

夏热冬暖地区建筑外遮阳性能化分析

胡艳鹏

深圳市华阳国际工程设计股份有限公司

摘要:为创造建筑、环境、人的需求相互融合的高品质建筑,建筑设计应综合考虑功能、室内环境舒适性与建筑的节能性,并在设计之初制定这一原则,在设计过程中不断推敲优化;夏热冬暖地区气候特点长夏无冬,太阳辐射强度大,外遮阳系统对该地区室内光环境舒适度与建筑能耗影响均较大,且两者往往不能同时达到最优,通过研究筛选评价指标并采用性能化模拟方法,对实际案例外遮阳效果进行分析,论证最佳方案,结果表明,案例外遮阳外挑长度600mm附近是案例良好的室内光环境与节能性能的平衡点,性能化分析对外遮阳设计具有重要的指导作用。

关键词:外遮阳;室内光环境;节能;Ladybug;Honeybee

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.05.031

2017年,中国成为全球最大碳排放国,其主要原因一是我国能源消费处于加速增长长期,另一个原因是我国承受着发达国家的转移排放。在大规模、高速度的工业化、城市化发展阶段,住的需求随着居民生活水平的提高不断提高;《中国建筑能耗研究报告(2020)》显示:2018年全国建筑全过程碳排放总量为49.3亿t CO₂,占全国碳排放的比重为51.3%,建筑运行阶段的碳排放21.1亿吨CO₂,占全国碳排21.9%;可见在我国的绿色低碳发展之路上,建筑行业责任重大。

在“十二五”以来,我国大力倡导绿色节能环保措施。建筑领域的碳中和,新建建筑可贡献提升的范围在30%~35%,而被动式设计方法是提升建筑减碳的重要基础。由于我国地域辽阔,建筑气候区划分为7个主气候区,20个子气候区^[1];南北不同气候区域的建筑被动式设计需结合自然因素因地制宜。

夏热冬暖地区气候特点闷热潮湿、太阳辐射强,传统建筑在自然环境的影响下形成了以通风、遮阳为主的建造特点;例如夏昌世先生对于现代建筑的设计始终秉承与地域特征的结合,建造了许多该地区气候适应性的“夏氏遮阳”作品^[2];在对岭南特色建筑的建造特点的传承与发展研究中,遮阳表皮这一建筑元素被归纳为岭南特色建筑的基因组成之一^[3];毛以沫^[4]等人通过对屋顶、外墙、外窗的传热系数及综合遮阳系数对节能率的影响研究,量化提出居住建筑综合遮阳系数每降低0.1,建筑节能率可提高8%左右;新的节能标准也对夏热冬暖地区甲类公共建筑南向、东向、西向外窗和透明幕墙的遮阳提出了强制性要求^[5];可见遮阳对于夏热冬暖地区建筑节能的意义十分重大;但是传统的外遮阳也会对室内的光环境及视线产生影响,因此外遮阳的设计应综合考虑节能性与室内光环境的舒适性。

一、外遮阳设计效果性能化分析方法

建筑师在设计中既要考虑功能需求,又需要兼顾节

能效果、室内环境的舒适性效果,因此常借助于数字化性能分析方法进行综合分析;例如,齐百慧^[2]等人采用Ecotect及Phoenics对夏昌世先生的中山医学院生理生化楼的外遮阳效果,以室内采光、窗口太阳辐射、室内放风环境为指标进行性能分析;洪宇东^[6]等采用DIVA for Grasshopper对广州国际金融中心的外遮阳构件,以外遮阳系数及标准层采光系数为指标进行优化设计;郭佳奕等^[7]应用Ladybug-honeybee以采光系数、平均照度、自然采光满足率、立面太阳辐射得热为指标,对广州科技图书馆的中庭及建筑表皮采光遮阳性能进行研究。王亚平^[8]等人对建筑遮阳的设计及研究方法进行了综述,总结目前常用的评价指标为室内环境及建筑能耗,并对运用的模拟软件进行统计归类。

二、设计效果判定指标

夏热冬暖地区建筑的能耗主要来源于空调负荷,外遮阳的设计对建筑空调负荷影响显著,但夏热冬暖地区公共建筑,外遮阳系数没有节能标准要求值,因此可采用节能设计普遍使用的调能耗节能率进行判定,这也与我国近年来对能耗要求不断提升的目标一致。

室内光环境已有研究多用采光系数DF进行评价,该指标的定义为在室内参考平面上一点,由直接或间接地接收来自假定和已知天空亮度分布的天空漫射光而产生的照度与同一时刻该天空半球在室外无遮挡水平面上产生的天空漫射光照度之比^[9],采用DF指标具有诸如全阴天模型、静态模拟等局限^[10],且采光系数是满足室内采光需求的最低要求指标,并不能很好的评价采光设计的优劣,而采用动态评价指标,可以很好的解决上述问题。

具体指标可选择及说明如下:

(1) 空调能耗节能率

空调能耗节能率可按照如下公式计算:

$$\eta = \left(\frac{B_0 - B}{B_0} \right) \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中: η 为空调能耗节能率; B_0 为原有方案的空调能耗; B 为优化方案的空调能耗。

(2) 空间全自然采光量 (spatial daylighting autonomy) SDA300/50%

SDA300/50%用来表述空间在使用时间中超过 50%的时间在自然光照射下就达到 300lx的比例,该指标同时考察了使用时间内达到舒适的自然光强度 (300lx)、时间长度 (50%) 以及达标的空间面积比例; R. M. ElBatran^[11]等就采用该指标对办公建筑的采光进行参数化研究。

(3) 有效日光照度UDLI100-2000

自然光照度过高或者过低均会引起不适,UDLI100-2000表示将自然光照度100lx、2000lx作为临界值;低

于100lx表示照度过低，高于2000lx表示照度过高，仅介于100~2000lx的照度区间为适于利用的有效照度。

(4) 连续采光量Continuous Daylight Autonomy

CDA是指未达到设定照度需求的情况下，采用权衡系数来表征其不满足程度，该指标可以更准确的反应采光不满足状况，为通过调光装置针对性的进行人工照明的补充提供参考。

三、实际案例性能化设计分析

(一) 案例介绍

本案办公建筑位于广东省东莞市，规划总建筑面积16000m²，占地面积2600m²，地上5层，地下1层，为装配式建造工艺，为保证模数的统一及外立面的一致美观性，外窗形式拟采用尺寸统一的正方形外窗体系；因场地条件限制，方案设计朝向为西南向，非正南北方向，因此需要对立面采用遮阳的范围及遮阳外挑尺寸通过性能分析方法辅助设计，以达到的保障良好的室内光环境及节能效果的同时，用最优的构件尺寸及有效的外立面设计应用建筑材料，实现从设计阶段挖掘减碳能力，获取最大减碳效益。

(二) 本案研究方法

根据前述已有研究总结，本案采用能耗软件BES12020进行能耗计算，通过空调能耗指标及节能率指导外立面设置遮阳范围；然后采用Rhino生成建筑模型，结合插件Grasshopper中的环境地理类工具Ladybug+Honeybee进行室内光环境分析，这两个插件可根据地理位置加载当地气象数据，使物理环境模拟的环境模型更接近真实情况，同时可通过Read Annual Result电池读取SDA300/50%指标、UDLI指标、CDA指标结果数据，应用ReColorMesh电池将分析结果生成可视化分析图，结合数据及分析图综合评价室内采光效果。

(三) 对比研究方案

1. 空调能耗及节能率对比方案

由于本案场地条件受限，建筑平面布置非正南北向，因此需首先制定能耗对比方案，通过能耗模拟，研究各立面设置遮阳对能耗的影响，判断需设置遮阳的立面。从建筑立面设计及模数化考虑，外遮阳拟采用与外窗一致的正方形形式，其特点主要由遮阳板外挑长度Av、遮阳板根部到窗边距离B确定，如图1所示，设计将B值设定为0 mm，能耗模拟将遮阳板外挑长度Av设定为600mm。

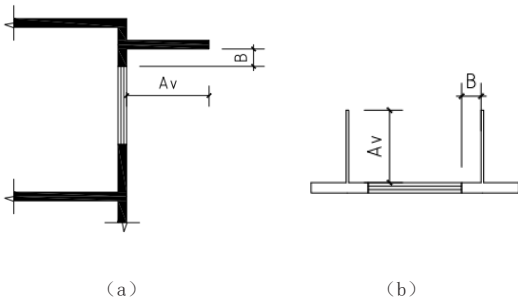


图1 外遮阳形式示意
(a) 剖面图； (b) 俯视图

各立面设置遮阳的对比方案能耗及节能率计算结果见表1。

表1 空调能耗及节能率计算结果

	南立面 无遮阳	北立面 无遮阳	东立面 无遮阳	西立面 无遮阳	各立面 均无	各立面 均有
立面外窗面积/ m ²	360.1	616.29	376.61	360.1	——	——
空调 能耗/ (kwh/ m ²)	32.34	32.53	32.59	32.40	33.04	31.87
节能率 /%	5.55	5.73	5.58	5.40	4.09	7.48

由以上数据可见，本案空调能耗节能率，相对各立面均无外遮阳情况，单一立面设置遮阳对节能率的影响在1.5%左右，各立面均设置遮阳，节能率可综合提升3.5%左右，因此本案适宜在各立面均设置外遮阳。

2. 室内光环境对比方案

在外遮阳形式及立面设置范围确定后，室内的光环境主要受外遮阳悬挑长度影响，结合模拟分析参数设置要求，首先将玻璃、墙面、地面、天花等参数根据设计选材确定为定量，材料参数指标设定见表2。

表2 材料基本参数表

	天窗	外窗玻璃	地面	墙面	天面
材料 种类	low-E钢化 夹胶玻璃	中空 low-E钢 化超白玻	灰色 金刚砂	白色 乳胶漆	白色 乳胶漆
可见光 透射比	0.6	0.6	0	0	0
可见光 反射比	0.02	0.02	0.3	0.65	0.65

气象数据采用EPWMAP中距离东莞最近的广州市的气象数据，数据来源为国际能耗计算气象数据IWEC；空间使用时间为每日上午九点至下午六点，中午午休时间2个小时。

室内光环境分析模型建立为建筑整体，计算过程中选择最不利楼层二层为研究对象，计算平面距离地面0.75m，计算网格大小0.6m*0.6m，每层办公使用空间共生成4898个计算点；二层采光计算平面设置效果详见图2。

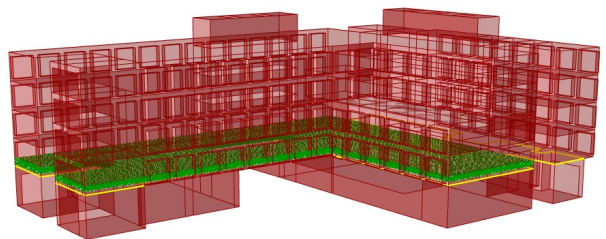


图2 二层采光计算平面示意图

遮阳板外挑长度 A_v 采用参数化方式生成, 并选择外挑200~800mm范围内以100mm为间隔, 形成共7个方案, 计算方法及可视化方法设定如图3。

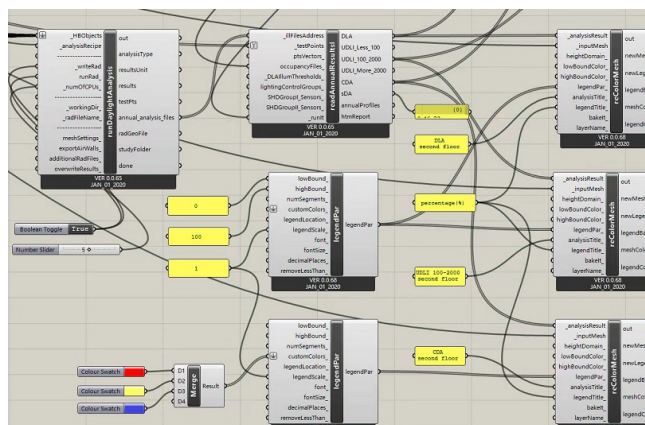


图3 计算方法及可视化方法设定
计算结果见表5及图4。

表5 UDLI100-2000/CDA可视化结果

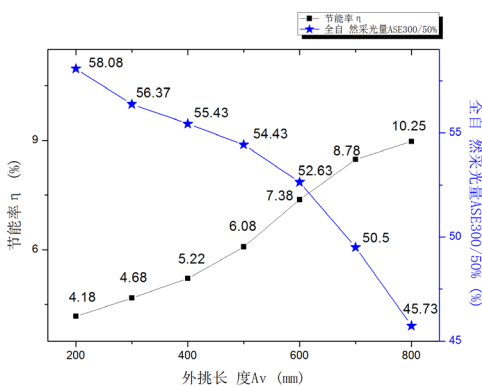
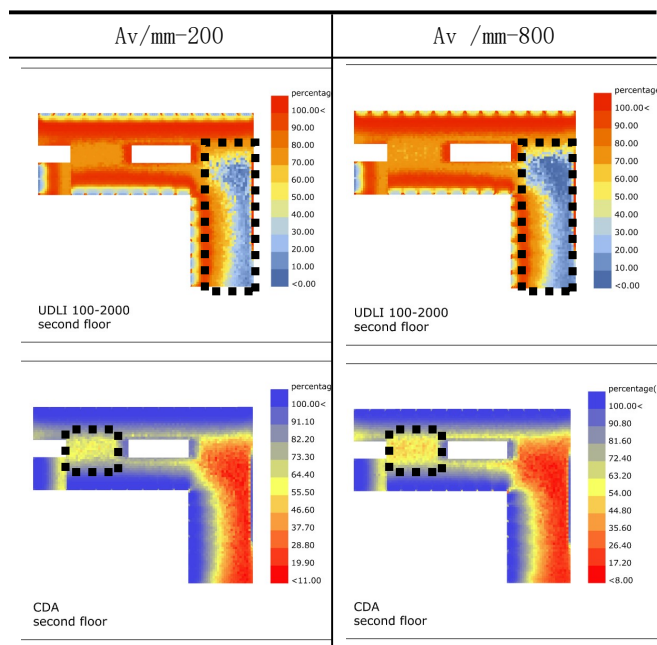


图4 节能率及全自然采光量数据分析图
由表5可见, UDLI100-2000指标随外挑长度增加在

内区降低效果明显, CDA指标则在内区提高明显, 表示外挑长度的增加会明显影响内区的人工照明需求, 本案可根据该结果进行人工照明的分区设计, 从而实现照明节能; 由图7结果可知, 随着外遮阳外挑长度的增加, 空间全自然采光量sDA300/50%不断降低, 在外挑长度700mm范围外达标比例降低至50%以下; 建筑节能率随着外挑长度增加不断提升, 但提升速度在外挑长度600mm处开始降低, 尤其在700mm及以上速率明显下降; 综合室内采光质量及建筑节能性, 外挑长度600mm附近为交叉平衡点, 因此可将600mm作为本案最佳外挑长度方案, 节能率可较无遮阳效果提升3.5%, 且空间全自然采光量sDA300/50%保证率可达到50%。

四、结束语

外遮阳的性能化分析可以在方案设计阶段, 通过可视化结果及数据, 对设计效果进行预判, 从而指导优化设计; 且性能化分析方法可根据不同案例的主要需求对指标进行筛选定制, 从设计之初最大化的实现建筑的宜居性、低碳性, 应该成为设计师需掌握运用的重要方法。

参考文献

- [1] 民用建筑设计统一标准: GB50352—2019 [S].
- [2] 齐百慧, 肖毅强, 赵立华等. 夏昌世作品的遮阳技术分析[J]. 南方建筑, 2010 (02): 64-66.
- [3] 郑启皓, 黎家骥, 王炜航. 略论岭南特色建筑基因的传承与创新[J]. 南方建筑, 2019 (06): 88-95.
- [4] 毛以沫, 司一凡, 赵立华. 广州地区居住建筑遮阳对节能率的影响及其优化设计研究[J]. 城市建筑, 2021, 18 (28): 172-177.
- [5] 建筑节能与可再生能源利用规范: GB55015-2021 [S].
- [6] 洪宇东, 吕瑶, 肖毅强. 基于岭南地域特色的建筑外遮阳参数化一体设计与优化方法研究[C]//数字技术·建筑全生命周期——2018年全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018: 377-387.
- [7] 郭佳奕, 孙一民. 基于Ladybug-Honeybee的建筑节能采光设计及评估——以广州科技图书馆项目为例[C]//智筑未来——2021年全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会论文集. 武汉: 华中科技大学出版社: 2021: 416-427.
- [8] 王亚平, 江朝梅, 金明明. 遮阳与建筑立面整合设计研究进展综述[J]. 建筑节能(中英文), 2021, 49 (04): 136-140.
- [9] 民用建筑采光设计标准: GB500332—2013 [S].
- [10] 项路遥, 倪蔚超, 吴恩融. 基于全年动态光环境模拟条件的典型阅览空间参数设计研究[J]. 照明工程学报, 2017, 28 (03): 24-29+35.
- [11] R. M. ElBatra, Walaa S. E. Ismaeel. Applying a parametric design approach for optimizing daylighting and visual comfort in office buildings[J]. Ain Shams Engineering Journal, 2021, 12: 3275-3284.