
FoAR 高校图书馆中庭节能与室内环境质量综合提升 ——多目标快速优化框架

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33549.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

FoAR

高校图书馆中庭节能与室

内环境质量综合提升——多目标快速优化框架。论文标题：Comprehensive improvement of energy efficiency and indoor environmental quality for university library atrium—A multi-objective fast optimization framework

期刊：Frontiers of Architectural Research

作者：Shen Xu, Yongzhong Chen, Jianlin Liu, Jian Kang, JinFeng Gao, Yuchen Qin, Wenjun Tan, Gaomei Li

发表时间：April 2025

DOI：<https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.08.010>

微信链接：[点击此处阅读微信文章](#)



FoAR是由高等教育出版社和东南大学建筑学院联合主办的全英文学术期刊

建筑学 / 城乡规划 / 风景园林

本刊已被 AHCI / CSCD / Scopus / DOAJ / CSTPCD 收录

中国科技期刊卓越行动计划 英文领军期刊



RESEARCH ARTICLE

Comprehensive improvement of energy efficiency and indoor environmental quality for university library atrium—A multi-objective fast optimization framework

Shen Xu ^{a b c}, Yongzhong Chen ^{a c d}, Jianlin Liu ^e, Jian Kang ^f, JinFeng Gao ^g, Yuchen Qin ^{a c},
Wenjun Tan ^{a c}, Gaomei Li ^{a c}  

- ^a School of Architecture and Urban Planning, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China
- ^b State Key Laboratory of Subtropical Building and Urban Science, Guangzhou 510641, China
- ^c Hubei Engineering and Technology Research Center of Urbanization, Wuhan 430074, China
- ^d CCCC Comprehensive Planning and Design Institute Co., Ltd., Beijing 100024, China
- ^e College of Environmental Science and Engineering, Donghua University, Shanghai 201620, China
- ^f Bartlett Faculty of Built Environment, University College London (UCL), London WC1E 6BT, United Kingdom
- ^g Tianjin Key Laboratory of Smart City Planning, Tianjin Urban Planning and Design Institute Co., Ltd, Tianjin 300190, China

Show less 

 Add to Mendeley  Share  Cite

<https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.08.010> 

[Get rights and content](#) 

Under a Creative Commons [license](#) 

 Open access

论文题目

Manuscript Title

Comprehensive improvement of energy efficiency and indoor environmental quality for university library atriumdA multi-objective fast optimization framework

高校图书馆中庭节能与室内环境质量综合提升——多目标快速优化框架

02

作者

Authors

Shen Xu (a)(b)(c), Yongzhong Chen (a)(c)(d), Jianlin Liu (e), Jian Kang (f), JinFeng Gao (g), Yuchen Qin (a)(c), Wenjun Tan (a)(c), Gaomei Li (a)(c)*

(a) School of Architecture and Urban Planning, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

(b) State Key Laboratory of Subtropical Building and Urban Science, Guangzhou 510641, China

(c) Hubei Engineering and Technology Research Center of Urbanization, Wuhan 430074, China

(d) CCCC Comprehensive Planning and Design Institute Co., Ltd., Beijing 100024, China

(e) College of Environmental Science and Engineering, Donghua University, Shanghai 201620, China

(f) Bartlett Faculty of Built Environment, University College London (UCL), London WC1E 6BT, United Kingdom

(g) Tianjin Key Laboratory of Smart City Planning, Tianjin Urban Planning and Design Institute Co., Ltd, Tianjin 300190, China

03

论文摘要

Abstract

Low-carbon, energy-saving, and health have become a common trend for the whole of mankind. However, how to balance the relationship between energy-saving and healthy indoor environment is a key issue for sustainable building development. This paper extracted the prototypical form of university library atrium based on 44 library cases in Wuhan. A methodology verified with measured data for evaluating building performance was constructed, and the synergistic influence of spatial morphology parameters on the building

energy efficiency (BEE) and indoor environmental quality (IEQ) was analyzed. Finally, a multi-objective fast optimization framework coupled with machine learning algorithms was used to achieve the optimal design of university library atrium. The results showed that the parameters that influence the building energy consumption, indoor thermal comfort, daylighting performance most were the height-to-width ratio, the skylight solar heat gain coefficient, and the sidewall window-to-wall ratio, respectively. The machine learning models predicted performance 400 times faster than traditional performance simulations. And compared with the worst-performance scheme, the maximum optimization rate of building energy consumption, indoor thermal comfort, daylighting performance was 29.46%, 10.46%, and 65.56%, respectively. The multi-objective fast optimization framework could provide guidance for policy makers and architects to performance-based design in the early design stages of university library atrium.

低碳、节能与健康已成为全人类的共同发展趋势。然而，如何平衡节能与健康室内环境之间的关系，是可持续建筑发展的关键问题。本文以武汉地区 44 个图书馆案例为研究对象，提取了高校图书馆中庭的原型模式。构建了一种经实测数据验证的建筑性能评估方法，并分析了空间形态参数对建筑能效（BEE）和室内环境质量（IEQ）的协同影响。最后，运用结合机器学习算法的多目标快速优化框架，实现了高校图书馆中庭的优化设计。结果表明，对建筑能耗、室内热舒适度、采光性能影响最大的参数分别是高宽比、天窗太阳得热系数和侧墙窗墙比。机器学习模型预测性能的速度比传统性能模拟快 400 倍。与性能最差的方案相比，建筑能耗、室内热舒适度、采光性能的最大优化率分别达到 29.46%、10.46% 和 65.56%。该多目标快速优化框架能够为政策制定者和建筑师在高校图书馆中庭设计的早期阶段进行基于性能的设计提供指导。

04

关键词

Keywords

University library atrium / 高校图书馆中庭

Spatial morphology / 空间形态

Building energy efficiency / 建筑节能

Indoor environmental quality / 室内环境质量

Machine learning / 机器学习

Multi-objective optimization / 多目标优化

05

章节标题

Sections Title

-
- 1. Introduction / 引言
 - 2. Methodology / 研究方法
 - 2.1. Outline / 概述
 - 2.2. Cases study and prototypes extraction / 案例研究与原型提取
 - 2.2.1. Cases study / 案例研究
 - 2.2.2. Prototype extraction / 原型提取
 - 2.3. Simulation methods of BEE and IEQ / 建筑能效(BEE)和室内环境质量(IEQ)的模拟方法
 - 2.3.1. Building energy consumption evaluation indicator / 建筑能耗评价指标
 - 2.3.2. Indoor thermal comfort evaluation indicator / 室内热舒适评价指标
 - 2.3.3. Daylighting performance evaluation indicator / 采光性能评价指标
 - 2.4. Correlation analysis / 相关分析
 - 2.5. Multi-objective optimization model / 多目标优化模型
 - 2.5.1. Random forest prediction model / 随机森林预测模型
 - 2.5.2. Multi-objective optimization model / 多目标优化模型
 - 2.5.3. Cluster analysis method / 聚类分析法
 - 3. Result and discussion / 研究结果与讨论
 - 3.1. Verification of simulation methods / 仿真方法验证
 - 3.2. The synergistic influence of morphology parameters on BEE and IEQ / 形态参数对BEE和IEQ的协同影响
 - 3.2.1. Building energy consumption / 建筑物能耗
 - 3.2.2. Indoor thermal comfort / 室内热舒适
 - 3.2.3. Daylighting performance / 采光性能
 - 3.2.4. Key parameters selection / 关键参数选择
 - 3.3. Multi-objective optimization results based on random forest algorithm /

基于随机森林算法的多目标优化结果

3.3.1. Random forest prediction modeling results / 随机森林预测建模结果

3.3.2. Time consumption comparison of our method and traditional method / 本方法与传统方法的耗时比较

3.3.3. Pareto frontiers solutions / 帕累托边界解

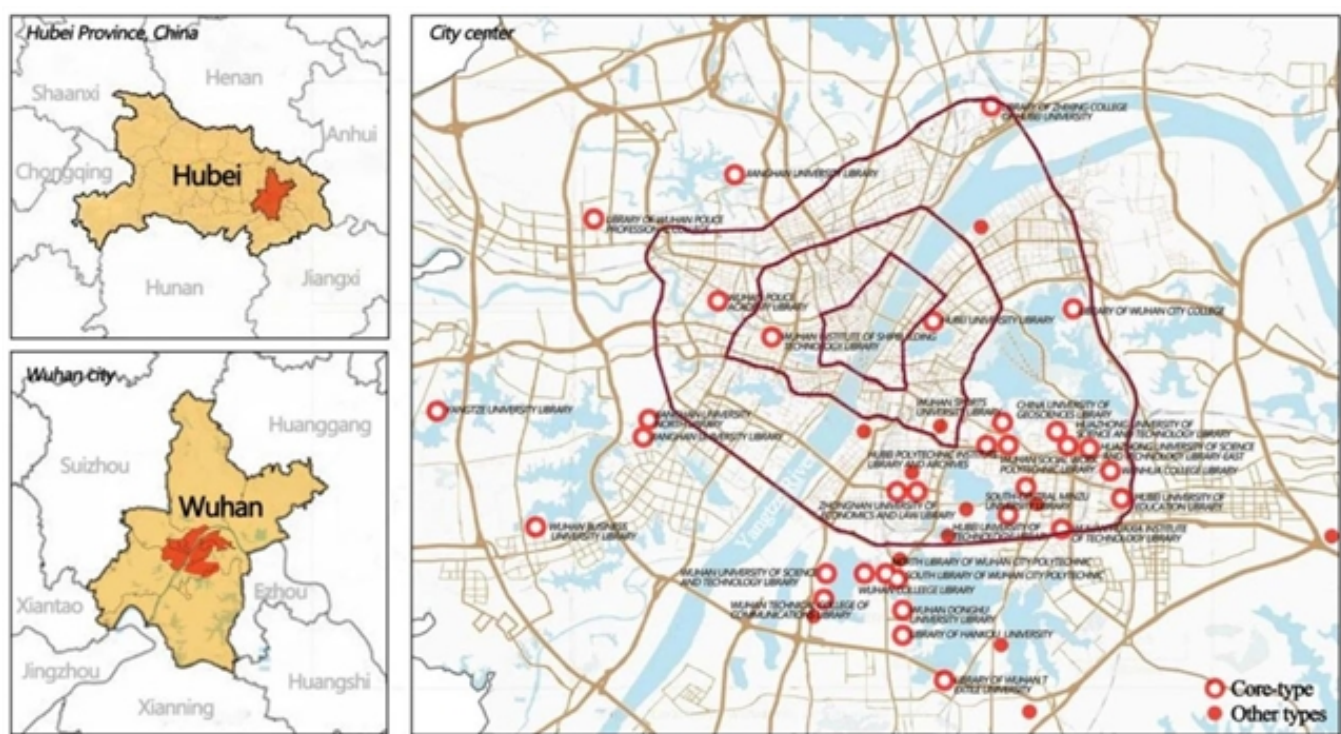
3.3.4. Multi-objective decision analysis results based pareto solutions / 基于pareto解的多目标决策分析结果

4. Conclusions / 结论

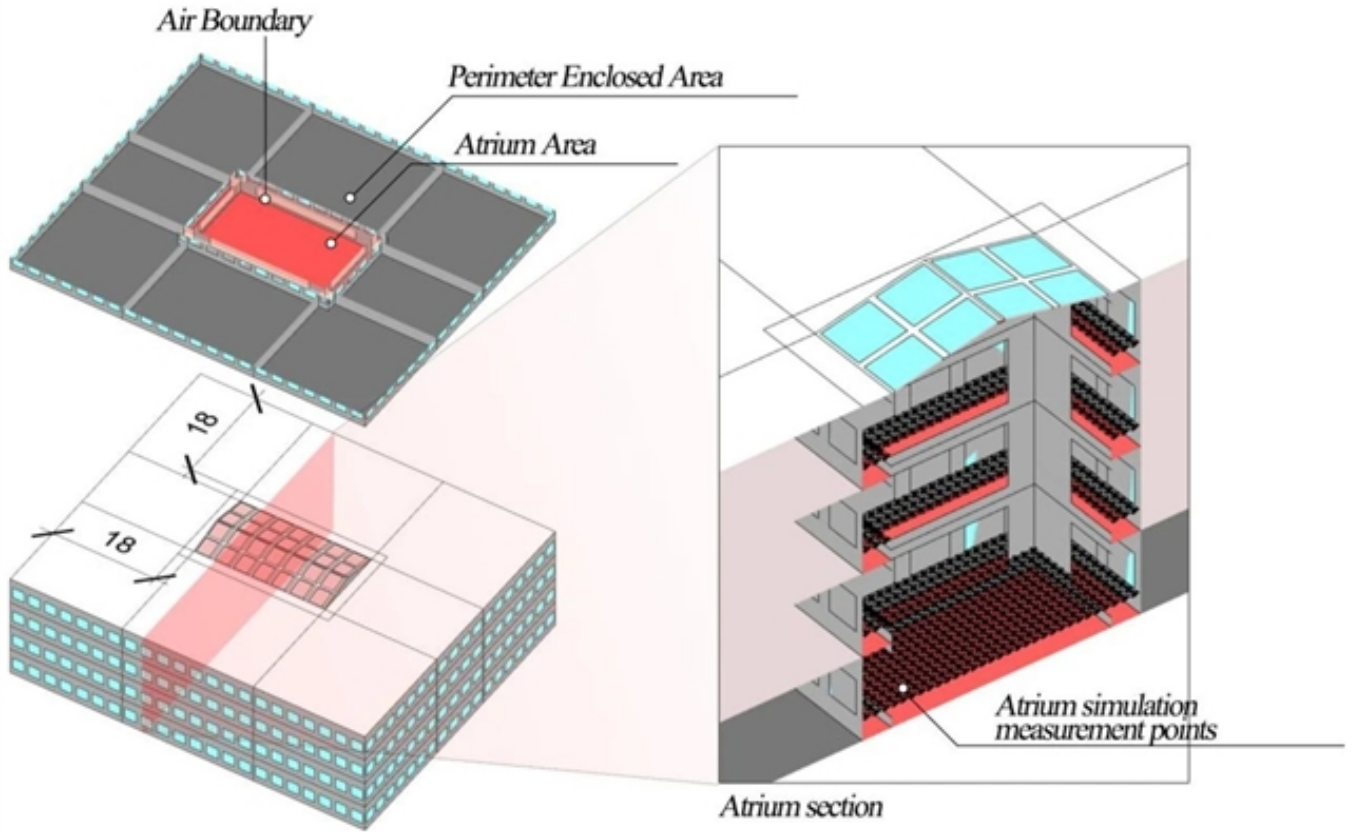
06

主要插图

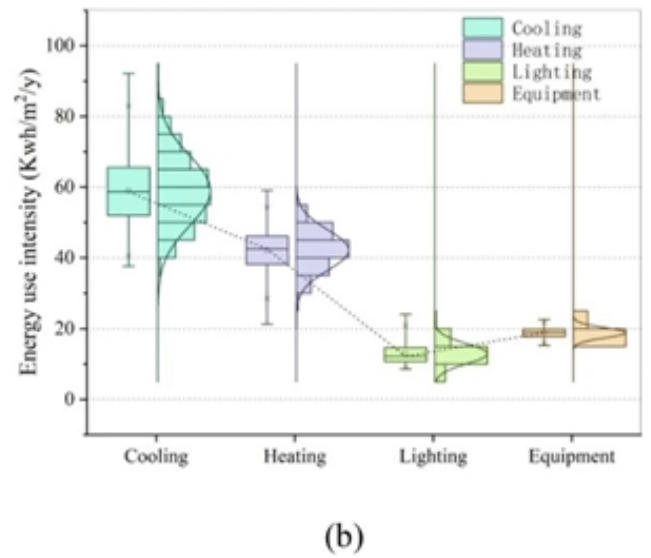
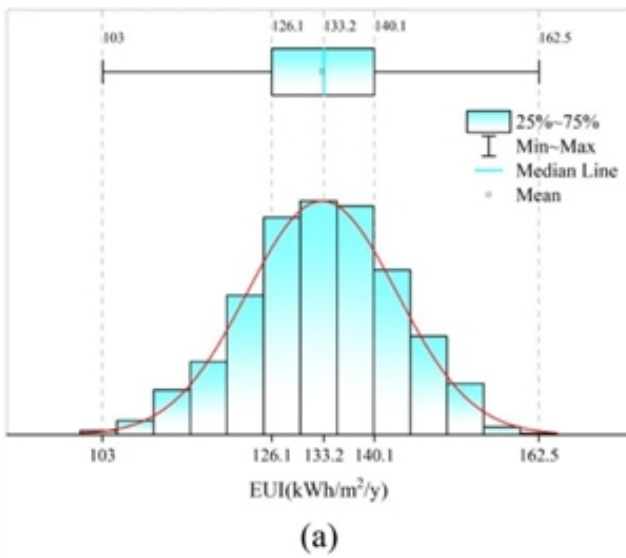
Illustrations



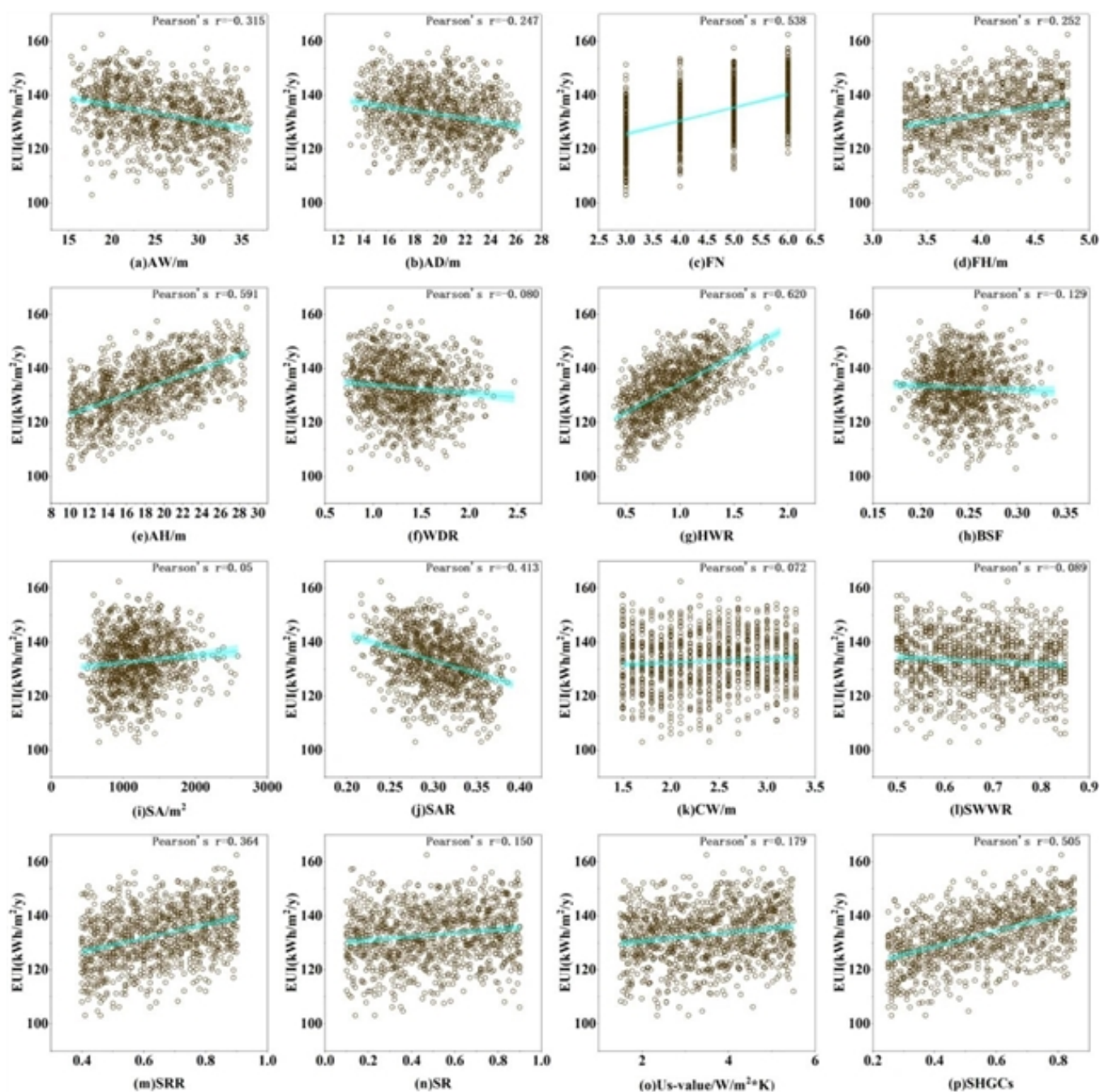
▲ 图一：研究案例的区位分布。©本文作者



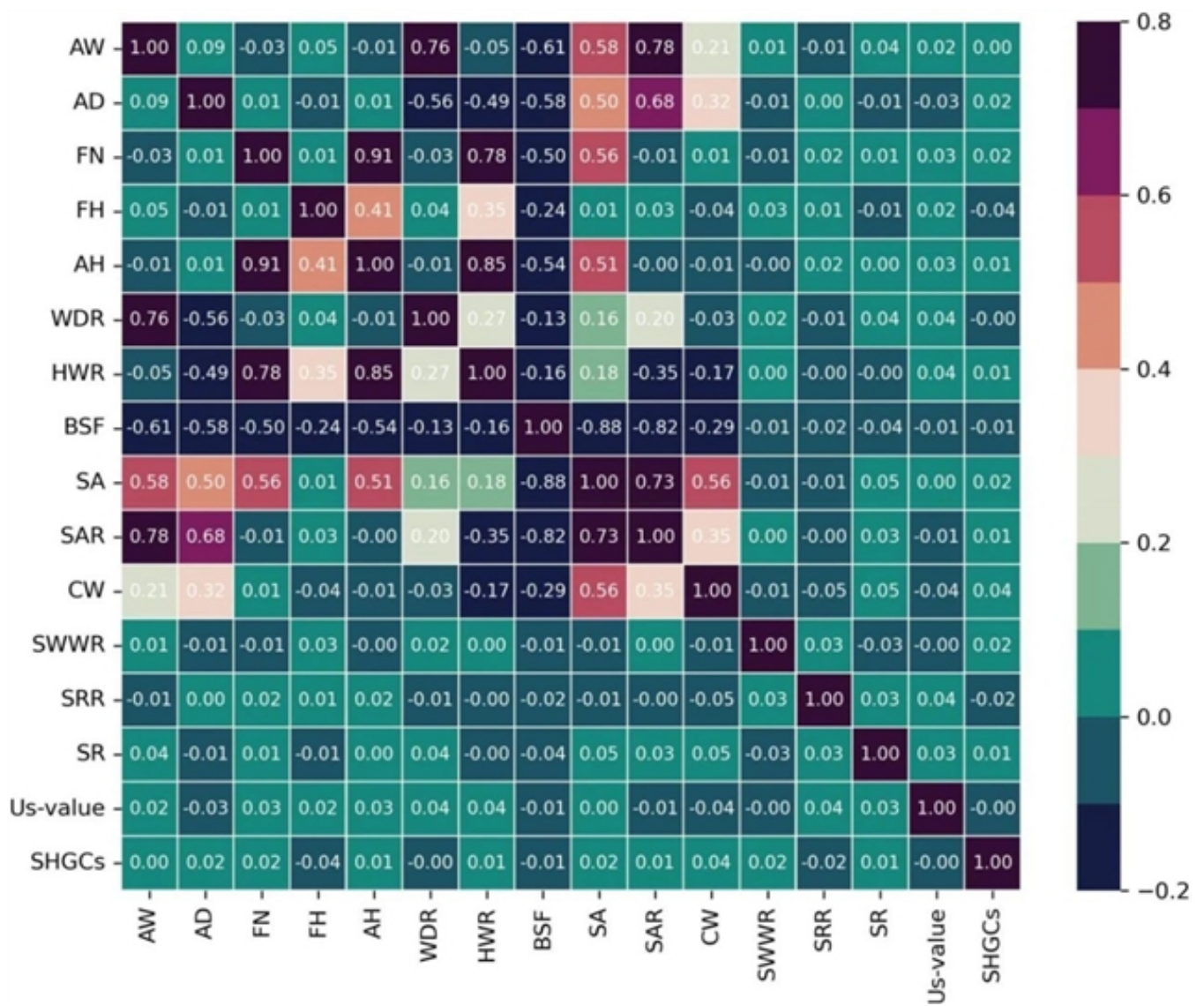
▲ 图二：高校图书馆中庭的原型。©本文作者



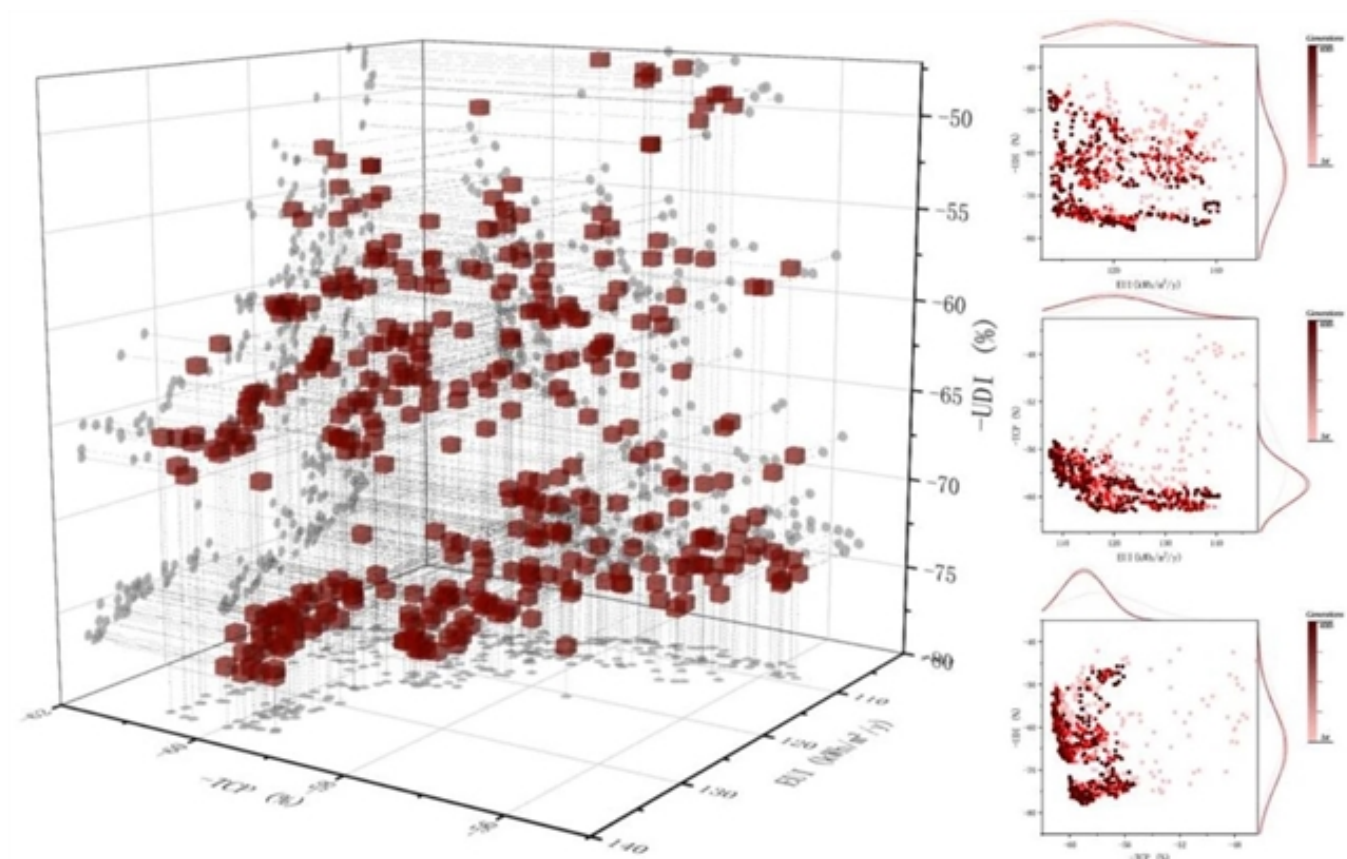
▲ 图三：建筑能耗强度（EUI）总体分布特征。(a) 样本案例中建筑能耗强度（EUI）的分布情况；(b) 样本案例中按项目分类的建筑能耗强度（EUI）分布情况。©本文作者



▲ 图四：形态参数与能源性能的散点图，(a) 外墙面积 (AW)，(b) 窗户面积 (AD)，(c) 楼层数量 (FN)，(d) 建筑高度 (FH)，(e) 建筑总面积 (AH)，(f) 窗墙比 (WDR)，(g) 高宽比 (HWR)，(h) 建筑体形系数 (BSF)，(i) 屋顶面积 (SA)，(j) 屋顶面积比 (SAR)，(k) 窗墙面积 (CW)，(l) 南向窗墙比 (SWWR)，(m) 太阳能得热率 (SRR)，(n) 太阳能反射率 (SR)，(o) 外墙传热系数 (U_s)，(p) 窗户太阳得热系数 (SHGCs)。©本文作者



▲ 图五：自变量之间的相关性。©本文作者



▲ 图六：多目标优化迭代过程及帕累托前沿解。©本文作者

07

作者介绍

Authors' Information



徐 燊

教授、博导

华中科技大学建筑与城市规划学院，武汉，中国

研究方向：建筑减碳设计、绿色建筑、可持续城市设计



陈永忠

硕士研究生

华中科技大学建筑与城市规划学院，武汉，中国

研究方向：绿色建筑设计、室内环境营造



刘建麟

教授、博导

东华大学环境科学与工程学院，上海，中国

研究方向：室内环境营造、城市微气候、低碳社区设计



康健

教授、博导

伦敦大学学院(UCL)巴特莱特建筑学部，伦敦，英国

研究方向：建筑声学与声景



高锦风

工程师

天津市城市规划设计研究总院有限公司，天津，中国

研究方向：城市模型；人工智能；遥感



秦昱晨

博士研究生

华中科技大学建筑与城市规划学院，武汉，中国

研究方向；多智能体交通模拟驱动的街区碳排放建模；人工智能与城市设计方法



李高梅*

博士研究生

华中科技大学建筑与城市规划学院，武汉，中国

研究方向；绿色建筑设计、性能驱动的城市设计方法

原文阅读

Download Link



长按上方二维码 | 浏览本期精彩论文

▼ 点击下方词条 往期精彩不容错过

#期刊快讯#系列

1/ 主编王建国院士团队荣获国家科技进步奖一等奖

2/ JCR最新 | FoAR 2023年度影响因子3.1，两项评价指标均位列WoS核心合集建筑类第一

3/ 最新 | FoAR 2023 CiteScore 指数上升为6.2

4/ 最新 | FoAR 被中国科技论文与引文数据库（CSTPCD）收录

5/ 最新 | FoAR 再次入选中国国际影响力优秀学术期刊

6/ 最新 | FoAR 荣获科爱十大优秀期刊奖

7/ 最新 | FoAR进入2023年中国科学院分区表一区

8/ 最新 | FoAR 入选"中国科技期刊卓越行动计划"英文领军期刊

9/ 最新 | FoAR 2025中国科学院分区表大类小类保持一区

10/ 最新 | FoAR 进入 EI 工程索引数据库

#年度报告#系列

1/ FoAR | 2021年度报告

2/ FoAR | 2022年度报告

3/ FoAR | 2023年度报告

4/ FoAR | 2024年度报告

#新刊上线#系列

2025年第一期

2025年第二期

#FoAR投稿指南#系列

1/ 投稿流程

2/ Guide for Author中文版

3/ 审稿流程及发表流程

4/ 如何提交修改稿

5/ 录用文章出版流程

#期刊知识科普#系列

1/ SCI之父尤金·加菲尔德的传奇人生

2/ 国际核心期刊数据库大解析

3/ 手把手教你如何使用最强工具Web of Science

4/ 如何发现一本好期刊

5/ 国内核心期刊有哪些

6/ 版面费与期刊影响力

#精彩文章#系列精选

01/ 城市设计实践发展的多元维度——基于UAL的案例研究

02/ 从智慧城市到共情城市

03/ 传统阿拉伯伊斯兰城市居住区形态学:以传统城市大马士革为例

04/ 建筑遗产预防性保护的意大利视角

05/ 生物与建筑：将科学知识与设计实践相结合的六家法国建筑事务所项目案例研究

06/ 颇具争议的渐进式改造：Elemental建筑事务所金塔蒙罗伊公屋居住区项目的15年

07/ 联合眼动实验和SD法的传统商业街区视觉效果感知评价

08/ 历史的层次：古城堡遗迹中的新建筑改造

09/ 通过空间句法检验帕拉第奥别墅平面中的控制性、中心性和灵活性

10/ 自1931年柯布西耶的Salubra色卡问世后其建筑色彩的偏好：一种跨文化的分析

11/ 建筑师身份的描绘：1920年代末的中国美术建筑师——刘既漂

12/ 探索暴露于风影响下织物的表达与功能

13/ 绿色屋顶能否在地中海气候条件下显著节约能源？基于不同案例的批判性评估

14/ 芬兰近期落成的原木建筑的建构及建筑品质：相关建筑师的解读

15/ 新加坡高校教室光环境品质研究

《前沿》系列英文学术期刊

由教育部主管、高等教育出版社主办的《前沿》（Frontiers）系列英文学术期刊，于2006年正式创刊，以网络版和印刷版向全球发行。系列期刊包括基础科学、生命科学、工程技术和人文社会科学四个主题，是我国覆盖学科最广泛的英文学术期刊群，其中12种被SCI收录，其他也被AHCI、Ei、MEDLINE或相应学科国际权威检索系统收录，具有一定的国际学术影响力。系列期刊采用在线优先出版方式，保证文章以最快速度发表。

中国学术前沿期刊网

<http://journal.hep.com.cn>



来源：Frontiers of Architectural Research

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发