

基于GIS的公共停车场空间布局分析

张晓晗

哈尔滨师范大学地理科学学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2023年10月31日; 录用日期: 2023年12月15日; 发布日期: 2023年12月28日

摘要

伴随着我国经济的快速发展, 我国的城市交通处于一个迅速发展的时期, 我国的汽车数量持续增长。但是, 在我国大多数城市, 现有的公共停车场依旧存在很多问题, 特别是在城市规划中大型停车场和小型停车场分布不合理, 在我国较多城市中大多数的停车位无法达到预期的停车数量。因此, 开发建设公共停车位是解决大城市停车问题的重要手段。合理扩建公共停车场对于缓解交通拥堵、提高城市便民度、对城市的空间进行合理规划布局、营造和谐的城市环境具有重要意义。本文拟从哈尔滨市道外区大型购物商场停车场布局出发, 利用对各个要素点进行缓冲区分析和叠加分析获得选址区域, 又利用了反证法探讨了停车场选址的合理性, 旨在解决哈尔滨道外区停车位少, 停车难的问题。与传统的定位方法相比, GIS在公共停车场的使用上具有无可比拟的优势。本文的完成首先验证了地理信息系统应用于公共停车场的可行性和科学性, 为今后的规划提供了技术思路和方案。

关键词

停车场, 选址, 缓冲区分析, 欧氏距离

Analysis and Research of Public Parking Space Layout Based on GIS

Xiaohan Zhang

School of Geographical Sciences, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang

Received: Oct. 31st, 2023; accepted: Dec. 15th, 2023; published: Dec. 28th, 2023

Abstract

With the rapid development of China's economy, China's urban transportation is in a period of rapid development, and the number of cars in China continues to grow. However, in most cities in our country, there are still many problems in the existing public parking lots, especially in the ur-

ban planning of large parking lots and small parking lots are unreasonably distributed, and most of the parking spaces in more cities in our country can not reach the expected number of parking. Therefore, the development and construction of public parking spaces is an important means to solve the parking problem in large cities. The reasonable expansion of public parking lots is of great significance to alleviate traffic congestion, improve the convenience of the city, reasonably plan and layout the urban space, and create a harmonious urban environment. Based on the layout of the parking lot of the large shopping mall in Daowai District, Harbin City, this paper uses the buffer analysis and superposition analysis of each element point to obtain the site selection area, and then uses the counter-evidence method to discuss the rationality of the parking lot location, aiming to solve the problem of few parking spaces and difficult parking in Daowai District of Harbin. Compared with the traditional positioning method, GIS has incomparable advantages in the use of public parking lots. The completion of this paper first verifies the feasibility and scientific city of GIS application in public parking lots, and provides technical ideas and solutions for future planning.

Keywords

Parking Lot, Site Selection, Buffer Analysis, Euclidean Distance

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. 绪论

1.1. 国内外研究现状

近几年来,中国城市化进程中,交通运输的快速发展,私家车在大中城市全面普及,导致现有停车严重满足不了人们对停车的需求,停车位供需不平衡。导致了很多车无处停放,造成了乱停车等现象。当前国内外研究人员对此给予了高度的重视。国外对于城市停车规划问题的研究始于二十世纪四十年代[1]。中国对公共停车场的搜索开始进行研究相较于其他发达国家我国开始的时间已经属于较晚,主要以停车位调查为主题。20世纪以来,对公共停车场布局的研究逐步扩大,主要集中在停车预测、停车位配置与建设指标、社会公园规划、公园政策、公园管理等法律方面。很多当地学者对地理信息系统在其他公共服务选址中的应用做了大量的研究,如孙磊[2]、金书鑫[3]、张志敏[4]等。综合一系列因素,国内和国外对都对城市事业单位的地理信息系统的应用进行了一些相关的研究。我们可以看出国外的方法和理论已经比较成熟,但是国内的理论大部分都还停留在理论的阶段,很少会将GIS技术应用在城市社会公共停车场选址中。

1.2. 研究的目的和意义

停车场是一个城市的重要组成部分,是一个城市的重要交通基础设施。由于机动化程度和交通需求快速增长而导致的城市停车位严重不足是我国许多城市普遍存在的问题,城市停车需求由于停车位的数量影响很难被满足[5],不同停车设施比例不平衡,出现大量的乱停车等不文明现象。为了解决停车位供需矛盾,加快城市停车位建设,应对城市停车方法进行合理的布局 and 规划。

公共停车需求预测就是指停车规划[6]。预测分析在停车规划基础上分析城市停车供需的依据、公共停车的位置和范围及其他影响因素。本文阐述了影响停车位规划与评价的城市停车位的贡献,以及如何

合理确定城市停车位的规模。对城市停车政策和规划提出了建议，本文的研究将有助于了解哈尔滨市道外区的停车现状，也将为今后一定时期内其他城市的停车位建设和管理提供依据。

1.3. 研究内容和技术路线

本文基于 GIS 技术，对哈尔滨市停车场的合理布局进行了探讨，利用 GIS 的空间分析技术进行了相应的选址模型，然后再使用 ArcGIS 软件，根据该区域的现有停车场的位置，利用 GIS 的缓冲区分析得到现有停车场的覆盖范围，根据土地利用现状，现有学校位置、商场位置、医院位置，进行相应的缓冲区叠加分析，得到停车场选址的区域，又利用反证法对缓冲区叠加获得的实验数据结果进行验证，根据计算出的相应数据的权重对数据集进行加权计算，最后得出相关的选址区域。确定了哈尔滨道外区的最佳选址区域。技术路线详见图 1。

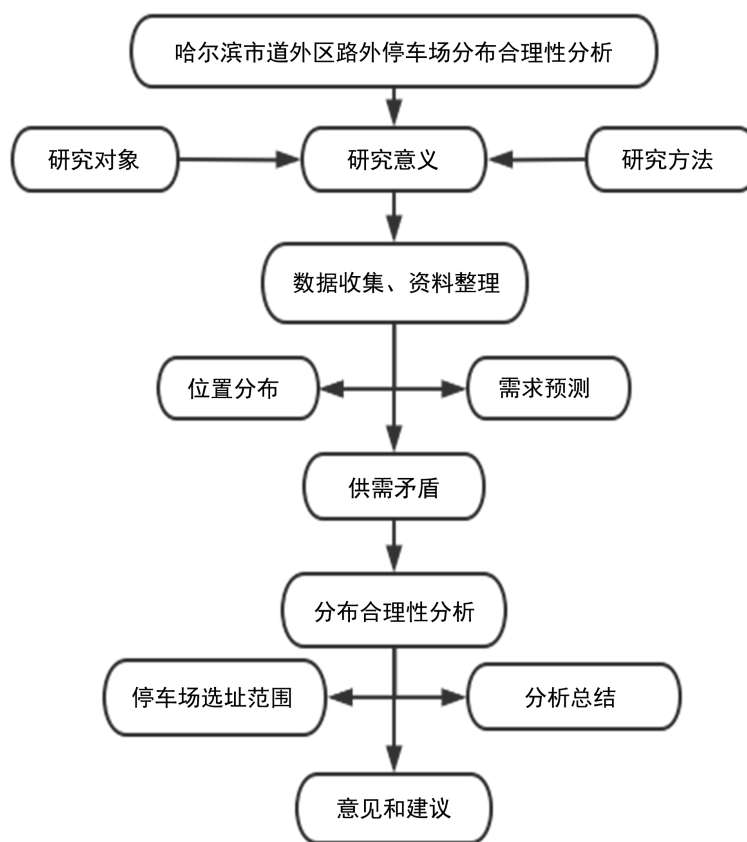


Figure 1. Study the technical route

图 1. 研究技术路线

2. 公共停车场选址理论

2.1. 停车特性指标分析

停车场是停车和公路交通的必要连接。停车场必须具备城市基础设施的基本特征，即公共服务和经济效益的性质。现代化城市停车场的合理规划和布局是城市停车场进一步发展的必要手段城市的发展和交通友好性的提高的重要方式。要做好大城市停车位的设计和设置，需要全面了解城市停车位的具体情况和特点，根据城市停车位需求的特点，应进行以下性质分析：

在研究城市的交通总体水平和特点时，需要联系城市停车的供求关系和其分布特征。我们常说的停车位累计数，又称停车位总数，是指一定时期内某一停车位或区域内的实际停车位数，是衡量停车需求连续性的一种工具。一般来说，城市规模越大，停车位总数越大，停车位总数越大，人均停车位越小；中心内或中心附近的停车位总数就越大，而停车位总量随着距路外中心距离的增加而减少。因此影响了停车数量的时空分布。

2.2. 停车场需求预测

通过分析影响停车位需求的因素，选择合适的停车需求预测方法，分析现有停车条件，引入等效停车模型，优化停车位，预测停车需求，检验停车模型是解决停车规划问题的重要任务。城市中不同功能和性质的土地利用共同组成了城市生产力的布局 and 结构体系[7]，在这一体系中，不同的土地利用进行的社会、经济、文化活动的性质和频繁程度不同，表现出的停车需求也有很大差异，如商业金融用地和居住用地的停车吸引率偏大些，而仓储用地和绿化用地的停车吸引率相对偏小，土地开发利用的强度越大，建筑、人口、交通就越集中，停车需求也就越大。另外，停车需求分布也要受到土地利用格局的影响。

停车需求通常分为两类，第一类是一般停车条件，供自治机关、车辆在居民楼和办公楼停放。第二类为供商业、文化、娱乐、分布式餐饮和其他功能建筑提供停车条件的停车位。

2.3. 影响停车场分布的因素

影响公共停车场分布的因素主要可以归为以下两类因素：定性分析因素和定量分析因素两大类，其主要包含有以下几点，即：

- (1) 步行距离：停车场和目的地之间的距离；
- (2) 一般停车成本：成本越低，停车容量越大；
- (3) 停车位的可用性：道路阻抗是判断停车位是否可用的一个重要指标；
- (4) 停车干扰率：干扰值越低，城市交通管理越好；
- (5) 停车设施建设成本；
- (6) 保护城市文化、古建筑和人文景观：由于考虑对古建筑、城市景观和城市文化的保护，停车场选址不宜离保护对象太近；
- (7) 有效利用公共空间：降低征地拆迁成本。

3. 基于 GIS 的选址方法及实例分析

3.1. 运用 GIS 选址的优点

与传统的选址方法相比，利用 GIS 的选址方法能简洁有效的获取我们所需要影响因素和相关信息，利用 GIS 解决定位问题的优点有以下几点：

- (1) 当存在大量影响局部定位因素的信息时，GIS 技术可以有效地将各种类型的相关空间数据结合起来。使数据处理和分析更加直观和快速，以提高效率和减少工作量，并且能够对精度进行提高；
- (2) 可以根据实际情况，精确计算；
- (3) 地理信息系统的可视化表示可以将信息显示在地图上，使其具有直观、清晰等特点；
- (4) 对于相应地图的属性数据库来讲，在 GIS 中查询相关数据库内容更加方便；
- (5) 空间定位系统和地理信息系统是相互关联的，他将地理信息与相应的相关的选址内容自然地结合起来，在这种模式下，定位系统和地理信息系统技术之间的接口是交互式的，详见图 2。

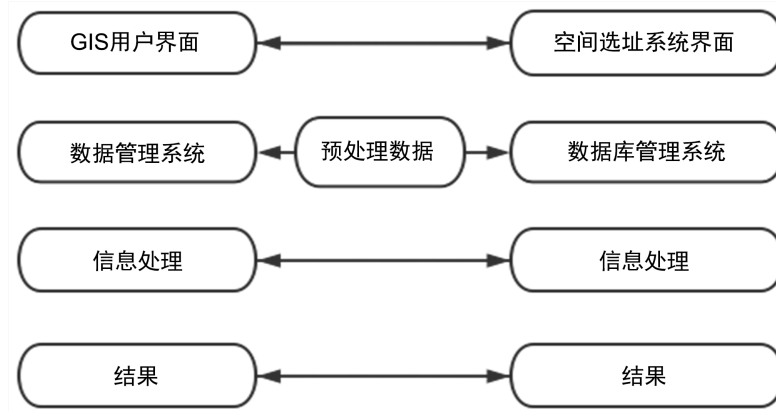


Figure 2. The spatial siting system and GIS technology are more freely combined
图 2. 空间选址系统和 GIS 技术较自由结合方式

3.2. 数据收集

3.2.1. 数据准备

在分析影响公共停车场选址因素时，收集了以下数据：

- (1) 道外区当中的道路交通图，包括道路的长度、名称、类型；
- (2) 道外区主要兴趣点的分布图(主要包含购物中心)商场的名称、位置；
- (3) 道外区医院，学校的分布图，包括学校的名称、位置；
- (4) 道外区人口分布图；
- (5) 道外区用地性质分部图，包括：道外区水系、湿地、建筑用地；

道外区城市用地规划图、城市规划路网、卫星地图等文件为数据的主要来源。

3.2.2. 空间数据预处理

空间数据的采集主要包括学校、医院、兴趣点、交通路线等；选择必要的数 据，打开属性表，存储所需的主要点数据。非空间数据包括各群落的种群数据和土壤类型。通过转换数据格式等，可以将空间数据设置为同一的坐标，再利用 ArcGIS 软件对数据进行相关的处理及空间分析从而得到相应的结果。

将所采集的空间数据进行综合后放入 ARCGIS 中，即可以得到图 3：

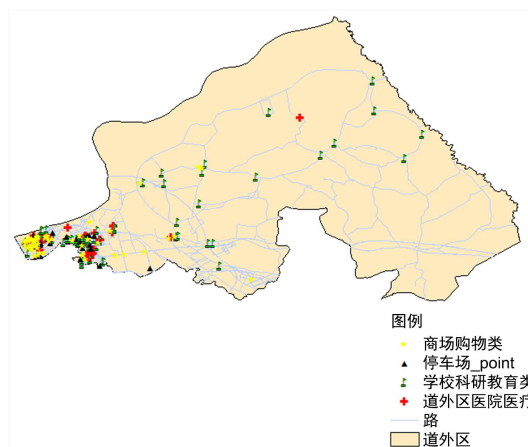


Figure 3. Comprehensive map of Harbin Daowai District
图 3. 哈尔滨道外区综合图

3.3. 层次分析

结合哈尔滨市道外区的实际情况，根据服务半径，停车场可达性，城市人口分布，等其他硬性规定公共停车场选址因素，确定出具体的可量化的指标有：人口密度，距离城市交通的距离，距离大型超市的距离以及距离学校和医院的距离，根据影响公共停车场选址的因素，提出了以下层次分析法。如图 4 所示：

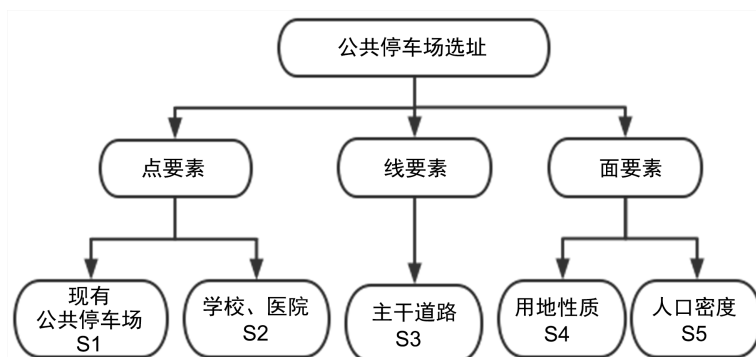


Figure 4. Analytic hierarchy process diagram
图 4. 层次分析流程图

3.4. 决策分析

在选择五个影响因素之前，不同因素对选址问题的影响也是不同的。在 ArcGIS 中，空间分析的方法也是不同的。因此，在进行综合决策之前，必须对这些影响因素进行个体空间分析。

因为是进行停车场的选址，而停车场一般建立在距离商场、停车场、医院比较近的地方，方便人们购物、接送学生、看病停车，所以为了方便人们停车减小步行距离，因此本人在划定步行缓冲区的范围是，根据距现有学校、商场、停车场划定缓冲区范围，步行五分钟、十分钟、十五分钟的距离，分别取 200 米、300 米、500 米作为缓冲区范围。

首先对现有停车场进行缓冲区分析，分别进行停车场 200 米缓冲区分析，300 米缓冲区分析，500 米缓冲区分析，得到了如图 5 所示的结果：

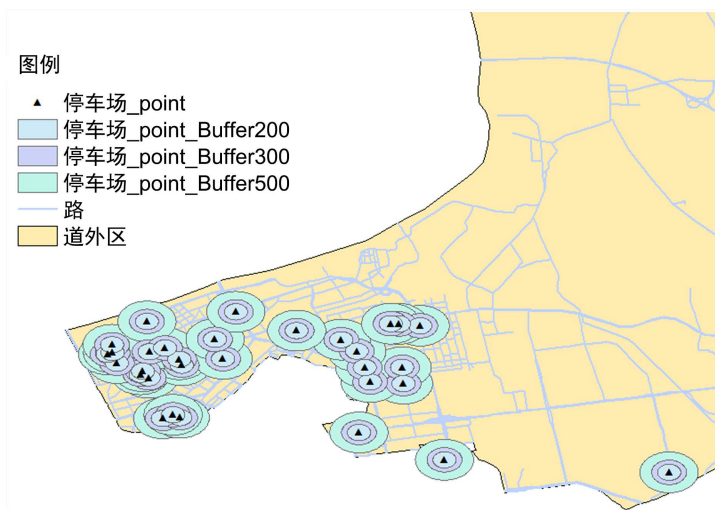


Figure 5. Consider the suitability map of the existing parking lot
图 5. 考虑现有停车场的适宜性地图

根据影响停车场的各种选址因素我们分析得出，离现有公共停车场距离越远，越不易造成停车资源的浪费，因此越适合建造一个新的公共停车场。

对学校的缓冲距离分别设为 200 m、300 m、500 m 的缓冲区，对其进行空间处理，得到结果如图 6：

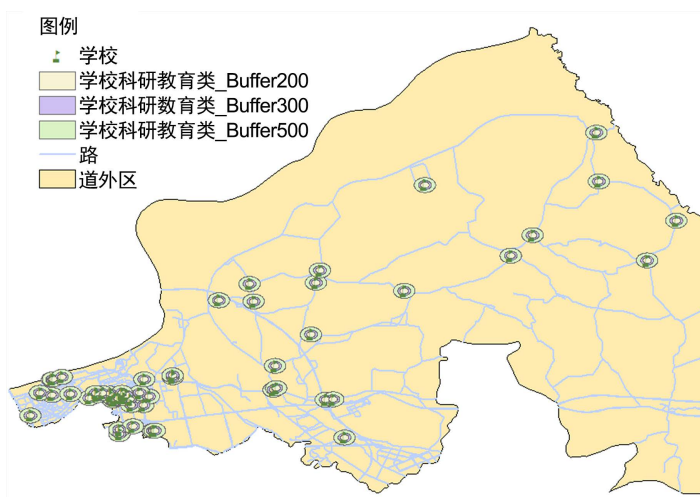


Figure 6. Consider the suitability map of existing schools

图 6. 考虑现有学校的适宜性地图

只考虑学校医院的因素，由于离学校越近，在上下班接送学生期间会造成大量车辆的聚集，而医院附近是常年的停车拥挤区域，因此我们认为离学校和医院越近的地方越适合建一个新的停车场，因此途中颜色越深的区域代表越适合建立一个新的公共停车场。

接着对医院的缓冲距离分别设为 200 m、300 m、500 m，对其进行缓冲分析，得到结果如图 7：

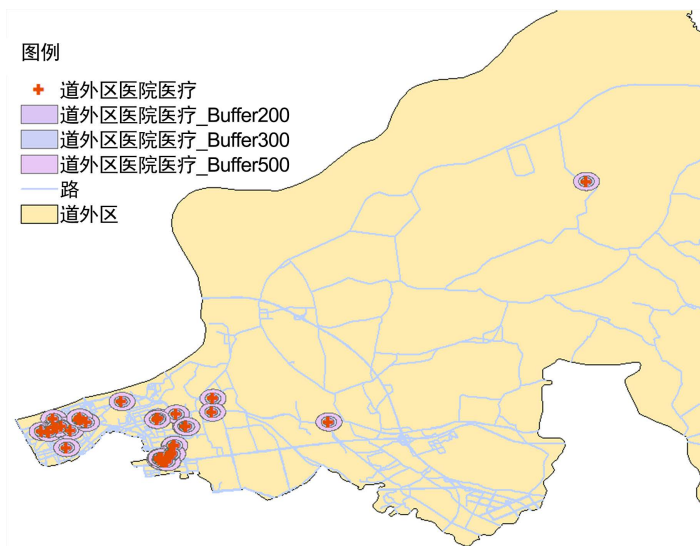


Figure 7. Consider the suitability map of existing hospitals

图 7. 考虑现有医院的适宜性地图

由于是停车场的选址，所以靠近主干道路便于就地停靠，也避免了因为停车而导致的路面拥堵，和资源的浪费，所以我们在划定其缓冲区范围时尽量选择靠近道路的区域进行停车。

对道路分别进行 30 m、50 m、100 m 的缓冲区处理，得到相应的缓冲区的分析结果，得到结果如图 8：

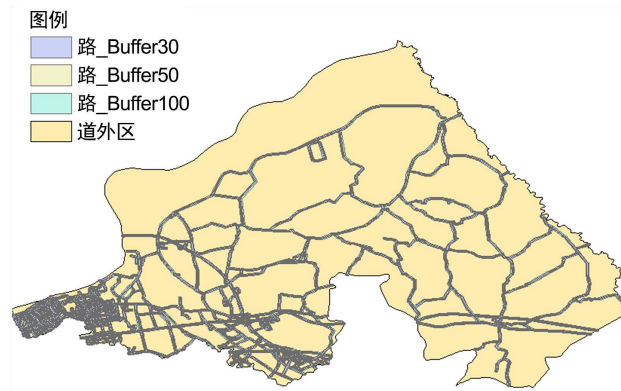


Figure 8. A suitability map that considers existing roads
图 8. 考虑现有道路的适宜性地图

对几组数据进行了相关的缓冲区分析之后，根据相应的辐射范围，将各个因素的缓冲区进行叠加，得到停车场选址的最佳区域。

将医院 200 米缓冲区、学校 300 米缓冲区、以及商场 500 米的缓冲区进行叠加分析，如图 9；再擦除现有停车场 100 米缓冲区范围，得到结果如图 10 所示：

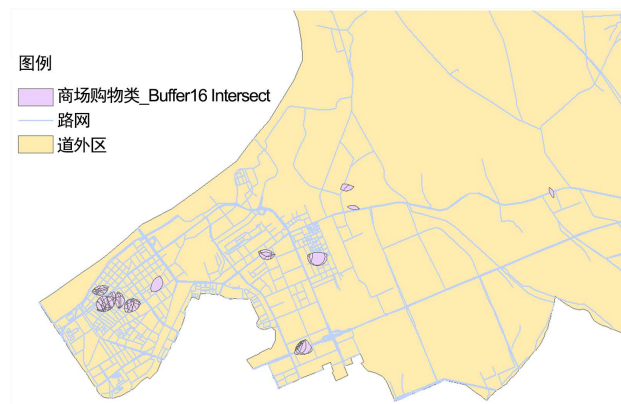


Figure 9. Factors to consider intersection diagrams
图 9. 考虑的因素相交图

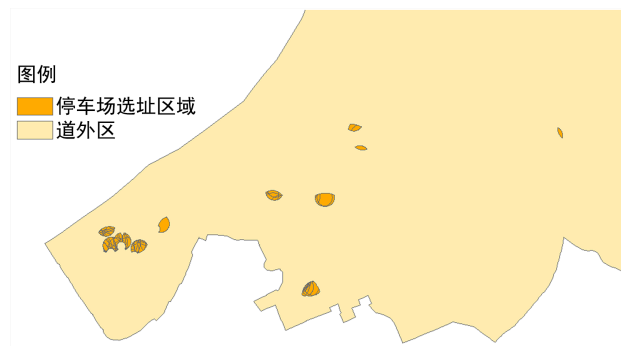


Figure 10. Erase irrelevant areas
图 10. 擦除不相关区域

3.5. 基于反证法方案的停车场选择权重化空间分析的实现

3.5.1. 基于实验假定方案的停车场权重模型设计

停车场选址需要考虑的因素包括周围环境条件，交通设施，居民数量，安全性质，用地类型等。靠近商场，学校，医院等位置是停车位需求量比较大的地方，本方案使用假定指标的方法，假定停车场选址时一般依据以下四个因素，各因素之间的权重相同，分析结果如下图 11~14 所示。

- (1) 距离道路的便捷度：停车点在道路 100 米外，五百米以内，减少停车的步行距离，增加其可达性。
- (2) 周围环境：靠近商场、医院、学校等停车密集的区域，并在已有停车场 100 米以外。
- (3) 人口密度性质：人口密度越高的位置，对停车位的需求量越大，越适合建停车场。
- (4) 土地利用类型：排除所有水地和湿地等不可利用和改造的非建筑用地。

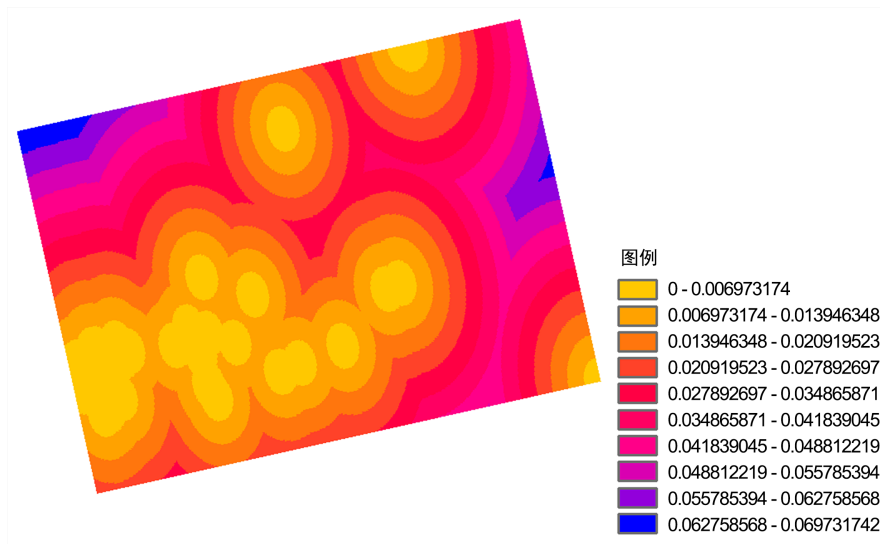


Figure 11. Euclidean distance based on mall factors
图 11. 基于商场因素的欧氏距离

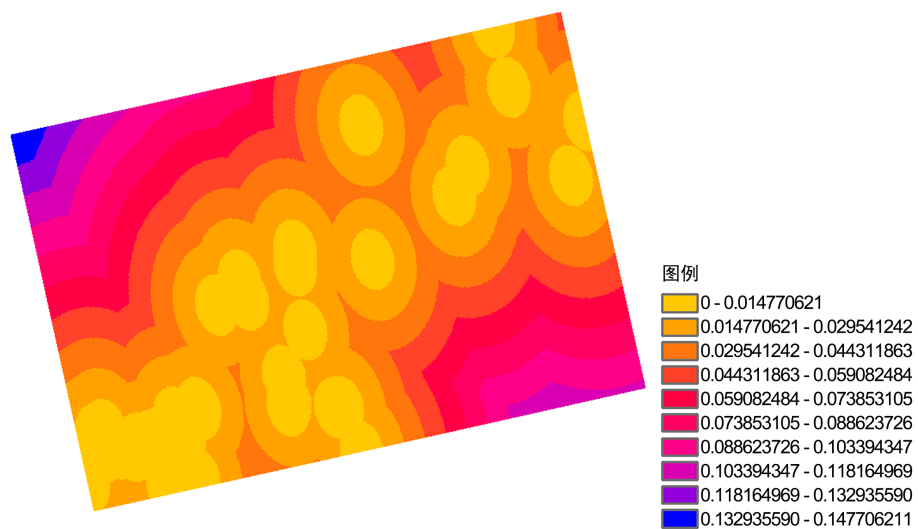


Figure 12. Euclidean distance based on school factors
图 12. 基于学校因素的欧氏距离

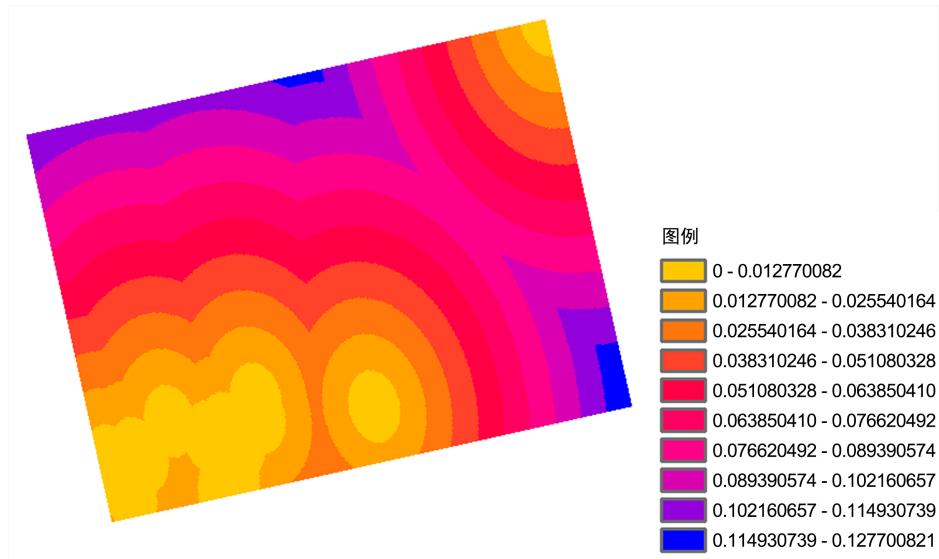


Figure 13. Euclidean distance based on hospital factors

图 13. 基于医院因素的欧氏距离



Figure 14. Euclidean distance based on road factors

图 14. 基于道路因素的欧氏距离

将人口密度、医院、学校、商场、道路、现有停车场、人口密度、用地性质进行重分类，将分类结果分为十类，认为距离医院、学校、商场、道理越近和人口越密集的位置越适合停车场的选址、而距离现有停车场越远的位置比距离现有停车场近的地方适合建立新的停车场。

打开“Spatial Analyst 工具”→“地图代数”→“栅格计算器”，对各个重分类后数据集进行合并，通过前文的分析和查阅相关论文刊物，确定最终适宜性数据集的加权计算公式为：

“到现有停车场的距离距离”*0.05 + “到现有医院的距离”*0.44 + “到现有学校的距离”*0.44 + “距离道路的距离”*0.28 + “道外区人口密度”*0.17 + “用地性质等级”*0.07，得到最终合并后的到各点的距离。得到道外区选址区域，其中颜色越深代表越适合停车场的选址。分析结果如图 15 所示。

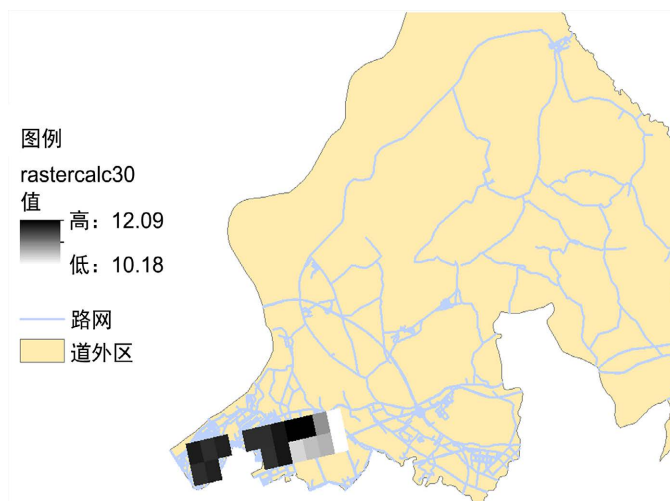


Figure 15. Euclidean distance siting results
图 15. 欧式距离选址结果

对比缓冲区叠加后的得到的数据，分析实验结果，如图 16 所示，我们发现，最后获得的两个区域大致是相同的，因此可以判断我们的选址区域是正确的。

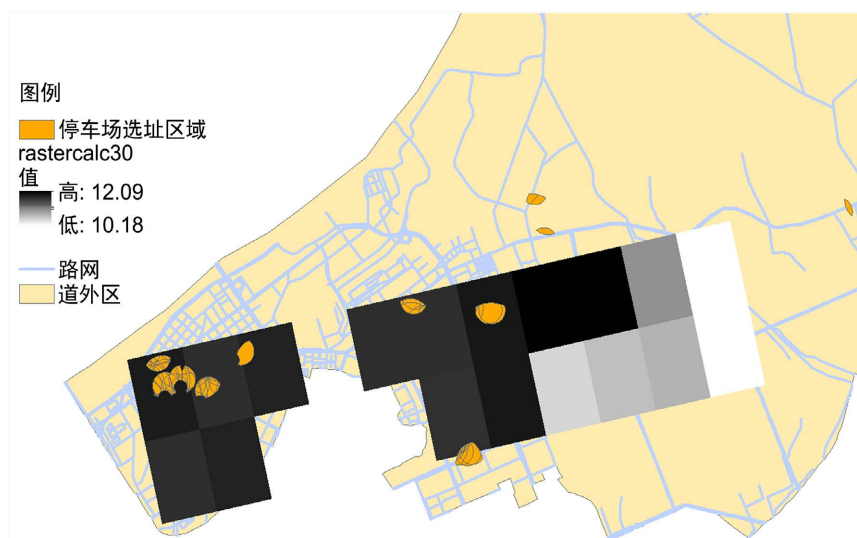


Figure 16. Comparison of the results of the two experiments
图 16. 两次实验结果对比

3.5.2. 基于实验假定方案的选址权重化空间分析结果的分析

通过假定的实验方法，令所有的因素权重相同，分别对各个区域进行缓冲区分析，就会得到各个因素的最佳选址区域，再利用叠加分析相交和擦除得到综合所有因素的最佳区域。从结果图 9 擦除后最佳区域上我们能够看到，满足我们假定的条件的区域集中于中心区域，在停车场选址时可以优先考虑这几个区。

3.5.3. 基于反证法方案的停车场选址权重化空间分析结果的分析

首先，我们通过反证的方法，从各个区的停车集中的位置点布局出发，通过看各个因素的个数和对

停车场选址的影响因素来判断其所占的权重,为栅格计算提供基础,然后利用欧氏距离计算各个点的距离,最终得到综合各个因素点的距离图。从图5、图6、图7、图8中我们可以看出,和在到各点的距离中我们能得到,颜色越浅,数字级别越低的最适合停车场的选址,在停车场选址时,可以根据相应的实际情况选择区域。

3.5.4. 两种方案的对比分析

两种方案都有自己的优缺点,各有千秋。实验一是利用假定的实验方法,通过利用缓冲区分析和叠加分析进行实验,最后擦除了相关影响区域,这种方法存在着不确定性,如果要严格的从实际的需求出发,需要从头进行缓冲区分析和叠置分析的实验,相对来说较为麻烦,但是最后选择的区域较为准确。方案二是通过反证的方法,从各个区的各大影响因素的布局出发,通过看各个因素的个数和各个因素所占比例来确定因素的权重,为栅格计算提供基础,然后利用欧氏距离计算各个点的距离,最终得到综合各个因素点的距离图。这种方案将区域分级。同时能够看出停车场选址区位优势度从相应点要素中心向外围逐渐递减,各个要素因子的优势度也表现出与现实对应的差异。

4. 结论与展望

公共停车场的选址和合理的分布关乎着现代城市的路面交通设施是否合理和完善。因此合理规划停车场是现代城市规划的重要核心,也是一项庞大而艰难的工程。做好停车场的选址工作,提高城市公共停车场停车水平,使城市更加合理化智能化是本文重要的研究方向,也是解决当前大城市停车困难不可忽视的一个问题。本文以哈尔滨市路外停车场为例,分析了路外停车场的现状,根据调查数据和需求预测结果,选择并确定了路外公共停车场的位置和规模,验证了模型的可行性。在设计了哈尔滨道外选址模型后,进行了数据处理和分析。并采用两种实验方法进行对比,对两种方案的实验结果进行了分析、比较和评价。主要总结有:

(1) 通过对传统的选址方法和利用 GIS 的选址方法进行比较发现,对于 GIS 选址方法,纯数学选址方法局限性更强,无法综合考虑相关影响因素对选址的影响,主要表现在数学模型的复杂性、空间因素的非直观性等方面。

(2) 在分别分析了传统的公共停车场选址模型的缺点和 GIS 应用于选址的优势之后提出了基于 GIS 的层次决策分析选址模型,并通过实验验证,证明了其科学性和可行性。

(3) 以哈尔滨道外区区域为例,把传统的选址方法与本文提出的基于 GIS 的选址方法进行了比较,证实了 GIS 运用于停车场选址的科学性,以及 GIS 应用于选址工作的各种优势。

(4) 在 GIS 分析的基础上,综合考虑了哈尔滨市道外区公共停车场的 6 个因素,得到了哈尔滨市道外区公共停车场的综合图。对比分析我们发现,GIS 用于选址具有很强的实用性和科学相关性,为决策者提供了有力的理论支持和科学依据,对哈尔滨市停车场的选址具有很好的参考价值。相信随着 GIS 技术的不断发展和完善,GIS 技术在这类选址问题上也将日趋完善。

参考文献

- [1] 李井波,张骥,马山,等.城市停车设施需求预测与规划方法研究——以天津西青区为例[J].交通与运输,2023,36(S1):33-37.
- [2] 梅亚岚.共享停车泊位选择行为建模与需求预测方法研究[D]:[硕士学位论文].南京:南京理工大学,2023.
- [3] 孙磊.老城区新建路外公共停车场设计规模研究[J].交通科技与经济,2017,19(5):34-37.
- [4] 周华珍.城市公共停车场选址优化研究[D]:[硕士学位论文].兰州:兰州交通大学,2016.
- [5] 陈志龙,张平.城市地下停车场系统规划与设计[M].南京:南京东南大学出版社:世界地下空间研究丛书,2014:

234.

- [6] 金书鑫. 停车产业化环境下社会公共停车场建设效益评估[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2015.
- [7] 李海霞. 社会公共停车场合理规模研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2012.