

索取号: _____

密级: _____

南京师范大学

教育博士学位论文



TPACK 视角下 小学数学教师专业发展的研究

研 究 生: _____ 陈 薇

指 导 教 师: _____ 沈书生

培 养 单 位: _____ 教育科学学院

专业学位领域: _____ 学校课程与教学

完 成 时 间: _____ 2018 年 3 月 26 日

答 辩 时 间: _____ 2018 年 5 月 13 日

学位论文独创性声明

本人郑重声明：所提交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果。本论文中除引文外，所有实验、数据和有关材料均是真实的。本论文中除引文和致谢的内容外，不包含其他人或其它机构已经发表或撰写过的研究成果。其他同志对本研究所做的贡献均已在论文中作了声明并表示了谢意。

学位论文作者签名：

日期：

学位论文使用授权声明

研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属南京师范大学。学校有权保留本学位论文的电子和纸质文档，可以借阅或上网公布本学位论文的部分或全部内容，可以采用影印、复印等手段保存、汇编本学位论文。学校可以向国家有关机关或机构送交论文的电子和纸质文档，允许论文被查阅和借阅。（保密论文在解密后遵守此规定）

保密论文注释：本学位论文属于保密论文，密级：保密期限为年。

学位论文作者签名：

指导教师签名：

日期：

日期：

摘 要

数学教师的专业发展需要思考两个基本前提：究竟怎样才能成为一名专业的小学数学教师？究竟是否有可能加速数学教师的专业成长进阶？本研究就是基于这两个基本的思考所触发。研究包含三个问题：问题一：课堂教学中哪些要素影响着教师的专业成长？问题二：如何利用这些要素促进新手教师的专业成长？问题三：如何加速新手教师的专业成长并促进专家教师的专业再成长？

基于文献的梳理，研究首先基于对小学数学教学的已有研究成果建构了数学教学的关键要素框架（KMT），从结构、表征、问题和技术四个维度，选取四名小学数学专家教师的十六节课堂教学实录，从量和质两个方面分析专家教师的教学策略，得出了以下研究结果：基于 KMT 的专家教师课堂教学的进阶模型；专家教师在结构方面具有迭代进阶的特点；在表征方面是循环往复上升的过程；在问题方面具有系统的整体规划；在技术方面具有从追求效率到追求效果，从理想融合到深度应用，从使用技术到理解技术的特点。

接着，研究将基于 KMT 的专家教师教学策略应用于新手教师专业成长的培养中，同时也将专家教师与新手教师的教学进行对比分析，得出新手教师专业发展的三个阶段：个人经验主导阶段，教材解读整合阶段和分析学生学习阶段。同时，研究进一步构建了新手教师专业成长路径的模型，模型从三个方面描述了新手教师的成长路径：KMT 维度、能力维度和时间维度。

最后，将新手教师专业发展的研究结果应用于职前教师的专业成长实践中，选取三名师范生作为研究对象，设计职前教师专业发展的实践培养模式，探寻新手教师专业发展的研究结果对职前教师专业发展的实践影响，进一步验证研究结果的可推广性，并概括出师范生专业提升模型。

基于以上研究结果进一步讨论数学教师专业发展。数学教师的专业发展历程是一个循环上升的模型，丰富教师知识和提升教学执行力是提升教师专业发展的重要方法，同时也对教师专业发展进行了深思与展望，教师专业发展应面向课程，走向反思性实践之路。

关键词：TPACK；小学数学教师；专业发展；数学教学

ABSTRACT

Teachers' professional development demands thinking about two basic prerequisites: how can be a teacher grow into a professional mathematics teacher in elementary school? Is it possible to speed up the professional growth of a mathematics teacher? This study is based on the thought of the above two prerequisites, which contains three questions:

Question 1: What are the instructional factors that may influence teachers' professional growth?

Question 2: How may we use these elements to promote novice teachers' professional growth?

Question 3: How may we accelerate the professional growth of novice teachers?

Based on a review of the literature, the study first proposed a framework of key elements for mathematics teaching(KMT),

Based on the existing research results of the elementary school to construct the mathematics teaching key elements of the framework (KMT) including structure, representation, question and technology. Next, the study analyzed 16 classroom lessons of four expert elementary mathematics teachers. Both quantitative and qualitative analyses were conducted to identify instructional strategies. Findings reveal a advanced model of expert teachers' classroom teaching based on the KMT framework. In particular, expert teachers' lessons structures demonstrate characteristics of iterative progression. Representations uses indicate a process of cyclic rising. Teacher questioning were systematically designed to pursue efficiency. Finally, technology uses have features of from ideal integration to the deep application and from application to understanding.

Next, this study applied the KMT framework of expert teachers' teaching strategies to study a novice teachers' professional development. Through a one year follow-up study of a new elementary mathematics teacher in comparison with expert teachers' classroom instruction, this study revealed three stages of novice teachers' professional growth including: a stage dominated by personal teaching experience, a stage of textbook study and adaptation, and a stage of attending student learning.

Furthermore, this study development a model of novice teacher's professional growth that has three dimensions: KMT, capability, and time.

Finally, this study applied the above research findings about novice teacher professional growth to the case of pre-service teachers, this study designed a training mode for pre-service teachers' professional development and explored the effect of this model on pre-service teachers' professional growth. Results further indicate the potential replication of research findings. Consequently, a model of pre-service teachers' professional promotion was generated. Based on the above research findings and further discussions, this study made continuous reflection on mathematics teachers' professional development. That is, mathematics teachers' professional development is a spiral model where enriching teacher knowledge and enhancing their implementation capability are utmost import. This study further ponded upon teacher professional development and its future. It was concluded that teacher professional development should be geared toward the curriculum needs along with reflective practice.

KEY WORDS: TPACK, Elementary Mathematics Teachers, Professional Development, Mathematics Instruction

目 录

摘 要.....	I
ABSTRACT.....	II
目 录.....	IV
表目录.....	VIII
图目录.....	IX
第 1 章 绪 论.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.1.1 小学数学教学的现状与困境.....	2
1.1.2 教师专业成长支持缺乏针对性.....	3
1.1.3 教育信息化的时代背景.....	4
1.2 研究问题与意义.....	4
1.2.1 研究问题.....	4
1.2.2 研究意义.....	5
1.3 研究框架.....	6
第 2 章 文献综述.....	8
2.1 教师专业发展的内涵解析.....	8
2.1.1 教师专业发展的含义.....	8
2.1.2 教师专业发展与教师教育.....	10
2.1.3 教师专业发展与教学专长提升.....	11
2.1.4 专家教师与新手教师.....	13
2.2 教师知识相关理论.....	16
2.2.1 学科教学知识.....	16
2.2.2 整合技术的学科教学知识.....	20
2.2.3 数学教学知识.....	27
2.2.4 TPACK 与其他教师知识理论的概念辨析.....	29
2.3 教育教学相关理论.....	32
2.3.1 教学的理解.....	32
2.3.2 教学策略.....	33
第 3 章 研究设计.....	40
3.1 理论框架的建构.....	40
3.1.1 理论的嬗变.....	40

3.1.2 研究框架的建构.....	42
3.1.3 数学教学的关键要素框架的建构.....	43
3.2 研究方法.....	45
3.2.1 第一阶段：专家教师的教学专长探究.....	45
3.2.2 第二阶段：新手教师的成长路径分析.....	46
3.2.3 第三阶段：职前教师的专业发展实践.....	47
3.3 研究环境与参与人员.....	49
3.4 教学任务.....	50
3.4.1 专家教师的教学任务.....	50
3.4.2 新手教师的教学任务.....	51
3.5 编码与分析.....	51
3.5.1 结构的编码.....	52
3.5.2 表征的编码.....	52
3.5.3 问题的编码.....	53
3.5.4 技术的编码.....	54
3.5.5 编码困难.....	54
3.5.6 编码的信度.....	55
第4章 基于KMT的专家教师教学策略.....	56
4.1 结构.....	56
4.1.1 结构的时间比例分析.....	57
4.1.2 结构的功能目标分析.....	58
4.1.3 仿例题设计的特征.....	59
4.2 表征.....	61
4.2.1 教材表征分类.....	61
4.2.2 表征的编列.....	63
4.2.3 表征的出现.....	66
4.3 问题.....	73
4.3.1 深度问题的类型.....	73
4.3.2 深度问题的出现.....	74
4.3.3 深度问题的教学目的.....	78
4.3.4 深度问题的教学支持.....	79
4.3.5 深度问题的支持结构.....	83
4.4 技术.....	86
4.4.1 技术的应用.....	86

4.4.2 技术的功能.....	88
4.5 讨论.....	90
4.5.1 课堂教学的框架：迭代进阶.....	90
4.5.2 课堂教学的节点：表征进阶.....	91
4.5.3 课堂教学的关键：问题进阶.....	92
4.5.4 课堂教学的支持：技术进阶.....	94
第5章 新手教师的专业发展路径探究.....	98
5.1 课堂教学结构.....	98
5.1.1 新手教师：步骤的限定.....	98
5.1.2 专家教师：灵活的处理.....	99
5.2 课堂教学表征.....	101
5.2.1 表征的类型.....	101
5.2.2 表征结构.....	102
5.3 课堂深度问题.....	104
5.3.1 问题的编列.....	104
5.3.2 问题的设计.....	105
5.3.3 问题的理答.....	108
5.4 课堂信息技术.....	109
5.4.1 新手教师：使用到应用.....	109
5.4.2 专家教师：应用到整合.....	110
5.5 新手教师专业成长的进阶.....	110
5.5.1 新手教师专业成长的三阶段.....	110
5.5.2 新手教师专业发展路径模型.....	112
第6章 职前教师专业发展的加速进阶.....	114
6.1 职前教师教学专长培养的现状与困境.....	114
6.1.1 教材理解的本位主义.....	115
6.1.2 教学设计的功利主义.....	115
6.2 “怎样教学表？”.....	116
6.3 “怎样教学表？”的自我对话.....	118
6.3.1 读懂教材.....	118
6.3.2 制定计划.....	119
6.3.3 实施设计.....	120
6.3.4 反思检验.....	121
6.4 干预.....	122

6.5 “怎样教学表？”的应用策略与效果.....	122
6.5.1 “怎样教学表？”的学习.....	123
6.5.2 “怎样教学表？”的使用.....	125
6.5.3 “怎样教学表？”的应用.....	126
6.5.4 “怎样教学表？”的效果.....	127
6.6 师范生专业提升模型.....	129
第7章 研究结论.....	131
7.1 数学教师专业发展的路径.....	132
7.2 数学教师专业发展的方法.....	133
7.2.1 丰富教师知识.....	133
7.2.2 提升教学执行力.....	133
7.3 教师专业发展的深思.....	134
7.3.1 对师范教育的审思.....	134
7.3.2 教师教育的实践系统策略.....	135
7.4 教师专业发展的展望.....	140
7.4.1 重视职前教育的效果迁移.....	140
7.4.2 构建结构化的教师教育成长支持计划.....	140
7.4.3 减少教师教育规划的重叠.....	141
7.4.4 面向课程的教师专业发展规划.....	142
7.4.5 走向反思性的教师专业发展之路.....	143
7.5 研究反思与局限.....	143
7.5.1 研究方法的反思.....	143
7.5.2 研究内容的局限.....	143
附录.....	144
附录1 专家老师课后访谈问题.....	144
附录2 新手教师课后访谈问题.....	145
参考文献.....	147
致谢.....	159

表目录

表格 1 SHULMAN(1987) 教师知识分类	17
表格 2 教学推理和行动的模型	20
表格 3 数学教学任务	28
表格 4 教学事件	33
表格 5 专家教师的教学内容	51
表格 6 教材与教学的时间比例	57
表格 7 教学环节的功能分析	59
表格 8 例题与仿例题设计样例 1	60
表格 9 例题与仿例题设计样例 2	60
表格 10 例题与仿例题设计样例 3	61
表格 11 教材表征分类表 4-6	62
表格 12 教师 B 第 1 课例题教学表征	66
表格 13 深度问题教学片段 (教师 D 第 1 课 “怎样使两数同样多”)	74
表格 14 深度问题类型与出现环节	75
表格 15 深度问题迭代教学设计样例 (教师 C 第 1 课 “怎样使两数同样多”)	77
表格 16 深度问题的教学目的	78
表格 17 深度问题类型与教学目的	79
表格 18 深度问题的教学支持	80
表格 19 追加问题的意图	80
表格 20 深度问题的支持结构	83
表格 21 表征呈现技术	87
表格 22 板书的功能	87
表格 23 技术的使用功能频次	89
表格 24 展台与板书的使用对比	89
表格 25 教师 C 第 2 课的练习部分	101
表格 26 多样的表征	102
表格 27 表征设计样例 (教师 C 第 2 课)	103
表格 28 问题明显程度评分表	107
表格 29 新手教师与专家教师的教学特点	112
表格 30 怎样教学表?	118
表格 31 “三角形三边关系” 教材与教学表征	124
表格 32 “异分母分数加减法” 的教材与教学表征	126

图目录

图 1	论文结构图	7
图 2	数学教学关键要素框架 (KMT)	44
图 3	高级新手水平教师的研究方案	47
图 4	职前教师 (师范生) 的专业培养流程	49
图 5	教材与教学表征的数量	64
图 6	教学中的表征改变	65
图 7	表征出现的方式	67
图 8	专家教师的表征出现	67
图 9	专家教师表征使用	71
图 10	教材表征与非教材表征使用	72
图 11	非教材表征中的表征出现比例	72
图 12	结构的进阶	90
图 13	表征的进阶	92
图 14	问题的进阶	93
图 15	新手教师专业发展路径模型	113
图 16	师范生专业发展提升模型	129
图 17	数学教师专业发展历程	131

第1章 绪论

本研究涉及了两个基本话题：教师专业发展和教师知识结构。无论从教师的职业发展还是从教师教育学生所产生的影响两个方面看，教师专业发展都具有重要的研究价值。教师如果能在更短的时间内实现个体的专业成长，对学生的学习将具有正向的推进作用。从教师知识结构的维度切入研究教师的专业成长，可以有效地解决教师知识结构在应然与实然之间的差值问题，可以做到更加具有针对性，因而可以更好地促进教师的教学水平提升。

教师专业发展的专门化研究需求源自于人们对教学质量的不满，于是，研究领域又进一步开始思考一些关于教师能力的基本问题，到底需要具备什么样的素养，才能够成为一名合格的教师。教学是教师专业的核心，也是教师专业发展的中心任务，其他因素的发展都是为了教育教学而服务。教学是一个劣构的过程，教师在教学过程中发挥着重要的作用。随着人们对教学规律的认识的加深，形成了许多新的学习范式，譬如探究式学习和发现法学习等，倡导把主动权交还给学生，于是，对于教师的地位问题，便开始让人产生了质疑，甚至有人提出，教师将可能会被其他的技术所取代。在一个探究性学习的课堂里，对教师的要求是变高了，还是变低了呢？从大量的实践经验不难发现，对于教师而言，任何一种新的变革，都是对教师提出了更高的要求，并引导着人们进一步思考，具备了什么样的知识结构的教师才是更胜任的教师。我们甚至无法想像，如果一个教师只能讲解课程内容，他们如何能够去应对在探究性学习过程中不断生成的新的问题。这并不是说讲授法不好，但一个能够熟练运用讲授法的教师，所不可或缺的一定是其对教学与知识之间关系的理解程度。精熟的教学表现是缄默的，是一种教学的艺术，本研究将聚焦于小学数学学科的教师，通过外化行为的方式来观察教师行为，分析他们对课程、教材以及教学的理解，以探寻促进教师专业成长的路径。

1.1 研究背景

教师的专业发展是新时代改革的重要内容之一，教师的素质尤其是义务教育阶段教师的能力对教育的影响深远而厚重，建设高素质的教师队伍是教师教育改革的目標。教师的专业发展要基于教师能力的现有水平和实际状况展开，分析目前教师专业发展的困难，从问题入手，找准发展点，并结合时代背景设计具有支持力的教师专业发展计划。

1.1.1 小学数学教学的现状与困境

亚里士多德在《形而上学》中阐述了对匠师与工匠的区别,把匠师看作更为优秀的人,因为他们不仅掌握了理论知识,而且知道也知道那样做的理由。^①从广义上讲,把一个人与无知的人区别开来的,就是教的能力,这就是为什么我们认为是艺术而不是经验才具有的知识特征的原因,即艺术家可以教,而其他(即那些没有通过学习真正获得一门技术的,只是具有经验技巧的人)没有这个能力。教学在传统的认识中是具有最高学术水平的象征和证明,会教学就是一名教师最崇高的荣誉。

1988年,“21世纪中国数学教育展望学术讨论会”上就一项数学课堂教学的调查结果显示:“15%的教师教学得法”,“65%的教师能基本讲清但较呆板”,“20%的教师讲不清”,各界呼吁数学教育的队伍需要提高质量。经历了十多年的课程改革之后,我国小学数学教学仍然需要进行深度思考。一方面,教师对教材解读的偏差在小学数学教学中普遍存在,偏差主要表现在以下几个方面:重专家解读轻个人解读而造成对课程标准精神的偏读;重教参阅读轻教材阅读而造成对教材意义的浅读;重教法研究轻内容研究而造成对数学知识的误读;重学科价值轻教育价值而造成对课程功能的漏读。^②教材在学生学习和教师教学的过程中扮演着重要的角色,^③教师的数学课堂的教学内容仍旧以教材为主要来源。^④中国在2006和2009的PISA的国际测试中,数学学科获得了优异的成绩,被数学教育界广泛认可的其中一个重要因素是中国有好的教材,^⑤尤其在义务教育阶段,教材对基于标准的教学的影响更大。但就目前现状看,基础教育教师解读教材的水平对教学的影响。另一方面,教师教学设计能力仍旧需要不断提升,刘志平等对小学数学教师的教学设计能力进行过深度的调研,结果发现小学数学教师的教学设计中出现了很多错误认识及不合理现象。^⑥杨豫晖、宋乃庆等的研究发现,小学数学课堂教学的设计的问题出现了信息堆积、静态知识梳理和学生被工具化等问题。新教材要求教师不能再像过去那样被动地去依附教材,而要“以人为本”充分挖掘教材中的教学资源。教材仅仅是表现了“想要的课程”,然而小学数学教师“用教材教”的现象仍然很严重,教材的适用性处理不够,对教材中不适合学生的生活的内容教师不能自行进行合理设计。一些小学数学教师仍然把握不住教材(如情景图、例题、活动等)的编写意图,以旧思想用新教材,关注知识与技能的传

^①亚里士多德.形而上学[M].上海:上海人民出版社,2005:16.

^②孙国春.小学数学教材解读集体偏差现象探析[J].中国教育学报,2016(3).

^③Ball,D.L.& Cohen,D.K.(1999).Developing practice,developing practitioners:Toward a practice-based theory of professional education.In G.Sykes and L.Darling-Hammond(Eds.),Teaching as the learningprofession:Handbook of policy and practice (pp. 3-32).San Francisco: Jossey Bass.

^④邝秀云,宋乃庆.新课程背景下的小学数学双基教学现状与反思[J].课程教材教法:2013(2).

^⑤Ding,M.(2016). Opportunities to learn: Inverse operations in U.S. and Chinese elementary mathematics textbooks.Mathematical Thinking and Learning,18(1),45-68.

^⑥刘志平,刘美凤,吕巾娇.小学数学教师教学设计存在的问题及原因分析[J].中国电化教育,2010(2).

授,而忽视数学学习的过程与方法。^① 为了要促进学生学习的改善,我们需要研究教师教学实践中如何把“想要的课程”转变为“实践的课程”。^② 小学数学教学应走向何方? 正如钟启泉教授所说,面对21世纪的挑战,世界各国的中小学课堂正在经历着一场“静悄悄的革命”。

1.1.2 教师专业成长支持缺乏针对性

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》、《国务院关于加强教师队伍建设的意见》和《教育部、国家发展改革委员会、财政部关于深化教师教育改革的意见》等政策文件都在大力推进教师、教育综合改革,着力提升教师教质量,认真探索卓越教师培养机制。随着世界范围内的教育变革,世界各国在教育领域都逐步开始关注教师的专业发展,并且也都在教师专业成长方面从各个层面做出了尝试与突破,但是这些所谓的支持教师专业成长的活动却收效甚微。国外的一项调查表明,仅仅只有18%的教师认为由上级教育监管部门或学校组织的专业培训活动有助于他们的教学成长。在我国也有相关研究表明,教师对上级教育主管部门组织的教育培训或专业发展的活动对自身的专业成长有效性不大。我国从1978年至今,经历了补偿性培训、探索性继续教育、普及性继续教育和国家级培训四个阶段。^③ 培训者通过碎片化的讲座讲所谓的专业知识传授给教师,但是这些内容大都与教师的实际工作关系不够紧密。那么,我们面对的问题就是什么样的教师专业成长支持计划才是有效促进教师的专业成长发展的。伯曼等研究了有效专业发展的主要特征,他们在研究的基础上提出专业发展应该主要深化教师的知识研究,从而促进教师在实践中学习并发生变化。教师专业化的最大问题不再是我们如何能够最好地为教师提供在其他地方形成的洞察力,而是怎样为教师提供在教学情境中发生的“和情境对话”的方法,因为知识就是在这样的情境中产生的。可见教师的知识与教学实践之间密不可分的关系,从知识的角度分析教师的教学行为,是一条具有可行性支持教师专业成长的路径。在教育改革的新时代阶段,关于教师专业发展的针对性文件的出台,进一步为落实教师教育的有效开展提供政策性保障,在实际的教育环境中,需要具有实践性的策略支持教师的专业发展,这是落实教师专业发展政策的有效途径。

^①刘志平,刘美凤,吕中娇.小学数学教师教学设计的十大误区[J].中国电化教育,2010(9).

^②Remillard,J. & Bryans,M.B.(2004).Teachers'orientations toward mathematics curriculum materials: Implications for teacher learning. *Journal for Research in Mathematics Education*,35, 352-388.

^③陈向明,王志明.义务教育阶段教师培训调查:现状、问题与建议[J].开放教育研究,2013(4).

1.1.3 教育信息化的时代背景

教育信息化的发展过程中,从早期的关注技术的辅助作用,到关注信息技术与课程的整合,再到关注信息技术与课程的深度融合。在这一发展过程中,一个基本的导向就是强调信息技术的教学应用,强调技术应用的准确性、可靠性、高效性等,在此发展过程中,人们提出了多种应用模式,如 WebQuest, TELS 和 TPACK 等。WebQuest 和 TELS 模式都特别强调“技术”和“学生”对技术的自主应用,尽管也关注了“教师所需的知识”和“教师在将信息技术整合于学科教学过程”中的作用”等,但相较于其他方面,对于教师的关注明显不足 TPACK 模式是密歇根州立大学 Mathew J. Koehler 博士和 Punya Mishra 博士在 20 世纪 80 年代 Shulman 的研究的基础上,提出的一种整合技术的全新概念框架。Shulman 教授认为,教师知识涉及学科内容知识与教学法知识的复杂互动,能否正确理解这两种知识之间的关系,对于教师具有特别重要的意义,而这两种知识的有机结合就是学科教学知识。TPACK 强调,教师还需要能够熟练地将信息技术融入到自己的能力体系中,进而形成整合了技术的学科教学知识。教育信息化的发展,正在使技术知识、教学知识、学科内容知识从形式的整合走向实质的融合。教师的专业发展的实践需要与时俱进,信息化的技术发展对教育的冲击已经渗透到基础教育的课堂,对教师专业发展的研究不可避免需要考虑信息时代的技术要素。

1.2 研究问题与意义

1.2.1 研究问题

基于以上的背景分析,本研究将选取小学数学教师作为研究对象,筛选出对小学数学教师专业成长产生影响的课堂教学要素,从中选择对专业成长有促进作用的要素,构建课堂教学要素框架,再以此为基础,研究并提炼出促进教师专业成长的课堂教学策略,指导帮助新手教师的专业成长,总结归纳小学数学专家型教师与新手教师的专业成长路径,在加速新手教师专业成长的同时促进专家教师的专业再成长。

问题一:课堂教学中哪些要素影响着教师的专业成长?——即构建课堂教学要素框架。在对理论与实践的文献分析基础上,依据教师知识结构的理论和小学数学教育教学的教学理论,构建小学数学教师教学的课堂教材策略理论框架,提取基于课堂教学关键要素下的专家教师的课堂教学策略。

问题二:如何利用这些要素促进新手教师的专业成长?——即探寻新手教师的专业成长路径。运用搭建的理论分析框架分析小学数学专家教师和新手教师的课堂教学,通过策略维度下的教学差值对比,探寻新手教师专业发展的路径。

问题三：如何加速新手教师的专业成长并促进专家教师的专业再成长？——即归纳促进教师专业成长的模型。通过基于对教师专业发展的审视与思考，分析新手教师专业成长和专家教师专业的再发展的培养路径，设计小学数学教师的专业发展实践构想。

1.2.2 研究意义

教师专业发展是教师培训或教师教育中的核心话题，也是从20世纪中期至今一直备受关注的有关教师的主题。在相关的国内外研究中，对于教师专业发展宏观政策层面和中观模式层面都有非常深刻和丰富的研究，但是对于教师专业发展的微观层面的操作研究较少，并且聚焦到教学实践层面和学科化方向的研究更少，尤其是在信息技术发展的时代背景下，从教师知识结构的视角来探寻教师专业成长实践层面的路径，期望能够更加具有直接的指导意义。

1.为什么基于TPACK模式？

信息技术与课程整合已经成为现代课程发展中不可避免的话题。信息技术与课程整合的模式主要有WebQuest、TELS和TPACK等模式。WebQuest可以理解成“基于网络的探究活动”，是“一种以探究为取向，利用因特网上的资源开展课程单元的教学活动”，这种模式可以有效激发学生到网上查找资料并在此基础上展开自主探究活动的积极性，是一种基于网络的课外整合模式。TELS是美国国籍科学基金会启动的名为“运用技术加强理科学习”的项目，该项目是通过理科的课程设计、教师专业培训、评估和信息技术支持四个环节的研究和实践，来促进信息技术与理科课程的有效整合，从而提高学生的理科成绩，最终达到“运用技术加强理科学习”的目的。^①WebQuest强调解决实际问题，而问题都往往具有综合性、跨学科的性质，且大多为课外活动，所以对于小学生而言，在系统学习知识与掌握上不如课堂教学。TELS试图把类似WebQuest的基于网络的探究性学习引入课堂教学，但需要基于计算机软件的各种学习工具和教学资源支持，对于小学生而言，这也是有较大的困难。无论从内容还是形式WebQuest和TELS，都不适合在小学阶段实施，两者都强调“技术”与“学生”对技术的自主应用，而没有关注到教师的所需知识和教师在整合过程中的重要作用。信息技术与课程整合的价值在于能够解决教学过程中的真实问题，首先，被解决的问题是真问题而不是教师刻意创设的问题；其次，解决问题过程中用到的信息技术和解决问题的方法之间具有适切性，即技术解决问题的相对唯一性和问题需要技术解决的需求性。

TPACK模式在实施的过程中特别强调教师的重要作用，教师在课堂教学中是设计者、实施者，引导者和监控者，它不是简单的将技术融入学科教学法中，

^①曲波.现代信息技术与高中生物教学整合模式的研究[D].东北师范大学,2010,6.

而是更多关注信息技术环境下“教与学”理论的应用。本研究选择以 TPACK 模式作为研究的理论基础,是基于以下几点考虑:引发关注教学设计在教学实践中的重要作用,促进思考数学学科教学中技术的深度融合。

2. 为什么选择从研究专家教师入手?

选择专家教师作为研究的对象,需要认可两个基本命题:第一,专家教师是与非专家教师不同的。对此已经有大量文献表明,专家教师与新手教师的区别。专家教师比新手教师运用知识更有效;专家教师解决问题的效率更高;专家教师比新手教师找到新颖和适当的解决问题方法的可能性更大。第二,专家教师之间具有相似性。首先,既然成为专家,就已经默认他们彼此之间已经构成了“专家”这一人群,可以称之为专家的“原型”。^①那么,这样的“原型”能否被发现?本研究选取了专家教师为研究对象,基于 TPACK 模式的理论,发现专家教师如何在小学数学课堂教学中有效的运用知识,如何在小学数学课堂中解决问题,与新手教师相比在课堂教学中有何不同,试图发现 TPACK 模式下小学数学专家教师的教学“原型”。

3. 为什么选择从教材到教学的研究路径?

教师专业成长的社会学解释具有多样性,其中解释社会学认为:“教师个体成为教学专业的成员并能有效履行其角色的变化过程,这种变化包括认知、情感和行为的改变”。可见,“变化”在教师专业成长过程中是一个重要的表征,这个变化尤其体现在教师的教学中。选取从教材到教学作为本研究的路径就是基于发现“变化”的思考,教师根据课程标准、目标,进行系统思考,把学科知识有效的“转化”成为教学任务,又由教学任务“转化”为学生的实际获得,^②这就是一个“变化”的过程,在这个过程中知识本身并没有发生变化,只是通过不同的形式载体传递给学生,这个促成“变化”的形式就是受到教师 TPACK 的影响,这个影响渗透在两个过程中,一是从教材(课程标准)到教学设计的转换,二是从教学设计到教学的转换。本研究就是基于 TPACK 模式通过对课堂教学的分析,试图从“变化”的过程中找到教学的“原型”。

1.3 研究框架

本文共分为七章。第一章,从研究的背景和意义两个方面阐述研究的价值,并对本文的框架进行了概述;第二章,在对教师专业发展的概念梳理的基础上,分别结合文章的理论框架要素和研究的实践基础进行了相关文献的梳理与述评;第三章,重点对研究的理论框架的建构,以及理论框架中各要素的编码及分析进

^①[美]R.J.斯腾伯格,J.A.霍瓦斯.专家教师教学的原型观[J].华东师范大学学报(教育科学版),1997(1).

^②上海青浦实验研究所.小学数学新手和专家教师 PCK 比较的个案研究[J].上海教育科研,2007(10).

行了阐述；第四章，基于理论框架的各要素分析探讨专家教师的教学策略；第五章，将专家教师的教学策略在新手教师的教学实践中进行对比分析，验证策略的有效性，在此基础上形成指导新手教师专业发展的教学模型；第六章，选取师范生作为模型的实践检验对象，进一步探讨模型的有效性，并建构促进数学教师专业发展的提升模型；第七章，基于研究结果概述研究结论，提出数学教师专业发展的前瞻性建议，以及对师范教育和教师教育的启示。

文章的具体结构和各章之间的关系如下图1所示：

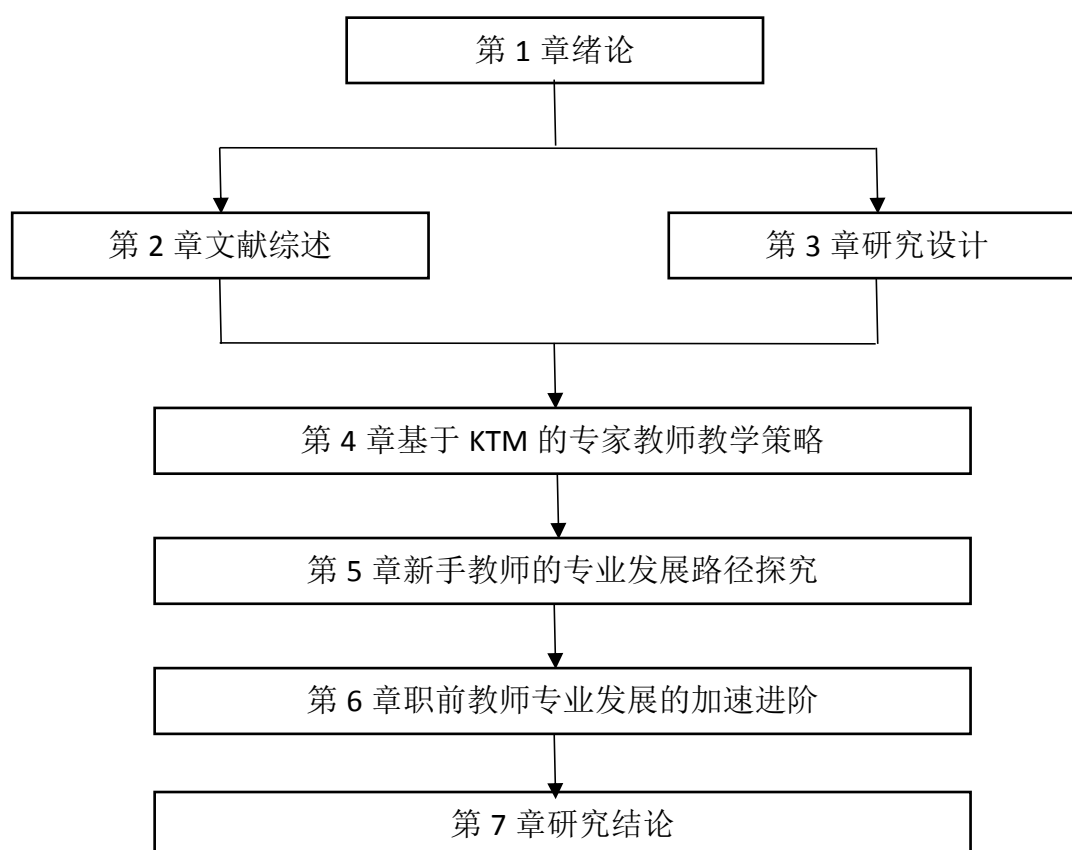


图1 论文结构图

第2章 文献综述

2.1 教师专业发展的内涵解析

对教师专业发展的需求最早来自于社会的需求。20世纪60年代,人口数据的下降趋势导致教师需求量降低,从而引发的经济环境的变化以致公众对教育质量降低,从而发展为社会民众对教师素质的批判与质疑。在此背景下,联合国教科文组织和国际劳工组织在1966年发表了《关于教师地位的建议》,指出“教师工作应被视为一种专门职业”。^①文献表明,教师专业发展作为一个专门术语的出现从1980年的《世界教育年鉴》发布的一系列有关教师专业发展的文章,此后又有多次与此话题相关的国际会议召开,20世纪80年代初期的美国霍姆斯小组发表了系列报告,如《教育作为一种专门职业——国家为培养21世纪的教师作准备》、《明日之教师》、《明日之学校》和《明日之教育学院》等,教师专业发展的改革引发了全世界的关注。

我国关于教师专业发展的研究从20世纪80年代末期开始逐步成为教师教育的核心任务,1998年在北京师范大学召开的“面向21世纪师范教育国际研讨会”明确提出了“师范教育改革的核心是教师专业化问题”。进入21世纪,《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》、《国务院关于加强教师队伍建设的意见》、《教育部、国家发展改革委员会、财政部关于深化教师教育改革的意见》等一系列政策文件的出台,^②都反映了我国教师教育改革的不断推进的方向,提升教师素质,探索教师专业化发展路径的行动势在必行。

2.1.1 教师专业发展的含义

社会学对教师专业发展的解释具有多样性的特点。功能主义观点认为:教师专业成长是指在复杂而多变的环境中以及在一种强迫性的学习氛围中,教师所经历的正式和非正式的学习,^③教师专业成长不仅应包括知识、技能等技术层面的维度,还应该广泛考虑道德、政治和情感的维度。解释社会学者的理解是:“教师个体成为教学专业的成员并能够有效履行其角色的变化过程,这种变化包括认知、情感和行为的改变”。符号互动理论者提出:“教师专业成长是教师的学习过程,它应该是连续的、伴随着工作而进行的、贯穿职业生涯的。”批判理论者提出:“教师专业成长是一个过程,在这个过程中,教师独自或与人一起检查,不断

^①钟启泉,陈永明.现代教师论[M].上海:上海教育出版社,1999:174.

^②陈红艳.教师教育课程标准(试行)视角下的教师教育课程设置与教材建设的思考[J].中国教师,2013(8).

^③苏豪,等.构建教师合作文化,引领教师专业发展[J].长春大学学报自然科学版,2011(6).

学习和发展优质的专业思想、知识、技能和情感智能。他们的学习和发展具有批判性，因为教师不是知识和技能的受容器。教师是一支强大的变革力量。”社会学对教师专业发展的理解都关注了“过程”，可见对教师专业发展的研究要从过程的角度切入，才能找准教师专业发展的方法。

什么是“专业”，专业的一个常见含义就是专门化，是社会分工的产物。这种意义上的专业就意味着边界，即明确的活动目标、范围、内容及其方式，这种边界是由活动内容决定的，同时也取决于活动的方式，对于教师这个专业，就是由区别于其他专业的知识和能力所决定，也包括活动的伦理范围。朱旭东和周钧(2007)认为对教师专业成长可以从个体和群体两个角度理解。个体角度对教师专业发展的界定认为，教师是通过专业实践改善自身对学校教育和学生学习的理解，注重教师个体实践在教师发展中的作用。而从群体角度看教师专业发展，则将教师的职业性赋予了更加重要的意义，教师专业发展即教师职业专业化过程。

^①哈格里夫斯 (Hargreaves)和富拉恩 (Fulan) (1992)指出教师成长可以从知识与技能的发展、自我理解和生态改变三个方面理解。^②戴(Day)(1999)对教师发展的理解中指出，教师专业成长包含的活动内容，以及教师专业成长的过程性，教师的专业发展过程教师教师个体的变革过程，是教师与同伴共同教学实践的过程。教师在教学中与学生相处的每个阶段，其自身也在不断的优化个体的专业化进程。^③综合以上学者的观点，教师专业成长可以理解为：教师在教学实践中不断获取新的知识、不断提高业务技能的过程，包含了教师职业生涯中的一切所有能够促进其提升的活动。不懈的学习、及时的反思和探究的精神都是教师提升专业的有效途径，教师就是在这个过程中不断成长达到专业成熟的境界。^④教师专业成长是以终身发展为目标的专业活动，包含教师发展过程中的各个阶段，同时也涉及到教师的知情意的发展，还涉及到环境等的变化以及道德与政治因素。^⑤

对教师专业化发展的追求从“工会主义”和“专业主义”的对专业自主权的追求，到教师个体的“专业发展阶段”，无不追寻着教师这份职业与其他一般职业的差异。^⑥纵观历史长河，教师的专业发展其实包含了两个层面的含义：一是教师职业获得真正专业所拥有的权利和地位，成为一种真正的专业；二是教师专业水平的提升，^⑦教师专业成长是“通过系统的努力来改变教师的专业实践、信念、以及对学校和学生的理解”。^⑧钟启泉教授曾坦言，教师的专业发展，如果不和学校

^①朱旭东,周钧.教师专业发展研究述评[J].中国教育学刊,2007(1).

^②鄂培蓓.浅谈中小学教师专业发展的核心力——个体学习力[C].教育技术国际学术会议,2011,12.

^③潘君利.幼儿教师专业发展必须解决的三大问题[J].早期教育(教师版),2009(3).

^④李凯.论研修一体视域下的教师专业发展[C].北京市区县科研人员第二届学术年会,2009,12.

^⑤卢乃桂,钟亚妮.国际视野中的教师专业发展[J].比较教育研究,2006(2).

^⑥崔允漭,王少非.教师专业发展即专业实践的改善[J].教育研究,2014(9).

^⑦崔允漭,等.教师专业发展即专业实践的改善[C].第十一届上海国际课程论坛,2013,10.

^⑧王志超.农村小学体育教师专业发展研究——以河南省郸城县为例[D].中南民族大学,2013.

改革的实践、特别是与课堂改革的实践紧密结合,谈专业发展是不现实的。^①因此,教师的专业发展就是教师群体符合专业标准的程度,即专业化的过程,其核心是教学专长的成长,是教师在课堂教学领域的实践成长。

2.1.2 教师专业发展与教师教育

在教师专业化发展的过程中,教师独自或者喝他人一起反思、更新和拓展的道德目的,在与儿童和同事共同渡过的教学生活的每一阶段中,^②教师批判的学习和发展优质的专业思想、计划和实践必需的知识、技能和情感,以及智能,等等这些都是教师专业成长研究的不同聚焦点,^③所以在教育领域中出现了诸如“教师成长”、“教师学习”、“教师发展”等不同又似乎相近的概念。有学者对教师专业发展的含义进行梳理和分类,认为教师专业发展的含义分为三种:第一种含义是把教师专业发展理解为教师个体的、内在的专业素质提高的过程;第二种含义将教师专业发展理解为促进教师专业成长的路径和策略,也称为“教师教育”;第三种含义把教师专业发展理解为教师教育的发展和教师个体从非专业人员成长为专业人员的过程。^④所以,对教师专业发展的理解需要与教师教育的概念进行辨析。

教师教育是实践中的教育。教师是一项职业,就要考虑职业教育的基本要求。首先,职业教育必须是专业实践教育,因此实践本身的概念,以及实践所需要的东西都应该建立在职业教育的基础上。第二,任何教育都具有目的,一个有关目的的领域,以及在这个领域学习的相关概念,即适当的课程和教学法。第三,由于这些方案不适用于自己,因此需要了解各种知识、技能和其他方式对教师进行教学,以获得至关重要的素质。满足了这三个基本要求,就是实现了教学实践中的专业教育要素。Ball认为教师教育的特色在于要学习专业的表现^⑤。专业的人员要有专门的经验和思维方式,这是实践的基础,这些经验必须立刻使人信服。教师教育要学习的不仅仅是模仿,这种经验也必须生动。另外,教师教育的主要目的是培养知识、技能和价值观,使教师能够更加高效地帮助学生学习。这样的专业学习的一个要素就是要集中在专业的活动中,即教学实践。有关教师专业成长的实践研究非常之多,一类是教师专业成长有效性的影响因素研究,研究的结论大多的得出的是对教师专业成长的培养缺乏时间。^⑥研究者大都认为对教师专

^①钟启泉.教师研修:新格局与新挑战[J].教育发展研究,2013,(12).

^②徐美娜.教师专业发展途径之探讨——基于建构主义理论的思考[J].教育与教学研究,2009(4).

^③潘君利.幼儿教师专业发展必须解决的三大问题[J].早期教育(教师版),2009(3).

^④陈霞.教师专业发展的实效性研究[M].北京:北京大学出版社,2012:2-3.

^⑤ Ball, D. L. & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education. In G. Sykes and L. Darling-Hammond (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3-32). San Francisco: Jossey Bass.

^⑥Cambone, J. Time for teachers in school restructuring [J]. *Teachers College Record*, 1995- 96(3): 512-543.

业的培养应该以内容为导向,也就是与教学相关联。^①第二类是有效的教师专业成长模式的研究, Gaible 和 Burns 把教师专业成长的归为三个模式:标准本位的教师专业成长、学校本位的教师专业成长和自我导向的教师专业成长。^②第三类是研究教师专业成长过程中的有效特征,各种研究机构、教师组织、研究者以及国外教育部门都提出了有效的教师专业成长标准,这些标准勾勒了教师专业成长的基本维度,同时也存在差异性。

以实践为中心的教育不一定意味着要实时在学校教室中接受教育。对实践的理解不能狭隘理解为,教师一定要在学校中才能接受教师教育,就像律师和医生不一定要在手术室和法庭上进入实践一样。以实践为中心的教师教育并不是关于专业工作的陈述,而是关于先定义实践教学中心的活动。利用其他的材料可以更好的创造教师教育的机会,学生的作业、课堂记录、录像、教材、教师笔记等等都是很好的候选材料,使用这些材料可以定位教师教育课程“在实践中”。本研究中将教师教学的过程录制下来,并将视频转化为文字材料,这就是一种实践研究。教师专业发展与教师教育的研究从形式上都是需要在教学行为上开展的实践研究,教师教育的目标是在实践中促进教师的专业发展。

2.1.3 教师专业发展与教学专长提升

从知识学习的角度,教学专长是专家教师必备的一类陈述性知识和程序性知识,从技能获得角度,教学专长又是专家教师具有的一种复杂的认知技能和即席创作能力。在新手教师向专家教师的转化过程中,教学专长的获得极为关键,并且具有阶段性的特点。^③

教师专业成长的原型观。斯腾伯格^④认为,所有的专家都符合和所有专家都不符合的严格定义的标准是不存在的,专家之间具有相似性,正式因为这一相似性,所以构成了专家这一人群。这一类人构成了一个类目,原型就代表了这一类目的中心趋势。原型观的提出有以下几点贡献:促使对教学专业有了更全面和广泛的理解;原型观为理解教学专长中的一般因素提供了依据;原型观对理解和预期教学专长的社会评判提供了基础。原型观的提出促使了对专家教师这一概念的深度讨论和思考。

教师专业成长的实践观。崔允漷教授认为,作为一种专业的教学是一种实践,这是无法用非情境化的测验来判断教师的专业水平的,必须依据教师的实践来判

^①Loeb,Susanna,Luke C. Miller,and Katharine O. Strunk. The State Role in Teacher Professional Development and Education Throughout Teachers' Careers [J]. American Education Finance Association,2009: 222.

^②周坤亮.何为有效的教师专业发展:基于十四份有效的教师专业发展的特征列表的分析[J].教师教育研究,2014(1).

^③胡谊.专家教师的教学专长的知识观、技能观与成长观[J].华东师范大学学报(教育科学版),2000(6).

^④[美]R.J.斯腾伯格,J.A.霍瓦斯.专家教师教学的原型观[J].华东师范大学学报(教育科学版),1997(1).

断,即教师的实践是否有效地实现了促进学生学习和发展的目的。^①当教师能够运用源于丰富的有结构的专业知识和有反思经验的创造性洞察,发现教学中的问题并有效地解决了问题,^②因而促进了学生的学习时,就说明教师的已经触及了精熟的水平,专业发展就是专业实践走向精熟的过程和结果。^③教师专业成长的实践观,提供了研究教师专业的路径,即课堂教学实践。

对教学专长的研究是目前研究教师专业成长的聚焦点。Berliner对教学专长在课堂教学的表现进行了研究并总结了教学专长的特点,他认为教学专长的形成是需要一定的教学情境、时间与经验的,教学专长的形成至少需要五年或10000小时的课堂教学时间。教学时间是成为专家教师必要条件,但并不是说明只要有足够的教学时间久可以成为专家教师。^④因此,本研究中专家教师的选择的基本条件之一是具有十年以上的数学教学工作经历,另外必须具备一定级别的教学实绩,研究中所选择的专家教师都获得了区县级以上数学教学竞赛奖项。教学专长可以看成是一个深思熟虑的课堂教学脚本,然后教师在这个基础上灵活地应变各种学生行为的能力。课堂教学脚本即课堂教学设计,可见课堂教学设计是课堂教学实践有效的基础。专家教师的教学设计采用的是整体化思维,他们除了准备每一节课之外,更多地进行学段备课、学年备课、学期备课、周备课和单元备课。^⑤当新手和专家在面对同一个问题时,他们对问题的描述会具有明显的区别。^⑥专家教师较新手教师而言,对于学生先前知识的理解有明显差异,尤其是对学生认知特征和心理水平的了解,由于这个差异导致专家教师可以设计出更适合学生学习的教学策略。当面对问题时,专家教师表现的更加灵活。他们善于通过提出更多更深入的问题,让学生获得更多的反馈机会。^⑦对教学专长的研究为本研究中分析专家教师的教学提供了实践基础。

教师专业发展是以提高教师的教学专长为把手的实践过程。教师教学专长的提升为教师专业发展提供了可能和积淀。因此,本研究对教师专业发展的研究将聚焦于教师的教学专长。

^①崔允漷,王少非.教师专业发展即专业实践的改善[J].教育研究:2014(9).

^②崔允漷,王少非.教师专业发展即专业实践的改善[J].教育研究:2014(9).

^③崔允漷,王少非.教师专业发展即专业实践的改善[J].教育研究:2014(9).

^④ Berliner D C. The nature of expertise in teaching[A]. F K Oser & A. D(ed.), Effective and Responsible Teaching: The New Synthesis[M]. San Francisco: Jossey-Bass publishers. 1995. 226-248.

^⑤徐碧美.追求卓越:教师专业发展案例研究[M].北京:人民教育出版社,2004.

^⑥ Peggy A. Ertmer & Donald A. Stepich. Instructional design expertise: how will we know it when we see it?[J]. Educational Technology, 2005(6).

^⑦康翠,鞠慧敏.新手教师教学设计专长培养策略:基于专家教师教学设计专长特征的分析[J].中国电化教育,2011(8).

2.1.4 专家教师与新手教师

20世纪70年代,研究者提出了教师专业发展的三阶段理论,从关注生存到关注情境,再到关注学生,教师的专业发展理论的逻辑演变与教育改革的理念是一致的。关注生存体现了教师专业发展的低需求状态,专业的改善并不能被主流观念认可,教师最重要的工作还是埋头于日常的繁琐的事务。关注情境的提出体现了教育理念的转折,从关注物关注人,这是社会进步的表现,再到最后关注生存,更是教育改革不断提升的缩影。正因为对人的关注才导致教师专业发展被重视,在这样的环境下,教师的教学专长可得以充分的发展。^①

1. 专家教师与新手教师的内涵与特征

专家教师是指在教学方面有突出专长的人,是教师群体中的佼佼者,他们具有专家水平的知识,高效的问题解决能力^②以及创造性的洞察力。^③Leinhart 和 Brandt 等提出了三种方法界定专家教师:(1)通过学生的成绩,采用测验分数来确定;^④(2)通过学校管理人员的主观判断;(3)教师的工龄,主要是教龄。在已有的研究中也常以专家—新手的范式来解读专家教师的内涵。斯腾伯格对专家教师的描述中认为,专家教师的知识具有专业性,并且已经内化为自我的知识结构,因此在解决教学中的问题时表现得更加成熟睿智。Berliner 认为专家教师表现出的特征有以下七个:(1)专家教师只是在他所擅长的学科教学中具有优势;(2)专家教师的专业技能已经进入了非常熟练的阶段;(3)专家教师对教学细节非常敏锐;(4)专家教师在教学中表现的更有弹性;(5)专家教师能对教学问题进行有深度的阐释;(6)专家教师迅速察觉到有意义的教学细节,并作出反应;(7)专家教师解决问题更慢表现出更丰富的问题解决信息。本研究中采用 Sternberg 对专家教师的界定,借鉴 Brandt 评判专家教师的标准进行选择专家教师,须符合以下两个标准:(1)从事小学数学教学工作十年或以上;(2)获得区级或以上的数学学科教学实绩。选择十年作为标准,是参考在国际象棋、物理、数学、历史、音乐、医学等领域中都已经证明的所谓“十年规则”,即任何一个专业活动领域内的新手成长为专家都至少需要十年的工作经验。^⑤

新手教师是指入职时间不长、教学技能不够熟练,尚处于教师专业成长初期阶段的教师。^⑥也有文献中把刚走上工作岗位一至两年的新教师或在实习中的师

^①张学民,林崇德,申继亮.论教师教学专长的发展与教师教育[J].中国教育学报,2007(5).

^②许如聪.基于九因子模型的新手教师 TPACK 知识结构分析[J].现代远程教育研究,2015(1).

^③[美]R.J.斯腾伯格,J.A.霍瓦斯.专家教师教学的原型观[J].华东师范大学学报(教育科学版),1997(1).

^④王伶俐.专家型告知数学教师反馈行为的叙事研究——以河南省新乡市中心 Y 教师为例[D].西北师范大学,2015.

^⑤罗伯逊.问题解决心理学[M].北京:中国轻工业出版社,2004:243.

^⑥康翠,鞠慧.敏新手教师教学设计专长培养策略:基于专家教师教学设计专长特征的分析[J].中国电化教育,2011(8).

范毕业生界定为新手教师，^①绝大多数新手教师经过三至五年的教学实践都可以顺利进入熟手阶段。^②

教师的认知水平分为低、中、高三个水平，高水平教师能够抽象的思考问题，并能关注问题之间的联系，表现在教学设计时，专家教师就能站在更高的位置思考教学的目标、内容的选择与处理以及实施方式，更加关注教学的各个阶段之间逻辑关联。新手教师与专家教师有关的心理学研究中表明，自我感知影响着专家教师的专业再发展。有研究表明，新手教师与专家教师在课堂教学的前、中、后具有显著差异，在专家教师与新手教师的教学技能比较研究中发现：专家教师的课时计划以学生为中心，表现得更加灵活，而新手教师则关注细节；专家教师的课堂要求明确且具有高度执行力，而新手教师的课堂规则含糊且执行力较弱；专家教师对知识解释的技术运用灵活，能意识到先前知识的重要性，而新手教师并不能考虑到学生原有的知识状况，不能很好把握知识的重难点；专家教师的课堂提问较多，且提问有目的，并能注重启发与反馈的指导，而新手教师的课堂提问松散，对学生的回答也只能给予简单的评价或总结；专家教师关注对学生练习的指导，而新手教师练习时间把握不严；专家教师常用一些非言语性行为指导学生的学习，并以学生的反馈调整教学进度，而新手教师关注学生在课堂中细节，而非其意义；专家教师关注学生对新学习材料的理解，关心教学的得失，新手教师则关注学生在课堂的具体行为，教学的成败。究其原因，主要有三点：专家教师的教学知识比新手教师更加丰富，且具有关联性；专家教师善于分析问题的本源，新手教师只能注意到表面现象；专家教师的评价内容能够与学生的学习和预设的教学目标呼应，而新教师则只能关注学生行为和教学任务的完成度。此研究是从教学的时间段分布，分别对新手教师和专家教师的教学进行对比研究的，分析的理论框架缺乏理论高度。同时，研究还提出了新手教师与专家教师的差异的理论解释为：专家教师具有丰富的、相互作用的、易激活的教学图式。

教师的教学设计具有复杂性、创造性和情境性的特征，特别是专家教师的教学设计特征还有更为丰富的内容值得探究。各个水平的教师在教学行为的表现中有着明显的差异，其差异主要表现在两个方面，一是教学设计，另一方面是课堂教学过程中对突发情况的应对处理。高级新手水平对自己的教学行为或在课堂教学中对发生的教学事件的随机控制还不能达到有意识的程度，在处理时还较为随意。而专家教师当有没有预设到或预设不充分的情况出现时，他们能够有意识的思考采取审慎的方式解决，当课堂教学的进程和教学设计基本一致时，专家教师的教学行为就是一种反射性的行为。新教师在向高级新手教师再向专家教师的转变过程中，教师在课堂教学的表现是以从自我为中心转向以学生为中心，再发展

^①连榕,孟迎芳.专家—新手型教师研究述评[J].福建省社会主义学院学报,2001(4).

^②连榕.教师教学专长发展的心理历程[J].教育研究,2008(2).

为个体与情境整合化的专家。在这个过程中有几个重要的制约因素，个人因素、情境因素和教师成长。

正因为专家教师具有典型的认知特点和教学特征，所以作为专家这一原型的教师更具有研究价值。对其教学行为的研究即可以探寻专家教师本身的专业发展路径，同时专家教师的成长路径必然对新生教师的成长具有借鉴和指导意义，甚至可以加速新手教师的专业发展。

2.教师专业发展的阶段性特征

教师的专业发展具有阶段性特征。对教师的专业成长的阶段有多种不同的解读，有学者把教师从新手到专家的过程分为五个阶段，新手水平(Novice Level)、高级新手水平(Advanced Beginner Level)、胜任水平(Competent Level)、熟练水平(Proficient Level)和专家水平(Expert Level)。^①新手水平是指师范生或刚刚走入教学岗位的教师，教师在这个阶段一般都处于学习陈述性知识，熟悉教材、教学场景，对教学经验开始不断积累的过程。高级新手水平一般是指工作两至三年的教师，虽然处在这个水平的教师已经积累了一些教学经验，对学科教学知识也有了一定的储备，但是在教学过程中的偶然性和盲目性还是较为明显。胜任水平并不是教师专业发展的必然阶段，并不是通过时间的积累就可以达到，处在这个阶段的教师其教学行为的流畅性与灵活性还不强。熟练水平的教师已经在教学中具有自我意识，会自觉地对教学进行反思，在教学活动中能对预测和应对学生的反应，并调控教学行为。专家水平的教师其教学是流畅、灵活的，其在教学过程中的反应更多的是依靠直觉完成，也有学者称之为缄默性知识，显然处在这个水平的教师已经将教学内化为反射性的行为。

教师专业发展的阶段性特征是对教师专业发展的评价理论基础。新手和高级新手水平的教师是可以经过时间的历练慢慢造就，但是从胜任水平的教师开始，已经不再是教师专业发展的必然阶段，不是仅仅通过时间可以形成，需要有外力进行干预，并且外力干预的水平能够影响到教师专业发展的进程。

一位教师从新手到专家的成长过程中有三个方面的主要变化，一是有关教学专长的知识是从陈述性知识到程序性知识，再到它们之间的关联；第二方面，从一般教学原理的掌握到对特定教学情境的教学原理的应用；最后一个方面，课堂教学管理的无意识到有意识，再到教学技能的自动化。当新手教师处于“高级新手水平”和“胜任水平”这两个阶段时，其教学法——内容知识具有明显的变化，这个时期对新手教师进行相关训练可以加速新手教师的专业成长。^②而且有研究表明，一定的训练形式可以加速新手教师的迅速成长，从教学设计能力提高的角度可以在一定程度缩短教师职业发展阶段之间的过渡时间，加快新手教师成长为

^①胡谊.专家教师的教学专长的知识观、技能观与成长观[J].华东师范大学学报(教育科学版),2000(6).

^②胡谊.专家教师的教学专长的知识观、技能观与成长观[J].华东师范大学学报(教育科学版),2000(6).

专家教师的步伐。通过对专家教师教学设计专长的详细分析可以看出在一定程度上,专家教师的教学设计研究成果能够为新手教师教学设计能力的培养提供借鉴。^①另一方面,专家能察觉新手教师所不能关注的有意义的信息,所以本研究选择专家教师作为研究的对象,专家教师的成长不是一蹴而就的,但是通过对专家教师的教学行为分析,可以发现其在教学中有别于新手教师之处,并尝试发现这些不同之处中是否具有某些规律。这些规律的获得并不能使新手教师迅速成长为专家教师,但是可以找到让新手迅速成长的关键点,缩短新手教师转型为熟手教师的时间。教师的专业发展特征具有典型性,周坤亮对20年来具有典型性,最为研究者熟知的14个有效的教师专业成长特征为样本,^②研究“何为有效的教师专业成长”,研究发展在14个列表中,唯一一个都被强调的特征就是教学法的内容知识。教师不仅需要知道学科的基本概念,还需要知道这些概念在不同年级是如何发展的以及之间的联系,同时教师还必须具备怎样让学生理解和掌握这些内容的方法和策略。^③

综上所述,新手教师成长为专家教师的过程就是教师专业发展的过程,并且是过程中两个重要的节点。专家教师和新手教师将作为本研究的主要研究对象群体。教师专业成长的典型性和阶段性特征,是本研究开展的可行性理论基础;教师专业成长中对教学研究的聚焦,是本研究开展的可行性方法基础;新手教师与专家教师的教学对比研究的已有成果,是本研究开展的可行性实践基础。

2.2 教师知识相关理论

2.2.1 学科教学知识

1. 教师知识分类理论

Shulman 提出了教师知识分类(见表格1),教师知识包含一般与特殊的教育知识;学习者的知识及其特点;教育背景知识;教育的目的、目标和价值观以及哲学和历史的根据;内容知识;课程知识;教学内容的知识。^④

教学内容的知识(Pedagogical Content Knowledge,简称“PCK”),也被翻译为学科教学(法)知识包含了“某一学科领域中最常被教的主题、那些观念的最有用的表述形式,最有力的类比、图解、例证、解释和演示,包含了能够使该学科被他人理解的各种方式。由于没有单独一种最强有力的表征形式,教师必须拥有多

^①康翠,鞠慧敏.新手教师教学设计专长培养策略:基于专家教师教学设计专长特征的分析[J].中国电化教育,2011(8).

^②周坤亮.何为有效的教师专业发展:基于十四份有效的教师专业发展的特征列表的分析[J].教师教育研究,2014(1).

^③周坤亮.何为有效的教师专业发展:基于十四份有效的教师专业发展的特征列表的分析[J].教师教育研究,2014(1).

^④Shulman. L.S. Knowledge and teaching Foundation of the New Reform. Harvard Educational Review. 1987, 57(1).

种多样的可供选择的表征形式，其中有的源自研究成果，有些则源自实践智慧（the wisdom of practice），^①学科教学知识还包括理解促使某一具体主题的学习变得容易或困难的原因，即不同年龄和背景的学生带到常规教学主题和课堂学习中的概念和前概念，这些前概念如果是错误的话，那么教师就需要一些最可能取得成效的策略知识来重组学生的认识。学科教学知识的上位概念是教学中的内容知识(Content Knowledge)，内容知识被分为三种学科内容知识(Subject Matter Content)，学科教学知识(PCK)，以及课程知识(Curricular Knowledge)。不同的学科领域具有不同的知识内容结构的方法，学科内容知识的结构包括实质的结构和句法的结构，教师不仅要告诉学生知识本身，还要能解释这一知识的合理性以及学习知识的意义，还包括与其他知识的关系。数学教师在教学“认识分数”的时候，不仅要教会学生理解分数的概念本质，还要让学生认识到学习分数的意义，以及分数与整数的关系，甚至与其他学科知识的关系，这种关系既包含理论层面的内容，还可以包含实践。学科教学知识不再停留在知识的层面，而是超越了学科知识本身，关注学科知识的教学维度，它仍然属于内容知识的范畴，是一种特殊的内容知识。在上述的教师知识分类中，学科教学知识（PCK）是具有特殊意义的知识类别，它是教学中独特的知识体系。^②

表格 1 SHULMAN(1987)教师知识分类

一般与特殊的教育知识
学习者的知识及其特点
教育背景知识
教育的目的、目标和价值观以及哲学和历史的根据
内容知识
课程知识
教学内容的知识

Shulman 教授认为，学科教学知识是最能够将学科专家对学科知识理解同教师对学科知识的理解区分开的一类知识。Jan Van Driel 认为学科教学知识是一种能将数学教师和数学家区分开，又能将数学教师和语文教师区分开的特殊知识，它是“每位学科教师所要掌握的关于某个特定学科教与学的专业课程知识，这种知识将其与其他学科教师区分开”。除了 Shulman 提出的具体内涵外，PCK 还包

^①舒尔曼.实践智慧论教学学习与学会教学[M].王艳玲,王凯,毛齐明,屠莉娅等译.上海:华东师范大学出版社,2013.

^② Shulman.L.S.Knowledge and teaching Foundation of the New Reform.Harvard Educational Review.1987,57(1).

括关于学生如何学习的知识,学习中会遇到哪些困难的知识,以及教师的教学策略的知识,其精髓在于将教学方法和学生的学习方法联系起来不能相互分离的要素,这为从学科教学知识的角度对专家教师教学开展研究提供了理论基础。

2.教学基础知识的来源

Shulman 教授认为教学知识基础至少有四个来源:所教学科内容的学术知识;有组织的教育过程的材料和环境,包括课程、教材、学校组织和资金、教学专业组织;有关学校的教育、社会的组织、人类的学习、教学与发展的研究,以及其他能够对教师行为产生干预的社会和文化的研究;^①来自实践的智慧。^②

(1) 所教学科内容的学术知识

有关学科内容的学术知识,即学生在学校里需要习得的知识、技能,获得的理解、情感。这种知识是建立在学科领域的不断研究与积累,以及相应的哲学和历史研究的基础之上的。教师需要理解教学学科的知识结构、概念组织的原理以及知识探究的原理,只有教师对所教学科的知识有广博的涉猎和深度的理解,同时还具有通识教育基础为建构提供框架,才能表现出对学科知识的灵活理解和处理,才能对同样的概念作出多种不同的解释。

(2) 教育的材料和组织

教和学的材料组织包含具有一定范围和顺序的课堂;测验和测验的材料;具有层级关系、显性和隐性的规则和角色体系的组织;具有谈判、社会变革和互助机制的专业教师组织;从学区、到区县再到省市的不同层级的政府机构;管理和财政的一般机制。教师要在课堂中驾驭,那么他的就需要熟悉所在这个领域的材料、机构、组织以及机制,那么对于课堂教学的范围来说也同样如此。

(3) 教育学术知识

教育学术知识是用于理解学校教育,教与学过程的不断发展的学术文献。教学的学术知识的规范性和理论性研究是学术知识中最为重要的,那些能够指导教师形成关于教育目标、愿景和理想的哲学的、批判的和实证的研究是学术知识基础的重要组成部分。被教育政策制定者所加倍关注的却是学术知识中的实证研究成果,比如有关教学效率的研究,这类研究的根本目标是聚焦于教师行为和学生表现的关系,而不考虑年级水平和学科特点,因此发现的内容与课堂管理更加紧密关联,而与教学的细节关系不大。有效教学的研究中所获得的研究成果是要让课堂成为学生能够集中精力,专注于学习任务的地方,教师尽量减少各种干扰,从而让学生获得合理的充分的学习机会。另一类被关注的领域是学生与发展的研

^①李洪修.学校课程实施的组织社会学分析——以吉林省 B 学校为例[D].东北师范大学,2010.

^②舒尔曼.实践智慧论教学学习与学会教学[M].王艳玲,王凯,毛齐明,屠莉娅等译.上海:华东师范大学出版社,2013: 154-158.

究,这一类研究同教学研究不同,教学研究指向的是课堂,而学生与发展研究指向的是学生个体。这些学术知识的研究为教师知识的研究奠定了坚实的基础。

(4) 实践智慧

实践智慧被认为是教师知识基础中最不具有系统性的一个来源,它是指导优秀教师实践的准则。^①研究者的一个重要任务就是将教师的实践教学智慧能够系统地整理,并呈现出来,^②这正本研究的初衷。教学的过程是在没有观摩的情况下发生的,没有符号的记录就很难对其进行整理、分析和解释。教学实践者拥有很多值得编码的教学知识,Shulman 预言未来十年的教育研究将把收集、分析和解释教师的实践知识,从而建立有关的教学案例文献并整理案例的原则、范例和预言作为研究的主要议题。本研究就是在此基础之上进行的更加深入的探索。

3.教学推理和行动的模型

教学的推理和行动简言之就是教师将自己所理解的内容转化为有效的教学内容。^③教学的过程一般都是从文字的引发的,这里的文字可以是教材、教师用书、或是其他教学材料,有了这些文字材料,教师就可以通过推理将文字转变为教学行为,包括理解、转化、教学、评价和反思等活动,这个过程是一个循环往复、不断上升的过程,然后又以理解为开始进入下一个循环。Shulman 提出了教学推理和行动的模型(见表格2)。

但是,Ball 认为 Shulman 的教师知识分类没有建立一个较为详细的目录供老师知道具体学科教学领域需要的知识,研究的结果为政策部门提供了关注学科教学的方向,以及所需知识性质和类型。shulman 的研究实际上没有直接关注教师知识的内容本身,他所提出的说法可以将教学理解为:是用自己的专业知识为基础的专业工作。^④教学内容知识是要求建立在观察的基础上,需要观察有效教师在教学研究中利用隐喻、图表、解释等思路方法方面的教学知识增长,也就是说教师知识的研究应用课例研究的方法是最为适切的。

^①张鹏君.课堂研究的审视与反思[D].华中科技大学,2015,12.

^②张鹏君.课堂研究的审视与反思[D].华中科技大学,2015,12.

^③舒尔曼.实践智慧论教学学习与学会教学[M].王艳玲,王凯,毛齐明,屠莉娅等译.上海:华东师范大学出版社,2013:161.

^④ Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special?[J]. Journal of Teacher Education, Vol 59:389-407.

表格 2 教学推理和行动的模型

理解 (Comprehension)
理解教学目标、学科结构、学科内外的观点
转化(Transformation)
准备: 对文本的批判性解释和分析、结构化坐直和分割、课程设计、明晰教学目标
呈现: 运用多种教学表征方式
选择: 从多种教学方案中做出选择
调整适应学生的特点
教学 (Instruction)
管理、展示、互动、小组活动、提问、等方面; 各种教学方法, 如探究式教学
评价 (Evaluation)
在互动中了解学生的理解程度
在每节课或每个单元结束后检测学生的理解水平
自评教学, 改进经验
反思 (Reflection)
审查、重构和批判地分析自己的教学和课堂表现, 并以证据加以解释
新的理解 (New Comprehension)
对教学目标、学科、学生、教学和自己的新的理解
巩固新的理解, 在经验中学习

2.2.2 整合技术的学科教学知识

1. 信息技术应用的发展

信息技术与课程整合的较为公认的定义是美国教育技术 CEO 论坛的第三年 (2000) 报告中给出的, “数字化学习的关键是将数字化内容整合的范围日益增加、直至整合于全课程, 并应用于课堂教学。为创设生动的数字化学习环境、培养 21 世纪的能力素质、学校必须将数字化内容与各学科课程相整合”。^{①②}信息技术的应用大体有三种不同的应用方式: 第一种称为 CAI (Computer-Assisted Instruction), 这种方式是利用计算机的运算、动画和仿真等功能, 辅助教师解决教学中重难点, 应用的方式主要是运行和演示课件; 第二种称为 CAL

^① Ceoforum on Education Technology [DB/OL].<http://www.ceoforum.org>.

^② 司炳月. 信息技术支持下的大学英语教师自主教学能力研究——基于辽宁省部分高校的调查[D]. 上海外国语大学, 2014, 12.

(Computer-Assisted Learning), 这时计算机的应用已经从辅助教师教走向了辅助学生学的阶段, 计算机被作为认知和探究工具可以帮助学生搜集资料、个别辅导、自我评价等; 第三种称为 ITCI (Information Technology and Curriculum Instruction), 这才是信息技术与课程整合, 大家最关心的话题是信息技术与课程整合在教学过程中最有效的方式。^①ITCL 与 CAI 或 CAL 最本质的区别在于, “整合”一词关注的是信息技术来创设数字化学习环境(或教学环境), 并不是把信息技术看作为单纯的辅助学习或辅助教学的一种新型工具, 新型手段。CEO 论坛所给出的信息技术与课程整合的定义已经超越了工具或手段对技术的理解, 上升为环境, 显然所涵盖的意义要更为深远。

2. 信息技术与课程整合的发展

信息技术与课程整合的理念最早在美国发展。美国因其技术在世界领先地位, 在科技、教育等领域, 技术的应用也较其他国家更为领先, 20 世纪 90 年代的美国中小学已经开始广泛使用信息技术。美国在信息技术与课程整合的理论与实践方面的研究非常深厚, 并且取得了许多成果, 同时也有深刻的教训。随着教育信息化在全球范围内广泛传播, 世界各国都在轰轰烈烈的开展技术与课程整合的研究。从单纯的强调技术在教育中的投入, 已经转向了关注教育过程中的技术应用, 尤其在现阶段技术与课程的融合的研究重点在于深度应用, 以促进学生的深度学习。

(1) WebQuest 模式

20 世纪 90 年代, 信息技术与课程整合在教育中的应用研究经历了不同的发展阶段。从 Webquest 基于网络的探究到 TELS, 运用技术加强理科学习的阶段, 一直到现阶段 TPACK 学科内容、教学法和技术的整合的新阶段。在 Webquest 阶段, 信息技术与课程整合的模式主要聚焦在整合的时间问题上, 课内与课堂教学过程相结合, 课外与课前预习以及课后辅导相结合, 从事实际应用的专家学者更加赞成在课外的实践应用信息技术辅助教学, 课内应用信息技术会降低课堂教学的效率, 所以使用的技术主要就是课外的资料查找工具、教师与学生、学生与学生的线上互动平台。整合的模式主要有以下几种: 适时教学模式 (Just-in-Time Teaching, 简称“JITT”)、基于网络的探究 (Problem-based Learning)、基于项目的学习 (Project-based learning) 和基于资源的学习 (Resources-based Learning)。^②

适时教学模式是在课前将课堂要学习的内容事先通过网络的形式进行发布, 学生在课前就可以自学将要学习的内容, 充分的课前学习可以让学生有时间做好上课的学习准备, 但是学生需要在课堂教学前将自学过程中遇到的问题反馈给教

^①何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(上)[J].电化教育研究,2012(5).

^②何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(上)[J].电化教育研究,2012(5).

师,以便于教师调整教学设计。同时,课堂教学后该模式还需要教师布置问题作为作业让学生在网进行探究学习。

基于网络的探究、基于问题的学习和基于项目的学习以及基于资源的学习,都是属于同一类模式,其共性都是选择社会生活或自然界中的某个真实问题作为探究的主题,但是这几种模式在时间上都不能完全在课堂内完成,需要花费大量的时间通过文献搜索、小组合作等方式完成。另外,这几种模式的学习具有跨学科的性质,往往解决一个问题仅仅依靠一门学科的知识是无法完成的,这样的综合性对学生的年龄也相应会有要求。

虽然信息技术与课程整合在发展过程中出现了多种模式,但是 Webquest 仍然是最为主流也最被广泛使用的整合模式。2003 年 Teaching and Learning 杂志评选出的全美十大教育应用项目中,全部都是基于 Webquest 模式的应用。Webquest 的创始人认为这是“一种以探究为取向,利用因特网上的资源来开展课程单元的学习活动”。^①这种整合模式被广泛接受的另一个原因是其对教师教学设计的要求降低了,Webquest 有特定的设计模板和规则指导,教师不需要花费大量时间重新学习,具有更强的可操作性。在这种模式实施的过程中一般包含七个步骤:设计一个合适的课程单元;提出一个能促进高级认知发展的任务;网页设计;完成评价;设计学习过程;用文字记录学习过程;检查并改进。^②

(2) TELS 模式

Webquest 模式关注课外的信息技术与课程的整合,从 TELS 模式开始转向了研究课内整合的模式。2003 年美国国家基金会启动了“运用技术加强理科学习 (Technology Enhanced Learning in Science, 简称“TELS”)”的项目,项目研究的目的是通过在理科的课程设计、教师专业培训、评估和信息技术支持四个方面的研究,促进信息技术与理科教学的有效整合,最终的目标是为了提高学生的理科成绩。^③TELS 模式的产生一方面是源于教育现状的迫切需要,Webquest 模式旨在培养学生的创新精神和创新能力,但是中小学生的各科基本知识和技能的水平下降让教育界的专家们都开始从课外转向课内,TELS 模式的另一目标就是要用课内的基础知识学习与课外的解决问题能力培养相结合,从而有效提高学生的课业成绩,又能不失培养学生的创新能力。在 TELS 模式的应用过程中,项目特别关注信息化环境的营造,试图在课内创造出类似 Webquest 的适合学生探究学习的场景,同时困难也出现,技术与资源的支持必须先行。

TELS 试图在四个方面进行强化以促进信息技术与课程的整合。首先是理科课程的设计,TELS 模式在理科课程中设计不同的主题,中学理科有 18 个主题

^①何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(上)[J].电化教育研究,2012(5).

^② Dodge Bernie. Focus: Five Rules for Writing a Great WebQuest[J]. Learning & Leading with Technology, 2001,28(8):5-9.

^③ Technology Enhanced Learning in Science[DB/OL]. <http://telscenter.org/>.

模块,比如:生命科学学科的“简单遗传”、地球科学学科的“全球变暖”、物理学学科的“热力学”;高中理科有9个主题模块,如生物学的“鸟翅膀的进化”、化学学科的“汽车使用汽油会成为历史吗?”、物理学学科的“安全气囊”。^①第二,TELS模式注重教师的专业培训,帮助和指导教师掌握TELS的理念和要求,让教师掌握运用信息化工具和教学资源解决教学问题,促进学生理科成绩的提高。第三,评估TELS项目,评估的目的是通过评估课程计划和技术支持来检验信息技术与课程整合的教学效果。为了检测的科学性,项目专门制定了相应的评价标准,并且覆盖了所有实施计划的学科。最后,TELS项目的技术支持还体现在与计算机行业的企业合作,开发各种学习工具,制作各类学习资源,为学习者营造更加生动的学习环境。TELS在信息化学习环境营造方面做出了很大的努力,提出了“基于网络的科学探究环境”(Web-based Inquiry Science Environment,简称“WISE”)和“互动学习升级系统”(Scalable Architecture for Interactive Learning,简称“SAIL”)两个新设想,期望能够有效落实TELS的教学功能。

3.TPACK 模式

在Webquest和TELS后的信息技术与课程整合的第三个阶段——TPACK。在Webquest和TELS阶段,信息技术与课程整合关注的是技术和学生两个要点,强调基于网络、基于资源、基于问题等,关注学生的创新能力培养和基础知识技能的强化和均衡,无论是课内模式还是课外模式都是期望通过信息技术解决学科教学的难题。但是,在关注技术与学生的另一方面就忽略了教师本身,没有认真考虑教师所需的知识和教师在信息技术应用过程中的重要作用。^②全美教师教育学院协会(American Association of Colleges of Teacher Education,简称“AACTE”)是最早提出需要改进这一类问题的学术机构,在大量收集信息技术与课程整合的案例之后,AACTE出版了《整合技术的学科教学知识:教育者手册》,旨在改变教师的培养方式和技术在教学中的应用方式。

密歇根州立大学Mathew J. Koehler博士和Punya Mishra博士在Shulman的教师知识的理论研究基础上,提出了整合技术的全新概念框架TPCK(Technological Pedagogical Content Knowledge),这是在Shulman的提出的学科内容知识(Content Knowledge,简称“CK”)与教学法知识(Pedagogical Knowledge,简称“PK”)所形成的学科教学知识(Pedagogical Content Knowledge,简称“PCK”)基础上,加入了技术(Technology)所形成的一种新的知识框架。Judi Harris建议AACTE要重视TPCK在信息技术与课程整合研究中的作用,如果教师能够拥有TPCK知识,并能有效应用到教学中,那么信息技术与课程整合才是真正落实。随着TPCK在美国教育领域的推广和应用,AACTE考虑到发音的问题将TPCK

^①何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(上)[J].电化教育研究,2012(5).

^②何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(下)[J].电化教育研究,2012(6).

更名为 TPACK。^①密歇根州立大学 Mathew J. Koehler 博士和 Punya Mishra 博士给出的 TPACK 的定义为：这是一种“整合技术的教师知识的框架”，^②该框架建立在 Shulman 的学科教学知识（PCK）基础之上，并加入了技术的知识，它是“学科内容、教学法和技术”这三种知识要素之间的复杂互动，^③是整合了这三种知识以后而形成的一种新知识形式。教学过程不仅要关注这三个知识要素，更要关注这三者的交互，这种交互就形成了四种新知识：学科教学知识（PCK），整合技术的学科内容知识（TCK），整合技术的教学法知识（TPK）和整合技术的学科教学知识（TPACK）。TPACK 即是 TPK 框架的另一个名称，同时也被理解为 TPK 框架中的一种教师知识——整合技术的学科教学知识。

学科内容知识（CK）是实际被学习或教授的学科知识。^④教师而言，学科内容知识是十分重要的，它包括：概念、理论、观点、组织框架知识、证据和正面知识，以及为发展这些知识所建立的实践和方法。如果教师没有具备正确、科学、完备的学科内容知识，那么学生将会付出惨痛的代价。

教学法知识（PK），是关于教与学的过程、实践或方法的深层次知识，包括所有的教育目的、目标和价值观，包含了在教室里所有使用的技巧和方法的知识，目标受众（学生）的知识和评估学生理解的策略。^⑤一个拥有深厚教学法的教师能够理解学生是如何获得概念理解，如何获得技能，以及学生如何养成良好的思维习惯和对学习的积极性。

学科教学知识（PCK），TPACK 中学科教学知识的概念界定与 Shulman 教授是一致的。学科教学知识涵盖了教学、学习、课程、评估和报告的核心事物。Shulman 的 PCK 是倾向于转换学科知识为教学所用的观点，Shulman 教授认为 PCK 的转换是在教师实施教学行为过程中，将学科知识转变为学生可接受的学科知识中产生。

技术知识（TK），技术更加具有不确定性，任何一种技术都处于过时的危险中。AACTE 认为，技术知识包含了全系列数字技术，视频、互联网、计算机、外部设备等，还有常见的教育技术，如印刷媒体和投影仪，也包括了使用主要和相关软件工具，如文字处理、电子邮件和电子表格软件的能力。技术的知识将逐步包含随着互联网和游戏技术进步而流行起来的新技术，如博客、维基、视频游

^①何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(下)[J].电化教育研究,2012(6).

^②卢文博.小学数学教师整合技术的学科教学知识(TPACK)研究——以银川市西夏区为例[D].宁夏大学,2014,12.

^③李鹏.TPACK 模式下高职教育教师主导地位的探究[J].无线互联科技,2017(5).

^④全美教师教育学院协会创新与技术委员会.整合技术的学科教学知识 :教育者手册[M].任友群,詹艺主译,北京:教育科学出版社,2011:19-25.

^⑤卢文博.小学数学教师整合技术的学科教学知识(TPACK)研究——以银川市西夏区为例[D].宁夏大学,2014,12.

戏、模拟等等，这些都将成为教师需要熟悉的技术的组成部分。^①TPACK 中对技术的理解和美国研究理事会信息技术素养委员会提出的信息技术的流畅性（Fluency of Information Technology，简称“FITness”）接近，信息技术的流畅性已经不再仅仅是会使用计算机的单一素养了，而是要求人们能够广泛地理解信息技术，目的是要能在生活中进行应用，能够意识到信息技术能够帮助人们实现一些难以达到的目标，人们需要在发展中不断适应信息技术的更新和变化。对 TK 的理解应是一个动态的概念，不是“终止的状态”，而是不断变化发展的，伴随人类一生的与技术交互的过程。

整合技术的学科知识（TCK），技术与知识之间的关系可以说是微妙而有渊源。很多学科的发展离不开技术的不断更新，新的技术以新的方式表征数据和操作，可以说技术为理解世间万物提供了新的视角，技术的作用已经不是处于表面，而是揭示了学科的本质，并带来了基础性变革。要开发适合某一学科的技术，首先要理解技术对于某一学科的重要作用，所以技术的开发者最好也能是学科的专家。正因如此，技术也带了对学科发展的限制，由于技术的原因可能限制了某一学科表征方式，但是技术却可以提供新的方式，并且技术可以创造更大的灵活性。所以，TCK 是对技术和学科内容互相影响的和互相限制的方式的一种理解。^②教师在对学科内容的深度理解之上，才能够更好理解因技术应用而改变的教学方式，前提是教师必须对学科知识有更深更广的涉猎。数学教师所具备的 TCK 包含两个方面的内容：一是具体的技术类型适合讲解哪些数学学科的知识；另一方面，数学学科内容如何主宰或改变了技术。Thompson 认为，TCK 是 TPACK 框架中最容易忽略的内容，建议教师的技术经验有必要针对不同的学科内容领域。

整合技术的教学法知识（TPK），是对当具体技术应用时教学与学习如何改变的一种理解，需要教师具有更深刻的理解技术的功能以及限制性，包括技术运用于学科的境脉。^③

3. TPACK 的内涵及应用

TPACK 的框架中所形成的七种教师知识：学科内容、教学法和技术是三种基本知识，相互关联又形成了四种，其中整合技术的学科教学知识（TPACK）是整个框架的核心，也是教师知识中对教师专业成长影响最大的，这一点和 PCK 的教师知识结构不矛盾。

^①全美教师教育学院协会创新与技术委员会.整合技术的学科教学知识:教育者手册[M].任友群,詹艺主译,北京:教育科学出版社,2011:33.

^②卢文博.小学数学教师整合技术的学科教学知识(TPACK)研究——以银川市西夏区为例[D].宁夏大学,2014,12.

^③曲茜茜.职业院校教师信息化专业发展的价值取向与实践路径[J].中国电化教育,2016(7).

整合技术的学科教学知识 (TPCK), TPCK 超越了学科知识、教学法和技术, 成为三个知识的核心。整合技术的学科教学知识, 不同于其他三种独立的知识, 是开展整合技术的有效教学的根基。整合技术的学科教学知识包含了: 使用技术的表征、使用技术教学的技能、技术解决教学中问题的知识, 还包括对学生的了解程度的知识, 对技术的掌握程度, 以及技术使用的新理论。^①教师在面对一个教学的情境运用 TPACK 去解决问题时, 是框架中的三种要素协同作用, 并不是独立的存在, 当一种要素发生改变时, 另外两种要素会同时发生改变来进行补偿。一个最明显的补偿典型案例是一个新的技术的出现需要教师重建已有的三种要素的动态平衡。传统的观念认为新技术的出现是要通过改变学科内容来谋求适应, 技术的产生来源于学科的派生, 但是新技术到来时, 教师不得不去思考教学法以适应新技术的应用, 比如在线学习的出现, 教师就需要设计在线学习资源及评价等内容, 这些都与在线学习的形式或者技术紧密不可分。技术对教学法、学科内容的影响并不是简单的单向作用, 学校的教育教学情境同时也限制了技术的应用, 以游戏应用于学校教学而言, 研究者认为: 与整合基于课程的学科知识的需求相比, 对有兴趣创造教育游戏的设计者而言, 更大的挑战是将游戏限制为一种在课堂环境中可玩的形式。

TPACK 的内涵具有以下特征: 其一, TPACK 是教师应当且须具备的全新知识, 它的贯彻、实施离不开教师, 所以在推广、应用 TPACK 过程中, 必须强调教师是教学改革的积极参与者, 课堂教学的设计者、实施者;^②在教学过程中教师应起引导和监控作用。这种观点对教师教育和教师专业成长具有重要指导意义。其二, TPACK 涉及学科内容、教学法和技术等三种知识要素, 但并非这三种知识的简单组合或叠加, 而是要将技术“整合”(即“融入”)到具体学科内容教学的教学法知识当中去,^③这就意味着对 TPACK 的学习、应用, 不能只是单纯地强调技术, 而是应当更多地关注信息技术环境下的“教与学理论”及方法(即信息化“教与学”理论及方法)。^④其三, TPACK 是整合了三种知识要素以后形成的新知识, 由于涉及的条件因素较多, 且彼此交互作用,^⑤因此 Mathew J. Koehler 和 Punya Mishra 认为这是“结构不良”知识, 这种知识将要解决的问题(即信息技术整合于学科教学过程所遇到的问题), 都属于“劣性问题”,^⑥这种问题不存在一种适用于每一位教师、每一门课程或每一种教学观念的解决方案(即确定的解

^①全美教师教育学院协会创新与技术委员会. 整合技术的学科教学知识: 教育者手册[M]. 任友群, 詹艺主译, 北京: 教育科学出版社, 2011: 19-25.

^②李庆英. 网络环境下小学数学探究教学策略研究[D]. 江苏师范大学, 2012, 12.

^③周晶. 教师专业发展面临的信息化环境内涵解析[J]. 中国现代教育装备, 2015(8).

^④王云龙. TPACK 视域下师范生信息化教学能力培养研究——以英语教育专业为例[D]. 曲阜师范大学, 2014, 12.

^⑤金云波. 微课视角下职前教师 TPACK 能力培养研究[J]. 信阳师范学院学报(哲学社会科学版), 2016(7).

^⑥金云波. 微课视角下职前教师 TPACK 能力培养研究[J]. 信阳师范学院学报(哲学社会科学版), 2016(7).

决方案),相反,这种解决方案只能依赖每位教师的认知灵活性在三种知识的结合与交叉中去寻找。^①

2.2.3 数学教学知识

BALL 提出的数学教学知识理论,是 Shulman 的教师知识的理论的学科化和实践化。Ball 在 Shulman (1986) 提出的教学内容知识观的基础上提出了数学教学知识,建立了以实践为基础的教学内容知识理论,研究自然科学的专业的学科知识在数学教学的实际应用,以及基于教学中出现的问题分析数学教学知识。Ball 肯定了 Shulman 的教学需要一种具体知识的想法,决策者需要明确的知识制定政策,学习者可以有明确的内容所需要的知识,但是这些方向还需要进一步具体化和精确化。教师需要知道能做什么才能更加有效地教学,或者有效教学在内容理解方面需要知道什么,数学学科知识可以通过课程标准的学习,或通过对学生的调查研究加以获得,但是具体教师在数学教学中做什么更好的研究途径是——实践。Ball 的研究没有从课程开始,也没有从学生开始,而是选择了从教学所需要的工作——教学开始,这样的研究方法也是本研究的研究设计提供了强有力的理论依据。Ball 的研究基于两个定性的研究假设:其一,数学教学中经常遇到的任务和问题是什么?老师教学时做什么?;其二,管理这些任务需要什么样的数学知识、技能和情感?

Ball 认为,数学教学知识是数学教学工作所需要的数学知识,数学教学知识至少包含两个子集:教学内容知识和纯内容的知识。教学,是教师为了支持学生的学习所必须做的每一件事^②。数学教学知识可以分为一般内容知识、专业内容知识、内容与学生的知识、内容和教学知识。

一般内容知识 (common content knowledge, 简称“CCK”),是除了教学以外所使用的数学知识和技能。比如,教师需要知道教学的材料,能够正确识别到学生或教学材料的错误,当教师在黑板上板书时,能正确的使用数学语言或符号。在这些知识中有些涉及数学的知识和技能,除了数学教师其他人可能也会具备,这是一种在各种各样的环境中使用的知识,在分析教师的教学录像实录时,研究者就需要具备这种知识,并不是具有教学唯一性。

专业知识内容 (specialized content knowledge, 简称“SCK”),是指专门教学的数学知识和技能。数学教师需要在教学工作中做一些其他人不需要做的事,比如数学教学任务(见表格3)。

内容与学生的知识 (knowledge of content and students, 简介“KCS”),是结合了解学生和了解数学的知识。教师必须预测学生可能想到什么,他们会发现什

^①何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(下)[J].电化教育研究,2012(6).

^② Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special?[J].Journal of Teacher Education, Vol 59:389-407.

么令人困惑。如果教师选择一个例子进行教学，需要预测学生可能会产生什么样的兴趣，当分配具体的学习任务时，学生可能会做什么，以及他们是否会觉得困难。教师需要用学生能够听得懂的语言方法来表达和解释学生出现的和不够完整的思维，这些都需要特别的数学理解对学生数学思维的了解的共同参与。

这些任务的核心是关于特定的数学内容学生数学概念和误解的知识。识别错误的答案是常见的内容知识（CCK），而判断错误的性质，特别是一个不利的常见错误，通常需要在思考灵活，注重模式和方式的专业知识内容（SCK）。相比之下，与常见的错误和决定哪几个错误的学生，最有可能使熟悉的例子是知识与学生的边缘（KCS）。

表格 3 数学教学任务

提出数学思想

回答学生“为什么”的问题

找到例子来确定确定一个特定的数学要点

识别使用特定表征所涉及的内容

将表象与基本思想联系起来

将一个将要教学的话题与先前和未来的话题联系起来

解释教学的本质的目的和目标

教材内容的评价和调整

评估（通常快速的）学生要求的合理性

给出或评价数学解释

选择和开发所用的定义

用数学的符号和语言的使用和批判

提出富有成效的数学问题

为特定目的选择表征

检查

最后一个知识领域就是内容和教学知识（knowledge of content and teaching, 简称“KCT”），结合了解教学和数学的知识。许多数学教学任务要求数学知识的教学设计。教师按照一定的顺序教学内容，选择从哪个例子开始教学，使用哪些例子可以使学生更深入了解内容，教师的教学工作就是表示教学一个具体内容的

优势和劣势的做法,并找出不同的方法和程序提供指导。每一项任务都需要特定的数学理解和理解影响学生学习数学的教学问题之间的相互作用^①。

在研究数学教师知识分类的同时, Ball 的团队又发现了问题,研究将关注点放在了使用知识的意图上,但是分类是静止状态的,而教学是一个动态的系统,研究需要在理解教学中作出决定和行动。Ball 的研究成果和对研究结果的反思让研究者意识到,无论是静态的研究,还是动态的分析,最终对教师的研究放在教学行为的具体情境中是更加科学的。BaLL 对于数学教学知识的研究,即是理论基础,也为本研究中研究方法的选择提供了科学的范本。

2.2.4 TPACK 与其他教师知识理论的概念辨析

1. 技术

早在 1615 年,英国就有了 technology 一词,按希腊文组合的原意是完美而实用的技艺。这个术语的中文可译为工艺学或技术学,它既可以指关于具体技术工艺的学问,也可以理解为关于技术整体的学问和理论。古汉语中,“技”除有时指某种艺术(如歌舞)之外,主要泛指才能、本领,如“凡执技从事上者,祝、史、射、御、医、卜及百工”(《礼记》)。凡是能用于达到目的的均可称为“术”,“夫圣贤之治世也,得其术则成功,失其术则事废”(《论衡》)。②狄德罗主编的《百科全书》认为:“技术是为某一目的共同协作组成的各种工具和规则体系”;《简明不列颠百科全书》认为:“技术是人类改变或控制客观环境的手段或活动”;我国的《自然辩证法百科全书》把技术定义为:“人类为了满足社会需要,依靠自然规律和自然界的物质、能量和信息来创造、控制、应用和改进人工自然系统的手段和方法。”③

祝智庭教授认为,技术是指在实际问题或完成现实任务中系统运用科学和其他有组织知识,它包括物化技术和智能技术两个部分。物化技术是指实际问题或完成现实任务中所使用的工具和设备。智能技术是指实际问题或完成现实任务中所使用的知识、策略、方法和技巧,如思维方法、学习策略、教学设计等。④物化的技术包括了一切所谓传统的和现代的教育工具或设备,这正是人们对技术的传统理解。

教育与技术可以从双重语境的层面分别解读,即教育中的技术和技术中的教育,一个是教育发展史,一个是技术发展史。本研究侧重从教育的语境看技术,教育是根本的出发点,技术要遵循教育的规律,技术是为解决教育的问题而存在。

^① Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? [J]. Journal of Teacher Education, Vol 59:389-407.

^② 单美贤. 技术哲学视野下的技术教育化研究[D]. 南京师范大学, 2008, 5.

^③ 单美贤. 技术哲学视野下的技术教育化研究[D]. 南京师范大学, 2008, 5.

^④ 祝智庭, 钟志贤. 现代教育技术——促进多元智能发展[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2003: 54-55.

当新的技术进入教育领域时,如果不能解决教育的问题,或是具有解决问题的可能性,都只能是技术,而不是教育中的技术。

教育离不开技术,技术是教育过程中的重要元素,所有的技术形态都是具体的,与特有的技术主体(技术承担者)、特殊的技术时代、特定的技术内容相关联,技术与教育息息相关,相互促进。从价值哲学的层面看,教育者在教育不断推进的过程中,同时技术手段也在教育系统中发展,实现为教育服务的价值,教育的价值是指向人,那么技术的价值也同样为了人的发展而存在。这里的人既是作为学习者的学生,也是作为教育者的教师,学生在教育的过程中获得知识的增长,教师在教育的过程中得到教育能力的提升,技术在教育中的应用过程同时也促进了教师的专业发展。

2.TPACK 与 PCK 的关系

学科教学知识在教师知识结构中具有举足轻重的地位。Shulman 对专业知识的研究源于对专业推理的关注,医生在诊断推理时其所具备的知识和先前的经验都发挥着重要的作用。教师在推理时使用的就是一种特殊的知识类型,Shulman 认为学科教学知识:“这是一种特殊形式的内容知识,包括学科内容如何达到最可教的水平,如何使用最有效的表征方式,如何使用最有力的类比、说明、举例、解释和示例,总而言之,学科教学知识就是把学科知识转化为易于他人理解的知识”。学科教学知识代表了教师对学科知识最深层次的理解,“一个人对一个领域最深刻的理解来源于对于这一领域教学法的理解”。学科教学知识(PCK)是教师知识结构中特有的知识类型,包括例子、类比、图解、解释、演示等知识,对学生知识状况的了解,以及如何将新概念与学生原有的知识结构关联起来,是教师知识结构中最为重要的知识,是影响教师专业成长的关键知识,也是最能区分专家教师与教学专家、高成效教师与低成效教师差别的指标。PCK 处于“学科知识”和“一般教育知识”的交叉之处,它的核心内涵就是把学科知识转化为可让学生学习的形式。^①李伟胜(2012)在对 PCK 的内涵辨析中提出了“学科教学知识基础的金字塔形层级模型”,他认为 PCK 中的核心要素是对学生的理解。Veal 和 Makinster^② 以“倒树形”说明了 PCK 的具体表现,教育知识是区分 PCK 的总体背景,PCK 被分为:一般 PCK、具体到各个领域的 PCK 和具体到知识点的 PCK。这一理论说明了如果教师具有这一层次的 PCK,那么他就会对前两个层面的 PCK 有充分而牢固的把握。也就是说,对教学的研究如果具体到某一特定学科,再具体到某一特定的知识,这是有用且有必要的。国外和国内的学者对小学数

^① Park S, Oliver J S. Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge(PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals[J]. Research in Science Education,2008(38):261-284.

^② Veal R W, Makinster J G.(1999).Pedagogical Content Knowledge Taxonomies[EB/OI].Electronic Journal of Science Education,3(4).Retrieved February, 26, 2003,from <http://wolfweb.unr.edu/homepage/erowther/ejse/vealmak.html>.

学教师的学科教学知识(MPCK)进行了结构、应用等方面的探讨,也提出了不同的观点。国内研究者认为,MPCK中强调两类知识,即数学教学该如何呈现的知识和数学教学该如何解释学生遇到的误解和困难的知识。^①黄毅英(2009)结合MPCK结构模型,指出优秀教师MPCK的结构特征是:教学法知识灵活;内容知识丰富;教学内容知识多样。^②

随着教学设计的不断变革和技术发展的趋势,技术融入课堂教学过程已经成为了必然。技术要有效地支持教育改革或改善学习成效,必须综合物化技术和智能技术。^③TPACK就是在这样的背景下产生的。TPACK模式在实施的过程中特别强调教师的重要作用,教师在课堂教学中是设计者、实施者,引导者和监控者,它不是简单的将技术融入学科教学知识中,而是更多关注技术环境下“教与学”理论的应用。TPACK提供了一个技术视角的教师知识结构,这是PCK等教师知识理论结构所没有涉及的时代视角。TPACK的概念框架就是在Shulman教授提出的PCK的基础上加入了技术知识,即“整合技术的学科教学知识”(TPCK—Technological Pedagogical Content Knowledge),由于TPCK不利于拼读和记忆,AACTE(全美教师教育学院协会)在征求广泛意见后将TPCK修改为TPACK(Technological Pedagogical and Content Knowledge)。TPACK具有三方面的特征:(1)TPACK是教师应当具备且必须具备的全新知识,它的贯彻、实施离不开教师,所以在推广、应用TPACK过程中,必须强调教师是教学改革的积极参与者,课堂教学的设计者、实施者;在教学过程中教师应起引导和监控作用,这种观点对教师教育和教师专业发展有重要指导意义;(2)TPACK涉及学科内容、教学法和技术等三种知识要素,但并非这三种知识的简单组合或叠加。而是要将技术整合、融入到具体学科内容教学的教学法知识当中去,这就意味着:对TPACK的学习、应用,不能只是单纯地强调技术,而是应当更多地关注信息技术环境下的“教与学理论”及方法;(3)TPACK是整合了三种知识要素以后形成的新知识,由于涉及的条件、因素较多,且彼此交互作用,Mathew J. Koehler和Punya Mishra认为这是一种“结构不良”知识:这种知识将要解决的问题都属于“劣性问题”,这种问题不存在一种适用于每一位教师、每一门课程或每一种教学观念的解决方案,相反,这种解决方案只能依赖每位教师的认知灵活性在三种知识的结合与交叉中寻找。^{④⑤}

^①孙兴华,马云鹏.MPCK视角下的小学数学教师专业发展[J].学术探索,2014(9).

^②黄毅英,许世红.数学教学内容知识—结构特征与研发举例[J].教育学报,2005(1).

^③祝智庭,钟志贤.现代教育技术——促进多元智能发展[M].上海:华东师范大学出版社,2003:54-55.

^④何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(下)[J].电化教育研究,2012(6).

^⑤卢文博.小学数学教师整合技术的学科教学知识(TPACK)研究——以银川市西夏区为例[D].宁夏大学,2014,12.

2.3 教育教学相关理论

2.3.1 教学的理解

教学包含了教与学两个概念。对教师教学的研究并不是降低学生的地位,也不是否认学生学习过程中学生本体的作用,教师和学生在教学过程中的作用应当用全面的视角考察,同样对教学与学习也应有全面的理解。

本研究是通过分析教师的教学过程作为主要获得研究数据为途径的,那么教学就是本研究中的一个重要概念。P.W. Jockson 在《教学这一实践》中把教学的概念理解为“模仿模式”和“变化模式”。模仿模式起源于古希腊的知识与技能传授与习得的基本教学方式,这是一种以传承文化为见解的理解。“变化模式”也是起源于古希腊,是以苏格拉底“产婆术”为传统的教学概念,苏格拉底认为,教学不是给学习者传授知识、技能,而是教授“无知之知”,这种见解体现的是教学对文化的改造或创造。关于教学的内涵,很多学者专家都给予了不同角度的界定。

佐藤正夫认为,教学过程的中心话题是教学过程中的一定的阶段或分节的合理顺序。^①

赫尔巴特认为教学应分为四个阶段,首先要静态地、集中地专心于应学事物的细微处,然后把这种新表象与旧有表象联合,这种联合不应以偶然无序的结合告终,而应形成严谨的逻辑关系,最后检验并完成逻辑系统,再应用于不同的场合。戚勒将其发展成为了形式阶段说,把赫尔巴特的明晰阶段再分为二,构成分析、综合、联合、系统和方法,赖因则分为预备、提示、联合、总结和应用。他们都认为教学要按照一定的顺序展开。

第斯多惠论述了有关教学过程结构的思想,他认为,引导学生形成明晰的直观与概念,有两条途径:第一,是客观直接的直观;第二,是藉由先前获得的直观及表象,形成直观。他说,“应把最低限度的所有概念,与旧有知识,即直接由内部外部实际引申出来的知识相结合,并加以说明”。他阐述了教学的七条见解:由近及远;由已知到未知;凭感知把握对象;由易到难;先提事实,后示语言;由特殊知识到一般知识;完美的教学按照一定的阶段进行。

加涅认为,教学是经过设计的、外在于学习者的一套支持内部学习过程的事件。^②课堂教学可以看作是一个各种教学事件按照一定的顺序所构成的一个单一学习活动。教师设计教学事件是用来激活信息加工过程,或者至少和信息加工过程同时发生并支持加工过程的。加涅分析了在课堂教学过程中,各种教学事件的作用按照通常使用的顺序(见表格4)。在每一节课中如果都按照表中的顺序呈

^①佐藤正夫.教学论[M].钟启泉,译.台北:五南图书出版公司,1987:239.

^②R.M.加涅,W.W.韦杰,K.C.戈勒斯,J.M.凯勒.教学设计原理[M].上海:华东师范大学出版社,2005:172.

现,那么就形成了一种教学策略,但是并不是每一节课都会按照这样的顺序进行教学事件,也不一定每一个教学事件都会出现。

表格 4 教学事件

教学事件
引起注意
告知学习者目标
激起对习得的先决性能的回忆
呈现刺激材料
提供学习指导
引出行为表现
提供行为表现正确性的反馈
测量行为表现
促进保持和迁移

以上对教学的理解中,都离不开“结构”一词的,可见对教学的研究,结构是一个非常重要的元素。教与学是教学过程的两个互相依存的方面,谈到教学就不可能忽视学习。学习,从对象的角度看,是探求事物与事件的赋予名称及含义的认知性、文化性实践活动。^①佐藤学认为,学习具有三种实践层面的含义。学校中的学习就是有目的、有计划、有组织地履行这种认知性、文化性实践的活动。在课堂中,学习是通过师生关系和生生关系在传递着某种内容,学习者与其他人之间的关系在不断筑建、破坏、修复,所以学习也是社会性和政治性的实践。学习者通过学习过程面对新的教学内容,面对不同的人群,同时也在面对自身,这个过程也是学习者不断修炼个性的过程,所以学习也是一种伦理性、存在性的实践。

2.3.2 教学策略

1. IES 教学建议

美国教育科学机构(Institute of Educational Science 简称“IES”)2007年9月发布了面向中小学教师的教学指导建议(Organizing Instruction and Study to Improve Student Learning——A Practice Guide)(以下简称“IES 教学建议(IES Recommendations)”),通过指导教师教学以促进学生的学习,IES 教学建议是

^①佐藤学.课程与教师[M].钟启泉译.北京:教育科学出版社,2003:327.

基于实证研究的方法提出了教学的七条建议：(1) 学习空间的拓展；(2) 例题教学和练习实践的交替进行，(3) 结合图表的言语描述；(4) 关联和整合概念的抽象和具体表征；(5) 使用小测验促进学习；(6) 帮助学生有效安排学习时间；(7) 提出深度问题。国外研究者与之相关的教学研究甚多，在 IES 教学建议中有三点与课堂教学有着紧密的关系，有研究者选取了这几个维度：例题教学、表征和深度问题，进行了中国和美国小学数学课堂教学的比较研究。^①

2. 例题教学的策略

IES 教学建议中提出，在教学中使用例题可以帮助学生理解抽象的原则^②，特别是在例题教学时，如果交给学生解决问题的方法，这样会帮助学生更佳有效的获得解决新问题的图式。^③早在夸美纽斯的《分析性教学论》中就有描述：“一切都要透过实例、范例、练习来教学，实例总是先行，然后是范例。”学习例题可以促进学生初始技能的获得。在课堂教学中通过例题教学可以让学生习得基本的知识或技能。^④

佐藤正夫认为，例题教学首先要唤起学生的学习兴趣，可以通过唤起学生解决问题的已有经验；预先设计一些让儿童参与的活动，让儿童在活动中感受到学习新知的需求；也可以教师通过技巧的讲述，或采用教学的技术，如多媒体、教具、学具呈现教学的场景；还可以把新知的背景与学生日常生活的真实场景中形成的态度相结合；亦或与旧的认知经验的兴趣相结合。^⑤

陈薇 (AERA, 2016) 通过对一位小学数学专家教师的四节数学课堂教学的视频中的教学行为的量化分析，分别从例题、表征和深度问题三个方面进行了探讨。有关例题的教学，从背景、空间、频次和序列四个方面进行了分析，研究发现教师采用的问题背景基本都是来自于教材本身，四节课的其中三节没有变化。其中一节课，专家教师将教材中的“做花”改成了游戏“猜数”，但是所设计的教学目标与教材是一致的。教师认为，这样的游戏可以让学生更加投入到学习中。在例题的课时分配空间上，与教材相比专家教师花费了更少的时间进行例题教学。而且教师使用了“先学习”，即让学生在课堂教学之前，先进行独立的学习。专家教师认为这样的先学习是基于学生学情的设计，可以满足学生学习的不同需求，甚至有的学生可以达到超越教材要求的目标。在例题数量的使用上，与教材相比，专

^①Ding, M., & Li, X. Transition from concrete to abstract representations: The distributive property in a Chinese textbook series. *Educational Studies in Mathematics*, 2014, 87: 103-121.

^② Colhoun, J., Gentner, D., & Loewenstein, J. Learning abstract principles through principle-case comparison. In B. C. Love, K. McRae, & V. M. Sloutsky (Eds.), *Proceedings of the 30th annual conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1659-1664). Austin, TX: Cognitive Science Society, 2005.

^③ Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., & Wortham, D. Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 2000, 70: 181-214.

^④ Renkl, A., Stark, R., Gruber, H. & Mandl, H. Learning from Worked-Out Examples: The Effects of Example Variability and Elicited Self-Explanations[J]. *Contemporary Educational Psychology*, 1998, 23: 90-108.

^⑤佐藤正夫. 教学论[M]. 钟启泉, 译. 台北: 五南图书出版公司, 1987: 251.

家教师没有做出很大的改动，而在课堂教学中花费了更多的时间在讨论学生的“先学习”的结果。在例题教学的序列上，教材和专家教师的教学并没有将例题和练习穿插进行，而都只是采用了一个例题，然后配合相应的练习。教材中，教学的序列安排是引导、解决、讨论，教材建议教师先引导学生理解问题背景及问题，即知道什么，不知道什么，然后让学生尝试解决问题，最后共同讨论解决的方法和解决问题的过程。在专家教师的教学过程中，第一个活动通常是学生汇报“先学习”的结果，在这个过程中通常包含了学生解决问题的多样方法，然后专家教师会引导学生比较这些方法。教材和专家教师的教学基本都是按照例题教学再到练习的序列进行，但是在例题教学中的细节处理确不一样。总之，这位专家教师对教材的处理与教材基本保持着一致，但是在对例题的解构上专家教师表现出了较大的改变，并且在解构例题的过程中充分运用了表征和深度问题，以促进教材向教学实践的转换。

从学习者的角度看，学生也有对例题学习的偏好。他们认为例题学习是一种很有效的学习方式。如果例题的设计采取做中学的方式，也就是例题以解决问题的方式来呈现，那么效果会比直接解决问题更好。^①在教学过程中，教师设计情境不同但是结构一致的多个例题可以促进学习者的知识迁移。^②通过多个相似的例题比较，就可以发现那些问题的特征与解决方案相关，哪些不相关。教师可以用抽象的方式提取出最本质的解决方案，这样可以让学生能够正确的将解决方案进行迁移，应用到具有相似情境但是结构不变的问题上。并且，研究表明多个例题对于促进非常规的未知问题转移具有更加重要的意义。^③但是究竟怎样程度的一个结构对应多个例题才能促进学习者的迁移是一个仍未解决的问题，不过已经有研究表明，使用相似的例题的教学危险性最小，使用不相似的例题比类似的例题具有更明显的优点和缺点，不相似的程度较高，学生表现出的迁移水平就会较高。^④Fred 等人发现如果例题设计具有较高的可变性，那么学生就可以获得更多的成就。^⑤Chi 等人发现学习者的自我解释的方案决定了他们在例题学习中的收益程度。^⑥但是，有研究者分析什么情况下解决问题的方式比例题教学更加有效，

^① Sweller, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 1988,12:257-285.

^② Catrambone, R., & Holyoak, K. J. Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1989,15: 1147-1156.

^③ Renkl, A. Learning from worked-out examples: A study on individual differences. *Cognitive Science*, 1997,12:1-29.

^④ VanLehn, K. Cognitive skill acquisition. *Annual Review of Psychology*,1996,47:513-539.

^⑤ Fred G. w. C.Pass, Jeroen J. G. Van Merriënboer. Variability of Worked Examples and Transfer of Geometrical Problem-Solving Skills: A Cognitive-Load Approach[J]. *Journal of Educational Psychology*,1994,86,122-133.

^⑥ Chi, M.T.H., Bassok, M., Lewis, M.W., Reimant, P., BEGlaser, R. Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*,1989,18:144-182.

当学习者没有先前经验的时候,采用例题的学习方法效果更好,而学习者具备了一些经验时,解决问题式的学习是更加优越的,这取决于学习者的知识水平。^①

Arthur^②研究了异常的信息是否会导致学生在例题学习中问题增加,尤其是在解决代数问题或理解故事时。结果发现,当教学例题的过程中如果转换成和原例题结构不同的题目,相比转化为同结构的题目,会引起学生产生更多的学习困难。

3. 表征的策略

心理学认为,表征是信息在头脑中的呈现方式,根据信息加工的观点,当有机体对外界信息进行加工(输入、编码、转换、存储和提取等)时,这些信息是以表征的形式在头脑中出现的。表征是客观事物的反映,又是被加工的客体。同一事物,其表征的方式不同,对它的加工也不相同。教师在教学新概念时,如果通过不同的表征比较,比只通过抽象或具体表征习得的概念更加灵活,虽然低龄儿童更适合用具体的实物学习新概念,但是这不能很好促进他们对知识进行迁移。^③学生在借助具体表征学习新概念时更加容易获得最初的理解,但不利于他们将知识应用于新的情境,例如在解决问题时,当问题的背景变化,虽然问题潜在的结构相同,也不能解决。^④教师在教学的初始使用具体表征时要充分考虑起局限性和有效性。研究表明,在去具体化表征的教学条件下,学生表现的比在单纯使用具体或抽象表征条件下更加优异。构建不同类型表征之间的联系也有助于促进学生的学习。^⑤

提及表征,就会想到表象一词,表象只是表征的一种方式。在概念习得的过程中有重要作用,但是表象并不是概念的感性基础。只有在观察的过程中形成表象才有可能建立概念,但表象不是概念,需要进一步抽象化、概括化,形成推论性的思维。概念的形成就是凭借思维,从一定事物与现象中抽离出本质特征,加以总结,并用语言加以界定。学生要主动习得概念,首先要会比较、分析多种事物或现象,然后从中所有客体都共有的特征或特性,同时要能从这些客体中认出所抽离出来的特征,最后将这些特征加以组织、综合,加以表述,形成概念。^⑥此外要对概念的强化,需要将所获得的概念放在不同的新背景中变化应用,这样概念的个别特征就能进一步明晰。小学儿童是以具体思维为主的,他们的思维

^① Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. When Problem Solving Is Superior to Studying Worked Examples[J]. *Journal of Educational Psychology*, 2001, 93: 579-588.

^② Arthur C. Graesser and Cathy L. McMahan. Anomalous Information Triggers Questions When Adults Solve Quantitative Problems and Comprehend Stories. *Journal of Educational Psychology*, 1993, 85: 136-151.

^③ Resnick, L. B., Cauzinille-Marmeche, E., & Mathieu, J. Understanding algebra. In J. Sloboda & D., 1987.

^④ Kaminski, J. A., Sloutsky, V. M., & Heckler, A. F. The advantage of abstract examples in learning math. *Science*, 2008, 320: 454-455.

^⑤ Goldstone, R. L., & Son, J. Y. The transfer of scientific principles using concrete and idealized simulations. *The Journal of the Learning Sciences*, 2005, 14: 69-110.

^⑥ 佐藤正夫. 教学论[M]. 钟启泉, 译. 台北: 五南图书出版公司, 1987: 256-257.

总是与具体的情境或直觉认知相结合,抽象思维还处于萌芽阶段,但并不是说低年级儿童就不需要抽象思维,这是教师教学努力的方向。

学生在学习过程中的成功迁移是学习的一个重要目标,成功迁移需要具备四个子过程:迁移目标的表征;现有经验的表征;构建目标与已有经验结构元素的一致性;类推的实施。^①通过将抽象概念先具体化的过程,可以促进学生快速掌握新的概念,但是却会阻碍学习的迁移,但是如果是一个普通的实例,则可以很好的转移。^②

关于专家教师对表征的应用分别从表征类型和表征呈现的序列,特别提到了对图式表征的应用。一些研究人员利用计算机环境,设计多重表征来提高学生对概念的理解,尤其在数学教学领域具有很好的效果。^③无论是教材还是专家教师的教学中,表征都是被加以利用帮助学习习得数学概念,并且在例题教学中表征的序列也呈现出一定的规律,其中最普遍的规律是从具体到抽象,教学一般都是从具体的表征如圆片、小棒等开始,然后逐步抽象到算式。在专家教师的教学实践中可以看到更多的表征类型的出现,并且这些类型在教材相应的内容中并没有出现。在各种表征类型中,专家教师特别擅长使用图式表征,虽然教材中也经常使用,但是专家教师使用的图式表征更加多样化,更加注重表征的发展,以促进学生结构化的理解数学概念。

4.提问的策略

问题是每一节课堂教学中一个的主体事件,也是进行课堂教学研究的一个关键要素,大量的实验表明教师在课堂创造更多的机会让学生提出和回答深度问题,有助于学生对关键概念的深度解释和理解,这些提问和解释的过程通常出现在课堂教学,课堂讨论和学生独立学习过程中。^④鼓励学生把自己的想法说出来或写出来有助于教师获得反馈。教师提出类似为什么,什么原因,如何导致这样的,如果这样会怎样或不怎么样,如何比较,怎么证明,为什么重要等问题,都会激发学生去解释。教师如果提出一些挑战学生原有认知的问题,也会促进学生的推理的深度和广度。

^① Rattermann, M. J. Commentary: Mathematical reasoning and analogy. In L. D. English (Ed.) *Mathematical Reasoning: analogies, metaphors, and images* (247-264). Mahwah, New York: Lawrence Erlbaum, 1997.

^② Heckler, Andrew F. Kaminski, Jennifer A. Sloutsky, Vladimir M. Effects of Concreteness on Representation: An Explanation for Differential Transfer[J]. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2006, 28(28).

^③ Confrey, J. *Function Probe*. Santa Barbara, CA: Intellimation Library for the Macintosh, 1991.

^④ Pashler, H., Bain, P. M., Bottge, B. A., Graesser, A., Koedinger, K. McGaniel, M. et al. *Organizing instruction and study to improve student learning (NCER 2007-2004)*. Washington, DC: National Center for Education Research, 2007.

在例题的解构中专家教师特别注重教学中深度问题的设计,深度问题是构建联系并指向学生深层理解的问题。^①在对教材和专家教师的教学对比中发现,“头脑风暴式问题”都被适当的采用了,而对于“关联性问题”,在专家教师的教学中被更多的采用。这些“关联性问题”的目的在于比较,专家教师倾向让学生比较不同的表征,比较解决问题的不同方法,还要发现其中相似之处。专家教师在运用深度问题帮助学生比较时,一个突出的特点是通过比较细节发现不同,并逐步构建不同事物之间的共通之处,从而抽象出数学概念或模型。在运用比较性问题时,专家教师的另一个策略是,让学生比较不同类型的表征。学生学习数学的实质也可以看成是表征的发展过程,从具体逐步到抽象,通过比较不同类型的表征,让学生发现其共同之处,促进学生的表征从具体过渡到抽象。

5, 技术的应用策略

在美国中小学教育教学中,IES 教学建议虽然给教师提供了已经较为具体的建议,但是具体如何在课堂中实施的相关研究却非常缺乏,教师指导要做什么,但不知道如何做,这也是本研究开展的一个实际意义。Grandgenett 教授对 TPACK 框架在数学教学中的应用提出了循序渐进的步骤:(1)教师必须充分掌握数学的学科内容本身,才有可能认识并在实际教学中揭示并拓展该学科内容的深刻内涵;(2)教师应当能够应用适当的教授该数学内容的教学法,以便有效地帮助学生系统地形成对相关数学原理、定律或概念的正确理解;(3)由于当代的数学内容大多数都与各种技术错综复杂地交织在一起,教师必须能够了解并选择与当前所教学科内容相关的技术,并在教学过程中恰当地应用这些技术;(4)TPACK 不仅仅是学科内容、教学法和技术这三种知识的体现,更是这三者的融合,对于 TPACK 知识的掌握与应用没有一成不变的、对各个知识点和不同境脉都适合的解决方案,相反,这种解决方案只能依赖教师的认知灵活性在种知识的结合与交叉、在不同的境脉中寻找。^②也有学者对数学课堂教学中的 TPACK 结构进行了研究,提出了数学课堂 TPACK 的构成要素包括五个方面:整合技术教授数学的统领性观念;整合技术的课程知识;整合技术的学生理解的知识;整合技术的评价知识;整合技术的教学策略和教学表征知识。^③其中,整合技术的统领性观念居于统领性地位,决定要教什么,如何利用技术走进学生学习;整合技术的课程知识决定了学生将会学到什么,即教学的终点;整合技术的学生理解的知识是教母教学和学生学习的起点;整合技术的教学策略和教学表征的知识则

^① Craig, S.D., Sullins, J., Witherspoon, A., & Gholson, B. The deep-level-reasoning- question effect: The role of dialogue and deep-level-reasoning questions during vicarious learning. *Cognition and Instruction*,2006,24:565-591.

^②何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(下)[J].电化教育研究,2012(6).

^③张育桂.数学教师的 TPACK 结构[J].信阳师学报(哲学社会科学版),2015(4).

是从起点通往终点的方法如路径, 终点是否达到, 则需要整合技术的评价知识来做判断。^①

有关小学数学课堂教学的分析研究, 目前尚未在文献中发现从例题、表征和深度问题这三个方面进行深度分析的文章, 有些研究只从某一个方面探讨了理念的问题, 并没有具体对教学行为进行量化的分析, 所得出的结论停留在经验层面。从一位专家教师的四节课堂教学编码分析中, 可以初步提取出以下教学策略: 在例题教学中尽量选择与学生真实生活接近的问题背景; 可以采用让学生“先学”的方式; 尊重教材例题的数量; 先进行例题教学, 再进行练习。注重表征的使用, 表征的呈现需要考虑序列, 一般遵守从具体到抽象的原则, 表征的类型尽量多样化, 充分利用图式表征。在课堂教学中关注深度问题的设计, 充分运用比较性问题, 通过发现不同方法或不同表征之间的相同点, 以助于构建概念; 合理使用细节性问题, 更易于指向的概念的共性和差异性。此研究的研究过程与方法为本研究的开展提供了实践的基础与方法, 尤其是在进行课堂教学分析和编码时, 提供了许多可以借鉴的研究经验。同时, 此研究的研究结果也可以作为对专家教师课堂教学研究的起点。

^①张育桂. 数学教师的 TPACK 结构[J]. 信阳师范学院学报(哲学社会科学版), 2015(4).

第3章 研究设计

本章将从理论框架的建构、研究方法的设计、研究环境和参与人员的选择、教学任务的设定以及编码的过程几个方面分别阐述研究的思路和方法。本研究主要包括了三个部分。第一部分，通过文献分析构建数学教学的核心要素框架。第二部分，运用构建的框架对四名小学数学专家教师的教学进行个案分析，提取基于核心要素框架下的小学数学课堂教学的策略，概括新手教师的专业成长路径与提升模型。第三部分，利用教学的核心要素框架和相应的教学策略指导职前教师的专业成长，提炼小学数学教师的专业成长路径与实践策略。

3.1 理论框架的建构

教师专业发展的研究一直在进行，但也在不断被改革。正如教育研究之路，应该采用实用主义的路径，处理具体的教育问题；还是重新审视教育与研究的基本范式，发现研究的新方向。^①本研究认为，完全否认其中一个方面，都不能真正解决教育研究存在的问题，或许退一步，可以获得新的研究视角，从实践出发选择有效的路径。

3.1.1 理论的嬗变

1. 从学科教学知识到整合技术的学科教学知识

学科教学知识的视角一直被作为研究教师专业发展的一个重要切入口。Shulman 重构了教师知识的概念，就像他一直坚定的认为教育的研究方式也需要被重构。有关教育的研究范式，在二十世纪六十年代，“过程—结果”的研究范式是教育领域研究范式的主流。从 Shulman 提出了教师知识结构框架后，对教师知识结构产生了高度关注，新的研究范式产生了。原有范式忽视教学情境因素、内容因素以及教师认知因素，新的研究范式强调教师知识在有效教学中的重要影响，并且这些教师的知识对教师专业化发展起着至关重要的作用。在美国八十年代，Shulman 教授关于教师知识结构的研究成为全美教学专业标准委员会（NBPTS）的专业标准的制定和评价标准的设计的重要基础。舒尔曼将这种忽视学科知识及其特性的研究取向称为“缺乏范式”。他认为，学科知识在教学研究是一个重要的“背景”。成功的教学不仅需要教师掌握学科知识，还需要教师熟练地根据学生的水平将学科知识转变为学生能够理解的样态，学科知识与一般教

^①舒尔曼.实践智慧论教学学习与学会教学[M].王艳玲,王凯,毛齐明,屠莉娅等译.上海:华东师范大学出版社,2013:4-5.

学法知识的交叉就形成了学科教学法知识（PCK），它标志着教师对学科知识最深层的理解，是“最能区分出专家教师教师的一个不同的知识领域”。^①

从教师知识的视角展开教师专业发展的研究仍然具有实践意义。TPACK 的框架中加入了技术的知识要素，这是教师知识研究质的飞跃，技术已开始作为一种整合的要素存在于教师知识的框架中，后来在实践中逐渐发展成为教师学科教学中不可或缺的融合性要素，这表明了教师知识应用于实践的发展进程。教师知识理论的实践应用越来越深入，学科化应用的需求也就应运而生，但是 TPACK 教师知识理论以及相关的学科化实践应用研究很少，将其应用到学科教师专业发展的实践研究几乎没有，这也是本研究框架提出的创新应用之处。

2.从“技术性”走向“反思性”

反思性实践是以克服理论与实践的二元论的实践性认识论为基础的。^②20 世纪 80 年代以后，教学范式就开始从“技术性实践”转向了“反思性实践”。反思性一词最早提出时并不在教育领域，而是 D.Schon 在建筑、规划、经营等案例研究中提出的概念。“技术性实践”是以任何情况下有效的科学技术原理为基础的，而“反思性实践”则是调动经验所赋予的默然的心智考察问题，在同情境进行对话中展开反省思维，致力于解决复杂情境中产生的复杂的问题。^③教师就如同医生或律师那样，专家的实践是在专业领域的基础科学与应用科学的确立下发展起来的。医生或律师通过临床案例或判例的研究，解决案例问题所必须的技术与原理经过专业化过程之后，那么这种专业化的技术或原理的普适性就得以验证并被用于实践中。教师也是如此，通过教学案例的研究，将教学过程中解决问题的策略专业化了，那么教师的专业化发展策略就具有可推广性。这就是一种“技术的合理应用”的实践。反思性实践是“修辞学框架”与“活动框架”不断重建得以实现的。教师的反思性实践是通过教学的过程，重构教材与教学程序，教师自身的知识也得到修正与发展。修辞性框架是在教学实践中设定的面临问题的论述方法的框架，活动框架是为了解决问题而履行的实践。本研究就是通过构建一个教师在教学实践中解决问题的框架，解决教学中的问题的实践。在教学实践中，活动框架常常是教师无意识的情况下发挥作用的，所以本研究正是通过分析教师常态教学中的无意识的教学行为，再经过实践的考察与内省，渐渐意识化。

构建 TPACK 视角下的教师专业发展研究不仅仅是一项技术的研究，“技术型实践”一直作为教师专业发展的方法论基础，是基于某种理论规划教师的专业发展，但是这种范式已经逐渐被“反思性实践”所替代，尝试通过教育教学的案例

^①舒尔曼.实践智慧论教学学习与学会教学[M].王艳玲,王凯,毛齐明,屠莉娅等译.上海:华东师范大学出版社,2013:1.

^②佐藤学.课程与教师[M].钟启泉译.北京:教育科学出版社,2003:335.

^③佐藤学.课程与教师[M].钟启泉译.北京:教育科学出版社,2003:332.

促进教师的专业成长。目前的“反思性实践”还处于学习其他人的案例阶段，通过教师自我的反思性实践获得专业成长的相关研究还非常之少，这也是本研究的创新之处。

“反思性实践”作为一种研究的途径，它与技术性实践具有明显的区别。反思性的教学研究是探讨某种课堂事件和某种方法的意义，并不是为了获得一般化的教学原则，是期望通过个别的、具体的经验和实践的意义，追求主观的认识。

3.1.2 研究框架的建构

正如上一节所阐述，教师知识结构从对学科本身的关注逐渐发展到整合技术的学科视角，正如 AACTE 对 TPACK 所描述的那样，技术与知识具有深刻的渊源，加入了技术的要素，知识可以呈现出不同的样态。教师知识结构的理论框架由于加入的技术的要素，对教师知识的各要素有了新的理解。本研究中的 TPACK 包含了四个层面的意蕴：

首先是理论层面。TPACK 所展现的是整合技术的教师知识框架，加入了技术要素后，三种教师知识呈现出了新的知识形式，产生了新的四种不同的知识要素：学科教学知识（PCK）、整合技术的学科内容知识（TCK）、整合技术的教学法知识（TPK）和整合技术的学科教学知识（TPACK）。这是将 TPACK 看作为理论的框架，关注的是技术角度的知识构建范式，借鉴 TPACK 的框架构建范式建构数学教师的教学关键要素框架。

第二是实践层面。正如上文中提到的整合技术的学科教学知识（TPACK），TPACK 或 TPCK 也是教师知识框架中一种知识，PCK 加入了技术的要素成为了 TPCK，技术的加入并不是简单的加法，正如信息技术与课程整合的发展一样，从技术与课程的整合逐步走向了融合，教师知识的理解或应用也是如此。现在，已经进入的关注技术的深度融合阶段，一方面既要研究选择什么技术能更好的支持教学，另一方面也要开发更加适合数学学科教学的技术，两个方面既相互促进，也相互制约。本研究中数学教师教学的关键要素之一就是技术，虽然将其独立为一个要素展开研究，但对其的研究离不开与其他要素之间的关联，技术失去了其他要素的支撑就失去了生命力。

第三是环境层面。TPACK 强调了技术对于教学的改变作用，但是技术离开了教学的诸要素也就失去了教学的意义与价值。TPACK 模式在实施过程中的一个要点就是关注“境脉”^①，这是其他信息技术与课程整合模式所忽视的方面。教学是一个结构不良的、复杂的领域^②，在不同的情境下具有高度可变性，知识与实践之间的内部联系又具有高度的境脉依赖性，表面看似相同的教学案例也呈现

^①何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(下)[J].电化教育研究,2012(6).

^②全美教师教育学院协会创新与技术委员会.整合技术的学科教学知识:教育者手册[M].任友群,詹艺主译,北京:教育科学出版社,2011:10-18.

出新颖性与唯一性。加入技术要素后,让促进教师专业发展似乎更加复杂了,教师需要了解技术本身,还需要能够应用技术于课堂教学之中,但是最重要的问题就是境脉,在何种情境中用哪种技术,怎么用最合适,这些都没有一个最完美的方案,正是因为这样的不确定性,才让本研究具有更大的研究价值。

最后,是从微观层面的思考。TPACK同时整合了技术、教学法和学科内容的知识,是一种专家教师在教学中随时会应用到的知识形式。教师在面对每一次劣构的教学问题时,就需要用到三个要素的独特组合或交织。对于数学教学而言,数学的专家教师在教学中每一个设计与处理也同样是一次教学要素之间的交织与组合。分离三个要素(学科内容、教学法和技术)是一个解析行为,很难从实践中分解出来,这些要素处于一种动态平衡的状态,若其中一个要素发生改变,那么另外两个要素就要发生改变来进行补偿。^①通过对专家教师教学的解构与分析,就可以找到专家教师的教学策略,这些对于新手教师的专业成长是具有助力作用的推进剂。

3.1.3 数学教学的关键要素框架的建构

在基于对已有知识结构理论和数学教学理论的研究基础上,借鉴TPACK框架的建构范式,从实践出发建构教学关键要素框架。已经有研究表明,Shulman提出的教师知识结构中学科教学知识(PCK)对教师专业发展的重要影响,其精髓在于将教学方法和学生的学习方法联系起来的不能相互分离的要素,这对教师专业发展的方向提供了依据。教师的专业发展除了理论层面的指引外,还需要实践层面的具体操作策略,学科教学知识把教师的教和学生的学进行了有机的结合,关键就在于如何结合,影响结合的要素是什么,这些要素如何在课堂教学中通过策略引导让教师的教真正引领学生的学,这需要在实践层面继续深入研究。另一方面,使用技术解决课堂教学中的难题是时代发展的趋势,技术在教学中的作用不容忽视。TPACK框架的提出就是技术融入教师知识结构的标志理论,TPACK框架将技术作为一种核心要素与学科内容和教学法整合到教师知识框架中,形成了新的教师知识分类,加入技术的教师知识框架是TPACK的贡献之一。

在技术融入教师知识结构的背景下,提取数学教学中对学生数学理解起到重要影响的因素,构建数学教学的关键要素框架(Keypoint in Mathematic Teaching,简称“KMT”)(见图2),KMT框架包含了四个关键要素:结构、表征、问题和技术。

结构是指在教学过程中的一定的阶段或分节的合理顺序。^②本研究所关注的结构包含了两个方面:一是指包含例题教学和练习两个基本环节的课堂教学结

^① Mishra, P., Koehler, M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Integrating Technology in Teacher Knowledge. *Teacher College Record*, 2006,108(6):1017-1054.

^② 佐藤正夫.教学论[M].钟启泉,译.台北:五南图书出版公司,1987:239.

构；另一个层面是从属于第一层面的二级结构，包含了例题教学和练习中的具体流程，教材和教学中都是以“一个问题背景下的题目或问题”作为二级结构的基本单位。

表征可以从不同维度进行分类，本研究中对表征的基本分类标准是表征的抽象程度，分为具体表征、半抽象表征和抽象表征，同时根据数学教材和学生课堂学习的表征出现情况对表征进行二级分类。具体表征有情景图、图文结合等，半抽象表征有圆片（小棒）图、条形图、线段图等，抽象表征主要指算式或纯书面文字等。

问题是每一节课堂教学中一个的主体事件，也是进行课堂教学研究的一个关键要素，大量的实验表明教师在课堂创造更多的机会让学生提出和回答深度问题，有助于学生对关键概念的深度解释和理解，这些提问和解释的过程通常出现在课堂教学，课堂讨论和学生独立学习过程中。^① 在一节课的教学过程中，教师会提出许多问题，这些指向了学生的深度数学理解的一类问题被称为“深度问题”，是本研究关注的重点。

技术在本研究中指的是信息技术，是被利用于解决课堂教学中问题（包括传统的和现代）的教育工具或设备。

结构、表征、问题和技术构成了数学教学的关键要素框架 KMT，其中技术与其他三种要素不同的是，它不是一种单独存在的要素，而只有当它与其他要素发生关联时，才成为了课堂教学中真正的技术。当然，也有技术单独作为一种要素的情况，如果技术本身就是学习的内容时，技术就是在借助自身进行教学。KMT 框架还产生了另外三种要素：表征结构、问题结构和问题表征。

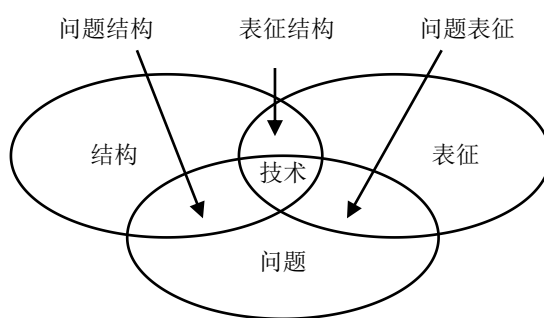


图 2 数学教学关键要素框架 (KMT)

本研究基于 TPACK 框架的建构范式，在 IES 教学建议中提取了四个高影响因子：结构、表征、问题和技术，从实践出发建构教学关键要素框架 (KMT)。

^① Pashler, H., Bain, P. M., Bottge, B. A., Graesser, A., Koedinger, K. McGaniel, M. et al. Organizing instruction and study to improve student learning (NCER 2007–2004). Washington, DC: National Center for Education Research, 2007.

教师教学关键要素框架指向的是教师在数学课堂中的学科教学知识，是在 PCK 和 TPACK 的研究基础上学科化，比 BALL 提出的教师知识理论更加具体化，是实践层面的具有可操作性的框架。

3.2 研究方法

本研究将运用基于设计的研究方法设计整体研究框架。在建构的理论框架基础上展开三个阶段的迭代研究。第一阶段从量化和质化两个方面对专家教师的课堂教学进行研究，运用构建的理论框架分析专家教师的教学提取具体的教学策略；第二阶段主要采用个案研究，将提取的教学策略运用于新手教师的专业发展培养中，归纳新手教（在职教师）的专业成长路径及提升策略；第三阶段是前两阶段的研究成果应用于职前教师的专业发展培养，概括和建构职前教师的专业提升模型。三个阶段的研究是数学教师专业发展的递进交叠的研究过程，第一阶段是在理论框架指导下的实践策略探究，第二阶段是将策略在实践中再次检验与完善，第三阶段是通过二次实践再次对框架及策略的检验，在不断的迭代中形成小学数学教师的专业发展指导规划。

在每一个阶段的研究中又分别采用的不同的研究方法。第一阶段主要运用课例研究法，第二阶段主要运用行动研究的方法，第三阶段也是一次基于设计的研究。除了这几种主体研究方法之外，还应用了个案法、文献法、访谈法、文本分析法等研究方法作为研究的基础。

3.2.1 第一阶段：专家教师的教学专长探究

本阶段主要的研究方法为个案研究，同时还应用了文本分析法和问卷法。目前已经有很多研究表明，课例研究是一种有效促进教学研究的方式。^①本研究就是在课例研究的方式中对专家教师进行个案研究，研究分为以下几个步骤：（1）确定教学任务和参与教师；（2）对课堂教学进行录像，并转录成课堂实录；（3）运用理论框架对实录进行分析；（4）对上课教师进行访谈。这个过程与课例研究的基本过程是一致的，课例研究的过程一般包含了几个步骤：（1）学习课程设定目标，要考虑学生的长期学习发展目标，研究课程标准与热点话题；（2）计划，选择课题撰写教学计划，包括目标、期望学生的思考、数据收集计划、学习策略模型和选择途径的基本原理；（3）指导研究，一个团队展开研究课例，其他人员观察和收集数据；（4）反馈，观察者展开正式的研讨，分享课例中的数据，用数据描述学生的学习、学科内容、单元和课时编排以及教学的相关知识。本研究中将其应用到具体的每一节课中展开。

^①Lewis, C., & Tsuchida, I. Planned educational change in Japan: The case of elementary science instruction. *Journal of Educational Policy*, 1997, 12(5):313-331.

鉴于本研究的目的是为了发现数学教师教学活动中对教学的理解和对教材的处理,因此使用个案研究的方法是较为适当的,因为可以在细节方面有更加丰富的比较,从而获得教师对数学教学的看法。在个案比较的过程中,协作也是非常重要的辅助手段,通过与教师的不断沟通,可以获得更加准确的信息,尽量避免对文本信息的误读。案例是沟通理论与实践的桥梁,是理论与实践的中介,是教师知识的一种表现形式。^①案例在时间和地点上与教学融为一体,展示了教学的不确定性,帮助教师分解自己的经验,以便进行反思和分析;案例是一种认知的叙事方式,具有天然的优势,与实践者的直觉高度吻合;好的案例与某些理论也是紧密联系的,个案研究的目的是不在于单纯的以个体的研究结果推及全体,更重要的是通过个体的研究探寻研究的路径,明确前进的方向,为后续的研究铺设道路。尤其是对于教育领域的研究,课堂教学本身就具有不可复制性,再多的数据量的分析结果也不可能做到完全复制到下一个课堂,所以从这个意义上讲,本研究关注的重点不在参与研究的教师人数,而是对教育场景的复制。对专家教师的问卷主要是在录制课堂教学视频之后,随即对专家教师就本节课进行半结构访谈(访谈提纲见附录)。

3.2.2 第二阶段:新手教师的成长路径分析

第一阶段已经根据建构的教学要素框架分析专家教师的教学,并抽取出基于框架的专家教师课堂教学策略,本阶段将以此作为培养新手教师的理论框架,并将其与新手教师的个案进行比较,探寻培训新手教师的专业成长路径,主要采用的方法有个案法、文本分析法和访谈法。

新手教师的专业成长路径研究将选择两个类型的教师群体:一是职前教师(主要指职前进入实习的师范生),选择师范专业最后一年的学生参与研究;二是工作满五年,低于八年的教师,并且获得区级教学荣誉或参加课堂教学评比获奖。这两类教师分别代表了教师专业发展的不同阶段之间的进阶,从职前教师到高级新手教师,从高级新手教师到胜任水平教师。^②本阶段的研究选取的新手教师是属于高级新手教师阶段,处于这个阶段的教师具有发展为胜任型教师的可能,但是如果缺乏恰当的环境就会阻碍甚至中断教师专业发展的进程。

为了探寻三至五年教师的专业发展需求,本研究采用的是个案法,选择一位从事教学五年的教师(以下称为“孙老师”),进行为期一年的跟踪研究。这一年的跟踪研究包括教学和教科研两个方面,教学方面采取定期听课的方式采集数据,教科研方面与工作的实际需求结合,在论文撰写和课题研究两个方面分别加以介入,介入的方式是采用情境介入,在具体的自然教育教学情境中让教师自我

^①舒尔曼.实践智慧论教学学习与学会教学[M].王艳玲,王凯,毛齐明,屠莉娅等译.上海:华东师范大学出版社,2013:3.

^②胡谊.专家教师的教学专长的知识观、技能观与成长观[J].华东师范大学学报(教育科学版),2000(6).

学习，主要采取师徒结对的培养方式，不采用说教式的培训，只在关键处加以点拨。通过文本分析法，运用研究的理论框架对其教学实录等能反应其专业成长的素材进行分析，并与已有的关于专家教师教学策略的研究成果进行对比，获取高级新手水平教师的专业成长的路径规划的基础。在一年的研究时间中选取了三个时间节点，从2016年9月开始分别是第一个月、第六个月和第十二个月，在每一个时间节点都安排教师上了一节公开课，也就是需要教师充分运用自己的教学专长进行执教的课例，能够最大程度表现出教师的教学水平。通过对比三个时间节点教师的教学，获取教师的专业成长轨迹，提取新手教师的专业发展策略。在一年的跟踪研究过程中，最重要的是记录对新手教师的干预情况。对教师的干预虽然都采取情境化干预的方式，但是在过程中依然遵循研究的主体研究理论框架进行干预（见图3）。

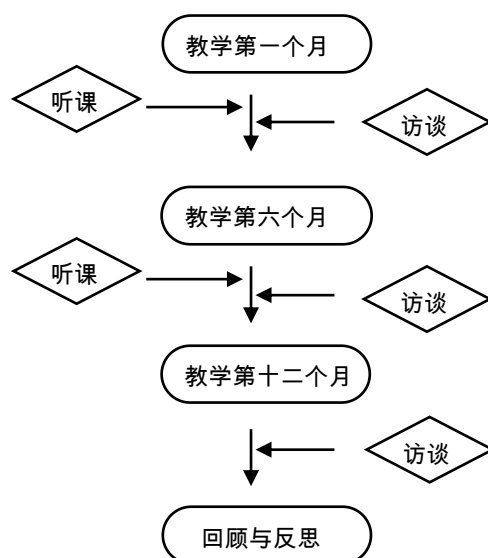


图3 高级新手水平教师的研究方案

3.2.3 第三阶段：职前教师的专业发展实践

本研究在 IES 的教学理论建议和 TPACK 的教师知识理论的基础上构建了数学教师成长的关键要素框架，在此框架之下分析专家教师的教学策略，形成具有可操作性的数学教学的指南“怎样教学表？”。利用“怎样教学表？”对师范生的教学专长进行一次自我反思的实践性研究，一方面是对“怎样教学表？”的实践有效性的验证，另一方面也试图拓展一种新的教师培训模式——反思指引下的教师成长自实践。

本阶段的研究主要采用的研究方法是个案法、文本分析法和访谈法。首先在第一和第二阶段获得的研究结果基础上，设计促进职前教师专业发展的策略框架

“怎样教学表?”。开展研究的过程分为五次,前三次是连续三天完成,第四次和第三次间隔一周,最后一次和第四次间隔一个月。前三次采取的方式是提前2个小时的独立准备时间,完成一节随机教学内容的教学设计以及教学课件制作,然后进行20分钟的模拟授课,之后现场回答相关教育教学的问题。每两次实验之间,对三名师范生进行结合“怎样教学表?”框架的教师专业成长的干预,干预的形式主要为讲座、互动交流以及书面反馈。其中第一次实验是没有干预的,所以能够表现出师范生的原始专业水平。前三次模拟授课的内容分别选择了不同的专题,属于小学的不同年级,分别是:两步计算的实际问题,三角形的三边关系,异分母分数加减法,这三个课题内容分别属于设计问题解决策略,运用符号、正式的、技术的语言和运算,以及推理和论证。^①前三次在模拟授课之后分别有四位不同水平的教师(新手教师一名、高级新手一名、胜任型教师一名和专家教师一名)提出相关问题,结合模拟授课的内容或者是和相关教育理论有关的问题。从第一次到第三次模拟授课之间由专家教师对其进行两次专题培训,培训中结合“怎样教学表?”展开,对其中的关键问题结合模拟授课的内容进行讲解。第四次是在三次模拟授课结束之后进行,干预的方式为对三名师范生进行一次访谈,了解师范生在模拟授课培训过程中的一些深层次想法。为了了解培训的效果,在相隔一周左右,对三名师范生进行一次检测,检测的形式为教材分析,随机提供教材,在规定时间内完成对此课教材的分析。第四次干预的目的即是对前三次干预内容的总结,也是对干预效果的验证。第五次为实战演练,和省级基本功比赛相结合,以比赛的内容和成绩作为对这一轮师范生专业发展培训的结果(见图4)。

前三次的研究中都以视频录制的方式记录了师范生模拟授课中的详实细节,寻求一个以实践为基础的数学教学发展需要,以供数学教师在教学中加以使用,使数学教师的专业水平得以加速提高,最终目的还是为了促进学生的数学学习。录制教师教学的视频就相当于记录了教师教学的一个案例,里面包含了许多有关数学、有关教学以及有关学习的值得讨论的素材,这些都是教师专业发展的学习材料,这些材料可以刺激教师产生一些新的想法^②。但是,研究的结果的一般性可能是有限的,因为研究只选取了个别数学教师。另一方面,研究的结果可能是可以广泛应用的,因为研究中对教师专业发展的研究是基于教学实践的,是与数学教学的基本任务紧密相关。

^①OECD2013.PISA 2012 Mathematics

Framework[EB/OL].<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46961598.pdf>,2014-04-19.

^② Ball, D. L. & Cohen, D. K. Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education. In G. Sykes and L. Darling-Hammond (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3-32). San Francisco: Jossey Bass,1999.

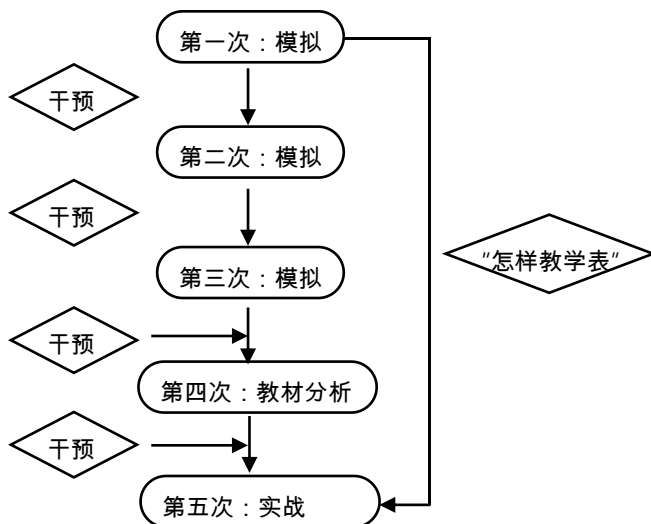


图4 职前教师（师范生）的专业培养流程

3.3 研究环境与参与人员

本研究中录制课堂教学视频采用的是自然实验的要求。录像前和教师进行了沟通，希望她们按照平时教学的习惯或要求，上一节“随堂课”^①就好。对于新手教师，也不会有课前的指导，要求的是独立设计的“推门课”^②，本研究采用的环境不是有实验条件要求的环境。实验条件要求的环境带来的危险是实验变量无法完全控制的，研究的过程中既不能保证研究的结论推广与研究的环境一致，也不能保证研究过程中每一次实验的场景一致。

1. 专家教师的选择

本研究采用的是 Sternberg 对专家教师的界定，借鉴 Brandt 评判专家教师的标准选择专家教师。参加研究的四位专家教师都任职于中国某大型城市的城区学校，可以获得更加丰富和前沿的教育资讯。教师都是女性，在参加研究的时候，她们都有十三年以上从事数学教学工作的经历，都已经获得了所在市县级或国家级的教学竞赛荣誉，经常在一定范围内进行公开教学，执教示范课或研究课，并且在学校承担教研或科研的行政岗位，其中一名教师还曾担任教师资格评审会委员。研究计划制定的初始阶段设定的是选择八位教师参加研究，后来缩减到四位教师。减少参加研究教师数量的原因，一方面是考虑到研究的工作量，另一方面也是最主要的原因，四名或八名教师如果单纯用量化方式获得研究结果来看其实际效益相差不大，因此选择四名教师更加合适。

^①“随堂课”是中国课堂教学管理中常用的专有名词，一般是指没有特别要求的课堂教学，符合教师一贯教学习惯的课。

^②“推门课”是中国课堂教学管理中常用的专有名词，一般指没有提前通知或很短准备时间的课堂教学。

2. 新手教师的选择

新手教师是指入职时间不长、教学技能不够熟练,尚处于教师专业成长初期阶段的教师,也有文献提出了入职三年内的界定为新手教师,从教师专业发展的个体差异性来看,这两个概念并不矛盾。本研究从新手教师发展的三个阶段,新手水平、高级新手水平和胜任水平分别选择参与研究的教师。这个阶段的新手水平教师如果能通过研究的干预,在专业的发展上跨越式发展,那么在一定程度可以验证研究成果的推广可能。本研究中高级新手水平教师选择的是一位工作五年的数学教师,该教师这五年从事的都是数学教学工作,取得过区级赛课的奖项,并与专家教师建立了“师徒”^①的关系。具有师徒关系的两位教师之间,可以被认为具有教育场景的迁移,在师傅与徒弟的交流过程中,师傅的教学策略潜移默化向徒弟传达,传达中一定会带有某个教育场景。这对于本研究中第二阶段的行动研究提供了自然研究环境。

3. 职前教师的选择

职前教师也属于新手教师的范畴,本研究中的职前教师是指师范生。参加实验的一共有三名职前教师,都是师范院校数学教育专业本科四年级的学生,三位教师在参与前已经经历了多次的见习和实习教育实践活动,大学里相关的课程也基本修完,正处于毕业论文撰写阶段。三名师范生中,一名是较为优秀的学生,在之前师范院校的基本功选拔中表现出类拔萃,并推荐为参加省级基本功竞赛的选手,另外两名为随机选择的师范生。实验的对象包含优秀的师范生和随机抽取的师范生,实验对优秀示范生的影响就说明了研究结果的可行性以及推广的可能性,同时随机抽取的师范生也增加了研究结果的可信度。

3.4 教学任务

3.4.1 专家教师的教学任务

每位参加研究的专家教师需要录制四节数学课,共十六节,每节课的内容都包含加减法或乘除法的互逆运算关系内容(见表格5)。四位专家教师分别为教师A、教师B、教师C和教师D,教学的内容在四位教师间具有相似性,除了教师A和教师B的第1节和第2节课的内容不同外,教师A和教师B、教师C和教师D所教学的内容是一致的。选择逆运算的内容专题是考虑到互逆关系是小学数学数与代数领域的一个重要思想,在义务教育阶段学生要学会运用数学的思

^①“师徒”是小学教学管理的一种策略,让专家教师与新手教师之间建立正式的师徒关系,以知道新手教师的教学成长。

维方式进行思考,能够体会四则运算的意义,^①并且相关的要求在美国的数学课程标准中也作为 K-4 的一个重要内容被反复强调。^②

表格 5 专家教师的教学内容

教师 A	教师 B	教师 C	教师 D
7 的乘法口诀	乘加乘减	求怎样使两数同样多	求怎样使两数同样多
9 的乘法口诀	6 的乘法口诀	求比一个数多少几的问题	求比一个数多少几的问题
三位数进位加法的笔算	三位数加法的笔算	两步计算的实际问题	两步计算的实际问题
三位数加法的笔算	三位数进位加法的笔算	退位减法及验算	退位减法及验算

3.4.2 新手教师的教学任务

新手教师在研究中主要针对两个阶段的教师进行,一是高级新手教师阶段,二是职前教师阶段,教学任务的确定具体如下:

1. 高级新手教师教学任务

高级新手教师的教学内容是根据时间来确定的,从不同的时间段选取了教师的上课实录,不考虑具体的教学主题。分别在开展研究的第一个月、半年、第十二个月分别执教了“千克和克的复习”、“解决问题的策略”和“9 的乘法口诀”三课,每一节课都连续执教两遍,作为研究素材的教学实录是每一节课所上的第二遍,以保证所选素材能够最大程度反映教师的水平。

2. 职前教师教学任务

职前教师的教学内容选择的是三个不同主题的教学内容,在内容领域方面也具有差异,分别是“三角形的三边关系”、“异分母分数加减法”和“两步计算的实际问题”。这三节课分别处于小学阶段数学的不同年级和学段,覆盖了数与代数以及图形与几何的领域。

3.5 编码与分析

本研究从:是什么?为什么?如何做?谁来做?^③四个维度对教师课堂教学的结构、表征、问题和技术进行编码,采用从教材到教学的分析路径,通过描述

^①中华人民共和国教育部.数学课程标准(2011 版)[M].北京:北京师范大学出版社,2012.

^② Common Core State Standards Initiative (2010). Common core state standards for mathematics. Retrieved from <http://www.corestandards.org/the-standards>.

^③ 艾尔·巴比.社会研究方法[M].邱泽齐译.北京:华夏出版社,2009:90-93.

性的方式解释专家教师和新手教师的课堂教学现象。为了解决研究背景与教育应用实践之间的非连续性问题,本研究运用了特性研究方法综合运用少量的类型描述系列现象的特征。^①

3.5.1 结构的编码

根据研究的四个编码维度,分别对教师的教学结构进行编码。需要了解以下几个方面的内容:(1)专家教师课堂教学的结构是什么?(2)专家教师是如何处理教学结构?(3)专家教师为什么做了这样结构上处理?(4)专家教师在处理教学结构时的深层思考是什么?

需要了解专家教师课堂教学的结构是什么?通过把教师的教学结构和教材的结构进行比较,找到两者的不同,发现专家教师对教材作了怎样的处理。再通过和新手教师的处理进行对比,了解在结构要素上新手教师的水平。

需要了解专家教师是如何处理教学结构?既然专家教师对教材在结构方面作出了调整,那么是如何进行调整的,是否具有一定的特点和规律,能够抽离出专家教师设计教学结构的范式。

需要了解专家教师为什么做了这样结构上处理?发现专家教师对教材的转变的目的是什么。教师在教学中处理都包含了自己的思考,通过教学行为表现出来,通过分析教学目的可以了解专家教师的对学科教学知识的深度理解。

需要了解专家教师在处理教学结构时的深层思考是什么?是完全按照自己的预设还是根据课堂生成的情况作出调整?

3.5.2 表征的编码

根据研究的四个编码维度,分别对教师的教学表征进行编码,需要了解四个方面的内容:(1)需要理解专家教师在课堂教学中使用了哪些表征?(2)需要了解专家教师为什么使用某种类型的表征促进教学?(3)需要了解专家教师是在设计表征时是否存在某种结构?(4)需要了解专家教师课堂教学中所使用的表征来源于哪里?

需要理解专家教师在课堂教学中使用了哪些表征?通过对使用表征的归类,探寻专家教师在使用表征帮助学生学习的规律。

需要了解专家教师为什么使用某种类型的表征促进教学?通过对表征的教学目的的分析,探寻表征类型和教学目标之间的关系。

需要了解专家教师是在设计表征时是否存在某种结构?通过类型和序列的分析,抽取专家教师利用表征促进教学的结构。

^①舒尔曼.实践智慧论教学学习与学会教学[M].王艳玲,王凯,毛齐明,屠莉娅等译.上海:华东师范大学出版社,2013:9.

需要了解专家教师课堂教学中所使用的表征来源于哪里？通过表征的来源分析探寻专家教师教学优势的根源。研究中分别对教材和教学中出现的表征都进行了编码，教材和教学都包括每课时中的新授部分和练习部分。十六节课的教学教师都是基于教材进行设计的，没有其它研究者参与其中，所以这些课例都是在自然环境下进行的。为了保证这些课例转录的可信度，对所有的课堂教学过程都进行了录像，每一个课例都是由执教此课的教师先行转录，然后再由研究者再次转录，以补充遗漏的细节，尤其对本研究所关注的表征进行了更加细致的转录。编码的过程采用自下而上和自上而下的方法：根据研究的重点选择编码的维度，自上而下进行编码；根据对课例的概览和文献分析确定编码的各个维度，自下而上的再次校验编码。为了保证编码的信度，研究进行了两轮编码，并采用了专家编码校验的方法，以修正编码中出现的分歧。

表征的编码框架主要分三个方面：表征编列、表征出现和表征呈现。表征编列，是指按照表征出现的顺序流程，研究分别从教材和教学两个方面分别进行序列编码，先按照表征的类型将教材和教学按序记录，在记录的过程中进行教材与教学的对应。教材与教学的表征一致性情况可以看出教师对教材改动比例，为进一步分析如何改动提供分析的基础数据。表征出现，是关注表征出现的主体是谁，也就是关注表征是如何产生的，是由学生独立提出，还是教师出示，亦或是师生共同完成的。表征呈现主要分析在课堂教学中，表征是运用何种技术呈现的，编码的技术种类主要有：板书、课件、实物投影或者是其它新技术。

3.5.3 问题的编码

根据研究的四个编码维度，分别对教师的教学表征进行编码，需要了解四个方面的内容：（1）需要了解教师在课堂教学中使用了哪些类型的深度问题？通过对深度问题类型的归类，分析专家教师使用深度问题促进教学的策略；（2）需要了解教师为什么在某个环节使用相应问题？探寻教师设计问题于教学目标之间的关系；（3）需要了解教师在教学中是如何使用深度问题的？通过分析探寻专家教师在使用深度问题推进教学的具体策略，深度问题的设计是否具有某种结构和规律；（4）需要了解教师的问题设计与学生概念理解之间的关系。课堂教学中的深度问题是否都可以通过预设来完成，如果不可以那么课堂中新生成的问题是如何产生的。

本研究中主要是对课堂教学中深度问题进行编码分析。首先要提取出所有课堂教学实录中的深度问题。课堂提问中并不是所有的问题都是深度问题，除了深度问题还有简单问题，所以第一步要将所有简单问题去除掉，只考虑深度问题。但是深度问题通常是成组出现，在一组或一个片段中也会包含简单问题，那么就在片段编码中加以甄别。其次，将教学实录中深度问题引发的教学片段挑选出来。

从时间、类型、目的、教学支持和参与结构几个方面进行编码（见附录）。时间主要考虑的是深度问题出现在课堂教学中哪个时间段，例题教学、仿例题教学或练习。深度问题的类型分为三类，本研究中的深度问题是以片段的形式进行编码，片段中一般会以一个主体问题加若干个追加问题构成，所以分为三种不同的构成：比较式问题和若干细节性问题；头脑风暴式问题和若干细节性问题；总结式问题和若干细节性问题。三种问题类型的构成顺序也有所不同，一般比较式问题和头脑风暴式问题会在深度问题片段的开始，后面追加若干细节性问题。总结式问题一般会在深度问题片段的结尾，但是相关的细节性问题会在之前提出。深度问题的提出是在教学中实现某些教学目标，从数学的学科知识看可以分为概念知识和程序性知识，当然深度问题的片段中也可能会设计概念和程序性知识都包含的情况。教学支持主要考虑的是深度问题所引导的教学过程中，借助了哪些手段促进深度问题所相关的知识理解，主要考虑五个方面的支持：视觉表征、直接告知、追加问题、信息技术和手势姿态。最后一个方面是对参与结构进行编码，深度问题的片段中是教师或学生独立，亦或是师生合作参与。

3.5.4 技术的编码

本研究中的技术主要指课堂教学中使用的信息技术。但是，在编码的过程中有一点特别的是将板书（黑板和粉笔）也作为技术的一个类别进行了编码，主要考虑到现今的数学课堂教学中，板书仍然是主要的信息传播的媒介。对技术的编码分别从应用和功能两个层面进行，应用层面主要分析技术使用频次，十六节课所涉及的技术类型主要有板书、课件（主要为PPT）、实物展台和白板，研究将分别编码每一位专家教师在每一节课中每种技术的使用频次，试图发现现今小学数学课堂教学中的主体技术类型，以及与现实技术发展之间的关系。

3.5.5 编码困难

编码的难题主要表现在教师的课堂教学分析上。首先是深度问题的编码单位，一开始研究的关注点在某一个问题上，但没有考虑问题提出的后续情况。在与专家和执教教师讨论后调整了思路，要充分考虑后续教学过程的重要性。^①在具体的编码过程中，对一些具体的实质性分类也出现了分歧，例如“学生A的哪一种方法和学生B的方法相似？”，一位编码人员认为这是属于比较性问题，而另一位编码人员认为这是一个头脑风暴式的问题，不算是比较性问题。在讨论之后，我们决定要根据后续的教学过程来确定这个是否属于比较性教学的问题片段，计入编码。如果后续的教学过程仅仅是一个没有理由的答案，那么这个问题

^① Franke, M. L., Webb, N. M., Chan, A. G., Ing, M., Freund, D., & Battey, D. Teacher questioning to elicit students' mathematical thinking in elementary school classrooms. *Journal of Teacher Education*, 2009,60:380-392.

将不被编码，如果一个问题虽然表面上不是很像比较式的问题表达，但是后续的教学过程引发了学生比较式的思考，那么这个问题将仍然被编码。

3.5.6 编码的信度

一个编码人员要经历四个要素的所有十六节课的编码，另一个编码人员对其结构和问题的要素进行独立编码。根据两位编码人员编码结果的一致性校验，结构的编码可靠性为 100%，深度问题编码的可靠性为 90%。在编码中产生的分歧，经过互相的讨论达成一致，并且通过对教材、课程的分析达成一致。最重要的是，除了与执教教师沟通具体的编码细节之外，还和教师讨论了对教材作出改变的理由与思考，这些都可以帮助研究更加丰富的了解教师对于教学的思考，以及对教材作出的改变。

第4章 基于KMT的专家教师教学策略

本章将从结构、表征、问题和技术四个课堂教学的关键要素分析四位专家教师的教学。教学内容选择的同一版本教材中同一主题的教学内容，虽然在教学中表现出对教材的基本忠实的态度，但是也有不同程度的改变，许多细节的理解和处理，为本研究提供了宝贵的素材。本研究正是试图从这些转变之处发现基于理论框架之下专家教师教学的策略。

4.1 结构

中国的小学数学课堂有着十分鲜明的结构特征，具有时间结构统一、内容结构相似、编列结构规整的共性。

时间结构统一。根据课程计划的要求，小学数学课每节课的时间是40分钟，在中国的课堂里，以40分钟为一个时间单位是时间结构的常态，铃声就是开始和结束的信号。

内容结构相似。将一个课时（40分钟）的教学划分为例题与练习的两部分，这是目前小学数学课时教学中的常规结构，无论公开课还是日常课的教学中，都能十分明晰的看出例题教学和练习的界限。这一点从数学教材中也是显而易见的，以苏教版教材为例，新授课教材的编排也存在相似的内容结构。每个新授课时的内容一般分为例题和练习两个部分，并且从教材的篇幅比例分析中可以看出，例题和练习的比例一般为4:6，即40%的例题教学和60%的练习。

编列结构规整。小学数学课的教学编列都具有相对规整的结构，例题教学部分从情境引入到问题分析，再到解决问题，教学的编列一般都是以情境引入作为开始的环节，有些教师也会在开始增加复习部分。情境引入时，教师通常会以“你知道什么数学信息？”作为开场问题，帮助学生理解题目中的信息。接下来是分析问题，这个环节中通常教师会提问“怎样解决这个问题呢？”，之后就是师生的对话，学生的活动，生生的互动。最后，学生用不同的方法解决了问题，这就是例题教学的最后一个环节。练习部分中，一般从专项练习到综合练习，再到拓展练习。专项练习是针对一节课的重难点知识而设计的题目，综合练习是将其它相关知识与课堂学习的新知结合而设计的题目，拓展练习则是根据新知在知识、技能或方法层面的提升而设计的。

4.1.1 结构的时间比例分析

中国的数学教师在教学时是较为忠实数学教材的,除了在内容上尊重数学教材的安排之外,在课堂教学的结构上也基本与数学教材保持一致。小学数学教材从结构上看,可以分为新知识的教学课时和巩固知识的教学课时,巩固知识的教学课时分为两种,一种安排在某一个新知识的教学后,常称为“练习课”另一种安排在一个单元或整册教学之后,作为复习之用,称为“复习课”。

专家教师会适当降低教材所设计的例题教学时间的比重。从表格6中可见,教材的新知识教学课时编排分为例题部分和练习部分,这两部分的比例各占约50%,也就是在一节课中安排了约20分钟的新授教学,约20分钟的练习以巩固新知识。研究选择了四位专家教师的教学进行分析,从表6可以看出,教学中除了与教材编排一致的新授例题教学部分和练习部分之外,还在个别教师的教学过程中出现了引入部分。从时间比例上看,除了引入部分,专家教师在新授教学所花费的时间比例比练习部分略低。

总体看来,专家教师对教材的忠实程度还是较高的,从另一个侧面表现出专家教师对教材的认可度。教材中例题与练习的比例基本相当,专家教师在教学时适当减少了例题在课时教学中的比例,多出的时间用于引入与练习部分的教学,适当增加了练习的比例。但在课时教学的时间结构上与教材相似,都是将一个课时的教学非常明晰的分成了新授部分和练习部分两个环节,个别专家教师会在新授前增加引入的环节。

表格6 教材与教学的时间比例

	教师 A		教师 B		教师 C		教师 D
	教材	教学	教材	教学	教材	教学	教材
引入	0	1.2%	0	0.4%	0	0	0
例题	55%	48.8%	52%	39.3%	52%	43%	52%
练习	45%	50%	48%	60.3%	48%	57%	48%

从教学时间整体结构上看,似乎专家教师对教材的转变不十分明显,可是再细致解读专家教师的教学过程时,发现一个有趣的现象。例如教师C和教师D在教学“求比一个数多或少几的问题”时,练习1的教学几乎和例题环节一致,都是先读题,再分析、列式,最后检查。仔细分析练习教学的过程,似乎和例题教学的流程类似,但是各个环节所花费的时间缩短了。这样的规律尤其在教学解决问题内容的课时表现明显,例如在教师A和教师B的计算课中,虽然从内容上

看,例题与第一个练习的形式明显不同,但是同样也出现了类似的现象,例如在教学“9的乘法口诀”时,例题是利用条形的星星图来学习,练习除了更换表征形式,选择使用表格,各个环节的目的是基本一致的。正因为这个原因,导致在分析课堂开始阶段,对新授部分的界定出现了模糊,后来经过与教材的反复比对,才确定了专家教师教学的新授部分与练习部分的界限。也就是说,专家教师会在例题教学后的第一个练习,用来对例题教学的巩固,并且在巩固时给予了较为细致的指导。

为了进一步验证想法,在对这几位专家教师的教学时间结构进行了更加细致的分析,研究将每节课中各个环节内容及时间记录了下来后对比发现,专家教师的教学呈现了以下的流程:“例题教学,练习(有时出现),仿例题练习,练习,练习……”。专家教师会花费相当的时间进行例题教学,然后会进行一个简短的练习,紧接着会有一个与例题类似的环节,称之为“仿例题”,并且会进行较为细致的指导,之后就是与教材类似的练习过程。专家教师在仿例题练习环节所花费的时间相对于其它练习较多,并且这样的练习通常紧接着例题教学出现,有时也会加入一个简短的小练习。

4.1.2 结构的功能目标分析

专家教师的教学各环节从表征的角度看都具有明确的功能目标,大致可以分为三类:表征抽象化、表征具体化和表征比较。数学的概念课,可以看成是数学建模的过程,例如,在小学阶段认识“乘法”这个概念时,需要通过建立“几个几”的模型,从而抽象出乘法的本质属性“求几个相同加数的和”,那么“几个几”就可以理解为乘法的一个基本模型,这就是表征抽象化的过程。数学问题解决课,也可以看成是数学建模的过程,任何一个问题解决的课,都会教学一个问题类型,而任何一个问题类型就有其本身的模型,课堂教学就是要让学生理解模型、抽象模型、应用模型、拓展模型。在问题解决的教学中,需要关注的是生活问题向数学问题的转换,而专家教师的课堂把这个转化的过程理解为是互逆的过程,既关注学生能把生活问题转化为数学问题,也关注数学问题的生活化。问题生活化的过程就是表征的具体化,而问题的模型化过程就是表征的抽象化。在表征具体化或抽象化的过程中,常常会进行表征比较,教师A在教学第3课“三位数笔算加法”时,为了让学生体会“交换加数位置和不变”,设计了一组算式“ $313+605=918$, $605+313=918$ ”,通过两道算式的比较感受加法的交换律。

表格7 教学环节的功能分析

	教师 A			教师 B			教师 C			教师 D		
	例题	仿例题	练习	例题	仿例题	练习	例题	仿例题	练习	例题	仿例题	练习
表征抽象化	4	1	3	4	1	3	4	2	2	4	3	2
表征具体化		1			1							
表征比较		2	1		2	1		2	2		1	2

十六节专家教师的课按照每个环节的功能目标进行分析可以发现（见表格7），专家教师的例题教学中可以明显看到表征抽象化的过程，换句话说例题教学的目标就是帮助学生进行核心知识的表征抽象化。在仿例题的教学环节中，环节的功能目标呈现多样化的状态，表征的抽象化和表征比较占据主体功能目标的地位，但也有两位教师在课中使用了具体化的策略。仿例题教学的环节是专家教师的教学过程中处理较为明显的特征，并且在环节的功能分析中也发现其多样化的态势，因此从仿例题环节进行深入研究可以作为探寻专家教师教学策略的有效路径。

4.1.3 仿例题设计的特征

专家教师的教学中倾向使用仿例题作为整节课教学的一个环节，十六节课中每一节课都设计了仿例题的环节。仿例题与例题不同，但又存在相似之处。

1. 情境相似，方法不同

仿例题环节的情境创设可能与例题教学相同，这样的处理节约了课堂教学的时间，减少了学生在熟悉问题背景上的耗时，是提高课堂效率的有效策略。例如教师C第2课中（见表格8），例题与仿例题是同一个问题的背景，但是已知的数据类型不同，解决问题的方法也就不同，两个问题类型分别是“求比一个数多几的问题”和“求比一个数少几的问题”，但是在相同的问题背景下降低了学生的理解障碍，学生不需要再花费时间理解新的问题背景，会把关注点集中在问题的结构上，凸显本课的教学重点与难点。

表格8 例题与仿例题设计样例1

例题	仿例题
	

2. 情境不同，方法相同

例如教师B的第1课“乘加乘减”，例题和仿例题的情境背景虽然不相同，但是解决问题的方法是相同的（见表格9）。例题是数金鱼，“前3个鱼缸每个鱼缸里有4条，最后一个鱼缸有2条”，仿例题是数苹果，“前4盘每盘有5个，最后一盘有2个”。无论是几个几再加几，都是用乘加或乘减的两种方法解决问题。那么，既然问题类似，为什么还需要设计两个不同的环节呢？在课后访谈中了解到，“这个环节（数苹果）的设计，是为了让学生（把仿例题）和例题进行比较，在比较中可以得到解决问题的两种不同方法”。有了仿例题的环节，学生更容易总结解决这一类问题的方法。

表格9 例题与仿例题设计样例2

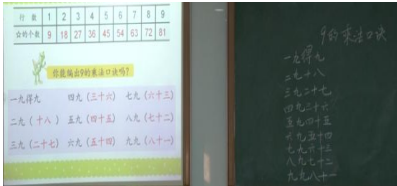

例题	仿例题
	

3. 情境相似，方法相同，学习方式不同

在仿例题环节的教学中也出现了情境相似，解决问题方法相同，但是学生的学习方式不同。在这样的情况下，专家教师会给予学生更过的空间，用以独立自主完成仿例题环节的学习。例如教师A的第2课“9的乘法口诀”，在例题学习完所有9的乘法口诀之后，让学生独立完成表格的填写（见表格10）。仿例题的知识点与例题的知识点一致，都是9的乘法口诀的形成，在仿例题环节再次设计类似的问题，教师认为，“这是把学生今天学习的新知识，和已经具备的技能相结

合，通过找规律的方式发现9的乘法口诀的特征”，通过自主的学习活动让学生获得更加深刻的对乘法口诀的理解。

表格 10 例题与仿例题设计样例 3

例题	仿例题
	

仿例题设计具有三个特征：情境相似，方法不同；情境不同，方法相同；情境相似，方法相同，学习方式不同。三种特征体现了专家教师对教材改变的思路，无论做了什么改变，但都没有完全颠覆性的改变，而只是在原有教材的基础上作出调整，从改变的目的看，专家教师是为了缩短低效的教学时间消耗，拓宽学生解决问题的方法和激发学生学习的自主性，这些改变最终都是指向了学生课堂的有效学习。

4.2 表征

教师的教学设计是一个教学推理的过程，将自己理解的教材内容转化为教学的内容。^①教学推理的材料包括教材、教师用书或其他的参考材料，专家教师的教学推理中的一个重要要素就是表征的转换，把教材的表征转换为适合的教学表征。

4.2.1 教材表征分类


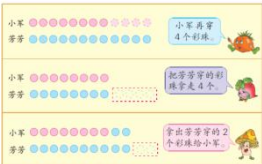

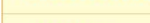
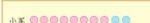
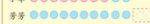

现行的所有小学数学教材中，非常清晰的分成了新授和练习两个部分。例题部分是帮助学生获得必要的关键概念理解，并以此为基础进而解决新的问题^②。练习部分是对例题部分的巩固、延伸和补充。在实际教学中，很多老师只是带领学生将教材“过一遍”，并没有理解其本质内涵。尽管学校、教研部门、教师发展部门等机构都非常强调教师对教材的解读，但更多的是给予解读的结果，而在解

^①舒尔曼. 实践智慧论教学学习与学会教学[M]. 王艳玲, 王凯, 毛齐明, 屠莉娅等译. 上海: 华东师范大学出版社, 2013: 161.

^② Sweller, J., & Cooper, G. A. The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 1985, 2: 59-89.

读的技术层面并没有给出具体的指导与建议。从表征的维度看,教材的编写者在呈现数学知识时都需要选择一定的表征,并且表征的选择也具有顺序性和整体性。以苏教版教材为例,在小学教学阶段出现的知识表征主要有:图文结合、文字描述、散装图、图形条状图(用圆片、小棒等排成条状)、彩条图、线段图、表格、算式等类型。按照这些表征的抽象程度可以将其分成三类:动作式表征、映象式表征和符号式表征(见表格11)。动作式表征是指用非常具体的图、文来呈现,如图文结合、文字描述和散装图的方式,图形条状图、彩条图、线段图等则是一种映象式表征,等式和含有符号的式子都属于符号式表征。在数学教材中,动作式表征主要以情境图和文字的方式呈现,有些情境只具有问题背景的意义,有些情境中包含数学信息。映象式表征在教材中的使用是有序的,第一学段中,教材通常会使用条状图,而线段图则主要被应用于第二学段。符号式表征是数学学科的一种主要表征方式,在小学阶段的数学教学中,算式是从一年级到六年级都被使用的表征方式。

表格 11 教材表征分类表 4-6^①

表征分类	教材表征类型	例子	来源
动作式	图文结合、文字描述、散装图等	 <p>每次可以坐6人,2次可以坐多少人?3次、4次、5次、6次呢?</p>	苏教版小学数学教材二年级“6的乘法口诀”
映象式	前条状图、条状图(彩条图或带状图)、线段图等	 <p>小军  小军再穿4个彩珠。 芳芳  把芳芳穿的彩珠穿4个。 小军  拿出芳芳穿的2个彩珠给小军。 芳芳 </p>	苏教版小学数学教材二年级“怎样使两数同样多”
符号式	等式、含有符号的式子等	<p>同学们制作了一批树叶粘贴画,选出142幅放进橱窗展览,还剩86幅。</p>  <p>一共制作了多少幅?</p> $142 + 86 = (\quad)$	苏教版小学数学教材二年级“两三位数的加法”

^①孙丽谷,王林. 数学二年级上册[M]. 江苏: 江苏教育出版社, 2013:6.

这三种表征方式中的每一种类型也可以按照具体或抽象程度进行分类。在动作式表征中,纯文字表征的抽象程度是高于图文结合的,但是并不能说明纯文字表征的难度就高于图文结合。有些研究发现,实际教学中图文结合的问题学生反而觉得更加困难,这种情况在第一学段尤其明显。映象式表征按其抽象程度也可以分为三个阶段:前条状图(Pre-tapes)、条状图(Tape Diagrams)和线段图(Number Lines),这三种类型的表征都属于线性数量的表征。^①前条状图在教材中常用圆片、小棒排成条状的图,条状图则就是指类似于直条呈现的图,线段图顾名思义就是用不同长度的线段进行表征的图。

教材在表征的呈现中,不仅在学段之间具有规律性,在教材的单元或课时中也表现出共性。以苏教版数学教材为例,教材中的例题一般都会以图文结合的、或文字的表征呈现,而例题最终的表征常常以算式等较为抽象的表征类型作为结束,在解决问题教学内容中,算式表征通常是固定的结尾。本研究中所选择的十六个课例(有些课例的教学内容相同)中,专家教师都是以图文结合的表征方式作为例题的初始表征。

4.2.2 表征的编列

专家教师在教学中使用教材时,对教材的表征作了改变,首先从教师选择的表征类型就可以看出其思考。教材中,一般都是从图文结合的表征作为例题的开始,这十六节次教学所选择的教材,无论是计算还是解决问题的教学,都是从图文结合的表征作为例题的开始,并以算式表征作为例题教学的结束,可以看出例题教学的教材表征设计整体上是具体到抽象的路径。但是,在练习部分,教材的表征设计并没有完全遵循这个规则,也没有明显的规律。

1. 教材与教学的表征数量

在教学中,通过与教材表征的对比,可以看出专家教师对教材表征作了一定的改变。“教材”和“教学”两列表示的是表征的总数量,包含重复的表征,例如教师A在四节课使用表征的情况中,与教材表征一致的数量为25个,占教材表征数量总数的69.4%。从图5中可以看出,教学所使用与教材一致的表征数量与教材表征的差距,其中教师C一致性最低,只有9个教学表征与教材一致。教师C对教材表征的改变最大,其它三位教师一致数量与教材差异相当,对教材表征的修改程度不大。

^① Murata, A. Mathematics teaching and learning as a mediating process: The case of tape diagrams. *Mathematical Thinking and Learning*, 2008,10:374-406.

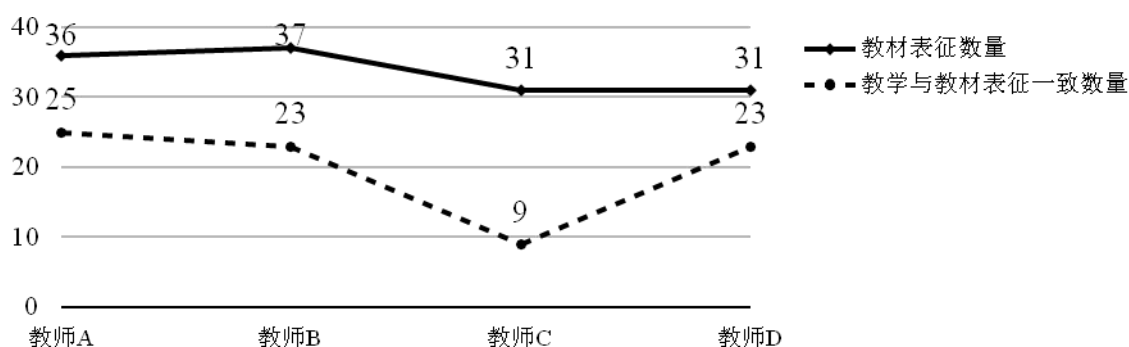


图5 教材与教学表征的数量

2. 教学中的表征分类

既然教师对教材表征作了改变,那么究竟怎么改变的?我们将十六节次课中所有不一致的表征罗列出来,进行了一一对比分析(见图6)。从图表中可以看出,四位专家教师对教材表征的改变可以分为三类:增加教材中没有的表征、删去教材的表征和改变教材的表征。专家教师在教学中根据教材中表征设计会进行自我的改编,当教材的表征不能满足教学需求时,专家教师会增加表征类型;当教材表征与学生实际不符时,专家教师会选择删除适当的表征;同时,也会对教材表征进行修改。

在十六节课中,根据每个教学环节的表征设计与使用,可以发现专家教师选择在教学中增加表征的比例为47%,说明在教学中,某些环节的教材表征过于单一,不能满足教师的教学设计需求。教师A在第1课教学“7的乘法口诀”时,教材中图文结合的方式呈现,但教师还希望能让学生感受到数学与语文的学科联系,增加了一首七言的古诗,通过计算古诗四句的字数教学7的乘法口诀,增加了图形条状图表征。除了增加表征的类型,还有39%的教材表征被专家教师直接舍弃了。另外,对教材表征的转变也体现在对表征的修改上,在研究中发现专家教师的教学中有约14%的教材表征被修改和转变。虽然有文献表明中国数学教师对教材表现出较为忠实的态度,对专家教师的教学结构研究中发现教材结构的被认可度较高,从表征改变类型的结果中也可以看出,专家教师对教材的表征设计的态度依然是认可度较高的。但是,也可以发现专家教师对教材的改编部分很大程度上可能在表征的增加类型方面,说明专家教师对教材的改变的一个要点就是表征,从表征的增加类型角度入手同样也是研究专家教师教学策略的有效路径。

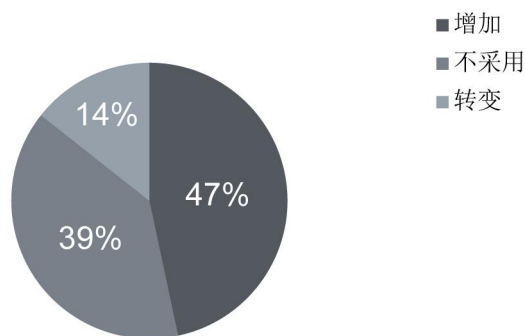


图6 教学中的表征改变

3. 专家教师设计表征的特征

值得一提的是，在专家教师对表征的改变中存在这样的规律：无论是增加表征或是转变表征，在例题教学部分，表征的改变基本表现为表征具体化。正如教师A的第1课中，教材是以图文结合呈现了问题情境，而教学时则转变为前条状图，相比图文结合的形式，表征类型更加具体化。在课后访谈中，教师A自己并没有从表征的角度分析教学设计意图，但是其教学设计本身就已经呈现了具体化的特点。由此可以看出，专家教师的专业发展是有空间的，对教学设计从经验层面上升到理论层面的解释就是专家教师专业再发展的方向之一。

专家教师对表征的改变也不完全表现为具体化，而更多的是抽象化程度的提升。在上一节中已经讨论过表征角度方面教学环节的功能分析，专家教师在教学中增加或转变教材表征的目的更倾向表征抽象化。教师B的第1节课的例题教学中（见表格12），教材例题所呈现的是图文结合和算式两种表征方式，但是在算式表征中方法三是教材中没有呈现的表征方式。在与教师B的访谈中教师提到，方法三在例题教学部分就作了处理，主要考虑学生的学情。

教师B：很多孩子已经能想到用乘减的算式解决问题，教师就完全可以在例题中处理。虽然对个别孩子来说有难度，但是还是可以理解的。

教师B：为了解决这个难点，我让学生在图中解释了算式的含义，这样有助于其他孩子理解这种方法。

表格 12 教师 B 第 1 课例题教学表征



第二个特别之处是，练习部分的表征教材呈现出单一化的特点，而教师在表征转变时类型更加丰富。例如教师 C 的第 4 课，教材的练习部分是以算式为主要表征方式，而教师教学时增加了表格、线段图等多种表征。同时，在转变表征的分析时，还发现了专家教师还表现出降低表征抽象程度的特点，或者是增加一个较为具体的表征，并且这种策略更加频繁的被应用在一个概念的启始课中。

4.2.3 表征的出现

1. 表征出现方式总体比例

表征的出现是指在教学过程中，表征的产生由谁第一个主导。通常表征有三种出现的方式：由教师提出，由学生提出和师生共同提出。在这十六节次课中，表征出现的不同方式统计结果如下（见图 7），三种方式呈现的表征比例相当，教师提出的表征占 36%，师生共同提出的占 34%，学生提出的占 30%，由学生参与的表征出现占总数的 64%。教师提出的表征中有些与教材表征相同，虽然并不是教师的创造，但也在一定程度反映了专家教师对教材的认可。学生也会在课堂中提出自己对表征的理解，学生在学习过程中会根据自己对知识的理解呈现出个性化的表征方式，同时这也是课堂教学中具有重要价值的资源。在课堂教学中，师生共同提出表征的情况也常常会出现，有些表征的出现是在教师的启发引导下，然后由学生提出，教师在学生出现困难时给予帮助，最终共同完成知识的正确表征。

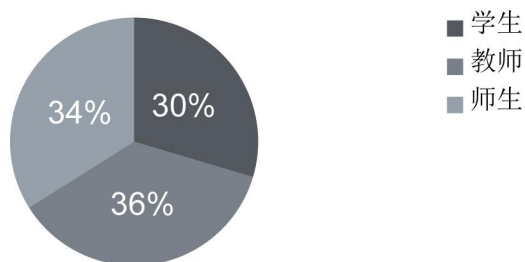


图7 表征出现的方式

2. 专家教师的表征出现特点

虽然从总体数据上并没有发现三种表征方式使用上的差异,但是四位专家教师的课堂教学中表征出现的比例有所差异(见图8)。教师A的课堂中,师生得出表征的比例最高,达到72.2%,教师D表现出最高的由教师呈现表征的比例,达到59.1%。教师A和教师B的课堂中,由教师提出的表征相当,由学生参与和独立提出的表征占了绝大部分。教师C和教师D的课堂中,教师提出的表征比例相对较高,占比约一半。

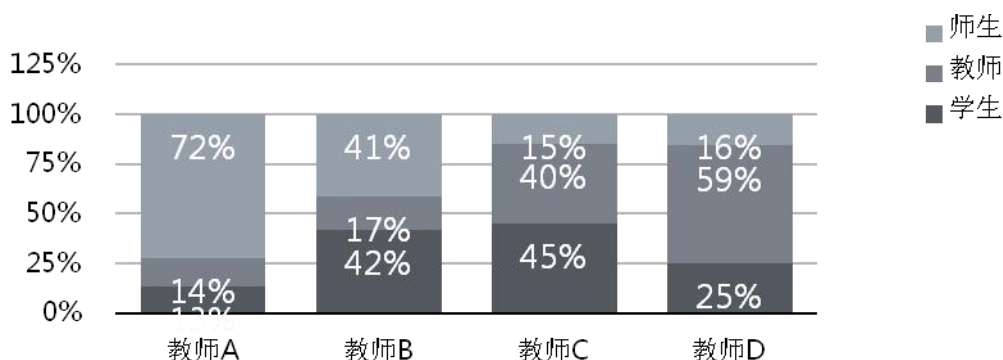


图8 专家教师的表征出现

(1) 表征出现的类型

通过对四位专家教师的个体数据分析,呈现出两种不同类型:一种类型的课堂中,表征出现的方式以教师和师生共同方式为主,如教师A和教师D;另一种类型的课堂中,表征出现方式中学生独立提出表征的占比较高,如教师B和教师C。两种不同类型的课堂中,表征出现设计各具特点,师生共同生成表征的过程有两种轨迹:一种是教师的辅助过程是直接为了某一种确定的表征类型而设计,教师的教学过程目的明确,每一个问题的设计都是为了引发学生出现教师所期望的表征,能在短时间内完成教学步骤,教学效率高。正如教学片段4-1中所呈现的案例,教学过程中的每一个问题都直接指向“二七十四”中每一个要素“二”、“七”、“十四”,教师为了引导学生说出二七十四这句口诀,借用了一首七言绝句,教师通过提问让学生说出:“每行7个字,两句就有2个7,一共14个”

这句话，然后引导学生说出乘法口诀“二七十四”，之后相机出示课题。教师通过问题引出了表征“二七十四”的出现，引出的过程是通过几个关键问题“每一行几个字？”、“2行有几个字？”、“你怎么知道一共有14个字的？”的问答完成的。这几个问题都和“二七十四”的出现紧密相关，教师借助古诗的结构帮助学生理解口诀的含义，并且看似自然而然出现了口诀的表征。

【教学片段 4-1】

T: 这是一首非常有名的七言绝句。它的作者大家已经很熟悉，是李白。啊，那马老师给大家读一读。朝辞白帝彩云间，千里江陵一日还。两岸猿声啼不住，轻舟已过万重山。今天这节课，咱们就要从数学的角度来观察一下这首诗。

T: 说说看，从数学的角度来观察，这首诗有什么特点？

S: 它是每一竖行是4个，每一横行是9个。每一横行是6个。7个字。

T: 到底是几个字？

S: 7个字。

T: 对不对？

S: 对！

T: 好的，请坐！xxx给咱们提供了一个很好的思路：横着看，每一行有几个字？

S: 7个字。

T: 竖着看有几行？

S: 四行。

T: 真棒！好！那咱们来看一下，1行有7个字，那2行呢？

S: 14个字。

T: 你怎么知道两行有14个字？

S: 因为二七一十四。

T: 哦！二七十四，也就是两个7是14。她是用了一句口诀来算的是不是？

S: 是！

T: 这节课我们就要重点来研究口诀！是和几有关的乘法口诀？

S: 7。

T: 你说。

S: 7。

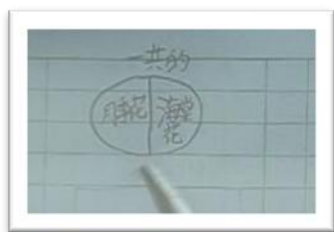
T: 对!今天这节课就要来学习,7的乘法口诀。

(选自教师A的第1课“7的乘法口诀”)

另一种表征的生成类型与表征的生成过程并没有确定的路径,教师的问题设计并没有和某种表征的出现建立直接的关联,有时也会表现出教学的慢节奏(见教学片段4-2)。

【教学片段4-2】

T: 能不能再举几个例子来验证这个(加减互逆)道理呢?他们的这种互逆关系,你可以列算式,也可以画我们之前画的彩条图。也可以画你们喜欢的图,还有线段图,等等你们喜欢的,也可以用一个解决问题的例子来说明,都可以。拿出你们的预习本。在上面举一个例子。

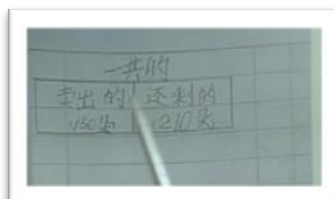


等待……

T: 好,谁愿意来给我们解释,展示一下你的作品,谁第一个来?好,请你。

S: 月季花加上海棠花就等于它们一共的数量,一共的数量减去月季花就等于海棠花的数量,一共的减去海棠花就等于月季花的数量。

T: 是不是听出了加法和减法这种关系?这幅图既可以表示加法,又可以表



示减法,不错,好请回座位。

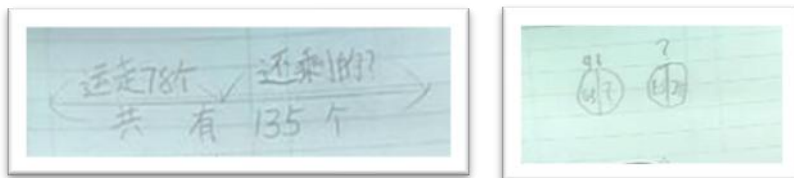
T: 这是什么意思?

S: 一共的减去卖出的,就可以求出还剩下的数量;一共的减去还剩下的就可以求出卖出的数量。

T: 加法是什么?没有听出来。

S: 加法就是用卖出的加上还剩的就等于一共的数量

S: 在一共有的减去运走的就可以求出还剩的; 在一共有的里面, 加上运走的和还剩的就是一共的。



S: 我是用圆。

S: 原有的减去其中的 63, 得到了 28, 然后第二个就是 $63+28$ 等于圆。

T: 好的, 他用了两种副图分别表示了加法和减法的关系, 其实这两幅图可不可以合并?

Ss: 可以。

T: 他都表示的部分和整体的关系, 对不对?

Ss: 对。

T: 那小朋友想想看刚才同学们举了这么多的例子, 你有没有想到我们原来学的哪些(知识), 是和今天我们讲的加法和减法之间关系类似, 在一年级时学过的, 回想一下, 记不得, 老师给你们一些提示啊。

T: 还记得这幅图吗? 我们根据一幅图列出了

Ss: 四个算式



(选自教师 C 第 4 课“退位减法及验算”)

教学片段 4-2 中, 教师试图让学生回忆原有经验中能够反映加减“互逆关系”的内容, 并用图式的方式表达, 但是教师并不能确定学生会怎样表达或者能否用老师期望的方式表达。在课后与教师的访谈中, 教师特别提到了关于此片段教学设计的思考:

“虽然这节课的教学内容是计算, 但是计算对学生来说已经不是完全的新知, 或者说对学生来说没什么难度, 而用减法验算加法的道理却是可以加深理解的地方, 因为加减互逆的思想是很重要的。”

“通过唤起学生已有的经验，让学生知道加减互逆和原来学过的哪些知识之间是有联系的，可以进一步加深学生对互逆思想的理解。”

（选自教师C的访谈）

在教学片段4-2所呈现的教学过程中，教师并没有提出具体的和互逆关系直接相关的问题，而只是让学生解释自己的想法。反馈中，学生用了各种不同表征表达了自己对加减互逆关系的理解，并且教师还希望学生用自己的语言对表征进行解释。

（2）单一表征和多重表征的使用

专家教师教学一个问题往往不是用单一的表征，某些时候会同时或先后呈现不同的表征来教学同一个数学概念。四位专家教师的教学中都出现了使用不同表征来解释数学概念的情况（见图9）。教师A、教师B和教师D在使用教材表征类型上表现出较为一致的规律，三分之二左右的表征使用类型都是单一表征。教师D表现出更多的使用了多重表征进行教学，多重表征的使用占总数的72%。总体看来，专家教师利用多重表征进行教学是教学过程中的一个常被应用的策略。

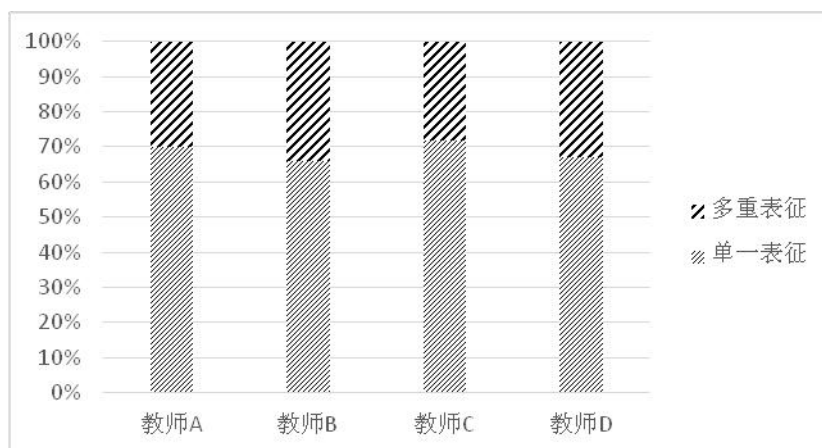


图9 专家教师表征使用

那么，专家教师在使用多重表征教学时会关注哪些细节呢？教学过程中表现的类型有些是来源于教材内容，有些则不是。专家教师在使用两种不同来源的表征时是否具有共性？从图10中可以看出，四位专家教师使用两种类型的表征时具有明显的差异。教师A和教师B倾向使用教材表征，使用教材表征分别占了表征使用总数的70%和62%，教学中大部分的表征来源于教材。教师C和教师D则更加倾向使用非教材的表征进行教学，教学中分别使用了92%和63%的非教材表征，教师C只有8%的表征来自于教材。总体看来四位专家教师对教

材表征都做出了一定的改变,但有程度之分。在使用非教材表征中,哪些类型的表征会被专家教师更多的使用,是如何使用的?这个问题的深入探讨对于获得专家教师的教学策略将会很有帮助,尤其是教师C的表征使用情况,多重表征的使用是否具有规律性。

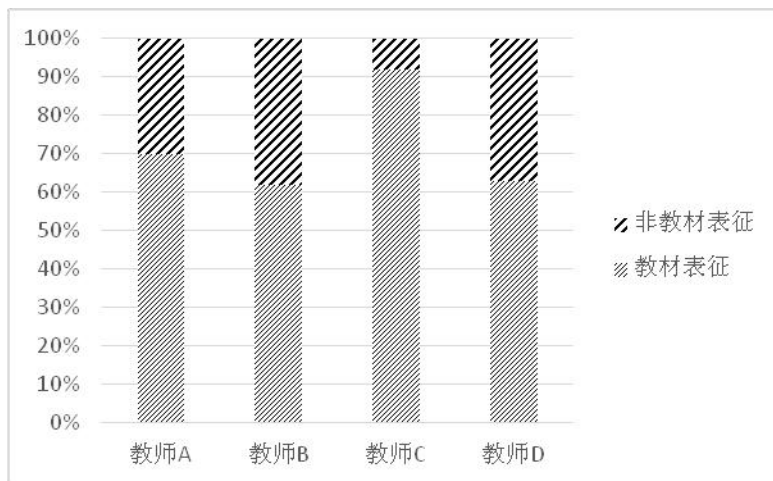


图10 教材表征与非教材表征使用

从图11中可以看出,在利用多重表征教学时,四位专家教师表现出教师在课堂中对生成资源的较高开发水平。专家教师在使用非教材表征时,绝大部分的表征是来源于课堂中学生的生成,其中教师B的非教材表征使用中有92%都来自于学生自发的提出,教师C和教师D的使用比例也超过了一半,教师A略低于50%。

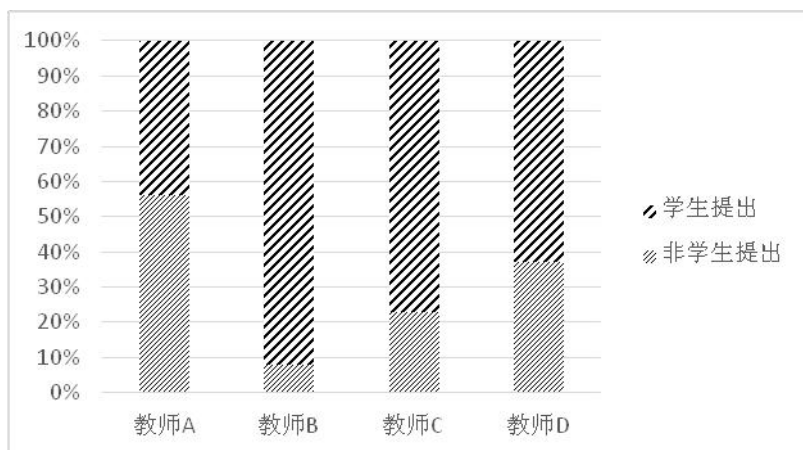


图11 非教材表征中的表征出现比例

(3) 多重表征使用的个案分析

专家教师 C 在表征处理上表现不同与其他教师的方面，并且在教师 C 的课堂上学生出现了更多的表征方式，研究以教师 C 为案例对其的多重表征使用进行了深入的分析，试图发现教师 C 在表征使用方面的个体策略，并探讨其价值与可推广性。

4.3 问题

问题是课堂教学中师生互动的重要方式，是教学中的主体事件。苏格拉底早在产婆术中就阐述了教师通过不断追问，让学生逐渐到达问题本质的方法。本研究中关注的问题是指课堂教学过程中教师提出的深度问题（Deep Question）。在课堂教学过程中，教师提出的问题并不都是深度问题，还包括简单问题（Simple Question）。简单问题是指在课堂教学过程中学生以“是、不是”或“对、不对”来回答的问题，简言之就是学生可以用表示态度的词语来回答，或者直接给出一个答案作为回答的问题。而深度问题，需要用自己的语言对问题进行解释或阐述，叙述自己思考过程。深度问题一般没有统一的标准答案，也许结论一致，但是思考过程也会表现出个性化的特点。深度问题在课堂教学过程中常会以一个深度问题组出现，一个主体问题和若干追问形成一个组合，或者若干细节问题和一个主导问题组成。

4.3.1 深度问题的类型

1. 比较式


深度问题的第一种类型称之为“比较式”（Comparison Questions），教学中一般会以一个比较性的主体问题开始，接着教师会依据这个问题与学生展开互动讨论。之后，会有若干个追加的问题，这些问题都与开始提出的主体问题紧密相关。当然，这些追加问题中可能会出现简单问题。以教师 D 的第 1 课“怎样使两数同样多”的教学片段为例（见表格 13），教师以陈述句的方式让学生回顾三种方法，学生回忆的过程就是对三种方法进行比较，这从学生的回答中就可以看出。教师在学生回忆之后，没有进一步深入的提问，只是让学生将三种方法的特点进行了描述，所提出的追加问题都是为了引导学生概括出解决问题的方法。

2. 头脑风暴式

头脑风暴式深度问题(Brain-storming Question)，顾名思义就是指一种可以充分调动学生已有知识经验，打开学生思考空间的问题。例如“请大家观察这些数（表格），你觉得可以怎样帮助你记住 9 的口诀？”（选自教师 A 第 2 课）、“三位数减两位数的算式，你打算怎么计算？”（选自教师 D 第 4 课）、“这个小朋友的三种方法，你是怎么理解的？”（选自教师 B 第 1 课）等。这类问题一般没有

确定或者唯一的答案，最重要的作用是为了打开学生的思路，促发进一步思考，对于教师而言也是了解学生学情的有效方法。

表格 13 深度问题教学片段（教师 D 第 1 课“怎样使两数同样多”）

教学过程	图
<p>T: 真了不起，两个同学想出来三种方法让小军和芳芳的彩珠同样多。我们来一起回顾一下这三种方法。</p> <p>S: 第一种方法是把芳芳的两个移给了小军，他们两个一样多，都是八个。</p> <p>T: 我们给这种方法取个名字，（板书）移一移。</p> <p>T: 移是随便移吗？</p> <p>S: 不是。</p> <p>T: 是怎么样移的？</p> <p>S: 是把多出的两个给他。他有四个，$2+2=4$ 然后如果把四个全移上去的话，芳芳就比小军又少了。</p> <p>T: 换句话说，就是多出了多少啊？</p> <p>S: 两个。</p> <p>T: 就是多出来的四个的……？</p> <p>S: 一半</p> <p>T: 一半，好的！第二种方法呢？</p> <p>S: 第二种方法是把多出来的全部去掉。</p> <p>T: 好的，把多出来的全部去掉。（板书：去多）</p> <p>S: 第三种方法是把小军缺四个的地方再加上四个。</p> <p>T: 好的，我们把这种方法叫做补少（板书：补少）。</p>	

3. 总结式

总结式深度问题（Conclusion Question），这类问题有可能出现在问题组的开始，也有可能出现在问题组的最后，无论位置前后，概括知识是其最重要的目的。例如教师 D 第 1 课中，教师提问“真了不起，两个同学想出来三种方法让小军和芳芳的彩珠同样多。我们来一起回顾一下这三种方法。第一种方法是怎么做的？……”，这个问题虽然出现在问题组的开头，但是其目的是为了让学生回顾之前汇报的方法，是概括的过程。这种类型的问题也会出现在当教师与学生对问题进行深度探讨之后，例如教师 D 第 2 课中提问“……那老师想问，要求小华摆了多少根，其实想怎么样呢？谁知道？”，这个问题是在师生已经共同讨论了方法之后，为了帮助学生梳理和概括这种方法而提出的。

4.3.2 深度问题的出现

深度问题有可能会出现在课堂教学的每一个环节中（见表格 14），包括复习、例题教学、仿例题教学和练习，除复习阶段出现较少外，其他环节出现的数量上较为均衡，但是如果从深度问题出现的环节和类型相对来看就可以发现一些有趣的现象。专家教师在不同的教学环节倾向使用不同类型的深度问题。在例题教学环节，头脑风暴式的问题被使用较多，占例题环节深度问题总数的 61%，而在仿

例题和练习环节中，总结式问题被频繁使用，分别占54%和50%。（复习环节只有教师D使用了3个深度问题，就没有在此表中进行编码分析）

表格 14 深度问题类型与出现环节

	比较式问题	头脑风暴式问题	总结式问题
例题	26%	61%	13%
仿例题	29%	17%	54%
练习	30%	20%	50%

头脑风暴式问题看似没有统一或单一的答案，但在专家教师心里答案却是看范围的，学生可能出现的答案基本都在教师的预设之中。在对教师C的课后访谈中，关于问题设计的思考，教师是这样回答的：

“这个问题看似好像很开放，但是学生可能出现的情况我基本都已经考虑到了，我会根据学生的不同回答考虑教学的下一步，或是作出怎样的反馈。”

这样的设计需要具备高水平的教师知识，对学生预估的越全面，课堂的生成处理就会越有效。在访谈中，对于“教学中有没有出现你没有预料的情况？你觉得你处理的满意吗？”这个问题的回答，有十四节课后访谈的答案都是“没有”，其中有两节出现了教师没有预估到的情况，学生表现得更加卓越。从这些课例中不难发现，专家教师在例题教学环节偏向使用头脑风暴式问题，最主要的目的是为了获得学生的多样性思考，是学情调查与教学结合的方式，也是教师规划下一步教学的重要依据，这正如教师C在访谈中所说。

在仿例题和练习环节中出现比例最高的是总结式深度问题。在课例中可以看到，仿例题环节之所以称之为“仿”，就表示其与例题具有相似性，那么既然相似，存在的必要性是什么。仿例题的存在一定是在例题教学的基础上有所提升，那么教师在教学中提升的手段之一就是利用总结式问题，帮助学生在思维上逐步进行抽象。例如教师B的第1课（见表4-4），仿例题环节的总结式深度问题组如下：

（教师呈现情境图，参见表4-4）

T：谁来介绍第一种方法？

S：5+5+5+5+2=22（个）

S：10+12=22

T：这是什么方法？

S：凑十。

T: 凑十。可以的。相当于还是加法。还有没有了?

S: $5 \times 4 - 3 = 22$

T: (板书) 也等于 22 的。有多少人这样列式子? 我有这样一个问题, 为什么 5×5 ? 图上有 5×5 吗?

S: 没有。

T: 你是怎么想的?

S: 他是把最后的 2 想成了 5.

S: ...

T: 还有没有第三种方法?

S: $4 \times 5 + 2$

T: 他是怎么想的?

S:

T: 这就意味着这里有 4 个几?

S: 5,



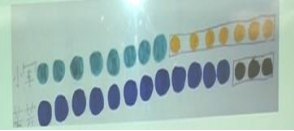
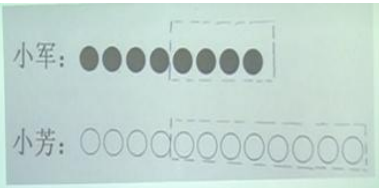
T: 刚才我们有三种方法, 这三种里面, 你最喜欢那一种? 为什么?

这个总结式深度问题组中, 深度问题是教师的最后一问: “你最喜欢哪一种?”, 这个问题看似是在了解学生的喜好, 但实际上是想通过学生结合自己的感受回顾三种方法, 并且要说出喜欢的理由“为什么?”, 问题的思考让学生对三种方法的认识从感性上升到了理性的层面。同样, 在练习环节出现高比例总结式问题的逻辑也正是如此。

在研究中, 比较式深度问题的使用是较为关注的一个方面。原因之一是大量文献表明, 比较式问题对学生数学学习的促进作用。其二, 四位专家教师在使用此类问题的倾向表现出较为均衡的状态, 在例题教学、仿例题和练习环节都基本保持在三分之一的比例左右。在分析专家教师的课例中, 还发现了一种具有“迭代式比较”特点的教学设计策略, 专家教师以比较性问题引入深度问题。这是一种特殊的教学设计类型, 教学是由多个比较式深度问题的教学片段构成, 每一个片段都是由教师提出一个比较性问题引发学生的讨论, 并且每一个片段之间都具有对数学知识的迭代理解过程, 通过深度问题的讨论不断加深学生的数学理解。例如教师 C 第 1 课“怎样使两数同样多”(见表格 15) 中, 深度问题的设计就具有迭代的特点。片段 1 中呈现了两个学生的作业, 都是解决“怎样使 12 和 8 同样多”的问题, 教师同时呈现了两个学生的作业, 提出一个比较式问题“A 的哪种方法和 B 是一样的?”, 这个问题的目的看似是比较, 其实是让学生充分理解解决

问题的三种方法：“移走多”、“补上少”和“移多补少”，只有真正的理解才能作出正确的对应。片段2也是一个深度问题的教学组，并且和片段1紧密结合。教师让学生将教材中的三种方法（见表格15-图2）呈现出来，帮助学生将两个作业合并成一个，让学生理解其实作业A和B（见表4-10-图1）可以概括为同样的三种方法，这就是抽象的过程，是对片段1教学中概念理解的迭代。至此，教师并没有结束，而是继续又呈现了两个不同的学生作业（见表格15-图3图4），这一次教师提出一个比较式深度问题“这（两）种方法和刚才的方法有什么不同？”，目的仍然是在找不同中加深理解，接着追问“和刚才（图2）哪一幅图一样？”，这个问题将学生的理解再次提升，学生对“移走多、补上少”的方法产生了质的飞跃，不再认为移走或补上的对象只能是一个量，而是可以同时增加或减少，只要达到同样多。


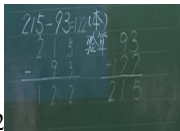
表格15 深度问题迭代教学设计样例（教师C第1课“怎样使两数同样多”）

教学过程	图
<p>【片段1】 T: 这是**的作业A和B, 现在请小朋友看一看, 你知不知道A的哪种方法和B是一样的? S: 我觉得因为**的第一种是两个都动, **的第一种也是两个都动, 所以我觉得她们两个是一样的。 T: 什么叫两个都动? 谁来解释一下。 S: 就是把那些圈圈都动了。 T: 这两个都动了, 是吧? (师手指屏幕)除了动两个还有什么相同的地方? 谁有补充?</p>	<p>图1</p> 
<p>【片段2】 T: 其实呀不管是B做的还是A做的, 还有很多小朋友做的一样, 大家都想到了三种方法(见右图)。</p>	<p>图2</p> 
<p>【片段3】 T: 哎, 这种方法和刚才的方法有什么不同啊? T: 和刚才(图2)哪一幅图一样?</p>	<p>图3</p>  <p>图4</p> 

4.3.3 深度问题的教学目的

专家教师设计深度问题的目的可以从知识分类的角度反观,问题的设计是为了揭示概念性知识还是程序性知识。概念性知识也就是陈述性知识,也被称作言语信息。程序性知识的习得也被认为是智慧技能的获得。^{①②}深度问题的教学目标可能是为了解释概念性知识,也可能是为了程序性知识的教学,也有可能是为了同时达到以上两个目标。以教师C第4课“退位减法及验算”中的深度问题设计为例(见表格16)。案例中问题1“谁能看懂这幅图的意思?”是让学生解释图1中彩条图(直条图)的含义,教师通过学生通过语言表达了解学生对数量关系的理解程度,是一个明确指向概念性知识的问题。问题2“你会用竖式进行计算吗?”,字面描述似乎是一个简单问题,实际上是让学生用竖式的方式进行计算,计算的过程就是典型的程序性知识的体现。

表格 16 深度问题的教学目的

教学目的	问题	插图
概念性知识	Q1: 谁能看懂这幅图的意思? 谁来解释一下。 S:	 图 1
程序性知识	Q2: 你会用竖式进行计算吗? 学生尝试计算, 并全部交流计算过程。	 图 2
概念性+程序性知识	Q3: 刚刚大家用了不同的方法验算, 你们能借用彩条图解释一下, 为什么可以这样验算吗?	见图 1

有些问题,即指向了概念性知识,也兼顾了程序性知识,比如问题3“大家用了不同的方法验算,你们能借用彩条图解释一下,为什么可以这样验算吗?”,这个问题包含了两层含义,一方面让学生借助彩条图解释验算的算理,但在描述的过程中也是对验算过程的考察,所以也包含了程序性知识。

① Anderson, J. R. Cognitive psychology and its implications (2nd ed.). San Francisco: Atkinson, R. C. (1975). Mnemotechnics in second language learning. *American Psychologist*, 1985, 30:821-828.

② R. M. 加涅, W. W. 韦杰, K. C. 戈勒斯, J. M. 凯勒. 教学设计原理[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2005: 46-51.

表格 17 深度问题类型与教学目的

	比较式问题	头脑风暴式问题	总结式问题
概念性知识	25%	35%	40%
程序性知识	30%	37%	33%
概念性+程序性知识	37%	15%	48%

深度问题的教学设计是反映教师学科教学知识的一个重要指标,好的问题设计可以从两个维度判断:一是与核心知识的一致性程度;二是学生在问题指引下的思考提升程度。教师需要采用适合的方式提出深度问题,深度问题的类型与教学目的之间的关联可以从表格 17 中看出,专家教师使用比较式深度问题的教学目的呈现较为均衡的状态,问题设计目的的三项比例分别为 25%、30%和 37%。这种均衡的状态在总结式问题中也表现出来,分别为 40%、33%和 48%。而头脑风暴式问题的教学目的中,为实现概念性知识、程序性知识和两者综合目标的比例较低,为 15%,更多的是为了达到概念性知识和程序性知识的教学目标。

4.3.4 深度问题的教学支持

深度问题的提出与有效性是需要教学支持的。由于深度问题是成组出现,那么除了主体问题之外,随之的追加问题就是教学支持的一种方式。专家教师促进学生深度理解数学知识的教学支持方式包括:视觉表征、信息技术以及手势姿态等。其中,专家教师尤其偏向使用视觉表征帮助学生理解,在教学某一个概念或技能时不会仅仅只用语言进行描述,同时还会根据学情和教材选择合适的一种或多种视觉表征作为教学支持。

从表格 18 中可以看出,专家教师的深度问题教学支持手段较为丰富,并且利用程度较高。视觉表征是专家教师重要的教学支持手段,四位专家教师使用视觉表征支持教学的比例都在 50%以上,教师 B 和教师 C 的比例高达 96%和 90%。这与 IES 的教学建议不谋而合,在讲解某一个知识时,会配合图或表等视觉刺激进行配合。^①专家教师在教学过程中,很少“言而无物”,在语言表达的同时都会有视觉的刺激同时呈现给学生,多感官的刺激更加容易让学生形成知识的表象,和自身的经验相结合产生具有个性化的表征,当新的表征产生时,说明知识已经进入了认知结构中。在视觉表征支持的同时,专家教师也会采用信息技术作为支持视觉表征的手段,并且具有较高的技术应用意识。教师 A 和教师 D 所有的深度问题都使用了技术辅助呈现。同时,手势姿态也是表征教学支持的一种手段,

^① Pashler, H., Bain, P. M., Bottge, B. A., Graesser, A., Koedinger, K. McGaniell, M. et al. Organizing instruction and study to improve student learning (NCER 2007–2004). Washington, DC: National Center for Education Research, 2007.

教师有时在配合图表讲解时，会用手势向图表的关键之处，会用姿态表达出一种的数量关系，从表中可以看出，教师C的手势姿态与其他三位专家教师相比更为丰富。

表格 18 深度问题的教学支持

	深度问题数量	视觉表征	信息技术	手势姿态	追加问题
教师 A	25	64%	64%	27%	64%
教师 B	27	96%	56%	33%	63%
教师 C	40	90%	75%	63%	95%
教师 D	34	62%	62%	44%	88%

专家教师善于使用追加问题，专家教师的深度问题组的设计具有较为明显的知识倾向。追加问题和主体问题构成了深度问题组，追加问题是为了促进主体问题的推进而设计的。专家教师在提出一个主体问题后，会设计一系列追加问题帮助学生逐步逼近数学的本质，追加问题是否直接指向知识也体现出专家教师的教学处理策略。从表格 19 中可以看出，专家教师提出的追加问题，设计的思路是否直接指向知识。在一共提出的 126 个深度问题组中，有 101 个包含了一系列深度问题的追问，占总数的 80%。在追加问题是否直接指向知识的数据中可以看出，有 66% 的追加问题是直接指向知识的。

表格 19 追加问题的意图

	深度问题数量	追加问题	追加问题直接指向知识	追加问题没有直接指向知识的比例
教师 A	25	16	16	0
教师 B	27	17	10	41%
教师 C	40	38	18	53%
教师 D	34	30	23	23%
Total	126	101	67	37%

教师B第3节课“三位数的笔算进位加”中教师教学验算方法的设计中有这样一个深度问题组的设计，如下：

T (CQ1): 你刚才算这道题 ($142+86$) 等于 228, 你是用什么方法验证的?

S1: (不说话)

T (PQ1): 谁知道的? 她又加了一遍吗?

S: 不是。

T (PQ2): 那怎么样呢?

S: 就可以把加数的位置换一下。

T (PQ3): 那我算的是什么呢?

S: $142+86$ 。

T (PQ4): 那我验证的时候算的是什么呢?

S: $86+142$ 。

T (PQ5): 验证的时候就把两个加数换一换, 可以吗?

S: 对。

T (PQ6): 因为换一换就怎么样?

S: 得数一样。

T (PQ7): 对如果得数一样是不是就说明是正确的? 这意味着交换了以后得数变不变?

S: 不变!

深度问题组中的主体问题 (Central Question) CQ1“刚才算这道题 ($142+86$) 等于 228, 你是用什么方法验证的?”, 是一个总结式的深度问题, 教师的目的是让学生通过总结验算的方法理解加减互逆的思想。但是, 从学生 (S1) 的反馈中可以看出, 学生对于加法交换律的思想并没有很好的掌握, 于是有了后面教师与学生的对话。在对话中教师提问非常明显直接指向了知识本身, “她又加了一遍吗?”、“那我算的是什么呢?”、“验证的时候就把两个加数换一换, 可以吗?”、“因为换一换就怎么样?”、“这意味着交换了以后得数变不变?”这些问题中的关键词: 又加一遍、换一换、交换等等都明确指向了加法交换律。

数据上整体表现出专家教师直接指向知识本身的倾向, 但从专家教师的个体看, 又具有鲜明的个人特点。专家教师 B 和教师 C 的追加问题没有直接指向知识的比例较高, 分别为 47% 和 53%。从学生的回答反馈中可以看出, 间接指向知识的问题更容易激发学生的数学思考。例如教师 C 的第 1 课“怎样使两数同样

多”一课中，教师让学生们讨论三种解决方法的不同之处（参见表格 15-图 2），出现了以下的对话：

T: 这三种方法，我们刚才都找到了相同的，那你能不能告诉我，这三种方法之间有什么不同的地方？可以和你的同桌讨论一下。

T: 谁来说说看他们不同的地方在哪里？

S: 第一个是动小军的，第二个是动芳芳的，第三个是动小军和芳芳的。

T: 听明白了？

S: 听明白了。

T: 第一种方法是只动？

S: 小军。

T: 只动一个人的，对不对？第二种呢？

S: 一个人的。

T: 也只动一个人的。而第三种呢？

S: 动两个人的。

T: 哎，你觉得他观察得好不好？

T: 把掌声给他。

T: 还有什么不同啊？

S: 前两种方法都是从外面拿来几个添上或从原来有的拿出几个到外头去，而第三种是不需要从外头加进来也不需要里头减出去的。

这个片段中教师在主体问题“找到有什么不同？”之后，提出了几个追加问题：“第一种方法是只动？”、“只动一个人的，对不对？”、“第二种呢？”、“而第三种呢？”、“你觉得他观察得好不好？”，似乎从这些问题的表面很难看出教学的知识点在哪里，但是从学生的反馈中可以看到精彩：“前两种方法都是从外面拿来几个添上或从原来有的拿出几个到外头去，而第三种是不需要从外头加进来也不需要里头减出去的”，这个学生已经具有大局的意识，超脱了两个量的比较，关注到两个量的变化所引起的整体变化。教师在这个过程中引导的最大作用在于给予了学生思考的方向。

4.3.5 深度问题的支持结构

本研究中深度问题是在师生对话、生生对话的支持下完成的，但也不排除有教师独立完成的可能，支持结构因此分为三种不同类型：师生合作、生生合作和教师独立。在深度问题的教学对话过程中，为了完成某一个主体问题的讨论，教师和学生之间展开相互的讨论，教师引导学生朝着正确的方向思考，在偏离轨道时通过及时的追问进行矫正，这个支持的过程就是师生共同的结构。但是在对某些问题的讨论中，学生占据了主导的地位，问题的推进完全由学生掌控，教师只是偶尔参与对话而并没有改变讨论的方向和主题，最终的结论也是由学生获得，那么这个支持结构就是学生独立完成的。

从表格 20 中可以看出，教师独立完成的深度问题讨论过程在课堂上没有出现，也就是说明专家教师的教学中基本没有单方面的教师主导的设计，所谓的“一言堂”现象在专家教师的课堂基本不存在。师生合作是深度的问题支持结构的主体，平均 89% 的深度问题组问答都是师生合作完成的，其中教师 A 达到了 100%。生生合作的结构也在深度问题组的问答中出现，教师 B、教师 C 和教师 D 分别有 26%、12% 和 6% 的生生合作。

表格 20 深度问题的支持结构

	师生合作	生生合作	教师独立
教师 A	100%	0	0
教师 B	74%	26%	0
教师 C	88%	12%	0
教师 D	94%	6%	0
AVG	0.89	0.11	0

生生合作虽然在支持结构的比例较低，但在案例中采用生生合作结构的教学中，学生常常表现出更深刻的数学概念理解。比如教师 C 第 1 课“怎样使两数同样多”，例题教学是让学生比较两个同学解决问题的方法（参见表格 15-图 1），整个例题的教学过程就是一个生生合作的深度问题组，教学对话过程如下：

T: 陈老师把小朋友们在家里做的作品选择了两个，我们来看一看。你知不知道 A 的哪种方法和 B 是一样的？

T: 好，找到了没有？哪两种一样？你为什么说她是一样的？

S1: 我认为 A 的第一种和 B 的第一种是一样的。

T: 你们同意吗?

T: 那你来指着给我们说说看你是怎么想的?

S1: 我觉得因为A的第一种是两个都动, B的第一种也是两个都动, 所以我觉得她们两个是一样的。

T: 什么叫两个都动? 谁来解释一下。

S2: 就是把那些圈(画)的圈都动了。

T: 这两个都动了, 是吧? 谁有补充?

S3: 我觉得A的第二种和B的第三种是一模一样的。

T: 哦, 你想说另外一种, 这个和这个是一样的, 对不对? 有摇头的同学, 你想说什么?

S4: A的第二种和B的第二种是一样的。

T: 那为什么一样? 你解释给我们听一下吧。

S4: 我想因为A的第二种只动小军的, 而B的第二种也是只动小军的。

T: 只动小军的, 是吗? 怎么动的?

S4: 就是给小军加上。

T: 对不对?

S(全体): 对!

T: 白小飞是不是说的非常清楚。

S(全体): 是。

T: 那刚才同学们还讨论了这种(手指A的第一种和B的第一种), 老师还没搞明白, 你们还没有解释给我听一下。

S5: 她们都是动芳芳的两个。

T: 都是动芳芳的, 这是芳芳的吧?(师手指代表芳芳的圆)

S(全体): 对。

T: 这也是芳芳的?

S(全体): 对。

T: 那为什么都动芳芳的?

S6: 因为她穿的比小军多。

T: 是这样吗?

S7: 不是。

T: 为什么不是, 站起来说说看?

S7: 我觉得应该是因为小军穿的太少了, 如果再动小军的话, 他就更少了。

T: 其实你的意思是跟她一样的。都是想把多的给少的, 对吧?

Ss: 对!

T: 哦, 好的, 那还有没有一样的了? 咱们已经找到了这种和这种(手指A的第一种和B的第一种), 这种和这种(手指A的第二种和B的第二种), 还剩下这两种(手指A的第三种和B的第三种)一样吗?

S(全体): 一样。

T: 为什么一样?

S8: 因为她们都是动芳芳的。

T: 动芳芳的? 恩, 很仔细, 还有呢? 谁来补充?

S9: 都是动芳芳的那4个, 多出来那4个。

T: 多出来的4个, 都把这4个怎么样了呀?

S(全体): 去掉了。

T: 都去掉了, 小朋友都观察得非常仔细啊!

这段对话中, 教师作为对话的一分子穿插其中, 但是这段对话却被认为是生生对话的结构。从案例中可以看到教师在问答过程的作用, 教师的话语促进了学生对数学概念的理解, 但是并没有改变学生思考的方向。教师多次用了“你是怎么想的?”、“你能解释一下吗?”等鼓励学生表达自己想法的话语, 虽然是问句的表达方式, 并没有实质性的问题内容, 也没有和具体的知识发生直接的联系。在这样的问题之后, 学生可以尽情表达自己的想法, “我认为……”、“我觉得……”、“我想……”等情态动词的表达方式充分说明了学生的回答是自己的真实所想, 学生的回答也在不断的生生互动中得到升华, 从答案“谁和谁一样”, 到解释“为什么一样”, 再到“怎么一样”, 数学的本质在不断被挖掘暴露。甚至有学生发现了超出本节课知识的数学内容——“两个量是否同时变化”。从学生的回答中可以看到, 教师的合理“退位”可以激发学生的“进位”。

4.4 技术

表征是个体对概念的理解,在课堂教学中需要借助技术呈现。表征既需要书面的呈现,同时也需要语言的解释。如果图或表等较为形象的表征再配合语言的口头解释,将会更加利于学生对数学概念的理解。^①信息技术常常被教师使用作为呈现的工具,在现阶段的小学数学课堂中,主流的信息技术与课程整合主要还处在CAI阶段,即信息技术的主要功能在于演示,常用的技术手段有PPT、实物投影、电脑多媒体等,虽然粉笔和黑板不属于信息技术,但作为呈现表征方式的技术,研究也一并进行了编码。

4.4.1 技术的应用

从四位专家教师的课堂表征呈现技术使用情况(见表格21)可以看出,所有表征的呈现技术中,课件(主要是PPT)的使用率最高,平均使用比例达到了61%。十六节课中,每一节课都采用了PPT课件技术作为教学辅助,但是并不是每一个教学环节都使用。课件在课堂教学中主要是用于呈现教师预设的问题情境和教师预先设计的练习题,功能定位仍然是演示。同样是演示,PPT可以只演示问题情境,也可以将问题解决的过程依次呈现。值得一提的是,十六节课中专家教师都用PPT呈现的只是问题背景,并没有将问题解决的过程纳入到课件中,虽然苏教版教材有配套的课件,例题的内容包括解题过程都已预先制作完成,但是四位专家教师都没有应用配套课件,而选择了自己制作。在课后的访谈中,问及“是否在课堂中出现了您没有预设到的情况?”这个问题时,专家教师都否定了课堂中有超出预设的情况。PPT的使用策略与教师预设之间是怎样的关系,或者说专家教师没有选择配套课件而采用自制简单PPT的深层原因值得进一步探究。

从表征中还可以看出,实物展台的使用率和板书(粉笔和黑板)相当,展台的平均使用率在21%左右,并且集中在教师B和教师C的课堂中,其他两位教师并未使用。这是否和所教学内容有关?还是和教师的技术使用偏好有关呢?教师B和教师C所教学的内容,一个是和乘除运算有关,一个是和加减运算有关,虽然都属于数与代数领域,但是并没有直接的相关性。在课后与教师的交流中捕捉到一个重要信息:专家教师认为,“可以直接把学生的作品(作业)用实物展台展示,与全班同学交流”。教师虽然想表达的是教学中的某个环节的设计,但是也反映了教师对实物展台技术的作用定位,实物展台适用于随机呈现学生课堂生成的作业。虽然黑板不属于信息技术,但是在十六节课中也起到了和实物展台

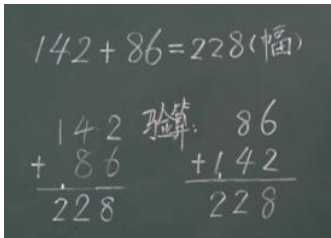
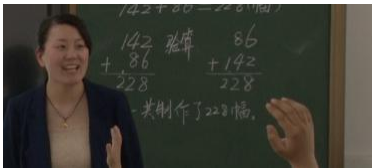
^① Pashler, H., Bain, P. M., Bottge, B. A., Graesser, A., Koedinger, K. McGaniell, M. et al. Organizing instruction and study to improve student learning (NCER 2007–2004). Washington, DC: National Center for Education Research, 2007.

类似的功能。不同的是，黑板也会用于展示教师的作业，比如教师 A 和教师 B 的第 3 节课中，教师都用黑板板书了竖式计算的过程作为教学示范（见表格 22）。

表格 21 表征呈现技术

	教师 A			教师 B			教师 C			教师 D						
	板书	课件或实物展 PPT 台	其它技 术（白 板）	板书	课件或实物展 PPT 台	其它技 术（白 板）	板书	课件或实物展 PPT 台	其它技 术（白 板）	板书	课件或实物展 PPT 台	其它技 术（白 板）				
1	0	85.7%	0	0	12.5%	50%	37.5%	0	11.1%	66.7%	22.2%	0	14.3%	85.7%	0	0
2	0	83.3%	0	0	0	85.7%	14.3%	0	16.7%	50%	33.3%	0	11.1%	88.9%	0	0
3	28.6%	28.5%	0	42.9%	50%	25%	25%	0	14.3%	42.9%	42.9%	0	28.6%	71.4%	0	0
4	50%	50%	0	0	33.3%	33.3%	33.3%	0	28.6%	57.1%	14.3%	0	37.5%	62.5%	0	0

表格 22 板书的功能

教师 A 第 3 课	教师 B 第 3 课
	

白板（交互性技术）只在教师 A 的某一课中使用到，其它几位教师并未使用，经过对教师的访谈，了解到没有使用白板技术也与技术是否具备有关，比如教师 C 和教师 D 的课堂教学环境中不具备此项技术的硬件支持。

这些数据也可以从另一个角度看待技术的使用，如果将板书、课件和白板这三项常用技术分类，可以发现其三者不同之处，课件是教师课堂教学前预设的产物，板书虽然是即时呈现但不排除预设的成分，展台所呈现的学生作品则是课堂教学的随机产品，从呈现的内容看这几项技术的应用功能是有很大区别的。从这个角度可以看，专家教师的教学设计的掌控度很高。

4.4.2 技术的功能

在已有的相关研究中认为,信息技术与课程整合主要是作为演示工具和交流的工具。^①随着信息时代的发展,新技术不断涌入教育领域,近十来年在数学教学领域最常被提及的技术还有白板设备、平板电脑、VR技术等。也有学者对数学课堂的技术使用进行分析,认为在技术应用于数学的过程中有两个层次:一是在原来的基础上增加演示,另一个较高层次是数学实验。^②这两种结论并不矛盾,都说明了目前信息技术与课程融合的主要现状:利用技术促进数学知识的传授,借助技术可以让数学概念的呈现更加直观。即使作为交流工具使用,也体现的是教师试图更有效授导知识的目的。但是,在真实的数学课堂中,真正能成为教师教学必需的技术,正是曾经被作为新技术推广的教室多媒体设备,最常用的是电脑播放的课件(PPT)和实物投影。

在对十六节课的技术使用功能频次分析过程中发现,教师利用技术在课堂中的作用分为两个维度,一是作为知识传授媒体,二是作为课堂即时评价的工具。在作为知识传授的媒体时,其主要功能用于静态呈现知识的表征。在教学过程中,有些表征不能迅速采用板书的方式即时呈现,如图文结合的情境,费时较长的条状图,数据较多的表格等。在实现这个功能时,教师倾向采用事先制作的课件,十六节课中课件的使用率是最高的,超过其他所有的技术(见表格23)。每一位教师在技术的利用率上,课件也是所有技术中最高的,除了教师A和教师B的第3和第4节课。经过分析发现,这两节课的教学内容相同,都是和竖式计算有关的教学,而竖式计算教学过程中最重要的是笔算过程,两节课中老师都选择了用黑板作为技术手段,所以板书的使用率与课件相当。其实,板书作为呈现表征的一种常用技术,也是教师们常常会选择使用的。因其即时性的功能更加优越,不需要任何技术方面的准备,随时可以加以利用。当然,专家教师用板书呈现知识或知识表征时也是有选择的,通常都是课堂教学的重点和难点,贯穿整节课堂教学的主体知识,需要长时间保留,并且适合用简要的文字概括。技术使用的另外一个功能因素是课堂的即时评价,教师常选择的技术为板书和实物展台(见表格23)。在数学课堂教学中,需要展示学生的书面作业,显然就需要一种能立刻面向全体学生的反馈技术,而实物展台就正好切合这个需求。当评价学生的作品时,教师利用实物展台,可以获得比直接展示更加清晰的效果,保证全体学生能够接收到相关信息。并且,由于实物展台的使用不需要任何个体的技术操作,所以对于小学生完全可以立刻驾驭,没有使用的障碍。学生完全可以自主完成展示的过程,实现生生的互动。当需要评价的内容需要关注过程时,则会选择板书,

^①张燕勤,王陆.信息技术与中学数学整合[J].首都师范大学(社会科学版),2002年增刊.

^②李海东.构建新技术支持下的中学数学课程[J].课程教材教法:2001(3).

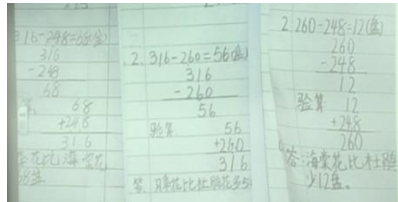
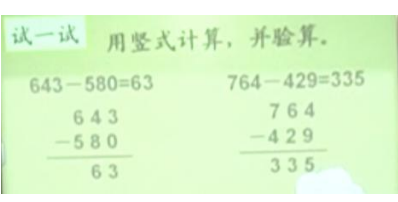
教师将计算的每一个过程采用边讲解边板书的方式，突出教学的重难点。虽然实物展台也可以实现实时的功能，但是教师使用板书的目的是为了内容的呈现时间，不是仅仅展现过就消失，而要在学习的过程中留下让学生随时可见的痕迹。

表格 23 技术的使用功能频次

技术类型	知识传授		课堂即时评价
	呈现表征	演示动态过程	
板书	21	0	5
课件（PPT）	71	0	0
实物展台	2	0	15
白板	0	3	0

当然，研究中也发现，板书和实物展台被选择使用是具有教师个体倾向的。正如上文所论述，教师期望在黑板上保留竖式计算的过程，因此选择了板书，但是同样是教学笔算的内容，教师 C 和教师 D 在教学“笔算减法及验算”一课中处理相同环节的题目时，教师 C 选择了实物展台，而教师 D 选择了课件（见表格 24）。

表格 24 展台与板书的使用对比

教师 C 第 4 课	教师 D 第 4 课
	

这两个教学内容都是在仿例题教学环节，学生要独立完成一个完整的笔算和验算过程，教师 C 展示了三个学生的作业，让学生通过对比三个题目的验算方法，虽然计算的数据不同，但是通过对比学生会发现验算的方法是相同的。教师 D 用课件展示了计算的过程，从呈现的界面看出了题目的数量不同，其他基本相同，但是在课件呈现之后师生有一段这样的对话：

T: 那谢老师想请你们说一说笔算减法时要注意什么？

S: 打退位点。

T: 哦，要有退位点。电脑没有打退位点，我们在写的时候要注意打那个退位点是不是啊？还有谁想说？

S: 减号还要往那边去一点, 不让在那个地方就看不清了。

T: 就是书写格式的问题, 要做到什么呀?

S: 书写要注意相同数位要对齐。

T: 还有吗? 还有要注意的吗? …… (教师特别想让学生说)

S: 就是我们在验算的时候, 我们这一次是把得数和减数加起来。那个加上去有进位, 所以要在下面横线上打一个小1。

T: 我们不谈验算, 我们就谈笔算减法, 要注意听。还有谁有补充? 还要注意什么? 想一想我们的笔算顺序? 想一想退位的时候, 我们要特别注意什么?

教师D的本意是想让学生通过观察课件中竖式, 总结出计算方法, 但是学生的关注点却是“电脑没有打退位点”、“横线(竖式中的横线)上打一个小1”等一些书写方面的细节, 而这些细节正是课件的劣势。教师在使用PPT制作课件的过程中会遇到一些技术的难题, 比如数学格式的编辑, 而这些在教师看来“板书比课件更方便”。

4.5 讨论

4.5.1 课堂教学的框架：迭代进阶

研究发现, 专家教师的课堂教学结构与IES建议并不是完全一致的。IES建议将例题教学与练习交替进行可以提高学生的数学学习成绩, 但是在对专家教师的课堂教学分析中发现, 专家教师对教材是比较尊重的, 教材的结构是显著的二分结构, 即先例题, 后练习, 专家教师的教学也呈现类似的结构。但是, 专家教师虽然尊重教材结构, 却在每个子环节的衔接处理时具有特点。课堂教学中每个环节之间并不是简单的依次进行, 而是每相邻两个环节的转换处理都具有迭代性(见图12)。

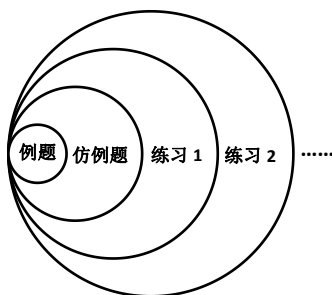


图12 结构的进阶

学生在例题学习阶段已经对知识具有初步感知,但没有达到完全的内化,通过仿例题环节既是对例题学习的巩固,也是对知识的扩展。仿例题教学的环节具有双重功能:第一重功能是重点深化,对例题中的核心知识加以深入,加深对知识的理解程度;第二重功能是难点突破,例题学习的过程中不可能面面俱到,有些难点在一无法开始学习新知就加入,反而会降低学习的效果,在仿例题环节出现,既可以对概念辨析,也对例题学习的知识进行了提升。专家教师设计仿例题环节,无论是情境相同问题不同,还是情境不同方法相同,其教学的目的都是指向知识的抽象化,通过仿例题与例题的比较,逐步靠近数学知识的本质。

研究中还发现,专家教师的教学结构每个环节的界限是模糊的,仿例题环节的教学起点表现出专家教师教学结构的迭代性。一个环节结束之后进入下一个环节,下一个环节的起点不一定是上一个环节的终点,也有可能是上一个环节的起点。比如,教师在例题教学结束之后,进行下一部分的教学,教学的起点设计不一定完全从上一个环节的学习终点开始,也不一定完全基于上一部分学习的结果,也有可能选择从例题教学的起点再次开始仿例题教学。正如图12中所示,每一个圆所涵盖的教学内容也包含了内部的教学内容。这样的教学结构的设计逻辑正是一种迭代上升的过程,充分考虑学生的已经具备的学习经验,是一种基于学生真实学习设计的逻辑。

4.5.2 课堂教学的节点: 表征进阶

数学课堂教学也可以看成是表征的教学过程。研究中发现,专家教师的教学实践,其实质就是帮助学生从低阶模型向中阶模型,再向高阶模型的转换(见图13)。专家教师在课堂教学中基于教材对教学进行优化的设计,从表征等几个方面也发现一些值得进一步探讨与研究的问题与现象。在使用表征时,研究者已经指出具体的表征可以支持学生对数学概念的初始学习,^①但是一直使用动作式的具体表征并不能促进学生对数学概念的迁移,^②因此专家们建议,促进学生学习的最好方式是进行表征的抽象化,^③从具体表征到半具体表征,再到抽象表征,其实这与心理学上对表征的分类是异曲同工的。第斯多惠所曾说,在教学的初始应把概念降低到最低限度,选择较为低阶的模型帮助学生构建与旧有知识的关联,并加以说明,这样可以帮助学生形成更加鲜明的概念图式。

^① Resnick, L. B., Cauzinille-Marmeche, E., & Mathieu, J. Understanding algebra. In J. Sloboda & D. Rogers (Eds.), *Cognitive Processes in Mathematics* (pp. 169–203). Oxford: Clarendon, 1987.

^② Kaminski, J. A., Sloutsky, V. M., & Heckler, A. F. The advantage of abstract examples in learning math. *Science*, 2008, 320: 454–455.

^③ Goldstone, R. L., & Son, J. Y. (2005). The transfer of scientific principles using concrete and idealized simulations. *The Journal of the Learning Sciences*, 2005, 14: 69–110.

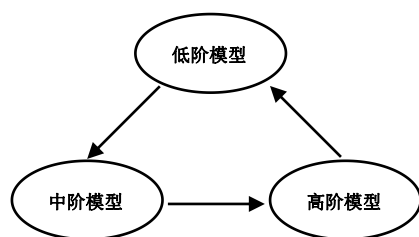


图 13 表征的进阶

正如 Shulman 所描述的教学推理过程一样,专家教师对教学表征的设计就是一个循环往复、不断上升的过程,然后又以理解为开始进入下一个循环。^①良好的教学表征进阶设计需要教师具备对教材的深度理解,对教学目标、学科结构以及相关内容的把握,并且在实施的过程中需要借助教学方法得以落实。不仅如此,专家教师还具有较强的反思能力,能够针对自己的设计和课堂中的处理,加以解释,以促进自己对教学目标、以及学生的新的理解,不断地在教学经验中学习,让专业获得进一步发展。数学教学的最高境界就是:教学能让学生在数学世界和生活世界之间自由转换。

4.5.3 课堂教学的关键: 问题进阶

专家教师课堂教学中问题的设计具有进阶的特征(见图 14),在进阶的过程中表现出深度问题的循环,教学对话的锚基,以及问答结构的设计三个方面的策略。

1. 深度问题的循环

专家教师在教学中使用深度问题组促进学生的数学思维发展,在深度问题组的设计中,除了主体问题的设计,追加问题也是非要重要的影响学生思维进阶的因素。学生在数学课堂中学习的进阶有赖于教师的指引,但是这种指引应该是一种方向性的指引,正如前面所提到的专家教师的追加问题教学设计一样,问题的设计虽然“看似无意”,但其实“别有用心”。追加提问就像是学生学习过程中的学习节点触发器,诱发和促进学生的进一步思考,调整学生思考的方向,同时也是检验学生思考的结果,帮助学生获得最有价值的信息。

^①舒尔曼.实践智慧论教学学习与学会教学[M].王艳玲,王凯,毛齐明,屠莉娅等译.上海:华东师范大学出版社,2013:161.

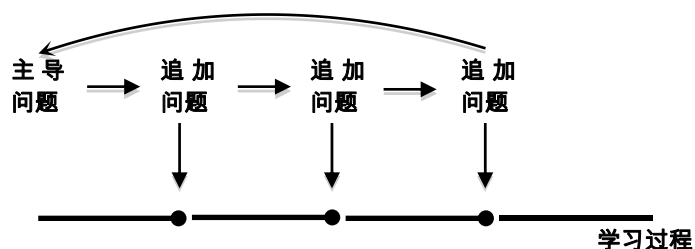


图14 问题的进阶

专家教师的教学中表现出追加问题指向知识的倾向,但是仍然有将近一半的追加问题并没有直接指向知识本身,那么是否指直接向知识本身比间接指向更加有利于促进学生的数学概念理解?从专家教师的教学案例中可以看到,间接的追加问题可以促进学生得到更深的数学思考,间接的追加问题设计就是教师教学设计能力提升中的一个难点。

2. 教学对话的锚基

课堂教学是通过师生的问答对话达到人与知识的共融,专家教师的课堂中,教学的对话既具有畅谈的氛围,又具有学术讨论的深度。教学对话最早是从苏格拉底的对话法发展而来,苏格拉底认为,教育是可以凭借提问来进行的,教师不需要授予表明的知识,而是要通过正确的提问,促进对方的思考,引导对方朝着希望的方向发展,凭借自身发现真理。教学中的对话不同于畅谈,畅谈是没有主题的,专家教师的课堂深度问题组的设计不是教师的临场发挥,而是有目的有计划的问答。教学中的对话不同于学术讨论,学术讨论是势均力敌的对手之间展开的,教学的对话是以教师指导为特征的。

专家教师设计的深度问题组中,主体问题就是每一次教学对话的核心,是师生对话、生生对话的锚基。专家教师指导的教学对话看似是师生、生生之间的聊天,似乎又有点随意,但是对话的目标与计划,是在教师心中的。就算是生生之间的交流,也是因为学生在学习过程中受到某种经验的感动,学生侃侃而谈、精神振奋,教师让其自由攀谈,这种对话的过程教师甚至会站在教室的一边,但其实学生的对话内容仍然在教师的监控之中,不会开无轨电车。

专家教师设计的深度问题组中,与主体问题配套的一系列追加问题,是师生对话、生生对话的轨道。教学的对话是需要教师干预的,教师干预目的是让学生的思维在正确的轨道中向前推进。干预的难点是干预的时间和干预的程度,而这正是专家教师所擅长的。在教师监控下的教学对话是存在过度状况的^①,如走入极端,教师就会希望学生想其所想,说其所说,教师希望学生的回答与其预设的内容完全一致,学生表达的方式与教师所想不一样,教师也会将其纠正。有些专

^①佐藤正夫.教学论[M].钟启泉,译.台北:五南图书出版公司,1987:297-299.

家教师在程度的把控上甚至表现出更高的水平，教学的对话不是由教师发起，而是由学生作为知识的发起者，在与教师和其他学生的共同讨论中解决问题，自由思考、自由叙述自己的想法和见解。佐藤正夫认为这正是出色教学对话的试金石。

3. 问答结构的设计

教学的问答结构是需要师生共同参与的，但是专家教师的课堂中某些深度问题组的对话中出现了生生互动的现象，并且学生在这些案例中表现出了更深的数学理解。是因为这些案例中的学生更优秀吗？显然一定还有别的原因。在这些对话的案例中，教师所处的角色并不是完全退居幕后，教师也会参与到学生的互动中，有时教师也是学生互动的串联者，而不是主持人。教师所表现出的任务是从一个学生的发言传递到另一个学生，教师的话语不改变学生思考的方向。在这个过程中，是什么促使了学生更加优异的表现。首先，空间感非常重要。教师要在课堂给予学生思考的空间，最直接的表现就是教师对学生发言的态度，是赞扬鼓励，还是纠错计较，或是置之不理，这些都会影响学生的发言质量。当课堂的问答氛围宽松，学生就更加放松，自然能够尽情表达自己的所思所想。其次，问答结构的设计，不仅要设计每一个问题的表达，更重要的是设计问题的结构。正如前面所论述的追加问题系列，这些追加问题看似是独立的，其实是一个系统的整体，每一个追加问题都是前一个问题的进阶。

4.5.4 课堂教学的支持：技术进阶

1. 从追求教学效率走向追求效果

2010年国家颁布了《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》，^①其中指出了信息技术对教育将产生革命性的影响。教师需要更新教学观念，改进教学方法，提高信息技术应用水平，学生也要学会利用信息手段进行学习，增强运用信息技术分析和解决问题的能力。技术与课程的融合已经从普适性的实践研究逐渐走向了学科化融合研究的方向。其实早在1980年，全美数学教师协会（NCTM）就建议数学教学中要充分发挥计算机的作用，要关注计算机与数学课程的整合。在我国，现行的《义务教育数学课程标准（2011版）》中也提出了使用技术应用于教学的要求。

从研究数据不难看出，教师的技术选择和使用的标准，尽量在最短的时间达到最大的教学效益。为了在40分钟内完成既定的教学目标，教师需要尽量压缩与教学无关的时间花费，比如板书的时间，能够用课件或PPT呈现的，课前都会准备好以备上课之用；能直接用实物展台呈现最终作品的，一般不会再呈现过程，而是直接将学生作品用实物展台展示。这些课堂技术选择的行为无不反映着教师的教学价值观。随之带来的问题是，课堂教学的步调固定化，很难根据学生

^①国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年). 北京: 人民出版社,2010: 58-60.

学习的变化而改变,更不可能实施个别化教学了。“教育+互联网技术”的时代对中小学教育提出了技术与课程融合的新目标,然而从现有的应用现状不难看出,在数学教学中运用信息技术已经逐步从“为用而用”走向了“想用而用”,教师使用信息技术支持课堂教学的意识已经逐步渗透到教学设计中,但是仍然没有跳脱原有的教学设计思维。

新技术的出现也不断更新教师们的理念,但是传统技术仍然是教师们倾向的技术,也许技术还不够新,但从某些技术的使用功能分析中已经看到了教师应用技术的观念在发生转变。教室里电脑、实物投影、板书这些技术硬件都具备的时候,教师对技术的使用是有选择性的。需要呈现色彩鲜明的情境图时教师们会选择用电脑呈现课件或PPT,而没有直接把教材放在实物投影下,显然这就是对技术的选择,这种选择体现了教学观念的转变,数学教育要生活化,情境越真实,对学生的解决问题能力的培养也就越有效,这样课堂互动才会更生动。在使用实物投影时,教师会经常选择学生作品展示,学生的作品就是课堂教学的生成性产物,教师选择实物投影利用生成性资源进行教学,无疑增加了课堂的互动效益。

2. 从理性融合到深度应用

在《中小学教师教育技术能力标准(试行)》的配套教学案例中可以看到,信息技术与课程的融合表现为两个级别水平,一是在教学设计中某个环节采用了信息技术,优化了原有设计,二是与课时或单元教学整体融合,利用信息技术改革了原有的学生学习方式。^①何克抗教授认为现代教学系统是由教师、学生、教材(教学内容)和教学媒体四个要素组成,技术就作用于教学媒体的要素上,其终极目标一直都应该是利用技术助力于媒体,促进学生的学习与发展。在以往对技术支持学习的研究中,技术多半作为教师教学的辅助工具,当然也是为了学生的学习,技术的使用主体仍然是教师。如果将技术变革成为学生学习的工具,让学生成为技术的使用主体,那么这将是让学生真发生的有效途径。随之而来的难题就是,学生不会技术怎么办?学生的技术显然要来源于教师的教,所以,教师的技术程度影响着学生的技术化程度。^②教师的技术程度反映了教师对教学内容的理解与处理,同样学生的技术化表现也就反映了学生对知识的理解,让学生成为技术的主宰者,选择技术应用技术,使问题得到解决,自身的能力得到提升,这个过程就是学习的过程。

新技术正在不断日新月异,移动终端、交互电子白板、虚拟现实、3D打印、大数据技术等等已经逐步进入教育领域,不断冲击教师们对信息技术与课程整合的知识和能力。在技术更新的同时,特别需要避免为了用技术而进行的整合,应

^①沈书生. 中小学教师教育技术能力结构与层次:适应信息化教育[M]. 北京师范大学出版社, 2010,1.

^② Songbook Choi-koh. A Student's eLearning of Geometry Using the DGS[J]. The Journal of Educational Studies, 1999,(5):301.

当让信息技术与教学做到理性融合。一次数学教研活动中，有位老师采用了大数据技术即时统计学生计算题的正确率，该技术可以迅速对学生的计算结果进行判断，并能够点对点的统计错误情况。对于计算课，这项技术显然有着特别的优势。但在这节课中，虽然只有一个数分钟的环节使用了该项技术，却将本应40分钟结束的课堂拖延至1小时。技术本身并没有问题，导致状况发生的原因却是网络的不通畅和学生对技术的不熟悉，同时教师也缺乏解决技术问题的能力，即使熟练的技术人员在场也花费了较多的时间，这让我们不得不理性思考技术的应用。

理性融合是基础，深度应用才应是信息技术与课程融合的更高目标。曾经看到一节小学数学“图形与几何”领域的一节课——认识平行四边形，教师采用了电子白板作为技术硬件，在白板上呈现了的小方格，让学生在方格上自己尝试画出平行四边形。本以为教师是让学生利用白板的交互技术展示过程，令人出乎意料的是，教师仅仅将电子白板作为显示屏幕使用，白板上的方格纸并没有设计成交互功能，学生依然在自己的纸质方格上不断尝试画平行四边形，不断的用橡皮擦修改自己的错误，教师来回巡视了解学生的情况。显然，这节课的设计并没有充分发挥电子白板的优势，如果将方格纸设计成为具有交互功能的底板，让学生任意通过拖拽画出平行四边形，既直观又能让学生深刻理解平行四边形的本质概念。只有将学科知识的本质与适切的技术进行在适当的时机有机整合，才是做到了技术与课程的深度融合。

3. 从使用技术到理解技术

对于小学生而言，在课堂教学中过于复杂的技术操作或使用是不适合让学生作为主体自主使用的，但是可以让学生作为技术使用的参与者。从这十六节课中所使用的技术种类来看，这几种技术都可以让学生参与。例如，教师在完成板书时，完全可以让让学生来进行书写；使用PPT或课件作为教学演示时，完全可以设计成互动类型；使用实物展台，更是可以让学生自己展示学生自己的作品；使用白板，更是增加了互动性，学生完全可以独立进行操作。但是，从十六节的实际使用情况看，教师仍然占据着技术使用的绝对主体地位，在课后的访谈中谈及技术使用的问题时，教师的担忧主要是学生对技术使用能力的缺乏和由于学生技术使用能力缺乏而导致的教学进度滞后。而产生学生技术使用能力缺乏的根源，并不在于技术本身的难易度，而是学生没有理解技术。如果让学生理解了技术本身的功能，那么技术使用的难点就可以突破。如果教师在教学之前告知学生，黑板上可以写出你自己的想法，课件中哪些地方可以与之互动，实物展台可以展示你的作品，白板的功能等等，那么学生自然慢慢就会知道，在什么样的时候选择什么的技术，进行怎样的操作，当然前提还是需要教师给予足够的鼓励与支持。

虽然学生可以在课堂中使用技术,但是技术的使用还是与教师的教学设计紧密相关,只有教师的设计才会给予学生自主使用技术的空间与时间。正如美国数学教师委员会(NCTM)在2000年出版的《学校数学的原则与标准》中提到:在恰当的技术环境下,学生能力致力于决策、反思、推理以及问题解决。VR技术进入小学课堂,混合式学习的深入推广,等等这些新技术的概念不断冲击着教师的技术应用现实。VR技术通过虚拟现实的呈现,让学生在虚拟的环境中体验真实的学习。混合式学习提出的目的就是将传统的学习方式与e-Learning的优势相结合,通过离线和在线学习的方式自定步调和实时协作的学习。虽然诸如此类的技术要求对于小学生而言较高,但是其学习方式理念的改革依然可以借鉴用于改进教学设计,不能仅仅是用技术,而是要利用技术解决现实教学设计中无法解决的问题,并且这些问题都指向的是学生学习的重点和难点。

第5章 新手教师的专业发展路径探究

小学数学新手教师的专业成长的相关研究中,特别关注专家教师与普通教师两个教师群体在数学学科知识上的差异。丁锐,马云鹏研究了普通教师与专家教师在一般课程知识、教育理论知识、数学课程知识、数学学科知识和PCK(学科教学知识)几个方面的差异,在PCK方面研究认为普通教师比专家教师更加简单接受学生的结论,并提出了改善数学教师专业知识的建议:(1)扩充数学史和数学思想方面的知识;(2)小学数学教师应学习“有关学习者”的知识;(3)小学数学教师需要提高探究意识和解决问题的能力。^①李琼、倪玉菁和萧宁波也在小学数学教师的学科知识方面对专家与非专家教师进行了比较,研究认为两个群体的教师在对数学知识的理解方面具有不同的特点,专家教师在概念的理解和知识的组织方面具有更加深刻的理解,

教师专业发展是当前教育改革的重要内容,教师专业发展的素质观已经从“经验型”走向“科研型”,再到如今的“实践型”,教师的专业发展即专业实践的改善^②。教师的专业实践最直接的途径是上课,教学的水平就是教师专业发展水平最为直接的表现,教师专业发展的进阶必须着眼于教师的教学实践。

教学本就是一个系统,其内部包含着复杂的要素,对一位新手教师孙老师进行一年的教学跟踪研究,将其与专家教师的教学策略进行对比分析,在研究中一方面验证专家教师的教学策略的普适性,另一方面探寻数学新手教师的专业成长路径。

5.1 课堂教学结构

5.1.1 新手教师:步骤的限定

1.复习的限定

新手教师在课堂教学中的环节设计时总是会有一个设定,比如他们认为在课堂教学的开始就应该使用复习环节。在课后与教师聊起复习环节的思考,从教师的回答中可以了解到,他们认为一节课教学的开始复习是理所应当的环节,没有这个环节就感觉缺少了什么。

Q:你为什么设计了复习的环节?

A:啊……不要复习吗?我以为一开始都要复习一下(呵呵)。

^①丁锐,马云鹏.小学数学专家教师与普通教师的专业知识水平与表现的比较研究[J].教师教育研究,2014(11).

^②崔允漷,王少非.教师专业发展即专业实践的改善[J].教育研究,2014(9).

Q: 你的复习内容是怎么确定的呢?

A: 一般都是把上一节课的内容复习一下。……

正如上面的对话中所说,孙老师复习的内容一般为上课时教学的知识点,但不一定与本节课学习的关键知识密切相关。采取的方式一般为口头练习的方式,教师通常会和学生进行课堂一对一问答。时间控制在五分钟以内。从内容和方式上看,复习环节的目的更大意义上是一个形式的存在。

2. 环节界限清晰

当问及新手教师课堂时间的分配问题时,新手教师普遍认为例题和练习的教学应各占一半左右,而得出这个答案的主要依据是——教材。教材对新手教师的教学影响十分明显,通常新手教师在教学时会按照教材的流程依次“走一遍”。在同孙老师讨论教学设计的过程中,孙老师常常会关心的问题是“教材上这道题还没有讲,不讲的话会不会缺少什么?”,“一节课能不能把教材上的题目都讲完啊?”,这些担心或忧虑是新手教师的“心病”。教材的排版中例题和练习的比例就是各占一半左右,这正是导致新手教师有此想法的主要因素。界限的清晰表现在另一个方面就是过渡语。从新手教师的课堂教学中可以常常听到类似“下面我们看第几题”的过渡语,通过过渡语就可以知道教学过程环节的切换。

5.1.2 专家教师: 灵活的处理

1. 多变

专家教师的教学设计结构并没有完全统一的模式。根据教师的个体教学风格和教学的内容的不同,以及学生的学习风格差异,专家教师会做出一些调整。专家教师D的四课教学中有三课都安排了课前的“先学习”,在与教师授课后的访谈中了解到,选择“先学习”考虑的根本出发点是学生的学情。有些内容学生具有很充分的前经验,那么教学的起点统一划齐为零就不合适,教师需要尊重一部分学生的学习基础。有些内容的教材设计显然已经不符合当下的学生生活背景,比如“数花片”,学生不知道花片这种玩具,也没有玩过类似的游戏,那么教师就利用课前的交流和学生完了一个“猜数”的游戏,充分调动学生的好奇心。

教材中数花片游戏学生都不太熟悉。猜数游戏是猜老师喜欢的数,学生天生就具有对老师的神秘感,对老师的事情特别感兴趣,正因如此,看似平常的猜数才会在学生中显得特别吸引他们。(教师C)

再比如有些内容学生完全有能力自学,那么就利用微视频的方式,给孩子课前布置5分钟的自学,内容就是课堂所要教学的例题,但是把对问题的熟悉和学

生自己解决问题的过程都调整至课前，教师课堂上希望花更多的时间让学生们充分交流与讨论，以便对问题理解的更加深刻。

有的专家教师也觉得复习环节有一定的必要和存在价值。比如教师 D 在四节课中就有三节课设计了复习环节。第一课设计了比较梨子和苹果数量的游戏，让学生在摆图片的过程中学会用一一对应的方法进行比较，体会一一对应的方法可以一眼看出数量的多少。第二课设计了类似第一课的游戏，还是继续让学生体会用一一对应的方法可以很快比较出两个数的多少，不同的是让学生指出多出的部分。第三课设计的问题情境和例题相似，同样是从公共汽车上先上车几人，再下车几人，求现在的人数。三节课的复习环节内容都和教学的难点紧密切合。学生在学习“使两数同样多”和“比一个数多或少几”的问题时，难点在于利用一一对应理解两个数量比较时，相同的部分以及多或少了的部分。在学习“两步计算问题”时，难点是理解其中的一种方法，利用上车人数和下车人数先求出相差人数。教师设计复习环节是为了帮助学生突破难点而设计，指向的是学生学习的困难之处。

2. 渐变

专家教师的教学环节是具有渐变效果的转换。专家教师的教学过程没有十分清晰的环节界限，但并不是没有层次，层次分明却又过渡自然。比如教师 C 在教学第 2 课时，练习的部分设计了三个不同的题目（见表格 25）。第一题是一个求“比一个数多几”的彩带图问题，第二题是去除了具体的种树情境的问题，类型和数据都与第一题一样，第 3 题是问题类型的变式，将求“比一个数多几”改为求“比一个数少几”的问题。

虽然是类型不同的三道题，但是却衔接的非常自然。如下面的片段所示，教师第一个衔接的问题非常明确的指向了两个题目的差异，直接集中，目的明确，让学生思考去掉情境的彩条图还能解决什么问题，这是对问题类型的一次抽象过程。第二个衔接的问题看似好像没有什么数学的内容，但都在提示学生关注题目中的变化，可是却没有像第一次衔接的问题那样直接，于是学生有了第一次变式的经验，会很自然的关注到信息中的情景因素。可是教师的设计却是打破了学生的惯性思维，改变的是问题的结构，将已知和未知的信息进行了交换。

【第一题和第二题的衔接】

教师 C：如果把这幅图杨树和松树都去掉，你觉得这幅图还可以解决什么问题？

【第二题和第三题的衔接】

教师 C：现在老师要把这幅图再改一改了，请大家仔细看！

表格 25 教师 C 第 2 课的练习部分

练习部分	
1	
2	
3	

5.2 课堂教学表征

5.2.1 表征的类型

1. 新手教师：单一的被动

新手教师在教学中对教材的表征表现出高度的尊重，一般很少设计新的表征形式。偶尔出现自认为对教材表征改变的案例中，仍然只是情境的转变，并没有深入到数学概念的本质，这种表面的改变在例题教学中较常出现。另外，新手教师在练习环节中也会增加一些设计，但是设计的初衷一般多从知识的角度考虑，或加深难度，或增加量，或渗透新的内容，关注点没有放在本节课的教学重难点上。

孙老师在教学设计中表征类型改变的转折是在第三次教学中，前两次的教学中是从对“表征”一无所知到知道它的含义，当第三次教学时不但理解了内涵并且能够在教学中加以设计。第三次教学的内容是“9的乘法口诀”，在这节课中孙老师关注了学生的表征发展，在初步理解“五九四十五”这句口诀时，孙老师让学生可以选择不同的方式表达自己对这句口诀的解释，提供了数方格和跳数轴两种不同表征呈现方式，并且孙老师还鼓励学生用推算的方法得出口诀。但是这几种表

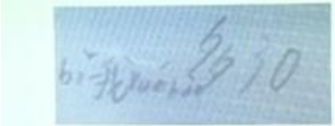
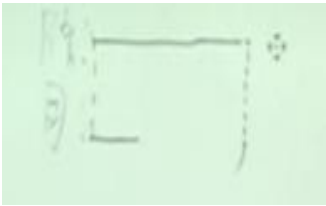
征是教师规定的方式，学生借助表征理解数学知识是被动的过程，是否和学生的认知规律匹配还有待斟酌。

2. 专家教师：多样的主动

新手教师已经能在教学中注意表征的使用，但是专家教师的表征使用更加具有策略。在专家教师的课堂中，多样的表征会出现，有些是在教师引导下对已有表征的优化，有些是通过课堂讨论和激发，学生自我产生对数学知识外化表征的表达。和新手教师相比，专家教师更善于让表征从学生的已有知识经验中萌发，就像在有了根基的树苗上开出新的花朵一样。

新手教师在教学时能够从教材中发现和分解出数学的核心知识，并在教学中加以渗透，但是专家教师不但能够发现这些，还注重数学知识的生活化。例如（见表格 26）专家教师 C 第 2 课中，当学生已经掌握了“求比一个数多（少）几”的问题结构之后，教师并没有仅仅落脚于通过呈现变式练习巩固知识，而是将问题结构去情境化，让学生举例：“还有哪些问题可以用这幅图表示？”一个问题经过了去情境化就转变为多个问题，学生所举的例子就证明了学生对问题结构的理解程度。

表格 26 多样的表征

变式练习	学生举例
<p>陈老师最喜欢的数是45，</p>  <p>这个同学的学号是多少？</p>	

新手教师的课堂表征与专家教师相比就显得缺乏生命力，新手教师的专业发展在于要让课堂具有“根”的意识，而学生的知识经验就是根基，只有基于根基的设计才能够激发具有个性的知识果实的生长。

5.2.2 表征结构

1. 新手教师：无序

这里所说的表征结构主要指表征在课堂教学中的编列设计。新手教师在备课时，没有考虑到表征的“序”，教师的对于序的考虑大多是根据教材呈现的顺序设计教学的顺序。教材的编写逻辑更多是知识的逻辑，而不是学生学习的逻辑，教师的作用是要把教材的知识转化为学生可以接受的知识，实际上这就是学科教学

知识水平的体现。当教材的编排与学生学习的实际情况有冲突时，新手教师并不能很敏锐发现，而通常选择按照教材教学，他们认为这样最“保险”。

2. 专家教师：有序

在对相同内容教学的新手教师与专家教师教学分析中发现，新手教师只关注高阶模型的出现，而忽略学生对低阶模型的理解，忽略中阶模型对高阶模型形成的助力作用。而专家教师关注教学中学生不同水平模型之间的互逆转换，而新手教师则呈现出的是模型的单向教学，忽略模型的回溯。

表格 27 表征设计样例（教师 C 第 2 课）

练习	去情境化的练习
	

专家教师对表征处理的有序体现在表征的进阶。可是，专家教师的教学并没有止步于教材的表征设计，而是呈现了问题的变式（见表格 27），“陈老师最喜欢的数是 45，比一个同学的学号多 10，这个同学的学号是多少？”，问题中的第二个条件发生了变化，是“已知数比未知数多几”的问题，这与本节课的问题核心结构“比已知数多（少）几”不同，并且这也是学生学习的一个难点。可是，当出现这个变式的问题之后，专家教师并没有让学生用常规的列算式的方法解决，而是请学生画图表示出这个问题，学生就用了刚刚学习的彩条图（线段图）表达了自己的理解（见表格 27），从图中显而易见学生对这个问题已经充分理解，并且理解是建立在对此刻的核心问题结构之上，再次证明了专家教师此设计的教学有效性。

课堂教学设计中的表征结构应从形式和内容两个方面考虑，在内容上要呈现多样化的特征，在形式上要有渐变的序列。从学习角度看，多样化的表征能够最大程度满足全体学生的需求，既能关注到数学能力较弱的学生，也能让能力较强的学生有所发展。从知识角度看，表征的多样能够促进学生对数学概念的理解，并能够让知识迁移更有效。形式上的渐变，既有从具体到抽象的过程，也要有从抽象回到具体的过程，这是一个循环往复的过程，即是数学化与生活化的过程。让学生在数学与生活之间来回自由穿梭是数学教学水平的最高境界。

5.3 课堂深度问题

5.3.1 问题的编列

1. 新手教师：T—S1，T—S2，T—S3……

在第一次的教学中，课堂提问和学生的回答基本呈现一问一答的状态。“千克与克”的练习课是孙老师在第一个时间点被记录下的教学课题。孙老师布置了课前让孩子们调查一些物品重量的作业，课堂上请学生们进行汇报（见下面的片段）。

【“千克与克”教学片段1】

师：昨天，大家进行了一些调查。下面，我想请同学汇报一下他们的调查结果。

生：我的体重 35 千克，洗衣粉 1 千克，乒乓球 3 克，盐 400 克，方便面 100 克。

师：那为什么有的物品用千克做单位，有的物品用克作单位呢？

生：称比较重的物体，用千克做单位，称比较轻的物品，一般用克做单位。

师：有没有谁调查得和他不太一样的？（教师是想找洗衣粉用克作单位的同学）

生：我的体重 31 千克或 31000 克，洗衣粉 700 克，乒乓球 3 克，盐 250 克，方便面 100 克。

师：符合实际情况吗？

生：符合。

师：他这里的洗衣粉为什么用克做单位？

生：因为洗衣粉有大袋和小袋。

师：对，所以我们对于具体情况要具体对待。

师：他这里的体重 31 千克或 31000 克，为什么有两个体重？

生：其实是一样的，因为 31 千克=31000 克。

2. 专家教师：T—S1，S2，S3……

专家教师在课堂的关键教学环节常常会使用一问多答的方式。一个能够调动全班思考的深度问题，具有一定的开放性，学生需要用自己的语言描述想法，而

不是简单的只需要一个知识点就可以解决的问题，是基于数学概念的应用与拓展。学生会给出各种不同的答案，不同的学生也许想法类似，但也可以用不同的语言加以表达。教师在一问多答的过程中真正扮演的是引领和调控的角色，但不是主角。教师就像一个主持人，抛出了一个话题，观众竞相发表自己的看法，但又不能跑题，因为主持人随时都会把话题拉回到主题上。

“一问一答”与“一问多答”，从效率上看后者效率更高，在课堂教学有限的40分钟内，显然后者学生说话的机会更多；从效果上看后者也更好，一问多答可以从更广的层面了解学生的学情，而前者的目标是单一的，很难了解到更多学生对一个问题的理解程度；从效益上看后者也更高，教学是一个系统，每一节课可以看成是一个整体，但是教学更应该站在一个单元、一个学期、一个学年甚至一个学段来思考每一节课的目标设定，这样才能让教学是成为一个螺旋上升的过程。

5.3.2 问题的设计

1. 新手教师：明显与单一

新手教师的课堂教学中也会有一部分深度问题的出现，但是深度问题的设计看上去“不深”，主要表现在两个方面：第一，问题的指向明显，第二，问题的答案单一。孙老师执教的“解决问题的策略”一课中的教学片段教学中就明显表现出两个方面的特点。这节课需要学生学会从问题出发的分析法来分析问题，为了让学生理解“从问题出发”这个知识点，教师设计了三个片段的的教学（见下面的片段1-3）。

【“解决问题的策略”教学片段1】

PPT 出示题目。

Q1:我们把问题再小声地读一读，对于这个问题，你有什么不懂的地方吗？

Q2:“最多剩下多少元”是什么意思？

S:嗯，四人小组交流一下。

Q3:现在都理解了吗？

S:理解了。

Q4:看来交流真是个好办法。谁来解释一下？

S:……

Q5:那你们觉得去买哪些东西，用去的钱就最多？

S:……

Q6:通过刚才的交流,你知道什么叫“最多剩下多少元”了吗?

S:.....

【“解决问题的策略”教学片段 2】

Q7:那么怎样求剩下的钱?根据你的经验,要求剩下的钱,知道哪两个条件就可以了?

S:.....

Q8:如果你刚才的想法用数量关系式表示出来,你会吗?谁来说一说。

S:一共的钱-用去的钱=剩下的钱

Q9:我们一起来读一读这个数量关系式。一共的钱指什么?

S:带来的 300 元。

Q10:用去的钱呢?

S:.....

Q11:在这个关系式里,什么已经知道了?什么还不知道?

S:知道了带来的钱,用去的钱不知道。

Q12:所以,要先算什么?

S:先算用去的钱

Q13:你能把我们刚刚分析的过程完成地说一说吗?

S:这道题知道了带来的钱,用去的钱不知道,所以要先算用去的钱。

.....

T:谁来汇报你的算式

S: $130+85=215$ (元) $300-215=85$ (元) 答:.....

【“解决问题的策略”教学片段 3】

Q14:求用去多少元时,你为什么选 130 元和 85 元这两个条件?

S:因为求最多剩下多少钱,就要找最少花了多少钱。

Q15:也就是说你是从问题出发来思考的是不是?

S:是

T:这就是今天我们要学习的解决问题的策略——从问题出发。

Q16: 我们再来回顾一下我们刚刚解决问题的过程, 你是怎样从众多条件中找到我们所需要的条件的?

S:我是根据问题, 到条件中去找的。

Q17:那这样的策略你会用了吗?

S: 会。

三个片段中教师一共提出 17 个有效提问, 课后让孙老师自己给自己提出的问题打分, 对每一个问题分别从明显和单一两个维度给出评分判断(见表格 28)。问题的明显程度指教师的表达是否直接指向知识本身, 以及学生能理解问题的程度。孙老师需要对自己提出的问题进行判断, 从不明显到非常明显分为五个级别。从孙老师的自我判断结果中可以看到, 孙老师认为自己的问题设计是明确指向知识的, 即学生能够理解教师提问的意思。同时, 指导教师也完成了对这 17 个问题的评分, 从结果可以发现两者对问题明显程度的看法是较为一致的, 只是在明显程度上的判断有些许差异。

表格 28 问题明显程度评分表

问题	不明显	略微明显	一般	比较明显	非常明显
	1	1	4	1	10
	1	0	5	3	8

有趣的是, 在进行完评分与交流之后, 孙老师突然有了自己的感悟:

“我感觉我好像问题问得太碎了, 把一个例题拆得非常零散, 有些问题可以整合一下, 不必要问得那么细。”

其实, 这正是需要教师从课例研究中所获得的最为珍贵的内容。教师在每天的日常工作中通过自己的实践, 或者通过课堂教学的案例素材, 可以获得更加有意义的学习。^①

在这三个片段中, 问题设计的单一性也是明显的特点, 新手教师常常担心学生回答超出自己的预设, 结果就会把问题目的设定得较为单一, 认为这样学生就不会出现自己难以处理的情况。新手教师特别关注学生的易错点, 常常把知识切得很碎, 再把其中的“骨头”挑出来。其实, 教学的过程就像让学生自己啃骨头,

^① Boeher, J., & Linsky, M. Teaching with cases: Learning to question: New directions for teaching and learni. The Changing Faces of College Teaching, 1990,42: 41-57.

乐趣不在于吃肉，而在于啃骨头的过程，那才是获得经验的重要环节。在和孙老师交流的过程中就提到教学中某一环节的设计意图，她似乎不明白为什么把学生错误的地方拿出来在课堂中呈现，并和学生讲解清楚，她认为如果不讲清楚，学生的作业就会在这些容易出错的地方发生问题。

2. 专家教师：隐蔽与多重

专家教师的课堂问题中深度问题中具有对问题的多重目标的设计，虽然概念性和程序性知识的双重目标问题设计并不是深度问题中的最高比例，但是37%的数据也在一定程度说明了专家教师的教学意识，尤其在比较式问题和总结式问题的目标设定中，双重目标的设定比例较高。这些都反映出专家教师的问题设计具有隐蔽的特点，简单的语言描述蕴藏了多重的目标，问题不是指向某一个零碎的知识点，而是一个知识包。看似与核心知识没有直接的文字关联，但是学生需要将核心知识关联才能得以回答。

深度问题的多与少并不是衡量有效教学的标准，深度问题的难度也并不是越深越有效，问题既能够最大程度激发学生的回应，并且能够帮助学生逼近数学的本质，这样的深度是最为适恰的。事物都具有形式的方面，形式指事物内在要素的结构或表现方式，内容指构成事物的一切内在要素的总和。课堂教学中的问题从形式和内容两个维度都具有研究价值。从内容上看，深度的问题的多重意义能激发学生对数学概念本质的思考；从形式上看，深度问题的隐蔽性给予了学生更大的思考空间。

5.3.3 问题的理答

理答是教师对课堂教学中学生回答问题后的反应和处理，是课堂问答或师生对话中的重要内容。理答的质量影响了后继的问答效果，一个好的理答可以激发学生更深的思考，可以给予学生更大的思维空间，可以给学生一个振奋人心的鼓励，这是对学生的影响。对于教师来说，理答可以帮助教师把握课堂教学的方向，表达教师教学理念和态度，展现教师的教学水平和专业素养。

1. 新手教师：你说你的

新手教师在课堂教学中与学生的问答基本是一问一答的方式，学生说学生想说的，教师说教师想说的，课堂就像两条平行线，教师与学生之间没有交集。教师和学生你说你的，我说我的，缺乏信息沟通的媒介。

你说你的，在课堂教学中有两种不同层面的现象。第一种是细节处理，从孙老师执教的“解决问题的策略”一课中，特别明显的一个现象，当学生的回答和教师的预设不完全匹配时，教师会采取置之不理的态度，转而回到自己的教学路径中。比如【教学片段3】种有一段对话：

Q14:求用去多少元时，你为什么选 130 元和 85 元这两个条件？

S:因为求最多剩下多少钱，就要找最少花了多少钱。

Q15:也就是说你是从问题出发来思考的是不是？

S:是。

孙教师提问“你为什么选 130 元和 85 元这两个条件”，老师是希望学生回答“从问题出发思考”，但是学生回答却是“因为求最多剩下多少钱，要找最少花了多少钱”，学生的回答并没有错，确实回答了为什么选 130 和 85 这两个条件，但是和教师的期望“不一致”。这个“不一致”是孙老师认为的不一致，没有说出和教师预设同样的答案。可是，孙老师不满意，处理的方式是，将自己预设的回答用一般疑问句的方式由教师自己表达出来，学生以“是”作了回答。

2. 专家教师：我说你的

专家教师的课堂中提出的深度问题，对学生来说也会有一定难度，可是专家教师就善于找到和学生产生交集的方法，让学生说自己想说的，教师也说学生想说的，并且说的都是重要的，与数学理解息息相关。专家教师在提出深度问题时，擅长使用可视化支持，帮助学生理解问题本身，同时借助一系列追加问题帮助学生把握讨论的方向，同时还会在讨论中使用姿势或手势在关键时刻加以协助，使用信息技术手段实现可视化支持。

5.4 课堂信息技术

5.4.1 新手教师：使用到应用

新手教师使用技术具有单一化思维，一旦决定使用某种技术就会在教学过程中贯穿使用。孙老师在第一和第二节中全程使用了 PPT，并包揽了包括板书和实物投影的功能。

新手教师表现出技术使用的不適切。当教学过程中某个环节与某种技术具有高度匹配性的时候，新手教师没有适时采用。第一节课中，教师让学生汇报课前做的调查，了解一些物品的重量。课堂上学生进行汇报时，老师采取的方式是让学生直接口头表达，“读一读课前调查的结果”，显然此环节最好的方式是让学生拿着自己的作业，放在实物展台下与全班介绍分享。实物展台在此时可以提供全班共读的教学场景，不仅让介绍的学生言之有物，其他聆听的学生也有视觉的帮助，有助于学生之间对问题理解的沟通，提高沟通的效率。教学本质就是师生和生生之间的对话，技术的功能之一就是促进对话的有效和高效。

5.4.2 专家教师：应用到整合

专家教师使用技术是具有选择性和多样性的。专家教师趋向于使用简单的技术实现较高的课堂教学效果，专家教师的优势在于把握两者之间的平衡。在技术的类型上尽量会选择操作使用更为简捷的，但是在技术类型和教学效果两者发生冲突时，教学效果是作为首要因素考虑的，技术的可行性当然也很重要。在访谈专家教师关于技术的使用问题中可以看出，专家教师对待技术的态度是积极的，并不是将其作为一种额外的附属品加入教学设计，技术本身已经称为专家教师教学设计中不可或缺的元素。

专家教师与新手教师对待技术的态度是不同的。打一个比方，就像一个人穿衣打扮，衣饰虽然是一个外在的多样性要素，但是搭配高手会让你觉得整体很好看，而并不凸显某个局部的细节。新手虽然使用了某些潮流元素，尽管有时很吸睛，但是让人的关注焦点只是局部，而不是整体效果，甚至不会有赏心悦目的感觉。

5.5 新手教师专业成长的进阶

5.5.1 新手教师专业成长的三阶段

新手教师的专业成长初期需要经历三个阶段，个人经验主导阶段，教材解读整合阶段，分析学生学习阶段。新手教师和专家教师在教学的处理上虽然有很多不同之处，但是两者都比较尊重教材。无论是新手教师还是专家教师，在日常的教学中比较倾向于选择教材提供的情境和设计的练习，一方面的原因是教材本身的编写就具有价值。中国的小学数学教材在世界上都是被广泛赞誉的教材，很多国际的基础教育都会借鉴中国的教材，有些国家和地区直接就使用的翻译过后的国内教材。另一方面，由于教师个人的学科知识、课程知识等教师知识的缺乏，还没有足够的能力独立改编或编写教材。在这样的情况下，能够读懂和正确解读教材就更具有实际意义。教材不但提供了具体的某一课时的内容设计，还提供了知识呈现的逻辑。小学数学教材的编写是采用的螺旋上升的方式，随着孩子年龄和阅历、知识的增加，教材在不断增加新的知识，或在原有的知识上增加难度。教材的逻辑也提供了教师教学设计的逻辑，既包含了课时和单元的设计逻辑，也包含了整册以及学段的知识体系逻辑。教师对教材的尊重不代表照搬，不代表课堂教学就是将教材讲一遍。

1. 个人经验主导阶段

新手教师的教学设计的逻辑发展基本遵循了个人经验主导，到教材分析整合，再到基于学生分析的路径。新手教师的刚刚踏入教学讲台，对教学的理解主

要自于个人经验,包括主要是师范院校学习的经验。孙老师将个人的理解融入对数学知识的理解,在课后与教师的访谈中了解到,当问到“你为什么会想到这样上课时?”,得到的回答是“我在某地听过有老师这么上?”,“我觉得这里应该怎样?”,从回答中可以看到孙老师在教学时的依据基本是基于个人经验思考的。这些经验中大部分来源于师范教育阶段书本知识的学习,新手教师在面对真实的教育情景时,需要将文本的知识转化为实际的教学能力,经验就起到了关键作用。

处于第一阶段的新手教师在结构的处理上较为格式化,十分尊重教材的编写结构,新手教师也会把师范阶段所学习的教育教学理论的内容应用到实际教学的结构中。在表征的使用上因为对学生的了解还不够具有丰富的经验,一般以教材的表征代替学生的实际表征,虽然有时候教材和学生的表征并不处于一致的水平,教材成为了新手教师备课最为重要的参考资料,甚至是唯一的资源,并且常常在40分钟的课堂中看的是教材的顺序再现。对课堂教学中问题的设计表现出明显单一的特点,问题的表达很直接但不够准确。师范学习阶段的学习对于这个阶段的教师影响最为明显。

2.教材解读整合阶段

新手教师经过一段时间的教学历练,考试逐渐意识到教材的适切性,会意识到自己对教材理解的正确性。第二次教学的逻辑来源于教材。孙老师根据教材的编排将题目进行整合调整,看来孙老师已经开始对教材进行了思考,自主的教学意识开始萌芽,这是教师专业成长的良好标志。在对教材的改变中最为明显的是对教材表征的改变,处于这个阶段的心思教师具有明显的改变教材表征的意识和想法,并付诸于教学实践。

虽然师范教育学习对新手教师的影响特别大,但是到了第二阶段之后,这种影响会逐渐转而被所工作学校的教研环境所替代,所以处于此阶段的新手教师需要一个非常良好的教研氛围,会加速其专业发展的进程。

3.分析学生学习阶段

第三次教学的逻辑来源于对学生的分析。孙老师已经意识到学生的已有知识经验对于教学的重要性,在教学设计有了初步的思路之后选择了对学生进行调查,了解学生对知识的掌握情况,将调查的结果作为课堂教学的起点。从关注教材的编排到关注学生的知识经验,这是新手教师专业发展的一个质的飞跃。这不仅预示着教师教学专长的提升,更重要的是教师教学理念的变化,真正意识到教学的最终目标是促进人的成长,一切的设计都是为了学生服务,如果脱离了学生的实际,那么教育就失去了生命力。新手教师在这个阶段开始关注到教学设计中问题的适切性,考虑问题是否能被学生所理解,是否能够激发学生的深度数学思考,是否给予学生思考足够的空间等等。

5.5.2 新手教师专业发展路径模型

新手教师在朝着专家教师的发展过程中,会经历几个不同的阶段,但在这几个阶段中要完成几个质的飞跃就可以促进向专家教师发展的步伐。正如马立平教师对数学教师数学理解的三个层次的描述一样,专家教师的教学结构设计更具深度、广度和贯通度。^①新手教师在成长为高级新手教师,再成长为胜任型教师的过程中,其教学关键要素结构、表征、问题和技术的发展也应从深度到广度再到贯通度的不断进阶。这样才能为发展成为专家教师奠定扎实的基础,为专业成长的进阶提供更大的可能。

新手教师在与专家教师的教学相比,分别具有明显的特点(见表格 29)。在结构方面,新手教师在课堂中环节之间的断层非常明显,每两个环节之间的衔接基本是有明确的表示转换环节的过渡语,而专家教师的教学中环节之间的过渡非常自然,呈现叠套式的状态,两个环节之间常常会有内容的勾连,不容易听出之间的断层。和新手教师相比,专家教师的教学更加流畅,自然学生的思维也会更加流畅,不会出现断点的现象,有助于学生构建知识之间的关联。表征方面,新手教师往往在一节课中采用的表征类型较为单一,虽然偶尔也会使用多重表征,但是表征之间的序的安排并没有依据学生学习的序,而专家教师的表征设计通常较为多样化,并且能够根据学生的学习发展情况呈现不同的表征类型,促进学生对数学的概念的理解和深化。同样,在表征方面专家教师也表现出流畅性。问题要素方面,新手教师在课堂中常常以一对一的方式展开教学对话,教师提出的问题直白,指向数学概念的深度尚显缺乏,在教师与学生的对话中也表现出师生的平行状态,不能和学生很好的形成交集,而专家教师的课堂提问设计则以一对多为主,面向全体学生,问题表达的方式具有隐蔽性,能够激发出学生内在的对数学的理解,重视师生的真实对话。所以,专家教师的课堂的教学对话同样体现出交融与流畅。在技术方面,新手教师表现出对技术的应用依赖,以用技术而用,而专家教师则将技术作为课堂教学的要素之一,融入了整个设计中,与课堂其他要素有机整合,仍然体现出教学的流畅性。

表格 29 新手教师与专家教师的教学特点

	新手教师	专家教师
结构	分段	叠套
表征	单一无序	多样有序
问题	一对一,直白,独白	一对多,隐蔽,对话
技术	转向应用	转向整合

^① Ma, L. Knowing and teaching elementary mathematics: Understanding of fundamental mathematics in China and the United States. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates,1999.

构建新手教师的专业发展路径的模型（见图15），需要考虑教师发展的时间维度、KMT维度和能力维度。教师的专业成长中时间是一个重要的影响因素，从新手教师成长为高级新手教师的过程时间是最重要的因素，甚至有研究表明不需要其他干预只依靠时间就可以完成这个阶段的进阶。新手教师向专家教师的专业成长过程中，能力也影响了教师的专业成长过程，对于数学教师，数学理解的能力特别重要。教学首先要追求深度，教师对数学知识的理解程度是一节数学的灵魂，只有对数学本质的理解到位才有可能有出彩的设计，新手教师开始在教学中追问“为什么有意义”，这就是迈向数学理解的第一步。^①其次是广度，在对核心知识的深度理解之下，才具有对教学设计在宽度上进行拓展的意义。最难的是流畅度，让一节的课各个环节之间如行云流水一般流畅，是新手教师专业成长的一个高级目标，也可以理解为是一种教学的艺术。新手教师向专家教师的发展过程中需要经历深度、广度和流畅度三个阶段。KMT要素是教师专业发展的教学关键要素，也是最具有干预可能性的维度，通过KMT框架的教师专业发展培养可以促进数学教师的专业发展，对教师专业发展的进程具有加速的作用。尤其对于新手教师发展阶段，时间维度不可改变，能力维度受到环境等多方面的不完全可控因素的影响，但是KMT维度是完全具有实现可能性的维度。设计基于KMT框架的教师专业发展规划，对于促进数学新手教师的专业发展具有重要价值。

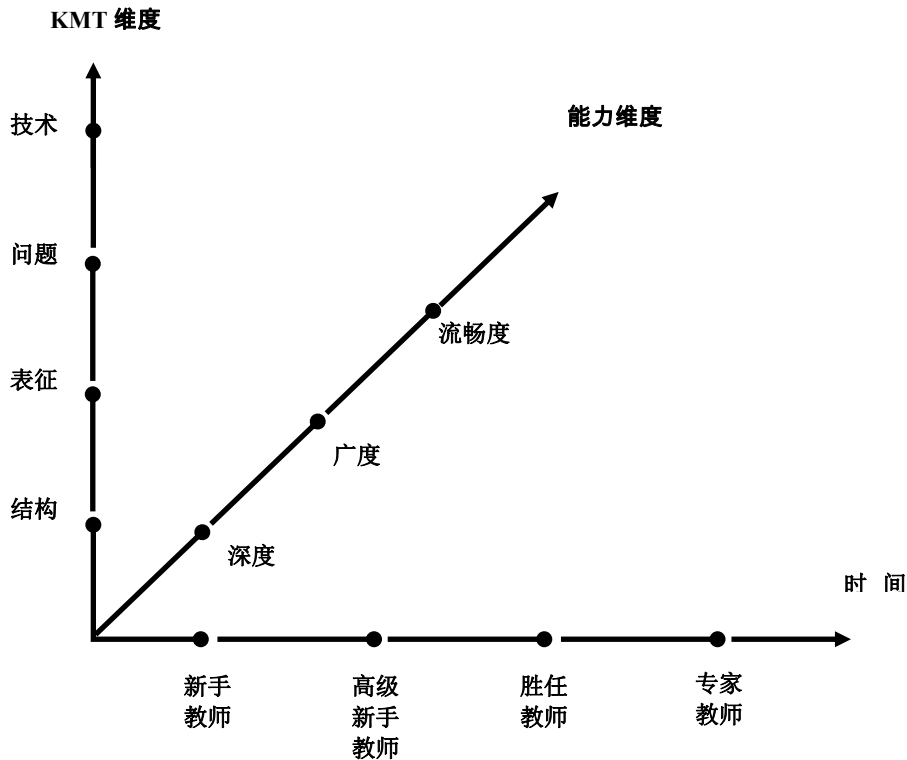


图15 新手教师专业发展路径模型

^①马立平.小学数学的掌握和教学[M].上海:华东师范大学出版社,2011:105-111.

第6章 职前教师专业发展的加速进阶

职前教师是教师专业发展的起点，也是关键时期，好的开始是成功的一半。现阶段职前教师一般都来自师范院校毕业阶段的师范生，也就是本研究关注的职前教师的范围。师范生在师范院校的专业学习中已经具备了较为丰富的教育教学理论知识和理性认识，但缺乏实践的感性认识，这既是硬伤也是职前教师的专业发展必经历程。

6.1 职前教师教学专长培养的现状与困境

师范生培养是教师专业发展的重要阶段。近年来，对教师专业化发展的研究已经聚焦在教师教学专长的问题上。教师教育培养的是人民教师，虽然是一种职业，但它与一般意义上的职业教育又有所差别，因为它传承与肩负着国家对未来公民教育的规划与期许。这样的地位与责任让教师这个职业具有更高的专业化标准，教师教育就承载着教师专业化的使命。对教师专业化发展的研究从20世纪60年代就已经开始，国际劳工组织与联合国教科文组织正式将教师职业纳入专业化职业。随后的几十年，世界各国开始教师专业化的标准和相关法规的制定，教师教育的机构也相继建立。我国在20世纪80年代末期开始了大规模的研究，国家层面在教师资格认证和师资培养也付出了大量的投入。这一切的努力都是为了培养具有专业化水准的教师，教师教学专长的提升，也是师范生教育的重点与难点。

师范生，是处于新手水平阶段教师，这个阶段教师一般都处于学习陈述性知识，熟悉教材、教学场景，对教学经验开始不断积累的过程。我国师范教育课程中，有一项重要的内容称之为：教育实习或教育见习，现在也称为教育实践，这是一项具有实践意义的课程，师范生的教学专长特征在教育实践中被充分的体现，同时也暴露了培养的困境。在教育实践课程中，师范生进入了真正的课堂，感受和经历着真实的课堂教学，同时也表现出处于新手水平的教师在教学中的劣势，最明显的方面就是其教学专长。作为准教师的师范生，和教师同样具备教育实践中的三个亚身份：教育专家、教学专家和学科专家。每一个亚身份对处于不同阶段的教师对应着不同的实践需求，处于新手水平阶段的师范生虽然是起步阶段，但是对其教学专家的主要身份需求最高。职前教师在教学实践中表现出对教材理解的本位主义和教学设计的功利主义倾向。

6.1.1 教材理解的本位主义

师范生由于教学经历的客观原因导致其很难在短时间内系统的掌握教材,对教材的不熟悉就会引发对教材的理解产生偏颇,而师范生通常缺乏迅速学习教材的能力,所以出现了所谓的“想当然”现象,将自己的理解加入到教学中,对教材理解的本位主义导致教学缺乏系统性。师范生对教材的本位主义理解通常表现在三个方面。首先,知识的前后关联不清。在对师范生的一次试讲测试中发现,如果只提供一个课时的教材内容,在没有其它参考资料和途径的情况下,师范生对教材的理解会出现前后关联不清的现象,具体表现为已知和未知概念的混乱、方法的错位等。教学中师范生会将学生还没有学到的概念作为方法直接让学生使用,或者对已经学过的概念浓墨重笔进行教学,知识的体系呈现混乱的状态。教材中所列举的学习方法与教师教学的方法之间产生了分歧,例如教材中提到了在计算后的“检查”,教材的本意是通过新学习的概念帮助检查计算的正确,而教师却理解为用互逆的规则进行检验,虽然不是科学性错误,但是对教材的理解和教材的本意产生了错位。其次,教学的重难点把握失衡。课时教学都会有每一课相应的教学重点和教学难点,重点是一节课中最重要的知识,是贯穿整节课的教学环节的,难点则是在某一个环节需要着重处理的细节。学生在认识一个概念时,既要知道这个概念是什么,同时也要弄清概念产生的原因,也就是概念的意义和价值层面的渗透。师范生在解读教材时,就会出现对重点把握不够全面的现象,只关注到是什么的层面,而不能上升到为什么的境界。对难点的把握更是暴露了师范生理解教材的本位主义倾向,教材中所孕伏的难点通常较为隐蔽,对于刚刚踏入教学岗位的师范生来说更是难以发现,难点的忽略和误读也就成为了教学中的常态。第三,学生的预设不到位。对教材的理解还包含了对学生的解读,在理解教材的同时需要结合学生的学习情况加以个性化解读,教材的难点对于不同的学生会呈现的不同水平的难度,不同的学生会在学习中表现出不同的难点。这些都要求教师能将教材转化为适合的内容,以适合的方式教给学生。

6.1.2 教学设计的功利主义

师范生在教学设计中常常会出现功利主义倾向,为了达到教师所期望的教学目标而进行教学设计。从教学设计的角度看,教师的价值观本没有偏颇,关键在于,在设计的过程中为了不断满足教师所规定的教学路径而采用一些看似有用的方法或策略,并且在方法和策略的选择上没有从学生学习角度考虑,常常忽略学习的难点,跳过学习的障碍,绕道而行取其所谓的捷径。一位师范生在教育实践中教学“三角形的三边关系”一课,需要学生理解“三角形的任意两边之和大于第三边”的规则。对于10岁左右的儿童而言,思维仍然处于具体表征为主的

阶段,用抽象的语言概括三角形三边关系规则是非常困难的,不仅难在语言的表达上,更难在对数学规则的理解。教师在教学中希望学生在教学初始阶段就能够说出这条规则,以便于后面教学设计的开展,所以在课的开始设计了一个问题情境,引用了“两点之间线段最短”的经典教学情境,目的就是为了让学生能说出“三角形的两边相加的和比另一条边的要长”。显然,问题情境的数学本质与这节课的教学目标不是一个概念。课后与教师访谈中了解到,这样的设计是为了引导学生说出“三角形的任意两边之和大于第三边”这句话,且不论这句话产生所蕴含的数学概念是否与本节课的数学理解有关。

教师教的路径和学生学的路径理论上应该是一致的,教学设计应是基于学生的学习路径而思考。但是,在实际教学中难免会出现偏离的现象,学生学习的差异化导致在课堂中常常会出现超出教师预设的现象,这里的超出包含了两种情况:一是学生达不到教师设定的教学起点,二是教学起点设定过低。当教师设定的教学起点和学生的认知不能够完全匹配时,就会产生需要教师调整教学设计的状况。师范生在进行备课时,常常会因为避免出现这样的状况,试图通过教学设计跳脱和绕道,以降低实际教学的难度,但同时带来的问题就是课堂的“假学习”,学生看似已经知道但其实并非真正理解。

6.2 “怎样教学表?”

在新手教师的专业成长中,学校的教研,师带徒的传统扮演着十分重要的作用。为了提高新手教师的教学水平,作为师傅的专家教师们总是反复地问着同样的问题,指出相同的步骤,“你想达到什么目的?”、“这个设计有什么意图?”、“你为什么要问这个问题?”等等,在师傅看来,这些问题可以促进新手教师们对教学的进一步思考,可以促进他们的专业成长。于是,如果有一张表,将这些问题挑选、归类,这样对于新手教师的独立思考应该是有帮助的,“怎样教学表?”

(见表格 30)就是基于这样思考的产物。“怎样教学表?”的设计需要考虑两个方面的问题,一个是普遍性,另一个是有效性。普遍性是“怎样教学表?”中设计的问题需要考虑的一个重要特征,表中的问题要能够具有普遍适用性,在新手教师的教学中能够被普遍使用,并能取得良好效果。第二,是问题设计的有效性,基于专家教师教学的策略探索,依据 KMT 框架中的四个要素分别提出了在读懂教材、制定计划、实施设计、反思检验四个步骤中需要考虑的问题。“怎样教学表?”中的问题是按照教师教学设计中可能出现的思路顺序呈现,将教师教学的过程看成一个问题解决的过程,从读懂教材开始,然后是制定计划和实施设计,最后是反思检验。

首先，教师教学需要先读懂教材。只有读懂了教材才能够更加准确把握课程内容，设计基于标准的教学。教师需要读懂教材的结构，了解教材的教学规划安排；需要读懂教材的表征，了解教材的设计中是如何定位学生学习的起点表征和终点表征的；需要读懂教材的问题，理解教材中设计的核心问题指向数学知识；需要读懂教材的技术需求，了解教材中是否有需要信息技术支持的知识呈现。

其次，制定教学计划。教学中预设与生成是相辅相成的，充分的预设才会有更加精彩的生成。制定教学计划要考虑整节课的时间安排，例题和教学的时间分配比例，因为这是一个有限时间内的教学设计，所以时间的规划十分重要。教学计划要考虑表征的选择，教材中的表征是否采用，还是另外设计，为什么选或不选，都是需要考虑的问题。不管是选用教材表征或是另外设计，都需要明确教学表征指向的数学知识。如果表征的类型不能够满足教学的需求，需要增加表征类型，那么增加的依据是什么。但是，无论是否增加，学生最终达到的表征水平必须明确。接下来要考虑问题的设计，主要考虑的是深度问题，深度问题的设计与表征是紧密相关的，深度问题的设计需要先考虑推进核心表征的理解，并如何帮助学生总结和提升对数学知识的认识，在起点和终点之间设计什么样的追加问题推进学习进程的。最后要考虑的就是技术的设计，教学中需要介入哪些技术协助展现表征或促进表征的理解，深度问题的推进是否需要技术的协助。

第三，实施设计。将制定的计划在课堂教学中实施。虽然作了充分的预设，但并不能说明课堂中的生成就完全尽在教师的掌控，也不能说明尽在掌控的设计就是最佳的设计，因为教学中出现没有预设的情况是正常现象。如果在教学过程中出现了没有预设到的表征类型，需要如何处理，尽管可能考虑不到所有，也要尽可能顾及可能发生的情况。虽然过程无法完全预估，但是终点可以加以把握，学生达到什么水平的表征可以判断为教学目标的达成，这是完全有可能做到的预设。由于学生的个体差异性，计划中设计的深度问题可以面向全体，但是在深度问题推进的过程中，追加问题的进程未必能够完全按照计划实施，所以需要考虑，如果学生不能按照预设的进程推进，那么备选的方案是什么，也就是问题是什么。技术的设计是为了尽量帮助学生展开数学理解，但是技术的限定使其难以灵活调整，尤其是一些规定性较强的技术类型，在实施过程中也需要考虑教学进程与技术实施进程之间的匹配性。

最后，反思检验。是教师教学过程中不可或缺的部分，尤其是在教师的自我实践中，反思的过程可以帮助教师实现专业发展的进阶。

表格 30 怎样教学表?

编号	问题
	<p>读懂教材</p> <p>教材中的例题预计需要多长时间进行教学? (S1)</p> <p>教材的练习部分有几个层次? (S2)</p> <p>教材中使用了哪些形式的表征? (R1)</p> <p>起点表征、终点表征和最重要的表征分别是哪个? (R2)</p> <p>教材中提出的问题有哪些? (Q1)</p> <p>哪些问题是核心问题? (Q2)</p> <p>教材中是否有需要信息技术支持呈现的设计? (T1)</p>
	<p>制定计划</p> <p>你准备花多长时间完成例题教学? (S3)</p> <p>你是否采用教材的表征作为教学表征? 如果改动, 为什么改? (R3)</p> <p>你使用的表征是指向哪个数学概念或知识? (R4)</p> <p>你是否打算增加表征类型? 为什么增加? (R5)</p> <p>你认为学生这节课最终要达到什么样的表征水平? (R6)</p> <p>你所设计的核心表征是通过哪个深度问题开始推进学生学习的? (Q3)</p> <p>核心表征是通过哪些追加问题逐步提升的? (Q4)</p> <p>你所设计的核心表征是通过哪个问题结束学生学习过程? (Q5)</p> <p>你准备应用哪些技术协助展现表征或促进表征理解? (T2)</p> <p>你所设计的深度问题是否需要技术支持? (T3)</p>
S (Structure) R(Representation) Q (Question) T(Technology)	<p>实施设计</p> <p>在教学过程中如果学生出现了你没有预设到的表征, 你打算如何处理? (R7)</p> <p>你认为课堂上学生达到什么样的表征水平才符合你的预设? (R8)</p> <p>你所设计的问题如果没有推进学生的数学理解, 你是否有备选的问题? (Q5)</p> <p>你所借助的技术如果不能解决课堂中出现的新问题, 你打算怎么办? (T4)</p>
	<p>反思检验</p> <p>如果再让你上一次这节课, 你还会这样上吗?</p> <p>如果以不同的方式上这节课, 你会选择改变什么?</p> <p>你觉得你的设计方法或思路可以推广到哪些课的教学中?</p>

6.3 “怎样教学表?”的自我对话

6.3.1 读懂教材

在对教材不理解的情况下所进行的教学是没有意义的, 不理解教材相当于没有正确的教学目标。这样的事情经常会发生在刚刚走上讲台的教师身上, 在师范

生身上发生这样的状况也是常态。教师理解教材，需要从各个方面考虑教学的主要部分。

1.教材结构

首先，课堂教学是一个在有限时间内完成的任务，所以时间的结构是需要考虑的重要问题。教材中的例题预计需要多长时间进行教学？40分钟的课堂教学需要如何规划结构，例题教学准备安排多长时间。教材的练习部分有几个层次？练习需要从几个层次安排，每个层次的练习需要多长时间。

2.教材表征

其次，需要考虑教材在表征、问题和技术各个方面的界定。教材中使用了哪些形式的表征？将教材中涉及的表征类型提取出来，特别是例题中主要使用的表征类型。起点表征、终点表征和最重要的表征分别是哪个？起点和终点的表征类型分别是什么，这个需要明确。教材的起点表征通常是在例题的开始呈现，终点表征有时在例题中呈现，有时在练习中呈现，需要区分开。

3.教材问题

教材中提出的问题有哪些？一般在教材的例题教学部分都会有问题的出现，问题有时在例题的题目中，有时在解决问题的过程中，有时练习部分也会呈现相应的问题。哪些问题是核心问题？教材的这些问题中，最核心的问题是什么，一般最核心的问题会出现在教材例题的重要环节。

4.技术需求

教材中是否有需要信息技术呈现的设计？教材中一般不会有明显技术类型的提示，但是有些教材设计的内容是需要技术支持才能得以呈现的，这一点也可以通过教材看出。

6.3.2 制定计划

在读懂教材的基础上，教师应该大体知道一节课应该教什么，为了达到教学目标应该做些什么事情，这样就形成一个大体方案。也许教学例题的过程是复杂的，但是要明白教学内容最本质的内涵，一节课最关键的地方是教师有没有准确把握一节课中数学的本质，对本质的把握就是读懂教材的关键。制定计划就是要设计教学环节将教师理解的数学本质转变成为学生能够接受并理解的知识。

1.教学时间

你准备花多长时间完成例题教学？教材的结构安排并不一定适合教学的实际情况，需要根据学生的状况和整体的设计调整时间分配计划。例题的教学时间还需要根据练习设计，这是一个整体的时间计划安排。

2. 教学表征

你是否采用教材的表征作为教学表征？如果改动，为什么改？教材中设计的表征类型未必适合每一个教学班级的学生，但是如果打算改动教材的表征类型，尤其是改动起始表征类型，一定要想清楚为什么改。

你使用的表征是指向哪个数学概念或知识？无论是否改变表征类型，表征的作用一定是指向数学知识的理解，并且是符合教学目标的知识，最好的表征设计是尽量能够帮助学生接触到数学知识的本质。

如果你打算增加表征类型？为什么增加？在学生逐步靠近数学知识本质的过程中，教材表征或修改的表征不能够给予最好支持时，可以通过增加表征类型帮助学生理解，但是增加表征的理由要十分明确。

你认为学生这节课最终要达到什么样的表征水平？表征设计中的起点表征更大程度上是参考教材，终点的表征类型十分重要，表示一节课学生数学理解的程度，从一个方面反映了教学目标的达成度。

3. 深度问题

你所设计的核心表征是通过哪个深度问题开始推进学生学习的？深度问题的设计总是会围绕表征展开的，核心表征发展的过程中，教师需要设计深度问题组帮助学生理解，在一组深度问题组中，至少会有一个主体问题，这个问题的提出标志着对核心表征理解的开始。

核心表征是通过哪些追加问题逐步提升的？当深度问题提出之后，学生会有各种各样的反馈，并不是一个主体问题的提出学生立刻能够达到最终目的，通常需要有师生对话或生生对话的过程。对话过程中，仍需要教师设计一系列的追加问题，帮助学生逐步达到表征理解的最高境界。

你所设计的核心表征是通过哪个问题结束学生学习过程？学生最终达到何种表征高度，支持促进其完成进阶。

4. 技术支持

你准备应该哪些技术协助展现表征或促进表征理解？教材中如果有需要技术支持的表征类型，就要考虑用哪种技术以及如何呈现，如果没有，那么就要考虑设计的表征中是否需要技术支持的类型。

你所设计的深度问题是否需要技术支持？除了表征的处理需要技术的支持外，深度问题组的对话过程中是否也需要技术的辅助。

6.3.3 实施设计

要制定一个教学计划，需要多方面的努力。如对教材的充分理解，构建一个教学计划。要想计划制定得精妙当然还需要一些教学的智慧，相比之下执行教学计划，实施设计就显得容易得多，对于师范生这样的教学新手来说，最重要的是

耐心。师范生在执行教学计划的过程中，因为心中已经有了计划，本能的就会按照这个计划执行，但是危险的是在课堂教学中，学生可能出现的状况未必和计划完全一致，在实际情况与计划发生冲突时，要么不管实际情况如何依然继续执行预定的计划，要么按照实际情况的路径发展，难题是师范生的教学经验并不丰富，处理教学突发事件的能力还较弱，在这种情况下常常会跑偏，不能完成既定的教学目标。所以，师范生的教学应该尽量按照教学计划执行，这样可以最大程度确保教学的有效性。

1. 表征处理

在教学过程中如果学生出现了你没有预设到的表征，你打算如何处理？教学的过程不一定和预设的过程完全一致，在遇到学生出现生成的情况时，如果处理是非常关键的，尤其是学生出现了没有预估到的表征类型，教师需要考虑采取哪一种临场处理方式。

你认为课堂学生达到什么样的表征水平才能符合你的预设？课堂教学中学生会出现难以完全预设的情况，但是教师的心中应该有一个最终的表征，不管学生在学习的过程中出现何种状况，那么最终要达到的高度是确定，当然这个高度也可能在极个别学生身上得到突破。

2. 问题处理

你所设计的问题如果没有推进学生的数学理解，你是否有备选的问题？当教师提出的问题不足以帮助学生达到数学理解的目标，并且教师也没有足够预设到，那么教师需要考虑备选的方案。

3. 技术处理

你所借助的技术如果不能解决课堂中出现的新问题，你打算怎么办？技术在课堂中的应用中并没有达到预设的效果，并且出现了新的问题，教师需要考虑处理的方案。

6.3.4 反思检验

即便是最优秀的设计也有可能出现处理不够完美的地方，教学是无法十全十美的，“教学是遗憾的艺术”。但是如果仅仅上完就了事，那么就遗漏了教学过程中的一个重要而且有益的阶段，正是这个环节促进着教师专业成长的质变。通过教学反思，可以对教学过程重新斟酌，审查每一处细节的处理，以及可能出现的情况，使教师的教学技艺不断精进。师范生或是新手教师，甚至可能是高级新手教师都需要知道，没有一节课是完全、彻底的完美，总会有事情可以继续思考，也会有方法可以改进。

如果再让你上一次这节课，你还会这样上吗？

思考教学中一些细节，主要是处理不够好的细节，或许会有更好的处理方式。

如果以不同的方式上这节课，你会选择改变什么？

不仅要从细节考虑，也可以从整体上考虑换一种思路，整体调整教学设计，是否会达到更好的效果。

你觉得你的设计方法或思路可以推广到哪些课的教学中？

从一节课的教学方法中总结出一些规律，并考虑这种规律是否具有推广性，以形成自己对教学的独特思考。

6.4 干预

研究的过程分五个阶段，一共干预了四次（见图 5-1）。“怎样教学表？”并没有在每一次干预都直接呈现或完成呈现。第一阶段的第一次模拟授课后的访谈中，三名师范生都表现出对“怎样教学表”中一些关键词的不理解，如“表征”。第一次干预中“怎样教学表？”以问答的形式对师范生进行干预。在问答对话的过程中，让师范生理解“怎样教学表？”中涉及的理论概念，目的是要促进在理解教材设计教学中，意识到教育教学理论的作用，产生理论应用于实践的意识，构建理论和实践的桥梁，为进一步有效的教学设计铺垫。第二次干预是在第二次模拟授课前，提供“怎样教学表？”给师范生，以供在备课时使用，模拟授课后结合授课的内容对“怎样教学表？”中的问题进行讨论与交流。第二次干预的目的，是对“怎样教学表？”应用效果的检测，根据第二次模拟授课的结果分析师范生使用“怎样教学表？”对其教学的影响，在模拟授课之后，访谈了解师范生在使用“怎样教学表？”时对其教学的影响。一方面了解师范生对教学的深度思考，另一方面也是对“怎样教学表？”应用的深化。第三次干预是在第三次模拟授课之后，模拟授课时仍然是独立使用“怎样教学表？”进行，但是之后的访谈结合“怎样教学表？”反思教学，目的是对师范生进行自我实践反思的培训。三次干预的目的分别是“怎样教学表？”的学习、“怎样教学表？”的使用以及“怎样教学表？”的应用，三次干预的过程反映的是“怎样教学表？”应用于教师专业成长培训的缩略模式。第四次干预并没有实质性的行为，而是将时间作为干预要素，教师的专业成长是在自我实践反思中不断进阶，给予师范生一定时间对教学进行自我反思，通过第四次的独立文本备课和第五次的实战反映“怎样教学表？”的干预下师范生的专业成长效果。

6.5 “怎样教学表？”的应用策略与效果

当师范生初任教师岗位时，都会遇到教学设计的难题，如何备课是教师专业发展的一个难题，和一位新教师的对话（见下面的对话）中可以看出，新手教师

在教学设计时没有正确的路径，忙乱中就会寻找网络资源作为参考，因为没有想法自然也很难判断网络资源的优劣。

Q: 你一开始上课的时候，备课怎么备的？

A: 网上搜一堆，基本不怎么思考目标的。

Q: 这一堆你怎么处理？

A: 拼凑。

Q: 根据什么标准拼凑呢？

A: 之前就是没有目标，自己看着顺眼地拼凑，就看能不能把书上例题讲的东西教下去，不会去思考什么层次性，也不会去思考提的这个问题有没有用。

即使路径正确，也缺乏相应的方法，有教材也不知从何下手，正如下面这位新手教师的描述，备课手册就是她的宝典，显然教师对教材的理解是有困难的，与其花费时间在看教材上，不如直接看备课手册更加高效。

刚工作，第一次去学校报到，拿到了教材，教参和备课手册。教参上有教学设计的意图和说明，备课手册上是具体清晰的上课流程。我果断拿起备课手册开始抄教案，然后背。因为看教参实在太耗时了，不如备课手册来得直接高效。虽然努力想记住，但是有的时候还是会说了上句忘记下句，因为提问的句数实在是太多了。因此，进课堂数学书忘带没关系，备课手册一定要带着。

因此，“怎样教学表？”的应用还需要提供新手教师一些具体的操作方法，从新手教师实际教学设计的难点着手，举例说明“怎样教学表？”的应用策略。

6.5.1 “怎样教学表？”的学习

1. 关键词的不理解

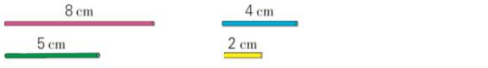
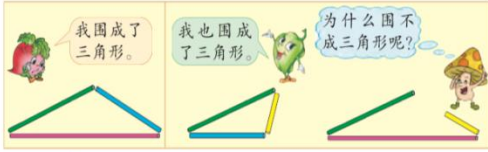
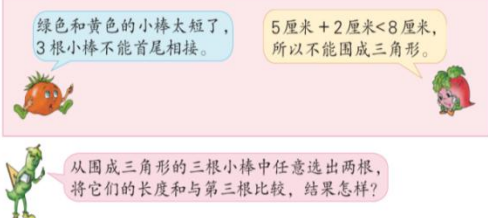
第一次模拟授课的内容是“三角形的三边关系”，对三位师范生在模拟授课后进行了访谈，访谈的内容是结合授课内容回答“怎样教学表？”中的问题。回答中发现，师范生对“怎样教学表？”中提及的一些关键词不理解，比如“表征”，有一位师范生表示在师范课程中听过，但并不是很理解这个词的意思以及在教学中的作用。

2. 教材解读偏差

三位师范生在模拟授课中都对教材进行了处理，并且表现出一个共同的特点，对教材解读的偏差，这里的偏差不是错误理解，而是对重要内容的忽视。教材（见表格 31）中呈现学生学习的难点，但是教师认为这个难点没有作用，教

学中直接忽略了。教材中有一个卡通说了一句话“5厘米+2厘米<8厘米，所以不能围成三角形”，三位师范生在教学中都选择忽略了教材中的这一句，理由是“觉得没有什么用”。这是对教材的一种误读，这句话和另一个卡通所说的“绿色和黄色的小棒太短了，3根小棒不能首尾相接”，被师范生认为是同样的意思，从这一点看理解是正确的。但是这两句话是具有数学学习意义上的差异，前者比后者更数学化，用式子表达不能围成三角形的原因，这是数学语言的表达方式，比后者更抽象。数学课程标准中就有培养学生“理解和表述具体情境中的数量关系”的要求，所以语言的描述和用数学语言描述是两个不同层面的目标。

表格 31“三角形三边关系”教材与教学表征

教学	教材
PT1: 8厘米、4厘米、5厘米、2厘米的小棒; 算式; 钉子板; 方格纸	<p>任意选三根小棒, 能围成一个三角形吗? 先围一围, 再与同学交流。</p> 
PT2: 路线图; 8厘米、4厘米、5厘米、2厘米的小棒; 算式	 <p>我也围成了三角形。 我也围成了三角形。 为什么围不成三角形呢?</p> <p>长8厘米、5厘米和2厘米的三根小棒为什么不能围成三角形?</p>
PT3: 8厘米、4厘米、3厘米的小棒; 算式	 <p>绿色和黄色的小棒太短了, 3根小棒不能首尾相接。 5厘米+2厘米<8厘米, 所以不能围成三角形。</p> <p>从围成三角形的三根小棒中任意选出两根, 将它们的长度和与第三根比较, 结果怎样?</p>

3. 表征使用混乱

三位师范生在第一次模拟授课中都使用了不同的表征进行教学, 虽然并不一定十分清楚表征的内涵。第一位使用了和教材设计相同长度的小棒, 还使用了钉子板和方格纸; 第二位和第一位使用小棒的策略相同, 但是之前增加了路线图的表征; 第三位也使用了小棒, 但是改变了教材中对小棒长度的设计, 只用了三种长度的小棒, 将教材中的5厘米和2厘米的小棒替换为3厘米。三位师范生都使用了小棒作为主体表征, 但是有两位还另外选择了其他类型的表征, 在访谈中了解到:

Q: 在这节课中借助表征来帮助学生来理解这个规则?

PT3: 算式。

PT2: 路线图, 小棒, 算式。

PT1: 钉子板, 方格纸, 画的三角形。

Q: 工具的差别在哪里? 对学生的理解有没有帮助?

PT2: 学生很难想到边的关系, 用这个图会让学生去往这个方面想。

.....

PT1: 通过上面的操作, 你能感受到什么规律?

Q: 好在什么地方?

PT3: 让每个学生都有话可说, 注重感受。

PT1: 操作的过程, (学生) 要想首尾相接, 这两根小棒应该怎么样? 让他们感觉到, 他们的长度能长到在能接上。

第一位师范生想让学生通过不同的活动感受拼三角形的过程, 让学生感受到多长的小棒可以接上, 但教学中仅停留在操作感受的层面, 没有进一步的数学化。第二位师范生选择在小棒出现之前, 用路线图“哪条路最近”, 利用两点之间线段最短的公理来引入三角形三边关系的教学, 这里使用的路线图并不是为了理解三角形三边关系服务, 而仅仅是为了出示课题。

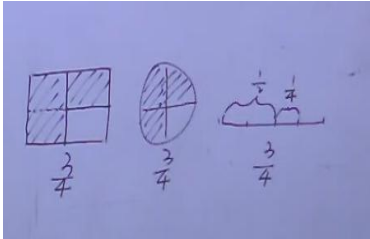
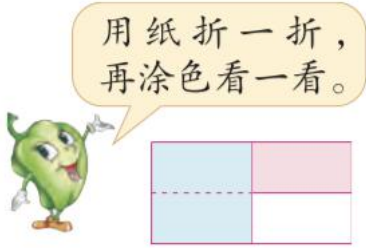
表面上看, 以上表现出的是师范生对关键词“表征”的不理解, 教材解读的偏差, 以及教学表征的使用混乱, 实际上是对数学知识本质的不理解。新手教师表现出的对教材的理解问题正是由于缺乏对数学本质的理解, “怎样教学表?” 就是针对教学新手的问题, 通过关键词的引导抓住教材理解的核心, 帮助教师能够迅速锁定教材分析的目标, 找准突破口, 不盲目解读。

6.5.2 “怎样教学表?” 的使用

第二次干预与第一次不同的是, 这次直接提供给师范生“怎样教学表?”, 在没有任何参考资料的环境下独立完成备课并进行模拟授课。由于第一次的辅导, 这一次授课中师范生明显注意了对教材的解读, 以及能够找到自认为重要的切入点分析教材。第二次授课的内容是“异分母分数的加减法”, 教材中提供了图形的表征类型 (见表 32), 把一个长方形平均分成四份, 涂色表示 $1/2+1/4$ 的和。师范生在教学这节课时, 不仅用了长方形表示异分母分数相加的算理, 还增加了其他

表征方式：用圆和线段图表示。从表征的设计上看，说明师范生已经对教材表征的思考到达了自我卷入的阶段。

表格 32 “异分母分数加减法”的教材与教学表征

教学	教材
	

在课后的教学反思中这位师范生写道：

教材中对于这个 $1/2+1/4$ 这个算式的表征只用了一个长方形和一道算式。……我认为应该放手让学生去自己表征，这个时候就会出现多样化的表征方式，我预设的是有部分学生会用圆，用长方形，用线段等，通过数形结合的方式解决这样一个问题。还有一部分学生会选择代数的方法，直接对分数进行处理。……通过几个表面看上去不同，但是表示的含义都是一样的图形表征，加深了学生对于后面算式要通分的理解。（师范生 PT2）

可见，师范生不仅考虑到了教材的表征设计，还在教学中试图通过设计多样化的表征帮助学生理解通分的含义，通过数形结合的方式加深数学概念的理解。图形表征设计最终目的不是为了计算过程的具体化，而是为了理解算理形成算法。但是，在师范生的教学过程中又出现了一个新的“怎样教学表？”中提出的问题，关于问题的设计。

6.5.3 “怎样教学表？”的应用

理解了“怎样教学表？”并不代表能够有效的应用，三名师范生在第二次模拟授课中以及后面的反思中都表现课堂教学中问题设计的困难。和前一章所讨论的新手教师教学特点一样，师范生在问题设计中也表现出单一、直白，在课堂处理上也表现出一对一的现象，除了这些特点之外，还有一个最为明显的特点是问题指向性不明确。专家教师的问题虽然听上去指向不明确，但是学生能够朝着正确的方向发展，新手教师问题设计明确，但是过于直白简单。而师范生设计的问题既简单又模糊，比如在呈现学生了自己的方法计算 $1/2+1/4$ 后，教师提问“你用了画线段图的方法，老师想问了你怎么想到一开始就将这个线段平均分成四份的呢？”，这个问题看似简单，只要学生说出自己的想法就行，但这个问题同时又

非常模糊，因为学生很难说清自己怎么想到用这个方法的，就像让你去解释灵感哪里来一样，对于小学生来说，这真是一个模糊的问题。师范生已经找到了教材中的突破口，并且已经设计了适当的多样表征帮助学生理解概念，但是在实际的教学应用中因为问题的设计，导致设计不能有效的实施。

好的问题是促进学生从量变到质变的催化剂，“怎样教学表？”的有效应用依赖于问题的设计。第三次干预的目标是学会设计问题，特别是设计深度问题。结和三位师范生的第二次模拟授课，进行了深度问题设计的指导，设计深度首先要能够把握教学的层次，在师范生第三次干预后的反思中，三位师范生在不同程度对教学设计进行了分层次反思，他们写道：

让学生再一次的在图形中找出 $1/2$ 、 $1/4$ 表示的是哪一部分的面积，把 $1/2$ 通分成 $2/4$ 又表示的是什么样的一个过程。这又再一次加深了学生对于通分的用意的理解。但是这节课的重点是用通分的方法来计算异分母分数的加减法，所以最后我们还要进行了一个方法的优化。（师范生 PT2）

可以让学生结合图形来验证一下计算的结果是否正确。这样一个过程有助于再一次加深对通分的理解。比如 1 为什么要通分成 $9/9$ ，是因为要把图形平均分成 9 份，通过画图可以一目了然的认识到这样一个处理的目的。（师范生 PT1）

本节课的重点异分母分数加减法，难点不是教通分这一个方法，而是应该落脚在为什么要通分以及通分求结果的意义是什么。……为什么要学会通分，这一点最好能在比较中呈现出，通分的优势在哪！画图，我能画出来，小数，我能加出来，为什么还要学习通分，用以前的知识不就能解决吗？如果不讲，学生会这么想。但是如果出现了一个极端现象，画图复杂，小数不会计算，这两种方法都不行，这个时候通分的意义也就显示出来。（师范生 PT3）

虽然在反思中并没有特别直白的写出问题应该怎么问，但是从反思内容看已经把握到了数学问题的本质，并且知道教学的目标是什么，非常明确了解每一个教学环节的目的，自然问题的设计不会偏，这是第一步。第二步，如何在准确的基础上更多给予学生思考的空间，是需要继续学习的教学策略。问题的设计不是仅仅为了获得知识层面上的正确表达，更重要的目标是促进学生的数学思考和对数学概念本质的理解。“怎样教学表？”的目的就是成为新手教师思考问题设计的路径和把握问题层次的参照。

6.5.4 “怎样教学表？”的效果

第四次模拟授课内容是“两步计算的实际问题”，这一课和前几次模拟授课的教材内容有较大的不同，这一课是解决问题的教学，而不是数学概念的教学。但是欣喜的是，在三位教师的模拟授课中，非常清晰的看到了表征的设计、问题的

思考,以及对教材的准确把握。教材中没有除了文字以外的表征类型,但是在师范生设计的课中看到了彩条图的表征,看到了线段图的表征,还看到了小棒图的表征……,并且在利用表征进行教学的过程中,教师的问题设计水平明显高于前一次。教师在课后的自我反思中也能意识到自己教学水平的进步。

1.从学生角度思考教材

师范生已经能够在分析教材时考虑到学生,从学生的角度思考教材,就表明已经进入了用教材的阶段,而不是简单的照本宣科,这是师范生的专业发展的一个质的进步。

作为成年人一般觉得计算教学很难以掌握,有一个重要的原因就是:成人觉得非常简单,学生肯定是会的,所以不需要教学。这也就导致了无法突破孩子的难点,尤其是需要思考的在苏教版教材中常从蔬菜口中以未表明的话语呈现。这些实际上就是学生的难点,教师必须站在学生的角度多方面预设究竟会有哪些问题。(师范生 PT3)

在预设时,我将学生的起点放得太低,因此当学生直接报出答案,列出算式的时候就开始脱离我的预料了。因此我调整了过程,着重开始让学生去解释他所列的每道算式的含义,而这对二年级的小孩来说无疑又是一个难点,他们会列但并不会说。(师范生 PT1)

师范生在课后反思中从学生的角度反思自己的教学和对教材的理解,就像师范生 PT3 所说,“不能将成人的想法嫁接到孩子身上,因为本身的经验不够丰富,对学生的了解不能够凭借经验完成”,所以师范生找到了突破口——教材中的对话,从教材中的卡通对话分析学生的学习起点,分析学生学习的难点。除此之外,师范生还从学生角度思考教学起点的高低,师范生 PT1 发现“教学中起点定的太低了”,意识到教材只是教学的参考,从教材分析还需要考虑学生的实际情况。

2.教材分析的方法

教材分析的方法是师范生学到的一个新技能,师范生在反思中提到了分析教材的层次、分析教材的表征方式:

教材层次划分对于我来讲是一个难点,哪些可以深入拓展,哪些需要浅浅带过,这考察了教师对于教学目标的了解以及把握,一节课究竟是知识、方法、活动还是以哪些为主,仍需要进一步考量。

教材中出现的表征方法,是教学的一个指引以及目标。但是又不能困于其中,而是应该多开发表征方式,以语言、图形、模型等最终汇总直指于本节课最重要的表征方式。加深学生的感性认识,让最后的表征变得有血有肉,有因有果。(师范生 PT3)

教材分析需要将教材分层理解，有些需要仔细分析，有些可以浅浅带过。教材中的表征可以作为理解教材的入口。师范生还能理解到更深刻，不能仅仅看教材的表征而被其禁锢，还需要思考加深学生感性认识的其他表征类型或方式。

3. 教学结构的搭建

师范生已经能够将教学结构的搭建和问题的设计融为一体进行思考，考虑到环节之间的过渡可以通过问题的设计作为支架：

数学环节的构成，最困难的支架就是问题，一个问题需要抛下去既有难度，又能令学生有清晰的思考目标，最好还能为下一个问题做好铺垫。有意义的问题就是数学的灵魂。在问题方面，我仍旧处于走教材，首先在抓住最主要的问题后，就应该让问题层层递进，一步步接触到核心，先触及重点后触及难点，最后引发思考。（师范生 PT2）

“问题的设计需要有难度，又要能够让学生在在学习上有所进步”，这是师范生对于问题设计的思考，已经跳离了原有的仅仅为了获取答案的水平，并且还意识到问题设计不能“走教材”，需要有层次，有体系，这已经逐步逼近深度问题组的思考范式了。

在模拟授课以及教学反思后进行了第四次干预，这次干预的方式和前几次不同。本研究最终目的是促进教师专业在自我实践中发展，所有外在的干预只能是一个导向，能够持续发挥影响作用的干预是教师自我的干预，所以第四次干预的方式就是不干预，只是给予师范生一定的时间，让其自我思考和自我反思。在经过一个月的自我实践反思后，三名师范生都参加所在省的“师范生基本功大赛”，在获奖率只有 30% 的规则下分别获得了一、二、三等奖的成绩。这三名师范生中其中一名是经过师范院校的选拔参加比赛的，另外两名是随机抽取参赛，并没有经过选拔，最后获得一等奖的一名是随机参赛的师范生。

6.6 师范生专业提升模型

通过师范生的培养实践可以得到师范生专业发展提升模型，师范生的专业提升可以从三个阶段依次介入（见图 16）。

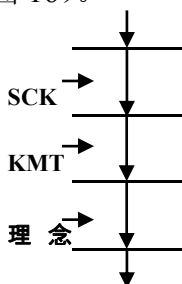


图 16 师范生专业发展提升模型

第一阶段，应该着重教育教学理论及课程知识的培训。BALL 在数学教师知识结构中提到的专业知识内容（SCK），是指专门教学的数学知识和技能，比如理解教材的本质、为特定的目标选择表征等等，知道表征在数学教学中的表现，以及在教材中呈现方式方法。这个阶段提升的目标，是让教师能够将教育教学中的实际情况与理论建立联系，只有具有了相应的理论基础，教师对教材的把握才能有更加科学的依据，这是有效教学的重要保障

第二阶段，应该着重应用理论的培养。应用能力正式本研究中所提出的数学教师教学的关键要素（KMT）的养成，KMT 是数学教师教学实践成长的关键要素，是教师将教材转化为教学行为的关键。不同的教师有不同的转化，KMT 的培养就是将教师教学的“模仿模式”转变为“变化模式”。

第三阶段，应该着重理念的修养。教育的行为最终需要理论的指引，正如 Mathew J. Koehler 和 Punya Mishra 所认为教师知识是一种“结构不良”知识，而用这种知识将要去解决的问题也都属于“劣性问题”，这种问题不存在一种适用于每一位教师、每一门课程或每一种教学观念的解决方案，所以教学需要个性化的思考，这就需要扎实的 KMT 基础保障和科学的理念支撑。

师范生的专业提升的过程经历以上三个阶段进行培养可以迅速提高其专业素养，尤其在教学专长方面的发展，师范生专业提升模型不仅呈现了师范生专业培养的内容，还解释了培养的序，模型所呈现的只是教师专业发展中的一个片段，教师的专业发展可以按照这个模型进行再次循环，在上一次提升的基础上再次进行下一轮的进阶，这是一个循环上升的模型，并且这个模型也可以应用在其他新手教师和专家教师的专业发展上。

第7章 研究结论

正如论文已开始所论述，教师专业发展的核心是教师的教学，此研究最初的动因就是为了提高小学数学教师的教学水平，通过对专家教师的专业发展的研究，从而探讨促进新生教师的专业成长。要提高小学数学教师的专业水平，首先应该考虑其在教学专长或教学水平上的提高。笔者认为，小学数学教师的专业发展，一个根本的举措就是促进教师教学专长的提升。

教师专业发展的阶段中具有明显的两个特点：第一，从新手到胜任阶段，时间是最为重要的影响因素；第二，从胜任水平到专家水平，教师的个体因素影响极大。在新手（职前）到胜任水平阶段的发展中不需要任何干预，时间要素就可以完成这几个阶段的进阶，研究的目的在于如何促进这几个阶段的加速进阶。在胜任水平到专家水平的专业发展研究中，目标定位于如何通过外力影响教师的内在发展需求。教师发展的阶段虽然具有多个层级，但如果抓住阶段的特征，就可以更加有效促进教师的专业发展。本研究的初衷并不是想比较专家教师与新手教师的专业，但是研究的过程中确实也探讨了这两类教师群体在教学上的差异，这并不是偶然现象，因为新生教师在教学关键要素上的各项表现都低于专家教师的水平。在对新手教师进行各个教学关键要素的分析时，每一个要点上与专家教师相比都表现出对教学的较弱水平，事实上新生教师就是与专家教师在教学上存在差距的，这些差距也正提供了新手教师专业发展的路径。

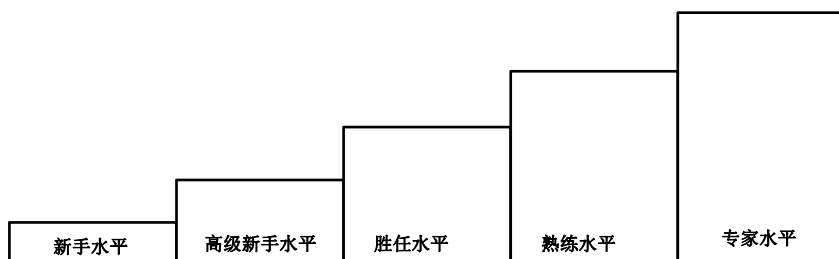


图 17 数学教师专业发展历程

数学教师的专业发展具有阶段性的特点，研究表明教师成长要经历五个阶段，从新手教师到高级新手教师再到胜任教师水平是教师成长的初期，至少需要五年的时间，并且前五年是教师发展的关键期。在新手教师到高级新手教师的发展历程中，教学经验是关键因素，一般从事数学教学工作三到五年就可以完成这次质的飞跃。但是从高级新手水平到胜任水平确不是完全靠经验就可以完成这一

次蜕变，需要加以外力的干预。有效的干预不仅可以帮助教师完成从高级新手到胜任水平的进阶，甚至可以加速这一次蜕变。数学教学的关键要素框架（KMT）就呈现了数学教师专业发展中特别重要的因素，在 KMT 框架的干预下以促进教师专业发展的进阶。一位数学教师从刚刚踏入教学工作岗位到成长为一位名师的过程就是教师专业发展的历程（见图 17）。虽然不是每一位数学教师都一定能成为名师，但是教师专业发展是伴随着每一位教师日常工作，这是一个终身发展的需求。教师的专业发展历程应是不断向前、向上的趋势，所以既要关注发展历程中的阶段性，也要意识到每一个阶段进阶的重要性。

7.1 数学教师专业发展的路径

在 KMT 的理论框架下，对专家教师的教学进行了分析，提取了专家教师教学的策略。专家教师的课堂教学结构具有迭代进阶的特点，表征的进阶呈现了课堂教学的节点，问题进阶是课堂教学的关键，技术进阶是课堂教学的支持。专家教师的这些教学特点是否具有“专家特征”，则是通过与新手教师的对比分析得出结论。研究分别从 KMT 的四个关键要素将新手教师的教学与专家教师的“专家特征”进行对比，验证了专家教师的“专家特征”确实具有专家人群的特点，同时这也为进一步研究提升新手教师的专业素养提供了发展的路径，构建了新手教师的专业发展路径的模型，新手教师的专业发展从三个维度分别加以考虑，教师专业发展的时间维度、KMT 维度，以及能力维度，并且在这三个维度中 KMT 维度是最具有可干预性和加速专业发展可能性的因素。

数学教师的专业发展历程中影响教学专长的关键因素交织构成数学教学的关键要素框架(Keypoint in Mathematic Teaching, 简称“KMT”)（见图 3-1），KMT 框架包含了四个关键要素：结构、表征、问题和技术。在 KMT 框架的支持下，以及通过对专家教师的教学分析，提炼出“怎样教学表？”，用于新手教师专业发展的抓手。如果师范生通过“怎样教学表？”的应用能够在专业上得以发展，那么有理由相信“怎样教学表？”同样对其他阶段的新手教师的专业发展具有促进及加速作用。研究通过对师范生的实践研究，抽取出“师范生专业发展提升模型”，模型认为，师范生的专业发展可以从纵向的角度按照 SCK、KMT 和理念的依次介入，可以加速数学新手教师的专业成长，同时这个模型也可以应用于专家教师的专业再发展，这是一个数学教师专业发展的循环上升模型。

教师教育以及教师专业发展的理论很丰富，但是将理论用于指导实践的研究并不多见，虽然很多教师知识理论应用于教师专业发展的研究，但是针对学科教师的专业发展研究，特别是应用研究类型的更少。KMT 框架的构建是对 TPACK 视角下教师知识学科化的理论补充，所提出的具体教学策略对数学教师教学具有

直接的指导意义和价值，以此促进数学教师的专业发展。从一定程度上来说，KMT 是 PCK 的学科化表现。KMT 框架中的几个创新点，一是将基于实证研究的教学理论作为教师专业发展理论框架的部分要素，二是将技术作为数学学科教师的专业发展要素，并且融入教学的要素框架中，三是将 TPACK 教师知识框架的建构范式用于构建数学教师教学的关键要素框架。从理论框架的建构范式、框架要素的科学性以及时代性进行了全方位的思考。

7.2 数学教师专业发展的方法

7.2.1 丰富教师知识

师范生在教学中表现出的对教材的本位主义理解，其根源在于教师知识的缺乏。学生的学习质量取决于课程、教学材料和教学评估、教师知识和专业知识的协调。新手水平的教师才刚刚开始进行教学经历的积累，学科教学知识的缺乏导致教师不能选择正确的教学方法引导学生进行真正的学习。刚刚踏入课堂的师范生不能站在课程的高度看待每一课时的教学，不能深刻理解数学概念的本质，不能选择恰当的方式将教学知识转化为学生可学习的知识，这些都属于教师知识的范畴。舒尔曼提出的教师知识分类理论中对教学专长的理解可以从构成和发展的两个角度分别解读：从构成上说，专家教师与新手教师的差别体现在知识、效率和洞察力等方面（Sternberg,1997），专家教师之所以称之为“专家”，其教学专长就具有其“原型”，对其原型的探究有助于研究新手水平教师教学专长提升的策略。无论是师范生（新手水平的教师）或是专家教师，其教师知识都包括内容知识、教学法知识和实践性知识，与教学专长相关的教师知识是这些知识的结合，称之为学科教学知识（Shulman,1986?）；从发展角度看，已经有研究表明教师的学科教学知识是教师教学专长提升的关键因素，提升师范生的学科教学知识水平就能有效促进教学专长的发展。

7.2.2 提升教学执行力

教师在解决教学中的问题，会用其已经掌握的教学方法，但是一旦问题较为棘手，出现的问题情境是前所未有的，并且在教学前没有预设到的，那么新手水平的教师一般还是会回头采用选择自己已经掌握的方法去解决，而忽视方法对问题的适切性。对于还没有长期从事教育工作的师范生来说，薄弱的经验更削弱了解决问题的能力，这就是为什么会出现教学设计以及教学实践中会出现功利倾向的原因，正是因为无法解决新问题，才转而采取不能深入到教学问题本质的捷径，或是绕道而行。所以在师范教育中丰富师范生解决教学问题的范式是应当加以重视的内容。在对新手教师的教学视频分析中还发现，不同的教师在处理教

学中的棘手问题时，惯用的方法都是具有个体性，并且这个结果和已有文献中的结论是一致的。那么，作为新手的师范生在解决突发教学问题时也就会出现类似的情况，问题情景不同，教师不同，学生不同，处理问题的方法也不同，这样复杂的情况无法简单的师范教育中通过讲解来传授，师范教育需要创设真实的教育场景，让师范生面对真实的教学问题，即需要丰富解决教学问题的范式，同时也需要在个体成长中谋求发展。

教师将知识转化为教学行为的能力缺失具体表现为学生学习力的薄弱。在对师范生教学实践的观察中发现，学生在课堂教学后所反应的学习力提升程度普遍要低于其班级任教教师的教学。学习力是指儿童在学习活动中，自主确立学习目标、合作完成学习过程、合理把握学习节奏，客观评价学习效能的一种内在素质，这种内在素质使得儿童的学习活动呈现出一种向上、积极、主动的状态，并持之以恒的影响儿童，完善自身的学习品质、形成自身独特的学习方式、获得未来持久学习的内在力量。教师执行力的最终目标是在课堂的学习环境中，通过教师的教学专长将执行力转化为学生的学习力，同时学习过程中的状况也会不断反馈给教师，以便进一步调整教学进程。学生所获得的学习力将被带入到下一次课堂学习的系统中，这时学习力的内在力量将会让学生的学习方式发生改变，被动的学习将会转化为主动的学习，学习者的自主卷入将会促进真学习的真发生，并且这样的良性循环会继续复制下去，学生的学习力将会不断得到提升。师范生在教学实践中教学设计的水平和课堂实际处理问题的能力所反映出的正式教学执行力的薄弱，所以提高教学执行力也是师范生教学专长发展的必不可缺的方面。

7.3 教师专业发展的深思

7.3.1 对师范教育的审思

师范生在教育实践中出现的教材理解的本位主义和教学设计的功利主义现象即有因然的原因，也是实然的状态。既是师范教育结果的呈现，也反映了师范教育中需要迫切解决的问题。师范生在教育实践中困境也在一定程度反映了师范教育阶段教育教学方法与形式和课程内容设置的不足，在师范生的教学行为中主要表现为教师知识的缺乏、解决教学中问题的范式缺失和知识转化为教学行为的能力缺失，通过师范生的教学行为审思师范教育的规划是一条有效的提升师范生教学专长的路径。

从师范生教学行为中所表现的深层原因可以映射出师范教育发展和改革的方向，教师知识的缺乏，教学问题的解决范式缺失，以及知识转化为教学行为的能力缺失是师范生教育实践中所面临的困境，在师范生的教育培养中通过课程的形式、方法和内容的系统规划可以有效提升师范生的教学专长水平。

7.3.2 教师教育的实践系统策略

教师教育要从形式、方法和内容三方面系统规划。

1. 重视“课例研究”的形式

师范生所接受的教育实践培养是短期的、零散的，和学校的专业发展计划并不具有良好的匹配性，这一类规划上的不足可以通过课例研究的方式加以弥补，课例研究的许多特点可以改变教师教育实践的效果。课例研究的方式可以将具体的材料放在有意义的问题上，将教学和教师的经验背景匹配，并且有学校在职教师的专业现场支持。

正如其他技能的发展一样，只了解和理解新的思想可能不足以恰当有效地使用它们，一个人应该练习如何在各种情况下融入新的思想和方法，以便在任何情况下都能自如地使用它们。为了培养专门知识，通过阅读、听和看是不够的，它还需要通过计划、做和反思来学习。教师专业发展计划的设计应解决上述两个阶段的教师学习：第一阶段，学习通过阅读，听和看；第二阶段，学习通过规划，做和反思。了解教学内容，了解有效的教学方法，并不能保证教师有能力为学生提供高质量的学习经验。为了给学生提供所需的学习机会，教师还需要通过设计课程和根据计划提供经验来开发专门知识来利用他们的知识和想法。设计适合学生的课程需要时间，进行形成性和总结性的评估，以衡量课堂的影响，反思课堂教学，以改进教案和教学实践。专业发展计划不仅要为教师提供新的知识和想法，而且还需要为他们提供足够的时间来练习如何将新知识和新思想融入他们的课程计划，并把他们带进教室，以发展他们的教学专长。

课例研究的培养形式为师范生提供了协同学习和工作的机会，师范生可以与同伴或是在职的有经验教师共同制定改善学生学习和发展的问题的计划；实施并观察计划的落实情况，在研究课中寻求解决问题的方法；可以更加精准地观察学生在课堂学习中的参与和行为；并且能够一起讨论和对教学计划进行修改。这些过程给师范生或新手水平教师所带来的益处是集体授课形式不能给予的，课例研究可以让教师逐步形成个性化的对教育教学的看法；加深对教材和教学内容的理解；实施可能适合其他课程的教学思想或方法；获得观察学生学习过程的机会，培养学生的学习力。

2. 提升“教学执行力”的方法

教师执行力内涵的核心概念是教学专长，这个概念就是基于教师的专业性的命题而提出的。如前面所说，教师教学执行力是教师教学专长的行为表现，具体表现为创设促进学习的环境、研究并理解学生以及预设课时计划、促进与监控课堂生成等方面。专家教师原型观“专业知识”的数量与组织形式构成了教师教学执行力的上位指导观念，对教师专业知识的研究最著名的就是 Shulman 的关于教师

知识结构理论, 20世纪80年代, Lee Shulman(1986)和他的团队提出了教师知识研究的新领域——教学法知识, 这是教师专业化发展重要里程碑。但是实践中仍然和理论之间存在距离, 研究的难点就是如何构建教学实践与理论框架之间的联系, 让理论真正指导教学。在 Shulman 提出的教师知识框架后, 对教师知识研究的相关理论开始了学科化发展的方向, 其中 Ball (2010) 提出的数学教师知识框架目前被数学教育研究的专家们普遍采用作为分析的理论工具。但是这两种理论都是提出了经验在教师专业发展中的重要性, Ball 提出的教师知识框架就是基于经验的研究, 是自下而上的研究。教学所需要的知识不是从宏观的层面向下理解, 而是在教师的数学教学工作中, 从教学本身的需要出发, 运用经验的方法来理解教学所需要的内容知识, 通过对实践的分析得出可检验的假说。在 Ball 的知识分类框架中, 数学教师的学科教学知识(KCT)最大程度的影响了教师的专业成长, 而教师的学科教学知识正是体现在教师的教学设计中, 教师通过教学专长也就是起学科教学的本领将知识传递给学生, 使学生的获得内在的学习力量, 促进学生学习力的不断提升。可见, 教学设计是学科教学知识的外化主要体现, 高执行力的教师必然具有较高的教学设计水平, 这些都是促进教师教学专长提升的有效方法。

教师执行力是教师教学专长的行为表现, 具体表现为创设促进学习的环境、研究并理解学生以及预设课时计划、促进与监控课堂生成等方面, 教师课堂教学执行力效果的终端显示应是学生课堂学习力的提升。简言之, 教师执行力的高低是看学生能够在多大程度上贯彻领悟教师教学设计意图, 而“多大程度”是一个虚化的描述词语, 理解执行力的高低程度可以从三个方面考虑: 课堂教学效果、课堂教学效率和课堂教学效益。课堂教学效果, 关注的是学生对数学概念理解的深刻程度, 例如第一次教学“分数”的概念, 理解到“分数是表示把一个物体或图形平均分成几份, 其中的一份就是它的几分之一”, 和理解到“分数表示的是部分和整体之间的关系”, 这两种不同的理解显然第二种更加深刻。课堂教学效率, 是指在同等概念理解程度下所耗费的时间或精力。课堂教学效益, 则指向的是课堂学习效果的辐射作用大小, 例如学生学习乘法口诀, 如果课堂教学的目标定位为能够背诵口诀, 和定位成通过不同的方法理解口诀的含义, 显然后者的设计中学生可以获得自己学习乘法口诀的能力更强。

3. 着力“关键要素”的内容

教师的教学专长需要通过教学行为表现出来, 那么如何提高教师的教学行为就可以通过分析教师教学行为的关键要素, 并对其进行相关的培养就可以更加有效提升教师的教学专长。通过对专家教师的教学专长原型的构成研究, 可以试图发现专家教师在教学中其专长的构成要素, 探索这些要素在教学实践中的应用策

略,将其作为新手水平教师的教学专长培养,具有有效的指引作用。以数学教育为例,美国教育部的教科所(Institute of Educational Sciences,简称“IES”)向全美中小学数学教师颁布了指导数学教师的教学建议《促进学习的组织教学建议》(Organizing Instruction and Study to Improve Students Learning——A Practice Guide)。这些建议是基于总结了很多高质量的认知心理研究和课堂研究而提出的。国外的数学教育研究中对教学专长的关注已经深入实践层面,在 IES 教学建议中,重点阐述了七个与学生学习力紧密相关的数学教师的教学专长要素,其中课堂教学的结构设计、表征的使用与发展、深度问题的设计这三点具有高相关度。美国的教育研究者通过大量的心理学和教育学研究的数据得出了以上的结论,但是没有给出具体的操作策略,数学教师教学执行力的提升可以从调整教学结构、设计表征发展和规划深度问题三个关键入手。

(1) 调整教学结构优化教学方式

小学数学课的教学编列都具有相对规整的结构,例题教学部分从情境引入到问题分析再到解决问题,教学的编列一般都是以情境引入作为开始的环节,有些教师也会在之前增加一个复习接。在这个问题情境的环节,教师通常会问“你知道什么数学信息?”这一问题,帮助学生理解题目中的信息。接下来便是分析问题的环节,这个环节通常会以教师提问“怎样解决这个问题呢?”,然后就是师生的对话,学生的活动,生生的互动。最后学生用不同的方法解决了问题,这就是例题教学的最后一个环节。练习部分一般是从专项练习到综合练习再到拓展练习,专项练习是针对本节课的重难点知识而设计的题目,综合练习是将其它相关知识与本节课学习的新知结合起来而设计的题目,拓展练习则是根据新知在知识、技能或方法层面提升而设计的题目。

IES 建议课堂教学中,例题与练习以间隔出现的方式编排最有利于学生学习,当一个例题教学完成,紧接着就进行相应的练习,然后再进行第二个例题的教学,然后专项练习,依此循环。这种结构与目前的数学课堂教学结构具有较大的差异,如果以 A 代表例题, B 代表练习,那么目前的中国数学课堂结构基本模式为 A, B1, B2, B3, IES 所建议的课堂教学结构为 A1, B1, A2, B2, A3, B3。从结构本身看,中国的课堂结构突出的是练习难度的不断提高,通过不断提升难度的练习加深概念的理解,难度的提升一般分为两个不同的方向,一个是知识点的拓展,即渗透与此课的相关知识点,或者是练习的综合性提升,通过对问题背景的复杂化提升难度,或者从解决问题所需知识的数量多少增加难度。而美国所倡导的课堂教学结构则可以概括为“讲练结合”,在学习完一个知识点之后就进行相应的针对性很强的低难度练习。

(2) 设计表征促进数学理解

表征 (Representation) 是认知心理学的核心概念之一,是指信息或知识在心理活动中的表现和记载的方式。表征是外部事物在心理活动中的内部再现,研究者已经指出具体的表征可以支持学生对数学概念的初始学习 (Resnick, Cauzinille-Marmeche, & Mathieu, 1987),但是一直使用动作式的具体表征并不能促进学生对数学概念的迁移 (Kaminski, Sloutsky, & Heckler, 2008),因此专家们建议,促进学生学习的最好方式是进行具体表征的抽象化 (Goldstone & Son, 2005),从具体表征到半具体表征,再到抽象表征。在教学设计中关注表征的抽象化过程是教师高水平学科教学知识的表现。表征的抽象过程其实就是学生对数学概念的理解程度的加深过程,表征的抽象程度同时也反映了学生学习水平。尤其在专家教师的课堂中,例题教学部分将表征的抽象化作为教学设计的“暗线”,可以在课堂学习中清晰看到学生对概念的逐步深入理解的过程。例如小学生在第一次学习乘法概念时,教材中所需要建立的表征只是从情境图表征到前条状图表征,然后抽象到算式 (见图3)。如果关注学生的表征发展,对教材的表征设计进行修改和重构,可以有效加深学生对乘法概念的理解程度。教师在学生表征程度达到前条状图时,可以加入“阵”形表征的教学 (见图3),让学生对乘法概念的理解不仅仅在“线性”的水平上,将其提升到“面”上的理解程度,并且将乘法和今后学习的面积概念的形成建立联系。这样的表征设计可以有效打通知识之间的内在关联,将数形结合的思想落实到教学的实处,让学生将理解乘法时获得的能力可以应用到其他知识的习得上。

(3) 设计深度问题推进数学思考

教师在课堂教学中,提问是其教学行为的重要方面,一节数学课的提问数量少至十几,多至几十,甚至上百。可是,有学者对一节新手教师的数学课进行过数据分析,发现其所有的课堂提问中,绝大部分问题学生都可以用“是”、“不是”、“对”、“不对”这样的词语直接回答,而这些问题正是我们课堂提问中一个类型——简单问题,顾名思义,简单问题就是可以用表示态度的词语回答即可,或者直接报出一个答案。与简单问题相对的称之为深度问题 (Deep Question),这样的问题学生需要用自己的语言进行解释或阐述,或表述自己思考过程。深度问题没有统一的标准答案,也许结论一致,但是思考过程也可能表现出个性化的特征。深度问题分类两类,一类是主体问题,另一类是追加问题。主体问题在教学过程的一个知识单位中一般有1-2个,例如下面的教学片段设计中就包含两个基本的教学知识单位:分别利用数轴和方格纸帮助学生探究五九四十五。在借助数轴探究时,主体问题的讨论是在学生完成个体的探究。

【“认识乘法”教学片段设计】

活动内容：探究口诀“五九四十五”。

活动导语：用自己的方法或者老师发给你的材料，选择一种去研究“五九是多少？为什么是这个数？”

(1) 借助数轴研究口诀五九四十五

主体问题 1：你是怎么想的？（一格一格去数，每次加 9）

若生说不清楚，追加问题：你能看出他是怎么跳的？

若都答不出来，追加问题：每次跳几格？跳了几次？

(2) 借助方格纸研究口诀五九四十五

主体问题 1：这个图上的五九在哪里？

主体问题 2：45 你是怎么知道的？

若生回答：加法加的。追加问题：用加法来算是可以的，有没有不同的想法？

若生回答：竖着看，5 个 5 个数。追加问题：5 个 9 也可以看出？

若有学生答：一行十格，每行摆了 9 个，一行少摆一个，追加问题：你们听懂了吗？请其他同学帮助解释。

总结：刚刚我们利用数轴、方格纸研究出了五九四十五（板书）。

活动之后进行的，教师提问“你是怎么想的？”，是希望让学生汇报活动的所得，所以主体问题针对的是学生在探究活动中的重点，帮助学生梳理和提升活动获得的感受，可是因为主体问题是比较宽泛的问题，并没有聚焦到唯一的答案，有可能学生会出现偏离预设教学轨迹的情况，所以需要有追加问题的出现：“你能看出他（她）是怎么跳的吗？”，“每次跳几格，跳了几次？”。追加问题的设计一般有两个主要的目的：一是帮助所有学生理解概念，课堂教学的对象应面向全班，课堂师生问答的一对一形式最容易导致出现以个别学生的习得掩盖了真实的学情，为了保证课堂教学中基础目标的全面落实，需要教师在核心知识处施以浓墨重笔，不能只关注到个体的掌握，上述的第一个追加问题就是以复述的方法促进全体学生的再理解；二是引导学生有规范的思维或逻辑形式，儿童理解数学概念需要有具体的表征支持，表征的呈现需要语言的解释，规范的语言形式就体现了思维的缜密，上述第二个追加问题就是学生初步认识乘法概念时规范表达形式，所以教师的提问就像是一个“抓手”或“支架”，帮助学生逐步理解数学概念。

着力课堂关键要素的培养需要课例研究的方式加以支撑,只有在具体的有意义的背景下教学策略的应用才具有推广的可能,师范生或新手水平的教师才有将教学专长在新问题情境中得以提取,用以解决教学中的突发性问题,原有的课堂教学解决问题范式才能得以丰富和拓展。

7.4 教师专业发展的展望

7.4.1 重视职前教育的效果迁移

师范阶段的教师培养要尽可能最大化应用到实际工作中,实现职前教育的效果迁移。培训的效益指标最重要的就是关注培训习得是否应用于教师的教学实践,既要让培训的影响能够深入到教师的实际教学中,又要尽量让效益最大化。在教师的培训中,教师的迁移动机、培训迁移气氛和迁移设计是培训迁移效益的关键因素(张美兰,2017)。针对不同学科不同水平的教师,培训的计划应呈现不同的结构,以数学教师为例,新入职教师的培训应重在学科教学知识的培训,新手教师的培训内容应从学科教学知识向学生的内容知识过渡,而熟手教师则可以拓宽培训的口径,从大教育的视角设置培训内容。当培训内容和培训对象有实质性的内在需求匹配时,迁移的动机变应然而生,再加上良好的氛围和设计,培训者内在的驱动力就会发挥出更好的促进作用,实现培训迁移的良性循环。

7.4.2 构建结构化的教师教育成长支持计划

随着师范教育的改革,对师范生教学专长的培养成为了中小学教育实践中的重要内容,其培养模式也在不断优化。九十年代的师范教育中,师范生的教育实践是作为正式上岗成为教师前的一个必备程序,师范生在经历了一个月时间的教育实习后就可以走上工作岗位。现在的师范教育对教育实践的重视程度不断增强,师范生在学习阶段每一个学年都会有教育实践的课程,本科学制的前两年会各有一周的教育见习,后两年会各安排一个月的教育实习。其实践形式也十分丰富,既有连续性的实践,也有间断性的实践,比如每周见习一天;既有跟班式的实践,也有独立性的实践,比如顶岗实习。教育实践的对象也更加多样化,既有城市学校的安排,也会有郊县或乡村的经历。教师教学执行力成长计划的构建需要从内容和形式两个方面系统思考。美国国家教育统计中心(NCES)目前对教师职业发展活动的调查发现:最常见的培训主题是课程和绩效标准、教育技术整合、学科领域研究和新的教学方法,学生表现评估则是下一个最受欢迎的话题。而关于残疾或英语专业较弱学生的需要,社区参与,课堂管理和学生纪律,以及满足不同背景的学生的需要的教育话题则非常少见。有经验的教师不太愿意参与专业发展活动有关的学科或课堂管理的深入研究,但是却愿意参与其他主题的活

动。对教师教学执行力的提升培训内容要因人而异，除了考虑学科的不同还需要考虑培训对象的水平，除了关注语数外等主干学科之外还需要考虑所谓的“副科”。

当师范生正式走上教学岗位之后将要接受在在职的教师教育培训，在目前大多数的教师培训项目一般都分为校内和校外两个部分，校内辅导和指导，校外的研修班和工作坊。但是，对教师培训监控在各个国家具有差异性，校内的指导在英国、澳大利亚和日本都很常见，但只有日本受到国家的严格监控。校外的教师培训一般不是强制性的，其监督机制也有所不同。在我国，教师培训的形式呈现的是平行线结构，国家、省、市、区县以及学校的培训各成体系，在不少省份“国培计划”就出现了省培、市培、县培和校本培训之间互相衔接的问题，导致出现培训对象重叠和培训内容重复的现象。有些地区的学校新教师上岗第一年学校会有相应的严格上岗计划，而有的学校则没有。影响教师培训的体系构建的另外两个重要因素是教师的资格认证和师范生教育。在有些国家，新教师上岗第一年学校会有相应的严格上岗计划，而在有些国家则没有。出现这样的问题人们第一个会想到的是国家的教师培训计划管理不够严格，还更需要结构化管理。但是，也有另一种可能，即有些国家的师范生教育以及进入和退出教师队伍的不够严格，因此需要教师入职后的高监控，而在另外一些国家是高难度和高选择性的，学校在教师培训上有教大的自由度。因此构建师范院校、地方教育行政部门和学校协同系统规划构建教师执行力提升的体系，通过资源整合即可以解决培训计划重叠的困难，同时也能够提高培训的实效性。教师的培训不能一味或简单地追求的效率，即希望通过短期的培训明显提升教师水平，当然这也是具有可能性。但从教师的终身学习发展的目标看，教师的培训机制应该从成为教师、初任教师、胜任教师、艺术教师这样的纵向发展思路长远思考。

7.4.3 减少教师教育规划的重叠

目前的培训机制从效果的角度看存在较为明显的问题是教师教育的重叠设置。以新教师培养计划为例，在中国的很多地区，新教师培养的支持计划从市县级教育部门到区级教师发展中心再到学校的研训科室，都开展着各种形式的研训活动。单从课堂教学研究活动看，就有各级各类的公开课、研究课和赛课，每学期一个学科一位老师可以参加的活动能达到数十场，除此之外还有以发展青年教师的学科研讨班，以培养区域青年骨干教师的特级教师工作室，在学校内部也设有以“师徒结对”形式的以老带新培养新教师的机制。但是，这样的研训方式增加了新入职教师、新手教师和较有经验教师重叠培训的可能性，对教师来说是重叠的培训内容，对培训计划而言则是重叠的培训对象。比如一个的数学新教师，他可能需要参加多个培训项目，国培计划、区县级新教师培训项目、区县级学科专

项技能培训、校级培训、师徒结对计划，甚至还有一些地区性质的不同培训。教师培训中存在重项目设计、轻整体规划，重统一培训、轻教师选学，重短期学习，轻持续提升，重学时认定、轻结果应用的问题，为此2016年教育部印发《关于大力推行中小学教师培训学分管理的指导意见》，希望通过管理的策略调动教师参与培训的积极性，以促进教师的终身学习目标，规范学分的管理制度，建立学分银行，重视培训应用。

7.4.4 面向课程的教师专业发展规划

教师专业发展是教师实践的发展，正如Ball所提出的实践中教师专业发展不一定要实时的在教室中进行。教师专业发展一种方式是在教师的日常工作中进行计划、选择、反思和评估日常工作。教材不缺，关键在于如何把教学工作转化为探究和学习的素材。另一种方法对教师更加实用，就是调查记录和收集实践的材料，使之适合教师的调查。教师专业发展长期以来缺乏一个将教师作为一个群体改进实践的途径，因此需要创建一种新的专业发展的方法和学习的机会。

教师专业发展的改进，可以从课程的角度入手，寻求课程任务、问题以及问题的实践。一方面，教师可以设计专门的教学应用于真实的课堂，评估学生的学习。另一方面也可以收集具体记录，比如学生作业、课程材料、教学录像、教师笔记或学生评价等。这些可以从教师自己的教学实践中获得，也可以从其他教师的教学实践中获取。这些实践将有助于增长内容知识、学生学习和教师的教学。

首先，提供更多的实践机会，让教师在实践中学习，用自己的在学习经历冲击传统的教育智慧，从经验中对比和感悟。其次，要充分利用小量的学习机会设计并用于基于实践的教师专业发展。创建学习记录，书面或视频记录下如何工作的过程。这些都可以进行广泛地推广。第三，要开发替代接地气的专业实践发展课程，这样可以更加有效地让教师在学生中学习，获得实践材料、课程、教学录像等等。

思考这些问题的初衷并不是因为国家或教育部门对教师发展缺乏投入，或是教师的专业发展不够深入人心，关键的问题在于需要共同思考教师需要学习什么，以及如何更好地做到专业发展。从已有的分析建议中看到，普适的文化、知识和教师专业规范和教师教育是问题的核心，如果不解决这些问题，教师专业发展的其他措施都会不起成效。^①

^① Ball, D. L. & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education. In G. Sykes and L. Darling-Hammond (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3-32). San Francisco: Jossey Bass.

7.4.5 走向反思性的教师专业发展之路

“反思性实践”应成为推进教师教育与教学研究的范式转换的动力。在以往的教师教育体系中，“技术性”的理念是主流支配的力量，把教师教育理解为掌握一般的程序、技术或原理，并将此默认为可以适用于所有的教育情境。从历史上看，教师掌握了一定的程序化的知识，让教学具有了一般化的可能，形成了教师教育的制度化。但是，在教育发展改革的今天，追求个性化、创造性的教育就必须冲破单纯的技术化的樊篱，寻求以反思性实践为范式的新的教师教育发展视角。

7.5 研究反思与局限

7.5.1 研究方法的反思

本研究看似从教师的行为开始研究，但是最终的目标是为了促进教师的自研究。教师教育的研究从70年代关注教师行为到90年代关注教师作为社会的一个要素，观察影响教师教育的深层次的社会因素研究，都是将教师作为一个客体研究教师的专业发展，教师的专业成长也可以从教师自身的自我实践作为研究的视角，教师及时研究主体也是研究的客体，关注教师的自我实践与反思。

7.5.2 研究内容的局限

本研究的专家教师研究一共选取了四位专家教师参与，分析了其教学行为。起初是预计选择八位专家教师参与，但是经过反复斟酌，八位与四位教师的研究数据都不足以从统计学意义上加以证明，从工作量角度考虑减至四位专家教师。再者，教师的教学研究本就是因人而异，因生而异，无法做到完全的复制，研究的目的是从少数群体的教育教学现象出发现问题，找到规律，在实践中加以验证和进一步应用，偏重实践的应用研究。

附录

附录 1 专家老师课后访谈问题

这节课的教学目标是什么？你觉得你完成了你预设的教学目标吗？你为什么这样认为？

你对教材做了怎样的处理？有没有删去某些或增加某些环节？

你是基于什么考虑来做的？（能具体说一说你的思考吗？）

在教学中有没有遇到没有预设到的情况？你是如何处理的？

你这样处理的考虑是什么？你觉得这样处理和预设的差别在哪里？

教学中你使用表征帮助学生理解数学概念了吗？

你使用了哪些表征？

和教材中不同的地方在哪里？你为什么做出了这些改动？

你觉得你的改动是否促进了学生理解某个数学概念？能举个例子吗？

你在教学中设计的问题你满意吗？

你觉得满意在哪里？能举个你认为好的问题吗？你觉得好在哪里？

你问了这个问题后，学生的回答你满意？

如果不满意，你是怎么处理的？为什么这么处理？

教学中你是否有问了没有预设的问题？你能举个例子吗？为什么会增加这个问题？当时你是怎么思考的。

你在教学中使用了技术吗？

你使用了哪些技术？你为什么要使用这些技术？

如果没有这些技术，你觉得你还可以像这样正常开展教学吗？

有没有你想用而没有提供的技术？你为什么想用这个技术？如果让你重新再上一次，你觉得以上几个方面，那个方面你觉得你会做调整？能具体说一说吗？

附录 2 新手教师课后访谈问题

这节课的教学目标是什么？你觉得你完成了你预设的教学目标吗？你为什么这样认为？

你对教材做了怎样的处理？有没有删去某些或增加某些环节？

你是基于什么考虑来做的？（能具体说一说你的思考吗？）

在教学中有没有遇到没有预设到的情况？你是如何处理的？

你这样处理的考虑是什么？你觉得这样处理和预设的差别在哪里？

教学中你使用表征帮助学生理解数学概念了吗？

你使用了哪些表征？

和教材中不同的地方在哪里？你为什么做出了这些改动？

你觉得你的改动是否促进了学生理解某个数学概念？能举个例子吗？

你在教学中设计的问题你满意吗？

你觉得满意在哪里？能举个你认为好的问题吗？你觉得好在哪里？

你问了这个问题后，学生的回答你满意？

如果不满意，你是怎么处理的？为什么这么处理？

教学中你是否有问了没有预设的问题？你能举个例子吗？为什么会增加这个问题？当时你是怎么思考的。

4. 教学中你使用表征帮助学生理解数学概念了吗？

你认为你例题的教学效果怎样？

你觉得你所使用的例题达到了你想完成的目标了吗？

跟原先的课相比，你在例题的处理上有什么样的调整吗？为什么做这样的调整？

你对这些调整满意吗？它们对学生的学学习有怎样的益处？

你觉得你和你的学生在这节课上所使用的数学表征怎样？

你觉得你所使用的数学表征传递了你想要传递的信息了吗？

跟原先的课相比，你在表征的使用上有什么样的调整吗？为什么做这样的调整？

你对这些调整满意吗？它们对学生的学学习有怎样的益处？

你觉得你课上所问的问题怎样？

这些问题对引出学生的深度数学解释有帮助吗？

跟原先的课相比，你在提问上有什么样的调整吗？为什么做这样的调整？

你有没有其它希望自己问过却没问）的问题？请解释。

你对学生今天这节课上学生的推理和讨论的满意程度怎样？

这节课有没有发生意想不到的情况？你是怎样处理的？如果你重教这节课，还会这样教吗？为什么？

有没有其他方面（如，关于今天的课，你的教学，和学生）是我所应该知道的。

参考文献

中文文献

著作和学位论文类

1. 教育部师范教育司.教师专业化的理论与实践(修订版)[M].北京:人民教育出版社,2003.
2. 中华人民共和国教育部.数学课程标准(2011版)[M].北京:北京师范大学出版社,2012.
3. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年).北京:人民出版社,2010.
4. [美]艾尔·巴比.社会研究方法[M].邱泽齐译.北京:华夏出版社,2009.
5. [美]G·波利亚.怎样解题[M].上海:上海科技教育出版社,2011.
6. 陈霞.教师专业发展的实效性研究[M].北京:北京大学出版社,2012.
7. R. M. 加涅, W. W. 韦杰, K. C. 戈勒斯, J. M. 凯勒.教学设计原理[M].上海:华东师范大学出版社,2005.
8. 李洪修.学校课程实施的组织社会学分析——以吉林省B学校为例[D].东北师范大学,2010.
9. 李琼,等.教师专业发展的知识基础:教学专长研究[M].北京:北京师范大学出版社,2009.
10. 李庆英.网络环境下小学数学探究教学策略研究[D].江苏师范大学,2012.
11. 刘海云.小学数学教师教案形成过程的个案研究[D].上海:华东师范大学,2008.
12. 刘志平.小学数学教师教学设计存在的问题及其对策研[D].究北京师范大学,2008.
13. [俄]列夫·谢苗罗维奇·维果茨基.思维与语言[M].浙江教育出版社,1997.
14. 李龙.教学过程设计[M].内蒙古人民出版社,2000.
15. 罗伯逊.问题解决心理学[M].北京:中国轻工业出版社,2004.
16. 马立平.小学数学的掌握和教学[M].上海:华东师范大学出版社,2011.

17. 曲波.现代信息技术与高中生物教学整合模式的研究[D].东北师范大学,2010,6.
18. 卢文博.小学数学教师整合技术的学科教学知识(TPACK)研究——以银川市西夏区为例[D].宁夏大学,2014.
19. 马顺林.初任教师教学能力发展状况及其影响因素研究:基于当代教育变革的视角[D].上海:华东师范大学,2008.
20. [瑞士]皮亚杰.结构主义[M].北京:商务印书馆,2017.
21. [瑞士]皮亚杰.发生认识论原理[M].北京:商务印书馆,2016.
22. 单美贤.论教育场中的技术[M].北京:教育科学出版社,2011.
23. 单美贤.技术哲学视野下的技术教育化研究[D].南京师范大学,2008.
24. 沈书生.中小学教师教育技术能力结构与层次:适应信息化教育[M].北京师范大学出版社,2010.
25. 司炳月.信息技术支持下的大学英语教师自主教学能力研究——基于辽宁省部分高校的调查[D].上海外国语大学,2014.
26. 舒尔曼.实践智慧论教学学习与学会教学[M].王艳玲,王凯,毛齐明,屠莉娅等译.上海:华东师范大学出版社,2013.
27. [美]全美教师教育学院协会创新与技术委员会.整合技术的学科教学知识:教育者手册[M].任友群,詹艺主译,北京:教育科学出版社,2011.
28. 徐碧美.追求卓越:教师专业发展案例研究[M].北京:人民教育出版社,2004.
29. 王伶俐.专家型告知数学教师反馈行为的叙事研究——以河南省新乡市中心Y教师为例[D].西北师范大学,2015.
30. 王云龙.TPACK视域下师范生信息化教学能力培养研究——以英语教育专业为例[D].曲阜师范大学,2014.
31. 王志超.农村小学体育教师专业发展研究——以河南省郸城县为例[D].中南民族大学,2013.
32. 乌美娜.教学设计[M],高等教育出版社,1994.
33. 吴康宁,等.课堂教学社会学[M].南京:南京师范大学出版社,1999.
34. 许良.技术哲学[M].上海:复旦大学出版社,2004.

35. 闫志明.高校师范生 TPACK 水平提高的设计学习模式研究[D].华南师范大学,2011.
36. 佐藤学.课程与教师[M].钟启泉译.北京:教育科学出版社,2003.
37. 佐藤正夫.教学论[M].钟启泉,译.台北:五南图书出版公司,1987.
38. 张祖忻等.教学设计:基本原理与方法[M].上海外语教育出版社,1992.
39. 张丹.小学数学教学策略[M].北京:北京师范大学出版社,2010.
40. 张鹏君.课堂研究的审视与反思[D].华中科技大学,2015.
41. 钟启泉,陈永明.现代教师论[M].上海:上海教育出版社,1999.
42. 钟志贤.面向知识时代的教学设计框架:促进学习者发展[M].中国社会科学出版社,2006,29.
43. 祝智庭,钟志贤.现代教育技术——促进多元智能发展[M].上海:华东师范大学出版社,2003.

期刊和报纸类

1. 崔允漷,王少非.教师专业发展即专业实践的改善[J].教育研究,2014(9).
2. 陈红艳.教师教育课程标准(试行)视角下的教师教育课程设置与教材建设的思考[J].中国教师,2013(8).
3. 陈向明,王志明.义务教育阶段教师培训调查:现状、问题与建议[J].开放教育研究,2013(4).
4. 丁锐,马云鹏.小学数学专家教师与普通教师的专业知识水平与表现的比较研究[J].教师教育研究,2014(11).
5. 金云波.微课视角下职前教师 TPACK 能力培养研究[J].信阳师范学院学报(哲学社会科学版),2016(7).
6. 何克抗.也论“教学设计”与教学论[J].电化教育研究,2001(4).
7. 何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(上)[J].电化教育研究,2012(5).
8. 何克抗.TPACK—美国“信息技术与课程整合”途径与方法研究的新发展(下)[J].电化教育研究,2012(6).

9. 胡谊.专家教师的教学专长的知识观、技能观与成长观[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2000(6).
10. 胡水星.教师 TPACK 专业发展研究:基于教育大数据的视角[J].教育研究,2016(1).
11. 黄毅英,许世红.数学教学内容知识—结构特征与研发举例[J].教育学报,2005(1).
12. 康翠,鞠慧敏.新手教师教学设计专长培养策略:基于专家教师教学设计专长特征的分析[J].中国电化教育,2011(8).
13. 邝秀云,宋乃庆.新课程背景下的小学数学双基教学现状与反思[J].课程教材教法,2013(2).
14. 李斌.国内外教师专业发展过程研究述评[J].江苏教育学院学报(社会科学版),2003(4).
15. 李涵,傅海伦.对我国数学教育研究的回顾、反思与展望[J].现代教育科学,2011(12).
16. 李琼,倪玉菁,萧宁波.小学数学教师的学科知识:专家与非专家教师的对比分析[J].教育学报,2005(12).
17. 李琼,倪玉菁.小学数学对话的特点:对专家教师与非专家教师的对比[J].课程教材教法,2007(11).
18. 李海东.构建新技术支持下的中学数学课程[J].课程教材教法,2001(3).
19. 李鹏.TPACK 模式下高职教育教师主导地位的探究[J].无线互联科技,2017(5).
20. 梁平.论问题解决的教学设计[J].华东师范大学学报(教育科学版),2000(6).
21. 连榕,孟迎芳.专家—新手型教师研究述评[J].福建省社会主义学院学报,2001(4).
22. 连榕.教师教学专长发展的心理历程[J].教育研究,2008(2).
23. 刘志平,刘美凤,吕巾娇.小学数学教师教学设计存在的问题及原因分析[J].中国电化教育,2010(2).
24. 刘志平,刘美凤,吕巾娇.小学数学教师教学设计的十大误区[J].中国电化教育,2010(9).
25. 卢乃桂,钟亚妮.国际视野中的教师专业发展[J].比较教育研究,2006(2).

26. 吕林海.教学设计的专家知识及其发展模型初探[J].中国电化教育,2007(4).
27. [美]R.J.斯腾伯格, J.A.霍瓦斯. 专家教师教学的原型观[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 1997(1).
28. 尼克·温鲁普, 简·范德瑞尔, 鲍琳·梅尔.教师知识和教学的知识基础[J].北京大学教育评论,2008(1).
29. 潘君利.幼儿教师专业发展必须解决的三大问题[J].早期教育(教师版),2009(3).
30. 曲茜茜.职业院校教师信息化专业发展的价值取向与实践路径[J].中国电化教育,2016(7).
31. 孙国春.小学数学教材解读集体偏差现象探析[J].中国教育学刊,2016(3).
32. 孙兴华,马云鹏.MPCK 视角下的小学数学教师专业发展[J].学术探索,2014(9).
33. 苏豪,等.构建教师合作文化,引领教师专业发展[J].长春大学学报自然科学版,2011(6).
34. 田世生,傅钢善. Blending Learning 初步研究[J]. 电化教育研究,2004(7).
35. 王富伟.质性研究的推论策略:概括与推广[J].北京大学教育评论,2015(1).
36. 王晓莉.教师专业发展的内涵与历史发展[J]. 教育发展研究,2011(18).
37. 吴涛.从教学技术到学习技术[J].电化教育研究,2008(4).
38. 张海,王以宁.国内教育技术学研究的定义和领域[J].电化教育研究,2003(3).
39. 徐美娜.教师专业发展途径之探讨——基于建构主义理论的思考[J].教育与教学研究 2009,4.
40. 许如聪.基于九因子模型的新手教师 TPACK 知识结构分析[J].现代远程教育研究,2015,1.
41. 杨豫晖,宋乃庆.小学数学课堂教学设计的问题与对策[J].课程教材教法,2009(4).
42. 于泽元. 教师专业发展视野中的高师课程改革[J]. 高等教育研究,2004(3).
43. 张学民,林崇德,申继亮.论教师教学专长的发展与教师教育[J].中国教育学刊,2007(5).
44. 张育桂.数学教师的 TPACK 的结构[J].信阳师范学院学报(哲学社会科学版),2015(7).

45. 张燕勤,王陆.信息技术与中学数学整合[J].首都师范大学(社会科学版),2002年增刊.
46. 曾荣光. 教学专业与教师专业化:一个社会学的阐释[J]. 香港中文大学教育学报,1984(1).
47. 郑旭东, 杨九民,苗浩.反思性实践的认识论:教学设计实践审视与教学设计人员成长的新视角[J].中国电化教育,2015(5).
48. 钟志贤.阐释学、模糊逻辑、混沌理论与教学设计[J].电化教育研究,2004(2).
49. 朱德全.论教学设计的逻辑生长点[J].教育研究,
50. 朱旭东,周钧.教师专业发展研究述评[J].中国教育学刊,2007(1).
51. 钟启泉.课堂转型:静悄悄的革命[J].上海教育科研,2009(3).
52. 钟启泉. 教师研修:新格局与新挑战[J]. 教育发展研究, 2013,(12).
53. 周成军,杨翠蓉.教师知识的再认识[J].宁波大学学报(教育科学版),2006(10).
54. 周坤亮.何为有效的教师专业发展:基于十四份有效的教师专业发展的特征列表的分析[J].教师教育研究,2014(1).
55. 周晶.教师专业发展面临的信息化环境内涵解析[J].中国现代教育装备,2015,8.
56. 佐藤学.教与学:寻求意义与关系的再构[J].全球教育展望,2001(2).
57. 上海青浦实验研究所.小学数学新手和专家教师PCK比较的个案研究[J].上海教育科研,2007(10).

标准公告类和会议类

1. 初任教师的概念界定及其专业发展特征[EB/OL].<http://edu6.teacher.com.cn/tln015a/kechengneirong/4/1.1.htm>.
2. 崔允灏,等.教师专业发展即专业实践的改善[C].第十一届上海国际课程论坛,2013,10.
3. 鄂培蓓.浅谈中小学教师专业发展的核心力——个体学习力[C].教育技术国际学术会议,2011,12.
4. 李凯.论研修一体视域下的教师专业发展[C].北京市区县科研人员第二届学术年会,2009,12.

5. 夏仕武,等.双师同堂教学促进教师专业发展初探[C].国际教师教育协会第三届双年会暨“多元文化社会中的教师教育:机遇与挑战”国际学术研讨会,2014,10.

英文文献

著作和学位论文类

1. Anderson, J. R. Cognitive psychology and its implications (2nd ed.)[M]. San Francisco: Atkinson, R. C. Mnemotechnics in second language learning. American Psychologist,1975.
2. Ball, D. L. & Cohen, D. K. Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education[M]. In G. Sykes and L. Darling-Hammond (Eds.), Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice. San Francisco: Jossey Bass,1999.
3. Bohrnstedt, G., & Knoke, D. Statistics for social data analysis[M]. Itasca, IL: F.E. Peacock,1994.
4. Berliner D C. The nature of expertise in teaching[A]. F K Oser &A.D(ed.),Effective and Responsible Teaching: The New Synthesis.SanFrancisco:Jossey-Bass publishers.1995.
5. Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. How people learn[M]. Washington, DC: National Academy Press,1999.
6. Chi, M. T. H. Theoretical perspectives, methodological approaches, and trends in the study of expertise[M]. In Y. Li, & G. Kaiser (Eds.). Expertise in mathematics instruction: An international perspective. New York: Spring,2011.
7. D.Jonassen, K.Peck, B.Wilson.Learning with Technology: A Constructivist Perspective[M]. Prentise Hall,1999.
8. Day,C. Developing Teachers: the Challenges of Life long Learning[M]. London: Falmer,1999.

9. Ding, M., Li, Y., Li, X., & Gu, J. Knowing and understanding instructional mathematics content through intensive studies of textbooks[M]. In Y. Li, & R. Huang (Eds.), *How Chinese teach mathematics and improve teaching*. New York: Routledge, 2013.
10. Franz R, Angela S, Thomas S, Maria P, Andrew T. *Promoting Change through Action Reserch*[M]. Rotterdam: Sense Publishers, 2014.
11. Ma, L. *Knowing and teaching elementary mathematics: Understanding of fundamental mathematics in China and the United States*[M]. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.
12. Maitree, I. *Lesson study : challenges in mathematics education*[M]. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2015. Rattermann, M. J. *Commentary: Mathematical reasoning and analogy*. In L. D. English (Ed.) *Mathematical Reasoning: analogies, metaphors, and images*[M]. Mahwah, New York: Lawrence Erlbaum, 1997.
13. Resnick, L. B., Cauzinille-Marmeche, E., & Mathieu, J. *Understanding algebra*[M]. In J. Sloboda & D. Rogers (Eds.), *Cognitive Processes in Mathematics*. Oxford: Clarendon, 1987.

期刊和会议论文类

1. Arthur C. Graesser and Cathy L. McMahan. *Anomalous Information Triggers Questions When Adults Solve Quantitative Problems and Comprehend Stories*[J]. *Journal of Educational Psychology*, 1993.
2. Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., & Wortham, D. *Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research*[J]. *Review of Educational Research*, 2000.
3. Ball, D. L., & Kohen, D. K. *Reform by the book: What is: Or might be: The role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform?*[J]. *Educational Researcher*, 1996.

4. Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? [J]. *Journal of Teacher Education*, 2008.
5. Cambone, J. Time for teachers in school restructuring [J]. *Teachers College Record*, 1995.
6. Cai, J., Ding, M., Wang, T. How do exemplary Chinese and U.S. mathematics teachers view instructional coherence? [J]. *Educational Studies in Mathematics*: 2013.
7. Catrambone, R., & Holyoak, K. J. 1989. Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1989.
8. Chi, M.T.H., Bassok, M., Lewis, M.W., Reimant, P., BE Glaser, R. Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems [J]. *Cognitive Science*, 1989.
9. C. Reigeluth & K. Squire. Emerging Work on the New Paradigm of Instructional Theories [J]. *Educational technology*, 1988.
10. Colhoun, J., Gentner, D., & Loewenstein, J. Learning abstract principles through principle-case comparison. In B. C. Love, K. McRae, & V. M. Sloutsky (Eds.), *Proceedings of the 30th annual conference of the Cognitive Science Society*. Austin, TX: Cognitive Science Society, 2005.
11. Craig, S.D., Sullins, J., Witherspoon, A., & Gholson, B. The deep-level-reasoning- question effect: The role of dialogue and deep-level-reasoning questions during vicarious learning [J]. *Cognition and Instruction*, 2006.
12. Croft, A. Cogshall, J., Dolan, M., & Powers, E. (with Killion, J.). Job-embedded professional development: What it is, who is responsible, and how to get it done well [C]. Washington, DC: National Comprehensive Center for Teacher Quality, 2010.

13. Ding, M., & Li, X. Transition from concrete to abstract representations: The distributive property in a Chinese textbook series[J]. *Educational Studies in Mathematics*. 2014.
14. Goldstone, R. L., & Son, J. Y. The transfer of scientific principles using concrete and idealized simulations[J]. *The Journal of the Learning Sciences*, 2005.
15. Franke, M. L., Webb, N. M., Chan, A. G., Ing, M., Freund, D., & Battey, D. Teacher questioning to elicit students' mathematical thinking in elementary school classrooms[J]. *Journal of Teacher Education*, 2009.
16. Fred G. w. C. Pass, Jeroen J. G. Van Merriënboer. Variability of Worked Examples and Transfer of Geometrical Problem-Solving Skills: A Cognitive-Load Approach[J]. *Journal of Educational Psychology*, 1994.
17. G. Rowland. *Designing and Instructional Design*[J]. *ETR&D*, 1993.
18. Heckler, Andrew F. Kaminski, Jennifer A. Sloutsky, Vladimir M. .Effects of Concreteness on Representation: An Explanation for Differential Transfer[J]. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2006.
19. J. Willis. A Recursive, Reflective Instructional Design Model Based on Constructivist-Interpretivist Theory, *Educational Technology*, 1995.
20. James, H., Anne, K. M. & Brad, G. Learning to Learn to Teach: An "Experiment" Model for Teaching and Teacher Preparation in Mathematics[J]. *Journal of Mathematics Teacher Education* , 2003.
21. Kahan, J. A., Cooper, D.A. & Bethea, K.A. The Role of Mathematics Teachers' Content Knowledge in their Teaching: A Framework for Research Applied to a study of Student Teachers[J]. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2003.
22. Kaminski, J. A., Sloutsky, V. M., & Heckler, A. F. The advantage of abstract examples in learning math[J]. *Science*, 2008.
23. Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. When Problem Solving Is Superior to Studying Worked Examples[J]. *Journal of Educational Psychology*, 2001.

24. Loeb, Susanna, Luke C. Miller, and Katharine O. Strunk. The State Role in Teacher Professional Development and Education Throughout Teachers' Careers [J]. American Education Finance Association, 2009.
25. Mckendree, J., Small, C. & STENNING, K, The Role of Representation in Teaching and Learning Critical Thinking[J]. Educational Review, 2002.
26. McDonnell, L. M. Opportunity to learn as a research concept and a policy instrument[J]. Educational Evaluation and Policy Analysis, 1995.
27. Mishra, P., Koehler, M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Integrating Technology in Teacher Knowledge[J]. Teacher College Record, 2006.
28. Murata, A. Mathematics teaching and learning as a mediating process: The case of tape diagrams[J]. Mathematical Thinking and Learning, 2008.
29. Park S, Oliver J S. Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge(PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals[J]. Research in Science Education, 2008.
30. Pashler, H., Bain, P. M., Bottge, B. A., Graesser, A., Koedinger, K. McGaniel, M. et al. Organizing instruction and study to improve student learning (NCER 2007–2004). Washington, DC: National Center for Education Research, 2007.
31. Peggy A. Ertmer & Donald A. Stepich. Instructional design expertise: how will we know it when we see it?[J]. Educational Technology, 2005.
32. Remillard, J., & Bryans, M. B. Teachers' orientations toward mathematics curriculum materials: Implications for teacher learning[J]. Journal for Research in Mathematics Education, 2004.
33. Renkl, A., Stark, R., Gruber, H. & Mandl, H. Learning from Worked-Out Examples: The Effects of Example Variability and Elicited Self-Explanations[J]. Contemporary Educational Psychology, 1998.
34. Renkl, A. Learning from worked-out examples: A study on individual differences[J]. Cognitive Science, 1997.

35. Shulman. L .S. Knowledge and teaching Foundation of the New Reform[J]. Harvard Educational Review. 1987.
36. Songbook Choi-koh. A Student's eLearning of Geometry Using the DGS[J]. The Journal of Educational Studies, 1999.
37. Sweller, J., & Cooper, G. A. The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra[J]. Cognition and Instruction, 1985.
38. Sweller, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science, 1988.
39. Wim, V. D., Lieven, V. & Patrick, O., The Impact of Preservice Teachers' Content Knowledge on Their Evaluation of Students' Strategies for Solving Arithmetic and Algebra Word Problems[J]. Journal for Research in Mathematics Education, 2002.

标准和公告类

1. Ceoforum on Education Technology [DB/OL].<http://www.ceoforum.org>.
2. Common Core State Standards Initiative. Common core state standards for mathematics. Retrieved from <http://www.corestandards.org/the-standards>, 2010.
3. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). Principles and Standards for School Mathematics[Z]. Reston, Va.: NCTM, 200.
4. Veal R W, Makinster J G.(1999). Pedagogical Content Knowledge Taxonomies[EB/OI]. Electronic Journal of Science Education, 3(4). Retrieved February, 26, 2003, from <http://wolfweb.unr.edu/homepage/erowther/ejse/vealmak.html>.

致谢

作为一名小学数学教师，近二十年的工作经历促使我不断关注自身的专业发展。在内力和外力的共同作用下，我走上了攻读教育博士的历程。感谢我的导师，感谢我的师傅，感谢我的家人，感谢我的领导，感谢我的同事，感谢我的同学，感谢学弟学妹！你们的谆谆教导，细心呵护，大力支持和无私帮助成就了的今天！

感恩我的导师沈书生教授，在种种环境的压力下，让作为一名基础教育教师的我，有机会成为一名博士研究生。您给予我充分的发展空间，让我能够在基于自己的研究优势上不断进步；您给予我自主的学习时间，让我能够在博士学习期间赴美访学，追求个人在研究兴趣上的不断提升；您给予我学习的规划指导，让我能够从茫然中逐渐聚焦。经过四年的学习，我慢慢感受到了您对我的那一种“润物细无声”的教育情怀，没有严厉的斥责，没有苛刻的要求，但却影响深刻而久远。

感谢我的师傅南京市教研室朱宇辉老师，可以不夸张的说，我攻读博士学位的内因是您的不断激励，同时您对我专业成长的帮助与关心是我能够深入学习的根基。因为您的鼓励，坚定了我考博的决心；因为您的支持，增添了我开展数学教育研究的信心；因为您的鞭策，让我的个人专业成长不断前行。

感谢每一位促进我深入思考，点拨我豁然开朗的老师。博士学习期间，吴康宁教授、冯建军教授、李如密教授、徐文彬教授、高水红教授开设的课程打开了我的视野，拓展了我的思维；李艺教授、张舒予教授、庞明勇教授、张一春教授在我的论文开题和中期汇报中指出了问题与不足，纠正了我的研究思路，提供了完善的路径。

感谢美国天普大学丁美霞教授在我赴美访学期间给予的无微不至的关照，感谢 National Science Foundation (NSF) (项目号：#1350068) 对我研究的大力支持。

感谢杨绪辉、邱相彬、孙田琳子、林琳、景玉慧、孟杰等我的师弟师妹们，在我需要后援时给予的无私帮助，特别是你们的学术建议让我经常在“山穷水复”中得见“柳暗花明”，给我生长的动力。当然还要感谢我的一位博士学习同窗，你的数学教育背景与经验给予了我研究切实的帮助。

感谢我工作单位领导邓玲校长和袁方校长对我学习的支持，感谢我的单位同事在我学习期间给予的关心，感谢我的徒弟们对我研究提供的帮助。

最后，特别要感谢我的家人。因为在我读博、工作的双重压力下，是你们对我生活的悉心照料，让我有了坚强的依靠；是你们在我学习与工作冲突时，对我情绪波动的平衡、精神压力的缓解、思想问题的疏导，让我得以坚持既定目标，读书、工作两不误。

四年的求学之路是辛苦的，有时甚至是痛苦的，但同时又是收获的，是幸福的。我会将其视为一份宝贵的人生经历，难得的人生锤炼和值得珍藏的精神财富。

感谢让我涅槃重生的母校——南京师范大学。