

数字驱动下的城市综合体设计

徐 硕

上海同砚建筑规划设计有限公司, 上海 200082

[摘要]简述数字化技术在城市综合体设计中的应用, 尝试对数字化驱动下城市综合体设计理论做初步研究, 构建数字化背景下城市综合体“空间-技术-人文”的设计框架, 探索数字化技术对城市综合体设计的应用与融合; 通过“深圳前湾综合交通枢纽”“上生新所”“苏州春申里商业中心”等项目实例对设计策略进行进一步分析论证, 旨在为可持续、智能化的新型城市综合体设计提供参考路径; 最后对当前数字化设计面临的挑战进行分析, 并对数字化设计未来发展趋势进行探讨。

[关键词]城市综合体设计; 数字空间; 数字技术; 数字人文

DOI: 10.33142/ucp.v2i4.17317

中图分类号: TU984

文献标识码: A

Design of Urban Complex Driven by Digital

XU Shuo

Shanghai Tongyan Architectural Planning and Design Co., Ltd., Shanghai, 200082, China

Abstract: Briefly describe the application of digital technology in urban complex design, attempt to conduct preliminary research on the theory of digital driven urban complex design, construct a design framework of "space technology humanities" for urban complexes under the background of digitalization, and explore the application and integration of digital technology in urban complex design; Further analysis and demonstration of design strategies are conducted through project examples such as "Shenzhen Qianwan Comprehensive Transportation Hub", "Shangsheng New Institute", and "Suzhou Chunshenli Commercial Center", aiming to provide a reference path for the design of sustainable and intelligent new urban complexes; Finally, an analysis of the challenges currently faced by digital design is conducted, and the future development trends of digital design are discussed.

Keywords: urban complex design; digital space; digital technology; digital humanities

引言

截止 2024 年底, 我国常住人口城镇化率已达 67%, 高速的城市发展, 带来资源、环境、社会、基础设施等一系列问题。城市综合体作为城市建设与更新的主角, 越来越成为业内重视的研究方向。

另一方面, 包含人工智能 (AI)、物联网 (IoT)、建筑信息模型 (BIM)、元宇宙等技术的数字技术正在悄然重构城市空间。这种数字化对城市空间的重构, 不仅在建筑空间等物理层面, 也在社会层面上产生深远影响, 如社会交往、商品交易、城市场景的数字化等。

城市综合体通过功能集成, 采取数字技术及可持续发展等策略, 在空间优化和社会互动等多方面起到良好作用, 成为现代城市发展、城市功能完善、建筑空间转型的重要载体。

1 数字驱动下的城市空间设计新工具与新方法

1.1 新数据的采集与分析

目前国内城市人口地理大数据平台 (如“百度地图慧眼”^[1]等), 可实时进行移动感知, 分析城市人口流动状况, 通勤时间等, 并可进行街景图像识别, 通过道路照片来分析城市道路慢行系统的舒适度。

卫星遥感、社交媒体、移动设备数据等海量、高密度、高频的多元数据, 为城市研究提供了更丰富的数字资源, 支持从宏观到微观的跨尺度分析。龙瀛等学者认为正是基于

这些数据的“新的城市科学”创造出了“新城市的科学”^[2]。

1.2 数字孪生、多智能体系统 (MAS) 仿真模拟与决策支持

利用 BIM 与地理信息系统 (GIS) 集成、模型轻量化等关键技术, 整合国土调查、地籍调查、不动产权属信息等多源数据, 通过构建城市大数据平台, 实现城市设计及更新全流程的数据互联互通和量化分析^[3], 为城市设计与更新决策提供了直观、实时的数据支持与反馈。

何柯润等学者综合运用空间句法和 GIS 空间分析法^[4], 以长沙奥体中心公园为研究对象, 从空间可达性、空间活力性和功能合理性三个维度对多个规划方案进行量化评估。其应用显著提升了规划方案比选的精确度和公正性, 为城市空间规划领域的创新与发展提供了参考。

1.3 基于物联网 (IoT) 与区块链技术的动态监测与反馈机制

物联网驱动的能量检测系统通过“感知-分析-调控”的动态循环, 可实现能源生产、存储与消耗的动态平衡。

区块链技术可作为多方利益的数字化协调系统, 通过其去中心化、可溯性、智能合约、高安全性等特性, 为城市规划、建设与运营提供了创新解决方案。例如通过智能合约自动执行土地拍卖、资金分配、建设标准等协议条款, 减少人为干预与纠纷; 配建公共设施的比例可被编码为合

约条件,达标后自动给开发商释放奖励;商户租金、公共空间广告收益等数据上链,各方按预设规则实时分账,避免传统模式账务不透明导致的信任危机等。

2 数字化时代城市综合体设计策略

随着社会多样性发展及人们精神与物质需求的不断提高,融合复杂功能、有着较强“社会韧性”的城市综合体已成为城市建设与更新的重要形态。

在数字化时代,本身具有复杂系统的“城市综合体”被注入了新的内容,如果说之前的“城市综合体”是有血有肉、拥有各种器官的生物,那么数字化之后,就如同为其植入了神经与大脑,睁开了智慧之眼。

数字化时代的城市综合体(或称为新城市综合体)可定义为:在数据流、算法决策、虚实交互技术渗透下,以建筑为载体、数字孪生为基座,通过集约化整合商业、办公、居住、交通等三项以上生产、生活、生态功能,拥有去中心化的业态互补与管理协同关系,形成的多功能、高效率、数字化的复合型城市空间单元。

新城市综合体的概念涵盖了数字时代的商业综合体、交通综合体、文化综合体、医疗综合体、城市综合街区等概念。事实上,不同类型综合体之间的概念正日渐模糊,仅其侧重功能略有不同。

新城市综合体设计策略在不同视角下,如规划师与建筑师、管理者与设计者、市民与业主等,往往有着显著区别。在规划设计时,应从多角度出发,使设计理念尽可能完善全面。以下尝试从“数字空间、数字技术、数字人文”三个方面归纳、阐述。

2.1 数字空间的迭代

2.1.1 空间业态的功能动态适配

随着大数据、物联网技术的普及,使得基于数字化“用户画像”的综合体设计渐为潮流。许牧川等学者^[5]将空间使用者分为通勤、休闲购物、目的性消费三类人群,通过大数据分析(如移动终端数据、消费记录)进一步细分用户需求(例如年龄、消费能力、兴趣标签等),将综合体空间分层分区与不同用户相匹配。例如底层与入口区域布局高流量业态(如网红餐饮、快闪店);中层与核心区域设置目的性消费业态(如奢侈品店、旗舰店),提升客单价;顶层与边缘区域引入体验型业态(如影院、亲子乐园、艺术空间),延长停留时间。运营中还可引入动态调整机制,通过实时数据监测(如客流量、消费转化率),动态优化业态配比。例如在节假日增加临时市集或展览,工作日强化办公配套服务等。

基于用户画像的业态布局是大型商业综合体设计的核心策略,通过数据分析和动态调整,实现“人-货-场”的高效匹配。

2.1.2 空间感知优化——全感官交互设计

全感官交互设计通过整合视觉、听觉、触觉、嗅觉甚

至味觉等多维感官体验,打破传统空间设计的单一维度,重新定义人与空间的互动关系。其核心在于通过技术、艺术与心理学的融合,创造更具沉浸感、记忆点和情感共鸣的空间环境。

李澄宇博士认为:“视觉和听觉是人类最主要的两种感觉系统。人类对外界信息以及知识的获取主要通过视觉系统来实现;而人类之间的交流则主要通过听觉系统和语言系统来完成。”^[6]

在视觉上利用动态灯光、投影映射和 AR/VR 技术打造主题化场景(如北京 SKP-S 的“火星移民”主题场景^[5]),增强空间叙事性。在听觉上,可以通过定向音响与声景分区设计(如展览中的自然音效),控制噪音并强化场景氛围。

在触觉上,可选择历史质感材质(如水磨石地面、水刷石墙面等)或引入温控墙面、触感反馈装置,提升物理交互的真实性;在嗅觉上,可借助智能香氛系统释放定制气味,如在雨林场景中释放植物清香,深化场景记忆。

不少“网红打卡地”正是在全感官交互上下足了功夫,营造了能与使用者产生共鸣,令人难忘且乐于传播的场景。

2.1.3 垂直混合开发——复杂功能的立体整合

数字化时代,城市空间正进行着潜移默化的改变。随着网络及数字虚拟技术的发展,城市的大尺度空间距离感正变得模糊,数字时代的市民已普遍将购物甚至饮食交付于网络,更习惯在较小尺度内解决生理和精神上的各类需求。这种需求与城市综合体的特征是高度融合的——如何将多样的需求在较小范围内满足,立体整合多样功能的垂直混合开发成为必然策略。近年来发展迅速的交通综合体(TOD)项目就是很好的实证,如深圳前海湾综合交通枢纽及上盖物业项目、广州市西塍综合交通枢纽及周边城区更新规划项目等^[7]。

2.2 数字技术赋能——设计流程与建筑特征的改变

2.2.1 AI 辅助设计

自 2022 年 ChatGPT 问世到 2025 年初 Deep Seek 的诞生,生成式人工智能(AIGC)发展迅速。AIGC 通过对大量现有数据的学习分析,根据用户输入条件,即可生成全新的文本、图像、音频、视频、代码等内容。

目前国内建筑设计领域,受制于国家及地方规范的复杂性及各项目功能要求的特殊性,AIGC 的实际应用主要集中在概念方案,特别是建筑体块及外立面的比选及生成阶段。如上官永吉等建筑师在某文化中心项目中成功利用 Stable Diffusion 等 AI 生成工具,在人为引导下,经多轮比选调整,最终生成一个较为理想的设计方案效果图^[8],如图 1 所示。

随着算法的不断迭代与量子计算等新一代数字技术的发展,AI 的学习与反馈能力已越来越接近甚至超越人类大脑。



图1 AIGC效果图生成示例(摘自参考文献[8])

2.2.2 可持续技术集成

数字化时代的低碳、智能建筑不再只是材料和设备上的更新,数字化技术逐渐融入建筑本身,使得建筑本身成为“低碳智能体”。目前光伏幕墙、储能电池、余热回收、物联网传感器、立体停车充电系统等技术已日趋成熟;遍布建筑的“碳神经网络”、碳中和反应器(如藻类生物反应器)、建筑智能供电(基于AI算法预测各区域用电量以实现最优供电策略)等技术,也已作为新城市综合体的创新实践,展现了能源系统与建筑空间的深度融合。

2.2.3 虚拟与现实交互

基于VR、AR技术的空间虚拟已在房地产销售软件上大量应用,在城市综合体设计上,目前在立面效果控制、BIM管线优化、模拟施工等方面已有所应用,但与真正意义上的“元宇宙”场景还有较大差距。随着脑机接口及神经科学的快速发展,能高度还原空间场景的视觉、听觉、触觉、嗅觉的全感官空间虚拟技术将在不久的将来实现,届时也必然颠覆各类城市、建筑空间设计,实体装饰也许会变得毫无意义,取而代之的是可进行数字化全感官交互的“终端界面”空间。

2.3 数字人文延续——地方性与数字化的平衡

2.3.1 文化基因的数字转译

Daniel Silver等学者将“社交场景”(Scenece)定义为特定时空背景下,人们通过共享实践(Practices)、意义(Meanings)和物质条件(Material Conditions)而形成的集合^[9]。该场景包括线上和线下空间,涉及日常生活、工作、娱乐等多个领域,并具有流动性和变化性,随着技术和社会变迁而不断演变。在新城市综合体设计中,对于“社交场景”的设计与引导具有重要意义。

历史建筑是城市中的宝贵财富,同时又经常成为城市发展的阻碍,在数字化背景下如何对其进行保护与活化是设计中常遇到的问题。在进行历史建筑改造时,不仅需要考现代功能需求,与周边建筑功能形成协调的城市综合体或社区,也需要考虑外部及内部环境的视觉传播效果,将其文化基因进行“数字转译”,成为具有文化标识性的“场景”。转译后的文化基因正是良好“社交场景”形成的重要条件。

例如上海万象天地项目,保留历史建筑慎余里(石库门建筑群)与天后宫(妈祖庙),并将其融入现代商业场景,与餐饮、户外展示等功能相结合,较好地石库门文化基因转译为现代商业元素^[10],为项目带来了长远传播效应等无形财产。

2.3.2 网红空间的反同质化设计

在当代,城市综合体开发往往与城市更新紧密相关,在此可引入一些学者在城市更新领域观点。譬如任鑫等学者认为,城市更新的网红化和地方营造并不一定处于对立面,两者可以达到某种平衡状态,通过网红引流和地方内容的填充,可以实现城市片区功能的完善和品质提升^[11]。一方面,城市空间越来越倾向于通过视觉营销来获得资源和消费,这种趋势反映了网红现象从个人主体向城市物质空间的蔓延,但归根结底仍是城市空间在取得个人认同前提下的数字化传播。因此,城市空间包括城市综合体空间的数字化运营显得越发重要,只有空间内容持续取得个人的认可,才能在流量驱动下保持可持续的空间运营。

另一方面,网红化常带来的一大问题就是空间同质化,这与网红空间的快速传播与复制不无关系。城市更新的意义在于以全新的城市功能替换失落的城市物质空间,使之重新发展和繁荣,而非简单的流行视觉打造,要在数字洪流中脱颖而出,上文中提到的“人文基因”及在地设计同样具有重要意义。例如成都猛追湾,融合了在地文化保护、业态升级与空间活化,成为国家级旅游休闲街区与城市更新典范。

3 典型案例分析

3.1 深圳前海湾综合交通枢纽

该项目总建筑面积达216万m²,其中地下6层包含了轨道换乘区、车库(4900余停车位)及接驳场站,地面层“中央广场”打造成为标志性活力城市广场,地上开发涵盖商业、办公、酒店等业态,通过“枢纽+城市综合体”模式,将交通枢纽与城市功能高度融合,可作为垂直混合开发的优良样本。

项目集成了3万多路视频监控和970类交通数据(如公交GPS、出租车轨迹),通过AI分析实现客流预测、故障快速处置(轨道交通故障处理效率提升80%)。通过智慧化数字技术,能够进行监控人群分布态势、预测人群流动趋势等,引导市民安全、有序地出行。

智慧化设计上,采用了建筑信息模型(BIM)技术,实现了设计、施工及运维全流程的信息化管理,提高了建设效率和质量。并以BIM模型为基础,融合基础设施和公共建筑数据,打造数字孪生城市平台,实现了可视化的虚拟场景实时监控与模拟。

在可持续发展与绿色设计方面,采用了大量绿色建筑技术,如雨水收集、太阳能利用等,以减少能源消耗和环境污染。通过设计下沉广场、绿色屋顶等设施,实现雨水

的自然积存、渗透和净化,提升了城市综合体的生态韧性。

3.2 上海上生新所城市更新项目

上生新所将百年历史建筑群转化为兼具文化活力与现代体验的城市公共空间,虽是城市更新项目,但仍可归入广义的城市综合体设计之中,其设计与运营理念具有较好的借鉴意义。

在建筑与空间设计上,上生新所保留了哥伦比亚乡村俱乐部、孙科别墅、海军俱乐部等历史建筑,通过修缮与改造赋予其新功能。例如,哥伦比亚乡村俱乐部主楼现为葛屋书店,泳池区域成为文化展览、餐饮等多功能空间,孙科别墅则转型为艺术展厅。建筑风格上融合西班牙传教风格、巴洛克装饰等元素,修复泳池马赛克瓷砖、哥伦比亚俱乐部的拱门等细节,既保留历史痕迹又满足现代使用需求。同时,历史建筑与现代包豪斯风格建筑(如麻腮风大楼)形成对比,通过通透的落地窗、景观设计等实现视觉协调,自然地划分办公、商业、文化等功能区。喷泉广场、香樟广场、玉兰广场等公共空间的设置,形成社交活动的核心节点。

在数字媒体应用上,项目不定时进行业态迭代与更新,并采用线上线下联动运营,将项目长期维持在一个“网红”状态。如孙科别墅曾推出的《解谜孙科别墅》AR活动,游客通过手机端解锁任务,探索建筑历史与修复细节,结合纪录片播放与夜间导览,增强参与感。海军俱乐部曾举办《敦煌奇境》多媒体展,利用光影、动画、模型复现莫高窟220窟壁画,结合手提青灯互动体验,实现历史场景的数字化重现。园区微信公众号可提供活动预约、导览地图等数字服务,结合融入建筑特色元素的立体地图,帮助游客快速定位展览与设施。

园区深度挖掘历史文脉,通过展览等形式讲述上海“哥伦比亚圈”历史风貌区的百年变迁,例如“理想之地——城市更新及历史文献展”梳理了从美侨俱乐部到科研所再到文创园区的全历程。

此外,园区定期举办音乐演出、戏剧表演、创意市集等活动,将多元文化植入其中。例如“城市新舞台”系列音乐会、“新生市集”等,吸引不少市民参与并形成自己的文化品牌。葛屋书店则以“生活提案”为核心,举办艺术展、手工坊、读书会等,打造复合型文化空间。

在改造过程中,保留了麻腮风大楼等原上海生物制品研究所职工的“记忆空间”,并通过开放日、怀旧散步等活动维系老职工的“社交场景”。同时,园区引入文创企业、设计工作室等,形成“小而美”的创意社群,推动文化生产与消费的融合。二期扩建后,新增1.25万m²开放空间与7000m²服务设施,再次强化了社区的互动属性。

3.3 苏州鸿仪商业中心(苏地2021-WG-55号地块项目)

该项目为笔者自2020年末至今负责设计工作的一个城市综合体项目(图2)。项目总建筑面积约14.3万m²,

起始设计要求为普通商业步行街,包含4栋普通公寓及1栋办公楼。原基地东北侧有一公交停车楼,因外观陈旧且土地利用率低,开发时考虑拆除后于西南侧新设公交场站,并与西侧地铁站连通。随着设计的深入,业主对地块及周边城市发展的认识不断更新,原普通公寓相继升级为青年公寓、老年公寓(含养老院)、凯越旗下JDV酒店等功能,从传统商住、办公项目演变为一个集交通、居住、酒店、办公、餐饮、养老、娱乐等功能为一体的城市综合体项目(图3)。



图2 项目鸟瞰图(作者自绘)

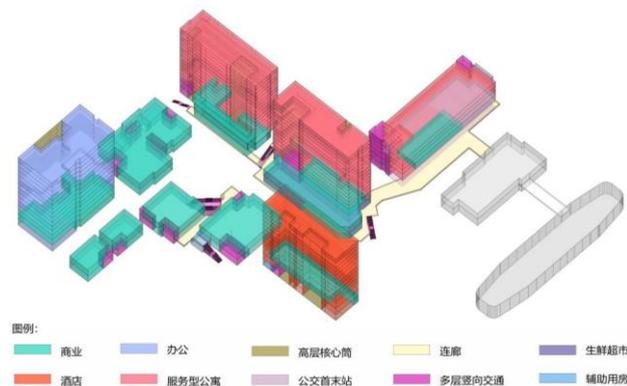


图3 功能分析(作者自绘)

在室外空间设计上,与基地形状紧密结合,Z字形的商业街区与从地铁站伸出的树枝状的二层连廊相互层叠交错,并通过均布的竖向交通锚固在一起,同时将项目的各类公寓及酒店在二层联通。在中心区域,由二层连廊与首层街区共同围合成一个近千平米的中心广场,并在广场东侧留有与相邻住宅地块相通的出入口,成为市民集体活动或商业活动、室外展示等多功能核心空间。在中心广场周边布置了景观大台阶、商业外摆区等停留空间,以丰富各类社交场景。该核心空间的设计为今后空间的可变性提供了可能,大台阶可与酒店餐厅结合作为婚礼等仪式场所,也可与旗舰店产品发布结合作为发布会秀场,大台阶及广场周边预留有多处电子广告位、LED屏安装位等,为今后数字化运营提供条件。

在数字技术应用及可持续发展设计上,项目不仅设置了光伏、光热、市政蒸汽热源等低能耗能源系统,同时也

融入了智能灯光系统、人体感应系统、老年人定位及求助系统、能耗监测系统、空气质量监测系统、燃气监测系统、人流量监测、自动寻车等智能化系统。在施工数字化方面,采用了 BIM 管线碰撞检查等技术,使得地下管线得以进一步优化。

在人文方面,建筑外立面提炼了中式坡屋顶、木格栅等传统元素意向,并采用曲线钢构金属屋面、金属仿木纹格栅、玻璃、石材等现代材料进行了转译,较好体现了苏州当地建筑文化特征。在灯光的运用上,着重强调精神堡垒、西入口音乐喷泉、中心广场、金属坡屋顶及大台阶等易产生场景记忆的节点,以期获得更好的网络流传度。

4 结论

4.1 当前挑战

随着数字技术的发展,数据隐私与伦理问题已从通讯行业蔓延至建筑行业。大量智能化设备的使用,使得位置、肖像、工作信息等随时面临暴露风险。如何使用区块链等不记名数字技术来代替部分高风险信息将成为一个重要课题。

其次,跨平台的数字技术标准还有待完善统一,目前不同部门、不同平台、不同厂家之间往往存在不同接口协议,大量数据无法自由流通。

此外,资本驱动下的城市综合体空间设计存在“异化”风险。一味追求所谓“网红”空间,导致空间设计停留于视觉冲击而难以进入到对社区、人文及需求的深度思考。

4.2 趋势及结论

在数字技术高速发展的今天,可以大胆畅想新城市综合体的未来发展趋势——

通过智能化系统的参与,新城市综合体将越发体现出生物体般的“韧性”特征。例如建筑更加适应气候变化,在下暴雨前提前排空雨水回用水池,主动降低周边场地土壤含水量;在台风前自动闭合外窗及外遮阳等降低风阻;监控建筑内外所有火源及周边可燃物温度,对非正常火源提前控制防止火灾发生等。

AI 加持下的“智能城市综合体”成为现实:物联网技术与建筑主体的深度融合,伴随脑机接口、虚拟/增强现实技术的成熟,加上 AI 深度参与的智能化中心,新城市综合体的形态可能变得难以想象,他实时掌握人流、物流、信息流甚至意识流,并在视、听觉等全感官给与反馈;随着人类对数字化增强感官的开发,人与建筑的信息交互将达到难以想象的程度。在可投射全感官的空间里,建筑

成为“投射信息的容器”,立面和装饰也许将变得毫无意义,转而追求空间信息交互的最大化。

人本主义将在新城市综合体设计中回归。人们终究厌倦浮于表面的“网红”建筑,转而寻求得以寄托精神的空间场所;区块链技术将在社区中普及,社区管理决策逐渐去中心化,从而深刻影响人类社会形态。

数字化技术的发展对城市综合体设计已然产生深远影响。在空间上,建筑空间将追求信息交互的最大化。在技术上,新城市综合体将与数字技术深度结合,提倡跨学科协作与动态适应性设计,同时也带来数据安全问题的挑战。在人文方面,大众审美将回归基于传统及现代文化的本质,建筑设计也终将回归对社区及社交场景的思考。

【参考文献】

- [1]龙瀛,赵慧敏,张业成.新城市科学:技术、计算、变革与应用[J].城市规划,2024,48(7):4-15.
- [2]郭致远,李健,汪薇,等.城市更新大数据平台研究及应用[J].清华大学学报(自然科学版),2025,65(1):22-34.
- [3]何柯润,田朝晖,余超.空间句法在规划方案比选中的应用——以长沙奥体中心公园为例[J].城市建设理论研究(电子版),2024(19):25-27.
- [4]许牧川,吴梓君.复合商业综合体的迭代与设计研究[J].美术学报,2020(2):102-107.
- [5]李澄宇,杨天明,顾勇,等.脑认知的神经基础[J].中国科学院院刊,2016,31(7):755-764.
- [6]吴蔚,徐吉.从城市连接器到都市融合体[J].当代建筑,2020(10):26-29.
- [7]上官永吉.生成式 AI 在建筑方案设计中的应用初探——以某文化中心项目为例[J].建筑与文化,2024(8):34-36.
- [8]Daniel Silver,Terry Nichols Clark,Clemente Jesus Navarro Yanez.Scenes Social Context in an Age of Contingency[J].Social Forces,2010,88(5):2293-2324.
- [9]Kokaistudios.上海苏河湾万象天地[J].建筑实践,2023(6):70-79.
- [10]任鑫,覃洋,潘骁.城市更新的空间网红化与地方的再营造——以上生新所城市更新为例[J].住区,2024(4):124-130.

作者简介:徐硕(1983.11—),毕业院校:华南理工大学,所学专业:建筑学,当前就职单位:上海同砚建筑规划设计有限公司,职务:项目负责人,职称级别:中级。