

影响信息可视化动画表征效果的关键因素

The Essential Factors of Affecting the Effect of Animation Representation of Information Visualization

杨璇 Yang Xuan

内容摘要:分析信息表征客体(信息)、动画表征构成因素和认知者主体这三方面内容和相互之间的关系及作用,是实现信息可视化动画表征认知效果的必要步骤。动画表征组织和信息构建对认知效果的影响因素主要包括动画表征的组织结构、动画表征的维度、表征组合形式、动画播放的速率、解说的语速、图形的复杂性、视觉线索、与信息无关的动态变化元素、固定的认知图式和视觉次序的设计。对认知者自身特性的分析,则包括认知者的先验知识、动态认知空间理解能力、年龄与认知意愿和所接受的认知任务。对以上三方面内容影响因子的研究,可促进在视觉传达目标中信息可视化认知任务的完成。

关键词:动画表征、信息可视化、视觉表征、认知负荷、认知效果

DOI:10.16272/j.cnki.cn11-1392/j.2018.01.027

作为图形图像手段的视觉表征,是信息可视化的关键因素,信息可视化的价值实现有赖于对视觉表征的研究。视觉表征探讨的并非是视觉符号本身,而是视觉符号如何去表现“意义”,是对以视觉符号为中介进行的意义交流的各种现象的研究。^[1]因此,研究如何应用和设计视觉表征,即采用什么样的图解手段去促进信息的传递和创造,是信息可视化研究的重点。

纵观信息可视化视觉表征的手段,主要包括信息图解、信息动画(动态的、交互的可视化技术)^[2]和视觉隐喻^[3]。在信息动画中,由于认知者对符号、图形、光影、色彩、动作的视觉搜索并综合听觉或触觉产生的认知理解,促使信息的进程因为时间的变化可以被感知而不是在头脑中去推断,使得比静态图更有效,进而成为目前信息可视化发展的主要趋势。信息动画的表征主体是动画。

在动画表征(不包括带有交互性质的信息动态表征)被大量运用的近30年,对于复杂信息

而言,许多研究发现其并非最佳的表征形式。由于动画会产生更多的认知负荷及动态视觉的非目标吸引问题,阻碍了动画表征的信息传递效果和认知目标的实现。因此,消解动画表征的负面影响因子,探讨如何实现或增强动画表征在信息可视化目标中的作用,成为当下信息视觉研究者的工作重点。

在信息可视化认知过程中,由于信息的传递和接受同人心理的互动作用密切相关,视觉表征并不是一个独立的客体存在,它既是信息传播者的传播载体,也是信息接受者的接受通道,需要被纳入整个的互动关系中考察,分析信息表征客体本身(信息)、动画表征构成因素和认知者主体之间的关系和相互作用。例如信息传递者对动画表征的建构、视觉表征形式与认知者认知心理的关系等。

由于动画表征的效果实现联系着信息本体和认知主体,牵引着整个认知过程,因此影响信息可视化动画表征效果的因素也就包含了三个方面,而这同时也是影响着信息可视化目标实现的三个方面:(1)信息的类型及信息自身的特点;(2)动画表征的组织和信息构建;(3)认知者的个人因素。这三方面内容在信息可视化动画表征设计时需要被同时研究和分析。

一、信息的类型及信息自身的特点

1. 信息的类型

信息类型的区分对信息可视化效果的实现是关键的一步,它决定着视觉表征形式的选择。信息的类型,按照表征主要可分为陈述性信息和程序性信息。陈述性信息主要是用来说明事物的性质、特征和状态的信息类型,具有静态的性质;而程序性信息则是关于“怎样做”的信息,具有动态的特征。如果采用静态图表现程序性信息,会让认知者产生心理动画现象,即需要在头脑中把静态图形串联起来,并生成图形中不存在的动态要素和符号,以获得对过程的推断。而如果

采用动画表现陈述性信息,则需要认知者把动画信息进行头脑分离,让每组动作单独成像,而这就造成了认知负荷的产生。因此,静态图和动画作为视觉表征分别对应陈述性和程序性信息的传递,已获得了学术界的大致认同。

但即使是程序性信息,也并不是都适合采用动画表征进行描述。动画作为信息可视化视觉表征是否有效,必须满足两个条件:(1)信息内容的信息特征必须是一个连续的过程;(2)对动态的理解必须有助于满足内在的专业信息呈现和任务完成。^[4]鉴于这两个条件,我们必须明白动画表现的信息首先应是适于、便于连续表达的动作,而不是在头脑中容易被分离成多个信息片段的动作。这样的信息被动画这一形式表达出来才具有静态图不可比拟的优势。其次是动画所传递的某一信息的思维方式也是要适于动画这一视觉表征体现的。因此,信息的类型和特点决定视觉表征形式和效果的关键因素。

2. 信息的复杂程度和细节多寡

动画之所以能比静态图呈现更多的信息,在于动画不但能说明大步骤,还能描绘大片段内的小细节,而静态图则只能展示大的信息块,这是动画能获得部分成功的原因。但信息可视化动画表征成功的原因绝不包括清晰地说明了信息本身。很多动画,即使制作精良也难以被认知和理解。其原因就是动画在信息描述过程中,由于其信息容量的优势和动态的瞬间特性,会包含较多的视觉符号和线索,造成额外的认知负荷并令认知者分心。特别是对于复杂信息,或者是细节较多的信息,其问题更为明显。

信息的复杂程度和细节多寡直接影响着视觉表征的效果,这对于动画和静态图都是一样的。复杂的信息意味着信息难以被理解或难以被清晰描述,它可能自身就带有过量的信息元素;而带有大量细节的信息也许理解难度不大,但需要描述的信息点过多也会造成视觉上的眼花缭乱和信息传递上的顾此失彼。因此,信息的复杂程度和

细节多寡不但会影响视觉表征的效果,也决定着视觉表征的结构和形式的选择。

3. 信息是否能被分段

在信息可视化中,有时动画不如静态图有效还因为动画信息是短暂的。新的信息持续地被替换,使得信息不能作为工作记忆被长久保存从而形成了认知负荷。信息分段是用于解决瞬间动态视觉所产生的认知负荷的手段之一。信息分段可以帮助认知者在动画表征中理解信息过程和过程的基本结构,它提示事件边界,而且不依赖于认知者的能力。这种形式可导致认知者更多的模型化行为(下意识),更少的精神努力(思考应该怎么做),降低信息材料的认知难度。因此,信息自身的特点是否适合于分段传递,整段信息的复杂性所导致的分段数量和每段信息的时间长度,是影响动画表征在信息可视化目标中实现认知效果的因素之一。

所以,视觉表征是采用动画还是静态图,可以说大部分取决于信息本身的特点,即清晰说明信息发展的进程是需要平行讲述还是渐进讲述,讲述的信息量有多大,需要描述的信息细腻度,以及是否能够依据自身的信息特点被分段等。

二、动画表征的组织 and 信息构建

动画作为视觉表征,由于时间帧运动所产生的视觉要素的形式转换、位置变化和结果变化,导致了动画信息过量的威胁,造成了信息获取的碎片化,干扰了深层次的信息加工,最终形成认知负荷。^[5]通过在动画表征对信息的组织和构建、视觉符号和动画所产生的认知负荷因素和注意力迁移问题、动画视觉规律和动态视觉心理这三方面的研究,可有效地消减上述问题。

1. 信息可视化动画表征的组织结构

动画有空间结构(二维或三维图形)和时间结构(随着时间的推移产生变化),无论是空间还是时间,都是可以在结构上分层的,即在空间中把对象分为多个子对象,在时间中把事件进行时间分段。动画表征的组织结构,包括信息描述的步骤、视觉子对象之间的关系和信息的分段,都是在进行视觉可视化动画表征设计时要重点分析的内容。它们与信息自身结构的关系表达是否对应,直接影响着可视化认知结果。

每一个信息群都有其自身的逻辑关系和组织框架,对每种信息的认知,认知人群都有其自身的认知预想。当动画组织的信息描述结构符合其

信息自身的框架结构,同时符合其认知人群对该信息的认知预想结构时,信息可视化动画表征的优势和任务目标才得以实现。

2. 信息可视化动画表征的维度

信息可视化动画表征的维度主要分二维和三维。通常情况下,认知者更喜欢三维的动画。因为空间图形的变化让他们觉得惊奇,特别是那些现实中不能看到的细节变化或内部运动,或概念中的分子分裂活动等,三维动画具有不可替代的优势。但是无论三维还是二维动画,都会吸引认知者的注意力,因为这是动画本身的吸引力,而不是来自信息的。因此,在面对三维动画时,认知者的态度是积极的,但认知者对信息的理解效果是不如二维动画的。^[6]可以说,越是形式丰富和细节丰富的信息,认知者受到的注意力迁移越多,对信息的理解就越弱。当然,这是一种泛论。针对于不同类型信息特征的表达,无论选择哪种维度的动画形式,出发点都应该放在是否适用于该信息特征并能完成可视化目标上。

3. 动画表征组合形式

信息可视化动画表征的组合形式主要分为动态图形符号、动态图形符号+文字、动态图形符号+语音解说(双认知通道)。不同的组合形式针对于不同的信息资源、认知人群、可视化目标和认知环境,被信息传播者所选择,都有其自身的意义和价值。

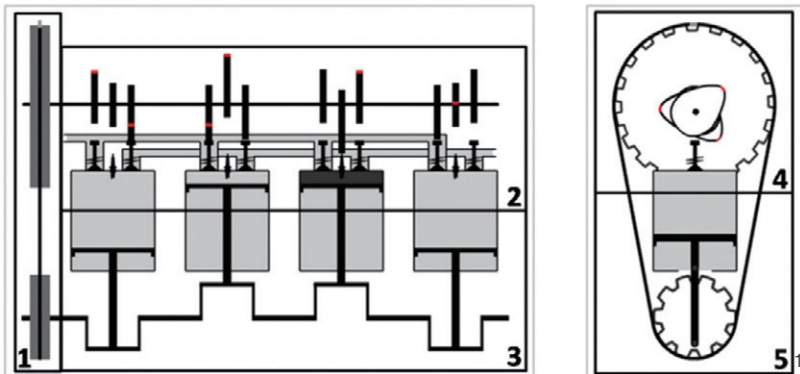
信息可视化视觉表征中如果只选择动态图形符号传递信息,即屏幕中只有随着时间帧播放而变化的图形、色彩、线索和光影等元素,其传播效果是否会产生认知负荷,将受到视觉元素、播放速率、信息资源复杂程度、认知者认知能力等诸多因素中许多细小元素的影响。为了更清晰地说明信息,有时需要配合文字显示,那么其认知效果则还会受到文字展示方式、文字的长度和文

字描述的通俗性等因素的影响。如果文字过多或通俗性不够,或图形比较复杂,就需要采用语音解说方式了。但语音解说又具有不可反复分析的特性,不能让图与字之间进行比较,对认知者的空间认知能力要求更高(需要视觉和声音两个通道同时接受信息并整合理解信息),这也许又需要采用更为丰富的信息呈现形式(例如动画交互),从而导致更多影响信息可视化认知效果的因素产生。由此可见,动画表征组合形式的选择,在受到信息特征、认知者能力和视觉化表征设计思路影响的同时,也直接影响着信息可视化认知目标的实现。

4. 动画播放的速率

动画的一个特征就是以不变的速率播放信息。动画的速率尽管只是影响动态信息识别和理解的因素之一,但也非常重要。有学者认为,运用较快速度的动画对描述宏观的信息有效,因为当观看动画高速率演示时,视觉注意会更均匀地分布;而运用较慢速度的动画对描述细节化的信息有效,这是因为当观看动画低速率演示时,视觉注意更加集中在更小的部分(感兴趣的领域)。^[7]由此可见,动画演示的速率影响着信息不同层次的显著性水平,可导致视觉注意的差异。

配合不同的动画速率对信息进行播放和观察,可以给认知者提供更多全面认知信息的机会。但在某个物理主题动画的眼动实验中(图1),研究者发现,无论是快速还是慢速播放,认知者关注微观信息的时间总是比宏观的长,在理解方面获得的微观事件信息也比宏观事件更多。^[8]这间接说明了,针对于某些信息特征的动画,播放的速率对认知理解的层次可能没有影响,而认知者只要面对动画表征,总是优先关注所传递的微观信息。这同时也说明了,在信息可视化动画表征中,播放的速率至少影响着认知者对微观信息的理解。



1. 物理信息主题动画,从正面和侧面两个视图共5个信息点观测快速与慢速播放对事件信息关注点的不同

5. 解说的语速

有效的信息可视化设计,可确保没有不必要的认知负荷强加给认知者。在某种情况下,伴随着动画的语音解说是比屏幕上的文字所配合的动画认知效果更突出的形式,因为这种形式可以同时通过听觉和视觉两种识别通道扩大认知者的工作记忆容量,从而消减部分的认知负荷因素。

根据科学数据统计,说明性文字解说的语速平均频率为200字/分钟(中文),230字/分钟的语速算快的,150字/分钟以下则是相当慢了。一般来说,中等语速的语音解说动画效果最好,快速的效果最差。因为在通常情况下,信息可视化动画为了清晰说明信息,都是声画同步的,中等语速的语音不但意味着适当的动画视觉速率,还能提供足够的时间给认知者在头脑中整合两个通道传递的同一信息内容,消减部分认知负荷的产生。而快速的语音解说不但在这两方面都强化了弱点,还因为速度感所产生的时间紧迫感导致认知者的心理恐惧,出现最糟糕的认知结果。而慢速的语音解说则会让高认知能力人群觉得冗余,从而产生认知倦怠。

当然,特殊的语速有时候配合的是特定的认知目标和认知人群,但是,解说性语音的目的是消减动画表征的认知负荷,因此,无论哪种语速,都不能因为语速的不恰当造成更多的认知负荷因素产生,这是最基本的原则。

6. 图形的复杂性

动画的视觉要素首先就是图形,虽然信息可视化动画表征中图形的复杂程度通常会低于静态图表,但对于动画每秒至少12帧画面的播放速率来看,稍微复杂的图形在动画不可反复、匀速播放的环境中也会造成识别困难,乃至影响整体认知。

因此,带有较少细节的简单图形比真实的图形更有效,它们不但能提供对信息本质的概括,有时候还可以避免与复杂的信息结构描述和频繁

的视觉元素变换产生视觉心理冲突。当然,对于简单的信息结构,稍微复杂的图形会起到丰富视觉心理、集中信息关注点的作用。有针对性地判断是否采用复杂的图形符号,可直接影响动画表征的认知效果。

7. 视觉线索

在信息可视化动画表征中,视觉线索是指引视觉移动并提示关键视点的符号,包括图形提示和各种形式的对比等。线索对于复杂信息,是解决认知者选择性关注动画内容导致忽略高相关性低视觉显著性内容这一问题的有效手段。因此,视觉线索的应用和如何应用,会直接影响动画表征的认知效果。

通常情况下,有视觉线索的动态图(线索的出现不是同时而是依次并替代)比没有视觉线索的图在认知理解上效果更好,而多种线索形式的共用对理解帮助更大。^[9]但这也会导致视觉迁移的问题,即认知者会对线索投入更多的关注和时间,以致忽略画面中其他的信息。因此,明确何时、何种线索进入画面是有效的,是一个设计关键。错误的视觉线索设计反而会导致更多的忽略或理解偏差。

8. 与信息无关的动态变化元素

在信息可视化环境中,多余的信息显示,特别是视觉高度显著的或有趣的图形和视觉变化,是为了吸引认知者从而增强认知乐趣的手段。但这也导致认知者的注意力从相关任务的信息中脱离,这个被看作是无关信息的认知负荷源头。特别是认知者在有限的先验知识情况下,还需要去辨别哪些信息是与任务相关时就显得特别重要。为了更好地理解,这些无关信息的表示都需要被有意识地抑制。

因此,这些与信息无关的动态变化元素既不应作为认知理解的要求、也不应作为认知吸引的要求去设计。是否存在无关信息的视觉元素、无关信息视觉元素的多寡,都直接影响着认知者信

息理解的效果和结果。

9. 固定的认知图式

固定的认知图式包括两种类型。一是约定俗成的图形或图解,例如“垃圾桶”(图2)作为一种图形样式出现在任何屏幕上,均会被不假思索地理解为存放丢弃物的空间。同样,树形图(图3)作为一种图解样式,也喻示着信息点之间的主次发散关系。二是被认知者所熟知的图形图像,例如圆形表情符(图4),或“禁止通行”(图5)的交通标志符号,即使放在不被熟知的认知环境中,认知者也会在头脑中快速地译出准确的意思。

固定的认知图式被作为一种隐喻手段广泛应用于可视化环境,能够帮助认知者快速反应和理解信息内容,特别是针对于动画表征的视觉特点,有着积极的作用。它既能缩短认知者认知反应时间,也能帮助认知者因为熟悉图式从而减少记忆容量。但固定的图式针对不同认知人群,其“固定”的概念有所不同。例如,面向仅有有限的专业知识和图形认知能力的人群,许多隐喻符号并不属于熟悉的范畴,反而由于“隐喻”手段额外增加了认知阻碍。而某些隐喻符号的不恰当运用,同与之相关的信息不能产生一目了然的对应关系,也是造成认知障碍的原因之一。因此,是否运用固定图式、选择何种固定图式、怎样应用固定图式是信息可视化动画表征能否成功传递信息的重要因素。

10. 视觉次序的设计

在信息可视化视觉表征中,成功的视觉次序能引导认知者的视线按照认知的目标,以合理的顺序、快捷而有效的感知方式去获取完整的信息。因此,动画表征的视觉次序设计,涵盖了对图形变化、各种形式的对比、色彩和视觉习惯等要素的合理安排,成为信息可视化有效认知的关键因素。

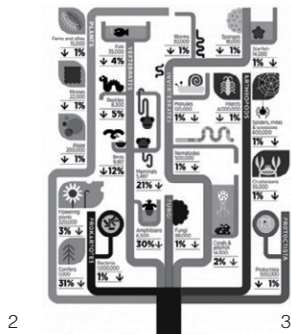
通过大量眼动实验测试,认知者在观看图表+文字结合的图例时,80%的人是看完文字再看图的,因此有些研究者总结出这是以文字为导向为主的思维模式。^[10]但这个思维模式在动态视觉的

2. 垃圾桶

3. 树形图(图片来源:
<http://www.tuicool.com/articles/fArE32q>)

4. 圆形表情符

5. 禁止通行



2

3

4

5

情况下是不恰当的。由于动画的视觉特点,认知者总是首先捕获面积大的、变化的和有色彩的图形,因此图形总是被最先关注到。由此可见,动画表征视觉的次序既受到表征形式等宏观因素的影响,也会影响着对动画中视觉线索、图形特征与位置大小、色彩分布、文字多寡等诸多视觉因素的安排,成为影响动画表征认知效果实现的宏观因素与微观因素之间的链接点。

三、认知者的个人因素

信息可视化视觉表征的认知效果还取决于认知者自身的特性,这些个人因素包括先验知识、动态认知空间理解能力、年龄与认知意愿以及所接受的认知任务等,它们不但会直接影响视觉表征认知的最终效果,也是信息可视化表征形式选择的重要考虑因素。

1. 先验知识

先验知识在所有认知者个人因素中是最重要的。先验知识对辨别哪些信息与认知任务相关有极大的作用。认知者拥有丰富的先验知识,就会花相对较多的时间去检查与任务相关的关键信息和更少的时间观看与任务无关的信息,同时也会正确选择信息进行信息解释和推论。也就是说,先验知识可以帮助和引导视觉,帮助视觉和听觉选择,帮助视听觉编码。

先验知识少的认知者通常不能发现信息表层之下的信息关系,因为他们不能分辨相关信息与不相关信息之间的差别,也就无法创造抽象的思维模式。因此,同一信息描述对于先验知识丰富的专家和先验知识少的认知者效果是不同的。专家可依靠动态图形自身的特征(如形状、颜色或肌理)快速辨认对象,而较少先验知识的认知者在没有信息储备的前提下,不得不依靠图形符号的运动特点(或其他联想性或猜测性特征)来分析对象。这就产生了三个差异:一是在认知所需的时间长度上有差异,二是对后续或相联系的信息识别和关注度有差异,三是对信息在理解层面上有差异,从而造成不同人群对同一动态对象的视觉关注点和视觉轨迹完全不同。因此,是否有先验知识或先验知识的多寡会直接影响信息识别与理解,而面向不同认知人群也需要采用不同的动画设计策略。

2. 动态认知的空间理解能力

在信息可视化中,空间理解能力是影响认知效果的重要个人因素。迈耶对空间理解能力的定义是:“面对二维或三维视觉空间,在头脑中

旋转或翻折对象并能从中想象对象结构变化的能力。”^[11]对低空间理解力的认知者来说,动画比静态图更有效。动画可以作为一种认知假象作用于他们,因为他们几乎没有能力在头脑里去把静态图给想象动起来(心理动画)。但是面对众多动态元素,低空间理解力的认知者需要在头脑中形成动态影像的理解也是困难的,所以有时候也需要采用分段式动画来帮助他们理解有关的推理活动和动画意图。由此可见,认知者面对动画视觉表征时的空间理解能力不但直接影响着对信息表征的认知,还决定着对动态视觉表征形式的选择。

3. 年龄与认知意愿

针对于动画表征,认知者的年龄也是一个影响因子。年龄较小的认知者对动态较感兴趣,一是因为通过动态演示所带来的认知压力较小;二是动画表征对于较小年龄认知者的认知目的与年龄较大认知者不同,并不要求他们把所有的信息细节同时完全掌握,主要的主干信息才是他们认知的要点,而动画正满足了这样的认知任务。然而,根据工作记忆的研究,年龄较大的认知者(中年及以上),其大脑工作记忆容量有所减少,认知加工的速度也会减慢,中央执行机构协调多个相关信息以及排除无关信息的能力也会降低。^[12]因此,年龄较大的认知者面对动画表征,其认知的效果会大受影响。可见,针对于不同年龄的认知者,是否采用动画表征、如何设计动画表征,都需要慎重考虑。

同时,年龄较大的认知者相对于年龄较小者,认知意愿通常都更为强烈.他们经常为自己确立认知目标,会积极主动地整合图形与文字以产生更好的认知效果。但由于动画在信息传递过程中的特征(不可检查、不可重复理解、动态干扰),对较强认知意愿的认知者来说其实是不占优势的。因此,学习意愿强烈也需结合年龄因素来判断采用动画视觉表征这一形式是否有效和有利。

4. 认知任务

带有任务的信息理解可以促发认知意愿,这是不容置疑的。认知者在面对信息可视化项目之前,通常都会明确其认知任务,但如果视觉表征所传递的信息与认知任务不尽相同,则会导致认知者的困惑,阻碍信息的正确理解。因此,认知任务的难易度、任务的多寡和任务的方向是决定视觉表征设计的重要因素,表征呈现的内容与效果是否与认知任务的目标一致,也是评判是否实现信息可视化视觉表征认知效果的最终标准。

结语

针对于不同的认知内容、认知任务和认知环境,研究不同的可视化视觉表征形式而不是寻找适用于所有认知材料和认知目的的动态展示形式,更能获得有效的成果。但基于对最受认知者关注、具有最为复杂的认知影响因素的动画视觉表征,分析其影响认知效果的因素是消减动画表征认知负荷消除缺陷的首要任务,是探索动态视觉表征科学设计思路和方法的前提。当然,突出的认知效果并非是仅通过对信息特征、表征构成和认知者特质这三方面的分析来研究动态视觉表征的设计就可以获得,而是还需融入整个的信息认知互动环境。但在整体的视觉传达目标中实现特定任务的信息可视化设计,其表征认知效果的研究主要面向以上三个方面即可有效完成。

*基金项目:本文系广东省科技厅协同创新与平台环境建设(编号:2014A070711010)研究成果;广东省研究生教育创新计划(编号:2017QTLXXM39)阶段性成果。

注释:

- [1] 任悦:《视觉传播概论》[M],北京:中国人民大学出版社,2008,第88页。
- [2] 张会平、周宁:《基于知识可视化的隐性知识转换模型研究》[J],《现代图书情报技术》,2007年第2期,第60-63页。
- [3] 视觉隐喻:通过画面造型语言使形象不再是日常生活中的物体,而是具有画面规定情境中的某种含义。
- [4] Tversky,B. & Morrison,J.B.. Animation:can it Facilitate?[J]. Human-Computer Studies, 2002(57): 247-262.
- [5] 杨璇:《信息可视化静态图像和动画视觉表征形式选择的依据与判断》[J],《装饰》,2016年第11期,第121-123页。
- [6] Huk,T.,Steinke,M. & Floto,C.. The Educational Value of Visual Cues and 3D Representational Format in a Computer Animation Under restricted and Realistic Conditions.[J]. Instructional Science, 2010(5): 455-469.
- [7] [8] Meyer,K., Rasch,T. & Schnotz,W.. Effects of Animation' s Speed of Presentation on Perceptual Processing and Learning.[J]. Learning and Instruction, 2010(20): 136-145.
- [9] Boucheix, J.M. & Lowe, R.K.. An Eye Tracking Comparison of External Pointing Cues and Internal Continuous Cues in Learning with Complex Animations[J]. Learning and Instruction, 2010(20): 123-135.
- [10] Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A. & Glowalla,U.. A Closer Look at Split Visual Attention in System- and self-paced Instruction in Multimedia Learning[J]. Learning and Instruction, 2010(20): 100-110.
- [11] Mayer,R.E. & Sims,V.K.. For Whom Is a Picture Worth a Thousand Words?Extensions of a Dual-Coding Theory of Multimedia Learning[J]. Journal of Educational Psychology, 1994, 86(3): 389-401.
- [12] 赵立影:《基于工作记忆的多媒体学习设计》[J],《电化教育研究》,2011年第8期,第98-102页。