

【特别策划】

新型冠状病毒肺炎疫情数据可视化设计综述

孙远波¹, 闻芷艺¹, 徐瑞鸽², 罗飞¹, 李歌¹

(1.北京理工大学, 北京 100081; 2.雪城大学, 雪城 NY13244)

摘要: **目的** 分析、总结新型冠状病毒肺炎疫情可视化设计案例, 为疫情数据可视化设计的不断完善提供参考。**方法** 检索、分析国内外相关文献资料, 对疫情期间各主要媒体所发布的各阶段疫情数据可视化作品进行收集、分析和总结。**结果** 得出疫情可视化设计的用户分类、数据类型、特点、演化过程等信息。**结论** 收集到疫情可视化设计方案针对大众关心的疫情信息作了形式多样的表达, 并随着疫情发展不断调整改进。同时, 需要提高设计方案的针对性, 加强设计评价以提升可用性及用户体验。也需要完善人流、物流、信息流等数据的可视化设计, 并且达到系统化、规范化、实时化。

关键词: 数据可视化; 疫情信息; 新型冠状病毒肺炎

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)08-0051-12

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.08.008

Data Visualization Design of COVID-19 Epidemic

SUN Yuan-bo¹, WEN Zhi-yi¹, XU Rui-ge², LUO Fei¹, LI Ge¹

(1.Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China; 2.Syracuse University, Syracuse NY13244, US)

ABSTRACT: The work aims to analyze and summarize the case of COVID-19 epidemic visualization design, in order to provide reference for the continuous improvement of epidemic data visualization design. The relevant domestic and foreign literature was searched and analyzed, and the visualization works of epidemic data of each stage published by major media during the outbreak were collected, analyzed and summarized. Thus, the user classification, data type, characteristics and evolution process of epidemic visualization design were obtained. The collected visualization design scheme of epidemic situation has made various forms of expression of public concern, and has been continuously improved with the development of the epidemic situation. Meanwhile, it is necessary to improve the user pertinence of the design scheme and strengthen the design evaluation to improve the usability and user experience. Also, it is essential to improve the visual design of people flow, logistics, information flow and other data, to achieve systematization, standardization and real-time capability.

KEY WORDS: data visualization; epidemic information; COVID-19

新型冠状病毒肺炎简称新冠肺炎, 2020年2月11日世界卫生组织总干事谭德塞在瑞士日内瓦宣布, 将新型冠状病毒感染的肺炎命名为“COVID-19”。与2003年的非典型性肺炎疫情相比, 现在信息化已经有了很大的发展, 可以为疫情防控提供更好的支持。疫情的防控需要相关信息的支持, 信息主要来自各种数据, 数据一般需要可视化才能方便使用。随着疫情发展, 媒体或机构每天将国内、国际的疫情数据以不

同的可视化方式向相关政府部门和社会呈现疫情的发展态势, 并不断优化可视化呈现内容和方式。有必要对此次疫情的数据可视化设计方案进行收集、分析和总结, 发现疫情数据可视化特点及存在的问题, 以利于今后完善、优化疫情数据可视化设计, 用更准确、直观的方式为卫生行政等相关部门, 在疾病监测、医疗资源分配、人员流动管理等方面提供科学参考, 为大众了解疫情信息从而配合政府相关部门工作提供帮助。

收稿日期: 2020-04-10

作者简介: 孙远波(1965—), 男, 河南人, 硕士, 北京理工大学教授、博士生导师, 主要研究方向为工业设计、人因工程、交互设计与评价等。

1 概念阐述

1.1 数据可视化

1.1.1 数据可视化的概念

在计算机学科的分类中,利用人眼的感知能力对数据进行交互的可视化表达以增强认知的技术,称为可视化^[1]。16世纪,天体和地理的测量技术得到发展,通过三角测量等技术可精确绘制地图,数据可视化开始萌芽。20世纪60年代计算机的发展使得数据可视化加速发展,通过计算机图像处理等技术,新的可视化方法和技术迎来爆炸性增长^[2]。数据可视化将相对复杂、冗杂的大数据经过挖掘、转化,提炼出结构化数据内容,并通过可视的方式以用户更易理解的形式展示出来,清晰表达数据内在的信息和规律。数据可视化的应用非常广泛,几乎可以涉及所有行业和领域。随着当前技术平台的发展,数据可视化除了“可视”这一基本特点外,还具有及时性、可互动、具有故事性等特点。

1.1.2 数据可视化与设计

信息可视化设计需要经历数据挖掘、数据处理、图表选择、可视化设计、可用性测试等过程,见图1。数据可视化过程中设计师主要的工作包括需求分析、用户研究、可视化设计与评价、视觉设计等。在数据需求分析阶段,设计师需要对用户真实需求进行深度挖掘分析;在数据展示阶段,设计师需要将有效数据及分析结果进行可视化设计;在用户获得信息阶段,设计师需要设计用户评测机制,通过收集并分析用户的测试结果,整合成可优化的需求点,不断对可视化进行迭代优化。

陆善基于人类认知特点的数据可视化的研究,采用系统模型过程分解的方法,提出了基于用户认知的数据可视化模型^[3]。此模型主要包含四个层次,即战略层、范围层、结构层、表现层,每一个层次都是基于上一个平台而存在的,范围层是依据战略层的目标而制定的针对用户的研究,结构层的交互及数据映射取决于范围层的框架布局,表现层的感知设计取决于结构层中的交互方式及数据映射。

1.1.3 可视化工具

在进行数据可视化的处理时,需要选择合适的工具软件进行数据处理,常用的工具有 Tableau、Power BI、QlikView、FineBI、Google data Studio、excellent compare 等。Tableau 可导入各种格式的文件,实现快速的清晰的可视化;微软开发的 Power BI 可以和微软的其他工具紧密集成,提供高灵活性的可视化制作;QlikView 提供了自动关联数据的功能,用户无需手动建模就可以获得可视化成果,但对于复杂的需求操作要求较高;FineBI 使用简单,可以通过官方教学视频快速学习,并可以多个用户协同操作,输出可视

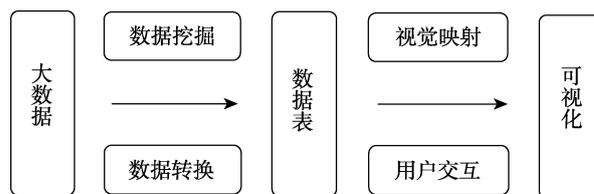


图1 大数据与可视化

Fig.1 The big data and visualization

化内容; Google data Studio 完全基于网页端,简单易上手且可视化的视觉效果较好; excellent compare 是 Excel 的工作表比较同步工具,可以与 Excel 完美兼容,比较多个文件的数据,进行简单的可视化处理。各种软件为可视化设计提供了有力支持,向帆认为虽然通用模型可以帮助人们快速观察数据,但是没有任何通用的模版具有针对性,因此它是一个起点阶段的工具,当需要实现深度的观察和表达时,就必须在研究期间运用视觉设计^[4]。

1.2 数据可视化的设计原则

1.2.1 有用性

有用性即是指产品的功能是否能够满足用户的原始需求。用户的需求来自多个方面,如欲望、信念、情绪等,在疫情数据可视化的作品中,大部分用户的需求来源是社会认知取向,即正确了解世界,了解疫情发展趋势等。黄华曾经在研究中指出社会认知理论的基本前提是:人的信息加工能力是有限的,不能完全处理某个特定的情境下所有感官的信息^[5]。这种有限性表明需要发展出一些系统对冗杂繁复的信息进行归纳处理,提升加工效能。在疫情发生的初期,大众接收的疫情信息呈碎片化,多从间歇性的新闻播报中获取大致的量级范围信息。疫情数据可视化作品将多个维度的数据经过整理归类,以各类名词为主,如累积确诊、累积治愈、累计死亡等,分板块清晰高效地展示数据,以此满足用户的原始需求。

1.2.2 易用性

易用性又包含可学性、可记忆性、低错、容错性和效率等方面。尼尔森提出的环境贴切原则指出:系统的一切表现与表述都应该尽可能地贴近用户所在的环境,包括年龄、学历、文化、时代背景等^[6-7]。哈佛大学学者乔普夫所提出的最小努力原则也指出人们在解决任何一个问题时,总是力图把所有可能付出的平均工作最小化^[8]。对于疫情可视化设计来说,需要准确把握各类型用户的心理模型,符合用户的操作习惯,使用户更容易理解不同操作带来的不同层次信息。

1.2.3 主观满意度

主观满意度是指用户使用产品的主观感受,影响因素有很多,可以将其分成三个部分:信息架构、交

互体验和视觉设计^[9]。信息架构决定用户操作逻辑，需要合理排布信息层级，展示清晰各级数据之间的逻辑关系，主次功能分区展示。在交互体验阶段，用户的角色有着鲜明的变化，从被动接收数据变成主动控制数据和探索信息，分析信息。美学原理是依靠视觉进行信息传达设计的不可忽视的重要准则，设计结果最终以视觉形态进行呈现，用户对设计产出的最初感知也来源于视觉呈现^[10]。将视觉传达的理论运用在疫情信息传播过程中，可以让警示信息更醒目，让数据信息更清晰直观，通过色彩设计、插图形象设计、信息图表设计、材质设计等方面提高民众的防范意识，降低民众的恐惧焦虑心理，给民众以温暖^[11]。在评估和比较数据内容相似的两个信息图表时，可以通过基于任务的评估研究来客观衡量和比较它们的功能是否具备有效性，以及视觉形式的恰当性、吸引力、美感和视觉效果^[12]，由于疫情可视化作品需要更加严谨准确地传达客观信息，所以在功能和形式之间的取舍权衡尤为重要。

1.3 数据可视化设计评价

1.3.1 可视化评价因素

如何有效地评价疫情数据可视化的设计方案，需要考虑到在可视化评价过程中对结果产生影响的因素，通过合理控制变量来评估数据可视化中影响用户可用性的因素，从而指导未来数据可视化的优化方向，主要包括用户、数据及测试三个主要方面。

1) 用户。用户对数据可视化的可用性评测起着关键性作用。用户类型、对数据可视化的了解程度、对可视化交互了解程度、对可视化评测实验的了解程度均对可视化评价有所影响，为了更科学地评价可视化设计，需要考虑到用户作为参与者，在不同专业背景下，对于数据信息的个性化获取需求。

2) 数据。在信息可视化中，数据的密度和大小等自身特征会影响到可视化方式的选择。优质的原始数据应该具有两方面的特征，一是数据本身应该适合用可视化方式进行表达，二是数据应该具有代表性并且涵盖可视化呈现中的全部数据类型^[13]。如何选择有用的信息数据及交互呈现方式影响了可视化的可读性与易读性，不同的数据类型、数据量大小、数据的维度都会影响可视化的可读性。

3) 测试。可用性测试主要需涉及四个方面：设计测试任务、确定测试用户、进行测试、以及在完成测试后迅速分析找到可用性问题^[14]。设计任务设定多为能够覆盖核心操作的任务，同时需要考虑到用户界面组件设计、任务驱动的交互操作设计、手势的交互操作设计等因素。测评内容包括时间、答题准确率、用户满意度。从任务测试完成用时、任务正确率、用户满意度评分等结果分析目前痛点和优化方向。

1.3.2 可视化评价方法

1) 专家评估。可以通过邀请可视化领域的专家

对可视化系统进行专家评估^[13]。选用可视化领域的专家作为评估者，能够用专业水准评判出现有的技术在多大程度上能适用于这样的数据和任务，对此做出比较精确的判断。如有多个专家，可进行打分后将分数综合起来以抵消个人的偏见。

2) 用户测试。用户测试是指在实际环境下对用户使用可视化过程进行观察，从而对可视化案例进行评测^[13]。这种测试要注意避免对用户产生干扰，才可以获得最接近实际的评测结果，因此与可用性测试不同的是在这一方法中没有主持人角色。评测人员可以在用户使用过程中进行观察和纪录，但是不可以提供指导和建议，允许用户主动提出问题和建议，并将所有用户反馈进行收集，将可视化进行优化改进。

3) 眼动实验。基于眼动信息的人机交互方式即记录并识别眼球的不同运动模式作为输入命令信号，实现对一些仪器设备的控制操作。基本的眼动模式有凝视、扫视（眼睛上、下、左、右的运动）、眨眼等。眼动信息可以应用于软件和网站的可用性分析测试，帮助研究者了解使用者的行为和可用性问题和传统的可用性测试方式相比，眼动技术可以提供额外信息，如洞察用户第一眼注视位置及搜索方式等。眼动技术可以显示出用户的即时反应和关注点的分布情况，能帮助研究者了解是什么吸引了用户的注意力，从而思考重要内容的布局^[15]，因此眼动实验被常作为客观评价的手段之一。

1.3.3 可视化评价过程

1) 准备阶段。在准备阶段需对可视化图表进行框架分析，并设定出具体的被试任务流程。实验前撰写实验计划，准备实验脚本，进行人员分工，熟悉实验仪器等。招募好实验被测人员，并签订协议。实验开始前对被测人员进行访谈，并对其进行用户画像定位。

2) 静态测试。设置好每张图片的呈现时间，开始眼动实验后，被测试用户观看屏幕上的数据可视化图表。实验结束后，将数据保存到指定文件夹，完成后可查看眼动结果并导出测试图片。

3) 动态测试。对被测试人员进行眼动仪校准后，让被测人员开始对图表进行实际操作。设置四名主试人，一名负责给被测对象提示下一步任务及重置操作页面确保被测状态；一名负责监视实时画面，并记录各任务完成时间；一名负责记录被测对象的操作和回答情况；一名负责摄像、录音。操作过程中可要求被测人员进行发声思维，用户一边说出心里想的内容一边操作，观察用户是否能独立完成，来判断界面的有效性问题；观察用户在操作的时候是否做了很多无效操作，来判断界面的效率问题；观察用户操作过程结束后有没有不满情绪，来判断界面的满意度问题。实时记录被测得测试情况与提出的问题。操作完成后，将测试结果进行命名及保存，以便分析。最后对被测人员进行进一步访谈。

4) 分析与总结。在实验完成后对静态页面布局

测试结果进行定性分析,对动态测试结果进行定量分析。观察实验录像和记录,对测试者行为和心理进行分析,得出结论,进一步改善交互操作或减少认知障碍。

2 疫情数据可视化设计的用户及内容

2.1 数据可视化在疫情中的应用

2.1.1 在 MERS 疫情报道中的应用

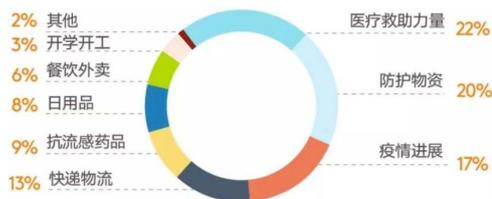
MERS(中东呼吸综合征)是由冠状病毒(MERS-CoV)引起的病毒性呼吸道疾病,于2012年9月在沙特阿拉伯首次被发现,多数感染病例发生在沙特阿拉伯。在程雨姣调查的二十四篇可视化报道中,有十三篇属于知识科普类型,占有较大样本量,报道内容主要为对于病毒的基本信息阐述,包括定义、感染源、潜伏期等^[2]。在呈现方式上,国内外媒体对病毒影响区域报道时多采用数据地图形式和历时性叙事手法以呈现不同时间段数据结果^[2]。在公共卫生报道中,对病毒的客体描述是健康传播的重要内容,是媒体将现象和研究成果转为大众的健康知识,从而改变公众健康理念和行为的过程^[16]。

2.1.2 在埃博拉疫情报道中的应用

埃博拉病毒病是由纤丝病毒科(Filoviridae)的埃博拉病毒(Ebola virus, EBOV)所引起的一种急性病毒性传染病,病死率达90%。最初于1976年在苏丹出现,2014年2月开始,西非爆发埃博拉病毒疫情。BBC团队在《谁,什么,为什么:有多少埃博拉病毒感染者死亡?》的报道中绘制了从1976年到2014年埃博拉病毒感染人数和死亡人数数据的统计与处理,清晰呈现病毒的致死率,再分析其背后影响病毒致死率变化的因素。纽约时报团队在作品《关于埃博拉爆发,你需要知道什么》的报道中,运用时间轴的形式梳理了1976年来历次埃博拉病毒爆发的时间、地点及死亡人数,并对过去每次疫情的严重程度排序,具有历史纵深感^[17]。

2.1.3 新型冠状病毒肺炎疫情数据可视化

疫情数据可视化通过对数据的分析整合和视觉设计,将疫情信息直观易懂地呈现给大众,需要从需求出发从而优化可视化设计^[18]。针对此次新型冠状病毒肺炎疫情相关的数据可视化设计,通过对现有媒体发布的优秀可视化案例进行收集、对比、分析,主要从内容信息、呈现形式、交互形式等角度来分析新型冠状病毒肺炎疫情可视化作品的可用性。因此,选取了十二个具有代表性的可视化案例,其中包括APP客户端的疫情资讯专栏,如腾讯新闻客户端、今日头条客户端、腾讯健康小程序、阿里健康小程序;专业设计团队发布的疫情数据可视化网站,如北京大学可视化与可视分析实验室(美国雪城大学视觉与表演艺术学院、江南大学设计学院、北京理工大学设计与



武汉网友搜索“疫情”相关内容的分布比例

图2 《新型冠状病毒肺炎搜索大数据报告》节选
Fig.2 Excerpts of “The big data report of COVID-19 search”

艺术学院等大学参与数据收集、设计、制作)发布的疫情数据可视化网站,在学习强国、腾讯健康、央视视频等多家客户端APP上均有链接;除此之外,还包括南京艺术学院设计学院、四川美术学院设计学院为代表的疫情数据可视化信息图表院校创作团队,以及“回形针”、“Ele 实验室”为代表的自媒体可视化创作团队设计疫情数据可视化案例。对比分析疫情数据可视化设计的用户类型、数据内容、呈现方式、交互形式,结合用户体验探究其设计要点和未来优化趋势。

2.2 疫情数据可视化用户类型

不同的用户信息认知程度、理解程度不同,获取信息的目的和方式也会有所差异。根据用户的知识背景、认知程度及获取信息的主动性,将用户分为普通用户、兴趣用户、专业用户三种类型。

2.2.1 普通用户

2020年2月1日,人民网研究院与百度联合发布《新型冠状病毒肺炎搜索大数据报告》。报告分综合防疫篇、武汉篇、拒绝野味篇三个部分,还原本次新型冠状病毒肺炎疫情发生前后的大众关注焦点^[19]。普通群众在疫情期间的的基本需求是了解病毒基本知识、了解发展实况、预防措施以及如何分辨网络上的各类虚假信息,其中武汉市民对于医疗救助力量及防护物资的关注度最高,见图2。

在设计中需要遵循交互设计基本原则,使得信息以自然和有逻辑的方式呈现。在文字内容的把握上需要谨慎斟酌使用,避免使用有歧义的词语,同时对于生僻的概念需要加以说明,避免用户产生认知偏差。如在腾讯的页面中,出现“现有确诊数”一词,点击二级浮窗页面后可看到“现有确诊数”取自国家卫健委每日公布的“现有确诊病例数”,该数值反映了当前正在治疗中的人数。实时更新时采用“现有确诊人数=累积确诊人数-累计治愈人数-累计死亡人数”计算得到,通过这一公式可得知这一数值受到“治愈”和“死亡”两个因素影响,现有确诊人数下降并不一定为整体状况好转。

2.2.2 兴趣用户

兴趣用户较专业用户对数据可视化相关知识了解较少,是兴趣驱动型用户。因为对可视化的相关内

容存在兴趣，所以会主动地搜索数据可视化相关信息。在此次新型冠状病毒肺炎疫情中，疫情态势的发展一直是全国人民关心的热点，部分用户会经常通过网络搜索来了解疫情确诊人数等相关信息，他们对疫情数据有着较大兴趣，往往具有一定的文化水平和忧患意识，会花较多时间来探索分析数据可视化内容，获取想要的信息内容。随着信息时代的发展，海量复杂的大数据通过可视化设计使得信息简洁易懂，容易激起用户的体验兴趣。

2.2.3 专业用户

专业用户包括防疫部门和其他相关政府部门管理者、医生、数据可视化领域相关人员，其他与防疫密切相关企业、社会组织人员等。这部分用户对于数据可视化的设计要求较高，需要达到数据实时精准、及时、视觉呈现精良、交互体验流畅等要求。他们大多愿意花费时间来搜索自己想要了解的疫情信息。疫情的数据可视化可以将疫情信息在时间、空间维度上来进行客观精准的描述，为疫情的治理和防控提供了重要参考。如负责疾病控制与治疗类的团队，需要成立医疗专家小组对发生的传染病进行分析，设计出合理的科学应急物资运输方案，组织医护力量对患者进行高效的诊断治疗。过程中需要制定标准化的医疗用品质量检测标准，医疗用品使用资质的审批流程，制定与多方的协商机制，加强沟通和信息同步的效率。行政管理用户的需求是需要通过传染病患状况确定应急医疗物资的种类，但由于传染病的发展有着不定向性，也致使应急物资需要根据疫情发展情况进行实时的调配改变。医生的需求是及时进行病理研究，揭示发病机制，分析死亡原因，总结诊疗经验，提高临床救治结果和防控效果。复杂情境中人们需要协同化的决策辅助方法，可视化能够将数据、推理、预测、模型等转化为能够被决策参与者“看到”的形式，为决策提供清晰、科学的过程平台^[20]。

2.3 疫情数据可视化数据信息

疫情数据量巨大、信息繁杂、实时变化的数据特征使得数据分析变得更加困难，数据可视化在疫情传播方面的应用，则大大缩减了用户对数据内容分析解读的难度，帮助人们对新型冠状病毒肺炎疫情进行实时了解分析，如疫情感染人群分布、病毒传播途径等信息，为政府医疗部门控制疫情提供了重要参考，通过采取合理措施来降低疫情的扩散和感染率。

2.3.1 相关疫情数据指标

对比分析收集到的十二个案例，可以发现发布的疫情数据信息主要包括四类：增量数据、累计数据、存量数据及比率数据，从不同角度揭露了此次新型冠状病毒肺炎疫情的感染规模及严重程度，见表1。

2.3.2 疫情趋势变化

通过案例分析，不难发现疫情的变化趋势在一定

程度上更加容易引起大众群体的重视，疫情数据可视化主要从空间和时间两个维度来反映疫情程度的变化。通过时间曲线可以更直观地反映确诊数、治愈数、死亡数随着时间的数量变化和速度缓急。空间变化上主要通过地图的色块变化来反映疫情的数量变化和扩增范围，反映了疫情对中国及世界的影响。

通过数据可视化，大众可以实时了解疫情随空间蔓延范围和随时间的感染群体变化，以及病毒治疗的最新进展，有助于把握疫情形势和防控能力，寻找出现暴发现象和消退的时间点；疫情的空间规律变化反映了地区分布规律性、随时间的变化趋势，便于控制传染源、切断病毒传播路径，确定疫情的空间聚集程度及扩散趋势。

2.3.3 疫情病毒知识科普

以“回形针”为代表的自媒体团队在疫情防控期间，通过数据可视化的视频解说来向大众科普疫情病毒知识，其发布的《关于新冠肺炎的一切》视频一经发布，在各大网络平台引起了重大反响，网友们积极转发。视频通过四个关键词来展开叙述此次新型冠状病毒肺炎的发展过程，分别是“感染”、“传播”、“口罩”、“勇气”，首先揭示新型冠状病毒的生物感染过程的病毒原理，借着通过论文检索和新闻报道梳理了疫情从爆发到感染的全流程，以科学严谨的数学模型，从专业视角向大众阐释了疫情传播的原理，最后分析了口罩对于疫情防护的重要作用。

哔哩哔哩（bilibili）网站博主“Ele 实验室”发布的《计算机仿真程序告诉你为什么现在还没到出门的时候!!!》和设计师任远在央视《新闻1+1》发布的《数据可视化展现自我隔离对于流行病疫情的控制》，则通过科学严谨的数学模型来模拟疫情在人与人之间的传播，不同颜色的人物小点通过接触使得疫情在人们之间扩散加速，因为病毒存在潜伏期，最后使得感染情况严重，向网友直观地展示了自我隔离在此次疫情防控中的重要作用，极具说服力。

通过视觉可视化作品，大众可以简洁明了地了解到疫情传播的科学原理、如何有效地预防新型冠状病毒肺炎、哪些新闻报道是事实哪些是谣言等等，疫情知识科普成为了疫情数据可视化设计内容的重要组成部分。

3 疫情数据可视化的呈现及交互

3.1 疫情数据可视化的呈现

疫情数据可视化的呈现方式决定了用户是否易于理解接受，合理的信息展示也可以在一定程度上提升用户的阅读观看体验。对现有主要新型冠状病毒肺炎疫情数据可视化案例进行对比，此次疫情数据可视化的呈现方式主要有信息图表、科普视频、数学模型三种类型。

表1 疫情相关数据分类
Tab.1 Outbreak-related data classification

数据分类	概念定义	计算方法	数据意义	数据特征	
新增确诊	国家卫健委公布的实时较前日新增加的确诊患者数量	-	反映了新增加确诊感染新型冠状病毒肺炎的人数规模	波动,非持续性增加,不随实时数据增加而改变	
新增治愈	国家卫健委公布的实时较前日新增加的治愈患者数量	-	反映了新增加治愈感染新型冠状病毒肺炎的人数规模	波动,非持续性增加,不随实时数据增加而改变	
新增死亡	国家卫健委公布的实时较前日新增加的死亡患者数量	-	反映了新增加因感染新型冠状病毒肺炎死亡的人数规模	波动,非持续性增加,不随实时数据增加而改变	
新增重症	国家卫健委公布的实时较前日新增加的重症患者数量	-	反映了新增加重症感染新型冠状病毒肺炎的人数规模	波动,非持续性增加,不随实时数据增加而改变	
增量数据	新增疑似	国家卫健委公布的实时较前日新增加的疑似感染患者数	-	反映了新增加疑似感染新型冠状病毒肺炎的人数规模	波动,非持续性增加,不随实时数据增加而改变
	较上日(现有确诊/累计确诊/现有重症/治愈/死亡)	每两天间的新增数值,由当前的全国总数减去国家卫健委前一天公布的数据得到	当前全国总数-前一天卫健委公布数值	反映了与前日相比实时的增加人数	随着全国总数的变化而实时变化
境外输入	国家卫健委公布的实时较前日新增加的从中国境外输入国内的确诊患者数量	-	反映了境外输入国内的感染新型冠状病毒肺炎的人数规模	波动,非持续性增加,不随实时数据增加而改变	
密切接触者数量	与确诊或高度疑似病例有直接居住生活在一起的成员的数量	-	反映了与感染新型冠状病毒肺炎病人密切接触的人数	波动,非持续性增加,不随实时数据增加而改变	
累计数据	累计确诊	国家卫健委公布的实时累计确诊患者数量	-	反映了感染新型冠状病毒肺炎的累计人数规模	持续性增加,增速随时间变化
	累计治愈	国家卫健委公布的实时累计治愈患者数量	-	反映了感染新型冠状病毒肺炎治愈的人数规模	持续性增加,增速随时间变化
	累计死亡	国家卫健委公布的实时累计死亡患者数量	-	反映了因感染新型冠状病毒肺炎病死的人数规模	持续性增加,增速随时间变化
存量数据	现有确诊	国家卫健委公布的实时确诊患者数量	累计确诊数-累计死亡数-累计治愈数	反映了现有感染新型冠状病毒肺炎患者的规模数量	波动,随实时数据改变
	现有重症	国家卫健委公布的实时重症患者数量	-	反映了感染新型冠状病毒肺炎患者病情加重的病例数量	波动,随实时数据改变
	现有疑似	国家卫健委公布的实时疑似感染患者数量	-	反映了可能感染新型冠状病毒肺炎的病例数量	波动,随实时数据改变
比率数据	治愈率	当前卫健委公布的已治愈出院病例数量占累计报告确诊病例的比例	截至当日累计治愈数/截至当日累计确诊数	反映了感染新型冠状病毒肺炎病例可治愈的概率	非持续性增加
	病死率	当前卫健委公布的因感染新型冠状病毒肺炎死亡的病例数量占累计报告确诊病例的比例	截至当日累计死亡数/截至当日累计确诊数	说明了疾病的严重程度	非持续性减少
	重症率	当前卫健委公布的新型冠状病毒肺炎的病例中,在治重症病例数量占在治病例总数量的比例	在治重症病例数/在治病例总数	说明了疾病的严重程度	非持续性减少

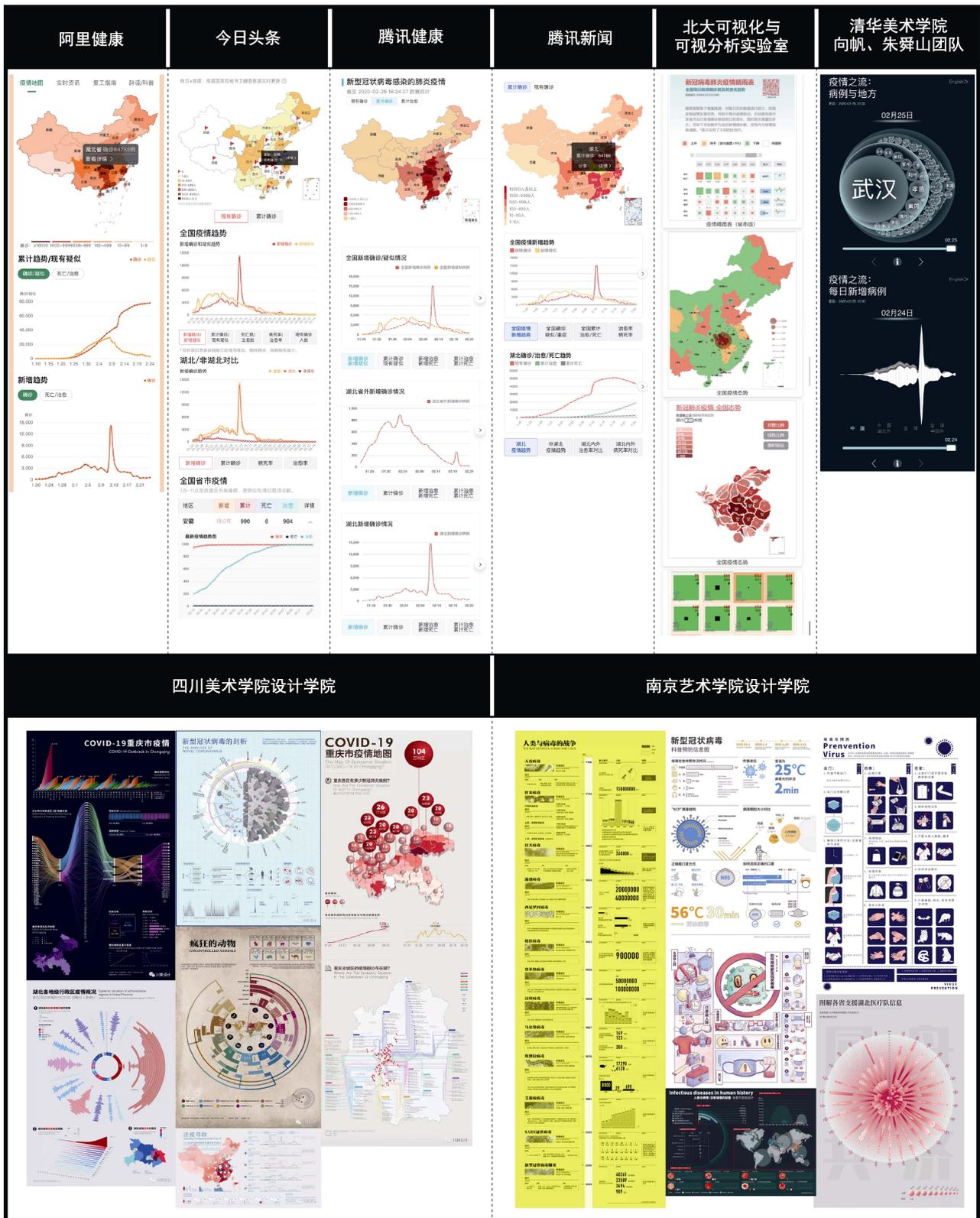


图 3 疫情数据可视化设计案例中的信息图表节选
 Fig.3 Infographics in the case of epidemic data visualization

3.1.1 信息图表

信息图表是疫情数据可视化设计的主要呈现形式，通过视觉化设计，将海量复杂的疫情数据信息高效、清晰地传递给用户。人类大脑对于图形更易接受，

信息图表通过图表、插图、图标等图形元素对信息进行客观描述，大大提高了数据信息的可读性和易读性。

疫情数据可视化设计案例中的信息图表节选见图 3，展示了疫情数据可视化设计案例中应用到的信

息图表。其中阿里健康、腾讯健康、今日头条、腾讯新闻等 APP 平台主要以简单的图表来进行数据的呈现, 简洁易懂; 北京大学可视化与可视分析实验室和清华大学美术学院的向帆、朱舜山团队则以专业的设计图表来对数据挖掘更多的数据信息, 如北京大学可视化与可视分析实验室开发的疫情晴雨表通过收集整理疫情增量数据, 对每日历史数据进行统计, 宏观呈现疫情的发展态势, 有助于揭示疫情拐点。

为了解各种图表应用与数据信息之间的关系, 对可视化案例中运用到的图表类型分类概括对比, 来了解各种疫情数据可视化过程中数据通过何种方式呈现能够使读者更易理解、分析。疫情数据可视化图表类型分析见表 2, 列举了十种疫情数据可视化案例中

运用到的具有代表性的经典图表类型, 包括柱状图、曲线图、地图、词云、晴雨表、方寸图等, 从数据信息、适用情况、局限及应用四个角度, 来纵向对比分析图表在信息呈现过程中的规律特征。可以看出, 曲线图展示数据随时间或有序类别的波动情况的趋势变化, 可以反映各省市、全国、海外疫情随时间的变化趋势。地图用颜色的深浅来展示区域范围的数值大小, 直观地展示全国及海外疫情在空间上的增长态势, 可用于分析疫情的空间传播、传染源控制。词云展示文本信息, 对出现频率较高的关键词予以视觉突出, 可用于对社交媒体的可视分析。桑基图是一种特定类型的流程图, 用来表示数据的流量, 可用于疫情期间对感染人群的行动轨迹分析, 从而有效控制疫情的传播恶化。散点图主要用于发现各变量之间的关

表 2 疫情数据可视化图表类型分析
Tab.2 Analysis on visualization chart types of epidemic data

类型	数据信息	适用	局限	应用
柱图	展示多个分类的数据变化和同类别各变量之间的比较情况	对比分类数据	分类过多则无法展示数据特点	重点国家疫情
曲线图	展示数据随时间或有序类别的波动情况的趋势变化	有序的分类, 比如时间	无序的分类无法展示数据特点	城市/省/全国/海外疫情趋势; 湖北/非湖北对比; 中国/海外对比; 治愈率/病死率/重症率
地图	用颜色的深浅来展示区域范围的数值大小	展现呈面状但属分散分布的数据	数据分布和地理区域大小的不对称(通常大量数据会集中在地理区域范围小的人口密集区, 容易造成用户对数据的误解)	湖北/全国/全球疫情态势; 零增长地图; 各国入境管制措施; 兄弟省市对口支援
词云	展现文本信息, 对出现频率较高的“关键词”予以视觉上的突出	在大量文本中提取关键词	不适用于数据太少或数据区分度不高的文本	社交媒体可视分析
桑基图	一种特定类型的流程图, 图中延伸的分支的宽度对应数据流量的大小, 起始流量总和始终与结束流量总和保持平衡	用来表示数据的流向	不适用于边的起始流量和结束流量不同的场景	重庆市已公布行动轨迹区(县)数据分析
散点图	用于发现各变量之间的关系	存在大量数据点, 结果更精准, 如回归分析	数据量小时会比较混乱	媒体关注分析
圈层图	通过城市、省、国家、国际从小到大的行政管理区域的逻辑关系运用圈套的结构组织起来	强调结构组织关系下的数据比较	只能凭用户感觉大致比较各个数据之间的大小关系	疫情之流: 病例与地方
流图	展示数据随时间的波动情况的趋势变化, 宽度反映数量	多个元素数据随时间的波动, 具有流动性	大致反映总体数据变化, 不利于元素间的比较	新型冠状病毒肺炎新增每日病例
晴雨表	聚焦于增量数据, 宏观呈现疫情发展态势	有助于揭示疫情拐点	只能反映增量, 不能反映总量变化	全国/世界每日新增确诊数及其变化趋势
方寸图	聚焦于累计数据, 宏观展现疫情发展态势	宏观展现疫情发展态势	大致反映程度, 数据间的比较不够直观	疫情方寸间(中国/国际版)

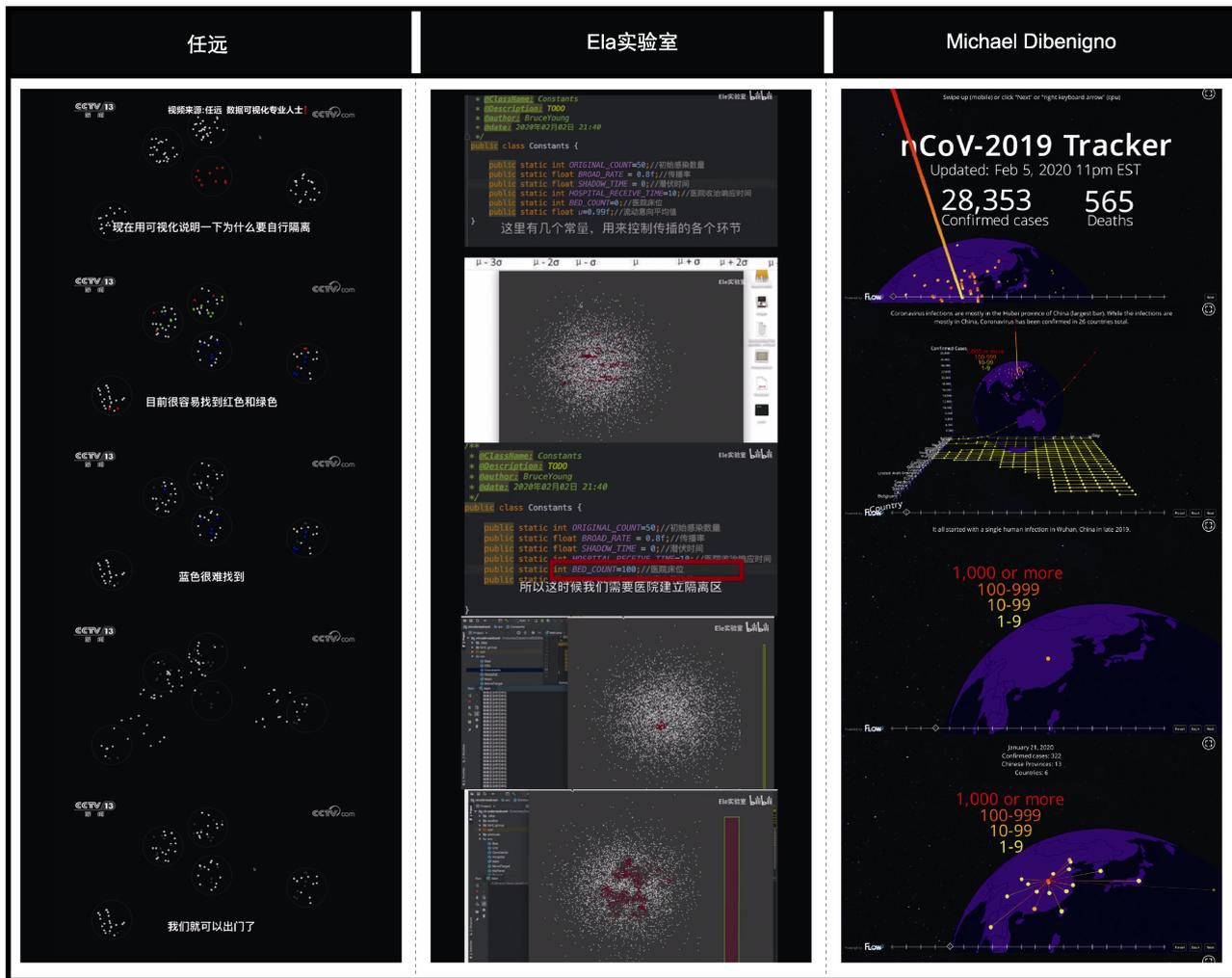


图 4 疫情数据可视化设计案例中的数学模型节选
Fig.4 Mathematical model in the case of epidemic data visualization design

系,可用于媒体关注分析。由清华大学美术学院向帆、朱舜山团队设计的《疫情之流:病例与地方》,通过圈层图将城市、省、国家、国际从小到大的行政管理区域的逻辑关系运用圈套的结构组织起来,来反映空间维度上疫情的轻重比较,流图展示数据随时间的波动情况的趋势变化,宽度反映数量,从时间维度上反映了疫情中感染人数的递增变化。北京大学可视化与可视分析实验室综合运用了多种图表类型,聚焦于增量数据、累计数据,宏观展现疫情发展态势。通过对比可以看出,各种类型的图表应用,为数据信息的呈现提供了多样的形式方法,各类图表有着不同的适用场景,也存在着各种局限,需要设计师综合对比,结合设计目的,选取合适的图表类型来呈现数据信息。

3.1.2 数学模型

数学模型是运用数理逻辑方法和数学语言构建的科学或工程模型^[21],数学模型的运用可以追溯到人类最开始使用数字的时代,随着数字时代的不断发

展,人们开始运用数学模型模拟事件,解决生活中的各种实际问题。数学模型具有科学、严谨的特征,是在总结一般规律特征的基础上研究形成理论,运用数学工具可以控制不同因素对于事件模拟的预判。任远在央视《新闻 1+1》发布的《数据可视化展现自我隔离对于流行病疫情的控制》及 B 站博主“Ela 实验室”发布的《计算机仿真程序告诉你为什么现在还没到出门的时候》,通过数学模型模拟病毒在人际间的传播现象,使用正态分布来描述大多数自然现象,人群和人的流动意向按照正态分布模拟,假设病毒传播率是一个固定参数,那么可以通过控制相关数值要素来描述病毒的传播与控制,见图 4。其中有几个变量在疫情传播的各个环节起到了重要作用,比如人群的流动意向、医院建立隔离区、病毒潜伏时间、医院接收患者的收治时间等,因此自我隔离和医院资源对于此次新型冠状病毒肺炎疫情的控制至关重要。数学模型从严谨的科学角度出发,通过直观的模拟计算来解释现象,是数据可视化的一种科学呈现方式。

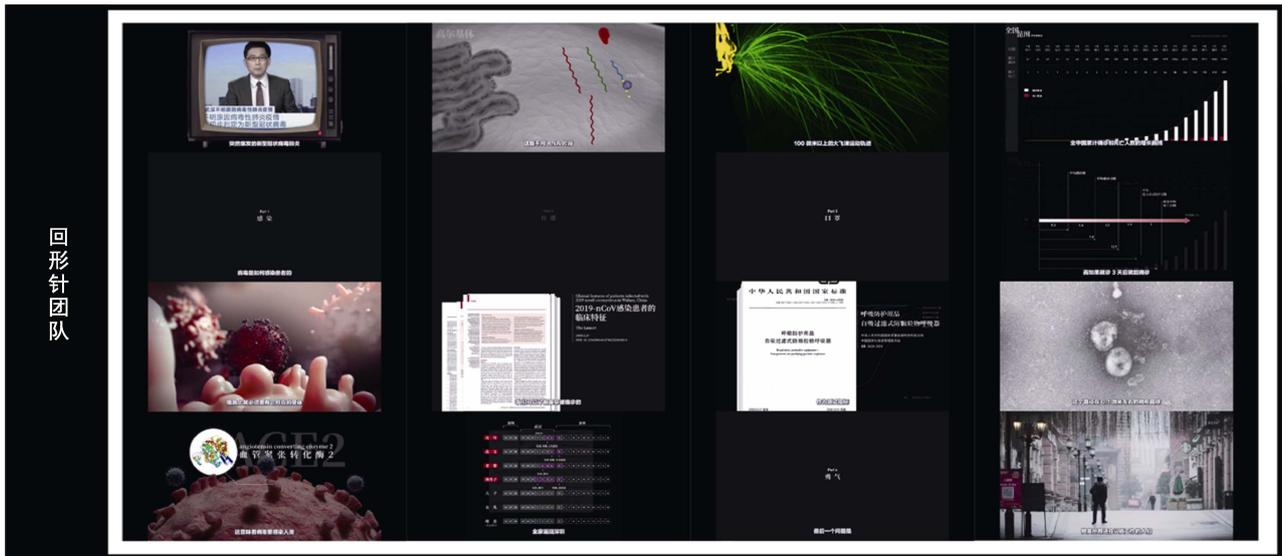


图5 《关于新型冠状病毒肺炎的一切》科普视频节选
Fig.5 "Everything about COVID-19" popular science video

3.1.3 科普视频

科普视频作为视觉呈现最丰富的一类呈现方式,综合运用图表、图片、视频、数学模型、动画等形式来叙说科学道理及知识科普。“回形针”团队发布的科普视频《关于新型冠状病毒肺炎的一切》科普视频节选,见图5,一经发布,在网络上引起了巨大反响,视频依据严谨的理论研究,用专业的动画解释了病毒在人体内破坏细胞扩散传播的医学知识,使大众清晰直观地了解病毒传播的厉害所在,同时通过实验理论科普了口罩在控制病毒传播中的重要作用,提高了大众自我防护的意识。科普视频作为数据可视化设计的一种综合呈现,在符合用户认知的前提下,需有高度的交互性、可读性、科普性。

3.2 疫情数据可视化交互形式

新一代大数据具有典型的多模态特征^[22]。所谓“模态”,就是“感官”,即视、听、嗅、味、触五感。多模态即多种感官的融合。多模态概念最早出现在语言学领域,人们在语篇分析时意识到语义不仅是语言本身,同时体现在多种非语言模态如表情、肢体动作^[23]。信息时代的快速发展使得数据可视化的呈现方式多种多样,传统的单一模态和静态展示已经无法满足用户对于信息的探索需求,多模态的大数据展示优化并拓展了可视化的设计形态,能够为用户提供丰富多彩的感官体验,动态、有趣、交互地传递信息。多模态大数据可视化设计的交互形式可主要分为三类,分别是静态、动态与交互型大数据可视化。

3.2.1 静态数据可视化

静态数据可视化包括传统的信息图表,主要通过插图、图表、图标、文字等静态形式来呈现数据信息,缺乏用户交互体验。如图3所示疫情数据可视化案例

中,四川美术学院设计学院与南京艺术学院设计学院师生创作的疫情数据可视化信息图表,就是典型的静态数据可视化案例,用户主要通过视觉感官来获取信息,虽然单一模态的数据可视化缺乏与用户间的信息交互,但是通过图表优化设计,可以提升用户视觉体验,极大提高用户理解度。

3.2.2 动态数据可视化

动态数据可视化包过信息在时间、空间维度上的自身动态变化和用户交互带来的动态变化。海量的数据信息随着时间、空间两个维度实时变化,传统的静态数据呈现可能满足不了用户多感官的需求,动态数据可视化可以将动态变化的数据信息通过动态视频、动画、可操作界面等形式展示信息的变化过程,使用户直观地感受疫情态势发展,如“回形针”团队发布的《关于新型冠状病毒肺炎的一切》解说视频等,都以动态数据可视化形式使信息呈现给用户,通过动态画面辅以语音解说。腾讯新闻、今日头条、阿里健康等客户端,在可视化设计中也加入了数据动态交互的操作,用户可以通过点击屏幕选择不同的信息界面,比如点击疫情地图的不同省份,会出现不同省份的具体疫情信息。

动态数据可视化较静态数据可视化更注重数据的动态变化和用户的交互体验。动效综合了视觉模态和人脑感知、假设、推理等优势,可以帮助用户减轻认知负担,提高信息理解度与认知度,防止信息遗漏。

3.2.3 交互型数据可视化

动态数据可视化和静态数据可视化的优化,大大降低了用户理解信息的难度,提高了数据信息的可读性,但是受有限屏幕的限制,用户在查看数据可视化界面过程中,往往会产生更多个性化交互需求,如暂

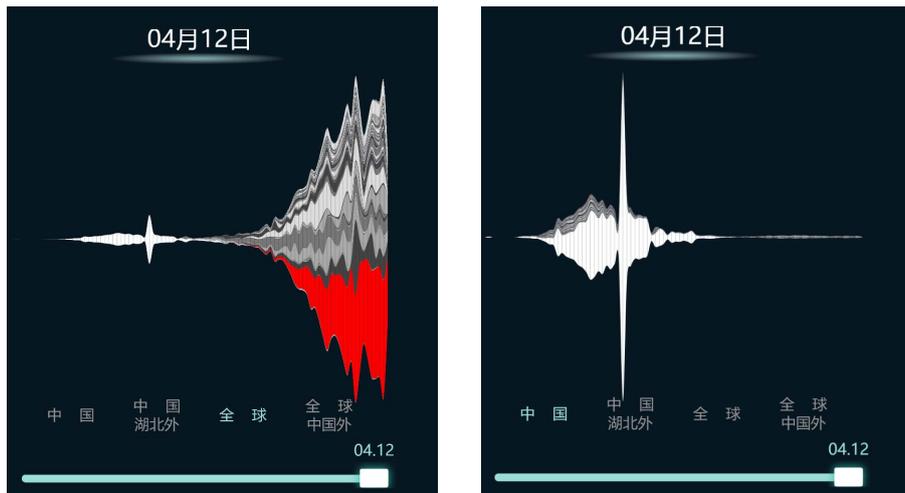


图 6 《疫情之流：病例与地方》节选
Fig.6 “Stream of outbreaks: case and place”

停、放大、转换、互动等。多模态交互指交流互动，是人与产品、服务或系统之间的一系列对话^[24]。用户操作的交互界面是一个多模态的信息展示平台，包含了多媒体、动态元素及交互体验方式。交互方法较全面的分类由 Amar 在 2005 年提出，可分为动态选择、动态导航、动态重配、动态编码、抽象/具象和动态过滤。交互型数据可视化在动态数据可视化的基础上，增加按钮、进度条、导航等交互形式，促进用户与数据信息的交互。如清华大学美术学院向帆团队发布的《疫情之流：病例与地方》，部分节选见图 6，用户可通过滑动进度条按钮，直观地看到湖北、其他省和世界各国的每日新增病例变化。由麻省理工学院毕业生及 XR 战略分析师 Michael DiBen 开发的“nCoV-2019 Tracker”，通过可滑动按钮直观地展示了疫情的空间变化，同时结合 AR 技术提供了与疫情相关的交互式时间表，包括每个国家报告的感染数量。它包含一个允许用户走动的 3D 地球仪，以及一个辅助 2D 图表。用户可通过在智能手机或 PC 进行查看，交互形式简洁灵活，直观清晰地将数据信息传达给用户。多模态的信息交互探索结合了多学科的理论科技成果，为疫情数据可视化设计研究的探索和发展提供了全新思路 and 重要动力。

4 结语

通过对此次疫情中出现的的数据可视化作品进行分析、归纳，得出疫情可视化设计的用户分类、数据类型、特点、演化过程等。收集到疫情可视化设计方案针对大众关心的疫情信息作了形式多样的表达，并随着疫情发展不断调整改进。在疫情发展初期，设计师们迅速反应，利用数据可视化在大众普及信息这一环节作出贡献，缩短真相与大众认知之间的差距，引起公众重视和警惕意识，对于抑制人流涌动以抗击疫情的发展有一定帮助。疫情发展中后期，类型不同的

数据可视化作品不断涌现，已经基本解决公众对于疫情数据可视化的基本需求。同时，也需要提高设计方案的用户针对性，面对疫情，不同的用户有不同的需求，存在不同的认知水平。而目前可视化作品在用户细分方面工作还有欠缺，展示内容冗杂，内容的层级排列设计雷同，用户体验还有提升空间。

在未来有可能的疫情防控中，数据可视化设计在不同场景、用户情况下支持疫情防控工作。在调取数据、可视化设计等环节还须进一步细化需求和原则，以此保证工作的高效和数据传播的及时性，让数据价值最大化。完善与疫情控制密切相关的人流、物流、信息流等数据的可视化设计，并且达到系统化、规范化、实时化，加强设计评价以提升可用性及用户体验，使设计师高效进行高质量的数据可视化设计。

参考文献：

- [1] 中国计算机大百科全书[M]. 北京：中国大百科全书出版社，2011.
China Computer Encyclopedia[M]. Beijing: Encyclopedia of China Publishing House, 2011.
- [2] 程雨姣. 数据可视化在健康传播中的应用——以中外媒体对 MERS 病毒数据新闻报道为例[J]. 新媒体与社会, 2015(3): 121-137.
CHENG Yu-jiao. Application of Data Visualization in Health Transmission: a Case Study of News Reports on MERS Virus Data by Chinese and Foreign Media[J]. New Media & Society, 2015(3): 121-137.
- [3] 陆菁, 刘渊, 张晓婷, 等. 基于用户体验的数据可视化模型研究[J]. 包装工程, 2016, 37(2): 52-56.
LU Jing, LIU Yuan, ZHANG Xiao-ting, et al. Data Visualization Model Based on User Experience[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(2): 52-56.
- [4] 向帆. 可视化设计视野中的视觉艺术研究[J]. 文艺理论与批评, 2020(2): 46-53.

- XIANG Fan. Visual Art in Visual Design Vision[J]. Theory and Criticism of Literature and Art, 2020(2): 46-53.
- [5] 黄华. 社会认知取向的道德认同研究[J]. 心理学探新, 2012, 32(6): 483-488.
- HUANG Hua. Moral Identity of Social Cognitive Orientation[J]. Psychological Exploration, 2012, 32(6): 483-488.
- [6] 尼尔森在线研究洞察: 用户时间碎片化和需求特点对移动互联网发展的影响[J]. 广告人, 2011(8): 142-143.
- Nielsen Online Research Insight: the Impact of User Time Fragmentation and Demand Characteristics on the Development of Mobile Internet[J]. Adman, 2011(8): 142-143.
- [7] 陈湘. 基于尼尔森原则的微交互设计研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2017.
- CHEN Xiang. Micro-interaction Design Based on Nielsen Principle[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2017.
- [8] KANWAL J, SMITH K, CULBERTSON J, et al. Zipf's Law of Abbreviation and the Principle of Least Effort: Language Users Optimise a Miniature Lexicon for Efficient Communication[J]. Cognition, 2017(4): 165.
- [9] 张艺潇, 吴香君. 基于用户体验的数据可视化设计初探[J]. 艺术科技, 2017, 30(9): 263.
- ZHANG Yi-xiao, WU Xiang-jun. Preliminary Exploration of Data Visualization Design Based on User Experience[J]. Art and Technology, 2017, 30(9): 263.
- [10] 魏婧婧. 信息可视化设计中的美学、认知与情感[J]. 大众文艺, 2018(7): 79-81.
- WEI Jing-jing. Aesthetics, Cognition and Emotion in Information Visualization Design[J]. Popular Literature and Art, 2018(7): 79-81.
- [11] 王嫵舒. 浅析视觉传达理论在疫情信息传播过程中的应用[J]. 工业工程设计, 2020(2): 50-53.
- WANG Yan-shu. The Application of Visual Communication Design in Propagation of Epidemic Information[J]. Industrial & Engineer Design, 2020(2): 50-53.
- [12] 刘放. 信息可视化中视觉传达设计方法探究[J]. 传播力研究, 2018, 2(24): 148.
- LIU Fang. Visual Communication Design Method in Information Visualization[J]. Research on Communication Power, 2018, 2(24): 148.
- [13] 于晗. 互动式信息可视化应用研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2016.
- YU Han. Application of Interactive Information Visualization[D]. Beijing: Beijing Institute of Technology, 2016.
- [14] 刘艺. 基于用户满意体验的数据可视化研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2014.
- LIU Yi. Data Visualization Based on User Satisfaction Experience[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2014.
- [15] 林敏. 基于眼动信息的人机交互关键技术研究[D]. 上海: 上海大学, 2014.
- LIN Min. Key Technologies of Human-computer Interaction Based on Eye Movement Information[D]. Shanghai: Shanghai University, 2014.
- [16] 李希光, 赵璞. 数据可视化: 数据新闻在健康报道中的应用[J]. 新闻战线, 2014(11): 53-56.
- LI Xi-guang, ZHAO Pu. Data Visualization: the Application of Data News in Health Report[J]. Journalism, 2014(11): 53-56.
- [17] 盛毅韬. 数据可视化在科技传播中的应用——以BBC与《纽约时报》埃博拉病毒报道为例[J]. 科技传播, 2014, 6(20): 36-37.
- SHENG Yi-tao. Application of Data Visualization in Science and Technology Communication: a Case Study of BBC and New York Times Reports on Ebola[J]. Science and Technology Communication, 2014, 6(20): 36-37.
- [18] 刘再行. 从需求出发的信息可视化设计方法研究[J]. 包装工程, 2016, 37(16): 1-5.
- LIU Zai-xing. Information Visualization Design Method Based on Requirements[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(16): 1-5.
- [19] 新型冠状病毒肺炎搜索大数据报告[EB/OL]. (2020-02-03)[2020-04-02]. <https://china.huanqiu.com/article/9CaKrnKpabn>.
- The Report of New Coronavirus Pneumonia Search [EB/OL]. (2020-02-03)[2020-04-02]. <https://china.huanqiu.com/article/9CaKrnKpabn>.
- [20] 王晰, 辛向阳. 信息可视化及知识可视化对医疗决策的影响探究[J]. 包装工程, 2015, 36(20): 8-11.
- WANG Xi, XIN Xiang-yang. Research on the Impact of Information Visualization and Knowledge Visualization on Medical Decision-making[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(20): 8-11.
- [21] 陈世清. 经济学的形而上学[M]. 北京: 中国时代经济出版社, 2011.
- CHEN Shi-qing. The Metaphysics of Economics[M]. Beijing: China Times Economic Press, 2011.
- [22] 吕月米, 周雨. 基于多模态理论的大数据可视化的优化与拓展[J]. 包装工程, 2019, 40(24): 251-259.
- LYU Yue-mi, ZHOU Yu. Optimization and Expansion of Big Data Visualization Based on Multi-mode Theory[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(24): 251-259.
- [23] 张德禄. 多模态话语理论与媒体技术在外语教学中的应用[J]. 外语教学, 2009, 30(4): 15-20.
- ZHANG De-lu. Application of Multi-modal Discourse Theory and Media Technology in Foreign Language Teaching[J]. Foreign Language Teaching, 2009, 30(4): 15-20.
- [24] 朱永海. 基于知识分类的视觉表征研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2013.
- ZHU Yong-hai. Visual Representation Based on Knowledge Classification[D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2013.