



装饰

ZHUAGNSHI

2024 03

特别策划 SPECIAL FEATURE
量化研究
QUANTITATIVE
RESEARCH



基于自采集街景和深度学习的
北京骑行环境风险评估

Cycling Environmental Risk Assessment for
Central Beijing Using Self-collected
Street View Images and Deep Learning

以定量分析为基础的银泰百货
平面设计配色规则制定研究

The Research on Formulating Color Rules for
Graphic Design in Intime Department Store
Based on Quantitative Analysis

“以用户为中心”视角下
量化设计方法的特征与价值

Characteristics and Contribution of
Quantitative Design Methods from
a "User-centered"

社会科学实验和信息设计研究：
方法与实证研究

Social Science Experiment and
Message Design Studies:
Methodology and Empirical Research

图形与文字：
数字交互系统适老化隐喻设计研究

Pictogram & Text: Metaphor Design of
Digital Interactive System for Senior Citizens

量化历史与社会网络分析：
原理与应用

Quantitative History and
Social Network Analysis:
Theories and Applications

目录 CONTENTS

信息时空	栏目主持: 李 拓 张 明	News and Events	Column Host: Li Tuo Zhang Ming
005 短讯、要闻		005 Briefing, News	
008 域外传真		008 Overseas Information	
010 新设计		010 New Design	
011 推荐阅读		011 Recommended Reading	
特别策划: 量化研究	栏目主持: 贾 珊	Special Feature: Quantitative Research	Column Host: Jia Shan
012 基于自采集街景和深度学习的北京骑行环境风险评估	吴其正 苏南西 李 彦 龙 瀛	012 Cycling Environmental Risk Assessment for Central Beijing Using Self-collected Street View Images and Deep Learning	Wu Qizheng Su Nanxi Li Yan Long Ying
018 以定量分析为基础的银泰百货平面设计配色规则制定研究	杨 焕 赵鹏浩 陈 彤 霍 然 陶志鹏	018 The Research on Formulating Color Rules for Graphic Design in Intime Department Store Based on Quantitative Analysis	Yang Huan Zhao Penghao Chen Tong Huo Ran Tao Zhipeng
025 “以用户为中心”视角下量化设计方法的特征和价值	吴 琼 孙妍彦 王 靖	025 Characteristics and Contribution of Quantitative Design Methods from a "User-centered" Perspective	Wu Qiong Sun Yanyan Wang Jing
030 社会科学实验和信息设计研究: 方法与实证研究	陈 梁 汤鸿杰	030 Social Science Experiment and Message Design Studies: Methodology and Empirical Research	Chen Liang Tang Hongjie
035 图形与文字: 数字交互系统适老化隐喻设计研究	侯冠华 刘 琼 潘永晟	035 Pictogram & Text: Metaphor Design of Digital Interactive System for Senior Citizens	Hou Guanhua Liu Qiong Pan Yongsheng
040 量化历史与社会网络分析: 原理与应用	林 展 何睿伊 韩吉予	040 Quantitative History and Social Network Analysis: Theories and Applications	Lin Zhan He Ruiyi Han Jiyu
纸上展览	栏目主持: 赵 华	Exhibition on Paper	Column Host: Zhao Hua
062 探究“中国样式”与应对时代的创新: 从“第十届全国书籍设计艺术展览”看中国书籍设计的现状与发展	韩湛宁 黄 军	062 Exploring the "Chinese Style" and Innovations in Response to the Times : The Current Situation and Development of Chinese Book Design from the 10 th National Exhibition of Book Design	Han Zhanning Huang Jun
海外动向	栏目主持: 李 拓	International Scholars	Column Host: Li Tuo
060 视点: 有关设计文档的探讨	[英] 苏·布雷克尔 翻译: 汪 芸	060 Perspectives: Negotiating the Archive	Sue Breakell Translated by Wang Yun

第一线 栏目主持：萧 冯

Front Line Column Host: Xiao Feng

- 068 “恰如其分”是设计的箴言：
聿书堂设计工作室创始人张弥迪专访
赵 华 赵毅平

- 068 "Appropriate" Is the Motto of Design :
Interview with Zhang Midi , Yu Shu Tang Design
Studio Founder
Zhao Hua Zhao Yiping

史论空间 栏目主持：周 志

History of Art & Design
Column Host: Zhou Zhi

- 078 地位与错位：
对赫伯特·拜耶通用字母的重新审视
曾 平

- 078 Status and Dislocation: A Revisiting of Herbert
Bayer's Universal Alphabet
Zeng Ping

- 084 南宋“金丝彩冠”成因及形制新考
郝继旭 芦 娜 崔荣荣 崔 艺 牛 犁

- 084 An Analysis of Shape, Attribute and Cause of
Popularity of "Golden Silk Colored Crown" in
Southern Song Dynasty
Hao Jixu Lu Na Cui Rongrong Cui Yi Niu Li

民俗民艺 栏目主持：赵毅平

Folk Art and Culture
Column Host: Zhao Yiping

- 090 凉山彝族“噶作”（神柜）的家具特征及民间
信仰内涵研究
杨 丁

- 090 Study on the Furniture Features and Folk Belief
Connotation of "Gat Zuo " (Sacred Cabinet) of Yi
in Liangshan
Yang Ding

- 096 文化地理空间下舟曲藏族坪定型女性“呗嚯”
形态及民俗成因研究
曹英才

- 096 Study on the Forms and Folklore Causes of
Tibetan Women's Boots "Bei Huo" of Pingding
Type in Zhouqu in Cultural Geospatial Perspective
Cao Yingcai

设计实践 栏目主持：田 君

Practice Column Host: Tian Jun

- 102 “以瓷作纱”工艺应用材料的扩展与可塑性研究
阙 镭 童超然

- 102 Research on the Expansion and Plasticity of
Materials Used in the "Porcelain Yarn" Process
Que Lei Tong Chaoran

- 106 互联网工业时代企业PI战略
——以小熊“萌家电”设计实践为例
蒋红斌 赵 妍 金志强

- 106 Enterprise PI Strategy for Internet Industry Era:
Taking BEAR's Meng Design as an Example
Jiang Hongbin Zhao Yan Jin Zhiqiang

个案点击 栏目主持：贾 珊

Case Study Column Host: Jia Shan

- 112 包装革命：白酒品牌升级的关键助攻
——以水井坊为例
刘文良 马雪寒

- 112 Packaging Revolution: Key Assistance for Baijiu
Brand Upgrading—— Taking SWELLFUN as an
Example
Liu Wenliang Ma Xuehan

教学档案

栏目主持：王小荣

Teaching Archives

Column Host: Wang Xiaomo

119 引入利益相关者启发式工具的服务设计工作坊教学实践与思考
胡莹 梁子灵 周子涵 宋雨露

Practice and Thinking of Service Design Workshop-Based Teaching Mode by Employing Stakeholder Heuristic Tool

Hu Ying Liang Ziling Zhou Zihan Song Yulu

院校风采

栏目主持：赵华 周志

Colleges

Column Host: Zhao Hua Zhou Zhi

124 以庆典缝合日常：以2024奥运会为契机的巴黎塞纳河滨水公共空间整合与创新
黄全乐 李芃

Stitching Daily Life via Celebrations: The Integration and Innovation of Seine Riverside Public Space in the Light of the Paris 2024 Olympic Games

Huang Quanle Li Peng

127 基于三维点云技术的岭南古典园林“非透视”空间研究
张莎玮 杨颀

Research on the "Non Perspective" Space of Lingnan Classical Gardens Based on 3D Point Cloud Technology

Zhang Shawei Yang Ting

130 历史街区的时空演变特征研究——基于澳门历史城区近十年典型年份POI数据的追踪
谢倩 沈康

Research on Spatial-Temporal Evolution Characteristics of Historic Districts: A Tracking Survey of POI Data in Typical Years of Macao Historic Districts in Recent Ten Years

Xie Qian Shen Kang

133 图像·图形·画境：基于抽象认知实验的形式语言课程教学探索与实践
韩如意 王铭

From Images to Graphics to Picturesque Conception: Teaching Exploration and Practice of Formal Language Based on Abstract Cognitive Experiment

Han Ruyi Wang Ge

136 过程与系统：景观生态学及绿地系统规划课程联动初探
何伟 许牧川

Process and Systems-A Preliminary Study of the Curriculum System of Landscape Ecology and Green Space System Planning

He Wei Xu Muchuan

139 抽象与真实的对话：借鉴开放形式理论的空间基础教学实验
温颖华 杨一丁

The Dialogue Between Abstract and Reality: A Foundation Course Experiment Based on Open Form Theory

Wen Yinghua Yang Yiding

142 地图的治理投射：明代闽粤地区的田制改革与舆图绘制
黎宇恒 何夏韵

Projections of Map Governance: Field System Reform and Mapping in Ming Dynasty Fujian and Guangdong Region

Li Yuheng He Xiayun

封三 广州美术学院广东省环境设计与社会创新重点实验室作品

封三 Works from Guangdong Provincial Key Laboratory of Environmental Design and Social Innovation, Guangzhou Academy of Fine Arts

主持人语

数据采集能力的革新、数据库的广泛建立、计算能力的级数增长，以及人工智能的飞速发展，让世界发生了巨大改变。当人类的注意力和行为可以作为客体被测量，当数据解读不仅关乎消费者，更联络所有内部利益相关者，当传统调研中大量的假设越来越趋近于实时结果，数据分析也开始紧密地与故事陈述结合在一起。这一切都在深刻地影响着设计学发展的轨迹。

研究范式的迭代往往伴随着理论的转型和学科的变迁，然而方法作为研究成果的一部分往往容易被忽视。针对设计学的交叉属性，今年《特别策划》栏目针对量化研究和质性研究两大阵营将分别组织两期专题。本期专题“量化研究”意在回应过去十年数据、设备和技术变革所带来的量化研究的升温。

从方法驱动到数据驱动：采访城乡规划技术科学研究学者龙瀛

城乡规划技术科学是建筑学院城市规划下的二级学科。技术科学主要工作是应用新的技术、数据、方法、模型来做城乡空间的问题的诊断评估，同时为进一步优化城乡空间提供支持。

过去十年，量化研究大的变化是朝数据驱动（Data Driven）的转化。十年前或者更早，研究更多的是软件、平台、方法、模型的驱动，当时数据量相对薄弱，主要是一些统计和调查的数据。从2013—2014年开始的十年是技术科学发展非常迅

这种升温代表了一种潮流和契机，但也不得不警惕升温背后的盲从。故而，我们抛出“量化”“质性”这一组类似于对话的命题，并非去勾画量化与质性的边界，而是去探讨日益复杂的细分领域内两种方法相互启发和相互交织的可能，去思考何种更精细化的研究方法，可以回应设计学所涵盖的具体情境及其复杂性和特殊性。

量化研究无论在自然科学领域还是社会科学领域都扮演着重要的角色。对设计学而言，虽然量化研究一直在研究者的视野范围内，却并没有形成比较稳定的研究范式。因此，此次专题并没有囿于设计学本专业范围内的学者，而是邀请了包含城市规划、传播学、历史学，以及设计学细分领域的六位学者，就各自领域的量化研究应用方法展开探讨。在这些卓

有成效的研究实践中，我们可以充分感知量化研究的巨大潜力，以及量化研究对研究者敏锐度提出的挑战。如何选择数据构建有成效的研究路径，是每一个领域学者都需要面对的问题。在普遍数据中不断地发现与本学科相关联的研究契机的过程，则逐步构建出一个学科的研究风貌。

为了读者可以有更好的语境去理解不同学科所展开的量化工作方法，本专题对每一位学者进行了简短的采访，置于文前，以提供阅读补充。当然，不同学科的量化研究都在不断更新，以适配其自身学科所关切的问题。设计学不可能直接照搬，而是要在充分理解自身研究内容的基础上去构建匹配的研究逻辑和范式。希望本专题为设计学的学者提供启发。（贾珊）

猛的十年，因为有了大数据，同时又有分析数据的能力，数据和计算成为量化研究方法变迁的契机。密集型的计算成为很多学科共同关注的范式，包括艺术学、政治学、管理学，工科、理科更是如此。

国际上，数据和计算渗透到城市研究、城市规划专业相对是比较普遍的情况，特别是量化城市研究方向，从全球的文献的综述调查可以看出中国在这个领域的表现很出色。中国的优势是数据源相对更多一些，比如手机数据、图像数据，来自遥感的、

无人机的、视频的，等等。大数据成为城市研究分析的有力补充，学界、业界可以用一些开放的数据或者商用的数据来展开研究。而国外数据比较依赖政府官方的数据以及标准的调查、普查。

量化研究每年都不断有新方法出来，比如最近这两年的人工智能、机器学习，特别是深度学习迭代得比较快。生成式人工智能不仅支持分析数据，它对支持未来的创造或者设计亦有帮助。所以这两年技术革新在不断激励量化研究方法的升级。（贾珊）

基于自采集街景和深度学习的北京骑行环境风险评估

吴其正	Wu Qizheng
苏南西	Su Nanxi
李彦	Li Yan
龙瀛	Long Ying

Cycling Environmental Risk Assessment for Central Beijing Using Self-collected Street View Images and Deep Learning

内容摘要：

根据中国自行车协会的最新数据，截至2022年，中国电动自行车的保有量已攀升至3.5亿辆，逐渐成为众多市民的首选出行方式。然而，传统自行车与新型电动自行车的大规模并行使用，无疑加剧了骑行环境的安全风险。现有研究缺乏针对骑行环境安全评价的指标体系，无法对骑行环境中的潜在风险进行量化分析。在此背景下，本研究聚焦北京市四环内骑行环境的现状，以自采集的方式获取了北京四环内2963.4公里道路共116107张骑行图像作为数据基础，构建了一套包含12项风险因素的指标体系，并确定各风险因素的权重，以进行加权计算得到风险指数，最后构建计算机视觉模型识别各风险因素，并对识别结果进行聚类。本研究还在梳理北京市近年来慢行交通政策的基础上，结合风险因素识别结果，为未来北京市骑行环境建设提供了建议与参考。

关键词：骑行环境、自采集街景、风险因素、模型识别

引言

根据中国自行车协会数据，截至2022年，全国有1亿多人经常参与骑行，有近千万人积极参与

自行车运动。同时，2022年中国电动自行车保有量已达3.5亿辆，电动自行车出行逐渐成为一部分人群主流的出行方式。如此大规模的传统自行车与

吴其正、苏南西、李彦、龙瀛（通讯作者），清华大学建筑学院

新型电动自行车同时出行，大幅增加了骑行环境的安全风险与事故发生率。^[1]2023年2月8日，北京市朝阳区人民法院召开了非机动车交通事故案件审理情况新闻发布会，并发布《非机动车交通事故案件审判白皮书（2021年度—2022年度）》。白皮书显示：2021年至2022年，北京市朝阳区人民法院共审理非机动车交通事故案件535件，收案量同比增长51%。

为探究骑行过程中的潜在风险，我们首先根据如下关键词：“交通事故”“北京市”“自行车”“电动自行车”“2022年”“2023年”“一审法院认定事实”，全面搜集了2022年至2023年公开的北京市交通事故判决案例，共筛选得到86条非机动车参与的案例。其中，66条案例有电动自行车参与，20条案例无电动自行车参与。通过梳理分析事故发生的具体原因，发现9条案例与“大型车辆的存在”直接相关，主要为重型货车与非机动车直接发生碰撞造成事故；2条案例与“路边停车”直接相关，尤其是在开车门时易与非机动车发生碰撞；2条案例与“非自行车的交通主体存在”直接相关；2条案例与“逆行”直接相关；1条案例与“自行车道被阻挡”直接相关。

此外，基于2020年北京市五环内的微博文本数据，进一步探究了与自行车出行安全相关的环境风险及现实问题。根据“自行车”“电动自行车”以及各类具体风险因素等关键词进行搜索，发现微博用户的评论主要反映了路边停车、自行车道被阻挡、逆行、恶劣的路况、不戴头盔等风险因素。

通过如上两类信息渠道对自行车骑行安全风险因素的搜集归纳，可以发现北京市自行车骑行存在一定的安全隐患。然而受限于现有相关数据的可获得性与质量，使更加细致地检测问题并精准刻画北京市自行车骑行环境现状受到了阻碍。同时，现有基于图像的骑行环境评估研究大多基于研究区域的社会经济特征、功能多样性来解释评估结果^[2]；还有研究基于图像分割要素，如天空、树木占比，构建包含安全性在内的图像多维度感知模型^[3-5]，缺乏针对安全性评价的指标体系。因此，确定适合北京的骑行环境风险因素评价体系，并针对各类具体风险因素展开大范围精细化的测度评估亟待完成。

为量化自行车骑行过程中潜在风险对交通安全产生的威胁，本文采用基于图像要素识别的技术路径。在基础数据层面，已有研究主要基于如下三类数据：开放获取的街景图像^[6]、骑行者的自我报告^[7]，以及自采集数据^[8]。其中，开放获取的街景图像主要来自于各地图产品供应商，如Google Maps^[9]、百度地图^[10]等，可高效获取大范围的街景数据。然而，现有开放获取的道路街景图像均为机动车视角拍摄，无法满足本研究对自行车道的分析需求，因而本文采用自采集骑行图像的方式对北京中心城区（四

环内）的自行车骑行环境开展大规模安全性评估工作。

一、北京骑行环境风险研究概况

1. 研究对象与概念界定

本次的研究范围为北京中心城区四环内，研究对象为北京四环内所有自行车道（含四环），包括胡同等其他无自行车道的路段。研究所采用的道路路网数据来自高德地图。

在对北京自行车骑行环境中各类风险因素建立初步认知的基础上，我们先进一步界定风险因素的概念。首先，将骑行环境中的所有要素划分为静态要素与动态要素两大类。静态要素包括与自行车道相关的基础设施与绿化环境。其中，基础设施包括路灯、路面状况、公交车站、机非车道隔离设施等。动态要素包括交通参与者、可移动设施与天气状况。

为了综合地评估北京市四环内约55.4平方公里所有的骑行道路，本研究结合事故判例、微博数据所反映的真实情况，最终选取了基础设施、交通参与者、可移动设施这三类静态、动态要素作为本研究的风险因素。

2. 数据采集与处理

本研究采用了移动感知的方法^[11]构建数据基础，即研究人员在自行车道上骑行，通过录像设备模拟骑行者的第一视角来录制骑行视频，进一步通过计算机程序处理所得数据为后续分析提供基础。

在采集设备方面（图1），采用GoPro11作为视频采集设备，并通过骑行支架固定于电动自行车车把上。此外，通过手机支架将手机也固定于车把上，便于骑行时查看导航。采集人员在采集过程中全程佩戴头盔。

在采集方法方面，针对不同等级的道路采取不同的采集策略以适应北京四环内多样的道路现况。同时根据道路类型确定采集方向是否需要双向采集，例如两车道及以上且规划有自行车道的道路需要双向采集，两车道且无自行车道的道路与其余更低等级道路均只需要单向采集，以避免重复采集环境相似的骑行视频而影响后续评估准确性。通过整理以上采集工作要点与注意事项，编制采集工作手册以标准化采集流程，同时应对各类突发状况。

本研究将北京四环内所有待采集的道路，依据其总长度以及每天可采集的最大长度，划分为48个采集单元。在制订完成采集计划后，两位研究人员历时两个月完成了所有道路的采集。具体采集时段选择为每日上午9时至下午4时之间，且在天气状况满足要求（无降水、能见度高）的情况下，开展采集工作。最终共采集了2629GB、103小时的骑行视频，对应2321.2公里的骑行拍摄轨迹；总骑行时长为131小时，对应的总骑行轨迹长度为2963.4公里。

在完成移动感知数据采集工作后，共获得了三类数据：GoPro拍摄的视频、从GoPro视频提取的GPS轨迹，以及作为备份的手机记录的GPS轨迹。首先，检查GPS轨迹数据的完整性，以决定采用何种GPS轨迹进一步处理；其次，根据GPS轨迹中的线图层生成20米的定距点，并将GPS轨迹中的点图层与最近的20米定距点相连接，以确定所需图像的点位数据；最后，根据图像点位数据中的时间信息，在GoPro视频中截取对应图像。

在经过上述处理流程之后，共得到北京四环内20米间距的自行车道图像116107张。（图2）



1. 实际采集工作照片
2. 北京四环内自行车道图像数据集

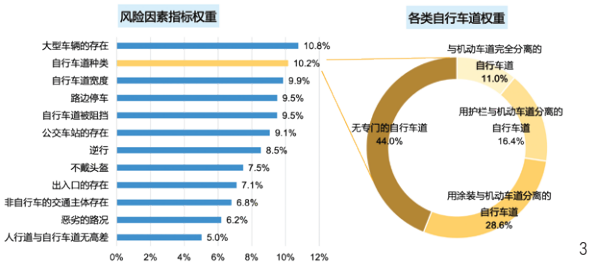
表 1. 自行车骑行环境风险因素体系

3. 自行车骑行环境风险因素权重与各类自行车道权重

4. 风险指数计算公式

编号	类型	风险因素	含义
1	静态要素	自行车道种类	与机动车道完全分离的自行车道
			用护栏与机动车道分离的自行车道
			用涂装与机动车道分离的自行车道
			无专门的自行车道
2	静态要素	自行车道宽度	自行车道宽度小于1.5m
3		公交车站的存在	存在于自行车道上的非港湾式公交车站
4		出入口的存在	停车场和建筑物入口
5		恶劣的路况	自行车道上的积水、坑洼、裂缝
6		人行道与自行车道无高差	人行道与自行车道高度相同
7	动态要素	路边停车	路边停放的车辆
8		自行车道被阻挡	阻塞自行车道的建筑设施和非机动车
9		大型车辆的存在	自行车道或邻近道路上存在的大型车辆
10		非自行车的交通主体存在	出现在自行车道上的行人、宠物等
11		逆行	逆行的骑行者
11		逆行	逆行的骑行者
12		不戴头盔	不戴头盔的骑行者

表 1



3

二、骑行环境风险因素识别方法

1. 风险因素体系构建

考虑到本研究针对北京四环内所有城市道路，覆盖范围大、涉及要素多、骑行场景复杂，已有研究的风险要素体系无法完全满足本研究的需要。因此亟须围绕本次骑行环境风险因素评价构建新的风险因素体系。

通过查阅自行车风险相关文献综述^[12—15]以及参与“通往健康和公平城市之路”项目的专家进行一系列讨论，首先确定了适用于全球各城市的各类风险因素；进一步，从中国社交媒体平台微博和中国法院判例记录中获得自行车事故信息，以发现中国城市特有的风险因素作为补充。综合上述工作基础，本研究构建了一套包含 12 类要素的自行车骑行环境风险因素体系。其中静态要素共 6 个，分别为：自行车道种类、自行车道宽度、公交车站的存在、出入口的存在、恶劣的路况、人行道与自行车道无高差；动态要素共 6 个，分别为：路边停车、自行车道被阻挡、大型车辆的存在、非自行车的交通主体存在、逆行、不戴头盔。具体指标对应含义见表 1。

2. 风险因素权重

为了给每个风险因素确定对应的百分比权重，以便于后续风险指数的计算，本研究采用了“德尔菲法专家问卷”^[16]的方式。德尔菲法也称为专家调查法，即采取通讯方式分别将所需解决的问题单独发送到各个专家手中征询意见，然后回收汇总并整理出综合意见；随后将该综合意见和预测问题再分别反馈给专家，再次征询意见，各专家依据综合意见修改自己原有的意见，然后再汇总；如此反复多次，逐步取得较为一致的预测结果。本研究共邀请 26 位行业专家进行了两轮打分，专家主要来自北京市交通委、北京市城市规划设计研究院、交通与发展政策研究所（ITDP），以及北京交通大学等高校。针对每个风险因素的危险程度，每位专家都进行 0 ~ 100 打分。最后，收集汇总所有专家的打分结果，求取每个风险因素的

危险程度均值并转换为百分比格式，以形成每个风险因素的风险权重。

其中，针对自行车道种类，由于共有固定隔离带、移动隔离带、自行车道划线与无自行车道这 4 种类型，因此需要对每一类自行车道分别确定权重。需要说明的是，在这四类自行车道中，无自行车道的风险程度最高，故而以其权重作为基准，其余类型的自行车道按比例计算风险权重。结果如图 3 所示：

在确定了各类风险因素权重的基础上，即可根据如图 4 所示公式计算风险指数：

风险指数 = Σ (风险指标数值 / 该指标最大值 × 对应权重)

4

3. 风险因素测度模型构建

针对 12 类风险因素，须根据其动态静态属性分别搭建专门的检测模型进行识别。针对 6 个静态风险因素，采用 YOLOv8^[17] 目标检测模型来识别；针对动态风险因素，则采用 DeepSort^[18]+YOLOv8 目标跟踪模型进行识别。其中，路边停车、非自行车的交通主体存在、在人行道上骑行这三类风险因素还叠加了具体的位置限定来精准识别，否则道路另一侧（非骑行侧）的要素也会被识别而干扰整体结果。

通过选取包含特定风险因素的图片来训练模型，逐步提高模型识别的准确率，最终将其提高到 85% 左右。需要说明的是，自行车道宽度采用另一套算法单独计算。^[19]

在使用模型识别完所有图片后，对所有图片结果进行人工检查，以保证最终识别结果的可靠性。

4. 模型识别结果聚类

根据模型识别的结果，为进一步探究每类风险因素的具体情况，因而采用层次聚类法对风险要素的识别结果进一步分类。通过模型识别结果聚类，一方面可以对不同的类别进行管控，如不同类型的大型车辆、不同颜色的电动自行车骑行者、阻挡自行车道物品；另一方面进一步理解风险等级，例如固定隔离带中停放自行车、公交车站等可通行的隔

离设施，以及沉降程度不同的路面。

三、北京四环内骑行环境风险因素识别结果

1. 各类骑行行为

针对不同的骑行交通工具和骑行行为，对其进行描述性统计。在骑行交通工具方面，北京四环内骑电动车的人数占比最高，达 62.9%；其次是骑自行车的人，占比 29.2%；骑三轮车的人数占比最低，为 7.9%。在骑行行为方面，所有骑行者中 97.9% 的骑行者都未佩戴头盔；4.1% 的骑行者逆向行驶；0.1% 的骑行者在人行道上骑行。

2. 自行车道类型

针对不同的自行车道类型，本研究对北京四环内所有自行车道进行了可视化呈现。（图 5）经统计，无自行车道的道路长度最长，占比 37.4%；其次为自行车道划线的道路，长度占比 35.6%；采用固定隔离带的自行车道长度占比 18.0%；采用移动隔离带的自行车道长度占比最低，为 9.0%。

3. 其他风险因素分布

针对其他各类风险因素，统计每公里该风险因素存在的数量，并用橘色渐变色带进行可视化，颜色越深说明每公里该风险因素出现的次数越多。具体情况见图 6。

- 大型车辆的存在（权重 10.8%）
“大型车辆的存在”即自行车道或邻近道路上存在大型车辆。重点分布路段包括三四环间的 G6 辅路、京密路、西直门外大街辅路、紫竹院路辅路、莲花池东路辅路和十里河西街等路段。在该风险因素较严重的区域，须重点关注大型车辆的行驶与停放行为，避免占用自行车道，以防给途经大型车辆周围的骑行者造成安全隐患。
- 路边停车（权重 9.5%）
“路边停车”即路边停放机动车。整体分布情况在北京四环内呈现出东北区域停车密度大于西南区域。个别区域如北四环西路附近的世纪城停车密度也较高。在该风险因素较严重的区域，须重点关注违章路边停车与临时停车现象，避免占用自行车

道，尤其需要注意机动车上下客时，车门与骑行者的碰撞风险。

- 自行车道被阻挡（权重 9.5%）

“自行车道被阻挡”即阻塞自行车道的建筑设施和非机动车等其他设施，包括指示牌、圆形路墩、废弃物品、私人物品等。主要分布在二环内的胡同中。在该风险因素较严重的区域，须重点关注自行车道被物品阻挡而导致的通行能力下降等问题，以及对骑行者造成的摔倒风险。

- 公交车站的存在（权重 9.1%）

“公交车站的存在”即存在于自行车道上的非港湾式公交车站。主要分布于四环内的各条主要城市道路，整体分布区域较均匀。在该风险因素较严重的路段，须重点关注公交车进出公交车站时与骑行者行驶轨迹的重叠交叉，避免发生碰撞事故。

- 出入口的存在（权重 7.1%）

“出入口的存在”即存在于自行车道旁的停车场和建筑物出入口。整体分布区域较均匀，仅北三环中路与北四环中路之间的区域较其他区域分布密度更高。在该风险因素较严重的路段，须重点关注机动车进出入口时与途经的骑行者可能的碰撞风险，在必要区域宜设置减速带、反光镜等设施提高安全水平。

- 非自行车的交通主体存在（权重 6.8%）

“非自行车的交通主体存在”即出现在自行车道上的机动车、行人、宠物等。除了二环内的分布密度较高，二三环之间与三四环之间的分布较均匀。在该风险因素较严重的路段，须重点关注机动车、行人、宠物等非自行车的交通主体与骑行者可能的碰撞风险。同时也可结合该风险因素的分布情况，检查对应路段是否由于人行道通行能力差而导致行人走到自行车道上的现象发生。

- 恶劣的路况（权重 6.2%）

“恶劣的路况”即自行车道上的积水、坑洼、裂缝等。主要分布在二环内的西北区域。在该风险因素较严重的路段，须重点关注路面平整度的改善，以提高骑行通行的平稳性，降低因道路状况而导致潜在的骑行危险。

- 人行道与自行车道无高差（权重 5.0%）

“人行道与自行车道无高差”即人行道与自行车道高度相同。整体分布情况较为分散，二环内该风险因素出现的频率较高，此外以人民大学北路的情况最为严重。在该风险因素较严重的路段，须重点关注人行道与自行车道的划分，可通过路面铺装、路障三角锥等设施加以区分。

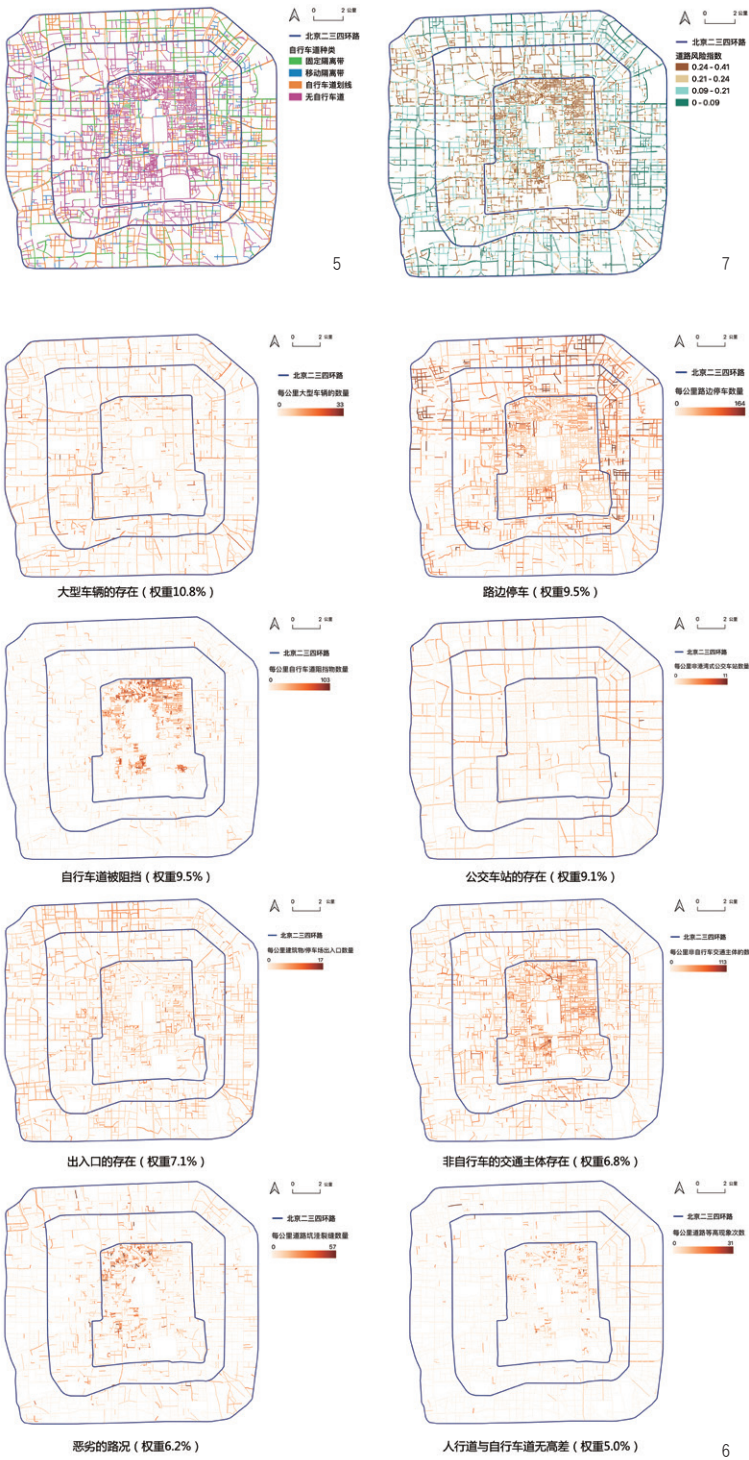
4. 自行车道风险指数

基于已确定的各风险因素权重，通过归一化公式计算每条道路的风险指数。在可视化方面，使用 QGIS，以“等数量（分位数）”方式将其分为四类，保证每一类中的道路数量相等。具体数值分段为：0.24 ~ 0.41，高风险道路；0.21 ~ 0.24，较高风险道路；0.09 ~ 0.21，较低风险道路；0 ~ 0.09，低风险道路。棕色代表高风险，绿色代表低风险。具体分布情况见图 7。此外，我们还计算了这四类风险等级道路的长度占比，其中高风险道路长度占比 24.5%，较高风险道路长度占比 20.0%，较低风险道路长度占比 35.8%，低风险道路长度占比 19.6%。

5. 各风险因素普遍程度排序

为直观反映这 12 类风险因素在北京四环内自行车道中分布的普遍程度，依据各风险因素均值，均值越大，说明该风险因素分布越普遍。针对自行车道种类与自行车道宽度两个单位不统一的风险因素，在图像采样点位的尺度上统计其出现次数，自行车道种类和宽度指标分别表示每公里道路的 50 个采样点位中，

有多少点位无自行车道或宽度小于 1.5 米，从而与其他指标进行比较。结果如下：不戴头盔与路边停车为最普遍的两类风险因素，而公交车站的存在则普遍程度最低。



5. 自行车道类型 6. 其他风险因素分布图 7. 自行车道风险指数

表 2. 各风险因素普遍程度排序

编号	类型	风险因素	单位	均值	普遍程度排序	普遍程度排序	风险因素
1	静态要素	自行车道种类	每公里数量	18.7	3	1	不戴头盔
2		自行车道宽度	每公里数量	17.4	4	2	路边停车
3		公交车站的存在	每公里数量	0.5	12	3	自行车道种类
4		出入口的存在	每公里数量	1.9	8	4	自行车道宽度
5		恶劣的路况	每公里数量	2.3	7	5	非自行车的交通主体存在
6	动态要素	人行道与自行车道无高差	每公里数量	1.0	11	6	自行车道被阻挡
7		路边停车	每公里数量	28.2	2	7	恶劣的路况
8		自行车道被阻挡	每公里数量	7.3	6	8	出入口的存在
9		大型车辆的存在	每公里数量	1.8	9	9	大型车辆的存在
10		非自行车的交通主体存在	每公里数量	13.7	5	10	逆行
11		逆行	每公里数量	1.6	10	11	人行道与自行车道无高差
12		不戴头盔	每公里数量	34.4	1	12	公交车站的存在

表 2

6. 模型识别结果聚类

为具体展现每一类风险因素的实际情况，采用前文所提及的层次聚类法对各风险因素的模型识别情况一一展现，以更直观地反映每一类风险因素的真实情形。聚类结果见图 8。

四、北京骑行环境建设与风险应对讨论

通过广泛搜集近年来北京市在慢行交通方面出台的相关政策，研究发现,除了每年定期发布《北京市城市慢行交通品质提升行动工作方案》以外，自 2018 年起北京市已陆续发布侧重点多样的慢行交通政策。例如，为规范道路停车位设置，保障慢行优先，于 2020 年发布《关于保障慢行优先规范道路停车位设置条件的通知》；针对慢性交通设施改善，市交通委与市交管局于 2020 年联合印发《北京市步行和自行车交通设施改善技术指南》；结合城市河湖滨水景观营造，市水务局于 2021 年出台《北京市城市河湖滨水慢行系统规划》。^[20]

在现有北京慢行交通规划建设的一系列政策的指导下，结合本研究识别归纳的骑行环境风险现状，围绕骑行环境风险采取的应对措施还可在如下四方面开展探索：

1. 完善规划，提升自行车道可达性，推动优化出行结构。加强不同性质间慢行道路的互联互通，提高自行车道的可通达性，降低自行车出行的道路限制，进而加强群众对慢行出行的选择偏好，进一步提高绿色出行比例。将自行车便利化与持续拓展绿色生态空间、建设城市绿道等措施相结合，合理规划设计城市骑行线路，释放城市活力。
2. 优化供给，进一步提升自行车道建设品质，打造优质骑行环境。根据研究发现，“自行车道宽度”问题较为普遍，可结合道路通行特点及区域内群众通行需求，通过压缩机动车道宽度、减少机动车道条数、机动车双行改为单行等方式因地制宜拓宽自行车道宽度。针对普遍的“路边停车”和“非自行车的交通主题存在”问题，应合理协调自行车道上机动车停放、非机动车骑行等资源使用配比问题。针对现存“恶劣的路况”，应重点改善路面平整度，提高骑行通行的平稳性。对于存在于自行车道旁的“停车场和建筑物出入口”，建议在必要区域设置减速带、反光镜等设施，减少机动车进出时与途经骑行者可能发生的碰撞风险。对于存在于自行车道上的“非港湾式公交车站”，建议根据公交车进出车站停靠和启动时，与骑行者行驶轨迹的重叠交叉情况，增加地面标识，引导公交车合理避让骑行者。针对“人行道与自行车道无高差”问题较严重的路段,通过路面铺装、路障三角锥等设施，合理划分人行道与自行车道。
3. 强化监管，进一步规范自行车道交通参与行为，提升交通安全意识。根据研究识别结果，在 11 万张自采集图像中，骑电动自行车的人占比

62.9%，骑自行车的人占比 29.2%，还有 7.9% 骑三轮车的人。因此，针对使用不同交通工具的骑行主体，需要制订相应的骑行规范。根据自行车、电动自行车、三轮车等交通工具自身风险水平，调整管控力度。提高非机动车交通驾驶的法规强度和处罚力度，同步加强公共宣传与教育，提升各交通参与主体的安全意识。以事故高发路段的具体案例作为教育素材，增强骑行者、行人、机动车驾驶人等重点交通参与者对不同风险的认知能力，推动预防非机动车交通事故。

4. 科技赋能，加强公众交互，提高市域慢行交通信息协同水平。搭建面向公众的骑行安全信息平台，便于骑行者及街道管理人员自主上报具体地点的基础设施安全隐患和影响骑行体验等的具体问题。综合运用社交平台、事故处理等信息渠道，收集非机动车交通的实时状况并进行动态管控，提升具体路段骑行环境的安全性。优化道路交通组织细节，针对早晚高峰交通流量增加等重点时段，及交通场景复杂、交通事故多发路段，通过优化骑行、步行与机动车之间的交通流线，减少交叉口内不同交通流之间的交织干扰，提升骑行安全性及出行体验。

结语

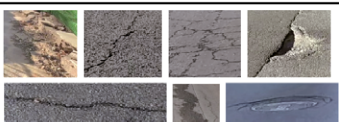
本研究聚焦北京市四环内的骑行环境，探究骑行过程中的潜在风险。通过 12 项风险因素对自采集的 2963.4 公里道路共 116107 张骑行图像进行识别评估。研究发现，在这 12 项风险因素中，不戴头盔、路边停车、无自行车道与自行车道宽度较窄这 4 类问题较为严重；公交车站的存在、人行道与自行车道无高差、逆行与大型车辆的存在这 4 类风险因素情况稍好。由于本研究的数据采集时段避开了早晚交通流量高峰期，因此实际情况可能更加严峻。此外，在梳理北京市近年来慢行交通相关政策的基础上，本研究结合风险因素识别结果对北京市骑行环境建设提供了建议，围绕规划方、供给方、监管方、公众等交通干预主体，分别提出了以下建议：完善规划，提升自行车道可达性，优化出行结构;优化供给，提升自行车道建设品质，打造优质骑行环境；强化监管，规范自行车道交通参与行为，提升出行人交通安全意识；科技赋能，加强公众交互，提高市域慢行交通信息协同水平。

本研究在数据基础层面首次实现了覆盖北京四环范围的自行车道街景图像采集，以自采集街景的方式弥补了传统商业街景无法有效揭露自行车骑行环境特征的不足，建立了北京四环内骑行环境感知数据集。在分析方法层面，本研究通过综合运用计算机视觉模型自动化识别存在于图像中的风险因素，并根据“德尔菲法”建立风险指数评价体系，量化了骑行环境中的潜在风险。此外，由于人力和数据采集时段限制，本研究还存在如下局限性：1. 研究范围未能覆盖北京全市域，仅研究了四环内的骑行环境现状；2. 研究数据采集时段为 2023 年 2 月 14 日—4 月 2 日的每日上午 9 点至下午 4 点，未包括每日的骑行通勤高峰时段，且由于采集日期气温较低，户外骑行人数为一年中的低谷，实际骑行人数一般在每年 9、10 月达到高峰，因此未能全面反映实际骑行风险。

* 基金项目：本研究受到自然资源保护协会（NRDC）、惠康基金会“Pathways to Equitable Healthy Cities”项目（编号：209376/Z/17/Z）；国家自然科学基金（编号：62394331、62394335）的共同资助。

注释：

[1] Westerhuis F, Nuñez Velasco P, Schepers P, et al. Do Electric Bicycles Cause an Increased Injury Risk Compared to Conventional Bicycles? The Potential Impact of Data Visualisations and Corresponding Conclusions[J]. *Accident Analysis & Prevention*, 2024: 195, 107398.

类型	风险因素	图片样例	类别
静态要素	与机动车道完全分离的自行车道 (10类)		隔离自行车道和机动车道的不可移动的基础设施,包括灌木绿化带、带栏杆的绿化带、沙土绿化带、围栏、停靠自行车的人行道、白色栏杆、绿色栏杆、公交车候车区、行人通道
	用护栏与机动车道分离的自行车道 (10类)		隔离自行车道和机动车道的可以移动的基础设施,如栏杆、隔离杆、三角锥等
	用涂装与机动车道分离的自行车道 (2类)		以白色划线隔离机动车道和自行车道
	公交车站的存在 (5类)		4种类型的公交车站牌和公交车候车区
	出入口的存在 (12类)		伸缩电动门、栅栏式道闸、直杆道闸、停车场标识、铁门等有机动车驶出的小区、停车场、办公场所入口
	恶劣的路况 (7类)		路面破损、纵向裂缝、网状裂缝、横向裂缝、坑洼、积水、井盖不平
动态要素	人行道与自行车道无高差 (2类)		人行道与自行车道之间无隔离和有隔离杆
	路边停车 (8类)		平行、斜向、垂直停在路边的不同车型、顺向或逆向停放的机动车
	自行车道被阻挡 (8类)		占用自行车道上的物体,如执法车辆、电动自行车、快速三轮车、自有自行车、共享单车、私人物品、围栏、废弃物品、圆形路墩、指示牌等
	大型车辆的存在 (8类)		卡车、市政车辆、公交车、货车、房车等
	非自行车的交通主体存在 (5类)		行人、宠物、推轮椅的人、推行李的行人等在自行车道
	逆行 (6类)		逆向行驶的电动车、三轮车和自行车
	不戴头盔 (9类)		佩戴不同颜色头盔的自行车、电动自行车、三轮车骑行者

8. 风险因素模型聚类结果

8

[2] Zhang F, Fan Z, Kang Y, et al. "Perception Bias" : Deciphering a Mismatch Between Urban Crime and Perception of Safety[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2021, 207: 104003.

[3] Hamim O F, Ukkusuri S V. Towards Safer Streets: A Framework for Unveiling Pedestrians' Perceived Road Safety Using Street View Imagery[J]. *Accident Analysis & Prevention*, 2024, 195: 107400.

[4] Yao Y, Liang Z, Yuan Z, et al. A Human-machine Adversarial Scoring Framework for Urban Perception Assessment Using Street-view Images[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2019, 33(12): 2363-2384.

[5] Zeng Q, Gong Z, Wu S, et al. Measuring Cyclists' Subjective Perceptions of the Street Riding Environment Using K-means SMOTE-RF Model and Street View Imagery[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2024, 128: 103739.

[6] Ito K, Biljecki F. Assessing Bikeability with Street View Imagery and Computer Vision[J]. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2021, 132, 103371.

[7] Codina O, Maciejewska M, Nadal J, et al. Built Environment Bikeability as a Predictor of Cycling Frequency: Lessons from Barcelona[J]. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2022, 16, 100725.

[8] 康浩、赖见辉、郭玥等：《基于自采街景的道路空间环境感知与评估方法研究》[J]，《交通与运输》，2023年第3期，第72—79页。

[9] Arellana J, Saltarín M, Larrañaga A.M, et al. Developing an Urban Bikeability Index for Different Types of Cyclists as a Tool to Prioritise Bicycle Infrastructure Investments[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2020, 139: 310-334.

[10] Dai S, Zhao W, Wang Y, et al. Assessing Spatiotemporal Bikeability Using Multi-source Geospatial Big Data: A Case Study of Xiamen, China[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2023, 125, 103539.

[11] 移动采集指的是在采集设备移动过程中获取数据的方法，如借助移动设备搭载运动相机、行车记录仪等。

[12] Thomas B, DeRobertis M. The Safety of Urban Cycle Tracks: A Review of the Literature[J]. *Accident Analysis & Prevention*, 2013, 52: 219-227.

[13] DiGioia J, Watkins K E, Xu Y, et al. Safety Impacts of Bicycle Infrastructure: A Critical Review[J]. *Journal of Safety Research*, 2017, 61: 105-119.

[14] Prati G, Marín Puchades V, De Angelis M, et al. Factors Contributing to Bicycle-motorised Vehicle Collisions: A Systematic Literature Review[J]. *Transport Reviews*, 2018, 38(2): 184-208.

[15] Poudel N, Singleton P A. Bicycle Safety at Roundabouts: A Systematic Literature Review[J]. *Transport Reviews*, 2021, 41(5): 617-642.

[16] Thangaratinam S, Redman C W E. The Delphi Technique[J]. *The Obstetrician & Gynaecologist*, 2005, 7(2): 120-125.

[17] YOLOv8 <https://github.com/ultralytics/ultralytics>.

[18] Wojke N, Bewley A, Paulus D. *Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric*[C]//2017 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). IEEE, 2017: 3645-3649.

[19] Grillo A, Krylov V A, Moser G, et al. *Road Extraction and Road width Estimation Via Fusion of Aerial Optical Imagery, Geospatial Data, and Street-level Images*[C]//2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS. IEEE, 2021: 2413-2416.

[20] 新京报：《北京三环路、四环路慢行系统将升级改造》[EB/OL]. 2021.10.11[2023.09.08]. <https://sdxw.iqilu.com/share/YS0yMS04Mzg3MTI3.html>.

广州美术学院“广东省环境设计与社会创新重点实验室”

地址：广州市番禺区广州大学城外环西路168号

邮编：510260

电话：020—39322785

网址：<https://www.gzarts.edu.cn>



广东省环境设计与社会创新重点实验室是依托广州美术学院建筑艺术设计学院建设的省级哲学社会科学重点实验室，主要研究方向包括三个方面：城市竞争力与公共环境创新设计、乡村振兴与设计扶贫的社会创新、空间智能化与信息化设计。

社会创新，是在当今社会信息的传播速度和影响力大幅提升、社会变化随信息传播因素影响空前剧烈的背景下提出的创新方法。社会创新与设计活动相互交织在一起，社会创新既是设计活动的推动力，又是设计活动的目标，设计完全有潜力在激发和支持社会变革的过程中扮演重要角色，进而“为社会创新而设计”。

以设计学和建筑学为基础开展的各类对改善当代人类生活环境的实践创新，将环境设计及相关环境工程的研究领域不断拓展至更宽广的领域。这些实践创新大多不再拘泥于原有的知识框架，有着十分鲜明的跨学科特征。传统的环境设计，主要指建筑室内外环境的各类艺术设计，既包括室内外环境艺术设计、建筑装饰设计、展览展示设计等，也与数字媒体设计、照明设计、城市公共设施艺术化设计、城市家具的设计，以及相关的工业产品、设施设备、材料的研发与设计等密切相关。这些关乎人居环境的设计创新，一方面面临互联网、数字技术、人工智能等为代表的科学发展的强烈冲击，另一方面又需要积极响应人们不断提升的物质需求和精神文化需求，还需要在复杂的社会背景下协调各方的利益诉求。因此，环境

设计不再是传统设计领域的一项技术工作，同时还是社会发展的促进者和参与者，可以以设计创新促进社会的各项改良与进步。面向环境的设计与设计创新将是一个整体的行动。

广东省环境设计与社会创新重点实验室，即为环境的设计创新与社会创新开展课内课外的方法和技术实验及实践设立的平台机构。实验室依托的建筑学和环境设计专业，是全国最早开设的环境设计专业，也是国家一流专业建设点。三个研究方向分别聚焦于城市竞争力相关的城市文化的议题，包括城市的节庆活动、城市旅游和遗产、城市的创造力、创意产业，以及城市文化的对外影响力等；以及在乡村振兴的背景下，积极开展与城乡融合发展、完善农村基本制度、质量振兴、绿色发展、文化发展、治理体系、脱贫攻坚相关的设计研究，思考如何以社会创新作为方法，整合乡村的资源与要素、激活乡村活力，包括通过品牌设计提升当地优势产品、产业的知名度、通过环境设计打造当地的人文地景观等；并将尝试探索新一代数字化的信息技术、人工智能技术与城镇化建设、生产生活的融合创新，如对空间的数字化逆向信息获取和信息化处理、服务的自动化和智能化等。实验室将以更为开放的态度开展涉及人居环境的设计创新研究，大力推进环境设计和环境工程专业的知识创新和方法创新，为人居环境品质的提升、社会的高质量发展贡献力量。

立足当代
关注本土

中国装饰杂志社
地址：中国北京市海淀区清华园
清华大学美术学院A431室
邮编：100084

电话：010-62798878 / 62798189
传真：010-62798879
网址：www.izhsh.com.cn
出版时间：2024年3月15日

邮发代号：2-346
电邮：zhuangshi689@263.net



定价：30.00元