

我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入影响因素的实证研究

范明杰, 曲凤宏

(沈阳药科大学工商管理学院, 沈阳 110016)

[摘要] 本文旨在明确我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入的影响因素及其作用机制, 为提升我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入水平提供参考。基于 2009—2019 年我国医药制造业不同子行业相关指标数据, 使用因子分析方法实证分析所归纳因素对其合作创新资金投入的影响。研发资金内部投入、科技活动人员投入、新产品开发投入、盈利水平、有效发明专利和政府资助对我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入均为正向影响, 这种促进作用体现为生物药品制造业 > 化学药品制造业 > 中成药制造业; 而企业开放度对我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入均为负向影响。

[关键词] 医药制造业; 子行业; 合作创新资金投入; 影响因素; 因子分析

[中图分类号] R95 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1003-3734(2023)10-0985-04

An empirical study on influencing factors of cooperative innovation capital investment in different sub-sectors of China's pharmaceutical manufacturing industry

FAN Ming-jie, QU Feng-hong

(College of Business Administration, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China)

[Abstract] The aim of the article was to clarify the factors affecting the investment in cooperation and innovation in different sub-sectors of China's pharmaceutical manufacturing industry and its mechanism of action, and provide a reference for improving the level of investment in this field. Based on the relevant indicator data of different sub-sectors of China's pharmaceutical manufacturing industry from 2009 to 2019, the factor analysis method is used to empirically analyze the impact of the summarized factors on the investment in cooperative innovation. It was found that internal investment in research and development funds, investment in scientific and technological activities, investment in new product development, profitability, effective invention patents, and government funding all have a positive impact on investment in cooperative innovation in different sub-sectors of China's pharmaceutical manufacturing industry. Their impact on biopharmaceutical manufacturing industry is greater than that on chemical manufacturing industry, followed by the Chinese patent medicine manufacturing industry. Whereas the degree of enterprise openness has a negative impact on the investment in cooperation and innovation in different sub-sectors of the Chinese pharmaceutical manufacturing industry.

[Key words] pharmaceutical manufacturing; sub-industry; cooperative innovation capital investment; influencing factors; factor analysis

在当前的世界经济环境形势下, 我国医药制造

业在市场竞争中也面临着许多挑战与威胁, 只有不断地进行行业创新满足市场需求, 才能在竞争中处于有利地位。但是, 目前由于信息、技术等网络化的特点, 创新往往需要多个领域的技术和人才共同完

[作者简介] 范明杰, 男, 副研究员, 主要从事新药研发工作。
E-mail: mingjie.fan@outlook.com。

成,原有的封闭式创新已经不能满足企业发展的需要。开放式创新的模式已经成为企业竞争力的一部分,并且也已经成为国内外众多学者研究的热点领域。越来越多的医药企业通过整合外部资源进行合作研发和创新外包,积极寻求企业之间、企业与大学、科研机构等单位的交流与合作,以分散研发风险、缩短研发周期、提高研发效率进而提高创新水平和获取经济效益^[1]。明确我国医药制造业合作创新资金投入的影响因素及其机制对于政府相关部门和医药企业合理配置研发资源具有重要意义。我国医药制造业主要包括化学药品制造业、中成药制造业和生物药品制造业,由于不同子行业的特点不同,因此本文对我国医药制造业不同子行业合作创新支出的影响因素进行实证分析,以期对不同子行业开展合作创新活动和相关部门针对性实施激励政策提供参考。

1 我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入影响因素指标评价体系构建

我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入受到多种因素的影响,如何确定这些关键因素是建立经济计量模型的关键。因此本文参考 Schmiedeborg^[2]、Hagedoorn 等^[3]、王阅^[4]、文少维^[5]、Bebczuk^[6]、周芳^[7]、张曦等^[8]、Chen 等^[9]、叶伟巍^[10]、杜钟珊^[11]关于合作创新影响因素的研究,筛选出可能对我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入产生影响的7个因素作为解释变量,主要包括:①研发资金内部投入:以研发经费内部支出作为衡量指标,记为 X_1 。②科技活动人员投入:以研发人员折合全时当量作为衡量指标,记为 X_2 。③新产品开发投入:以新产品开发经费支出作为衡量指标,记为 X_3 。④企业开放度:将外贸依存度和外资依存度之和作为衡量指标,记为 X_4 。⑤盈利水平:将利润总额作为衡量指标,记为 X_5 。⑥有效发明专利数,记为 X_6 。⑦政府资助:将政府资助资金作为衡量指

标,记为 X_7 。具体解释变量和指标选取见表1。

表1 变量指标选取

解释变量	衡量指标
研发资金内部投入	研发经费内部支出(X_1)
科技活动人员投入	研发人员折合全时当量(X_2)
新产品开发投入	新产品开发经费支出(X_3)
企业开放度	外贸依存度+外资依存度(X_4)
盈利水平	利润总额(X_5)
有效发明专利数	有效发明专利数(X_6)
政府资助	政府资助资金(X_7)

2 模型建立

本研究设定的模型为:

$$Y = \alpha_0 X_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} X_3^{\alpha_3} X_4^{\alpha_4} X_5^{\alpha_5} X_6^{\alpha_6} X_7^{\alpha_7} \quad (1)$$

其中, Y 代表不同子行业合作创新资金投入(下文中 Y_1 为化学药品制造业, Y_2 为中成药制造业, Y_3 为生物药品制造业),以研发经费外部支出作为衡量指标; X_n ($n=1,2,3\cdots 7$)表示所有可能影响合作创新资金投入的7个指标因素。为了削弱模型的共线性和异方差性,提高结果的准确性,对方程(1)两边同时取对数可得:

$$\ln Y = \alpha_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + \alpha_5 \ln X_5 + \alpha_6 \ln X_6 + \alpha_7 \ln X_7 \quad (2)$$

上述相关指标数据均来源于《中国工业企业科技活动统计年鉴》和《中国高技术产业统计年鉴》。

3 实证分析

3.1 相关性分析

在进行因子分析回归之前,首先要对各变量进行相关性检验,证实模型科学性。对解释变量和被解释变量进行 Pearson 相关性分析,检验结果见表2。可知医药制造业不同子行业研发经费外部支出与各解释变量相关性都很强,因此上述建立的线性回归假设模型具有一定的合理性。

表2 相关性检验结果

变量	$\ln X_1$	$\ln X_2$	$\ln X_3$	$\ln X_4$	$\ln X_5$	$\ln X_6$	$\ln X_7$
$\ln Y_1$	0.994	0.952	0.986	-0.986	0.988	0.990	0.911
$\ln Y_2$	0.471	0.542	-0.071	-0.401	0.465	0.382	0.389
$\ln Y_3$	0.948	0.968	0.950	-0.790	0.940	0.941	0.841

3.2 共线性诊断

在因子分析之前需要对变量做共线性诊断,判

定变量之间是否存在共线性并进行修正,共线性诊断结果见表3。

表3 共线性诊断结果

解释变量	化学药品制造业		中成药制造业		生物药品制造业	
	容差	方差膨胀因子(VIF)	容差	VIF	容差	VIF
X_1	0.000	2 662.192	0.000	2 649.978	0.001	803.941
X_2	0.008	121.551	0.005	197.699	0.000	2 250.448
X_3	0.003	306.116	0.112	8.933	0.002	541.746
X_4	0.002	521.521	0.227	4.401	0.001	854.492
X_5	0.002	413.289	0.001	1 142.652	0.012	83.128
X_6	0.002	432.844	0.122	8.191	0.001	672.920
X_7	0.008	132.46	0.013	76.682	0.001	803.941

共线性诊断结果在此以容差和方差膨胀因子(VIF)判定,容差越接近于0,VIF > 10,变量之间的共线性较强。由表3结果可知,不同子行业解释变量之间的容差接近或等于0,且相应的VIF大部分 > 10,这说明各解释变量之间存在较严重的共线性。

3.3 因子分析修正模型

3.3.1 因子分析可用性验证 首先对解释变量进行Z标准化[标准化值=(原数据-均值)/标准差],之后用KMO和Bartlett球形度检验来判断模型的解释变量是否适合因子分析,一般地,当KMO > 0.5和Bartlett球形度检验的概率 $P < 0.001$ 时说明数据适用于因子分析。通过检验发现化学药品制造业、中成药制造业、生物药品制造业对应的KMO值分别为0.710,0.620,0.514,均 > 0.5,并且其Bartlett球形度检验的 P 值均为0.000,说明模型可采用因子分析法。

3.3.2 主因子提取及分析 对所有解释变量提取主因子,提取规则为:主因子的特征根 > 1,累计方差贡献率 > 85%。运行数据后得到化学药品制造业提取1个主因子 F_1 (特征根为6.752),累积方差贡献率为96.46%;中成药制造业提取2个主因子 F_1 (特征根为6.752)和 F_2 (特征根为0.715),累积方差贡献率分别为76.63%和86.85%;生物药品制造业提取1个主因子 F_1 (特征根为6.450),累积方差贡献率为92.15%。

其中主因子与Z标准化之后的解释变量之间的表达式如下:

① 化学药品制造业

$$F_1 = 0.148ZX_1 + 0.143ZX_2 + 0.148ZX_3 - 0.146ZX_4 + 0.145ZX_5 + 0.147ZX_6 + 0.141ZX_7 \quad (3)$$

② 中成药制造业

$$F_1 = 0.067ZX_1 + 0.245ZX_2 + 0.500ZX_3 + 0.462ZX_4 - 0.075ZX_5 + 0.416ZX_6 + 0.184ZX_7 \quad (4)$$

$$F_2 = 0.198ZX_1 + 0.000ZX_2 - 0.366ZX_3 - 0.702ZX_4 + 0.344ZX_5 - 0.234ZX_6 + 0.072ZX_7 \quad (5)$$

③ 生物药品制造业

$$F_1 = 0.154ZX_1 + 0.153ZX_2 + 0.154ZX_3 - 0.137ZX_4 + 0.147ZX_5 + 0.151ZX_6 + 0.145ZX_7 \quad (6)$$

3.3.3 求解含有原始解释变量的回归方程 在此将主因子作为新的解释变量与被解释变量重新建立回归模型,代入换算后得最终方程:

① 化学药品制造业

$$Y_1 = 0.0676X_1 + 0.0654X_2 + 0.0676X_3 - 0.0667X_4 + 0.0663X_5 + 0.0672X_6 + 0.0644X_7 + 12.270 \quad (7)$$

② 中成药制造业

$$Y_2 = -0.0188X_1 + 0.0174X_2 + 0.0095X_3 - 0.0170X_4 + 0.0191X_5 + 0.0129X_6 + 0.0182X_7 + 11.49 \quad (8)$$

③ 生物药品制造业

$$Y_3 = 0.132X_1 + 0.131X_2 + 0.132X_3 - 0.117X_4 + 0.126X_5 + 0.129X_6 + 0.124X_7 + 10.195 \quad (9)$$

4 结果与讨论

4.1 化学药品制造业

企业开放度与我国化学药品制造业合作创新资金投入为负相关,其余因素均为正相关。从弹性系数来看,当研发经费内部支出每增加1%,化学药品制造业研发经费外部支出增加0.0676%;研发人员折合全时当量每增加1%,研发经费外部支出上升0.0654%;新产品开发经费支出每增加1%,研发经费外部支出增加0.0676%;外资依存度与外贸依存度之和每增加1%,研发经费外部支出减少0.0667%;新产品销售收入每增加1%,研发经费外部支出增加0.0663%;有效发明专利数每增加1%,研发经费外部支出增加0.0672%;政府资助资金每增加1%,研发经费外部支出增加0.0644%。

4.2 中成药制造业

企业开放度与我国中成药制造业合作创新资金

投入负相关,其余因素均为正相关。从弹性系数来看,当研发经费内部支出每增加1%,中成药制造业研发经费外部支出增加0.0188%;研发人员折合全时当量每增加1%,研发经费外部支出上升0.0174%;引进技术经费每增加1%,研发经费外部支出增加0.0095%;外贸依存度和外资依存度之和每增加1%,研发经费外部支出减少0.0170%;新产品销售收入每增加1%,研发经费外部支出增加0.0191%;有效发明专利每增加1%,研发经费外部支出增加0.0129%;政府资助资金每增加1%,研发经费外部支出增加0.0182%。

4.3 生物药品制造业

企业开放度与我国生物药品制造业合作创新资金投入负相关,其余因素均为正相关。从弹性系数来看,当研发经费内部支出每增加1%,生物药品制造业研发经费外部支出增加0.1317%;研发人员折合全时当量每增加1%,研发经费外部支出上升0.1308%;新产品开发经费支出每增加1%,研发经费外部支出增加0.1317%;外资依存度与外贸依存度之和每增加1%,研发经费外部支出减少0.1171%;新产品销售收入每增加1%,研发经费外部支出增加0.1257%;专利申请数每增加1%,研发经费外部支出增加0.1291%;政府资助资金每增加1%,研发经费外部支出增加0.1240%。

5 结论与建议

5.1 结论

研发资金内部投入、科技活动人员投入、新产品开发投入、盈利水平、有效发明专利和政府资助对我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入均为正向影响^[12],这种促进作用体现为生物药品制造业>化学药品制造业>中成药制造业;而企业开放度对我国医药制造业不同子行业合作创新资金投入均为负向影响。

5.2 建议

5.2.1 化学药品制造业 ① 增加研发资金内部投入和新产品开发的投入,多途径筹集资金进行研发投入和新产品开发,寻求政府资助和与科研院所的合作,分散研发资金给企业带来的负担。② 注重开放度对合作创新支出的负向影响,优化出口产品升级,克服高出口成本。我国化学药品制造业的出口多是一般加工品,不具有高技术密集度,面对国外的技术贸易壁垒,为了出口只能选择承担较高的出口成本。因此化学制造业应该优化出口产品结构,增

加原研药和技术密集型产品的出口,占领国外部分市场以获得利润。

5.2.2 中成药制造业 ① 增加创新主体的科技活动人员投入,引进国外先进技术。中药虽然起源于中国,但是由于文化的差异,导致中药在国外很难被认可。现今“一带一路”政策为中药文化的传播贡献了极大力量,因此,中成药制造业可以借鉴日本汉方药以及国外植物提取药的发展历程,引进国外技术和人才,使中国中成药与国际接轨。② 优化中成药制造业的创新环境。首先,完善国内相关质量法规与国际接轨,规范中药种植,从原材料抓起;其次,制定相关中成药研发激励政策,鼓励中成药制造业的研发,避免一些中小企业面对高昂的研发成本和较大的研发风险望而却步。

5.2.3 生物药品制造业 ① 增加创新主体自身投入。近些年国家对生物药品制造业大力鼓励创新,制定了相关鼓励政策,但是企业自身也应注重创新能力的提升,主要是增加企业研发资金内部投入、新产品开发投入和科技活动人员的投入。② 注重创新主体的知识产出能力和经济产出能力的提升,进一步加大合作伙伴的研发投入力度。合作伙伴只有在关注到研发投入转化为经济效益之后才会持续进行投资。

[参 考 文 献]

- [1] 巩帆. 企业研发外包的影响因素研究[D]. 上海交通大学, 2011.
- [2] SCHMIEDEBERG C. Complementarities of innovation activities: An empirical analysis of the German manufacturing sector[J]. *Res Policy*, 2008, 37(9): 1492-1503.
- [3] HAGEDOORNA J, WANG N. Is there complementarity or substitutability between internal and external R&D strategies? [J]. *Res Policy*, 2012, 41(6): 1072-1083.
- [4] 王闯. 辽宁省高技术产业协同创新能力研究[D]. 辽宁大学, 2013.
- [5] 文少维. 江西省生物医药产业协同创新能力研究[D]. 江西师范大学, 2016.
- [6] BEBZUK RN. R&D expenditures and the role of government around the world[J]. *Estudios de Economia*, 2002, 1(29): 109-121.
- [7] 周芳. 北京市制造业 R&D 投入的贡献研究——基于 CDM 模型的技术创新效果评估[J]. *研究与发展管理*, 2014, 26(6): 22-31.
- [8] 张曦, 赵国浩. 我国大中型工业企业科技活动支出对产出的影响——基于 2005—2011 年 32 个工业行业面板数据的实证分析[J]. *科技管理研究*, 2015, 35(4): 81-86.
- [9] CHEN Z, LEE SH, XU W. R&D Performance in high-tech firms in China[J]. *Asian Econ Pap*, 2017, 16(3): 193-208.
- [10] 叶伟巍. 产学研合作创新机理与政策研究[D]. 浙江大学, 2009.
- [11] 杜钟珊. 国防科技工业产学研联盟技术创新的影响因素研究[D]. 南京航空航天大学, 2010.
- [12] 杨欢, 王佳洛, 高子雯, 等. 政府补贴及研发投入对医药企业绩效的异质性影响研究[J]. *中国新药杂志*, 2022, 31(4): 312-318.

编辑:王宇梅/接受日期:2022-09-08