

新领域、新方向：“知识可视化”的解析与应用

——基于脑科学的视角

王珏

(K12教育网, 北京 100084)

摘要：作者认为，运用可视化的方法表征知识，往往比用纯语义化的方法表征知识要更高效、更容易理解。作者运用大脑分区图、大脑语义地图、双重编码理论等脑科学及心理学的研究成果，解析其背后的原理，并给出一些运用可视化方法提升知识表征效果的具体案例。文章对于厘清知识可视化的内涵、原理、方法和策略，走出知识可视化的运用误区具有指导和启发借鉴作用。

关键词：知识可视化；理解；脑科学原理

中图分类号：G642

文献标识码：A

文章编号：1674-3083 (2021) 01-0049-08

引言

教学离不开语言和教材中的文字、公式与符号。但是，几乎所有老师都知道，单纯依靠语言、文字和符号，往往很难帮助学习者理解知识。而有经验的教师经常会采取呈现场景、可视化图表或动图等方法——也就是“知识可视化”的方法帮助学习者理解教学的内容。

“知识可视化”是一个新兴的领域，也是教育技术研究的一个新兴方向。Eppler, M.J. 和 Burkard, R.A. 认为：知识可视化 (Knowledge Visualization) 是一个在科学计算可视化、数据可视化、信息可视化基础上发展起来的新兴研究领域，它充分应用图解等视觉表征手段，以帮助他人正确地重构、记忆和应用这些知识^[1]。与“可视化”知识表征形式相对应的，是“语义化”知识表征形式，我们将用语言、文字、符号等形式表达的信息，统称为“语义信息”。

人类在理解语义信息时，视觉处于一个非常特殊的地位。实践表明，大多数知识都可通过“可视化”形式进行表征，知识“可视化”可以高效地传递信息、促进理解、降低认知负荷、提升教学效果。

本文采用近年来飞速发展的脑科学和学习科学

理论，结合认知心理学原理，对“知识可视化”为什么能有效提升教学效果的原理进行阐释。

1 “知识可视化”有效促进理解的脑科学原理解析

1.1 对语言的理解，取决于脑中“非语言”的部分

人脑是一个非常复杂的结构，总体上可分为额叶、颞叶、顶叶、枕叶四大功能区，如图1所示。这四大功能区各自拥有不同的功能。

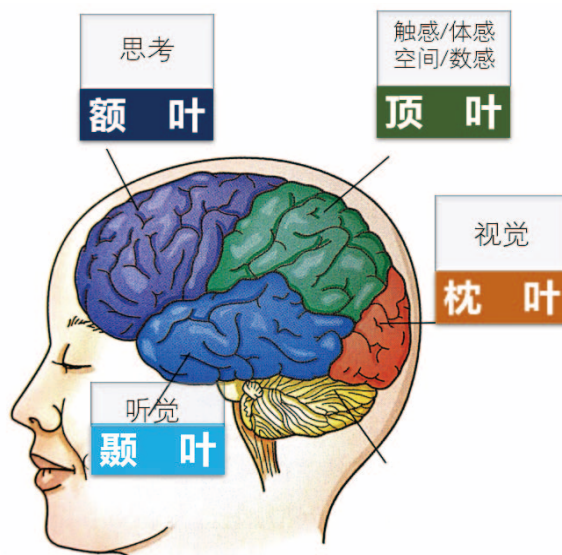


图1 人脑的四大功能区

收稿日期：2020-12-16

基金项目：2020年度广西职业教育教学改革研究重点项目“职业教育微课创新发展‘研究引领 敏捷开发 六化设计’模式建构与实践”（项目编号：GXZZJG2020A052）。

作者简介：王珏，男，江苏省泗阳县人，K12教育网总编，主要研究方向：在线教育与培训，微课设计与开发，学习科学与技术。

语言理解功能由位于颞叶的语言理解中枢（威尔尼克区）主管。最新的脑科学研究表明，当语言理解中枢从声音中解析出语言（词汇）后，大脑中与该语言（词汇）相对应的部分就会被激活。

美国加州大学伯克利分校神经科学家 Jack Gallant 等人在 2016 年发表于《Nature》的一篇论文中，绘制出了一幅大脑的“语义地图”（如图 2 所示），从中可以清晰地看到不同语言（词汇）在大脑中所对应的反应区域^[2]。“语义地图”揭示了：当大脑在进行语言理解时，整个大脑的各个区域几乎都被激活了起来。

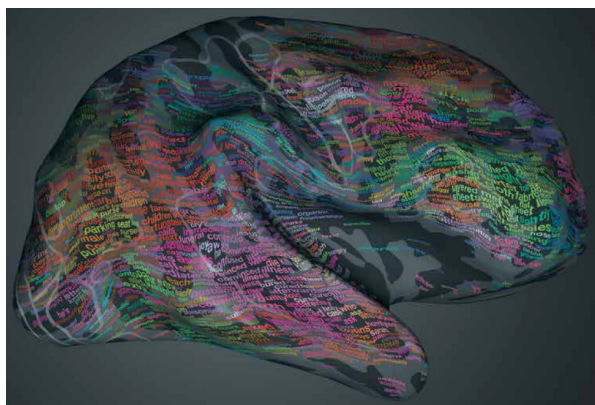


图 2 大脑听到不同语言（词汇）时的反应区域

为什么人类听到一个词汇，某些特定的区域会被激活呢？俄国生理学家巴甫洛夫（Ivan Pavlov）的“条件反射”原理可以解释这一点。巴甫洛夫通过一系列实验得出了这样一个结论：语言理解是一种条件反射，被称为“第二信号系统”，它是在第一信号系统（本能的刺激-反应）的基础上建立起来的^[3]。

根据条件反射原理，位于大脑颞叶的语言理解中枢（威尔尼克区）在初次听到一个词语时，脑中的某个（或某些）特定区域也同时被激活，该词语和这个特定脑区的联接就初步建立起来了。当然，这一联接在刚开始时是很不稳固的，经常会出现遗忘、或者与其它联接相混淆等情形。在经过一定的强化后，大脑再听到这个词汇时，大脑中的相应区域就会被自动激活，“条件反射”就这样形成了。这就是“理解”的本质：理解，就是在大脑内部不同区域之间创建联接的过程。

上述研究成果揭示了一个基本的事实：大脑对于语言的理解，取决于大脑中所存储的与该语言相关联的“非语言”信息！这个“非语言”信息既可以是视觉信息（包括“想象”出来的场景）、空间信息，也可以是一连串复杂的动作程序，甚至可以

是情感信息。

在认知心理学中也有类似的研究成果。在认知心理学家 Allan Paivio 提出的“双重编码理论”中，设想人脑中有两个认知子系统，一个专门用于表征和处理“非语言”对象，另一个则专门用于处理语言对象，二者要同时激活，在语义信息与“非语言”信息（也称为“表象”）之间建立关联，人才能理解语义信息^[4]。

也就是说，要想让学习者理解一个语义信息，就需要激活他的大脑内部的某个恰当区域。所能激活的区域越多，区域之间的关联度越紧密，激活的强度越大，学习者对信息的理解就越深刻。

1.2 视觉是人类最强大的感官通道，擅长于感知“情境”

在教学中，老师如何才能激活学习者的大脑呢？这就需要老师创设恰当的“情境”，让学习者的大脑在“情境”中形成感知，建立体验。

在教学实践中，有些老师往往使用简单的描述性语言讲解新知识。这样做往往很难有效地在学习者大脑中创建情境。因为，对语言（文字）的理解必须依赖于学习者的原有经验（即已建立的第二信号系统的条件反射）。

然而，学习者的大脑在调用原有经验时，往往会遇到诸多困难，比如：学习者可能没有足够的原有经验，或虽有经验但却不能及时调出，或者原有经验并不鲜明深刻，甚至把一个词误解为其他意思。这些困难会严重阻碍学习者正确地理解语言信息，笔者通过两个教学中的实例来说明这一点。

1.2.1 何谓“舞女的裙”

散文《荷塘月色》中有一个著名的句子“叶子出水很高，像亭亭的舞女的裙”。笔者曾邀请 200 多位老师用图像化的方式描绘出这句话所体现的场景，结果超过 70% 的老师理解得不准确，把“舞女的裙”绘成了如图 3 中的样式。



图 3 “舞女的裙”的错误图解

只有不到 20% 的老师能够准确描绘出“舞女的裙”是如西方歌剧《小天鹅》中女舞蹈演员所穿的那种圆圆的、短短的舞裙（如图 4 所示）。



图 4 “舞女的裙”的准确图解

这么简单、常见的问题，为什么大多数人都理解错误？这显然是受到了原有经验的影响。大多数中国人并不熟悉图 4 中的舞裙，即使知道，也很难在第一时间与“舞女的裙”联系在一起。因为中国人通常理解的“舞裙”确实如图 3 的样子——这也说明语言是一种条件反射，人只要看到一个词语，就会激活与这个词语相关的常规理解，但这很可能会导致误解。

当用一长串语句来描述情境时，就会大大加深理解的难度。因为，此时学习者的大脑需要连续、飞速地处理每一个词语，同时还要解析词语之间所隐含的语法关系。在整个语言描述的过程中，只要有一个关键的词语或一种关键的关系不能及时解析出来，学习者就可能很难理解老师所描述的情境。这就是学习者在阅读大段文字时，往往会感到枯燥、理解困难，容易出现走神、学习效果不好等情形的原因。

1.2.2 “合纵连横”中的“纵”“横”是虚指还是实指

“合纵连横”是中国人熟知的一个成语。但是，笔者在面向老师群体的多次现场测试中，发现 90% 以上的老师无法准确认知“纵”“横”二字是一种“虚指”，还是分别表示纵向、横向之意的“实指”。

直到笔者出示图 5 并辅以扼要的语言进行解释时，大家才恍然大悟，原来“纵”“横”二字是实指。笔者通过



图 5 “合纵连横”的准确图示

这个事例发现，如果不出示图 5，即使用语言反复讲解多次，多数学习者还是会有这样一种感觉：好像听懂了老师所说的每一句话，但还是不能真正理解这两个字的实际含义。

由此可见，“可视化”方式可以快速、有效地在学习者脑海中创建情境，激活学习者的“非语言”脑区（如主管视觉的枕叶、主管空间的顶叶），从而促进对词汇的理解。

上述两个例子说明，一旦将语义信息转化为“视觉”语言，学习者的理解效率和理解精准度都会大大提升。那么，为什么语义信息一旦通过“可视化”手段表征为“可视化”信息后，往往能取得较好的效果呢？

1.2.3 “可视化”表征的机理和优势

大脑对视觉信息的处理，主要由位于大脑后部的枕叶来完成。枕叶对视觉信号进行解析的过程是相当复杂的，大体机理如图 6 所示。

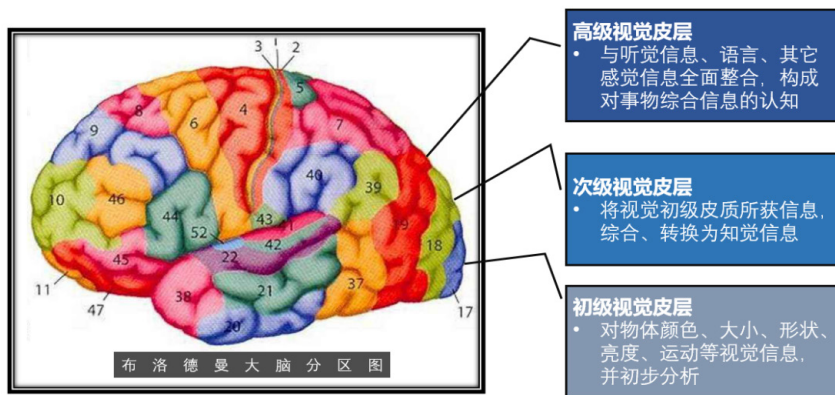


图 6 布洛德曼大脑分区图

在图 6 “布洛德曼大脑分区图”中，枕叶被细

分为17、18、19三个区域^[6]。其中,17区被称为“初级视觉皮层”,负责对接收到的光信号进行初步感知。视网膜中的光信号通过漫长的神经通路,被送到枕叶的17区。17区中有多种类型的光学感知神经元,可分别对颜色、大小、形状、亮度等视觉信息进行解析。这种解析非常快速,只需几十毫秒即可完成。17区感知到的各种信号,会被同步上送到18区。18区被称为“次级视觉皮层”,负责将17区解析出来的各种专项信息,综合、转换为知觉信息——也就是说,直到17区和18区的解析全部完成后,大脑才会知道我们“看到”了一个东西。18区形成的信号,会进一步被上送到19区。19区被称为“高级视觉皮层”,它的任务是进一步把18区的信息,与其它脑区的信息(如听觉信息、语言、空间信息等)进行全面整合,形成对事物综合信息的全面感知。

虽然枕叶对视觉信息加工的过程是如此之复杂,加工量是如此之庞大,但这一切的运转却都是高速且自动化的,枕叶对此并不会感到不堪重负,人们对视觉加工的过程也毫无感知。人们唯一能感知到的,是枕叶对视觉信号加工的结果,即我们看到了某个东西。由此,形成了可视化表征的第一个优势:在所有的感官通道中,视觉能力是最为强大的。心理学研究表明,在人脑所获得的全部感官信息中,约60%—80%来自于视觉,10%—20%来自于听觉^[6]。人脑无论是获取视觉信息的能力,还是快速处理视觉信号的能力,都是极其强大的。比如,人脑可以在零点几秒之内,就能完成对整幅图像的扫描,并同时完成对图中关键信息的辨识和初步解析。

枕叶的这一特性对于新知识的学习来说,是非常重要的。因为,前额叶是认知加工的主导脑区,拥有保持信息、整合不同来源的信息、加工信息功能的“工作记忆”,就位于前额叶^[7]。但大脑的“工作记忆”是非常有限的,Cowan N.提出:人在短时之内,只能同时记住4个独立的信息组块或信息单元^[8]。因此,当我们学习一个新知识时,工作记忆很容易被占满,此时大脑就会处于高负荷状态。而枕叶的自动化运行机制意味着:如果在学习新知识时能够激活枕叶,枕叶就可以对知识的视觉表征进行自动化处理,为认知加工提供大量的素材与线索,从而大幅提高额叶的认知加工能力。

其次,视觉可以轻松、高效地创建“非语言”信息(即“表象”)。如前所述,“非语言”信息和语言的结合,是人脑建立理解的基本规律。“双重编码理论”指出,只有将语义信息与表象信息结合起来,才能有效地进行编码(即“理解”)。由于人类的视觉优势,当人们能看到一个场景时,就比较容易形成对这个场景的“表象”;反之,如果单纯采用语义表述,而没有辅以“可视化”表征时,学习者往往不易形成清晰鲜明的表象(如在上文提到的第二个事例中,笔者单纯用语言解释“合纵连横”一词中“纵”“横”的意思时,就很少有老师能在大脑中形成一幅清晰鲜明的地图),这无疑阻碍了大脑对语义信息的理解。

第三,大脑拥有极强的视觉记忆能力。我们往往有这样的印象:对于看过的场景,很长时间之后还能轻松回忆;但对于看过的文字,留下印象的却很少。这是因为人类的视觉记忆能力要百倍、甚至千倍强于语义记忆能力。电视节目中的“最强大脑”们拥有各种“超级记忆术”,这些记忆法门中重要的一项便是充分运用大脑强大的视觉记忆能力,把语言文字信息尽量转换为视觉信息进行记忆。

根据大脑的这一特性,同样是创设情境,单纯用语言文字来创设,其效果往往比不上用视觉化的手段来创设。比如,一位老师在讲解基尔霍夫电压定律的“任意循行方向”时(如下图7左半部分),就采用了视觉化的手段来创设一个情境。他用教学楼前面一个斜坡的照片(如下图7右半部分)来辅助解释:走进教学楼的时候是上坡,但走出教学楼时就是下坡,至于是“上坡”还是“下坡”,由你事先设定的正方向决定,这就是设定一个“任意循行方向”的意思。在实际教学中发现,当老师单纯用语言来讲解,现场氛围和教学效果比较一般;而当老师用自己在教学楼前拍摄的一张照片来帮助解释时,老师明显感到学生好奇感显著增加,学习注意力也变得更集中,这一教学难点由此被顺利突破。

人类的视觉能力如此之强大,人看到一个场景就会感到兴奋,大脑枕叶被高度激活,会自动地对视觉信号进行解析,这种解析的结果会给人留下深刻的印象,这就是在教学中采用“可视化”方式(比如图像、图表、视频等)能够显著提升教学效果的重要原因之一。

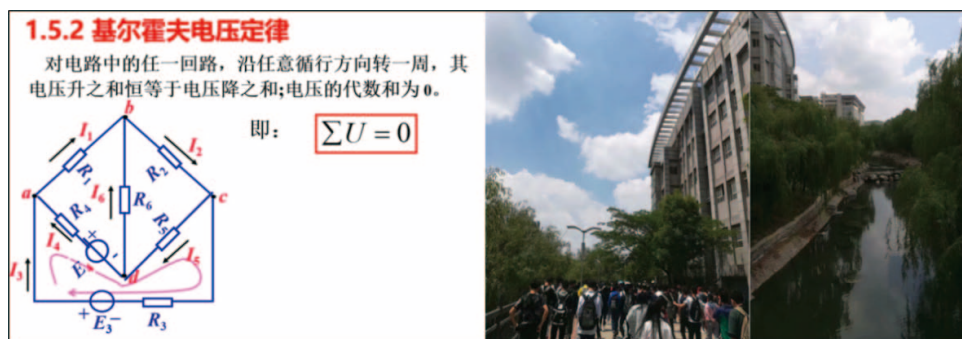


图7 基尔霍夫电压定律中“任意循行方向”的图解

2 可视化表征与复杂关系的表达

2.1 碎片化知识为何难于理解和记忆

我们在学习时，都有这样的经验：对于一则纯文字材料（如图8中的“纪念币与纪念章的区别”），即使有时能理解其中的每一个字、每一个词语，但我们还是很难理解和记忆这一整则材料，也很难明白材料中各种信息之间的关系。这是为什么呢？

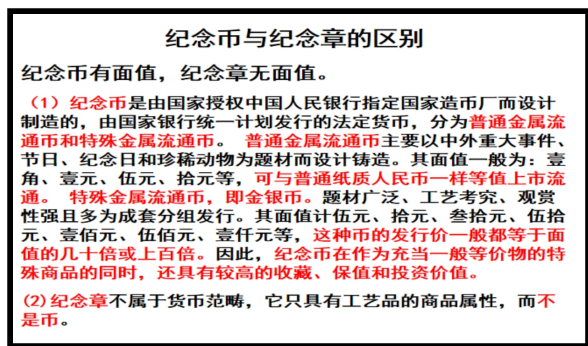


图8 “纪念币与纪念章的区别”
的“线性化”组织方式

造成这种困难的根本原因是：语言文字是基于“时序”展开的，是一种“线性化”的组织方式——一个字接着一个字、一句话接着一句话，只能按顺序展开，不能跳跃。而与之相反的是，语言文字所表达的意思，往往并非线性化的，相互之间通常会有比较复杂的关系。因此，整体来看，语言文字中的每个词语、每句话、甚至每段话，对于文字背后的信息关系网络来说，都仅仅只是一个“碎片”而已。

语言文字的“碎片式”表达方式对学习者提出了极高的要求，它要求学习者能够准确、及时地理解每一个碎片化信息的内涵，同时还要准确、及时地在脑海中构建与之前所有信息的关系。比如，当学习者读到（或听到）第N+1句话时，除了要解析出这句话中所有词汇之间的关系外，还要将之与前

面N句话中的所有词汇、所有关系建立起新的关系，这样才能真正理解这句话的含义。

以图8中“这种币的发行价一般都等于面值的几十倍或上百倍”为例。当我们读到这句话时，脑海中就必须解析出这句话中的所有

词语以及这些词语与前面所有语句和词语之间的关系，如“这种币”指的是“特殊金属流通币”“特殊金属流通币是纪念币的一种，另外一种普通金属流通币”，其“发行价”比普通金属流通币的发行价高几十倍或上百倍，等等。

当语言材料中的词汇、语句不断增加时，其中所蕴含的“关系”数量将呈几何级数、甚至指数级增加。此时人脑在构建信息之间的关系时，就越发吃力。学习者要想努力去理解和记忆，就必须长时间地保持注意力高度集中，并投入巨大的认知资源。

实践表明，学习者通过声音获取信息时，关系建构的难度是最大的。因为，人的工作记忆是极为有限的（通常只能处理7-9个信息组块），而且大部分工作记忆容量都要用于理解听到的词汇和语句。在这种情况下，人们很难有足够的力量一边理解听到的词汇和语句，一边及时回忆出所有听到过的词汇和语句，因此，通过声音来建构关系通常是非常困难的。

而当学习者在通过文字获取信息时，是可以“回看”的方式来帮助自己构建关系的，理解的难度比纯语音方式有所降低。但即便如此，关系建构的难度仍然是比较大的，可能的原因如下。

(1)建构关系需要在“关键词”之间进行。但是，要想在大容量文本中凭借印象寻找到某一句话中的某个关键词，往往有如大海捞针。

(2)文字中的关键词往往并不突出，通常与描述性词汇混合在一起，寻找不仅费时费力，而且未必准确。

(3)寻找关键语句、关键词的过程会占用大量的工作记忆，造成“顾此失彼”的遗忘现象，同时还会产生较高的认知负荷，给关系建构带来困难。

(4)即使通过“回看”找到了正确的关键词，这个（或这些）关键词和当下的关键词之间的关系，往往并不明显——因为关键词之间的关系是用语法

来表达的，而用语法表达的关系往往比较繁琐和晦涩，并不容易看出来。

综上所述，“语言文字”（声音和文字）这种语义表达方式很难表现出文字信息背后复杂的关系和整体结构。

2.2 “可视化图表”与复杂关系的构建

相比语言文字的“碎片式”表达方式，视觉是一种典型的“整体式”认知方式，它会优先把所感知到的信息识别为一个整体。前文提到：大脑枕叶 18 区的功能，是将 17 区解析出来的各专项信息，综合、转换为知觉信息。也就是说，17 区解析出来的信号都是各种“碎片”，而 18 区则负责将所有碎片整合起来，（尽量）拼合成一个整体，让大脑感知到这是一个整体。而且，由于视觉强大的解析力，大脑还可以极为快速地在整体的各个局部、各个细节之间进行切换，在这种快速切换的过程中，关系更加容易建立。因此，视觉的“整体式”认知方式，更有利于复杂关系的建构。其优势具体表现在以下两点。

一是相较于语言文字以“时序”为基础的“线性化”表达方式，可视化图表以“空间”方式对信息元素进行排列，所有信息元素处于同一空间的不同位置。由此带来的巨大优点是：当人们需要在不同的信息元素之间寻找关系时，只需要移动视觉焦点即可，极为简便快捷。

二是不同于采用语句和语法的表达方式，可视化图表以关键词为表达主体，并且关键词之间的关系，也不是通过语法进行表达的，而是以空间关系（如字体大小、位置疏密远近）、颜色（如强调色等）或形状（如箭头）等方式来表达的。因此，在可视化图表中，学习者可以很容易的快速定位到关键词，快速找到关键词之间的关系，这非常有利于关系的建构，同时也大大减轻了自身的认知负荷。

我们可以将通过语言文字建构关系和通过“可视化图表”建构关系的区别总结如下（见表 1）。

表 1 通过语言文字建构关系和通过“可视化图表”建构关系的区别

	语法表达	可视化图表
基本特点	碎片式	整体式
信息排列方法	基于时间顺序	基于空间顺序
建构方法	借助于回忆或回看，负荷大	借助于视觉的快速定位能力
关键元素	不突出	突出（只显示关键元素）
元素关系	相对隐晦	突出（用形状表达关系）

我们再通过一个具体的例子（见图 9 “纪念币与纪念章的区别”的“可视化图表”组织方式），就可以更为直观地感受到“可视化图表”的特点，体会到运用可视化表征方式给我们的学习带来的好处。

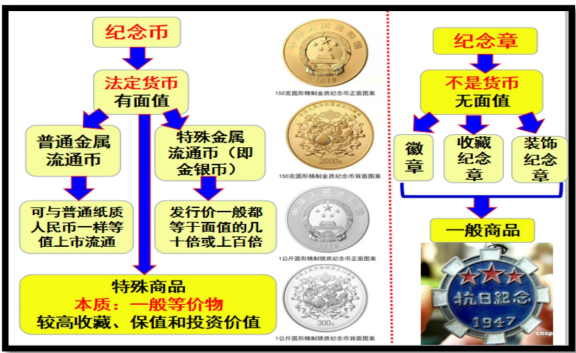


图 9 “纪念币与纪念章的区别”的“可视化图表”组织方式

上述例子表明，“可视化图表”通过对关键词的空间排列，能够比语法更好地表达复杂关系，更有助于关系建构，更有利于学习者对复杂关系的理解。

3 可视化表征与人脑的“空间感知与计算能力”

“可视化”促进理解还基于大脑的一个重要工作机制：它同时发挥了人脑强大的“空间感知与计算能力”。在大脑的各个脑区中，空间类的信息是由顶叶负责处理的。当人看到一个视觉场景时，除了枕叶外，顶叶也会同步开展对视觉场景中空间信息的处理工作（任何视觉信息中必然含有空间信息）。比如，当我们开车时（如进行并线、超车或倒车操作时），必然会强烈激活顶叶的空间感知与计算能力——本车距离前后左右的目标物各有多远，等等。

在可视化图表中，信息元素是以空间形式进行排列的，各元素之间的空间位置关系（远近、大小）、区隔关系，都是由顶叶负责解析的。由于“可视化”的表征形式同时激活了大脑的视觉能力与空间能力，因此可以说，可视化是一种基于视觉认知与空间计算的思维系统。

这种思维系统与前额叶所代表的逻辑推理系统是平行的（如图 10 所示），它们各具特色，互相不能取代。因此，如果在教学中能够充分激活学习者的颞叶（语言）、额叶（逻辑）、枕叶（视觉）、顶叶（空间），使学习者的全部脑区都能被激活起

来的话，一定能取得很好的教学效果。

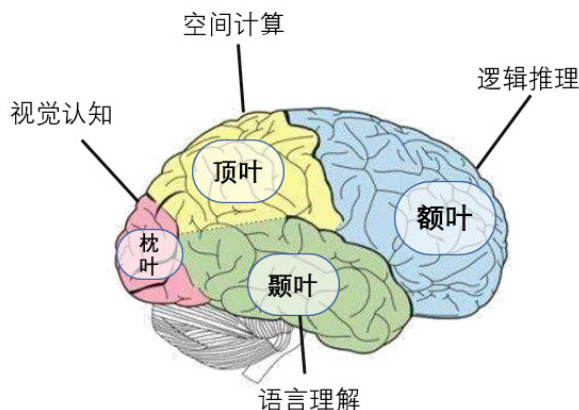


图 10 颞叶、额叶、枕叶、顶叶的功能

3.1 可视化表征与理科知识的学习

需要特别指出的是：脑的空间感知能力对于理科知识学习是非常关键的。理科中的函数图像、电路图、分子结构图、地图、细胞构成图或动态原理图能强烈地激活顶叶的空间感知与计算能力。这种激活对于理科知识的理解是至关重要的，如果没有这种激活，大多数理科知识都很难理解。

比如，在讲初中数学“五点法作二次函数图像”知识点时，大多数老师的讲法都是“照本宣科”：先计算出 5 个点的函数值、然后用“平滑曲线”把 5 个点依次连接起来，形成二次函数图像。

然而，这种讲法让学生普遍感到的困惑是：为什么要描 5 个点？为什么不能用线段连接？为什么要按照老师画的那种“平滑”方式来连线，而不能用另外一种方式来连线呢？这一难题不仅学习者无法理解，老师也难以给出合理的解释。

而使用“可视化”技术，就可以轻松解决这一难题。中科院张景中院士开发了一个名为“网络画板”的网络软件，只需通过浏览器即可进入。使用该网络软件，只需短短几分钟，就可以做出一个动态的可视化作品，把二次函数 $y=x^2$ 的图像的生成过程，完美、直观地体现出来（如图 11 所示）。

在图 11 中，只需拖动 X 轴上的点（如图中箭头所示），坐标系中相对应的点 (x, y) 就会同步变动，并且会同步留下跟踪轨迹（即不同的点）。于是，在整个坐标系中，这些点就构成了一条完整的轨迹（如图中的曲线），该条轨迹正是 $y=x^2$ 的图像。

这个“可视化”作品充分发挥了人类的视觉优势，使枕叶与顶叶都被高度激活。学习者大脑通过捕获和处理不断变化的视觉信息和空间信息，再结

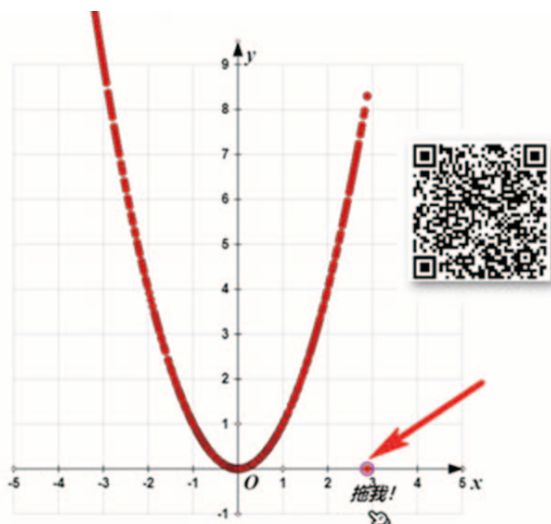


图 11 $y=x^2$ 的图像生成过程

合老师的语言讲解，就可以“真正理解”函数图像到底是如何生成的，所有困惑都会迎刃而解。而以上动态生成图像的过程，如果用语言来描述，几乎是不可理解的。

这一案例足以说明，用语言文字来描述复杂空间的关系，尤其是动态变化的空间关系，几乎是完全无效的。而通过“可视化”的表征方法，则可以激活枕叶尤其是顶叶，对视觉信息以及视觉中所蕴含的大量复杂的空间关系进行高效加工，结果就可以极大地促进学习者对知识的理解。

4 余论：“知识可视化”与相关领域的关系

通过上文对“可视化”的脑科学原理的分析，我们可将“知识可视化”分为“场景可视化”和“关系可视化”两种类型。“场景可视化”的作用机理是利用人类强大的视觉感知力、解析力和记忆力，用视觉方式为学习者创建知识情境，让学习者在情境中形成感知、建立体验，为语义理解提供丰富、清晰、印象深刻的“非语言”信息（即“表象”），以此来促进对“词汇”的理解。“关系可视化”的作用机理则是利用人类视觉的“整体式”认知特点，以及快速切换视线焦点的能力，将信息元素排列在一个统一的空间中，同时发挥顶叶的空间感知与计算能力，以此促进对信息元素之间“关系”的理解。

在关系可视化中，又可细分为“静态关系的可视化”（图表）和“动态关系的可视化”（动图）两种。“动态关系的可视化”（或称为“过程可视

化”)可将大脑视觉认知、空间计算能力发挥到极致,这种呈现方式可在信息元素之间的关系出现动态变化的情况下,仍然能对信息元素的空间关系进行有效解析。

需要说明的是,虽然“可视化”适合于大多数知识场景,但“可视化”不是万能的,有些知识并不适合“可视化”的表征方式(比如语言类知识)。同时,也并非所有知识难点都必须采用“可视化”的方式才能解决,比如也可以采用类比、故事化、案例化、亲身参与活动等情境创设方式来帮助阐述,只要运用恰当,任何一种方法都可以取得很好的效果。

事实上,无论采取哪种方式,只要能充分发挥人脑的优势特性,就能够取得好的教学效果。因此,理解大脑本身的特点、理解大脑是如何开展学习的

(这是“学习科学”领域的核心研究主题),是理解和构建一切高效教与学行为的基石。

最后谈一谈最近几年比较流行的“思维导图”的归类问题。有些专家把学习者自行创作的思维导图,也称为“知识可视化”。然而,根据“知识可视化”的定义,“知识可视化”的目的是广泛传播知识,是“帮助他人正确地重构、记忆和应用这些知识”,而学习者创作思维导图的目的,主要是整理或激发自己的思维,并非为了传播(事实上学习者创作的思维导图往往也不够准确、全面和合理,因而也没有广泛传播的价值),因而不应将思维导图算作“知识可视化”的一种。考虑到思维导图的作用主要是“整理思维”,将其称为“思维可视化”也许更为合适。

参考文献:

[1] Eppler M.J., R.A. Burkard. Knowledge Visualization: Towards a New Discipline and its Fields of Application[R]. Lugano: University of Lugano, 2004: 3.

[2] Alexander G. Huth, Wendy A. de Heer, Thomas L. Griffiths, etc. Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex[J]. Nature, 2016 (532): 453-458.

[3] 中国科学院心理研究室. 巴甫洛夫关于两种信号系统的学说[M]. 北京: 中国科学院出版社, 1952: 2.

[4] Paivio, A. Mental Representations A Dual Coding Approach[M]. Oxford: Oxford University Press, 1986: 53.

[5] LGK Brodmann. Brodmann's Localisation in the Cerebral Cortex[M]. New York: Springer Publishing Company, 1994: 108.

[6] 查有梁. 控制论、信息论、系统论与教育科学[M]. 成都: 四川省社会科学院出版社, 1986: 166.

[7] 沈政, 方方, 杨炯炯, 等. 认知神经科学导论[M]. 北京: 北京大学出版社, 2014: 91-92.

[8] Cowan, N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity[J]. Behavioral and Brain Sciences, 2001 (24): 87-185.

(责任编辑 李毅坚)

(上接第38页)

[24] 柴彦威, 马静, 刘志林, 等. 城市地理学思想与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 100.

[25] 列斐伏尔(Levevre H.). 空间: 社会产物与使用价值[M]// 王志弘, 译. 空间的文化形式与社会理论读本. 台北: 台湾大学建筑与城乡研究所明文书局, 2002: 20.

[26] Levevre H. Critique of Everyday Life(Vols 1-3) [M]. Translated by J. Moore and G. Elliott. London: Verso, 2008: 92.

[27][英] 安东尼·吉登斯. 社会的构成: 结构化理论纲要[M]. 李康, 李猛, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2016: 22-25.

[28] 柴彦威, 马静, 刘志林, 等. 城市地理学思想与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 220-222.

[29] 黄汉民. 福建土楼: 中国传统民居的瑰宝[M]. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 2017: 299-301.

(责任编辑 李毅坚)