

# 西宁市河谷带型城市轨道交通线网规划优化研究<sup>\*</sup>

刘芳林<sup>1</sup> 陈 玮<sup>1</sup> 高 磊<sup>2</sup>

(1. 南京市城市与交通规划设计研究院股份有限公司, 210018, 南京;

2. 南京航空航天大学民航学院, 211100, 南京//第一作者, 工程师)

**摘 要** 目的:河谷带型城市交通拥堵问题日益严重,发展中大运量的城市轨道交通是缓解河谷带型城市交通问题和支撑、引领城市发展的不二选择。为做好城市轨道交通线网预控,特研究河谷带型城市轨道交通线网优化策略。方法:以典型河谷带型城市西宁市为例,结合西宁市国土空间总体规划,分析了西宁市河谷带型城市空间结构变化、高密度人口岗位布局以及城市川谷客流强度高、道路空间资源稀缺、出行距离长、机动化比例高等发展特征。对西宁市2014年版城市轨道交通线网规划进行评估,通过建立模型对西宁未来交通发展模式和客流走廊进行分析。结果及结论:提出了河谷带型城市应通过设置越行站以提升联系时效,同时应加密线路、强化河谷轨道交通线覆盖,优化交通接驳设施布局方案,扩大腹地范围,千方百计地提高轨道交通沿线的人口岗位覆盖,并做好“十”字中心轨道交通换乘站的换乘空间预留。面向分期实施的轨道交通线网支撑的“十”字中心地区,须预控线网重组的可能性;建议轨道交通线的批复单位,需重视客流指标而非人口经济指标,针对河谷带型城市的轨道审批政策应当有适当的灵活性。

**关键词** 城市轨道交通;河谷带型城市;线网优化

**中图分类号** U212

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.12.018

## Research on Optimization Strategies for Urban Rail Transit Line Network Planning in River Valley Band-shaped City as Xining

LIU Fanglin, CHEN Wei, GAO Lei

**Abstract** Objective: The increasing traffic congestion in RVB (river valley band-shaped) urban areas highlights the urgent need for developing large-medium capacity URT (urban rail transit) systems. URT serves as an indispensable choice to alleviate transportation challenges and support and guide urban development. It is aimed to formulate optimization strategies for URT line networks in RVB cities for effective URT line network pre-control. Method: Taking the typical RVB city of Xining as example and aligning with the overall land-use plan-

ning of Xining, the changes in the urban spatial structure of RVB cities, job distribution for high-density population, and specific development characteristics such as high passenger flow intensity in urban river valley area, scarce road space resources, long travel distances, and high motorization ratios are analyzed. The 2014 version of Xining urban rail transit line network planning is evaluated and the future traffic development modes and passenger flow corridors are analyzed through modeling. Result & Conclusion: It is proposed that RVB cities should enhance connectivity timeliness by introducing overtaking stations, densifying lines, strengthening rail transit coverage in river valley area, optimizing layout scheme of transportation connection facilities, expanding the heartland, and strategically increasing population and job coverage along rail transit lines. Additionally, it is recommended to reserve connection space at the 'cross'-shaped central rail transit interchange stations. For phased implementation, and the possibility of line network restructuring in the 'cross'-shaped central area supported by transit lines should be pre-controlled. It is suggested that the URT approving authorities for rail transit lines should prioritize passenger flow indicators over population and economic indicators, and policy flexibility in rail transit approval policies for RVB cities should be appropriately considered.

**Key words** urban rail transit; river valley band-shaped city; line network optimization

**Author's address** Nanjing Institute of City & Transport Planning Co., Ltd., 210018, Nanjing, China

河谷带型城市是指城市空间布局受到山川、河流地形较为严格的限制,城市本身被迫沿山谷及河流走向发展的城市<sup>[1-2]</sup>。在长期的发展中,河谷带型城市多形成单中心集聚、多组团分散布置的城市空间格局;河谷中心成为城市功能的高度集聚区,城市用地集聚和高开发强度带来的交通廊道和交通流高度集中<sup>[3]</sup>。随着城市快速发展,河谷型城市交通发展瓶颈日益明显,交通拥堵路段区域与瓶颈

<sup>\*</sup> 国家重点研发计划项目(2018YFD110084)

区域重合,机动车保有量的急速增加,使得河谷型城市交通拥堵问题日益严重<sup>[4]</sup>。大中运量城市轨道交通则成为河谷带型城市引导城市发展、缓解交通拥堵和提升交通品质的不二之选。

以西宁市为例,2014 年西宁市已经完成城市轨道交通线网规划的编制,但按照国务院办公厅印发的国办发[2018]52 号文《关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》的要求,西宁市尚未满足地铁制式选择标准。本研究旨在国土空间规划编制新语境下,结合客流走廊分析,提出河谷带型城市轨道线网优化策略和思路,以实现城市轨道交通对国土空间发展的战略引领。同时,做好城市轨道交通线网预控,为远期建设不留遗憾。

## 1 西宁市的城市和交通特征

### 1.1 河谷带型城市地域特征

河谷带型城市一般具有以下特点:①地形对城市发展格局的限制而迫使城市随地形的格局而布局;②城市发展主轴一般沿河流主河道伸展,呈现带状密集空间结构;③受山川河谷的天然限制,城市出现“跳跃”发展,城市空间拓展和新城建设的迫切性和必要性比平原型城市更加强烈<sup>[5]</sup>;④河谷带型城市易形成功能强大的单中心,城市用地集聚和开发强度远高于其他类型城市;⑤交通廊道和客流高度集中,城市交通问题比相应规模和性质的其他类型城市出现的时间早且严重。

西宁市区是典型“十字”川道型城市形态。西宁市区地处于河湟谷地中,受“四山夹三河”的特殊地貌限制,城市建设随地形展开,沿东南西北的川道延伸,整体呈现出“十字”川谷型用地布局。

1) 单中心的城市结构向“一芯双城”拓展。西宁城区围绕老城传统的“大十字”中心向东、南、西、北四条川谷方向外扩,形成了单中心“十字形”的城市结构(见图 1)。这加剧了中心区人口、功能高度密集。现状的东南西北 4 条川谷中,均布局有大片工业用地,形成“工业围城”的态势,这使得中心功能进一步集聚。2020 年 6 月,西宁市湟中县撤县设区,行政区划由原来的 4 区 3 县变为 5 区 2 县。西宁市国土空间总体规划提出:突出双城联动、组团发展,构建“一芯双城、环状组团发展”的中心城区空间格局,打造包括双城(西宁主城核心区、多巴新城)、6 片在内的 8 大城市功能组团(见图 2)。西宁城市空间结构由单中心向“一芯双城”转变,而便捷、高效的城市轨道交通是引领城市空间拓展的最

有效措施。

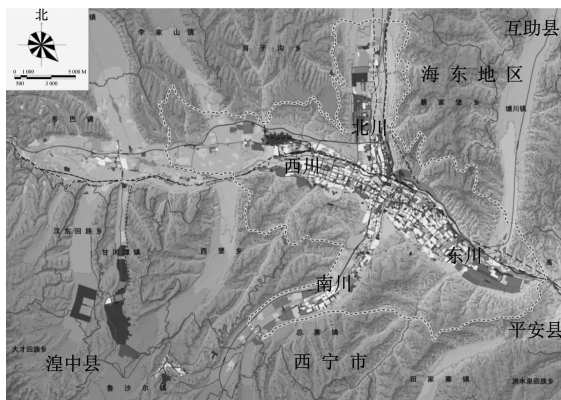


图 1 西宁中心城区用地现状布局示意图

Fig. 1 Current layout of Xining central urban area land-use

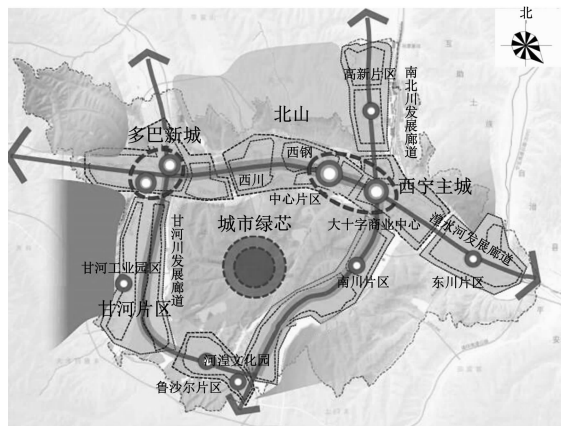


图 2 西宁“一芯双城环状组团发展”的城市空间结构

Fig. 2 The urban spatial structure of Xining's "one core, dual-city, circular cluster development"

2) 中心区人口高度密集。 “十字”川道城市中心以 15 km<sup>2</sup> 的土地,承载了全市 47.2% 的人口和 48.6% 的就业岗位。主城区人口密度达到 1.1 万人/ km<sup>2</sup>,其人口密度超过同类型城市兰州;“大十字”中心和海湖新区人口密度超过 2.5 万人/ km<sup>2</sup>,与东部南京、杭州核心区人口密度相当。规划 2035 年,中心城区城镇人口达 200 万人,且未来人口逐渐向多巴新城、西川新城、北川和南川廊道疏散,但“大十字”中心人口岗位集聚度仍然较高(见图 3)。

### 1.2 河谷带型城市交通特征

1) 河谷带型特征下交通量高度集中,城市轨道交通依赖度远大于其他类型城市。人口和就业岗位在“大十字”中心的集聚,导致“十”字中心与各个川谷尤其是与西侧海湖新区交通走廊上交通量明显集聚:现状海湖新区东西向廊道上全方式交通量高峰小时超 4 万人,公共交通量近 1 万人次/h。2035 年,海湖新区廊道上高峰小时东西向单向客流



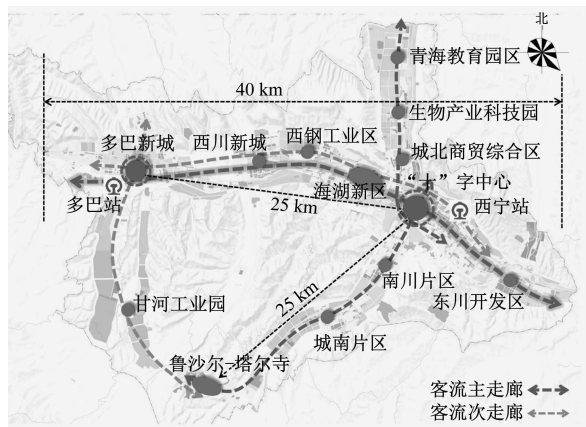


图6 城市空间与客流走廊分布示意图

Fig. 6 Schematic diagram of urban space and passenger flow corridor distribution

4) 南川-北川直连交通需要快速轨道交通的支撑。随着高新片区、北川河新区的发展,以及南川的南川片区、南川工业园区和河湟文化园的布局和建设,南川-北川直连交通需求强烈,高峰时段可达到 8 600 人次/h,需要从线网层面布局南北直连轨道交通以实现快速联系。

### 3 西宁市城市轨道交通线网规划的优化

#### 3.1 西宁市轨道交通发展模式分析

西宁市生态环境敏感脆弱。在生态文明战略背景下,西宁市正在全力打造绿色发展样板城市、黄河流域“双碳”先行示范区。同时,西宁市受“四山夹三河”的特殊地貌限制,城市路网和交通运行环境更为脆弱。对 2035 年规划年西宁市路网承载力进行预测试:小汽车分担率为 20% (公交和慢行分担率达到 80%) 时,中心城区快速路已经严重拥堵,超出城市路网容量;小汽车分担率为 15% (公交和慢行分担率达到 85%) 时,路网已经出现拥堵。因此,发展城市轨道交通是解决西宁市城市交通问题的唯一选择。

为了城市交通的可持续、高质量发展,西宁需要更加旗帜鲜明的提出公交优先,发展中大运能轨道交通骨架并呼吁争取尽快实施,在东西向川谷走廊布局多级轨道交通制式,设置越站快线实现外围组团与“十字”中心的快速联系,布局加密线强化各组团核心及重要客流集散点覆盖,在长距离出行中实现轨道交通主导(而非小汽车)。同时规划中运量道路公交作为轨道交通的补充,在景区、大型客运交通枢纽、新城新区等地承担旅游、接驳、片区骨架等功能。

#### 3.2 西宁轨道交通线网规划的优化

根据国办发[2018]52 号文的最新要求,西宁市

城市轨道交通制式须调整为轻轨,结合线网存在问题和国土空间规划新要求,提出西宁市轨道交通线网规划的优化策略。

1) 1 号线作为骨干线设置越行站。1 号线为东西向骨干线,沿途串联了多巴新城、西川新城、海湖新区、大十字商业中心、西宁站、东川商贸服务中心等客流集散点和商业中心,可快速解决城区居民东西向出行需求,疏解中心区交通压力向西、东转移,全长 43.6 km。为了保证多巴新城、西川新城与“十字”中心 30 min 的联系时效,1 号线在多巴新城、西川新城片区宜设置部分越行站,实现局部越行。

2) 2 号线为南北川同步布局,与 1 号线形成“十字”骨架。南北川 2 号线、3 号线合并为南北向骨干线,沿途依次串联塔尔寺旅游风景区、南川工业园区、新宁广场、城北商贸综合区、城北生物产业园区、城北交通仓储综合区、大学城文教区等大型综合片区,与 1 号线在“十”字中心形成换乘,全长 39 km。考虑到 2 条骨干线较大的换乘量,需要充分预留 1 号线和 2 号线换乘空间。

3) 3 号线作为 1 号线加密线和辅助线,延伸至多巴。东西向廊道上高峰时段单向流量最大值约 5.6 万人次/h,多巴方向和东川东方向均需 2 条轨道交通线服务。3 号线为中心城区东西向加密线,服务川谷其他客流主走廊,与 1 号线“一快一慢”强化东西向轨道交通线骨架功能,走向与 1 号线平行,并延伸至多巴新城。

4) 4 号线断面客流较小,调整为中运量公共交通。4 号线途径甘河工业园,连接多巴新城和鲁沙尔-塔尔寺组团,全长 27.1 km,远期高峰时段断面客流量为 7 000 人次/h。其在城市外围,调整为更加灵活、造价更经济的中运量道路公共交通,在更利于实施的同时可保证核心区轨道交通的合理规划布局。图 7 为优化后西宁市中心城区城市轨道交通线网规划分布示意图。

5) 城市轨道交通线网支撑的“十”字中心须预控远期线网重组的可能性。人口和岗位密度之和超过 4 万人/km<sup>2</sup> 的“十”字中心,需要城市轨道交通线网支撑。2 号线线路长度达 39 km,而根据客流预测,南川与北川联系客运量仅占 14.5%,故 2 号线长交路运营效率较低。而所有线路间仅为单点换乘,在国土空间规划战略引领的要求下,需要做好重大基础设施的预控,“十”字中心需要预留多点换乘的可能性和未来线网重组调整的可能性。

6) 轨道交通站点 TOD(公共交通为导向的开发)发展建议。TOD 是公共交通使用最大化的一种

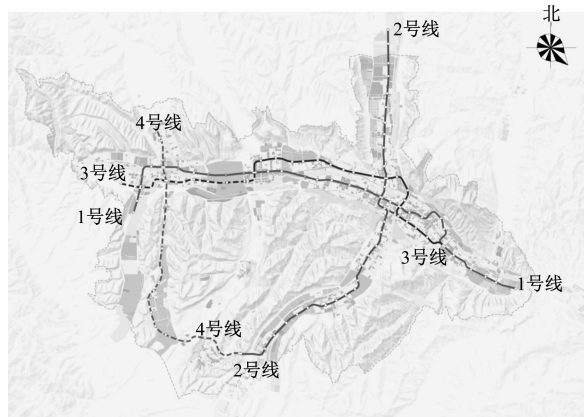


图7 中心城区轨道交通线网规划分布示意图

Fig. 7 Planning and distribution diagram of the rail transit network in the central urban area

非汽车化的规划设计方式,对典型河谷带型特征 of 西宁市而言,可围绕轨道交通集约高效地组织城市功能、组织城市生活、整合公共交通。城市层面,与城市规划“互动协调”引导轨道沿线城市功能集聚,明确轨道站点功能定位分类,围绕轨道形成各级中心体系及发展指引。线路层面,通过扩大腹地范围的角度明确交通接驳设施布局方案,千方百计地提高轨道沿线人口岗位覆盖。站点层面,“提前预控”站点周边用地管控要求,按照建轨道交通站点建中心或社区的要求,对轨道交通影响区进行容积率下限控制,实现高强度开发,同时优先布设高收益、高发生、吸引率用地,注重提升沿线整体开发价值,鼓励土地的混合使用和建筑物多功能化,提升地区活力,打造优质居住与休闲环境。

## 4 结语

国办发[2018]52号文对城市轨道交通制式及审批的人口经济指标一般是基于平原城市制定的,而对于西宁市特殊“四山夹三河”地形和客流走廊高度集中的河谷带型城市而言,城市轨道交通一次换乘已基本可以实现到达全部目标站点。其城市轨道交通服务半径和客流量要远远大于同等规模平原城市轨道交通骨干线路。以“两山夹一河”河谷带型城市兰州为例,总长为25.9 km、设站20座的1号线一期开通第2年最高日客运量达到31.78万人次,最高客流强度超过1.2万人次/(km·d),远远超过福州、常州等城市轨道交通线首开线路。

因此,对于西宁市这类形态非常特殊的城市,轨道交通审批宜更加重视客流指标而非人口经济指标,如预测2035年1号线高峰时段断面客流将超过3万人次/h,达到地铁制式要求,故1号线可按照

地铁制式争取报批。同时,西宁市的区域战略地位特殊,在稳藏固疆、保障国防、民族团结和应对区域突发事件等方面有重要的战略意义,国家的审批政策应当有适当的灵活性和一定的倾斜。

城市轨道交通线网布设的合理与否,直接影响城市空间拓展、轨道交通运行效益等。河谷带型城市受地形条件制约比较明显,客流高度集聚、道路资源稀缺,其轨道交通线网有别于其他类型城市。

本文在西宁市城市轨道交通线网规划优化的研究中,基于国土空间规划提出的城市空间布局和人口规模以及客流走廊分析,论证西宁市需要构建城市轨道交通骨架,同时需要强化东西川谷的轨道交通支撑;提出了西宁城市轨道交通规划的线网优化思路,建议1号线设置越行站,2号线南北川同步布局,3号线作为1号线加密线和辅助线延伸至多巴新城,4号线调整为中运量道路公共交通,提出预控远期线网重组和TOD发展建议。并提出西宁市在轨道交通批复层面的思考和建议。

## 参考文献

- [1] 李谈. 如何破解川道型城市轨道交通建设难题: 西宁建设规划申报思考[J]. 城市轨道交通研究, 2018, 21(5): 130.  
LI Tan. Solution to rail transit construction problems in a linear city—reflection to the application of construction planning for Xining city[J]. Urban Mass Transit, 2018, 21(5): 130.
- [2] 方刚. 基于居民出行调查的河谷型城市交通拥堵问题研究: 以兰州市为例[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(5): 230.  
FANG Gang. Research on traffic congestion in river valley city based on resident travel survey—taking Lanzhou city as an example [J]. Communications Science and Technology Heilongjiang, 2020, 43(5): 230.
- [3] 李铭, 王涛, 戴光远. 山地河谷型城市综合交通发展策略研究: 以西宁市为例[C]//共享与品质——2018中国城市规划年会论文集(06城市交通规划). 杭州: 中国城市规划协会, 2018: 454.  
LI Ming, WANG Tao, DAI Guangyuan. Research on the comprehensive transportation development strategy of mountain valley cities: taking Xining City as an example[C]//Sharing and Quality-Proceedings of the 2018 China Urban Planning Annual Conference (06 Urban Transportation Planning). Hangzhou: China Association of City Planning, 2018: 454.
- [4] 丁大朋. 河谷带状城市轨道交通线网规划研究[J]. 铁路运输与经济, 2017, 39(增刊2): 112.  
DING Dapeng. Study on planning of urban rail transit network for valley ribbon-form cities[J]. Railway Transport and Economy, 2017, 39(S2): 112.
- [5] 杨学金. 河谷型城市轨道交通线路选线研究[J]. 铁道工程学报, 2012, 29(2): 69.  
YANG Xuejin. Research on track alignment of urban rail transit in valley pattern city[J]. Journal of Railway, 2012, 29(2): 69.

(收稿日期:2021-07-13)