

3.2 变量说明

3.2.1 被解释变量：绿色技术创新

本文参考陶锋等<sup>[17]</sup>、韦施威等<sup>[35]</sup>的研究，采用包括绿色发明专利与绿色新型实用专利在内的绿色专利申请数据衡量城市绿色技术创新水平。具体而言，采用城市当年的绿色专利申请量加 1 后的自然对数作为绿色技术创新“数量”的衡量指标，采用城市绿色专利申请量与城市发明专利与新型实用专利之和的比值作为绿色技术创新“质量”的衡量指标。

3.2.2 解释变量：低碳城市试点政策

本文的核心解释变量为低碳城市建设的虚拟变量 (*did*,  $did=treat \times post$ )，根据国家发展改革委公布的低碳城市试点名单进行赋值，考虑到部分城市入选试点名单存在交叉情况，本文参考宋弘等<sup>[6]</sup>的研究，若样本城市在 2010 年入选第一批试点城市，且处于后续试点名单的省份中，则将该城市的入选年份设定为 2010 年，若样本城市入选试点名单的年份晚于该城市所在省份入选年份，则将该城市的入选年份设定为所在省份的入选年份。

3.2.3 调节变量

(1)产业结构升级(*industry*)。产业结构升级反映了地区产业结构由低水平向高水平演化的过程，表现为地区生产总值中不同产业比例的变化，本文采用第二产业增加值与第三产业增加值之和与 GDP 的比值作为该地区产业结构升级的衡量指标。

(2)环境规制强度(*environment*)。本文参考韦东明等<sup>[12]</sup>、朱奕帆等<sup>[36]</sup>的研究，采用地级市政府报告文本中环境词频统计数与报告全文的比重衡量地级市环境规制强度，地级市政府工作报告是地方政府当年工作的纲领性文件，对本地区相关性政策的出台与实施具有重要的指导性作用，工作报告中环境词频占比越高越能体现地方政府对环境治理的关注程度与重视程度，能够有效反映地级市的环境规制强度(地级市政府报告文件中与环境相关的词汇包括环境保护、低碳转型、节能减排、PM<sub>2.5</sub>、生态文明建设、污染治理、绿水青山、尊重自然、保护自然等)。目前部分研究采用“三废”排放量、污染治理投资额与 GDP 的比值等指标来衡量环境规制强度，但在考察环境规制对绿色技术创新的影响时，上述指标可能存在反向因果关系，而政府工作报告一般发布于年初，不受这一年经济社会活动的影响，能够较好地缓解反向因果问题<sup>[37]</sup>。

3.2.4 控制变量

为降低变量遗漏对估计结果可能产生的不利影响，本文参考张华<sup>[7]</sup>、郭沛等<sup>[8]</sup>、宋德勇等<sup>[20]</sup>的研究，控制

变量选取如下：①经济发展水平(*pgdp*)，采用人均 GDP 的自然对数衡量；②人力资本水平(*human*)，采用该地区平均受教育年限衡量；③科技投入水平(*tech*)，采用科学技术支出与地方一般公共预算支出的比值衡量；④对外开放水平(*open*)，采用当年实际利用外资总额与地区生产总值的比值衡量；⑤金融发展水平(*finance*)，采用当年年末金融机构各项贷款余额与生产总值的比值衡量；⑥消费水平(*consumption*)，采用社会消费品零售总额与地区年末总人口数比值的自然对数衡量。

3.3 数据来源

本文以 2007—2021 年中国 245 个地级市为研究样本，低碳城市试点名单来源于国家发改委公布的政策性文件，绿色专利数据来源于 CNRDS 数据库，其余数据主要《中国城市统计年鉴》。主要变量的描述性统计结果如表 1 所示。

表1 变量描述性统计结果

变量	变量符号	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
低碳城市试点	<i>treat</i>	3 675	0.262	0.440	0.000	1.000
绿色技术创新数量	<i>quantity</i>	3 675	4.833	1.819	0.000	10.454
绿色技术创新质量	<i>quality</i>	3 675	0.124	0.428	0.000	23.133
环境规制强度	<i>environment</i>	3 675	0.003	0.001	0.000	0.012
产业结构升级	<i>industry</i>	3 675	0.817	0.234	0.000	1.000
经济发展水平	<i>pgdp</i>	3 675	10.578	0.780	8.299	13.185
人力资本水平	<i>human</i>	3 675	9.152	0.928	6.219	11.963
科技投入水平	<i>tech</i>	3 675	0.034	0.029	0.002	0.937
对外开放水平	<i>open</i>	3 675	0.102	1.021	-6.743	3.111
金融发展水平	<i>finance</i>	3 675	0.989	0.642	0.000	9.622
消费水平	<i>consumption</i>	3 675	9.555	0.839	6.026	12.020

4 实证结果与分析

4.1 基准回归结果

本文分别将城市绿色技术创新“数量”与“质量”作为模型的被解释变量引入本文的基准回归模型，表 2 第(1)列与第(3)列汇报了未添加控制变量的回归结果，第(2)列与第(4)列汇报了添加控制变量后的回归结果。由表 2 第(1)列、第(2)列可知，低碳城市建设(*did*)的估计系数分别为 0.163 与 0.148，且均在 1% 水平上显著为正，表明低碳城市建设对绿色技术创新“数量”存在显著的促进作用。由表 2 第(3)列、第(4)列可知，低碳城市建设 *did* 的估计系数分别为 0.189 与 0.126，且均在 1% 水平上显著为正，表明低碳城市建设对绿色技术创新“质量”存在显著的促进作用，且与非试点城市相比，试点城市的绿色技术创新“数量”提高了约 14.8%，绿色技术创新质量提高了约 12.6%，本文的假设 1 得到初步验证。

4.2 稳健性检验

4.2.1 平行趋势检验

双重差分模型的使用前提在于实验组与对照组的