

# 词意辨析：可视化、视觉化、Visualization及信息图形

Differences Among Similar Concepts of Visualization in the Context of Chinese, Japanese and English

向 帆  
Xiang Fan

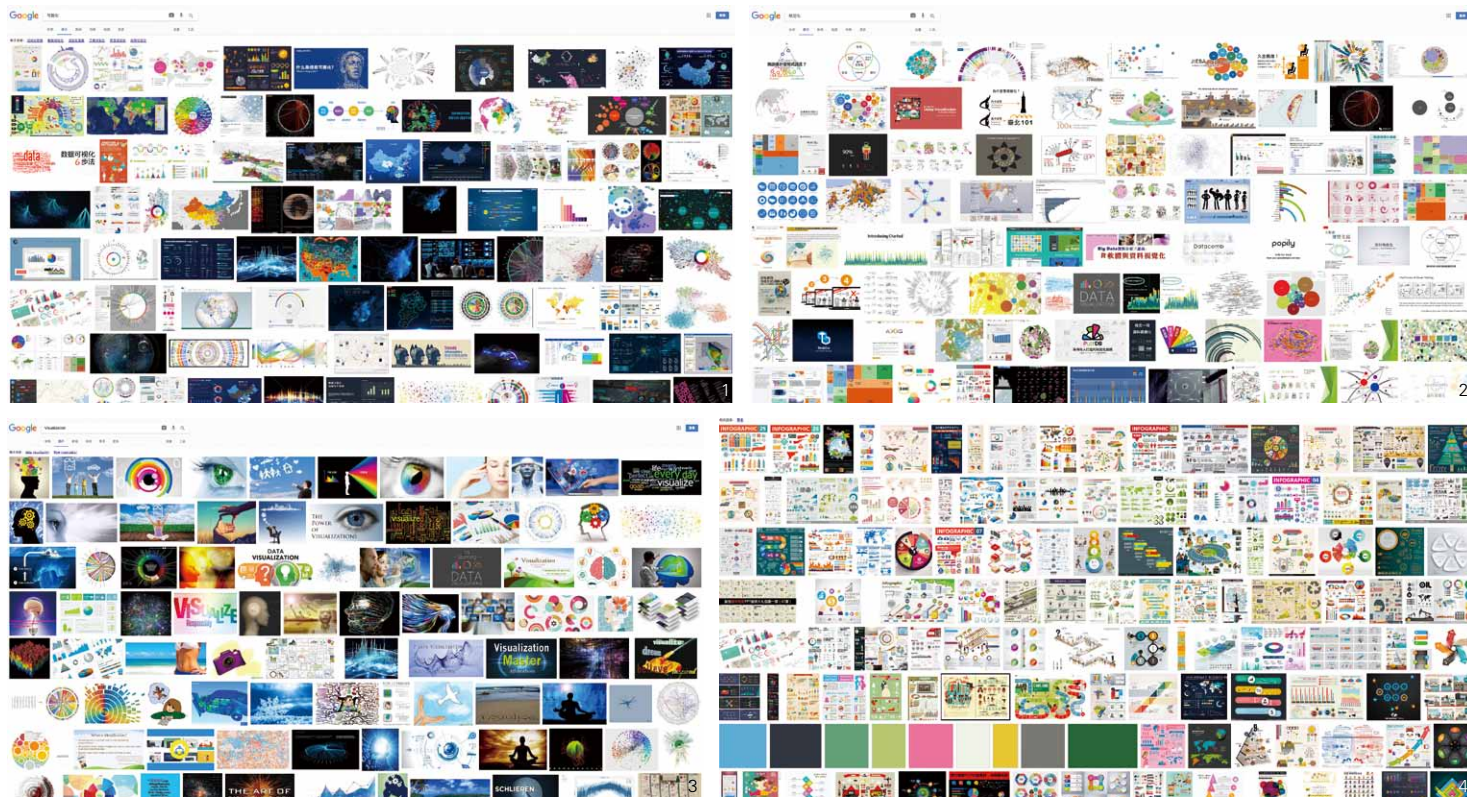
内容摘要：当我们翻开有关视觉化、可视化、信息图形的书籍或论文，会发现它们所列举的作品非常相似，并都指向英文单词“Visualization”。这四个相似度极高的词语形成了一片模糊的风景。本文通过词义考察、文献纪录分析来辨析这些词之间的关系，尝试辨识“可视化”与“视觉化”的正误、厘清“视觉化”与英文对应词“Visualization”的对应关系，并讨论“视觉化”与“信息图形”之间的本质差异，以期获得对此领域更明确而深入的理解。

关键词：视觉化、可视化、Visualization、信息图形、定义

DOI:10.16272/j.cnki.cn11-1392/j.2017.04.007

从字面上来看，“视觉化”和“可视化”似乎是同义词，而且许多时候统计图表、说明性插图、信息图形、信息图、信息设计等概念同时出现，被用来彼此解释。当我们在谷歌搜索中分别以“可视化”“视觉化”“Visualization”与“信息图形”等搜索图像时，搜索结果之间并没有明显的差异，这个现象反映了当前概念的混乱状态。（图1—4）

遗憾的是，目前中文词典并没有收录这些词汇，各类文献中的定义又实在太多。本文尝试分析其中四个特别重要的概念关系；一方面依靠字典和文献中的词义进行内容比较；另一方面使用搜索引擎展开验证，旨在判断我们究竟在谈论“视觉化”“可视化”，还是“信息图形”。



1. “可视化”在谷歌检索中的图像结果 2. “视觉化”在谷歌图像检索中的结果 3. “Visualization”在谷歌检索中的图像结果 4. “信息图形”在谷歌检索中的图像结果

## 一、可视化

“可视化”并不是一个在中文词典中可以查到的词汇，那么“可视化”最早出现于什么地方？笔者发现的最早中文文献是1972年出版的《射流技术译文集》<sup>[1]</sup>，在其索引页中，flow visualization被翻译为“流动可视化”。从那之后，“可视化”一词在20世纪70年代的流体力学研究领域中频繁出现，而不少论文又引用了日文文献。例如《国外射流技术在工业自动化中的应用前景》一文中引用了《日本射流技术研究统计成果》<sup>[2]</sup>，更有《流动可视化新技术》等日本流体力学论文被翻译发表<sup>[3]</sup>。直至1985年，计算机领域才出现了“可视化”一词。<sup>[4]</sup>因此，笔者认为“可视化”应该是中日学术交流中回流的汉字新词。

我们可以看到日文中“可视化”的说法比中文还多，大概有ビジュアルリゼーション（外来语）、ビジュアルイゼーション（外来语）、可视化、视觉化、見える化（可见化）等五个类似词。日本的一般词典里没有“可视化”一词，于是笔者尝试借助《英日辞典》考证“Visualization”所对应的日文表达，结果发现《不列颠国际百科事典》《図書館情報学用語辞典》《Progress 英和中辞典》等权威辞典中对应的日文却不是“可视化”，而是“视觉化”，仅有《法和理工学词典》中将“Visualisation”翻译为“可视化”（图5），这反映出日文语境中存在着和中文一样的概念模糊问题。

从文献记录来说，日本国立国会图书馆收藏的最早含有“可视化”一词的文献是一篇发表于1934年的化学论文<sup>[5]</sup>，1962年之后广泛运用于流体力学。另一方面，最早出现“视觉化”的文献是1943年出版的图书《电影与音乐》，论及了音乐视觉化。对比来看，“可视化”在科学界，“视觉化”则在人文学科中使用，它们都对应了英文词汇Visualization，这一个奇怪的用词现象在日本和中国都发生了。日本科技评论者清水正行说：“在翻译Visualization的时候，我们曾经有‘可视化’这个词来对应。但是最近以来，‘视觉化’（看到之后能够感觉到）超越了‘可视化’（使能够看到），‘视觉化’更容易实现了。因此，我把‘data visualization’译为‘数据的视觉化’。”<sup>[6]</sup>这显示出日语中的“可视化”概念也正处于一个被澄清的进程之中。

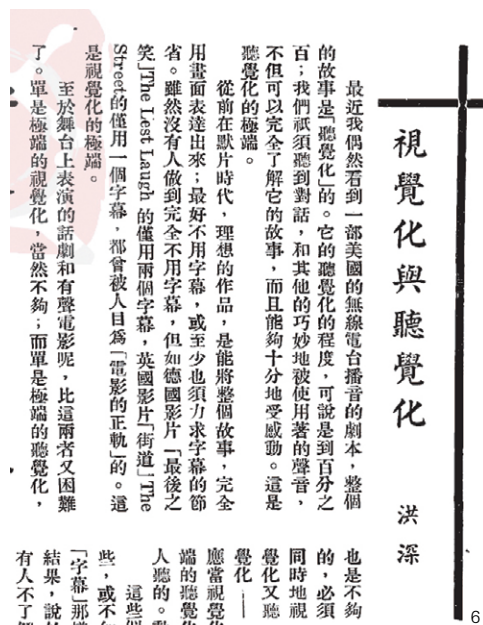
那么在中文语境中“可视化”是不是就能等同于“视觉化”呢？或者“可视化”涵盖了其他几种相似的概念？笔者认为不是。“可”作为助动词在动词之前，表示“能”的意思<sup>[7]</sup>，意味着一种可能性，“化”为后缀助词表现一个转化过程，“可\_\_化”的构词结构应该意味着使不可能向可能转化<sup>[8]</sup>，例如“可绿化”“可现代化”是指被绿化和被现代化的可能性，并不等同于“绿化”和“现代化”。因此，“可视化”应是指向从不可见向可见的可能性转化，并非使之转化为可见。相应地，“可视化”对应的英文单词应是“Visibilization”，而不是现在广泛使用的“Visualization”。

如果我们仔细检阅中日文献数据库，可发现中国及日本科学界在20世纪90年代以前既使用过“视觉化”，也使用过“可视化”。就中国方面来说，20世纪90年代之后，计算机科学在该领域的研究比任何学科都更加迅猛，包含“可视化”内容的计算机科学论文总共发表了196,124篇，这些论文应该影响了社会对此种技术的理解，最终整个学

る)。  
vissage m. なじ止め, なじ締め, なじ込み縫  
vissé (adj.), manchon ~ なじ締結。  
visserie f. なじ類, 小なじ類, ボルトナット, な  
じ工場。  
vis-taraud f. タッピンなじ。  
visualisation f. 可視化, ディスプレー装  
écran de ~ ディスプレースクリーン。  
visuel, elle adj. 視覚の, 視力の。  
acuité ~elle 視力。  
organe ~ 視覚器官。  
vital, e, aux adj. 生命の, 生活の, 生体  
の。  
ホホホホ

5. 日本出版的《法和理工学词典》(部分截图)

6. 洪深的《视觉化与听觉化》部分



界发表的“可视化”论文共计70多万篇（中国知网，截至2017年3月）。相对而言，含有“视觉化”的文献虽然出现更早，至今为止文章发表总量却只有50,814篇，相当于“可视化”论文总量的7%。因此笔者推论，大量以计算机科学为主的“可视化”论文让“可视化”这种说法更加普及，并最终普遍形成二者为同一概念的现状。

## 二、视觉化

与“可视化”一样，中文词典上找不到任何“视觉化”的词义解释。如果我们按照构词结构来理解的话，“视觉化”是否可以被定义为“使物从不可见转为可见”的过程呢？如果是，那么我们可以推论所有绘画都应该是一种“视觉化”形式吗？在比较早期的《英汉词典》中，“Visualization”被解释为“视觉化”“使看得见，使具形象……”<sup>[9]</sup>，却并没有以绘画这种典型的可视的艺术形式为例。这说明，只是“将不可见的变为可见的”这一广义定论并不是“视觉化”的真意。

相比“可视化”出现的1972年，笔者能查阅到的最早的含有“视觉化”的中文文献发表于1935年，出自戏剧理论家洪深，他在戏剧理论中多次论及“视觉化”概念，甚至以《视觉化与听觉化》为题写作。<sup>[10]</sup>（图6）王朝闻先生在《水不紧鱼不跳》一文中论及“文革”戏剧中滥用手势的



问题时说道：“如果只从词意着眼，硬要把‘外表美好，中心腐烂的苹果视觉化’，那岂不比幼儿园的唱游还要幼稚。”<sup>[11]</sup>这些戏剧理论中谈及的“视觉化”对象都是观众用肉眼无法见到的，只能通过演员为媒介来理解一个人物，而演员本人并不是剧本中的人物。

“视觉化”的生物学意义究其本质而言是突破视力所限，指的是我们借助工具看见原本肉眼看不见的东西，例如人类运用射线看到外空星云，将本来实际无法用肉眼观察的对象转化成可以理解的关系，这才是“视觉化”的本意。海德格尔曾提及：“从本质上看来，世界图像并非意指一幅关于世界的图像，而是指世界被把握为图像。”<sup>[12]</sup>在笔者看来，他表述了“视觉化”的目的与本质，也否认了绘画可以被归类于“视觉化”的观点。

有趣的是，中国的文艺理论、文学、文化、世界文学、美学及语言文学界只使用“视觉化”，没有出现过包含“可视化”的论文，而计算机科学文献中则有 188 篇使用过“视觉化”的论文（中国知网，1980—2017 年 3 月数据）。笔者推测这种现象是因为人文学科更重视专业词汇的构词与语义，“视觉化”这个词不仅符合中文构词法则，能够让人从字面了解其意，而且其“视觉化”之“觉”更富有感知之内涵，胜于“可视化”之“视”。

基于上述论证，笔者认为，从构词关系及语义来说，“视觉化”比“可视化”的意思更加准确，“视觉化”可以被定义为一种将不可见对象转化为可间接观察的过程。

### 三、Visualization

#### 1. “Visualization”的多意及演变历程

美式英文词语“Visualization”源自英式英文词语“Visualisation”，其词根 Visualise（英式英语拼法）最早出现于 1817 年英国诗人柯勒律治的作品之中，因此人们普遍认为是柯勒律治创造了这个词。它在《牛津英语词典》中有两个解释：①指在头脑中形成图像的行为与过程，比如冥想中头脑里出现的图像；②把一些不可见的绘制成可见物的过程。

为什么“Visualization”包含两个含义呢？在线《牛津英语词典》所提供的“Visualization”一词在重要文献中出现的时间，为我们解读其含义的变迁提供了很好的观察角度。以下节选部分：

1817 年，Visualized 最早出现于英国诗人柯勒律治的《古舟子咏》（S. T. Coleridge, 1817），表现了如何通过文字描述让读者产生对季节的意象；

1834 年，Visualized 出现于作家卡莱尔的《衣裳哲学》（T. Carlyle, 1834），用于描述存于记忆中的形象；

1863 年，Visualise 出现于爱尔兰物理学家丁铎尔的《热作为一种运动模式》（J. Tyndall, 1863），表达作者无法表现出原子的运动，属于第二个词义；

1882 年，Visulize 出现于《麦克米伦杂志》，描述如何运用一些答案来想象；

1884 年，Visualization 出现于《视觉化的下一阶段》（19 世纪的格尼与迈尔斯，1884）；

1899 年，Visualize 出现于《作为社会力量的基督教徒》（J. Smith, 1899），用于描述文学中讲故事的手法；

1912 年，Visualize 出现于《运动画面世界》，用于表达电影的实况记录方式，让所有人都可以快速理解，属于第二个词义；

1925 年，Visualize 出现于作家劳伦斯《现代通信月刊》（D. H. Lawrence, 1925），用于表述摄像机不能比凡·高更完美地表现向日葵，属于第二个词义；

1926 年，Visualization 出现于《格拉斯哥医学杂志》中的胆囊造影术论文，属于第二个词义；

1938 年，Visualizing 出现于《医学学报季刊》，用于描述医学中的放射性照相再现胃部炎症，属于第二个词义；

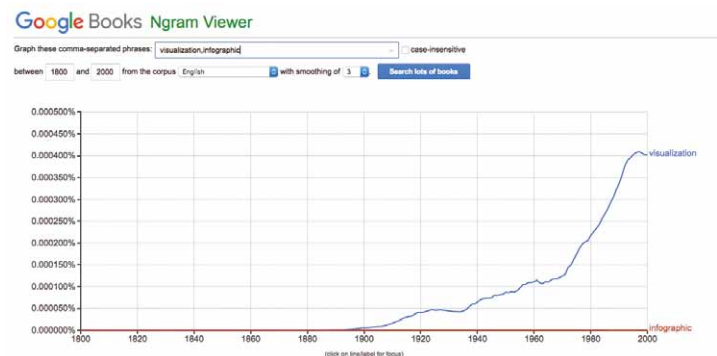
1958 年，Visualized 出现于《神经病学与精神病学》，谈及染色法，属于第二个词义；

1971 年，Visualised 出现于《每日电讯报》，谈及脉冲超声可以在水及固体中被眼睛观察到，属于第二个词义。

从以上定义所出现的时间顺序和频率来观察，可以发现：“Visualization”在 1900 年之前更多地被运用于文学、宗教及心理学等，作为一种对想象景象的描述，这正是“Visualization”的第一个词义：冥想。1900 年之后一些重大技术进步为人类带来了新的观察方法，例如 X 光照相可以让科学家看到活体内脏的骨结构（X 光片），高速摄影让人能看到快速动态下的瞬间场面。这些借由技术将肉眼无法直接看见的对象转换为可间接看见的方式为“Visualize”增添了新的内涵，即“Visualization”的第二个词义。从共通性来说，两个词义中所指的可见对象都不是实际对象，前者的可见对象出现于头脑之中，后者则是让肉眼间接看见对象。例如 X 光片帮助我们看见骨结构，但是所见的骨并不是骨本身，而是成像的胶片。这里也可以回答本文第二节所提及的绘画算不算“视觉化”的问题，因为绘画作品的内容是肉眼直接可见的对象。

值得注意的是，中文中“视觉化”的内涵中并没有冥想之意，只是取用“Visualization”中的第二个词义。

根据“Visualization”在谷歌（Google Books Ngram Viewer）中的频率变化曲线图（图 7），可观察到“Visualization”在历史中的



7. 基于 Google Books Ngram Viewer 的“visualization”词频统计曲线图

演进过程，并可将其分为三个重大历史阶段。其中，第二阶段大概是1900–1960年期间，统计学将“视觉化”推向了一次巅峰。第三阶段则是20世纪90年代至今，人们可以将大量人工难以处理的数据转化为图形，并非1910–1980年之间以肉眼不可见的物理对象，这说明我们可能正处于“视觉化”第三个词义形成的阶段。

## 2. Visualization 的定义现状

也许正是因为“Visualization”的多义和跨学科特性，当下身处数字时代的学者们从不同学科提出对“视觉化”的定义也是多样的。<sup>[13]</sup>其中，有些学者甚至在同一篇文章、同一本书中尝试多次以不同的方式来定义。

——视觉化是对数据进行交互的视觉表达，以增强认知的技术。（Hansen, 2004）

——计算的视觉化目的是通过运用我们的视觉机制而获得洞察。（McCormick et al.1987）

——视觉化是一种计算方法。（MaCormick et al., 1987）

——视觉化：不以图像现实为目的，而是以增强理解为目的的数据展示。（A Dictionary of Computing. Oxford University Press, 1996）

——视觉化本质来说，是一个从计算机表现到知觉表征的关系处理过程，通过编码增强人的理解和沟通。（Owen, 1999）

——视觉化是以图形揭示数据。实际上图形能够比传统统计计算更加精准，并具有揭示性。（Tufte, 2001）

——视觉化仅仅是一个人类认知行为，和计算机无关。（Spence 2007）

——视觉化的目的是，将抽象信息转译为视觉形式，为信息带来新的洞察方式。视觉化对于数据洞察看起来很成功。（Hearst 2009）

——信息视觉化的目的是运用视觉表征来揭示大型或抽象数据所隐含的结构，这些视觉表征运用了人的视觉感知系统的各种强大处理能力。（Berkeley, 2010）

——视觉化是非视觉的大量数据到视觉表现的转化。（Manovich, 2002）

——信息视觉化是在分散的数据和视觉表征之间所构建的关系图谱。（Manovich, 2011）

——视觉化是一个技术，它运用计算方法，视觉地组织、展示和解读大量信息，揭示了那些仔细阅读所不能推理出的模式。（Manovich, 2011）

——好的视觉化是一种表达数据的方式，能帮助你发现那些盲点。（Nathan Yau, 2013）

——视觉化是一种表达数据的方式，是对现实世界的抽象表达。它像文字一样，为我们讲述各种各样的故事。（Nathan Yau, 2013）

——视觉化不仅仅是一种工具，它更多的是一种媒介：探索、展示和表达数据含义的一种方法。（Nathan Yau, 2013）

学者们从目的、工具、对象、方法等多个维度来界定“视觉化”这个概念，但是定义的角度大多限定于自身的专业研究角度。

从目的来说，大部分学者并没有把目的定义为我们所熟悉的图表、

图形等媒介形式，而是更愿意指向“洞察”“理解”“沟通”“讲故事”“发现”“证明”“揭示”等方向。笔者本人更偏爱“洞察”，因为它暗示了数据的复杂性以及人对信息的主动发现行为，显现出基于深度发现而获得的成就感。

从工具来说，前文所显现的“Visualization”的三个词义发展阶段对应着工具的发展程度。虽然以X光技术为工具的“视觉化”并未被定义为“X光视觉化”，但是现在以计算机为工具的“视觉化”却被人们称为“数据视觉化”。数字媒体研究者列夫·马诺维奇认为，在计算无所不在的时代，每个个体都可以运用低成本的计算机与互联网来进行“视觉化”，以数字技术来定义“视觉化”不仅不具有时间的广度，也更显多余。<sup>[14]</sup>笔者则认为，工具也可以成为“视觉化”概念细分的一个工具子类，例如“数字视觉化”限定为数字技术的“视觉化”方式。

“视觉化”的方法被不同专业学者所总结，其中计算科学学者所谈及的方法内容是数据处理及计算的方法，视觉设计学者则论及如何运用造型、色彩、字体来形成视觉信息传播的方法，认知学学者则认为“视觉化”是一个认知方法建构、认知形成到认知评估的过程，等等。这些多样的方法看起来如此令人目不暇接，正说明“视觉化”是一个跨专业的知识领域，并没有一个通用的、标准的方法。数据视觉化的研究者本·弗莱（Ben Fry, 2007）曾经在其著作《数据视觉化》中的回答：“每一个数据对象都应该针对其视觉化的目的而有自己的方法，而不是所有的数据使用同一种视觉化方法。”<sup>[15]</sup>那么如何解决跨专业的问题呢？只有协作。

“视觉化”是一个有主体的行为，以上罗列的定义中并没有明确界定视觉化的主客体，只有少部分包含客体。科学研究中的“视觉化”往往是探索性工具，科学家既是“视觉化”的主体，也是客体。在新闻领域中，编辑则是“视觉化”的主体，读者是客体，有明确的主客体之分。值得注意的是，最近快速发展的在线交互“视觉化”程序、软件及平台等提升了用户的可参与能力。例如，No Ceillings项目可以让用户主动在时间线上选择不同的国家，从而观察各国劳动力的性别差异，并愿意确信视觉化成果的可信度。<sup>[16]</sup>虽然“视觉化”的定义者们并不明确定义其主客体，但当视觉化与其他类似概念混淆的时候，人们更愿意根据“视觉化”的主客体关系来划定界限，例如，是面向客体表达观点，还是主体的自我探索。

英文单词“Visualization”经历了上百年的演进，从冥想、看见肉眼所不能见之物，再到数据之间的抽象关系，其词义随着视觉化工具的进步而被丰富。英语学界中的多种“Visualization”定义差异则证明：这个跨学科的领域正是需要各专业的协同才可能推进“视觉化”的方法发展和传播效果，达到认知的目的。

## 四、“视觉化”与“信息图形”的差异

无论“可视化”“视觉化”“信息图形”，还是“信息设计”的研究者都会以法国工程师查尔斯·米纳尔（Charles Minard）在1885年设计的《拿破仑东征》为本领域的经典案例。（图8）可惜，第一个引用此图的学者Tufte却只是将此图看作统计图形（statistical graphic）<sup>[17]</sup>，

它并不能吹散概念的迷雾。为什么这些概念总是结伴而行呢？如果说“视觉化”意味着将不可见对象转化为可间接观察对象的过程,那么“视觉化”和“信息图形”听起来仿佛是同一件事情,而笔者认为这两个概念的差异正是目前亟待澄清的问题。

1. 基于文献的调查

最早在国内正式介绍“信息图形”的是吴琼,她于2007年翻译了德国学者马库斯·斯洛普的文章《论信息图形》<sup>[18]</sup>。这篇文章回溯了“信息图形”发展的相关概念,在开篇就将“信息图形”定义为“一种集合信息、数据和知识的视觉表现手段”。其中“信息图形”的对应英文为 Information Graphics。

Information Graphics (下文简称 Infographics) 在谷歌书籍 (Google Book) 中最早出现于1981年的《自然与资源》杂志。《牛津英语词典》将“Infographics”解释为当下主要用于新闻的视觉图像 (比如表格或者结构图), 以一种容易理解的方式呈现信息或数据。《不列颠百科全书》在 Infographics 目录下收藏了共三个手工绘制的图像; 相对地, 对应 Visualization 一词则收藏了215篇文献及9个图像结果, 包含艺术、医学、计算机和图表。以上现象表明,“信息图形”应该是“视觉化”的一个子类, 它不仅晚100年才出现, 而且使用的广泛度和多元程度都更局限。

2. “视觉化”与“信息图形”的区别

不仅仅在中文世界,英文世界也有大量关于“视觉化”与“信息图形”之间差异的讨论。人们普遍认同,“信息图形”是一个解释数据故事的工具,而“视觉化”则是一个探索数据的工具。然而,当人们利用“视觉化”的结果来解释、说明并证明观点时,这个“视觉化”成果难道就是“信息图形”吗?

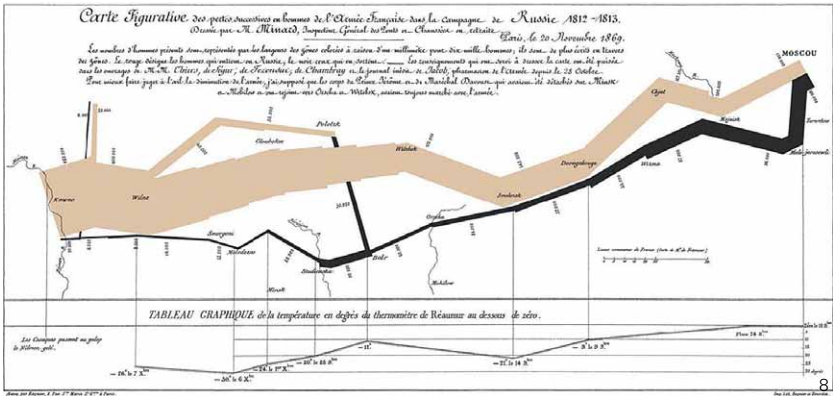
也有人指出“信息图形”与“视觉化”有着截然相反的特征。“手工绘制的工作量越大,作品可以处理的数据量就越小,但其中所包含的设计美感也越多; 而依靠计算机算法生成的图形量越多,可以处理的数据量就越大,但其所包含的设计美感就越低”。<sup>[19]</sup>这个说法听起来很

有道理,但本质上其实违背了一般审美概念,因为审美与制作方法无关,而是关乎内容与形式。许多“视觉化”作品不仅具有普遍的审美标准,还被定义为一种艺术实践的形式,并如同现成品艺术一般改变了人们对现成品 (数据) 的认知。<sup>[20]</sup>如果美感被理解为大众审美的话,“视觉化”过程本身也包含着美化的过程。例如曾经创作了“视觉化”艺术作品《风图》(图9)的作者费尔南达·维埃加斯与马丁·瓦滕伯格在 Eyeofestival 2012 大会 (以技术艺术、互动体验设计和数据可视化为主题的会议) 上展示过他们“视觉化”的过程,其过程中就包含了图形美化的工作内容。<sup>[21]</sup>他们将离散的气流数据转化为具有次序和结构的白线,在这一过程中不断探索如何让观众理解看到大地上的气体流动,最终使观众被大地上的气流景观所震撼。《风图》作品本身并没有因为非手工绘制、处理的数据量极大而失去美感,相反却成为具有欣赏价值的设计艺术作品,展出于美国现代艺术博物馆 (MoMA)。<sup>[22]</sup>因此手工绘制的工作量与美感无关,美感也并不是区分“信息图形”和“视觉化”的标准,它们都可能是具有审美价值的。

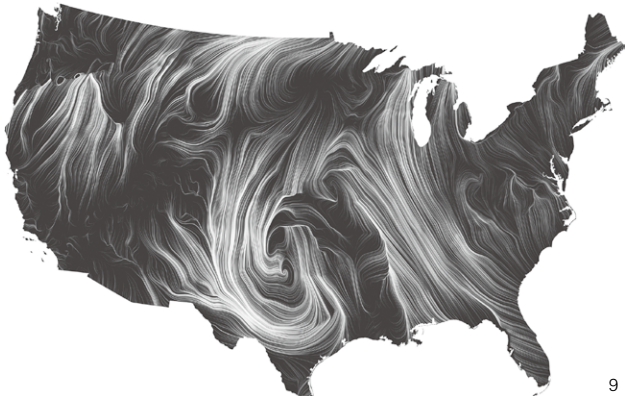
交互性也是一个被人们用来区分“信息图形”与“视觉化”的标准,因为人们普遍相信手工预先生成的图形并不能被数据动态地驱动。但是,现在有许多结合手工绘制图形的数据可视化作品,而表面看起来手工绘制的图形也可能被数据所驱动而产生交互效果,例如软件 Adobe After Effects 就容许实时数据驱动事先设计好的图形元素。

《设计数据可视化》一书中提出了三个区分“视觉化”与“信息图形”的标准:生成方法、数据量表现、审美加工程度。<sup>[23]</sup>根据这个标准,笔者认为,如果一个作品的作者预知视觉结果的形式,其视觉结果并不是由数据直接生成的,而是把大量工作用于视觉美化,那么这个作品就是“信息图形”,它在本质上更加接近绘画这种以视觉形式表达作者已有观点的方式。因此,我们可以推论《拿破仑东征》是一个“视觉化”作品,作者只是决定了“视觉化”的逻辑关系,图形则由实际数据生成,作者并没有基于自己的审美而加工图形结构。

目前,“信息图形”与“视觉化”相结合的形式越来越新颖,让人



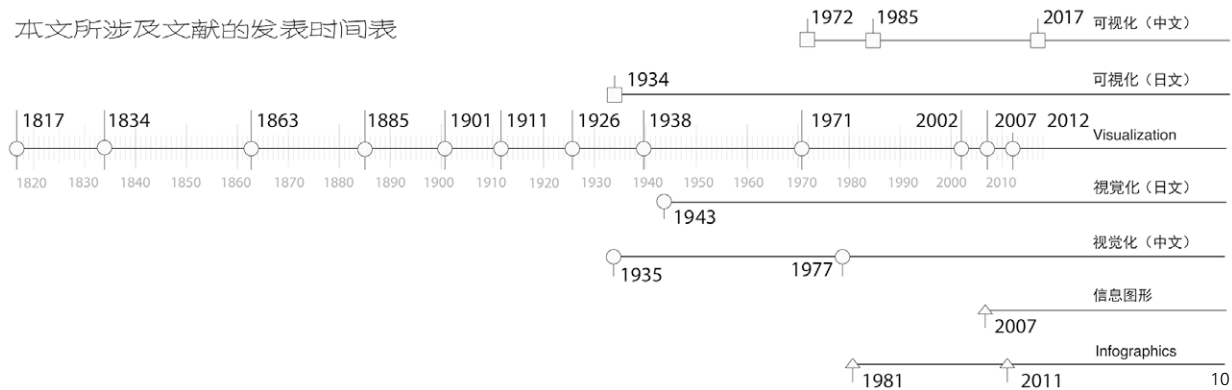
8. 法国工程师查尔斯·米纳尔所绘制的《拿破仑东征》



9. 视觉化作品《风图》



本文所涉及文献的发表时间表



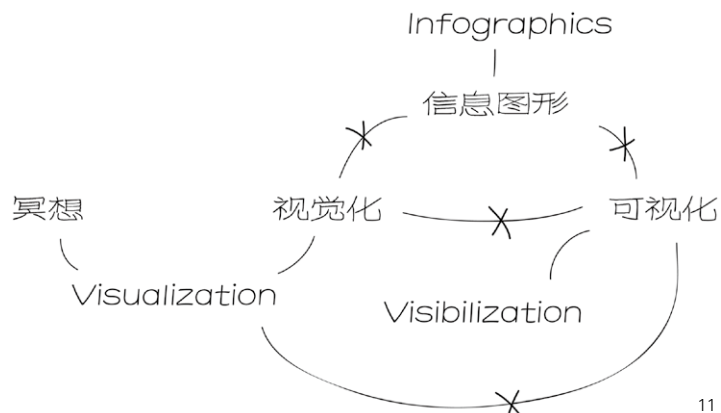
10. 本文涉及的文献发表时间表 (制表: 向帆, 2017)

更容易迷惑, 笔者认为, 无论主观意识还是数据驱动, 它们在视觉成果中所产生的影响程度才应该是判断的关键。

## 结语

越是发展迅猛的领域, 越是存在着未明、混淆的概念。基于在中、日及英语三种语境中对“可视化”“视觉化”“Visualization”及“信息图形”的词义考察, 本文发现这些概念之间并不完全对等, 甚至存在着历史性的、语境的, 以及学科之间的差异 (图 10), 从而获得了对“视觉化”概念更深入的理解。

四个关键概念的关系获得了清晰的梳理 (图 11): “可视化”可能是一个来自日本的外来词, 并不适用于中文语境, 长期被误用为“视觉化”的同义词; “视觉化”并不完全对等英文“Visualization”的内涵, 只是准确对应其第二词义: 将人的肉眼看不见的对象转化为可理解的视觉形象; “视觉化”与“信息图形”是不同的概念, 其本质差异在于其最终的视觉成果是否由人的主观意识所驱动。



11. 本文主张的概念关系结构 (制表: 向帆, 2007)

\* 感谢朱舜山先生、广州美术学院钱磊先生在本文写作过程中提供的建议及校正工作。

## 注释:

- [1] 河北电力学院射流小组等:《射流技术译文集》[M], 1972, 索引页。
- [2] 沈阳仪器仪表研究所射流元件组:《国外射流技术在工业自动化中的应用前景》[J],《仪器仪表通讯》, 1973年第2期, 第6页。
- [3] [日] 中山泰喜:《流动可视化新技术》[J], 劳良新译,《排灌机械工程学报》, 1985年第2期, 第29页。
- [4] 顾昌贤:《日本计算机软件产业的工程化——赴日报告之三》[J],《计算机应用研究》, 1985, 第67页。
- [5] [日] 富井六造:《イオン傳播フロントの可視化兼採録》[J],《工業化学雑誌》, 1934年第4期, 第357-360页。
- [6] [日] 清水正行、データを:《“视觉化”するとは、ということか》, <http://business.nikkeibp.co.jp/article/bigdata/20140603/266102/>, 2014.06.10。
- [7]《词源》[M], 北京:商务印书馆, 1979, 第461页。
- [8] 何乐士等:《古代汉语虚词通释》[M], 北京:北京出版社, 1985。
- [9]《新英汉辞典(增补本)》[M], 上海:上海译文出版社, 1985。
- [10] 洪深:《视觉化与听觉化》[J],《母亲》, 1935年第11期, 第6页。
- [11] 王朝闻:《水不紧鱼不跳》[J],《上海文艺》, 1977, 第77页。
- [12] [德] 海德格尔:《林中路》[M], 孙周兴译, 上海:上海译文出版社, 2004, 第89页。
- [13] Chen, M., Floridi, L., Borgo, R. What is visualization really for? [M]. In: Floridi, L., Phyllis, I. (eds.) The Philosophy of Information Quality, vol. 358 pp.75-93. Springer, Cham (ZG), Switzerland (2014)
- [14] Manovich, What is Visualization, 2002, <http://manovich.net/index.php/projects/what-is-visualization>
- [15] Ben Fry, Visualization Data [M], O'Reilly Media, 2007, pp.1
- [16] <https://fathom.info/noceilings/>
- [17] Charles Joseph Minard's La methode graphique (Paris, 1885), Edward R.Tufte, The Visual Display of Quantitative Information, second Edition, Graphic Press, 2001, Page41.
- [18] [德] 马库斯·斯洛普:《论信息图形》[J], 吴琼译,《装饰》, 2007年第8期, 第37页。
- [19] 李谦升:“挖掘数据之美——信息可视化课程在艺术院校中的教学实践”[J],《装饰》, 2017年第1期, 第112页。
- [20] Roberto Simanowski, Mapping art, Digital Art and Meaning: Reading Kinetic Poetry, Text Machines, Mapping Art, and Interactive Installations [M] University of Minnesota Press, pp.158
- [21] <https://vimeo.com/48625144>
- [22] <https://www.moma.org/collection/works/163892>
- [23] Noah Iliinsky and Julie Steele, Designing Data Visualizations [M], O'Reilly Media, 2011, pp.5