

高中数学教师线上教学面临的挑战和应对的建议

——一项疫情期间对上海和江苏教师的调查

陈秋雨^{1,2} 范良火^{1,2}

(1. 华东师范大学数学科学学院 上海 200241;

2. 华东师范大学亚洲数学教育中心 上海 200241)

[摘要] 突如其来的新冠疫情使得整个学校教学包括数学教学从线下快速转移至线上,这对缺乏开展线上教学经验的各级各类学校的数学教师而言是一次巨大的挑战。本研究聚焦高中教学,选取上海和江苏范围内的56位高中数学教师进行调查,探究高中数学教师在线上授课时遇到的挑战,及不同教龄教师是否有差异性。结果显示:教师线上教学感受到的挑战由高到低分别是教学管理、教学实践、技术使用;不同教龄段的教师在技术使用方面及其子方面“线上教学平台操作”感受到的挑战差异显著;与其他学科教师相比,数学教师尤其强调多方位监督学生的数学学习、带领学生讨论等数学课堂活动的开展所遇到的挑战。教师对技术使用方面的挑战感最低,这和沪、苏两地对技术融入教学的一贯重视不无关系。依据调查结果,并结合数学学科特性及疫情反复的现状,本文提出如下建议:(1)适当重构数学课堂任务,建立“以学生为中心”的线上教学模式;(2)充分发掘在线平台优势,发展数学个性化教育;(3)优化课程资源,与线下课堂实现优势互补;(4)关注高阶数学思维,全面发展学生的数学学科核心素养。

[关键词] 新冠疫情 数学教师 线上教学 教师教育 教师专业发展

一、研究背景

新冠疫情的突然暴发使人们的生活发生了巨大改变,教学形式也不可避免地需要进行调整。为保证疫情期间教学工作的正常开展,全国

各级各类学校纷纷实行线上教学。这两年来,国内疫情在大多数时间已得到基本控制,各级各类学校也逐步恢复线下教学,但局部地区仍有疫情的反复,有时还比较严重,需继续维持线上教学。由于疫情的推动,线上交流包括授课、作业评估、与学生交流以及各种线上会议的开展逐渐

作者简介: 陈秋雨,华东师范大学数学科学学院硕士研究生,主要从事数学教育研究。

范良火,华东师范大学数学科学学院特聘教授,亚洲数学教育中心主任,主要从事数学教育、教师教育和专业发展、国际与比较教育研究。

成为全球“新常态”。^[1]

然而,过去传统的高中学习与线上教育的结合十分有限,大部分高中教师的线上授课经验在疫情之前几乎为零。^[2]研究者们对线上教育快速进入正常教学活动存在顾虑,如巴克爾 (Arthur Bakker) 和瓦格纳 (David Wagner) 担心这会导致教学方法的退步、面对面的社交优势的缺失以及工作和家庭界线的消失。^[3]在疫情背景下,线上教学对教师而言更加重要、复杂且具有挑战性。^[4]由于线上很难开展线下课堂中的多样化教学,许多教师在学校要求进行线上教学后表示感到力不从心^[5],授课形式的快速转型对教师们而言是一项十分艰巨的挑战。

从传统上看,数学学科的特色常常使其教学方式更加依赖教师板书、纸笔练习和考试等;数学知识内容的前后贯通性既需要学生在课堂上高度集中注意力,做好知识的衔接,也需要教师和学生良好而频繁的课堂互动。^[6]相较于其他学科,数学课程的线上教学难度更大,教师所感受到的压力也相应更大。

相较于其他教育话题,目前国际上关注中小学教育阶段(尤其是高中)线上教育相关的研究并不多。^[7]国内多数是关于中小学教师线上教育基本情况的调查,研究对象多以学校为单位,并未聚焦到数学学科。^[8]此外,相关的讨论也大多针对线上教学的模式^{[9][10]},缺少相应的实证研究,以及对数学学科线上教育可能存在的问题进行更深层的挖掘。因此,对数学教师进行实证调

查研究不仅有助于政策制定者了解不同数学教师群体开展线上教学时所面临的困难,采取更有针对性的措施,从而减少教师在实际教学过程中的困难,改进教学效果,也有助于未来更好地应对其他重大突发情形。

随着20世纪90年代信息技术手段逐渐被应用到教学环境中,托尔 (David Tall) 在原教学三角形的基础上增加了技术这一维度,因此课堂内的四个主要组成部分变成了教师、学生、数学和技术。^[11]课堂组成的丰富化使得教师扮演的角色也越来越多元,许多研究者对教师线上教育角色进行了讨论,例如,古德伊尔 (Peter Goodyear) 等人将教师角色分为内容推动者、过程推动者、技术支持者、设计者等八类。^[12]本调查的概念框架基于柯林斯 (Mauri Collins) 和贝格 (Zane Berge) 对教师线上教育过程中的角色分类:负责课程内容的教学者 (pedagogical), 负责营造友好课堂环境的社交者 (social), 负责监督和组织的管理者 (managerial), 以及技术支持者 (technical) 四类^[13],具体子方面结合宋萑等人^[14]对中小学教师线上教学情况的调查和杨家兴^[15]对教学工作的细分,如表1所示,并据此建立了问卷和访谈框架及对应的调查项目。

此外,教龄被证实是影响教学质量、教学风格、教师洞察力等方面的重要因素之一,许多与教师相关的调查研究都将教龄作为自变量,探究其对教师的影响。^{[16][17][18]}本文也试图探究不同教龄段的高中数学教师在授课转型期间所感受

表1 关于教师线上教学所面临挑战的概念框架

方面	角色	子方面
教学管理	管理者	监督学生学习,线上课堂管理,照顾学生差异,协调家长督促学生学习,与学生课后沟通
技术使用	技术支持者	教学硬件配置,线上教学平台操作,手写板使用,网络条件
教学实践	教学者、社交者	个人备课,集体备课,教学材料调整,教学方式调整,带领学生讨论,收集、批改作业

到的挑战是否具有差异。

综上,本文提出的研究问题如下:(1)疫情期间线上教学过程中,高中数学教师面临着哪些挑战?(2)不同教龄段的高中数学教师对以上挑战的感受是否存在差异?

二、研究方法

(一) 调查对象

笔者于2021年2月底利用互联网对上海市和江苏省的部分高中数学教师展开了在线调查。由于疫情期间受到客观条件的限制,故只能通过“滚雪球”抽样方法进行调查,即先选取部分数学教师参与调查,然后请他们提供另外的调查对象。最终,共计56名高中数学教师参与本次调查,样本教师的基本信息如表2所示。

(二) 调查方法

为了比较深入地了解教师在疫情期间教学转型过程中遇到的挑战,本调查采取问卷调查和半结构式访谈相结合的混合式研究。

1. 问卷调查

基于研究目的,笔者设计了《高中数学教师线上授课情况调查》的调查问卷,共计19个问题,通过问卷星发放。问卷包括三部分:第一部

分是对教师背景的调查,包括性别、教龄和教学所在地,共计3题;第二部分是对教师线上教学过程中感受到的挑战的调查,基于表1给出的概念框架及对应项目,共计三个维度,15道题目;第三部分是以开放性问答形式调查教师线上教学遇到的其他挑战,作为第二部分的补充,共计1题。

问卷采用李克特五点量表(从1“非常不同意”到5“非常同意”),第二部分的每一题项均以“您在……过程中有困难”这一形式呈现,保证各题项得分方向的一致性,得分越高,说明教师认为难度越大。问卷在教学管理维度、技术使用维度及教学实践维度的Cronbach's α 系数分别为0.869、0.866和0.804,问卷整体的Cronbach's α 系数为0.926。在正式发放问卷前,笔者与行业专家进行多次讨论,并且邀请四位有线上教学经验的数学教育研究生进行预测试,以保证问卷的效度。本调查对沪、苏两地的教师共计发放56份问卷,经过数据清理后,最终确定有效样本为55份,样本有效率为98.2%。

2. 半结构式访谈

为了深入了解高中数学教师从线下教学转移到线上教学时所面临的具体挑战、产生原因和应对措施,并考虑到教龄的影响,本调查从教师组一

表2 教师的基本信息(N=56)

	类别变量	频数	百分比(%)
性别	男	36	64.3
	女	20	35.7
教学所在地	上海	26	46.4
	江苏	30	53.6
教龄	教师组一 (0—5年)	13	23.2
	教师组二 (6—15年)	13	23.2
	教师组三 (16年及以上)	30	53.6

和教师组三中分别随机抽取了上海和江苏各两位教师进行半结构式电话访谈。他们分别是：教龄2年的江苏教师(J1)、教龄21年的江苏教师(J2)、教龄2年的上海教师(S1)、教龄28年的上海教师(S2)。

(三) 数据统计分析

本调查对收集到的数据分组后进行三步统计分析。首先进行描述性统计分析,统计各方面的得分情况;然后利用 Wilcoxon 秩和检验方法检验不同教师组之间对线上教学挑战的三方面的感受是否存在差异;最后利用 Fisher 精确检验来探究不同教师组对某方面挑战的各个子方面的感受是否存在差异。同时,将问卷数据和访谈数据结合起来,互为补充,进行更深入的探究。

三、研究结果

将问卷得分归一化后发现:在教学管理方

面,三组教师感受到的挑战得分分别为 0.658、0.707、0.745;在技术使用方面,三组教师感受到的挑战得分分别为 0.362、0.417、0.582;在教学实践方面,得分分别为 0.544、0.597、0.639。得分越高,教师感受到的挑战越大。结果显示,教师教学过程中感受到的挑战由高到低的三方面分别是教学管理、教学实践、技术使用,并且随着教龄的增长,面临的挑战也越来越大。

在规定显著性水平 $\alpha=0.05$ 的条件下,通过 Wilcoxon 秩和检验法分析组间差异,检验结果如表 3 所示。

(一) 教学管理方面

教学管理是高中数学教师认为在教学过程中挑战最大的一个方面,三组教师中最低分为 0.658(总分为 1),这表明大部分高中数学教师对线上教学管理的态度都是“比较困难”或“非常困难”。其中,他们认为最为困难的两个子方面是线上监督学生学习和线上课堂管理。此外,

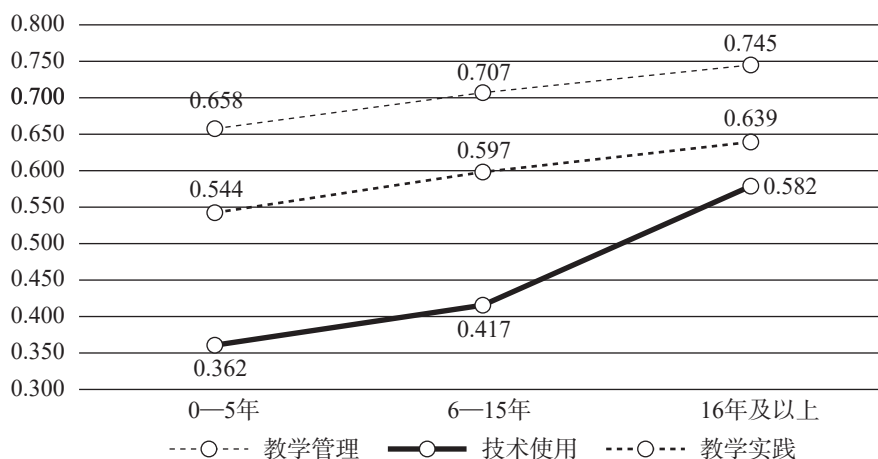


图 1 不同教师组关于不同挑战的平均得分

表 3 关于各方面挑战的 p 值检验结果

	教师组一和教师组二	教师组一和教师组三	教师组二和教师组三
p 值(教学管理方面)	0.721	0.055	0.138
p 值(技术使用方面)	0.389	0.007	0.052
p 值(教学实践方面)	0.263	0.193	0.802

没有参与者认为在线照顾学生差异是非常不困难的,该现象在其他子方面中均未出现。

因为上课使用的是电子设备,也是学生最经常用于娱乐的设备,所以教师通常无法确认学生是否在认真听课。在访谈中,教师 J1 对学生上课的效率表示担忧:

“管理学生时有一个非常大的问题,大部分学生家里的电子设备都比较多,所以家长很难限制他们使用电子设备。比如,你让学生在电脑上看老师发的课件,但是如果学生有很多设备可以操作的话,他们还是会去玩,所以导致他们的上课效率很低。”

从表 3 中可以发现,三组教师均认为教学管理是线上教学中挑战最大的一部分,且不同教龄之间的教师对此的感受并无显著差异。在访谈中,四位教师均表示线上教学管理是最困难的一方面,他们对学生的学习自觉性、上课注意力是否集中、思路是否跟上表示很难掌控。正如教师

S2 分享的:

“线上教学在学生管理方面是有挑战的,比如:学生是不是都来上课了,是不是按时完成作业了;他是本人在听课,还是开着网线,然后没有听课,因为数学学科还是有一定难度的。如果没有认真听讲或者没有跟着节奏走,就有可能积少成多,就跟不上了,所以遇到了困难。”

(二) 教学实践方面

调查发现,三组教师在教学实践方面的得分也同样都超过了 0.500 (总分为 1),这说明教师认为疫情期间线上教学实践方面存在较大挑战。特别是在带领学生讨论这一题上,高达 69.1% 的教师认为存在困难。教师 J1 在访谈中指出:

“我们这里有的学生是,老师你讲你的,不影响他做他的,所以导致经常出现上课老师讲老师的,他做他的,这就没法控制了。换到线上教学,这个东西就会被无限放大。”

数学学科的学习,常通过课后练习、考试等

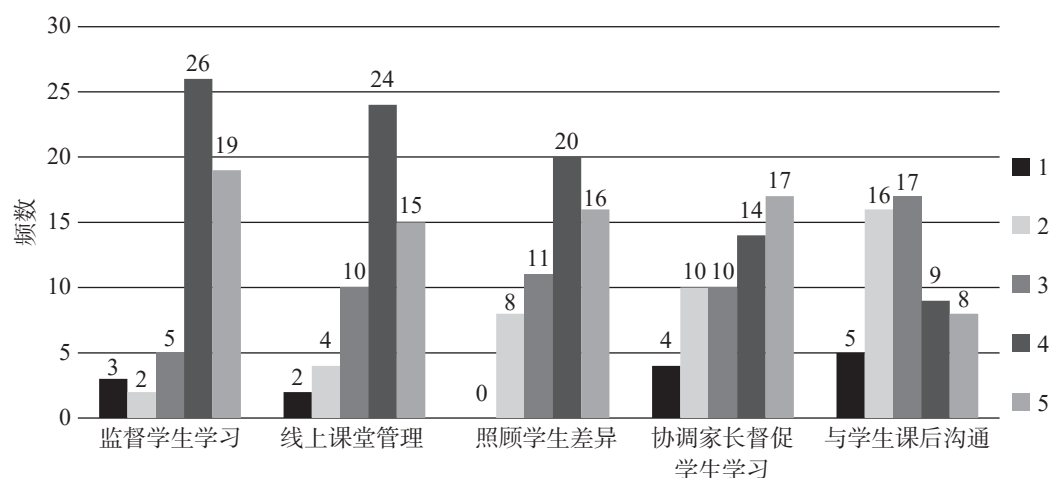


图2 教学管理方面频数分布图

表4 教学管理各题项平均得分

	监督学生学习	线上课堂管理	照顾学生差异	协调家长督促 学生学习	与学生课后沟通
平均分	4.02	3.84	3.80	3.55	2.98
困难人数比例 (%)	81.8	70.9	65.5	56.4	30.9

方式帮助学生熟练掌握和巩固知识,课后作业的重要性不言而喻。在线上教学模式中,作业一般通过学生拍照上传、教师在线批改的形式进行。有教师反映刚开始线上布置作业时效果不佳,学生会出现漏做、做错題的情况。最初作业的上传和批改方式不但耗费时间,而且只能给一个最终的分数,无法很方便地在答题过程旁边批注。正如教师J2在访谈中表示:

“课后批改作业实际上还是有很大挑战的,我们只能是面上的批改,主要看结果。因为真正线上教学时,第一,学生的时间比较紧;第二,学生上传材料时,有的家长不放心,会替学生上传材料。”

此外,由于数学作业批改量十分大,盯着电

脑的时间很长,给教师生理上也带来一定的挑战。部分教师在问卷开放题中表示“长时间盯着屏幕,视力有所下降”。相较于其他子方面,数学教师在个人备课、集体备课和教学材料调整中并未感受到太多挑战,分别只有21.8%、30.9%和30.9%的数学教师认为是困难的。

从表3中可以看到,虽然三组教师均认为教学实践是线上教学中挑战很大的一方面,但他们对此感受到的挑战并无显著差异。

(三) 技术使用方面

从图1中三条折线的相对位置可以发现,技术使用是得分最低的一方面。即使是均分最高的“手写板使用”这一子方面,也仅有34.5%的数学教师认为是困难的,这说明大部分教师在线

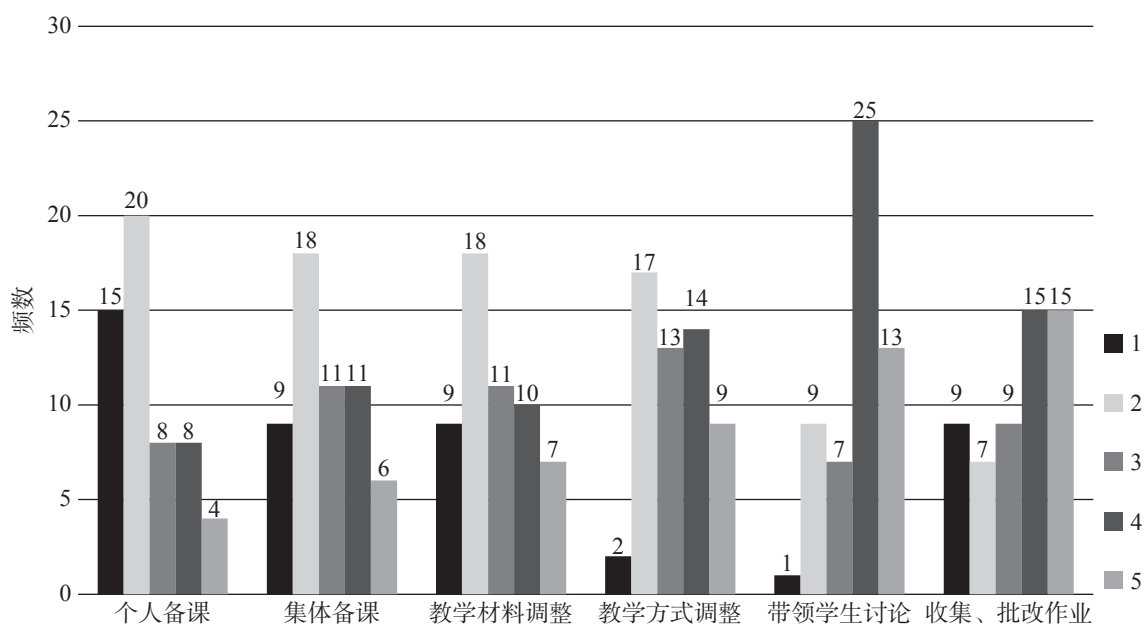


图3 教学实践方面频数分布图

表5 教学实践方面各题项平均得分

	个人备课	集体备课	教学材料调整	教学方式调整	带领学生讨论	收集、批改作业
平均分	2.38	2.76	2.78	3.20	3.73	3.36
困难人数比例(%)	21.8	30.9	30.9	41.8	69.1	54.5

上教学技术层面较为得心应手。而技术挑战得分折线的陡增说明具有较长教龄的教师相比具有较短教龄的教师而言,在线上教学技术使用上遇到的挑战更大。从表3可以发现,在技术使用方面感受到的挑战中,教师组一与教师组二无显著性差异($p=0.389$);教师组一与教师组三有十分显著的差异($p=0.007$);教师组二与教师组三的 p 值非常接近0.05($p=0.052$),这说明两者之间也存在一定的统计学差异。

在后续的访谈中,教师组三中的教师也表示,“技术不是太熟练(教师J2)”“老教师和年轻教师不一样,技术上跟他们比还是有缺陷的(教师S2)”“保证完成教学任务,那么就能及时地反馈,就能很好地交流,主要是保证这方面

(教师S2)”。他们主动提及了与年轻教师之间的差距,以及对技术的要求是在保证教学质量的前提下尽可能简单。

其次,问卷中涉及了四个关于线上教学技术使用方面的挑战,为探究不同教师组对这四个子方面感受到的挑战是否存在差异,本部分采用Fisher精确检验进行分析。结果显示,教师组一与教师组三在“使用线上教学平台时有困难(子方面B)”上存在显著差异($p=0.041$),三组教师之间在该子方面也存在一定的统计学差异,其余三个子方面差异性均不显著。

该结果也在访谈中得到了印证,教师S2表示,她会在家人的帮助下提前去熟悉平台的操作;教师J2认为,“疫情期间使用的线上教学平

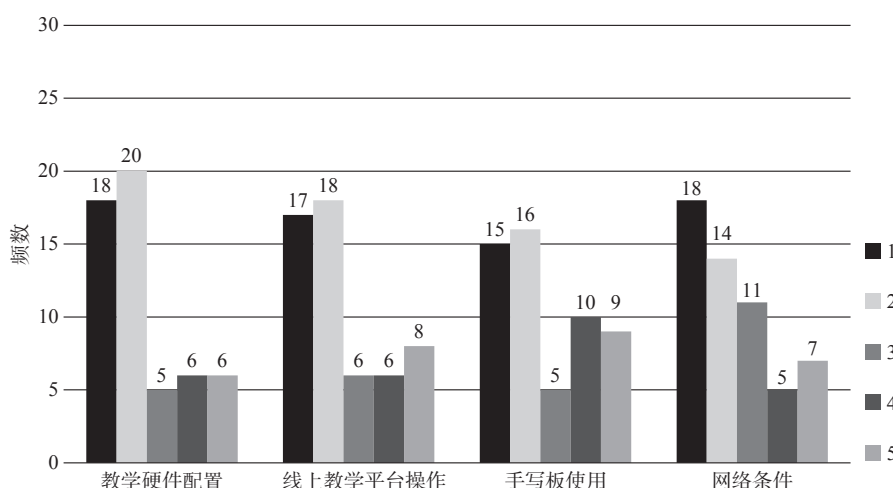


图4 技术使用方面频数分布图

表6 技术使用方面各题项平均得分

	教学硬件配置	线上教学平台操作	手写板使用	网络条件
平均分	2.31	2.45	2.67	2.44
困难人数比例(%)	21.8	25.5	34.5	21.8

表7 技术使用子方面关于各教师组的 p 值检验结果

子方面	P_{123}	P_{13}
A(缺少相关的线上教学硬件)	0.648	0.495
B(使用线上教学平台时有困难)	0.055	0.041
C(不习惯使用手写板)	0.220	0.087
D(网络条件不足)	0.348	0.139

注: P_{123} 为三个教师组显著性检验 p 值, P_{13} 为教师组一、教师组三显著性检验 p 值。

台如钉钉和QQ助手功能太强大,需要有一个探索或者摸索的过程”。

四、讨论

本调查开展于中小学第一次恢复线下教学初期,即教师刚结束一学期的线上教学经历,再次回到线下教学。此时的数学教师可以清晰地感知到数学学科线上教学与线下教学的差异,将两种截然不同的教学方式对比,这不仅能引起对过去线上教学模式的反思,还能为之之后线下教学模式的优化提供灵感。对此类突发事件的调查研究更能反映学校常态化管理措施对突发事件的应对能力,为后疫情时代的常态化管理作出相应贡献。

(一) 教学管理问题

数学教师的职业本质仍是教师,课堂管理是其重要职责之一。与其他教师一样,数学教师也认为线上教学管理的挑战最大。但数学教师除了面临由于教师这一职业属性所带来的挑战外,还有由于学科特性所引起的特定困难,所以数学教师对教学管理的各个子方面的难度感知也有别于其他教师。因此,我们将对一般(不分学科)中小学教师群体的研究结果与本调查的研究结果进行比较分析,以便更好地发现数学教师特有的在线教学挑战。

在本调查中,数学教师反映的线上教学挑战的前五名分别是:监督学生学习、线上课堂管理、照顾学生差异、带领学生讨论、协调家长督促学生学习,其中前三名和第五名均为教学管理方面的挑战。但不同于宋萑等人对中小学教师群体的调查显示“难以照顾学生差异”是教学管理中最困难的一项^[19],本研究中的数学教师认为“监督学生学习”才是最大的一项挑战,包括教师自己监督学生和协调家长监督学生学习。这说明数学教师认为在线上教育中,多方位保证学生对数学的学习是最为重要且具有挑战的。线上教学最大的局限是隔着屏幕,教师无法了解学生是否在集中精力听课,是否在积极思考。正

如教师J1提及的“像数学的学习,如果没有自己的思考,我觉得这节课基本上是没有用的”,教师们感受到来自教学管理的挑战本质上反映了他们对数学学习效率的担忧。

为了监督学生的数学学习,教师S2采取了课前打卡、课中提问或出测试题、课后与部分同学交流等方式,其余三位教师也采取了类似的方式。但由于很多数学符号(如三角、根式)在对话框中无法准确输入,全员打开麦克风又过于嘈杂,过去面向集体提问的形式几乎无法实现。同时,因为数学表达式的多样性,测试题常出现答案误判的现象,降低了学生的学习热情,所以测试题大多只能以选择题形式出现。对此,教师S2表示“采取一部分形式,这样对他(学生)也可能是个督促的作用”,这说明在此情境下,教师线上提问等环节的设立更多以管理为目的。从某种程度上说,教学环境的突然转变使得数学课堂又暂时恢复到“以教师为中心”的保守模式。

(二) 教学实践问题

一般而言,新教师比其他教龄段教师的授课经验更少,教龄更长的教师在教学和班级管理上具有更丰富的经验,对整个课堂的把控也更加得心应手。但在此次调查中却发现,三组教师无论是在教学管理还是在教学实践中感受到的挑战均无显著性差异,这意味着教龄长的教师的部分优势在线上教学中暂时难以得到发挥,如高水平、结构化的课堂提问等各类教学手段的熟练使用。而通过提问实现及时反馈也是提高课堂教学管理效果的有效手段。^[20]针对课堂上的提问交流,教师J1认为,与学生的讨论互动是促进数学思考的一种重要手段。他表示:“本来他们(学生)就不愿意回答,如果还没有面对面地进行交流,他们就更不愿意自己去进行思考了。”

在本调查中,高达69.1%的数学教师认为线上“带领学生讨论”是困难的,这与曹一鸣等人的研究结果类似:他们发现59.2%的数学教师认为线上教学中师生交流有困难,81.6%的教师认为线上教学模式限制了数学教学方式,如课堂讨论和小组合作。^[21]而这一子方面在对中小

学教师群体的调查中却呈现出不同的结果,据杨晓哲等人的调查,仅有 29.76% 的教师认为与学生互动是有困难的^[22];朱彩兰等人发现 28.0% 的高绩效教师认为师生线上互动有困难^[23],这说明数学学科对线上教学的需求具有其特殊性。斯坦(Mary K. Stein)等人认为,富有成效的数学讨论很难在远程教育中发生。^[24]霍金(Jeremy Hodgen)与其同事通过对英国 49 所中学数学部主任的调查发现,远距离教学中师生交流的机会相当有限,是一件令人担忧的事。^[25]教师 J2 也在访谈中指出,“理科教学需要板书,其中互动的内容比较多,它(线上)最大的弊端就是没办法控制学生的互动”。

该挑战不仅在教龄长的老教师中出现,年轻教师也常常面临这样的挑战,如他们在访谈中提到的“线上沟通不流畅”(教师 S1),“很难做到你既能与他有交流,又能保证他在认认真真听课”(教师 J1)。各个教龄组的教师在学生时代均未体验过线上常规数学课程的学习,工作后也均未接受过全面的线上教学培训,而数学学科教学内容之多、难度之大、要求之高无疑给教师们短时间内适应线上教学模式增加了不少压力。

此外,54.5% 的数学教师面临着作业收发和批改形式转变带来的挑战,教师 J2 在访谈中表示“对作业我们只是做了面上的批改”。作业对数学学习的重要性不言而喻,从作业中可以看出学生某个知识点是否掌握牢固、答题思路是否正确。只是面上的批改会导致教师对学生的个性化反馈存在缺失,长此以往也会引起学生对数学作业的懈怠。面对该挑战,教师 S2 主动采取分小组对作业进行批改。她将成绩较好的学生和成绩较落后的学生搭配在同一组里,组员的作业由小组长来改,改完后将错题统计结果反馈给老师。在整个过程中,同学之间会互相交流出现错误的地方,充分发挥了各个学生数学学习的主观能动性,激发了小组长的责任感,同时也减轻了教师的负担。

(三) 技术使用问题

本调查发现,在技术使用方面的挑战中,

教师教龄存在显著性差异,即教龄更长的教师在这方面感受到更加显著的挑战。该结果的一个可能原因是:拥有较短教龄的教师通常来说也更为年轻,他们在中学和大学期间就已频繁地接触到相关的技术,而教龄更长的教师一般年龄较大,对目前先进的技术往往处于一个较陌生的状态。^[26]以往的教学并不完全依赖于技术,所以面对突如其来的疫情,线上教学中关于技术使用的高要求使得教龄较长的教师难以适应。

但值得注意的是,本调查中技术使用是教师挑战感最低的一方面。相较于宋萑等人对全国 23 个省市的中小学教师展开的调查,发现技术使用是四类挑战中排名第二的困难类别(平均分为 2.72,总分为 4)^[27],本研究聚焦于上海和江苏两地的教师,技术使用反而是得分最低的一方面(平均分为 2.47,总分为 5)。该现象与上海和江苏作为全国经济发达城市不无关系,上海和江苏多年来坚持引进、普及各项技术,强调结合技术提高教学质量,且关注对教师技术素养的培养。例如,自 2018 年起,上海高中数学学科组就以“技术改善数学课堂教学”为主题开展了持续的主题教研活动^[28],以促进教师对技术的了解,并有效地将技术融入数学课堂。在本次疫情线上教学期间,沪、苏两地也获得了许多技术上的支持,各类技术公司会根据学科的具体需求及时调整功能。例如,数学学科对作业订正的重视促使钉钉对作业功能的优化调整,这在教师 S1 的访谈中也得到了体现:

“因为我是教数学学科的,但是作业的订正在网上不太好操作,如果说你要收学生订正的作业,你就要另外再开一个作业。所以当时我们就提出了建议,钉钉那边也采纳了我们的建议,做了改善,就是说你的作业可以一次批改、二次改订正这样子。”

对技术使用的四个子方面进一步探索后发现,三组教师关于“线上教学平台的使用”的挑战感存在差异。在疫情暴发初期,各类社交或会议软件临时充当起线上教学平台的角色,各

个地区、学校采用的平台也大不相同,甚至一个学校会使用多种教学平台,仅仅采访中的四位教师使用的线上教学平台都不相同,结果如表8所示。

由于疫情暴发的突然性,学校使用的教学平台在初期的调整较为频繁,比如,使用某一教学平台一段时间后若发现效果不理想,则全校会立即再次调整线上教学平台。如教师J2提到学校最初使用的是好视通云平台,一段时间后调整为钉钉打卡,用QQ来教学。此举目的虽然是寻求组建最优的教学和学习环境,但是对教龄更长的教师而言,教学平台的适应本就需要一段时间,而频繁的调整不可避免地会让他们感受到更大的挑战。尽管如此,老教师们还是迎难而上,如教师J2会主动向年轻教师请教技术问题,并表示自己在这个过程中也学到了很多。

五、建议与展望

疫情的反复无常、线上教学的大规模开展使我们不得不思考对数学课堂的重新构建。阿尔巴诺(Giovanna Albano)等人曾想象过一个全新的数学教育世界:一所没有总结性考核的学校;一所数学不只是一堆公式和程序的学校;教师通过设计活动来促进学生的推理能力,或者说,设计以能力为导向的活动;这是一所将科技真正融入师生日常实践的学校。^[29]基于本调查结果及相关研究,我们提出以下四点建议。

(一) 适当重构数学课堂任务,建立“以学生为中心”的线上教学模式

调查结果显示,数学教师非常强调线上“带领学生讨论”所具有的挑战性。现代数学学科教学重视促进学习者个体对数学的主动思考及再创造,而对数学全面而深刻的理解常在师生、生生之间的交流讨论中产生。但在线上教学中,数学教师陷入一个窘境:(线上教学中)因为学生不愿意去回答问题,所以只能由教师点名,学生很慢地给予反应,而这在无形中又拖慢了教学进度。^[30]为保障教学进度,教师便会放弃一些在线上十分费时的活动,如课堂讨论、小组合作等。基于此,教师应当结合线上学习时间更加灵活的特点,充分利用碎片时间这一优势,把传统课堂中的多项任务进行重构和分解,例如:在课前给学生分享丰富的线上预习资料,将习题讲解录成视频,让学生课后自行观看并订正;在课堂上更多扮演学生思路的引导者,给学生充裕的时间讨论数学、思考数学,形成“以学生为中心”的线上教学模式。

由于疫情的反复性,线下教学模式也需要进一步调整,从而能更好地应对未来可能出现的突发事件。例如,让尽可能多的教师接触到录制微课、打磨微课的过程,提前熟悉线上教学的设备,适应线上教学模式,优化线上教学过程。本调查显示,老教师在技术使用方面所感受到的挑战明显大于年轻教师,所以在线上教育逐渐普及的时代,年轻教师应当发挥他们在

表8 四位教师使用的线上教学平台

教师	线上教学平台
J1	QQ、苏州线上教育平台、钉钉
J2	好视通云平台、钉钉、QQ助手
S1	腾讯会议、腾讯课堂
S2	钉钉

技术上的优势,建立技术互助小组,以便及时解决老教师遇到的技术困难。此外,因为数学学习本质上是由学习者主动组织的,所以教师可以尝试在线下课堂中播放微课,让学生接触到线上相关课程,从而提前干预学生对待网课的态度,塑造他们对线上学习在情绪、动机和认知等方面的正确意识,帮助自己在未来更好地进行线上教学管理。

(二) 充分发掘在线平台优势,发展数学个性化教育

在疫情暴发初期,教师普遍采取的教学方式是开视频会议、播放 PPT 或在白板上手写板书。但随着各类线上教学平台的不断完善,教师应该意识到线上教学平台不只是播放 PPT 或视频的工具,需要勇于尝试、善于探索,发掘平台的优势,创建创新的课堂环境,采用新方法去“监管”学生的学习。^[31]例如,上海市第二中学开发的在线平台可以记录学生在数学课上的解题、作图过程,教师可以随时调取学生平板上的内容进行观察、讲评,可将多位学生的平板内容同屏分析,课堂交流互动可以语音转文字,课后还可以回看每位学生的课堂记录,以便给予更有针对性的评价与辅导。^[32]在线平台的功能绝不仅限于播放 PPT,对其功能的充分挖掘不仅能大大提高教师的教学效率,还能更精准地观察到每位学生的学习动向。课堂上教师利用在线平台高效地浏览每位学生的解题思路,观察是否有一题多解或高频错解等情况,或捕捉学生的数学思维盲点,及时调整教学内容和进度,使其切合学生的实际思维水平,这在一定程度上弥补了线下课堂个性化教育不足的弊端。

因此,并不只有面对面教学才能牢牢抓住学生的“脑”和“眼”,有效利用线上教学平台不仅能通过交流的形式启发学生对数学的思考,还能使教师高效地观察学生的具体数学行为,弥补线下课堂的不足。教师们只有突破传统教学模式的束缚,才能更真切地感受到现代技术对教学的帮助。这样,无论是线上教学还是在之后的混合

式教学过程中,才能做到利用技术取长补短,优势互补。

(三) 优化课程资源,与线下课堂实现优势互补

相较于其他教师,“缺少线上教学资源”并不是数学教师所认为的主要困难。一方面,这可能是由于数学教师平时就注重各类教学资源的积累;另一方面,这也反映了数学教师对线上教学资源的依赖性不强,即主要使用的仍是线下所积攒的教学资源,如 PPT、讲义。但原有的资料并不完全适用于线上教学,如教师 S2 指出,PPT 在线下数学课一般起辅助作用,到线上教学则作为详细展现分析、总结、回顾数学教学内容的方式,需要重新整理准备。所以,为协助教师更好地进行线上教学,优化课程内容资源必不可少,包括开发适配线上教学的课件、练习册、电子教材等,将各种多媒体教学资源进行整合并实现数字化。

除了常规的教学资源外,教师也可以尝试使用在线题库对学生进行即时测试,利用数学游戏 App 或者智慧课堂等帮助学生进行拓展性学习,提升数学学习兴趣。同时,线上教学过程中可以很便捷地切换不同教学页面,使课堂活动与各类数学软件更紧密地结合,实现教师、学生和软件三方的完美交互。比如,考虑到不同数学概念的特性和教学目的,选择不同软件(如几何画板、GeoGebra、思维导图)嵌入线上教学过程,进而从不同角度丰富学生对特定概念的理解,促进学生知识网络的建构、数学抽象与直观想象的协同发展。许多教师经过一学期的线上教学后,逐渐意识到线上资源的丰富性。教师 S1 在访谈中提出,当教学回归线下后,她仍会利用线上教学的经验来丰富线下教学内容,如采取线上的形式给学生补充课外知识,或者利用之前自制或网络上优质的微视频帮助学生进行预习或复习。

然而,获得线上教学资源的前提是技术和网络的覆盖。博尔巴(Marcelo C. Borba)指出,线上教育无形中加强了城乡地区教育资源的不均

衡。^[33] 因此在后疫情时代,我们应开拓资源共享渠道,优化教学资源配置,使得各地区的学生都能在家接受同等优质的教育。

(四) 关注高阶数学思维,全面发展学生的数学学科核心素养

由于疫情暴发的突然性,教师和学生都感到措手不及。因此在全面开展线上教学的初期,教师大多采取将线下课照搬到线上的保守做法。并且,由于不确定学生线上上课的效果如何,部分教师甚至在原有教学内容的基础上进行了缩减,优先保障学生能掌握基础的数学知识,而暂时无暇顾及数学创造力、批判性思维等高阶数学思维的培养。不仅国内数学教师如此,在德利赫斯(Paul Drijvers)等人对法兰德斯、德国和荷兰的数学教师的调查中发现,线上教学过程中教师更多关注数学程序和算法,而对数学的推理和论证以及一些真实且复杂的数学任务则几乎没有探讨。^[34]

数学素养的渗透不应该依赖于教学环境,也不能为了完成课程任务而被忽略,因此教师们应该思考如何真正将数学核心素养融入教学中。例如,无论是线下教学还是线上教学,教师都可以将数学与实际生活紧密结合,由此引发学生将生活问题抽象概括为数学问题,尝试利用线上资源去搜集数据、建立模型,运用数学运算和数学推理进行问题的分析和论证。该过程不仅可以提升学生参与线上课堂的积极性,激发数学创造力,还可以让学生意识到数学并不只是抽象概念和性质的集合,在教学中塑造他们对数学的正确认知。

除此之外,学校层面也应及时提供培训及教学设备,关注教师的心理调适,构建良好的家校合作体系,提高家长的参与度。本调查显示,56.4%的教师认为与家长协调监督学生学习是有困难的。因此,为了提高家长的参与意识,教师应深化与家长之间的交流,倾听家长的个性化需求;学校应让家长参与课程设计与实施、教学过程的评估与监督等环节,建立完善的家校协同体系。

最后要说明的是,本研究也存在着一一定的局限性,主要是由于客观条件限制,样本规模较小,且只关注了疫情的突发性对上海和江苏数学教师的影响,具有地域上的特定性。但是,作为对于突发事件的一次探索性研究,也许我们可以从中得到针对数学教师的一些新启发。未来有必要开展更广泛、深入的研究,例如,关注目前疫情反复的条件下,教师对线上教学的认识程度与初期是否存在差异;其他因素如何影响教师对线上教学的认识;小学、初中数学教师是否面临着同样的挑战。这些富有价值的研究不仅能帮助我们更好地理解数学教师线上教学的情况,也会为后疫情时代混合式教学的推广提供宝贵的经验。相信在不远的未来,数学学科教学也能找到适合线上教学的“最优解”。

参考文献:

- [1][7] Engelbrecht J, Borba M C, Llinares S, et al. Will 2020 be remembered as the year in which education was changed?[J]. ZDM, 2020 (5): 821-824.
- [2][6] 王琳. 透过疫情,看高中数学教师的专业发展[A]. 成都市陶行知研究会第十六期“成陶开讲”暨首届“立德树人 铸魂育人”中青年教师报告会论文集. 成都: 陶行知研究会, 2020.
- [3] Bakker A, Wagner D. Pandemic: Lessons for today and tomorrow?[J]. Educational Studies in Mathematics, 2020 (1): 1-4.
- [4] Aydin C H. Turkish mentors' perception of roles, competencies and resources for online teaching[J]. Turkish Online Journal of Distance Education, 2005 (3): 58-80.
- [5] 苏智欣. 新冠疫情下的美国基础教育——以洛杉矶联合学区为例[J]. 基础教育, 2020 (3): 99-112.
- [8] 解问鼎, 赵丽霞. 居家学习期间中小学教师线上教育现状调查——全国五省六市(区)教师线上教育的数据分析[J]. 中小学信息技术教育, 2020 (7): 65-68.
- [9] 谭合理. 教育、科技、互联网的深度融合——基于当下疫情线上教育的分析与思考[J]. 教师, 2020 (30): 126-127.

[10] 金红江,柯琦.初中数学线上教学的问题审视及改进策略——以“一元二次方程习题课”为例[J].数学教学通讯,2021(17):3-5.

[11] Tall D. Using the computer as an environment for building and testing mathematical concepts: A tribute to Richard Skemp[J]. Papers in Honour of Richard Skemp, 1986(1):21-36.

[12] Goodyear P, Salmon G, Spector J M, et al. Competences for online teaching: A special report[J]. Educational Technology Research and Development, 2001(1):65-72.

[13] Collins M, Berge Z. Facilitating interaction in computer mediated online courses[J]. Proceedings of the FSU/AECT Conference on Distance Learning, 1996(6):1-10.

[14][19][27] 宋萑,刘伟,刘丽莎.疫情防控期间教师在线教学现状与培训需求分析研究——基于全国百所中小学的抽样调查结果分析[J].教师教育研究,2020(3):1-9.

[15] 杨家兴.线上教学的带领[J].中国电化教育,2005(9):15-18,26.

[16] Yang X, König J, Kaiser G. Growth of professional noticing of mathematics teachers: A comparative study of Chinese teachers noticing with different teaching experiences[J]. ZDM-Mathematics Education, 2021(1):29-42.

[17] 陈静.教龄对教学质量影响的分析[D].重庆:重庆师范大学,2013.

[18] 李德显,门陆.中学教师教学风格研究[J].教师教育学报,2015(1):62-70.

[20] 周德军.影响课堂教学管理效果的若干因素分析[J].教学与管理,2011(36):29-30.

[21][30] Cao Y, Zhang S, Chan M.C.E, et al. Post-pandemic reflections: Lessons from Chinese mathematics teachers about online mathematics instruction[J]. Asia Pacific Education Review, 2021(2):157-168.

[22] 杨晓哲,张昱瑾.疫情防控下中小学教师在线教学与在线培训分析[J].现代教育技术,2020(3):5-11.

[23] 朱彩兰,温昕,沈书生.中小学在线教学高绩效教师的特征分析——江苏省中小学在线教学调查报告之三[J].华东师范大学学报(教育科学版),2022(4):43-60.

[24] Stein M K, Engle R A, Smith M S, et al. Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell[J]. Mathematical Thinking and Learning, 2008(4):313-340.

[25] Hodgen J, Taylor B, Jacques L, et al. Remote mathematics teaching during COVID-19: Intentions, practices and equity[R]. London: UCL Institute of Education, 2020.

[26] 范良火.教师教学知识发展研究[M].上海:华东师范大学出版社,2003.

[28][32] 方耀华.技术改善数学教学[J].上海课程教学研究,2021(4):13-17,24.

[29] Albano G, Antonini S, Coppola C, et al. “Tell me about”: A logbook of teachers’ changes from face-to-face to distance mathematics education[J]. Educational Studies in Mathematics, 2021(1):15-34.

[31] Ruthven K. Ergonomic, epistemological and existential challenges of integrating digital tools into school mathematics[J]. Asian Journal for Mathematics Education, 2022(1):7-18.

[33] Borba M C. The future of mathematics education since COVID-19: Humans-with-media or humans-with-non-living-things[J]. Educational Studies in Mathematics, 2021(1):385-400.

[34] Drijvers P, Thurm D, Vandervieren E, et al. Distance mathematics teaching in Flanders, Germany, and the Netherlands during COVID-19 lockdown[J]. Educational Studies in Mathematics, 2021(1):35-64.

The Challenges and Countermeasures of Online Teaching for High School Mathematics Teachers — A Survey of Teachers in Shanghai and Jiangsu Province During the Pandemic

CHEN Qiuyu^{1,2} FAN Lianghuo^{1,2}

(1. School of Mathematical Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241;

2. Asian Centre for Mathematics Education, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: The sudden outbreak of COVID-19 pandemic has made the whole school teaching including mathematics teaching shift from offline to online quickly, which is a huge challenge for mathematics teachers at all levels who lack experience in online teaching. This study focused on high school teaching, selecting 56 high school mathematics teachers in Shanghai and Jiangsu province so as to investigate the challenges high school mathematics teachers had encountered in online teaching and whether there were differences among teachers of different teaching ages. The results showed that teachers' sense of challenge in different aspects of online teaching from high to low were (1) teaching management, (2) teaching practice and (3) technology use. In addition, teachers of different ages showed significantly different feelings of challenges in technology use and its sub-aspect "the use of online teaching platform". Compared with the teachers of other subjects, mathematics teachers especially emphasized the challenges encountered in monitoring students' mathematics learning from various directions and carrying out mathematics classroom activities such as leading students to discuss. Teachers' sense of challenge in technology use was the lowest, which was related to the constant emphasis on the integration of technology into teaching in Shanghai and Jiangsu. Based on the above results, combined with the characteristics of mathematics and the situation of repeated pandemic, this paper put forward the following suggestions: (1) Properly reconstruct mathematics classroom tasks and establish a "student-centered" online teaching model; (2) Fully explore the advantages of online platform and develop personalized mathematics education; (3) Optimize course resources and achieve complementary advantages with offline classes; (4) Pay attention to higher-order mathematical thinking and develop students' mathematical competence in an all-round way.

Key words: COVID-19 Pandemic, Mathematics Teacher, Online Teaching, Teacher Education, Teacher Professional Development

(责任编辑: 袁玲 黄得昊)