

西安地铁线网规划及其对城市空间的影响

于东飞^{1,2}, 乔木³, 王涛¹, 乔征^{1,2}

(1. 西安建筑科技大学建筑学院, 陕西 西安 710055;

2. 西安建筑科技大学艺术学院, 陕西 西安 710055; 3. 西安美术学院, 陕西 西安 710065)

摘要:城市轨道交通的规划布局与多种因素相关, 本文探讨了西安地铁选线、规划和修编的基本理论及依据, 包括城市空间发展、绿色低碳出行、客流走廊和城市客流集散点预测等。西安地铁线网规划在保证中心区域近期需求的基础上, 保留了随城市发展而变动的调整余地, 具有一定的前瞻性和灵活性。合理规划的线网布局, 将发挥出快速轨道交通的聚集效应, 推动副中心和边缘城市形成, 对优化西安城市空间布局 and 有效利用城市空间资源具有重要作用。

关键词:轨道交通; 地铁宏观选线; 线网构架

中图分类号: TU984

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2012)05-0707-07

1 西安地铁交通规划的背景

1.1 国家发展战略为轨道交通发展带来了机遇

西方发达国家的大城市在经历了快速、大规模的城市化与机动化之后, 面对一系列难以应对的交通、环境、社会, 以及道路拥堵、停车困难、交通污染和土地浪费等问题^[1], 普遍发展出了相对绿色、低碳的城市轨道交通网络体系。相对而言, 我国轨道交通正处于大发展阶段, 大型、特大型城市正在形成以轨道交通为骨干、多种交通类型并存的城市交通体系。“十二五”期间我国城市地铁、轻轨建设里程将达到2 600 km, 建设投资规划额度将达到12 700 亿元, 截至2010年, 我国共有28个城市轨道交通建设规划获得批复, 同时在建的城市达到25个, 在建里程达到1 800 km, 线路62条^[2], 西安城市地铁的规划建设就是在此背景下论证展开的。

1.2 城市空间尺度拓展和综合交通体系建设的需要

纵观国际上各大城市的发展史, 轨道交通是各城市综合交通体系中的重要纽带, 作为重要的基础设施, 在城市拓展过程中起到重要的引导和支撑作用。例如东京的轨道交通对东京都市圈“一核七心”多中心结构的形成起到了重要的作用^[3]。同时, 轨道交通在大城市综合交通体系中起着重要的纽带作用, 例如巴黎拥有完善的城市综合交通系统: 2个机场、6个火车站、直达欧洲各国首都的长途巴士、轨道交通系统和57条地面公交线路, 其中轨道交通串联了主要的交通枢纽节点^[4]。

从国家西部开发战略上来看, 大西安作为关中-天水经济区的核心城市, 起着引领和带动整个经济圈发展的重要作用。轨道交通作为重要的交通基础设施, 将会对大西安城市空间的拓展和产业布局的优化起到十分重要的促进作用。

1.3 出行需求的快速增长提供了轨道交通服务的空间

根据规划, 大西安未来总人口将有大规模增长。目前大西安居民出行总量约为1 500万人次/d, 预计到2030年将超过4 000万人次/d。巨大的城市居民交通出行需求对轨道交通提出了迫切的需求^[5]。

1.4 环境保护对绿色低碳出行的要求

城市轨道交通具有单位能耗低、节约土地资源、运量大、速度快、安全性高、节能环保、准点舒适等特点。2007年, 德国铁路部门调查研究显示, 轨道交通是唯一降低CO₂排放的交通方式(图1)^[6]。

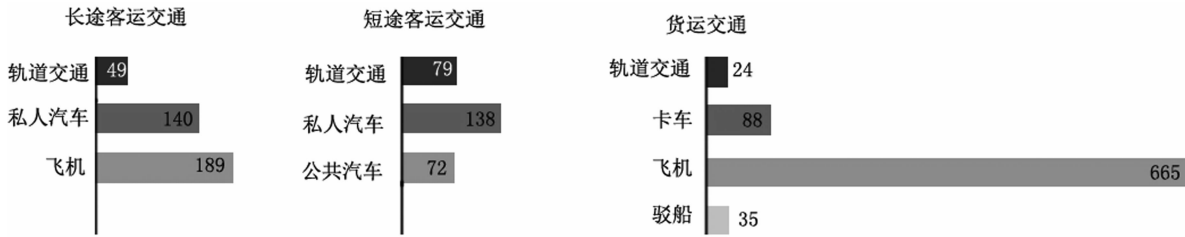


图 1 交通方式 CO₂ 排放比较(g/(km·人),2007 年数据)

Fig. 1 CO₂ emission in different modes of transportation (2007 data)

2 西安地铁线网选线布局的依据

2.1 城市轨道交通线网规划布局原则

城市轨道交通线网合理规模的含义包括两个方面,一方面是轨道交通系统所能提供的供给程度,这方面既客观体现轨道交通的线网规模,同时受制于具体城市的经济发展水平而对轨道交通的建设能力和对轨道交通运营网络的支撑能力;另一方面是交通需求所反映的轨道交通在城市综合交通中的服务水平,与城市用地规模和空间结构、城市人口规模和分布、城市综合交通的发展水平等密切相关。

《城市轨道交通工程项目建设标准》(JB104—2008)中对线路建设做了规定:一是每条线路长度不宜大于 35 km,旅行速度不应低于 35 km/h;二是对超长线路应以最长交路运行 1 h 为目标,旅行速度达到最高运行速度的 45%~50%为宜。线路长度问题的实质,并不是“可以不可以”的问题,而是“是否经济合理”的问题。所谓经济合理就是以最小的成本满足特点区域或走廊上的轨道交通客运需求,包括数量和质量方面的需求。

城市规模及其空间结构布局是影响城市轨道交通线网规模的重要因素,从国内外城市轨道交通线网现状和规划的资料(见表 1,2)可以看出,城市轨道交通线网密度在市区和市域有较大差别:国内城市市区的线网密度平均为 0.70 km/km²,市域线网密度为 0.23 km/km²[7]。

表 1 国内外部分大城市轨道交通规划情况

Tab. 1 Rail transportation planning in metros at home and abroad

指 标		北京	上海	广州	南京	香港	纽约	伦敦	巴黎	东京
市区轨道交通	线网长度/km	700	460	767	91	319	398	415	245	292
	线网密度/km·km ⁻²	0.90	0.77	1.10	0.13	0.61	0.328	0.263	0.466	0.471
都市区轨道交通	总长度/km	1 100	1 060	1 047	91	617	1 355	3 256	1 549	1 846
	线网密度/km·km ⁻²	0.67	0.17	0.59	0.13	0.17	0.506	0.777	0.568	0.844

表 2 东京都区部不同年份、不同运载工具的日均客运量[8]

Tab. 2 The average daily passenger traffic of different years and means of transport in the Tokyo District

类别	1980 年		1985 年		2001 年	
	运量 /万人次·d ⁻¹	占比/%	运量 /万人次·d ⁻¹	占比/%	运量 /万人次·d ⁻¹	占比/%
JR(城市客运)	681	25.5	765	26.5	848	26.2
私铁	654	24.5	709	24.5	735	22.7
地铁	538	20.2	625	21.6	721	22.3
公共汽车	208	7.8	187	6.5	202	6.2
路面电车	12	0.4	11	0.4	6	0.2
出租汽车	162	6.1	162	5.6	137	4.2
私家车	414	15.5	430	14.9	589	18.2
合计	2 669	100	2 889	100	3 238	100

城市交通需求,尤其是城市居民公共交通需求的大小,是决定城市快速轨道交通线网规模最直接和最具决定意义的因素.从国外的研究资料中可以看到,比较成熟的城市轨道交通一般都承担了公共交通系统的 40%以上,尤其在高峰期间,轨道交通承担的客流量在整个公共交通系统中的比重均达 89%以上(见表 3).城市轨道交通作为城市交通中的重要组成部分,在整个公共交通规划中起着举足轻重的作用,其线路输送能力是公路交通输送能力的近 10 倍^[9].

表 3 国外轨道发展成熟城市公共交通结构
Tab. 3 Rail transit developed urban public transport structure

城 市	轨道线网密度(km/ km ²)		轨道交通线路长度 /km	轨道交通 / %	常规公交 / %	高峰小时轨道交通 占公交比重/ %
	中心区	全市				
纽 约	—	0. 61	371	54. 9	45. 1	89. 29
伦 敦	2. 00	0. 24	392	59. 4	40. 6	90. 48
巴 黎	2. 48	0. 73	201. 5	65	35	92. 59
莫斯科	1. 98	0. 26	262	40	60	—
平均值	2. 15	0. 40	—	65	35	92. 82

2.2 西安地铁线网规划密度分析

2.2.1 依据城市居民出行需求与轨道交通分担目标的线网密度分析

依据 2008 年西安市居民出行调查,城市居民出行日出行总量预测结果(见表 4),参照国内外公交方式承担出行比例,按照大西安远景年城市轨道交通的目标分担率,推算城市轨道交通分担的合理客流需求规模约为 1960 万人次/d.按照远期负荷强度为 3~3.5 万人次/ km² 计算,城市轨道交通的合理规模为 561.69~ 655.31 km.

2.2.2 依据城市规模与空间结构布局的线网密度分析

在大西安城市总体规划的基础上,依据表 1 的分析和居民日出行总量的预测结果,对西安地铁线网进行匡算:

主城区核心区:以明城墙区为核心,东、西、南方向截至二环路,北到城市高架路,其线网的理论密度宜为 2.0km/km²,考虑到西安的经济水平实际情况及区域内分布有部分遗址,在计算时该密度指标可以降低至 1.8 km/km²;

主城区:线网理论密度为 1.1 km/ km².考虑到区域内有汉长安、大明宫等大型遗址,在计算时该密度指标可以降低至 0.9 km/km²;

主城区外围区域:在大西安主城区的外围区域,离城市中心越远,其客流的多方向性要求越低,反而向心性的要求越高,同时服务水平要求相应较低,因此线网密度显然要低于市中心区.因此,轨道交通的线网基本上只考虑向市中心的客流需要,按长度来衡量.

则结合上述原则,根据大西安规划远景年都市区建设用地面积为 A=1 329 km²,主城区用地 850 km² 线路规模为 506.10 km,同时考虑到未来城市重点发展的临潼、户县、咸阳等方向,还需加上 70~150 km 的线网规模.因此,西安市远景年线网规模为 576.10~656.10 km.

表 4 城市居民日出行总量预测

Tab. 4 Total forecasting of urban residents travel

项 目		单 位	2020 年	2030 年	远景年
主城区	常暂住人口	万人次/d	1 666	2 168	3 209
	流动人口	万人次/d	125	240	821
	对外交通枢纽	万人次/d	25	30	33
副中心城市	常暂住人口	万人次/d	246	312	473
	流动人口	万人次/d	71	98	148
	常暂住人口	万人次/d	266	288	424
八个新城	流动人口	万人次/d	38	89	129
	常暂住人口	万人次/d	212	271	396
	流动人口	万人次/d	60	81	119
副中心城市出行量入主城区比重		%	16	18	20
副中心城市入主城区出行量		万人次/d	51	74	124
建制镇	八个新城出行量入主城区比重	%	14	16	18
	八个新城入主城区出行量	万人次/d	43	60	100
	建制镇出行量入主城区比重	%	12	14	16
制镇入主城区出行量		万人次/d	33	49	82
出行总量			1 942	2 621	4 369

2.2.3 依据远景年社会经济发展特征的线网合理规模分析^[10]

2008年西安市完成国内生产总值2 190.04亿元,增长率为26.07%,2009年西安市完成国内生产总值2 719.1亿元,增长率为24.16%,根据相关规划,预测得到大西安都市区各特征年GDP及可用于地铁的投资额(见表

表5 西安都市区各特征年GDP及可用于地铁的投资额

Tab.5 The Xi'an GDP in each period and the investment on subway

年份	2010—2020	2021—2030	2031至远景年
国内生产总值/亿元	3 267~6 800	6 800~10 608	10 608~24 480
GDP年均增长率/%	9.8%	5.6%	—
用于地铁的投资/亿元	387~442	609~696	2 456~2 807

5),2031至远景年,可累计用于轨道交通的投资额为2 456—2 807亿元,按目前我国城市轨道交通每公里综合造价3.5~4.5亿元初步匡算,西安市远期线网规划实施规模545.81~802.01 km.

2.3 线网构架的技术要点

2.3.1 交通小区划分和路网技术平台分析

以第五次人口普查及人口抽样调查的人口小区(2 241个)为基础,以现状社区为基本单位,经合并、调整形成668个交通小区.在上述交通小区的基础上,经合并得到45个功能性质、土地利用和发展前景各异的交通中区(见图2).

2.3.2 用地、人口与就业分布分析

依据西安市居民出行调查期间积累的相关资料,得到各交通小区的现状人口分布密度(见图3).

2.3.3 城市客流集散点及主要交通走廊分析

在OD(“O”指出行的出发地点,“D”指出行的目的地)调研和分析的基础上,对人口密度分析、居民出行分析、客流走廊分析和预测客流集散点等进行了预测与分析,未来居民出行分布与大西安城市规划的一核一轴三辐射的结构十分契合(见图4~图6).

3 西安地铁线网规划布局及其对城市空间的影响

3.1 宏观选线布局

在调研分析基础上,借鉴国内外城市轨道交通发展经验,结合大西安城市空间结构布局的特点、人口分布对轨道交通服务的需求以及出行分析、客流走廊分析,结合城市轨道交通模式研究等,对西安地铁线网进行总体规划,按照未来大西安城市轨道交通发展目标,西安地铁线路的宏观选线布局分为市区线网和市域线网两个结构层面:

(1)市区线网在“棋盘路网、米字辐射”的基础上沿干道布设,在主城区形成中心棋盘严整、外围自由放射的密集网络化轨道交通线网.



图2 45个功能性质、土地利用和发展前景各异的交通中区

Fig.2 45 traffic zones of various functional properties, land use and development prospects

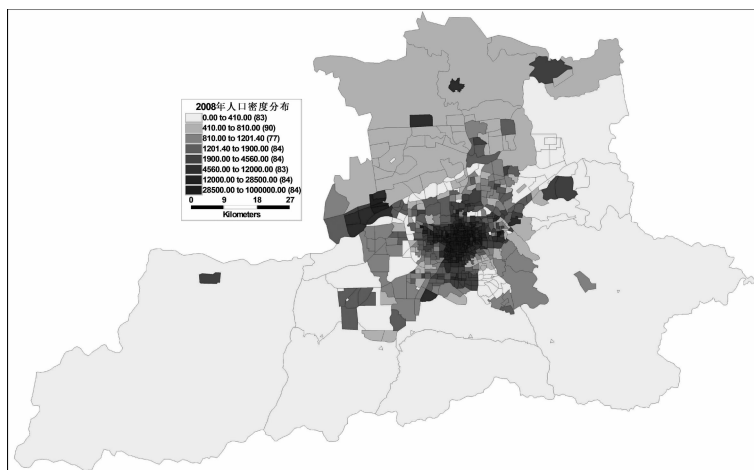


图3 人口密度分布

Fig.2 Population density distribution

(2)市域线网重在结合大西安总体规划的格局,重点沿东北、西南区域布设线路,同时注意支持“一河三带、两主轴四次轴”功能结构的形成,特别是“三带”、“四次轴”线路布线需要处理好与整体轨道网络的结构关系(见图7)。

3.2 西安地铁线路规划对未来城市空间的影响

3.2.1 增强了城市外围空间的可达性

传统上,街道和建筑共同形成了城市的基本框架,并随时间的推移不断对该框架产生影响,这种改变通常是与交通方面的创新相互呼应的。地铁作为主要的城市轨道交通工具是现代城市基础设施建设的重要项目,地铁延伸到哪里,人们的生活空间就延伸到哪里。地铁的建设有效拓展了城市的物理空间,缩短了此地到彼地的时间,增加了城市的可达性。

与大西安城市规划

和客流走廊相吻合西安地铁线网布局,消除了区域发展所带来的交通堵塞的约束,解除了更大空间范围内因难以抵达而带来的发展约束,城市外围可达性的增强,有助于促进新城和副中心的形成及其高强度发展(见图6)。

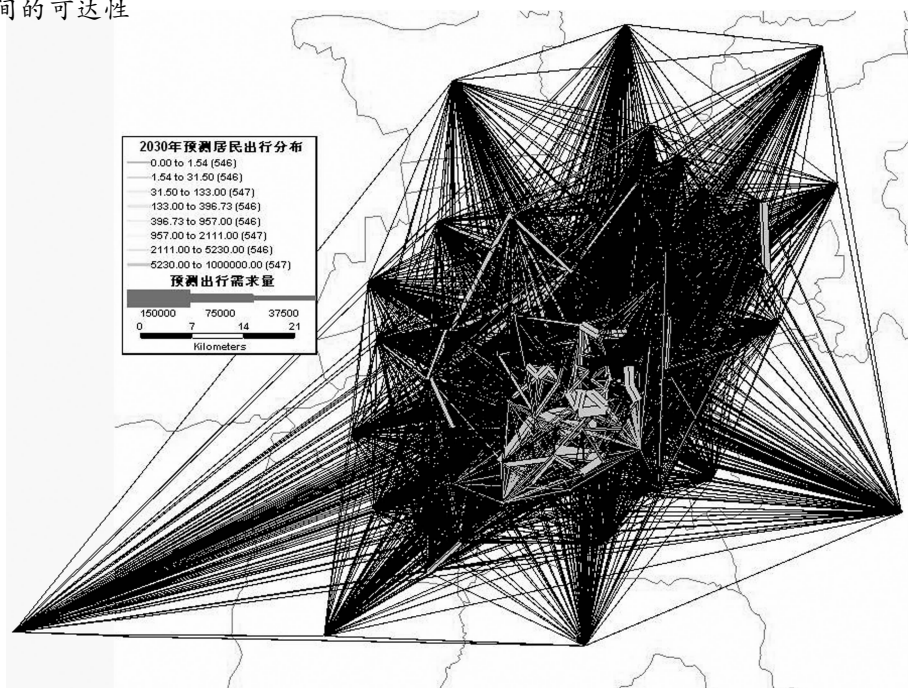


图4 未来居民出行分布

Fig. 4 Future residents trip distribution

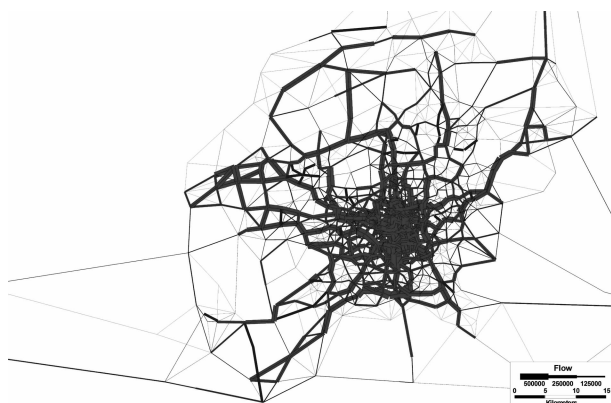


图5 未来大西安客流走廊分布

Fig. 5 Future Xi'an passenger corridor distribution

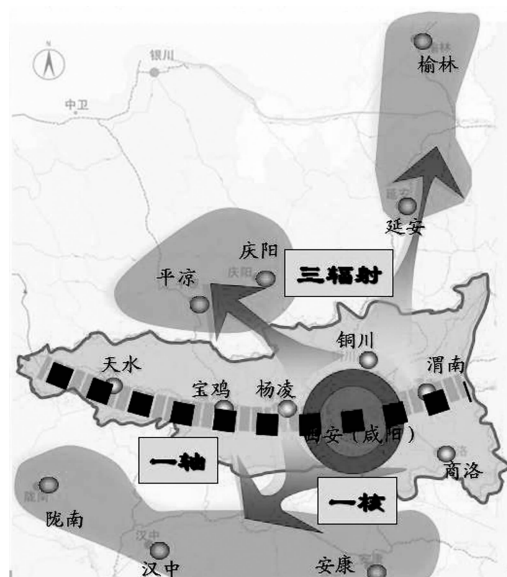


图6 大西安规划示意

Fig. 6 Large Xi'an planning indication



图7 西安地铁线网规划修编

Fig.7 Xi'an subway line network planning revision

3.1.2 拓展了城市空间利用的新领域

地铁的发展也是一场空间的变革,由“地表——天空”的二元城市发展域,拓展到“天空——地表——地下”三元城市发展域,也就是由第一生存发展空间向第二生存发展空间的转换,实现了地下资源的多层次利用,这是一个基础性的空间突破^[9]。目前,西安已经开始进行结合地铁线路的城市立体空间规划,除1号线和2号线部分结合地铁出入节点开发的地下商业空间以外,朝阳门外结合地铁1号线规划了面积约6000 m²的地下商业区;已经动工的地铁4号线在雁塔北路上规划了长约1 km,宽约26 m的“IT”地下商业街,西安地铁的修建为城市提供了水平维度上的广度,同时也提供了纵深方向的深度。

3.1.3 对城市空间的格局、效率与功能进行重新定位

地铁不但为市民出行提供方便,而且会影响沿线居民的居住和生活,这是“地铁经济”带来的变化。西安地铁建设将会给原有老城区的发展带来新活力,同时将有效解决新老城区之间的联系问题,在地铁沿线,特别是在站点周边将逐渐形成规模更大、品质更优的居住社区、商业区和办公区等。

地铁交通带来的便利,有条件以速度为优势提高时空转换的效率,让人们的空间转换得以快速完成;节约出的时间,可以让慢速为主的活动越来越慢,使人们轻松、愉悦的在场所中休闲、留连。例如明城区范围内是西安人心中很有感情的地方,是需要慢速体验的一种城市空间,地铁布线应该引导人们以慢速留连为主的活动,发展慢速为主的功能空间。未来的城市核心区在以地铁交通为主,辅以其他公共交通的情况下,可以打造摒弃机动车的城市步行空间,规划成主要以步行和自行车交通为主的高尚城市生活休闲区。而诸如机场直连“兵马俑”的线路等,则应该考虑许多人来西安主要是为了参观兵马俑,从机场直到兵马俑,又从兵马俑直到机场的地铁线路体现了快速交通的优势,也体现了西安作为国际化大都市对游客的人性化关怀和尊重。

4 结 论

大西安的规划目标是国际一流旅游目的地、国家重要的科技研发中心,以及区域性商贸物流会展中心,将逐步建设成为富有东方历史人文特色的世界文化之都,新的城市发展背景迫切要求新的城市交通方式。

《西安市城市快速轨道交通线网规划》(修编)确定了由15条线路组成、呈棋盘放射式的693.5 km

城市轨道交通线网。整体线网在保证中心区域和近期建设线路稳定的基础上,保留了随城市拓展而变动的发展余地,具有一定的灵活性。为城市轨道交通近期建设和持续有序地发展奠定了坚实的基础,一定程度上促进了城市空间区域的拓展。

参考文献 References

- [1] GREENE D L, WEGENER W. Sustainable Transport[J]. *Journal of Transport Geography*, 1997(3):177-190.
- [2] 曾凤柳,邱 慧,谢汉生,等. 绿色城市轨道交通建设的探讨[J]. *现代城市轨道交通*, 2012(1):47-51.
ZENG Feng-liu, QIU Hui, XIE Han-sheng, et al. Green urban rail transit construction of[J]. *Modern urban rail transport*, 2012 (1):47-51.
- [3] 舒慧琴,石小法. 东京都市圈轨道交通系统对城市空间结构发展的影响[J]. *国际城市规*, 2008(3):105-109.
SHU Hui-qin, SHI Xiao-fa. Tokyo metropolitan rail transport system on the development of urban spatial structure [J]. *International city in Rule*, 2008 (3):105-109.
- [4] 赵 丹. 从巴黎轨道交通看我国轨道交通的发展[J]. *轨道交通*, 2007(2):45-48.
ZHAO Dan. Rail transportation from Paris to see the development of rail transportation in China[J]. *Rail transport*, 2007(2):45-48.
- [5] 西安城市总体规划(2008年—2020年)概要[J]. *建筑与文化*, 2008(7):7-17.
Xi'an City Master Plan(2008—2020), Summary[J]. *Architecture and Culture*, 2008(7):7-17.
- [6] On track for clima protection [EB/OL]. [2010-06-24]. <http://www.deutschebahn.com/site/.../Klimaschutzbrochure—english.Pdf>.
- [7] 王卫东. 济南市城市轨道交通线网结构设计研究[D]. 济南:山东建筑大学, 2010.
WANG Wei-dong. Jinan City, urban rail transit network structure design[D]. Jinan:Shandong Architecture University, 2010.
- [8] 運輸省, 国土交通省, 白泉社, 等. 都市交通年報[M](平成 12、13、14、15 年版). 日本:日本法制資料出版社, 2004.
Ministry of Transport, Infrastructure and Transport, Hakusensha. Urban transport Annual Report[M](12,13,14, 15years edition). Japan:Japan Legal Information Press, 2004.
- [9] 李兆友,王 健. 城市与地铁[M]. 沈阳:东北大学出版社, 2009:20-33,147.
LI Zhao-you, WANG Jian. Cities and metro[M]. Shengyang:Northeastern University Press, 2009:20-33,147.
- [10] 西安地铁修编项目组. 西安市城市轨道交通线网规划修编[R]. 2010.
Xi'an subway revision project group. Xi'an urban rail transit network planning revision[R]. 2010.

Xi'an metro network planning and its impact on the urban space

YU Dong-fei^{1,2}, QIAO Mu³, WANG Tao¹, QIAO Zheng^{1,2}

(1. School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China;

2. School of Art, Xi'an, Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China;

3. Xi'an Academy of Fire Arts, Xi'an 710065, China)

Abstract: The planning of urban rail transit is related to a variety of factors. This paper discusses the basic theory and basis of Xi'an urban subway line selection and planning, including the development of urban space, green low-carbon travel, passenger corridors and urban traffic distribution point forecasting. The planning of the Xi'an subway network, on the basis of the central and regional needs, reserves room for adjustment with the urban development and changes in and flexibility. Through rational planning, (full play is given to) the aggregation effect of the rapid rail transit, and prospect formation of sub-center and edge city, as sell as to the optimization of the Xi'an urban space layout and efficient use of urban space resources.

Key words: rail transport; the subway macro planning and route selection; subway line network