

# 江苏省土地资源禀赋度空间变化研究<sup>①</sup>

皮啸菲, 周生路\*, 吴绍华

(南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093)

**摘要:** 本文从土地数量、质量、结构和效益等方面构建了土地资源禀赋度评价指标体系, 并采用多边形综合指标法对江苏全省各县土地资源禀赋现状及空间变化进行了研究。结果表明: ①江苏省土地资源禀赋度差异显著, 呈现由南向北先递减后递增的规律, 总体上苏南好于苏北好于苏中; ②1996—2006 十年间各县土地资源禀赋度总体有所下降; ③今后应根据区域特点, 采取针对性措施, 提高区域土地资源禀赋度。

**关键词:** 土地资源禀赋度; 多边形综合指标法; 空间变化; 江苏省

**中图分类号:** F301

土地资源是人类赖以生存和发展的基础, 其禀赋, 即土地资源的综合素质, 是区域社会经济可持续发展的重要保障。目前国内外有关土地资源质量评价、土地利用绩效评价等开展了较多研究<sup>[1-5]</sup>, 而有关土地资源禀赋评价标准和方法探讨较少。为此, 本文拟从数量、质量、结构、效益等方面探讨土地资源禀赋度评价指标体系, 并以江苏省为例进行实证研究, 以期为区域土地利用和社会经济的可持续发展提供有益借鉴。

## 1 研究区概况

### 1.1 自然与社会经济概况

江苏地处亚洲大陆东部中纬度滨海地区, 位于长江、淮河下游, 介于 116°18' ~ 121°57'E, 30°45' ~ 35°20'N 之间。东濒黄海, 西连安徽, 北接山东, 东南与浙江和上海毗邻, 地处沿海经济带、长江经济带、欧亚大陆桥经济带的结合部。全省总面积 10.26 万 km<sup>2</sup>, 2006 年全省总人口 7 549.50 万人, 国内生产总值 21 645.08 亿元。本研究以县级行政区为单元, 共有 68 个地域单元。

### 1.2 土地利用概况

根据 2006 年江苏省土地利用变更调查数据, 全省现有农用地 674.25 万 hm<sup>2</sup>, 占全省土地总面积的 63.17%。其中耕地、园地、林地、牧草地和其他农用地占农用地总面积的比例分别为 70.73%、4.73%、4.82%、0.02% 和 19.71%。建设用地面积 186.91 万 hm<sup>2</sup>, 占全省土地总面积的 17.51%, 其中居民点及独立工矿用地、交通运输用地和水利设施用地占建设用地总面积的比例分别为 82.90%、6.72% 和 10.39%。未利用地

面积 206.25 万 hm<sup>2</sup>, 占土地总面积的比例为 19.32%, 主要为沿海新生滩地、部分丘陵山地和内陆滩地。

## 2 指标体系构建与评价方法

### 2.1 指标体系构建

土地资源禀赋反映土地的基础支持能力, 并能衡量区域土地数量、质量、结构及效益等综合发展能力。其评价指标, 具有鲜明的时间变化特性, 以及空间整体性、结构性和协调性要求。本文在借鉴国内相关研究成果的基础上, 遵循综合性和主导性、动态性和相对稳定性、科学性和可操作性、层次性和相对独立性等原则, 采用理论分析、经验选取的方法, 构建区域土地资源禀赋度评价指标体系。该指标体系由目标层、要素层、指标

①基金项目: 江苏省国土科技项目资助。

\* 通讯作者 (zhousl@nju.edu.cn)

作者简介: 皮啸菲 (1986—), 女, 江苏无锡人, 硕士研究生, 主要从事土地利用与规划

层组成 (表 1)。其中, 人均生态用地面积通过绿当量将林地、园地、牧草地、耕地、水域以及部分其他用地等具有生态调节功能的用地面积转换为生态用地面积, 结合前人研究成果和江苏省实际<sup>[6-8]</sup>, 确定的各用地类型的绿当量为: 林地、园地: 1; 牧草地: 0.49; 水田 (灌溉水田、望天田、水浇地、菜地): 0.50; 旱地: 0.42; 水域 (坑塘水面、养殖水面、水库水面、河流水面、湖泊水面): 0.29; 其他用地 (荒草地、沼泽地、苇地、滩涂): 0.48。

①基金项目：江苏省国土科技项目资助。

\* 通讯作者（zhousl@nju.edu.cn）

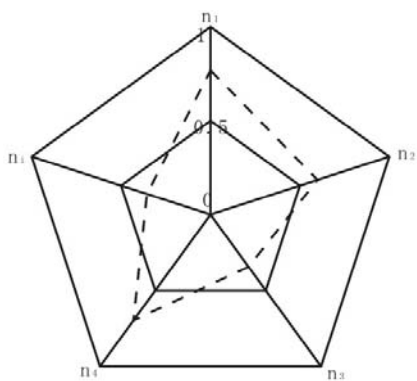
作者简介：皮啸菲（1986—），女，江苏无锡人，硕士研究生，主要从事土地利用与规划方面研究。Email: pixf\_nju@163.com

Table 1 Indicators for endowment degree of land resource

| 要素层        | 指标层               | 指标解释            | 单位                      | 指标性质 |
|------------|-------------------|-----------------|-------------------------|------|
| 土地数量 $B_1$ | 人均土地面积 $C_1$      | 土地总面积/总人口       | $\text{hm}^2/\text{万人}$ | 正向   |
|            | 人均耕地面积 $C_2$      | 耕地总面积/总人口       | $\text{hm}^2/\text{万人}$ | 正向   |
|            | 人均建设用地面积 $C_3$    | 建设用地总面积/总人口     | $\text{hm}^2/\text{万人}$ | 适中性  |
|            | 人均生态用地面积 $C_4$    | 生态用地总面积/总人口     | $\text{hm}^2/\text{万人}$ | 正向   |
| 土地质量 $B_2$ | 自然等指数 $C_5$       | 农用地“本底”产量水平     | —                       | 正向   |
|            | 利用等指数 $C_6$       | 农用地“现实”产量水平     | —                       | 正向   |
|            | 经济等指数 $C_7$       | 农用地“经济”产量水平     | —                       | 正向   |
| 土地结构 $B_3$ | 农用地比例 $C_8$       | 农用地总面积/土地总面积    | %                       | 正向   |
|            | 耕地比例 $C_9$        | 耕地总面积/土地总面积     | %                       | 正向   |
|            | 建设用地比例 $C_{10}$   | 建设用地总面积/土地总面积   | %                       | 适中性  |
|            | 生态用地比例 $C_{11}$   | 生态用地总面积/土地总面积   | %                       | 正向   |
| 土地效益 $B_4$ | 单位土地面积产值 $C_{12}$ | 国内生产总值/土地总面积    | 万元/ $\text{hm}^2$       | 正向   |
|            | 单位农用地产值 $C_{13}$  | 第一产业产值/农用地总面积   | 万元/ $\text{hm}^2$       | 正向   |
|            | 单位建设用地产值 $C_{14}$ | 二三产业总产值/建设用地总面积 | 万元/ $\text{hm}^2$       | 正向   |

## 2.2 评价方法

采用多边形综合指标法进行区域土地资源禀赋度评价。该方法利用  $n$  个指标可以作出一个中心正  $n$  边形,  $n$  边形的  $n$  个顶点分别为这  $n$  个指标  $R_i = 1$  时的值,



中心点为这  $n$  个指标  $R_i = 0$  时的值, 中心点到顶点的线段各为指标标准化值所在的区间 (图 1)。

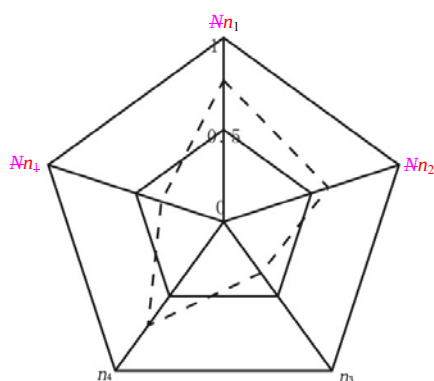


图 1 多边形综合指标法示意图

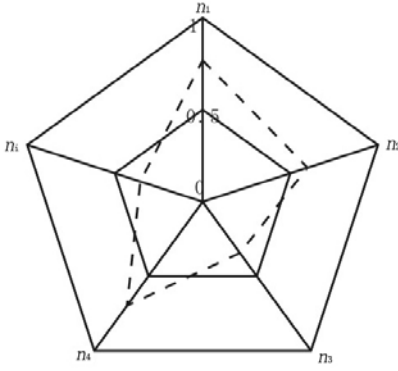
Fig. 1 Sketch of polygon synthesis indicator approach

从图 1 中既可以看出各单项指标的大小及其与最大值和最小值之间的差距和随时间的变化动态, 又可以从各

指标两两组成的  $n(n-1)/2$  个三角形中计算其综合指标值。计算公式为:  $R = [\sum_{i \neq j} R_i \times R_j] / [n(n-1)/2]$ 。

式中,  $\sum_{i \neq j} R_i \times R_j$  为各指标所有可能两两组合乘积的总

的和;  $R = \sum_{i \neq j} R_i \times R_j$  标<sup>[9-10]</sup>。



相对于加权平均法，多边形综合指标法不需要专家定权，只需要确定指标的上下界就可以按公式计算，规避了主观性，并且在计算综合指标值时具有明确的几何意义（多边形面积及比值），同时也体现了各指标之间的协调性，充分体现出土地支持系统的复杂性与综合性。

3 评价与结果分析

3.1 数据收集与处理

研究中使用的土地属性数据主要来自于江苏省各市县的土地利用现状变更数据，其中 1996 年的地类面积根据新旧地类转换对应关系处理转换成新地类；社会经济类数据主要来源于江苏省统计年鉴（1997，2007）；农用地质量数据主要来源于农用地分等所建立的江苏农用地资源数据库<sup>[11]</sup>。在 1996—2006 年间有行政区划调整的，以 2006 年行政区划为标准进行单元的合并。

对评价指标数据进行标准化处理以消除量纲的影响，标准化后的数值在 0~1 的单位区间内。

正向指标采用极值标准化方法，公式为：

$$f_i = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

$$R = [\sum_{i \neq j} R_i \times R_j] / [n(n-1)/2]$$

适中性指标采用如下方法标准化：

当  $X_i > \bar{X}$  时  $f_i = (X_{\max} - X_i) / (X_{\max} - \bar{X})$

当  $X_i \leq \bar{X}$  时  $f_i = (X_i - X_{\min}) / (\bar{X} - X_{\min})$

式中， $f_i$  为标准化后的某指标值； $X_i$  为某指标值； $X_{\max}$  为指标为的最大值； $X_{\min}$  为指标的最小值； $\bar{X}$  为指标的平均值。

3.2 评价结果

按照上述方法分别求得 1996 年和 2006 年全省 68 个地域单元的土地资源禀赋度综合指数，见表 2。

表 2 土地资源禀赋度综合指数

Table 2 Results of land resource endowment degree of Jiangsu Province

| 地区  |      |         |         | 地区  |      |         |         |
|-----|------|---------|---------|-----|------|---------|---------|
|     |      | 1996 年  | 2006 年  |     |      | 1996 年  | 2006 年  |
| 南京市 | 南京市区 | 0.089 9 | 0.046 4 | 泰州市 | 泰州市区 | 0.061 2 | 0.035 0 |
|     | 六合区  | 0.082 2 | 0.057 5 |     | 靖江市  | 0.056 4 | 0.049 4 |
|     | 浦口区  | 0.072 4 | 0.041 9 |     | 泰兴市  | 0.063 8 | 0.065 2 |
|     | 江宁区  | 0.123 3 | 0.065 7 |     | 姜堰市  | 0.056 9 | 0.049 0 |
|     | 溧水县  | 0.164 4 | 0.116 8 | 盐城市 | 兴化市  | 0.073 6 | 0.057 9 |
|     | 高淳县  | 0.124 6 | 0.105 3 |     | 盐城市区 | 0.066 3 | 0.080 0 |
| 苏州市 | 苏州市区 | 0.036 9 | 0.056 3 |     | 东台市  | 0.049 6 | 0.057 2 |
|     | 张家港市 | 0.090 6 | 0.094 1 |     | 大丰市  | 0.054 3 | 0.049 9 |
|     | 常熟市  | 0.132 2 | 0.151 8 |     | 响水县  | 0.038 9 | 0.028 6 |
|     | 太仓市  | 0.169 9 | 0.178 0 |     | 滨海县  | 0.082 6 | 0.073 2 |
|     | 昆山市  | 0.170 2 | 0.099 4 | 淮安市 | 阜宁县  | 0.045 6 | 0.039 7 |
|     | 吴江市  | 0.157 3 | 0.168 9 |     | 射阳县  | 0.040 9 | 0.030 9 |
| 无锡市 | 无锡市区 | 0.096 5 | 0.107 5 |     | 建湖县  | 0.078 9 | 0.059 7 |
|     | 江阴市  | 0.111 2 | 0.129 2 |     | 淮安区  | 0.077 9 | 0.065 6 |
|     | 宜兴市  | 0.074 2 | 0.060 7 |     | 洪泽   | 0.050 8 | 0.042 0 |
| 常州市 | 常州市区 | 0.076 0 | 0.082 1 |     | 金湖   | 0.069 1 | 0.048 3 |
|     | 金坛   | 0.095 7 | 0.079 4 |     | 涟水   | 0.071 5 | 0.047 7 |
|     | 溧阳   | 0.132 5 | 0.112 1 |     | 盱眙县  | 0.082 0 | 0.048 3 |

|                    |      |         |         |                     |       |         |         |
|--------------------|------|---------|---------|---------------------|-------|---------|---------|
| 镇江市                | 镇江市区 | 0.066 9 | 0.054 7 | 宿迁市                 | 宿迁市区  | 0.078 4 | 0.064 5 |
|                    | 丹阳市  | 0.150 2 | 0.142 6 |                     | 沭阳县   | 0.072 4 | 0.046 7 |
|                    | 句容市  | 0.100 0 | 0.068 7 |                     | 泗阳县   | 0.033 7 | 0.018 5 |
|                    | 扬中市  | 0.107 0 | 0.079 0 |                     | 泗洪县   | 0.102 7 | 0.079 5 |
| 扬州市                | 扬州市区 | 0.048 5 | 0.066 8 | 连云港市                | 连云港市区 | 0.013 3 | 0.023 6 |
|                    | 江都市  | 0.090 8 | 0.089 4 |                     | 赣榆县   | 0.057 9 | 0.052 0 |
|                    | 高邮市  | 0.096 5 | 0.082 9 |                     | 东海县   | 0.099 7 | 0.092 7 |
|                    | 仪征市  | 0.086 0 | 0.075 6 |                     | 灌云县   | 0.070 3 | 0.080 2 |
|                    | 宝应县  | 0.098 7 | 0.070 0 |                     | 灌南县   | 0.043 0 | 0.026 3 |
| 南通市                | 南通市区 | 0.039 5 | 0.065 0 | 徐州市                 | 徐州市区  | 0.076 8 | 0.141 2 |
|                    | 启东市  | 0.034 2 | 0.031 6 |                     | 新沂市   | 0.087 8 | 0.072 7 |
|                    | 如皋市  | 0.036 3 | 0.037 0 |                     | 邳州市   | 0.117 8 | 0.098 5 |
|                    | 通州市  | 0.044 8 | 0.044 7 |                     | 丰县    | 0.106 7 | 0.094 6 |
|                    | 海门市  | 0.062 3 | 0.074 3 |                     | 沛县    | 0.069 2 | 0.063 3 |
|                    | 海安县  | 0.058 8 | 0.063 4 |                     | 铜山县   | 0.123 8 | 0.123 8 |
|                    | 如东县  | 0.045 7 | 0.040 9 |                     | 睢宁县   | 0.065 8 | 0.039 4 |
| 苏南(苏州、无锡、常州、镇江、南京) |      | 0.101 9 | 0.090 8 | 苏北(淮安、盐城、宿迁、连云港、徐州) |       | 0.071 8 | 0.062 1 |
| 苏中(扬州、泰州、南通)       |      | 0.062 5 | 0.057 8 | 全省平均                |       | 0.077 8 | 0.068 8 |

### 3.3 结果分析

**3.3.1 土地资源禀赋度的空间差异** 采取数列平均值划分级别的方法,来分析土地资源禀赋度在全省范围内的差异变化。首先对全省 68 个地域单元的综合分值求平均

值  $A_0$ , 其次对分值大于  $A_0$  的地域单元的总分值求平均值  $A_1$ , 再次对分值小于  $A_0$  求平均值  $A_2$ , 则可将 68 个地域单元以  $A_1$ 、 $A_0$ 、 $A_2$  为区间界线划分为 4 级区, 最后利用 ArcGIS 软件形成全省土地资源禀赋度空间差异图(图 2)。

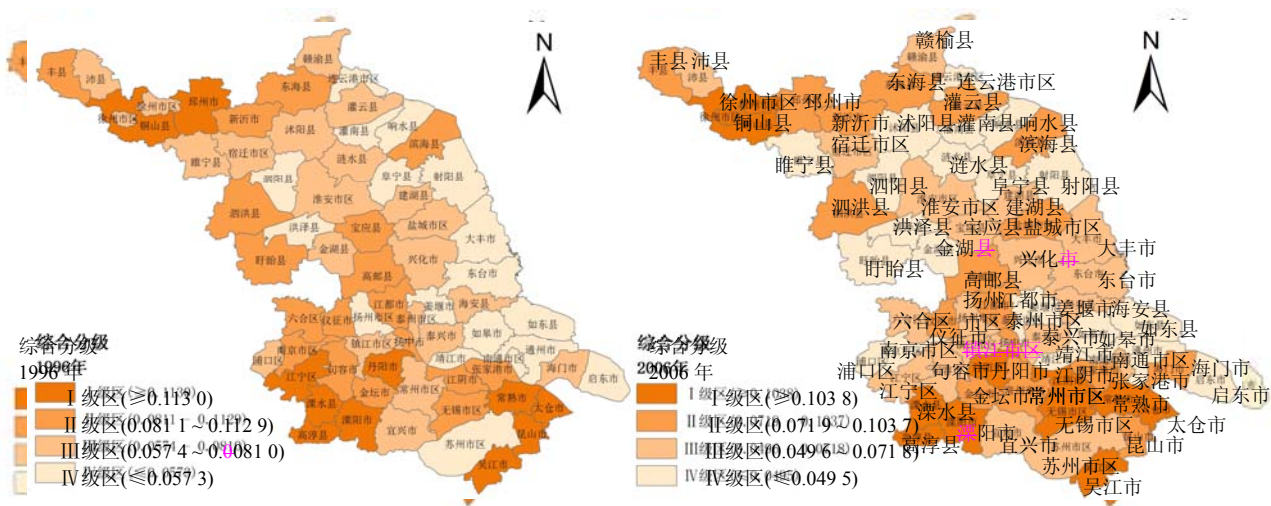


图 2 1996 年与 2006 年江苏省土地资源禀赋度空间差异图

Fig. 2 Spatial variation of land resource endowment degree of Jiangsu Province in 1996 and 2006

由图 2 可见,江苏省土地禀赋度空间差异显著,呈现由南向北先递减后递增的规律,总体上苏南好于

苏北好于苏中,其中苏南的综合指数约为苏中的 1.6 倍。同时“四沿”产业带对空间分布差异有显著影响。

沿沪宁线产业带（包括南京市区、镇江市区、常州市区、无锡市区、苏州市区等单元）和沿东陇海产业带（包括连云港市区、徐州市区、东海县、新沂市、邳州市、铜山县等单元）土地资源禀赋度要明显高于沿江产业带（包括丹阳市、句容市、扬中市、仪征市、泰兴市、通州市等单元）、沿海产业带（包括盐城市区、启东市、赣榆县、东海县、响水县、滨海县、射阳县等单元），沿沪宁线产业带与沿东陇海产业带的指数约为沿海产业带与沿江产业带的 1.4 倍。沿沪宁线产业带，虽然土地资源紧张，数量上有劣势，但是土地效益最高，且近几年来重视土地节约与集约利用，合理配置土地结构，故资源禀赋度较高；而沿东陇海地区依托连云港港口优势和徐州商贸都会的区位优势，其发展较快，城市化产业化步伐加快，土地效益高，而在土地数量上又有优势，所以其土地资源禀赋度要高于苏北其他地区。

**3.3.2 土地资源禀赋度的时间变化** 综合表 2 和图 2 可看出，1996—2006 十年间全省土地资源禀赋度总体有所下降，但变化不大；从各要素层来看，土地效益普遍增加，但是大多数市县土地数量与土地结构

均呈现较大幅度的下降趋势。根据土地资源禀赋度的变化趋势和幅度，用数列平均值分级方法对全省 68 个地域单元土地资源禀赋度的变化进行分级，结果见图 3。

由图 3 可以看出，土地资源禀赋度有提高的地域单元主要分布在江苏的东南部。大部分省辖市市区如苏州市区、无锡市区、常州市区、南通市区、徐州市区，土地资源禀赋度在十年间有所提高；而大部分市县都大幅度下降。省辖市市区由于社会经济发展较快，已经处于工业化中后期和快速城市化阶段，土地效益不断提高，同时在发展中为了解决土地资源的紧缺性与发展的矛盾，合理配置土地资源，走节约、集约利用的道路，所以土地扩张得到一定的制约，土地结构趋于合理化，使得土地资源禀赋度有一定的提高；而宜兴市、溧水县、江宁区以及苏北的一些县市在这十年间为了快速发展，大力发展工业园区建设，使土地数量大幅减少且土地结构变得不合理，相比之下，在发展起步阶段无法达到很好的效益，所以土地资源禀赋度有所下降。

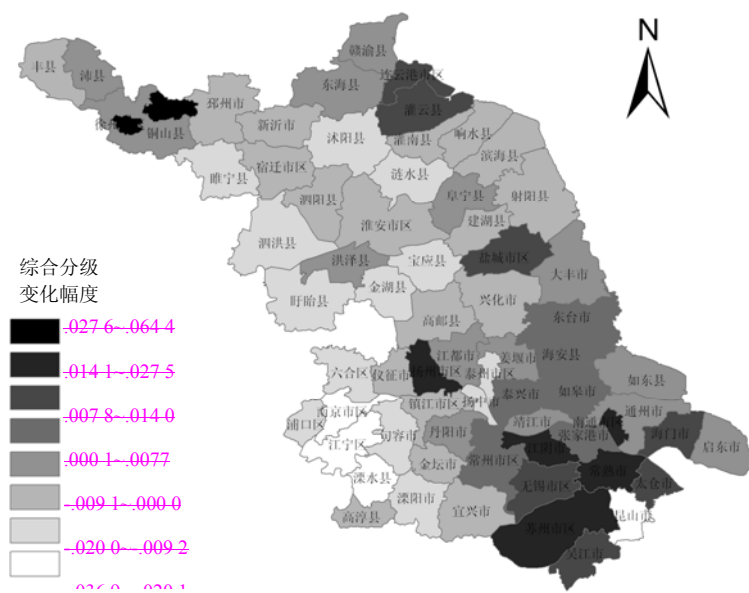


图 3 1996 年到 2006 年土地禀赋度变化幅度

Fig. 3 Change of land resource endowment degree from 1996 to 2006

由图 3 可以看出，土地资源禀赋度有提高的地域单元主要分布在江苏的东南部。大部分省辖市市区如苏州市区、无锡市区、常州市区、南通市区、徐州市区，土地资源禀赋度在十年间有所提高；而大部分市

县都大幅度下降。省辖市市区由于社会经济发展较快，已经处于工业化中后期和快速城市化阶段，土地效益不断提高，同时在发展中为了解决土地资源的紧缺性与发展的矛盾，合理配置土地资源，走节约、集约利

用的道路,所以土地扩张得到一定的制约,土地结构趋于合理化,使得土地资源禀赋度有一定的提高;而宜兴市、溧水县、江宁区以及苏北的一些县市在这十年间为了快速发展,大力发展工业园区建设,使土地数量大幅减少且土地结构变得不合理,相比之下,在发展起步阶段无法达到很好的效益,所以土地资源禀赋度有所下降。

#### 4 结论

(1) 江苏省土地资源禀赋度差异显著,呈现由南向北先递减后递增的规律,总体上苏南好于苏北好于苏中,其中苏南的综合指数约为苏中的 1.6 倍。“四沿”产业带对区域土地资源禀赋度空间分布差异有显著影响,沿沪宁线产业带和沿东陇海产业带土地资源禀赋度要明显高于沿江产业带、沿海产业带。

(2) 时间变化上,1996—2006 十年间各市县土地资源禀赋度总体有所下降,但变化不大;禀赋度构成要素变化中,土地效益普遍增加,大多数市县土地数量与土地结构指标呈现较大幅度下降。

(3) 江苏省面临着土地资源禀赋度下降的趋势,如不及时采取措施改善,将成为制约进一步发展的瓶颈。因此,需进一步强化土地利用总体规划,协调区域土地利用,引导区域土地宏观调控。今后根据区域特点,采取针对措施,提高区域土地资源的禀赋度:苏南地区应进一步提高土地资源的效益,保持土地资源禀赋优势;苏中地区应调整土地利用结构,加快建

设,走节约、集约利用的可持续发展道路;苏北地区依托丰富的土地资源,适度加大开发土地的力度与深度,提高土地效益。

#### 参考文献:

- [1] 陈百明, 张凤荣. 中国土地可持续利用指标体系的理论与方法. 自然资源学报, 2001, 16(3): 197-203
- [2] 陈百明. 土地资源学概论. 北京: 中国环境科学出版社, 1996
- [3] 张凤荣主编. 中国土地资源及其可持续利用. 北京: 中国农业大学出版社, 2000
- [4] 岳晓燕, 宋伶俐. 土地资源承载力研究方法的回顾与展望. 水土保持研究, 2007, 15(1): 254-257
- [5] 王秋兵. 土地资源学. 北京: 中国农业出版社, 2003
- [6] 罗志军, 张军. 生态绿当量及其在土地利用结构优化中的应用. 江西农业大学学报, 2007, 29(5): 851-856
- [7] 柳葳, 周生路. 新一轮土地利用总体规划中生态功能空间差异分析方法——以南京市江宁区为例. 土壤, 2008, 40(1): 39-44
- [8] 赵娅奇, 杨庆媛, 严琳, 阳艳弟. 生态绿当量在土地利用结构优化中的运用研究——以重庆市江北区为例. 西南师范大学学报 (自然科学版), 2006, 31(1): 170-174
- [9] 陈亮, 王如松, 王志理. 2003 年中国省域社会-经济-自然复合生态系统生态位评价. 应用生态学报, 2007, 18(8): 1794-1800
- [10] 蔡邦成, 陆根法, 韩尚富, 陈克亮, 宋莉娟. 江苏省经济的可持续发展评价. 中国环境科学, 2006, 26(4): 496-499
- [11] 周生路, 李如海, 王黎明. 江苏省农用地资源分等研究. 南京: 东南大学出版社, 2004

### Study on Spatial Variation of Land Resource Endowment Degree in Jiangsu Province

PI Xiao-fei, ZHOU Sheng-lu, WU Shao-hua

(School of Geographic and Oceanographic Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** This paper firstly established the evaluation index system of land resource endowment degree from the aspects of land quantity, quality, structure and efficiency, and then evaluated and studied the land resource endowment degrees and their spatial variation at county scale in Jiangsu Province by using the polygon synthesis indicator method. The results showed that: (1) land resource endowment degree of Jiangsu Province had significant spatial differences, decreasing then increasing from south to north, and generally in an order of southern Jiangsu > northern Jiangsu > central Jiangsu; (2) from 1996 to 2006, land resource endowment degree declined overall; (3) according to regional character, pertinent measures should be taken in future to improve land resource endowment degree.

**Key words:** Land resource endowment degree, Polygon synthesis indicator method, Spatial variation, Jiangsu Province