

引用格式:刘峰,胡振宇,汤岳,等. 中小学校园公共空间自然可视率量化研究[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(33): ■-■

Liu Feng, Hu Zhenyu, Tang Yue, et al. Study on natural visibility measurement of public space in primary and secondary schools[J]. Science Technology and Engineering, 2019, 19(33): ■-■

建筑科学

中小学校园公共空间自然可视率量化研究

刘峰¹ 胡振宇¹ 汤岳² 谢江涛¹

(南京工业大学建筑学院¹, 南京 211816; 英国诺丁汉大学建筑与建成环境系², 诺丁汉 NG7 2RD)

摘要 为改变传统方法评估中小学校园公共空间安全易受调研对象主观因素影响,且未考虑青少年有效视距,无法快速预测规划设计中的校园空间安全水平的状况,提出关注青少年有效视距的自然可视率概念和基于图论的计算方法,来量化与校园安全息息相关的公共空间可视性,通过对校园空间的自然可视率的计算,研究了42所中小学校园空间可视水平。结果表明:自然可视率可以客观评价,并直观表达校园空间的可视水平;自然可视率可以快速发现存量校园空间中潜在的不安全场所;校园平均自然可视率与校园建筑密度存在较强的负相关关系。可见自然可视率及其计算方法有利于快速、客观评价存量校园空间的安全性,有利于快速、直观预测规划设计中校园空间的可视水平。

关键词 校园安全 有效视距 自然可视性 自然可视率 安全评价

中图分类号 TU201.1; **文献标志码** A

中小学教育是中国基础教育的重要组成,一个安全可控的校园环境是必要的,近年来中小学校园安全事件频发^[1],这些问题主要发生在未受关注的校园公共场所,特别是较为隐蔽的空间,因而有必要对校园的安全性进行评价,以改善校园公共空间的可视性提高校园安全性^[2],这也是校园规划和建设的重要内容^[3]。

当前建筑学界对关乎中小学校园安全的空间可视性研究,主要是以访谈、问卷的方法和空间拓扑、群体评价的方法来开展的^[4-6],或从视频监控的需求出发计算视野覆盖^[7],基本思路如下:先通过访谈、问卷获取数据,通过空间拓扑与教师评价建立校园空间的整合关系,再利用统计学的方法来分析和解读数据,研究校园的空间特性和安全水平,或通过计算室内外视野覆盖的范围,研究视频监控的布点,但存在以下问题。

(1) 访谈、问卷的方式耗时费力,无法快速量化评价校园的空间可视特征。

(2) 访谈、问卷的内容主要针对已发生事件设计的,问卷数据易受到个体主观因素的影响。

(3) 学校之间存在地区和规模等差异,调查结

果差异大,较难进行横向比较。

(4) 从视频监控的角度出发计算视野覆盖,未考虑学生的有效视距对空间可视水平的影响。

(5) 这些方法不能对校园规划方案进行预测和评价,较难优化设计中的校园空间布局。

为解决上述问题,提出青少年有效视距内的自然可视率概念及基于图论基本思想的计算方法,用以量化校园公共空间安全性。该方法将空间视觉关系解析成点、线要素来参与计算^[8],通过对计算的可视率数据分析,预测规划设计中的校园空间可视水平和发现存量校园空间中潜在的不安全场所,为中小学校园设计和管理提供依据。

1 校园安全与环境设计

1.1 校园安全与校园空间

1971年,佛罗里达州立大学 Jeffery 首次提出通过环境设计预防犯罪(CPTED)的概念^[9],他认为通过改变物质环境,可以触发合适的行为活动,改善社会关系,强调社会互助,从而达到预防犯罪的目的。1972年,Newman 提出防卫空间的概念^[10],并给出影响空间的四个要素:增强建筑领域感、确保自然可视、形成居住地意象、整治周边环境,同时他认为自然可视性低的空间是不安全的。

Crowe 认为 CPTED 是一种主动的方法^[11],可以

2019年3月31日收到

第一作者简介:刘峰(1979—),男,硕士,副教授。E-mail: Lapex@njtech.edu.cn。

通过控制物质空间来减少犯罪活动,消除居民对犯罪的恐惧,因此,特定的校园物质环境是可以提高校园安全水平的。早在 1993 年,美国佛罗里达州教育主管部门联合佛罗里达大学(University of Florida)、佛罗里达社区设计研究中心共同编写了中小学校校园安全设计指导意见^[12],旨在提高校园安全并减少恶意破坏,该手册从校园的场地设计、建筑设计、室内空间等方面给出了详细的设计建议,在后续的学校建设中,它对中小学校校园的安全控制起到了很好的作用,2003 年该手册进行了更新和改进,增加了校园空间的自然可视性要求:避免围墙、标牌和景观构筑物等遮挡视线和确保学生日常活动期间的视觉互动,但整个研究并未对校园空间安全性进行量化评价,只是一个纲要性的成果。

1.2 校园安全与自然可见

犯罪心理学家 Abrahamsen 从心理与环境的视角分析犯罪行为发生的原因^[13],他认为行为的施加者具有犯罪倾向时,各种环境因素有利于犯罪行为发展,且受害者对犯罪抵抗较弱时,犯罪行为极其容易发生。犯罪发生机会理论也强调无论一个人的犯罪倾向如何,如果不克服外在物质环境的阻碍,犯罪行为是难以发生的,且行为施加者和被施加者需要接触的机会与空间,以及缺乏抑制犯罪行为的视觉空间特性^[14]。由此可知,空间场所与犯罪行为的发生虽然没有直接的关系,但物质空间确实存在着对特定行为刺激、诱导和掩盖的特性。

物质空间的特性与安全知觉是有相关性的,1992 年 Fisher 等在依据 Appleton 的 theory of prospect and refuge 基础上总结了基于不同视觉条件下犯罪行为施加者与被施加者之间的关系,从图 1 的空间安全感受模型中可以看出具有较好视觉条件且无隐蔽场所的空间是最具安全性的^[15],而随着视觉条件变差,隐蔽场所的增加,空间的安全性亦会不断减弱。校园空间的安全性受其自然可视水平的影响,当空间的自然可视水平高时,它的空间安全性也较高,因此评价和提高中小学校校园空间的自然可视水平是必要的。

	高可视性 (视线通畅)	低可视性 (视线受阻)
较少隐蔽场所 (空间开阔)	安全性最高	安全性一般
较多躲藏场所 (空间复杂)	较不安全	最不安全

图 1 空间安全感受模型

Fig. 1 Typology of perception of safety

2 研究方法 with 内容

2.1 公共空间与自然可视

根据黄亮对 2015 年国际学生测评(PISA2015)数据库中中国四省市的数据分析,校园欺凌最容易发生在缺乏秩序又具有视觉盲区的环境中,环境的诱因为该行为的发生提供了行动线索,良好有序的外部环境将减少学生受欺凌事件的发生^[16],而这样的场景通常发生在操场、天台、走廊等缺少监视,视觉暴露性较低的空间^[17]。因此,中小学校校园空间中那些可以被更多关注和照顾的空间是令人感到安全的,增加校园公共空间被关注的机会和提高空间单元之间相互观察的可能性是能够减少甚至消除该空间潜在的不安全因素。

美国佛罗里达州 2003 年中小学校校园安全设计指导意见^[12],将空间安全的视觉控制因素分成三类:自然监控、设备监控、人员巡视,其中自然监控被描述为通过对校园空间的合理设计和利用,增加空间的可视性能,使校园空间尽可能地暴露在观察者的视野里。被观察者监督或者相互监督的空间特性是研究的主要内容,为了便于观察和理解二者之间的关系,在保持其特性不变的前提下将物质空间转变成数学空间^[18],如图 2 所示 B、S 两点相连的直线段之间没有视觉阻碍^[7],那么 B、S 两点是具备相互自然观察条件的,可以理解为目标点 S 对观察点 B 具备自然可视条件。考虑到本次研究的对象是中小学校园,针对青少年的特征,这里定义的视觉阻碍是指高度 1.2 m 及以上的不透明物体。

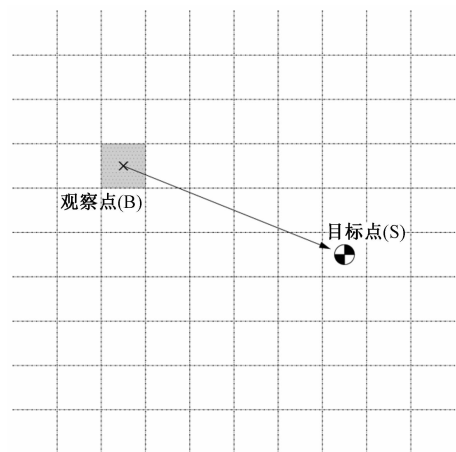


图 2 观察点 B 与目标点 S 的可视关系

Fig. 2 Visibility from point B to target point S

2.2 自然可视水平与自然可视率

为了便于计算,参考成年人在平面空间中进行正常活动所需的尺寸,以 0.6 m × 0.6 m 对中小学校校园进行划分并对每个网格进行编号^[7](在实际操

作中考虑到计算量的问题,可以采用更大尺寸的网格),定义校园内划定的网格总数为 G ,对校园空间单元中任意目标点 S 的自然可视性能进行穷尽测试^[19],如图3所示,将校园空间中具备可视条件的所有观察点定义为集合 M ,该集合的元素总数量为所测试目标点 S 的自然可视水平 VL ,具体可以表达为 $VL = \text{card}(M)$ 。

受限于人眼的生理特征,在校学生的视觉能力是有阈值的,因此自然观察是有距离条件限制的,目前学界关于空间安全有效视距的研究,尤其是关于青少年空间安全的有效视距的研究是不多的^[20],根据阿纳斯塔西娅(Anastasia Loukaitou-Sideris)之前关于自然监测距离的相关研究^[21],通常选择50英尺作为一个减少犯罪的距离或者更短距离来感知面部表情的距离,同时结合中国中小学校设计规范中关于视线干扰的建议^[22],如图4所示,计算中选

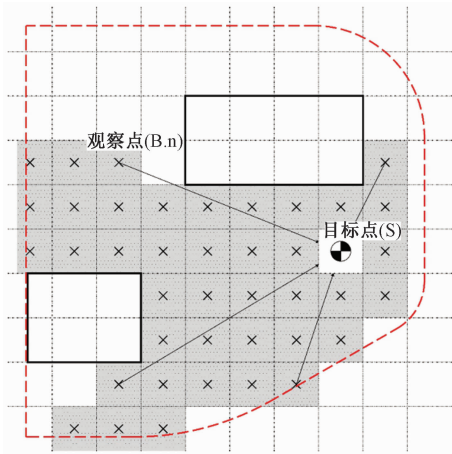


图3 目标点 S 的自然可视水平

Fig. 3 Natural visibility level of target point S

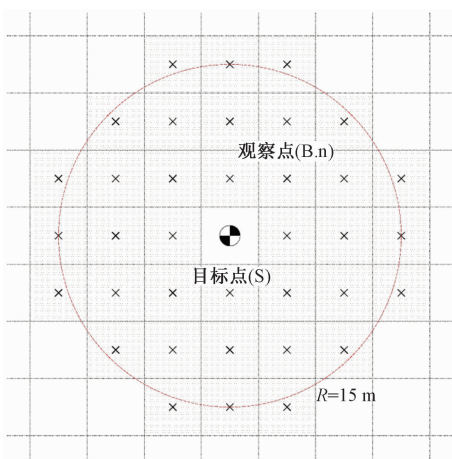


图4 目标点 S 的理想自然可视水平 G_{\max}

Fig. 4 Natural visibility level of target point S in an ideal situation

择15 m作为自然观察的视距最大值,定义距离目标点 S 直线长度不大于15 m的所有观察点为集合 N ,该集中目标点的理想自然可视水平为 G_{\max} ,在同等规格的网格尺寸中 G_{\max} 是一个整数型常数,因此,观察点和目标点之间无遮挡,并且同时满足观察距离的长度不大于15 m的所有观察点总数,才被确定为目标点 S 的有效自然可视水平 VLs ,具体可以表达为 $VLs = \text{card}(M \cap N)$ 。为了便于对公共空间中各单元的有效可视水平进行比较,如RhinoCeros绘制的示意图5,将同一个目标点的有效可视观察点总数与集合 N 中的理想自然可视水平 G_{\max} 的比值定义为该点的空间自然可视率 Rv ,该数值位于0~1的区间上,具体表达为 $Rv = VLs/G_{\max}$ 。

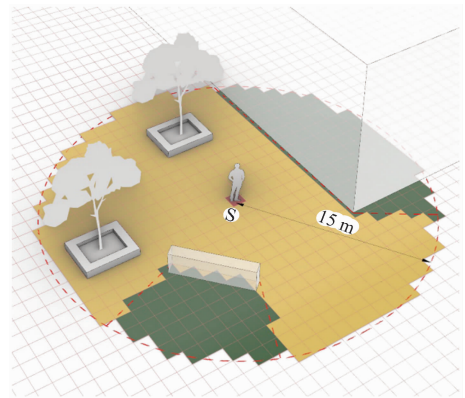


图5 目标点 S 的自然可视率 Rv 示意

Fig. 5 Rv of the target point S

研究过程中为了便于描述校园空间的整体可视率水平,将各个校园空间单元的 Rv 计算值在以0.1为梯级的十个梯段上进行统计,并表征在校园空间单元可视率的总量上,形成校园空间自然可视率梯度分布,可以直接观察具备同等 Rv 的空间单元在不同校园空间中的比重情况。 Rv 占比高的段就表明具备该水平自然可视率的空间单元在校园空间中的比重较大,同时配合校园自然可视水平的计算图便可以解读各个校园空间中部分或者全部空间单元的视觉特点和安全特性。

2.3 研究内容

为了分析不同用地形态和不同建筑布局的校园空间可视性,研究选取42个中小学校园作为样本并将它们顺序编号为01~42,详见图6,其中40个校园在南京,1个在伦敦,1个在英国南部的维斯特克里夫(Westcliff),校园面积从7 000~120 000 m^2 ,建筑面积从4 000~130 000 m^2 ,建筑密度分布在9%~39%之间,学校周边条件均为城市道路或者居民区,外部条件相似,暂不考虑建筑空间内部向外的观察和城市道路上视野的影响。以伦敦大学学院 Space Syntax La-

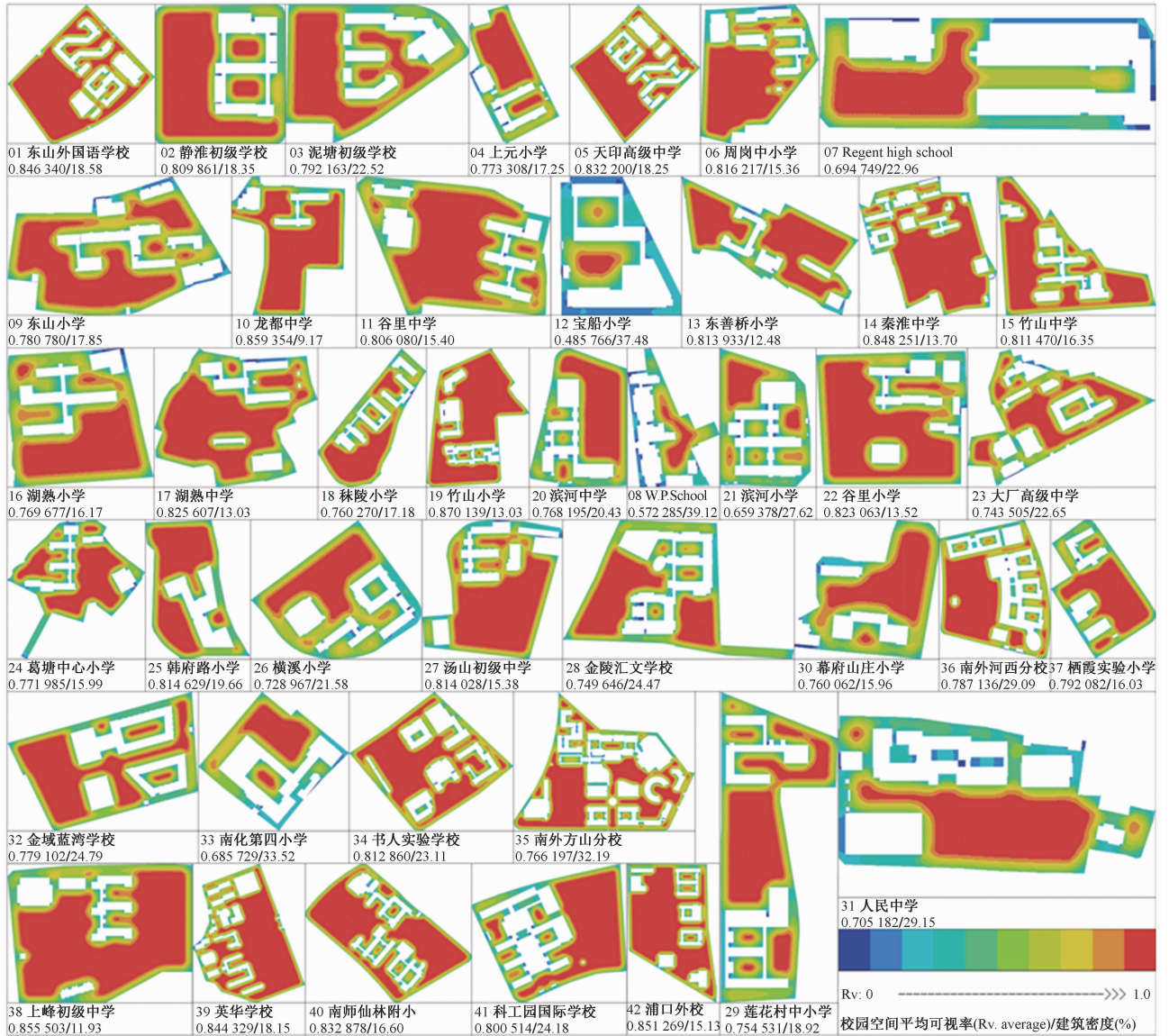
图6 校园公共空间自然可视率 R_v 计算结果

Fig. 6 Calculating map of campus space natural visibility ratio

boratory 发布的 depthmap 开源代码为基础^[23] 作为研究的方法来进行计算,逐个获取校园空间单元的 VLs 和 R_v ,以数据库的形式输出,利用 SPSS 统计分析软件对计算数据进行解析,将冷色到暖色的渐变对应 R_v 由低到高来图形化计算结果^[19]。

在校园公共空间的可视水平计算过程中,校园内所有高度大于 1.2 m 的不透明物体均被视为阻碍观察的元素,考虑地形高差产生的计算较为复杂且所选的 42 个样本校园场地均较为平坦,其 15 m 最大自然观察阈值内的平均高差均不大于 1 m,因此研究计算过程中将校园平坦的场地视为二维平面。在视觉模型中,按照建筑物的空间形式进行分类,那些对学生的视线无遮挡的建筑空间参考场地参数进行设置,如开敞的公共连廊、底层架空的建筑等^[3],

而对视线产生遮挡的建筑物和景观均被定义为阻碍观察的元素参与计算。

3 计算结果与分析

3.1 空间自然可视率计算结果

计算后各空间单元的自然可视率以不同冷热度的彩色图形覆盖在对应的校园总平面图上,从图 6 可以直观地了解到不同水平的空间可视率在学校的公共场所内的分布情况,在这些选定的中小学校的公共空间可视水平计算结果中,只有编号 12 的宝船小学这一所学校的平均 R_v 小于 0.5,有 37 所学校的平均 R_v 大于 0.7,并且这其中 20 所学校的平均 R_v 大于 0.8,分别占样本学校总数的 88% 和 48%,而编号 19 的竹山小学拥有最高的平均 R_v

0.870 139,在 Origin 绘制的分布曲线上表明大部分学校的校园公共空间自然可视率集中在 0.75 ~ 0.85 这一较为狭窄的区间内(图 7),这一现象与中小校园建设必须遵循学校设计规范和办学标准的要求是密切相关的。

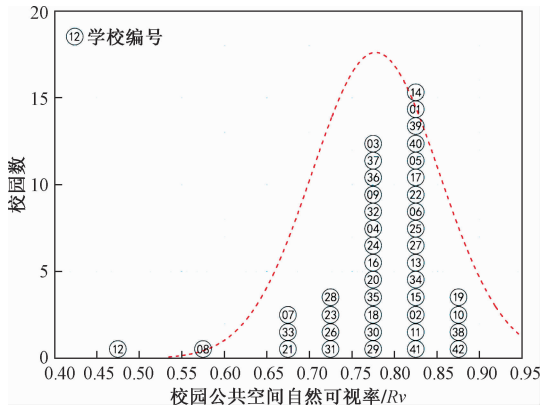


图7 四十二所学校校园空间平均自然可视率分布
Fig.7 Average R_v distribution of 42 primary and secondary schools

从图 6 所示的 42 个校园空间自然可视率计算结果,可以看到平均 R_v 接近 1.0,可视水平最高的红色区域占比较大的学校有 3 个,分别是编号为

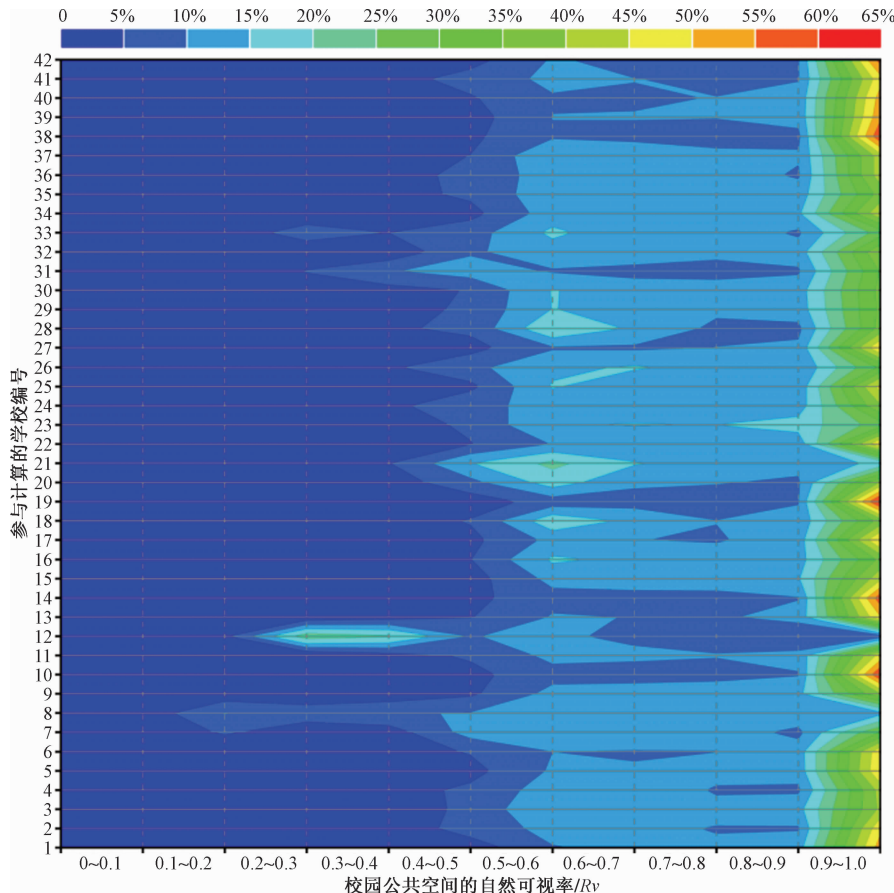


图8 校园公共空间自然可视率 R_v 占比梯度分布
Fig.8 Campus space natural visibility ratio gradient distribution

10、19、38 的学校,这些具备高可视性的场所集中在空间较为开敞并与建筑保持一定距离的室外体育运动场地内,其中编号 08 的 Westborough Primary School 因为没有任何室外体育活动场地,它的高可视水平空间的面积是最小的。采用 Origin 对计算的 R_v 数据以 0.1 为梯级的校园空间自然可视率进行分布制图,如图 8 所示,编号为 08、12、21、23、33 的五个学校校园中存在较多的冷色区域,这一色域的空间自然可视率较低,该数据所对应的空间单元的开敞性是不够的,学生的被观察行为是受限制的。这部分不利于人与人之间互视和观察的空间单元是校园中视觉上较为隐蔽的空间,按照 CPTED 理论的观点是潜在不安全因素存在概率较大的场所^[24],需要在日常管理中更加重视。

图 8 中可以看到代表着较低占比的冷色调主要分布在 R_v 低于 0.5 的区域,说明在这些分析对象中可视水平较低的公共空间在校园内的分布是较少的,多数校园的 R_v 主要分布在 0.9 ~ 1.0 的数值区间的,这与中国中小校园中通常具备办学标准规定的体育活动场地是有关联的,编号 07、08 和 12 的学校因为缺少甚至是没有室外体育活动场地而在高 R_v 的区间内表达为较冷的色域,代表着校园内高可

见率的空间占比小,也会降低整个校园的平均 R_v ,而 08 和 12 更是在 R_v 低于 0.5 的区间内占有较高比例的空间,这部分空间的可视水平是更低的。

在图 6 中可以非常明显地发现空间自然可视率在校园空间中的分布是有规律但并不均衡的,最高的可视率通常分布在公共的体育活动场地和较大建筑庭院内,而较低的可视率通常都分布在校园和建筑边缘、较小建筑院落和建筑与用地边界之间的区域,存在较多阴角和曲线形式的校园空间中更容易产生较低 R_v 的空间单元。

3.2 空间自然可视率与校园形态

在 42 个样本校园中筛选出建筑密度相近的学校,并将其分成三个对照组 G1、G2 及 G3,用表 1 进行描述,同组中的学校都具有近似的建筑密度,可以发现编号为 29 的莲花村中小学,编号为 07 的 Regent High School 和编号为 28 的金陵汇文学校,却在校园空间可视率计算中的平均 R_v 明显低于同组的其他学校。G1 中编号 29 的学校校园形状为长宽比较大的长方形,而同组其他学校的用地形状均近似正方形,G2 中编号 07 的学校与此类似。

表 1 相近建筑密度校园公共空间自然可视率分组对照

Table 1 Natural visibility ratio contrast of public space with similar campus building density

组别	建筑密度/%	学校编号	平均可视率	校园形状
G1	18.15 ~ 18.92	01	0.846 340	接近正方形
		02	0.809 861	接近正方形
		05	0.832 200	接近正方形
		29	0.754 531	长宽比较大的长方形
		39	0.844 329	长宽比较小的长方形
G2	22.52 ~ 22.96	03	0.792 163	接近正方形
		07	0.694 749	长宽比较大的长方形
		23	0.743 505	近似等边三角形
G3	24.18 ~ 24.79	28	0.749 646	接近正方形, 存在袋形空间
		32	0.779 102	长宽比较小的长方形
		41	0.800 514	接近正方形

在 G3 中的三所学校校园形状较为接近,但编号为 28 的金陵汇文学校的平均 R_v 却明显低于另外两所学校,从校园空间可视率计算图中可以发现该校的主体空间隐藏在居住区内,有一个通过狭长通道与城市道路相连接的主入口,depthmap 计算结果显示(图 9),在校园的一侧形成了一个较长的袋形空间,该区域内空间单元对应的 R_v 均较低,由此使得整个校园的平均自然可视率降低。这一区域的空间是学生日常必经之路,较冷的色调意味着发生在该区域内的行为是不太容易被发现的,也从侧面反映出该区域的空间路径选择较为单一,它们的空间安全性相比暖色区域的空间单元较低,而根据 Lee

等的研究,缺少路径选择意味着在紧急事件发生的情况下缺乏选择逃避的权力^[25],存在类似空间形态问题的校园通常是早期建设的或者是在空间定型率较高的老城区建设的中小学校^[26]。

从图 4 理想自然可视水平模型中可以推测最优可视水平的区域是近似圆形的,结合表 1 中三组校园内相似建筑密度的空间平均 R_v 分析,可以发现几何形态趋向于圆的正方形校园的平均 R_v 明显高于长方形的校园。表 1 中 03 和 07 有着近似的建筑密度,却产生了截然不同的平均 R_v ,显而易见的是有着长方形校园空间的 07 学校平均 R_v 偏低。数据表明在建筑密度近似,建筑对校园空间阻隔水平相近的情况下,近似正方形的校园用地是有利于提高校园公共空间的平均自然可视率的,因此,在学校建设过程中通过选择合适的建设用地来减少校园空间中潜在不安全因素是有积极意义的。

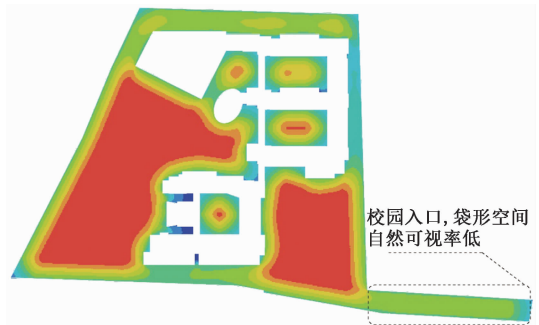


图 9 金陵汇文学校中的袋形空间
Fig. 9 The dead end space in sample 28

3.3 空间自然可视率与校园建筑

中小学校的校园公共空间中的建筑物、构筑物、景观绿植等可以阻挡视线的不透明物体均会降低空间的可视率,尤其是建筑物对空间的分割和重组起着至关重要的作用,对人观察的视野影响很大,因此建筑的规模大小和数量多少,以及建筑的布局形态成为空间单元是如何被看到并且能够被看到多少的关键因素。

采用 Origin 对 42 个样本学校的校园公共空间平均自然可视率与其对应建筑密度的拟合分析中(图 10),可以发现 $R^2 > 0.65$,从建筑学的角度表明,学校的建筑密度与校园公共空间的平均自然可视率是存在较强关联性的,其趋势是建筑密度越大,校园的平均 R_v 越小。图 10 中出现一个异常值是编号 12 的宝船小学与拟合趋势存在较大的偏差,这个学校有着非常高的建筑密度,并且校园内没有任何室外的体育活动场地,这明显有别于一般的中小学校园,因此,在其可视率计算图显示出大面积的冷色区域,这些现象与其他案例都不太一致。

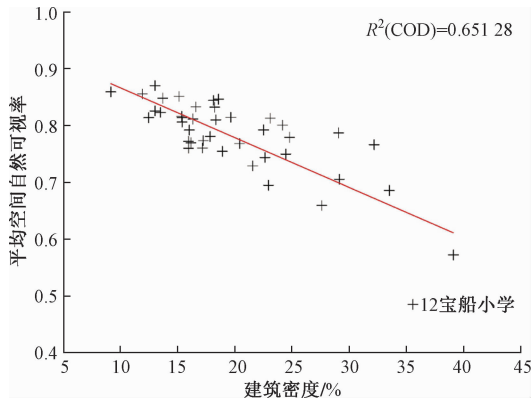


图10 校园平均自然可视率与建筑密度的拟合关系

Fig. 10 The fitting relation between the average R_v of building density

建筑对视线的阻挡程度是会受到其底层的空间形式影响的,编号为01的东山外国语学校 and 编号为02的静淮初级中学有着几乎一样的建筑密度和用地形态,但建筑密度略大的东山外国语学校的平均 R_v 却要高出静淮初级中学约5%,这是因为01校园的公共连廊全部是开敞形式,对正常身高的学生的视线没有遮挡作用,而02校园的建筑连廊则截然相反,全部都是封闭的空间,对学生的视线是起到阻挡作用的,故建筑密度略高的东山外国语学校在平均 R_v 的计算中反而取得了优势。

校园公共空间的自然可视程度与校园内的建筑有着密切的关系,较高的建筑密度通常会降低平均自然可视率,较容易在校园公共空间产生不安全的因素。而底层架空和开敞连廊等有利于学生视线通过的建筑形式是易于促成校园空间之间的相互观察,有利于提高校园平均 R_v ,这些措施能够减少校园空间内潜在的不安全因素。

4 结论

不同的校园之间存在着诸多的不同,自然可视率的概念及其计算方法为中小学校园公共空间的可视性和安全性的评估提供了一种新的量化方法。在对42所中小学校的自然可视率计算、分析之后可以得到如下结论。

(1)通过计算校园空间自然可视率可以快速、客观地评估校园空间的安全水平,并能直观地发现校园中潜在的不安全场所。

(2)通过计算校园空间的自然可视率可以快速、便利地在不同中小学校之间实现校园公共空间可视性和安全性的横向比较。

(3)通过计算学校规划方案的公共空间自然可视率可以预测校园空间的可视性和安全性,从而优

化中小学校规划设计中的空间布局。

(4)校园公共空间自然可视率与学校的建筑密度存在着较强的负相关关系,可以通过学校建设前期工作改善校园规划条件。

这一方法的优势在于可以快速、客观地对中小学校校园公共空间的可视性、安全性进行量化评价,可以直观地显示评价结果。在校园规划设计中,虽然影响空间安全的因素众多,但校园空间自然可视率及其计算方法,依然能够有效预测校园空间安全性,能够调整校园空间布局,在校园管理中,它可以快速发现且直观展示出校园空间中潜在的不安全因素,有利于校方开展工作。

参 考 文 献

- 1 沈亮,杜国强,冉容,等. 最高人民法院关于校园暴力案件的调研报告[J]. 中国应急管理, 2016(6): 25-26
Shen Liang, Du Guoqiang, Ran Rong, et al. Investigation report of the supreme people's court on campus violence cases [J]. China Emergency Management, 2016(6): 25-26
- 2 Chang S C, Lee S H, Ho S P. Evaluation of potential dangerous corners in elementary schools from the perspective of space syntax[J]. Journal of Architecture, 2014, 88(6): 155-174
- 3 刘传奇,张宇,张吉喆. 基于CPTED角度的小学校园空间优化设计[J]. 城市建筑, 2018, 271(1): 55-58
Liu Chuanqi, Zhang Yu, Zhang Jizhe. Optimal design for the elementary school campus space based on CPTED theory [J]. Urbanism and Architecture, 2018, 271(1): 55-58
- 4 Bradshaw C P, Milam A J, Furr-Holden C D M, et al. The school assessment for environmental typology (SAfETy): An observational measure of the school environment [J]. American Journal of Community Psychology, 2015, 56(3-4): 280-292
- 5 Kishimoto T, Taguchi M. Spatial configuration of Japanese elementary schools: Analyses by the space syntax and evaluation by school teachers [J]. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2014, 380(5): 373-380
- 6 黄邓楷,赖文波,薛蕊. 基于CPTED理论的高校校园环境安全评价研究——以华南理工大学五山校区为例[J]. 风景园林, 2018(7): 36-41
Huang Dengkai, Lai Wenbo, Xue Rui. Environmental safety evaluation of university campus based on CPTED theory—South China University of Technology (Wushan) as an example [J]. Landscape Architecture, 2018(7): 36-41
- 7 Fujii T, Fujikawa Y, Oikawa K. A quantitative analysis of natural surveillance at elementary schools—evaluation method based on perspectives from both outside visibility and visibility from inside buildings [J]. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2013, 12(1): 17-23
- 8 张清华. 图论及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013
Zhang Qinghua. Graph theory with applications [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2013
- 9 Jeffery C R. Crime prevention through environmental design [M]. Beverly Hills: Sage Publications, 1971

- 10 Newman O. Defensible space: Crime prevention through urban design[M]. New York: Macmillan Publishing, 1972
- 11 Crowe T D. Crime prevention through environmental design[M]. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2013
- 12 Michael W K, Nancy M C. Florida safe school design guidelines: Strategies to enhance security and reduce vandalism[R]. Gainesville: University of Florida, 2003
- 13 Abrahamsen D. The psychology of crime[M]. Oxford: Columbia University Press, 1960
- 14 Felson M, Clarke R. Opportunity makes the thief: Practical theory for crime prevention[M]. London: Home Office, Police Research Group, 1998
- 15 Fisher B, Nasar J. Fear of crime in relation to three exterior site features: Prospect refuge and escape[J]. Environment and Behavior, 1992, 24: 35-65
- 16 黄 亮. 中国 15 岁在校学生遭受校园欺凌的情况及影响因素: 基于 PISA2015 中国四省市数据的分析[J]. 教育科学研究, 2017(11): 36-42
Huang Liang. Based on the analysis of PISA2015 data of four provinces and cities in China, the situation of school bullying in China's 15-year-old school students and its influencing factors[J]. Educational Science Research, 2017(11): 36-42
- 17 徐玉斌, 郭艳艳. 校园欺凌的原因与对策分析[J]. 河南教育学院学报(哲学社会科学版), 2016(11): 53-57
Xu Yubin, Guo Yanyan. Analysis of the causes and countermeasures of campus bullying[J]. Journal of Henan Institute of Education (Philosophy and Social Sciences Edition), 2016(11): 53-57
- 18 West D B. 图论导引[M]. 2 版. 骆吉洲, 李建中, 译. 北京: 电子工业出版社, 2014: 1-9
West D B. Introduction to graph theory[M]. 2nd ed. Luo Jizhou, Li Jianzhong, trans. Beijing: Publishing House of Electronics Indus-
- try, 2014: 1-9
- 19 Turner A, Doxa M, O'sullivan D, et al. From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space[J]. Environment Planning B, 2001, 28(1): 103-121
- 20 Desyllas J, Connoly P, Hebbert F. Modelling natural surveillance[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2003, 30(5): 643-655
- 21 Loukaitou-Sideris A, Liggett R, Iseki H, et al. Measuring the effects of built environment on bus stop crime[J]. IDEAS Working Paper Series from RePEc, 2000, 3: 1-26
- 22 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中小学校设计规范: GB 50099—2011[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for design of school: GB 50099—2011[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2010
- 23 Turner A. Depthmap: A program to perform visibility graph analysis [C]//Proceedings of the 3rd Space Syntax Symposium. London: University College London, 2001: 1-12
- 24 Vagi K J, Stevens M R, Simon T R, et al. Crime Prevention through environmental design (CPTED) characteristics associated with violence and safety in middle schools[J]. Journal of School Health, 2018, 88(4): 296-305
- 25 Lee S, Ryu H, Ha M. Criminal spots on the way home from school a case study of middle schools in the Gangseo district[J]. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2012, 11(1): 63-70
- 26 张以红. 新中国成立后我国中小学规划建设的回顾与展望[J]. 规划师, 2011(2): 104-108
Zhang Yihong. The retrospect and prospect of elementary and high school planning and construction since 1949[J]. Planners, 2011(2): 104-108

Study on Natural Visibility Measurement of Public Space in Primary and Secondary Schools

LIU Feng¹, HU Zhen-yu¹, TANG Yue², XIE Jiang-tao¹

(College of Architecture, Nanjing Technology University¹, Nanjing 211816, China; Department of Architecture & Built Environment, University of Nottingham², Nottingham NG7 2RD, UK)

[Abstract] In order to solve the problem that the traditional method is very complex in safety assessment of primary and secondary school, which cannot get an objective result quickly. The method of calculating the natural visibility ratio within the students' effective range of visibility is studied based on graph theory, which can assess the safety level of public space in a quantitative way. Through this method, 42 primary and secondary schools were used to investigate to get the value of natural visibility ratio, and which was used to analyze the natural visibility level of those schools. The results show that natural visibility ratio can objectively evaluate and visually express the level of campus visibility. Natural visibility ratio can quickly identify potential unsafe factors in campus. There is a strong negative correlation between campus average natural visibility ratio and building density. Therefore, the natural visibility ratio is beneficial to quickly and objectively evaluate the safety of the campus, and to improve campus planning and design by predicting the level of visibility in public space.

[Key words] campus safety effective range of visibility natural visibility natural visibility ratio safety assessment