

文章编号: 1007-7588(2006)02-0047-07

# 基于土地利用的城市轻轨线路规划合理性研究 ——以东莞市为例

卜心国<sup>1,2</sup>, 王仰麟<sup>1,2</sup>, 吴健生<sup>1,2</sup>, 赵苑<sup>1,2</sup>, 曾祥坤<sup>1,2</sup>, 王建华<sup>1,2</sup>

(1. 北京大学深圳研究生院数字城市与景观生态研究中心, 深圳 518055;

2. 北京大学环境学院, 北京 100871)

**摘要:** 轨道交通沿线土地是线路运营主要的客源地, 土地利用的结构和强度都要影响客源量和客源的稳定性。本文以轨道线沿线各段的土地利用结构和土地利用强度对客源量和客源稳定性的影响为准绳, 分析线路各段的相对合理性。在土地利用结构的分析过程中主要利用景观指数和土地利用组合结构, 从土地利用数量结构和空间结构来分析。土地利用强度的分析则选择人口密度, 建筑密度和容积率作为指标。所有的数据的获取和分析都在 ArcGIS 和 Fragstats3.3 及 Excel 中实现。通过对各指标的分析, 文章指出, 东莞城市轻轨沿线土地利用类型丰富多样, 空间结构较为合理, 土地利用强度大, 能够为轻轨线提供数量大, 稳定性较高的客源, 线路规划整体合理性高。在正线各段中, 麻涌和道滘的合理性相对较低。从正线与比选线来看, 虎门和大朗的比选线合理性不如正线, 大岭山的比选线和正线的合理性相当。

**关键词:** 土地利用; 城市轻轨; 合理性; 景观指数; GIS

## 1 引言

随着全球城市化进程的加快, 城市地域的扩张带来的城市交通拥挤是世界各国都必须面对的“城市通病”。解决这一问题的办法之一就是修建城市轨道交通。轨道交通是指利用轨道作为车辆导向的运输方式, 并以客运交通为主, 分为地下铁路(Metro)和轻轨轨道交通(Light Rail Transit)两种形式。目前, 世界各国都在发展轨道交通, 缓解城市交通压力。伦敦于 1863 年修建了世界上第一条地铁, 现在已经有 40 多个国家修建了轨道交通。我国的轨道交通则始于 20 世纪 60 年代北京修建的第一条地铁线, 到目前为止, 北京、上海、重庆、广州、深圳等城市已经先后修建了自己的轨道交通。城市轨道交通具有运量大, 速度快, 污染小, 对其他交通方式干扰小等优点, 因而能够承担城市交通的中长距离的运输, 能够很好的解决大城市及其与卫星城市之间的交通问题, 成为许多大城市发展城市交通, 缓解交通压力的首选办法<sup>[1,2]</sup>。

城市轨道交通的修建涉及的面非常广, 在修建以前进行修建的必要性, 可行性研究显得非常必要, 尤其是后者, 它决定了轨道交通最终能否修建。国内

外学者对轨道交通的研究除了常规的轨道线路路网设计和工程地质勘察以外, 还有许多学者根据相关数学模型推算不同时期的客流量、运输量、建设成本和运营效益, 利用 GIS 分析轨道交通的可达性<sup>[3-9]</sup>。

在轨道交通与土地利用方面, 也有不少学者做了研究。刘金玲等通过定量分析轨道交通对沿线房价, 地价和可达性来分析轨道交通对土地利用的影响<sup>[7]</sup>。郑捷奋等系统阐述了轨道交通对房地产价值的影响<sup>[8]</sup>。一些学者提出轨道交通与土地利用综合开发, 一体化规划, 轨道交通与城市协调发展的发展方向<sup>[9,10]</sup>。2004 年, 刘金玲等分析了北京城铁 13 号线回龙观、龙泽等站点的客流量和土地利用, 他们指出, 由于回龙观等小区的土地利用以经济适用房形式的居住用地为主, 工业、商业、教育、娱乐等用地比重低, 导致客流在一天中分布极不平衡, 他们提出利用土地整合来增加和平衡客流量的设想<sup>[11]</sup>。这些学者的研究无疑为我们揭示了土地利用与轻轨线运营之间存在很大的关联。由此我们也不难理解, 轨道交通沿线的土地利用对线路规划的合理性有非常重要的影响。但是这些学者在土地利用怎样影响轨道交通方面还缺乏必要的定量分析。本文拟以东莞

收稿日期: 2005-09-07; 修订日期: 2005-09-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(编号: 40471002); 北京大学深圳研究生院院长基金资助项目。

作者简介: 卜心国(1976-), 男, 四川内江人, 硕士生, 主要从事城市土地利用与景观生态研究。

E-mail: bxgpk@yaho.com.cn.

城市轨道交通沿线作为案例区,通过对研究区的土地利用现状的分析,研究线路规划的合理性。

## 2 研究区概况

东莞市位于珠江三角洲东部,南与深圳接壤,北接广州市,西临珠江口,东面是惠州,处于穗、港、澳经济金三角的中间。全市总面积 $2\,465\text{km}^2$ 。2003年年末户籍人口 $158.96 \times 10^4$ 人,外来暂住人口为 $440.45 \times 10^4$ 人。东莞是不设县的地级市、现辖33个镇区,下设590个管理区。

东莞城市轻轨规划有4条线路,大致呈东西南北交叉。一期规划线路是本文的研究范围,全长

136.15km,分为正线和比选线两种。其中比选线包括大朗比选线(大朗正线的北面),大岭山比选线(大岭山正线的南面)和虎门比选线(虎门正线的东面)。参考深圳市轨道交通研究的经验,考虑轻轨线对两侧土地的影响范围和东莞市城市发展的实际情况,本次研究的范围是以轨道线为中心的500m缓冲区,总面积 $138.34\text{km}^2$ 。研究区跨14个镇区,分为4个部分:中心片区,包括莞城、南城、东城和万江;东片区,包括大岭山、松山湖、大朗和常平4个镇;南片区包括厚街、虎门和长安3个镇;西片区,包括麻涌、望牛墩和道滘3个镇。全线一共34个站点。

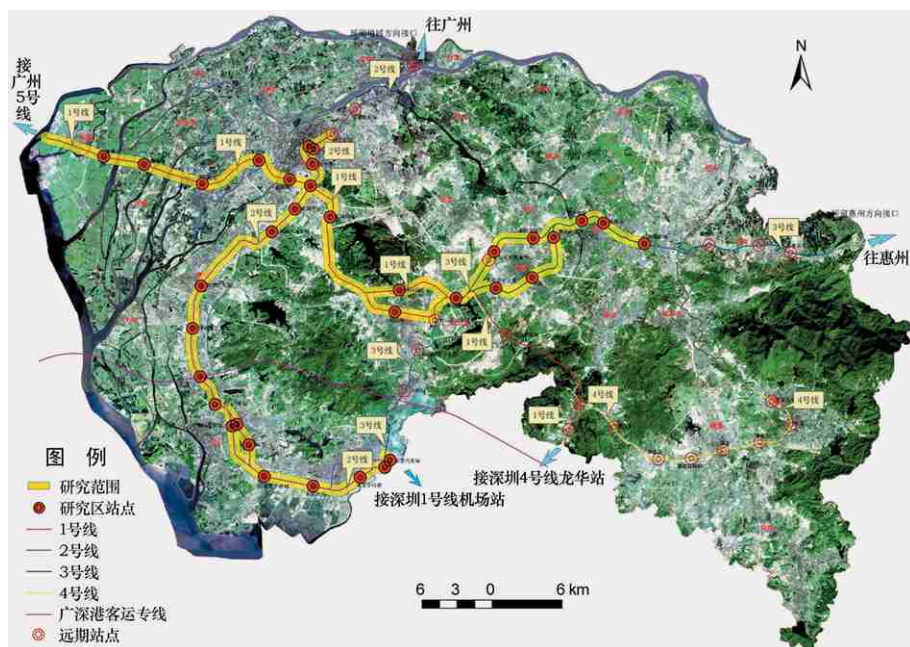


图1 东莞城市轻轨研究区和站点

Fig.1 Location of stations of Dongguan Light Rail Transit

## 3 研究思路

城市轨道交通沿线土地不仅提供了轨道线修建的物质和地质基础,而且也是轨道交通最主要的客源地。沿线的土地利用结构和利用强度深刻的影响线路的客源量,客源的稳定性。客源量和客源的稳定性是轨道交通营运质量的重要指标,也是判断线路规划合理性的重要依据。因此以轻轨沿线各段的土地利用结构和土地利用强度对客源量和客源稳定性的影响为准绳,分析线路各段的相对合理性。

土地利用结构可以分为数量结构和空间结构,常用的分析方法是利用景观生态学的原理,运用景观指数定量描述。景观指数是能够高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指数<sup>[12]</sup>。衡量数量结构的指标选用多

样性指数和优势度指数,空间结构用聚集度指数。轻轨线沿线的多样性指数的高低直接影响到区域能够为轻轨线提供客源的稳定程度。一般而言,多样性高,区域的人类活动就强烈,物质流和能量流的量就大,轨道交通的合理性也越高。对于优势度指数而言,如果沿线的土地利用以居住用地、商业用地、工业用地等占优势,则合理性高。聚集度指数反映沿线土地的单一化程度,进而反映沿线土地提供客源的稳定程度。一般的,聚集度高,则土地利用类型就趋于单一化,客流的时段性就强,不利于轨道交通的运营,规划线路的合理性不高。

土地利用强度分析用人口密度、容积率和建筑密度。指标越高,沿线能够提高的客源量就越大,规划的合理性就越高。

## 4 研究的数据源和方法

### 4.1 数据源

**4.1.1 东莞市轨道交通线路规划图** 该图包含了规划的 4 条轨道线, 用于确定本次研究 500m 缓冲区。

**4.1.2 东莞市 SPOT 遥感影像图** 东莞城市建筑 CAD 地形图(研究区部分)。这两幅图主要用于提取东莞房屋建筑的现状信息, 是 GIS 数据库数据的最基本来源, 主要用于分析土地利用强度。

**4.1.3 东莞市土地利用现状图和东莞镇级行政区划图** 东莞土地利用现状图是以地块为基本单元, 每一个地块都有其用地类型, 是土地利用现状分析的基础, 用于分析土地利用结构。镇级行政区划图与其他各图叠加形成土地利用分析的基本单元。

### 4.2 研究方法

**4.2.1 根据土地利用现状图** 建立线路 500m 缓冲区内土地利用现状数据库。按照用地功能将文件转成  $1m \times 1m$  栅格形式的 Grid 文件, 在 Fragstats3.3 的支持下计算景观指数的计算, 并分析各指数下轻轨线路规划的合理性。

**4.2.2 利用 ArcGIS 建立沿线 500m 缓冲区建筑数据库** 并进行沿线各段建筑量, 人口, 容积率和建筑密度的计算。根据人口密度, 容积率和建筑密度分析轻轨线路规划的合理性。

## 5 土地利用结构

土地利用类型有两种不同的分类系统, 一类是国土资源部的分类, 另一个是城市建设用地分类, 另一类是城市建设用地分类, 两者的分类出发点有所差异。本次所采用的是后者。根据东莞轨道交通沿线的实际, 将土地利用类型分为 13 大类, 26 小类, 包括居住用地(R)、商业用地(C)、工业用地(M)、仓储用地(W)、对外交通用地(T)、道路广场用地(S)、市政设施用地(U)、绿地(G)、特殊用地(D)、农用地(N)、水域(E)、空地(K)和山地(H)。

根据对沿线土地利用现状的统计, 东莞轻轨沿线土地总面积  $138.34\text{km}^2$ , 土地利用类型以工业用地, 居住用地, 农用地和未利用四类用地类型为主, 面积达  $99.76\text{km}^2$ , 占研究区总面积的 72.11%。其中工业用地最大, 面积  $30.11\text{km}^2$ , 占研究区总面积的 21.77%。特殊用地一般是军事、监狱等的用地, 其面积最小。此外, 仓储, 市政设施用地的比重也占得非常低。

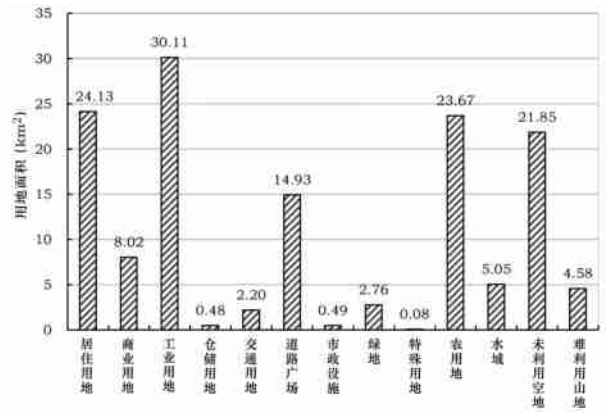


图 2 土地利用类型构成

Fig. 2 The land use structure of the study area

### 5.1 土地利用数量结构

**5.1.1 多样性指数** 多样性指数是描述景观类型丰富程度, 分布的均匀程度。土地利用数量结构的多样化分析是为了研究土地利用类型的完整程度或多样化程度。这里使用在景观生态学中计算景观多样性最为常用的模型 Shannon 信息熵公式<sup>[12]</sup>:

$$H = - \sum_{i=1}^m p_i \ln(p_i)$$

式中:  $H$  为景观多样性指数;  $p_i$  是斑块  $i$  所占的面积比例;  $m$  为斑块类型的数量。

从表 1 中可以看出, 东莞城市轻轨沿线各镇的景观多样性指数变化的幅度整体不大, 其中最低的是麻涌和虎门比选, 这与这两段线路经过的大多是农田有关。而多样性最高的是东城段, 该段的地块类型几乎完全包含本次研究的 26 个次级土地利用分类, 多样性指数达到 2.58。由多样性指数可以看出, 麻涌, 虎门比选, 望牛墩和大朗比选 4 段的指数低, 合理性相对较差。而东城、南城、厚街、虎门和大朗等段多样性高, 线路合理性也更高。

**5.1.2 优势度指数** 优势度指数是基于多样性指数得来的, 用来衡量景观组分构成差异的格局指数, 它表示景观实际多样性对最大多样性的偏离程度<sup>[12]</sup>。其公式可以表示为:

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^m p_i \ln(p_i)$$

式中:  $H_{\max} = \ln(m)$ 。优势度越大, 就意味着景观中一种或少数几种景观组分占优势, 优势度低则说明所有组分在景观中的面积构成分布均匀。

从表 1 的计算的结果可以看出, 城市轻轨沿线各段土地利用的优势均不是特别明显, 其结果与多样性指数成负相关, 大多集中在 0.17 ~ 0.25 之间。

各段中,麻涌段的优势度最高,为0.41,万江的优势度最低,为0.12。土地利用优势度的高低对轨道交通规划合理性影响效用不是必然的,需要根据是以何种或哪些类型占优势来确定。如果优势度高,且以工业、商业和居住等用地为主,则和轨道交通过地性质相容,轨道交通规划就趋于合理。反之,如果优势度虽然高,但是土地利用类型以农田、水域、空地、山地等为主,线路规划合理性同样相对较差。因此还需要结合沿线的土地利用组合来看优势度的效用。

**5.1.3 组合结构** 进行土地利用类型的组合结构分析是为了揭示土地利用的优势类型和结构特征。最常用的方法是根据经验直观的判断,也就是提取在土地利用类型中面积占绝对优势的一个或几个土地利用类型。为了使判断更具有科学根据,本文采用 Weaver-Tomas 组合系数法。这种方法是用实际的土地利用类型面积比重与假定土地利用面积比重相比较,通过调整假定土地利用面积的比重,使之最接近真实土地利用,从而根据这个最接近真实土地利用比重的假定来获得该区域的土地利用组合结构<sup>[13]</sup>。这个方法是,首先对区域内的各种土地利用类型面积比重按从高到低的顺序进行排序;然后根据实际的土地利用类型进行假定,假如在该区域只有一种土地利用类型(即排序中比例最大的那种),则这个假定的土地利用类型的比重是100%;假定有2种土地利用类型(排序中的前2种),则两者的比例分别是50%,以此类推;最后用每种实际土地利用类型的比重减去相应类型的假定比重,并取差值的平方和。不同的假定计算出的平方和不一样,其中平方和最小的假定就是最接近真实土地利用类型的组合,而这个最小值就是组合系数。

从表1可以看出,东莞城市轻轨沿线的土地利用组合以4种和5种土地利用类型为主。结合上文的优势度分析可以看出,沿线的各段中,麻涌段组合类型数最少,优势度最高,以农用地和水域用地为主,因此该段的合理性最低。望牛墩和虎门比选的合理性也较差。莞城、厚街、长安和南城等段优势度相对较高,类型组合以居住用地,工业用地为主,线路规划的合理性较高。沿线各段的类型组合中,农业用地和空地的出现频率较高,这两类用地类型在性质上与轨道线不相容,在规划中应当根据实际情况予以适当的调整。

表1 东莞轻轨沿线土地利用结构

Table 1 The land use structure along Dongguan Light Rail Transit

地块类型	多样性	优势度	聚集度	组合	组合类	组合	
	指数	指数	指数	系数	型数		类型
麻涌	14	1.56	0.41	69.58	962.72	2	N+E
望牛墩	12	1.70	0.31	64.49	449.05	3	N+M+E
道滘	15	2.10	0.23	60.14	355.18	6	N+M+K+R+E+S
万江	16	2.43	0.12	54.77	314.16	6	K+R+S+M+E+C
南城	23	2.44	0.22	60.23	269.76	4	K+R+S+C
莞城	16	2.07	0.25	61.41	1137.53	3	R+C+S
厚街	21	2.31	0.24	60.91	409.98	5	M+R+S+K+C
虎门	20	2.46	0.18	57.88	324.39	6	M+H+N+K+R+S
虎门比选	11	1.57	0.35	66.46	1211.39	4	N+S+K+M
长安	19	2.19	0.26	62.09	1342.18	4	M+S+K+R
东城	25	2.58	0.20	59.08	170.21	5	M+K+R+H+S
大岭山	17	2.12	0.25	61.77	586.70	5	K+M+R+H+N
大岭山比选	16	2.19	0.21	59.55	324.79	5	M+N+R+K+C
松山湖	13	2.13	0.17	57.84	371.67	6	K+C+N+R+G+S
大朗	19	2.42	0.18	59.59	620.90	4	R+N+K+M
大朗比选	11	1.74	0.27	62.68	448.94	5	N+S+K+R+M
常平	19	2.40	0.19	58.39	321.74	4	N+M+R+K

## 5.2 土地利用的空间结构

土地利用的空间结构是指各类地块的空间形态和分布特征。就景观生态学度量景观空间结构的方法而言,一般都选用相邻度,碎裂度,连通度,分离度,聚集度等景观指数。由于本次研究的土地各地块是连接在一起,景观生态学中的一些指数在这里没有意义,比如,相邻度,连通度。这里分析土地利用的空间结构用聚集度。

聚集度是指景观中不同类型单元的团聚程度,Neill等提出聚集度  $D = C_{max} - C$ ,后修改为:

$$RC = 1 - C/C_{max}$$

$$C = - \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T P(i,j) \log [P(i,j)]^{[14]}$$

其中:  $C_{max} = 2 \log(T)$ 。式中:  $RC$  是相对聚集度指数;  $C$  为复杂性指数;  $C_{max}$  为  $C$  的最大可能取值;  $P(i,j)$  是单元类型  $i$  与  $j$  相邻的概率;  $T$  是景观中单元类型总数。

在景观生态学中,聚集度指数反映景观中不同斑块类型的非随机性或聚集程度,它明确考虑斑块类型之间的相邻关系,能够反映景观组分的空间配置特征,因此与优势度指数有很大区别。聚集度指数高,则说明相同用地类型的土地分布较为集中,土

地破碎度低。对于轻轨线来说, 聚集度的高低对轨道交通的影响需要根据实际情况来判断。一般来讲, 聚集度过高, 则会出现土地利用类型单一化, 从而造成一天之中客流的时段变化过于明显。例如工业区或居住区高度集中区域的线路会在上下班时间出现客流的高峰期, 造成人满为患; 而在其他时段则出现客流不足的现象。但是对于商业区来说, 由于消费者本身的流动性大, 时段性不是非常明显, 因此这种地区的聚集度应该越大越好。换句话说, 如果聚集度高, 但是又不能提供稳定而大量的客源, 则该段线路规划的合理性就相对较低。

从表 1 可以看出, 轻轨沿线的土地利用聚集度最高的是麻涌, 为 69.58, 最低的是万江, 为 54.77。整个线路的聚集度不高, 说明沿线的土地利用的综合性较高, 客源稳定性大。从分段来看, 麻涌段的聚集度最高, 土地利用类型中农业用地集中化程度高, 线路的合理性最低, 而莞城, 东城、厚街、长安、大朗等路段用地类型中, 工业, 居住和商业的分布较为均衡, 合理性高。

## 6 用地强度

### 6.1 人口密度

人口是各种人类活动的主体, 是用地强度的一个重要衡量指标。具体到城市轻轨线来说, 沿线人口的多寡还直接关系到客源的多少, 影响将来轻轨线的运行效益。城市人口流动性大, 一般的人口数据都是比较模糊的。除了正规的人口普查, 推测城市人口的比较常用的是根据建筑量和建筑功能计算。计算公式可以表示为:

$$P = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_i F_j A_j$$

式中:  $P$  表示人口;  $S_i$  表示第  $i$  栋建筑的建筑面积;  $F_j$  表示该建筑第  $j$  种建筑功能的百分比;  $A_j$  表示第  $j$  种功能的人均使用面积。这里的  $A_i$  是经验数据, 不同的城市规模 and 经济发展程度, 因其用地紧张程度的不同而有所差异。根据这个计算公式推算东莞城市轻轨沿线人口如表 2。从人口总量来看, 沿线各段人口共  $234.72 \times 10^4$  人, 占东莞市总人口的 39.16%。从土地利用的人口密度强度来看, 全市平均值是  $2432.09 \text{ 人/km}^2$ , 轻轨线的平均值为  $1.98 \times 10^4 \text{ 人/km}^2$ , 是全市平均值的 8.15 倍, 其中厚街镇的最高, 达到  $4.07 \times 10^4 \text{ 人/km}^2$ , 是全市平均值的 16.72 倍。轻轨线沿线大部分是东莞人口稠密区, 有利于将来轻轨的运营和发挥轻轨在解决城市交通问题的

主导作用。在全线各段中, 虎门比选, 麻涌, 松山湖段的人口密度较低。规划的合理性相对较差。

### 6.2 容积率和建筑密度

容积率是地块内的总建筑面积与地块面积的比值, 建筑密度是建筑基底面积与地块面积的比值。容积率和建筑密度对轻轨线的影响主要体现在建筑与人口的关系上。建筑量是本次人口推算的根据, 建筑密度大, 容积率高, 则区域的人口量就大。由于轻轨线修建的最终目的是解决交通问题, 线路规划应该尽可能的靠近人口密集区, 也就是建筑密度和容积率高区域。从表 2 中可看出, 全线平均容积率为 0.64, 整体容积率较高。在各段中, 莞城的容积率最高, 达到 2.10。其次是厚街镇, 容积率为 1.28。最低的是麻涌, 只有 0.11。从建筑密度来看, 全线平均值为 0.18, 密度略为偏低。各段中, 密度最高的还是莞城, 达到 0.43, 其次是厚街镇, 达到 0.37, 最低的是松山湖, 为 0.03。由建筑密度和容积率可以看出, 沿线各段的合理性性与人口密度的结果基本一致。反映出这几个指标存在较大的相关性。

表 2 东莞轻轨沿线土地利用强度

Table 2 The land use intensity along Dongguan Light Rail Transit

	建筑基底 面积 ( $\text{km}^2$ )	建筑 面积 ( $\text{km}^2$ )	总人口 ( $\times 10^4$ 人)	地块 面积 ( $\text{km}^2$ )	人口 密度 ( $\times 10^4$ 人/ $\text{km}^2$ )	容积 率	建筑 密度
麻涌	0.33	0.65	2.24	5.69	0.39	0.11	0.06
望牛墩	0.34	0.72	2.59	3.78	0.68	0.19	0.09
道滘	0.62	1.45	6.05	4.98	1.22	0.29	0.12
万江	0.51	1.68	4.08	3.45	1.18	0.49	0.15
南城	1.78	10.11	34.39	10.38	3.31	0.97	0.17
莞城	0.98	4.77	7.96	2.27	3.51	2.10	0.43
厚街	3.99	13.72	43.71	10.75	4.07	1.28	0.37
虎门	1.32	4.82	15.53	9.42	1.65	0.51	0.14
虎门比选	0.35	0.34	1.11	2.95	0.38	0.11	0.12
长安	3.56	12.13	42.72	11.97	3.57	1.01	0.30
东城	1.55	5.80	16.17	8.29	1.95	0.70	0.19
大岭山	1.15	4.91	13.15	7.66	1.72	0.64	0.15
大岭山比选	1.13	2.48	8.35	5.14	1.62	0.48	0.22
松山湖	0.14	0.55	1.95	4.47	0.44	0.12	0.03
大朗	1.17	3.89	11.40	5.75	1.98	0.68	0.20
大朗比选	1.05	2.60	6.93	8.33	0.83	0.31	0.13
常平	1.73	5.25	16.38	13.11	1.25	0.40	0.13
合计平均	21.70	75.87	234.72	118.37	1.98	0.64	0.18

## 7 结论与讨论

通过对东莞城市轻轨沿线土地利用各指数的分析可以看出,轻轨沿线土地利用类型丰富多样,空间结构较为合理,土地利用强度大,能够为轻轨线提供数量大,稳定性较高的客源,线路规划整体合理性高,有利于轻轨线将来的运营和发挥在城市交通中的主导作用。在正线中,莞城、厚街、长安、南城和东城等段的合理性很高,麻涌和望牛墩的合理性较差。规划麻涌和望牛墩这两段线路的重要原因在于着眼东莞长远的发展和珠三角轨道交通的整体通达性,连接广州5号线。从比选线路和正线的比较来看,三段比选线中,大岭山比选线合理性与正线相当。大朗和虎门的比选线各项指数均不如正线合理,建议在修建轻轨线路时选择正线。

应当指出,在分析以上各个指数高低对轨道线路规划的合理性的效用时,我们是站在现状的静态来分析的。从轨道交通未来的发展来看,这些指数还可以有另外的意义。比如,土地利用结构的各项指数,其高低可以指导轻轨沿线土地的改造和开发方向,从而体现轨道交通对城市土地开发和整个社会经济的带动作用。另一方面,对于土地利用强度来说,利用强度大的土地,虽然客源大,有利于轻轨的运营,但是同时也会出现另一个问题,就是在修建过程中会涉及大量建筑的拆迁赔偿和征地费用高昂等问题,这样修建成本就会高,改造难度大。因此,对这些指数高低应当辩证的看待,某些指数对轻轨的运营是有利的,但是却未必对修建有利。在实际修建过程中,可以考虑在土地利用强度大,改造成本过高的地段采用“下沉”到地下,而在其它地段采用“上浮”在地表的“地铁—轻轨”混合模式,以尽可能降低修建成本。

### 参考文献 (References):

- [1] 李依庆,杨冰华. 巴黎市区地铁网络发展历史及其启示[J]. 城市轨道交通研究, 2003, (4): 68~73. [LI Yi-qing, YANG Bing-hua. Evolution and inspiration of subway network development in Paris[J]. *Urban Rail Transit Study*, 2003, (4): 68~73.]
- [2] 王正. 我国城市轨道交通研究和规划探析[J]. 城市规划汇刊, 1995, (4): 58~62. [WANG Zheng. Study on the urban rail transit system in China[J]. *Urban Planning Forum*, 1995, (4): 58~62.]
- [3] 吴小萍,陈秀方. 城市轨道交通网络规划理论方法研究进展

[J]. 中国铁道科学, 2003, 24(6): 111~117. [WU Xiao-ping, CHEN Xiur-fang. Progress of study on urban mass transit network planning theory and methodology[J]. *China Railway Science*, 2003, 24(6): 111~117.]

- [4] 王述芬,张康敏. 浅谈城市轨道交通的客流预测[J]. 都市轨道交通, 1997, (3): 20~22. [WANG Shu-fang, ZHANG Kang-min. Study on the passenger flow forecast of urban rail transit[J]. *Urban Rail Transit*, 1997, (3): 20~22.]
- [5] 沈景炎. 城市轨道交通客流预测的评估和抗风险设计[J]. 城市轨道交通研究, 2002, (2): 26~31. [SHEN Jing-yan. Evaluation and anti-risk design of the flow prediction in urban mass transit[J]. *Urban Rail Transit Study*, 2002, (2): 26~31.]
- [6] XUAN Zhu, LIU Su-xia. Analysis of the impact of the MRF system on accessibility in Singapore using an integrated GIS tool[J]. *Journal of Transport Geography*, 2004, (12): 89~101.
- [7] 刘金玲,曾学贵. 基于定量分析的城市轨道交通与土地利用一体规划研究[J]. 铁道学报, 2004, 26(3): 13~19. [LIU Jin-ling, ZENG Xue-gui. Probe into the integrative planning of urban rail transit and land use based on quantitative analysis[J]. *Journal of The China Railway Society*, 2004, 26(3): 13~19.]
- [8] 郑捷奋,刘洪玉. 城市轨道交通对房地产价值影响研究综述[J]. 城市轨道交通, 2003, 25(10): 14~16. [ZHEN Jie-fen, LIU Hong-yu. A comprehensive study on influences to the value of real estate brought by mass transit railway[J]. *Urban Rail Transit*, 2003, 25(10): 14~16.]
- [9] 郑捷奋,刘洪玉. 日本轨道交通与土地的综合开发[J]. 中国铁道科学, 2003, 24(4): 133~138. [ZHEN Jie-fen, LIU Hong-yu. Integrated development of urban mass transit and land resources in Japan[J]. *China Railway Science*, 2003, 24(4): 133~138.]
- [10] 袁奇峰,郭晟,邹天赐. 轨道交通与城市协调发展的探索[J]. 城市规划汇刊, 2003, 148(6): 49~56. [YUAN Qi-feng, GUO Sheng, ZOU Tian-ci. Exploring on the coordination of track traffic and urban development[J]. *Urban Planning Forum*, 2003, 148(6): 49~56.]
- [11] 刘金玲,张勇. 北京城铁13号线北段土地利用对客流影响的分析[J]. 城市轨道交通, 2004, 2(2): 54~57. [LIU Jin-ling, ZHANG Yong. Analysis to passenger volume effect of land use along urban rail transit[J]. *Urban Transport*, 2004, 2(2): 54~57.]
- [12] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002. 99~119. [WU Jian-guo. Landscape Ecology: Pattern, Process, Scale and Hierarchy[M]. Beijing: Higher Education Press, 2002. 99~119.]
- [13] 朱凤武,彭补拙,丁建中,等. 温州市土地利用空间格局研究[J]. 经济地理, 2001, 21(1): 101~104. [ZHU Feng-wu, PENG Bu-zhuo, DING Jian-zhong, et al. Study on the spatial pattern of land use in Wenzhou City[J]. *Economic Geography*, 2001, 21(1): 101~104.]

## Rationality of City Railway Planning Based on Land Use: A Case Study in Dongguan City, PRC

BU Xin-guo<sup>1,2</sup>, WANG Yang-lin<sup>1,2</sup>, WU Jian-sheng<sup>1,2</sup>, ZHAO Yuan<sup>1,2</sup>, ZENG Xiang-kun<sup>1,2</sup>, WANG Jian-hua<sup>1,2</sup>

(1. *Center for Digital City and Landscape Ecology, Peking University Shenzhen Graduate School, Shenzhen 518055, China;*

2. *College of Environment Science, Peking University, Beijing 100871, China*)

**Abstract:** The land along railway route is an important source area of passengers. The land use structure and intensity along railway route will influence both the volume and stability of passengers. This paper analyses the rationality of city railway planning, taking the impact of land use to passenger volume and its stability as criterion. The study area is divided into 14 parts of zones which the railway passes through. GIS data is used to analyse the rationality of railway planning of the city.

Two categories of indicators are used in the process of analysis. One is related to land use structure including landscape diversity index, dominance index and the contagion index; the other is used to describe the land use intensity including population density, structure density and floor area ratio. According to the urban land use classification system, the land use along Dongguan city railway route can be classified into 13 categories and 26 sub-categories, that is, residential land, commercial land, industrial land, land for storage, transportation, road and square, public green space, specially used land, agricultural land, water area, open space and hill land. The Fragstats 3.3 is used to analyze landscape indices.

Based on the analysis, it is concluded that land use along the railway route is intent to a high diversity, and the structure and intensity of local land use suitable for the operation of transit. The land of the study area can steadily provide large amount of passengers for the city railway transport in the future and the planning of the Dongguan city railway route has a higher rationality. Some part of the railway transit, i. e. Guancheng, Nancheng, Houjie, Chang'an and Dongcheng are planned more rationally. As for Mayong and Daojiao, because of their low landscape diversity, population density, structure density and occupied by a large proportion of agricultural land and water area, the rationality of the planning is relatively lower. Some indices especially the land use intensity indices are favorable to the operation of the transit, but they are with uncertainty for building of the transit due to great amount of compensation to the residents and the land owners living in the buffer. So we should dialectically understand the value of the indices.

**Key words:** Land use; City railway; Rationality; Landscape index; GIS