

文章编号:1671-4229(2021)04-0088-06

夏热地区“常全影”空间设计时空分析体系

龚兆先, 鲁进, 李怡楠

(广州大学 建筑与城市规划学院, 广东 广州 510006)

摘要: 为改善夏热地区夏季人群室外公共空间中长时间活动的热舒适性, 构建“常全影”空间是一种有效的途径。但相关规划和设计阶段还须对设计形成的“常全影”空间与人群活动目标所需之间的符合度进行时空分析, 以便设计进程可渐序推进并实现设计目标。文章解析了“常全影”空间的时空多样性、复杂性及其对设计过程的要求, 阐明“常全影”空间设计时空分析的方式、对象、标准和特征, 并建立了时空分析体系框架, 为进一步探索系统的时空分析方法提供指引, 以促进相关规划和设计有效构建“常全影”空间。

关键词: 阴影; 动态性; 时空分析; 符合度; 夏热地区

中图分类号: TU 201.1 **文献标志码:** A

The spatiotemporal analysis system in the design for Constant-holistic Shadow space in hot summer area

GONG Zhao-xian, LU Jing, LI Yi-nan

(School of Architecture and Urban Planning, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: It is an effective approach to construct a Constant-holistic Shadow (CHS) space to improve the thermal comfort for people's long period activities in outdoor public spaces in hot summer areas. However, in the relevant planning and design stages, it is necessary to conduct a set of spatiotemporal analyses on the conformity between the CHS space formed by the design and the target one required for crowd activities, to gradually promote the realization of the design of CHS space into the design process. In this paper, the spatiotemporal diversity and complexity of CHS space and its requirements for the design process were analyzed. The mode, object, standard, and characteristics of spatiotemporal analyses in the design of CHS space were expounded. And then, a framework of the analysis system has been established. It guides further exploration of the system of spatiotemporal analysis methods, to promote relevant planning and design to effectively construct CHS spaces.

Key words: shadow; dynamics; spatiotemporal analysis; contingency degree; hot summer area

0 引言

夏热地区夏季晴日,人们在室外公共空间中的活动通常饱受烈日暴晒,光热舒适性差,人们期待较为荫凉的阴影空间。特别是较长时段的人群室外活动,更希望能在整个活动时段内始终处于阴影之中,而且阴影的平

面大小和形态适应活动规模和方式的空间。然而,这种愿望一般难以很好地实现,因为找到自然形成的、可完全符合这种时空需求的阴影空间并不容易。因此,通常的结局是,要么提前结束活动,要么频繁移动位置,另寻它处而得以继续。

不过,在室外建成环境中,可以发现,在日照条件下,由建筑物、植物和构筑物等构影体可形成在一定时

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51778154)

作者简介: 龚兆先(1962—),男,博士,教授. E-mail:gongzx@gzhu.edu.cn

引文格式: 龚兆先, 鲁进, 李怡楠. 夏热地区“常全影”空间设计时空分析体系[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2021, 20(4): 88-93.

段内始终具有阴影的区域,众所周知的就是“终日阴影区”。它是以日出和日落时间为起止时刻,存在于整个白昼期间的阴影区。但问题是,相对于一般至多数小时的室外活动,整个白昼这个时长明显超出需求;而更为关键的是,时长越长,其面积和尺度就越小,从而削弱了用于室外活动的功能。然而,从中也可以获得启发,即如果改变起止时刻,以较短时长适应活动时长需要并去除冗余时段,则可获得平面尺度更大、形态更适应室外活动所需且始终有阴影的空间。因此,改变起止时刻并限定数小时时长的时段,可望获得更利于室外活动所需的“终时段阴影区”(图1)。

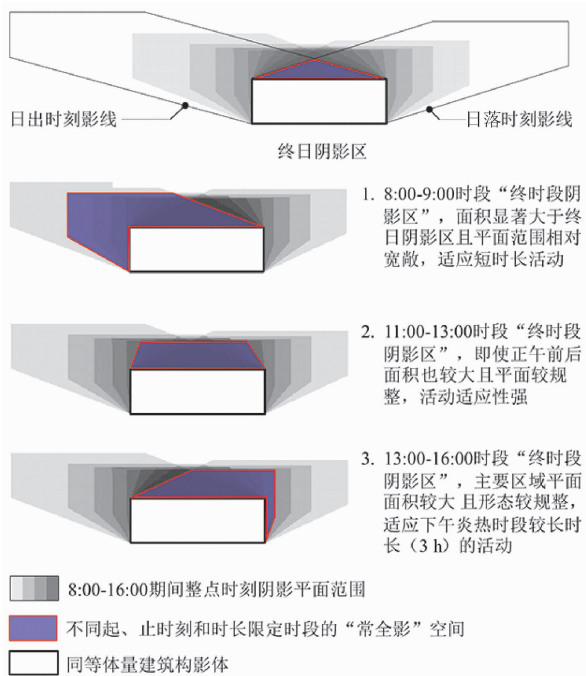


图1 改变起止时刻并缩短时长可获更为有利的阴影
Fig.1 Better shadows by changing starting and ending time and shortening time

在此,如果将在一定起止时刻所限定的时段内始终有阴影的影定义为“常影”,那么,上述“终时段阴影区”就是该时段常有阴影的“常影”区;同时,如果该时段内日光光线完全未穿透建筑物等构影体而形成“全影”,则该“终时段阴影区”可称之为“常全影”空间。

室外“常全影”是一种日照条件下在三维空间中客观存在的自然现象,其所形成的“常全影”空间,可保障对应时段和空间中人群活动的全程和充分遮阳需求,理应在夏热地区室外公共空间的规划和设计时,作为重要的设计目标之一进行积极构建。但因“常全影”所固有的时空动态性和复杂性等,难以单凭经验直观可察、可控,如果不在设计中予以及时的过程关注和检验评判,

不可保证最终设计形成的“常全影”空间一定适应人群活动的时空需求。因此,需要探索建立一种能适应通常由城市设计、修建性详细规划、建筑和景观设计等相关规划和设计构成的多阶段过程、设计调整频繁的工作要求和方式特点,并可及时掌握设计进程中所形成“常全影”空间的状态的分析和评判办法,以便引导最终“常全影”空间的设计结果契合设计目标。

当前,学界在日照阴影的影响、作用、夏季阴影利用及其相关方法等方面,已有相应的有价值的研究。通常,除关注阴影的建筑美学作用外,主要将阴影作为一种消极的对象^[1],如为保证冬季室内日照要求,力求其它建筑物阴影尽量少地遮挡室内空间^[2-4]。但也有部分学者重视夏季阴影的积极作用^[5-7],提出建筑阴影用于室外活动空间并进行设计核实的初步方法^[5],或强调在建筑设计初期进行阴影相关节能模拟优化算法^[8],或基于有效阴影区概念并探索步行街的阴影利用^[9],利用建筑布局便于阴影控制^[3-4]。也有学者关注植物阴影的特征^[10],认为植物的叶片密度与其遮荫效应密切相关^[11],合理的植物分布是关键^[12]。而对于阴影的模拟和识别分析,Ecotect等相关软件提供了便捷和可靠的技术手段^[13-14]。但总体而言,目前尚未发现基于“常全影”的复杂时空相关性和设计进程掌控要求,形成有效的“常全影”空间过程的察验方法。因此,关注在“常全影”空间设计中的“常全影”及其空间的时空变化特征,并进行相应时空分析的体系研究,是十分必要的。

为此,本文将在解析“常全影”空间的形态、大小、位置和影深品质等时空属性的动态性及其与一般规划与设计过程相关性的基础上,阐述在设计过程中进行“常全影”空间时空分析的必要性和可行性,阐明分析的对象、内容及标准等特征,以期为进一步探索具体的时空分析方法,并促进相关规划和设计有效构建“常全影”空间提供指引。

1 “常全影”空间时空特征及其设计分析要求

1.1 “常全影”空间的时空多样、复杂性

作为自然现象,室外“常全影”首先是一种由建(构)筑物和植物等构影体在地面等承影面上所形成的日光投影,其与特定地理位置、日期和太阳动态运行轨迹密切相关;同时,“常全影”具有时段限定性,某个日期及明确起、止时刻限定的“常全影”,是该时段内由所有连续时刻的阴影所构成的时空四维动态影序列,被时段限定在一定三维空间范围之内的那部分,具有三维空间

属性,并反映形态、大小和位置等方面的空间几何属性,且因对应构影体相对于全时段所有日光的通透性,反映其影深品质属性。

综合而言,“常全影”与地理位置、时间、构影体和承影面等密切相关,并服从日照成影规律。但当时段确定后,就是一种可以明确界定且人能置身其中的三维空间对象。虽然“常全影”空间在理论上应该是一种三维空间,不过,由于人群在室外空间外场地上的活动依赖趋近水平的地面等承影面,故通常用“常全影”空间的水平投影表达“常全影”空间基于人群活动相关的空间特征(图 2)。

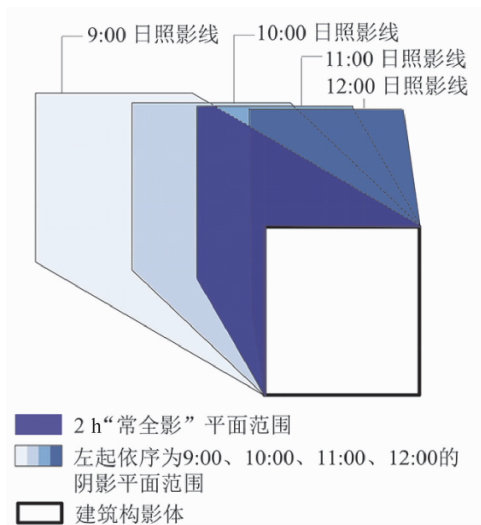


图 2 “常全影”及其空间的界定方式

Fig. 2 The Constant-holistic Shadow and its spatial definition
注:以某建筑构影体 9:00 - 11:00 期间 2 h“常全影”空间为例

缘自室外人群活动时段多样性和太阳运行的动态性等因素,“常全影”空间的时空属性呈现多样化的时空差异性。如在地理位置和日期确定,构影体和地形(如平地)等构影条件不变的情形下,相同时长但不同起、止时刻的“常全影”空间,其形态、大小等空间几何属性具有显著的差别;不同时长的“常全影”空间更是变化多样,即使起始时刻或终止时刻相同,也同样如此(图 3)。

“常全影”空间同时也反映复杂性。虽然有一定的特征性规律可循,但具体的形态、尺度和位置等时空信息,并非可由人们的经验直接获知和把握。不同的构影体体形和尺度,建筑构影体朝向的构影体组合,以及承影面的地形坡度等,都会引起“常全影”空间的多方面复杂变化。如以承影面为水平平地为例,不同形体和尺度的建筑构影体在同时段所形成的“常全影”空间的形态和尺度明显不同(图 4);同等建筑构影体因不同朝向,同时段所产生的“常全影”空间的形态、大小也有明显变

化(图 5);此外,在较低太阳高度角的时段,即使较小的构影体尺度的改变,也能引起显著的“常全影”空间形态和大小等改变,表明“常全影”空间对构影体具有较大的敏感性。而地形在坡向和坡度上的改变,也同样引起其空间属性的差异。

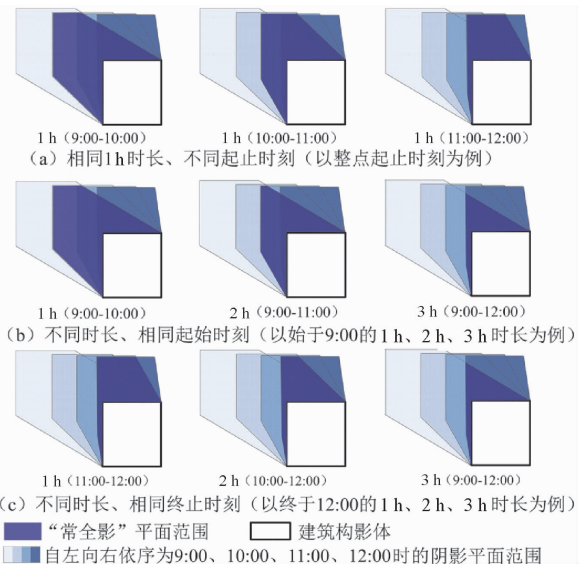


图 3 在同等构影条件下起止时刻相关的“常全影”空间多样差异性表现

Fig. 3 The spatial variability of Constant-holistic Shadow related to starting and ending time by the same shadow-builder

注:以 8:00 - 12:00 期间“常全影”空间为例

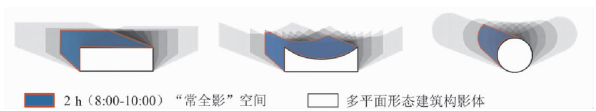


图 4 不同建筑形态、尺度等引起的“常全影”空间变化
Fig. 4 The spatial variation of Constant-holistic Shadow space caused by different building shapes and scale

注:以建筑构影体 8:00 - 10:00 时段 2 h“常全影”空间为例

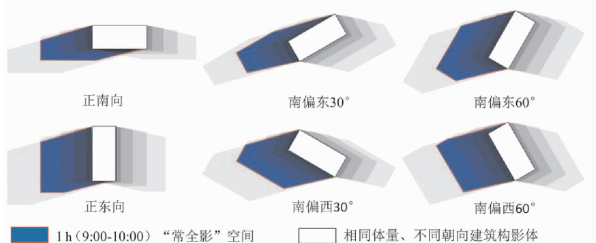


图 5 相同体量、不同朝向建筑构影体对“常全影”空间形态和尺度的影响

Fig. 5 The influence of same size buildings with different orientations on the spatial form and scale of Constant-holistic Shadow space

注:以北回归线以南地区 9:00 - 10:00 时段的 1 h“常全影”空间为例

1.2 设计过程中的时空分析要求

在相关规划和设计过程中,虽然在确定设计目标时,通常可根据场地空间的人群活动规律需求等先行明确一个或多个时段的“常全影”空间进行设计,但由于对构影体和地形进行分阶段设计处理的修改和调整则是一种常态,而且频度很高。因此,随着构影体和地形随设计阶段和阶段内修改过程不断深化、细化和优化调整,设计形成的“常全影”空间,其时空和品质属性也随时发生改变,设计结果与设计进程呈现一种复杂的联动关系,须随时进行分析和适宜性确认。

另外,一个特定的空间设计对象,相关规划和设计过程是以渐进式推进的,由粗到细、由浅入深、由简单到复杂。在此进程中,如果前序设计阶段的构影体缺失或布局不适,将直接影响后续设计阶段“常全影”构影的不足,甚至是颠覆性的缺陷。如果不在前序设计阶段进行必要的、尤其是全局性、结构性的布局,可能导致后续设计阶段无能为力或额外附加原本不必要的构影体。

因此,“常全影”空间的设计,不能仅以最终设计结果来核实其针对人群活动阴影时空需求的合理性和有效性,而须在相关设计的全程,对各设计阶段的“常全影”空间结果予以充分关注,逐步深化、细化和调适,渐序达成精确符合所需的“常全影”空间。

2 “常全影”空间设计中的时空分析方式

“常全影”空间的设计,除了遵循通行的相关规划和设计的常规原理和方法等之外,还需以适当、可行的方式,对过程中的设计“常全影”空间状态进行可行的时空分析与判断。

2.1 全程性的时空分析

在设计过程的全程加入“常全影”空间设计结果的时空分析环节。即针对“常全影”空间的最终设计目标和各设计阶段的可行实现程度,结合常规设计阶段的成果,每个阶段都进行相应的“常全影”空间模拟和时空分析。只有如此,才能准确把握相关规划和设计进程中所形成的“常全影”空间,在其形态、大小、位置和影深以及时长等时空和品质属性方面,是否已符合或不妨碍后续阶段符合人群活动所需。据此各阶段的分析和判断,为后续阶段通过及时调整和优化,逐步趋近,最终全面符合设计目标提供依据和指引。

2.2 适宜性的时空分析

人们夏季室外活动方式越来越具有多样性和选择

性,也引起阴影利用方式和程度的多样性。室外活动因人、因活动类型不同而存在许多差异,并反映到对场地中的阴影空间需求是全部还是部分,所需部分应该是哪些部分并且是多大;不同类型的活动适宜开展的时段也有差别,“常全影”空间的营造须对此予以时间尺度上的匹配。否则,将导致在活动所需时段内仍会面临暴晒。这些人群活动相关的多样性反映在时空上的匹配要求,也表明设计过程中应对“常全影”空间进行适宜性的时空分析。

2.3 模拟验证性的时空分析

运用相对于规划和设计而言的适用和可靠的技术手段,有助于设计全程实行时空分析的可行性和可靠性。对于“常全影”空间的时空分析,当前 Ecotect 和 Grasshopper 等日照模拟分析相关软件,为在设计过程中的验证性时空分析,提供可行和可靠的技术工具,并且具有便利的数据基础。借助于各设计阶段中可便利获得、加工的构影体及地形环境的数字模型,便可进行有效的日照成影模拟,获得各阶段设计“常全影”空间的精确状态,进而对其满足设计目标时空需求的充分性和尚存问题进行验证分析,并给出后续可能的进一步优化调整方向和可行措施等。

3 “常全影”空间设计的时空分析体系框架

3.1 分析对象

“常全影”空间的时空分析,是基于人群活动的相应时空需求,分析各阶段设计“常全影”空间在形态、大小、方位、时段和品质等时空和品质属性方面的相符性。因此,各阶段的设计“常全影”空间,是时空分析的直接对象。但同时,设计“常全影”空间的时空和品质属性的状态与构影体和地形的空间处理之间的关联性,也同样是重要的分析对象,以便当设计结果与目标未能完全相符时,可据此关联,获知不相符部分“常全影”在构影体和地形中的对应部位并探寻调整方向和程度。

3.2 分析体系

综合前述“常全影”空间的特征和设计的要求,时空分析主要应包括人群活动对“常全影”空间目标时空需求分析,设计“常全影”空间相对于目标需求时空的形态、尺度符合度分析,时空分布符合度分析,补影符合度分析和影深品质分析,共5项。

上述5项分析各有侧重,即①“常全影”空间目标时空需求分析,旨在结合目标活动类型相关的人群规模、

活动方式和时段等要求特征,分析确定目标活动空间场所上所需“常全影”的时段、形态、大小、位置和影深,确立一个或多个时段的目标“常全影”需求空间;②“常全影”空间形态、尺度符合度分析,检验现阶段设计结果所形成“常全影”空间,在形态和尺度大小方面对每个需求时段的目标“常全影”空间的包容程度;③“常全影”空间时空分布符合度分析,探查现阶段设计结果在每个需求时段内所形成的“常全影”空间,其空间分布与相对应时段目标“常全影”需求空间的一致性程度;④“常全影”空间补影符合度分析,复查现阶段设计调整后形成的“常全影”空间补全原缺影“常全影”空间局部的有效性和程度;⑤“常全影”空间影深品质分析,确认构影体局部非不透明材质所致“常全影”空间中部分影深降低之处的形态、大小、位置及其可接受度以及必要时的改善导向。

在上述各项时空分析中,人群活动对“常全影”空间的时空需求分析是首要、前置性和目标性的,以此分析结果作为其它分析的对照标杆;在相关规划设计、建筑设计和景观设计阶段,可采用与设计阶段工作方式和成果特征相适应的一种或多种分析。上述目标性或验证性的5项分析,共同构成“常全影”空间构建中必需的、相对完整的分析体系(图6)。

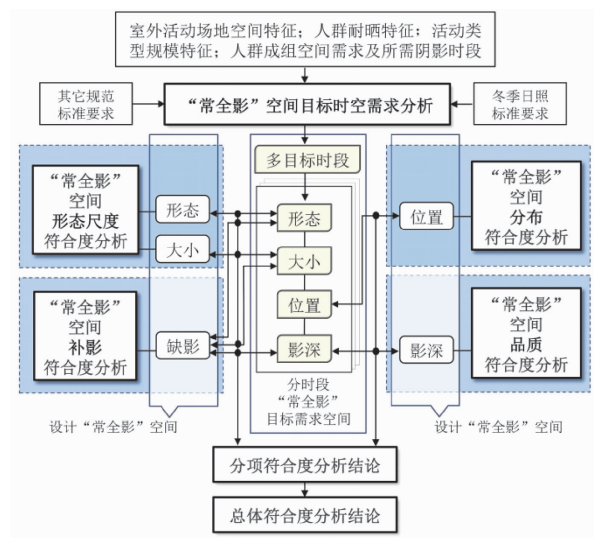


图6 “常全影”空间设计的时空分析体系框架

Fig. 6 The spatial-temporal analysis framework of the Constant-holistic Shadow space

3.3 评判标准

“常全影”空间时空分析在各设计阶段的分析评判标准,与常规规划与设计各阶段的设计深度要求密切相关,但更注重“常全影”空间的时空和品质结果与本阶段所应适应人群活动时空需求的相符程度。在尚未最终

完成设计的中间阶段时,表现为阶段性的评判标准,而最终设计阶段时,则为终极标准;阶段性标准可能相对粗略,但应保证后续的可行优化和深化。终极标准则须全面反映目标需求。各阶段的评判标准应组成一种由粗到细、由宏观到微观的序列标准。

3.4 体系特征

“常全影”空间构建中的时空分析体系,具有多方面的特征:①在总体上贯穿相关各规划和设计阶段,具有显著的全程性特征;②相关分析基于首位的“常全影”目标时空需求分析,但必要时须同时兼顾冬季日照标准等其它要求,从“常全影”空间全面适应目标需求的多个视角进行分析,具有多视角特征。而且,在同一视角下也兼顾多个必须关注的设计阶段;③由于“常全影”空间的设计构建,在规划和设计过程中是逐步明确、细化和优化的,因而具有在分析深度上的渐进式特征;④为了适应相关规划设计、建筑设计和景观设计各阶段设计的工作对象、方式和设计深度等差异,各阶段的分析目标、标准和精确程度等有所不同,依托的手段和方式也有差异,呈现同一项分析在不同阶段的差异化特征;⑤除了目标时空需求分析,其它4种都是验证性分析,用以确认该阶段设计是否实现理应达到的程度。若未达到而存在问题,则提示后续调整、优化的方向。

4 结论

在“常全影”空间的设计中,基于“常全影”时空多样性、复杂性和分阶段规划设计工作方式与要求特点,对各设计阶段的设计“常全影”空间结果,进行基于人群活动“常全影”空间目标时空需求的符合度分析,是必要的和可行的;这些分析以“常全影”空间的目标时空需求在各阶段的渐序、可行实现程度为标准,同时兼顾冬季日照标准等其它要求;通常“常全影”空间设计中的时空分析,主要由“常全影”空间目标时空需求分析,以及“常全影”空间的形态尺度符合度、时空分布符合度、补影符合度及影深品质符合度5项分析,构成时空分析体系,可满足大多数情形下室外公共空间“常全影”空间设计的分析要求。但在特殊设计条件和要求时,应另有补充。本文基于平地地面条件,明确了“常全影”空间设计中适宜时空分析的方式、对象和标准,并建立了时空分析体系框架,为实施时空分析奠定了良好的基础。更为具体的分析方法及其在设计实践中的应用方法,以及基于更为综合、大规模和地形复杂变化等场景的时空分析方法体系扩展,还有待于今后进一步探索。

参考文献:

- [1] Rockcastle S, Andersen M. Measuring the dynamics of contrast & daylight variability in architecture: A proof-of-concept methodology[J]. *Building and Environment*, 2014, 81: 320-333.
- [2] Conceição António C A, Monteiro J B, Afonso C F. Optimal topology of urban buildings for maximization of annual solar irradiation availability using a genetic algorithm[J]. *Applied Thermal Engineering*, 2014, 73(1): 424-437.
- [3] 刘琦, 孟庆凯. 建筑日照设计中主客体分析范围的探讨[J]. *华中建筑*, 2015, 33(11): 65-68.
- [4] 宋小冬, 沈天潭. 建筑日照资源均衡利用的管理方法改进——先南后北建设时序[J]. *城市规划学刊*, 2015, 224(4): 43-47.
- [5] 左现广, 储坤. 日照阴影辅助建筑环境设计[J]. *重庆建筑*, 2003(1): 28-30.
- [6] 唐鸣放, 张恒坤, 赵万民. 户外公共空间遮阳分析[J]. *重庆建筑大学学报*, 2008, 30(3): 5-8.
- [7] 赵庆楠, 李婧. 建筑阴影区空间环境设计初探[C]//转型与重构——2011中国城市规划年会, 南京: 东南大学出版社, 2011: 8860-8867.
- [8] 林波荣, 李紫薇. 面向设计初期的建筑节能优化方法[J]. *科学通报*, 2016, 61(1): 113-121.
- [9] 陈敬, 刘加平, 王芳. 基于阴影区现象的亚热带商业步行街外部空间生态设计方法研究[J]. *西安建筑科技大学学报(自然科学版)*, 2018, 50(3): 410-415.
- [10] Leblon B, Gallant L, Granberg H. Effects of shadowing types on ground-measured visible and near-infrared shadow reflectances[J]. *Remote Sensing of Environment*, 1996, 58: 322-328.
- [11] Pérez G, Coma J, Sol S, et al. Green facade for energy savings in buildings: The influence of leaf area index and facade orientation on the shadow effect[J]. *Applied Energy*, 2017, 187: 424-437.
- [12] Bajanski I, Stojakovic V, Jovanovic M. Effect of tree location on mitigating parking lot insolation[J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2016, 56: 59-67.
- [13] Shi X, Yang W. Performance-driven architectural design and optimization technique from a perspective of architects[J]. *Automation in Construction*, 2013, 32: 125-135.
- [14] Kiritmat A, Koyunbaba B K, Chatzikonstantinou I, et al. Review of simulation modeling for shading devices in buildings[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, 53: 23-49.

【责任编辑: 周全】

(上接第62页)

- [11] Zhou Y, Hua Z, Pun C M, et al. Cascade chaotic system with applications[J]. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 2015, 45(9): 2001-2012.
- [12] Chen S, Yu S, Lu J, et al. Design and FPGA-based realization of a chaotic secure video communication system[J]. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2018, 28(9): 2359-2371.
- [13] Ahmad J, Khan M K, Hwang S O, et al. A compression sensing and noise-tolerant image encryption scheme based on chaotic maps and orthogonal matrices[J]. *Neural Computing & Applications*, 2017, 28(1): 953-967.
- [14] Muhammad K, Hamza R, Ahmad J, et al. Secure surveillance framework for IoT systems using probabilistic image encryption[J]. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2018, 14(8): 3679-3689.
- [15] Jolfaei A, Wu X W, Muthukumarasamy V. On the security of permutation-only image encryption schemes[J]. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 2016, 11(2): 235-246.
- [16] Lv S, Liu Y, Sun J. IMES: An automatically scalable invisible membrane image encryption for privacy protection on IoT sensors[C]//Cyberspace Safety and Security, 11th International Symposium CSS 2019. Berlin: Springer, 2019: 265-273.
- [17] Yang B, Liao X F. A new color image encryption scheme based on logistic map over the finite field Z_N [J]. *Multimed Tools*, 2018, 77: 21803-21821.
- [18] Miyazaki T, Araki S, Uehara S. Some properties of logistic maps over integers[J]. *IEEE Transactions on Fundamentals of Electronics Communications & Computer Sciences*, 2010, 93: 2258-2265.
- [19] Muhammad K, Sajjad M, Mehmood I. A novel magic LSB substitution method (M-LSB-SM) using multi-level encryption and achromatic component of an image[J]. *Multimedia Tools Applications*, 2016, 75: 14867-14893.
- [20] Zhou H, Wornell G. Efficient homomorphic encryption on integer vectors and its applications[C]//2014 Information Theory and Applications Workshop (ITA). Piscataway: IEEE, 2014: 1-9.
- [21] Nematzadeh H, Enayatifar R, Yadollahi M, et al. Binary search tree image encryption with DNA[J]. *Optik*, 2019, doi: 10.1016/j.ijleo.2019.163505.
- [22] 王杨, 曹铁勇, 杨吉斌, 等. 基于YOLO v5算法的迷彩伪装目标检测技术研究[J]. *计算机科学*, 2021, 48(10): 226-232.

【责任编辑: 卓祯雨】