

绿色建筑发展的驱动机制研究

周 强¹,王海鹏²,薛海燕¹

(1. 中国城市科学研究会 学术交流部,北京 100835;2. 滁州市城乡规划建设委员会,安徽 滁州 239000)

摘要:绿色转型发展既是新的国家重大战略,也是生态城市发展的核心内容和新形势下建筑行业发展的必然选择。关于制约我国绿色建筑发展的主要因素,许多学者通过理论分析、调查访问等方法进行了深入探索,但普遍缺乏宏观层次的定量分析与实证研究。基于此,利用除西藏之外的 30 个大陆省市区的宏观统计数据,通过构建空间面板模型,对可能影响我国绿色建筑发展的 13 个主要因素进行了系统分析。模型结果显示,现阶段我国绿色建筑的发展主要由经济、技术和文化等因素驱动,市场、企业及政府对绿色建筑发展的积极作用尚未得到充分发挥。由此建议发展绿色建筑需要完善房地产市场机制、供需两端双向激励、鼓励绿色专利技术的研发和利用,并加大媒体对绿色建筑的宣传力度,通过建立综合多元的驱动机制方可推进绿色建筑业的健康稳定发展。

关键词:绿色建筑;可持续发展;驱动机制;空间面板模型

中图分类号:TU201. 5;F426 **文献标识码:**A **文章编号:**1008 - 7192(2019)01 - 0028 - 11

一、引 言

绿色建筑理念产生于 20 世纪中期的资源危机,美国建筑师保罗·索勒瑞(Paolo Soleri)创造性地将生态学与建筑学结合提出了“生态建筑”的新理念^{[1]115}。随后,麦克哈格(Ian McHarg)提出人、建筑、自然和社会应协调发展,从而正式确立绿色建筑理论^{[2]15-20}。此后,绿色建筑在全世界得到了广泛的认同,并在 1992 年联合国环境与发展大会被确定为城市可持续发展的重点方向。为此,许多西方发达国家通过建立各种强制性规定以及经济激励措施来促进绿色建筑的发展。

我国绿色建筑的发展起步较晚,但经过政府与社会多年的努力,在开展建筑节能和绿色建筑方面依然取得了许多可喜的成果。许多地方政府已将绿色建筑指标和标准作为约束性条件纳入各项城镇规划体系之中,并出台了各项绿色建筑激励政策。截至 2015 年 12 月底,全国已有 4 071 个项目获得绿色建筑标识,总建筑面积达到 4.72 亿平方米^[3]。2016 年国家发改委和住建部委联合印发的

《城市适应气候变化行动方案》(发改气候[2016]245 号)提出“积极发展被动式超低能耗绿色建筑”,并明确要求“绿色建筑推广比例达到 50%”,这意味着绿色建筑将进入新的战略发展期。但总体上,我国绿色建筑占新开工建筑的比例依然非常低(主要以低星级建筑为主),绿色建筑的管理和促进机制尚不完善。目前国内外关于绿色建筑发展的相关研究非常多,以定性研究为主,定量的实证分析不多,造成许多政策建议缺乏系统性与精准性,难以满足现实的需要。为此,利用空间面板数据分析方法,重点研究我国现阶段绿色建筑发展的驱动机制,为相关政策制定者提供决策依据。

二、文献综述

总体上,现有关于绿色建筑发展制约因素的研究可归纳为七个主要驱动因素:经济、市场、政府、企业、技术、文化及自然环境等。

1. 经济因素

主要是指社会经济发展水平与人均可支配收入等。根据马斯洛需求层次理论,人们对建筑以及

居住环境附加价值的追求有一个从低到高的层次。随着经济的增长与生活水平的提高,人们对建筑的要求不再只是满足基本的实用功能,而开始追求高品质的生活享受,并关注文化、生态以及可持续等议题。因此,绿色建筑的发展总是在发达国家和地区开始兴起,并逐步向其他区域扩散。例如,Prum 在研究美国绿色建筑发展空间分布时就发现经济增长与绿色建筑之间存在着很强的正相关性^[4]。同样,叶祖达在研究我国绿色建筑发展空间演化时也发现城市经济因素和绿色建筑数量有比较强的相关性,经济实力较强的城市绿色建筑项目也会较多^[5]。仇保兴等发现我国绿色建筑的发展在空间维度上表现为经济发达地区向经济欠发达地区的点轴扩散模式^[6]。

2. 市场因素

主要是指绿色建筑的成本收益等。绿色建筑通常需要使用更环保节能但费用相对更高的材料与技术,因而初期成本比传统建筑高^[7]。根据经济学原理,绿色建筑的市场接受度将低于传统建筑。事实上,Zhang 等通过实证研究发现增量成本对绿色建筑的发展确实有着重要影响^[8]。但是,许多研究也表明,绿色建筑的长期运营成本可能比传统建筑更具优势,而且还能给投资者带来额外的“市场收益”^[9]。比如,Aroul 通过美国德克萨斯州房地产交易的研究发现绿色住房的成交价要比传统住房高^[10]。Deng 等在新加坡房地产交易研究中也证实了绿色认证对住房交易存在着显著的正向溢出效应^[11]。同时,Bond 和 Dive 在研究美国住房租金的过程也发现,获得 LEED 绿色认证的公寓要比没有获得 LEED 认证的公寓平均租金高 8.9%^[12]。另外,Isa 等发现投资回报是推动绿色建筑在马来西亚发展的关键因素^[13]。

3. 政府因素

主要是指政府在生态环保、节能减排以及绿色建筑管理等方面的各项法规以及政府对绿色建筑的税费减免与资金奖励等。如前所述,国际上不少国家为推进绿色建筑的发展,不仅制定了强制性的法律规定,还出台多种激励措施。许多研究表明,国家与地方政府在绿色建筑发展中具有不可忽略的重要影响。比如,Bond 和 Dive 发现不同的政策对绿色建筑发展的作用不一样,而且绿色建筑的激

励政策在执行之后的 2 ~ 3 年影响最大^[14]。Shazmin 等发现房地产税与绿色建材税费等对绿色建筑的发展影响显著^[15]。另外,Chan 通过对来自不同国家的 104 位绿色建筑专家的访问,发现政府强制性的政策和规定以及绿色建筑认证与评价体系对绿色建筑的发展与推广具有很强的影响力^[16]。Karkanias 等运用问卷调查证实经济激励、绿色技术和工艺、可测量标准、绿色建筑指导及环境政策等是绿色建筑发展的主要因素^[17]。

4. 企业因素

主要是企业自身对开发绿色建筑的态度、意愿及决策等。企业是否开发绿色建筑受到企业自身综合实力、市场环境、国家政策要求、投资成本、投资回报、土地、技术及人才等多方面因素的影响。刘俊颖等从计划行为理论角度提出对影响开发绿色建筑项目因素的认识将有助于企业由传统开发模式向绿色化开发模式转变^[18]。张建国等研究发现,对绿色建筑认识存在误区、对绿色建筑投资收益不清楚、可能增加成本、缺乏政策激励、技术支撑不足及缺乏消费者认同等因素是影响企业进行绿色建筑开发的主要障碍^[19]。郑世刚等认为在绿色建筑价值链中,企业、政府、消费者、供应商等相关利益群体之间博弈形成“囚徒困境”,导致“纳什均衡”,只有强化各利益群体之间的合作,才能促进绿色建筑的开发^[20]。谷立静等研究发现,市场需求和增量成本是影响企业开发决策的主要因素,购房者不认同和成本增加是开发中面临的主要障碍,土地、融资、税收优惠是企业最期望的激励政策,应在供应端和需求端实施双向激励,有效推进绿色建筑的开发^[21]。

5. 技术因素

主要是指新技术的适应性与可靠性、标准管理的有无、专业技术人员数量、信息获取的便捷性以及技术扩散能力等。多数情况下,绿色建筑需要引入新的理念、材料与技术,这对传统的规划设计、建设施工与管理运营都提出了更高的要求,势必影响绿色建筑的推广与发展。Pearce 和 Vanegas 发现新的绿色建筑技术及产品在可靠性与实效性方面的风险阻碍了其市场的发展^[22]。Darko 在美国市场调研中发现,人们对绿色建筑技术缺乏足够的了解和规划设计人员拒绝改变传统做法是美国绿色建

筑发展的关键制约因素^[23]。Lam等运用问卷调查证实绿色技术和工艺、可测量标准、绿色建筑指导是绿色建筑发展的主要因素^[24]。另外,绿色建筑的发展还需要大量熟悉新施工技术与管理方法的相关专业人员。事实上,Mosly通过调查访问发现熟练工人的短缺是制约沙特绿色建筑发展的关键因素^[25]。

6. 文化因素

主要是指社会群体的价值取向、风俗习惯、公众及新闻媒体对绿色建筑的关注程度等。Hoffman等从个体、组织以及制度三个角度进行了深入分析,提出公众心理和社会因素(比如社会责任感、价值观念等)会对绿色建筑发展产生重要影响^[26]。基于此,Lam等通过调查访问的实证方法发现,建筑业利益相关者的社会责任感确实对绿色建筑的发展具有相当大的影响^[27]。Deuble等通过对建筑使用者的满意度调查发现,人们的文化因素以及可持续发展思想对绿色建筑发展影响较大^[28]。Prete在意大利南部调研过程中也发现,居民的主观态度与环境意识对绿色节能建筑的接受度具有相当重要的影响^[29]。另外,Dippold等发现政治上的党派倾向对绿色建筑的发展也存在明显影响^[30]。

7. 自然因素

主要是指区域能源资源禀赋、生态环境与气候条件等对绿色建筑发展的影响。一般来说,区域在能源资源禀赋方面的差异必然影响其能源政策与规划。能源资源相对贫乏的地区,其节能减排的自我需求与压力将大于能源资源丰富的地区,因而能源资源紧缺的地区在发展绿色建筑方面的动力将会更强。事实上,绿色建筑之所以能在新加坡、香港等地区得到大力推广正是因为这一原因^[31-32]。另外,一些研究也发现,区域气候将影响绿色建筑的推广。例如,Kontokosta在研究美国绿色建筑的时空演变时就发现,气候条件对绿色建筑的发展影响显著^[33]。同样,Bampou在研究埃及气候变化的时候也发现,住宅区温度的升高促使居民更多地采用节能建筑^[34]。

目前关于我国绿色建筑发展的制约因素也有相当多的研究。Tang通过半结构化的调查访问,发现政府政策和房地产开发企业领导的认识是制约我国绿色建筑发展的最重要因素,另外绿色建筑的

增量成本、居民的购买意愿以及成熟绿色建筑供应链对我国绿色建筑的发展也存在显著影响^[35]。金占勇等借助经济学的原理和方法通过构建中央政府和房地产开发商的完全信息动态博弈模型,强调了绿色建筑经济激励机制对我国绿色建筑发展的重要作用^[36]。张建国则认为法规政策、公众环保意识及绿色技术是局限我国绿色建筑快速发展的主要因素^[37]。牛犇、张巍、王梦夏、马辉等也在各自的研究中得出了类似的结论^[38-41]。总体来说,现有的这些文献对我国绿色建筑发展的驱动因素与机制研究缺乏系统性,且宏观量化的实证研究不足,因而对地方发展绿色建筑的指导性不强。

三、数据来源与研究方法

1. 数据来源

本文研究对象为我国大陆除西藏之外的30个省级行政区,考察期为2008—2015年(我国绿色建筑评价标识认证始于2008年)。研究所指的绿色建筑为按照国家住房和城乡建设部发布的《绿色建筑评价标识管理办法(试行)》申请并获得认证的所有建筑项目(获得国际其他绿色建筑认证但未参加我国绿色建筑评价标识的建筑项目未纳入)。本研究的绿色建筑标识项目基本数据来源于住房和城乡建设部科技与产业化发展中心出版的各年度《全国绿色建筑评价标识统计报告》和中国城市科学研究会主编的《中国绿色建筑》系列报告。

鉴于各驱动因素的多样性与复杂性,本文仅选取了比较具有代表性的少数变量进行考察,其他相关因素并未纳入本研究之中(表1)。本文将重点考察因素包括经济发展水平(人均实际GDP与城镇居民人均可支配收入)、房地产市场(房地产投资额比例、平均建筑成本、平均房屋销售价、新房建设完工销售比)、建筑产业发展水平(绿色建筑专利申请、建筑企业人均产值)、国家重点支持政策(国家绿色生态城区试点^①)、社会文化(高等教育人口就业比例与地区各省委机关报等主流媒体宣传报道)、外资房地产企业比例、企业利润率以及区域自然条件(一次能源供给率与人均集中供热量)对各区域绿色建筑发展的影响。相关数据主要来自《中国统计年鉴》《中国房地产统计年鉴》以及各省、市、区统计

局出版的统计年鉴。其中,国家绿色生态城区试点项目资料主要来自住房和城乡建设部规划司相关材料整理。省级主流媒体宣传报道来源于中国重要报纸全文数据库(CCND),使用主题词“绿色+建筑”“生态+建筑”“低碳+建筑”和“节能+建筑”搜索结果整理而成。

表1 变量的定义与数据来源

变量	定义	来源
人均绿色建筑总面积	绿色建筑总面积/总人口	《全国绿色建筑评价标识统计报告》
人均国民生产总值	GDP/总人口/CPI	《中国统计年鉴》
人均可支配收入	城镇居民人均可支配收入/CPI	《中国统计年鉴》
平均建筑成本	房屋竣工平均造价/CPI	《中国统计年鉴》
平均住房价格	住房销售总额/住房销售总面积/CPI	《中国统计年鉴》
住房销建比	住宅销售总套数/新建房屋总套数	《中国统计年鉴》
外资企业比例	港澳台及其他外资企业数量/总企业数量	《中国房地产年鉴》
企业利润率	企业利润总额/企业资产总计	《中国房地产年鉴》
绿色建筑专利	实用、发明、外观设计等专利数之和	国家专利局
建筑业劳动生产率	按总产值计算的人均劳动生产率/CPI	《中国统计年鉴》
高等教育就业人口	就业人员本科以上学历人口比例	《中国人口与就业统计年鉴》
国家试点政策	国家绿色生态城区试点数量	根据住建部相关资料整理
主流媒体宣传	省委机关报专题报道篇数	根据中国重要报纸全文数据库整理
一次能源自给率	一次能源生产量/一次能源消耗量	各省市自治区统计年鉴
区域气候指数	城镇集中供热(水)量/总人口	《中国统计年鉴》

注:CPI为消费者价格指数,相关统计数据来源于国家统计局。

2. 研究方法

研究的总体思路是首先考察省际人均绿色建筑发展的时空变化趋势,并利用 Moran'I 指数检验各变量是否存在空间自相关;然后利用单位根与协整检验判定各主要变量之间是否存在长期稳定关系;最后利用统计软件建立空间面板模型进行数据拟合,分析上述影响因素的显著性和作用程度,并通过豪斯曼(Hausman)以及拉格朗日乘数(LM)等检验比较不同面板模型的拟合程度。

依据空间计量经济学,空间计量模型有空间滞后模型(SAR)和空间误差模型(SEM)两类^[31]。前者重点研究因变量空间效应的影响,后者主要研究邻接地区空间误差的影响。数理模型一般为:

$$\begin{cases} y = \rho(I_T \otimes W_N)y + X\beta + \eta + \nu \\ v = \lambda(I_T \otimes W_N)v + \varepsilon \end{cases} \quad (1)$$

式中, N 和 T 分别是空间个体单元数(30个省市自治区)和时间单位数(8年); y 是被解释观察值向量(人均绿色建筑总面积), X 是外生变量观察值的矩阵。

W_N 是空间权数矩阵(本文采用最常用的简单二权重矩阵,遵循的判定规则是 Rook 相邻规则)。 \otimes 是矩阵的 kronecker 乘积, I_T 是单位阵, ρ 和 λ 都是空间相关系数,其取值均在 $(-1,1)$ 之间, η 是个体固定效应向量。 β 是 $k \times 1$ 阶回归系数向量,误差项 ε 包含了两类随机效应:空间固定效应 η_i 和时间固定效应 δ_i ,误差项均值为0。

当 $\rho=0$ 时,模型(1)即为空间误差面板数据模型(SEM):

$$\begin{cases} Y = X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon = \lambda W_\varepsilon + \xi \end{cases} \quad (2)$$

当 $\lambda=0$ 时,模型(1)为空间滞后面板数据模型(SAR):

$$\begin{cases} Y = \rho W_y + X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon = \eta_i + \delta_i + \nu_{it} \end{cases} \quad (3)$$

当 $\rho \neq 0$ 且 $\lambda \neq 0$ 时,模型(1)即为空间自相关模型(SAC):

$$\begin{cases} Y = \rho W_1 Y + X\beta + \mu \\ \mu = \lambda W_2 X' \theta + \varepsilon \end{cases} \quad (4)$$

四、空间计量统计分析

1. 绿色建筑的空间格局演化

从图 1 看出,我国绿色建筑发展有明显空间不均匀现象及区域差异性。绿色建筑发展的空间格局处在不断演化过程中,在不同尺度上均呈现显著差异且逐年扩大,而集中度及相对聚集度却逐年缩小,说明绿色建筑空间极化和扩散效应同时存在。

2008 年我国绿色建筑发展的初期主要集中在长三角、珠三角以及北京都市圈三个区域,内陆地区仅湖北省发展了绿色建筑。2010 年随着中新生态城的开发,天津绿色建筑开始进入快速发展期,同时长三角地区的绿色建筑依然保持良好的发展态势,但在珠三角地区绿色建筑的发展却出现了停

滞。在西部地区,宁夏与新疆率先开始推行绿色建筑。但从全国范围来说我国绿色建筑的发展依然较为缓慢。2013 年随着住建部对绿色生态城区的重视,绿色建筑在东部沿海地区得到了广泛的支持,长三角、珠三角、京津冀等三个地区成为我国绿色建筑的集中发展示范区。2015 年我国绿色建筑进入了快速发展期,绿色建筑在全国范围内得到了推广。总体而言,现阶段我国绿色建筑的发展存在明显的块状特征。东部沿海地区依然是我国绿色建筑发展的先行地区,中西部地区的陕西省与重庆市在绿色建筑方面也获得了快速的发展(湖北省虽然起步较早,但是人均绿色建筑一直没有很大提高)。东北地区,吉林省成为绿色建筑发展的优势地区。

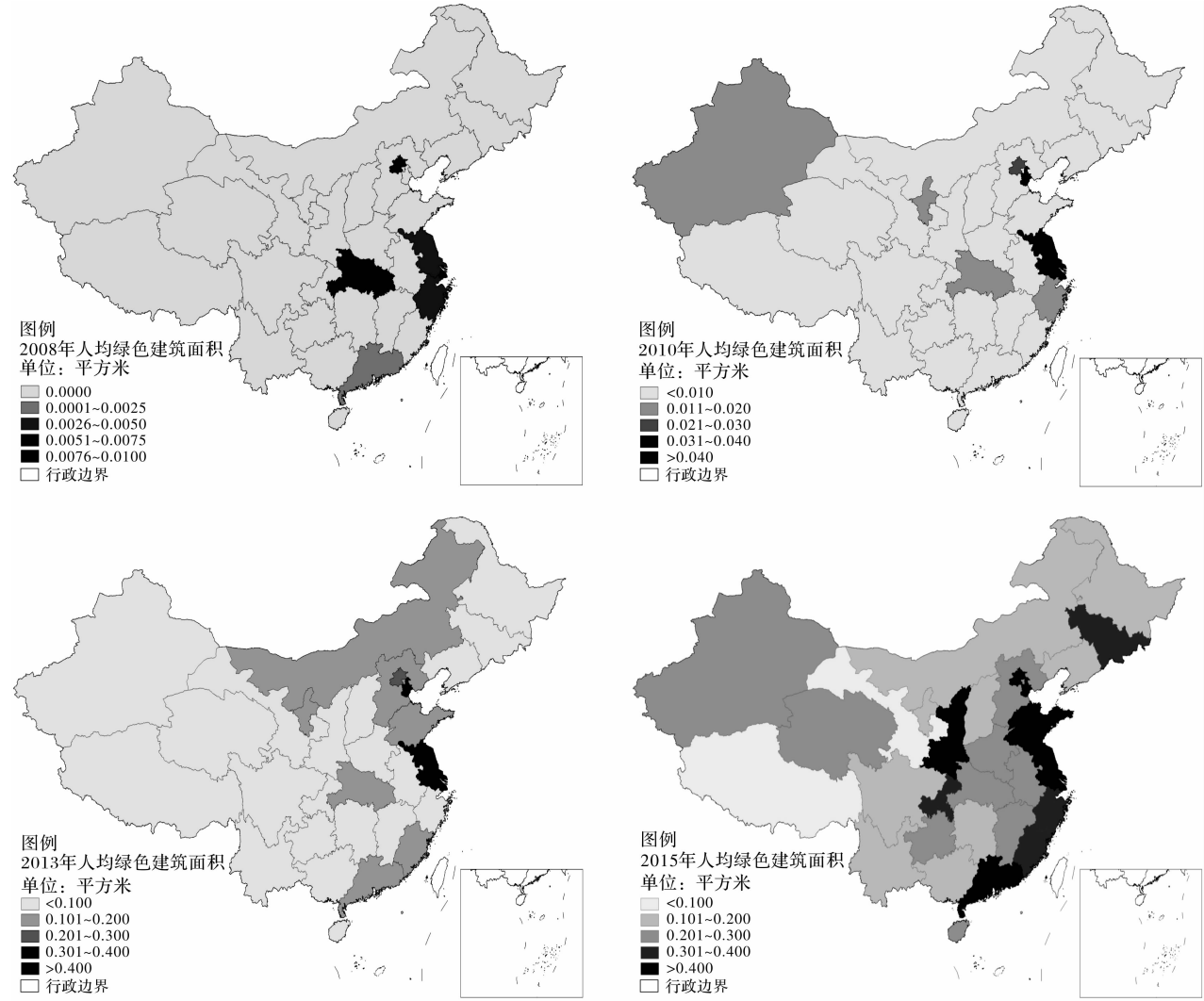


图 1 我国省际层面绿色建筑发展趋势(2008 - 2015 年)

2. 绿色建筑的空间回归分析

因研究样本有限,多数变量的原始水平数据在

5% 显著水平上无法拒绝单位根的原假设,但 Kao 协整检验的 ADF 统计量($t = -2.164869, P = 0.0152$)

在5%显著性水平下拒绝原假设,表明各主要因素之间存在显著的协整关系。同时,表2的空间自相关检验是基于空间邻近二元权重矩阵的分析结果,

检验结果显示我国绿色建筑的发展与房地产市场各因素等都存在显著的稳定空间自相关性。因此,空间面板回归模型可能更符合事实情况。

表 2 2008—2015 年主要变量空间自相关 (Moran's I) 检验

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
人均绿色建筑总面积	0.184 **	0.323 ***	0.300 ***	0.312 ***	0.432 ***	0.364 ***	0.396 ***	0.325 ***
人均 GDP	0.436 ***	0.418 ***	0.424 ***	0.421 ***	0.409 ***	0.399 ***	0.383 ***	0.384 ***
人均可支配收入	0.428 ***	0.433 ***	0.446 ***	0.446 ***	0.357 ***	0.357 ***	0.354 ***	0.348 ***
平均建筑成本	0.377 ***	0.256 ***	0.292 ***	0.232 ***	0.293 ***	0.315 ***	0.260 ***	0.351 ***
平均住房价格	0.330 ***	0.343 ***	0.322 ***	0.379 ***	0.355 ***	0.338 ***	0.335 ***	0.280 ***
住房销建比	0.225 **	-0.002	0.149 *	0.029	0.148 *	0.355 **	0.212 *	0.160 *
外资企业比例	0.362 ***	0.387 ***	0.373 ***	0.365 ***	0.387 ***	0.389 ***	0.379 ***	0.374 ***
企业利润率	0.087	0.018	-0.029	-0.090	-0.176	0.245 *	0.207 **	0.097
建筑业劳动生产率	0.266 ***	0.218 **	0.125 *	0.259 ***	0.399 ***	0.245 ***	0.248 ***	0.325 ***
绿色建筑专利	-0.095	0.189 **	0.213 **	0.271 ***	0.246 ***	0.246 ***	0.267 ***	0.270 ***
国家试点政策	-0.022	-0.066	-0.079	-0.070	0.054	0.054	0.148 *	0.148 *
高等教育就业人口	0.158 ***	0.177 **	0.228 ***	0.226 ***	0.227 ***	0.261 ***	0.221 ***	0.310 ***
主流媒体宣传	0.187 **	0.164 **	0.092	-0.035	0.013	0.013	-0.132	0.115 *
一次能源自给率	0.340 ***	0.332 ***	0.317 ***	0.303 ***	0.264 ***	0.264 ***	0.265 ***	0.256 ***
区域气候指数	0.409 ***	0.376 ***	0.430 ***	0.472 ***	0.482 ***	0.562 ***	0.572 ***	0.602 ***

注: *、* *、* * * 分别表示在 10%、5%、1% 水平上显著。表 3、表 4 同。

表 3 绿色建筑发展的空间面板数据回归结果

变量	Model 1 (PD)	Model 2 (SEM)	Model 3 (SAR)	Model4 (SAC)
	固定效应	时空固定	时空固定	时空固定
人均国民生产总值	0.039 9 *	0.152 3 ***	0.184 5 ***	0.139 6 ***
人均可支配收入	0.045 3	0.007 9	-0.103 4 **	-0.005 8
平均建筑成本	-0.498 0 **	-0.153 0	-0.164 4	-0.179 2
平均住房价格	0.198 6 *	0.224 5 **	0.316 2 ***	0.180 0 **
住房销建比	-2.641 5	-2.796 7 *	-2.855 4 *	-2.666 8 *
外资企业比例	39.799 0	126.474 3 **	139.051 6 **	126.441 7 ***
企业利润率	-43.002 1	175.428 4 ***	167.291 5 **	171.899 2 ***
绿色建筑专利	16.132 9 ***	14.015 8 ***	11.183 3 ***	12.169 1 **
建筑业劳动生产率	-0.002 7 **	-0.000 4	-0.000 6	-0.000 4
国家试点政策	89.163 3	73.352 0	114.937 8 **	43.613 9
高等教育就业人口	167.876 7 ***	146.174 9 ***	102.135 7 ***	116.268 0 ***
主流媒体宣传	-15.290 3	13.396 0	10.001 4 *	6.162 5
一次能源自给率	-0.555 6 **	4.327 8	2.327 9	4.146 3
区域气候指数	-139.860 7	-186.244 8 ***	-122.174 9 **	-161.589 5 **
Λ	—	-0.428 0 ***	—	-0.574 5 ***
P	—	—	0.238 6 ***	0.343 8 ***
R^2	0.690 1	0.752 1	0.751 4	0.754 0
$Log. L$	-1 930.008	-1 855.057	-1 855.944	-1 848.346
AIC	3 892.016	3 742.113	3 743.889	3 730.691
BIC	3 947.706	3 797.804	3 799.579	3 789.862

表3的第2~5列分别为使用普通面板、SEM、SAR和SAC模型的结果。从空间相关性检验结果来看,LM Lag与LM Error的统计量均在5%的水平上拒绝原假设,说明模型中存在显著的空间自相关性。从AIC、BIC值以及自然对数似然值来看,SAC模型的拟合结果更好。

表3显示,由于普通面板没有考虑地理空间因素对绿色建筑发展的潜在影响,所以对很多变量的估计产生了一定的偏差。比如,普通面板模型的结果显示外资企业比例与企业利润率对绿色建筑发展没有显著影响,而建筑成本、建筑业劳动生产率和一次能源自给率对绿色建筑发展的存在显著影响。但经过空间加权之后,结果显示外资企业比例与企业利润率对绿色建筑发展存在显著的积极效应。同时,建筑成本、建筑业劳动生产率与一次能源自给率对绿色建筑发展的影响并不显著。普通面板模型还放大了高等教育就业人口对绿色建筑发展的影响(相比其他模型,其对应变量相关系数的绝对值最大)。另外,普通面板模型的结果显示,房屋销建比以及区域气候条件对绿色建筑的发展没有影响,但空间面板模型的结果显示,这些变量

对绿色建筑的发展存在显著影响。总体而言,空间面板模型的结果应该更符合客观事实。

根据表3的SAC模型结果,绿色建筑发展的主要影响因素有人均国民生产总值、平均住房价格、房屋销建比、外资企业比例、企业利润率、绿色建筑专利数量、高等教育就业人口比例以及区域气候等。其中,人均国民生产总值、平均住房价格、外资企业比例、企业利润率、绿色建筑专利数量及高等教育就业人口比例对绿色建筑的发展有明显的正相关效应。房屋销建比以及区域气候则对绿色建筑的发展具有明显的抑制作用。另外,表4表明,影响我国绿色建筑发展的各因素还具有不同的空间直接与间接影响。其中,人均国民生产总值、企业利润率、绿色建筑专利、高等教育就业人口比例以及区域气候等因素不仅对本地区内的绿色建筑具有很强的积极影响(直接影响),同时对周边省市区的绿色建筑发展也具有很强的影响力(间接影响)。相反,平均住房价格、住房销建比以及外资企业比例更多地只是影响本地绿色建筑的发展(直接影响),而对周边省市区绿色建筑发展的影响力较弱(间接影响)。

表4 各因素对绿色建筑发展的直接、间接与综合影响(基于SAC模型)

变量	直接影响	间接影响	综合影响
人均国民生产总值	0.143 5***	0.070 1***	0.213 6***
人均可支配收入	-0.000 7	-.001 2	-0.001 9
平均建筑成本	-0.187 0	-.092 7	-0.279 6
平均住房价格	0.181 6**	0.087 8*	0.269 5**
住房销建比	-2.671 0*	-1.308 8	-3.979 8*
外资企业比例	129.963 3***	63.324 1*	193.287 4**
企业利润率	176.690 4***	86.433 8**	263.124 2***
绿色建筑专利	12.702 1***	6.160 9**	18.863 0***
建筑业劳动生产率	-0.000 4	-0.000 2	-0.000 5
国家试点政策	44.460 6	21.604 3	64.631 6
高等教育就业人口	118.665 4***	56.776 8**	175.442 2***
主流媒体宣传	5.841 8	2.444 6	8.286 5
一次能源自给率	4.444 8	2.146 5	6.591 3
区域气候指数	-169.494 6**	-81.693 6**	-251.188 2**

3. 绿色建筑的驱动机制

由上述分析可知,绿色建筑的发展是各种驱动因素在内外条件下综合作用的结果,其主要驱动力

包括自然、经济、市场、政府、企业、技术及文化等七个方面。总体来看,本研究的空间面板数据模型分析结果显示这七个驱动力因素对我国绿色建筑的

发展均有显著的影响,但是各驱动力因素对绿色建筑发展的贡献度存在一定差异。

表5表明,过去八年我国绿色建筑发展的最大驱动力为经济因素,其贡献度几乎是其他各驱动因素贡献度之和。这表明,经济增长对我国绿色建筑的发展具有举足轻重的影响。经济增长不仅可促进人们对绿色居住的需求,同时也提高了政府在绿色公共建筑方面的供给能力。事实上,2008—2015年获得绿色建筑设计标识的公共建筑总面积达到1.73亿平方米,占我国绿色建筑总面积的36.65%,已成为我国绿色建筑增长的重要来源。

市场因素中,住房价格对绿色建筑的发展贡献最大,这表明虽然住房价格上涨会增加人民生活压力,拉大城镇居民收入差距,房价上涨过高过快甚至还会激化各种潜在的社会矛盾,威胁国家社会稳

定,但是房价上涨降低了绿色建筑的投资风险并提高了绿色建筑的预期回报,对于绿色建筑的发展来说具有一定的激励作用。然而根据表5的结果,房价上涨对绿色建筑发展的激励作用将被平均建筑成本与住房销建比的反向影响所抵消,从而使得房地产市场的综合贡献度反而小于技术因素的贡献度。

表5显示企业因素对绿色建筑的发展影响巨大,但主要表现为制约作用。其主要原因是近年来我国房地产市场趋向饱和,各类房地产企业竞争加剧,整体上出现了供过于求的状况,造成更倾向使用绿色建筑技术的外资(含港澳台)房地产企业逐渐退出,其比例逐年下降。同时,全国大部分省市房地产企业的盈利状况也出现显著下滑,造成房地产企业对建设成本的控制要求更高,从而使得大多数房地产企业对绿色建筑的投入更为谨慎。

表5 各驱动因素对绿色建筑发展的年均贡献值

主要计算指标		年均贡献值(平方米/万人)	
		分项	小计
自然驱动力	气候指数计算	-25.07	-25.07
	人均GDP	533.716	533.716
经济驱动力	人均可支配收入	—	
	平均建筑成本	—	60.433
市场驱动力	平均住房价格	74.971	
	住房销建比	-14.537	-75.721
企业驱动力	外资企业比例	-39.119	
	企业利润率	-36.602	126.304
技术驱动力	建筑业劳动生产率	—	
	绿色技术专利	126.304	—
政府驱动力	国家绿色生态城区试点	—	
	大学以上学历就业人口比例	133.295	133.295
文化驱动力	主流媒体宣传	—	

注：各因素的年均贡献值为各指标年均增长量与SAC模型的相关系数之乘积。

虽然表5显示政策因素的贡献值几乎为零,但这仅仅是单个国家政策对绿色建筑发展的贡献值。事实上,本文考察的国家绿色生态城区试点工作因为多方面原因目前已经暂停(重启方案正在研究之中)。但是国家及地方各级政府对绿色建筑的支持政策非常多,限于数据收集的困难性,无法在本研究中全部纳入进行分析。可以预期的是,这些国家及地方政府对绿色建筑的支持将极大地促进我国绿色建筑的发展。

文化驱动因素对我国绿色建筑发展也有重要

贡献。其中,教育对绿色建筑发展的贡献度最大。高等学历就业人口比例的增加,不仅为绿色建筑产业的发展提供了更多的专业人员储备,而且为绿色建筑的价值推广提供了更坚实的社会基础。然而作为绿色建筑发展催化剂的媒体宣传,现阶段的贡献度明显偏小,主要原因是主流媒体对于绿色建筑的宣传力度不够。根据本研究统计,各省委机关报对于绿色建筑的专题宣传报道年均不足2篇(东部沿海地区稍多,最高为2014年河北省12篇),显然难以发挥应有的催化作用。

另外表5表明,技术对我国绿色建筑发展的贡献度也非常大,且其贡献值主要来源于绿色建筑专利的增长。绿色建筑技术是传统建筑向绿色建筑全面转型的革命性原动力,绿色建筑专利技术的累积与增长不仅可降低绿色建筑的建造成本,还可以提高地区建筑产业的竞争力,因而对绿色建筑的发展具有非常重要的影响。事实上,在绿色建筑技术创新方面,我国已接近高端技术研究领域的领先水平,许多新建大型公共建筑已经集成了国内外最先进的绿色建筑技术和产品,成为绿色建筑技术推广平台和教育示范基地。

自然驱动因素对绿色建筑的发展主要表现为制约作用,但其作用效果也非常有限。

五、总结与建议

随着城市化与工业化的快速发展,我国已经成为全球能耗最大的国家之一。据统计,40%的中国碳排放量来自房地产与建筑行业,因此发展绿色建筑将是解决我国能源问题的重要战略,而且通过多年来的探索和实践,我国发展绿色建筑的条件已经成熟^[42]。结合以上分析,建议从以下四个方面构建符合我国绿色建筑发展的多元驱动机制。

1. 强化市场利益驱动机制

经济增长是绿色建筑发展的前提,但是将经济增长转化为绿色建筑的增长,需要一个完善的房地产市场机制,尤其需要明晰资源、生态环境的产权,建立保护生态环境和节约资源使用的成本—收益机制。可行的方式是在规范房地产市场竞争环境的同时引入建筑碳排放权交易制度,以成本效益最优的方式实现减排任务,推动房地产行业的绿色供应链建设,提升绿色建筑企业的收益率。同时,强化市场利益驱动机制还应适量放开外资房地产企业(特别是先进国家建筑企业)的准入。本研究已经表明,外资企业的“鲶鱼效应”对于我国绿色建筑的发展具有显著的积极影响。

2. 完善政策激励驱动机制

很多研究分析表明,政策激励机制对绿色建筑的发展具有相当大的促进作用。事实上,如果没有政策扶持,我国绿色建筑的发展将会寸步难行。目前我国各级政府的绿色建筑激励政策主要包括土

地转让、土地规划、财政补贴、税收、信贷、容积率、城市配套费、审批、评奖、企业资质、科研和消费引导等。然而由于财政紧张等各种原因,许多地区的绿色建筑激励政策流于形式而并未得到落实。完善绿色建筑的政策激励机制,需要注重激励政策的可实施性,特别是需要制定符合地方实情的强制性政策,长期保持并不断完善这些政策。

3. 提升技术创新驱动机制

众所周知,信息技术、材料技术等高新技术为绿色建筑的发展提供了强有力的技术保障。本研究分析也同样表明技术创新对于绿色建筑的发展具有很强的正面影响。目前我国虽然已经在建筑节能、节地、节水、节材和建筑环境改善等技术应用研究方面取得了积极的进展,但总体上我国绿色建筑技术的研发与应用还处在初级阶段,绿色建筑领域的国家及行业标准尚有待完善,特别是需要加强绿色建筑适宜技术(低增量成本技术)的研发与推广,这对于我国中西部地区的绿色建筑发展具有重要意义。

4. 构建社会责任驱动机制

随着制度经济学中利益相关者理论的发展,企业社会责任(Corporate Social Responsibility, CSR)越来越被认为现代企业融入国际产业网络的准入门槛,越来越多的评级机构也把企业的社会责任绩效作为企业优劣的参考指标之一。近年来,国内许多大型房地产企业也将履行社会责任纳入其总体发展战略。作为城市可持续发展重要抓手的绿色建筑,应该成为房地产企业社会责任的重要计量指标。为此,地方政府应积极普及绿色建筑知识,特别是在高学历群体中大力宣传绿色建筑的经济效益、社会效益和环境效益,提升中产阶层对绿色建筑的意识,营造发展绿色建筑是履行企业社会责任重要内容的环境氛围。

参 考 文 献

- [1] PAOLO S. The Bridge between Matter & Spirit is Matter Becoming Spirit: The Arcology of Paolo Soleri[M]. New York: Anchor Books, 1973.
- [2] MC H, IAN L, Design with Nature[M]. New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 1995.
- [3] 宋凌, 张川, 李宏军. 2015 年全国绿色建筑评价标识统计报告[J]. 建设科技, 2016(10): 12-15.

- [4] PRUM D A, KOBAYASHI T. Green building geography across the United States: does governmental incentives or economic growth stimulate construction[J]. *Ssm Electronic Journal*, 2013(1): 43.
- [5] 叶祖达. 中国城市绿色建筑地理分布[J]. *现代城市研究*, 2012(9): 42-48.
- [6] 仇保兴,李东红,吴志强. 中国绿色建筑空间演化特征研究[J]. *城市发展研究*, 2017(7): 1-10.
- [7] CHAN E H W, QIAN Q K, Lam P T I. The market for green building in developed Asian cities—the perspectives of building designers [J]. *Energy Policy*, 2009, 37(8): 3061-3070.
- [8] ZHANG X, PLATTEN A, SHEN L. Green property development practice in China: costs and barriers[J]. *Building and Environment*, 2011(11): 2153-2160.
- [9] ZUO J, PULLEN S, RAMEEZDEEN R, et al. Green building evaluation from a life-cycle perspective in Australia: a critical review[J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2017, 70: 358-368.
- [10] AROUL R R, HANSZ J A. The value of green: evidence from the first mandatory residential green building program [J]. *Social Science Electronic Publishing*, 2011, 34(1): 27-50.
- [11] DENG Y, LI Z, QUIGLEY J M. Economic returns to energy-efficient investments in the housing market: evidence from Singapore[J]. *Regional Science & Urban Economics*, 2012, 42(3): 506-515.
- [12] BOND S A, DEVINE A. Certification matters: is green talk cheap talk[J]. *Social Science Electronic Publishing*, 2015, 52(2): 1-24.
- [13] ISA M, SIPAN I, HWA T K. Factors affecting green office building investment in malaysia [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2013(105): 138-148.
- [14] BOND S A, Devine A. Incentivizing green single-family construction: identifying effective government policies and their features[J]. *Journal of Real Estate Finance & Economics*, 2016, 52(4): 1-25.
- [15] SHAZMIN S A A, SIPAN I, SAPRI M. Property tax assessment incentives for green building: a review[J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2016, 60: 536-548.
- [16] CHAN A P C, DARKO A, EFFAH E A. Strategies for promoting green building technologies adoption in the construction industry—an international study[J]. *Sustainability*, 2017, 9(6): 969.
- [17] KARKANIAS C, BOEMI S N, PAPADOPOULOS A M, et al. Energy efficiency in the Hellenic building sector: an assessment of the restrictions and perspectives of the market [J]. *Energy Policy*, 2010, 38(6): 2776-2784.
- [18] 刘俊颖,何溪. 房地产企业开发绿色建筑项目的影响因素[J]. *国际经济合作*, 2011(3): 82-85.
- [19] 张建国,谷立静. 房地产企业开发绿色建筑的影响因素和对策建议[J]. *中国能源*, 2017, 36(2): 18-22.
- [20] 郑世刚,张兆旺,朱剑锋,等. 绿色建筑相关利益群体博弈分析——基于绿色建筑价值链视角[J]. *科技进步与对策*. 2012, 29(18): 143-146.
- [21] 谷立静,张建国. 我国房地产企业开发绿色建筑现状和启示[J]. *中国能源*. 2014, 36(10): 35-38.
- [22] PEARCE A R, VANEGAS J A. A parametric review of the built environment sustainability literature[J]. *International Journal Environmental Technology and Management*, 2002, 2(1/2/3): 54-93.
- [23] DARKO A, CHAN A P C, AMEYAW E E, et al. Examining issues influencing green building technologies adoption: The United States green building experts' perspectives [J]. *Energy & Buildings*, 2017, 144(3): 320-332.
- [24] LAM P T I, Factors affecting the implementation of green specifications in construction [J]. *Journal of Environmental Management*, 2010, 91(3): 654-661.
- [25] MOSLY I. Barriers to the diffusion and adoption of green buildings in Saudi Arabia[J]. *Journal of Management & Sustainability*, 2015, 5(4): 104-114.
- [26] HOFFMAN A J, HENN R. Overcoming the social and psychological barriers to green building[J]. *Organization & Environment*, 2008, 21(4): 390-419.
- [27] LAM P T I. Factors affecting the implementation of green specifications in construction [J]. *Journal of Environmental Management*, 2010, 91(3): 654-661.
- [28] DEUBLE M P, DEAR R J D. Green occupants for green buildings: the missing link[J]. *Building & Environment*, 2012, 56(10): 21-27.
- [29] PRETE M I, PIPER L, RIZZO C. Determinants of southern italian households' intention to adopt energy efficiency measures in residential buildings[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017(153): 83-91.
- [30] DIPPOLD T, MUTL J, ZIETZ J. Opting for a green certificate: the impact of local attitudes and economic conditions [J]. *Journal of Real Estate Research*, 2014, 36(4): 435-474.
- [31] MA Z, WANG S. Building energy research in Hong Kong: a review[J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2009, 13(8): 1870-1883.
- [32] CHAN E H W, QIAN Q K, LAM P T I. The market for green building in developed Asian cities—the perspec-

- tives of building designers[J]. Energy Policy, 2009, 37(8):3061-3070.
- [33] Kontokosta C E. Greening the regulatory landscape: the spatial and temporal diffusion of green building policies in U.S. cities[J]. Journal of Sustainable Real Estate, 2011.
- [34] BAMPOU P. Green buildings for Egypt: a call for an integrated policy[J]. International Journal of Sustainable Energy, 2016:1-16.
- [35] TANG Z, NG S T. Sustainable building development in China—a system thinking study [J]. Procedia Engineering, 2014, 85:493-500.
- [36] 金占勇,孙金颖,刘长滨,等. 基于外部性分析的绿色建筑经济激励政策设计[J]. 建筑科学,2010,26(6):57-62.
- [37] 张建国,谷立静. 我国绿色建筑发展现状、挑战及政策建议[J]. 中国能源,2012,34(12):19-24.
- [38] 牛犇. 绿色建筑开发管理研究[D]. 天津:天津大学,2011.
- [39] 张巍,吕鹏,王英. 影响绿色建筑推广的因素:来自建筑业实证研究[J]. 建筑经济,2008(2):26-30.
- [40] 王梦夏. 绿色建筑推广影响因素研究[D]. 北京:首都经济贸易大学,2014.
- [41] 马辉. 绿色住宅驱动因素及调控机制研究[D]. 天津:天津大学,2010.
- [42] 仇保兴. 我国绿色建筑发展和建筑节能的形势与任务[J]. 城市发展研究,2012,19(5):1-7,11.

A Study of the Driving Mechanism for Green Building Development in China

ZHOU Qiang¹, WANG Hai-peng², XUE Hai-yan¹

(1. Chinese Society for Urban Studies, Beijing 100835, China;

2. Chuzhou Urban and Rural Planning and Construction Commission, Chuzhou 239000, China)

Abstract: Green transformation, an inevitable option for the construction industries under the new situation, is not only the national grand strategy, but also a core content of eco-city development. In spite of various policies formulated by the government to promote green building development during the last decade, there are still a lower proportion of green buildings in the newly construction projects than that of developed countries. Though researchers explore the main factors hindering the green building development in China by using such methods as theoretical analysis and survey interviewing, there is still a lag of adequate empirical study and quantitative analysis on the macro-level. Accordingly, the paper establishes a spatial panel data model, which is based on the macro statistics of 30 provinces and cities in the mainland except Tibet, to examine the factors that affect green building development in China. The findings show that presently the green building development in China is driven by economic growth, technical forces, and cultural tradition, but the positive role of the market, enterprises and government has not been fully played in the case. Therefore, the paper urges for establishing a comprehensive and diversified mechanism to promote healthy and steady progress of green building development. It is proposed to perfect better real estate market regulations, offer the supply and demand ends with bidirectional incentives, encourage the research and application of patented green technology, and increase the media publicity on green buildings.

Key words: green building; sustainable development; spatial panel data model

【编辑 高婉炯】

注释:

- ① 国家绿色生态示范城区是为了倡导在城市的新建城区中因地制宜利用当地可再生能源和资源,推进绿色建筑规模化发展提出来的概念。2012年为了加强低碳生态试点城(镇)推进力度,住房和城乡建设部对低碳生态试点城(镇)和绿色生态城区进行了整合,并联合财政部对规划先进、新增绿色建筑面积比较大的绿色生态示范城区进行财政补贴、税收优惠、贷款贴息等激励。目前,中新天津生态城、长沙梅溪湖、南京河西新城等第三批18个项目获得了审核通过。2014年共有两批27个城区申请,目前待审批。