

基于 ISM 的绿色建筑发展影响因素层次关系研究

尹 正, 施会玲

(安徽建筑大学 经济与管理学院, 安徽 合肥 230022)

摘 要: 当前, 绿色建筑已成为我国建筑业发展的主要趋势。为了探索影响绿色建筑发展的主要因素以及各因素之间的相互影响关系, 经过文献阅读和问卷调查, 建立 ISM 解释结构模型, 确认主要因素并分析各因素之间的层级关系, 得出绿色建筑发展影响因素的五层递接结构关系图, 明确了直接影响因素、间接影响因素和根本性影响因素。并在此基础上提出一些针对性对策建议, 希冀为我国的绿色建筑发展提供一定理论依据, 从而推动我国绿色建筑朝着更高层次的发展。

关键词: 绿色建筑; 解释结构模型; 发展水平; 影响因素

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

文章编号: 2095-8382 (2022) 02-083-07

Research on Hierarchical Relationship of Influencing Factors of Green Building Development Based on ISM

YIN Zheng, SHI Huiling

(School of Economics and Management, Anhui Jianzhu University, Hefei 230022, China)

Abstract: Green building has become a trend in the development of China's construction industry. With the literature review and questionnaire survey, the Interpretive Structural Modeling (ISM) is applied to explore the main factors influencing the development of green building and the relationship between the factors. The hierarchical relationship between the factors is analyzed, and a five-layer progressive graph of the factors influencing green building development is derived, hence the direct, indirect and fundamental influencing factors are identified. Targeted suggestions are proposed accordingly to provide the theoretical basis for the development of green building in China.

Keywords: green building; interpretative structural modeling; level of development; influencing factors

建筑业作为国民经济的支柱性产业, 其发展状况对我国经济影响较大。但目前我国的建筑业发展仍以高能耗、高污染为代价。据相关统计表明, 我国的建筑能耗由 2000 年的 2.88 亿吨标准煤增长至 2016 年的 8.99 亿吨标准煤, 增长了约 3 倍; 建筑碳排放总量于 2000 年的 6.68 亿吨增长到

2016 年的 19.61 亿吨, 年均增长达到 6.96%^[1]。在 2015 年的巴黎气候大会上, 国家主席习近平提出, 我国将于 2030 年使二氧化碳排放达到峰值; 十九大报告也指出, 要推进绿色发展, 建立健全绿色低碳循环发展的经济体系。所以, 绿色建筑是今后建筑业发展的必然趋势。

收稿日期: 2021-07-08

基金项目: 安徽省教育厅人文社科重点项目 (SK2019A0644)

作者简介: 尹正 (1980-), 男, 副教授, 博士, 研究方向: 工程管理、房地产等。

1 绿色建筑研究现状

1.1 绿色建筑发展现状

绿色建筑这一概念最早源于美国。早在 20 世纪 60 年代,美国就有专家提出“生态建筑”这一理念。随着生态建筑、可持续发展观念的深入,绿色建筑在西方发达国家蔓延开来。国外的绿色建筑基本在工业化完善的基础上建立起来,大多选址在远离城市的周边小镇。不少国家也建立了完善的绿色评价体系,如美国的 LEED、英国的 BREEAM、日本的 CASBEE、澳大利亚的 GREER STAR、德国的 BGNG 等,在一定程度上促进了绿色建筑的发展。

相较于国外的发展,国内的绿色建筑起步较晚,我国于 1986 年颁布了第一部与建筑节能相关的标准《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》^[2]。历经三十多年的发展,绿色建筑在我国经历了从无到有、从“浅绿”“深绿”到“泛绿”的不断完善发展阶段^[3]。我国的绿色建筑主要从经济较发达城市开始发展,由于不完善的基础设施和相关理念,造成我国绿色建筑水平总体呈现南部优于北部、东部沿海优于西部内陆的现状。

1.2 绿色建筑发展因素研究

虽然绿色建筑起步较晚,但就目前来看,国内外已有颇多学者在此领域深入调查研究。通过对相关文献的阅读梳理,可以发现大多数研究还是着眼于绿色建筑的经济效益和生态效益。李海波^[4]从绿色建筑的全生命周期出发,结合项目的特点及绿色建筑造价的控制原则,提出了绿色建筑全生命周期各个阶段造价的控制方法与有效的控制措施;温全等^[5]以绿色建筑为研究对象,选出涉及绿色建筑环境性能四个方面的评价指标,引入 BIM 技术,用模糊层次分析方法构建绿色建筑环境性能评价模型,一定程度上为 BIM 技术在绿色建筑中的应用奠定了基础;王连月等^[6]通过阅读文献,提取出影响绿色建筑成本的主要因素,通过 DEMATEL-ISM 的关系模型,找出主要影响因素的层级关系,明确施工技术、材料成本等为直接影响因素;吴玲玲等^[7]基于 2017 年我国 31 省、市、自治区的绿色建筑面积,选取社会、经济、政策等影响因素进行理论研究,构建 C-D 生产函数,借助岭回归

方法,为绿色建筑良性发展提供建议;Maria Manso 等^[8]根据定量数据研究不同建筑的绿色屋顶和绿色墙面的现有收益和成本,得出数据的高可变性主要与系统、建筑物围护结构、周围环境、当地天气状况的特征有关。在研究方法上,大多数学者还是从绿色建筑的全生命周期的视角出发计算其增量成本。而在分析绿色建筑影响因素时,大部分学者更侧重于理论研究,将定性分析与定量分析分隔开来,采取单一方法进行研究。

本文为了更好地研究影响绿色建筑发展的主要因素间的关系,首先依据绿色建筑的特点,参考绿色建筑的评价标准,通过文献阅读法和问卷调查法,从多角度出发,选取适当的影响因素,建立评价指标体系;其次将所选取的因素以问卷形式发放,由相关行业的从业者填写,通过信度分析检验该问卷设计的合理性;最后构建基于 Interpretative Structural Modeling Method (ISM) 方法的评价模型,根据有向图找出各因素之间的层级关系。本文将定性研究与定量研究相结合,在一定程度上避免主观色彩,更能客观反映各因素对绿色建筑发展的影响,以此为基础,对各层级影响因素进行深入分析并提出针对性建议。

2 构建绿色建筑发展影响因素的评价体系

2.1 ISM 模型理论概述

ISM (Interpretative Structural Modeling Method) 模型,即解释结构模型,是 1973 年由美国 Wald 教授在分析复杂社会经济系统方面提出的一种创新分析方法。通过该方法,分离构成问题的要素,利用 Matlab 软件构建矩阵和有向图等,处理要素及其相互关系信息,并通过文字描述,整理出问题的层次和整体结构,可提高对问题的认识和理解。最后,可以通过各层级之间的相互关系,找出各要素间的具体联系。ISM 模型的主要特点是将复杂的系统转化为直观的解释结构模型,使得系统结构层次分明。基于此,将 ISM 模型运用于本文,对绿色建筑发展影响因素进行系统分析,从而提出具体的针对性建议措施。

2.2 影响因素指标的选取

通过阅读整理相关文献[9-12],搜索目前政府

关于绿色建筑的系列政策。综合来看,影响绿色建筑发展的因素涉及多方面,因此,本文选取的指标难以面面俱到。经专家访谈和文献研究,最终选取政策、经济、技术、管理、社会等五方面一级指标以及下辖的 14 个因素二级指标,如表 1 所示:

表 1 绿色建筑发展影响因素指标体系

一级指标	二级指标
政策型指标	相关政策、法规的变化 S1
	法律法规不健全 S2
	政府的激励政策 S3
	绿色建材成本偏高 S4
经济型指标	高能耗设备及施工器具使用 S5
	绿色建筑融资风险较大 S6
技术型指标	碳减排技术水平 S7
	BIM 技术、装配式建筑的运用 S8
	对绿色市场需求预测偏差 S9
管理型指标	设计复杂、缺乏施工管理经验 S10
	绿色风险管理难以预测 S11
社会型指标	施工现场人员流动大 S12
	消费者对绿色建筑的接纳程度低 S13
	地域因素的差异 S14

(1) 政策型指标:我国绿色建筑的发展起步相对较晚,目前尚未形成一套成熟的法律体系。近年来,各地市政府相继出台了利好政策,进一步推动了绿色建筑的发展。完善的法律标准体系是落实新发展理念、推动建筑业又好又快发展的关键。

(2) 经济型指标:绿色建筑的发展涉及诸多利益相关者。当前,由于国内市场的消费者对于绿色建筑的发展认知存在较多误区,导致绿色建筑的新型建设材料市场占比较小,使得绿色建筑的开发成本普遍偏高。而绿色建筑在开发过程中所展现的环境生态效益在短时间内无法显现,诸多问题在很大程度上影响着开发商投资绿色建筑项目的意愿。

(3) 技术型指标:随着“双碳”理念的提出,绿色低碳发展成为当前经济发展的主旋律,而建筑业的碳排放量与其增量成本之间成反比关系^[13]。因此,大力推广新型技术的运用,不但可以减少施工现场的扬尘、噪声等污染,还可以推动绿色建筑

发展。

(4) 管理型指标:绿色建筑在我国推行时间较短,相关方面的管理技术、人才引进尚未完善。此外,由于绿色建筑本身的性质同传统建筑有较大的差异,因此存在较高风险,再加上当前我国绿色建筑项目的开发处于起步阶段,建筑企业必须将风险管理作为突出重点工作^[14]。

(5) 社会型指标:我国人口红利逐渐消失,在一定程度上也促使着建筑工业化的发展。而在当前市场环境下绿色建筑的单方造价普遍高于传统建筑,消费者更愿意选择传统建筑。消费者对绿色建筑接纳程度较低,也制约着绿色建筑的推行。

3 实证分析

3.1 样本数据收集

以影响绿色建筑发展的因素为研究对象,通过问卷调查法收集数据。本问卷分为两个模块:第一模块为被调查者的基本情况以及对绿色建筑的了解程度;第二模块为绿色建筑发展影响因素重要程度以及层次关系,采用李克特五级量表,用数字 1~5 表示,影响程度与数字大小成正相关关系。将问卷上传至问卷星小程序,转发至相关行业工作群,邀请专业人士填写。本次问卷调查累计收回 48 份,剔除 3 份不符合填写要求,共获得有效问卷 45 份。

3.2 样本数据的信度检验

信度分析亦是可靠性分析,即检测样本结果是否可靠,最常采用的是克龙巴赫信度分析方法。其中,克龙巴赫信度分析的系数 α 最好在 0.8 以上,0.7~0.8 之间可以接受;0.6~0.7 之间表明需要修正所收集的数据;0.6 以下则应考虑重新设计问卷。在社科类调查研究中,一般当信度系数 α 高于 0.6 时认为可以接受^[15]。并不是所有的问卷结果都适合做信度检验,在本问卷中,只有第二部分适合做检验。借助 SPSS25.0 软件对问卷中影响绿色建筑发展的因素做信度分析,最终得出的 14 个指标的 α 系数为 0.856,说明问卷设计的可靠性较高。

3.3 案例的 ISM 模型计算过程

3.3.1 建立邻接矩阵

在问卷调查的基础上结合专家访问法,确定绿

色建筑发展影响因素之间的关系,建立邻接矩阵 $A=[X_{ij}]14\times 14$ 。邻接矩阵是表示系统各要素之间基本二元关系或直接关系的方阵。其中, X_{ij} 表示两个影响因素之间的逻辑关系。当 $X_{ij}=0$ 时,两因素之间不存在二元关系;当 $X_{ij}=1$ 时,两因素之间存在某种二元关系^[16]。

$$A=\begin{bmatrix}0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$$

3.3.2 可达矩阵的计算

可达矩阵M是指任意两因素之间可以任意到达的方阵,通过布尔代数的运算规则,借助MATLAB16.0软件可计算出可达矩阵M。

$$M=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}$$

3.3.3 区域划分

区域划分是将给定要素集合S分成若干个相互独立的区域的过程。以可达矩阵M为基础,需要依次求得:可达集 $R(S_i)$ 、先行集 $A(S_i)$ 、共同集 $C(S_i)$ 、起始集 $B(S_i)$ 、终止集 $E(S_i)$ 。

依据可达矩阵M,列出绿色建筑发展影响因素的集合,利用终止集 $E(S)$ 来判断集合是否可以进行了区域划分,即判断 $R(S_i)$ 与 $C(S_i)$ 是否相等。当两者相等时,可定义为一个层级。以此类推,不断划分层级如下表所示:

表 2 第一层级区域划分表

S_i	$R(S_i)$	$A(S_i)$	$C(S_i)$	$E(S)$
1	1,4,5,8,9,11,13,14	1	1	
2	2,3,4,5,6,7,8,10,12,13,14	2	2	
3	3	2,3,6,10,12	3	✓
4	4	1,2,4,5,6,9,10,11,12,14	4	✓
5	4,5	1,2,5,9,10,11,14	5	
6	3,4,6	2,6,10,12	6	
7	7,8,13	2,7,10	7	
8	8,13	1,2,7,8,9,10,11,12,14	8	
9	4,5,8,9,13,14	1,9	9	
10	3,4,5,6,7,8,10,12,13,14	2,10	10	
11	4,5,8,11,13,14	1,11	11	
12	3,4,6,8,12,13	2,10,12	12	
13	13	1,2,7,8,9,10,11,12,13,14	13	✓
14	4,5,8,13,14	1,2,9,10,11,14	14	

表 3 第二层级区域划分表

S_i	$R(S_i)$	$A(S_i)$	$C(S_i)$	$E(S)$
1	1,5,8,9,11,14	1	1	
2	2,5,6,7,8,10,12,14	2	2	
5	5	1,2,5,9,10,11,14	5	✓
6	6	2,6,10,12	6	✓
7	7,8	2,7,10	7	
8	8	1,2,7,8,9,10,11,12,14	8	✓
9	5,8,9,14	1,9	9	
10	5,6,7,8,10,12,14	2,10	10	
11	5,8,11,14	1,11	11	
12	6,8,12	2,10,12	12	
14	5,8,14	1,2,9,10,11,14	14	

表 4 第三层级区域划分表

S_i	$R(S_i)$	$A(S_i)$	$C(S_i)$	$E(S)$
1	1,9,11,14	1	1	
2	2,7,10,12,14	2	2	
7	7	2,7,10	7	✓
9	9,14	1,9	9	
10	7,10,12,14	2,10	10	
11	11,14	1,11	11	
12	12	2,10,12	12	✓
14	14	1,2,9,10,11,14	14	✓

表 5 第四层级区域划分表

S_i	$R(S_i)$	$A(S_i)$	$C(S_i)$	$E(S)$
1	1,9,11	1	1	
2	2,10	2	2	
9	9	1,9	9	✓
10	10	2,10	10	✓
11	11	1,11	11	✓

表 6 第五层级区域划分表

S_i	$R(S_i)$	$A(S_i)$	$C(S_i)$	$E(S)$
1	1	1	1	✓
2	2	2	2	✓

由表 2 可知,一级元素为 {3,4,13};由表 3 可知,二级元素为 {5,6,8};由表 4 可知,三级元素为 {7,12,14};由表 5 可知,四级元素为 {9,10,11};由表 6 可知,五级元素为 {1,2}。

3.3.4 影响因素分析

通过具体层级关系的划分,可以建立出绿色建筑发展水平影响因素的解释结构模型,如图 1。从图中可以看出,上述所讨论的 14 个主要影响因素被划分为五个层级。从纵向看,五个层级之间具有一定的内在逻辑,但各层级之间相互独立或者呈现出某种弱关联关系。各级元素共同构成了一个整体,由下级向上级依次递进。

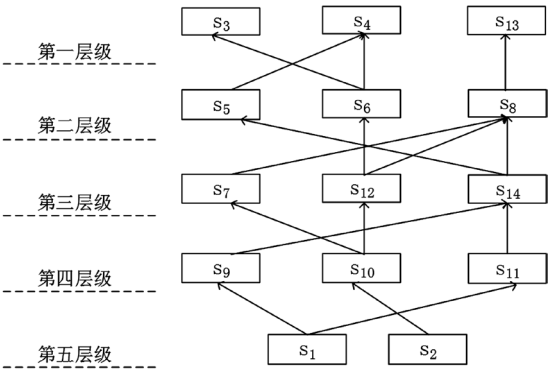


图 1 绿色建筑影响因素的 ISM 模型

从图 1 可以看出,第一层级(上层)为绿色建筑发展的直接影响因素,即政府的激励政策 S3、绿色建筑成本偏高 S4、消费者对绿色建筑的接纳程度低 S13。绿色建筑成本偏高,以至于开发商在同等条件下需要投资更多,所以绿色建筑的销售单位定价普遍高于传统建筑。然而,消费者是理性的,往往追求利益最大化,如果对建筑的使用功能没有特别要求,不会以高于传统建筑的价格购买绿色建筑,因而造成消费者对绿色建筑接纳程度低的现象。为响应国家号召,大力发展绿色建筑产业,缓解上述现象,政府应出台相关激励政策,鼓励开发商开发绿色建筑产业,提高社会、经济和生态效益。上述几种因素都直接影响着绿色建筑的发展。

位于 ISM 模型第二、三、四层级(中间层)的是影响绿色建筑发展的间接因素,即 BIM 技术、装配式建筑的运用 S8、绿色建筑市场需求预测偏差 S9、施工现场人员流动大 S12、地域因素的差异 S14 等。由于绿色建筑是一种新兴的建筑产业,开发商还无法全面掌握消费者的需求动态,因而造成需求市场的预测偏差。各地消费者对绿色建筑的需求程度不同,会引起地域因素的差异。长期存在的地域因素差异导致我国绿色建筑的发展水平出现强者更强、弱者更弱的不平衡局面。绿色建筑发展水平相对完善的区域可采用更加先进的生产技术,减少高能耗设备及施工器具的使用。此外,现阶段我国多年以来的人口红利日益消失,人口老龄化逐步加剧,建筑施工现场人群的年龄相对较大,未接受理论知识培训,缺乏专业技能,难以掌握现代化 BIM 技术、装配式建筑的施工操作技能,这些因素亦制约了我国绿色建筑水平的发展。

ISM 模型第五层级(底层)的影响因素为绿色建筑发展水平的根本性因素,即相关政策、标准的变化 S1、法律法规的不健全 S2。相关政策、标准及法律法规制定得是否完善、是否科学合理,是决定绿色建筑发展的根本性因素。相关政策、标准的制定有利于推动开发商投资建设,减少绿色建筑的管理风险,有利于开展绿色建筑的星级评定工作^[17]。因此,可以考虑给予绿色建筑行业适当的政策倾斜。完善的法律法规确保了绿色建筑在施工过程中有法可依、有法可循。政府在关注绿色建筑的社会、生态效益的同时,也要用宏观政策调节市场,促进

市场资源合理配置,从根本上提高绿色建筑的发展水平。

4 提高绿色建筑发展水平的建议

从上文分析的 ISM 解释结构模型可以看出,影响绿色建筑发展水平的因素主要包括三个层级,根本性影响因素的变化影响着间接影响因素,间接影响因素的变动又触发着直接影响因素。以下对三个层次的影响因素提出针对性的措施:

(1) 加大政府激励政策。政府要以当前经济发展“新常态”为引领,制定相关的优惠政策,促进绿色建筑发展。首先,政府可以加大对建筑企业的财政、税收支持力度,对符合绿色星级的建筑加大单方补贴力度。在制定相关政策时,可以借鉴发达国家在绿色建筑方面的政策法规,针对不同主体适用不同的优惠力度。政府可以要求相关部门为从事绿色建筑的企业开通“绿色通道”,简化办理手续的流程。其次,政府及建筑企业应加大对绿色建筑的宣传力度。我国绿色建筑的发展起步较晚,近几年在国家的大力支持下,绿色建筑已如雨后春笋般实现较快发展,但是仍然不够成熟,大多数研究尚处于理论阶段,未形成完整的应用体系,消费者对于绿色建筑的认可度还不高。所以,相关部门应加大对绿色建筑的宣传力度,提高消费者的接纳程度。

(2) 因地制宜引入先进技术。我国绿色建筑的发展水平总体存在较大差异,如东部沿海地区相比于西部内陆地区,绿色建筑发展较快、发展水平较高,建筑物的数量也明显更多,对于绿色建筑投入成本较高、增量成本却相对较低^[18]。为了降低绿色建筑发展水平的区域差异,应采用因地制宜的方法提高绿色建筑发展水平,促进各地区的建筑业平稳健康发展。各地区应当注意相关的人才引进,注重新型建筑的人才培养,将 BIM 技术、装配式建筑运用到绿色建筑中,鼓励使用工厂化生产方式生产节能墙体、框架柱梁等构件材料,减少使用高能耗的施工机械、器具,从而减少施工现场的能源消耗。各地区也可以因地制宜,发展符合当地地域优势的建造方法,西北地区可以借助当地日照充足的特点,利用光伏发电等技术充分利用能源,满足节能环保的要求,进一步提高绿色建筑发展水平。

(3) 完善相关法律法规、行业标准。我国绿色

建筑发展起步较晚,相关法律尚不够完善,与发达国家相比还有很大的差距。为了促进绿色建筑发展,政府应落实与绿色建筑性能和技术相关的规章制度,并不断补充完善相关法律法规。同时,政府在制定相关政策时,可以适当加以政策倾斜,如鼓励在政府投资的保障性安居工程中推行装配式建筑;可以为其他在建的、未建的工程提供政策和技术支持,推广使用装配式建筑。

5 结语

本文根据绿色建筑发展影响因素,从政策、经济、技术、管理、社会五方面入手,构建绿色建筑发展影响因素的指标体系,建立绿色建筑影响因素的解释结构模型,并得到多层递接结构图。其中,直接影响因素包括绿色建筑的成本、消费者对绿色建筑的接纳程度等;间接影响因素包括绿色建筑融资风险较大、地域差异、高能耗设备及施工器具使用等;根本性影响因素包括相关政策标准的变化、法律法规不健全。同时,通过定性与定量相结合的方法,理清诸因素之间的内在逻辑关系,提出针对性建议措施,为我国的绿色建筑发展提供一定的理论依据。

参考文献:

- [1] 中国建筑节能协会能耗统计专委会. 2018 中国建筑能耗研究报告 [J]. 建筑, 2019 (2): 26-31.
- [2] 祝云华, 邓甜, 陈楠, 等. 我国绿色建筑发展现状、趋势及效益评价 [J]. 建筑技术开发, 2020, 47 (20): 156-158.
- [3] 孙大明, 汤民, 张伟. 我国绿色建筑特点和发展方向 [J]. 建设科技, 2011 (7): 24-27.
- [4] 李海波. 绿色建筑的预算及成本控制措施 [J]. 安徽建筑, 2020, 27 (12): 198-199.
- [5] 温全, 李忠富, 李州扬, 等. BIM 应用价值视角下绿色建筑环境性能评价方法研究 [J]. 工程管理学报, 2020, 34 (5): 13-18.
- [6] 王连月, 曲晓伟, 李丁丁, 等. 基于 DEMATEL-ISM 的绿色建筑成本控制影响因素 [J]. 沈阳大学学报 (自然科学版), 2020, 32 (5): 416-422.
- [7] 吴玲玲, 付光辉. 中国绿色建筑发展影响因素分析 [J]. 合作经济与科技, 2020 (18): 4-7.
- [8] Manso M, Teotônio I, Silva C M, et al. Green roof and green wall benefits and costs: a review of the quantitative evidence [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews,

2021,135:110111.

- [9] 胡文发,孔德龙,何新华.基于BP-WINGS的绿色建筑发展影响因素分析[J].软科学,2020,34(3):75-81.
- [10] 黄欣茹.可持续发展背景下城市绿色建筑发展影响因素研究[D].深圳:深圳大学,2016.
- [11] 张沈生,刘春雪,周华.基于模糊聚类的绿色建筑发展影响因素分析——以沈阳市为例[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2016,18(2):162-168.
- [12] 杨文安,汤强.基于ISM的绿色建筑增量成本影响因素研究[J].工程管理学报,2020,34(3):120-124.
- [13] 黄水燕.基于AHP-熵权法的绿色建筑技术经济性评价研究[D].赣州:江西理工大学,2017.

- [14] 马敏庄.绿色建筑项目风险因素的识别与评价研究[D].南昌:华东交通大学,2017.
- [15] 黄梯云.管理信息系统[M].北京:电子工业出版社,1995.
- [16] 朱蕾,陈静怡,袁竞峰.基于ISM的装配式建筑供应链韧性关键影响因素研究[J].土木工程与管理学报,2020,37(5):108-114.
- [17] 郝晨宇.政策工具对绿色建筑开发意愿的影响研究[D].西安:西安建筑科技大学,2017.
- [18] 郑晓云,杨婷.绿色建筑增量成本全过程控制研究[J].工程管理学报,2014,28(5):12-16.

(上接第82页)

(2) 各省域努力发挥自身优势,实现“因地制宜”。各省相关高等教育机构在发展时要结合自身地区差异,依托区域特色整改。例如,通过大力发展特色专业和优势专业吸引优秀学生就读。学生涌入意味着人才流进,对高等教育的发展具有重要推进作用,还要努力发挥区域高等教育环境优势,实现“因地制宜”的教育大发展。

(3) 充分考虑高等教育空间溢出效应,制定区域协同发展策略,实现教育均衡化发展。例如,四川的高等教育资源相比周边邻近地区更具优势,周边省市要学习四川高等教育高效发展的经验。与此同时,四川也要积极发挥其空间溢出效应,发挥“领头羊”作用,形成以四川为主导的西南高等教育集群。

参考文献:

- [1] Walters P B.Occupational and labor market effects on secondary and postsecondary educational expansion in the United States:1922 to 1979[J].American Sociological Review,1984,49(5):659.
- [2] Robinson R,Ralph J.Technical change and the expansion of schooling in the United States,1890-1970[J].Sociology of Education,1984,57(3):134.
- [3] 周金燕,钟宇平.教育对中国收入不平等变迁的作用:1991—2006[J].北京大学教育评论,2010,8(4):106-119,190.
- [4] Sterlacchini A.R&D,higher education and regional growth:

uneven linkages among European regions[J].Research Policy,2008,37(6/7):1096-1107.

- [5] 赵军,贾晶晶.我国高等教育发展水平的空间分异及解析[J].现代教育管理,2019(5):64-70.
- [6] 胡宇.高等教育发展水平区域差异实证研究——基于SPSS因子分析[J].江苏高教,2019(6):78-82.
- [7] 李德显,房磊,苏若菊.我国高等教育综合发展水平及均衡程度测评研究——基于PLS结构方程模型的分析[J].现代教育管理,2021(4):61-74.
- [8] 张志远,胡姝.我国高等教育发展水平省际差异研究——基于2018年教育统计数据的数据分析[J].山东高等教育,2021,9(2):38-46.
- [9] 何悦.高等教育与区域经济耦合协调水平评价及区域差异分析——基于我国31个省市的数据[J].湖北科技学院学报,2021,41(2):20-26.
- [10] 张文,梅俊,王露露.我国高等教育公共投资绩效区域差异及影响因素分析[J].黑龙江高教研究,2021,39(1):66-72.
- [11] 马明宇,陈政洋,寇本聪,等.我国高等教育水平区域差异分析[J].合作经济与科技,2020(3):170-171.
- [12] 冯雨婷.省域尺度下我国高等教育的区域差异研究[D].大连:东北财经大学,2019.
- [13] 曹泽,沈蓉,许银汝.区域房地产行业发展空间溢出效应研究[J].安徽建筑大学学报,2020,28(04):52-56+80.
- [14] 李秋雨,朱麟奇,刘继生.基于空间计量模型的中国旅游业发展与经济增长关系研究[J].西安财经学院学报,2017,30(2):90-97.
- [15] 郑佳纯.空间视角下的我国高等教育省域差异研究——基于空间统计学的研究方法[J].当代经济,2020(7):120-122.