

# STEM性别平等悖论是否存在？

蔡星颖

福建师范大学心理学院，福建 福州

收稿日期：2022年9月14日；录用日期：2022年10月20日；发布日期：2022年10月27日

---

## 摘要

STEM领域性别单一化成为全球面临的问题。STEM性别平等悖论指性别越平等的地区，STEM的性别差异越大。悖论的提出与争议均来自对PISA历年调查数据的分析，而PISA的调查数据来自中国有限的几个发达城市。我们将从悖论提出的近端因素、远端因素以及中心思想，深入分析悖论的不合理依据。因此，STEM性别平等悖论还有待进一步研究证实。

## 关键词

STEM，性别刻板印象，经济水平

---

# Does STEM Gender Equality Paradox Exist?

Xingying Cai

School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: Sep. 14<sup>th</sup>, 2022; accepted: Oct. 20<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 27<sup>th</sup>, 2022

---

## Abstract

Gender singularization in stem field has become a global problem. The paradox of stem gender equality means that the more equal the gender, the greater the gender difference in stem. The paradox and controversy come from the analysis of Pisa survey data over the years, and Pisa survey data come from a limited number of developed cities in China. We will deeply analyze the unreasonable basis of the paradox from the near end factor, the far end factor and the central idea proposed by the paradox. Therefore, the paradox of stem gender equality needs further research and confirmation. The research results provide enlightenment for China to further carry out education and intervention on adaptive behavior of children with autism in the future.

## Keywords

STEM, Gender Stereotypes, Economic Level

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)学科是人类认识世界、改造世界、解决社会问题的重要工具[1]。2006年1月31日,美国总统布什公布了《美国竞争力计划》,他提出STEM人才培养是全球竞争力的关键;73届国际技术教育大会于2011年3月24日至26日在美国举行,会议主题为“准备STEM劳动力:为了下一代”;2016年中国教育部出台的《教育信息化“十三五”规划》明确指出探索STEM教育的重要性。STEM学科人才对社会发展的巨大推动力,使其成为教育界的重点研究主题。

国内外调查发现,男生往往在STEM学科表现更好,STEM领域的从业人员也都以男性为主[2][3][4]。世界经济合作与发展组织(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)成员国中,数学和工程学学位的女性平均占比25% [5];苹果、谷歌、微软等公司的女技术员仅占20%左右,人工智能的研发人员女性只有10%到15% [6];国内中小学男生对STEM的学习态度比女孩子更积极[7]。因此,STEM普遍被认为是男性的领域,中国也有“男学理、女学文”的传统说法。

现有领域内专家提出STEM教育存在性别平等悖论,即性别越平等的地区,STEM领域内的女性越少,这无疑与人们的普遍认知相矛盾。本文深入研究STEM性别平等悖论的提出依据,逐一分析其合理性,最终对STEM存在的合理性提出质疑。

## 2. STEM 性别平等悖论

### 2.1. 悖论的由来

为了衡量世界各国性别差异水平,世界经济论坛于2006年首次发表了《全球性别差异报告》,往后每年发表一次。通过调查统计,以健康、教育、政治参与、经济水平四个领域的性别差距综合评估形成全球性别差异指数(Global Gender Gap Index, GGGI) [8]。性别差异指数范围从0.0至1.0,数值越接近1.0表明该国性别差异越小。GGGI涵盖了全球93%以上人口的136个国家,是目前世界上使用最多的性别差异数据[9]。

那么,STEM领域的性别差异与GGGI是否有关联?通常人们认为性别越平等的国家,各方面的性别差异应该越小,包括STEM领域。然而,Stoet和Geary [10]提出STEM领域存在“性别平等悖论”:性别更加平等、经济更发达的国家,STEM专业的性别差异越大。他们使用联合国教科文组织(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO) (<http://data.uis.unesco.org>)发布的2012到2015年STEM学科毕业生数据,发现女性相对占比与GGGI呈显著负相关, $r_s = -0.47, p < 0.001$  [10]。悖论认为有两个因素造成这种异常结果:近端因素是个人优势科目和学科态度,远端因素是社会背景。近端因素的分析数据全部来自PISA (The Program for International Student Assessment)的结果。PISA是

OECD 开展的一项国际学生能力评估计划，内容包括数学、科学和阅读的能力测试以及相关问卷。

## 2.2. 悖论的成因

### 2.2.1. 近端因素

个人优势科目是通过 PISA 能力测试的原始分数转化成标准  $z$  分数后，与平均数相减得出每个科目的相对优势，得分最高的科目成为该生的优势科目。Stoet 和 Geary [10] 计算得出，几乎所有国家，科学和数学都是男生的优势科目，而阅读是女生的优势科目。同时，GGGI 指数越高的国家，个人优势科目的性别差异越大，即在性别越平等的国家，男生的数学和科学优势越大，女生的阅读优势越大。根据期望价值理论，个体的动机来自于他对任务成功可能性的期待[11]，那么学生有可能会基于自己的优势科目选择今后的专业。GGGI 指数越高的国家，男生的数学和科学优势越大，将有更多男生选择 STEM 领域；女生的阅读优势越大，这里会有更多女生选择阅读类工作。最终加剧了 STEM 领域的性别差异，形成悖论现象。

### 2.2.2. 远端因素

远端的社会背景因素，数据采自联合国开发计划署每年向各国发布的总体生活满意度问卷(Overall life satisfaction, OLS)、GGGI 和 STEM 毕业生性别占比。Stoet 和 Geary [10] 提出 OLS 在 GGGI 和 STEM 毕业生性别占比间起部分中介的作用，部分中介效应 = 0.35,  $p = 0.013$ 。性别越平等的国家，往往经济越发达，总体生活满意度越高( $rs = -0.55, p < 0.01$ )。国民在拥有较好的经济条件和安全的社会环境时，职业选择的自由度更大。但是，GGGI 低的国家，通常经济落后，总体生活满意度低，高薪的 STEM 职业在当地吸引力更大，导致这些国家有更多的女性进入 STEM 职业，缩小了 STEM 领域的性别差异。

## 2.3. 关于悖论的争议

STEM 性别平等悖论一经提出就引起众多学者的积极讨论，既有赞同也有反对。Breda, Jouini, Napp and Thebault [12] 认为可以使用性别刻板印象来解释 STEM 性别平等悖论。结合 GGGI 和 PISA2012 数学态度问卷的结果发现，性别越平等的国家，数学与男生的联系越紧密，即 STEM 性别刻板印象越深刻，而 STEM 性别刻板印象会使女性表现下降[13]-[18]。那些性别越平等的国家，性别刻板印象更严重[12]，女性的 STEM 能力更低，这将扩大 STEM 领域的性别差异，导致悖论。

哈佛大学 Richardson, Reiches, Bruch, Boulicault, Noll 和 Shattuck-Heidorn [19] 认为 STEM 性别平等悖论的依据不可靠，悖论不存在。第一，UNESCO 发布的数据是 STEM 毕业女性的绝对占比，Stoet 将其转化为相对占比，但 GGGI 并非相对占比数据，因此二者是不同水平的数据，不能进行相关分析。第二，GGGI 是依据某些特定指标对各国的男女平等程度进行排名，没有涉及教育机会、社会支持等是否公平，其本质上与 STEM 毕业女生占比也毫无关联。第三，把 GGGI 换成 BIGI (Basic Index of Gender Inequality) 后，STEM 毕业女性比例与地区的性别平等程度没有显著关系， $rs = -0.075, p = 0.518$ ，说明悖论不具有普遍意义。因此，悖论只是特定数据经过特定的计算方式才得出的巧合，国家性别平等程度和 STEM 领域的性别差异不存在显著相关。

Stoet 和 Geary [20] 针对 Richardson 等人[19] 的质疑也做出了回应：首先，即使直接采用 STEM 毕业女生的绝对占比数据，也与 GGGI 显著负相关， $rs = -0.42, p = 0.02$ ；其次，BIGI 只是简单测量了幸福感的性别差异，没有关注政治参与和劳动力分配，与 STEM 毕业女性占比无关，二者不能做相关分析；最后，条件优越的环境会扩大男人和女人的先天差异，这一现象早有其他学者提出[21]。总之，悖论认为先天因素导致 STEM 领域更适合男性。在性别更平等的地区，人们的选择更自由，更有可能依据自己的天性选择专业，那么 STEM 领域的性别差异就越大。

### 3. 悖论的局限性

#### 3.1. 远端因素

Stoet 提出一个中介模型来解释远端社会因素促进悖论形成：性别不平等的国家，人民总体生活满意度低，这会促进人们追求高薪的 STEM 职业，进而缩小性别差异。但是，总体生活满意度并不是一个很好的中介。总体生活满意度与经济条件相关，而性别越平等的往往是福利好的国家，经济条件高。因此，他们分析的总体生活满意度中介模型，或许只是性别平等、经济发达的结果，与 STEM 领域的性别差异无关。并且，根据社会角色假说，经济越发达、性别越平等，将带来性别偏好差异的减小，这也与悖论的趋势相反。同时，STEM 领域需要花大量金钱购买设备、学习高精尖技术。经济条件差的地区，人们若追求高薪岗位，更可能选择那些不需要专业设备的工作，例如金融、律师、医生等职业，薪酬向来很高，且并不属于 STEM 领域。因此，Stoet 以总体生活满意度的部分中介效应，来解释 GGGI 和 STEM 毕业生性别差异之间的关系，是不合理的。

#### 3.2. 近端因素

首先，悖论中学生的个人优势学科是以 PISA 成绩为基础，但 PISA 成绩并不能恰当代表一个国家的真实水平。以中国为例，2015 年上海、北京、江苏和广东四个地区代表中国大陆参加 PISA 测评，能力测试总分居世界第 10。2018 年上海、北京、江苏和浙江参评，总分跃至世界第 1。仅仅是换了其中一个省份，排名即发生了巨大变化，说明 PISA 取样对结果影响巨大。并且中国这四个省份是国内发展最好的地区，教育资源最优渥，该地区学生的能力远高于中国的平均水平。即使 PISA 测试要求严格抽样，尽量使每个层面的学校参与其中。但测评方法采用计算机线上考试，拥有计算机设备的中学一般是经济水平较高的地区，落后地区学校没有条件参加测评。所以，我们要客观看待 PISA 的结果，不能直接将其视为这个国家的整体能力水平。

其次，国家的 GGGI 与 PISA 数据可能不匹配，二者的相关没有意义。中国参评的四个省份经济发达，性别平等程度也高。但 2015 年中国 GGGI 指数仅 0.682，位列 145 个国家中的第 91 位[22]，处于世界平均水平的中下游。显然，中国的 GGGI 指数与中国 PISA 参评地区不匹配，无法做相关分析。Stoet [23] 在后来更正里提到，中国并不直接采用 GGGI 指数，但他也没有说明中国的数据如何处理。本次更正只提到中国参评四省市不能代表整个中国，而其他国家也可能出现相同的取样问题却被忽略。并且 GGGI 只是性别差异的结果，指数高并不能代表这个国家教育、职业的性别平等程度。如果受教育机会更平等的地区，STEM 毕业生的性别差异更大的话，才可构成悖论。

#### 3.3. 先天论

悖论的中心思想认为 STEM 性别单一化是天生的偏好[10]。其实，男性和女性表现出的能力差异更多是由于社会环境导致并非天性[17] [18] [24]。目前许多研究表明，女性在 STEM 领域代表性不足，主要是因为受到了刻板印象威胁[17] [18]：不论是学习还是工作，男性天生更适合 STEM 领域，女性不适合[17] [18]。处于这种刻板印象的社会环境，女性的 STEM 表现会显著下降，并且随着刻板印象的加深，表现也越来越差[13] [14] [15] [16]。结合我们的生活经验，从小学到大学，数学、物理等理科成绩优异的学生似乎大多数是男生，这容易让人产生男性具有先天优势的想法。其实，在入学之前，性别刻板印象可能已经侵害了女生的理科能力。由于成人不喜欢违反性别刻板印象的幼儿，孩子们很小就形成了性别刻板印象[25] [26] [27]。当这些女生在学习 STEM 专业遇到困难时，她们使用性别刻板印象来解释，认为自己学不好是性别决定的，时间久了，成绩只会越来越差，兴趣也越来越低[28]。因此，男生和女生的实际表

现越来越符合性别刻板印象，人们也就越相信这些差异是天生的。

#### 4. 总结

社会科技飞速发展，对 STEM 领域人才的需求也日益迫切。当前最便捷、有效的方法即是鼓励女性进入 STEM 行业，快速补充以往女性人才的缺口。但新近的 STEM 教育性别平等悖论不仅颠覆了我们现有的认知，也动摇了性别平等工作者的信心。基于此，通过分析悖论的产生原因，发现了其中的局限性，并一一反驳了性别平等与 STEM 女性参与二者的不合理关系。这不仅是矫正对 STEM 领域性别差异的错误认知，也极大鼓励了性别平等的推动工作，有助于社会大众更全面、客观地认识 STEM 领域，积极探索性别单一化的现实因素。

#### 参考文献

- [1] 秦瑾若, 傅钢善. STEM 教育: 基于真实问题情景的跨学科式教育[J]. 中国电化教育, 2017(4): 67-74.
- [2] 袁磊, 赵玉婷. 小学女生在 STEM 教育中的学习差异及对策研究[J]. 中国电化教育, 2017(6): 73-79.
- [3] Master, A. and Meltzoff, A. (2020) Cultural Stereotypes and Sense of Belonging Contribute to Gender Gap in STEM. *International Journal of Gender, Science and Technology*, **12**, 152-198.
- [4] Latimer, J., Cerise, S., Ovseiko, P.V., et al. (2019) Australia's Strategy to Achieve Gender Equality in STEM. *The Lancet*, **393**, 524-526. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32109-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32109-3)
- [5] Stoet, G. and Geary, D.C. (2018) The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Psychological Science*, **29**, 581-593.
- [6] West, M., Rebecca, K. and Chew, H.E. (2019) I'd Blush If I Could. EQUALS. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>
- [7] 陈凯, 陈淋, 陈悦. 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, 2019(4): 92-102.
- [8] Hausmann, R., Tyson, L.D., Zahidi, S., et al. (2006) The Global Gender Gap: Report 2006. World Economic Forum, Geneva, 25(100), 41-70.
- [9] Marsters, T.H. (2013) The Global Gender Gap: Report 2013. World Economic Forum, Geneva, 25(100), 41-70.
- [10] Stoet, G. and Geary, D.C. (2018) The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Psychological Science*, **29**, 581-593. <https://doi.org/10.1177/0956797617741719>
- [11] Eccles, J., et al. (2002) Motivational Beliefs, Values, and Goals. *Annual Review of Psychology*, **53**, 109-132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- [12] Breda, T., Jouini, E., Napp, C., et al. (2020) Gender Stereotypes Can Explain the Gender-Equality Paradox. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **117**, 31063-31069. <https://doi.org/10.1073/pnas.2008704117>
- [13] O'Brien, L.T. and Crandall, C.S. (2003) Stereotype Threat and Arousal: Effects on Women's Math Performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, **29**, 782-789. <https://doi.org/10.1177/0146167203029006010>
- [14] Logel, C., Walton, G.M., Spencer, S.J., et al. (2009) Interacting with Sexist Men Triggers Social Identity Threat among Female Engineers. *Journal of Personality and Social Psychology*, **96**, 1089-1103. <https://doi.org/10.1037/a0015703>
- [15] Canning, E.A., Muenks, K., Green, D.J., et al. (2019) STEM Faculty Who Believe Ability Is Fixed Have Larger Racial Achievement Gaps and Inspire Less Student Motivation in Their Classes. *Science Advances*, **5**, eaau4734. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau4734>
- [16] Lungwitz, V., Sedlmeier, P. and Schwarz, M. (2018) Can Gender Priming Eliminate the Effects of Stereotype Threat? The Case of Simple Dynamic Systems. *Acta Psychologica*, **188**, 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.05.010>
- [17] Ellemers, N. (2018) Gender Stereotypes. *Annual Review of Psychology*, **69**, 275-298. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011719>
- [18] Peck, T.C., Doan, M., Bourne, K.A., et al. (2018) The Effect of Gender Body-Swap Illusions on Working Memory and Stereotype Threat. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, **24**, 1604-1612. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2793598>
- [19] Richardson, S.S., Reiches, M.W., Bruch, J., et al. (2020) Is There a Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM)? Commentary on the Study by Stoet and Geary (2018). *Psychological Science*, **31**,

- 
- 338-341. <https://doi.org/10.1177/0956797619872762>
- [20] Stoet, G. and Geary, D.C. (2020) The Gender-Equality Paradox Is Part of a Bigger Phenomenon: Reply to Richardson and Colleagues (2020). *Psychological Science*, **31**, 342-344. <https://doi.org/10.1177/0956797620904134>
- [21] Costa, P.T., Terracciano, A. and McCrae, R.R. (2001) Gender Differences in Personality Traits across Cultures: Robust and Surprising Findings. *Journal of Personality and Social Psychology*, **81**, 322-331. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.81.2.322>
- [22] Convergences, C. (2015) The Global Gender Gap: Report 2013. World Economic Forum, Geneva, 25(100), 41-70.
- [23] Stoet, G. (2019) Corrigendum: The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Psychological Science*, **31**, 110-111. <https://doi.org/10.1177/0956797619892892>
- [24] Cheryan, S. and Markus, H.R. (2020) Masculine Defaults: Identifying and Mitigating Hidden Cultural Biases. *Psychological Review*, **127**, 1022-1052. <https://doi.org/10.1037/rev0000209>
- [25] Vander Heyden, K.M., Van Attevelde, N.M., Huizinga, M., *et al.* (2016) Implicit and Explicit Gender Beliefs in Spatial Ability: Stronger Stereotyping in Boys than Girls. *Frontiers in Psychology*, **7**, Article No. 1114. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01114>
- [26] Bian, L., Leslie, S.J. and Cimpian, A. (2017) Gender Stereotypes about Intellectual Ability Emerge Early and Influence Children's Interests. *Science*, **355**, 389-391. <https://doi.org/10.1126/science.aah6524>
- [27] Sullivan, J., Moss-Racusin, C., Lopez, M., *et al.* (2018) Backlash against Gender Stereotype-Violating Preschool Children. *PLOS ONE*, **13**, e0195503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195503>
- [28] Burkley, M., Andrade, A. and Burkley, E. (2016) When Using a Negative Gender Stereotype as an Excuse Increases Gender Stereotyping in Others. *The Journal of Social Psychology*, **156**, 202-210. <https://doi.org/10.1080/00224545.2015.1090945>