

# Review on the Intensive Utilization of Underground Space in Comprehensive Transportation Hub

Minghao Liu<sup>1,2</sup>, Ping Guan<sup>1,2</sup>, Jiqin Qiu<sup>3</sup>, Xiaobo Luo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>College of Computer Science and Technology, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing

<sup>2</sup>Spatial Information System Research Center, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing

<sup>3</sup>School of Tourism and Land Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing  
Email: liumh@cqupt.edu.cn, 597285061@qq.com

Received: Jun. 10<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jul. 8<sup>th</sup>, 2016; published: Jul. 12<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Research on evaluation of land intensive use in comprehensive transportation hub zone has not formed systemic theories and research methods yet. A review on the intensive utilization was offered in this paper aiming at providing instruction and reference for how to evaluate the intensive utilization degree of underground space in comprehensive transportation hub. The paper combed the domestic and foreign researches on the basic concept, the general method to measure the intensive degree of land use, the pattern of intensive utilization for urban underground space, the basic principle and content of evaluation the intensive degree of underground space in the comprehensive transportation hub zone, and evaluation method of potential intensive utilization for underground space. Research shows that we should focus on solving the following problems for the evaluation of intensive utilization of underground space in comprehensive transportation hub zone: 1) the issue of clearly define evaluation objects; 2) the issue of construct method, content and index system of regional evaluation in comprehensive transportation hub zone; 3) the issue of spatial agglomeration and space intensive; 4) the issue of ideal values in index system.

## Keywords

Comprehensive Transportation Hub, Underground Space, Evaluation of Intensive Utilization, Subway Station

---

# 综合交通枢纽地下空间集约利用评价研究综述

刘明皓<sup>1,2</sup>, 关平<sup>1,2</sup>, 邱继勤<sup>3</sup>, 罗小波<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>重庆邮电大学, 计算机科学与技术学院, 重庆

<sup>2</sup>重庆邮电大学, 空间信息系统研究中心, 重庆

<sup>3</sup>重庆工商大学, 旅游与国土资源学院, 重庆

Email: liumh@cqupt.edu.cn, 597285061@qq.com

收稿日期: 2016年6月10日; 录用日期: 2016年7月8日; 发布日期: 2016年7月12日

## 摘要

目前在综合交通枢纽地下空间集约利用评价方面尚未形成系统性的理论研究体系。通过分析国内外综合交通枢纽地下空间集约利用评价方面的研究现状、进展, 目的在于为综合交通枢纽工程的地下空间集约利用评价提供指导和借鉴。梳理了国内外相关研究成果, 从基本概念的辨析, 集约化度量与评价的一般方法、城市地下空间集约利用的模式、综合交通枢纽地下空间集约利用评价的原则、内容以及地下空间的潜力评价方法等方面进行了总结。研究认为目前针对综合交通枢纽地下空间集约利用评价需要重点解决评价对象清晰界定的问题; 综合交通枢纽区域评价的方法、内容和指标体系构建问题; 节约集约评价中的空间集约性问题; 指标体系中的理想值的确定问题等。

## 关键词

综合交通枢纽, 地下空间, 集约利用评价, 地铁站域

## 1. 引言

当前我国正处在城市化高速发展的进程中, 人口过分密集、生态恶化和交通拥堵等城市问题越来越严重, 空间环境压力的骤增使城市发展面临严峻的挑战(黄骏, 2008) [1], 如何集约和节约用地成为人多地少的发展中大国城市发展的主要议题[2]-[5]。集约和节约用地也是作为拥有 13 亿人口的确保粮食安全、生存安全的必然选择。在《发展改革委关于印发促进综合交通枢纽发展的指导意见的通知》(发改基础[2013] 475 号)中也明确提出: “要在保障枢纽设施用地的同时, 集约、节约用地, 合理确定综合交通枢纽的规模”。土地资源随着城市发展变得日益稀少, 土地开发利用的重点也已由平面扩张转移到向地上、地下寻求立体发展的方向上来。合理的开发利用城市地下空间是新时期我国节约集约用地的重要方面。节约集约用地是经济发展进程的必然环节, 也是资本积累到一定水平的必然选择。下面对地下空间集约利用方面的文献进行回顾, 希望为如何对以轻轨站为核心的综合交通枢纽工程地下空间集约利用进行评价提供指导和借鉴。

## 2. 相关概念

### 2.1. 综合交通枢纽

枢纽指事物的关键部位。交通枢纽则指路网中的“冲要点”和“关键处”, 即交通节点所处枢纽城市或由交通节点上的多种运输设施(交通网线、站场、交通工具)等组成的交通空间。

综合交通枢纽是多种交通运输方式组成的交通枢纽，是城市之间的交通进行互相连接的重要部分。《发展改革委关于印发促进综合交通枢纽发展的指导意见的通知》(发改基础[2013] 475 号)中将综合交通枢纽定义为综合交通运输体系的重要组成部分，是衔接多种运输方式、辐射一定区域的客、货转运中心。

目前，综合交通枢纽逐渐突破单一的交通功能，开始向多元化的城市功能拓展。首先，它是交通节点，是城市交通空间的一部分。其次，随着综合交通枢纽的发展，其便利性和可达性不断的提高，越来越多的城市功能在其周边发展并繁荣起来，所以它又是城市其他功能空间的一部分，即城市的空间场所 [6]。我国早期的交通枢纽建设中的功能分区不明显，写字楼、酒店、商场等物业与交通业分区常混杂在一起，相互干扰。“铁路+物业”的枢纽综合体建设思路将成为我国下一代铁路旅客枢纽车站的发展方向 [7]。

## 2.2. 轻轨站域及站域的范围的确定问题

这里的轻轨(或地铁)站域，包含车站及其互动城市区域的整体，属于城市地域概念范畴。从宏观角度看，它是一个具有辐射力的“点”；从中观角度看，它是一个功能复合的“面”；从微观角度看，它是一个由空间点、线、面构成的城市特定区域的网络系统。

据研究，轨道商业对周边地区的地价以及商业提升比率，一般会达到 5%~10%，最高可以达到 20%~30% [8]。该统计数据也表明了地铁站的建设对其周围产生的圈层式影响，其影响程度与其与地铁站的距离成反比。依据轨道交通的这种特性，TOD 模式(以公交导向的开发)常常被采用来带动沿线地区的土地开发，即在轨道交通车站地区形成以轨道交通车站为核心，围绕车站布置公共广场、商业、办公及其他服务设施，形成捷运社区中心，周围布置居住或其它建筑，整个社区的建筑密度由中心向外围逐渐降低。

站域的影响范围决定了评价区域的划定。对于合理区域的定义，常常需要考虑人们通过的体力消耗、出行时耗及交通费用、舒适度、安全性等 [9]。

轨道交通的交通衔接方式不同对城市空间的影响也是不一样的 [10]。国外城市的 TOD 和紧凑城市理论对公共交通站点服务半径的距离和步行的合理范围有不同的实践标准。结合国内外实践，初步认为步行合理范围为：以公共交通站点为圆心，半径为 400~600 米的范围(5~15 分钟的步行时间) [11]。

地铁站域的类型包括两个方面的内容：1) 地铁车站自身的功能类型；2) 地铁站域城市空间的类型。轨道站域也可分为“城市型”、“社区型”和“特殊用途”三种类型(杨晓春；陈淑芬，2009) [12] (杨晓春，2009)。

黄骏将地铁站域的研究范围分为近站域、中站域和远站域 [1]。张月金根据南宁一号线出行时间、车站影响范围、理论计算模型及大量的实证数据确定南宁城市轨道交通 1 号线的范围是以车站中心周围 1000 米为研究范围，划分成 500 米以内为核心区、500~800 米为协调区和 800~1000 米为研究区三个等级进行沿线土地资源综合开发研究策划，并要求涵盖线路两侧各 400 米用地范围 [13]。

总之，轨道交通车站周边通常形成公共广场、商业、办公及其他服务设施等不同用途用地的混合利用的捷运社区中心。土地开发强度通常会以轨道交通车站为核心由中心向外围逐渐降低，且影响范围以步行的合理范围为限。

## 2.3. “集约与节约”概念

### 2.3.1. 集约与节约的概念

当前，节约集约利用指标体系的构建多是建立在土地集约利用内涵的基础上的，因此，正确把握节约集约利用内涵有利于科学的指标体系的构建。

“集约”最初是指在农业生产领域通过单位投入更多的生产资料和劳动，以提高单产的方法来增加产品总量的经营方式。1958年苏联经济学家首次引用“集约”一词，并释其义：在社会经济活动中同一经济范围内，通过经营要素质量的提高、要素含量的增加、要素投入的集中以及要素组合方式的调整来增进效益的经营方式[14]。换言之，集约和粗放是相对的，集约经营就是要把效益放在首位，以小搏大，实现低成本高回报的目标。

集约用地是在同一用途内主要通过各种投入(资本、技术、管理等)的增加提高强度或产出的一种土地利用方式。按照生产要素投入构成差异，土地集约利用可分为资金密集型、劳动密集型和技术密集型三种。节约用地是指在各业各用途竞争性使用土地空间的过程中，一种用途的土地利用对其他用途土地的少用或少占，一般指二维平面空间内的土地合理利用规模的问题，主要是通过测算各种用地指标进行控制的一种土地合理利用方式，它表达不同土地用途间相互关系的一种土地利用方式。集约用地本身可以达到节约用地之目的。节约是目的，集约是手段。在人口日益增多、生态日益遭到破坏的今天，节约的目的是将更多的土地腾出来生产健康的食品 and 生态产品，满足可持续发展的需要[15]。

中华人民共和国土地管理行业标准(TD/T1018-2008)《建设用地节约集约利用评价规程》(standard for evaluation of saving and intensive use of construction land)中指出，城市建设用地节约集约利用指“以符合有关法规、政策、规划为导向，通过增加对土地的投入，不断提高城市土地利用效率和经济效益的一种开发经营模式”。2014年国土资源部颁发的《开发区土地集约利用评价规程》中指出，“以符合有关法规、政策、规划为导向，通过增加对土地的投入，挖掘土地利用潜力，不断提高开发区土地利用效率和经济效益的一种开发经营模式”。这都从狭义层面对节约集约的定义。从广义层面来理解，在开发区的集约利用应涵盖此三方面：1) 综合效益最大化；2) 开发区内部土地与区际土地利用结构优化；3) 土地利用率和单位面积的土地投入产出率最大化。由于实践活动的深入和新理念的引入，土地集约利用内涵也在不断的拓展，当然，内涵的模糊性和评价目标的泛化问题随之产生[16]。

### 2.3.2. 城市土地集约化利用的主要特征

郑新奇认为土地集约利用是指在现期条件下，在获得最大规模效应和集聚效应基础之上，在保障合理布局、优化土地和可持续发展前提下，通过多种不同的途径来提高土地利用效率，以取得更好经济、社会和生态环境效益的过程。它是在特定时段、特定区域内的一个动态的、相对的概念。而单位面积土地上劳动、资本、技术等投入的合理密集度则是衡量土地集约利用的标准[15]。

马建明认为，土地集约利用其主要特征表现在以下几方面：1) 动态性特征；2) 区位性特征；3) 区域性特征；4) 层次性特征[17]。

在当代规划理论中，与土地集约度相关的研究主要体现在对城市环境容量的研究上，它强调从生态环境的方面研究土地利用的强度，更加注重城市土地集约的适度问题。城市人口容量、环境容量、交通容量、建筑容量等思想认识到高密度开发会使环境恶化、基础设施不足对城市产生负面效应，因此，集约度的提升并不是无限增大，而应该是“适度”集约的思想。

对城市土地集约利用内涵的理解应考虑：动态性特征、最佳投入产出比、“以人为本”的居住环境和追求三种效益(社会、经济、环境)的统一(适度性) [15]。

### 2.3.3. 城市空间集约化理论的发展

杜能的《农业区位论》、威廉·配第的地租理论、英国威斯特(E. West)的报酬递减律理论、英国学者 Ebenezer Howard 的田园城市理论、芬兰学者 Elid Snarinen 的有机疏散理论、赖特广亩城市论、景观生态理论等有关城市规划和土地利用配置的相关理论被相继引入到土地集约利用研究中[18] [19]。

以“田园城市”为代表的城市发展理论奠定了城市空间集约化发展启蒙思想；以“紧凑城市”为代

表的城市发展理论,精明增长理论、城市空间整合理论及可持续发展理论等成为城市空间集约化发展理论的源头活水。

城市的集中与分散存在着对立统一的辩证关系,其争论也贯穿于城市空间动态演变的历史进程中。从上世纪八十年代后期开始,可持续发展的议题成为世界范围的研究热点,其中城市的发展模式与社会经济、生态等方面可持续发展需要的有机整合更成为备受关注的核心议题。在这种大背景下,城市集中论的支持者开始动摇分散论在西方国家占据的主流地位,提出限制城市扩张、减少机动车使用、促进城市更新和建设高密度城市等集中化的思想,并逐渐形成了“紧缩城市”的理论体系。在强调实用主义的当代社会,紧缩城市的理论优势已经受到了广泛的关注和重视,研究的重点也逐步从“要不要紧缩”转变为“怎样紧缩”和“能够有多紧缩”等应用层面。这种转变同时预示着,规划专家们更倾向于解决城市发展中的现实问题而非执着于“模式”的理论纠缠。

### 3. 集约化的度量与评价的一般方法

城市土地集约利用评价是指依据所处的不同社会经济发展阶段和区域发展的目标,通过构建评价指标体系,采用一定的评价标准和方法,对某一特定区域土地的集约程度进行全面评价的过程。土地集约利用定量评价研究通常包括评价内容、评价方法、指标体系构建等内容。

#### 3.1. 城市建设用地集约利用评价内容和层次

在评价内容方面,城市土地集约利用评价主要是对城市土地集约利用的现状和潜力进行评价。现状评价主要是针对城市土地当前利用水平,评价当前城市土地的利用效率和效益。而潜力评价就是以国家标准和有关规定为依据,采用一定标准,从城市自然和社会经济特点出发,通过增加土地投入,合理配置土地,优化土地利用结构等措施,在不增加城市土地总量前提下增加城市土地面积相对数量,提高土地利用经济效益、生态环境效益和社会效益的潜力。

土地集约利用评价的层次主要分为宏观评价、中观评价和微观评价[20]-[23]。宏观层次的评价是针对区域性土地利用而言的,主要对区域土地利用基础条件、建设用地集约利用现状、建设用地集约利用相关因素、土地集约利用发展趋势等进行评价;中观层次的评价是针对单个区域而言的,主要是针对土地投入、土地利用结构、生态环境、土地集约利用趋势等进行评价;而微观层次的评价是针对具体地段或者地块进行的评价,主要是针对土地利用程度、土地投入程度、土地利用效率等进行评价。因此,土地集约利用评价的指标体系相应的从宏观、中观和微观三个层次去建立指标体系。

#### 3.2. 评价模型与方法

##### 3.2.1. 投入产出模型

投入产出模型可以基于投入、产出和投入产出角度进行计量。

投入集约化指人们通过生产投入使自然资源的价值、效益或承载能力增加的过程,可用单位自然资源量的价值、效益或承载能力表示。当然,由于土地报酬递减规律,在一定的条件下,土地集约利用并不是投入越多越好。当然,对土地追加投入的研究,不是简单的找到临界(或称最适量)而已,而是要在土地追加投入后,研究如何才能最大程度接近临界。同时,又要避免因土地追加投入而盲目突破临界,导致效益下降。再者,如何提升临界值,以提高集约化程度,也是我们更加需要研究的重点。这一点,对于人口庞大的中国而言,实行土地集约利用是非常重要的[24]。

基于产出角度的计量。从产出角度去计量土地集约利用水平并不鲜见,容积率、单位面积GDP或人口密度这些都是常用的土地集约利用产出的指标,有学者认为集约利用目的就是为了提高产出,故用产

出指标来度量集约利用度更加直观、合理。

基于投入产出角度的计量。持这种观点的人认为，土地集约利用就是以小搏大，用低投入赚取高回报。

### 3.2.2. 基于驱动因子的评价方法

建立在相关分析基础上的土地集约利用水平研究包括土地集约利用的影响因素选取和评价模型的选取 2 个方面。

### 3.2.3. 从因果关系角度分析

选取 DPSIR 模型，从压力、状态、响应 3 方面选取指标[25]-[27]，以及从土地投入水平、集约利用程度、集约利用效率和生态环境质量 4 个方面[28]构建指标体系来评价土地集约利用都是从因果关系角度来分析的。当然，借助反映自变量和因变量的非线性复杂关系的回归分析方法是因果关系分析的最直接方法[29]。在综合评价过程中，各评价指标权重的确定至关重要，关系到评价结果是否与实际情况相符合。

### 3.2.4. 评价方法

在土地集约利用评价中，不同的方法对土地集约利用的侧重点不同，导致评价结果有所差别。综合评价法、秩相关系数法和聚类分析法是用来分析土地集约利用常见的三种方法，其中最常用的是综合评价法，在宏观角度指导土地资源的利用。另有一些学者也采用统计分析方法、特而非法和层次分析法来对土地集约利用效率进行分析。刘海燕采用综合评价法，从经济发展、土地利用、知识创新、社会发展和环境友好 5 个方面构建指标体系对北京市海淀区科技园区城市土地集约利用进行了评价[30]。郑华玉、邵晓梅也采用多因素评价法对深圳市、浙江省慈溪市等区域的城市土地进行了集约利用度评价[31] [32]。

## 3.3. 评价指标体系构建

在评价指标体系构建方面，绝大多数学者主要从城市土地的投入、产出、利用的合理性或可持续性等多个方面选择指标。

洪增林，薛惠锋等根据影响城市土地集约利用的因素，按照国土资源部颁布的《城市土地集约利用潜力评价技术方案》的具体要求提出依据不同的研究尺度，提出了城市土地集约利用总体评价、城市土地集约利用区域评价、城市土地集约利用开发区评价、城市土地集约利用地块评价等具体指标体系。其指标体系主要从投入强度、使用强度、土地利用效率、土地利用结构和布局四个方面来构建[23]。

乔宏等对街区地块尺度的集约利用情况进行评价，然后将渝中区不同的居住地块分成集约利用、适度利用、中度利用和低效利用四个等级[33]。

## 4. 城市地下空间集约利用的模式

节约用地一般指二维平面空间内的土地合理利用规模的问题，地下空间的利用本身是一种节约用地的举措。地下空间的利用是通过各种投入的增加提高土地承载力或强度，对地下空间的开发本身也是提高土地的集约利用水平的重要途径之一。因此，对地下空间集约利用模式的研究本身可以优化用地结构，达到集约和节约用地的目的。

土地利用是指人类为经济或者社会的目的，人类和土地相结合以获得物质产品或者服务的一种经济活动，故土地利用是在一定时间、空间下，人类的一种带有目的性的活动。时间、空间和功能就成了土地利用的三个维度。在农业上通过改进作物生产周期，更新播种时段，是从时间维度提高农业集约水平。集约用地追求的是在特定区域、特定社会经济发展阶段，通过时空和功能组合优化，在尽可能少的投入基础上，使土地利用的价值最大化。

根据地下空间的开发利用维度,城市地下空间集约利用模式大致也可以包括空间、功能和时间三个维度。当前的城市开发理论无论是地下空间综合体开发、TOD 开发模式还是站域综合开发理论,为促进城市集约和节约利用,在进行地下空间城市设计时都不同程度上包含了空间、功能和时间 3 个方面。

目前在地下空间在立面上如何垂直分层、平面上如何化零为整、功能如何混合利用,评价的时点确定等都没有一个标准。

#### 4.1. 空间型

空间方面包括立体型拓展型、平面型拓展型和联通形式上的改善。

垂直利用。韩冬青、冯金龙在《城市·建筑一体化设计》一书中,将竖向区位构成从上至下归纳为以下九个层次,其中地下空间分为三个层次:地下浅层区(地面以下 5 至 10 米),其功能以零售、娱乐、停车和行人交通为主;地下中层区(地面以下 10 至 20 米),较强的独立性、封闭性,其功能以地铁交通为主,兼零售;地下深层区(地面以下 20 米以下),较强的独立性、封闭性,其功能以多层次的地铁交通为主[34]。

地下空间的平面拓展。地下空间的平面拓展关注步行方式可达性。

地下空间的关联。城市功能与交通空间集约化需要考虑联通上强调高效性、可达性、便捷性。吴景炜指出,地铁站域综合开发应考虑的因素应该包括:步行系统,公交换乘系统,地铁站域公共空间,地铁站域地下商业的运营等之间的关联[10]。

#### 4.2. 功能型

功能型包括扩展式混合利用型和用途转换与功能整合两方面。

#### 4.3. 时间型

时间型指如何通过改变土地利用的时间节奏,提高用地效益,包括周期性利用和不定期利用情况。对于地下空间而言,时间维度应该从利用地下空间的各个行业的管理上下工夫,如何提高时间效益。地下空间的利用具有阶段性和周期性(规划周期)特征。

### 5. 站域地下空间集约利用的基本原则与基本内容

城市地下空间是城市用地的一个重要组成部分,通常的集约利用评价已经包含了研究区域范围内的地上、地面和地下部分,没有刻意将地下空间单独拿出来评价;其次评价多从建筑学的角度,依据不同的目的进行的评价;同时,评价大部分为定性评价,采用定量评价的并不多。

#### 5.1. 综合性原则

张浩宏,张平成对地铁站域空间综合开发的定性评价主要有以下几个方面:1) 站点周边土地利用现状空间特征分析;2) 交通网络现状分析(站场出口个数,与其它站点之间的距离,接驳是否便捷);3) 道路等级梯度及路网密度、道路通达性分析;4) 站点周边建筑现状空间特征分析(建筑年代、建筑底层功能、建筑主体功能及建筑高度);5) 站点周边开发强度现状空间特征分析——建筑密度分析;6) 站点周边公共空间特征分析。

站域公共空间的合理发展有助于改善城市整体的空间结构,可以优化城市用地布局,使土地利用更加合理。站域范围的城市空间布局形态并非孤立的个体,而是城市总体空间系统的组成要素,其自身的发展与变迁应该符合城市空间发展的大格局和总目标[35]。

从改善交通和 TOD 模式的可持续发展的角度来看,地铁站域综合开发需要考虑的因素:1) 步行系统;

2) 公交换乘系统; 3) 地铁站域公共空间; 4) 地铁站域地下商业的运营[36]。上述评价没有刻意将地下空间单独拿出来评价, 而是作为一个整体。

## 5.2. 整体性原则

吴景炜(2013)根据综合开发所应考虑的因素, 拟定地铁站域综合开发的目标, 并根据其目标制定一定的评价标准。从而依据调研现状, 对尖沙咀—尖东站点与其站域五个区段的综合开发进行评价(与评价的目标有关)。

指出地铁站域开发的综合评价从以下三方面进行, 高效性、可达性和便捷性。高效性指地铁站周边的公交指引标志明确与否; 可达性指地铁站至公交换乘点的平均距离; 便捷性指开发项目的便捷性指立体集中性(近邻站台型、合用站台型、立体布局性、多站台布置型); 水平展开(利用大型广场组织人流、利用城市街区组织人流) [10]。

黄骏(2008)从地铁站域公共空间与城市空间的整体性出发, 指出空间层面、功能层面和环境层面需要协调一致[1] (图 1)。

## 5.3. 协同性原则

庄宇, 张瑞雪(2012)从协同发展角度指出协同发展是指系统内部各子系统之间及其与外部系统之间相互适应、相互协作、相互配合和相互促进, 耦合而成的同步发展良性循环过程。提出中心城区的地铁站点的建设应该面向区域协同发展的目标。协同发展理念具体是指原本单一的交通功能设施与城市其他功能设施相互配合、联合发展的过程, 通过功能协同、空间协同和利益协同等方面, 使城市获得除了交通得到优化外的更多正面效应[37]。

铁路站点与周边区域的协同性: 地铁站不应该孤立发展、甚至割裂项目之间的联系, 而应该与周边项目与经济发展建立“整合与开放”关系。具体应该考虑: 1) 站位设置与相邻项目之间的关系; 2) 出入口及动线组织与城市步行网络的关系; 3) 地铁设施与周边环境的关系。

## 5.4. 地下空间集约化利用的基本内容

宿晨鹏在其博士论文《城市地下空间集约化设计策略研究》中提出城市地下空间集约化的三个方面策略: 本体空间集聚策略、外部关联协调策略、内在品质强化策略[13]。

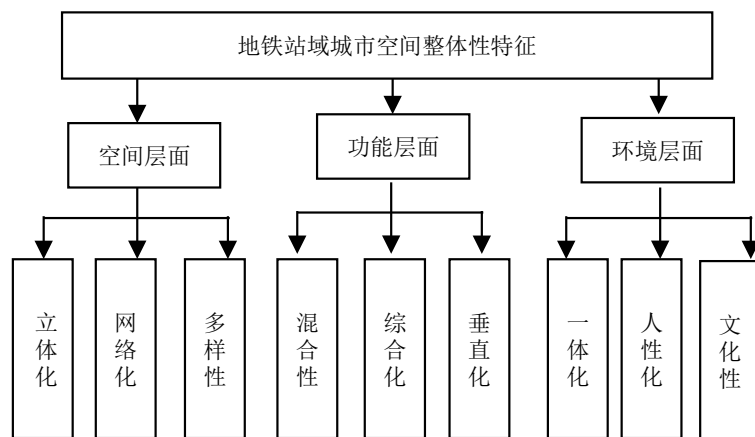


Figure 1. The overall characteristics of urban space in Subway station [13] (Huang Jun, 2008)

图 1. 地铁站域城市空间整体特征示意图[13] (黄骏, 2008)



## 6. 地下空间的潜力评价方法

### 6.1. 地下空间需求预测

目前对于地下空间的开发规模。其预测方法基本上可分为两类，一类是对城市或区域范围内地下空间开发需求规模总量的预测，一类是对城市或区域范围内地下空间各功能类型开发需求总量的预测[38]。对城市或区域范围内地下空间开发需求规模总量的预测，实用的大致有四种。第一种是类比法；第二种是人均需求法；第三种是建设强度分析法；第四种是陈志龙提出的以需求模型为基础的预测方法。

城市或区域范围内地下空间各功能类型开发需求总量的预测方法，大致有三种。第一种是功能分析法；第二种是基于生态城市的地下空间需求量计算方法；第三种是束昱提出的基于城市和谐发展对地下空间资源开发利用的需求预测方法。

综合考虑上述方法，主要存在以下几个方面的问题：① 类比法由于欠缺对预测地区的实际情况的研究，得到的结果具有很大的不确定性，只能是作为一个前期的参考量，作为具体的控制指标还不合适；② 人均需求法、建设强度分析法、功能分析法，还都是基于地上空间不足地下补的思路，没有用整体性的思想来考虑城市地上地下空间，是不符合现代城市发展理念的，也不利于后续的城市开发；③ 需求模型法本质上还是建设强度分析法，在对开发强度修正的过程中，虽然考虑了较多的区域实际因素，但修正完全是基于个人的主观判断，客观性、定量性不强，从而会导致不同人得出的结果差别较大；④ “和谐需求预测”理论虽然理论建构较为完整，但在实际计算中，由于很多的计算指标难以量化，应用还存在困难；⑤ 类比法、建设强度分析法、人均需求法、需求模型法预测得出的都是城市或区域的地下空间总需求量，在具体的应用中，实际的指导意义不如各功能类型需求量预测法；⑥ 类比法、人均需求法、建设强度分析法、功能分析法、基于生态城市预测法、和谐需求预测法预测的结果都是地下空间开发所需要的土地量，而不是建设开发量，使得对地下空间的建设指导性也不强；⑦ 上面提到的七种方法都是对城市或区域的开发量的预测，而这对于单体建筑或某个地下空间的建设来说，由于无法得到具体某个地下空间建设的需求量，是难以应用它们的计算结果来指导具体某处的建设[39] [40]。

陈志龙教授提出地下空间需求预测方法的研究出发点可以为两个：一是采用系统工程方法；二是各分项的需求预测可采用数学模型预测法。其在确定了从生态城市的高度建立预测模型以后，建立了生态城市评价的多层次综合指标评价模型和地下空间需求量预测模型[41] [42]。

1997年，陈立道提出应使用系统工程方法来进行地下空间总体规划，其中地下空间的开发预测包括：住宅小区地下空间需求预测、城市地下交通发展预测、城市地下公建发展预测、城市地下管线沟发展预测、人防工程发展预测、城市经济条件发展预测、地下空间开发技术发展预测。人防地下工程发展预测可采用仿真模型方法研究人防建设规模。对城市住宅小区、城市交通、公建、管线等的地下空间需求预测，可采用相关树法、数学模型预测方法、趋势外推法、专家集体预测法[43]。

苟长飞教授把中国目前多数的地下空间预测方法归结为指标预测法、分系统预测法、分区位预测法三种类型的方法。基于此，苟长飞教授提出了一种新的地下空间预测方法：综合预测法。此种方法将城市地下空间的系统、区位特点和生态城市指标相结合，克服了以前方法无法全面得到城市在不同发展时期各个区位、各个功能系统地下空间需求量的局限性，且能够考虑地下空间需求的时效性，来综合预测城市地下空间需求量，其预测过程系统性更强、应用范围更为广阔，使得综合预测法所得到的结果更加适用于地下空间的联合开发[44]。

董丕灵认为目前对地下空间开发总量的预测方法，大多是将地下空间开发需求总量，与城市总人口、工作岗位数量、人均道路用地面积、人均绿化面积等城市发展至一定阶段的数个参数、指标联系起来。再分析城市可开发的地上空间数量，从而得出地下空间的需求量。但受到城市化水平、城市发展目标、

经济与技术水平等诸多因素的影响。使用这些方法来进行预测是有许多缺点且比较困难的。故应将地下空间开发与城市发展建立一种量化的思路和方法,建立一种普遍适用的预测体系和预测方法及与之匹配的预测模型。总量预测可以采取空间需求总量和地上空间可提供开发量的求差运算取得。采用分目标预测的方法,进行多方案、多目标的分析和预测,再对哪些指标可以进行量化进行判断[45]。

## 6.2. 地下空间的开发潜力评价

地下空间开发潜力评价是在地下空间利用现状调查的基础上,通过对地下空间土地资源的数量、质量、结构、布局和开发潜力等方面的分析,明确规划区域地下空间土地资源的整体优势与劣势,以及制约地下空间土地资源开发利用的主要因素,揭示各种地下空间土地资源在地域组合上、结构上和空间配置上的合理性,明确地下空间土地资源开发利用的方向和重点,为地下空间土地利用规划提供科学依据。

传统的城市用地潜力评价就是以国家标准和有关行业规定为依据,采用一定标准,从城市自然和社会经济特点出发,通过增加土地投入,合理配置土地,优化土地利用结构等措施,在不增加城市土地总量前提下增加城市土地面积相对数量,提高土地利用经济效益、生态环境效益和社会效益的潜力。而地下空间开发潜力评价与传统城市用地潜力评价有所区别,而地下空间开发潜力评价是以现有的地下空间为基础,对地下空间的自然潜力进行挖掘。

王振兴等基于 GIS 平台,通过研究地质环境和地下空间开发相互作用机制,对地下空间的开发利用潜力也进行了评价。在考虑了地下空间的开发利用潜力的确定性和不确定性后,采用层次分析法(AHP),以安全经济为原则,选取合理的评价指标建立数学模型,对地下空间的开发利用潜力做出评判和等级划分[46]。

目前,被世界各国学者广泛应用于城市地下空间的开发潜力评价的方法有模糊综合评价法、层次分析法、灰色关联分析法及可拓评价法等几种。由于城市地下空间具有结构复杂、开发难度大、划分界限不明确等特征,此几种方法虽在一定程度上都可以对城市地下空间的开发潜力进行评价。但都有各自的问题和局限性,在实际应用中,往往是采用多个评价方法相结合的综合评价法对城市地下空间开发潜力进行评价。

郑强在对天府新区进行地下空间开发潜力进行评价时,采用可拓评价法,并充分结合层次分析法和德尔菲法,构建起可拓综合评价法。在科学性、代表性、实用性等三个原则的基础之上,按照城市实际情况,运用层次分析法,对繁杂指标进行筛选,形成了三大指标系统图:资源支撑条件、经济技术支撑条件、社会支撑条件。再以定性和定量相结合的分析方法为手段,科学构筑评价指标体系,建立可拓综合评价模型,对天府区地下空间开发潜力进行有效评价[47]。

## 7. 研究展望

本文在对基本概念进行辨析的基础上,通过文献回顾,总结了国内外学者在集约化的度量与评价的一般方法、城市地下空间集约利用的模式、站域综合交通枢纽地下空间评价的原则与内容等方面所作的有益的探索。总体上来看,目前专门对地下空间的集约利用进行评价的文献并不是太多,且当前地下空间土地集约利用评价还有很多不足以及许多可以进行改进的地方,这是在以后的研究中需要进一步集中解决的问题。

### 7.1. 评价对象问题

国内外就评价对象问题存在两种流派,一种是国土学派,一种是建筑学派。国土学派认为土地本身是立体空间的概念,集约利用的目的在于促进土地的立体利用而减少对土地二维的平面占用。因此,集

约利用评价需要将地表、地上和地下作为一个整体来评价。

建筑学派认为地下空间资源像地面的森林资源、水资源一样属于独立的资源实体。该学派建议从工程的角度对地下空间进行单独的集约和节约用地评价。尽管有少数学者从建筑工程设计角度寻找集约利用的策略,如本体空间集聚策略、外部关联协调策略、内在品质强化策略等,但目前缺乏一套公认的地下空间集约开发的指标体系。

总体上来看,两种观点各有优劣,如何弥合分歧,采用合理的方法,构建科学的指标体系,既兼顾宏观、微观、也着重考虑地下空间的特殊性是未来需要进一步研究的问题。

## 7.2. 综合交通枢纽区域评价的方法、内容和指标体系构建问题

2008年国土资源部颁发了《建设用地节约集约利用评价规程》,2014年又颁发了《开发区土地集约利用评价规程》。《开发区土地集约利用评价规程》从土地利用强度、经济效益和土地管理等三个方面规范了开发区土地集约利用评价的指标体系构建框架,为开发区升级提供了一定科学依据,但还存在一些不足,对开发区产业发展和土地利用内在联系、土地利用的动态性特征等许多问题没有给予足够的重视,将会导致评价结果偏差[16]。

《建设用地节约集约利用评价规程》明确提出城市用地状况评价的指标体系按不同的类型功能区来设定,标准中主要对居住、商业、工业、教育和特别功能区进行了规定,但对于综合交通枢纽区域就没有涉及。未来的综合交通枢纽区域逐渐突破单一的交通功能,向多元化的混合功能拓展,因此有必要探讨综合交通枢纽区域节约集约利用评价的方法、内容和指标体系的建立问题。

## 7.3. 土地利用系统的要素空间配置问题

现有对城市土地集约利用的研究多强调土地的投入产出,而往往忽视要素空间配置问题,未来土地利用的空间集约性或空间紧凑度问题研究将是一个趋势。

另外,随着人们对土地集约的内涵的理解更加深入,土地集约利用评价的指标体系从注重投入产出指标扩大到土地投入、土地产出效果和土地利用结构效应3个方面甚至7个指标,如土地利用状况、土地管理绩效、要素投入质量、产业结构状况、土地利用效益、土地市场化率和土地利用趋势[16]。

## 7.4. 指标体系中的理想值的确定问题

集约利用不是开发强度越大越好,同时在不同的城市发展阶段,指标体系也应该不一样。现有的集约利用评价应该考虑各个方面的承载能力,应依据可持续发展理念建立适度开发强度评价的指标体系。适度评价的指标体系的构建关键是指标体系中的理想值的确定问题。集约利用评价应该以符合有关法规、政策、规划为导向,确定不同时期、不同区域的节约集约利用指标体系。

## 基金项目

重庆市教育科学技术研究项目(KJ1400420);重庆市应用开发计划重点项目(cstc2014yykfb30003)。

## 参考文献 (References)

- [1] 黄骏. 地铁站域公共空间整体性研究[D]: [博士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2008.
- [2] 国务院. 国务院关于促进节约集约用地的通知[Z]. 北京: 国务院, 2008.
- [3] 国土资源部. 关于大力推进节约集约用地制度建设的意见(国土资发[2012]47号)[Z]. 北京: 国土资源部, 2012.
- [4] 姜大明. 节约集约利用土地规定[Z]. 北京: 国土资源部, 2014.
- [5] 国土资源部. 关于部署开展全国城市建设用地节约集约利用评价工作的通知(国土资函[2014] 210号)[Z]. 北京:

国土资源部, 2014.

- [6] 赵巍. 综合交通枢纽的概念解析[N]. 中国民航报. 2013-12-23(007).
- [7] 张宁. 综合交通枢纽本体的解析[J]. 铁道经济研究, 2013, 6(116): 1-25.
- [8] 董贺轩. 城市立体化设计——基于多层次城市基面的空间结构[M]. 南京: 东南大学出版社, 2011.
- [9] 束秋良, 束昱. 世博地下空间环境生态化绿化技术研究[J]. 地下空间学报, 2010, 6(4): 661-665.
- [10] 付雷. 城市快速轨道交通站点地区 TOD 模式研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2009.
- [11] 吴景炜. 香港尖沙咀 - 尖东地铁站域空间综合评价与启示[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2013.
- [12] 杨晓春, 陈淑芬. 香港典型轨道站点综合开发实证分析——兼论其对集约型城市的借鉴意义[C]//中国城市规划学会. 城市规划和科学发展——2009 中国城市规划年会论文集. 天津: 天津电子出版社, 2009: 1161-1175.
- [13] 张月金. 城市轨道交通与沿线土地综合开发研究——以南宁城市轨道交通 1 号线为例[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- [14] 宿晨鹏. 城市地下空间集约化设计策略研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2008.
- [15] 郑新奇. 城市土地优化配置与集约利用评价[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [16] 张宪涛, 丁峻强, 雷霞. 新常态下开发区土地集约利用评价[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2016, 16(2): 35-42.
- [17] 马建明. 城市土地集约化利用问题研究——以新疆乌鲁木齐市为例[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2005.
- [18] 毛蒋兴, 闰小培, 王爱民, 等. 20 世纪 90 年代以来我国城市土地集约利用研究述评[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(2): 48-57.
- [19] 邵晓梅, 刘庆, 张衍毓. 土地集约利用的研究进展及展望[J]. 地理科学进展, 2006, 25(2): 85-93.
- [20] 章牧, 骆培聪, 颜志森, 等. 城市土地集约利用评价——以福建省福州市为例[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2001, 17(4): 105-109.
- [21] 龚义, 吴小平, 欧阳安蛟, 等. 城市土地集约利用内涵界定及评价指标体系设计[J]. 浙江省国土资源, 2002(1): 46-47.
- [22] 陈莹, 刘康, 郑伟元, 等. 城市土地集约利用潜力评价的应用研究[J]. 中国土地科学, 2002, 16(4): 26-29.
- [23] 洪增林, 薛惠锋. 城市土地集约利用潜力评价指标体系[J]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(1): 106-110.
- [24] 董秀茹, 刘强, 王秋兵. 对“土地报酬递减规律”的再思考[J]. 北方经济, 2006(9): 58-59.
- [25] 李进涛, 谭术魁, 汪文雄. 基于 DPSIR 模型的城市土地集约利用时空差异的实证研究——以湖北省为例[J]. 中国土地科学, 2009, 23(3): 49-54.
- [26] 冯科, 吴次芳, 刘勇. 浙江省城市土地集约利用的空间差异研究——以 PSR 与主成分分析的视角[J]. 中国软科学, 2007(2): 102-108.
- [27] Suzuki, P.S.R. (1998) An Efficient Stock-Selection Tool. *International Journal of Forecasting*, **14**, 245-254. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2070\(98\)00030-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2070(98)00030-2)
- [28] 张富刚, 郝晋氓, 姜广辉, 等. 中国城市土地利用集约度时空变异分析[J]. 中国土地科学, 2005, 19(1): 23-29.
- [29] 李春华, 李宁, 江莉佳, 等. 土地集约利用研究现状综述[J]. 中国农学通报, 2011, 27(29): 182-186.
- [30] 刘海燕, 方创琳, 班茂盛. 北京市海淀区科技园区土地集约利用综合评价[J]. 经济地理, 2008, 28(2): 291-296.
- [31] 郑华玉, 沈镭. 城市土地集约利用评价研究——以发展中的深圳市为例[J]. 自然资源学报, 2008, 23(6): 1009-1020.
- [32] 邵晓梅, 王静. 小城镇开发区土地集约利用评价研究——以浙江省慈溪市为例[J]. 地理科学进展, 2008, 27(1): 75-81.
- [33] 乔宏. 轨道交通导向下的城市空间集约利用研究——以重庆市渝中区为例[D]: [博士论文]. 重庆: 西南大学, 2013.
- [34] 韩冬青, 冯金龙编著. 城市·建筑一体化设计[M]. 南京: 东南大学出版社, 1999.
- [35] 张浩宏, 张平成. 海珠地铁站域的空间综合评价[C]//中国国际建筑经济研究会. 2013 年 7 月建筑科技与管理学术交流会论文集. 北京: 中国经贸出版社, 2013: 117-119.

- [36] 赵庭珂. 城市立体化视角下广州一号线地铁站域空间综合开发的评价与策略[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [37] 庄宇, 张瑞雪. 面向区域协同发展的上海中心城区地铁站域现状与反思[J]. 城市轨道交通研究, 2012, 15(9): 17-20.
- [38] 苏秋迎. 重庆市轨道交通地下站点周边地下空间综合利用模式和需求分析[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- [39] 刘俊. 城市地下空间需求预测方法及指标相关性实证研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 清华大学, 2009.
- [40] 候敏. 天府新区地下空间需求预测与开发控制研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2013.
- [41] 马仕. 上海城市发展对地下空间资源开发利用的需求预测研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 同济大学, 2007.
- [42] 王光强. 城市 CBD 地区土地集约利用与地下空间开发研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津大学, 2011.
- [43] 陈立道, 朱雪岩. 城市地下空间规划理论与实践[M]. 上海: 同济大学出版社, 1997.
- [44] 苟长飞, 叶飞, 张金龙. 城市地下空间需求预测及其分布体系建立[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2012, 32(5): 58-64.
- [45] 董丕灵. 城市地下空间开发需求的规模预测[J]. 上海建设科技, 2006(2): 34-37.
- [46] 王振兴, 李向全, 刘玲霞, 等. 郑州市地下空间开发利用潜力评价[J]. 南水北调与水利科技, 2012(5): 131-135. [South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 131-135.]
- [47] 郑强. 城市地下空间开发潜力研究——以天府新区为例[D]: [硕士学位论文]. 成都: 四川农业大学, 2013.

**再次投稿您将享受以下服务:**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>