

# 城市产业用地集约利用评价研究

## ——以合肥市为例

路振华<sup>1</sup>, 张军连<sup>1</sup>, 李宪文<sup>2</sup>,  
汪秀莲<sup>2</sup>, 白晓飞<sup>2</sup>, 张 嘉<sup>2</sup>

(1. 中国农业大学 资源与环境学院, 北京 100193; 2. 中国土地勘测规划院, 北京 100035)

**摘要:** 以产业用地综合数据库为基础,通过评价指标体系、评价标准和评价模型构建,实现基于区域的城市产业用地集约利用评价。根据产业发展的影响因素,在传统强度评价的基础上,新增规模、结构和布局评价,并构建三级收敛评价指标体系;以全国综合功能型城市为样本,构建了能适应不同经济发展水平的动态评价标准;引入相对权重模型,通过隶属函数计算构建评价模型。以合肥市为样本,开展集约利用评价,结果显示:(1)禁止发展产业用地面积偏大是总体集约度偏低的最主要因素;(2)距离聚集度也是限制性因子之一;(3)规模合意度与强度合意度评价结果适中。

**关键词:** 城市;产业用地;集约利用评价;合肥市

**中图分类号:** F301.3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1003-2363(2013)02-0154-06

### 0 引言

产业用地是根据土地的产业用途对城市建设用地的一种分类,泛指城市范围内的第二、三产业用地。土地调查结果显示,2010年全国城市化地区产业用地面积216万hm<sup>2</sup>,约占城镇建设用地面积的1/3,基于产业用地创造的二、三产业产值占国内生产总值的89.8%,可见产业用地的重要地位。但随着经济发展对产业用地需求的增加,产业用地利用中的矛盾和问题凸显,集中表现为工业用地无序扩张,占用城郊优质耕地,用地结构不合理,利用粗放<sup>[1]</sup>;商业用地比重小,布局不合理,用地职能配置与商业中心等级不协调;产业用地整体利用效率低,使用强度和产出强度远低于国家标准。在我国经济发展方式转变的时代背景下,高度关注城市化地区产业用地集约利用问题,对于中国这样一个土地供给日趋紧张而使用相当粗放的发展中国家来说刻不容缓。

目前,专门针对产业用地集约利用评价的研究相对较少,多是将研究对象集中于城市建设用地<sup>[2-5]</sup>、工业用地<sup>[5-9]</sup>、商服金融用地<sup>[10]</sup>、开发区用地<sup>[11-15]</sup>、住宅用地<sup>[16-17]</sup>等。主要的集约利用评价方法有层次分析法<sup>[18]</sup>、极限条件法<sup>[19]</sup>、模糊综合评价法<sup>[20]</sup>、GIS遥感等新兴技术方法<sup>[21]</sup>。评价指标体系主要集中于土地的利

用强度指标、投入产出强度指标、生态环境协调度指标等方面。本研究正是基于以上这些研究和探讨,将研究对象锁定在城市内部经济活动最活跃同时也是变化最快的产业用地,通过构建评价指标体系、标准和模型,评价产业用地的集约利用情况,找出存在的问题,为产业用地调控政策提供参考。

### 1 研究思路

影响产业用地集约利用的因素有经济发展水平、主体功能定位、政治、文化、科技等。已有的研究<sup>[22-24]</sup>显示,经济发展水平决定土地集约利用水平,各类建设用地的规模、结构、强度与经济发展水平存在明显的相关性。为简化思路,假设研究区域政治、文化、科技等诸多因素是无差异的,主体功能定位为区域性综合功能型城市。一定经济发展水平下的区域性综合功能型城市在产业用地合理利用的前提下其规模、结构、强度和布局也是一定的。

对于区域性综合功能型城市,产业用地规模、结构、强度和布局与经济发展水平之间的匹配程度就决定了产业用地的集约度。当产业用地规模、结构、强度和布局与经济发展水平最匹配时,就能够实现区域产业用地集约利用,于是就能够确定产业用地集约利用的标准。将实际评价对象的产业用地规模、结构、强度和布局与这一标准代入评价模型进行比较,就可以得到产业用地集约利用评价结果。

### 2 产业用地集约利用评价指标体系

#### 2.1 评价指标体系

城市产业用地集约利用评价指标体系是一个由结

**收稿日期:** 2012-06-14; **修回日期:** 2013-01-24  
**基金项目:** 国土资源部公益性行业科研专项项目产业用地集约利用评价和预警关键技术研究(200911014-3)  
**作者简介:** 路振华(1982-),男,山西阳泉市人,博士研究生,主要从事土地规划与集约利用评价研究, (E-mail)caulu@qq.com。  
**通讯作者:** 张军连(1967-),男,北京市人,教授,博士生导师,主要从事土地政策与法规研究, (E-mail)junlian@cau.edu.cn。

果层、指示层和因素层构成的三级收敛指标体系,结果层表示整个产业用地总体集约利用水平,它由指示层的规模、结构、强度与布局4个合意度构成,合意度表达各项指标与标准的符合程度,每个合意度都由因素层具体评价指标构成(表1)。

表1 产业用地集约利用评价指标体系

| Tab.1 Indicator system<br>for intensive utilization of industrial land |                                 |                        |                |  |
|--|---------------------------------|------------------------|----------------|--|
| 结果层  | 指示层                             | 因素层                    |                |  |
| 城市<br>产业<br>用地<br>集约<br>利用<br>水平                                       | 规模合意度                           | 产业用地比例/%               |                |  |
|  |                                 | 产业住宅用地比例/%             |                |  |
|  |                                 | 商业工业用地比例/%             |                |  |
|  | 结构合意度                           | 国家<br>产<br>业<br>政<br>策 | 现代服务业用地比例/%    |  |
|  |                                 |                        | 战略新兴产业用地比例/%   |  |
|  |                                 |                        | 潜在优先发展产业用地比例/% |  |
|  |                                 |                        | 禁止发展产业用地比例/%   |  |
|  | 单位工业用地产值/(万元·hm <sup>-2</sup> ) |                        |                |  |
|  | 全区域地均从业人员/(人·hm <sup>-2</sup> ) |                        |                |  |
|  | 强度合意度                           | 工<br>业<br>用<br>地       | 建筑密度/%         |  |
|  |                                 |                        | 建筑密度合格率/%      |  |
|  |                                 |                        | 容积率            |  |
| 容积率合格率/%   |                                 |                        |                |  |
| 布局合意度  | 商<br>服<br>用<br>地                | 建筑密度/%                 |                |  |
|  |                                 | 建筑密度合格率/%              |                |  |
|  |                                 | 容积率                    |                |  |
|  |                                 | 容积率合格率/%               |                |  |
|  |                                 | 产业集聚度/%                |                |  |
|  |                                 | 距离集聚度/%                |                |  |

2.2 评价指标选取分析

2.2.1 规模合意度。衡量区域产业用地规模与该区域经济发展水平匹配程度。包含产业用地比例和产业住宅用地比例2项指标。产业用地比例是评价范围内所有产业用地占城镇建设用地总规模的比值,产业住宅比例是评价研究范围内产业用地与住宅用地在数量上的配比关系。

2.2.2 结构合意度。衡量区域产业用地数量结构与该区域经济发展水平匹配程度。指标分为2部分:(1)商

业用地与工业用地比例表达了产业用地内部不同类型产业在用地结构上的配比关系;(2)基于国家产业政策的产业用地结构评价指标。选择现代服务业用地比例、战略新兴产业用地比例、潜在优先发展产业用地比例、禁止发展产业用地比例指标进行基于产业政策的产业用地结构评价。

2.2.3 强度合意度。衡量区域产业用地的强度与该区域的经济水平匹配程度。地均产出方面使用单位工业用地产值、全区域地均从业人员指标。使用效率方面用工业用地建筑密度、容积率以及合格率,商服用地建筑密度、容积率及其合格率指标。

2.2.4 布局合意度。衡量区域产业用地空间集聚程度。集聚程度包括产业的集聚程度和用地的空间集聚程度。产业集聚度表达了产业之间的集聚程度。距离集聚度表达了产业用地在空间位置上的集聚程度。

3 产业用地集约利用评价标准模型

标准为产业用地集约利用评价各项指标提供比较依据。标准模型是各项评价指标在不同经济发展水平下的最优函数。通过构建动态标准模型,可以得到在不同经济发展水平下各项评价指标最优值与合格区间。查阅全国不同经济发展水平下综合功能型城市2009年统计年鉴、第二次全国土地调查专项用地汇总数据,将这些数据按照统计规律拟合,构建以人均GDP为自变量、以各项评价指标为因变量的动态函数,  $y = f(x)$ 。通过这个函数,可以给出不同经济发展水平下各项指标的最优值。同时设定最大值与最小值表示每个指标取值的合理区间,取值位于这个区间内属于现状值合理,位于这个区间外属于现状值不合理。而这个边界值的确定就是标准值  $y = f(x)$  上下移动  $b$  值,即  $y = f(x) - b$  和  $y = f(x) + b$ ,当全国大多数的城市位于这个区间(本研究设为95%以上)内时,确定  $b$  值。由此得到产业用地比例、产业住宅用地比例、商服工业用地比例、单位工业用地产值、全区域地均从业人员5个评价指标的标准(表2)。

表2 产业用地集约利用评价标准模型函数

| Tab.2 Evaluating criteria and functional model for the intensive utilization of industrial land |                             |      |                               |                               |
|---|-----------------------------|------|-------------------------------|-------------------------------|
| 标准指标  | 最优值                         | $b$  | 最大值                           | 最小值                           |
| 产业用地比例  | $y = 0.07 \ln x - 0.1409$   | 0.16 | $y = 0.07 \ln x + 0.0191$     | $y = 0.07 \ln x - 0.3009$     |
| 产业住宅用地比例  | $y = 0.1039x^{0.2943}$      | 1.25 | $y = 0.1039x^{0.2943} + 1.25$ | $y = 0.1039x^{0.2943} - 1.25$ |
| 商服工业用地比例  | $y = 9.0389x^{-0.438}$      | 0.16 | $y = 9.0389x^{-0.438} + 0.16$ | $y = 9.0389x^{-0.438} - 0.16$ |
| 单位工业用地产值  | $y = 841.31 \ln x - 4569.4$ | 1900 | $y = 841.31 \ln x + 2669.4$   | $y = 841.31 \ln x - 6469.4$   |
| 全区域地均从业人员   | $y = 1.8406 \ln x - 13.198$ | 2.50 | $y = 1.8406 \ln x - 10.698$   | $y = 1.8406 \ln x - 15.698$   |

基于产业政策的产业结构评价指标标准是以产业用地现状结构为基础,通过对产业政策解读,根据下一步产业调整任务而提出的预测性标准,旨在指导下一阶段的产业用地结构优化,体现出阶段性特点;同时经济

发展水平是影响产业结构用地标准的主导因素。基于以上2点,制定分阶段标准。人均GDP低于15000美元的初级产品生产阶段和工业化初期阶段的标准制定主要参照了国内相关城市、开发区土地调查数据,通过

土地权利人信息分类汇总得到基于产业政策分类的各种产业用地比例,同时也参考了各种产业用地指南。人均 GDP 高于 15 000 美元的各阶段因为没有可以采用的样本制定标准,所以采用数学模型进行基于现状的预测,得到预测性标准,为产业用地结构调整提供指导(表 3)。

表 3 基于产业政策的产业用地评价标准

Tab.3 Evaluation criteria of intensive utilization of industrial land based on industrial policy

%

| 经济发展阶段  |          | 人均 GDP/美元       | 现代服务业用地比例 | 战略新兴产业用地比例 | 潜在优先发展产业用地比例 | 禁止发展产业用地比例 |
|---------|----------|-----------------|-----------|------------|--------------|------------|
| 工业化阶段   | 初级产品生产阶段 | 4 500 ~ 8 000   | 3.00      | 0.01       | 1.00         | 3.50       |
|         | 工业化初期    | 8 000 ~ 15 000  | 6.00      | 0.03       | 2.00         | 2.00       |
| 工业化实现阶段 | 工业化中期    | 15 000 ~ 30 000 | 11.00     | 0.08       | 6.00         | 1.50       |
|         | 工业化后期    | 30 000 ~ 50 000 | 15.00     | 0.10       | 8.00         | 1.00       |
| 后工业化阶段  | 发达经济初级阶段 | 50 000 ~ 80 000 | 17.00     | 0.30       | 10.00        | 0.50       |
|         | 发达经济高级阶段 | >80 000         | 20.00     | 0.70       | 20.00        | 0.30       |

工业用地建筑密度及其合格率、容积率及其合格率,商服用地建筑密度及其合格率、容积率及其合格率,产业集聚度,距离集聚度标准值与合理区间参照了全国及各省份制定的各种建设用地节约集约利用标准、产业用地指南,各种控制性详细规划、专项规划和相关的现状数据(表 4)。

表 4 产业用地集约利用评价标准模型区间

Tab.4 Evaluation criteria intervals of intensive utilization of industrial land

| 标准指标          | 最大值    | 最小值   | 标准值    |
|---------------|--------|-------|--------|
| 工业用地建筑密度/%    | 80.00  | 30.00 | 40.00  |
| 工业用地建筑密度合格率/% | 100.00 | 90.00 | 100.00 |
| 工业用地容积率       | 2.00   | 0.70  | 1.20   |
| 工业用地容积率合格率/%  | 100.00 | 90.00 | 100.00 |
| 商服用地建筑密度/%    | 80.00  | 50.00 | 60.00  |
| 商服用地建筑密度合格率/% | 100.00 | 90.00 | 100.00 |
| 商服用地容积率       | 5.00   | 0.50  | 1.50   |
| 商服用地容积率合格率/%  | 100.00 | 90.00 | 100.00 |
| 产业集聚系数标准/%    | 100.00 | 60.00 | 100.00 |
| 距离集聚系数标准/%    | 100.00 | 60.00 | 100.00 |

## 4 产业用地集约利用评价

### 4.1 因素层指标计算

因素层中评价指标分为 3 类(表 5)。式中:  $S$  表示评价指标的集约度,  $S \in [-1, 1]$ , 当  $S = 0$  时, 为达到标准的适度集约状态,  $S = -1$ , 为不集约状态,  $S = 1$  为过度集约状态;  $A$  表示评价指标的状态值;  $B$  表示评价指标的推荐值,  $B \in [0, C]$ ;  $C$  为评价指标标准值取值的上限值;  $D$  表示将  $S$  进一步标准化后的评价指标的集约度,  $D \in [0, 1]$ , 当  $D = 0$  时, 为不集约或过度集约状态,  $D = 1$ , 为适度集约状态。

各类评价指标采用相应的因素层评价模型: 产业用地比例, 产业住宅用地比例, 商服工业用地比例, 基于产业政策的各类产业用地比例, 单位工业用地产值, 全区域地均从业人员, 工业用地建筑密度、容积率, 商服用地

表 5 因素层指标标准化公式

Tab.5 Standardization formula of indicators at the factor layer

| 指标    | 第一类指标  | 第二类指标  | 第三类指标                  |
|-------|--|--|------------------------|
| 标准化公式 | $S = \begin{cases} \frac{B-A}{B}, & A < B \\ \frac{B-A}{C-B}, & A > B \end{cases}$ | $S = \begin{cases} \frac{A-B}{B}, & A < B \\ \frac{A-B}{C-B}, & A > B \end{cases}$ | $S = A/B, \\ A \leq B$ |
|       | $D = 1 -  S $  | $D = 1 -  S $  | $D = S$                |

建筑密度、容积率采用第一类评价指标公式,工业用地建筑密度合格率、容积率合格率,商服用地建筑密度合格率、容积率合格率,产业集聚系数,距离聚集系数采用第三类评价指标公式。

### 4.2 指示层指标计算

指示层计算就是将因素层的指标按照各自的权重进行综合得出结果。本研究采用相对权重模型计算因素层各个指标的权重。相对权重模型<sup>[25]</sup>是一种简单有效的多因素评价方法,针对不同评价单元各评价因子的相对状态确定各自的相对权重,当评价因子中出现明显的限制性因子时,赋予该因子较高的权重,因为限制因子的出现使整体评价结果较低。限制性因子的出现就是样本的某项评价指标实际值位于标准模型合理区间以外的情况。

**4.2.1 构建隶属度函数。**实际评价单元中各因子的值大小不一,它们在多大程度上符合合理区间和最优值,这是一个模糊的问题。本研究用模糊数学中的隶属函数来表示实际评价单元的因子跟评价指标的相应因子的隶属度。对应因素层指标标准化类型的不同,构建出来的隶属度函数就不同(表 6)。

**4.2.2 相对权重计算。**在每一个评价单元中,各个评价指标的值对合意度的作用不同。每个评价指标的作用大小是由其本身的值及其他因子的值共同决定的,将不同评价单元中某个评价指标对合意度的作用大小称为相对权重。按照公式(见表 7)计算得出相对权重。

表 6 隶属度函数公式

Tab. 6 Formula of membership function

| 指标 | 第一、二类指标   |  | 第三类指标   |
|----|---|--|---|
| 公式 | $U = \begin{cases} 0.2Y/L, & Y < L \\ (1 - 0.2)(Y - L)/(M - L) + 0.2, & L \leq Y < M \\ 1, & Y = M \\ (0.2 - 1)(Y - M)/(N - M) + 1, & M < Y \leq N \\ (0.05 - 0.2)(Y - N)/(P - N) + 0.2, & N < Y \leq P \\ 0.05, & P < Y \end{cases}$ |  | $U = \begin{cases} 0.2Y/\lambda, & Y < \lambda \\ (1 - 0.2)(Y - \lambda)/(1 - \lambda) + 0.2, & \lambda \leq Y < 1 \\ 1, & Y = 1 \end{cases}$ |
|    | U 是隶属度函数值;Y 是样本某项指标的实际取值;L,N 分别是标   |  | U 是隶属度函数值;Y 是样本某项指标的实际取值;λ 是标   |
|    | 准函数合理区间的最大最小值;M 是标准函数的标准值;P 是实际   |  | 准函数合理区间的最小值   |
|    | 值可取到的最大值  |  |   |
|    |   |  |   |

表 7 相对权重计算公式

Tab. 7 Formula for calculation of relative weight

| 阈值 | $0.2 \leq U_{im} = U_{ij\min} \leq 1.0$  | $0 < U_{im} < 0.2$   |
|----|--|--|
| 公式 | $W_{ik} = (1 - U_{ik})^2 / \sum_{j=1}^n (1 - U_{ij})^2$  | $W_{im} = 1 - U_{im} \quad (j = m)$ $W_{ik} = (1 - U_{ik})^2 / \sum_{j=1}^n (1 - U_{ij})^2 \times U_{im} \quad (j \neq m)$ |
| 解释 | $W_{ik}$ 或 $W_{im}$ 表示第 $i$ 个评价单元中第 $k$ 或第 $m$ 个因子的相对权重; $U_{ik}$ 或 $U_{im}$ 表示第 $i$ 个评价单元中第 $k$ 或第 $m$ 个因子的隶属度;<br>$U_{ij}$ 表示第 $i$ 个评价单元中第 $j$ 个因子的隶属度; $n$ 表示因子个数 |  |

4.2.3 指示层指标合意度计算。 $T_i = \sum_{i=1}^n W_{ik} D_{ik}$ 。式中： $T_i$  表示第  $i$  个指示层的合意度; $W_{ik}$  表示各评价因素所占相对权重; $D_{ik}$  表示各因素匹配度; $n$  表示评价因素的数量。 $D_{ik}$  结果取值范围是 $[0,1]$ ,1 表示最匹配,0 表示最不匹配。

4.3 结果层指标计算

将规模、结构、强度和布局 4 个指标按照各自的权重综合得到产业用地集约利用总体水平  $H$ ：

$$H = \begin{cases} T_{\min}, & T_{\min} < 0.2 \\ \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} T_i, & 0.2 \leq T_{\min} \leq 1 \end{cases}。$$

式中： $T_{\min}$  表示合意度最小值。以上公式表示，在指示层出现限制性因子时( $T_{\min} < 0.2$  时为出现限制性因子)， $H$  值就是合意度评价结果的最小值，此时总体集约度评价结果为不集约；在没有出现限制性因子时( $T_{\min} \geq 0.2$  时为没有出现限制性因子)， $H$  值采用算术平均的方法得到，此时总体集约度评价结果为集约。

5 合肥市产业用地集约利用评价

5.1 研究区域概况

合肥是安徽省省会，位于安徽省中部，长江淮河之间，巢湖之滨，具有承东启西、贯通南北的重要区位优势，是国家级皖江城市带承接产业转移示范区核心城市，长三角城市经济协调会成员城市。全市土地总面积 1.14 万  $\text{km}^2$ ，市区面积 838.52  $\text{km}^2$ 。户籍人口 708 万。2010 年生产总值 2 702.5 亿元，人均 GDP 突破 6 000 美元，三次产业结构为 4.9：53.9：41.2，处于工业化阶段，并且工业比重处于不断上升中，其中制造业是其支柱产业，拥有众多知名企业。

势，是国家级皖江城市带承接产业转移示范区核心城市，长三角城市经济协调会成员城市。全市土地总面积 1.14 万  $\text{km}^2$ ，市区面积 838.52  $\text{km}^2$ 。户籍人口 708 万。2010 年生产总值 2 702.5 亿元，人均 GDP 突破 6 000 美元，三次产业结构为 4.9：53.9：41.2，处于工业化阶段，并且工业比重处于不断上升中，其中制造业是其支柱产业，拥有众多知名企业。

5.2 数据来源与处理

原始数据包括合肥市 2008 年城镇地籍调查数据以及第二次经济普查数据（数据为 2008 年全年合计数）。将第二次经济普查数据中所有产业活动单位与法人单位按实际位置以点格式落在城镇地籍数据上。在地理信息系统软件 ArcGIS 的支持下，将所有经济普查的经济信息挂接在相应的点上，形成合肥市产业单位分布图。并在此基础上，依照产业单位就业人数和本行业人均用地面积，将产业单位所在的宗地面积分摊，得到该宗地上相应的行业用地面积，并将所有宗地上各行业用地面积加和，得到合肥市各行业用地面积汇总。

5.3 评价结果与分析

将合肥市城镇地籍数据与落地后的经济普查数据处理后代入评价模型与标准数据比较，运算后得到合肥市产业用地集约利用评价结果（表 8）。

表 8 合肥市产业用地集约利用评价结果

Tab. 8 Evaluating results of intensive utilization of industrial land in Hefei City

| 结果层结果                           | 指示层结果                     | 因素层          |         |         |
|---------------------------------|---------------------------|--------------|---------|---------|
|                                 |                           | 指标           | 权重 $W$  | 结果 $D$  |
| 合肥市产业用地集约利用水平<br>$H = 0.073\ 5$ | 规模合意度<br>$T_1 = 0.914\ 7$ | 产业用地比例       | 0.971 5 | 0.912 9 |
|                                 |                           | 产业住宅用地比例     | 0.028 5 | 0.976 9 |
|                                 | 结构合意度<br>$T_2 = 0.073\ 5$ | 商业工业用地比例     | 0.002 9 | 0.561 9 |
|                                 |                           | 国家产业政策       | 0.003 8 | 0.899 9 |
|                                 |                           | 现代服务业用地比例    | 0.003 7 | 0.997 8 |
|                                 |                           | 战略新兴产业用地比例   | 0.001 3 | 0.700 0 |
|                                 |                           | 潜在优先发展产业用地比例 | 0.982 7 | 0.065 0 |
|                                 |                           | 禁止发展产业用地比例   | 0.001 9 | 0.671 0 |
|                                 | 强度合意度<br>$T_3 = 0.303\ 9$ | 单位工业用地产值     | 0.001 8 | 0.738 9 |
|                                 |                           | 全区域地均从业人员    | 0.008 2 | 0.432 3 |
|                                 |                           | 工业用地         | 0.008 2 | 0.507 1 |
|                                 |                           | 建筑密度         | 0.007 6 | 0.424 1 |
|                                 |                           | 建筑密度合格率      | 0.934 7 | 0.293 9 |
|                                 |                           | 容积率          | 0.008 8 | 0.336 3 |
|                                 |                           | 容积率合格率       | 0.008 2 | 0.690 8 |
|                                 |                           | 商服用地         | 0.004 1 | 0.477 2 |
|                                 |                           | 建筑密度         | 0.007 5 | 0.690 8 |
|                                 |                           | 建筑密度合格率      | 0.158 7 | 0.602 4 |
|                                 |                           | 容积率          | 0.841 3 | 0.084 6 |
|                                 |                           | 容积率合格率       |         |         |
|                                 | 布局合意度<br>$T_4 = 0.166\ 8$ | 产业集聚度        |         |         |
|                                 |                           | 距离集聚度        |         |         |

从评价结果可以看出,合肥市产业用地集约利用水平  $H = 0.073\ 5$ ,评价结果不为集约。向指示层追溯,结构合意度为  $0.073\ 5$ ,是导致不集约的最主要因素,表明当前合肥市产业用地结构与经济发展水平不匹配。进一步分析具体原因,发现禁止发展产业用地比例的权重 ( $0.982\ 7$ ) 很大,这一项为限制性因子, $D$  值较低,仅为  $0.065\ 0$ ,说明在当前经济发展水平下合肥市禁止发展产业用地比例偏高。禁止发展产业用地比例失调成为导致总体集约度偏低的主要因素。同时发现布局合意度也偏低,主要是由距离聚集度偏低引起的。距离聚集度权重 ( $0.841\ 3$ ) 较大,也是限制性因子之一, $D$  值 ( $0.084\ 6$ ) 较低,表明合肥市产业单位之间的距离很大,在产业圈内分布很分散,与经济发展水平不协调。

规模合意度评价结果非常集约,表明合肥市无论是产业用地规模还是产业用地与住宅用地之间的配比都与经济发展水平高度吻合。强度合意度评价结果适中,说明合肥市产业用地地均产出、使用效率与经济发展水平相适宜。

### 5.4 建议

通过评价与分析,确定现阶段影响合肥市产业用地集约利用的问题有两点:(1)结构问题。即禁止发展产业用地比例偏高。合肥市现状禁止发展产业用地比例偏高,占整个产业用地面积的  $0.88\%$ 。针对这种情况,首先要严格执行《国务院关于加强淘汰落后产能工作的通知》等相关政策,禁止建设“十五小”和“新五小”项目,禁止再对该类型产业供地;其次,对原有的该类型企业通过规模化经营、工艺升级改造的方法,转化

为其他类型产业用地;最后,对现有禁止发展产业用地深度挖潜,在提高地均产出和利用效率的同时,有计划有步骤地减少用地面积。(2)布局问题,即距离聚集度偏低。合肥市产业单位距离聚集度偏低,现状值为  $0.084\ 6$ ,布局较分散。针对这种情况,首先未来新增的产业单位要严格参照土地利用总体规划、城市规划和各种专项规划的要求,布局在相应的园区、开发区内,其他地方不再布置新增企业;其次,原有的不符合规划布局产业单位要逐步迁入规划设定的园区内;最后,在园区内部各种产业要按照产业链上下游的关系合理布局,发挥规模效应。

在当前经济发展水平下,合肥市产业用地规模合意度、强度合意度较好。但随着经济发展水平不断提高,规模合意度、强度合意度各项评价指标标准也在不断提高,这就对土地集约利用提出了更高的要求。因此,可以将本研究中设定的不同经济发展水平的标准作为未来合肥市经济发展中土地合理利用的约束条件之一,为产业结构调整、升级、转型提供指导,并根据这些标准提出有针对性的政策措施。

## 6 结论

遵循产业经济发展的客观规律,确定产业规模、结构、布局为产业发展的主要影响因素,综合传统的强度评价,从规模、结构、强度和布局 4 个方面评价产业用地集约利用情况,构建了三级收敛的评价指标体系,包含结果层、指示层和因素层。结果层表示产业用地整体集约利用水平;指示层包含规模、结构、强度和布局 4 个合

意度;因素层是每个合意度包含的具体评价指标。这样的评价指标体系既可以在宏观上把握整体的评价结果,又可以从中观的规模、结构、强度、布局合意度上总结问题类型,还可以在微观的因素层上寻找具体问题,提出具有针对性的对策。对应评价指标体系,为每个指标构建评价标准。基于产业经济学的一般原理,通过大量实例数据拟合函数,构建随经济发展水平变化而变化的动态标准;参照相关的国家与地方标准制定其他指标标准。评价模型的构建采用了相对权重模型为指标赋予权重,这样避免了最小因子法、权重法的不足,使评价因子之间限制性的比较成为可能,并能帮助迅速定位问题,为评价结果分析提供有力支撑。以合肥市为例,开展实证研究,研究结果表明:(1)禁止发展产业用地面积偏大是总体集约度偏低的最主要因素;(2)距离聚集度也是限制性因子之一;(3)规模合意度与强度合意度评价结果适中。评价模型实用性强,评价结果可分析、解释实际问题,能针对具体问题提出相应对策。

本研究评价指标全部集中在产业用地本身,忽视了与周边环境协调度的考察,没有将环境纳入评价体系,主要原因是缺少相关的生态环保背景数据;由于缺少国外相关数据资料,同时国内外分类体系也有很大不同,标准编制过程中对国外数据参考较少。今后应加强这方面的研究。

参考文献:

[1] 陈基伟.上海市产业用地节约集约发展对策刍议[J].上海地质,2010,31(3):41-44.

[2] 王铁成,吴群,何守春.城市建设用地集约利用评价研究——以无锡市为例[J].广东土地科学,2007,6(3):10-14.

[3] 刘明亮,沈彦.城市建设用地集约利用评价研究——以长沙市为例[J].江西农业学报,2008,20(10):164-166.

[4] 侍非,储金龙.合肥市城市建设用地动态演变分析[J].淮阴工学院学报,2009,18(3):83-88.

[5] 李天阁,潘元庆,张雷,等.浅析如何促进城市建设用地节约集约利用——以平顶山市为例[J].安徽农学通报,2007,13(19):349-353.

[6] 黄大全,林坚,毛娟,等.北京经济技术开发区工业用地指标研究[J].地理与地理信息科学,2005,21(5):99-102.

[7] 丁林可,田燕.工业用地集约利用评价指标体系初探[J].国土资源科技管理,2007,24(5):18-21.

[8] 黄大全,洪丽璇,梁进社.福建省工业用地效率分析与集约利用评价[J].地理学报,2009,64(4):479-486.

[9] 顾湘,王铁成,曲福田.工业行业土地集约利用与产业

结构调整研究——以江苏省为例[J].中国土地科学,2006,20(6):3-8.

[10] 黄晨.城市商业用地的节约利用评价研究[D].武汉:华中科技大学,2008:19-23.

[11] 翟文侠,黄贤金,张强,等.城市开发区土地集约利用潜力研究——以江苏省典型开发区为例[J].资源科学,2006,28(2):54-60.

[12] 吴旭芬,孙军.开发区土地集约利用的问题探讨[J].中国土地科学,2000,14(2):14-21.

[13] 陈利根,郭立芳.我国开发区土地利用现状、成因与对策[J].中国农业资源与区划,2004,25(3):1-5.

[14] 李焕,徐建春,李翠珍,等.基于BP人工神经网络的开发区土地集约利用评价——以浙江省为例[J].地域研究与开发,2011,30(4):122-126.

[15] 翟文侠,黄贤金,张强,等.开发区土地集约利用研究——以江苏省为例[J].地域研究与开发,2006,25(1):101-105.

[16] 李谦,蒋瑜,杨正清,等.基于ANN的城市居住用地集约利用水平评价研究[J].国土资源科技管理,2008,25(2):57-62.

[17] 武文杰,张文忠,刘志林,等.北京市居住用地出让的时空格局演变[J].地理研究,2010,29(4):683-692.

[18] 牛星,欧名豪.青岛市开发区土地集约利用评价与研究[J].中国农业资源与区划,2007,28(5):47-51.

[19] 蒋贵国.成都市工业用地土地集约利用潜力评价研究[J].四川师范大学学报(自然科学版),2007,30(5):652-656.

[20] 赵姚阳,濮杰,卜崇峰,等.基于模糊逻辑的城市土地集约化利用评价——以江苏省地级城市为例[J].人文地理,2006,21(1):17-20.

[21] 郭贯成,任宝林,吴群.基于ArcGIS的江苏省金坛市工业用地集约利用评价研究[J].中国土地科学,2009,23(8):24-30.

[22] 肖玖军,周焱,蔡学成,等.贵州不同经济发展地区土地集约利用研究[J].山地农业生物学报,2010,29(1):21-27.

[23] 董洁,程久苗,范树平.安徽省经济发展与土地利用结构动态变化相关性研究[J].国土资源科技管理,2010,27(1):61-66.

[24] 张秋雯,李景国.邯郸市域土地利用结构与经济结构关系分析[J].河北师范大学学报(自然科学版),2000,24(1):129-132.

[25] 张军连,林培.土地生产潜力评价中土壤修正系数模型的研究——以河北省泳鹿县为例[J].自然资源学报,1994,9(3):260-270.

Low Carbon-based Land  
Use Structure Optimization: A Case in Xichuan County

Wu Xiaolei<sup>1,2</sup>, Wang Jing<sup>3</sup>, Wang Yinghong<sup>1,2</sup>, Chen Changyou<sup>3</sup>

(1. School of Environment Science and Spatial Informatics,

China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China;

2. Jiangsu Key Laboratory of Resource and Environmental Information Engineering,

Xuzhou 221116, China; 3. Environment and Planning College of Henan University, Kaifeng 475004, China)

**Abstract:** This study puts forward the connotation and goal of low carbon-based land use structure optimization in references to low carbon economy, land use carbon emissions and land use planning theories and methods. The author combines the idea of low carbon with land use structure optimization by taking the concept of low carbon as breakthrough point. Through the linear programming model, the author can optimize the land use structure of low carbon, and estimate the optimized scheme of carbon emissions to verify low carbon land use planning. According to the actual situation of Xichuan County, Henan Province, the study establishes the multi-objective programming model for land use structure optimization based on low carbon concept. The author takes two objective function (the maximization in economic benefit and minimization in total carbon emissions of land use) to determine the land use structure by taking into account the land use economic benefits and emphasizes the carbon emissions benefits in land use.

**Key words:** low carbon; land use structure; optimization; Xichuan County



(上接第 159 页)

Study on the Evaluation of Urban  
Industrial Land Intensive Use: A Case Study of Hefei City

Lu Zhenhua<sup>1</sup>, Zhang Junlian<sup>1</sup>, Li Xianwen<sup>2</sup>,

Wang Xiulian<sup>2</sup>, Bai Xiaofei<sup>2</sup>, Zhang Jia<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural

University, Beijing 100193, China; 2. China Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China)

**Abstract:** With the Comprehensive database of industrial land, the paper built an evaluation index system, standards and evaluation models of the intensive use of urban industrial land on a region. Based on the impact of industrial development, evaluated and analyzed the status of urban industrial land intensive use from scale, structure, intensity and layout, built a “three-layer convergence indicator system”; based on statistic yearbook of cities with comprehensive functions at different level of economic development and the data of second national land investigation, construct a dynamic function relation. Through the function, the optimum value of each indicator at different level of economic development can be obtained. Relative weighting model is adopted for construction the evaluation model through the membership function. The results indicate: (1) The disproportion of land for prohibited industry is the main reason that leads to low comprehensive intensity; (2) The distance between the industrial units is large and the industrial units are distributed scatteredly in the industrial circle; (3) The evaluating result of the possibility-satisfactory degree of scale and intensity shows that the land utilization is moderately intensive.

**Key words:** urban; industrial land; land intensive use evaluation; Hefei City