

文章编号:1006-2106(2007)11-0065-04

# 城市轨道交通线网规划中线路敷设方式的探讨与研究<sup>\*</sup>

杨志团<sup>\*\*</sup>

(铁道第一勘察设计院, 西安 710043)

**摘要:**研究目的:城市轨道交通网络规划要按照城市总体规划的要求,结合土地使用规划情况和线路周围地理条件,选择合适的线路敷设形式,使城市空间资源得到合理的配置,以节省工程投资和运营成本。

**研究方法:**结合南京市、广州市城市轨道交通线网建设规划的经验,对线路敷设方式规划的必要性、主要内容、影响因素及确定原则进行阐述论证。

**研究结果:**对地面、高架、地下线3种形式在适用范围、土地利用、环境影响、工程造价等方面进行了综合分析比较,为线网线路敷设规划提供技术支持。

**研究结论:**城市轨道交通网络规划是保证城市轨道交通建设科学性、合理性、经济性以及可操作性的关键环节,线网资源共享规划确保了城市轨道交通线网建设规划的有效实施,为具体线路工程可行性研究提供了设计依据。

**关键词:**城市轨道交通;线网;线路敷设方式

**中图分类号:**U231<sup>+</sup>.2      **文献标识码:**A

## Discussion and Research on the Modes of Laying Track for the Line Network Plan of Urban Mass Transit

YANG Zhi - tuan

(China Railway First Survey and Design Institute Group Ltd, Xi'an, Shanxi 710043, China)

**Abstract; Research purposes:** The rational laying track mode should be selected for the line network plan of urban mass transit according to the overall city plan, the situation of land usage and the geographic conditions around the line, for the purposes of disposing the city space resources rationally and saving construction and operation costs.

**Research methods:** Based on the experiences of planning and construction of urban mass transit networks in Nanjing and Guangzhou, the demonstrations are made for the necessity of planning, main contents, influencing factors and decision - making principle of laying track modes.

**Research results:** The analyses and comparisons of three modes of laying track in the ground, elevation and underground are made from the areas of applicable scope, land usage, environmental influence and construction cost for providing the technical support for laying track.

**Research conclusions:** The urban mass transit network plan is the important factor of guaranteeing construction of urban mass transit with scientificness, rationality, economic characters and operational characters, and the common sharing plan of line network resources can effectively guarantee the implement of line network plan of urban mass transit, which can provide the basis for design of the concrete project.

**Key words:** urban mass transit; line network; track laying mode

近年来,随着城市交通迅速发展,轨道交通越来越      受到重视,建设以大容量轨道交通为骨干,形成一个包

\* 收稿日期:2007-07-27

\*\* 作者简介:杨志团,1975年出生,男,工程师。

括地面、地下和高架多平面、多交通模式的现代化交通网络,是解决城市交通问题的必然选择。线网资源共享规划是在轨道交通线网及近期建设规划的基础上,通过对线网的建设规模进行论证,使之更加具体化、数量化;通过对线网客流进行预测,避免了单条线的片面性,更具客观性;通过对系统制式进行选型,实际达到了线网之间设备资源的共享使用;通过对枢纽站点和与公交的配合进行规划,提高了乘客服务水平;在线网的层面上,解决了以往单条线路难以克服的问题,又为具体线路的规划设计提供了指导作用。线网资源共享规划确保了城市轨道交通线网建设规划的有效实施,为具体线路工程可行性研究在线网上提供了设计依据,是降低建设投资、减少运营成本最有效的手段。《广州市轨道交通线网规划》中规划的广州市轨道交通线网基本构架由“交通疏导型”和“规划引导型”两类线路构成,形成既向心又交织的轨道交通系统,并有良好的辐射能力。其中城市轨道交通线 15 条,总长 610 km;市郊线 1 条,长 67 km;城际线 3 条,总长 40 km。为了达到在线网系统配置上的最优化,广州市在完成城市轨道交通线网规划、2010 年线网建设规划的基础上,同时开展了线网资源共享规划的研究工作。本文要讨论线网资源共享规划中有关线路敷设方式的规划。

## 1 城市轨道交通线路敷设方式在城市规划中的必要性

城市轨道交通线路敷设方式规划是线网资源共享规划中对线网的建设规模进行论证的重要内容,它与确定轨道交通建筑地界、城市建设用地控制规划、城市地下管线规划、地下空间开发利用等,都密切相关,与城市总体规划相互支持、相互交融。

### 1.1 是适应新的城市总体规划、改善城市土地使用布局和城市空间结构的需要

城市有序的外延拓展,需要依托某种交通方式来实现。一方面城市的轴向发展与紧凑布局可以为城市发展提供更大的发展空间和更为多样的选择,有利于减少城市交通堵塞,改善城市生态环境,实现城市的可持续性发展;另一方面轨道交通为城市轴向发展和紧凑型布局提供了良好的交通导向。

城市空间布局的发展应以区域共同发展与生态优先为前提,充分保护和合理利用自然地理条件,保持地区生态环境的平衡,强调经济的发展必须同资源开发利用及环境保护相协调。而线路的敷设型式直接影响城市景观建设、空间结构与用地布局,对城市总体发展规划的实施产生深远影响。

### 1.2 是最大限度利用土地资源和合理分配投资资源的需要

城市轨道交通与土地利用规划是一个互动的单向循环系统。良好的土地使用,可以生成轨道交通客流,而轨道交通的建设又可合理引导土地利用性质以及建设密度的重新配置,并形成良好的城市空间结构与用地布局。城市轨道交通不仅仅是为了满足城市不断增长的客运交通要求,更主要的是通过对土地使用的控制,发挥轨道交通在城市发展中的积极作用,引导城市空间的有序增长,并形成城市空间发展与轨道交通之间的互动协调关系。随着城市化进程的加快,人口增长迅速,城市建设用地越来越紧张;同时,土地资源的短缺严重制约城市的发展,对交通也产生滞后的发展趋势。由于地面线、高架线对城市规划控制用地要求较高,而地下线对城市规划建筑红线宽度一般无特殊要求,因此,需与沿线总体规划协调,结合其规划情况来进行线路敷设型式的选择,达到最大限度地利用土地资源。此外,轨道交通建设是技术复杂的系统工程,需要巨大的资金投入,而轨道交通系统中地面线、高架线及地下线区间土建投资比例约为 1:3:9。鉴于目前的经济实力,轨道交通的建设必须本着从实际出发,不要追求高标准、高豪华,应遵循“美观、适用、合理”的标准。因此,线路敷设方式的研究对控制工程造价和运营成本、合理分配投资资源等极有必要,并直接影响轨道交通工程的投资收益。

### 1.3 线路敷设方式研究是指导近期线网建设及预留条件设置的需要

随着《规划法》的实施,轨道交通线路在穿越地块、穿越既有建筑物时将付出相应代价。对近期建设项目进行线路方案、敷设方式研究,并通过与规划部门的协调,为近期建设线网预留出规划走廊,是近期轨道交通项目具有可实施性的重要前提条件。同时,对线路换乘点的换乘关系、换乘方式进行研究,为后来实施线路预留条件。

## 2 线路敷设方式研究的主要内容

### 2.1 线路敷设方式概述

线路敷设方式是线网的三维空间规划概念,主要是根据城市总体规划的要求,结合城市现状以及工程地质、环境保护等条件,选择采用地下线还是高架线,或是地面线。

#### 2.1.1 地面线

地面线适用于非城市中心区、城市绿化隔离带和地质条件差的地区。地面线要求道路红线不小于 60 m,并需协调好与相交道路的关系,保证道路的行

人、车行通道需求。地面线的特点就是可以节省大量的土建费用,但会占用一定的土地,并对沿线两侧居民带来一定的不便。

2.1.2 高架线

高架线适用于非城市中心区。高架线要求道路红线不小于 60 m,并需协调好与规划道路网、交通设施的关系,具有全封闭、全立交、占地少、造价低、工期短等特点,更有利于穿越地质情况比较复杂的地段。但高架型式除了噪声、振动等对环境的影响之外,还对城市景观、沿线日照等有一定的影响。

2.1.3 地下线

地下线适用于旧城市中心区、建筑密度高的地区、规划的重点地区以及对环境要求高的地段和区域。地下线路多处于城市中心以及街道较窄、车辆和客流较多的地段,它能较好地解决立交问题和城市景观问题,能节省土地,使土地资源得到合理的利用。

2.2 线路敷设方式的影响因素

2.2.1 城市规划

随着城市规模的扩展,城市空间结构发生了变化,对城市形态结构也提出新的总体发展目标:以区域共同发展与生态优先为前提,充分保护和合理利用自然地理条件,保持地区生态环境的平衡,强调经济的发展必须同资源开发利用及环境保护相协调。应根据城市总体规划的要求,结合城市土地使用规划情况和线路周围的地理条件,从整个线网上考虑选择合适的线路敷设形式,使城市空间资源得到合理的配置,节省工程投资和运营成本。

2.2.2 环境协调

地面和高架线路均有与周围环境协调的问题,包括与周围建筑和地形相协调以及与相邻环境(日照、防噪、景观等)相协调。采用地面线时,沿线两侧通过植树、植草等方式与周围建(构)筑物形成一定的隔离地带;另外,地面线经过景观风景区时,工程建设应满足各风景区的景观保护要求。高架线对城市景观及居民生活有一定的影响,在满足功能要求的前提下,其建设形式宜轻巧、明快,与周围建筑形成一定的比例和尺度,突出建筑主景。采用地下线时,应尽可能避开地下文物,不能避开时也应会同文物部门做好保护措施;出入口宜与沿线建筑物结合设置。

2.2.3 工程地质和水文地质条件

工程地质和水文地质条件不仅影响线路敷设方式的选择,而且在很大程度上决定了地下线的埋置深度和施工方法。在基岩的岩性为灰岩、石英砂岩、泥质砂岩、灰质页岩夹薄层煤及煤线地区,以及岩层断裂发

育、含大面积采空区和分布有土洞或溶洞地区,线路很难采用地下线通过,适宜采用高架线路敷设。

在三角洲地区,地质由古生代寒武纪又海浸到中生代侏罗纪沉积,构成砂岩、页岩;第四系以来,地壳运动形成不同方向的断裂。在此断裂地带不利于地下隧道方案,适宜采用地面或高架敷设型式。水文地质条件调查资料为线路敷设方式选择提供了科学的参考。线路穿越河流地段需要采用高架线或深埋隧道方案通过。因此,在选择线路敷设方式时,要充分考虑地形、地貌和地质条件,尽量避开不良地质地段和重要的地下管线等构筑物,以利于工程实施和降低工程造价。

2.2.4 环境影响因素

城市轨道交通对外环境影响因素主要有噪声、振动和电磁辐射。这些因素又反过来影响线路敷设方式的选择。轨道交通噪声的大小与轨道交通的形式、车辆的性能、轮轨条件、线路及道床结构、行驶速度等因素有关。地下线路由于列车是在封闭的隧道中运行,声音在隧道内混响,产生的噪声最大;但地下线路噪声只影响车内乘客,对外环境无影响。地面线路和高架线路噪声对车内乘客影响相对较小,但对外环境有明显影响。城市轨道交通运行时,轮轨相互撞击而产生振动与噪声。其振动通过轨道、道床、隧道或梁、桥墩及岩土介质传播到地面和沿线建筑物,引起地面一定范围的振动,使沿线居民感到不舒适,影响休息和睡眠。城市轨道交通的电磁辐射主要来自其供电系统以及电动客车的运行区间,但与国家标准规定的限值相差甚远,不会对乘客、工作人员及线路两侧居民的健康造成损害。同时,如果线路附近居民使用有线电视系统,轨道交通的电磁辐射也不会影响收看电视。线路敷设方式各方案环境影响的综合比较如表 1 所示。

表 1 各线路敷设方式环境影响因子一览表

线路型式	噪声	振动	电磁辐射	占用土地
地下	0	2	0	0
地面	2	1	1	2
高架	2	0	1	1

表中环境影响因子:“0”表示基本无影响;“1”表示影响很小,不需要采取控制措施;“2”表示影响相对较大,但采取控制措施后可以达到环境要求。占用土地因子为各方案比较的相对概念。

2.3 线路敷设方式综合分析比较

综上所述可见,轨道交通线路采用不同的敷设方式,其用地规划控制条件是截然不同的,而且对城市用地、环境以及轨道交通系统自身的工程造价产生重大的影响(见表 2)。

表 2 各种线路敷设方式特点一览表

比较项目	地面线	高架线	地下线
适用范围	非城市中心区	非城市中心区	旧城市中心区、建筑密度高的地区;规划的重点地区以及对环境要求高的地段区域
对城市土地利用的影响	隔断了线路两侧土地	对沿线一定范围存在不利影响	与城市规划配合最好,能促进沿线土地利用
对道路红线的要求	道路红线不小于 60 m 宽	道路红线不小于 60 m 宽	无特殊要求
对城市交通的影响	隔断了线路两侧的横向交通,需根据情况处理	影响较小	基本无影响
对工程地质条件的适用性	好	好	地质不良地带将付出较高工程代价;岩溶、煤层采空区等不良地质地区不适用
占地	大	较大	在地下,地面以上占地很少
对环境的影响	城市景观上有影响;运营时产生的噪音和振动对沿线一定范围有影响	城市景观上有影响;运营时产生的噪音和振动对沿线一定范围有影响	城市景观上无影响,对沿线主要影响是运营产生的振动
工程造价	最低	较低	高

2.4 线路敷设方式确定的原则

线路敷设方式主要取决于线路在城市中所处的地理位置和铺设条件。应结合城市总体规划以及线网沿线土地利用规划和开发计划,按照城市景观需求,根据城市现状以及工程地质、环境保护等条件,从空间布置、整体连续性、生态、建筑、经济(工程造价和运营费用)、工程实施等方面来综合考虑;并重点研究其线型、坡度、车站与区间的衔接、与周围建筑环境和建筑空间配合等。在建筑密集、道路狭窄、交通拥挤、环境及地面景观要求严格保护的市中心区,以及沿线土地利用规划和开发计划严格控制的地段,轨道交通均应考虑采用地下线方案。在市郊结合部和郊区,地面建筑稀少、路面宽阔,应结合沿线土地利用规划和开发计划,考虑以高架线和地面线为主;城市间、城市与卫星城之间的快速客运轨道交通应以地面线为主。

3 线路敷设方式研究的应用

根据上述对轨道交通线路敷设方式的基本类型、特点和影响因素,以及敷设方式选择的基本原则,结合沿线的地质、地形、道路条件、环境保护、工程造价和各线沿线土地利用规划及其近期开发计划等因素,确定了广州市 2010 年建设项目各线路的敷设方式,规划线路的走向、平面和纵断面参数;同时提出了沿线用地控

制的范围,高架及地面线路对周边地段开发的影响及处理方法,为沿线地区开发提供支持,为系统牵引计算、车辆等设备选型等提供必要的条件。

4 结论

城市轨道交通网络规划是保证城市轨道交通科学性、合理性、经济性以及可操作性的关键环节,线路敷设方式规划的研究成果目前已应用到广州等地正在开展工程可行性研究的线路中,应用效果良好。

参考文献:

[1] 蔡君时. 城市轨道交通[M]. 上海:同济大学出版社, 2000.

[2] 施仲衡. 地下铁道设计与施工[M]. 陕西:科学技术出版社,1997.

[3] 沈景炎. 城市轨道交通线网总体规划的研究与评价[J]. 地铁与轻轨,2003(5):1-6.

[4] 马振海. 城市轨道交通线路的敷设形式[J]. 城市轨道交通研究,2005(3):27-31.

[5] 张振森. 城市轨道交通环境噪声的评价与控制以及衰减噪声的途径[J]. 地铁与轻轨,2001(2):20-25.

(编辑 慕成娟)

作者: 杨志团, [YANG Zhi-tuan](#)  
作者单位: [铁道第一勘察设计院, 西安, 710043](#)  
刊名: [铁道工程学报](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY](#)  
年, 卷(期): 2007(11)  
被引用次数: 3次

参考文献(5条)

1. [蔡君时](#) [城市轨道交通](#) 2000
2. [施仲衡](#) [地下铁道设计与施工](#) 1997
3. [沈景炎](#) [城市轨道交通线网总体规划的研究与评价](#)[期刊论文]-[地铁与轻轨](#) 2003(05)
4. [马振海](#) [城市轨道交通线路的敷设形式](#)[期刊论文]-[城市轨道交通研究](#) 2005(03)
5. [张振森](#) [城市轨道交通环境噪声的评价与控制以及衰减噪声的途径](#)[期刊论文]-[地铁与轻轨](#) 2001(02)

本文读者也读过(8条)

1. [邱云舟](#).[李颖慧](#).[欧阳长城](#).[Qiu Yunzhou](#).[Li Yinghui](#).[Ouyang Changcheng](#) [城市轨道交通线网线路敷设方式研究](#)  
[期刊论文]-[城市轨道交通研究](#)2006, 9(7)
2. [李团社](#).[Li Tuanshe](#) [城市轨道交通高架敷设方式与城市发展](#)[期刊论文]-[都市快轨交通](#)2010, 23(3)
3. [王亮](#).[WANG Liang](#) [城市轨道交通线路敷设方式及影响因素的分析](#)[期刊论文]-[水运工程](#)2009(5)
4. [马振海](#).[Ma Zhenhai](#) [地铁线路的敷设方式及其与工程造价的关系](#)[期刊论文]-[铁路工程造价管理](#)2004, 19(1)
5. [马振海](#).[Ma Zhenhai](#) [城市轨道交通线路的敷设形式](#)[期刊论文]-[城市轨道交通研究](#)2005, 8(3)
6. [朱卫国](#).[Zhu Weiguo](#) [城市轨道交通线网规划的工作要点](#)[期刊论文]-[都市快轨交通](#)2007, 20(2)
7. [贺腊妮](#).[叶霞飞](#).[He Lani](#).[Ye Xiafei](#) [国内外城市轨道交通线路敷设方式的对比分析](#)[期刊论文]-[城市轨道交通研究](#)2011, 14(1)
8. [李彬](#).[李涛](#).[杨东援](#) [城市轨道交通线网规划方法探讨](#)[期刊论文]-[城市轨道交通研究](#)2002, 5(4)

引证文献(3条)

1. [余莉](#).[陈建平](#).[何计彬](#) [泉州市轨道交通某路段敷设方式模糊优选研究](#)[期刊论文]-[施工技术](#) 2013(17)
2. [张琦](#) [城际轨道交通敷设方式研究](#)[期刊论文]-[科技创业月刊](#) 2013(6)
3. [陈连进](#).[陈建平](#).[余莉](#) [模糊集值统计法在城市轨道景观协调性视觉评价中的运用研究](#)[期刊论文]-[湖南科技大学学报\(自然科学版\)](#) 2010(4)

引用本文格式: [杨志团](#).[YANG Zhi-tuan](#) [城市轨道交通线网规划中线路敷设方式的探讨与研究](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2007(11)