

绵阳市近期轨道交通线网一体化衔接模式研究

刘汶波

(中国中铁二院工程集团有限责任公司, 610031, 成都//工程师)

摘要 为了充分发挥轨道交通的高效性、舒适性和快捷性,扩大轨道交通服务范围,从交通一体化发展策略角度,研究国内外如伦敦、东京、莫斯科、广州等城市的轨道交通一体化衔接模式。基于绵阳市近期轨道交通系统的建设规划,提出建立与绵阳市客运发展战略相适应的模式:构建“5大衔接分区、3大衔接系统”的交通一体化衔接系统。

关键词 轨道交通;线网一体化;交通衔接;绵阳

中图分类号 U212.1

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2019.06.027

Traffic Connection of Current Rail Transit Network Integration in Mianyang City

LIU Wenbo

Abstract In order to give full play to the high efficiency, comfort and rapidity of rail transit, and expand the service scope, the traffic connection modes of rail transit network integration in London, Tokyo, Moscow and Guangzhou are studied from the view of traffic integration development strategy. Based on the short-term construction plan of urban rail transit in Mianyang City, a traffic connection mode compatible with the passenger transport development strategy in Mianyang is proposed, the construction of traffic integration system with five connection areas and three connection systems is put forward.

Key words rail transit; integration of track network; traffic connection; Mianyang City

Author's address China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 610031, Chengdu, China

四川省绵阳市近期规划了2条轨道交通线路,形成十字线网络格局,总长44.86 km,将有效引导城市发展,缓解城市交通压力。但是,由于轨道交通覆盖范围有限,需要良好的综合交通接驳系统予以支撑,以延伸轨道交通的作用范围,提升轨道交通的吸引力。构建交通一体化衔接模式是扩展轨道交通的服务范围、发挥其最大效益的关键。本文在总结国内外轨道交通衔接模式的基础上,提出绵阳市构建“5大衔接分区、3大衔接系统”的交通一体化衔接模

式,形成一个多层次、多方式、相互协调的高效客运网络,以发挥轨道交通的最大效益。

1 国内外轨道交通一体化衔接案例分析

通过对伦敦、东京、莫斯科、广州等国内外城市的特征分析,可以了解这些城市轨道交通衔接模式各自的特色。

1.1 伦敦:构建外围“停车+换乘”(P+R)停车场

伦敦城市特征为空间尺度大、小汽车出行率高、轨道交通网络成熟。大伦敦轨道交通系统包括市郊铁路、地铁和道克兰轻轨,总长约1 230 km。轨道交通出行量占机动化出行方式的22%,客运量占公交客运总量的48%左右。如何截流外围小汽车成为伦敦轨道交通衔接的关键。伦敦通过重点构建外围“P+R”停车场的轨道交通衔接模式截流外围60%的小汽车,有效缓解了中心区交通压力。

1.2 东京:构建立体化、人车分离的综合换乘枢纽

东京的城市特征为土地资源紧缺且高强度开发、轨道交通网络密集。东京市中心城区轨道交通线网包括国铁、私铁及地铁线路,总长约700 km。轨道交通出行占机动化出行方式70%,客运量占公交客运总量90%左右。如何有效结合车站开发成为东京轨道交通衔接的关键。东京重点结合轨道交通车站用地开发,打造立体化、人车分离的综合换乘枢纽,与轨道交通进行有效衔接。以新宿站为例,地下五层至地上一层为轨道交通车站用房,地上二层以上为商业开发,以形成“轨道交通+商业”的车站综合用地开发;同时,通过车站地下行人专用连廊直达紧邻车站的公交站点和小汽车停车场,实现人车分流,配置了339条道路公交线路与30多个停车场。

1.3 莫斯科:构建以公共交通为主体的衔接体系

莫斯科的城市特征为单中心圈层发展,交通出行量大,轨道交通网络完善。其地铁线网超过300 km,地铁日均客流量达1 000万人次,占全市客运量的56%。如何构建大公共交通体系成为莫斯科轨

道交通衔接的关键。莫斯科重点构建了完善的“轨道+道路公交”接驳模式,实现 83% 道路公交线路能与轨道交通换乘,平均每个轨道交通站点衔接了 20 条道路公交线路,有效引导居民绿色环保出行。

1.4 广州:构建分区衔接系统

广州的城市特征为城市空间快速拓展、都会区与新城发展并重,交通出行特征差异化明显,轨道交通快速发展。广州市的轨道交通系统总长 260.5 km,日均客流量 623.4 万人次,公交比例占比达 40%。如何构建多样性、差别化的衔接策略成为广州轨道交通衔接的关键。广州重点构建了 3 个分区,建立了差别化的衔接模式:① 截流衔接区,即外围构建“P+R”,形成截流衔接系统;② 加快衔接区,即优化车站周边道路公交系统,形成“轨道+道路公交”衔接系统;③ 疏解衔接区,即以交通疏解为主,构建“公交+慢行”衔接体系。

1.5 国内外城市轨道交通一体化衔接的启示

(1) 构建与城市空间耦合的交通功能衔接区。构建不同的交通功能衔接区,并提出不同衔接策略,即:在城市中心区以交通疏解为主,通过优化整合公交系统、打造人性化慢行系统,形成“道路公交+慢行”衔接模式;在城市中间过渡区,综合整合各种交通方式优势,构建完善“道路公交+小汽车+慢行”衔接模式;在城市外围区域则重点打造“P+R”停车场,减少城市外围小汽车进入市中心。

(2) 构筑一体化、无缝化的综合交通枢纽。根据衔接功能区的交通衔接设施需求,结合轨道交通车站土地开发,打造立体化、人车分离综合交通换乘枢纽的衔接模式,充分发挥综合交通系统集成效益。

(3) 充分体现衔接系统的人性化设计。以“以人为本”为设计前提,在交通结构上构建以公共交通为主的交通出行模式,在设计上充分考虑出行的安全、便捷、人性化等方面的需求,完善公共自行车系统和步行空间,以增加轨道交通的吸引力。

2 构建绵阳市轨道交通一体化衔接模式

在总结国内外轨道交通一体化衔接经验的基础上,结合绵阳市“以公共交通为主导、小汽车适度发展的多种交通方式并存”的战略模式,以及城市空间快速拓展、老城与新城的发展并重的发展特点,提出构建“5 大衔接分区、3 大衔接系统”的衔接模式。

2.1 5 大衔接分区划分

绵阳市正处于发展快速阶段。根据城市总体规划,绵阳市的中心城区建设用地规模要从 2016 年的 118 km² 发展到 2020 年的 150 km²,2050 年远景将达到 302 km²。城市空间正在由“单核心+单中心”向“单核心+多中心”转变,并进一步发展为“双核心+多中心”的格局(如图 1 所示),形成“1 个中心城区+3 个综合新区+3 个特色园区”的差异化空间结构。

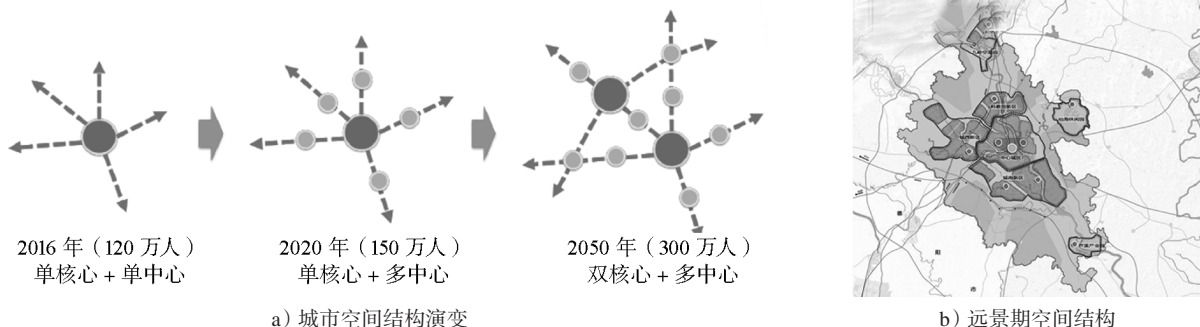


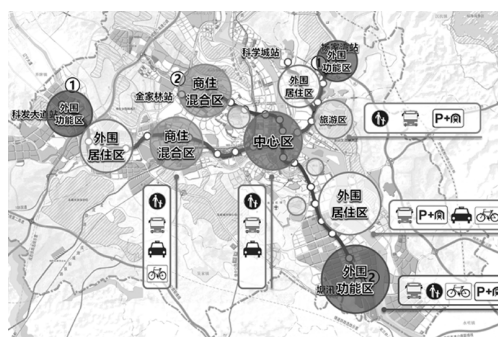
图1 绵阳市城市空间结构规划

面对用地发展时序的不均衡,以及功能布局分布的差异,针对不同区域功能交通特性,应建立差别化的应对方案。本文将绵阳市城市空间区域划分为 5 大功能区,并制定相应的衔接策略,如图 2 所示。

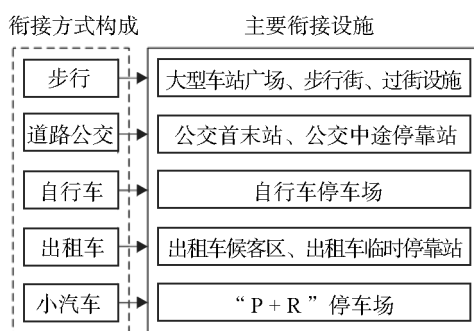
(1) 中心城区:呈现就业岗位集中,早高峰以进城为主、晚高峰以出城为主、进出城客流明显不均衡的特征。衔接设施应结合商业、行政办公等集中区域,构建“步行+道路公交+出租车”的衔接模式。

(2) 外围居住区:呈现居住用地集中、早晚高峰交通出行特征与中心城区相反的特点。衔接设施应结合大型居住区,构建“道路公交+外围‘P+R’+出租车+自行车”的衔接模式。

(3) 混合区:呈现土地功能复合、早晚高峰客流方向相对均衡的特征。衔接设施应结合大型居住区与就业区,构建“步行+道路公交+出租车+自行车”的衔接模式。



a) 5 大衔接分区



b) 衔接方式及主要衔接设施

图2 绵阳市5大分区及衔接重点衔接设施

(4) 外围功能组团:呈现岗位集中、与主城形成反磁力的特征。衔接设施应结合外围功能区,构建“道路公交+步行+自行车+小汽车”的衔接模式。

(5) 旅游区:客流呈现节假日集中,入景区分散、出景区相对集中的特征。衔接设施应结合景区出入口,构建“步行+道路公交+小汽车”的衔接模式。

2.2 构建立体化、人车分离的综合交通枢纽衔接系统

绵阳是“中国科技城”,是我国西部重要的经济中心和宜居城市,面临区域对外率先发展的需求。近期的轨道交通系统应与综合交通客运枢纽、永兴客运站、南湖客运站、富乐客运站等对外交通枢纽实现“高效、快捷、无缝”衔接,形成多层次的交通枢纽衔接体系(如图3所示),以发挥好绵阳区域枢纽功能,满足绵阳面向国际和全国的交通需求。

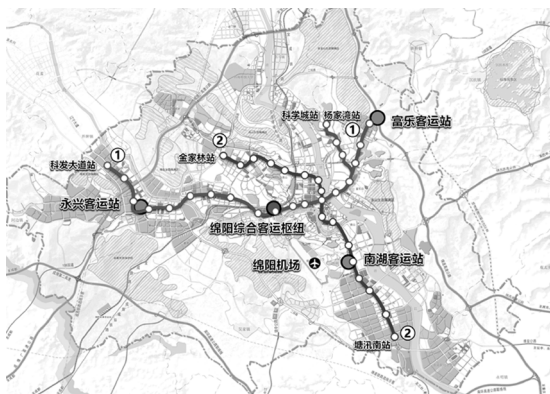


图3 绵阳市近期轨道交通与大型综合客运枢纽衔接总体布局

重点将绵阳火车站枢纽打造成集交通集散、商贸市场、酒店办公、休息娱乐、综合商住等5大功能为一体的多层次、立体化的综合交通换乘枢纽。近期规划建设将引入地铁1号线,如图5所示,将站前广场地下空间分为3层:B1层为1号线出站层、地

下商业及出租车上下客区;B2层为1号线行驶层、社会车库、东西向下穿隧道;B3层为社会车库。从而,地铁1号线客流可通过开敞式B1层出站层与地下商业、下沉广场等实现无缝衔接,继而实现与社会停车库、出租车上下客区、道路公交车区的衔接,并通过行人专用通道与社会停车库、出租车上下客区、道路公交车区衔接,实现人车分流。

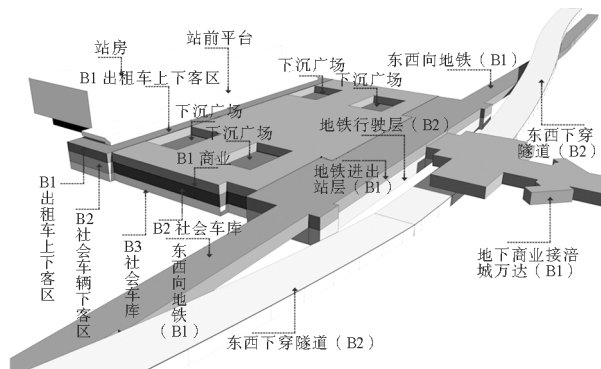


图4 绵阳火车站枢纽交通衔接空间布局

2.3 构建以“轨道交通+道路公交”公共交通为主体的衔接系统

为契合绵阳市提出的“以轨道交通为骨干、道路公交为主体的一体化公共交通系统”战略目标,本次提出通过网络、票制、体制等3方面的策略,构建多模式、一体化的“轨道交通+道路公交”为主体的衔接系统。

2.3.1 公交网络一体化

公交网络一体化策略是根据轨道交通发展不同时期调整道路公交网络,分3个阶段实施,如图5所示。

起步阶段:一方面,从减少轨道交通与道路公交线路无效竞争、增加轨道交通接驳运输的公交线路等方式,对道路公交进行调整,形成“轨道交通骨

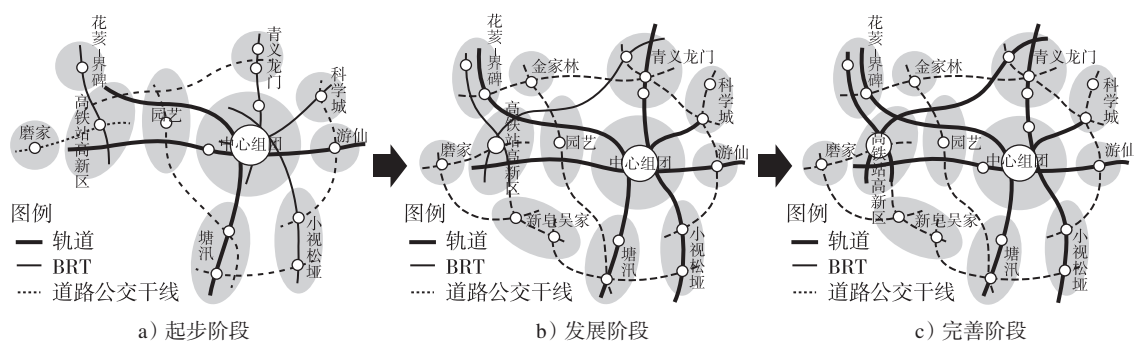


图5 “轨道交通+道路公交”的大公交体系分阶段实施示意图

干+道路公交补充”的衔接模式;另一方面,在南北向走廊和向西北方向的延伸走廊上,采用快速公交(BRT)对轨道交通线网进行客流培育。

发展阶段:轨道交通网络进一步完善,可为南北向客运走廊和西北部提供服务。快速公交在切线方向上覆盖客流走廊,连接青义、高铁站、高新区和永兴等组团,并承担安县、绵安北与市区的出行联系;道路公交干线和支线继续承担相邻组团间衔接功能和轨道交通喂给功能。

完善阶段:随着城市外围地区的完善和轨道交通网的建成,逐步调整道路公交网络系统。组团间的中长距离出行,以及中心组团、高铁站与其他组团间的联系主要由轨道交通承担;道路公交干线主要衔接轨道交通并为相邻组团间乘客出行提供服务;道路公交支线则主要为轨道交通车站的客流集散提供服务。

2.3.2 公交票制一体化

票制一体化包括:全面推行电子公交票制,对大公交换乘实施优惠票价;开发适应多种需求和多种乘客群的票价体系;实现多种公共交通系统的票制一体化,实现高效换乘和联运。

2.3.3 管理体制一体化

建立一个统一的、可持续的管理架构或者综合协调机构,整合各部门的资源,对规划、建设、管理、运营中出现的问题进行统一协调,促使公共交通的各子系统形成一个高效的整体,最大程度地提高效率、节约资源、减少不必要的内耗。

2.4 构建外围“P+R”停车场截流的衔接系统

绵阳正处于机动化快速发展期,机动车保有量年均增长率达到18%,预计未来机动车年增长率将会持续保持在15%~20%。现状核心区主要道路高峰时段已经拥堵,跨江和铁路通道交通瓶颈现象严重。经预测,外围组团至中心城的走廊客流将持续增加(见图6)。

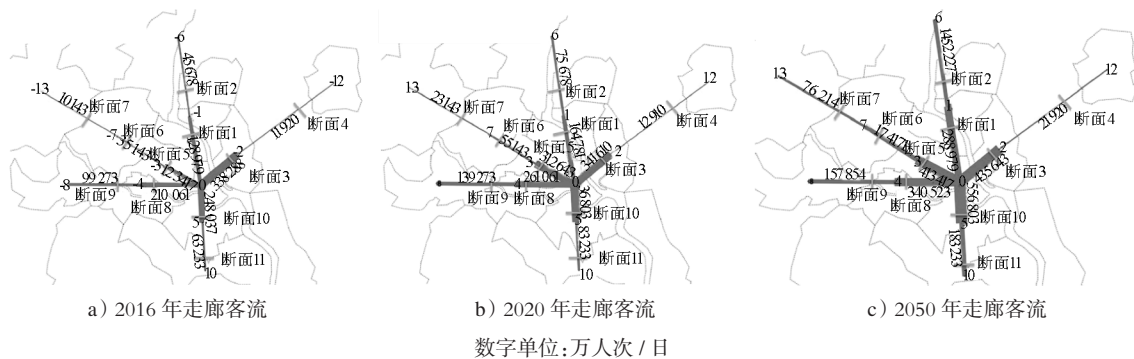


图6 绵阳市交通走廊客流发展示意图

针对持续增长的向心交通以及中心城区交通日益拥堵的情况,应构建外围“P+R”停车场截流的衔接系统。本次规划配置6处“P+R”小汽车停车场(如图7),为私人小汽车提供方便的换乘条件,以期吸引小汽车使用者向轨道交通转移,有效截流外围交

通,缓解城区道路交通压力的目的。

3 结语

在分析国内外轨道交通衔接案例的基础上,对
(下转第128页)

横向、纵向振动响应,竖向比横向、纵向高 9~12 dB。关键点出现最大加速度振级的频率随着结构高度的增大逐渐向低频移动,楼板层出现最大振级对应的频率接近 12 Hz,轨道层接近 31 Hz,商业夹层接近 9 Hz。

5 结语

(1) 如果以峰值加速度作为考量,则振动放大区域出现在地面 24~36 m 及 60~72 m 处。随着距振动源距离的增大,高频振动会随着距离增加而逐渐衰减,而低频振动衰减缓慢。

(2) 地铁 4 号线通过南昌西站时,土体对横向、纵向的加速度影响较大。楼板层的竖向峰值加速度与横向、纵向的峰值加速度相差一个量级,地铁层的振动通过框架柱向上传递至高架层。

(3) 南昌地铁引起的结构层振动主频为 0~60 Hz,其中 20 Hz 和 40 Hz 附近的振动随距离衰减最慢。随着高度的增大,结构层的高频成分衰减较快。

(4) 在地铁列车行驶激励下站房结构的 Z 振级随着隧道埋深的增加逐渐减弱;同一车速下,埋深每增加 2 m,不同结构层的 Z 振级衰减 2~4 dB;同一埋深下,车速每增加 20 km/h,不同结构层的 Z 振级增大 1~3 dB。

(5) 通过模型仿真研究了南昌西站这一大型综合交通枢纽车站在地铁荷载作用下,不同结构层关

键点的振动响应特性。但由于结构模型较大,节点数量众多,且为了节约计算时间,仅讨论了列车在较高运行速度(120 km/h)的情况。因此,结构模型的精细化仍需完善,振动特性有待进一步深入研究。

参考文献

- [1] SHENG X, JONES C J C, THOMPSON D J. A comparison of a theoretical model for quasi-statically and dynamically induced environmental vibration from trains with measurements [J]. Journal of Sound and Vibration, 2003(267): 621.
- [2] TAKEMIYA H. Simulation of track-ground vibrations due to a high-speed train; the case of X-2000 at Ledsgard [J]. Journal of Sound and Vibration, 2003(261): 503.
- [3] SHENG X, JONES C J C, PETYT M. Ground vibration generated by a load moving along a railway track [J]. Journal of Sound and Vibration, 1999(228): 129.
- [4] 赵红军. 地铁列车振动引起的地面多层建筑物的响应[D]. 北京: 北京交通大学, 2007.
- [5] 聂晗, 闫维明, 高小旺. 地铁交通诱发邻近建筑物振动的实测与分析[J]. 铁道科学与工程学报, 2008, 5(1): 51.
- [6] 肖桂元, 韦红亮, 王志驹. 地铁列车引起与地铁合建建筑结构环境振动特性现场测试分析[J]. 铁道学报, 2015, (5): 88.
- [7] 何卫, 谢伟平. 基于舒适度评价的大跨度车站结构精细化模型研究[J]. 土木工程学报, 2014, (1): 13.
- [8] 雷晓燕. 高速铁路轨道动力学——模型、算法与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2015: 85.

(收稿日期: 2017-07-17)

(上接第 123 页)



图7 绵阳市“P+R”停车场布局图

伦敦的外围“P+R”停车场模式,东京的构建立体化、人车分离的换乘枢纽模式,莫斯科的构建以公共交通为主体的衔接模式,以及广州的构建分区衔接系统模式等进行了归纳总结,并提出构建绵阳市“5大衔接分区、3大衔接系统”的衔接模式。

重点从与绵阳市大型综合客运枢纽的衔接、与

道路公交系统的衔接及与私家小汽车的衔接等 3 方面构建 3 大衔接系统,形成以轨道交通为骨干,多层次、多方式、相互协调的交通一体化高效衔接系统。

参考文献

- [1] 李岩飞. 城市轨道交通与其他交通的衔接模式研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2012.
- [2] 邓莉. 城市轨道交通一体化衔接设置研究[J]. 科技资讯, 2013(2): 235.
- [3] 易斌. 基于城市轨道交通衔接规划的方法研究[J]. 铁路工程, 2010(5): 84.
- [4] 莫海波. 城市轨道交通与常规公交一体化协调研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2006.
- [5] 中铁二院有限责任公司. 绵阳轨道交通建设规划之交通衔接专题[R]. 成都: 中铁二院有限责任公司, 2015.

(收稿日期: 2017-07-25)