

摘要 创建一个等级划分明确、编织质量良好的城市轨道交通线网,对城市活动和功能的发挥将呈现出巨大的支撑作用,对优化城市用地空间将起到积极的引导作用。多种交通模式相互衔接的大型换乘枢纽具有对轨道交通线网骨架和城市发展的“锚固”作用。针对目前中国各大城市机动化大发展、小汽车使用迅猛增长、城市道路交通严重拥堵和环境污染日益严重的局面,确立中远期轨道交通在整个综合交通系统中的骨干和主导地位意义深远。

关键词 轨道交通;网络结构;规划理念

远期城市轨道交通线网规划是确定未来交通发展乃至引导城市发展的一项重要工作。结合不同的城市特征和经济背景,创建一个等级划分明确、编织质量良好的城市轨道交通线网,将对城市活动和城市功能的发挥呈现出巨大的支撑作用,对优化城市用地空间起到积极的引导作用。此外,多种交通模式相互衔接的大型换乘枢纽对轨道交通线网骨架和城市发展具有“锚固”作用。针对目前中国各大城市机动化大发展、小汽车使用迅猛增长、城市道路交通严重拥堵和环境污染日益严重的局面,确立中远期轨道交通在整个综合交通系统中的骨干和主导地位意义深远。本文简要地介绍了在轨道交通线网规划中不断完善的设计理念和工作方法,总结在中国轨道交通线网规划研究实践中所获得的经验。

1 远期服务水平的总体理念

发展轨道交通线网最主要的目标就是在远景年所提供的交通服务能够满足远景年的出行需求,并且使轨道交通成为公共交通的骨架,在与私人小汽车模式的竞争中保持交通服务的质量,以促进城市的可持续发展。

为了满足建设方对远期轨道交通线网规模的控制要求,也为了绘制出一个等级划分清晰并且相互编织良好的线网结构,以符合全市域的发展背景,提出了与出行质量密切相关的三项服务水平指标:

(1)轨道交通线网的直接易达性。以居住地、工作地或休闲场所等步行到达轨道交通车站的平均距离来衡量,通过该指标确定远期轨道交通线网的“目标”规模;

(2)城市活动的易达性。以乘坐轨道交通的出行时间来衡量,通过该项指标可以建立与市域结构相适应的轨道交通骨架;

(3)通向城市活动的简便性。以轨道交通线网的连接性来衡量,通过该指标可以编织出轨道交通线网的良好结构。

三项指标中,前两项服务水平指标是相互关联的,步行的距离将会影响线路的平均站间距,然后影响到旅行速度,最后影响出行时间。

2 远期轨道交通线网规模

一个城市轨道交通线网规模的确定通常需要考虑潜在的投资能力。但在中国,对于近期和中期的轨道交通线网规模,采用的是较为传统的投资能力估算法,即考虑相关城市 GDP 的发展水平来得出相应规划年的投资能力。由于远期和远景年的经济发展状况较难预测,因此远期和远景年轨道交通线网的规模主要是根据服务质量的要求来确定。即为远期规划一个能满足“目标”规模(服务质量要求)的轨道交通线网,也就是一个“理想”线网,以引导城市发展和土地利用,并在城市中心高密度发展区域对轨道交通所需用地作出必要的预留。

通常,根据步行直接到达轨道交通车站的距离或时间来确定覆盖远期城市发展高密度地区的“目标”车站数量。当然,这一距离或时间应该具有吸引力,并考虑不同城市人群的习惯。但过多设置轨道交通车站会降低轨道交通的旅行速度,并降低轨道交通对私人小汽车的竞争力。因此,需要在其中寻求一个平衡点,一方面为城市居民提供良好的线网覆盖,另一方面保证线路能够达到较好的旅行速度。

对于远期轨道交通线网,建议的“目标”是:所有中心城区的居民都能步行不超过 10 min 就到达一座轨道交通车站。10 min 的步行时间相当于 800 m 左右的距离,相应的直线距离约 600 m。也就是说,离居住地或工作地小于 600 m 半径范围内就能找到一座轨道交通车站。所以,在较为密集的中心城区范围内,通常建议线网平均站间距指标为 1 000 m。这一平均站间距既可以保证线路的平均旅行速度达到 30~35 km/h,也能够保证在城市化可建设区域提供超过 90%的轨道交通线网覆盖率。这里,远期轨道交通线网的“目标”规模是指城市化可建设地区的面积与所提供的轨道交通车站数量之间的比值关系,此外,还需要考虑相关区域的地理特点(江河湖等水域、自然保护区等)。

3 等级划分明确并互为补充的轨道交通线网结构

3.1 服务水平等级划分的理念



通常,需要进行轨道交通线网规划的城市都是地域辽阔,并围绕着具有一定扩展性的中心城区(约为 600~700 km² 的范围)建立多中心的发展格局。为了实现前述的“目标”出行时间,根据土地结构、人口和就业的密度,提出对轨道交通服务进行等级划分的理念。

·第一等级:市域快线,提供的旅行速度要求达到 50~60 km/h,可以在重要的交通走廊上布设,以便在城市密集中心区与市域外围地区之间建立快速的连接;

·第二等级:市区线,提供的旅行速度要求达到 30~40 km/h,是对第一等级的线网提供补充,并且在城市化程度最为密集的地区加密线网,提高交通覆盖的质量。

第二等级的服务显然适合于城市化程度较高、密度较大的中心城区,但也适合于规模较大、地位重要的卫星城。为了加强线网结构的吸引力和未来运营效率,同时强化线网的服务等级划分,建议根据不同的城市构架,还可以建立第三等级的交通服务。

第三等级提供的服务要求更加周密,将根据人口和就业密度对上述两个等级的轨道交通线网提供补充。该等级服务可以是地面骨干公交的形式,如现代化有轨电车或快速公交系统(BRT)形式,提供的平均旅行速度约为 20~25 km/h。在城市结构密度相对较低或重要性较小的城市区域,只考虑采用第二和第三等级的交通服务进行构架,也同样能够实现“目标”出行时间。图 1 所示为根据不同服务等级进行线网等级划分的规划理念。



图 1 根据不同服务等级进行线网等级划分的规划理念

3.2 轨道交通线网连接性理念

对于乘客而言,一个高效的轨道交通线网既可以使出行方向的选择最大化,也可以使出行中换乘的数量最小化。因此本文推崇优先考虑轨道交通线网的“目标”连接性,其原则是每两条轨道交通线路应至少有一个连接点。轨道交通线路还可以在大型换乘枢纽上汇合,以增加乘客出行方向的选择,尤其是提高不同服务等级线路(市域级和市区级)之间的换乘便利性。

连接性目标极大地影响到轨道交通线网的编织结构,通常利用直径形和弧形的线路进行编织,以尽可能接近“目标”连接性。图 2 从理论上介绍了线路连接的不同形态。其中:图 2(a)呈“棋盘”状结构,所提供的线路连接性最差;而图 2(b)线网则利用直径形和弧形的线路进行编织,是最为理想的结构。当然,线网的连接性和结构必须与预测的出行交通走廊相吻合。

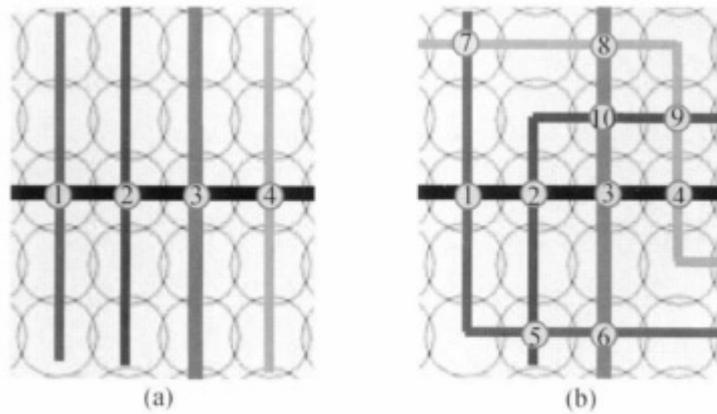


图2 线网结构和连接性之间的关系

4 规划高质量的轨道交通换乘枢纽

在优化线网连接性的条件下,推崇采用至少汇集两条以上轨道交通线路形成大型换乘枢纽结构的理念,以便优化乘客出行的可能性和便利性,有效支持城市的发展,贯彻落实交通引导发展(TOD)的模式。

为了缩短线路间换乘的距离,提高换乘的便利性,方便枢纽工程的实施,有必要优化换乘枢纽的组织,尽可能使线路同层布设,减少换乘的层面,控制车站埋设深度。换乘枢纽的组织理念如图3所示。

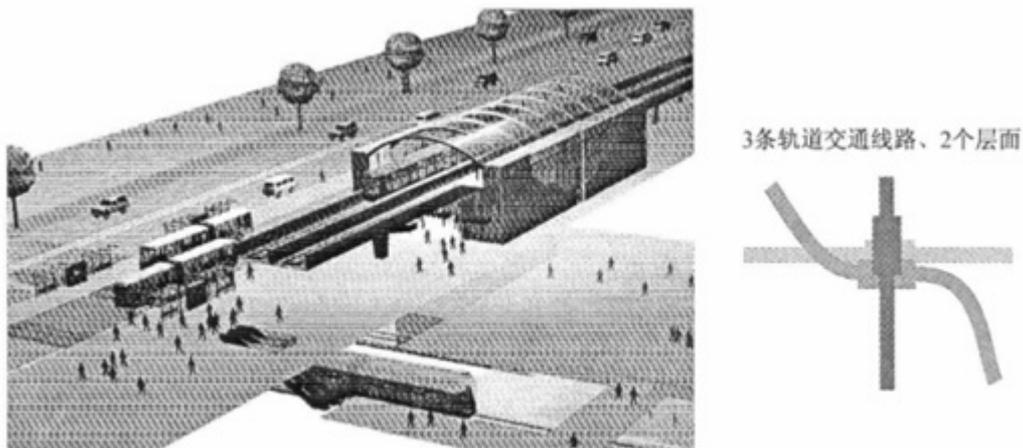


图3 换乘枢纽的组织理念

5 总结

5.1 中国城市轨道交通线网的规模和土地控制

中国大型城市的政府部门都在着手编制远期的总体规划,通常的规划年限是 2050 年。这种对城市发展的远景展望可以绘就城市发展的总体方向,并且实现城市发展与交通发展的一体化良好融合。着眼于远期发展目标编制的轨道交通线网方案可以确立一个密度较大的线网“目标”规模,以便对建设所需的用地进行必要的预留。对正处于高速发展时期的大型城市,面对快速的城市化进程而造成的高层建筑较深的地下空间利用、布桩,以及大量道路架空和地下立交等情况,如果缺乏必要的用地预留和控制,将会对今后轨道交通的建设造成极大的困难。

事实上,远期轨道交通线网规划很难真正跟上整个城市的发展节奏,尤其是城市化密度急剧增加往往大幅度超越城市总体规划所确定的城市化发展目标。另外,规划部门对城市居民未来出行行为的转变尚缺乏足够的认识。一些潜在的因素深刻地影响着出行的总量、结构以及分布,如居住地与工作地距离的延长、小汽车使用量的迅速增加、娱乐生活的增加等。

5.2 优先发展良好的轨道交通线网的必要性



中国道路建设的快速发展无形中促进了私人机动化模式出行量的不断增长。对于中国大型城市而言,其结果无疑将重复西方曾经走过的老路,而且由于中国城市人口密度较之西方城市更大,所遇到的诸如交通拥堵、污染等方面的问题将会进一步凸显。因此,快速和高强度发展城市轨道交通对于保证城市功能的顺利运转具有重要的作用。上海等特大型城市已充分认识到加快轨道交通发展的必要性,尤其是轨道交通在参与城市发展以及控制私人小汽车使用方面发挥的重要作用。然而,在可以预计的将来,轨道交通的发展还不能满足日益增长的市民出行需求。如上海中心城区的轨道交通线网在高峰小时所提供的服务依然要达到或超过 6 人/m^2 的水平,在提供服务水平和舒适性方面依然任重而道远。

5.3 服务等级的划分在轨道交通线网中的运用

正如城市道路系统需要进行等级划分一样,轨道交通系统也需要建立明确的等级划分体系。目前穿越中心城区的市域快线理念和作用尚未得到足够的认识,但在不久的将来,随着市民对市域快线服务需求的不断增长及运营措施的进一步完善,市域快线的理念和效益将会得到普遍的认可。目前,各城市线网在运营时通常利用向外围地区的延伸线作为市区线路的接驳,且采用的旅行速度几乎与市区线相同。这不但使轨道交通在与私人小汽车模式的竞争中失去快速性的优势,同时会增加乘客的换乘次数,降低了线网的效率。例如:在上海,从闵行出发前往中心区的乘客必须要在 5 号线和 1 号线之间换乘一次;同样,从北京首都机场前往中心区的乘客必须通过机场快线换乘 2 号线才能进入市区。

考虑到中国大型城市市域的幅员辽阔,且呈多中心的发展布局,未来出行量必将显著地增长。今天,无论是中心区内还是中心区与卫星城之间,高速公路的车流量已经处于较高的水平。如果从保持可持续发展(减少污染、保护环境、节能减排等)的角度出发,发展直接穿越中心区的快速市域轨道交通线路无疑是非常好的途径。

5.4 轨道交通线网的连接性和换乘枢纽的发展

向乘客提供其出行方向可能的选择路径越多,说明轨道交通线网的连接性质量越好,由此可以提高线网的吸引力。轨道交通的换乘枢纽应至少包括 2 条以上轨道交通线路交汇。这种组织形式对于交通引导发展(TOD)政策的贯彻和执行具有重要的作用。一个换乘枢纽的吸引力既与其所在的城市活动中心的功能密切相关,也与其所提供的出行方向数量相关。世界上著名的轨道交通换乘枢纽有巴黎的 Chatelet-les-Halles 站和 la Défense 站,以及东京的 Shinjuku 站和 Ginza 站。

一个大型换乘枢纽将获得城市和交通吸引力的集聚和叠加的互动效应,随着城市活动中心的形成,无论是轨道交通运营者还是城市管理者都可从中获得效益。换乘枢纽的位置与城市发展及城市活动的功能密切相关,因此在枢纽规划和组织过程中,应该根据相应的城市活动特点,合理组织人流的引导,避免冲突,保障整个换乘枢纽的有序和乘客的安全。

中国各城市在轨道交通领域的实践将随着城市化发展的进程继续得以推进和深化;尤其在国家要求节能减排的大背景下,轨道交通作为控制小汽车使用、减少污染、改善城市环境的重要手段,将越来越显示出不可替代的地位。

参考文献

- [1]SYSTRA 公司.上海市轨道交通线网规划设计报告[R].上海:SYSTRA 公司,2001.
- [2]SYSTRA 公司.北京市轨道交通线网规划调整与优化报告[R].上海:SYSTRA 公司,2002.
- [3]SYSTRA 公司.苏州市轨道交通线网规划和设计报告[R].上海:SYSTRA 公司,2002.
- [4]SYSTRA 公司.广州市轨道交通线网规划完善报告[R].上海:SYSTRA 公司,2004.
- [5]SYSTRA 公司.武汉市轨道交通线网规划设计修编报告[R].上海:SYSTRA 公司,2008.
- [6]SYSTRA 公司.上海轨道交通大型换乘枢纽方案设计与比选报告[R].上海:SYSTRA 公司,2002.

