

长株潭一体化多层次轨道交通发展研究

陈江, 莫坚, 李华柏, 徐丽丽, 沈润东

(湖南铁道职业技术学院, 湖南 株洲 412001)

摘要: 通过分析长株潭都市圈轨道交通现状及问题, 借鉴国外都市圈轨道交通发展的成熟经验, 提出了“穿城 + 放射 + 多支”的网线布局形式, 同时, 市中心、近郊、远郊3个都市圈层采用不同的轨道交通制式, 从而推动三网融合、互联互通以及智慧轨交的发展, 为长株潭都市圈多层次轨道交通发展提供参考。

关键词: 长株潭都市圈; 多层次; 轨道交通系统; 一体化

中图分类号: U 212.1

文献标志码: A

文章编号: 2096-3432(2023)03-057-05

Research on Integrated Multi-level Rail Transit Development in Changsha-Zhuzhou-Xiangtan Metropolitan Area

CHEN Jiang, MO Jian, LI Huabo, XU Lili, SHEN Rundong

(Hunan Railway Professional Technology College, Hunan Zhuzhou 412001, China)

Abstract: By analyzing the existing conditions of rail transit in the Chang-Zhu-Tan metropolitan area and drawing on the mature experience in the development of rail transit in foreign metropolitan areas, this paper proposes the network cable layout form of “traversing the city + radiation + multiple branches”. The metropolitan area layer adopts different rail transit systems, thereby promoting the integration of three networks, interconnection and the development of smart rail transit, and providing a reference for the development of multi-level rail transit in the Chang-Zhu-Tan metropolitan area.

Key words: Changsha-Zhuzhou-Xiangtan metropolitan area; multi-level; urban rail transit; integrated

0 引言

随着城市化进程的加快, 京津冀、长三角、粤港澳大湾区以及成渝等都市圈相继成型^[1-2], 武汉、长株潭紧随其后, 将成为我国中部地区重要经济增长极^[3]. 都市圈以强大的辐射能力, 带动1 h通勤圈内经济发展, 使区域资源协调发展, 优势互补. 轨道交通凭借便捷、环保、安全等特点, 将都市圈中心城市与周边组团发展城镇紧密联系, 实现都市圈的健康可持续发展^[4-5]. 国家在十四五规划中也明确提出

“加快城市群和都市圈轨道交通网络化”要求, 可见轨道交通将成为都市圈发展和建设的重要内容^[6]. 虽然我国轨道交通发展较快, 但在轨道交通一体化规划、建设、法律法规等方面仍存在较多问题, 而国外成熟都市圈在多制式轨道交通一体化^[7-8]方面拥有成功的经验, 因此, 在分析国外都市圈轨道交通一体化发展的基础上, 厘清国内都市圈轨道交通的定位、规划、运营、技术标准等问题^[9-10], 有助于都市圈轨道交通发展.

收稿日期: 2022-11-27.

基金项目: 2022年度株洲市社科职教专项课题, 长株潭一体化多层次轨道交通发展研究与对策(ZZZJ2022139); 2022年度湖南省自然科学基金, 基于再生能量利用与运行控制一体化城轨列车节能策略优化研究(2022JJ60072).

作者简介: 陈江(1990—), 男, 工程师, 研究方向为轨道交通装备制造及发展趋势. E-mail: 1025406496@qq.com.

1 长株潭都市圈发展概况

1.1 发展历程

长株潭都市圈位于湖南省中东部,沿湘江呈“品”字型分布,长沙与株洲、湘潭直线距离约为 40 km,湘潭与株洲之间直线距离约 20 km,三市总面积 1.89 万 km²,截至 2021 年底,常住人口 1 484 万,经济总量 1.79 万亿元,占全省 1/7 的土地面积,22%

的人口,创造了 40% 以上的经济总量,是湖南发展的核心增长极. 建设长株潭一体化经济区方案早在 1982 年就被提出,经过了 40 a 探索,目前已成为全省现代化建设的重要支撑. 国家“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要明确提出,推动长江中游城市群协同发展,加快武汉、长株潭都市圈建设,打造全国重要增长极. 长株潭一体化经济区方案的发展经历了图 1 所示几大阶段:

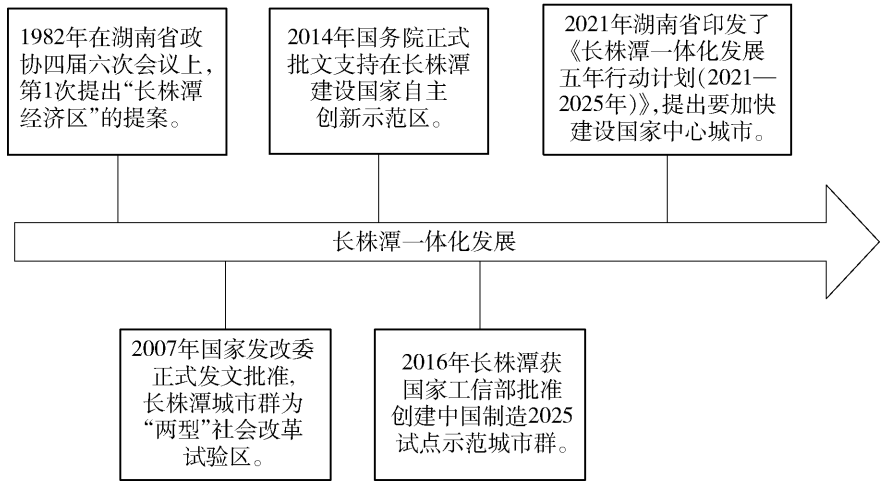


图 1 长株潭一体化经济区发展历程

1.2 长株潭轨道交通发展现状分析

长株潭三市自 2014 年以来,随着长沙地铁 2 号线的开通运营,长株潭轨道交通出现了爆发式增长,截至 2021 年底,轨道交通运营里程达 266 km,车站 138 座,换乘站 12 座,日均客运量达 160 万次. 其中,长株潭城际铁路连接三市,基本建成“1 h 通勤圈”.



图 2 长株潭轨道交通线网图

随着都市圈的增长,将面临巨型化、高密度的发展压力,通过构建多层次、一体化轨道交通系统,一方面能满足城市旅客出行要求,另一方面又能拓展城市骨架,引导城市空间发展. 十四五规划纲要《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出推进都市圈交通一体化,加快城际及市域铁路的建设,进一步清晰了都市圈与轨道交通发展的重点. 未来都市圈的发展必定离不开轨道交通,多层次、一体化的轨道交通系统将是现代化都市圈空间拓展及优化的有力支撑.

从长株潭三市之间分布的轨道交通线路可看出,连接三市之间的轨道交通线路有高速铁路、快速铁路以及普速铁路,无论是高速铁路、快速铁路还是普通铁路均是以长沙为中心,向株洲与湘潭呈放射线敷设,并未形成环状结构网络.

长株潭都市圈轨道交通制式主要有高速铁路、

城际铁路、地铁、磁浮等四大类,各部分运营里程为高铁 156 km,34%;城际 104 km,23%;地铁 161 km,36%;磁浮 18.5 km,4%;胶轮 14.6 km,3%. 从图 3 可知,三市的轨道交通制式中地铁占比最高,其次是高速铁路与城际铁路,磁浮和胶轮系统占比较少. 其中地铁、磁浮、胶轮等交通制式服务于市区内部,高铁和城际起串联作用,用于连接三市之间的快速出行. 长株潭都市圈轨道交通制式的种类较为单一,几乎没有车辆用于城市中心与市郊之间的联络以及市郊与市郊之间的联络.

从长株潭三市之间分布的轨道交通线路可看出,连接三市之间的轨道交通线路有高速铁路、快速铁路以及普速铁路,无论是高速铁路、快速铁路还是普通铁路均是以长沙为中心,向株洲与湘潭呈放射线敷设,并未形成环状结构网络.

长株潭都市圈轨道交通制式主要有高速铁路、

轨道交通制式的选择与其在都市圈发挥的功能密不可分,不同轨道交通类型与功能如表1所示:

轨道交通制式的选择是1个多目标综合选择过程,不同层次的轨道交通制式,分别服务不同范围、不同速度、不同强度的出行需求.结合表1与图4,从空间与时间等维度的考量,市域车辆是都市圈拓展的必然发展需求.最终实现的目标是形成多层次、多制式、一体化的轨道交通系统,服务长株潭都市圈客运.

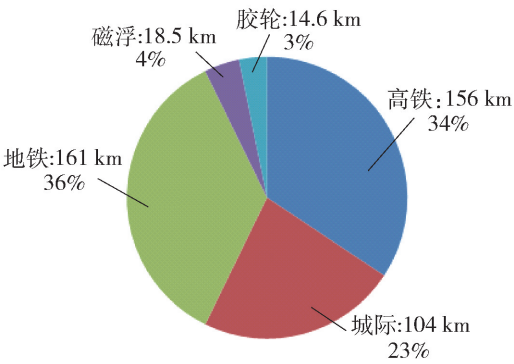


图3 各轨道交通制式占比

表1 各制式轨道交通分类及功能

分类	功能	适用距离	站间距	公交化水平
干线铁路	城市群之间出行	>200	30~50	低
城际铁路	核心与卫星城市出行	100~200	5~20	较低
市域铁路	核心与郊区、郊区与郊区出行	50~100	3~5	较高
城市轨道	城市内部出行	<50	0.5~1	高

2 国外成功经验

东京、巴黎、伦敦为世界上公认的三大都市圈,有着成熟的发展经验,从线路规划上来看,均采用了“一千多支、放射布局”的线网结构,干线串联政治、经济、文化及枢纽中心,支线联络周边组团发展经济点,并与干线连接呈放射状,覆盖整个都市圈,提高了都市圈内的轨道交通运转性能.同时,都市圈的规划合理,空间结构、规模、制式都能与人口和经济发展相匹配.从空间结构上来看,各大都市圈以主城区中心为原点,(10~15)、30、50、70 km 为半径,将都市圈划分为中心城区、近郊、远郊和市外4个圈层.每个圈层的轨道交通制式不尽相同,地铁及轻轨主要服务于中心城区,市域及城际车辆则用于郊区,快速列车贯穿整个都市圈,承担城市群之间旅客的快速运输.

2.1 国外都市圈轨道交通状况

东京都市圈面积超过1.6万km²,轨道交通由新干线、JR、私营铁路、地铁等形式组成.都市圈整体呈环状结构,以东京为中心,15 km 中心圈层主要为办公及商业区,地铁承担了中心圈层主要的客流运输;30 km 近郊圈层主要是居住区,大量的通勤客流往返于近郊圈层与中心圈层之间,JR 线及私营铁路承担郊区通勤客流,主要以地上线路为主;新干线则用于都市圈之间的快速连接,如大阪都市圈与东京都市圈之间的连接,同时,为了应对都市圈客流量时空分布不均的问题,采用了直通运营、多交路运行、快慢车运行等多种交通组织管理模式,从而形成了完整的多层次轨道交通系统.

巴黎都市圈以巴黎为中心划分了3个圈层,中心、近郊及远郊圈层,其中远郊至中心圈层最远距离为62 km.3个圈层的轨道交通涵盖了地铁、市域

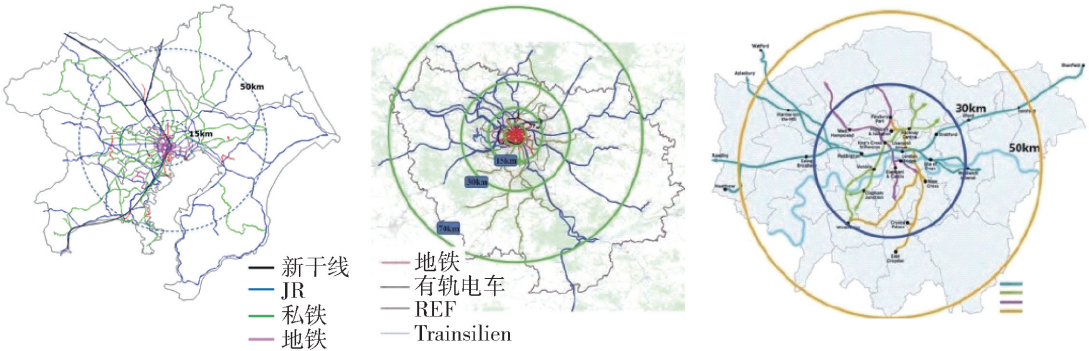


图4 国外都市圈轨道交通线网形态

RER 快线、轻轨及市郊铁路等,承担了都市圈 70% 的客流出行。同样,地铁服务于巴黎市内部区域,适合短距离出行。市域 RER 快线贯通市中心,建立近郊区与市中心之间的快速通道,服务圈层半径为 60 km。超过 60 km 半径的远郊圈层则由市郊铁路进行联络,可认为市郊铁路是市域 RER 快线的延伸,向四周呈放射型发散,服务不同方向和地区。

伦敦都市圈轨道交通主要分为地铁、城际铁路、快速铁路等 3 种类型组成,轨道交通线网结构呈“放射 + 环线”结构,尤其是市区外围轨道交通线路放射特性明显。伦敦都市圈的轨道交通特点体现在便捷换乘,地铁与城际铁路共轨运行,放射性轨道交通线路与中心城区轨道线路多点换乘,换乘站点兼具人本尺度设计、多方式无缝衔接等一系列便捷措施,使郊区与市区换乘的便捷性得到了巨大的提升。

表 2 长株潭都市圈与世界主要都市圈轨道交通对比

地区	轨道交通工具	里程/km	旅行速度/($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	服务范围
东京	新干线	223	270 ~ 300	区域
	JR 线	1 640	120 ~ 130	城际 + 都市圈
	私营铁路	1 170	40 ~ 45	都市圈 + 市区
	地铁	358	30 ~ 35	市区
伦敦	高速铁路	460	160 ~ 300	城际 + 都市圈
	城际铁路	3 071	50 ~ 70	市域
	地铁	415	30 ~ 35	市区
巴黎	市域 RER 快线	587	50	市域 + 市区
	市郊铁路	1 296	50 ~ 70	远郊
	地铁、有轨电车	284. 5	30 ~ 35	市区
长株潭	高速铁路	156	250 ~ 300	区域
	城际铁路	104	120 ~ 160	城际 + 都市圈
	地铁	161	40 ~ 60	市区

3 长株潭都市圈轨道交通存在的问题

3.1 运营主体不统一,难以统筹规划发展

目前服务长株潭都市圈出行的轨道交通有 4 种主要形式,即高速铁路、城际铁路、地铁、磁浮,但却隶属于 3 个不同的运营主体,高铁与城际由国家铁路局进行运营,地铁和磁浮分别由长沙轨道交通与湖南磁浮交通负责运营管理。不同的运营主体导致服务范围侧重点不同,国家铁路局侧重于中长途运输,在高铁与城际的运营与调度时,更注重中长途列车的通过性服务功能,弱化了都市圈内的通勤服务

2.2 各都市圈轨道交通对比

国外 3 个都市圈都构建了成熟的多层次轨道交通系统,地铁、有轨电车等低速、短距离、高频次轨道交通工具承担中心圈层主要的公共客流出行;市域铁路和城际铁路则承担中心圈层与市郊之间以及都市圈内部卫星城市之间的的通勤客流,高速铁路用于都市圈之间的长途、快速运输。每个都市圈均拥有“低速-短途”“中速-中途”“高速-长途”等多层次、多制式的轨道交通系统,满足都市圈内不同距离出行的旅客服务,其中,3 个都市圈市郊或市域铁路高度发达,占比超过 80%。都市圈轨道交通线网都采用了“穿城 + 放射”的规划布局,功能明确,实现对都市圈经济点的全覆盖,同时,采用共线运营、跨线运营、可变编组、快慢车结合等灵活多变的运输组织模式,充分发挥轨道交通线网的规模效应。

功能,而对于城市政府而言,中心圈层的通勤服务是首要考虑问题。

3.2 交通制式不统一,线网融合、互联互通困难

线网融合、互联互通的实现需要线网基础设施、车辆、信号、供电等各方面的统一协调,对于目前长株潭轨道交通系统而言,存在各方面不统一,如国铁线路采用 25 kV 供电制式,地铁线路采用 1 500 V 供电制式;高速铁路车辆采用 CRH 型动车组,地铁车辆采用 A、B 型地铁;国铁车辆采用左侧行车制,地铁车辆采用右侧行车制。要实现以上各方面的统一或兼容,需对线路及相关设备进行改造升级,困难较大。

表3 长株潭轨道交通主要参数对比

长株潭轨道交通	车辆	轮径/mm	每侧车门数	供电	列控系统	限界
高速铁路	CRH 系列	860	2	AC 25kV	CTCS	GB146
长株潭城际	CRH 系列	860	3	AC 25kV	CTCS	GB146
地铁 1~5 号线	B 型车	840	4	DC 1500V	CBTC	CJJ96
地铁 6 号线	A 型车	840	5	DC 1500V	CBTC	CJJ96

3.3 交通枢纽换乘效率低,服务标准不统一

长株潭轨道交通换乘站 12 座,其中综合交通枢纽站 5 座,枢纽间存在换乘效率低,换乘模式不方便等问题,如长沙火车站城际铁路与地铁间的换乘,需要出站后才能进行换乘,没有实现通道或垂直换乘.各轨道交通方式之间缺乏高效协同管理,信息共享程度不高,往往需多次买票、付费,造成旅客出行体验感差.

3.4 轨道制式较为单一

通过分析国外三大成熟都市圈轨道交通系统可知,多层次、多制式轨道交通系统是国外都市圈共有的特征;市域或城际铁路在都市圈轨道交通系统中的占比最大.长株潭都市圈轨道交通系统中,地铁占比高于其他轨道交通制式,市域铁路暂未开通,总体上存在制式单一,地铁独大的问题,且市域铁路的短缺导致中心圈层与近郊区域缺乏高效连接,不利于长株潭都市圈的拓展.

4 长株潭都市圈轨道交通发展建议

随着长株潭都市圈的快速发展,单一形式的轨道交通已无法满足乘客日益提高的出行品质需求,应在多方面对轨道交通进行提升,通过研究国外都市圈轨道交通系统,对比长株潭轨道交通系统的不足.提出以下几点建议:

4.1 网线布局

借鉴国外都市圈轨道交通成功经验,结合长株潭城市发展及区域居民出行要求,对轨道交通网络布局形式进行优化,采用“穿城+放射+多支”形态,穿城线用于串联长株潭主城区,放射线联络主城区与郊区,支线连接各郊区,形成功能层次清晰的闭环轨道交通网络.

4.2 互联互通

前期已有轨道交通可逐步进行改造升级,后续长株潭轨道交通顶层规划中需明确统一车辆制式、信号、供电、运营管理模式、票制票价等标准,推动长株潭干线铁路、城际铁路及城市轨道交通“三网”融

合,实现长株潭轨道交通互联互通和多层次、多制式轨道交通一体化目标.

4.3 智慧轨交

增加市域铁路规划,加强都市圈中心圈层与近郊圈层之间的联络,完善长株潭轨道交通线网.目前,长株潭轨道交通智慧化或智能化的系统研究较少,并未做到以交通大数据驱动智能交通系统的系统构架,在轨道交通互联互通以及“三网”融合的前提下,将产生大量的底层基础数据,通过数据挖掘、机器学习等手段,将轨道交通的底层基础数据与城市公共信息融合,一方面为乘客快速制订出行策略和个性化服务;另一方面精准预测客流和车辆运行状态,实现智能运维与智慧运营管理.

参考文献:

[1] 马小毅,刘明敏,卢泰宇. 现代化都市圈轨道交通规划思考与广州探索[J]. 都市快轨交通, 2020, 33(6): 22-26.

[2] 沈坚. 长江三角洲一体化趋势下上海都市圈轨道交通发展需求与对策[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(12): 1-5.

[3] 王奕婷,凌智勇. 长株潭“一体化”向长株潭“一城化”转型升级战略辨析[J]. 湖南工业大学学报: 社会科学版, 2021, 26(5): 38-43, 88.

[4] 徐成永,佟鑫. 都市圈轨道交通发展研究及对策[J]. 现代城市轨道交通, 2022(3): 1-8.

[5] 周博闻. 都市圈多层次轨道交通发展问题与对策研究[J]. 交通工程, 2020, 20(4): 16-20.

[6] 任兵杰. 国家政策对都市圈轨道交通发展的影响研究[J]. 城市轨道交通, 2021(9): 50-52.

[7] 禹丹丹,徐会杰,姚娟娟,等. 国外都市圈轨道交通互联互通运营对我国的启示[J]. 综合运输, 2019(5): 115-120.

[8] 殷勇,鞠子奇,吴雨遥,等. 国外轨道交通发展对我国城市群轨道交通一体化的启示[J]. 交通运输工程与信息学报, 2021, 19(1): 52-58.

[9] 由效铭,张宁,宗传苓,等. 都市圈轨道交通一体化融合发展研究[J]. 城市交通, 2022, 20(2): 66-74.

[10] 王家乐. 多层次多制式轨道交通要点探究[J]. 铁道标准设计, 2019, 63(5): 31-36.