

研发投入的影响因素及其对企业产出的作用研究

——以 A 股上市工业企业为例

祝建军，柳云鹏

(武汉纺织大学会计学院，湖北 武汉 430000)

摘 要：围绕我国研发投入与企业产出的关系进行研究。使用模型推导的方法，在资源约束条件下，得出企业最优研发投入的函数。并以此为基础，论证研发投入与企业产出存在互为因果关系，基于广义柯布道格拉斯生产函数构造的回归模型存在内生性问题。结合以往研究成果和前文结论，构造研发投入的工具变量，并以此为基础分析企业研发投入的影响因素。本文实证部分使用了 2011 年-2015 年 A 股上市工业企业数据。研究显示研发投入的产出弹性已接近发达国家水平。

关键词：研发投入；企业产出；工具变量

Research on the influencing factors of R & D investment and its effect on firm performance

——A case study of A shares listed industrial enterprises

Zhu Jianjun. LiuYunpeng

(School of Accountancy, Wuhan University of Textile, Wuhan, China)

Abstract: This paper focuses on the relationship between R & D investment and enterprise performance. With the method of model derivation, the function of optimal R & D investment is obtained under the condition of resource constraints. And on this basis, there is a causal relationship between R & D investment and enterprise performance, and the regression model based on generalized Cobb-Douglas production function has endogenous problem. Based on the former research results and previous conclusions, we select the instrumental variables of R & D investment and analyze the influencing factors of R & D investment. The empirical part of this paper uses the data of A-shared listed companies in 2011 -2015. The results show that R & D investment has a positive effect on enterprise performance, and its effect is close to the level of developed countries.

Keywords: R & D investment; Enterprise performance; Instrumental variable

二十一世纪以来，科技创新作为企业核心竞争的地位得到不断强化，对综合国力的提升和经济增长都有至关重要的作用。研发投入的大小和研发能力的强弱体现着一家企业的竞争力，决定着企业的兴衰。世界各主要国家对国家层面的科技创新都有顶层设计；对企业而言，研发投入更是技术进步和自身发展的重要动力。

研发活动是科学技术创新的源头。2015 年中国统计年鉴显示，企业是我国研发经费的最主要来源，企业研发创新资金投入占全国经费的 75% 以上。企业作为我国研发经费投入

的主体，也是研发活动的主要执行部门。2015 年我国企业研发总支出达 9254 亿元人民币，比上年增加了 11.25%。2015 年专利申请数达 63 万件，其中发明专利申请数 23.9 万件。自党的十八大以来，习总书记把创新摆在国家发展全局的核心位置，创新发展已经上升为国家战略。尤其在新常态经济背景下，中国经济发展模式承受着越来越大的转型升级压力，如果我国企业无法从简单的、技术含量较低的来料加工生产经营模式，向附加值较高、有自主知识产权和品牌的方向转型，我国经济将难以继续保持中高档位的发展速度。

研发活动作为实现科技进步和技术创新的重要手段，得到了国内外学者的广泛关注。针对“研发投入与企业产出”这一课题，经过国内外学者的深入研究，大部分结论表明公司层面的研发投入有助于产出绩效的提升。我国学者对此课题的研究开始较晚，且由于数据获取的限制、样本选择和模型使用等方面原因，学术界对研发投入能在多大程度上提高企业产出并未达成一致的看法。本文以中国上市工业企业公司为样本，使用工具变量法应对模型中的内生性问题，研究研发投入对企业产出的促进作用。

1 文献综述

国内外学者在研究研发投入与企业绩效的过程中取得了丰硕的成果，这些文献的研究方向大体可以被分为两类：一是探讨两者的直接关系，主要论证研发投入与企业生产率、企业市场价值及会计业绩等因素的关系；二是在探讨两者关系的基础上引入调节变量，论证在不同内外部因素作用下研发投入与企业产出的关系。因本文是对研发投入与企业产出进行研究，主要就研究两者关系的文献进行讨论。

研发投入的产出弹性研究主要以内生增长理论为基础，利用改进的柯布道格拉斯函数、超越对数生产函数、泊松分布模型等为框架研究研发投入对企业产出的贡献。许多学者将研发资本存量作为一项知识资本，与物质资本、劳动力等其他要素一起作为企业生产的投入要素构建生产函数。Griliches & Mairesse (1983)、Griliches (1986) 使用生产函数模型，以美国企业为样本使用研发资本存量指标研究研发投入的产出弹性；Cuneo & Mairesse (1984)、Hall & Mairesse (1995) 以生产函数为基础，研究法国制造业企业研发资本存量的产出绩效；Bloom & Van Reenen (2002) 以及 Griffith et al. (2006) 以英国企业为样本研究了研发资本存量与企业产出的关系。国内也有以研发资本存量作为衡量指标的文献，邓进 (2007) 以中国高新技术产业为样本，研究了研发要素投入、研发生产的性质及其影响因素；白俊红 (2011) 使用 1998-2007 年中国大中型工业企业分行业面板数据，考察了政府研发资助等因素对企业技术创新的影响。为更好体现知识资本的累积特征，参考以往文献的做法，本文也使用研发资本存量衡量企业研发投入。

作为企业研发活动的主要直接产出，众多学者都使用专利数衡量企业的研发能力。例如，Pakes & Griliches (1980) 以美国 157 个大型制造企业为样本，发现研发支出对企业专利产出有显著正向影响。其中，Hausman et al. (1984) 针对专利数量呈离散型分布的特征，使用美国 128 家公司 1968-1974 年数据，运用泊松分布模型研究研发投入对专利产出的边际贡献。Foray & Lundvall (1996) 也指出，在所有的衡量知识产出的指标中，专利是衡量知识产出的最直接指标。Fé E & Hofler R (2013) 使用随机前沿模型和蒙特卡洛模拟，估计公司在给定研发支出基础上对专利数量的产出函数。国内的文献包括，朱平芳、徐伟民 (2005) 实证研究了政府科技激励政策对大中型企业研发投入及其专利产出的影响。周密 (2012) 利用省际专利申请数、研发经费等数据分析各要素存量对知识产出弹性的作用和研发经费来源对各类型专利申请量的影响。

专利数主要反映的是企业研发活动的效率，而无法体现研发成果对企业全业务流程的影响。企业的研发成果不仅会体现在专利数上，也会体现在产品质量改进、制造工艺进步和生产效率提高等企业生产经营过程中的方方面面。获得广泛认可的观点认为，企业进行研发活

动的目标是为了将研发成果投入使用,并对企业的生产活动产生影响。Griliches & Zvi(1986)以美国约 1000 家最大的制造业公司为样本,以研发费用、营业收入为研究变量探索研发对生产率增长的贡献情况;Nahm J W (2001)以韩国制造业企业为样本,使用非参数分位数回归研究研发活动和销售收入的非线性关系。国内文献包括,李涛,黄晓蓓,王超(2008)以信息业与制造业上市公司为样本,验证了高研发密度对主营业务收入增长的贡献。企业的专利数据并不容易取得;同时,专利数量主要体现了研发投入对知识产出的产出情况,而知识产出属于中间产出,不能体现企业研发活动的全部产出。为了全面衡量研发活动对企业产出的作用,本文使用营业收入作为产出指标。

2 理论模型

2.1 研发绩效理论模型

许多国外文献中将累积研发投入作为一个影响因素,与物质资本、劳动力等其他要素一同作为生产函数中的投入要素研究研发投入对企业效益的影响。例如 Griliches(1979, 1986)、Griliches & Mairesse (1983)都基于生产函数研究了企业研发投入的产出弹性;Cuneo & Mairesse (1984)、Hall & Mairesse (1995)运用生产函数实证研究了法国制造业研发投入的产出弹性;Bloom & Van Reenen (2002)以及 Griffith et al. (2006)使用了英国企业数据估计了研发投入的产出弹性。为了研究研发投入对企业效益的影响,本文参考以上众多文献的作法以柯布道格拉斯生产函数的形式,将工业增加值作为产出指标,将物质资本、劳动力与累积研发投入共同作为生产投入要素。 Y 表示工业增加值, K 表示物质资本, L 表示劳动力以及 R 表示累积研发投入,生产函数可表示为: $Y_{it} = A_i K_{it}^\alpha L_{it}^\beta R_{it}^\gamma e^{\varepsilon_{it}}$ (式 1)。

其中 i 表示不同企业, t 表示不同年份, ε 表示误差项, A 表示导致企业生产水平不同的个体异质性; α 、 β 、 γ 分别表示物质资本 K 、劳动力 L 以及累积研发投入 R 三个投入要素的产出弹性。对式 2 进行自然对数转换后,其中 $a_i = \ln A_i$, 可转换为如下线性模型:

$$\ln Y_{it} = a_i + \alpha \ln K_{it} + \beta \ln L_{it} + \gamma \ln R_{it} + \varepsilon_{it} \quad (\text{式 2})$$

若企业加大物质资本、劳动力与累积研发投入,分别为 λK 、 λL 和 λR , 代入生产函数可得 $f(\lambda K, \lambda L, \lambda R) = A(\lambda K)^\alpha (\lambda L)^\beta (\lambda R)^\gamma e^{\varepsilon} = A\lambda^{\alpha+\beta+\gamma} K^\alpha L^\beta R^\gamma e^{\varepsilon}$ 。当 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 时, 可得 $f(\lambda K, \lambda L, \lambda R) = A\lambda K^\alpha L^\beta R^\gamma e^{\varepsilon}$, 生产函数满足规模报酬不变假设。本文在规模报酬不变假设下,对研发投入的产出弹性进行研究。

式 2 中 a_i 表示为企业的异质性,包括该综合技术水平、企业规模、资本结构等影响企业研发因素,我们可以将其进一步表示为 $a_i = c + othercontrols$, c 表示常数项, $othercontrols$ 表示的是控制变量。使用 $Sales$ 表示企业产出, Cap 表示物质资本投入, Lab 表示人力资本投入, RD 表示研发资本存量。对式 2 进行改写后,本文使用的回归模型如式 3 所示。控制变量包含有企业规模、企业年龄、资本结构、股权集中度、国有持股比例。其中 i 表示不同企业, t 表示不同年份, ε 表示误差项。

$$Sales_{it} = c + \alpha Cap_{it} + \beta Lab_{it} + \gamma RD_{it} + othercontrols + \varepsilon_{it} \quad (式 3)$$

2.2 企业研发行为模型

研究活动周期较长，在资金、人工等研发资源投入后若干年才会为企业产生经济效益，仅对当期研发投入进行分析无法有效体现研发投入对企业产出的影响。如 Hausman et al. (1984) 的研究结果表明研发活动对企业创新作用主要体现在当期、未来两年。Lang (2009) 以德国工业企业为样本，研究结果表明研发投入对企业知识资本的累积效用会在投入后的前二年内显现处理，并且总效用主要集中在投入后的前三年。因此，本文假设企业以往年度的研发投入会在未来一段时期内对企业研发活动产生影响，并采用永续盘存法下的研发资本存量对企业累计研发投入进行估算。参照 Griliches (1980, 1986, 1998)、Goto & Suzuki (1989) 的永续盘存法计算研发资本存量。

绝大部分企业能获取和支配的资源都是有限的，不可能追求无限的创新投入，也不可能无限制地追求科技水平的先进。对不同企业而言，在企业绩效最大化目标下，可能会存在一个最适宜的科技水平以及最优的研发投入。本文以 Lee (2003) 的模型为基础，进一步推导出以下结论，在企业 i 研发资本存量 R 和价格 P 的一阶条件下，即在研发投入有限和追求利润最大化目标下，研发资本存量可由下式表示：

$$R = \left(\frac{PQ}{\sigma} \right) \left(\frac{\delta^T}{\delta^P} \right) \delta^R \quad (式 4)$$

企业的最优研发资本存量取决于：研发投入及其对当期销售商品成本的变动与企业当期销售收入之比，可看作企业当期的盈利情况 $\left(\frac{PQ}{\sigma} \right)$ ；产品效用的研发成果弹性和价格弹性之比 $\left(\frac{\delta^T}{\delta^P} \right)$ ，该因素可视为研发成果和产品价格对消费者偏好的影响；研发资本存量对研发成果的产出效率，即研发成果的研发资本存量弹性 (δ^R) 。

式 4 的经济学意义可表述为，在既定的研发产出效率下，企业依据其获利水平进行研发投入，而不会脱离其收入水平付出过多的研发投入，或者在盈利良好的情况下而研发投入不足。由此可得，企业研发投入与企业产出存在互为因果关系，企业研发投入 (R) 与营业收入 (PQ) 之间存在函数关系，式 3 中存在内生性问题。如果直接采用 OLS 估计，会产生联立性偏误。Bravo-Ortega & Marín (2010)，任海云 (2010) 的研究结论也支持了这一观点。

以往文献的观点和前文推导结论为本文选择合适的工具变量提供了重要参考。Schmookler (1966) 提出“需求拉动”模型，Mowery & Rosenberg (1979) 提出“推拉双动”模型，认为企业在进行研发活动时既要重视科学技术的发展，也需要及时对市场的需求变化做出反应，只有同时兼顾到这两点才能更好地研发活动的成功开展。市场的需求变化可以与式 4 中研发成果和产品价格对消费者偏好的影响相对应。企业在外国市场的销售既要满足他国对进口商品设置的检验标准，还要面对更激烈的市场竞争，因此我们将该企业是否有出口销售量作为该因素的衡量变量。“推拉双动”模型中科学技术的发展可看作企业所在行业内科技技术进步情况，既当某行业科学技术出现重大突破时，该行业内的企业也会加大该领域的研发投入，因此我们选择工业行业的细分行业研发投入增长率作为该因素的衡量变量。此外，Lee (2003) 认为需求拉动 (demand pull)、技术机会 (technology opportunity)

以及企业的研发环境（appropriability conditions）等一些存在企业或者行业异质性的因素也会影响企业对研发投入的决策。企业在研发活动中不仅需要投入资金等货币型资源，也需要投入时间、精力等非货币性资源，还需要一定数量的高素质人才参与其中。在参考周亚虹（2012）对研发投入工具变量选取方法的基础上，本文选择本科及以上学历员工数量、企业当期专利申请数作为研发资本存量的工具变量。

结合以上结论，本文相应地选取本科及以上学历员工数量（*Gra*）、该企业是否为出口企业（*Exp*）、细分行业研发投入增长率（*Grow*）、企业当期专利申请数的自然对数（*Pat*）作为研发投入的工具变量。基于以上结论，构建关于企业研发投入的模型：

$$RD_{it} = \eta_i + \lambda_1 Gra_{it} + \lambda_2 Exp_{it} + \lambda_3 Grow_{it} + \lambda_4 Pat_{it} + othercontrols + \mu_{it} \quad (式 5)$$

i 表示不同企业， t 表示不同年份， η 表示不同企业研发产出效率的异质性， μ 表示误差项。在对以上指标进行自然对数运算时，部分企业的指标为 0，因此对以上指标均加 1 之后再行自然对数运算。控制变量包含企业规模、资产负债率、企业已成立年份、第一大股东持股比例、国有股持股比例。

3 研究设计

3.1 变量定义

（1）营业收入

柯布道格拉斯生产函数主要用于测定生产过程中资本投入量和劳动投入量对产出量的影响，一般选择工业总产值或 GDP 作为产出变量进行研究。本文主要研究的是企业生产经营过程的产出，参考王玉春（2008）选择主营业务收入等指标作为经营活动产出指标的做法，选择企业提供产品和劳务获得营业收入作为研究变量。本文使用年度财务报告利润表中营业收入的自然对数，表示为 *Sales*。

（2）物质资本投入

自 Raymond & Goldsmith（1951）提出永续盘存法估算固定资本存量后，该方法被 OECD 国家广泛使用，已逐渐成为国际通用的资本存量估算方法。大多数情况下，对物质资本投入测算使用的数据属于宏观层面，为政府宏观调控和资本有效配置提供参考。因此，本文参考罗福凯（2013）的做法，将固定资产和存货包括在物质资本投入中，使用年度财务报告资产负债表中国定资产和存货净值之和测算物质资本投入。本文将物质资本投入的自然对数作为解释变量，表示为 *Cap*。

（3）研发资本存量

对研发资本存量的估算的主要方法也是永续盘存法（Perpetual Inventory Method, PIM）。参照 Griliches（1980, 1986, 1998）、Goto & Suzuki（1989）、吴延兵（2006）以及白俊红（2011）的方法，即 $R_t = r_t / CPI_t + (1 - \theta)R_{t-1}$ 。 R_t 和 R_{t-1} 分别表示 t 和 $t-1$ 的研发资本存量； r_t 为 t 期的研发支出； CPI_t 为 t 期的以同一年份的不变价格来衡量的价格指数； θ 为研发资本存量的折旧率。

对于研发资本存量的折旧率，Pakes & Schankerman（1984）认为，随着知识的更替和知识扩散带来的知识专用性下降，研发资本的折旧率会比物质资本的折旧率更高。在以往研究中，较多文献参考了 Coe & Helpman（1995）使用的 5%，Berghäll（2006）使用的 10%，以及 Pakes & Griliches（1980）、Hall & Maiese（1995）、Wang & Szirmai（2003）、吴延兵（2006）

使用的 15% 作为研发资本存量的折旧率。为了将不同折旧率下研发资本存量对企业产出的影响进行对比, 本文在选择 15% 的折旧率计算研发资本存量的同时, 也对 10% 和 20% 折旧率计算研发资本存量的产出弹性进行研究。

参考 Goto & Suzuki (1989)、Coe & Helpman (1995) 以及吴延兵 (2006) 的方法, 假定研发资本存量 R 的平均增长率等于研发支出 r 的平均增长率, 基期资本存量可由下式计算:

$R_0 = r_0 / (g + \theta)$ 。 R_0 为基期资本存量, r_0 为基期研发支出, g 为观测期内研发支出的平均增长率, θ 为折旧率。本文使用的平均增长率为 2011 年至 2015 年《工业企业科技活动统计年鉴》中分行业企业研发经费内部支出的算术平均增长率。将研发资本存量的自然对数作为解释变量, 表示为 RD , 当期研发支出与基期研发支出均来自年度财务报告附注。

(4) 人力资本投入

人力资本表现为企业生产经营过程中投入劳动力消耗补偿价值, 即企业支付工资性费用 (含工资、奖金、津贴、补贴、福利等)。现行研究中使用的人力资本指标主要集中在数量指标与价值指标, 数量指标主要包括员工总人数、年末在册员工人数等; 价值指标主要包括应付职工薪酬, 企业支付的工资性费用 (含工资、奖金、津贴、补贴、福利等)。参考章道云 (2011)、任曙明 (2014) 的做法, 选取年度财务报告现金流量表中企业支付给职工以及为职工支付现金的自然对数, 表示为 Lab 。

(5) 本科及以上学历员工数量

近年来随科技快速改进, 为了保证研发活动顺利进行, 企业对高端技术人才的需求不断增加, 研发活动对技术人员的要求越来越高。劳动力质量和数量可以反映出企业对新知识的吸收能力和对新技术的创新能力强弱。高学历层次的员工可以帮助企业吸收到更多的新知识并且将其得以合理利用, 获取更多的研发成果, 提高其产品效用从而提升企业产出。Hirsch (1970) 通过实证研究得出, 劳动力质量会推动处于成长阶段的产业不断发展。参考董静 (2010) 和周亚虹 (2012) 将高学历层次的员工占比作为研发投入指标的做法, 本文使用年度财务报告附注中披露的本科及以上学历的员工数量的对数作为研发资本存量的工具变量, 表示为 Gra 。

(6) 是否为出口企业

以往研究成果表明, 市场结构会对企业研发行为产生影响, 并可将其分解为需求拉动效应和技术推动效应, 二者均会对企业研发行为产生正向影响: Gustavsson & Poldahl (2003) 通过实证研究证明出口与研发投入的正相关性; 李小平、卢现祥、朱钟棣 (2008) 和江静 (2011) 均认为, 企业的出口行为可以通过需求拉动效应促进其开展研发活动。从现实来看, 企业在外国市场的销售既要尽量获取更多的市场份额又要避免遭受反补贴调查, 同时还要满足他国对进口商品设置的检验标准。开展研发活动可以使产品满足检验标准并提升产品性能, 是企业促进其产品出口的重要手段之一, 因此企业有出口销售可以综合反映其产品的技术水平和消费者偏好。因此, 本文根据年度财务报告附注中披露的出口销售收入构造虚拟变量, 出口销售收入大于 0 时该指标为 1, 否则为 0, 表示为 Exp 。

(7) 细分行业研发投入增长率

Mowery & Rosenberg (1979) 提出的“推拉双动”模型认为, 技术推动效应亦对企业研发行为产生促进作用。技术推动论认为, 企业技术创新的动力来源于科学技术的发展, 科技进步是企业进行研发活动的重要动力。现实中, 当科学技术出现重大突破时, 行业内的企业会加大研发投入以占领技术制高点, 并迅速推出融合了新技术的新产品, 为抢占市场赢得先机。当某行业科学技术出现重大突破时, 该行业内企业的研发投入也会出现增长。因此, 本文依据《工业企业科技活动统计年鉴》对工业行业的分类标准, 使用其提供的 2011 年至 2015 年分

行业企业研发经费内部支出的年增长率表示行业整体研发投入水平，表示为 *Grow*。

（8）专利申请数

陈晓红（2009）认为，专利是技术创造和发明的产物，它与研发活动关系密切，因而专利数量是企业技术创新能力的重要衡量指标，反映了企业的技术创新能力。陈劲（2006）认为，专利数据作为研发活动的中间产出，可以反映企业技术能力。企业获得的专利数可以反映企业的研发产出效率，但 Lall（1992）认为研发活动需要巨额资金支持且结果难以逆料，因固定和沉没成本障碍的存在，企业进行研发活动时面临的风险，林毅夫、孙希芳、姜烨（2009）也持类似观点，认为研发活动具有较高的风险性。因此不论该研发成果能否成功或者获得专利授权，企业在研发过程中付出的努力，包括资金、时间、人力等都应看做其为研发活动支付的沉没成本。对企业而言并不是所有投入都能获得研发成果，且并不是研发成果都能获得专利授权。因此本文参考周密（2012）和吴延兵（2012）的做法，使用年度财务报告附注中披露的当期专利申请数的自然对数作为企业当期研发过程中付出的时间、精力等非货币性投入的代理变量，表示为 *Pat*。

（9）控制变量

根据前述分析并参照现有研究，本文选择以下可能对企业产出产生影响的因素作为控制变量，主要有企业规模、企业年龄、资本结构、股权集中度、国有股持股比例。现行研究中主要选择总资产、员工人数或销售收入的自然对数作为衡量企业规模的变量，因本文已使用固定资产与存货之和作为衡量物质资本投入的变量，于是选取员工人数的自然对数作为企业规模的控制变量，表示为 *Size*。此外，用企业观测年度与成立年度的差加 1 代表企业已成立年份，表示为 *Age*；用资产负债率表示企业的资本结构，表示为 *Lev*；考虑到第一大股东对创新行为以及创新绩效影响，使用第一大股东持股数/总股本的比例测算股权集中度的影响，表示为 *Fsr*；其次考虑到国有企业与非国有企业的创新行为以及创新绩效的差异性，以国有股数/总股本测算国有股持股比例，表示为 *Ssr*。

3.2 样本选择及数据来源

3.2.1 样本选择

本文所用的数据来源于国泰安数据库和锐思数据库。本文以 2011—2015 年度中国 A 股上市工业企业为研究对象。为保证数据质量，进行了以下处理：（1）为了避免数据缺失的影响，选择连续 5 年主要变量完整的企业；（2）选择研发资本存量大于 0 的企业；（3）剔除物质资本投入、人力资本投入、员工总数小于等于 0 的样本；（4）剔除金融类上市企业，以及 ST 或 *ST 企业；（5）为了克服离群值的影响，本文对主要变量进行了 Winsorized 缩尾处理。在对部分指标进行变量构造时均进行平减处理，使用的是《中国统计年鉴》的工业品出厂价格指数。本文参考了《工业企业科技活动统计年鉴》对工业企业的选取标准，共包含采矿业、制造业和电力、热力、燃气及水生产和供应业三个大类行业。本文最终选择 1426 家企业作为研究对象，并构成连续 5 年的面板数据，共计 7130 个观测值。

3.2.2 选择偏误检验

由于研发信息不是中国上市企业的强制性披露信息，因此有部分上市企业并未在年度财务报表中披露研发信息。上市企业选择不披露研发信息的原因可大体上分为两种，一是该企业当期没有发生研发活动，二是该企业当期发生研发活动但并未披露。因不能区分各家上市企业未披露研发信息的具体原因，本文对样本的筛选方法可能会造成选择偏误。为此，本研究参考 Hall（2006）和任海云（2011）的方法，使用面板 Probit 回归对可能存在的样本选择偏误进行检验。

以企业是否披露研发信息为因变量，披露研发信息时取值为 1，否则取值为 0，记为 *RDPub*。其他变量包括分行业企业内部研发经费支出情况，使用企业所在工业行业下细分

行业研发支出合计的自然对数，记为 $LnRD$ ，此数据来源于 2011 年至 2015 年《工业企业科技活动统计年鉴》；企业规模（ $Size$ ）取值为员工总数的自然自然对数；资本结构（ Lev ）取值为企业年末资产负债率。企业规模和资本结构数据都取自国泰安数据库。

检验模型为 $RDPub_i = \alpha + \beta_1 LnRD + \beta_2 Size + \beta_3 Lev$ 。其中， α 为常数项， β_n 为各变量的系数。检验结果见表 1。

表 1 选择偏误检验结果

| 变量 | 系数 | P 值 |
|--------|------------|-------|
| $LnRD$ | 3.315*** | 0.000 |
| $Size$ | 2.073*** | 0.000 |
| Lev | -0.047*** | 0.000 |
| 常数项 | -53.967*** | 0.000 |

检验结果显示， $LnRD$ 的系数为 3.315，并在 1% 的水平上显著，说明该企业所在的细分行业研发支出合计越大，其披露研发信息的概率也越高，即当期发生了研发活动的企业通常会在年度财务报表中选择披露研发信息。本文对样本的处理方法不会造成选择偏误。

4 实证结果及分析

4.1 变量描述性统计分析

各变量的描述性统计如表 2 所示，由结果可看出：（1）研发资本存量的均值随折旧率增加逐渐减小，但根据标准差可以看出，其波动幅度随折旧率增加而增加；（2）从各其他指标的标准差可以看出，各其他指标的波动程度较大；（3）10%、15%、20% 折旧率计算的研发资本存量的均值和标准差之间存在一定差异，研发资本存量的均值和标准差随着折旧率增加逐渐降低。

表 2 变量描述性统计

| 变量名称 | 变量符号 | 观测值 | 平均值 | 标准差 | 中位数 | 最小值 | 最大值 |
|-----------------|------------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 营业收入 | $Sales$ | 7130 | 11.99 | 1.39 | 11.83 | 6.6 | 19.5 |
| 人力资本投入 | Lab | 7130 | 11.51 | 1.39 | 11.37 | 6.39 | 18.34 |
| 物质资本投入 | Cap | 7130 | 9.7 | 1.27 | 9.56 | 6.12 | 15.58 |
| 研发资本存量（10%） | $RD(10\%)$ | 7130 | 9.54 | 1.47 | 9.5 | 2.25 | 19.48 |
| 研发资本存量（15%） | $RD(15\%)$ | 7130 | 9.41 | 1.46 | 9.38 | 2.25 | 19.26 |
| 研发资本存量（20%） | $RD(20\%)$ | 7130 | 9.3 | 1.45 | 9.26 | 2.25 | 19.06 |
| 本科及以上学历 员工数量 | Gra | 7130 | 5.82 | 1.56 | 5.78 | 0 | 12.14 |
| 是否为出口企业 | Exp | 7130 | 0.7 | 0.46 | 1 | 0 | 1 |
| 专利申请数 | Pat | 7130 | 2.03 | 1.58 | 2.08 | 0 | 8.52 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 细分行业研发投入增长率 | <i>Grow</i> | 7130 | 0.28 | 0.35 | 0.18 | -0.16 | 10.35 |
| 国有股比例 | <i>Ssr</i> | 7130 | 3.2 | 11.04 | 0 | 0 | 84.11 |
| 第一大股东持股比例 | <i>Fsr</i> | 7130 | 34.78 | 16.79 | 33.82 | 0 | 100 |
| 企业已成立年份 | <i>Age</i> | 7130 | 14.89 | 4.97 | 14 | 3 | 57 |
| 资产负债率 | <i>Lev</i> | 7130 | 38.88 | 20.68 | 37.84 | 0.75 | 326.19 |
| 企业规模 | <i>Size</i> | 7130 | 7.67 | 1.19 | 7.57 | 3.93 | 12.84 |

4.2 回归结果分析

面板数据兼具了截面数据和时间序列数据的特征，因此在估计过程中需要考虑组间异方差、序列相关、截面相关等问题。本文使用的是跨度为 5 年的面板数据，时间跨度相对较短，序列相关问题可以不予考虑，因此重点考查异方差和截面相关问题。前文结论认为模型式 3 中存在内生性问题，因此随后也进行了内生性检验。检验过程如下：使用修正瓦尔德检验（Modified Wald）来考察模型中是否存在组间异方差问题；使用帕莎诺检验（Pesaran）确定是否存在截面相关问题；使用戴维森-麦金农（Davidson-Mackinnon）检验识别模型式 3 中是否存在内生性问题。此外，我们分别以 Cragg-Donald Wald F 统计量进行弱工具变量检验、Kleibergen-Paap rk LM 统计量进行识别不足检验，以及 Sargan-Hansen 统计量进行过度识别检验。

4.2.1 研发投入影响因素的估计结果

表 3 汇报了修正瓦尔德检验和帕莎诺检验的结果，表 4 汇报了式 5 研发投入影响因素模型的估计结果。修正瓦尔德检验和帕莎诺检验结果可知这两个检验均拒绝了原假设，我们可以得出回归中存在异方差和截面相关问题。为了处理异方差问题，我们在进行回归时附加 robust 选项，采用传统异方差稳健型估计量计算标准误；同时，因同一细分行业内不同企业间的行为会相互影响，会造成了截面相关问题，回归时根据细分工业行业的聚类(clusters)对标准误进行了校正。

表 3 修正瓦尔德检验和帕莎诺检验结果

| | 研发资本存量 (10%) | 研发资本存量 (15%) | 研发资本存量 (20%) |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Modified Wald | 1100000 | 1100000 | 1100000 |
| test(Pr>chi2) | [0.000] | [0.000] | [0.000] |
| Pesaran's test(Pr) | 14.387 | 14.938 | 15.504 |
| | [0.000] | [0.000] | [0.000] |

Modified Wald test 和 Pesaran's CD test 的原假设请见注释¹

表 4 研发投入影响因素的估计结果

| | (1) | (2) | (3) |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 解释变量 | 研发资本存量 (10%) | 研发资本存量 (15%) | 研发资本存量 (20%) |
| 细分行业研发 | 0.047* | 0.053* | 0.058* |

¹ Modified Wald test 为组间异方差检验，原假设是群组间同方差；Pesaran's CD test 为横截面相关性检验，原假设是横截面不相关；列（1）、（2）、（3）均使用的是面板固定效应。

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 投入增长率 | (0.079) | (0.075) | (0.082) |
| 本科及以上学历 | 0.037** | 0.042*** | 0.047*** |
| 员工数量 | (0.011) | (0.006) | (0.004) |
| 是否为出口企业 | 0.034* | 0.037** | 0.040** |
| | (0.060) | (0.047) | (0.038) |
| 专利申请数 | 0.015*** | 0.016*** | 0.017*** |
| | (0.010) | (0.004) | (0.002) |
| 物质资本投入 | 0.028 | 0.034 | 0.040 |
| | (0.337) | (0.264) | (0.215) |
| 人力资本投入 | 0.331*** | 0.357*** | 0.382*** |
| | (0.000) | (0.000) | (0.000) |
| 国有股比例 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | (0.564) | (0.571) | (0.579) |
| 企业年龄 | 0.200*** | 0.189*** | 0.179*** |
| | (0.000) | (0.000) | (0.000) |
| 第一大股东 | 0.001* | 0.000 | 0.000 |
| 持股比例 | (0.078) | (0.344) | (0.849) |
| 资产负债率 | -0.002** | -0.002* | -0.002* |
| | (0.033) | (0.050) | (0.071) |
| 企业规模 | -0.031 | -0.029 | -0.027 |
| | (0.455) | (0.510) | (0.565) |
| 常数项 | 3.027*** | 2.683*** | 2.384*** |
| | (0.000) | (0.000) | (0.000) |
| Industry | cluster | cluster | cluster |
| robust | Y | Y | Y |
| N | 7130 | 7130 | 7130 |
| r2 | 0.723 | 0.706 | 0.688 |

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1。() 内为 P 值; [] 内为伴随概率。

从表 4 研发投入影响因素模型估计结果可以看出, 专利申请数与 10%、15%、20%折旧率计算的研发资本存量的回归系数为正, 对其有 1.6%左右的促进作用, 并且在统计学上 1%的水平显著; 本科及以上学历员工数量与不同折旧率计算的研发资本存量的回归系数为正, 对其有 4.2%左右的促进作用, 并且在统计学上 1%到 5%上的水平显著; 是否为出口企业对不同折旧率计算的研发资本存量有 3.7%左右的促进作用, 并且在统计学上 5%到 10%的水平显著, 验证了前文及的客户需求对企业研发投入的影响; 细分行业研发增长率对不同折旧率计算的研发资本存量有 5.3%左右的促进作用, 虽然统计学上只在 10%的水平显著, 但促进作用较为明显, 验证了前文提及的科学技术发展对企业研发投入的影响。

4.2.2 生产函数模型的估计结果

表 5 汇报了模型式 3 的估计结果, 以及内生性检验、识别不足检验、弱工具变量检验和过度识别检验的结果。检验结论如下: (1) 内生性检验表明研发资本存量在回归模型式 4 中确为内生变量; (2) 识别不足检验拒绝了工具变量内生的原假设; (3) 对于以 15%和 20%折旧率计算的研发资本存量, 弱工具变量检验在 10%的水平上拒绝了工具变量为弱工具变量的原假设, 以 10%折旧率计算的研发资本存量在 20%的水平上拒绝了原假设; (4) 过度识别

检验没有拒绝工具变量与内生变量相关，而与干扰项不相关的原假设。工具变量法将式 5 估计得到研发资本存量拟合值，作为自变量放入式 3 进行回归。参考以往文献的做法，我们在规模报酬不变假设下对研发资本存量的产出弹性进行估计，即研发资本存量、物质资本投入、人力资本投入的系数之和为 1。为了对比和检验估计结果的稳定性和可靠性，本文也汇报了 OLS 固定效应下式 3 的估计结果。为了处理异方差问题，在进行回归时附加了 robust 选项，采用传统异方差稳健型估计量计算标准误；为处理截面相关问题，根据细分工业行业的聚类（clusters）对标准误进行了校正。

表 5 广义柯布道格拉斯生产函数的估计结果

| 解释变量 | (1) IV 营业收入 | (2) IV 营业收入 | (3) IV 营业收入 | (4) OLS 营业收入 | (5) OLS 营业收入 | (6) OLS 营业收入 |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 研发资本 存量（10%） | 0.221*** (0.000) | | | 0.099*** (0.000) | | |
| 研发资本 存量（15%） | | 0.228*** (0.000) | | | 0.101*** (0.000) | |
| 研发资本 存量（20%） | | | 0.234*** (0.000) | | | 0.102*** (0.000) |
| 物质资本 投入 | 0.140*** (0.000) | 0.139*** (0.000) | 0.138*** (0.000) | 0.160*** (0.000) | 0.160*** (0.000) | 0.160*** (0.000) |
| 人力资本 投入 | 0.640*** (0.000) | 0.634*** (0.000) | 0.628*** (0.000) | 0.740*** (0.000) | 0.739*** (0.000) | 0.738*** (0.000) |
| 国有股比例 | 0.001*** (0.002) | 0.001*** (0.002) | 0.001*** (0.003) | 0.001*** (0.009) | 0.001*** (0.010) | 0.001** (0.011) |
| 企业年龄 | -0.094*** (0.000) | -0.093*** (0.000) | -0.093*** (0.000) | -0.081*** (0.000) | -0.080*** (0.000) | -0.080*** (0.000) |
| 第一大股东 持股比例 | -0.001** (0.023) | -0.001** (0.038) | -0.001* (0.060) | -0.001** (0.021) | -0.001** (0.027) | -0.001** (0.034) |
| 资产负债率 | 0.002** (0.015) | 0.002** (0.016) | 0.002** (0.017) | 0.002* (0.058) | 0.002* (0.059) | 0.001* (0.059) |
| 企业规模 | 0.085*** (0.000) | 0.082*** (0.000) | 0.079*** (0.000) | 0.044** (0.016) | 0.042** (0.020) | 0.040** (0.026) |
| 常数项 | 2.935*** (0.000) | 2.989*** (0.000) | 3.039*** (0.000) | 3.575*** (0.000) | 3.597*** (0.000) | 3.615*** (0.000) |
| Industry robust | cluster Y | cluster Y | cluster Y | cluster Y | cluster Y | cluster Y |
| N | 7130 | 7130 | 7130 | 7130 | 7130 | 7130 |
| Sargan | 1.684 | 1.759 | 1.843 | | | |
| -Hansen | [0.641] | [0.624] | [0.606] | | | |
| Davidson | 11.085*** | 11.709*** | 12.209*** | | | |
| -MacKinnon | [0.000] | [0.000] | [0.005] | | | |
| Kleibergen | 13.128*** | 13.959*** | 14.462*** | | | |
| -Paap rk LM | [0.010] | [0.007] | [0.006] | | | |

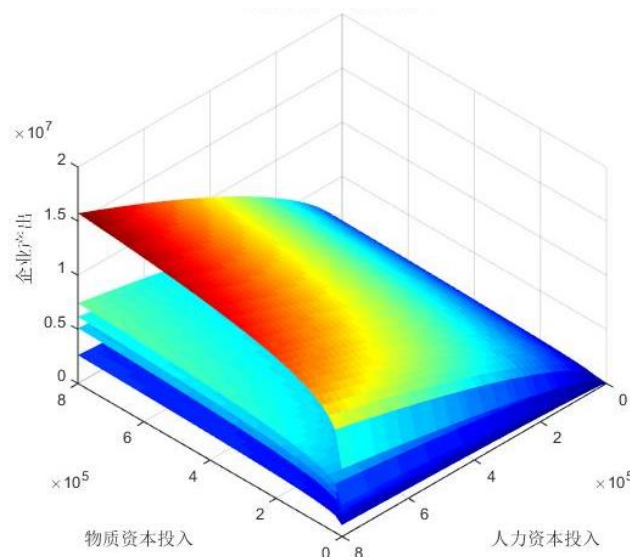
| | | | |
|--------------|---------|---------|---------|
| Cragg-Donald | 8.838 | 10.347 | 11.578 |
| Wald F(10%) | [10.27] | [10.27] | [10.27] |

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1。() 内为 P 值; [] 内为伴随概率。列 (1)、(2)、(3) 为 IV 估计固定效应下的回归结果, 列 (4)、(5)、(6) 为 OLS 估计固定效应下的回归结果。Kleibergen-Paap rk LM 统计量、Davidson-MacKinnon test、Cragg-Donald Wald F 统计量、Sargan-Hansen 统计量的原假设请见注释。²

从表 5 可以看出在 IV 固定效应下, 分别以 10%、15%、20%折旧率计算的研发资本存量估计系数在 23%左右, 均在统计学 1%的水平上显著; 在面板固定效应下, 不同折旧率计算的研发资本存量估计系数在 10%左右, 也均在统计学 1%的水平上显著。由此可以判断, 面板固定效应的估计结果低估了研发投入的产出弹性 (10%左右), 使用工具变量得到研发资本存量拟合值作为自变量得到的产出弹性估计值有所提高, 达到 23%左右, 说明使用工具变量确实改善了模型中的内生性问题。

在不同折旧率计算的研发资本存量下, 使用 IV 固定效应得到的物质资本投入产出弹性在 14%附近, 与面板固定效应得到的物质资本投入产出弹性 (16%) 较为接近, 且均在统计学 1%的水平上显著。物质资本投入有较高的产出弹性, 且使用 IV 固定效应和面板固定效应得到的弹性强度相近。此外, 使用 IV 固定效应得到的人力资本投入产出弹性在 63%附近, 使用面板固定效应得到的产出弹性在 74%附近, 且均在统计学 1%的水平上显著, 两者有少量差距。

根据回归结果可得包含研发资本存量的广义生产函数表达式, 选取 15%折旧率下研发资本存量构建拟合方程, 表示为: $Sales = e^{2.989} * Cap^{0.139} * Lab^{0.634} * RD^{0.228}$ 。为了更直观反映其变化规律, 图 5.1 和图 5.2 给出了不同视角下, 分别使用 1%、25%、50%、75%、99%百分位研发资本存量计算的企业产出、物质资本投入、人力资本投入的三维图形。



自上而下依次为使用 1%、25%、50%、75%、99%百分位的研发资本存量计算得出

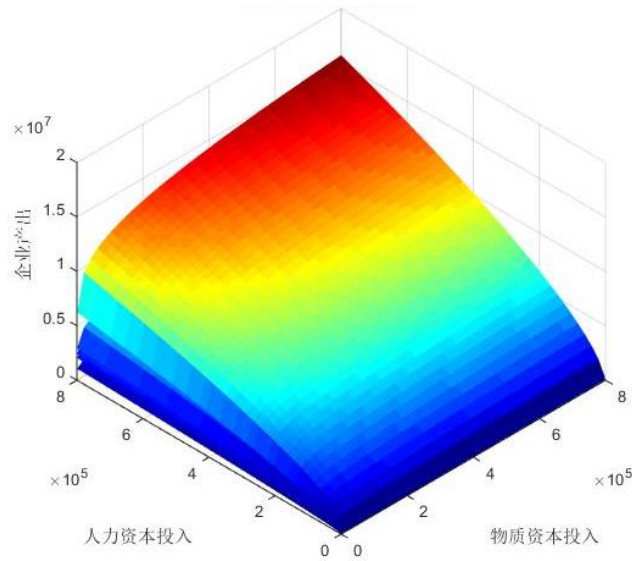
图 5.1 广义 CD 生产函数三维图形 (方位角:225°, 仰角:45°)

² Kleibergen-Paap rk LM 统计量检验工具变量识别不足问题, 原假设为存在识别不足问题; Davidson-MacKinnon test 检验模型中是否存在内生性问题, 原假设为不存在内生性问题; Cragg-Donald Wald F 统计量检验模型中是否存在弱工具变量问题, 原假设为存在弱工具变量问题; Sargan-Hansen 统计量检验工具变量是否存在过度识别问题, 原假设为不存在过度识别问题。

Fig5.1 Generalized CD production function 3D graphics

(azimuth angle: 225°, elevation angle: 45°)

(From top to bottom, use 1%, 25%, 50%, 75% and 99% of R & D capital stock to calculate)



自上而下依次为使用 1%、25%、50%、75%、99% 百分位的研发资本存量计算得出

图 5.2 广义 CD 生产函数三维图形（方位角 315°，仰角 45°）

Fig 5.2 Generalized CD production function 3D graphics

(azimuth angle: 315°, elevation angle: 45°)

(From top to bottom, use 1%, 25%, 50%, 75% and 99% of R & D capital stock to calculate)

5 结论分析

5.1 研发投入的影响因素

本文根据建立的研发投入影响因素模型模拟企业研发投入决策行为，从表 4 列示的模型估计结果来看：

首先，是否为出口企业、细分行业研发投入增长率两个变量与企业研发投入的回归系数均显著为正。是否为出口企业的估计系数说明，我国上市工业企业的出口行为会促进其增加研发投入，证实了需求拉动效应；细分行业研发投入增长率的估计系数说明，行业研发投入的增加也会促进上市工业企业增加研发投入，证实了技术推动效应。

其次，本科及以上学历员工数量与企业研发投入的回归系数显著，说明企业中高学历人才数量越多，企业对研发活动的投入也越大；专利申请数作为企业研发活动中非货币性投入的代理变量，其与企业研发投入的回归系数显著为正，说明企业在研发活动中投入的时间、精力等非货币性资源越多，其研发投入的金额也越大。综上，本科及以上学历员工数量、专利申请数也对我国上市工业企业的研发投入有显著影响。

最后，根据估计结果我们可以发现，资产负债率对不同折旧率计算的研发资本存量回归系数为-0.002，在统计学上 5%至 10%的水平上显著，说明资产负债率越高的企业越可能减少研发投入。企业规模指标的估计系数并不显著，说明企业规模大小不会对研发投入产生影响；国有股比例的估计系数也不显著，说明我国上市工业企业国有股比例的高低不会对研发投入

产生显著影响。另外，第一大股东持股比例仅对 10%折旧率计算的研发资本存量在 10%的水平上显著，与 15%和 2%折旧率计算的研发资本存量的估计系数不显著，说明第一大股东持股比例对企业研发投入并没有显著影响。

5.2 研发投入与企业产出的关系

首先，从表 5 列示的估计结果可以看出：无论使用 IV 固定效应还是面板固定效应，在规模报酬不变假设下和广义 CD 生产函数框架下，不同折旧率计算的研发资本存量与企业产出的弹性均在统计学 1%的水平上显著。面板固定效应的估计结果与 IV 固定效应的估计结果都证实了研发投入确实对企业产出有显著促进作用，但研发投入与企业产出存在互为因果关系，直接使用面板固定效应得到的估计值结果会存在偏误。

其次，使用面板固定效应进行估计会低估了研发资本存量的产出弹性。以 15%折旧率计算的研发资本存量为例，列（5）中面板固定效应下的系数估计值为 10.1%，低于列（2）IV 固定效应下的估计结果 22.8%。回归结果说明，使用工具变量确实改善了由研发投入与企业产出之间内生性导致的估计结果偏误问题，进一步提高了模型估计结果的准确性。

最后，IV 固定效应下人力资本投入和物质资本投入的产出弹性均低于面板固定效应下的结果，且均在统计学 1%的水平上显著。以 15%折旧率计算的研发资本存量为例，列（2）IV 固定效应下人力资本投入的系数估计值为 63.4%，低于列（2）面板固定效应下的估计结果 73.9%；IV 固定效应下物质资本投入的系数估计值 13.9%，显著低于列（2）面板固定效应下的估计结果 16.0%。其可能的原因是，与面板固定效应相比，IV 固定效应下人力资本投入和物质资本投入对企业产出的影响程度发生了变化，并体现在表 5 的估计结果中。

综上，本文首先研究了中国上市工业企业研发投入的影响因素；并在广义柯布道格拉斯生产函数框架下，使用研发投入与其影响因素的拟合值研究了研发投入的产出弹性。研发资本存量可以表明企业科技水平的累积程度，并可以在经营过程中提高企业产出，本文的研究结果显示中国上市工业企业研发投入的产出弹性达到约 22.8%，与国外众多文献的研究结果相近。如 Griliches & Mairesse(1983)使用美国 1966—1977 年企业数据估计的研发投入产出弹性在 0.05 到 0.3 之间；Cuneo & Mairesse(1983)、Hall & Mairesse(1995)运用 CD 生产函数以法国制造业企业为样本进行研究，结果显示其研发投入的产出弹性在 0.09 和 0.33 之间；Bloom & Van Reenen(2002)及 Griffith & Reenen(2006)以英国企业为样本，研究得出研发投入的产出弹性介于 0.012 和 0.029 之间。本文以我国上市工业企业为样本，在广义 CD 生产函数框架下得到的研发投入产出弹性已接近美国、法国、英国等发达国家水平。

5.3 结论与建议

近年来，随着中国企业对研发活动的投入不断加大，科研能力不断增强，中国企业研发投入的产出弹性有了快速提升，研发活动对企业产出的促进作用也越来越明显，并对欧美发达国家形成了迅速追赶之势。但我们也应该看到许多企业在研发活动中出现过度投资、不符合市场需求、与自身实力不匹配、不符合行业发展方向等情况，从而导致企业研发投入失败，为企业带来巨大的资源浪费和财务负担。

结合企业研发行为建模得出的结论，在资源约束条件下，企业应在确立研发项目前估算

以下事项：研发活动需要的整体投入；研发成果在应用过程中对产品成本带来的整体影响；应用研发成果后，在考虑价格和效用的情形下，新产品在市场上的竞争力。

结合企业研发投入影响因素的分析，企业在加大研发投入的同时，要综合考虑自身的实际情况，包括员工整体学历层次，技术积累水平，是否拥有足够非财务研发资源如时间、人员精力等；同时，也要考虑行业技术发展进度与整体研发投入水平，避免因不了解行业发展状况而投资过度或投资不足；同时，也要考虑目标客户对产品需求，避免产品效用过于超前或落后。

参考文献：

- [1] Acs Z J, Audretsch D B. Innovation, market structure, and firm size[J]. The review of Economics and Statistics, 1987: 567-574.
- [2] Aiello F, Cardamone P. R&D spillovers and firms' performance in Italy Evidence from a flexible production function[M]//Spatial Econometrics. Physica-Verlag HD, 2009: 143-166.
- [3] Auken H V, Madridguijarro A, Garciaperezdelema D. Innovation and performance in Spanish manufacturing SMEs[J]. International Journal of Entrepreneurship & Innovation Management, 2008, 8(1):36-56.
- [4] Berchicci L. Towards an open R&D system: Internal R&D investment, external knowledge acquisition and innovative performance[J]. Research Policy, 2013, 42(1): 117-127.
- [5] Bloom N, Van Reenen J. Patents, real options and firm performance[J]. The Economic Journal, 2002, 112(478): C97-C116.
- [6] Bravo-Ortega C, Marin A G. R&D and productivity: A two way avenue?[J]. World Development, 2011, 39(7): 1090-1107.
- [7] Bronzini R, Iachini E. Are incentives for R&D effective? Evidence from a regression discontinuity approach[J]. American Economic Journal: Economic Policy, 2014, 6(4): 100-134.
- [8] Brown J R, Martinsson G, Petersen B C. Do financing constraints matter for R&D?[J]. European Economic Review, 2012, 56(8): 1512-1529.
- [9] Business Council of Australia, 1993, Managing the Innovating Enterprise, Melbourne, BCA.
- [10] Chamberlain, Gary, 1984, "Panel Data", in: Z. Griliches & M. D. Intriligator (ed.), Handbook of Econometrics, Edition 1: 1247-1318.
- [11] Chan, S.H., Martin, J., Kensinger, J. Corporate research and development expenditures and share value [J]. Journal of Financial Economics, 1990, 26: 255—276.
- [12] Crépon B, Duguet E, Mairesse J. Research, Innovation And Productivity [Ty: An Econometric Analysis At The Firm Level][J]. Economics of Innovation and new Technology, 1998, 7(2): 115-158.
- [13] Cuneo P, Mairesse J. Productivity and R&D at the firm level in French manufacturing[J]. 1983.
- [14] De Marchi V. Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms[J]. Research Policy, 2012, 41(3): 614-623.
- [15] Doraszelski U, Jaumandreu J. R&D and productivity: Estimating endogenous productivity[J]. The Review of Economic Studies, 2013, 80(4): 1338-1383.
- [16] Fische R P H, Maddala G S, Trost R P. Estimation of a heteroskedastic Tobit model[J]. Manuscript Florida University, 1979.
- [17] Goldsmith R W. A Perpetual Inventory of National Wealth [M]. National Bureau of Economic Research, Inc, 1951.
- [18] Goto A, Suzuki K. R & D capital, rate of return on R & D investment and spillover of R & D in Japanese manufacturing industries[J]. The Review of Economics and Statistics, 1989: 555-564.

- [19] Griffith R, Harrison R, Van Reenen J. How special is the special relationship? Using the impact of US R&D spillovers on UK firms as a test of technology sourcing[J]. *The American Economic Review*, 2006, 96(5): 1859-1875.
- [20] Griliches Z, Lichtenberg F R. R&D and productivity growth at the industry level: is there still a relationship?[M]//R&D, patents, and productivity. University of Chicago Press, 1984: 465-502.
- [21] Griliches Z. and J. Mairesse, 1984, "Productivity and R & D at the Firm Level", in Z. Griliches (ed.), R & D, Patents, and Productivity, Chicago:University of Chicago Press.
- [22] Griliches Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth[J]. *The bell journal of economics*, 1979: 92-116.
- [23] Griliches Z. Productivity, R&D, and basic research at the firm level in the 1970s[J]. 1985, *American Economic Review*, 76:141-154.
- [24] Gustavsson P, Poldahl A. Determinants of firm R&D: Evidence from Swedish firm level data[M]. FIEF, 2003.
- [25] Hall B H, Lotti F, Mairesse J. Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy[J]. *Small Business Economics*, 2009, 33(1): 13-33.
- [26] Hall B H, Mairesse J. Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms[J]. *Journal of econometrics*, 1995, 65(1): 263-293.
- [27] Hall B H, Oriani R. Does the market value R&D investment by European firms? Evidence from a panel of manufacturing firms in France, Germany, and Italy[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2006, 24(5): 971-993.
- [28] Hausman, J., B. Hall, and Z. Griliches, 1984, Econometric Model for Count Data with an Application to Patent R & D Relationship, *Econometrica*, 52(Jul.):909-938.
- [29] Hirsch S. Location of industry and international competitiveness[M]. Clarendon Press, 1970.
- [30] Jefferson G H, Huamao B, Xiaojing G, et al. R&D performance in Chinese industry[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2006, 15(4-5): 345-366.
- [31] Jose Miguel Benavente. The role of research and innovation in promoting productivity in chile[J]. *Economics of Innovation & New Technology*, 2006, 15(4-5):301-315.
- [32] Lang G. Measuring the returns of R&D—An empirical study of the German manufacturing sector over 45 years[J]. *Research Policy*, 2009, 38(9): 1438-1445.
- [33] Lee C Y. A simple theory and evidence on the determinants of firm R&D[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2003, 12(5): 385-395.
- [34] Levin R, Reiss P C. Tests of a Schumpeterian model of R&D and market structure[M]//R&D, patents, and productivity. University of Chicago Press, 1984: 175-208.
- [35] Lööf H, Heshmati A. Investment and performance of firms: correlation or causality?[J]. *Corporate Ownership & Control*, 2008, 6(2): 268-282.
- [36] Lööf H, Heshmati A. Knowledge capital and performance heterogeneity:: A firm-level innovation study[J]. *International Journal of Production Economics*, 2002, 76(1): 61-85.
- [37] OECD, 1997, *The Oslo Manual:Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, Paris, OECD.
- [38] Pakes A, Griliches Z. Patents and R&D at the firm level: A first report[J]. *Economics letters*, 1980, 5(4): 377-381.
- [39] Pellegrino G, Piva M, Vivarelli M. Young firms and innovation: a microeconometric analysis[J]. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2012, 23(4): 329-340.
- [40] R&D, patents and productivity[M]. University of Chicago Press, 2007.
- [41] Schumpeter J A. Capitalism, socialism and democracy[M]. Routledge, 2013.

- [42] Symeonidis G. Innovation, firm size and market structure[J]. 1996.
- [43] Wakelin K. Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms[J]. Research policy, 2001, 30(7): 1079-1090.
- [44] Wooldridge J M. Econometric analysis of cross section and panel data[M]. MIT press, 2010.
- [45] Woolridge J R. Competitive decline and corporate restructuring: Is a myopic stock market to blame?[J]. Journal of Applied Corporate Finance, 1988, 1(1): 26-36.
- [46] 白俊红, 李婧. 政府 R&D 资助与企业技术创新--基于效率视角的实证分析[J]. 金融研究, 2011(6):181-193.
- [47] 陈劲, 陈钰芬. 企业技术创新绩效评价指标体系研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2006, 27(3):86-91.
- [48] 陈晓红, 李喜华, 曹裕. 技术创新对中小企业成长的影响--基于我国中小企业板上市公司的实证分析[J]. 科学学与科学技术管理,
- [49] 董静, 苟燕楠. 研发投入与上市公司业绩--基于机械设备业和生物医药业的比较研究[J]. 科技进步与对策, 2010, 27(20):56-60.
- [50] 冯根福, 刘军虎, 徐志霖. 中国工业部门研发效率及其影响因素实证分析[J]. 中国工业经济, 2006(11):46-51.
- [51] 高建, 汪剑飞, 魏平. 企业技术创新绩效指标:现状、问题和新概念模型[J]. 科研管理, 2004, 25(s1):14-22.
- [52] 刘小清. 论无形资产信息的有效披露[J]. 中央财经大学学报, 2003(3):65-67.
- [53] 陆国庆. 中国中小板上市公司产业创新的绩效研究[J]. 经济研究, 2011(2):138-148.
- [54] 罗福凯, 于江, 陈肖丹. 高端装备制造上市企业技术资本测度及收益分析[J]. 经济管理, 2013(11):59-70.
- [55] 冒佩华, 周亚虹, 黄鑫,等. 从专利产出分析人力资本在企业研发活动中的作用--以上海市大中型工业企业为例证[J]. 财经研究,
- [56] 任海云, 师萍. 企业 R&D 投入与绩效关系研究综述--从直接关系到调节变量的引入[J]. 科学学与科学技术管理, 2010, 31(2):143-
- [57] 任海云. 公司治理对 R&D 投入与企业绩效关系调节效应研究[J]. 管理科学, 2011, 24(5):138-139.
- [58] 任曙明, 吕镛. 融资约束. 政府补贴与全要素生产率--来自中国装备制造企业的实证研究[J]. 管理世界, 2014(11):10-23.
- [59] 王玉春, 郭媛嫣. 上市公司 R&D 投入与产出效果的实证分析[J]. 产业经济研究, 2008(6):44-52.
- [60] 吴延兵. R&D 存量、知识函数与生产效率[J]. 经济学:季刊, 2006, 5(3):1129-1156.
- [61] 吴延兵. 中国哪种所有制类型企业最具创新性?[J]. 世界经济, 2012(6):3-29.
- [62] 项本武. 技术创新绩效实证研究新进展[J]. 经济学动态, 2009(5):103-108.
- [63] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952-2000, 经济研究, 2004 年第 10 期, 35-44.
- [64] 张幸花. 中小型软件企业研发人员激励体系建设初探[J]. 管理现代化, 2012(4):56-58.
- [65] 章道云, 邓学芬, 黄坤. 上市公司人力资本对企业净利润贡献率的实证研究[J]. 宏观经济研究, 2011(7):71-76.
- [66] 周密. 研发存量、研发经费来源与知识生产效率[J]. 经济评论, 2012(5):61-68.
- [67] 周亚虹, 贺小丹, 沈瑶. 中国工业企业自主创新的影响因素和产出绩效研究[J]. 经济研究, 2012(5):107-119.
- [68] 朱平芳, 徐伟民. 上海市大中型工业行业专利产出滞后机制研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2005, 22(9):136-142.
- [69] 朱平芳, 徐伟民. 政府的科技激励政策对大中型工业企业 R&D 投入及其专利产出的影响--上海市的实证研究[J]. 经济研究, 2003(6)
- [70] 朱有为, 徐康宁. 中国高技术产业研发效率的实证研究[J]. 中国工业经济, 2006(11):38-45.