

The Key Factors of Promoting the Use of Green Building Materials for Interior Design and Decoration

Geng Li, Hui Xiong*

Guangdong Jinglong Construction Group, Co., Ltd., Guangzhou Guangdong
Email: 446972987@qq.com, *375610596@qq.com

Received: Feb. 20th, 2018; accepted: Mar. 6th, 2018; published: Mar. 14th, 2018

Abstract

Based on the relevant domestic and overseas literatures of green building materials for interior design and decoration, the factors for the use of green building materials have been discussed. Furthermore, by fuzzy analytic hierarchy process and questionnaire analysis, the relative importance of the factors above has been assessed and four key factors for "reducing environmental pollution" are selected.

Keywords

Green Material, Key Factor, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Questionnaire Survey

绿色设计与装修建材使用率提升的关键因素分析

李 耿, 熊 辉*

广东景龙建设集团有限公司, 广东 广州
Email: 446972987@qq.com, *375610596@qq.com

收稿日期: 2018年2月20日; 录用日期: 2018年3月6日; 发布日期: 2018年3月14日

摘 要

本研究在国内外室内设计与装修绿色建材相关文献的基础上, 整理出绿色建材使用的诸多因素; 利用模糊层次分析法, 对以上因素的重要性进行了评估, 并选出了四个对于“减少环境污染”的关键因素。
*通讯作者。

模糊层次分析法, 结合问卷调查进行分析, 评估了上述因素的相对重要程度, 并评选出“降低环境污染”的四大关键因素。

关键词

绿色建材, 关键因素, 模糊层次分析法, 问卷调查

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

建材工业是中国重要的材料工业, 中国已经是世界上最大的建筑材料生产国和消费国。主要建材产品水泥、平板玻璃、建筑卫生陶瓷、石材和墙体材料等产量多年居世界第一位。同时, 建材产品质量不断提高, 能源和原材料消耗逐年下降, 各种新型建材不断涌现, 建材产品不断升级换代。同时, 在建设节能社会和国家加强自主创新能力的背景下, 节能和技术创新主题将是行业的发展热点。2013年的“两会”提出, 《绿色建材产品目录》的编制刻不容缓! “两会”上多名委员就促进绿色建材产业发展发出了呼吁: 加快推进绿色建材发展, 加强标准认证体系建设, 尽快编制发布绿色建材产品目录。在积极推广目录产品的同时, 淘汰技术落后产品。2013年1月15日, 国家发改委、住建部联合出台了《绿色建筑行动方案》, 《绿色建材产品目录》编制工作也随之全面启动。

有鉴于此, 本文主要探讨在室内设计与装修工程中提升绿色建材使用率的关键成功因素。

2. 方法介绍

本研究以模糊层次分析法作为研究基础, 结合问卷调查, 分析并评估影响绿色建材使用率提升的各因素之间的相对重要性, 并总结出几个关键因素。模糊层次分析法结合了模糊集和理论与层次分析法两种数学工具。

2.1. 层次分析法(AHP)

在现实的世界里, 事物多具有多重属性, 且同时受各属性的影响, 因此在评估事物时, 有必要对相关属性做整体考虑与综合性的评估。决策理论(Decision Theory)发展的最新趋势是以多重目标函数取代以往仅有单一准则或目标函数。这种数量评估方法称为多准则决策(Multi-Criteria Decision Making Method, MCDM)。而多准则决策方法中, 层次分析法(Antalytic Hierarchy Process, AHP)由于其方法简单, 且容易使用, 而广为学界及业界使用。

层次分析法为美国匹兹堡大学教授 Saaty 于 1971 年为美国国防部进行应变规划问题工作时所发展, 于 1972 年应用于美国国家科学基金会一项产业对国家福利贡献程度以决定电力配额之研究; 1973 年 Saaty 为苏丹主持该国运输系统的项目研究, 使得层次分析法逐渐成熟。经过 Saaty 不断修正, 始于 1980 年提出一套完整的方法论[1]。随着时间的推移, AHP 的应用范围日益广泛。在应用 AHP 法处理复杂问题时, 大致可区分为下列六个步骤:

1) 问题描述与要素界定。将可能影响问题的要素均纳入考虑, 成立规划群, 根据过去相关的经验、学说、理论或通过群体脑力激荡、德菲尔法等过程, 将可能影响决策的因素列出。

2) 建立层次架构。找出影响问题行为的主要评估准则、次要评估准则、替代方案等, 构建整个层次结构。层次的建立可采取由上至下法进行, 逐一衍生出各个层次; 或采取由下至上法, 由方案逐步上溯到目标层次。层次多寡的决定, 则视实际问题分析之复杂度而定。原则上, 每一阶层的要素最好具有独立性, 每一阶层不应包含七个以上之族群, 每一族群亦以含七个以下要素为宜, 若有相依性可先就独立性与相依性各别分析后, 再加以合并处理。

3) 问卷设计与调查。每一层次要素在其上一层次某一要素作为评估基准下, 进行成对比较, 对每一个成偶比设计问卷, 评估尺度的基本划分包括五项, 即同等重要、稍重要、颇重要、极重要及绝对重要, 并分别赋予数值 1、3、5、7、9; 有四个尺度介于五个基本尺度之间, 并赋予 2、4、6、8 的衡量值。

4) 层次一致性检查。根据问卷调查所得到的结果, 建立成对比较矩阵与对偶比较矩阵, 然后计算该矩阵的特征向量作为该层次之优先向量, 整合各层次之优先向量即可得最后方案的相对优先值。

5) 整体层次一致性检查。若每一成偶比矩阵的一致性程度均符合要求, 则尚须检查整个层次结构的一致性。如果整个层级结构的一致性程度不符合要求, 就表示层次的要素关联有问题, 必须重新进行要素及其关联的分析。

6) 替代方案的选择。整个层次结构通过一致性检查后, 则可进行向量的合成加总, 依次可求出最低层次之合成优先向量, 这些合成优先向量之权重值即为重要性程度权重值, 代表各决策方案对应于评估要素的相对优先级。在整合决策群体的决策时, 需分别计算每一决策者的替代方案综合评论, 以决定其优先级。

2.2. 模糊集合理论(FST)

在现实生活里, 存在着大量的模糊现象, 即没有明确的定义及界限的事件, 例如某人的智商水平或睡眠指数等。模糊理论主要强调人类对于周遭事物的判断在思维推理上, 针对定性的模糊概念, 利用数学的观点把活动中所遇到的现象大致分为三类: 确定现象、随机现象及模糊现象, 并以此来克服许多传统精确的数量方法所无法解决之现象; 此理论可用于解决感觉模糊、决策属性相关性、平均数问题、群体决策问题以及不精确问题等人为判断上的缺失。例如, 以人为中心的问题及较为复杂的问题, 就最好以模糊数学分析法取代传统的数量方法。以下针对模糊集合理论之定义、模糊数、基本运算及语言变量做一简述。

Zadeh 教授于 1965 提出模糊集合理论(Fuzzy Set Theory) [2], 其所定义的模糊集合如下: 令 U 为讨论的全体对象, 称为论域(Universe of Discourse); 论域中的每个对象叫做元素, 以 x 表示; U 上的一个模糊子集 A , 是指: 对于任意 $x \in U$, 指定一个函数 $f_A(x) \in [0,1]$, 称其为 x 隶属于子集 A 的程度, 故 $f_A(x)$ 被称为子集 A 的隶属函数(Membership Function)。当 A 的隶属函数 $f_A(x)$ 只取值于 0 或 1 时, $f_A(x)$ 则变化成一个普通子集的特征函数, 而 A 也变化成一个普通子集; 当 A 单独出现或使用, 称为模糊集合。

模糊集合的高度(Height)系指最大隶属程度(Degree of Membership), 而标准化的(Normalized)模糊集合则是指该集合至少有一个元素之隶属程度为 1。例如, 若一般道路上车速在 90 km/h 以上称为过快, 60 km/h 至 90 km/h 称为一般速度, 车速 60 km/h 以下称为过慢, 则“车速过快”之模糊集合 A 便可以用函数

$$f_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 60; \\ \frac{x-60}{90-60}, & 60 \leq x < 90; \\ 1, & x \geq 90. \end{cases} \quad (2.1)$$

表示。常用的模糊函数图有三角形和梯形, 函数(2.1)则属于三角形。

2.3. 模糊层次分析法(FAHP)

Buckley (1985, 2001)提出模糊层次分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP), 用以解决多准则决策问题[3]。此方法藉由模糊集合理论与结构化分析, 以系统化的方式来进行方案评选与问题解决, 让专家学者在层次架构中, 判断两个因素或方案之间的相对重要性程度, 以取得每个因素或方案的权重或每个方案的分数, 最后获得每个评估因素或方案对于整体目标的权重, 再据此进行决策。

FAHP 之主要语意变量一般可利用正三角模糊函数来表示, 其详细内容如表 1 所示。

FAHP 之执行步骤, 有下列几个必要阶段:

- 1) 建立层次分析架构及其成对比较矩阵;
- 2) 建立三角模糊数, 监理模糊正倒值矩阵及其模糊权重;
- 3) 模糊矩阵一致性检测;
- 4) 计算 α -cut 值;
- 5) 解模糊化及正规化;
- 6) 层次串连;
- 7) 依计算所得之权重值, 将因素或方案做排序。

通过上述的操作过程, 研究者便能将传统 AHP 做适当修正, 有效解决传统设计上的缺憾, 而最后所得的决策结果也能更为接近事实, 是一个相当可行的模式。

3. 问卷设计

本研究层次分析之程序架构共分为三大层级, 第一层次是提升室内装修业绿色建材使用率, 而根据专家访谈与作者自己的专业知识, 可拟定第二层次。完整的层次结构, 如图 1 所示。

本研究针对已归纳出的关键因素进行两两成对比较, 以得知彼此间的相对重要性。而在评估尺度基本上则各划分为五个等级, 且赋予 1、3、5、7、9 的衡量值, 另外介于五个基本尺度间有四个等级, 赋予 2、4、6、8 的衡量值。需要说明的是, 靠左的尺度代表左列因素重要性大于右列因素。

问卷调查对象涵盖产业、政府、学术界专家以及直接消费者, 其可概分为以下各类: 学术界专家、行政机关、产业界专家、一般消费者共 20 名, 详细分布为: 建材工厂经营者 4 名, 室内装修经营者 4 名, 政府环保局工作人员 1 名, 政府建工单位部门负责人 1 名, 建筑研究所主管 2 名, 大学院校相关专业专

Table 1. Evaluation scale for relative importance (Buckley, 1985)

表 1. 相对重要性评估尺度(Buckley, 1985)

语意变数	正三角模糊数
绝对同等重要	(1,1,1)
同等重要	(1,1,2)
介于两者之间	(1,2,3)
稍重要	(2,3,4)
介于两者之间	(3,4,5)
颇重要	(4,5,6)
介于两者之间	(5,6,7)
极重要	(6,7,8)
介于两者之间	(7,8,9)
绝对重要	(8,9,9)

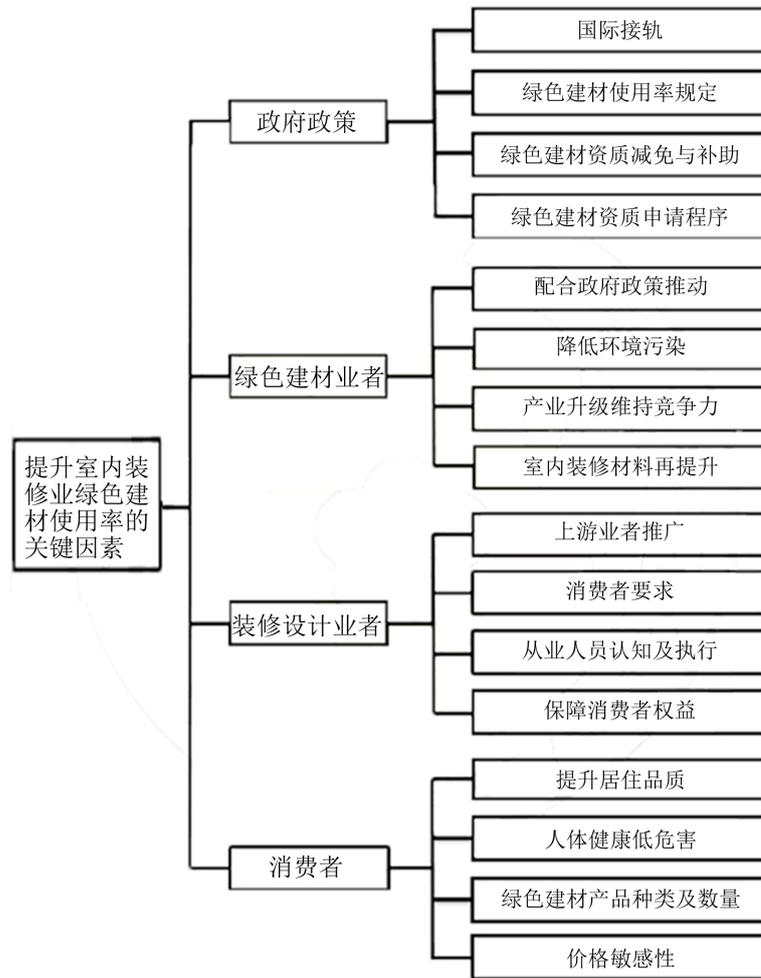


Figure 1. Hierarchy of factor for improving the using rate of the green building materials

图 1. 绿色建材提升使用率之因素层次结构

家 4 名, 室内装修消费者 5 名。经分析比对每份问卷之一致性后, 获得有效问卷 15 份, 问卷有效率为 75%。本问卷的设计借鉴了文献[4] [5] [6] [7]的成果。

4. 结果与讨论

本研究先通过文献资料搜集和探讨室内装修业者使用绿色建材之现状, 从中取得各执行关键因素评估因子, 再经由专家问卷及统计依不同的面向进行其影响之变数的分析。为获得各评估因子之重要性程度, 通过模糊层次分析法将评估因子两两相比较, 求得各评估因子之权重值, 归纳影响之因素及优先级, 据以数据分析。本部分的计算分析, 借鉴了文献[8] [9]。

4.1. 计算模糊权重

运用层次分析整合各专家问卷设计数据, 并经权重值分析, 其结果叙述如下。

4.1.1. 第二层次因素之模糊数

首先将回收问卷整合, 并利用三角模糊数公式(见[3]), 以求得各层次因素之相对权重 a_{ij} , 结果如表 2 所示。计算各因素之下限值及其相对应的几何平均数、权重, 如表 3 所示。

针对三角模糊数进行求解中间值的几何平均数, 权重、新矩阵及特征值 λ , 如表 4 所示。

计算各因素之上限值及其相对应的几何平均数、权重, 如表 5 所示。

加入调整系数 λ 以使三角模糊数之上、中、下限值之权重仍为三角模糊数, 再利用重心法求解各因素的模糊数, 调整后的值列于如表 6 所示。

由上述分析可知, 提升室内设计装修绿色建材使用之关键因素, 以绿色建材业者的推动为首要; 其次, 装修设计从业人员在绿色建材认识程度上的提升, 并能为消费者提供完善建议及相关信息, 能让消费者对于绿色建材的选择使用更加的多元且方便, 绿色建材的使用成效也会相对较高。第二层次各因素的模糊权重值如表 7 所示。

针对此结果, 再度征询专家之意见, 发现“绿色建材业者”因素对于提升室内装修绿色建材使用影

Table 2. Triangular fuzzy numbers after integrating the experts' questionnaires

表 2. 整合各专家问卷后的三角模糊数

	政府政策	绿色建材业者	装修设计业者	消费者
政府政策	1.00,1.00,1.00	0.21,0.28,0.38	0.19,0.25,0.35	0.41,0.55,0.83
绿色建材业者	2.67,3.63,4.74	1.00,1.00,1.00	2.05,2.58,3.36	1.59,2.23,3.23
装修设计业者	2.87,4.07,5.35	0.30,0.39,0.49	1.00,1.00,1.00	0.68,1.07,1.51
消费者	1.20,1.81,2.43	0.31,0.45,0.63	0.66,0.94,1.46	1.00,1.00,1.00

Table 3. Geometric mean and weight of lower limit value

表 3. 下限值的几何平均数及权重

下限值	政府政策	绿色建材业者	装修设计业者	消费者	几何平均数	权重
政府政策	1.00	0.21	0.19	0.41	0.36	0.10
绿色建材业者	2.67	1.00	2.05	1.59	1.72	0.47
装修设计业者	2.87	0.30	1.00	0.68	0.87	0.24
消费者	1.20	0.31	0.66	1.00	0.70	0.19

Table 4. Intermediate values and consistency checks

表 4. 中间值及一致性检定

中间值	政府政策	绿色建材业者	装修设计业者	消费者	几何平均数	权重	新矩阵	λ
政府政策	1.00	0.28	0.25	0.55	0.44	0.10	0.39	4.15
绿色建材业者	3.63	1.00	2.58	2.23	2.14	0.46	1.88	4.10
装修设计业者	4.07	0.39	1.00	1.07	1.14	0.25	1.02	4.17
消费者	1.81	0.45	0.94	1.00	0.93	0.20	0.81	4.02

Table 5. Geometric mean and weight of upper limit value

表 5. 上限值的几何平均数及权重

上限值	政府政策	绿色建材业者	装修设计业者	消费者	几何平均数	权重
政府政策	1.00	0.38	0.35	0.83	0.57	0.10
绿色建材业者	4.80	1.00	3.36	3.23	2.69	0.46
装修设计业者	5.35	0.49	1.00	1.51	1.41	0.24
消费者	2.44	0.63	1.46	1.0010	1.23	0.21

响相当显著, 其对任何阶段之提升室内装修绿色建材使用之冲击或影响一致, 且不可抗拒。

4.1.2. 第三层次因素之模糊数

依据第二层次之相同计算方式及步骤, 针对第三层次做模糊数计算, 并分别讨论之。

政府政策第三层次因素的模糊权重值及排序如表 8 所示。不难看出, “国际接轨”为第一重要的因素, 近年来民众对城市美学、健康要求越来越多, 中国跟国际环保、绿能、安全逐渐在接轨。

绿色建材业者第三层次因素的模糊权重值及排序如表 9 所示。不难看出, “降低环境污染”为本层次最重要的因素, 面对未来生态浩劫及居住环境健康的议题, 各国都纷纷拟定积极的政策, 而政策的投入是应该有高度的思维及细腻的作为, 以提供绿色建材产业明确的方向。

装修设计业者第三层次因素的模糊权重值及排序如表 10 所示。不难看出, “上游业者推广”为本层之最重要的因素, 问卷受访者表示, 装修设计业者对于绿色建材的认知, 普遍还是来自于上游相关厂商的推广与参加相关展览或公会提供相关资讯; 而政府对装修设计业者的相关职能训练或讯息推广不甚积极是目前普遍的现象。

消费者第三层次因素的模糊权重值及排序如表 11 所示。不难看出, “绿色建材产品种类及数量”为本层之最重要的因素, 绿色建材的种类有: 生态绿色建材、低逸散健康建材、高性能绿色建材、再生绿

Table 6. Triangular fuzzy number after adding the adjusted coefficient

表 6. 加入调整系数后之三角模糊数

解模糊	下限值	中间值	上限值	重心法解模糊	
政府政策	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
绿色建材业者	0.46	0.46	0.47	0.46	0.46
装修设计业者	0.23	0.25	0.25	0.24	0.21
消费者	0.19	0.20	0.21	0.20	0.20

Table 7. Fuzzy weight value of each indicator in the second level

表 7. 第二层次各指标之模糊权重值

第二层构面指标名称	模糊权重值	排名
绿色建材业者	0.46	1
装修设计业者	0.24	2
消费者	0.20	3
政府政策	0.10	4

第二层次指标之一致性比率: C.I. = 0.04, C.R. = 0.04

Table 8. Fuzzy weight values of all factors in the subordinate level of government policy

表 8. 政府政策下属第三层次各因素的模糊权重值

政府政策下属第三层次	模糊权重值	名次
国际接轨	0.58	1
绿色建材标章申请程序	0.25	2
绿色建材标章减免补助	0.09	3
绿色建材使用率规定	0.08	4

政府政策因素下属指标的一致性比率: C.I. = 0.09, C.R. = 0.10

建材, 其特性为: 再使用、再循环、减量、低污染。具有绿色建材标章资格的装修材料, 其种类数量如明显的增加许多, 表示消费者接触和消费绿色建材的机会将会显著的提升。

4.2. 层次串联分析

层次串联是整体各层次成功因素权重大小之相对重要性之排序结果, 如表 12 所示。根据表 12 不难看出, 全部串联因素权重中, 依据分列前三的“降低环境污染”、“室内装修材料再提升”以及“产业升级维持竞争力”的因素结构来看, “绿色建材业者”在提升室内装修业绿色建材使用之关键因素中扮演极其重要的角色。

4.3. 结论

本研究利用模糊层次分析法分析提升室内装修业绿色建材使用之关键因素及其优先级, 得出提升室内装修业绿色建材使用之关键因素。综合前述文献理论探讨及实务分析结果, 归纳以下几点结论:

1) 第二层次因素分析中, 我们发现提升室内装修业绿色建材使用之关键因素中, 绿色建材业者因素为最重要, 其次依序为装修设计业者、消费者与政府政策。

Table 9. Fuzzy weight values of all factors in the subordinate level of green building materials industry

表 9. 绿色建材业者下属第三层次各因素的模糊权重值

绿色建材业者下属第三层次	模糊权重值	名次
降低环境污染	0.47	1
室内装修材料再提升	0.21	2
产业升级维持竞争力	0.20	3
配合政府政策推动	0.12	4

绿色建材业者因素层面指标之一致性比率: C.I. = 0.02, C.R. = 0.02

Table 10. Fuzzy weight values of all factors in the subordinate level of decoration and design industry

表 10. 装修设计业者下属第三层次各因素的模糊权重值

装修设计业者下属第三层次	模糊权重值	名次
上游业者推广	0.37	1
保障消费者权益	0.30	2
从业人员认知及使用	0.18	3
消费者要求	0.15	4

装修设计业者因素层面指标之一致性比率: C.I. = 0.03, C.R. = 0.00

Table 11. Fuzzy weight values of all factors in the subordinate level of consumers

表 11. 消费者下属第三层次各因素的模糊权重值

消费者下属第三层次	模糊权重值	名次
绿色建材产品种类及数量	0.45	1
提升居住质量	0.31	2
价格考虑	0.13	3
人体健康低危害	0.11	4

消费者因素层面指标之一致性比率: C.I. = 0.01, C.R. = 0.01

Table 12. Factor weight table of the overall hierarchical
表 12. 整体层次串联因素权重表

第二层次因素		第三层次因素		层次串联	排序
政府政策	0.10	国际接轨	0.58	0.058	9
		绿色建材使用率规定	0.08	0.008	16
		绿色建材标章减免补助	0.09	0.009	15
		绿色建材标章申请程序	0.25	0.025	13
绿色建材业者	0.46	配合政府政策推动	0.12	0.055	6
		降低环境污染	0.47	0.216	1
		产业升级维持竞争力	0.20	0.092	3
		室内装修材料再提升	0.21	0.097	2
装修设计业者	0.24	上游业者推广	0.37	0.089	5
		消费者要求	0.15	0.036	11
		从业人员认知及使用	0.18	0.043	10
		保障消费者权益	0.30	0.072	7
消费者	0.20	提升居住质量	0.31	0.062	8
		人体健康低危害	0.11	0.022	14
		绿色建材产品种类及数量	0.45	0.090	4
		价格考虑	0.13	0.026	12

2) 第三层次因素分析中, 我们得出提升室内装修业绿色建材使用之关键因素依次为降低环境污染、室内装修材料再提升、产业升级维持竞争力、绿色建材产品种类及数量。

3) 第三层次因素分析中, 降低居家环境与大环境的污染为所有因素之首要, 而降低环境污染的重要方式就是选用绿色建材, 而室内装修材料的再提升与绿色建材产品种类及数量的增加就提供了消费者更有利的消费环境, 同时, 会促进相关厂商产业升级维持竞争力。

以上分析与实际现状相符, 此亦证明本研究分析的准确性。

参考文献

- [1] Saaty, T.L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*. 9th Edition, McGraw Hill, New York.
- [2] Zadeh, L.A. (1965) Fuzzy Set. *Information and Control*, **8**, 338-353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- [3] Buckley, J.J. (1985) Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, **17**, 233-247. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(85\)90090-9](https://doi.org/10.1016/0165-0114(85)90090-9)
- [4] Zhang, F. (2008) Framework for Building Design Recyclability. Masters' Theses, University of Kansas, Lawrence.
- [5] Steele, N.O. (2000) The Technophile: Success Factors for Virtual Libraries. *Econtent*, Wilton, 68-71.
- [6] Roulet, C.A. (2001) Indoor Environment Quality and Energy Use in Buildings. *Energy and Environment*, **33**, 183-191.
- [7] Bartlett, H., et al. (2004) Waste Minimization and Material Reuse at Eden Project, England. *Proceedings-Institution of Civil Engineers Engineering Sustainability*, **157**, 173-180. <https://doi.org/10.1680/ensu.2004.157.3.173>
- [8] Chen, C.T. and Lin, K.H. (2010) A Decision-Making Method Based on Interval-Valued Fuzzy Sets for Cloud Service Evaluation. *4th International Conference on New Trends in Information Science and Service Science*, Gyeongju, 11-13 May 2010, 59-564.
- [9] Chen, C.T. (2000) Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment. *Fuzzy Sets and Systems*, **114**, 1-9. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1)

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2326-3458，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjce@hanspub.org