虚拟现实技术在花境设计中的应用研究

Research on Application of Virtual Reality Technology in Flower Border Design

韩开雪 吴 岩 王治勋 王旭东*
HAN Kaixue WU Yan WANG Zhixun WANG Xudong*

文章编号: 1000-0283 (2020) 12-0085-07
DOI: 10.12193/j.laing.2020.12.0085.013
中图分类号: TU986
文献标识码: A
收稿日期: 2020-09-22
修回日期: 2020-11-03

摘要

数字及信息技术在风景园林学科各领域中的应用越来越广泛，其中园林植物景观形态与配置设计方面的虚拟仿真一直是备受关注的课题。本文介绍虚拟现实技术（Virtual Reality）在风景园林植物景观设计中的应用特点及现状问题，基于光辉城市（Mars）平台，从定性分析与定量设计2个层面，通过花境植物素材还原度验证、生长参数模拟、动态变化模拟等手段，结合花境设计实例，探讨虚拟现实技术在花境设计中的应用过程，试图为虚拟现实技术在植物景观设计理论研究及设计实践的应用提供创新研究视角及思路。

关键词

虚拟现实；花境；植物景观；设计模拟

Abstract

The application of digital and information technology in landscape architecture is becoming more and more widespread. The virtual simulation of plant morphology and configuration design has always been a topic of concern. Firstly, this paper introduces the application characteristics and current virtual reality technology (VR) problems in plant landscape design. Secondly, based on the Mars platform, through the methods of qualitative analysis and quantitative strategy, through verification of reduction degree, simulation of growth parameters, and simulation of dynamic change of flower border plant material, this paper discusses the application of virtual reality technology in the design of flower border. Combined with the flower design, this paper tries to provide an innovative research perspective and ideas for applying virtual reality technology in planting design theory research and design practice.

Key words

virtual reality; flower border; plants landscape; design simulation

韩开雪
1991年生/女/河南新乡人/华北水利水电大学建筑学院硕士在读/研究方向为风景园林植物景观设计（郑州 450000）

吴 岩
1982年生/男/河南郑州人/硕士/华北水利水电大学建筑学院讲师/研究方向为风景园林设计理论与实践（郑州 450000）

王旭东
1986年生/男/河南开封人/博士/华北水利水电大学建筑学院讲师//研究方向为园林植物群落及绿地生态（郑州 450000）

***通信作者**（Author for correspondence）
E-mail: wang007xu007@163.com

近年来，数字与信息技术已逐步渗透到风景园林领域的多个层面，并显露出独特的潜质及优势，在一定程度上丰富和完善了风景园林规划设计、建造及养管路径与方法[1]。目前，虚拟现实技术（Virtual Reality，VR）在风景园林植物应用及造景领域的研究主要集中在以下2个层面：（1）植物可视化建模方面。胡海辉对哈尔滨地区常用的景观树种进行模拟，实现园林植物的可视化，力求在今后的研究过程中构建寒地城市常用园林植物的素材库[2]。（2）植物造景方面。武正阳将移动虚拟设备应用于植物景观的改造设计，以多视角的方式表达设计效果，并模拟植物从初植到成年的形态变化[3]，为植物景观的可持续性设计提供思路。芦建国总结虚拟现实技术与风景园林设计的结合点，设计动态

1. 形色软件识别Mars虚拟植物素材结果示意图

交互实时的风景园林空间，并可以对植物要素进行实时编辑，模拟不同生长阶段和不同季节的植物景观[4]。李国松对几种常见的虚拟现实技术的应用进行评价分析，通过权重分析得出VRML最适宜应用于风景园林规划设计中[5]，Quest3D在创建植物景观方面的表现出色，对植物景观虚拟技术的应用提供指导意见。杨莹论述了草本植物群落数字化设计的应用方法，借助计算机模拟不同草本植物群落的设计效果，力求在今后设计研究过程中为草本植物群落景观设计提供数据依据和支撑[6]。

虽然虚拟现实技术在风景园林植物应用领域已有少量科学文献记载，但从涉及数量和深度来看缺乏系统性研究。花境作为植物景观的重要组成部分，虚拟现实技术在花境设计方面的研究更为匮乏。虚拟现实技术在花境设计中应用的前提在于对植物材料模拟的还原度。多数情况下，由于素材库资源的匮乏以及设计师的个人色彩倾向，一些似是而非的植物素材就任凭设计师的感觉被布置到虚拟设计的场景中[7]。因此，素材库资源的建立就成为虚拟现实技术在花境设计中应用的关键问题。不同的仿真模拟平台都有其匹配的植物资源库，当前，适合园林植物景观设计的有Lumion、3Dmax、Quest3D、Virtools软件，但大多数软件存在专业结合度不高且植物分类细分程度不足等问题，限制了虚拟植物场景的整体效果[8]。目前，新兴的光辉城市（Mars）系统及平台在风景园林植物设计领域表现出较大的潜力。Mars系统的植物库包含多种专业植物素材，如阔叶类、针叶类、棕榈叶、灌木、水生、竹类、草本等，并为每种植物附以档案，能够精确地描述植物素材的特征参数。此外，Mars平台中的植物参数编辑功能更改植物的颜色、季节等参数，能够多维度地呈现植物形态。因此，本文基于Mars系统及平台，从定性分析与定量设计两个层面，通过花境素材还原度验证、生长参数模拟、动态变化模拟3个方面的深入研究，探讨虚拟现实技术在花境设计中的应用问题。

1 定性分析——虚拟花境植物素材选取及验证

虚拟现实技术的基础和本质就是对原真事物的还原[9]，无论用何种平台，还原度验证工作是虚拟植物景观开展的第一步工作。鉴于此，对Mars系统的花卉植物素材进行定性研究，采

用形色软件识别Mars系统的部分花卉植物素材，作为验证其还原度的标准，能够基本识别植物种类的素材即为还原度较高的植物素材。

本文选取13种Mars系统中具有季相动态的花卉植物素材为研究对象，分别为八宝景天、吊钟柳、耧斗菜、荷包牡丹、火炬花、假龙头、金鸡菊、天人菊、千屈菜、蜀葵、宿根福禄考、萱草、鸢尾。验证结果显示，八宝景天等13种花卉植物素材能够被识别其中12种，识别率达到92.3%（图1）。可以说明，Mars系统对植物素材还原度较高，具备虚拟花境的真实属性。

2 定量设计——虚拟花境植物素材生长参数模拟

植物配置是由一定数量、不同种类与规格的植物在空间组织关系的体现，其本质就是解决一个“种什么（种类）、种多少（数量）、如何种（组合）”的问题[10]。以往的植物配置设计多是以平面形态来表达种植意图，立面表达似乎只是成为丰富图面效果的媒介，整个过程缺乏对植物素材的表层感知和深层认知。虚拟现实技术将植物群落的复杂数据转化为三维可视化图像，能够模拟出较为接近真实状态的植物景观效果，清晰地表达设计意图，便于设计更为贴近真实效果的植物景观。

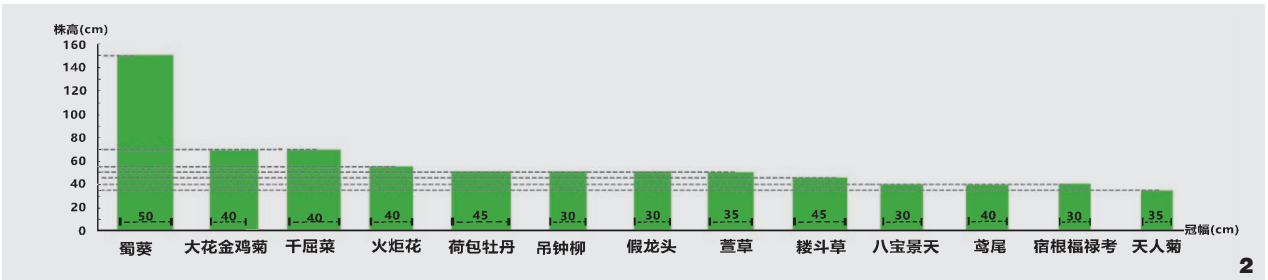
2.1 空间参数推演

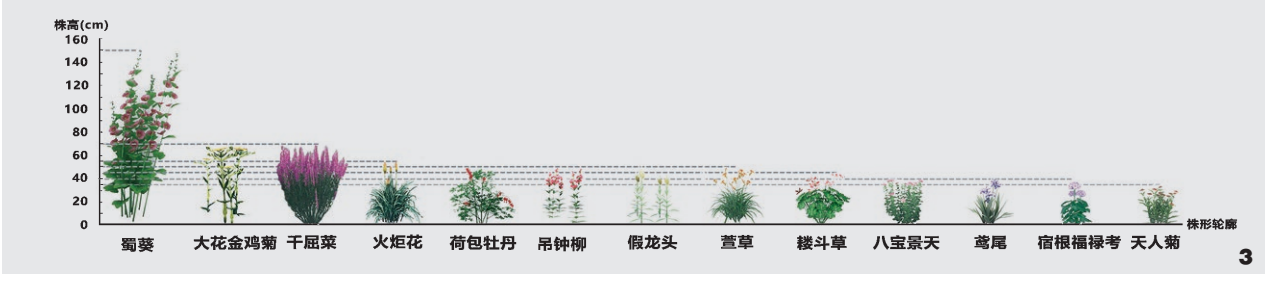
花卉种类繁多，花卉植物素材的生长参数各有不同。植株体量大小及空间组合形式的差异能对植物景观的效果产生重要影响[11]。目前，大多数虚拟仿真软件在处理植株体量大小的过程中，多是根据设计师主观性的臆测，自行缩放来调整合适的比例关系，导致植物形态与结构的失真，很难依据植物的生长属性做到真实的反映和模拟。因此，在模拟花境效果时，首先要依据花卉的生长习性进行平面和立面的定量化模拟，再利用虚拟软件营造花卉的实际空间效果，做到有据可依、有的放矢。例如，根据不同花境类型及特性，选取一定的种类，明确各种类植物组团的大小与尺度，结合植物的株形、株高和花型等要素进行立面设计，形成高低起伏错落的轮廓。虚拟现实技术可以将平面和立面布局应用于花境布局中，实现花卉素材布局和尺度的精确模拟及定位。

2.1.1 尺度还原

对花卉植物素材生长参数的还原，才能反映最接近真实状态的花境效果。花卉的空间尺度参数主要指株高和冠幅。根据Mars素材库中花卉植物的空间参数（图2），将13种花卉素材的株高和株形轮廓用坐标轴的方式表示出来（图3），立面效

2. 花卉植物株高和冠幅的预估参考（数据参考源自参考文献[12]）
3. Mars素材库部分花卉植物株形及体量转化模拟图示





果真实且客观。在花境设计中合理利用不同种类植物的高度变化、轮廓效果，可以真实地模拟高低错落的花境立面效果。花卉植物的冠幅决定单株花卉的体量，不同体量植株的平面空间参数不同，平面空间和立面空间的参数共同决定了植株的空间尺度。

2.1.2 密度控制

花境的植物素材多是以组团的形式出现，以单位空间（面积与体积）内的花卉种植数量为依据，虚拟现实技术使得密度设计变得更加直观。尺度还原的过程明晰了花卉素材的体量与尺度，为下一步骤中单位空间内的密度控制提供了客观依据。例如，株高较大的尖塔形花卉，如蜀葵、火炬花，种植间距为其成熟高度的1/4；株高较高的丛生花卉，如大花金鸡菊，种植间距为其成熟高度的1/2；圆球形丛生花卉的种植间距与其株高相等[12]。利用虚拟软件结合栽培实验数据，模拟花境植物在不同生长阶段的生长效果，形成三维空间效果反馈于平面的数量选取，合理控制每种花卉植物的栽植数量。以1 m^2为基本单位进行团块种植，进行定量化模拟设计，确定花卉材料的最佳密度，有助于营造长势良好的花境景观。明确各花卉组团的平面和立面尺度，将平面和立面布局应用于虚拟软件中，精确的定位植物和设计尺寸，构建三维可视化的花境模型，这样就能利用虚拟软件完成定量化的模拟效果（图4）。

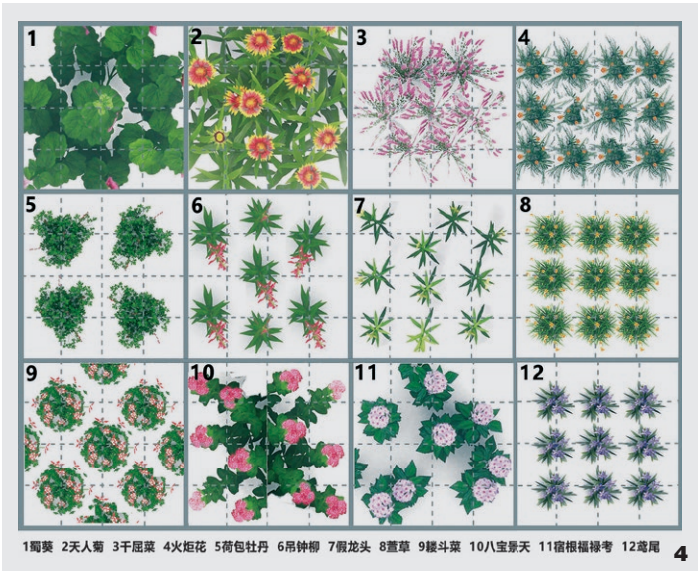
2.2 生长动态的模拟

目前，很少有平台或软件能实现植物季相动态变化的仿真模拟，因此，体现植物景观的时效性是虚拟现实技术在植物景观设计中的应用难点，这需要大量的科学实践数据作为虚拟模拟的重要参考依据。

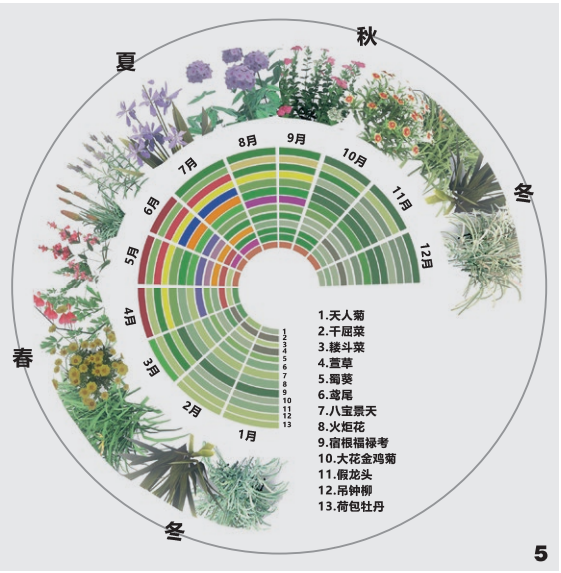
丰富的季相变化和持久的观赏期是花境动态变化的重要内容，能够很好地体现植物景观的时效性[13]。根据Mars素材库中花卉材料的生长参数，将13种花卉素材的花期和花色用时间轴的方式表示出来（图5），根据植物的花期巧妙地布置植物的位置，将不同花期的植物错峰搭配，能最大限度延长花境的观赏期，做到四季有景。

除上文所述花卉素材外，灌木和观赏草的模拟对花境设计也具有一定的影响。灌木是花境中的骨架材料，灌木的体量和定位会在一定程度上影响花境的整体效果。观赏草是近年来花境设计中的新兴材料，具有独特的美感和野趣。但目前的虚拟软件中灌木和观赏草素材较少，本文仅以现有的素材植物为主要研究对象，灌木和观赏草素材需在实践中加入补充，

4. 单位面积花卉种植密度模拟平面示意
5. 花卉素材的花期时间轴和季相景观



4



5

6. 虚拟花境平面图
7. 虚拟花境组合形式

为今后花境设计提供更真实的模拟效果。

3 虚拟花境营造案例模拟分析

模拟项目位于道路交叉口，紧邻商业中心，在场地设计中加入卵石小径和观赏草丛，软化线条，营建以灌木、观赏草、宿根为主的混合花境。骨架材料为凌霄、紫荆、牡丹、杜鹃、金森女贞等；主体花材为大花金鸡菊、八宝景天、蜀葵、荷包牡丹、萱草、鸢尾、宿根福禄考、千屈菜；搭配花材为蓝羊茅、耧斗菜、吊钟柳、天人菊、火炬花，如图6所示。

3.1 平面设计

虚拟花境采用拟三角形和飘带形团块组合，形成环抱形的平面组合方式。场地的边界处种植假龙头、蜀葵、萱草、鸢尾等花卉，形成长度不等、部分重叠的狭长型飘带，使花卉的色彩相互延伸，增强场地的流动感和丰富度。场地的中心处采用较大面积拟三角形花卉团块，简单清晰，节奏感和韵律感极强。场地的前端布置若干面积小而精的自由斑块，在有限的面积内充分表现花卉的组合效果（图7）。

每个团块的种植数量是花境平面设计的另一个主体内容。根据本项目选取的竖线条形花卉，蜀葵、千屈菜、火炬花等种植间距为其株高的1/4，假龙头、吊钟柳、天人菊、耧斗菜等种植在花境边缘，且株高和冠幅都较小，花卉的种植间距约为20-30 cm，八宝景天、鸢尾、萱草等圆形花卉的种植间距和株高相等。根据花卉的团块面积和种植间距标准，本花境花卉材料的具体选用如表1所示。

3.2 立面设计

花境的立面设计主要通过花卉材料的高度变化和株形轮廓的搭配，形成高低错落的视觉效果。本项目中高度较大的植物为蜀葵（150 cm）、千屈菜（70 cm）、大花金鸡菊（70 cm），

表1 花境设计虚拟植物材料清单

序号	植物	株高/cm	冠幅/cm	花期	花色	数量/株	面积/cm^2
1	荷包牡丹	50	40	4–6月	紫红	68	8.85
2	钓钟柳	50	30	5–7月	白色	39	1.24
3	假龙头	50	30	8–9月	白色	142	1.8
4	大花金鸡菊	70	40	5–9月	黄色	25	6.4
5	宿根福禄考	40	30	6–7月	杂色	39	2.72
6	火炬花	55	40	6–7月	橘黄	9	5.7
7	八宝景天	40	30	9月	棕色	17	4.9
8	鸢尾	40	30	4–6月	蓝色	45	3.16
9	蜀葵	150	50	5–6月	杂色	84	13.6
10	萱草	50	35	5–7月	杂色	14	4.26
11	耧斗菜	45	40	4–6月	杂色	36	1.8
12	千屈菜	70	40	6–7月	紫红	32	13.54
13	天人菊	35	35	5–11月	橘红	13	2.65
14	蓝羊茅	40	80	5月	黄色	4	1.8

将其布置在花境的中后区，高度较小的天人菊、吊钟柳、矮斗菜，布置在场地的靠前区域。在整体前低后高的基础上，中间穿插高度中等的火炬花，营造丰富的立面效果。

案例中选取的花卉材料有圆形轮廓的蓝羊茅、萱草、鸢尾、八宝景天等，方形轮廓的矮斗菜、天人菊等，尖塔形轮廓的火炬花、吊钟柳等。以花境的中心区域为例，3种形状的花卉材料组合搭配，设计错落的立面效果（图8）。

3.3 季相设计

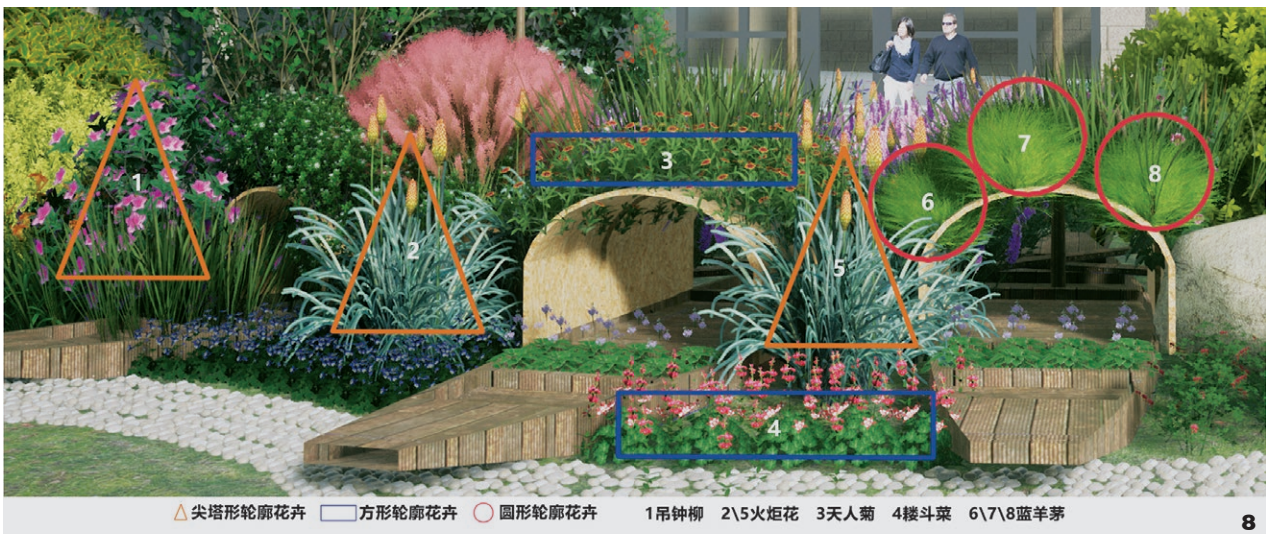
以往的静态效果图都是集四时于一景，浓缩了植株最完美的时刻，不能很真实地展现植物景观变化的实质[14]。因此，虚拟现实技术实现植物素材花期之间更迭变化，不仅能够感受四季之景，也是虚拟现实技术在植物景观设计中的关键环节。虚拟案例中春季开花的花卉有荷包牡丹、矮斗菜、鸢尾；夏季开花的花卉有大花金鸡菊、吊钟柳、千屈菜、萱草、蜀葵、火炬花、宿根福禄考；秋季开花的花卉有八宝景天、假龙头、天人菊。将夏秋季节开花的花卉尽量布置在花境的前方，春季开花的花卉布置在花境的后方，花期有重叠的花卉种类布置在一起，体现了丰富的季相景观。图9即为通过虚拟现实技术实现了对花境季相的模拟与展示，生动地实现了对植物景观时空效果的真实模拟。

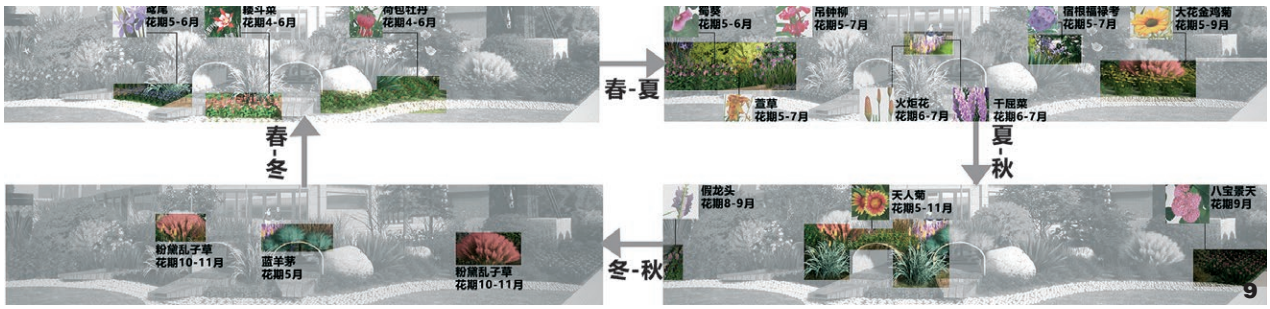
4 结语与讨论

虚拟现实技术赋予了风景园林植物景观设计更广泛的表现力，优点主要体现在3个方面：(1) 实现对植物素材客观形态的描述。虚拟软件中花卉素材的还原度问题直接决定了花境模拟的真实效果。(2) 实现对植物素材空间尺度的把握。花卉素材生长参数的转化，改变了传统无序堆积的花境植物群落设计，以花卉植物的空间参数为依据进行有序的空间组织。在一定面积内，可根据花卉的空间参数确定花卉的种植密度，在实验数据的基础上甚至能够模拟近期和远期的密度变化。(3) 实现对植物素材季相变化的模拟。植物的季相演变呈现独特的色彩、形态和意境之美，是植物景观的重要表现形式，虚拟现实技术模拟的季相变化能在设计之初给与直观的感受，能极大地提高设计到实景的还原度。

目前，虚拟现实技术在花境设计领域的应用仍存在亟待解决的难题。植物景观是一个具有生命力的构景要素，植物的生长过程变化，尤其是多年生草本植物的竞争演替过程是难以在虚拟现实软件中实现的[15]。任何事物的变化都具有过程性与动态性的特征，花卉植物通过生长、发育、更新等诸多阶段诠释了生命周期的过程，通过空间竞争、融合和数量的变化呈现自然变化的时空美。设计花境时既要突出短期内能够立刻实现的显著效果，还要兼顾植物材料形成植物景观乃至最终形成

8. 花境立面组合搭配模拟图





9. 花境的季相景观虚拟仿真

植物群落的长远持久性与生态性。因此，采用虚拟软件在设计的过程中模拟花卉植物生长的动态过程，无论从教学、科研与实践层面都是对传统设计的重要补充，这也将成为后期虚拟现实技术在植物模拟下一个阶段中重点要解决的问题。

致谢：感谢河南农业大学风景园林与艺术学院田朝阳教授提出宝贵建议，华北水利水电大学建筑学院本科生崔思贤、王家淳、李保、雷兰静、赵赛雅、崔子健、刘星华在项目开展以及资料调研中所付出的辛勤劳动。

参考文献

[1] 成玉宁, 袁旸洋. 当代科学技术背景下的风景园林学[J]. 风景园林, 2015(7): 15-19.

[2] 胡海辉, 于雷, 马珂馨, 等. 虚拟现实技术在园林植物群落设计中的应用[J]. 湖北农业科学, 2019(16): 190.

[3] 武正阳, 胡海辉, 廉晶, 等. 移动虚拟现实设备用于植物景观改造设计表达[J]. 北方园艺, 2016(18): 83-89.

[4] 芦建国, 苏同向. 虚拟现实技术与风景园林设计[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2007(6): 139-141.

[5] 李国松, 杨柳青. 虚拟现实技术在风景园林规划与设计中的应用研究—几种常见虚拟现实技术的应用评价分析[J]. 中国园林, 2008(2): 32-36.

[6] 杨莹, 李利, 丁奇. 基于数字技术的草本植物群落设计模式[J]. 南方建筑, 2016(4): 40-43.

[7] 葛玉锦. 花境在郑州市园林绿化中的应用研究[D]. 新乡: 河南科技学院, 2017.

[8] 孙漪南, 李方正, 李雄. VR技术在城市绿化设计中的应用[J]. 中国城市林业, 2017(04): 55-58.

[9] 王嘉宁, 王策. 虚拟现实技术(VR)在园林景观设计中的应用[J]. 天津农业科技, 2017, 23(3): 103-105.

[10] 王旭东, 杨秋生, 张庆费. 城市绿地植物群落构建与调控策略探讨[J]. 中国园林, 2016(1): 74-77.

[11] Alexis A Alvey. Promoting and Preserving Biodiversity in the Urban Forest[J]. Urban Forestry and Urban Greening, 2006, 5: 159-201.

[12] 王美仙. 花境设计[M]. 北京: 中国林业出版社, 2013: 96-98.

[13] KIM J. Modeling and Optimization of a Tree Based on Virtual Reality for Immersive Virtual Landscape Generation[J]. Symmetry, 2016, 8(9): 93.

[14] 汪成为. 灵境(虚拟现实技术)理论实现及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.

[15] 王津宁. 南京中国绿化博览园地被花卉类植物动态管理研究[J]. 中国园艺文摘, 2018(04): 69-72.

勘误说明

《园林》2019年第6期《南北文化兼容的明清衙署园林——淮安市清晏园园林艺术分析》一文删除基金项目：地区科学基金项目“江西传统园林演进历程、造园意匠与遗存整理研究”（编号：31660231）；2019年第7期《浅析中国古典园林——南京瞻园》一文删除基金项目：地区科学基金项目“江西传统园林演进历程、造园意匠与遗存整理研究”（编号：31660231），特此说明。