

时空活力视角下的历史文化街区数字化分析及设计介入方法探索——以杭州桥西历史文化街区为例

Exploration of Digital Analysis and Design Intervention Methods for Historical and Cultural Districts from the Perspective of Spatio-Temporal Dynamics: A Case Study of the Hangzhou Qiaoxi Historical District

陈子宜¹, 刘雨轩²

摘要:

历史文化街区保护更新日益受到重视,然而许多完成更新的街区在日常运营中昼夜活力差异巨大。针对既有研究与实践缺少时间维度的问题,本研究以杭州桥西历史文化街区为例,立足多源数据和新分析技术,探索时空活力视角下的历史文化街区数字化分析及设计介入方法。首先,基于经典理论的解析抽取关键分析维度。其次,运用多源数据和新技术对各维度开展量化分析和图解,进而开展针对性的策略响应和设计介入。随后,发挥新数据带来的量化优势,实现片区时空活力整体性延续和空间丰富度提升效用的量化评估。研究初步探究了时空动态视角下历史文化街区空间活力与形态、功能之间的关系;构建了量化的设计效能评价方法,并开展设计介入和效能评估。本研究将时空活力塑造纳入城市设计考量,并实现从现状解析、问题研判到设计介入、效能评估的多环节嵌入性支持,为历史文化街区时空活力一致性提供研判方法和实现途径。

关键词: 历史文化街区; 时空活力; 精准分析; 数字化城市设计; 多源城市数据; 设计科学

Keywords: Historic and Cultural District; Spatiotemporal Vitality; Precision Analysis; Digital Urban Design; Multisource Urban Data; Design Science

引言

历史文化街区(以下简称“历史街区”)是我国重要的城镇建筑遗产类型^[1],保护和活化这些街区已经成为城市规划和文化建设的重要课题^{[2][1990]}。近年来,通过相关建设规范和大量实践,许多历史街区得以保存和更新^[3]。然而,一些历史街区进入常态化运营阶段后,出现了街区昼夜活力差异显著的问题:例如,部分历史街区在傍晚后因多数功能空间关闭而导致人流量锐减,空间活力“断崖式”下降。由于时空活力的一致性对历史街区的持续发展极为重要^[4],解析区域内时空活力机制并提升其一致性在当前有重要意义。

近年来,多源数据涌现和新城市分析技术的发展为城市空间数字化精准分析和设计方法的革新带来新的机遇^[5],使得城市分析和设计评估不再完全依赖于手工分析和主观判断^[6]。历史街区作为城市空间和文化的重要组成部分,运用多源数据和新技术充分解析多时间维度下空间活力的

¹ 陈子宜, 同济大学建筑与城市规划学院, 硕士研究生在读

² 刘雨轩(✉), 同济大学建筑与城市规划学院, 专职研究助理, liu_yuxuan1998@outlook.com

要素特征，可以为其时空活力精准分析和时空活力延续的导向性更新提供基础。

1 历史文化街区精准分析及设计介入的痛点与回应

1.1 当下历史文化街区空间分析方法与局限

早期历史街区空间分析研究受城市空间经典理论和研究方法影响，多以偏主观和人工的传统调研方式，侧重于街区的文化价值以及使用者满意度评价。例如，采用半结构式问卷调查与观察访谈相结合的方法研究历史街区顾客地方依恋与购物满意度的关系^[7]，或是通过面向公众和专家的问卷调查、统计，完成历史街区现代适应性评价^[8]。这种方法虽然在一定程度上揭示了历史街区空间感知特征，但由于高度依赖问卷访谈和实地观察，数据结论不可避免地受到少部分人主观经验的影响，对于空间活力的动态变化缺乏精确的描述能力。

随着多源数据和新技术的兴起，量化方法被广泛运用于历史街区的空间评价之中，例如，通过收集和分析街区内的手机信令、社交媒体数据准确地描绘出人在街区中的聚集程度^[9]，基于空间句法理论和技术对空间形态渗透性开展研究^[10]⁶⁶，基于模糊层次分析法对更新进行评价^[11]⁸²。然而，当下此类量化评价方法未能在时空动态视角下提出定量的、精准的空间活力分析。

近年来，部分学者开始探讨时空动态维度下的城市空间评价和设计。例如，国外学者提出的“时空表计划”，通过对设施开放时间和个人时空可达性的统筹安排提升设施利用效率^[12]；国内学者在城市宏观尺度上通过实地调研收集历史街区人流和车流数据进行空间句法分析^[13]；或是提出一种整合“空间”“时间”和“人”的多维交互认知模式，对城市历史景观的动态完整性进行判断^[14]；这些方法为理解历史街区空间活力的时间分布特征提供了新思路。然而，此类研究尚未建立起系统性的分析维度，难以全面反映街区活力的真实状况；且大多数研究仍集中在交通规划层面，对于人本尺度下的历史街区空间感知关注较少，也尚未基于分析结果开展设计介入和效能评估。

1.2 历史文化街区精准分析的关键维度

本研究关注的历史街区空间活力主要指社会活力，即区域内参与社会活动的人的聚集程度。其包括两方面内涵：一是人能进行的各种活动，二是支持这些活动的空间场所。前者强调人本的空间感知，如凯文·林奇的“感官品质”^[15]；后者聚焦物质环境中功能与形态特征对空间活力的影响，如简·雅各布斯强调功能多样性对街区持续生命力和吸引力的重要意义^[2]¹⁹⁹¹。因此，本研究将从功能特征和空间感知两大方面入手，对历史街区空间活力进行系统性分析。

进一步地，为了在系统性的基础上实现数字化精准分析，本研究通过对空间活力相关经典理论进行研究，从中选取既能反映历史街区功能和空间感知特点，又能通过现有分析技术进行测度的4个关键维度：功能多样性、供需耦合度、路网可达性和空间渗透性（表1），作为数字化精准分析和设计介入的关键切入点。

表1 时空活力视角下的历史街区数字化精准分析关键维度

提出者	Jane Jacobs ^[16]	Kevin Lynch ^[17]	William H. Whyte ^[18]	Jan Gehl ^[19]	芦原义信 ^[20,21]
关键维度					
功能多样性	多样性是城市的天性	强调一致的形态学特征及主导功能	各种活动集中且混合	不同的人，不同的组群以及在不同的场合，对	街道不只是为了交通，而是作为社区存在的

				于空间的宽容 和要求有着很 大的不同	
供需耦合度	将人们的出行 时间分散在一 天内的各个时 间段里	城市应包容不 同阶层和个性 的人群	供应产生需求； 不同人群的场 所偏好存在差 异	一个好的城市 是建立在人的 身体和感觉中	建筑和街道立 足于人性
路网可达性	以社区为中心	关注街道的方 向性可达性和 系统性	社会交往地点 就在或非常靠 近交通线与广 场交叉的地方 (广场里坐的 人们)在视线的 水平面上看	城市设计应该 优先考虑行人 的需要	/
空间渗透性	短小、转折的街 道能提供新鲜 感	/		蜿蜒或富于变 化的街道可以 使步行变得更 加有趣	外部空间是没 有屋顶的建筑

1.3 数字技术支持下的精准分析及设计介入方法涌现：多维度、多环节的支持

多源数据和新技术的涌现为城市空间数字化精准分析与设计介入提供了支持,其在 1.2 所得的四个维度下的发展历程如图 1 所示。由图可知,前期主要通过单一的分析维度实现现状解析和问题研判。功能多样性方面,大量研究通过手机信令或兴趣点数据提取人群活动特征和人口密度,从而定量解析城市空间活力^[22-24];供需耦合度方面,除了基于供需关系的历史街区交通问题研究^[25,26],多以 POI 数据的空间密度和服务半径表征供给角度,以社交媒体的空间密度和人口密度表征需求角度对空间活力开展测度^[27,28];路网可达性方面,大量研究运用空间句法和城市空间网络分析技术等方法实现可达性测度^[29-31];空间渗透性方面,有基于空间句法直接对历史街区空间渗透性进行评估^{[10]66},也有根据层次分析法通过使用者的感知反映区域内空间渗透性情况^{[11]83}。随着精准分析研究的逐渐深入,部分研究开始从单一维度分析走向多维度分析:例如,根据人口密度、宜居性、可达性和多样性 4 个方面评价空间活力^[32],根据服务可用性、可达性和流动性 3 个因素评价空间公平性^[33],结合街景数据和机器学习对街道品质与可达性进行叠加分析^[34],综合利用问卷调查和 POI 数据计算设施供给量^[35]等,体现出多源数据和新技术协同使用进行空间综合评价的趋势,实现高效的数字空间精准分析。

然而,当下的综合评估仍有不足:一是,尚未从多时间维度对历史街区空间活力差异进行全面精准解析,二是,尚未提出从现状解析、问题诊断到设计介入、效能评估的多环节量化嵌入方法。因此,探索一套时空活力视角下的数字化分析和设计介入方法对历史街区导向性更新提供多维度、多环节的支持已成为当前需求。

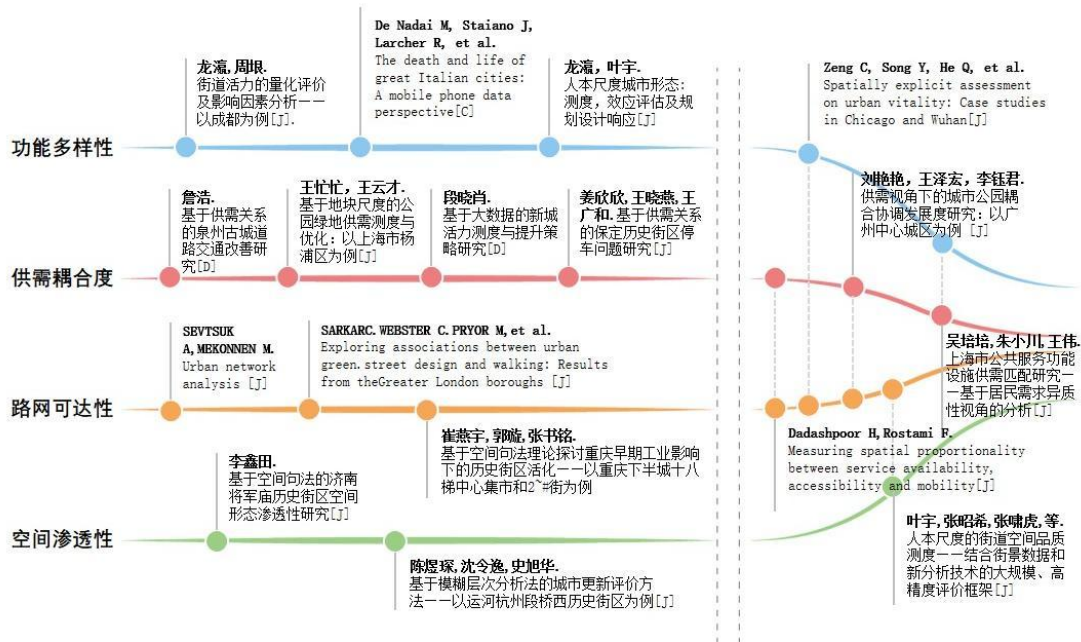


图 1 基于多源数据和新技术的四个分析维度研究发展历程 (图片来源: 作者自绘)

2 研究方法与技术路径

2.1 研究框架

本研究将上述多维度、多环节分析与多源数据和新技术相结合, 引入时间维度, 综合解析研究对象的功能多样性、供需耦合度、路网可达性、空间渗透性 4 个关键维度, 构建了时空活力视角下以数据为基础、量化为方法、精准更新为导向的历史街区数字化分析和设计工作流 (图 2)。



图2 研究框架（图片来源：作者自绘）

2.2 研究方法：分析维度精准测度的技术路径

在数据准备阶段，首先确定所要分析的设施类型及相应权重：对影响历史街区空间活力的6类关键设施采用层次分析法进行影响权重计算（CR：0.069<0.1 通过一致性检验）（如表2）。其次，通过调用 API 接口爬取 POI 数据，并根据设施类型和时段进行筛选。

表2 公共设施名录和相应权重

设施类型	特征向量	权重值	最大特征值	CI 值
餐饮服务设施	1.976	32.93%	6.437	0.087
科教文化设施	1.672	27.86%		
休闲娱乐设施	0.944	15.73%		
交通服务设施	0.609	10.16%		
商业零售设施	0.588	9.80%		
医疗保健设施	0.211	3.52%		

在功能多样性方面，模拟步行 15 分钟可达范围，得到实验对象及缓冲区范围，对 POI 数据进行筛选；采用香农指数结合所得设施权重，分别计算历史街区早、晚公共服务设施的多样性。

具体公式如下：

$$H = - \sum_{i=1}^R w_i * p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

其中，H 为 POI 多样性指数；R 是 POI 的总数， p_i 是第 i 个 POI 的相对丰度，即网格中某类型 POI 在所有 POI 中所占的比例， w_i 为权重系数。

在供需耦合度方面，基于功能多样性计算结果，选取功能多样性早晚差异显著区域和导致差异的主要设施类型进行二级分类。通过地图数据和问卷调研，以开放时间、设施数量为供给端，以到访时间段、设施偏好人数为需求端，获得设施点关闭情况和人群画像，计算供需两方时间维度交集并根据各时段使用人数比例加权得到设施的供需耦合度，具体公式如下：

$$C_n = \sum_{i=1}^6 \frac{T_s \cap T_d}{T_d} \times w_i \quad (2)$$

$$CD_n = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n} \quad (3)$$

其中， CD_n ：某类设施供需耦合度， C_n ：某一设施供需耦合度； T_s ：某一场所开放时间的的时间段； T_d ：访者主要活动时间段（24 小时等分 6 段，每段 4 小时）； w_i ：偏好使用人数权重。

在路网可达性方面，基于空间句法理论，选择度（Choice）可以反映道路作为连接其他道路的“必经之路”频率，从而表征路网可达性。

在空间渗透性方面，采用视域分析法（VGA）研究空间整体的层次关系，包括空间之间的分隔、穿插、打通和连接情况。连接度（Connectivity）可以反映某元素向外可以看见的其他元素的个数，从而表征空间渗透性。

本研究在四个关键分析维度测度时叠加时间（Time）要素，形成动态时空视角下的空间活力精准分析映射框架（图 3）。立足前述精准分析与问题研判，可形成针对性改造策略响应，进而展开设计介入后的效能评估，研判其较改造前时空活力和一致性是否得到有效提升。

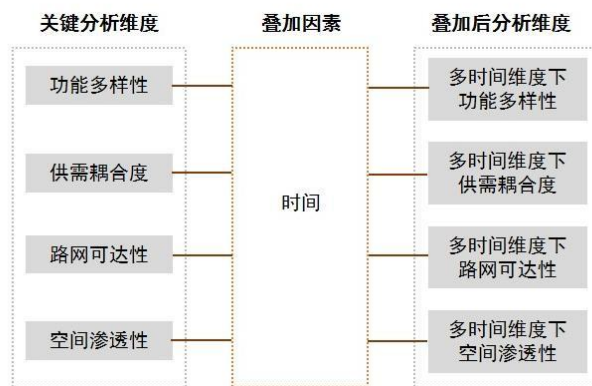


图 3 动态时空视角下的空间活力精准分析映射框架（图片来源：作者自绘）

3 基于量化分析的杭州桥西历史文化街区现状研判

3.1 研究对象：杭州桥西历史文化街区

本研究以杭州桥西历史文化街区（以下简称“桥西历史街区”）为研究对象，作为城市中心

的历史保护区，融合了市民日常生活与独特手工业及工业遗产风貌。虽然通过改造旧厂房建立博物馆群，促进展览、商业、公园及便民设施的综合发展，其已成为杭州文化旅游的重要组成部分；但仍存在夜间活力不足，存在活力断层的问题。鉴于其地理位置优势及详实的更新资料，具备进行数字化分析的操作性和更新潜力。



图4 杭州桥西历史文化街区范围（图片来源：作者自绘）

3.2 基于兴趣点数据的功能多样性研判

本研究通过调用高德地图开放平台 API 接口爬取 POI 数据，根据设施类型进行分类整理。随后，根据桥西历史街区 15 分钟步行可达范围，对 POI 数据进行筛选，根据历史街区空间尺度特点按照 50m×50m 建立分析渔网，取 50m 为分析半径建立数据近邻表，结合权重对区域内空间单元白天、夜晚的功能多样性进行分析。

分析显示，桥西历史街区整体功能多样性较高，符合其文化旅游和城市文化重要地区定位；但街区中段西侧广场空间多样性较周边急剧下降。纵向比较发现白天功能多样性高于夜晚，尤其在中国扇博物馆、中国刀剪刀博物馆周边及东侧步行街区域，该区域多为科教文化设施，因 18:00 后关闭且面积较大，影响了夜晚活力。（图 5）

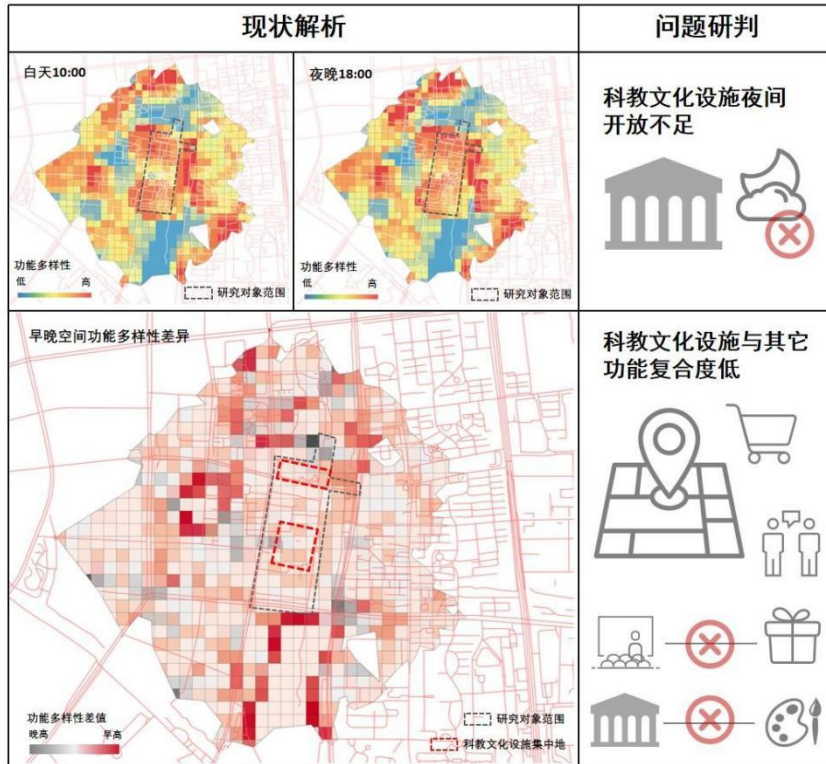


图 5 基于兴趣点数据的功能多样性分析结果（图片来源：作者自绘）

3.3 基于高德与用户画像数据的供需耦合度研判

由 3.2 节分析可得，科教文化设施早晚变化明显，需探究其供需关系。本研究将其分为博物馆、美术馆、展览馆、图书馆、风景名胜和培训机构 6 小类，并通过社会调查收集有效问卷 131 份，其中受访者到访时间段和占比如表 3 所示；同时，记录受访者在到访时间段进入该街区不同类型设施的偏好，形成需求端“时间-功能”映射关系，并根据各类设施偏好人数计算重要性权重；将设施开放时间与到访时间段和需求量的对比，计算各类科教文化设施的供需耦合度。

表 3 人群到访桥西历史街区时间段统计

时间段	0:00~4:00	4:00~8:00	8:00~12:00	12:00~16:00	16:00~20:00	20:00~24:00
来访占比	0.00%	5.56%	13.89%	22.22%	44.44%	13.89%

结果显示，一方面，有较多受访者会在傍晚之后进入桥西历史街区，且对于科教文化设施偏好较大，说明需要在历史街区设计时重点关注科教文化设施设计和夜晚运营方式。另一方面，在科教文化设施中博物馆的空间偏好最大，但其供需耦合度最低，这说明该区域博物馆的供给与需求之间存在较大差距，尤其是 16:00 之后，需提出针对性策略以实现夜晚博物馆参观需求。（图 6）

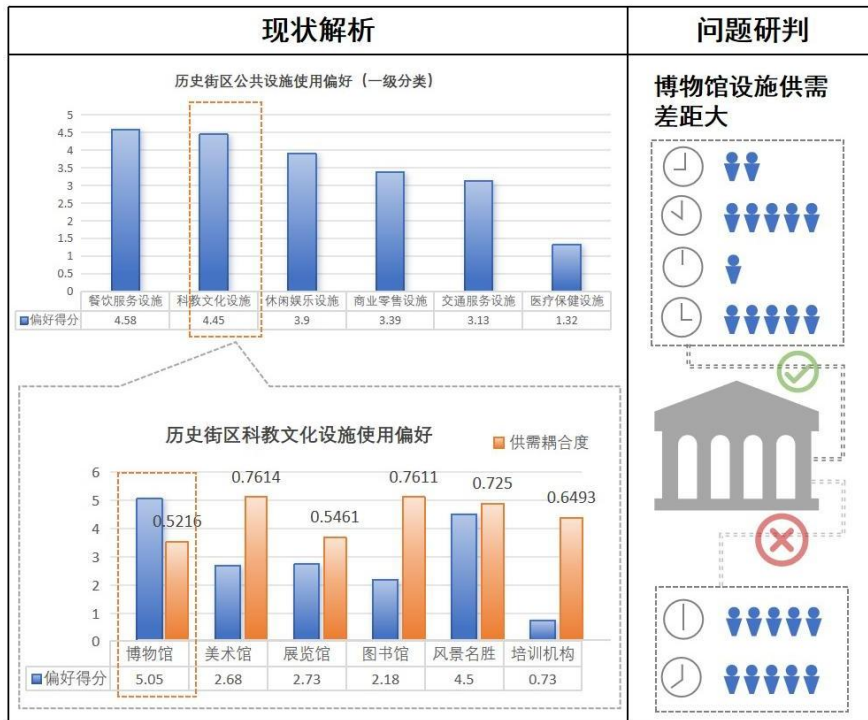


图 6 基于高德与用户画像数据的供需耦合度分析结果（图片来源：作者自绘）

3.4 基于空间句法的路网可达性研判

本研究以桥西历史街区 15 分钟生活圈范围为缓冲区建立路网,使用 Depthmap 对路网可达性进行计算。考察一个空间出现在最短拓扑路径的次数,计算早、晚历史街区空间选择度,并进行归一化处理 and 作差比较。

根据计算结果,街区路网系统较为复杂多样,可达性普遍较高,也形成了街巷交织、逐级构成的丰富空间体验。但纵向比较早晚时间维度发现,白天路网可达性明显高于夜晚,特别是中段博物馆群及四周广场区域。其原因在于,该区域现有路网大多依托博物馆出入口相连通,室外空间并未设置其余公共设施,东、西广场之间虽有室外空间联通,但通道较窄且夜晚未设置灯光引导,导致博物馆闭馆后,东西向道路难以联通,呈现出较大的时空差异。(图 7)

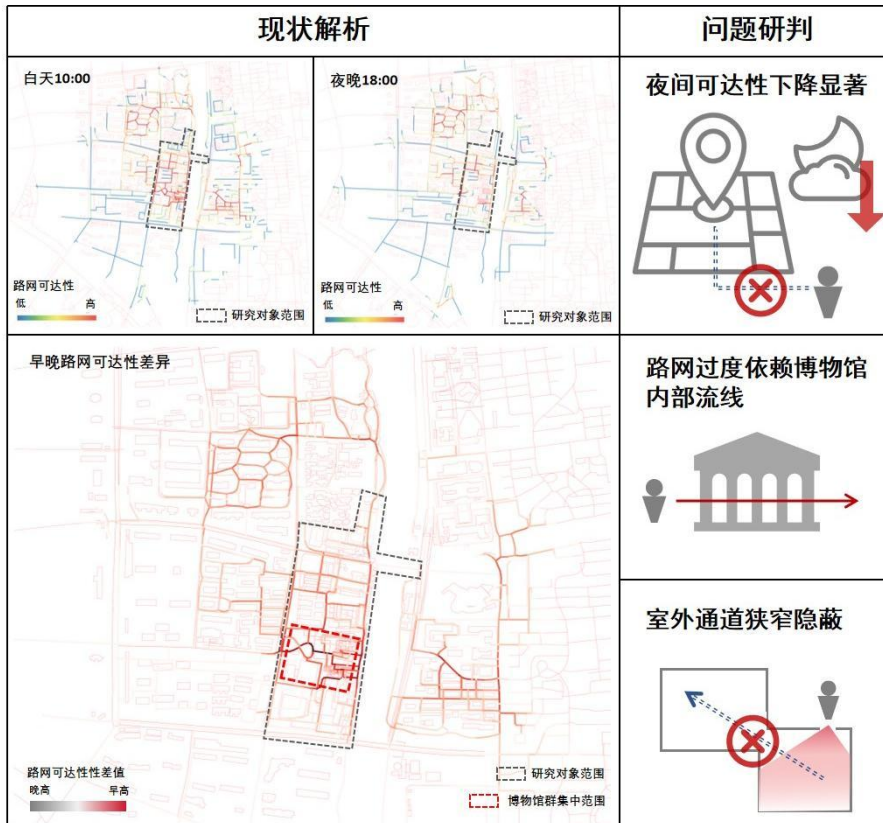


图7 基于空间句法的路网可达性分析结果（图片来源：作者自绘）

3.5 基于视域分析的空间渗透性研判

本研究不仅测量街道和广场的渗透性，还将公共建筑内部空间纳入分析，绘制包含墙体、门窗等影响因素的平面图，全面模拟人的空间体验。进行VGA分析以匹配视觉感知，并计算早、晚空间连接度，进行归一化处理和作差比较。

结合早、晚空间渗透性计算结果和街景图像数据，发现博物馆空间无论早晚渗透性均较差，一是因为设施多为旧厂房改造，外立面基本保留原厂房形制，窗墙比较小，透过窗洞看到的空间范围非常有限；二是因为当下博物馆以原厂房外墙为边界进行向内围合的空间设计，只能通过出入口和较为单一的观展流线逐步深入才能感知空间。纵向比较发现街区白天渗透性优于夜晚，尤其是在博物馆周边，一是因为以博物馆为主的科教文化设施在傍晚后大量关闭，导致出入口区域无法实现空间渗透；二是因为随着自然光照降低，建筑主体、周边广场和街道空间均未提供足够的人工光照，导致黑暗中空间渗透性降低。（图8）

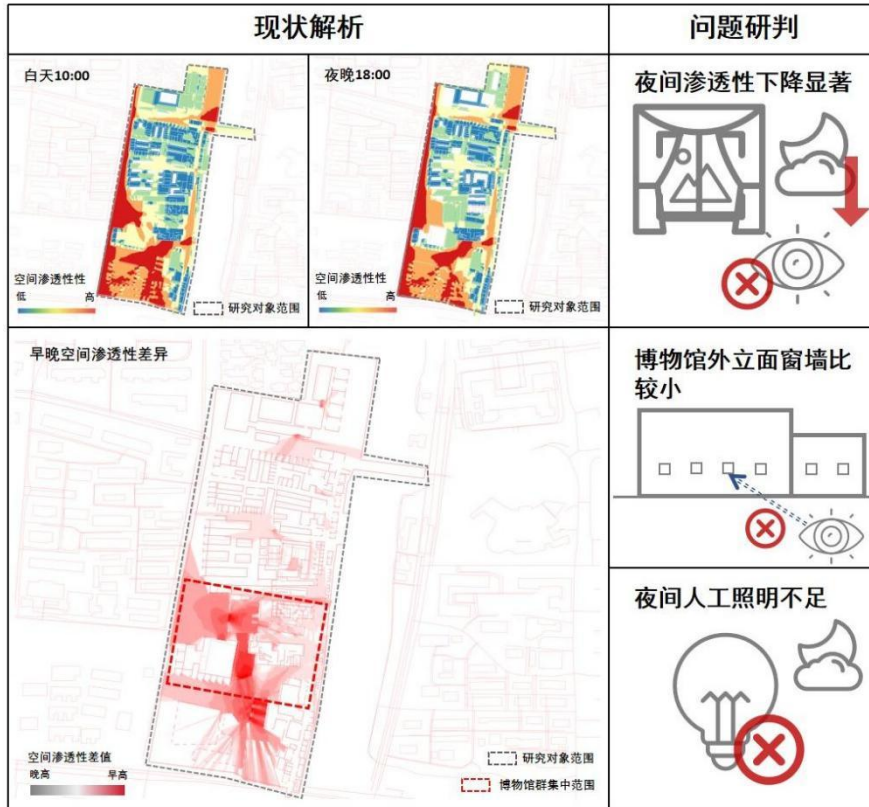


图8 基于视域分析的空间渗透性分析结果（图片来源：作者自绘）

4 策略响应及效能评估

4.1 策略响应

通过数字化分析，归纳桥西历史街区活力差异的4方面9类问题，关键在于科教文化设施，特别是博物馆群及周边公共空间。该区域面积大、吸引力强，但通常18:00后关闭，且未对夜晚环境做适应性调整，导致活力下降并影响整个街区。尽管当下该区域空间感知效果极大受博物馆营业与否影响，但可进入和可感知不完全等同，故可通过相应策略，在不改变展品区开放时间的前提下，提升全时段空间活力。本研究据此提出针对性策略，并利用数字化方法评估改造方案效能。（图9）

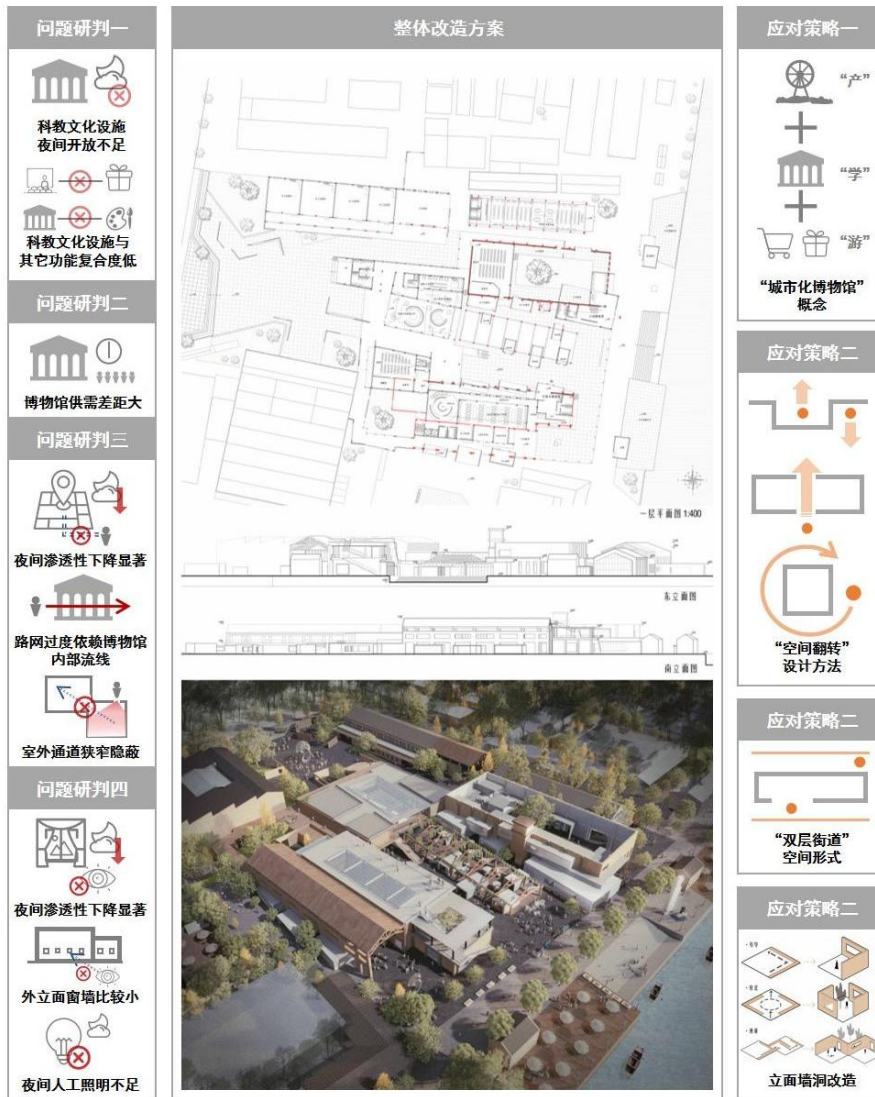


图9 策略响应图解（图片来源：作者自绘）

4.1.1 功能多样性提升策略响应

针对功能多样性的时空差异，本研究提出“城市化博物馆”概念，其包括两方面内涵：一是城市的博物馆化，桥西历史街区因其手工业、工业、运河沿线商业的历史背景，可以在这些业态活动中融入展示部分，让历史街区自身成为一座博物馆；二是博物馆的城市化，博物馆的概念不再囿于文物在展柜中展示，可以是更灵活、分散的空间，也可以在其中穿插文创商业、手工展示等衍生功能。具体措施包括：根据博物馆主题引入相关业态，如刀剪刀博物馆增设工艺品商店和流动市集，伞博物馆引入制伞车间和纪念品店，以增加功能复合度，并通过空间分隔和流线设计，提高不同功能空间的独立性，使得在博物馆关闭后其他部分空间可以照常开放。（图10）

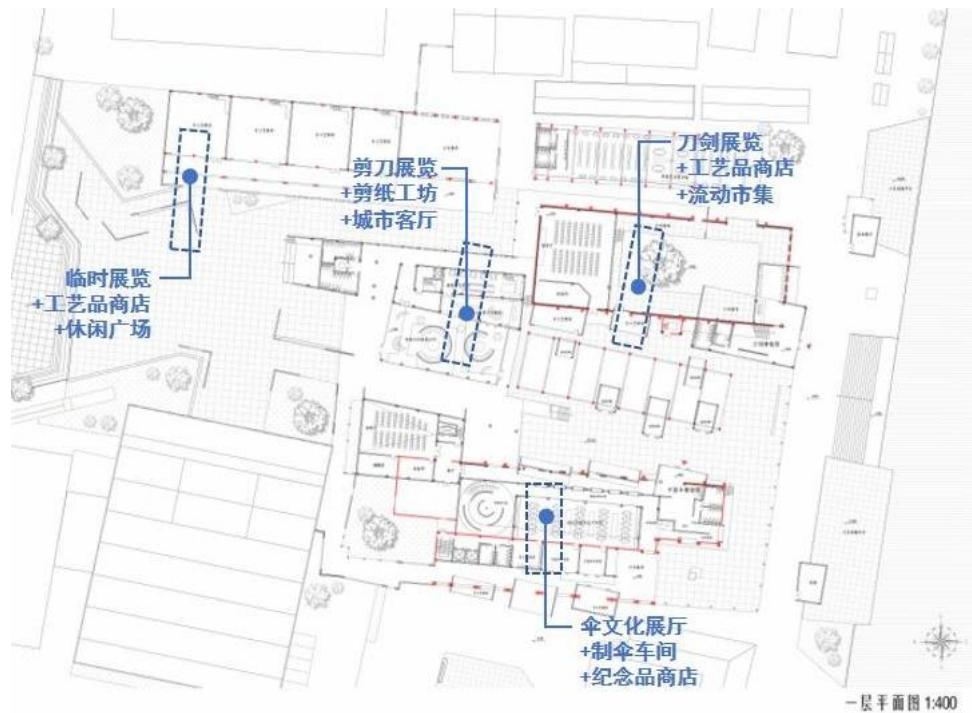


图 10 桥西历史街区“城市化博物馆”改造设计体现（图片来源：作者自绘）

4.1.2 供需耦合度提升策略响应

针对供需耦合度的时空差异，特别是博物馆空间夜晚的巨大供给缺口，本研究提出“空间翻转”的策略，即同一空间早晚从内外不同方向被感知，从而在博物馆营业时间不变的前提下实现夜晚展品可视。具体来说分为三种类型：一是，墙体翻转，形成的正负空间既相对独立又通过墙上窗洞进行视线渗透从而产生关联；二是，街道翻转，将“墙”加厚置入商业功能，并增加其与后侧展厅的视觉通透性，使得可在商业空间内进行观展；三是，建筑翻转，面对部分整体性较强的展厅，在立面上嵌入内外通透的展柜，使得夜晚展厅内部虽然无法进入，但整个建筑成为一个展柜，外部的街道成为观展空间。通过这种方式，不仅满足了全时段的观展需求，同时丰富了观展方式和空间体验。（图 11）

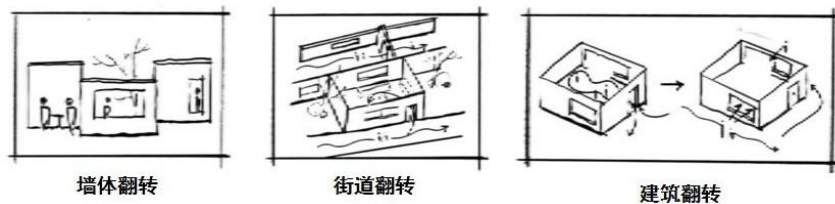


图 11 桥西历史街区“空间翻转”策略图示（图片来源：作者自绘）

4.1.3 路网可达性提升策略响应

针对路网可达性的时空差异，本研究基于对桥西历史街区原有街巷肌理进行类型学研究，提出了“双层街道”的创新性空间形式，即功能空间前后有两条性质不同的平行街道。将这一街巷类型运用到改造设计中，将现有展厅界面向内平移数米，形成展厅室内和半室外廊下两条平行路线，既可以实现街巷肌理在博物馆区域的延伸，又可以实现道路的独立管理，增加夜晚展览空间的可达性。（图 12）

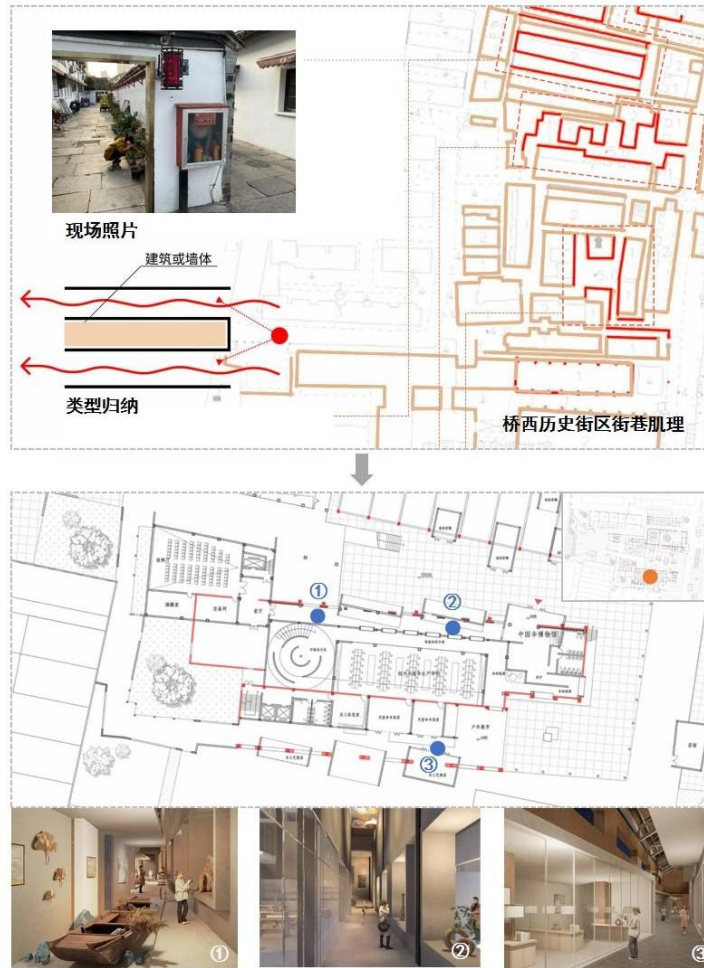


图 12 桥西历史街区“双层街道”改造设计体现（图片来源：作者自绘）

4.1.4 空间渗透性提升策略响应

针对空间渗透性的时空差异，对现有建筑进行基于人本体验和视觉分析的“立面改造”。具体来说，通过对墙洞体系的类型学研究和墙与人行为关系的研究，特别对窗洞开设位置、大小，以及人与墙的关系和引发的行为差异进行归纳，在场地原有墙体和空间划分的基础上，进行墙体改造，增加空间渗透性的同时，形成更丰富的空间变化和视觉效果。（图 13）



图 13 桥西历史街区墙洞类型分析及改造后南立面图示（图片来源：作者自绘）

4.2 效能评估

根据上述改造策略，进行桥西历史街区设计介入并生成完整的博物馆群及周边城市设计方案。将设计方案用前述 4 个关键分析维度进行测度，将结果归一化后分别进行改造前后和早晚活力差异的多维度比较。

4.2.1 功能多样性提升效能评估

通过“城市博物馆”概念引导下的功能置入和空间改造，博物馆群呈现生产、展览、售卖等多功能高度复合的空间形式，基于高德和设计策划新增 POI 数据开展测度。结果显示，改造后较当下早晚功能多样性分别提升 7.85% 和 8.34%，早晚之间的差异缩小至原来的 97.41%，均有一定提升。（图 14）

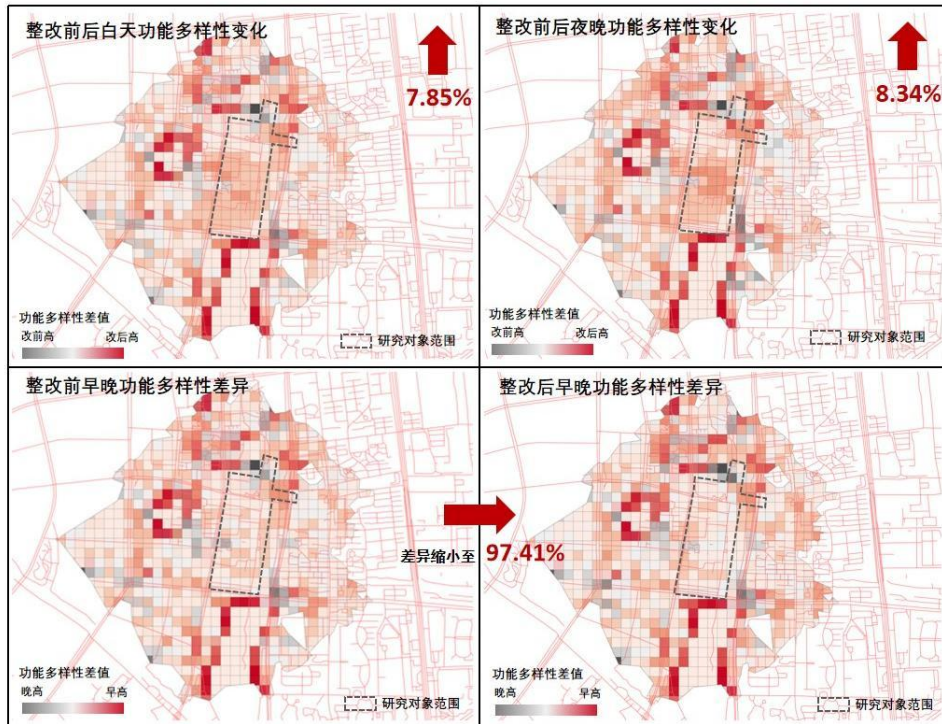


图 14 功能多样性预计提升效能评估（图片来源：作者自绘）

4.2.2 供需耦合度提升效能评估

分析显示，经过“空间翻转”策略在墙体、街道、建筑三个方面的综合应用，实现了大多数展厅夜晚的可视性，同时部分展览依托手工作坊、商业功能向展厅外拓展，供需耦合度得到极大提升。结果显示，博物馆供需耦合度提升 33.87%，科教文化设施整体提升 16.58%。（图 15）

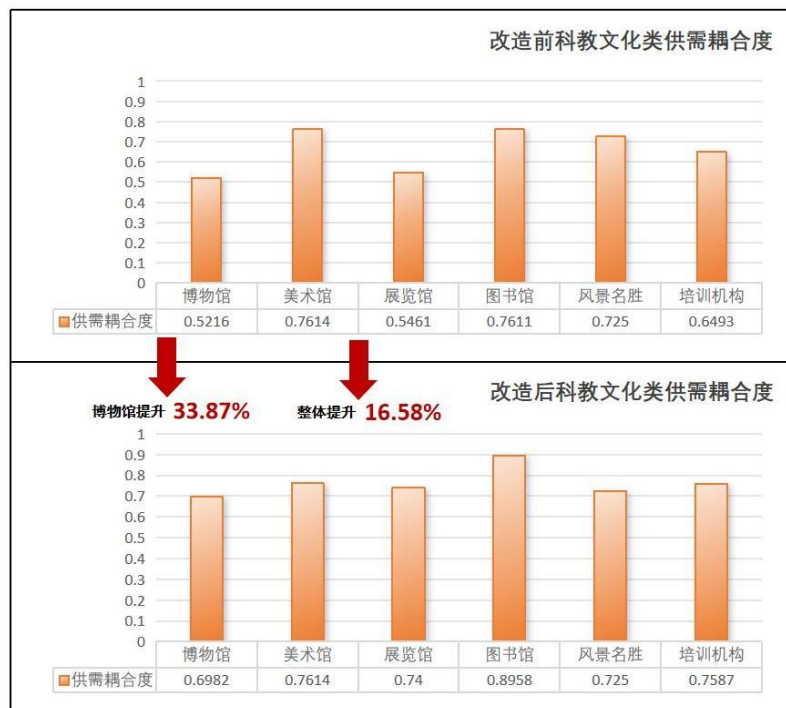


图 15 供需耦合度预计提升效能评估（图片来源：作者自绘）

4.2.3 路网可达性提升效能评估

通过“双层街道”策略下博物馆及周边空间界面的改造，无论早晚大部分功能区域均可直接或间接到达，同时改造后的街道延续了桥西历史街区原有错综复杂的街道肌理，进一步提高了核心道路的可达性。结果显示，改造后较当下早晚路网可达性分别提升 39.22%和 103.04%，早晚之间的差异缩小至原来的 82.59%，可见相应设计策略介入在历史街区路网可达性提升上起到了显著作用。（图 16）

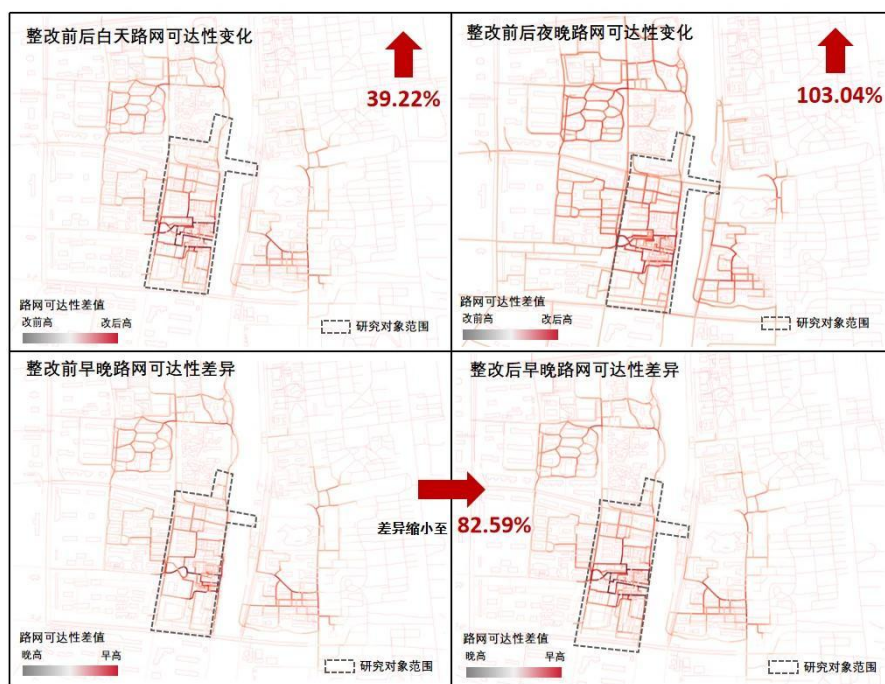


图 16 路网可达性预计提升效能评估（图片来源：作者自绘）

4.2.4 空间渗透性提升效能评估

通过立面改造以及墙洞设计对空间体验的改变，人能利用空间良好的渗透性同时看到展览、商业、自然等多种场景，极大丰富了视觉体验。结果显示，改造后较当下早晚桥西历史街区整体空间渗透性分别提升 1.46%和 3.57%，考虑到该指标需在改造地或周边很小范围内才有明显反馈，故对改造核心区域进行进一步测度，显示早晚空间渗透性分别提升 6.18%，11.90%，尤其是早晚差异度仅为原来的 28.31%。（图 17）

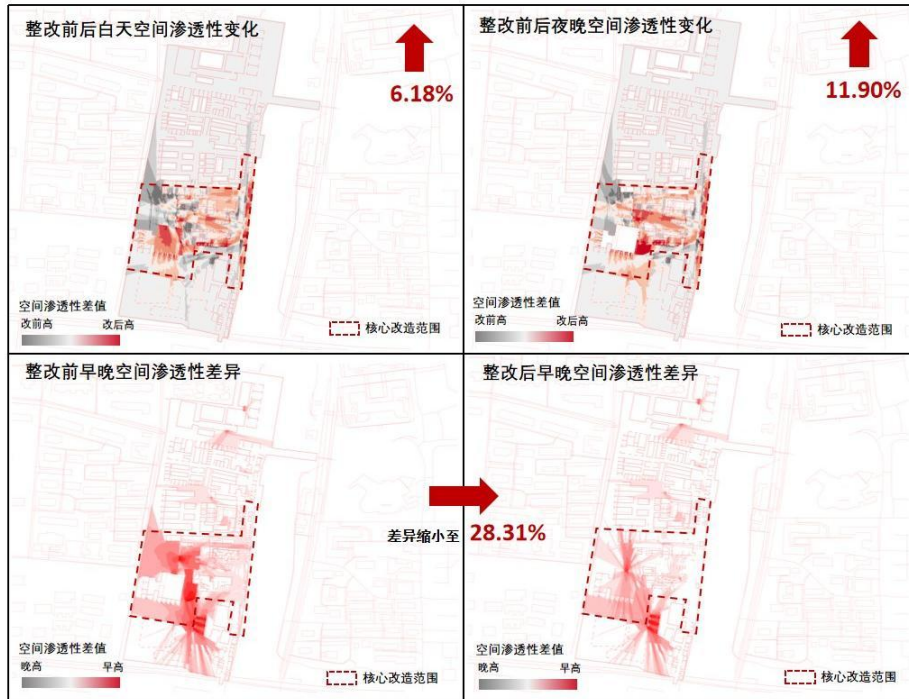


图 17 空间渗透性预计提升效能评估（图片来源：作者自绘）

5 讨论与总结

本研究提出了一套时空活力视角下历史文化街区数字化精准分析及设计介入的方法。首先，在分析视角上，本研究通过对文献的系统性梳理，明确了历史街区空间活力的关键分析维度，初步探索了时空活力与空间形态、功能之间的关系；在此基础上，利用多源数据和新技术，对历史街区的现状进行数字化精准解析和问题研判。其次，在体系架构上，本研究不局限于城市设计的初期阶段，而是实现量化城市研究从问题诊断到设计评估的多环节嵌入，提出了量化的历史街区时空活力延续及丰富度提升的效能评价方法，并以此开展具体的设计介入与效能评估，从而更好满足实际更新项目的需要，推动历史街区时空活力一致性发展。

虽然本研究在活力影响因素测度方面仍存在一定局限，例如，本研究主要聚焦一层平面的路网可达性和空间渗透性，但连接各层的台阶和廊道、上层的窗洞也会对空间感知产生影响，未来需将三维空间数据纳入测度；但本研究尝试构建“研究-实践-反馈”的应用闭环，为城市设计从经验主导向设计科学转型提供新思路，也为时空动态视角下的城市精准更新和设计科学范式的发展提供新可能。

参考文献

- [1] 王建国.历史文化街区适应性保护改造和活力再生路径探索——以宜兴丁蜀古南街为例[J].建筑学报,2021,(05):1-7.DOI:10.19819/j.cnki.ISSN0529-1399.202105001.
- [2] 孙卓栋, 吴启文, 王艺锦, 陈学轩, 陈番毫. 基于居民满意度的居住型历史文化街区活力度提升设计——以杭州市中山中路历史文化街区为例[J]. 设计, 2023, 8(3): 1989-1999. <https://doi.org/10.12677/Design.2023.83239>
- [3] 住房和城乡建设部办公厅,国家发展改革委办公厅.: 住房和城乡建设部办公厅 国家发展改革委办公厅关于印发《历史文化名城和街区等保护提升项目建设指南(试行)》的通知[R].北京: 中华人民共和国中央人民政府, 2024. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202402/content_6933895.htm

- [4] 任兰红,袁东.当下城市活力与功能探析[J].建筑与设备, 2013, 7(1):3.
- [5] 樊钧,唐皓明,叶宇.街道慢行品质的多维度评价与导控策略--基于多源城市数据的整合分析 [J].规划师:2019.35(14):5-11.
- [6] 叶宇,张华丽,陈星汉,等.精准更新导向下的数字化城市设计实践探索——以上海市陆家嘴水环为例[J].建筑师,2024,(02):31-38.
- [7] 钱树伟,苏勤,郑焕友.历史街区顾客地方依恋与购物满意度的关系——以苏州观前街为例[J].地理科学进展,2010,29(03):355-362.
- [8] 洪艳.大运河杭州主城区段历史街区现代适应性评价体系研究[D].浙江大学,2017.
- [9] 钟炜菁,王德.基于手机信令数据的空间活动动态特征研究——以上海市张江高科技园区为例[C]//规划60年:成就与挑战——2016中国城市规划年会论文集(04 城市规划新技术应用).2016.DOI:ConferenceArticle/5af26b53c095d716587dd8ba.
- [10] 李鑫田.基于空间句法的济南将军庙历史街区空间形态渗透性研究[J].城市建筑,2021,18(32):66-68.DOI:10.19892/j.cnki.csjz.2021.32.19.
- [11] 陈煜琛,沈令逸,史旭华.基于模糊层次分析法的城市更新评价方法——以运河杭州段桥西历史街区为例[J].城市建筑,2023,20(14):82-84+99.DOI:10.19892/j.cnki.csjz.2023.14.20.
- [12] 王德,胡杨.城市时空行为规划:概念、框架与展望[J].城市规划学
- [13] 盛强,杨滔,刘宁.目的性与选择性消费的空间诉求——对王府井地区及3个案例建筑的空间句法分析[J].建筑学报,2014,(06):98-103.
- [14] 季宪,邵龙,杜煜.多维交互视角下的城市历史景观认知模式探析 [J]. 城市发展研究,2020,27(07):67-74+2+33.
- [15] BANERJEE T, SOUTHWORTH M. City sense and city design. writings and projects of Kevin Lynch[J]. Landscape Journal, 1996, 15(2):167-168
- [16] (加)简·雅各布斯(Jane Jacobs)著;金衡山译.美国大城市的死与生[M].译林出版社.2006.
- [17] LYNCH K. The image of the city [M]. MIT press 1964.
- [18] WHYTE W H. The social life of small urban spaces [J]. 1980
- [19] (丹)扬·盖尔(Jan Gehl)著;何人可译.交往与空间[M]. 中国建筑工业出版社.2002
- [20] 芦原义信.外部空间设计[M]. 江苏凤凰文艺出版社.2017
- [21] 芦原义信.街道的美学[M]. 江苏凤凰文艺出版社.2017
- [22] De Nadai M, Staiano J, Larcher R, et al. The death and life of great Italian cities: A mobile phone data perspective[C]//Proceedings of the 25th international conference on world wide web. International World Wide Web Conferences Steering Committee, 2016: 413-423.
- [23] 龙瀛,周珉.街道活力的量化评价及影响因素分析——以成都为例[J].新建筑,2016(01):52-57.
- [24] 龙瀛,叶宇.人本尺度城市形态:测度,效应评估及规划设计响应[J].南方建筑, 2016(5):41-47.
- [25] 姜欣欣,王晓燕,王广和.基于供需关系的保定历史街区停车问题研究[J].山西建筑,2022,48(08):34-37.DOI:10.13719/j.cnki.1009-6825.2022.08.009.
- [26] 詹浩.基于供需关系的泉州古城道路交通改善研究[D].清华大学,2016.
- [27] 段晓肖.基于大数据的新城活力测度与提升策略研究[D].华中科技大学,2021.DOI:10.27157/d.cnki.ghzku.2021.003490.
- [28] 王忙忙,王云才.基于地块尺度的公园绿地供需测度与优化:以上海市杨浦区为例 [J]. 风景园林, 2021, 28(2): 22-27.
- [29] SARKAR, WEBSTER C, PRYOR M, et al. Exploring associations between urban green, street design and walking: Results from the Greater London boroughs [J]. Landscape and Urban Planning, 2015, 143:112-125.
- [30] SEVTSUK A, MEKONNEN M. Urban network analysis [J]. Revue internationale de géomatique-n, 2012, 287:305
- [31] 崔燕宇,郭璇,张书铭.基于空间句法理论探讨重庆早期工业影响下的历史街区活化——以重庆下半城十八梯中心集市和2~#街为例[J].建筑与文化,2016,(04):112-114.
- [32] Zeng C, Song Y, He Q, et al. Spatially explicit assessment on urban vitality: Case studies in Chicago and Wuhan [J]. Sustainable Cities and Society, 2018: S2210670718302166.
- [33] Dadashpoor H, Rostami F. Measuring spatial proportionality between service availability, accessibility and mobility: Empirical evidence using spatial equity approach in Iran [J]. Journal of Transport Geography, 2017, 65: 44-55.
- [34] 叶宇,张昭希,张啸虎,等.人本尺度的街道空间品质测度——结合街景数据和新分析技术的大规模、高精度评价框架[J].国际城市规划,2019,34(01):18-27.
- [35] 吴培培,朱小川,王伟.上海市公共服务功能设施供需匹配研究——基于居民需求异质性视角的分析[J].城市问题,2023,(04):87-95.