

科学教师教学能力结构模型建构

——基于德尔菲专家咨询法的调查分析

王碧梅, 胡卫平

(陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室, 陕西西安 710062)

[摘要] 科学教师教学能力是提高科学教学质量和促进科学教育发展的核心能力, 是一种系统的、动态的、有机整合的能力。科学教师教学能力结构模型的建构以基本的知识和技能作为基底, 以情境创设能力、提问解释能力、探究教学能力、合作论证能力、评价总结能力、迁移应用能力为砥柱, 以实现科学教学目标、实施科学教学内容为准绳, 达到科学教学和学习完整统一。模型遵循系统理论、教学过程理论和学生学习理论的要求, 以培养学生的科学思维、科学态度、科学素养等为最高目标。

[关键词] 德尔菲法; 科学教师; 教学能力; 结构模型

[中图分类号] G420 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5905 (2016) 06-0065-10

DOI:10.13445/j.cnki.t.e.r.20161222.015

Science Teacher Instruction Competence Model Construction: A Vision of the Experts

WANG Bi-mei, HU Wei-ping

(MOE Key Laboratory of Modern Teaching Technology, Shanxi Normal University, Xi'an, Shanxi, 710062, China)

Abstract: Science teacher instruction competence could improve the quality of science teaching and is the key of science education, it is a systematic, dynamic and organic integration ability. The construction science teacher instruction competence model which with the base of knowledge and skills, with the mainstays as create situation, ask questions and comments, inquiry teaching, cooperation and argument, evaluation and summary, application and migration ability, is in order to realize the scientific teaching goal, the implementation of scientific teaching content, to achieve the integration of the science teaching and learning. Science Teacher Instruction Competence Model following the system theory, teaching theory and the requirement of the students' learning theory, is making the highest goal as cultivating the students' scientific thinking, scientific attitude and scientific literacy.

Key Words: Delphi Method; science teachers; instruction competence; structural model

[收稿日期] 2016-03-09

[基金项目] 2015年度全国科学教育研究规划课题阶段性成果(B2015-010-003); 陕西省重点科技创新团队项目(2014KTC-18); 北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心自主课题资助; 山西基础教育质量提升协同创新中心课题(XTB1603)

[作者简介] 王碧梅, 女, 白族, 云南大理人, 陕西师范大学博士生, 主要研究方向为科学教育、教师教育; 胡卫平(通讯作者), 山西临汾人, 陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室主任、教师专业能力发展中心主任、教授, 中国基础教育质量监测协同创新中心副主任, 主要研究方向为科学教育、科学教学心理。

一、问题的提出

科学教师教育一直被世界各地科学教育改革所关注，教师成为了提升科学教育质量和科学教育改革成败的关键，而教师教学能力则被广泛认为是好的教学和学习的核心。由此，开发和研制科学教师教学能力标准成为了各地教育系统和教育研究者关注的话题。但关于能力的界定却一直是一个难以达成共识的问题。新教育标准将能力定义为“在特定区域成功运用知识、技能、个人特质的能力”。^[1] 科学研究者强调，能力作为一种真实的客观活动必须通过行动成为具有个人特质的胜任力。由此，能力发展的过程不可避免的伴随着某些个人特征的发展和内部资源的发展。安德斯和库特认为“教师的教学能力是 CK、PCK、PK、教师信念、价值观、动机和自我管理能力之间的相互作用”。^[2] 谢林等人认为教师教学能力包括“能够识别什么是课堂环境中重要的或值得注意的能力；能够将细小的课堂和广泛的教学和学习原理相联系的能力；能够使用课堂互动的能力”。^[3] 弗兰齐斯卡指出教师教学能力包含“学科知识、教学诊断、教学方法运用和教学管理四个维度”。^[4] 从已有研究可知，教学能力并非是某种单一的能力，而是几种能力的综合，是以知识为基础、通过技能展示出来的综合性的能力。这种能力是教师专业成长和优质的教育教学实践的必要条件。由此，建构科学教师教学能力要素和结构具有十分重要的意义。本文试图在内容分析的基础上，借用 Nvivo 8.0 软件的文本编码功能，梳理出教学能力结构的主要因素，以此为依据，建构出科学教师教学能力结构专家咨询表，采

用德尔菲方法对选取的专家进行三轮咨询，对结果进行分析统计，以此建构出科学教师教学能力要素及其结构。

二、研究方法和步骤

（一）研究方法

德尔菲专家咨询法是一种采用匿名函询的方式，对一组特别选择的专家进行征询调查的方法。研究者将每位专家的意见汇总后，通过信函的方式反馈给每位专家，专家之间是相互匿名的，不进行面对面的交流和互动。^[5] 德尔菲法对专家的专业知识要求较高，专家需要拥有渊博的专业知识。^[6] 一般意义上，德尔菲法需要进行两轮以上，这样才能使受访者更多的参与研究，并逐步修正专家咨询表，最终达成一致的意见。

（二）研究样本

研究采用非概率“主观抽样”的方法，选取两类专家：一是各大高校从事科学教育研究，并在核心期刊发表过相关论文或主持过相关课题的专家，职称均为教授；二是从事科学教育工作的一线教师，参与过相关教研工作，并获得过“优秀教师”、“教学能手”等荣誉称号，职称为高级。首轮专家咨询两类群体人数各 25 人；第二轮专家咨询，大学科学教师研究者人数为 18 人，一线科学教师人数为 20 人；第三论专家咨询，大学科学教育研究者人数为 15 人，一线科学教师人数为 16 人。每轮样本减少人数均符合相关函数关系，最终确定样本人数为 31 人（三轮都参与），样本满足性别和教龄多样性，详见表 1。

表 1 样本基本情况

次数 \ 元素	性别		教龄				职称	
	男	女	3 - 10 年	10 - 15 年	16 - 20 年	20 年以上	教授	高级
第一轮	40	10	9	11	20	10	25	25
第二轮	30	8	5	8	15	10	18	20
第三轮	23	8	5	6	11	9	15	16

（三）研究步骤

1. 采用主题分析法对十年内发表的相关文献进行内容分析

借用 Nvivo 8.0 软件的编码功能，对文献进行微观分析，界定其基本特征和分析其隐含的信息，建立初步类别，即开放式编码。具体作法是在文献

资料中辨别出某一特定教学能力的句子或词组，对它们进行编码。本研究在开放编码中，总共产生了131个关于教学能力要素的节点。

微观分析后，要对其进行归纳，将所有的自由编码进行主轴编码。具体做法是对开放编码所得到的自由节点及内容进行理论上的分析，找出每个教学能力要素之间的关联或重合的部分，并将重合度较多、理论含义相同的节点进行合并，用上一级的概念将其关联起来，形成一个树状结构。

在此基础上，建立编码索引体系，描述编码的主题和次级主题，并对编码添加描述性定义和例子，最后，按照编码索引，随机选取3份材料进行试编码，找出手册中的不足，完善手册。根据编码手册对229份文本材料进行三人重复编码，计算出三人编码的信度，并找出科学教师教学能力的要素。详见表2。

2. 采用德尔菲法对选取的科学教育专家进行三轮咨询

根据对文献的内容分析，将得出的科学教师教学能力要素进行聚类，最终得出科学教师教学能力的维度，并以此制定专家咨询量表，对选取的专家进行咨询。第一轮咨询主要围绕科学教师的教学能力构成。通过信函的方式将编制好的专家咨询表发放给选定的专家，并在邮件中附有填写说明。根据第一轮专家反馈的信息，进行统计分析，再次修订专家咨询表。

第二轮咨询主要围绕科学教师教学能力的结构。因此，咨询内容除科学教师教学能力构成外，还新增了一项重要性排序，即让各位专家对各个能力的构成进行重要程度排序。目的是区分出各个能力之间的重要性程度和等级关系。通过对反馈信息的统计分析，再次修订咨询表。

第三轮专家咨询主要是对前两轮咨询结果中出现分歧的观点进行再咨询和确认，目的是确定结果的可靠性，并最终确定科学教师教学能力结构和要素。三轮德尔菲专家咨询时间从2014年12月持续到2015年7月。

（四）资料来源

研究中的资料来源于近十年内国内外学者发表的关于科学教师教学能力、科学教学模式的相关文献，以及美国、英国、澳大利亚、巴基斯坦等国家颁布的《科学教师专业能力标准》和国际培训、绩效、教学标准委员会（the Internet Board of Standards for Training, Performance and Instruction, IBST-PI）制定的《教师能力标准，IBSTPI》。

三、研究结果与讨论

（一）科学教师教学能力评分信度分析

根据编码手册对229份文本材料进行三人重复、独立编码，为保证编码的一致性程度，在进行统计分析前，先对编码的一致性系数进行了检验，计算出三人编码的信度，如表2所示。

表2 科学教师教学能力编码信度表

项目	项目类别	项目细则	Kappa 系数均值	一致性均值 (%)
科学 学科 教学 素养	科学学科 教学目标	分析教学目标的能力	0.9934	98.79
		编写教学目标的能力	0.9444	99.76
		落实教学目标的能力	1.00	100
		调整教学目标的能力	0.9832	99.94
		分析学生需求的能力	0.9713	99.96
	科学学科 教学内容	分析教学内容的能力	0.8748	99.92
		选择教学内容的能力	0.9734	97.79
		整合教学内容的能力	0.9375	99.79
		与已有知识联系的能力	0.8672	98.48
		突出学习进阶的能力	0.8576	99.91
		展示知识形成过程的能力	1.00	100

项目	项目类别	项目细则	Kappa 系数均值	一致性均值 (%)
科学 学科 教学 能力	学科教学 特质	教学思维能力	0.6682	98.3
		教学认知能力	0.9934	98.79
		教学监控能力	1.00	100
	情景创设 能力	教学情景创设的能力	0.9753	99.82
		学习情景创设能力	0.9951	98.6
		情景创设与学生生活相联系	0.7532	98.36
		情景创设与学习内容相联系	0.6706	99.36
		情景创设适合学生认知水平	0.7774	99.93
		情景创设能引起学生兴趣	0.9951	98.6
	提问解释 能力	清楚的解释科学问题的能力	0.8576	99.91
		引导学生提出科学问题的能力	1.00	100
		根据知识类型选择提问类型	0.7527	99.93
		根据学生水平选择回答类型	0.7527	99.93
		根据问题难度判断候答时间	0.8535	99.76
		灵活设置问题水平的能力	0.8557	97.71
		教师问题提出与目标相符合	0.7812	99.74
		教师问题提出与内容相符合	0.7636	99.82
		问题提出体现学习进阶的过程	0.7724	99.43
		问题提出展示知识形成的过程	0.8535	99.76
		问题提出能激发学生的兴趣	1.00	100
		问题提出能引起学生认知冲突	1.00	100
	探究教学 能力	在探究教学中激发学生的思考	0.8554	98.71
		探究教学中引导学生科学认知	0.8535	99.76
		探究教学中培养学生科学推理	0.8768	99.91
		探究教学中培养学生科学思维	1.00	100
		引导学生进行科学探究	1.00	100
		实施科学探究教学的能力	0.9902	99.98
		引导验证科学假设的能力	0.8768	99.91
	合作论证 能力	给学生提供合作互动的情境	0.7846	97.62
		在教学中培养学生的合作能力	0.7774	99.93
		引导学生进行科学论证的能力	0.7639	99.34
		引导学生进行正面论证的能力	0.7902	99.89
		引导学生进行反面论证的能力	0.9913	99.98
		引导学生在论证中反思的能力	0.9924	99.69
		引导学生在论证中建构新概念	1.00	100
		引导学生基于证据进行论证	0.8557	97.71

项目	项目类别	项目细则	Kappa 系数均值	一致性均值 (%)
	评价总结能力	引导学生对观点进行自我评价	1.00	100
		针对学生回答给予反馈的能力	0.7774	99.93
		引导学生对所学知识进行总结	0.9454	99.77
		教师总结结构合理	0.6606	99.26
		教师总结内容全面	1.00	100
		教师总结针对性强	1.00	100
	应用迁移能力	引导学生解决实际问题	0.9934	98.79
		引导学生解决典型问题	0.9902	99.98
		引导学生应用所学知识	0.9913	99.98
		引导学生将知识进行迁移应用	0.8768	99.91

从表 2 可知, 信度系数从 0.6606 到 1.0, 平均值为 0.8947, 说明编码具有较好的一致性, 利用该手册能够科学有效的辨别出科学教师的教学能力要素。在内容分析的基础上, 根据项目细则对 57 个项目进行了聚类, 聚类使用从下至上的方式, 先将每个对象作为一个簇, 然后合并内容相关的簇, 形成一个类别的簇, 综合簇的内容对其进行命名, 由此得到 9 个项目类别, 如表 2 所示。据此制定专家咨询表, 对选取的专家进行咨询。

(二) 专家积极系数

专家积极系数是专家对该研究的重视程度和关心程度。本研究总共进行了 3 轮专家咨询, 第一轮发出专家咨询表 60 份, 回收 50 份, 专家积极系数为 83.33%; 第二轮专家咨询发出 50 份, 回收 38 份, 专家积极系数为 76%; 第三轮发出 38 份, 回收 31 份, 专家积极系数为 81.58%。从三轮的专家积极系数可知, 大部分专家对本研究的参与程度较

高。详见表 3。

表 3 专家积极系数表

项目 \ 次数	第一轮	第二轮	第三轮
发出咨询表	60	50	38
回收咨询表	50	38	31
专家积极系数	83.33%	76%	81.58%

(三) 专家咨询意见集中程度

专家咨询意见集中程度主要通过均数 (Mj) 和满分频率 (Kj) 的取值范围 (0 ~ 1) 来确定该项元素对于科学教师教学能力构成要素的重要程度。研究中 a 取值为 0.35, a_n 最大值为 4, a_1 最小值为 1, $a(a_n - a_1) = 1.05$ 。Q+ - Q- 的值越小, 表明集中程度越高, 当 Q+ - Q- < 1.05 时, 表明专家意见集中程度良好; 当 Q+ - Q- = 0 时, 表明集中程度最高。数据处理结果如下。

表 4 第一轮专家咨询意见集中程度

指标	M	SD	K	中数	Q -	Q +	Q + - Q -	集中程度
学科教学目标	4	0	1	4	4	4	0	< 1.05
学科教学内容	4	0	1	4	4	4	0	< 1.05
教学特质	2.742	.773	.194	3	2	3	1	< 1.05
情境创设能力	4	0	1	4	4	4	0	< 1.05
探究教学能力	4	0	1	4	4	4	0	< 1.05
提问解释能力	3.710	.461	.710	4	3	4	1	< 1.05
合作论证能力	3.742	.575	.810	4	4	4	0	< 1.05
评价总结能力	3.710	.461	.710	4	3	4	1	< 1.05
迁移应用能力	3.650	.486	.645	4	3	4	1	< 1.05

第一轮专家咨询的 9 个科学教师教学能力指标中,得分均数在 0.35 分以上的指标有 8 个,占全部指标的 90%;各个指标的满分比大于 0.5 的有 8 个,占全部指标的 90%。其中,第三个指标(教学特质)均值在 2.742,满分比为 0.94,说明专家对该项指标的集中程度较低,故将其删除。在 57 个指标中,得分均数在 0.35 分以上的指标有 43 个,占全部指标的 75.4%;其中,有 14 个指标均值均低于 0.35 分,专家对这 14 个三级指标(分析

教学内容的能力、选择教学内容的能力、整合教学内容的能力、教学思维能力、教学监控能力、教学认知能力等)给出的建议是将其合并到相应的指标中,并不作为独立的条目。

根据第一轮专家咨询的结果和专家们对科学教师教学能力结构和要素给出的建议,删除了 1 个二级指标(教学特质),合并了 14 个三级指标。在将第一轮咨询结果反馈给各位专家的同时,进行第二轮咨询。咨询结果如下所示。

表 5 第二轮专家咨询意见集中程度及重要性排序

指标	M	SD	K	中数	Q -	Q +	Q + - Q -	集中程度	重要性排序
情境创设能力	4	0	1	4	4	4	0	<1.05	5
提问解释能力	4	0	1	4	4	4	0	<1.05	7
探究教学能力	4	0	1	4	4	4	0	<1.05	4
合作论证能力	4	0	1	4	4	4	0	<1.05	5
评价总结能力	3.936	.250	.935	4	4	4	0	<1.05	8
迁移应用能力	3.839	.374	.839	4	3	4	1	<1.05	2
学科教学目标	3.871	.428	.903	4	4	4	0	<1.05	1
学科教学内容	3.806	.402	.806	4	3	4	1	<1.05	3

* 排序一栏中次序相同的序号是由于它们的频次相同,故采用同一序号排序,但它同时也占据下一个序号。

在第二轮专家咨询中,9 项二级指标的均数都在 3.5 分以上,满分比也均在 0.5 以上,说明在第二轮专家咨询中,专家们的意见较为统一,集中程度较高。在重要性排序中,专家们均认为学科教学目标最为重要,迁移应用能力次之,排名第二,学科教学内容排名第三,探究教学能力排名第四,其它能力重要性排名如表 5 所示。从重要性程度的排名可知,对于科学教师而言,需要以学科教学目标为准绳,在目标的引领下,通过科学教学着重培养学生的科学思维、科学素养以及问题解决能力。

由于前两轮专家咨询的结果较为一致,专家意见集中程度也较高,由此,第三轮专家咨询,主要针对前两轮咨询过程中,出现分歧较大的指标进行

追踪咨询。咨询结果显示,89% 的专家认为,教学特质这项指标可以合并到其他条目中,并不作为独立的项目,且应该在情境创设、探究教学、合作论证中将其体现,但是由于教师教学特征的隐性性,难以外显化等特性,不能将其作为科学教师教学能力结构的一个独立项目。78% 的专家认为,在第一轮咨询中存在分歧的 14 个指标也应该纳入其他条目中。

(四) 专家咨询意见权威程度

专家权威程度是咨询结果可靠性的依据,用 Cr 表示, $Cr = (Cs + Ca) / 2$ 。Ca 是专家对方案作出判断的依据;Cs 是专家对问题的熟悉程度。二者的取值范围都是 0 ~ 1 之间,越接近 1 表示影响越大、非常熟悉;反之亦然。研究结果如表 6。

表 6 专家权威程度

指标	第一轮			第二轮		
	Ca	Cs	Cr	Ca	Cs	Cr
情境创设能力	.8	.948	.874	.8	.974	.887
提问解释能力	.8	.923	.861	.8	.948	.874

指标	第一轮			第二轮		
	Ca	Cs	Cr	Ca	Cs	Cr
探究教学能力	.742	.768	.755	.78	.955	.865
合作论证能力	.8	.929	.865	.8	.955	.877
评价总结能力	.8	.942	.871	.8	.968	.884
迁移应用能力	.768	.845	.806	.781	.8	.79
学科教学目标	.723	.813	.768	.735	.8	.768
学科教学内容	.684	.819	.752	.710	.819	.765
平均值	.765	.873	.819	.776	.902	.839

第一轮专家咨询中，Ca 均值为 0.765，说明专家对能力指标作出判断的依据对专家的影响较高，Cs 均值为 0.873，说明专家对科学教师的教学能力较为熟悉，Cr 均值为 0.819，说明本次咨询的专家权威程度较高。根据第一次咨询结果对指标进行修改后，第二次专家咨询权威程度均比第一次高。Ca 均值为 0.776，Cs 均值为 0.902，Cr 均值为 0.839，由此可知，本轮专家咨询具有相对较高的权威，咨询结果可靠性较大，精度较高。

（五）专家咨询意见协调程度

专家咨询意见协调程度是专家意见的一致性程度。该值一般通过计算变异系数（Vj）和协调系数（W）来判断，Vj 越小，表明专家们的协调程度越高；W 取值在 0～1 之间，越接近 1，说明专家意见协调程度越高。^[7]通过分析得出如下结果。

表 7 专家咨询意见协调系数

	第一轮	第二轮
指标个数	57	43
协调系数 W	.401	.629
卡方值	112.004	32.096
P	.000	.000

两轮专家咨询的 Vj 均小于 0.2，第一轮的王为 0.4，表明专家对科学教师教学能力的指标存在分歧，协调程度稍低；在对第一轮进行修改后，第二轮的王上升到 0.63，说明专家对指标的认同较为统一，可信度也较高。通过非参数检验，结果显示两轮专家咨询结果差异显著。由此可知，专家对科学教师教学能力结构和要素的协调程度较高，研究结果可取。

四、科学教师教学能力模型

（一）能力模型

科学教师的教学能力结构和要素是建构科学教学能力模型的基础，对科学教师教育的发展尤为重要。早于 1987 年，菲利普便提出了教师的教学能力模型，他认为教师教学能力应包括“计划技能、教学技能、评估学生的技能、专业知识和专业职责五个方面。”^[8]凯萨琳和罗纳德指出教师的教学能力包括“学术技能、计划技能、管理技能、表达和交流技能、评估和反馈技能、人际交往技能六个维度”。^[9]六个维度共同构成了教师的教学能力模型，该模型以“胜任力洋葱模型”为基本形态，呈椭圆形。申继亮以智力为基础，建构出依附于一般教学能力而具体化为学科教学能力的能力模型。^[10]该模型以层级上升的形态阐释了教学能力的结构关系，并将监控能力、认知能力、操作能力作为教学能力的三大要素。莫莱纳等人在已有研究的基础上，从教师能力的构成、教师组织水平及其教学领域三个维度建构教学能力模型。^[11]该模型中三个维度并不交织，而是相互独立于特殊的背景之下。每个维度各有其功能与作用，且呈现形态也大不相同。教师的教学能力是由各个相互独立又相互交融的能力要素整合而成，“是一个综合的个人特征，是支持在各种教学环境中满足有效教学绩效所需要的知识、技能和态度”。^[12]由此，教师教学能力的建构需要综合衡量各个要素之间的关系，以及能力组成的结构。本研究以系统理论、科学教学过程理论和学生科学学习理论为依据，建构出一个动态的系统教学能力模型（如图 1 所示）。

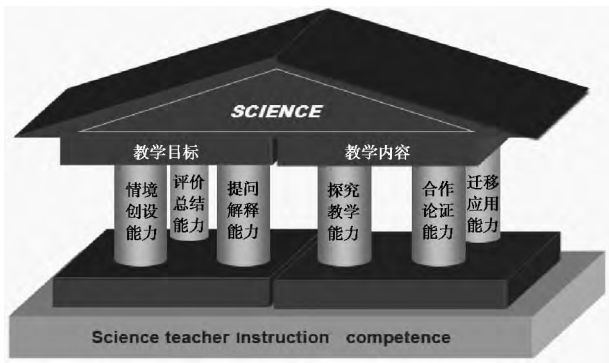


图 1 科学教师教学能力模型①

科学教师的教学能力是外显于教学背景下的特殊行为，是以知识和技能作为基底，以情境创设能力、提问解释能力、探究教学能力、合作论证能力、评价总结能力、迁移应用能力为砥柱，以实现科学教学目标、实施科学教学内容为准绳，达到科学教学和学习完整统一，并以培养学生的科学思维、科学态度、科学素养等为最高目标的一种系统的、动态的、有机整合的能力。能力模型遵循系统理论、教学过程理论和学生学习理论，教师教学能力由多种能力要素构成，各个要素之间相互独立，但也相互交融，共同构成一个有机整体。知识和技能是教师教学能力的基础，教师的一般教学能力和学科教学能力都需要以此作为发展的前提；教师的一般教学能力主要涉及教学准备和计划、教学组织和实施、教学监控和评价、教学反思和扩展四个维度，这四个维度共同构成系统的教学过程。但作为科学教师，需要将教师的一般教学能力和科学学科的特性，以及科学教学和学习相融合。科学课程是一门以培养学生科学素养为宗旨的基础性课程②，让学生在实践活动中，学会科学探究、合作交流、

推理论证等基本能力，培养学生实事求是、追求创新、与人合作、热爱自然的科学态度。而这一切均需要以学生积极的思维为中心，让学生在探究、论证、推理的教学中，科学的提出问题，分析问题，解释问题；能够设计方案，收集信息、处理数据；能够用实验所得结论论证自己的观点，或反驳别人的观点；能够在合作、交流的过程中学会倾听，学会思考自己的不足；并能够将科学思维和方法迁移应用到生活实践中或其他学科领域中，解决实际问题。由此，本研究以胡卫平学者提出的“思维型课堂教学模式”为核心，将科学教学和学习模式融入科学教师的教学能力中，以三轮德尔菲研究数据作为支撑，提出科学教师的教学能力主要分为：情境创设能力、提问解释能力、探究教学能力、合作论证能力、评价总结能力、迁移应用能力六个维度，并将科学教学目标和教学内容作为科学教师学科素养，统领六个维度的教学能力。每个维度各有其功能和作用，但在一定条件下又能相互转化，具有动态性。

（二）能力要素

研究通过三轮的德尔菲初步拟定了 8 个二级指标，43 个行为观测点。二级指标主要通过专家咨询意见的集中程度、变异程度、协调程度、权威程度等结果选取。行为观测点的筛选在综合考虑专家意见的基础上，采用“临界值”的方式选取。为了避免重要指标被剔除，在指标选取过程中，指标需满足三个衡量尺度：一指标得分高于满分频率的界值；二指标得分高于均数的界值；三指标得分低于变异系数的界值。三个尺度均不符合者剔除，三个指标均满足者入选，其中有一个或者两个不满足者，需要充分考虑专家的意见，再进行筛选。指标筛选结果如下所示。

表 8 科学教师教学能力指标体系

一级指标	二级指标	三级指标及能力观测点	M	SD
科学学科素养	教学目标	核心素养：教师教学目标设置突出核心素养	3.55	.72
		学生水平：教师教学目标设置符合学生水平	3.42	1.03
		系统规划：教师教学目标的规划完整恰当	3.9	.3
		弹性设置：教师可根据实际及时调整目标	3.16	.78
		目标落实：教学过程中教学目标落实良好	3.8	.4

① 在图中，各个层级之间并非一一对应的关系，而是一个独立但又融合的有机整体，共同构成科学教师的教学能力。
② 小学科学课程标准，2014 年修订稿。

科学教师教学能力结构模型建构

一级指标	二级指标	三级指标及能力观测点	M	SD
科学 学科 教学 能力	教学 内容	目标相符: 教学内容选择要与目标相符合	3.71	.9
		正确解读: 教学内容的理解需正确无误	3.16	.9
		知识形成: 教学内容要突出知识形成的过程	3.48	.81
		先验知识: 教学新知识要与已有知识相联系	3.39	.92
		学习进阶: 教学内容要体现学习进阶的要求	3.48	.81
	情境 创设 能力	紧扣内容: 教学情境的创设紧扣科学内容	3.61	.67
		突出重点: 教学情境的创设突出教学重点	4	0
		发展水平: 情境创设适合学生认知发展水平	3.77	.43
		认知冲突: 情境创设能引起学生认知冲突	3.13	.56
		切合实际: 教学情境创设能切合生活实际	3.29	.82
		情感动机: 情境创设融入情感激发内在动机	3.29	.78
	提问 解释 能力	问题类型: 根据知识难易程度选择提问类型	3.16	.78
		问题水平: 根据学生水平灵活设置问题水平	3.29	.9
		候答时间: 根据问题难度灵活判断候答时间	3.35	.84
		回答方式: 根据问题类型和水平选择方式	3.26	.63
		围绕目标: 问题提出需围绕科学教学目标	3	.89
		把握梯度: 问题提出需体现学习进阶的过程	3.55	.72
		启发思维: 问题提出以激发学生思维为主	3.35	.95
		循循善诱: 针对内容引导学生提出科学问题	3.10	.83
		科学阐释: 对学生的问题能给出科学的解释	3.23	.62
	探究 教学 能力	实验探究: 教师能引导学生围绕科学问题进行自主合作探究	3.58	.5
		激发思考: 在探究中激发学生积极思考	4	0
		科学认知: 教师能引导学生在探究中形成科学的认知	3.45	.72
		科学推理: 教师能引导学生利用分析、比较归纳、演绎、类比等方法进行科学推理	3.55	.85
	合作 论证 能力	合作互动: 教师能创设有利于学生合作互动的情境	3.81	.6
		思维互动: 通过高认知问题激发学生思维互动	3.45	.85
		正面论证: 教师能够引导学生在论证中提供证据支持自己的观点	3.68	.48
		反面支持: 教师能够引导学生在论证中提出反驳的证据支持自己的观点	3.71	.46
		批判反思: 教师能够帮助学生通过论证反思自身理论并建构新理论	3.61	.67
	评价 总结 能力	科学严谨: 教师能对学生提出的解释和证据做出科学严谨的评价	3.26	.93
		引导恰当: 基于学生能力, 展示学生思维过程, 引导学生自我评价, 自我总结	3.26	.93
		结构合理: 总结便于学生建构合理的学科结构	3.45	.85

一级指标	二级指标	三级指标及能力观测点	M	SD
		内容全面: 总结需涉及知识、方法、经验等	3.55	.72
		针对性强: 总结需突出重难点; 教会方法	3.55	.72
	应用 迁移 能力	实践性强: 教师能引导学生在具体的情景中应用探究的知识和技能 解决实际问题	3.74	.68
		领域相关: 教师能够引导学生将科学的思维和知识迁移到其他学科 和领域中	3.48	.81
		引导适宜: 教师能引导学生用科学探究中学到的知识与方法解决典 型问题	3.46	.69

德尔菲法提供了一个从专家的角度获取信息的途径。^[13]本研究经过三轮的专家咨询,从数据处理和分析的结果来看,本研究的专家积极系数较高;专家权威程度较高;专家意见较为集中。由此,通过专家咨询的方法建构的指标体系和能力模型具有一定的可信度,能够应用于相关的领域。但是,德尔菲法也有自身研究方法的不足,如专家对指标评价的主观性;在实际应用中专家的证实性偏差等。^[14]因此,在后续研究中,研究者拟采用 DEA—AHP—FAHP (数据包络法—层次分析法—模糊层次分析法) 的方法再次分析科学教师教学能力的要素和结构。

【参考文献】

[1] Nyshanova S. T. ,Baimukhanbetov B. M. ,Abdigapbarova U. M. , Mukhamedzhanov B. K. Developing Future Teachers Creative Abilities In Competence-Oriented Educational Process Of High School [J]. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* , 2014 (116): 4287 –4292.

[2] Axinja Hachfeld , Adam Hahn , Sascha Schroeder , Yvonne Anders , Mareike Kuntera , Should teachers be colorblind? How multicultural and egalitarian beliefs differentially relate to aspects of teachers’ professional competence for teaching in diverse classrooms [J]. *Teaching and Teacher Education* , 2015 (48): 44 –55.

[3] Sherin van Es. E. A. , & Sherin , M. G. Learning to notice: Scaffolding new teachers’ interpretations of classroom interactions [J]. *Journal of Technology and Teacher Education* , 2002 , 10 (4): 571 –596.

[4] Franziska Vogt , Marion Rogalla. Developing Adaptive Teaching Competency through coaching [J]. *Teaching and Teacher Education* , 2009 (25): 68 –82.

[5] Wiersma , W. , & Jurs , S. G. *Research methods in educa-*

tion [M]. An introduction. Boston: Pearson , 2005: 55.

[6] [13] Bolger , F. , & Wright , G. Improving the Delphi process: lessons from social psychological research [J]. *Technological Forecasting & Social Change* , 2011 (78): 1500 –1513.

[7] 王春枝, 斯琴. 德尔菲法中的数据统计处理方法及其应用研究 [J]. *内蒙古财经学院学报 (综合版)* , 2011 (4): 92 –96.

[8] Philip A. Streifer. The Validation of Beginning Teacher Competencies in Connecticut [J]. *Journal of Personnel Evaluation in Education* , 1987 (1): 33 –55.

[9] Ronald D. Simpson and Kathleen S. Smith. Validating Teaching Competencies for Graduate Teaching Assistants: A National Study Using the Delphi Method [J]. *Innovative Higher Education* , 1993 , 18 (2): 12 –25.

[10] 申继亮, 王凯荣. 论教师的教学能力 [J]. *北京师范大学学报 (人文社会科学版)* , 2000 (1): 64 –71.

[11] W. M. Molenaar , A. Zanting , P. Van Beukelen , W. De Grave , J. A. Baane , J. A. Ustraan , R. Engbers , Th. E. Fick , J. C. G. Jacobs & J. M. Vervoorn. A framework of teaching competencies across the medical education continuum [J]. *Medical Teacher* , 2009: 56 –62.

[12] Dineke E. H. Tigelaar , Diana H. J. M. Dolmans , Dineke H. A. P. Wolfhagen & Cees P. M. Van Der Vleuten. The development and validation of a framework for teaching competencies in higher education [J]. *Higher Education* , 2004: 23 –35.

[14] Wiersma , W. , & Jurs , S. G. *Research methods in education* [M]. An introduction. Boston: Pearson , 2005: 62.

(本文责任编辑: 吴 娱)