

我国建筑业可持续发展综合评价*

——1999~2003年31个省(自治区、直辖市)的综合评价

陆宁, 蔡爱云, 黄永安, 刘爱华

(长安大学 建筑工程学院, 陕西西安 710061)

摘要: 阐述了实现建筑业可持续发展的重要性;给出了评价指标无量纲化的处理方法以及可持续发展综合评价的加权平均法、空间几何距离法和综合平均值法;并且基于建筑业的实际发展情况构建了建筑业可持续发展评价指标体系;最后运用加权平均法、空间几何距离法和综合平均值法对我国31个省(自治区、直辖市)的建筑业可持续发展进行了综合评价,确定了各省(自治区、直辖市)的建筑业可持续发展水平在全国的排名。

关键词: 建筑业;可持续发展;综合评价;加权平均法;空间几何距离法;综合平均值法

中图分类号: F407.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7329(2006)04-0094-04

Synthetic Evaluation of Sustainable Development of Construction Industry in China——Data of 31 Provinces (Autonomous Regions and Municipalities) from 1999 to 2003

LU Ning, CAI Ai-yun, HUANG Yong-an, LIU Ai-hua

(School of Civil Engineering, Chang'an University, Xi'an 710061, P. R. China)

Abstract: This paper has expounded the importance of achieving the sustainable development of construction industry in China, and given the methods of standardizing the evaluation indexes and the weight average method, the distance of space geometry method and the synthetic average method of sustainable development synthetic evaluation. According to the real development of the construction industry, this text has set up the construction industry sustainable development evaluation index system, appraised comprehensively the sustainable development of construction industry of 31 provinces (autonomous regions, the municipalities directly under the Central Government) using the weight average method, the distance of space geometry method and the synthetic average method, and ascertained their sequence among the whole country finally.

Keywords: construction industry; sustainable development; synthetic evaluation; the weight average method; the distance of space geometry method; the synthetic average method

对于可持续发展的理解,国内外学者持有许多不同的观点,挪威前首相布伦特兰夫人提出的“可持续发展是既满足当代人的需求,又不对后代人满足其自身需求的能力构成危害的发展”^[1]赢得了大多数学者的认同。目前,可持续发展的基本思想逐步向社会经济的各个领域渗透,建筑业作为国民经济的支柱产业,更应顺应历史潮流进行可持续发展。鉴于当前对建筑业可持续发展的认识尚停留在主观分析阶段,因此,本文在反映建筑业可持续发展各个方面的大量实际数据

的基础上,对建筑业可持续发展进行综合评价,实现对建筑业可持续发展的量化分析,为科学制定对策提供依据。

1 建筑业可持续发展综合评价原理

1.1 确定综合评价指标体系

遵循科学性、全面性、简明性、政策相关性^[2]、可比性和动态性的原则,根据建筑业的实际情况,运用分层法^[3]建立建筑业可持续发展综合评价指标体系如

* 收稿日期:2006-01-17

作者简介:陆宁(1953-),男,河北乐亭人,教授,主要从事管理工程、技术经济研究。

图1所示:

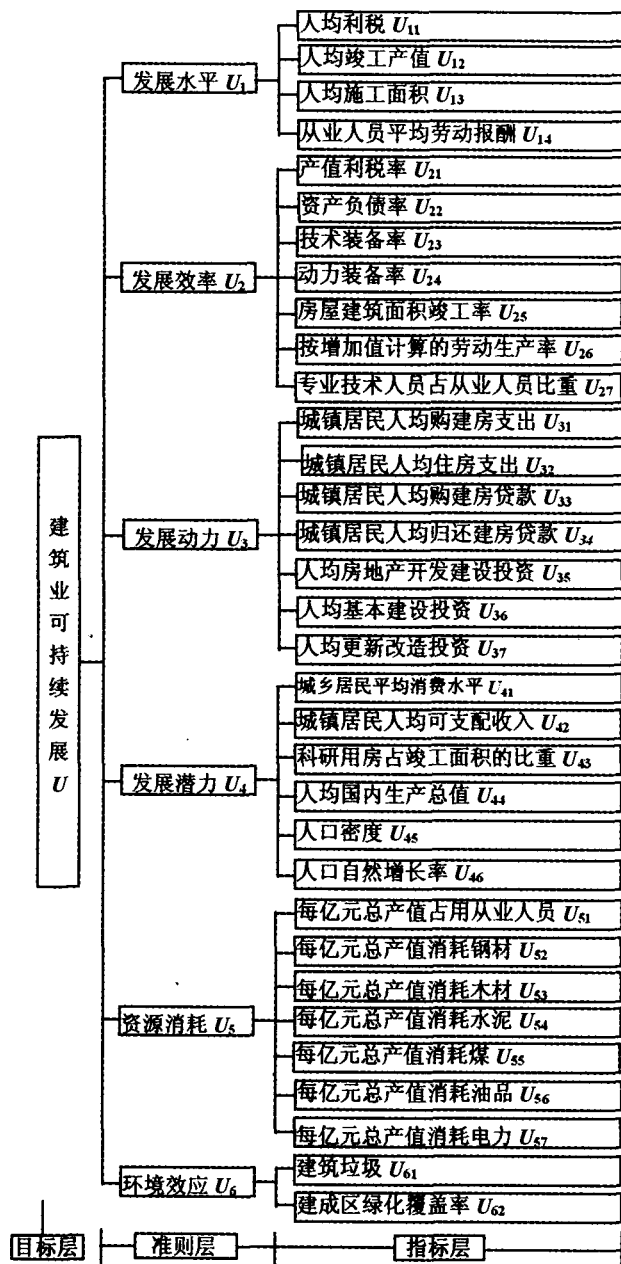


图1 建筑业可持续发展综合评价指标体系

1.2 评价指标无量纲化

不同的评价指标的量纲可能不同,为了消除量纲不同所带来的不可公度性,应将评价指标进行无量纲化处理。

1.2.1 评价指标分类 评价指标的类型可分为4种^[4]:

- 1) 效益型指标(越大越优型);
- 2) 成本型指标(越小越优型);
- 3) 固定型指标(最佳值型);
- 4) 区间型指标(区间最优型)。

1.2.2 各类型评价指标无量纲化的方法 对各种不同类型的评价指标可分别按如下方法进行无量纲化处

理:

对于效益型指标,令 $y = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$ (1)

对于成本型指标,令 $y = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}}$ (2)

对于固定型指标,令 $y = 1 - \frac{|x - x_b|}{\max\{|x_i - x_b|\}}$ (3)

对于区间型指标,令

$$y = \begin{cases} 1 - \frac{b_1 - x}{\max\{|b_1 - x_{\min}|, |x_{\max} - b_2|\}} & x < b_1 \\ 1 & x \in [b_1, b_2] \\ 1 - \frac{x - b_2}{\max\{|b_1 - x_{\min}|, |x_{\max} - b_2|\}} & x > b_2 \end{cases} \quad (4)$$

式中: y 为评价指标无量纲化处理后的数值; x 为评价指标实际数值; x_{\min} 为评价指标最小值; x_{\max} 为评价指标最大值; x_b 为评价指标平均值; x_i 为第*i*年的评价指标数值,其中*i*=1,2,...,n; b_1 为评价指标最优区间的下限; b_2 为评价指标最优区间的上限。

1.3 综合评价

分别采用加权平均法和空间几何距离法计算出我国31个省(自治区、直辖市)建筑业的可持续发展指数,并根据指数的大小分别进行排名,然后采用综合平均值法对这两种排名结果进行综合排名。

1.3.1 加权平均法 加权平均法的基本步骤如下:

- 1) 采用层次分析法^[5]对准则层和指标层的评价指标赋予不同的权重;
- 2) 对指标层的各评价指标数据进行无量纲化处理;
- 3) 计算准则层中各分目标的可持续发展指数,计算式如下:

$$Q_i = \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij} w_{ij} \quad (5)$$

4) 计算目标层的可持续发展指数,计算式如下:

$$SDI = \sum_{i=1}^m Q_i w_i \quad (6)$$

式中: Q_i 为准则层中第*i*个分目标的可持续发展指数; y_{ij} 为准则层中第*i*个分目标中第*j*个评价指标的无量纲化数值; w_{ij} 为准则层中第*i*个分目标中第*j*个评价指标的权重; n_i 为准则层中第*i*个分目标的评价指标个数; SDI 为建筑业可持续发展综合指数; w_i 为准则层中第*i*个分目标的权重; m 为准则层中分目标的个数。

1.3.2 空间几何距离法 空间几何距离法是利用空间几何距离的思想,把建筑业的可持续发展状态(即为实际点)看成由各个指标所确定的多维空间中的一

个点,通过计算实际点与临界点以及实际点与理想点之间的欧氏距离,然后计算建筑业可持续发展综合指数,从而对建筑业的可持续发展进行综合评价。其基本步骤如下:

1) 对指标层的各评价指标数据进行无量纲化处理;

2) 分别计算实际点 Y 与临界点 O_1 、实际点 Y 与理想点 O_2 以及临界点 O_1 与理想点 O_2 之间的欧氏距离:

实际点 Y 、临界点 O_1 以及理想点 O_2 的坐标点分别表示为:

$$Y = (y_1, y_2, \Lambda, y_n)$$

其中: $n = \sum_{i=1}^m n_i$; $O_1 = (0, 0, \Lambda, 0)$; $O_2 = (1, 1, \Lambda, 1)$

则实际点 Y 与临界点 O_1 、实际点 Y 与理想点 O_2 以及临界点 O_1 与理想点 O_2 之间的欧氏距离的计算式分别如下:

$$YO_1 = \sqrt{\sum_{k=1}^n y_k^2} \quad (7)$$

$$YO_2 = \sqrt{\sum_{k=1}^n (y_k - 1)^2} \quad (8)$$

$$O_1O_2 = \sqrt{n} \quad (9)$$

3) 计算线段 YO_2 与线段 O_1O_2 的夹角余弦,计算式如下:

$$\cos\theta = \frac{O_1O_2^2 + YO_2^2 - YO_1^2}{2O_1O_2 \cdot YO_2} \quad (10)$$

4) 计算目标层的可持续发展指数,计算式如下:

$$SDI = \frac{YO_1}{YO_1 + YO_2} \cos\theta \quad (11)$$

1.3.3 综合平均值法 综合平均值法的原理是:求出不同地区在各自不同排序结果中所排位次(序数)的算术平均值,并基于平均值从小到大排序。若两个地区所对应的平均值相同,则有较小方差的那个地区排在前面。该原理可描述为:

设在进行建筑业可持续发展综合评价时共选用 s 种综合评价方法(或 s 年),地区 t (共有 r 个地区)在第 q 种评价方法(或第 q 年)下所排的位次(序数)为 P_{tq} , $t = 1, 2, \dots, r; q = 1, 2, \dots, s$ 。

令
$$a_t = \frac{1}{s} \sum_{q=1}^s P_{tq} \quad (12)$$

按 a_t 的值对不同地区进行排序, a_t 越小,则该地区的位次越靠前。若对于地区 t 和地区 v 有 $a_t = a_v$, 则比较方差 $\sigma_t^2 = \frac{1}{s-1} \sum_{j=1}^s (P_{tj} - a_t)^2$ 和方差 $\sigma_v^2 = \frac{1}{s-1} \sum_{j=1}^s (P_{vj} - a_v)^2$, 方差小者排在前面。

2 我国31个省(自治区、直辖市)建筑业可持续发展综合评价

2.1 确定评价指标体系

我国31个省(自治区、直辖市)建筑业可持续发展评价指标体系见图1。限于篇幅,1999~2003年其评价指标数据不再列出,可参见各类统计年鉴。

2.2 评价指标无量纲化

2.2.1 评价指标分类 由图1可把评价指标分为以下四类:

效益型: $U_{11}, U_{12}, U_{14}, U_{21}, U_{23}, U_{24}, U_{25}, U_{26}, U_{27}, U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}, U_{35}, U_{36}, U_{37}, U_{41}, U_{42}, U_{43}, U_{44}, U_{45}, U_{46}, U_{62}$; 成本型: $U_{51}, U_{52}, U_{53}, U_{54}, U_{55}, U_{56}, U_{57}, U_{61}$; 固定型: U_{13} ; 区间型: U_{22} 。

2.2.2 评价指标无量纲化 将1999~2003年我国31个省(自治区、直辖市)建筑业可持续发展评价指标数据按指标分类分别代入式(1)~(4)进行无量纲化。

2.3 综合评价

分别采用加权平均法、空间几何距离法和综合平均值法,对1999~2003年我国31个省(自治区、直辖市)的建筑业可持续发展进行综合评价。

2.3.1 加权平均法 采用层次分析法对准则层和指标层的评价指标赋予不同的权重,结果如表1所示。

根据表1和评价指标无量纲化结果,由式(5)和式(6)可得1999~2003年我国31个省(自治区、直辖市)建筑业的各年可持续发展指数,根据其指数可得其排名,如表2所示。

表1 各评价指标的权重数值表

| 准则层 | 权重 w_i | 指标层 | 权重 w_{ij} |
|----------|----------|---------------|-------------|
| 发展水平 | 0.035 | 人均利税 | 0.483 |
| | | 人均竣工产值 | 0.157 |
| | | 人均施工面积 | 0.088 |
| | | 从业人员平均劳动报酬 | 0.272 |
| 发展效率 | 0.167 | 产值利税率 | 0.055 |
| | | 资产负债率 | 0.005 |
| | | 技术装备率 | 0.283 |
| | | 动力装备率 | 0.168 |
| | | 房屋建筑面积竣工率 | 0.019 |
| | | 按增加值计算的劳动生产率 | 0.019 |
| 发展动力 | 0.086 | 专业技术人员占从业人员比重 | 0.451 |
| | | 城镇居民人均购建房支出 | 0.087 |
| | | 城镇居民人均住房支出 | 0.048 |
| | | 城镇居民人均购建房贷款 | 0.087 |
| | | 城镇居民人均归还建房贷款 | 0.022 |
| | | 人均房地产开发建设投资 | 0.296 |
| 人均基本建设投资 | 0.296 | | |
| 人均更新改造投资 | 0.164 | | |

续表 1

| 准则层 | 权重 w_i | 指标层 | 权重 w_{ij} |
|------|----------|--------------|-------------|
| 发展潜力 | 0.086 | 城乡居民平均消费水平 | 0.212 |
| | | 城镇居民人均可支配收入 | 0.375 |
| | | 科研用房占竣工面积的比重 | 0.028 |
| | | 人均国内生产总值 | 0.212 |
| | | 人口密度 | 0.112 |
| 资源消耗 | 0.313 | 人口自然增长率 | 0.061 |
| | | 每亿元总产值占用从业人员 | 0.026 |
| | | 每亿元总产值消耗钢材 | 0.040 |
| | | 每亿元总产值消耗木材 | 0.190 |
| | | 每亿元总产值消耗水泥 | 0.103 |
| | | 每亿元总产值消耗煤 | 0.254 |
| | | 每亿元总产值消耗油品 | 0.331 |
| 环境效应 | 0.313 | 每亿元总产值消耗电力 | 0.056 |
| | | 建筑垃圾 | 0.586 |
| | | 建成区绿化覆盖率 | 0.414 |

表 2 1999~2003 年可持续发展总排名表

| 省份 | 年份 | | | | | 1999~2003 综合名次 |
|-----|------|------|------|------|------|-------------------|
| | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | |
| 天津 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 北京 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 新疆 | 3 | 4 | 3 | 4 | 8 | 3 |
| 黑龙江 | 5 | 6 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 福建 | 14 | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 宁夏 | 7 | 7 | 8 | 12 | 7 | 6 |
| 广东 | 8 | 8 | 12 | 13 | 4 | 7 |
| 吉林 | 13 | 10 | 5 | 10 | 11 | 8 |
| 辽宁 | 9 | 13 | 11 | 8 | 9 | 9 |
| 青海 | 16 | 16 | 7 | 6 | 6 | 10 |
| 西藏 | 6 | 5 | 17 | 9 | 17 | 11 |
| 上海 | 17 | 9 | 9 | 7 | 13 | 12 |
| 云南 | 12 | 12 | 6 | 9 | 20 | 13 |
| 湖北 | 11 | 14 | 16 | 11 | 10 | 14 |
| 海南 | 4 | 18 | 15 | 18 | 12 | 15 |
| 陕西 | 10 | 21 | 13 | 16 | 14 | 16 |
| 广西 | 22 | 11 | 14 | 14 | 15 | 17 |
| 浙江 | 15 | 17 | 18 | 20 | 19 | 18 |
| 河南 | 19 | 20 | 19 | 22 | 16 | 19 |
| 山西 | 21 | 24 | 10 | 17 | 25 | 20 |
| 河北 | 18 | 22 | 21 | 21 | 18 | 21 |

续表 2

| 省份 | 年份 | | | | | 1999~2003 综合名次 |
|-----|------|------|------|------|------|-------------------|
| | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | |
| 湖南 | 23 | 19 | 22 | 15 | 21 | 22 |
| 贵州 | 20 | 15 | 24 | 19 | 23 | 23 |
| 江苏 | 24 | 23 | 26 | 24 | 24 | 24 |
| 江西 | 28 | 25 | 20 | 23 | 26 | 25 |
| 安徽 | 27 | 27 | 25 | 22 | 27 | 26 |
| 内蒙古 | 26 | 28 | 23 | 25 | 30 | 27 |
| 山东 | 25 | 29 | 30 | 29 | 22 | 28 |
| 重庆 | 29 | 26 | 27 | 26 | 28 | 29 |
| 四川 | 30 | 30 | 29 | 28 | 29 | 30 |
| 甘肃 | 31 | 31 | 28 | 27 | 31 | 31 |

2.3.2 空间几何距离法 由式(7)~(11)可得1999~2003年我国31个省(自治区、直辖市)建筑业的各年可持续发展指数,根据其指数可得其排名,见表2。

2.3.3 综合平均值法 根据加权平均法和空间几何距离法所得1999~2003年我国31个省(自治区、直辖市)建筑业的各年可持续发展水平总排名,再由式(12)可得1999~2003年的综合排名,如表2所示。

3 结语

由表2可以看出,1999~2003年期间,天津、北京两个直辖市的建筑业可持续发展水平一直遥遥领先;新疆、黑龙江、福建、宁夏的建筑业可持续发展水平处于领先地位;甘肃、四川、重庆、山东、内蒙古的建筑业可持续发展水平一直处于落后地位;青海的建筑业可持续发展水平逐年提高。

参考文献:

- [1] 曹利军. 可持续发展评价理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 谢洪礼. 关于可持续发展指标体系的述评(一)[J]. 统计研究, 1998, (6): 54-58.
- [3] 王艳洁, 郑小贤. 可持续发展指标体系研究概述[J]. 北京林业大学学报, 2001, 23(3): 103-106.
- [4] 闫旭骞, 胡丽竹, 王广成. 矿区可持续发展评价方法研究[J]. 有色金属, 2003, 55(4): 2-4.
- [5] 王莲芬, 许树柏. 层次分析法引论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1990.