文章编号:1673-9469(2014)02-0106-04 doi:10.3969/j.issn.1673-9469.2014.02.027

AHP和模糊综合评判在绿色建筑中的评价研究

王飞[1],胡静娴[1],黄晶[2]
(1.河北工程大学 经管学院,河北 邯郸 056038;2.哈尔滨工业大学 建筑学院,黑龙江 哈尔滨 150006)

摘要:针对绿色建筑,建立了一套系统的、公正的绿色建筑评价体系,采用层次分析法(AHP)对该评价体系各个因素进行权重分析,在此基础上建立模糊综合评价模型。基于该模型,对实际案例进行绿色建筑评价,计算得到该案例的总体评价质量为"良好"。通过实例说明模糊综合评价模型能够有效地评价绿色建筑的"绿色"程度。

关键词:绿色建筑;层次分析法;模糊综合评判
中图分类号:TU-023 **文献标识码**:A

AHP and fuzzy comprehensive evaluation in green building evaluation Research

WANG Fei[1], HU Jing-Xian[1], HUANG Jing[2]
(1. School of Economics and Management, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China;
2. School of Architecture, Harbin Institute of Technology, Heilongjiang Haerbin 150006, China)

Abstract: With the rapid development of China's construction industry, but also with a lot of waste of resources and environmental pollution, are seriously threats to the human living environment. Green building research, therefore, become today's construction goal, which needs establish a set of system, justice, green building evaluation system. This program uses analytic hierarchy process for green buildings weight analysis. On this basis, an effective solution to the problem of green building evaluation fuzzy comprehensive evaluation model was established by taken examples of green building evaluation of the case. The case evaluation of the overall quality is "good". Examples of calculation described by fuzzy comprehensive evaluation model can effectively evaluate the "green" level of green building.

Key words: green building; analytic hierarchy process (AHP); Fuzzy comprehensive evaluation

当前,建筑已经成为我国经济发展的重要组成部分,传统的建筑发展模式已经不满足全球的可持续发展战略目标的要求。如今鼓励和推动绿色建筑的发展已经成为不可逆转的时代潮流。目前,许多国家相继出现了一些绿色建筑评价工具,主要有英国的BREEAM系统和美国的LEED系统等,这些都是比较成功的绿色建筑评价体系,值得借鉴,到2003年,我国首套完整的绿色建筑评估体系推出[1]。结合模糊综合评判方法的绿色建筑评价,因为考虑到因素的模糊性,可以得到更加可靠的数据,但其很少得到应用。本文的研究是将模糊综合评判与层次分析法交叉使用,使绿色建筑的评价用数据表示,更加具体化,也使人们更加理解绿色建筑的内涵。

1 绿色建筑评价指标体系的建立

建立适当的评价指标是绿色建筑评价中最关键的一环[2]。绿色建筑评价就是对申请绿色建筑评定的建筑物进行分析,并根据特定的标准对该建筑物的"绿色"进行评估打分。通过对建筑物的分析和评估,可以科学的对绿色建筑的评审提供依据。

绿色建筑的评价有诸多方面的影响因素,我们根据国家绿色建筑评价标准为依据,国家绿色建

收稿日期:2013-12-05
作者简介:王飞(1963-),女,黑龙江黑山人,硕士,教授,从事建筑工程与施工项目管理方面的研究。

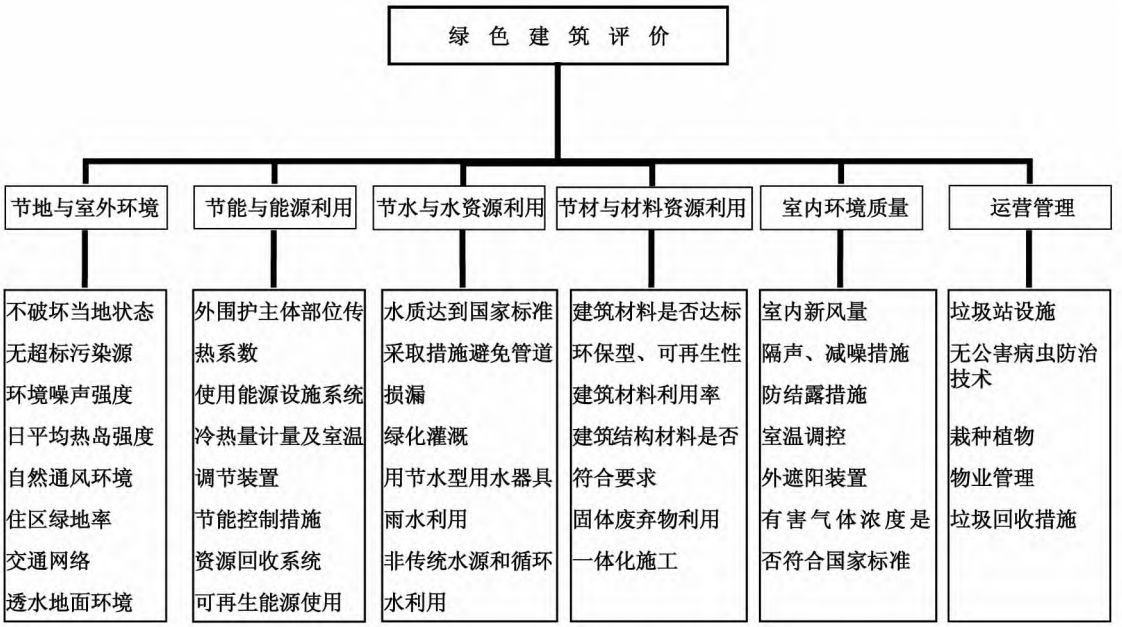

图1 绿色建筑评价体系

Fig. 1 Green building rating system

筑评价标准由六个一级指标组成:节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量和运营管理。在这六大一级指标下可以根据需要又可大致分为 36 个二级指标。其详细结构见图 1。

2 AHP 和模糊综合评价理论

层次分析法(AHP)是将需要解决问题有关因素分为目标层(最高层)、准则层(中间层)和措施层(最底层)。模糊综合评价方法的独特性即在于他的“模糊”,它可以将一些模糊复杂的不确定的因素进行量化,从而对评价事物的隶属等级状况进行评价。它弥补了用精确数学方法无法推理计算的领域,因此得到了广大研究者十分广泛的应用。

3 AHP 与综合评判的应用

3.1 项目概况

此地块位于江苏省东南部,是上海经济圈中的一个重要的新型工商城市,历史悠久,物产丰富。此地块作为好孩子集团总部的所在地,项目包括了办公中心、会议中心、以及展览中心,总建筑面积约 3.6 万平方米。该项目没有光污染干扰,绿化部分都是以江苏当地的树木分层种植,停车场区域采用渗水沥青铺面,有效的收集雨水至项目的雨水湖。供电部分在展厅的外立面装有太阳能光电发光板,产生的电量可供展厅区域以及会议中心照明使用。另外通风空调系统采用热回收装置,并且采用地源热泵等新技术。项目建成以后采取了有力的措施以保证该项目的运营管理。

3.2 确定各因素的权重

各因素的权重反映了各因素在绿色建筑评价体系中的重要程度[3],一般采用1~9标度方法[4]。通过咨询有关专家的意见,评定小组先对第二层指标层进行对比,形成绿色建筑各指标的判断矩阵。则判断矩阵如下:

$$A=\begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 1 & 3 & 2 \\ 1 & 1 & 1/2 & 1/3 & 1/2 & 1 \\ 1/2 & 2 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 \\ 1 & 3 & 2 & 1 & 1 & 1 \\ 1/3 & 2 & 1/2 & 1 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{列向量归一化}}$$

$$\begin{bmatrix} 0.23 & 0.1 & 0.25 & 0.21 & 0.38 & 0.27 \\ 0.23 & 0.1 & 0.06 & 0.07 & 0.06 & 0.13 \\ 0.12 & 0.2 & 0.13 & 0.27 & 0.25 & 0.07 \\ 0.23 & 0.3 & 0.25 & 0.21 & 0.13 & 0.13 \\ 0.08 & 0.2 & 0.06 & 0.21 & 0.13 & 0.27 \\ 0.12 & 0.1 & 0.25 & 0.21 & 0.06 & 0.13 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{按行求和}}$$

$$\begin{bmatrix}1.44\\0.75\\1.04\\1.25\\0.95\\0.87\end{bmatrix}\xrightarrow{\text{归一化}}\quad W=\begin{bmatrix}0.24\\0.13\\0.17\\0.21\\0.16\\0.15\end{bmatrix}$$

需要注意的是,每一列归一化后近似其相应的权重。具体的公式是:

$$W_i=1/n\sum_{j=1}^{n}\frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^{n}\alpha k1} \tag{1}$$

下面计算该矩阵的最大特 λ_{max}。

根据公式 $\lambda_{max}=\sum_{j=1}^{6}\frac{(AW)_i}{nW_i}$,$(AW)_i$ 表示向量 AW 的第 i 个元素。 (2)

代入数据得到该矩阵 $\lambda_{max}=6.6$。

一般情况下,由于判断矩阵是根据有关专家的经验人为赋予的值,具有一定的主观性,因此需要进行一致性检验。只要有通过检验,才能说明判断矩阵在逻辑上是合理的,才能继续对结果进行分析[5]。

具体的步骤是是:首先需要计算计算一致性指标 C.I

$$C.I=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \tag{3}$$

然后查表可得知到平均随机一致性指标 RI。

最后是计算一致性比率 C.R 并进行判断分析,若 C.R < 0.1,即认为判断矩阵具有满意度的一致性[6]。

$$C.R=\frac{C.I}{R.I} \tag{4}$$

本案例中,根据计算得到一致性比例 $C.R=0.096<0.1$,我们认为判断矩阵的满意度具有一致性特点,可以继续进行分析判断。

利用相同的方法计算决策层各指标对于准则层各指标的权重如下:

$W1=(0.1027,0.1455,0.21104,0.1563,0.1128,0.0589,0.0948,0.1186)$

$W2=(0.1597,0.2564,0.1111,0.1226,0.1529,0.1972)$

$W3=(0.1665,0.1849,0.0741,0.1781,0.2386,0.1578)$

$W4=(0.1542,0.1951,0.2436,0.1599,0.1647,0.0825)$

$W5=(0.1089,0.1989,0.2537,0.0894,0.2604,0.0886)$

$W6=(0.17780,0.2451,0.3396,0.0995,0.1377)$

3.3 绿色建筑的模糊综合评价模型

绿色建筑评价的重要因素主要是以上提到的六个方面,因此确定模糊综合评价的因素集就是:$U=\{$节地与室外环境,节能与能源利用,节水与水资源利用,节材与材料资源利用,室内环境质量,运营管理$\}$

根据模型中评价决策的实际需要,将评判等级标准划分为 5 个等级,分别是:

$V=\{v1,v2,v3,v4,v5\}=\{$好,良好,一般,较差,差$\}$

一般的,我们假设这五个等级分数分别是 9、7、5、3、1,分别请 20 位专家学者为该项目的绿色建筑评因素集下的准则层进行模糊评价打分,并将数据进行模糊综合评价运算[7]。

节地与室外环境评价向量运算:

$$A_1=W_1\times R_1=(0.1027,0.1455,0.21104,0.1563,0.1128,0.0589,0.0948,0.1186)\times$$

$$\begin{bmatrix}0.38&0.26&0.12&0.22&0.02\\0.38&0.21&0.2&0.18&0.03\\0.39&0.29&0.23&0.05&0.04\\0.33&0.23&0.21&0.2&0.03\\0.36&0.34&0.17&0.1&0.03\\0.37&0.41&0.08&0.09&0.05\\0.32&0.39&0.19&0.02&0.08\\0.43&0.36&0.13&0.05&0.03\end{bmatrix}$$

$$=(0.3719,0.2966,0.1801,0.115,0.037)$$

用同样的方法得到节能与能源利用评价向量结果为:

$A_2=(0.3982,0.3676,0.1539,0.0707,0.0094)$

节水与水资源利用评价向量结果为:

$A_3=(0.3456,0.3544,0.1389,0.127,0.0341)$

节材与材料资源利用评价向量结果为:

$A_4=(0.2856,0.3482,0.1765,0.1442,0.0455)$

室内环境质量评价向量结果为:

$A_5=(0.2823,0.3665,0.1768,0.1503,0.0241)$

运营管理评价向量结果为:

$A_6=(0.3330,0.405,0.1271,0.1056,0.0289)$

套入数值,分别对 6 个评价因素进行等级评价:

$V1=9\times0.37719+7\times0.2966+5\times0.1801$

$+3\times0.115+1\times0.037=6.7058$

$V2=9\times0.3983+7\times0.3676+5\times0.1539+3\times0.0707+1\times0.0094=7.1497$

$V3=9\times0.3456+7\times0.3544+5\times0.1389+3\times0.127+1\times0.0341=6.77008$

$V4=9\times0.2856+7\times0.3482+5\times0.1765+3\times0.1442+1\times0.0455=6.3684$

$V5=9\times0.2823+7\times0.3665+5\times0.1768+3\times0.1503+1\times0.0241=6.4652$

$V6=9\times0.3330+7\times0.405+5\times0.1271+3\times0.1056+1\times0.0289=6.8132$

通过以上计算,再根据划分的评级等级标准可以看出“节能与能源利用”评价指标的评价结果是“良好”,其他 5 项评价指标结果是“一般”,但是“节地与室外环境”,“节水与水资源利用”和“运营管理”接近于结果“良好”。再将总体的评价指标结果计算如下:

$$A=W\times R=(0.24,0.13,0.17,0.21,0.16,0.15)\times\begin{bmatrix}0.37 & 0.3 & 0.18 & 0.12 & 0.04\\ 0.4 & 0.37 & 0.15 & 0.07 & 0.01\\ 0.35 & 0.35 & 0.14 & 0.13 & 0.03\\ 0.29 & 0.35 & 0.18 & 0.14 & 0.05\\ 0.28 & 0.37 & 0.18 & 0.15 & 0.02\\ 0.33 & 0.41 & 0.13 & 0.11 & 0.03\end{bmatrix}=(0.3549,0.372,0.1713,0.1286,0.0336)$$

套入分值得:

$V=9\times0.3549+7\times0.372+5\times0.1713+3\times0.1286+1\times0.0336=7.0718$

说明该绿色建筑项目的总体评价质量为“良好”。

4 结语

将模糊数学应用到绿色建筑评价中来,可以方便对实际数据进行分析,得到具体的质量程度,因此模糊综合评判法在绿色建筑评价中运用是合理的;在权重的确定中运用 AHP 法,可以克服主观因素的影响,使评价结果具有实用性和客观性,实现权重确定的逻辑合理化;将模糊综合评判法与 AHP 综合运用可以用数量的形式确定该项目的绿色质量,更加具有说服力。

参考文献:

[1] 陈柳钦. 绿色建筑评价体系探讨[J]. 建筑经济,2011(6):48-49.

[2] 谷秀芝. 公路泥石流危险性评价方法与系统[D]. 重庆:重庆交通大学,2010.

[3] 宗 娜. 基于层次分析法和模糊综合评价法的人岗匹配评价模型的研究[J]. 中国证券期货,2013(1):259.

[4] 何 鑫,高福安. AHP-模糊综合评价法在电视台频道部门绩效考核中的应用[J]. 现代电视技术,2013(1):111.

[5] 林志刚. 地方政府审批流程绩效评价研究[D]. 北京:清华大学,2005.

[6] 景 婷,王 筠. 高校图书馆学专业建设质量的评价与分析[J]. 科技情报开发与经济,2013,23(3):152.

[7] 范 煜. 模糊综合评判在绿色建筑评价中的应用研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2011.

(责任编辑　王利君)