

中成药企业业绩影响因素研究

——基于柯布 - 道格拉斯函数

潘张璇, 田 雪, 阎虎勤

厦门国家会计学院, 福建 厦门

Email: suzie1230@163.com

收稿日期: 2021年4月19日; 录用日期: 2021年5月24日; 发布日期: 2021年5月31日

摘 要

新冠疫情席卷全球, 各国医药企业的研发创新能力受到关注, 但我国中成药企业存在研发投入比例低、创新能力不足的现象。本文选取19家中成药板块企业, 利用柯布 - 道格拉斯函数对其2011~2019的企业业绩的贡献因素进行分析, 发现企业研发投入边际产出高, 但对企业营业收入贡献占比少的现象, 说明了我国中成药企业存在研发投入严重不足的问题。进一步, 以问题为导向, 本文进行了原因分析并提出了相应建议。

关键词

中成药企业, 研发资本投入, 柯布 - 道格拉斯函数

Research on the Factors Influencing the Performance of Chinese Patent Medicine Enterprises

—Based on Cobb Douglas Function

Zhangxuan Pan, Xue Tian, Huqin Yan

Xiamen National Accounting Institute, Xiamen Fujian

Email: suzie1230@163.com

*中成药是以中草药为原料的中药制品, 中成药制造属于医药制造业。

Received: Apr. 19th, 2021; accepted: May 24th, 2021; published: May 31st, 2021

Abstract

COVID-19 has swept the world, and the R&D capability of pharmaceutical companies in various countries has been concerned. However, there is a low proportion of R&D investment and insufficient innovation capability in Chinese proprietary medicine enterprises. In this paper, 19 Chinese patent medicine enterprises are selected to analyze their contribution factors of enterprise performance from 2011 to 2019 by using Cobb Douglas function. It is found that the marginal output of enterprise R&D investment is high, but the contribution to enterprise operating income is small, which indicates that Chinese patent medicine enterprises have serious shortage of R&D investment. Further, this paper analyzes the causes and puts forward corresponding suggestions.

Keywords

Chinese Patent Medicine Enterprises, R&D Capital Investment, Cobb Douglas Function

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2020年,新冠疫情席卷全球,中国快速应对危机,有效遏制疾病在大陆的蔓延。在治疗新冠患者的过程中,中医药起到了重要作用。据国家中医药管理局公告:截至2020年3月15日,湖北省中医药参与治疗比例91.64%;武汉市中医药参与治疗比例89.10%;全国中医药参与治疗比例92.41%。在我国,中医药的发展已有几千年的历史,对一些慢性疾病或疑难疾病,因其独特的药理作用而拥有广阔的市场前景。中商产业研究院发布的《2021年“十四五”中国中医药行业市场前景及投资研究报告》指出,我国中医药制造市场从2016年637亿元增至2020年737亿元,年均复合增长率为3.7%;2021年我国中药制药市场规模将达到753亿元,呈上升趋势。

虽然目前中国是仅次于美国的全球第二大制药市场,但我国并非制药强国,中药研发强度及研发效率相较于欧美国家药品研发还很滞后。对比2019年全球制药企业强的研发强度数据,美国再生源(REGN)的研发支出占营业比重高达55.8%,排名第一;排名最后的美国安进(AMGEN)该比值也达到了13.7%。反观我国中成药行业,以本文选取的中成药行业中企业估值排名前三十的19家企业数据来看,2019年其平均研发支出占营业收入比重仅为2.8%,与欧美国家存在巨大差距。为鼓励企业进行创新研究,2019年10月,中共中央、国务院发布的《关于促进中医药传承创新发展的意见》指出,要加快推进中医药科研和创新,支持企业、医疗机构、高等学校、科研机构等协同创新,以产业链、服务链布局创新链,完善中医药产学研一体化创新模式[1]。中药企业的发展不应也无法脱离研发。

那么,除研发外还有哪些因素支撑了中成药企业的发展?通过阅读企业年报可发现,与研发支出相反的是,中成药企业的销售费用占营业收入比重较大且逐年攀升。以本文选取企业的平均数据来看,2019年该比例达到35%。原因在于,药品信息量较大,且只有消费后才能感受到产品质量,购买前消费者一

般不了解药品质量,因此可能会使得部分企业选择扩大广告宣传的方式提高销量。[2]由以上数据可看出,我国制药企业存在重广告、轻研发的行为,而世界知名企业重在研发,[3]这为我们敲响警钟。基于以上背景,本文旨在探索中国中成药企业业绩影响因素,以了解研发支出和销售费用究竟对中成药企业发展起到了何种程度的作用。

2. 文献综述

已有许多学者对研发支出与营销支出对企业业绩影响进行了研究。其中,任海云(2014)对 601 家沪深 A 股主板制造业上市公司 2011 的数据进行回归分析,结果显示:在高技术行业,资本性研发支出具有价值相关性,而不管在高技术行业还是低技术行业,广告支出都具有价值相关性。[4]表明市场拉动作用较技术推动作用更加明显,这也是中成药企业加大营销投入的潜在原因之一。吴丽华、黄镜容(2018)通过实证分析发现,研发投入与企业盈利能力显著正相关,而广告支出不仅对其盈利能力具有直接的积极影响,而且还对研发投入与企业盈利能力间关系具有显著的正向调节作用。[5]孙维峰、黄祖辉(2013)发现,研发支出与企业绩效之间显著的正相关关系仅存在于小企业中;在大企业里,广告支出与企业绩效显著正相关。[6]黄晓波等(2018)认为研发支出和营销费用都具有一定的滞后效应及一定的互补性。[7]众多研究表明,研发支出与营销费用都能对企业绩效提升起到积极促进的作用,且二者存在协同效应。

目前针对制药行业相关研究也很丰富,已有研究主要集中于研发投入方面。蒋晓萌(2012)提出,国内制药企业新药研发投入少、自主创新能力弱,以仿制药品生产为主,制约国内医药产业的可持续发展。[8]在研发基础薄弱的情况下,研发效率也差强人意。金安琪等(2020)以 21 家中成药上市企业为对象进行研究,结果表明在 2015~2018 年其研发综合平均有效率仅为 65.7%,规模平均有效率较低(71.1%)是主要影响因素。[9]万迈、陈琛(2014)对医药制造板块进行实证研究后也发现,我国医药制造业主板上市公司的研发投入强度不高,同时研发效率低下;但研发经费投入强度与反映绩效的部分指标呈正相关。[10]别春晓等(2016)经过调查与实证研究后指出,企业规模、研发人力资本、研发知识产出、行业中企业竞争程度均与中成药制造业研发投入呈显著正相关关系,但行业盈利水平与研发投入负相关,这可能暗示着中成药大型企业的逐利行为正阻滞医药创新活动的实施。[11]总体来说,研发支出对制药企业发展具有积极作用,但国内现有的研发水平还亟待提升。

对于制药企业营销支出研究方面,邢素、杨悦(2009)的研究结果显示,研发投入和广告投入变动对主营业务利润有显著影响,且研发投入的影响作用要大于广告投入。[12]李林俊、干胜道(2020)的研究表明,高研发高销售投入的制药企业绩效持续处于行业较高水平,低研发低销售投入的制药企业绩效持续处于行业较低水平,高研发低销售投入的制药企业绩效比高销售低研发投入的制药企业绩效更优。[13]以上研究结果突出了制药行业的研发较营销更为重要,中成药企业更应注重研发投入对企业业绩的积极作用,与此同时结合企业战略进行营销,以达到二者协同效应最大化。

通过查阅文献可发现,研发投入与营销支出对企业绩效具有显著促进作用,对于制药行业而言,研发支出甚至较营销支出更为重要,这为本文的指标选取及研究分析提供了重要基础。

3. 研究设计

3.1. 样本与数据

本文从万德数据库中选取中成药板块企业估值实时排名前三十的上市企业,剔除数据不全企业,最终选取 19 家企业作为研究对象。测算中成药上市公司企业经营业绩影响因素主要有营销资本投入、总资产投入以及研发资本投入。据此,将 19 家中成药上市公司 2011~2019 年的营业收入、销售费用、总资产和研发费用作为研究指标(表 1)。

Table 1. Index selection**表 1.** 指标选取

变量性质	变量名称	符号
因变量	营业收入	I
自变量	销售费用	x
自变量	总资产	y
自变量	研发费用	z

基于 19 家公司数据计算均值，得到中成药行业 2011~2019 年上述指标数据如下表 2。

Table 2. Data selection**表 2.** 数据选取

年度	销售费用(万元)	总资产(万元)	研发费用(万元)	营业收入(万元)
2011	38,640.98	311,949.33	891.45	167,015.36
2012	51,311.59	354,471.37	1,210.00	191,776.38
2013	76,700.46	407,436.54	1,863.99	241,568.49
2014	79,691.86	492,832.77	2,081.21	268,217.64
2015	82,502.65	599,585.14	1,825.10	299,528.91
2016	98,736.51	679,495.37	2,778.38	356,421.30
2017	125,031.47	773,933.53	3,050.38	406,891.90
2018	162,742.46	848,247.14	11,301.58	478,771.09
2019	171,313.35	894,677.56	13,550.06	483,069.00

3.2. 模型原理

本文拟利用 python 应用柯布 - 道格拉斯函数(C-D 模型)进行研究分析。柯布 - 道格拉斯生产函数的适用范围十分广泛，它适用于从宏观角度上描述国家或者某地区总体的投入产出关系，在微观层面上同样适用于单个企业[14]。

根据本文研究要求，将柯布 - 道格拉斯函数公式推广为如下模型：

$$I_t = A(t) x_t^a y_t^b z_t^c \quad (1)$$

其中， I_t 表示第 t 年时的行业平均营业收入； $A(t)$ 代表第 t 年的技术进步因素； x_t 表示第 t 年时的行业平均销售费用； y_t 第 t 年时的行业平均总资产； z_t 第 t 年时的行业平均研发费用。 a 、 b 、 c 分别表示投入要素 x 、 y 、 z 的边际弹性，三者数值均应大于 0，且和为 1。

此外，本文设置技术进步因素为指数函数如下，以观察技术发展水平对于产出的影响，同时赋予生产函数动态特征：

$$A(t) = e^{\alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \dots + \alpha_n t^n} \quad (2)$$

在 python 中输入样本数据后，利用 `curve_fit()` 程序进行拟合，通过不断调整 $A(t)$ 的阶数 n ，选取拟合最优的结果进行分析。

4. 拟合结果分析

4.1. 模型误差水平检验

统计学中常常通过拟合优度(R^2)度量回归方程对观测值的拟合优度。 R^2 最大值为1,越接近1,说明回归直线对观测值的拟合程度越好;反之, R^2 的值越小,说明回归直线对观测值的拟合程度越差。本文对于柯布-道格拉斯函数的拟合程度也通过 R^2 进行测度,调整后的 R^2 为0.9986,非常接近1,说明拟合效果较好,也即柯布-道格拉斯函数适用于对中成药企业业绩影响因素的分析,得出的结果较为可信,能在一定程度上支撑后续的问题分析与结论建议。

4.2. 拟合结果

通过python对数据进行处理,易得方程相关参数。

4.2.1. 技术进步函数

本文对数据进行多次拟合,发现当技术进步函数为以e为底且指数为二次函数的指数函数时(形如公式3),拟合效果最好且应变量的指数均大于零,有理论意义。

$$A(t) = e^{\alpha_2 t^2 + \alpha_1 t + \alpha_0} \quad (3)$$

计算得出函数中相关系数的值分别为:

$$\alpha_2 = -0.0229, \alpha_1 = -0.0707, \alpha_0 = 0.1467$$

故技术进步函数为:

$$A(t) = e^{-0.0229t^2 - 0.0707t + 0.1467} \quad (4)$$

技术进步函数在柯布-道格拉斯函数中表示技术进步对应变量的影响,本文中,技术进步函数则表示除营销资本投入、总资产投入以及研发资本投入以外的因素对于中成药企业营业收入的贡献。由图1可知,技术进步函数图像斜向下,说明除自变量以外的因素对于中成药企业营业收入的贡献是逐渐减小的。

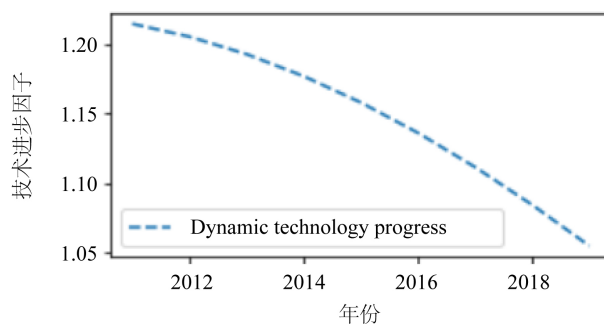


Figure 1. Technological progress function graph

图1. 技术进步函数图

4.2.2. 柯布-道格拉斯函数

相关参数为:

$$a = 0.3211, b = 0.6482, c = 0.0307$$

故柯布-道格拉斯函数为:

$$I_t = e^{-0.0229t^2 - 0.0707t + 0.1467} x_t^{0.3211} y_t^{0.6482} z_t^{0.0307} \quad (5)$$

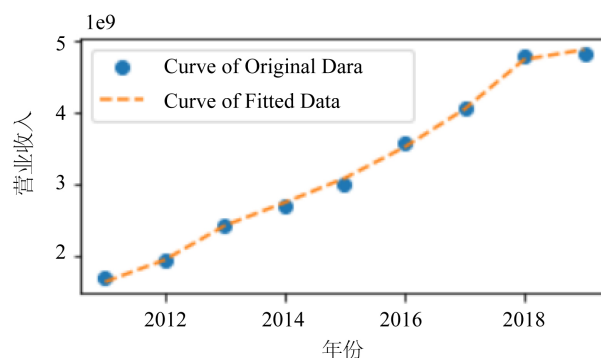


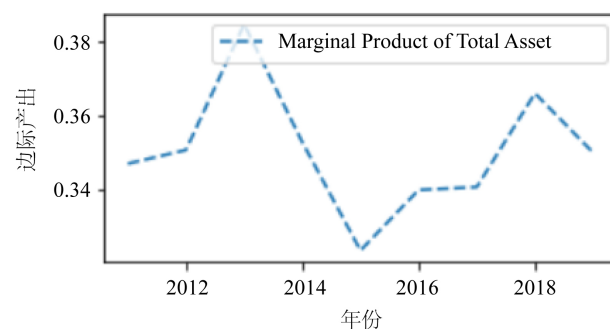
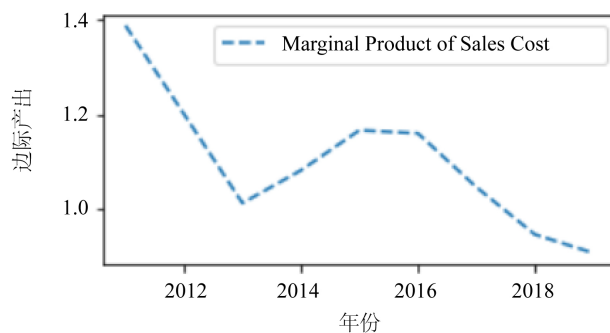
Figure 2. Cobb-Douglas function fitting diagram

图 2. 柯布 - 道格拉斯函数拟合图

柯布 - 道格拉斯函数拟合图如图 2 所示。柯布 - 道格拉斯函数自变量的指数大小表示自变量对应变量的贡献的大小，在本文中则表示 2011~2019 年间营销资本投入、总资产投入以及研发资本投入对中成药企业营业收入的贡献。其中营销资本投入(x_t)的指数为 0.3211，总资产投入(y_t)的指数为 0.6482，研发资本投入(z_t)的指数为 0.0307，说明在以往几年中，中成药企业的营业收入主要由总资产投入带来，其次为营销资本投入，而研发资本投入对于营业收入的贡献最少，且相差悬殊。

4.2.3. 边际产出

边际产出代表要素每增加一个单位，产出增加的量。本文中的边际产出则是每增加一个单位的营销资本、总资产以及研发资本，其营业收入的增长量，具体结果见下图 3。



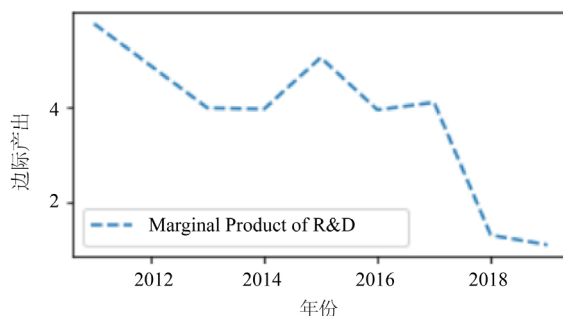


Figure 3. Marginal product of three elements
图 3. 三大要素的边际产出

由图 3，2011~2019 年，营销资本的边际产出约为 1.1~1.4，总资产的边际产出约为 0.32~0.39，研发资本的边际产出约为 1~6。将三个变量的边际产出由大到小依次排序则为：研发资本边际产出 > 营销资本边际产出 > 总资产边际产出。

4.2.4. 边际技术替代弹性

边际技术替代弹性指的是，在保证总体效用不变的情况下，减少一单位的某一要素需要增加的另一要素的量，可以比较两种要素投入之间的产出效率。

图 4 说明减少 1 单位的营销资本投入，需要增加 2~4 个单位的总资产投入才能产生同等的效用，说明营销资本的投入比总资产的投入效率更高。

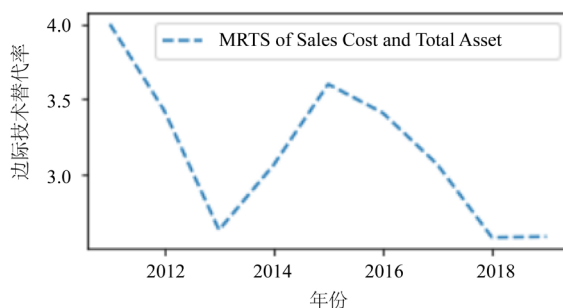


Figure 4. MRTS of marketing capital and material capital
图 4. 营销资本与总资产的边际技术替代弹性

图 5 说明减少 1 单位的营销资本投入，需要增加 0.2~0.8 个单位的研发资本投入就能产生同等的效用，可知研发资本的投入比营销资本的投入效率更高。

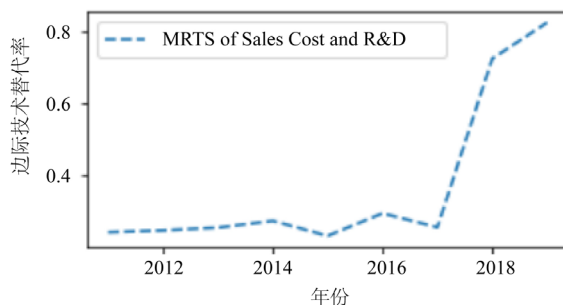


Figure 5. MRTS of marketing capital and R&D capital
图 5. 营销资本与研发资本的边际技术替代弹性

图 6 说明减少 1 单位的总资产投入, 需要增加 0.1~0.3 个单位的研发资本投入就能产生同等的效用, 可见研发资本的投入比总资产的投入效率更高。

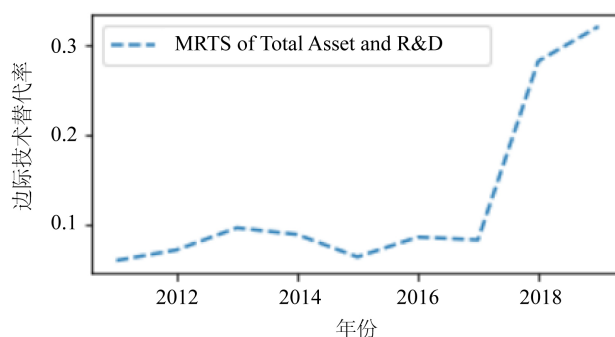


Figure 6. MRTS of material capital and R&D capital
图 6. 总资产与研发资本的边际技术替代弹性

5. 结论与建议

5.1. 问题分析

通过上文对于三个变量的分析可知, 不同的变量对于 2011~2019 的营业收入贡献大小不同, 相应每单位的产出效率也不同。表 3 较为清晰地比较了不同种类资本投入对营业收入的贡献及其边际产出。

Table 3. Comparison of contributions and marginal output of various inputs

表 3. 各类投入的贡献及边际产出对比

	营销资本	总资产	研发资本
对营业收入的贡献	居中	最大	最小
边际产出	居中	最小	最大

由表 3 可知, 研发资本的边际产出最大, 但是其对于营业收入的贡献却最小且相差悬殊; 反观营销资本与总资产的边际产出较小, 其对于营业收入的贡献却较大, 此结构不太合理。依据管理经济学原理, 各要素的边际产出相等, 也即边际技术替代弹性等于 1 时效率最高, 但目前中国中成药行业现状却与此相悖, 存在研发投入不足, 资源配置低效率的问题, 形成这一现状的原因主要有以下三方面:

(1) 研发投入产出的不确定性

药品研发前期投入大, 且研发结果的产业化以及能否带来商业利润都具有较大不确定性, 比起自主研发形成护城河, 企业更愿意购买已有研发专利等, 或者通过增加营销推广力度, 拓宽销售渠道从而提高企业营业收入。且即使企业愿意投入较大资金进行研发, 但由于知识产权保护存在不足, 随之出现的仿制药将挤占市场份额, 不正当地瓜分企业利润, 打击了企业在投入药品研发地积极性。此外, 对于研究人员个人而言, 研发新药具有风险大、周期长等特点, 比起在关键问题上攻坚克难, 对于现有药品进行改良改进是其规避风险的更有选择, 存在研发动力不足的问题。

(2) 药品市场机制的不健全

药品不同于其他的一般消费品产品, 消费者在购买药品时通常受到医生或其他专业人士的影响, 故对于中成药企业而言, 打通销售渠道, 与医院、医生以及相关专业人士保持“合作”, 扩大药品知名度是一条扩大营业收入的捷径, 且在以往的药品销售市场上, 买方具有垄断地位, 虽然近年来政府对药品

销售、定价等方面进行了改革并加强监管，但是这样的现象仍然存在。由此一来，大量的资金被投入到营销当中，且企业的经营模式和策略具有惯性，为维持原有的营业收入与市场份额，保持较高的营销资本投入成为恶性循环，使得企业对扩大研发资本投入心有余而力不足。

(3) 药品研发模式的不成熟

我国药品研发对于高校、科研院所等机构有较高的依赖性，且相较于其他行业，医药行业本身较大地受到相关政策影响，相较于国外医药企业主导药品研发的模式而言，我国医药企业在药品研发中话语权弱且市场化不足，容易造成药品研发与市场需求脱节，从而进一步加大了新药研发的风险，抑制了企业投入药品研发积极性。

5.2. 相关建议

中医药发展千年至今汇集了祖先的智慧，而新药的研发又是一个长期、高投入、高科技的过程，这种种可能会造成企业研发懈怠的心理，导致中医药产品的国际影响力始终停滞不前。然而，中国中医科学院首席科学家屠呦呦获 2015 年诺贝尔医学奖，显示了中药应用于现代化医学领域具有可行性。企业在重视绩效的同时应加大研发投入力度进行不断地探索，以传承和发扬中医药的作用与影响。根据前文分析，提出建议如下。

(1) 优化资本投入结构，提高资源配置效率

企业的资源是有限的，如何将有限的资源发挥出最大的效用是企业管理层应重视的问题。但是中国绝大多数中成药企业将较多的资源投入了产品的生产以及产品的营销，忽视药品的研发投入。通过本文的分析可知，研发投入相较于其他类型的资本投入有着较高的边际产出，也即将一单位资源投入药品研发将带来几倍于其他类型资本投入的回报。故企业管理层应关注企业的资源配置，优化资本投入结构。

(2) 重视企业成长能力，兼顾市场开发能力

企业将部分资金用于产品的宣传与营销固然重要，这能够在一定程度上提高企业的市场开发能力，但是企业更应该关注其成长能力以及核心竞争力的培养，通过研发新药、获取高价值的专利技术，建造企业护城河，一方面能避免产品的同质化，树立良好的企业形象，另一方面可以创造商业上的蓝海，提高创新能力和经营绩效，获取超额利润。

(3) 优化药品研发模式，激发研发人员动力

基于我国医药行业药品研发市场化不足的问题，可通过校企合作的政策引导加强高校、研究院与企业在药品研发阶段的合作，或在药品研发上给予更大程度的税收优惠以鼓励企业建立自己的研发机构，并提升企业药物研发和药品评审部门的沟通效率，在审评资源有限的情况下获得最大程度的沟通效益，以更好地结合市场现状对企业地药品研发进行指导。在激发研发人员动力方面，一方面可加强药品发明专利的保护，严厉打击药品仿制的行为，另一方面可从研发人员认知、执行以及反馈三个维度对其进行绩效考核，建立激励框架，提高研发人员的主观能动性，从而激发其研发新药的动力。

致 谢

在此，我们要由衷地感谢厦门国家会计学院信息管理处的阎虎勤老师。在我们撰写论文的过程中，阎老师在论文的模式构造及成文定稿方面对我们进行了悉心指导并给予无私的帮助。最后，感谢所有关心、支持、帮助过我们的良师益友。

基金项目

本论文得到了厦门国家会计学院“云顶课题：Python 财务数据分析”项目和大米(厦门)科技股份有限公司的支持。

参考文献

- [1] 国务院. 中共中央国务院关于促进中医药传承创新发展的意见[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-10/26/content_5445336.htm, 2020-04-15.
- [2] 傅书勇, 杨悦. 浅析制药企业广告和研发决策动机[J]. 中国食品药品监管, 2018(1): 37-39.
- [3] 李秀娟, 钟素艳. 中美制药企业广告支出与研发支出比较[J]. 中国药业, 2008, 17(8): 21-22.
- [4] 任海云. 广告支出与研发支出的价值相关性研究[J]. 科研管理, 2014, 35(8): 153-160.
- [5] 吴利华, 黄镜蓉. 研发投入、广告支出与企业盈利能力[J]. 华东经济管理, 2018, 32(3): 141-147.
- [6] 孙维峰, 黄祖辉. 广告支出、研发支出与企业绩效[J]. 科研管理, 2013, 34(2): 44-51.
- [7] 黄晓波, 张丽云, 黄硕. 研发投入、营销费用与公司绩效[J]. 财务与金融, 2018(1): 23-29.
- [8] 蒋晓萌. 国外制药企业新药研发模式及分析比较[J]. 经济研究导刊, 2012(23): 36-38.
- [9] 金安琪, 杨光, 李斐琳, 程蒙, 阙灵, 宋涛, 陈敏. 基于 DEA 法的中成药上市企业研发效率评价[J/OL]. 中国现代中药: 1-17. <https://doi.org/10.13313/j.jissn.1673-4890.20200517001>, 2021-04-17.
- [10] 万迈, 陈琛. 上市公司研发投入强度与绩效的相关性研究——基于医药制造业板块的实证分析[J]. 浙江树人大学学报(人文社会科学版), 2014, 14(2): 50-56.
- [11] 别春晓, 杨慧, 陈玉文. 我国中成药制造业大型企业研发投入的影响因素[J]. 中成药, 2016, 38(9): 2051-2054.
- [12] 邢素, 杨悦. 中成药研发、广告投入和主营业务利润的实证研究[J]. 中国医药工业杂志, 2009, 40(6): 474-476.
- [13] 李林俊, 干胜道. 上市制药企业研发、销售支出与企业绩效的关系研究[J]. 商业会计, 2020(24): 27-30.
- [14] 叶星. 基于收益分成法的房地产上市公司高管人力资本价值评估研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 江西财经大学, 2019.