

图形组织者线索对多媒体学习效果的影响

罗文盈

福建师范大学心理学院, 福建 福州

收稿日期: 2024年12月5日; 录用日期: 2025年1月17日; 发布日期: 2025年1月26日

摘要

图形组织者是一种能够表达文本组织作用的视觉表示。本研究考察视频呈现学习材料的形式下, 图形组织者线索对多媒体学习的影响。研究采用单因素两水平(线索; 非线索)组间设计, 使用先验测验筛选出先验知识低的被试, 并将其随机分为两组进行学习和测验。结果发现, 在迁移测验的成绩上, 线索组和非线索组无显著差异, 在保持测验上, 线索组和非线索组有显著差异, 线索组的回忆量显著高于非线索组。研究认为, 图形组织者发挥了线索的信息组织功能, 帮助学习者有效组织学习材料, 同时也减轻了学习者的认知负荷, 因此, 以图形组织者为线索能够有效提高学习者对多媒体学习材料的识记。

关键词

多媒体学习, 图形组织者, 线索, 认知负荷

The Influence of Graphic Organizers as Cues on Multimedia Learning

Wenying Luo

School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: Dec. 5th, 2024; accepted: Jan. 17th, 2025; published: Jan. 26th, 2025

Abstract

Graphic organizers are visual representations that express the organization of text. This study examines the impact of graphic organizer prompts on multimedia learning in the form of video-presented learning materials. This study used a one-factor, two-level (cued; non-cued) between-group design. Subjects with low prior knowledge were screened out by pretesting and randomly divided into two groups: learning and testing. The results showed that there was no significant difference between the cued and non-cued groups in the transfer test, but there was a significant difference between the cued and non-cued groups in the retention test, and the recall cued group was signifi-

cantly higher than the non-cued group. Research shows that graphic organizers play the information organization function of clues, help learners to organize learning materials effectively, and also reduce the cognitive burden of learners. Therefore, using the graphic organizer as a clue can effectively improve the learner's memory of multimedia learning materials.

Keywords

Multimedia Learning, Graphic Organizers, Cues, Cognitive Load

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着科技的进步,多媒体越来越被广泛运用于教学之中,而对于多媒体学习的研究也越来越被人们关注。有研究表明利用多媒体进行学习能够有效帮助学习者构建复杂的知识或结构性的心理表征[1]-[4],并能够帮助学习者识记知识、构建心理表征和理解学习材料[5]-[7]。

1.1. 多媒体学习的线索

Richard E. Mayer 在《多媒体学习》[8]中将多媒体定义为同时呈现文字(如:口头文字、印刷文本)和图片(如:插图、照片、动画或视频),即使用文字和图片,多媒体学习则是指人们从文字和图片中建立心理表征的过程,是多媒体学习认知理论、认知负荷理论、整合模型以及四要素教学设计理论的重点。多媒体教学是指以帮助人们建立心理表征的方式来设计多媒体学习环境,而多媒体学习研究的一个目标是了解如何设计一个多媒体学习的环境使得其能够促进学习者进行有意义的学习,这在教育中发挥着至关重要的作用。

同时, Richard E. Mayer 在《多媒体学习》[8]一书中提出了多媒体学习的十大定律,其中标记性定律(Signaling Principle)认为,学生学习标记过的多媒体学习材料比学习没有标记过的材料的效果要好。在理查德的研究中,多媒体学习中的标记(Signals)主要是指语音解说中的标记,例如通过语音语调的变化来强调重点内容。增加标记没有增加新的学习内容,但能够引导学习者注意关键内容,促进学习者对材料的理解。有的研究还用标记指代线索[9]-[12]。而线索(cue)是指采用非内容信息方式来引导学习者注意关键信息,促进学习效果的一种教学设计方式[13]。Mayer 在《多媒体学习》中将线索分为言语线索(verbal signaling)和视觉线索(visual signaling),而王福兴等人[13]则将线索归为物理线索和时空线索,物理线索是指线索是由物体物理属性变化而产生的,时空线索则是由于时间和空间变化而产生的线索。

研究者普遍认为线索具有 3 个功能,分别为注意引导功能、信息组织功能以及整合功能。注意引导功能是指引导学习者注意那些能够对理解原理、构建心理表征有重要作用的信息[14][15]。线索的整合功能是指线索能够帮助学习者在新旧知识之间建立联系[10],后来被定义为理解多媒体各个成分间的关系,帮助学习者构建一个连贯的心理表征[14]。而信息组织功能是指线索能够建立多媒体的连贯结构或强调其本身的组织关系,线索可以帮助学习者了解材料的局部和全局组织结构,在阅读过程中通过建立材料之间可推断的明确关系来帮助读者组织信息[16],也有研究者认为线索的组织功能表现在对各部分内容的联系或逻辑关系的组织[10]。在关于线索的组织作用的研究中, R.F. Lorch 和 E.P. Lorch [17]在检验组织信号对说明性文本的自由回忆的影响的研究表明,信号有助于读者形成更有条理的材料表征的证据,

信号组不仅回忆了更多的主题，而且在他们写下的顺序更接近于他们讨论的文本顺序；以语音与语调为线索能够强调文章内容的逻辑关系和组织关系[10]，Mautone 和 Mayer [18]也发现了线索能够促进学习者对学习材料关系的表述，Fischer 和 Schwan [19]的研究发现以速度变化为线索能够促进学习者对学习材料组织关系和结构的理解。

相比于对线索的注意引导功能或线索的整合功能的研究来说，线索的组织功能对多媒体学习的影响的研究比较少。在关于线索对于多媒体学习的影响的研究中，大部分研究所运用的线索(如：颜色、对比度变化、箭头、动态变化等)都是倾向于指向线索的注意引导功能。在多媒体学习的研究中，研究材料又大多涉及到图文整合，因此在关于注意引导功能的研究中，有关于图文信息加工的研究材料大都与线索的整合功能有关[13]，相较而言，关于具有组织作用的线索(如：声音、提纲、标题)在国内的多媒体学习中的研究却很少，大多表明线索的组织作用的研究采用的是以语音语调、速度变化、颜色渐变作为线索[10] [19] [20]。

在一些研究中，研究者也会用提纲、大纲、标题等图形组织者(即用图表对知识进行组织、阐述和表达的工具)来研究其对文本学习的影响[21]-[26]。图形组织者也会用作线索来研究其对地图搜索的影响[27]。

1.2. 图形组织者

图形组织者(Graphic Organizer)是文本中信息的视觉表示[28]，Katayama、Robinson、Devaney 和 Dubois [29]认为图形组织者是文本信息的空间显示，可以作为学习辅助工具提供给学生，以伴随文本并传达垂直、层次概念关系和水平、坐标概念关系。此外，Alvermann [30]将图形组织者视为一种预先组织者，它激活读者的先验知识，并通过示意性表示关键词术语来描绘阅读选择的组织模式。因此，图形组织者是使用单词组成的并能利用空间排列来表示文本内概念关系，可以运用在不同类型的文本中描述文本的组织计划[31]。根据文献，有多种术语用于指代图形组织者，例如视觉显示、图形显示、图形、树图、结构化概述、网络表示等[32]。有些研究者也会用提纲来表示图形组织者[26]。

图形组织者有多种，具体有用于叙述性文本的故事地图[33]；有用于概念间的比较和协调概念关系的矩阵[34]；有用于描绘中心概念与其子概念之间的关系的语义地图，也称思维导图、蜘蛛图或旭日图[35] [36]；有用于描述家谱、句子建构、社会结构等等级模型的树状图[37]；有用于比较两个或多个概念的线性组织者：维恩图[38]，通常用圆圈来表示；有用于说明性文本、表示任何学科知识的概念图；还有与概念图相似的知识图。就比如知识图，它与概念图不同点在于知识图有一组标记链来连接想法并带有箭头来表示方法间的方向性[39]，该类图形组织者通过一连串步骤或一个因果网络图来组织信息，能产生一个具体的结果，例如如何成为一个健康的人，可以用图 1 表示。

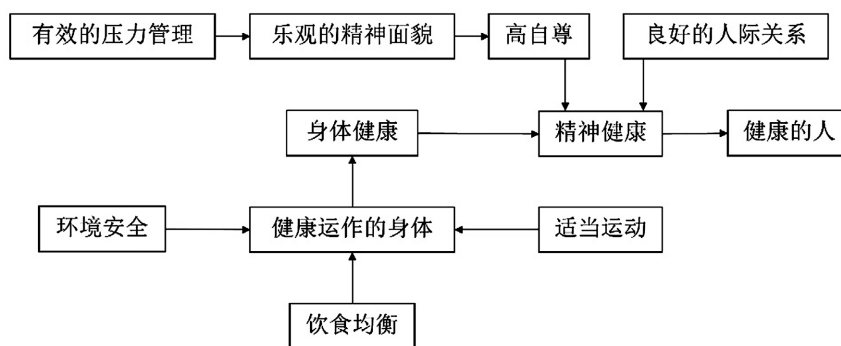


Figure 1. The knowledge graph of “How to become a healthy person”

图 1. “如何成为健康的人”知识图

在关于图形组织者的许多研究中都表明了图形组织者能够有效提高学习效果。在阅读文本之前呈现结构大纲有助于对事实的重复回忆[21]，同样，在被试学习前和测验时提供与主题相关的大纲，被试对文本学习材料的理解程度会比没有提供的被试高，且长期回忆比短期回忆会产生更多详细信息[22]。在学习科学文本时，提供书面说明，大纲和插图都显著提高了应用和再认的能力，应用的测验中，大纲条件表现最好，在再认测验中，插图条件表现最好[40]。在关于讲座的学习中，提供大纲或者说明图在课堂笔记中与没有提供的学习者相比，提高了自由回忆和简答性能[24]。在实际应用中，有研究表明，图形组织者(如：思维导图、维恩图等)在英语教学中为语言习得提供了巨大帮助[41]。还有研究者通过视觉论证，证实了图形组织者对文本学习的促进作用[34]。然而，上述关于图形组织者的研究都是基于纸质的文本或课本材料的学习，仅有一个研究结合了音频进行研究，但也仅是让被试通过听讲座的音频并结合所给予的纸质文本材料来进行学习，很少有研究结合多媒体来学习并研究。

目前在关于图形组织者对多媒体学习的影响的研究中，有研究表明标题在利用计算机显示器，阅读以短页形式呈现的文章的学习上，能够提高学习者对重要信息的回忆[23]。Tiphaine Colliot 和 Éric Jamet [25] [26]对多媒体文档学习进行了研究，他们采用让被试自行翻阅 PPT 的方式进行学习，发现提供现成提纲的学习效果比自主生成提纲的学习效果表现更好，完全自主生成提纲和部分生成提纲对学习效果的提高都没有很大帮助。然而，随着如今科技的发展，多媒体的运用日益广泛，教师们采取的教学方式不再局限于课本或者 PPT 的展示，教师们更多的利用网络资源来进行教学，比如利用动画视频来对某个知识点进行生动形象的呈现，利用科普小视频来对某个概念进行介绍等。因此本研究将一改前人所使用的以文本呈现的学习方式，采用以视频呈现的方式让被试进行学习。

1.3. 影响因素

在关于图形组织者对文本学习的影响的研究中，除了图形组织者本身对结果产生影响之外，学习者本人自身也会对研究结果产生影响，成人读者在处理说明性文本以对其进行总结时是存在系统性的个体差异[42]。学习者本身的先验知识的高低也会对研究结果产生影响，在 John R. Surber 和 Mark Schroeder [23]的研究中，标题对学习者都具有提高学习效果的作用，但对高先验知识的学习者的学习更为有效。除此之外，文本内容的逻辑关系也会对研究有影响。在对历史文本学习的研究中，前因后果的逻辑形式在延迟回忆的成绩上效果显著高于其他逻辑形式[43]。上述研究中也表明了对学习材料的回忆的测验是及时测验或是延迟测验，是会对研究结果产生影响。

而在对多媒体学习的研究中，学习者的情绪[44]，视频的长短[45]，视频是否倍速播放，即视频的播放速度[46]，学习者的学习时间[47]都会对研究的结果产生影响。除此之外，个体的先验知识同样也会对结果产生影响，在关于线索的多媒体学习的研究中，有研究表明，先验知识低的学习者会比先验知识高的学习者更早的表现出注视图形信息，在有多个信号相结合的情况下，他们在回忆和理解方面表现更好[48]，同样也有研究表明先验知识低的学习者在线索的帮助下对学习效果的提高比先验知识高的学习者提高的明显[49] [50]。

因此，本研究在控制个体差异、文本逻辑以及视频呈现时间的情况下，选用先验知识低的学习者作为被试，研究以图形组织者为线索对多媒体学习的影响。选用“冰雹的形成”教学视频作为研究的学习材料，由于该视频属于说明性的材料，因此采用的图形组织者为知识图，即以知识图为线索，来探讨图形组织者对多媒体视频学习的影响。

相比于以往对线索的组织作用在多媒体学习中的影响的研究而言，本研究采用了更具组织作用的图形组织者(即知识图)来作为线索，而与以往图形组织者对学习的影响的研究相比，本研究改变了学习材料呈现的形式，即不再采取以文档或 PPT 的形式进行材料呈现，而是选用以视频的形式进行呈现，更为符

合当下教师教学的形式。

研究假设：以图形组织者为线索能够有效提高学习者对多媒体学习材料的识记和理解，具体表现为：

1) 线索组的迁移测验的成绩显著高于非线索组；2) 线索组的保持测验成绩显著高于非线索组。

2. 方法

2.1. 被试

对 44 个非天文学专业的本科大学生进行测验，其中男生 12 人，女生 32 人，年均 21.725 岁，右利手，视力或矫正视力正常。经过先验测验的筛选，排除分数高于 60 分的 4 位被试，其中男生 2 人，女生 2 人，年均 21 岁。

2.2. 实验材料

先验测验：5 道与冰雹形成有关的选择题，每题 20 分，总分 100 分，试题如图 2 所示。用于筛选并排除先验知识高的被试。

冰雹的初生代叫 ()

A 冰雹胚胎

B 冰雹核心

C 冰粒

D 胚胎

冰雹是在 () 中形成的

A 高积云

B 卷积云

C 积雨云

D 积云

雹胚由 () 形成的

A 冰晶和雪花

B 雪花和过冷水滴

C 冰晶和水滴

D 冰晶和过冷水滴

Figure 2. A priori test section questions

图 2. 先验测验部分题目

学习材料：“冰雹的形成”科普视频，时长 2 分 16 秒，通过剪辑软件，在视频中加入冰雹形成的知识图，使知识图在视频播放的全过程中一直呈现，形成线索组的学习材料；而非线索组的学习材料则在视频中加入冰雹形成的文字介绍。学习材料如图 3 所示。

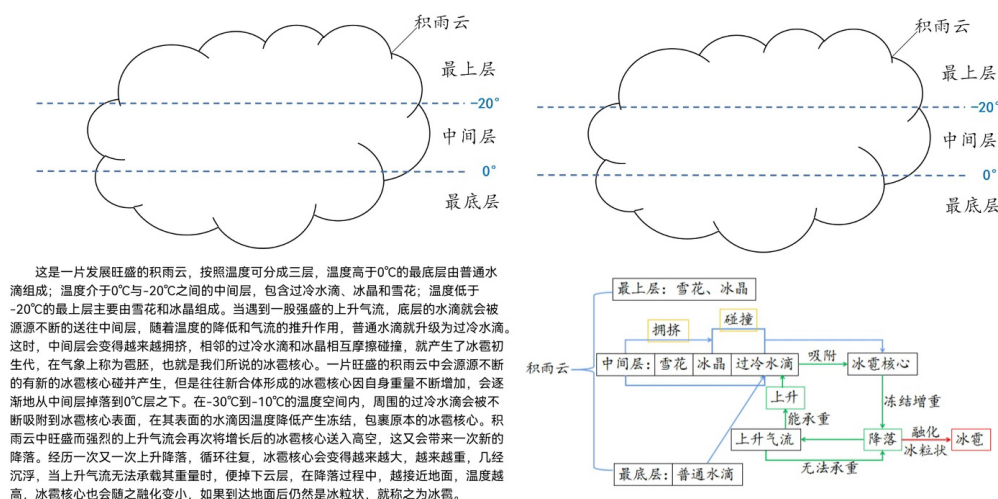


Figure 3. On the left is the non-cue group learning material; and on the right is the cue group learning material

图 3. 左侧为非线索组学习材料；右侧为线索组学习材料

结果测验：迁移测验主要测量对学习内容的运用，迁移测验与先验测验题目相同，但迁移测验的题目顺序和选项顺序均随机排列；保留测验为一道问答题，主要测量对学习材料的回忆量，保留测验的得分包含被试对所学知识重点内容的回忆、对细节内容的回忆以及结合自身知识经验对所学知识的理解三方面，具体评分细则见附录。

2.3. 实验设计

采用单因素两水平的组间设计，自变量为学习视频中的线索，即知识图(呈现知识图；不呈现知识图)，因变量为迁移测验和保留测验的成绩，控制变量为被试先验知识、视频呈现时间和速度、学习者的学习时间等。

2.4. 程序

在开始实验之前，告知被试接下来需要学习一个关于“冰雹的形成”的知识，让被试填写先验测验，以筛选出先验知识低的被试，排除先验知识高的被试对实验结果的干扰。之后随机让被试观看线索组或非线索组的学习视频，视频结束后，让被试进行结果测验，不限测验时间。具体流程如图 4。

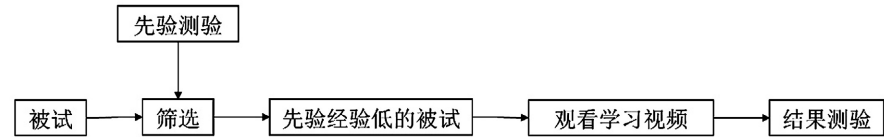


Figure 4. Experimental procedures
图 4. 实验程序

3. 结果

3.1. 描述性结果

线索组和非线索组的先验测验、迁移测验以及保持测验成绩的描述性结果如表 1 所示。

Table 1. The test scores for the clue group and the non-clue group. $M \pm SD$ (unit: points)
表 1. 线索组及非线索组的各测验成绩 $M \pm SD$ (单位：分)

	先验测验	迁移测验	保持测验
线索组	36.00 $\pm$ 27.22	86.00 $\pm$ 14.65	4.40 $\pm$ 1.57
非线索组	31.00 $\pm$ 18.89	79.00 $\pm$ 16.51	3.15 $\pm$ 1.81

3.2. 线索组和非线索组先验测验成绩分析

对线索组和非线索组的先验测验的成绩进行独立样本 t 检验，结果可知，线索组和非线索组两组被试在先验测验的成绩上无显著差异 $t(38) = -0.68, p = 0.50$ 。又由于线索组和非线索组的先验测验的均值均小于 60 分，因此两组被试在对于“冰雹的形成”相关知识方面属于先验知识低的被试。

3.3. 学习材料有效性的分析

分别对线索组和非线索组的先验测验和迁移测验成绩进行配对样本 t 检验，结果可知，无论是线索组，还是非线索组，先验测验的成绩和迁移测验的成绩之间有显著差异($t(19)_{\text{线}} = -8.48, p < 0.01; t(19)_{\text{非线}} = -8.43, p < 0.01$)，因此无论是线索组的学习材料，亦或是非线索组的学习材料，两个材料都能提高被试对“冰雹的形成”相关知识的认识，各组的学习材料是有效的。

3.4. 线索组和非线索组的迁移测验和保持测验成绩分析

对线索组和非线索组迁移测验的成绩和保持测验的成绩分别进行独立样本 t 检验, 结果可知, 线索组和非线索组在迁移测验的成绩上无显著差异($t(38) = -1.42, p = 0.16$), 结果表明在关于“冰雹的形成”的知识的多媒体学习中, 有无图形组织者为线索, 学习者对所学知识迁移能力的提高无影响。而线索组和非线索组的被试在保持测验的回答上有显著差异($t(38) = -2.33, p = 0.03$), 线索组的回忆量显著高于非线索组的回忆量, 结果表明, 以图形组织者为线索在多媒体学习中能显著提高学习者对所学知识的识记。

4. 讨论

本研究旨在探讨以图形组织者为线索对多媒体学习效果的影响, 即以知识图为线索是否能够有效提高以视频形式学习知识的效果。结果发现, 以图形组织者为线索能提高学习者对多媒体学习的学习材料的识记, 线索组比非线索组在保持测验中表现出更高的识记量, 这个结果与研究假设部分一致, 也与人研究一致[21] [24] [40], 即图形组织者能够提高对学习材料的识记和回忆。

而这可能是由于图形组织者具有一定的组织功能, 其作为线索发挥了信息组织功能, 帮助学习者了解学习材料的局部和全部的组织结构, 进而对所学知识形成更有条理的心理表征, 使得学习者能够回忆出更多的学习内容。也有可能是因为图形组织者比文字描述对学习者的认知负荷更少。认知负荷理论主要是从认知资源分配的角度来考察学习和问题解决, 认为人的认知资源是有限的, 一旦同时处理多种事情, 认知资源则需要进行合理的分配, 如果其中一件事情所占用的认知资源多了, 则其他事情所有的认知资源则少。而在学习或者问题解决的过程中, 所有活动所需要的认知资源总量超过了个体所拥有的认知资源的总量, 则会造成认知负荷, 一旦认知负荷过重, 则会对学习或问题解决造成消极的影响, 而影响认知负荷的基本因素有三个, 分别为个体的先验经验、学习材料的内在本质特征以及学习材料的组织和呈现方式[51]。由于在本研究中, 被试的先验经验是经过控制的, 学习材料的组织和呈现方式都一致, 而两组的学习材料却有所不同, 线索组的学习材料是动画和知识图的结合, 而非线索组的学习材料则是由动画和文本组合, 因此, 两组学习材料的内在本质特征可能是不一致的, 进而导致线索组的学习者的认知负荷比非线索组轻, 线索组的学习者能够更好的识记学习材料。

但在本研究的迁移测验上, 线索组并没有比非线索组有更好的表现, 两组的成绩没有显著差异, 这与研究假设部分不一致, 与人研究也不一致[22] [40], 即图形组织者能够提高学习者对学习材料的理解 and 应用。而造成这个结果可能是由于迁移测验的题目数量太少, 不能很好地区分两组之间的差异, 也有可能是因为迁移测验与先验测验虽然题目顺序和选项顺序经过了随机的排列, 但先验测验还是对被试造成了影响, 使得虽然迁移测验比先验测验有显著提高, 但两组迁移测验的成绩不显著。

因此, 在未来的研究中, 可以通过增加题目数量使得迁移测验的题目与先验测验的题目相区别, 改善迁移测验, 以用于研究图形组织者能否提高学习者在多媒体学习中对学习材料的理解和运用。有研究用眼动证明了为什么线索可以增强多媒体学习[52], 所以未来可以使用眼动仪记录学习者在图形组织者作为线索的多媒体学习过程中的眼动, 并分析线索在其中的作用。在本研究中控制了学习者原本的知识经验, 仅选取了先验知识低的大学生被试, 而未来的研究也可以关注学习者本身的知识经验对研究的影响, 考察不同年龄段的被试对研究是否有不同的影响。此外, 研究表明, 视频的时长以及播放速度会对多媒体学习产生影响[45] [46], 那么图形组织者在不同的视频时长以及播放速度下是否依旧会对多媒体学习产生影响, 需要进一步探讨。

5. 结论

图形组织者作为线索发挥了其信息组织功能, 帮助学习者有效组织学习内容, 同时图形组织者能够

减轻学习者的认知负荷, 因此图形组织者能有效提高学习者在多媒体学习中对学习材料的识记。

参考文献

- [1] Hegarty, M. (2005) Multimedia Learning about Physical Systems. In: *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, Cambridge University Press, 447-466. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511816819.029>
- [2] Imhof, B., Scheiter, K., Edelman, J. and Gerjets, P. (2012) How Temporal and Spatial Aspects of Presenting Visualizations Affect Learning about Locomotion Patterns. *Learning and Instruction*, **22**, 193-205. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.006>
- [3] Kriz, S. and Hegarty, M. (2007) Top-Down and Bottom-Up Influences on Learning from Animations. *International Journal of Human-Computer Studies*, **65**, 911-930. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2007.06.005>
- [4] She, H. and Chen, Y. (2009) The Impact of Multimedia Effect on Science Learning: Evidence from Eye Movements. *Computers & Education*, **53**, 1297-1307. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.06.012>
- [5] Lowe, R. (2004) Interrogation of a Dynamic Visualization during Learning. *Learning and Instruction*, **14**, 257-274. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.003>
- [6] Mayer, R.E. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- [7] Mayer, R.E. and Moreno, R. (2002) Aids to Computer-Based Multimedia Learning. *Learning and Instruction*, **12**, 107-119. [https://doi.org/10.1016/s0959-4752\(01\)00018-4](https://doi.org/10.1016/s0959-4752(01)00018-4)
- [8] Mayer, R.E. (2009) *Multimedia Learning*. 2nd Edition, Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511811678>
- [9] Dodd, B.J. and Antonenko, P.D. (2012) Use of Signaling to Integrate Desktop Virtual Reality and Online Learning Management Systems. *Computers & Education*, **59**, 1099-1108. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.016>
- [10] Mautone, P.D. and Mayer, R.E. (2001) Signaling as a Cognitive Guide in Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology*, **93**, 377-389. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.2.377>
- [11] Moreno, R. (2007) Optimising Learning from Animations by Minimising Cognitive Load: Cognitive and Affective Consequences of Signalling and Segmentation Methods. *Applied Cognitive Psychology*, **21**, 765-781. <https://doi.org/10.1002/acp.1348>
- [12] Ozcelik, E., Arslan-Ari, I. and Cagiltay, K. (2010) Why Does Signaling Enhance Multimedia Learning? Evidence from Eye Movements. *Computers in Human Behavior*, **26**, 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.09.001>
- [13] 王福兴, 段朝辉, 周宗奎. 线索在多媒体学习中的作用[J]. 心理科学进展, 2013, 21(8): 1430-1440.
- [14] de Koning, B.B., Tabbers, H.K., Rikers, R.M.J.P. and Paas, F. (2009) Towards a Framework for Attention Cueing in Instructional Animations: Guidelines for Research and Design. *Educational Psychology Review*, **21**, 113-140. <https://doi.org/10.1007/s10648-009-9098-7>
- [15] Jamet, E., Gavota, M. and Quaireau, C. (2008) Attention Guiding in Multimedia Learning. *Learning and Instruction*, **18**, 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.01.011>
- [16] Lorch, R.F. (1989) Text-Signaling Devices and Their Effects on Reading and Memory Processes. *Educational Psychology Review*, **1**, 209-234. <https://doi.org/10.1007/bf01320135>
- [17] Lorch, R.F. and Lorch, E.P. (1996) Effects of Organizational Signals on Free Recall of Expository Text. *Journal of Educational Psychology*, **88**, 38-48. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.88.1.38>
- [18] Mautone, P.D. and Mayer, R.E. (2007) Cognitive Aids for Guiding Graph Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, **99**, 640-652. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.3.640>
- [19] Fischer, S. and Schwan, S. (2010) Comprehending Animations: Effects of Spatial Cueing versus Temporal Scaling. *Learning and Instruction*, **20**, 465-475. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.05.005>
- [20] Boucheix, J. and Lowe, R.K. (2010) An Eye Tracking Comparison of External Pointing Cues and Internal Continuous Cues in Learning with Complex Animations. *Learning and Instruction*, **20**, 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.02.015>
- [21] Glynn, S.M. and di Vesta, F.J. (1977) Outline and Hierarchical Organization as Aids for Study and Retrieval. *Journal of Educational Psychology*, **69**, 89-95. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.69.2.89>
- [22] Glynn, S.M., Britton, B.K. and Denise Muth, K. (1985) Text-Comprehension Strategies Based on Outlines. *The Journal of Experimental Education*, **53**, 129-135. <https://doi.org/10.1080/00220973.1985.10806373>
- [23] Surber, J.R. and Schroeder, M. (2007) Effect of Prior Domain Knowledge and Headings on Processing of Informative Text. *Contemporary Educational Psychology*, **32**, 485-498. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.08.002>
- [24] Bui, D.C. and McDaniel, M.A. (2015) Enhancing Learning during Lecture Note-Taking Using Outlines and Illustrative

- Diagrams. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, **4**, 129-135.
<https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.03.002>
- [25] Colliot, T. and Jamet, É. (2019) Asking Students to Be Active Learners: The Effects of Totally or Partially Self-Generating a Graphic Organizer on Students' Learning Performances. *Instructional Science*, **47**, 463-480.
<https://doi.org/10.1007/s11251-019-09488-z>
- [26] Colliot, T. and Jamet, É. (2018) How Does Adding versus Self-Generating a Hierarchical Outline While Learning from a Multimedia Document Influence Students' Performances? *Computers in Human Behavior*, **80**, 354-361.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.037>
- [27] Nilsson, R.M. and Mayer, R.E. (2002) The Effects of Graphic Organizers Giving Cues to the Structure of a Hypertext Document on Users' Navigation Strategies and Performance. *International Journal of Human-Computer Studies*, **57**, 1-26. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2002.1011>
- [28] Jiang, X. and Grabe, W. (2007) Graphic Organizers in Reading Instruction: Research Findings and Issues. *Reading in a Foreign Language*, **19**, 34-55.
- [29] Katayama, A.D., Robinson, D.H., Devaney, T. and Dubois, N.F. (1997) The Interaction of Study Materials and Spaced Review on Transfer and Relational Learning. ERIC Document Reproduction Service, ED. 411280.
- [30] Alvermann, D.E. (1981) The Compensatory Effect of Graphic Organizers on Text Structure. ERIC Document Reproduction Service, ED. 208019.
- [31] Stull, A.T. and Mayer, R.E. (2007) Learning by Doing versus Learning by Viewing: Three Experimental Comparisons of Learner-Generated versus Author-Provided Graphic Organizers. *Journal of Educational Psychology*, **99**, 808-820.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.4.808>
- [32] Manoli, P. and Papadopoulou, M. (2012) Graphic Organizers as a Reading Strategy: Research Findings and Issues. *Creative Education*, **3**, 348-356. <https://doi.org/10.4236/ce.2012.33055>
- [33] Boulineau, T., Fore, C., Hagan-Burke, S. and Burke, M.D. (2004) Use of Story-Mapping to Increase the Story-Grammar Text Comprehension of Elementary Students with Learning Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, **27**, 105-121.
<https://doi.org/10.2307/1593645>
- [34] Robinson, D.H. and Kiewra, K.A. (1995) Visual Argument: Graphic Organizers Are Superior to Outlines in Improving Learning from Text. *Journal of Educational Psychology*, **87**, 455-467. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.3.455>
- [35] Graney, J.M. (1992) A Framework for Using Text Graphing. *System*, **20**, 161-167.
[https://doi.org/10.1016/0346-251x\(92\)90022-u](https://doi.org/10.1016/0346-251x(92)90022-u)
- [36] Iranmehr, A., Davari, H. and Erfani, S.M. (2011) The Application of Organizers as an Efficient Technique in ESP Textbooks Development. *Theory and Practice in Language Studies*, **1**, 417-422. <https://doi.org/10.4304/tpls.1.4.417-422>
- [37] Guri-Rozenblit, S. (1989) Effects of a Tree Diagram on Students' Comprehension of Main Ideas in an Expository Text with Multiple Themes. *Reading Research Quarterly*, **24**, 236-247. <https://doi.org/10.2307/747866>
- [38] Kang, S. (2004) Using Visual Organizers to Enhance EFL Instruction. *ELT Journal*, **58**, 58-67.
<https://doi.org/10.1093/elt/58.1.58>
- [39] O'Donnell, A.M., Dansereau, D.F. and Hall, R.H. (2002) Knowledge Maps as Scaffolds for Cognitive Processing. *Educational Psychology Review*, **14**, 71-86. <https://doi.org/10.1023/a:1013132527007>
- [40] Balluerka, N. (1995) The Influence of Instructions, Outlines, and Illustrations on the Comprehension and Recall of Scientific Texts. *Contemporary Educational Psychology*, **20**, 369-375. <https://doi.org/10.1006/ceps.1995.1024>
- [41] Kalmamatova, Z., Shamurzaev, A., Ysmailova, R., Belekova, K., Ahmadaliev, D., Sartbaeva, N., et al. (2020) Graphic Organizers as Effective Methods in Teaching Classroom English. *Open Journal of Modern Linguistics*, **10**, 459-467.
<https://doi.org/10.4236/ojml.2020.105027>
- [42] Hyönä, J., Lorch, R.F. and Kaakinen, J.K. (2002) Individual Differences in Reading to Summarize Expository Text: Evidence from Eye Fixation Patterns. *Journal of Educational Psychology*, **94**, 44-55.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.1.44>
- [43] Montanero, M. and Lucero, M. (2012) Rhetorical Structure and Graphic Organizers: Effects on Learning from a History Text. *International Journal of Instruction*, **5**, 21-40.
- [44] 周丽, 王福兴, 谢和平, 陈佳雪, 辛亮, 赵庆柏. 积极的情绪能否促进多媒体学习?基于元分析的视角[J]. 心理发展与教育, 2019, 35(6): 697-709.
- [45] 王艳丽, 钟琦, 张卓, 王福兴. 科普短视频对知识传播的影响[J]. 科技传播, 2020(21): 1-6.
- [46] 段朝辉, 颜志强, 王福兴, 周宗奎. 动画呈现速度对多媒体学习效果影响的眼动研究[J]. 心理发展与教育, 2013(1): 46-53.
- [47] 马安然, 王燕青, 王福兴, 周治金. 教学微视频的播放速度对学习效果的影响[J]. 心理发展与教育, 2021, 37(3):

391-399.

- [48] Richter, J., Wehrle, A. and Scheiter, K. (2021) How the Poor Get Richer: Signaling Guides Attention and Fosters Learning from Text-Graph Combinations for Students with Low, but Not High Prior Knowledge. *Applied Cognitive Psychology*, **35**, 632-645. <https://doi.org/10.1002/acp.3786>
- [49] Kalyuga, S. (2007) Expertise Reversal Effect and Its Implications for Learner-Tailored Instruction. *Educational Psychology Review*, **19**, 509-539. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9054-3>
- [50] 赵婷婷, 杨晓梦, 张洋, 王燕青, 谢和平, 王福兴. 多媒体学习中线索原则是否存在经验逆转效应?——来自两项元分析的证据[J]. 心理与行为研究, 2021, 19(1): 22-29.
- [51] 张慧, 张凡. 认知负荷理论综述[J]. 教育研究与试验, 1999(4): 45-47.
- [52] Ozcelik, E., Arslan-Ari, I. and Cagiltay, K. (2010) Why Does Signaling Enhance Multimedia Learning? Evidence from Eye Movements. *Computers in Human Behavior*, **26**, 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.09.001>

附录

保留测验评分标准：总分 10 分。

重点内容：答对一点得 1 分。

普通水滴由于上升气流和温度降低，成为过冷水滴(1)；过冷水滴和冰晶碰撞形成冰雹核心(1)；冰雹核心因其自身重量增加而掉落，又因为上升气流使得冰雹核心再次上升(1)；循环往复，冰雹核心不断增重至上升气流无法承重，而后掉落云层(1)；冰雹核心在落至地面前仍为冰粒状，则叫冰雹(1)。

细节内容：每提到一点且正确则得 1 分。

积雨云分三层，每层的温度及所含之物(1)；普通水滴送往中间层后，中间层变得拥挤，冰雹核心不断产生(1)；过冷水滴不断吸附到冰雹核心表面，因温度降低产生冻结，包裹原本的冰雹核心(1)；冰雹核心变得越来越大，越来越重，越接近地面温度越高，冰雹核心会随之融化变小(1)。

转换内容：学习材料中未提及，但与冰雹形成的知识有关联且正确的内容，得 1 分。