

智轨公交在长三角交通一体化中的辅助作用探讨

——以苏州三条智轨线方案为例

潘尧

上海市上海同异城市设计有限公司

摘要: 国家政策明确提出强化中运量公交在多层次轨道交通系统中的辅助配套功能,通过中运量线路直连主要交通枢纽、就业中心和重要景区。智轨作为中运量公交系统的新制式,能够在长三角多层次轨道交通一体化发展中发挥积极的辅助作用,为城区与城区、城区与景区以及邻近城市之间公共交通出行提供一种全新的解决方案。本文以苏州为例,结合资料分析和实地调研,从规划层面提出花奥线、太嘉线和同周线三条智轨线方案,以期为苏州融入长三角交通一体化发展提供新的思路和参考。

关键词: 智轨; 中运量公交; 长三角交通一体化; 辅助作用; 苏州市

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.10.060

引言

长三角跨区域通勤、通学、商务、旅游等客流需求不断增长,交通出行呈现“同城化、通勤化、高频次、中短距离、高时间价值^[1]”等特征。苏州作为长三角城市群重要的中心城市之一,城际铁路和市域(郊)铁路建设尚处于初级阶段,城市轨道交通系统以服务于中心城区为主,难以满足城市郊区至中心城区以及郊区城镇之间的同城化通勤化交通出行需求。智轨是一种融合了现代有轨电车和快速公交系统(BRT)两种制式优点^[2],兼顾运能和经济性的新型中运量公交制式^[3]。目前对于智轨的研究主要集中在车辆技术和市场定位层面,而从规划层面研究智轨在区域交通一体化中的功能作用和选线方案相对较少。

一、长三角交通一体化背景研究

(一) 国家政策支持

随着长三角一体化发展上升为国家战略,国家和地方陆续出台《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》《长江三角洲地区交通运输更高质量一体化发展规划》《长江三角洲地区多层次轨道交通规划》等一系列政策和规划,强调优先发展城市公共交通,提升出行服务品质,提高公共交通服务城市群内跨城通勤和重要旅游景区的能力。

2023年2月,国务院批复《长三角生态绿色一体化发展示范区国土空间总体规划(2021-2035年)》,首次提出强化中运量公交辅助配套功能,构建服务城镇簇群的中运量公交系统,中运量线路直连主要交通枢纽、就业中心和重要景区,承担各城镇簇群内主要城镇之间和内部的交通联系。各城镇簇群布局3-5条主要中运量公交线路,线路长度10-25km,保障路权、信号优先^[4]。

(二) 交通出行特征

1. 沪苏跨城通勤出行需求大、频次高

根据《2022年长三角城市跨城通勤年度报告》,苏州是流入上海跨城通勤客群的主要居住地,约占通勤客群总规模的90%。其中,昆山市、太仓市和苏州城区与上海市域通勤联系排名靠前,分别占苏州与上海市域跨城通勤总量的76.9%、16.2%和5.3%。在上海市域以外跨城通勤热点居住地中,居住在苏州工业园区的跨城通勤客群比例最高,达到72.82%。在不同频次的通勤客群中,以工作日每日往返于居住地与工作地的数量最多^[5]。

2. 市内通勤出行逐渐向市域范围扩大

以苏州为例,随着城市框架的拓展以及姑苏区、工业园区等中心城区对市域服务辐射能力持续增强,通勤出行不断向市域范围扩大,市区边界效应逐渐弱化^[1]。根据统计,2020年昆山与苏州市区日出行量达到16.6万人次·d⁻¹,并呈现明显早晚高峰通勤出行特征,并且二者之间60%以上的出行量集中在姑苏区、苏州工业园区等城市中心区。

二、智轨的技术特点、应用场景及选线原则

智能轨道快运系统(简称“智轨”)是我国自主研发的具有轨迹跟随和自主导向能力的虚拟轨道胶轮电车^[6],融合了现代有轨电车和快速公交系统(BRT)两种制式的优点,是一种兼顾运能和经济性的中运量公交新制式。

(一) 智轨技术特点

智轨相比现代有轨电车具有综合造价更低、审批程序更简单、建设周期更短、运营调度更灵活等优势,同时与BRT相比载客量、安全性、舒适性与智能化水平更高^[6]。

1. 造价低,适应性强

智轨综合造价在4000-5000万元/km左右^[2],约为现代有轨电车的1/3,略高于BRT。智轨线路建设周期短,从开工建设到投入运营一般只需要半年左右。同时,智轨不需要铺设钢轮钢轨,对既有道路和市政设施改造较小,在线路规划上更具灵活性,对决策调整留有余地^[3],可根据城市发展需要调整线路。

2. 运量大,编组灵活

智轨车辆设计与现代有轨电车相似,采用双车头设计,可以双向行驶,车辆无须掉头,并采用多节编组的胶轮低地板电车,可按照2-5节车厢进行灵活编组,其中3节编组载客量达300人以上,5节编组载客量达500人以上^[2]。

3. 速度快,运行灵活

智轨设计速度最高为70km/h,平均旅行速度可达25-40km/h,车体采用轻量化设计,三节编组长约31.64m,最小转弯半径为15m,与12m大巴车转弯半径

相当,远小于现代有轨电车(25m)^[6],爬坡能力高达13%^[3],可与交通信号有效联动,实现路口优先通行,确保快速、准时。

4. 储能式,节能环保

智轨适应新能源发展趋势,全线不设架空电缆和接触网,采用快充新能源电池、超级电容等多种储能式供电方式。如采用锂电池供电,一次充电可运行70km以上,补充充电10min可续航25km^[3],是一种绿色、环保、节能的新型交通工具,符合绿色低碳出行,可助力实现“双碳”目标。

(二) 智轨功能价值

1. 作为大城市轨道交通系统的辅助和补充

部分大城市由于城市空间拓展速度与轨道交通建设时序不匹配,导致部分区域尤其是城市郊区存在轨道交通覆盖盲区。智轨可以发挥重要的辅助作用,承担城市轨道交通系统的补充、加密、接驳、延伸、过渡等功能^[7],织补轨道交通网络,相互喂给客流,还可以作为轨道交通建设期间的过渡方案,为远期轨道交通线路培育客流。

2. 作为中小城市公共交通系统的骨干

对于一些客流需求较大但不具备建设地铁、轻轨等大运量轨道交通条件的中小城市,尤其是类似宜宾这种呈带状组团式布局的城市,智轨可以服务城市主要客流走廊,发挥相当于地铁、轻轨等大运量轨道交通的作用,网络化运营后可以承担城市的骨干交通网络功能^[7],提供高品质、高可靠性的公共交通服务。

3. 作为旅游景区观光型公共交通线

针对部分游客量较大,以自驾游为主,或者依靠常规公交难以满足游客接驳和集散需求的旅游景区,智轨可作为观光型公共交通线,大大减少线路上小汽车和公交车的数量(见图1),缓解景区停车难问题。如五台山、九寨沟等景区,旅游旺季日均游客接待量均在3万人次以上,可考虑建设游客中心至核心游览区的智轨公交线,减少自驾车出行,提升常规公交运能,提高游览舒适性、安全性和体验性,保护景区生态环境。

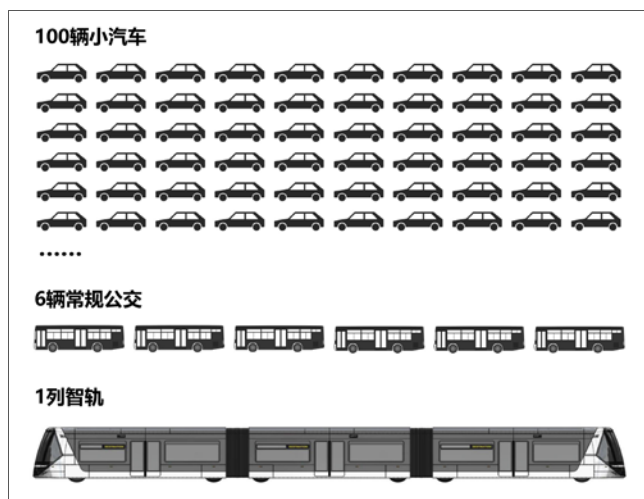


图1 300人出行不同交通模式的车数对比示意图
资料来源:作者自绘

(三) 智轨应用案例

截至目前,国内已有宜宾、株洲、苏州、哈尔滨、西安等城市开通运营多条智轨线路。其中,宜宾智轨T1线是全球第一条商业运营的智轨线路,全长21.4km,呈东西向直线贯穿城市中心区,是宜宾市区最重要的客流通道之一。自2019年12月5日开通试运营以来,日均客流量超过2万人次,累计客流量超过1000万人次,列车正点率为98.42%,平均旅行速度达到27Km/h,已成为沿线市民出行首选和城市一道靓丽的风景线。(见图2)



图2 宜宾智轨T1线

资料来源: a为作者自绘, b、c、d为作者自摄

(四) 智轨选线原则

智轨选线以需求和服务为导向,强调与客流需求、道路空间和城市规划相匹配,实现智轨与其他交通方式融合共赢。

1. 尽量满足快速公交系统(BRT)技术要求,确保线路畅通。其中,线路长度大于15km,线路尽量平直少拐弯,尽量选择双向六车道道路。
2. 尽量接驳主要交通枢纽、大型公共设施、就业中心和旅游景区,方便市民和游客出行。
3. 尽量兼顾通勤交通与旅游交通,均衡布置城区至城区、城区至景区以及景区内部线路。

三、苏州发展智轨公交的必要性和辅助作用

苏州作为国家公交都市建设示范城市,在加快建设城市轨道交通的同时,积极推进智轨公交先行先试。2021年11月1日,长三角一体化示范区首条智轨线——吴江T1示范线正式开通初期试运营,旨在解决苏州轨交4号线与同里古镇之间“最后一公里”交通出行难题。2022年10月5日,苏州市委市政府召开城市轨道交通专题会议,提出要着力打造多层次轨道交通体系,积极推行智轨等交通方式。从吴江区的“示范应用”到苏州市的“积极推广”,进一步凸显了苏州发展智轨公交的必

要性和辅助作用。

（一）弥补轨道交通网络覆盖不足

苏州已开通运营和正在建设的轨交线路主要服务中心城区，郊区轨交网络覆盖不足，服务能力薄弱，尤其是吴江、昆山、太仓等区域。苏州轨交第四期建设规划尚在编制，由于轨交线路从规划编制到批复通过再到建成投运一般需要8-10年，因此，在轨交建成投运之前，迫切需要高品质的中运量公交系统提前提供服务，为远期轨交线路培育客流。

智轨较城市轨道交通投资省、建设周期短，较常规公交服务优、准点率高，在轨交网络覆盖不足或者轨交实施条件受限且常规公交无法满足服务水平的前提下，建设智轨可以满足居民通勤、就医、旅游等多元化、高品质出行需求。

（二）支撑轨道交通与城市空间协同发展

苏州作为典型的多中心、组团式发展城市，“一核双轴”空间格局基本形成，而现状轨交网络与城市空间发展的匹配性不佳，对城市发展主轴的集聚效益不显著^[8]。已开通的线路对于东西向发展主轴的支撑不足，尤其是苏州工业园区至昆山南部高新区和花桥经济开发区缺乏轨交线路覆盖。

减少智轨可以改善城市公共交通系统，通过“地铁+智轨”支撑和引导城市空间结构与功能布局优化，加快市域一体化发展。

（三）提高城市公共交通出行分担率

截至2019年底，苏州市区私人小汽车拥有量达350.49万辆，而公共交通出行分担率不足20%。依据《苏州市国土空间总体规划（2021-2035年）》（公示稿）和《苏州市综合交通体系规划（2017-2035年）》，到2035年，公共交通出行分担率将达到35-40%。

智轨能够提供中长距离、中高品质和差异化的公共交通服务，满足居民日益增长的个性化出行需求，能够有效衔接轨道交通与常规公交，引导个体机动化出行方式向集约化公共交通出行方式转移，促进交通出行结构合理化。

四、苏州三条智轨线方案

（一）花奥线：提供沪苏通勤新方式

1. 线路的必要性

目前，苏州和上海之间通勤公共交通主要依靠京沪高铁和沪宁城际铁路实现，很难实现随到随走的“同城公交化”出行。正在建设的苏州轨交11号线（S1线）连接上海轨交11号线和苏州轨交3号线，全长41.25km，设站28座，呈“几”字型穿过昆山中心城区，对于服务沪苏两地通勤客群的时效性仍然不佳，且不能改善昆山南部地区尤其是苏州工业园区东部至花桥的交通出行条件，难以满足未来沪苏更高水平的同城化出行需求。

2. 线路方案

花奥线西起苏州轨交5号线和6号线（在建）苏州奥体中心站，串联苏州工业园区、昆山高新区、张浦镇、陆家镇和花桥经开区，东接上海轨交11号线花桥站，总长33km。（见图3）

3. 线路价值

花奥线较苏州轨交11号线短，采用“大站快车”运营模式，相较苏州轨交11号线“站站停”运营模式可节省约40min时间，方便苏州与上海两地市民跨城通勤。同时，华奥线还能弥补苏州工业园区东部和昆山南部地区轨交覆盖不足，通过智轨为沿线地区发展赋能，促进交通、产业、空间一体化布局。



图3 花奥线方案

资料来源：a为作者自绘，b、c、d为作者自摄

（二）太嘉线：助力太嘉同城化发展

1. 线路的必要性

为贯彻落实长三角一体化战略，苏州和上海在2018年5月和2021年9月先后签署两轮战略合作框架协议，携手共建“嘉昆太协同创新核心圈”。与此同时，太仓城市跨浏河向南发展，太仓科创新城与嘉定外冈产业园等地区逐步同城化发展，越来越多的居民往返于太仓和嘉定两地居住和工作，但是两地之间缺少便捷舒适的跨城通勤公交。

2. 线路方案

太嘉线北起太仓老城区，接驳太仓南站和上海轨交11号线嘉定西站，串联太仓科教新城、嘉定外冈产业园、嘉北郊野公园和嘉定老城区，总长18.2km。（见图4）

3. 线路价值

太嘉线既接驳上海轨交11号线和太仓老城区，方便太嘉两城通勤客群出行；又联动太仓与嘉定五大组团，赋能太嘉同城化发展；还能串联太仓南站、嘉定客运中

心和嘉定西地铁站，促进多层次交通系统融合发展。



图4 太嘉线方案

资料来源：a为作者自绘，b、c、d为作者自摄

（三）同周线：打造特色水乡旅游线

1. 线路的必要性

吴江智轨T1示范线接驳苏州轨交4号线终点站，再加上苏州轨交4号线在吴江城区内拐弯较多，游客从苏州火车站乘坐地铁再换乘智轨至同里古镇景区平均出行时耗在1.5小时左右。同里和周庄作为江南水乡古镇的典型代表，游客以长三角地区的自驾游为主，由于周庄和同里古镇停车场规模有限，旅游高峰期交通拥堵、停车难问题突出，不利于古镇保护与旅游发展。

2. 线路方案

同周线西起江陵路靠近松陵大桥东侧桥头，接驳苏州轨交4号线“江陵西路站”、常台高速吴江出口和常嘉高速周庄出口，串联同里古镇（北入口）和周庄古镇（北入口），总长27.2km。（见图5）

3. 线路价值

同周线既可接驳乘坐高铁至苏州站换乘4号线的游客，建立最优接驳线，较T1示范线可节省约半小时时间；又可接驳自驾游从吴江和周庄出口下高速的游客，通过设置“P+R”换乘停车场，引导游客乘坐智轨进入古镇，减少交通拥堵，缓解停车难问题。通过一条智轨线串联同里和周庄两个国家历史文化名镇，发挥“智轨+”效应，让智轨成为同里和周庄旅游的流动宣传册。

五、结语

智轨是一种兼顾运能和经济性的中运量公交新模式，能够在多层次轨道交通一体化发展中发挥积极的辅助作用。苏州发展智轨公交既符合区域和城市交通发展



图5 同周线方案

资料来源：a为作者自绘，b、c、d为作者自摄

战略，又能弥补轨道交通网络覆盖不足，支撑轨道交通与城市空间协同发展。本文从规划层面提出苏州三条智轨线方案，其中花奥线提供沪苏通勤新方式，太嘉线助力太嘉同城化发展，同周线打造特色水乡旅游线，对苏州融入长三角交通一体化发展具有重要参考价值和示范意义。

参考文献

[1]王晨, 蔡润林. 长三角一体化下苏州四网融合策略与实施探索[J]. 城市交通, 2022, (5): 41-48.

[2]唐玉川. 智轨相关技术及发展趋势探讨[J]. 新型轨道交通, 2019, (增2): 38-41.

[3]黄天明, 余晓丽, 王晶. 我国中小城市发展智能轨道快运系统探讨[J]. 综合运输, 2021, (5): 16-23.

[4]国务院. 国务院关于《长三角生态绿色一体化发展示范区国土空间总体规划(2021—2035年)》的批复[EB/OL]. (2023-2-21) [2023-03-06]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2023-02/21/content_5742406.htm?dzb=true.

[5]同济大学建筑与城市规划学院, 智慧足迹数据科技有限公司. 2022年长三角城市跨城通勤年度报告[R]. 上海城市规划, 2022(6) 别册: 1-13.

[6]梁粤华. 智轨系统的市场定位与适用性研究[J]. 低碳世界, 2021, (11): 117-119.

[7]张欣, 田时杉. 低运能轨道交通系统功能定位及发展趋势初探[J]. 交通与运输, 2022, (S1): 197-202.

[8]王晨, 蔡润林, 耿健等. 多网融合导向下的轨道交通TOD发展模式: 内涵、重点与体系——以苏州为例[J]. 城市规划学刊, 2022, (8): 135-141.

作者简介：潘尧，男，1985年3月，汉，湖北十堰，大学本科，注册城乡规划师，中级工程师，研究方向：城乡规划、区域规划、交通规划。