

数字化视角下的景观设计

Landscape Design from a Digital Perspective

刘恒 向建华*

LIU Heng, XIANG Jianhua*

基金项目: 国家自然科学基金项目 (编号: 31671628); 湖南省自然科学基金项目 (编号: 2022JJ50130)

摘要

近年来数字景观一词逐渐出现在人们的视野之中, 并逐渐影响传统的景观模式, 其独特的优势和传统景观模式的冲击是未来园林景观设计需要研究的重要内容。纵观近 20 年数字景观的发展历程, 基于文献研究法, 总结数字化景观设计的演化趋势与研究热点, 并以此为切入点, 将现阶段数字技术在景观领域所面临的问题归纳为: 数字化不全面、景观形式单一、缺乏对人群诉求的关注。并针对这些问题, 提出在数字景观的视角下基于信息采集、分析和模拟的景观技术数字化, 基于互动性与体验性的景观场景数字化, 以及基于多样化公众参与方式的数字化策略。

Abstract

In recent years, the term digital landscape has gradually appeared in people's vision and gradually affected the traditional landscape model. Its unique advantages and impact on the traditional landscape model are important contents to be studied in future landscape design. Throughout the development of digital landscape in the past 20 years, based on the literature research method, this paper summarizes the evolution trend and research hotspots of digital landscape design. Based on this, the current problems faced by digital technology in the landscape field are summarized as follows: incomplete digitalization, single landscape form, and lack of attention to crowd demands. Given these problems, the digital landscape technology based on information collection, analysis and simulation is discussed as well as digitalization of landscape scene based on interaction and experience and digitalization strategy based on diversified public participation.

文章亮点

1) 结合历年相关文献, 对数字景观的发展历程进行可视化呈现; 2) 从技术手段、景观内容形式以及用户参与 3 个方面探讨数字化视角下的景观设计。

关键词

数字景观; 数字技术; 景观设计;
数字化场景

Keywords

Digital landscape; Digital
technology; Landscape design;
Scenario digitalization

收稿日期: 2024-04-09

修回日期: 2024-07-09

大数据技术的普及正引领人们步入全新的数字时代, 不仅在物理层面上重塑了工作环境, 更在认知和价值层面上对人们产生深刻的影响。数字技术工具的引入显著加速了智慧城市的构建进程, 其在设计领域的广泛应用不仅革新了传统的设计模式, 还极大地拓展了创新边界。然而, 这一技术驱动的变革并非全然无害。一方面, 对数字工具的过度倚重可能会滋生出一种由工具理性主导的价值观, 即过分强调

景观的有效性和实用性, 而忽视了设计背后的创意与情感, 如为了追求数字模式而产生的华而不实、千篇一律的形式主义景观。另一方面, 对数字工具的过度倚重还体现为对过度理性的执着追求, 往往忽略了公众的情感体验。从设计的核心出发, 设计的根基在于以人为本的理念。在信息时代背景下, 探索如何运用数字技术来提升景观设计水平, 以及如何创造出富有情感与人性化的综合体验, 已然成为景观领域的

新契机。文章基于文献研究和相关数字软件应用的方法，探究数字化视角下景观设计的发展趋势以及数字化设计方法。

1 数字化景观

数字技术是一门与电子计算机紧密结合的现代科学技术，其呈现需要特定的设备作为传输工具。数字技术借助设备将各种信息，如图像、文字和声音等，转化为计算机可以识别的二进制数字^[1]，再对这些二进制数字进行一系列的计算、处理、储存、传输和恢复等操作，这便是数字技术的基本定义及其存在的过程^[2]。由于数字技术需要计算机对相关信息进行编码和解码，它也被称为计算机数字技术或数码技术^[3]。

而数字化景观是多种数字技术与传统景观元素相融合的景观方式，它通过文字、声音和灯光等多种媒介，从人们的感官体验入手，创造具有高度沉浸感和交互性的景观空间^[4]。这实质上是将科学、技术和艺术融合在一起的重构过程，能够更加有效地传达特定场所的价值及语义。在国内，部分学者将数字景观描述为利用计算机技术，并结合GIS、遥感、多媒体等多种先进的数字技术，对景观信息进行收集、监控、分析、模拟和再现的过程、技术和方法^[5]。进一步来讲，数字景观也可以被视为是在数字化技术的辅助下，贯穿整个景观设计周期的一项活动。

2 数字景观发展研究

2.1 初步数字化阶段

长期以来，设计类专业主要依赖经验积累与人工制图，其局限性与工作效能低下不言而喻^[6]。2000年到2015年，数字景观的研究以可视化表达、三维建模、虚拟现实技术等

一系列技术的出现为标志（图1）。在这一阶段，数字景观研究的核心在于将先进的数字技术作为关键工具和方法引入景观设计范畴，由此促进传统设计流程与思维方式的革新，进而实现设计过程的初步数字化。例如方案的可视化表达摆脱了手绘图纸单一比例作图的局限；三维建模使设计能够在计算机中实现二维与三维的交互，为方案的进一步推导和深化提供了便利；虚拟现实技术则能够大幅提升设计的表现力。

2.2 融合发展阶段

随着景观向着全尺度、多元化发展，设计产生了多种繁琐的景观数据及复杂空间的建模需求。在2015年到2024年，数字景观已具备在流畅的动态三维空间中实施景观规划与设计的能力，并逐步转向解决景观领域的综合性问题。这一阶段的研究重点在虚拟现实技术、大数据、地理信息系统、参数化设计等方面（图2）。其中互联网大数据与地理信息系统在数据采集和对生态环境的认知、分析与评价过程中，实现了对地形、地貌、植被、水文等多种景观要素的定量研究，显著提升了客观环境数据的集成与协作效率，确保了景观设计的精准性和系统性；以Rhino为代表的参数化建模实现了对复杂空间的可视化编辑建模，显著增强了对景观环境三维特性的理解与控制能力，从而极大地提高了景观设计的精细化水平^[7]。

2.3 多元发展阶段

历经前2个阶段的发展，数字景观已经超越了单纯探讨景观外部环境特征的范畴，开始致力于融合多学科、多领域的技术方法。比如万物互联时代的到来，数字景观实现了对景观环境及其演变过程的实时掌控，再借助计算机便能够全面映射生态景观环境，进而显著提升后续管理的时效性和科学性^[8]。此外，已初步尝试的人工智能技术为景观的智能化

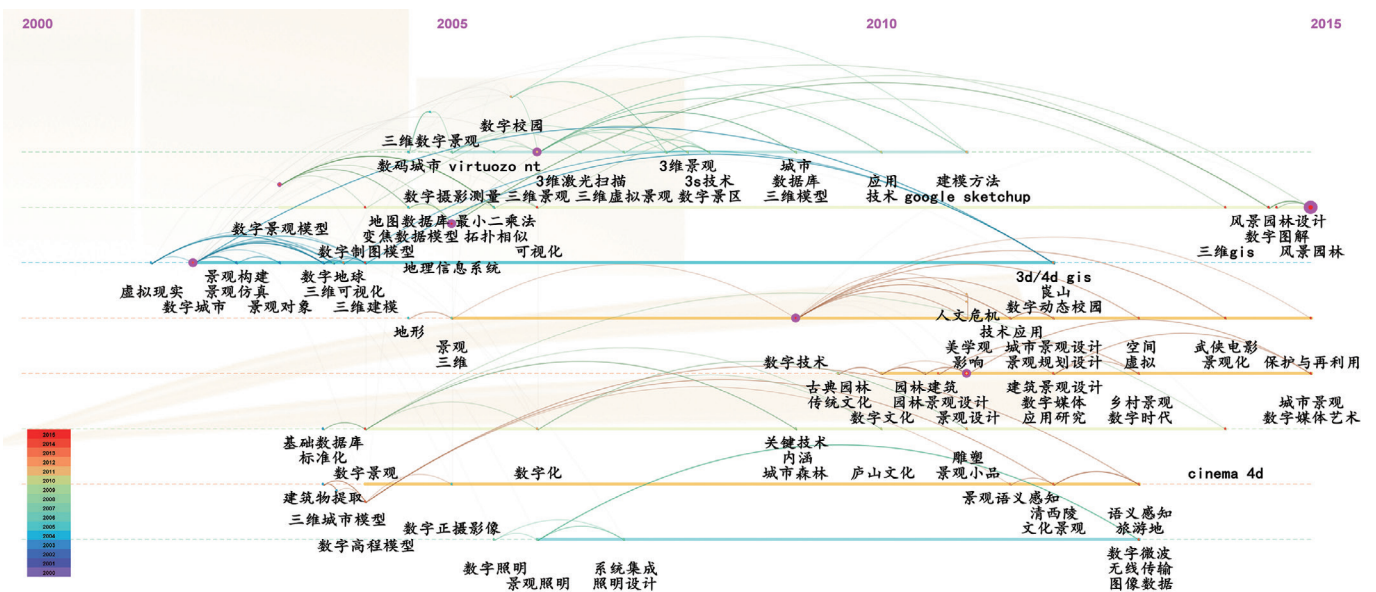


图1 初步数字化阶段研究热点
Fig.1 Research hotspots in the preliminary digitization stage

提供了新的方向及可能，以 OpenAI 团队研发的 ChatGPT 和 Midjourney 为代表的人工智能工具，已展现出将文本转换为二维图像的能力，这一技术不仅显著提高了工作效率，还极大地促进了设计方案的生成与优化。

3 数字景观发展过程中存在的问题

3.1 数字化不全面

数字化的核心在于将多样化的信息形态，诸如图像、数据乃至行为模式等，转换成计算机能够解读的语言，以此实现工作流程自动化，从而有效辅助甚至替代人类完成诸多任务。数字化景观设计意味着景观规划设计全流程的各个环节都可以纳入数字工作平台，不是仅为字面上的运用各种数字技术进行的景观设计，而是强调在景观设计全学科过程中的科学手段与技术方法^[9]。马冬宁^[10]将数字化景观流程划分为3个方面：一是数字化辅助设计，主要是单纯利用计算机辅助图纸绘制，以及数字化分析指导设计；二是参数化设计与数字协同管理，侧重于运用先进数字技术对景观数据进行深度分析，确保设计决策的精准性与合理性；三是数字化景观设施，通过集成数字技术，丰富景观的内容与表现形式，实现景观与技术的深度融合（表1）。目前景观数字化的应用在3个方面均有涉及，但未能全面覆盖景观设计流程的所有环节。例如，史化镓团队^[11]在进行上海世博文化园双子山项目设计时，首先运用三维扫描技术构建双子山数字景观模型，然后利用 ArcGIS 对获取的景观数据进行分析，为山体竖向设计及植物种植提供科学的指导，最后则利用

VR 技术模拟场地虚拟环境来展现设计成果，这体现出流程系统方面的数字化。而北京 G-PARK 能量公园，利用数字媒体技术、传感技术以及 AI 人工智能技术设计了丰富的互动性景观设施，体现出了景观内容方面的数字化^[12]。可见当今部分景观数字化设计存在局部化、不彻底等问题。

3.2 “标准化”设计

互联网、自媒体的兴起为特色景观空间开辟了高效传播路径，显著推动了经济的增长。但由于具有视觉吸引力的、有利于在平台传播的事物更容易得到大众认可，新的空间范式很可能就此形成。正如彭怀贞分析，仅侧重于数字技术的科学性和权威性，依赖计算机分析结果来改造景观和提出建议，将不可避免地导致设计产出的同质化现象^[13]。这一趋

表1 数字化景观分类
Tab.1 Digital landscape classification

数字化景观分类	表现	技术支持	功能
数字化辅助设计	技术手段数字化	AutoCAD、PS、3DMax、SU、Lumion、vary 等	辅助图纸绘制及数字化分析
参数化设计与数字化协同管理	流程系统数字化	GIS、spass、LIM 平台、Rhino、Grasshopper 等	提升设计效率，统一设计和施工效果
数字化景观设施	内容形式数字化	数字媒体、AI 人工智能、AR、VR 等	丰富景观内容和表现形式，为用户提供沉浸式体验

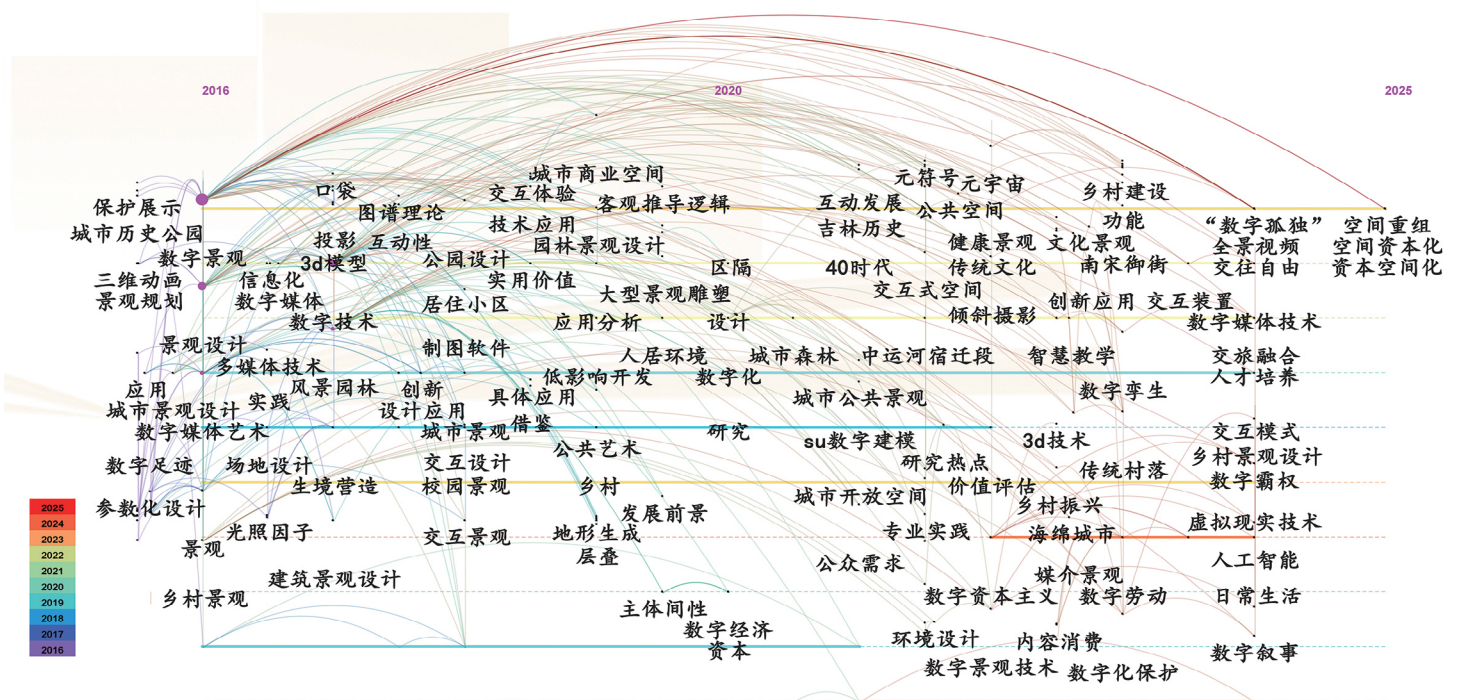


图2 融合发展阶段研究热点

Fig.2 Research hotspot of integrated development stage

势不仅使得独特的景观艺术及其文化内涵逐渐边缘化，而且反映出追求消费模式化和商品化的倾向，从而忽略了景观设计本应承担的文化价值和社会意义^[14]。例如，在部分商业景观中，设计者倾向于采用超大型 LED 电子屏幕，过度追求广场喷泉的多样形式，以及将园林景观以二维码的形式展示等。这些景观节点设计为营销噱头服务，依赖技术元素吸引用户，忽略了对环境的真正理解和用户的真实需求。然而，景观设计不仅是一项旨在满足实际功能需求的实践行动，更是一项蕴含独特艺术价值与深远意义的艺术创造活动。景观设计的核心价值在于丰富用户的体验与情感，部分过于侧重表面视觉冲击力的景观形式，不仅可能忽视深层的情感共鸣，还可能减弱公众参与以及积极感知景观的能力^[15]。所以数字化设计不应当片面强调美化功能，而是应当满足基本功能的需求，赋予景观多样的表现形式，追求高于自然意境的情感表达，从而避免“标准化”设计的出现。

3.3 公众参与度较低

伴随人类经济社会的迅猛发展，景观设计的理念与社会实际需求、公众期待之间出现了明显的失衡。某些公园景观的设计聚焦于满足市场的需求，并倾向于将技术应用与功能性作为核心考量，而往往忽略了设计所蕴含的人文意义和社会责任。部分设计人员过于侧重融入先进技术，导致了设计元素冗余、操作复杂度提升以及使用门槛高、忽略可持续发展等问题。王小亦^[16]在研究公园视角下的数字化公园景观中指出，数字化公园景观的服务范围广泛、专业性极高且包含复杂景观设施，这些特点往往使得公众难以全面理解并有效利用这些资源，进而显著降低了公众对公园景观的参与度。景观项目以公众参与为基石，是调动公众参与热情、引导公众参与活动、满足公众生活需求、促进社会开放包容的开放渠道。在推进景观数字化创新的过程中，应始终坚持“以人为本”的核心设计理念，积极引入智慧与数字化技术，以多样化方式提升公众参与度，将社会公众、公共生活以及公共环境 3 个要素紧密整合，进而激发社会的升级与创新力，推动景观的持续健康发展。

4 数字技术视角下景观设计策略

景观设计的数字化过程可以划分为：数据收集、统计分析、方案模拟、数字建造和后期管理 5 个环节。本文以此为基础，与传统景观设计流程相比，将数字化景观设计流程概括为技术数字化、场景数字化和参与方式数字化 3 个方面。

4.1 技术数字化

景观数字化设计中技术层面的数字化主要以信息技术为支撑，即运用智能工具来精确分析设计因素，参考数据分析结果，选用更加科学的设计决策。同时借助计算机综合运用 GIS、遥感、遥测、多媒体、互联网、人工智能、虚拟现实、仿真和电子传感等数字技术，开发数字景观设计的新方法，对景观信息进行采集、检测、分析、模拟、创造、再现^[17]。技术数字化主要从高效化景观数据采集、精确化景观数据分析以及可视化景观方案模拟 3 个方面展开。

4.1.1 高效化景观数据采集

数据采集在数字景观设计领域扮演着至关重要的角色，它是整个设计过程的基础性环节。伴随着软硬件技术的持续演进，景观设计已不再局限于传统数据采集方法。

1) 网络数据获取。网络日益成为现代生活不可或缺的组成部分，承载着用户的各类社交活动信息。相关研究者可通过挖掘网络数据，提取出与景观主客体相关的地理位置空间信息，并利用特定的可视化工具呈现，从而分析与人群活动相关联的景观问题。比如通过百度地图的 API 开放平台获取长沙市大学分布情况的 POI 数据，然后导入 ArcGIS 进行可视化处理，可得到关于长沙市大学分布状况的热力图（图 3）。

2) 地理环境数据获取。对于影像或图片信息的获取，相较于传统的数据采集方式，卫星遥感技术展现出显著优势，包括获取数据速度的提升、测量数据精准度的提高以及实现全面图像能力的增强。随着无人机航拍技术的普及与应用，空间数据的获取成本大幅下降，操作门槛也显著降低。这不仅实现了城市绿地、街道、山体等常见地理环境的高精度测绘，更突破性地增强了对矿坑、险峻斜坡等复杂地形的空间数据采集能力，极大地丰富了地理信息资源，提升了空间数据分析与应用的广度和深度。例如成玉宁团队^[18]运用遥感技术对南京花卉公园的地形、地貌、水文以及植被覆盖等自然要素进行了详尽的数据采集与量化分析，并将这些数据作为决策的基础，为后续景观的设计方案提供了科学依据和合理的框架。由于盐碱地独特的地形条件，王娟等^[19]在采集滨海盐碱地环境的景观数据时面临着巨大的困难，随后其团队利用航拍和无人机对盐碱地的植物配置和水质进行了数据采集，进而为后续研究提出了生态优化策略。

4.1.2 精确化景观数据分析

景观数据分析已成为评估景观价值、解读其自然与人文特质及审美意义的关键工具。相比之下，传统景观分析主要依赖于定性的观察和描述，而现代数字化技术通过引入定量分析手段，极大地提升了景观分析与评估的科学精确度和针对性，彻底革新了传统景观分析方法。借助数字化技术，能

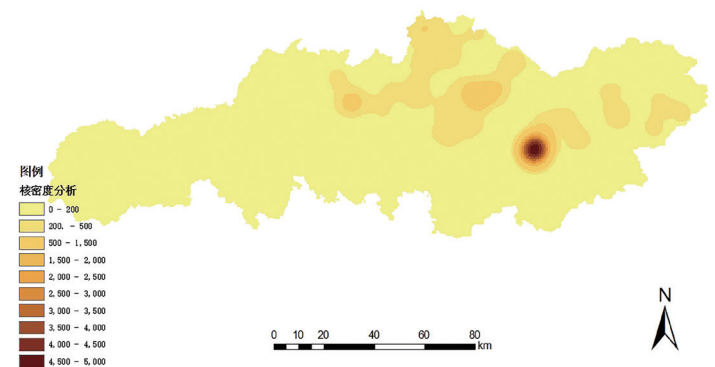


图 3 长沙市大学分布热力图

Fig.3 Distribution heat map of universities in Changsha City

够捕捉并解析涵盖场地的地形、水文、植被等关键生态特征的信息，并将其转化成多样化的景观数字化数据，为深入分析和理解自然环境提供了强有力的支持。目前常用的数字化景观分析方式主要有：

1) 地理信息系统囊括了地球表层的地理信息，广泛应用于科学研究、资源管理和地理规划等多个领域^[20]。该系统具备对各类数据深度分析的能力，并且作为开放式软件支持与多种软件集成应用，可以接收来源于网络的包含地理坐标信息的数据，并加以可视化处理，如利用 ArcGIS 对景观环境进行高程、坡度以及坡向的可视化分析（图 4）。

2) Grasshopper 是一种基于 Rhino 软件的可视化编程语言插件，作为参数化设计领域的关键工具之一，广泛应用于交互设计的特定环节。相较于其他的数据分析工具，Grasshopper 能够接收用户指令，运用预设的算法自动构建模型并生成可视化分析图，显著提升设计效率与精确度。比如可以在 Grasshopper 中通过输入地理位置坐标、光照时间段以及光照因子等信息，执行 solar analysis 的命令，得到日照模拟结果（图 5）。

3) 数理统计分析法主要通过软件工具对景观环境中呈现的水环境、土地环境、植物生长的现象进行分析，观察发现各景观现象的内在规律，再作出具有一定准确性的判断。主要使用 SPSS、SAS 等软件工具来执行回归分析、聚类分析和层次分析等任务。

4.1.3 可视化景观方案模拟

当前数字化景观建造设计侧重于景观场景的可视化呈现与景观过程的动态模拟。这涉及运用建模与渲染技术对项目进行全面仿真与演绎，旨在构建用户能够即时观察并理解的景观模型。主要软件包括：

1) 平面图形软件。此类软件以 CAD 为代表，作为计算机辅助设计的基础矢量图形软件，常被用于制作详细的施工工程图纸和方案线稿，能够精准地绘制景观方案图像，同

时能够对地面面积等数值进行精细量取，实现了图纸的快速调整，减轻了设计者的劳动强度。

2) 建模渲染软件。可视化技术正逐步展现从二维向三维演进的显著特征。这类软件主要包括以操作简单便捷和效率高而著称的三维建模工具 SketchUP、处理复杂场景和曲面的 Rhino、搭建虚拟场景和制作三维漫游动画的 3DMax 等等。

3) 后期编辑软件。这类软件主要包括进行效果图绘制和后期润色的 Photoshop、分析图制作和方案排版的 Illustrator 与 Indesign 等。

4.2 场景数字化

在景观领域，数字技术只是手段，而不是目的。采用单一形式构建的景观模型往往难以实现理想的效果，这是因为公众参与景观的过程不仅受到时间与空间的动态影响，还会随情境的变化而改变^[21]。因此，为了提升公众对景观的满意度与参与度，设计需要考虑景观的多样性和灵活性，以适应不同人群的多样化需求和体验偏好，从而创造出更加丰富、适应性强的景观环境。总之，为丰富景观体验，应整合多样化数字技术，打造模块化、能够智能互动的景观装置，让公众从新颖的角度去探索和理解景观环境。

4.2.1 互动性模式：数字艺术设施

数字艺术装置的核心特征不仅体现在艺术表现的数字化与交互方式的创新上，更在于其通过运用数字技术，实现了景观从静态到动态的革命性转变，极大地提升了景观表达的可能性。这一过程不仅让景观拥有了生命与活力，还巧妙结合了科技与美学，为公众提供了一种全新的感知体验。公众不再仅仅是观赏者，而是成为艺术的一部分，通过触摸、动作识别等多样化的交互手段，与数字艺术装置进行互动，共同创造出了充满趣味性和参与感的互动景观模式^[22]。这种模式不仅提高了公众的参与度，也使得艺术与科技的结合更加紧密，为未来的公共空间设计提供了新的灵感与方向。例

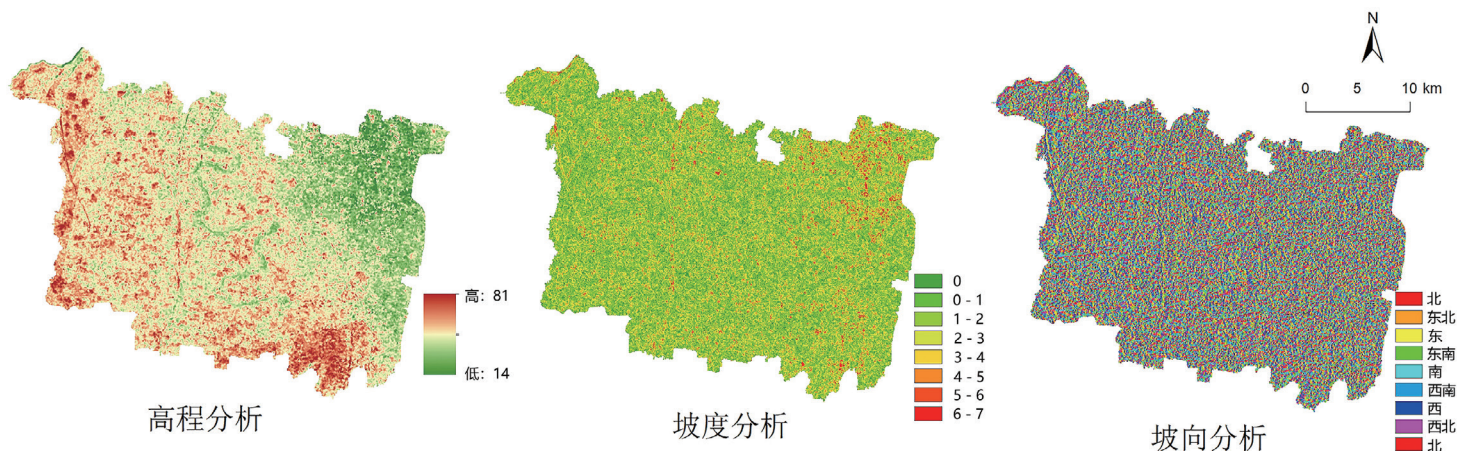


图 4 基于 ArcGIS 的高程、坡度、坡向分析

Fig.4 Elevation, slope and slope direction analysis based on ArcGIS

如电子传感技术能够将游客的反馈转换成电子讯息，并借助计算机进行实时响应，从而使景观元素对环境刺激产生反应。以日本团队 teamLad 在偕乐园做的“光之祭典”为例，其中的巨型雪松装置采用了先进的共振发光和传感技术，能够自主产生光线。当其中一个装置被推动时，它发出的光的颜色会发生变化。装置还会产生回声，并与周围的其他装置产生共振。这种回声装置为游客带来了奇妙的互动体验。

4.2.2 体验性模式：虚拟现实与增强现实

虚拟现实技术 (Virtual Reality, VR) 通过整合计算机科学、多媒体技术以及多模态数据处理技术，构建出高度沉浸式的虚拟环境，使用户能够以近乎真实的感官体验参与到这个数字世界中来。增强现实技术 (Augmented Reality, AR) 源自虚拟现实技术，其独特之处在于能够实现实时融合真实与虚拟环境。与侧重虚拟环境体验的 VR 不同，AR 旨在提供更为贴近现实、沉浸感更强的感官互动体验。总之，二者的出现除了实现基础的感官互动之外，还实现了景观环境的交互性。景观环境自此实现了真实物理空间场所和虚拟现实场所的交叠。这一模式改变了传统景观环境的实体模式，增强了空间环境的感染力，使观众通过心理感受与环境场所进行互动并获得更愉悦的心情，为用户带来积极满足的情绪体验。如李庆祥^[23]通过虚拟现实技术，设计了基于“海绵城市”理论的城市公园景观，以虚拟的形式打破了实体景观时空的局限，并带来了十足的互动性和体验感。

4.3 参与方式数字化

4.3.1 环境模拟可视化评估

近年来，景观环境感知和视觉评估已逐步成为数字技术在解决景观设计问题上的研究热点。通过构建虚拟的三维场景，鼓励公众从颜色、舒适度等多个维度进行评估，以有趣的方法激发公众的参与热情，并鼓励他们参与到反馈中。此外，还可以创建数字化管理平台，并搭建官方网站进行信息整合、信息公示和虚拟参观等。这不仅丰富了公众的反馈途

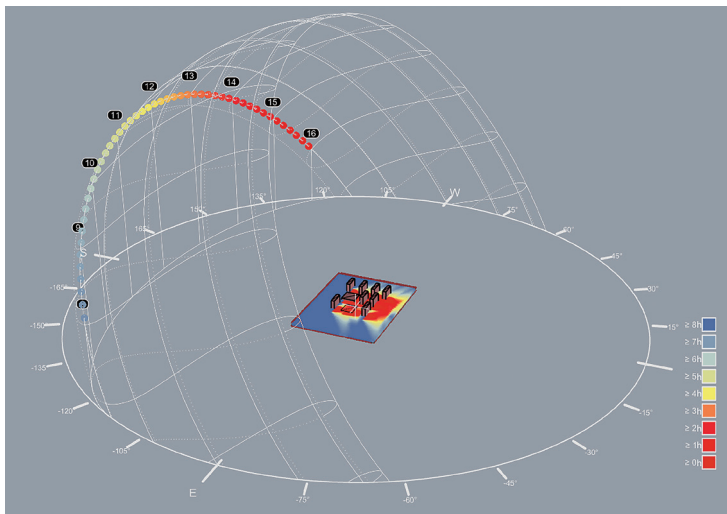


图5 基于 Grasshopper 的日照模拟
Fig.5 Sunshine analysis based on Grasshopper

径，还进一步完善了景观设计的管理体系。例如在克拉科夫 Podwawelskie 住宅区，波兰克拉科夫科技大学的学生团队利用 Minecraft 游戏虚拟引擎，建立了约 124 m² 的虚拟公园环境，其中包括绿化、基础设施和建筑物等。随后他们通过游戏程序的联网功能搭建了开放的服务平台，供附近居民使用。人们对这一创新反馈形式表现出了极大的兴趣，并为此公园设计提供了有价值的改进意见。

4.3.2 社交网络支持评估

随着数字景观技术的持续进步，景观设计师与大众之间的距离也逐渐缩短，这是因为数字景观技术为他们之间的互动创造了全新的场所和路径。基于互联网的新媒体技术平台，如移动智能设备上的社交软件（如微博、QQ、微信等）极大地拓宽了公众参与的途径，实现了实时的双向交流互动。通过这个平台，景观设计师能够在规划的初期进行深入的调查和访谈，在设计的中期阶段收集公众的反馈，并在设计的后期在线公开信息。同时社交媒体生成的众多数据不仅包括用户参与的调查数据，还涵盖了社交平台上的公开信息以及地理位置信息等。深度处理与分析数据，能够为项目的策划与设计提供强有力的支持，并为即将完成的项目提供实际建设效果的反馈。

5 总结

在科技迅速进步的背景下，数字化景观设计成为了新兴的研究领域。得益于相关的政策扶持和景观行业的持续发展，数字景观设计在最近几年内受到了越来越多的关注。本文从数字景观技术视角出发，总结梳理相关文献及案例，分析景观数字化发展中存在的问题，探讨相应的数字化设计策略，得到以下结论：

1) 数字化景观的发展主要分为 3 个阶段，首先在初期的数字化阶段，景观实现了从实体形态向视觉可感知形式的转变，标志着景观设计开始迈入可视化阶段。之后进入融合发展阶段，数字技术的引入显著提升了景观设计的精准度与复杂度，使得设计过程更加精细、高效。第 3 个阶段为多元发展阶段，越来越多的前沿数字技术为景观领域存在的问题提供了创新性的解决方案，还极大地丰富了景观的内容和表现形式，推动景观的革新与多元化发展。

2) 数字化景观在飞速发展的同时表现出相应的问题，首先是部分理论及实践的研究尚未涵盖数字化景观设计流程的方方面面，存在数字化不全面的问题；其次是过度追求景观的技术化，导致“标准化”设计的出现；最后设计为了迎合市场需求，强调设计项目的技术运用与功能实现，却忽视了设计的人文价值与社会责任。

3) 根据数字化景观现存问题，提出数字技术视角下的景观策略。实现全流程的景观数字化，应体现在数据采集、数字化分析、数字化辅助设计、数字建造以及用户评估等环节。基于此，本文提出 3 方面的策略：一是实现技术方法的数字化。借助数字技术的方法和手段，指导景观设计进行高效化的数据收集、精确化的景观分析以及景观方案

模拟的可视化，以此为后续的景观流程提供坚实的基础。二是实现景观场景的数字化。利用前沿数字技术，与既有的景观元素相结合，创造出互动式的动态景观装置。丰富景观的内容与呈现方式，为用户提供沉浸式、个性化的互动体验。三是实现用户参与方式的数字化。利用数字技术拓宽公众参与的途径，打破设计师与用户之间的交流壁垒，注重公众的诉求，落实以人为本的景观设计理念，从而提供更加优质的景观体验。

数字化景观设计是园林景观领域顺应数字化时代发展的产物，当今正处于蓬勃发展阶段，然而当前对于该领域的研究主要集中在2个核心方面：一是运用数字技术开展科学分析，以驱动景观设计的精细化；二是探索互动性景观设施的应用，提升用户体验。关于景观设计全流程的数字化的理论探索相对较少，尚未建立起清晰且系统的方法。因此，为全面实现景观的数字化转型，需从技术手段、场景内容形式以及用户参与等多个维度进行深入探讨。同时这一过程应涉及数据采集、数据分析、数字构建等关键环节，旨在构建一套系统化的数字化景观流程。基于此方法论，本文以期对相关领域的研究工作提供理论经验，从而推动景观数字化进程的深入发展。

本文所提策略涵盖了数字化景观设计中的技术手段、场景内容形式以及参与方式，但景观形式多样，数字化设计的应用也存在更多方式，本文对于景观中数字化设计的方法及流程的梳理可能存在遗漏，需进一步完善和细化。在数字化的时代背景下，数字化景观设计表现出了与科学技术的良性结合，计算机科学、互联网、数字媒体、地理信息技术等在景观领域都得到了广泛应用与深入发展。与此同时，万物互联与人工智能技术的迅速崛起，正逐渐与景观领域形成紧密的融合趋势。因此，未来数字化景观设计将在技术应用上展现出更为丰富的多样性，并且其应用场景将呈现出前所未有的广泛性。

注：图3-4底图审图号为GS（2022）1061号，其余均由作者自绘。

参考文献：

- [1] 夏源薇. 数字景观在城市商业空间中的设计研究 [D]. 济南：山东建筑大学，2019.
- [2] 赵杰. 城市开放空间数字景观评价与优化设计研究 [D]. 杭州：浙江农林大学，2021.
- [3] 王量量，刘雅茹，黄文灿，等. 基于数字技术的传统村落景观风貌解析方法研究——以泉州肖厝村为例 [J]. 中国园林，2023，39（6）：13-19.
- [4] 刘颂. 数字景观的缘起、发展与应对 [J]. 园林，2015，32（10）：12-15.
- [5] 张海斌，康紫瑶，王茜，等. 数字化景观设计研究综述 [J]. 工业建筑，2023，53（S2）：97-102，43.
- [6] 成玉宁，樊柏青. 数字景观进程 [J]. 中国园林，2023，39（6）：6-12.
- [7] 刘颂，张桐恺，李春晖. 数字景观技术研究应用进展 [J]. 西部人居环境学刊，2016，31（4）：1-7.
- [8] 党安荣，张丹明，李娟，等. 基于时空大数据的城乡景观规划设计研究综述 [J]. 中国园林，2018，34（3）：5-11.

- [9] 郭迪杰，高伟，李腾. 基于数字景观技术的风景园林专业教学改革研究——以华南农业大学风景园林专业为例 [J]. 广东园林，2018，40（4）：25-29.
- [10] 马冬宁. 数字化背景下首钢工业园区景观体系设计研究 [D]. 北京：北方工业大学，2022.
- [11] 史化镓，李玮，张冬梅. 人工构筑近自然山体景观设计方法示范应用——以上海世博文化公园“双子山”项目为例 [J]. 园林，2024，41（9）：108-117.
- [12] 陈雅琦，陈文丽. 数字媒体技术下的城市景观交互装置研究——以北京G·PARK能量公园为例 [J]. 智能建筑与智慧城市，2024（5）：164-167.
- [13] 彭怀贞. 数字技术工具理性对景观设计的影响研究 [D]. 长沙：中南林业科技大学，2020.
- [14] 张超君. 基于智慧园林思考的数字化景观设计研究 [D]. 昆明：昆明理工大学，2021.
- [15] 王春阳. 数字化理念下国内城市公园景观设计体验研究 [D]. 南昌：南昌大学，2022.
- [16] 王小亦，梁晓慧. 公众视角下数字化城市公园景观设计研究 [J]. 美与时代（城市版），2024（6）：78-80.
- [17] 张超君. 基于智慧园林思考的数字化景观设计研究 [D]. 昆明：昆明理工大学，2021.
- [18] 成玉宁. 数字景观开启风景园林4.0时代 [J]. 江苏建筑，2021（2）：5-8，17.
- [19] 王娟，付雪薇. 滨海盐碱地植物景观生态优化策略——以南大港湿地公园为例 [J]. 中南农业科技，2024，45（2）：134-138.
- [20] 盛智露. 数字景观在城市建设中的应用研究 [D]. 南昌：江西师范大学，2019.
- [21] 李鹏波，黄丽敏，吴军，等. 池塘之于乡村——基于参数化分析的福建常口村池塘生态景观修复策略研究 [J]. 城市建筑，2024，21（3）：213-218，222.
- [22] 曹凯中，朱梦瑶，张颖. 可交互数字艺术在城市口袋公园中的设计研究 [J]. 景观设计，2024（1）：14-17.
- [23] 李庆祥. 基于虚拟现实技术的海绵城市景观公园设计——以柳州天山公园为例 [J]. 现代园艺，2024，47（9）：126-128.

作者简介：

刘恒/2000年生/男/河南濮阳人/湖南科技大学建筑与设计学院(湘潭 411100) / 在读硕士研究生 / 专业方向为艺术设计

(* 通信作者) 向建华/1978年生/男/湖南湘潭人/博士/湖南科技大学建筑与设计学院(湘潭 411100) / 讲师 / 研究方向为生态景观修复与数字景观 / E-mail: jhxiang@hnust.edu.cn