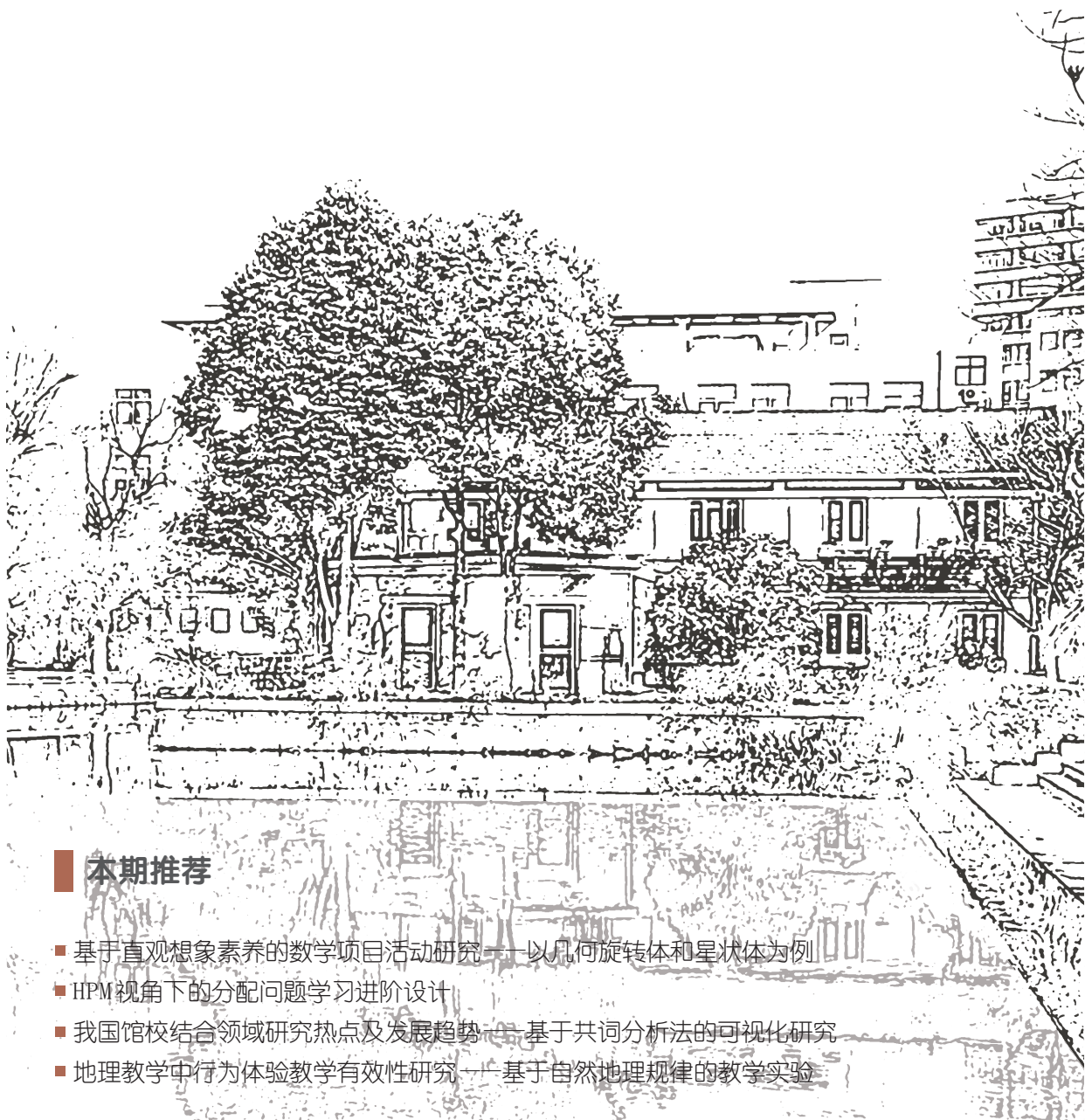


学科教育研究前沿 4

RESEARCH FRONTIERS IN SUBJECT EDUCATION 2019



本期推荐

- 基于直观想象素养的数学项目活动研究——以几何旋转体和星状体为例
- HPM视角下的分配问题学习进阶设计
- 我国馆校结合领域研究热点及发展趋势——基于共词分析法的可视化研究
- 地理教学中行为体验教学有效性研究——基于自然地理规律的教学实验

主办：华东师范大学 教师教育学院

目 录

学术论文

- 基于直观想象素养的数学项目活动研究——以几何旋转体和星状体为例
..... 卢 韡, 叶慧妍, 徐斌艳 (1)
- HPM 视角下的分配问题学习进阶设计 姜浩哲, 汪晓勤 (7)
- 浙江省初中科学学业水平考试与课程标准的一致性研究——以杭州市初中科学物质科学领域为例
..... 方慧玲, 沈 甸 (14)
- 馆校结合视角下科普教育的治理逻辑 黄子义, 姜浩哲 (23)
- 我国馆校结合领域研究热点及发展趋势——基于共词分析法的可视化研究
..... 方慧玲, 周青青, 沈 甸 (27)
- 高中生环境知识水平的测量与提高的对策——以上海市 D 中学 M 班为例
..... 杨 希, 朱胜捷, 卢晓旭 (36)
- 地理教学中行为体验教学有效性研究——基于自然地理规律的教学 朱胜捷, 卢晓旭 (40)

前沿成果推介

- 《说与不说是一种文化习俗：对上海、首尔和墨尔本的数学课堂话语分析》推介 陆 燕 (44)
- 《科学课堂中的笑声研究》推介 黄子义 (46)
- 《六年级的 STEM 融合教育》推介 秦语真 (47)

基于直观想象素养的数学项目活动研究 ——以几何旋转体和星状体为例

卢 韞, 叶慧妍, 徐斌艳

(华东师范大学 教师教育学院, 上海 200062)

摘要:自《普通高中数学课程标准(2017年版)》出台以来,数学教育界对于学科核心素养逐渐重视,相关研究接踵而至。作为学科核心素养之一的直观想象素养,高中数学的立体几何知识内容为培养其创设了合适的情境。因此,本文以数学项目活动为教学方式,以“神奇的几何体”为主题并且聚焦于两个实际案例,探究此教学方式如何帮助学生直观想象素养的形成,希望能为落实培养高中数学学科直观想象素养提供实践经验。

关键词:直观想象素养;数学素养;数学项目活动;几何体

一、引言

我国2017年出版的《普通高中数学课程标准》提出了数学学科的六大核心素养,其中直观想象是指借助几何直观和空间想象感知事物的形态与变化,利用空间形式特别是图形,理解和解决数学问题的素养。^[1]

纵观高中数学课程内容,立体几何内容成为帮助学生逐步形成空间观念,培养学生直观想象素养的主要教学内容。相关研究表明,数学项目能提供学生自主探索和学习空间,促进数学建模、数学运算、直观想象、数据分析等数学核心素养的发展。^[2]数学项目活动通过让学生自主产生驱动问题,利用技术支持与小组交流合作,可以有效通过“做中学”实现数学学习,建构数学概念。基于以往立体几何教学过于抽象、枯燥,容易使学生产生排斥与厌倦心理以及数学项目活动能够有效激发学生兴趣,提供更多数学学习机会的状况,笔者结合新课标与教材内容,基于直观想象素养开展了“神奇的几何体”数学项目活动,并在项目完成后进行教学反思,为落实培养高中数学学科直观想象素养提供实践经验。

二、数学项目案例探究

(一) 样本选择

本研究选取上海某重点高中一年级一个班的学生,以数学项目学习理论为指导,由已经对数学项目教学模式有深入了解并且有过实践运用经验的数学教育研究者在该班级开展了五节以“神奇的几何体”为主题的培养学生直观想象素养的数学项目课程。

(二) 案例设计

在本研究中,几何体的数学项目活动作为体现直观想象素养的重要载体,旨在让学生亲身参与立体几何新知识发现的过程,发挥学生的主动性,在合作和运用新技术的过程中感知几何体的形态与变化,建立形与数的联系,从而更深入地理解几何体的内在属性、更好地建构个体的认知结构,经过实时评测指导、阶段性成果展示了解学生的几何体知识理解程度,促进学生直观想象素养的发展。笔者根据实际情况结合邵征峰、张文兰和李喆的项目活动教学模式^[3]后,得到新授课的教学模式,如图1所示。

基金项目:上海市“立德树人”数学教育教学研究基地项目“数学课堂项目学习研究”(1550041222118010/002)。

作者简介:卢韞(1996-),女,江西宜春人,硕士研究生,研究方向为课程与教学论(数学);叶慧妍(1995-),女,广东云浮人,硕士研究生,研究方向为课程与教学论(数学);徐斌艳(1964-),女,上海人,博士,教授,研究方向为数学课程与教学,课程与教学的国际比较,数学教育的国际比较等。

通讯作者:徐斌艳, E-mail: byxu@kcx.ecnu.edu.cn

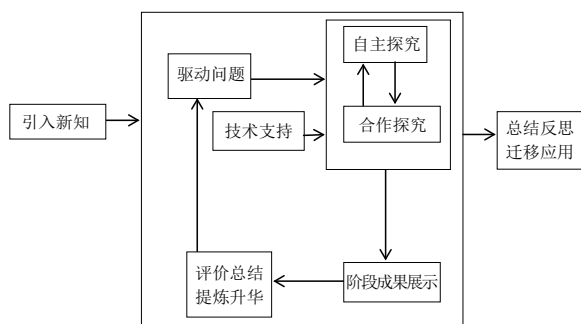


图1 数学项目教学模式

(三) 数学项目案例

1. DNA双螺旋结构绕中心轴旋转得到的旋转体探究

(1) 回顾旧识，引入新知

教师结合学生在初中学到的平面几何知识，以及在课程中将会涉及到的知识点，对于学生在项目学习中将会涉及到的知识与技能（见图2）进行基本讲解并且为学生提供可执行的数学项目活动建议。教师对该组学生提供了关于几何体的旋转体的驱动问题：通过旋转一个几何体，得到它的组合体，我们称之为“几何体的旋转体”，简单的“几何体的旋转体”有“柏拉图旋转体”等，试着用不同的展现方式刻画“某种几何体的旋转体”。教师希望学生能以此问题为基础，通过数学项目学习，培养他们借助空间形式认识事物的位置关系以及通过数学建模建立形与数的联系的直观想象素养。

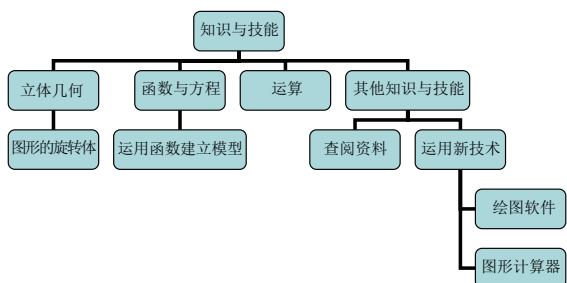


图2 项目活动1中涉及的知识与技能

(2) 驱动问题，创设情境

由于驱动问题比较抽象，教师结合生活中陀螺的旋转以及发电风车的旋转等实例希望给学生创设“抛锚体验”，让学生进行直观想象，认识到驱动问题的价值。其中一组的学生由此联想到生物课本上的不规则几何体——DNA双螺旋结构，书中写着“假设你从DNA双螺旋结构上的一点出发，沿着‘梯子’的‘踏板’向上走，每上

10级就绕了一圈，而且升高了3.4nm”^[4]，这个不同于正多面体的特征引起了学生的注意，并且提出问题：DNA双螺旋结构围绕中心轴旋转后得到的是什么几何体？

(3) 合作探究，总结提炼

学生在确认项目学习研究问题后，开始以自主探究、合作交流、阶段性成果展示地循环性步骤进行数学项目学习。开始时，该组学生结合生物书上提供的DNA平面图，运用牙签、彩色卡纸等材料试图先做出DNA平面图形，再以此旋转得到DNA双螺旋结构。在该过程中，可以窥见学生用几何直观理解和描述问题的直观想象素养基础。通过实践发现，经过学生相互合作、探究思考后形成的知识更容易在他们的头脑中留下烙印。^[5]此次亲手做实物的过程，让学生们对于通过“距离”、“角度”来确定事物的位置关系有了更加清楚的认识。



图3 第一阶段成果展现图

如图3所示，完成第一阶段的任务后，学生发现由于牙签太纤细，以此连接各个“碱基”得到的图形十分不牢靠；且牙签无变形性，不能旋转得到立体的DNA双螺旋结构。该组陷入了困惑当中时，教师进行了适当引导。

教师：做“复杂”的模型似乎耗材耗力，简化的模型有时也能得到相同的结论。此处能否简化DNA双螺旋结构，考虑简化后的图形绕中心轴旋转后会得到什么结构呢？

(一番讨论后)

小组长：简化后得到的结构是螺旋线，但是可能是每圈螺旋半径有细微差距的螺旋线。

教师：那我们可以再简化为每圈螺旋半径相同的螺旋线。大家再观察一些DNA双螺旋结构，它是只有一条螺旋线组成的吗？

学生：不对，是双螺旋线。

教师：双螺旋线间有什么关系呢？

学生：反向双螺旋线。

教师：很好！进行简化之后可以怎么做呢？

学生：考虑简化后的图形绕中心轴旋转会得到什么结构。

教师在进行适当的引导后，该小组对于“每圈半径相同的反向双螺旋线绕中心轴旋转会得到什么几何体”进行热烈地讨论。结合初中学过的简单几何体的三视图知识，有同学建议大家先考虑反向双螺旋线旋转后得到的几何体的三视图，该过程激发了该同学极力运用自己储备的知识来解决几何问题的直观想象素养。但是，由于有限的立体几何知识和对双螺旋线的陌生感，同学们仍然没有思考得出旋转体的最终模型。

这时，有同学在网上找到关于制作DNA双螺旋立体结构的折纸视频，并且提议在做出DNA双螺旋的立体图形后可以“手动”旋转来辅助思考其旋转后得到的图形。折纸的过程中，大家对于借助空间形式认识事物的位置关系以及利用图形描述、分析数学问题有了更深刻的理解。在第三节课完成后，学生已经折纸得到了DNA双螺旋结构的立体图形，完成第二阶段的作品，如图4所示。



图4 第二阶段成果展示图

这时，小组长提出了可以用图形计算器绘图功能来建模的建议，该建议自然地进入到以技术帮助数学项目活动顺利进行地过程。在对于DNA双螺旋结构两条螺旋线的参数方程进行设定和探索之后，该小组在第四节课中通过图形计算器，利用正余弦函数以及线性函数（部分参数方程如图5-1）模拟出了DNA双螺旋结构绕着中心轴旋转的动态图形（图5-2）。此过程中，特别是参数方程建模的过程，学生们通过自主探索，建立起了形与数的联系，构建数学问题的直观模型，探索解决问题的思路，而这是直观想象素养的重要维度之一。

使用三维绘图中的参数进行绘制

长链骨架1（红色，蓝色）

$$xp1(t,u) = \cos(t)$$

$$yp1(t,u) = \sin(t)$$

$$zp1(t,u) = t + u + v1 + v2$$

$$(-5 < t < 5, -0.5 < u < 0.5)$$

$$xp2(t,u) = \cos(t)$$

$$yp2(t,u) = \sin(t)$$

$$zp2(t,u) = t + u - 2.5 + v1 + v2$$

$$(-2 < t < 7.5, -0.5 < u < 0.5)$$

脱氧核苷酸（黑色，半透明）

$$xp3(t,u) = t$$

$$yp3(t,u) = -0.3323t + 0.3323$$

$$zp3(t,u) = u + v1 + v2$$

$$(-0.8011 < t < 1, -0.25 < u < 0.25)$$

图5-1 第三阶段成果展示图

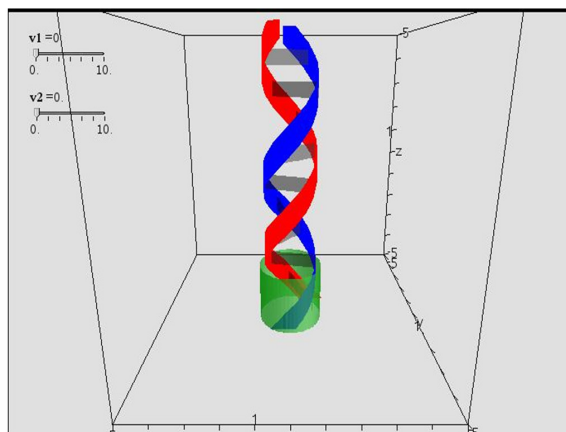


图5-2 第三阶段成果展示图

（4）总结反思，迁移应用

在探究“DNA双螺旋结构绕着中心轴旋转得到的旋转体”的过程中，教师主要在学生探究的知识性问题、项目活动进行的方向以及在碰见疑惑时进行指导，学生是该项目活动问题提出、项目执行、成果实现的主体。

该数学项目通过每一阶段成果的实现，不仅达到了教师预期的对于借助空间形式认识事物的位置关系以及通过数学建模建立形与数的联系的直观想象素养的培养，而且在项目进行过程中，学生自主探究的过程也实现了他们的利用图形描述、分析数学直观问题，建立形与数的联系等直观想象素养的培养。该数学项目不仅是教学模式上的一大创新也对学生以后在探究陌生图形的旋转体或者组合体等图形过程中提供了许多可借鉴的思路。

2. 星形多面体的探究

(1) 回顾旧识, 引入新知

课前对正方体展开图、正多边形的简单性质等进行简单回顾, 正方体是学生已经认识了柏拉图几何体之一, 此过程可以帮助学生更好地了解柏拉图几何体。

随后教师展示并介绍柏拉图几何体, 让学生熟悉更多的简单多面体空间特征及展开图, 并让学生观察归纳发现描述简单多面体中顶点数、面数、棱数特有的规律的“欧拉公式”: $V+F-E=2$, 如表1所示。

表1 柏拉图几何体中“欧拉公式”

	面数F	棱数E	顶点数V	$V+F-E$
正四面体	4	6	4	2
正六面体	6	12	8	2
正八面体	8	12	6	2
正十二面体	12	30	20	2
正二十面体	20	30	12	2

学生了解柏拉图几何体后, 再介绍阿基米德体, 使其能进一步认识了解多面体空间特征, 增强空间感知能力, 培养直观想象素养。

(2) 驱动问题, 创设情境

接着展示多种星状体实物模型, 让学生观察星状体并以“小星状正十二面体”为例引导思考以下问题:

a. 观察小星状正十二面体直观图中的一个面是什么图形?

b. 如何制作小星状正十二面体?

此问题试图引导学生培养建立形与数的联系, 利用几何图形描述问题的直观想象素养。

(3) 合作探究, 总结提炼

对于提出的困惑, 该小组开始对小星状正十二面体模型(图6)进行详细的观察, 并对于如何制作模型提出自己的想法展开讨论。

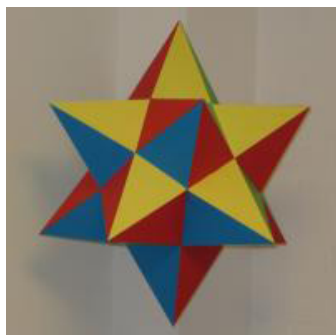


图6 小星状正十二面体模型图

A学生发现最大的特征是有12个相同的“尖角”, 于是认为小星状正十二面体应该就是通过这12个“尖角”组成的。B学生则认为小星状正十二面体是由里面的“东西”长出了12个“尖角”构成的。此时可以明显看到由于缺乏相关的几何知识, 两者的沟通并没有数学语言的“味道”。因此首先需要从数学交流的角度引导他们逐渐认识小星状正十二面体, 形成几何直观想象力。

教师: “‘尖角’具体来说是什么几何体? 仔细观察一个尖角, 它的底面是什么图形?”

学生C: 底面是一个五边形。那它就是一个五棱锥!

教师: “学生B认为里面应该还有东西, 里面的‘东西’具体又是一个什么几何体呢?”

(现场沉默)

教师: 我们先来确定几何体的一些具体特征。请大家再观察一下, 我们可以知道哪些特征呢?

学生B: 它有12个五棱锥证明里面的几何体应该有12个面。

教师: 对的! 确定了它是一个十二面体, 那它每个面的图形又是一个怎样的图形呢?

学生A: 因为每个“尖角”是正五棱锥, 所以里面的十二面体的每个面应当是正五边形。

学生C: 而且, 应该是与正五棱锥底面大小一样的正五边形。

教师: 所以B同学和同学A的方案, 请大家一起讨论是否能做出小星状正十二面体? 如果没有里面的正十二面体, 这12个小的五棱锥应当如何连接在一起?

此时, 留出充足时间给予小组继续讨论交流。在小组讨论的环节中, 同学们通过观察几何体, 建立起对于几何体的直观模型, 并且为了了解其展开图的具体准确形状, 必须建立了图形与数的联系, 在这个过程中, 学生的直观想象素养得到了增长。最后经过激烈的小组讨论, 得到了两种模型制作方法, 如下:

方法1: 加法

学生B的想法认为小星状正十二面体由1个正十二面体和12个有底正五棱锥构成, 如图7-1。由此, 经过小组讨论交流, 分别作出正十二面体和正五棱锥的展开图(图7-2和图7-3)。

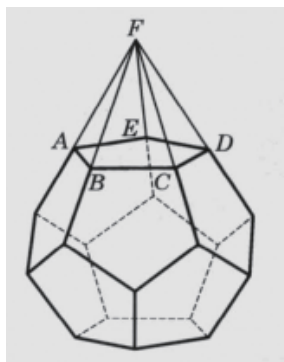


图7-1 方法1：加法

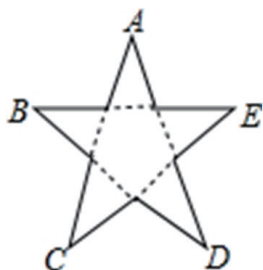


图7-2 五棱锥展开图

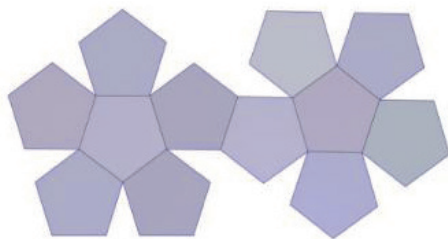


图7-3 正十二面体展开图

方法2：拼接法

学生A的想法则是把12个正五棱锥粘贴在一起，经过小组讨论认为应当把方法1中的有底正五棱锥变为无底正五棱锥，则只需要正五棱锥的侧面展开图（图8）。特别注意的是，在正五棱锥的侧面展开图由五个全等的等腰三角形，并且每个等腰三角形的顶角为 32° ，这一角度的计算引导学生通过图7-2五棱锥的展开图发现计算得到。

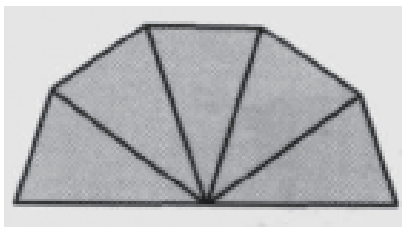


图8 方法2：拼接法

至此，该小组已经讨论得到两种可行的制作方案。此时学生C提出，很多几何体都有展开图，小星状正十二面体有没有展开图呢？有人认

为没有展开图，只能通过方法1和方法2拆分地完成，因为它太复杂了。有人则认为应该是有展开图的，并且展开图就是一种简便的多面体制作方法。由于小星状正十二面体的展开图较为复杂，于是教师又参与到小组讨论中，通过提出问题“请以正方体等熟悉的几何体想想一个多面体的展开图满足什么条件呢？”来引导学生归纳发现展开图中的关键图8“正五棱锥的侧面展开图”，而方法2是把单个的侧面展开图做成无底五棱锥拼接而成，那么展开图是否能够通过调整步骤先把12个正五棱锥侧面展开图连在一起再做呢？

因为时间有限且小星状正十二面体展开图略微复杂，该小组并没有得到展开图。最后，通过搜集资料得到方法3中的两个展开图（图9-1和图9-2）。由于能够搜集到两种展开图，小组又提出新的疑问，是否还有更多不同的展开图？这一问题就留给小组后续自主研究了。

方法3：展开图

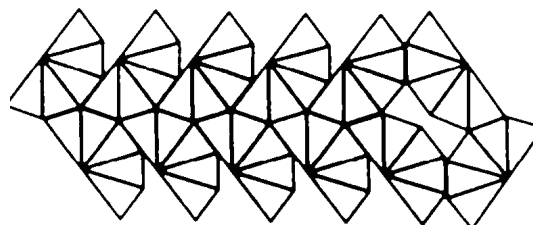


图9-1 小星状正十二面体展开图1

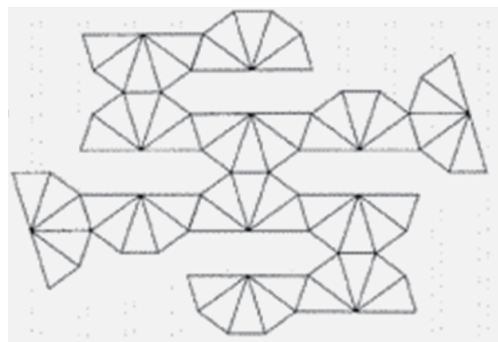


图9-2 小星状正十二面体展开图2

(4) 总结反思，迁移应用

通过小组自主探究小星状正十二面体的制作方法，学生对柏拉图几何体的认识更为丰富，对于几何体展开图以及正多面体的空间特征也有了进一步的认识，同时也注意到绘制平面展开图时数据准确性的重要性，学生的直观想象素养在此过程中得到增长。此时可以在制作多面体的基础上逐渐加入“数学味道”，借以通过数形结合的联

系，加强学生直观想象素养的应用。

课前所提到的简单多面体中的欧拉公式满足 $V+F-E=2$ ，此时教师抛出表2关于星状几何体的“欧拉公式”。小组成员对表2的数据产生了疑惑，认为它并不符合表1推出的欧拉公式。由此紧接着这一问题，教师则进一步以“小星状正十二面体”为例引导学生思考以下问题以增强培养学生直观想象素养以及数学形结合能力：

a. 星体“棱长”和“面”分别指什么？如何认识星体的“棱”和“面”？

b. 计算小星状正十二面体的表面积和体积，假设母体正十二面体棱长为单位长。

表2 星状体中“欧拉公式”

	面数F	棱数E	顶点数V	V+F-E
小星状正十二面体	12	30	12	2
大正十二面星体	20	30	12	2
大星状正十二面体	12	30	20	2
大正二十面星体	20	30	12	2
正二十面体	20	30	12	2

三、总结

1. 建立“抛锚体验”，引发学习兴趣

合适的问题情境才能激发学生问题意识，引发学生思考，从而引导学生的各种学习能力包括“直观想象素养”能力的形成。^[6]学生刚开始对新接触的学习内容不感兴趣和产生畏难情绪的时候需要老师创造合适的教学情境，激发他们的各种能力。在案例一中，教师通过生活中陀螺的旋转以及发电风车的旋转等实例给学生创设“抛锚体验”，让他们突破思维的边界，进行发散思考；在案例二中，教师则考虑到学生直观想象素养的能力基础，通过展示柏拉图体、阿基米德体、星状体实物模型等几何体，降低空间想象难度，增加学习兴趣。

2. 学生自主探索，建立直观想象素养

数学项目活动的一个重要特点就是，以学生为主体，并且学生自主设计和探究，教师只在旁边给予恰当的指导。在学生自主探究的过程中，直观想象素养自主逐渐建立起来。在案例一中，

学生通过自己想象三视图，简化并建立模型，设定参数方程等方式建立借助空间形式认识事物的位置关系，建立形与数的联系，构建数学问题的直观模型，探索解决问题的思路等直观想象素养；在案例二中，学生则在探究和亲手制作星状几何体过程中，对于星状体各部分的数量比例关系的了解中建立起对形与数的联系以及几何体的空间结构特征等直观想象素养。

3. 项目活动反思，加深数学理解

在数学项目完成之后，笔者也对于整个活动中出现的一些问题和情况进行了反思。首先，在数学项目活动中，应该注意用数学语言去引导学生进行项目学习，才有助于培养学生培养直观想象素养这种数学素养。其次，教师要发挥好引导作用，充分调动学生的参与性和积极性，紧密小组合作。在整个过程中，数学项目活动不仅是培养学生“直观想象素养”的载体也创造了培养其“直观想象素养”的情境，这种教学方式不但可以拓展学生的视野，更能激发他们的潜能，培养他们的创造性思维能力，进而提升课堂教学的有效度。

笔者通过两个案例探究发现，数学项目学习过程有助于学生“直观想象素养”的形成。

参考文献：

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准: 2017年版[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018.

[2] 何声清, 綦春霞. 国外数学项目学习研究的新议题及其启示[J]. 外国中小学教育, 2018(1): 64-72.

[3] 邵征锋, 张文兰, 李喆. 基于电子书包的PBL教学模式应用探究——以小学数学课为例[J]. 现代教育技术, 2016, 26(05): 37-43.

[4] 朱正威, 赵占良. 普通高中课程标准实验教科书: 生物: 必修2遗传与进化[M]. 北京: 人民教育出版社, 2007.

[5] 郭宗雨. 在高中数学课堂中开展自主合作探究教学的实践研究[J]. 数学教育学报, 2012, 21(05): 41-44.

[6] 任旭, 夏小刚. 问题情境的创设: 基于思维发展的理解[J]. 数学教育学报, 2017, 26(04): 15-18.

(下转第39页)

HPM视角下的分配问题学习进阶设计

姜浩哲, 汪晓勤

(华东师范大学 教师教育学院, 上海 200062)

摘要: 在从小学至大学的数学课程中均出现了一类分配问题, 但常规教学往往缺乏连贯性, 忽视了学生思维和认知的纵深发展。而基于假设的学习进阶理论, 从HPM的视角来设计分配问题的数学建模教学, 则依循和参照问题发展的数学历史, 与学生认识模型本质和发展建模能力的自然过程相一致。这样的教学设计, 不仅融入数学史体现了“文化之魅”, 而且, 通过整体性重构的方式, 融合了的数学史与学习进阶还共同体现了“知识之谐”、“方法之美”、“探究之乐”、“能力之助”和“德育之效”。

关键词: 学习进阶; HPM; 分配问题; 数学建模

一、问题的提出

2017年6月, 由美国数学及其应用联合会 (COMAP)、工业与应用数学学会 (SIAM) 联合编写的《数学建模教学与评估指南》一书中明确提出了“数学建模应当在学生数学教育的每一个阶段都被教授”、“从学前到大学开展数学建模是可行的”等观点^[1]。但是在目前各学段的数学教育中, 现实情境通常以应用题的形式作为练习让学生巩固所学数学知识^[2], 数学建模课程缺乏有效的组织形式和系统的教学资源, 建模内容间也缺乏必要的联系。

美国国家研究理事会 (National Research Council, 简称NRC) 在研究中发现大多数课程内容的主题间缺乏连贯性和系统性, 课程设计忽视了学生对同一主题的理解不断提升和深化的过程, 而重复、浅显、间断地学习某一主题会阻碍学生知识基础的夯实^[3]。为此, NRC提出学习进阶 (Learning Progressions) 有关概念^[4], 将其定义为“在一个较大时间跨度内 (例如6至8年间), 学生对某一主题的思考和认识不断丰富、精致和深入的一种过程”, 旨在揭示学生在相当长时间内学习和研究某一主题思考、理解和实践活动的认知发展: 由浅入深、从简单到复杂、从零散到

全面、从低水平到高水平^[5]。学习进阶为数学建模系统、一致、连贯地贯穿于不同学段数学课程和有效衔接相邻学段间数学建模教学提供了科学方法。

在大、中、小学的数学课程内容中, 常常出现一类关于如何将给定资源 (如经济资源、权力资源等) 按一定的方案、要素或准则 (如按比例要素等) 分配给若干对象的问题。例如, 在小学阶段, 《义务教育数学课程标准》明确要求学生“在实际情境中理解比及按比例分配的含义, 并能解决简单的问题”^[6]; 在初中阶段, 用方程组解应用题中就有不少分配问题; 在普通高中阶段, 分配问题会与古典概型有关内容相联系; 大学本科阶段, 席位分配问题往往是各类数学建模课程的重点内容。

在数学史上, 分配问题自公元1世纪就引发了数学家的关注, 并在此后的众多实际运用中经历了发展、完善和优化的过程。我国古代数学名著《九章算术》中的衰分术详细记载了古代农业、征役、行商中的按比例分配问题^[7]。17世纪, 帕斯卡 (B. Pascal, 1623-1662) 与费马 (P. Fermat, 1601-1665) 通信讨论赌金分配的“点数问题”标志了概率论的诞生^[8]。1880年, 美国众议院的席

基金项目: 上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地之数学教育教学研究基地研究项目“数学课程与教学中落实立德树人根本任务的研究”。

作者简介: 姜浩哲 (1996-), 男, 江苏昆山人, 硕士研究生, 研究方向为数学史与数学教育; 汪晓勤 (1966-), 男, 浙江开化人, 博士, 教授, 研究方向为数学史与数学教育。

通讯作者: 汪晓勤, E-mail: xqwang@math.ecnu.edu.cn

位分配悖论产生后,亨廷顿(Huntington, 1927-2008)等数学家更是一度寻求新的分配方法和模型^[9]。

荷兰学者Bakker认为,历史现象学可以为建立和发展假设的学习进阶(Hypothetical Learning Trajectories)理论提供准备^[10]。有鉴于此,我们希望以分配问题发展史为依据和参考建立假设的学习进阶,使数学建模教学能围绕主线、不断深入,贯穿在小学至大学的课程中,与学生的认知发展齐头并进。同时,教学设计从HPM视角切入,引导学生经历分配问题逐渐复杂、数学模型逐渐完善的过程,既感受数学的历史,感悟数学的文化,又加深对模型本质、建模过程的认识和理解。

二、教学设计

(一) 小学阶段分配问题的教学设计

1. 问题引入

例1 早在公元1世纪,我国古代数学名著《九章算术》中就记载了大量农业、征役、行商中的按比例分配问题,古人称比例为“衰”,按比例分配为“衰分”。其中,有这样一道关于分派徭役的问题:“今有北乡算八千七百五十八,西乡算七千二百三十六,南乡算八千三百五十六,凡三乡,发徭三百七十八人,欲以算术多少衰出之。问各几何?”

2. 方法归纳

在先前的学习中,学生已经掌握了比、比例和用字母表示数的相关知识,并会求解一些简单的比和比例关系式,教师结合上述例题帮助学生归纳按比例分配的一般情况:如果将总量为 Q 的初始资源按 $A:B:C$ 的比例分配至甲、乙、丙三方,设甲、乙、丙分得的资源数量分别为 X, Y, Z ,则 $X = \frac{AQ}{A+B+C}$, $Y = \frac{BQ}{A+B+C}$, $Z = \frac{CQ}{A+B+C}$ 。之后,教师引导学生作答例题1。

教师进而向学生解释:事实上,这就是一个简单的数学模型,可以把数学模型理解为数字、字母或其他数学符号组成的,描述现实对象数量规律的数学公式、图形或算法。

3. 思维拓展

教师展示《九章算术》中的问题答案:

“北乡遣一百三十五人、一万二千一百七十五分人之一万一千六百三十七;西乡遣一百一十二人、一万二千一百七十五分人之四千四;南乡遣一百二十九人、一万二千一百七十五分人之八千七百九。”并向学生提出以下思考拓展问题:

思考题1 《九章算术》的问题答案在数学上没有任何问题,但是否符合实际?

思考题2 能否猜想古人实际会如何分派徭役?

思考题3 如果按照思考题2中你猜想的方法分派徭役,是否会对北乡、西乡或南乡造成不公平?三乡在理论上会因此分别多征派或少征派多少徭役人数?

在学生思考回答后,教师更进一步说明:由此可见,数学模型其实还是一种对实际问题的简单化、理想化表达。

在上述教学设计中,教师运用了选自《九章算术》的一段史料,学生对数学模型开始有了最初步的认识。小学阶段,大多数学生常常将数学模型理解为对现实问题复制式的数学表达,学生解决实际问题停留在直接运用教师帮助他们已经建立的数学模型,但数学史的运用使得学生发现数学模型不是现实原原本本的复制,而是数学化、理想化的产物,从对数学模型本质认识的层面上说,学习进阶的萌芽已经出现。同时,从思维拓展部分中可以发现,教与学源于史料,但又不唯史料,教师引导学生发现数学史料中脱离实际的内容,培养他们的批判性思维,为后续的学习进阶打下了认知基础。

(二) 初中阶段分配问题的教学设计

1. 新知传授

教师教授学生运用方程组求解应用问题的一般步骤。

2. 例题解析

教师引导学生回顾:在6年级,学生曾学习和解决了公元1世纪《九章算术》中一类简单的按比例分配问题。继而指出,现实生活中的许多分配问题,其分配所依据的比例并不会直接给出,而是需要根据已知条件间接求得。

例2 (改编自《九章算术》)假设漆与油的售

价之比为3:4;油与漆可按4:5的比例和成油漆。现有银两正好能购买3斗漆,问:该按什么比例分配银两来分别购买漆与油,使购得的漆与油恰可以和成油漆?如果现有银两正好能购买 n 斗漆呢?

在指导学生作答。

随后,教师再次引导学生回顾6年级时的按比例分配模型,发现例1的比例关系式同样可由方程组得出:对于未知量 X, Y, Z ,有方程组

$$\begin{cases} \frac{X}{A} = \frac{X+Y+Z}{A+B+C} \\ \frac{Y}{B} = \frac{X+Y+Z}{A+B+C} \\ \frac{Z}{C} = \frac{X+Y+Z}{A+B+C} \\ X+Y+Z=Q \end{cases}, \text{解为} \begin{cases} X = \frac{AQ}{A+B+C} \\ Y = \frac{BQ}{A+B+C} \\ Z = \frac{CQ}{A+B+C} \end{cases}。这时,教师向$$

学生说明,两类看似不同的问题本质实际上却是统一的。

3.课堂总结

课堂最后,教师指出,从简单运用已建立的模型到根据一般步骤自主建立模型,这一阶段的学习让学生对数学建模有了更进一步的尝试。再看数学模型,小学阶段,数学模型曾被认为仅仅是用来解决实际问题的,它只是具有应用价值,但如今,教师引导学生发现,数学模型还是对现实情境的一种简洁、清晰的表达,两道例题中的寥寥几个等式,却有数行文字的内涵,这也很好地解释了人们常说的“数学是一种语言”。

运用方程组求解应用问题是一个简单的数

学建模过程,在初中数学课堂,教师往往会教授学生运用方程求解应用问题的一般步骤,此时的数学建模有固定的模式和方法作为参照,但学生开始能够独立完成建立模型和求解模型这两个十分重要的步骤。无论从数学建模的水平上,还是对数学模型的理解上,学生都完成了一次学习进阶。

(三)高中阶段分配问题的教学设计

1.问题引入

在学习了概率论的有关知识后,教师告诉学生其实概率论的起源也与分配问题有关。

例3赌技相当的甲、乙二人各出96金币,规定必须要赢 p 场者才能赢得全部赌金共192金币,但比赛中途因故终止,且此时甲乙胜局数为 $n:m$ 。若你是仲裁者,请问此时应如何分配赌金,并说明理由。

教师要求学生根据小学和初中时期对数学模型的认识,以小组合作讨论的形式,为甲和乙确定一种合理的分配方案,并求得分配结果。

2.历史展示

教师告诉学生,本题的背景就是17世纪帕斯卡和费马通信往来中研究的赌金分配问题。教师指出:在历史上,数学家们也对这个问题进行了激烈的讨论,许多数学家都给出了自己的解答(如表1所示)。教师向学生加以展示:

表1 赌金分配问题中的数学家解答

数学家	策略
帕乔利(L. Pacioli, 1445?-1517)	$n:m$
卡兰奇(F. Calandri)	$\frac{1}{p-n} : \frac{1}{p-m}$
塔塔格里亚(N. Tartaglia, 1499-1557)	$(p-m+n):(p-n+m)$
卡丹(G. Cardano, 1501-1576)	$(1+2+L+n):(1+2+L+m)$
费马(P. Fermat, 1601-1665)	列出赌局继续下去时可能出现的情况
帕斯卡(B. Pascal, 1623-1662)和	$(C_{m+n-1}^0 + C_{m+n-1}^1 + C_{m+n-1}^2 + L + C_{m+n-1}^{n-1}):$
惠更斯(C. Huygens, 1629-1695)	$(C_{m+n-1}^0 + C_{m+n-1}^1 + C_{m+n-1}^2 + L + C_{m+n-1}^{m-1})$

教师对上述方法依此作出解释和评价。

3.课堂总结

最后,教师作适当总结:与小学和初中所认识的应用数学模型解决实际问题不同,这一次,数学家们没有直接得到数学模型,而是在逐步调整、修正模型过程中找到了真理。1654年,帕斯卡在他的《论算术三角形》中给出了正确的赌金

分配问题一般公式,才结束了模型从错误到正确的漫长发展历程。教师也向学生强调:数学模型其实并不唯一,无论是历史上费马、帕斯卡、惠更斯的方法,还是今天部分同学给出的直接计算甲、乙获胜概率的方法,他们都是有理有据的正确模型。

高中阶段，数学模型开始走向多元、开放，运用不同数学方法可以建立不同的模型，模型所联系的知识点也不再单一。在对数学模型的理解上，通过数学史的融入，教师引导学生发现数学模型不是一蹴而就的，而是在数学家们不断调整、修正中逼近真理的。同时，学生开始在没有模式参照的情况自己探索建模方法，这是建模能力进阶过程中的一个重要台阶。

(四) 大学本科阶段分配问题的教学设计

1. 回顾历史背景

教师引导学生回顾：在6年级时，学生曾研究

过《九章算术》中一道关于分派徭役的按比例分配问题，当时学生曾在教师的引导下将数学模型理解为对现实情境问题的一种简单化、理想化表达，知道《九章算术》给出的分配结果解答在实际生活中是不可能实现的。但是，数学模型从实际问题中来，终归还是要回到实际问题中去，而这样的分配难题在实际问题中似乎并可以避免。表2是思考题2的一种常规解答，即参照惯例，可以把各乡按比例分配后的徭役名额近似地保留一位小数，将无法细分的一个徭役名额分派至十分位数值最大的地区。

表2 按照比例并参照惯例的徭役分派

地区	按比例分配的徭役名额(分数形式)	按比例分配的徭役名额(保留一位小数形式)	十分位数值	参照惯例的结果
北乡	$135 \frac{11635}{12175}$	136.0	0	136
西乡	$112 \frac{4004}{12175}$	112.3	3	112
南乡	$129 \frac{8709}{12175}$	129.7	7	130

2. 展示历史上的悖论

教师指出，在历史上，表2的解法也是汉密尔顿(A. Hamilton, 1755-1804)的想法，被称为最大剩余法(Greatest Remainders, 简称GR)。事实上，1850年至1900年间，美国国会众议院席位分配就多次出现了与公元1世纪《九章算术》中记载的相类似的情形，这种模型也被当时采用。但是，1880年，关于亚拉巴马(Alabama)州的席位分配难题将GR法推上了风口浪尖：由于美国总人口数的增加，国会众议院的总席位数从1787年的

65逐渐增加到1920年的435，但是，亚拉巴马州却在该州人口占美国总人口比例不降低的情况下，因众议院总席位增加分得的席位反而减少，这就是历史上著名的席位悖论^[9]。教师用表3和表4模拟这种情况。

教师引导学生发现，A州的人口比例没有发生变化，但当总席位增加1时，其分得的席位数反而减少了，并指出：这样不公平的分配人们是难以接受的，更加不公平的问题还有！

表3 当总席位数增加时按照比例并参照惯例的席位分配

地区	人口数	人口比例	20个席位的分配		21个席位的分配	
			按比例分配的席位	参照惯例的结果	按比例分配的席位	参照惯例的结果
A州	34万	17.0%	3.4	4	3.570	3
B州	63万	31.5%	6.3	6	6.615	7
C州	103万	51.5%	10.3	10	10.815	11
总和	200万	100%	20	20	21	21

表4 当人口数增加时按照比例并参照惯例的席位分配

地区	5年前				5年后			
	人口数	人口比例	按比例分配的席位	参照惯例的结果	人口数	人口比例	按比例分配的席位	参照惯例的结果
A州	34万	17.0%	3.570	3	34万	16.038%	3.368	4
B州	63万	31.5%	6.615	7	64万	30.189%	6.340	6
C州	103万	51.5%	10.815	11	114万	53.774%	11.292	11
总和	200万	100%	21	21	212万	100%	21	21

教师再次解释说明，B州的人口数增加却比原来少了1席，A州的人口数未变却比原来增加了1席！历史上，GR法的这一重大缺陷称之为人口悖论^[9]。

3. 新探历史旧题

教师指出：由此可见，数学模型不能仅仅凭直觉或感性的认识构造，它必须包括严谨的数学论证，拥有严密的数学结构，数学模型必须要求我们看到问题的本质。席位有可能无法按照人口比例精确分配，就有可能会出现不公平现象，但我们应该努力去寻找一种衡量不公平的数量指标，通过计算和比较数值大小把不公平度降到最低。在找到问题的突破口后，教师提到，学生曾在6年级思考题3中计算过三乡在理论上分别多

征派或少征派多少徭役人数，这其实就是一种衡量绝对不公平的指标。学生曾在初中学习了相对和绝对的概念，教师自然而然地引导学生借鉴并建立一种衡量相对不公平的指标。在学生适当讨论后，教师介绍亨廷顿除数法席位分配模型基本构想。

4. 再现历史解答

教师指出：高中时期，费马、帕斯卡、惠更斯等数学家们都曾给出了赌金分配问题的精彩解答，学生第一次看到了数学文化的多元、开放与包容。在今天所学习的席位分配模型中，历史上的许多数学家同样曾“心有灵犀”地探寻过亨廷顿除数和不公平度的衡量指标^[11]。教师向学生展示表5。

表5 亨廷顿推荐的除数法

亨廷顿除数法	数学家（或政治学家）	除数 $d(n)$	不公平度的衡量指标 ¹
最大除数法	杰斐逊（T. Jefferson, 1743-1826） 丹特（V. D' Hondt, 1841-1901）	$n+1$	$\frac{n_j p_i - n_i}{p_j}$
主要分数法	韦伯斯特（D. Webster, 1782-1852）	$n + \frac{1}{2}$	$\frac{n_j}{p_j} - \frac{n_i}{p_i}$
相等比例法	希尔（J. A. Hill, 1860-1938）	$\sqrt{n(n+1)}$	$\frac{n_j p_i}{n_i p_j} - 1$
最小除数法	亚当斯（J. Q. Adams, 1767-1848）	n	$n_i - \frac{n_i p_j}{p_i}$

实际上，早在6年级时，席位分配问题的雏形就已出现，教师曾通过引导学生关注“《九章算术》中也有脱离生活实际的内容”这一情况，为大学阶段激发学生的认知冲突埋下了伏笔。重新审视席位分配模型，可以发现其实质就是《九章算术》中按比例分配模型在政治选举领域优化、发展、完善了的“进化体”，只是这样的优化、发展、完善过程联系了更多的数学知识，需要有更高的数学水准、更强的应用能力。通过数学史的回忆、再现和演绎，教师加深了学生对数学模型本质的理解：数学模型不是单一、静态、固定、一成不变、事先预制好的，而是多元、动态、开放、灵活多变的，当数学模型从一个领域转移到另一个领域时，它就必须经历修正、调整的过程以适应新的问题情境。同时，关于亨廷顿

除数和不公平度的衡量指标建立，数学史上也再次呈现了“百花齐放”的格局，展现了多元文化的魅力。

三、数学史与学习进阶的融合

纵观从小学至大学的分配问题教学设计，数学史通过复制式、顺应式和重构式融入数学教学，且教师在不同学段教学中运用的数学史既有相互照应、补充，也有相互抵触、矛盾，既是为了与学生的认知发展相匹配，也是为了在创造学生认知冲突的过程中激发学生主动探索新知的欲望。而在数学史料和问题的不断回顾、补充、对比中，学生的认知和元认知水平均能得到促进^[12]。实际上，数学史是在整体性重构后与学习进阶相融合的，如表6所示。

1 在不公平度的衡量指标中，设 $\frac{p_i}{n_i} \geq \frac{p_j}{n_j}$

表6 数学史与学习进阶融合的方式

学段	数学史运用方式	本学段教学的数学史料	教学中回顾的其他学段的数学史料	回顾相关史料的目的
大学本科	重构式	1880年美国众议院席位分配问题	《九章算术》徭役分派问题 帕斯卡和费马通信赌金分配问题	再现数学史料的不完美，激发学生强烈的认知冲突 补充说明数学模型的开放、多元、包容
普通高中	整体性重构	帕斯卡和费马通信赌金分配问题	《九章算术》徭役分派问题	对比说明数学模型并不是模式固定、形式惟一的，而是开放的、多元的、可以修正的
初中			《九章算术》油漆混合问题	
初中	顺应式	《九章算术》油漆混合问题	《九章算术》徭役分派问题	补充说明徭役分派问题和油漆混合问题的本质统一，两类实际问题都可以使用方程组描述、表达和解决
小学	复制式	《九章算术》徭役分派问题		

四、数学史与学习进阶融合的价值

在分配问题的教学设计中，不仅融入数学史体现了“文化之魅”，而且融合了数学史与学习进阶还共同体现了“知识之谐”、“方法之美”、“探究之乐”、“能力之助”和“德育之效”。

(一) 文化之魅

当跨越了近20个世纪，来自亚洲、欧洲和美洲不同地域，且与经济生活、社会生活等多个方面相联系的分配问题发展历史在教学中展现时，学生能充分感受到数学的“文化之魅”。

(二) 知识之谐

一方面，基于赌金、席位分配问题的历史相似性或历史上数学家们的认知引导学生发现和解决问题，使得学生理解和学习模型有关知识的过程变得自然而然、水到渠成。另一方面，基于学习进阶的教学是依据学生的认知和理解而设计的，各学段的学习有赖于之前学段的知识内容，学生也能明白有关模型或知识不是“降落伞”从天而降，并亲身经历了知识不断补充、发展、完善的过程，体现了“知识之谐”。

(三) 方法之美

一方面，历史上众多数学家们关于赌金、席位等分配问题或合理完美、或有待完善的思想与方法，都拓宽了教与学过程中师生的视野，成为了今天数学建模发展的宝库。另一方面，分配问题的数学模型不断发展、完善，并适用于更多全新的领域，其所联系的数学方法也不断增多。在学习进阶中，不仅学生不同学段所学的许多或简单、或复杂的思想与方法相互联结在了一起，而且不同数学分支或领域的方法能有机统一地在分

配问题教学中呈现，“方法之美”跃然于课堂之中，更全面、丰富、系统的知识网络和体系也得以被学生深刻理解。

(四) 探究之乐

一方面，探究历史问题时，学生既能因与历史上数学家的解法相似而收获成功体验，也能基于历史主动分析和改进数学家的错误并探索新的合理方法，在数学活动经验的积累中收获乐趣。另一方面，在学习进阶中，教学始终围绕分配问题不断深入，学生经历着从面对复杂问题到完善解决方案的循环过程，6年级时思考和解答的不完美更是成为了推动大学问题探究的直接动力。随着问题情境的不断发展，“探究之乐”也因而愈发浓烈。

(五) 能力之助

一方面，历史问题有助于提升学生数学建模等核心素养^[13]，数学史也为数学建模提供了真实的问题情境，而将真实情境数学化并检验不同模型实用性的数学建模和数学应用任务能有效发展学生一系列不同的数学能力^[14]。另一方面，学习进阶为循序渐进地引导学生发展建模能力提供了科学依据。而是从简单运用模型，到依固定步骤建立模型，再到独立自主全过程建模，学生数学建模能力不是一蹴而就的，基于学习进阶的教学也无疑成为“能力之助”。

(六) 德育之效

一方面，历史上数学家们锲而不舍追求真理的精神鼓舞了今天课堂中的学生。另一方面，基于学习进阶的教学也促进了学生道德发展。早在先秦时期，我国《论语·季氏》就记载了孔子“不患寡而患不均”的政治主张，公平公正一直

以来都是伦理道德的核心范畴。从按比例分配到席位分配,学生由依照和执行公平分配方案向研究和制定公平分配方案逐渐转变。当面对的现实问题越发复杂时,教师帮助学生加深了对于公平实质的认识和感悟,潜移默化的“德育之效”也由此达成。

参考文献:

- [1] 张思明, 胡凤娟, 王尚志. 数学建模从走近到走进数学课堂——推介《数学建模教学与评估指南》[J]. 数学教育学报, 2017, 26(06): 10-13+46.
- [2] 王静, 胡典顺. 美国《加利福尼亚州数学框架. 数学建模》简介及启示[J]. 数学通讯, 2016(08): 1-4.
- [3] Duschl R A E, Schweingruber H A E, Shouse A W E. Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8 [M]. Washington: National Academies Press, 2007.
- [4] Daro P, Mosher F A, Corcoran T. Learning trajectories in mathematics: A foundation for standards, curriculum, assessment, and instruction[EB/OL]. (2015-06-03) [2016-11-20]. Consortium for Policy Research in Education, 2011.
http://www.cpre.org/sites/default/files/researchreport/1220_learningtrajectoriesinmathcciireport.pdf. DOI:10.12698/cpre.2011.rr68
- [5] 吴颖康, 邓少博, 杨洁. 数学教育中学习进阶的研究进展及启示[J]. 数学教育学报, 2017, 26(6): 40-46.
- [6] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012.
- [7] 李继闵. 《九章算术》导读与译注[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1998.
- [8] 沈金兴. 中学生对古典概率的理解: 历史相似性研究[D]. 华东师范大学, 2007.
- [9] 姜启源, 谢金星, 叶俊. 数学模型 第4版[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [10] Bakker A. Design research in statistics education - on symbolizing and computer tools[D]. The Freudenthal Institute, Utrecht, 2004.
- [11] Marshall A W, Olkin I, Pukelsheim F. A majorization comparison of apportionment methods in proportional representation[J]. Social Choice & Welfare, 2002, 19(4):885-900.
- [12] Fauvel J, Maanen J V. History in mathematics education [M]. Dordrecht: Kluwer, 2000.
- [13] Wang X Q, Qi C Y, Wang K. A categorization model for educational values of the history of mathematics[J]. Science & Education, 2017, 26(7-9): 1029-1052.
- [14] Lamb J, Visnovska J. On comparing mathematical models and pedagogical learning[M] // Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice. Dordrecht: Springer, 2013.

A Design of Learning Progressions for the Problems of Allocation from the Perspective of HPM

JIANG Haozhe, WANG Xiaoqin

(College of Teacher Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: There is a series of problems about allocation in mathematics curriculums from primary schools to universities, while conventional teaching often lacks coherence and neglects the development of students' thinking and cognition. Based on the hypothetical learning progressions, the mathematical modeling teaching of the problems about allocation from the perspective of HPM makes referenceto the history of mathematics, which is consistent with the natural process of students' understanding of the nature of the model and the development of the ability of modeling. In this design, not only the history of mathematics indicates the charm of cultures, but also, through the way of overall reconstruction, the fusion of the history of mathematics and the learning progressions shows the harmony of knowledge, the beauty of ideas or methods, the pleasure of inquiries, the improvement of capabilities, and the availability of moral education.

Key words: learning progressions; HPM; the problems of allocation; mathematical modeling

浙江省初中科学学业水平考试与课程标准的一致性研究 ——以杭州市初中科学物质科学领域为例

方慧玲, 沈 甸

(华东师范大学 教师教育学院, 上海 200062)

摘要: 提高课程标准与学业水平考试的一致性对深化课程、教学和评价具有重要意义。本研究通过采用SEC一致性研究方法,对初中科学课程标准与2011年至2018年杭州市初中科学学业水平考试在物质科学领域进行一致性分析。研究表明,《课程标准》与初中学业水平考试在物质科学领域不具有统计学意义上的一致性。具体来说,《课程标准》和学业水平考试在物质科学领域表现的差异为:学业水平考试中物质科学的比例明显高于《课程标准》;在内容主题方面,物质科学领域的物质的运动与相互作用主题考查力度持续上升,常见的物质和物质的结构两个主题有所下降;在认知层次方面,物质科学领域的应用层次和理解层次考查力度持续上升,了解认知层次有所下降。最后就课程标准的认知界定、学业评价方式和学业评价标准三方面提供了相关建议。

关键词: 初中科学; 学业水平考试; 课程标准; 物质科学; 一致性

《基础教育课程改革纲要》指出“国家课程是教材编写、教学、评估和考试命题的依据,是国家管理和评价课程的基础”^[1]。检验杭州市初中科学学业水平考试与《义务教育初中科学课程标准(2011年版)》(以下简称《课程标准》)是否一致,期望能够引导进一步思考导致学业水平考试与课程标准不一致的深层原因,如何改进学业水平考试,使之与课程标准保持一致,发挥导向作用^[2],从而能够真正引导初中科学中的物质科学领域的教与学也遵循课程标准。

本研究通过量化的研究方式,分析了《义务教育初中科学课程标准(2011年版)》与2011-2018年杭州市初中科学学业水平考试在物质科学领域的一致性情况,对全面落实新课程目标,深化课程、教学和评价改革具有一定意义。

一、研究方法和过程

(一) SEC 一致性研究方法

“一致性”是检测基于标准的考试重要度量

指标之一。从测量学和评价学的角度出发,韦伯认为一致性是课程标准与评价之间吻合的程度,且与其他要素共同发挥作用,指向学生学习的目标和内容^[3]。

本研究主要采用的是SEC一致性分析法^{[4][5]},此方法是波特和史密森在吸纳韦伯有关于一致性分析的观点上共同研发出来的一种一致性水平分析方法。SEC分析模式先对课程标准和学业水平考试试卷在内容主题和认知水平两个维度上进行编码,形成两个具有相同结构的二维矩阵。这两个二维矩阵中的每一个单元格的值都要经过标准转化,形成一个比率表,每个比率表中所有的数值总和为1。再通过如下公式计算一致性指数。

$$P = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{2}$$

式中的n为矩阵单元格的总数, X_i 表示其中一个矩阵中的第i个单元格中的数值, Y_i 则表示相对应的另外一个矩阵中的第i个单元格的数值。一致性指数P的取值范围是0-1之间,当P值越接近0则

基金项目: 全国教育科学“十三五”规划2018年度教育部重点课题“高考新政下教育公平的实证研究”(课题批准号: DIA180382)。

作者简介: 方慧玲(1995-),女,浙江杭州人,硕士研究生,研究方向为科学教育;沈甸(1973-),女,上海人,博士,副教授,研究方向为科学教育、化学教育。

通讯作者: 沈甸, E-mail: dshen@chem.ecnu.edu.cn

表示两者之间的一致性水平越低,当P值越接近1则表示两者之间的一致性水平越高。

(二) 一致性分析框架的构建

1. 内容主题的确立

本次研究的内容主题划分依据《课程标准》中物质科学领域的二级主题,分为“常见的物质”、“物质的结构”、“物质的运动与相互作用”、“能与能源”4个主题。

2. 认知层次的确定

本研究运用内容分析法^[6]对《课程标准》和学业水平考试试题进行知识点和认知层次的划分。具体表现为根据《课程标准》的附录1行为动词表,将认知性目标分为“了解”、“理解”和“应用”三个层次。结合《新教育目标分类学概论》^[7]与中学物理、化学、生物《课程标准》,将布鲁姆认知层次中的“记忆”层次归入“了解”层次,“分析”层次归入“理解”层次,“评价”与“创新”层次归入“应用”层次。编码之前对内容标准一系列条目的行为动词的内涵要有统一认识^[9],因此结合DOK一致性水平的解释和分配^[10]对各认知层次做了界定:“了解:能说出知识的要点或事物的基本特征,并能在有关的问题中识别他们;理解:能阐述知识的内涵,把握其内在逻辑关系,能用于解释简单现象或进行简单计算;应用:能将知识运用在新情境中,与已知知识建立联系,分析有关现象或提出解决问题的途径和方法。”^[11]

(三) 研究对象的选取

本研究选取2011年-2018年浙江省杭州市的初中科学学业水平考试试题和《义务教育初中科学课程标准(2011年版)》为研究对象,分析学业水平考试试卷和《义务教育初中科学课程标准(2011年版)》在物质科学领域的一致性程度,选取物质科学领域的原因如下:从初中科学课程的课时安排来看,本研究对于课时的概念参考相关文献界定为:教学的时间单位^[12]。对于课时安排的具体分析,参考了浙江教育出版社出版的《科学教学参考书》(七八九年级各两册,共六册)中对于课时的安排,并且与杭州市各区(滨江区、拱墅区、江干区)的初中科学任课老师进行联系和沟通,确认了课时的实际安排。最后拟

定了最为通用的总课时安排和相应的物质科学领域的课时安排,如表1所示。

表1 初中科学课程课时安排

	总课时	物质科学领域课时	所占比重
七年级上册	59	16	0.27
七年级下册	61	34	0.56
八年级上册	56	29	0.52
八年级下册	62	45	0.73
九年级上册	63	50	0.79
九年级下册	44	5	0.11
平均值			0.50

由表1可知,七至九年级每个学期的总课时和物质科学领域的课时都不一致。九年级上册总课时和物质科学领域的课时都是最多,物质科学领域所占比重达到79%,八年级下册的物质科学领域比重也达到了73%,远远超过其他领域之和。而九年级下册由于准备学业水平考试的原因,总课时和物质科学领域的课时都相应较少。但从所占比重的平均值来看,物质科学领域达到了50%,所以说分析物质科学领域具有一定的代表性和必要性。

从初中科学课程的考纲安排来看,考试大纲是将课程目标“细目化”、“操作化”,把课程目标的抽象原则具体化,表述为能被观察测量的行为,是考试的标准和控制命题的指导性文件^[13]。本研究分析了杭州市基础教育研究室编写的《杭州市初中毕业升学文化考试命题实施细则》^[14],其分为六个部分:考试范围、考试要求、考试方式、试卷结构(其中的考试内容分布界定物质科学领域为70%±5%)、对杭州市初中毕业升学文化考试水平界定、考试目标。发现从考纲各领域考试目标的条目数量来看,总条目有455条,其中有345条都是有关于物质科学领域的考试目标,高达75.8%。所以说选取《课程标准》和学业水平考试的物质科学领域作为研究对象对研究一致性具有重要意义。

(四) 《课程标准》与试题的编码分析

1. 《课程标准》的编码

《课程标准》的课程内容表现形式是“行为动词”加“知识内容”,例如“知道液体内部存在压强”中的行为动词“知道”属于认知层次中的“了解”层次,“液体内部存在压强”属

于“知识内容”，本研究将认知层次中的“了解”编码为A，“理解”编码为B，“应用”编码为C，将内容主题“常见的物质”编码为3.1、“物质的结构”编码为3.2、“物质的运动与相互作用”编码为3.3、“能与能源”编码为3.4，最终将《课程标准》中的课程内容条目编码成一个“4×3”的二维矩阵。由于学业水平考试主要是考察认知性目标以及技能性目标中的程序性知识，因此本研究对《课程标准》的编码包括认知性和技能性目标两部分，体验性目标不作分析。例如，《课程标准》能与能源主题中“树立节能

和提高能源效率的意义。”属于体验性目标将不作编码分析。

为保证研究信度，由两位编码者（均具有教育学背景）完成，编码前接受《新教育目标分类学》培训，“背靠背”地进行知识内容和认知层次的编码。对编码的原始数据进行皮尔逊相关系数检验，相关系数显示为0.968（ $P < 0.01$ ），表明内部一致性良好。背靠背编码结束后，两位编码者对一致性不高的部分进行讨论修正，形成《课程标准》中物质科学领域的二维矩阵，为方便比较将矩阵进行标准转化，如表2所示。

表2 《课程标准》物质科学领域标准矩阵

内容主题		认知层次			合计
领域	主题	了解	理解	应用	
物质科学	常见的物质	0.074	0.051	0.006	0.131
	物质的结构	0.031	0.023	0.009	0.063
	物质的运动与相互作用	0.108	0.068	0.011	0.188
	能与能源	0.054	0.046	0.006	0.105
合计		0.268	0.188	0.031	0.487

2. 历年学业水平考试试卷的编码

历年学业水平考试的试卷编码是由两位科学教育专业方向的硕士研究生完成，利用上述的二维矩阵，对2011-2018年杭州市初中科学学业水平考试试题进行编码。编码时定位于一道选择题对四个选项分别进行内容主题和认知层次的归类，填空题和探究题按每一空进行一次内容主题和认知层次的归类，解答题按每个小题进行内容主题和认知层次归类的原则，计入矩阵时以分值为单位，例如选择题一道为3分，均分到每一个选项为0.75分。填空题可按空进行均分，解答题可参考历年学业水平考试试题给出的参考答案中的分值分配进行赋分。另外对于学业水平考试试题内容上定位的是物质科学领域但是考察目标上主要是

定位为科学探究要素则归纳为科学探究领域，例如，2018年学业水平考试第37题的第（4）小题“右图为一个伏打电池，设计一个简单实验判断其正负极_____”属于科学探究要素中的“制定探究方案”，因此归入科学探究领域，而不是物质科学领域。

为确保研究的信度，两位编码者基于《基于标准的命题技术》（一）（二）^{[8][9]}中的相关信息进行分析讨论，从而定位试题的内容主题和认知层次，后续进行了背靠背编码，并对原始编码数据进行皮尔逊相关系数的检验，检验结果如下表3所示，历年学业水平考试试卷的编码数据均呈现显著相关，表明内部一致性良好。

表3 历年皮尔逊相关系数

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
内容主题	0.928**	0.970**	0.951**	0.900**	0.860**	0.977**	0.994**	0.927**
认知层次	0.901**	0.902**	0.906**	0.936**	0.912**	0.877*	0.925**	0.923**

**，在0.01级别（双尾），相关性显著

背靠背编码结束后，编码者对一致性不高的部分进行研讨修正，筛选并形成2011-2018年学业

水平考试试题在物质科学领域的平均矩阵，为方便比较将矩阵进行标准转化，如表4所示。

表4 2011-2018年物质科学领域试题平均标准矩阵

内容主题		认知层次			合计
领域	主题	了解	理解	应用	
物质科学	常见的物质	0.020	0.045	0.009	0.074
	物质的结构	0.004	0.026	0.000	0.030
	物质的运动与相互作用	0.020	0.206	0.155	0.382
	能与能源	0.006	0.027	0.069	0.102
合计		0.050	0.050	0.233	0.588

(五) 一致性指数临界值的计算

本研究参考福莫勒的研究方法^[15], 利用Matlab软件进行程序编辑, 将《课程标准》中物质科学领域的总计数171与试卷中物质科学领域的总分: 2011年116、2012年108、2013年95.5、2014年96、2015年103.25、2016年108.5、2017年90、2018年101.5, 各自赋值到4*3的编码矩阵中, 两个矩阵均要进行标准转化处理, 随后嵌套一致性计算公式, 得到P值, 并将此操作重复20000次, 得到呈正态分布的P值数据集, 便可计算得到均值、标准差和95%水平的参考值, 如表5所示。

表5 均值 (MEAN)、标准差 (SD)、95%水平的参考值

	MEAN	SD	Reference Value (95%)
课程标准VS2011年试卷	0.8410	0.0359	0.9000
课程标准VS2012年试卷	0.8374	0.0367	0.8978
课程标准VS2013年试卷	0.8317	0.0382	0.8945
课程标准VS2014年试卷	0.8309	0.0380	0.8934
课程标准VS2015年试卷	0.8349	0.0372	0.8961
课程标准VS2016年试卷	0.8378	0.0364	0.8977
课程标准VS2017年试卷	0.8277	0.0387	0.8914
课程标准VS2018年试卷	0.8347	0.0375	0.8964
平均值	0.8345	0.0373	0.8959

随后根据波特的一致性指数公式计算出历年学业水平考试试卷与《课程标准》在物质科学领域的一致性指数。并与一致性临界值相比较即可得知所研究的一致性水平高低。

二、研究结果及数据分析

(一) 课程标准与试卷的一致性总体分析

根据SEC一致性分析中的一致性指数计算公式求出《课程标准》与学业水平考试试题在物质科学领域的一致性指数, 并把其与表5的临界值数据进行对比分析可得到图1。

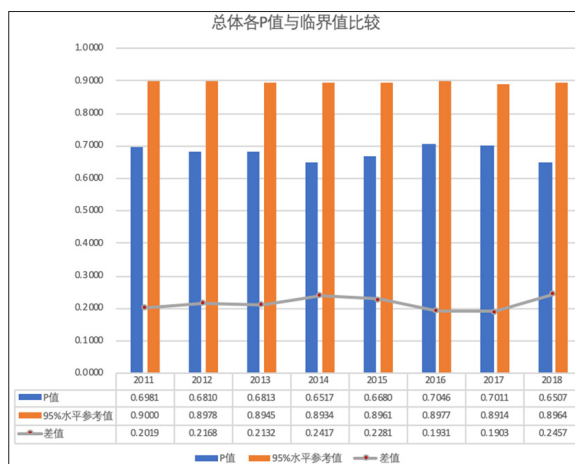


图1 《课程标准》与学业水平考试试题在物质科学领域的总体一致性P值与临界值

由图1可知, 《课程标准》与八年的学业水平考试在物质科学领域的一致性指数均未达到临界值, 经过计算可得知临界值的平均值为0.8959, 《课程标准》与八年的学业水平考试在物质科学领域的一致性指数的平均值为0.6796, 在平均值上具有0.2163的差异, 即在2011年-2018年这八年来, 《课程标准》与初中学业水平考试在物质科学领域不具有统计学意义上的一致性。

对图1进行分析可得知, 八年以来, 2017年的P值与95%水平参考值的差值最小, 即相对来说, 2017年《课程标准》和学业水平考试在物质科学领域的一致性最高, 而2018年的P值与95%水平参考值的差值是最大的, 两者在物质科学领域相对来说一致性最低。此外, 2011-2016年的P值和95%水平参考值之间的差值波动不大, 2014年较高, 2016年较低。

为了进一步探析一致性指数背后《课程标准》和学业水平考试(平均)的物质科学领域在内容主题和认知层次的总体分布情况, 利用Microsoft Excel2010软件对相关数据进行了可视化处理, 如图2和图3。

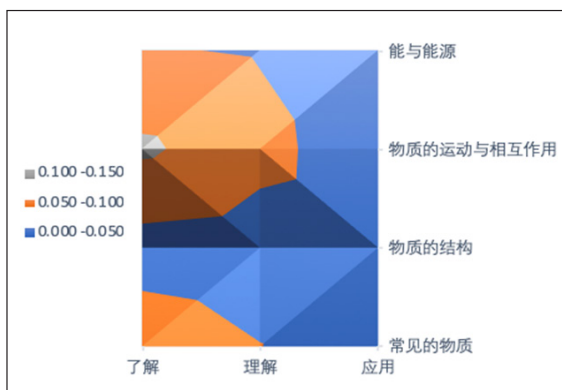


图2 《课程标准》物质科学领域曲面图

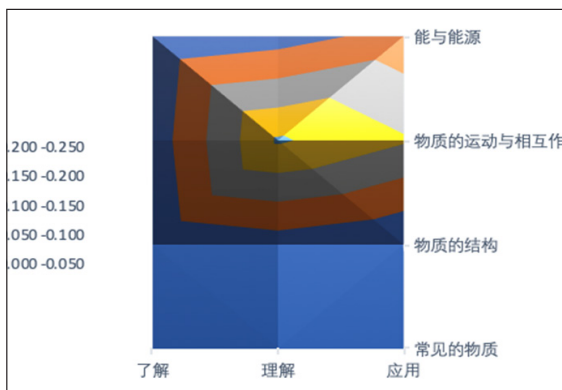


图3 学业水平考试（平均）物质科学领域曲面图

结合表2和图2可知,《课程标准》中物质科学领域所占比率为0.487,略低于整个《课程标准》课程内容要求的一半。其中了解层次所占比率超出理解层次和应用层次总和,可见《课程标准》中的物质科学领域更侧重于了解层次。而《课程标准》中物质科学领域中所占比率较高的区域落在:物质的运动与相互作用-了解层次(0.108)、常见的物质-了解层次(0.074)、物质的运动与相互作用-理解层次(0.068)、能与能源-了解层次(0.054)。可见《课程标准》中要求分布较均匀,且物质的运动与相互作用主题在物质科学领域的要求较多,物质的结构主题在物质科学领域的要求较少。

结合表4和图3可知,学业水平考试(平均)中物质科学领域所占比率为0.588,超出学业水平考试考查的所有领域的一半,其中理解层次所占比率超出了解层次和应用层次总和,可见学业水平考试中的物质科学领域更侧重于理解层次。而学业水平考试中物质科学领域中所占比率较高的区域落在:物质的运动与相互作用-理解层次(0.206)、物质的运动与相互作用-应用层次

(0.155)、能与能源-应用层次(0.069)、常见的物质-理解层次(0.045)。可见学业水平考试中明显有物质的运动与相互作用主题在物质科学领域考查的较多,物质的结构主题在物质科学领域的考查较少的情况。

总体来说,《课程标准》和学业水平考试在物质科学领域表现的差异为:所占总比率不同,学业水平考试明显高于《课程标准》;认知层次侧重不同,《课程标准》侧重于了解,理解次之;学业水平考试侧重于理解,应用次之;在考查的内容主题方面都侧重于物质的运动与相互作用主题,物质的结构主题要求较少。

(二) 课程标准与试卷的一致性具体分析

1. 《课程标准》与历年试题的内容主题比较

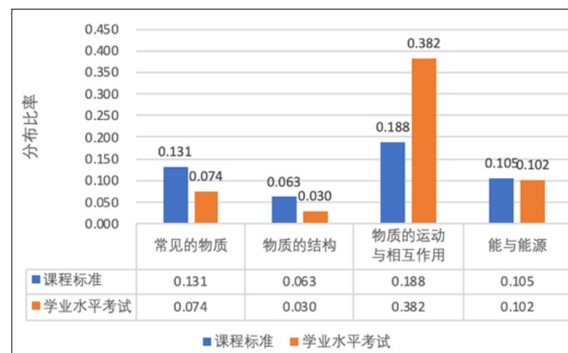


图4 《课程标准》与学业水平考试物质科学领域的内容主题总体分布

从图4可知,《课程标准》的“常见的物质”、“物质的结构”和“能与能源”三个主题分布比率都略高于学业水平考试。其中,能与能源主题只存在0.003的差异,差异值最小,一致性最高。而在物质的运动与相互作用主题存在着0.194的差异,差异值最大,一致性最低。

为进一步探究课程标准与学业水平考试之间在内容主题方面的一致性情况,以图5直方图的形式将《课程标准》与历年学业水平考试试题在各主题的分布情况进行对比分析,并绘制出历年来两者在不同主题分布比率的差异值变化折线图6。

结合图5和图6可知,《课程标准》中常见的物质主题比率为0.131,高于历年来学业水平考试本主题的分布比率。平均每年高出0.057,高出部分接近《课程标准》分布比率的44%。《课程标准》的物质科学领域中常见的物质主题比率

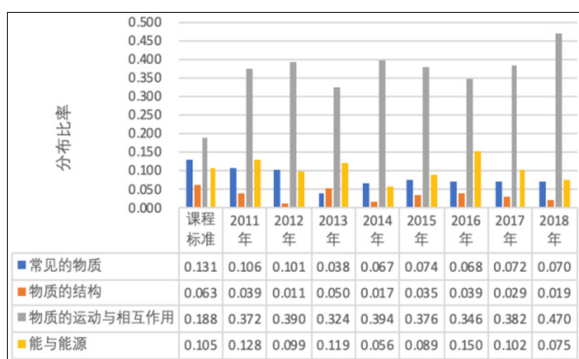


图5 《课程标准》与历年考试各主题分布情况

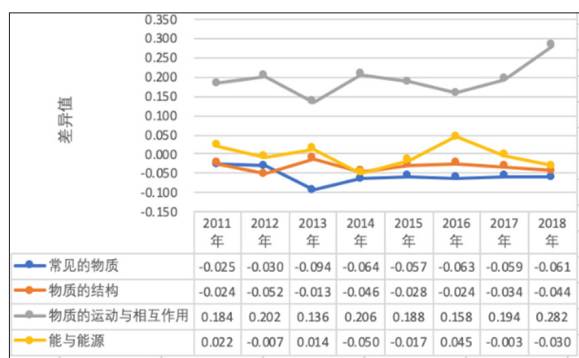


图6 历年考试与《课程标准》各主题分布差异值情况

与2014年分布比率的绝对差异值最大，一致性最低；与2011年的本主题分布比率的绝对差异值最小，一致性最高。《课程标准》的物质科学领域中物质的结构主题比率为0.063，高于历年来学业水平考试本主题分布比率的分布比率。平均每年高出0.033，高出部分接近《课程标准》比率的52%。《课程标准》的物质科学领域中物质的结构主题比率与2012年的分布比率的绝对差异值最大，一致性最低；与2013年分布比率的绝对差异值最小，一致性最高。《课程标准》的物质科学领域中物质的运动与相互作用主题比率为0.188，低于历年来学业水平考试本主题分布比率的分布比率。绝对差异值平均每年为0.194，低出部分接近《课程标准》比率的103%。《课程标准》的物质科学领域中物质的运动与相互作用主题比率与2018年的分布比率的绝对差异值最大，一致性最低；与2013年分布比率的绝对差异值最小，一致性最高。《课程标准》的物质科学领域中能与能源主题比率为0.105，总体来说与历年学业水平考试的本主题分布比率相差不大。此主题总体表现出一致性较高。

总体来说，历年的学业水平考试的物质科学

领域一直在物质的运动与相互作用主题上所占比率超过《课程标准》，且八年来呈现一个逐渐上升的趋势。可见学业水平考试对物质科学领域的物质的运动与相互作用主题考查力度持续加大。历年学业水平考试的物质科学领域中常见的物质和物质的结构两个主题分布比率均低于《课程标准》中的分布比率。可见常见的物质和物质的结构两个主题相对于《课程标准》的物质科学领域来说，在历年学业水平考试的物质科学领域中被弱化。

2. 《课程标准》与历年试题的认知层次比较

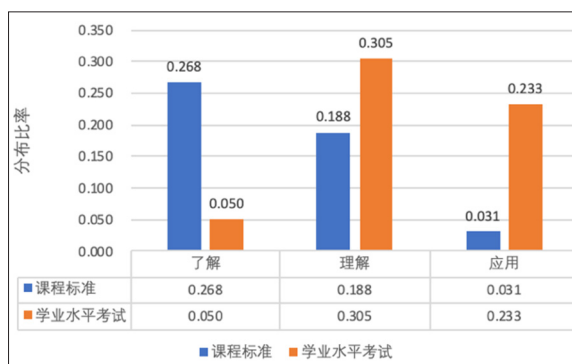


图7 《课程标准》与学业水平考试物质科学领域的认知层次总体分布

从图7可知，在认知层次上，学业水平考试的物质科学领域认知层次中了解层次远远低于理解和应用层次，而理解与应用层次分布比率相差不大。《课程标准》物质科学领域分布比率随着认知层次的提高而呈现下降趋势，两者一致性较差。总的来说，学业水平考试的认知层次较《课程标准》整体上移，《课程标准》的物质科学领域中的认知层次要求侧重于了解层次，比率高达0.268，而学业水平考试的物质科学领域中的认知层次要求侧重于理解和应用层次，比率分别达到了0.305和0.233。

为进一步探究课程标准与学业水平考试之间在认知层次方面的一致性情况，以图8直方图的形式将《课程标准》与历年学业水平考试试题在各认知层次的分布情况进行对比分析，并绘制出历年来两者在不同认知层次分布比率的差异值变化情况折线图9。

结合图8和图9可知，《课程标准》的物质科学领域中了解层次分布比率为0.268，远远高于历年来学业水平考试本认知层次的分布比率。平均

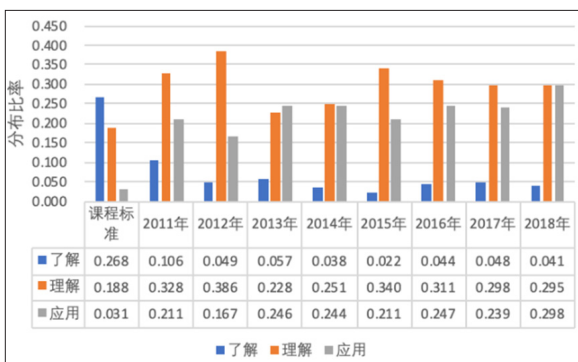


图8 《课程标准》与历年考试各认知分布情况

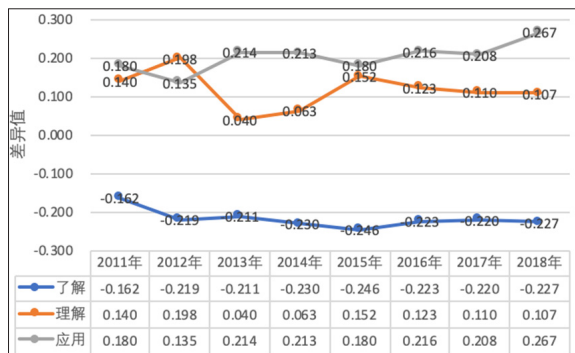


图9 历年考试与《课程标准》各认知分布差异值情况

每年高出0.217，高出部分接近《课程标准》分布比率的81%。《课程标准》的物质科学领域中了解层次比率与2015年分布比率的绝对差异值最大，一致性最低；与2011年的本认知层次分布比率的绝对差异值最小，一致性最高。《课程标准》的物质科学领域中理解层次比率为0.188，均低于历年来学业水平考试本认知层次的分布比率。绝对差异值平均每年为0.117，低出部分接近《课程标准》比率的62%。《课程标准》的物质科学领域中理解层次比率与2012年的分布比率的绝对差异值最大，一致性最低；与2013年分布比率的绝对差异值最小，一致性最高。《课程标准》的物质科学领域中应用层次分布比率为0.031，低于历年来学业水平考试本认知层次的分布比率。绝对差异值平均每年为0.202，低出部分接近《课程标准》比率的652%。《课程标准》的物质科学领域中应用层次比率与2018年的分布比率的绝对差异值最大，一致性最低；与2012年分布比率的绝对差异值最小，一致性最高。

总体来说，历年的学业水平考试的物质科学领域一直在应用层次和理解层次上所占比率超过《课程标准》，特别是应用层次超出情况更为明

显，且八年来呈现出逐渐上升的趋势。可见学业水平考试对物质科学领域的应用层次和理解层次考查力度持续加大。历年学业水平考试的物质科学领域中了解层次的分布比率低于《课程标准》中的分布比率。可见了解层次相对于《课程标准》的物质科学领域来说，在历年学业水平考试的物质科学领域中被弱化。

3. 基于P值差异对2017年和2018年进一步研究分析

由以上可知，2017年《课程标准》和学业水平考试在物质科学领域的一致性最高，而2018年在物质科学领域相对来说一致性最低。将内容主题和认知层次的分析结合可知，2018年的学业水平考试的物质科学领域在物质的运动与相互作用主题与《课程标准》在历年差异值最大，在应用认知层次中与《课程标准》的差异值也达到历年最大，猜测这可能是影响2018年学业水平考试与《课程标准》在物质科学领域一致性水平最低的因素。

三、研究结论与建议

(一) 研究结论

通过研究结果和数据分析可知，2011年-2018年间《课程标准》与初中学业水平考试在物质科学领域不具有统计学意义上的一致性。相对来说，2017年《课程标准》和学业水平考试在物质科学领域的一致性最高，而2018年在物质科学领域相对来说一致性最低。2018年的学业水平考试的物质科学领域在物质的运动与相互作用主题与应用认知层次中的差异值达到历年最大，猜测可能是造成2018年学业水平考试与《课程标准》在物质科学领域一致性水平最低的影响因素。

总体来说，《课程标准》和学业水平考试在物质科学领域表现的不同点为：所占总比率不同，学业水平考试中物质科学的比例明显高于《课程标准》；认知层次也有所侧重不同，《课程标准》侧重于了解和理解层次，学业水平考试侧重于理解和应用层次；在考查的内容主题方面都侧重于物质的运动与相互作用主题，物质的结构主题要求较少。

从具体的历年比较来看，在内容主题方面，物质科学领域的物质的运动与相互作用主题在历

年学业水平考试中考查力度持续增强,常见的物质和物质的结构两个主题被有所削减。在认知层次方面,历年学业水平考试对物质科学领域的应用层次和理解层次考查力度持续加大,了解认知层次被有所削减。

(二) 建议

本研究通过对《课程标准》和学业水平考试在物质科学领域的一致性分析,了解了在物质科学领域下课程标准在初中科学学业水平考试中的执行力度,有助于教师反思并检验课程标准在实际教学中的落实情况^[16]。物质科学领域一直都是《课程标准》和学业水平考试中的主要组成部分,对《课程标准》的物质科学领域进行优化对初中科学的课堂教学和学业水平考试评价具有重要意义。接下来从以下三个方面对提高一致性提出相关建议。

1. 完善《课程标准》中的认知界定

课程标准的编制和修订是一项庞大的系统工程,实践证明,编制或者修改课程标准,不但要课程专家、教学研究参与,更要学科专家和学科教育专家以及教育和心理测量专家参与^[17]。对于《课程标准》的物质科学领域来说,完善对于行为动词的认知层次界定至关重要。例如在物质科学领域有课程内容:“识别金属和非金属”,根据《课程标准》的附录它是属于认知层次-了解;而又有课程内容:“区别纯净物和混合物”,根据《课程标准》的附录它是属于认知层次-理解,但是并没有相应的认知界定说明,导致无法准确理解“识别”与“区别”之间的差异,认知层次界定不清将造成在考试命题过程中对《课程标准》的理解出现偏差,以至于一致性水平不高。

2. 开发具有领域特点的学业评价方式

《课程标准》的物质科学领域中的活动建议伴有许多探究实验、调查、查阅、参观等,单一的纸笔测试作为物质科学领域的学业评价形式和工具与《课程标准》有所差异,建议开发具有领域特点的学业评价方式,例如实验操作、分析汇报、作品展出等多种形式评价。

3. 制定能精准区分各领域的学业评价标准

课程改革十多年来,我国一直没有制定学业评价标准,而以“课程标准”替代“学业评价标

准”,导致在考试命题过程中对《课程标准》的理解与执行往往存在泛化和异化倾向^[18]。例如学业水平考试中有关于科学探究领域的考察又经常以物质科学领域的相关知识内容为依托,而现有的《课程标准》中针对这种情况没有能精确区分领域的相关条目,这就使得对物质科学领域进行考试命题时出现异化倾向。制定能精确区分物质科学领域与科学探究领域的学业评价标准,有利于落实课程标准,引导考试评价,提高《课程标准》与学业水平考试的一致性。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部. 基础教育课程改革纲要(试行)[J]. 人民教育, 2001(9): 17-19.
- [2] 余菲, 涂泓, 郭长江, 石作品. 上海市初中物理学业考试与课程标准的一致性考察与研究[J]. 物理通报, 2014(11): 110-114.
- [3] Webb N L. Alignment of science and mathematics standards and assessments in four states. Research monograph No. 18[J]. Education, 1999, 289(3): 559-569.
- [4] Blank R K, Porter A, Smithson J. New tools for analyzing teaching, curriculum and standards in mathematics & science. Results from survey of enacted curriculum project. Final report[M]. Council of Chief State School Officers, 2001.
- [5] Porter A C, Smithson J, Blank R, et al. Alignment as a teacher variable[J]. Applied Measurement in Education, 2007, 20(1): 27-51.
- [6] 杨小微. 教育研究方法[M]. 北京: 人民教育出版社, 2005.
- [7] 黎加厚. 新教育目标分类学概论[M]. 上海: 上海教育出版社, 2010.
- [8] 雷新勇. 基于标准的考试命题技术(一)[J]. 考试研究, 2011(1): 36-46.
- [9] 雷新勇. 基于标准的考试命题技术(二)[J]. 考试研究, 2011(2): 35-45.
- [10] Webb N L. Issues related to judging the alignment of curriculum standards and assessments [J]. Applied Measurement in Education, 2007, 20(1): 7-25.
- [11] 中华人民共和国教育部. 义务教育初中科学课程标(2011年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社,

2011:1.

[12] 刘超. 高中科学领域模块课程课时设置与实施的比较研究[D]. 西南大学, 2014.

[13] 廖元锡. 新课程高考方案及考试大纲对高中科学领域模块课程实施的影响研究[D]. 西南大学, 2010.

[14] 杭州市基础教育研究室. 杭州市初中毕业升学文化考试命题实施细则[M]. 杭州: 杭州出版社, 2019.

[15] Liu X, Fulmer G. Alignment between the science curriculum and assessment in selected NY state

regents exams [J]. Journal of Science Education and Technology, 2008, 17(4): 373-383.

[16] 孙永超. 基于SEC模式的高中物理学业水平考试与课程标准的一致性分析[D]. 曲阜师范大学, 2015.

[17] 雷新勇, 周群. 从基于标准的基础教育改革的视角审视课程标准和学业水平考试[J]. 考试研究, 2009, 5(01): 46-56.

[18] 王焕霞. 高中物理学业水平考试与课程标准的一致性研究[J]. 课程·教材·教法, 2015, 35(08): 60-66.

A Research on the Consistency Between the Academic Proficiency Test and Curriculum Standards of Junior Middle Schools in Science in Zhejiang Province: Taking the Field of Physical Sciences in Hangzhou Junior High School as an Example

FANG Huiling, SHEN Dian

(College of Teacher Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: It is of great significance to improve the consistency between curriculum standards and academic proficiency tests for deepening curriculum, teaching and evaluation. This study adopted the SEC consistency research method. This paper analyzes the consistency between curriculum standard and Hangzhou junior high school science academic proficiency test from 2011 to 2018 in the field of physical science. The results show that there is no statistical consistency between Curriculum Standard and Junior Middle School academic proficiency examination in the field of physical science. Generally speaking, the difference between curriculum standard and academic proficiency examination in the field of physical science is as follows: the proportion of physical science in academic proficiency test is obviously higher than that in curriculum standard. In terms of the content themes, the movement and interaction of matter in the field of physical science continues to increase, and the two themes of common substance and substance structure decrease. In terms of cognitive levels, the level of application and understanding in the field of physical science continues to rise, while the level of understanding is decreased. Finally, some suggestions are made on the cognitive definition of curriculum standard, the way of academic evaluation and the standard of academic evaluation.

Key words: junior high school science; academic proficiency test; curriculum standards; physical sciences; consistency

馆校结合视角下科普教育的治理逻辑

黄子义, 姜浩哲

(华东师范大学 教师教育学院, 上海 200062)

摘要:从“教育管理”走向“教育治理”启示着科普教育同样应从“科普管理”走向“科普治理”。在现代博物馆与科技馆的教育转型中,馆校结合视角下的科普教育,需要在课程项目的理念上体现“四基”、做到“五不”;在参与主体的考量上“六方”协同、博采众长;在专业人员的发展上探析路径、注入活力,从而厘清治理逻辑以更好地凸显博物馆与科技馆的公共服务价值和推动学校教育的实践化改革。

关键词:博物馆;科技馆;科普教育;发展机制;治理逻辑

一、引言

习近平总书记在2016年全国科技创新大会、中科院和工程院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上强调指出,“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼,要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置……在全社会推动形成讲科学、爱科学、学科学、用科学的良好氛围,使蕴藏在亿万人民中间的创新智慧充分释放、创新力量充分涌流。”^[1]科普是一种社会教育,在科技迅猛发展的时代中,它的价值与意义已经广为世人认可。事实上,其既是科技创新争取社会大众理解支持的需要,也是提升公众“科学素养”和培养“未来科学家”的现实要求。翻开科学技术进步史,不难发现,科普早已是推动社会发展和时代进步的“助力剂”:一部《时间简史》,为大众揭开宇宙神秘面纱;一册《十万个为什么》,激发了无数儿童对真理的好奇和对科学的向往……21世纪以来,许多国家都将科学教育作为基础教育的重要组成部分,作为国家获得未来全球竞争力的重要保障。科学教育主要分为学校科学教育和校外的科普教育^[2]。长期以来,我国对于校外科普教育的重视程度与发达国家相比还有差距。新时代,如何有效提升科普教育的亲和力和

针对性,使其为更多的人更好地接受,是科学家和科普工作者的责任与使命。

传统的科普活动在受到组织形式和运作模式限制的情况下,“为科普而科普”的科普教育现象时有发生。一方面,青少年学生在考试指挥棒的影响下不能深刻领会到科普的价值和意义,因而真实参与度和积极性并不高;另一方面,科普公益讲座等存在形式主义倾向,科普的亲和力和针对性并不强,效果并不理想。传统科普的现实困境催生了科普教育的变革,在这场变革中,馆校结合的科普活动开始兴起,并在世界范围内逐渐成为一种趋势,例如,《美国2061计划》就要求实施科学教育的场馆所使用的材料和策划方案能被中小学校的教师所使用,以丰富学校的科学教育^[3]。有学者指出,馆校结合是国际教育和博物馆、科技馆领域兴起的革新运动,其体现了现代博物馆、科技馆的公共属性和教育转型,同时也体现了国际教育改革的潮流以及学校职能边界的调整^[4]。

馆校结合活动设计的初衷绝不是博物馆、科技馆与学校教育的简单叠加,而是为了实现博物馆、科技馆与学校教育的深层次融合以达到共赢。首先,博物馆、科技馆通过与中小学合作使

基金项目:中国科协2019年度研究生科普能力提升项目“我国典型地区馆校结合现状调查——基于长三角地区的实证研究(项目编号:kxyjskpxm2019054)”。

作者简介:黄子义(1996-),男,江苏南通人,硕士研究生,研究方向为科学课程与教学论;姜浩哲(1996-),男,江苏昆山人,硕士研究生,研究方向为数学史与数学教育、课程与教学论。

通讯作者:姜浩哲, E-mail: 51184800008@stu.ecnu.edu.cn

科普或科普教育的受益面进一步得到拓宽,解决了原先青少年学生不愿意走出课堂或教室的问题;其次,博物馆、科技馆的科学教育活动为中小学学生提供了科学发生的真实场域,中小学学生能真实感受甚至触摸到科学现象的发生,从而获得基本的活动经验,学习兴趣能够得到有效激发;最后,中小学通过与博物馆、科技馆合作拓宽了实践教学基地,丰富了实践育人的教学组织形式和教育教学意义,使“素质教育”的“课堂”真正在教室外发生。

诚然,博物馆(科技馆)、青少年学生和中小学都对馆校结合的科普教育抱有很大的期许,但现实情况却并不那么得尽如人意。当前,馆校结合的实践活动开展得如火如荼,但理论研究却并不多见,规范化、科学化的馆校结合治理逻辑并未厘清。如果没有找到“望远镜”审视馆校结合的治理逻辑,而是简单用“显微镜”审视馆校结合活动的设计细节或直观效果,那么馆校结合活动的质量保障机制就很难建立,博物馆(科技馆)、青少年学生和中小学三方的期许就很难满足。从“教育管理”走向“教育治理”启示着科普教育同样应从“科普管理”走向“科普治理”,有鉴于此,思考馆校结合科普教育的宏观发展机制,探寻新时代馆校结合视角下科普教育治理逻辑,就显得十分有必要。

二、治理逻辑

(一)课程项目的理念:体现“四基”,做到“五不”

馆校结合视角下的科普教育作为创新性的科学教育模式,不同于常规课堂教学或实验教学,国家课程或地方课程都还没有对馆校结合教学做出明确的要求。因而,通过项目化管理和打造独特的“校本课程”、“馆本课程”乃至进一步的“馆校结合课程”就显得十分有必要。但是,在还没有大范围推广馆校结合科普教育的前提下,学生依旧面临着升学的压力,“馆校结合课程”很难覆盖到小学、初中或高中一个完整的学段,往往只能以短期课程的形式在一个学期或一个假期内实施。从这个意义上说,“馆校结合课程”的实质类似于短期的项目式学习。

“馆校结合课程”的开发和打造意味着馆校结合项目是一个专业的课程,尽管是短期的课

程,但依旧是连续性的且有体系、有结构、有主线的。作为专业的课程,“馆校结合课程”还理应具备以下四个方面的特征:

1. 深度融合性。“馆校结合课程”必须深度融合学校教育与科普教育。一方面,“馆校结合课程”应当可以使中小學生既能学习、巩固学校科学课程要求获得的知识或者产生科学知识的“前概念”,也即“馆校结合课程”不是超纲课程而是学校科学教育课程的加强版;另一方面,“馆校结合课程”应当凸显出科普价值,使学生主动参与到科普活动甚至科普宣传中,激发对科学技术的兴趣和热爱,从而一定程度上增加学生未来从事科技工作的可能性。

2. 双重载体性。“馆校结合课程”是以学校和博物馆、科技馆为本位的,其载体必须依托于学校和博物馆,这也就意味着,“馆校结合课程”要充分结合和发挥好学校和博物馆的资源优势。课程的实施是学校和博物馆双向互动和合作的过程。例如,近年来,“学校科技活动日”、“校园科技创新周”、“校园科创开放日”出现了博物馆、科技馆进校园的新模式,成为了“馆校结合课程”的重要内容之一,其体现的是博物馆、科技馆通过学校资源使科普教育影响力在区域内形成辐射效应;而与此同时的是,中小学也越来越多地将研学旅行、暑期社会实践地点选择在博物馆、科技馆,其体现的是学校通过博物馆资源营造更好的教育场域,从而使学生感受到原生态的奇妙科学现象。

3. 目标协同性。学校开发“馆校结合课程”的目的之一在于加强和巩固学生的科学学科知识,而博物馆、科技馆开发“馆校结合课程”的目的之一在于更好地发挥科普效应和肩负起博物馆、科技馆应有的责任和使命,但这并不意味着学校和博物馆、科技馆开发“馆校结合课程”的目标不具有协同性。事实上,如果从“立德树人”这一今日教育教学的根本任务来看,学校和博物馆、科技馆都在协同育人,只是学校更多地强调是“智育育人”,而博物馆、科技馆则更多地强调是“德育育人”和“美育育人”。但是,当德育、智育、美育通过“馆校结合课程”实现协同统一的时候,“馆校结合课程”的真正价值也就凸显出来了。

4. 内容整合性。“馆校结合课程”的实质类

似于短期项目式学习,而“项目式学习首先应该是一种打破学科的逻辑结构而以项目来统整课程的课程模式”^[5],因此,“馆校结合课程”需要体现丰富的内容整合。“馆校结合课程”依托于学校课程载体,但与学校科学课程不同的是,其不再是一堂课教授单一科学知识点的形式,而是要使课程知识整合于项目式学习中。在子项目课程中,既有知识点的“温故知新”,也有知识点的“灵活运用”,还有知识点的“复习强化”等。馆校结合科普教育有着深厚的教育教学理论基础,近年来,STEAM等跨学科课程也越来越多地出现在馆校结合科普教育中出现^[6]。

通过明确“馆校结合课程”的基本特征并建立“馆校结合课程”的项目运行机制,可以强化馆校结合科普教育的过程化治理。由此,也不难发现,“馆校结合课程”的基本特征与通过已有科学博物馆案例教学经验总结得到的“对接课标+场馆特色+先进理念”的基本策略和“教学内容+教学方法+趣味创意”的项目设计思路是一致的^[7],其治理的基本理念应该遵循“需要成绩,但却不能从学生身上抢成绩;需要趣味,但却不能偏离学科来讨好学生;我们需要有序,但却不能用权力和体力去管制学生^[8];需要弘扬科学精神,但却不是一味地呈现鸡汤而忽略了学生的现实需求”。当怀着这样的理念来治理馆校结合科普教育,就能少一点“功利倾向”,也不那么得“理想主义”,从而使学校教育与博物馆、科技馆教育的有机结合点也恰到好处地成为学生自我发展需求和社会人才导向的平衡点。

(二)参与主体的考量:“六方”协同,博采众长

馆校结合科普教育,顾名思义,其参与主体必然离不开中小学和博物馆、科技馆。但是,馆校结合科普教育的参与主体一般情况下也远不止于中小学和博物馆、科技馆。首先,馆校结合科普教育离不开政府的支持和监管。一方面,馆校结合科普教育作为公益活动,其资金来源除了中小学和博物馆、科技馆的自筹资金以外,很多情况下需要有政府专项实践经费和科研经费的支持;另一方面,近年来,馆校结合科普教育也开始在幼儿教育市场中出现,其规范和监管工作必须由教育行政部分参与。其次,馆校结合科普教

育为了进一步凸显其专业性,常会邀请高校、科研机构或学会团体参与其中。高校、科研机构或学会团体的参与使得馆校结合科普教育的可学性、规范性得到增强,中小学教师和博物馆员、科技馆员等组织者也能得到专业的指导,课程活动效果也能得到专业的评估。再者,为了扩大馆校科普教育的公益面,青年市民或大学生志愿者也会参与其中。对于青年市民或大学生志愿者来说,馆校结合科普教育是一个实践育人平台,其能通过馆校结合科普教育在服务中回馈社会、在奉献中收获成长。最后,馆校结合科普教育会根据实际需求邀请第三方机构的参与。例如,课程活动的项目学习成果展览可能会需要办展机构的参与;课程中的部分内容可能也会需要专业公司信息技术、AR技术等的支持。

同时,也应看到,各参与主体在馆校结合科普教育中的利益诉求是不尽相同的。中小学和博物馆(科技馆)虽然总体目标是为了学生的全面发展,但中小学往往更倾向于希望学生能更好地掌握学科知识和获得研究性学习的机会,从而在升学考试或综合评价录取中获得更优异的成绩;而博物馆、科技馆、高校、科研机构或学会团体似乎更倾向于通过学生使更多市民认识到科普的重要价值从而形成博物馆、科技馆的“社会服务效应”。青年市民或大学生志愿者往往将其作为锻炼成长的平台,相关专业的大学生志愿者往往也会将其作为很好的实习机会。第三方机构则在馆校结合科普教育中更多地希望获得经济利益。

由此可以看出,馆校结合科普教育的参与主体是多样的、复杂的,在馆校结合科普教育的治理中,既应确立和明晰参与主体的主要职责和充分发挥参与主体的价值功能,也应满足各参与主体的利益诉求,使各参与主体在馆校结合科普教育中能各取所需、各有所得,进而在多主体参与和供给的基础上满足多样的教育需求,强化协同育人效应。

(三)专业人员的发展:探析路径,注入活力

如果仅把馆校结合科普教育活动看作是培养未来科学家的项目课程,那么馆校结合科普教育是很难有长久生命力的。其主要原因在于,科普教育的效果不是一蹴而就的,很难在短时间内

对儿童或学生产生深远的影响,这就使得科普工作者在短时间内很难获得工作成就感,而科普工作者一般也不会对科普对象开展长期的跟踪式调查,因而长此以往,科普工作者容易缺乏效能感或产生职业倦怠感。从这个意义上说,馆校结合科普教育需要将科普工作者的专业发展放在重中之重的位置。同时,科普工作者的专业发展也是科普活动质量的重要保障,而当前我国对科普工作者专业发展的关注度还存在不足。

当前,世界各国对教师专业发展的理论研究颇有建树,科普教育作为一种社会教育,科普工作者的专业发展可以参考和借鉴教师专业发展的模式和路径。首先,从科普工作者专业发展的外部动力来看,应建立健全馆校结合科普课程的质量评价体系,通过高校、科研机构或学会团体的专业评估和科普受众的实时反馈促进科普工作者的专业反思和提升。其次,借鉴大规模学校的治理机制,可以建立馆校结合层面的绩效标准和考核机制,为馆校结合的长远发展建立可预期、有反馈的工作路径^[9]。值得注意的是,这个绩效标准和考核机制是对馆校合作组织而言的,并不是用来考核科普工作者个体的工作标准。只有明确了组织的发展目标和发展路径,处在组织中的个体才会更有专业发展的动力。再者,应建立科普工作专业发展共同体,其可以由中小学教师、高校专家学者、博物馆员、科技馆员等参与,从而使科普工作水平在交流中进步、在研究中发展。最后,从科普工作者专业发展的内生动力来看,只有热爱教育的人才能全身心地投入教育,同理,也只有拥有情怀、热爱科普的人才能全身心地投入科普,因而如何提升科普工作者的职业认同感和效能感是值得思考的问题。

三、结语

科学教育的场域不仅应发生在教室和实验

室中,更应发生在科学产生的情境中。从这个意义上说,科普教育是学校科学教育的重要延伸,肩负着重要的职责和使命。厘清科普教育的发展机制和治理逻辑,明确课程项目的理念、参与主体的考量、专业人员的发展,才能更好地引导科普教育走向规范化、科学化道路,才能更好地让创新、趣味、有价值的科普教育活动充分涌现。馆校结合视角下的科普教育随着新时代科普教育的变革而兴起,其必然具有深远的现实意义和价值。发挥好馆校结合视角下科普教育的价值,促进博物馆、科技馆的教育服务转型和推动学校教育的实践化改革,需要我们用站在更高的角度去为其做好发展和治理的规划和引领。

参考文献:

- [1] 习近平. 为建设世界科技强国而奋斗——在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话[J]. 科协论坛, 2016(06): 4-9.
- [2] 张运红. 二战以来德国青少年科技教育的途径与特点[J]. 教学研究, 2009, 32(03): 37-40.
- [3] 任福君, 钟琦. 馆校结合·科学教育论文集[M]. 北京: 科学普及出版社, 2012.
- [4] 宋娴. 中国博物馆与学校的合作机制研究[D]. 华东师范大学, 2014.
- [5] 王海澜. 论作为学科学习框架的项目式学习[J]. 教育科学, 2003(05): 30-33.
- [6] 李颖. 馆校合作背景下小学综合实践课程开发——以故宫“陶瓷”主题课程为例[J]. 中国博物馆, 2018(04): 99-105.
- [7] 朱幼文. “馆校结合”中的两个“三位一体”——科技博物馆“馆校结合”基本策略与项目设计思路分析[J]. 中国博物馆, 2018(04): 91-98.
- [8] 周彬. 课堂密码(第2版)[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2012.
- [9] 周彬. 大规模学校治理机制研究[J]. 教育发展研究, 2019, 39(02): 48-53.

The Governance Logic of Popular Science Education from the Perspective of the Collaboration between Museum and School

HUANG Ziyi, JIANG Haozhe

(College of Teacher Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: From "education management" to "educational governance", it is revealed that science education

(下转第39页)

我国馆校结合领域研究热点及发展趋势 ——基于共词分析法的可视化研究

方慧玲, 周青青, 沈 甸

(华东师范大学 教师教育学院, 上海 200062)

摘要: 深度认识国内馆校结合领域研究的主题和发展趋势, 不仅有利于研究者更加详细、清楚地了解国内馆校结合发展的最新动态, 而且也有利于推动我国馆校结合的发展进程。研究表明, 我国馆校结合领域研究主要集中在馆校结合中的博物馆角色研究和馆校结合的结合特征研究两大方面, 其中馆校结合的结合特征研究又可分成五个方面: 馆校结合教育课程建设; 博物馆的教育功能和形式; 馆校结合相关教育类型; 馆校结合的教育对象; 馆校结合机制与策略。我国馆校结合领域研究的发展趋势为: 奠定博物馆在馆校结合中的重要作用; 馆校结合机制的研究日趋增加; 增加馆校结合评价体系。

关键词: 馆校结合; 博物馆教育; 非正式学习; 共词聚类分析; 社会网络分析

一、引言

随着社会的不断发展进步, 博物馆的社会作用也不断地发生着变化。不同于过去静止不变的机构, 当今的博物馆正在重新定义自身, 变得更具交互性。近年来面对全球生态环境威胁、政治局势动荡, 博物馆承担起保护文化遗产的责任, 通过举办教育活动和展览, 努力营造一个可持续发展的社会。在2019年, 国际博物馆日主题确定为“作为文化中枢的博物馆: 传统的未来”。

我国也日益重视博物馆的教育资源, 提倡通过馆校结合的课程提高学生的科学素质。2001年, 教育部颁布的《基础教育课程改革纲要(试行)》明确提出: 学校应广泛利用校外的科技馆、博物馆等社会资源以及丰富的自然预案, 积极利用并开发信息化课程资料^[1]。2014年, 教育部颁布的《完善中华优秀传统文化教育指导纲要》中提到: 利用学校博物馆、校史馆、图书馆、档案馆等, 结合校史、院史、学科史和人物史的挖掘、整理和研究, 发挥其独特的文化育人作用^[2]。

2015年, 国家文物局与教育部一同颁布的《关于加强文教结合、完善博物馆青少年教育功能的指导意见》, 进一步明确博物馆资源在国家课程、地方课程与校本课程的使用, 并重视结合与学科教学的紧密联系^[3]。2016年2月颁布的《全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020年)》(以下简称《方案》)中明确提到“大力开展校内外结合的科技教育活动。充分发挥非正规教育的促进作用, 推动建立校内与校外、正规与非正规相结合的科技教育体系。”可见校内外相结合的教育活动已经成为大势所趋。《方案》中还提到“拓展校外青少年科技教育渠道, 鼓励中小学校利用科技馆、青少年宫、科技博物馆、妇女儿童活动中心等各类科技场馆及科普教育基地资源, 开展科技学习和实践活动。开展科技场馆、博物馆、科普大篷车进校园工作, 探索科技教育校外有效衔接的模式, 推动实现科技教育活动在所有中小学全覆盖。”这说明馆校结合的形式也将成为学生进行科学素质教育的重要方式之一^[4]。

基金项目: 中国科协2019年度研究生科普能力提升项目“我国典型地区馆校结合现状调查——以长三角地区的科技类博物馆为例(项目编号: kxyjskpxm2019052)”。

作者简介: 方慧玲(1995-), 女, 浙江杭州人, 硕士研究生, 研究方向为科学教育; 周青青(1997-), 女, 浙江温州人, 硕士研究生, 研究方向为科学教育; 沈甸(1973-), 女, 上海人, 博士, 副教授, 研究方向为科学教育、化学教育。

通讯作者: 沈甸, E-mail: dshen@chem.ecnu.edu.cn

在2018年的全国教育大会上，习近平总书记强调，坚持中国特色社会主义教育发展道路培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人，并对学校美育工作提出了明确要求：“要全面加强和改进学校美育，坚持以美育人、以文化人，提高学生审美和人文素养”。而博物馆与学校合作的馆校结合课程，则是培养学生科学素养与人文素养的重要途径之一。

二、研究设计

(一) 研究方法

1. 共词分析法

共词分析法是对同一篇文献中的共现关键词进行分析，判断共现词所代表的研究主题之间的关系结构，进而得到研究对象之间的亲疏关系^[5]。本研究通过BICOMB软件对筛选出来的文献的关键词进行处理得到高频关键词共词矩阵，通过对矩阵的分析可以得知馆校结合领域的相关信息。

2. 共词聚类分析法

共词聚类分析法是依据共词分析的结果，以研究对象共现的频率为分析对象，利用相关统计学方法，将错综复杂的研究对象之间的共词关系简化为较少的类群间的共词关系，并直观地表示出来的聚类过程^[6]。本研究利用SPSS对文献中共同出现的关键词进行分析，计算关键词之间的关联性，将关联性高的关键词聚成一类，从而对馆校结合的研究主题进行分类。

3. 社会网络分析法

利用UCINET处理高频关键词共词矩阵，构建社会网络图谱，再根据关键词的社会网络图谱辨别、分析馆校结合研究主题的热点及其关系，并通过分析其中心度数据，预测馆校结合发展趋势。

(二) 数据样本

本研究文献数据来自于中国知网（CNKI），检索主题为“馆校合作”“馆校结合”“馆校联动”“博物馆学习”以及“场馆学习”，检索主题之间的逻辑关系是“或”，检索时间段为2008年1月至2019年9月，共检索出有效文献样本257篇，分别来自125家不同的期刊，其中近十年研究频率较高的期刊有如下几家，排名前十的具体期

刊及对应文献数量见表1。

表1 文献数据来源（前十名）

序号	期刊	文献数量
1	自然科学博物馆研究	13
2	开放学习研究	10
3	现代教育技术	9
4	中国校外教育	8
5	文物鉴定与鉴赏	8
6	科学教育与博物馆	6
7	电化教育研究	5
8	文教资料	5
9	博物院	5
10	生物学教学	5

某领域文献发表数量能在一定程度上表明该领域研究的理论水平和发展速度^[7]。如图1所示，近年来关于馆校结合的文献发表数量总体呈现上升趋势，文献数量由2008年的两篇上升到2016年的29篇、2018年的67篇。以上数据说明馆校结合主题的研究不断受到研究者的广泛关注，发展速度持续上涨。

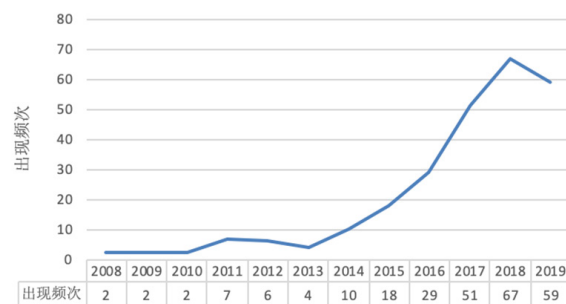


图1 文献发表年度分布

R平方值是趋势线拟合程度的指标，它的数值大小可以反映趋势线的估计值与对应的实际数据之间的拟合程度，拟合程度越高，趋势线的可靠性就越高。R平方值是取值范围在0~1之间的数值，当趋势线的R平方值等于1或接近1时，其可靠性最高，反之则可靠性较低。R平方值也称为决定系数，具体的计算公式见图2。通过计算，文献发表年度分布的决定系数R²=0.7904，由此可预测，未来馆校结合相关的研究文献数量将呈持续增长趋势。

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

图2 决定系数计算公式

(三) 数据处理

相关的数据处理步骤可以分为四步：第一步，通过CNKI的题录信息导出功能，导出所有相关题录信息，并保存成BICOMB2.0支持的txt格式。第二步，利用BICOMB对关键词进行处理，共提取到关键词588个，取频次大于等于3的关键词共42个作为高频关键词并导出，由于许多关键词存在重复性，所以合并馆校结合、馆校合作两个关键词为馆校结合，并剔除是谈馆与校合作开展展览、合作培养专业人才等博物馆工作层面的合作的“馆校结合”；合并科技馆、自然博物馆、场馆等关键词为博物馆；合并博物管学习、博物馆教育、场馆学习、场馆教育四个关键词为博物馆教育；合并博物馆资源、场馆资源两个关键词为博物馆资源。最后取得关键词32个，随后将这32个高频关键词做词篇矩阵和共词矩阵。第

三步，为了获得高频关键词间的相互关系，将共词矩阵导入UCINET6.0社会网络分析软件，通过Net Draw绘制二维社会网络关系图谱，并且导出各高频关键词节点的中心度分析数据。第四步，在此基础上，为了进一步勾勒高频关键词之间的距离和相似度，将词篇矩阵通过SPSS23.0的系统聚类法中的Pearson相关分析得出使用平均联接（组间）的谱系图，从而获得馆校结合研究领域的基本结构。数据处理工具和研究思路如图3所示，高频关键词和共词矩阵如表2和表3所示。

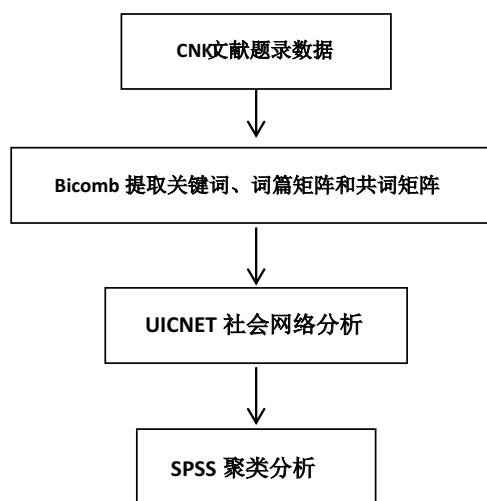


图3 基于共词分析的研究工具与思路

表2 高频关键词

序号	关键词	频次	序号	关键词	频次
1	博物馆	95	17	中小学教育	4
2	馆校结合	94	18	展品	4
3	博物馆教育	19	19	青少年教育	4
4	非正式学习	13	20	博物馆资源	3
5	学校	9	21	课程建设	3
6	科学教育	7	22	场馆学习环境	3
7	青少年	6	23	中小學生	3
8	学校教育	6	24	学习效果	3
9	教育	6	25	学习活动设计	3
10	模式	5	26	研学旅行	3
11	美术教育	5	27	素质教育	3
12	学习单	5	28	博物馆课程	3
13	教育功能	5	29	大学生	3
14	科学课程标准	4	30	科普教育	3
15	社会教育	4	31	核心素养	3
16	校本课程	4	32	探究式学习	3

表3 高频关键词共现矩阵（部分）

	博物馆	馆校结合	博物馆教育	非正式学习	学校	科学教育	青少年	学校教育	教育
博物馆	95	35	9	3	9	0	4	2	5
馆校结合	35	94	13	1	5	3	0	3	1
博物馆教育	9	13	69	6	1	2	1	3	0
非正式学习	3	1	6	13	0	0	0	0	0
学校	9	5	1	0	9	0	0	0	0
科学教育	0	3	2	0	0	7	0	0	0
青少年	4	0	1	0	0	0	6	1	2
学校教育	2	3	3	0	0	0	1	6	0
教育	5	1	0	0	0	0	2	0	6

三、数据分析与讨论

(一) 馆校结合研究主题的基本类别

将高频关键词的矩阵(如表4)导入SPSS中进行系统聚类分析,结果以谱系图的形式输出,如图4所示。

表4 馆校结合研究主题分类

专题类别1	主题类别2	高频关键词
馆校结合中的结合特征研究	馆校结合教育课程建设	校本课程、学习活动设计、科学课程标准、探究式学习、核心素养、博物馆课程、课程建设、学习效果
	博物馆的教育功能与形式	教育功能、素质教育、学习单、美术教育、科学教育
	馆校结合相关教育类型研究	学校教育、科普教育、青少年教育、中小学教育、社会教育
	馆校结合的教育对象研究	大学生、中小學生、青少年
馆校结合中的博物馆角色研究	馆校结合机制与策略研究	模式、研学旅行
	馆校结合中的博物馆角色研究	非正式学习、场馆学习环境、博物馆教育、博物馆资源、展品

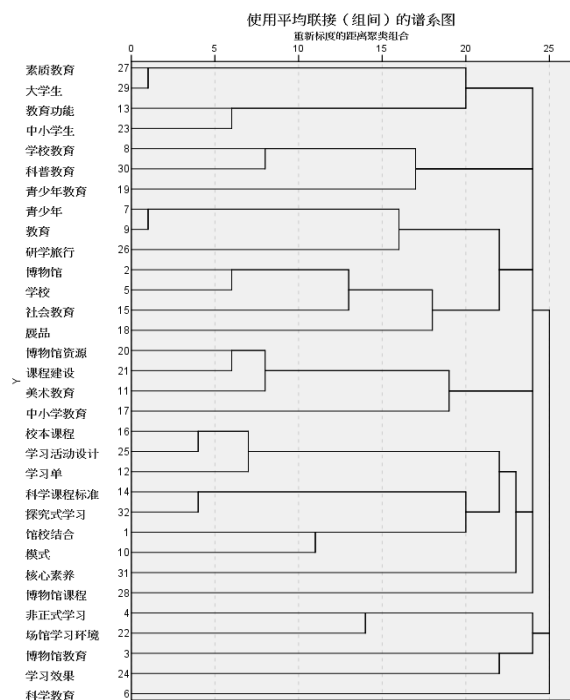


图4 共词聚类分析

结合聚类分析结果以及对文献的阅读、整理和研究,将馆校结合研究主题分为两大类:馆校

结合中的博物馆角色研究和馆校结合的结合特征研究,其中馆校结合的结合特征研究又可以分为五个研究方面,详细的主题及对应部分关键词见表4。分析大量文献可以得知馆校结合、博物馆、学校、教育不具有分类意义,因此没有将此加入馆校结合研究主题分类。

由于专题类别1的两个主题较为广泛,失去实际的分析和启发意义。笔者决定缩小分析范围,更加精确定位。进而选择选取专题类别2中的三个主题进行分析讨论。

1. 馆校结合教育课程建设

从本文聚类分析的结果来看,自2016年起,馆校合作的课程建设越来越注重“对接课标,和而不同”的理念,学习活动的设计关注学习者的认知结构和心理特点,采用合适的教学方法来组织课堂,培养学生的核心素养,也提出了评估学习效果的方法。如2017年以“科学课程标准”一词为关键词的文章就有四篇,分别阐述了馆校结合课程对接课标的理念和方法。另外,本文检索出的文献中有三篇文章以“探究式学习”为关键词。提出馆校结合课程应以学生实践体验素材为载体,引导学生对科技馆的展项进行探究,并探讨了博物馆探究式学习的具体实施方法和体现出的价值与意义。由此可见,博物馆的活动已经从走马观花的形式向有组织、有计划、有目的的方向发展。这说明馆校结合的课程的设计和开发趋于规范化,已经开始运用教育学和心理学的理论与方法,这是馆校结合深度发展与可持续发展的一个阶段性的重要标志。从全国各地的馆校结合课程文件来看,许多馆校结合教育课程对接了相应的科学课程标准的课程内容,但是大部分课程与课标衔接生硬,且忽略了科学教育独特的教育功能和以学生为主体的教育理念。鲁文文指出馆校结合的教学活动既要体现场馆教育特征,即“基于实物的体验”或“基于实践的探究”,又要满足学校科学教育课程标准的要求,主张强化馆校结合科学教育课程的探究性、科学性和趣味性特征^[8]。刘晓峰和于舰提出要定制课程,分学段、分领域建设创新实验室,为科学教育提供适宜的 课程资源(标准、教材、教具、学具等)。将学校资源和场馆提供的资源有机结合,基于国

际水平的课程标准和框架进行顶层设计,形成试验区或实验学校课程改革的整体方案^[9]。以上海科技馆的馆校结合课程情况为例,自2016年正式开展馆校结合项目起,这三年,上海科技馆已经与全市167所学校建立合作关系,覆盖全市全部16个区,190个校本课程研发完毕,209名博老师从科技馆毕业,538名学生历练成合格的青少年诠释者或者实验研究员。而在2018这一年,共形成精品课程71个,开展了139批次的校本课程试验活动,参与师生5927人次。其他6所科技类博物馆也与若干所中小学签订了一系列合作协议,致力于科普资源共享,让科技馆成为中小学生的第二课堂。

2. 博物馆的教育功能与形式

在如今终身教育的背景下,场馆的功能也从收藏、研究的功能向教育功能转化。场馆的教育功能具有其独特性,体现在教学环境、教学理念和教学方法等的不同。拿博物馆的教育形式——学习单的分析来说:在2004年,首次有文献出现学习单这一关键词,主要讲的是借鉴台湾地区博物馆教育的实践之后,对学习单的定义、作用、分类和设计进行了探讨并基于此对我国博物馆教育发展趋势进行了预测。但是至此之后,直到2010年才有关于学校与博物馆合作的学习单关键词再次涌入,关于学习单文献一般是两类,一是学科教学的学习单,另一类是馆校结合中的学习单,除2005年又一篇馆校结合之外,2006—2010年全部都是关于学科教学的学习单文献,但其数量也是个位数。近几年有关于学习单文献数量开始上升,2018年中国知网收录中更是高达66篇,局势也从完全只是探究学科教学的学习单,演变成有百分之20左右也是对馆校结合研究的学习单的探析。这些说明博物馆开始对学习单的作用重视起来了,并把学习单作为馆校结合的重要形式之一。是博物馆真正从收藏、研究功能向教育功能转变的标志,不再是以物为主,而是以人为本。场馆教育的教学环境相对传统教学来说更加开放,能够使以学生以更加轻松的态度去接纳所传递过来的科学知识;教学方法也更加多样有趣,除探究式、直接式等方式外,还具有故事线,以上海自博馆的候鸟迁徙课程来说,全程以闯关形式进行,具有趣味性,充分引发学生的学习兴趣。刘晓峰和于舰也提出场馆教育更要突出

对学生科学思维的启迪和科学精神的培育等特征为核心价值取向^[10]。总的来说,非正式环境下的科学学习的特点是学习者积极主动的、兴趣引导的、自愿的、个人的、持续的、与境脉相关的、协作的、非线性的和开放的,非正式环境可以而且应该发挥其在科学教育的重要作用。非正式的科学学习是与人、场所和文化相关的具体的学习过程、学习机制以及学习结果^[11]。边晓岚提出馆校结合的教育模式是培养学生创新能力的重要手段之一,因为场馆拥有大量科学内涵丰富、互动性强的展品展现,学生在以展项为基础的科学教育活动中,不仅学习到知识本身,而且感觉到科学氛围,在培养科学精神的同时也培养了学生的创新精神^[12]。

3. 馆校结合的机制与策略研究

馆校结合机制与策略的好坏直接关系到馆校结合的效果以及能否实现可持续发展。然而国内针对馆校结合的研究大多集中在课程的开发设计以及博物馆场馆教育功能特点上,对于结合机制与策略的研究还比较少。在文献数量上有十分明显的体现:从2011年开始就有对于馆校结合机制的研究,但是发表数量较少,只有三四篇,可喜的是在2018年开始出现大幅度的上升。宋娟对我国馆校结合的现状、主体关系和合作行为进行了深入的分析^[13],并结合西方馆校合作经验,构建了馆校结合在投入、运行、监督、激励等方面的一般机制。徐晓萍通过反思重庆科技馆在馆校结合方面的实践和探索,构建了馆校结合在合作、激励和人才培养方面的机制^[14]。黄东流、佟贺丰等人分析了当前馆校结合机制中存在的问题,综合考虑科普场馆、学校、科普企业和专家资源等要素,提出了共建共享、协同发展的馆校合作机制^[15]。罗兴连创造性地提出了馆校结合模式的新尝试:将博物馆课程作为校本课程中的特色选修课并且计入学分,通过实践获得了较好的教育效果^[16]。朱幼文对馆校结合的需求、科技博物馆资源优势与教育特征、当代科学教育理念和馆校结合的优势进行了分析,提出了“对接《课标》+场馆特色+先进理念”的“三位一体”的馆校结合基本策略^[17]。赵慧勤和张天云通过分析场馆在学生核心素养培养上的优势,提出了四个基于学生核心素养发展的馆校结合的策略,分别为馆校

共同构建主题式课程、共同设计学习活动、共同搭建协同学习平台、共同打造教学团队^[18]。

(二) 馆校结合研究主题的热点

高频关键词的频率和关联形成了具有密度、子群结构、核心—边缘结构等特征的“社会网络”图谱，研究者可以根据关键词的社会网络图谱辨别、分析馆校结合研究主题的热点及其关系^[19]。将关键词共词矩阵导入UCINET软件当中

进行社会网络分析，可以得到如图5所示的社会网络图谱。其中方形节点表示关键词，节点越大，说明该关键词出现频次越多，在社会网络图谱中的作用越强，即控制其它关键词出现在同一文献的能力越强；节点与节点间的连线代表节点之间的关系，连线越粗，代表关键词之间的关系越密切，二者共同出现的频率越大^[20]。

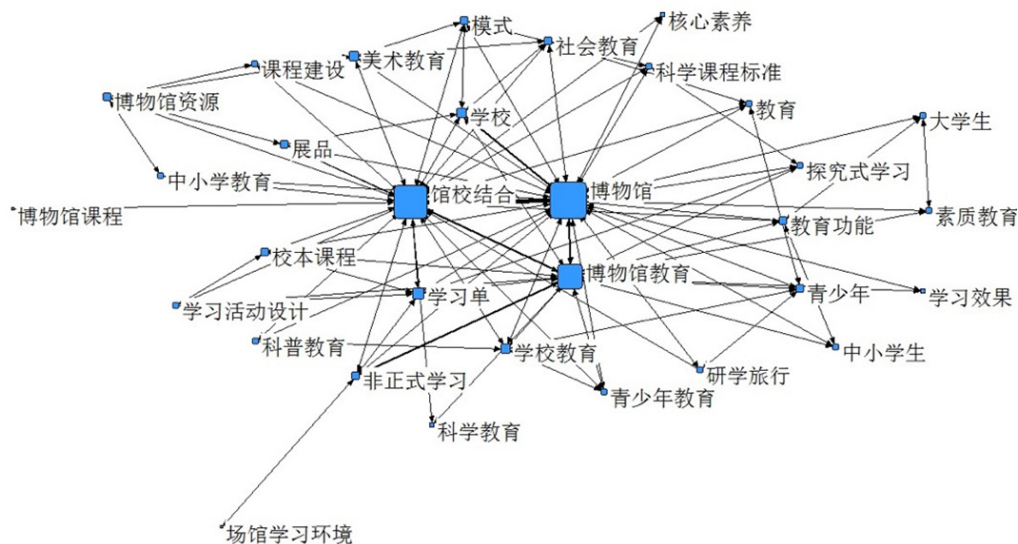


图5 社会网络图谱

可以从以下几个方面对社会网络图谱进行剖析：

1. 节点大小

排除研究主题“馆校结合”外，博物馆、博物馆教育、学校、学习单、学校教育、学校等关键词构成了馆校结合领域研究的核心关键词，这些也代表馆校结合研究领域的热点主题。

2. 节点间连线粗细程度

以馆校结合这个关键词的节点为起点，与博物馆、博物馆教育节点之间的距离最近且连线最粗，说明关于博物馆教育的运用以及博物馆在馆校结合中的角色剖析是馆校结合研究领域的核心要素，其次是学习单、学校教育、学校、美术教育等关键词。可以看出对于馆校结合的研究侧重点在于博物馆，注重探析博物馆在馆校结合中的作用，研究馆校结合的理论基础也更多倚重博物馆教育的相关理论。

3. 社会网络图谱整体

俯瞰社会网络图谱的整体结构，首先可以

看到游走在图谱边缘的关键词，例如场馆学习环境、博物馆课程、科学教育、核心素养、学习效果，这些关键词代表了目前馆校结合领域研有所涉猎但是却研究不深的区块。其次从整体结构来看，密度适中，没有明显区别，说明馆校结合的研究内容相对比较均衡。最后观察社会网络图谱的整体，关键词之间没有出现很紧密的现象，说明具体领域的研究还不够深入，需要系统梳理。

(三) 馆校结合研究主题的发展趋势

接近中心度是一种针对不受他人控制的测度。弗里曼等学者根据点与点之间的距离来测量接近中心度，如果一个点与网络中所有其他点的“距离”都很短，则称该点具有较高的接近中心度。中间中心度是测量行动者对于资源控制的程度。如果一个点处于许多其他点对的捷径（最短的途径）上，我们就说该点具有较高的中间中心度。一般认为中间中心度较高，点中心度和接近中心度较低的关键词将在一定程度上反应某一研究领域新兴的发展趋势^[21]。基于此，笔者将高频

关键词共现矩阵中的数据导入到软件UNCINET中进行中心度分析,采用多重测量的方式(Multiple Measures)进行计算,然后导入Excel利用公式计算对点中心度、接近中心度和中间中心度的平均值和标准差,部分数据处理结果见表5。

表5 中心度分析

关键词	点中心度	接近中心度	中间中心度
馆校结合	77.419	81.579	32.658
博物馆	83.871	86.111	37.809
博物馆教育	54.839	68.889	12.743
非正式学习	16.129	54.386	6.452
学校	19.355	54.386	0.341
科学教育	6.452	50.000	0.000
青少年	16.129	51.667	0.358
平均值	18.347	53.912	2.991
标准差	18.566	9.189	8.829

由表5可以得知,表中的关键词的中心度数值都不符合条件,无法代表馆校结合领域的发展趋势,可能是因为馆校结合的研究不够深入,不能明确判断其发展趋势。但是相对而言中间中心度较高,点中心度和接近中心度较低的关键词有:非正式学习、教育功能、学习单、博物馆教育。这些关键词可能在一定程度上可以反应馆校结合在未来几年的发展趋势。根据这些关键词以及文献分析,笔者归纳总结并预测馆校结合的发展趋势。

1. 奠定博物馆在馆校结合中的重要作用

为了加强青少年的教育,提高其采用多种方式、各个渠道获取科学知识的能力,近年来我国进行了多次教育改革,逐渐重视场馆尤其是一些博物馆、科技馆等的教育功能。因此,馆校结合成了学校和场馆之间的联系纽带。在我国进行素质教育改革的大背景下,加强科普场馆与学校教育的合作是一种必然的趋势。我国近年来兴起的研学活动、小学课外科学活动多是借助于科技馆、博物馆已有的教育资源开展的。然而,馆校结合的教育活动仍受地区政策、学生数量、时间、安全、经费、科普场馆教育资源等因素的制约^[22]。在馆校结合领域的当中,博物馆的作用不言而喻。有相关研究表明,对博物馆中设计对象更广泛的争论有助于加快学科的发展^[23]。

2. 馆校结合机制的研究日趋增加

通过比较中英的馆校合作机制发现,中英在“目的—决策”机制、“过程—执行”机制和都有所不同。首先是“目的—决策”机制中,我国将馆校合作的功能设定为学校正规教育的校外延伸,是实现后者教育功能的课程资源补充。而英国认为场馆应该成为学校的中心,展品也应该出现在不同的教室当中。我国将馆校合作目的的价值设定为爱国主义教育,忽视创新能力、实践能力合作能力等,人本身的意义和个体生命的价值消失在“集体”中,馆校合作活动的开展多是受到行政指令的驱动或受教育和文化当局的邀约,旨在履行某种特定的政治任务,形式单一,而且是一般是由外因决定,并非自愿。相对而言,英国的合作目的更具有多元性和现代性,馆校合作行为的依据是以人为本,合作形式相对多样、系统,学习行为的发起完全依仗于学生的需求,基于馆校各自内在需求推动。其次在“过程—执行”机制中,我国馆校合作的教学形式是偶尔为之,且馆校合作与学科课程的失联,活动支持有限。而英国的馆校合作教学形式精心设计,场馆资源与学校课程标准相关联,有系统的活动资助^[24]。笔者认为造成中英如此大的差异,主要原因是我国对于馆校结合的定位不准确,首先要解决“目的”问题,才能做好“执行问题”。

3. 增加馆校结合评价体系

Heike Sturm和Franz X. Bogner^[25]通过研究比较两种不同学习环境中(一个自然科学博物馆一个教室)同一种教育方法的学习和动机结果。通过使用前、后和保留测试设计来评估知识和理解,并应用“内在动机清单”的分量表来考察学生的动机方面,发现博物馆小组的学生与课堂小组相比学到了更多,且两个小组动机测试的动机不同,动机测试的分数也不同,数据显示博物馆小组的分数更高。有关于馆校结合的一切项目与课程的最终目的都是传播科学知识,激发中小学生对科学的兴趣以及热情,而相关的项目及课程活动都是经过博物馆和校方老师的精心设计,具有教育的特点,故需要用教育评估理论来进行评估。但是在场馆这样的情景下的学习又不同于在学校环境下的学习,在学校这样环境下的学习

本身就带有比较明确的评价方法,并且学生的学习效果也可以得到很好的量化。而馆校结合的学习活动就相对比较随性,属于非正式环境下的学习,这类学习的学习效果可以表现为兴趣、能力、经验等隐形因素,难以量化,进而就难以测量^[26]。而美国非正式环境科学教育委员会提出了一个非正式科学教育测评体系^[11],该体系建立了一个将非正式环境所促进学习者的科学能力相关联的“6个科学学习目标要素”框架:

(1) 发展科学兴趣。体验学习自然世界和物质世界的现象的兴奋、兴趣和动机。

(2) 理解科学知识。逐步概括、理解、记忆和运用与科学相关的概念、解释、论点、模型和事实。

(3) 从事科学推理。操作、验证、探索、预测、质疑、观察自然世界和物质世界,并对其构建意义。

(4) 反思科学。以此作为认识的方式,反思科学的过程、概念和机制;以及反思它们通过现象学习的过程。

(5) 参与科学实践。与他人共同参与科学活动和学习实践,运用科学语言与科学工具。

(6) 认同科学事业。将自己视为科学学习者,发展一种身份认同,成为那种认识科学、运用科学、将来为科学作出贡献的人。

笔者建议在构建馆校结合教学效果评估指标时可参考该非正式环境科学教育评价体系进行构建。

四、结语

深度认识国内馆校结合领域研究的主题和发展趋势,不仅有利于研究者更加详细、清楚地了解国内馆校结合发展的最新动态,而且也有利于推动我国馆校结合的发展进程。研究表明,馆校结合领域研究主要集中在以下三个方面:馆校结合的机制与策略研究;馆校结合教育课程建设;馆校结合的教育功能特点。馆校结合领域研究的发展趋势为:奠定场馆在馆校结合中的重要作用;完善馆校结合机制;增加馆校结合评价体系。目前来看,我国还较缺乏对于馆校结合机制的系统研究,也没有权威的馆校结合评价体系,相关研究专家还需继续努力,让馆校结合成为培

育新生的一股强劲力量。

参考文献:

[1] 中华人民共和国教育部. 基础教育课程改革纲要(试行)[EB/OL].[2019-04-19]. http://old.moe.gov.cn//publicfiles/business/htmlfiles/moe/s8001/201404/xxgk_167343.html.

[2] 中华人民共和国教育部. 完善中华优秀传统文化教育指导纲要[EB/OL].[2019-04-19].http://old.moe.gov.cn//publicfiles/business/htmlfiles/moe/s7061/201404/xxgk_166543.html.

[3] 中华人民共和国教育部. 关于加强文教结合、完善博物馆青少年教育功能的指导意见[EB/OL].[2019-04-19].http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1779/201509/t20150915_208161.html.

[4] 国务院办公厅. 全民科学素质行动计划纲要实施方案(2016—2020年)[EB/OL].[2019-04-19]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-03/14/content_5053268.htm.

[5] 储节旺, 郭春侠. 共词分析法的基本原理及EXCEL实现[J]. 情报科学, 2011,29(06):931-934.

[6] 钟伟金, 李佳, 杨兴菊. 共词分析法研究(三)——共词聚类分析法的原理与特点[J]. 情报杂志, 2008(07): 118-120.

[7] 卜彩丽, 张宝辉. 国外翻转课堂研究热点、主题与发展趋势——基于共词分析的知识图谱研究[J]. 外国教育研究, 2016,43(09):93-106.

[8] 鲁文文. 像科学家一样想事情、做事情——基于科技馆资源的馆校结合科学教育课程开发思路[J]. 自然科学博物馆研究, 2019,4(03):43-48+94.

[9][10] 刘晓峰, 于舰. 对接于课标, 区别于课堂——辽宁省科技馆“馆校结合”项目开发思路[J]. 自然科学博物馆研究, 2017,2(03):40-47.

[11] National Research Council. Learning science in informal environments: People, places, and pursuits[M]. Washington DC: National Academies Press, 2009.

[12] 边晓岚. 浅谈“馆校结合”教育模式对学生创新能力的培养[J]. 山西科技, 2018,33(06):95-97.

[13] 宋娴. 中国博物馆与学校的合作机制研究[D]. 华东师范大学, 2014.

[14] 徐晓萍. 面向新时代的馆校结合·科学教育

——第十届馆校结合科学教育论坛论文集[C]. 北京: 中国科普研究所, 2018.

[15] 黄东流, 佟贺丰, 刘娅, 于洁. 面向新时代的馆校结合·科学教育——第十届馆校结合科学教育论坛论文集[C]. 北京: 中国科普研究所, 2018.

[16] 罗兴连. 博物馆课程入名校学分——广州博物馆与广东实验中学馆校合作模式探究[J]. 博物院, 2019(03):114-120.

[17] 朱幼文. “馆校结合”中的两个“三位一体”——科技博物馆“馆校结合”基本策略与项目设计思路分析[J]. 中国博物馆, 2018(04):91-98.

[18] 赵慧勤, 张天云. 基于学生核心素养发展的馆校合作策略研究[J]. 中国电化教育, 2019(03):64-71+96.

[19][21] 李海峰, 王伟. 国际MOOC领域热点主题及发展趋势研究——基于共词分析法的知识可视化图

谱分析[J]. 远程教育杂志, 2015,33(05):38-45.

[20] 迟佳蕙, 李宝敏. 国内外STEM教育研究主题热点及发展趋势——基于共词分析的可视化研究[J]. 基础教育, 2018,15(02):102-112.

[22] 张秋杰, 鲁婷婷, 王钢. 国内外科普场馆馆校结合研究[J]. 开放学习研究, 2017,22(05):20-26.

[23] Kemp S. Design museum futures: Catalysts for education[J]. Futures, 2017, 94: 59-75.

[24] 王乐. 馆校合作机制的中英比较及其启示[J]. 现代教育论丛, 2017(02):80-86.

[25] Sturm H, Bogner F X. Learning at workstations in two different environments: A museum and a classroom[J]. Studies in Educational Evaluation, 2010, 36(1-2): 14-19.

[26] 郭朝晖. 科普场馆实验室运营及评估框架设计研究[D]. 北京邮电大学, 2017.

Research on Topics and Trends of Museum School Cooperation Visualization Study Based on Co-word Analysis

FANG Huiling, ZHOU Qingqing, SHEN Dian

(College of Teacher Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: A deep understanding of the research on topics and trends of museum school cooperation is not only helpful for researchers to understand in more detail and clearly the latest developments of museum school cooperation, but also conducive to promoting the development process of museum school cooperation. The results show that the research in the field of museum school cooperation mainly focuses on the two aspects: the role of museum in the museum school cooperation and the combination characteristics of museum school cooperation. The research on the combination characteristics of museum school cooperation can be divided into five aspects: the construction of the curriculum of the museum school cooperation; the educational function and form of museum; the type of education in the museum school cooperation; educational target group of the museum school cooperation; the mechanism and strategy of the museum school cooperation. The development trend of the research in the field of museum school cooperation is as follows: laying the important role of museum in the museum school cooperation; the research on the museum school cooperation is increasing day by day; and increasing the evaluation system of the museum school cooperation.

Key words: museum school cooperation; museum education; informal learning; co-word cluster analysis; social network analysis

高中生环境知识水平测量与提高对策 ——以上海市D中学M班为例

杨希¹, 朱胜捷², 卢晓旭¹

(1.华东师范大学教师教育学院, 上海 200062; 2.上海外国语大学附属大境中学, 上海 200011)

摘要: 环境知识是人类认识和解决环境问题的基础, 公民在中学阶段的环境知识对未来社会环境观念和环

境质量影响深远。运用Pablo D开发的公众环境知识量表对上海市D中学高二M班学生进行环境知识水平测试, 结果显示学生环境知识水平较低, 所包含的环境系统知识、环境行动知识和环境效能知识三个方面存在不平衡。分析发现, 学校环境教育开展不足、环境知识教育的内容与国外环境知识教育的标准相差较大、环境教育体系缺乏效果保障措施是研究对象环境知识水平较低的原因。提出梳理环境系统知识落实承载课程、挖掘学科课程中的环境知识教育资源、建立环境知识教育目标系统和评价反馈体系等提高研究对象环境知识水平的三方面对策措施。

关键词: 环境知识; 环境教育; 高中生

随着我国经济与社会的发展, 环境问题日益突出, 同时也更加受到人们的重视。当前, 关于环境问题的研究也日益增多, 许多学者认为民众应当努力通过自身行为减少环境负荷。^[1]有一部分学者提出, 应当通过增强环境教育以增强公众环境知识, 进而促使人们积极从事环境行为。^[2]国外关于环境行为的线性模型认为环境知识影响环境意识和关心(态度), 从而导致环境行为的产生。该模型认为, 教给人们更多的环境知识必然会导致环境行为的增加^[3]。Kitzmuller^[4]的文章中提到, Schahn 和Giesinger指出, 环境知识是产生环境行为的一个必要的变量, 只有具有一定的环境知识, 才有可能实施相应的环境行为。本研究以上海市D中学高二年级M班学生为研究对象, 测量其环境知识水平, 并谋求提高。

一、测量工具和研究对象

(一) 测量工具

本研究采用国外学者Pablo D编制的环境知识量表, 该量表基于Kaiser, Fuhrer和Frick^{[5][6][7]}确定的系统知识、行动知识和效能知识三个环境

知识维度, 量表已通过编制者的质量检验, 可靠性较高。环境系统知识是指环境科学原理方面的知识, 包括18个测量项目, 如“温室气体的种类”、“矿物燃料的排放物”等; 环境行动知识是选择行动方案以减少人类对环境造成负面影响的知识, 包括17个测量项目, 如“哪些行动会增加温室气体排放”、“哪种废弃物(垃圾)不能进行生物降解”等; 环境效能知识是与特定行为有关的能源消耗量方面的知识, 拥有效能知识的人可以把对行动知识的关注从仅仅知道怎么保护环境扩展到懂得如果通过一定的行为获得最大的环境效益, 包括19个测量项目, 如“哪种电器消耗能量更多”、“开车的多种行为中哪种消耗能量最多”等。

测量工具采用0、1计分, 统计过程中转换为百分制计分。三类知识由测量项目得分等权重加权计算, 环境知识总体水平由三类环境知识水平等权重加权计算。

(二) 研究对象及施测过程

上海市D中学是上海市重点中学, 上海市实验

作者简介: 杨希(1994-), 女, 山东济宁人, 硕士研究生, 研究方向为学科教学(地理); 朱胜捷(1992-), 男, 上海人, 硕士, 中学一级教师, 研究方向为学科教学(地理); 卢晓旭(1970-), 男, 江苏扬州人, 博士, 副教授, 研究方向为地理课程与教学论。

通讯作者: 卢晓旭, E-mail: greenism@163.com

性示范性高中，学校有50多年的办学历史，本研究对象为该校高二年级M班的全体学生，共25人，测试结果仅反映该班学生的总体水平，不过对上海市同类中学或有一定代表意义。

对研究对象的环境知识水平测量于2018年3月30日进行集中测试，在研究者阐述测量的意义和强调相关要求后，学生独立完成测量过程，用时约20分钟，工具回收率100%。

二、研究对象环境知识水平现状分析

（一）学生环境知识水平偏低

D中学高二M班学生的环境知识平均水平为40.7，其中环境系统知识平均水平为48.4，环境行动知识的平均水平为47.5；环境效能知识平均水平为26.3。该现状说明了用Pablo D的环境知识量表所测得的D中学高二M班学生的环境知识水平相对较低，作为上海市重点中学，该现状也能反映基于Pablo D的环境知识评价体系的我国中学生环境知识的大致特点。

（二）环境知识水平偏低的原因分析

1. 学生环境常识重视程度不足

调查发现，学生对许多生活中的环境常识性知识掌握不足。如在问卷调查中出现“利乐包”这一名称，日常中大家可能都买过“利乐包”包装的饮料，但大部分同学并不了解这种包装的类型名称。这类知识也许不是课堂上教师可以“教”出来的，而是依靠学生在生活中广泛接触、自觉学习的常识知识。对环境常识了解不足是当前高中生的普遍现象。这一现象不仅在调研学校出现，在上海市各类中学学生身上也都存在。

2. 环境教育体系缺乏效果保障措施

政策是环境教育实施的前提，而保障措施对环境教育的效果起着重要的保障作用。我国环境教育一般体现在特定的课程中，如地理、生物、化学等，这些课程有自己独特的学科科学知识目标，而环境作为一门学科，其独特的科学知识很难在学科课程内容体系中有足够的承载，在课程目标体系中有较突出的定位，导致学科课程中环境教育目标不够明确和效果得不到保障。虽然2003年教育部也颁布过《中小学环境教育实施指南（试行）》^[6]，并规定学校需要单独开设环境教育课程，但指南的要求很难得到充分的落实，配

备专任教师和让课程进入课表就是难题，D中学的情况就是如此，据调查，全国的状况也是一样，反映了仅有一纸政策，没有环境教育目标评价、教师配备、课时支撑等保障措施，学生的环境教育知识水平也很难提高。

3. 环境知识教育的内容与国外环境知识教育的标准相差较大

D中学是上海市重点中学，生源状况较好，研究对象为高二学生，测试时间为高二下学期，学生已完成高中教育一半以上课程，按理学生环境知识水平应该较高，这不仅反映了D中学研究对象的环境知识水平的问题，同时还能反映我国环境知识教育的问题。我国的立足于公民教育层面的环境知识教育相对较浅，其中系统性的环境科学知识教育不深入、环境行动知识教育较浅显，环境效能知识教育不突出，根本原因还在于中外环境教育的内容标准不同。

4. 学校环境知识教育开展不足

D中学高二M班学生接受的环境教育主要来自于相关课程的间接教育，没有开设过专门的环境教育课程，环境科学知识教育缺乏系统性。调查发现，测量量表中涉及的多数知识，学生没有受教育或知识普及的正常途径，掌握的知识少量来自地理、生物、化学等学科知识，大多是靠自己的经验判断和临场思考，大量的环境知识存在教育空白区，即没有途径获得这些知识。这是学校环境知识教育的不足。这种现象其实并不是D中学特例，《中小学环境教育实施指南（试行）》落实不到位、学校环境知识教育不系统是全国范围内的普遍现象。

三、提高学生环境知识水平的对策建议

据了解，澳大利亚就在环境教育方面就有较好的保障政策支持。除开生物科学、地球科学、环境科学等学科课标中有相关的要求外，政府还将环境教育列入中学课标要求中，以新南威尔士州为例，政府在全州设立了21个环境教育中心，以专任教师和兼职教师并行、政府拨款的方式维持其运行，能够接纳学生进入学习，也能派遣教师入校开展讲座，还能提供教师专业培训，要求每一位学生在每个学习阶段至少接受一次环境教育中心支持的相关活动。在这样的政策及其保障措施支持下，新南威尔士州的居民大多拥有良好

的环境知识水平和环保意识。这一案例可以启发我们从以下角度提高学生的环境知识水平。

（一）梳理环境系统知识落实承载课程

学校教育是学生获取系统性知识的最有效途径，环境知识的学习要以课堂教学为主渠道，在学科教学中渗透环境教育。首先需要根据《中小学环境教育实施指南（试行）》、Pablo D编制的《环境知识量表》梳理环境知识体系，落实知识的承载课程，对于综合性环境知识部分，可编制相应的综合环境教育校本教材，最终依据教育部《中小学环境教育实施指南（试行）》落实课程实施学科和综合环境教育课程体系。环境知识，尤其是环境行动知识和环境效能知识的习得不仅仅依靠于课堂上教师的说教，还需要通过丰富多彩的实践活动去体验和积累。课程体系建设要注重实践环节，学生可以通过实地观察或者实验操作来积累环境知识以提高学生环境知识水平为目标，以环境知识教育的个性化需求为基础，学校可在系统性知识体系基础上，开设多元化、个性化、探究式、选择性的环境知识教育微课程，可以让学生以个人或小组为单位开展环境知识学习活动。

（二）挖掘学科课程中的环境知识教育资源

要充分挖掘学科知识中原有的环境知识教育资源，这有利于在现在课程体系基础上快速高效地实现环境教育知识教育目标。地理学科有人地协调观的学生发展核心素养，课程内容涉及全球变暖、生态破坏、环境污染等许多环境问题，可以教学中渗透环境知识，形成可持续发展的人地协调观；生物学科，涉及生态环境的原理和平衡的观念，生物学教学可以让学生认识生物多样性、统一性、独特性、复杂性，形成科学的自然观；化学学科注重让学生认识环境保护和资源合理开发的重要性，要让学生理解化学技术、社会和环境之间的相互关系，认识化学对社会发展的重大贡献同时，要会分析化学过程对自然可能带来的各种影响，形成可持续发展意识，能积极参与有关化学问题的社会决策，权衡利弊，强化社会责任。

（三）建立环境知识教育目标系统和评价反馈体系

在根据《中小学环境教育实施指南（试

行）》梳理环境系统知识体系的同时，要建立环境知识的目标系统，建立测量评价体系和目标实现度的反馈系统。高中阶段的目标按年度分解，分步实施。对于研究对象的实际情况，可采取相应措施加以补救，对于学校普遍存在的问题，则需要从高一入学时进行前测，在前测的基础上分阶段确定目标，并将环境教育纳入学校、年级、环境教育实施部门的年度工作考核中，完善评价和反馈体系。

参考文献：

- [1] Kurisu K. Pro-environmental behaviors[M]. Tokyo: Springer Verlag, 2015.
- [2] Lozano R. Incorporation and institutionalization of SD into universities: Breaking through barriers to change[J]. Journal of Cleaner Production, 2006, 14(9): 787-796.
- [3] Kollmuss A, Agyeman J. Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? [J]. Environmental Education Research, 2002, 8(3): 239-260.
- [4] Kitzmuller C. Environmental knowledge and willingness to change personal behaviour: An American-Austrian comparisons of energy use[EB/OL]. <https://www.slideserve.com/binah/environmental-knowledge-and-willingness-to-change-personal-behavior-1342598>.
- [5] Kaiser F G, Fuhrer U. Ecological behavior's dependency on different forms of knowledge[J]. Applied Psychology, 2003, 52(4): 598-613.
- [6] Kaiser F G, Frick J. Entwicklung eines messinstrumentes zur erfassung von umweltwissen auf der basis des MRCML-Modells[J]. Diagnostica, 2002, 48(4): 181-189.
- [7] Frick J, Kaiser F G, Wilson M. Environmental knowledge and conservation behavior: Exploring prevalence and structure in a representative sample[J]. Personality & Individual Differences, 2004, 37(8): 1597-1613.
- [8] 中华人民共和国教育部. 中小学环境教育实施指南（试行）[EB/OL]. (2003-10-13) [2018-05-28]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s7053/200310/t20031013_181773.html.

Measure and Improve the Environmental Knowledge Level of High School Students: Take Shanghai D Middle School Class M as an Example

YANG Xi¹, ZHU Shengjie², LU Xiaoxu¹

(1.College of Teacher Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. Dajing High School affiliated to SISU, Shanghai 200011, China)

Abstract: Environmental knowledge is the basis of human understanding and solving environmental problems, and citizens' environmental knowledge in middle school has a profound impact on the future social environment concept and environmental quality. Using the public environmental knowledge scale developed by Pablo D, the environmental knowledge level test was carried out on the students of the second M class of Shanghai D Middle School, and the results showed that the students' environmental knowledge level was low, and there was an imbalance in the knowledge of environmental system, environmental action knowledge and environmental effectiveness. The analysis found that the lack of environmental education in schools, the content of environmental knowledge education and the standards of environmental knowledge education abroad are quite different, and the lack of effective safeguards in environmental education system is the reason for the low level of environmental knowledge in the research object. This paper puts forward three countermeasures to improve the environmental knowledge level of the research subjects, such as combing the knowledge of the environment system, excavating the environmental knowledge education resources in the subject curriculum, establishing the target system of environmental knowledge education and evaluating the feedback system.

Key words: environmental knowledge; environmental education; high school; students

(上接第6页)

A Study of Mathematical Project-based Activities Based on Visual Imagination Literacy: Taking Geometric Rotators and Astroid as Examples

LU Yun, YE Huiyan, XU Binyan

(College of teacher education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Since the publication of mathematics curriculum standards for chinese public high schools (2017 edition), mathematics education circles have gradually attached importance to the subject's core literacy, and relevant studies have followed. As one of the core qualities of the subject, the knowledge of three-dimensional geometry in high school mathematics has created an appropriate situation for the cultivation of it. Therefore, this paper takes mathematical project-based activities as the teaching method, takes "magic geometry" as the theme and focuses on two teaching cases to explore how this teaching method can help students cultivate their visual imagination literacy, hoping to provide practical experience for the implementation of training the visual imagination literacy of high school mathematics.

Key words: visual imagination literacy; mathematics literacy; mathematical project based activities; rotator; geometry

(上接第26页)

should also move from "science popularization management" to "science popularization". In the educational transformation of modern museums and science and technology museums, the combination of science and technology education in the library and school needs to embody the "four basics" and the "five nos" in the concept of the curriculum project; the "six parties" collaborate and learn from others in the consideration of the participating subjects; Analyze the path and inject vitality in the development of professionals, so as to clarify the governance logic to better highlight the public service value of museums and science museums and promote the practical reform of school education.

Key words: museum; science and technology museum; science education; development mechanism; governance logic

地理教学中行为体验教学的有效性研究 ——基于自然地理规律的教学实验

朱胜捷¹, 卢晓旭²

(1. 上海外国语大学附属大境中学, 上海 200011; 2. 华东师范大学教师教育学院, 上海 200062)

摘要: 2016年上海市地理教育领域开展了行为体验教学的探索。本文以验证地理课堂中行为体验教学能提升地理教学有效性为研究目标, 设计了地域分异规律、正午太阳高度变化规律、地理环境整体性规律等三项自然地理规律的行为体验教学案例, 开展教学实验。以上海外国语大学附属大境中学为样本学校, 选择来自高一和高二的6个班级分3对进行三项自然地理规律的行为体验教学实验和常规教学对照。教学目标达成度测试结果显示, 在学生基础一般的班级, 行为体验教学均取得了比常规教学更显著的教学效果, 而在学生基础较好的班级, 行为体验教学效果与常规教学效果的差异并不显著。分析认为, 行为体验教学作为形象化的教学方式, 可明显提高理解力不强学生对知识的理解程度, 而对于学习能力较强的学生, 行为体验的效能已被学生的思维想象能力所代替。

关键词: 行为体验教学; 自然地理规律; 教学实验

2016年上海市教委教研室地理学科组开展“落实行为体验, 彰显学科特质”的中青年地理教师教学评选活动, 开始了以行为体验教学为主题的研究。“行为体验”的教学形式旨在强化学生参与学习的过程。学生的学习, 不仅仅要经历“阅读”“听讲”的过程, 更要经历“外表活动”, 如演示、实验、制作、调查、小组活动等, 力求使学生在“动中学”、“做中学”。简而言之, “行为体验”的教学即是强调亲身“做”的一种教学形式^[1]。朱晶滢^[2]以初中阶段《地图》章节的教学为实践案例, 研究行为体验式地理课堂的教学策略。江晔^[3]总结了年度学科教学主题评选行为体验课堂教学的经验、亮点与不足, 并提出建议。目前对地理学科的行为体验研究较少, 总体处于起步阶段。本研究从实证的角度, 采用测量和实验的方法验证行为体验教学在提高学生自然地理规律方面的有效性。

一、研究对象及实验设计

本实验从2017年10月开始到2018年1月结束, 选取上海外国语大学附属大境中学高二与高一班级

的部分地理课程为实验案例, 以教学实践为实验方法。设立实验班与对照班, 分别通过行为体验与非行为体验两种方式开展教学。结合教育理论和相关研究成果^[4-7], 提出教学方案并实验, 以课堂观察、课后检测、数据分析等手段检验行为体验教学对自然地理规律教学有效性。

高二年级的实验对象选取本文第一作者任教的等级4班、等级5班。学生来自于年级中的所有班级, 都选择地理课程、参与上海高考改革3+3模式等级性考试(分数计入高考总分)。在开展教学实验前, 利用两次校级考试检测。考试内容涵盖高一绝大部分知识点, 基本能够反映学生的地理水平。选择等级5班作为实验班, 等级4班为对照班, 总体两个班级水平相当。

高一年级的实验对象选取本文第一作者任教的四个班级的学生。当年学校高一年级共约220人报名参加为地理等级考开设的“地理体验课”, 分班规则以年级建制班级为基础。体验1班由高一(1)(2)班部分同学组成, 体验2班由(3)(4)班部

作者简介: 朱胜捷(1992-), 男, 上海人, 硕士, 中学一级教师, 研究方向为学科教学(地理); 卢晓旭(1970-), 男, 江苏扬州人, 博士, 副教授, 研究方向为地理课程与教学论。

通讯作者: 卢晓旭, E-mail: greenism@163.com

分同学组成, 体验3班由(5)(6)班部分同学组成, 体验4班由(7)(8)班部分同学组成。其中(1)(2)(3)(4)班为平行班, (5)(6)(7)(8)班为提高班, 平行班之间、提高班之间

学生学习基础与学习能力基本相当。两组中选取体验2班、体验4班为实验班, 体验1班、体验3班分别作为对照班, 实验对象情况如表1所示。

表1 实验对象情况

		等级四班	等级五班	体验1班	体验2班	体验3班	体验4班
参照量	基础学习水平	60.2	59.8	与体验2班	与体验1班	与体验4班	与体验3班
	(2次成绩)	62.0	60.7	相当	相当	相当	相当
自变量	行为体验教学	不开展	开展	不开展	开展	不开展	开展

二、实验课程选取

自然地理规律教学是地理教学中的重要部分。在教学过程中, 对学生思维能力有较高要求。行为体验旨在强化学生参与学习的教学过程, 即是强调亲身“做”的一种教学形式。依据教学理论研究与课堂实践, 发现行为体验教学具有激发学生学习热情, 通过学生亲身经历获得感悟, 进而提升思维水平的特点。基于此, 可以通过对自然地理规律相关内容的教学效果的研究, 验证行为体验教学的有效性。

自然地理规律主要分为地理分布规律, 地理演变规律和地理关联规律^[6]。结合学校的教学进度, 高二年级选取地域分异规律作为地理分布规律案例, 正午太阳高度变化规律作为地理演变规律案例开展教学实验。高一年级选取了地理环境整体性规律——以日本为例的课题, 作为地理关联规律案例开展。

三、实验实施

(一) 自然地理分布规律案例——地域分异规律

本案例教学中, 主要的行为体验教学活动包括: 通过在教室中“构建”北半球“理想大陆”, 结合北半球理想大陆示意图与学生位置, 复习理想大陆气候分布。结合已学自然带命名规则, 探究学生各自所处位置的植被特点。从自然地理环境要素角度出发, 以热带雨林带为例, 运用整体性原理解释“当地”自然地理环境成因。选取学生, 说出各自位置自然带的名称。由此分析得出纬度地带性分布规律、从沿海到内陆地带性分布规律及其主导因素。

(二) 自然地理演变规律案例——正午太阳高度变化规律

本案例教学中, 主要的行为体验教学活动包括: 通过在教室中模拟地表“经纬网”, 用自制模型, 模拟太阳照射情况, 确定“太阳直射点”。演示同一时间, 不同纬度正午太阳高度, 由此分析得出正午太阳高度纬度分布规律。演示同一地点, 不同季节正午太阳高度, 由此分析得出正午太阳高度季节变化分布规律。

(三) 自然地理关联规律案例——地理环境整体性规律

本案例教学中, 主要的行为体验教学活动包括: 按照要求将座位移至指定位置, 确定各自既定的地理属性及特定演示单位。包括经纬度属性、陆地属性、非陆地属性; 地形地势演示单位与季风演示单位。经纬度属性单位分析自身信息, 归纳日本的经纬度位置。通过观察陆地与非陆地属性单位分布, 归纳日本的海陆位置。特定陆地属性单位从给出的图片中寻找自身信息, 在此基础上归纳日本的相对位置。通过地形地势单位演示, 理解岛屿的普遍地形地势特征。通过季风单位演示与其他单位的互动, 结合日本的地形开展思考与归纳, 寻找其他地理要素与气候之间的可能关联。

四、实验效果

在开展行为体验教学实验之后, 针对行为体验教学进行有效性检测。为尽可能排除作业、记忆力差异等其他因素的影响, 开展教学后测的时间选定在每课时结尾。根据每个案例不同的教学进度, 案例1后测时间最长, 选择以模式图为基础以选择填空形式考察表达为主的测试题。案例2内容涉及正午太

阳高度的变化以及计算，思维量较大，题量较少。案例3教学时间最长，留给教学后测的时间最少，开展以选择题为主的教学后测。利用SPSS软件对各班

级的成绩进行汇总分析。每个案例按照实验组与对照组开展数据的独立样本T检验，总体目标实现度及显著性如表2所示。

表2 总体目标实现度及显著性

		等级4	等级5	等级4	等级5	体验1	体验2	体验3	体验4
班级属性		平行班		平行班		平行班		提高班	
教学案例		地域分异规律		正午太阳高度变化规律		地理环境整体性规律		地理环境整体性规律	
控制变量	基础学习水平	61.1	60.3	61.1	60.3	相当		相当	
自变量	行为体验教学	对照	实验	对照	实验	对照	实验	对照	实验
因变量	目标达成度	59.1%	71.7%	45.3%	61.4%	45.7%	69.6%	71.7%	75.2%
t 值		-2.776		-2.175		-3.720		-0.742	
P 值		0.007		0.033		0.000		0.460	
均值差异显著性		极其显著		显著		极其显著		不显著	

总的来说，开展行为体验教学实验的班级，教学的目标实现度都高于对照组班级。在高二年级开展的两次实验教学，都体现出比较显著的有效性。在高一年级开展的教学实验中，行为体验教学对普通班的教学有效性极其显著。而对提高班的教学有效性不显著。说明虽然行为体验教学在该组实验中实验组目标实现度略高于对照组，但提升效果有限。可能对学习基础较高的学生，行为体验教学有效性不显著。

五、结论与讨论

(一) 结论

行为体验教学在自然地理规律教学有效性上有一定的成果，但有群体适用性差异。在学习能力相对低的学生群体中，自然地理规律教学的有效性提升显著，而在学习能力较高的学生群体中，提升自然地理规律的教学效果不明显。

(二) 讨论

1. 行为体验教学的优点

(1) 激发学习兴趣。通过课堂观察，在行为体验教学课尤其是行为体验活动实施的过程中，学生能够长时间保持较高的专注度。

(2) 深化学习归纳。教材中，自然地理规律多以图文结合的方式存在。三个案例的教学，意图通过对地理现象的展示相对具象化的手段来归纳分析较为抽象的自然地理规律。本质上

都是通过构建模型、实际演示，将相对较为抽象的地理规律进行具象化的展示，再进行抽象归纳的过程。通过模型构建过程学习其形成条件、通过模型表现的地理事物研究其分布、通过模型的变化研究地理事物的发展变化，深化了对规律的理解。

(3) 横向比较启发。行为体验过程中，学生的行为过程、行为结果都易于观察，通过近似水平的横向对比，可以对学生有一定的启发作用。在开展正午太阳高度的教学过程中，通过对第一小组演示的同一时间沿不同纬度的正午太阳高度变化过程的评价，纠正了第一小组的一些错误，如在直射点运动过程中应当保证太阳相对地面高度应当一致，应当沿“同一条经线”移动等问题。第二小组的演示速度相较第一小组有显著的提升。

2. 行为体验教学效果分析

从人员构成角度分析，体验3班的学生由年级中的两个理科实验班学生构成。体验4班由年级中的两个文科实验班学生构成。要将相对抽象的地理规律进行归纳总结，需要一定的思维想象能力。相比之下，理科实验班的学生可能在这方面略胜一筹。行为体验教学作为形象化的教学方式，可明显提高理解力不强学生对知识的理解程度，而对于到思维想象能力较强的学生，行为体验的效能已被学生的理解能力所代替。从学习动机分析，行为体验教学的一大优势是可以激发学

生的学习兴趣。对于本身学习态度和学习能力较佳的提高班学生来说,对于学生学习兴趣的激发可能并不显著。本身他们都有较强的主动学习的意愿,并不随教学方式的变化而发生显著改变。

3. 行为体验模拟演示的设计局限

行为体验教学虽然有种种优势,但需要注意的是,行为体验的模拟演示只是对自然地理规律不完整的再现,并不能对地理事物和现象进行完整的再现。比如正午太阳高度变化规律展示太阳光与地面关系时,不能表示极夜地区的情况,这些局限可能在学生思考的过程中限制对自然地理规律的理解。这些局限之处,教师应当在课堂总结时向学生指出。

参考文献:

[1] 殷育楠. 中学地理: 落实“行为体验”, 彰显学科特质[J]. 上海课程教学研究, 2016(06): 14-17.

[2] 朱晶滢. 行为体验式地理课堂教学实践研究[D]. 上海师范大学, 2017.

[3] 江晔, 陈昌文, 殷育楠. 践行课改理念, 彰显教学品质——中学地理学科2016年度上海市中小学中青年教师教学评选活动总结[J]. 上海课程教学研究, 2017(03): 70-73.

[4] 项国雄, 赖晓云. 活动理论及其对学习环境设计的影响[J]. 电化教育研究, 2005(06): 9-14.

[5] 卢晓旭, 赵媛, 朱慧, 陈磊. 地理课堂教学目标呈现方式与教学效率的相关性[J]. 课程·教材·教法, 2011, 31(01): 100-106.

[6] 王莹. 高中自然地理规律的教学策略研究[D]. 天津师范大学, 2015.

[7] 易桂芳. 高中自然地理有效教学策略研究[D]. 华中师范大学, 2011.

[8] 王莉. 高一地理教材地理规律及其教学方法研究[D]. 内蒙古师范大学, 2005.

Research on the Effectiveness of Behavior Experience in Geography Teaching: Based on the Teaching Experiment of Physical Geography Regularity

ZHU Shengjie¹, LU Xiaoxu²

(1. Dajing High School affiliated to SISU, Shanghai 200011, China;

2. College of Teacher Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: In 2016, behavior experience teaching was explored in the field of Shanghai geography education. In order to verify that behavior experiential teaching can improve the effectiveness of geography teaching, this paper designs three cases of behavioral experiential teaching and carries out teaching experiments. Three cases include regional differentiation regularity, the regularity of the sun height change at noon and the regularity of the entirety of geography environment. Taking Dajing High School affiliated to SISU as a sample school, six classes from Grade One and Grade Two of Senior High School were divided into three pairs to carry out the behavioral experiential teaching experiments. The results show that in classes with general learning foundation, behavior experience teaching achieves more significant teaching effect than conventional teaching, while in classes with better learning foundation, the difference between behavior experience teaching effect and conventional teaching effect is not significant. It is concluded that behavior experience teaching, as a visualized teaching method, can significantly improve understanding of knowledge with general learning foundation, while for students with better learning foundation, the effect of behavioral experience has been replaced by imagination ability.

Key words: behavior experience teaching; physical geography regularity; teaching experiment

《说与不说是一种文化习俗：对上海、首尔和墨尔本的数学课堂话语分析》推介

陆燕

(华东师范大学教师教育学院, 上海 200062)

摘要: 介绍了Lihua Xu等2019年发表于数学教育研究(Educational Studies in Mathematics)期刊上的文章《说与不说作为一种文化习俗：对上海、首尔和墨尔本的数学课堂话语分析》。

关键词: 课堂话语(classroom discourse); 合理交流形式(legitimate forms of communication); 数学口语(spoken mathematics); 理论的文化特殊性(cultural specificity of theory)

课堂话语是一个重要的研究课题。现在已有大量的研究都强调了学生参与数学课堂讨论的优势。研究普遍认为, 促进学生课堂讨论是一种有效的教学策略, 可以增强学生在各个学科领域, 尤其是数学学科的学习, 但其中大部分研究都是在西方文化背景下进行的。《说与不说是一种文化习俗：对上海、首尔和墨尔本的数学课堂话语分析》^[1]研究了: 学生参与“数学课堂讨论”在其他文化背景下的课堂(例如东亚文化)中的适用性。

作者通过分析课堂讨论的相关文献, 肯定了学生参与课堂讨论某种程度上有助于学生学习, 但同时指出有大量的实证研究可以证明并非所有形式的课堂讨论都是有益的。而且, 西方的研究文献中似乎更看重“课堂讨论的社会参与作用”, 即与他人交流的作用。这种对于学生间对话的强调也许会误导人们认为参与课堂讨论等同于对话。作者随后从文化差异的角度进一步分析文献, 考察谈话与思维之间的关系, 指出在东亚文化背景下, 学生更倾向于听, 他们觉得适当的沉默更有助于思考。这种说与不说的差别其实只是文化习俗的不同, 学生并非一定要通过相互对话的方式积极参与课堂讨论。作者认为, 课堂讨论有多种形式, 对于生生对话这一形式的过度强调可能会破坏其他可促进学习的交流形式。集体回答(Choral Responses, CR)作为课堂中一种合理的交流形式一直不被重视, 集体回答常常与背诵记忆练习联系在一起, 但其实集体回答拥有诸多优点, 也应被视为课堂讨论的一部分进行研

究。特别是在东亚关注和谐的文化环境下, 集体回答往往担任了重要功能。

作者从学习者视角研究(Learner's Perspective Study, LPS)的数据中选取了分别位于中国上海、韩国首尔与澳大利亚墨尔本的九间教室中的数据。在每间教室中都进行了五节课的课堂实录, 结束后对师生进行了课后采访。作者将数据标准化后对比九间教室里师生之间口头互动的情况, 如图1所示。上海和首尔教室的特点是全班学生都经常一齐发话也就是集体回答较多。在首尔的教室里学生口头参与课堂的主要形式几乎都是集体回答。相比之下, 在墨尔本的三间教室里, 没有出现集体回答, 学生口头参与课堂均是由单个学生发言的形式进行参与的。另外, 作者强调了本研究关注的是各个教室间口头互动的交互性而非互动总量, 教师和学生话语的相对权重也很重要。上海和首尔教室中总说话数少仅表明课堂参与者在较长时间内无需说话。

如图2所示, 在这九间课室里的师生发言中, 关键数学术语出现的频率也有很大差别。对图2进行横向分析不难发现, 每个教室的老师在自己发言中数学术语使用频率会影响学生发言或集体回答时使用术语的频率。在上海教室里, 学生发言与集体回答中数学术语出现次数较高。另外, 在课后访谈中, 上海学生也能明确清晰地用术语表达自己的数学思想。上海老师也对学生的数学术语表达能力有明确关注与评价。首尔的三名教师在课堂教学时虽广泛使用了数学术语, 但真正有学生参与的课堂互动(集体回答与学生发言)

中, 学生使用关键数学术语的机会减少, 最常见的情况是老师要求学生同意某个数学陈述。在墨尔本2号和3号教室中似乎很少使用数学术语。墨尔本教师2在课后采访中提到了数学术语可能会造成的学生的混淆与对数学的疏远。这表明在他的

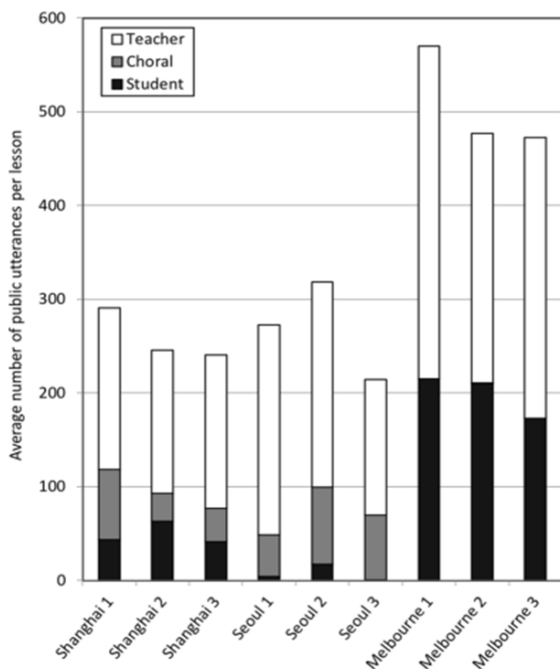


图1 各国教室里师生之间口头互动的情况

针对这些数据与分析, 作者认为使用集体回答似乎是上海与首尔教室的特征。为了深入分析课堂话语, 作者开发了六个组别, 将集体回答分为: “是非判断型、数值型、数学符号表达型, 数学术语型, 程序型, 数学命题型”。六种类型的数学CR表明每个教师可采用话语来达到不同的教学目的。作者进一步确定了与集体回答使用相关的两种主要语篇模式。第一种模式是老师提问, 学生集体回答, 老师跟进反馈或评价 (TQ / CA / TF)。第二种模式是老师提问, 单个学生发言回答老师的问题, 老师要求班级对该学生的回答进行集体评价 (TQ / SA / CE)。因此, 作者指出集体回答的功能远远大于文献中通常提到的简单背诵和记忆练习。集体回答作为一种课堂策略能在那些学生与学生互动最不频繁的课堂中刺激学生口头表达数学。最后作者将学生在课后采访的过程中, 使用数学术语的频率也进行了初步

教学实践中, 学生对概念性理解的优先级高于流利的数学表达。墨尔本教师3教授的数学主题所包含的技术词汇不多。这些因素的存在提醒我们应将本文的分析视为不同教室的案例研究, 这些频率的差异并不代表某种民族或文化差异。

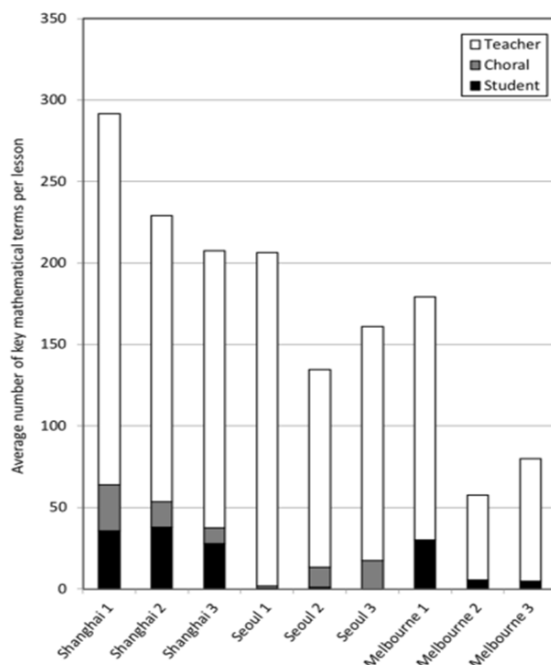


图2 各国教室里关键数学术语出现的频率

统计, 并指出能在采访中适当使用数学术语也可作为衡量学生数学能力的指标, 给其他研究提供参考。

本文对于学习理论的发展有重要意义。作者清楚指出, 我们的学习理论应考虑文化差异化的环境, 不应将某些特定文化带来的倾向纳入理论的前提。研究者在提出某种倡导时要考虑文化局限性。本文对于集体回答中的分类与作用的剖析也对教师如何利用CR进行教学设计有很好的指导作用。

参考文献:

- [1] Lihua Xu, David Clarke. Speaking or not speaking as a cultural practice: Analysis of mathematics classroom discourse in Shanghai, Seoul, and Melbourne [J]. Educational Studies in Mathematics. 2019, 102,(1): 127-146.

《科学课堂中的笑声研究》推介

黄子义

(华东师范大学教师教育学院, 上海 200062)

摘要: 介绍了Wolff-Michael Roth等2011年发表于《科学教学研究杂志》(Journal of Research in Science Teaching) 期刊上的文章《科学课堂中的笑声研究》。

关键词: 笑声 (laughter); 社会互动 (social interaction); 再现 (reproduction); 民族方法学 (ethnomethodology); 话语分析 (conversation analysis)

笑是人类的基本现象, 是一种社会现象, 是人类生活的普遍特征。然而很少有文章研究关于笑声在现行的课堂教学中的潜在功能。《科学课堂中的笑声研究》一文^[1], 作者希望探讨笑声在科学教学的作用, 按照社交互动的方法研究笑声既是资源又是一种再现。因此, 这篇文章的研究问题为: (1) 课堂上的笑声是如何产生的? (2) 笑声在科学教学中有哪些作用和功能?

本研究采用民族学方法学和话语分析的方法, 研究了澳大利亚昆士兰州东南部一所资源丰富的私立学校一名教七年级科学的初任教师向职业教师过渡的过程, 在整个教学的第一年中作者通过课堂录像的方式反复观察。录制的课堂教学视频中所有笑声实例均使用Studio code软件进行标记, 将教学片段导出为MOV和AIF格式并按照一定的转录方式进行后续分析, 声音被导入到语言学家的跨平台PRAAT软件中并进行分析 (www.praat.org), 该软件可以分析语音参数, 例如语音强度、音高、共振峰、语速和停顿长度。研究者全年共观察了11堂课, 其中有七节课是视频记录的, 另外三节课中记录了选定的小组活动。在本文中以“桥梁设计单元”的课程为例, 举例说明了师生之间的互动, 通过分析得出了笑声的功能。

针对问题1, 作者通过实地观察和对视频内容的转录和分析发现, 笑声有时是由学生的评论引起的, 而在其他情况下, 笑声是由老师发起的。由于笑是一种集体行为, 因此无法预测情况是否会与笑相关。在笑之前通常会发生一系列事件, 这些事件可以理解为邀请和接受, 以了解整体情

况或以幽默的方式表达的话题, 幽默、讽刺、滑稽的方式, 使得在邀请和接受方面都笑出声来。通过分析了解到笑声是一种互动的成就, 其中笑声是不可或缺的部分。并非某些情况本来就是可笑的或幽默的, 而是各方共同努力, 提供被接受或拒绝的邀请。

尽管科学是一件严肃的事情, 但做科学可能会非常有趣。幽默虽然没有被科学杂志所承认, 但却是一个既质疑又强化严肃性的方面。笑声是日常文化的一个重要方面, 往往被排除在与真理有关的正式努力之外。在传统的科学课堂上往往采用I-R-E的话语结构 (即首先由教师提出问题, 接着由学生回答问题, 最后教师对学生的回答做出评价)。这种话语模式往往是严肃的, 因为教师实际上在心中已经有一个正确答案, 而学生往往不知道。IRE结构加强了科学的严肃性, 因为IRE中是存在真理的, 并且坚持正确答案。而课堂上的笑声在消除科学知识的严肃性、将生命充实纳入课程的同时, 作为一种破坏和颠覆原有知识和结构的方式, 作为一种对情境元评价而存在, 在IRE结构中发挥了复制和转换作用。

```
Episode 3, Fragment 4
26 (0.40)
27 P: they are smart.
28 (0.32)
29 V: they're smart; ^yea:
30 (0.92) ((Fig. 3a))
31 B: <<f>'weIs>
32 (0.95)
> 33 V: <<len>they're called [weIs (0.36)>
<<smiling>[yea(hh)<<f>(.heh)>
> ((boy claps))
> [* ((laughter, in class))
> 34 (0.68)]
```



图1 教学片段的转录与分析

针对问题2, 作者首先通过转录和分析教学片段 (图1), 对比分析了科学课和人文艺术类课

《六年级的STEM融合教育：设计和搭建纸桥》推介

秦语真

(华东师范大学教师教育学院, 上海 200062)

摘要: 介绍了Lyn D. English等于2019年发表在国际科学与数学教育期刊(International Journal of Science and Mathematics Education)上的《六年级的STEM融合教育：设计和搭建纸桥》文章。

关键词: STEM融合(STEM integration); 数学, 科学和工程学知识的应用(mathematics, science, and engineering knowledge application); 工程设计(engineering design); 桥梁设计和建造(bridge design/construction); 支架式反思(scaffolding reflections)

近年来, STEM融合教育受到了人们的广泛关注, 然而仍需要大量的实验去研究如何在不同教学目标下进行STEM融合教育。一方面, 对于科学和工程的融合教育已经得到了很大程度上的关注, 对于数学、科学和工程的融合教育却缺乏相应的研究; 另一方面, 学生在解决问题的时候, 往往过于关注任务环境, 而忽略了任务本身所需要的知识融合。

针对此现象, 《六年级的STEM融合教育：设计和搭建纸桥》^[1]一文通过对澳大利亚一个大城市中的两所女子学校的5个六年级班级的STEM融合课堂进行分析, 研究两个问题: (1) 学生在进行桥梁设计中如何应用STEM知识的? (2) 学生在反思中应用到了哪些STEM知识? 在这个实验中, 位于市中心的学校有四个班参与了实验(n=82), 位于郊区的学校有一个班级参与了实

程的异同点。艺术、音乐、体育、文学等学科不仅强调主观性和概念的多元性和多样性, 而科学是严谨、认真、严肃的。正因为笑声对单一的表达提出了质疑, 它可能会破坏并同时支持科学的发展, 通过再现和改变教师和学生的积极情绪。一方面, 笑声通过强调生活幽默的一面, 影响到科学课程的严肃性, 另一方面笑声也因此稳定了科学的严肃性。这样做有助于科学课程变得富有趣味, 对学习来说更为熟悉。在科学课上更广泛地使用日常话语, 使学习者更容易获得科学的正式内容, 更栩栩如生的课堂互动, 包括笑声情节, 可能更好地会连接学习者与科学的思想。在作者转录的包含笑声的案例中, 教师和学生之间的传统对立暂时被中止了。当学生提供明显离谱或错误的回答导致笑声时, 教师和学生之间的距离也会缩小。科学内容知识与笑话密不可分, 它产生于对两个矛盾时刻的理解。

总之, 该研究揭示了笑是课堂参与者集体

互动产生的结果, 消解了科学这门学科的严肃性。虽然笑声挑战了科学的严肃性, 它同时强化了科学概念的严肃。此外, 老师和她的学生之间的亲密、合作和团结水平通过他们在课堂上的笑声被再现和转化。该研究开启了科学教育中可能成为的重要研究领域。作者还展望了后续的研究方向, 例如: 当鼓励学生在科学背景下大笑时, 对科学态度和知识的长期影响是什么? 短期笑声与长期对科学的认识有何关系? 当学生成为笑料时, 他们如何与科学事实和概念联系起来等等。该研究为探究我国中小学科学教学中师生互动提供了新的视角和思路, 也为分析师生关系提供了一定的思考。

参考文献:

- [1] Roth W M, Ritchie S M, Hudson P, et al. A study of laughter in science lessons[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2011, 48(5): 437-458.

验 (n=25)，所有学生都来自于中等经济背景的家庭，并且从四年级开始就参与了此项研究。同时参与研究的还有来自不同领域的工程师以及大学工程类研究生。

在该研究前，所有刚开始参与实验的四年级学生都需要了解不同领域的工程学知识，其中包括阅读相关的工程学书籍，认识不同的桥梁类型，了解桥梁的结构及其受力分析，并且在三年间进行过基于工程学基础的问题活动。学生在进行实验中需要完成他们的学习单，记录他们的数据分析，改进结构还有交流反思。在实验中，学生首先需要在学习单上写出他们计划建造的桥的类型和结构及其原因，并且需要画出草图，然后进行组内的第一个设计，要在学习单上标注材料、尺寸、桥梁形状等。随后测试第一个桥梁的承载能力，学生需要在学习单上记录其形变程度，以及他们在测试过程中的反思。最后，根据反思进行第二次设计，建造第二座桥，并按第一次的要求完成相应的学习单。

本研究的数据来源是焦点小组 (focus group) 和整个班级进行讨论时的音频和视频资料，焦点小组是由三名到四名不同成绩段的学生组成，此外还需要对学生的学习和桥梁结构模型进行拍照。随后对数据进行定量 (频率) 和定性分析。

研究结果显示：STEM知识的使用情况，在学生初步规划和绘制草图的过程中占比67%，桥梁建造的过程中，占比59%。在学生绘制的第一次实验的草图中，学生对于测量结果 (77%) 和所用材料数量 (85%) 标注较多，对于所用材料 (26%)、工程原理 (31%)、结构 (41%) 等标注较少。在学生绘制的第二次实验草图中，由于时间限制和对第一组实验十分满意，对于测量结果等的标注相较于第一次要少，但是对于工程原理和所用结构的标注变多。尽管实验前花费了很长时间去研究受力，两次实验只有一位学生指出了作用于桥上的力。

据此，可以回答最初提出的两个研究问题：针对第一个问题，通过采访两个小组发现：小组合作的方式有利于成员反思他们的失误以及进步，STEM概念以流动和创造的方式进行应用。针对第二个问题，通过学生学习单上的回答，把它

分成三个部分去研究，研究结果如表1所示。

表1 STEM教育中的学生反思

项目	学生回答	频率
最初桥梁测试中的反思	未提及原因	17%
	提及原因，未结合工程学原理	48%
	利用STEM知识综合回答	24%
对桥梁设计的反思	只涉及桥梁设计	29%
	提出设计目的，给出支持性解释	46%
	运用STEM知识给出具体解释	15%
对应用知识的反思	仅涉及数学	45%
	仅涉及科学	3%
	数学和科学两者均有涉及	28%

该研究的结果表明，工程学知识的引入可以提高学生的综合知识应用的能力，小组合作有助于培养学生的质疑精神，找出改进办法。同时，学生的学习单在一定程度上也促进了学生的思考和小组之间的交流讨论。学生在反思中已经意识到在建造桥梁中需要使用到STEM知识。因此，在设计实验时，需要使工程学知识和其他STEM学科知识有紧密的联系，并且在实验中要让他们进行实验循环，这样有利于学生在工程学情境中加深对于STEM知识的理解。本实验的局限性在于：学生来源于单性别的学校，不具有一般性；学生在书面回答中并未明确指出力相关的概念，在实践中应更多地提供支架式反思；学生在第二次草图注释的减少，不仅在于时间的限制和疲劳，也在于他们对第一次成品的满意，造成了第二次实验的热情偏低。

该研究为开展STEM课程设计提供了新的思路 and 参考，也为STEM课程的实施提供了方法以及注意事项。

参考文献：

[1] Lyn D. English. Donna K. STEM integration in sixth grade: Designing and constructing paper bridges[J]. International Journal of Science and Mathematics Education, 2019, 17(5): 863-884.

本刊说明

《学科教育研究前沿》是华东师范大学教师教育学院主办的学科教育方向的内部资料，设语文教育、数学教育、英语教育、物理教育、化学教育、生物教育、公民教育、思政教育、历史教育、地理教育、科学教育、其他学科教育、国际学科教育研究动态（成果推介）、名师访谈等栏目，文章形式有学术论文、综述、评介、专访等，评介类文章的长度至少3000字。

《学科教育研究前沿》用于华东师范大学教师教育学院内部交流，并与有合作关系的高校、中小学分享，同时也向公开发行的期刊推介所刊发的文章。欢迎华东师范大学及相关高校学科教育专业方向的师生、与华东师范大学教师教育学院有合作关系的中小学教师投稿。稿件在本刊发表可有效保护作者著作权，并且不影响文章另投其他公开发行的期刊。本刊所刊发的文章需要挂署通讯作者，没有通讯作者的默认第一作者（或唯一作者）为通讯作者，并对外提供通讯作者的电子信箱。研究生的论文需要征得导师同意后方可投给本刊。

除特殊说明外，本刊稿件在刊发之时，均未曾在国内外公开发行的期刊上正式发表，因而欢迎公开发行期刊选发本刊稿件，如有选发意向可与文章通讯作者联系，是否愿意或由通讯作者自行决定。

本刊非正式出版物，不公开发行，不收版面费，同时支付稿费。稿费执行每千字约30元的标准，实际发放按每完整页50元计算。

《学科教育研究前沿》编辑部

《学科教育研究前沿》编委会

主 编：周 彬 朱 梅

副主编：汪晓勤 吴成领 蒋 瑾

《学科教育研究前沿》编辑部

责任编辑：黄子义 卢晓旭

投稿邮箱：aprilgreen@yeah.net

学科教育研究前沿

(内部交流，2018 年创办)

2019年 第 2 辑 第 4 期 2019年12月31日

主办：华东师范大学教师教育学院

RESEARCH FRONTIERS IN SUBJECT EDUCATION

(INTERNAL INFORMATION, STARTED IN 2018)

2019 VOL.2 NO.4 Dec. 31 2019

SPONSORED BY: COLLEGE OF TEACHER EDUCATION, EAST CHINA NORMAL UNIVERSITY
