

基于百度街景数据的街道绿视率研究 ——以兰州城关区十二条街道为例

Research on Street Green Sight Rate Based on Baidu Street View Data:
Taking the Twelve Streets in Chengguan District, Lanzhou as an Example

陈鹏 胡童童 郭思淼 张晓玮 杜维波 周晓雷*
CHEN Peng HU Tongtong GUO Simiao ZHANG Xiaowei DU Weibo ZHOU Xiaolei*

(甘肃农业大学林学院, 兰州 730070)
(Forest College, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu, China, 730070)

文章编号: 1000-0283(2025)02-0114-09
DOI: 10.12193/j.laing.2025.02.0114.013
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2024-07-30
修回日期: 2024-09-27

摘要

街道绿视率作为观察道路绿化环境的直观指标,代表从行人的视角所看到的绿化景观水平,是近年来研究道路绿化品质的重要指标之一。通过应用技术先进的百度街景数据,结合创新性的深度学习方法,提取兰州市城关区部分街道绿视率,深入解析街道绿化品质的关键元素,评估街道绿化水平,并提出相关发展建议。研究表明:百度街景中植被要素比例可以一定程度反映居民真实视角的街道绿化情况;针对兰州市城关区区域内的12段街道,其绿视率水平总体表现较好;街道绿视率与行道树冠幅之间呈强正相关性,与树高呈正相关,与树间间距呈负相关,与种植层次呈显著正相关。旨在为街道绿视率拓展新的数据来源,为精准提高城关区道路绿化品质提供量化支持,有助于科学决策并进一步推动园林绿化建设的精细化发展。

关键词

绿视率; 百度街景; 深度学习; 街道绿化; 行道树; 道路绿化品质

Abstract

As an intuitive indicator for observing the green environment of roads, street green visibility represents the level of green landscape seen from the perspective of pedestrians, and it is one of the most critical indicators for studying the quality of road greening in recent years. This study extracts the green visibility of some streets in Chengguan District, Lanzhou City, by applying technologically advanced Baidu street view data, combined with innovative deep learning methods, to deeply analyze the key elements of street greening quality, assess the level of street greening, and put forward relevant development suggestions. The study shows that the proportion of vegetation elements in Baidu street view pictures can reflect the perception of street greenness from the pedestrians' point of view to a certain extent; the level of street greenness in the 12 streets within the study area of Chengguan District, Lanzhou City, is generally better; street greenness has a strong positive correlation with the crown width of street trees, a positive correlation with the height of the tree, a negative correlation with the spacing between the trees, and a significant positive correlation with the level of planting. This study expands new data sources for street green visibility, provides quantitative support for accurately improving the greening quality of roads in Chengguan District, contributes to scientific decision-making, and further promotes the refinement of landscaping construction.

Keywords

green visibility; Baidu street view; deep learning; street greening; roadside trees; quality of road greening

陈鹏

2000年生/男/甘肃天水人/在读硕士研究生/研究方向为城市景观林研究

胡童童

2001年生/女/甘肃定西人/在读硕士研究生/研究方向为景观生态学

周晓雷

1973年生/男/甘肃定西人/博士/教授级高级工程师/研究方向为景观生态学、群落生态学及生物多样性

2023年9月,兰州市城关区住房和城乡建设局按照“绿化、美化、文化”工作原则,重点突出城市亮点美、努力提升城市游园美、精心打造城市绿道美,不断巩固国家园林城市建设成果,全面提升城关生态环境品质。绿化是衡量一座城市是否宜居的关键元素之

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: zhoulx@gsau.edu.cn

基金项目:
国家林业和草原局专项“甘肃景泰白墩子盐沼国家湿地公园生态监测”(编号: 03723169)

一，在维持生态系统和谐、营造公共休憩场地与提升城市风光面貌方面扮演了举足轻重的角色^[1]。其中，街道绿化作为城市绿地系统的重要组成部分，不仅能够有效改善城市的空气质量，为居民呼吸清新的空气提供条件；还能在减低噪音污染、调控微气候以及塑造愉悦的视觉体验方面产生积极效应，其在城市绿化中发挥着至关重要的地位，也是城市绿化评价的不可或缺的一部分^[2]。

目前国内评价城市绿化水平主要关注三个关键指标：绿地率、绿化覆盖率以及人均绿地面积^[3]。这三项指标从平面维度出发，通过计算绿色空间在总面积中的占比来评估绿化程度，但它们仅提供了二维视角下的数据，对于绿地的布局结构、层次丰富度以及对市民的实际感知体验并未完全涵盖。随着城市绿化研究的深入发展，传统的二维面积指标在衡量绿地的复杂性和人与自然环境互动的关系上显得不够全面。相较已有研究，绿视率的提出成功地将主观体验与自然环境的客观状态之间的复杂联系进行量化和精细描绘，考虑树木的高度、密度、分布以及与建筑物、人行道和其他景观元素的相互作用，从而更全面地评估绿色空间的质量^[4]。其次，传统的城市绿化调查主要依赖于现场拍照以及人工进行的图片分析与计算。这种方式虽然可以获得较为精确的数据，但效率非常低下，由于需要人工进行每一步的操作，包括拍照、分析、计算等，整个过程耗时长且工作量大^[5]。因此，随着绿视率研究领域的不断发展，结合街景图像和深度学习，对资料获取与采样途径、搜集手法、影像解析及绿视率计算方法等技术路径产生显著革新，在数据规模上实现质的跃迁。街景影像的覆盖，为绿视率调研提供丰富稳定的资料来源，而计算机学（尤其计算机视觉范畴）的进步，

则为影像解析、绿视率量化与直观展示提供多元灵活的策略。更为关键的是，绿视率的探索无需受制于外界与人力条件，能在短时间内实施高效精准的探究，大幅度提升研究效能与实践应用的广泛性。此外，量化的成果数据为后续绿视率研究打下坚实基础。曹越豪等^[6]运用腾讯的街景数据，对中国的24个城市进行深入而详尽的街道绿化研究，揭示了城市绿化在空间布局、季节变化中的差异性与动态性；Li等^[7-9]提出了基于谷歌街景图像的城市街道绿化自动评价框架，发现谷歌街景适用于街道绿化评价；李苗裔等^[10]基于腾讯街景数据计算了福州主城区街道绿化可视率。裴昱等^[11]利用百度街景地图数据分析北京市东城区街道绿化可视度的空间分布；Li等^[12]采用谷歌街景图像评价街道绿化的数量和质量；张灵珠等^[13]利用百度街景数据研究上海街道的绿化能见度；Li等^[14]提出一种新的综合移动搜索方法（CFCA），将绿化能见度和公园面积作为吸引力因素，用于衡量城市可达性。

本文聚焦于兰州市城关区的12条关键街道，深入探讨并量化该区域的街道绿化状况。通过综合运用百度街景数据与深度学习技术，旨在实现城市街道绿化研究的自动化、量化及大范围覆盖，进而为后续的街道绿化提升工作提供宝贵依据。

1 研究区概况

城关区地处兰州盆地东部，依山傍水，气候宜人，属中温带半干旱性气候，平均气温11.2℃，年均降水量328 mm，年均蒸发量1 437 mm，年均日照时间2 491 h，全区总面积约220 km²，是兰州市的政治、经济、文化、科研、交通、贸易中心，区位优势非常明显^[15]。本文选取研究区内12条街道，东西

走向分别为：北滨河路、南滨河路、庆阳路、东岗路、雁滩路、张掖路；南北走向分别为：白银路、中山路、酒泉路、金昌路、平凉路、天水路。

2 研究数据及方法

2.1 研究数据

2.1.1 研究区域路网数据

通过OpenStreetMap平台免费下载研究范围内的路网数据，获取每条街道上不同位置的百度街景图片。对路网数据进行处理，包括三个步骤：道路网的精简、道路中心线提取和拓扑处理。最终，所有的道路被转化为清晰、简洁、精准并具有单轨属性的道路网络结构，最终得出参与计算的街道总长52 100 m。

在采样点的选取规则方面，使用等距取样法。通过整合工具对道路数据进行合并和简化，以确保数据的准确性和适用性。执行断点处理，以便进一步优化数据结构。处理后，将简化后的单线道路数据导入ArcGIS软件中，再利用插件“Create Points on Lines”进行等距取点，取样间距设置为100 m，共取得700个采样点，将所有分布在道路网络上的采样点进行筛选，手动剔除街景图片缺失、隧道和桥上的采样点，共计549个采样点。

2.1.2 百度街景图片数据

百度街景地图是一种在线实时电子地图服务，人们可在百度地图开放平台中查询城市街道360°的全景图片。目前，百度街景图片是开源数据，故本研究可通过计算机程序设计语言Python和其他数据分析工具即可轻易提取和分析需要的信息^[16]。

其次，通过利用百度地图开放平台，可获取全景静态API，以此影像化获取全景地

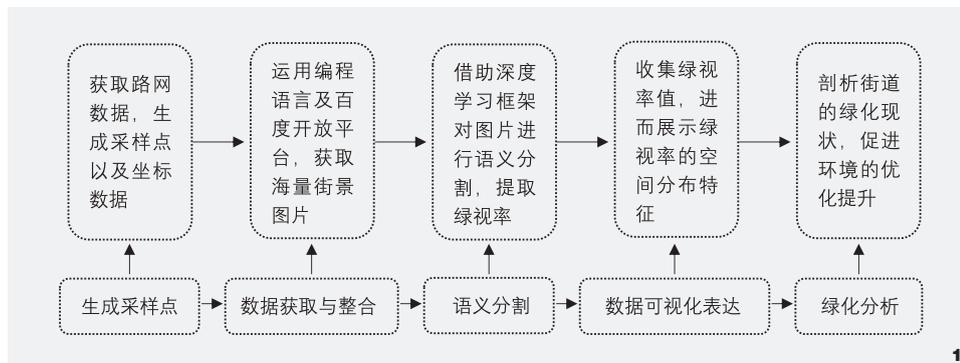


图1 研究流程图
Fig. 1 Research flowchart

图, 需设置特定采集规范, 涉及坐标、尺寸、视角水平与垂直位置, 接着发起HTTP请求数以访问全景地图服务。为了逼近人眼视觉感受, 此调查在各采样站点的垂直视角角度上设定为0°, 即直视; 每点样本的水平视角角度定为360°, 确保为全景影像^[17]。

2.1.3 实地调查和道路规划资料获取

为了校准百度街景数据的准确性, 对4条街道进行实地调查, 获取行道树的树种、树高、冠幅、间距和种植层次。并利用道路绿化规划设计对树种、种植结构和树间距离进行进一步确认。

2.2 研究方法

2.2.1 研究框架

依据对应的参考文献以及资料汇总, 本次研究方法共分为5个步骤^[18]: (1) 数据获取与整合。从开源地图数据库OpenStreetMap获得所需的研究区地图资源, 导入ArcGIS平台, 并应用等距点采样技术生成研究区域内的采样点集合。进一步, 对属性表格进行地理坐标计算并批量导出, 最终获取精确的坐标数据。(2) 图像生成与集合。运用Python语言构建调用逻辑, 并对接到百度街景API,

基于获取的具体经纬度, 生成大量的高清街景图片, 形成针对特定采样点的目标图片集。

(3) 图像处理与深度学习应用。借助深度学习框架对搜集的街景图片执行智能解析与识别任务引入语义分割技术对图像内植被信息进行全面提取和区分, 在此基础之上, 量化每一街景图片中绿色植被的比例, 从而计算绿视率。(4) 量化与分析。系统性收集沿街每个样本的绿视率值, 进而生成数据报告, 以展示研究区域不同地段上的绿视率的空间分部特性, 使用ArcGIS平台实现数据的可视化, 生成详细的图表和地图以直观呈现各区域间绿视率的变化与差异情况。(5) 分析与结论形成。结合分析结果对研究区域的道路绿地现状展开全面剖析, 促进城市绿色景观改善及城市生态环境的优化提升(图1)。

2.2.2 绿视率计算及评估标准

绿视率是用于表示街道视野中绿色部分所占比例的量化指标, 该指标从三维视角出发, 考量城市绿化布局对于人们视觉体验的影响, 尤其是从市民的角度来评估公共绿地的整体质量。相较于仅仅考虑平面布局的传统绿化评价方式, 绿视率更注重绿化空间的立体构成及其带来的视觉感受^[19]。其通过计算视野内绿色植被要素的面积(以像素计)与整个视野面积(同样以像素计)的比例来得到结果, 其计算见公式(1)。

$$GVI = \frac{Area_v}{Area_t} \quad (1)$$

式中, GVI 是采样点的绿视率, $Area_v$ 是特定区域内植被要素所占的像素数量, $Area_t$ 是指整幅街景图片中的全部像素数量。

为综合反映整条道路的绿量可见度情况, 将所有采样点的绿视率值进行平均, 得到这条道路的平均绿视率 R_g , 计算见公式(2)。

$$R_g = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n GVI \times 100\% \quad (2)$$

式中, n 为某一道路采样点数量。

研究将绿视率分为5个等级, 详见表1^[20]。科学研究揭示, 人眼对绿色的感知与舒适度之间存在一种微妙而精确的平衡, 当绿色在视野中的占比达到25%左右时, 人类能够体验到最自然、最和谐的视觉享受, 还能在潜

表1 绿视率分级量化标准表
Tab. 1 Table of quantitative criteria for greening classification

绿视率等级 Green viewing rate level	绿化感知 Green perception	绿化品质 Greening quality
5% ~ 10% (不含 10%)	人们对环境的绿量感知差	差
10% ~ 15% (不含 15%)	人们对环境的绿量感知一般	一般
15% ~ 20% (不含 20%)	人们对环境的绿化感知较好	较好
20% ~ 25% (不含 25%)	人们对环境的绿化感知好	好
25%以上	人们对环境的绿化感知非常好	非常好

意识中引发放松和愉悦的情绪。进一步地，如果一条街道上的绿色植被覆盖面积超过总视野的25%，那么这条街道便可以定义为“绿色舒适型街道”。然而，当街道的绿化水平下降至仅占总视野的10%以下时，这一区域的绿色景观就显得极为稀缺，给人的视觉感受和心理体验都大打折扣^[21]。

2.2.3 街道绿视率研究与可视化表达

深度学习是一种人工智能技术，其核心思想是通过构建多层的人工神经网络模型，从大量样本数据中自动学习和提取特征，以理解数据的内在规律和外部表现。这种学习过程能够帮助人们更好地解释和理解诸如文字、图像和声音等各种类型的数据^[22]。

因此，深度学习技术在语义分割领域的进展与突破，使街景图片中绿色元素自动、智能化提取成为可能^[23]。本研究基于卷积神经网络开发的语义分割模型DeepLabv3+模型，在Cityscapes数据集上进行训练，对图片进行语义分割，通过Python语言进行程序编写。Cityscapes是关于城市街道场景的语义理解图片数据集，具有19个类别标签，是深度学习语义分割中最基本的训练集^[24]。本研究聚焦于“植被”标签，通过对标注出植被像素与整个图像所有像素的比例进行计算，以量化得出每张图像的“绿化度”，即绿视率指标(图2)。再通过使用ArcGIS字段连接(Join)功能，实现对采样点与绿视率值进行数据集集成，经过value值重分类后得到研究范围内道路采样点绿视率的空间分布情况(图3)。

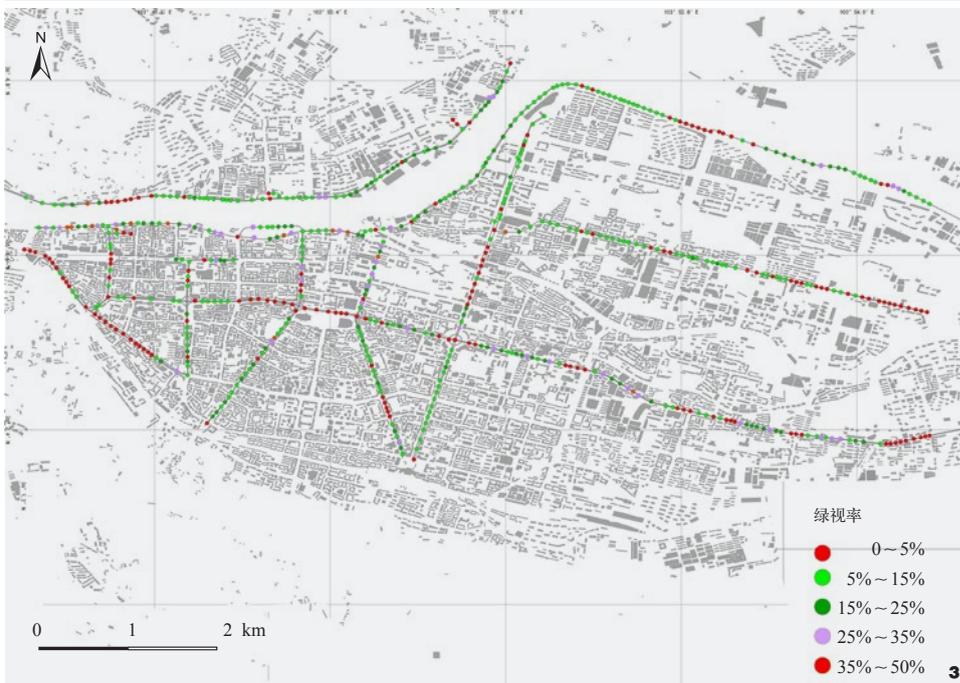
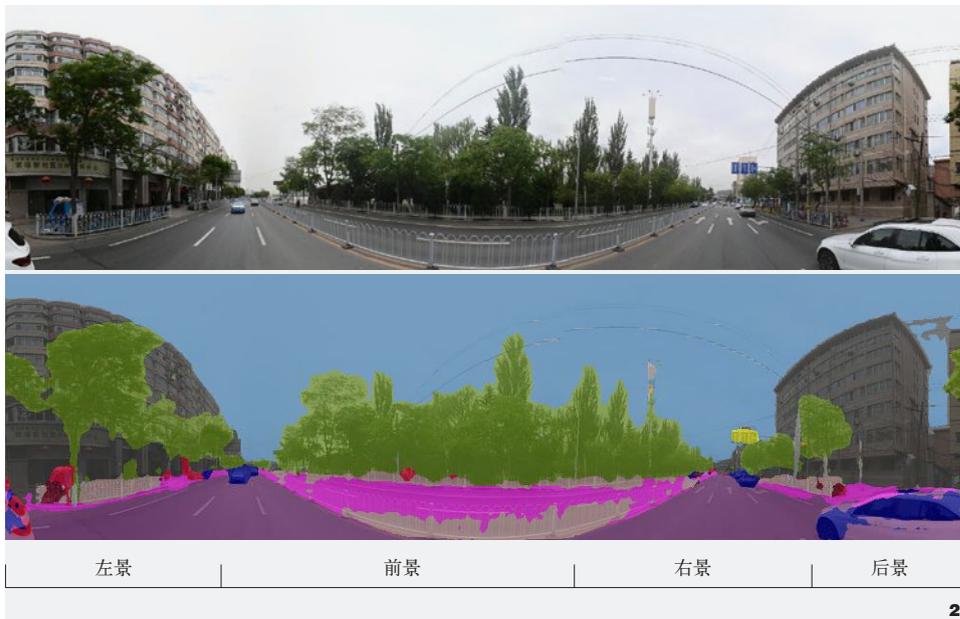


图2 语义分割图
Fig.2 Semantic segmentation diagram

图3 兰州市城关区街道绿视率研究范围分布情况
Fig.3 Distribution of the study area of street green visibility in Chengguan District, Lanzhou City

3 结果分析

3.1 街道采样点绿视率分布特征

兰州市城关区研究范围内12条街道绿视率的范围为5%~16%，总体平均绿视率

为11%，略高于10%，说明研究范围内12条街道的绿化总体情况一般。绿视率最高值为15.8%，最低值为5.9%，绿化差异较明显。对549个采样点的绿视率进行分析，绿视率

达到25%及以上的有46个，占比8.4%；绿视率小于10%，绿化环境较差的有个286个样点，占比52.1%；绿视率介于15%~25%的有108个样点，占比19.7%；绿视率介于10%~15%

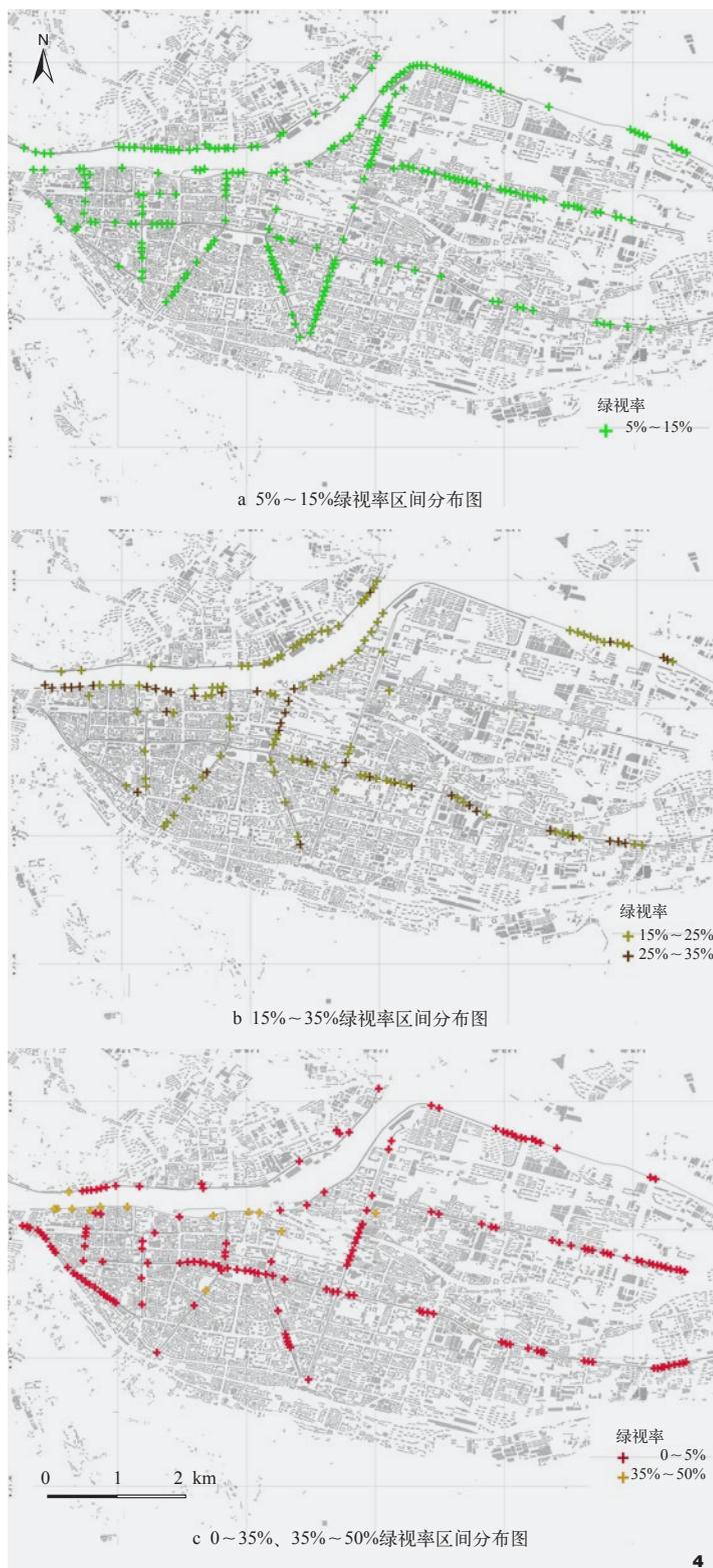


图4 高值低值绿视率采样点分布
Fig. 4 Distribution of sampling points for high and low value green visibility

的有109个样点，占比19.80%。更深入分析发现街道绿视率的最大值达49.7%，而最小值仅为0.2%，数据分布呈现出典型的正态分布特征，这意味着在该区域内既存在较高绿视率的街道，也存在绿视率较低的路段，有进行因子分析的价值。

从全局分布的角度来看，绿视率低值和高值的分布呈现出明显的分离现象。绿视率低于5%的区域主要集中在研究区域的东、西两端。而绿视率处于35%~50%的样本点，则表现为局部聚集的特性，且这些区域大多位于研究区域的西部。绿视率介于5%~15%的样本点在整个研究区域内分布得相对均匀，同时也是数量最多的，共记录259个样本点。这表明在大多数区域中，绿视率处于一个相对适中的水平，但仍然存在提升的空间。绿视率在15%~25%的样本点数量较少，且与绿视率25%~35%的样本点更倾向于分布在研究区域的北部和中部地区，这些分布特点显示了不同区域绿化程度的差异性和复杂性(图4)。

3.2 街道平均绿视率分布特征

通过评估12条街道，发现每条街道的平均绿视率均超过5%，但都没有达到20%以上(表2)。其中，南滨河路的绿化表现最为出色，其平均绿视率达到15.8%，绿化品质等级较好。这条道路保持着高标准的绿化环境，没有任何绿化质量较低的区域。其次是张掖路、平凉路和金昌路绿化状况较为出色，平均绿视率分别是15.7%、14.0%和13.2%，绿化品质等级除张掖路外，其他两条路都为一般。北滨河路、东岗路和天水路的绿化情况也较为可观，平均绿视率分别为12.8%、11.6%和10.2%，绿化品质等级也为一般。酒泉路、中山路和雁滩路的平均绿视率分别为9.7%、8.8%和7.6%，绿化品质差。白银路和庆阳路的绿化情况最差，平均绿视率分别为6.3%和5.9%。最后，借于ArcGIS的空间分析功能，以道路的平均绿视率为依据进行空间分布(图5)。

3.3 各街道绿视率统计性分析

从城关区各街道的绿视率统计数据能够清晰地看出绿色植被与城市空间的比例分布情况。本研究发现12个街道的平均绿视率均低于20%，显示研究区域内在绿视率上的普遍不足。绿视率最高的南滨河路为15.8%，最低的庆阳路仅为5.9%。庆阳路之所以如此之低的绿视率，主要原因是其街道空间布局上充斥着大量的商业建筑与设施。这不仅限制了绿化的实施空间，而且在现有条件下，即使有绿化尝试，

表2 不同街道平均绿视率及绿化品质表
Tab. 2 Table showing the average greening ratio and greening quality of different streets

街道名称 Street name	平均绿视率 / % Average green visibility	绿化品质 Greening quality
北滨河路	12.8	一般
南滨河路	15.8	较好
白银路	6.3	差
东岗路	11.6	一般
金昌路	13.2	一般
酒泉路	9.7	差
平凉路	14.0	一般
庆阳路	5.9	差
天水路	10.2	一般
雁滩路	7.6	差
张掖路	15.7	较好
中山路	8.8	差

往往也会选择小型或易于维护的树种，导致绿化效果有限。其次是白银路、雁滩路、中山路、酒泉路，这4个街道绿视率处于5%~10%的区间，街道的绿化水平相较于庆阳路有所提升，低于平均绿视率，但依旧存在较大改善空间，较难满足现代城市居民对于绿化面积与质量的需求。南滨河路和张掖路的平均绿视率虽均高于15%，但却依然未达到理想水平的20%，这意味着在这两个街道上，虽然绿化已经相对较好，但仍有一些空间可以优化和提升，不能使人产生舒适的心理感受。

通过综合分析街道的平均绿视率与绿视率标准差(图6)，能够深入理解各个街道在绿化程度及稳定性的差异。庆阳路平均绿视率和标准差均处于最低水平，这表明庆阳路上的绿视率普遍偏低，并且绿化存在着较大的差异性，尽管有绿化存在，但分布不均。东岗路、金昌路、平凉路、张掖路绿视率呈现由低至高的趋势，但绿视率标准差相差不大，这意味着这些街道的绿化状况相对于平

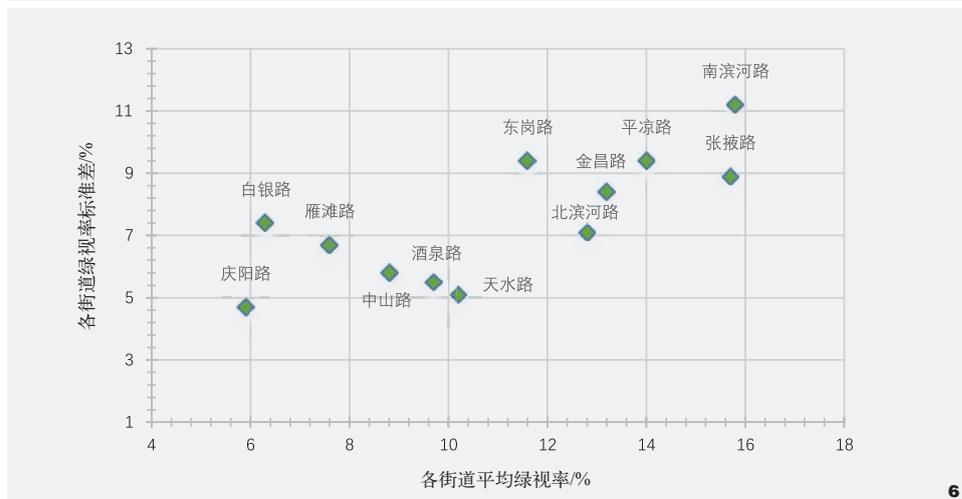


图5 街道平均绿视率空间分布
Fig. 5 Spatial distribution of average green visibility of streets

图6 各街道平均绿视率和标准差分布
Fig. 6 Distribution of average greenness and standard deviation by street

均值而言较为稳定，分布较均匀，并且这四个街道的整体道路绿化品质依次升高。中山路与酒泉路的绿视率相较于天水路较低，但三者绿视率标准差较为接近，即天水路在整体街道绿化品质上表现出了优势，不仅绿化度相对较高，而且其内部的绿化分布更为均匀稳定，从而在视觉感受与生态环境维护方面呈现出更高的品质。同样，白银路绿视率低于北滨河路，两者绿视率标准差比较接

近，但高于其他街道，这说明北滨河道路绿化品质好于白银路，但同时两个街道内部的绿视率差异较大。

将城关区各街道不同类别的绿视率占比进行统计(图7)。大体而言，各街道的绿视率主要汇聚在20%以下的范围内，在20%~25%区间内的比例相对稀少。具体来看，在绿视率低于15%的区间内，庆阳路、白银路和雁滩路占比较大，这表示这些街道

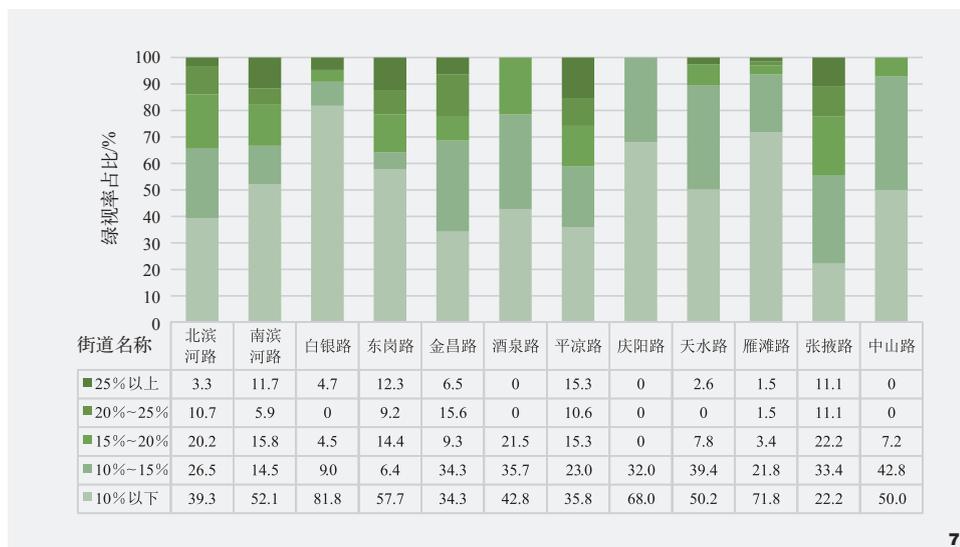


图7 城关区各街道不同等级绿视率占比
Fig. 7 Percentage of different levels of green visibility in each street of the City District

的道路普遍绿化不足或缺位。绿视率在10%以下区间内，各街道绿视率占比最高，说明各街道大面积的道路绿化质量欠佳。然而，绿视率在20%~25%的占比相对较少，说明各街道绿化品质好的路段少。在绿视率大于25%区间，各街道占比均不高，其中南滨河路占比最高，说明该街道绿化品质非常好的道路最多。庆阳路绿视率在15%~25%及25%以上的占比都为0，且在低绿视率区间占比最多，由此更加说明庆阳路的整体绿化品质差。通过分析各街区绿视率的构成布局，白银路、庆阳路及雁滩路的分布特点具有一致性，此三条街道低档绿视率占比显著偏高，揭示其整体绿化水平偏低，道路植被质量欠佳。相较之下，南滨河路、平凉路与张掖路的绿化分布特征相似，其高绿视率值占据大部分，由此表明这些区域的绿化品质普遍好。

3.4 各街道绿化特征与绿视率

张掖路、平凉路、白银路和雁滩路，平均绿视率为10.9%，调研范围内的采样点135

个(表3)。

绿带种植层次根据调研结果，大致分成单一配置(仅设道路树木)、双层配置(树木与地被植物并存)及多层配置(乔木加灌木或大灌小乔结合地被植物布局)三类情形(图8)。行道树树种类型方面，据了解，兰州市城区行道树共有16种，以市树国槐(*Sophora japonica*)为主，其次为刺槐(*Robinia pseudoacacia*)和臭椿(*Ailanthus altissima*)，近年间相继引入银杏(*Ginkgo biloba*)、英桐(*Platanus acerifolia*)、栎树(*Koelreuteria paniculata*)和七叶树(*Aesculus chinensis*)作为行道树，常绿树种的行道树较少。研究范围内使用的主要绿

化植物有：国槐、刺槐、白栎树(*Koelreuteria integrifoliola*)、柳树(*Salix babylonica*)、银杏、雪松(*Cedrus deodara*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)、七叶树、榆树(*Ulmus pumila*)、龙柏(*Juniperus chinensis*)、冬青卫矛(*Euonymus japonicus*)、榆叶梅(*Amygdalus triloba*)、小叶黄杨(*Buxus sinica* var. *parvifolia*)、紫丁香(*Syringa oblata*)、金叶女贞(*Ligustrum × vicaryi*)；行道树的种植间距与所选树种之间存在着密切关联，这一关系不仅仅体现在树种的选择上，还体现在其生长习性、生态需求以及城市空间规划等多个方面。

4 相关性分析及其机制剖析

采用Pearson相关性分析绿视率与树冠、树高、树间距离和种植层次的相关性。行道树绿视率与冠幅之间呈强正相关性($p < 0.001$)，绿视率与树高呈正相关，但显著性不强($p=0.126$)，绿视率与树间距离呈负相关($p=0.665$)，同样显著性不强，而绿视率与种植层次呈显著正相关($p < 0.01$) (表4)。行道树种植布局层次与绿视率指标之间展现出统计分析上的正比关联，具体而言，在考察地域内，层次丰富度提升导致绿视率数值增加；而行道树木间距离扩大，则相应地降低了绿视率。

5 讨论

本次研究通过百度街景数据和深度学

表3 4条街道绿化现状及绿视率
Tab. 3 Greening status and green visibility of the four streets

道路名称 Road name	行道树冠幅/m Street tree crown	树高/m Tree height	间距/m Spacing	绿化配置形式 Green configuration	绿视率/% Greening rate
张掖路	8.1	10.4	6.7	乔灌草、乔灌、乔草	15.7
平凉路	7.7	10.9	7.6	乔灌、乔草	14.0
雁滩路	5.1	11.5	6.5	乔灌草、乔灌、乔草	7.6
白银路	4.6	11.7	5.2	乔灌、乔草	6.3



图8 雁滩路行道树种植层次图(单层、双层和多层)
Fig. 8 Street tree planting hierarchy (single, double and multi-storey) on Yantan Road

习, 计算城市街道绿视率, 并且以城市绿视率作为解释因子对行道树的冠幅、树高、间距及其种植层次进行相关性分析, 结果表明城市街道绿视率随着行道树冠幅的增大和种植层次的增多而增加, 而行道树树高和间距基本对街道绿视率无明显影响。以上结果说明街道绿视率能够用于指示城市街道绿化多样性。以往绿视率研究探讨百度街景技术作为评估城市绿化水平的可能工具^[25], 并初步研究SVPs (Street View Pictures) 在城市规划中的应用价值。通过编程技术, 达成街道图像的自动化获取、辨识及绿视率的数据汇总与剖析, 大幅强化绿视率研究的效率与信息积累, 确立了绿视率为指引城市景观设计与调控的关键评估标准, 本研究也得出类似的结果。其次, 绿视率评价指标是街道品质评价中空间绿量的指标, 近年城市街道绿视率研究的深入开展彰显了现代城市发展对绿化环境和市民身处其中的体验关注度, 促进城乡建设过程中对市民绿视体验的重视, 加强人与环境的关联互动。Li等^[26]利用Google街景以及修正后的街景图像和计算出的绿视率, 详细描绘了城市街道绿化空间的分布情况, 以此来量化市民日常视线接触的绿色空间数量和质量, 更直观地反映出城市环境的特色和品质, 且进一步展示了人本体验与百度街景之间的紧密联系。因此, 本文基于百度街景

表4 绿视率与行道树树冠幅、树高、树间间距及种植层次的相互关系
Tab. 4 Interrelationships between green visibility and street tree crown width, tree height, tree spacing and planting levels

	冠幅 Crown width	树高 Tree height	间距 Spacing	种植层次 Planting level
Pearson 相关性分析	0.686***	0.133	-0.038	0.428**
显著性 (双尾)	< 0.001	0.126	0.665	< 0.01
个案数	134	134	134	134

数据对兰州市城关区绿视率进行研究, 得出各个街道的绿视率空间分布情况, 通过实地调研和技术手段, 对城关区街道的行道树结构特征参数进行获取, 并进行相关性分析, 得出影响研究区域内绿视率的主要因子, 以期为未来的城市建设提供一些可行的方法。

6 结论

街道绿视率是衡量城市街道绿化程度和景观质量的一个重要指标。通过利用街景图像来计算街道绿视率, 能够直观地反映出城市绿化空间的分布情况以及景观环境的建设水平。这种研究方法不仅有助于提高地方街道的整体景观环境, 而且还能在空间规划与居住环境中融入更多的人文关怀, 为居民提供更健康、舒适的居住环境。本文汇集百度街景数据与深度学习模型提炼绿视率, 进而聚合样本点之绿视率至道路, 以此对兰州市城关区调研区域内的街道绿化执行相关性剖

析。探究揭示:(1) 百度街景影像内植物元素占比能部分映射民众实际视野下的街道绿化景象;(2) 兰州市城关地区纳入调查的12条道路绿视率水平总体较好, 因此绿化表现也较好;(3) 后续街道绿化举措应侧重改进绿视率低的庆阳路、白银路等路段;(4) 行道树木种类挑选(冠幅)、配置手法以及栽植层次系影响绿视率的关键因素。本研究创新性地结合了自动化的数据采集、量化分析和大范围覆盖, 有效弥补了传统研究方法在数据收集和处理上的局限性。其不仅提供一个更为直观、贴近实际居民感受的评价标准, 而且通过机器学习算法提升数据处理的精确性和效率, 使得街道绿化评估更加科学和高效。这一研究方法的实践意义在于, 其不仅为城市绿化规划提供了实用的数据支持, 也为城市管理者优化绿化策略、提升居民生活质量提供了重要依据。LAI

注: 文中图表均由作者绘制。

参考文献

- [1] 程玲娟, 王立生. 兰州市城关区行道树主要病虫害及其防治[J]. 甘肃林业科技, 2021, 46(03): 69-72.
- [2] 赵莹, 许俊萍. 绿视率引导下的高密度城区道路绿化品质研究——以厦门市思明区为例[C]// 人民城市, 规划赋能——2022中国城市规划年会论文集(05城市规划新技术应用). 厦门: 华侨大学建筑学院, 2023, 5(04): 35-38.
- [3] 蒋婧怡. 不同视角下城市街道绿化品质分析评价——以武昌古城区为例[C]// 人民城市, 规划赋能——2022中国城市规划年会论文集(05城市规划新技术应用). 武汉: 华中农业大学园艺林学学院, 2023, 35(05): 40-51.
- [4] 彭锐, 刘海霞. 城市道路绿视率自动化计算方法研究[J]. 北京规划建设, 2018, 7(04): 61-64.
- [5] YANG J, ZHAO L, MCBRIDE J, et al. Can You See Green? Assessing the Visibility of Urban Forests in Cities[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 91(02): 52-57.
- [6] 曹越皓, 龙瀛, 杨培峰, 等. 基于网络照片数据的城市意象研究——以中国24个主要城市为例[J]. 规划师, 2017, 33(02): 61-67.
- [7] LI X, ZHANG C, LI W, et al. Assessing Street-level Urban Greenery Using Google Street View and a Modified Green View Index[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2015, 14(3): 25-31.
- [8] LI X, ZHANG C, LI W, et al. Who Lives in Greener Neighborhoods? The Distribution of Street Greenery and its Association with Residents' Socioeconomic Conditions in Hartford, Connecticut, USA[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2015, 14(4): 36-41.
- [9] LI X, ZHANG C, LI W, et al. Environmental Inequities in Terms of Different Types of Urban Greenery in Hartford, Connecticut[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2016, 14(4): 26-34.
- [10] 李苗裔, 杨忠豪, 薛峰, 等. 基于多源数据的城市街道绿化品质测度与规划设计提升策略——以福州主城区为例[J]. 风景园林, 2021, 28(02): 62-68.
- [11] 裴昱, 阙长城, 党安荣. 基于街景地图数据的北京市东城区街道绿色空间正义评估研究[J]. 中国园林, 2020, 36(11): 51-56.
- [12] LI X J, ZHANG C R, LI W D, et al. Urban Planning Study Findings have been Reported by Investigators at City University of Hong Kong (Using Google Street View to Investigate the Association Between Street Greenery and Physical Activity)[J]. *Politics & Government Week*, 2019, 21(07): 31-35.
- [13] 张灵珠, 颜文涛. 街道绿化品质的人本视角测度框架——基于百度街景数据和机器学习的大规模分析[J]. 风景园林, 2018, 25(08): 24-29.
- [14] LI X J, ZHANG F, YANG P, et al. Neglecte ban Research - Urban Planning; New Urban Planning Study Findings have been Reported by Investigators at City University of Hong Kong (Using Google Street View to Investigate the Association Between Street Greenery and Physical Activity) Green Street Landscapes: A Re-evaluation Method of Green Justice[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2019, 91(02): 64-67.
- [15] 孙晶晶, 卢文雅, 牛彩云, 等. 兰州地区22161例人群维生素D水平与性别、年龄、季节、日照时数和平均气温关系的回顾性研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2023, 29(06): 840-846.
- [16] 佟旭. 基于百度街景数据的苏州古城区街道绿化研究[J]. 城市住宅, 2021, 28(11): 50-53.
- [17] 隗彤, 杨朝斌, 潘立志. 基于局部气候分区的城市热舒适度遥感研究[J]. 西部资源, 2024(04): 79-85.
- [18] 汤文, 余越宇, 郑小毅, 等. 微观地块服务设施可达性评价及路网优化影响分析[J]. 北京交通大学学报, 2024(06): 1-15.
- [19] 肖希, 韦怡凯, 李敏, 等. 日本城市绿视率计量方法与评价应用[J]. 国际城市规划, 2018, 33(02): 98-103.
- [20] 郑俊鸣, 关雷, 陈雅珊. 城市绿视率影响因素和健康效应的研究进展[J]. 莆田学院学报, 2023, 30(02): 11-17.
- [21] KI D, KIM S, LEE S, et al. Analysis of the Green Equity Using Google Street View and Deep Learning in Seoul, Korea: Focused on the Comparison Between NDVI and Street Image-Based Green Calculation Method[J]. *Journal of Korea Planning Association*, 2021, 56(4): 194-211.
- [22] 仝柯, 朱良宽, 王璟瑀, 等. 多策略融合改进北方苍鹰算法的森林冠层图像分割[J]. 森林工程, 2024, 40(05): 124-133.
- [23] 张炜, 周昱杏, 杨梦琪, 等. 全景绿视率自动识别和计算研究[J]. 风景园林, 2019, 26(10): 89-94.
- [24] 王鸿雁, 车向红, 徐辛超, 等. 利用DeepLabv3+模型提取分析街景图像绿视率——以北京三环内为例[J]. 测绘通报, 2024(03): 88-94.
- [25] 刘畅, 王一婷, 郭晓华, 等. 基于绿视率的武汉市绿地公平性评价[J]. 应用生态学报, 2023, 34(04): 1083-1090.
- [26] LI X, RATTI C, SEIFERLING I. Mapping Urban Landscapes Along Streets Using Google Street View[C]// PETERSON M P. *Advances in Cartography and GIScience: Selections from the International Cartographic Conference 2017*. Cham: Springer International Publishing, 2017: 341-356.