

数字技术·建筑全生命周期 Digital Technology·Building Life-Cycle

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
Proceedings of 2018 National Conference
on Architecture's Digital Technologies
in Education & Research

全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会组委会
长安大学建筑学院

主编

中国建筑工业出版社

可变建筑生命周期评价

..... 毕雪皎 杨 巍 陈泽民 李奇芑 (328)

应用的建筑校企经验交流和人才培养机制研究

..... 罗志华 赵 阳 (334)

筑模型对唐代建筑文化的体验及应用研究

..... 岳红记 贾戌晨 王子豪 (338)

案设计中的综合应用 吴 双 刘启波 (345)

数字化设计方法

力学原理的建筑设计研究

..... 董昭恒 郑 斐 张 淞 (352)

境模拟优化设计研究 史立刚 杜 旭 (357)

适寒拓扑优化

..... 黄 勇 黄 纳 张龙巍 张民意 (362)

筑外遮阳参数化一体设计与优化方法研究

..... 洪宇东 吕 瑶 肖毅强 (368)

以下的寒冷地区农村住宅优化布局研究

..... 王艺晓 王月涛 桑志奇 (379)

的大空间建筑形态优化设计研究

..... 张 晗 黄 勇 张龙巍 (386)

计模式研究——以南宁为例 盛 励 李 宁 (393)

记

在轻钢住宅体系设计与建造中的应用研究

..... 黄飞亚 肖毅强 (400)

建筑中的应用 陈 冉 张 帆 (407)

建筑外墙性能模拟分析 詹峤圣 肖毅强 (413)

设计 张 烨 (418)

——基于动态装置模型的地景塑造

..... 蔡恒屹 虞 刚 (423)

能耗性能导向的阳台设计模式研究

——以南宁为例*

摘 要: 阳台作为住宅建筑其中的一个重要组成部分,其不同的形式对相邻房间的室内环境有着不同的影响。广西南宁位于西南地区,属亚热带季风气候,住宅多为开放式阳台。建筑注重通风性能大于采光,其形式缺乏统一。本文立足于此问题,将建筑能耗性能作为导向,探索阳台设计模式。通过简化模型,建立不同的开放阳台方案样本,利用能耗模拟软件对不同的阳台方案进行建筑能耗模拟以及对比分析,总结出不同阳台方案在能耗性能方面的特点与利弊,优化广西南宁地区住宅建筑的阳台设计模式。

研究步骤:

(1) 建立大量样本并进行能耗模拟以得到数据

(2) 利用神经网络进行数据挖掘

(3) 在数据挖掘基础之上总结七个方位(东、南、西、东南、东北、西南、西北)的阳台设计模式

关键词: 阳台; 能耗模拟; 阳台设计模式

1 问题提出

阳台作为连接室内外空间的活跃因素,在近十几年的发展过程中,出现了单人阳台、阳光房、花园阳台等一系列全新的、多样化的形式,同时阳台的形状也较过去发生了很大变化,例如弧形、扇面形等。越来越多的建筑师们关注着建筑的造型设计,以各种富有视觉冲击力和表现力的阳台形式,表现着建筑立面的形式美。但由于缺乏系统的理论研究作为支撑,在展示建筑形象的阳台设计中,良莠不齐,大量整体形象水平不高的阳台形式充斥在人们视野中,同时由于只注重立面形式,缺乏对物理性能的考虑,导致阳台存在许多问题。

作为采光口的阳台不仅影响室内采光,也是影响建筑节能的重要部分。在我国建筑能耗构成中,居住建筑能耗占总能耗的 37% 左右^①,相对于其他建筑类型能耗高很多。

2 研究背景

2.1 建筑技术性能研究背景

技术对建筑性能的改良是技术从属于已有建筑设计或者在已建成建筑的基础上的,是对建筑设计有益的“弥补”,在一定程度上改变了建筑设计的结果。不同的阳台形式,不同的使用功能,对室内物理环境有不同的影响。选择设计合适的阳台形式,有利于充分发挥阳台对于室内物理环境的调节作用,对降低建筑物使用过程中的能耗,创造良好的室内环境起到不可忽视的作用。在住宅建筑的概念设计阶段,利用性能模拟分析遮阳出挑距离、距离窗台高度等形体设计因素对住宅室内环境的影响,将性能模拟和数据分析两个方面结合,通过对居住建筑阳台遮阳尺寸进行性能模拟,得到数据,利用人工神经网络对数据进行分析,以找到适合当地住宅建筑遮阳的设计模式。

① 《中国建筑能耗研究报告(2017年)》来源:中国建筑节能协会, <http://www.cabee.org/>

* 国家重点研发计划课题(2017YFC0702405)。

2.2 数据分析研究背景

对数据的分析目前已在其他行业如火如荼的发展,其中非参数学习算法是值得借鉴到性能模拟数据研究中来的。非参数学习算法是相对于参数学习算法而言,参数学习算法是训练之前对数据遵从的模型进行一个假设,最大程度地简化学习过程,其优点是把估计概率密度、判别式和回归函数等问题归结为估计数量参数值,拟合速度快,然而缺点则是模型假定并非永久成立,不成立时误差较大;非参数学习算法是不对目标函数的形式做出强烈假设,直接从训练数据中自由的学习任何函数形式。在构造目标函数时,非参数学习算法对训练数据可以进行筛选,找到合适的训练数据,同时保留数据的泛化性能,所以非参数学习算法能够拟合大多数的函数形式。

人工神经网络是非参数学习算法的一种,其模仿动物神经网络行为特征,进行分布式并行信息处理,这种网络依靠系统的复杂程度,通过调整内部大量节点之间

相互连接的关系,从而达到处理信息的目的,并具有自学习和自适应的能力。人工神经网络是一个有大量简单元件相互连接而成的复杂网络,具有高度的非线性,能够进行复杂的逻辑操作和非线性关系实现的系统。该算法具有拟合速度快、有容差能力、适用于难于求解问题的优势。缺点是难于精确分析神经网络的各项性能指标;不宜用来求解必须得到正确答案的问题;并且体系结构的通用性差,即某一形式的神经网络只适用于一类或者几类问题。

2.3 理想建筑模型的提取

本文选取广西南宁为模拟对象,南宁位于西南地区,属亚热带季风气候,住宅多为开放式阳台。建筑多注重通风性能大于采光性能,缺乏对相邻房间室内热环境的考虑,并且其形式缺乏统一。通过对当地住宅户型的调查研究,提取当地典型的住宅户型平面^①,得到以下结果:

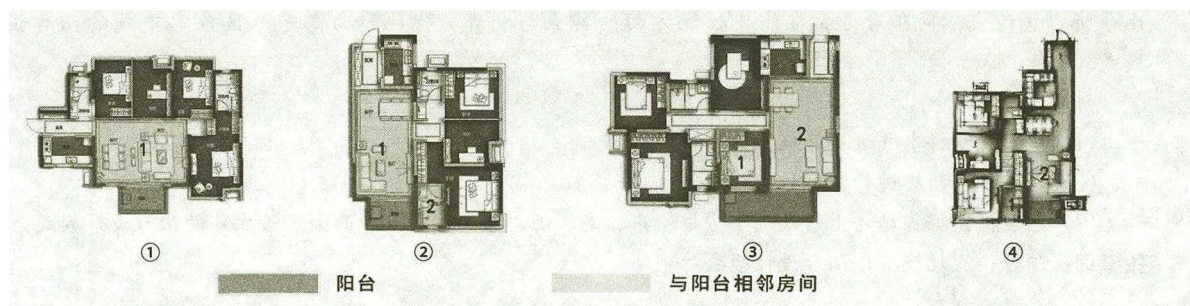


图1 南宁当地典型户型平面

在此基础上选择第①种户型平面为研究对象。

当地住宅存在的问题是,其阳台遮阳出挑的尺寸和其下部相邻外墙窗户的关系并没有确定。现状建筑对于具有遮阳意义的阳台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具有遮阳意义的阳台形体设计模式。

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。本文依据上文分析结果,选取南宁地区最常见的阳台模式,总结为开间4.00m、层高3.00m、进深4.50m的主要居住空间的理想建筑模型,其开窗尺寸为1.50m宽1.80m高,窗台高度0.80m。

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条件如下:

建筑使用人密度: 0.20人/m²

设备能耗: 12.00W/m²

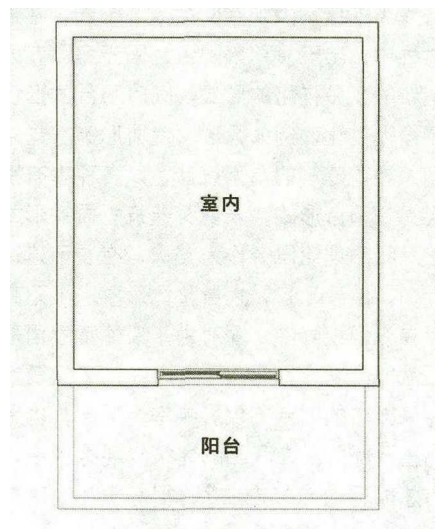


图2 简化提取理想建筑模型示意图

① 南宁万科城,采用点式楼栋规划布局十字单体建筑,尊重南宁的生活习惯。

光照: 12.00W/m², 300lux

空调加热及制冷极限: 100.00W/m²

墙体: 200mm 厚砌块墙

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

3 具体研究过程

本研究以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, 性能模拟气候文件取自广西南宁 (CHN_Guangxi_Zhuang_Nanning_594310_CSWD.epw, 下载自 <https://energyplus.net/>)。

(1) 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。

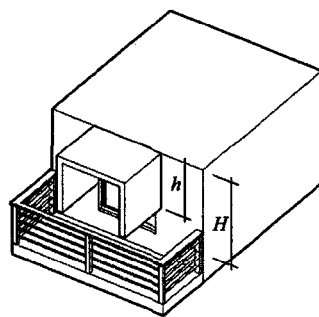
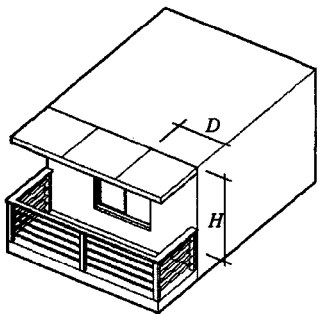
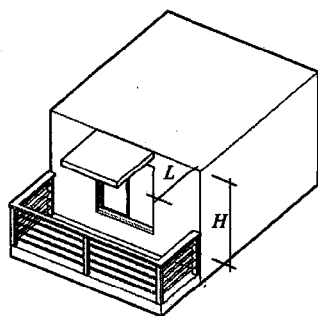


图3 样本变量示意图

首先考虑与窗同宽的水平遮阳设计模式 ($P2=0$ 、 $P3=0$), 在 Rhinoceros^②和 Grasshopper^③两个软件下建立随机形体, 使 $P1$ 值在 0.05 与 5.00 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、电气散热、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。图4所示的是部分能耗性能数据——编号为 0~14 的随机样本在 1 月 1 日 0 点~8 点的窗热得失值 (单位: J)。

(2) 设计模式的总结

本文在上述两部分内容不断循环实验的基础上, 研究具体具有遮阳意义的阳台形式以及和阳台到下部相邻外墙窗台尺寸之间的关系。本文一共总结该地区住宅阳台在七个方位 (东、南、西、东南、西南、东北、西北) 的阳台设计模式, 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、L 形四种遮阳形式。不同方位的具有遮阳意义的阳台形式采用其中的一种或者几种。

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, 在此基础上进行具有遮阳意义的阳台形体样本的生成, 总共生成 1 千个随机样本。南立面采用的最佳遮阳形式为水平遮阳或者 U 形遮阳^④, 所以样本的变量包括: $P1$: 遮阳挑出的长度和遮阳构件到窗台高度的比值 ($P1=L/H$, 图3左图)、 $P2$: 遮阳沿南立面水平方向挑出窗边的长度与遮阳构件到窗台高度的比值 ($P2=D/H$, 图3中图)、 $P3$: U 形遮阳垂直构件高度与遮阳构件到窗台高度的比值 ($P3=h/H$, 图3右图) 三部分。

3.2 数据分析

在 owl^①软件中进行数据分析, 可得到以下分析结果。图5是经过训练后的数据分析示意图, 横轴表示遮阳挑出的长度和遮阳构件到窗台高度的比值 ($P1$)、纵轴表示能耗值 (单位: J/m²)。

如图5所示, 水平遮阳出挑长度在初期对能耗值影响非常明显, 后期则相对较弱, $P1$ 值在 1.20~1.30 左右, 能耗性能接近最佳, 但是阳台到下部相邻外墙窗台高度为 2.00m, 则阳台出挑在 2.40~2.60m 左右, 构

① 《光伏构件与建筑遮阳一体化设计研究》, 弭嵩, 第十四届国际绿色建筑与建筑节能大会暨新技术与产品博览会。

② Rhinoceros 软件擅长 NURBS 建模。

③ Grasshopper 是 Rhinoceros 插件, 擅长参数化建模。

④ Grasshopper 插件, 擅长数据分析。

件较长,如果采取此种遮阳模式,需要界定选取的临界条件。因遮阳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 1/3 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。如

图 5 中,值域为 $1.6418\text{e}+9 \sim 1.7702\text{e}+9$,距离最小值 1/3 处值为 $1.6836\text{e}+9$,对应的 P1 值为 0.64。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。

Date/Time	EXAMPLEZ ONE0:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE1:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE2:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE3:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE4:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE5:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE6:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE7:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE8:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE9:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE10:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE11:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)	EXAMPLEZ ONE12:Zone Windows Total Heat Loss Energy [J] (Hour ly)
01/01 01:00:00	470117.1	460599.1	455548.5	452245.1	450337.5	449041.8	447925.6	447139.1	446805.7	446581.9	469904.1	459562.1	453477.7
01/01 02:00:00	390501.8	381372.8	376531	373359	371527.9	370280.4	369203.6	368448	368128.9	367916.1	390296.1	380379.5	374543.2
01/01 03:00:00	372829.8	362252.5	356561.9	352959.4	350797.7	349443.8	348226.7	347415.9	347068.8	346814.2	372601.1	361077.1	354346.7
01/01 04:00:00	350670.7	340643.8	335250.3	331789.5	329765.3	328417.4	327266.8	326447.2	326094.1	325853	350453.1	339528.1	333087.6
01/01 05:00:00	360921.8	351096.4	345811.2	342439.7	340477.6	339166.9	338021.6	337208.4	336865	336629.3	360708.7	350002.1	343705.6
01/01 06:00:00	382867.3	373338.4	368193.8	364878	362942.6	361661.7	360574.1	359799.4	359472.4	359248.7	382660.4	372276	366119.2
01/01 07:00:00	418170.3	408338.1	403029.5	399614.8	397626	396320.2	395217.8	394426.8	394095.2	393864	417958.1	407237	400898.6
01/01 08:00:00	198863.1	194570.4	192263.9	190771.8	189907.9	189330.6	188836.6	188486.8	188340.9	188242.9	198768.4	194095.4	191326.4

图 4 部分能耗性能数据

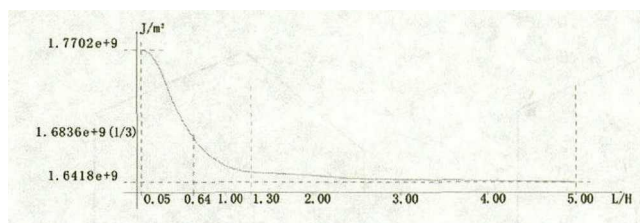


图 5 南立面水平遮阳出挑长度与能耗值的数据挖掘分析图

本研究首先采用阳台沿南立面水平方向挑出长度,通过增加 P2 值来缩短阳台悬挑长度,采用同样的建立随机样本和数据分析方法,可得图 6,图中 X 轴表示阳台挑出的长度和阳台到下部窗台高度的比值 (P1,该值取值范围 0.05~5.00)、Y 轴表示阳台沿南立面水平方向挑出长度与阳台到下部窗台高度的比值 (P2,该值取值范围 0.10~1.00,即图 3 中图的 D 值在 0.20~2.00m 之间)、Z 轴表示能耗值。

由图 6 可知:当 X 值较小即出挑长度较小时,Y 轴数值的增加对 Z 轴数值的减少贡献很少,即遮阳构件沿南立面水平方向挑出长度对能耗性能改善很小,且现有建筑开间的尺寸具有限制,D 值最大 1.25m,P2 值最大 0.625,除非在边跨,否则不能无限制的悬挑,所以该方法并不适用,阳台沿南立面水平方向长度与窗户同宽即可。

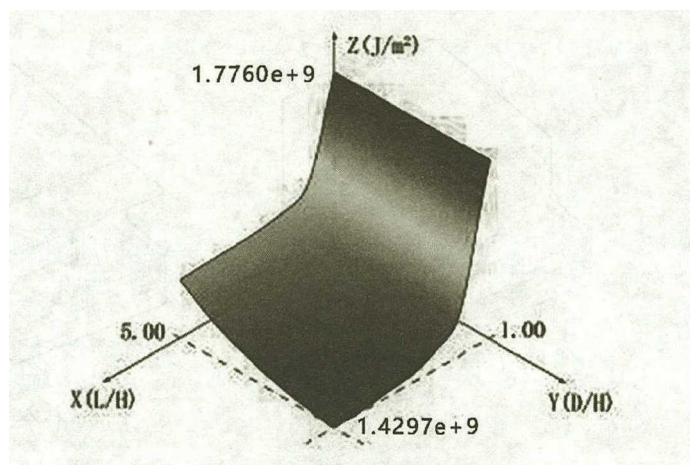


图 6 南立面水平遮阳出挑长度、水平长度与能耗值的数据挖掘分析图

其次,本研究考虑 U 形遮阳,即阳台下部加设两个垂直遮阳构件,以缩短出挑长度,通过 P3 值来减少遮阳构件的挑出长度。进行试验后得到图 7,图中所示 X 轴表示阳台挑出的长度和阳台到下部相邻外墙窗台高度的比值 (P1,该值取值范围 0.05~5.00)、Y 轴表示 U 形阳台下部两侧垂直形体的长度与阳台到下部相邻外墙窗台高度的比值 (P3,该值取值范围 0.10~1.00)、Z 轴表示能耗值。

由图 7 可知:遮阳两侧形体的长度对能耗性能性能改善相对明显,可利用此种方法对遮阳构件的悬挑尺寸进行缩减。当 U 形遮阳出挑垂直方向长度与遮阳到窗台

高度相等 ($h=H$) 时, 悬挑长度可以减少。同样可用上述的距最小值 $1/3$ 值域的方法予以选取, 即当 $h=H$ 时, 出挑长度 $L=0.55$, 对应的能耗值为 $1.4297\text{e}+9$ (图 7 中间黑色线为选取临界线)。从出挑距离和能耗值两方面判断, U 形遮阳优于水平遮阳。

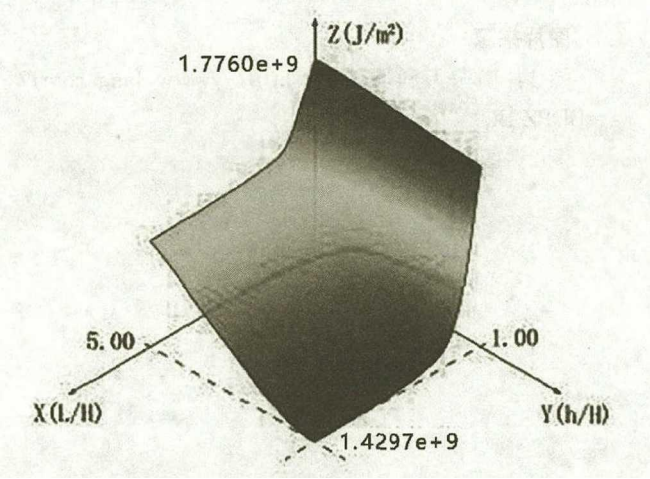


图 7 南立面 U 形遮阳出挑长度、垂直方向长度与能耗值的数据挖掘分析图

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 5 和图 7 的模型来进行分析, 具体的模式叙述如下。

在广西南宁地区, 若采用水平向悬挑遮阳形式的阳台, 宽度与窗户同宽时能耗最小, 但综合考虑 $R=L/H=0.64$ 时为最佳; 若采用 U 形遮阳, $H=h$ 时能耗最小, 且 $R=0.7\sim0.8$ 时为最佳。并在此基础上继续探讨其他不同的阳台设计模式。

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具有遮阳意义的阳台设计模式如下:

东、西立面采用阳台进行水平遮阳时, 挑出距离宜是遮阳到窗台距离的 0.81 倍以上, 如果采用 L 形遮阳, 则遮阳垂直部件在窗的南侧, 挑出距离宜是遮阳到窗台距离的 0.68 倍以上 (U 形遮阳也同此值), 如果采用垂直遮阳, 窗的南北两侧均有垂直遮阳, 构件可适当比窗高, 高出窗高的 $1/3$ 及以上, 出挑距离宜为窗宽 (并非遮阳到窗台距离) 的 0.41 倍以上, 如果同窗高, 出挑距离宜为窗宽的 0.54 倍以上。

东南、西南立面采用阳台进行水平遮阳, 挑出距离宜是遮阳到窗台距离的 0.77 倍以上, 如果采用 U 形遮阳, 挑出距离宜是遮阳到窗台距离的 0.68 倍以上。

东北、西北侧阳台形式宜为 L 形, 即在阳台左右两侧分设遮阳构件, 出挑距离宜为遮阳构件到窗台距离的 0.60 倍以上。

	EXAMPLEZ ONE40:Zone Opaque Surface Inside Windows Total Heat Loss Conducti on Heat Loss Energy [J] (RunP eriod)	EXAMPLEZ ONE41:Zone Opaque Surface Inside Windows Total Heat Loss Conducti on Heat Loss Energy [J] (RunP eriod)	EXAMPLEZ ONE42:Zone Opaque Surface Inside Windows Total Heat Loss Conducti on Heat Loss Energy [J] (RunP eriod)	EXAMPLEZ ONE43:Zone Opaque Surface Inside Windows Total Heat Loss Conducti on Heat Loss Energy [J] (RunP eriod)	EXAMPLEZ ONE44:Zone Opaque Surface Inside Windows Total Heat Loss Conducti on Heat Loss Energy [J] (RunP eriod)	EXAMPLEZ ONE45:Zone Opaque Surface Inside Windows Total Heat Loss Conducti on Heat Loss Energy [J] (RunP eriod)						
南	1.77E+09	1.33E+10	1.75E+09	1.32E+10	1.74E+09	1.31E+10	1.73E+09	1.3E+10	1.72E+09	1.3E+10	1.71E+09	1.29E+10
东南	1.77E+09	1.36E+10	1.75E+09	1.34E+10	1.73E+09	1.33E+10	1.72E+09	1.33E+10	1.71E+09	1.32E+10	1.71E+09	1.32E+10
东	1.76E+09	1.38E+10	1.74E+09	1.37E+10	1.73E+09	1.36E+10	1.72E+09	1.35E+10	1.71E+09	1.35E+10	1.7E+09	1.34E+10
东北	1.75E+09	1.4E+10	1.73E+09	1.39E+10	1.72E+09	1.38E+10	1.71E+09	1.38E+10	1.7E+09	1.37E+10	1.69E+09	1.37E+10
西北	1.74E+09	1.42E+10	1.72E+09	1.41E+10	1.71E+09	1.4E+10	1.7E+09	1.4E+10	1.69E+09	1.39E+10	1.68E+09	1.39E+10
西	1.74E+09	1.43E+10	1.72E+09	1.42E+10	1.7E+09	1.41E+10	1.69E+09	1.41E+10	1.68E+09	1.4E+10	1.68E+09	1.4E+10
西南	1.74E+09	1.43E+10	1.72E+09	1.42E+10	1.71E+09	1.41E+10	1.7E+09	1.4E+10	1.69E+09	1.4E+10	1.68E+09	1.4E+10

图 8 其他方位部分能耗性能数据

经过对不同模式的阳台采光优化模拟看出, 对具有遮阳意义的阳台模式的设计, 能够在满足室内采光要求的前提下, 有效减少建筑能耗。在现代居住建筑设计中, 加强对阳台遮阳的设计, 不同朝向的外窗采用不同

的遮阳模式, 能够有效实现建筑的节能。

参考文献

[1] 林波荣等、绿色建筑性能模拟优化方法 [M].

北京: 中国建筑工业出版社, 2016.

[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] 弭嵩. 《光伏构件与建筑遮阳一体化设计研究》. 第十四届国际绿色建筑与建筑节能大会暨新技术与产品博览会.

[4] 吉国华. 参数化图解与性能化设计 [J]. 时代建筑, 2016 (05): 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.

图片来源

图 1: 南宁万科城户型. <http://www.fang.com/?s=BDPZ-BL>

图 2~图 8: 作者自绘