表性的数据, 系统考察国内初中生在数学能力方面存在的性别差距及其影响因素。我们的研究将集中考察存在于个体、家庭和学校层面的性别观念对初中生, 特别是女生的数学学习的影响。本文讨论的性别观念主要是指与数学学习相关的性别刻板印象。

根据社会心理学对积极和消极的刻板印象的效果的探讨, 以及国外对于刻板印象与数学学习效果之间关系的研究(Spencer et al., 1999), 本文从个体的社会化和刻板印象威胁两个方面提出性别刻板印象对学生数学学习的假设。

假设 1a: 女生本人对有关数学学习的性别刻板印象的认同对其数学能力存在负面效应。

假设 1b: 有关数学学习的性别刻板印象威胁对女生的数学能力存在负面效应。

就家庭层次来看, 家长的性别刻板印象既可以在日常生活中通过观念内化影响学生的学习, 也可以构成学生学习的在外情境压力, 因此提出如下假设。

假设 2: 学生家长对有关数学学习的性别刻板印象的认同对女生的数学能力存在负面效应。

另外, 有研究发现, 早期教育阶段的性别偏见对学生的发展有着长期的影响(Lavy & Sand, 2018), 但并不是很清楚影响如何发生动态变化, 即随着学生年龄的增长或者年级的升高, 影响力的大小是否有变。考虑到国内研究中发现数学的性别差距自小学时期的女生领先发展为高中时期的男生领先, 我们预测性别偏见的会影响会随着学生年级/年龄的升高而加大, 因此提出如下假设。

假设 3a/3b: 学生/学生家长对有关数学学习的性别刻板印象的认同对女生

数学能力的负面效应随着年级/年龄的升高而增大。

学校是学生日常生活世界的重要组成部分,我们将从学校教师和同伴群体两个方面考察刻板印象对学生数学学习的影响。由于老师的刻板印象可能通过教学行为和对学生学习态度的暗示作用而影响学生的数学学习,因此对于老师的考察内容包括老师对刻板印象的态度和女数学老师在帮助女生克服负面刻板印象方面所发挥的榜样作用两个方面。

假设 4a:老师对性别刻板印象的认同对女生的数学能力存在负面效应。

假设 4b:相对于男数学老师,女数学老师更有可能提高女生的数学能力。

基于国外研究者发现的同性同伴群体对女生数学学习的影响(Raabe et al., 2019; Riegler-Crumb et al., 2006),我们提出如下假设。

假设 5:女性同伴群体对刻板印象的认同对女生的数学能力存在负面效应。

本文还将控制以当地的出生性别比、教育的性别差距以及家庭子女性别结构为代表的性别不平等状况,对家庭、学校和地方的社会经济状况等也进行了控制。

### 三、数据与方法

本研究使用的中国教育跟踪调查数据(CEPS)<sup>①</sup>利用多阶段概率与规模成比例的抽样方法(PPS),在全国31个省市自治区抽取了28个县级单位(PSU),每个PSU抽取四所学校,首轮调查在每所学校的七年级(2013级)和九年级(2011级)各抽取两个班进行整群调查,最终抽取了112所学校的438个班级(个别学校班级或者年级不全)。首轮调查分别访谈了抽中班级的学生、学生家长、班级任课教师和班主任以及学校领导。但在后两轮的追访中,由于部分学校重新分班导致原有的班级被打乱,追访的学生(原七年级)可能进入不同的班级,在这种情况下,他们新分入的班级的任课教师和班主任也被纳入访谈。

首轮调查共收集了19487份有效学生问卷(其中七年级10279份)以及相应的家长、老师和校领导问卷(详情参见王卫东,2016),第二轮和第三轮调查分别追访到9920名和8862名原七年级的学生(包括新转入的学生)以及他们的家

<sup>①</sup> 该调查于2013-2014学年开始实施,于2014-2015、2015-2016学年进行了第二、第三轮追访。抽样设计、调查问卷、调查手册、项目实施等详情参见<http://ceps.ruc.edu.cn>。

长、老师和校领导。本研究重点关注学生三轮(七/八/九年级)的数学能力表现以及在此期间的变化,因此只保留了2013级(原七年级)学生的样本。在剔除了有缺失变量的样本之后,最终得到9939名学生的三轮观测样本,共26903个分析样本,数据结构为学生/年级。

### (一) 因变量

在探讨男女生数学差距的研究中,对于如何测量数学水平存在争议。有研究者认为,不同的考试方式会导致性别差异的变化。女生更擅长于课堂知识的学习,因此在考试形式比较熟悉、与教学内容相关的课程考试中,女生的成绩很可能优于男生。但如果考试内容与课堂知识并非紧密相关、考试方式比较新颖的话,男生很可能有更好的表现(Halpern et al., 2007)。换句话说,课本上和教室里的数学知识女生更擅长,而课堂外和课本外的数学能力男生更有优势,很多研究考察的是学生在学校中的数学考试成绩,因此即使发现了女生的优势,也无法真正体现男女生在数学能力上的差异。

考虑到上述争议,本文使用学生的数学能力作为因变量,此变量为时变变量,即变量的取值随着学生年级的变化而有所不同(以下以“学生/年级”指代)。CEPS项目每轮调查的时候都收集了两套可用于测量数学水平的变量,一套是各学校组织的期中考试成绩,这种考试有可能被认为是对书本知识的考查,难以测量学生真正的数学能力(Halpern et al., 2007),还存在难以跨校比较的问题。因此我们采纳了第二套变量,即由项目组设计并在每轮调查时对所有学生统一实施的认知能力测试中的数学能力测试成绩,它包括图形与空间和计算与逻辑两部分,其目的是“测量学生的基本逻辑思维与问题解决能力……内容不涉及学校课程所教授的具体记忆知识”。<sup>①</sup>在获得测试的原始分之后,项目组又基于项目反应理论(Item Response Theory, IRT)将其转换为3PL模型标准分,以便在不同学校、地区和轮次之间直接比较。

### (二) 自变量

本文使用的自变量分为个体、家庭和学校三个层次。CEPS只在首轮询问了学生及其家长“你是否认为男生比女生更擅长数学”,由此我们建立了测量二者

<sup>①</sup> CEPS认知能力测试包括语言能力和数学能力两部分,有关测试的具体信息可参见 <http://ceps.ruc.edu.cn/index.php?r=index/technologyReport>。

性别刻板印象认同的变量。此外,由于每轮的调查时间跨越整个学年,为了控制调查间隔时长不对测试结果的影响,本文计算了自2013年9月(七年级入学)到调查时点的时长(“初中时长”,测量单位为“月”),用于控制学生年龄或者年级的变化,并建立了其与学生或者家长的性别刻板印象的交互变量。

有关刻板印象威胁的心理学试验从性别组合(男性是否参与)和心理暗示两方面证实了刻板印象威胁的存在(Spencer et al., 1999; Niederle & Lise, 2010)。也有实证研究显示,班级的传统性别观念氛围会影响学生的学习成果(Salikutluk & Heyne, 2017),这些研究启发我们用异性同班同学的性别态度测量刻板印象威胁,但部分学校在首轮调查之后调整了班级,导致后续班级信息不全,并且CEPS也只在首轮调查时询问了学生的性别刻板印象,因此我们基于首轮调查中的班级信息,使用七年级异性同班同学的平均刻板印象来测量学生所面临的刻板印象威胁。

学校层次的自变量包括教师和同伴群体两个维度。我们首先纳入了数学老师的性别变量(人/年级)以测量女教师对于女学生的角色示范作用。其次,由于CEPS只在第三轮(九年级)询问了教师的性别刻板印象倾向,无法用来考察数学老师的性别态度对第一轮和第二轮学生数学测试的影响,因此我们建立了一个学校教师整体性别态度的变量(学校所有老师的平均得分<sup>①</sup>)作为数学教师性别态度的替代变量,得分越高表明教师们越倾向于认同男女生学习能力不同。不过由于问题同时涉及了数学和英语两个科目,或许有老师只认同英语存在差异,因此有可能出现较大的测量误差,并且由于各个学校参与调查的老师数目不一,第三轮缺失的教师比较多,所以在对学校的代表性方面也参差不齐。

在同伴群体方面,我们基于首轮调查中的班级信息计算了班级同性别同学刻板印象变量的平均得分(不包括被访者自己),用以测量同伴的性别态度,分值越高表明班级同性群体内认同刻板印象的学生占比越高。不过这个变量对于八年级和九年级时调整了班级的同学可能存在测量偏差,或者说,它测量的是七年级时期的同伴氛围对于学生后续数学学习的影响。

### (三)控制变量

本文的控制变量分为个体、家庭、学校和地方(PSU,县/区)四个层次。

---

① CEPS询问了老师们对“男生与女生在数学和英语这些科目上存在着先天能力差异”这种说法的态度(完全不同意、比较不同意、说不清同不同意、比较同意及完全同意),由于选择完全同意或完全不同意的人较少,选项合并为“不同意”“说不清”“同意”三项。

个体部分的控制变量包括学生的城乡户籍性质(学生/年级)。此外,由于学生或者家长的刻板印象可能受到学生数学学习状况的影响,我们也控制了学生六年级时期的数学学习吃力程度(取值为1-4,分值越高,表明越不吃力)。

家庭层次使用了父母双方最高受教育程度代表家庭的社会经济地位(人/年级),由于家长的职业、家庭经济状况与受教育程度关系比较密切,因此不再纳入。此外,我们也测量了学生的兄弟姐妹组成情况(学生/年级),用以考察子女数量和性别结构是否会影响女生的数学学习。此变量由三个选项构成:“家里有兄弟”“家里没有兄弟,只有姐妹”以及“被访者是独生子女”。

学校层次包括一系列与数学教师相关的变量和学校环境变量,教师变量包括数学教师的年龄和教育程度(均为人/年级)。

学校环境变量有两个,一是学校的整体社会经济地位。我们根据所有参与首轮调查的家长(包括七年级和九年级)的受教育程度和职业信息,通过计算父母受教育程度在大专及以上或者父母职业是机关企事业单位管理人员和专业技术人员的比例,构建了学校的社会经济地位指标。其比例越高,表明学校整体的社会经济地位越高。另一个是学校在当地的排名。CEPS在第三轮向学校负责人询问了升学率情况,“贵校初中部目前在本县(区)排名”,我们以此构建了测量学校优质程度的指标,分为“中等及以下”“中等”和“最好”三个类别。

需要说明的是,由于一些变量使用的是七年级时期的班级层次信息,而部分班级在八年级或者九年级经历了调整,我们计算了七年级同学在第二轮和第三轮调查时依然同班的比例,作为班级后续影响的控制变量。

在地方层次方面,既有国际比较研究发现,女性的数学成绩与经济发展程度相关(Guiso et al., 2008)。此外,一个国家的性别地位越平等,越有利于改善女生的数学成绩,缩小性别差异(Penner, 2008)。而中国社会长期存在重男轻女的传统,虽然传统的生育模式有所改变,但出生性别比长期偏高,表明儿子偏好并未消失。基于此,我们利用2010年全国普查数据构建了三个地方层次的控制变量:第一个是被访学生所在年龄组(10-14岁)的性别比(同期群性别比),用以测量学生成长过程中所面临的当地社会的重男轻女程度或者说性别不平等程度。<sup>①</sup>二是创建了教育性别平等指数(当地6岁及以上人口中,男女平均教育年限之差除以平均教育年限),取值越大,表明男性在受教育水平上领先于女性的

<sup>①</sup> 考虑到年龄同期群效应和出生性别比数据的精确性,我们没有直接使用2000年或2010年的出生性别比变量,不过变量置换对于统计估计没有明显影响。

幅度越大;三是当地 15 岁及以上人口中接受过高等教育(大学本科)的比例,既可以测量当地教育发达程度,也间接测量了当地的社会经济发达状况。

#### (四)模型设定

本研究关注的是影响学生数学能力的个体、家庭、学校和社会(地区)因素,CEPS 最初是以学校为单位抽取班级的,对班内所有学生(七年级)跟踪三年,但在后期追踪的时候(八年级和九年级)发现部分学校重新分班,导致无法控制班级变量,因此本研究中我们将考虑学生、年级和学校三个层次。由于每个学生观察三轮(年级),形成了学校—学生—一年级三层数据结构。因变量数学能力得分属于年级层次(每个学生每轮测一次)。本研究拟使用三层随机截距模型(multilevel linear model with random intercept)进行统计分析,以便准确估计各个层次的特征对学生数学能力的影响。

第一层:年级层次

$$math\_cog_{ijt} = \beta_{j0} + \beta_x X_{ijt} + \beta_c G_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$$

其中, $math\_cog_{ijt}$ 表示第  $i$  所学校、第  $j$  个学生在年级  $t(t = 7/8/9)$  的数学能力得分; $X_{ijt}$ 代表所有年级层次上的自变量(时变变量,随调查年级变动的变量,比如数学老师的性别); $G_{ijt}$ 代表所有年级层次上的控制变量; $\varepsilon_{ijt}$ 表示年级层次的随机误差项; $\beta_{j0}$ 是随机截距,表示第  $i$  个学校的第  $j$  个学生在所有年级层次自变量和控制变量取零值时的平均数学能力得分。

第二层:学生个体层次

$$\beta_{j0} = \gamma_{j0} + \gamma_z Z_{ij} + \gamma_s STU_{ij} + \mu_{ij}$$

其中, $Z_{ij}$ 表示第  $i$  所学校、第  $j$  个学生所有个体层次自变量的取值,比如学生和家长对性别刻板印象的认同; $STU_{ij}$ 表示学生个体层次的控制变量; $\mu_{ij}$ 是学生个体层次的随机误差项; $\gamma_{j0}$ 表示所有年级和个体层次的自变量和控制变量取零值时学生的数学能力得分。

第三层:学校层次

$$\gamma_{j0} = \delta_0 + \delta_w W_i + \delta_s SCH_i + \tau_i$$

$W_i$ 表示第  $i$  个学校的学校层次自变量的取值, $SCH_i$ 表示学校层次的控制变量, $\tau_i$ 是学校层次的随机误差项。由于没有单独的地区层次,因此地区层次的变量附属于学校层次。

## 四、性别的刻板印象对数学学习的影响

表 1 给出了各变量的描述统计,<sup>①</sup>并分性别进行了统计。在最终用以分析的样本中,男生所占的比例(52.4%)高于首轮抽样的比例(51.4%)。

表 1 变量的描述统计

变量	男生		女生		合计	
<b>个体层次变量</b>						
学生:认同“男生更擅长数学”	0.598	(0.490)	0.442	(0.497)	0.524	(0.499)
家长:认同“男生更擅长数学”	0.435	(0.496)	0.352	(0.478)	0.396	(0.489)
班内男同学:平均刻板印象	0.598	(0.161)	0.601	(0.162)	0.599	(0.162)
班内女同学:平均刻板印象	0.449	(0.186)	0.443	(0.184)	0.446	(0.185)
<b>个体/年级层次变量(时变变量)</b>						
数学认知水平	0.326	(10.012)	0.364	(0.940)	0.344	(0.978)
七年级数学认知水平	-0.101	(0.831)	-0.069	(0.777)	-0.086	(0.806)
八年级数学认知水平	0.568	(1.058)	0.619	(0.958)	0.593	(1.011)
九年级数学认知水平	0.598	(0.987)	0.604	(0.908)	0.601	(0.949)
数学教师性别为女性	0.550	(0.498)	0.558	(0.497)	0.554	(0.497)
初中时长(月)	16.533	(10.939)	16.830	(11.007)	16.677	(10.973)
样本量(学生/年级)	5211/13896		4728/13007		9939/26903	
<b>学校层次变量</b>			<b>地区层次变量</b>			
老师平均刻板印象	2.062	(0.417)	性别比(10-14岁)		1.139(0.073)	
样本量(学校)	112		样本量(地区)		28	

注:括号里为标准差。

统计显示,无论是初中三年成绩的总计还是分年级统计,女生的数学能力测试水平都高于男生,虽然进一步的分析发现九年级时二者的差异不再具有统计显著性,但至少并未显示出女生在数学能力上弱于男生的迹象。然而,无论是参与调查的学生,还是家长、老师或者同伴群体,总的看来都或多或少把数学视为男生更占优势的领域。

<sup>①</sup> 因篇幅所限,本文只给出了部分关键变量的描述统计,读者可联系作者获取完整表格。

首先,有相当比例的学生和家长在数学学习上认同性别刻板印象,并且在取态上还具有明显的性别差异。<sup>①</sup> 数据表明,52.4%的学生和39.6%的家长认同男生比女生更擅长数学的说法,特别是女生中认同此看法的人占比也不低,达到了44.2%,女生家长中也有超过三分之一(35.2%)的人认可此说法。另外,男生或者男生的家长比女生或者女生的家长更可能持有刻板印象,大约60%的男生认为男生更擅长数学,比女生高出约16%;认同此说法的男生家长达到43.5%,比女生家长高出大约8%。

其次,从班级的角度来看,参与调查的大多数学生都生活在或曾经生活在具有明显性别刻板印象的班级中。参加了第一轮调查的221个班级中,125个班级(班级占比56.6%,学生人数占比55.4%)的平均刻板印象得分在0.5分以上(表1中未展示)。把班内同学划分为两个性别群体,男女生所在的班级环境差异不大,班内男生的平均刻板印象得分在0.60左右,女生大约为0.44。

再次,与部分对国外教师的研究发现一致(Li, 1999),接受CEPS调查的老师们也表现出比较明显的性别刻板印象,44.9%的老师比较或者完全同意“男女在数学或者英语学习上存在先天能力差异”(赋值为3),比较或者完全不同意(赋值为1)的老师占36.8%,还有18.4%的老师表示“说不清”(赋值为2)。各校老师态度平均分的中位数为2分,均值为2.06分。因此,总体来说,老师们在与刻板印象有关的取态上稍微倾向于认同先天性别差异的存在。<sup>②</sup>

此外,所调查的区县中,75%的区县中10-14岁儿童的性别比都超过1.07,表明这些地方至少在生育方面还普遍保留着偏好男孩的传统。<sup>③</sup>

在家庭内部的性别结构方面,大约45%的学生(学生/年级)是独生子女,男生(47.9%)比女生(41.4%)更有可能是独生子女。女生比男生更有可能面临兄弟的竞争。在调查样本中,40.1%的女生有兄弟,高于男生的21.7%。

综上,可以看出,在我们所期望考察的影响学生数学能力的因素中存在比较明显的性别差异,因此下面的模型建构将分性别考察这些因素的回归效应。

---

① 学生的刻板印象与家长的刻板印象之间的相关系数大约在0.40,控制了学生性别之后也变动不大。男生和女生的刻板印象与同性同伴群体的平均刻板印象之间的相关系数分别为0.20和0.25。

② 其中,46.0%的女教师和42.1%的男教师认同此说法,二者之间的差异不具统计显著性。此外,我们认为“说不清”就等于不否定,也就是说,只有不到37%的教师态度明确地认为男女生在数学/英语学习上不存在先天能力的差异。

③ 正常的出生人口性别比在1.02-1.07,之后随着年龄的增长逐渐回落。



表 2 给出了多层线性回归的估计结果,①模型 1 系列针对男生,模型 2 系列针对女生,以考察各相关因素对男生或者女生的影响,并可以进行一定程度的比较。每个系列内部有三个模型(A、B 和 C),模型 B 和模型 C 纳入了学生或者父母的性别刻板印象与初中时长的交互变量。②

表 2 影响数学能力的因素分析,多层线性回归

变量	男生(1)			女生(2)		
	(1A)	(1B)	(1C)	(2A)	(2B)	(2C)
学生:认同“男生更擅长数学”	0.048 * (0.019)	0.017 (0.026)	0.048 * (0.019)	-0.054 ** (0.019)	-0.021 (0.025)	-0.054 ** (0.019)
家长:认同“男生更擅长数学”	0.060 ** (0.019)	0.060 ** (0.019)	0.043 + (0.025)	-0.041 * (0.019)	-0.041 * (0.019)	-0.013 (0.025)
班内男同学:平均刻板印象	0.377 ** (0.091)	0.377 ** (0.091)	0.376 ** (0.091)	0.194 * (0.087)	0.192 * (0.087)	0.193 * (0.087)
班内女同学:平均刻板印象	-0.053 (0.073)	-0.051 (0.073)	-0.052 (0.073)	-0.011 (0.070)	-0.011 (0.070)	-0.011 (0.070)
学校:老师平均刻板印象	0.045 (0.077)	0.045 (0.077)	0.045 (0.077)	0.052 (0.073)	0.052 (0.073)	0.051 (0.073)
数学教师性别为女性	0.034 + (0.019)	0.033 + (0.019)	0.034 + (0.019)	0.047 ** (0.018)	0.048 ** (0.018)	0.048 ** (0.018)
初中时长	0.022 ** (0.001)	0.021 ** (0.001)	0.022 ** (0.001)	0.022 ** (0.001)	0.023 ** (0.001)	0.023 ** (0.001)
初中时长 × 学生刻板印象		0.002 + (0.001)			-0.002 * (0.001)	
初中时长 × 家长刻板印象			0.001 (0.001)			-0.002 + (0.001)
学校:社会经济地位	1.123 ** (0.197)	1.124 ** (0.197)	1.123 ** (0.197)	0.943 ** (0.185)	0.942 ** (0.185)	0.943 ** (0.185)

注:(1)括号里为标准误。(2) +  $P < 0.1$ , \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ 。(3)样本量见描述统计部分。

模型 1 系列和模型 2 系列的统计估计结果表明,来自学生自己、家长、教师和同性同伴与异性同伴五个方面的刻板印象对学生数学能力的影响各有不同,

- ① 由于篇幅所限,部分控制变量的效应未展示,读者可联系作者获取完整表格。
- ② 对这个系列模型的零模型的考察发现,学生个体层次(第二层)和学校层次的特征(第三层)分别能解释数学能力上 28% 和 23% 左右的变异。统计检验显示,所用统计方法适用于分析此数据结构。

并且大多数具有显著性。

首先,学生和家長对数学学习的性别刻板印象与学生的数学能力测试结果密切相关,并且对男生和女生具有截然相反的作用(模型 1A 和模型 2A)。认同“男生更擅长数学”的男生的数学能力测试成绩显著高于不认同的男生,而认同“男生更擅长数学”的女生的数学能力测试成绩则显著低于不认同的女生,证实了学生在数学学习上的自我刻板印象对男生发挥了积极而非阻滞作用,但对女生则产生了明显的消极效应。家長在数学学习上持有的性别刻板印象也具有类似的显著效果。家長对性别刻板印象的认同可以显著提高男生的数学能力测试成绩,但对女生则具有负面效应。

此外,学生对刻板印象的态度与初中时长之间存在一定的交互效应(对男生的效应在 0.1 的水平上显著),而家長的态度与初中时长的交互效应对男生不显著,对女生的效应轻微显著(显著性水平 0.1)(模型 1B、1C 以及 2B、2C),表明学生自身的刻板印象认同对数学学习的影响效应随着年龄或年级的升高逐渐加大,可以进一步提升男生但阻碍女生的数学能力发展。父母的刻板印象认同对男生的积极效应是固定不变的,不再随着男生年龄或年级的提升而进一步提高,但对女生的负面效应却在不断增加。比较之下,可以说随着年龄的增大和年级的升高,女生所承受的来自自身或父母的消极性别态度的负面效应逐渐加大,而男生则越来越受益于自我的积极性别态度,二者之间一正一负的作用力或许是数学性别差距随着年级升高而减小以至消失、反转的部分原因。

基于七年级时期班级信息建构的班内分性别的平均刻板印象既反映了同伴群体对数学学习的性别态度(同性群体效应),也反映了学生所面临的刻板印象威胁(异性同学群体效应)。从模型结果可以发现,班内男同学的平均性别刻板印象得分对男生和女生的数学能力都有促进作用,而女同学的平均得分对男女生都没有显著影响。这表明,女生既不受同伴群体(女同学)的影响,也不受(男同学)性别刻板印象的威胁,甚至班内男同学所持的性别偏见越高,女生的数学能力得分也越高,在某种程度上重现了十多年前的一项研究发现,即男生的性别偏见激起的是女生的“斗志”(崔明、Venator,2008)。另一方面,男生则受到同伴群体的显著影响,班内男同学中赞成男生比女生擅长数学的比例越高,男生的数学能力得分越高,这也印证了其他一些研究者的发现,男生比女生更有可能受到同伴群体文化的影响(Legewie & DiPrete, 2012),或者也可能是因为女生只受关系比较亲密的同伴群体的影响。

不过,基于学校层面构建的学校老师的平均刻板印象对学生的数学学习没

有显著影响。当然,这也可能是变量建构本身不够精准导致的。

另外,对于本研究所关注的数学教师的性别示范效应,(模型2系列)模型分析的结果表明,总体上来看,女数学教师比男教师更有可能提高学生的数学能力,不过对于男生的提升作用只是在0.1的水平上显著,对于女生则相对更显著一些(二者的差异很可能不具显著性)。从女生的角度看,女教师对于女生的数学学习确实存在一定的示范作用。

在控制变量方面我们发现,大多数控制变量对男生和女生的效应基本一致。<sup>①</sup>无论男生还是女生,参加数学补习确实能显著提高学生的数学能力测试成绩。父母的受教育程度和学校的平均社会经济地位也能显著地改善学生的数学能力,父母受教育程度越高,或者所在学校的平均社会经济地位越高,学生的数学能力表现也越好,这些与其他研究者的发现基本一致(Halpern et al.,2007)。另外,在控制学校社会经济地位的情况下,学校在本地升学率方面的排名与学生的数学能力之间不存在显著性关系,即在升学率比较高的学校就读的学生的数学能力并不会显著地高于升学率略差的学校。

在我们得到的统计结果中,户籍效应只限于女生,城市户籍的女生的数学能力测试成绩高于农村户籍的女生,某种程度上证明了城市女生相对于农村女生享有各种优势条件。教师的年龄可以视作是教学经验的代理变量,统计估计显示,学生的数学能力与教师的年龄和学历都无关。

此外,本研究未发现地区层次的性别比或者教育的性别平等指数对学生的数学能力测试结果有显著影响。同时,对学生家庭结构的考察也未能发现兄弟姐妹的性别结构对学生数学能力的影响,独生子女(无论性别)并不比非独生子女的数学能力更强,是否有兄弟也并不会显著地影响到女生的数学能力。结合地区和家庭结构两个因素,我们或许可以说,虽然中国家庭的生育文化还保留着儿子偏好,但在家庭的教育资源投资或者对待子女教育的态度方面,各个家庭都竭尽所能,独生子女并不比非独生子女获得的资源更多,家庭也不会因为子女的性别而有所偏颇,也就是所谓的重男不轻女。

不过,研究中也发现了一个比较令人迷惑的现象,即各地的教育发展程度或者经济发展程度(15岁及以上人口中接受过本科或以上教育的人占比)与当地学生的数学能力呈负相关关系,当地教育程度或经济发展程度越高,学生的数学

---

① 我们考察了所有控制变量与性别之间的交互作用,只有课外补习、六年级时数学学习状况和学校的社会经济地位与性别的交互效应具有显著性,三者都对男生的提升作用更大(因篇幅所限,本文未展示)。

能力越低。但从历年 PISA 的数学测试结果看,数学能力测试排名靠前的国家或地区(比如东亚各国或地区)确实也不全都属于经济最发达的地区。

综上所述,本文所提出有关学生和家长的性别刻板印象对数学学习的效应得到验证,有关自身或者父母刻板印象的作用随着年级或者年龄的升高而效应加大的假设得到部分验证,有关女数学教师对女同学数学学习的榜样作用在一定程度上得到验证,有关同伴群体的刻板印象的假设未能得到充分的验证,有关性别刻板印象威胁和教师刻板印象的效应未能得到验证。

## 五、结论与讨论

本文考察了初中数学学习中存在的性别差异及其与性别观念之间的关系。长久以来,社会上一直存在女性在数学学习上天生能力不如男性的传统观念。然而 CEPS 调查数据揭示,至少就初中生来说,女生的数学能力并不弱于男生,并且这里所测试的数学能力并非是对课本知识的考察,而是包括图形、空间和逻辑等被认定为男生天生具有优势的领域。<sup>①</sup> 不过与这些事实同时存在的,则是有相当比例的学生、家长、老师在数学与性别的关系认同中向男生倾斜,52% 的学生(60% 的男生和 44% 的女生)、接近 40% 的家长(44% 的男生家长和 35% 的女生家长)<sup>②</sup>和 45% 的教师认同男生更擅长数学的观点。在参与调查的 112 所学校中,75% 的学校中至少有一半的学生认为男生更擅长数学。

分析显示,无论是女生本人或者她们的家长,对数学学习的性别刻板印象的认同都会妨碍学生数学能力的发挥,并且随着年龄或者年级的增长,这些负面效应存在加大的趋势。而男生则是性别刻板印象的受益者。不过,虽然家长对数学学习的性别态度会影响其子女的数学能力的发挥,但无论是当地生育文化中体现的儿子偏好,还是家庭中兄弟的存在,对女生的数学能力都不存在显著影响,这表明中国社会和家庭至少在资源分配上出现了朝向“重男但不轻女”趋势

---

① CEPS 收集了调查进行时学生的数学期中考试成绩,虽然由于试卷和评分标准等各校不一,难以进行跨校比较,但粗略的描述统计显示,女生的数学考试成绩高于男生。

② 在参与 CEPS 首轮调查的九年级学生及其家长中,60% 的男生、57% 的女生以及大约 47% 的男生家长和 45% 的女生家长认同男生比女生更擅长数学。与七年级学生相比,女生和女生家长中认同的比例升幅明显。由于 CEPS 没有跟踪调查相关信息,我们无法得知刻板印象与年级变动之间的动态关系。

的积极转变。乐观地来看,随着社会从物质主义进入后物质主义时代,其引发的价值观和社会的变迁不可避免,只是价值观和社会变迁的速度要滞后于经济的变迁,有时甚至需要通过人口的代际更替才能逐渐实现(Inglehart et al., 2017)。因此,无论是社会对待女性学习数学的态度变化,还是女性自身在数学和其他自然科学领域的追赶和突破,都还需要时间的积累。

本研究另一个有价值的发现是,至少本研究使用的 CEPS 数据表明国内的初中女生并不受刻板印象威胁的影响。西方心理学研究提出,数学学习的性别刻板印象通过两种途径作用于女性个体:一是通过社会化过程形成观念内化,从而影响到个体的行为;二是对女性构成情境压力,使得她们在竞争中发挥失常,并逐渐失去进一步学习的自信、兴趣与动力,因而有研究者提出了同性数学课堂教育的建议(Niederle & Lise, 2010)。然而,在中国无论是参与实验的大学女生(崔明、Venator, 2008),还是本调查中的初中女生,在面对或明或暗的性别偏见情境/气氛时,却都表现出了“愈压愈强”的趋势。<sup>①</sup>这或许在某种程度上表明,至少就这些调查所涵盖的女生来说,她们对于性别偏见的反应模式有可能与其他文化传统之下的女性有着根本的不同,这个发现也指引我们进一步去验证相关理论,并探讨理论适用的边界及背后的影响因素。

当然,本文只是简单探讨了学生、家庭、学校以及社会中存在的对数学学习的性别态度等因素对数学学习的直接影响,本文的发现还需要更多的经验资料的验证,本研究在各个方面都还有系统化与深入的可能。比如对于学生的性别与父母或者教师的性别态度之间的关系及其对学生数学学习的影响,学生的数学成绩与自身或者父母对于数学学习的性别态度之间的动态互动关系,父母或者数学老师内隐的性别态度(体现在日常相处、上课点名、试卷批改等教学或行为中)对学生数学学习的影响等等,都可以做进一步的分析。

另外,目前国外有部分研究者提出,随着女性在数学学习中处境的改善,对男女生数学成绩差距的关注点已经从均值转移到成绩分布的两端(低分和高分群体),特别是拔尖群体,即虽然在(高等教育之前的)平均成绩上男女生之间已经相差无几,但数学最出色的群体中男多女少的局面还未有太多的改变(Halpern et al., 2007)。不过,我们认为对国内男女生数学成绩均值差的关注依

---

① 有研究者比较了 CEPS 首轮中男生和女生的数学期中考试成绩差异及影响因素,提出女生父母比男生父母更高的教育期望以及女生的高度自律性可以帮助她们克服性别刻板印象的负面作用,国内应试教育的特性也加大了女生通过努力练习取得良好成绩的可能性(陈彬莉、白晓曦, 2020)。

然是有价值的,因为我们在此方面的研究积累还很不足,还不是很清楚男女生数学差距从小学到高中的确切变动趋势以及背后的影响机制,也并不是很明白女生被筛出 STEM 领域的过程与影响因素。因此,当国外的研究者关注的问题逐渐开始从“女性为什么不能够”变成“女性为什么不愿意”进入 STEM 专业学习或者就业时,我们还需要努力解决“为什么不能够”的问题。

总之,教育的性别平等不仅仅是最终教育获得的平等,也是机会、态度和心灵的平等,使得男生和女生在接受教育的过程中获得相同的鼓励和对待,拥有相同的机会发展和追随自己的兴趣,并最大限度地发挥自己的聪明才智。对于国内的年轻一代来说,虽然在教育资源的分配和教育的最终获得方面基本已经达到性别平等,但在教育过程中依然存在着(至少在性别态度上的)不平等,限制了他们对自己未来专业发展的期待和选择,特别是使得女生在 STEM 领域的选择面前主动或被动却步。就本文的研究来看,如果要促进女性更多地进入 STEM 相关专业和职业,需要从改变家长和学生对待数学的性别态度做起,扭转他/她们“数学是男性的领域”的观念,树立起女生对于数学学习的自信,并激发她们的学习兴趣。当然,女性是否愿意以及能够进入 STEM 相关专业或者职业,还涉及许多其他的影响因素,比如工作的特征、对待家庭的态度和劳动力市场的歧视等等,这是后续研究所需要讨论的问题。但无论如何,既然数学是通往星辰大海的密钥,社会亦应该鼓励和信任女性参与寻找这把密钥,让她们有机会欣赏星辰大海的壮阔与优美,也以此为中国未来的科技发展储备更多的人力,并进一步改善和提高中国教育性别平等的质量。

#### 参考文献:

- 陈彬莉、白晓曦,2020,《女孩的数学成绩何以优于男孩?——基于 CEPS 2013 年的基线调查数据》,《中国研究》第 1 期。
- 崔明、Edmond R. Venator,2008,《传统固有观念的心理暗示与中国学生的测试表现》,《社会》第 5 期。
- 关丹丹,2017,《我国中学生数学成绩的性别差异研究——基于 PISA2009、2012 和 2015 测试》,《数学通报》第 9 期。
- 国家统计局社会科技和文化产业统计司、科技部创新发展司,2020,《2019 年中国科技统计年鉴》,北京:中国统计出版社。
- 郭剑雄、刘琦,2013,《生育率下降与中国农村女孩教育的逆歧视性增长》,《思想战线》第 4 期。
- 聂景春、庞晓鹏、曾俊霞、龙文进,2016,《农村儿童兄弟姐妹的影响研究:交流互动或资源稀释?》,《人口学刊》第 6 期。
- 王素,2017,《〈2017 年中国 STEM 教育白皮书〉解读》,《现代教育》第 7 期。
- 王卫东主编,2016,《中国教育追踪调查概况》,北京:中国社会科学出版社。

- 吴亚珺,2016,《我国数学学习性别差异研究的特点与趋势》,《教育教学论坛》第18期。
- 叶宏,2011,《基于高考数据的数学学习性别差异研究》,《现代教育科学》第6期。
- 张定强、张怀德,2003,《中学生数学学习中的性别差异研究》,《数学教育学报》第1期。
- 张克中、陶东杰、江求川,2013,《中国农村子女教育同胞竞争效应研究》,《教育与经济》第6期。
- 张月云、谢宇,2015,《低生育率背景下儿童的兄弟姐妹数、教育资源的获得与学业成绩》,《人口研究》第4期。
- 钟君,2014,《天津学生数学学习的性别差异——来自 PISA 的结果》,《天津师范大学学报(基础教育版)》第4期。
- Baker, David P. & D. P. Jones 1993, "Creating Gender Equality: Cross-national Gender Stratification and Mathematical Performance." *Sociology of Education* 66(2).
- Ceci, Stephen J., D. K. Ginther, S. Kahn & W. M. Williams 2014, "Women in Academic Science: A Changing Landscape." *Psychological Science in the Public Interest* 15(3).
- Chu, Y. Cyrus, Y. Xie & R. Yu 2007, "Effects of Sibship Structure Revisited: Evidence from Intrafamily Resource Transfer in Taiwan." *Sociology of Education* 80(2).
- Correll, Shelley J. 2001, "Gender and the Career Choice Process: The Role of Biased Self-Assessments." *American Journal of Sociology* 106(6).
- Ding, Weili & S. F. Lehrer 2007, "Do Peers Affect Student Achievement in China's Secondary Schools?" *The Review of Economics and Statistics* 89(2).
- Fong, Vanessa L. 2002, "China's One-Child Policy and the Empowerment of Urban Daughters." *American Anthropologist* 104(4).
- Guiso, Luigi, F. Monte, P. Sapienza & L. Zingales 2008, "Culture, Gender, and Math." *Science* 320.
- Halpern, Diane, C. P. Benbow, D. C. Geary, R. C. Gur, J. S. Hyde & M. A. Gernsbacher 2007, "The Science of Sex Differences in Science and Mathematics." *Psychological Science in the Public Interest* 8(1).
- Hyde, Janet S. & J. E. Mertz 2009, "Gender, Culture, and Mathematics Performance." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106(22).
- Ing, Marsha 2014, "Can Parents Influence Children's Mathematics Achievement and Persistence in STEM Careers?" *Journal of Career Development* 41(2).
- Inglehart, Ronald F., E. Ponarin & R. C. Inglehart 2017, "Cultural Change, Slow and Fast: The Distinctive Trajectory of Norms Governing Gender Equality and Sexual Orientation." *Social Forces* 95(4).
- Lavy, Victor & E. Sand 2018, "On the Origins of Gender Human Capital Gaps: Short-and Long-Term Consequences of Teachers' Stereotypical Biases." *Journal of Public Economics* 167(2).
- Legewie, J. & T. A. DiPrete 2012, "School Context and the Gender Gap in Educational Achievement." *American Sociological Review* 77(3).
- Li, Qing 1999, "Teachers' Beliefs and Gender Differences in Mathematics: A Review." *Educational Research* 41(1).
- Lindberg, Sara M., J. S. Hyde, J. L. Petersen & M. C. Linn 2010, "New Trends in Gender and Mathematics Performance: A Meta-Analysis." *Psychological Bulletin* 136(6).
- Mackie, Diane M., D. L. Hamilton, J. Susskind & F. Rosselli 1996, "Social Psychological Foundations of

- Stereotype Formation.” In N. C. Macrae, C. Stangor & M. Hewstone (eds.), *Stereotypes and Stereotyping*. New York: Guilford.
- Marx, David M. & J. S. Roman 2002, “Female Role Models: Protecting Women’s Math Test Performance.” *Personality and Social Psychology Bulletin* 28(9).
- Mok, M. M. C., K. J. Kennedy & P. J. Moore 2011, “Academic Attribution of Secondary Students: Gender, Year Level and Achievement Level.” *Educational Psychology* 31(1).
- Niederle, Muriel & V. Lise 2010, “Explaining the Gender Gap in Math Test Scores: The Role of Competition.” *The Journal of Economic Perspectives* 24(2).
- Nollenberger, Natalia, R-P. Núria & S. Almudena 2016, “The Math Gender Gap: The Role of Culture.” *The American Economic Review* 106(5).
- Nosek, Brian A., F. L. Smytha, N. Srirama et al. 2009, “National Differences in Gender-science Stereotypes Predict National Sex Differences in Science and Math Achievement.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106(26).
- Palardy, Gregory J. 2013, “High School Socioeconomic Segregation and Student Attainment.” *American Educational Research Journal* 50(4).
- Parish, William L. & R. J. Willis 1993, “Daughters, Education, and Family Budgets Taiwan Experiences.” *The Journal of Human Resources* 28(4).
- Penner, Andrew M. 2008, “Gender Differences in Extreme Mathematical Achievement: An International Perspective on Biological and Social Factors.” *American Journal of Sociology* 114(S1).
- Raabe, Isabel J., Z. Boda & C. Stadtfeld 2019, “The Social Pipeline: How Friend Influence and Peer Exposure Widen the STEM Gender Gap.” *Sociology of Education* 92(2).
- Riegle-Crumb, Catherine, G. Farkas & C. Muller 2006, “The Role of Gender and Friendship in Advanced Course Taking.” *Sociology of Education* 79(3).
- Salikutluk, Zerrin & S. Heyne 2017, “Do Gender Roles and Norms Affect Performance in Maths? The Impact of Adolescents’ and Their Peers’ Gender Conceptions on Maths Grades.” *European Sociological Review* 33(3).
- Smith, Jessi L. & C. S. Johnson 2006, “A Stereotype Boost or Choking under Pressure? Positive Gender Stereotypes and Men Who Are Low in Domain Identification.” *Basic and Applied Social Psychology* 28(1).
- Spencer, Steven J., C. M. Steele & D. M. Quinn 1999, “Stereotype Threat and Women’s Math Performance.” *Journal of Experimental Social Psychology* 35(1).
- Tsui, Ming & L. Rich 2002, “The Only Child and Educational Opportunity for Girls in Urban China.” *Gender & Society* 16(1).

作者单位:中国人民大学社会学系、社会学理论与方法研究中心(谢桂华)  
北京市朝阳区小红门乡政府(刘昕毓)

责任编辑:杨可