

GLOBAL CHINA INITIATIVE



Solomon Owusu 是波士顿大学全球发展政策研究中心人力资本倡议、中国与全球发展倡议和全球经济治理倡议的核心教员，波士顿大学 Frederick S. Pardee 全球研究学院全球发展政策助理教授。他的学术研究兴趣广泛集中在发展经济学领域，如结构转型的经济学和衡量、就业和包容性增长、全球价值链和贸易。

中国经济关系与非洲低碳工业化

作者：SOLOMON OWUSU, KEYI TANG, GIDEON NDUBUISI

摘要

本研究探讨了在中国与非洲经济关系日益紧密的背景下，中国外国直接投资（FDI）对非洲低碳工业化的影响。本文分析基于面板数据集，涵盖了2003年至2014年间中国对34个非洲国家的制造业进行的直接投资项目，并使用Lewbel工具变量解决潜在的内生性问题。研究结果发现，来自中国的外国直接投资加剧了非洲工业碳排放，这种负面影响在劳动和资源密集型的制造业产业尤为显著。另外，尽管来自经济合作与发展组织（OECD）国家的外国直接投资同样集中于资源密集型产业，对工业碳排放却并没有类似的显著负面影响。我们将这一发现归因于两个机制：一是中国的外国直接投资集中在劳动密集型和资源密集型的制造业，二是与国际最佳实践相比，中国外国直接投资的制造过程中对环境、社会和公司治理（ESG）标准的实际执行上存在次优化现象。进一步分析还强调了接收国环境法规的潜在调节作用，尽管在统计数据上不显著，但突显了非洲大陆普遍存在的机构执行不力的问题。总体而言，研究发现强调了中国在非洲的经济参与和非洲自然环境之间复杂的相互作用。我们讨论了政策启示，强调了加强环境治理的重要性，以便在利用中国外国直接投资获取更多发展利益的同时，在最大限度上减少环境成本。

关键词：外国直接投资；碳密集型制造业；非洲；中国

JEL 分类号：F21, N60, O4, O5





Keyi Tang 是波士顿大学全球发展政策研究中心中国与全球发展倡议博士后研究员，将于2024年秋季加入巴塞罗那ESADE商学院担任终身制助理教授。她于2023年以优异成绩毕业于约翰霍普金斯大学高级国际研究学院 (SAIS)，并获得博士学位，她的研究兴趣为中国和非洲发展的国际政治经济学与比较政治经济学。她的研究成果发表在《国际政治经济学评论》、《能源政策》、《南华早报》和《中南项目》(China Global South Project) 上，并曾荣获国际研究协会国际政治经济学部门颁发的2024最佳研究生论文奖。

引言

自2000年中非合作论坛 (FOCAC) 成立和2006年中非发展基金设立以来，中国与非洲的经济关系得到显著增长和深化。中国目前是非洲最大的贸易伙伴，是许多非洲国家最大的出口国和最大的进口供应国 (Torreggiani和Andreoni, 2019年；Owusu等, 2022年)。中国对非洲的经济发展参与也稳步增加。例如，自2000年以来，中国的开发性金融向发展中国家提供的超过1万亿美元，与传统的多边开发银行和西方国家相匹敌 (Horn等；2019年；Humphrey和Michaelowa, 2019年；Dreher等, 2022年)。此外，自2013年以来，中国已超越美国成为世界上向非洲提供最大双边外国直接投资 (FDI) 的国家 (Yu, 2021年)。然而，中非日益深化的关系，已成为讨论其组成、目标、性质及对非洲工业和经济发展影响的主题。

根据中国对非洲外国直接投资模式的评估显示，中国对非洲的直接投资集中在能源和自然资源领域，这引发了对中国获取资源意图的疑惑 (《金融时报》，2013年)。此外，中国在非洲增加外国直接投资的同时，非洲也向中国大量出口大宗商品 (Zafar, 2007年；Garcia-Herrero和Casanova, 2017年)，同时进口低成本、低技术和劳动密集型制造品 (Torreggiani和Andreoni, 2019年)。因此，中国的外国直接投资对非洲工业化前景，尤其是转向低碳工业化的潜在影响，成为一个实证问题。本工作论文的首要目标是，通过研究中国对非洲制造业的外国直接投资总量和构成对非洲制造业碳强度有何影响，以解答这一问题。

然而，中国外国直接投资对非洲低碳工业化的潜在影响可能受包括外国直接投资类型 (即接收外国直接投资的行业) 或环境法规在内的重要调节因素的制约，这些因素在决定整体影响中起着重要作用 (Adekoya, 2022年)。因此，作为第二个目标，采用实证方法来探寻环境法规和外国直接投资类型在外国直接投资与低碳工业化关系中的调节作用。

为了回答这些问题，我们使用《金融时报》FDI Intelligence提供的外国直接投资交易数据，整理了一个涵盖2003年至2014年间中国对34个非洲国家的制造业外国直接投资项目的面板数据集。该数据还整合了目标国家接受的所有其他外国直接投资的信息，以计算来自中国的外国直接投资占一国每年所获外国直接投资总额的比例。我们将这些数据与世界银行《世界发展指标》所提供的相同目标国家在相同年份的工业部门碳排放占总燃料燃烧份额的数据进行了合并汇总。本研究采用固定效应模型和工具变量来解决潜在的内生性问题，得出了四个结论。第一，中国的制造业外国直接投资增加了非洲的制造业二氧化碳 (CO₂) 排放。第二，中国的制造业外国直接投资在非洲劳动力和资源密集型制造业的投入会加剧这种碳排放影响，但是对知识密集型制造业的投入对碳排放没有显著影响。第三，结果表明，尽管这种减缓作用在统计数据上不显著，但制定更加严格的环境法规在中国对非洲制造业碳排放影响有重要减缓作用。在环境法规健全的国家，中国直接投资的制造业二氧化碳排放量较低。

本研究为理解外国直接投资与可持续工业发展之间的复杂关系提供了实证证据、理论见解和实际建议。首先，本文对有关外国直接投资对包容性绿色增长影响的文献作出贡献 (Borga, 2021年；Ofori等, 2023年)。已有文献通常在所有产业加总的基础上研究外国直接投资及其对碳排放的影响，但本文专注于制造业外国直接投资在同一产业内的碳排放，控制了外国直接投资的不同来源，从而排除了潜在的加总偏误问题。因此，本研究为首次尝试量化外国直接投资如何影响非洲制造业生产的碳强度，为如何在世界上工业化程度最低的非洲大陆实现低碳工业化提供了政策建议。

其次，本文有助于理解中国外国直接投资对环境影响的机制。我们特别研究了行业和环境法规的作用，还比较了中国外国直接投资对工业发展碳排放的影响与来自其他国家的外国直接投资的影响。结果表明，中国在资源密集型和劳动密集型制造业的外国直接投资增加了碳排



放，而在技术密集型产业的外国直接投资没有增加。相比之下，来自经济合作与发展组织（OECD）国家的外国直接投资，虽然也集中在资源密集型产业，但对碳排放的统计上没有显著影响，这可能是由于他们在制造过程中实施更高的环境、社会和公司治理标准。这两个实证发现表明，外国直接投资的来源（通常决定对清洁生产过程的遵循程度）和外国直接投资的行业领域都是决定是否对环境产生影响的重要因素。此外，环境法规在调节环境影响方面至关重要，尽管我们发现影响效果并不显著，但这可能主要归因于非洲大陆环境法规执行的效果不佳，或监管机构不力。

本工作论文的结构如下：第二部分讨论外国直接投资和低碳工业化的理论观点；第三部分讨论数据集和方法；第四部分讨论结果；第五部分为结论。

文献综述

低碳制造业与非洲工业化未来

非洲工业化的成功与否取决于如何巧妙地应对气候转型。全球向绿色经济转型的需求，这对非洲的制造业生产和贸易产生了深远影响。尽管非洲总排放量占全球总排放量不到4%，但该地区却面临着极高的气候风险。非洲对大宗商品十分依赖，导致非洲生产能力在很大程度上与气候变化相关联，气候波动容易对非洲经济产生较大影响。值得注意的是，非洲高达95%的农业生产依赖降雨，农业对于当地就业和国内生产总值（GDP）的贡献巨大，这更加剧了非洲地区的脆弱性（非洲开发银行，2019年）。此外，主要出口市场消费者的偏好逐渐转向了可持续产品，这也为非洲地区带来了严峻挑战。

需要关注的是，若低碳工业化政策阻碍了非洲工业化的愿景，这些政策会遭到反对。出口机会紧缩、设置进入壁垒以及降低价值链贸易收益都会导致这种风险发生。鉴于非洲出口产品一大部分是资源型产品，主要为矿产和化石燃料等采掘品，欧盟碳边境调节机制（CBAM）等政策可能会使这些碳密集型出口所取得的收益化为乌有（He等，2022年）。此外，向低碳工业化的转型代价昂贵，需要减少劳动力，还需大量投资用以提升能力，来确保竞争力。大多非洲国家都面临转型滞后问题，基础设施、能力建设和财政限制方面都使非洲国家在转型过程中寻求融资时遭遇阻碍。在这种背景下，考虑到中国已经成为世界上最大的双边外国直接投资的投资国，来自中国的外国直接投资就显得尤为重要。在这些挑战中，向低碳制造业转型为非洲提供了一个宝贵机会，以投资建设气候智能型制造业。这样一来，可以使非洲国家摆脱对大宗商品的依赖，为生产竞争力强、效率高和附加值高的产品铺平道路。

理论观点：外国直接投资与低碳工业化

外国直接投资对低碳工业化的影响并不简单。一方面，外国直接投资通常与先进技术应用相关，这些技术本质上比本国生产商原本使用的技术更加清洁，尤其是对发展中国家来说。跨国公司（MNCs）拥有先进的生产、清洁和污染控制技术和实践经验，并将其转移给在发展中国家设立的子公司。清洁技术的引入可以成为改善东道国工业过程的催化剂，促进清洁生产方法、节能技术和工业废物减排策略的发展和实施，从而在整个生产生命周期“污染光环”效应内减少排放（Gallagher和Zarsky，2007年；Demena和Afesorgbor，2020年）。

虽然这种知识转移通常通过跨国公司与其在接收国国内设立的公司之间非自愿地进行，但也可以自愿产生，即跨国公司自愿与其投资的国内供应商分享新知识，以确保外包生产更加高效。然而，对于希望参与并受益于全球生产网络的国内企业而言，跨国公司要求这些企业具



Gideon Ndubuisi 是荷兰代尔夫特理工大学（TU Delft）经济学助理教授。此前，他曾在德国发展与可持续研究院、德国经济研究所、德国基尔世界经济研究所、欧洲经济研究所、联合国工业发展组织、世界银行、非洲开发银行、欧盟委员会、NODAC咨询公司和国际金融公司等多个机构工作或担任咨询专家。他拥有荷兰马斯特里赫特大学经济学博士学位，研究兴趣主要集中于价值链和结构变革。



备一定的生产能力才能进入全球生产网络，企业还需保持竞争力。为了满足这些要求，国内企业（供应商）被迫进行投资，以获取他们在生产网络中执行特定生产活动所需要的能力。这种投资可能涉及引入新的环保生产技术、采用多种创新、提升工人技能水平从而高效利用设备和信息，甚至可以改变组织结构，从而改进清洁生产方法，减少工业生产中的排放（Humphrey和Schmitz，2002年；Pietrobelli和Rabellotti，2011年；Ndubuisi和Owusu，2021年、2023年）。

另一方面，低收入国家面临的挑战增多，发展中国家之间对外国投资者的激烈竞争（吸引寻求资源和污染密集型产业的外国直接投资）可能导致外国投资者降低环境标准，这可能导致排放增加，并在监管薄弱的发展中国家加剧污染（Zugravu-Soilita，2017年）。从本质上讲，外国直接投资对低碳工业化的影响是一个实证问题，取决于外国直接投资的类型和投资接收国的监管质量，因此，需要采用细致的方法来考虑外国直接投资与低碳工业化之间的复杂关系。

中国外国直接投资在非洲低碳工业化中的作用

已有文献对中国在非洲的外国直接投资目标和影响进行研究。对1998-2012年间在非投资的中国中小型民营企业交易数据进行的实证分析表明，在技能较丰富国家，中国投资大多集中在技能密集型产业；而在资本较稀缺国家，中国的外商投资大多集中资本密集型产业。这表明了中国的投资目的是利用当地的比较优势（Chen等，2018年）。然而，中国在50个非洲国家参与经济活动的数据显示，中国的建设活动和出口对当地国家的环境和二氧化碳排放产生了负面影响（Tawiah等，2021年）。公路、铁路和机场等大型基础设施施工时会产生粉尘污染、水污染和化石燃料使用导致的污染，投资资源开采业也会恶化当地环境。同样，Chen等人（2023年）发现，中国对非洲的外国直接投资和出口与绿色增长指标呈负相关，这表明中国对资源开采的投资阻碍了可持续发展目标的实现。

Calabrese和Tang（2022年）所发表的综述文章提出，中国企业在非洲制造业和建筑业的主要投资引出了非洲可能成为“下一个世界工厂”（Sun，2017年）的看法。他们认为，中国对生产行业的外国直接投资在工业化和多样化生产的推动下，广泛促进了非洲的经济结构转型。然而，他们对中国在采矿业和农业领域的外国直接投资对环境的影响以及贿赂等治理问题表示担忧。Larsen 等人（2023年）进一步指出，中国外国直接投资的大部分投资行为缺乏低碳、绿色转型或可持续增长相关政策和指导方针。不过，他们也认为，在监管薄弱的国家中，并非只有中国投资企业才存在这些挑战。

在现有的中国外国直接投资对非洲低碳工业化前景影响的文献中，实证证据仍存在一些不足。首先，文献分析通常没有控制其他外国直接投资来源，这些来源也可能影响非洲工业的碳排放。其次，现有文献关注的是外国直接投资的总体水平，并未对制造业的不同子行业进行细分，而不同行业活动的异质性效应可能才是真正的影响因素。第三，在分析碳排放效应时，现有文献主要关注国家层面的二氧化碳排放总量，而不是各个行业的排放量，这可能会引入行业层面的多种内生因素干扰。我们的研究填补了这些文献空白，此外还有助于我们理解中国的经济参与和非洲环境结果之间复杂的相互作用。



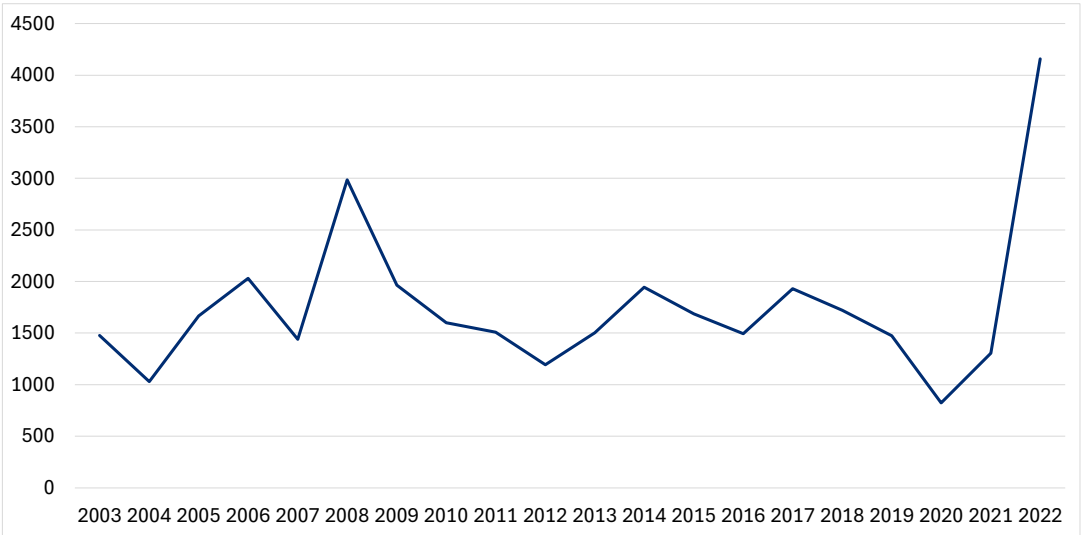
变量和数据来源

中国近60%的外国直接直接投资通过香港、英属维尔京群岛和开曼群岛等离岸金融中心进行（约翰·霍普金斯大学SAIS中非研究计划，2022年），因此要估算中国在非洲外国直接投资的真实规模具有挑战性。中国在非洲投资官方数据可以在中华人民共和国商务部（MOFCOM）官网按地区和行业发布的中国外国直接投资流量存量年度统计公报中找到，以往研究中国海外外国直接投资的文献也引用了这一数据（Chen等，2018年；Stone等，2021年）。

虽然商务部提供了海外直接投资的分析数据，但有三点值得注意。首先，商务部在2014年之后停止公布数据，因此难以观察2014年之后的投资趋势。其次，商务部的外国直接投资数据只列出了是否有企业在目标国家投资，但没有列出投资的总额，因此很难衡量外国直接投资的规模。最后，数据没有提供其他来源对目标国家的年度外国直接投资的信息。幸运的是，《金融时报》开发的FDI Intelligence让我们能按来源、年份和行业查看外国直接投资的投资额。FDI Intelligence可追踪目标国家所有来源、所有行业的每日绿地投资公告。我们之所以仅关注绿地外国直接投资，而不关注并购（M&A）外国直接投资，是因为2000-2022年间中国在非洲的并购外国直接投资主要集中在矿业和能源行业，投向制造业的比例只有1%（Moses等）。因此中国的并购外国直接投资与我们主要关注的制造业外国直接投资关系不大。我们收集了2003-2022年的数据，数据涵盖资本投资总额。由于FDI Intelligence的数据来源为投资公告而非投资实际运作，我们采取了额外步骤来验证收集到的中国外国直接投资信息的有效性，逐项核对了总共665笔交易的执行情况和投资总额。

我们利用这些数据，构建了每年中国外国直接投资占非洲目标国家外国直接投资流入的比例，同时收集了世界发展指标（WDI）中有制造业二氧化碳排放量（占燃料燃烧总量的百分比）的数据来测量碳排放强度。由于某些国家的数据缺失，我们最终得到了34个国家的样本数据。本文所分析的完整国家名单见附录表A1。图1显示，全球对非洲制造业的外国直接投资从2003年的1亿美元增长到2020年的42亿美元。制造业中外国直接投资额最高的前五个非洲国家是埃及、尼日利亚、南非、摩洛哥和安哥拉。

图 1：每年流入非洲制造业的外国直接投资总额（百万美元）

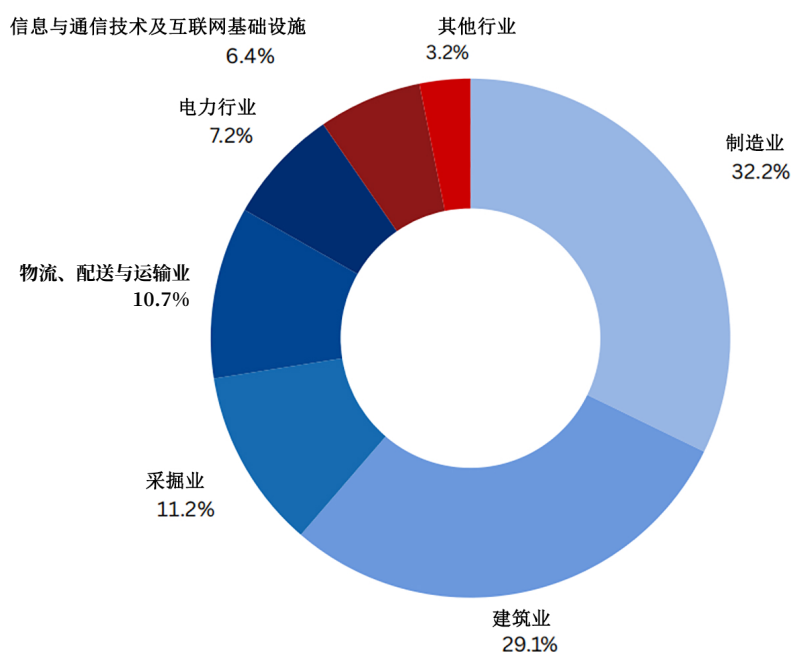


来源：作者使用FDI Intelligence数据库分析得出。



图2表明，非洲制造业吸引的中国投资最多。截至2022年底，中国在非外国直接投资存量中32.2%集中在制造业，其次是建筑业，占比29.1%，采掘业占比11.2%，物流、分销和运输业占比10.7%，电力行业占比7.2%，信息通信技术和互联网基础设施占比6.4%。中国对非洲的外国直接投资中制造业占比非常大，因此，研究中国对非洲制造业的外国直接投资对非洲大陆的总体环境影响十分有必要。

图2：2003-2022年中国对非洲的外国直接投资（按行业划分）



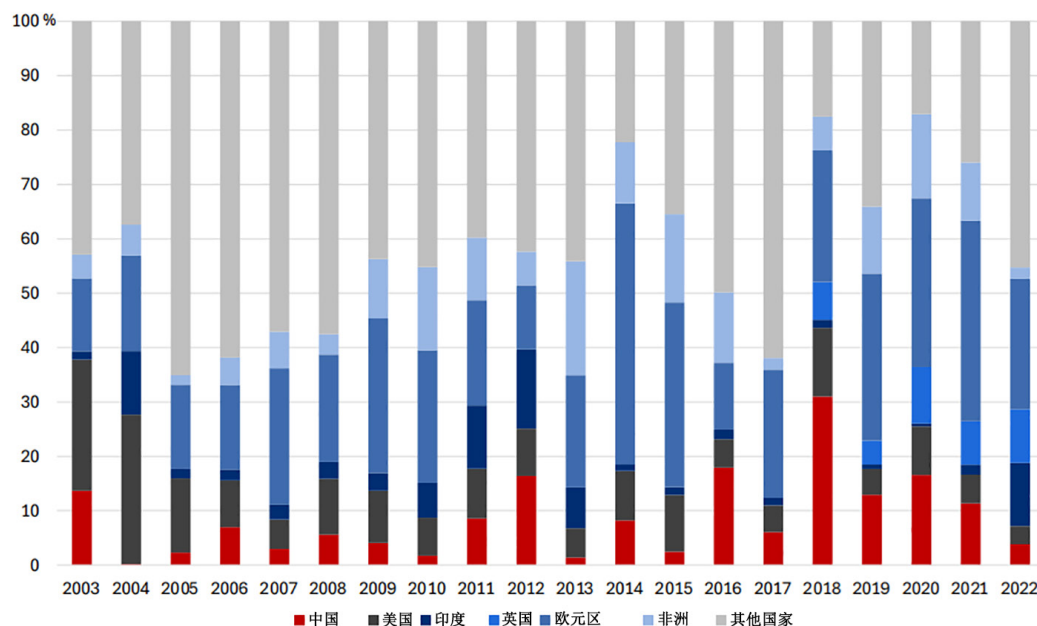
来源：作者使用FDI Intelligence数据库分析得出。

图3为过去二十年来每年流入非洲制造业的外国直接投资的变化情况，投资来源以百分比表示。2012年左右以来，中国成为了非洲制造业最重要的双边外国直接投资来源。2018年中国对非洲制造业投资的重要性尤为明显，当时中国投资占比达到了31%的峰值。然而，2022年中国投资份额骤降至4%。下降原因主要有两个：首先，非洲地区的主权债务危机迫在眉睫，而中国作为最大、又是唯一的双边官方债权国，这很可能使投资者变得谨慎；其次，全球遭遇新冠疫情，对经济产生了广泛影响，扰乱了全球的投资流动。这些因素共同导致了2022年中国对非洲制造业的外国直接投资的显著减少。

尽管出现了种种挑战，但数据表明中国仍在非洲制造业中扮演着关键角色。美国的投资占比相对稳定，通常在10%左右，2004年达到最高占比，为27%；印度的占比曾出现过几次最高点，如2012年达到15%；而英国的投资参与从2018年开始才开始增多；欧元区一直保持对非洲进行外国直接投资，特别是在2014年，欧元区的外国直接投资占比接近一半，达到48%。非洲的自身投资在2013年达到占比21%的顶峰，这反映了非洲内部市场的日益增长。



图3：以投资来源分类的非洲制造业年度外国直接投资流入（百分比）

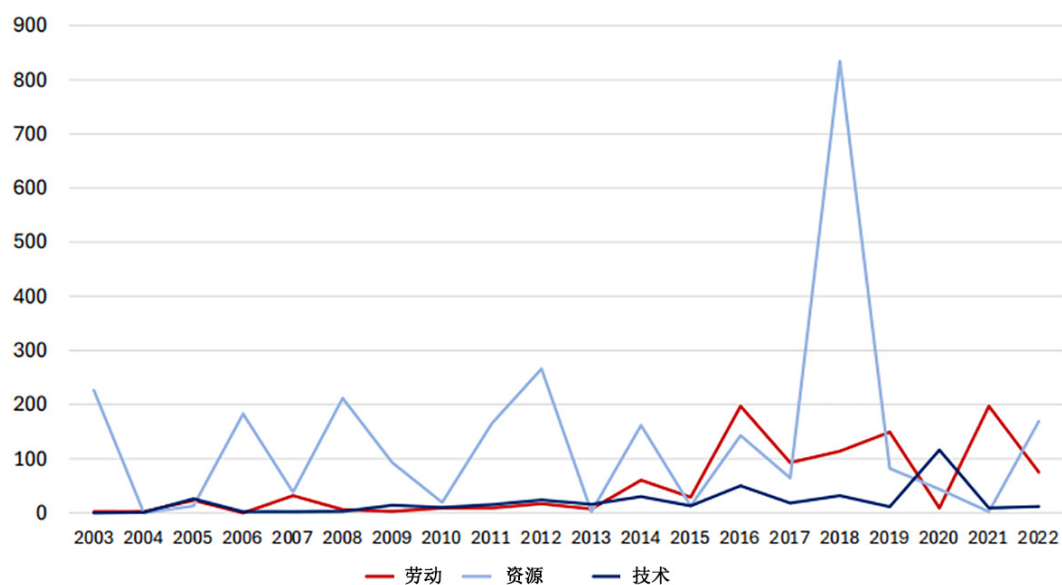


来源：作者使用FDI Intelligence的数据库分析得出。

图4展示了中国每年流入非洲制造业的外国直接投资情况，按行业特点分类，以百万美元计。制造业分为劳动密集型、资源密集型和技术密集型。2016年，劳动密集型制造业的投资增长尤为突出，恰逢非洲关于产业政策和结构转型前景的讨论。尤其是埃塞俄比亚和卢旺达，这两个国家一直非常重视作为经济增长驱动力的劳动密集型制造业。资源密集型产业以往吸引的外国直接投资最多。但自2015年以后，情况发生了转变，劳动密集型和技术密集型制造业吸引的外国直接投资逐渐超过了资源密集型制造业。这可能是因为2014年底以来大宗商品价格暴跌，使得资源密集型投资的吸引力下降。然而，也有例外情况发生，2018年对资源密集型的投资出现了异常飙升。技术密集型制造业在2020年的外国直接投资额最高。



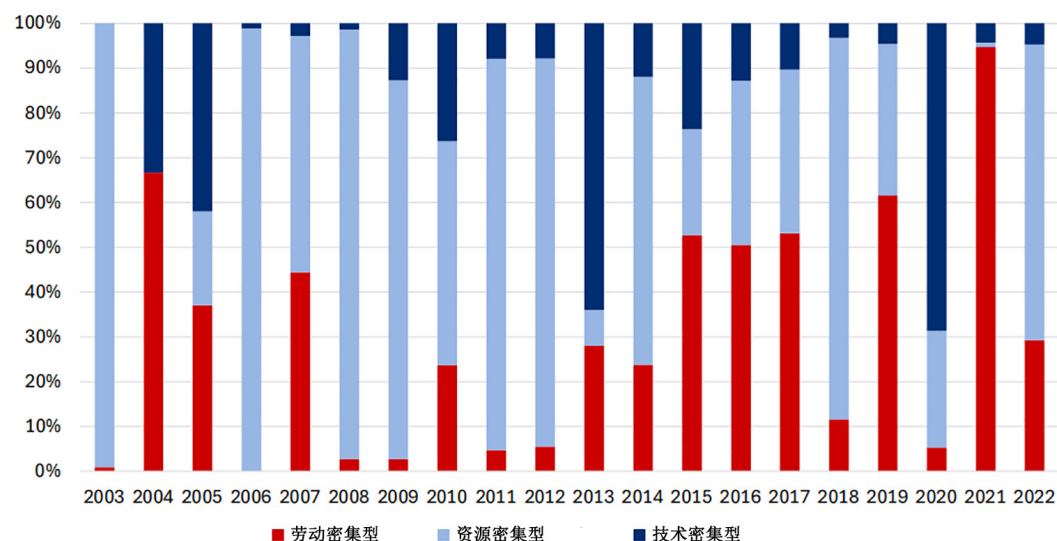
图4：中国对非洲制造业的年度外国直接投资流入（百万美元）



来源：作者使用FDI Intelligence数据库分析得出。

图5为中国对制造业的外国直接投资根据不同行业特征分类的比例分布，是对图4的补充。尽管资源密集型产业在吸引外国直接投资历史上占据主导地位，但自2015年以来，其份额逐渐下降。与此相反，劳动密集型和技术密集型产业的份额却在增加，反映了中国对这些行业的战略重视。这一转变在2021年尤为明显，当时劳动密集型产业占外国直接投资的95%。图4可见，技术密集型产业的绝对投资在2020年达到最高，图5也显示了同年该产业的占比出现了显著相对增长。这说明非洲电信技术领域在中国对非洲外国直接投资战略中的重要性日益提升，华为和中兴通讯成为其中的领先企业。但资源密集型产业仍间歇性出现峰值，如2018年，这说明中国投资者依旧关注着非洲的资源密集型产业。

图5：中国对非洲制造业年度外国直接投资流入（百分比）



来源：作者使用FDI Intelligence的数据库分析得出。



附录中的图A1和图A2展示了经合组织国家对非洲制造业的年度外国直接投资流入情况，并按行业特征分为绝对额（百万美元）和制造业外国直接投资总额的占比。资源密集型产业历来是外国直接投资的主要投资对象，在2022年达到了21.1亿美元的投资额高峰。劳动密集型产业的外国直接投资在2008年显著增多，达到4.66亿美元，这一增长趋势与经济增长中对劳动密集型制造业的广泛关注相一致。2020年，技术密集型产业投资额达到最高，为1.63亿美元，反映出对技术驱动型产业发展投资兴趣的日益增加。

对外国直接投资按产业划分，可以看出资源密集型产业始终占多数的投资份额，尤其是在2022年，占总外国直接投资的85%。劳动密集型产业在2008年份额占比较大，为39%，说明在该时期投资战略性地向劳动密集型产业转变。技术密集型产业的份额随着时间有所增加，2020年达到26%的最高值，这意味着制造业领域对技术提升的关注日益增强。这些变化趋势凸显了经合组织国家在非洲投资策略中优先事项的转变，投资重点明显放在了资源密集型产业，但同时也看到了劳动和技术在推动未来经济发展中的潜力。

尽管经合组织国家和中国的制造业外国直接投资集中在资源和劳动密集型产业，但文献表明，中国对非洲制造业投资时所带来的环境、社会 and 治理风险较高。这为当地生物多样性和土地带来了更多的风险，因为中国企业仅按照当地法规设定的最低环境、社会 and 治理要求开展相关生产活动，而不是遵循中国自身提出的绿色“一带一路”指导方针或国际最佳实践的要求（Springer等，2023年）。此外，中国企业在全球南方对待环境、社会 and 治理标准的方式与来自更发达经济体的企业不同。尽管中国政府将环境、社会 and 治理逐步纳入其监管条例（Morris，2023年），但中国企业主要关注其运营管理的经济和政治风险，而非伦理考量。中国的私营企业更关注盈利和稳定，将环境、社会 and 治理作为风险管理工具，来应对当地要求（同上）。相比之下，实证研究发现，经合组织国家的外国直接投资拥有的创新技术和改进标准，可能对环境产生积极的长期影响（Pazienza，2019年）。这表明，即使是在相同的劳动密集型或资源密集型产业，中国企业所实际执行的环境、社会 and 治理标准可能低于来自经合组织的投资者。



模型设定和估计策略

为了对中国外国直接投资对非洲制造业碳强度的影响进行实证分析，我们设计了以下回归模型。

$$ManCo2_{it} = \beta_0 + \beta_1 Chinese FDI_{it} + \beta_2 C'_{it} + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$ManCo2$ 表示制造业二氧化碳排放量占目标国一年总碳排放量的份额， $Chinese FDI$ 为中国对非洲制造业的外国直接投资。下角标 i 代表国家， t 为时间段， γ_i 为国家固定效应， δ_t 是时间固定效应， ε_{it} 为特异误差， C'_{it} 是控制变量向量。为了最大减少可能遗漏的变量造成的偏差，在实证规范中控制其他重要变量也非常重要。根据现有文献（Xu和Lin，2015年；Raheem和Ogebe，2016年；Nathaniel和Adeleye，2021年），我们的实证控制了人均GDP及其二次项和总人口。具体来说，我们实际使用人均GDP及其二次项来检测环境库兹涅茨曲线（EKC）假说。环境库兹涅茨曲线假说最早是在Grossman和Krueger（1993年）的关于北美自由贸易协定（NAFTA）潜在影响的开创性论文中所提出。这一假说认为在经济增长的早期阶段，对环境的破坏会增加，可一旦国家达到更高收入的经济水平，对环境的破坏便会减少（Selden和Song，1994年；Grossman和Krueger，1995年；Stern，2004年）。我们还控制了行业增加值占GDP的比重，以得到结构效应。行业增加值占比根据现有文献进行选择，这些文献显示了工业活动和二氧化碳排放之间存在的强正相关性（Grossman和Krueger，1993年）。使用总人口来判断人口增长造成的影响，因为现有研究表明人口增长会通过对工业产品产生高需求而对制造业二氧化碳排放产生不利影响（Kaufman等，2007年；Jiang等，2013年）。我们还考虑了环境法规衡量指标。我们使用自建的指数来衡量，将该指数定义为一个国家加入环境条约的总和。用于计算该指数的原始数据来自联合国经济和社会事务部环境统计数据（UNDESA）¹。为了将环境法规的影响与更宽泛的国家监管机构质量影响分开观察，我们还控制了全球治理指标中的规制质量指数。我们对所有国家的完整样本进行了回归分析，并将劳动密集型制造业、资源密集型制造业和知识密集型制造业这三部分进行分样本回归分析。

我们首先根据两个假设得出估计方程1：第一，通过引入国家层面的固定效应来分离并捕捉时不变不可观测特征；第二，通过时间固定效应获得在各国家间一致的年度冲击事件。为了确保结果的稳健性，我们采用了工具变量（IV）方法，并忽略这些假设来解决因遗漏变量偏误和联立性偏误引起的潜在内生性问题。我们利用Lewbel（2012年）的工具变量方法，通过模型中的异方差构造工具来识别缺乏良好外生工具时的内生变量（Baum等，2013年）。传统的工具变量需要一个识别内生变量的适当外部工具，但Lewbel（2012年）工具变量方法则不同，它能识别与异方差性误差项乘积不相关的回归量，这些回归量存在于多种模型中，由于不可观测的共同因子导致结果产生误差。（Baum等，2013，第13页）。然而，这种方法也允许使用外部工具，Baum和Lewbel（2019年）建议在有可用工具时通过使用外部工具来提高工具变量估计量效率。在本文分析中，我们分别使用了有外部工具和无外部工具的工具变量-异方差性结果，共使用两种外部工具。

¹ 我们分三步计算该指数。第一步，我们计算一个指数，该指数为每个国家环境条约的总和；第二步，将指数标准化，使指数最小值为0，最大值为1；第三步，提取非洲国家样本。



首先，我们选择中国外国直接投资在其他非洲国家的平均占比作为工具变量。受贸易类文献（Autor等，2013年；Bloom等，2016年）的启发，我们选择这一工具捕捉受国外供给状况变化影响的中国外国直接投资占比变化，但这些国家不受可能内生于碳排放的国内行业特定冲击的影响。我们使用公式2来计算这一指数。

$$Average\ Chinese\ FDI_{it} = \frac{Chinese\ FDI_t - Chinese\ FDI_{it}}{n - 1} \dots (2)$$

公式中， n 是样本中的国家总数， $Chinese\ FDI_t$ 是 t 时间段内样本中所有非洲国家的中国外国直接投资总和， $Chinese\ FDI_{it}$ 表示国家-时间-特定中国外国直接投资。从总外国直接投资中减去后者，我们得到了一个随国家和时间变化的工具变量。接下来，我们选择的第二个工具是通过引力模型预测的中国外国直接投资额。选择这个工具同样受一篇以预测贸易流动作为工具的贸易类文献（Frankel和Romer，1999年；Blanchard 和Olney，2017年；Feyrer，2019年）的启发，旨在利用国家特征的外生变化来识别外国直接投资的影响。这一分析方程如公式3所示。

$$Chinese\ FDI_{ijt} = f(X_{it}, Z_{ijt}, \mu_{ijt}) \dots (3)$$

公式中， $Chinese\ FDI_{ijt} \in$ 包括中国外国直接投资总额、劳动密集型中国外国直接投资额、资源密集型中国外国直接投资额和知识密集型中国外国直接投资额， j 表示中国， X_{it} 是衡量不同非洲国家变化的变量向量（比内陆国家与否、国土面积差别等）， Z_{ijt} 是衡量两个国家间差异的变量向量（如外交分歧、距离、世界贸易组织（WTO）成员资格、创业成本差异以及制度相似性和偏好相似性）²。根据引力模型预测中国外国直接投资，共有三个步骤：利用引力模型估计中国外国直接投资流量；根据后引力模型估计值预测中国外国直接投资流量；汇总外国直接投资接收国的预测流量，得出每个非洲国家中国外国直接投资流量时变预测值。然后将后者作为Lewbel工具变量回归方法中的工具。我们的识别假设是，预测的中国外国直接投资流量不受内生性问题的影响，从而可以对中国外国直接投资对结果变量的影响进行因果推断。附录中的表A3展示了引力模型结果。中国在非洲外国直接投资的重要决定因素有四个，包括国土面积、世贸组织成员资格、双边距离和创业成本差异。重要的是，国土面积和世贸组织成员资格是拉动因素，创业成本差异和双边距离则是推动因素。

² 制度相似性指非洲国家与中国在法治方面的差异。偏好相似性指非洲国家与中国的人均GDP差异。创业成本是指非洲国家与中国平均创业成本之间的差异。



结果与讨论

全样本

表1为全样本的回归结果。第1-2列展示了面板固定效应的结果，而第3-6列为工具变量估计的结果。分析表格全列数据发现，中国对非洲的外国直接投资增加会使制造业的二氧化碳排放增加。以第1列为例，结果显示，中国外国直接投资增加1%，会使非洲国家的制造业二氧化碳排放增加0.017%到0.019%之间。该项数据在1%水平上具有统计显著性。当引入控制变量并解决潜在的内生性问题后，结果仍然具有稳健性（第3至第6列）。

一方面，分析结果与其他研究观察到的结果一致，这些研究表明中国在“一带一路”国家的投资对当地环境有不利影响（Tawiah等，2021年；Yang等，2021年；Chen等，2023年），或增加了当地能源消耗（Yang和Ni，2022年；Shinwari等，2024年），尤其在较低收入国家尤为明显。因为这些国家的环境和社会法规往往较为宽松（Mahadevan和Sun，2020年）。这种“竞次”的心态可以吸引更多投资并创造就业机会，但却以牺牲环境保护为代价（Springer等，2023年）。

另一方面，分析结果也与某些研究相矛盾，这些研究认为中国的外国直接投资减少了所有“一带一路”国家和行业的二氧化碳排放（Su等，2022年）。然而，值得注意的是，我们的样本仅限于世界上一些最贫穷国家的制造业排放，这些国家的制度法规最不完善。在这种情况下，中国对当地制造业投资的创新技术可能不是最先进的。已往文献表明，在这些国家，中国对制造业的外国直接投资往往集中在轻工业，如低技能的服装和鞋类生产以及其他资源密集型制造业，如矿物、金属以及石油和天然气（Brautigam和Tang，2011年）。因此，其他文献观察到的通过外国直接投资实现的技术转移的减排效应在这些国家的制造业中可能十分有限。

至于控制变量，估计系数有我们预期的正负符号，尽管有些系数在常规显著性水平上统计不显著。环境法规的估计系数在所有列中保持负值，尽管在统计上不显著，但对二氧化碳排放的负面影响凸显了系统性作用，证明严格的环境法规可以减少二氧化碳的排放。在这种情况下，环境法规的无效实施可能导致未观察到的无显著影响。人均GDP的估计系数为正，而平方项为负，表示制造业二氧化碳排放与收入水平之间存在倒U型关系：在制造业经济增长的早期阶段，二氧化碳排放增加，但在国家达到较高收入水平后，二氧化碳排放减少。因此，本文分析结果和Grossman和Krueger（1995年）以及Stern（2004年）等研究一同为环境库兹涅茨曲线假设提供了实证支持。不同行业在GDP中的占比正估计系数与现有研究一致，研究表面工业化虽然是经济增长的重要来源，但也可能增加制造业二氧化碳排放。监管质量（衡量制度）的估计系数与文献一致。最后，总人口的估计系数也与文献一致，说明人口增加导致制造业二氧化碳排放增加，其中部分原因是人口增长导致对工业产品的需求增加。这也可能来源于高土地转换率和栖息地丧失，从而会减少生物多样性并改变物种相互作用，并对环境产生负面影响（Kaufman等，2007年；Jiang等，2013年）。



表1：中国外国直接投资与制造业二氧化碳排放

	面板固定效应		工具变量-估计			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
中国外国直接投资（对数）	0.020***	0.019***	0.019**	0.017**	0.019***	0.017**
	(0.007)	(0.007)	(0.008)	(0.008)	(0.007)	(0.007)
环境法规		-0.076	-0.075	-0.316	-0.076	-0.316
		(0.297)	(0.276)	(0.243)	(0.276)	(0.243)
人均GDP（对数）		1.291	1.286	1.635*	1.289	1.638*
		(0.965)	(0.906)	(0.858)	(0.902)	(0.854)
人均GDP的平方		-0.077	-0.077	-0.092	-0.077	-0.092
		(0.068)	(0.064)	(0.060)	(0.063)	(0.060)
人口（对数）		0.814	0.816*	0.786	0.815*	0.785
		(0.533)	(0.493)	(0.481)	(0.494)	(0.481)
监管质量		-0.154*	-0.154*	-0.176**	-0.154*	-0.176**
		(0.092)	(0.085)	(0.082)	(0.085)	(0.082)
行业（占GDP的百分比）		0.009**	0.009**	0.009**	0.009**	0.009**
		(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)
常数项	2.377***	-17.591**	-16.663**	-17.759**	-16.666**	-17.763**
	(0.066)	(8.422)	(7.472)	(7.311)	(7.472)	(7.310)
观察值	338	335	335	326	335	326
R平方	0.885	0.889	0.889	0.900	0.889	0.900
国家效应	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是
Hansen J统计量			44	45	45	45
Hansen J统计量 p值			0.16	0.06	0.18	0.06

括号内为稳健标准误

*p < 0.10, **p < 0.05, ***p < 0.01

来源：作者使用所描述的数据绘制。

注释：第1-2列为面板固定效应回归，第3-6列为Lewbel-工具变量-回归。第3列为没有使用外部工具的结果，第4-6列为使用外部工具的结果。第4列的外部工具是预测的中国外国直接投资，第5列的外部工具是平均中国外国直接投资流入量。第6列为同时使用两个外部工具的结果。



当分析包括来自其他外国直接投资伙伴和国家（如欧盟、美国和印度）的外国直接投资份额时，这些结果仍然稳健，如见附录表A4。所有列的结果显示，中国外国直接投资和来自非经合组织国家的外国直接投资显著增加了非洲制造业的二氧化碳排放。相反，我们没有发现任何证据表明来自经合组织及其他地区或国家（如欧盟、美国或印度）的外国直接投资显著增加了制造业二氧化碳排放。图1A和2A中显示经合组织国家对非洲制造业的外国直接投资模式与中国相似，考虑到这点，二氧化碳排放增加可能不仅仅源于外国直接投资流动模式，这些投资项目的实际运营过程也可能造成二氧化碳排放增加。现有文献指出，中国外国直接投资倾向于遵守东道国的最低环境、社会和公司治理标准（Voituriez等，2019年；Springer等，2023年）。尽管中国政府最近颁布了更严格的“一带一路”项目环境标准的国内法规，提出了“绿色、清洁”的目标（Coenen等，2021年），但这些新法规可能还需一段时间才能全面生效，而我们的研究数据集中在2003-2014年。此外，中国政府是否有能力有效监督数千个海外外国直接投资项目的运营也存在疑问。上述分析表明，根本问题可能在于指导这些制造业投资项目实际运营过程的环境、社会和公司治理标准的实施上。

对行业作用的研究

本文还探讨了中国外国直接投资对非洲制造业二氧化碳的影响是否因外国直接投资的行业而有所不同。为此，我们将中国对制造业的外国直接投资分为三类：劳动密集型、资源密集型和知识密集型。技术、研发等³知识密集型产业的外国直接投资通常会推动先进技术和清洁技术的使用。这些行业优先考虑效率和创新，从而减少排放和污染。因此，我们预计这些类型的外国直接投资会和环境带来积极影响。相反，劳动密集型或资源密集型产业的外国直接投资可能会忽视环境问题，而将重点放在生产最大化和成本最小化上。当没有严格的环境法规进行监管时，排放和污染可能将增加。此外，发展中国家在这些行业中的外国直接投资竞争可能导致环境标准出现“竞次”现象。因此，外国直接投资的行业在对制造业外国直接投资流入非洲所产生的环境影响非常重要。

我们考察了中国外国直接投资对非洲制造业二氧化碳排放的影响是否因外国直接投资的行业而异。研究结果见表2，其中第1-2列为面板固定效应的结果，第3-6列为使用上述两个外部工具的工具变量结果。最终结果表明，中国外国直接投资对制造业二氧化碳排放的影响取决于外国直接投资的组成。中国制造业外国直接投资中资源密集型和劳动密集型很明显增加了制造业的二氧化碳排放。相反，中国对知识密集型制造业的外国直接投资对制造业碳强度没有显著影响。

³ 分类见附录表A2。



表 2：中国外国直接投资与制造业二氧化碳排放受外国直接投资行业的影响

	面板固定效应		工具变量-估计			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	面板A					
劳动密集型中国外国直接投资（对数）	0.022**	0.018*	0.020**	0.018*	0.018**	0.016*
	(0.009)	(0.009)	(0.009)	(0.009)	(0.009)	(0.009)
常数	2.404***	-18.120**	-17.211**	-18.261**	-17.182**	-18.237**
	(0.061)	(8.527)	(7.545)	(7.366)	(7.554)	(7.374)
观测值	338	335	335	326	335	326
R平方	0.884	0.888	0.888	0.899	0.888	0.899
控制	否	是	是	是	是	是
国家效应	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是
Hansen J统计量			44	45	45	46
Hansen J统计量p值			0.12	0.17	0.12	0.15
	面板B					
资源密集型中国外国直接投资（对数）	0.015*	0.012	0.016**	0.012	0.014*	0.010
	(0.008)	(0.008)	(0.008)	(0.008)	(0.008)	(0.008)
常数	2.412***	-17.985**	-17.089**	-18.125**	-17.065**	-18.109**
	(0.065)	(8.573)	(7.585)	(7.411)	(7.591)	(7.417)
观测值	338	335	335	326	335	326
R平方	0.883	0.887	0.887	0.898	0.887	0.898
控制	否	是	是	是	是	是
国家效应	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是
Hansen J统计量			44	45	45	46
Hansen J统计量p值			0.69	0.78	0.63	0.65
	面板C					
知识密集型中国外国直接投资（对数）	0.007	0.008	0.008	0.010	0.008	0.010
	(0.009)	(0.009)	(0.008)	(0.008)	(0.008)	(0.008)
常数	2.418***	-17.927**	-17.000**	-18.147**	-16.993**	-18.152**
	(0.060)	(8.593)	(7.610)	(7.416)	(7.614)	(7.416)
观测值	338	335	335	326	335	326
R平方	0.882	0.887	0.887	0.899	0.887	0.899
控制	否	是	是	是	是	是
国家效应	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是
Hansen J统计量			44	45	45	46
Hansen J统计量p值			0.26	0.33	0.29	0.36

括号内为稳健标准误

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.10

来源：作者使用所描述的数据绘制。

注释：第1-2列为面板固定效应回归，第3-6列为Lewbel-工具变量-回归。第3列为没有使用外部工具的结果，第4-6列为使用外部工具的结果。第4列的外部工具是预测的中国外国直接投资，第5列的外部工具是平均中国外国直接投资流入量。第6列为同时使用两个外部工具的结果。



对环境法规作用的研究

目前的研究结果表明，中国对非洲的制造业外国直接投资对环境产生了负面影响。进一步分析显示，当中国的外国直接投资进入非洲接收国的知识密集型制造业时，这种影响并不明显。本节将进一步探讨这种关系是否取决于其他国家特征。基于前几节的讨论，我们考察了环境法规在调节外国直接投资对非洲接收国影响中的作用。为此，我们在公式1的基础上增加了一个中国外国直接投资变量和国家环境监管质量特征的交互项。

$$ManCo2_{it} = \beta_0 + \beta_1 Chinese FDI_{it} + \beta_2 Z_{i,t} + \beta_3 (Chinese FDI_{it} \times Z_{i,t}) + \beta_4 C'_{it} + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

该公式所有变量的定义与方程1相同， $Z_{i,t}$ 是值得注意的国家特征（环境监管质量）， $FDI_{i,t} \times Z_{i,t}$ 外国直接投资变量和国家环境监管质量特征的交互项。公式4中外国直接投资对制造业二氧化碳排放的总效应由 $\beta_1 + \beta_3 Z_{i,t}$ 计算得出。在这里我们的关注点为，在投资接收国的环境监管系统质量水平下，中国外国直接投资对制造业二氧化碳排放的不同影响，这由参数 β_3 给出。因此， β_3 是公式4中的关键参数。根据前几节的讨论，当交互项包括中国外国直接投资变量和环境质量时，预计 $\beta_3 < 0$ ，这意味着中国外国直接投资对制造业二氧化碳排放的影响随着国家环境监管系统质量的提高而降低。

表3为此分析的回归结果。第1、2列为面板固定效应结果，第3-5列为工具变量估计结果。各列中交互项变量的估计系数均为负值，证明了环境监管在对外国直接投资与制造业二氧化碳排放之间存在系统性影响。因此，结果不显著这一事实可能反映了非洲大陆环境法规执行不力。在这种情况下，在非洲地区实行有效的环境法规有望减少中国在非洲的外国直接投资对当地产生的环境负面影响。如Neves等（2020年），Zhang等（2020年）和 Yirong（2022年）的研究，都强调了强有力的制度在调节外国直接投资所带来的环境影响中的重要性。



表3：中国外国直接投资与制造业二氧化碳排放受环境法规作用的影响

	面板固定效应		工具变量-估计		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
中国外国直接投资 (对数)	0.043	0.047	0.024	0.042	0.024
	(0.052)	(0.048)	(0.047)	(0.049)	(0.047)
环境监管	-0.055	-0.052	-0.308	-0.055	-0.308
	(0.302)	(0.279)	(0.247)	(0.279)	(0.247)
中国外国直接投资 (对数) × 环境监管	-0.029	-0.034	-0.009	-0.028	-0.009
	(0.061)	(0.056)	(0.055)	(0.057)	(0.055)
人均GDP (对数)	1.284	1.289	1.634*	1.282	1.634*
	(0.958)	(0.886)	(0.844)	(0.888)	(0.844)
人均GDP平方	-0.076	-0.076	-0.092	-0.076	-0.092
	(0.067)	(0.062)	(0.059)	(0.062)	(0.059)
人口 (对数)	0.788	0.782	0.777	0.789	0.777
	(0.530)	(0.489)	(0.482)	(0.489)	(0.482)
监管质量	-0.156*	-0.157*	-0.176**	-0.156*	-0.176**
	(0.092)	(0.086)	(0.083)	(0.086)	(0.083)
工业占GDP的比例	0.009**	0.009**	0.009**	0.009**	0.009**
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.004)
常数	-17.176**	-16.200**	-17.632**	-16.279**	-17.632**
	(8.363)	(7.384)	(7.286)	(7.389)	(7.286)
观测值	335	335	326	335	326
R平方	0.889	0.889	0.900	0.889	0.900
控制变量	是	是	是	是	是
国家固定效应	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
Hansen J 统计量		13	13	13	13
Hansen J 统计量 p值		14	09	15	07

括号内为稳健标准误

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.10.

来源：作者使用所描述的数据绘制。

注释：第1列为面板固定效应回归，第3-5列为 Lewbel-工具变量-回归。第2列是不使用外部工具的结果，第3-4列是使用外部工具的结果。第4列的外部工具是预测的中国外国直接投资，第5列的外部工具是平均的中国外国直接投资流入量。第5列为同时使用两种外部工具的结果。请注意，在工具变量模型中，我们还将环境监管变量及其与中国外国直接投资的交互作用内生化的。



扩展分析：外国直接投资与低碳制造业价值链整合

在扩展分析中，我们研究了中国外国直接投资对制造业价值链整合碳强度的影响。近年来，各国政府、学者、发展机构和国际组织都在关注全球价值链（GVC）整合问题，认为这是推动发展中国家工业化并最终实现期待已久的经济转型的便捷途径（世界银行，2020年；Abreha等，2021年；Ndubuisi和Owusu，2021年）。近年来，非洲地区对全球价值链的整合令人印象深刻。欧盟、中国、印度和美国通常是非洲制造业全球价值链贸易中最强劲的合作伙伴。在1995-2015年期间，与这些主要贸易伙伴的全球价值链贸易总额有所增加。然而，非洲地区与欧盟和美国在采购中间产品方面的整合程度有所下降，而与中国整合程度则显著增加（Abreha等，2021年），这说明全球贸易发生了重要转变，需要将非洲的贸易和工业化策略进行重新定位，更多地面向亚洲地区，同时更好地利用与美国和欧盟签署的优惠贸易协定。然而，非洲与中国及其他伙伴国家在全球价值链中的高度整合主要集中在低技能的轻制造业和初级产品及基本投入品的出口，例如原油、天然气和矿产等原材料开采和出口（Abreha等，2020年）。作为本文的目标之一，我们还研究了中国开发性金融和外国直接投资对非洲低碳价值链整合的影响。

为了计算价值链整合的碳强度，我们使用了Eora MRIO I-O数据库。该数据库包含了从1990年至2015年间187个国家的投入产出表和贸易整合碳足迹数据，是I-O数据库中覆盖国家（包括发展中国家）最完整的数据。该数据库使用广泛（参考Ndubuisi和Owusu，2021年、2022年、2023年；世界银行WDR，2020年；Amendolagine等，2019年）。Lenzen等（2013年）详细讨论了Eora数据库的可靠性和准确性，将其与全球贸易分析项目（GTAP）数据库、OECD-WTO数据和世界投入产出数据库（WIOD）数据库（UNCTAD，2013年）等比较数据库进行对比，结果显示Eora数据库表现良好。

参考最新的全球价值链相关实证文献（参见Wang等，2013年；Koopman等，2014年；Foster-McGregor等，2015年；Montalbano等，2018年；Ndubuisi和Owusu，2021年、2022年、2023年），我们利用该数据集计算了本文提出的三类制造业的价值链整合碳强度指标。将国家*i*在中间产品跨国贸易中的制造业全球价值链（GVC）整合的碳强度定义为：

$$GVC\ Participation_{it} = \left(\frac{FVA_{it}}{TE_{it}} \right) + \left(\frac{DVX_{it}}{TE_{it}} \right) \quad (5)$$

公式5中， TE_{it} 表示国家*i*在*t*时间段的总出口， $\frac{FVA_{it}}{TE_{it}}$ 为国家的后向参与度，用一国出口中使用的外国价值增值份额来衡量，并根据整合的碳足迹进行调整， $\frac{DVX_{it}}{TE_{it}}$ 为国家的前向参与度，用一国国内价值增值中作为其他国家出口输入的份额来衡量，并根据整合的碳足迹进行调整。将这两个部分相加得到了总全球价值链整合指标（制造业价值链整合的碳强度），数值越高表示价值链整合的碳强度越高。

将上述得到的结果与中国外国直接投资数据联系起来，我们分析了中国外国直接投资对非洲低碳制造业价值链整合的影响。分析结果见附录表A5。结果显示，中国外国直接投资显著降低了非洲制造价值链整合的碳足迹，而主要方式是通过价值链的前向整合，这与（Shi等，2022年）的结果一致。



扩展分析：贷款与低碳制造业和价值链整合

我们还分析了中国贷款对制造业二氧化碳排放的影响。中国对非洲开发性金融的数据来源于德国基尔世界经济研究所开发的非洲债务数据库（ADD），该数据库提供非洲各国政府每年外部总贷款的详细信息。因此，我们能够计算出非洲债务国从中国获得的贷款在总贷款中所占的比例。除了来自私营企业所有人的外国直接投资流动外，中国政府还积极提供资金支持在非投资，利用如中非基金这样股权投资工具。截至2022年，该基金的可用资金达到100亿美元，专门用于投资非洲（Moses等，2022年）。此外，还有非股权工具，如2014年成立的非洲共同成长基金（AGTF），由非洲开发银行和中国人民银行共同为贷款出资，资金为20亿美元。中国和葡语国家合作与发展基金也在非洲大陆进行了投资（Springer等，2023年）。

对中国外国直接投资和开发性金融影响进行单独分析的理由在于，开发性金融更多反映了中国政府的动机和目标。开发性金融主要来自政策性银行或国有商业银行，而外国直接投资更多由私人资本驱动，目的是利润最大化，而不是维护环境、社会和公司治理标准。将官方投资与私人资本投资进行对比，可以检验中国开发性金融机构最近向零排放和绿色“一带一路”的转变是否如宣称的那样有效。通过分析中国的外国直接投资和开发性金融对制造业碳排放的影响，我们可以全面了解中国的经济参与对非洲低碳制造业未来前景的影响。分析结果见附录表A6，结果与表1中的中国外国直接投资结果相同。

结论与政策启示

中国已经成为非洲最大的贸易伙伴、最大的双边开发性金融提供者和非洲制造业重要外国直接投资来源国。本工作论文探讨了中国制造业领域外国直接投资对非洲低碳制造业的影响，回应了有关中国经济参与及其对非洲大陆低碳结构转型具有更广泛影响的疑问。

我们的实证分析使用了2003年至2014年间中国向34个非洲国家的制造业所属行业的外国直接投资面板数据以及制造业碳排放数据。分析显示，中国制造业外国直接投资导致非洲制造业二氧化碳排放增加。这种影响在中国外国直接投资的劳动密集型和资源密集型制造业尤为明显，而对中国外国直接投资的知识密集型产业则无显著影响。我们认为，除了行业集中度外，还有在生产制造过程中对环境、社会和公司治理标准实施不严格的原因。我们的研究还发现，当投资接收国实行更强有力的环境法规时，可以缓解中国外国直接投资对制造业二氧化碳排放的影响，凸显了监管框架的关键作用。研究结果表明，中国经济参与与非洲环境结果之间存在复杂关系，强调了可持续发展战略和搭建强有力的监管框架对有效应对环境挑战十分必要。

根据研究结果，本文提出了几项政策建议。首先，环境法规亟需加强。非洲政府和决策者必须优先加强环境法规，以确保各行业，特别是接受中国外国直接投资的行业严格遵守环境标准。这需要建立和执行排放限制，促进采用清洁生产技术，实施有效的监测和执行机制。其次，我们的研究结果主张在非洲大陆促进可持续融资。当务之急是鼓励中国投资者和其他外国投资者优先投资环境可持续项目和行业。这可以通过提供税收减免或对绿色工业部门投资给予补贴等激励措施来实现，充分利用现有比较优势和已有能力，在长期内逐步向新的生产力和创新性绿色产业转型过渡。

最后，我们的研究结果强调了利用外国直接投资促进技术转让和能力建设的投资促进政策的重要性。这些政策应增强非洲国家采用和实施低碳制造业实践的能力，支持国内制造企业整合低碳制造创新和技术，按照绿色产业政策的目标提高生产流程中的资源效率。



参考文献

- Abreha, K., E. Lartey, Mengistae, T., S. Owusu., & Zeufack, A. (2021). Industrialization in Sub-Saharan Africa: Seizing opportunities in global value chains. World Bank Group. Washington DC.
- Abreha, K., E. Lartey, T. Mengistae, S. Owusu & A. Zeufack. (2020). Africa in manufacturing value chains: Cross-country patterns and dynamics in linkages. World Bank Policy Research Paper No. 9439. World Bank. Washington DC.
- Adekoya, O.B., Ajayi, E.G., Suhrab, M & Oliyide, J.A. (2022). How critical are resource rents, agriculture, growth, and renewable energy to environmental degradation in the resource-rich African countries? The role of institutional quality. *Energy Policy*. 164, 112888.
- African Development Bank Group (2019). "Climate Change in Africa." African Development Bank Group. <https://www.afdb.org/en/cop25/climate-change-africa>.
- Amendolagine, V., Presbitero, A. F., Rabellotti, R., & Sanfilippo, M. (2019). Local sourcing in developing countries: The role of foreign direct investments and global value chains. *World Development*, 113: 73-88.
- Avenyo, E.K., & Tregenna, F. (2022). Greening manufacturing: Technology intensity and carbon dioxide emissions in developing countries. *Applied Energy*, 324: 119726.
- Autor, D., Dorn, D., & Hanson, G. (2013). The China syndrome: Local labor market effects of import competition in the United States. *American Economic Review*, 103(6), 2121-2168.
- Baum, C. F., & Lewbel, A. (2019). Advice on using heteroskedasticity-based identification. *The Stata Journal*, 19(4), 757-767.
- Baum, C. F., Lewbel, A., Schaffer, M. E., & Talavera, O. (2013, September). Instrumental variables estimation using heteroskedasticity-based instruments. In *United Kingdom Stata User's Group Meetings* (Vol. 7). Stata Users Group.
- Blanchard, E., & Olney, W. (2017). Globalization and human capital investment: Export composition drives educational attainment. *Journal of International Economics*, 106, 165-183.
- Bloom, N., Draca, M., & Van Reenen, J. (2016). Trade induced technical change. The impact of Chinese imports on innovation, I.T., and productivity. *Review of Economic Studies*, 83(1), 87- 117.
- Borga, M. (2021). Measuring carbon emissions of foreign direct investment in ost Eeconomies. IMF.
- Bräutigam, D., & Tang, X. (2011). African Shenzhen: China's special economic zones in Africa. *The Journal of Modern African Studies*, 49(1), 27-54.
- Calabrese, L., & Tang, X. (2023). Economic transformation in Africa: What is the role of Chinese firms? *Journal of International Development*, 35(1), 43-64.
- Chen, W., Dollar, D., & Tang, H. (2018). Why is China investing in Africa? Evidence from the Firm Level. *The World Bank Economic Review*, 32(3), 610-632.
- Chen, X., Liu, B., Tawiah, V., & Zakari, A. (2023). Greening African economy: The role of Chinese investment and trade. *Sustainable Development*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1002/sd.2713>.
- Coenen, J., Bager, S., Meyfroidt, P., Newig, J., & Challies, E. (2021). Environmental governance of China's Belt and Road Initiative. *Environmental Policy and Governance*, 31(1), 3-17. <https://doi.org/10.1002/eet.1901>.



- Demena, B.A. & Afesorgbor, S. K. (2020). The effect of FDI on environmental emissions: evidence from a meta-analysis. *Energy Policy*, 138, 111192.
- Dreher, A., Fuchs, A., Parks, B., Strange, A., & Tierney, M. J. (2022). *Banking on Beijing: The aims and impacts of China's overseas development program*. Cambridge University Press.
- Dreher, A., Fuchs, A., Hodler, R., Parks, B. C., Raschky, P. A., & Tierney, M. J. (2021). Is favoritism a threat to Chinese aid effectiveness? A subnational analysis of Chinese development projects. *World Development*, 139, 105291.
- Financial Times* (2013). Africa must get real about Chinese ties. <https://www.ft.com/content/562692b0-898c-11e2-ad3f-00144feabdc0> Accessed: January 9, 2023.
- Foster-McGregor, N., Kaulich, F., & Stehrer, R. (2015). Global value chains in Africa. UNU-MERIT Working Papers No. 024.
- Frankel, A. J., & Romer, D. H. (1999). Does trade cause growth? *American Economic Review*, 88(3): 379-399.
- Freyer, J. (2019). Trade and income: Exploiting time series in geography. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(4), 1-35.
- Gallagher, K.P., & Zarsky, L. (2007). *The enclave economy: Foreign investment and sustainable development in Mexico's silicon valley*. MIT Press.
- Garcia-Herrero, A., & Casanova, C. (2017). Africa's rising commodity export dependency on China. In *Routledge Handbook of Africa-Asia Relations* (pp. 168-184). Routledge.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.
- Grossman, G.M. & Krueger, A.B. (1993). Environmental impacts of a North American free trade agreement, In the U.S.-Mexico Free Trade Agreement, P. Garber, ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- He, X., Fan Z. & Jun M. (2022). The Global Impact of a Carbon Border Adjustment Mechanism: A Quantitative Assessment: Global Development Policy Center. Task Force on Climate, Development and the IMF. <https://www.bu.edu/gdp/2022/03/11/the-global-impact-of-a-carbon-border-adjustment-mechanism-a-quantitative-assessment/>.
- Horn, S., Carmen M. R & Trebesch, C. (2019). China's overseas lending. NBER Working Paper 26050.
- Humphrey, C., & Michaelowa, K. (2019). China in Africa: Competition for traditional development finance institutions? *World Development*, 120, 15-28.
- Humphrey, J., and H. Schmitz. 2002. How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies* 36(9): 1017-1027.
- Kaufman, R. K., Karen, C. S., Schnieder, A., Liu, Z & Wang, W. (2007). Climate response to rapid urban growth: Evidence of a human-induced precipitation deficit. *Journal of Climate*, 20(10): 2299-2306.
- Koopman, R., Wang, Z., & Wei, S. J. (2014). Tracing value-added and double counting in gross exports. *American Economic Review*, 104(2), 459-494.
- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., & Geschke, A. (2013). Building EORA: A global multi-region input-output database at high country and sector resolution. *Economic Systems Research*, 25(1), 20-49.



- Lewbel, A. (2012). Using heteroscedasticity to identify and estimate mismeasured and endogenous regressor models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 30(1), 67-80.
- Mahadevan, R., & Sun, Y. (2020). Effects of foreign direct investment on carbon emissions: Evidence from China and its Belt and Road countries. *Journal of Environmental Management*, 276, 111321. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111321>.
- Montalbano, P., Nenci, S., & Pietrobelli, C. (2018). Opening and linking up: firms, GVCs, and productivity in Latin America. *Small Business Economics*, 50(4), 917-935.
- Morris, M. (2023). Chinese firms and adherence to global ESG standards in developing countries: Is there potential to create common ground? (Discussion Paper 18/2023). German Institute of Development and Sustainability (IDOS). <https://doi.org/10.23661/idp18.2023>.
- Moses, O., Ngui, D., Engel, L., & Kadir, A. (2024). China-Africa Economic Bulletin, 2024 Edition. Boston University Global Development Policy Center and African Economic Research Consortium. <https://www.bu.edu/gdp/files/2024/03/GCI-China-Africa-Bulletin-2024-FIN.pdf>.
- Nathaniel, S. P., & Adeleye, N. (2021). Environmental preservation amidst carbon emissions, energy consumption, and urbanization in selected African countries: Implication for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 285, 125409.
- Ndubuisi, G., & Owusu, S. (2021). How important is GVC participation to export upgrading. *The World Economy*, 44(10), 2887-2908.
- Ndubuisi, G., & Owusu, S. (2022). Wage effects of global value chains participation and position: An industry-level analysis, *The Journal of International Trade & Economic Development*. 2-22.
- Ndubuisi, G.O., & Owusu, S. (2022). Sub-Saharan Africa's prospect of economic development through global supply chains. Sustainable Global Supply Chain Report 2022. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4116677>.
- Ndubuisi, G.O., & Owusu, S. (2023). Trading for catch-up: Examining how global value chain participation affects productive efficiency. *Journal of Productivity Analysis*, 59, 195-215.
- Neves, S. A., Marques, A. C., & Patrício, M. (2020). Determinants of CO2 emissions in European Union countries: Does environmental regulation reduce environmental pollution? *Economic Analysis and Policy*, 68, 114-125. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.09.005>.
- Ofori, I.K., Gbolonyo, E, Y., & Ojong, N. (2023). Foreign direct investment and inclusive green growth in Africa: Energy efficiency contingencies and thresholds. *Energy Economics*, 117, 106414.
- Owusu, S., Ndubuisi, G & Mensah, E. (2022). Import penetration and manufacturing employment: Evidence from Africa. UNU-MERIT Working Paper Series. No. 007.
- Pazienza, P. (2019). The impact of FDI in the OECD manufacturing sector on CO2 emission: Evidence and policy issues. *Environmental Impact Assessment Review*, 77, 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.04.002>.
- Pietrobelli, C., and R. Rabellotti. 2011. Global value chains meet innovation systems: Are there learning opportunities for developing countries? *World Development*, 39(7): 1261-1269.



- Raheem, I. D., & Ogebe, J. O. (2017). CO2 emissions, urbanization and industrialization: Evidence from a direct and indirect heterogeneous panel analysis. *Management of Environmental Quality*, 28(6), 851-867.
- Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental quality and development: Is there a Kuznets curve for air pollution emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147-162.
- Seto, K. C., Güneralp, B. & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (2012).
- Shi, Q., Shan, Y., Zhong, C., Cao, Y., & Xue, R. (2022). How would GVCs participation affect carbon intensity in the “Belt and Road Initiative” countries? *Energy Economics*, 111, 106075. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106075>.
- Shinwari, R., Wang, Y., Gozgor, G., & Mousavi, M. (2024). Does FDI affect energy consumption in the belt and road initiative economies? The role of green technologies. *Energy Economics*, 132, 107409. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107409>.
- Springer, C., Tang, K., Nedopil, C., Alden, C., & Van Staden, C. (2023). Elevating ESG: Empirical lessons on environmental, social and governance implementation of Chinese projects in Africa. Boston University Global Development Policy Center, Fudan University Green Finance and Development Center, South African Institute of International Affairs and LSE IDEAS. https://www.bu.edu/gdp/files/2023/08/GCI_GIZ-Report_2023_FIN.pdf.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Stone, R. W., Wang, Y., & Yu, S. (2022). Chinese power and the state-owned enterprise. *International Organization*, 76(1), 229-250. <https://doi.org/10.1017/S0020818321000308>.
- Su, X., Li, Y., Fang, K., & Long, Y. (2022). Does China's direct investment in “Belt and Road Initiative” countries decrease their carbon dioxide emissions? *Journal of Cleaner Production*, 339, 130543. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130543>.
- Sun, I. Y. (2017). *The next factory of the world: How Chinese investment is reshaping Africa*. Harvard Business Review Press.
- Tawiah, V. K., Zakari, A., & Khan, I. (2021). The environmental footprint of China-Africa engagement: An analysis of the effect of China – Africa partnership on carbon emissions. *Science of The Total Environment*, 756, 143603.
- Torreggiani, S., & Andreoni, A. (2019). Dancing with dragons: Chinese import penetration and the performances of manufacturing firms in South Africa. WIDER Working Paper No. 63.
- UNCTAD. (2013). *Global value chains and development: Investment and value-added trade in the global economy*.
- UNDESA. UNSD - environment statistics. Accessed June 26, 2024. <https://unstats.un.org/unsd/envstats/qindicators>.
- Voituriez, T., Yao, W., & Larsen, M. L. (2019). Revising the ‘host country standard’ principle: A step for China to align its overseas investment with the Paris Agreement. *Climate Policy*, 19(10), 1205-1210. <https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1650702>.



Wang, Z., Wei, S. J., & Zhu, K. (2013). Quantifying international production sharing at the bilateral and sector levels. NBER Working Paper 19677.

World Bank-WDR. (2020). Trading for development in the age of global value chains. Washington, DC: World Bank.

Xiao, D., Luyao, G., Xu, L., Wang, Z., & Wu Wei, W. (2023). Revisiting the green growth effect of foreign direct investment from the perspective of environmental regulation: Evidence from China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.

Xu, R., & Lin, B. (2017). Why are there large regional differences in CO2 emissions? Evidence from China's manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1330-1343.

Yang, H., Simmons, B. A., Ray, R., Nolte, C., Gopal, S., Ma, Y., Ma, X., & Gallagher, K. P. (2021). Risks to global biodiversity and Indigenous lands from China's overseas development finance. *Nature Ecology & Evolution*, 5(11), Article 11. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01541-w>.

Yang, L., & Ni, M. (2022). Is financial development beneficial to improve the efficiency of green development? Evidence from the "Belt and Road" countries. *Energy Economics*, 105, 105734. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105734>.

Yirong, Q. (2022). Does environmental policy stringency reduce CO2 emissions? Evidence from high-polluted economies. *Journal of Cleaner Production*, 341, 130648. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130648>.

Yu, Z. S. (2021). Why substantial Chinese FDI is flowing into Africa. London School of Economics. (Accessed, 01/18/2024).

Zhang, W., Li, G., Uddin, M. K., & Guo, S. (2020). Environmental regulation, foreign investment behavior, and carbon emissions for 30 provinces in China. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119208. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119208>.

Zugravu-Soilita, N. (2017). How does foreign direct investment affect pollution? Toward a better understanding of the direct and conditional effects. *Environ. Resour. Econ*, 66 (2), 293-338.



附录

表A1：样本国家列表

国家名称	国家代码
阿尔及利亚	DZA
安哥拉	AGO
贝宁	BEN
博茨瓦纳	BWA
喀麦隆	CMR
刚果民主共和国	COD
刚果共和国	COG
科特迪瓦	CIV
埃及	EGY
赤道几内亚	GNQ
厄立特里亚	ERI
斯威士兰	SWZ
埃塞俄比亚	ETH
加蓬	GAB
加纳	GHA
肯尼亚	KEN
利比亚	LBY
马达加斯加	MDG
毛里求斯	MUS
摩洛哥	MAR
莫桑比克	MOZ
尼日尔	NER
尼日利亚	NGA
卢旺达	RWA
塞内加尔	SEN
南非	ZAF
南苏丹	SSD
苏丹	SDN



坦桑尼亚	TZA
多哥	TGO
突尼斯	TUN
乌干达	UGA
赞比亚	ZMB
津巴布韦	ZWE

来源：作者使用所描述的数据绘制。

表A2：行业按活动分类

行业部门	分类
饮料	劳动密集型
建筑与建筑材料	劳动密集型
消费电子产品	劳动密集型
消费品	劳动密集型
食品与饮料	劳动密集型
食品与烟草	劳动密集型
酒店与旅游	劳动密集型
休闲与娱乐	劳动密集型
非汽车运输原始设备制造	劳动密集型
纸张、印刷与包装	劳动密集型
房地产	劳动密集型
纺织品	劳动密集型
运输	劳动密集型
仓储与存储	劳动密集型
替代/可再生能源	资源密集型
陶瓷与玻璃	资源密集型
化学品	资源密集型
煤炭、石油和天然气	资源密集型
金属	资源密集型
矿物	资源密集型
塑料	资源密集型



行业部门	分类
可再生能源	资源密集型
橡胶	资源密集型
木制品	资源密集型
航空航天	技术密集型
汽车零部件	技术密集型
汽车原始设备制造	技术密集型
生物技术	技术密集型
商务机器与设备	技术密集型
商务服务	技术密集型
通信	技术密集型
电子元件	技术密集型
发动机与涡轮机	技术密集型
金融服务	技术密集型
医疗保健	技术密集型
工业机械、设备与工具	技术密集型
医疗设备	技术密集型
制药	技术密集型
半导体	技术密集型
软件与IT服务	技术密集型
太空与国防	技术密集型

来源：作者使用所描述的数据绘制。



表A3：外国直接投资的决定因素

	中国外国直接投资总量	资源密集型中国外国直接投资	劳动密集型中国外国直接投资	知识密集型中国外国直接投资
	(1)	(2)	(3)	(4)
制度相似性	0.215 (0.302)	0.124 (0.210)	0.229 (0.223)	0.192 (0.246)
距离（对数）	-2.462*** (0.895)	-1.294* (0.773)	-1.489** (0.737)	-0.862 (0.770)
面积（对数）	0.545*** (0.058)	0.278*** (0.045)	0.308*** (0.042)	0.294*** (0.046)
内陆国家	-0.080 (0.257)	-0.206 (0.173)	-0.095 (0.170)	0.076 (0.221)
世贸组织	1.219*** (0.391)	0.737** (0.297)	0.546* (0.300)	0.668** (0.331)
外交争端	0.329 (0.425)	-0.138 (0.300)	-0.138 (0.300)	0.542 (0.380)
创业成本	-0.208* (0.122)	-0.151 (0.094)	-0.068 (0.093)	-0.116 (0.101)
偏好	-0.001 (0.021)	0.001 (0.015)	0.013 (0.015)	-0.011 (0.016)
常数项	16.465** (8.128)	8.878 (6.896)	9.954 (6.535)	4.873 (6.926)
观测值	593	593	593	593
R平方	0.214	0.152	0.119	0.132

括号内为稳健标准误

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$

来源：作者使用所描述的数据绘制。

注释：结果变量使用加常数对数处理。



表A4：中国及其他来源的外国直接投资与制造业CO2排放

变量名称	(1)	(2)
中国外国直接投资（对数）	0.019** (0.007)	0.023*** (0.008)
环境法规	-0.055 (0.304)	-0.044 (0.342)
美国外国直接投资份额	0.051 (0.100)	
欧盟外国直接投资份额	0.082 (0.122)	
印度外国直接投资份额	-0.024 (0.103)	
非洲外国直接投资份额	-0.083 (0.072)	
其他外国直接投资份额	0.048 (0.060)	
人均GDP（对数）	1.374 (0.997)	1.691 (1.441)
人均GDP平方	-0.084 (0.070)	-0.080 (0.092)
人口（对数）	0.759 (0.538)	-0.067 (0.622)
行业（占GDP百分比）	0.009** (0.004)	0.006 (0.006)
监管质量	-0.138 (0.097)	-0.153* (0.086)
经合组织外国直接投资份额		0.012 (0.015)
非经合组织外国直接投资份额		0.018** (0.008)
常数项	-16.852** (8.557)	-5.244 (10.354)
观测值	335	228
R平方	0.890	0.873
国家效应	是	是
年份效应	是	是

来源：作者使用所描述的数据绘制。



表A5：中国外国直接投资与价值链整合的碳足迹

	(1) IGVCCO2 总价值链 整合	(2) IGVCCO2 总价值链 整合	(3) IFVACO2 后向价值链 整合	(4) IFVACO2 后向价值链 整合	(5) IDVXCO2 前向价值链 整合	(6) IDVXCO2 前向价值链 整合
中国外国直接投资份额	-0.035 (0.216)	-0.379* (0.201)	-0.014 (0.227)	-0.319 (0.216)	-0.032 (0.229)	-0.456** (0.207)
美国外国直接投资份额	-0.010 (0.114)		0.000 (0.098)		-0.030 (0.131)	
欧盟外国直接投资份额	-0.000 (0.067)		-0.027 (0.071)		0.057 (0.077)	
印度外国直接投资份额	0.169 (0.179)		0.176 (0.239)		0.211* (0.116)	
非洲外国直接投资份额	0.079 (0.083)		0.054 (0.091)		0.129 (0.105)	
其他外国直接投资份额	0.055 (0.075)		0.006 (0.078)		0.104 (0.088)	
人均GDP（对数）	0.552 (1.193)	0.923 (1.644)	0.957 (1.074)	1.470 (1.612)	2.339 (2.107)	0.926 (2.578)
人均GDP平方	-0.004 (0.083)	-0.050 (0.101)	-0.064 (0.070)	-0.120 (0.091)	-0.096 (0.133)	-0.031 (0.156)
人口（对数）	-0.776 (0.813)	0.029 (0.638)	-1.860** (0.816)	-1.383** (0.647)	-0.885 (0.851)	0.104 (0.694)
行业（占GDP百分比）	0.012* (0.007)	0.020** (0.008)	0.011 (0.006)	0.0213** (0.009)	0.012* (0.007)	0.015** (0.006)
监管质量	0.041 (0.120)	0.060 (0.084)	0.248** (0.104)	0.192** (0.076)	-0.223 (0.167)	-0.114 (0.126)
经合组织外国直接投资份额		-0.025* (0.014)		-0.0141 (0.015)		-0.058** (0.026)
非经合组织外国直接投资份额		-0.014* (0.008)		-0.016* (0.009)		-0.019* (0.010)
常数项	10.020 (13.140)	-4.257 (10.550)	28.360** (13.500)	19.060* (11.110)	2.944 (14.050)	-7.070 (12.020)
观测值	332	237	332	237	332	237
R平方	0.965	0.976	0.963	0.977	0.947	0.957
国家效应	是	是	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是	是	是

括号内为稳健标准误

*p < 0.10, **p < 0.05, ***p < 0.01

来源：作者使用所描述的数据绘制。

注释：1-6 列为面板固定效应回归。



表A6：中国贷款与制造业二氧化碳排放

	(1)	(2)	(3)	(4)
中国贷款份额	0.041	0.007	0.292***	0.244**
	(0.057)	(0.063)	(0.109)	(0.101)
人均GDP（对数）		1.525	1.619*	1.596*
		(0.973)	(0.963)	(0.913)
人均GDP平方		-0.088	-0.096	-0.098
		(0.069)	(0.068)	(0.060)
人口（对数）		0.700	0.868	0.883*
		(0.559)	(0.578)	(0.480)
工业占GDP比例		0.009**	0.010**	0.010***
		(0.004)	(0.004)	(0.003)
监管质量		-0.157*	-0.187**	-0.169*
		(0.092)	(0.090)	(0.102)
经合组织贷款份额			0.345***	0.369***
			(0.111)	(0.099)
非经合组织贷款份额			0.420***	0.467***
			(0.143)	(0.148)
环境法规				-0.051
				(0.066)
中国贷款份额 *环境法规				0.260**
				(0.104)
常数项	2.426***	-16.77*	-19.97**	-19.90**
	(0.061)	(8.832)	(9.213)	(8.201)
观测值	338	335	335	335
R平方	0.882	0.886	0.891	0.894
国家效应	是	是	是	是
年份效应	是	是	是	是

括号内为稳健标准误

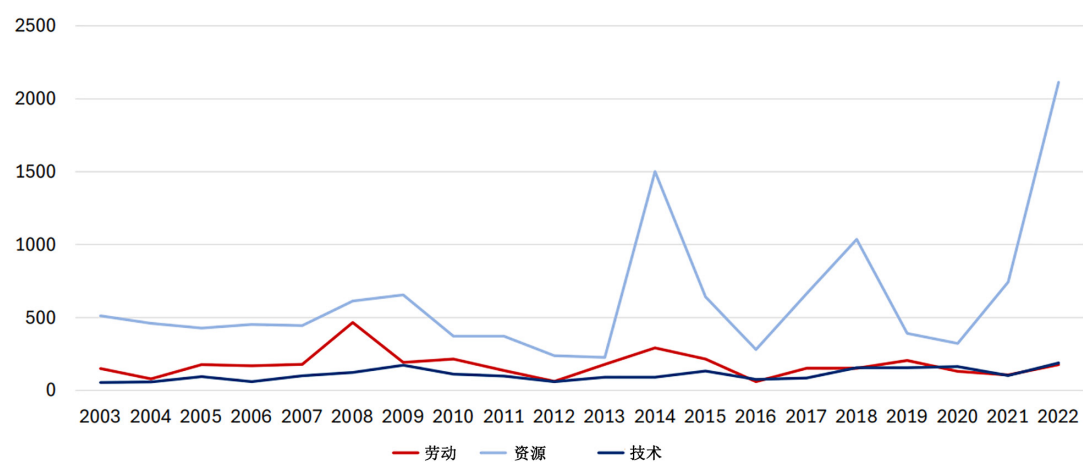
*p < 0.10, **p < 0.05, ***p < 0.01

来源：作者使用所描述的数据绘制。

注释：1-4 列为面板固定效应回归。

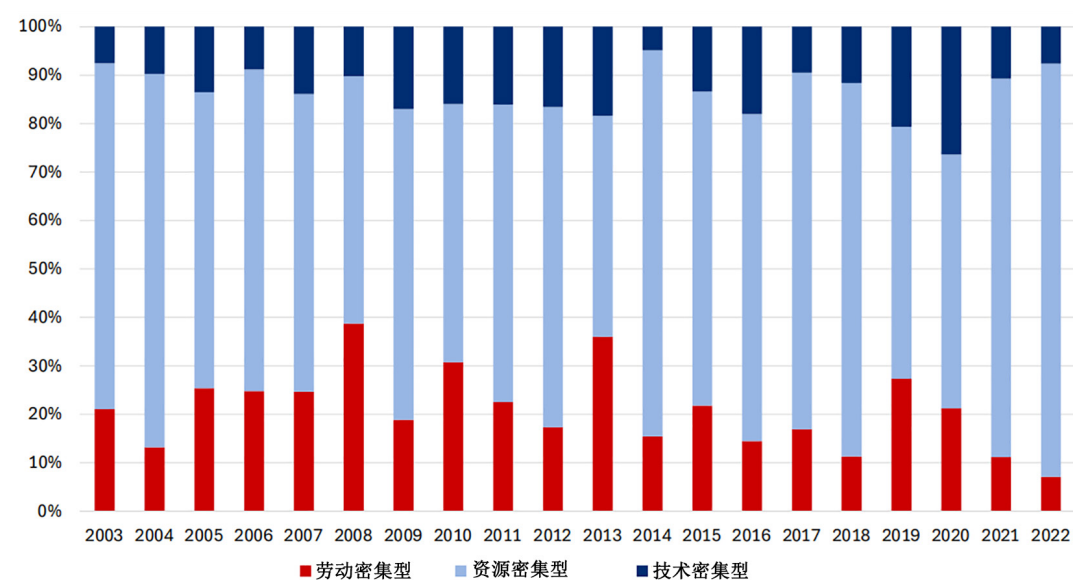


图A1：经合组织国家每年对非洲制造业的外国直接投资流入（百万美元）



来源：作者使用FDI Intelligence数据库绘制。

图A2：经合组织国家每年对非洲制造业的外国直接投资流入（百分比）



来源：作者使用FDI Intelligence数据库绘制。





GLOBAL CHINA INITIATIVE

The Global China Initiative (GCI) is a research initiative at Boston University Global Development Policy Center. The GDP Center is a University wide center in partnership with the Frederick S. Pardee School for Global Studies. The Center's mission is to advance policy-oriented research for financial stability, human wellbeing, and environmental sustainability.

www.bu.edu/gdp

The views expressed in this Working Paper are strictly those of the author(s) and do not represent the position of Boston University, or the Global Development Policy Center.

