

# 数学知识可视化的教学表征及设计理路

尚晓青

**摘要:**作为一种知识传达方式,可视化在信息技术的支持下,更加强化知识的形象展示,使其实践性得到增强,内涵变得丰富,为教学中科学知识向学科知识的转化提供了有效手段。在教学实践中,可视化首先需要借助外部媒体技术优化知识的呈现形式,然后利用其对知识背景、知识内容、知识形成过程以及学习效果等进行教学表征,进而丰富知识学习的意蕴。依据数学知识生成逻辑及其需求,课堂教学中的可视化设计可依次利用背景可视化、关系可视化、过程可视化和结果可视化四类活动,直观形象地强化知识来源、知识之间的结构关系以及其生成过程,增强学生的活动经验,促进其结构化知识的形成。

**关键词:**知识可视化;课堂教学;教学表征

**中图分类号:**G633.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0186(2024)06-0115-07

**DOI:**10.19877/j.cnki.kjcf.2024.06.011

课堂是落实立德树人根本任务的主阵地,关注课堂教学质量是基础教育质量提升的关键。然而,课堂教学中相关知识呈现的问题仍然没有引起足够的重视,单纯的文字符号堆积、刻板的线性逻辑表达,违反了教学的直观性原则,严重影响着学生的视觉感知和学习兴趣。更进一步来看,中小学课堂中直接的、缺乏意义的知识呈现<sup>[1]</sup>,禁锢着知识之间的本质联系,阻碍着学生对知识形成规律的认识,影响着“双减”政策落地。可喜的是,可视化作为一种能够改变知识呈现方式的技术,可以利用直观形象的表达方式,强化知识生成的逻辑性、凸显知识的结构性以及知识形成的过程性,为提升学生有意义学习增加可能性。知识可视化在教学中有何表现特征?它如何能提升学生对数学知识的深层理解,进而提升数学课堂质量?探究这些问题,对于明晰数学知识可视化概念、应用可视化技术提高数学课堂教学质量,都具有重要的理论和实践意义。

## 一、知识可视化的内涵释义

在推动人类从具体的思维模式向抽象思维模式转变的过程中,可视化发挥着核心作用。可视化在技术盛行之前就已被使用,当时主要侧重于从视觉表征来探究数据及其关系。然而,在信息技术的推动下,可视化的形象展示功能更加凸显,其实践性得到增强,内涵变得丰富。

### (一) 双重任务:形式表征和过程展现

信息技术的超媒体性,不但丰富了可视化作为名词的表征形式,而且凸显了可视化作为动词的实践过程。从名词角度来看,可视化既是一种有效的技术,也是一种信息表达的形式,作为底层数据的图形表示,它主要是由空间的、非任意的和连续的特征组成的信息表示,包括内部心理意象和外部表象。它不仅强调媒体技术在二维、三维或动画中对科学现象及概念的形象表示,而且关注概念内部意象的建立,旨在通过内外两种

**基金项目:**教育部人文社科2022年度课题“可视化对学生概念学习的影响机制及其教学应用研究”(22XJJA880009)。

**作者简介:**尚晓青,陕西师范大学教授,课程与教学论专业博士研究生(西安 710062)。

方式的互动实现对概念或知识的理解。从动词角度来看,可视化强调技术实现的过程和对象的理解,例如,“可视化是用几何图形说明数学概念的过程”“可视化是对视觉信息的心理理解”<sup>[2]</sup>等这些关于可视化的概念,都在强调用不同的技术实现对象的可视化过程,强调通过视觉表征的过程增强对象的过程性理解。因此,现代意义的可视化,既注重知识的外部表现形式,又关注知识形成的过程,具有双重任务属性。

### (二) 实践特征:媒介数字化和呈现形象化

知识可视化是通过视觉表征形式促进知识的传播与创新<sup>[3]</sup>,而媒介是其重要的视觉表征手段。在信息技术迅猛发展的当代,数字化媒介因其便携性、连续性、无限性等功能优势,可以让课堂知识背景更真切、知识形成更科学、知识表现更丰富、知识传输更顺畅,远远突破了传统媒介的局限,成为知识可视化实践的主要依托。从呈现形式来看,多数关于可视化的外部表现形式,以形象性为其主要特征,特别地,图形或表格等都被公认为可视化的主要表征形式。而从视觉意象的使用来看,包不包括绘制图表都被称为可视化,由于视觉能感知的不仅仅有图形或图表,而一切能被视觉感知的如物体、人、场景、情境、言语、话语、论证等都应该可视化的表达对象,所以,那些能够凸显知识的形象性特征、刺激视觉感知的对象都可成为可视化的表现形式。特别地,在数字化媒介的支撑下,可视化的形象性实践表征会更丰富。

### (三) 目标导向:知识内化和心理图式建构

无论是形式化的表征还是过程性的展现,教学的可视化过程在于通过信息技术的外在表征优势对知识内容进行形象化加工,丰富知识的静态视觉表征,实现知识的动态生成过程。这是达成学习目标的前提条件。然而,促进学习者完成知识的内化,是可视化的首要目标,这个过程依赖于可视化提供的形象的知识传达形式及其活动,它重在让学习者经历观察、体验、归纳、概括、猜想等活动,把看到的现象转化为自己的经验,并内化为知识,进而达成对抽象知识的认知。在此,可视化将知识中的潜在关系变得可见,在这个过程中,它能引导学习者把技术的外在表现方式及其过程逐步转化为主体的内部认知过程,帮

助学习者把新习得的知识纳入已有的认知图式中、建构属于自己的内部心理图式,实现知识主体化和理解个性化。因此,可视化具有融知识及其学习思想方法为一体的信息表达和传播功能,它能在实现有效知识传播的基础上,引导学习者实现对知识的建构和内化。

## 二、数学知识可视化的教学表征及其作用

知识可视化的教学表征传达着其对教学的作用特征,且受到外部表征技术对知识及教学加工程度的影响。从外部表现来看,可视化主要借助技术,通过色彩、形式、纵深以及位移四个视觉形象的基本要素<sup>[4]</sup>来丰富数学知识的呈现形式。纵深展现的是视觉信息之中存在的差异,是视觉对象的结构传达要素,它在教学中通过展现知识结构来达到可视化目的;位移主要借助于信息技术的动态模拟功能来实现。因此,可视化的外部表征主要通过色彩、形式、结构以及动态模拟等技术要素来实现。然而,可视化的教学表征是彰显其教学价值的关键,它能基于外部表征技术来表达数学知识的直观形象性,强化数学的可理解性。依据数学知识在课堂教学中的传达过程特征以及外部表征技术的优势,可视化过程能够有效地凸显知识背景的真实性、知识内容的多元性、知识形成的交互性,但其对学生学习影响具有相对性。

### (一) 背景的真实性:让知识富有吸引力

真实性是技术对于数学知识背景的作用体现,主要反映知识背景信息与学生现实生活之间的距离,知识背景信息越接近于学生的生活现实,它的真实程度就越高,就越能激发学生的学习兴趣。知识背景的真实性主要依赖于颜色、形式和动态模拟三种技术形式来实现,颜色和形式以静态方式表现知识的真实性,动态模拟技术,能够反映那些现实性、动态性、过程性的知识背景信息,并且动画技术的真实感更强,可以实现真实情境的再现、特殊情境的模拟等效果,可以让学生体验并操作知识元素,增加学生的学习信心,且让学生通过形象化的过程理解复杂问题。在可视化设计中,真实性的表现形式由弱到强依次表现为图片、简易动画、虚拟现实、真实情境视频等。

情境的真实感能够激发学生的学习兴趣,对其合理的利用有利于提高学生的学习成效。从学生学习兴趣角度来分析,真实视频情境和虚拟现实情境作为动态可视化形式,要优于静态的图片表达效果,图文结合表达要优于单纯文字形式的效果。但是,从学生外在认知负荷角度来分析,真实情境所形成的外在认知负荷最大,而图片形成的外在认知负荷最小,其主要原因在于,越丰富的图片及其情境中,会包含越多不必要的现实元素,增加学生的外在认知负荷,容易分散学生对关键信息的注意力,影响学生在情境中对关键信息的提取速度。因此,在增强真实感的情境设计中,应尽可能以简洁的线索增强情境发生的逻辑性,引导学生集中注意力,促进有效学习的发生。

#### (二) 内容的多元性:让知识本质可理解

多元性是可视化的形式表征和动态模拟技术作用于知识内容的特征体现,视觉层面的多元性主要涉及文字、图形、动画等多模态表征形式。文字作为知识表征的基本形式,其大小、形状、色彩以及排列等都会影响学生对关键信息的提取和注意力,图作为文字的可视化载体,具有强化、概括、促进文本理解的功能,不同类型的图在呈现时要充分切合内容所需并且符合学生身心发展特征。<sup>[5]</sup>那些凸显数学特征的动画表征形式,例如点动成圆、线动成体,能够形象地凸显数学知识形成的过程性,增强学生的学习体验。

知识内容的多模态表征凸出知识的丰富性和动态性,合理地使用能够增加有意义学习的可能性。<sup>[6]</sup>在引导学生注意力方面,条目式的文字呈现主题突出,其效果优于叙述式呈现,插图出现在文本前更有助于学习者从文本中构建相应的心理表征。动画具有复杂性和连续性特征,对学生知识能力和工作记忆能力要求较高,在应用动画的动态和形象性展示知识发生过程时,可适当添加一些标记或线索指引来降低动画的复杂性和连续性,通过线索和标记来对时空进行分割,以给学生思考和分析提供充足的时空和机会,进而有效地引导学生形成分析型思维。

#### (三) 关系的交互性:让知识形成可体验

交互性是可视化的结构表征技术和动态模拟技术作用于知识形成过程的效果体现。结构表征

技术主要用于呈现知识元素之间的交互关系,是通过知识结构组织与呈现方式体现的,主要利用颜色、形式排列或字体等外部表征技术,保证同类知识元素的视觉特征相同、不同知识元素之间的视觉层次关系明晰,进而促使知识元素之间属种关系、知识的结构框架清晰可见。动态模拟技术通过主体的操作活动和技术的功能反馈,为主客体之间的互动提供支持。由此,在知识呈现中,两种外部表征技术一静一动、有序迭代,既能保证知识形成的逻辑性,又能让学生在活动中积累经验。

动态性的交互过程能够有效地增加学习者的积极情感体验,并在一定程度上提高学生的学习成绩。<sup>[7]</sup>特别地,交互手段的应用有利于学生形成和积累丰富且真实的活动经验,且容易带给学生兴奋和沉浸式的体验。另外,考虑到动态交互资料的应用在知识保留和记忆能力方面的弱势,知识结构的交互性设计可作为动态交互的补充,作为一种潜在信号和线索,为学习者提供知识的逻辑组织关系,有利于学习者厘清知识之间的来龙去脉,这对学生形成良好的知识结构和开展反思性学习都具有重要意义。因此,在知识呈现中,要有效地把静态交互组织设计与动态交互有机结合,在动态交互过程中提供并增加适当的信号和提示线索,引导学生在交互体验中及时抓住学习的关键点。这种组合设计不但能够有效地避免不必要的外在认知负荷生成,集中学生注意力,也能够让学生自定步调地操作知识元素,在知识形成过程体验中深刻理解知识。

#### (四) 效果的相对性:让设计思路更适切

相对性是知识可视化效果的表现特征,效果的相对性是指可视化在教学中的作用不是绝对的,它与教学中的其他因素具有重要关联。可视化效果的相对性是在对可视化中真实性、多元性以及交互性等特征效果进行反思的基础上提出来的。面对可视化技术的教学功能日益增强与教学效果参差不齐的矛盾冲突,学者开始反思“是不是所有学生都能在可视化提供的环境中获得应有的效果”。事实上,知识可视化效果与学生的先前知识、认知风格以及文化背景等都有不同程度的相关性。例如,可视化对于空间能力弱的学生在提高空间能力方面效果显著,但也有一部分学

生不需要利用可视化效果来协同他们空间能力的形成。对于前备知识较强的学生来说,提供动画可能会阻碍他们的学习;前备知识较弱的学习者才能从多媒体集成信号中受益;拥有中等水平前备知识的学习者在接受多媒体信号指导时,其理解能力尤其能得到提高。<sup>[8]</sup>因此,在设计可视化过程中,要充分针对学生的知识特点、目标需求进行可视化程度的把控,否则可视化就成为浪费时间的花哨技术,跟高效教学理念不相匹配。

### 三、数学知识可视化的设计理路

在数学课堂教学中,可视化作为优化知识呈现的有力工具,其重要任务是利用其直观形象性,把学术形态的教材知识转化为教育形态的教学知识,使教学知识呈现兼具情境化、心理化和教育化的特征<sup>[1]</sup>,为实现知识内容的结构化搭建阶梯。由此,根据可视化的表征优势,对应教学知识的四种特征需求,遵循学生数学学习由已知到未知、由现实到理论的知识生成逻辑,数学课堂教学中的知识呈现可依次通过四类活动来引导。第一,知识背景的供给——背景可视化,满足知识呈现的情境化需求;第二,知识元素关系的表达——关系可视化,满足知识呈现的心理化需求;第三,知识形成过程的展现——过程可视化,达成教育化目标;第四,知识结构的梳理——结果可视化,实现内容结构化(见图1)。

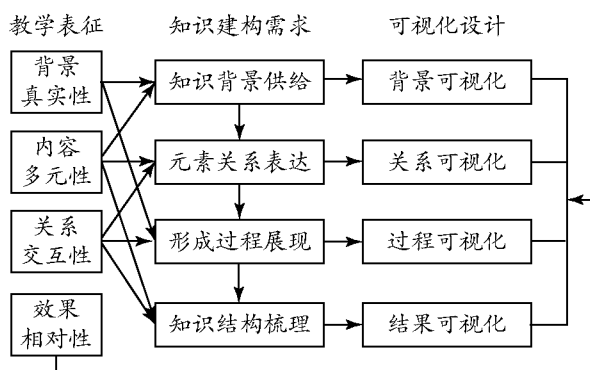


图1 可视化教学表征与知识建构需求以及可视化设计的关系

#### (一) 背景可视化

背景可视化主要是指,借助于图片、动画、现实视频以及虚拟现实等技术手段,模拟或再现场景,实现知识背景的仿真化、立体化。背景可

视化来源于教学中情境创设的需求,主要通过为学生提供数学知识背景,让学生认识到知识的广泛应用性,增强学生对知识的亲切感,既能激发学生进行问题解决的动机,又能丰富学生的数学文化知识。相对于单纯的文本呈现,背景信息的可视化在情感表达、文化渲染等方面都具有强渗透力,是激发学生兴趣和增强学生学习体验的前提。

背景可视化能为实现教学的育人目标提供契机。知识背景能融知识的科学性、艺术性、文化性和道德性于一体,使单调的理论知识得到生动鲜活的体现,具有增强教学教育性的功效。例如,文化元素融入知识背景中,能够丰富学生的文化知识;道德元素蕴藏于知识背景中,能为学生提供正确的价值观引导;通过背景信息透露知识的实践性,能够让学生感受知识的实践美,进而激起学生对理论知识的探究兴趣。在函数单元的引入中,借助跑步情境再现运动与健康的动态关系,用图例解释高空抛物的强杀伤力,有利于让学生认识函数在描述现实、解释现实中的重要作用。相对于静止的文本背景供给,现实背景作为科学知识生成和应用的载体,其通过视频、虚拟现实技术等手段所展现的可视化过程,更能引导学生形成积极的情感体验,增加学生的学习信心和学习兴趣,促进他们对复杂问题的理解。主要原因在于,这种可视化手段能够给学生提供一个多感官的背景信息理解过程,让学生获得美妙、喜悦、被需要、被激励等多元的情感体验,感受知识学习的温度。因此,背景可视化过程是课程实践导向,是教学教育性目标达成所需。

育人性和兴趣激发性是背景可视化设计的两个重要原则。在育人性方面,背景可视化应凸显数学知识在科学、艺术、文化和社会生活中的卓越成就,利用技术展现数学知识在这些领域中所孕育的和谐美,通过视觉刺激和引导强化概念世界与真实世界之间的联系,激发学生对知识学习的兴趣。除此之外,可视化背景信息要兼顾学生的适应性与可视化的真实性,其背景信息只有尽可能接近学生的生活,才能使背景中蕴含的知识处于学生的最近发展区。

#### (二) 关系可视化

关系可视化是通过技术形象地呈现基本知识

元素之间、基本知识与其他科学文化知识之间的结构关系，使模糊的关系明确、复杂的关系有序、内隐的关系可见。任何一个新知识的形成，要么基于已有概念，要么可从现实生活找到其原型。关系可视化，就是为相关知识之间建立关联、为新知识的形成搭建桥梁的过程，它能够有效地连接常识与知识、旧知和新知，有效地转抽象为形象，转新知为已知。

数形结合思想就是把抽象的知识结构用直观的图形表现出来，用图解的方式来表达知识元素之间的关系，图形组织者、文字组织者等都是数

形结合思想在关系可视化中的体现。它们虽不是用几何关系来体现知识，却通过一种潜在的图形结构，表达概念元素之间的内在逻辑关系，给记忆留下形象而深刻的印记。图2表示二元一次方程组应用问题的文字组织过程，展现了文字、图形、符号之间的内在联系。首先，通过文字切割、添加颜色标记的形式，厘清文字间逻辑层次关系；其次，用线段图和表格形象地解释文字信息，通过排列关联文与图；最后，联结图表与数学符号，自然地把文字转化成数学符号——方程组。

### 二元一次方程组的应用

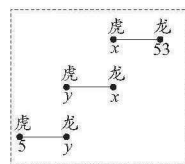
题目：

龙师父对虎徒弟说：  
我在你这个年龄时，你只有5岁，  
等你到我这个年龄时，我已经53岁了。  
设龙师父现年 $x$ 岁，虎徒弟现年 $y$ 岁，  
请依题意列出 $x$ 和 $y$ 的关系式。

题目：

龙师父对虎徒弟说：  
我在你这个年龄时，你只有5岁，  
等你到我这个年龄时，我已经53岁了。  
设龙师父现年 $x$ 岁，虎徒弟现年 $y$ 岁，  
请依题意列出 $x$ 和 $y$ 的关系式。

龙师父	虎徒弟	相差
$x$	$y$	$x-y$
$y$	5	$y-5$
53	$x$	$53-x$



$$\begin{cases} x-y = y-5 \\ y-5 = 53-x \end{cases}$$

①明确层次关系

②凸显关键信息

③关联文字—符号

④图解数量关系

⑤方程抽象表达

图2 应用题中的关系可视化

解构知识是关系可视化的前提，解构的对象是知识结构，解构的主体是教师，解构的基础是对知识本质的把握，解构的目的是为学生建构知识、形成知识结构搭建阶梯。在解构新知识中，教师不能把知识看作一个孤立的点，而是需要把某一知识放在其形成的逻辑结构体系中，或者把知识放在整个文化背景之中，展现其结构骨架关系，并寻找其间的差异和重复元素。<sup>[9]</sup>可视化的过程，就是要通过技术渲染那些重复而又差异的表现特征，显示知识意义的丰富性，展现不同知识元素之间的层次性和差异性，让新旧知识之间以及学生个人生活知识之间的联系清晰可见，由此，建立在解构基础之上的关系可视化过程，才能有效地为学生搭建知识建构的脚手架。

#### (三) 过程可视化

知识生成的过程直接影响着对其本质的把握。过程可视化作为概念生成的关键环节，是利用可视化技术手段的动态性和可变化性，为学生提供生成知识的空间和机会，引导学生在已有经验的基础上主动建构知识，让知识的形成过程更

具建构性和交互性。更重要的是，借助可视化技术能够促进知识作为师生间教学交往中介的动态功能的发挥，能够有效避免知识的外在化和客观化<sup>[10]</sup>，让知识建构由主体间到主体内运动，促进学生对知识本质的理解更透彻。因此，利用可视化的知识生成过程能够显现出知识的实在性和发展性，引导学生经历由旧知到新知、由生活到科学知识、由他者知识到个体知识的演绎和内化过程。

知识的过程可视化可以概念同化和概念形成两种方式进行设计。概念同化是基于学生已有的认知结构和经验，其可视化过程重在借助技术的形象性和动态性，为学生在已知和未知之间搭建可见的桥梁。这种可视化过程主要是呈现从旧符号到新符号、从旧知识到新知识的逻辑建构过程，动态地、序列性地体现新旧交替中知识之间的逻辑关系，其表现形式重在凸显动态的过程序列。例如“菱形的性质”一课的可视化过程设计，可以任意直角三角形为基础，首先对其实施对称变换获得一个变换后的等腰直角三角形；其

次对等腰直角三角形实施对称变换，形成菱形。通过两个对称变换的序列化、动态性的呈现，凸显菱形的形成过程，这样，学生可基于对已有基本变换性质的理解，很快推理发现这样形成的四边形——菱形所具有的特殊性质。概念同化式的建构过程采用自下而上的方式，让菱形的性质先入为主，让菱形这个概念后继自然形成，能够避免那种自上而下式中（先定义菱形再证明性质）猜想发现的盲目性。

概念形成的前提让学生经历对感性材料进行观察、类比、概括等探究活动过程<sup>[11]</sup>，而其可视化引导在于借助技术的多元表征优势，为学生经历感性体验、达到理性升华提供可见的环境。一方面，可视化过程设计的前提是选择可供学生观察和探究的具有生活情境的可视化资源，利用其生动形象性吸引学生的注意力。另一方面，可视化资源设计的重点是利用技术凸显社会生活场景信息所隐藏的共同概念特征，吸引学生对共同特征的探究。因此，概念形成的可视化引导，重在让学生在场景体验中经历发现共同特征、抽象共同特征、理解共同特征的过程。例如，正方形、圆形等形状的认识，就需要借助生活中的相应形状物体来让学生抽象出数学概念，引导学生通过观察、探究、推理和概括，经历合情推理和演绎推理的过程，实现概念的建构性理解和

内化。

#### （四）结果可视化

结果可视化就是利用可视化技术或手段，把知识习得结果以形象化、结构性的方式呈现出来。此处的结果不仅代表知识本身，还涉及知识学习中蕴含的思想方法。从可视化层次来看，结果可视化是基于关系可视化、过程可视化，是在知识理解的基础上而形成的。从可视化操作主体来看，既可以是教师，也可以是学生，不同主体的表现目的不同。它展示教师对知识的教学表达，展现教师的教学思路；它是学生对知识的一种梳理，赋予学生自由的创造空间，展现学生个体性的知识。

对教师来说，掌握结果可视化技术和方式有利于其教学呈现和引导任务的有效实现，教师的结果可视化过程能够引导学生梳理知识习得，促进他们形成一个结构化的知识概型。绘制思维导图是教学中一种常用的结果可视化方式，强调让学生根据学习内容及时观看绘图过程。这种方式有利于引起学习者注意，促进学生形成深层次理解。教师逐步展示绘制过程更有利于促进学生的问题理解。例如在复习四边形时，可以采用边回忆、边提问、边绘制思维导图的步骤和方式，引导学生在梳理中建构四边形的知识结构（见图3）。

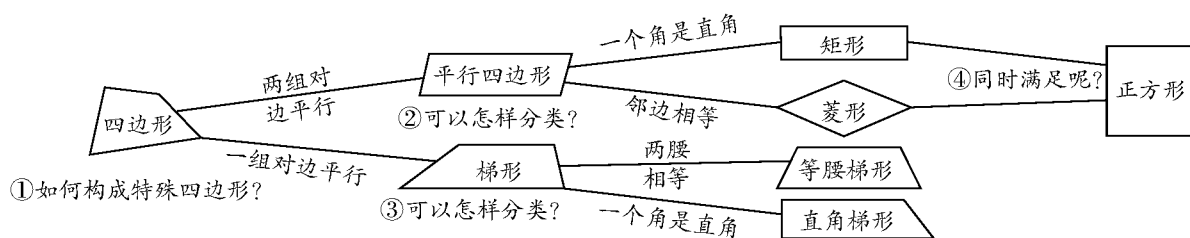


图3 四边形知识结构的可视化

让学生作为结果可视化主体，可以有效地引导学生深度理解知识。绘制知识地图，特别是边学边绘，作为学习结果可视化的一种方式，能够给予学生更高的自由度和开放度。这能够降低学生的外在认知负荷<sup>[12]</sup>，激发学生思考、激发对内容进行深度的认知加工，调动学生选择、组织和整合能力，培养学生元认知监测方面的潜力。例如在复习四边形时，教师可以边回忆、边提问的方式，激励学生绘制出各类四边形之间的关系

图。但是这种边学边绘图策略的使用也需要考虑学习者的情况，对于低知识组织者来说，由教师提供绘图或者在学习后绘图是一个较好的结构可视化方式，而对于高知识组织者来说，学习中生成绘画有利于深度学习的发生。

学生的结果可视化是在师生互动的基础上发展和完善的。对于学生来说，要能把习得的知识思想或方法用形象的方式表达出来，这不仅需要教师的可视化结果呈现及其引导，也需要学生对

可视化过程的理解和内化。学生与教师的结果可视化表现目的不一样，他们不是为了教学而是为了解释，阐释自己对知识的理解。所以，学习结果可视化既是一种教学方式，也是一种学习评价的有效手段。

当前，可视化研究成果丰富，教育领域的探究也有所侧重。在可视化的目标观照上，一方面，需要培养具有创新意识的人才，另一方面，可视化技术降低了对抽象和分析的需求。这就需要深入探究可视化技术在何种程度上能促进创新人才的培养。

从研究方式来看，已有相关研究多从行为科学的角度分析，注重考查可视化技术对学生学习态度、学习兴趣、学习成绩的影响。今后的研究就需要深入探究可视化对于学生学习机制的影响，特别是从脑科学、神经科学角度，利用当前比较先进的仪器来分析可视化带给学生思维的影响。

#### 参考文献：

[1] 陈理宣. 论知识的结构形式选择与知识的教育形式生成 [J]. 课程·教材·教法, 2014 (11): 46-51.  
[2] PHILLIPS L M, NORRIS S P, MACNAB J S. Visualization in mathematics, reading and science education [M]. New York ; Springer Dordrecht Heidelberg , 2010: 23-27.  
[3] 赵慧臣. 知识可视化的视觉表征研究综述 [J]. 远

程教育杂志, 2010 (1): 75-80.

[4] 程宇宁. 广告创意：从抽象到具象的形象思维 [M]. 北京：中国传媒大学出版社，2017：157-162.  
[5] 张蓓. 小学教科书插图的科学性和适用性研究 [J]. 课程·教材·教法, 2017 (6): 19-24.  
[6] MAYER R E. The Cambridge handbook of multimedia learning [M]. New York: Cambridge University Press, 2014: 467-485.  
[7] FIDAN M, TUNCEL M. Integrating augmented reality into problem based learning: the effects on learning achievement and attitude in physics education [J]. Computers & education, 2019 (15): 103635.  
[8] KÜHL. Prerequisite knowledge and time of testing in learning with animations and static pictures: evidence for the expertise reversal effect [J]. Learning and instruction, 2021: 73.  
[9] 杜小真. 德里达的解构主义 [J]. 首都师范大学学报 (社会科学版), 2000 (3): 95-103.  
[10] 李轶芳. 过程哲学与当代交往教学重构 [M]. 西安：西安交通大学出版社，2018：3.  
[11] 田运. 思维词典 [M]. 杭州：浙江教育出版社，1996：606.  
[12] FIORELLA L, MAYER R E. Effects of observing the instructor draw diagrams on learning from multimedia messages [J]. Journal of educational psychology, 2016 (4): 528-546.

(责任编辑：李 冰)

## Teaching Representation and Design Methodology of Mathematics Knowledge Visualization

Shang Xiaoqing

**Abstract:** As a way of knowledge transmission, with the support of information technology, visualization strengthens the image display of knowledge, enhances its practicality and enriches its connotation, providing an effective means for the transformation of scientific knowledge into disciplinary knowledge in teaching. In teaching practice, visualization first needs to optimize knowledge presentation form with the help of external media technology, and then uses it to conduct teaching representation of knowledge background, content, formation and learning effect, so as to enrich the meaning of knowledge learning. Considering the generative logic and demand of mathematics knowledge, visualization design can apply background, relationship, process and result visualization to strengthen knowledge source, the relationship between knowledge and its generation, improve students' activity experience, and help them form structured knowledge.

**Key words:** knowledge visualization; classroom teaching; teaching representation