

集聚与创新

——来自摩天大楼建设的证据

李松林 刘修岩 王 峤*

摘要: 本文评估了中国摩天大楼的建造对周围企业创新的影响。研究发现, 摩天大楼的建设显著地增加了其周围 1 千米范围内企业的创新, 但是这一效应只在大城市以及比较高的摩天大楼周围存在。这意味着小城市中摩天大楼的建设往往与城市自身的经济基础不匹配, 从而可能会削弱摩天大楼所产生的正外部性。本文的机制分析则表明, 摩天大楼建造所造成的周围人口密度的增加以及周围企业与所在城市内部企业之间的知识共享是摩天大楼建设影响企业创新的重要途径。

关键词: 摩天大楼; 企业创新; 空间 DID

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2023.02.07

一、引 言

集聚与创新一直是城市与区域经济学研究的重要问题。经典的集聚经济理论认为, 较高的经济密度可以通过共享、匹配以及知识溢出等途径影响企业创新 (Duranton and Puga, 2004)。一方面, 较高的经济密度可以提升创新要素与创新企业的匹配效率、增加创新企业对创新要素的共享以及强化创新企业抵抗风险的能力 (Xiao et al., 2021); 另一方面, 较高的经济密度可以增加人与人之间、企业与企业之间、企业与研发机构之间等面对面交流的机会, 方便隐性知识的交流与传播, 从而加快新思想的生产 (Furman et al., 2002; Rosenthal and Strange, 2008)。可见, 集聚经济对企业的创新有着重要的影响。那么, 作为集聚经济特殊模式的摩天大楼对企业创新是否也产生了重要的影响? 纵观现有文献, 我们发现相关研究尚属空白。

从我国摩天大楼建设的实际来看, 摩天大楼建设在满足城市经济发展需要、缓解城市中心土地空间紧张的同时, 也产生了过度建设、烂尾楼频现的问题。2020 年 4 月, 国家住房和城乡建设部、国家发展改革委联合印发《关于进一步加强城市与建筑风貌管理的通知》, 指出新建 100 米以上建筑“要与城市规模、空间尺度相适宜”“中小城市要严格控制新建超高层建筑”。由此可见, 探讨摩天大楼这一特殊的集聚经济模式对企业创

* 李松林, 南京财经大学江苏产业发展研究院; 刘修岩, 东南大学经济管理学院、国家发展与政策研究院; 王峤, 东南大学经济管理学院。通信作者及地址: 李松林, 江苏省南京市栖霞区文苑路 3 号南京财经大学江苏产业发展研究院, 210023; 电话: 15195853394; E-mail: lslseu@163.com。作者感谢国家自然科学基金青年项目 (71903083) 以及国家社科基金重点项目 (18AJL011) 对本研究的资助。感谢东南大学胡泽敏、盛雪绒在收集摩天大楼数据上提供的帮助以及匿名审稿人的建设性意见, 当然文责自负。

新的影响,不仅有助于理解非常微观尺度上集聚经济的作用,亦可以为科学评估摩天大楼的经济效应、研判摩天大楼的建设是否过度提供基于企业创新视角的经验证据。因此,这是一项很有价值的研究议题。

基于此,本文手动收集了我国摩天大楼建设数据,并与中国工业企业数据及专利数据相匹配,试图从企业创新的视角,考察摩天大楼的正外部性。研究发现,摩天大楼的建设显著提高了其周围1千米范围内企业的创新水平。具体而言,摩天大楼建成之后,其周围1千米内企业的专利授权数量要比3—6千米内企业专利授权数量平均高出13.9%。并且,这一效应具有显著的异质性:只有在人口规模比较大的城市,摩天大楼建设才对其周围的企业创新产生显著的正向影响。这意味着,大城市中摩天大楼的建设产生了显著的正外部性影响,而小城市中摩天大楼则并未产生显著的集聚正外部性。这一结果说明,我国小城市中摩天大楼的建设可能超出了其城市经济和产业发展的需要,从而削弱了摩天大楼所带来的集聚正外部性。此外,我们还考察了摩天大楼的建设对周围企业的进入与退出、周围人口密度以及周围企业之间专利引用的影响,来进一步验证摩天大楼影响企业创新背后的机制。本文发现,摩天大楼建设所造成的周围人口密度的增加以及周围企业与所在城市内部企业之间的知识共享是影响企业创新的重要途径。

与现有文献相比,本文可能的边际贡献主要体现在如下两个方面。第一,拓展了摩天大楼经济效应的研究方向。据我们所知,现有关于摩天大楼的研究主要集中在摩天大楼自身的成本与收益(Ahlfeldt and Barr, 2022; Liu et al., 2018, 2020; Koster et al., 2014)。尚无研究在微观尺度上考察摩天大楼建设的外部性影响。本文考察了摩天大楼建造对周围企业创新的影响,试图从企业创新这一视角来评估摩天大楼建造所产生的外部性,拓宽了有关摩天大楼经济效应的研究方向。第二,丰富了我国城市垂直发展的相关研究。尽管大量的研究探讨了中国城市空间结构的水平发展模式,诸如城市化、城市蔓延等,但鲜有研究关注中国城市的垂直发展模式,而本文则重点关注中国城市的垂直发展模式——摩天大楼,探讨摩天大楼的建造对其周围企业创新的影响,这将丰富城市空间结构垂直化发展的相关研究。

本文余下部分的结构安排如下:第二部分为机制分析与中国摩天大楼建设逻辑;第三部分为数据与识别策略介绍;第四部分为经验分析;第五部分为机制分析;最后为结论与政策建议。

二、机制分析与中国摩天大楼建设逻辑

(一) 摩天大楼对周围企业创新影响的机制分析

理论上,摩天大楼对周围企业创新的影响取决于摩天大楼所产生的正负外部性的权衡。其中,摩天大楼对周围企业创新的正外部性影响主要包括以下三个方面:一是人口集聚效应。摩天大楼作为高密度的建筑形式,不仅可以增加其占地面积上的人口密度,还可以通过“城市名片”(地标建筑),吸引人口在周围集聚。而人口的集聚,会起到劳动力“蓄水池”的作用,促进高技能劳动力与摩天大楼周围企业之间的匹配,有利于企业创新能力的增加。二是知识溢出效应。摩天大楼的底层和周围通常会布局咖啡店、餐

馆等商业配套，可以为“知识型员工”提供丰富多元的街区生活，方便企业“知识型员工”之间的交流，增加了面对面交流的机会，促进了“隐性知识”在企业之间的共享，进而引发知识在企业之间的溢出，最终使得周围企业创新能力增加。三是地标建筑的筛选（sorting）效应。作为地标建筑的摩天大楼相对于其他商业楼宇，租金水平较高，因此会对不同盈利能力的企业产生筛选机制，吸引创新能力强的企业在周围集聚，并对低创新能力的企业进行挤出，从而使得周围企业平均创新能力提高。

除了会产生显著的集聚正外部性外，摩天大楼也有可能造成显著的负外部性影响，而这些负外部性的存在将不利于周围企业的创新。例如，摩天大楼建成后，更多人口的集聚会增加周围地区的通勤规模，而密集的通勤人口与车辆会加剧摩天大楼周围的交通拥堵，给附近交通基础设施造成负担，还会造成极大的拥挤负外部性，在增加通勤时间的同时减少了工作时间的有效供给，进而对周围企业创新造成负面影响。基于上述分析，理论上摩天大楼对周围企业创新的影响取决于其产生的集聚正负外部性的强弱。但在中国的制度背景下，摩天大楼可能更多地成为城市的“面子工程”与地方政府竞争的工具（Helsley and Strage, 2008; Barr and Luo, 2021）。一些城市中摩天大楼的建设通常与产业支撑、就业转移、公共服务和人口集聚水平不相匹配，这既可能导致在低地价的土地上建设较高的摩天大楼，又可能导致超出其城市经济基础所决定的摩天大楼数量（Li and Wang, 2020），从而削弱摩天大楼所产生的集聚正外部性。因此，摩天大楼对周围企业创新的影响是一个有待检验的实证问题。

（二）中国摩天大楼建设逻辑

从理论上来说，利润最大化的建造者通常会基于楼面售价、地价以及建造成本来确定摩天大楼的建造高度和区位选择。因此，在竞争性土地市场条件下，均衡的最优高度完全由地价来决定，摩天大楼通常会选址在地价最高的地方，即城市经济活动最集聚的地方。

那么，在我国制度背景和城市发展实际中，又存在怎样的摩天大楼建设逻辑？现有研究认为，以下三种主要因素推动了中国城市摩天大楼数量的快速增长。第一，地方财政因素。自1994年分税制改革以来，地方财政收入在总财政收入中的比例大幅下降，地方政府需要新的收入来源来满足自身的财政支出，由此催生了其对土地财政的依赖。Han and Kung（2015）指出，在分税制改革之后，中国的地方政府更热衷于发展商业地产来增加土地收入。例如，通过建设摩天大楼，树立城市地标，地方政府可以在提升整体城市品位的同时，推动摩天大楼周围土地的升值。这些升值的土地则可以作为地方政府财政收入的主要来源之一。与此同时，摩天大楼所带动的商业集聚也增加了地方政府的税收来源。第二，地方官员激励因素。作为大型投资项目和本地经济的驱动器，摩天大楼可能与地方政府官员的政绩挂钩，而后者通常是官员晋升的重要条件。例如，Barr and Luo（2021）的研究指出，未来有更长任期的地方官员更愿意推动本地的摩天大楼建设。第三，城市竞争因素。从某种意义上讲，摩天大楼代表了一座城市的经济实力与科技实力，具有“城市名片”效应，可以提升城市知名度，吸引企业投资，累积城市管理者的政绩。由此可见，中国城市的摩天大楼建设，可能更多是为了在规模接近的城市中凸显自己的优势和特色，在城市竞争中占据有利地位。由此可见，无论从理论出发还

是基于我国城市建设的实际,摩天大楼的选址以及建造可能并不依赖于选址地是否具有较强的创新活动。也就是说,探讨摩天大楼对企业创新的影响时,可以将摩天大楼的建设看作是相对外生的冲击。

三、经验模型与数据

(一) 计量模型设定

精准识别摩天大楼对企业创新的影响,需要排除不可观测因素的作用。例如街区层面的政府公共性投入等,可能会同时影响摩天大楼的选址建造以及企业的创新或选址。为了解决这一问题,本文将摩天大楼建成作为集聚经济的外生冲击,应用空间 DID 模型,考察摩天大楼的建设对企业创新的影响。现有关于城市内部(邻里层面)集聚经济的研究指出,集聚经济以及集聚溢出会随着距离衰减(Rosenthal and Strange, 2008; Ahlfeldt et al., 2015)。为此,我们通过尝试性地设定距离的阈值,来考察摩天大楼建设可能的影响范围。具体的做法是:在基准回归中,以3千米为摩天大楼的辐射半径画环,将摩天大楼周围0—1千米、1—2千米以及2—3千米环内的企业作为空间 DID 模型的处理组,将摩天大楼周围3—6千米范围内的企业作为对照组。这种方法,一方面可以直接通过回归结果来判断摩天大楼周围企业创新随距离的递减趋势,另一方面也可以判断摩天大楼对周围溢出边界的大概位置。具体的计量模型如下:

$$\ln innovation_{ijst} = \theta_0 D^{0-1}_{is} \times Post_{ist} + \theta_1 D^{1-2}_{is} \times Post_{ist} + \theta_2 D^{2-3}_{is} \times Post_{ist} + \beta_0 D^{0-1}_{is} + \beta_1 D^{1-2}_{is} + \beta_2 D^{2-3}_{is} + \gamma X_{it} + v_i \times t + \alpha_{st} + \eta_{jt} + \epsilon_{ist}, \quad (1)$$

其中, i 表示企业, j 表示二位码行业, s 表示摩天大楼, t 表示年份。 $\ln innovation_{ijst}$ 为企业创新水平,用企业专利授权数的对数来表示。 D^{0-1}_{is} 为企业 i 是否位于摩天大楼 s 周边0—1千米范围内的虚拟变量,如果企业 i 位于摩天大楼 s 周边0—1千米范围内,则取值为1,否则为0;同理, D^{1-2}_{is} 、 D^{2-3}_{is} 分别为企业 i 是否位于摩天大楼 s 周边1—2千米和2—3千米范围内的虚拟变量,如果企业 i 位于摩天大楼 s 周边相应的范围内,则取值为1,否则为0。 $Post_{ist}$ 为0-1虚拟变量,如果企业专利授权发生在摩天大楼 s 建成后,则这一变量取值为1;如果发生在建成前,则这一变量取值为0。交叉项为本文所关注的重点,其估计系数 θ_0 、 θ_1 、 θ_2 刻画了摩天大楼周边0—1千米、1—2千米以及2—3千米范围内的企业相较于摩天大楼周围3—6千米范围内的企业,在摩天大楼建成前后专利授权量的平均差异,即摩天大楼建成与周围企业创新之间的因果关系。如果交叉项的系数显著为正,说明相较于距离摩天大楼较远的区域,其周边0—1千米、1—2千米以及2—3千米范围内的企业在摩天大楼建成后,专利授权数发生了显著的提高,即摩天大楼的建成对其周围企业的创新行为具有显著的正向影响。

X_{it} 为影响企业创新的企业层面变量。具体包括:企业年龄的一次项和二次项、企业员工人数的一次项和二次项、企业层面的劳均资产、企业层面劳均营业收入等,这些变量在后面具体的经验分析中都取了对数。 $v_i \times t$ 为企业层面的线性时间趋势。在回归中,我们还加入了摩天大楼乘以时间的固定效应 α_{st} 以及二位码行业乘以时间的固定效应 η_{jt} ,用来控制摩天大楼周围以及行业内随时间变化的影响企业创新的因素,如摩天大楼周围的道路拥挤水平等。 ϵ_{ist} 为随机误差项。

（二）数据介绍

1. 摩天大楼数据

现有关于中国摩天大楼建设的研究，所用的摩天大楼数据主要来源于以下三个数据库：Emporis 网站、“高楼迷论坛”网站，以及 CTBUH 网站¹（Li and Wang, 2020; Barr and Luo, 2021; 王斯亮和程聪慧, 2015）。本文整合、匹配了以上三个数据库中我国摩天大楼的建设数据，从而得到较为完整的我国各城市摩天大楼数据。为了与下文的数据进行匹配，且保证摩天大楼建成前后的年份存在企业样本，本文只保留了 405 座 2003—2010 年建成的摩天大楼样本，其中 323 座为商用摩天大楼，82 座为住宅用摩天大楼。²

2. 企业层面创新专利数据

企业层面数据以及创新专利数据来自中国工业企业数据库和中国国家知识产权局公布的专利文件，该数据由哈佛大学中国数据实验室提供。本文匹配企业专利数据与工业企业数据的具体方法为：

第一步，从中国国家知识产权局公布的专利文件中提取关于企业的专利授权相关文件。

第二步，剔除企业名称与企业法人代码信息中的非正常信息。例如，空格符号、括号、异常表达的字母、异常表达的数字等信息，以及企业名称中包含的诸如“有限责任公司”“集团”和“厂”等字段信息，保留工业企业名称中较为关键的所属地区、企业主要产品、企业核心名称等字段信息。

第三步，参照 He et al. (2018) 的匹配方式，运用企业名称与企业法人代码相结合的匹配手段，将这些专利文件以及专利申请文件与中国工业企业数据库中的企业进行模糊匹配。

第四步，对于匹配好的企业，对该企业名下每年获得的专利文件进行统计，得到每个企业每年的专利授权数量。

3. 企业数据上图

本文获取企业经纬度信息的具体做法是，将企业地址信息结合百度地图 API 以及高德地图 API 进行经纬度的搜索匹配，主要按照“企业名称—企业详细地址—企业所在区县政府所在地”的顺序进行搜索匹配。在搜索匹配过程中，我们优先通过企业名称进行搜索，如果出现了同一企业名称出现在多个城市或是区县，我们再通过详细地址进行搜索比对；如果出现详细地址的缺失情况，我们就通过工业企业所在区县的行政区划进行比对矫正。这种匹配方式可以有效避免企业经纬度的缺失以及出现多个经纬度的情况。

由于基于百度地图 API 和高德地图 API 得到的经纬度是基于 CGJ02 和 BD09 地理坐

¹ Emporis 网站地址为 <https://skyscraperpage.com/>；“高楼迷论坛”网站地址为 <http://gaoloumi.cc/>；CTBUH 网站地址为 <http://www.skyscrapercenter.com/>，访问时间：2023 年 1 月 8 日。

² 依据我国《民用建筑设计通则》，本文所考察的摩天大楼为 100 米以上的高层建筑。

标系,而本文的行政区划地图则是基于 WGS84 坐标系。因此,在对企业数据进行上图之前,需要将 CGJ02 和 BD09 地理坐标系转化为 WGS84 坐标系。除此之外,我们结合城市行政区划以及夜间灯光数据来识别城市的 CBD,并且提取了 CBD 的 WGS84 坐标系经纬度。具体地,选取每个城市 2006 年的 DMSP/OLS 辐射定标夜间灯光影像中亮度最高的区域为城市 CBD,即 DN 值最大栅格的质心。我们基于城市 CBD 的经纬度、企业的经纬度以及摩天大楼的经纬度,分别计算企业到摩天大楼的距离以及企业到城市 CBD 的距离。

最后,参考 Brandt et al. (2012) 针对工业企业数据库的处理方法,剔除了其中各项企业层面变量缺失、销售收入小于 2 000 万元、企业资产总值小于 2 000 万元、企业固定资产小于 2 000 万元、从业人员小于 30 人、企业年龄超过 100 年等不符合规模以上条件以及极端样本。我们将得到的摩天大楼数据与企业进行匹配,并通过摩天大楼的经纬度与企业的经纬度测算企业与摩天大楼之间的最短直线距离,这样便形成了每家企业对应一个与之最近的摩天大楼的数据对。此外,我们将样本期内没有授权专利的企业定义为非创新型企业,并在最终的效应估计中将这类企业进行剔除,仅保留了创新型企业的数据。最后,本文对每一个进入回归的变量进行 99% 的截尾处理,避免极端值的影响。企业数据年份为 2000—2013 年。

4. 微观地块交易数据

这一数据来自中国土地市场网公示的我国城镇土地交易信息。具体信息包括每个交易地块的地理位置、成交价格、土地面积、项目名称、出让方式³、土地等级、土地用途(住宅、商业、工业用地)、交易日期、受让单位,以及容积率上下限等基本信息。根据土地出让方式,本文删除了非市场价格交易的土地,即出让方式为划拨和协议出让的地块。基于交易地块的基本信息,利用百度地图 API 以及 Google Map API 对每一个地块进行经纬度定位(精确至小数点后六位有效数字)与校准,并根据所在省域经纬度范围进行二次校准,从而获取每一个交易地块的精准地理定位。同样将 BD09 地理坐标系转换为 WGS84 坐标系。通过经纬度信息,将微观地块数据与摩天大楼数据进行匹配。微观地块交易数据的年份为 2007—2015 年。

5. POI (point of interests) 数据

本文从中国地理国情监测云平台上获取了每个样本地块周边的 POI 数据,包括星级酒店、学校、医院、公园等服务设施,得到每个交易地块距离这些服务设施的地理距离,从而控制地块周边特征对地价的影响。

6. 栅格数据

此外,本文还构造了 1km^2 栅格范围内的企业数量。具体的做法如下:首先,本文将中国地图切割成 $3\,000 \times 3\,000$ 个 1km^2 为单位的栅格;然后,基于企业的经纬度,将企业上图,并按照栅格提取出每年的企业数量以及创新型企业数量。企业栅格数据年份为 2000—2013 年。⁴

³ 土地出让方式包括挂牌出让、招标出让、拍卖出让、协议出让和划拨五种形式。

⁴ 由于篇幅限制,统计性描述留存备案。

四、实证结果

(一) 基准回归

在进行基准回归之前，我们剔除了专利授权时间在摩天大楼建成之前超过 7 年，以及在摩天大楼建成之后超过 11 年的企业样本。这样做的目的在于，将摩天大楼影响企业创新的时间控制在一定的范围内，可以有效避免在较长时间内企业受到其他无法观测冲击的影响。此外，所有的标准误都聚类在摩天大楼层面，即允许误差项在摩天大楼影响的范围内相关。

表 1 汇报了基于方程 (1) 的回归结果。表 1 的第 (1) 列结果表明，当只控制时间固定效应时，在摩天大楼建成之后，其周围 3 千米内的企业相较于 3—6 千米范围内的企业，专利授权数量都增加了，但并不显著。在第 (2) 列中控制了企业特征变量后，结果表明，在摩天大楼建成后，周围企业专利授权数量依然没有显著的增加。在第 (3) 列中进一步控制时间趋势后，“ $D^{0-1} \times Post$ ”前面的系数为 0.112，在 1% 的统计水平下显著；“ $D^{1-2} \times Post$ ”前面的系数为 0.0555，同样也在 1% 的统计水平下显著；“ $D^{2-3} \times Post$ ”前面的系数为正，但不显著。这一结果说明，在摩天大楼建成后，其周围 1 千米范围内企业的专利授权数量要比 3—6 千米范围内的企业专利授权数量高大约 11.2%；摩天大楼 1—2 千米范围内企业的专利授权数量要比 3—6 千米范围内的企业专利授权数量高大约 5.6%。第 (4) 列在第 (3) 列的基础上进一步控制了摩天大楼乘以时间的固定效应，来进一步控制摩天大楼周围随时间变化的不可观察的因素。第 (4) 列的结果表明，在控制了摩天大楼乘以时间的固定效应后，“ $D^{0-1} \times Post$ ”前面的系数为 0.138，同样在 1% 的水平下显著；“ $D^{1-2} \times Post$ ”和“ $D^{2-3} \times Post$ ”前面的系数此时均为正，但不显著。第 (5) 列在第 (4) 列的基础上，进一步控制了二位码行业乘以时间固定效应。该结果表明，“ $D^{0-1} \times Post$ ”前面的系数几乎不变，为 0.139，且在 1% 的水平下显著；“ $D^{1-2} \times Post$ ”和“ $D^{2-3} \times Post$ ”前面的系数同样不显著。这说明，在控制了比较严格的固定效应后，摩天大楼建设对周围企业创新的影响仅局限在其周围 1 千米范围内。此外，观察表 1 我们还可以发现，摩天大楼作为一种特殊形式的集聚经济对周围企业的溢出，存在显著的空间衰减效应。以表 1 的第 (5) 列为例，从 0—1 千米到 1—2 千米，摩天大楼的影响减少了大约 55%，而 0—1 千米到 2—3 千米的影响则降低了将近 89%。这种极大的空间衰减效应可能恰恰反映了集聚经济背后的机制。因为，对于一个依赖知识溢出作为集聚经济主要来源的企业而言，通常需要近距离的面对面接触，这种基于面对面接触产生的集聚溢出会随着空间距离迅速衰减。

表 1 基准回归

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$D^{0-1} \times Post$	0.0117 (0.0316)	0.0101 (0.0318)	0.112*** (0.0277)	0.138*** (0.0441)	0.139*** (0.0489)
$D^{1-2} \times Post$	0.0142 (0.0232)	0.0145 (0.0232)	0.0555*** (0.0204)	0.0610 (0.0409)	0.0627 (0.0423)

(续表)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$D^{2-3} \times Post$	0.0306 (0.0239)	0.0316 (0.0237)	0.00893 (0.0251)	0.0164 (0.0337)	0.0147 (0.0332)
环固定效应	是	是	是	是	是
企业特征		是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是		
企业时间趋势			是	是	是
摩天大楼×年份固定效应				是	是
二位码行业×年份固定效应					是
观察值	11 819	11 807	11 807	11 394	11 348
R^2	0.304	0.305	0.513	0.559	0.575

注：标准误差聚类到摩天大楼层面；*、**和***分别对应10%、5%和1%的显著性水平。

(二) 稳健性检验

本文进行了如下的稳健性分析：第一，更换控制组。分别将3千米以外的所有企业、3—4千米的企业，以及3—8千米的企业作为控制组。第二，更换处理组。我们假设摩天大楼的影响范围为5千米，并将5—8千米设置为控制组。第三，包含所有的企业样本。在前文回归的样本中，我们剔除了专利授权时间在摩天大楼建成之前7年，以及在摩天大楼建成之后11年的企业样本。这可能会影响本文的结果，为此我们将所有样本都包含在内。第四，剔除受两个或两个以上摩天大楼影响的企业样本。在现实中，摩天大楼通常在城市中扎堆建设，这一现象在特大城市尤为明显。这种在非常小的空间里的扎堆建设，使得本文样本中的企业在1千米范围内可能会同时受到多个摩天大楼的溢出，这样会对我们的识别产生影响。为此，我们将在每个环中同时受到两个或者两个以上摩天大楼影响的企业进行剔除。第五，剔除事前建设的摩天大楼影响。本文所考察的摩天大楼样本的建成年份为2003—2010年，但一些城市在2003年之前已经建造了一定数量的摩天大楼，这些先前年份建成的摩天大楼可能对本文所研究的处理组与控制组企业产生影响。因此，为了避免先前建造摩天大楼的影响，本文剔除了所有1996—2003年之间建成的摩天大楼6千米范围内的企业，再进行方程(1)的回归。第六，在基准回归中，本文使用了3—6千米的企业作为1—3千米企业的控制组，这一控制组有效的前提是，摩天大楼的影响范围限制在3千米范围之内，而对3千米以外范围的控制组没有影响，否则就会违反双重差分模型的个体处理效应稳定性假设(SUTVA)。为了更好地满足该假设，遵循Busso et al. (2013)的做法，本文将2017—2019年建成的摩天大楼周围1千米的企业作为控制组，直接进行双重差分回归。第七，本文摩天大楼建成能够产生显著净正外部性的一个重要前提是这些创新型企业周围的摩天大楼必须具有商服功能，即这些摩天大楼的主要功能为写字楼或大型商场和酒店，才有可能对周围的企业创新产生影响。而主要功能是住宅的摩天大楼则不会通过前文叙述的三种机制来影响企业的创新。基于此，本文使用主要功能为住宅功能的摩天大楼对商用摩天大楼进行替代，进行安慰剂检验。最后，为了验证实验组与控制组的共同时间趋势假设以及可能的预期

效应，本文采用标准的事件研究法进行检验。⁵ 稳健性检验的结果显示，在考虑了上述可能存在的影响后，本文的基准结果并未发生变化，结论仍然稳健。

(三) 异质性分析

除上述结论外，仍需进一步讨论摩天大楼影响的异质性。事实上，位于不同规模城市中的摩天大楼、摩天大楼的高度，以及摩天大楼距离市中心的远近，都有可能对企业的创新产生不同的影响。在标准的单中心城市模型中，摩天大楼是地价与建设成本权衡的结果，只有在地价非常高时，建设非常高的摩天大楼才是最优的。但在中国，摩天大楼的建设可能仅仅满足地方政府的面子工程，在小城市中也存在过度建设的现象。即在规模较小的城市中，产业发展与企业创新的基础都相对薄弱，摩天大楼的建设与城市发展水平和产业配套不匹配。因此，在这类城市中，摩天大楼可能不会对周边企业的创新产生影响。为了验证上述猜想，我们将样本城市按照 2000 年城市辖区的人口规模进行划分，将市辖区人口规模在均值以上的城市定义为大城市，反之则为小城市，进行方程 (1) 的分样本回归。得到的结果见表 2 的第 (1) — (2) 列。对比表 2 第 (1) 列和第 (2) 列的结果可以发现，只有第 (1) 列的回归结果中“ $D^{0-1} \times Post$ ”和“ $D^{1-2} \times Post$ ”前面的系数显著。这一结果意味着，只有在大城市，摩天大楼才对周围企业专利的授权产生影响，这与上文的猜想一致。与此同时，与基准结果的对比可以发现，在大城市分样本的回归中，摩天大楼不仅对其周围 1 千米范围内的企业创新产生影响，而且还对其周围 1—2 千米范围的企业创新产生了显著的影响。这意味着，人口规模较大的城市，其摩天大楼建造所产生的集聚外部性可能更大。

表 2 异质性分析

	城市人口 大于均值	城市人口 小于均值	高度大于 均值	高度小于 均值	位于 CBD	不位于 CBD
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$D^{0-1} \times Post$	0.268*** (0.0867)	0.0673 (0.0734)	0.311*** (0.0677)	0.104* (0.0616)	0.0821 (0.0642)	0.147 (0.0979)
$D^{1-2} \times Post$	0.163** (0.0744)	0.0306 (0.0333)	0.159* (0.0833)	0.0720 (0.0461)	0.0137 (0.0371)	0.113 (0.0696)
$D^{2-3} \times Post$	0.0868 (0.0654)	-0.0498 (0.0328)	0.0389 (0.0514)	0.0132 (0.0456)	-0.0462 (0.0361)	0.0375 (0.0648)
环固定效应	是	是	是	是	是	是
企业特征	是	是	是	是	是	是
企业时间趋势	是	是	是	是	是	是
摩天大楼×年份固定效应	是	是	是	是	是	是
二位码行业×年份固定效应	是	是	是	是	是	是
N	5 166	6 091	3 379	7 860	6 670	4 594
R ²	0.576	0.603	0.598	0.585	0.601	0.585

注：标准误差聚类到摩天大楼层面；*、**和***分别对应 10%、5%和 1%的显著性水平。

⁵ 事件分析的结果没有发现比较明显的预期效应。由于篇幅限制，稳健性回归结果以及事件分析图留存备索。

除了城市规模的差异,不同城市内部摩天大楼的高度也存在着显著的差异。在本文的样本中,最低的摩天大楼高度为100米,而最高的摩天大楼高度则达到450米,平均高度为174.7米。考虑到不同高度的摩天大楼对周围企业创新的影响,本文基于摩天大楼的高度进行异质性分析。将摩天大楼的样本基于高度进行划分,分为大于平均高度的样本和小于平均高度的样本。回归的结果见表2的第(3)—(4)列。对比这两列结果可以看出,摩天大楼的高度越高对企业专利授权的影响越大。这一结果可能存在两点解释:一是,高度越高的摩天大楼内部集聚的企业数量越多,因此可溢出的隐性知识也越多;二是,摩天大楼越高,其城市名片的作用就越强,越容易促进周围街区服务设施的开发,这种摩天大楼周围街区商业服务设施的开发,可以为“知识型人员”提供丰富多元的街区生活,方便知识型员工间的创意和思想的交流,进而对企业的创新产生积极的影响。

现实中,摩天大楼在城市中的位置也有较大的差异。一些摩天大楼位于城市的CBD,而另一些摩天大楼则位于城市的新区或者开发区。而这一位置的差异,可能也会对摩天大楼的集聚正外部性产生显著影响。基于此,本文将距离城市CBD3千米范围内的摩天大楼识别为位于CBD的摩天大楼,而距离CBD3千米以外的摩天大楼识别为坐落于城市其他位置的摩天大楼,得到的回归结果见表2的第(5)—(6)列。对比这两列结果可以发现,摩天大楼对周围企业的溢出影响与摩天大楼的位置无关。最后,本文还基于2000年城市市辖区面积、城市的不可开发土地比例以及截至2013年年底摩天大楼所在城市是否有地铁进行异质性分析。结果表明,只有在不可开发土地比例高的城市以及通地铁的城市中,摩天大楼建造才对周围企业产生显著的空间溢出效应。⁶

五、机制分析

在前文的分析中,本文发现,摩天大楼作为集聚经济的一种特殊形式,对其周围1千米范围内企业的专利授权量具有显著的正向影响,即摩天大楼产生了显著的净正外部性。在本部分,本文将从企业进入与退出(筛选机制)、周围人口密度(集聚经济),以及知识溢出三个方面着重分析摩天大楼对周围企业创新的影响机制。为了验证上述猜想,我们剔除了样本中摩天大楼建成后新进入的企业,而只保留了在位企业,所得到的回归结果见表3的第(1)列。从表3的第(1)列可以看出,当仅考虑在位企业时,摩天大楼的建成对周围1千米内企业专利授权的影响依然为正,且在5%的统计水平下显著。通过与基准结果进行比较可以看出,摩天大楼对企业创新的影响,可能更多的是对在位企业的影响,其对新企业影响并不大。

为了更为严谨地说明本文观察到的摩天大楼建造对周围企业创新的影响并非为企业的自选择结果,本文尝试从摩天大楼的建造对周围企业的“进入与退出”来进一步验证。首先,本文将考察摩天大楼建成后对周围工业用地出让价格的影响,这可以检验摩天大楼的建设是否会造成周围工业用地地价的提高。其次,本文将考察摩天大楼建成后周围企业数量和创新型企业的变化,这可以检验摩天大楼建成后是否挤出了无创新

⁶ 除了考察上述分样本回归,本文还基于“ $D \times Post \times$ 变量”,在不分样本的情形下(变量包括城市规模虚拟变量、摩天大楼高度的虚拟变量、距离CBD的距离、城市面积虚拟变量、不可开发土地比例虚拟变量、是否通地铁虚拟变量),看变量的异质性影响。该回归结果与分样本结果一致,限于篇幅,相关结果留存备案。

行为的低效率企业，抑或是吸引了创新型企业的进入。为了验证摩天大楼建成对周围区域工业地块价格的影响，本文利用 2007—2015 年的城市工业地块交易数据，并构建如下的空间 DID 模型：

$$\ln p_{ist} = \beta_0 D^{0-1}_{is} + \beta_1 D^{1-2}_{is} + \beta_2 D^{2-3}_{is} + (\theta_0 D^{0-1}_{is} + \theta_1 D^{1-2}_{is} + \theta_2 D^{2-3}_{is}) \times Post_{ist} + \alpha_{st} + \gamma X_i + \epsilon_{ist}. \quad (2)$$

在式 (2) 中 i 表示地块， s 表示摩天大楼， t 表示年份。 $\ln p_{ist}$ 为地块 i 的交易价格，用 t 年 i 地块交易价格的对数值来度量。 D^{0-1}_{is} 、 D^{1-2}_{is} 、 D^{2-3}_{is} 以及 $Post_{ist}$ 与上文一致。 X_i 为可能影响土地交易价格的交易地块特征变量的集合，主要变量包括土地出让面积、到市中心的距离、出让方式为招标出让或挂牌出让的虚拟变量。此外， X_i 中还包括交易地块周边可能影响土地交易价格的其他便利设施因素，主要包括交易地块距离星级酒店的距离、距离学校的距离、距离大型超市的距离，以及距离公园的距离。 α_{st} 为摩天大楼 \times 年份固定效应， ϵ_{ist} 为随机误差项。

式 (2) 的回归结果报告在表 3 第 (2) 列。从表 3 第 (2) 列可以看出，相较于摩天大楼建设前，在摩天大楼建设后，其周围 1 千米范围内的工业地块的价格相较于其周围 3—6 千米范围的价格并没有显著地增加。这意味着，摩天大楼的建设并没有对周围的工业地块的出让产生显著影响。出现这一结果的可能原因是，中国摩天大楼的建设逻辑虽然与欧美发达国家不尽相同，但从城市内部分布来看，摩天大楼大都建在城市的核心区域或新城，而工业地块的出让多发生在城市边界。

摩天大楼对栅格层面企业数量的影响。以栅格企业数量的对数为被解释变量进行空间 DID 估计，得到的结果见表 3 的第 (3)—(6) 列。其中第 (3)—(4) 列考察的是摩天大楼的建设对新进入企业数量的影响，而第 (5)—(6) 列考察的是摩天大楼建设对创新企业数量的影响，第 (4) 列和第 (6) 列额外控制了栅格的时间趋势。从第 (3)—(6) 列的结果可以看出，相较于摩天大楼建设完成前，摩天大楼建成之后，其周围 3 千米范围内新进入企业数量以及创新型企业的数量并没有比摩天大楼 3—6 千米范围内同类企业的数量有明显的增加。综合表 3 的结果，可以看出，摩天大楼的建设对企业创新的影响，可能并不是创新能力强的企业自选择的结果，而是摩天大楼建成所产生的集聚溢出的结果。出现这一结果的可能原因是，本文考察的企业为规模以上工业企业，摩天大楼所造成的企业进入可能更多的是商服以及轻资产企业。

表 3 企业的进入与退出

	在位企业	工业地价	新进入企业数量	新进入企业数量	创新企业数量	创新企业数量
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$D^{0-1} \times Post$	0.127** (0.0490)	-0.397 (0.326)	0.0825 (0.0703)	0.0918 (0.0894)	0.0896 (0.0779)	0.0905 (0.0962)
$D^{1-2} \times Post$	0.0816** (0.0403)	-0.220 (0.151)	0.0328 (0.0487)	0.0174 (0.0372)	0.0262 (0.0402)	0.0166 (0.0364)
$D^{2-3} \times Post$	0.0188 (0.0331)	-0.220 (0.188)	0.0259 (0.0681)	0.0586 (0.0563)	0.0232 (0.0524)	0.0694 (0.0441)

(续表)

	在位 企业	工业 地价	新进入企业 数量	新进入企业 数量	创新企业 数量	创新企业 数量
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
环固定效应	是	是				
企业特征	是					
企业时间趋势	是					
二位码×年份固定效应	是					
地块特征		是				
地块周围舒适度		是				
栅格固定效应			是	是	是	是
栅格时间趋势				是		是
摩天大楼×年份固定效应	是	是	是	是	是	是
<i>N</i>	8 730	1 947	20 924	20 924	20 879	20 879
<i>R</i> ²	0.564	0.807	0.874	0.946	0.864	0.930

注：标准误差聚类到摩天大楼层面；*、**和***分别对应10%、5%和1%的显著性水平。

摩天大楼对周围人口密度的影响。摩天大楼建成之后，可能会吸引人口在其周围集聚，而人口的集聚会产生劳动力“蓄水池”效应，可以促进高技能劳动力与摩天大楼周围企业之间的匹配，从而有利于企业创新能力的提高。为了验证这一机制，本文基于LandScan人口数据，计算了每一个栅格内的人口数量。由于每一个栅格的面积一样，因此，该指标也能反映人口密度。运用与上文相同的方法，我们考察了摩天大楼的建设对周围不同阈值环内栅格人口数量的影响，得到的回归结果见表4。从表4可以看出，摩天大楼的建造显著地增加了其周围1千米范围内的人口密度。这意味着，摩天大楼的建设显著增强了其周围的集聚经济。

表4 摩天大楼与周围人口密度

	栅格人口 (1)	栅格人口 (2)
$D^{0-1} \times Post$	0.0510** (0.0221)	0.0634** (0.0278)
$D^{1-2} \times Post$	0.0612 (0.0653)	0.0763 (0.0714)
$D^{2-3} \times Post$	0.0349 (0.0472)	0.0413 (0.0521)
栅格固定效应	是	是
栅格时间趋势		是
摩天大楼×年份固定效应	是	是
<i>N</i>	23 158	23 158
<i>R</i> ²	0.886	0.992

注：标准误差聚类到摩天大楼层面；*、**和***分别对应10%、5%和1%的显著性水平。

摩天大楼对周围企业知识溢出的影响。为了更直接地检验摩天大楼是否真正产生了知识溢出，我们考察了如下两种情形。情形一：考察摩天大楼的建设是否促进了其周围企业之间的知识溢出，即摩天大楼的建设是否影响了不同阈值环内企业之间专利的引用。情形二：考察摩天大楼的建设是否影响了其周围企业引用所有其他企业的专利，这实际上是考察摩天大楼的建设是否促进了其周围企业与所有企业之间的知识溢出。这是由于摩天大楼的建设所提供的便利设施不仅方便其周围企业之间的互动，还有可能方便离其较远的企业与其周围企业的互动。对于情形一，我们计算了每一年企业 i 引用同一环内其他企业专利的数量。具体的计算方法是：对于企业 i 而言，基于专利申请文件，判断其是否有专利引用。如果企业存在专利引用，那么基于被引用专利的申请人信息找出被引用专利的企业 j 及其对应的经纬度，然后按照经纬度将企业 j 上图，计算被引用企业 j 与摩天大楼的距离。根据距离判断引用与被引用企业是否在同一环内，最后基于环内被引用企业 j 的数量，计算企业 i 的引用次数。基于此，采用本文的基准回归方法，将每一个企业引用环内企业的次数作为被解释变量进行回归，得到的回归结果见表 5。从表 5 第 (1) 列可以看出，摩天大楼的建设并未显著地增加其周围环内企业之间专利的相互引用。这意味着，摩天大楼所造成的知识溢出，并非来自其周围环内的企业之间的互动。对于情形二，我们计算每一年企业 i 引用所有其他企业的专利数量。具体计算方法是：对于企业 i 而言，基于专利申请文件，直接计算其引用同一个城市内其他专利的数量。然后，采用本文的基准回归方法，将每一个企业的引用次数作为被解释变量，得到的回归结果见表 5 第 (2) 列。从第 (2) 列的结果可以看出，摩天大楼的建设显著地增加了其周围 1 千米内的企业引用其他所有企业的专利数量。平均而言，相对于摩天大楼建成之前，摩天大楼建成之后，其周围 1 千米范围的企业对其他企业的专利引用总量要比 3—6 千米企业对其他企业的专利引用量高 10.9%。这意味着，摩天大楼建设所带动的周边便利设施增加，为摩天大楼附近企业与其他较远距离企业之间的交流提供了更多机会，进而促进了知识的交流与传播，增加知识溢出，最终显著增加了其周围企业的创新。

表 5 摩天大楼与周围企业专利引用

	环内专利引用	所有企业专利引用
	(1)	(2)
$D^{0-1} \times Post$	0.0423 (0.0524)	0.109** (0.0475)
$D^{1-2} \times Post$	0.0346 (0.0487)	0.0832 (0.0946)
$D^{2-3} \times Post$	0.0256 (0.0289)	0.0718 (0.0861)
环固定效应	是	是
企业特征	是	是
企业时间趋势	是	是
摩天大楼 \times 年份固定效应	是	是

(续表)

	环内专利引用	所有企业专利引用
	(1)	(2)
二位码行业×年份固定效应	是	是
观察值	11 348	11 348
R^2	0.303	0.419

注：括号内为聚类标准误，且标准误聚类到摩天大楼层面；*、**和***分别对应10%、5%和1%的显著性水平。

六、结论与政策建议

本文细致地分析了中国摩天大楼的建造对周围企业创新的影响，试图从企业创新这一微观视角，来考察中国摩天大楼建造的外部性影响，这为评估摩天大楼的经济效应提供了新的视角，对摩天大楼经济效应的研究进行了有益拓展。本文研究发现，平均而言，摩天大楼建成之后，其周围1千米范围内的企业的专利授权数量要比摩天大楼周围3—6千米范围内企业的专利授权数量高约13.9%，并且这一影响仅仅局限在其周围1千米范围内。异质性的分析表明，这一效应只在大城市以及比较高的摩天大楼周围显著存在。尝试性的机制分析则表明，摩天大楼建造所造成的周围人口密度的增加以及企业之间的知识共享是摩天大楼影响企业创新的主要途径。

本文研究结论的政策启示在于，虽然大城市中摩天大楼能够带来显著的正外部性，但小城市中的摩天大楼并未产生显著的集聚收益，这或多或少表明，在我国小城市中，这些并未按照自己的经济基础建造，抑或是仅按照面子工程建造的摩天大楼，可能会削弱摩天大楼所带来的集聚正外部性。因此，摩天大楼的建设应该因地制宜，其建设应与城市经济发展水平和产业发展需求相适应，这样才能更好地发挥摩天大楼的集聚经济作用。

参考文献

- [1] Ahlfeldt, G. M., and J. Barr, "The Economics of Skyscrapers: A Synthesis", *Journal of Urban Economics*, 2022, 129 (5), 103419.
- [2] Ahlfeldt, G. M., S. J. Redding, D. M. Sturm, and N. Wolf, "The Economics of Density: Evidence from the Berlin Wall", *Econometrica*, 2015, 83 (6), 2127-2189.
- [3] Barr, J., and J. S. Luo, "Growing Skylines: The Economic Determinants of Skyscrapers in China", *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 2021, 63 (2), 210-248.
- [4] Brandt, L., B. J. Van, and Y. Zhang, "Creative Accounting or Creative Destruction? Firm-level Productivity Growth in Chinese Manufacturing", *Journal of Development Economics*, 2012, 97 (2), 339-351.
- [5] Busso, M., J. Gregory, and P. Kline, "Assessing the Incidence and Efficiency of a Prominent Place Based Policy", *American Economic Review*, 2013, 102 (2), 897-947.
- [6] Duranton, G., and D. Puga, "Micro-foundations of Urban Agglomeration Economies", In: Henderson, J. V., and J. F. Thisse (eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*. Elsevier, 2004, 2063-2117.
- [7] Furman, J. L., M. E. Porter, and S. Stern, "The Determinants of National Innovative Capacity", *Research Policy*, 2002, 31 (6), 899-933.

- [8] Helsley, W., and W. C. Strange, "A Game-Theoretic Analysis of Skyscrapers", *Journal of Urban Economics*, 2008, 64 (1), 49-64.
- [9] Han, H., and J. K.-S. Kung, "Fiscal Incentives and Policy Choices of Local Governments: Evidence from China", *Journal of Development Economics*, 2015, 116 (9), 89-104.
- [10] He, Z. L., T. W. Tong, Y. Zhang, and W. He, "A Database Linking Chinese Patents to China's Census Firms", *Scientific Data*, 2018, 5, 180042.
- [11] Koster, H. R. A., V. O. Jos, and P. Rietveld, "Is the Sky the Limit? High-rise Buildings and Office Rents", *Journal of Economic Geography*, 2014, 14 (1), 125-153.
- [12] Li, Q., and L. Wang, "Is the Chinese Skyscraper Boom Excessive", *Journal of Urban Affairs*, 2020, 9 (3), 1-19.
- [13] Liu, C. H., S. S. Rosenthal, and W. C. Strange, "The Vertical City: Rent Gradients, Spatial Structure, and Agglomeration Economies", *Journal of Urban Economics*, 2018, 106 (6), 101-122.
- [14] Liu, C. H., S. S. Rosenthal, and W. C. Strange, "Employment Density and Agglomeration Economies in Tall Buildings", *Regional Science and Urban Economics*, 2020, 84 (12), 103555.
- [15] Rosenthal, S. S., and W. C. Strange, "The Attenuation of Human Capital Spillovers", *Journal of Urban Economics*, 2008, 64 (2), 373-389.
- [16] 王斯亮、程聪慧, "中国城市摩天大楼建设现状分析", 《城市问题》, 2015 年第 6 期, 第 21—26 页。
- [17] Xiao, H. Y., A. Wu, and J. Kim, "Commuting and Innovation: Are Closer Inventors More Productive?", *Journal of Urban Economics*, 2021, 121 (1), 103300.

Agglomeration and Innovation —Evidence from Skyscraper Construction of China

LI Songlin*

(Nanjing University of Finance and Economics)

LIU Xiuyan WANG Qiao

(Southesat University)

Abstract: The impact of skyscraper construction in China on the innovation of surrounding firms is assessed and empirical results show that skyscrapers significantly promote the innovation of firms within 1 km of skyscrapers. This effect only exists among the skyscrapers in large cities and the relatively tall skyscrapers. This means that the construction of skyscrapers in small cities often does not match the economic base of the city itself, which may weaken the positive externalities generated by skyscrapers. The mechanism analysis of this paper shows that the increase in the surrounding population density caused by the construction of skyscrapers and the knowledge sharing between surrounding firms and the firms within the same city are the main channels through which skyscrapers influence innovation.

Keywords: skyscraper; firm innovation; spatial DID

JEL Classification: R31, R33, R38

* Corresponding Author: Li Songlin, Jiangsu Institute of Industrial Development, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing, Jiangsu 210023, China ; Tel: 86-15195853394; E-mail: lslseu@163.com.