

中国绿色建筑面积时空演化及驱动机制研究

刘晓君 李培¹

(西安建筑科技大学 管理学院, 陕西 西安 710055)

【摘要】: 基于中国绿色建筑面积的面板数据, 运用差异指数、自然断裂点法、空间自相关分析研究绿色建筑面积的时空演化, 建立固定效应面板数据模型分析绿色建筑面积空间分布格局的驱动机制。结论如下: (1) 绿色建筑面积绝对差异呈增大趋势, 相对差异呈缩小趋势; (2) 我国绿色建筑面积的演化以路径依赖型为主, 处于低水平区和中低水平区的省域数量较多; (3) 绿色建筑面积存在显著的正空间自相关性, 低低聚集状态为主, 形成以浙江、安徽、上海以及江苏为核心, 向相邻省域扩散的高值热点区域, 低值冷点区域则呈向西北扩散趋势; (4) 绿色建筑面积空间格局的形成是经济核心驱动、人口直接驱动、政策外部驱动、自然基础驱动和市场内部驱动共同作用的结果。

【关键词】: 时空演化 驱动机制 固定效应 面板数据模型

【中图分类号】: F292 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2021)03-088-07

习近平总书记在党的十九大报告中指出, 我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段, 需要迫切转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力, 追求高质量和高效益的发展, 并且提出“加快生态文明体制改革、建设美丽中国”的重要议题。而传统建筑业作为能源消耗的三大产业之一, 其粗犷的发展方式成为我国国民经济发展和资源集约利用的巨大负担。伴随我国新型城镇化进程的持续推进, 建筑业将在未来较长的一段时间内保持高位发展, 对资源的需求短期不会降低, 因此推广全生命周期能耗低的绿色建筑是传统建筑业转型升级的重要突破口, 也是可持续发展的客观要求。

绿色建筑在我国发展至今成绩显著, 截至 2016 年 9 月, 我国绿色建筑累计项目数量 4515 个, 累计建筑面积高达 52291 万平方米。但是国内外均存在各地区绿色建筑发展差异显著, 分布明显不均的问题。古人云: 不患寡而患不均。针对该问题, Cidell^[1]、Cidell & Beata^[2]研究了美国 LEED 建筑的地理分布, 分析造成 LEED 建筑地理分布差异的主要影响因素; Fuerst 等^[3]发现城市房地产市场规模及经济发展水平对 LEED 建筑空间分布有正向促进作用; Prum & Kobayashi^[4]研究了政府激励和经济增长对美国六个州 LEED 建筑空间分布的影响, 国内学者叶祖达^[5]基于我国绿色建筑地理分布的差异性, 分析了宏观经济条件和房地产市场条件对绿色建筑地理分布的影响; 赵丽坤等^[6]运用标准差椭圆理论揭示了我国绿色建筑的空间格局演变规律; 仇保兴等^[7]分析了我国绿色建筑分布的空间均衡度、空间相关性、演化模式和空间格局; 周强等^[8]通过构建空间面板数据模型, 分析了 13 个宏观因素对绿色建筑发展的驱动机制。虽然现有成果采用不同方法分析了绿色建筑的空间分布差异并且总结了造成这种差异的原因所在, 但是关于绿色建筑面积的时空演化规律、探寻和定量分析驱动机制的系统性研究仍有欠缺, 对此, 本文以绿色建筑面积作为研究对象, 首先采用差异指数测度绿色建筑面积差异的演化情况, 其次采用自然断裂点法分析绿色建筑面积的演化过程, 并且对演化类型分类探讨, 然后采用空间自相关分析绿色建筑面积的空间相关关系, 最后建立固定效应面板数据模型, 探讨经济、人口、政策、自然和市场等因素对绿色建筑面积空间分布格局的驱动作用。力求通过以上分析, 明晰绿色建筑面积的时空演化特征及驱动机制, 为推广绿色建筑提供理论基础。

作者简介: 刘晓君, 博士, 教授, 研究方向为房地产经济与管理、绿色建筑。E-mail: 13700226893@163.com

基金项目: 陕西省重点研发计划项目“绿色建筑全生命周期性能及经济、环境效益评价体系研究”(2018ZDCXL-SF-03-04); 国家重点研发计划课题“绿色宜居村镇工程管理和监督模式研究”(2018YFD1100202)

1 数据来源和研究方法

1.1 研究对象和数据来源

由于认证标准不同和数据获得性的原因, 本文的研究对象为除去港澳台和西藏的其他 30 个省份的绿色建筑面积。由住建部科技与产业化发展中心主办的“绿色建筑评价标识网”仅统计了 2008 年至 2016 年 9 月的绿色建筑面积数据, 考虑 2008—2009 年期间, 我国绿色建筑初步发展, 空间布局过于稀疏, 因此为保证研究的可参考性和数据的完整性, 本文选取 2010—2015 年的绿色建筑面积数据进行分析。驱动因素选取参考相关文献^[9-12], 使用人均 GDP 表示经济因素, 使用城镇人口数量表示人口因素, 使用水资源供给量表示自然因素, 使用环境保护支出表示政策因素, 使用平均住房价格表示市场因素, 具体定义及来源如表 1 所示。

表 1 变量定义及来源

因素	变量	定义	来源
经济因素	人均 GDP	国民生产总值/总人口	2011—2016 年《中国统计年鉴》
人口因素	城镇人口	城镇人口数量	2011—2016 年《中国统计年鉴》
自然因素	水资源供给量	城镇集中供水量/总人口	2010—2015 年《城市建设统计年鉴》
政策因素	国家政策支持	环境保护支出	2011—2016 年《中国统计年鉴》
市场因素	平均住房价格	房屋平均销售价格	2011—2016 年《中国统计年鉴》

1.2 研究方法

1.2.1 差异指数测度

为科学地研究我国绿色建筑面积差异的演化情况, 从绝对差异和相对差异两方面分别测度, 借鉴相关学者的方法^[13-14], 本文采用平均差和标准差测度绝对差异, 采用变异系数和基尼系数测度相对差异。

绝对差异指数:

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| \quad (1)$$

平均差:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

标准差:

式中: R 为平均差, S 为标准差, x_i 为第 i 个省域的绿色建筑面积, $\bar{x}$ 为均值, n 为省域个数。

相对差异指数:

$$C_v = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

变异系数:

$$G = \frac{1}{2n^2 \bar{x}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j| \quad (4)$$

基尼系数:

其中: C_v 为变异系数, C_v 越大表明绿色建筑面积的相对差异越大; G 为基尼系数, G 的取值范围为 $[0, 1]$, G 越趋近于0,表示各区域绿色建筑面积越均衡,集聚度越低, G 越趋近于1则相反。

1.2.2 空间自相关分析

本文采用空间自相关分析来测度绿色建筑面积的空间相关关系。具体运用 Moran' sI 指数来分析绿色建筑面积的全局空间相关关系^[15],结合 Getis-OrdGi*指数和局部 Moran 散点图分析局部空间关系^[16]。选取 Queen 邻接矩阵作为空间权重矩阵 w_{ij} ,Moran' sI 指数的计算公式为:

$$Moran's I = \frac{m \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

Moran' sI 指数的取值范围为 $[-1, 1]$,Moran' sI>0 表示空间正相关,绿色建筑面积呈聚合分布;Moran' sI<0 表示空间负相关,绿色建筑面积呈离散分布;若 Moran' sI=0 或接近 0,则绿色建筑面积呈随机分布。Moran' sI 指数绝对值越大,空间分布的相关性就越大。局部莫兰指数和局部 Getis-OrdGi*指数的计算公式如下:

$$\begin{aligned} I' &= Z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_j \\ G_i &= \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \\ Z(G_i) &= \frac{G_i - E(G_i)}{\sqrt{Var(G_i)}} \end{aligned} \quad (6)$$

式中: I' 为局部莫兰指数, G_i 为局部 Getis-OrdGi*指数, Z 为空间单元观测值的标准化值, E 为数学期望, $\sqrt{Var(G_i)}$ 为变异系数, $Z(G_i)$ 为 G_i 的标准化值。

1.2.3 面板数据模型

因为本文的研究数据为面板数据,需采用同时包含截面和时间两个维度的面板数据模型进行分析,设 $i(i=1,2,\cdots,n)$ 表示截面, $t(t=1,2,\cdots,T)$ 表示时间,设定如下模型:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_0 + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

式中: Y_{it} 表示绿色建筑面积, X_{it} 为经济、人口、政策、自然、市场等指标集合, α_i 为个体异质性, β 为各指标对绿色建筑面积的作用程度, ε_{it} 为模型误差项。

2 绿色建筑面积时空演化特征

2.1 绿色建筑面积差异测算

2010—2015 年期间,我国绿色建筑面积整体呈增长趋势,2015 年全国绿色建筑面积平均值为 596.97 万平方米,是 2010 年的 25.75 倍,年均增长率为 104.58%。虽然我国绿色建筑面积整体表现出显著增长,但各省域绿色建筑面积仍存在较大差异,对绿色建筑协调发展有很大影响。

2.1.1 绝对差异

图 1(a) 为绿色建筑面积绝对差异指数变化趋势:2010—2015 年间,绿色建筑面积的平均差和标准差均呈上升趋势,2010—2012 年间增长较为缓慢,2012 年后增长速度加快,具体表现为平均差和标准差从 2010 年的 26.30、41.92 上升到 2012 年的 121.40 和 211.05,再上升到 2015 年的 574.82 和 824.49,说明我国各省域绿色建筑面积绝对差异随着绿色建筑面积的增长而不断扩大。

2.1.2 相对差异

图 1(b) 为绿色建筑面积相对差异指数变化趋势:2010—2015 年间,变异系数和基尼系数整体均呈缓慢下降趋势。除 2012—2013 年变异系数稍有上升外,其余年份变异系数均呈下降态势,从 2010 年的 1.81 下降到 2015 年的 1.38;基尼系数始终呈平稳下降态势,从 2010 年的 0.72 下降到 2015 年的 0.48,说明我国各省域绿色建筑面积相对差异随着绿色建筑面积的增长而不断缩小。

综合来看,代表绝对差异指数的平均差和标准差均呈上升趋势,代表相对差异指数的变异系数和基尼系数均呈下降趋势,表明四个指数均能反映绿色建筑面积差异的变化,但绝不能仅选取某一指数来计算。绝对差异逐渐增大,而相对差异逐步缩小,这要求在推进我国绿色建筑协调发展的过程中,不仅要不断缩小各省域绿色建筑面积的相对差异,并且要更加注意绝对差异的变化,防止两极分化现象的产生。

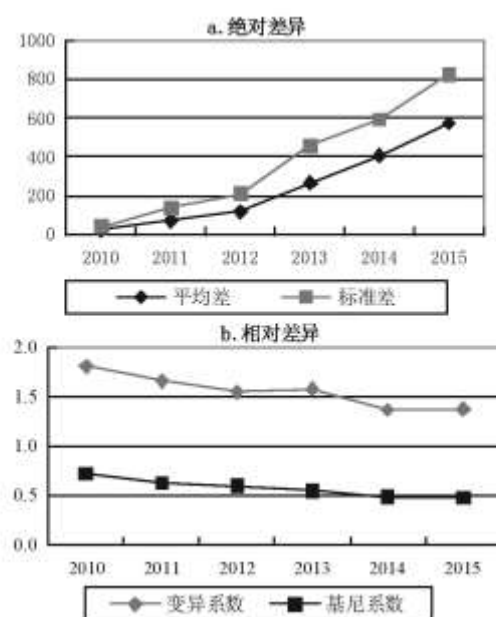


图 1 研究年份绿色建筑面积差异测度变化趋势

2.2 绿色建筑面积的空间分类特征

为清晰地反映各省域绿色建筑面积的实际演化情况,本文利用自然断裂点法分别将 2010 年和 2015 年的绿色建筑面积划分成四个等级:高水平区、中高水平区、中低水平区和低水平区,再综合 2010 年和 2015 年的等级归属,将各省域绿色建筑面积演化分为三大类型八子类型(表 2 仅列出本文实际发生的演化类型)。

表 2 绿色建筑面积空间演化类型分类标准

大类型	子类型
路径依赖型	高水平—高水平(类型 1)、中高水平—中高水平(类型 2)、中低水平—中低水平(类型 3)、低水平—低水平(类型 4)
正向演化型	中低水平—中高水平(类型 5)、低水平—中高水平(类型 6)、低水平—中低水平(类型 7)
负向演化型	中低水平—低水平(类型 8)

2010 年(图 2a),绿色建筑面积的高水平区、中高水平区、中低水平区和低水平区的省域个数比为 1:3:7:19,高水平区和中高水平区占比仅为 13.33%,分布于沿海地区,高水平区仅有江苏,中高水平区包括上海、浙江和广东。中低水平区占比为 23.33%,呈带状主要分布在部分北部沿海地区和中部地区,包括辽宁、北京、天津、山东、安徽、湖北和四川。低水平区占据主体地位,占比为 63.33%,面状分布在西北、西南地区和部分华北、华南、华中地区,以及个别华东地区。2015 年(图 2b),绿色建筑面积的高水平区、中高水平区、中低水平区和低水平区的省域个数比为 1:5:13:11,高水平区仍然仅有江苏。中高水平区在 2010 年的基础上,新增陕西和山东两省,整体呈点状分布。中低水平区省域数量也有较大提升,并形成规模聚集分布,包括吉林、北京、天津、

河北、河南、安徽、湖北、重庆、福建、湖南、江西、广西和贵州。低水平区数量则下降了 42.11%, 部分低水平区转化为中高水平区和中低水平区, 至此, 绿色建筑面积较大的高水平区、中高水平区、中低水平区和面积较小的低水平区空间分异逐渐显著, 形成了明显的南北地理分界。

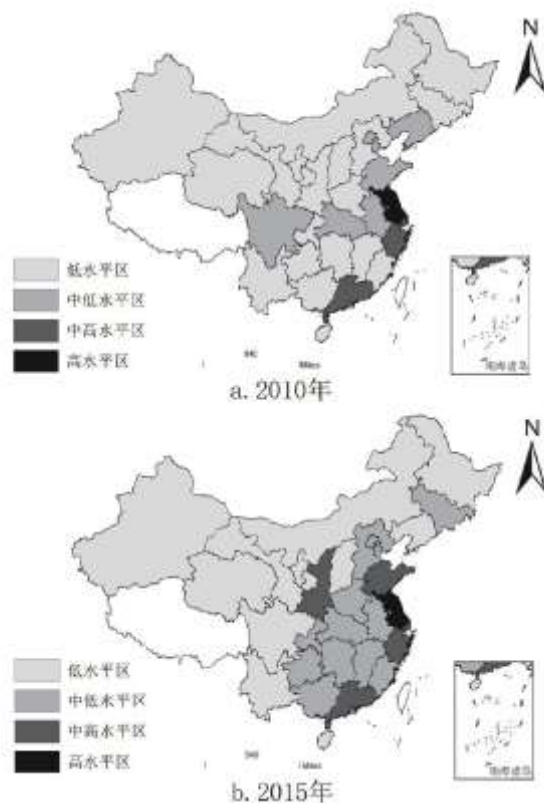


图2 各省份绿色建筑面积的空间分类

注：图2的亮白部分是非研究区域，下同。

综合对比 2010 年和 2015 年各省域绿色建筑面积的演变情况(图 3), 发现路径依赖型占据空间类型变化的主体, 占比高达 56.67%, 其中以类型 4 为主, 说明我国绿色建筑面积长期处于低水平区的省域较多, 面积增长缓慢, 与其他省域存在较大差距。正向演化型占比 36.67%, 其中又以类型 7 为主, 说明仍存在不少低水平区的绿色建筑面积具有一定的增长速度, 转为中低水平区。负向演化型的省域很少, 说明大多数省域绿色建筑面积具有一定的增长率并且保持较强的稳定性。分具体类型来看, 路径依赖型: 类型 1 仅有江苏, 说明江苏绿色建筑面积远超其他省域; 类型 2 为上海、浙江和广东, 说明 3 省域的绿色建筑面积一直保持较高增长速度, 始终处于中高水平区; 类型 3 包括北京、天津、湖北和安徽, 这 4 个省域绿色建筑面积与高水平区和高水平区相比, 虽然有一定差距, 但仍稳定增长, 始终处于中低水平区; 类型 4 分布范围较广, 包括新疆、内蒙古、甘肃、青海和宁夏等西北地区以及山西、黑龙江、云南和海南。正向演化型: 类型 5 仅有山东, 是中低水平区转为中高水平区的唯一省域; 类型 6 由低水平区转为中高水平区的仅有陕西, 为所有省域中唯一呈跨越式发展的省域, 说明陕西的绿色建筑面积增长速度极快; 类型 7 的数量较多, 并且形成一定的聚集规模, 包括吉林、河北、河南、重庆、福建、贵州、湖南、江西和广西等 9 省域, 这些省域初始处于低水平区, 但具有一定的发展速度, 最终转为中低水平区。负向演化型: 类型 8 仅有辽宁和四川两省, 虽然两省绿色建筑面积初期处于中低水平区, 有一定的发展基础, 但后期面积增长速度过慢, 最终下降为低水平区。



图 3 各省份绿色建筑面积空间演化类型

2.3 绿色建筑面积的空间关联特征

2.3.1 全局空间相关关系

2010—2015 年绿色建筑面积全局 Moran' sI 指数及显著性检验结果如表 3 所示。研究年份全局 Moran' sI 指数均大于 0, 并且均通过 10% 的显著性检验, 尤其在 2010 年、2012 年、2014 年和 2015 年通过了 1% 的显著性检验, 说明绿色建筑面积整体呈正空间相关关系, 存在全局空间依赖性, 总体上绿色建筑面积高值省域和高值省域趋于集聚, 低值省域和低值省域趋于集聚。此外, 研究年份绿色建筑面积的全局 Moran' sI 指数呈明显的“W”型趋势, 说明集聚程度不稳定。但全局空间相关关系只是一个总体统计, 还需通过局部空间相关关系进一步研究。

2.3.2 局部空间相关关系

表 3 研究年份绿色建筑面积的全局莫兰指数

年份	Moran' sI	E(I)	标准差	平均值	P 值
2010 年	0.273	-0.036	0.085	3.592	0.003
2011 年	0.118	-0.036	0.090	1.713	0.055
2012 年	0.255	-0.036	0.107	2.717	0.010
2013 年	0.181	-0.036	0.096	2.269	0.022
2014 年	0.268	-0.036	0.115	2.578	0.008
2015 年	0.283	-0.036	0.104	3.081	0.004

本文采用局部 Moran 散点图和局部 Getis-OrdGi*热点探测分析来研究绿色建筑面积的局部空间相关关系, 并且以 2011 年、2013 年和 2015 年作为特征年份分析。将局部 Moran 散点图结果整理成表 4, 可以看出, 各省域绿色建筑面积以正相关(HH、LL)集聚为主, 占比约为 67%, 其中 LL 散点最多也最为集中, 占比约为 50%, 一是表明我国绿色建筑面积低值省域彼此相邻情况较多, 二是低值相邻省域之间面积差异较小, 这些省域主要集中在西北地区和东北地区, 包括青海、甘肃、内蒙古、辽宁、黑龙江等。HH 散

点最为离散,说明高值相邻省域之间绿色建筑面积差异较大,例如 2011 年的天津和北京,2013 年的江苏和山东,2015 年的江苏和安徽。值得注意的是江苏在 2011 年处于第四象限,这是因为相邻省域绿色建筑面积与江苏差异过大,相邻省域受江苏辐射作用,绿色建筑面积增多,使得江苏进入第一象限。北京从第一象限(2011 年)变成第二象限(2013 年),并且与天津和河北一同进入第三象限(2015 年),这是由于 2013 年北京与相邻省域绿色建筑面积相比较小,使得北京成为第二象限;2015 年全国大部分省域绿色建筑发展极其迅猛,相比之下,北京、天津和河北的绿色建筑面积则较小,使得北京、天津和河北进入第三象限。

表 4 特征年份绿色建筑面积的局部 Moran 散点图整理

年份	第一象限(HH)	第二象限(LH)	第三象限(LL)	第四象限(HL)
2011 年	上海、北京、天津、广东、河北	四川、贵州、陕西、宁夏	辽宁、吉林、黑龙江、山东、浙江、福建、山西、内蒙古、湖北、湖南、安徽、云南、重庆、甘肃、青海、新疆	江西、河南、江苏、海南、广西
2013 年	山东、天津、河南、河北、江苏	上海、安徽、北京、浙江、福建、山西、广西、江西	辽宁、吉林、黑龙江、海南、陕西、内蒙古、湖南、云南、贵州、四川、重庆、甘肃、青海、宁夏、新疆	广东、湖北
2015 年	上海、安徽、浙江、山东、河南、江苏、湖南	江西、山西、福建、湖北、重庆、广西	辽宁、黑龙江、北京、天津、河北、海南、内蒙古、云南、四川、甘肃、青海、宁夏、新疆	贵州、广东、陕西、吉林

将绿色建筑面积局部 Getis-OrdGi*热点探测分析结果可视化,如图 4 所示,炭灰色表示通过 5%显著性检验的显著高值热点集聚区域,深灰色表示通过 10%显著性检验的较为显著高值热点集聚区域,浅灰色区域表示随机分布,中灰色为通过 10%显著性检验的较为显著低值冷点集聚区域,黑色为通过 5%显著性检验的显著低值冷点集聚省域。由图 4 可知:(1)2011 年(图 4a),显著热点集聚区域为浙江、安徽、湖北和上海,较为显著热点集聚区域仅有江苏,较为显著冷点集聚区域为重庆和甘肃,显著冷点集聚区域为四川;2013 年(图 4b),湖北显著性下降,成为较为显著热点集聚区域,同时较为显著热点集聚区域新增辽宁、河北、北京、天津和江西,显著冷点集聚区域新增云南,较为显著冷点集聚区域新增青海;2015 年(图 4c),江苏、江西和湖北显著性提高,从较为显著转为显著热点集聚区域,上海显著性下降,转为较为显著热点集聚区域,同时较为显著热点集聚区域新增河南和湖南,青海则从较为显著冷点区域转为显著冷点区域,至此较为显著冷点区域格局分布发生一定变化,由新疆、甘肃、宁夏、云南组成。(2)通过不同显著性检验的冷热点集聚区域个数逐步增多,且呈一定规律扩散。2011 年,所有通过显著性检验的省域个数占比仅为 26.67%,2013 年和 2015 年该比例上升到 50%左右。绿色建筑面积的冷热点空间分布格局进一步扩展,高值热点区域形成以浙江、安徽、上海以及江苏等长三角地区为核心,向相邻省域扩散的格局,低值冷点区域呈逐步向西北扩散趋势,主要集中在四川、甘肃、云南、青海等地区。2011—2013 年主要是较为显著热点集聚区域扩散,2013—2015 年则是显著热点集聚区域数量增多,以及较为显著冷点集聚区域向西扩散的过程。

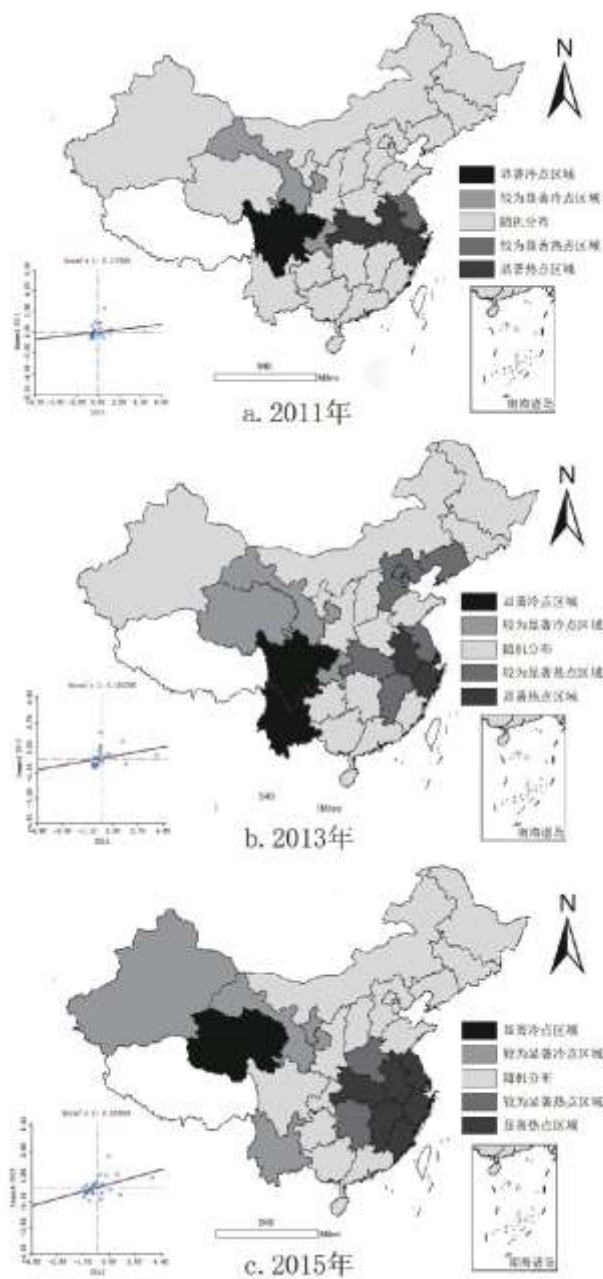


图 4 特征年份绿色建筑面积局部 Getis-Ord Gi*分析结果

3 绿色建筑面积驱动机制

上述分析表明绿色建筑面积空间分布格局存在显著差异,为进一步寻找这种空间格局差异的形成机理,本文从经济、人口、自然、政策、市场等五大方面,分别选取人均 GDP、城镇人口数量、水资源供给量、环境保护支出和平均住房价格指标系统分析绿色建筑面积空间分布格局的驱动机制。

3.1 模型选择

由于本文数据属于短面板数据,截面长度远大于时间长度($N>T$),因此不需要对数据进行平稳性检验。首先分别建立固定效应和随机效应面板数据模型,如表 5 所示。通过豪斯曼检验选择模型,豪斯曼检验统计量为(103.33, 0.000),通过 1%的显著性检验,证明固定效应更为合适。因此,本文选用固定效应面板数据模型进行分析。从回归结果来看,人均 GDP、城镇人口数量、环境保护支出等指标的影响系数为正,且通过一定的显著性检验,水资源供给量和平均住房价格等指标系数为负,但显著性不明显。

表 5 面板数据回归结果

项目	固定效应		随机效应	
人均 GDP	0.016***	0.001	0.012***	0.000
城镇人口数量	0.699***	0.000	0.019	0.537
水资源供给量	-0.012	0.859	0.053	0.378
环境保护支出	2.308**	0.014	3.910***	0.000
平均住房价格	-0.047	0.154	-0.029**	0.040
标本量	180		180	
R ²	0.620		0.577	

3.2 结果分析

经济因素:经济因素是绿色建筑面积空间格局形成的核心驱动力。人均 GDP 指标每增加 1%,绿色建筑面积增长 0.016%。绿色建筑对经济的依赖程度决定了经济是促进绿色建筑面积增加的一个重要因素,绿色建筑面积的冷热点分布也证实了这一点,京津冀、长三角等经济实力较强地区,绿色建筑面积也更大^[17]。经济因素对绿色建筑面积的驱动作用一是体现在人们的绿色居住需求,根据马斯洛需求层次理论,随着经济发展水平的不断提高,当建筑满足了人们基本居住需求后,基于对美好生活的追求和向往,人们会对建筑提出绿色、健康、节能等附加要求。驱动作用二是体现在经济带动政府的绿色公共建筑供给能力。根据统计数据显示,截至 2015 年年底,我国绿色公共建筑总面积达到 16890.2 万平方米,占我国绿色建筑总面积的 51.5%,是我国绿色建筑的重要组成部分。

人口因素:人口因素是绿色建筑面积空间格局形成的直接驱动力。城镇人口数量每增加 1%,绿色建筑面积增长 0.699%。城镇人口数量的增加一是催生了居住和生产需要,这必然会使得承担居住和生产作用的住宅、办公、厂房等不同绿色建筑类型需求上升。二是城镇人口数量的提升能够带动知识创新和技术创新,促进绿色技术和材料的研发推广,进而对绿色建筑产业链的发展产生促进作用。因此,城镇人口数量的增加对于绿色建筑面积空间格局的形成具有重要推动作用。

自然因素:自然因素是绿色建筑面积空间格局形成的基础驱动力。水资源供给量指标表现为负相关但不显著,这可能是因为本文选取自然条件的代表性指标——水资源供给量长期表现稳定造成作用不显著。负相关的原因可能在于能源资源优渥的地区对于建筑节能改造的动力不足,相较而言,能源资源相对贫乏的地区,其节能减排的需求与压力大于能源资源丰富的地区,则表现为建筑节能改造、发展绿色建筑的动力更强。除水资源外,地形地势、生态环境、气候差异、能源资源禀赋等其他自然条件的差异也会影响绿色建筑面积的空间分布格局。

政策因素:政策因素是绿色建筑面积空间格局形成的外部驱动力。环境保护支出每增加 1%,绿色建筑面积增长 2.308%。传统建筑业不仅消耗大量的资源能源,并且产生大量建筑垃圾,增加环境负荷。随着国家对环境问题的日益关注,政府的环境保护支出逐年增多,用于传统建筑转型升级、发展绿色建筑产业链的资金支出也增加,因此环境保护支出能够极大地促进绿色建筑的发展。

此外,建筑节能强制性标准的推广对于绿色建筑发展也有重要的促进作用。

市场因素:市场因素是绿色建筑面积空间格局形成的内部驱动力。平均住房价格指标表现为负相关但不显著,住房作为大宗商品,其售价与购买力之间呈负向相关的关系。绿色建筑较传统建筑在开发建设前期,会产生增量成本,但是后期也会产生使用成本的长期节约,但同时消费者需付出较高的价格来购买绿色建筑。在绿色消费理念尚未完全深入人心的背景下,特别是在房价不太高的地区,较高的售价一定程度上影响了绿色建筑的市场购买力。因此在房地产市场发展规律的作用下,住房价格对绿色建筑的开发购买有较大影响,但随着消费者绿色环保意识的觉醒,预计价格对绿色建筑的影响将逐渐转变。

4 结论及建议

首先,本文采用平均差和标准差的绝对差异指数,变异系数和基尼系数的相对差异指数分别测算了绿色建筑面积的差异演化,发现绿色建筑面积的绝对差异呈增大趋势,相对差异呈缩小趋势,说明要在缩小相对差异的同时,注重控制绝对差异,防止产生两极分化现象,保证我国绿色建筑协调发展。

其次,本文利用自然断裂点法将 2010 年和 2015 年的绿色建筑面积分为四个等级,并综合对比将其划分为三大类型八子类型,以此来分析绿色建筑面积的演化情况,发现随着各省域绿色建筑面积的增多,中低水平区和中高水平区的省域数量增加,并且高水平区、中高水平区和中低水平区与低水平区逐渐形成了明显的南北分界。空间类型数量方面,路径依赖型>正向演化型>负向演化型,其中类型 4 和类型 7 占比最多,说明虽然我国绿色建筑面积有一定增长,但是仍存在较多省域绿色建筑长期发展缓慢的情况。

然后,通过计算全局 Moran' sI 指数、局部(莫兰)指数和局部 Getis-OrdGi*研究绿色建筑面积的空间关联特征。在全局空间相关关系上,绿色建筑面积具有明显的聚集特征,存在显著的空间正相关性;在局部空间相关关系上,局部莫兰散点图显示大部分省域绿色建筑面积呈现低低聚集状态,高低、高高和低高聚集的省域较少;局部 Getis-OrdGi*热点探测分析结果显示,通过一定显著性检验的绿色建筑面积冷热点聚集区域数量增多,且显著性提高,高值热点区域形成以长三角地区的浙江、安徽、上海以及江苏为核心,向相邻省域扩散的格局,低值冷点区域则呈逐步向西北扩散的趋势。

最后,从经济、人口、政策、自然、市场等方面选取代表性指标,通过固定效应面板数据模型进行回归分析,发现人均 GDP、城镇人口数量、环境保护支出等指标对绿色建筑面积空间分布格局具有显著的正向驱动作用,而水资源供给量和平均住房价格对绿色建筑面积的驱动作用为负,并且作用不显著。因此,针对以上分析,本文提出的对策建议如下:(1)紧抓经济新常态为产业转型创造的新机遇,建筑业的转型升级需紧密结合经济发展新常态,在经济由中低端向中高端转型过程中,各地区需紧密结合本地地区的产业结构和优势产业,推动建筑产业链的绿色升级,包括绿色建材、绿色设计、绿色施工以及绿色物业等,为绿色建筑发展提供良好的经济环境。(2)强化人口对绿色建筑的驱动,将我国新型城镇化进程与建筑节能减排工作有机结合,政府应组织各研究机构、各开发企业开展新入市居民的居住需求调查工作,科学有效地提供不同星级、不同户型的绿色建筑市场供给,实现广大人民群众的“住有所居,居有所宜”。(3)合理利用自然资源条件发展绿色建筑,各地区应长远规划能源资源利用,最大程度发挥自然条件优势,扬长避短,将绿色建筑与本土特色完美结合,为绿色建筑发展提供基础条件。(4)逐渐加大节能环保财政支出,为坚决落实习总书记提出的“绿水青山就是金山银山”的号召,各地区政府应加大财政支出的节能环保支出比例,尤其是建筑节能支出,并且结合各地区绿色建筑实际发展情况,动态调整绿色建筑强制性推广政策,为绿色建筑发展提供良好的政策环境。(5)完善对绿色建筑供需双方的激励措施,开发企业方面,除了提供星级补贴外,政府还应尽快将“适当增加容积率、降低土地出让价格以及贷款利率”等激励手段标准化,提升企业开发绿色建筑的动力;消费者方面,可通过降低购买绿色建筑的贷款利率以及首付比例等,为绿色建筑发展提供良好的市场环境。

然而,受地市级绿色建筑面积数据获取的限制,本文仅从省域尺度分析了绿色建筑面积的时空演化规律,研究尺度存在一定局限性,下一步需要从不同的空间尺度分析绿色建筑面积的时空演化规律,力求发现不同空间尺度下演化规律的异同性。此外,本

文仅从经济、人口、政策、自然以及市场等方面选取了指标进行绿色建筑面积空间分布格局的驱动机制分析,而实际上空间格局的形成是多种复杂因素共同作用的结果,指标优化及考虑其他因素也是下一步需要解决的问题。

参考文献:

- [1]Cide11 J. Building green:The emerging geography of LEED-Certified buildings and professionals[J]. Professional Geographer, 2009, 61 (2) :200-215.
- [2]Cide11 J, Beata A. Spatial variation among green building certification categories:Does place matter?[J]. Landscape and Urban Planning, 2009, 91 (3) :142-151.
- [3]Fuerst F, Kontokosta C, Mcallister P. Determinants of green building adoption[J]. Environment & Planning B:Planning & Design, 2014, 41 (3) :551-570.
- [4]Prum D A, Kobayashi T. Green building geography across the united states:Does governmental incentives or economic growth stimulate construction?[J]. Social Science Electronic Publishing, 2014, 43 (1) :5-37.
- [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) :44-50.
- [6]赵丽坤, 张綦斌, 田均森, 等. 绿色建筑发展的时空格局演化及其空间关联性分析——基于 2008—2015 年中国绿色建筑的时间序列数据[J]. 科技管理研究, 2018 (3) :253-260.
- [7]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.
- [8]周强, 王海鹏, 薛海燕. 绿色建筑发展的驱动机制研究[J]. 西安建筑科技大学学报 (社会科学版), 2019 (1) :28-38.
- [9]皮舜, 武康平. 房地产市场发展和经济增长间的因果关系——对我国的实证分析[J]. 管理评论, 2004 (3) :8-12, 63.
- [10]赵杨, 张屹山, 赵文胜. 房地产市场与居民消费、经济增长之间的关系研究——基于 1994—2011 年房地产市场财富效应的实证分析[J]. 经济科学, 2011 (6) :30-41.
- [11]杨华磊, 何凌云. 人口迁移、城镇化与住房市场[J]. 中国软科学, 2016 (12) :91-104.
- [12]Huang N, Bai L, Wang H, et al. Social network analysis of factors influencing green building development in China[J]. International Journal of Environmental Research & Public Health, 2018, 15 (12) :2684-2700.
- [13]陈洪全, 张云峰. 江苏沿海经济发展的区域差异及空间格局演变[J]. 地理科学, 2016 (2) :283-288.
- [14]高志刚, 刘伟. 西北少数民族地区区域经济差异与协调发展——以新疆为例[J]. 南开学报 (哲学社会科学版), 2016 (3) :147-160.
- [15]沈体雁, 冯等田, 孙铁山. 空间计量经济学[M]. 北京:北京大学出版社, 2010.

[16]陈彦光. 基于 Moran 统计量的空间自相关理论发展和方法改进[J]. 地理研究, 2009(6):13-27.

[17]张洪, 金杰, 全诗凡. 房地产投资、经济增长与空间效应——基于 70 个大中城市的空间面板数据实证研究[J]. 南开经济研究, 2014(1):42-58.