

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2026.03.009

基于“效率、效益”竞争力的中运能轨道交通线路建设条件研究

高胜庆¹, 钟声²

(1. 中国城市和小城镇改革发展中心, 北京 100045; 2. 重庆(国际)单轨协会, 重庆 400014)

摘要: 针对当前中运能轨道交通客运强度不达预期、地方政府财政压力大等问题, 在分析主要症结的基础上, 提出中运能轨道交通线路建设条件优化思路, 开展中运能轨道交通与其他交通方式“效率、效益”竞争力分析, 即在“门到门”时间效率上, 以中运能轨道交通与小汽车、电动自行车等相比具有相当竞争力为目标, 在投入产出经济效益上, 以中运能轨道交通与地铁相比具有较强竞争力为目标, 并基于优化思路定量提出中运能轨道交通线路建设条件。研究结果表明: 中运能轨道交通线路终点宜在距城市中心 30 km 范围内, 旅行速度宜大于 35 km/h, 两端衔接总时间宜控制在 20 min 内, 初期客运强度宜大于 0.5 万人次/(km·d), 现状沿线 1 km² 范围内人口岗位密度宜高于 1 万个。研究成果以期为地方政府科学布局中运能轨道交通线路提供技术参考。

关键词: 中运能轨道交通; 时间效率; 经济效益; 建设条件

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2026)03-0073-06

Construction Conditions for Medium-Capacity Rail Transit Lines Based on Efficiency-Benefit Competitiveness Analysis

GAO Shengqing¹, ZHONG Sheng²(1. China Center for Urban Development, Beijing 100045;
2. Chongqing International Monorail Association, Chongqing 400014)

Abstract: To address the current issues such as lower-than-expected passenger intensity of medium-capacity rail transit and the fiscal pressure on local governments, this study, based on an analysis of the main underlying causes, proposes an optimized approach to determining the construction conditions of medium-capacity rail transit lines through an efficiency and benefit competitiveness analysis. First, it analyzes the situation confronting medium-capacity rail transit: urban population growths tends to stabilize, and rail transit is facing strong competition from private cars, electric bicycles, and other transportation modes. Second, it proposes an optimized approach to determining the construction conditions of medium-capacity rail transit lines and conducts an efficiency and benefit competitiveness analysis of medium-capacity rail transit in relation to other transportation modes. In terms of “door-to-door” time efficiency, the analysis aims to ensure that medium-capacity rail transit is comparably competitive with private cars, electric bicycles, and other modes of transportation; in terms of input-output economic benefits, it aims to ensure that medium-capacity rail transit is more competitive than metro systems. Finally, it quantitatively proposes the construction conditions for medium-capacity rail transit lines. The results suggest that the terminal stations of medium-capacity rail transit lines should be located within 30 km of the city center, the travel speed should exceed 35 km/h, the

收稿日期: 2025-09-23 修回日期: 2026-04-22

第一作者: 高胜庆, 男, 硕士, 高级工程师, 从事综合交通规划、轨道交通规划等工作, 406265018@qq.com

基金项目: 中国城市和小城镇改革发展中心(CCUD2026B08); 中国城市轨道交通协会单轨分会(CAMET-KY-2025018)

引用格式: 高胜庆, 钟声. 基于“效率、效益”竞争力的中运能轨道交通线路建设条件研究[J]. 都市轨道交通, 2026, 39(3): 73-78.

Gao Shengqing, Zhong Sheng. Construction conditions for medium-capacity rail transit lines based on efficiency-benefit competitiveness analysis[J]. Urban rapid rail transit, 2026, 39(3): 73-78.

total access and egress time at both ends should be kept within 20 min, the initial passenger intensity should exceed 5,000 passengers/(km·d), and the current population and employment density within 1 km² along the lines should exceed 10,000 persons and jobs/km². These findings can provide technical reference for local governments to scientifically planning medium-capacity rail transit lines.

Keywords: medium-capacity rail transit; time efficiency; economic benefits; construction conditions

随着城市化进程加速,城市规模不断扩张,交通拥堵、环境污染等问题日益突出。轨道交通作为一种高效、环保的公共交通工具,在城市交通体系中占据着重要地位。其中,中运能轨道交通如轻轨、跨座式单轨等,以其建设成本相对较低、运输能力适中等特点,成为很多城市公共交通发展的重要选择。但在实施过程中,中运能轨道交通客运强度整体不足。据不完全统计,截至2024年底,大运能轨道交通系统平均客运强度0.76万人次/(km·d)^[1],略高于文献[2]要求的0.7万人次/(km·d),而中运能轨道交通系统(含轻轨、跨座式单轨、市域快轨、磁浮交通、自导向轨道系统)平均客运强度仅为0.23万人次/(km·d),与文献[2]要求的0.4万人次/(km·d)存在一定差距。分析中运能轨道交通客流不足的原因,一方面是由于外部环境发生变化、线网规划不合理、运营管理不高效等,更主要是缺少对中运能轨道交通线路建设条件的分析研究,导致乘客选择中运能轨道交通意愿低、客流支撑条件不足。

当前对中运能轨道交通建设条件研究较少,边颜东等^[3]提出轻轨线路的客运强度在初期、近期和远期应分别大于0.3万、0.5万和1.0万人次/(km·d);吴跃成^[4]汇总得出跨座式单轨线路在市区站间距为1 km,郊区站间距应大于1 km,适用速度为30~80 km/h。目前中运能轨道交通发展面临形势已发生改变,既有相关研究内容较为宽泛,定量化建设条件研究存在不足,因此有必要开展中运能轨道交通建设条件研究。本文采用“效率、效益”竞争力分析方法,即在“门到门”时间效率上,以中运能轨道交通与小汽车、电动自行车等相比具有相当竞争力为目标;在投入产出经济效益上,以中运能轨道交通与地铁相比具有较强竞争力为目标,定量测算提出中运能轨道交通线路建设条件,以支撑地方政府科学选择轨道交通制式,进而推动支撑中运能轨道交通健康可持续发展。

1 中运能轨道交通面临的新形势

城区人口发展趋势、其他交通方式影响、居民出行习惯等是城市轨道交通高质量发展的基础。随着我国城镇化率增速放缓、新型交通方式不断涌现、社会

经济水平不断提高,中运能轨道交通客流基础也随之发生改变。

1.1 人口增量及分布特征

1.1.1 城区人口增量特征

随着经济水平和城镇化不断推进,大型及以上规模等级城市的人口增量趋于稳定。根据住建部城市统计年鉴数据^[5],选取东部、中部和西部地区典型城市进行统计分析,除西安外,其他城市城区人口增量基本稳定,见图1。南京市自2015年至2021年,城区人口年均增量稳定在5万~20万人,均值约为11.6万人;广州市自2016年至2021年,城区人口年均增量稳定在10万~35万人,均值约为20.7万人。

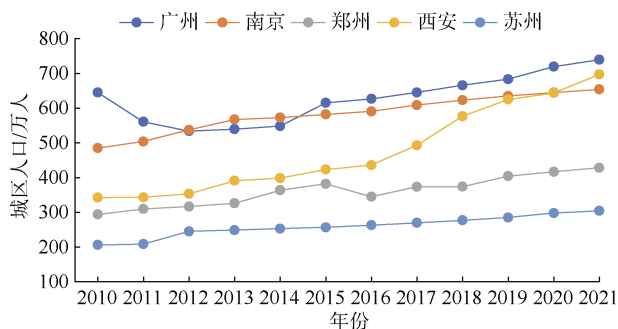


图1 部分城市(2011—2021年)城区人口增量

Figure 1 Urban population growth of some cities (2011—2021)

1.1.2 新增人口分布特征

特大及以上规模等级城市人口增长主要分布在城市近郊和外围新城。2020年北京中心城区(东城、西城、海淀、朝阳、丰台、石景山)常住人口较2010年减少了72.8万人,近郊和外围区县常住人口则增加300.9万人^[6]。2020年南京中心城区(玄武区、秦淮区、建邺区、鼓楼区以及原下关区、白下区)常住人口较2010年减少了60.5万人,近郊和外围区县常住人口增加了191.0万人^[7]。

1.2 居民出行特征

1.2.1 出行目的

轨道交通主要服务对象是刚性出行人群,但从交通年报数据发现,部分超大城市刚性出行呈现减弱态势。以北京为例,2019年上下班、上下学为主要构

成的刚性出行比例约为 47.0%，较 2015 年的 52.0% 下降了 5%，而以休闲娱乐、购物等为主的弹性出行比例上升，由 2015 年的 47.3% 上升至 2019 年的 52.9%^[8-9]，增加了 5.6%。

1.2.2 出行方式

我国私人机动车保有量逐年增加，对轨道交通造成较大压力。以北京为例，2023 年较 2019 年私人机动车保有量增长了 108.6 万辆，轨道运营里程增加了 136.7 km，但从出行方式来看，中心城区小客车占比较 2019 年增长了 0.7%，城市轨道交通出行占比下降了 0.6%^[9-10]。此外，电动自行车在短距离出行范围内也对城市轨道交通形成较大冲击影响。

2 中运能轨道交通线路建设条件优化思路

新形势下，轨道交通应以满足现状需求为主要出发点，更加注重中运能轨道交通与其他交通方式的时间效率和经济效益竞争力分析，通过提供与小汽车等相对持平的服务水平，与地铁等相对持平的投入产出效益，吸引居民选择中运能轨道交通，提升客流效益，减轻地方政府财政压力。

2.1 时间效率竞争力下的建设条件优化思路

2.1.1 时间效率竞争力分析的内涵

出行时间效率竞争力分析是指在“门到门”出行链中，以与小汽车、电动自行车相近或相持平的出行时间为目标，测算得出中运能轨道交通的旅行速度和服务范围，提高交通出行效率，保障中运能轨道交通在相同出行距离内具有与小汽车相当的时间效率竞争力。

2.1.2 时间效率竞争力轨道建设条件计算方法

1) 与小汽车对比的时间效率竞争力分析。以市域(郊)铁路为例，以门到门 60 min 通勤时间为要求，考虑市域(郊)铁路换乘地铁等因素，结合市域(郊)铁路两端接驳时间、轨道交通线路非直线系数^[11]等，计算得出市域(郊)铁路终点与城市中心的直线距离 L ，对应的计算式为

$$L = \frac{\left(1 - \frac{L_2}{V_2} \times a_2 - t_0\right) \times V_1}{a_1} + L_2 + L_3 \quad (1)$$

式中， L_2 为市域(郊)铁路起点至地铁下车点直线距离，km； V_2 为地铁旅行速度，km/h； a_2 为地铁非直线系数； t_0 为轨道交通两端接驳时间，h； V_1 为市域(郊)铁路旅行速度，km/h； a_1 为市域(郊)铁路非直线系数； L_3 为地铁下车点至城市中心直线距离，km。

计算同一出行距离下小汽车“门到门”的旅行时间，得出市域(郊)铁路与小汽车的门到门时间比值 W ，并跟日本东京都市圈不同圈层市域(郊)铁路与小汽车全程时间比值相对照，得出市域(郊)铁路的合理服务范围 W ，计算式为

$$W = \frac{1}{\left(\frac{L_1}{V_{41}} + \frac{L_2}{V_{42}}\right) \times a_4} \quad (2)$$

式中： V_{41} 、 V_{42} 分别为小汽车在城市外围、中心城区的旅行速度，km/h； a_4 为道路非直线系数。

2) 与电动自行车对比的时间效率竞争力分析。与电动自行车相当的出行时间为参照标准，结合我国不同城市平均出行距离、电动自行车旅行速度和轨道交通两端接驳时间等，计算中运能轨道交通旅行速度 $V_{\text{中}}$ ，计算式为

$$V_{\text{中}} = \frac{S}{\frac{S}{V_{\text{电}}} - t_0} \quad (3)$$

式中， S 为城市平均通勤距离，km； $V_{\text{电}}$ 为电动自行车旅行速度，km/h。

2.2 经济效益竞争力下的建设条件优化思路

2.2.1 经济效益竞争力分析的内涵

经济效益竞争力分析是指在项目投资中，以与地铁相近或更优的投入产出比为目标，测算得出中运能轨道交通的初期客运强度，为下一步测算中运能轨道交通线路沿线 1 km 范围内的人口岗位密度提供基础，进而有效提升客流效益，保障中运能轨道交通较地铁具有较强的经济效益竞争力。

2.2.2 经济效益竞争力轨道建设条件计算方法

1) 投入产出比法。以当年客运强度与当年政府投入资金的比值作为定量评价指标，其中当年政府投入资金包括建设期投资资金均摊到运营初期和当年的补贴资金，补贴资金为运营成本减去票款收入(不考虑非票收入)，计算式为

$$T = \frac{X}{\frac{A}{(3+n)} + (B - X \times 365 \times m)} \quad (4)$$

式中， T 为投入产出比值； X 为初期客运强度，万人次/(km·d)； A 为建设成本，万元/km； n 为建设年限，年； B 为运营成本，万元/(km·年)； m 为单人次票价，元/人次。

按照地铁近期客运强度 0.7 万人次/(km·d)要求，

根据式(4)计算得出地铁投入产出比 T ，以与地铁同样或更优投入产出效益为目标，将 T 值代入式(4)，结合中运能轨道交通建设成本、运营年限和建设年限等，得到中运能轨道交通初期客运强度要求。

2) 收支比法。选取当前我国地铁运营较好的城市，计算地铁城市票款收入与运营成本比值，对应的计算式为

$$K = \frac{X \times 365 \times m}{B} \tag{5}$$

式中， K 为票款收入与运营成本比值。

根据式(5)计算得出地铁收入运营比值 K ，以与地铁同样或更优投入产出效益为目标，结合中运能轨道交通运营成本、每人票票价等，将 K 值代入式(5)，得到中运能轨道交通初期客运强度要求。

3 中运能轨道交通建设条件研究

3.1 时间效率竞争力分析下中运能建设条件计算

3.1.1 与小汽车时间效率竞争力分析

以市域(郊)铁路为例，通过百度地图，采集 2025 年 2 月东京时间 18:00—18:30 的东京都市圈不同圈层的市域(郊)铁路与小汽车全程时间比值，如表 1 所示。根据表 1，该比值约为 1.0~1.3。在此基础上，结合城市岗位集聚地与城市中心直线距离、市域(郊)铁路起点距城市中心的直线距离、地铁旅行速度、小汽车在高峰时段运行速度、轨道两端衔接时间和门到门时间目标等，在假定不同市域(郊)铁路旅行速度下，测算出市域(郊)铁路的服务范围，即市域(郊)铁路终点与城市中心的直线距离。

表 1 东京晚高峰不同圈层市域(郊)铁路与小汽车耗时比
Table 1 Time ratios of metropolitan/suburban railways to passenger cars during the evening peak by distance band in Tokyo

直线 距离/km	终点	市域(郊)铁路 耗时/min	小汽车 耗时/min	时间 比值
10	东京都立世田谷泉高等学校	47	40	1.27
15	野川公园	63	43	1.20
	东京大学运动会马术部	71	67	1.06
20	武藏野市立第二中学	56	67	1.20
	神山齿科医院	62	50	1.24
25	立川第六中学	49	55	0.90
	多摩动物园	55	44	1.25
30	大神公园球技扬	72	54	1.33
	八王子南大沢中学校	71	54	1.31
40	青梅市综合体育馆	70	70	1.00
	北本接骨院	76	71	1.07

注：市域(郊)铁路起点均为 SP 速读学院东京新宿教室。

假定市域(郊)铁路起点与城市中心的直线距离为 10 km，通过换乘或贯通运营，到达与城市中心直线距离 5 km 岗位集聚处，根据 2024 年小汽车工作日高峰时段运行速度 20.3 km/h^[12]，两端接驳时间各为 10 min^[13]，门到门目标时间为 60 min^[14]，参照北京外围和中心城区轨道的非直线系数，如表 2 所示，取值分别为 1.3 和 1.25，设定市域(郊)铁路旅行速度分别为 90、80、70、60、55、50、45、40 和 35 km/h，根据式(1)，计算得出市域(郊)铁路终点与城市中心的直线距离，结合小汽车高峰时段运行速度，根据式(2)，计算出市域(郊)铁路与小汽车时间比值，结果如表 3 所示。

表 2 北京典型轨道交通线路非直线系数
Table 2 Non-linear coefficients of typical rail transit lines in Beijing

轨道交通线路类型	轨道交通线路名称	轨道交通线路非直线系数
中心线	1 号线	1.18
	4 号线(含大兴)	1.30
	5 号线	1.25
	6 号线	1.19
	7 号线	1.26
	8 号线	1.27
	9 号线	1.32
	均值	1.25
外围线	亦庄线	1.26
	房山线	1.26
	燕房线	1.31
	昌平线	1.35
	均值	1.30

由表 3 可见，在门到门目标时间为 60 min 情况下，如市域(郊)铁路旅行速度为 35 km/h~55 km/h，市域(郊)铁路与小汽车时间比值约处于 1.0~1.30 范围内，与东京都市圈经验相当，此时服务范围即市域(郊)铁路终点与城市中心的直线距离约为 24~32 km，能够达到与小汽车相近的出行效率。

3.1.2 与电动自行车时间效率竞争力分析

以达到与电动自行车相近的门到门出行时间为目标，结合不同规模等级城市的通勤距离和电动自行车的旅行速度，计算中运能轨道交通的旅行速度要求。相关参数设置如下：

超大城市平均通勤距离 9.5 km，特大城市 8.3 km，I 型大城市 7.7 km，II 型大城市 8.0 km^[15]；超大城市、特大城市、I 型大城市和 II 型大城市电动自行车速度

分别为 16.8、18.9、19.0 和 19.5 km/h^[16]，根据式(3)，计算得出不同接驳方式、不同接驳时间下中运能轨道交通的最低旅行速度要求，如表 4 所示。

表 3 不同旅行速度下的市域(郊)铁路服务范围
Table 3 Service ranges of metropolitan/suburban railways at different travel speeds

市域(郊)铁路旅行速度/(km/h)	乘坐市域(郊)铁路、地铁门到门通勤时间/min	市域(郊)铁路终点与城市中心的直线距离/km	乘坐小汽车门到门通勤时间/min	时间比值
90	60	46	84.5	0.71
80	60	42	77.3	0.78
70	60	38	70.0	0.86
60	60	34	62.7	0.96
55	60	32	59.1	1.01
50	60	30	55.5	1.08
45	60	28	51.8	1.16
40	60	26	48.2	1.24
35	60	24	44.6	1.35

表 4 不同接驳方式下中运能轨道交通旅行速度要求
Table 4 Travel speed requirements of medium-capacity rail transit by access mode

城市类型	通勤距离/km	电动自行车速度/(km/h)	中运能轨道最低旅行速度要求/(km/h)	
			步行接驳 20 min	自行车接驳 20 min
超大城市	9.6	16.8	25.7	19.0
特大城市	8.6	18.9	31.0	27.5
I 型大城市	7.8	19.0	36.4	32.1
II 型大城市	8.2	19.5	36.2	32.5

由表 4 可见，如两端接驳总时间控制在 20 min 以内，中运能轨道交通旅行速度高于 35 km/h 时，在大城市及以上规模等级城市中，在相同平均通勤距离中，中运能轨道交通与电动自行车通勤时间相当，具有较强竞争力。

3.2 经济效益竞争力分析下中运能建设条件计算

3.2.1 中运能轨道交通初期客运强度要求

1) 投入产出比法下初期客运强度要求。通过梳理国家政策文件^[2]要求和全国地铁的相关建设数据，设置相关参数如下：地铁建设周期为 5 年，运营期为 3 年，造价为 7 亿~8 亿元/km，运营成本为 1800 万~3000 万元/(km·年)，每人票价约为 2 元，客运强度为 0.7 万人次/(km·d)，计算投入产出比约为 0.02~0.025；对标地铁投入产出比，按照中运能轨道交通建设周期为 2.5 年，运营期为 3 年，造价为 3 亿~4 亿元/km，运营成

本为 1000 万~1300 万元/(km·年)，每人票价约为 2 元。根据式(4)，计算得出中运能轨道交通系统初期客运强度宜为 0.35 万~0.57 万人次/(km·d)，均值约为 0.46 万人次/(km·d)。

2) 收支比法下初期客运强度要求。根据表 5 所示的 2023 年 14 座城市的地铁运营收入情况^[17]，计算得出我国典型地铁城市票款收入与运营成本比例约为 21.5%，其中运营较好城市票款收入与运营成本比例约为 40%。结合中运能轨道交通初期运营成本为 1000 万~1300 万元，每人票价约为 2 元，考虑中运能轨道交通较地铁具有更优的票款收入与运营成本比，票款收入占运营成本比例设定为 40%~50%。按照式(5)，计算中运能轨道交通初期客运强度宜为 0.54 万~0.68 万人次/(km·d)，均值约为 0.61 万人次/(km·d)。

表 5 2023 年我国典型城市地铁运营情况
Table 5 Metro operation in selected Chinese cities in 2023

城市名称	运营成本/亿元	票款收入/亿元	客运量/(万人次/年)	票款占成本比例/%	每客运人次票价/元
北京	447.4	68.3	345 159.5	15.3	1.98
青岛	125.4	8.3	47 192.5	6.6	1.76
重庆	112.1	20	132 624.5	17.8	1.51
成都	219.3	39.1	212 190.2	17.8	1.84
郑州	72.3	8.8	58 320.8	12.2	1.51
南京	81.7	20.8	100 574.6	25.5	2.07
天津	62.5	6.4	57 143.9	10.2	1.12
长沙	75.7	10.7	94 176.2	14.1	1.14
西安	65.4	24.4	128 794	37.3	1.89
沈阳	38.8	8.4	50 824.3	21.6	1.65
昆明	33.8	4.7	29 204.6	13.9	1.61
深圳	264.6	55.5	271 102.4	21.0	2.05
武汉	72.5	41	135 289.4	56.6	3.03
广州	144.4	73.6	307 296.8	51.0	2.40

结合上述结果，建议中运能轨道交通初期客运强度宜为 0.46 万~0.61 万人次/(km·d)，均值约为 0.53 万人次/(km·d)。

3.2.2 中运能轨道交通现状人口岗位密度要求

鉴于当前城市人口岗位增长较为缓慢，考虑以初期客运强度要求反推线路沿线 1 km 范围内现状人口岗位密度要求。假定中运能轨道交通线路里程为 30 km，按照 0.53 万人次/(km·d)的客运强度要求，人均出行次数按照 2 次/人，轨道交通出行比例按照 5%、8%、10%、15%、20%测算线路 1 km 范围内现状人口岗位密度，结果如表 6 所示，当中运能轨道交通线路现状

1 km 范围内人口岗位密度达到 0.82 万~1.24 万个/km²，均值约为 1.0 万个/km²，可实现较好的客流效益。

表 6 线路沿线 1 km 范围内现状人口岗位密度
Table 6 Current population and employment density within 1 km along the line

出行比例/%	线路沿线覆盖人口岗位总量/万个	线路沿线 1 km 范围面积/km ²	人口岗位密度/(万个/km ²)
5	159.00	64.00	2.48
8	99.38	64.00	1.55
10	79.50	64.00	1.24
15	53.00	64.00	0.82
20	39.75	64.00	0.62

4 结论

构建具备较强“效率、效益”竞争力的中运能轨道交通，线路建设宜满足以下 5 个条件：

- 1) 线路终点与城市中心的直线距离不宜超过 30 km，终点距城市中心越远，对旅行速度要求越高；
- 2) 轨道两端衔接总时间不宜超过 20 min；
- 3) 中运能轨道交通旅行速度宜大于 35 km/h；
- 4) 中运能轨道交通初期客运强度宜大于 0.50 万人次/(km·d)；
- 5) 线路 1 km 范围内现状人口岗位密度宜高于 1.0 万个/km²。

本文是在既有国家政策文件的基础上，从与小汽车、电动车相比具有相当的门到门出行时间效率竞争力，以及与地铁相比具有较强的经济效益竞争力两个角度出发，新增若干建设条件要求，得出的中运能轨道交通线路建设条件。在下一步研究中，还需结合城市自身特点，因地制宜测算中运能轨道交通线路建设条件。

参考文献

[1] 中国城市轨道交通协会. 城市轨道交通 2024 年度统计和分析报告[EB/OL]. (2025-03-28)[2025-10-30]. <https://www.camet.org.cn/xytj/tjxx/660844283682885.shtml>.
[2] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见[EB/OL]. (2018-07-13)[2025-10-30]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-07/13/content_5306202.htm.
[3] 边颜东, 杨永平, 周晓勤. 城市轨道交通项目建设条件指标研究[J]. 都市轨道交通, 2015, 28(6): 1-5.
BIAN Yandong, YANG Yongping, ZHOU Xiaoqin. Study on index system for urban rail transit project construction condition[J]. Urban rapid rail transit, 2015, 28(6): 1-5.
[4] 吴跃成. 城市轨道交通线路技术条件研究综述[J]. 铁道

标准设计, 2018, 62(9): 39-44.
WU Yuecheng. Research on urban rail transit line technical conditions[J]. Railway standard design, 2018, 62(9): 39-44.
[5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市建设统计年鉴[EB/OL]. [2025-10-30]. <https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/sjfb/tjxx/index.html>.
[6] 北京市统计局. 北京市第七次全国人口普查主要数据情况[EB/OL]. (2021-05-19)[2025-10-30]. https://www.beijing.gov.cn/gongkai/shuju/sjjd/202105/t20210519_2392877.html.
[7] 南京市统计局. 南京市第七次全国人口普查公报[EB/OL]. (2021-05-24)[2025-10-30]. https://tjj.nanjing.gov.cn/njstjj/202105/t20210524_2945781.html.
[8] 北京交通发展研究院. 2016 北京交通发展年度报告[EB/OL]. [2025-10-30]. <https://www.bjtrc.org.cn/List/index/cid/7.html>.
[9] 北京交通发展研究院. 2020 北京市交通发展年度报告[EB/OL]. [2025-10-30]. <https://www.bjtrc.org.cn/List/index/cid/7.html>.
[10] 北京交通发展研究院. 2024 北京市交通发展年度报告[EB/OL]. [2025-10-30]. <https://www.bjtrc.org.cn/List/index/cid/7.html>.
[11] 尚斌, 尹传忠, 陈继红, 等. 城市轨道交通长度确定方法[J]. 铁道科学与工程学报, 2017, 14(9): 2020-2025.
SHANG Bin, YIN Chuansong, CHEN Jihong, et al. A method of determining the length of urban rail transit[J]. Journal of railway science and engineering, 2017, 14(9): 2020-2025.
[12] 住房和城乡建设部城市交通基础设施监测与治理实验室, 中国城市规划设计研究院, 北京四维图新科技股份有限公司, 等. 中国主要城市道路网密度与运行状态监测报告 2024 年度[R]. 北京, 2024.
[13] 国土交通省. 平成 29 年度大都市交通センサス分析調査報告[R]. 東京: 国土交通省, 2017.
[14] 国务院办公厅. 国务院办公厅转发国家发展改革委等单位关于推动都市圈市域(郊)铁路加快发展意见的通知[EB/OL]. (2020-12-17). [2025-10-30]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-12/17/content_5570364.htm.
[15] 住房和城乡建设部城市交通基础设施监测与治理实验室, 中国城市规划设计研究院, 百度地图. 2024 年度中国主要城市通勤监测报告[R]. 北京, 2024.
[16] 公安部道路交通安全研究中心, 北京工业大学, 同济大学. 城市电动自行车骑行调研分析报告[R]. 北京, 2022.
[17] 世界轨道交通资讯网. 谁补贴多、谁赚钱, 29 城地铁最新账本[EB/OL]. (2024-05-23)[2025-10-30]. <https://mp.weixin.qq.com/s/gM4F3v41taeCdYub937lAw>.

(编辑: 王艳菊)