

基于GIS的公共停车场选址模型设计

——以济南市历城区为例

于文燕

山东建筑大学建筑与城规学院, 山东 济南

收稿日期: 2023年10月23日; 录用日期: 2023年12月22日; 发布日期: 2023年12月29日

摘要

由于我国城市化的加快与经济的飞速发展, 城市机动车保有量呈现出快速增长的趋势, 随之而来产生了“停车难”、交通拥堵等城市交通问题, 而公共停车场合理选址是推进停车场建设和发挥城市交通调节作用的关键。在当下的大数据背景下, 本文首先研究确定城市公共停车场选址影响因子, 并运用层次分析法进行权重赋值, 之后通过GIS分析各因素的影响范围并按权值叠加, 绘制出该模型的公共停车场选址示意图。通过基于GIS的城市公共停车场选址设计思路及模型, 为城市公共停车场选址提供更为科学、简单、便捷的选址方法。

关键词

公共停车场, 城市交通, GIS, 空间选址

Design of Public Parking Lot Location Model Based on GIS

—A Case Study of Licheng District, Jinan City

Wenyan Yu

School of Architecture and Town Planning, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong

Received: Oct. 23rd, 2023; accepted: Dec. 22nd, 2023; published: Dec. 29th, 2023

Abstract

Due to the rapid development of the speeding up of urbanization and economy in our country, urban vehicle ownership presents the tendency of fast growth. This has resulted in urban traffic problems such as “parking difficulties” and traffic congestion. Thus, the reasonable location of public park-

文章引用: 于文燕. 基于 GIS 的公共停车场选址模型设计[J]. 设计, 2023, 8(4): 4000-4008.

DOI: 10.12677/design.2023.84491

ing lot is the key to promote the construction of parking lot and play the role of urban traffic regulation. Under the current big data background, this paper first studies and determines the influencing factors of urban public parking lot location, and uses the analytic hierarchy process to assign weights. Then, the influence scope of each factor is analyzed by GIS and superimposed according to the weights to obtain the public parking lot location schematic diagram of the model. This paper provides a more scientific, simple and convenient method for the site selection of urban public parking lots through the design ideas and models based on GIS.

Keywords

Public Parking Lot, Urban Transportation, GIS, Spatial Site Selection

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

城市机动车保有量迅速增加，而城市交通公共设施的更新速度却滞后，各种交通问题层出不穷。以公共停车场的建设来补充停车供给，对于平衡停车供需矛盾、以静制动地缓解城市交通拥堵有着重要的意义[1]。停车场按建设类型可划分为建筑物配建停车场、城市公共停车场和路内停车场。本文的研究对象是第二种城市公共停车场，即位于道路红线以外的独立占地的面向公众服务的停车场和由建筑物代建的不独立占地的面向公众服务的停车场[2]。它的服务对象最广，因此科学合理的停车场选址是优化停车供给、保障设施长期使用的基础和前提。

当前国内外对于停车场选址多是通过利用某种算法构建最优化模型求解出可行的选址结果，包括多条件限制的遗传算法模型、步行距离最小模型、渐进优化模型、迭代算法等[3][4]。但是该类模型多是从纯数学角度出发，通过算法设置约束条件，多次迭代计算筛选出可行解。但该类模型具有以下缺点：一是计算过程复杂，对于规划行业从业者具有一定的挑战；二是没有考虑到交通网络模型的影响，缺乏三维的分析，导致成果的图示性差、可视化低，可能还会造成不符合实际停车的情况，这对于规划停车场选址具有一定的不便利性。但是规划行业常用的软件——地理信息系统(ArcGIS)具有强大的可视化和时空分析能力，再结合层次分析法(AHP)在分析和决策过程中的逻辑思维数学化，逻辑计算与空间可视化的结合使得此类方法已逐渐成为规划行业进行选址的最佳工具。如詹长根等初步确定了运用 AHP 和 GIS 对公共停车场选址的研究方法步骤[5]；黄杉等在此基础上引入停车普查数据进行公共停车场选址[1]；刘曼等从 GIS 位置分配模型的空间分析入手，研究潍坊市路外停车场布局[6]；卫辉等则创造性引入人口热力数据计算停车需求缺口，再运用 GIS 空间分析功能与位置分配模型进行城市公共停车场规模分配与选址范围[7]。本文在已有研究的基础上，运用 AHP 科学化赋值与 GIS 空间分析能力，结合历城区现实停车场选址，设计适合历城区的城市公共停车场选址思路及模型。

2. 研究区概况及停车问题分析

2.1. 研究区域概况

济南市历城区位于济南市东南部，总面积 1301 平方公里。2021 年历城区户籍人口 115.19 万人，GDP 总额为 1166 亿元，其中第三产业占比 71.3%。从 2005 年开始，济南市的机动车就一直保持着年均增长

率超过 17% 的高速增长态势(图 1), 全市约 68% 的机动车集中在主城区, 人口越密集的城区机动车密度越高; 同时市民利用小汽车短距离出行的比例也比较高, 停车泊位数的增长速度远赶不上机动车保有量的增长速度。根据济南交警支队车管所的通报数据显示, 截至 2021 年, 济南市的机动车保有量达 296.2 万辆, 其中历下区、历城区、天桥区等市区汽车保有量为 191.8 万辆, 按照国际通行惯例 1:1.2 计算, 济南市区应配置停车位 230.16 万个, 但济南市区的停车位只有 135 万个(其中公共停车泊位 8.5 万个), 可知济南市区停车位缺口巨大。

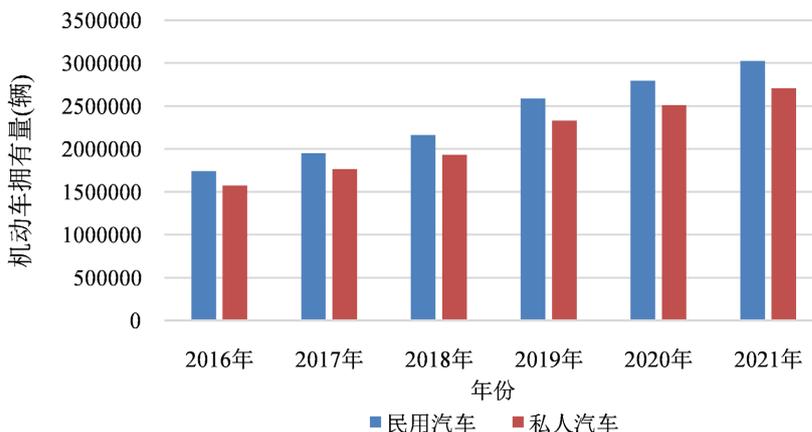


Figure 1. Schematic diagram of Vehicle ownership in Jinan from 2016 to 2021 (Unit: vehicle)

图 1. 济南市 2016 年~2021 年汽车拥有量示意图(单位: 辆)

2.2. 停车难原因分析

停车难的原因主要是近远期停车规划不协调导致“欠账”多。现在城市具有“高速增长、高度聚集、频繁使用”的机动车使用常态, 但是由于过去城区总体规划和详细规划对于停车发展及设施建设等未进行科学的规划和布局, 对区域停车的需求、供给、资源利用、居民出行等情况的调查分析不足, 所编制的指导规划、发展战略和对策研究缺乏一定的前瞻性和系统性。过去历城区的停车场配建标准执行的是 2011 年实施的《济南市城乡规划管理技术规定》(试行)中的相关技术指标, 已经与当前城市功能分区的区位特征、城市综合发展规划和机动车高速增长的速度等不相匹配[8], 造成配建公共停车场总量不足。根据《济南市历城区公共停车设施建设审批管理实施意见》中的要求, 历城区路外公共停车泊位需求数量为 2.18 万个, 现状车位数 0.05 万个, 停车缺口巨大, 停车矛盾日益严重[9] [10]。

3. 研究方法

本文采用 AHP 层次分析软件和 ArcGIS 10.6 地理信息系统软件, 利用其权重赋值、数据建库、空间分析等功能设计研究模型。具体思路如下:

- 1) 将济南市历城区作为公共停车场选址研究对象, 通过研究选定公共停车场选址的四个重要影响因素;
- 2) 通过 AHP 对四个重要影响因素建立判断矩阵, 分析各影响因素并确定权重, 对其进行评价指标分级;
- 3) 将历城区道路网密度、用地性质等数据导入 GIS 中并建立数据库;
- 4) 利用 GIS 对各影响因素进行缓冲区分析, 并将权重分级数值赋予相对应的因子中进行叠加处理,

从而建立约束型停车选址规划模型；

5) 结合已建现状，验证此次停车选址规划模型的设计合理性与可靠性。

4. 数据来源与影响因素分析

4.1. 数据来源

本文通过 BIGEMAP 软件、地理空间数据云等途径，获取历城区范围内的行政界限、交通道路、医院、学校、生活服务、交通设施等空间数据。同时结合济南市统计年鉴、交通情况等公开数据，国土空间总体规划、控制性详细规划及各类专项规划等文件，获取用地性质、使用需求等非空间数据，进而建立数据库。

4.2. 影响因素选择

结合《济南市国土空间总体规划(2021~2035年)》《济南市停车场建设和管理条例》等相关规定以及历城区社会经济发展状况，参考兰州市、宿州市、长春市等公共停车场 GIS 选址因素，从停车可达性、使用程度、管理程度等多个角度分析公共停车场选址的影响因素，从而选取四个重要影响因子：与学校医院的距离、与重要交通节点的距离、与主要道路的距离、用地性质。

与城市道路距离：停车场可达性指驾车者由市政道路网络到达某一停车场的方便程度[11]，距城市道路越近，机动车驾驶员使用该停车场的几率越大，停车可达性就越高。

与学校医院距离：学校、医院作为公共服务中心，由于短时高聚集的特征，能产生短时、高需求的停车需求，且历城区的学校医院多集中于已建片区，停车缺口较为突出，因此将学校、医院的点位作为重要指标。

与重要交通节点距离：客运站、高铁站、城市出入口等重要交通节点能产生较大的交通流，除去即停即走的短时停车，长时间的停车场对于使用人群也是必要的。

用地性质：一般而言，土地开发强度大，建筑密度越大，停车需求也就越大。这是由于不同用地性质所带来的停车目的和停放时间不同，导致的停车生成率有所差别。

4.3. 构建层次分析模型

为更准确清晰地衔接集合层次分析法的因子评价值与 GIS 中的分析因子，在 AHP 中构建模型时，将公共停车场选址设定为目标层，准则层按照选定的四类因子特征归类为点、线、面三种属性，指标层则设定为影响公共停车场选址的四类重要因子，构成本次设计的层次分析模型(图 2)。

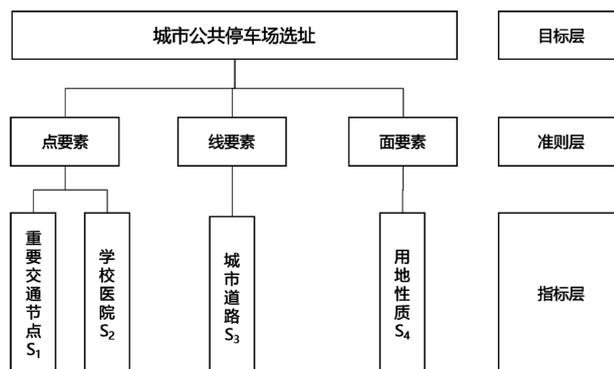


Figure 2. Establishment of analytic Hierarchy model

图 2. 层次分析模型

4.4. 确定权重

在选定的四类影响因子中，为更科学、准确地判定四类因子的影响程度，本文对于四类因子的两两比较，形成判断矩阵，此时查表得知满足一致性检验即该判断矩阵有效。之后将特征向量进行归一化处理，得出各因子的相对权重。结合历城区实际状况再将权重按照 1~3 的评分值进行分级(表 1)，评分值越高代表越停车场的选址适宜性越高。

Table 1. Grading indexes and weight values of influencing factors

表 1. 影响因素分级指标及其权重值

指标	分级	评分值	权重
与重要交通节点距离/m	距离分级值 200~500, 100~200, 0~100 (m)	1, 2, 3	0.1713
与学校医院距离/m	距离分级值 300~500, 200~300, 0~200 (m)	1, 2, 3	0.4715
与城市道路距离/m	距离分级值 100~200, 50~100, 0~50 (m)	1, 2, 3	0.0844
用地性质	工业, 居住, 商业	1, 2, 3	0.2728

5. 设计 GIS 选址模型

在运用 AHP 构建的层次分析模型中，四类影响因子的属性是不同的。这也意味着在 ArcGIS 中，四类影响因子进行空间分析的方式应当不同(表 2)。

Table 2. Analysis methods of influencing factors in ArcGIS

表 2. 影响因素在 ArcGIS 中的分析方法

准则	分析方法
点要素	点密度分析; 缓冲区分析
线要素	距离分析; 缓冲区分析
面要素	距离分析; 缓冲区分析; 矢量转栅格

重要交通节点选择客运站、高铁站、城市出入口进行分析，对客运站、高铁站、城市出入口的点要素进行多环缓冲区分析，缓冲阈值设定为 100 米、200 米、500 米，同时在属性表中添加缓冲距离相对应的评分值，根据评分值绘制出受重要交通节点距离影响的分级图(图 3)，距离两者越近即颜色越深，表示越适合建公共停车场。

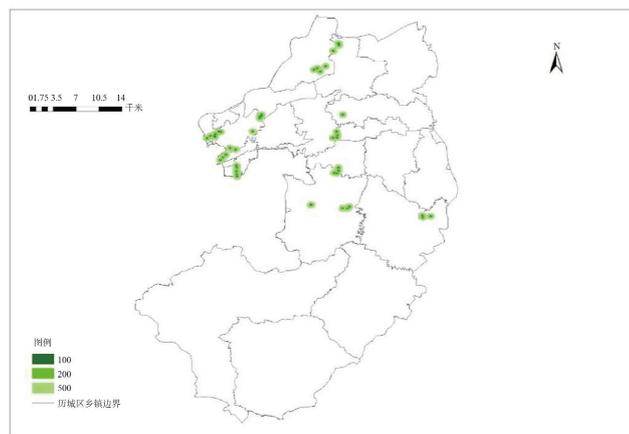


Figure 3. Adaptability map about distance of important traffic nodes

图 3. 考虑重要交通节点距离的适宜性地图

对历城区内的学校医院点要素, 选定 200 m、300 m、500 m 作为学校医院的缓冲阈值, 进行三级缓冲区分析, 再将不同缓冲距离对应的评分值赋予到属性表中, 即可绘制出历城区学校医院周边停车场选址的适应性分级图(图 4), 其中颜色越浅代表距离学校医院的距离越近, 越适宜选址。

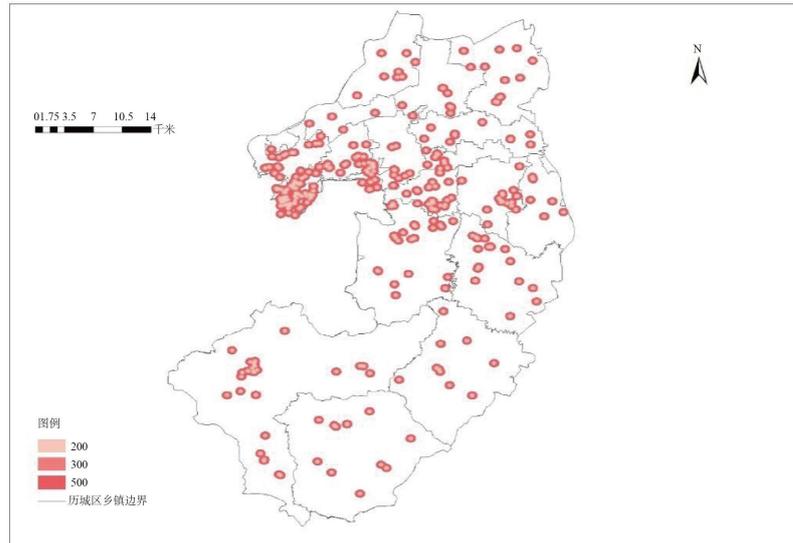


Figure 4. Adaptability map about schools, hospitals
图 4. 考虑学校医院距离的适宜性地图

在城市道路影响的线因素中, 选取城市快速路、主要交通干道、国道等重要城市道路进行分析, 缓冲阈值设定为 50 m、100 m、200 m 三个等级, 对城市道路进行分级缓冲分析, 并将三级缓冲距离相应的评分值赋予至属性表, 得到与城市道路距离相关关系的公共停车场选址适宜性地图(图 5), 颜色越深代表越适宜进行公共停车场修建。

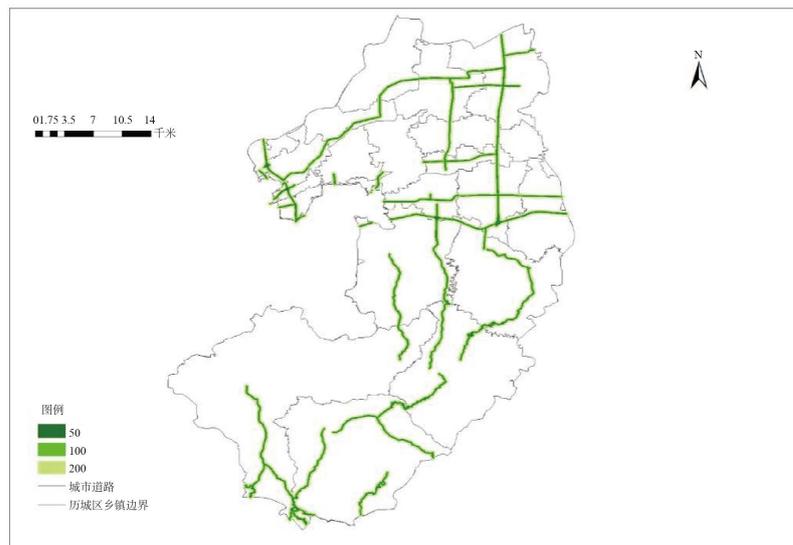
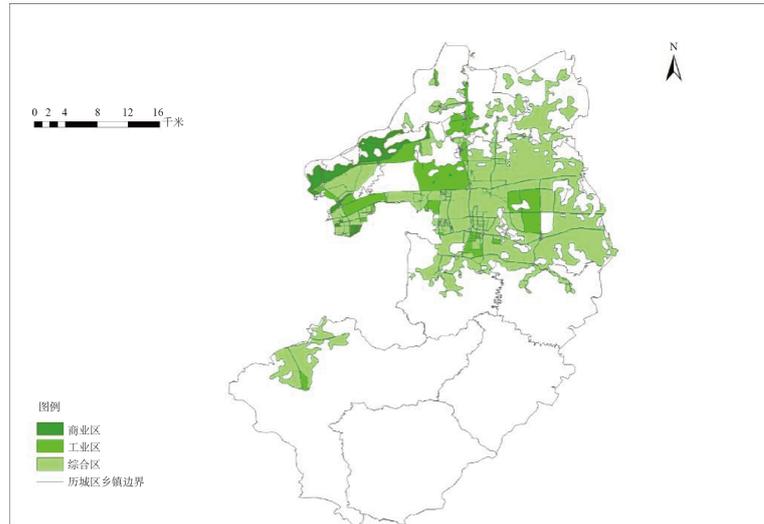


Figure 5. Adaptability map about urban roads
图 5. 考虑城市道路距离的适宜性地图

对于用地性质运用 GIS 中的重分类，将其多种属性归类为工业、居住、商业三类用地，将对应的评分值添加至属性表，从而绘制出用地性质对于公共停车场选址影响的适宜性地图(图 6)，颜色越深代表停车需求越大，越适宜建公共停车场。



注：由于数据缺失，无法处理历城区完整的用地性质图。

Figure 6. Impact of land use nature
图 6. 考虑用地性质的影响

最后，将前面所绘制的不同影响因素适宜性地图进行栅格化处理，对 4 幅不同影响因素的适宜性选址图按照影响因子权重进行叠加分析，继而得到历城区的公共停车场的适建性综合评分值，将评分值范围设定为 0~3，对其进行重分类，绘制出历城区公共停车场选址的综合适宜性分级图(图 7)，其中颜色越深代表数字越小，即表示该区域作为停车场选址的适宜性高。

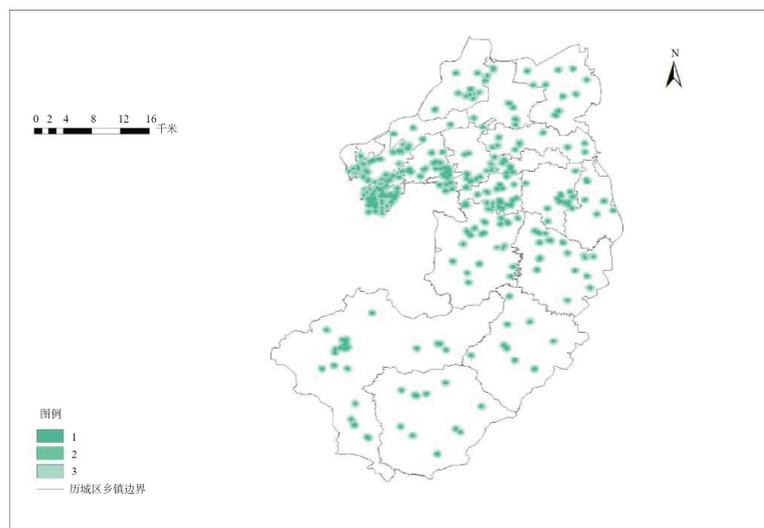


Figure 7. Comprehensive map of public parking location
图 7. 公共停车场选址的综合适宜性图

6. 结果验证与分析

将收集到的现状公共停车场的位置在 ArcGIS 中转化为空间数据,并与图 7 所得的选址适宜图进行叠加对比,得到图 8。在图 8 中可以明显发现,在研究区域的中心区域,商业区、综合区分布较多,POI 吸引力较大的核心区域导致停车场分布较为密集。从中心区域往外,停车场数量分布呈现“逐渐减少、分散式”特征。

大多数现状公共停车场是与公共停车场选址的综合适宜分级图相匹配的,少数未在适建范围内的停车场选址,原因可能在于收集到的数据有所出入,导致结果的不匹配,但综合来说该设计模型具有一定的可行性。

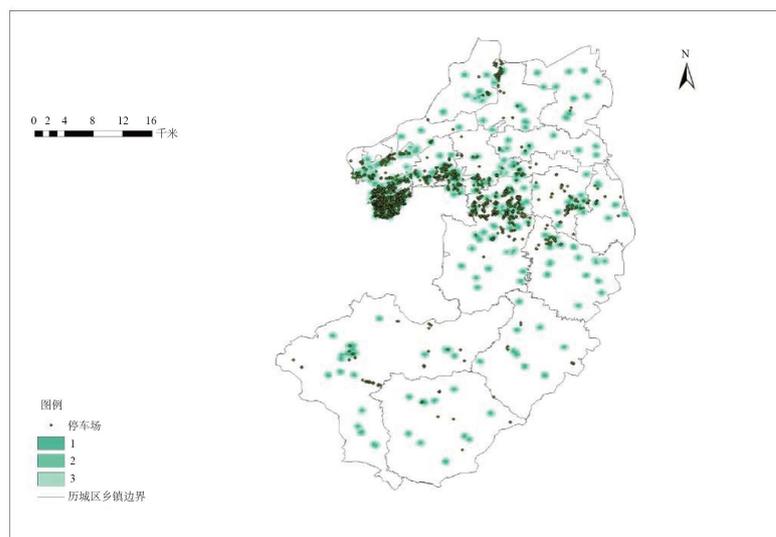


Figure 8. Distribution of current public parking lot
图 8. 现状公共停车场分布对比分析图

7. 结论与展望

在研究中发现,学校医院、用地性质对于公共停车场的影响较为明显,因此在影响因子中占有较高的权重。利用 AHP 对选取的影响城市公共停车场选址的 4 个因子进行权重分析,并在 GIS 中利用数据提取、缓冲区分析、叠加分析、要素转栅格、重分类等工具进行公共停车场选址分析,在 GIS 中构建模型以获得公共停车场选址的适宜性范围分级图。最后本文还将已建停车场转为空间数据,通过现实验证确定该设计模型的可行性与可信度。

注 释

文中所有图片均为作者自绘

参考文献

- [1] 黄杉, 王杰, 李公立, 等. GIS 技术在城市公共停车场选址中的应用——以长春高新技术开发区为例[J]. 交通工程, 2018, 18(1): 22-27.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市停车设施规划导则[Z]. 2015.
- [3] Pennacchio, S. and Raimondi, F.M. (2004) A New Model of Carparking System through Genetic Algorithms. *WSEAS Transactions on Systems*, 3, 10-12.

- [4] 陈峻, 王伟, 胡克定. 城市社会停车场选址规划模型研究[J]. 公路交通科技, 2000(1): 61-64.
- [5] 詹长根, 王璐行, 吴艺. GIS 与层次分析法结合的兰州市主城区公共停车场选址[J]. 测绘与空间地理信息, 2016, 39(8): 1-4+8.
- [6] 刘曼, 黄经南, 王国恩. 基于 LA 模型的潍坊市路外公共停车场选址研究[J]. 现代城市研究, 2017(5): 119-125.
- [7] 卫辉, 张晓瑞, 刘淑珍. 基于人口热力数据与 GIS 的城市公共停车场选址研究[J]. 北京建筑大学学报, 2022, 38(6): 48-58.
- [8] 陈志伟. 济南静态交通公司停车管理策略研究[D]: [硕士学位论文]. 石河子: 石河子大学, 2021.
- [9] 济南市人民政府办公厅. 济南市人民政府办公厅关于印发济南市公共停车设施建设审批管理办法和济南市鼓励公共停车设施建设若干规定的通知(济政办发[2019]2号)[Z]. 2019.
- [10] 济南市历城区人民政府办公室. 济南市历城区公共停车设施建设审批管理实施意见(历城区政府办公室[2019]) [Z]. 2019.
- [11] 司铭锴, 焦朋朋, 杨自曙, 等. 北京中关村西区地下交通环廊运行状态分析与改善研究[J]. 北京建筑大学学报, 2019, 35(1): 8-14.