

# 上海市新城中运量公交系统适应性研究

李鲁玉

(上海城市交通设计院有限公司, 上海市 200025)

**摘要:**为发挥不同中运量公交系统的功能优势,提高新城公共交通体系的服务水平和运营效率,结合新城城市发展特征,构建上海市新城中运量公交系统适应性指标体系和层次分析适应性模型,评估不同制式中运量系统与新城间的适应性,根据各中运量公交系统制式的综合评价价值提供新城选型决策依据,使得中运量公交系统适应新城城市特征,新城内部公共交通服务满足新城发展需求。

**关键词:**中运量公交系统;五大新城;层析分析法;适应性分析

**中图分类号:**U491.1<sup>+</sup>7

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-7716(2023)09-0090-04

## 1 研究背景

为响应国家“公交都市”建设,支撑“双碳”目标,以“绿色、低碳、智慧”为特征的中运量公交系统成为了未来公共交通的发展方向,在上海“3个1000 km”轨道交通交通网络布局中,有1000 km是中运量系统,其中70%在郊区建设。

根据《上海市城市总体规划(2017—2035年)》,将嘉定、松江、青浦、奉贤、南汇等新城培育成长三角城市群中具有辐射带动作用的综合性节点城市<sup>[1]</sup>。伴随着新城能级提升,新城内部公交发展将发挥支撑作用,这对新城内部的公共交通服务提出了更高的要求。目前,各个新城都在积极探索新城内部的中运量发展模式,例如电子导向胶轮系统(临港新片区中运量T1示范线),现代有轨电车(松江有轨电车T1线、T2线),BRT(奉浦快线)。

自疫情以来,上海市常规公交总客流量下降约25%,中运量公交系统客流量下降仅10%(与轨道交通相仿)且奉浦快线、松江有轨电车已经超过疫情前水平。在目前公共交通客流下降发展态势下,中运量公交系统是性价比更高的新型公共交通方式。

由于中运量公交系统要素的差异性,中运量系统在单向客运能力、运营速度等方面存在差异性,其公共交通服务功能也有所不同。对于新城而言,中运量系统选型要素要考虑满足城市社会经济、公共交通发展需要,运能需要,占地需要,另外还需要根据

区财政水平等实际选择<sup>[2]</sup>。

为使中运量公交系统适应新城城市特征,公共交通服务满足新城发展需求,本文对不同制式的中运量公交系统与新城之间的适应性进行评估,提供新城中运量公交系统科学选型依据。

## 2 上海市新城中运量公交系统分析

中运量公交系统(Medium-Capacity Transit System)是介于大运量轨道交通和小运量常规公交之间的运输方式,单向运能约0.5~1.5万人/h,采用相对独立的路权、相对独立的车站、大容量可水平乘登的车辆、售检票系统、智能运营和管理系统,并保留公交的灵活调度特性<sup>[3]</sup>。

### 2.1 中运量公交系统分类

目前,常见的中运量制式包括跨坐式单轨、悬挂式单轨、中低速磁浮系统、自导向轨道、有轨电车系统、导轨式胶轮系统、电子导向胶轮系统(DRT)和快速公交系统(BRT)等,如图1所示。

不同中运量制式的运输旅速和运输能力存在一定的差异,如图2所示。其中,现代有轨电车和DRT的运输能力一般为0.5~1.2万人/h,BRT的运输能力一般在0.2~1.5万人/h;现代有轨电车的运输旅速为13~23 km/h,DRT的运输旅速为15~25 km/h,BRT的运输速度略高于现代有轨电车和DRT,一般在18~30 km/h<sup>[4]</sup>。

### 2.2 新城现有中运量公交系统

截至2021年底,上海市范围内建成运营中运量线路6条,规模约100 km,日均客流约9万乘次/d,其中有4条在新城内建设,如图3所示。

收稿日期:2022-12-12

作者简介:李鲁玉(1993—),女,工学硕士,助理工程师,从事中运量规划设计。

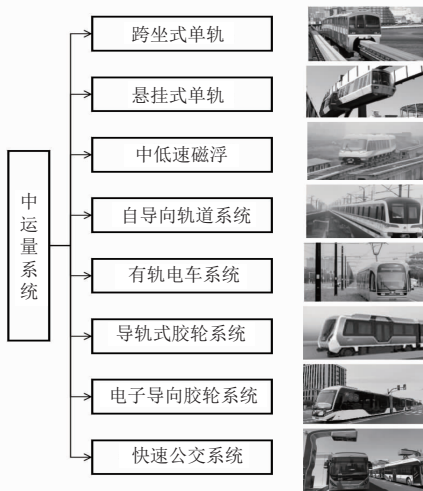


图1 常见中运量公交系统分类

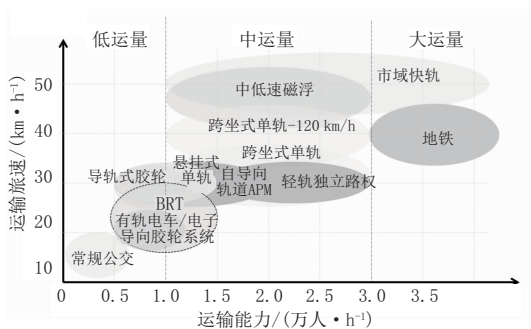


图2 常见中运量公交系统功能特征



图3 上海已建中运量公交系统

松江有轨电车 T1 线、T2 线,总长 29.8 km。运营速度为 13 km/h,现状 1 号线日均客流约为 1.4 万乘次/d, 2 号线日均客流为 1.2 万乘次/d。

奉贤新城已开通奉浦快线,全长 20.6 km,共有 13 个站点,日均客流 1.3 万乘次/d,专用路权占比 78%,全线运营速度约 26 km/h,线路的高水平服务赢得了周边市民的一致好评。

临港新片区中运量 T1 示范线,由滴水湖至鸿音广场,线路长度 21.7 km。T1 示范线车辆采用电子导向胶轮系统制式,是全球首条 DRT 数字轨道电车,行程速度约 25 km/h。线路于 2021 年 6 月 30 日正式

投入运营,根据《2021 上海市公交客流调查年度报告》,客流处于南汇新城公交线路第二位,日均客流量可达到 8 000 乘次/d,目前客流还在培育增长中。

### 3 中运量公交系统适应性模型构建

#### 3.1 适应性指标体系

中运量系统指标体系由目标层、准则层、指标层、方案层四层组成。目标层即为新城公共交通中运量制式选择;准则层包括人、车、路、站/场、智能交通、品质化、经济效益以及其他方面的系统特征等,涵盖中运量公交系统从规划、设计、建设到运营全周期,全面反映中运量公交系统选型影响要素;指标层由 1 级指标与 2 级指标构成,2 级指标隶属于 1 级指标,是反应系统各方面具体的、易于评价的和参考的指标。通过对各制式系统特征进行综合评估,为新城选型提供依据。

针对应用面广,对上海市重点发展的中运量制式开展比选研究,方案层为现代有轨电车、DRT、BRT 三种参考制式。适应性指标体系结构见表 1。

表 1 中运量系统选型适应性指标体系

准则层	指标层		制式类型		
	一级指标层	二级指标层	现代有轨电车	DRT	BRT
人	预测	日客流量/(人·km <sup>-1</sup> )	≥ 1 500	≥ 700	≥ 700
		现状日客流量/(人·km <sup>-1</sup> )	≥ 1 000	≥ 500	≥ 500
车	效率	运能/(万人·h <sup>-1</sup> )	0.5~1.2	0.5~1.2	0.2~1.5
		转弯半径/m	25	15~18	12
		设计速度/(km·h <sup>-1</sup> )	≤ 70	≤ 70	≤ 60
		运营速度/(km·h <sup>-1</sup> )	13~23	15~25	18~30
路	站/场	能耗/(kW·h·100 km <sup>-1</sup> )	650	200	120
		路权比例/%	100	≥ 80	≥ 60
智能交通	特有特点	行程时间可靠性	优	较优	较优
		循迹导向	无	有	无
		高级辅助驾驶	无	有	无
品质	建设成本/(亿元·km <sup>-1</sup> )	城市发展引导性	优	优	较优
		新城可达性(30~40 min)/km	6.5~15.5	7.5~16.5	9~20
经济效益	其他	车辆购置费/(万元·pcu <sup>-1</sup> )	1 700~1 800	1 800	200
		运营成本/(万元·万 km <sup>-1</sup> )	40	33	17
		建设周期/a	2~3	1~2	1~2

3.2 层次分析适应性模型

层次分析适应性模型实现步骤为<sup>[4]</sup>:

(1)模型为多层次结构,包括目标层、准则层、指标层、方案层。基于新城中运量通道现状与规划资料,按照表2标度值,通过专家问卷调查对各评价指标与方案的相对重要性/相对优劣进行评价,综合专家所给出的评分构建准则层、指标层及方案层判断矩阵。

表2 比较标度值表

标度值	9	7	5	3	1
准则指标	重要	较重要	一般	较不重要	不重要
方案	优	较优	一般	较差	差

(2)在每一层可按照某一规定准则将该层要素进行两两比较,建立判断矩阵,通过计算判断矩阵的最大特征值以及对应的正交化特征向量,得出该层要素对于该层准则的权重。各准则层指标相对权重参照表3。

表3 准则层判断矩阵与相对权重样表<sup>[3]</sup>

准则指标	人	车	路	站/场	智能交通	品质化	经济效益	其他	和	相对权重
人										
车										
路										
站/场										
智能交通										
品质化										
经济效益										
其他										

(3)采用求和法计算出各层要素对于总体目标的组合权重,从而得到各制式方案的综合评价价值,样表参照表4,根据综合评价价值的大小进行新城内部中运量公交系统制式的选型推荐。

4 新城中运量公交系统适应性分析——以奉贤新城为例

根据《上海市奉贤区总体规划暨土地利用总体规划(2017—2035)》,奉贤新城将建设4条新城局域线,长度约45 km,构建“两横四纵”公共客运走廊,如图4所示。

目前,奉贤新城日出行量为98万人次/d,其中内部出行占比55.2%,与海湾区域联系占11.1%,与

表4 中运量公交制式适应性评价权重样表<sup>[4]</sup>

准则层		指标层			方案层		
评价指标	权重	一级指标层	二级指标层	权重	现代有轨电车	DRT	BRT
人		现状日客流量/(人·km <sup>-1</sup> )					
车	效率	运能/(万人·h <sup>-1</sup> )					
		转弯半径/m					
		运营速度/(km·h <sup>-1</sup> )					
		设计速度/(km·h <sup>-1</sup> )					
		能耗/(kW·h·100 km <sup>-1</sup> )					
路		路权比例/%					
站/场		停车场/(m <sup>2</sup> ·车 <sup>-1</sup> )					
智能交通	专有特点	行程时间可靠性					
		循迹导向					
		高级辅助驾驶					
品质		城市发展引导性					
		新城可达性(30~40 min)/km					
经济效益		建设成本/(亿元·km <sup>-1</sup> )					
		车辆购置费/(万元·辆 <sup>-1</sup> )					
		运营成本/(万元·万 km <sup>-1</sup> )					
其他		建设周期					
综合评价价值							
综合排序							

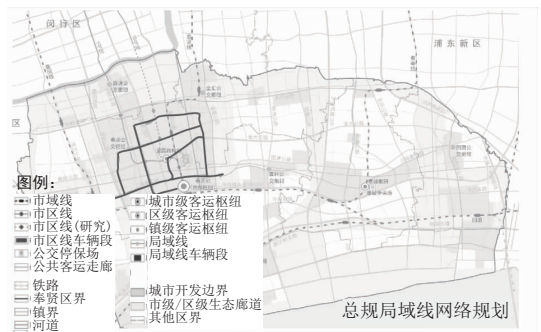


图4 奉贤新城局域线网络规划

中心城联系占15.2%,南北向出行为主要方向,如图5所示。新城内部平均出行距离约3.6 km,是慢行和公交方式的优势区间。

采用层次分析法,结合奉贤新城城市特征,对方案层中运量公交系统制式进行评估。三种制式的适应性评估结果如下:现代有轨电车综合评价价值为0.22,DRT综合评价价值为0.36,BRT综合评价价值为0.42,见表5。

根据上述结果,推荐奉贤新城内部中运量公交系统采取BRT制式,这与奉贤新城既有奉浦快线制式统一,同时可以充分发挥网络运营效益,并实现了

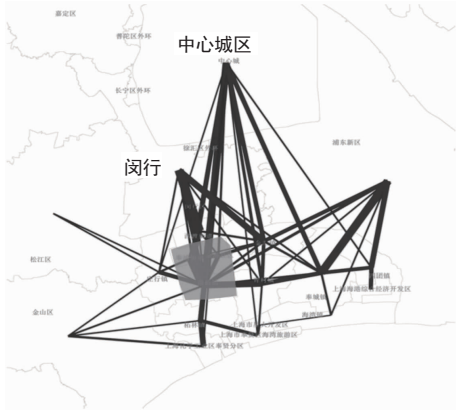


图 5 奉贤新城居民出行分布

资源共享。

### 5 结 语

本文基于上海市已建中运量公交系统基础数据,构建中运量公交系统选型指标体系,采用层次分析法确定各项指标权重,形成中运量公交系统适应性模型,用以评估参考中运量系统制式与各新城之间的适应性,发挥中运量公交系统各制式的功能优势,提供了新城中运量公交系统选型依据。

本文以奉贤新城为例印证了模型的应用效果。现代有轨电车、DRT 和 BRT 三种参考制式的综合评价排序结果表明,BRT 制式与奉贤新城的适应性更好,推荐奉贤新城采用 BRT 制式,这与奉贤新城内部已建设、技术成熟、客流效益水平较高的奉浦快线相符,从而验证了本文提出模型的可靠性。

#### 参考文献:

[1] 上海市人民政府.上海市城市总体规划(2017—2035 年)[R].上海:上海市人民政府,2018.  
 [2] 武莹.郊区新城中运量系统分析及选线研究[J].上海建设科技,2019(3):21-25.  
 [3] CJJ/T 114—2007,城市公共交通分类标准[S].  
 [4] 冯树民.交通运输工程[M].北京:知识产权出版社,2004.

表 5 奉贤新城中运量公交制式适应性评价权重表

准则层		指标层		方案层			
评价 指标	权重	一级 指标层	二级指标层	权重	现代有 轨电车	DRT	BRT
人	0.18	客流走廊 客流强度 / (人·km <sup>-1</sup> )	预测日 客流量 / (人·km <sup>-1</sup> )	0.5	0.2	0.4	0.4
			现状日 客流量 / (人·km <sup>-1</sup> )	0.5	0.2	0.4	0.4
车	0.18	效率	运能 / (万人·h <sup>-1</sup> )	0.3	0.25	0.25	0.5
			转弯半径 /m	0.1	0.2	0.3	0.5
			设计速度 / (km·h <sup>-1</sup> )	0.1	0.4	0.4	0.2
			运营速度 / (km·h <sup>-1</sup> )	0.3	0.2	0.3	0.5
			能耗 / (kW·h·100 km <sup>-1</sup> )	0.2	0.2	0.3	0.5
路	0.16		路权比例 /%	0.5	0.2	0.35	0.45
			路权时段	0.3	0.2	0.3	0.5
			常规公交共享性	0.2	0.2	0.4	0.4
站 / 场	0.05		场站 / 车辆基地 / (m <sup>2</sup> ·车 <sup>-1</sup> )	1	0.2	0.2	0.6
智能 交通	0.05	专有特点	行程时间可靠性	0.4	0.4	0.3	0.3
			循迹导向	0.3	0	1	0
			高级辅助驾驶	0.3	0	1	0
品质	0.1		城市品质	0.3	0.4	0.4	0.2
			城市发展引导性	0.4	0.4	0.4	0.2
			新城可达性 (30~40 min)/km	0.3	0.25	0.3	0.45
经济 效益	0.2		建设成本 / (亿元·km <sup>-1</sup> )	0.4	0.2	0.4	0.4
			车辆购置费 / (万元·辆 <sup>-1</sup> )	0.2	0.2	0.2	0.6
			运营成本 / (万元·万 km <sup>-1</sup> )	0.4	0.2	0.3	0.5
其他	0.08		建设周期	1	0.2	0.4	0.4
综合评价值				0.22	0.36	0.42	
综合排序				3	2	1	

## 《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: [cdq@smedi.com](mailto:cdq@smedi.com)