

考虑技术异质性的湖北制造业创新绩效测度 与影响因素研究

肖泽磊^{1, 2}, 范如国², 王松¹¹

(1. 华中师范大学湖北经济与社会发展研究院, 湖北武汉 430079;

2. 武汉大学经济与管理学院, 湖北武汉 430072)

【摘要】探索以全要素生产率提升驱动制造业创新发展是湖北省贯彻落实创新驱动战略, 建设现代化经济体系的重要课题之一。借助优化后的 Färe-Primont 指数, 对湖北省 28 个制造行业的创新效率绩效进行了测度; 利用多维解释变量的门槛回归模型, 从行业经营绩效、政府支持、行业开放和协同创新四个方面研究了影响湖北省制造业创新绩效提升的核心因素。研究结论显示, 湖北省制造行业存在显著的“技术异质性”; 行业经营绩效对制造业创新绩效的提升有明显的促进作用, 而行业开发、政府支持和协同创新对行业创新绩效的作用则随着行业“技术特征”的变化而存在一定差异。

【关键词】制造业; 创新绩效; 湖北省; 门槛回归模型

【中图分类号】 F425 (263) **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-8477 (2019) 03-0053-09

习近平总书记在“十九大”报告中明确提出建设现代化经济体系, 必须把发展经济的着力点放在实体经济上, 加快建设制造业强国, 提升产业的全要素生产率, 提高经济发展质量。这就要求湖北省在建设“制造业强省”的过程中要坚持创新引领, 效率优先, 努力探究出一条以全要素生产率提升为核心的高质量的湖北省制造业创新发展新格局, 这也是湖北省全面贯彻落实“十九大”精神亟待解决的重要课题之一。实际上“十一五”以来, 湖北省大中型工业企业 R&D 经费从 2006 年 38.60 亿元增加到 2016 年的 334.75 亿元, 年均增长近 24.11%; 从事科技活动人数从 2006 年 67882 人增加到 2016 年的 167797 人, 年均增加近 9.47%。创新高投入必然带来创新产出的激增, 以最能体现制造业创新能力的专利授权量为例, 2006 年湖北省工业企业专利申请量为 1126 件, 而 2016 年则增长到 19574 件, 10 年间增长了近 17.38 倍。一系列投入产出数据表明湖北省制造业创新发展的成效雏形初现, 湖北省制造业自主创新能力也在稳步提升。但是在取得令人瞩目的成绩背后我们应该注意到, 在“建设创新型强省”的过程中, 湖北不仅应关注创新投入和创新产出总量的有序增长, 还应该关注创新绩效相关问题, 特别应该重视通过全要素生产率的提升引领制造业转型升级, 因为只有在保持创新投入和创新产出总量高速增长的同时保证创新绩效的提升, 湖北省才能逐步成为名副其实的“创新型强省”, 才能为“建支走前”战略目标的实现提供有力的技术支撑。

一、文献综述

作者简介:肖泽磊 (1981—), 男, 博士, 华中师范大学副教授; 范如国 (1965—), 男, 武汉大学教授, 博士生导师; 王松 (1987—), 男, 博士, 华中师范大学讲师。

基金项目:湖北省软科学项目“湖北省制造业全要素生产率测算与提升研究”(2018ADC046), 华中师范大学中央高校基本科研经费“多尺度视角下区域创新的空间格局、关联机制与创新分工”(CCNU18TS018)和“企业管理青年学术创新团队”(CCNU19TD009)阶段性研究成果。

在行业创新绩效实证研究方面，相关文献以地区行业宏观经济数据或中国工业企业的调查数据为样本，从投入产出、两阶段创新绩效和绿色创新等视角分析了中国工业制造业创新绩效及其相关影响因素，主要分类见表 1。

表 1 中国工业行业创新效率绩效主要文献的描述性分析^{[1]-[7]}

来源	效率测度方法	研究区间	研究对象	创新效率值	影响因素
ZhangW, YuanW, LiSX et. al. (2011)	DEA	2004	中国省域制造业	创新效率 0.476—1	—
SongML, AiHS, LiX (2015)	DEA	2003—2008	中国大中型工业企业	创新效率:0.005—1	正向因素:金融约束,企业规模,区域因素 负向因素:固定资产
张江雪, 朱磊 (2012)	DEA	2009	中国省域工业企业	绿色创新效率:0.166—1	正向因素:政府的科技支持力度,政府的环境保护力度,科技意识
GuanJC, ChenKH (2010)	两阶段 DEA	2002—2003	中国高技术产业	全效率:0.253—1.0 R&D 效率:0.146—1.0	正向因素:商业环境、产业投资 负向因素:政府投资
ChiuYH, HuangCW, ChenYC (2012)	两阶段 DEA	2004—2007	中国二位数高技术行业	R&D 效率:0.162—1 运营效率:0.111—1	—
肖仁桥, 王宗军, 钱丽 (2015)	两阶段 DEA	2005—2010	中国大中型工业企业	整体创新效率:0.694	研发效率的影响因素:企业规模(正向), 科学家人数(负向) 整体效率的影响因素:企业规模(正向), 政府支持(负向)
钱丽, 肖仁桥, 陈忠卫 (2015)	共同前沿 DEA	2001—2010	中国大中型工业企业	研发效率均值:0.683 成果绿色转化效率均值:0.656	影响研发效率的正向因素:所有制结构, 外商投资, 技术交易环境 影响成果转化效率的因素:技术交易环境(正向), 企业规模和所有制结构(负向)
SunY, ChenFY (2015)	SFA	1999—2008	中国大中型工业企业	创新效率均值:0.4514	正向因素:开放性创新系统, 成熟的技术市场, 知识产权保护和创新系统合作网路 负向因素:政府科技投资

综上所述，当前关于中国工业企业创新效率的研究仍存在两点不足之处：一是当前研究空间尺度上主要集中在国家或区域层面，在省域尺度工业行业开展的专题研究并不多见。实际上在行政区划较为严格的中国经济发展的大背景下，基于国家层面提出的提升工业行业创新绩效的发展路径其科学性和可操作性值得商榷；二是在异质性的问题，考虑区位、企业规模、企业所有制结构等异质性的文献较多，考虑技术异质性的较少。而工业行业种类较多，对技术依赖的差异性较大。例如：资产密集型产业如黑色金属冶炼相关产业，其创新投入强度肯定远小于电子设备制造业等技术密集型产业。因此，将技术异质性因素纳入工业企业创新绩效影响因素的研究范畴能够使研究结论有的放矢，提升政策建议的精准性。

基于以上分析，考虑湖北省在长江经济带发展战略的重要地位，其工业各行业的发展基础对推进国家创新驱动战略进程具有一定的先进性又具有一定的代表性，因此本文选择湖北省制造行业作为研究样本，对其创新绩效及其影响因素展开深入研

究，提出以绩效提升驱动湖北省制造创新发展的对策建议。

二、理论框架

（一）方法设计。

全要素生产率可以理解为工业企业在创新领域的要素产出投入比，反映当期工业企业的技术水平，因此测度工业行业的创新效率需先构建计算反映行业技术水平的全要素生产率的计算方法。假设 $x_{it} = (x_{1it}, \dots, x_{kit})'$ 及 $q_{it} = (q_{1it}, \dots, q_{kit})'$ 分别表示 i 行业 t 期的投入产出向量，则 i 行业 t 期的全要素生产率值为：

$$TFP_{it} = Q_{it}/X_{it} \quad (1)$$

其中， $Q_{it} \equiv Q(q_{it})$ 和 $X_{it} \equiv X(x_{it})$ 分别为产出向量的集合函数和投入向量的集合函数。考虑到创新效率的可比较性、可分解性和可传递性，^[8] 本文选择 Färe-Primont 指数模型计算产出向量和投入向量的集合函数。

基于省域内工业行业的创新效率可以被认为是当期行业的实际技术水平与当期技术水平约束下可达到的最大技术水平的比值：

$$E_{it} = TFP_{it}/TFP_{it}^* = (Q_{it}/X_{it}) / (Q_{it}^*/X_{it}^*) \quad (2)$$

其中， Q^* 和 X^* 为使技术水平达到最大值的产出总量和投入总量。在投入导向的条件下^[9]，创新效率值分解为技术效率（ITE）、规模效率（ISE）、范围效率（ISC）和混合效率（IME）。^[9]

（二）指标体系。

1. 产出指标。

工业企业创新产出主要体现在两个方面：一是技术价值；二是经济价值。技术价值代表着工业企业的自主创新能力，是工业企业可持续发展的重要体现；经济价值是工业企业创新投入的落脚点，也是企业组织形式的创新行为的特征之一。参考相关文献和数据可得的原则，^{[5][6] (p190-212)[7]} 课题组选择发明专利申请数（ZL）代表工业企业的技术价值，选择新产品销售收入（XS）代表工业企业的经济价值，构建创新产出向量 q_{it} 。将两类价值纳入同一框架进行研究的处理方式，既能够更全面地反映出工业企业创新的目的所在，又避免了当前文献在工业行业创新行为研究中过度强调工业企业创新经济价值而将专利产出作为中间投入的不足。

2. 投入指标。

在工业企业创新投入方面，参考多数文献的指标选取思路，^{[3] (p113-126)} 在人力投入方面，本文根据工业企业创新行为的价值链，在 R&D 环节选择 R&D 人员折合全时当量（RL）这项国际上较为通用的指标；在服务环节选择工业企业科技活动人员数代表科技

²①选择投入导向的效率绩效计算及分解主要目的是更好地与“资源节约和环境友好”两型社会建设的宗旨相契合。

服务人力投入 (FW), 使人力投入的指标体系覆盖工业企业创新行为全流程; 在资金投入方面, 参考人力投入指标体系的建构思路, 选择 R&D 经费支出 (JF) 和新产品开发经费 (KF) 两项指标, 从而与工业企业创新行为的生产价值链相匹配。

三、湖北省工业企业创新效率绩效测度研究

(一) 研究对象与数据预处理。

本文的研究对象为湖北省所辖所有 28 个二位数制造业,^②其考察时间点分别为 2004 年、2008 年、2013 年和 2016 年; 在数据预处理方面, 一方面应剔除价格干扰。关于创新投入产出指标体系中价值量指标, 如: 新产品销售收入, R&D 经费支出和新产品开发经费 3 项指标的平减指数为《中国城市(镇)生活与价格年鉴》中按行业分工业生产者出厂价格指数的环比价格指数; 另一方面考虑到知识资本对产出的滞后性, 课题组参考和借鉴程惠芳等^{[10] (p174-187)}处理方式, 选取 R&D 经费支出和新产品开发经费支出的存量作为资本投入变量。计算方法为国际通行的永续盘存法, 即:

$$K_{it} = R_{it} + (1 - \delta) K_{it-1} \quad (3)$$

其中 K_{it} 表示 i 行业 t 期的资本存量, R_{it} 为指标的当期投入, δ 为资本折旧率。

设定资本投入的基期为 2004 年, 基期的资本存量计算公示为:

$$\begin{aligned} K_{it} &= R_{i0} + (1 - \delta) R_{i-1} + (1 - \delta)^2 R_{i-2} + \dots \\ &= \sum_{s=0}^{\infty} R_{i-s} (1 - \delta)^s = \frac{R_{it}}{g + \delta} \end{aligned} \quad (4)$$

其中, g 为指标投入的年均增长率, 参考 Hall 等^[11]、程惠芳等^{[10] (p174-187)}的设计思路, 设定 g 为 5%, δ 为 15%。

(二) 工业企业创新效率绩效。

基于前文的计算方法, 借助 DPIN3.0 软件, 计算了湖北省制造业各行业的创新效率绩效及其技术效率、规模效率和范围效率。

从纵向视角分析,^③当前湖北省制造业整体创新效率低下, 行业创新效率和全要素生产率的平均值仅为 0.327 和 0.084, 反映出湖北省制造业技术水平和创新整体效能偏低。从 Färe-Primont 效率的衍生指标上看, 造成湖北省制造业创新效率不高的原因主要是技术效率和范围效率, 而不是规模效率, 因为 28 个行业 ISE 值均为 1, 说明湖北省制造业各行业的创新规模均处在最佳生产前沿面上, 规模经济效应凸显。

在技术效率方面, 湖北省工业制造业技术效率总体水平相对较优, ITE 平均值达到了 0.768, 说明“创新湖北”的战略在创新环境建设方面的成效显著, 特别是在技术交易和科技成果转化方面, 围绕企业需求, 以市场为导向, 支持相关科研机构和企业共建创新平台的发展模式, 有利地促进了技术交易市场的繁荣和技术成果的产业化。

^②因为第三次经济普查数据将塑料制品业和橡胶制品业合并在一起, 为使数据具有可比性, 本文将 2004 年、2008 年和 2016 年两行业数据合并处理。其价格指数用二者的平均数代替。

^③由于本文选取的数据时间跨度较大, 为使分析结论更具有针对性和实效性, 在横向比较中本文选择 2016 年计算的结果作为研究对象展开论证。

在范围效率方面，课题组认为它是造成湖北省工业制造业创新效率偏低的主要因素，其平均效率值仅为 0.555。如果分析 IME 与 E 和 ITE 相关性，可以发现 IME 与二者的 spearman 相关系数分别为 0.595 和 0.755，且通过了 1% 的显著性检验，充分表明在产业协同发展的大背景下，技术水平高的行业知识溢出的可能性更大，从而其科技活动的影响范围面更广，产业协同程度更高；产业协同程度的提高又会进一步扩大其科技成果和技术市场的潜在需求，从而有助于提升其科技活动的影响范围和效率，形成一种良性互动的格局。

四、湖北省工业制造业创新绩效的影响因素分析

前文的计算结果告诉我们，湖北省制造业 28 个行业全要素生产率普遍偏低。创新绩效的低下会通过产品创新成本和产品创新技术含量两条路径传导至行业的市场竞争力上，最终影响湖北省制造业的可持续发展及“创新驱动”湖北经济社会转型升级战略的实施效果。因此，发现影响湖北省制造业创新绩效的核心因素，找到提升湖北省制造业创新绩效的科学路径将有助于推进“创新湖北”战略的贯彻落实，具有较为重要的现实意义，也是本节论述的重点。

（一）理论假设。

实际上，从区域视角分析，现有文献从政府、市场、区位、政策等角度分析了影响制造业创新绩效的主要因素。^{[2][3][4][5]}但是由于本文的研究对象是省域内的 2 位数制造行业，它们所处的宏观环境差异不大，^④因此，分析其创新绩效的影响因素需要从行业内部特征展开论证。

1. 行业经营绩效。

经营绩效是考核行业发展水平最重要的核心指标。经营绩效与工业企业创新绩效往往联系最为紧密。一方面从产品视角看，工业企业经营绩效好的原因在于其工业产品具有较强的市场竞争力，而产品所包含的创新技术一定是影响其市场竞争力的非常重要的因素之一，如：通信设备制造业的龙头华为公司，其累计获得专利授权达到 38825 件；与此同时，拥有较好经营绩效的企业也往往会更重视创新，会将更多的资源用于创新，如：华为公司每年将销售收入的 10% 以上投入研发，有超过 45% 的员工从事创新、研究与开发；另一方面从组织视角看，经营绩效较优的企业往往拥有较优的组织效率，这其中必然也包括创新组织活动。基于此，提出研究假设 1。

研究假设 1：经营绩效与创新绩效之间是正向关系，即湖北省制造业行业经营绩效的改善有助于其创新绩效的提升。

2. 政府支持。

政府支持反映的是行业受到政府关注的程度，从一个侧面反映出行业在区域经济中的地位。政府支持与创新绩效之间的关系研究是创新研究热点之一，大多数文献^{[2][16][190-212][71]}均认为政府支持会产生“挤兑效应”，且由于政府资金的使用成本较低，目的和考核不明确，存在大量的资源闲置或者资源过度消耗等不良现象，导致政府支持往往不利于创新绩效的提升；但是现有文献的论证主要从地区层面展开实证研究，从行业层面对二者之间的因果关系展开实证研究的较少；地区层面的研究往往重视区域异质性因素（如：东部地区和中西部地区的划分等），忽视行业差异性给研究结论带来的偏差。在省域尺度上的研究更应该重视中观行业层面的差异性对创新绩效的影响，因为地区的差异更多地表现在企业外部环境的差异，而行业差异才是企业内部结构特征。虽然创新的主体和动力主要是企业和市场需求，而政府的支持有可能会破坏市场的游戏规则，但是湖北省经济发展处于国内中游水平，企业的市场竞争压力较大，政府支持有助于缓解行业经营压力导致对创新投入不足的问题，从而提升它们的创新动力和市场竞争力。基于此，提出研究假设 2。

^④由于当前的公开数据无法提供完整的基于不同行业差异化的宏观环境数据（如：产业政策影响力），因此本文在后续模型设计中不考虑控制变量。

研究假设 2：政府支持与创新绩效之间是正向相关关系，即当前政府支持有助于提升湖北省制造业的创新绩效。

3. 行业开放度。

行业开放度体现出行业的对外交流、沟通和合作的程度。行业开放度对创新绩效的影响目前存在较为明显的争论。一方面，开放的行业能够从外部更多地获取创新资源和信息；知识的对外交流更容易产生协同效应，有助于缩短创新周期，突破关键技术，有助于分担创新成本，降低创新风险，提升企业创新的动力，^[12]因此，Junni^[13]认为对外开放程度的提高对行业创新绩效提升有正向帮助；另一方面，当前的行业开发呈现出“市场的基本开放、资本的有限开放和技术的有节制开放”的特征，导致行业开放过程中创新溢出的影响力有限，对创新绩效的提升存在不确定性，如可能存在环境动态性的影响等。^{[14] (p103-111)}综上所述，考虑到湖北制造业在国家产业分工中所扮演的角色的定位——制造行业更多的是以生产者的角色为主，行业开放可能会导致制造业创新功能进一步被转移出湖北。基于此，提出研究假设 3。

研究假设 3：行业开放度与创新绩效之间存在负相关关系，即提升湖北省制造业开放水平会导致创新绩效的恶化。

4. 协同创新。

协同创新测度的是行业的创新组织方式。它是通过国家意志的引导和制度安排，促进企业、大学和研究机构发挥各自能力优势，整合互补性资源，加速技术推广应用和产业化，是一种新的科技创新范式。^{[15] (p161-164)}协同创新范式的应用和推广，能够突破创新主体间的壁垒，充分释放彼此间“人才、资本、信息、技术”等创新要素活力而实现深度合作。面向行业的协同创新建设，其目的和宗旨也是为提升行业创新能力，改进行业创新绩效，因此提出研究假设 4。

研究假设 4：协同创新建设对创新绩效有正向作用，即强化协同创新有助于提升湖北省制造业创新绩效。

（二）变量设计和计量分析方法。

1. 变量的度量。

根据前文的理论假设，考虑数据的可得性和数据指标的经济意义，我们构建了研究所需的相关变量。

（1）行业绩效（HYJX）。关于行业绩效的度量主要包括主营业务收入、营业利润等指标。由于营业利润中包含了投资收益，而投资收益的来源，如：房地产投资、证券业务投资等，可能与创新绩效的研究主题关联性不大，为使研究结论更为准确，同时为克服规模因素所带来的行业经营绩效差异，选择用行业从业人员的人均主营业务收入测度行业绩效。^⑤

（2）政府支持（ZFZC）。政府支持有两种途径，一种是资金支持，另一种是政策支持。由于政策支持很难直接量化，我们主要从资金支持途径来测度政府支持。政府资金支持主要包括对创新活动的直接投入和间接补贴，因此选择科技经费筹集额中的政府资金占比作为测度政府支持的度量。

（3）行业开放度（HYKF）。当前文献对开放度的度量主要是从出口^{[16] (p44-58)}和外商投资^{[17] (p44-56)}两个方面来分析。实际上从行业视角分析，出口更多反映的是行业的市场竞争力，资本的开放才是行业开放最直接的表现，因此，本文用港澳台资本和外商资本之和占行业实收资本的比例来度量行业开放度。

（4）协同创新（XTCX）。参考相关文献，^{[14] (p103-111) [15] (p161-164) [16] (p44-58)}考虑到行业的协同创新表现为产、学、研的三位一体化，

^⑤①对主营业务收入指标参考前文第 3 部分的处理思路和数据来源先进行平减处理。

因此本文选择行业科技活动经费中对研究院和高等学校的支出占行业 R&D 外部支出的比重来度量行业协同创新。

2. 模型的设定与估计。

由于本文的切入点是“中观”行业层面，而不同行业对技术的依赖程度存在较为明显的差异，如通信设备、计算机及其他电子设备制造业等高新技术产业，按照“摩尔定律”，它们的技术生命周期只有 18 个月甚至更短；而传统制造业技术周期显然要远大于高新技术产业，例如冶炼业，其突破性创新技术的出现往往需要十几年时间甚至更长，这种不同行业对技术依赖程度的差异课题组将其定义为行业的技术异质性。这种行业的技术异质性在数理上有可能导致计量模型存在异方差性，在现实意义中表现为不同技术依赖程度的行业，创新绩效的影响因素会有所不同。例如：技术依赖性强的行业由于市场竞争可能更需要“外脑”给予创新支持，协同创新对其创新绩效的影响更大。基于此，为克服行业的技术异质性问题，本文引入非线性面板门槛模型来分析湖北省制造业创新绩效的影响因素问题。

在应用方面，现有文献偏重于分析单一解释变量和被解释变量之间是否存在“门槛效应”，较少分析多个解释变量与被解释变量之间的“门槛效应”。而本文的门槛变量技术异质性属于行业特征属性之一，与四个解释变量之间都存在一定相关性，因此本文参考 Sophie 等^[18]建模思路，构建基于多维解释变量门槛效应的回归模型：

$$E_{it} = \mu_i + \beta_i' X_{it} I(\gamma) + \xi_{it} \quad (5)$$

其中 $X_{it} = (HYJX_{it}, ZFZC_{it}, HYKF_{it}, XTCX_{it})'$ ， i 和 t 分别代表行业和时间， $I(\cdot)$ 为示性函数， γ 为待估门槛值^①， $\beta_i = (\beta_{1i}, \beta_{2i}, \beta_{3i}, \beta_{4i})'$ 为待估参数， ξ_{it} 为随机误差项，且服从 $\xi_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$ 。具体估计方法参考 Han-sen^[19] 的估计流程和方法，本文在此不再赘述。

(三) 实证结果及分析。^②

1. 传统面板数据模型估计。

为了便于比较分析，本文先在不考虑门槛变量的条件下研究影响湖北省制造业创新绩效提升的因素，具体结果见表 2。

表 2 模型估计结果

	普通面板模型		多维解释变量门槛模型			
	β_i	t	$\gamma < 0.0255$		$\gamma \geq 0.0255$	
			β_i	t	β_i	t
HYJX	0.1040***	3.135	0.0166***	3.591	0.1083***	7.897
ZFZC	-0.1781	-0.2611	0.0832*	1.345	-0.4527**	1.669
HYKF	-1.051**	-2.226	-1.019***	14.343	-0.0604	1.105
XTCX	0.0091	0.2142	-0.0321**	1.987	0.1786***	20.77
R	2.690					
Hausman	12.59**					

^① γ 门槛变量用行业的研发强度，即“R&D 投入/行业 GDP”的值来代表行业的技术异质性。

^② 平稳性检验显示，本文 6 个变量均为平稳序列。由于篇幅限制，本文在此不再给出检验结果，需要者可向作者索取。

置信区间			$\gamma = [0.01760.0347]$
F 值			13.65***
Bootstrap			300
Trimming			$\geq 10\%$

注：***，**和*分别代表显著性水平小于 0.01，0.05 和 0.1。

在普通面板模型的估计中，由于 Hausman 检验在 5%的水平下显著，所以选择固定效应模型。从估计结果上看，行业经营绩效对湖北省制造业创新绩效的提升有显著的正向促进作用，而行业开放程度则对湖北省制造业创新绩效产生了显著的负向作用，说明本文的研究假设 1 和研究假设 3 是成立的。

2. 多维解释变量的门槛模型估计。

本文首先采用“bootstrap”法重复抽样 300 次，得到 F 值为 13.65 且通过 1%的显著性检验，因此拒绝方程为线性模型的假设。

其次，估计得到的技术异质性的门槛值为 0.0255，其在 90%的置信水平下的置信区间为[0.0176 0.0347]。与 2016 年中国城市研发强度统计数据比较，0.0255 位居重点研发城市排名的第 14 位^⑦，超过 2016 年全国研发强度（0.0211）的平均水平，具有一定的可信度。

最后，从具体分区结果上分析，本文将研究样本分为“强研发产业”和“弱研发产业”两大类。（1）从样本分布图分析（见图 1），一方面，湖北省制造业大多数行业的研发强度呈现出递增的趋势，这与我国及湖北省近十年的科技与经济发展的大环境完全相吻合。“创新驱动战略”、“五个湖北”等一系列国家及省级经济发展战略极大地提高了企业创新的意识，促进了企业对创新的投入；另一方面，以 $\gamma = 0.0255$ 为限，2008 年以前属于“强研发产业”的只有通信设备、计算机及其他电子设备制造业，其余行业均未超过此门槛值。2008 年金融危机后，湖北省制造业中 75%的行业跨入了“强研发产业”之列，仅有纺织服装、鞋、帽制造业，皮革、毛皮，羽毛（绒）及其制品业和家具制造业三个产业持续在“弱研发产业”群体中，但是它们均不属于湖北省的优势产业，在整个产业链中居于从属地位，主要以加工和贴牌销售为主，这可能是他们研发投入积极性不高的主要原因。

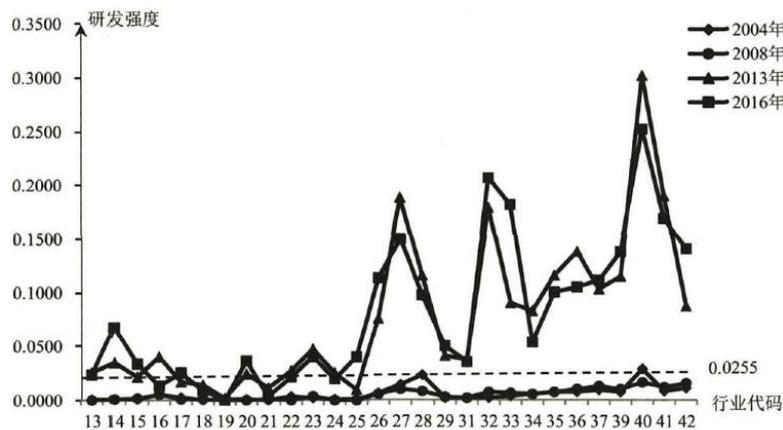


图 1 湖北省制造业行业研发强度分布

^⑦①数据来源为 <http://finance.sina.com.cn/roll/2017-09-04/doc-ifykpuui0996404.shtml>。

(2) 从影响因素分析, 由于考虑了“研发强度”这个行业异质性因素, 导致模型的估算结果与传统面板模型的估算存在一定差异。具体来看, 行业经营绩效是提升制造业创新绩效的最关键因素。无论是强研发产业还是弱研发产业, 提升行业经营绩效都会显著促进行业创新绩效的提升。从企业经营范畴分析, 创新行为属于企业经营范畴重要组成部分, 脱离于创新绩效提升的企业经营绩效必然不具有可持续性, 因为产品竞争力中创新绩效的权重会越来越重要, 如: 由于电子信息产业较早融入全球价值链, 并且在全球一片“红海”的竞争中脱颖而出, 因此湖北省电子信息产业的创新绩效相对其他产业具有明显的优势。这些均证明了本文的研究假设 1 是成立的。

相对行业经营绩效, 政府支持对湖北省制造业创新绩效的提升则存在显著的“研发强度”的差异性。处在“弱研发强度”时期的产业, 政府支持有助于在一定程度上提升其创新绩效; 而处在“强研发强度”时期的产业, 政府支持则会显著抑制行业创新绩效的提升。因此本文研究假设 2 成立存在一定的先决条件。实际上, 当行业处于“弱研发强度”时期, 行业参与主体有可能对创新投入缺乏主观能动性, 或者企业缺少增加创新资源的先决条件, 这种情境下行业需要政府通过政府采购、税收优惠甚至直接投入等方式引导行业提升创新投入的“热情”和投入规模。与规模报酬递减规律相比较, 这时候创新投入的规模效应会相对占优, 创新绩效此时会有一定的提升。当行业研发强度高于 0.0255 时, 政府支持可能会产生更多的“挤出效应”, 不利于行业创新绩效的提升, 这与大多数文献研究结论基本一致, 本文在此不再赘述。

从行业开放视角分析, 研究假设 3 基本成立。只是随着行业研发强度的提升, 行业开放对湖北省制造业创新绩效的负面影响从“显著”转变为“不显著”。这种变化可以理解为行业创新能力提高所产生的湖北省制造业对外合作的主导性地位的提升。由于研发强度与创新能力之间存在必然的正相关关系, 当行业研发强度低, 行业创新能力不高的时候, 外资引进所产生的知识溢出对行业创新的促进作用有限, 甚至外资通过市场势力和技术垄断会阻碍制造业创新绩效的提高, 导致行业难以成功实现价值链攀升^{[20] (p3-10)}, 如湖北省纺织产业, 有色金属等传统工业行业, 多数企业还处于原材料初加工阶段, 处于微笑曲线的“研发”和“营销”阶段的企业少, 竞争力不强^⑧; 随着研发强度的提升, 行业创新能力也“水涨船高”, 对创新溢出的吸收能力有了提升, 在一定程度上能够在对外开放中选择有利于创新溢出的合作对象和合作模式, 因此行业开放对湖北省处在“强研发强度”的制造行业的创新绩效的负向作用再减小, 且不显著。

就协同创新而言, 协同创新对湖北省制造业创新绩效的影响也存在“研发强度”异质性现象。对于处在“弱研发强度”的制造业, 开展协同创新对其创新绩效提升产生了显著的抑制作用; 与此相反, 对处在“强研发强度”的制造业, 深化协同创新将有助于显著提升行业创新绩效。这与现有文献的主要研究结论存在一定的差异^{[16] (p44-58) [17] (p44-56) [18] [19]}。课题组认为产生差异的原因与行业开放对创新绩效提升的“门槛效应”相类似, 行业对协同创新溢出的吸收能力的差异有可能是造成这一现象的主要原因。对于处在“强研发强度”的制造业而言, 开展协同创新, 是对其创新发展路径的有益补充, 能够产生“1+1>2”的倍增效益; 而对于处在“弱研发强度”的制造业来说, 由于对创新驱动的需求或者创新的积累相对较弱, 此时深化协同创新有可能产生与协同组织无法协同的不和谐现象, 如技术能力无法匹配, 技术成果无法消化等情况^{[20] (p3-10)}。

五、结论及对策建议

本文利用 Färe-Primont 指数测算了湖北省 28 个工业制造业的创新绩效, 并通过构建多维解释变量的门槛回归模型, 从行业经营绩效、政府支持、行业开放和协同创新四个方面论证了影响湖北省制造业创新绩效提升的主要因素, 得到的主要结论有:

(1) 虽然 21 世纪以来湖北省制造业整体创新投入和产出增长势头明显, 但是行业的创新效率和全要素生产率偏低, 说明湖北省制造业创新发展模式仍然以资源驱动为主, 技术驱动的动能相对不足; (2) 从全要素生产率的分解式可以看出, 湖北省制造业创新价值链的协同发展程度不高, 导致技术成果溢出效应相对较弱, 影响了产业协同和范围效率的提升; (3) 在影响湖北省制造业创新绩效提升的因素中, 行业经营绩效对其增长具有显著的正相关关系, 行业开放则只对研发强度低于门槛值的行业有显著的负向作用, 而政府支持与协同创新则对位于不同门槛区间的行业产生了截然相异的显著性作用。

^⑧①主要观点摘自 <http://www.stats-hb.gov.cn/tjbs/fztjbs/112079.htm>。

围绕以创新绩效提升驱动湖北省制造业创新发展的新思路，结合前文研究结果，本文提出三点对策建议：

一是企业应坚持“资金和市场”双引领，切实提高企业经营绩效水平。一方面遵循市场经济规律，优化产品结构，提高产品科技含量，做大做强主业，从而使企业能够获得金融机构更大的授信支持，提高企业的经营杠杆水平；另一方面加强资金使用管理，算好资金使用成本，加快流动资金周转速度，减少固定资产占用，提高资金使用效率。二是政府应进一步规范对制造企业创新的直接补贴，强化政府监督职能，营造良好的制造行业创新发展环境。湖北省各级政府应逐步减少对制造企业创新方面的直接补贴，建立并完善间接补贴机制。例如：各级政府可以考虑应拓展并完善在制造行业全领域实行创新券制度，一方面降低创新券的使用门槛，另一方面严格控制创新券在企业创新总投入方面的占比，这样既能够扩大创新券的普惠范围，又能充分发挥企业在创新方面的主观能动性，提升政府科技服务的精准性；三是湖北省制造行业应从全国甚至全球视野中谋划整合创新资源，提高行业的协同创新能力。具体路径上，湖北省制造行业应坚持“走出去”和“引进来”齐头并进，既可以根据行业发展需要和人才资源集聚等特征，将企业的研发机构放在“北上广深”甚至海外等人才集聚地，^[21]也应该注重盘活校友、高校、高新技术企业等创新资源，让更多的科技成果在湖北省制造行业内落地开花，提高湖北省制造业的生产力。

参考文献：

[1]Zhong W, Yuan W, Li S S et. al.The performanceevaluation of regional R&D investments in China: anapplication of DEA based on the first official Chinaeconomic census data[J].Omega, 2011, 39 (02) .

[2]Song M L, Ai H S, Li X. Political connections, financing constraints, and the optimization of innovationefficiency among China' s private enterprises[J].Tech-nological Forecasting and Social Change, 2015, 92 (01) .

[3]张江雪，朱磊. 基于绿色增长的我国各地区工业企业技术创新效率研究[J]. 数量经济与技术经济研究，2012，(02) .

[4]Guan J C, Chen K H. Measuring the innovationproduction process:a cross-region empirical study ofChina' s high-tech innovation[J].Technovation, 2010, 30 (5) .

[5]Chiu Y H, Huang C W, Chen Y C. The R&Dvalue-chain efficiency measurement for high-tech in-dustries in China[J].Asia Pacific Journal of Manage-ment, 2012, 29 (04) .

[6]肖仁桥，王宗军，等. 我国不同性质企业技术创新效率及其影响因素研究：基于两阶段价值链的视角[J]. 管理工程学报，2015，29 (02) .

[7]Su Y, Chen F Y. Regional innovation systemsbased on stochastic frontier analysis : a study on thirtyoneprovinces in China[J]. Science, Technology&Society, 2015, 20 (02) .

[8]Donnell C J. Econometric estimation of distancefunctions and associated measures of productivity andefficiency change[J]. Journal of Productivity Analysis, 2014 (41) .

[9]姜永宏，蒋伟杰. 中国上市商业银行效率和全要素生产率研究[J]. 中国工业经济，2014，(09) .

[10]程惠芳，陆嘉俊. 知识资本对工业企业全要素生产率影响的实证研究[J]. 经济研究，2014，(05) .

[11]Hall B H, Lotti F, D, Mairesse J. Innovationand productivity in SMEs: empirical evidence for Italy[J]. Small

Business Economics, 2009, 33 (01) .

[12] Enkel E, Gassmann O, Chesbrough H. Open R&D and open innovation: Exploring the phenomenon[J]. R&D management, 2009, 39 (04) .

[13] Junni P, Sarala RM, Taras V et al. Organization ambidexterity and performance: A meta-analysis[J]. The Academy of Management Perspectives, 2013, 27 (04) .

[14] 阳银娟, 陈劲. 开放式创新中市场导向对创新绩效的影响研究[J]. 科研管理, 2015, 36 (03) .

[15] 陈劲, 阳银娟. 协同创新的理论基础与内涵[J]. 科学学研究, 2012, 30 (02) .

[16] 步晓宁, 曹素娟, 张天华. 贸易开放度与资源配置效率[J]. 投资研究, 2014, 33 (02) .

[17] 孙早, 宋炜. 中国工业的创新模式与绩效——基于 2003—2011 年间行业面板数据的经验分析[J]. 中国工业经济, 2013, (06) .

[18] Sophie Brana, Stephanie Prat. The effects of global excess liquidity on emerging stock market returns: Evidence from a panel threshold model[J]. Economic Modelling, 2016, (05) .

[19] Hansen B. Threshold effect in non-dynamic panels: estimation, testing and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93 (02) .

[20] 韩庆潇, 查华超, 等. 中国制造业集聚对创新效率影响的实证研究——基于动态面板数据的 GMM 估计[J]. 财经论丛, 2015, (04) .

[21] 曹红涛. 提升制造业协同创新能力[N]. 人民日报, 2017-05-26 (07) .