产业协同集聚影响绿色经济效率的空间效应

王静田[1]，付晓东[2]

(1.中共珠海市委党校，广东 珠海 519000；2.中国人民大学应用经济学院，北京 100872)

摘要：产业协同集聚是产业集聚动态演进过程中的高级阶段，对促进产业转型、推动绿色发展、实现经济增长至关重要。基于285个城市2004—2017年的面板数据，运用空间计量模型实证探讨制造业与生产性服务业协同集聚对绿色经济效率的空间效应及其区域异质性。结果表明：产业协同集聚对绿色经济效率的影响呈倒"U"型，对自身绿色经济效率存在促进作用，对邻近城市具有溢出效应，而且对邻近地区的溢出效应要大于对本地区绿色经济效率的影响；在行政等级较高的城市中，制造业与高端生产性服务业协同集聚能够促进本地区绿色经济效率的提升，但过度集聚也会存在规模不经济的情况。普通地级市应结合自身制造业发展状况，发展一般生产性服务业，并且引进高端产业。

关键词：制造业；生产性服务业；协同集聚；绿色经济效率；空间效应

中图分类号：F124.5　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1671—1807(2024)21—0072—06

绿色发展是可持续发展的必要条件，是形成资源节约型、环境友好型社会，建设现代经济体系的重要方向。制造业在经济发展中扮演着举足轻重的角色，然而国内制造业发展过于依赖资源消耗，长期处于产业价值链低端，制造业转型升级成为必然趋势。将清洁、高效的生产性服务业嵌入制造业价值环节，发挥各自比较优势，推动绿色创新由"单轮驱动"向"双轮驱动"转化，引导制造业与生产性服务业协同集聚的产业新业态，既能最大化利用要素集聚优势，也是实现中国经济增长"双轮"驱动新动力的有效路径。

现有研究中，学者们关注制造业、生产性服务业单一产业集聚与绿色经济效率的关系。制造业的生产大多以资源能源为基础，在创造价值的同时，也会因拥挤效应的扩大，挑战地区环境承载力，加剧环境污染[1]。转变经济发展方式，提升服务业结构，从传统服务业向低消耗、高附加值的现代服务业转型是改善碳减排成熟度的重要举措[2]。制造业与生产性服务业协同集聚与绿色发展的相关研究集中在污染减排、绿色创新效率、要素错配等方面。产业协同集聚不仅显著提升了本城市绿色创新效率，还对邻近地区产生空间溢出效应[3]。绿色经济效率水平呈"先降后升、波动变化"趋势，人口-产业协同集聚与绿色经济效率之间呈倒"U"型关系[4]。高端生产性服务业与劳动、技术要素密集型制造业集聚对绿色经济增长效率具有促进作用[5]。产业协同集聚具有显著的减污效果，可以通过知识溢出实现清洁技术的更新和绿色知识的共享[6]。产业关联效应能够提高区域绿色创新[7]。

现有研究为产业协同集聚与绿色经济效率之间的关系研究提供了理论基础，但很少探讨产业协同集聚对绿色经济效率的空间效应，对二者之间的内在机理分析尚不明确，对不同行政等级城市如何提出差异化的产业发展和集聚策略仍存在很大的研究空间。本文通过理论分析产业协同集聚对绿色经济效率的影响机理，揭示二者之间的内在机制，并基于国内285个地级及以上城市的面板数据，构建空间计量模型讨论产业协同集聚对绿色经济效率的空间效应及区域异质性，为不同城市的产业发展和绿色经济效率提升提供了理论和实证支撑。

1　理论分析

制造业与生产性服务业协同集聚作为产业集聚的高级阶段，能够发挥制造业和生产性服务业的协同优势，对绿色经济效率的影响机理主要包括产

收稿日期：2024-06-03

基金项目：2023年广东省党校(行政学院)系统哲学社会科学规划课题(2023GDDXXT030)；粤港澳大湾区经济发展研究中心2023年度课题(2023JNUZS01)；2024年文化和旅游宏观决策课题

作者简介：王静田(1993—)，女，山西晋城人，博士，讲师，研究方向为数字经济与产业经济；付晓东(1960—)，男，江苏丹徒人，经济学博士，教授，研究方向为区域与城市经济。

业关联效应、创新激励效应、资源配置效应和治污减排效应 4 个方面(图 1)。

在产业关联效应方面,产业协同集聚通过产业关联的价值链攀升和结构优化、空间关联的知识溢出驱动绿色经济效率。产业协同集聚促进制造业与生产性服务业价值链的效益最大化,以及产业间的深度融合,进而推动产业结构的高级化。产业协同集聚能够突破单一产业的发展局限,通过投入产出关联和协同分工优化资源配置、提高规模经济,进而促进产业结构的合理化。产业协同集聚通过技术溢出和知识共享提高绿色创新水平,推动高耗能、高污染传统产业向高效率、低排放的绿色生产方式转变,引导产业结构的绿色化,过度集聚和路径依赖也会产生负外部性,进而抑制产业结构绿色化。产业协同集聚模式下的学习效应促进了不同学科领域的交流,打破时空束缚,有效连接供给端和需求端,加强技术的跨区域传播和协同创新效应。

在创新激励效应方面,产业协同集聚通过技术创新激励效应、人力资本积累效应驱动绿色经济效率。生产性服务业为制造业提供技术研发支持,也会触发“鲶鱼效应”,激励制造业企业研发清洁生产技术和污染治理技术。制造业对生产性服务业需求的转变也迫使生产性服务业不断提升服务品质。制造业与生产性服务业协同集聚缩短了两个产业间的互动距离,促进了产业间的融合发展、思想碰撞和知识溢出。激烈的竞争令普通员工和专业技术人才自我培训,实现“干中学”,进而提升了绿色经济效率。

在资源配置效应方面,产业协同集聚通过优化资源配置、提高资源利用效率和劳动生产率影响绿色经济效率。产业协同集聚促进要素的自由流动,实现资源的优化整合,改善了资源错配现象。企业之间通过建立产业共生关联,循环利用资源要素,提高资源利用效率,减轻环境污染。劳动力市场规模扩大提高了劳动力匹配速度,增加员工学习交流机会,激发劳动者的生产积极性,改善劳动力错配,提高劳动者的生产效率。

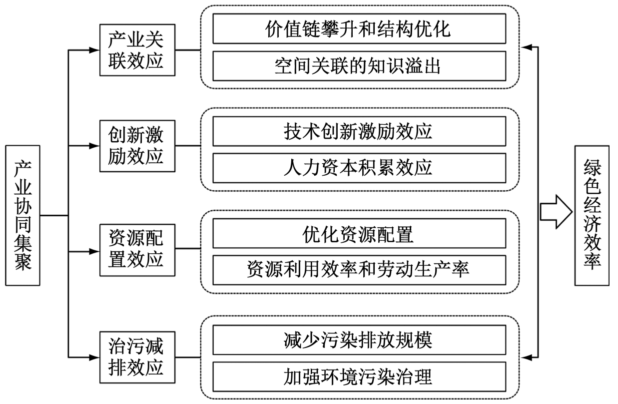

图 1 产业协同集聚影响绿色经济效率的机制路径

在治污减排效应方面,产业协同集聚通过减少污染排放规模、加强环境污染治理,进而影响绿色经济效率。高污染行业的产品附加值比较低,企业缺乏自主减排的动力,而同一行业或者不同行业的企业均可以通过知识溢出实现清洁技术的更新和绿色知识的共享,降低污染排放。产业协同集聚能够加强产业之间的技术交流与合作,集中开展节能减排宣传,创新治污技术、共享治污设备、分摊治污成本、提高治污能力。

2 模型构建与变量选取

2.1 空间计量模型构建

考虑到忽略空间溢出效应的存在可能产生有偏的估计结果,构建空间计量模型分析产业协同集聚对绿色经济效率的影响。

空间滞后模型(SAR):

$$\mathrm{GEE}_{it}=c+\rho W\mathrm{GEE}_{it}+\beta_1\mathrm{coms}_{it}+\beta\mathrm{Controls}+\mu_i+\nu_t+\varepsilon_{it} \tag{1}$$

空间误差模型(SEM):

$$\mathrm{GEE}_{it}=c+\beta_1\mathrm{coms}_{it}+\beta\mathrm{Controls}+\mu_i+\nu_t+\tau_{it},\tau_{it}=\lambda W\tau_{it}+\varepsilon_{it} \tag{2}$$

空间杜宾模型(SDM):

$$\mathrm{GEE}_{it}=c+\rho W\mathrm{GEE}_{it}+\beta_1\mathrm{coms}_{it}+\beta\mathrm{Controls}+\beta W\mathrm{coms}_{it}+\beta W\mathrm{Controls}+\mu_i+\nu_t+\varepsilon_{it} \tag{3}$$

式中:c 为常数项;ρ 和 β 为待估参数;W 为空间权重矩阵;μ_i 和 ν_t 分别为固定效应和随机效应;τ_{it} 为误差项,取决于空间滞后误差项 $\lambda W\tau_{it}$ 和随机误差项 ε_{it};GEE 为绿色经济效率;coms 为产业协同集聚;Controls 为控制变量。

2.2 变量及数据说明

2.2.1 被解释变量

利用非径向、非角度的 SBM(slacks-based measure)模型和 Malmquist-Luenberger(ML)生产率指数计算得到绿色经济效率(GEE)。选择投入、期望产出和非期望产出数据。其中,投入指标包括劳动投入(用各城市年末单位从业人员数、私营和个体从业人员数之和来表示)、资本投入(估算历年资本存量)、能源投入(采用地级市电力消费数据来衡量)、技术投入(用绿色专利申请总量表示)、土地投入(用市辖区的建成区面积表示)。产出指标包

括期望产出,以2003年为基期的不变价计算的各城市GDP来衡量经济效益,以职工平均工资来衡量社会效益,以工业固体废物综合利用率和园林绿地面积衡量环境效益;非期望产出包括各城市工业废水排放量、工业二氧化硫排放量、工业烟尘排放量、地级市 $PM_{2.5}$、碳排放数据。

2.2.2　解释变量

采用区位熵相对协同集聚指数来衡量产业协同集聚:

$$\mathrm{coms}_{ij} = \left(1-\frac{|S_{mi}-S_{mj}|}{S_{mi}+S_{mj}}\right)+(S_{mi}+S_{mj}) \quad (4)$$

式中:S_{mi} 为 i 产业在 m 城市的集聚度;S_{mj} 为 j 产业在 m 城市的集聚度。用区位熵来衡量产业集聚水平。该指数值越大表示 m 城市的产业协同集聚水平越高,值越小表示产业协同集聚水平越低。

2.2.3　控制变量

控制变量包括:①经济发展水平(pgdp)。以2003年为基期的人均地区生产总值来衡量。②市场化程度(mkt)。用城镇私营和个体从业人员数占总劳动人口的比重表示。③要素禀赋结构(kl)。用资本存量与就业人数的比重来衡量。④教育水平(edu)。用财政支出中的教育支出来衡量。⑤对外开放水平(fdi)。用实际使用外资额来表示。⑥科技水平(tec)。用科技支出占地区生产总值的比重来衡量。

选取国内285个地级及以上城市的2004—2017年数据进行研究。数据主要来源于EPS数据平台、中经数据库、CEIC数据库和各城市统计年鉴、各城市历年统计公报。

3　实证结果分析

3.1　回归结果分析

经过一系列检验,并对比SEM、SAR模型的估计结果,选择固定效应模型(表1)。从核心解释变量来看[第(2)列],产业协同集聚对绿色经济效率的影响系数显著为正,说明产业协同集聚促进城市绿色经济效率的增长。但加入二次项之后发现,长期来看,产业协同集聚对绿色经济效率产生了拥挤效应,表明产业协同集聚对绿色经济效率呈现先促进后抑制的非线性关系。

表1　空间计量模型估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	OLS	SDM	SAR	SEM
coms	0.403***	0.415***	0.366***	0.368***
	(4.09)	(3.43)	(3.05)	(3.07)
$coms^2$	−0.076*	−0.087*	−0.084*	−0.085*
	(−1.79)	(−1.72)	(−1.66)	(−1.69)
pgdp	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
	(3.93)	(5.69)	(3.89)	(3.90)
mkt	−0.267**	−0.331***	−0.253***	−0.249***
	(−2.34)	(−3.41)	(−2.63)	(−2.59)
kl	0.133***	0.142***	0.145***	0.145***
	(9.32)	(8.39)	(8.62)	(8.62)
edu	0.006	0.022*	2.037	2.070
	(0.60)	(1.81)	(0.73)	(0.75)
fdi	0.014***	0.015***	0.000	0.000
	(3.57)	(3.35)	(0.25)	(0.41)
tec	7.929*	7.299***	0.000***	0.000***
	(1.90)	(2.67)	(6.10)	(6.00)
常数项	−1.136***			
	(−5.91)			
Wcoms		3.601***		
		(2.59)		
$\boldsymbol{W}coms^2$		−1.503**		
		(−2.46)		
WControls		−0.000		
		(−0.33)		
ρ 或 λ		−0.477***	−0.147*	−0.195**
		(−5.13)	(−1.70)	(−2.17)
R^2	0.114 0	0.116 6	0.132 0	0.132 0
样本数	3 705	3 705	3 705	3 705

注:括号内为标准误;***、**、*分别表示通过了1%、5%、10%的显著性水平检验。

从控制变量来看,经济发展水平对城市绿色经济效率具有正的空间关联效应,经济发展水平越高的城市,基础设施更加完善,技术水平也相对较高,环境污染的投入治理能力也更强。市场化水平与绿色经济效率之间呈显著的负向关系,说明当前市场化水平还需改进与提升。要素禀赋结构与绿色经济效率之间呈显著的正向关系。资本劳动比的上升伴随着经济结构的技术密集型转型,降低资源消耗与环境污染,从而促进绿色经济效率。教育投入与绿色经济效率呈显著正向关系,教育水平越高,人力资本积累越丰富,绿色技术水平也会相应提高。外商直接投资和技术研发投入与绿色经济效率之间呈显著正向关系,外商直接投资的增长带来了先进的技术、管理经验和充足的外资,推动了技术研发和创新,促进了绿色技术创新与绿色经济效率。

3.2　空间效应的分解

同时使用地理距离矩阵进行稳健性检验。空间效应分解结果显示(表2),就直接效应来看,产业协同集聚的直接效应显著为正,表明城市自身的协同集聚对自身绿色经济效率存在促进作用。产业协同集聚平方项的直接效应为负,但不显著。就间

表 2　空间效应分解结果

变量	基于地理邻接矩阵			基于地理距离矩阵		
	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应
coms	0.389***	2.447**	2.836***	0.423***	6.161***	6.585***
	(3.12)	(2.56)	(2.96)	(3.41)	(3.26)	(3.46)
$coms^2$	−0.076	−1.045**	−1.121***	−0.082	−1.467*	−1.548**
	(−1.47)	(−2.48)	(−2.65)	(−1.58)	(−1.90)	(−1.99)

注:括号内为标准误;***、**、*分别表示通过了1%、5%、10%的显著性水平检验。

接效应来看,产业协同集聚的间接效应显著为正,二次项显著为负,而且间接效应系数更大,表明本城市产业协同集聚对相邻城市的绿色经济效率增长具有溢出效应,而且对邻近地区的溢出效应要大于对本地区绿色经济效率的影响。原因可能是随着经济的发展,产业协同集聚涉及多个行业在有限空间范围内的布局,相邻地区为本城市提供了广阔的市场和优惠发展条件。长期来看,产业协同集聚不仅对本地区资源环境承载力产生巨大压力,还会吸引周边地区的要素聚集,“挤占”其他地区的资源,抑制其他地区绿色经济效率的提升。

3.3　异质性分析

产业和人口向优势区域集中是客观经济规律,各种生产要素表现为向城镇,特别是中心城市汇聚。高行政等级的城市在财政收入、要素配置、技术设施建设、资源补贴、对外开放程度等方面享受政策优势,从而在产业布局、能源消耗和环境污染方面更有调控能力。本文按照《全国城镇体系规划》,将样本城市分为国家中心城市、副省级城市、省会城市和普通地级市。

回归结果显示(表3),制造业和高端生产性服务业协同集聚(hms)对绿色经济效率的影响在所有行政等级类型的城市中均呈倒“U”型关系,制造业和一般生产性服务业协同集聚(gms)对绿色经济效率的影响在副省级城市、省会城市和普通地级市中呈倒“U”型关系。

空间效应分解结果显示国家中心城市、副省级城市、省会城市中制造业与高端生产性服务业协同集聚具有明显的直接效应。高行政等级城市产业发展历史悠久,产业结构相对高级化。人才、技术、资金、信息、制度等创新要素的汇集能够促进经济增长与环境优化,同时也会产生承载力不足的问题。国家中心城市、副省级城市的空间溢出效应不显著,反映出这些城市的产业发展水平更高,但是空间溢出效应未能有效发挥。副省级城市、省会城市中制造业与一般生产性服务业协同集聚具有明显的直接效应,副省级城市、省会城市应当继续发展一般生产性服务业,提高当地绿色经济水平。副省级城市中制造业与一般生产性服务业协同集聚具有显著的空间溢出效应,呈先抑制后促进的影响,副省级城市借助有利条件吸引周边城市要素流入,出现了“集聚阴影效应”,不利于周边城市绿色经济效率的改善。但是随着副省级城市绿色技术水平的提升、研发能力的增强,与周边地区形成资源互补、产业合作的分工格局。而省会城市中制造业与一般生产性服务业协同集聚的空间溢出效应不明显,制造业与高端生产性服务业协同集聚的空间溢出效应显著为正,应继续发展高端生产性服务业。普通地级市制造业与高端、一般生产性服务业协同集聚具有明显的直接效应、间接效应和总效应,意味着普通地级市应结合自身制造业发展状况,发展高端或者一般生产性服务业,而不是盲目地引进高端生产性服务业或者放弃一般生产性服务业。

4　结论与建议

通过构建空间计量模型,实证探讨产业协同集聚对绿色经济效率的影响及区域异质性。结果显示,产业协同集聚对绿色经济效率的影响呈倒“U”型,对自身绿色经济效率存在促进作用,对周边邻接城市的绿色经济效率具有溢出效应,而且对邻近地区的溢出效应要大于对本地区。异质性估计结果显示,高行政等级城市中制造业与高端生产性服务业协同集聚对绿色经济效率的溢出效应未能得到有效发挥,低行政等级城市应当立足制造业,继续发展制造业与一般生产性服务业的协同集聚,同时追求产业结构的优化升级。基于此,本文提出如下建议。

(1)因地制宜,推动产业协同集聚。各地区要结合自身经济状态和产业基础,制定适合自身的产业协同集聚政策,推动产业适度合理地协同集聚。具体而言,经济发展水平高、城市行政等级较高的城市应该重点提升产业集聚质量,发展价值链处于高端的制造业和配套生产性服务业。对于已经产生拥挤效应的城市而言,自身发展高端产业的同时,

表 3　基于行政等级异质性的回归结果

变量		国家中心城市		副省级城市		省会城市		普通地级市	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
hms		7.258*** (3.52)		3.641* (1.95)		2.261*** (2.94)		0.490*** (4.48)	
hms^2		−1.724*** (−3.14)		−1.028** (−2.25)		−0.411** (−2.23)		−0.159*** (−5.05)	
gms			2.778 (1.21)		4.324** (2.44)		1.618** (2.53)		0.705*** (6.03)
gms^2			−0.760 (−1.17)		−1.231*** (−2.73)		−0.320** (−2.02)		−0.214*** (−6.36)
Controls		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
ρ		−0.366*** (−2.99)	−0.434*** (−3.66)	−0.420*** (−3.19)	−0.453*** (−3.44)	−0.381*** (−3.13)	−0.403*** (−3.31)	−0.828*** (−3.15)	−0.876*** (−3.22)
R^2		0.449	0.599	0.447	0.499	0.143	0.163	0.053	0.061
样本数		117	117	195	195	390	390	3 250	3 250
直接效应	hms	7.649*** (3.74)		4.029** (2.16)		2.228*** (2.86)		0.450*** (4.00)	
	hms^2	−1.894*** (−3.51)		−1.114** (−2.44)		−0.405** (−2.18)		−0.148*** (−4.57)	
	gms		2.104 (1.04)		5.567*** (3.09)		1.539** (2.32)		0.660*** (5.48)
	gms^2		−0.654 (−1.14)		−1.527*** (−3.32)		−0.310* (−1.90)		−0.201*** (−5.82)
间接效应	hms	−2.394 (−0.76)		−2.811 (−0.94)		−0.000 (−0.21)		3.476*** (4.47)	
	hms^2	1.134 (1.26)		0.588 (0.82)		0.668* (1.80)		−0.971*** (−4.53)	
	gms		4.884 (1.44)		−9.894*** (−3.27)		1.786 (1.03)		3.654*** (4.72)
	gms^2		−0.850 (−0.86)		2.325*** (3.10)		−0.306 (−0.71)		−1.045*** (−4.79)
总效应	hms	5.254 (1.35)		1.218 (0.33)		1.148 (0.58)		3.926*** (5.06)	
	hms^2	−0.760 (−0.69)		−0.526 (−0.59)		−0.260 (−0.52)		−1.119*** (−5.23)	
	gms		6.988 (1.46)		−4.327 (−1.29)		3.325* (1.85)		4.314*** (5.62)
	gms^2		−1.504 (−1.10)		0.798 (0.95)		−0.616 (−1.36)		−1.247*** (−5.76)

注：括号内为标准误；***、**、*分别表示通过了 1%、5%、10%的显著性水平检验。

有序推进低端产业的区域梯度转移。欠发达城市应当立足实体经济，通过承接核心城市制造业转移，提升自身制造业实力，避免“大而全”的产业政策和产业同构式的“零和博弈”，实现经济增长与环境保护相协调的绿色发展。

(2)打破区域垄断，消除地方保护主义，鼓励关联性强、互补性强的多元化产业集聚。考虑到绿色经济效率具有正的空间溢出效应，政府需要充分考虑到绿色经济效率的地区差异，重点加强能源方面的跨地域合作。核心城市建立高端制造业和生产性服务业集聚，加快绿色制造业和新能源的研发，努力打造绿色化、现代化新兴产业。对于经济发展水平有限、资源依赖和环境约束比较高的欠发达城市，要顺利承接核心区域的产业转移，参与城市产业分工，提高产业协同集聚水平，加强环境保护。

(3)加快绿色技术研发和人力资本投入。建设人才培养机制和交流平台，打造有利于人才成长的环境，增加研发投入和科技支持。同时通过完善技术研发与应用的政策环境，激励先进、有效的绿色技术研究，并提升绿色技术的适用性与应用程度。

参考文献

[1] CHENG Z, LI L, LIU J. Industrial structure, technical progress and carbon intensity in China's provinces[J].

Renewable and Sustainable Energy Reviews，2018，81：2935-2946.

［2］ WANG X，HE A，ZHAO J. Regional disparity and dynamic evolution of carbon emission reduction maturity in China's service industry[J]. Journal of Cleaner Production，2020，244：118926.

［3］ 常哲仁，郑梦. 产业协同集聚对绿色创新效率的影响研究：基于空间溢出视角[J]. 财经问题研究，2023(10)：53-67.

［4］ 李娜，马晓钰，葛纯宝. 人口-产业协同集聚与绿色经济效率：基于2004—2021年中国233个地级城市的实证分析[J]. 技术经济与管理研究，2023(11)：106-111.

［5］ 孟望生，邵芳琴. 产业协同集聚对绿色经济增长效率的影响：基于生产性服务业与制造业之间要素层面协同集聚的实证分析[J]. 南京财经大学学报，2021(4)：75-85.

［6］ TVETERAS R，BATTESE G E. Agglomeration externalities，productivity，and technical inefficiency[J]. Journal of Regional Science，2006，46(4)：605-625.

［7］ SOLHEIM M C W，TVETERÅS R. Benefitting from co-location? evidence from the upstream oil and gas industry[J]. The Extractive Industries and Society，2017，4(4)：904-914.

Spatial Effects of Industrial Co-agglomeration on Green Economic Efficiency

WANG Jingtian[1]，FU Xiaodong[2]

(1. Zhuhai Municipal Party School，Zhuhai 519000，Guangdong，China；
2. School of Applied Economics，Renmin University of China，Beijing 100872，China)

Abstract：Industrial co-agglomeration is an advanced stage in the dynamic evolution of industrial agglomeration，which is crucial for promoting industrial transformation，promoting green development，and achieving economic growth. Based on panel data from 285 cities from 2004 to 2017，the spatial effects and regional heterogeneity of the co-agglomeration of manufacturing and productive service industries on green economic efficiency was empirically explored by using a spatial econometric model. The results show that the impact of industrial co-agglomeration on green economic efficiency show an inverted U-shaped pattern，with a promoting effect on its own green economic efficiency and a spillover effect on neighboring cities. Moreover，the spillover effect on neighboring areas is greater than that on the local green economic efficiency. In cities with higher administrative levels，the synergistic agglomeration of manufacturing and high-end productive service industries can promote the improvement of local green economic efficiency，but excessive agglomeration can also lead to economies of scale. Ordinary prefecture level cities should combine their own manufacturing development status，develop general productive service industries，and introduce high-end industries.

Keywords：manufacturing industry；productive service industry；co-agglomeration；green economic efficiency；spatial effect