

国家制造业创新中心设立能否 助推先进制造业发展 ——基于湖北省的准自然实验

冯峦叶¹ 崔春莹² 周昱岑¹ 徐晓林³¹

(1. 华中科技大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430074;

2 文华学院 经济与管理学部, 湖北 武汉 430074;

3. 湖南农业大学 公共管理与法学院, 湖南 长沙 410128)

【摘要】: 工信部在全国范围内部署国家制造业创新中心, 是推动先进制造业创新发展的重要举措, 由此引发对该政策效果的讨论。为评估国家制造业创新中心设立对相应领域的促进效应, 以湖北为典型对象展开事件研究设计, 基于 2016—2019 年季度省际面板数据, 采用双重差分法识别国家制造业创新中心设立对湖北省先进制造业的推动效果。结果表明, 国家制造业创新中心设立的确能显著推动所处领域的当地产业发展。进一步检验发现, 通过创新投入扩张的中介机制, 该政策对集成电路制造业产出的促进效应最大, 其次是金属冶炼设备和金属切削加工业。基于创新载体功能定位, 发现创新中心建设能有效激励创新活动, 服务于区域内先进制造业核心产业集群发展。

【关键词】: 国家制造业创新中心 先进制造业 创新投入 产业集群 双重差分法

【中图分类号】: F264.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1001-7348(2022)17-0062-10

0 引言

为落实《中国制造 2025》国家行动纲领, 贯彻新发展理念, 2016 年 8 月 30 日, 工信部发布《制造业创新中心建设工程实施指南(2016—2020 年)》, 明确通过建设国家制造业创新中心解决现有制造业创新体系的短板问题, 加快中国制造业创新体系的完善和发展。同年, 工信部跟进发布《关于完善制造业创新体系, 推进制造业创新中心建设的指导意见》, 要求相关行业共性技术创新以制造业创新中心为创新载体, 依托国家级核心节点, 打造制造业创新链, 辐射各省级制造业创新中心, 构建多层次制造业创新网络。以期解决目前制造业关键核心技术受制于人、产业共性技术供给不足、创新成果产业化不畅的核心矛盾, 最终形成制

作者简介: 冯峦叶(1990—), 女, 湖北武汉人, 华中科技大学公共管理学院博士研究生, 研究方向为智能制造、非传统安全; 崔春莹(1977—), 男, 湖北武汉人, 博士, 文华学院经济与管理学部副教授, 研究方向为区域创新政策效应评估; 周昱岑(1992—), 女, 湖北武汉人, 华中科技大学公共管理学院博士研究生, 研究方向为数字政府; 徐晓林(1956—), 男, 湖北罗田人, 博士, 湖南农业大学公共管理与法学院教授、博士生导师, 研究方向为数字政府。

基金项目: 国家自然科学基金专项项目(L1924068)

制造业创新机制共享、创新驱动外溢、产业布局合理、企业协同发展的新格局。

2016—2020年，工信部陆续针对16个先进制造业细分领域，根据各省产业发展实际和创新资源分布，统筹规划，集中投入，建立16家一对一的国家级制造业创新中心，分布在8个省域^[1]。通过一段时间运行，这些制造业创新中心的载体功能发挥究竟如何？对所在区域相应领域制造业产业集群有什么影响？迄今鲜有研究回答上述问题。

本文以湖北省为例，以中国内地31个省域为样本组，构建2016—2019年季度面板数据，将相关先进制造业产品产量作为结果变量观察值，利用双重差分(DID)估计，推断两家国家制造业创新中心在湖北设立后对当地先进制造业的促进效应，对国家制造业创新中心设立的政策效果进行评估，为进一步推动国家制造业创新中心建设和发展提供经验证据。

1 文献综述

围绕先进制造业创新中心的研究主要从以下方面展开：首先，先进制造业发展对经济具有促进作用。这解释了设立制造业创新中心为何成为工业化国家共同的政策工具。其次，先进制造业创新如何推动经济体整体发展。发达国家的经验表明，新兴产业部门的技术创新集中涌现对经济发展至关重要(Wolf, Terrell, 2016)。制造业是各工业强国的立国之本，在新一轮技术革命浪潮下，先进制造业的快速发展不仅成为经济增长的助推器^[2]，其技术扩散还有助于传统制造业部门的可持续发展^[3,4]，促进产业间融合创新，助推区域经济增长^[5]。随着各主要工业经济体的先进制造业部门崛起，以数字化转型、绿色创新、制造业服务业融合为主要方向的创新活动大量集聚在先进制造业产业集群内^[6,7,8]，形成高效的企业内和行业内创新环境^[9]。此外，先进制造业技术转移和应用也是发展中国家传统制造业部门得以转型升级的重要驱动力^[10]。这种经济驱动力不仅能提升出口部门的产品技术复杂度，塑造出口竞争力^[11]，还能实现化石能源消费的减量化，抑制碳排放^[12]，从而确保经济可持续增长。因此，通过创新政策工具培育先进制造业部门创新能力，从而转变经济增长方式，成为政策制定者的必然选择^[13]。

基于对创新政策循因分析和效果评价的研究表明，科技成果转化制度对创新体系产出尤为重要^[14]。虽然各类创新扶持政策带动大量社会资源投入到先进制造业创新活动中^[15,16,17,18]，直接激励企业科技创新活动^[19,20]，但作为创新主体的企业产出规模效应并不显著^[21,22]，甚至存在投入增长成果产出反而下降的问题。在制造业部门，大量共性技术(如工业母机等)研发实力的积累并不是单一企业能提供的，创新载体和创新链的短板会影响技术产出绩效。这为创新中心的设立提供了有力论据。

基于企业层面的研究表明，政府补贴和FDI对中国先进制造业科技创新均具有激励作用^[23]。但产业的技术扩散和创新推动效果，特别是在关键共性技术研发领域存在明显的所有权边界藩篱^[24]。随着先进制造业规模壮大，研发强度不断提高^[25]，国家制造业创新中心作为超越单一企业的创新载体，可以在政府主导下实现生产系统和组织战略的重新设计^[26,27,28]，从而发挥底层基础设施作用^[29,30]，促进关键共性技术合作在异质性产业网络中有效展开^[31]，带来专利产出增益^[32]，提高产业内共性技术创新扩散水平^[33]。

目前，尚无以湖北建设国家制造业创新中心为例展开政策效应推断的类似研究。通过搜索中国知网发现，与此相近的研究仅有高新技术产业省际出口竞争力分析^[34]、中部六省国家高技术产业中心创新效率DEA分析以及高新技术产业如何增强湖北省城市间经济联系^[35]等成果。这种研究现状与湖北省力图打造制造业强省的实践努力并不匹配，为本文深入研究留下了学术覆盖的空隙。

综上所述，目前国内关于制造业创新发展的研究成果较为丰富，针对先进制造业创新活动影响机制和政策扶持效果的理论研究与实证成果繁多。但国家制造业创新中心作为新生事物，目前定量研究成果寥寥。在技术经济学领域，前沿研究方向聚焦国家制造业创新中心产出方向，如共性技术，对创新中心政策干预的探讨不足；在区域经济学领域，主要成果集中在先进制造业助推经济增长相关方向，对支撑先进制造业的国家制造业创新中心研究尚未覆盖。回顾已有研究，先进制造业产出如何受国家制造业创新中心建设影响？现有成果尚未给出答案。国家制造业创新中心建设政策出台，对于国内先进制造业发展具有深远影响，鉴于其

实践进展较快，急需相关研究跟进。因此，本文尝试以湖北省为典型，采用反事实方法评估国家制造业创新中心设立对湖北省先进制造业产出的影响。

2 理论背景与研究假设

2.1 制造业创新中心建设背景

国家制造业创新中心是承担从技术开发、转移扩散到首次商业化的新兴制造业创新平台。新技术革命和产业革命的加速演进，让全球知识创造与技术创新趋势明显加快。以美国为代表的传统科技强国意识到科技创新已成为制造业取得持续竞争力的主要推动力，相继推出 Manufacturing USA、德国工业 4.0 等国家制造业创新体系建设战略，积极谋求新形势下的全球创新领导地位。为实现以上目标，众多科技强国以不同类型制造业创新中心作为新技术创新载体平台，不断在先进制造业领域展开竞争优势争夺。英国自 2010 年开始部署弹射中心(Catapult Centres),美国自 2012 年起实施国家制造业创新网络计划并已完成 14 家不同领域的制造业创新中心建设^[36]。先进制造业部门的崛起，是新工业革命浪潮到来的标志性特征。为迎接国际制造业强国的创新竞争，解决制造业大而不强的发展问题，中国政府决心构建制造业强国创新链，以谋求新技术革命和制造业产业变革的创新主导权，打造创新驱动经济增长新引擎。为此，工信部积极部署国家制造业创新中心，希望通过这一创新载体建设，打造制造业关键共性技术新型研发平台，构建新型制造业创新体系。

工信部立足先进制造业所处战略必争领域、竞争优势领域、数字化与智能化融合领域和民生保障领域，以唯一性原则设立目标领域独家创新中心，汇集创新资源，力图重点突破关键技术、共性技术和使能技术(Enabling Technology)需求瓶颈^[37]。从产业领域分布上看，国家制造业创新中心围绕制造强国战略的重点发展领域，分别布局领域内国家制造业创新中心核心节点，形成该领域制造业创新突破的有力支撑，进而辅以省级制造业创新中心，形成多层次创新扩散的空间网络。作为国家创新体系的重要组成部分，国家制造业创新中心与国家产业创新中心、国家技术创新中心构成创新功能互洽、创新资源共享、创新成果互利的三位一体式创新结构，实现产、学、研、用、融转化的协同创新。制造业创新中心针对特定省份的不同类目先进制造业领域，实行差异性设点，避免重复建设。工信部已完成 16 个国家级制造业创新中心的整体布局，并带动各省级制造业创新中心积极跟随，创新链条初步形成。

根据国家制造业创新中心的区域发展态势，北京、上海、武汉 3 个城市拥有多家制造业创新中心，除直辖市外，广东、江苏、湖北 3 个省份拥有多家制造业创新中心。北京作为首都，上海作为经济和科技水平领先国内的直辖市，行政区划面积较小而城市化、工业化优势突出^[38]。两地拥有国内首屈一指的智力资源密集区，保持强大的科研实力和产业竞争力，制造业技术存量基础雄厚，技术溢出差距较小，其制造业创新中心设立的区域覆盖面积小，本地扩散广度有限，更多体现在全国范围的辐射力度上。因此，从创新辐射力度和范围看，当地先进制造业受创新载体的影响效果反而不具备典型性。

相比之下，武汉是“中国制造 2025”试点城市，设立有两家制造业创新中心，对湖北省产业空间辐射性更强。不同于广东和江苏的制造业创新中心分别落户不同城市，湖北省依托武汉两家制造业创新中心，能有效利用中国第二大智力资源密集区资源，更好地提升信息光电子产业、数字化设计与制造产业优势和竞争力，从而通过创新发展保持区域制造业集群竞争力。此外，湖北作为内陆省份，一直承接东部沿海制造业内迁，推动本地战略新兴产业高质量发展。以湖北省为案例评估制造业创新中心设立的相应产业政策助推效果，可为后期在中西部省份进一步推广制造业创新中心建设成果提供参考范例。

表 1 国家制造业创新中心建设概况

启动时间	所在地区	名称
2016	北京	国家动力电池创新中心

2017	陕西西安	国家增材制造创新中心
2018	辽宁沈阳	国家机器人创新中心
2018	上海	国家集成电路创新中心
2018	上海	国家智能传感器创新中心
2018	广东广州	国家印刷及柔性显示创新中心
2018	湖北武汉	国家信息光电子创新中心
2018	湖北武汉	国家数字化设计与制造业创新中心
2018	北京	国家轻量化材料成形技术及设备创新中心
2019	北京	国家智能网联汽车创新中心
2019	河南洛阳	国家农机装备创新中心
2019	江苏苏州	国家先进功能纤维创新中心
2019	湖南株洲	国家先进轨道交通装备创新中心
2020	内蒙古包头	国家稀土功能材料创新中心
2020	广东深圳	国家高性能医疗器械创新中心
2020	江苏无锡	国家集成电路特色工艺及封装测试创新中心

数据来源：赛迪网

2.2 制造业创新中心运行机制

国家制造业创新中心设立目的是瞄准行业领域高精尖技术的有效应用，强调创新载体依托企业化运营和市场化导向提升科技创新效率，汇聚多方面创新资源投入，聚焦核心领域，谋求关键性突破。以湖北两个制造业创新中心为例，其主要优势特色有以下方面：

首先，国家制造业创新中心通过共同出资新设企业，担当先进制造业创新活动的新型载体。湖北通过企业新设的方式打造两家国家制造业创新中心以及半导体存储器、氢能、北斗导航等6家省级制造业创新中心，初步形成围绕光电子信息领域两个层级的多维创新链。以企业或大学为发起者，组建光电子发展联盟、数字化设计与制造技术联盟等产学研协同创新主体，实行公司化管理、企业化运营。依托产业技术联盟，制造业创新中心打通产业链上下游环节，将传统产学研模式拓展为产、学、研、用、融整合创新机制，实现市场资源有效集聚，加快技术研发、转移扩散和产业化多个环节创新成果的商用化进程，实现创新投入产出效率提升。

其次，国家制造业创新中心聚焦核心产业，推动创新能力建设，实现关键技术突破。湖北明确提出加快培育壮大以“光芯屏端网”为核心的先进制造业集群，发挥光电子与激光产业的领先优势，通过制造业中心聚力实现协同攻关和应用推广，解决核心基础元器件、关键基础材料、先进基础工艺和技术基础项目的瓶颈约束，实现先进制造业创新能力的突破和先进技术的有效扩

散。围绕芯片产业集群发展要求，光电子创新中心搭建 III-V 族芯片工艺平台、硅基光电子芯片开发平台、芯片封装测试验证平台等针对性创新能力平台，并联合光通信与网络国家重点实验室搭建应用技术开发平台。在先进制造业行业领域，通过制造业创新中心实现共性技术在行业内有效输出、尖端研发技术专项定制，在创新效率提升中发挥放大器作用，有效促进行业内技术扩散。

最后，盘活科教资源存量，实现创新要素集聚。依托两家国家制造业创新中心，明确企业与高校作为创新主体的承载地位，有效发挥武汉高校与科研院所密布智力资源密集区优势，以武汉大学、华中科技大学等高校为主干，国家实验室及大量科研院所为支点，构成创新平台的科研力量，以上游产业投资和下游客户参与技术研发的资金为纽带，盘活人、财、物，实现全省战略性新兴产业共性技术合作开发。依托创新平台载体实现技术突破，比企业个体更容易实现技术外溢^[39]。两家创新中心均通过组建行业技术联盟，建立平台融资，保障行业联盟的技术扩散，有效激励先进制造业的创新活动涌现，创新产出增量效果明显。

2.3 研究假设

与未设立国家制造业创新中心的省域相比，湖北在该新兴创新载体的设立上具有显著优势。首先，“一城两中心”和“一省两中心”模式，形成地区科技创新的技术密度优势和技术扩散优势；其次，支撑“双中心”的科教基础优良，高校与科研机构人才众多，前期科技成果形成的研发高度更接近行业前沿；最后，湖北相应的先进制造业产业发达，无论是光谷的光电子信息产业，还是依托华中科技大学的数字设计与制造产业，都具备全国领先优势。国家制造业创新中心的设立，为当地先进制造业提供了新的研发引擎，能更好地服务于湖北光电子、数字加工与设计产业。基于此，本文提出如下假设：

H₁: 国家制造业创新中心的设立，能有效提升湖北省对应先进制造业领域的产出水平。

制造业创新中心促进先进制造业产出增长，往往是通过刺激创新活动实现的。制造业创新中心的属性，解决了传统创新主体激励不足的问题，其行业联盟和上下游多股东联合投入模式，有效解决了共性技术研发力量投入不足、技术成果下游应用不广泛的问题。制造业创新中心载体运行发挥的直接作用，是通过提升所处领域内科技成果转化效率，实现本领域创新成果集中涌现，其间接效果则来自技术贡献。先进制造业领域内部的技术贡献可分为两类：一类是关键技术突破带来国家制造业创新中心平台创新活动大大增加，从而向行业下游客户输出大量技术产品；另一类是共性技术创新的平台扩散效应，可以提升相应制造业部门在共性技术与使能技术方面的整体水平，从而推动相关制造业部门的技术普及，引发广泛创新活动。

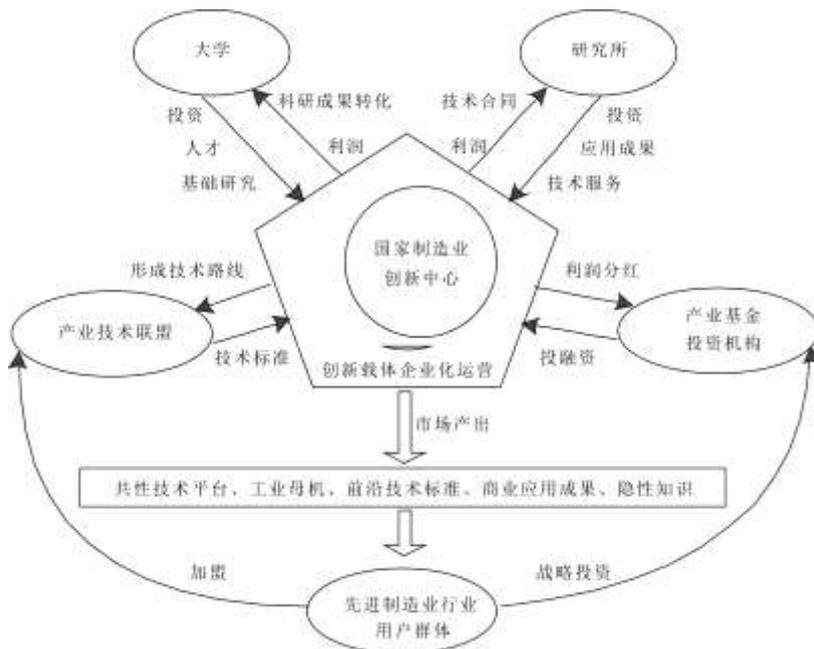


图 1 产学研用融创新链运作模式

以湖北数字设计与制造创新中心为例，数字孪生技术突破让行业联盟内的航天企业开始引进虚拟制造类技术产品，实现第一类技术贡献；大量行业用户开始利用虚拟制造技术提升加工精度并缩短产品设计周期，带动上下游配套企业在精密机械加工等领域实现 AI 极限粗度打磨技术的普及，从而引发模具加工行业集群的技术变革，实现社会创新投入的乘数效应。共性技术平台的关键技术突破与先进技术共享，解决相关行业创新投入产出的效率问题，打通社会科研投入通道，推动全社会创新活动的开展。这种创新活动的丰富是创新效率提升和创新成果溢出造成的。综上所述，本文提出以下假设：

H₂: 国家制造业创新中心的设立，通过推动湖北全社会创新活动增加，促进当地先进制造业产出水平提升。

3 研究设计

3.1 数据来源与处理

本文数据主要采集自 EPS 和中经网数据库。首先汇总 2016—2019 年中国内地 31 个省份的季度宏观经济发展指标，并对湖北省制造业创新中心相应的先进制造业产业数据进行采集和清理。因国家制造业创新中心成立时间较短，出于时间跨度考虑，面板数据集采用季度数据，以增加观察的时间节点。同时，出于数据平稳性考虑，参考刘秉镰^[40]的做法，剔除每年中波动较大的第一季度数据，保留 3 个季度，共形成 12 期数据。

本文选取湖北省作为实验样本，是由于工信部设置国家制造业创新中心时，对照不同先进制造业领域，根据全国统筹布局，严格实施一对一匹配，因而各省份先进制造业产业类型数据具有绝对差异性，一个省份设立的创新中心针对领域绝不会与其它省份重叠。为匹配湖北制造业创新中心所属领域，最终筛选 31 个省份先进制造业中的 8 类先进制造业产业数据观察值，具体产业细类划分参照国家税务总局先进制造业税收优惠政策目录选定。以上所有数据观察值中，省际数据以 2016 年价格为不变价格进行平减，由于先进制造业产品产出基本为数量单位而不是金额，因而无需平减。上述数据最终采取对数化处理，对于最小值小于 1 的观察值，先整体加 1 再取对数，避免出现负数。在样本分组上，以湖北省作为实验组，以暂无国家制造业创新中心的 23 个省份作为对照组，采用双重差分法进行组间差异对比分析。

3.2 模型设定

湖北省申请设立的国家制造业创新中心于 2018 年开始正式运行。同年，国家在北京、上海和广东等地共设立 7 家制造业创新中心，分别服务于不同先进制造业领域。本文基于此现实背景，将制造业创新中心设立视为一种准自然实验，构建反事实估计框架展开分析。将湖北省作为实验组，将其它未设立国家制造业创新中心的省份作为对照组，假设国家制造业创新中心设立的政策溢出效应仅限样本省份自身。另外，根据双重差分平行趋势假设条件，即在国家制造业创新中心设立这个政策冲击发生之前，两组样本对应领域先进制造业产出水平具有相同变动趋势。在国家制造业创新中心设立这一政策干预实施后，若观察到先进制造业对照组与实验组之间的变化差异，即为平均处理效应(Average Treatment Effect, ATE)，也即政策影响。因此，本文构建以下面板数据双重差分模型：

$$Y_{it} = a_0 + a_1 INI_{it} + a_2 Time_t + a_3 INI_{it} \times Time_t + a_4 X_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

其中，i 代表不同省份；t 代表时间，其范围是 2016 年第二季度到 2019 年第四季度(剔除每年第一季度)；被解释变量 Y 代表先进制造业产品产量，包括金属切割机床、金属冶炼设备和集成电路制造业。INI_{it} 为国家制造业创新中心设立的政策虚拟变

量, 设立国家制造业创新中心的省份取 1, 未设立国家制造业创新中心的省份取 0; $Time_{it}$ 为时间虚拟变量, 在政策时间点 2018 年第二季度以前 (政策实施前) 取值为 0, 2018 年第二季度及之后 (政策实施后) 取值为 1。构造交乘项 $INI_i \times Time_t$ 表征国家制造业创新中心对实验组的政策干预。

国家制造业创新中心设立对被解释变量 Y 的边际效应用 α_3 表示, 在公式中表示为交互项系数。该系数表示在 2018 年第二季度前后, 分离实验组与对照组样本效应和时间效应后的组间差异, 即国家制造业创新中心设立的政策效应。 α_3 是本文关注重点, 当其显著为正, 则表明国家制造业创新中心设立对湖北先进制造业具有显著促进效应。 X_{it} 为其它控制变量, 包括平均受教育年限、零售商品总额、规模以上工业企业研发投入、工业企业总利润、政府财政支出、GDP、货物运输量、人口、进出口总额、固定资产投资、人均可支配收入。 α_0 是常数项, α_4 是控制变量系数, ε_{it} 是随机误差项。

3.3 变量选取

(1) 被解释变量。

本文选取湖北两家国家制造业创新中心覆盖的信息光电子与数字设计制造领域产出数据为被解释变量。根据国家税务总局先进制造业税收优惠分类列表, 涉及金属切削与冶炼设备、半导体集成电路和通讯设备 3 种具体产业类别。由于各省先进制造业产业发展领域存在差异, 本文通过 EPS 和中经网数据库筛选出 31 个省份共有或绝大部分省份金属切削机床 (MMT)、金属冶炼设备 (MSE)、集成电路 (IC) 制造业产品产量数据, 观察以上变量的平均处理效应 (ATE), 实施政策效果评价。

(2) 核心解释变量。

本文核心解释变量为目标省份国家制造业创新中心的设立, 以 $INI \times time$ 表示。参照双重差分法的基础设定, 该政策变量采用政策虚拟变量与时间虚拟变量的交乘项构建。由于湖北两家国家制造业创新中心获批均在 2017 年 11 月, 根据政策效应评估惯例, 将政策效应起始时间设为 2018 年。因面板数据的时间频度为季度, 且去除每年一季度数据, 以保持数据平稳, 因而政策效应观察期始于 2018 年第二季度。

(3) 控制变量。

除国家制造业创新中心设立外, 现实中还会有其它多种因素影响当地先进制造业产出水平。首先, 创新研发是先进制造业实现产出增长的首要动力, 本文采用研发投入 (ISR) 表征地区创新研发力度。其次, 先进制造业企业整体利润水平构成对产出规模的直接激励, 本文用行业企业利润 (P) 作为代理变量。最后, 中国经济外向型水平较高, 地区进出口贸易额大小对先进制造业出口部门构成直接影响。相关产业国际竞争力水平和贸易便利化程度的提高, 都会助推相应先进制造业出口部门增加海外业务, 从而推动行业整体产出增长。因此, 本文用进出口额 (MXV) 作为地区进出口水平的代理变量。

此外, 以地区人口规模、国内生产总值、固定资产投资总量、地方财政一般性预算支出水平、交通设施投资规模、货物运输总量等宏观变量集作为机制分析中的地区控制变量。变量描述性统计见表 2。

表 2 变量描述性统计分析结果

变量	变量说明	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
控制变量						
LNISR	科研投入	372	22.123	1.712	15.890	24.781

LNP	企业利润	369	26.052	1.518	18.315	28.692
LNMXV	进出口额	372	25.047	1.724	20.461	28.313
宏观变量						
LNGDP	国内生产总值	372	26.970	0.968	23.874	28.737
LNPOP	人口	372	17.353	0.835	15.012	18.562
LNFI	固定资产投资	372	27.669	1.286	24.529	30.337
LNFE	财政支出	372	25.565	0.568	24.169	26.793
LNTI	交通投资	372	23.362	0.828	21.032	25.276
LNFBV	货物运输量	372	19.279	1.110	15.082	20.908
结果变量						
LNMMT	金属切割机床(台)	323	7.118	2.227	0	11.022
LNMSSE	金属冶炼设备(吨)	200	8.171	2.011	0	10.791
LNIC	集成电路(万块)	243	9.735	3.170	-0.204	14.211

4 实证分析

4.1 基准回归结果及分析

首先,运用双重差分法(DID)进行基准回归,对湖北省先进制造业产业数据进行整体评估,分析国家制造业创新中心对湖北先进制造业的影响,基准回归结果见表3。

表3中模型1、3、5分别对不同先进制造业进行基准回归估计,没有加入控制变量;模型2、4、6加入控制变量进行进一步分析。从回归结果看,模型1~6中交互项 $INC \times time$ 的系数均显著为正,控制其它可能的影响因素后,预设的核心变量能有效促进各领域产出规模增长,且成立,即国家制造业创新中心设立推动了湖北先进制造业产出水平提升,其效果比未设立创新中心的省份显著。对比3个不同先进制造业行业可知,集成电路产业的组间差异系数最大,达到4.209~4.229,金属冶炼设备产业次之,也达到3.346~3.832,说明在这两个细分行业中,国家制造业创新中心具有更好的产出效果。各模型交互项系数都显著为正但存在差异,表明国家制造业创新中心政策对湖北先进制造业发展需求要素具有差异,不同产业受到不同因素影响从而表现出差异性。合理配置资源,保证资源利用最大化,能更大程度促进湖北先进制造业发展。

在控制变量中,科研投入对金属切割机床产业的作用显著,在10%的显著水平下促进金属切割机床产业创新发展,但对于金属冶炼设备和集成电路产业的影响并不显著。可能是因为科研投入对不同先进制造业投入具有偏差,针对不同产业的投资程度不同,相较于其它先进制造业,金属冶炼设备产业科研投入较少,因而表现为不显著。同时,不同先进制造业产业科研产出效率具有差异性。科研投入在1%显著水平下促进金属切割机床产业创新发展,但对金属冶炼设备和集成电路产业的影响不显著。可能是由于金属切割机床产业发展资金以企业利润为主,而金属冶炼设备和集成电路产业却不是。目前我国集成电路产业发展迅速,但关键设备都需要进口,对国外依赖性较强,科研投入短期内对集成电路产业的影响有限,因而表现为不显著。进出口额对

金属冶炼设备产业的影响显著，在 1%显著水平下促进金属冶炼设备制造业创新发展，但对于金属切割机床和集成电路产业的影响不显著。可能是因为，当前国内对于绿色经济发展的要求，导致金属冶炼设备制造企业不得不依赖从国外进口先进设备。零售商品总额对集成电路产业的作用显著，在 10%的显著水平下促进集成电路产业创新发展，但对于金属切割机床和金属冶炼设备产业的影响不显著。零售商品总额能直观反映地区经济景气程度，集成电路产业发展不仅需要资金投入，同时对于劳动力需求旺盛，经济发展水平越高，越有利于集成电路产业发展。以上控制变量较好地控制了其它因素对湖北先进制造业的固有影响，有效缓解了核心结论的内生性问题。

表 3 以湖北部分先进制造业产量为被解释变量的分析结果

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
	LNMMT(金属切割机床制造业)		LNMSE(金属冶炼设备制造业)		LNIC(集成电路制造业)	
INI×Time(政策交乘项)	0.873*	0.902*	3.346***	3.832***	4.209***	4.229***
	(0.498)	(0.464)	(0.821)	(0.671)	(0.633)	(0.641)
LNISR(科研投入)		0.980*		-0.22		-1.332
		(0.508)		(1.877)		(1.575)
LNP(企业利润)		0.347***		0.466		0.179***
		(0.117)		(0.31)		(3.21)
LNMXV(进出口额)		0.223		1.954***		0.158*
		(0.147)		(0.639)		(0.086)
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
省份固定效应	是	是	是	是	是	是
Constant	6.666***	6.918	9.782***	-181.923**	10.033***	-314.526
	(0.437)	(41.999)	(1.231)	(72.92)	(0.616)	(640.482)
R ²	0.102	0.202	0.237	0.384	0.318	0.351
Observations	227	224	126	126	163	163

注：*、**、***分别代表 10%、5%、1%的显著性水平，括号内为稳健标准误报告 t 值，下同

4.2 稳健性检验

4.2.1 平行趋势检验

运用双重差分法(DID)的前提是要满足平行趋势，即满足在政策作用前，对照组与实验组先进制造业发展具有相同趋势的假设。为检验平行趋势假设是否成立，本文参考罗知和齐博成(2021)的研究，采用事件研究法估计政策效应的动态结果，建立如下

模型:

$$AMIP_{it} = \alpha + \sum \beta_n INIn_i \times Timen_t + \sum \gamma_j X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, i 、 t 分别表示省份样本和季度时间值, $AMIP_{it}$ 表示先进制造业产出水平; $INIn_i \times Timen_t$ 表示国家制造业创新中心设立这一事件, 设为虚拟变量。 $INIn_i \times Timen_t$ 取值如下: 当 t 取值为国家制造业创新中心设立前第 n 季度 ($n=1, 2, 3, 4$) 时, $INIn_i \times Timen_t=1$, 否则 $INIn_i \times Timen_t=0$; 在模型中, 将国家制造业创新中心设立当季作为基准季度。本文分别对切割机床制造业、金属冶炼设备制造业、集成电路制造业 3 类结果变量进行平行趋势检验, 结果如图 2~4 所示。

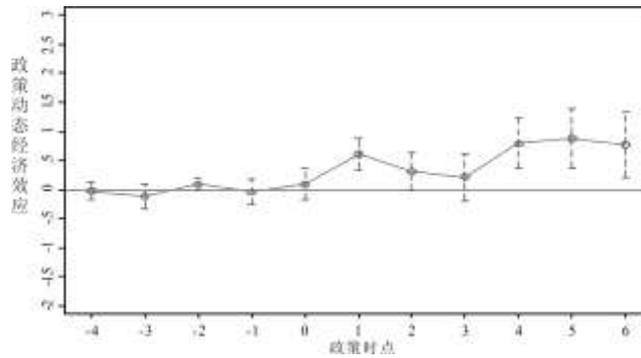


图 2 切割机床制造业平行趋势检验结果

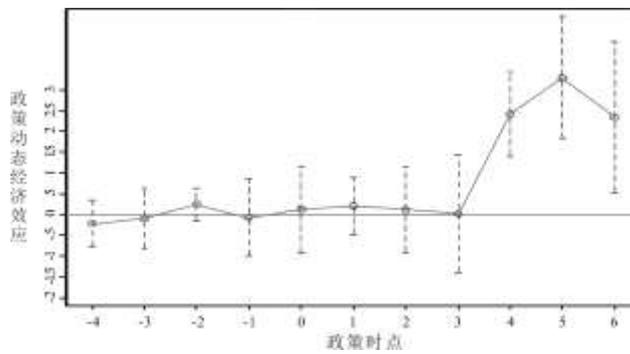


图 3 金属冶炼设备制造业平行趋势检验结果

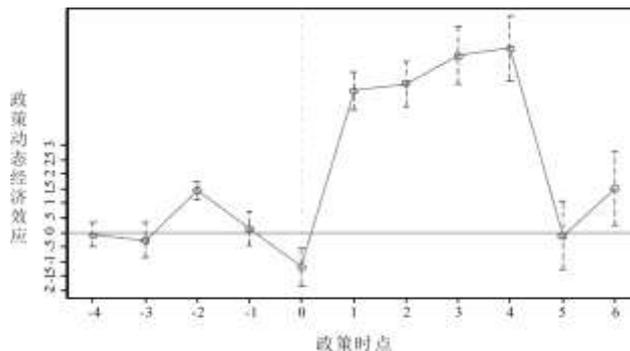


图 4 集成电路制造业平行趋势检验结果

由图 2~4 可知,在国家制造业创新中心政策实施之前,实验组与控制组先进制造业发展不存在显著差异,满足平行趋势假设。此外,国家制造业创新中心政策影响还表现出行业间差异性,对切割机床和集成电路产业均存在短期冲击,但对于金属冶炼设备加工产业,政策冲击滞后 3 个季度后产生影响。

4.2.2 更换估计方法

考虑到国内区域经济发展不均衡,地区间先进制造业发展宏观基础存在较大差异,为避免上文标准 DID 方法的估计结果受到未被观察到因素的影响,造成主动选择偏差,本文通过变换估计方式,采用倾向得分匹配-双重差分法(PSM-DID)进一步进行稳健性检验,结果如表 4 所示。在倾向得分匹配中,对各省 GDP、人口规模、固定资产投资、政府一般性财政支出、交通设施投资和物流运输量等宏观指标进行邻近匹配,去除与湖北经济社会发展特征差异过大的未匹配观察值,从而消除因地区社会发展水平差异带来的不可观察变量差异。结果显示,国家制造业创新中心政策对金属切割机床、金属冶炼设备、集成电路制造业的影响均显著为正,且分别在 1%、1%、5%的水平下显著,其中对集成电路制造业的影响最大,说明国家制造业创新中心设立能够显著促进湖北集成电路产业发展。更进一步分析,国家制造业创新中心设立虽然能够显著促进先进制造业发展,但对不同领域的影响程度存在差异。通过倾向得分匹配后,实施 DID 估计,核心结果符号和显著性依然与原标准 DID 估计结果一致,证明原结论稳健。

4.3 中介效应分析

基准回归结果表明,目标省份设立国家制造业创新中心可以促进对应创新领域制造业产出增加。在该因果推断结论的基础上,本文进一步探讨这种促进效应的作用机制。制造业创新中心设立能促进相关领域先进制造业产出增加,其重要中介机制是通过创新活动开展和创新效率提升实现的。

进一步考察创新活动的作用机制,本文采用全社会科研投入作为创新活动的代理变量,假设制造业创新中心的设立,能有效提升科研投入水平,从而促进先进制造业相关领域产出增长。

如果国家制造业创新中心政策通过研发中介效应正向促进相关产业发展,说明与未设立国家制造业创新中心的省份相比,湖北共性技术溢出效果更加显著。为此,本文参考江艇(2022)的设定,建立如下中介效应模型:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 INI_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 INI_{it} + \beta_2 X_{it} + \epsilon_{it} \quad (4)$$

$$Y_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 INI_{it} + \gamma_2 M_{it} + \gamma_3 X_{it} + \delta_{it} \quad (5)$$

其中, i 代表省份, t 代表季度, INC_{it} 表示国家制造业创新中心设立这一事件, Y_{it} 表示先进制造业产业, X_{it} 表示其它变量。 α_1 表示国家制造业创新中心设立对先进制造业的总效应,若 α_1 显著,则表示总效应存在,可以进行下一步分析; β_1 表示国家制造业创新中心对中介变量 M_{it} 的影响; γ_1 表示在控制中介变量 M_{it} 后,国家制造业创新中心对先进制造业产业的影响。根据 Hayes(2022) 的建议,本文不再报告完全和部分中介效应,以减少内生性偏误。

表 5 展示了国家制造业创新中心设立对湖北相应先进制造业作用的机制路径。从回归结果看,模型 10~12 均通过 p 值检验,证明金属切削机床、金属冶炼设备和集成电路领域均存在中介效应。科研投入对 3 个领域产出水平提升均具有显著促进作用, H_2 的中介机制成立,即国家制造业创新中心的设立,通过推动全社会创新活动增加,促进先进制造业产出水平提升。

5 结论与建议

本文基于中国内地 31 个省份先进制造业面板数据，以湖北省为实验组，其它省份为对照组，运用双重差分法 (DID) 进行实证分析。以 2018 年第二季度创新中心正式运行作为政策时间点，设计政策冲击的准自然实验，通过观察两组先进制造业产业数据的组间差异识别政策因果效应，其结论得到证实并且通过稳健性检验。结果表明，国家制造业创新中心设立对湖北省先进制造业相应产业具有正向促进效应，为湖北先进制造业产业带来新一轮发展机遇；国家制造业创新中心通过提升创新效率，激励创新活动的投入扩张，影响湖北先进制造业产业发展。

表 4 PSM-DID 检验结果

变量	模型 7	模型 8	模型 9
INI×Time (政策交乘项)	金属切削机床制造业	金属冶炼设备制造业	集成电路制造业
	1.254 ^{***}	1.827 ^{***}	6.868 ^{**}
	(0.379)	(0.000)	(2.672)
控制变量	控制	控制	控制
样本固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
Cons	-54.698	-1029.724 ^{***}	610.965
	(564.792)	(0.028)	(477.092)
Observations	92	17	46
R-squared	0.427	1.000	0.606

表 5 中介效应检验结果

	模型 10	模型 11	模型 12
变量	金属切削机床制造业	金属冶炼设备制造业	集成电路制造业
科研投入	0.636 ^{***}	1.613 ^{***}	1.598 ^{***}
	(0.103)	(0.306)	(0.427)
控制变量	控制	控制	控制
时间固定效应	是	是	是
省份固定效应	是	是	是
Cons	-15.763 ^{***}	-20.732 ^{***}	-18.666

	(3. 315)	(7. 599)	(23. 062)
Observations	255	224	159
R ²	0. 698	0. 429	0. 155
Sobel-p 值	0. 022	0. 005	0. 038
Goodman-1-p 值	0. 023	0. 057	0. 043
Goodman-2-p 值	0. 020	0. 045	0. 034
中介效应	0. 224	0. 402	0. 571
中介效应占比	0. 406	0. 855	0. 489

基于以上结论，本文提出如下建议：首先，湖北国家制造业创新中心建设要立足于盘活区域创新资源，提升区域创新效率。从先进制造业自身发展看，需围绕湖北先进制造业，完善产业科技创新体系，进一步提高产业科技创新水平。同时，充分利用国家制造业创新中心平台发展相关产业，实现行业关键技术和共性技术突破，带动先进制造业薄弱产业发展，提升湖北先进制造业地位。其次，从制造业创新中心发展经验看，湖北要依托在建的国家制造业创新中心，整合现有资源并进行合理分配，带动产业积极创新的同时，扩大自身辐射范围。此外，国家制造业创新中心在带动地方产业的创新活动中，要响应新时期国家战略指向的要求，引导区域创新向智能化、数字化、绿色化方向发展，根据区域产业优势，调整发展方向。同时，制造业创新中心发展要注重对产业资本的吸附，通过引入政府投资及民间金融资源共同服务于先进制造业，通过资本运作激发企业间创新活动，促进先进制造产业持续健康发展。再次，鼓励先进制造业跨区域协同创新，推动湖北省内具有技术优势的企业走出去，强化全国范围内创新成果的溢出效应。在部分难以攻坚的关键制造业技术领域，鼓励省内制造企业通过联合经营、战略合作等方式，与国内更具优势企业进行协同创新，形成区域优势互补的产业布局。这样，不仅能进一步提升湖北先进制造业创新能力与竞争优势，也为整合全国范围内相关资源，打造面向未来的先进制造业集群，进而参与国际竞争提供了可能。最后，根据国家先进制造业创新中心的全国布局统筹战略，在目前多省多地错位互补竞争的基础上，深入展开第二阶段创新链建设。湖北要立足全局站位，着力提升现有国家制造业创新中心的技术高度和密度，积极参与提升相关产业共性技术在全国范围内的推广覆盖度，带动相关领域先进制造业全局性发展。同时，重提质扩量，积极推进省级制造业创新中心建设，鼓励达到要求的省级制造业创新中心申请建设国家制造业创新中心，将创新链扩展成创新网络，有助于促进先进制造业技术的渗透和扩散，培育新的国家先进制造业技术创新节点，实现先进制造业部门的创新发展。

参考文献：

- [1] 穆荣平, 郭京京. 2019 中国制造业创新发展研究报告[R]. 北京: 科学出版社, 2020.
- [2] 李金华. 中国先进制造业的发展现实与未来路径思考[J]. 人文杂志, 2020, 64(1):22-32.
- [3] TAO F, CHENG Y, ZHANG L, et al. Advanced manufacturing systems: socialization characteristics and trends[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2017, 28(5): 1079-1094.
- [4] JIN M, TANG R, JI Y, et al. Impact of advanced manufacturing on sustainability: an overview of the special volume on advanced manufacturing for sustainability and low fossil carbon emissions[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 161:69-74.

-
- [5]毛敏. 大力发展高新技术产业推动武汉高质量发展[J]. 学习月刊, 2021, 36(1):17-20.
- [6]GBADEGESHIN S A. The effect of digitalization on the commercialization process of high-technology companies in the life sciences industry[J]. Technology Innovation Management Review, 2019, 9(1):49-63.
- [7]SICK N, PRESCHITSCHK N, LEKER J, et al. A new framework to assess industry convergence in high technology environments[J]. Technovation, 2019, 84:48-58.
- [8]陈元翰. 服务业与制造业深度融合高质量发展探究[J]. 商业经济研究, 2021, 40(7):184-187.
- [9]KONG T, FENG T, YE C. Advanced manufacturing technologies and green innovation: the role of internal environmental collaboration[J]. Sustainability, 2016, 8(10):1056.
- [10]EFSTATHIADES A, TASSOU S A, OXINOS G, et al. Advanced manufacturing technology transfer and implementation in developing countries: the case of the Cypriot manufacturing industry[J]. Technovation, 2000, 20(2):93-102.
- [11]HU Y, ZHENG X. Analysis of export technology complexity structure of high-tech manufacturing industry in China and the US[C]//2018 International Symposium on Social Science and Management Innovation (SSMI 2018). Atlantis Press, 2019:85-91.
- [12]JIN M, TANG R, JI Y, et al. Impact of advanced manufacturing on sustainability: an overview of the special volume on advanced manufacturing for sustainability and low fossil carbon emissions[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 161:69-74.
- [13]TASSEY G. Competing in advanced manufacturing: the need for improved growth models and policies[J]. Journal of Economic Perspectives, 2014, 28(1):27-48.
- [14]张建功, 陈李熙. 高等工程教育与高新技术产业动态竞争力的稳定性分析[J]. 科技管理研究, 2021, 41(2):94-100.
- [15]冯德连, 边英姿. 中部地区高新技术产业外贸竞争力的影响因素与提升对策[J]. 华东经济管理, 2017, 31(11):71-77.
- [16]余子鹏, 王今朝. 金融发展、研发投入与高新产业国际竞争力[J]. 湖北社会科学, 2018, 32(11):51-58.
- [17]王曼怡, 周慧婷. 金融资源供给对高新技术产业发展的影响——基于中国省域面板数据的检验[J]. 国际经济合作, 2019, 35(6):34-42.
- [18]刘姝璠, 张荣光, 邓江晟. 科技金融、高新技术产业与产业结构升级[J]. 统计与决策, 2021, 37(2):145-149.
- [19]SUNG B. Do government subsidies promote firm-level innovation? evidence from the Korean renewable energy technology industry[J]. Energy Policy, 2019, 132:1333-1344.
- [20]颜晓畅, 黄桂田. 政府在高新技术产业发展中的扶持效应——基于国家火炬计划软件产业基地的数据[J]. 经济科学, 2019, 41(6):5-16.

-
- [21]马琳, 吴敏, 王琪延. 中国高新技术产业科技竞争力国际比较与实证分析[J]. 现代管理科学, 2016, 35(2):63-65.
- [22]LI L, LIU B, LIU W, et al. Efficiency evaluation of the regional high-tech industry in China: a new framework based on meta-frontier dynamic DEA analysis[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2017, 60:24-33.
- [23]曹虹剑, 赵雨, 李姣. “一带一路”倡议提升了中国先进制造业的创新能力吗[J]. 世界经济研究, 2021(4):104-119, 136.
- [24]陈伟, 林超然, 孔令凯, 等. 基于专利文献挖掘的关键共性技术识别研究[J]. 情报理论与实践, 2020, 43(2):92-99.
- [25]李健, 李宁宁, 苑清敏. 高新技术产业绿色创新效率时空分异及影响因素研究[J]. 中国科技论坛, 2021, 37(4):92-101.
- [26]KUMAR R, SINGH H, CHANDEL R. Exploring the key success factors of advanced manufacturing technology implementation in Indian manufacturing industry[J]. Journal of Manufacturing Technology Management, 2018, 29(1):25-40.
- [27]刘金山, 曾晓文. 技术创新的多螺旋模式研究——基于美国制造业创新中心的范式解读[J]. 美国研究, 2018, 32(2):50-67, 6.
- [28]BIRASNAV M, BIENSTOCK J. Supply chain integration, advanced manufacturing technology, and strategic leadership: an empirical study[J]. Computers & Industrial Engineering, 2019, 130:142-157.
- [29]韩凤芹, 史卫, 陈亚平. 以大战略观统领关键核心技术攻关[J]. 宏观经济研究, 2021, 43(3):111-119, 159.
- [30]司月芳, 尚勇敏, 周心灿, 等. 全球创新网络视角下上海科创中心建设研究[J]. 科技进步与对策, 2018, 35(10):52-57.
- [31]马永红, 杨晓萌, 孔令凯, 等. 基于产业异质性的关键共性技术合作网络研究[J]. 科学学研究, 2021, 39(6):1036-1049.
- [32]张清辉, 杨舒茜. 集成电路产业封装测试领域共性技术识别研究——基于专利计量的视角[J]. 科技促进发展, 2021, 17(7):1272-1283.
- [33]李冬冬, 李春发. 产业共性技术创新扩散机理建模与仿真分析[J]. 技术经济与管理研究, 2021, 42(3):3-9.
- [34]李强, 牟磊. 山东省高新技术产品出口竞争力分析[J]. 中国物价, 2017, 30(1):88-90.
- [35]钟小斌. 高新技术产业对城市间经济联系紧密度的影响——以湖北省地级市为例[J]. 开发研究, 2021, 212(1):60-67.
- [36]中国电子信息产业发展研究院. 中国制造业创新中心建设白皮书(2018—2019) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2019.
- [37]中国电子信息产业发展研究院. 中国制造业区域发展研究报告(2018—2019) [R]. 北京: 电子工业出版社, 2020.
- [38]许学国, 桂美增, 张嘉琳. 多维距离下科创中心辐射效应对区域创新绩效的影响——以长三角地区为例[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(10):56-64.

[39]徐丹,于渤.长三角城市群高技术产业集聚空间溢出效应研究[J].科技进步与对策,2021,38(6):29-37.

[40]刘秉镰,王钺.自贸区对区域创新能力的影响效应研究——来自上海自由贸易试验区准实验的证据[J].经济与管理研究,2018,39(9):65-74.