

DOI:10.11918/202005076

# 促安全目标下建筑集群全景敞视作用量化研究

潘文特<sup>1</sup>,梅洪元<sup>1,2</sup>,费腾<sup>1,2</sup>

(1. 黑龙江省寒地建筑科学重点实验室(哈尔滨工业大学建筑学院),哈尔滨,150001;

2. 哈尔滨工业大学 建筑设计研究院,哈尔滨,150090)

**摘要:**全景敞视作用是能够高效提升城市安全的途径之一,本文以全景敞视理论为依托,以促进城市安全为目标,通过综合分析,将城市中建筑集群对外部空间的全景敞视作用归纳为两种类型:场地全景敞视和界面全景敞视。采用空间可视度分析和空间视域分析作为研究方法,构建建筑集群全景敞视模型,实现对建筑集群中全景敞视作用的量化,从而为科学评价城市安全提供新角度,为进一步确定公共安全薄弱区域提供新途径。

**关键词:**建筑集群;公共安全;全景敞视;可视度;视域

**中图分类号:** TU2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 0367-6234(2021)01-0124-06

## Quantitative research on panoptic power of building clusters for safety promotion

PAN Wente<sup>1</sup>, MEI Hongyuan<sup>1,2</sup>, FEI Teng<sup>1,2</sup>

(1. Heilongjiang Cold Region Architectural Science Key Laboratory(School of Architecture, Harbin Institute of Technology), Harbin 150001, China; 2. Architectural Design and Research Institute, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

**Abstract:** Panoptic power is one of the economic and effective ways to improve urban safety. This paper takes panopticism as the theoretical basis and aims to promote the safety of building clusters, and summarizes the two types of panoptic power: site panoptic power and façade panoptic power. By using the research methods of visibility analysis and viewshed analysis, the panoptic power model of building clusters is constructed for quantification, thereby providing a new perspective for the scientific evaluation of the public safety in the panoptic aspect and further offering new ways to identify weak safety area in building clusters.

**Keywords:** building cluster; public safety; panopticism; panoptic power; visibility; viewshed

### 1 全景敞视及相关研究

全景敞视启蒙于17世纪人们对于监禁机制的探索。在面对当时西方社会中大量的犯罪问题时,英国社会改革家杰里米·边沁(Jeremy Bentham)<sup>[1]</sup>构想出一种能够进行高效监禁的监狱模型:监狱成圆形平面构图,四周是一圈彼此相互隔离的囚禁室,监狱中心是一个瞭望塔,囚禁室是光亮的,瞭望塔是黑暗的。这种设计方式使得囚犯的行为能够被监狱中心的狱警看到,而狱警的行为不会被囚犯看到,因此囚犯不得不时刻担心自己的行为被狱警观察。由于采用圆形构图,该类型监狱被称为“圆形监狱”<sup>[2]</sup>(图1),位于古巴的新赫罗纳监狱(Presidio Modelo)是圆形监狱的典型代表(图2)。1975年,法国哲学家米歇尔·福柯(Michel Foucault)<sup>[3]</sup>在《规训与惩

罚》一书中针对圆形监狱提出了全景敞视概念,即一种通过巧妙设计使权力运作变得更加便捷、高效的机制。福柯<sup>[4]</sup>认为人与人之间的视线是一种微权力的体现,当一个人被另外一个人注视时,视觉受体的行为会被影响,并且自发地表现出对于视觉微权力的避免和反抗。在圆形监狱中,利用全景敞视作用,隐藏的狱警能够无时无刻对犯人施加微权力,使得犯人在监狱中约束自己的行为。在当代社会中,圆形监狱不止是一个建筑实体,更是一种空间原型,是一种可以通过微妙的看不见的力量来实现便捷、高效的权力运作的机制<sup>[5]</sup>。

建筑集群是城市中由多个相邻建筑共同构成的空间集合,建筑集群具有人口密度大、社会活动密集、外部空间较为私密的特点,诸多犯罪行为在建筑集群中发生。继1975年福柯提出全景敞视之后,一些学者将全景敞视引入建筑集群的研究中。1993年希利尔(Hillier)<sup>[6]</sup>论述了环境中视线对人的自然活动影响,通过视觉深度分析(VGA),构建了视线与行为的关联关系;2002年卡蒂亚尔(Katyal)<sup>[7]</sup>进一步将全景敞视引入到城市犯罪行为的研究中,提出

收稿日期:2020-05-17

基金项目:中国博士后科学基金面上项目(2018M641838)

作者简介:潘文特(1988—),男,博士研究生;

梅洪元(1958—),男,教授,博士生导师

通信作者:潘文特,panwente@126.com

通过环境减少犯罪的设计策略(CPTED),将由环境自发产生的全景敞视作用定义为自然监控(nature surveillance),卡蒂亚尔认为自然监控是通过环境减少犯罪的有效策略之一;2013年,勇(Yong)<sup>[8]</sup>对建筑集群中的全景敞视作用进行分类,从分区、围合、功能、层级4个层面对环境中的监控模式进行研究,提出环境安全提升策略.在我国全景敞视作用同样受到关注,近些年随着环境行为学的发展,相关研究逐渐涌现.2008年王辉<sup>[9]</sup>对我国古代行政空间中的全景敞视作用进行了研究,建立了空间、表征、规训之间的联系;2011年,黄耿志<sup>[10]</sup>对城市中摊贩空间的规训机制进行了研究,利用建筑物所形成的全景敞视作用,实现摊贩的高效管理.

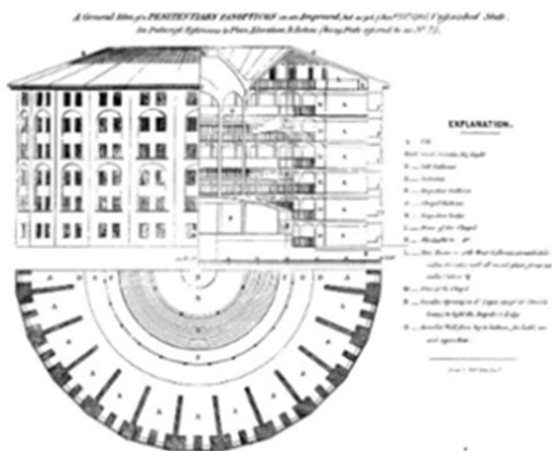


图 1 圆形监狱图纸

Fig.1 Round prison drawings



图 2 新赫罗纳监狱内部

Fig.2 New Girona Prison

从既往研究中能够发现,全景敞视作用作为一种有效的社会机制,能够通过空间形态规训人的行为.合理利用全景敞视作用,能够有效提升城市安全.然而在这些研究中,对于全景敞视作用多为理论层面的讨论,偏向定性分析,相对缺乏定量计算,这使得设计师在实际操作的过程中,难以得到相对准确的设计依据,缺乏把控性,因此将全景敞视作用进行量化成为亟待解决的问题.通过量化能够更加

理性地评价建筑集群中全景敞视作用强度,对视觉安全程度进行准确判断;同时能够计算建筑集群中全景敞视作用盲点,确定相对的安全薄弱区域,为进一步增强安全措施提供靶向目标.

## 2 建筑集群全景敞视作用原理及类型

### 2.1 建筑集群全景敞视作用原理

如前文所述,全景敞视作用是由建筑集群中“隐形”的监控者对于被监控者的微权力作用,在当代社会中,这种“隐形”的监控者并非是专职人员,而是由处于建筑集群中的普通民众担任,这种全景敞视作用遍布整个建筑集群空间之中,因此全景敞视作用泛化为一种建筑集群空间单元之间的视觉作用,即建筑集群中某一空间单元与其他空间单元的视觉关联程度(图3).在同一建筑集群中,与其他空间单元视觉关联越密切的空间单元被“观察”的概率值越高,受到全景敞视作用越强;与其他空间单元视觉关联越疏远的空间单元被“观察”的概率值越低,受到全景敞视作用越弱.因此通过这种方式,可以将建筑集群中监控者与被监控者的全景敞视作用在空间维度上投影成为一种空间单元与整体空间网络的视觉关联程度,使得全景敞视作用可以被赋值量化.

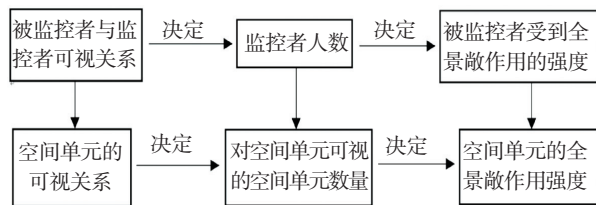


图 3 空间单元全景敞视作用程度决定机制

Fig.3 Determining mechanism of the degree of panoptic power

### 2.2 建筑集群全景敞视的两种类型

在建筑集群中主要存在两种全景敞视作用:一种源自场地之上的,受到广场或街道上活动人群的视觉作用;另一种源自建筑界面,受建筑内部人群视觉作用.在建筑集群中,两种类型同时作用,共同影响建筑集群的公共安全.

1) 场地全景敞视作用.在建筑集群围合成的广场或街道上有一定的活动人群,这些人群可以对特定空间单元进行随机性的观察,因此这些人群与特定空间单元存在不定时监控关系,构成场地全景敞视作用.为计算场地全景敞视作用,可以将整体场地划分为若干空间单元,通过与特定空间单元视觉相连的其他空间单元个数来对其进行量化(图4).

2) 界面全景敞视作用. 界面全景敞视来自建筑集群中的建筑的表面, 处于建筑内部的人群能够对场地中特定空间单元进行观察, 并且该观察行为不

易被看到, 进而产生界面全景敞视作用. 对于界面全景敞视作用可以通过特定空间单元在周围界面上的可视面积来实现量化(图 5).

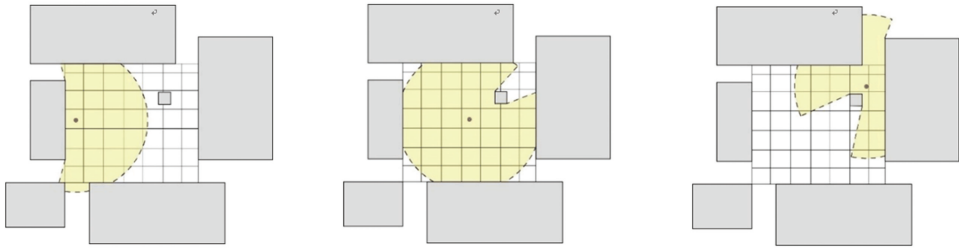


图 4 不同位置空间单元所受场地全景敞视作用

Fig.4 Site panoptic power at different locations

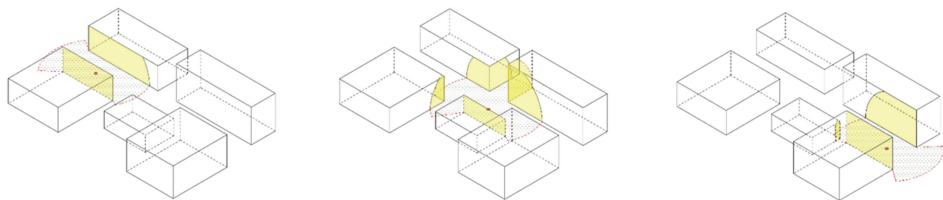


图 5 不同位置空间单元所受界面全景敞视作用

Fig.5 Facade panoptic power at different locations

### 3 建筑集群全景敞视模型构建

由于在建筑集群中存在两种类型的全景敞视作用, 并且可以将这两种作用转化为空间单元之间的关联问题, 因此通过建立空间单元之间的视觉关联模型, 可以实现建筑集群全景敞视作用的量化. 对于场地全景敞视作用, 可以采用希利尔<sup>[11]</sup>空间句法中的可视度分析(VGA Analysis)对其量化; 对于界面全景敞视作用, 可以通过全球地理信息系统(GIS)中的视域分析工具(VIEWSHED TOOL)进行量化.

#### 3.1 基于可视度的场地全景敞视模型建构

可视度是用来描述个体空间在整体空间网络中被观察的难易程度的概念. 基于空间句法理论<sup>[11]</sup>, 2001 年 Alasdair Turner<sup>[12]</sup>首次提出可视度的概念, 并且通过可视分析方法对可视度加以描述. 可视度能够有效地反映出建筑集群中单一空间所受到的全景敞视作用强度. 本文将建筑集群外部空间分隔为空间单元, 通过计算空间单元的可视度来量化全景敞视作用.

可视度模型的建立是通过构建空间单元拓扑网络实现的. 可将空间进行栅格化处理, 每一个栅格作为一个空间单元. 在整体空间单元网络中, 假定有一个空间单元  $i$ , 其视距深度可以用能够看到该空间单元  $i$  的其他空间单元数量总和来定义空间单元的可视度, 即

$$C_i = \sum V_j \in V(I_i). \quad (1)$$

其中:  $C_i$  为空间单元的可视度值;  $V(I_i)$  为对空间单元  $i$  无遮挡的全部空间单元集合;  $V_j$  为对空间单元  $i$  可视的空间单元集合.  $V_j$  中的可视空间单元需满足与空间单元  $i$  在距离上小于最大可视距离, 即:

$$[(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2]^{\frac{1}{2}} \leq d_v. \quad (2)$$

其中:  $X_j$  为网络中空间单元  $j$  的横坐标值;  $Y_j$  为网络中空间单元  $j$  的纵坐标值;  $X_i$  为网络中空间单元  $i$  的横坐标值;  $Y_i$  为网络中空间单元  $i$  的纵坐标值;  $d_v$  为最大可视距离.

举例说明, 假设有 4 个空间单元, 分别是 A, B, C, D, 图 6 中连线表示空间单元之间可见关系. 通过计算可知, D 空间可以被 3 个空间观察到, 可视度为 3, A, B 可以被 2 个空间观察到, 可视度为 2, C 可以被一个空间观察到, 可视度记为 1(表 1). 依据希利尔<sup>[13]</sup>空间句法理论可视空间单元总数越多, 空间单元可视度值越大, 代表其全景敞视作用越大, 在整体网络中其越容易被观察, 通过该方法能够实现对场地全景敞视的量化.

#### 3.2 基于视域的界面全景敞视模型建构

视域分析是一种针对特定点群计算可见范围的分析方法, 可以通过地理信息系统(GIS)中的视域分析工具(VIEWSHED TOOL)实现, 2017 年塞维利亚(Cervilla)<sup>[14]</sup>对该方法进行了系统论述. 通过视域分析能够计算建筑界面与空间单元的可视区域并计

算出空间单元的视域面积, 该视域面积能够量化空间单元受到界面全景敞视作用强度. 在 ArcGIS 视域工具中, 一个或者多个点可以作为该工具的输入条件, 作为输出结果, 每一个点的视域范围会被标定出来. 视域分析工具将空间点与环境栅格文件中的每一个像素点进行连线, 通过比较两点距离及两点连线与水平面的夹角来确定遮挡关系(图 7), 即:

$d_{i+1} > d_i$  时, 当  $\tan\beta > \tan\alpha$ ,  $P_{i+1}$  点对  $P_0$  点可视, 当  $\tan\beta \leq \tan\alpha$ ,  $P_{i+1}$  点对  $P_0$  点不可视. 其中:  $d_{i+1}$  为  $P_{i+1}$  到  $P_0$  的距离;  $d_i$  为  $P_i$  到  $P_0$  的距离;  $\alpha$  为  $P_{i+1}$  与  $P_0$  连线与水平面的夹角;  $\beta$  为  $P_i$  与  $P_0$  连线与水平面的夹角.

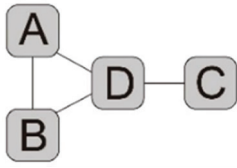


图 6 空间单元的视觉关联

Fig.6 Spatial unit visual association

表 1 空间单元的视觉拓扑深度

Tab.1 Visual topological depth of spatial unit

A	2
B	2
C	1
D	3

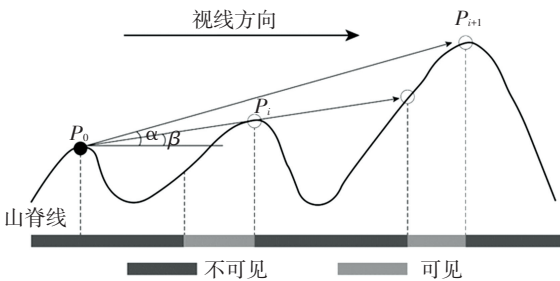


图 7 视域分析中的遮挡关系<sup>[15]</sup>

Fig.7 Visual accessibility in viewshed analysis<sup>[15]</sup>

2011 年塔贝克 (Tabik)<sup>[16]</sup> 论述了视域分析方法, 本文在视域分析中将空间点为空间单元的几何中心, 将建筑集群建筑三维模型的栅格文件作为分析环境条件, 计算出对空间单元可见的建筑集群界面栅格数量, 从而实现界面全景敞视作用的量化.

### 3.3 空间单元尺度及可视距离确立

在场地全景敞视模型和界面全景敞视模型中, 空间单元是进行分析的基础, 确定空间单元的尺度是进行分析的先决条件. 在本研究中, 依据人体在三维空间中活动尺度大小, 综合考虑研究对象的整体尺度及实际运行计算的可行性, 将可视度分析中建筑集群中的基本单元尺寸定位  $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ .

全景敞视作用主要依靠视线, 视线成为关键要素. 在建筑集群中视线受到多重要素的影响, 其中包含实体要素和视觉要素(图 8). 首先实体要素包含建筑物、景观树木、构筑物等, 可以对视线产生的遮挡, 减小空间单元的可视范围. 其次人眼视觉的范围受到如距离、角度、空气能见度等多种要素共同影响, 变化性强. 为进行全景敞视作用量化, 需要对这些影响要素控制变量. 2011 年, 施特拉斯布格 (Strasburger)<sup>[17]</sup> 对人视距离进行研究, 提出视距与清晰程度的比例关系, 本研究中以此为依据, 将人眼的可视距离定为  $30\text{ m}$ , 该距离作为建筑集群中 2 个空间单元之间具有全景敞视作用的前提条件. 值得注意的是,  $30\text{ m}$  仅作一般条件下的人眼视觉范围, 该距离须根据具体案例研究中的场地条件进行调整.

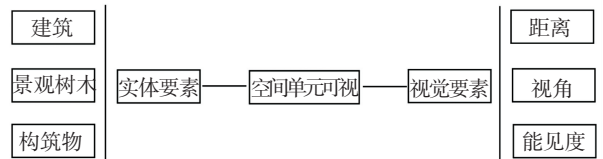


图 8 影响空间单元可视的要素

Fig.8 Elements that affect the visibility of spatial units

## 4 建筑集群全景敞视作用综合计算——以夏洛茨维尔中心区为例

本文选取美国弗吉尼亚州夏洛茨维尔 (Charlottesville) 的城市中心区作为研究案例(图 9). 夏洛茨维尔城市中心是 2017 年骚乱事件的发生地, 该区域数据较为完整, 为研究分析提供了较好数据基础. 本研究中的分析通过 GIS 平台进行, GIS 能够有效地进行空间数据的收集、筛选、分析和可视化处理. 建筑集群外部空间由建筑物及景观构筑物围合而成, 这些所需要的基础数据可以通过夏洛茨维尔的 GIS Database 数据库获取, 该数据库较为准确地整理了夏洛茨维尔中心区的建筑轮廓的 polygon 数据. 基于建筑集群中  $2\text{ m} \times 2\text{ m}$  基本单元尺寸, 针对建筑数据, 为简化模型便于计算将相邻间距小于  $2\text{ m}$  的建筑合并为一栋整体建筑计算; 针对景观数据, 仅考虑最大平面长度大于  $2\text{ m}$  的景观元素. 将筛选处理后的建筑轮廓和景观轮廓合并后, 可获得用于分析的建筑集群外部空间轮廓(图 10).

### 4.1 场地全景敞视作用计算

提取建筑集群外部空间轮廓数据后, 结合前文所述的场地全景敞视模型, 将建筑集群外部空间进行栅格处理, 形成  $2\text{ m} \times 2\text{ m}$  栅格网络, 网络中的每一个栅格为基本空间单元. 通过计算空间中与某一

栅格视觉关联的其他栅格数量,来确定该栅格的可视性数值,利用计算机对场地内全部每栅格的可视性进行计算,获得场地的可视性分析图像(图 11)。具体计算可以通过空间句法软件 Depthmap 中的视觉深度分析工具(Visibility Graph Analysis Tool)实现,并得到可视性分析结果。



图 9 美国夏洛茨维尔中心区  
Fig.9 Charlottesville central area

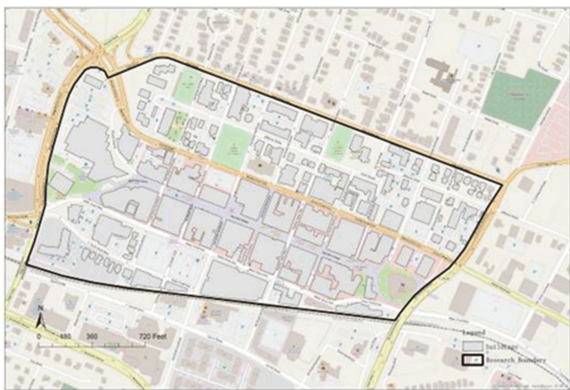


图 10 通过 GIS 系统整理的建筑轮廓  
Fig.10 Building outline in GIS system

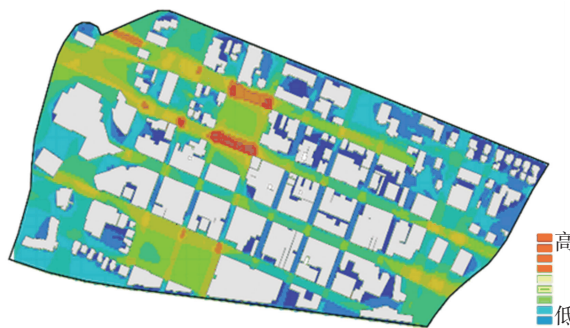


图 11 场地全景敞视作用计算结果  
Fig.11 Calculation result of site panoramic power

在计算结果中,红色区域表示具有较高可视性的空间单元,受到场地全景敞视作用相对较强;蓝色区域代表具有较低可视性的空间单元,受到场地全景敞视相对较弱。该图能够整体反映研究区域的场

地全景敞视作用情况。

#### 4.2 界面全景敞视作用计算

对于界面全景敞视作用的分析,同样基于  $2\text{ m} \times 2\text{ m}$  的栅格网络单元。通过计算以每一个栅格中心点为球心,以人眼视觉距离(30 m)为半径的球体,在建筑集群界面中的投影面积来确定该栅格受到的界面全景敞视作用强度。具体操作可以通过 ARCGIS 中的栅格转化点工具(Raster to point)将外部空间的轮廓栅格数据转换为点群数据,并将得到的点群数据进行视域分析,获得点在建筑集群界面上投影面积的数值,形成界面全景敞视量化结果。

图 12 为栅格网络的界面全景敞视作用量化结果的可视化图像。图中红色区域表示在建筑界面中有较高视域的空间单元,受到界面全景敞视作用较强;图中蓝色区域代表在建筑界面中具有较低视域的空间单元,受到界面全景敞视作用较弱。

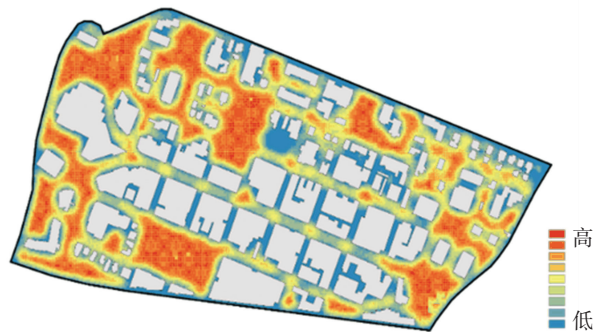


图 12 界面全景敞视作用计算结果

Fig.12 Calculation result of façade panoramic power

#### 4.3 计算结果的讨论

通过对建筑集群全景敞视作用的量化,能够更加准确地解读建筑集群中全景敞视作用,从计算结果中能够发现:

- 1) 建筑集群相对中心区域所受的场地全景敞视作用强于相对边缘的区域。
- 2) 建筑集群中广场区域所受的场地全景敞视作用较强;建筑体量和街区尺度相对大的区域受到场地全景敞视作用较强。
- 3) 建筑内部庭院和狭窄街道所受到的场地全景敞视作用较弱。
- 4) 建筑集群中广场区域所受到界面全景敞视作用明显大于街道区域。
- 5) 对于面积相对较大的广场区域,其中心区域受到的界面全景敞视作用小于次中心区域;建筑密度较高的区域受到界面全景敞视作用较强。
- 6) 建筑边缘处界面全景敞视作用相对较弱。

## 5 结 论

本文从圆形监狱切入,对米切尔·福柯的全景敞视理论进行了阐述,并以建筑视角对其进行解读,建立了全景敞视与建筑集群安全的联系,明晰了视线是一种能够影响犯罪者行为的微权力.通过对全景敞视作用原理的剖析,将人与人之间的视觉作用转化为空间单元之间的可视关系,并将建筑集群中全景敞视作用归纳为场地和界面两种类型.以GIS为分析平台,通过可视性分析和视域分析工具建立了建筑集群全景敞视模型,实现对建筑集群全景敞视作用的量化.在城市设计实践过程中,设计师能够利用全景敞视量化模型,对设计方案进行分析计算,评测其在全景敞视作用下的安全程度,通过对建筑形态的调整,设计师能够实现对全景敞视作用的整体把控.另外,在既有城区的安全改造方面,可以通过全景敞视模型对目标区域进行分析,将全景敞视作用相对薄弱的区域提取出来,为进一步增强安全措施提供靶向目标,为提升城市公共安全打下基础.

## 参考文献

- [1] DARLEY G. Factory[M]. London: Reaktion Books, 2003:33
- [2] CRIMMINS J E. The bloomsbury encyclopedia of utilitarianism[M]. New York: Bloomsbury Academi, 2017:15
- [3] FOUCAULT M. Discipline and punish[M]. New York: Vintage Books, 1995:42
- [4] 刘北成. 福柯思想肖像[M].上海:上海人民出版社. 2001: 55  
LIU Beichen. Foucault thought portrait [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2001: 55
- [5] 刘铭秋. 智慧城市治理中的安全重构——基于全景敞视主义的分析[J]. 学习与实践, 2019, 10:22. DOI:10.19624/j.cnki.cn42-1005/c.2019.10.003  
LIU Qiuming. Security reconstruction in smart city governance—based on the analysis of panopticism[J]. Study and Practice, 2019, 10: 22. DOI:10.19624/j.cnki.cn42-1005/c.2019.10.003
- [6] HILLIER B, PENN A, HANSON J, et al. Natural movement: or,

- configuration and attraction in urban pedestrian movement[J]. Environment and Planning B: Building Planning and Design, 1993, 20: 29
- [7] KATYAL N K. Architecture as crime control[J]. Yale Law Journal, 2002, 111(5): 1039
- [8] YONG S. Panopticism technique in crime prevention through environmental design[J]. Global Journal of Business and Social Science Review, 2013, 1(4): 48
- [9] 王辉. 表征与规训——从西方相关空间理论视角看中国古代行政空间[J]. 世界建筑, 2008 (1): 94. DOI:10.16414/j.wa.2008.01.024  
WANG Hui. Representation and discipline: looking at ancient china's administration space from perspective of the western related space theory [J]. World Architecture, 2008 (1): 94. DOI: 10.16414/j.wa.2008.01.024
- [10] 黄耿志, 薛德升. 1990年以来广州市摊贩空间政治的规训机制[J]. 地理学报, 2011. 66(8): 1063  
HUANG Gengzhi, XUE Desheng. Discipline and anti-discipline: spatial politics of urban street vending in Guangzhou since the 1990s [J]. Journal of Geographical, 2011. 66(8): 1063
- [11] HILLIER B, HANSSON J. The social logic of space[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1984: 52
- [12] TURNER A. Analysing the visual dynamics of spatial morphology [J]. Environment and Planning, 2003, 30: 657. DOI: 10.1068/b12962
- [13] HILLIER B. Space is the machine: a configurational theory of architecture[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1996: 84
- [14] CERVILLA A R, TABIK S, VIAS J, et al. Total 3d-viewshed map: quantifying the visible volume in digital elevation models[J]. Transactions in GIS, 2017, 21(3): 591. DOI: 10.1111/tgis.12216
- [15] NUTSFORD D, REITSMA F, PEARSON A, et al, Personalising the viewshed: visibility analysis from the human perspective [J]. Applied Geography, 2015, 62:1. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.04.004
- [16] TABIK S, ZAPATA E L, ROMERO L F, Simultaneous computation of total viewshed on large high resolution grids[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2013, 27(4): 804. DOI: 10.1080/13658816.2012.677538
- [17] STRASBURGER H, RENTSCHLER I, JUTTNER M. Peripheral vision and pattern recognition: a review[J]. Journal of Vision, 2011, 11(5):13. DOI: 10.1167/11.5.13

(编辑 王小唯)