

科普数据视频中的可视化设计及叙事研究——以“星球研究所”为例

黄文玥 1¹⁾, 蓝星宇 2^{1)*}

1¹⁾ (复旦大学新闻学院 上海 200433)

(xinyulan96@gmail.com)

摘要: 数据视频已成为新媒体时代科普的重要组成部分。通过丰富的可视化表达和叙事策略,这类视频已被广泛应用于科学现象和原理的讲解,以及提升公众对于科学议题的兴趣和理解。在我国,科普工作方兴未艾,一系列科普类自媒体蓬勃发展。其中,以“星球研究所”为代表的视频账号,凭借一系列基于地理数据的视觉叙事,获得社会广泛关注和主流官方认可。在此背景下,本研究以 B 站“星球研究所”的科普数据视频为例,对视频进行拉片解析和开放式编码,以分析其可视化设计及叙事特点。同时,获取弹幕数据,并结合用户访谈,探讨可视化手段在科普中的实际效用。结果显示,“星球研究所”的视频制作已形成一定范式:采用三维、动态的可视化表达,配合黑场、镜头运动和剪辑技法衔接、划分内容结构,搭配注意线索帮助用户理解。但从效果来看,运用了可视化及镜头运动的片段往往伴随着更低的弹幕互动率,用户报告存在“视觉过载”现象。综上,研究认为当前科普数据视频制作已有可推广的经验范式,但存在过度追求视觉效果而偏离科普本质的问题,建议重新思考可视化手段的适用性和必要性,建立评估体系,平衡美学表现与科普效能。

关键词: 数据叙事; 可视化设计; 科学传播

A Study on the Visualization Design and Narrative Strategies of Science Data Videos: A Case Study of The Institute for Planets

Huang Wenyue 1¹⁾, Lan Xingyu 2^{1)*}

1¹⁾ (School of Journalism, Fudan University, Shanghai 200433)

Abstract: Data videos have become an important part of science communication in the era of new media. Through rich visualization and narrative strategies, such videos have been widely used to explain scientific phenomena and principles, as well as to enhance public interest and understanding of scientific topics. In China, science communication is flourishing, with a series of popular science-focused social media emerging. Among them, *Institute For Planets* has gained widespread public attention and official recognition due to its visual storytelling based on geographic data. In this context, this study presents a case study based on the data videos produced by *Institute For Planets*. By conducting shot-by-shot analysis and open coding, this work investigates the videos' visualization design and narrative features. In addition, danmaku (bullet comment) data were collected and combined with user interviews to explore the effectiveness of visual strategies in science communication. The results show that the videos of *The Institute For Planets* have formed a certain production paradigm: they employ three-dimensional and dynamic visualizations; structure content through the coordinated use of black screens, camera movements, and editing techniques; and incorporate visual attention cues to support user comprehension. However, the analysis also reveals that

segments utilized visualization and camera movement often correspond with lower danmaku interaction, and users report experiencing “visual overload”. In conclusion, while current practices in science data video production offer some replicable patterns, there is a tendency to prioritize aesthetic performance at the expense of scientific clarity. This study calls for a critical reflection on the applicability and necessity of visualization designs, and recommends the development of an evaluation framework to better balance visual aesthetics with the communicative effectiveness of science communication.

Key words: Data Storytelling; Visualization Design; Science Communication

一、引言

数据视频是一种结合了可视化、动画和影像化手法的视觉叙事体裁[5][6]，目前已被广泛应用于新闻传媒、商业公关和教育教学等领域。近年来，越来越多的学者开始对其展开研究，考察数据视频的叙事结构、动画设计方法、相机运动等[6][7][8][24]。而在数据视频的各种应用场景中，科普是兼具代表性和重要性的一类。尤其在中国，随着科普被提升到国家战略层面，诸多媒体开始利用数据视频讲述科学故事，涌现出如“星球研究所”等一系列极具社会影响力科普账号。不过，就学术研究而言，一方面，目前少有专门针对科普类数据视频的工作；另一方面，现有的科普视频研究多是侧重于文本内容的传递和分析，或从信源等角度解析受众的信息处理路径[15][16][17]，对视觉内容少有细致的考察。

基于此，本研究选取 B 站知名科普帐号“星球研究所”[13]为研究对象，并抽取其代表性的数据视频进行案例分析，以回答两个核心问题：(1)科普数据视频是如何设计可视化并组织视觉叙事的？(2)不同的视觉呈现如何影响用户弹幕参与？具体而言，本研究采用了影像叙事研究中常用的拉片分析方法，对视频进行等距采样，并实施开放式编码，总结出“剪辑技法”“镜头运动”“注意线索”“可视化形式”“黑场运用”五大维度。同时，考虑到弹幕视频网站的特点，本研究亦采集了实时的弹幕数据，以辅助评估不同叙事方法下的用户参与情况。

结果显示，“星球研究所”的视频制作已形成一定的设计范式，如以地图为主，多采用三维动态的可视化表达，并伴随丰富的镜头运动、注意线索等。不过，从效果来看，运用了可视化及镜头运动的片段往往伴随着更低的弹幕互动率，且用户报告存在“视觉过载”现象。据此，本研究建议在总结已有经验的基础上重新思考可视化手段在不同场景

的适用性与必要性，平衡美学表现与科普效能。

二、文献综述

(一) 数据视频

数据视频是一种结合了数据可视化、动画和叙述的视频形式，也是数据故事的一种典型体裁[5]。Amini 等借鉴电影叙事等理论，指出数据视频通常采用结构化的叙事节奏吸引观众参与[6]。Cao 等基于 70 个数据视频，从时间长度、类型、叙事方法、视觉方法入手分类，着重从“叙事结构”“叙事属性”“叙事工具”对叙事维度展开分析降维[8]。

Shi 等按照叙事功能，将动画技术分为 8 类，包括“强调”“比较”“悬疑”等，指出动画在提升注意力、组织信息和情绪渲染中的关键作用[7]。用户体验方面，Amini 等构建量表，从“情感投入”“愉悦体验”“美学感知”“注意集中”“认知投入”五个维度评估。此外，还出现了 DataClips[9]，AutoClips[42]、Data Player[41]等一系列帮助降低数据视频创作门槛的工具。

作为“面向公众的数据驱动短片”，数据视频兼具信息准确性与视觉吸引力，近年来逐步运用至科学普及领域。Jensen 等认为，数据视频采用电影化的表达，服务于公众理解，又由科学数据驱动，是平衡吸引力与科学性的成功实践，是增强公众理解科学的重要媒介[10]。Voorde 等补充，相较静态内容，数据视频的动态视觉效果能更清楚地呈现单个解决步骤，帮助用户理解[11]。此外，数据视频还被证实适用于博物馆、纪录片和线上课程等跨年龄、跨背景的用户场景[12]。

不过，目前针对中国科普数据视频的研究仍然不多，且大多集中于“视频时长”“视频主题”等的争论(如：究竟是短视频还是中长视频的传播效果更好[15][16][17])，对以可视化为代表的视觉元素的研究十分不足。因此，研究从视觉呈现入手，关注

可视化设计及视频叙事策略, 以期提供新的发现。

(二) 可视化叙事

自 Segel 与 Heer 提出叙事可视化(Narrative Visualization)的概念以来[5], 学术界涌现出了诸多探讨如何用可视化辅助讲故事的研究工作。例如, 关于视频设计, McKenna 等提出“叙事视觉流”(Visual Narrative Flow)概念, 认为视觉一致性、节奏平稳的呈现方式更有助于观众理解复杂数据、提升沉浸体验[19]。Hullman 等通过对可视化序列结构的偏好实验发现过渡过程中“视觉转换”的成本越低, 观众越容易理解整体信息流程, 动画衔接、镜头衔接等平滑转换更受观众欢迎[20]。Metoyer 等则从文本与视觉呈现的角度出发, 强调视觉转场应服务于文本结构, 剪辑节奏应由“语义驱动”[22]。聚焦地理类主题, Catherine E 等指出, 虽然比起静态可视化, 动画可视化似乎难以帮助人们更好地理解信息, 但其在展示时间和空间变化上仍具备独特的优势[23]。Li 等进一步对地理类数据视频中的镜头设计展开研究, 强调合理的镜头运动对观众建立地理空间认知的帮助[24]。

基于上述研究工作所奠定的坚实理论基础, 本文将以“星球研究所”的科普数据视频为例, 从可

视化设计、镜头语言、剪辑衔接、黑场运用、注意力引导等维度入手分析, 协同文本结构, 探究科普数据视频在视觉呈现方面的实践路径。

三、研究方法

(一) 样本选择

为了更好地回应研究问题, 本研究借鉴影像研究和视觉修辞研究中常用的方法, 开展以定性为主的小样本案例分析。这类方法通常不追求统计上的规模, 而是强调小样本的“细读”, 以剖析其叙事机理[28][45]。研究以中国知名视频弹幕网站哔哩哔哩(又称 B 站)上的“星球研究所”帐号发布的“这里是中国”系列作为样本来源。“星球研究所”成立于 2016 年, 在科普数据视频领域具有丰富经验, 曾获评中国科协&人民日报评选的“十大科普自媒体”, 以及“年度科普记录视频”、科普中国年度科普作品等荣誉, 在 B 站拥有超四百万粉丝[13]。

在系统观看了(截至 2025 年 3 月 20 日)在 B 站发布的“这里是中国”系列全部视频后, 本文依据可视化信息占比、视频传播效果、研究主题多样性以及研究者基于视觉叙事角度的分析价值判断, 研究选定样本如下:

表 1 样本选取

视频标题	观看量	弹幕数量	视频链接
我都上班 6 天了, 潮汕人怎么还在过年? 所以真正的潮汕, 是什么样?	186.9w	5400	https://www.bilibili.com/video/BV1xW421N7NB/?spm_id_from=333.1387.collection.video
中国不能没有墨脱! 这片世外桃源, 到底经历了什么?	361.7w	6015	https://www.bilibili.com/video/BV1KH4y1R7T8/?spm_id_from=333.1387.collection.video
山河四省·河南! 地理如何造河南, 河南如何“造中华”?	195.3w	7656	https://www.bilibili.com/video/BV1jM4y1d7Gw/?spm_id_from=333.1387.collection.video
真有“云顶天宫”! 长白山, 到底藏着多少秘密?	322.8w	4982	https://www.bilibili.com/video/BV1Na4y1U7C6/?spm_id_from=333.1387.collection.video
中国从哪里来? ——以地理的视角	477.7w	13364	https://www.bilibili.com/video/BV1SU4y1A7wX/?spm_id_from=333.1387.collection.video

(二) 开放式编码

本研究以 10 秒为单位对视频进行切片, 排除尾注和参考文献部分, 最终得到 343 个视频切片。进一步地, 研究采用开放式编码的方法对上述切片进行分类, 反复拉片, 定性分析其视觉呈现, 归纳总结维度。编码工作由两名受过新闻传播专业训练的研究人员完成。具体编码过程如下: 首先, 编码员使用《中国从哪里来? ——以地理的视角》《中国不能没有墨脱! 这片世外桃源, 到底经历了什么?》这两个视频故事作为初始样本, 以 10 秒为单位, 对各片段独立地赋予描述性标签。其次, 编码员合并

了各维度下的类似代码, 并解决了冲突的代码分配。每一个有争议性的标注片段, 研究都邀请了至少 3 位具备可视化研究或实务背景的新闻传播方向专家进行讨论。研究采用了顺序式的处理流程, 即对初始样本进行开放式编码, 初步建立编码表, 推广至其他视频优化编码表, 最后用终版编码表对所有视频重新进行编码。通过多次讨论和文献参考, 编码员对编码类别加以完善微调, 最终形成 5 个大类: “可视化”“注意线索”“镜头变化”“亮度变化”“剪辑变化”。考虑到相较电影等媒体内容而言, 科普视频较少采用细微的亮度变化或复杂的剪辑手

法和连续性的艺术镜头表意，研究在“剪辑变化”“镜头变化”“亮度变化”维度上进一步简化，重点考察视频是否采用剪辑处理、镜头处理等专业化手法以及视频中黑场的出现时机。最终编码表如下：

表 2 编码表

编码维度	编码值	类型
可视化运用	1-地图 2-漫画化 3-建模 4-柱状图 5-饼图/环形图 6-时间轴 7-多类型	分类变量
注意线索	1-无注意线索 2-有注意线索	二值变量
镜头丰富度评分	0-无镜头运动 1-有极少的镜头运动 2-有一定的镜头运动 3-有丰富的镜头运动	有序等级变量
亮度变化	0-未出现黑场 1-出现黑场	二值变量
剪辑结构手法	0-未运用转场技法 1-运用转场技法	二值变量
剪辑视觉内容效果	0-未对内容进行加工 1-对内容进行加工	二值变量

参照孙振虎等[26]，黑场是上一场画面完全淡去后、下一个镜头显现前存在的一个屏幕完全黑掉的过程。参照 Amini 等[6]的研究，注意线索是指在讲述故事的过程中用于吸引和保持观众注意力的策略。基于视频内容，我们将注意线索维度概述为：文字逐步出现，即渐显文本；颜色、边框、光效等突出关键信息，即高亮；放大或缩小视角，即缩放；运用箭头、手势、鼠标光标等指示信息，即指向。

剪辑方面，根据对结构和内容进行调整的区别，将其分为结构和内容两方面。结构方面，参考 Tang 等[25]和孙振虎等[26]将剪辑结构性转场大体上分为无技巧转场和技巧转场。开放式编码期间，标记无技巧转场包括：蒙太奇、相似性转场、引导性转场(在过渡过程中保留某些视觉元素吸引注意力，并实现转场)、镜头跟随转场(又称运动镜头转场)、跳切、快切；标记技巧转场包括：交叉叠化、翻页、定格、划像转场等特效转场技法。内容方面，参考 Morcillo 等[27]，标记维度包括：时间流逝，即画面变速；交叉剪辑，即不同场景交替切换，多用于实验对比或资料引用；倒放；快速闪白；叠化分屏，即画面包含两个场景或者图层同步演示；颜色变化，比如场景黑白化等。

镜头语言方面，参照 Li 等，将视频镜头类型初步划分为拉近、拉远、平移、追踪、弧线、旋转[24]，并将镜头变速纳入考虑。完成开放式编码后，添加镜头类型“晃动”。编码员需根据镜头类型数量、变速幅度和运动幅度对镜头丰富度打分。

(三)访谈用户

完成编码后，为了更好地评估可视化设计和视觉叙事组织的科普实践效用，研究招募了 6 位有发送弹幕习惯的“星球研究所”粉丝用户。追溯其过往的视频弹幕历史，解读其弹幕行为选择，探究视觉呈现对用户表达意愿和信息获取的影响。

四、研究发现

(一)科普数据视频范式

(1)可视化设计：地图主导与三维动效

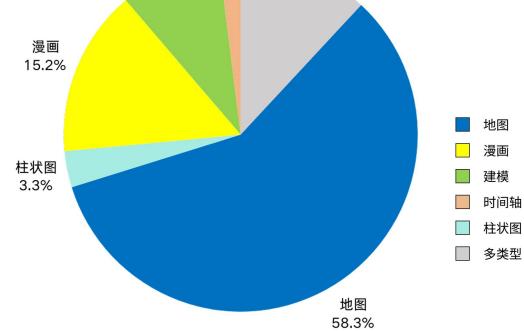


图 1 样本视频采用的可视化类型分布

如图 1 所示，地图类可视化是“星球研究所”地理类科普数据视频可视化呈现的首选，58.3% 的片段以地图作为主要的可视化类型；若将包含多种可视化形式的片段中含有的地图元素情况计算在内，便有将近 70% 的可视化片段采用了地图可视化的表现形式。这表明，“星球研究所”在可视化类型的选择上较为保守，偏向单一的、易理解、常见的图表类型。

参考 Latif 等[28]的分类，地图类可视化可被进一步分为：三维动态分布式地图、二维动态分布式地图、三维动态统计类地图、二维动态统计类地图等。依此重新编码分类后(详细数据见附录 A)，研究发现，地理类科普数据视频较少运用统计类地图，即很少出现具有明确编码、可被直接读取数据含义的地图图表，多数仅用于提供空间背景。尽管超过 30% 的样本片段均采用了地图可视化手段，但仅有

3个片段进行了统计类地图可视化,且均属于热力图。这反映出“星球研究所”在地图可视化上更关注直白的地理位置信息,而非以地理作为背景的其他统计类数据,比如温度、海拔等。

面对地貌成因等更为复杂的科学问题,视频多通过动态、三维的呈现手法,辅以建模、漫画等其他可视化手段、配合文字加以解释。相较静态地图和二维形式,动态地图和三维形式更能反映详细的地理变化过程,比如地壳运动、季风运动、水流运动等。此外,动态、三维的呈现形式也使可视技术下的画面同真实镜头语言更好地串联起来。比如,《中国不能没有墨脱!这片世外桃源,到底经历了什么?》的620-630秒(见图2),视频在俯瞰视角的实景3D地图的基础上,利用高光线条实现交通隧道的视觉化呈现,结合平移、弧线镜头,从山顶俯瞰视角转到山脚,回到墨脱县的实景镜头。同Conlen等[50]总结的电影化可视化的特征类似:将数据嵌入场景,再将镜头运动与空间变换相结合,以讲述一个引人入胜的数据故事。



图2 墨脱交通线路三维地图(上)

转向墨脱县实景(下)画面示例

图源: 星球研究所 版权归原作者所有

数据图表借助动效、立体感实现和实景镜头的贯穿。但部分图表的原始数据难以支撑动态、三维的设计,面对这种情况,数据视频多采用PPT式的设计,将图表以类似的或者相反的设计风格叠加视频画面出现,实现视觉上的柔美转变或者冲击吸睛,并配合文字变换。

总结而言,“星球研究所”的科普数据视频在可视化设计上较为保守:多采用地图类可视化,偏好动态、三维的呈现形式。这体现出制作上“语义

精简”的趋势,即减少可视化图表的意义维度,比如颜色、花纹、高度上的附加含义等,转而将附加含义阐述于立体连续的视频画面中。在此过程中,不具有附加含义的元素更多地被用作画面衔接的辅助工具,而非核心的信息表达方式。

(2) 技法配合: 镜头、剪辑划分叙事结构

除了可视化形式的运用外,镜头语言与剪辑手法也是视觉叙事,甚至节奏推进的核心手段。丰富的镜头运动在构建视觉逻辑与层次感中具有重要功能。例如平移镜头用于引导视线在实景与图标之间切换;旋转、拉远镜头等则用于推进空间转换;晃动和加速镜头通过限定范围内的剧烈运动吸引观众注意,增添紧张兴奋感。不同类型的镜头调度能有效实现信息层之间的转换,特别是在二维画面与三维画面的过渡中。

剪辑技法尤其是结构性技法,在画面衔接中也发挥着重要作用。“星球研究所”视频多采用柔和简洁的转场手法,如包括交叉淡化、水波纹在内的特效转场,保持固定元素吸引注意力的引导性过渡,相似性转场等,而非电影语言常用的、更复杂的“蒙太奇”。这同McKenna等[19]、Hullman等[20]的建议一致,视频保持着较低的视觉转换成本以帮助用户把握视频内容的整体意涵,也反映出“视觉呈现服务内容表达”的创作理念——视觉手段并非主导意义建构,而是贴合文本逻辑、顺应内容节奏设计。基于以上发现,研究将剪辑上的内容技法同结构性技法区分开来,以便进一步探究视觉效果的影响。

相较于剪辑结构技法而言,“星球研究所”的剪辑内容技法使用更加频繁,在镜头、可视化、实景、文字之间发挥着粘合剂作用。其中最常见的便是画面叠加,如图3所示,可视化设计依照叙事逻辑同实景交互,并根据视频风格调整表现形式。



图3 画面叠加案例截图

图源: 星球研究所 版权归原作者所有

以《中国不能没有墨脱！这片世外桃源，到底经历了什么？》的 570-630s 为例(详见附录 B)，视频通过不同的空间视角与视觉手法独立呈现每一次修路事件，并采用分屏剪辑、色彩渐变、弧线镜头等手段实现视觉上的自然过渡，呈现出文本结构与视觉元素的精妙配合。

(二) 弹幕效果分析

过往研究显示，针对 B 站等弹幕视频网站，相较评论，弹幕更多地反映用户在观看视频时的情感状态[29]。用户情感的热度可以通过弹幕数据的波动性体现。考虑到研究已对视频进行切片编码，故在此基础上以 10s 为单位对弹幕数量进行统计，分析量纲统一且能反映视觉叙事下的即时反馈。

为获取弹幕数据，研究通过 Python 语言编写爬虫程序，获取样本视频的相关数据，在获取弹幕存储位置后，调用 Python 的 Request 库向网站发送请求，最终获取弹幕共 37417 条。

(1) 相关分析：丰富的视觉叙事带来高互动？

由于样本切片中可视化图表运用分布不均匀，为提高量化结果准确性将“可视化”维度简化，采用可视化形式的片段编为 1，未采用的编为 0，再探究不同的视觉呈现与观众弹幕互动行为之间的关系。采用 SPSS 软件进行皮尔逊相关分析，对编码后的 343 条数据进行各变量两两相关性检验，尝试斯皮尔曼秩相关系数等非参数检验方法以增强分析的稳健性与解释力，结果显示(完整结果见附录 C)：

“可视化运用”同“注意线索使用”($r = 0.322, p < .001$)和“镜头运动”($r = 0.116, p < 0.05$)之间显著正相关，说明当视频片段中出现地图、漫画、建模等可视化形式时，往往伴随箭头、高光、放大等视觉提示手法以及更丰富的镜头语言。这种配合体现出视频在观众认知引导方面的设计策略。

“可视化运用”同“剪辑内容技法”($r = -0.180, p < 0.01$)之间存在显著负相关，说明视频采用剪辑内容技法时通常不会再进行可视化呈现。这反映了剪辑者对视频内容呈现的把握，即画面变速、黑白化、倒放等视觉内容效果同数据信息可视化在视频结构上的区分。

此外，“弹幕数量”和“可视化运用”($r = -0.106, p < 0.05$)以及“镜头丰富度”($r = -0.167, p < 0.01$)呈现负相关，同“黑场出现”正相关($r = 0.232, p < 0.01$)。这意味着，当视频采用可视化手段和丰富的镜头语

言时，受众的弹幕参与率较低；当视频使用黑场时，受众的弹幕参与率较高。

(2) 用户访谈：理解用户的即时互动选择

为对上述数据结论展开探究，研究招募了 6 位有发送弹幕习惯、在 B 站上关注了“星球研究所”的用户，采访其弹幕行为选择原因。受访者均具备弹幕使用经验，年龄集中在 18-25 岁之间，通过社交平台公开招募。访谈均在受访者知情同意的基础上进行。(受访者人口学资料见附录 D)

访谈结果显示，视觉呈现对用户弹幕行为选择的影响或同视频文本和弹幕文本有较强关系。受访者倾向于在“跟自身经历相关”“幽默”“超越知识范围”“感到疑惑”“视频没有说清楚”的画面发布弹幕。这同相关研究一致，即用户发送弹幕的动机主要分为信息获取需求、社交增强需求和娱乐需求，前两项为主要动因[43][44]。这也说明文本内容是弹幕行为的主要触发因素，视觉呈现只是进一步放大这种需求，但多数时候不是根本动因。

已有研究表明，视觉丰富度的确会影响用户的理解和互动意愿，但具体的影响过程较为复杂。Tuch 等[46]通过线下实验发现，视觉复杂性越高，用户反应时间越长，对内容的识别率越低。Xiao 等[47]认为高视觉丰富度的视频内容可能导致用户将更多注意力放在视频本身，而减少对弹幕互动的参与。相反，如果视频内容较简单，用户可能会将更多注意力转移到弹幕上，从而增加弹幕互动。Yuan 等[48]补充，过高的视觉复杂度可能导致用户难以处理信息，从而降低互动意愿。

研究的访谈结果同以上结论类似，高信息含量和多元的镜头运动令人“看不过来”“需要专注地看画面和字幕”，因此难以发表弹幕。但同上述研究区别的是，受访者表示，面对科普视频中信息含量较低的视频画面时，他们的互动参与意愿也很低——“没有分享的欲望，没有讨论的欲望，更没有吵架的欲望”。

此外，还有受访者批判性地提到了视频在镜头运动设计上的滥用，比如针对风景的俯视高速旋转镜头，并认为“星球研究所”的部分视频节奏编排过于软化，没有很好地回应标题提出的问题，造成观看者的期待落空，以至于在一整个过程中都没有互动的欲望。

综上，弹幕互动参与是一个复杂的问题，本文认为丰富的视觉效果会加大用户的理解成本，从“星

“星球研究所”的实践来说, 部分设计存在冗余的问题, 这造成弹幕参与率的下降, 并可能带来视觉过载和审美疲劳。此外, 科普题材使用户在观看时有不同于一般视频的期待, 面对科普视频, 用户在画面信息含量过高和过低时的弹幕参与率都偏低。

(3)时序分析: 视觉特征与弹幕数量的实时关联

为进一步探究可视化在结构上的设计及其影

响, 研究基于先前的编码和相关性分析结果, 绘制样本视频的可视化使用、章节段落、弹幕数量在时间维度中的变化图示。在视觉呈现方面, 图示着重关注了在量化部分具有显著性的可视化图表运用、黑场出现和镜头语言的丰富度这三个维度, 每一行代表一部视频, 每一个小方块代表长度为 10 秒的视频切片。此外, 以红色色阶对弹幕数量进行可视化, 颜色越深代表弹幕数量越多。结果如图 4:

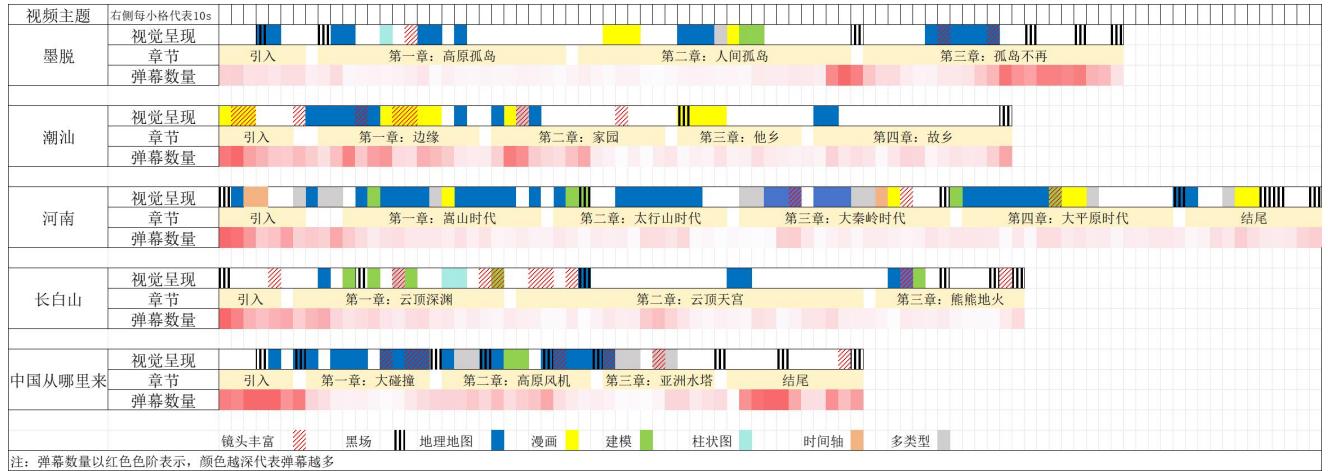


图 4 视频视觉元素编码、弹幕数量与章节结构的时序分布图

从整体结构分布来看, “星球研究所”的视频呈现出典型的“模块化分段”特征。视频多具备明确的章节编排, 通过黑场等过渡划分, 同 Amini 等提出的叙事类别类似[6], “星球研究所”的视频也在一定程度上遵循着“建立-初始-高潮-释然”的结构模式, 即保持多个高潮点, 并在每个推进阶段和整体叙事上采用先事实呈现后人文升华的叙述方式。因此, 视觉技法显示出“先密后疏”的趋势, 在结尾部分较少运用可视化手段而较多采用黑场。这种结构设计不仅有助于建立清晰的章节边界, 也有利于把握情感节奏。

研究发现, 弹幕峰值和视频文本结构在趋势上具有一致性, 且在时间上常与黑场“共现”。这一现象同访谈结果相呼应, 再次说明文本内容对触发弹幕行为的关键作用。弹幕高峰与黑场的“共现性”可从其出现位置理解: 黑场多出现在章节衔接处; 文本上刚建立好新的悬念或提出新的问题, 留待后文讨论, 结构处在高潮(Peak)部分。此时, 科学信息未被充分阐述, 信息含量较低, 镜头和可视化也相对简洁, 为观众的弹幕表达留下空间; 先行的问题则更易激发用户的情绪和表达。综合来看, 视觉叙事和弹幕数量的相关性可能是以文本结构作为

共同基础的, 正如 Metoyer 等的研究指出的: 视频中的转场和可视化服务于语义推进[22]。

此外, 视频开头通常存在弹幕峰值, 这同 B 站本身的特性和观众的弹幕展演习惯有关, 即点开视频后习惯性地同视频主题或者 UP 主寒暄互动[33]。结尾部分, 视频处于释然(Release)阶段, 高潮刚过, 画面节奏较缓, 视频多采用黑场, 少镜头变换和可视化呈现, 方便观众回味讨论, 也带来较高的弹幕数量。

五、研究不足

从帐号主体看, 当前中国地理类科普视频可大致分为三类: (1)权威专业型, 如“中国国家地理”“汪品先院士”, 专业性较强, 具备官方或科研背景, 视频多有专家出镜, 但视觉表达形式较为简洁; (2)自媒体型, 如“热爱干饭饭”, 趣味性、通俗化传播基础地理知识, 内容结构较松散, 视觉元素运用相对简单, 主要依靠口播和卡通插画吸引用户; (3)专业媒体型, 如“星球研究所”, 由经验丰富的团队运营, 兼具权威性、知识性和通俗性, 是一种介于前两类之间的、市场化的专业范式。

相较于前两类中国地理类科普视频, 第三类视

频的视觉设计往往更丰富,产出的视频质量更稳定,也是科学知识面向大众传播的理想路径。这是本研究选择“星球研究所”的原因,但也使研究在样本上具有局限性,难以代表所有类型的科普数据视频,未来或将选取更多元的样本视频加以研究。

此外,在分析方法层面,本文构建了基于视觉叙事维度的编码体系,并尝试引入用户行为变量进行分析。然而,在编码体系上,科普数据视频的构成要素多元,跨模态指标尚缺乏统一的分析框架。这使研究的结论局限在视觉设计与弹幕数据之间存在关联,尚不足以推断因果关系。在行为变量上,弹幕数据在一定程度上能够反应用户参与度,但也可能存在打字速度延迟、弹幕发送习惯不同等问题。这都使方法的可推广性和测量的准确性存在提升空间。未来研究可进一步开展线下实验,引入更大规模样本,尝试针对科普数据视频建立多模态编码框架,以揭示不同媒介要素对用户交互行为的影响机制与相互作用。

六、讨论和结语

研究以“星球研究所”为例,对科普数据视频的视觉叙事方法进行考察,并结合弹幕数据探究其实际效果。研究发现,“星球研究所”通过镜头运动、剪辑技法、注意线索、黑场、可视化形式的搭配设计,建立了较为成熟的视觉叙事逻辑:视频多采用三维动态地图可视化,以同其他场景更好地串联;镜头运动方面,视频运用丰富的镜头衔接画面,实现平面到立体的转向、文本结构的划分;在剪辑技法方面,视频采用柔和的过渡方式,追求给受众“视觉叙事流”的沉浸感,并配合黑场实现节奏划分与结构分段;视频还运用诸多注意线索引导用户,帮助注意力转换。

尽管“星球研究所”形成了丰富、成熟的视觉叙事逻辑,但过往研究表明,动态的设计并不总是

取得更好的效果,尤其是在科普领域。Tversky 等的研究显示,动画图像相较于静态图像展示的信息更多,尤其是空间和时间上的微小变化,且更具有吸引力和激励性。^[35]这使其在教育界有一定的优势^[34]。但动态图像也更容易分散受众的注意力^{[35][36]},有着难以被感知和理解的弊端^[49],就科普数据视频而言,制作者应审慎运用类似的效果。

本研究的发现同过往研究相似,尽管“星球研究所”采取了平滑的过渡以连贯动态图像,但过多的、没有信息增量的转换也造成了一定程度的视觉冗余。同时如前文所述,“星球研究所”在可视化上较少触及统计类信息,呈现的数据维度较简单,文本切入点和表述也比较抒情、软化,这便于观众理解,但也表现出对美学追求的过分妥协——对丰富视觉叙事的偏好一定程度上牺牲了科普视频应具备的理性逻辑与信息深度。

据此,研究建议针对科普数据视频建立以下评估维度:(1)针对“视觉过载”问题,建立“视觉负载”和“认知成本”维度,通过专家打分、观众测试等评估视频画面复杂程度,并通过线下实验探究理解效果和注意力维持;(2)针对“科普期待落空”问题,建立“标题准确性”“内容科学性”^[51]“可视化适配性”三大维度,评估视频在科学知识传播上的规范性。

尽管从科学传播的概念发展来看,建设性地思考如何以引人入胜的视觉叙事和文本表达吸引观众参与或许更是当今的课题,但批判性的思路仍不能被抛下,比起吸引公众,科普从业者、新闻从业者更应怀有敬畏,时常反思追问,追求更好的科普文本和视觉叙事。因此,本文建议科普创作者超越“美学表达”的单一导向,重新思考视觉叙事在科学传播中的必要性与适用性。科学传播应以“可视化”作为调适、激活科学兴趣的路径之一,追求在沉浸体验与理性表达之间的平衡。

参考文献

- [1] OSBORNE J. All fired up[J/OL]. New Scientist, 1999(4): 52. [2025-04-01]. <https://www.newscientist.com/article/mg16221806-200-all-fired-up/>.
- [2] 刘华杰. 科学传播的三种模型与三个阶段[J]. 科普研究, 2009, 4(02): 10-18. DOI: 10.19293/j.cnki.1673-8357.2009.02.003.
- [3] 求是网. 崭新科普: 从理解科学走向参与科学 [EB/OL]. (2019-05-13)[2025-04-01]. http://www.qstheory.cn/science/2019-05/13/c_1124487757.htm.
- [4] Jensen EA, Borkiewicz K, Naiman JP, Levy S, Carpenter J. Evidence-Based Methods of Communicating Science to the Public through Data Visualization[J]. Sustainability, 2023, 15(8): 6845. DOI: 10.3390/su15086845.
- [5] Segel E, Heer J. Narrative visualization: telling stories with data[J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2010, 16(6): 1139-1148. DOI: 10.1109/TVCG.2010.179.
- [6] Amini F, Henry Riche N, Lee B, et al. Understanding data videos: looking at narrative visualization through the cinematography lens[C]// Proceedings of the 33rd annual ACM conference on human factors in computing systems (CHI '15). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2015: 1459-1468. DOI: 10.1145/2702123.2702431.
- [7] Shi D, Sun F, Xu X, et al. Communicating with Motion: A Design Space for Animated Visual Narratives in Data Videos[C]// Proceedings of the 2021 ACM Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. New York: ACM, 2021: 1-11. DOI: 10.1145/3411764.3445337.
- [8] Cao R, Dey S, Cunningham A, et al. Examining the use of narrative constructs in data videos[J]. Visual Informatics, 2020, 4(1): 8-22. DOI: 10.1016/visinf.2020.01.001.
- [9] Amini F, Riche NH, Lee B, et al. Authoring data-driven videos with dataclips[J]. IEEE Trans. Vis. Comput. Graphics, 2017, 23(1): 501-510. DOI: 10.1109/TVCG.2016.2598647.
- [10] Jensen EA, Borkiewicz K, Naiman JP, et al. Picture Perfect Science Communication: 3D Data Visualization in Documentaries Increases Source Credibility and Elevates Scientific Reasoning[J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0307733.
- [11] Abe ten Voorde, Margherita Piroi, Rogier Bos. A taxonomy of didactic roles of dynamic visualization in animated mathematics videos[J]. Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA, 2025, 44(1): 47 – 67. DOI: 10.1093/teamat/hrae007.
- [12] Kohler S, Dietrich T. Potentials and Limitations of Educational Videos on YouTube for Science Communication[J]. Frontiers in Communication, 2020, 6: 581302. DOI: 10.31235/osf.io/w4d9c.
- [13] 星球研究所. 星球研究所的账号主页 [EB/OL]. 哔哩哔哩, 2025-06-27[2025-07-05]. https://space.bilibili.com/326427334?spm_id_from=333.337.0.0.
- [14] 中国科技新闻学会. 14.14% ! 第十三次中国公民科学素质抽样调查结果公布 [EB/OL]. (2024-04-17)[2025-04-01]. https://www.csstj.org.cn/kp/kpzx/art/2024/art_3a877698ee764db09c7eb3aa9ec15748.html.
- [15] 周涛, 刘佳怡, 邓胜利. 基于启发式—系统式模型(HSM)的在线知识类视频传播效果研究[J]. 现代情报, 2024, 44(08): 61-68. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0821.2024.08.006.
- [16] 王程伟, 马亮. 政务短视频如何爆发影响力: 基于政务抖音号的内容分析[J]. 电子政务, 2019, (07): 31-40. DOI: 10.16582/j.cnki.dzzw.2019.07.004.
- [17] 徐嘉, 刘宇. 科普视频信息传播效果的影响因素研究——以“二次元的中科院物理所”B站账号为例[J]. 图书馆杂志, 2023, 42(11): 108-116. DOI: 10.13663/j.cnki.lj.2023.11.012.
- [18] 克劳锐指数. topklout[EB/OL]. 北京新三优秀科技有限公司, 2024[2025-10-08]. <https://www.topklout.com/#/home>.
- [19] McKenna S, Riche N, Lee B, et al. Visual narrative flow: exploring factors shaping data visualization story reading experiences[J]. Computer Graphics Forum, 2017, 36(3): 377-387. DOI: 10.1111/cgf.13195.
- [20] Hullman J, Kosara R, Lam H, et al. Finding a clear path: structuring strategies for visualization sequences[J]. Computer Graphics Forum, 2017, 36(3): 365-375. DOI: 10.1111/cgf.13194.
- [21] Tong C, Roberts R, Borgo R, et al. Storytelling and visualization: an extended survey[J]. Information, 2018, 9(3): 65. DOI: 10.3390/info9030065.
- [22] Metoyer R, Zhi Q, Janczuk B, et al. Coupling story to visualization: using textual analysis as a bridge between data and interpretation[C]// Proceedings of the 23rd international conference on intelligent user

- interfaces. New York: ACM, 2018: 503-507. DOI: 10.1145/3172944.3173007.
- [23] Slavik CE, Fish C, Peters E, et al. Using geovisualizations to educate the public about environmental health hazards: what works and why[J]. Current Environmental Health Reports, 2024, 11(4): 453-467. DOI: 10.1007/s40572-024-00461-8.
- [24] Li WC, Wang Z, Wang Y, et al. GeoCamera: telling stories in geographic visualizations with camera movements[C]//Proceedings of the 2023 CHI conference on human factors in computing systems (CHI '23). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2023: Article 170, 1-15. DOI: 10.1145/3544548.3581470.
- [25] Tang J, Yu L, Tang T, et al. Narrative Transitions in Data Videos[C]//Proceedings - 2020 IEEE Visualization Conference, VIS 2020. IEEE, 2020: 151-155. DOI: 10.48550/arXiv.2009.05233.
- [26] 孙振虎,张悦,韦霖璐.转场——视频流畅表达的“秘密武器” [J].新闻与写作,2020,(03):105-108.
- [27] Munoz Morcillo J, Czurda K, Robertson-von Trotha CY. Typologies of the popular science web video[J]. JCOM, 2016, 15(4): A02. DOI: 10.22323/2.15040202.
- [28] Latif S, Chen S, Beck F, et al. A deeper understanding of visualization-text interplay in geographic data-driven stories[J]. Computer Graphics Forum, 2021, 40(3): 453-467. DOI: 10.1111/cgf.14309.
- [29] 李伟卿,汪文涛,黄炜,等.弹幕视频网站用户持续使用行为的影响因素及其可解释性分析——基于感知价值的视角[J].现代情报,2023,43(12):63-72. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0821.2023.12.006.
- [30] 孙晓宁,姚青.多元主题场景下的用户弹幕与评论特征比较研究: 基于 Bilibili 网站[J].情报理论与实践,2021,44(09):135-141+121. DOI: 10.16353/j.cnki.1000-7490.2021.09.019.
- [31] Ma X, Cao N. Video-based evanescent, anonymous, asynchronous social interaction: motivation and adaptation to medium[C]// Proceedings of the 2017 ACM conference on computer supported cooperative work and social computing. New York: ACM, 2017: 770-782. DOI: 10.1145/2998181.2998256.
- [32] 陈明红,黄嘉乐,方世深,等.弹幕视频播放量影响因素与组态效应[J].图书馆论坛,2022,42(06):150-161. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1167.2022.06.016.
- [33] 陈忆金,卓林锴,赵一鸣.学习类视频弹幕用户的交互行为研究[J].图书馆论坛,2021,41(09):95-101+124. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1167.2021.09.023.
- [34] Park OC, Gitelman SS. Selective use of animation and feedback in computer-based instruction[J]. Educational Technology Research and Development, 1992, 40: 27-38. DOI: 10.1007/BF02296897.
- [35] Tversky B, Morrison JB, Bertrancourt M. Animation: can it facilitate?[J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2002, 57(3): 247-262. DOI: 10.1006/ijhc.1017.
- [36] Parsons P, Shukla P. Data Visualization Practitioners' Perspectives on Chartjunk [Z]. arXiv, 2020(2020). DOI: 10.1109/VIS47514.2020.00049.
- [37] 刘涛.视觉框架分析: 图像研究的框架视角及其理论范式[J].新闻大学,2022,(03):1-21+117. DOI: 10.20050/j.cnki.xwdx.2022.03.001.
- [38] Wynne B. Knowledges in context[J]. Science, Technology, & Human Values, 1991, 16(1): 111-121. DOI: 10.1177/016224399101600108.
- [39] Burns T W, O' Connor D J, Stocklmayer S M. Science communication: a contemporary definition[J]. Public Understanding of Science, 2003, 12(2): 183-202. DOI: 10.1177/09636625030122004.
- [40] 刘涛. 元框架: 话语实践中的修辞发明与争议宣认 [J]. 新闻大学, 2017(2): 1-15. DOI: 10.20050/j.cnki.xwdx.2017.02.002.
- [41] Shen L, Zhang Y, Zhang H, et al. Data Player: Automatic Generation of Data Videos with Narration-Animation Interplay [J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2024, 30(1): 109 - 119. DOI: 10.1109/TVCG.2023.3327197.
- [42] Shi D, Sun F, Xu X, Lan X, Gotz D, Cao N. AutoClips: An Automatic Approach to Video Generation from Data Facts[J]. Computer Graphics Forum, 2021, 40(3): 495-505. DOI: 10.1111/cgf.14324.
- [43] 杨文琪,刘爽.教学类弹幕视频网站学习者的动机研究——基于内容分析法[J].福建教育学院学报,2023,24(07):97-100. DOI: 10.3969/j.issn.1673-9884.2023.07.024.
- [44] 全冲,赵宇翔.基于内容分析法的弹幕视频网站用户使用动机和行为研究 [J].图书馆论坛,2019,39(06):80-89. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1167.2019.06.010.
- [45] Marshall B, Cardon P, Poddar A, Fontenot R. Does sample size matter in qualitative research?: A review of qualitative interviews in IS research[J]. Journal of Computer Information Systems, 2013, 54(1): 11 - 22. DOI:

10.1080/08874417.2013.11645667.

- [46] Tuch A N, Bargas-Avila J A, Opwis K, Wilhelm F H. Visual complexity of websites: Effects on users' experience, physiology, performance, and memory[J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2009, 67(9): 703 – 715. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2009.04.002.
- [47] Xiao L, Li X, Mou J. Exploring user engagement behavior with short-form video advertising on short-form video platforms: a visual-audio perspective[J]. Internet Research, 2024, ahead-of-print(ahead-of-print). DOI: 10.1108/INTR-07-2023-0521.
- [48] Yuan H, Lu K, Ausaf A, Zhu M. Constant or inconstant? The time-varying effect of danmaku on user engagement in online video platforms[J]. Internet Research, 2025, 35(2): 771 – 797. DOI: 10.1108/INTR-06-2023-0479.
- [49] Greussing E, Kessler S H, Boomgaarden H G. Learning from science news via interactive and animated data visualizations: An investigation combining eye tracking, online survey, and cued retrospective reporting[J]. Science Communication, 2020, 42(6): 803 – 828. DOI: 10.1177/1075547020962100.
- [50] Conlen M, Heer J, Mushkin H, Davidoff S. Cinematic Techniques in Narrative Visualization[Z]. arXiv:2301.03109 [cs.HC], 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2301.03109.
- [51] 马奎, 莫扬. 科普类抖音号分析研究——以 21 个传播影响力较大的科普抖音号为例[J]. 科普研究, 2021, 16(01):39-46+97. DOI: 10.19293/j.cnki.1673-8357.2021.01.004.

附录 A 地图类可视化分类表

类型 1: 地图可视化的功能分类	
地图类型 (功能)	数量
地理分布地图	102
统计信息地图 (热力图)	1
同时具备	2
类型 2: 地图可视化的空间表现分类	
地图类型 (空间表现)	数量
三维地图 (3D)	84
二维地图 (2D)	21
类型 3: 地图可视化动态特征分类	
地图类型 (动态特征)	数量
动态地图 (含动画、镜头移动等)	68
静态地图	37

注: 本表基于对视频内容按每 10 秒划分的编码片段进行统计, 各类型地图指在相应片段中出现的可视化形式。

附录 B 《中国不能没有墨脱!》570-630s 视频拉片表

叙事结构	文本	镜头语言	截图	剪辑视觉 内容效果
第一次修路尝试	1965 年, 筑路大军试图沿着雅鲁藏布江打通从北面的排龙乡前往墨脱的公路, 但最终在“花了 80 万, 牺牲了 8 个人, 修了 8 里路”后被迫停工。	追踪		
第二次修路尝试	10 年后, 人们再次尝试从更靠东的波密县扎木镇修通通往墨脱的公路, 历时五年, 这条全长 141 公里的公路还是不得不止步于 106K。	拉远、旋转、 拉近、追踪		
第三次修路尝试	1993 年, 墨脱终于开进了第一辆汽车, 人们像过节一样前来参观这头陌生的“四轮兽”。	追踪		分屏
	次年, 公路宣布通车, 但紧随其后的雨季却几乎再次将它全线摧毁。	拉远		分屏
第四次修路尝试	直到 2013 年, 一条 3.3 公里长的隧道打通了横亘在墨脱和波密之间的港式嘎布山脉, 避开了冬日积雪的危险路段, 中国最后一个不通公路的县才就此成为历史。	拉近、弧线、 平移		变色转场

注: 截图来源于“星球研究所”, 版权归原作者所有。

“第一次修路尝试”以面向正前方的拍摄角度呈现可视化;“第二次修路尝试”则通过丰富的镜头语言先转到俯视图,再聚焦于“扎木镇”,以面向西北方向的拍摄角度呈现;“第三次修路尝试”采用了分屏的剪辑视觉内容技法,并以俯视图的角度继续追踪;通过拉近、弧线镜头以及变色转场,视频进入“第四次修路尝试”,背景颜色渐变变蓝,“3.3公里长的隧道打通了横亘在墨脱和波密之间的岗日嘎布山脉”文段后,镜头弧线运动,最终下移至雪山脚下,转回实景。短短60s,三维立体空间的呈现帮助镜头衔接,文段之间鲜明的镜头运动分隔了叙事结构,差异化的呈现角度以及剪辑视觉内容效果进一步区分视觉感知,强化文本层次,最终实现可视化呈现间的连贯、图表同实景转场的连贯以及文本叙事节奏的连贯。

附录 C 相关性分析结果

	可视化运用	注意线索	镜头丰富度	黑场	剪辑结构手法	剪辑内容手法	弹幕数据
可视化运用	1	0.322**	0.116**	-0.91	0.004	-0.18**	-0.106*
注意线索	-	1	-0.048	-0.046	-0.047	-0.078	-0.065
镜头丰富度	-	-	1	-0.036	0.018	-0.132*	-0.167**
黑场	-	-	-	1	-0.01	0.067	0.232**
剪辑结构手法	-	-	-	-	1	0.128*	0.063
剪辑内容手法	-	-	-	-	-	1	0.016
弹幕数据	-	-	-	-	-	-	1

注: **表示 $p < 0.01$, *表示 $p < 0.05$ 。

附录 D 受访用户人口学资料

编号	性别	年龄	教育背景	弹幕使用频率	是否关注星球研究所
U1	女	23	本科	偶尔发送	是
U2	男	22	本科	经常发送	是
U3	女	24	本科	经常发送	是
U4	男	19	本科在读	经常发送	是
U5	女	25	研究生在读	偶尔发送	是
U6	男	22	本科在读	偶尔发送	是