



# 轨道交通与城市公共活动中心体系的空间耦合关系\*

## ——以上海市为例

潘海啸 任春洋

STUDY ON SPATIAL COUPLING BETWEEN THE METRO AND URBAN ACTIVITY CENTER—CASE STUDY IN SHANGHAI

PAN Hailiao, REN Chunyang

**Abstract:** Base on the principle of coupling between the land use and transport, this paper discusses the essentiality of the spatial coupling between the Metro Station and Urban Activity center. Shanghai has been taken as a case study. The criteria of Center Coupling has been put forward to improve the evaluation of Metro transport planning.

**Keywords:** Metro, urban activity center, coupling

**提 要** 基于土地使用与交通系统相耦合的原则和目标, 论述了轨道交通与城市公共活动中心体系的空间耦合的必要性, 在对上海中心城区轨道交通与城市公共活动中心体系耦合状况进行调查研究的基础上, 提出“空间耦合一致度”的评价指标, 以完善目前的轨道交通规划的技术体系。

**关键词** 轨道交通 城市公共活动中心 耦合

### 1 引言

面对严峻的能源和土地问题, 城市轨道交通或具有城市轨道交通服务特性的 BRT 系统在未来大城市交通中的主导地位已经基本确立。目前, 不少特大城市的轨道交通系统已经进入快速的建设阶段。作为一种快速、大运量的交通方式, 轨道交通自从其出现以来, 就表现出对城市空间、土地开发的导向作用, 同时由于需要大规模的客流的支持, 又表现出对土地开发依赖性的双重特点。因此, 国内城市应当重视轨道交通尤其是高密度的轨道交通系统对整个城市空间的巨大影响作用。特别是对于目前这样一个处于城市经济快速发展, 空间快速拓展与城市交通问题突出的发展阶段的都市而言, 高密度轨道交通网络将在很大程度上重塑整个城市空间, 城市的空间结构、土地使用和空间环境的将会产生巨大的甚至是根本性的变化。但是另一方面, 目前也有不少已建成的城市轨道交通远未达到其设计的客流量, 周边地区空间发展基本未考虑和轨道交通站点的衔接, 土地使用和空间环境的状况并不容乐观。这就造成城市交通可持续发展的悖论, 这里既有价格、换乘组织的问题, 更深层次的是如何组织城市空间模式适应轨道交通发展的问题(也就是所谓的 TOD)与轨道交通的布局如何进一步强化城市公共活动中心(即所谓 DOT)的问题。

### 2 轨道交通与城市公共活动中心体系耦合理论解说

#### 2.1 轨道交通站点与城市公共活动中心两类空间节点的空间作用特征

轨道交通网络与城市空间如何相互作用, 如何使两者之间的合力场效应最大化? 从作用机理角度来看, 轨道交通通过线路廊道上的站点地区与城市空间发生相互的

中国分类号 TU984  
文献标识码 A  
文章编号 1000-3363(2005)04-0076-07

[作者] 潘海啸, 同济大学城市规划系教授  
任春洋, 同济大学城市规划系博士生,  
E-mail: gddrcy@126.com

\* 项目获国家自然科学基金(50378064)和国家教委博士点基金(20030247041)的资助

作用,而城市公共活动中心又是城市空间构成中的基本节点要素,因此,轨道交通站点与城市公共活动中心这两类空间节点之间的作用研究是实现轨道交通网络与城市空间模式优化配置的一个关键。

围绕城市公共活动中心客观上会形成由高活动强度的核心节点向外缘扩散的空间梯度,进而形成对一个特定城市地域的控制和辐射。节点之间的便捷联系有利于城市地域功能的互补,同时这种联系又将促进发展通道(走廊)的形成,节点和通道则构成城市空间网络系统的主体内容。

城市公共活动中心表现为城市公共服务(包括零售用途、商务办公)功能的集中点(区),从市级城市中心到社区中心的各级城市公共活动中心则形成城市公共活动中心网络系统,轨道交通站点(区)为城市交通功能节点,站点和线路形成轨道交通的网络体系。

从区位角度来讲,城市公共活动中心地区可以表述为城市中服务区位优越的地区。距离城市公共活动中心越近,服务区位的可达性就越高,在土地使用的功能、强度以及土地价格分布方面形成以中心地区为核心的圈层式梯度级差分布的特征。轨道交通对周边地区的空间影响也同样表现出同样的模式,在我国城市交通中慢速交通占据主导地位,在轨道交通网络尚不完善,站点地区交通区位优势就更加明显。以上海为例,2002~2003年上海的快速轨道交通如地铁一、二号线、明珠线等的站点周边的地区开发强度以及上升的速度明显高于其它地区。

由此可见,城市公共活动中心与轨道交通站点可以分别表述为服务区位与交通区位优势的地区,其对周边空间的影响作用表现出一致性的特点。

## 2.2 轨道交通站点与城市公共活动中心之间结合设置的必要性

根据城市土地使用与交通相互作用的一般原理,轨道交通站点与城市公共活动中心这两类节点相互耦合除促进城市公共活动中心的发展外,也为轨道交通提供了客流,保证轨道交通作为促进城市交通可持续发展的经济理由存在。

微观经济学的区位理论很好地解释了不同土地使用功能、强度与不同交通区位梯度之间的关系。城市中心节点作为交通区位优势地区,也成为商办类非居住使用功能集中和高强度开发的地区。从轨道交通的发展来看,轨道交通作为大运量的快速公共交通方式,主要解决的是城市中心节点地区高强度开发所带来的常规交通难以满足的可达性需求,提供对城市中心的有效的基础设施支撑。尤其是对于城市中心的零售商业功能的促进,原因在于轨道交通的站点人流量充足,可以为商业中心带来充足的商业客流,从而促进商业产业的发展<sup>①</sup>。2004年上海市经济工作委员会的《上海市商业发展战略工作会议报告》中也明确指出:商业规划需要纳入全市通盘布局之中,现代商业应该和现代交通齐头并进,从而达到城市轨道交通与零售空间布局的双赢结合。商业空间布局将随着城市交通,尤其是轨

道交通的发展,由传统点状到“网络化”、“枢纽化”的更新重构。

另一方面,保证较高的轨道交通搭乘率既是轨道交通的交通目标所在,也是轨道交通作为一个投资规模巨大的、运行成本较高的基础设施的经济性目标所在。针对这一目标,其线路规划的首要原则为“流量第一”的原则,即轨道线路必须穿过流量集中的地区,也就是各级城市中心。因此,轨道交通的站点设置与各级城市中心在空间分布的充分结合是实现两者相互耦合场效用最大化的基本物质空间前提。

## 2.3 空间的“耦合”

基于交通可达性的影响,轨道交通与城市空间之间的相互作用使得城市空间表现出围绕站点节点(交通可达性最优点)自发组织的空间特征和相关效应<sup>②</sup>。研究表明,即使在两类节点相互分离的情况下,站点地区的可达性和人流集中的优势在空间上会吸引原先的城市中心向站点地区的空间转移。两者的相互作用可表述为四个阶段(见图1):

第一阶段:由于在已经存在城市中心地区难以设置,新的站点设置在中心的周边地区。

第二阶段:由于站点地区人流集中,站前商业设施开始聚集,而与此同时中心区的商业设施受到影响,规模开始减少,但并不明显。

第三阶段:站前商业发展速度和潜力进入快速增长阶段,中心区的现有功能的衰退并向站点地区的空间转移。

第四阶段:站点内部的联合开发也趋于立体化和综合化。站点以及周边地区的再开发的规模增大,进一步向周边拓展,同时品质进一步提升,成为地区新的城市中心(包括原有中心的部分地区)或比原中心更高级的城市中心。

当然,各级城市中心与轨道交通站点之间的相互作用力,取决于轨道交通在整个交通体系中的重要度以及现有中心地区的发展。现实中许多城市中心由于发展已经比较成熟,交通供需基本平衡,同时由于社会文化脉络等因素的影响下,新的站点的设置并不能导致很大的城市中心的功能规模的变化以及空间上的迁移。另外,在一个高度个人机动化的城市中,轨道交通对城市空间的作用力也会减弱许多,北美许多研究的结论证实了这一点<sup>③</sup>。应当说,在一个城市处于经济快速发展,城市空间拓展迅速,城市交通供给不足的状况下,轨道交通站点的

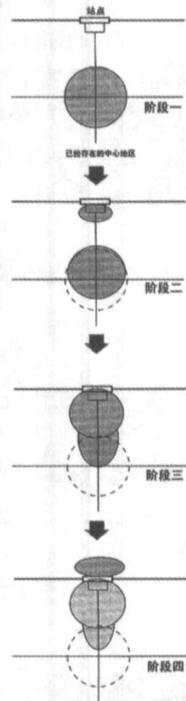


图1 轨道交通站点与城市中心相互作用图

设置对城市空间的影响最大，城市中心与轨道交通站点之间的相互作用更加明显。

必须指出的是，这种基于两者内在作用机制，自发组织的、但又缺乏控制与引导的而形成城市空间的质量并不高，这在上海地铁一号线站点地区体现十分明显。这不同于通过对城市空间结构、土地使用和空间环境的良好控制与引导而达到在轨道交通方式和城市空间之间的一种达尔文主义意义上逐步进化的、高度和谐状态。在大都市快速干道和城镇发展关系研究中笔者就提出了交通和城镇发展相互耦合的概念。这一“耦合”的概念<sup>④</sup>来表达轨道交通与城市空间之间相互支持的状态，即轨道交通方式和城市空间之间的内在相互作用的外部性最大化而形成的高度关联性。在耦合状态下，轨道交通站点地区与各级城市中心地区结合设置，轨道交通网络和城市的公共中心网络体系之间得以充分整合，每个轨道站点耦合地区都成为整个空间结构系统中的重要节点，每个节点都可以作为提供高可达性的综合性平台，同时将先进的、不同等级的公共服务设施（包括商业办公）布置在这一地区以保证邻近性（proximity）和可达性（accessibility）<sup>⑤</sup>的统一，并通过友好的城市空间设计，将耦合节点转化为实现人们多样化目的的多功能复合中心或者是社会意义上内涵丰富的具备归属感的人性场所。从这一点来看，目前国内的社区规划和轨道交通站点的规划应该充分结合起来。

### 3 节点耦合案例—轨道交通 R1 线莘庄站

笔者曾于 2000 年和 2003 年对 R1 莘庄站进行了土地使用特征和社区居民意愿的调查，因此可以结合两次本次调查对站点地区土地使用功能与强度特征进行纵向的比较分析，以观察耦合作用这一过程。

莘庄是原来上海县政府所在，在中心体系规划中，其定位也是作为该地区公共服务中心。R1 莘庄站于 1997 年正式开通运营。2000 年时，莘庄站点地区 1000 米半径内地区的用地功能构成中，以居住用地为主，占总用地的 61.1%。商业公共设施少，仅为 3.5%，绿化用地以防护绿化为主，公共绿地比例小。以上问题在 2003 年时得到了很大改善。2003 年莘庄站点地区 1000 m 半径内地区的用地功能构成中，商业用地从 3.5% 上升到 10.1%，公共设施用地从 0.8% 上升为 7.9%，办公用地、公共绿地的比例上升。具体的功能发展为，与站台相连的由华联吉买盛、麦当劳等组成的商业大楼，站台北侧是大量的商办综合楼和高层住宅区以及南侧以新建的住宅区为主功能用地开

表 1 2000 年和 2003 年地铁莘庄站周边地区土地使用特征比较

类别	土地使用性质							土地使用强度		
	居住	商业	公共设施	办公	工业仓储	道路交通	绿化	低	中	高
2000 年	61.1%	3.5%	0.8%	0.0%	3.4%	7.0%	24.3%	39.1%	56.0%	4.9%
2003 年	38.1%	10.1%	7.9%	3.3%	3.4%	9.7%	27.5%	38.0%	36.1%	25.9%

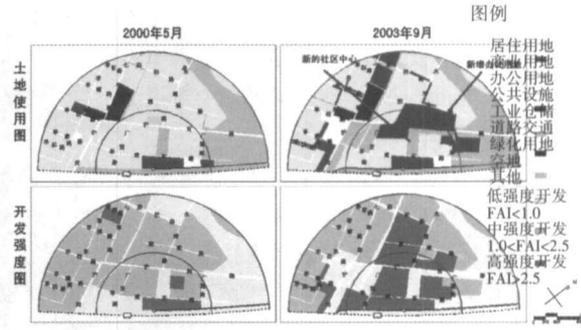


图 2 R1 莘庄站 2000 年与 2003 年站点地区土地使用功能与强度特征比较图

发。

从开发强度来看，2003 年该地区高强度开发占到总用地面积的 25.9%（2000 年为 4.9%），且主要集中在地铁站周围 500m 半径范围内。

从以上用地特征的变化，可以看出，基于地铁站可达性的影响，土地使用功能和强度特征表现出一种基于轨道交通站点和城市中心之间内在相互作用力下的发展变化特征。同时，通过对站点地区社区居民的出行与意向的调查，可以发现，空间土地使用特征的发展是基于站点周边社区居民交通出行和社会生活的变化与发展的，空间节点的耦合过程更是深层次的该地区的社会、经济与文化活动与交通方式的全面耦合的过程。

### 4 网络耦合：上海中心城区轨道交通站点体系与城市中心体系耦合状况的调查分析

分析方法：根据《上海市中心城区分区规划》、《上海市中心城控制性编制单元规划》、《上海市城市轨道交通系统规划》的图纸和数据，将城市中心体系空间分布与现状（2003）和规划（2020）的轨道交通站点网络空间布局相叠合，分析各级城市中心地区与轨道交通站点地区在空间布局上的结合情况。

有关界定：

城市各级公共活动中心区：根据 2004 年 6 月《上海市中心城区分区规划—中心城》中所确定的城市市级中心（包括市级商业文化中心、市级商业副中心、市级专业中心）、地区中心以及社区中心的范围。根据《上海市中心城区分区规划》规划内容，中心城区的城市中心体系中，市级中心 15 个，地区中心 26 个，社区中心为 79 个。（见表 2）

表2 上海市中心城区分区以及各分区城市中心体系规划状况表

分区	分区面积 (km <sup>2</sup> )	规划市级中心			规划地区中心 (个)	规划社区中心 (个)	现有(2003年) 轨道交通站点 个数(个)	2020年规划轨 道交通站点个 数(个)
		市级商业 文化中心	市级商业 副中心	市级专业 中心				
中央分区	108	9	2	0	7	24	33	149
北分区	127	0	1	1	4	16	3	58
南分区	66	0	0	0	6	7	9	39
西分区	94	0	1	1	1	18	0	53
东北分区	107	0	0	0	3	6	0	35
东南分区	125	0	0	0	5	8	2	43
中心城合计	629	9	4	2	26	79	47	377

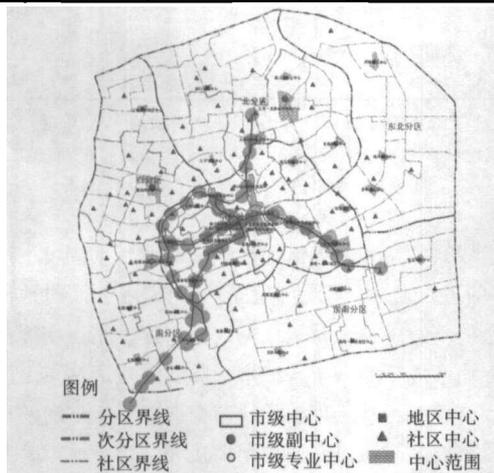


图3 上海轨道交通网络(2003年)与城市中心体系网络的空间分布图

注:圆形区域为站点500m半径范围地区



图4 上海轨道交通网络(2020年)与城市中心体系网络的空间分布图

注:圆形区域为站点500m半径范围地区

城市轨道交通站点地区: 轨道交通站点地区范围有多种界定方式, 本次研究从实用角度考虑以及对步行导向的空间品质的重视, 以步行半径, 即以站点为核心500m半径(10min的步行距离)为基础来确定轨道交通站点核地区的范围。多数研究表明, 500m范围为轨道交通影响作用最明显的地区。2003年9月份笔者组织的轨道交通调查表明, 在距离站点500m范围内的居民到达站点的交通方式中步行交通的比例为82.3%, 步行成为最重要的交通方式。

空间耦合一致<sup>①</sup>界定: 城市各级公共活动中心区范围与城市轨道交通站点地区(笔者界定在以站点为核心500m半径的范围, 当然, 可以根据研究需要有不同的界定方式和范围)在空间上有重合, 即可视为两者之间在空间上的耦合一致。如果两个范围无重合, 则视为两者之间空间不耦合一致, 其意味城市中心地区和轨道交通未能依据临近性原则(proximity)布置, 两者之间不能达到最有效的相互支撑状态, 不能通过步行方式而必须通过其它交通方式完成在城市中心地区和轨道站点之间的换乘联系。

#### 4.1 现状轨道交通站点与城市中心体系的空间耦合一致程度分析

至2003年, 上海中心城区(外环线以内地区)建成轨道

线路三条, 站点47个, 站点在各分区的分布见表3, 其中, 中央分区(内环线以内地区)的站点最集中。将2003年的R1、R2、M3沿线地区用地结构调查数据与2002年底的上海中心城区的用地现状数据比较, 可以看出, 现状站点500m半径范围地区的整体平均的公共设施用地比例在19.6%~29.5%, 要远高于整个中心城区的平均比例9.6%, 也高于核心城区的公共设施用地比例16.1%。叠合现状轨道站点地区范围与各级城市中心区范围, 得到网络的空间结合状况如图3所示。可以看出, 轨道交通R1、M3线的站点空间设置与城市中心体系的结合较差, 未能与城市各级公共活动中心结合的站点比例分别达到总站点数的38%及58%, 而R2的两者之间的结合最佳, 所有建成轨道站点都与城市各级中心在空间上结合设置(见表4)。

#### 4.2 2020年规划轨道交通站点与城市中心体系的空间耦合一致程度分析

叠合2020规划轨道交通系统与各级城市公共活动中心系统, 结果如图4所示, 各个分区中心体系与轨道交通站点空间结合状况如表5所示。整体而言, 在整个城市中心体系中, 城市市级中心都有500m范围内的轨道交通站点结合设置, 但42%的地区中心和37%的社区中心的500m范围内没有轨道交



表5 中心城区轨道交通站点与中心体系空间耦合一致程度表

分区	城市建设用地 (km <sup>2</sup> )	轨道交通 500m 范围 站点服务面积 (km <sup>2</sup> )	服务率 (%)	无轨道交通 500m 范围内服务城市中心 (个)		
				市级 (规划中心个 数)	地区级 (规划中心 个数)	社区级 (规划中心 个数)
中央分区	109	67	61.1	0(11)	2(7)	5(24)
北分区	127	34	26.6	0(2)	1(4)	6(16)
南分区	66	20	29.9	0(0)	4(6)	4(7)
西分区	95	34	36.3	0(2)	1(1)	8(18)
东北分区	108	18	17.1	0(0)	1(3)	4(6)
东南分区	125	22	17.2	0(0)	2(5)	2(8)
中心城区	630	195	30.9	0(15)	11(26)	29(79)
平均(%)	-	-	-	0	42%	37%

表6 2003年与2020年上海中心城区轨道交通网络站点耦合一致度评价表

	2003年空间耦合一致度		2020年空间耦合一致度	
	$\eta_1$ (中心耦合一致度)	$\eta_2$ (站点耦合一致度)	$\eta_1$ (中心耦合一致度)	$\eta_2$ (站点耦合一致度)
中央分区	0.915	0.727	0.890	0.738
北分区	1.000	0.667	0.750	0.431
南分区	0.750	0.333	0.368	0.205
西分区	—	-	0.643	0.377
东北分区	—	-	0.500	0.228
东南分区	1.000	1.000	0.667	0.325
中心城区	0.915	0.660	0.733	0.490

率。此值越大,反映轨道交通线路网络的效率就越高, $\eta_2$ 可视为反映轨道交通经济性的技术指标。

对上海的2020年轨道交通系统与城市中心体系的空间耦合一致度计算见表6,可以看出,中央分区的中心耦合一致度最高,反映轨道交通网络对城市中心体系网络的支撑最充分,而南分区的中心耦合一致度最低。对于轨道网络的效率,通过站点耦合一致度指标,可以看出中央分区的轨道交通网络的效率较高,2003年的整体轨道网络的效率高于2020年规划的轨道网络,这也反映出交通效用递减的规律。

另外,对于已经建成的轨道网络,还可以通过其建成网络的整体影响范围内(即围绕整个轨道交通网络最外围站点所形成的包络线范围)的空间耦合一致度来更准确地评价在该范围城市公共活动中心得到轨道交通站点的支撑程度。

#### 4 结语

在城市发展轨道交通的战略明确前提下,有关研究应当更多的集中在轨道交通和城市空间的相互作用上来。必须意识到的是,目前我国特大城市大规模的高密度轨道交通网络建设是一个关键的城市空间发展阶段,这一阶段中,轨道交通将会对城市空间结构、土地使用和空间品质产生重大的甚至是根本性的影响,因此,必须高度重视这一阶段,抓住时机,基于耦合的原则来控制 and 引导轨道交通与城市空间的建设,但目前宏观城市空间结构与轨道交通的两者之间的空间耦合状态并不乐观。

笔者仅从两者耦合的关键点即轨道交通站点与城市公共中

心体系的空间耦合角度阐述了耦合的原则,所提出的“空间耦合一致度”指标则是针对长期以来轨道交通规划和城市空间规划之间衔接上的问题的一种尝试。关于轨道交通与城市空间的耦合继续研究可以集中在与城市中心的耦合的站点地区土地使用的功能、强度和价格的空间分布特征以及空间设计等相关研究。

#### 注 释

- [1] 本研究在2004年5月徐家汇地区商圈基础设施与光顾者情况调查的数据表明,星期六41%的到徐家汇商业副中心的购物人群选择地铁方式。根据R.Cevero(1994)的调查,2300名在墨尔本中心区购物的行人中,有70%是乘坐轨道交通到达目的地的,这个数据甚至高于通勤出行使用轨道交通的比例。由此可见地铁对该地区的商业活动的促进作用是相当大的。
- [2] 张有恒(中国台湾)1994年对大众轨道交通与城市发展的过程分析,将其归纳为三大效应,即①因果效应②催化效应③可达性效应。参见:张有恒.运输学.台北:华泰书局,1993.
- [3] R.L.Knight和L.L.Trygg(1977),C.R.Bollinger和K.R.Ihlanfeldt(1997)S.L.Workman和D.Brod,(1997)研究都认为轨道交通对周边的土地使用作用不大。当然,Robert Cevero(1998)针对美国的部分研究指出现代社会的交通和土地使用之间的相互影响不大的结论,总结性的指出:在美国这样的高度小汽车导向的国家里,汽车的外部成本没有内部化,市场机制的作用是扭曲的。交通的投资对土地使用的影响是边际递减,甚至有时是可以忽略的。但如果小汽车的外部成本可以内部化,汽车的使用成本提高,在市场机制下,交通的投资对土地使用的影响将会比现在大的多。

对于公共交通,如果投入适当,重点提高服务品质,公共交通对城市土地使用的影 响是巨大的。正如在斯德哥尔摩、新加坡和东京所表现的一样。

- [4] “耦合”一词本来是机械专业词汇,本文所提出的“耦合”概念广 义上更多的是强调某种交通方式和城市空间之间的高度关联性。 理论上讲,任何一种城市的主导交通方式都能够有理想的交通和 空间的耦合状态,主导的交通方式和城市空间之间经过一定的时 间发展,则形成一种两者之间的耦合关系。从一种交通与土地利 用耦合状态向另一种耦合状态的转变都不是突变的,面临来自经 济、社会、技术以及政治等多方面的阻碍,需要一个相当长的时 间逐步转变。本文之所以不使用 TOD 或者是“轨道交通导向开 发”来表达这一状态,主要原因在于:轨道交通导向更多的强调了 轨道交通对城市空间的导向作用,事实上,轨道交通本身也需要 城市空间(包括中心体系布局、站点的土地使用密度、功能分 布以及利于步行导向的空间环境的支撑),两者之间应该是一种相 互支撑的作用方式。另外, TOD 这一学术词汇来自与北美,主要 是针对小汽车导向的低密度蔓延的城市空间状态而提出的,这与 我国的城 市空间状态之间的差异较大,不宜简单套用。
- [5] 交通只是手段而非目的,空间规划应当考虑的是如何减少不必要 的交通出行,这就要求规划不仅考虑到可达性的保证,同时考虑 布局中的临近性原则,以减少出行量。现代城市规划中的多中心、 有机疏散、自我平衡、复合功能的思想 和原则都有关于保证临近 性这方面的考虑。在相关的研究中,如荷兰的 Vinex 计划增加了 对一个新问题的考虑:邻近性 (Proximity) 胜于可达性 (Accessi- bility),由此更加注重城市空间结构由单一核心结构向多核心结 构的转变,以保证邻近性要求。
- [6] 本文认为空间耦合不仅包括轨道站点在宏观网络层面的和城市中 心的结合,同时还包括了节点层面的在土地使用和空间设计上的 形成的轨道站点与城市中心的相互支撑的和谐状态,因此,用空

间耦合一致以及后文中提出的空间耦合一致度来表达网络层面的 耦合状态。

#### 参考文献

- ① 顾朝林等.积聚与扩散-城市空间结构新论.南京:东南大学出版社,2000:18.
- ② 上海市经济工作委员会.将上海建设成为一流的商业繁华之都报 告.2004.
- ③ 石桥裕之.街道与车站——车站的再生.鹿岛出版社编,2002:40.
- ④ R.Cevero, The Transit Metropolis——A Global Inquiry.Island Press,1998:2~4.
- ⑤ 潘海啸.大都市地区快速干道和城镇发展关系研究.上海:同济大学出版社,2002.
- ⑥ 上海市城市规划设计研究院,上海市城市交通研究所.上海市城市轨 道交通系统规划文本.2002:15.

收稿日期:2005-03