

我国基础教育学生数学焦虑与 数学学业表现关系研究

——基于68篇中文文献的元分析

刘怡轩 胡浩博 郭 衍

(北京师范大学 数学科学学院, 北京 100875)

摘要: 众多研究表明, 数学焦虑是负面影响学生数学表现的主要因素。考虑到我国文化和学生学习情况有异于西方的特殊性, 为进一步探索我国基础教育学生的状况, 有针对性地收集了近20年内68篇国内相关文献, 共包含161 596个学生样本, 基于随机效应模型, 对73个效应量进行汇总, 得到了我国基础教育学生数学焦虑与学业表现的相关系数为-0.311, 属于中等强度的负相关。通过对调节变量的分析发现: 从地域来看, 中部地区的学生数学焦虑与成绩的负相关性更强; 从考试类型来看, 高利害考试相关性更强; 从学段来看, 各个学段间无显著差异。研究为减轻学生数学学业焦虑、提升数学学业表现提供建议, 也为相关的研究提供效应量以供参考。

关键词: 元分析; 数学焦虑; 数学学业表现; 调节效应

中图分类号: G623.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-1298(2024)02-0165-14

DOI: 10.14082/j.cnki.1673-1298.2024.02.014

一、引言

随着我国教学改革对情感态度价值观的持续重视, 学习情绪成为基础教育阶段学生心理健康被重点关注的内容, 《国家义务教育质量监测方案》也将学生的学习情绪纳入义务教育质量的监测范围内^[1]。在学科教学方面, 对学生学习情绪的关注也变得尤为重要。在哈特(Hart)提出的数学情感三层次模型中, 数学焦虑行为是其中一个重要因素^[2], 焦虑情绪也可能是学生在数学学习活动中所经历频次最高的负面情绪^[3]。数学焦虑是指学生面对数学、数学问题或数学情境时, 产生的畏惧、紧张、担忧等负面情绪。具有数学焦虑的学生即使在面对

收稿日期: 2022-03-01

作者简介: 刘怡轩(1995—), 男, 辽宁人, 北京师范大学数学科学学院博士研究生, 主要从事数学教育研究, E-mail: liu_yx@qq.com; 胡浩博(1998—), 女, 辽宁人, 北京市第三十五中学数学教师, 主要从事数学教育研究; 通信作者: 郭衍(1988—), 男, 江苏人, 北京师范大学数学科学学院副教授, 主要从事数学教育评价测量研究, E-mail: guokan@bnu.edu.cn。

基金项目: 国家社科基金2023年度教育学青年项目“基于跨学科问题解决的创造力评价框架及其数字化测评研究”(CHA230308)

简单的数学问题时,依然会出现心跳加速、紧张出汗等反应。^[4]在国内外诸多大型学生测评项目的调查报告中,影响学生数学学业成绩的因素众多,数学焦虑与学生数学学业表现往往呈现稳定的负相关,一直以来受到学术界的广泛重视。已有研究结果显示,我国学生数学焦虑情况不容乐观,2018年国家义务教育质量监测数学学习质量监测结果显示,有接近四分之一的四年级学生和五分之二

的八年级学生数学学习焦虑程度高或较高。^[5]数学焦虑普遍存在于各个年龄段学生,而且与其数学学业成绩的下降和数学学习的消极态度相关。^[6]目前在所有有关学生数学焦虑与数学学业表现关系的元分析中,均显示出二者存在着显著的负相关性,也就是说,更高水平的数学焦虑往往与更低水平的数学学业表现存在显著关联。尽管二者之间的机制暂不明确,但国内外学者普遍认为,数学焦虑过高与数学学业表现低下都不利于学生的长远发展。^[7]

在很多大规模的教育测量项目中,地域因素是诸多影响因素与数学学业成绩之间的关系模式差异的主要调节因素。受不同文化及背景影响,不同国家的学生有着不同的特点,而我们国家的教育环境有着异于西方国家的特别之处,学生数学焦虑与数学成绩的相关性上也是如此。比如 PISA2012 数据显示,在我国上海和香港,数学学业表现最为落后的学生,二者负相关性更强,这与大部分的国家 and 地区情况恰恰相反。目前已有的学生数学焦虑和学业成绩关系的元分析研究,其样本主要针对欧美地区,其研究结果较难迁移至我国学生,特别是在数学焦虑这一概念本土化的研究过程中,测量方式也进行着本土化的开发和完善。因此有必要针对国内样本进行进一步整合,选取一些具有实践价值和现实意义的调节变量进行分析,从整体和区域的角度对我国学生数学焦虑与学业表现相关性的情况作进一步探究和分析,以期为教育教学实践工作提供强有力的证据支持与决策建议。

二、文献综述

(一) 学生数学焦虑测量的发展

自数学焦虑概念诞生起,其测量就备受关注,学生数学焦虑测量的工具多采用自陈量表,询问学生在面对涉及数学的情况时的感受。其中影响最为广泛的是由理查德森(Richardson)和苏因(Suinn)于1972年开发的98项数学焦虑测试量表(Mathematics Anxiety Rating Scale,简称MARS)^[8],MARS所测量的学生数学焦虑是单一维度的,这也反映了当时对数学焦虑结构的认识单维性。随后的越来越多的研究者指出数学焦虑内部应该是具有多元结构的,并设计开发了相关量表。维格菲尔德(Wigfield)和米斯(Meece)^[9]与霍(Ho)^[10]将数学焦虑划分为认知维度和情绪维度。认知维度包括对失败的预期后果,以及对自己的表现和失败的预期后果的想法;情绪维度代表了个人在学术和每个生活场景中执行数学任务时出现的负面情绪和身体唤醒,如感到紧张、恐惧和不愉快的生理反应。此外还有一种划分是将学生数学焦虑依据任务目标划分为:数学学习焦虑和数学评价焦虑。数学学习焦虑是指学生在数学课堂上或从事数学任务时感

到焦虑不安;数学评价焦虑则是指学生在参加数学考试或在别人面前做数学题时感到焦虑不安。^[11]

尽管基于不同理论的数学焦虑测量工具在区分学生数学焦虑上存在着差异,但几乎所有数学焦虑量表在数学焦虑的定义上都强调三个方面:测试、课堂与数值焦虑。^[12]

(二)已有元分析的概述

目前有关学生数学焦虑与数学学业成绩的元分析研究共有6篇,且主要集中于西方样本,其概况如表1所示。整体来看,尽管不同元分析之间的文章数目与效应量数目有差距,但主效应都呈现出中等效度的相关性,相关系数整体上都集中在-0.3左右。另外还可以发现,同类研究主要集中于2019年之后,并且元分析对象主要聚焦近二三十年来的相关研究。

表1 已有学生数学焦虑与数学学业表现相关性的元分析

第一作者 (年份)	数据库	文献时间跨度	相关系数	文章数	样本量	调节因子
Hembree (1990) ^[13]	Dissertation Abstract, Psychological Abstracts, ERIC	1990年之前	[-0.40, -0.25]	77		年级、性别、数学测试内容和模式
Ma (1999) ^[14]	ERIC, PSY, DAI, International ERIC	1975—1992年	-0.27	26	37	年级、性别、种族*、数学焦虑测量量表、数学测试类型*、是否发表*、发表类型、发表年份
Namkung (2019) ^[15]	PsycINFO, ProQuest, ERIC, MEDLINE, Cochrane	2018年之前	-0.34	131	478	年级、测试顺序、发表类型、数学焦虑测量维度*、数学测试难度*、数学测试利害性*
Zhang (2019) ^[16]	Google Scholar, ERIC, EBSCO, Web of Science, ProQuest, PsycINFO, PsycARTICLES, PsycCRITIQUES	2000—2019年	-0.32	84	95	年级*、性别、地理位置*、数学焦虑测量量表、数学测试内容*、数学测试模式*
Barroso (2021) ^[17]	PsycINFO, Educational Resources Information Center, Medline, ProQuest	1992—2018年	-0.28	232	747	年级*、性别、地理位置、种族、教师数学焦虑、学生数学能力低下*、数学焦虑测量量表*、数学焦虑测量维度*、数学测试内容、数学测试模式*
Caviola (2021) ^[18]	Web of Science, Scopus, PubMed, Medline via Ovid, PsycINFO via Ovid	1990—2018年	-0.30	138	369	年级*、性别、数学测试内容*

注1:样本量指的是单独报告相关系数所对应样本的数量总和;注2:Hembree(1990)的研究并未提供样本量的信息;注3:带有*号表示研究者在该调节因子中,至少有两组在相关性上发现统计学上的显著差异。

在以往针对学生数学焦虑与数学学业表现的元分析研究中,主要关注的调节因子包括年级(年龄)、性别、地理位置、数学焦虑测量的有关变量、数学学业成绩测量的有关变量。除亨布雷(Hembree)外,其他学者都对调节因子的调节作用进行了统计检验。

1. 人口学变量的影响

就年级与年龄而言,有研究发现中学生的数学焦虑和数学学业表现的相关

关联更强,如巴罗索(Barroso)发现的显著性结论大多指向于中学的效应强于小学和大学,张(Zhang)发现高中强于初中强于大学强于小学,卡维奥拉(Caviola)则发现在中小学群体中相关性显著性强于成年人。但马(Ma)与南宫(Namkung)则都未发现不同学段间存在显著差异。

各元分析研究中,性别的调节作用分析结果比较一致,马(Ma)和巴罗索的研究发现男生和女生的样本中,数学焦虑和数学学业表现的相关是相似的,虽然卡维奥拉和亨布雷发现在相关系数上男生的略强于女生,但未检验出统计学意义的显著差异。

对于民族的分类,巴罗索未发现显著差异,马(Ma)发现了不同民族间的显著差异,但其效应差异非常微弱($\beta = -0.06, SE = 0.04$)。目前的元分析文献中地理位置差异基本是从大洲维度来进行划分的,巴罗索未发现各大洲的数据呈现显著差异,而张(Zhang)比较亚洲、北美和欧洲后,发现亚洲学生的负相关性最强。

2. 数学测试内容和类型的影响

对于数学学业测试的内容而言,大部分元分析研究指出学生数学焦虑和较高认知水平的数学学业测试表现的关联性更强。南宫发现相较于基础知识测试(如简单计算),学生的数学焦虑和内容较为复杂的数学测试表现(如代数几何、数学推理)的关联性更强;张(Zhang)发现同时测量问题解决与运算的数学测试要呈现出更强的相关性,仅测量数学问题解决的测试次之,仅运算测试的相关性最弱;卡维奥拉的发现显示数学应用测试的相关性强于数学运算测试,而基础知识的相关性最弱。

尽管多数研究都发现了数学测试类型的显著调节作用,但结论之间并不一致;马(Ma)与张(Zhang)发现学生数学焦虑和研究者或教师制定的小范围数学测试的相关性强于标准化测试。不过南宫按照考试对学生的利害性划分后,发现对学生更高利害的数学测试(诸如平均分绩点、课程等级与期末测试)和数学焦虑的相关性更强,显著强于诸如研究者制定测试等不记名非高利害测试。然而巴罗索发现是否为高利害测试的相关性不存在显著差异,但也发现了课程等级测试的相关性相对较弱。

3. 学生数学焦虑测量的影响

在不同元分析中,关于学生数学焦虑测量的有关变量的调节作用分析结论存在较大分歧。关于数学焦虑量表的调节作用分析,巴罗索仅在成人量表中发现不同类型的测试量表对于学生数学焦虑和数学学业表现的相关性存在显著的调节作用,在各类儿童量表中没有发现调节作用,其他学者都未发现量表间存在着统计学意义上的显著调节作用,特别是马(Ma)发现以 MARS 为基础的(改编)量表与非 MARS 量表之间在相关性上也无显著差异。

也有研究按照学生数学焦虑测量的内容维度进行分析,依据量表内容,从认知或情绪维度与学习或评价维度进行划分。南宫仅发现同时测量数学焦虑认知与情绪维度的研究($r = -0.39$),会比仅测量单一维度数学焦虑的研究与学生学业表现呈现更强的负相关性。但巴罗索没有发现这样的结论,而是发现仅测量学生数学焦虑认知维度的研究呈现最强的相关性。此外,尚未有直接证据说明

学生数学焦虑的学习或评价维度测量有显著的调节作用。

总的来说,在以往对学生数学焦虑与数学学业成绩相关性的元分析中,总效应方面基本一致,即使在不同调节变量的不同类别中,也几乎都发现了二者之间的显著的负相关性。但在每个调节变量的不同类别中,却存在着一些异同。对于性别和种族,均未发现显著差异;对于地域、年级,是否有显著性差异存在一定分歧;对于数学测试内容,在更复杂的数学测试中呈现出更强相关性,但对于“高利害”测试,南宫与巴罗索对于是否存在差异有着较大分歧;对于数学焦虑量表,几乎都未发现显著差异,但对于数学焦虑测量维度,针对两个分类中各个维度相关性的差异尚未达成一致结论。这也提示了针对我国样本进行进一步元分析的必要性,将为我国的数学教学和学生发展提供更加有具有适切性的实证依据和实践建议。

三、研究方法 with 过程

(一)检索与筛选过程

检索与筛选过程如图1所示,在2022年7月以“数学”“焦虑”“成绩”(或“成就”)以及这些词的组合作为主题词,分别在中国知网的学位论文和期刊文献中检索,发表时间截至2021年。共搜集到学位论文306篇,核心期刊与CSSCI期刊论文合计73篇(以下简称期刊论文)。

第一轮依据题录中的信息进行筛选,选出的论文在题录中需要包括数学焦虑和数学学业表现(或数学学业成绩、数学测验成绩)的有关测量,且为可能涉及相关分析的实证研究(包括均值检验和回归)。第一轮筛选后还剩期刊论文32篇,学位论文95篇。

第二轮依据论文的全文进行筛选与编码,筛选主要依据以下三个要求。

首先是针对数学焦虑的测量进行筛选。只纳入使用专门测量数学焦虑的量表(包括引用、改编或自制),或者是测量仅与数学直接相关的焦虑(例如数学学业情绪中的焦虑、数学考试焦虑)的研究。测量一般意义的焦虑和非数学相关的焦虑(如一般学习焦虑、考试焦虑等)的研究被排除在外。

其次是对数学学业表现的测量进行筛选。要求测量方式是由当地教育部门或教师或研究者实施的数学学科考试(或课程考试),其成绩需是通过教师阅卷得到的。相较于阅卷得到的分数,学生或教师自报的分数容易存在记忆偏差,准确性较低,故使用这种方式衡量学业表现的研究被排除在外。

最后是对相关系数进行筛选和计算。要求研究中提供的相关系数是针对所有已获得样本的分析,不可以是有选择的局部样本。为了避免过大的误差,排除了两个变量均为等级变量的情况。此外也纳入一些可以转化为相关系数的效应量并进行计算。

经两轮筛选后,两位编码人员独立编码,一致率96.92%,后协商达成一致。最终保留期刊论文22篇,学位论文46篇,合计68篇,共涉及效应量73个,合计样本共161596人。在筛选的基础上,针对效应量、样本量以及调节因子进行进一步的编码。

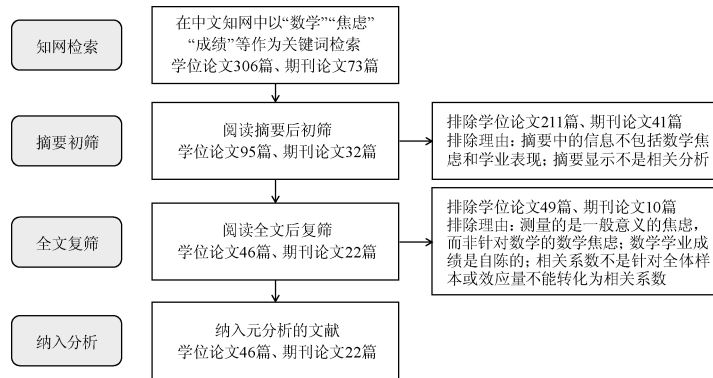


图1 检索与筛选流程图

(二) 调节因子编码

综合以往研究,本文选择以下调节因子进行编码:年级、地区(东、中、西部)、数学焦虑量表类型(担忧/情绪与学习/评价)和数学测试类型(高利害或非高利害测试)。以下对数学焦虑量表类型和数学测试类型做具体说明。

1. 学生数学焦虑量表类型

为了适应不同年龄段人群特征和侧重数学焦虑的不同维度,我国学者开发、选用和修订多种数学焦虑量表。数学焦虑量表的划分采取前文提到的两种分类模式:认知或情绪维度与学习或评价维度,对认知或情绪维度的划分主要依据南宮的分类方法^[17],而对学习或评价维度的划分则通过分析数学焦虑量表实现,检查各个选项中对学习焦虑与评价焦虑的涵盖情况,这样将所有数学焦虑量表按照两种划分维度进行分类,生成了表2。

表2 学生数学焦虑量表分类

变量	测量内容	常见量表	
担忧/情绪	担忧	无	
		MARS (Mathematics Anxiety Rating Scale)	
	情绪	MASC (Mathematics Anxiety Scale for Children)	
		AMAS (Abbreviated Math Anxiety Scale)	
担忧+情绪		PISA (Programme for International Student Assessment)	
		MAQ (The Mathematics Anxiety Questionnaire)	
		吴明隆 ^[19] 袁桂平 ^[20]	
学习/评价	学习	数学学业情绪类量表	
	评价	数学考试焦虑类量表	
	学习+评价		MARS
			MASC
			PISA
			AMAS
	吴明隆		
	袁桂平		

2. 数学测试类型

南宮的元分析表明,在西方国家高利害考试中中学生数学焦虑和数学表现的负面关联比低利害考试中更强。考虑到我国教育体制历来重视考试成绩的评价

功能以及学术界对考试压力相关因素的研究逐渐丰富,尤其值得对考试的利害水平的调节作用进行分析。

本研究对高利害测试(High-Stakes Test)的划分也主要参考南宮的标准,即对于学生个人的成绩评价有着较高影响的测试。一般这种考试的级别高于班级层面,比如具有一定规模的统一考试,包括期中、期末考试、中高考等,而其他类型的测试被归为非高利害测试,如由教育专家设计的用于科研用途的不记名测试等。高利害测试对于学生个人的学业评价有着更高的利害相关,影响课程评价、学业评价(包括教师和家长的态度的),甚至是升学。

(三)数据分析

数据分析时,首先将效应量 Cohen's d 、 β 、 t 、(ANOVA) F 依据公式转化为相关系数 r ^①,然后建立随机效应模型分析主效应和调节效应,借助 R 软件的 metafor 程序包作为数据处理工具。应用 Q 检验作为主效应与调节效应异质性检验的方法^[24],采用 Rosenthal's Fail-Safe N 、Rank 相关检验和 Egger 回归检验来分析是否存在着发表偏移。

四、研究结果

(一)整体结果

通过 Q 检验发现所有效应量的差异较大,拒绝了其来自于同一样本的原假设($Q = 3483.812$, $p < 0.001$),且统计值 I^2 很高($I^2 = 97.84\%$),反映出本研究所囊括的效应量之间存在较高的异质性,因而有必要进行进一步的调节效应分析。

表 3 学生数学焦虑与数学学业成绩相关性的主效应结果

文章数	样本量(k)	总人数(n)	效应量(r)	标准误(S. E.)	Z	P	95%置信区间	异质性检验		
								I^2 (%)	Q	p
68	73	161 596	-0.311	0.019	-16.902	<0.001	[-0.347, -0.275]	97.84	3483.812	<0.001

经过分析发现学生数学焦虑与数学学业表现的相关系数为-0.311,置信区间为[-0.347, -0.275],接近于中等程度相关,从图 2 中可以看到各个研究的效应量与置信区间。本研究的相关系数与表 1 中的相关系数接近,与巴罗索分析的 1992—2018 年的亚洲样本十分接近($r = -0.31$, 95%致信区间 = [-0.36, -0.25], $k = 103$)^[17],不过与张(Zhang)分析的 2000—2019 年的亚洲样本存在一定差距($r = -0.41$, 95%致信区间 = [-0.46, -0.35], $k = 23$)^[16]。

$$\textcircled{1} \quad r = \frac{d}{\sqrt{d^2 + \frac{N^2}{n_1 n_2}}} \quad (n_1 \text{ 和 } n_2 \text{ 分别代表两组样本的数量,且 } N = n_1 + n_2)^{[21]}$$

$$r = \beta + 0.05\lambda \quad (\text{当 } \beta \geq 0 \text{ 时, } \lambda = 1; \text{ 当 } \beta < 0 \text{ 时, } \lambda = 0)^{[22]}$$

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}} \quad (df \text{ 指的是 } t \text{ 检验的自由度})^{[23]}$$

$$r = \sqrt{\frac{F \cdot df_1}{F \cdot df_1 + df_2}} \quad (df_1 \text{ 和 } df_2 \text{ 分别对应组间和组内自由度})^{[23]}$$

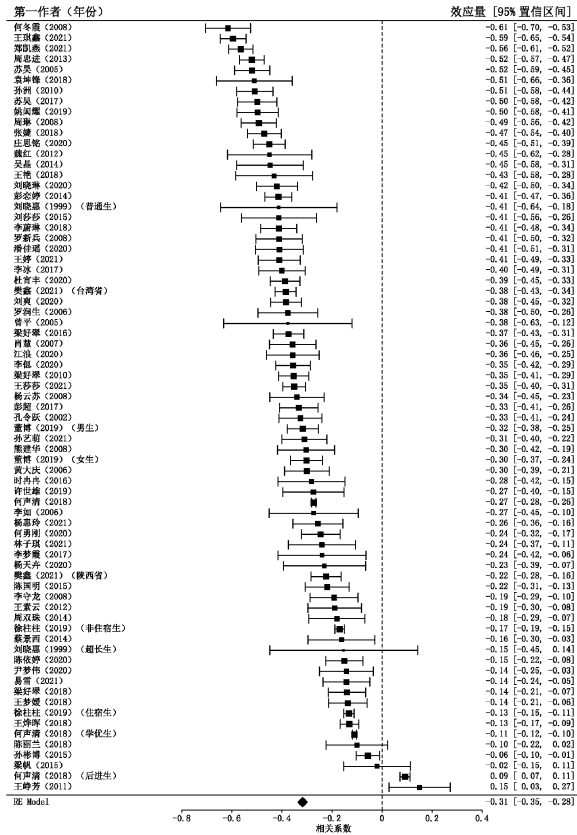


图 2 学生数学焦虑与数学学业成绩相关性研究的森林图①

(二) 调节效应分析

通过调节效应分析发现,相关性在数学测试类型之间存在着显著的差异,在地区间存在着显著的差异。(见表 4)从测试类型来看,在使用高利害测试的研究中,数学焦虑与数学学业表现的负相关性更强($r = -0.348, Q = 6.845, p = 0.009$);地区差异显著($Q = 6.838, p = 0.033$),中部地区负相关性最强,经 ANOVA 检验,中西部差异显著($p = 0.010$),中东部差异显著($p = 0.0437$),而东西部之间无显著差异($p = 0.342$)。不同年级之间和不同数学焦虑维度的量表之间的相关系数并无显著差异。

(三) 发表偏移检验

在发表偏移检验中,使用了 Rosenthal's Fail-Safe N、Rank 相关检验和 Egger 回归检验来检验每个效应量和标准误之间的关系。(见表 5)又进一步使用漏斗图(见图 3)和 Trim and fill 过程检验偏移程度。Fail-Safe N 中结果表明,需要至少增加 153 093 个反向样本,才能使得结果逆转,说明发表存在偏移的概率较小。Egger 回归的结果显示,未发现证据支持发表偏移($z = -0.142, p = 0.887$)。Rank 相关检验发现存在着一定的发表偏移(Kendall's tau = 0.229, $p = 0.004$)。漏斗图中效应值集中在漏斗的上方,且较为均匀地分布在漏斗的两侧,经 Trim and fill 过程进一步检验,未发现发表偏移。

① 对于同一篇文章中不同样本的效应量予以分别记录,并在作者后注释样本特征。

表 4 调节效应结果

调节因子	相关系数数量 (k)	相关系数 (r)	显著性 (p)	95%置信区间	相关系数差异 r (highest-lowestcategory)	差异性检验 (Q 检验)	显著性 P
地域					0.135	6.838	0.033
西部	17	-0.284	<0.001	[-0.351, -0.216]			
中部	13	-0.419	<0.001	[-0.497, -0.341]			
东部	33	-0.324	<0.001	[-0.373, -0.275]			
数学测试类型					0.096	6.845	0.009
高利害测试	41	-0.348	<0.001	[-0.393, -0.302]			
非高利害测试	27	-0.252	<0.001	[-0.307, -0.197]			
年级					0.013	0.083	0.960
1—6	16	-0.309	<0.001	[-0.389, -0.230]			
7—9	32	-0.300	<0.001	[-0.355, -0.245]			
10—12	15	-0.313	<0.001	[-0.396, -0.230]			
数学焦虑测量维度							
认知/情绪					0.021	0.0625	0.969
认知	2	-0.306	0.004	[-0.514, -0.097]			
情绪	26	-0.327	<0.001	[-0.386, -0.267]			
认知+情绪	36	-0.319	<0.001	[-0.367, -0.271]			
学习/评价					0.048	0.656	0.720
学习	4	-0.299	0.004	[-0.463, -0.134]			
评价	6	-0.285	<0.001	[-0.408, -0.163]			
学习+评价	58	-0.333	<0.001	[-0.371, -0.295]			

表 5 发表偏移检验

Fail-Safe N	Egger's method		Rank correlation test		Trim and fill procedure	
	z	p	Kendall's tau	p	Imputed	Corrected effect sizes
153093	-0.142	0.887	0.229	0.004	0	-0.311

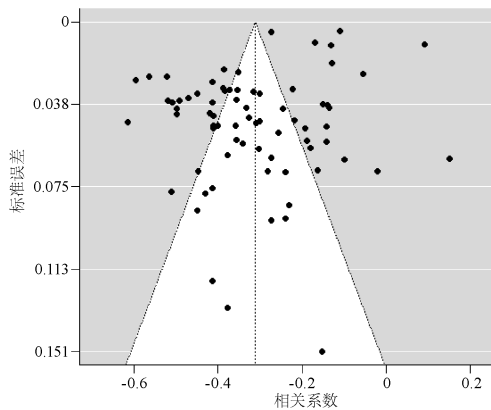


图 3 学生数学焦虑与数学学业成绩相关系数漏斗图

五、讨论与结论

(一) 学生数学焦虑与学业表现的关系无学段不同,但存在一定的地域差异

学生数学焦虑与学业表现的相关性在不同学段均呈现显著负相关,但在我国样本中并未发现小学、初中、高中学生群体间数学焦虑和数学学业表现间相关

性的显著差异,该结论与马(Ma)与南宫的元分析研究发现一致。这种比较稳定的负相关应当引起各学段教育工作者的重视。此外,巴罗索、张(Zhang)等人认为随着数学内容难度增加和学生心智的发展,学生学习情绪的调节能力可能更为关键^[14-15],结合已有研究发现八年级学生数学焦虑水平高于四年级^[5],虽然各学段的相关程度无显著差异,也应当对高年级学生的负面学习情绪予以关注。

学生数学焦虑与数学学业表现的相关性在不同地域中均呈现显著负相关,而且在不同地域之间存在一定的差异:中部地区学生数学焦虑和数学学业表现的相关性最强($r=-0.419$),东部($r=-0.324$)和西部地区($r=-0.284$)相对弱一些。与此同时,已有研究发现相比较东部和西部地区中小學生,中部地区学生的学业负担更高。^[25]学生的学习负担和负面情绪之间本身就存在一定关联性,在此基础上可以合理推测,较重的学业负担和学习压力可能使得学生不良学习情绪对学业表现的负面影响更大。因此该结论提示我们,想让学生获得较高的学业表现,降低学习负担、缓解情绪压力是十分必要的途径。

(二)不同数学焦虑测量维度并无显著调节作用

本研究聚焦于学生数学焦虑测量维度,结果发现不同类别的数学焦虑量表都呈现显著相关性,在认知或情绪维度以及学习与评价维度都没有发现存在的显著差异。也就是说无论从何角度测量,数学焦虑和学生的数学学业表现均存在显著的负向效应。

对于仅测量认知维度或情绪维度的数学焦虑量表,尚未发现相关性的显著差异,这与巴罗索和南宫的研究结果类似。在微观层面,有研究发现^[26-27],与数学焦虑的认知成分相比,数学焦虑的情绪成分对数学学业成绩的负相关更强。也有学者参考了学生考试焦虑与数学学业表现相关性的结果,在类似的分类下,认知维度的考试焦虑相关性更强,以此认为数学焦虑在认知维度的相关性也是如此。^[15]两种不同的观点同时存在,还有待进一步研究。不过在国内外的研究中,研究者很少会采用仅测量数学焦虑认知维度的量表,而是更加倾向于从情绪维度来定义数学焦虑,在我国的情况更加明显,甚至有学者完全从数学学业情绪的角度来定义数学焦虑。

对于仅测量数学评价焦虑或数学学习焦虑的数学焦虑量表,尚未发现相关性的显著差异,这一结论与巴罗索的结论一致。在微观的研究中,一些研究发现数学评价焦虑呈现较弱的负相关性^[28-31],但也有研究发现了相反的结论^[32-33],此外卡维奥拉通过元分析发现,一般的考试焦虑与数学学业表现的相关性($r=-0.23$)弱于数学焦虑与数学学业表现的相关性($r=-0.30$),并且这种相关性的差异是显著的。^[18]尽管本研究中未包括一般考试焦虑的测量,但发现在本土研究中更加关注学生考试焦虑对学业成绩的影响。

(三)高利害测试中负相关性更强

在本研究中,发现高利害测试中,学生数学焦虑与数学学业表现的相关性显著强于非高利害测试的情况,这样的结论与南宫的结论一致,考虑到在本研究中相关系数的差异更为明显,且本研究的样本更小,证实了在我国的学生样本中,

高利害测试对数学焦虑与数学学业表现相关关系有着较强的调节效应。

高利害测试的题目往往更加复杂,这是更强负相关性的可能原因之一。本研究所囊括的高利害测试主要包括期中、期末测试,相较于日常测试而言,考查的题型更加丰富,考查的知识具有更强的综合性,更注重考查知识的运用,考虑文献综述中发现更复杂的测试中相关性越强,不难解释其原因。

此外,高利害测试本身的属性也是导致更强的负相关性的原因之一。高利害测试中,学生的考试结果更能决定他们的学业评价,在这样的压力下,学生更容易担忧考试结果,更容易产生情绪上的波动,进而产生更高水平的数学焦虑。认知干扰理论(Cognitive interference theory)认为,过高的数学焦虑会通过限制了大脑用于认知加工的空间,进而阻碍学生数学学业表现。卡维奥拉发现工作记忆对相关性的中介作用^[18],也有学者通过实验研究发现,在考前提供给考生一些有关考试利害性的指导语会刺激考生产生更高的数学焦虑,进而阻碍学生在数学测试中的表现。^[34]

高利害测试广泛存在于各国的教育体制之中,在我国的教育历史中,大规模高利害的考试具有丰富的实践经验,不可否认以高考为首的高利害测试为国家建设选拔了大量人才,但这样的高利害测试的负面效果也备受热议。^[35]减少不必要的、低质量的高利害测试成为美国基础教育评价的动向。^[36]

六、建议与启示

通过对68篇文献中的73个效应量进行分析,发现我国本土研究中,学生数学焦虑与数学学业成绩的相关系数为-0.311,与以往研究接近。虽然PI-SA2012发现我国上海的学生数学焦虑水平处在中等水平,但在我国中部地区的相关系数却达到-0.419,在高利害测试中,相关系数达到-0.348,从一个侧面反映出我国数学教育现状,考虑到数学焦虑过高与数学学业表现的低下都不利于学生的长远发展,应当对数学焦虑现象予以更多的关注。

本研究的结论也为“双减”政策提供了实证论据。研究发现学生在高利害测试中的成绩与数学焦虑呈现更高的负相关,此外,有学者通过PISA2012的数据发现中国上海的学生家庭作业时间越长,学生的数学焦虑越高。^[37]这两个结论从微观层面反映了我国基础数学教育的现状,也为“双减”中的部分政策提供了现实意义:“大幅压减考试次数”和“合理运用考试结果”^[38],意图减少高利害测试频率,减轻其过重的利害性,以防止其过于严重地影响学生的数学焦虑,进而影响学生学习机会。“双减”中的“全面压减作业总量和时长,减轻学生过重作业负担”^[39]的意图也是如此。

本研究涉及的学生数学焦虑与数学学业成绩相关性可供其他研究者参考。在相关性上,不同的地域、是否为高利害测试会对相关性有显著的调节作用,但不同学段,测量数学焦虑的不同维度对相关性的影响还有待进一步研究。研究者在测量这两个变量相关性时,应当对上述可能的影响予以足够的考虑,以更接

近于研究目标的达成。近年来不断有专家学者强调效应量的必要性,并鼓励元分析的研究。^[40]本研究的相关系数也可供研究者参考,以发现特定学生群体的特殊性,并做进一步阐释。

参考文献:

- [1] 教育部关于印发《国家义务教育质量监测方案(2021年修订版)》的通知[EB/OL]. (2021-09-24) [2021-10-24]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A11/moe_1789/202109/t20210926_567095.html.
- [2] HART L E. Describing the Affective Domain: Saying What We Mean[M]// Affect and mathematical problem solving. Springer, New York, NY, 1989: 37-45.
- [3] 马晓娜. 初中生数学学业情绪调节策略研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2012.
- [4] ASHCRAFT M H. Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences [J]. *Current Directions in Psychological Science*, 2002, 11(5): 181-185.
- [5] 教育部基础教育质量监测中心. 2018年国家义务教育质量监测数学学习质量监测结果报告[EB/OL]. (2019-11-20) [2021-10-24]. <https://cicabeq.bnu.edu.cn/docs//2021-11/f18b80ae0eeb420cbbe96346d456e7f4.pdf>.
- [6] RAMIREZ G, SHAW S T, MALONEY E A. Math Anxiety: Past Research, Promising Interventions, and a New Interpretation Framework[J]. *Educational Psychologist*, 2018, 53(3): 145-164.
- [7] MEECE J L, WIGFIELD A, ECCLES J S. Predictors of Math Anxiety and Its Influence on Young Adolescents' Course Enrollment Intentions and Performance in Mathematics [J]. *Journal of Educational Psychology*, 1990, 82(1): 60-70.
- [8] RICHARDSON F C, SUINN R M. The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric Data[J]. *Journal of Counseling Psychology*, 1972, 19(6): 551-554.
- [9] WIGFIELD A, MEECE J L. Math Anxiety in Elementary and Secondary School Students [J]. *Journal of Educational Psychology*, 1988, 80(2): 210-216.
- [10] HO H Z, SENTURK D, LAM A G, et al. The Affective and Cognitive Dimensions of Math Anxiety: A Cross-national Study[J]. *Journal for Research in Mathematics Education*, 2000, 31(3): 362-379.
- [11] PLAKE B S, PARKER C S. The Development and Validation of a Revised Version of the Mathematics Anxiety Rating Scale[J]. *Educational and Psychological Measurement*, 1982, 42(2): 551-557.
- [12] LUTTENBERGER S, WIMMER S, PAECHTER M. Spotlight on Math Anxiety[J]. *Psychology Research and Behavior Management*, 2018, 11: 311-322.
- [13] HEMBREE R. The Nature, Effects, and Relief of Mathematics Anxiety[J]. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1990, 21(1): 33-46.
- [14] MA X. A Meta-analysis of the Relationship between Anxiety Toward Mathematics and Achievement in Mathematics[J]. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1999, 30(5): 520-540.
- [15] NAMKUNG J M, PENG P, LIN X. The Relation between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance Among School-aged Students: A Meta-analysis[J]. *Review of*

- Educational Research,2019,89(3):459-496.
- [16] ZHANG J,ZHAO N,KONG Q P. The Relationship between Math Anxiety and Math Performance:A Meta-analytic Investigation[J]. *Frontiers in Psychology*,2019,10:1613.
- [17] BARROSO C,GANLEY C M,MCGRAW A L,et al. A Meta-analysis of the Relation between Math Anxiety and Math Achievement[J]. *Psychological Bulletin*,2021,147(2):134-168.
- [18] CAVIOLA S,TOFFALINI E,GIOFRÈ D,et al. Math Performance and Academic Anxiety Forms, from Sociodemographic to Cognitive Aspects: A Meta-Analysis on 906,311 participants[J]. *Educational Psychology Review*,2021:1-37.
- [19] 吴明隆. 台湾中小学学生社会心理变因与数学焦虑及数学信念关系之研究[J]. *教育学报*,1996(12):287-327.
- [20] 袁桂平. 初中生数学焦虑的结构、发展特点及其与数学成绩的关系研究[D]. 沈阳:沈阳师范大学,2005.
- [21] BORENSTEIN M,HEDGES L V,HIGGINS J P T,et al. *Introduction to Meta-Analysis* [M]. John Wiley & Sons,2009:46.
- [22] PETERSON R A,BROWN S P. On the Use of Beta Coefficients in Meta-Analysis[J]. *Journal of Applied Psychology*,2005,90(1):175-181.
- [23] FRITZ C O,MORRIS P E,RICHLER J J. Effect Size Estimates:Current Use,Calculations,and Interpretation[J]. *Journal of Experimental Psychology:General*,2012,141(1):2-18.
- [24] HEDGES L V,OLKIN I. *Statistical Methods for Meta-analysis*[M]. Academic Press,2014.
- [25] 韩映雄. 学生学业负担指数模型构建与应用[J]. *教育发展研究*,2018,38(10):20-26.
- [26] 王凤葵. 中学生数学兴趣、自我效能与数学焦虑的相关研究[D]. 西安:陕西师范大学,2002.
- [27] 罗新兵,王凤葵,罗增儒. 中学生数学焦虑的调查与分析[J]. *数学教育学报*,2008(5):48-50.
- [28] 何声清,綦春霞. 八年级学生数学焦虑及其对学业成绩的影响机制研究——基于Z省的大规模测试[J]. *教育研究与实验*,2020(2):82-89.
- [29] 梁好翠,刘阳. 广西民族地区农村中学生数学自我概念和数学焦虑的研究[J]. *民族教育研究*,2018,29(3):94-100.
- [30] 陈丽兰,王雁. 数学焦虑对听障学生数学成绩的影响:数学自我效能感的中介作用[J]. *基础教育*,2018,15(5):98-105.
- [31] 林子琪,侯瑞豪,刘芸,等. 小学生数学成绩与数学焦虑的关系:课堂注意行为当前的和纵向的作用[J]. *心理研究*,2021,14(3):260-266.
- [32] 魏红,刘咏梅,温芳勇. 高二学生数学焦虑与数学成绩的相关性[J]. *数学教育学报*,2012,21(6):43-45.
- [33] 熊建华. 中学生数学焦虑及相关因素的调查研究[J]. *数学教育学报*,2008(3):52-54.
- [34] JIANG R,LIU R,STAR J,et al. How Mathematics Anxiety Affects Students' Inflexible Perseverance in Mathematics Problem-solving:Examining the Mediating Role of Cognitive Reflection[J]. *British Journal of Educational Psychology*,2021,91(1):237-260.
- [35] 郑若玲,陈为峰. 大规模高利害考试之负面后效——以科举、高考为例[J]. *华中师范大*

- 学学报(人文社会科学版),2013,52(1):147-154.
- [36] 龙洋,王少勇.美国基础教育评价改革新动向:减少不必要的、低质量的高利害测验——奥巴马政府“测验行动计划”研究[J].外国教育研究,2016,43(10):118-128.
- [37] 黄小瑞,占盛丽.家庭作业及课外补习对学生数学焦虑的影响——中国上海与芬兰的比较[J].全球教育展望,2015,44(12):105-115,124.
- [38] 教育部办公厅发布《关于加强义务教育学校考试管理的通知》[EB/OL].(2021-08-30)[2021-10-24].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s3321/202108/t20210830_555640.html.
- [39] 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》[EB/OL].(2021-07-24)[2021-10-24].http://www.gov.cn/zhengce/2021-07/24/content_5627132.htm.
- [40] 郭衍,宋爽,曹一鸣.教育研究中效应量的使用:问题与建议[J].教育科学研究,2022(1):35-41.

The Relationship Between Mathematics Anxiety and Academic Performance: A Meta-analysis Based on 68 Chinese Literatures

LIU Yixuan, HU Haobo, GUO Kan

(School of Mathematical Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Many studies indicated that mathematics anxiety is a major factor negatively affecting students' mathematical performance. Considering the specificity of Chinese culture and students' learning situation, which is different from the West, to further explore the situation of Chinese students, this study systematically collected 68 literatures within the last two decades, containing the sample of 161 596, and based on the random effects model, 73 effect sizes are aggregated to obtain a correlation coefficient of -0.311 between mathematics anxiety and academic performance of Chinese students, which is of medium intensity negative correlation. The analysis of the moderating effects revealed that: geographically, the negative correlation between students' mathematics anxiety and academic performance was stronger in the central region of China; in terms of test types, the correlation was stronger in high-stake tests; and in terms of school segments, there were no statistically significant differences. The study provides suggestions for reducing students' academic anxiety in mathematics and enhancing their academic performance in mathematics, and provides effect sizes for related studies for reference as well.

Key words: meta-analysis; mathematics anxiety; mathematics academic performance; moderator effect

(责任编辑 吴 婷)