

信息技术环境下数学教师教学知识 调查研究与影响因素分析

郭 衍 曹一鸣

[摘 要] Mishra 和 Koehler 于 2006 年提出 TPACK (技术环境下的学科教学知识) 理论框架。在现有研究基础上, 将 T 由技术明确为信息技术, 扩充 TPACK 量表中学数学学科内容, 形成 30 道题的 M-TPACK 量表。调查测试了我国 5 个城市的 151 名中学在职数学教师, 通过统计分析优化量表设计, 结果发现, 男教师的信息技术知识较好, 年长教师的教法知识较好, 但信息技术、数学内容和教法知识的整合知识得分均未在性别或教龄上表现出显著差异; 在信息技术使用方面, 具有不同信息技术认证水平或对信息技术持不同评价的教师, M-TPACK 水平无显著差异, 而教师态度和使用频率的交互效应在 M-TPACK 上有显著作用, 简单效应分析结果显示, 提高使用频率只会对那些对信息技术持肯定态度的教师产生积极影响。

[关键词] M-TPACK; 信息技术; 数学教学知识; 验证性因子分析

[中图分类号] G633.6 [文献标识码] A [文章编号] 1009-718X(2015)03-0041-08

一、引言

随着信息技术的广泛应用, 教育信息化已成为各国教育发展的必然趋势。我国的数学教育也对信息技术使用表现出极大的关注, 《义务教育数学课程标准(2011年版)》中关于信息技术的提及高达 6.34%, 甚至高于美、英、法等国^[1]。作为数学教学的组织者、引导者, 同时也是数学课堂教学中信息技术的主要使用者, 教师自然成为信息技术使用应关注的对象。在我国, 对教师结合学科教学内容^[2]的信息技术掌握水平给予关注和研究还远远不够, 对教师的信息技术培训和考察也缺乏教学技能和学科知识的针对性, 忽视 信息技术教育化。

美国教师教育学院协会也发现了类似问题, 该协会回顾了 20 世纪 90 年代以来大量的信息技术与课程整合的案例, 结合教师培训经验, 推出 Hand-

book of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators^[3] (信息技术环境下教师教学知识研究手册), 力图改变信息技术在教育情境中的应用方式, 由 技术 转向 整合。手册中的核心理念 TPCK 最早由密西根州立大学的 Mishra 和 Koehler 于 2006 年提出^{[4][5]}, 他们在 Shulman 学科教学知识 (PCK) 的基础上加入技术知识, 形成了技术环境下的学科教学知识。

相关的调查研究也随之展开: 美国学者 Schmidt 等设计了 Survey of Pre-service Teachers' Knowledge of Teaching and Technology (职前教师教学与信息技术知识调查), 在 2008 至 2010 两学年对 124 名职前教师进行测试^[6]并修订量表; Archambault 和 Crippen (2009) 对 596 名 K-12 年级的网络课程教师进行了 TPACK 测试^[7]; 在国内, 台湾的 Jang 和 Tsai (2012) 将技术设定为电子白板技术, 设计 IWB-

郭 衍 北京师范大学数学科学学院 博士生 100875

曹一鸣 北京师范大学数学科学学院 教授 博士生导师 100875

based TPACK 量表对 210 名台湾小学科学及数学教师进行了测试^[9]；华东师范大学的詹艺（2011）设计了数学教师 TPACK 量表对 86 名数学专业师范生进行测试并开展实验研究^[9]。

本文在目前研究的基础上，借鉴已有量表，将 T 明确为信息技术，针对数学学科设计了 M-TPACK 量表，在国内进行了更大范围和更多人数的中学在职教师的纸笔测试，并利用统计分析优化量表，最终对通过调查研究获得的其他信息和 M-TPACK 测试结果进行分析，试图探究 M-TPACK 测试得分与教师的性别、教龄、信息技术使用等相关因素的关系。

二、理论框架

M-TPACK 的框架来源于 Mishra 和 Koehler 建立的 TPACK 理论框架。TPACK 植根于 T（技术）、P（教法）、C（内容）这三个基本知识。由此形成经典的三集合韦恩图结构：TK 与 PK 的交集形成 TPK（技术环境下的教法知识），TK 与 CK 的交集形成 TCK（技术环境下的内容知识），TK、PK 和 CK 三者的交集形成 TPACK（技术环境下的教学知识）。见图 1。

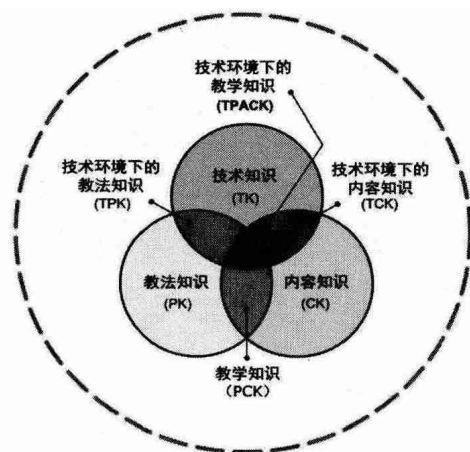


图1 TPACK 理论框架示意图

TK（Technology Knowledge）：技术知识，本文关注的是数学教师在信息技术环境下的教学，所以 M-TPACK 量表中的 T 更接近 Angeli 和 Valanides 的 ICT（信息通信技术）的定义^[10]。

CK（Content Knowledge）：内容知识，（数学）

学科的事实、概念、理论和方法等。

PK（Pedagogical Knowledge）：教法知识，教学的过程和方法，也包括班级管理、课堂评价、教学计划制定、学生学习情况等。

PCK（Pedagogical Content Knowledge）：学科教学知识，和 Shulman 的定义类似。

TCK（Technological Content Knowledge）：技术环境下的内容知识，使用特定的信息技术手段帮助学生具体领域领域的知识。

TPK（Technological Pedagogical Knowledge）：技术环境下的教法知识，将各种信息技术应用于教学，并了解信息技术如何改变教学。

TPACK（Technological Pedagogical Content Knowledge）：技术环境下的教学知识，将各种信息技术融入教学内容，同时了解教学内容、恰当的教学方法及信息技术三者间的相互作用。

事实上，美国爱荷华州立大学教学技术中心的 Schmidt 等人和 Mishra、Koehler 联合开发的 TPACK 量表^[11]包含了社会学、数学、科学和文学四门学科的内容，而本文 M-TPACK 的提法只是对数学学科的标识，并非是对 TPACK 理论框架的修正。

三、研究方法

（一）量表修改

Schmidt 等人研制的 TPACK 量表采用教师自评的方式，其中选择题共 46 题，选项分 非常不符合 不符合 一般 符合 非常符合 五个等级。

CK、PCK、TCK 和 TPACK 分四门学科，其中数学学科仅有 1 题，故 M-TPACK 量表须对 TPACK 量表就数学学科进行扩充才能使用。笔者参考 Schmidt 等人^[12]、Landry^[13]、詹艺等人对 TPACK 量表的修正，调整部分 TPK 分类下的题（整合 CK 后）到 TPACK 分类下，M-TPACK 量表最终保留原量表 18 题，增加 12 题（详见表 1）。

因为对原 TPACK 量表有所修改，且被试群体

①原文的缩写为 TPCK，全由辅音字母构成，不方便拼读和记忆。后 Mishra 等人在缩写中加入元音字母 A（and），将其改写为 TPACK。

②图片来源于 <http://tpack.org/>，部分文字由本文作者替换为中文。

M-TPACK 量表构成 表 1

知识分类	M-TPACK题量	原TPACK题量	保留题量	增加题量
TK	6	6	5	1
CK	3	12 (4)	3	0
PK	4	7	3	1
PCK	3	4 (1)	1	2
TCK	4	4 (1)	1	3
TPK	5	9	4	1
TPACK	5	4 (1)	1	4
合计	30	46	18	12

改变, 所以为确定新量表中的题能否测量各知识分类, 笔者先对 M-TPACK 量表进行探索性因子分析 (exploratory factor analysis, EFA); 由于 7 个知识分类存在内部关联, 直接对 30 道题进行分析会造成因子的大量重合, 故将 30 道题分为两部分分别作探索性因子分析。结果显示: 基本知识 (前 13 题) TK、CK、PK 分别由 1~6 题、7~9 题、9~13 题测量, 重合 1 题; 整合知识 (后 17 题) PCK、TCK、TPK、TPACK 分别由 14~16 及 23 题、17~19 题、20~24 题、25~30 题测量, 重合 1 题。

(二) 研究对象及背景

通过教育部 十一五 规划重点课题 数学课程改革理念与教学示范一致性研究 对北京市、沈阳市、杭州市、重庆市、成都市五个实验区的 151 名八年级数学教师使用 M-TPACK 量表进行测试。量表在一页 A4 纸上完整呈现, 测试耗时约 5 分钟。教师在调查人员的陪同下完成, 量表由调查人员整理带回, 有效保证了回收率和真实性。

这 151 名中学数学教师中, 男教师 57 名, 女教师 94 名; 大专学历 2 名, 本科学历 143 名, 硕士学历 6 名; 除 3 名为其他专业, 其余均为数学专业; 教龄最少 1 年, 最多 45 年, 其中教龄在 5~25 年间的教师占 80.13%。

五个实验区均为直辖市或省会, 且所选取的实验校也都为市区学校, 绝大部分学校的硬件条件能够满足教师在课堂教学和日常工作中使用信息技术的需求。

(三) 数据分析方法

本文通过 Cronbach 系数计算量表的信度。按

① 该想法参考了 Mplus 软件创始人 Bengt Muthén 的讨论意见, 并通过 Mplus 软件实现, 在此省略数据分析过程。

照前文探索性因子分析的结果调整部分题后, 再进行验证性因子分析 (confirmatory factor analysis, CFA) 检验所设定的模型是否拟合数据, 从而考察量表的结构效度。M-TPACK 量表共有 30 道题, 各知识分类下有 3~6 题, 参与测试的教师 151 名, 满足 Gorsuch (1983) 所提出的 被试数需达到题量的 5 倍 这一进行因子分析的前提条件^[14]。

四、数据分析与量表优化

验证性因子分析常用 因子载荷 表示联系标识 (题目) 与潜变量 (知识分类) 的系数。因子载荷的截断值为 0.4^[15], 低于 0.4 被称为弱标识, 若其统计也不显著, 则应从量表中删除。分析结果显示, 拟合指数 (CFI=0.935) 和 Tucker-Lewis 指数 (TLI=0.926) 均在 0.9 以上, 近似误差均方根 (RMSEA) 估计值 (0.059) 在良好 (0.05~0.08) 范围内, 且其 90% 置信区间为 0.049~0.068, 标准化残差均方根 (SRMR=0.059) 小于 0.08, 该模型拟合良好。

(一) 量表优化

1. 信息技术知识 (TK)

TK 中各题的因子载荷均高于 0.4。其中第 1 题因子载荷为 0.520, 相对较低。Schmidt 等人量表中的对应题为 I know how to solve my own technical problems (我知道如何解决自己遇到的技术问题), M-TPACK 量表在翻译此题时在括号中添加了提示 如死机、无法联网, 该提示偏硬件方向, 可能因此导致该题在 TK 下的因子载荷相对较低。在优化量表时可删去括号内的提示。

2. 数学知识 (CK)

CK 中的 3 道题保留了 Schmidt 等人的量表中 CK 下数学学科的题。如表 2 所示, 这 3 道题的因子载荷均在 0.4 以上, 予以保留。

3. 教法知识 (PK)

第 9 题、第 10 题的因子载荷低于 0.4, 为 PK 的弱标识, 故将第 9 题纳入 PK 是不合适的, 而第 10 题为 M-TPACK 量表自加题, 从内容方面来看, 该题相比其余 3 道题更偏向对态度而非教法知识的考

验证性因子分析结果 表 2

题目	信度	因子载荷
TK（信息技术知识）	信度：0.859	
1.当我遇到技术问题（如死机、无法联网）时知道如何解决		0.520
2.我可以很轻松地学会信息技术知识		0.782
3.我能掌握最新的信息技术		0.844
4.我知道很多不同的信息技术		0.813
5.我具备所需使用的信息技术的相关技能		0.738
6.我有充足的机会在工作中使用各种信息技术		0.634
CK（数学知识）	信度：0.811	
7.我有充足的数学知识		0.796
8.我能用数学的方式思考问题		0.993
9.我有多种途径和方法深化我对数学的理解		0.433
PK（教法知识）	信度：0.866	
9.我有多种途径和方法深化我对数学的理解		0.306
10.我知道利用信息技术教学时我的主要重心是数学		0.340
11.我知道如何评价学生的课堂表现		0.802
12.我可以根据不同的学生调整我的教学风格		0.822
13.我能在课堂中使用多种教学方式		0.868
PCK（数学教学知识）	信度：0.738	
14.我知道如何选择有效的教学方法来引导学生的数学思维和学习		0.791
15.我知道不同的教学内容需要使用不同的教学方法		0.768
16.我熟悉学生在某知识点上会出现的常见错误		0.566
23.我知道信息技术是怎样影响课堂教学的		0.167
TCK（信息技术环境下的数学知识）	信度：0.846	
17.我了解能用于数学学习的信息技术（软件）		0.829
18.我能选择合适的技术（动态、可视化、作图等）呈现数学概念，帮助学生更好地理解		0.774
19.我能帮助学生了解在解决具体问题时使用何种信息技术		0.863
TPK（信息技术环境下的教法知识）	信度：0.896	
20.我仔细思考过该在课堂教学中使用何种技术		0.826
21.我能选择恰当的技术优化课堂教学方式		0.901
22.我能选择恰当的技术优化学生的学习		0.863
23.我知道信息技术是怎样影响课堂教学的		0.663
24.我能对所学过的技术进行调整以适应不同的教学情境		0.758
TPACK（信息技术环境下的数学教学知识）	信度：0.907	
25.我能批判性地思考信息技术在课堂中的使用		0.706
26.我能恰当地将数学内容、信息技术和教学方法整合到课堂教学中		0.849
27.我能选择合适的技术优化我的教学内容、学生的学习内容以及教学方法		0.812
28.我能使用培训/书本中所学的信息技术教学策略整合教学中的内容、技术和教学方法		0.786
29.我能帮助我的同事改进信息技术与数学课程（包括教学方法）整合		0.846
30.我能为一堂具体的课选择合适的技术以优化教学内容		0.863

察，为保证 PK 叙述风格的一致，删去第 10 题。

4. 数学教学知识（PCK）
PCK 中第 23 题的因子载荷为 0.167，故将第 23 题纳入 PCK 不合适，其余 3 道题的因子载荷均在 0.5 以上。

5. 信息技术环境下的数学知识（TCK）
同 PCK 一样，第 17 题为 Schmidt 等人的量表中的数学学科题，其余 2 题为添加题，因子载荷均在

0.7 以上，效果理想。

6. 信息技术环境下的教法知识（TPK）
TPK 中 5 道题的因子载荷均在 0.6 以上，都予以保留。其中第 20 题经 EFA 由 TCK 调整到 TPK 下，从题目内容和 CFA 结果来看，该调整合适。

7. 信息技术环境下的数学教学知识（TPACK）
TPACK 中各题因子载荷均在 0.7 以上，效果理想。其中第 25 题经 EFA 由 TPK 调整到 TPACK 下，

①该表是 M-TPACK 量表经 EFA 调整部分题后再进行 CFA 的结果，其中 7 个知识分类的 α 信度为删题后的计算结果。

从题目内容和CFA结果来看,这个调整也是合适的。

(二) 知识分类间的关系

在7个知识分类下,除了PCK的Cronbach系数为0.738,其余的均在0.8以上,均满足Cronbach系数 ≥ 0.70 的要求^[16],且量表的总体Cronbach系数达到了0.949,信度较高。M-TPACK量表题目在已有研究的基础上修改,内容效度有所保障。经

EFA调整部分题的知识分类后再用CFA考察量表结构效度,删去第10题后其余29道题的因子载荷均高于截断值0.4,且模型拟合良好。

使用Mplus输出结果,得到各知识分类(潜变量)标准化的估计值,计算Person相关系数及其显著性,得到表3。

M-TPACK量表中各知识分类均显著相关,该结

M-TPACK各知识分类相关分析结果

表3

	TK	CK	PK	PCK	TCK	TPK	TPACK
TK	-						
CK	.503**	-					
PK	.350**	.569**	-				
PCK	.515**	.640**	.921**	-			
TCK	.818**	.614**	.495**	.657**	-		
TPK	.634**	.620**	.557**	.711**	.903**	-	
TPACK	.741**	.493**	.498**	.620**	.858**	.904**	-

**在.01水平(双侧)上显著相关。

论和Archambault, Crippen(2009)及Sahin(2011)^[17]的研究成果一致。特别是TK、CK和TCK,PK、CK和PCK,PCK、TCK、TPK和TPACK的相关系数均在0.6以上,较好地印证了理论框架中的三集合韦恩图模型。

参与测试的151名数学教师中,本科及以上学历的占98.68%,数学专业背景的占98.01%,其中师范院校毕业的占89.40%,保证了参测教师的TPACK水平。虽然每个教师的M-TPACK测试成绩有所差异,但其自身的信息技术、数学知识和教法知识发展都比较均衡,因此存在较高的内部一致性。

但需要强调的是,相关并不等同于因果,相关性显著并不代表可以得出诸如只要TK高,就能保证TPACK高的结论,这点下文将作说明。

五、影响因素讨论

随着M-TPACK测试结果的得出,自然带来另

一个问题:具备什么特征的人M-TPACK水平较高,即M-TPACK与哪些因素有关。

项目组还收集了教师的性别、教龄等信息。另外,问卷中还有4道关于信息技术使用的问题,分别调查了教师在教学中使用信息技术的种类、频率,对信息技术的态度及获认证的情况。通过整理问卷,笔者发现,有5名教师所在班级没有多媒体设备,且这5名教师来自同一学校。考虑到这些教师的调查结果受客观条件制约较大,所以下文的分析将排除这所学校。

(一) TK与性别有关,但整合知识无性别差异

观察表4我们可以发现,男教师在信息技术知识(TK)上得分显著高于女教师。这符合我们的主观认识,大部分男性比女性更喜欢也更擅长使用电子设备或软件。

但方差分析结果显示,在其余的知识分类上,

男女教师M-TPACK各知识分类标准分方差分析结果

表4

性别	女(89人)		男(57人)		方差分析结果	
	均值	标准差	均值	标准差	F值	显著性
TK	-0.066120	0.418264	0.106607	0.551166	4.568	0.034
CK	-0.016010	0.592573	0.052018	0.594876	0.452	0.503
PK	0.035517	0.482114	-0.043020	0.602559	0.750	0.388
PCK	0.015270	0.446042	-0.009550	0.515916	0.094	0.759
TCK	-0.036610	0.620705	0.082839	0.738546	1.097	0.297
TPK	0.002022	0.610272	0.030268	0.612620	0.073	0.787
TPACK	-0.017250	0.507205	0.058464	0.526417	0.744	0.390

男女教师不存在显著差异。也就是说，虽然男教师在信息技术方面表现得更出色，但在技术、学科内容与教法整合的情况下，即在数学教学中男教师使用信息技术就不再表现出显著的性别优势。

(二) TK、CK 与教龄有相关趋势，但整合知识无教龄差异

如表 5 所示，教龄与信息技术知识 (TK) 具有边缘显著的负相关，与教法知识 (PK) 具有边缘

显著的正相关。也就是说，教师教龄越长，其信息技术知识得分倾向于越低，但教法知识得分倾向于越高。其实这也不难理解：教龄短的教师往往年龄也较小，通常年轻人也相对更擅长信息技术；相反，教法知识可能会随着经验的增长而提高，教龄长的教师往往教法知识较好。

但其他知识分类与教龄没有显著相关，也就是说，将信息技术与数学教学知识整合后，教龄就不

教师教龄、信息技术使用种类与各知识分类相关分析结果

表 5

	TK	CK	PK	PCK	TCK	TPK	TPACK
教龄	-0.148 [*]	0.053	0.148 [*]	0.108	-0.074	0.039	-0.008
使用种类	0.268 ^{**}	0.108	0.163 [*]	0.178 [*]	0.335 ^{**}	0.316 ^{**}	0.356 ^{**}

** 在 .01 水平 (双侧) 上显著相关; * 在 .05 水平 (双侧) 上显著相关; + 在 .1 水平 (双侧) 上边缘显著。

再具有明显的优势或劣势。

(三) 教师信息技术使用种类与多知识分类有关

问卷中调查教师信息技术使用种类的题是一道半开放式多选题：您在课堂上常用的信息技术有哪些？题目提供了 7 个选项，既包括 PPT、几何画板等软件，也包括图形计算器、电子白板等硬件设备，还提供了一个 H.其他 的填空选项。教师在课堂上使用信息技术的种数从 0 到 8 不等，可以看作是连续变量与 M-TPACK 各知识分类的标准分作相关分析。

如表 5 所示，M-TPACK 各知识分类中与教师课堂信息技术使用种类相关系数大、显著性高的是 TK、TCK、TPK、TPACK。可见，教师在课堂上使用信息技术的丰富程度与 TPACK 关系明显。排除故意 炫技 的因素，能长期在课堂教学中使用多

种信息技术的教师，想必也是对自己的信息技术水平比较自信，能选择适合使用技术的数学内容领域，且能将信息技术灵活运用于课堂教学之中。同时也有研究表明，外部的软硬件设备支持会影响教师的信息技术使用与数学教学的深层次整合^[18]。

(四) 教师课堂信息技术使用频率与 TK 无关

问卷中调查教师在课堂上信息技术使用频率的题是：您在课堂上使用信息技术的频率是？在 146 名教师中，除 3 名教师没有回答该题外，有 16 人选择 A. 少于每月一次或从不使用；27 人选择 B. 介于每月一次和每周一次之间；46 人选择 C. 每周用一两次；54 人选择 D. 几乎每节课都用。如表 6 所示，信息技术使用频率和 M-TPACK 各知识分类标准分方差分析结果显著相关的是 TPK 和 TPACK，说明经常在课堂教学中使用信息技术，可能对教师

信息技术使用频率与各知识分类标准分方差分析结果

表 6

使用频率		TK	CK	PK	PCK	TCK	TPK	TPACK
A (16 人)	均值	-0.01381	-0.12681	-0.04969	-0.04944	-0.34763	-0.41356	-0.27363
	标准差	0.72025	0.79572	0.70243	0.56995	0.89628	0.68264	0.65263
B (27 人)	均值	-0.06644	0.02322	-0.03030	-0.00970	-0.10970	-0.08385	-0.11670
	标准差	0.50068	0.51500	0.54694	0.49095	0.68870	0.54893	0.51581
C (46 人)	均值	-0.03604	0.06550	0.06154	0.07480	0.09546	0.11961	0.09376
	标准差	0.40387	0.62790	0.53745	0.48703	0.51409	0.44851	0.38980
D (54 人)	均值	0.04850	-0.01974	0.01343	-0.01261	0.07867	0.09735	0.08970
	标准差	0.43487	0.55379	0.46928	0.42242	0.65669	0.69118	0.53948
方差分析结果	F 值	0.441	0.449	0.258	0.426	2.360	3.835	3.108
	显著性	0.724	0.718	0.856	0.735	0.074	0.011	0.029

在信息技术环境下的教法知识的提升有所帮助；但在TK上却不显著，说明经常在课堂上使用信息技术似乎和信息技术知识没有太大关联。事实上，仅将PPT作为主要技术手段的教师并不在少数，特别是在21世纪初，多媒体教学似乎只是为了节约教师板书的时间，信息技术未能成为数学课堂教学的合作者和推动者^[19]。一页页展示定义、公式、习题的低层次信息技术的频繁使用的确对TK并无益处。

（五）对信息技术持不同态度的教师在M-TPACK上无明显差异

问卷中调查教师对信息技术在课堂教学中使用的看法的题是：您觉得课堂上信息技术的使用对数学教学产生了什么样的影响？在146名教师中，除去3人没有选择外，无人选择A.不利于教学，一般不用；8人选择B.用不用区别不大；95人选择C.能够辅助教学；40人选择D.很大程度上优化了教学。在方差分析的结果中，态度对于M-TPACK各知识分类的主效应都不显著，也就是说，对信息技术在课堂教学中使用持有不同态度的教师在M-TPACK上并没有明显差异。

（六）M-TPACK水平与教师获认证情况无明显关联

问卷中调查教师获得信息技术认证的情况的备

选提示有：计算机等级证书、微软办公自动化技能认证、职称计算机考试等。但无论是将是否获得认证还是获得认证的个数作为自变量与M-TPACK各知识分类的标准分作方差分析，结果除TK边缘显著外，其余均不显著，这说明教师的M-TPACK水平与通用类信息技术认证无明显关联。

这恰恰验证了本文引言中所指出的问题，教师需要掌握的是能够在学科教学中使用的信息技术技能，因为只有能够融入学科教学的信息技术才是教学所需要的。单纯的信息技术考试或认证缺乏教学技能和学科知识的针对性，不能体现教师整合学科教学知识的信息技术水平，无法满足对教师的专业化考察的需求，这也体现了M-TPACK测试的重要性与必要性。

（七）教师信息技术使用频率与态度的交互作用显著

上文中的使用频率是对客观行动的调查，态度是对主观意愿的调查，将这两者结合起来分析的结果是有趣且有意义的。如表7所示，使用频率与态度的交互作用关于M-TPACK的各知识分类除TK和CK外其余均显著或边缘显著。

通过进一步的简单效应分析可以发现：TCK和

使用频率与态度的交互作用

表7

	知识分类	df	均方	F值	显著性
使用频率*态度	TK	5	0.293	1.289	0.272
	CK	5	0.240	0.661	0.653
	PK	5	0.716	2.642	0.026
	PCK	5	0.438	1.993	0.084
	TCK	5	0.946	2.326	0.046
	TPK	5	0.702	2.058	0.075
	TPACK	5	0.594	2.420	0.039

TPACK的差异主要存在于对信息技术使用评价高和使用信息技术频率高的教师之中。对信息技术使用评价高的教师，使用频率越高，TCK和TPACK水平越高，这说明只有对信息技术使用评价高的教师提高使用频率，才会使得TCK和TPACK水平有显著提高；而使用信息技术频率高的教师，对信息技术使用的评价越高，TCK和TPACK水平越高。

由此可见，教师如果只是经常使用低层次的信息技术，而不认为信息技术能够优化教学，那么只是教学方式的变化；如果仅仅认为信息技术大有用处，但不在教学实践中采取实际行动，也无法提高M-TPACK水平。只有客观行动符合主观意愿，主观意愿支持客观行动，既认为信息技术有助于数学教学，又在课堂教学中不断实践，才能切实提高教师在信息技术环境下的数学教学知识水平。

六、结束语

通过分析我们发现,教师的信息技术知识和教法知识水平可能会因教龄或性别等自身因素而有所差异,但这种差异在整合知识上却没有显著的表现,所以女性教师或年龄较大的教师不应排斥信息技术在数学教学中的应用;同样,年轻教师也不能觉得自己比较熟悉信息技术就一定能够在与数学课堂教学的整合中使用得当。数学PCK基础和TK的整合绝非是简单的2+1,单纯的计算机考试或认证与M-TPACK的关系并不显著,教师需要从教学观念上认识到信息技术的意义和作用,并在课堂教学中不断实践以积累经验,才可能促进M-TPACK的提高。

当然,TPACK调查测试难免还有不足之处。调查测试主要依靠访谈或教师自评,在考察形式上相较于计算机等级考试、微软office认证等测试可能显得不够权威、客观。所以,就现阶段而言,TPACK量表的功能应该是调查胜于考察,因为当被试教师知道或感觉到研究者有前后比较或进行某种考核的意图时,测量结果就可能变得不再真实可靠。测试题表述的价值倾向比较容易看出,而目前量表的测试形式对被试教师为追求更好成绩而不真实答题的行为还不能避免且无法检验;类似情况在调查研究中则有所缓解,本研究采用不记名测试并向被试教师保证测试结果仅用于科学研究,在一定程度上可以消除被试教师为得高分而不真实答题的念头。

用M-TPACK测试取代传统的信息技术认证作为教师考核的标准化测试并不可能一蹴而就,标准、权威、客观的M-TPACK测试也尚待完善。信息技术、学科内容、教学法的整合已成为教育在现代社会发展的必由之路,对于教师能力的要求和考察也应由单一技能转向为整合技能。虽然前路漫长曲折,但只要方向明确,就终能到达。

[注释]

- [1] 郭衍,曹一鸣.数学课程中信息技术运用的国际比较研究——基于中国等十四国小学初中数学课程标准的研究[J].中国电化教育,2012,(7).
- [2] 邵珍红,曹一鸣.数学教学知识测试工具简介及其相关应用[J].数学教育学报,2014,(02).

- [3] The AACTE Committee on Innovation and Technology. Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators[M]. New York: Taylor & Francis Group, 2008.
- [4] Mishra, P., Koehler, M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge[J]. Teachers College Record, 2006, 108(6): 1017-1054.
- [5] 袁智强.整合技术的学科教学知识研究综述[J].数学教育学报,2012,(06).
- [6] Schmidt, D.A., Baran, E., Thompson, A.D., et al. Survey of Preservice Teachers' Knowledge of Teaching and Technology. 2012 ed, 2009.
- [7] Archambault, L., Crippen, K. Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States[J]. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 2009, 9(1): 71-88.
- [8] Jang, S., Tsai, M. Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards[J]. Computers & Education, 2012, 59(2): 327-338.
- [9] 任友群,詹艺.培养数学专业师范生TPACK的实验研究[J].中国电化教育,2011,(10).
- [10] Angeli, C., Valanides, N. Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK) [J]. Computers & Education, 2009, 1(52): 154-168.
- [12] Schmidt, D.A., Thompson, A.D., Koehler, M.J., et al. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers[J]. Journal of Research on Technology in Education, 2009, 42(2): 123-149.
- [13] Landry, G.A. Creating and validating an instrument to measure middle school mathematics teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) [D]. Knoxville: University of Tennessee, 2010.
- [14] Gorsuch, R.L. Factor Analysis (2nd ed.) [M]. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- [15] Ford, J., MacCallum, R., Tait, M. The application of exploratory factor analysis in applied psychology: A critical review and analysis[J]. Personal Psychology, 1986, 39: 291-314.
- [16] Nunnally, J. Psychometric Theory [M]. New York: McGraw Hill, 1978.
- [17] Sahin, I. Development of survey of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) [J]. The Turkish Online Journal of Educational Technology, 2011, 10(1): 97-105.
- [18] 周莹,文玉婵.影响教师将信息技术整合于数学教学的因素分析[J].数学教育学报,2007,(03).
- [19] 尚晓青.信息技术在数学课堂教学中应用的层次分析[J].数学教育学报,2008,(04).

(责任编辑:韩梅)