

基于DEMATEL的“双碳”背景下绿色建筑关键影响因素及相关企业跨国经营对策研究

邓 刚¹ 邓文卿² 孙 遥¹ 周早弘^{3*}

1. 齐鲁理工学院 山东 济南 250200
2. 悉尼大学 澳大利亚
3. 江西财经大学 江西 南昌 330000

摘 要: 绿色建筑是高质量发展的必然要求,是双碳目标下建筑发展的内在动力。绿色建筑影响因素比较多,但现有研究较少考虑社会经济因素和多因素的交互影响及对绿色建筑企业在当前困难环境下跨国经营发展战略的影响。因此,文章提出了一种基于DEMATEL的绿色建筑关键影响因素研究,同时针对这些因数的影响对相关企业发展新路径进行分析。通过文献研究得出影响因素集,使用DEMATEL对绿色建筑影响因素关系进行层次结构分析,并提出政策及相关企业发展建议。

关键词: 绿色建筑; DEMATEL; 影响因素; 绿色建筑企业; 跨国经营对策

A Study on the Key Influencing Factors of Green Buildings and Related Enterprises' Cross border Business Strategies under the Background of "Dual Carbon" Based on DEMATEL

Deng Gang¹, Deng Wenqing², Sun Yao¹, Zhou Zaohong^{3*}

1. Qilu Institute of Technology, Jinan, Shandong, China, 250200
2. University of Sydney, Australia
3. Jiangxi University of Finance and Economics, Jiangxi, Nanchang, 330000

Abstract: Green building is the inevitable requirement of high-quality development and the internal driving force of building development under the dual-carbon goal. There are many influencing factors of green building, but the existing studies seldom consider the interaction of social and economic factors and multi-factors and their impact on the transnational business development strategy of green building enterprises in the current difficult environment. Therefore, this paper puts forward a study on the key influencing factors of green building based on DEMATEL, and analyzes the new development path of related enterprises according to the influence of these factors. Through literature research, a set of influencing factors is obtained, and DEMATEL is used to analyze the hierarchical structure of the relationship between influencing factors of green buildings, and the policy and related enterprise development suggestions are put forward.

Key words: green building; DEMATEL; Influencing factors; Green building enterprise; Management of Transnational Corporation

1 前言

绿色建筑是近年来学术研究的热点问题,绿色建筑根本目标是改善生态环境,从“安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居”等方面提出了具体要求,作为减少温室气体排放、解决全球能源危机的有效途径之一,绿色建筑节能减排低碳的内涵特征符合双碳目标的方向,以此推动经济的高质量发展,这对建筑行业设计与发展的绿色转型提出了具体要求。国内外许多学者针对我国绿色建筑发展现状和存在的问题,也提出了不同的发展建议。Olubunmi 认

为,政府激励和经济效益是促进绿色建筑发展的外部激励措施和内部动力因素,Darko 等将产业规模影响纳入绿色建筑发展的影响因素体系。Ding 等认为地方政府的监管力度缺乏、专业技术知识保护和开发商利益保护是目前绿色建筑发展的三大障碍。张凯认为,绿色建筑存在推广困难、技术创新能力不足、质量监管机制待健全和绿色理念还需加强;毛志兵等从理念、技术、人才等方面论述了“双碳”目标下的绿色建造路径,李张怡认为,用能效率和技术较低、碳排放总量高是我国绿色建筑发展中的主要问题;李丽红从需求

端、供给端、政府导向和产业成熟度四个层面识别出绿色建筑的主要因素有：绿色产业发展程度、绿色建筑运营管理水平、利益相关者等。还有研究表明，人文风俗习性特点、社会经济条件和城乡建设情况、绿色建筑推广以及政策制定、发展方式和评价体系方面也是影响因素。我们根据以上主要学者的结论，结合当地的情况，就这些因素进行座谈，应用德尔菲法，采取匿名方式广泛征求专家意见，经过5轮意见汇总整理，最后得出以下13个影响因素：绿色产业发展程度（ S_1 ）、绿色建筑运营管理水平（ S_2 ）、利益相关者的协同推进（ S_3 ）、政府激励（ S_4 ）、政府监管力度（ S_5 ）、能源使用结构的调整（ S_6 ）、绿色建造的水平（ S_7 ）、绿色技术研发与保护（ S_8 ）、绿色建材的普及程度（ S_9 ）、高质量绿色发展观念（ S_{10} ）、绿色建筑的推广（ S_{11} ）、绿色建筑消费意愿（ S_{12} ）、绿色建筑消费能力（ S_{13} ）。

2 绿色建筑发展影响因素的 DEMATEL 模型

本研究主要通过应用复杂系统因素重要性判定的 DEMATEL 模型，来分析绿色建筑发展影响因素。具体来说就是通过构建直接影响矩阵和综合关系矩阵，计算各维度因素的中心度和原因度，从而分析绿色建筑发展影响因素及其

关系。

DEMATEL 是一种系统要素分析方法，通过分析系统各要素之间的逻辑关系，构建直接影响矩阵并对其进行相关计算，以此确定各要素对其他要素的影响度与被影响度，进而计算出中心度与原因度，进一步揭示因素间的因果关系。该方法在诸多复杂系统的因素重要性分析研究中有着相对成熟的应用。

DEMATEL 模型分析步骤如下：

(1) 建立语言评价集 S ， $S = \{0(\text{无影响}), 1(\text{影响较小}), 2(\text{影响适中}), 3(\text{影响较大}), 4(\text{影响很大})\}$ 。利用评价集 S 用来描述各因素指标在整个系统中的影响程度。

(2) 建立直接影响矩阵。设此 n 阶矩阵为 D ：

$$D = (d_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}; i, j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

绿色建筑发展影响因素有 13 个，记为 S_i 、 S_j ($i, j = 1, 2, \dots, 13$)，按以上方法建立因素之间的直接影响矩阵 A 。如表 1 所示。

表 1 直接影响矩阵 A

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}
S_1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	1	2	3
S_2	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	1	0
S_3	3	3	0	0	0	4	4	2	4	0	4	0	1
S_4	4	4	4	0	0	3	4	3	4	0	4	2	1
S_5	4	3	2	1	0	2	4	3	4	0	4	2	1
S_6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0
S_7	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	3	4	0
S_8	3	1	0	0	1	2	3	0	3	0	4	3	2
S_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
S_{10}	4	2	4	4	4	3	4	3	4	0	4	4	0
S_{11}	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0
S_{12}	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2
S_{13}	0	1	0	0	0	2	1	0	0	3	3	0	0

(3) 规范化直接影响矩阵 C ：

$$C = (c_{ij})_{n \times n} = \frac{d_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n d_{ij}}; i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

(4) 计算综合影响矩阵 G ，得综合影响矩阵 G ，如表 2

所示：

$$G = C(E - C)^{-1} \quad (3)$$

表 2 综合影响矩阵 G

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}
S_1	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0.06	0.01	0.03	0.06	0.08
S_2	0.03	0	0	0	0	0.03	0	0	0.06	0	0.03	0.03	0.01
S_3	0.09	0.08	0	0	0	0.13	0.11	0.05	0.14	0	0.12	0.04	0.05
S_4	0.12	0.12	0.11	0	0	0.12	0.12	0.08	0.16	0	0.14	0.09	0.06
S_5	0.12	0.09	0.06	0.03	0.00	0.09	0.12	0.08	0.15	0	0.14	0.09	0.06
S_6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0.05	0.01
S_7	0.05	0.05	0.01	0	0	0.06	0	0	0.07	0	0.08	0.11	0.02

续表:

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}
S_8	0.08	0.03	0.01	0	0.03	0.07	0.08	0	0.11	0.01	0.12	0.10	0.07
S_9	0	0	0	0	0.00	0.01	0.00	0	0	0.01	0.01	0	0.08
S_{10}	0.15	0.09	0.13	0.10	0.10	0.14	0.14	0.10	0.19	0	0.16	0.16	0.05
S_{11}	0	0	0.01	0	0	0.08	0	0	0.09	0	0.00	0.08	0.01
S_{12}	0.01	0.01	0.08	0	0	0.01	0.01	0	0.09	0	0.01	0	0.06
S_{13}	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.07	0.04	0.01	0.03	0.08	0.09	0.02	0.01

(5)进而确定影响度 f_i 、被影响度 e_i 、中心度 m_i 、原因度 n_i 。

$$f_i = \sum_{j=1}^n g_{ij} \quad (4)$$

$$e_i = \sum_{i=1}^n g_{ij} \quad (5)$$

$$m_i = f_i + e_i \quad (6)$$

$$n_i = f_i - e_i \quad (7)$$

其中,影响度 f_i 表示指标 i 对其他指标的综合影响程度,被影响度 e_i 表示指标 i 受其他指标的综合影响程度,中心度 m_i 反映指标 i 在系统中的重要程度,原因度 n_i 反映指标 i 在系统中的作用。下表3是各影响因素的影响度 f 、被影响度 e 、中心度 m 和原因度 n 。图1是各影响因素的中心度 m 和原因度 n 。

表3 各影响因素的影响度 f 、被影响度 e 、中心度 m 和原因度 n

	影响度 f	被影响度 e	中心度 m	原因度 n
S_1	0.31	0.66	0.98	-0.35
S_2	0.18	0.51	0.69	-0.34
S_3	0.80	0.42	1.22	0.38
S_4	1.12	0.14	1.27	0.98
S_5	1.03	0.14	1.18	0.89
S_6	0.12	0.86	0.98	-0.74
S_7	0.46	0.62	1.08	-0.16
S_8	0.72	0.33	1.05	0.39
S_9	0.11	1.20	1.30	-1.09
S_{10}	1.51	0.12	1.63	1.40
S_{11}	0.26	0.93	1.19	-0.67
S_{12}	0.29	0.85	1.13	-0.56
S_{13}	0.41	0.54	0.95	-0.14

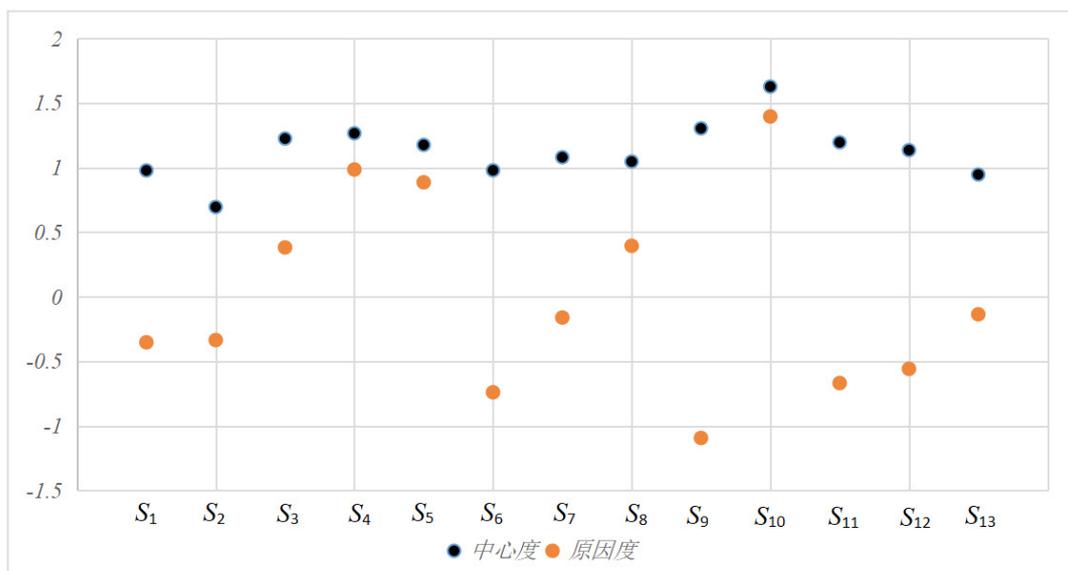


图1 各影响因素的中心度 m 和原因度 n

3 结果分析

3.1 中心度分析

中心度代表了在该系统中因素作用大小,中心度越大就说明因素在整个系统中的重要性就越突出。本研究结合每

一个因素的中心度及其因素属性,选取在系统中综合排名前3的因素作为其关键因素。结合表3选取中心度排名前4的因素有:高质量绿色发展观念(S_{10})、绿色建材的普及程度(S_9)、政府激励(S_4)、利益相关者的协同推进(S_3)。虽然绿色建材的普及程度(S_9)中心度排名为第2,但因其属于结果因素,容易受其他因素的影响。

3.2 原因度分析

原因度是区分系统中原因因素和结果因素的重要指标,当因素原因度的数值为正值时,其属于原因因素,表示该因素对其他因素影响较大,当因素原因度的数值为负值时,其属于结果因素,表示该因素受其他因素的影响较大,通过原因度分析能得到所有因素的因果关系。依据表3可知,原因因素按照原因度大小排名包括高质量绿色发展观念(S_{10})、政府激励(S_4)、政府监管力度(S_5)、绿色技术研发与保护(S_8)和利益相关者的协同推进(S_3)5个因素。结果因素按照其原因度大小(绝对值)排名为高质量绿色发展观念(S_{10})、绿色建材的普及程度(S_9)、政府激励(S_4)、政府监管力度(S_5)等4个因素。

3.3 影响度分析

依据表3可知,影响度大小排名为:高质量绿色发展观念(S_{10})、政府激励(S_4)、政府监管力度(S_5)、利益相关者的协同推进(S_3)、绿色技术研发与保护(S_8)、绿色建造的水平(S_7)等6个因素。

3.4 被影响度分析

依据表3可知,被影响度大小排名为:绿色建材的普及程度(S_9)、绿色建筑的推广(S_{11})、能源使用结构的调整(S_6)、绿色建筑消费意愿(S_{12})、绿色产业发展程度(S_1)、绿色建造的水平(S_7)等6个因素。

综合以上各种分析,绿色建筑关键影响因素是:高质量绿色发展观念(S_{10})、政府激励(S_4)、政府监管力度(S_5)、利益相关者的协同推进(S_3)和绿色技术研发与保护(S_8)5个因素。

4 相关企业跨国经营对策建议

4.1 近几年,世界主要工业化国家大都提出了碳达峰、碳中和的目标,这是工业化以来人类对地球大气环境反复索取而又被反噬重新思考不断研究的一次觉醒,是一场广泛而深刻的经济社会系统性的变革,这场变革首当其冲的是发展观念的变革。作为能耗“大户”,建筑业在实现“双碳”目标中责任重大,推广和普及绿色建筑替代传统建筑是必经之路。世界绿色建筑委员会(WorldGBC)于2021年9月15日公布了其长期净零碳建筑承诺的更新,旨在启动“减排优先”的脱碳方法,到2030年将该行业的排放量减半并解决生命周期问题排放,最迟到2050年实现所有生命周期排放量的净零。

要实现这一目标,高质量绿色发展观念是提高绿色建筑的普及度的首要因素。观念要更新,宣传先到位。绿色建筑

是在全寿命期内,节约资源、保护环境、减少污染、为人们提供健康、适用、高效的使用空间,最大限度地实现人与自然和谐共生的高质量建筑。从世界各国推动和实施绿色建筑的情况来看,要加大绿色建筑的宣传力度,提高相关法规标准,加强建筑业相关人员以及社会各阶层相关人员对绿色建筑、绿色发展的重要性及根本意义要充分认识。开展各方面各种形式的“双碳”目标与绿色建筑、绿色发展相关主题宣传教育活动。

对于绿色建筑企业来说,要借此机会走向世界,实现跨国经营,从思想观念抓起,从企业的每个经营者自身做起,让绿色建筑、绿色发展理念深入每个人的心中,走入企业的各个细胞。绿色建筑理念,源于人与自然的和谐,应该从一砖一瓦一款材料开始,从规划、设计、图审、材料,到土建施工、内外装修、工程验收、销售推广、交付使用,每一个过程每一个人都要充分学习绿色建材、绿色建筑、绿色施工、绿色管理的相关知识,把绿色理念深入人心,绿色思想植入骨髓。

4.2 跨国经营企业要设立专门机构或部门学习了解全球绿色建筑发展状况,清晰掌握各国政府尤其是一带一路沿线国家对绿色建筑、绿色建材等行业的激励政策。目前,世界大部分国家都有对绿色建筑、绿色建材及零能耗建筑、被动房等的激励政策,如日本政府,为了推广零能耗住宅(Zero Energy Home,ZEH),在政策上,有配套资金补助,对于有意建造高隔热性能(建材)、高效率机器或管理系统等设备的住户,最高补助比例为建造总费用的一半,金额上限为350万日元(约合20万人民币);中小型承建商也有补助,同样也是总费用的一半,上限为165万日元(约合9.7万人民币),还有德国的被动房研究所近几年在全球的推广普及工作等等。人们环境友好意识尚需进一步提高情况下,推动绿色建筑发展,政府激励是重要因素和必需手段^[18]。各国政府激励引导政策五花八门,不可谓不多,有物质的、文化的、精神的,具有引导方向的作用,大部分都因地制宜结合当前本国的“双碳”目标,制定出各种促进绿色建筑发展,促进双碳目标达成的激励措施、相关的落地政策。但是在实际调研中我们发现这种措施有以下不足,各个绿建企业在跨国经营过程中必须注意:第一,不同国家有不同的绿建标准,并且激励政策亦各不相同,为达到或提高绿色建筑等级开发商总包方付出的成本太大,政府的奖励额度不能够补偿和覆盖,要注意事先做好功课,尤其是聘请当地的或熟悉当地市场的中介机构算好账、签好合同,避免踩坑;第二,注意各个国家激励的主体不同。西方有效的办法就是对购房者实行直接补贴,因为开发商作为房屋交易价格的强势方,会把有些激励措施转化为自己开发房地方经营的收益,而相对于市场主体开发商的对手方——购房者是弱势方,更应该得到激励,即购买绿色建筑可以直接得到多少补贴?可以采取现金补贴或有价证券转移的方式,同时有些国家,比如我国,

主要以激励开发商或总包方为主,认为开发商或总包方是大的经营主体,更容易控制或接受先进的观念;第三,激励和补贴方式不同。有采取对绿建企业研发生产制造给予直接财政补贴的形式,也有采取税收优惠的形式,还有通过对建筑物进行评级奖励的形式;还有从标准规范上政府对绿色建材予以激励的形式。

总之,绿色建筑是个新鲜事物,包括绿色建材,全生命周期的绿色生产,绿色厂房,绿色工厂,带来的对绿色建筑的支撑,目前各国绿色建筑配套的标准体系尚不够完善。鼓励绿色建筑、绿色建材方面的研发创新,尤其是全生命周期的低能耗,无污染的绿色环保新产品,都在快速推出各类激励政策,促进绿色建筑发展,我国相关绿色建筑、绿色建材企业应抓住机会、主动出击实施跨国经营发展战略。

4.3 有激励必须有惩罚,有引导必有监督,各国政府的监督措施是实施跨国经营绿建企业必须高度重视的又一重要因素。监督绿色建筑市场,绿色产业规范化,政府与市场的关系是市场作用与政府监督管理的有机结合,既要发挥市场机制下企业的正常竞争、优胜劣汰,又要发挥好政府的监督和规范引导的作用。各国在实施政府监督作用时,由于国情不同,手段措施千差万别。相关跨国企业经营主体必须仔细研究,高度重视。

参考文献

- [1]李临娜.“双碳”背景下绿色建筑设计与发展探索[J].工业建筑,2022,52(04):233.
- [2]滕佳颖,许超,艾熙杰,杨涵,张连强.绿色建筑可持续发展的驱动结构建模及策略[J].土木工程与管理学报,2019,36(06):124-131+137.DOI:10.13579/j.cnki.2095-0985.2019.06.020.
- [3]Olanipekun A O, Xia P, Skitmore M. Green Building

Incentives: A Review[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews,2016,59:1611-1621.

[4]Darko A, Zhang C, Chan A P C. Drivers for Green Building: A Review of Empirical Studies[J]. Habitat International,2017,60:34-49.

[5]Ding Z, et al. Green Building Evaluation System Implementation[J].Building and Environment,2018,133:32-40.

[6]张凯,陆玉梅,陆海曙.双碳目标背景下我国绿色建筑高质量发展对策研究[J].建筑经济,2022,43(03):14-20. DOI:10.14181/j.cnki.1002-851x.202203014.

作者简介

邓刚 男,汉族,1971年5月生,管理学博士,齐鲁理工学院副教授,中国绝热材料协会副会长,山东省建筑节能协会副会长,主板上市企业济南圣泉集团有限公司(证券代码605589)高级顾问。历任中外合资企业营销总监、集团公司总裁助理、副总裁,担任大型上市企业高级管理人员13年,主要研究方向:跨国企业经营、绿色建筑、绿色建材及建筑节能等,授权发明专利8项。

邓文卿 女,汉族,1999年生于山东省济南市,悉尼大学数学统计与金融专业学士、现为悉尼大学商业数据分析在读硕士研究生。

孙遥 女,汉族,1990年1月生于山东省济南市,法国里昂第三大学物流管理与国际商务双硕士,齐鲁理工学院商学院教师,主要研究方向:跨国企业经营。

通讯作者:周早弘(1966.3-)男,江西进贤人,汉族,管理学博士,江西财经大学教授,主要研究方向:绿色建筑与持续建设管理、建筑节能与资源节约等。