

# 基于兴趣点 (POI) 的轨道车站可达性评价模型

徐小鹏 谭林清 李书童

重庆交通大学 交通运输学院 重庆 400074

**摘要:** 通过分析轨道车站周边的兴趣点 (POI) 大数据, 建立基于 ArcGIS 平台的路网模型。考虑路网距离、出行便捷性、安全性等因素, 运用网络可达性评价方法, 提出了基于 poi 的轨道车站可达性定量评价模型。以重庆市 3 号线路部分轨道车站为例, 研究了不同轨道交通车站的可达性与地理位置、服务半径、路网密度、公交车站、出入口数量等的特征关系。可为山地城市轨道交通车站选址提供依据。

**关键词:** 城市轨道交通; POI; 可达性; 定量评价模型; ArcGIS

## Accessibility evaluation model of rail station based on Point of interest (POI)

Xiaopeng Xu, Linqing Tan, Shutong Li

School of Transportation, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 40074

**Abstract:** A road network model based on ArcGIS platform was established by analyzing the big data of points of interest (POI) around railway stations. A quantitative evaluation model of rail station accessibility based on poi was proposed by using the evaluation method of network accessibility considering the distance of network, travel convenience, safety and other factors. Taking some rail stations of Line 3 in Chongqing as an example, the paper studies the relationship between the accessibility of different rail transit stations and the characteristics of geographical location, service radius, network density, bus stations and the number of entrances and exits. It can provide the basis for the site selection of rail transit stations in mountain cities.

**Keywords:** Urban rail transit; POI; Accessibility; Quantitative evaluation model; ArcGIS

### 引言

城市轨道交通是大城市公共交通的重要支撑, 有利于缓解交通拥堵, 提高交通效率。自 2004 年重庆市第一条轨道交通线路开通观光运行起, 便一直处于高速发展的阶段。截止 2023 年 2 月, 重庆轨道交通已开通 11 条线路, 该线网覆盖重庆主城都市区多个区, 运营里程共计达到了 501 公里。同时, 在 2022 年, 重庆市轨道交通年客运量达到 9.11 亿人次。由于城市规模的不断扩大与城市经济的不断发展, 交通拥堵等问题日益凸显。通过对可达性的研究, 能够有效促进城市公共交通的协调发展, 更有助于城市的经济建设。除此之外, 结合 POI 数据不仅能真实反映车站周边的建成环境, 还对分析车站可达性具有更加重要的意义。

本文将选取重庆市 3 号线的部分车站, 利用定量模型对各个车站的可达性进行计算, 并分析其与不同因素之间的相互影响关系。

### 一、轨道车站周边建成环境分析

#### 1. 周边路网分析

##### 1.1 ArcGIS 建模

本次研究选取的目标是重庆市轨道 3 号线中的观音桥、两路口、南坪、重庆工商大学站、重庆交通大学站、九公里站、鱼洞站共计 7 个轨道车站。采用 OSM 道路等级划分规

则实现对周边路网道路等级的划分, 结果如图所示。



图 1-1 路网等级划分示例

#### 1.2 路网密度分析

路网密度, 是评价城市道路网络是否合理的基本标准之一。同时, 可以用来衡量城市道路网发展规模, 为城市规划与管理部门提供道路建设目标; 还可以表示城市路网发展水平, 为分析城市交通运行情况提供参考依据。

其定义为在一定的区域内, 所包含的道路网络的总里程与该区域的总面积的比值。同时, 为了方便后续的分析, 需要采用综合路网密度, 即对不同的道路等级赋予不同的权重

(主干道+快速路权重为 0.5、次干道权重为 0.3、支路权重为 0.1、城市内部道路为 0.1)。具体表达式如下。

$$S = \frac{K_{主}L_{主} + K_{次}L_{次} + K_{支}L_{支} + K_{内}L_{内}}{A_{总}} \quad (1)$$

运用 ArcGIS 软件平台，对不同道路等级的总长以及路网区域面积进行统计，代入公式 (1-1) 得到 7 个站点路网密度。

表 1-1 各站点周边路网密度

站点名称	主干道总长 (km)	次干道总长 (km)	支路总长 (km)	快速路总长 (km)	内部道路总长 (km)	面积 (km <sup>2</sup> )	路网密度 (km/k)
观音桥站	142.13	63.38	71.89	19.76	29.03	26.4	4.17
两路口站	124.72	64.05	59.13	17.31	54.89	26.4	4.73
南坪站	76.86	77.29	73.61	35.86	28.47	26.4	3.42
工商大学站	47.88	63.89	70.79	37.49	15.98	26.4	2.67
交通大学站	30.33	33.35	45.36	14.43	4.65	26.4	1.42
九公里站	36.15	4.83	47.95	14.69	3.56	26.4	1.22
大山村站	23.47	17.04	33.69	33.19	1.04	26.4	1.39

## 二、基于 POI 的可达性评价模型

### 1 建模思路

对于可达性的评价模型，最常用的就是五种经典的可达性模型，包括空间阻隔模型、累计机会模型、潜力模型、效用模型、时空约束模型这五种模型。但是在不断的使用过程中，学者们发现这五种模型都有各自的优缺点，在实际应用中需要进行改进。本文以这几种模型为基础，思考组合模型的可能性。

### 2 定量评价模型

可达性定量评价模型就是一种组合模型，雏形为 Allen 提出的网络可达性模型。该模型主要是采用平均阻隔为评价指标，来研究目标点的可达性。基础表达式如下。

$$A_i = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad (j \neq i) \quad (2)$$

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i \quad (3)$$

其中：——区域 i 的可达性；

——整个交通网络的可达性；

——表示 i、j 两点之间的最小阻抗，可以用时间、距离等表示。

在实际的可达性分析中，目标区域周边的交通网络相较于理论网络肯定是更为复杂的<sup>[1]</sup>。不仅会受到网络中的各个区域节点的发展规模、人口数量等因素的影响而不同，还由于覆盖整座城市的交通网络四通八达，纵横交错，导致交通运输会更加复杂与多样，进而导致公式中的评价指标平均阻隔也会更加复杂。因此，在上述网络可达性模型的基础上，对阻抗 $d_{ij}$ 进行细化，如时间因素、距离因素、费用因素等进一步量化，并赋予权重，最终表达式如下。

$$A_i = k_1 T_i + k_2 L_i + k_3 C_i \quad (4)$$

这一模型，相较于原来的模型，首先是容易理解实施起来也较为方便。其次就是对阻抗指标的有效整合，针对不同人群出行时考虑的因素不同而丰富了评价指标，比单一的指标更加全面。

## 三、实例分析

### 1 数据来源

表 3-1 各站点相关数据

车站名称	内部属性		外部属性			路网密度 (km/km <sup>2</sup> )	区域位置
	总建筑面积 (m <sup>2</sup> )	进出站客流量 (人/日)	出入口数量 (个)	公交车站数 (个)	公交线路数 (条)		
观音桥站	7712	156694	5	3	20	4.17	市中心
两路口站	9390	81878	8	1	33	4.73	市中心
南坪站	6480	88331	6	3	23	3.42	市中心

工商大学	38 72	34832	2	1	15	2.67	近郊
交通大学	40 13	13964	2	2	6	1.42	近郊
九公里站	45 36	27334	4	1	10	1.22	远郊
大山村站	45 98	10682	4	2	2	1.39	远郊

## 2 可达性分析

本文将选择以步行可达性为例, 则不再考虑费用因素<sup>[2]</sup>。首先根据各个站点与 POI 数据点之间的平均通行时间 (17min) 计算出在该时间内以站点为中心的 POI 覆盖率来表示可达性的好坏<sup>[3]</sup>。下图是各站点 17min 内可达性覆盖范围, 通过 ArcGIS 直观表示如下。



图 3-1 观音桥站



图 3-2 两路口站

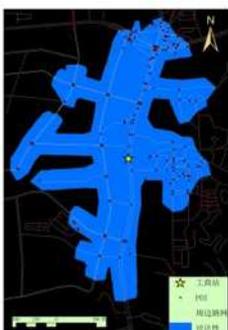


图 3-3 南坪站

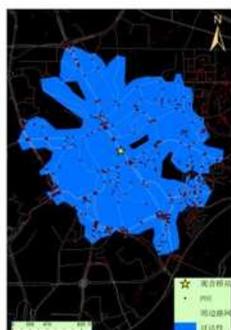


图 3-4 工商大学站



图 3-5 交通大学站



图 3-6 九公里站



图 3-7 大山村站

之后, 运用 ArcGIS 软件平台分别将 7 个轨道交通站点与其周边 1.5km 范围内的 POI 数据点构建出 OD 成本矩阵。再统计得出各站点的  $T_i$  值与  $L_i$  值, 具体结果如下表。

表 3-2 各站点  $T_i$  与  $L_i$  数值统计

站点名称	$T_i$ (min)	$L_i$ (m)
观音桥站	15.21	1266.76
两路口站	14.26	1188.72
南坪站	16.32	1360.04
工商大学站	18.34	1529.91
交通大学站	19.12	1612.21
九公里站	19.45	1621.44
大山村站	17.21	1445.64
总计	119.91	10024.72

由于需要将时间因素与距离因素共同考虑, 而这两者却又是不同的概念, 不能直接将上述数据带入公式中<sup>[4]</sup>。因此, 需要将数据进行归一化计算, 同时将各个站点 17min 内可达性覆盖的 POI 点数量, 即 POI 覆盖率<sup>[4]</sup>进行对比, 最终求得可达性结果如下表。

表 3-3 可达性分析结果

站点名称	可达性计算结果	POI 覆盖率
观音桥站	0.127	56%
两路口站	0.121	61%
南坪站	0.137	38%
工商大学站	0.154	24%
交通大学站	0.161	22%
九公里站	0.164	17%
大山村站	0.145	33%

由于该模型的最终计算结果数值越大, 可达性越差, 因此, 可以通过表 3-2 得出以上 7 各站点中, 两路口站的可达性最好, 观音桥站次之, 九公里站最差。与 POI 覆盖率评价结果相符。

## 3 山地城市可达性影响因素分析

本文运用 spss 软件对山地城市可达性影响因素与可达性的相关性进行分析, 计算出 Pearson 相关系数, 说明结果。

表 3-4 Pearson 系数取值范围对相关程度的界定

取值范围	0.0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0
相关程度	无相关	弱相关	中等程度相关	强相关	极强相关

通过 spss 软件对车站内部及外部的影响因素与可达性计算结果进行相关性分析<sup>[5]</sup>, 得出 Pearson 相关性系数结果如表 3-5 所示。

表 3-5 Pearson 相关系数分析结果

影响因素	总建筑面积	客流量	出入口数量	公交车站数	公交线路数	路网密度
Pearson 值	-0.927	-0.772	-0.828	-0.344	-0.771	-0.907
相关程度	极强相关	强相关	极强相关	弱相关	强相关	极强相关

由上表可知, 例举出来的影响因素与可达性计算结果都呈负相关, 也就是影响因素值越大, 可达性计算结果越小, 可达性越好。其中, 可达性受车站建筑面积及周边路网密度的影响较大, 且这两者值越大, 可达性越强。而车站周边公交车站数目对可达性的影响较小, 可以忽略不计。

#### 四、结论

(1) 本次研究主要选取重庆市轨道线路 3 号线中的部分车站进行可达性的分析。结果表明, 可达性由强到弱依次为两路口站、观音桥站、南坪站、大山村站、工商大学站、交通大学站、九公里站。基本符合离市中心约近, 可达性越

好的规律。

(2) 同时探究了重庆市这一座山地城市中轨道交通可达性的影响因素。其中, 分析了车站总建筑面积、客流量、出入口数量, 车站周边公交站数量、公交线路数量、路网密度对可达性的影响, 并引入 Pearson 相关系数进行量化。最终得出结论, 车站总建筑面积与周边路网密度对可达性的影响极强。其次, 客流量、出入口数量及公交线路数都有一定影响。而公交车站数影响较弱, 可以忽略不计。

(3) 在后续的研究中可以进一步考虑轨道交通的不同可达性, 如公交可达性等。同时, 还可以考虑是否存在更多的影响因素, 并深入分析, 以便对轨道交通未来的优化提出更加有效的建议。

#### 参考文献

- [1]但媛,周涛,乐伍杉,李雪.山地城市轨道交通步行可达性评估方法与实践[A]. 中国城市规划学会城市规划学术委员会.创新驱动与智慧发展——2018 年中国城市规划年会论文集[C].中国城市规划学会城市规划学术委员会:中国城市规划设计研究院城市交通专业研究院,2018:13.
- [2]张涵玥.南昌城市公共交通网络可达性及其影响因素分析[D].江西师范大学,2017.
- [3]徐正义.轨道交通与城市发展匹配性研究[D].北京交通大学,2020.
- [4]李捷.城市公共交通可达性评价研究[D].天津商业大学,2012.
- [5]左盼盼.城市公共交通可达性优化模型及评价研究[D].兰州交通大学,2014.