

城市轨道交通超长线路 统计分析思考

魏建强^{1,2}, 周虎利^{1,2}

(1. 陕西省铁道及地下交通工程重点实验室(中铁一院), 西安 710043;

2. 中铁第一勘察设计院集团有限公司, 西安 710043)

摘要: 轨道交通在发展过程中出现大量的超长线路, 各省市在规划建设中也存在着诸多问题。通过对现有文献进行梳理, 总结影响线路长度的主要因素, 包括城市规划与城市形态、客流效益、经济效益和社会效益、时间和速度目标值、系统制式与运营组织及线路直达性等, 确定超长线路的长度范围; 在此基础上, 统计国内城市轨道交通超长线路, 对其特点进行分析; 针对其特点提出几点思考, 包括超长线路出现的客观原因及国内超长线路规划建设可吸取的经验等, 以期同类城市轨道交通规划与设计提供借鉴。

关键词: 城市轨道交通; 超长线路; 线路长度; 统计分析

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2021)01-0022-07

Statistical Analysis and Thinking of Rail Transit Ultra-Long Lines

WEI Jianqiang^{1,2}, ZHOU Huli^{1,2}

(1. Shaanxi Railway and Underground Traffic Engineering Key Laboratory (FSDI), Xi'an 710043;

2. China Railway First Survey and Design Institute Group Corporation, Xi'an 710043)

Abstract: During the development of rail transit, a large number of ultra-long lines have appeared, along with many problems concerning the planning and construction of various provinces and cities. This paper summarizes the main factors that affect the length of the route, including urban planning and urban form, passenger flow benefits, economic and social benefits, time and speed target values, system standards and operation organization, and line accessibility. It further determines the range of ultra-long line length and, based on these statistics, analyzes and discusses domestic urban rail transit ultra-long lines and their characteristics — e.g. the objective reasons behind the emergence of ultra-long lines — to inform domestic planning, etc.; ultimately intending to provide a reference for similar urban rail transit design and planning.

Keywords: urban rail transit; ultra-long lines; line length; statistical analysis

随着城市化进程的不断推进, 城市规模不断扩大, 呈现多中心、组团式发展, 城市轨道交通在市民日常出行中扮演的角色越来越重要。同时, 城市轨道交通线路的规划与设计呈现出不断加长的趋势, 超长线路越来越多, 这类线路的建设也越来越受关注。

基于此, 笔者首先分析影响线路长度的因素, 然后梳理现有文献对线路长度的研究, 定性地确定超长线路的长度范围, 对国内已运营或在建的超长线路进行统计分析, 以期国内同类型线路的规划建设提供借鉴与参考。

收稿日期: 2019-12-05 修回日期: 2020-04-07

第一作者: 魏建强, 男, 工学硕士, 助理工程师, 主要从事城市轨道交通线路设计工作, 1174652723@qq.com

引用格式: 魏建强, 周虎利. 城市轨道交通超长线路统计分析思考[J]. 都市轨道交通, 2021, 34(1): 22-28.

WEI Jianqiang, ZHOU Huli. Statistical analysis and thinking of rail transit ultra-long lines[J]. Urban rapid rail transit, 2021, 34(1): 22-28.

1 对线路长度的研究

我国《城市轨道交通工程项目建设标准》^[1](以下简称“建设标准”)与《地铁设计规范》^[2]规定,城市轨道交通“每条线路长度不宜大于 35 km,对超长线路应以最长交路运行 1 h 为目标”。目前,对超长线路长度的界定还没有明确统一的标准。

文献[3]从时间目标值、线路串联区域和客流特征等方面对超长线路进行了分析,认为城市轨道交通线路长度宜在 15~35 km。这与现行《地铁设计规范》的规定较为一致。

文献[4]从交通效益、经济效益和社会效益出发,以效益最大化为目标,建立了线路合理长度的计算模型,发现客流强度在 2.0 万~3.5 万人次/(km·d)时的轨道交通单线合理长度取值为 14.7~45.7 km,且长度随客流强度的增强而增大。

文献[5]以运营收益最优化为目标,综合考虑工程建设费用、配置车辆购置费、运营维护费用、出行时间节约价值和客票收入等,按直线和环线两类线路,分别提出了城市轨道交通线路长度的优化模型。

文献[6]认为,从线路的上限来说,轨道交通全程运行时间为 1 h 左右较为合理,根据线路采用系统的平均旅行速度,可大致确定线路长度的上限;从线路的下限来说,线路过短不能适应出行需求,将使客流量大大降低,影响运营效果,建议城市轨道交通线路的长度或初期建设长度不短于该市相关区域全方式平均出行距离的 3~4 倍。

文献[7]认为,城市轨道交通的长度受到城市性质、规模、形态、功能分布、人口、就业、发展水平等的影响,各条线路都有其各自的特点,所以不存在普遍适用的合理长度。

2 线路长度的影响因素

2.1 城市规划与城市形态

城市轨道交通的规划与建设,应以城市上位规划为依据。就城市建成区而言,城市规划在很大程度上引导着城市轨道交通的发展,这是因为城市主城区多为建成区,综合设施和服务水平都相对较好,客流较为集中,居民的出行需求很大,地面交通拥堵,轨道交通的建设可以改善市民出行结构,缓解地面交通拥堵,建成区的规模大小在一定程度上影响着线路长度;对城市规划区而言,轨道交通的引入可以对规划的实现起到促进的作用,带动规划区的快速高质量发展^[3]。

我国地域宽广,城市形态各异,有川道河谷型城市(如兰州),也有平原城市(如西安)。城市形态影响城市规划与发展方向,进而影响城市轨道交通的走向和线路长度^[3,7]。

2.2 轨道交通的客流效益

城市轨道交通的功能是综合性的,如拓宽城市空间结构、提升城市地位、推动城市经济发展等,但最根本的功能还是其对于城市经济的影响,这种影响在很大程度上取决于轨道交通的客流效益。客流对于线路起终点的确定至关重要,而起终点又是确定线路长度的关键。因此,线路的起终点都应该有一定的客流来为线路提供初始客流,但线路起终点不应该设在大客流断面的位置,所以线路长度会进一步增加^[7]。

2.3 经济效益和社会效益

城市轨道交通作为城市的一种非常重要的基础设施,其投资巨大,工程建设及运营均需要投入大量的资金,国内鲜有城市轨道交通盈利的城市,且投资随着线路长度的增加而增加。与之类似,线路长度增加,建设成本和运营成本也会增加,二者之间相互制约。因此,线路长度应以社会效益和经济效益最大为原则,尽可能减少建设成本和运营成本,增加运营效益,寻求办法使得盈亏尽可能达到平衡,使轨道交通的发展能够最大限度地促进社会经济与城市发展。

2.4 时间和速度目标值

为实现城市轨道交通快速系统的时间距离目的,体现城市空间通达性的公众服务理念,同时为避免列车司机驾驶疲劳,城市轨道交通以单程运行时间 1 h 为基本约束条件,以旅行速度 35 km/h 计,线路运营长度在 35 km 内。按照这一原则,随着运行时间的减少和旅行速度的提高,线路长度会相应地增加,线路最高运行速度也须增大。但最高运行速度大于 100 km/h 后,地下线的隧道断面必须相应地增加,这必然增加工程投资。对于市域线,最高运行速度一般为 100~160 km/h,实际旅行速度为 50~80 km/h,按照运营 1 h 的原则,其线路长度宜控制在 50~80 km 内,但这只是从时间和速度目标值的角度考虑,未考虑运营的经济性及合理性。

2.5 系统制式与运营组织

不同的轨道交通系统制式具有不同的运输能力和设计速度,这导致运营车辆数量的差别,直接影响乘客出行时间和工程成本,表 1 列出了不同系统制式的部分参数。可以看出,对相同的线路长度而言,旅行

表 1 不同系统制式参数对比

Tab. 1 Comparison of parameters of different system standards

系统制式	地铁	轻轨	有轨电车	APM	中低速磁浮
旅行速度/(km/h)	35~40	25~35	15~25	25~30	50~60
车辆定员/(人/辆)	215~310	150~315	116~260	70~90	80~120
客运量/(万人次/h)	2.5~7.0	1.0~3.0	0.6~1.0	1.0~3.0	0.8~1.5

速度、车辆定员和客运量等都差别较大，其运行时间和对客流需求及线路长度的适应程度也有差别^[8]，选择合适的系统制式来匹配线路长度和客流需求，避免造成运能浪费显得尤为关键。

如果线路长度超过了 1 h 的时间目标值，乘客出行时间明显增加时，则需深入研究运营模式。设置越行站的方式虽可节约下车乘客的车站停靠时间，缩减其出行时间，但会增加被越行站部分乘客的候车时间。因此，设置越行站的行车组织方案应在深入研究后确定。

2.6 轨道交通的线路直达性

与其他公共出行方式有别，轨道交通很难直接到达乘客想要的目的地，往往需要走行较多的距离，所以线路直达性影响乘客出行效率，真正的直达比较难以实现。若一味地追求直达性，将直接增加轨道交通的线路长度，相应的投资和运营难度等都会增加。因此，合理规划交通一体化衔接方式，也是为了解决线路在网络运行中的通达性，包括便捷换乘和贯通直达的方式选择。

3 国内城轨交通超长线路

通过对现有文献的总结和梳理，超长线路以单程运行时间 1 h 为目标，旅行速度达到最高运行速度的 45%~50%为宜，据此计算，最高运行速度分别为 80、

100、120 km/h 时的旅行速度最高分别为 40、50、60 km/h，此时对应的线路长度分别为 40、50、60 km。文献[9]给出了最高速度 80、100、120 km/h 时的旅行速度、旅行时间、牵引能耗及车辆配置，120、100 km/h 相对于 80 km/h 的旅行速度增加明显，旅行时间节约较多，牵引能耗增大，车辆配置数量减少明显，车场规模也减少较多，但 100 km/h 时的土建投资不会增加太多，而 120 km/h 时的土建投资增加相对较多。基于此，在统计时暂将线路长度 50 km 及以上的线路定为超长线路。

3.1 统计概况

国内城市轨道交通超长线路的统计结果如表 2 所示。可以看出，国内最长的 3 条超长线路依次为成都的 13 号线、武汉的 7 号线和上海的 11 号线，目前已运营及在建的超长线路有 25 条，均采用了符合城市规模与发展及客流需求的 A 型或 B 型车辆，大多为 6 辆编组，有 4 条线路采用了 8 辆编组；最高运行速度均在 80 km/h 及以上，10 条线路采用了 80 km/h 的最高速度，8 条线路采用了 100 km/h 的最高速度，5 条线路采用了 120 km/h 的最高速度，采用 90 km/h 与 140 km/h 最高速度的线路各有 1 条；部分线路是与既有线路贯通运营，大多线路在建设中采用分期的建设方式，分两期甚至三期，仅 3 条线路未分期。

表 2 国内运营及在建城市轨道交通超长线路统计

Tab. 2 Statistics of the domestic ultra-long urban rail transit lines in operation and under construction

城市	线路	长度/km	分期情况	车型	编组/(辆/列)	设计时速/(km/h)	备注
北京	大兴线	50.7	与 4 号线贯通	B	6	80	2010 年开通
	10 号线(环线)	57.1	三期	B	6	80	2008 年开通
上海	2 号线	64	三期	A	8	80	2000 年开通
	9 号线	65.6	三期	A	6	80	2007 年开通
	11 号线	82.8	三期	A	6	100	2009 年开通
	16 号线	58.8	两期	A	6	120	2013 年开通
天津	6 号线	61	两期	B	7	80	2016 年开通
	9 号线	52.76	两期	B	4	100	2004 年开通
广州	3 号线	66.2	两期	B	6	120	2005 年开通
	4 号线	59.3	两期	直线电机 L 型车	4	90	2005 年开通

续表

城市	线路	长度/km	分期情况	车型	编组/(辆/列)	设计时速/(km/h)	备注
深圳	11 号线	51.7	—	A	8	120	2016 年开通
南京	S9 线	52.4	两期	B	4	120	2017 年开通
武汉	2 号线	60.8	三期	B	6	80	2012 年开通
	7 号线	88	三期	A	6	100	2018 年开通
	12 号线(环线)	59.8	三期	A	6	80	一期在建
成都	9 号线(环线)	69.6	两期	A	8	100	一期在建
	13 号线	100	两期	A	8	140	一期在建
大连	3 号线	63.45	两期	B	4	100	2003 年开通
杭州	1 号线	53.6	两期	B	6	80	2012 年开通
重庆	3 号线	66.1	两期	跨座式单轨	8	75	2011 年开通
	6 号线	75.88	两期	B	6	100	2012 年开通
	环线	51	两期	A	6	100	2018 年开通
西安	8 号线(环线)	50	—	A	6	80	在建
石家庄	2 号线	60.4	三期	A	6	80	在建
沈阳	环线	50	9、10 号线合并	B	6	80	2019 年开通
青岛	1 号线	60.11	两期	B	6	100	在建
	13 号线	67	—	B	4	120	2018 年开通

3.2 统计口径

- 1) 统计时间截至 2019 年 12 月 1 日。
- 2) 本次未统计铁路部门管辖的线路。
- 3) 成都地铁 13 号线在中心城区最高速度为 100 km/h, 外围最高速度为 140 km/h; 重庆环线于 2018 年开通东半环, 其余在建。
- 4) 分期建设的线路, 开通时间为一期工程开通运营的时间; 未分期建设的线路, 开通时间为全线开通运营的时间。
- 5) 线路运营里程和总里程长度仅供参考, 统计数字的小数位数不做统一处理, 避免引起更大的误差。

4 国内超长线路的特点

4.1 超长线路的规划

对统计的 27 条线路按开通年限分类, 结果如图 1 所示。可以看出, 国内开通运营及在建的轨道交通超长线路在逐年增加, 2015 年后开通及在建的线路数量增长明显, 因此对超长线路的提前规划尤为关键。规划时应结合城市规划、城市形态特征及城市发展方向做详细的分析, 在建设初期就必须做好规划(包括建设时序), 应合理定位, 做好客流预测, 切实根据城市财力物力资源及建设能力, 做到合理规划、有序建设。

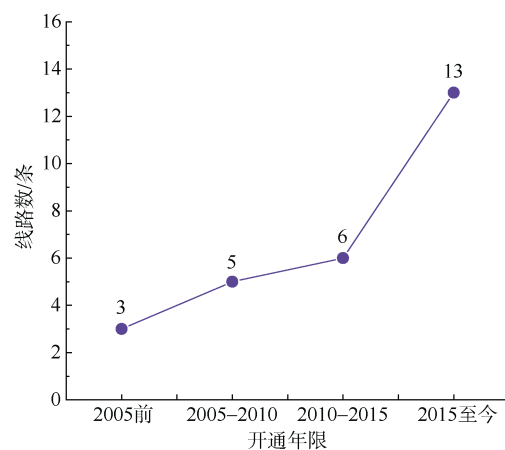


图 1 超长线路的开通时间

Fig. 1 Opening time of the domestic ultra-long lines

4.2 线路的分期建设

从国内目前已运营及在建的超长线路来看, 全部 27 条线路中仅有 3 条线路未分期建设, 其中西安地铁 8 号线为城区内的环线, 深圳地铁 11 号线有机场线的性质, 青岛地铁 13 号线有市域线的性质, 其余线路均分两期甚至三期建设, 部分线路采用后期建设延伸段的方式, 但往往随着时间推移, 因多种原因, 要求线网规划调整, 改变延伸的长度或方向, 成为超长线路。综合来看, 超长线路一般宜分期建设, 主要是因为城市发展需要一定的时间储备, 轨道交通的运营也需要

一定的客流支撑,当然特殊线路需要具体分析。具体分期建设时,也应考虑后期建设线路存在不稳定的变化风险,分段点需要预留灵活而可行的方案。首先,应考虑与城市规划的协调性,城市发展及线路所在区域的先后发展顺序;其次,应分析沿线对轨道交通需求的迫切性及客流强度;最后,应考虑工程投资、经济效益及建设实施难度,并结合车场选址及大宗用地规划等进行多方案比选,科学合理地确定分期建设方案^[10]。

4.3 车辆选型及编组

在 27 条线路中,12 条线路采用了地铁 A 型车,13 条线路采用了地铁 B 型车,采用跨座式单轨和直线电机 L 型车的线路均为 1 条,分别为重庆的 3 号线与广州的 4 号线,统计如图 2 所示。

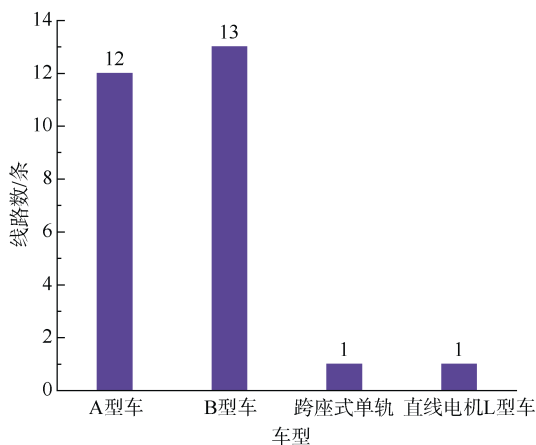


图2 超长线路的车辆选型

Fig. 2 Selection of vehicles for ultra-long lines

重庆市采用跨座式单轨主要与城市地形形态密切相关,该市属典型的山地槽谷型城市,跨座式单轨较A、B型车的爬坡能力更强,工程投资相对较省,客运量与旅行速度也比较适宜;直线电机L型车在国内使用得相对较少,目前广州地铁4、5、6号线均采用了该车型。

在车辆编组方面,16条线路采用了6辆编组,线路占比最多,5条线路采用了4辆编组,5条线路采用了8辆编组,仅1条线采用了7辆编组,即天津地铁6号线,统计如图3所示。

4.4 最高运行速度

本次统计的 27 条超长线路中,采用 80、100、120 km/h 的最高速度的线路分别有 11、8、5 条,采用 75(未在图中列出)、90 与 140 km/h 的线路分别有 1 条,统计如图 4 所示。

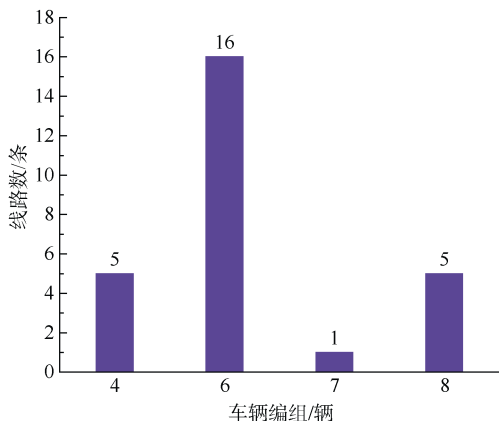


图3 超长线路的车辆编组

Fig. 3 Vehicle marshalling with ultra-long lines

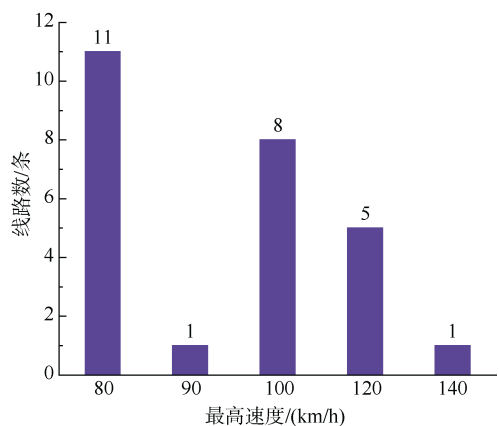


图4 超长线路最高运行速度及数量对比

Fig. 4 Comparison of the maximum running speeds and number of ultra-long lines

成都地铁 13 号线采用了 140 km/h 的最高速度,线路串联主城区、龙泉驿区、简阳新城、简阳新城,至天府国际机场,市区段平均站间距 2 km,采用 100 km/h 的最高速度,外围平均站间距 4 km,采用 140 km/h 的最高速度,既能满足城市内部的客运需求,也可以提高机场客流的服务水平;最高速度采用 120 km/h 的线路中,广州地铁 3 号线与深圳地铁 11 号线具有机场线的性质,均连接机场,平均站间距在 2 km 以上,适合最高速度 120 km/h 的线路;南京地铁 S9 号线为市域线,设站仅 6 座,平均站间距约 8.5 km;青岛地铁 13 号线为城际性质的线路,设站 23 座,平均站间距约 3 km;上海的 16 号线为郊区线路,设站 13 座,平均站间距约 4.5 km。最高速度采用 80 km/h 的线路除石家庄地铁 2 号线连接主城区与正定新区外,其余大多为市区线路,由于城区发展水平都相对较高,受线路条件、站间距及客流需求等方面的限制,最高运行速度多采用 80 km/h。

从开通运行的时间来看,最高速度 100 km/h 及以上的线路在逐年增加,2015 年以前开通的 100 km/h 的超长线路仅 6 条,2015 年以后增长迅速。由此可见,我国超长线路正朝着快速交通的方向前进,轨道快线越来越多,统计如图 5 所示。

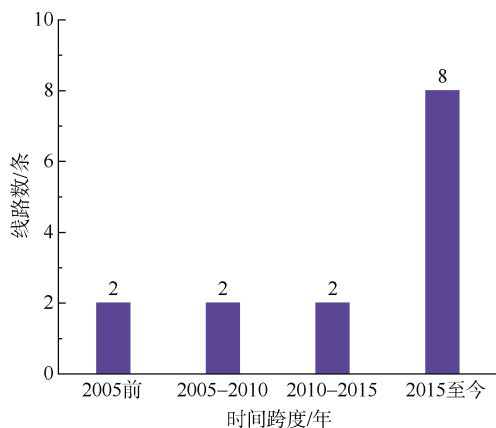


图 5 100 km/h 及以上速度的超长线路
Fig. 5 Ultra-lines at 100 km/h and above

4.5 轨道交通环线

本次统计的 27 条线路中,有 5 条线路为轨道交通环线,其中包含 4 条独立环线和 1 条共线环线^[11];除西安地铁 8 号线外,其余 4 条线路均采用分期建设的方式;最高运行速度除成都地铁 9 号线采用 100 km/h 外,其余均为 80 km/h;车型方面,除沈阳地铁环线与北京地铁 10 号线采用 B 型车外,其余均采用 A 型车;车辆编组方面,除成都地铁 9 号线采用 8 辆外,其余均采用 6 辆编组。轨道交通环线的建设表明,我国城市轨道交通的发展已达空前的规模,所以关于轨道交通环线的研究也应该重点关注。

5 关于超长线路的思考

5.1 超长线路出现的客观原因

超长线路的出现原因众多,总的来说可以归纳如下:

- 1) 城市在发展过程中出现多个卫星城或组团;
- 2) 城市市区范围较大,内部发展已经无法满足城市发展需求,需向外围扩张至部分乡镇;
- 3) 城市市区范围较大,市区发展成熟,需要环线来缓解城市交通压力;
- 4) 城市形态呈现带状分布,如兰州目前正在规划建设的 4 号线,其线路长度就超过了 50 km;
- 5) 随着我国航空业的发展和机场周边的建设,大

多数城市都在加紧规划建设空港新城,为提高机场服务水平,在城市轨道交通线网规划中规划了机场线,线路连接城市中心、新城中心和交通枢纽,如成都的 13 号线。

5.2 国内超长线路建设的经验

超长线路在规划建设中可以按照市区线、市域或城际线、机场线来划分,合理确定其线路性质与特点。目前,国内大多数城市在轨道交通线网规划中都有超长线路加入,是否需要规划建设超长线路,应该根据各个城市的实际情况客观分析后确定;一旦规划建设势在必行,就应该全线整体规划,给线路以合适的功能定位,确定线路是市区线路、市域或城际线路还是机场性质的线路,再根据线路需要、城市自身的财政情况等分期或全线建设,具体的分期情况需要经技术经济论证后确定。

在确定车辆选型及编组时,可参考国内已运营线路,但车辆编组仍然要以具体线路的客流特征及需求来具体分析、合理确定。

城市主城区的超长线路多采用 80 km/h 的最高速度,市域或城际线、机场线采用的速度相对较高,多采用 100、120 km/h 的最高速度,经过科学的经济技术论证后,可以采用 140 km/h 甚至更高的最高速度。

6 结论

通过对已运营及在建的超长线路的统计分析,主要得出如下结论:

- 1) 国内已运营的超长线路按照性质,大致可以分为市区(快)线、市域或城际线、机场线三类;
- 2) 国内早期开通运营的超长线路大多以分期的方式进行建设,首先开通一期工程,全线建成后贯通运营;
- 3) 国内目前的超长线路主要以 A、B 型车,6 辆编组为主;
- 4) 本次统计的市区线采用 80 km/h 的速度目标值,市域或城际线、机场线的速度目标值多采用 100~140 km/h。

运行交路与客流密切相关,超长线路因行走的区域相比传统线路更为特殊,客流有其自身的独特性,所以运行交路会有所不同。因为数据采集的原因,本文未对国内已运营超长线路的客流与运营交路进行统计分析,后期将在这方面做进一步的研究。

参考文献

- [1] 城市轨道交通工程项目建设标准: 建标 104—2008[S]. 北京: 中国计划出版社, 2008.
- [2] 地铁设计规范: GB 50157—2013[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
- [3] 沈景炎. 关于城市轨道交通线路长度的研究和讨论[J]. 都市轨道交通, 2008, 21(4): 5-9.
SHEN Jingyan. Discussion on the length of an urban rail transit line[J]. Urban rapid rail transit, 2008, 21(4): 5-9.
- [4] 卢皓月, 朱志国. 城市轨道交通线路合理长度的计算模型[J]. 交通运输工程与信息学报, 2015, 13(3): 88-93.
LU Haoyue, ZHU Zhiguo. Calculation model of reasonable length of urban rail transit line[J]. Journal of transportation engineering and information 2015, 13(3): 88-93.
- [5] 罗小强, 陈宽民. 城市轨道交通线路最优长度确定模型[J]. 交通运输工程学报, 2010, 10(3): 62-66.
LUO Xiaoqiang, CHEN Kuanmin. Determined models of optimal length for urban rail transit line[J]. Journal of traffic and transportation engineering, 2010, 10(3): 62-66.
- [6] 雷磊, 罗霞. 关于城市轨道交通线路合理长度的讨论[J]. 都市轨道交通, 2008, 21(4): 12-14.
LEI Lei, LUO Xia. Discussion on the reasonable length of an urban rail transit line[J]. Urban rapid rail transit, 2008, 21(4): 12-14.
- [7] 金锋. 城市轨道交通线路的合理长度[J]. 都市轨道交通, 2008, 21(4): 1-4.
JIN Feng. Reasonable length of an urban rail transit line[J]. Urban rapid rail transit, 2008, 21(4): 1-4.
- [8] 龚倩, 顾保南. 城市轨道交通线路合理长度决策模型研究[J]. 城市轨道交通研究, 2012, 11(1): 24-28.
GONG Qian, GU Baonan. Decision model of reasonable line length for urban mass transit[J]. Urban mass transit, 2012, 11(1): 24-28.
- [9] 苏梅, 李建新. 我国城市铁路最高设计速度值研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2004, 4(4): 64-67.
SU Mei, LI Jianxin. Maximum design speed for urban railways of China[J]. Journal of transportation systems engineering and information technology, 2004, 4(4): 64-67.
- [10] 马晋, 王俏. 超长轨道交通线分期建设及运营方案分析探讨[J]. 铁道标准设计, 2014, 58(1): 53-56.
MA Jin, WANG Qiao. Analysis and discussion of staged construction scheme and operation scheme of super-long rail transit line[J]. Railway standard design, 2014, 58(1): 53-56.
- [11] 江永. 武汉城市轨道交通环线设置分析[J]. 城市轨道交通研究, 2009, 5(1): 13-17.
JIANG Yong. On the ring line of Wuhan urban rail transit network[J]. Urban mass transit, 2009, 5(1): 13-17.

(编辑: 郝京红)

(上接第21页)

在供需研究中, 应着重对时间、空间和发展阶段等三个维度进行全面梳理分析, 从网络的角度逐线进行判断, 才能明确各铁路公交化项目能不能利用、值不值得利用、怎么利用、能利用多久, 进而明确其网络定位及利用策略, 以提高铁路公交化的可持续发展能力。

参考文献

- [1] 郭竹学. 金山铁路市郊列车的开行及相关问题探讨[J]. 铁道经济研究, 2015(2): 1-5.
- [2] 成都轨道交通线网规划修编及相关专题[R]. 北京: 中国地铁工程咨询有限责任公司, 2016.
- [3] 刘迁, 张杰. 城市轨道交通市域快线发展的实践与思考[J]. 城市交通, 2020, 18(1): 12-15.
LIU Qian, ZHANG Jie. Thoughts on metropolitan rapid rail transit development[J]. Urban transport of China, 2020, 18(1): 12-15.
- [4] 宋元胜, 魏德勇, 周天星. 三铁融合综合轨道交通方案研究路径探讨[J]. 铁道工程学报, 2018, 35(10): 1-5.
SONG Yuansheng, WEI Deyong, ZHOU Tianxing. Exploration on the path of integrated rail transit scheme with three-railway integration[J]. Journal of railway engineering society, 2018, 35(10): 1-5.
- [5] 成都市三铁融合总体方案研究报告[R]. 成都: 中国中铁二院工程集团有限责任公司, 2017.
- [6] 成都轨道交通建设规划及相关专题[R]. 北京: 中国地铁工程咨询有限责任公司, 2018.
- [7] 李连成. 推进市域(郊)铁路有序发展的思考[J]. 中国铁路, 2017(7): 9-12.

(编辑: 郝京红)