规模企业研发投资对经济体科技创新的“头雁效应”

张光平　柴洪峰

摘　要　大中小型科技创新企业对国家科技创新有不同程度的贡献，但由于中小型企业研发资金和市场拓展能力相对于大中型企业有限，因此中小型企业对国家总体科技创新的贡献也相对有限。本文将欧盟委员会2015年以来公布的全球2 500家研发最多的科技企业研发投资作为主要经济体大中型企业研发投资，即规模企业研发投资；利用世界银行世界发展指数中各经济体研发投资占GDP比例和国际货币基金组织2023年4月公布的各经济体GDP数据计算出各经济体规模企业研发投资的境内外集中度；进而利用世贸组织公布的主要经济体年度知识产权进出口使用费计算出各主要经济体知识产权净出口金额作为经济体科技创新程度的总代表，得出大中型科技创新企业研发投资对经济体科技创新的引领作用的结论。

关键词　规模企业　研发投资　集中度　协同效应

实证研究表明（张光平，2023a），近年来全球人力资源和制度对科技创新的贡献逐步显著提高的同时，研发投资仍是保持科技创新的重要因素。中小型科技创新企业诚然是科技创新的重要源头，但由于新技术从研发到专利申请，进而市场应用需要较长时间，中小型科创企业的技术积累和市场能量难以使其新技术对经济体产生重要影响。本文梳理大中型或规模以上科创企业研发投资在全球的分布、各经济体内的分布、各经济体境内外分布的协同性和各经济体知识产权数据，利用全球数据证明规模以上企业研发投资对各经济体科技创新有重要的引领作用。

一、大中型或规模以上科创企业研发投资的定义及全球分布

大中型或规模以上创新科技企业即研发投资较多的企业。各经济体大中型科创企业或规模以上科技企业即为进入全球研发投资2 500强之列的企业。欧盟委员会2014年以来持续公布的全球2 500家研发投资最多的企业（研发投资2 500强）研发投资、净收入、投资强度等数据为我们比较研究各经济体规模以上企业提供了难得的可比数据。[①]表1给出2014年与2021年

张光平，上海市人民政府参事，中国科学技术发展战略研究院高级顾问，原上海银保监局一级巡视员；柴洪峰，中国工程院院士，复旦大学软件学院教授、博士导师。作者感谢吴红兴、周代数、李智鑫和张俪馨对本文研究的支持。

① 利用“The 2015 EU Industrial R&D Investment Scoreboard”和“The 2022 EU Industrial R&D Investment Scoreboard”（www.iri.jrc.ec.europa.eu/data）的数据整理计算。

全球研发投资 2 500 强研发投资总额、平均研发投资和平均研发投资强度在全球主要经济体间分布的对比数据。①

表 1 显示，尽管与 2014 相比，2021 年美国进入全球研发投资 2500 强企业总数下降 7 家，至 822 家，但总数仍领先全球，期间美资企业总研发投资全球占比增长 1.95% 且美资企业平均研发投资增长了 2.55 亿欧元，至 5.35 亿欧元，低于德国平均 7.98 亿欧元，但高于日本 4.53 亿欧元；同期美国企业平均研发强度（总研发投资与总销售比例）提高 2.66%，至 7.94%，仅略低于瑞士和以色列平均研发投资强度 8.15% 和 8.37%，但显著高于其他经济体）；中国大陆企业数增长了 377 家，至 678 家，仅次于美国，相应的总研发投资全球占比增长了 11.97%，至 17.91%，仅次于美国但仍不到美国占比的一半；中国台湾、西班牙和卢森堡总研发投资占比分别略增 0.25%、0.08% 和 0.08% 外，除此以外其他经济体规模企业总研发投资占比皆出现不同程度的下降；表 1 中其他国家和地区进入全球研发投资的企业数缩减了一半，至 11 家，相应的总研发投资全球占比略增 0.56%。这些数据显示新时代我国研发投资高速增长的可喜态势和成就。

表 1 也显示，中国大陆企业平均研发投资和平均投资强度分别增长到 2.89 亿欧元和 3.62%，但与大多数主要发达经济体仍有一定差距。但值得关注的是，2021 年深圳规模企业研发投资全球占比 3.42% 仅低于美国、日本和德国，企业平均研发投资为 5.56 亿欧元，却超过美国的 5.35 亿欧元和日本的 4.53 亿欧元，仅低于德国的平均 7.98 亿欧元，超过 2021 年美国、日本和德国三国企业平均研发投资 5.44 亿欧元；同期中国深圳规模企业平均投资强度 7.82% 仅略低于美国平均投资强度 7.94% 的同时，显著高于日本和德国平均研发强度 3.64% 和 4.89%，比同期美国、日本和德国总体平均研发投资强度 5.29% 高出 2.53%。这些数据显示，尽管 2021 年中国大陆企业平均研发投资和平均研发投资强度与主要发达经济体仍有落差，但深圳规模企业平均研发投资和平均研发投资强度均已达到或超过主要发达经济体，从深圳的研发规模和强度来看，我国大陆科技已接近前三大主要科技强国的程度。

二、全球研发投资分布

要获得各经济体规模企业平均研发投资和平均研发投资强度在主要经济体内的分布，我们必须要获得全球主要经济体研发投资分布。根据世界银行世界发展指数（WDI）中各经济体研发投资占 GDP 比例和国际货币基金组织 2023 年 4 月公布的各经济体 GDP 数据计算，表 2 给出 2014—2021 年全球前 36 大研发投资最多的经济体总研发投资金额。

表 2 显示，2021 年，美国、中国大陆、日本和德国全球前四大经济体的研发投资也为前四大，且排名顺差也一致；中国台湾、以色列、瑞典和比利时四个未进入全球 20 大经济体的中小型经济体却进

① 表1至表5，见增强出版，中国知网—《金融市场研究》。

入全球研发投资二十强之列，二十大经济体中，土耳其、墨西哥、印尼和沙特四个前二十大经济体却未进入研发投资前二十大，显示该四经济体在全球科技的特别地位；2021 年全球经济排名第 12 位的韩国和第 5 位的印度研发投资排名却分别为第 5 位和第 20 位；2021 年奥地利、丹麦、挪威、芬兰和新加坡研发投资分别排名 21 位、22 位、23 位、26 位和 27 位，显示该五个小型经济体在全球科技中较为重要的地位。

三、主要经济体规模企业研发投资占总研发投资的比重

有了表 1 给出的主要经济体规模企业总研发投资金额和表 2 给出的主要经济体总研发投资金额数据，我们可计算出主要经济体规模企业研发投资占总研发投资的比重（表 3）。

表 3 显示，2014—2021 年瑞士、荷兰和爱尔兰三国出现规模企业总研发投资与全国总研发投资比重均超过 100% 的不合理现象。这似乎不合理的现象，实际上是美资在这些国家的分公司研发投资规模较大，而在这些国家的美资企业研发投资未计入这些国家总研发投资所致。将美资在这些国家研发投资从这些国家规模企业总研发投资中减去并加入到相应经济体总研发投资中进行合理调整，即可获得这些经济体 2021 年的合理比重。

表 3 显示，将美资企业研发投资合理调整后，瑞士和荷兰规模企业总研发投资占总研发投资比重虽然仍然较高，但却回到明显低于 100% 的合理范围，进而减去美国外其他主要经济在该三国的投资，其比例会进一步下降，显示调整的合理性。美资企业在该三国大量投资使得该三国成为美国知识产权在欧洲以至全球的重要进口国，进而成为美国知识产权的重要中转地。

表 3 显示，2014—2021 年日本和德国规模企业总研发投资与国家总研发投资比重均明显超过美国，而将美资企业在该两国的研发投资进行合理调整后，日本规模企业总研发投资与总研发投资比例则略低于美国，而德国仍略超过美国，显示调整结果的合理性；另外，将美资企业研发投资合理调整后，其他经济体规模企业总研发投资与经济体总研发投资比例均出现了不同程度的下降；英国和法国相应的比率均不到全球比例 55.5%；加拿大、意大利、西班牙等其他发达经济体的平均比例均在全球比例 55.5% 之下。

值得关注的是，2014—2021 年我国深圳规模企业研发投资和总研发投资比例也超过 100% 的主因在于总部在深圳的华为。由于华为在国内外有诸多研发中心，华为在深圳总部外大量的研发投资并不计算在深圳总研发投资中所致。即使华为总研发投资八分之一算作深圳研发投资，深圳规模企业研发投资与深圳总研发投资比例也高达 94.6%（当然减去腾讯和中兴在深圳外的研发投资，比例会进一步下降），显示深圳规模企业研发投资占全市比重应该达到或超过了主要发达经济体的程度。

特别值得关注的是，任何一个经济体内大中小科技企业研发应该有一个很好的协调配套。规模不够难以产生有效创新的同时，规模企业研发投资过高则难有足够的中小企业有效配合和支撑，两类企业有

合理的比重才能产生良好的结果。表 3 给出的 2021 年美国规模企业研发投资金额占比 62.8% 低于相应的日本和德国占比，但却最接近黄金分割比例 61.8%，对各经济体科技创新的境内外组合有很好的启示。

四、度量主要经济体规模企业研发投资的协同效应

表 1 给出了主要经济体规模企业总研发投资的全球占比，实际上给出了各经济体规模企业在全球范围内的规模效应，而表 3 给出的主要经济体规模企业研发投资占本经济体总研发投资比重，反映出在主要经济体之内规模企业的带动作用，两者有着很大的相似性。在本经济体之内规模企业总研发投资达不到一半，表明企业研发规模效应仍需加强，其在国际市场上难有大作为，反之国际市场上规模企业研发投资表现良好的经济体，其国内规模效应也必须有基础。由于任何两个变量几何平均值更好反映两个变量间的协同效应，我们用表 1 和表 3 给出的各经济体规模企业总研发投资的全球占比和境内占比，得出表 4 所示的 2021 年主要经济体规模企业研发投资的全球占比和境内占比的平均值，并计算这两个平均值与总的平均值的差值，以此衡量境内外规模效应的协同效应。

表 4 显示，2021 年美国、中国大陆、日本和德国前四大经济体的规模企业研发投资协同效应分别为 51.46%、30.77%、25.08% 和 23.88%，与该四大经济体境内外规模排名一致；英国、法国、瑞士、韩国、中国台湾和荷兰六个经济体协同效应分别为 12.73%、10.13%、16.03%、11.80%、14.56% 和 14.28%，排名与经济体境内外比重排名接近，但有一定差异；瑞典、爱尔兰、丹麦、印度、芬兰、加拿大、意大利、西班牙和以色列协同效应排名与经济体境内外比重排名差异扩大。

五、主要经济体规模企业研发投资协同效应与知识产权净出口比较

表 4 给出的主要经济体规模企业研发投资境内外协同效应与 26 个主要经济体总协同效应 5.75% 的差额显示，有 15 个经济差额为正值，这 15 个经济体中，美国、日本、德国、英国、法国、瑞士、荷兰、瑞典、丹麦和芬兰 10 个经济体 2021 年知识产权出口使用费有顺差，占 15 个协同效应正差额经济体的三分之二；中国大陆、韩国、中国台湾、爱尔兰和西班牙协同效应差额为正值，而知识产权出口使用费却为逆差，该 5 个经济体占 15 个正差额经济体数的 1/3。这些结果表明，利用主要经济体规模企业研发投资境内外协同效应参数即可判断出 2/3 的协同效应差额为正值的经济体知识产权进出口使用费为顺差的同时，仅有 1/3 协同效应为正值的经济体知识产权出口使用费为逆差，显示规模企业研发投资境内外协同效应的重要性。

有 1/3 境内外协同效应差额为正值的经济体，其知识产权出口使用费为逆差，这表明仅用规模企业研发投资境内外协同效应相关参数还不足以反映各经济体科技创新的全貌。表 1 的数据显示，2014—2021 年中国大陆、中国台湾和西班牙规模企业总研发投资年均复合增长率均超过 10%，在表 1 中排名前三位，显示这些经济体 2014 年规模企业研发投资基数较低或规模仍未形成，而逐渐增大的规模研发投

资产生如提高出口使用费或降低进出口使用费这样的成果均需一定的时间才能实现。不同企业从研发到产出有不同的时滞，反映其研发效率，因此不同经济体总研发效率不同导致其总研发有不同的时滞。这三个经济体规模研发境内外协同效应较高，有望在今后产生可观的知识产权出口使用费或对知识产权进口使用费有可观的替代。

另外，五个规模研发境内外协同效应较高而知识产权出口逆差的经济体，均为美国知识产权重要的出口地，同时也是美国知识产权净出口地，2018—2021 年这五个经济体对美国知识产权的依赖度（美国向各经济体知识产权出口占美国与这些经济体知识产权进出口比重）分别高达 96.83%、91.65%、98.68%、86.47% 和 93.96%，对整个境外市场的依赖度也很高的同时，科技自主度相对较低。科技自主度较低的经济体知识产权要达到相对自主的 50% 需要较长的时间。这就解释了五个经济体规模研发境内外协同效应较高而知识产权出口逆差的原因。

值得关注的是，表 4 显示中国深圳规模企业总研发金额占比、境内外集中度几何平均值及其与总几何平均值差额分别为 3.42%、18.0% 和 12.26%，仅低于美国、日本和德国前三大知识产权顺差国，排名“第四位”，显示深圳企业境内外集中度也到达与主要科技强国接近的程度。

六、总结

本文结果显示，利用主要经济体规模企业总研发投资境内外协同效应参数即可判断出 2/3 的正协同差额经济体知识产权出口使用费为顺差，仅 1/3 的正协同差额经济体知识产权出口使用费为逆差，显示规模企业研发投资对一经济体科技创新水平的重要性。这些结果同样可以解释为任何评估或度量全球科技创新的模型如全球科技创新指数，如不考虑经济体规模企业研发投资相关数据就难对全球科技创新有较为充分的反映。这是全球创新指数局限性所在之一。

另外，本文境内外规模企业总研发投资正协同效应差额与经济体知识产权出口使用费逆差对应的结果表明，仅重视各经济体规模企业研发投资境内外协同效应这个重要的因素还不够，各经济体总研发投资效率、研发投资时滞和知识产权自主度等因素对评估经济体科技创新也有着不可忽视的重要意义。各经济体科技创新涉及面很广，需要将本文讨论的相关因素及其它重要因素共同纳入并以实证结果作为相应的权重才能获得各经济体总体科技创新更好的评估结果。

最后，由于全球研发 2 500 强企业中前 200 强实际上更好地代表全球大型科技企业的研发投资，本文将近年来全球研发投资 2 500 强企业作为规模企业应该有一定的局限性。数据显示，2014—2021 年，全球研发投资 200 强企业总研发投资占 2 500 强总研发投资比例从 66.8% 略降至 62.3%，显示近八年来全球大型研发投资企业向中型研发投资企业倾斜的趋势，也表明全球科技竞争加剧的态势。尽管如此，近八年来全球大型企业总研发投资超过 2 500 强企业总研发投资六成以上的结果也表明，大型科技创新企业在很大程度上对 2 500 强大中型企业有较好的代表性。后续的研究中可以集中研究 200 强大型企业，

或有兴趣的读者可以将本文的结果进行扩展以获得大型科技创新企业对经济体科技创新引领的更为精准的结果。

本文结果对国家和地区科技创新政策的制定和侧重有直接的参考作用。鼓励和支持大中小各类企业科技创新并发挥大、中、小型科技企业各自优势是全国各地推动创新型国家建设的必要举措。然而各地创新环境、创新资源和创新禀赋各不相同，研究全国和各地大、中、小型科技企业相对贡献的实证结果，对有效利用有限资源，发挥各类科技企业独特优势才能产生各类企业科技创新更好的总协同效应。最近八年我国规模型企业研发投资的境内外集中度均有了持续提高，但相对于美国、日本、德国和瑞士等主要科技强国，国内集中度仍相对较低，鼓励支持中、小型企业加大研发的同时，培育和激励大型科技创新型企业科技创新，成了我国创新型国家建设的一项重要任务。N

学术编辑：曾一巳

参考文献
[1] 钱学锋,王备.实施自由贸易试验区提升战略的三重视角[J].金融市场研究,2023(07):1-13.
[2] 邵传林.促进新质生产力发展的政府作用优化[J].金融市场研究,2023(12):29-43.
[3] 张光平.资本、人力资本和全要素对科技产出的实证研究[R].2023a.
[4] 张光平.产业结构和技术升级对科技国际化的影响-国内专利对境外专利替代性反映出国内专利的国际竞争力[R].2023b.
[5] 张光平,谭梓杨,周小全.人民币国际化和产品创新[M].北京:中国金融出版社.
[6] 张雪春,苏乃芳.科技成果转化的三元素：人才激励、资金支持和中介机构[J].金融市场研究,2023(04):113-122.
[7] 周小川.信息科技发展与金融政策响应[J].金融市场研究,2019(09):2-16.
[8] Zhang P G.Impacts of science and technology on currency internationalization[J].Singapore:World Scientific,2023.

The "Wild Goose Effect" of R&D Investment by Large-Scale Enterprises on Science and Technology Innovation in Economies

ZHANG Guangping[1] CHAI Hongfeng[2]
(1.Counselor of Shanghai Municipal People's Government, Senior Advisor of China Academy of Science and Technology Development Strategy, Former First Class Inspector of Shanghai Banking Regulatory Bureau;
2.Academician of the Chinese Academy of Engineering, Professor and Doctoral Supervisor of Fudan University)

Abstract Small,medium,and large science and technology innovation enterprises contribute to national science and technology innovation to various degrees, but because SMEs have limited R&D funding and market expansion capabilities relative to large and medium-sized enterprises (LMEs), the contribution of SMEs to the country's overall science and technology innovation is relatively limited. In this paper, we take the R&D investment of top 2 500 technology enterprises with the most R&D in the world published by the European Commission since 2015 as the R&D investment of LMEs in major economies, i.e., the R&D investment of scaled enterprises;we use the R&D investment as a percentage of GDP of each economy in the World Bank's World Development Indices and the GDP data of each economy published by IMF in April 2023 to calculate the scale of each economy's R&D investment Concentration; then, using the annual imports and exports of charges for the use of IP of major economies published by the WTO to calculate the amount of net intellectual property exports of major economies as a general proxy for the degree of science and technology innovation of an economy, the conclusion is drawn that R&D investment by large and medium-sized science and technology innovation enterprises leads the overall science and technology innovation of an economy.

Keywords Large-scale Enterprises, R&D Investment, Concentration, Synergies
JEL Classification F02 F23 L11