

基于GIS汉阳区充电桩选址分析

向 栩

长江大学地球科学学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年7月14日; 录用日期: 2022年12月19日; 发布日期: 2022年12月29日

摘 要

随着湖北省武汉市汉阳区城市化水平的逐渐提高, 合理布局城市交通网络是汉阳区城市化可持续发展的重要条件之一。新型绿色环保的出行工具电动汽车的出现让汉阳区发展有了新的目标和挑战。和传统燃油汽车相比, 电动汽车虽然更加新型和绿色健康环保, 但是通勤依赖于充电桩且充电时间比较长, 所以对于汉阳区充电桩布局的选址分析就显得意义深刻。利用GIS的空间分析方法, 分析汉阳区空间特征, 并解决了大型充电站及充电桩的选址问题。研究结果表明: 在武汉市汉阳区琴台大道附近、汉阳造和王家湾附近适合建造大型充电站和充电桩。研究结果可为武汉市汉阳区充电桩空间布局决策提供支持。

关键词

GIS, 拓扑空间查询, 叠加分析, 缓冲区分析

Location Analysis of Charging Piles in Hanyang District Based on GIS

Xu Xiang

School of Geosciences, Yangtze University, Wuhan Hubei

Received: Jul. 14th, 2022; accepted: Dec. 19th, 2022; published: Dec. 29th, 2022

Abstract

With the gradual improvement of the urbanization level in Hanyang District of Wuhan, Hubei Province, rational distribution of the urban transportation network is one of the important conditions for the sustainable development of urbanization in Hanyang District. The emergence of electric vehicles, a new green travel tool, has brought new goals and challenges to the development of the Hanyang District. Compared with traditional fuel vehicles, although electric vehicles are more new and green, healthy and environmentally friendly, their commuting depends on charging piles and their charging time is relatively long. Therefore, the site selection analysis of charging pile

layout in Hanyang District is of profound significance. The spatial characteristics of Hanyang District are analyzed by GIS spatial analysis method, and the location of large charging stations and charging piles is solved. The results show that it is suitable to build large charging stations and charging piles near Qintai Avenue, Hanyang Zao and Wangjiawan in the Hanyang District of Wuhan. The results can provide support for the spatial layout decision of charging piles in Hanyang District, Wuhan City.

Keywords

GIS, Topology Space Query, Overlay Processing, Buffer Zone Analysis

Copyright © 2022 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

随着 GIS 技术越来越成熟, 已经融入到人们的生活当中, 空间分析方法也开始支持提供决策建议。空间分析是将地理数据进行定量研究, 通过空间分析处理数据, 使其变成另一种形式, 并更深入提取其潜在信息。通过空间分析, 可以将地理空间目标转化为点、线、面不同的类型, 可以将其数字化后获得其不同的形态结构。将空间目标的属性数据和空间数据结合起来, 可以进行特殊的空间计算和分析[1]。

GIS 为充电桩选址分析提供了新的技术支持, 其具体表现在: 1) GIS 空间信息的使用, 使独特的、无空间属性的地理信息能够展示空间规律, 与空间的地理位置相结合, 可以更加科学地分析和研究[2]。2) 由于地理信息系统可以在相同的标准下共享来自不同方向的信息或数据, 促进跨学科和多学科研究以及更全面地分析和问题解决。3) 专题统计图以多种形式呈现, 使单个地理空间数据更加直观、清晰地展现出来。

2. 研究区域概况及数据源

2.1. 研究区域概况

从 2019 年开始汉阳区将增加 1.6 万个停车场和部分地下停车场以及 6500 个充电桩, 在 2015~2017 年, 汉阳区总计建成社会停车场 3800 个; 2018 年新增停车场 1 万余个, 已经新造充电桩 7500 多个, 在全市中心地区排名第一。汉阳区在这条以可持续发展为目标, 以新能源出行为载体的道路上敢于创新, 所以规划好充电桩的选址更是意义重大。居住与交通不仅是一个城市的基本功能, 同时也是城市可持续发展的重要衡量指标, 以新能源电动汽车用户的视角衡量城市的可持续发展, 积极探索城市交通可持续性发展模式, 研究新型绿色交通与土地规划之间的关系, 即汉阳区充电站服务网络布局、交通、居住地与工作地几者之间的内在联系, 对于居民日常使用电动汽车出行的充电成本最小化, 汉阳区充电桩选址和配置建设规划等方面具有重大的现实意义。在此时安排好汉阳区充电路径、汉阳区工作用地分布、汉阳区居住用地规划与汉阳区交通系统之间的关系, 也更好的有利于电动汽车实现快速发展, 实现汉阳区节能环保可持续化发展。

2.2. 研究数据

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) DEM 是由美国国家航空航天局(NASA)和国家空间信息情

报局(NGA)共同制作完成的雷达影像数据, 该数据覆盖地球 80%以上的陆地表面, 公开出来的覆盖中国区域的精度为 90 m, 现通过地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>)获得该 DEM 数据。此外, 还有比例尺为 1:100 万的流域水系图作为提取的参照对象进行准确度判别。本文所用的全部数据均采用 WGS1984_UTM_Zone_49N 投影坐标系统。

3. 研究方法和空间分析方法原理

本文对于充电桩选址的研究主要利用的是空间分析方法, 其中主要结合 ArcGIS 中 Network Analyst 的扩展模块。研究中主要用到的空间分析方法包括 GIS 中最常见的三种分析方法, 即缓冲区分析法, 叠加分析法, 网络分析法。在研究过程中通过地图的数字化, 对数据的处理, 用定性与定量的研究方法, 将汉阳区充电桩选址与 GIS 技术相结合, 得出汉阳区充电桩选址布局的优良方案[3]。

空间分析是 GIS 的核心功能, 它通过对地理空间对象的研究以及其相应分析理论、方法和技术, 提取空间信息并探索和证明地理要素之间的关系。GIS 基本空间分析不仅包含缓冲区分析和叠置分析, 还包括了网络分析、DEM 分析、路径分析等。在根据拓扑关系、类型、距离和空间数据所形成的实体空间特征的基础上, 综合分析空间数据和模型是空间分析获取目标信息和特征的主要方法[4]。

3.1. 叠置分析

叠置分析是常见的提取空间数据信息的方法之一, 叠置分析是 GIS 软件中将两层或多层的图斑图层进行叠置产生一个新要素层的操作, 在数据层面中产生了一个新的数据, 并进行空间分析。其结果将原来要素融合成新的要素, 新的要素综合了之前两个或多个图斑图层所包含的属性[5]。

根据对属性信息的计算分析, 通过对矢量数据叠层计算分析, 对多边形、线与多边形、点与多边形进行叠加, 都需要擦除图层, 经过处理得到结果。

3.2. 缓冲区分析

缓冲区分析在地理信息系统中是一种相当常见的空间分析方法, 缓冲区分析是指以点、线、面实体为基础, 自动建立其周围一定宽度范围内的缓冲区多边形图层, 然后建立该图层与目标图层的叠加, 进行分析而得到所需结果[6]。

4. 需求分析

4.1. 理论分析

充电桩选址的影响因素主要包括: 步行距离, 充电桩的可行性、建设费用、通行能力与当前城市的协调性等。车主选择充电桩的因素主要有: 充电桩的属性、距中继地的步行间距、计费价格等多方面[7]。经深入研究, 充电桩建设选址最基本的依据应该是城市电动汽车充电的需求, 需求大的地方要就近建设电动汽车充电设施以满足其充电需求, 因此, 城市充电桩的选址应先进行城市电动汽车充电需求分析, 然后结合电动汽车充电需求、用地的适宜性以及车主选择充电桩的影响因素来综合考虑充电桩的选址问题。

4.2. 需求调查与分析

通过在电动车车主群发送充电桩问卷调查的方式, 得出车主选择充电桩的影响因素, 可以看出, 绝大多数的车主最关注的因素就是充电桩距离其目的地的步行距离(表 1)。因此, 本研究在选址决策上采用最大化满足充电需求的原则, 以停车充电后的步行距离为约束条件来建立模型。在约束距离的约束条件

下同样采用调查的方式得到车主能接受的距离为：小于 300 m，因此本研究设定的充电桩最大服务半径为 300 m。模型算法基本原理为：以某点为圆心，300 m 为半径圈定充电桩的服务面积，在需求分析的图层中累计计算服务区内的总需求量，将该点位循环历遍整个区域，选取需求量排名靠前的一些点位作为选址的参考点。

Table 1. Table of investigation results of charging pile charging concern factors

表 1. 充电桩充电关注因素调查结果表

充电影响因素	充电桩据目的地步行距离	充电桩类型	充电桩收费价格
选择人数(个)	99	17	11
选择比例	0.76	0.13	0.09

4. 叠置分析与缓冲区分析

4.1. 汉阳区的数字化

汉阳区 shp 数据图斑显示出相应的图层和属性信息，对汉阳区进行分析叠加，生成属性信息，进行标定，拓扑修改，去除图斑。利用 ArcGIS 将汉阳区数字化，其中包含了汉阳区省道、汉阳区湖泊、汉阳区公园、汉阳区高速、汉阳区学校、汉阳区医疗机构等要素，如图 1。

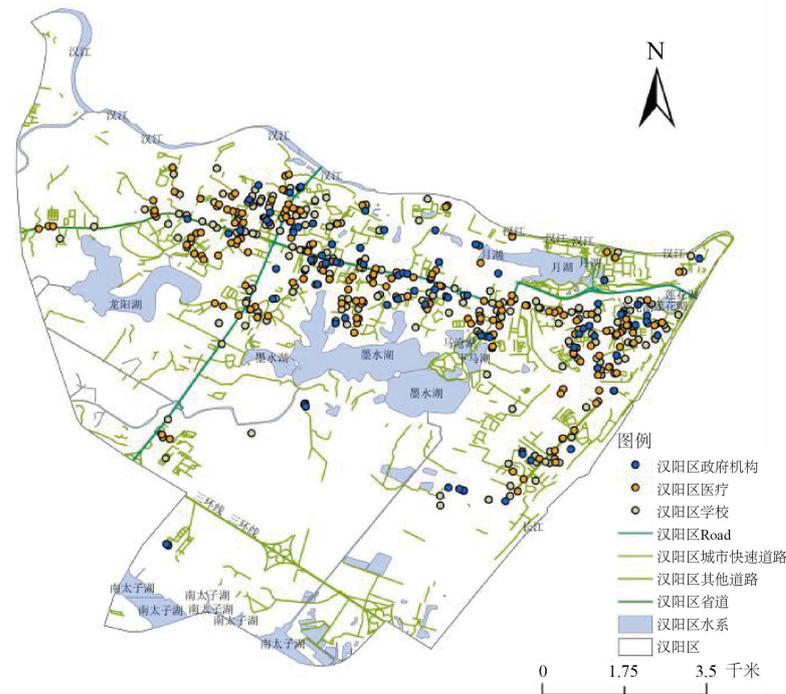


Figure 1. Digital map of Hanyang District

图 1. 汉阳区数字化地图

4.2. 影响因子的选择

根据汉阳区的特色特点，以及充电桩本身的公共性质，主要选择了汉阳区行政机构、汉阳区医疗、汉阳区教育机构和汉阳区公园作为充电桩选址分析的单个因素，选取的这四个公共场所的代表性很强，

所在地的电动汽车通勤次数也会处于正常水平。

适宜性因子：

结合汉阳区特征，选取以下汉阳区行政机构、汉阳区医疗、汉阳区学校、汉阳区公园做为适宜性因子；

汉阳区行政机构：行政机构每天都有固定的公务车通勤，比如公交车，垃圾车等等，需要建设充电桩，做适宜性因子；

汉阳区医疗：大部分医疗机构会使用新能源电动救护车，用以保证急救的医疗设施能正常运行，随时都有能源能进行抢救任务，而且医院的电容一般较大，很适合进行充电桩的建设，医疗机构伴随着大型停车泊位，作为适宜性因子；

汉阳区学校：学校的校车一般是电动车，而且学校作为公共性质相当强的因子，有大片停车场，具有建造充电桩的能力，在学生上下学高峰期的情况下，适合建造多个快充充电桩，作为适宜性因子；

汉阳区公园：公园具有一定的自然属性，有更加便捷的开发空间，自然基础较好，在建设大型公共充电桩时，公园是必不可少的方面，公园可以以慢充充电桩为主，做适宜性因子。

4.3. 单个影响因子重要性强度确定

通过查阅相关文献制定出该重要性强度值表[8]，如表 2，经调查了解到，大部分电动车车主在充电离开后，再次步行到达充电桩取车的满意距离是 300 m 以内，充电和停车后的步行距离越近越好，对于医院这种有特殊需求的机构，要控制在 200 米以内，表 3 是所挑选的 4 个因子的分级标准。

Table 2. Importance intensity value table

表 2. 重要性强度值表

重要性等级	强度值
同等重要	1
比较重要	2
重要	3
特别重要	4
绝对重要	5

Table 3. Impact factor rating table

表 3. 影响因子分级表

影响因子名称	分级标准	属性值(Value)
汉阳区政府机构	100 m 缓冲区	5
	150 m 缓冲区	4
	200 m 缓冲区	3
	250 m 缓冲区	2
	300 m 缓冲区	1
汉阳区医疗	100 m 缓冲区	5
	150 m 缓冲区	3
	200 m 缓冲区	1

Continued

汉阳区学校	100 m 缓冲区	5
	150 m 缓冲区	4
	200 m 缓冲区	3
	250 m 缓冲区	2
	300 m 缓冲区	1
汉阳区公园	100 m 缓冲区	5
	200 m 缓冲区	4
	300 m 缓冲区	1

4.4. 制作单个因子缓冲区图

在 ArcMap 的工具箱中, 打开工具箱分析工具中的领域分析, 选择多环缓冲区, 在输入要素一栏将汉阳区政府机构、汉阳区医疗、汉阳区学校、汉阳区公园等因子依次添加, 距离根据等级值依次输入, 做出汉阳区公园缓冲区地图(图 2), 汉阳区学校缓冲区地图(图 3), 汉阳区医疗缓冲区地图(图 4), 汉阳区政府机构缓冲区地图(图 5)。

基于以下的四个图制作的标准是, 距离其主要因子越近, 它的 Value 值就会越高, 在之前的问卷调查中, 百分之九十的车主表示[9], 充电桩和车主目的地相距的步行距离会是他选择充电位置的主要因素, 所以, 我们也根据这种需求, 利用多环缓冲区的方法, 制作了四个因子的缓冲区地图; 以 50 m 为间隔制作了缓冲区地图, 最后会方便我们利用叠加分析来进行最终分析图的制作。

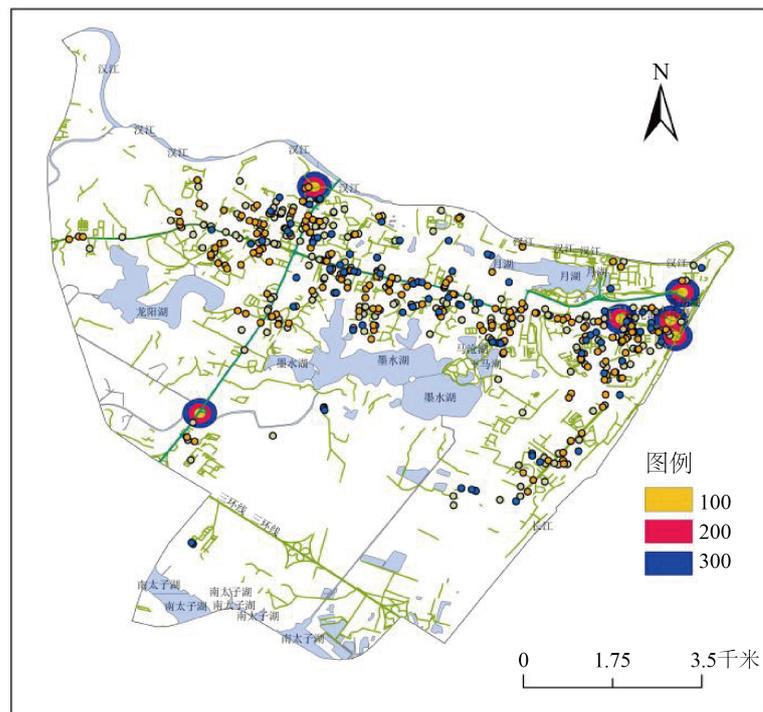


Figure 2. Buffer zone map of Hanyang District park
图 2. 汉阳区公园缓冲区地图

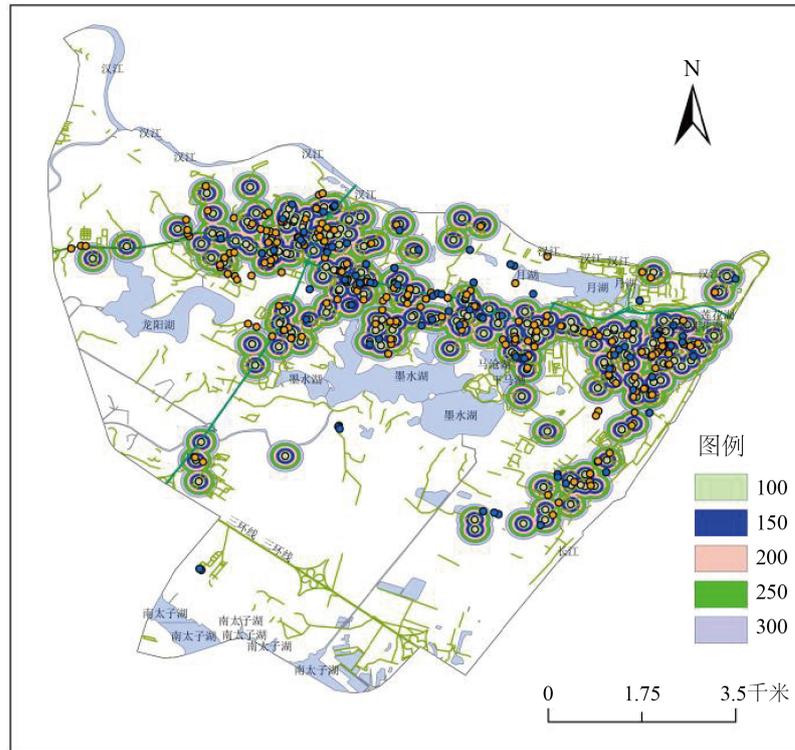


Figure 3. School buffer zone map of Hanyang District
图 3. 汉阳区学校缓冲区地图

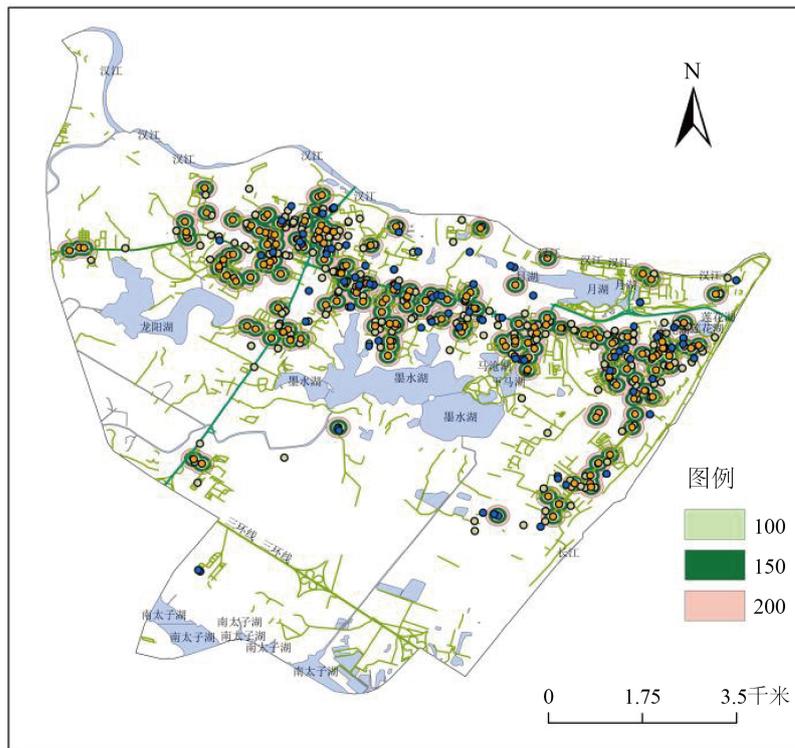


Figure 4. Map of medical buffer zone in Hanyang District
图 4. 汉阳区医疗缓冲区地图

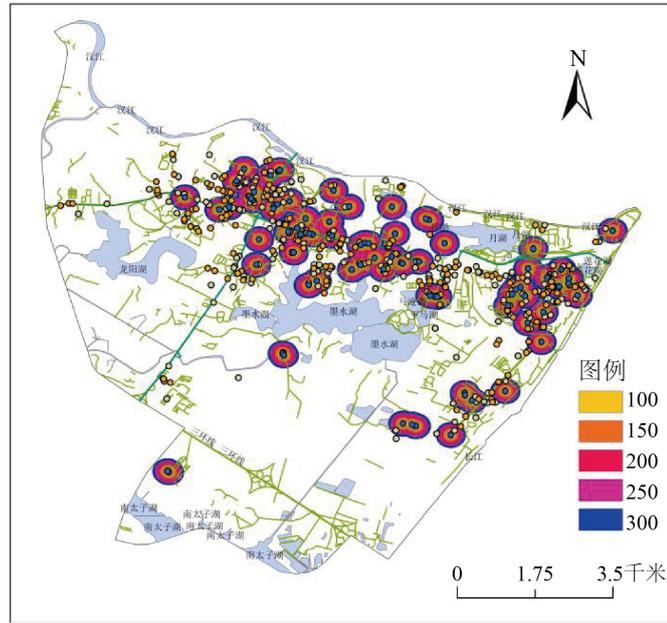


Figure 5. Buffer zone map of Hanyang District government agencies
图 5. 汉阳区政府机构缓冲区地图

5. 结果分析

5.1. 汉阳区缓冲区结果图分析

利用叠加分析的相交功能，可以选出根据这四个因子的相交，可以得到最适合建造汉阳区充电桩的位置，如图 6。利用其中三个因子相交是可以得到特别适合建造汉阳区充电桩的位置。利用两个因子相交得到位置是适合建造汉阳区充电桩的位置[10]。单个因子则是一般的建造汉阳区充电桩的位置。

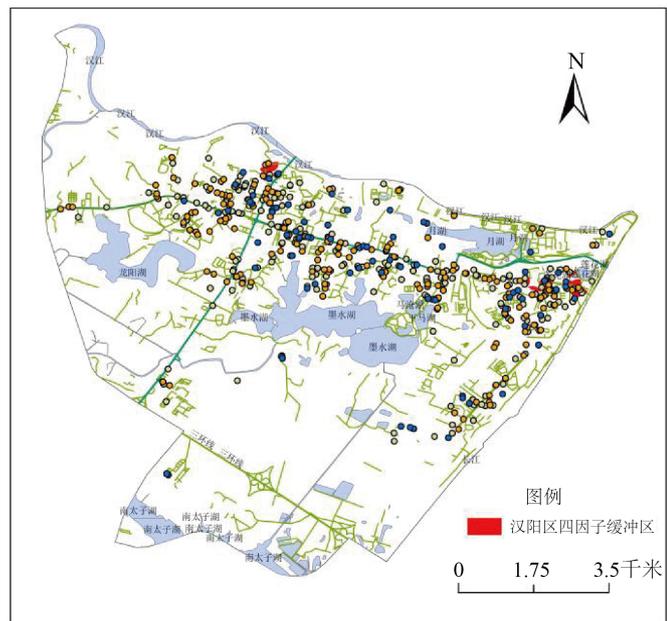


Figure 6. General diagram of intersection of four factor buffer in Hanyang District
图 6. 汉阳区四因子缓冲区相交总图

5.2. 研究结论

在这项研究中, 利用 GIS 技术进行汉阳区充电桩选址分析的研究, 汉阳区充电桩选址分析的基本理论和方法被归纳总结出来, 通过对于汉阳区具体详细的分析, 汉阳区主城区对于充电桩的需求性, 适宜性被充分地表达出来。最后按照满足汉阳区主城区充电桩需求最大化的准则给出建设充电桩的建议。研究表明, 利用好 GIS 的技术, 所开展的汉阳区充电桩选址分析的研究具有客观性、空间可视化、定量性等多种综合因素, 这个研究为解决汉阳区充电桩布局奠定了一定的技术和理论基础, 这个选址结果有很好的参考价值和实践指导意义[11]。

利用 GIS 研究汉阳区充电桩选址分析的方法的确是避免了传统市区规划建设主观性较强的缺点, 考虑了多个单因素的影响, 但是汉阳区城市是个复杂的综合体, 而且这个分析由于数据也很有限, 还有模型实际操作中的误差等因素, 最终结果的全面性和合适性还有很大的提升空间, 这也将成为未来研究的热点和重点问题。

最后经过分析, 汉阳区琴台大道周边布有多个行政区, 医疗单位和教育机构有很多, 更利于做成汉阳区充电桩网络, 在行政区有各个单位的公务车需要, 绿色出行, 坚持可持续化发展的目标, 行政单位能起到模范带头作用, 大型充电桩选址尽量避免地铁站, 公交站, 以防资源重复, 使交通更加不畅通。在汉阳造艺术区, 王家湾附近的摩尔城还有钟家村附近等大型商业区适合建造大型充电桩站, 让通勤效率更高, 不会形成大面积的交通堵塞。

参考文献

- [1] 陈方煜, 吴双品, 江辉仙, 刘旭柠. 新能源汽车充电桩空间布局优化研究[J]. 福建电脑, 2019, 35(9): 19-24.
- [2] 肖辉, 李文超, 朱应昶, 等. 多功能智慧灯杆系统应用研究[J]. 照明工程学报, 2019, 30(4): 1-5.
- [3] 黄亮. 城市内电动汽车充电桩的选址理念[J]. 中国高新科技, 2019(14): 94-96.
- [4] 王振超. 城市内电动汽车充电桩的选址研究[J]. 科技经济导刊, 2019, 27(20): 219.
- [5] 黄小晴. 基于需求的电动汽车充电站网络优化布局[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌航空大学, 2019.
- [6] 杨笑寒, 季民, 瞿渝, 张超. 徐州市新能源汽车充电桩空间特征分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(3): 24-27.
- [7] 易校石, 祁宝川, 易正俊. 新能源电动汽车充电桩的优化选址[J]. 公路交通科技, 2022, 39(7): 166-171+180.
- [8] 卢小芳, 屈亚茹, 刘剑峰. 基于 GIS 的停车设施选址布点方法研究综述[J]. 房地产世界, 2022(3): 65-67.
- [9] 黄瑜珈, 李聪, 戴梓源, 郑鹏威. 浅析新能源电动汽车充电桩的选址研究[J]. 时代汽车, 2021(11): 122-123.
- [10] 傅丹华, 郭忠菓, 朱瑜泉, 谭鑫鑫. 城市新能源汽车充电桩选址优化研究[J]. 产业与科技论坛, 2017, 16(11): 69-70.
- [11] 商慧, 陈高, 刘洪柱, 等. 淄博市新能源汽车充电桩发展现状及选址研究[J]. 新能源科技, 2022(9): 21-23.