

# 对应分析在土地利用综合效益评价中的应用

朱瑜馨<sup>1</sup>, 张锦宗<sup>1,2</sup>

(1. 聊城大学环境与规划学院, 聊城 252059; 2. 北京师范大学地理与遥感学院, 北京 100875)

**摘 要:** 文章以中国 31 个省、自治区、直辖市为研究单元, 从 6 大方面建立了中国土地利用综合效益评价指标体系, 借助 Matlab6.5, 运用对应分析方法对中国土地利用数据进行分析, 得到了更多的土地利用效益指标之间、各省份样本之间及指标与样本之间的相互关系信息。中国土地利用综合效率主要受以农地机械化水平、粮食单产和单位农用地产值为表征的第一主因子和以单位农用地产值、地均产值、建设用地投资强度、建设用地地均产值为表征的第二主因子的控制, 土地利用质量与资源丰度方面的因素作用微弱。依据土地利用效益的差异, 中国 31 个省份可分为 7 类。通过对应分析, 可以对控制中国土地利用综合效益的因素及中国各省土地利用综合效率空间分布状况有一个比较准确的了解, 以利于对土地利用的不合理之处做出针对性的调整。

**关 键 词:** 对应分析; 综合效益; 土地利用; 因子载荷; 中国

## 1 引言

土地利用效益评价是土地利用总体规划的基础和出发点, 是编制土地利用总体规划的重要依据, 是区域经济发展规划的参考依据。随着城市人口的快速增长、经济的迅猛发展及城市化进程的加快, 区域发展面临的人口、资源环境与社会经济发展之间的矛盾日益突出。区域土地资源利用的合理与否, 直接关系到区域的兴衰与区域经济发展的可持续性。

不少学者从不同的角度对区域土地利用现状、社会、经济效益进行了评价研究。在这些研究中不同学者建立适合各自区域的指标体系和评价方法。从采用的方法角度看, 应用 AHP 法的较多, 也有 DEA 法、因子分析法、主成分分析法、模糊综合评判等方法, 有些学者还借助了 GIS 与 RS 技术<sup>[1-10]</sup>。

由于我国幅员辽阔, 自然、社会经济条件的结合具有较明显的区域差异性, 导致区域土地利用的多样性, 文章以中国各省(自治区、直辖市)为单位, 应用统计学原理, 从土地产出效率、质量状况、结构状况、利用水平、利用强度、资源丰度 6 大方面建立我国土地利用综合效益评价指标体系, 利用对应分析模型对我国土地利用效益进行探索性分析, 比较区域土地利用效益的异同, 为各土地利用规划部门提供宏观决策依据。

## 2 研究方法

### 2.1 对应分析方法原理

对应分析又称相应分析, 是在 R-型和 Q-型因子分析的基础上发展起来的一种多元统计方法。它借助列联表独立性检验中卡方统计量的计算方法, 对原始数据矩阵进行转换, 得到一个规格化的“概率”矩阵, 使数据资料具有对称性, 从而使 R-型和 Q-型因子分析之间建立起联系, 在同一个坐标轴图形中将指标和样本同时反映出来。位置临近的变量点, 表示它们同源或密切相关; 临近的样本点, 则表示他们密切相似或同类<sup>[11-13]</sup>。

### 2.2 对应分析方法步骤<sup>[14-16]</sup>

#### 2.2.1 数据预处理

设有  $M$  个样本, 每个样本有  $n$  项指标, 则原始

$$\text{观测数据为: } X = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (i=1, 2, \cdots, m; j=1, 2, \cdots, n)$$

对原始数据作变换, 得到矩阵  $Z = [Z_{ij}]_{m \times n}$ :

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \frac{x_i \cdot x_j}{T}}{\sqrt{x_i \cdot x_j}} \quad (x_i, x_j, T \text{ 分别表示 } X$$

的行和、列和与总和) (1)

收稿日期: 2009-08; 修订日期: 2009-12.

基金项目: 山东省软科学项目(2009RKB131); 山东省自然科学基金(Y2006E02)。

作者简介: 朱瑜馨(1976-), 女, 讲师, 主要研究方向为 GIS 应用与开发。E-mail: zhuyuxin\_402@163.com

2.2.2 计算变量和样本坐标

计算协方差矩阵  $A=ZZ^T$  的特征值  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$ ,  $p \in (m \times m)$ , 一般取前  $k$  个累计贡献率  $\geq 80\%$  的特征值, 并计算相应的特征向量  $u_1, u_2, \dots, u_k$ , 得到 Q-型因子载荷矩阵  $F=[F_1, F_2, \dots, F_k]$ , 其中  $F_k=u_k/\sqrt{\lambda_k}$ ; 再对上述前  $k$  个特征值计算矩阵  $B=Z^T Z$  的单位特征向量  $v_1, v_2, \dots, v_k$ , 得到 R-型因子载荷矩阵  $G=[G_1, G_2, \dots, G_k]$ , 其中  $G_k=v_k/\sqrt{\lambda_k}$ 。即可得到变量和样本的坐标矩阵, 然后作二维平面图来同时显示和分析 R-型和 Q-型的计算结果。

3 评价指标体系与数据处理

本次评价以省为单位进行, 涉及我国大陆 31 个省(自治区、直辖市)样本, 22 个变量指标, 指标数据统计值来源于《中国统计年鉴(2008)》和《中国农村统计年鉴(2008)》, 借助 Matlab 6.5 完成数据计算。

3.1 评价指标体系

科学、客观的指标体系是评价的基础。根据前人研究的基础, 从土地产出效率、质量状况、结构状况、利用水平、利用强度、资源丰度 6 大方面建立了我国土地利用综合效益评价指标体系。

①产出效率指标: 单位农用地产值、地均产值、粮食单产、建设用地均产值。②质量状况指标: 城市人均绿地、森林覆盖率、建成区绿化率。③结构状况指标: 农用地结构、建设用地结构。④利用水平指标: 城镇化水平、人均 GDP、第一产业产值比率、农地机械化水平。⑤利用强度指标: 人口密度、单位面积化肥使用量、建设用地投资强度、土地垦殖率、复种指数。⑥资源丰度指标: 人均耕地面积、人均建设用地面积、人均居住面积、人均道路长度。

3.2 数据处理结果

根据公式(1)对 31 个样本、22 个变量指标数据(数据表略)做变换后, 求得变换后矩阵的协方差矩阵特征值(表 1)。由表 1 可知, 前三个特征值  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  所代表的方差已占总方差的 99.6655%, 因此, 前三个主因子已经能在实质上代表整个数据的变化。文章选择前 3 个主因子。

根据特征值  $\lambda_1=0.7321, \lambda_2=0.1248, \lambda_3=0.0068$  及其相应的特征向量计算 R-型因子载荷(表 2)。

根据特征值  $\lambda_1=0.7321, \lambda_2=0.1248, \lambda_3=0.0068$  及其相应单位特征向量计算 Q-型因子载荷(表 3)。

4 结果与分析

4.1 因子平面投影分析

根据 R-型因子载荷和 Q-型因子载荷做出各样本及变量在因子平面 G1-G2 和 F1-F2、G1-G3 和 F1-F3、G2-G3 和 F2-F3 的投影图<sup>[17]</sup>, 并进行分析评价<sup>[18-20]</sup>。

4.1.1 F1(G1)-F2(G2)投影分析

以 F1、G1 为横坐标, F2、G2 为纵坐标, 作 F1(G1)-F2(G2)投影图分析。F1(G1)-F2(G2)投影面的 F1 和 F2 两个主因子说明了总变差的 98.88%。第一主因子 F1(84.48%)主要以农地机械化水平、粮食单产

表 1 特征值及累计百分比

Tab.1 Eigen values and accumulated percentage

序号	特征值	累积值	累积百分比/%
1	0.7321	0.7321	84.4792
2	0.1248	0.857	98.8836
3	0.0068	0.8637	99.6655
4	0.0016	0.8654	99.853
5	0.0013	0.8666	99.9989
6	0	0.8666	100

表 2 R-型因子载荷

Tab.2 R-factor loading

因素	F1	F2	F3	因素	F1	F2	F3
单位农用地产值/(元/hm <sup>2</sup> )	0.0015	2.1806	2.0873	第一产业产值比率	0.0000	-0.0018	-0.0151
地均产值/(元/hm <sup>2</sup> )	0.0009	1.2349	-3.9902	农地机械化水平	-1.0044	0.0161	0.1731
粮食单产/(kg/hm <sup>2</sup> )	-0.5976	-0.0179	-0.2896	人口密度/(人/hm <sup>2</sup> )	0.0000	0.0009	-0.0161
建设用地均产值/(元/hm <sup>2</sup> )	-0.0004	-0.6913	1.6676	单位面积化肥使用量/(t/hm <sup>2</sup> )	0.0000	-0.0004	-0.0164
城市人均绿地/(hm <sup>2</sup> /人)	0.0000	-0.0002	-0.0067	建设用地投资强度/(元/hm <sup>2</sup> )	-0.0008	-1.0873	1.2759
森林覆盖率	0.0000	-0.0232	0.1112	土地垦殖率	0.0000	-0.0012	-0.0151
建成区绿化率	0.0002	-0.0234	-0.1931	复种指数	0.0000	-0.0040	-0.0195
农用地结构	0.0000	-0.0036	-0.0240	人均耕地面积/(hm <sup>2</sup> /人)	0.0000	-0.0018	-0.0457
建设用地结构	0.0000	-0.0001	-0.0164	人均建设用地面积/(hm <sup>2</sup> /人)	0.0000	-0.0008	-0.0286
城镇化水平	0.0000	-0.0020	-0.0481	人均居住面积/(m <sup>2</sup> /人)	0.0000	-0.0187	-0.1170
人均 GDP/(元/人)	-0.0003	-0.2620	-11.0770	人均道路长度/(km/人)	0.0000	-0.0075	-0.1177
方差百分比/%	84.48	14.40	0.79	累积贡献/%	84.48	98.88	99.67

和单位农用地产值为表征。农业机械化水平代表了土地综合利用的装备水平,粮食单产和单位农用地产值则表现了土地综合利用的产出效率。这三个因素对第一主因子 F1 的贡献为 99.84%,这三个因素对第二主因子 F2 亦有 39.69%的贡献,但仍以对 F1 的贡献率大,因此该投影面上主要控制因子为 F1。F1 因子载荷所占比重最大的因素是农地机械化水平,其次是粮食单产,都位于投影图的最左端。表明农地机械化水平与粮食单产呈正相关。单位农用地产值位于投影图的右端近原点,表明它与农地机械化水平和粮食单产呈负相关;单纯依靠提高机械化水平来提高粮食单产反而使单位农用地产值轻微减少。说明目前中国农业生产处在边际效益为负的阶段,必须加快结构调整和深加工转化。

第二主因子轴 F2 的方差贡献为 14.40%,以单位农用地产值、地均产值、建设用地投资强度、建设用地地均产值为表征。单位农用地产值对第二主因子的贡献为 39.08%,在 F2 主因子中,各因素的载荷依次为:单位农用地产值为 2.18、地均产值 1.23、建设用地投资强度-1.087、建设用地地均产值-0.69。表明建设用地投资增加在增加建设用地产值的同时,却是以较大的农用地产值损失为代价的,总体上也导致了地均产值的减少。

从样本分布情况看,上海、天津、北京土地利用综合效率高,两个主因子形成了良性互动的局面;其它各省都或多或少的存在随农地机械化水平和粮食单产提高、建设用地投资强度加大,建设用地产值增加,土地产出总体效益下降的情况。

4.1.2 F1(G1)-F3(G3)投影分析

以 F1、G1 为横坐标,F3、G3 为纵坐标,作 F1(G1)-F3(G3)投影图分析。F1(G1)-F3(G3)投影面的 F1 和 F3 主因子轴说明了总变差的 85.27%。与 F1(G1)-F2(G2)投影面相同,单位农用地产值、农地机械化水平与粮食单产呈负相关,其他各因子集中分布在原点(投影中心)附近,但其分布有沿着 F3 轴延伸的趋势,说明 F3 也是一个不能忽视次主因子轴。

第三主因子 F3 的方差贡献为 0.79%,以人均 GDP、地均产值和单位农用地产值为表征,综合反映了中国土地利用产出效率和利用水平。在因子载荷中人均 GDP 占 F3 比重最大(-11.08),其次为地均产值和单位农用地产值,分别为-3.99 和 2.087。单位农用地产值与人均 GDP、地均产值呈负相关,说明随着经济的发展,第一产业的比率随着第二产业、第三产业比率的提高有所降低,第一产业对于

表 3 Q-型因子载荷

Tab.3 Q-factor loading

样本	G1	G2	G3	样本	G1	G2	G3
北京	0.3697	0.3919	1.5516	湖北	0.1652	-0.2705	1.1347
天津	0.2849	0.7369	-1.9135	湖南	0.1633	-0.3031	1.6235
河北	0.1825	-0.2150	0.2508	广东	0.2588	-0.1965	7.1283
山西	0.1653	-0.3219	0.6041	广西	0.1583	-0.3781	0.9432
内蒙古	0.1354	-0.4579	-2.4445	海南	0.1293	-0.1767	1.6837
辽宁	0.1945	-0.3236	-2.9761	重庆	0.1839	-0.4195	-4.0069
吉林	0.1507	-0.3778	-2.3812	四川	0.1631	-0.4380	0.2463
黑龙江	0.1330	-0.3297	2.3680	贵州	0.1413	-0.3831	0.1408
上海	0.5399	1.9815	-1.1755	云南	0.1555	-0.4636	-0.4938
江苏	0.2571	0.1528	-0.2791	西藏	0.1526	-0.5564	-3.6399
浙江	0.2786	-0.3361	2.3760	陕西	0.1703	-0.4598	-1.4327
安徽	0.1474	-0.1968	-2.5019	甘肃	0.1040	-0.2782	0.7434
福建	0.2409	-0.5222	2.2840	青海	0.1001	-0.3427	-0.7652
江西	0.1588	-0.3664	-1.0313	宁夏	0.1376	-0.3756	-1.9184
山东	0.2203	-0.0116	0.1502	新疆	0.1058	-0.3348	0.2207
河南	0.1778	-0.1150	-0.5502				

GDP 的贡献在逐渐下降,产业结构趋于合理化。从样本分布的角度考虑,上海、天津、北京、江苏、广东、浙江和福建偏离第三主因子轴,说明了这些省份第二、第三产业在 GDP 中所占比率高,而第一产业所占比率相对低。

4.1.3 F2(G2)-F3(G3)投影分析

以 F2、G2 为横坐标,F3、G3 为纵坐标,作 F2(G2)-F3(G3)投影图分析。F2(G2)-F3(G3)投影面的 F2 和 F3 主因子说明了总变差的 15.19%。单位农用地产值、地均产值对第二主因子 F2 的贡献最大,同时这两个因素也是第三主因子 F3 的主要因素,在 F3 轴上表现为负相关,与前面分析的结果一致。在所有的评价因素中,除单位农用地产值、建设用地产值、地均产值、人均 GDP 和建设用地投资强度外,其他因素基本分布在投影中心,沿第三主因子 F3 伸展的分布较 F1-F3 投影面不显著。从样本分布的角度考虑,除了北京、上海、天津和江苏,其他均分布在 F3 主因子轴左侧,基本以 F2 主因子轴对称分布。

4.2 综合评价分区

根据对应分析的结果,按因素变量和样本在投影面的分布特征,以 F1(G1)-F2(G2)投影面为依据,以 F1(G1)-F3(G3)和 F2(G2)-F3(G3)投影面作参考,将我国土地利用综合效益评价分为 7 个区域(图 1):I 区:上海、北京、天津。位于主因子 F1 轴右侧,第二主因子 F2 轴上端,受 F2 主因子轴的控制作用最强。这些省份农地机械化水平很低,上海粮食单产高,其它两区域一般;地均产值高,建设用地投资强度大,建设用地地均产值也高;单位农用地产值



高,大于 722518 元/hm<sup>2</sup>。建设用地产出与农业用地产出呈现良性互动局面。

II 区:江苏。位于主因子 F1 轴右侧,I 区下部,F2 轴上端,坐标位置同时受 F1、F2 的共同控制,但更多的由 F1 主因子控制。农地机械化水平较高,粮食单产高,单位农用地产值较高;建设用地投资强度、建设用地地均产值、地均产值较高。刚好处在建设用地产出与农业用地产出良性互动的分界线边缘。

III 区:浙江、广东、山东。位于主因子 F1 轴右侧,II 区下部,坐标位置同时受 F1、F2 的共同控制,F1 主因子控制力度较 II 区加大。除山东机械化水平为全国最高之外,另外两省农地机械化水平一般,粮食单产较 I 区高;建设用地投资强度、建设用地地均产值较高;单位农用地产值处于中等偏上水平。出现建设用地产出与农业用地产出不协调的局面。

IV 区:福建。位于主因子 F1 轴右侧,III 区下部,坐标位置同时受 F1、F2 的共同控制,F2 主因子作用相对增加。农地机械化水平较低,粮食单产较高;建设用地投资强度、建设用地地均产值较高;单位农用地产值处于中等水平。呈现建设用地产出与农业用地产出不协调的局面。

V 区:辽宁、重庆、河北、河南。分布于 III 区、IV 区左侧,第二主因子控制有所减弱。农地机械化水平与粮食单产的组合分别为:河北:高-中;辽宁:中-高;河南:高-较高;重庆:很低-低。建设用地投资强度、建设用地地均产值中等;单位农用地产值处于中等水平。呈现建设用地产出与农业用地产出不协调的局面。

VI 区:陕西、山西、湖北、湖南、四川、江西、广西、云南、西藏、吉林、安徽、贵州。分布在 V 区左侧,第二主因子控制进一步减弱。农地机械化水平中等或低水平,粮食单产除吉林、湖南、湖北高水平,贵州、云南、陕西水平较低外,普遍属于中等水平;单位农用地产值除四川、贵州、云南、西藏水平很低外,其它各省区为低水平;建设用地投资强度与建设用地地均产出多为低水平。

VII 区:宁夏、内蒙古、黑龙江、海南、新疆、甘肃、青海。分布位置继续向左侧移动,受第一主因子绝对控制。农地机械化水平低或很低水平,粮食单产新疆高水平,宁夏、海南中等水平,青海、甘肃很低水平;单位农用地产值除海南低水平外,其它各省区为很低水平;建设用地投资强度与建设用地地均产出多为很低水平。



图 1 中国土地利用综合效益分区图

Fig.1 The subareas of comprehensive effectiveness of land-use of China

## 5 结论与讨论

对应分析法从数据变异的角度从大量的指标与样本数据中提取有用的信息,侧重于数据整体范围内的分布规律的研究,可以将内部较小的变异显示出来,同时通过投影图的分析,可以清楚地显示各个指标之间的相互关系,也能清楚地显示指标与样本、样本与样本之间的关系。本研究证明,对应分析的方法对区域土地利用综合效益进行分类研究是可行的。

我国土地利用综合效率主要受以农地机械化水平、粮食单产和单位农用地产值为表征的第一主因子(方差贡献为 84.48%)和以单位农用地产值、地均产值、建设用地投资强度、建设用地地均产值为表征的第二主因子(方差贡献为 14.40%)的控制。反映土地利用质量与资源丰度的因素作用微弱,表明我国土地利用总体效益水平仍处于经济利益为主的阶段;在提高人居环境方面要加强力度。

农地机械化水平与粮食单产呈正相关,单位农用地产值与农地机械化水平、粮食单产呈负相关。说明目前中国农业生产处在边际效益为负的阶段,必须加快结构调整和深加工转化。建设用地投资增加在增加建设用地产值的同时,却是以较大的农用地产值损失为代价的,总体上也导致了地均产值的减少。因此,应适当控制建设用地的规模扩张,大力提升其用地效率;协调城乡建设与农业发展的利益关系,在进行城乡建设的同时切实保护好农业用地,提升农业用地的产出效率。从样本分布情况看,上海、天津、北京、江苏土地利用综合效率高,两个主因子形成了良性互动的局面;其它各省都或多或少的存在随农地机械化水平和粮食单产提高、建设

用地投资强度加大,建设用地产值增加,土地产出总体效益下降的情况。

通过对应分析,可以对影响我国土地利用综合效益的因素及我国各省(市、自治区)土地利用综合效率空间分布状况有一个比较准确的了解,可以较准确把握我国土地利用状况,利于对土地利用的不合理之处做出针对性的调整,使我国各省区土地利用向可持续发展的方向发展。

参考文献

[1] 朱瑜馨, 张锦宗. 聊城市土地利用现状评价研究. 水土保持研究, 2007, 14(3): 24-26.

[2] 田春, 李世平. 基于 DEA 方法的山西省城市土地利用相对效率分析. 国土与自然资源研究, 2009(1): 43-44.

[3] 王秀红, 何书金, 张懿锂, 等. 基于因子分析的中国西部土地利用程度分区. 地理研究, 2001, 20(6):732-738.

[4] 宁波, 龚文峰, 范文义. 基于 RS 和 GIS 帽儿山土地利用适宜性评价. 东北林业大学学报, 2009, 37(2):56-58.

[5] 王雁雁, 王红梅. 基于土地利用现状评价的黑龙江省分区. 国土与自然资源研究, 2007(1): 52-53.

[6] 王琼, 高敏华, 瓦哈甫·哈力克. 基于因子分析的新疆土地利用经济效益分析. 农业系统科学与综合研究, 2008, 24(4): 385-390.

[7] 高啸峰, 王树德, 宫阿都, 等. 基于主成分分析法的土地利用/覆被变化驱动力研究. 地理与地理信息科学, 2009, 25(1): 36-39.

[8] 李岩岩, 傅桦, 张洪睿. 济南市可持续土地利用研究. 首都师范大学学报:自然科学版, 2009, 30(1): 65-69.

[9] 蒋春艳, 刁承泰. 土地利用经济效益时空变异分析. 水土保持通报, 2008, 28(6):130-137.

[10] 廖晓勇, 陈治谏, 王海明, 等. 西藏土地利用综合分区. 山地学报, 2009, 27(1): 96-101.

[11] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析. 3 版. 北京: 电子工业出版社, 2006: 506-512.

[12] 曾道明, 纪宏金, 高文, 等. R-Q 型因子分析与对应分析. 物探化探计算技术, 2008, 30(1): 78-80.

[13] 虞欣, 郑肇葆. 基于对应分析的训练样本的选择. 测绘学报, 2008, 37(2): 190-195.

[14] 张瑞钢, 钱家忠, 赵卫东, 等. 对应分析法在地下水化学特征分析中的应用. 合肥工业大学学报: 自然科学版, 2008, 31(10): 1552-1555.

[15] 苏艺, 许兆义, 鄢贵权. 对应分析方法在地下水环境系统分析中的应用. 北方交通大学学报, 2004, 28 (4): 48-53.

[16] 高思璇. 应用多元统计分析. 北京: 北京大学出版社, 2005.

[17] 祝国瑞, 张根寿. 地图分析. 北京: 测绘出版社, 1994, 291-308.

[18] 朱会议. 中国土地利用的分区优势及其演化机制. 地理学报, 2007, 62(12): 1318-1326.

[19] 陈佑启, Peter H Verburg, 徐斌. 中国土地利用变化及其影响的空间建模分析. 地理科学进展, 2000, 19(2): 116-127.

[20] 孟晓晨, 赵星烁. 中国土地利用总体规划实施中主要问题及成因分析. 中国土地科学, 2007, 21(3): 19-31.

Comprehensive Effectiveness Evaluation of Land-use in China  
Based on Correspondence Analysis

ZHU Yuxin<sup>1</sup>, ZHANG Jinzong<sup>1,2</sup>

(1. College of Environment and Planning of Liaocheng University, Liaocheng 252059, China;  
2. Institute of Geography and Remote Sensing, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Effectiveness evaluation is the base and starting point for land-use general planning. Taking 31 provinces, autonomous regions and municipalities of China inland as samples, an index system including product effectiveness, quality status, structure status, utilizing level, utilizing intensity, and conditions of resources is set up for comprehensive evaluation of China's land-use. Under the help of Matlab6.5 we used correspondence analysis to characterize the status of comprehensive effectiveness of land-use in China. The conclusions of the study are: 1) China's land-use effectiveness is controlled under the first and the second main factors which express the effects of production effectiveness and utilizing intensity, and the factors of quality status and amount of resources have limited effects on China's land-use effectiveness. 2) Investment increase in construction results in increase of the output from construction land and the decrease of the output from agricultural land, and eventually results in the loss of output of land-use. 3) 31 provinces, autonomous regions and municipalities are assorted into 7 types, and Shanghai, Beijing, Tianjin belong to a high-level type of which two main factors act harmoniously.

**Key words:** correspondence analysis; comprehensive effectiveness; Land-use; factor loading; China

本文引用格式:  
朱瑜馨, 张锦宗. 对应分析在土地利用综合效益评价中的应用. 地理科学进展, 2010, 29(4): 478-482.