

城市综合交通枢纽地下空间集约利用现状评价体系研究^{*}

——以重庆市沙坪坝铁路综合交通枢纽区域为例

刘明皓^{1,2}, 付远颂³, 关平^{1,2}, 罗海嘉⁴, 邱继勤⁵

(1. 重庆邮电大学 计算机科学与技术学院; 2. 重庆邮电大学 空间信息系统研究中心, 重庆 400065;
3. 重庆城市交通开发投资(集团)有限公司, 重庆 404100; 4. 重庆城市综合交通枢纽开发投资有限公司, 重庆 404100;
5. 重庆工商大学 旅游与国土资源学院, 重庆 400065)

摘要:【目的】由于目前中国缺乏城市地下空间的集约利用评价标准,故尝试建立综合交通枢纽区域地下空间集约利用评价指标体系和方法。【方法】以重庆市沙坪坝铁路综合交通枢纽项目区为研究区域,以地下空间为评价对象,采用综合加权评价模型对地下空间集约利用现状进行评价。评价过程中,兼顾地表与地下资源的协调整合,从地下空间的利用强度、负荷强度、安全强度和影响强度共4个方面构建指标体系。【结果】研究区域地下空间集约利用程度的现状总分为45.42分,现状土地集约利用程度属于低等水平,集约利用潜力较大。从分项指标来看,现状利用强度、负荷强度、安全强度和影响强度分别处于低、低、高、中水平。【结论】研究表明该指标体系能客观的评价地下空间的集约利用状况,评价结果既可从总体上给出集约利用程度判断,也可依据分项指标提出有针对性的诊断措施。

关键词:综合交通枢纽;地下空间;集约利用评价;利用强度;负荷强度;安全强度;影响强度

中图分类号: TU921; F301.5

文献标志码: A

文章编号: 1672-6693(2018)02-0135-09

城市面积的不断增大占用了大量的土地资源。由于土地资源存在有限性,由此使得城市的大规模平面扩展已经难以为继;同时,城市人口的数量不断上涨以及在空间上的集聚导致了城市生态环境破坏、交通拥挤等诸多问题,使得城市发展面临巨大的瓶颈^[1]。就未来城市发展而言,无论是新城建设还是旧城更新,对地下空间的开发利用不失为一种良好的选择。近些年来,“紧凑城市”、“精明增长”等理念逐渐开始在国内得到认同。而且国内城市用地面积急速扩张、耕地面积持续减少的现实也暗示着合理开发地下空间应该成为中国集约用地的一种新途径^[2-5]。

当前,关于地下空间的集约利用评价主要涉及到评价对象、评价的层次和评价的方法、内容及指标体系构建等3个方面,其中又有不少问题或分歧需要解决。就评价对象而言,是将地表、地上和地下作为一个整体来评价还是将地下空间作为单独的实体来评价存在不同看法。从评价的层次来看,目前绝大部分学者都是从宏观或中观的尺度去进行评价研究,使用单块宗地或项目区域作为评价范围则较为少见^[6-7]。而构建评价指标体系则是整个集约利用评价过程的重点以及难点。目前,在地下空间集约利用评价中对如何建立评价指标体系尚无统一标准^[8]。

近些年来,土地集约利用评价的对象和内涵得到了很大程度的扩展,其中评价对象已从区域用地发展到耕地、城市建设用地^[9-10];评价区域则从城市新开发区发展到城市老城区,从工业、居住、商业区发展到教育区甚至高校老校区等^[11-12],从普通功能区发展到特别功能区。尽管2008年国土资源部曾颁发规程,将城市用地划分成不同功能区,对不同的功能区类型给出了相应评价指标体系构建的规范与指导性建议,但其中并未涉及综合交通枢纽区域^[13]。随着中国城市的快速发展,城市综合交通枢纽将打破以往的单一交通功能,呈现多元化的发展趋势。“铁路+物业”的建设思路也将主导未来中国第四代铁路旅客的发展方向^[14],故有必要对综合交通枢纽区域进行节约集约利用评价。本研究尝试以重庆市沙坪坝铁路综合交通枢纽项目区为研究区域(图1),以地下空间为评价对象,兼顾地表与地下资源的协调整合,构建评价指标体系,采用综合加权评价模型从微观层面对地下

* 收稿日期:2017-01-17 修回日期:2017-12-17 网络出版时间:2018-03-23 15:55

资助项目:重庆市应用开发计划重点项目(No.cstc2014yykfB30003);重庆市教育科学技术研究项目(No.KJ1400420)

第一作者简介:刘明皓,男,教授,博士,研究方向为地理计算智能、城市动态模拟和国土资源管理,E-mail:1516398568@qq.com;通信作者:关平,E-mail:597285061@qq.com

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20180323.1554.038.html>

空间集约利用现状进行评价,为综合交通枢纽区域的集约利用潜力评价奠定理论基础。

1 研究范围

通常交通枢纽的建设对枢纽周边开发呈现圈层式影响^[15]。在评价区域的划定中,要考虑的因素包括交通枢纽设施影响范围以及人们出行的体力消耗、时耗、费用、舒适度、安全性等。本研究的目的在于对沙坪坝火车站交通枢纽综合改造工程项目本身土地的节约和集约利用状况的评价,因此,研究范围确定为项目本身覆盖的范围。项目区域位于建于 1979 年、2011 年 5 月停运的原沙坪坝火车站。项目工程包括成渝铁路客运专线改建、高铁站场上盖及物业开发、道路工程和城市轨道交通工程中的地铁环线下穿铁路段和地铁 9 号线沙坪坝车站建设。通过该项目的实施,地下空间和城区交通区位优势将得以充分利用;且该项目综合多种交通运输方式,将极大地提高换乘效率,并最大限度地减少与城市地面交通的矛盾,并将打造一体化综合换乘枢纽。本研究的范围是一个立体空间,边界涉及地面工程施工区域边界和地下工程地面投影边界。采用上述两边界求并集,同时适当考虑研究区域主要评价指标的统计单元的大小来确定研究边界。项目区域空间地表投影面积 265 074.07 m²。

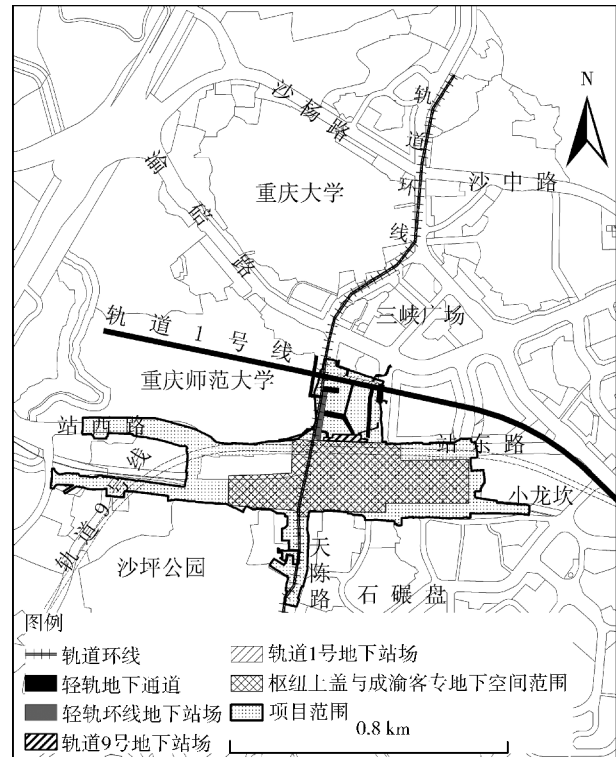


图 1 重庆市沙坪坝铁路综合交通枢纽核心区域范围图
Fig. 1 Core area map of Shapingba railway comprehensive transportation hub in Chongqing city

2 集约利用指标体系的建立与评价方法

2.1 建设依据

指标体系建设是为了评价综合交通枢纽区域地下空间土地集约利用程度,以便进一步测算土地集约利用潜力,提高土地集约利用度而建立起的一套规范和标准体系。依赖指标体系的评价成果,可为旧城改造和新城开发的相关政策调控及规划管理提供依据。

在城市综合体和可持续发展理念的指导下,参考相关规程规范,依据科学性、可操作性和综合性原则确定指标体系^[16]。研究过程中采集的现状数据截至 2012 年 12 月 31 日,规划数据截至 2020 年 1 月 1 日。

2.2 建设方法

2.2.1 指标体系 根据评价范围和特定的评价类型,从地下空间的利用强度、负荷强度、安全强度、影响强度等 4 个方面构建评价指标体系进行评价。程度评价包括因素层和因子层 2 个层次。城市综合交通枢纽地下空间集约利用程度评价指标体系见表 1。在地下空间用地调查的基础上,依据土地集约利用指标体系开展利用程度评价,计算集约度。集约度分值范围为 0~100 分。分值越大,表示利用程度越高。

2.2.2 指标定义 地下空间利用强度指地下空间开发利用与项目空间开发利用的分布关系;地下空间负荷强度指地下空间开发利用与项目主体功能负荷的分布关系;地下空间安全强度指地下空间开发利用对地质环境、生态安全的影响程度;地下空间影响强度指地下空间开发利用对地上空间地段品质的影响程度。各因子定义与指标测度方法见因子层表 1。

2.2.3 指标权重 确定指标权重根据各影响因子对地下空间土地集约利用的影响程度确定。权重值在 0~1 之间确定,各目标层的权重之和为 1。各目标层和指标权重采用特尔斐法(Delphi method)确定。根据该方法,笔者邀请了 24 名城乡规划和土地利用管理方面的专家,并且他们均熟悉研究区域的经济社会发展情况。这些专家在熟悉项目材料后,相互之间不商议独立打分。最后汇总并通过计算得到权重结果。

2.2.4 理想值的确定 理想值指截止评价时点各评价指标应当达到的理想水平。理想值参考了相关法律、法规、制

度及技术标准,特别是土地利用总体规划、城市规划技术标准。方法包括目标值法、经验借鉴法和专家咨询法等^[17]。

2.2.5 指标标准化方法 正向指标标准化采用理想值比例推算方法,以指标实现度分值进行度量;负向指标标准化采用相应公式正向表达。因子层分值、因素层分值和项目区分值都采用加权求和公式计算。

3 各指标及相关参数测算

各个评价指标基础数据来源于现场调研、网络查询、文献阅读、新闻报道、规划标准等。各评价指标现状值、理想值、计算的方法和计算依据见表 1。

深度分布指数指地下空间利用深度与地下空间可用深度的比值(单位:%),它反映当前利用技术水平条件下,地下空间竖直利用强度。面积分布指数指地下空间地表投影面积与项目空间地表投影面积的比重(单位:%),它反映地下空间水平利用程度。如果是多层地下空间,取投影面积比的最大值。容积分布指数指地下空间利用建筑面积与地下空间可用建筑面积的比值(单位:%)。建筑分布指数指地下空间总建筑面积与项目总建筑面积比(单位:%),它反映地下空间开发量与总项目开发量之间的比例关系。这里建筑分布指数分值采用地下空间建筑面积现状值与标准值之比。研究认为根据规划,地上占总建筑面积的 66.85%,地下占总建筑面积的 33.15%,是比较合适的。这里以规划值为理想标准(100%),来计算现状建筑分布指数。

客流负荷指数反映单位地下空间载负的交通枢纽客流规模,用地下交通枢纽客流规模与地下空间的利用建筑面积的比值。就业负荷指数指交通枢纽就业人数与地下空间利用建筑面积的比值,它反映单位地下空间建筑容积率载负的交通枢纽就业人数。产值负荷指数指交通枢纽综合产值与地下空间利用建筑面积的比值,反映单位地下空间建筑容积率载负的交通枢纽资产价值。资产负荷指数指交通枢纽资产价值与地下空间利用建筑面积的比值,反映单位地下空间建筑容积率载负的交通枢纽资产价值。地下空间开发量越大,单位地下空间资产负荷越小。

地下空间安全强度的 4 个二级指标的评价过程都经过了以下步骤:1) 评价因素因子选择;2) 评价标准确定;3) 因素因子影响权重分级赋值;4) 实现度分值评判;5) 影响指数计算等过程。

地质容量适宜指数(C1)反映了待开发区域地质环境质量好坏。评价步骤如下:1) 分别从地质结构、地形地貌、岩土体特征、水文地质条件、地质灾害与环境工程地质问题等方面对地质容量适宜性进行定量评价。地质结构主要判断活断层的有无和活断层类型;地形地貌从地貌单元、地形坡度、场地土类型等 3 方面进行评价;岩土体特性从岩体承载力、土体承载力、土地压缩系数等 3 方面进行评价;水文地质条件从地下水位、地下水位综合污染指数、土体渗透性等 3 方面进行评价;地质灾害与环境工程地质问题从地震灾害、地面变形、砂土液化、边坡失稳等 4 方面进行评价^[21]。2) 根据条件的优越程度对地质环境适宜性程度分为 4 级,高度适宜赋值的区间为 [80,100];较适宜赋值的区间为 [60,80);适宜赋值的区间为 [40,60);不适宜赋值的区间为 [0,40);3) 采用特尔斐法,对每一因子赋予不同的权重;4) 参照评价标准对项目区域的上述评价因子逐一进行评分;5) 采用加权求和模型对地质容量适宜指数进行评价。

地下空间建筑结构稳定性关系到人们的生命和财产安全。地下空间的建筑结构稳定性关系到人们的生命和财产安全。具体步骤如下:1) 建筑结构稳定指数指主要从地下空间的抗震、防水、区域不良地质与特殊性岩土、建筑的结构稳定性等 4 方面进行评价,其中结构稳定性指结构构件抵抗弯曲变形和失稳破坏的能力,涉及建造结构、材料运用的运用等情况。2) 地下空间开发建筑结构稳定指数分为 4 个等级,并分别赋予不同的分值:优([90,100]);良([80,90));中([60,80));较差([0,60))。3),4),5) 步骤内容同 C1 的评价步骤中对应部分。

地质灾害影响指数指地质灾害一旦发生产生可能产生的后果的严重性,包括地质环境受扰动影响度、地灾发生的可能性和地灾发生后可能造成的损失度^[30],它用地下空间开发活动与地质条件相互作用可能导致的工程风险和工程环境风险来表示。风险的大小决定地质灾害影响指数的大小。地质灾害风险分为工程风险和工程环境风险。风险越大,一旦发生地质灾害,影响也越大。评价经过以下步骤:1) 从工程风险和工程环境风险两方面建立指标体系对地质灾害风险进行评价。2) 地质灾害影响指数分为 4 个等级,并分别赋予不同的分值:风险小([80,100]);有一些风险([60,80));风险较大([40,60));风险很大([0,40))^[23]。3),4),5) 步骤内容同 C1 的评价步骤中对应部分。

地灾预警保障指数反映研究区域地灾预警保障情况,主要从危险源预警设备设施、安全意识与行为、应急管理和过程监控方面的措施来评价。危险源预警设备设施与安全意识包括火灾、水灾、工程与环境灾害等危险源

预警设备设施的配备情况;安全意识与行为指地下空间设施使用者管理者等人的安全意识与行为是否符合基本的安全要求;安全培训指管理者是否对地下空间及设施的使用进行定期有效培训和检查。应急管理主要从监控人员、监控设备设施、信息化手段、监控效果等方面量化。过程监控从风险分析、应急预案、事故防范、应急物资力量、预案演练等方面量化评价。这一指数的具体评价过程同 C1 的评价过程。

商业服务繁华指数表示某一区域或区段地下空间商业服务业等与相应区域比较而言,它的商业服务繁华程度。商业服务业建筑面积规模(用地规模)和年销售营业额等表示。交通便捷指数指项目区域或地下空间本身到周边区域的方便程度。从项目区域的对外交通便捷度、公交便利度和道路通达度等方面评价。基础设施完备指数指区域的能源、给排水、交通运输、邮电通讯、环保环卫、防卫防灾安全等基础设施的完备程度。人居环境舒适指数反映地下空间功能整合度以及整合带来的协调感、舒适感等。

重庆市沙坪坝铁路综合交通枢纽工程地下空间集约利用评价指标权重和各因子得分见表 2。

表 1 重庆市沙坪坝铁路综合交通枢纽工程地下空间集约利用评价指标体系与评价方法

Tab. 1 Evaluation index system and evaluation method of underground space intensive utilization of Shapingba railway comprehensive transportation hub in Chongqing city

因素层	因子层	现状值	理想值	计算方法	评价依据
地下空间 利用强度 (A)	深度分布 指数(A1)	31 m	64 m	比值法	综合考虑地质结构 ^[18] 、水文特征 ^[19] ,用途 ^[20] 、安全疏散 ^[21] ,相邻区域地下空间开发情况和项目具体情况确定理想值
	面积分布 指数(A2)	地下空间地表投影面积 12 351.64 m ² ; 项目空间地表投影面积 265 074.07 m ²	100%	比值法	通过地图量算获得现状地下空间地表投影面积、项目区域总面积
	容积分布 指数(A3)	地下空间利用建筑面积 15 793.41 m ² ; 地下空间可用建筑面积 877 800 m ²	100%	比值法	按 64 m 深度,按平均 3.3 m 层高计算建设用地面积,按 40% 可开发面积计算可用建筑面积 ^[22]
	建筑分布 指数(A4)	地下空间总建筑面积 15 793.41 m ² ; 项目总建筑面积比 214 120.41m ² ;建 筑分布指数 7.38%	33.15%	比值法	理想值确定:根据规划,地上占总建筑面积的 66.85%,地下占总建筑面积的 33.15% ^[18]
地下空间 负荷强度 (B)	客流负荷 指数(B1)	三峡广场商圈 2012 年日均人流量达到 250 000 人;三峡广场商圈地下空间商业面积 2.9 万 m ² ;三峡广场客流负荷 8.6 人·m ⁻²	人防标准 1 m ² ·人 ⁻¹	极差标准化	理想值确定:采用人防标准。依据日均人流量统计数据与地下空间利用建筑面积的比
	就业负荷 指数(B2)	就业人口 4 000 人,地下空间利用建筑面积 15 793.41m ² ;就业负荷 0.253 3 人·m ⁻²	0.116 4 人·m ⁻²	极值标准化	理想值确定:参考北京人均地下空间规模,计算得到 2020 年每 100 m ² 承载的人口数量为 20 人,如中国人口就业比例按 58.2% 计算 ^[23] ,得到 0.116 4 人·m ⁻² 的地下空间就业负荷
	产值负荷 指数(B3)	2012 年地下空间面积产值负荷为 27.59 亿元·hm ⁻²	取各商圈最大值 40.63 亿元·hm ⁻²	极值标准化	负向指标
	资产负荷 指数(B4)	单位地下空间资产负荷为 12.73 万元·m ⁻²	取 3 万元·m ⁻² 作为标准值	极值标准化	负向指标

续表

因素层	因子层	现状值	理想值	计算方法	评价依据
地下空间 安全强度 (C)	地质容量 适宜指数 (C1)		100%	特尔斐法确定各因素及权重;利用加权求和计算总分	高度适宜赋值区间为[80,100];较适宜赋值区间为[60,80];适宜赋值区间为[40,60];不适宜赋值区间为[0,40] ^[24]
	建筑结构 稳定指数 (C2)		100%	同 C1	抗震、防水、区域不良地质与特殊性岩土、建筑的结构稳定性等 4 方面进行评价 ^[25]
	地质灾害 影响指数 (C3)		100%	同 C1	从工程风险和环境风险两方面建立指标体系对地质灾害风险进行评价 ^[26]
	地灾预警 保障指数 (C4)		100%	同 C1	从危险源预警设备设施、安全意识与行为、应急管理和过程监控方面的措施来评价
地下空间 影响强度 (D)	商业服务 繁华指数 (D1)		取各商圈 (重庆市五大商圈)各 指标的最 大值	同 C1	采用商圈面积(单位:hm ²)、中心区地下空间商业面积(单位:hm ²)、商圈客流量(单位:万人)、单位营业面积平均营业额(单位:元·m ⁻²)、年购买力(单位:亿元)等指标,采用极值标准化方法,通过加权求和计算得到 ^[27]
	交通便捷 指数(D2)		100	同 C1	从对外交通便利度、公交便捷度、道路通达度等 3 方面进行评价 ^[28]
	基础设施 完备指数 (D3)		100	同 C1	从环境、供排水、能源、邮电、交通设施等方面评价项目区域的基础设施完备程度。
	人居环境 舒适指数 (D4)		100	同 C1	从美观、实用、安全等三大方面进行评价 ^[29]

4 评价结果分析

采用特尔斐法,聘请 24 位相关领域专家采用经过多次打分得到各因素因子的权重值(表 2),采用综合加权评价模型进行计算。分别从地下空间的利用强度、负荷强度、安全强度和影响强度共 4 个方面对项目区域的土地集约利用现状程度进行评价。当集约利用度大于 80 分以上时为高度集约;在 60~80 分之间为中度集约;小于 60 分为低度集约。加权后最终评估得到项目区域地下空间集约利用程度的现状值为 45.42 分,即地下空间现状利用的总体判断是低度集约。

从因素层的评价结果来看,沙坪坝铁路综合交通枢纽区地下空间的利用强度、负荷强度、安全强度和影响强度等的集约度现状值分别为 19.29,28.84,84.86,72.86 分,分别处于低、低、高、中水平(图 2)。利用强度、负荷强度主要评估地下空间的开发利用状况;安全强度和影响强度主要评估地下空间开发利用的基础支撑条件。利用强度主要借助深度、容积、面积、建筑分布等开发利用强度指标来评估地下空间在空间维度上的实际开发利用情况。负荷强度主要用于评估项目区在自身应该承担的主体功能方面的职能发挥情况,主要借助项目区在客流量、就业、资产等方面的贡献率来进行评估。安全强度主要考核项目区在地质条件方面的承载能力;影响强度主

要评价地表基础设施等社会经济条件对地下空间开发的影响与作用。从图 2 可以看出,利用强度和负荷强度的分值不到 30 分,安全强度和影响强度都在 70 分以上,这表明目前情况下,研究区域地下空间开发的地质承载能力和社会经济条件比较优越,但这些优越性尚未充分发挥作用,在集约利用度方面还具有较大的潜力可挖掘,需要未来一定时期加强该区域的地下空间开发利用,提高该区域对自身主体功能(沙坪坝铁路综合交通枢纽)的支撑能力。

从因子层的评价结果来看,在利用强度指标中,现状的面积指数、容积指数和建筑分布指数都比较低,实现度分值分别为 4.66,1.80 和 22.26(表 2 现状值(加权前)一栏),集约度分值分别只有 0.25,0.20 和 2.30(表 2 最终现状值一栏),地下空间的利用程度十分低下,表明该区域地下空间的开发还处于零星、孤立和浅层开发状态,利用潜力很大。这也是老火车站区域具备的共同特征。正是由于地下空间的利用强度低,导致该区域负荷强度也很低,其中客流负荷、就业负荷和资产负荷也很低。相对于该区域应该承担的主体功能而言,它自身发挥的作用十分有限。该区域作为综合交通枢纽,主要用途是交通用地设施用地,开发强度普遍偏低,因而作为该区域的地下空间的负荷强度偏低

也在情理之中。但该区域又处在商业发达的三峡广场区域,铁路交通枢纽区域与周边的发展严重失调,如何发挥区位优势(交通优势、商业优势),整合资源,是所有类似区域旧城改造过程中需要深入思考的问题。

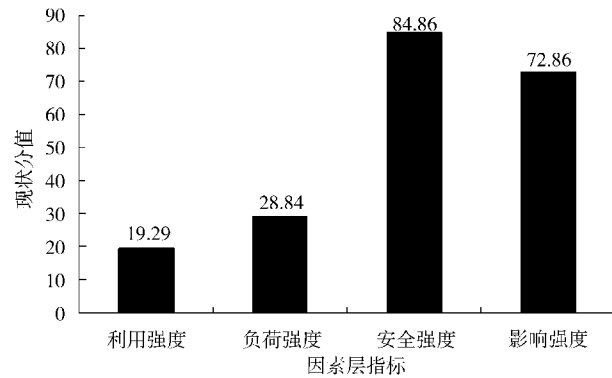


图 2 地下空间集约利用程度因素层现状分值图
Fig. 2 Underground space intensive utilization status value in second factor level

表 2 重庆市沙坪坝铁路综合交通枢纽工程地下空间集约利用评价指标权重及因子得分表

Tab. 2 Evaluation index weight and factor score table of intensive utilization of underground space of Shapingba railway comprehensive transportation hub in Chongqing city

因素层	权重值	因子层	权重值	现状值(加权前)	最终现状值
地下空间利用强度 A	0.349 5	深度分布指数(A1)	0.084 7	48.44	4.10
		面积分布指数(A2)	0.052 9	4.66	0.25
		容积分布指数(A3)	0.108 5	1.80	0.20
		建筑分布指数(A4)	0.103 4	22.26	2.30
地下空间负荷强度 B	0.249 9	客流负荷指数(B1)	0.075 0	11.60	0.87
		就业负荷指数(B2)	0.061 2	12.28	0.75
		产值负荷指数(B3)	0.075 8	67.91	5.15
		资产负荷指数(B4)	0.037 9	23.57	0.89
地下空间安全强度 C	0.208 5	地质容量适宜指数(C1)	0.061 8	85.99	5.31
		建筑结构稳定指数(C2)	0.045 7	72.52	3.31
		地质灾害影响指数(C3)	0.039 2	84.00	3.29
		地灾预警保障指数(C4)	0.061 8	85.70	5.30
地下空间影响强度 D	0.192 1	商服繁华指数(D1)	0.060 8	54.60	3.32
		交通便捷指数(D2)	0.052 3	75.45	3.95
		基础设施完备指数(D3)	0.052 7	82.90	4.37
		人居环境舒适指数(D4)	0.026 3	78.50	2.06
综合评价总分值			1.000 0		45.42

该区域的已经利用的地下空间安全强度普遍较高,从现用的利用程度来看,地质容量适宜指数、建筑结构稳定指数、地质灾害影响指数和地灾预警保障指数分值较高。这也在一定程度上说明,该区域的地下空间开发的潜力十分巨大。在用地十分紧张的情况下,随着技术和经济瓶颈逐步打破,应该加大对地下空间的开发力度。当然,地灾预警保障指数比较高的原因在于地下空间利用程度不高,安全要求也不高。该区域地下空间影响强度属于中等水平,其中地下空间的商服繁华影响指数偏低。

总体上来看,影响研究区域地下空间集约利用水平的因素主要是利用强度、负荷强度不够,开发的总体水平偏低,今后该区域应该在充分了解地质容量的基础上,加强对该区域地下空间潜力的挖掘,提高地下空间集约利用程度。

5 结论

以沙坪坝铁路综合交通枢纽项目区为研究区域,以地下空间为评价对象,兼顾地表与地下资源的协调整合,构建指标体系,在此基础上采用综合加权评价模型对地下空间集约利用现状进行了评价。研究表明该指标体系能较为客观的评价地下空间的集约利用状况,评价结果既可从宏观上给出集约利用程度的客观判断,也可针对分项指标评价结果给出集约利用程度的具体诊断措施,为政府决策提供基础。从评价对象的角度看,以地下空间为评价对象,通过建筑分布指数、负荷指数等参数将地表与地下资源的协调、整合关联起来是可行,而不是孤立地看待地下空间的利用。从评价的内容看,利用强度、负荷强度、安全强度、影响强度等4个指标互相补充,既考虑了土地利用强度,也考虑了经济效益,同时也考虑了地下空间的特殊性,引入安全强度和影响强度等指标强调管理的极端重要性。此外,从评价的功能类型区来看,指标体系的建设也通过引入客流负荷指数、交通通达指数等兼顾了综合交通枢纽区域的特殊情况,以适应“铁路+物业”的枢纽综合体发展方向,填补该功能区集约利用指标体系建设的空白。

当然,城市发展是动态变化的过程。在城市发展过程中,随着不同区域区位条件的改变,某些区域所应该承担的功能也应该在旧城改造过程中做相应调整。因此,借助相应集约指标体系对城市某些区域适时做出客观的评价,以适应新功能定位,以便寻找更有针对性的开发对策也显得十分必要。

总体上来看,新建立的指标体系对综合交通枢纽区域而言是客观和适用的,对新城建设和旧城改造都具有十分重要的意义。

需要说明的是,由于受到社会统计资料的统计口径等的限制而无法采集到更合理的统计数据,本研究中的某些统计指标如商业服务繁华度,交通便利度等多采用区域指标来替代。当然,该指标体系也可能存在诸如对地下空间用途的多样性考虑不够等瑕疵。另外,该研究的范围可适度扩大,引导区域地下空间的成片、整体和综合开发;理想值的横向可比性有待进一步探讨。这些可能会影响到指标体系的适用性,需要后续研究中将进一步加强。

致谢:本研究得到了西南大学邱道持教授、廖和平教授,重庆交通规划设计院翟长树教授,重庆交通大学何剑锋教授,重庆工商大学王长有教授以及评审专家的热心指导,在此一并表示感谢。

参考文献:

- [1] 黄骏.地铁站域公共空间整体性研究[D].广州:华南理工大学,2008.
HUANG J.A Study on the integrity of public space at subway stations [D]. Guangzhou: South China University of Technology,2008.
- [2] 中华人民共和国国务院.国务院关于促进节约集约用地的通知[A].北京:中华人民共和国国务院,2008.
The State Council of People's Republic of China.The notice of the state council on promoting the economical and intensive use of land[A],Beijing:The State Council of People's Republic of China,2008.
- [3] 于文恣,顾新.立体城市规划理念和实现路径探索:《城市总体规划改革与创新》地下空间规划问题研究[J].地下空间与工程学报,2015,11(1):1-9.
YU W Q,GU X.The idea and practice of three dimensional city planning[J].Chinese Journal of Underground Space and Engineering,2015,11(1):1-9.
- [4] MOHAMMED I, ALSHUWAIKHATH M, ADENLE Y A.An approach to assess the effectiveness of smart growth in achieving sustainable development [J]. Sustainability, 2016,8(4):397.
- [5] 曹彦鹏,冯忠江.精明增长理念下低碳经济发展与城市土地集约利用动态耦合研究:以石家庄市为例[J].水土保持通报,2015,35(1):242-248.
CAO Y P,FENG Z J.A study on dynamic coupling between low-carbon economy development and urban intensive land-use based on smart growth concept a case study of Shijiazhuang city[J].Bulletin of Soil and Water Concercation, 2015,35(1):242-248.
- [6] 涂志华,王兴平.城市建设用地集约性评价指标体系研究:

- 基于规划编制和规划管理的视角[J].城市规划学刊,2012,4(202):86-91.
- TU Z H, WANG X P. A Research on the evaluation of urban development land-use Intensity: a views from planning and management[J]. Urban Planning Forum. 2012, 4(202): 86-91.
- [7] 汪波, 郑家响. 我国大城市土地集约利用评价研究[J]. 北京科技大学学报(社会科学版), 2006, 22(1): 24-28.
- WANG B, ZHENG J X. Research on the evaluation of land intensive utilization in megalopolis of China[J]. Journal of University of Science and Technology Beijing (Social Sciences Edition), 2006, 22(1): 24-28.
- [8] 魏新江, 崔允亮. 城市地下空间可持续开发利用问题与对策探讨[J]. 现代城市, 2016, 11(4): 4-8.
- WEI X J, CUI Y L. Problems in sustainable development and utilization of cities' underground space and some countermeasures[J]. Modern City, 2016, 11(4): 4-8.
- [9] 邓楚雄, 谢炳庚, 李晓青. 基于投影寻踪法的长株潭城市群地区耕地集约利用评价[J]. 地理研究, 2013, 32(11): 2000-2008.
- DENG C X, XIE B G, LI X Q. Evaluation of intensive cultivated land use based on a projection pursuit model in Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration[J]. Geographical Research, 2013, 32(11): 2000-2008.
- [10] 程佳, 孔祥斌, 赵晶. 基于主体功能区的大都市区域建设用地集约利用评价: 以北京市为例[J]. 中国农业大学学报, 2013, 18(6): 207-215.
- CHENG J, KONG X B, ZHAO J. An evaluation of metropolitan construction land intensive use based on major function zone: a case of Beijing[J]. Journal of China Agricultural University, 2013, 18(6): 207-215.
- [11] 冯广京, 朱道林, 林坚. 2015 年土地科学研究重点进展评述及 2016 年展望[J]. 中国土地科学, 2016, 30(1): 4-22.
- FENG G J, ZHU D L, LIN J. Progress review on land sciences research in 2015 and prospects for 2016[J]. China Land Science, 2016, 30(1): 4-22.
- [12] 张亚丽, 翟晓艺, 蒙吉军, 等. 高等学校老校区土地资源集约利用评价研究[J]. 地域研究与开发, 2015, 34(3): 107-111.
- ZHANG Y L, ZHAI X Y, MENG J J, et al. Intensive use evaluation of the old campus' land resources in higher learning institution[J]. Areal Research and Development, 2015, 34(3): 107-111.
- [13] 中华人民共和国国土资源部. 建设用地节约集约利用评价规程(TD/T1018—2008)[A]. 北京: 中华人民共和国国土资源部, 2008.
- Ministry of Land and Resources of People's Republic of China. Standard for evaluation of saving and intensive use of construction land(TD/T1018—2008)[A]. Beijing: Ministry of Land and Resources of People's Republic of China, 2008.
- [14] 张宁. 综合交通枢纽本体的解析[J]. 铁道经济研究, 2013(6): 1-5.
- ZHANG N. Ontology analysis of integrated transportation hub[J]. Railway Economics Research, 2013(6): 1-25.
- [15] 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.
- SHU Q L, SHU Y. Studies on ecological greening technology in the environment of the expo's underground space[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2010, 6(4): 661-665.
- [16] 谢伟利. 基于多目标综合评价的城市土地集约利用研究[D]. 天津: 天津大学, 2007.
- XIE W L. Research on the evaluation of the land intensive utilization based on the multi-objective synthetical evaluation[D]. Tianjin: Tianjin University, 2007.
- [17] 中华人民共和国国土资源部. 开发区土地集约利用评价规程(2014 年度试行)[A]. 北京: 中华人民共和国国土资源部, 2014.
- Ministry of Land and Resources of People's Republic of China. Standard for evaluation of the land saving and intensive use of development zone (2014 trial implementation) [A]. Beijing: Ministry of Land and Resources of People's Republic of China, 2014.
- [18] 杜莉莉. 重庆市主城区地下空间开发利用研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2013.
- DU L L. Study on development and use of the center district underground space in Chongqing [D]. Chongqing: Chongqing University, 2013.
- [19] 瞿万波, 刘新荣, 梁宁慧. 重庆市一体化地下空间开发利用构想[J]. 地下空间与工程学报, 2007, 3(3): 403-405.
- QU W B, LIU X R, LIANG N H. Consideration of incorporate underground space exploitation and utilization in Chongqing [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2007, 3(3): 403-405.
- [20] 李鹏. 面向生态城市的地下空间规划与设计研究及实践[D]. 上海: 同济大学, 2007.
- LI P. Study and practice on planning & design of underground space: towards the eco-city [D]. Shanghai: Tongji University, 2007.
- [21] 重庆市规划局. 重庆市城乡规划地下空间利用规划导则(试行)[A]. 重庆: 重庆市规划局, 2007.
- Chongqing Planning Bureau. Guidelines for the underground space use planning in urban and rural planning of Chongqing (trial implementation) [A]. Chongqing: Chongqing Planning Bureau, 2007.
- [22] 王剑锋, 宋聚生. 重庆地下空间利用现状及规划对策探析[J]. 现代城市研究, 2014(5): 50-56.
- WANG J F, SONG J S. Chongqing underground space development and utilization planning[J]. Modern Urban Research, 2014(5): 50-56.
- [23] 包海松. 中国人口就业比例全球第一[EB/OL]. [2017-01-

- 17]. http://www.chinareform.org.cn/society/obtain/Practice/201012/t20101222_55764.htm.
- BAO H S. The employment proportion of the population in China is the first in the world[EB/OL].[2017-01-17]. http://www.chinareform.org.cn/society/obtain/Practice/201012/t20101222_55764.htm
- [24] 欧刚. 南宁市城市地下空间开发地质环境适宜性评价[D]. 南宁: 广西大学, 2008.
- OU G. The geological environment suitability assessment of Nanning's underground space development[D]. Nanning: Guangxi University, 2008.
- [25] 袁康, 白宏思, 李英民. 超高层建筑结构整体稳定性分析方法研究[J]. 工程抗震与加固改造, 2016, 38(3): 7-12.
- YUAN K, BAI H S, LI Y M. Study on analytical methods for overall stability of super high-rise building[J]. Earthquake Resistant Engineering and Retrofitting, 2016, 38(3): 7-12.
- [26] 万汉斌. 城市高密度地区地下空间开发策略研究[D]. 天津: 天津大学, 2013.
- WANG H B. The strategy research on urban underground space in high-density area[D]. Tianjin: Tianjin University, 2013.
- [27] 常疆, 廖秋芳, 王良健. 长沙市区地价的空间分布特征及其影响因素[J]. 地理研究, 2011, 30(10): 1901-1909.
- CHANG J, LIAO Q F, WANG L J. Spatial distribution and influencing factors of urban land price in Changsha[J]. Geographical Research, 2011, 30(10): 1901-1909.
- [28] 吴景伟. 香港尖沙咀一尖东地铁站域空间综合开发的评价和启示[D]. 广州: 华南理工大学, 2013.
- WU J W. Evaluation and review of comprehensive development in region of Hongkong Tsims hatsui subway station[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2013.
- [29] 刘希灵. 地下环境质量综合评价模型及安全对策[D]. 长沙: 中南大学, 2005.
- LIU X L. Comprehensive evaluation model and safety countermeasures of underground environmental quality[D]. Changsha: Central South University, 2005.
- [30] 任幼蓉, 韩文权. 地下空间开发地质环境危险性指数构建与探讨[J]. 地下空间与工程学报, 2014, 10(4): 943-950.
- REN Y R, HAN W Q. Discussion on established risk index of geological environment in underground space development[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2014, 10(4): 943-950.

Research on Evaluation System of Intensive Utilization of Underground Space in Urban Comprehensive Transportation Hub Area: a Case Study of Railway Comprehensive Transportation Hub in Shapingba, Chongqing City

LIU Minghao^{1,2}, FU Yuansong³, GUAN Ping², LUO Haijia⁴, QIU Jiqin⁵

(1. College of Computer Science and Technology, Chongqing University of Posts and Telecommunications;

2. Spatial Information System Research Center, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065;

3. Chongqing Urban Transport Development and Investment (Group) Co., Ltd, Chongqing 404100;

4. Chongqing Comprehensive Transportation Terminal Development and Investment Co., Ltd, Chongqing 404100;

5. School of Tourism and Land Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400065, China)

Abstract: [Purposes] At present, there is a lack of a set of widely accepted evaluation criteria of urban underground space in China. So the index system and evaluation method of intensive utilization of underground space in comprehensive transportation hub area were established. [Methods] The degree of intensive utilization of underground space was evaluated by using the comprehensive weighted evaluation model taking the underground space as the evaluation object as an example of Shapingba comprehensive traffic hub project area in this paper. In the evaluation process, giving consideration to the coordination and integration of surface and underground space resources, the index system is constructed from four aspects, which are utilization intensity, load intensity, safety intensity and impact intensity of underground space. [Findings] The results show that the status quo of the intensive use of underground space in Shapingba comprehensive transportation hub is 45.42 points, and the level of current land intensive utilization is generally low. From the sub indicators point of view, the status quo of utilization intensity, load intensity, safety intensity and impact intensity of underground space were in low, low, high, medium level. [Conclusions] Research shows that the index system can be objective evaluation of the intensive use degree of underground space, and the evaluation results can not only give an objective judgment of the degree of intensive utilization from the macro, but also the targeted diagnosis measures can be put forward according to the evaluation results of the sub indexes.

Keywords: comprehensive transportation hub; underground space; intensive utilization evaluation; utilization intensity; load intensity; safety intensity; impact intensity

(责任编辑 方兴)