

文章编号: 1671-6612 (2020) 02-185-06

基于性能模拟和数据分析的窗装饰改造模式研究 ——以重庆地区住宅为例

彭哲晨 李 宁 李翔宇

(北京工业大学建筑与城市规划学院 北京 100124)

【摘要】 当前,重庆地区的建筑改造正在如火如荼地进行,改造方式多集中在窗装饰(遮阳雨棚等)方面,其设置方式主要有水平式装饰、垂直式装饰、综合式装饰和挡板式装饰四种。其中问题有二:一是因为安装目的以防雨为主,因此就遮阳而言效率较低。二是因为构件出挑的尺寸和相邻外墙窗户的关系都没有确定。针对上述两点,以能耗性能为导向,对现状建筑遮阳的设计模式进行量化探讨,找出符合该地区气候特征的窗装饰改造模式。总结模式的步骤如下:首先,对重庆地区现有居住建筑形式进行文献查阅,总结出适用于该地区的理想居住建筑模型;其次,基于理想建筑模型进行窗装饰构件形体样本的生成,采集生成大量随机样本,然后对生成的多样随机样本进行模拟分析,得到能耗基础数据;第三,通过人工神经网络对数据进行分析,找到参变量、因变量之间的复杂关系;最后,结合构件尺寸与能耗值二者的影响,在数据分析的基础上找到最优决策,得到适合该地区居住建筑不同方位上的窗装饰构件改造模式。

【关键词】 性能模拟; 数据分析; 窗装饰改造

中图分类号 TU241/TU113 文献标识码 B

Reserch on the Window Decoration Reform Mode bsaed on Performance Simulation and Data Analysis ——Take the Residential Area in Chongqing as an Example

Peng Zhechen Li Ning Li Xiangyu

(College of architecture and urban planning, Beijing university of technology, Beijing, 100124)

【Abstract】 Recently, the architectural reconstruction in Chongqing is in full swing. The remold methods mainly have been focused on window decorations (awnings, etc.). The setting methods mainly include horizontal decoration, vertical decoration, integrated decoration and baffle decoration. Two problems exist: the first one is the installation's inferior efficiency as a sunshade because the original purpose of them is the rain proof. The second one is the ratio of size of the components and the dimension of adjacent windows is not determined. Aiming at the above two points, this paper quantitatively discusses the shading design mode of current buildings based on energy consumption performance in order to find out the window decoration modes that conform with the climate of this region. The steps of this paper are as follows: Firstly, the paper reviews the existing residential building forms in Chongqing and summarizes the ideal residential building model suitable for this region. Secondly, based on the ideal building model, the form samples of window decoration components can be generated and a large number of random samples are collected. Then, this article simulates and analyses the various random samples to obtain the basic data of energy consumption. Third, through

基金项目: 国家重点研发计划课题(2017YFC0702405); 国家自然科学基金面上项目(51778008);

基于一体化开发的地铁车辆基地综合体协同设计策略与关键技术研究

作者简介: 彭哲晨(1993.09-), 男, 在读研究生, E-mail: 414601019@qq.com

通讯作者: 李 宁(1982.04-), 男, 博士, 讲师, E-mail: ning_li11@bjut.edu.cn

收稿日期: 2019-04-30

the artificial neural network, the paper finds the complex relationship between the parameters and dependent variables; Finally, combining the influence of component size and energy consumption value, the optimal decision on the basis of data analysis can be obtained and the remould mode of window decoration components suitable for different orientations of residential buildings in this area is gained.

【Keywords】 Performance simulation; Data analysis; Window decoration

0 研究背景

根据中华人民共和国现行的《民用建筑热工设计规范》(GB 50176-2016), 重庆地区属于亚热带季风气候区, 主要气候特点为夏季气温高, 全年最高温度高于或等于 35°C 的日数达 20~50 天之多; 湿度大, 大部分地区年平均相对湿度为 78%~83%; 风速小, 全年平均风速为 0.9~2.14m/s。总体而言, 重庆地区夏季炎热潮湿, 冬季阴冷多雾。重庆地区夏季日照强, 地面太阳辐射可达 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 以上, 全年平均日照时数为 980~1580h。因此, 重庆地区居住建筑对夏季遮阳的要求较高。其中, 以遮阳为主的最重要改造为居住建筑窗装饰改造, 对居住建筑窗装饰改造和遮阳构件的添加直接影响了居住建筑的遮阳性能。但目前现有的窗装饰改造并未引起对能耗的重视。

1 问题的提出和理想建筑模型的提取



图1 重庆地区居住建筑改造现状

Fig.1 Current situation of residential building renovation in Chongqing

本文研究的基础立足于对重庆地区居住建筑的文献查阅。本文依据文献资料所得, 总结当地居住建筑遮阳构件存在的问题和提取理想建筑模型。当前, 重庆地区的建筑改造正在如火如荼地进行, 大部分的改造方式集中在窗装饰方面。在住户自发设置的临时性窗装饰构件中, 大多数是遮阳雨棚, 其设置方式主要有水平式装饰、垂直式装饰、综合式装饰和挡板式装饰四种。其中, 水平式装饰所占

比例约为其他三种形式总和的三倍(如图 1 所示)。但是由于安装的目的以防雨为主, 因此就遮阳而言效率较低。

重庆地区居住建筑在遮阳形式上还存在一个问题, 那就是出挑的尺寸和相邻外墙窗户的关系都并没有确定。同时现状建筑对于遮阳的设计模式也是莫衷一是, 没有统一的标准。所以本文试图以能耗性能为导向, 通过性能模拟和数据分析总结出符合该地区气候特征的窗装饰构件形体设计模式。

在总结模式之前, 须对建筑形体予以简化, 提取理想建筑模型。本文依据调研结果, 去除不必要的因素, 也考虑到当地以 75m^2 左右的户型面积为主, 因此, 本文选取某小区 75m^2 户型, 并以此提取理想建筑模型进行模拟。总结为开间 6.40m (现在中华人民共和国 75m^2 住宅基本开间标配尺寸)、层高 2.80m (现在中华人民共和国 75m^2 住宅基本层高标配尺寸)、进深 9.55m (现在中华人民共和国 75m^2 住宅基本进深标配尺寸) 的理想建筑模型(如图 2 所示), 其开窗尺寸为宽 1.70、高 1.60m, 窗台高度 0.90m (现在中华人民共和国 75m^2 住宅窗台高度标配尺寸)。其中主卧为开间 3.1m, 进深 4.45m 的主要居住空间。

此外, 考虑到现在建筑建设的基本条件, 本理想建筑模型应用的既有参数选择如下(模拟基础条件取自: CHN_Chongqing.Chongqing.Shapingba.575160_CSWD.epw, 下载自: <https://energyplus.net/>):

建筑使用人密度: $0.05\text{人}/\text{m}^2$;

设备能耗: $12.00\text{W}/\text{m}^2$;

光照: $12.00\text{W}/\text{m}^2$, 300lux;

空调加热及制冷极限: $100.00\text{W}/\text{m}^2$;

墙体: 200mm 厚砌块外墙, 150mm 厚砌块内墙;

屋顶: 150mm 厚钢筋混凝土屋面加 50mm 厚岩棉保温层;

地面: 300mm 厚混凝土;

窗: 双层 Low-E 中空玻璃
遮阳材料为不透明、不蓄热材料。

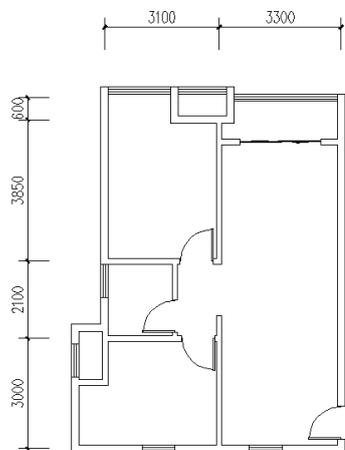


图2 理想建筑模型平面示意图

Fig.2 Schematic diagram of the ideal building model plan

2 本文采用的研究方法

2.1 大量随机样本的生成和性能模拟

本研究从多样化形体的随机样本出发, 即利用计算机技术生成多样形体, 大量随机样本是本研究的基础。通过对大量随机样本的性能模拟, 得到能耗数据, 能耗数据的变化源自于随机样本中变量的改变。其中性能模拟气候文件取自重庆市。

2.2 数据分析

本研究拟采用人工神经网络来对数据进行分析, 找到随机样本变量以及能耗数据之间的复杂关系。

2.3 设计模式的总结

本文在上述两部分内容不断回馈实验的基础上, 研究具体窗装饰构件形式以及和窗装饰构件到窗台尺寸之间的关系。本文总结该地区居住建筑主卧在七个方位(南、南偏东 15° 、南偏西 15° 、南偏东 30° 、南偏西 30° 、东、西)、次卧在三个方位(北、北偏东 15° 、北偏西 15°)的窗装饰构件设计模式, 以期指导后续的设计。

依据现有文献和调研资料, 模式的总结基于水平、垂直、U形三种窗装饰构件形式。不同方位的窗装饰构件形式采用其中的一种或者几种。

3 设计模式具体研究过程

本文重点讲述南立面窗装饰构件形体设计模式的研究过程, 其余立面窗装饰构件形体设计模式研究过程与此大同小异, 不再赘述, 只给出最终结论。

南立面装饰构件设计模式的研究过程如下。

3.1 大量多样样本的生成和性能模拟

本研究基于的形体是理想建筑模型, 在此基础上进行窗装饰构件形体样本的生成, 每次实验生成400个随机样本。南立面采用的最佳窗装饰构件形式为水平或者U型, 所有样本的变量包括: P_1 : 装饰构件挑出的长度和窗高的比值 ($P_1=L/H$, 图3左图)、 P_2 : 装饰构件沿南立面水平方向挑出窗边的长度与窗高的比值 ($P_2=D/H$, 图3中图)、 P_3 : U形装饰构件垂直构件高度与窗高的比值 ($P_3=h/H$, 图3右图) 三部分。

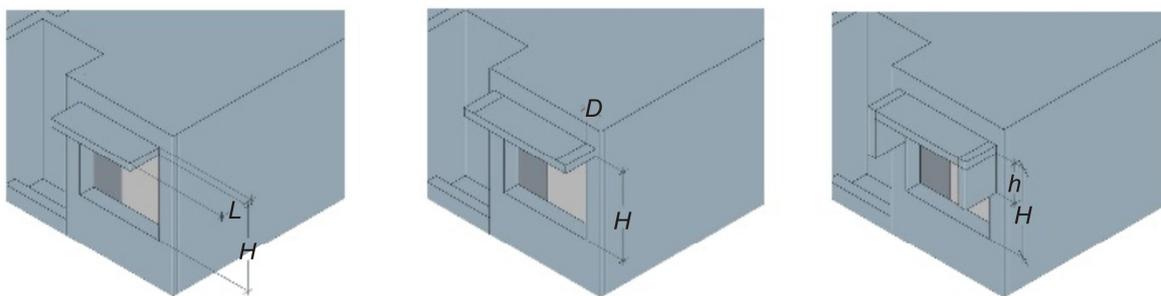


图3 样本变量示意图

Fig.3 Schematic diagram of sample variables

首先考虑与窗同宽的水平装饰设计模式 ($P_2=0$ 、 $P_3=0$), 在 Rhinoceros 和 Grasshopper (Rhinoceros软件, 擅长NURBS建模; Grasshopper

是Rhinoceros插件, 擅长参数化建模) 两个软件下建立随机形体, 使 P_1 值在0.05与3.00之间随机生成, 在此基础上进行性能模拟, 排除一些影响较小的性

能指标,本文考虑与能耗相关的热工指标包括:人散热、照明散热、电器散热、窗热得失、围护结构热得失五个,每一个小时取一次数据,总共取一年的热工指标。表1所示的是用DIVA(DIVA插件,是基于Rhino平台的一款高度优化的自然采光和能

耗分析插件)软件生成的能耗性能数据。由于400个随机样本的全年能耗值数量繁多,本表只给出编号为0的随机样本在1月1日0点~19点的部分人散热、照明散热、电器散热、窗热得失、围护结构热得失值(单位:J),其他数值从略。

表1 部分能耗性能数据

Table 1 Partial energy consumption performance data

Date/Time 日期时间	Zone People Total		Zone Electric Equipment		Zone Windows Total			Surface Average Face			
	Heating Energy [J](Hourly)-区域内人 的总热能[J](每小时)	Zone Lights Total Heating Energy [J](Hourly)-区域内 照明能耗[J](每小时)	Electric Energy [J](Hourly)- 区域内电器总电能[J](每小 时)	Total Heating Energy [J](Hourly)-区域内电器总 热能[J](每小时)	Transmitted Solar Radiation Energy [J](Hourly)-区域 窗口太阳辐射总能量[J](每 小时)	Zone Windows Total Heat Gain Energy [J](Hourly)-区域 内窗戶总得热[J](每小时)	Zone Loss Energy [J](Hourly)- 内窗戶总热损失[J](每小时)	Surface Window Heat Gain Energy [J](Hourly)-窗表面得 热[J](每小时)	Surface Window Heat Loss Energy [J](Hourly)-窗表面热 损失 [J](每小时)	Surface Heat Storage Energy [J](Hourly)-表面蓄热能 [J](每小时)	Conduction Heat Transfer Energy [J](Hourly)-墙体平均 表面传导热能 [J](每小时)
01.01 00:00:00	0	0	972000	972000	0	0	53530.645549443	0	53530.645549443	-1020021.41998836	-660594.494746502
01.01 01:00:00	0	0	972000	972000	0	0	536382.033434423	0	536382.033434423	-896265.751681171	-626457.151373587
01.01 02:00:00	0	0	972000	972000	0	0	524727.595833246	0	524727.595833246	-822837.675595833	-583282.175071805
01.01 03:00:00	0	0	972000	972000	0	0	512583.535835082	0	512583.535835082	-801895.245129562	-593873.714690525
01.01 04:00:00	0	0	972000	972000	0	0	511121.778755338	0	511121.778755338	-808782.673562599	-612520.594968331
01.01 05:00:00	0	0	972000	972000	0	0	517849.606177203	0	517849.606177203	-839387.591399316	-636342.877195434
01.01 06:00:00	0	0	972000	972000	0	0	522409.002821113	0	522409.002821113	-854091.931484146	-647712.208778028
01.01 07:00:00	0	0	972000	972000	0	0	524813.345101623	0	524813.345101623	-869751.007284099	-658365.751925274
01.01 08:00:00	5073840	9675899.79	1944000	1944000	73248.676243404	0	423011.624942597	0	423011.624942597	-68396.705959701	-918975.442736361
01.01 09:00:00	10147680	9264473.044	3888000	3888000	528134.31664296	260414.378922099	25583.769018627	260414.378922099	25583.769018627	1340359.58781145	-596721.310893656
01.01 10:00:00	15221520	8316789.153	5832000	5832000	1425330.25129078	1461026.32577214	0	1461026.32577214	0	226626.07733042	-356573.331946296
01.01 11:00:00	20295360	7346553.795	7776000	7776000	2186390.12812709	2467478.5423017	0	2467478.5423017	0	240945.45387811	-335405.784304981
01.01 12:00:00	20295360	6711124.693	7776000	7776000	2867872.63697711	3404616.4279436	0	3404616.4279436	0	2592193.8599036	-229729.596184981
01.01 13:00:00	10147680	6692837.76	3888000	3888000	2993860.27180653	3575411.26316967	0	3575411.26316967	0	2121680.36831043	-310066.720666469
01.01 14:00:00	15221520	7037643.862	5832000	5832000	2673809.67078338	3139189.34822795	0	3139189.34822795	0	1714907.95008082	-557143.162234292
01.01 15:00:00	20295360	786995.982	7776000	7776000	1916175.02422343	2119352.26301394	0	2119352.26301394	0	1032276.69561087	-932487.640209459
01.01 16:00:00	20295360	8953855.072	7776000	7776000	877581.306692716	728160.60042847	0	728160.60042847	0	130546.856361492	-1342122.01107519
01.01 17:00:00	10147680	9638486.612	3888000	3888000	95937.651240653	0	321571.229732984	0	321571.229732984	-459319.58801791	-1452475.07929841
01.01 18:00:00	9086540	9720000	1944000	1944000	0	0	460673.229719381	0	460673.229719381	-153392.257539242	-1153292.56325248
01.01 19:00:00	5073840	7732000.046	1083200	1083200	0	0	490204.06946358	0	490204.06946358	-770721.564307006	-744218.416394706

3.2 数据分析

在Owl(Owl是Grasshopper插件,擅长数据分析)软件中进行数据分析,可得到以下分析结果。图4是利用400个随机样本的全年能耗值经过训练后的数据分析示意图,横轴表示装饰构件挑出的长度和窗台高度的比值(P_1)、纵轴表示能耗值(单位: J/m^2)。

如图4所示,水平装饰构件出挑长度在初期对能耗值影响非常明显(即 P_1 值在0.05~0.76左右时),后期(即 P_1 值在接近3.00左右时)则相对较弱,而当 P_1 值在1.14~1.15(1.1462)左右时,能

耗性能接近最佳,但是由于窗高为1.60m,则通过 P_1 值计算所得装饰构件出挑在1.82~1.84m左右,构件较长。因此,如果采取此种遮阳模式,需要界定选取的临界条件。由于装饰构件对能耗值的影响均呈现前强后弱的趋势,本文采用值域中距最小值1/4处的值作为临界条件,这样既可以降低能耗,又可以减少出挑距离。图4中,纵坐标的值域为 $7.5652e+8 \sim 7.6294e+8$,距离最小值1/4处值为 $7.5817e+8$,对应的横坐标 P_1 值为0.7640,此时计算得出挑长度为1.22m。如需继续降低能耗且缩短出挑尺寸,需用其他形式进行弥补。

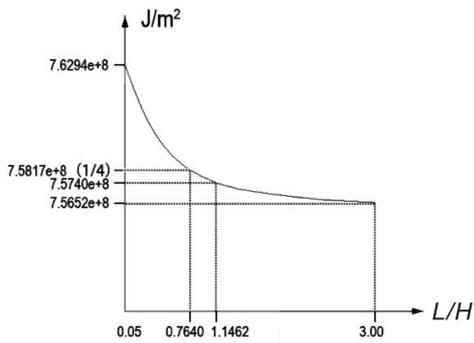


图4 南立面水平装饰构件出挑长度与能耗值的数据挖掘分析图

Fig.4 Data mining analysis chart of overhanging length and energy consumption of horizontal decorative components of south facade

本研究首先采用装饰构件沿南立面水平方向挑出长度。当考虑通过增加 P_2 值来缩短装饰构件悬挑长度时,采用同样的建立随机样本和数据分析方法,其结果是 P_2 值对降低能耗的贡献很小,此部分本文不再赘述。

接下来,本研究考虑采用U形装饰构件,以缩短出挑长度,通过 P_3 值来减少装饰构件的挑出长度。利用同样400个随机样本的全年能耗值进行试验后得到图5,图中所示X轴表示挑出长度和窗高的比值(P_1 ,该值取值范围0.05~3.00)、Y轴表示U形构件垂直形体长度与窗高的比值(P_3 ,该值取值范围0.10~1.00)、Z轴表示能耗值、curve1为1/4值域选取临界线。

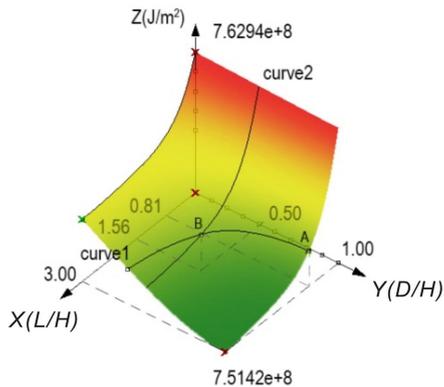


图5 南立面U形装饰构件出挑长度、垂直方向长度与能耗值的数据挖掘分析图

Fig.5 Data mining analysis diagram of the overhanging length, vertical length and energy consumption of u-shaped decorative components on the south facade

由图5可知:装饰构件两侧形体的长度对能耗性能改善相对明显,可利用此种方法对装饰构件的悬挑尺寸进行缩减。当U型构件垂直方向长度与窗高相等($h=H$)时(如图5中点A),悬挑长度可以减少。同样可用上述的距最小值1/4值域的方法予以选取,即当 $h=H$ 时,出挑长度 $L=1.28\text{m}$,对应的能耗值为 $7.5428\text{e}+8$ (图5中黑色线curve1为1/4值域选取临界线);而当垂直方向长度为装饰构件到窗台高度的1/2($h=1/2H$)时(图5中点B),出挑长度 $L=2.50\text{m}$ 。从出挑距离和能耗值两方面判断,U形构件优于水平构件。

3.3 设计模式总结

由上述的数据分析可知,最终的结果可用图4和图5的模型来进行分析,具体的模式叙述如下。

在重庆地区,居住建筑主要功能房间的南立面窗装饰构件形式可采用水平或者U型。如采用水平构件,其长度与窗户同宽即可(即图3中 $D=0$),挑出距离是装饰构件到窗台距离的0.76倍左右(见图4);如采用U形构件的形式,装饰构件的高度同窗高,U形构件的垂直构件长度宜与窗高等同,由图5以及实际建造方面的考虑,此模式下出挑长度与装饰构件到窗台高度比值在0.81以上为佳。

4 其他设计模式总结

采用以上的实验和分析方法,本文总结其他方位的窗装饰构件设计模式如下:

主卧东、西立面采用水平装饰时,挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的0.91倍以上,如果采用U形装饰,当 $h=H$ 时,挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的0.90倍以上;当 $h=1/2H$ 时,挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的1.56倍以上。如果采用垂直装饰,窗的南北两侧均要有垂直遮阳,构件宜同窗高,出挑距离宜是窗高的0.95倍以上。

主卧朝向南偏东西 15° 时的立面如果采用水平装饰,挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的0.79倍以上,如果采用U形装饰,当 $h=H$ 时,挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的0.83倍以上;当 $h=1/2H$ 时,挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的1.52倍以上。

主卧朝向南偏东西 30° 时的立面如果采用水平装饰,挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的0.79倍以上,如果采用U形装饰,当 $h=H$ 时,挑出距离

宜是装饰构件到窗台距离的0.85倍以上；当 $h=1/2H$ 时，挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的1.52倍以上。

次卧朝向北偏东西 15° 时的立面如果采用水平装饰，挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的1.55倍以上，如果采用U形装饰，当 $h=H$ 时，挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的1.46倍以上；而当 $h=1/2H$ 时，由于无法达到临界曲线（如图6所示，curve1表示 $h=1/2H$ 时在曲面的投影线，curve2表示能耗的临界曲线），且此时达到能耗最低值时的装饰构件挑出距离为到窗台距离的3倍以上，挑出距离过大，因此宜加大U型装饰构件的垂直长度， P_3 值最少在0.52以上。

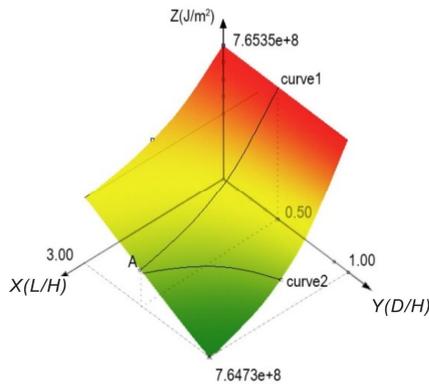


图6 北偏东西 15° U形装饰构件出挑长度、垂直方向长度与能耗值的数据挖掘分析图

Fig.6 Data mining analysis diagram of the overhanging length, vertical length and the energy consumption of u-shaped decorative components on the 15° north by east-west side

次卧北立面如果采用水平装饰，挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的1.50倍以上，如果采用U形装饰，当 $h=H$ 时，挑出距离宜是装饰构件到窗台距离的1.35倍以上。而当 $h=1/2H$ 时，同图6情况，无法达到临界曲线，且此时达到能耗最低值时的装饰构件挑出距离为到窗台距离的3倍以上，挑出距离过大，宜加大U型装饰构件的垂直长度， P_3 值最少在0.55以上。

此外，如果装饰构件采用分段的形式（见图7），则可以有效减小出挑距离。其装饰构件尺寸同所服务的窗尺寸相关，数值可参考上述数值。

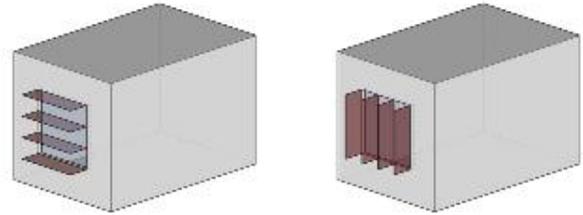


图7 分段装饰构件形式示意图

Fig.7 Schematic diagram of sectional decorative component form

参考文献：

- [1] 林波荣.绿色建筑性能模拟优化方法[M].北京:中国建筑工业出版社出版,2016:149-289.
- [2] 孙澄,韩昀松.绿色性能导向下的建筑数字化节能设计理论研究[J].建筑学报,2016,(11):89-93.
- [3] 孙澄,韩昀松.光热性能考虑下的严寒地区办公建筑形态节能设计研究[J].建筑学报,2016,(2):38-42.
- [4] 吉国华.参数化图解与性能化设计[J].时代建筑,2016,(5):44-47.
- [5] Pelken PM, Zhang J, ChenY, et al. Virtual Design Studio—Part 1: Interdisciplinary design processes[J]. Building Simulation, 2013,6(3):235-251.
- [6] Mechri H, Capozzoli A, Corrado V. Use of the ANOVA Approach for Sensitive Building Energy Design[J]. Applied Energy, 2010,87(10):3073-3083.
- [7] 鲁鑫,周铁军.重庆地区阳光气候利用与住宅建筑遮阳[J].西部人居环境学刊,2009,(2):12-15.
- [8] 王莺.重庆地区住宅建筑设计与气候[D].重庆:重庆大学,2003.
- [9] 潘孝祥.重庆地区建筑遮阳设计策略研究[D].重庆:重庆大学,2007.
- [10] 张斌,武广号.人工神经网络与改进遗传算法的协作求解[J].计算机工程与应用,2009,(34):35-37.
- [11] 蒋林,谢晓燕.基于人工神经网络的非线性组合预测方法研究[J].西安邮电学院学报,1999,(3):36-41.