

# 大理、景洪、天水三座中型城市的轨道交通线网结构探讨

李文胜

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 430063, 武汉//教授级高级工程师)

**摘要** 选取了大理、景洪、天水三座城市,对其空间形态、城市功能、人口规模及分布等方面进行分析。结合三座城市的交通客流组成及其出行需求、既有公交系统现状、轨道交通建设的可实施性等因素,提出构建“干线+环线”的轨道交通线网结构,并详细介绍了这三座城市的轨道交通线网布局。可为同类中型城市的轨道交通线网规划设计提供参考。

**关键词** 城市轨道交通; 中型城市; 线网结构

**中图分类号** U231

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2019.06.014

## Urban Rail Transit Line Network Structures of Dali, Jinghong and Tianshui Medium-sized Cities

LI Wensheng

**Abstract** The spatial form, urban function, population size and distribution of three medium-sized cities: Dali, Jinghong and Tianshui are analyzed. Then, combined with the traffic flow composition, travel demands, status of the existing public transport systems, rail transit construction feasibility and other factors, the layout of rail transit network in the three cities are introduced in detail. This research provides a reference for the compilation of rail transit network in the same type of small and medium-sized cities.

**Key words** urban rail transit; medium-sized cities; transit network structure

**Author's address** China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., 430063, Wuhan, China

云南省的大理市和景洪市及甘肃省的天水市,均属于中型城市范围。本文以这三个城市为案例,对中型城市的城市轨道交通线网结构进行探讨。

## 1 三座城市的概况

这三座城市的人口和用地规模基本相当,在空间形态、城市功能、现状与发展等方面具有一定的相似性。

### 1.1 空间形态

这三座城市均是受历史地理环境的影响,靠水

临山而建,城市沿水和山脉纵向形成狭长的带状空间形态,包括以串珠式组团链接而成,纵向距离一般在5~20 km之间,横向宽度在2~5 km范围。城市外围多受山脉阻隔,仅通过公路和铁路连接,沿路居住和活动的人口较少。

云南省大理白族自治州大理市市域范围包括大理古城,以及下关、凤仪、海东、喜洲、挖色、银桥、湾桥、双廊、上关等十个镇,环洱海分布,总面积1 815 km<sup>2</sup>;大理中心城区范围包括则大理(古城)、下关、海东、凤仪等四区,位于洱海的南端,呈U型带状分布,可形象地概略为“三城一带”。凤仪区主要是工业区,居住人口较少。环洱海带状长度31.0 km,其中:古城到下关距离13.2 km,下关到海东距离12.4 km,三座组团沿洱海岸线的进深在2.4~4.2 km之间。

西双版纳州景洪市下辖1个街道、5个镇和5个乡,总面积6 958 km<sup>2</sup>。景洪市中心城区沿澜沧江分南北两岸三个片区:江北片区受沿江山体限制,范围较小;南岸范围较大,包括中央片区和曼弄枫片区,主要聚集区集中在以南岸区老城区为中心,直径4.8 km的圆环范围内,规划远期该市将向南发展。

甘肃省天水市下辖秦州区、麦积区两个市辖区,以及甘谷县、武山县、秦安县、清水县和张家川回族自治县等5个县。中心城区(秦州区、麦积区)范围5 926 km<sup>2</sup>,是典型的两山加一川(渭河)的狭长带状形态,东西向长约40 km,南北向宽约2~4 km。秦州区为旧城区域,密度较大。麦积区为新城发展区。

### 1.2 城市功能

这三座城市受地理、人口和环境的影响,工业生产活动较少,大多以居住和零散性商业为主。随着城市休闲生活的逐步兴起,三座城市均根据本身的历史人文基础,保留、促进、创新了旅游和景观开发功能。

### 1.3 人口分布现状与发展

三座城市的人口规模情况及地域范围见表1。这三座城市在发展的早期,人们依山傍水集中居住,

形成历史久远的古城镇居住组团,组团规模较小但异常紧密,组团内历史遗留文物较多。受地理环境和

人口增长缓慢等因素的影响,城市空间向外扩展幅度较慢,规划意识不强。

表1 大理、景洪、天水三座城市人口规模及地域范围

城市名称	中心城区			市域范围		
	2015年人口	规划年人口	地域范围	2015年人口	规划年人口	地域范围
大理市	35.00万人	61.3万人(2020年) 76.0万人(2025年)	大理(古城)、下关、海东、凤仪	66.40万人	87.0万人(2020年) 100.0万人(2025年)	1个市区(4区)、7个镇
景洪市	28.62万人	52.0万人(2020年) 75.0万人(2030年)	江北片区、中央片区、曼弄枫片区	53.33万人	82.0万人(2020年) 118.0万人(2030年)	1个街道、5个镇、5个乡
天水市	119.70万人	控制在80万人以内 (2020年)	秦州区、麦积区	332.30万人	380.0万人(2020年)	2个区、5个县

随着社会生产的发展,人口增长超过了原古城镇的容纳极限,加之人们对居住舒适度要求逐步提高,三座城市都规划在古城外部另建新城(中心),以疏解旧城压力。受地理环境影响,三座城市的新城和旧城间空间距离并不遥远,在15~30 km之间。

大理古城为历史老区。下关组团是较晚形成的高密度中心组团。除以工业为主的风仪组团外,海东组团为目前集中发展的新行政区,海东与下关的带状区域已经规划了新的城市用地,并予以陆续实施。大理火车站在下关组团内,机场距离下关中心11.2 km。

景洪市主要以澜沧江南北两岸向内陆发展,城市人口在临江区域高密度集聚,离江越远,城市密度越小。火车站位于城市边缘,景洪机场距离老城中心4.1 km。城市内部旅游景点包括大佛寺和多处旅游公园,其他如野象谷、傣族园等大型景点则距离市中心30 km左右。

天水市秦州区为老城区,建设密度大,道路狭窄。市区规划向麦积区扩展。主要的交通集散点铁路火车站位于麦积区,距离秦州区中心17.7 km,既有天水机场距离秦州区中心14 km。

目前这三座城市公共交通体系并不完善,内部交通运输车辆都没有达到主体运输的需求,混杂严重,城市交通组织的难度很大。作为靠电力驱动的轨道交通系统,其在节能和对环境影响方面有着无可比拟的优势,在时间可达性和准时性、乘坐舒适度等方面也可更好地满足旅游出行和组团内部通勤需求。这些优点也是三座城市考虑建设轨道交通的主要原因。

## 2 三座城市的特点

目前中型城市的轨道交通线网规划中一般按照大型城市思路来编制,忽略了中型城市在客流组成、交通系统、时间需求和建设可实施性上有着自己的

特点。

### 2.1 交通客流组成

大型城市早晚高峰公共交通客流主要以通勤和商业客流为主,高峰时段客流决定着线路应提供的最大运能。而这三个中型城市的工业发达度较低,一般是以旅游服务为主的小商业和小型作坊式工业,交通出行方式多以小距离组团内部出行为主。由于存在老城区及历史旅游景点,在新城区及新景点的不断开发下,点对点的交通,特别是交通枢纽、集中居住区以及景点三者之间的旅游客流规模较为可观,且呈逐年递增的趋势。

三座城市在高峰时期游客客流占总交通客流的80%左右,而平峰时段游客占44%,以市内居民出行为主。

### 2.2 交通系统

国内的大型城市均已形成了较为完善的公交系统,常规道路公交、出租车等也较为发达,公共交通在城市交通中占有主体地位,而中型城市的公交系统相对比较薄弱。中型城市由于城市体量较小,市内居民内部出行距离较短,加之市区内道路资源比较紧张,所以大多以人力和小型电动交通工具为主,公交系统多用于组团间、旧城和新城间联系。这对于较大规模的旅游点对点客流,市内站站停的慢速公交系统无法满足旅游者对出行时间的需求。因此,这三座城市目前均以旅游专车、少量出租和社会车辆(包括营运社会车辆)来满足旅游客流高峰性和舒适性的要求。

### 2.3 客流需求

与大型城市通勤客流讲究快捷性和准时性相比,中型城市早晚高峰以旅游群体为主,对快速、准时抵达的敏感性较小。在旅游高峰出行时段以外,组团内交通更多的是居民的短距离出行,以慢节奏生活方式为主。三座城市在线网规划编制过程中,当

地政府和民众均认为出行的捷达程度不需要如大城市般特别强调。

## 2.4 建设可实施性

大型城市在城市中心区都有相对宽阔的城市道路,道路两侧多为大型商业和居住区,骨干轨道交通线路可在道路下开挖,拆迁量较小且可满足较大规模的客流出行。

受历史延续影响,一般中型城市旧城道路普遍狭窄曲折,建筑物退离道路的距离有限;受财力影响,中型城市轨道交通都是采用地面敷设方式。如果按照大城市轨道交通的建设方式,中型城市的轨道交通建设,在旧城中心穿过时沿线需要拆除大量的建筑物,其所占中型城市整个城市建筑体量的比例要远高于大城市,社会影响程度非常大。而且,旧城区存在历史遗留的建筑物较多,轨道交通线路设计和建设的难度很大。

在城市轨道交通线网规划的编制过程中,三座城市有关方表示,若对沿线进行大规模的建筑物拆迁,投资巨大,既有城市风貌破坏严重,居民难以承受,建设可实施性差,不可硬搬大城市的建设模式。

## 3 三座城市轨道交通线网结构设计

一个城市具体的轨道交通线网结构形态在很大程度上受该城市的自然地理、人文地理、城市发展布局现状及规划、投资水平等条件的制约。

大型城市的线网结构一般采用以下五种最基本的类型:星形、树状、栅格状、放射网状、放射环状。这三座中型城市的空间规模有限,没有大城市那么复杂的交通结构体系,线网规模也较小,为充分发挥轨道交通的优点,结合三座城市的基本情况,提出了“干线加环线”的线网结构方案。

### 3.1 “干线加环线”的线网结构

三座城市建设轨道交通的主要目的,一是提升游客的旅游舒适度和吸引力,二是改善既有城市交通和引导城市发展。三座城市空间结构中,组团性质突出,分隔明确,组团之间路径范围内居住量很小,道路较宽,所以组团间考虑采用干线连接。为保证旅行时间的要求,干线的敷设方式不管是否是地面,都尽量采用专有路权。组团与景点之间以旅游客流为主体,组团与组团之间除了旅游客流以外,还应考虑市内居民的通勤客流。

与大城市轨道交通线路应直接进入市中心不同,中型城市考虑到旧城中心范围道路狭窄、拆迁难

度大,轨道交通线路应设于城市外围,既可避免大规模拆迁、破坏旧城风貌,也可尽量疏解旧城中心高居住密度的状况。线路与旧城中心的连接则依靠原有城市的小型交通来解决,从前面分析的城市空间规模上看,沿线路横向5 km的组团内核区采用慢行交通系统,也适应中小型城市生活节奏。

此外,轨道交通建设的可实施性往往放在极其重要的地位,所以从城市组团规模上看,如果采用外抱城市内核的环线,则可最大限度地扩大轨道交通的服务范围。当然在新建规划区,道路资源较好,建设难度较小,线路还是应以进入内核中心为宜,引领城市新区发展。无论轨道交通线路是否穿越中心城区,组团内部应维持原有常规公交、小汽车和其他慢行系统覆盖小街。

### 3.2 “干线加环线”结构的优点

由于三座城市公交系统不完备,轨道交通应起到高峰时段以旅游为主体、平峰时段作为城市交通骨干的功能。

在线路路径上,为保证旅游者到达、游玩和离开的需要,主要的交通枢纽接驳点(如机场、火车站、长途车站、高速路口等)、居住点(游客中心)和景点均可以设置线路连接点。组团外围停车点、商业中心点也可给予连接,以保证组团出行顺畅。

干线和外包城市核心区的轨道交通线路,建设可实施性高,既能最大限度保证游客和市民出行时间需求,不破坏组团内部交通,也可对核心区的高密度人口起到疏导作用。

“干线加环线”还具有网络化运营优点。从客流组成和出行习惯上看,干线客流与组团环线的客流基本相当,且单线运行能力均有富余,故环线可以内部自行运行,也可以直接贯通到干线上跨组团连接。因此,在平峰期、旅游低谷季和早晚高峰期、旅游高峰季等不同的阶段,线路的运行组织可以灵活调配,减少换乘次数,提高舒适度和运行效率。

市域线或是旅游景区专用线,也可以不用进入组团中心,而是直接接入组团环线的任意一点,如果制式相同,则可一并考虑进行网络化运行。

### 3.3 三座城市的轨道交通线网结构分析

三座城市轨道交通线网考虑了两个功能层次:一个是组团与组团间、组团与旅游景点之间采用干线连接,同时承担旅游和通勤的功能;另一个就是组团内部线路,以1~2条线路承担组团内部交通功能。

如图1所示,大理中心城区根据“三城一带”的



空间特性,布置了“一线三环”的线网形态:每个组团的环线都通过主贯通线予以连接,这样,既保证了各组团内部通过环线将沿线组团集中区进行环型闭合连接,也兼顾了组团间的干线联系,最终有效引导城市组团的发展。主贯通线 L1 线 38.3 km,主要沿着组团的外围敷设,建设难度小,可先建设,建成后可为旅游客流提供快速通道,同时吸引和疏散组团

中心客流;H1 线 (8.4 km)、H2 线 (8.1 km)、H3 线 (7.2 km) 接近组团中心敷设,考虑后续实施,与 L1 线形成三条环线。三条环线可内部成环运行。整个骨干线网规模 62 km,设站 58 座。远景规划卫星城线路 6 条,涵盖祥云、弥渡、宾川、洱源、漾濞、巍山等 6 县,可以接入骨干线路中的任一节点,纳入城市轨道交通网络系统。

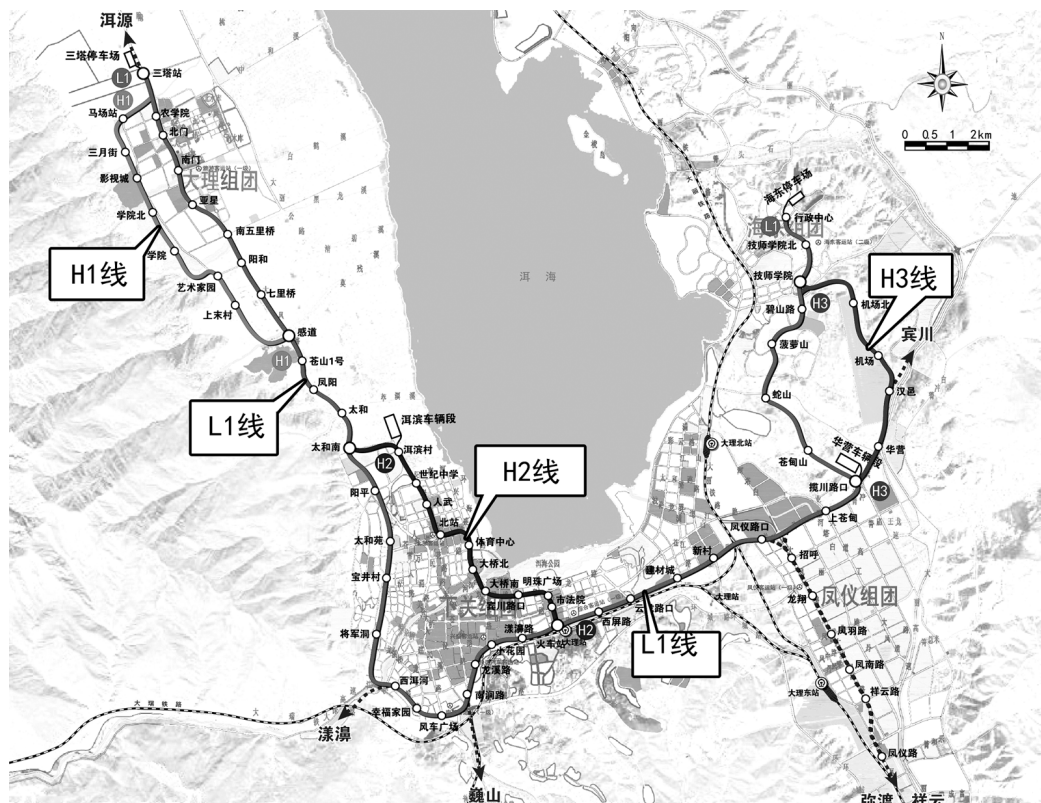


图1 大理市中心城区轨道交通骨干线网图

西双版纳景洪市区线网布设了 2 条线路,共计 39.05 km,辐射了市区内的 5 大主要片区及主要的客流集散点和旅游点。其中:1 号线全长 17.35 km,主要在城市中线的较宽道路上敷设,连接火车站和机场,南北两端接驳旅游景点专线;2 号线为环线,主要沿景洪城市中心区外围布置,线路全长 19.38 km。州域线网方案布设则以旅游服务为中心,兼顾县域发展,线网方案共分两个层次,如图 2 所示。近远期的州域线网方案在中心城区线网的基础上向主要客流集散点如野象谷、傣族园、勐仑植物园、勐海等处辐射,并预留了远景至勐龙的条件。

天水市无论是交通走廊还是客流主通道方向均与城市形态高度一致,主要是沿着狭长带的方向呈东西轴向分布,主导客流方向单一。中心城区规划了

“两横两纵”共计 107.93 km 的轨道交通线网,沿城市空间组合呈 8 字环网。其中:1 号线为市区北部的一横,基本沿老区外围敷设,属一期建设范围;2、3 号线构成市区南部外围另一横;4、5 号线分别构成秦州区和麦积区的一纵,将南北两横连接成环。规划发展的城市外围组团如三阳川、藉口和麦积山景区带等,与中心城区的关系呈分散组团分布,因此市域规划的轨道交通线路总体呈现中心城区向各组团放射的形态,如图 3 所示。

三座城市的轨道交通承担旅游和通勤功能,受人口规模和出行方式的影响,客流规模不大,高峰小时断面客流一般在 3 000 ~ 8 100 人次/h。其中:大理市单线线路远期高峰小时最大客流断面是 8 100 人次/h;西双版纳景洪市线路最大客流断面为 5 815

人次/h;天水市线路最大客流断面为 3 595 人次/h。地上敷设方式。  
因而,基于客流预测和经济成本的考虑,一般都采用

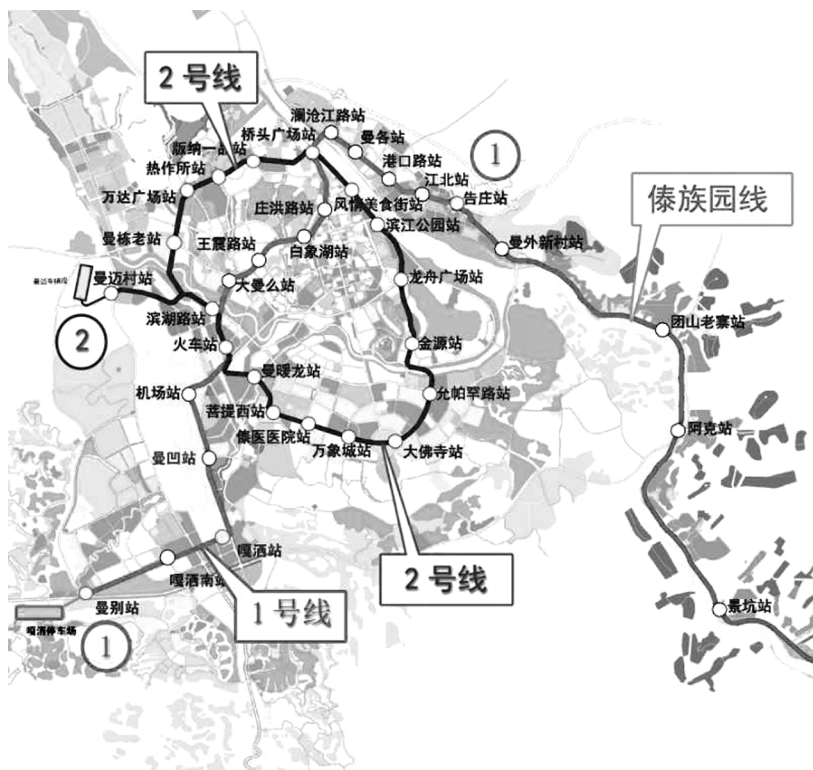


图2 西双版纳景洪市中心城区轨道交通线网图

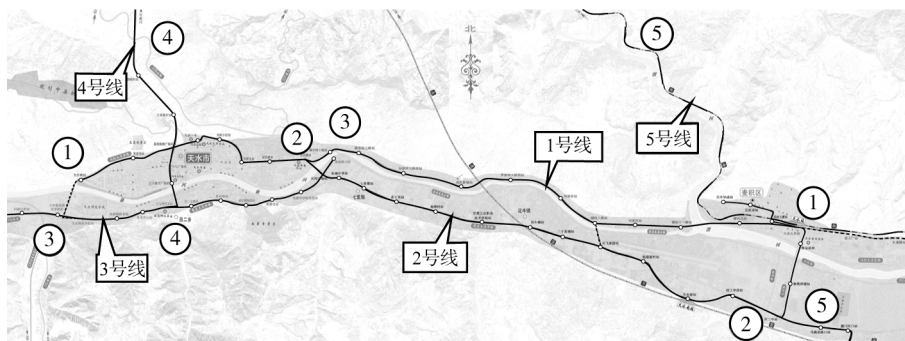


图3 天水市中心城区轨道交通线网图

#### 4 结语

(1) 大理、景洪、天水这三座城市代表了我国中型城市的一种类型形态,即城市依山傍水而建,组团规模较小,空间结构也较为单一,人口和空间规模较小,远期发展有限。这类中型城市的轨道交通线网规模也不需太大,建议的规模范围可在 3 条线、50 ~ 100 km 之间。

(2) 城市内部的常规公交系统都不够完善,轨

道交通可以作为交通出行高峰时段的公交主体和平峰时段的公交骨干。

(3) 三座城市均以旅游客流为主,对景点到达时间有一定的要求,市内居民内部出行对时间要求不高。在组团内部的建筑密度大、道路资源较少,穿越组团内部建设轨道交通的拆迁和整合难度很大。轨道交通线路路径选择时要充分考虑这个因素。

(4) “干线加环线”的线网结构能有效适应三座  
(下转第 71 页)

交通系统出行链连接方法和基于机器学习的出行人群分类模型,通过实际出行调查和测试样本集验证了出行链连接方法和出行人群分类模型的精度,并初步分析了北京市居民出行特征。结果表明,该特征提取分析方法可以有效识别通勤人群的城市公共交通系统出行链结构及换乘特性。

在今后的研究中,可通过增加分类训练集的样本量,以提高分类器的准确性与泛化性;从出行链的出行时间、上下车位置和换乘过程等维度进一步进行分析与信息挖掘,为城市轨道交通及道路公交线路规划与站点布局优化等提供更准确的数据支撑。

### 参考文献

- [1] SEABORN C, ATTANUCCI J, WILSON N H M. Analyzing multimodal public transport journeys in london with smart card fare payment data [J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2009(2121):55.
- [2] JANG W. Travel Time and transfer analysis using transit smart card data [J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2010(2144):142.
- [3] DEVILLAINE F, MUNIZAGA M, TREPANIER M. Detection of activities of public transport users by analyzing smart card data[J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2012(2276):48.
- [4] SHI X, HANGFEI L. The analysis of bus commuters' travel characteristics using smart card data: the case of Shenzhen, China [C]//Transportation Research Board 93rd Annual Meeting. Washington: Transportation Research Board, 2014:172.
- [5] 陈学武, 戴霄, 陈茜. 公交 IC 卡信息采集、分析与应用研究[J]. 土木工程学报, 2004(2):105.
- [6] 王月玥. 基于多源数据的公共交通通勤出行特征提取方法研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2014.
- [7] 孙世超, 庄斌, 黄伟. 基于机器学习的公交卡数据中通勤人群辨识方法[J]. 交通工程, 2017(1):58.
- [8] 王淑伟, 孙立山, 荣建. 北京市轨道交通站点吸引范围研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2013, 13(3):183.
- [9] 郭淑霞, 陈旭梅, 于雷, 等. 轨道交通换乘常规公交平均候车时间模型[J]. 交通运输系统工程与信息, 2010, 10(2):143.
- [10] WANG H, SHEN Y, WANG L, et al. Large-scale multimedia data mining using MapReduce framework[C]//4th IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science Proceedings. Taipei: IEEE, 2012:287.

(收稿日期:2017-07-13)

(上接第 65 页)

中型城市的空间特点,建设可实施性强。环线结构本身可内部独立运行,也可与干线共线运行,适应中小型城市的交通出行特征。这样的运行方式对运营管理的要求较高,在具体制式选择和配线设置上要进一步细化研究。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国发展改革委员会. 国务院关于调整城市规划标准的通知[Z]. 北京: 中华人民共和国发展改革委员会, 2014.
- [2] 叶霞飞, 顾保南. 城市轨道交通规划与设计[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1999.
- [3] 顾保南, 曹仲明. 城市轨道交通路网结构研究[J]. 铁道学报, 2000, 22(5):25.
- [4] 曹仲明, 顾保南. 城市轨道交通网络结构的优化及其影响分析[J]. 城市轨道交通研究, 1999(1):45.
- [5] 王忠强, 高世廉. 城市轨道交通路网形态分析方法[J]. 城市轨道交通研究, 1999(1):33.
- [6] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 大理轨道交通线网规划报告[R]. 昆明: 中铁第四勘察设计院集团有限公司西南设计院, 2016.
- [7] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 西双版纳旅游轨道交通线网规划报告[R]. 昆明: 中铁第四勘察设计院集团有限公司西南设计院, 2017.
- [8] 中铁第一勘察设计院集团有限公司. 天水市城市轨道交通线网规划报告[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2015.

(收稿日期:2017-10-24)

欢迎访问《城市轨道交通研究》网站

www. umt 1998. com