

国内典型城市轨道交通运营线路站间距统计分析*

武倩楠 褚芙琳 刘欣然 丁冉

(南京铁道职业技术学院运输管理学院, 210031, 南京//第一作者, 讲师)

摘要 目的:站间距是城市轨道交通线路规划的重要参数之一,对客流吸引及乘客出行时间都有较大影响。目前对于站间距的研究主要停留在理论方面,为了更好地进行线网规划及站间距设置,迫切需要开展站间距的调查统计和分析研究。**方法**:对国内线网长度排名前六名的城市轨道交通站间距进行实证研究,分析站间距与城市规模、区域常住人口密度、线路客运强度之间的关系。**结果及结论**:城市规模对平均站间距具有一定的影响,站间距与城市面积之间总体呈现正相关的趋势;站间距与区域常住人口密度之间总体呈现负相关的趋势;在同一城市内,线路客运强度与线路站间距之间总体呈现负相关的趋势。

关键词 城市轨道交通;站间距;人口密度;客运强度;统计分析

中图分类号 U291.1⁺4:U231;U293.13

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.07.035

Statistical Analysis of Station Spacing of Typical Urban Rail Transit Lines in China

WU Qiannan, CHU Fulin, LIU Xinran, DING Ran

Abstract Objective: Station spacing is one of the important parameters for urban rail transit line planning, and has a great impact on passenger flow attraction and passenger travel time.

At present, research on station spacing mainly stays in the theoretical aspect. To better conduct line network planning and station spacing setting, it is urgent to carry out investigation, statistics, and analysis of station spacing.

Method: The station spacing of the top six urban rail transit line networks in China by length is empirically studied, and the relationship between station spacing and aspects including urban scale, regional resident population density and line passenger intensity is analyzed.

Result & Conclusion: The urban scale has a certain impact on the average station spacing, and there is an overall positive correlation trend between station spacing and urban area, while the station spacing shows an overall negative correlation trend with regional resident population density. Within the same city, there is an overall negative correlation trend be-

tween line passenger flow load intensity and line station spacing.

Key words urban rail transit; station spacing; population density; passenger intensity; statistical analysis

Author's address School of Transportation and Management, Nanjing Institute of Railway Technology, 210031, Nanjing, China

城市轨道交通站间距作为线路规划的重要参数之一,其对吸引客流和乘客出行时间都有较大影响。目前对站间距的研究主要停留在理论方面,即通过量化影响因素对站间距建立模型并进行求解^[1-10]。国内很多城市的轨道交通线路已初步成网,大部分线网与客流匹配度较好,其站间距分布规律值得研究。因此,对我国典型城市的轨道交通线路站间距进行调查和统计,分析站间距与城市规模、区域常住人口密度及线路客运强度之间的关系,能为其他城市线网规划及站间距设置提供参考。

1 各城市中心城区及外围区线路站间距比较分析

对截止到2020年底线路运营长度排名前六名的城市,即北京、上海、广州、深圳、成都、南京的线路站间距分别进行调查和统计。将各个城市分成中心城区和外围区(外围区指除中心城区以外的其他区域),统计城市面积时不含所辖市县;对于中心城区范围,如北京、上海和广州是根据各自的《城市总体规划》确定的,而深圳、成都和南京的则根据文献[11]确定;对于外围区的范围亦根据文献[11]确定。另外,由于北京的门头沟区、顺义区以及广州的从化区面积均超过1 000 km²,但区域内的地铁线路非常短,因此在计算外围区面积时不包含这3个区。各城市中心城区及外围区站间距统计数据如表1所示,各城市不同区域的平均站间距与面积对

* 江苏高校哲学社会科学研究项目(2020SJA0741);江苏省高等学校自然科学研究项目(20KJD580007)

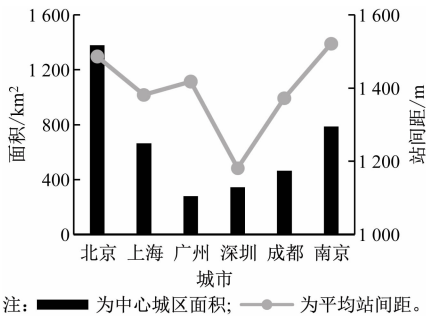
比分析图见图 1。

表 1 各城市中心城区及外围区站间距统计数据

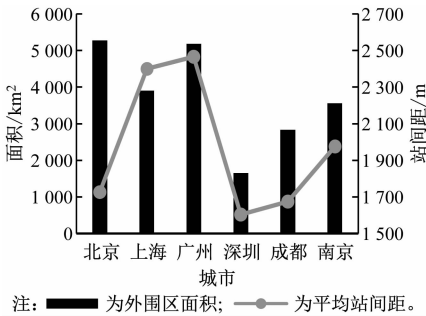
Tab.1 Statistical data of station spacing in central urban area and peripheral areas of each city

城市	中心城区				中心城区 面积/km ²	外围区				外围区面 积/km ²
	车站 数量/座	最小站 间距/m	最大站 间距/m	平均站 间距/m		车站 数量/座	最小站 间距/m	最大站 间距/m	平均站 间距/m	
北京	258	424	6 720	1 486	1 378	153	741	5 357	1 728	5 275
上海	340	621	5 800	1 382	664	127	787	10 600	2 401	3 905
广州	128	550	3 800	1 418	280	149	792	9 700	2 466	5 180
深圳	143	473	3 700	1 182	345	124	520	4 600	1 603	1 653
成都	180	405	6 862	1 373	465	157	653	7 935	1 674	3 212
南京	81	745	4 545	1 522	788	68	833	6 112	2 088	3 557

注：城市轨道交通线路不含机场线、有轨电线路、磁浮线、APM(自动旅客运输)线及市域快线；不含成都地铁 18 号线天府新站到三岔站区间（站间距超过 18 km）和南京地铁 S3 号线刘村站到马骡圩站区间（跨江区间，站间距约为 10 km）。



a) 中心城区平均站间距与面积对比分析



b) 外围区平均站间距与面积对比分析

图 1 各城市不同区域的平均站间距与面积对比分析图
Fig.1 Comparative analysis diagram of average station spacing and area in different regions of each city

从图 1 可以看出，站间距与对应区域面积之间总体呈现正相关的趋势。这说明城市规模对平均站间距具有一定的影响。一般来说，城市规模越大，人均出行距离就会越长，站间距相应越大。但是在中心城区平均站间距与面积对比分析中，广州的数据稍微异于其他城市，这是因为广州虽然中心城区面积较小，但是其形态呈细长型，拉长了城市的平均出行距离，站间距随之变大。另外，南京相

应区域的面积不大，但平均站间距很大，这是因为南京地铁有些线路需要跨过长江，且开通了不少连接近郊及远郊的线路，如南京地铁 S3、S8 线等，因此导致整体的站间距偏大。

2 各城市线路站间距与区域人口密度关系分析

由于客流量大小是城市轨道交通车站设置的决定性因素之一，而区域人口密度又是客流量大小的重要影响因素，因此需对每个城市的不同区域人口密度及平均站间距进行统计，分析二者之间的关系。各区常住人口及面积数据来源于城市统计年鉴及调查报告（上海市为 2019 年，其余城市为 2020 年）。各城市区域常住人口密度及平均站间距统计如图 2 所示。

由图 2 可以看出，平均站间距与区域常住人口密度之间总体呈现负相关的趋势，即区域常住人口密度越高，站间距越小；反之，站间距越大。但也有些异常情况，例如南京市的玄武区和建邺区，常住人口密度较低但站间距小，这主要是因为玄武区包含了紫金山风景区、建邺区包含了江心洲及部分长江水域，导致两个区的常住人口密度偏低，同时这两个区作为南京市的中心区，岗位密度较高。

为了进一步探究站间距与常住人口密度之间的关系，对 6 个城市的 63 个区常住人口密度及平均站间距进行数据拟合，可以得到如图 3 的关系曲线，模型解释力接近 60%。

需要说明的是，以上统计是基于现状的常住人

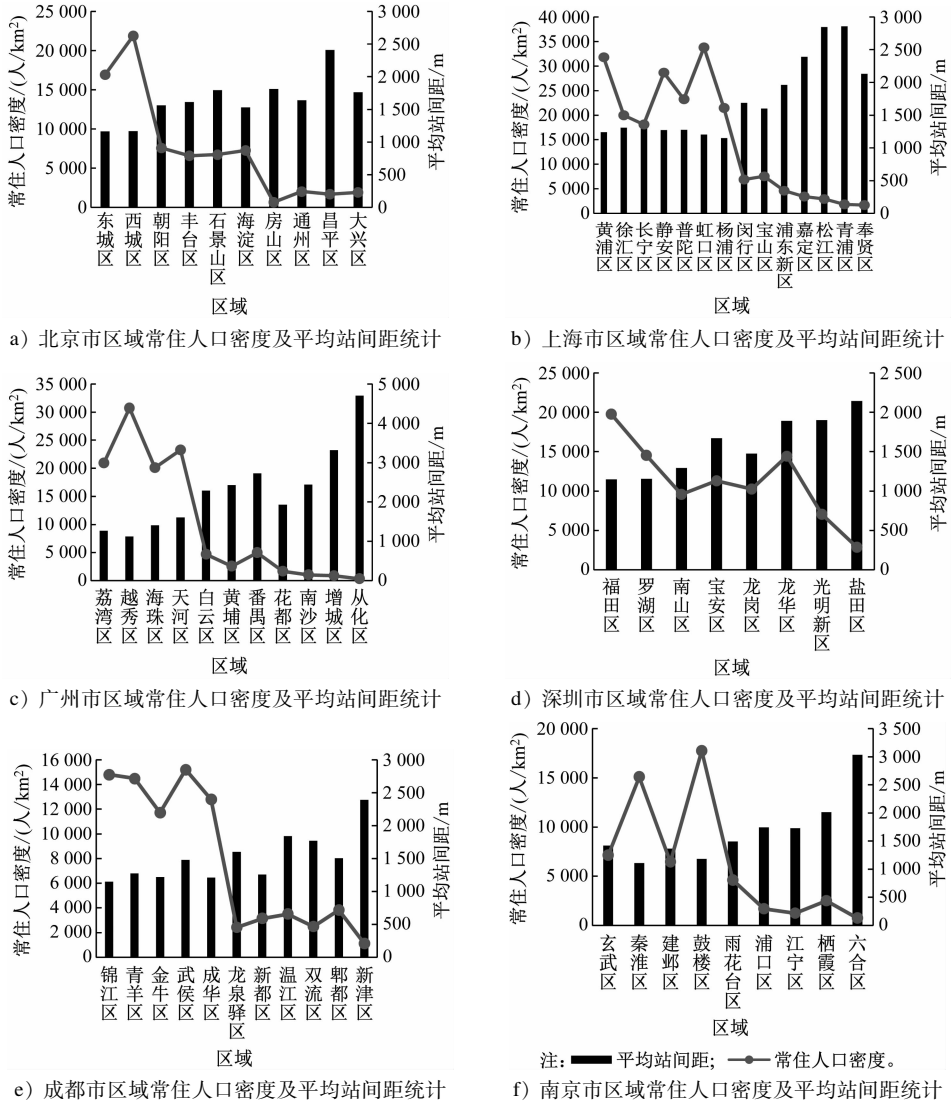


图2 各城市部分行政区的常住人口密度及平均站间距统计

Fig. 2 Statistics of resident population density and average station spacing in different administrative regions of each city

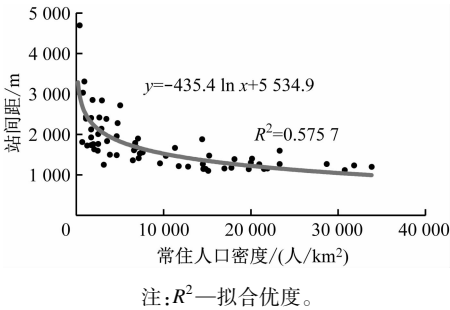


图3 常住人口密度与站间距关系

Fig. 3 Relationship between resident population density and station spacing

口密度以及城市轨道交通线网密度,随着时间推移,有些区域的线网密度还会进一步增加,但是对于城市轨道交通处于起步阶段的城市来说,上述特

征具有一定的借鉴意义。

3 各城市站间距及线路客运强度比较分析

已运营的城市轨道交通线路,其站间距会对客流吸引有一定影响,因此需对各线路的站间距及客运强度进行调查和分析。各线路特征数据截止到2021年6月底,线路客流量为2021年12月6日的客流量,由于上海轨道交通和广州地铁没有发布12月6日的线路客流量,因此上海采用2019年3月9日的客流量,广州地铁采用2019年的日均客流量(广州地铁2020年年报)。表2—表7分别为北京地铁、上海轨道交通、广州地铁、深圳地铁、成都地铁和南京地铁各条线路的平均站间距及客运强度统计。

从表2至表7的线路站间距和客运强度对比可

表 2 北京地铁各条线路站间距及客运强度统计

Tab.2 Statistics of station spacing and passenger intensity of metro lines across Beijing

线路名	线路长度/km	平均站间距/m	线路客运量/ (万人次/d)	线路客运强度/ (万人次/(d·km))	首次开通日期
1 号线/八通线	54.47	1 454	86.98	1.60	1969-10-01
2 号线	23.10	1 232	66.27	2.87	1984-09-20
4 号线/大兴线	50.00	1 453	95.90	1.92	2009-09-28
5 号线	27.50	1 230	85.52	3.11	2007-10-07
6 号线	52.90	1 557	94.32	1.78	2012-12-30
7 号线	40.30	1 359	50.76	1.26	2014-12-28
8 号线	45.60	1 465	41.78	0.92	2008-07-19
9 号线	16.50	1 303	44.31	2.69	2011-12-31
10 号线	57.10	1 267	154.22	2.70	2008-07-19
13 号线	40.50	2 526	62.34	1.54	2002-09-28
14 号线	43.80	1 330	67.20	1.53	2013-05-05
15 号线	41.40	2 125	39.27	0.95	2010-12-30
16 号线	30.50	1 894	15.60	0.51	2016-12-31
S1 线	10.20	1 369	4.54	0.45	2017-12-30
昌平线	31.90	2 886	23.92	0.75	2010-12-30
房山线	32.00	2 097	22.94	0.72	2010-12-30
亦庄线	23.30	1 748	21.33	0.92	2010-12-30
燕房线	14.40	1 657	未发布		2017-12-30
首都机场线	27.30	12 331	0.74	0.03	2008-07-19
大兴机场线	41.36	19 166	未发布		2019-09-26
西郊线	9.40	1 739	未发布		2017-12-30

表 3 上海轨道交通各线路站间距及客运强度统计

Tab.3 Statistics of station spacing and passenger intensity of rail transit lines across Shanghai

线路名	线路长度/km	平均站间距/m	线路客运量/ (万人次/d)	线路客运强度/ (万人次/(d·km))	首次开通日期
1 号线	36.890	1 373	150.7	4.09	1993-05-28
2 号线	64.000	2 067	190.3	2.97	1997-06-27
3 号线	40.300	1 437	62.1	1.54	2000-12-26
4 号线	33.600	1 307	97.6	2.9	2005-12-31
5 号线	32.700	1 851	22.1	0.68	2003-11-25
6 号线	33.520	1 196	52.0	1.55	2007-12-29
7 号线	44.350	1 355	95.8	2.16	2009-12-05
8 号线	37.500	1 272	122.1	3.26	2007-12-29
9 号线	65.000	1 865	128.8	1.98	2007-12-29
10 号线	46.000	1 216	106.7	2.32	2010-04-10
11 号线	82.800	2 100	101.2	1.22	2009-12-31
12 号线	40.400	1 272	82.6	2.04	2013-12-29
13 号线	38.800	1 273	71.0	1.83	2012-12-30
15 号线	42.300	1 413			2021-01-23
16 号线	59.334	4 917	25.4	0.43	2013-12-29
17 号线	35.300	2 900	17.5	0.50	2017-12-30
18 号线	14.500	2 129			2020-12-26
浦江线	6.640	1 256	3.6	0.54	2018-03-31

表 4 广州地铁各线路站间距及客运强度统计

Tab. 4 Statistics of station spacing and passenger intensity of metro lines across Guangzhou

线路名	线路长度/km	平均站间距/m	线路客运量/ (万人次/d)	线路客运强度/ (万人次/(d·km))	首次开通日期
1 号线	18.50	1 180	101.03	5.46	1997-06-28
2 号线	31.80	1 341	143.49	4.51	2002-12-29
3 号线	64.41	2 295	218.94	3.40	2005-12-26
4 号线	60.03	2 673	42.17	0.70	2005-12-26
5 号线	31.90	1 358	118.43	3.71	2009-12-28
6 号线	41.94	1 381	87.02	2.07	2013-12-28
7 号线	17.41	2 150	23.60	1.36	2016-12-28
8 号线	32.90	1 186	62.87	1.91	2010-09-25
9 号线	20.10	1 930	12.69	0.63	2017-12-28
13 号线	27.03	2 570	13.58	0.50	2017-12-28
14 号线	76.30	3 557	20.22	0.27	2017-12-28
21 号线	61.60	3 070	3.84	0.06	2018-12-28
广佛线	37.96	1 590	53.03	1.40	2010-11-03
APM	3.94	489	4.81	1.22	2010-11-08

表 5 深圳地铁各线路站间距及客运强度统计

Tab. 5 Statistics of station spacing and passenger intensity of metro lines across Shenzhen

线路名	线路长度/km	平均站间距/m	线路客运量/ (万人次/d)	线路客运强度/ (万人次/(d·km))	首次开通日期
1 号线	40.979	1 402	108.90	2.66	2004-12-28
2 号线	39.530	1 251	61.70	1.56	2010-12-28
3 号线	41.940	1 420	84.90	2.02	2010-12-28
4 号线	31.300	1 320	57.09	1.82	2004-12-28
5 号线	47.650	1 421	115.70	2.43	2011-06-28
6 号线	49.350	1 869	36.50	0.74	2020-08-18
7 号线	30.170	1 084	57.20	1.90	2016-10-28
8 号线	12.360	2 144	6.30	0.51	2020-10-28
9 号线	36.180	1 152	58.10	1.61	2016-10-28
10 号线	29.300	1 251	40.50	1.38	2020-08-18
11 号线	51.936	3 029	48.10	0.93	2016-06-28

表 6 成都地铁各线路站间距及客运强度统计

Tab. 6 Statistics of station spacing and passenger intensity of metro lines across Chengdu

线路名	线路长度/km	平均站间距/m	线路客运量/ (万人次/d)	线路客运强度/ (万人次/(d·km))	首次开通日期
1 号线	41.000	1 151	85.79	2.09	2010-09-27
2 号线	42.300	1 368	69.06	1.63	2012-09-16
3 号线	50.020	1 402	66.79	1.34	2016-07-31
4 号线	43.300	1 463	60.19	1.39	2016-01-01
5 号线	49.020	1 240	53.38	1.09	2019-12-27
6 号线	68.760	1 256	47.28	0.69	2020-12-18
7 号线	38.610	1 288	68.96	1.79	2017-12-06
8 号线	29.100	1 201	29.82	1.02	2020-12-18
9 号线	22.180	1 792	27.00	1.22	2020-12-18
10 号线	37.980	2 485	9.30	0.24	2017-09-06
17 号线	26.145	3 001	5.37	0.21	2020-12-18
18 号线	69.390	5 611	15.10	0.22	2020-09-27

表 7 南京地铁各线路站间距及客运强度统计

Tab.7 Statistics of station spacing and passenger intensity of metro lines across Nanjing

线路名	线路长度/km	平均站间距/m	线路客运量/(万人次/d)	线路客运强度/(万人次/(d·km))	首次开通日期
1 号线	38.90	1 458	76.3	1.96	2005-05-15
2 号线	37.95	1 480	65.8	1.73	2010-05-28
3 号线	44.90	1 575	61.1	1.36	2015-04-01
4 号线	33.80	1 942	19.6	0.58	2017-01-18
10 号线	21.60	1 635	17.3	0.80	2014-07-01
S1 线	37.30	4 962	6.4	0.17	2014-07-01
S3 线	36.22	1 980	8.4	0.23	2017-12-06
S7 线	30.16	3 085	1.0	0.03	2018-05-26
S8 线	45.20	2 788	9.5	0.21	2014-08-01
S9 线	52.42	10 348	1.5	0.03	2017-12-30

以看出,线路客运强度和线路站间距总体呈现负相关的趋势,即在同一城市内,线路站间距越小,则客运强度越大。但是也有一些线路呈现异常,例如成都地铁 6 号线与同城其他站间距相差不大的线路相比,其客运强度较低,这是因为成都地铁 6 号线开通于 2020 年 12 月 18 日,运营时间较短,客流培育还需经历一段时间。另外,线路站间距只是影响客运强度的因素之一,还有其他因素,例如沿线人口岗位密度等,也会影响客运强度。

4 结语

通过对国内城市轨道交通线网长度排名前 6 的城市轨道交通站间距进行调查与分析,得到如下结论:

- 1) 中心城区和外围区平均站间距与各自面积之间总体呈现正相关的趋势,城市规模对站间距有一定影响。
- 2) 平均站间距与区域常住人口密度之间总体呈现负相关的趋势,即区域常住人口密度越高,站间距越小;反之,站间距越大。二者之间的拟合曲线解释力接近 60%。
- 3) 线路客运强度与线路站间距之间总体呈现负相关的趋势,即在同一城市内,线路站间距越小,则客运强度越大;反之,客运强度越小。

参考文献

[1] ZIARI H, KEYMANESH M R, KHABIRI M M. Locating Sta-

tions of public transportation vehicles for improving transit accessibility[J]. Transport, 2007, 22(2): 99.

[2] TIRACHINI A. The economics and engineering of bus stops: spacing, design and congestion[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2014, 59: 37.

[3] WU Q, LI Y, DAN P. Optimization of urban rail transit station spacing for minimizing passenger travel time[J]. Journal of Rail Transport Planning & Management, 2022, 22: 100317.

[4] 李君,叶霞飞.城市轨道交通车站分布方法的研究[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2004, 32(8):1009.

LI Jun, YE Xiafei. Studies on distribution of stations of urban mass transit[J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2004, 32(8): 1009.

[5] 程国柱,周林芳.城市轨道交通车站双层选址模型[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2019, 51(3):186.

CHENG Guozhu, ZHOU Linfang. Bi-level model of urban rail transit stations location[J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2019, 51(3):186.

[6] 姚新虎.基于出行距离的快轨交通站间距的确定方法[J]. 都市快轨交通, 2008, 21(1):48.

YAO Xinhui. Determining the spacing between rail transit stations based on passenger trip distance[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2008, 21(1):48.

[7] 汪作为,顾保南.大城市核心区轨道交通站间距对乘客出行时间影响研究[J]. 铁道运输与经济, 2013, 35(11):71.

WANG Zuowei, GU Baonan. Study on influence of distance between urban core area rail transit stations on passenger traveling time[J]. Railway Transport and Economy, 2013, 35(11):71.

[8] 李婷,靳文舟,朱子轩.城市中心区轨道交通站间距优化研究[J]. 铁道运输与经济, 2019, 41(11):116.

LI Ting, JIN Wenzhou, ZHU Zixuan. A study on the optimization model of metro station spacing in the city central area[J]. Railway Transport and Economy, 2019, 41(11):116.

[9] 武倩楠,谈鹏瑞,李杨,等.城市轨道交通站间距计算模型[J]. 铁道运输与经济, 2021, 43(9):94.

WU Qiannan, DAN Pengrui, LI Yang, et al. Calculation model of spacing between urban rail transit stations[J]. Railway Transport and Economy, 2021, 43(9):94.

[10] 赵淑芝,张晓亮,岳丹飞,等.城市轨道交通站点分布优化模型与算法[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2015, 47(9):101.

ZHAO Shuzhi, ZHANG Xiaoliang, YUE Danfei, et al. Model and algorithm optimization of the site distribution of urban rail transit station [J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2015, 47(9):101.

[11] 王镇波,李昱澄,叶霞飞.国内各城市的轨道交通线网负荷强度比较分析:基于中国城市轨道交通协会数据分析的研究报告之二[J]. 城市轨道交通研究, 2019, 22(5):1.

WANG Zhenbo, LI Yucheng, YE Xiafei. Comparative analysis of passenger flow intensity on rail transit network in Chinese Cities—the second analysis and research report based on China Association of Metros data[J]. Urban Mass Transit, 2019, 22(5):1.

(收稿日期:2022-01-17)