引文格式:李千千,苏世亮.数智媒介下叙事地图的基本理论问题——概念界定、叙事结构与意义生成机制[J].武汉大学学报(信息科学版),2026,51(3):447-462.DOI:10.13203/j.whugis20250261

Citation: LI Qianqian, SU Shiliang. Fundamental Theoretical Issues of Intelligent Digital Narrative Maps: Conceptualizaitons, Narrative Structure, and Meaning-Generating Mechanism[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2026, 51(3):447-462.DOI:10.13203/j.whugis20250261

数智媒介下叙事地图的基本理论问题——概念界定、叙事结构与意义生成机制

李千千[1] 苏世亮[1]

1 武汉大学资源与环境科学学院城市计算与可视化研究室,湖北 武汉,430079

摘 要:随着叙事地图逐渐成为当今社会中一项重要且基础性的表意活动实践,学者们开展了深入的讨论并逐渐建立起叙事地图学的理论体系。然而,现有研究多集中于纸质媒介下的地图样态,对数智媒介下叙事地图的基本理论问题缺乏系统性阐述。针对这一学术空白,首先基于数智媒介下叙事地图的系统构成,厘清其概念内涵和本质特征,继而从交互视角、拼装层级、情节生成3个维度入手,构建了数智媒介下叙事地图的类型立方体模型,实现了对其类型的科学划分;其次,从故事与话语两个维度出发,剖析了数智媒介下叙事地图的叙事结构特征;再次,从时空感知的重构机制、情感认知统一的沉浸机制、由算法逻辑与程序规则所引导的制约机制3个关键维度,廓清了叙事地图的意义生成机制;最后,对后续研究的关键议题进行了展望。

关键词:叙事地图;地图学理论问题;数智技术;理论地图学

中图分类号:P208 **文献标识码**:A **收稿日期**:2025-10-15

DOI:10.13203/j.whugis20250261 **文章编号**:1671-8860(2026)03-0447-16

Fundamental Theoretical Issues of Intelligent Digital Narrative Maps: Conceptualizaitons, Narrative Structure, and Meaning-Generating Mechanism

LI Qianqian[1] *SU Shiliang*[1]

1 Urban Computing and Visualization Lab, School of Resources and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China

Abstract: **Objectives**: As maps increasingly participate in social construction, cultural communication, and knowledge production, narrative cartography has emerged as a foundational expressive practice. However, existing studies have focused mainly on print-based or early digital maps, leaving the theoretical foundations of narrative maps under intelligent digital media underexplored. With the rapid development of intelligent and digital technologies, including new media forms (e.g., animation and games), extended reality (XR), and the metaverse, narrative maps have undergone profound transformations in their media form, narrative logic, and meaning production. In this context, it becomes necessary to clarify the fundamental theoretical issues of intelligent digital narrative maps (IDNM). This study aims to address three core questions: How IDNM should be conceptually defined and distinguished from print-based forms. How their narrative structures are organized under conditions of interactivity and computation. And through what mechanisms narrative meaning is generated in human-machine interaction. **Methods**: A qualitative, theory-oriented approach was employed, based on a comprehensive survey of representative IDNM practices. Through inductive reasoning, key operational and expressive features distinguishing IDNM from print-

基金项目:国家自然科学基金(42471449);湖北省青年拔尖人才计划(212100006)。

第一作者:李千千,博士生,研究方向为视觉感知与地图可视化。qianqian_li@whu.edu.cn

通信作者:苏世亮,博士,教授。shiliangsu@whu.edu.cn

based maps were distilled. On this basis, a conceptual typological framework was developed, structured around core dimensions. The study further examined how dynamic interactions among cartographers, users, and machines co-produce spatiotemporal frameworks and narrative meaning. **Results:** IDNM are defined as human-machine assemblages integrating hardware, digital systems, and users, operating under algorithmic logic, and generating meaning through embodied interaction and multimodal symbol construction. Three core characteristics of IDNM are identified: interactivity, self-organization, and assemblage. Building on these characteristics, a typological cube model is established, enabling systematic classification of IDNM across interactive perspective (from omniscient to first-person experiential), assembly hierarchy (from low-level abstract interaction to high-level embodied interaction), and plot generation (from fixed embedded narratives to emergent narratives). Narrative structures shift from closed, stable forms toward open, dynamic, and generative configurations, while discourse evolves from static visual expression to multimodal, interactive, and procedurally mediated forms. Regarding meaning-generating mechanisms, three key mechanisms are identified: Reconstruction of body-centered spatiotemporal perception, immersive integration of emotion and cognition facilitating flow experiences, and algorithmic constraints guiding narrative emergence. Together, these explain how narrative meaning arises dynamically rather than being fully predetermined by the cartographer. **Conclusions:** By clarifying the conceptual definition, typology, narrative structure, and meaning-generating mechanisms, we advance a theoretical framework for understanding IDNM. The findings highlight a shift from representation and persuasion toward participation and emergence, repositioning users as active co-producers of narrative meaning. The proposed framework offers a foundation for future empirical research, design practice, and interdisciplinary exploration of IDNM.

Key words: narrative map; cartographic theories; intelligent digital technology; theoretical cartography

叙事,也就是讲故事,是人类最为典型且有效的沟通交流方式之一。叙事地图通过符号体系和语法规则来实现意义的生产与交流,成为了当今社会中一种重要且基础性的表意活动实践。学者们围绕叙事地图的概念界定[1-5]、符号体系[6]、语法规则[6]、修辞体系[7]、设计方法[8-9]、表征机制[3,10]、认知机理[11-13]、工程技术[8,14-15]、阐释方法[16]等问题,开展了深入的讨论并逐渐建立起了叙事地图学的理论体系[8]。然而,前人的研究对象主要集中在纸质媒介下的地图样态(如单张图[9,17]、系列地图[18]、地图册[19]、地图集[10]),以及程序化的电子地图[20-22]。近年来,随着融媒体、人工智能、可穿戴设备等数智技术的不断发展,叙事地图样态呈现出多元化、多样性、多模态的特征[23],相继涌现出扩展现实(extended reality,XR),包括增强现实(augmented reality,AR)、混合现实(mixed reality,MR)、虚拟现实(virtual reality,VR))地图[24-26]、新媒体地图(游戏地图[27-29]、动画地图[30-32])、泛地图[33]和微地图[34],以及元宇宙地图[35]等新样态。数智技术在改变叙事地图样态的同时,也重构了叙事地图的底层逻辑和表征机制。最为显著的影响便是交互性的深层嵌入,使得数智媒介下叙事地图的时空语义结构不再单纯受制于制图者,而是高度依赖用户的参与和调适。同时,叙事地图的意义也不再是故事的文本意义、制图者的嵌入意义以及读者的解读意义间的耦合,而是在互动过程中呈现出不断生成的状态[8]。换而言之,数智媒介下叙事地图挣脱了原先明确的叙事逻辑、静态的表征结构、以劝服和说服为目标的意义建构,转向不确定的叙事逻辑、动态的非表征结构、以邀请和参与为目标的意义生成。

在此背景下,亟需追问数智媒介下叙事地图的基本理论问题,才能为叙事地图学的理论体系完善和社会实践提供学理性的引导和支撑。具体包括3个关键问题需要突破:(1)数智媒介下如何对叙事地图进行概念界定?(2)数智媒介下叙事地图具有怎样的叙事结构?(3)数智媒介下叙事地图的意义生成机制是什么?针对这些关键理论问题,本文首先立足于数智媒介下叙事地图的本质特征,对其进行概念界定并划分叙事地图的类型;其次,从故事与话语两个层面出发,甄别数智媒介下叙事地图的叙事结构;最后,从时空感知、心流体验与程序制约3个维度,阐释叙事地图意义的涌现路径,并以此廓清数智媒介下叙事地图的意义生成机制。总体而言,本文意在厘清

数智媒介下叙事地图所承载的复杂内涵,完善叙事地图学的基础理论体系,并以此回应数智转型背景下地图研究的理论适切性问题,推动当代地图学的理论创新。

1　数智媒介下叙事地图的概念与类型

1.1　数智媒介下叙事地图的概念界定

数智媒介下叙事地图的样态和功能不断拓展[36-37],突破了传统纸质媒介和电子地图系统下叙事地图的概念框架,通过具身交互连通起数字虚拟空间、现实物理空间以及用户身体空间,从依赖单一视觉符号传达时空语义的封闭媒介,转变为由机器系统和用户协同参与叙事的开放系统。具体而言,机器系统涉及硬件设备和数字系统两个维度(图 1)。其中,硬件设备是存在于现实物理环境中的物质存在,是叙事地图的外部空间;数字系统则包括以计算机数据为基础的秩序化操控系统与交互系统,构成了叙事地图的内部空间。

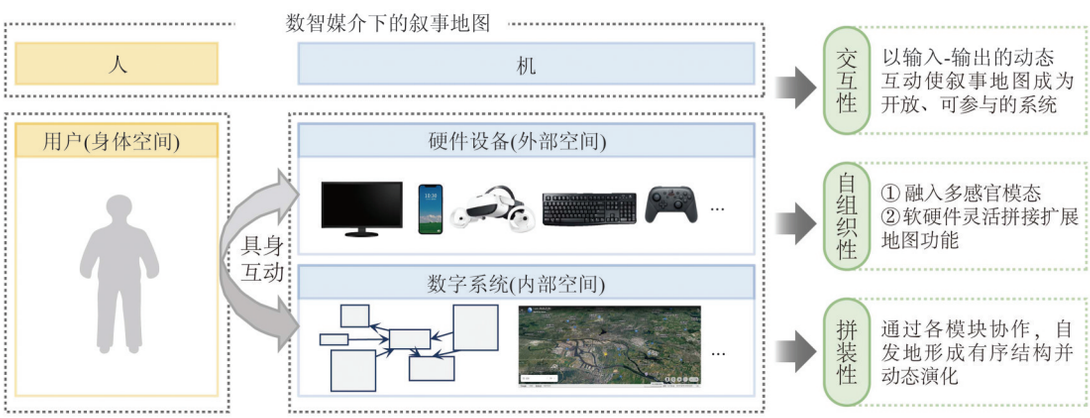


图 1　数智媒介下叙事地图的概念构成

Fig. 1　Conceptual Components of Intelligent Digital Narrative Maps

以此为基础,用户通过操作硬件设备进入数字虚拟空间,在具身交互作用下叙事地图的内部空间、外部空间以及用户身体空间高度耦合,协同动态地参与地图的叙事进程,最终形成了一个参与、认知与体验的故事场域。鉴于此,本文将数智媒介下叙事地图的概念界定为:由硬件设备、数字系统和用户协同构成的人机复合装置,以算法程序为底层逻辑,在具身参与的人机交互下不断形塑叙事线索,通过多模态符号的即时组构与身体经验的动态整合,形成体验或建构认知并以此完成地图叙事意义的生成。

从上述概念可以看出,数智媒介下叙事地图具有交互性、自组织性与拼装性 3 大基本特征。其中,交互性作为核心特征,连通了人机共作、虚实空间并存的两仪环境,以输入-输出的动态互动打破了信息的单向传播模式,使叙事地图成为一个开放、可参与的系统。这一过程中,用户被纳入叙事进程并成为建构意义的能动主体。交互颠覆了传统叙事地图的生成逻辑与表征机制,使叙事展现出零碎、动态、实时的涌现特性。而叙事地图的内部空间作为一个封装的程序系统具备自组织性,在内部数据流与算法的互动中,通过各模块协作能自发地形成有序结构并动态演化。自组织性使内部空间本身成为了地图叙事的核心参与者,使得叙事情节表现出生成性的特征。拼装性源于人机复合装置的异质性构成,这意味着叙事地图可以整合多种媒介形式,展现出强烈的融媒体性,视觉符号不再是唯一的叙事表征符号,听觉、触觉、嗅觉等多种感官模态得以融入,极大丰富了叙事地图的符号体系。同时,异构元素的灵活拼接赋予了叙事地图高度的可扩展性,例如特定硬件模块或软件插件的介入能够有效扩展叙事地图的功能,创造更丰富的叙事体验。3 大基本特征使得数智媒介下的叙事地图突破了以制图者为主导的明确叙事逻辑、静态表征结构与单向传播模式,转向由制图者(或者说叙事地图系统设计者)、机器系统(硬件设备、数字系统)和用户共同参与和推动的开放关系网络。所谓开放关系网络,是指叙事地图的意义不再受制于制图者编织的特定叙事结构,而是在交互作用的驱动下不断地生成和涌现,趋向动态化、过程性和碎片化。

1.2　数智媒介下叙事地图的类型划分

数智媒介下叙事地图样态涵盖了动画地图、声音地图、XR 地图、游戏地图以及元宇宙地图等多种样态。这些地图样态,从硬件设备角度来看,涉及竖屏、横屏、可穿戴设备等类型;从数字系统

角度出发,可以归类为信息查询型、路线规划型和沉浸体验型等;从用户身体介入方式,亦可以分为视觉交互、手势交互、多感官模态交互、全身交互等类型。然而,任何单一维度的类型划分都难以完全涵盖叙事地图的丰富内涵。鉴于此,本文立足于叙事地图的3大基本特征,从交互视角、拼装层级、情节生成3个维度入手,以实现对叙事地图类型的科学合理划分。

1)交互视角。交互视角是指用户发出交互以观察或参与叙事的位置与视域。对于叙事地图的交互性而言,叙事进程由交互驱动,发出交互行为的用户成为最具能动性的叙述主体,但叙述主体并不必然等同于事件主体。交互视角的选择决定了叙述主体与事件主体的距离,主要包括以下4类:①全知视角。叙述主体无虚拟化身,以自身的高维身份置身事外,与事件主体保持最大距离,能够全面、无死角地掌握所有情节。如图2所示,《Tangier Island's Troubled Waters》[38]全面而客观地展现了岛屿居民面临的环境与社会挑战。②外置局部视角。叙述主体仍无虚拟化身,以聚焦某个或某些事件主体的局部视角置身于事件之外。相较全知视角,其视域更集中、贴近细节,强调对个别事件主体的深入观察。如在《Safe Passages》[39]中,用户通过聚焦叉角羚羊700031A号的迁徙动向来了解80号州际公路对野生动物迁徙的阻碍与生态走廊的适宜方案(图2)。③内置旁观视角。叙述主体拥有虚拟化身,但游走于核心叙事线索之外,以虚拟世界内部的角色身份叙事。此时,用户通过虚拟化身更贴近事件主体,虽不直接干预主事件进程,却可依托化身对事件产生体验,并可能在游走中创造次要叙事线索,成为次要事件的主体。如在《Wolves in the Walls》[40]中,用户扮演事件主体的朋友,陪伴、见证她的故事(图2)。④亲历视角。叙述主体不仅具有虚拟化身,还是事件关键角色之一。此时,用户的身份视角与事件主体紧密相连,处于事件发展的核心位置,亲身体验并感知事件的全过程。如在《Outer Wild》[41]中,用户作为事件主体探索各个星球,挖掘宇宙的真相(图2)。4种视角中的叙述主体渐近事件主体,并在亲历视角下重合。不同视角选择不仅改变用户的位置感知,还会影响叙事张力与结构。



图2 数智媒介下叙事地图的交互视角

Fig. 2 Interactive Perspectives of Intelligent Digital Narrative Maps

2)拼装层级。用户借助硬件设备才能介入数字系统参与地图叙事,拼装层级将直接影响用户的沉浸感和参与度,具体可划分为3个层级:①低层级拼装。人机复合装置简单且高度抽象,通常以点击等方式替代真实动作,侧重结果导向。例如,《Tangier Island's Troubled Waters》[38]中,用户只需点击目标地点即可"瞬移"到指定位置(图3)。②中层级拼装。人机复合装置强调交互的过程与感官细节,通常依靠身体图式来实现体验模拟。如通过键盘、手柄等设备控制行走方向和速度,同时配合视角移动、脚步音效等反馈进一步增强体验。如在云游上博的线上展厅[42]中,用户可以通过键盘控制行进方向和速度等(图3);③高层级拼装。人机复合装置能够逼近现实中自



图 3　数智媒介下叙事地图的拼装层级

Fig. 3　Assembly Hierarchy of Intelligent Digital Narrative Maps

然的身体动作,目前通常在 VR、AR 等环境中实现。例如《The Lab》[43]中,用户在虚拟世界中与景物互动时,需要在现实中真实地做出相应的动作(图 3)。在元宇宙构想中,此类高层级拼装被视作实现最强沉浸与参与体验的关键手段。

3)情节生成。情节是事件发展过程,数智媒介下叙事地图情节的生成方式主要包括嵌入叙事和涌现叙事两种类型。嵌入叙事是将相对完整的情节片段通过交互行为串联,叙事结构清晰明确,与具身交互保持相对独立,可进一步划分为固定嵌入叙事、动态嵌入叙事两种子类型。前者的叙事文本固定,通过交互行为触发叙事内容,如《Amazon: I am Change》[44]的情节片段随用户的点击而呈现(图 4);后者叙事文本存在可能性分支,可通过交互行为改变情节走向,如在《80 Days》[45]中,用户不同的路径选择或物品状态会触发不同的情节片段(图 4)。涌现叙事则是依托系统机制,由交互行为与虚拟环境实时碰撞动态生成情节,是未经事先规划且从人类的生活经验中自然涌现的叙事方式[46],叙事结构浮动、多变且不可预知,如在《The Sims》[47]系列中复杂的系统规则网络下,用户可以自主创造生活化故事(图 4)。从固定嵌入叙事到动态嵌入叙事,再到涌现叙事,其交互对情节的影响程度逐步增强,叙事情节逐渐从预设走向生成。

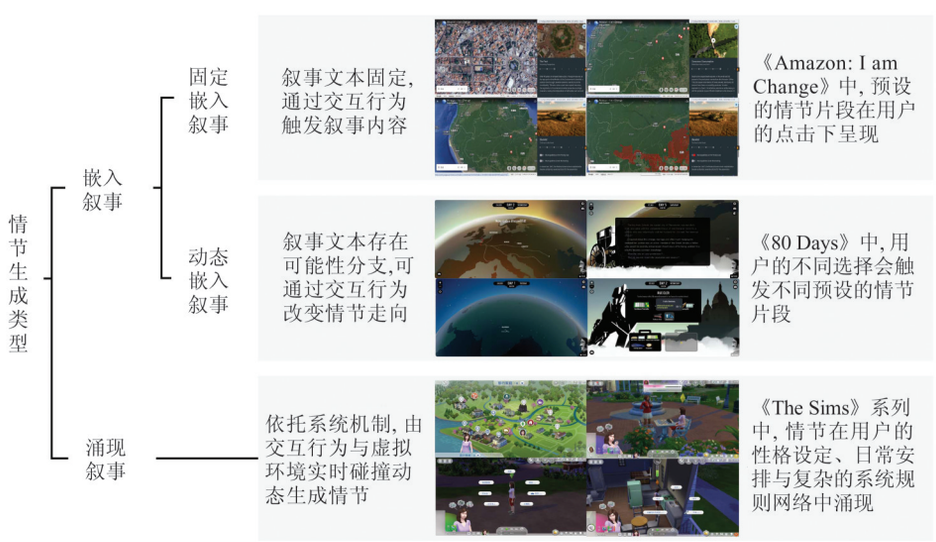


图 4　数智媒介下叙事地图的情节生成

Fig. 4　Plot Generation of Intelligent Digital Narrative Maps

以上 3 个维度辩证统一、彼此关联、相互耦合,形成了数智媒介下叙事地图的类型立方体模型(图 5),为理解数智媒介下叙事地图的不同样态及其之间的联系提供了一个全景式的分析框

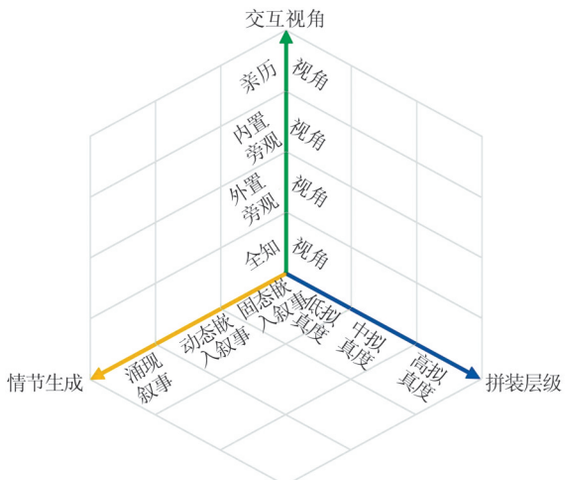


图5 数智媒介下叙事地图的类型立方模型

Fig. 5 Cubic Model for Classifying of Intelligent Digital Narrative Maps

架。位于立方原点的类型代表最基础的样态,即仅将纸质叙事地图进行简单数字化呈现的电子地图。随着交互视角由外置向亲历推进、拼装层级从单一模块升级到多源融合、情节生成从固定脚本迈向动态演算,电子叙事地图也可以跨越原点,呈现更为复杂的类型特征。对于XR叙事地图而言,人机拼装更为紧密,用户身体参与度显著增强,拼装维度普遍达到中至高级别。例如,VR叙事地图必须依赖头显与用户视线绑定,用户通过手柄、体感装置等模拟现实动作;AR叙事地图中,用户通过真实的物理步行实现地图空间漫游,既可以借助手机扫码叠加影像与标注,也可以佩戴AR眼镜通过转动视野实时触发位置关联叙事。交互视角与情节生成两个维度则依据话语设计的差异呈现出丰富的类型组合。例如,同属VR叙事地图,《1943 Berlin Blitz》[48]属于外置局部视角、中拼装层级、固定嵌入叙事类型,用户视角被限制在狭窄的战斗机中,只能观察战士们的言行与窗外战况,并随着飞机的前行体验既定的故事;《The Under Presents》[49]属于内置旁观视角、高拼装层级、动态嵌入叙事类型,用户化身为其他角色不可见的面具幽灵,观察并影响故事的走向,能够模拟开门、抓取等复杂动作;《The Lab》[43]属于亲历视角、高拼装层级、涌现叙事类型,用户以实验员身份自由交互(如操作机械、射箭等复杂动作),情节随交互行为自然生成。立方体对顶点所指向的元宇宙地图代表当前技术语境下的最高复杂度形态:其集成VR、AR、区块链、数字孪生与人工智能(artificial intelligence, AI)算法,构建出一个多用户共享的沉浸式虚拟空间,用户可在其中开展丰富活动,最终由规则系统与群体行为共同驱动可持续的涌现叙事。

2 数智媒介下叙事地图的叙事结构

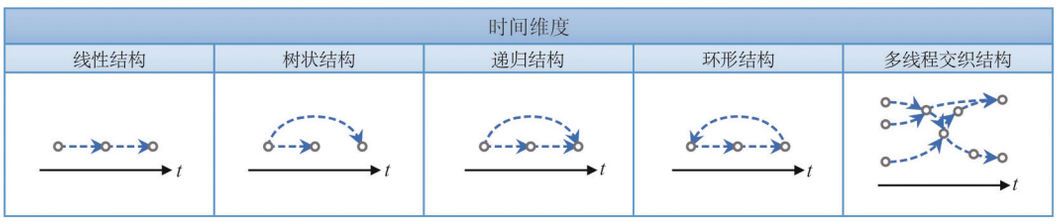
叙事结构是组织事件的逻辑思路和方式,包括故事结构与话语结构[50]。前者强调事件本身的逻辑关系,后者注重故事的讲述和呈现方式。在叙事地图中,逻辑关系往往通过时间维度(描述事件间的时间先后顺序)与空间维度(阐述事件在空间中所呈现的样态与关系)共同建构。经由对时空关系的组织与编排,叙事地图形成了一种可感知的认知路径,引导用户理解事件的关联与演进。

2.1 故事结构

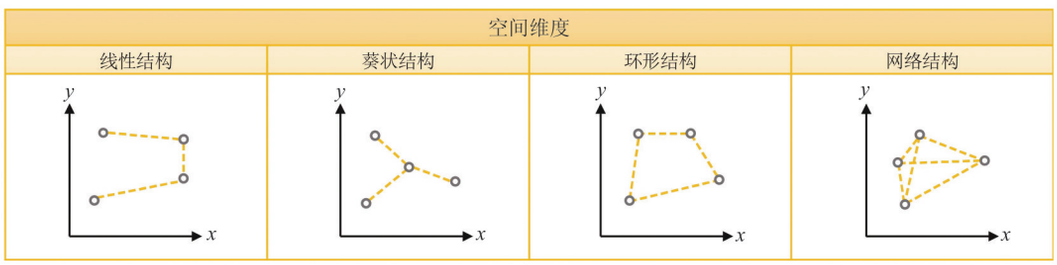
对于纸质媒介下的叙事地图而言,故事结构通常由制图者完全掌控[3],呈现出封闭、稳定、内部一致的结构,读者仅有解释、想象和在脑海中重组故事的自由,无法实质性改变故事的物理结构[51]。不同的是,用户的介入弱化了数智媒介下制图者的叙述控制,使原本由制图者预设的稳定且封闭的故事结构断裂,原先被整合在固定结构中的事件单元释放,转为游离的可能性节点。这些节点在交互过程中被动态激活或生成,暂时固化于时空拓扑中,节点之间逻辑关系也随之动态形成,共构事件的可能性情节网络。换而言之,数智媒介下的叙事地图,其故事结构是动态、开放和可变的。

在嵌入叙事中,故事结构表现为一个有多重延伸方向但相对固定的完整构架,可能性事件单元被预设在具体时空中,其间可能产生的逻辑关系也由制图者编排,用户拥有的是通过交互激活叙事路径、在多周目中遍历叙事故事结构以完成叙事的叙事参与权。在时间维度上呈现为单一视角下线性、树状、递归结构的组合嵌套,以及多视角下的多线程交织结构,容纳了平行时间中多种叙事可能性,特殊情况下也会出现回到前一时间点的环形结构;在空间维度上呈现为线性、树状、环形、网络等结构的组合嵌套(图6)。特别地,当事件单元以离散方式分布于空间与时间节点,且缺乏明确线索串联时,用户需要依赖自身的认知逻辑重组事件,形成高度个性化的心理叙事。

涌现叙事更进一步突破了上述预设框架,其故事结构不再是按图索骥的有形结构,而表现为一个自下而上的、随机事件涌动的自组织事件网络。此类叙事没有预设脚本,系统中的物理法则、AI行为、环境变量等共同支撑事件的生成逻辑,是交互驱动后的叙事自然延伸,可以没有固定的起点与终点。



(a) 故事结构的时间维度



(b) 故事结构的空间维度

可能性事件　可能性时间逻辑　可能性空间逻辑

图 6　嵌入叙事策略下叙事地图常见的故事结构

Fig. 6　Common Story Structures of Intelligent Digital Narrative Maps Featured by Embedded Narratives

如在《The Legend of Zelda: Tears of the Kingdom》中,用户可以用武器砍树,并将原木与风扇道具拼接为木筏,借助风力行至湖中捕鱼,接着来到岸边将木筏拆解为木柴,用以生火烤鱼(图 7)。尽管未作脚本设定,这些日常生活化的过程却拥有自洽的行为逻辑和完整的时空展开,营造出强烈的故事感。这类结构映射现实时空的连续性与复杂性,体现了涌现叙事的流动性与开放性。



(a) 砍树　(b) 制作木筏前行　(c) 捕鱼　(d) 砍柴生火烤鱼

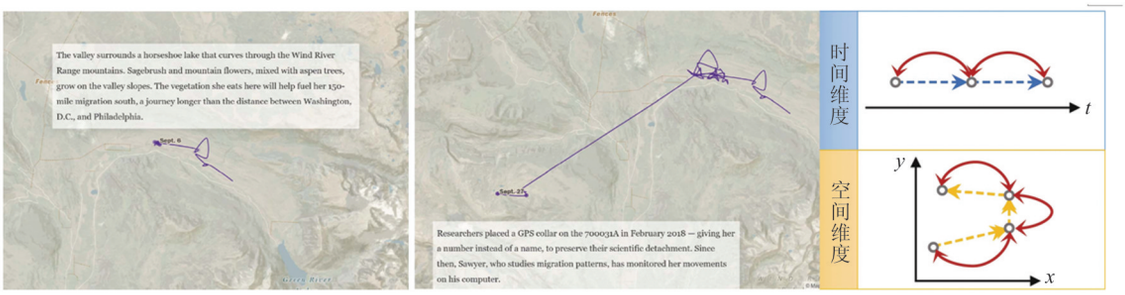
图 7　《The Legend of Zelda: Tears of the Kingdom》中涌现的事件

Fig. 7　Emergent Events in *The Legend of Zelda: Tears of the Kingdom*

2.2　话语结构

对于纸质媒介下的叙事地图而言,制图者通过时间维度的时序与时距编排,以及空间维度的欧氏或拓扑表达,构建话语结构并以此实现对故事结构的可视化表达[3]。由于话语表达主要依靠搭建视觉感知通道,其话语结构相对明确且静态。相较之下,数智媒介下叙事地图的话语结构呈现出更高的复杂性。从表示方法来看,数智媒介下的叙事地图突破二维平面限制,通过动态可视化与多模态表征符号系统呈现事件时空结构的方式,话语层次更为丰富。如《Safe Passages》[39]在地图中动态展演了700031A 号叉角羚的迁徙轨迹及关键事件单元,如图 8(a)所示;AR 叙事地图《Memorials》[52]则结合 AR 影像、音频与地理定位讲述历史,通过用户的地理移动与镜头转动触发事件的展演,如图 8(b)所示。

就话语结构生成主体而言,数智媒介下叙事地图的叙事节奏与方向不再由作者全权主导,而是部分甚至主要让渡给了程序规则下的系统自组织与人机交互,话语不再是制图者的独白,而是规则框架内制图者、机器系统和用户博弈的产物。系统自组织体现在算法逻辑下对预设叙事路径、交互规则的呈现,以及随机生成或生成式人工智能对话语结构的组织。如在《Minecraft》[53]中,有时事件单元的触发需满足复杂条件(如时间、天气、物品状态),而天气系统的随机变化也会影响叙事的推进。



(a)《Safe Passages》兼具时间、空间叙事逻辑，通过用户滚动鼠标动态控制叙事,呈现双向线性话语结构



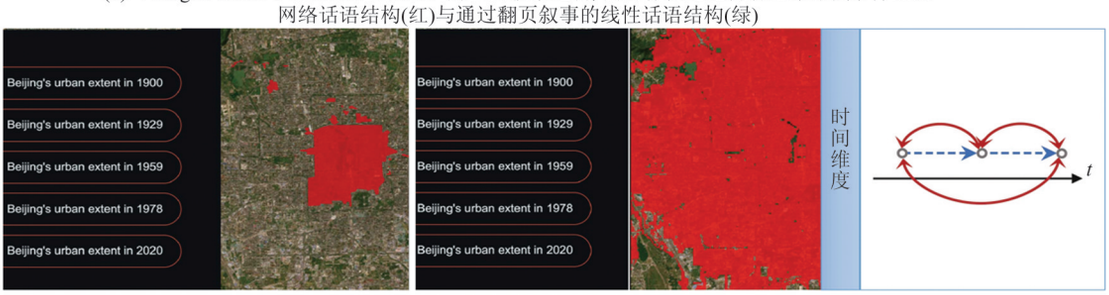
(b)《Memorials》为空间叙事逻辑，通过用户在各处AR扫描以影像形式叙事,呈现网络话语结构



(c)《49 Mile Scenic Route》为空间叙事逻辑，通过用户滚动鼠标动态控制叙事，呈现环形话语结构



(d)《Tangier Island's Troubled Waters》为空间叙事逻辑，同时存在通过转动地球寻找事件点的网络话语结构(红)与通过翻页叙事的线性话语结构(绿)



(e)《The Age of Megacities》为时间叙事逻辑，通过用户选择年份控制叙事，呈现网络话语结构

可能性事件 可能性时间逻辑 可能性空间逻辑 交互话语逻辑

图8 嵌入叙事策略下叙事地图的话语结构

Fig. 8 Discourse Structures of Intelligent Digital Narrative Maps Featured by Embedded Narratives

人机交互的自由度更是直接决定了叙事话语的多样性。其中，嵌入叙事的交互话语结构呈现为故事结构的遍历方式。如《49 Mile Scenic Route》[54]通过用户滚动鼠标动态控制叙事的前进节奏与方向，实现在环状空间故事结构中的双向行进与自主停留（图8(c)）；《Tangier Island's

Troubled Waters》[35]一方面设置了线性交互结构,用户可以前后翻页查看内容,另一方面,制图者还将事件单元在谷歌地球中组织为空间网络结构,用户能缩放、转动地球,点击地球上的事件点跳转相应事件单元(图 8(d));《The Age of Megacities》[55]中用户可以通过按键选择显示各特大城市不同年份的城市扩张情况,实现在故事时间结构中的自由跳转(图 8(e))。

与嵌入叙事不同,涌现叙事的话语结构不再依赖显性文本或路径指引,而是呈现为由大量可互动的地理环境要素、角色能力机制与道具系统构成的隐性话语网络。以《Outer Wilds》[41]为例,这是一部具有高度交互性与探索自由度的涌现叙事地图作品,没有传统意义上的预设剧情,取而代之的是一个被宇宙物理法则与环境线索共同编织的庞大且动态的信息网,其叙事话语潜藏在用户与各星球环境交互的时间流动与空间移动中(图 9)。此外,地理环境要素本身也不再只是静态的背景或氛围烘托工具,而是以一种更具能动性的方式介入叙事,通过规则限制、感官暗示与探索回馈,激发用户的推理、情绪与记忆参与,将叙事地图的话语结构从作者进一步让渡给叙事空间本身,推动制图者-机器系统-用户之间的话语协同建构。例如在 AR 叙事地图《MauAR-Berlin Wall》[56]中,用户能借助移动设备界面在现实柏林街头看到冷战时期柏林墙的虚拟重现。该地图不仅通过历史影像提供历史叙事,更通过高耸的墙体、防卫塔、警示牌等历史建筑的虚拟叠加(图 10),构建具有叙事功能的空间环境。用户在遵循规则沿着墙体行走时,切身感受到城市空间的分裂与军事建筑带来的压迫感,进而获得对战争残酷性的深刻体认。在此过程中,历史记忆以环境复现的方式得以激活,并在用户与环境的互动中完成其无声的叙事。



(a) 烤棉花糖　(b) 获取发射密码　(c) 飞跃星球　(d)探索星球

图 9　《Outer Wilds》中通过交互释放叙事

Fig. 9　Narrative Unfolding Through Interaction in *Outer Wilds*



(a) 柏林墙　(b) 军事设施　(c) 警示牌　(d) 高耸的哨所

图 10　《MauAR-Berlin Wall 》中的环境叙事

Fig. 10　Environmental Narrative in *MauAR-Berlin Wall*

3　数智媒介下叙事地图意义生成机制

相较于传统纸质地图中固定的符号能指,数智媒介下叙事地图由更不稳定的动态序列构成,其意义在离散、浮动的可能性网络之下涌流,并通过交互行为获得暂时性的固定,在人机间不断交互的过程中生成性地涌现,近乎是一种“在场即生成”,即一切交互行为轨迹都附随意义的增殖与重组。交互节点内所承载的空间模型、文字、音频、视频等多元异质元素随交互折叠或释放,进而生成独特的意义单元。在交互推进过程中,这些意义单元不断堆叠或延展,与其他单元动态联结,并可能催生新的意义单元。如在《The Legend of Zelda: Breath of the Wild》中,一场突如其来的雷雨可能导致携带金属装备的用户被雷电击中,用户可以逃离区域躲避雷暴,去往其他地区展开新的叙事,也可以扔下装备继续前行,甚至可以利用雷劈金属的特性将装备扔在特定位置,引雷劈开隐蔽的神庙或攻击怪物(图 11)。高自由度的遍历性交互使得地图成为遍布意义单元的“意义场”,其间相互关联、层层叠叠。

在此意义场中,“一”与“多”呈现出内在的辩证统一。一方面,意义单元的“多”代替原初的“一”取得了本源性的地位,并成为理解意义的关键。交互的多向性与系统的随机性生成了差异化的意义单元,其各自独立,表现出去中心化的块茎状结构特征[57](图 12(a));另一方面,尽管“同一”并非预先存在,但其仍会通过差异又联系

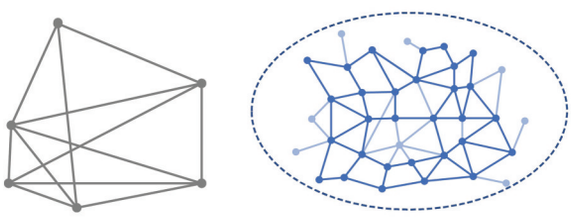


(a) 雷雨天气 (b) 用户角色被雷电击中 (c) 引导雷劈开神庙 (d) 引导雷攻击怪物

图11 《The Legend of Zelda: Breath of the Wild》中意义的延展与动态联结

Fig. 11 Expansion and Dynamic Linkage of Meaning in *The Legend of Zelda: Breath of the Wild*

的意义单元的不断生成、融合而动态产生,成为一种濒临瓦解、不稳定、时刻逃逸的散装式的整体意义。差异化的"多"产生于人机交互与系统自组织,意义单元在用户的时空感知、具身体验与机器系统的反馈中即时涌现;而连续的"一"则源于制图者的底层程序逻辑与用户的认知建构,前者制约了意义生成的方向,后者通过持续的对话动态地建构了意义单元的关联,最终构筑起具有无穷延展性和复杂性的意义场[58](图12(b))。鉴于数智媒介下叙事地图样态迥异,为突显与传统纸质媒介下叙事地图的差异,本章将重点关注那些具有强数智媒介属性的叙事地图(趋于亲历视角、拼装层级高、情节生成强),其他类型则可视为这一渐进路径中的不同阶段。



(a) 块茎式结构示意图 (b) 意义场

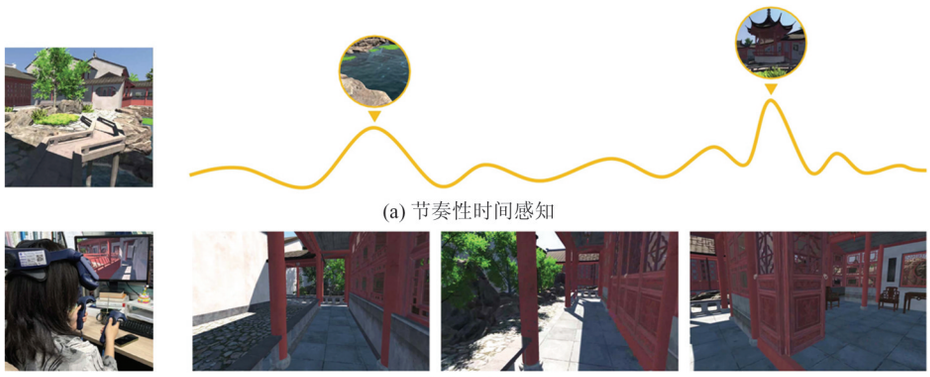
图12 数智媒介下叙事地图的意义结构

Fig. 12 Structure of Meaning of Intelligent Digital Narrative Maps

3.1 以身体为中心的时空感知与意义重组

数智媒介下,用户难以再依循纸质媒介下有序的时空结构进行读图,形成清晰的意义建构路径。具体而言,以认知经验为主导的、连贯集中的时空语义结构,在数智媒介中被打散、重组,其连续性被碎片化的节点结构所取代,展现出时空秩序的非线性化与异质化。这种结构性变化使得叙事的展开不再具有单一入口和统一路径,而是呈现出开放式的网络状态,用户的读图(交互)轨迹也因此变得动态、跳跃且个体化。更进一步,时间在这一过程中经历了空间化的转换,即时间不再是以传统的时间片段为单位的均质流,而是被绑定于具体的空间位置与互动事件之中,生成所谓的时空热点。这些热点既是信息浓度集中的节点,也是用户情感经验与认知活动的激发点。用户在浏览、点击、拖动、放大等互动操作中,逐步展开并折叠这些时空片段,建立起一种以身体为感知中心的时空经验网络。在这一过程中,用户的身体不再是纯粹的观看者,而是成为认知与叙事构建的行动载体。数智媒介通过感应器、定位系统与交互界面等硬件设备,将用户身体嵌入数字系统,使其成为具身的存在,参与到意义的流动与生成中。

这一具身化的用户经验体现出数智媒介下叙事地图意义生成机制的变革。首先,节奏性替代了线性时间,成为经验的主导特征。节奏的流动感在用户的互动行为中被不断调整,呈现出弹性与流变的特点,如在苏州园林VR叙事地图中漫游时,用户对水潭、亭廊等空间元素的关注会构成富有差异性的感知节奏(图13(a))。其次,空间不再是静态的容器,而是被用户身体所感知、所拓扑化的场域,其意义依赖于个体的情感投入与行动路径的动态演变。这种空间被称为"被身体化的拓扑知觉场"[59],其边界与结构具有高度的可塑性与主观性。在苏州园林VR叙事地图中,用户在情感投入与行动路径的动态演化中不断将以身体为原点的空间感知为拓扑知觉场(图13(b))。最终,用户不再是叙事地图意义的解读者,而是生成者,他们以自身的身体为中心,通过感官、情感与行动弥合时空热点间的缝隙,主动建构意义并重塑叙事逻辑。这一过程中,用户的经验超越了纸质媒介下叙事地图的因果逻辑与结构顺序,进入以感知节奏、情感密度与身体动作为核心的认知场域。因此,可以说,数智



(a) 节奏性时间感知

(b) 身体化空间感知

图 13　苏州园林 VR 叙事地图中的时空感知

Fig. 13　Spatiotemporal Perception in the VR Narrative Map of Suzhou Gardens

媒介下,地图叙事已不再是外部世界的简单再现,而是用户身体与机器系统、空间与时间、具身感知与行动之间持续协商的产物,其意义生成因而获得了更强的情感张力与深度认知特性。

3.2　具身化实践促发的心流体验

数智媒介下的叙事地图不仅是信息视觉化的产物,更是用户在身体、情感与认知层面共同参与的体验场。随着数智技术对沉浸感、交互感与情境感的持续强化,叙事地图正在日益转变为促发心流体验的感知结构,其核心机制在于实现身体、情感与认知 3 个维度意向性的高度耦合。首先,在情感层面,用户的沉浸并非单纯由视觉或界面刺激引发,而是根植于深层的具身化实践所激发的生理与心理反应过程。情感在此不仅是心理体验,更是身体在环境刺激中的回应机制,其运作路径可被划分为情感反应到情绪的转化链条[60]。情感反应是即时的、非意识的生理机制,例如面对地图中模拟的暴雨场景,用户可能出现心跳加速、紧张等身体变化;而情绪则是在意识介入后对该反应赋予意义的过程,例如认知到我感到害怕或我正在逃离。情绪的生成不仅使身体反应获得认知解释,也建立起情境的意义边界,并在后续互动中通过记忆机制形成一种预期框架,使得用户在相似场景中迅速唤起已习得的情绪回应。这种情感-情绪循环机制强化了用户对场景真实性的信任,推动其逐步排除无关干扰,进入沉浸式情绪通道,赋予地图叙事连续性与心理张力。

其次,在认知层面,具身化实践构成了用户对叙事地图的理解基础。认知并非孤立于大脑发生的抽象推理活动,而是根植于个体与所处环境交互过程中的具身认知机制。在文献[61]提出的概念隐喻理论框架下,用户通过身体经验形成基础性的意象图式,如“路径”“容器”“上-下”等认知原型,并通过这些图式对复杂抽象概念进行结构化理解。例如,在用户漫步于苏州园林 VR 地图的“曲折回廊”时,可能在身体移动经验中产生“曲-直”的图式,该图式进一步上升为关于园林空间哲学的文化隐喻,如“移步换景”或“藏-露交替”,并最终建构出具有认知一致性的地方文化图式。这种文化图式并非静态存在,而是通过与用户具身感知的持续调适而生成与强化,其过程同时受到已有文化经验的反馈影响(如中国传统美学的期待)。因此,认知过程并非单向的意义编码,而是一种具有反身性与迭代性的地方认同生成机制。

在此基础上,心流体验作为叙事沉浸的高级形态,则要求用户在身体、情感与认知 3 个层面达到高度协同的意向统一。这种意向性不仅是一种指向外部对象的意识倾向,更是一种主客体间意义共鸣的存在状态。根据文献[62]提出的心流理论,沉浸状态的达成依赖于清晰目标、即时反馈与个人技能与挑战之间的平衡。数智媒介下叙事地图通过时空结构的可探索性、信息反馈的可感知性与交互方式的可调节性,满足了用户产生心流体验的基本条件。同时,这种体验也嵌入于一种更深层次的“存在真实性”之中,即用户感受到自身在媒介情境中的真实存在,并由此产生意义的生成动能。随着用户在虚拟环境中的情感积累与认知映射不断推进,他们甚至可以在未亲临其境的前提下,通过具身化交互与意向结构的“前意识性”整合,建立起一种可信赖的地方感与叙事认同。综上所述,数智媒介下的叙事地图不只是信息展示的平台系统,更是激发用户深层次沉浸经验的认知-情感装置(图 14)。在这一装置中,用户的具身感知-行动、情感体验与文化认知形成动态共构系统,不仅促成叙事结构的流动性重构,也赋予叙事以更高层次的情境真实性与主观意义。

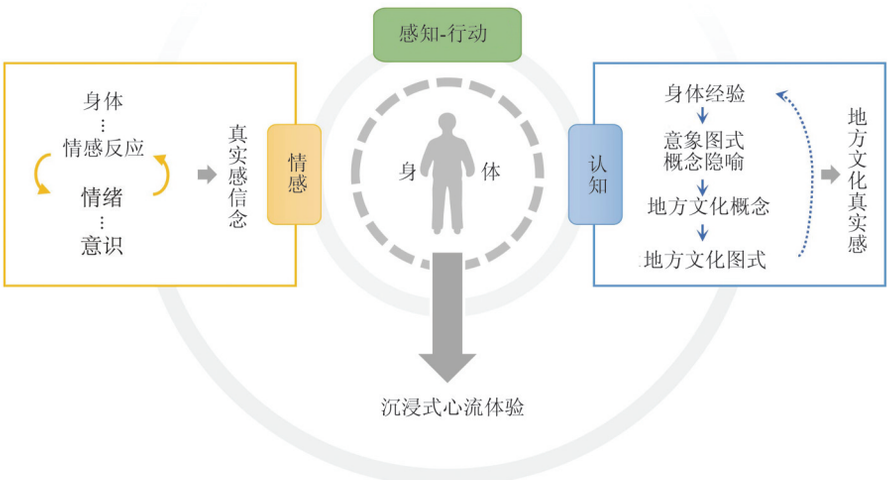


图14 数智媒介下叙事地图的具身化实践

Fig. 14 Embodied Practice of Intelligent Digital Narrative Maps

3.3 程序设计的制约

诚然用户与机器系统的交互是叙事地图意义的显性来源,但制图者也并非全然离场,反而通过精心设计的程序规则与运行过程隐形制约着意义的生产,并确保碎片化的意义单元之间保持内在关联。制图者将特定的意图(例如劝服、劝说、邀请等)编码并封装成可以运行的程序,地图、图像、文字、声音等符号性手段作为结果成为用户直接交互的对象,但真正起作用的是隐藏在这些符号之下的互动规则与动态模型[63]。交互叙事呈现出何种倾向都与设计层面的规则息息相关,无论是用户的意向行动还是机器的生成性反馈所展现的多重可能性,都是程序规则允许内的有限自由。设计者只需要设定程序运行的底层逻辑(如权重分配、优先级判定、路径推荐等),而叙事的过程则由用户通过交互体验与对规则的揣摩自行完成[63]。例如,在一段历史主题的叙事中,若设计者有意突出某空间节点(如古桥),便会设计算法优先推荐该节点,并在用户视角靠近时触发更丰富的声音与文本提示。用户即便无意识地漫游,也会在既定规则下被逐步引导,从而重点关注、沉浸并感受特定内容。除影响单次交互呈现外,程序设计还在更长时程的用户体验中持续塑造叙事倾向与价值导向。其核心机制在于借助程序省略推理法,使用户在探寻规则边界的过程中,主动地填补设计者故意省略掉、但隐藏于程序中的某个命题,以形成逻辑闭环并实现自我劝服[64]。例如,用户在《Outer Wilds》[41]中会不断陷入没有原理解释的22 min强制重置循环,起初用户可能会视其为失败,但当随着探索的累积与深入,用户将自身循环的经历与逐渐发现的叙事碎片(双星系统的轨道衰变、“记忆”是唯一可积累变量、挪麦人的实验记录等)联系起来时,才会最终自我顿悟出核心命题:时间循环本质是文明级别的宏大观测实验(图15)。正是在程序规则的长期引导下,用户得以运用程序省略推理法填补了循环目的与世界本质,从而不仅被说服接受了叙事核心,更深刻内化、认同了地图所构建的独特宇宙观。



图15 《Outer Wilds》中的程序省略推理法

Fig. 15 Programmatic Ellipsis Reasoning in *Outer Wilds*

4 后续的研究议题

数智媒介下叙事地图的样态、运行机制以及意义生成逻辑均发生了深层次的重构。这一变革不仅源于媒介形态由纸质向数字、智能与交互融合的发展,更体现于叙事方式从单一、单向的表达,演进为多模态、多路径、具身化的体验过程。然而,现有学术研究对于数智媒介下叙事地图的基本问题——包括是什么(概念界定)、如何讲述(叙事结构),以及如何生效(意义机制)等核心内容——尚缺乏系统性的理论回应。针对这一问题,本文首先基于数智媒介下叙事地图的系

统构成界定了其概念内涵,并明确了其区别于纸质媒介叙事地图的本质特征,同时从交互视角、拼装层级、情节生成3个维度入手,建立了数智媒介下叙事地图类型的立方体模型,实现了对数智媒介下叙事地图类型的科学合理划分。其次,从故事与话语两个叙事分析基本维度出发,识别和剖析了数智媒介下叙事地图的叙事结构特征,揭示其相较传统叙事地图在叙事逻辑上的断裂与重构。最后,本文聚焦于意义的生成机制,从3个关键维度——时空感知的重构机制、情感认知统一的沉浸机制(即心流体验),以及由算法逻辑与程序规则所引导的制约机制——系统阐释叙事地图的意义生成机制。

本文的学术贡献主要体现在以下3个方面:(1)系统界定了数智媒介下叙事地图的本质属性、核心特征与主要类型,为理解叙事地图研究从纸质媒介向数智媒介的范式转型提供了初步的理论分析框架;(2)通过对叙事结构的层次化辨析,厘清数智媒介下叙事地图在故事组织与话语展开上的多样形式与逻辑路径,为地图设计与主题内容设置提供了实践参考;(3)从具身认知视角出发,揭示用户如何通过交互、情感投射与程序设置中的行动参与,为理解叙事地图的意义生成提供了新的理论路径与研究视角。

在厘清数智媒介下叙事地图的基本理论问题后,后续研究需围绕如下几个关键议题展开:

1)数智媒介下叙事地图的本体是什么?数智媒介的语境下,叙事地图体现的是从故事讲述向故事演化的转变,从地图文本向心流体验的跃迁,其本体既非制图者控制的故事结构,也非用户认知的主观意义,而是转向一个动态生成的、多重潜在世界系统,是一种由程序设置、交互行为与内容动态共构的机制性存在。如何科学理解本体不是“故事是什么”,而是“故事可以是什么”的开放集合,是未来研究首先需要解决的问题。

2)数智媒介下如何理解和度量叙事地图的时间性?数智媒介下叙事地图的时间性不再是单一的线性维度,而是一种由用户感知、系统运算与叙事结构共同构成的多维现象。特别是由于沉浸性与任务专注,用户可能出现时间压缩、时间延展或失时感,即用户的心理时间与现实中的时间脱节。因此,需要同时关注主观体验的流动性、系统运作的节奏性与内容组织的非线性,通过生理监测、交互日志与叙事图谱等手段开展多层次度量,以厘清感知时间、系统时间与叙事时间的复杂关系。

3)数智媒介下如何理解和度量叙事地图的空间性?数智媒介下叙事地图的空间性不仅指三维结构的构建,更是感知体验、身体嵌入与叙事语义的综合体现。它融合了几何空间的布局、用户对空间的存在感与定位感,以及场景中承载的社会与叙事意义。对其度量需跨越技术构型、感知心理与交互语义3个层面,结合空间认知、行为轨迹追踪与语义图谱建构等方法,从而全面理解空间性如何被建构、感知与使用。

4)如何度量数智媒介下叙事地图的身体空间和身体图式?对于数智媒介下的叙事地图而言,身体空间与身体图式不再是固定的生理结构,而是由感知、动作与技术交互共同建构的动态系统。其中,身体空间是个体对自己身体在空间中位置、方向、范围的感知,是感知-运动系统对“我在哪里”的判断;身体图式是一个更深层的、前意识的身体感知与运动控制系统,主导“我如何运作”与“身体如何参与动作”的能力。度量身体空间和身体图式需跨越感知心理、行为运动与媒介技术3个维度,结合知觉偏移测试、动作轨迹追踪、身体归属感评估与生理信号分析等多种方法,以捕捉用户在沉浸体验中对自我身体边界与控制能力的重构过程。这种多维度的测量,有助于揭示虚拟身体如何借助身体图式嵌入地图叙事进程,以及叙事地图如何通过身体空间改变个体的身体图式认知。

5)如何建立数智媒介下叙事地图的非表征制图方法体系?数智媒介下的叙事地图突破了地图作为客观空间再现的功能逻辑,转而引导人们重新理解地图:地图不只是用来看“那里是什么”,也是用来感受“我在这里经历了什么”;地图的意义是流动的、非理性的、嵌入情境的;地图的表达方式应更加开放、多样与交互。相较于以比例、符号与坐标为核心的表征性制图,非表征制图——例如多感官制图、活动日志制图、情绪制图、实时参与式制图等——强调地图的过程性、生成性与身体嵌入性,将个体的行动轨迹、情绪波动、感官体验等非标准化信息纳入空间表达体系。因此,如何面向数智媒介下的叙事地图开展非表征制图,成为了另一个亟待解决的难题。

6)沉浸式体验与空间认知的关系是什么?VR、AR与360°影像技术正使叙事地图的意义生成向沉浸式体验迁移。在这种全景式感知结构中,用户置身于构建好的三维空间之中,获得沉

浸、互动与情境感。然而,这种体验是否真的带来更深层次的空间认知尚无定论。部分地图过度依赖技术营造感官刺激,忽视了空间背后的社会意义与情境深度,导致用户仅获得游览而非理解。沉浸感是否等同于空间认知,如何从体验走向空间意义建构,是理论与实践亟需明确的问题。

7)生成式AI如何重塑叙事地图的理论体系?生成式人工智能正在深刻重塑叙事地图学的理论体系。一方面,生成式AI改变了地图的生产方式,实现了从传统人工设计向自动化、动态生成的转变,它挑战了人类(无论是制图者还是用户)作为地图的主体地位,模糊了人与机器之间的边界;另一方面,生成式AI让地图叙事结构的实时调整与定制化成为了可能,推动叙事地图理论向更加复杂、多主体的转型。如何从主体、结构、意义等多重维度重构叙事地图的理论体系,成为了未来叙事地图研究的重要方向。

参 考 文 献

[1] CAQUARD S, SHAW E. Story Mapping Praxis to Principles: Learning from the Atlascine Project[J]. *Annals of the American Association of Geographers*, 2025, 115(5): 988-1004.

[2] CAQUARD S, CARTWRIGHT W. Narrative Cartography: From Mapping Stories to the Narrative of Maps and Mapping[J]. *The Cartographic Journal*, 2014, 51(2): 101-106.

[3] 苏世亮, 王令琦, 杜清运, 等. 叙事地图的基本理论问题: 逻辑理据、概念界定、表征机制与研究议题[J]. 测绘学报, 2023, 52(12): 2178-2196.
SU Shiliang, WANG Lingqi, DU Qingyun, et al. Revisiting Narrative Maps: Fundamental Theoretical Issues and a Research Agenda[J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2023, 52(12): 2178-2196.

[4] ROTH R E. Cartographic Design as Visual Storytelling: Synthesis and Review of Map-Based Narratives, Genres, and Tropes[J]. *The Cartographic Journal*, 2021, 58(1): 83-114.

[5] FISH C S. Elements of Vivid Cartography[J]. *The Cartographic Journal*, 2021, 58(2): 150-166.

[6] 苏世亮, 李子纯, 杜清运, 等. 叙事地图的符号体系及叙述机制[J]. 测绘学报, 2025, 54(1): 165-181.
SU Shiliang, LI Zichun, DU Qingyun, et al. Symbols of Narrative Maps: Compositional Structure and Working Mechanism[J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2025, 54(1): 165-181.

[7] 苏世亮, 李千千, 李子纯, 等. 叙事地图的修辞体系框架: 概念界定、类型划分与作用机制[J]. 地球信息科学学报, 2025, 27(1): 131-150.
SU Shiliang, LI Qianqian, LI Zichun, et al. Rhetoric of Narrative Maps: Conceptualizations, Categories, and Working Mechanisms[J]. *Journal of Geo-Information Science*, 2025, 27(1): 131-150.

[8] 应申, 侯思远, 苏俊如, 等. 论游戏地图的特点[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2020, 45(9): 1334-1343.
YING Shen, HOU Siyuan, SU Junru, et al. Characteristics of the Game Map[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2020, 45(9): 1334-1343.

[9] XIANG J, LI Q Q, ZHANG J Y, et al. Introducing Cultural Schema into Heritage Tourism Map Design: The Case of "Suzhou Classical Gardens" Narrative Map, China[J]. *Journal of Maps*, 2025, 21(1): 2495782.

[10] CATTOOR B, PERKINS C. Re-Cartographies of Landscape: New Narratives in Architectural Atlases[J]. *The Cartographic Journal*, 2014, 51(2): 166-178.

[11] KEITH NORAMBUENA B F, MITRA T, NORTH C. Design Guidelines for Narrative Maps in Sensemaking Tasks[J]. *Information Visualization*, 2022, 21(3): 220-245.

[12] CALVO L, CUCCHIETTI F, PEREZ-MONTORO M. Measuring the Effectiveness of Static Maps to Communicate Changes over Time[J]. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2023, 29(10): 4243-4255.

[13] THUMBADOO R V, THUMBADOO Z S, FRASER TAYLOR D R. Children's Cognitive Story Mapping: A Complex South Africa/Canada Transdisciplinary Collaboration[J]. *International Journal of Cartography*, 2026, 12(1): 144-167.

[14] 亢孟军, 成婷, 苏世亮, 等. 移动专题电子地图叙事设计方法研究[J]. 测绘地理信息, 2025, 50(1): 47-54.
KANG Mengjun, CHENG Ting, SU Shiliang, et al. Research on Narrative Design Methods for Mobile Thematic Electronic Maps[J]. *Journal of Geomatics*, 2025, 50(1): 47-54.

[15] 钟琳颖, 沈婕, 毛威, 等. 基于时空知识图谱的古城叙事地图设计与实现[J]. 遥感学报, 2021, 25(12): 2421-2430.
ZHONG Linying, SHEN Jie, MAO Wei, et al. The Design and Realization of the Ancient City Narrative Map Based on Spatiotemporal Knowledge Graph[J]. *National Remote Sensing Bulletin*, 2021, 25(12): 2421-2430.

[16] 翁敏,喻韩. 地图中的故事:叙事地图的阐释理论与

方法框架[J/OL]. 武汉大学学报(信息科学版), 2026, DOI:10.13203/j.whugis20240320.
WENG Min, YU Han. Stories in Maps: Theories and Methodologies for Interpreting Narrative Maps [J/OL]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2026, DOI:10.13203/j.whugis20240320.

[17] WANG L Q, ZHANG J Y, WENG M, et al. Making a Narrative Tourism Map: The Case of Jiaxing's "Red Boat Spirit Map", China[J]. *Journal of Maps*, 2024, 20(1): 1-15.

[18] ONYSHCHENKO M, OSTROUKH V, LEPETIUK V, et al. Creation of Tourist Maps Series as a Type of Regional System Tourism Mapping[J]. *The Cartographic Journal*, 2022, 59(1): 69-82.

[19] BENTLEY E. A Historical Atlas in Narrative Form [J]. *Cartography and Geographic Information Science*, 2012, 39(4): 219-231.

[20] OESCH J, SCHÖTTLER S, KELÉN J, et al. Thematic World Maps in the News: How Effective Are they on Smartphones?[J]. *The Cartographic Journal*, 2025, 62(1): 49-63.

[21] 谢超, 陈毓芬, 王英杰, 等. 基于参数化模板技术的电子地图设计[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2009, 34(8): 956-960.
XIE Chao, CHEN Yufen, WANG Yingjie, et al. Electronic Map Design by Using Parameterized Template Technology[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2009, 34(8): 956-960.

[22] FILEBORN B. Digital Mapping as Feminist Method: Critical Reflections[J]. *Qualitative Research*, 2023, 23(2): 343-361.

[23] GARTNER G. A Decade in Scientific Cartography: Insights and Future Directions [J]. *International Journal of Cartography*, 2025, 11(2): 166-172.

[24] ZHANG Y X, HU W B, LING Q X, et al. A VR-Based "Time-Space" Interactive Map Teaching System for Modern Chinese History[M]//XR Salento 2023, Lecce, Iltaly, 2023.

[25] RAEBURN G, TOKARCHUK L. Comparing Principally Imagination and Interaction Versions of a Play Anywhere Mobile AR Location-Based Story [C]//2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), Christchurch, New Zealand, 2022.

[26] CHEN G, YOU X T, ZHANG S. NIM: An AR Story Map Framework for Representing Spatiotemporal Contexts in History[J]. *Cartography and Geographic Information Science*, 2026, 53(1): 75-94.

[27] WOŹNIAK J, HORBIŃSKI T. The Significance of Maps in Video Games for the Interpretation of Spatial Situation[J]. *Cartography and Geographic Information Science*, 2025, 52(4): 401-422.

[28] ZAGATA K, MEDYNSKA-GULIJ B, HORBIŃSKI T. Impact of the Mini-Map on the Interpretation of Spatial Situations in the Virtual Geographical Space of a Video Game[J]. *Cartography and Geographic Information Science*, 2025, 52(4): 387-400.

[29] UNGVÁRI Z. Cartography of Board Games[J]. *International Journal of Cartography*, 2026, 12(1): 78-95.

[30] DONG W H, LIAO H, XU F, et al. Using Eye Tracking to Evaluate the Usability of Animated Maps[J]. *Science China Earth Sciences*, 2014, 57(3): 512-522.

[31] FISH C, GOLDSBERRY K P, BATTERSBY S. Change Blindness in Animated Choropleth Maps: An Empirical Study [J]. *Cartography and Geographic Information Science*, 2011, 38(4): 350-362.

[32] 吴雪儿. 基于动画的地图叙事设计策略[D]. 上海: 华东师范大学, 2021.
WU Xue'er. Design Strategies of Animation-Based Map Storytelling[D]. Shanghai: East China Normal University, 2021.

[33] 郭仁忠, 陈业滨, 赵志刚, 等. 泛地图学理论研究框架[J]. 测绘地理信息, 2021, 46(1): 9-15.
GUO Renzhong, CHEN Yebin, ZHAO Zhigang, et al. A Theoretical Framework for the Study of Pan-Maps[J]. *Journal of Geomatics*, 2021, 46(1): 9-15.

[34] 牛雪磊, 杨军, 闫浩文. 顾及微地图推荐因子的深度信念网络[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2025, 50(7): 1415-1424.
NIU Xuelei, YANG Jun, YAN Haowen. Deep Belief Networks Considering WeMaps' Recommendation Factors[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2025, 50(7): 1415-1424.

[35] ZHANG J Y, LUO Y, CAO H J, et al. Scrutinizing the Cultural Ecosystem Services of Chinese Classical Gardens: A Novel Deep Learning Approach Based on Online Reviews from a Multisensory Perspective [J]. *Applied Geography*, 2024, 172: 103404.

[36] 董卫华, 刘毅龙, 黑巧松, 等. 泛地图空间认知理论与方法研究框架[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2022, 47(12): 2007-2014.
DONG Weihua, LIU Yilong, HEI Qiaosong, et al. Research Framework of the Theories and Methods for Pan-Map Spatial Cognition[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2022, 47(12): 2007-2014.

[37] 苏世亮, 张江玥, 杜清运, 等. 历史文化风貌区叙事地图设计: 可读性框架与表达策略[J]. 测绘科

学, 2021, 46(10): 194-201.
SU Shiliang, ZHANG Jiangyue, DU Qingyun, et al. Narrative Map Design for the Areas with Historical Cultural Features: Readable Framework and Visualization Strategy[J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2021, 46(10): 194-201.

[38] Google Earth. ENCYCLOPEDIA VIRGINIA. Tangier Island's Troubled Waters [EB/OL]. (2024-09-11)[2025-06-19]. https://earth.google.com/web/data=MkEKPwo9CiExRmhNTXRNX1VEM1BYVUp1M0RTRnNMZldOdF9aZjltQlISFgoUMTQ0RTg3QThFQzJCOUNBQkY0RTc.

[39] GUARINO B. Safe Passages. [EB/OL] (2020-3-18)[2025-06-19]. https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/climate-solutions/wyoming-wildlife-corridor/.

[40] WEISS P. Wolves in the Walls: Interactivity Reimagined [EB/OL]. (2019-05-15)[2025-06-19]. https://vrgeschichten.de/en/wolves-in-the-walls-interactive.

[41] Steam. Outer Wilds [EB/OL]. [2025-10-01]. https://store.steampowered.com/app/753640.

[42] 上海博物馆. 云游上博: 书法馆[EB/OL]. [2025-10-01]. https://www.shanghaimuseum.net/yun/static/1919918509089755136.
Shanghai Museum. Virtual Tours of Shanghai Museum: Chinese Calligraphy Gallery [EB/OL]. [2025-10-01]. https://www.shanghaimuseum.net/yun/static/1919918509089755136.

[43] Steam. The Lab [EB/OL]. [2025-10-01]. https://store.steampowered.com/app/450390.

[44] EARTH OUTREACH. Amazon-I Am Change - Google Earth [EB/OL]. (2021-01-01)[2025-06-19]. https://earth.google.com/web/data=MkEKPwo9CiExd3dBUE5CV3dBWkpWUXpmRHpXez.

[45] Steam. 80 Days [EB/OL]. [2025-10-01]. https://store.steampowered.com/app/381780.

[46] AYLETT R. Narrative in Virtual Environments-Towards Emergent Narrative[C]//The AAAI Fall Symposium on Narrative Intelligence, USA, 1999.

[47] Steam. The Sims™ 4 [EB/OL]. [2025-10-01]. https://store.steampowered.com/app/1222670.

[48] Steam. 1943 Berlin Blitz [EB/OL]. [2025-10-01]. https://store.steampowered.com/app/513490.

[49] Steam. The Under Presents [EB/OL]. [2025-10-01]. https://store.steampowered.com/app/1232940.

[50] GENETTE G. Narrative Discourse[M]. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1983.

[51] PUNDAY D. Narrative Bodies[M]. New York: Palgrave Macmillan, 2003.

[52] ZAUBAR T. Augmented Reality (AR) Solutions for Memorials [EB/OL]. [2025-06-19]. https://about.zaubar.com/en/solutions/memorials.

[53] Minecraft. Minecraft [EB/OL]. [2025-10-01]. https://www.minecraft.net/zh-hans.

[54] HARTLAUB P, KNIGHT H. 49 Mile Scenic Route: Explore SF with Our New Map [EB/OL]. (2019-11-15)[2025-06-19]. https://projects.sfchronicle.com/total-sf/49-mile-map/.

[55] ESRI STORYMAPS TEAM. The Age of Megacities [EB/OL]. (2023-06-08) [2025-10-01]. https://storymaps.arcgis.com/stories/a900831b442e43c79cf9eeb399d5440f.

[56] MAUAR BERLIN. Berliner Mauer App "Mauar" - Berlins Grenzerfahrung Mit Augmented Reality [EB/OL]. (2018-11-16)[2025-06-19]. https://www.youtube.com/watch v=c35yO3oMBro.

[57] 吉尔·德勒兹, 费利克斯·加塔利. 资本主义与精神分裂: 千高原[M]. 姜宇辉, 译. 上海: 上海人民出版社, 2023.
DELEUZE G, FÉLIX G. Capitalism and Schizophrenia: Thousand Plateau[M]. Jiang Yuhui, Trans. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2023.

[58] 吉尔·德勒兹. 褶子: 莱布尼茨与巴洛克风格[M]. 杨洁, 译. 上海: 上海人民出版社, 2021.
DELEUZE G. Le Pli: Leibniz et le Baroque[M]. Yang Jie, Trans. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2021.

[59] 梅洛-庞蒂. 知觉现象学[M]. 北京: 商务印书馆, 2023.
MERLEAU-PONTY M. Phenomenology of Perception[M]. Beijing: The Commercial Press, 2023.

[60] 黄敏瑶, 张敏. 具身实践下的地方认知: 非表征理论与南京马拉松[J]. 地理研究, 2019, 38(6): 1355-1366.
HUANG Minyao, ZHANG Min. Cognition of Place in Embodied Practice: Non-Representational Theory and Nanjing Marathon[J]. *Geographical Research*, 2019, 38(6): 1355-1366.

[61] LAKOFF G, JOHNSON M. Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind & Its Challenge to Western Thought[M]. New York: Basic Books, 1999.

[62] CSIKSZENTMIHALYI M. Flow: The Psychology of Optimal Experience[M]. New York: Harper Collins, 2008.

[63] BOGOST I. Persuasive Games: The Expressive Power of Videogames[M]. Cambridge, MA: The MIT Press, 2010.

[64] BROCK K, SHEPHERD D. Understanding How Algorithms Work Persuasively Through the Procedural Enthymeme[J]. *Computers and Composition*, 2016, 42: 17-27.