

Analysis and Investigation for the Evaluating Index of Green Decoration by Fuzzy Delphi Method

Hui Xiong*, Geng Li

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

Received: Oct. 15th, 2017; accepted: Oct. 29th, 2017; published: Nov. 2nd, 2017

Abstract

In the present paper, the relevant literatures of green decoration in the world have been discussed by the method of content analysis, and the evaluating index and its subordinate project of green decoration have been sorted out, and according to our own research, a new index-project framework has been built. For this new framework, through the method of expert interview, their opinion for the index and its including projects have been investigated to establish the evaluating index-project. Moreover, by using the fuzzy Delphi method, the questionnaire for the expert interview has been analyzed to explore the importance of the indicators and the projects.

Keywords

Green Decoration, Evaluating Index, Fuzzy Delphi Method, Questionnaire Survey

利用模糊Delphi法对绿色装修评估指标的调研与分析

熊 辉*, 李 耿

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

收稿日期: 2017年10月15日; 录用日期: 2017年10月29日; 发布日期: 2017年11月2日

*通讯作者。

摘要

本研究以内容分析法探讨了国内外绿色装修的相关文献, 整理出绿色装修评估指标及其下属项目内容; 通过专家访谈法进行指标及其内容之意见调查, 以确立评估指标与项目; 利用模糊Delphi法, 对调查问卷进行分析, 以探讨各项指标与项目之重要程度。

关键词

绿色装修, 评估指标, 模糊Delphi法, 问卷调查

Copyright © 2017 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

目前在中国大陆, 关于绿色装修的统一标准, 住建部或国务院尚未有十分明确的国标, 这一方面促使了行业协会与行业企业的自由发挥, 但另一方面也给企业和业主带来一定的困扰。针对这一问题, 本研究以绿色装修评估指标为探讨对象, 期望能为行业标准甚至国家标准出一份力。

本文搜集了国内外与绿色装修相关的部分标准和文献, 结合美国建筑协会 1994 年制定的 LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)标准[1]与美国绿色建筑委员会(USGBC)与美国室内设计师协会(ASID)于 2008 年共同建设的绿色装修的知识网站 REGREEN [2], 将室内装修循环系统分为规划、运输、使用、回收、再生五大指标。这五大指标及其内含项目分别为:

- 1) 规划指标: 管控空气质量、环境控制、建立环保共识、避免废纸产生、材料选用、减少修改设计 [1] [2] [3] [4] [5];
- 2) 运输指标: 使用本地劳工、控制污染、废弃物、回收废弃物[1]-[6];
- 3) 使用指标: 低耗散性材料、室内控制系统、高耐用材料、通用设计、收纳设计[1] [2] [3] [4] [5] [7];
- 4) 回收指标: 再生材料[1] [2] [3] [4] [5] [8] [9];
- 5) 再生指标: 使用现有材料、弹性设计、室内循环系统[1] [2] [3] [4] [5] [7] [8] [9]。

2. 评估指标

本研究通过与实际执行绿色装修之设计师进行访谈, 利用内容分析法, 将上述指标及其内含项目进行修正, 并假设成变量后, 汇总如表 1 所示。

3. 专家问卷资料之适合度检验

通过专家访谈后, 确立绿色装修的评估指标及其内含项目, 参考文献[10], 编制模糊 Delphi 法问卷实施问卷调查, 其受测样本属性及信度、K-S 检定, 兹分述如下。

3.1. 受测样本属性

本研究自 2017 年 4 月 28 日至 7 月 24 日止, 以“绿色装修评估指标的构建”问卷调查表, 以立意取样方式针对从事绿色装修业者寻找问卷调查对象。由于本研究课题具有很强之专业性, 故问卷发放不宜

Table 1. Summary of the revised assessment by using content analysis method
表 1. 利用内容分析法修正后的评估内容汇总

指标	项目及变量假设		下属内容及变量假设		
A-规划	建立环保共识	A ₁	建立业主环保意识	A ₁₁	
			控制修改次数	A ₁₂	
			节约装修材料	A ₁₃	
			避免过度设计	A ₁₄	
	空间计划	A ₂	建立业主环保意识	A ₂₁	
			控制修改次数	A ₂₂	
			节约装修材料	A ₂₃	
			避免过度设计	A ₂₄	
	沟通媒介	A ₃	减少纸本传递	A ₃₁	
			应用多媒体	A ₃₂	
	环境控制系统	A ₄	提高室内空气对流	A ₄₁	
			选择净化空气之植栽	A ₄₂	
			装设节能照明	A ₄₃	
			使用温控系统	A ₄₄	
	B-运输	降低运输次数	B ₁	避免重复运输	B ₁₁
				确认材料及运输工具尺寸	B ₁₂
使用本地劳工				B ₁₃	
运输污染		B ₂	避免废弃物飞散	B ₂₁	
			选择合法回收场	B ₂₂	
C-使用	避免过度汰换	C ₁	采用易清洁之材料	C ₁₁	
			提高家具及设备之耐用度	C ₁₂	
			增加物品使用频率	C ₁₃	
D-回收	可再生材料	D ₁	使用可快速再生材料	D ₁₁	
			选用可分解材料	D ₁₂	
			监控污染源	D ₂₁	
	控制污染物	D ₂	避免污染物扩散	D ₂₂	
			妥善处理有害物质	D ₂₃	
	废弃物回收	D ₃	回收废弃材料	D ₃₁	
回收剩余材料			D ₃₂		
E-再生	使用现有材料	E ₁	再应用旧材料	E ₁₁	
			再制现有家具	E ₁₂	
			再利用原设备	E ₁₃	

过多过广。本次问卷调查共发出问卷 18 份, 回收有效问卷计 15 份, 有效问卷回收率为 0.83%。有效样本个人属性的分布状况如下:

- 1) 性别: 男性 13 名(86.7%); 女性 2 名(13.3%)。
- 2) 年龄: 30 岁以下 1 名(6.7%), 31~40 岁 8 名(53.3%), 41~50 岁 4 名(26.7%), 50 岁以上 2 名(13.3%)。
- 3) 工作年限: 3~5 年 2 名(13.3%), 6~10 年 3 名(20.0%), 11~15 年 7 名(46.7%), 16~20 年 1 名(6.7%), 21 年以上 2 名(13.3%)。
- 4) 最高学历: 高中职 1 名(6.7%), 专科 2 名(13.3%), 学院大学 5 名(33.3%); 硕士 7 名(46.7%)。
- 5) 教育背景: 室内设计 9 名(60.0%), 建筑/空间设计 1 名(6.7%), 美术美工 1 名(6.7%), 家具木工 1 名(6.7%), 其他 3 名(20.0%)。
- 6) 是否担任室内设计相关专业教学工作: 有 5 人(33.3%)。

3.2. 信度及 K-S 适合度检定

本研究调查问卷共计 32 题, 受测者以自身实务经验针对绿色装修评估指针项目及其必备程度的问卷进行填答。其问卷填答内部一致性 Cronbach 的 α 值为 0.857, 显示本问卷填答信度达到很可信 ($0.7 \leq \alpha < 0.9$) 的程度。然后, 针对本问卷数据, 以 Kolmogorov-Smirnov(K-S) 检验法进行常态性检定, 针对实际次数分配与理论分配是否配合适当, 或样本母体为何种形态, 进行适合度检验, 如表 2 所示。

从表 2 数据统计结果可以得知, 在 95% 的信心水平之下, K-S 检定的分析结果显示除了评估项目 A_{32} 、 A_{43} 、 B_{22} 、 D_{23} 等 4 项 $p < 0.5$ 达显著性外, 其余 28 项未达显著符合常态分配。

4. 评估指标筛选与重要程度分析

4.1. 普通重要评估项目

根据国内相关研究可知, 研究阈值的制定方式主要有两种, 即依据实际计算结果设定或由研究者自行决定适当的阈值。后者须由研究者针对研究目标制定, 当专家对于评估因子评价意见趋向较低时, 若采取较高阈值, 则筛选后之准则因子可能很少。因此, 本研究结合考虑筛选后评估项目的整体性与合理性, 通过相关文献分析后, 决定普通重要的评估项目之筛选阈值为 6.0, 即代表平均 60% 的专家同意。因此, 通过普通筛选值的有:

- 1) A 指标: $A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{24}, A_{31}, A_{41}, A_{42}, A_{43}, A_{44}$;
- 2) B 指标: B_{12}, B_{21}, B_{22} ;
- 3) C 指标: C_{11}, C_{12}, C_{13} ;
- 4) D 指标: $D_{11}, D_{12}, D_{21}, D_{22}, D_{23}, D_{31}, D_{32}$;
- 5) E 指标: E_{11}, E_{12}, E_{13} 。

4.2. 相对重要程度之阈值

以模糊理论之统计分析, 其计算过程分别说明如下。

第一步, 建立三角模糊数。计算全体专家问卷的极小值、极大值与几何平均值, 整合全体问卷的模糊权重评估值及计算各专业能力项目重要性的三角模糊数。以“ A_{11} 建立业主环保意识”为例, 撷取整体专家意见的极小值、极大值与几何平均值, 计算方式如下:

$$W_{A_{11}} = \left(\min_{A_{11}}, \max_{A_{11}}, \mu_{A_{11}} \right) \\ = (6, 10, 8.62)$$

Table 2. K-S test list of the green decoration evaluation questionnaire for experts
表 2. 绿色装修评估专家问卷 K-S 检验表

	指标内含项目之评估内容	常态参数 μ, σ		K-S Z	Asymp.Sig.	常态分配	
		平均数	标准差				
A-规划	A ₁₁	建立业主环保意识	8.73	1.39	1.11	0.17	√
	A ₁₂	控制修改次数	7.73	1.91	0.86	0.45	√
	A ₁₃	节约装修材料	8.27	1.71	0.69	0.73	√
	A ₁₄	避免过度设计	8.33	1.40	0.80	0.55	√
	A ₂₁	预留日后线路管道	8.13	2.53	1.34	0.06	√
	A ₂₂	符合使用者尺度	8.40	1.84	0.83	0.50	√
	A ₂₃	选择适当的施工方式	8.60	1.50	0.87	0.44	√
	A ₂₄	使用低耗散性材料	9.07	1.16	0.99	0.28	√
	A ₃₁	减少纸本传递	7.40	2.50	0.92	0.37	√
	A ₃₂	应用多媒体	6.67	2.19	1.40	0.04	×
	A ₄₁	提高室内空气对流	9.13	1.85	1.34	0.05	√
	A ₄₂	选择净化空气之植栽	7.67	1.95	0.85	0.47	√
	A ₄₃	装设节能照明	9.33	0.90	1.44	0.03	×
	A ₄₄	使用温控系统	7.27	1.71	0.66	0.78	√
B-运输	B ₁₁	避免重复运输	7.87	2.42	0.88	0.42	√
	B ₁₂	确认材料及运输工具尺寸	8.07	2.40	0.82	0.52	√
	B ₁₃	使用本地劳工	6.80	2.31	0.58	0.88	√
	B ₂₁	避免废弃物飞散	9.13	0.99	1.33	0.06	√
	B ₂₂	选择合法回收场	9.00	1.36	1.43	0.03	×
C-使用	C ₁₁	采用易清洁之材料	7.93	1.71	0.96	0.31	√
	C ₁₂	提高家具及设备之耐用度	8.73	1.03	1.14	0.15	√
	C ₁₃	增加物品使用频率	7.93	1.39	0.83	0.50	√
D-回收	D ₁₁	使用可快速再生材料	7.60	1.50	0.79	0.55	√
	D ₁₂	选用可分解材料	8.40	1.18	0.65	0.79	√
	D ₂₁	监控污染源	7.73	1.79	0.62	0.84	√
	D ₂₂	避免污染物扩散	8.93	1.03	0.96	0.31	√
	D ₂₃	妥善处理有害物质	9.13	1.25	1.38	0.04	×
	D ₃₁	回收废弃材料	8.27	1.33	0.95	0.32	√
	D ₃₂	回收剩余材料	8.60	1.12	1.18	0.13	√
	E-再生	E ₁₁	再应用旧材料	8.13	1.51	0.78	0.57
E ₁₂		再制现有家具	8.27	1.53	0.64	0.81	√
E ₁₃		再利用原设备	8.40	1.45	0.77	0.60	√

注: 渐近显著性, 双尾; $p < 0.5$, 即观察次数与理论次数达到显著性差异, 表示专家群体意见未呈常态分配。

其中, 极小值 $\min_{A_{11}} = 6$, 极大值 $\max_{A_{11}} = 10$, 几何平均值 $\mu_{A_{11}} = 8.62$ 。

第二步, 建立绿色评估项目之模糊数及筛选阈值。利用简易重心法, 将各评估项目的模糊权重转变为单一值 DX , 其计算方式如下:

$$DX = \frac{1}{3}(5.89 + 9.11 + 7.55) = 7.52,$$

其中, DX 为模糊数、5.89 为极小值、9.11 为极大值、7.55 为几何平均值。本研究评估指标的阈值设定, 以指标项目之模糊数极小值、模糊数极大值与模糊数的几何平均值建立三角模糊数, 再利用简易重心法转变成单一值, 为各层级专业能力项目筛选阈值, 其计算方式与过程同前述的 DX 之计算方式。

第三步, 筛选出相对重要的评估项目。以模糊数之筛选阈值为全体专业能力项目的模糊数, 其数值为 7.52(全体最小模糊数为 5.89, 全体最大模糊数为 9.11, 全体模糊数的几何平均值为 7.55), 通过第三阶段筛选值(7.52)。

五类指标中通过筛选阈值的项目在表 3 中用符号“◎”标记。

Table 3. Fuzzy Delphi method for regeneration (fuzzy screening threshold is 7.52)

表 3. 再生之模糊 Delphi 法筛选表(模糊筛选阈值为 7.52)

项目内容	几何平均值	最小值	最大值	平均数	模糊筛选阈值 7.52	通过筛选情况	
A-规划	A_{11}	8.62	6	10	8.73	8.24	◎
	A_{12}	7.47	4	10	7.73	7.24	
	A_{13}	8.08	5	10	8.27	7.76	◎
	A_{14}	8.21	5	10	8.33	7.78	◎
	A_{21}	8.63	0	10	8.13	6.04	
	A_{22}	8.12	3	10	8.40	7.13	
	A_{23}	8.46	5	10	8.60	7.87	◎
	A_{24}	8.99	6	10	9.07	8.36	◎
	A_{31}	6.75	2	10	7.40	6.47	
	A_{32}	6.12	2	9	6.67	5.89	
	A_{41}	8.83	3	10	9.13	7.38	
	A_{42}	7.41	4	10	7.67	7.22	
	A_{43}	9.29	8	10	9.33	9.11	◎
	A_{44}	7.09	5	10	7.27	7.42	
B-运输	B_{11}	7.13	1	10	7.87	6.29	
	B_{12}	7.33	1	10	8.07	6.36	
	B_{13}	6.17	1	10	6.80	5.93	
	B_{21}	9.08	8	10	9.13	9.04	◎
	B_{22}	8.89	6	10	9.00	8.33	◎
C-使用	C_{11}	7.69	3	10	7.93	6.98	
	C_{12}	8.68	7	10	8.73	8.58	◎
	C_{13}	7.82	5	10	7.93	7.64	◎
D-回收	D_{11}	7.45	5	10	7.60	7.53	◎
	D_{12}	8.32	6	10	8.40	8.13	◎
	D_{21}	7.51	4	10	7.73	7.24	
	D_{22}	8.88	7	10	8.93	8.64	◎
	D_{23}	9.04	6	10	9.13	8.38	◎
	D_{31}	8.16	6	10	8.27	8.09	◎
	D_{32}	8.53	7	10	8.60	8.53	◎
E-再生	E_{11}	7.99	5	10	8.13	7.71	◎
	E_{12}	8.12	5	10	8.27	7.76	◎
	E_{13}	8.28	6	10	8.40	8.13	◎

5. 研究结果

本研究针对 15 位具有绿色装修思想及情怀并亲身实践过的设计师进行问卷调查, 汇总前述访谈与评估数据, 了解各评估项目的重要程度。通过第一阈值(6.0)筛选的普通重要项目与通过第二筛选阈值(7.52)筛选的相对重要项目, 分别标记符号“○”及“◎”, 以代表其重要程度的不同。具体如表 4 所示。其中, 案例执行标记了“√”的, 表示该项目所有被问卷调查者都会执行。

Table 4. Case execution table and the importance degree of the evaluation indicators

表 4. 评估指标与项目的重要程度及案例执行表

	指标及其项目	模糊评估值	通过阈值 6.0	通过阈值 7.52	案例执行	
A-规划	A ₁₁	建立业主环保意识	8.10	○	◎	√
	A ₁₂	控制修改次数	7.09	○		√
	A ₁₃	节约装修材料	7.67	○	◎	
	A ₁₄	避免过度设计	7.73	○	◎	√
	A ₂₁	预留日后线路管道	6.15	○		
	A ₂₂	符合使用者尺度	6.97	○		√
	A ₂₃	选择适当的施工方式	7.76	○	◎	√
	A ₂₄	使用低耗散性材料	8.28	○	◎	√
	A ₃₁	减少纸本传递	6.14	○		√
	A ₃₂	应用多媒体	5.57			□
	A ₄₁	提高室内空气对流	7.19	○		√
	A ₄₂	选择净化空气之植栽	7.00	○		√
	A ₄₃	装设节能照明	9.12	○	◎	√
	A ₄₄	使用温控系统	7.25	○		√
B-运输	B ₁₁	避免重复运输	5.92			√
	B ₁₂	确认材料及运输工具尺寸	6.00	○		
	B ₁₃	使用本地劳工	5.66			√
	B ₂₁	避免废弃物飞散	8.96	○	◎	
	B ₂₂	选择合法回收场	8.35	○	◎	√
C-使用	C ₁₁	采用易清洁之材料	6.82	○		
	C ₁₂	提高家具及设备之耐用度	8.56	○	◎	√
	C ₁₃	增加物品使用频率	7.54	○	◎	
D-回收	D ₁₁	使用可快速再生材料	7.50	○	◎	√
	D ₁₂	选用可分解材料	8.14	○	◎	√
	D ₂₁	监控污染源	7.19	○		
	D ₂₂	避免污染物扩散	8.62	○	◎	
	D ₂₃	妥善处理有害物质	8.27	○	◎	√
	D ₃₁	回收废弃材料	8.10	○	◎	
	D ₃₂	回收剩余材料	8.56	○	◎	
E-再生	E ₁₁	再应用旧材料	7.64	○	◎	√
	E ₁₂	再制现有家具	7.70	○	◎	
	E ₁₃	再利用原设备	8.12	○	◎	

通过案例了解绿色装修, 不仅体现了设计者及业主的环保观念, 而且可以通过设计者在执行层面(如: 设计规划、工法及材料选用等方法)达成绿色装修。绿色装修在现今气候变迁的大环境下亦逐渐成为趋势, 通过设计者或业主主动的绿色行为可降低对环境的伤害。目前国内民众重视生态保育的概念逐渐发展成熟, 逐渐提升了对居住环境的健康、环保诉求, 由此可知绿色装修有逐渐快速发展之趋势。然而, 由于目前国内尚未有完整的国家绿色装修规范或标准, 导致许多设计师、业主在执行过程常有无所适从, 执行成效不高的情形仍较普遍, 后续仍须通过相关的法令制定绿色装修的相关规范。

参考文献 (References)

- [1] 维基百科·LEED [EB/OL]. https://en.wikipedia.org/wiki/Leadership_in_Energy_and_Environmental_Design, 2017-3.
- [2] REGREEN 绿色装修的知识网站[EB/OL]. <http://www.regreenprogram.org/>, 2017-4.
- [3] 台湾绿建材产业发展协会网站[EB/OL]. www.ghm.org.tw, 2017-4.
- [4] 杜瑞泽. 产品永续设计——绿色设计理论与实务[M]. 台北: 亚太图书出版社, 2002.
- [5] McDonough, W. and Braungart, M. 从摇篮到摇篮: 绿色经济的设计提案[M]. 中美可持续发展中心, 译. 新北: 野人文化出版, 2008.
- [6] Hwang, C.L. and Lin, M.J. (1988) Group Decision Making under Multiple Criteria: Methods and Applications. *European Journal of Operational Research*, **33**, 132. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(88\)90267-6](https://doi.org/10.1016/0377-2217(88)90267-6)
- [7] Richard, D.B., Richard, J.G. and Shawn, D.S. (2009) The Impact of the Leadership in Energy and Environmental Design Accredited Professional (LEED-AP) Credential on Prime/General Contractor Employees. *International Journal of Construction Education & Research*, **5**, 182-196. <https://doi.org/10.1080/15578770903152807>
- [8] Salter, E. (2013) Achieving Leadership in Energy and Environmental Design Acoustical Requirements in a Commercial Office Project. *Journal of the Acoustical Society of America*, **133**, 3225. <https://doi.org/10.1121/1.4805124>
- [9] Ameyaw, E.E., Hu, Y., Shan, M., Chan, A.P.C. and Le, Y. (2016) Application of Delphi Method in Construction Engineering and Management Research: A Quantitative Perspective. *Journal of Civil Engineering & Management*, **22**, 1-10. <https://doi.org/10.3846/13923730.2014.945953>
- [10] Sourani, A. and Sohail, M. (2015) The Delphi Method: Review and Use in Construction Management Research. *International Journal of Construction Education & Research*, **11**, 54-76. <https://doi.org/10.1080/15578771.2014.917132>

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