

基于 GIS 的枣庄市快速公交系统 站点规划研究

张智安¹, 赵燕², 颜秉军³, 吴莹桥⁴

(1.山东省遥感技术应用中心, 山东 济南 250013; 2.龙口矿业集团有限公司, 山东 龙口 265701; 3.龙口市国土资源局, 山东 龙口 265701; 4.山东黄金金创集团有限公司大柳行金矿, 山东 烟台 265615)

摘要:城市快速公交系统具有运量大、速度快、投资省的特点。随着 BRT 技术的发展和成熟运用, 国内各大城市纷纷投入 BRT 系统的规划与设计, 且大部分已经投入使用。该文以枣庄市城市快速公交系统(BRT)为例, 以 GIS 技术为基础平台, 构建 OD 成本矩阵、LOGIT 路径选择等数学模型, 对城市快速公交系统联通中转换乘站点的规划布局进行深入研究, 结合研究站点区域内的人口密度、道路状况、居民出行意愿等影响变量, 建立相应的叠加分析模型, 为决策者进行经营调度, 开辟新的 BRT 线路站点提供决策支持, 也为其他中小型城市快速公交系统的发展提供参考。

关键词:GIS; 城市快速公交系统; 站点规划; 空间分析; 枣庄市

中图分类号:U491.17

文献标识码:B

引文格式:张智安, 赵燕, 颜秉军, 等. 基于 GIS 的枣庄市快速公交系统站点规划研究[J]. 山东国土资源, 2017, 33(9): 82-85. ZHANG Zhian, ZHAO Yan, YAN Bingjun, etc. Study on Planning Rapid Transit System Sites Based on GIS in of Zaozhuang City[J]. Shandong Land and Resources, 2017, 33(9): 82-85.

0 引言

近年来, 公交作为方便大众出行的一种交通方式, 在各个城市都得到快速发展, 但存在着线路长度总体偏大, 线路网密度偏低, 重复系数大的问题, 且在空间分布上差异明显, 80% 以上线路的非直线系数超过《城市道路交通规划设计规范》标准, 站点密度相对较小, 站点密度覆盖率不能满足居民对公交出行的需求^[1]。城市快速公交系统具有运量大、速度快、投资省的特点。随着 BRT 技术的发展和成熟运用, 国内各大城市纷纷投入 BRT 系统的规划与设计, 且大部分已经投入使用。

传统规划方法是基于对城市公交系统选择所产生的影响因素, 统计大量国民经济数据、交通规划信息, 运用简单的 GIS 功能, 建立城市公交系统选择决策指标体系, 用于城市快速公交系统(BRT)线路规划。这种方法费时费力、效率低下, 难以适应时代

发展的需要。基于 GIS 的城市快速公交系统规划方法的研究, 在美国等发达国家开始较早^[2]。以 GIS 为基础研究平台, 利用神经算法、燃烧原理算法^[3]、蚁群算法^[4], 规划城市快速公交系统(BRT)线路, 利用构建 OD 成本矩阵、LOGIT 路径选择模型^[5], 进行站点规划。

该文以枣庄市快速公交系统联通中转换乘站点为例, 将乘车距离最优原理和 GIS 空间分析相结合, 得出合理的公交站点布局, 包括站点数目的设置各个站点的位置、以及站之间的间距。通过分析站点的分布集聚性, 避免 BRT 公交过载或空驶现象, 造成公共资源浪费, 为决策者进行经营调度或者开辟新的 BRT 线路提供技术支持^[6]。

1 BRT 规划的理论与方法

城市快速公交系统站点的规划具有一定的空间性, 站点规划的不同阶段, 对数据的需求是不同的。

收稿日期: 2017-04-21; 修订日期: 2017-05-17; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 张智安(1961—), 男, 山东济南人, 工程师, 主要从事遥感与地理信息系统工程工作; E-mail: sdrs7260@126.com

枣庄市作为国内资源转型城市的发展代表,交通站点的规划对城镇化土地资源的利用具有重要作用。在城市快速公交系统(BRT)站点规划中,通常将现实中获取的交通状态、人口状况等数据,利用 ArcGIS 建立数据库,依据交通需求,运用 GIS 空间分析和统计分析技术,对未来的交通需求进行科学预测,采用 GIS 可视化技术制定规划方案(图 1)^[7-10]。

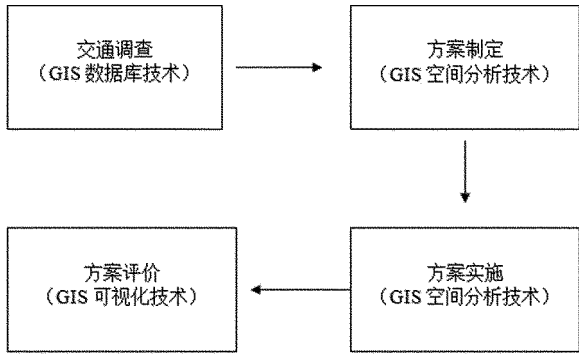


图 1 BRT 站点规划一般流程及 GIS 技术的应用

1.1 交通调查

交通调查内容因规划层次及规划要求而异,通常来说,需进行出行调查和社会经济调查。出行调查包括居民出行调查、机动车出行调查、货物出行调查及公交月票调查,目的在于找出居民出行、机动车出行、货物出行及公交客流的现状空间分布规律及各交通方式的出行参数,为出行预测提供依据^[11]。社会经济调查包括规划区域内各交通区的土地利用性质、各车型车辆的拥有量、工农业产值、工农业布局、人口、规划区内可能的投资与布局等,目的在于为出行预测提供必要的参数^[12]。

1.2 方案制定

根据交通调查及城市规划方案,确定城市快速公交系统站点的站点数(包括枢纽站和换乘站)、站点规模、枢纽站、换乘站站点数量、换乘站布局。首先,在地理信息系统专题图中,空间实体中的点、线、面可以以各个图层相叠加的形式显示出来,既能表现出地理特征,又能表达空间实体的拓扑关系。其次,对专题图层进行缓冲区分析,可以在站点周围建立缓冲区。再次,将对具备相同空间坐标系统的人口布局、道路状态和交通流量专题图的栅格数据叠加分析,就是各个因子对公交站点选址的综合影响图层。最后,通过 Kriging 空间内插技术确定一种

趋势,使人口密度与距离在一定范围内的随机变化是同性变化,生成区域人口密度图。在站点数量(站间距)的控制上,国内利用乘客步行到站与离站时间、乘车时间之和最短的原理,推得最佳站距公式为:

$$D_{最佳} = \sqrt{2V_{步} L_{乘} T_{站}}$$

式中: $D_{最佳}$ —最佳站距(m); $V_{步}$ —乘客步行平均速度(m/s); $L_{乘}$ —乘客平均乘距(m); $T_{站}$ —站点停靠时间(s)。

由此得到最佳公交站距,由于不同地区经济发展水平、自然状况不同,在设置具体站点时,还应考虑这两大影响因素,得出最后站点位置^[13]。

2 数据与实验

2.1 数据获取与处理

枣庄市市中区联通换乘中心,既能为乘客提供 BRT 车辆信息、等候、换乘以及购票、检票等功能,又能为乘客提供 BRT 与其他交通方式之间客流转换,使乘客安全、迅速地换乘。B1, T1, T2, B10, B4 均通过联通换乘中心进行乘客中转换乘,另外还有多路普通公交车同时进行中转换乘,是枣庄市 BRT 站点的典型代表,故以联通换乘中心为研究对象。

获取的基本数据包括图形数据和属性数据,图形数据包括区界图、道路图。属性数据包括交通流量、道路状况、人口与土地面积数据(统计时间为 2015 年),建立枣庄市 ArcGIS 图形属性一体化数据库。

(1)数据分级。交通流量大,道路状况差,城市的一般车速越小,站点应建得越少,量化等级的级别也越低,反之,则相反。对收集到的交通流量、道路宽度数据进行量化,得到 5 个等级(表 1)。

表 1 交通流量及量化

交通流量/人	<20	20~30	30~40	40~50	50~60
等级	低	较低	中度	较高	高

(2)矢量数据栅格化。用以上量化数据对原矢量数据进行栅格化,以便进行空间分析(图 2)。

2.2 实验分析

由各个街道所对应人口和区域面积,计算对应的人口密度值,运用 Kriging 空间插值技术,产生人口密度。一般人口越稀少,停靠时间越短,站点应建

得越少;人口过于密集,也会导致站点设置相对较少。与交通流量、道路状况分类等级对应,把人口表面密度做栅格重分类操作,划分为 6 类(表 2)。

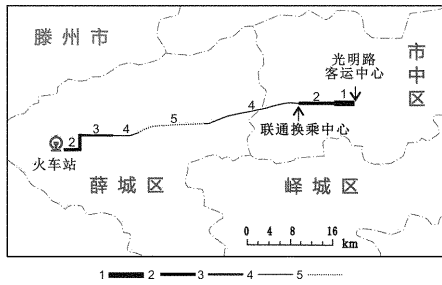


图 2 交通流量栅格图

表 2 分类等级图

人口密度/km ²	等级
16944~19483	极高
14405~16944	高
11865~14405	较高
9326~11865	中度
6787~9326	较低
4248~6787	低

将交通流量、道路状况、人口密度的网格图同时进行叠加操作,得到栅格叠加图像(图 3)。

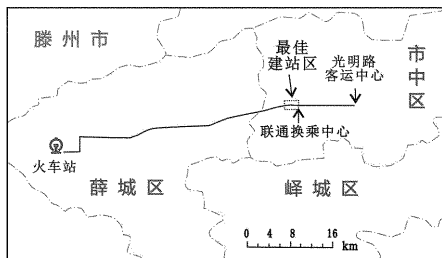


图 3 最佳站点路段图

以 B1(光明东路客运转乘中心-枣庄火车西站)联通换乘中心段为例,进行线路的站点选址。依据公式,结合实际情况,取 $V_{步}$ 为 1 m/s, $L_{乘}$ 为 9 000 m, $T_{站}$ 为 20 s。计算得 $D_{最佳}$ 为 600 m。首先以 BRT 线路的起点光明东路客运转乘中心为中心,沿前行方向分别以 500 m 和 700 m 绘制圆弧,形成环形缓冲区,选取缓冲区内量化值最大的点作下一个站点,若缓冲区内出现最大量化值相等的点,那么就取距离上一个点为 600 m 的点为站点;再以寻找到的站点为新的起点,确定到达联通换乘中心缓冲区内最合适站点(图 4)。

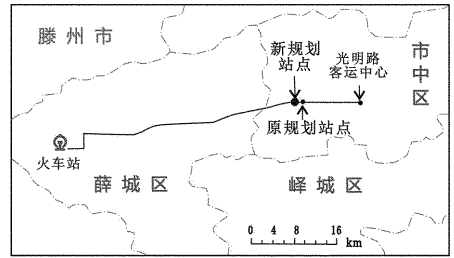


图 4 联通换乘中心新旧站点位置对比示意图

3 结论

(1)运用 GIS 中缓冲区分析、栅格叠加分析、空间内插等方法将交通规划中的道路情况、交通流量、人口分布等相关因素和最佳站距公式确定的站距,以枣庄市联通换乘中心为例,形象、易于理解、可视化方式充分表现出来,进而对公交站点进行选址,得出比较合理直观的结果,这是对 GIS 技术在交通规划中的应用的一个探索。

(2)快速公交系统是一种新的、便捷、经济、有效的城市公共交通模式,虽然在部分城市已经开始实践,但对于站点的形式及位置的选择等,我国还没有相应的理论依据。由于受制于人力物力、研究城市为中等城市等因素影响,研究得出的结论方法尚不能完全在其他城市推广,在以后的研究中,要将更多的影响因素纳入空间叠加分析中,使分析能够更加真实反映正确规划结果^[14-15]。

(3)在快速城市化进程中的枣庄市,其占地规模和人口规模持续增长。初步形成的层次化的快速道路系统改善了交通可达性,有利于城市形态的扩张和组织,引导城市用地功能与道路系统的协调。通过快速公交系统(BRT)枢纽站点的科学布局,原有用地可转换为效率更高的用途,同时吸引一部分相关的服务业向外围区迁移。在一定程度上缓解中心城区内用地紧张的压力,实现边缘城市子中心的发展,引导城市向更合理的用地结构方向调整。与城市总体规划的构想是一致的^[16]。

参考文献:

[1] 王运静,李强.北京市地面公共交通线路网现状评价[J].交通运输系统工程与信息,2007,7(5):135-141.
 [2] 阙泽胜,胡洪卫,陈素贤.基于 GIS 位置分配的城市消防站点优化布局探析[J].北京测绘,2013,(2):19-24.
 [3] 王相平,甘军霞,罗楠.BRT 站点布设研究[J].交通科技与经

- 济,2007,9(2):83-85.
- [4] 姜岩飞,郗恩崇,虎啸.基于 ArcGIS 的城市公交网络规划方法[J].西北大学学报(自然科学版),2010,40(4):617-621.
- [5] 夏立民,王华,窦倩,等.基于蚁群算法的最优路径选择问题的研究[J].计算机工程与设计,2007,28(16):3957-3959.
- [6] 张菲菲,许剑辉,解新路.GIS 空间分析方法在公交站点选址中的应用[J].地理空间信息,2011,9(1):118-120.
- [7] Jiang Y, Zengras P C, Mehndiratta S. Walk the line: station context, corridor type and bus rapid transit walk access in Jinan, China[J]. Journal of Transport Geography, 2012, 20(1):1-14.
- [8] 郭文强,陈俊玲,陈钦强,等.莱芜市土地资源开发利用面临的问题及对策初探[J].山东国土资源,2017,33(2):70-74.
- [9] 郭晨,魏鲁.基于 PSR 模型的区域土地利用可持续性分析——以山东省济南市为例[J].山东国土资源,2017,33(2):62-65.
- [10] 黄正东,丁寅,张莹.基于 GIS 可达性模型的公交出行预测[J].公路交通科技,2009,(s1):137-141.
- [11] 顾志康,李旭宏,王健.基于 GIS 的公交网络客流分配方法研究[J].公路交通科技,2005,22(1):132-134.
- [12] 陆化普.基于 TOD 的城市综合交通规划及其研究课题[J].中国科学基金,2005,19(4):209-212.
- [13] 朱春节.交通规划中的 GIS 关键技术[D].上海:华东师范大学,2009.
- [14] 何保红,陈丽昌,高良鹏,等.公交站点可达性测度及其在停车分区中的应用[J].人文地理,2015,(3):97-102.
- [15] 蔡军.最佳公交站距取值范围的探讨[J].城市公共交通,2004(6):4-7.
- [16] 黄正东,沈建武,程建权,等.武汉长途汽车客运站站的布局研究[J].交通运输系统工程与信息,2006,6(3):122-127.

Study on Planning Rapid Transit System Sites Based on GIS in Zaozhuang City

ZHANG Zhīan¹, ZHAO Yan², YAN Bingjun³, WU Xuanqiao⁴

(1. Shandong Provincial Remote Sensing Technology Application Center, Shandong Jinan 250013, China; 2. Longkou Mining Group Limited Corporation, Shandong Longkou 265701, China; 3. Longkou Bureau of Land and Resource, Shandong Longkou 265701, China; 4. Daliuhang Gold mine of Shandong Gold Jinchuang Limited, Shandong Yantai 265615, China)

Abstract: Accompanying with rapid development of rapid transit (shortened as BRT) system, a great number of cities are making a systematic planning and design of it, and many have been put into normal use. City bus rapid transit (shortened as BRT) has the characteristics huge carrying capacity, high speed and less investment. Taking the urban rapid transit system (BRT) in Zaozhuang city as an example, regarding GIS technology as the base platform, on the basis of constructing mathematical model of OD cost matrix and LOGIT path selection, the layout of transit bus station has been studied. Combining with population density, road condition and the residents' willingness to travel in the study area, corresponding superposition analysis model has been set up. It will not only provide decision support for policymakers to carry out business scheduling or to open up new BRT line sites later, but also provide references for constructing rapid transit system in other small and medium-sized cities.

Key words: GIS; bus rapid transit(BRT); site planning; spatial analysis; Zaozhuang city