

分类号 _____
U D C _____

密级 公开
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 基于 POI 数据的城市居民生活便利指数
测度——来自居民调查数据的经验证据

研究生姓名: 高颖

指导教师姓名、职称: 牛成英、教授

学科、专业名称: 统计学、应用统计

研究方向: 大数据分析

提交日期: 2024年6月3日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 高颖 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 牛收英 签字日期： 2024.6.3

导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定， 同意（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 高颖 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 牛收英 签字日期： 2024.6.3

导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

Convenience Index Measurement of Urban Residents Based on POI Data——Empirical Evidence from the Resident Survey Data

Candidate :Gao Ying

Supervisor:Niu Chengying

摘 要

自 2018 年新版《城市居住区规划设计标准》出台以来，居民生活便利度就变得尤为重要。居民生活便利度是评价宜居城市的重要影响因素之一。考虑到不同城市生活服务设施对人们生活方式的影响差异，从城市居民的具体生活便利需求入手，采用了不同类别的兴趣点（Point of Information, POI）数据、相关矢量（街道范围、行政区范围）数据等，基于居民生活服务设施对城市居民便利度进行测度分析。

首先，综合运用文献研究法，借鉴已有研究和标准规范，以及学术研究进展，基于 POI 数据建立居民生活便利评价指标体系。其次，利用了城市居民问卷调查大样本，以城市居民的日常生活经验为依据，参照德尔菲法设定了城市居民生活便利指数评估标准权重，构建城市居民生活便利指数，对城市居民生活便利度进行测度。最后，以兰州市城关区作为案例城市，对各街道居民生活便利度测度进行评测，分析兰州市城关区各街道居民便利程度。运用核密度分析法和黄金分割法，系统性的分析了兰州市城关区生活设施的具体空间分布特征进行生活设施空间可视化分析，以此反映兰州市居民生活服务设施的分异规律。

结果表明，城市生活的日常购物设施、餐饮服务设施、医疗设施，以及交通设施对城市居民生活便利指数作用相对显著，表明基于 POI 数据构建的城市居民生活便利指数对衡量城市居民生活便利度存在合理性与可行性。

关键词：POI 数据 生活便利指数 指标体系 德尔菲法

Abstract

Since the introduction of the new version of the "Urban Residential Area Planning and Design Standards" in 2018, the convenience of residents' lives has become particularly important. The convenience of living is one of the important influencing factors for evaluating livable cities. Considering the differences in the impact of different urban life service facilities on people's lifestyles, starting from the specific life convenience needs of urban residents, different types of Point of Information (POI) data and related vector (street range, administrative district range) data were used to measure and analyze the convenience of urban residents based on residents' life service facilities.

Firstly, the literature research method was comprehensively used, the existing research, standards and academic research progress were used to establish an evaluation index system of residents' living convenience based on POI data. Secondly, based on the daily life experience of urban residents, the evaluation standard weights of the daily life convenience index of urban residents were set with reference to the Delphi method, and the living convenience index of urban residents was constructed to measure the convenience of urban residents. Finally, taking Chengguan District of Lanzhou City as a case city, the measurement of the convenience of residents in each street was evaluated, and the convenience of residents in each street of Chengguan District of Lanzhou

City was analyzed. Using the kernel density analysis method and the golden section method, the specific spatial distribution characteristics of living facilities in Chengguan District of Lanzhou City were systematically analyzed, and the spatial visualization analysis of living facilities was carried out, so as to reflect the differentiation law of residents' living service facilities in Lanzhou City.

The results show that the daily shopping facilities, catering service facilities, medical facilities, and transportation facilities of urban life have a relatively significant effect on the convenience index of urban residents, indicating that the convenience index of urban residents constructed based on POI data is reasonable and feasible to measure the convenience of urban residents.

Keywords: POI data; life convenience index; index system; Delphi's method

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的与意义	2
1.2.1 研究目的	2
1.2.2 研究意义	3
1.3 国内外研究现状	4
1.3.1 国外研究现状	4
1.3.2 国内研究现状	6
1.4 主要研究内容与重点解决问题	9
1.4.1 研究内容	9
1.4.2 重点解决问题	10
1.4.3 技术路线	11
1.5 主要创新点	12
2 基于 POI 数据的生活便利度评价指标体系构建	13
2.1 POI 数据来源及分类	13
2.1.1 POI 数据概述	13
2.1.2 POI 数据分类	14
2.2 构建指标体系的理论依据	16
2.2.1 指标体系设置原则	16
2.2.2 公共设施分类标准及规范	17
2.3 居民便利度评价指标体系.....	16
2.4 小结	20
3 基于居民生活便利度问卷调查的居民便利指数测算	21
3.1 评价指标权重确定的理论依据	21
3.1.1 传统德尔菲法	21
3.1.2 改进德尔菲法	22

3.2 基于问卷调查的评价指标权重确定	24
3.2.1 调查方案设计与问卷设计	24
3.2.2 德尔菲法的统计评价指标	25
3.2.3 评价指标权重	29
3.3 城市居民生活便利度指数测算	32
3.3.1 基于 POI 数据计算生活服务设施密度	32
3.3.2 居民生活便利指数	32
3.4 小结	32
4 实证分析——以兰州市城关区为例	34
4.1 研究地区与数据来源	34
4.1.1 研究地区	34
4.1.2 数据来源	35
4.2 各类生活设施的空间可视化分析	37
4.3 基于 POI 数据测度各街道生活便利指数	44
4.3.1 计算各街道生活便利指数	44
4.3.2 各街道生活便利指数的空间分析	46
4.3.3 城市居民生活便利度优化策略	48
4.4 小结	49
5 总结与展望	50
5.1 总结	50
5.2 展望	51
参考文献	52
附录	56
攻读硕士学位期间承担的科研任务及主要成果	59
致谢	60

1 绪论

1.1 研究背景

生活便利度是评价宜居城市最直观的核心因素，而城市宜居性又是衡量社会发展与文明进步的重要标志。随着世界经济全球化的迅速推进及我国现代化建设步伐的不断加快，人们对城市生活质量要求越来越高，而居住区作为城市居民日常生活和工作的基本场所，其规划设计已成为城市规划研究领域一个重要组成部分。

在 1996 年的联合国第二次人居大会上，提出了城市应成为适宜人类居住的地方的观点，并提出了“每个人都应享有适宜的住房”和“在城市化进程中实现人类住区的可持续发展”。这一观念的提出在全球范围内获得了普遍的认同，进而塑造了 21 世纪全新的城市观念。世界各国纷纷制定相应政策促进其实施。在 2000 年，中国在建设部的主导下成立了名为“中国人居环境奖”的奖项。我国政府将人居环境建设作为改善民生的重要内容之一。随着人们对人居环境和城市宜居问题的持续关注，学者开始探讨研究“宜居城市”的概念。在 2005 年，国务院批准的《北京城市总体规划》首次对“宜居城市”这一概念进行了定义。随后，北京市出台一系列规划措施以促进宜居型社会建设和发展。2016 年我国正式公布官方文件《中国中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》。这两个文件都对宜居性提出了明确要求，即要实现人与环境、人与自然和谐共处，让人民生活得更加幸福快乐。

由此可见，人们已经开始意识到改善和提高生活水平，必须首先从提升人居环境着手，这也正是本文研究的意义所在。对于人居环境的研究主要集中在改善居民生活条件和优化城市布局结构上，理解也是较为微观的，并没有将其提升到更高的层次上来。但随着学者们逐渐深入研究，发现了更为宽广和宏观的内容。

随着我国社会经济高速发展，打造宜居城市，增加民生福祉已成为当前各级政府提升城市竞争力的重要手段，根据 2007 年中国城市科学学会发布的《宜居城市科学评价标准》，居民生活便利度被视为评价宜居城市质量的关键因素之一。

城市居民生活便利度与城市公共服务设施数量和空间布局密切相关。居民生活便利度主要描述的是在某一特定区域内，居民如何方便地日常使用公共和服务设施，或者更准确地说，是利用诸如购物、教育、休闲和医疗等各类公共设施 and 享受这些服务的便捷性。党的二十大报告明确表示，中国式的现代化代表着全体人民的共同富裕，并始终坚守以人民为中心的发展理念。因此提高居民生活质量，打造宜居城市，增进民生福祉，提高居民生活便利度已成为当前各级政府提升城市竞争力的重要手段。基于公共服务设施的 POI 数据的居民便利度评价已成为客观评价居民便利度的主要方法。

1.2 研究目的与意义

1.2.1 研究目的

本文将 POI 数据应用于城市规划领域，发现城市公共服务设施的现状特点，用于提高公共服务空间均等化水平和城市居民生活便利度，可为其他城市居民生活便利度评价与建设提供借鉴参考。

为了拓宽城市问题研究的数据来源渠道，尝试基于 POI 数据构建城市居民生活便利度评价体系，分析并识别城市生活设施空间特征具有较大的研究空间。本文在 POI 数据处理过程中，结合国家标准筛选指标构建完整的评价指标体系。为了丰富城市居民生活便利度测度的理论研究，尝试在城市居民生活便利度研究中提出改进的德尔菲法并从街道尺度探讨与测度某一城市居民生活便利度。传统德尔菲法过程比较复杂，且花费时间较长，在实际的应用中，研究者大都对经典的德尔菲法进行了一些改进之后再应用，本文通过改进的德尔菲法对城市居民生活便利度指标进行评价，决定指标的选取，确定指标的权重，对我国的城市各类生活设施进行评价确定评价框架。为了全面地分析居民生活便利度，基于 POI 数据从街道的尺度测度居民生活便利度，挖掘空间特征要素，揭示城市公共服务设施空间分布规律，进而提出优化建议，结果对城市生活服务设施的规划与布局具有一定的指导意义。

综上，基于量化分析与评价的方法，获取了相对较为客观的评价结果，研究的目的是将 POI 数据应用于城市规划领域，利用 POI 数据构建城市居民生活

便利度指标的评价体系，并提出了改进的德尔菲法来计算指标权重，然后对城市居民的生活便利程度指标进行测算，对他们的生活便利程度进行评估。为提高公共服务空间的公平性和均等化水平，发现城市公共服务设施的现状特征和服务效果。以甘肃省兰州市作为案例城市进行实证研究，验证构建的城市居民生活便利指数是否具有合理性和可行性，为其他城市公共服务设施以及居民生活便利度评价与建设提供借鉴参考。

1.2.2 研究意义

首先，构建具有较高的精度和可靠性的城市居民生活便利度指数并基于此对城市居民便利度进行测度，不仅可以丰富城市居民生活便利度测度的理论研究，还有助于更深入地了解城市的日常生活服务设施，为测度城市居民生活便利度及相关研究提供参考与借鉴。

其次，在构建城市居民生活便利度指数过程中，应用改进德尔菲法构建和确定城市居民生活便利度评估体系及权重可以为今后开展健康城市居民生活便利度评估工作提供参考和依据，研究在整个调查过程中虽然严格遵循相关要求，且结果符合统计学的要求，但由于目前并没有统一的权重确定方法，咨询过程中不可避免地会受到其他外部因素的干扰和影响，为了确保咨询的结果更加科学和客观，我们还需要在实际操作中对这些结果进行更深入的验证和完善。

再次，从街道尺度探讨与测度某一城市居民生活便利度具有较强的实践意义。为分析生活设施的便利程度以及探索街道与设施空间布局之间的联系提供了坚实的基础，从而更好地进行研究、评估和分析。这在某种程度上为城市居民生活便利度的研究提供了新的视角，有助于丰富其研究领域，建立一个更为全面的城市居民生活便利度评估方法是至关重要的。

最终，在研究方法方面，综合应用了数学统计和空间分析等多种手段，以探究当前的发展趋势和空间特性规律。本文通过应用数字技术来收集互联网上的 POI 数据，并对这些数据进行深入分析，以兰州市城关区为研究对象进行实证分析。识别出影响城市公共服务设施的各种社会经济要素和它们的作用模式。结合相关理论建立模型进行验证，并对不同类型公共服务设施提出针对性建议。识别出城市公共服务设施的空间分布模式以及居民获取这些服务的生活便利度，

并从中提炼出空间特征元素进行评估。因此该研究方法在实际应用中具有很高的研究价值。

1.3 国内外研究现状

1.3.1 国外研究现状

国外和国内生活便利度的概念是不同的。就国外便利度而言，生活便利度取决于环境条件或公共设施的可达性、公平性等。

Smith (1977) Smith 描述了生活便利度为某一特定地区独有的环境条件和设施，这些环境和设施不仅让人感到舒适和愉悦，还能吸引人们在其周边居住和工作；Gottlieb (1995) 持有观点，即所谓的便利性是一种无法出口的、仅在特定地区存在的、专为当地居民设计的商品或服务；Luger (1996) 对城市居民生活便利度进行了总结，认为城市可以利用公共部门的员工和公共基础设施作为劳动力和资本投入生产的综合销售品。在此基础上，美国学者提出了一个新概念——城市便利度，即城市内人们能够享受到的最方便、最舒适的服务程度。Ullman (1954) 城市的便捷性是决定美国各州人口增速的关键要素之一，并进一步将生活的便捷性定义为愉悦的居住环境。

因此，关于生活的便捷性如何定义，在国际上关于城市便捷性概念则存在较大争议，国外的学者们并没有达成一致的观点。而国内学者认为城市便利性主要包括物质便利、社会便利和精神便捷三个方面。

在评价方面，国外学者对生活便利度的测度多聚焦于单一类别生活设施服务的公平性、多样性和可达性等空间特征，对城市整体生活便利度测度的文献较少。在早期，公共设施的可达性研究覆盖了广泛的领域，并且这些研究通常是通过问卷调查或者是实地考察来进行的。

随着信息技术的发展以及社会经济结构的变化，人们越来越关注对空间分布特征及其影响因素的分析与理解。自 20 世纪六十年代起，随地理信息系统技术的发展，研究的焦点逐渐从地理空间数据和人口统计数据转向基于城市或街区的研究。例如，Joseph (1982) 等利用 GIS 技术，并基于 POI 数据，采用空间分配模型来研究农村医疗设施的可达性。Stern (1986) 等对学校的可达性进

行了评估，并设计了新学校的空间布局。Talen（1998）等采用重力位和最近邻距离作为衡量可达性的标准，并证实了这些指标选择在空间错位判断和设施可达性方面具有关键性的影响。在早期，国际上关于公共设施空间布局的研究更多地集中在公共设施供应的公平性和均衡性上，其主要目的是为了最大程度地优化公共设施在空间上的分布效益。从二十世纪九十年代起，伴随着人们生活水平的不断提高和公共服务理念的广泛接受，公共设施的空间设计开始更多地考虑到不同社会群体和各种需求下的公平和多样性。研究焦点已单纯从关注空间公平逐渐转移到了更广泛的社会公平议题上。以英国卡迪夫地区为研究对象，Mitchel Langford（2008）采用了两步移动搜索技术，探讨了人口分布如何影响公共设施的布局，并据此提出了针对性的优化策略。Liao Chian-Hsien（2009）等结合 GIS 的空间句法和地理位置模型，对不同的服务区域进行了设施的优化配置研究。Bigman（1978）等考虑了公共设施与使用者之间的空间关联性，将其纳入到设施布局的各种影响因子中，并从设施使用者的行为选择视角对公共设施的空间布局策略进行了深入探讨。Jia（2018）等使用核密度法来分析 POI 的数据，并识别出各种不同的城市空间聚集区域。Kuupiel（2019）等利用全局莫兰指数和其他空间模型来研究卫生设施与居民之间的空间联系。研究发现，卫生设施在空间上的分布并不均匀，导致某些地区难以获得必要的服务。因此，他们建议采取措施来建设农村的初级卫生保健设施。Kuupie（2019）利用全局莫兰指数和其他空间模型来研究卫生设施与居民之间的空间联系。研究发现，卫生设施在空间上的分布并不均匀，导致某些地区难以获得必要的服务。因此，他们建议采取措施来建设农村的初级卫生保健设施。Rusek（2020）等通过研究居民的出行距离和空间布局，对公共设施的空间使用效率和服务的兼容性进行了评估，从而增强了公共服务设施的功能和经济效益。Xu（2021）等使用 POI 数据来研究地下空间的特性与居民活动之间的关系，他们发现空间的活跃性在很大程度上受到空间结构、功能配置和入口设计的影响。R Wikantiyoso（2021）等基于 GOS 地图数据进行了空间结构弹性分析和空间可访问性，以评估城市空间的便利性。

经过对国内外 POI 相关研究的综合梳理，发现 POI 数据在空间分析领域有着广泛的应用，并且 POI 数据在这一领域表现出明显的优越性。大数据涵盖了

时间、地理位置和主题内容，在研究过程中，它利用多方面的信息来描述其空间属性。通过运用多样化的分析手段来识别空间特性并进行相应的评估，研究的主题和分析手段都相当丰富。

McKenzie (2015) 等通过对多时空 POI 的分析汇集，识别人群地理活动，探索基于社交媒体的城市空间特征。Bendler (2014) 等通过将 POI 数据中时间和地点建立关系，验证数据的真实性。Cichosz (2020) 采用 POI 和机器学习技术构建了一个犯罪风险预测模型，旨在提高该地区的健康和安全性。也有学者认为，整合多源数据，提升数据应用能力，创新管理，大数据的应用价值还有待进一步开发和管理。Arunachalam (2018) 等提出增强提取数据价值的的能力，构建系统的、可应用的、扩展性的、多维度的数据分析框架，在数据生成、整合和管理、分析、可视化和开发驱动等方面。Ricciato (2022) 等在应用管理中，重新审视大数据与官方统计的差异，将大数据运用到官方统计应用中，建立统一标准使大数据的应用范围更为宽广，新数据冲击传统数据。

综上，通过 POI 建立指标体系，分析并识别城市生活设施空间特征具有较大的研究空间。然而，在国际范围内，学者们对于生活便利度的定义并没有达成一致的观点，这导致在各自的生活便利度度量研究中，对生活便利度的分类存在显著的差异。国外对于生活便利度的研究较少，现有研究大多停留在内涵界定、单一类别生活设施可达性等方面，对城市居民生活便利度测度系统分析的较少，缺少系统全面地进行生活便利度测度。

1.3.2 国内研究现状

无论是国内还是国外的学者，都对城市居民生活便利度进行了明确的定义。国内便利度大多考虑人居环境和宜居城市中的便利度，认为生活便利指人们在日常工作中能够享受到各种设施、环境以及服务所带来的方便，包括日常生活中的衣食住行等方面。并且生活便利性和生活便利度只是在名字不同，其内涵与定义相同。国内研究

国内，冯云廷 (2008) 对舒适进行了界定，认为它是一种能给人带来愉悦的特殊商品，评估城市的舒适度时，环境质量、治安情况、教育水平以及健康服务都被视为关键的影响因素。崔真真 (2016) 提出生活便利度是评定一个城

市是否适宜居住的核心标准，并与市民的日常生活紧密相连。生活便利度主要描述的是住户每日利用公共服务或各种公共设施，并在享受这些服务时的便捷性。从宏观角度看，公共和社会服务设施的数量和质量提高从而导致提供的服务质量和满意度也就随之提升。

目前，中国在城市便利度的测量和评估方面的研究仍然是初级阶段。通过对相关文献的分析，可以看到生活便利度的测量和评估研究主要分为两大类：

一是基于社区生活圈的生活便利度评价。如禚保玲等（2021）基于 POI 数据对青岛市东岸城区路网可达的 15 分钟社区生活圈便利度进行评价。李健等（2021）基于 POI 数据，通过测度面向地铁出行的各向异性距离，对北京市住宅生活便利指数进行研究。赵彦云等（2018）基于 POI 数据通过计算设施覆盖率、达标率以及构造发展协调指数来测度北京市“15 分钟生活圈”公共服务设施发展情况，并为北京市公共服务设施建设提供理论支撑。

二是基于 POI 数据尝试构建城市居民生活便利度评价指标体系。如崔真真等（2016）根据多维度的居民需求选取 8 个一级指标来构建指标体系，将 POI 数据进行梳理，按照城市居民生活便利指数评价指标体系获取各类设施数目，计算平均生活便利指数。魏颖等（2019）使用 POI 数据作为基础数据构建大数据指标体系，其中设置 8 项一级指标、16 项二级指标和 27 项三级指标等。

前者研究基于居民生活圈内 POI 数据进行生活便利度分析，对 POI 数据中不同类型公共服务设施对城市居民生活便利度的影响程度差异研究相对不足。后者通过建立一个基于 POI 数据的生活便利指数评价指标体系，定性分析公共服务设施对城市居民生活便利度的影响作用，但在由于指标体系权重确定的局限性，鲜有文献在此基础上对区域生活便利度进行定量测度。

为此，研究中尝试对评价指标体系进行赋权，从而构建便利度指数对城市居民生活便利度进行定量评价。如李志学等（2021）利用空间主成分分析法赋予权重对生活便利指数进行计算并对城市居民生活便利度进行空间分析与评价。刘家男等（2022）通过熵权法确定公共服务设施权重，从而测算生活便利综合指数。然而，这种客观的赋权方法需要大量的样本数据和实际问题领域，其普适性和解释能力都相对较弱。另外，应兰兰等（2020）运用层次分析法计算权重计算生活便利指数并对武汉市公共服务配套建设空间差异特征进行研究。卢

中辉等（2020）基于 POI 数据，利用层次分析法构建城市居民生活便利指数评价指标体系，采用德尔菲法确定权重解析生活便利度的空间集聚特征。相较于客观赋权法，主观赋权法可以集思广益，具有很强的实效性，可以根据决策者意图确定权重。然而，当涉及到过多的指标时，层次分析法由于其庞大的数据统计量，使得权重的确定变得困难。

相较于层次分析法，德尔菲法是解决多指标非结构化问题的有效手段，能够充分利用专家的经验学识确定指标权重。这篇文章采用的是德尔菲法作为研究手段。德尔菲法在其快速的发展和完善过程中，已经得到了多个领域专家的广泛认可和推崇，同时也在理论研究和实际应用中展示了其高度的准确性和可靠性。

国内采用德尔菲法进行指标体系建设最早见于张裕迎（1988），主要描述了采用传统德尔菲法构建指标体系。袁勤俭等（2011）指出，指标体系和其他与评价相关的应用是国内德尔菲法的主要应用领域。德尔菲法在指标体系构建中的运用，也是将德尔菲法步骤与后期改进部分结合起来，并结合指标体系的独特之处展开。

除运用在构建指标体系外，德尔菲法它的使用领域难以置信的涵盖了广泛的学科和主题。陈玉祥等（1990）是我国第一批系统采用德尔菲法进行技术发展应用预测研究，后来扩展到心理学，社会学，经济学，管理学，医学等学科。例如杨婉秋等（2018）国内首次采用改良的德尔菲法，开发地震灾后早期快速心理评估工具。严梦帆（2023）通过德尔菲法确定主观评分，评估多个垃圾焚烧厂的运营情况，为现行生活垃圾焚烧厂评价工作提供新的评分思路。田清清（2023）构建感控投入成本测量指标体系，为进一步开展医院感染卫生经济学研究提供成本测量参考。陈建俞（2023）通过德尔菲法构建的优秀青年科学基金项目绩效评价指标体系，为国家自然科学基金委员会及依托单位开展优秀青年科学基金项目管理提供科学依据。京城阳（2023）对德尔菲研究实施与报告标准进行解读，以期为德尔菲研究方法学设计质量和报告透明度评价提供参考。

在生活便利度的研究中，由于指标体系权重确定具有一定的局限性，鲜有文献在基于 POI 构建指标体系的基础上尝试对评价指标体系进行赋权，从而构建便利度指数对城市居民生活便利度进行定量评价。本文的确定权重运用的方

法是德尔菲法，但由于传统德尔菲法过程比较复杂，且花费时间较长，在实际的应用中，应对经典的德尔菲法进行了一些改进之后再应用。

1.4 主要研究内容与重点解决问题

1.4.1 研究内容

城市居民生活便利度是从城市居民生活需求角度出发进行生活便利度分析，考虑居民日常生活服务设施使用的方便程度，可以反映人与设施之间的关联性。

为了对城市居民生活便利度进行测度和评价。首先，基于 POI 数据构建城市居民生活便利指数评价体系。本研究结合现行城市居民生活便利度相关评价指标体系分析与总结，在前期准备工作中，基于文献研究，搜集整理出国内外城市居民生活便利度相关评价标准、论文、著作等文献资料。经过综合梳理国内外优秀研究成果，主要分析并对比了国内现行相关评价标准，包括，国家标准规范、部委标准、省级文件和规范、学会或协会标准。从中初步归纳整理出城市居民生活便利度评价指标。再通过对城市生活服务设施现状实地考察。提炼总结出城市居民生活便利度评价的重要指标，进一步完善城市居民生活便利度评价指标。最后，确立了城市居民生活便利度评价指标，包括一级指标日常购物、餐饮设施、科教设施、医疗设施、体育娱乐、交通服务、便民服务和金融服务设施 8 项，二级指标 26 项。建立一套科学实用、导向明确的城市居民生活便利度评价指标。

其次，基于 POI 数据构建的居民生活便利度评价指标体系设计以城市居住区公共服务设施满意度为主题的居民调查问卷。通过居民问卷调查，结合居民经验并以居民生活经验为证据，基于德尔菲法的思想对生活设施重要性进行赋分，确定居民生活便利度评价指标权重。由于传统德尔菲法过程较为复杂，耗时较长，本文对德尔菲法做出的改进为：（1）在居民生活便利度研究中，由于居民是生活设施最直接感知和体验者，居民生活经验和体验是测度居民便利度最直接的证据，本文以居民意见替代传统德尔菲法中的权威专家意见。（2）采用居民问卷调查的形式代替专家函询表对居民进行调查。（3）形式上不采用四轮的模式，只要居民的意见已经趋向一致，就结束咨询。以大样本调查结果替

代专家意见修改的重复过程，对居民问卷调查结果进行综合处理代替专家意见的综合处理结果，最终基于居民问卷调查结果确定指标权重，并在此基础上构建基于 POI 数据的平均城市居民生活便利度指数，

最后，为了验证所构建的城市居民生活便利指数测度具有可行性和合理性，以兰州市为案例进行计算。在运用核密度分析等 GIS 分析方法系统性的分析了兰州市生活设施空间分布，探讨 8 大类公共服务设施 POI 的空间分布状况，综合分析兰州日常生活服务设施的空间分布特征和分异规律的基础上，通过运用本文所构建的基于改进德尔菲法的城市居民生活便利度测度方法对兰州市城市居民生活便利度进行综合评判，分析兰州市城区生活设施空间利用情况，提出优化策略，形成“生活设施空间现状特征—空间分布规律—生活便利度评价”的研究思路。通过对兰州市 POI 数据的空间统计分析，对基于人居环境的城市居民生活便利度进行评测。为城市公共服务设施服务于居民便利生活及规划布局建设提供有益的参考。

1.4.2 重点解决问题

目前城市居民生活便利度测度研究存在以下问题：第一，生活便利度研究尺度以微观尺度和城市差异研究较多，但是缺乏宏观尺度城市层面的系统评价。本文以日常生活服务设施为研究对象，立足于人文角度，从城市居民生活便利度的需求视角，参考德尔菲法确定城市居民生活便利指数评价指标权重，构建城市居民生活便利指数，对城市居民生活便利度进行测度。

第二，基于 POI 数据的生活便利度评测选取设施标准在探索阶段。以往的评价方法主要是通过分析城市统计资料中的社会经济数据来获取主观数据，以建立客观的生活便利评价指标。然而，由于受到统计资料宏观性等因素的影响，这种方法并不能真实客观地反映城市的便利状况。为了解决这个问题，本次研究采用客观的 POI 数据和地理信息系统（Geographical Information System, GIS）方法，探讨一种新的思路和方法来评价城市居民生活便利度。

第三，利用大数据对城市居民生活便利度现有的研究主要集中在东部沿海发达城市，对西部地区尤其是西北部城市的研究关注不足，且大部分的相关研究都聚焦于某一特定服务设施的布局分析，却很少对设施间的相关性进行全面

的探讨。基于以上研究背景，论文选取被中央确定为西部地区重要的中心城市之一的兰州市作为案例城市，以兰州市城关区各街道城市居民生活便利度测度为例进行实证检验，探寻兰州市城关区城市居民生活便利度的实际情况，进一步增强了大数据在居住空间研究方面的地理完整性。

1.4.3 技术路线

综合研究内容与研究思路，本文技术路线如图 1.1 所示。

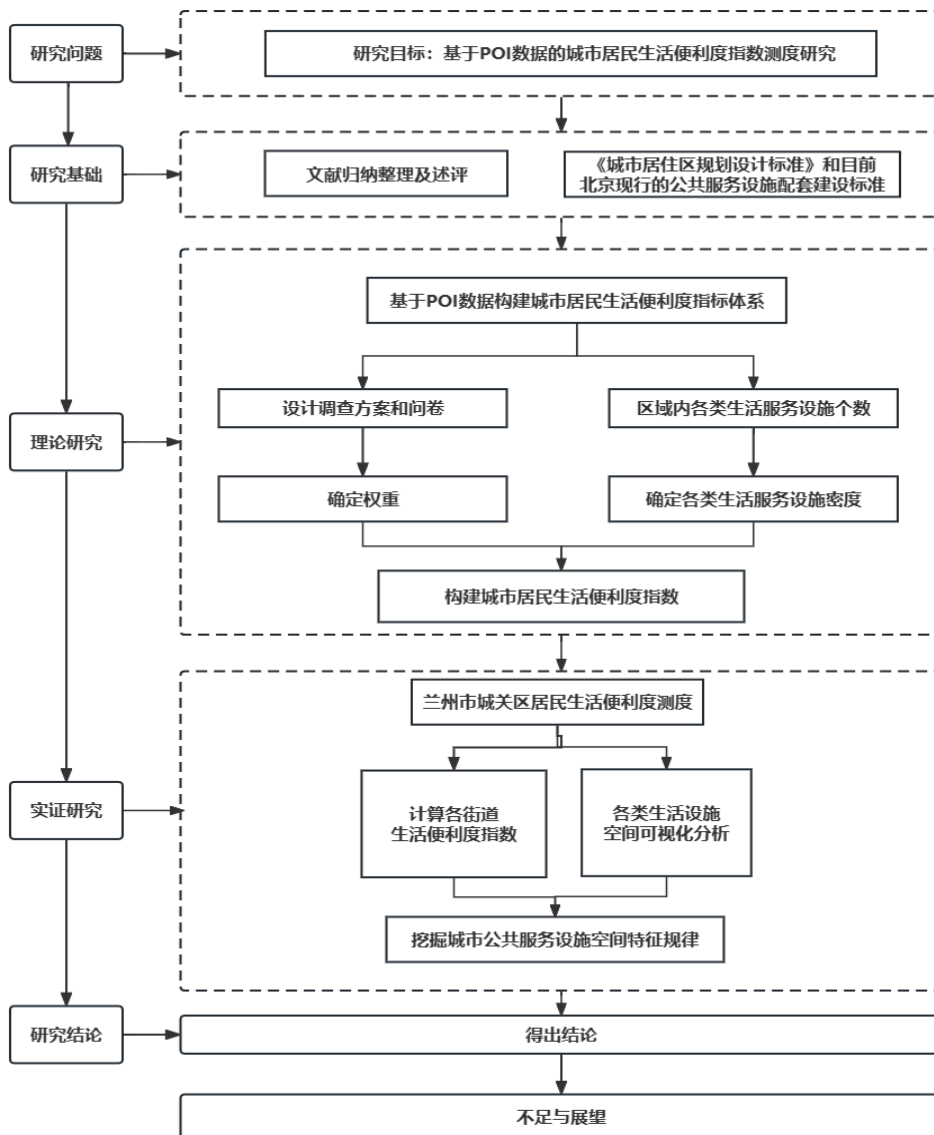


图 1.1 研究思路与技术路线

1.5 主要创新点

第一，从城市居民生活便利度的需求视角，参考德尔菲法基本思想，对传统德尔菲法做出合理有效的改进，从而基于居民生活便利度问卷调查结果确定城市生活便利指数评价指标权重。

第二，以日常生活服务设施为研究对象，以 POI 数据为依托，基于客观的 POI 数据构建生活便利度评价指标体系，构建城市居民生活便利指数，对城市居民生活便利度进行测度，为城市居民生活便利度评价探寻一种新的思路和方法。

2 基于 POI 数据的生活便利度评价指标体系构建

为了进行评估研究，我们需要构建一个指标体系，为该体系中的每一项指标分配权重。构建可行的评价指标体系是扎实推动城市发展的现实要求，有其必要性和迫切性，国民经济和社会发展的根本目的是提高居民生活水平和质量，因此城市居民生活便利评价是城市建设的一项重要内容，必须首先研究城市居民生活便利度评价指标体系的构建。

随着我国在大数据技术方面的不断发展，大数据在城市空间中的应用研究也变得越来越普遍。其中，基于城市人口规模分布状况所展开的生活便利度则成为了当前城市规划设计领域中一个重要课题。为了更好地评估生活的便捷性，人们通常会收集来自政府的经济和社会统计数据，以此来构建和计算生活便利度的指标，并据此对城市的某一特定区域进行便利性的评价。本研究试图使用实时且客观的城市 POI 数据作为生活便利度研究的核心数据，以此构建一个生活便利度的评估指标体系。

2.1 POI 数据来源及分类

2.1.1 POI 数据概述

POI 数据又称兴趣点数据，是一种与居民生活紧密联系并将的各类城市实体设施抽象为点的数据，具体为地图上所有能够到达的地点，例如购物中心、公交车站或图书馆等设施。居民生活便利度与公共服务设施分布情况有着密切相关的关系，基于公共服务设施的 POI 数据表示特定功能公共服务设施位于特定地理区域，与社会网络、城市规划等密不可分，反应一个地理区域内的人文活动特征。因此，POI 数据携带的信息可能会影响人类的日常活动和出行决策。

随着信息技术的不断进步和大数据存储能力的增强，通过对国内外 POI 相关研究的综合梳理发现 POI 数据在应用研究方面的范围逐渐扩大。作为反映城市人文活动特点的 POI 数据，已经成为分析城市规划和居民便利性的主要信息来源，并在空间特性分析和定量评估方面得到了广泛应用。通过对现实生活空间的数据分析，我们可以更好地理解各种现象和其背后的规律，从而加深对自

己的了解。同时在社会经济领域也有许多运用，如交通出行、医疗诊断、商业管理等等。以 Cichosz（2020）为例，他利用 POI 和机器学习技术构建了一个犯罪风险预测模型，旨在提高该地区的健康和安全性。薛冰（2020）使用 POI 数据对城市功能区进行了精确的量化识别。在研究过程中，他们计算了落在地块上的 POI 的数量和种类，并成功地识别了城市功能区。与现有的规划图进行比较后，发现识别的效果相当不错。在此基础上提出一种新的方法，即将人口分布作为变量来分析不同人群之间的关系。Xu and Chen（2021）利用 POI 数据探讨了地下空间特性与居民行为之间的联系，他们发现空间的活跃性在很大程度上受到空间布局、功能设计和入口配置的影响。

特别地，通过 POI 建立指标体系分析城市生活设施空间特征具有较大的研究空间。利用反映城市人文活动特点的 POI 数据作为分析城市居民便利性的重要数据来源是非常必要的。由于 POI 数据具有时效性较好、获取较容易、设施种类覆盖较广等特点，还对研究公共服务设施相关问题具有重要作用，POI 数据进而展现出了独特的优势，但由于它的发展周期相对较短并且更新迅速，因此还缺少了完整的理论基础和方法论分析。因此，在建立指标体系的过程中，有必要从多方面考虑数据的合适性、分析流程的完整性以及最终结果的可信度。基于 POI 数据的城市居民便利度评价已成为客观评价居民便利度的主要方法。

2.1.2 POI 数据分类

本研究使用的 POI 数据都是高德 POI 数据，但由于这些 POI 数据来自不同的互联网电子地图，因此其分类体系存在不一致性。高德地图把 POI 数据细分为 21 个主要分类和 193 个次级分类。详细内容请参见表 2.1。

表 2.1 高德地图 POI 分类表

序号	一级	二级（部分展示）
1	餐饮服务	茶艺馆、糕饼店、咖啡厅、快餐厅、冷饮店、外国餐厅、休闲餐饮场所、中餐厅等
2	地名地址信息	交通地名、门牌信息、市中心、自然地名、普通地名、热点地名等

3	风景名胜	风景名胜、风景名胜相关、公园广场
4	公共设施	报刊亭、公共厕所、公共设施、紧急避难场所

续表 2.1

序号	一级	二级（部分展示）
5	公司企业	公司、公司企业、工厂、农林牧渔基地、知名企业
6	购物服务	便利店、超级市场、花鸟鱼虫市场、家电电子卖场、家居建材市场、商场等
7	交通设施服务	地铁站、公交车站、停车场、长途汽车站、港口码头、轮渡站、火车站等
8	金融保险服务	保险公司、财务公司、银行、自动提款机、证券公司、金融保险服务机构等
9	科教文化服务	学校、培训机构、图书馆、博物馆、传媒机构、科技馆、科研机构、科教文化场所、驾校等
10	摩托车服务	摩托车销售、摩托车维修、摩托车服务相关
11	汽车服务	充电桩、加气站、加油站、二手车交易、洗车场、汽车租赁、汽车养护等
12	汽车销售	大众特约维修、本田特约维修、奥迪特约维修、路虎特约维修、名爵维修、汽车维修等
13	商务住宅	产业园区、楼宇、住宅区、商务住宅相关
14	生活服务	电力营业厅、电讯营业厅、自来水营业厅、美容美发店、维修站点、物流速递、搬家公司、旅行社等
15	体育休闲服务	影剧院、娱乐场所、运动场馆、休闲场所、度假疗养场所等
16	住宿服务	宾馆酒店、旅馆招待所、住宿服务相关
17	医疗保健服务	诊所、专科医院、综合医院、药店、急救中心、疾病预防机构、动物医疗场所等
18	政府机构及社会团体	社会团体、政府机构、公检法机构、工商税务机构、车辆管理、民主党派等
19	道路附属设施	服务区、收费站
20	室内设施	室内设施
21	通行设施	通行设施、建筑物门、临界院门

2.2 构建指标体系的理论依据

2.2.1 指标体系设置原则

参照大量经常被使用且较为合理的指标体系制定原则：

(1) 遵循代表性的基本准则。在挑选指标时，必须确保这些建议能够真实地展现出实际状况。例如，哪些服务设备与居民的日常生活紧密相连，被视为日常使用的设施。在选择评价指标的过程中，必须全面考虑所有可能影响居民生活的公共服务设施，因为一旦有遗漏，很可能对最终的结果产生不良影响。我们需要明确各个指标之间的相互联系，以防止它们之间的重复，从而使得评估系统变得过于复杂。只有采取这种方式，我们的评价体系才会变得更具代表性，并带有更强的实际价值。

(2) 遵循以人为本的基本原则。建设宜居城市是为了让居民在城市里安全、舒适地生活，方便地居住。所以在选择评价城市生活便利的具体指标时需以居民生活需求为主要依据，重点反映与居民生活密切相关的因素，体现出居民对于城市生活设施的要求。所选指标一定要贴近百姓生活、能如实反映居民实际需要。比如：居民最关注的是什么？会有哪些要求？从这些问题入手，将所选择的指标体系进行筛选，最后根据自身情况合理确定指标权重，从而为不同层次城市里的居住者提供较适合的服务。

(3) 遵循可操作性的基本准则。只有当评价指标具备操作性时，评价活动才能真正得以实施。本研究操作性主要涵盖了两个核心方面：首先，能够准确且真实地获取每一个指标的数据。本文主要从高德地图的 POI 数据中获取数据。高德地图受到广泛关注的原因在于，它包含了丰富的地理数据，并且这些数据具有极高的准确性。通过分析发现，高德地图获取到的海量地理空间信息包括人口、房屋等各种属性和位置等多种特征。通过对这批数据的深度分析，我们可以更准确地了解居民的真实需求。因此，在分析城市中各种交通方式和土地利用现状等情况后，可以将这些信息应用于城市规划建设当中。很明显，高德地图不能提供本文所需要的所有数据，同时，在从高德地图获取数据时，还需要考虑这些数据是否与本文所需数据覆盖的设施类别一致。其次，要考虑到地

理位置的差异所导致的不同。鉴于各个地区的经济增长水平存在差异，公共设施的类型也会有所区别，因此，我们需要对评估标准进行适应性的调整。

(4) 遵循可对比性的基本准则。为了便于比较分析同一样本与其他同类样本间的优劣关系及影响因素，并为制定相关政策提供依据，在评价指标体系里，所有指标都应该是可比较的，这样不同城市居民生活便利度可以进行比较，从而更好地了解每个评价对象的发展水平差异。同时对这些指标进行了详细说明和解释，以便于理解与应用。为了让研究成果更具全面性和丰富性，并增强城市居民生活便利度的横向和纵向对比，本研究主要集中于选择那些基础、统一且具有相对重要性的评价指标，而避免使用具有明显地域差异的评价指标，以全面了解研究区域内存在的各种特性。同时考虑到城市间的空间距离和经济联系也是衡量一个地区居民生活便捷程度高低的重要因素之一，并且在城市的发展进程中，由于各城市在自然环境、文化、性质和功能上的差异，各城市在指标统计上的口径有所不同，因此在挑选评价指标时，各城市的评价标准必须保持一致性。

2.2.2 公共设施分类标准及规范

在利用 POI 数据进行居民生活便利度测评指标体系建设时，不能够只依靠 POI 数据来完成指标体系建设，需要参考现有的研究及标准规范，及学术研究进展情况，并从中提取了与公共服务设施相关的居民生活方便程度评估内容及指标。并以此为基础进行了评估，其内容及结果可为其他城市提供参考。

本研究在指标构建指标体系的选择上，结合文献研究法对中英文文献数据库和相关网站进行检索，全面收集了国内外城市居民生活便利度及其评价指标的相关文献进行了归纳总结，明确识别和理解生活服务设施和生活便利度的定义和内涵，归纳梳理生活便利度的测评工具、研究现状、存在的问题和相关影响因素。居民生活服务设施，也就是通常生活所需要的公共服务设施。

除此之外，还广泛参考借鉴了住房城乡建设部等国家部门以及地方政府所建立的城市生活便利评价指标体系。参考划分公共服务设施类型的标准与规范主要包括的国家标准规范部委标准有《城市居住区规划设计标准》(GB50180-2018)、《城市公共设施规划规范》(GB50442-2008)、《城市用地分类与规划建设

用地标准(GB50137-2011)》、《城镇规划建设标准(GB50188-2007)》；省级文件及规范有《江苏省十三五美丽宜居城乡建设规划》；学会或协会标准有《宜居城市科学评价指标体系》。其中，住建部针对城市规划出台设计的《城市居住区规划设计标准》(GB50180-2018)分别从公共管理和公共服务设施、社区服务设施、便民服务设施、商业服务设施、市政公用设施、公交站场 6 个方面对生活圈内的设施配置做出相关要求。现行的公共服务设施配套建设标准指出，一个相对较为完善居住区的生活基础配套设施应包括 8 类 40 项，主要为教育、医疗卫生、文化体育、商业服务、金融邮电、市政公用、行政管理和其他。

最终本文以《城市居住区规划设计标准》和目前北京现行的公共服务设施配套建设标准作为参考依据，基于 POI 数据构建居民便利度评价指标体系。

2.3 居民便利度评价指标体系

基于指标体系的构建原则和理论基础，使用 POI 数据来收集城市内公共服务设施的当前状况，并进一步研究了城市居民生活便利度的指标评估体系。初步构建涵盖 8 类一级指标和 26 类二级指标的城市居民生活便利度综合评价指标体系，具体如表 2.2 所示。

表 2.2 城市居民生活便利度评价指标体系

一级指标	二级指标	包含设施
日常购物	便民商店	超市、便利店、小卖部等
	综合市场	农副产品市场、蔬菜市场、果品市场等
	商场	普通商场、购物中心、免税店等
科教设施	学校	幼儿园、小学、中学
	培训机构	书画培训室、音乐中心、托管机构等
	科技文化场所	艺术馆、博物馆、科技馆、图书馆等
餐饮设施	中餐馆	地方风味菜馆、特色风味餐厅、综合酒楼等
	外国餐厅	西餐厅、各国料理等
	休闲餐饮	茶馆、咖啡厅、甜品饮品店等
医疗设施	综合医院	三级甲等综合医院、二级甲等综合医院等

	专科医院 诊所	口腔医院、骨科医院、妇科医院等 中心卫生服务站、社区卫生服务站、医务室等
续表 2.2		
一级指标	二级指标	包含设施
交通设施	药店	中药店、西药店等
	公交站	普通公交站、临时停靠站、BRT 快速公交站
	地铁站	地铁站出入口
	停车场	路边停车场、酒店停车场、小区停车场等
体育娱乐	影剧院	电影院、歌舞剧院、话剧院、音乐厅等
	娱乐场所	酒吧、KTV、棋牌室等
	运动场馆	健身中心、篮球场馆、台球厅等
	公园广场	公园、城市广场
便民服务	物流速递	物流、快递站、小区快递点等
	维修服务	汽车维修、摩托车维修、电器维修等
	各类营业厅	电讯营业厅、自来水营业厅、电力营业厅等
	美容美发	美容店、美发店等
金融服务	ATM	各大银行自助提款机
	银行	中央银行、政策性银行、商业银行

具体而言，我们从日常购物、餐饮设施、科教设施、医疗设施、体育娱乐、交通服务、便民服务、金融服务设施共 8 个方面展开。

第一，日常购物是居民生活质量的重要基础，是居民日常生活的重要需求，居民生活离不开日常购物。日常购物服务设施包含便民商店、商场、综合市场等物品销售场所。

第二，餐饮服务设施能够充分体现居民生活便利度。“民以食为天”，随着消费方式和消费结构的改变，餐饮深刻影响着居民生活质量。餐饮服务设施主要包含了各类餐馆等提供餐饮服务的设施。

第三，科教设施是居民生活至关重要的一部分。科教的力量不仅能增强国力还能让居民生活更加便利。科教设施是居民生活的精神食粮和居民发展的根基，学校、培训机构和科技文化场所等科教服务设施对于居民生活不可或缺。

第四，医疗设施是指满足居民生活便利水平所对应的基本社会需求，是体现居民生活便利度重要指标之一。一般将医疗设施主要界定为综合医院、专科医院、诊所以及药店。

第五，体育娱乐设施与居民便利是紧密相关的。影剧院、运动场馆、公园广场等体育娱乐设施能够大大提升居民的生活幸福感以及精神性需求，日益成为居民日常生活离不开的重要设施之一。

第六，交通设施满足了居民生活、生产和其他需求的物质供给，使居民生活变得方便快捷。交通设施具体指研究区内的道路交通设施与交通工具服务场所，包含公交站、地铁站和停车场等场所。

第七，便民设施提升了居民生活便利度，是居民生活必不可少的保障，在居民生活服务中发挥着重要作用。便民服务设施包含了日常生活中必须的设施，如快递点、理发店、各类商营业厅和维修服务等。

第八，融服务设施为居民生活提供了方便的金融服务体验。银行营业点和 ATM 遍布大街小巷，金融服务设施普遍覆盖，一定程度上促进了居民生活便利度持续、稳定地发展。

2.4 小结

公共服务设施相关的 POI 数据反应城市居民生活的人文活动特征，反过来也影响一定区域内居民生活便利度。因此，本文在参考大量文献研究和国家、地方发布标准的基础上，基于 POI 数据构建城市居民生活便利指数评价指标体系，最终选择日常购物、餐饮设施、科教设施、医疗设施、体育娱乐、交通服务、便民服务和金融服务设施共 8 个一级指标及 26 个二级指标为对象构建城市居民生活便利度综合评价指标体系。

3 基于居民生活便利度问卷调查的居民便利指数测算

在构建便利度指数对城市居民生活便利度进行定量评价中，指标体系权重确定具有一定的局限性。并且基于 POI 数据对城市生活便利现有的研究主要集中在对多个城市整体进行横向对比，或大多集中在某一单一服务设施的布局分析上，生活便利度研究尺度以微观尺度和城市差异研究较多，缺乏宏观尺度城市层面设施之间相关性的系统评价。因此，本文基于德尔菲法传统思想，对传统的德尔菲法进行了一些改进之后再应用其来确定权重，并基于居民生活便利度问卷调查测度城市内部居民生活便利度指数。

3.1 评价指标权重确定的理论依据

本文基于德尔菲法的基本思想确定指标权重，并对传统德尔菲法进行合理改进。德尔菲法又称特尔斐法、德尔斐法，也称专家调查法，是识别和优选问题以做出决策的信息系统研究中常用的方法。

3.1.1 传统德尔菲法

在综合评价指标权重确定过程中，传统德尔菲法依据系统的程序是通过对专家多轮匿名函询，将专家反馈结果反复修正并汇总分享给专家小组，最后汇总成专家基本一致的看法，据此得出对未来情况较为可靠的预测。通常采用专家的积极性系数、专家意见的协调程度来衡量德尔菲法的可靠性和科学性。具体实施步骤为：

(1) 按照研究所需要的知识范围确定专家。专家要求有一定有名望的学派代表，且一般建议选取 10~50 名专家。

(2) 通过书面形式向所有的专家提出了预期的问题和相关要求，并为这些问题提供了完整的背景资料，最后由专家进行书面回应。

(3) 根据收集到的资料，各位专家都提出了自己的预测观点，并阐述了他们是如何运用这些资料以及如何给出预测结果的。

(4) 汇总所有专家的修改建议后，再一次将其分发给各位专家，以便进行第二轮的修改。通常需要经历三到四轮，直到所有的专家都不再改变他们的观

点。最终确定综合评价各指标权重。

因此，传统的德尔菲法有几个明显的优势：通过匿名书面咨询，可以消除传统面对面专家会议方式之间的互相干扰，并减少权威人士对专家个人观点的影响；在持续不断的信息反馈过程中，每一位专家的观点都有可能在思考过程中被撤回、修改或扩充；有可能邀请来自各个不同地域的专业人士参与这项研究，从而减轻了专家会议法在资金和时间方面对参与者的制约。但从传统德尔菲法具体步骤可以看出，传统的德尔菲法虽然有它独特的优势但也具有一定的局限性：专家回复率低，过程比较耗时比较复杂等不足；频繁的函询可能使专家感到疲惫，并可能对他们的决策产生影响；在样本数量和抽样技术方面，并没有一个统一的标准，也缺乏可靠的证据支持，这导致在短时间内难以找到解决方案。

3.1.2 改进德尔菲法

研究发现，德尔菲法不仅可以解决多指标非结构化问题，分析结果还具有极高的准确性。但由于传统德尔菲法过程比较复杂且花费时间较长，存在上述的局限性。本文确定权重运用的方法是基于传统德尔菲法思想，并对其进行了一些改进。目前学者为使传统德尔菲法日趋完善，大多对传统德尔菲法进行不同程度的改进之后再将其运用到实际问题中。现有改进一般为：

（1）专家选择的改进

传统德尔菲法的观点是，只要咨询的专家都是业务领域内有一定声誉的学派代表，他们的观点就会得到相同程度的重视和处理。由于专家的专业知识和经验的差异，他们在思考问题时的出发点和要素也会有所不同，这对研究者在调查结果中的反馈信息也会有很大的影响，因此，选择合适的专家变得尤为关键。

结果发现，由于专家认知水平限制和技术发展水平限制导致德尔菲法在技术预见方面精度不高、可靠性不强。对此，蔡辉等（2004）分析德尔菲法少数持有不同观点的专家是否可靠，并在此基础上对评估专家进行筛选与调整，以增强专家观点的协调性。张冬梅（2009）等提出了技术环境监测法来监测在专家预见过程中是否存在以假设及预见结果为依据的早期征兆，并及时地确认

并纠正了专家早期预见结果。

本文在城市居民便利度测度和评价中，考虑到居民是直接感知和体验者，故以居民意见替代传统德尔菲法中的权威专家意见，提出改进的德尔菲法确定各项指标的权重。

（2）形式的改进

传统德尔菲法通常是以信函方式对专家进行调查，随着科学互联网技术的进步，当下通常以邮件方式进行调查，从而减少了专家反馈所需时间并提高了统计决策工作效率。

王晓闾（1990）为了有效地防止专家单纯只是往中值靠拢，保证客观可靠的预测结果。主办方通过电脑向各位专家发放问卷，得到专家的反馈之后主办方及统计专家团队协作使其迅速得出统计结果，然后再向专家反馈结果，这样几个来回之后得出的结果比较一致。

本研究以文献回顾的方式进行资料收集，并经过组别进行分析与探讨，以形成结构化问卷进行居民评估，提供全体参与人员共同知识基础且节省时间、提高了效率为居民提供了研究背景信息并让居民判断以既定事实为依据。并采用网络居民问卷调查的形式代替专家函询表对居民进行调查。

（3）轮回的改进

王晓闾（1990）针对德尔菲法在初始阶段缺乏信息的弊端，提出了一系列改进措施。他建议在开始征询专家意见之前，先通过文献综述、专家座谈和问卷调研等手段收集相关的发展趋势和背景信息。这样的准备工作旨在为专家提供一个共同的知识背景，从而减少德尔菲法需要的预测轮次，并要求专家对自己的预测进行评估。此外，王晓闾还建议在设计专家咨询问卷时，事先征集专家的意见，并通过一个协调小组来分析和讨论这些意见，以形成一个结构化的问卷。这一过程事实上已经完成了德尔菲法的首轮咨询。

因此，不必严格遵循四轮模式，只要达到专家意见的高度一致性和协调度即可。

3.2 基于问卷调查的评价指标权重确定

3.2.1 调查方案设计与问卷设计

(1) 调查方案设计

a. 调查目的

为深入贯彻落实党的二十大报告，坚持以人民为中心的发展思想，坚持全体人民共同富裕的中国式现代化。加快推进城市生活服务设施发展，增进民生福祉，满足居民生活便利度、多样性生活需要，为建设生活便利的宜居城市提供有力支撑。本调查主要着眼于了解城市生活服务设施的便利程度、居民对城市生活服务设施的评价、需求以及建议等。

b. 调查小组与调查对象

在居民生活便利度研究中，居民生活经验和体验是测度居民便利度最直接的证据。根据现有条件成立调查小组，包括 1 位教授和 4 位研究生。教授拥有相当丰富的经验。调查小组通过讨论，确定选取本研究需要调查主体对象最终界定在 20 岁以上，且对本研究有兴趣自愿参加的在城市居住多年，且生活实践经验较为丰富的常驻居民代替专家。

c. 调查方式

根据国内进行城市居民生活便利度调查的经验，采用线上网络居民问卷调查的形式代替专家函询表对居民进行调查。以大样本调查结果替代专家意见修改的重复过程，对居民问卷调查结果进行综合处理代替专家意见，最终基于居民问卷调查结果确定指标权重。

d. 调查内容

本次调查的主要内容包括城市居民的便利程度，主要从日常购物、餐饮设施、科教设施、医疗设施、体育娱乐、交通服务、便民服务、金融服务设施这 8 方面来了解居民生活的便利程度；居民对生活服务设施的评价及需求；居民对改善生活服务设施便利度的建议。

(2) 问卷设计

本研究在文献查阅收集的基础上进一步结合访谈及实地考察，编制了城市

居民生活服务设施便利度调查问卷。调查问卷主要调查各类生活服务设施对城市居民的重要性。具体问卷如附录 1 所示。

主要包括以下几部分内容：第一部分主要表达对研究者的参与表示感谢，介绍本次调查目的、内容与用途，对调查项中的各类指标定义及分类进行了备注和解释说明，方便被调查居民对调查项的理解，并对本次调查的保密性做出说明；第二部分收集居民基本个人情况信息，该部分意图掌握并收集居民年龄、性别、居住地等信息，方便对受访居民人口统计特征进行分析，进一步为有效问卷的筛选提供便利；第三部分客观调查题。根据 POI 数据的居民生活便利度评价指标体系，设置公共服务设施影响居民生活便利的重要性排序调查题项。此部分为问卷的主体部分，全部由排序题构成，主要包括 9 个项目，其中，将评价指标体系中的 8 个一级指标包含所有二级指标对应的各类设施重要程度进行排序。除此之外，还需对 8 个一级指标的重要程度进行排序。为了方便量化分析，将调查的各指标排序评价结果转化成一定的数值评分。最常规的赋值方法是对数据进行反向计分，即将重要程度最低的指标赋值 1，按重要程度排序依次增加 1，以此类推。赋值数字表示不同的重要程度，数字越大，重要程度越高；第四部分主观调查题。除以上设施外，您认为还需要哪些生活服务设施会更好的提供生活便利？

采用线上网络居民问卷调查的形式代替专家函询表对居民进行调查。本次调查线上以网络问卷调查方式共回收问卷 431 份，剔除年龄小于 20 岁受访者，以及项目严重缺失等无效问卷，最后，我们成功回收了 382 份有效的问卷，其中有效的回复率达到了 88.63%。

3.2.2 德尔菲法的统计评价指标

传统德尔菲法使用变异系数（CV）和 Kendall 协调系数（W）来判断居民意见的协调程度，专家意见协调程度也就是专家对指标评分的离散程度。变异系数能够反映专家评分的波动协调程度。Kendall 协调系数在德尔菲法中被用来验证专家对各个指标评分的一致性。所以本文使用问卷的有效回复率来反映居民的积极系数，使用变异系数和 Kendall 协调系数来反映有效问卷受访居民对评估指标的评分协调程度。最后，将所有调查数据进行汇总并进行处理，得到

如下调查结果。

(1) 居民意见积极系数

居民意见的积极系数用居民问卷调查的回收率来表示，即以问卷的回收率作为积极系数的参考依据。居民意见的积极系数说明被调查居民对本次研究的关心程度。积极系数是回复调查的居民数与发放调查问卷数之比。

为提高居民意见的一致性，调查主体对象需对本研究有兴趣且自愿参加的城市居民。此次调查居民意见积极系数为 100%。本次调查样本中男性和女性受访者约各占一半，且涵盖 20 岁以上不同年龄段、性别、学历、职业的居民。本次调查共回收问卷 431 份，剔除年龄小于 20 岁受访者，以及项目严重缺失等无效问卷，最终回收有效问卷 382 份，问卷有效回复率为 88.63%。调查结果显示，调查中的居民对本次研究表现出浓厚的兴趣，并且研究的回收率也达到了基本要求。

(2) 居民意见协调系数

Kendall 协调系数检验步骤如下：首先计算检验统计量，同一评价者无相同等级评定时，Kendall 协调系数 W 的计算式为：

$$W = \frac{\sum R_i^2 - \frac{1}{N}(\sum R_i)^2}{\frac{1}{12}K^2(N^3 - N)} \quad (3.1)$$

其中， N 为被评价指标， K 为参与评价的居民人数， R_i 是第 i 个评价指标的被评等级之和。分子代表了每个评估指标评定的等级总和 R_i 与所有这些总和的平均值 \bar{R}_i 之间的差异平方和。

Kendall 协调系数取值范围为 0~1，一般在 0.5 上下波动。 W 值越接近 1 表示居民意见协调程度越高，越接近 0 表示居民意见协调程度越低。

最后对 Kendall 协调系数进行显著性检验即卡方检验。其卡方检验式为：

$$\chi_R^2 = K(N - 1)W \quad (3.2)$$

并根据显著性水平 $\alpha = 0.05$ 和自由度 $df = N - 1$ 的卡方分布，通过自由度和显著性水平，从 χ^2 值表中查找临界值 χ_α^2 ，如果 χ_R^2 值大于 χ_α^2 值，那么可以认为协调系数经过检验后具有显著性，这表明居民的评估意见具有良好的协调性，结果是可取的。反之， χ_R^2 值很小，这意味着居民意见在非偶然协调方面的可能性更高，在 95% 的置信度条件下，如果 $P > 0.05$ ，那么可以认为居民意见在非偶然协调方面是不可靠的，从而导致评估结果的可信度降低和评价结果的不合

理性。对本次问卷调查评分结果进行检验，最终得出结果如表 3.1 所示。

表 3.1 居民意见 Kendall 协调系数

一级指标	K	N	W	χ_R^2	P
日常购物	382	3	0.515	393.712	<0.001
科教设施	382	3	0.546	417.361	<0.001
餐饮设施	382	3	0.520	397.607	<0.001
交通设施	382	3	0.494	565.703	<0.001
医疗设施	382	4	0.518	395.942	<0.001
体育娱乐	382	4	0.507	580.699	<0.001
便民服务	382	4	0.505	578.278	<0.001
金融服务	382	2	0.546	213.609	<0.001
平均值	——	——	0.519	——	——

由表 3.1 可知，一级指标的 Kendall 协调系数平均为 0.519，其中仅有 1 项小于 0.5，但均在 0.5 上下波动，检验所得 P 值均小于 0.05，表明在 95% 的置信度下，居民评估意见协调性好，结果可取，均具有极显著的统计意义。说明 382 个居民对指标评分具有一致性，所有居民评价各项指标的协调程度较高。

(3) 居民意见变异系数

变异系数即某指标的重要性评分标准差与均数的比值，其值越小表明居民指标评分波动程度越小，协调程度越高。具体计算式为：

$$CV_i = \frac{\sigma_i}{X_i} \quad (3.3)$$

其中， CV_i 代表第 i 个指标的变异系数， σ_i 是第 i 个指标的标准偏差，而 X_i 则是第 i 个指标的平均值。本次问卷调查中，居民对各指标评价结果的变异系数如表 3.2 所示。

表 3.2 问卷调查居民意见变异系数

一级指标	K	均值	标准差	变异系数	二级指标	均值	标准差	变异系数
日常购物	382	4.840	0.386	0.080	便民商店	1.430	0.343	0.240
					综合市场	3.100	0.215	0.069
					商场	2.470	0.287	0.116

科教设施	382	3.500	0.298	0.085	学校	3.840	0.059	0.015
------	-----	-------	-------	-------	----	-------	-------	-------

续表 3.2

一级指标	K	均值	标准差	变异系数	二级指标	均值	标准差	变异系数
餐饮设施	382	3.480	0.169	0.049	培训机构	2.440	0.138	0.057
					科技场所	2.720	0.242	0.089
					中餐厅	3.680	0.121	0.033
					外国餐厅	2.100	0.040	0.019
					休闲餐厅	3.210	0.153	0.048
交通设施	382	3.140	0.249	0.079	公交站	4.010	0.634	0.158
					地铁站	2.930	0.611	0.209
					停车场	3.320	0.429	0.129
医疗设施	382	2.360	0.439	0.186	综合医院	3.740	0.685	0.183
					专科医院	3.260	0.350	0.107
					诊所	2.980	0.388	0.130
					药店	2.760	0.436	0.158
体育娱乐	382	1.580	0.310	0.196	影剧院	3.230	0.561	0.174
					娱乐场所	3.370	0.582	0.173
					运动场馆	3.460	0.555	0.160
					公园广场	3.950	0.639	0.162
便民服务	382	1.210	0.201	0.166	物流速递	4.540	0.457	0.101
					维修服务	3.130	0.483	0.154
					各类营业厅	3.380	0.521	0.154
					美容美发	2.940	0.469	0.160
金融服务	382	1.080	0.022	0.020	ATM	2.730	0.244	0.089
					银行	2.270	0.244	0.108

一般变异系数限值在 20%~35%之间，即变异系数不超过 35%就能说明居民意见趋于一致。由上表可知一级指标变异系数均小于 20%，最小为 0.02，最大为 0.196。二级指标变异系数均小于 25%，且其中仅有 2 个指标变异系数超过 20%，说明问卷调查结果对全部评价指标的协调程度较好。综合表 3.1、表 3.2

结果，均表明居民对影响生活便利度的公共设施需求意见基本趋于一致。

3.2.3 评价指标权重

指标的权重定义为在评估过程中根据各种指标对评估结果的贡献程度来确定的，权重的合理性将直接决定评估指标体系的可靠性和评估结果的准确性。指标的权重体现了各个指标对整体评估结果的影响程度。目前，有许多方法可以确定这些指标的权重，例如层次分析法、模糊定权法和熵权法等。但是，无论哪种方法确定的权重分配都有其合理之处，也存在一定的局限性。因此，在实际操作中，我们需要根据实际情况来决定使用哪种方法。

本研究基于大量的文献资料，通过对不同权重确定方法的对比分析，并结合城市居住适宜性评价的实际指标进行了深入的分析，为了便于对评估结果进行统计运算，同时考虑将尽可能将调查步骤精简控制在合理的范围内以提高咨询质量，所以最终根据德尔菲法的思想，对居民生活便利度调查结果运用平均分法来确定指标权重。与其他权重确定方法相比，该方法在城市居民生活便利度评价指标体系的权重确定中可能更具科学性、系统性、实用性、完整性和层次性。

汇总统计出居民生活便利度调查问卷结果，并以此计算指标体系中各项指标的权重。其中 8 大维度的权重以及各一级指标的权重分别为各自对应的居民得分均值，具体计算过程如下：

设共有 m 个一级指标 X_1, X_2, \dots, X_m 。对任意一级指标 X_f 进行重要性排序，一级指标 X_f 重要性排序处于第 1 位到第 m 位分别表示为 $X_f^{(1)}, X_f^{(2)}, \dots, X_f^{(m)}$ 。由于选择顺序不同，其重要程度也不同，所以需要进行反向计分。若 X_f 排在第 1 位， $X_f^{(1)}$ 得分为 m 。若 X_f 排在第 2 位， $X_f^{(2)}$ 得分取 $m - 1$ ，以此类推，若 X_f 排在第 m 位， $X_f^{(m)}$ 得分取 1。

每个一级指标下的二级指标个数并不相同，一级指标 X_f 包含 n_q 个二级指标 $X_{f1}, X_{f2}, \dots, X_{fn_q}$ ，对任意二级指标 X_{fh} 进行重要性排序，其中 $h = 1, 2, \dots, n_q$ 。二

级指标 X_{fh} 重要性排序处于第 1 位到第 n_q 位分别表示为 $X_{fh}^{(1)}, X_{fh}^{(2)}, \dots, X_{fh}^{(n_q)}$, 若 X_{fh} 排在第 1 位 $X_{fh}^{(1)}$ 得分取 n_q , X_{fh} 排在第 2 位 $X_{fh}^{(2)}$ 得分取 $n_q - 1$, 以此类推, X_{fh} 排在第 n_q 位 $X_{fh}^{(n_q)}$ 得分取 1。例如, 日常购物指标下有三个二级指标, 对这三个二级指标进行重要性排序重要性评分, 排在第一位的指标得分取 3, 排在第二位的指标得分取 2, 排在第三位的指标得分取 1, 居民所给指标重要性评分数值越大, 表明专家认为该指标在评价生活设施时越重要。

最后将各排序方案得分分别乘以各方案应答人数, 求和之后再除以其所属同一级指标的所有排序方案和其应答人数乘积之和, 可得指标权重。

本文构建的指标体系共有 8 个一级指标, 此时 $m = 8$ 。赋予第 1 位得分为 8, 第 2 位得分为 7, 以此类推, 第 8 位得分为 1。整理调查数据, 一级指标各方案人数为 $S_f^{(g)}$, 则一级指标权重具体计算见 (3.4) 式:

$$W_f^{(1)} = \frac{\sum_{q=1}^m X_f^{(g)} S_f^{(g)}}{\sum_{q=1}^m X_1^{(g)} S_1^{(g)} + \sum_{q=1}^m X_2^{(g)} S_2^{(g)} + \dots + \sum_{q=1}^m X_m^{(g)} S_m^{(g)}} \quad (3.4)$$

其中, $W_f^{(1)}$ 为一级指标权重, 此时 $m = 8, g = 1, 2, \dots, 8$ 。

同理, 可求二级指标 X_{fh} 的权重 $W_{fh}^{(2)}$ 。二级指标的权重系数在其所属一级指标内计算, 具体计算见 (3.5) 式:

$$W_{fh}^{(2)} = \frac{\sum_{q=1}^{n_q} X_{fh}^{(q)} S_{fh}^{(q)}}{\sum_{q=1}^{n_q} X_{f1}^{(q)} S_{f1}^{(q)} + \sum_{q=1}^{n_q} X_{f2}^{(q)} S_{f2}^{(q)} + \dots + \sum_{q=1}^{n_q} X_{fh}^{(q)} S_{fh}^{(q)}} \quad (3.5)$$

需要说明的是, 所属一级指标不同, 其包含的二级指标个数 n_q 也不同, $q = 2$, 或 $q = 3$ 或 $q = 4$, 此时 $n_q = 1, 2$ 或 $n_q = 1, 2, 3$ 或 $n_q = 1, 2, 3, 4$, $S_{fh}^{(q)}$ 表示二级指标各方案问卷应答人数。

以此计算指标体系中各项指标的权重, 结果如表 3.3 所示。

表 3.3 居民生活便利度评价体系指标权重

一级指标	一级指标权重 $W_f^{(1)}$	二级指标	二级指标权重 $W_{fh}^{(2)}$
日常购物(X_1)	0.190	便民商店(X_{11})	0.405
		综合市场(X_{12})	0.349

		商场(X_{13})	0.246
科教设施(X_2)	0.100	学校(X_{21})	0.473

续表 3.3

一级指标	一级指标权重 $W_f^{(1)}$	二级指标	二级指标权重 $W_{fh}^{(2)}$
餐饮设施(X_3)	0.153	培训机构(X_{22})	0.240
		科技文化场所(X_{23})	0.287
		中餐馆(X_{31})	0.447
		外国餐厅(X_{32})	0.185
		休闲餐饮(X_{33})	0.368
医疗设施(X_4)	0.152	综合医院(X_{41})	0.301
		专科医院(X_{42})	0.193
		诊所(X_{43})	0.232
		药店(X_{44})	0.274
交通设施(X_5)	0.143	公交站(X_{51})	0.373
		地铁站(X_{52})	0.332
		停车场(X_{53})	0.295
体育娱乐(X_6)	0.089	影剧院(X_{61})	0.222
		娱乐场所(X_{62})	0.237
		运动场馆(X_{63})	0.246
		公园广场(X_{64})	0.295
便民服务(X_7)	0.121	物流速递(X_{71})	0.354
		维修服务(X_{72})	0.213
		各类营业厅(X_{73})	0.238
		美容美发(X_{74})	0.195
金融服务(X_8)	0.052	ATM(X_{81})	0.578
		银行(X_{82})	0.422

3.3 城市居民生活便利度指数测算

3.3.1 基于 POI 数据计算生活服务设施密度

生活服务设施对居民日常生活的影响在一定程度上取决于各项设施在该区域内存在的量值多少。因此，基于 POI 数据计算生活服务设施密度对构建城市居民生活便利度指数具有举足轻重的影响。在构建生活便利度指标体系的过程中，以下是各种生活服务设施密度的具体实施方法：

通过将 POI 数据进行分类得到各研究区各类设施个数，再利用各研究区域面积，最终得到 D_{ij} 表示第 i 个研究区域第 j 类的设施分布密度，具体计算见（3.6）式：

$$D_{ij} = \frac{X_{ij}}{L_i} \quad (3.6)$$

其中， X_{ij} 表示第 i 个研究区域范围内第 j 类设施的总个数， L_i 而表示第 i 个研究区域的面积。

3.3.2 居民生活便利指数

基于之前的步骤，我们已经确定了在生活便利度指标体系中的各种生活服务设施的密度，为了计算这些设施的生活便利度，我们还需要对它们进行加权处理。因此，结合确定的指标权重，考虑各类生活服务设施密度，构建居民生活便利指数。具体计算见（3.7）式：

$$C_i = \sum_{f=1}^m \sum_{j=1}^{n_q} D_{ij} W_j^{(2)} W_f^{(1)} \quad (3.7)$$

其中， C_i 分别代表第 i 个研究区域的生活便利指数， $W_f^{(1)} (f = 1, 2, \dots, 8)$ 为一级指标权重， $W_j^{(2)} (j = 1, \dots, n_q)$ 为二级指标权重。

3.4 小结

本文首先对传统德尔菲法做出改进，改进主要体现在以下几个方面：（1）在居民生活便利度研究中，居民生活经验和体验是测度居民便利度最直接的证

据，本文选取在城市居住多年，且生活实践经验较为丰富的居民代替专家。（2）采用网络居民问卷调查的形式代替专家函询表对居民进行调查。（3）咨询过程在形式上并不遵循四轮模式，只要各方专家的观点已经逐渐达成共识，那么咨询就会被终止。（4）以大样本调查结果替代专家意见修改的重复过程，对居民问卷调查结果进行综合处理代替专家意见的综合处理结果。

其次，基于 POI 数据构建的居民生活便利度评价指标体系设计居民调查问卷。对城市居民进行了较为详细的问卷调研，整理调研结果，并基于居民问卷调查结果确定指标权重。

最后，基于 POI 数据统计出各研究区域各类公共设施数量，考虑研究区域面积与公共设施数量绝对个数有关。以公共设施密度为基准，利用各类设施权重构建居民生活便利指数的测度方法，利用生活便利指数来测度居民生活便利度。

4 实证分析——以兰州市城关区为例

为检验城市居民便利指数可行性和合理性，选取被中央确定为西部地区重要的中心城市之一的兰州市作为案例城市，以兰州市城关区各街道居民生活便利度测度为例进行实证检验。在对兰州市城关区生活服务设施空间分析的基础上，运用前面构建的居民生活便利度测度方法对兰州市城关区街道和城市居民生活便利度进行综合评测，分析兰州市城区生活设施空间利用情况。探寻兰州市城关区城市居民生活便利度的实际情况，进一步补充大数据在生活便利度研究领域的完整性。

4.1 研究地区与数据来源

4.1.1 研究地区

兰州市位于北纬 $36^{\circ} 03'$ ，东经 $103^{\circ} 40'$ ，现辖 5 个主城区 3 个县，其中有 4 个老城区，分别是城关区、七里河区、西固区、安宁区。

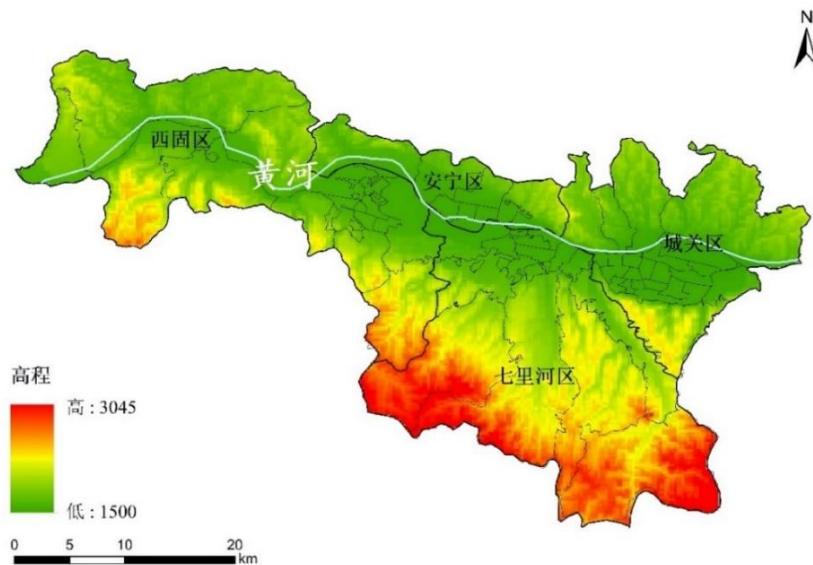


图 4.1 兰州市主城区高程图

兰州市地理形态如图 4.1 所示。黄河自东向西穿城而过，呈现出南北山脉

夹黄河的山谷地形，具有带状盆地城市的典型特征。城市沿河而造，发展也只能沿河发展，受制于这种“两山夹一河”的地形，城市空间过于狭长，主城区东西狭长。土地空间狭长导致兰州主城区的土地供应不足，给城市民生建设甚至城市经济发展带来巨大的挑战。

由于兰州市地势复杂，为更好地研究城市内的生活服务设施分布情况，本文仅选取山地相对较少的核心城区域关区作为研究区域，数据最小行政区域单位是街道。城关区是兰州的政治、经济、商贸中心核心老城区，是市最早形成和发展的城市区域。行政区划现辖 25 个街道。

4.1.2 数据来源

目前，我国的 POI 数据库主要包括基于百度地图的百度 POI 以及基于高德地图的高德 POI。本研究的行政边界矢量数据是从全国地理信息资源目录服务系统下载和分割而来的，并利用网络爬虫技术等手段，收集了兰州市城关区各种设施的高德 POI 数据。

表 4.1 兰州市城关区 POI 数据属性表（部分展示）

ID	POI 名称	所属街道	地址	wgs84_lng	wgs84_lat	大类	中类	小类
1	龙泉山庄 11 号	青白石街道	兰山公园头营新村大停车场内	103.8395991	36.01685899	餐饮服务	中餐厅	中餐厅
2	九月别院	青白石街道	伏龙坪头营村九月别院	103.8362833	36.01646805	餐饮服务	餐饮相关场所	餐饮相关
3	兰山 88 号农家乐	青白石街道	伏龙坪街道头营村 88 号	103.838502	36.01440854	餐饮服务	中餐厅	中餐厅
...
125751	中国人民解放军第一医院健康体检中心	酒泉路街道	静宁路 74 号三爱堂医院	103.8281	36.04825	医疗保健服务	医疗保健服务场所	医疗保健服务场所
125752	兰州市妇幼保健院门诊楼	五泉街道	火车站西路 816 号	103.8238	36.04461	医疗保健服务	专科医院	专科医院
125753	兰州市妇幼保健院住院部	五泉街道	火车站西路 816 号兰州市妇幼保健院	103.8242	36.04481	医疗保健服务	专科医院	专科医院

住院楼

共提取信息 17 个大类，22352 条。具体情况（部分数据）如表 4.1 所示。本研究选择采取高德地图 POI 数据作为数据来源，而高德地图 POI 数据使用的是火星坐标，需要将该坐标系转化为 WGS84 坐标系，坐标系转换是空间分析一项不可或缺的必要环节。因此，原始数据去重后以 WGS-84 地理坐标系导入 ArcGIS。将采集到的数据进行数据清洗，得到的 2023 年 1 月兰州市城关区全类别的 POI 数据，数据包含地理位置、属性特征、时间范围等信息。

表 4.2 兰州市城关区 POI 数据分类数

一级指标	数量（个）	二级指标	数量（个）
日常购物(X_1)	4888	便民商店(X_{11})	2912
		综合市场(X_{12})	1918
		商场(X_{13})	58
科教设施(X_2)	1346	学校(X_{21})	392
		培训机构(X_{22})	888
		科技文化场所(X_{23})	66
餐饮设施(X_3)	7254	中餐馆(X_{31})	6025
		外国餐厅(X_{32})	218
		休闲餐饮(X_{33})	1011
医疗设施(X_4)	1533	综合医院(X_{41})	107
		专科医院(X_{42})	255
		诊所(X_{43})	565
		药店(X_{44})	606
交通设施(X_5)	2492	公交站(X_{51})	494
		地铁站(X_{52})	79
		停车场(X_{53})	1919

体育娱乐(X_6)	1003	影剧院(X_{61})	61
		娱乐场所(X_{62})	657

续表 4.2

一级指标	数量 (个)	二级指标	数量 (个)
便民服务(X_7)	3080	运动场馆(X_{63})	246
		公园广场(X_{64})	39
		物流速递(X_{71})	550
		维修服务(X_{72})	198
		各类营业厅(X_{73})	258
		美容美发(X_{74})	2074
金融服务(X_8)	835	ATM(X_{81})	401
		银行(X_{82})	434

为了方便后续的计算工作，我们将收集到的兰州市高德 POI 数据根据前述的评价指标体系进行了分类、整理和统计，从而得到了兰州市城关区 POI 数据的各个分类的具体数量整理表，如表 4.2 所示。

4.2 各类生活设施的空间可视化分析

城关区地处兰州盆地东部，它是兰州市的中心老城区，同时也是政治、经济、文化、科研、交通和商业的核心地带。该区的总面积为 207.84 平方公里，其中已经建成的区域面积为 67.92 平方公里，目前的行政划分包括 25 个街道办事处。利用核密度分析方法对兰州市城关区的 8 种生活服务设施进行了详细的空间分析，并对比了这些服务设施在空间上的集中或分散状况。

(1) 日常购物服务设施

日常购物服务设施共 4888 个，其中便民商店 2912 家，商场 58 家，综合市场 1918 家。

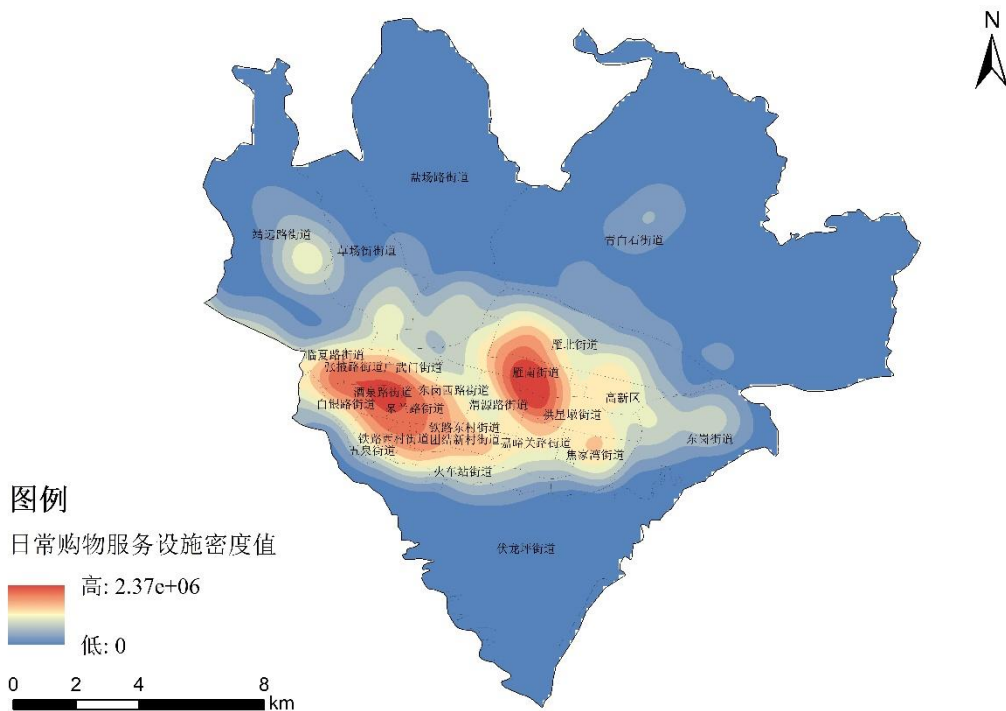


图 4.2 兰州市城关区日常购物生活服务设施核密度分布图

根据图 4.2 分析购物相关设施集聚情况分析可以发现,兰州市日常购物服务设施空间分布为多核心大面积广范围集聚。购物设施分布较广,大致呈由城关区中部为中心向东西扩散的趋势。两个购物服务设施核密度值较高的主核心,集中出现在城关区酒泉街道和雁南街道,附近是购物服务设施分布最密集的街道。日常购物服务设施数量最多的街道为雁南街道,共有 503 家购物设施,商业特征显著。

根据集聚特征分析,日常购物服务设施整体分布情况较好。日常购物服务设施分布趋向于在商业区聚集的特征,主要分布在城关区的张掖路街道、酒泉路街道、皋兰路街道、雁北街道等地区,而这里是著名的西关商圈、东方红广场商圈、雁滩商圈。

(2) 科教服务设施

兰州市城关区日常科教服务设施共 1346 个,其中学校 392 个,科技文化场所为 66 个,培训机构为 888 个。由图可知,兰州市日常教育服务设施空间分布存在明显的集聚现象,呈现“一主多副”的核心集聚的特点。

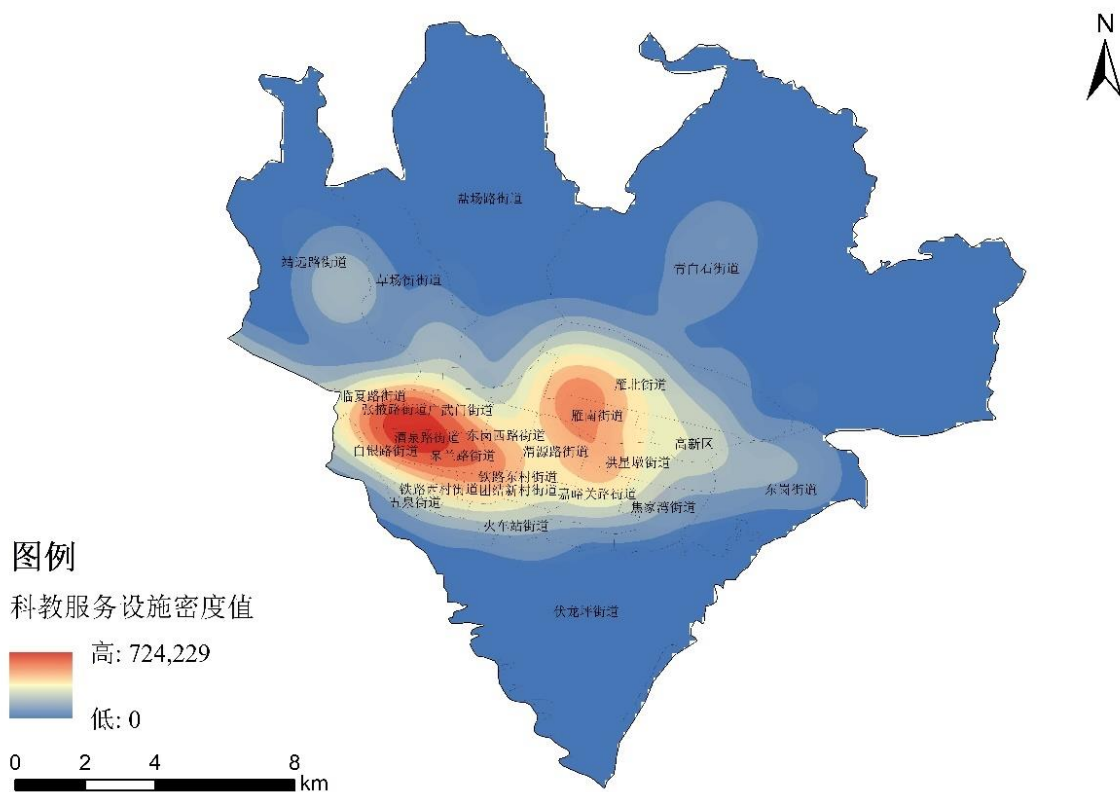


图 4.3 兰州市城关区科教服务设施核密度分布图

根据图 4.3 分析集聚区域和集聚特征，形成以张掖街道、酒泉街道和白银街道三处交界处组成的教育设施集聚高峰点。科教服务设施数量最多的街道为张掖街道，共有 120 家购物设施。科教服务设施分布主要分布在城关区，2022 年城关区常住人口 1278745 万，人口密度为 5813 人/平方千米，人口密度最大，城镇化率为 100%。

(3) 餐饮服务设施

兰州市城关区餐饮服务设施共 7254 个，其中休闲餐饮 1011 家，外国餐厅 218 家，中餐厅 6025 家。由图可知，兰州市城关区餐饮服务设施空间分布为多个核心大面积范围广且明显的核心集聚现象。

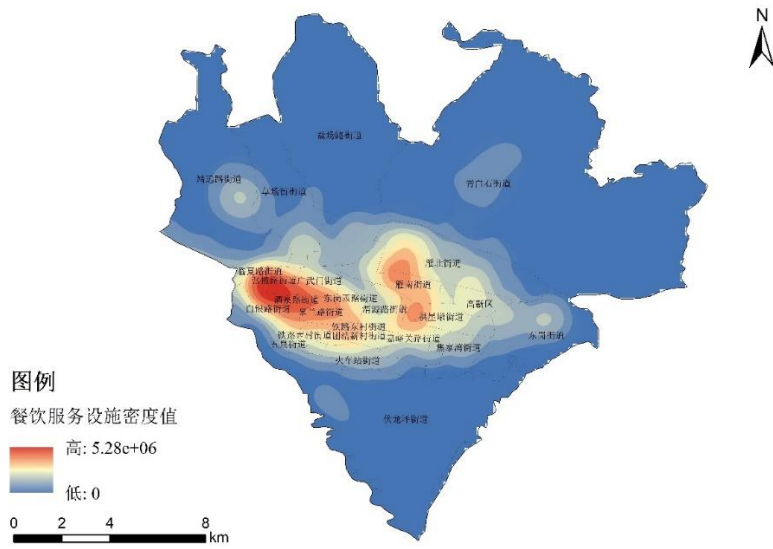


图 4.4 兰州市城关区餐饮服务设施核密度分布图

根据图 4.4 分析餐饮服务设施集聚区域及范围分析可以发现：兰州市各类餐饮设施空间分布中，形成“多核心”的设施等级体系。餐饮设施分布较广，根据集聚区域分析，餐饮设施集聚高峰点主要分布在城关区的张掖路街道、临夏路街道、酒泉路街道。餐饮服务设施数量最多的街道为张掖路街道，共有 888 家购物设施，餐饮服务设施分布也趋向于在商业区聚集的特征，多集中于各大商圈。根据集聚特征分析，餐饮服务设施整体分布情况相对较好。

(4) 医疗服务设施

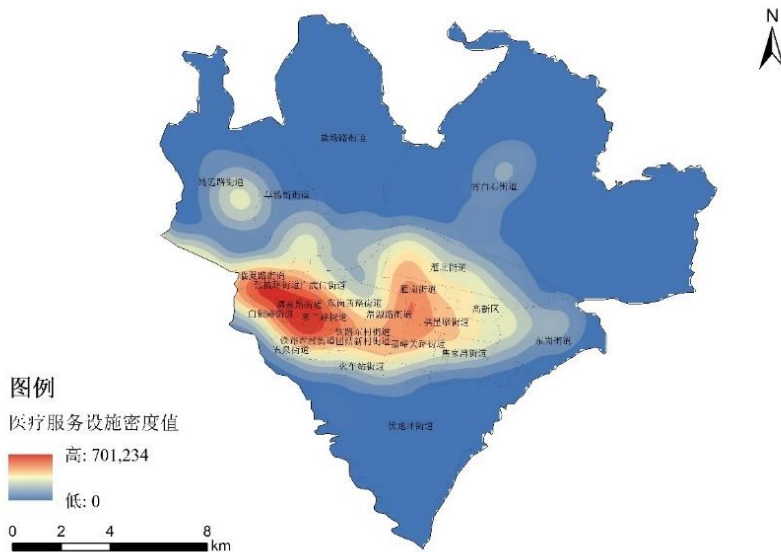


图 4.5 兰州市城关区医疗服务设施核密度分布图

兰州市城关区日常医疗服务设施共 1533 个，其中综合医院 107 家，专科医院 389 家，药店 606 家，诊所 565 家，由图可知，城关区市医疗服务设施空间分布存在明显的集聚现象，呈现“一主一副”的集聚特点。

根据图 4.5 分析集聚区域和集聚范围，兰州市城关区日常医疗服务设施形成以酒泉街道和皋兰路形成的医疗服务设施集聚高峰点以及由渭源路街道形成的医疗服务设施副集聚点。兰州市城关区日常医疗服务设施分布核密度的高值主要分布在中心街区主要位于城关区酒泉街道，共有 154 家购物设施。

(5) 交通服务设施

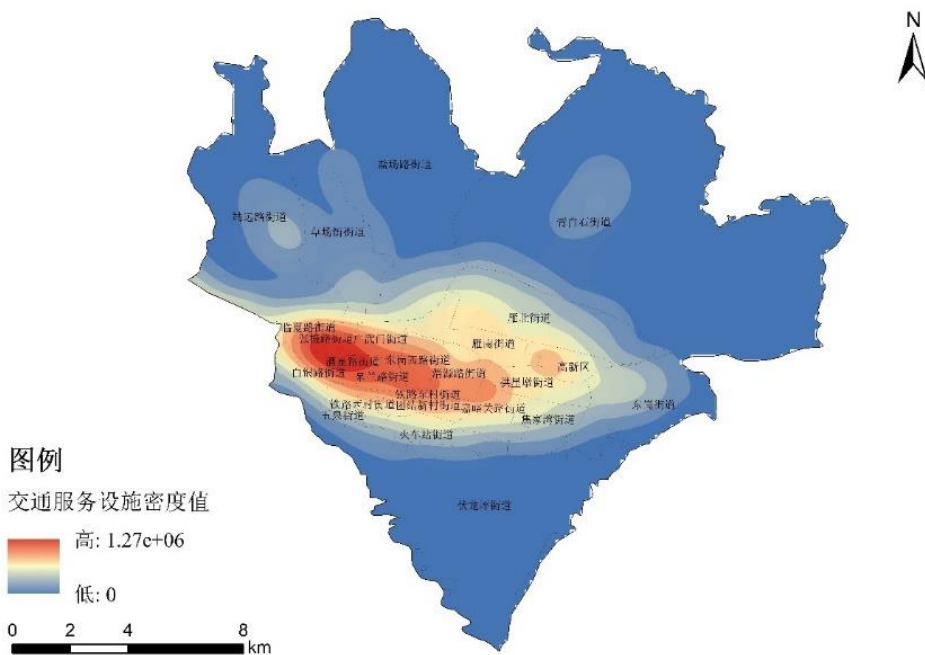


图 4.6 兰州市城关区交通服务设施核密度分布图

兰州市城关区日常交通服务设施 2492，其中，公交站点 494 个，地铁站 79 个，停车场 1919 个。如图 4.6 所示，兰州市城关区交通服务设施空间分布中呈现较为明显的主核心集聚，即交通服务设施分布较为集中的张掖路街道、酒泉街道和白银路街道。以主核心向东西方向延伸。交通服务设施数量最多的街道为张掖路街道，共有 159 个设施点数据。根据集聚特征分析，交通服务设施分布也受商圈影响，且城关区形成核心集聚现象，说明城关区作为老城区路网发

达，道路交通设施覆盖面积较大，交通服务设施分布情况相对较好。

(6) 体育服务设施

兰州市城关区日常体育服务设施 1003 个，其中，公园广场 39 家，运动场馆 246 家，影剧院 61 家，娱乐场所 657 家。由图可知，兰州市城关区日常户外服务设施空间分布存在一个小范围核心集聚。

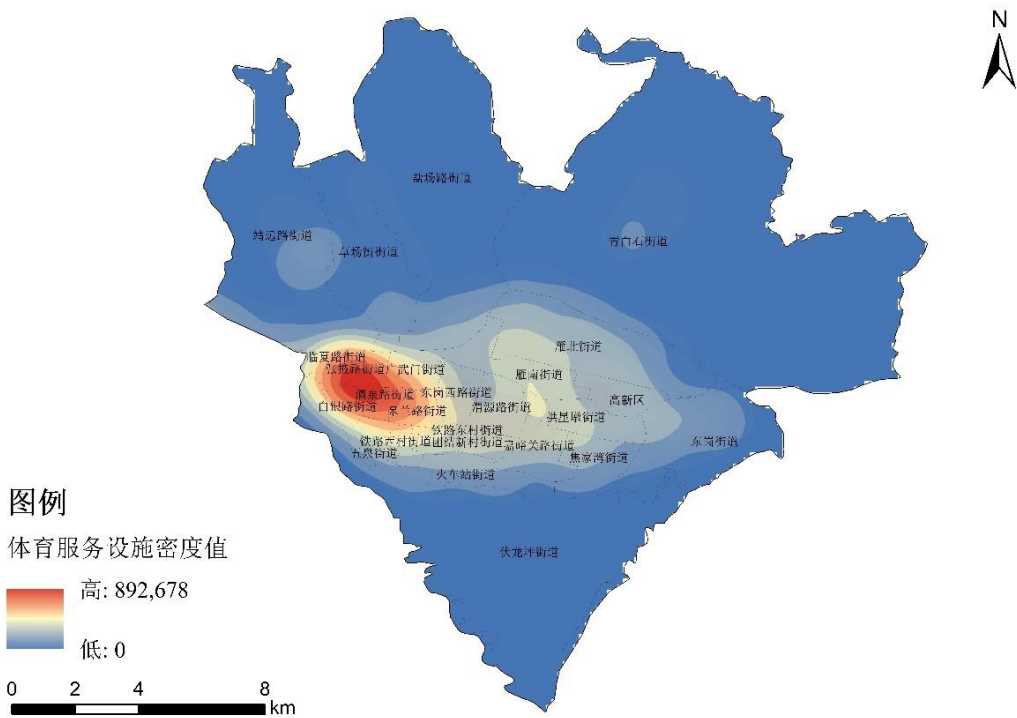


图 4.7 兰州市城关区体育服务设施核密度分布图

根据图 4.7 分析集聚区域与范围可知，兰州市体育服务设施空间分布中，体育服务设施空间分布存在一个小范围主核心集聚，中心分布在张掖路街道和白银街道，集聚范围较小。总体来看。城关区体育服务设施大多分布较为发散，难以大面积成片集聚。体育服务设施集聚现象均不明显，说明兰州市城关区体育服务设施分布情况较为分散。

(7) 便民服务设施

兰州市城关区便民服务设施共 3080 个，其中，各类营业厅 258 家，美容美发 2074 家，维修服务 198 家，物流速递 550 家。由图可知，兰州市城关区便民服务设施空间分布存在“一主两副”集聚。

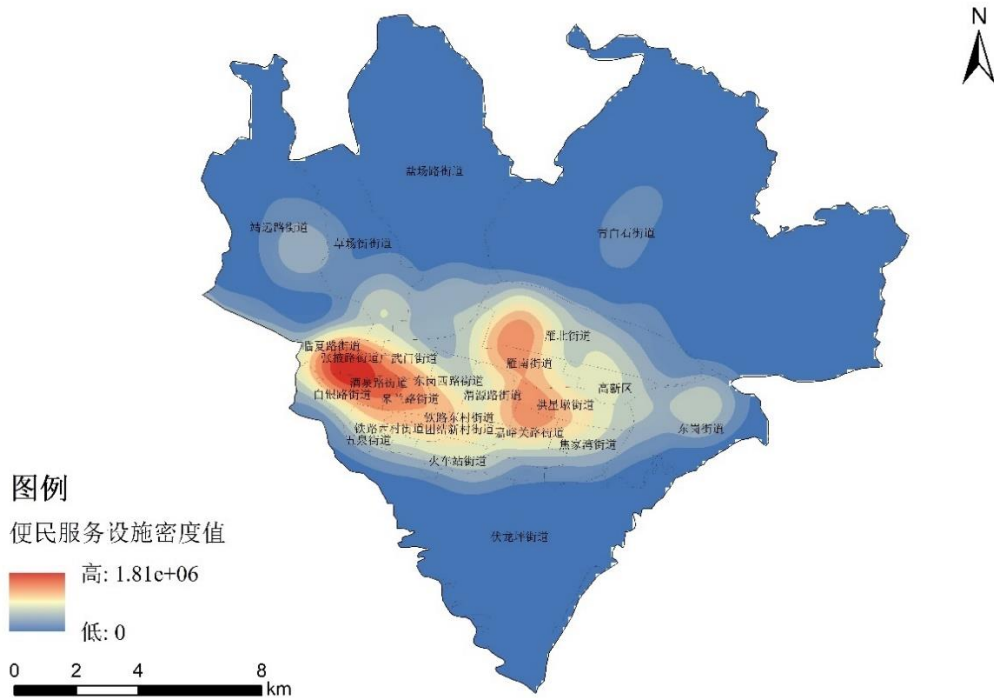


图 4.8 兰州市城关区便民服务设施核密度分布图

根据图 4.8 分析集聚区域可知，兰州市城关区便民服务设施空间布局形成一个便民服务设施分布密度较为密集的区域，即张掖路街道、临夏路街道和白银路街道。张掖路是城关区便民服务设施最多的街道，数量高达 358 个，核心集聚效果显著。除此之外，还存在 2 处低密度集聚区域，分别是拱星墩街道，雁北街道。根据集聚范围而言，兰州市城关区日常医疗服务设施分布相对较好。

(8) 金融服务设施

兰州市城关区金融服务设施共 835 个，其中，ATM401 家，银行 434 家。根据图 4.9 分析集聚区域与范围可知，兰州市城关区金融服务设施空间分布中存在一个主核心集聚，中心分布在张掖路街道和酒泉路街道，集聚范围较大，向东扩散至城关区中部。

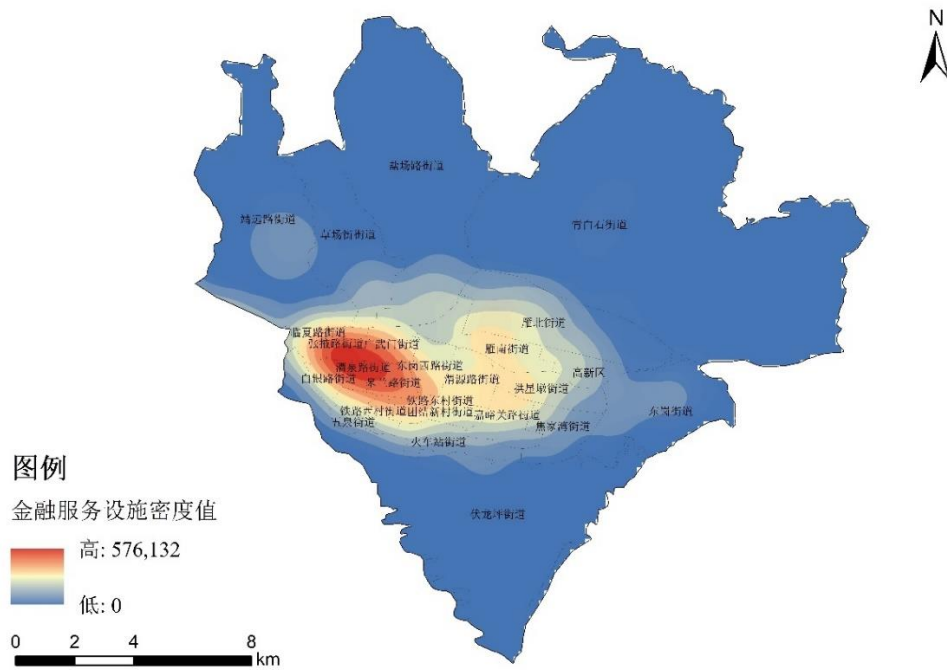


图 4.9 兰州市城关区金融服务设施核密度分布图

综上所述，比较兰州市城关区八类生活服务设施空间分布情况可知，整体上八类服务业的分布都是以城关区内部为中心沿黄河走向东西向外扩散，且各类服务设施的聚集地在空间上有明显的重合特征。城关区内的各类生活服务设施分别在相似的区位形成了规模各异的集聚区。另外，八种生活服务行业的设施集聚程度按照从高到低的顺序排列为：餐饮>购物>便民>交通>体育>科教>医疗>金融。

4.3 基于 POI 数据测度各街道生活便利指数

4.3.1 计算各街道生活便利指数

首先通过将 POI 数据进行分类得到各研究区各类设施个数，再利用各研究区域面积，最终得到研究区域每类的设施分布密度，结合确定的指标权重，综合各类公共服务设施密度，构建居民生活便利指数。

获取兰州市城关区街道设施 POI 数据和各街道实际管辖面积，利用生活便利指数式（3.7）测度兰州市各街道居民生活便利度，如表 4.3 所示。

表 4.3 兰州市城关区各街道生活便利指数

序号	街道	C	面积
1	张掖路街道	52.2690	1.21
2	酒泉路街道	51.7326	0.86
3	临夏路街道	49.9738	1.09
4	皋兰路街道	49.0332	1.17
5	白银路街道	36.2743	1.22
6	团结新村街道	33.8839	1.33
7	铁路东村街道	33.2218	0.67
8	雁南街道	28.9876	3.34
9	铁路西村街道	28.0191	0.8
10	广武门街道	27.9744	1.69
11	五泉街道	25.8504	1.36
12	拱星墩街道	22.9450	2.79
13	东岗西路街道	22.8578	1.77
14	嘉峪关路街道	22.6622	2.43
15	高新区街道	18.0245	2
16	渭源路街道	15.4369	2.27
17	雁北街道	13.7494	9.75
18	焦家湾街道	10.3397	2.97
19	火车站街道	9.9495	2.67
20	东岗街道	4.8245	8.98
21	草场街街道	3.2124	9.51
22	靖远路街道	2.4786	20.28
23	盐场路街道	1.1723	1.1723
24	青白石街道	0.3716	0.3716
25	伏龙坪街道	0.2997	0.2997

城关区全域范围的生活便利度均值为 22.6218，中位数为 22.9450。其中，张掖路街道的生活便利指数为 52.2690，是城关区生活便利指数最高的街道；酒泉路街道次之，生活便利指数为 51.7326；第三是临夏路街道，生活便利指数为

49.9738。伏龙坪街道最低，生活便利指数仅为 0.2997。由此也可以看出兰州市城关区各类公共服务设施存在分布密度存在明显差异，但普遍较好。

4.3.2 各街道生活便利指数的空间分析

为了进一步了解兰州市城关区居民生活便利度差异情况，根据各街道生活便利指数对 63 个街道采用黄金分割法进行科学分层。最终将研究区生活便利指数划分为 5 个等级，即高便利度[32.30,52.27)，较高便利度[24.67,32.30)，中等便利度[16.67,24.67)，次低便利度[7.63,16.67)，低便利度(0,7.63]，如表 4.4 所示。

表 4.4 生活便利指数阈值划分

等级	低便利度	较低便利度	中等便利度	较高便利度	高便利度
指数	[0,7.63)	[7.63,16.67)	[16.67,24.67)	[24.67,32.30)	[32.30,52.27)

根据表 4.4 分类结果，分析兰州市居民生活便利指数空间分布，研究区域内，高便利度区域面积较小且集中分布于市中心区域，而低便利度区域面积较大且分布在据城中心区域较远的地区，城关区各街道居民生活便利指数差异明显，这与城关区的实际状况是一致的。为了深入了解不同级别街道的生活便利度的空间分布特点，我们利用 GIS 技术制作了详细的专题地图，并对兰州市城关区的居民生活便利度指数进行了空间分布分析，如图 4.11 所示。

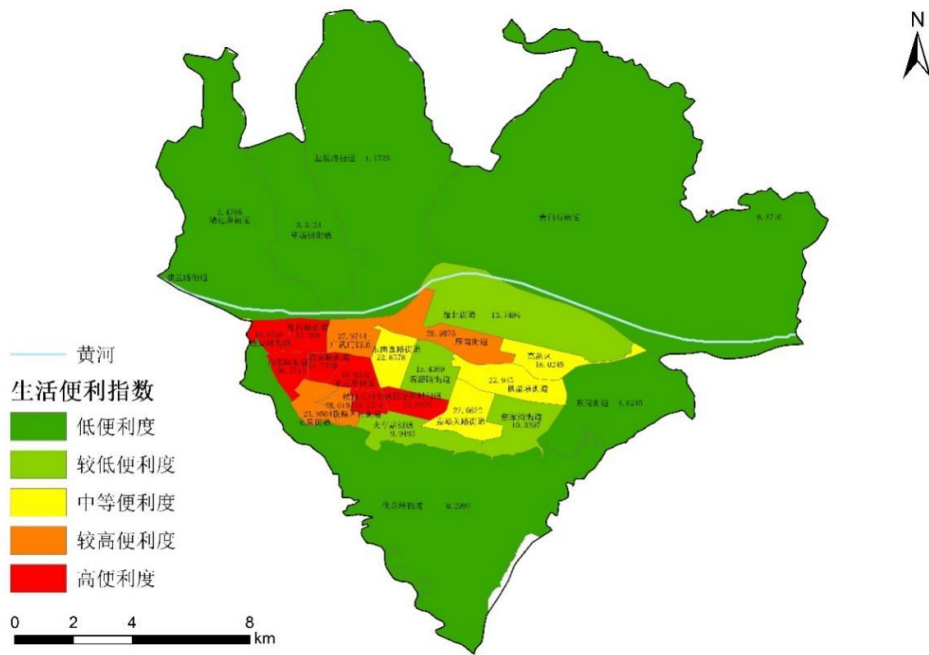


图 4.11 兰州市城关区居民生活便利指数空间分布

(1) 高便利度区域

兰州市城关区有 7 个街道属于高便利度区域，分别是张掖路街道、酒泉路街道、临夏路街道、皋兰路街道、白银路街道、团结新村街道和铁路东村街道，此区域公共服务设施密度较大，属于设施高地，各类生活配套设施建设最完善。从图 1 可以看出高便利度街道均位于黄河以南，集中分布在城关区的黄金地段，是兰州市中心地标，也是居民休闲购物集中的现代化商业区，它们作为行政、商业核心区拥有较多的公共服务设施。

(2) 较高便利区域

居民便利指数较高区域，公共服务设施覆盖情况相对较好，各类公共服务设施相对来说建设较为完善。城关区有 4 个街道为较高便利度区域，分别是雁南街道、铁路西村街道、广武门街道和五泉街道。大部分位于城关区核心区域与高便利度区域相连，而雁南街道是城市北拓、东扩进阶的关键链接点，具有体量可观的商业资源。高便利度街道均位于黄河以南，集中分布在城关区的黄金地段，是兰州市中心地标，也是居民休闲购物集中的现代化商业区，它们作为行政、商业核心区拥有较多的公共服务设施。

(3) 中等便利区域

兰州市城关区共有 4 个街道为中等便利度区域，均位于黄河以南城关区中

部。分别是拱星墩街道、东岗西路街道、嘉峪关路街道和高新区街道。此类区域各类服务设施密度一般，或者服务设施各类别覆盖情况有差异较大。均位于黄河以南城关区中部，分别是拱星墩街道、东岗西路街道、嘉峪关路街道和高新区街道。拱星墩街道便民服务设施覆盖率较差，但其他类设施覆盖情况均良好。嘉峪关路街道虽日常购物、餐饮设施等便利度较好，但金融设施覆盖率较低。为方便居民生活便利度，应结合单项设施覆盖情况有重点地增添设施，完善各类设施覆盖情况。

（4）较低便利区域

较低便利区域内，总体来看，未得到公共服务设施的有效覆盖，生活便利指数较低。共有 4 个街道为较低便利度区域，分别是渭源路街道、雁北街道、焦家湾街道和火车站街道。其中，渭源路街道生活便利指数较低的主要原因是渭源路街道行政事业单位较多，包括科研机构以及省人民医院、省图书馆、省电视台等，因此餐饮设施、体育娱乐设施等相对较少，而餐饮设施权重较高导致该区域居民生活便利指数较低。

（5）低便利区域

兰州市城关区有 6 个街道属于低便利区域，即东岗街道、靖远路街道、草场街街道、伏龙坪街道、盐场路街道和青白石街道。渭源路街道生活便利指数较低的主要原因是渭源路街道行政事业单位较多，包括科研机构以及省人民医院、省图书馆、省电视台等，因此餐饮设施、体育娱乐设施等相对较少，而餐饮设施权重较高导致该区域居民生活便利指数较低。城关区有东岗街道、靖远路街道、草场街街道、伏龙坪街道、盐场路街道和青白石街道共 6 个街道属于低便利区域。草场街街道、盐场路街道、青白石街道位于黄河以北城关区北部外围街道与榆中县、皋兰县相邻。伏龙坪街道和东岗街道多为山地，位于城关区南部外围街道与榆中县相邻。此区域公共服务设施相对较缺乏，为居民总体生活便利带来不利影响，属于设施洼地，为方便该区域居民生活便利，应优先考虑增加各类公共服务设施建设。

4.3.3 城市居民生活便利度优化策略

（1）我们的目标是有效且平衡地提高兰州市城关区各个街道的公共服务水

平，打造一个便利且全方位的城市公共服务环境，并以街道为中心，增强社区生活的便捷性。通过建立政府主导下多元主体共同参与的多元化投资机制，加大对社会资本投入力度，鼓励企业与个人投资兴办各类社区服务组织，推动“互联网+”模式在社区公共服务中应用。

兰州市应当集中精力推动 15 分钟社区生活圈的建设，以形成一个涵盖区、街道和社区的多层次、多功能和独特特色的公共服务设施体系，从而进一步加速兰州市生活便利度的建设进程。同时要注重改善居住条件和人居环境，提高人们对美好生活的向往和追求，实现“居者优其居”的目标。尽管兰州市城关区的生活便利设施建设已经取得了相对较好的发展和较快的进展，但仍然面临着巨大的挑战。因此，有必要进一步加强城关区的服务设施和服务能力的建设，增加服务设施的数量，并始终坚持以居民需求为导向的民生建设原则，有针对性地提升服务设施的能力。为了满足各种人群的日常购物和休闲娱乐需求，我们需要加大对社区幼儿园、医院、文化中心、社区食堂和运动场等设施的建设和资源的共享力度。

(2) 加快兰州市城关区外围街道的发展速度，以进一步塑造城市的集聚化发展模式。要在全面了解现状基础上科学规划布局，合理布局功能分区，提高服务水平。在考虑兰州市的生活便利度时，我们应重点关注那些设施不足的街道，弥补其不足，并建设各种级别、种类繁多的生活服务、教育、医疗和文化娱乐设施，以满足各种不同的需求。

针对现有研究中对城市核心区及边缘区划分存在不足，提出了基于功能分区的城市“中心区—边缘区”双圈层结构模式。通过合理的规划引导，有计划、有目的地通过交通用地指标的倾斜、合理布置公共服务设施和引导商业服务设施等措施，可以有效地发展生活便利度指数较低的外围街道，引导各种服务设施向其倾斜，重点提高这类区域的城市服务能力，加强建设用地和基础设施的空间分布的合理性。成功地吸引了大量人口流向这类关键区域，并有力地促进了中心和外围街道的深度整合，从而构建了城市的集中发展模式。

4.4 小结

兰州是西北地区高水平城市化城市、宜居城市的代表，被中央确定为西部

地区重要的中心城市之一。城关区是兰州市的核心区，经济发展相对较好，公共交通也非常便利。并且经过长时间的积累，这里的生活服务设施覆盖度较高，人口密度较为集中。因此成为各种生活服务业集中分布的主要地带。以兰州城关区作为案例地探究城市居民生活便利度的评价体系、评价方法、评价指标，综合分析各类型设施的空间分布，能够及时全面地发现城市公共服务设施分布存在的问题，据此对城市公共服务设施建设提出合理且有益的建议。

受河流山脉等地理格局以及城市中心地带经济发展较好的影响，生活便利指数高的街道集中分布在城市中心区域，生活便利指数低的街道主要分布在外围区域，呈现典型的经济指向，这与实际情况相符合，证实了构建的城市生活便利指数具有合理性和准确性，可以推广到其他地区。

5 总结与展望

5.1 总结

本文基于城市 POI 数据，构建城市居民生活便利度综合评价指标体系，通过居民问卷调查，利用改进的德尔菲法确定指标权重，进一步测度居民生活区生活便利度。以兰州市为例进行实证分析，以街区作为分析的基础单元，对各街道生活便利指数进行测度，定量分析兰州市居民生活便利度的空间分布特征。提供数值度量直观的可视化展示，研究结果表明：

(1) POI 数据以其易获取、准确性、多样性为特点。相较于年鉴中的数据，POI 数据可以更好地揭示公共服务设施的市场动态，并为我们提供分析设施种类和数量的工具，从而更深入地了解影响设施发展的各种因素和它们的作用方式。本文基于 POI 数据构建居民生活便利指数评价指标体系，并根据国家标准及规范和地方现行建设标准将 POI 数据划分为 8 大类和 24 小类。

(2) 本文结合居民问卷调查的改进德尔菲法确定城市居民生活便利度评价指标权重，居民调查结果积极程度高、协调性好，应用改进德尔菲法确定的城市居民生活便利度评价指标体系及其权重结果较为理想，可为城市居民生活便利度评估提供参考，构建的城市居民生活便利指数对测度居民生活便利度具有合理性和可行性。确定城市居民生活偏好，支撑和引导城市规划发展，提高城市服务水平。

(3) 利用改进的德尔菲法，通过来自对城市居民的生活经验问卷调查，通过居民问卷调查，确定的公共服务设施各项指标权重来看，日常购物设施、餐饮服务设施、医疗设施和交通设施对城市居民生活便利指数影响相对较大，科教设施、体育娱乐设施、便民服务设施和金融服务设施对城市居民生活便利指数影响相对较小。

(4) 以兰州市城关区作为案例地通过多种空间分析方法处理 POI 数据，本研究旨在深入了解城市生活的便捷性，并揭示公共服务设施在空间上的分布模式，从而揭示设施在内部扩张和外部扩张方面的综合特性，以及集聚和分散的圈层分布模式。区域生活便利度实证分析说明，城关区中心区域与周边区域的居民生活便利度存在明显差异，呈现中心明显优于周边区域的分布特征。受河

流山脉等地理格局以及城市中心地带经济发展较好的影响，生活便利指数高的街道集中分布在城市中心区域，生活便利指数低的街道主要分布在外围区域，呈现典型的经济指向，这与实际情况相符合。

5.2 展望

本文参考德尔菲法基本思想利用 POI 数据所构建的城市居民生活便利指数拥有极高的适用性，能在多个城市和广泛的区域内迅速展开分析。本文将此方法运用到实际项目中，通过使用不同规模，功能以及用途的社区来说明该分析方法的可行性与有效性。在一定程度上提升了工作的效率和准确度，并具有在其他场合应用的潜力，同时也在确保客观性的前提下，对更全面的生活便利度进行了评价。在本研究中，仅依赖城市 POI 数据点的数量来描述公共服务设施的空间位置和分布密度是不够的，也不能全面反映设施的规模和级别。这种局限性可能会导致测量结果出现一定程度的误差，但这种误差对实际测量结果的影响是相对较小的。

为了提高大数据空间评估的准确性和能力，未来的研究方向应当进一步扩大研究视角，并建立健全的数据收集和评估准则。同时还需要加强对居民家庭结构等影响因素的分析，为后续的研究提供更多参考依据。在研究过程中，我们还可以深入挖掘目标，将数据与城市居民的日常生活相结合，整合用户的反馈，并采用机器学习方法来更好地理解城市居民的选择偏好和行为模式。

参考文献

- [1] Arunachalam D, Kumar N, Kawalek J P. Understanding big data analytics capabilities in supply chain management: Unravelling the issues, challenges and implications for practice[J]. *Transportation Research Part E-Logistics And Transportation Review*, 2018,114: 416-436.
- [2] Bendler J, Wagner S, Brandt T, et al. Taming Uncertainty in Big Data Evidence from Social Media in Urban Areas[J]. *Business & Information Systems Engineering*, 2014,6(5):279-288.
- [3] Bigman D, Revelle C. The theory of welfare considerations in public facility location problems[J]. *Geographical Analysis*, 1978,10(3):229-240.
- [4] Chin-Hsien L, Coutinho-Rodrigues J, Current J. A multiobjective modeling approach to locating incinerators[J]. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2009(2):111-120.
- [5] Cichosz P. Urban Crime Risk Prediction Using Point of Interest Data[J]. *Isprs 98 International Journal Of Geo-Information*, 2020,9(7).
- [6] Gottlieb P D. Residential amenities, firm location and economic development[J]. *Urban Studies*, 1995,32(9):1413-1436.
- [7] Grover P, Kar A K. Big Data Analytics: A Review on Theoretical Contributions and Tools Used in Literature[J]. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 2017,18(3): 203-229.
- [8] Jia R, Khadka A, Kim I. Traffic crash analysis with point-of-interest spatial clustering[J]. *Accident Analysis And Prevention*, 2018,121:223-230.
- [9] Joseph A E, Bantock P R. Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: a method and case study[J]. *Social Science & Medicine*, 1982,16(1):85-90.
- [10] Karnick P, Cline D, Jeschke S, et al. Route Visualization Using Detail Lenses[J]. *Ieee Transactions On Visualization And Computer Graphics*, 2010,16(2):235-247.
- [11] Kwan M, Murray A T, Okelly M E, et al. Recent advances in accessibility research

- h:Representation, methodology and applications[J].Journal of Geographical Systems,2003,5(1):129-138.
- [12] Krosche J, Boll S. The x POI concept[M].1st International Workshop on Location - and Context-Awareness,2005:113-119.
- [13] Langford M,Higgs G,Radcliffe J,etal.Urban population distribution models and service accessibility estimation[J].Computers,Environment and Urban Systems,2008(1):66-80.
- [14] Luger M I.Quality-of-life Differences and Urban and Regional Outcomes:A Review[J].Housing Policy Debate,1996(7):49-771.
- [15] Mckenzie G, Janowicz K, Gao S, et al. POI Pulse: A Multi-granular,Semantic Signature-Based Information Observatory for the Interactive Visualization of Big Geosocial Data[J].Cartographica,2015,50(2):72-85.
- [16] Ratti C, Sobolevsky S, Calabrese F, et al. Redrawing the Map of Great Britain from a Network of Human Interactions[J]. Plos One, 2010,5(12):45-52.
- [17] Ricciato F, Wirthmann A, Hahn M. Trusted Smart Statistics: How new data will change official statistics[J]. Data & Policy, 2020,7(2):86-97.
- [18] R Wikantiyoso,T Suhartono,E Triyosoputri,A G Sulaksono.Sustainable Urban spatial resilience in improving the quality of livable Green Open Space(GOS).Case study:An implementation of Green City Development Program(GCDP)in Malang City Center Development Area,Indonesia[J].IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,2021,780:12-25.
- [19] Smith D M.Human geography:A welfare approach[J].Geography,1977(4):376-395.
- [20] Stern E,Michlis·M.Redefining high school catchment areas with varying effects of achievement equality[J].Applied Geography,1986,6(4):297-308.
- [21] Talen E, Anselin L.Assessing apatial equity:an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds[J].Environment and Planning A,1998,30(4):595-613.
- [22] Tolle K M, Tansley D,Hey A.The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery[J]. Proceedings Of The Ieee,2011,99(8):1334-1337.

- [23] Ullman E L. Amenities as a factor in regional growth[J]. *Geographical Review*, 1954, 44(1): 119-132.
- [24] XU Y J, CHEN X S. Quantitative analysis of spatial vitality and spatial characteristics of urban underground space (UUS) in metro area[J]. *Tunnelling And Underground Space Technology*, 2021, 111: 103-875.
- [25] YU W H, AI T H, SHAO S W. The analysis and delimitation of Central Business District using network kernel density estimation[J]. *Journal Of Transport Geography*, 2015, 45: 32-47.
- [26] 陈建俞, 杨晓秋. 优秀青年科学基金项目绩效评价指标体系构建——基于德尔菲法和层次分析法[J]. *中国科学基金*, 2023, 37(03): 496-503. DOI: 10.16262/j.cnki.1000-8217.20230327.006.
- [27] 崔真真, 黄晓春, 何莲娜, 周志强. 基于 POI 数据的城市生活便利指数研究[J]. *地理信息世界*, 2016, 23(03): 27-33.
- [28] 戴海崎, 张锋, 陈雪枫. 心理与教育测量[M]. 暨南大学出版社, 1999: 51-52.
- [29] 冯云廷. 城市舒适与居民生活品质[J]. *财经问题研究*, 2008, (7): 113-118.
- [30] 嵇保玲, 张志敏, 高洪振, 王振, 刘冬杰. 基于路网可达的 15 分钟社区生活圈便利度研究[J]. *城市交通*, 2021, 19(01): 65-73+111.
- [31] 郭嘉. 几种德尔菲法的派生形式[J]. *预测*, 1985: 80-83.
- [32] 郭秀花. 医学现场调查技术与统计分析[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 225-230.
- [33] 顾蕴韬. 基于因子分析的城市宜居度评价研究[D]. 郑州大学, 2019.
- [34] 景城阳, 刘瑞雪, 褚红玲等. 医学研究领域德尔菲法实施和报告标准(CREDES)解读[J]. *中国循证医学杂志*, 2023, 23(02): 233-239.
- [35] 李慧民, 段品生, 郭海东. 区域生态宜居度评价及其影响因素分析——以西安市为例[J]. *生态经济*, 2019, 35(10): 80-85.
- [36] 李健, 张松海. 基于兴趣点的北京市住宅生活便利指数研究[J]. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2021, 33(04): 609-615.
- [37] 连晋毅. 用改进的德尔菲法进行综合评价[J]. *建筑机械化*, 1992(6): 31-32.
- [38] 刘家男, 安睿, 何华贵, 幸丽君, 刘艳芳. 基于网络分析法的广州市生活便利度测

- 度与评价[J].现代城市研究,2022(01):117-125.
- [39] 卢中辉,陈其龙,任启龙,苏一峰,芮菊.基于 POI 数据的苏南城市生活便利度评价[J].淮阴师范学院学报(自然科学版),2020,19(03):233-238.
- [40] 李志学,莫文波,周松林,张曦,杨楠.空间主成分分析的城市生活便利指数研究——以长沙市为例[J].测绘地理信息,2021,46(02):110-115.
- [41] 孟亚文.基于 POI 数据的城市生活便利度分析[D].福建师范大学,2020.DOI:10.27019/d.cnki.gfjsu.2020.001717.
- [42] 牛成英,高颖.基于 POI 数据的城市居民生活便利指数测度——来自居民调查数据的经验证据[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2023,25(06):612-619.
- [43] 孙振球,徐勇勇.医学统计学[M].北京:人民卫生出版社,2014:402-421.
- [44] 田清清,李卫兵,吴春霖等.基于德尔菲法的感控投入成本测量指标体系构建[J].现代预防医学,2023,50(03):501-508.DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202206572.
- [45] 田雪姣,鲍新中,杨大飞等.基于熵权-TOPSIS-德尔菲法的核心技术识别研究——以芯片产业技术为例[J].情报杂志,2022,41(08):69-74+86.
- [46] 韦倩晨,徐进,袁蓓蓓等.美好健康生活需要指标体系构建[J].中国卫生政策研究,2022,15(09):6-10.
- [47] 王晓闽.德尔菲法的缺点及其改进[J].管理现代化,1990(5):15.
- [48] 王少娜,董瑞,谢晖等.德尔菲法及其构建指标体系的应用进展[J].蚌埠医学院学报,2016,41(05):695-698.DOI:10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2016.05.048.
- [49] 魏颖,刘厉兵.居民生活质量大数据指标体系的构建与运用[J].中国经贸导刊,2019(16):15-17.
- [50] 吴宇哲,吴艳芳.养老地产空间宜居度研究——以武汉市为例[J].吉首大学学报(社会科学版),2018,39(01):73-78.
- [51] 徐国祥.统计预测和决策[M].上海:上海财经大学出版社,2005:11-12.
- [52] 应兰兰,牛伟伟.基于 POI 数据的武汉市主城区居民生活便利性评价[J].国土与自然资源研究,2020,(03):14-17.
- [53] 袁勤俭,宗乾进,沈洪洲.德尔菲法在我国的发展及应用研究[J].现代情报,2011,31(5):3-7.
- [54] 杨思佳,陈佳音,陈健.基于德尔菲法构建中国医务人员职业紧张风险管理指标

- 体系[J].环境与职业医学,2022,39(07):815-820.
- [55] 杨婉秋,杨彦春,沈文伟等.地震灾后早期快速心理评估内容的德尔菲法研究[J].中国心理卫生杂志,2018,32(09):731-733.
- [56] 张冬梅,曾忠禄.德尔菲法技术预见的缺陷及导因分析:行为经济学分析视角[J].情报理论与实践,2009,32(8):24-27.
- [57] 曾琦,黄斐.美食应用程序中感官吸引性的界定与描述:基于德尔菲法的研究[J].商业经济研究,2020(21):100-103.
- [58] 曾光.现代流行病学方法与应用[M].北京:北京医科大学中国医科大学联合出版社,1994:250-270.
- [59] 张群,韩晓磊,宋光兴.基于 Vague 集理论的德尔菲法的实施[J].统计与决策,2010(1):158-163.
- [60] 张庆东,蒋晓瑜.一种基于德尔菲法和模糊综合评价的侦察装备运用效能评估方法[J].信息通信,2020(11):161-163.
- [61] 赵彦云,张波,周芳.基于 POI 的北京市“15 分钟社区生活圈”空间测度研究[J].调研世界,2018,(05):17-24.

附录

各类生活服务设施重要程度调查问卷

尊敬的各位居民：

您好！为更好的了解日常生活中各类便民设施对居民生活便利的影响程度，我们特此调查。您的回答将会给我们的研究提供重要信息，期望您在百忙中给予支持。本问卷匿名调查，您所填写的资料信息和统计结果仅用于此次研究，不会泄露个人隐私，我们将对调查的结果严格保密，请您放心如实回答，对您的帮助与支持表示由衷的感谢！

1.性别

A 男 B 女

2.您年龄

A 20 岁以下 B 20—40 岁 C 40—60 岁 D 60 岁以上

3.您的家庭居住地

A 城区 B 城市郊区 C 村镇

日常生活中，各类生活服务设施对居民生活便利性起到重要的作用，根据您的生活经验，请您对以下生活服务设施影响生活便利性的重要程度给出排序。

4.日常购物服务设施对生活便利的重要性排序

（便民商店包含超市、便利店等；综合市场包含蔬菜市场、果品市场等；商场包含购物中心、免税店等）

A 便民商店 B 综合市场 C 商场

5.科教设施对生活便利的重要性排序

（学校包含幼儿园、小学、中学；培训机构包含书画培训室、托管机构、音乐中心等；科技文化场所包含艺术馆、图书馆、博物馆等）

A 学校 B 培训机构 C 科技文化场所

6. 餐饮设施对生活便利的重要性排序

（中餐馆包含地方风味菜馆、特色风味餐厅、综合酒楼等；外国餐厅包含西餐厅、各国料理等；休闲餐饮包含茶馆、咖啡厅、甜品饮品店等）

A 中餐厅 B 外国餐厅 C 休闲餐饮

7. 医疗设施对生活便利的重要性排序

（综合医院包含三级甲等综合医院、二级甲等综合医院等；专科医院包含口腔医院、骨科医院、妇科医院等；诊所包含中心卫生服务站、社区卫生服务站、医务室等；药店包含中药店、西药店等）

A 综合医院 B 专科医院 C 诊所 D 药店

8. 交通设施对生活便利的重要性排序

（公交站包含普通公交站、临时停靠站、BTR 快速公交站等；地铁站包含地铁站出入口；停车场包含路边停车场、小区停车场、酒店停车场等）

A 公交站 B 地铁站 C 停车场

9. 体育娱乐设施对生活便利的重要性排序

（影剧院包含电影院、歌舞剧院、话剧院、音乐厅等；娱乐场所包含酒吧、KTV、棋牌室；运动场馆包含健身中心、篮球场馆、台球厅等；公园广场包含公园、城市广场）

A 影剧院 B 娱乐场所 C 运动场馆 D 公园广场

10. 便民服务设施对生活便利的重要性排序

（物流速递包含物流、快递站、小区快递点等；维修服务包含汽车维修、摩托车维修、电器维修；各类营业厅包含电信营业厅、电力营业厅、自来水营业厅等；美容美发包含美容店、美发店等）

A 物流速递 B 维修服务 C 各类营业厅 D 美容美发

11. 金融服务设施对生活便利的重要性排序

（ATM 包含各大银行自助提款机；银行包含中央银行、政策性银行、商业银行）

A ATM B 银行

12. 各类生活服务设施对生活便利的重要程度

A 日常购物 B 科教设施 C 餐饮设施 D 医疗设施 E 交通设施

F 体育娱乐 G 便民服务 H 金融服务

13.除以上设施外，您认为还需要哪些生活服务设施会更好的提供生活便利？

攻读硕士学位期间承担的科研任务及主要成果

已发表论文

[1]牛成英,高颖.基于 POI 数据的城市居民生活便利指数测度——来自居民调查数据的经验证据[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2023,25(06):612-619.

科研项目

甘肃省中央引导地方科技发展基金项目《城市计算方法体系构建及甘肃智慧城市应用》(项目编号: YDZX20216200001876)

竞赛获奖

《“数”说未来,人才先行——数字经济背景下国内数据分析人才需求研究》在“正大杯第十三届全国大学生市场调查与分析大赛西北赛区研究生组选拔赛”中荣获二等奖,2023年4月。

致 谢

始于初秋，止于盛夏，总觉得来日方长，却不知岁月清浅，时节如流。

读律看书二十年，上下求索路漫漫，世路多荆棘坎坷，得有四幸：其一，生于华夏，恰逢盛世，山河亦辽阔，愿祖国繁荣昌盛。其二，“家人闲坐，灯火可亲”。家人不辞千难万苦，皆因供我读书，今日学有所成，倍感欣慰，喃喃言语无以为报，唯有努力向上生长。此情珍贵，在此拜谢。其三，吾师大爱，“甘为孺子育英才，克勤尽力细心裁”。学生朽木，学海无涯有幸得良师指点迷津，方得豁然开朗。流花落水悄然去，唯有师恩日月长。此份恩情，铭诸肺腑。其四，得挚友，志同道合者，旗鼓相当不以山海为远，分道扬镳也各有千秋。借此纸笔，道句感谢。

山水相逢，终有一别。要始终相信世间所有的安排都有它的道理，那些患得患失都不必计较了，花开花谢自有时，人来人往任由之。如果无能为力，那就顺其自然，如果无心所待，那就随遇而安。继续生长吧，像树样，愿将来胜过过往。

回头望，追风赶月，轻舟还未过万重山；向前看，山山不尽，却不再执着于高登群山之巅。我相信，前路自有客行路，自有渡船人，同往春山去，共得见沧海。

行文至此，最后，向所有关心我的亲人、师长和朋友们表示深深的谢意，向百忙之中抽出时间参加论文评阅和答辩的诸位老师，向你们致以诚挚的谢意。