

# 工业企业 R&D 支出与第二产业生产总值关系研究

——以湖北省为例

谭志敏, 严也舟

(武汉工程大学 管理学院, 武汉 430205)

**摘要:**近些年来,科研机构、企业以及高校都越来越重视科研投入,从实际看,企业科研投入的成果转化速度最快。依据 2003—2014 年湖北省统计数据,从实证角度分析了规模以上工业企业 R&D(研究与开发)经费支出与第二产业生产总值增长之间的关系,结果表明 R&D 支出对第二产业生产总值增长具有显著的激励效应。据此还对 R&D 投入绩效进行了简要评价,为政府科研政策制定和企业研发投入提供参考。

**关键词:**工业企业;R&D 投入;生产总值

**中图分类号:**F224.7      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2017)02-0036-05

在知识经济时代背景下,国家、地区以及企业要想获得持续快速的发展,必须要有雄厚的科技实力、创新能力和人才作支撑。只有这样,才能在激烈的竞争中保持活力。知识经济的本质就是创新经济。所以,对企业而言,不断增加科研投入,尤其是 R&D 经费支出,注重投入与产出效率,提高整体科研水平和超强创新能力,这将是企业在现代竞争中占据优势的关键。内生经济增长理论<sup>[1]</sup>认为,研究与发展(R&D)活动是知识增长的核心要素和创新的源泉,正是 R&D 的溢出效应保证了 R&D 的边际收益不递减,使得长期知识增长和经济增长成为可能。世界各国都在加大对科技特别是 R&D 投入的力度,试图提高技术创新的能力。

国外对企业 R&D 活动的研究起步较早,且多偏重于探讨企业规模、市场结构等因素对企业 R&D 效率的影响。相比国外研究,国内相关研究主要分为以下两类:一类是基于来自经济普查、统计年鉴等的数据,对企业 R&D 效率进行测算;一类是从不同角度出发,分析影响企业 R&D 行为的因素。宗庆庆<sup>[2]</sup>通过分行业实证研究,发现缩短工业企业间技术距离对企业发展意义重大。

对于工业企业 R&D 活动情况,现存的文献大多从 R&D 经费实际投入状况、R&D 投入与产出比较、R&D 投入绩效<sup>[3]</sup>和 R&D 经费支出占比等方面进行

分析,总体来说,现存文献很少以工业企业 R&D 经费支出与产值增长为视角。从第二产业构成看,工业和建筑业是其两大主要组成部分,因此,工业企业产生的效益必然会引起第二产业产值的变化。各项数据都表明,增加 R&D 支出对于国家或地区发展能发挥积极作用。学术界也从理论和实证两个层面证实了 R&D 经费投入对企业产值的带动作用。据此,本文试图探讨湖北省规模以上工业企业 R&D 经费支出对第二产业地区生产总值的贡献率大小。本研究选择湖北省有科技活动的规模以上工业企业 R&D 经费支出这个关键性指标来代表工业企业的科研投入,以湖北省第二产业生产总值代表经济增长,用回归分析方法分析它们之间的依存关系,并建立两者之间的回归模型。

## 1 规模以上工业企业 R&D 经费投入现状分析(以湖北省为例)

### 1.1 规模以上工业企业 R&D 活动企业数

从图 1 可以清晰看出,虽然参加 R&D 活动的企业数有时会有波动,但总体仍呈上升趋势。这表明湖北省越来越多的企业正在参与到研发的行列中去,同时说明研发投入带来的产出效应得到越来越多企业家的认可。

### 1.2 规模以上工业企业 R&D 经费支出

湖北省近几年来深入贯彻科技是第一生产力的

**收稿日期:**2016-09-08

**作者简介:**谭志敏(1991—),女(土家族),湖北恩施人,武汉工程大学管理学院,硕士研究生,研究方向:企业管理;严也舟(1972—),男,湖南常德人,武汉工程大学管理学院,副教授,博士,研究方向:公司治理与公司财务。

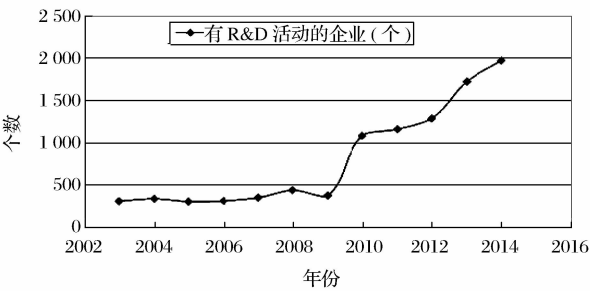


图1 湖北省有科技活动的规模以上工业企业 R&D 活动情况

发展理念,不断扩大对科研机构、企业、高校的科研政策支持、增加科研投入(如图 2)。实际表明,企业研发的成果转化速度最快、对产出的贡献率也最大。因此企业方面在慢慢尝到研发带来的甜头后,也积极响应政策号召,增加 R&D 经费投入和人力投入。尤其是近几年投入的力度越来越大。从 R&D 经费投入趋势看,企业尤其是规模以上工业企业未来会继续增加 R&D 经费支出,R&D 经费支出对第二产业地区生产总值也会有更大的影响。

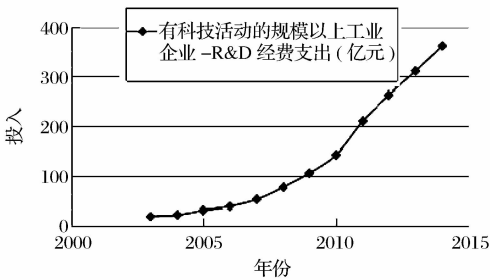


图2 湖北省有科技活动的规模以上工业企业 R&D 经费支出

2 回归分析理论框架

一元线性回归模型就是描述因变量  $y$  如何依赖于自变量  $x$  和误差项  $\epsilon$  的方程,一元线性回归模型可表示为:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon, \beta_0 \text{ 和 } \beta_1 \text{ 为回归系数, } \epsilon \text{ 为误差项}$$

(1)

3 工业企业 R&D 经费支出与第二产业地区生产总值的相关性分析

本文以 2004—2015 年《湖北省统计年鉴》为主要数据来源,以 2003—2014 年第二产业生产总值(用 SIGDP 代替,全称为 the second industry gross domestic product)的数据作为生产总值变量,以 2003—2014 年有科技活动的规模以上工业企业的 R&D 经费支出(用 R&D-S 代替,全称为 R&D spending)数

据作为 R&D 经费支出变量。为了描述 R&D 经费支出对于第二产业生产总值的弹性,对两个变量分别取对数,记为  $\ln(\text{SIGDP})$  与  $\ln(\text{R\&D-S})$ 。本文通过 Excel 软件的数据分析工具对这两大变量进行了简要分析,并初步把握了二者的相互关系。

3.1 相关性分析

3.1.1 原始数据与经过对数变换后的数据(如表 1)

表 1 湖北省 2003—2014 年 R&D 经费支出与第二产业产值数据

| 年份   | 有科技活动的规模以上工业企业-R&D 经费支出(亿元) | 第二产业地区生产总值(亿元) | Ln (R&D-S) Y | Ln (SIGDP) X |
|------|-----------------------------|----------------|--------------|--------------|
| 2003 | 18.65                       | 1 956.02       | 2.925 846    | 7.578 667    |
| 2004 | 21.84                       | 2 320.6        | 3.083 743    | 7.749 581    |
| 2005 | 30.79                       | 2 852.12       | 3.427 19     | 7.955 818    |
| 2006 | 38.6                        | 3 365.08       | 3.653 252    | 8.121 207    |
| 2007 | 52.52                       | 4 143.06       | 3.961 194    | 8.329 19     |
| 2008 | 77.23                       | 5 082.07       | 4.346 788    | 8.533 474    |
| 2009 | 105.66                      | 6 038.08       | 4.660 226    | 8.705 841    |
| 2010 | 142.9                       | 7 767.24       | 4.962 145    | 8.957 67     |
| 2011 | 210.76                      | 9 815.94       | 5.350 72     | 9.191 763    |
| 2012 | 263.31                      | 11 193.1       | 5.573 332    | 9.323 053    |
| 2013 | 311.8                       | 12 171.56      | 5.742 362    | 9.406 857    |
| 2014 | 362.95                      | 12 852.4       | 5.894 265    | 9.461 286    |

数据来源:湖北统计年鉴 2004—2015 湖北统计局编。

3.1.2 对两个变量做散点图

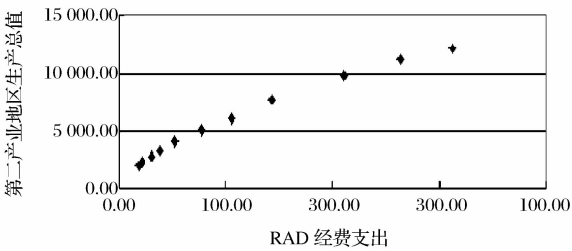


图3 R&D 经费支出与第二产业产值的散点图

为了研究有科技活动的规模以上工业企业的 R&D 经费支出与第二产业地区生产总值这两个变量之间的关系,本文采用了画散点图的方法(如图 3)。从散点图可直观地看出有科技活动的规模以上工业企业的 R&D 经费支出与第二产业地区生产总值两个变量的基本关系,基本上是正线性相关关系:  $Y=b+aX$ 。从图上我们还可以看到这些点和直线  $Y=b+aX$  存在误差  $\epsilon$ ,这些误差主要是由随机因素引起的。

3.1.3 用 Excel 计算相关系数

通过 Excel 工具对这 12 组样本进行相关性分析,结果显示 R&D 经费支出与第二产业地区产值之间的相关系数  $r$  为 0.998883 $\rightarrow$ 1,两个变量高度相关(如表 2)。

表 2 相关系数分析表

|             | Ln(R&D-S)<br>Y | Ln(SIGDP) X |
|-------------|----------------|-------------|
| Ln(R&D-S) Y | 1              |             |
| Ln(SIGDP) X | 0.998 883      | 1           |

3.1.4 相关系数的显著性检验

相关系数的显著性检验就是检验两个变量之间是否存在线性相关关系,等价于对回归系数  $\beta_1$  的检验,采用 R. A. Fisher 提出的  $t$  检验法。

检验的步骤如下:

提出假设: $H_0:\rho=0;H_1:\rho\neq0$

计算检验的统计量: $t = |r| \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \sim t(n-2)$  (2)

根据结果确定显著性水平  $\alpha$ ,若  $|t| > t_{\alpha/2}$ ,拒绝  $H_0$ ;若  $|t| < t_{\alpha/2}$ ,不拒绝  $H_0$ 。

现根据公式(2)对规模以上工业企业的 R&D 经费支出与第二产业地区生产总值之间的相关系数进行显著性检验( $\alpha=0.05$ )。

提出假设:  $H_0:\rho=0;H_1:\rho\neq0$

计算检验的统计量: $t = |0.9989| \sqrt{\frac{12-2}{1-0.9989^2}} = 67.3643$

根据显著性水平  $\alpha=0.05$ ,查  $t$  分布表得  $t_{\alpha/2}(n-2) = 2.228$ ,由于  $|t| = 67.3643 > t_{\alpha/2}(12-2) = 2.228$ ,拒绝  $H_0$ ,规模以上工业企业的 R&D 经费支出与第二产业地区生产总值之间存在着显著的正线性相关关系。

3.2 回归分析

3.2.1 运用 Excel 工具做两个变量的回归分析

表 3 回归统计表

| 回归统计              |           |
|-------------------|-----------|
| Multiple R        | 0.998 883 |
| R Square          | 0.997 768 |
| Adjusted R Square | 0.997 545 |
| 标准误差              | 0.052 297 |
| 观测值               | 12        |

判定系数  $R^2$  反映了回归直线的拟合程度,取值范围在  $[0, 1]$  之间, $R^2 \rightarrow 1$ ,说明回归方程拟合的越好; $R^2 \rightarrow 0$ ,说明回归方程拟合的越差。根据表 3,此处相关系数为 0.998 883,判定系数  $R^2$  与 AD  $R^2$  都达到 99%以上,这表明了此模型具有较高的拟合效果。

此处判定系数的实际意义是:有科技活动的规模以上工业企业的 R&D 经费支出取值的变差中,有 99%可以由规模以上工业企业的 R&D 经费支出与第二产业地区生产总值之间的线性关系来解释,或者说,在规模以上工业企业的 R&D 经费支出取值的变动中,有 99%是由第二产业地区生产总值所决定的。也就是说,规模以上工业企业的 R&D 经费支出取值的差异有 4/5 以上是由第二产业地区生产总值决定的。可见规模以上工业企业的 R&D 经费支出与第二产业地区生产总值之间有较强的线性关系。

3.2.2 回归方程的显著性检验

以上方差分析结果显示(见表 4),回归平方和与均方误为 12.225 9。残差平方和为 0.027 35,残差均方误为 0.002 735。构造 F 统计量  $F=MS_{回}/MS_{残}=4470.1681$ ,由此判断模型显著性良好。在上述分析中,截距  $b$  和斜率  $a$  的  $P$  值均小于 0.025,说明回归系数通过检验,Significance F 小于 0.05,说明回归模型通过整体 F 检验,拒绝原假设,规模以上工业企业的 R&D 经费支出与第二产业地区生产总值之间有显著的线性关系。

表 4 一元线性回归分析结果

| 方差分析       |              |           |           |          |                |           |          |          |
|------------|--------------|-----------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|
|            | df           | SS        | MS        | F        | Significance F |           |          |          |
| 回归分析       | 1            | 12.225 91 | 12.225 91 | 4 470.24 | 1.36E-14       |           |          |          |
| 残差         | 10           | 0.027 35  | 0.002 735 |          |                |           |          |          |
| 总计         | 11           | 12.253 26 |           |          |                |           |          |          |
|            | Coefficients | 标准误差      | t Stat    | P-value  | Lower 95%      | Upper 95% | 下限 95.0% | 上限 95.0% |
| Intercept  | -9.145 3     | 0.204 1   | -44.802 4 | 7.38E-13 | -9.600 1       | -8.690 4  | -9.600 1 | -8.690 4 |
| X Variable | 1.580 8      | 0.023 6   | 66.859 9  | 1.36E-14 | 1.528 2        | 1.633 5   | 1.528 2  | 1.633 5  |

3.2.3 回归模型

依据表 4 数据,可以得到回归参数, $\beta_0 = -9.1453$ ,  $\beta_1 = 1.5808$ 。基于公式(1),可得规模以上工业企业的 R&D 经费支出与第二产业地区生产总值的回归方程为:

$$\ln(R\&D-S) = \beta_0 + \beta_1 \ln(SIGDP) + \epsilon$$
  
代入  $\beta_0$  和  $\beta_1$ , 回归方程为:  $\ln(R\&D-S) = -9.1453 + 1.5808 \ln(SIGDP) + \epsilon$  (3)

回归系数  $\beta_0 = -9.1453$  表示回归直线在 y 轴上的截距,  $\beta_1 = 1.5808$  表示第二产业地区生产总值每增加 1 亿元, 有科技活动的规模以上工业企业 R&D 经费支出平均增加 1.580 8 亿元。

3.2.4 用残差证实模型的假定

表 5 残差与标准化残差

| 观测值 | 预测 Ln(Y)  | 残差        | 标准残差      |
|-----|-----------|-----------|-----------|
| 1   | 2.835 446 | 0.090 4   | 1.812 97  |
| 2   | 3.105 635 | -0.021 89 | -0.439 03 |
| 3   | 3.431 664 | -0.004 47 | -0.089 72 |
| 4   | 3.693 119 | -0.039 87 | -0.799 51 |
| 5   | 4.021 908 | -0.060 71 | -1.217 61 |
| 6   | 4.344 849 | 0.001 939 | 0.038 877 |
| 7   | 4.617 336 | 0.042 89  | 0.860 164 |
| 8   | 5.015 439 | -0.053 29 | -1.068 8  |
| 9   | 5.385 504 | -0.034 78 | -0.697 58 |
| 10  | 5.593 053 | -0.019 72 | -0.395 5  |
| 11  | 5.725 535 | 0.016 827 | 0.337 463 |
| 12  | 5.811 578 | 0.082 687 | 1.658 281 |

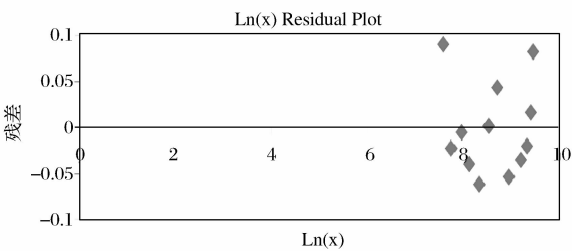


图 4 残差图

拟合模型得到残差图,大致满足均值为 0 的随机分布。一元线性回归预测分析结果显示所有的标准化残差都在-2 到+2 之间,进一步说明此模型是满意模式。

3.2.5 预测

利用估计的回归方程(见公式 3),假如 2016 年湖北省第二产业地区生产总值为 13 500 亿元时,根据估计的回归方程得:  $\ln(R\&D-S) = -9.1453 + 1.5808 \times \ln 13500 = 5.8888$ ,  $R\&D-S$  即湖北省 2016

年有科技活动的规模以上工业企业 R&D 经费支出将增加  $e^{5.8888}$  亿元。

4 结论

从研究结果来看,有科技活动的规模以上工业企业的 R&D 经费支出对湖北省第二产业生产总值的增长起到了一定的积极作用。而且从目前经济形势和国家政策倾向看,增加科研投入尤其是 R&D 投入来促进经济会是一个长期不变的趋势,同时也是国家、地区和企业可持续发展的必经之路。因此规模以上工业企业的 R&D 经费支出与第二产业生产总值增长之间的正相关关系这一研究结果,为政府制定科研政策、合理分配研究经费提供科学依据,为企业调整资金分配、确定发展方向提供理论依据,对大力推进区域健康持续发展具有深远的理论和实际意义。

但也要看到,从国内和地区发展现状来看,由于我国各地发展水平不一、地区科研政策和分配政策差异等因素, R&D 经费支出对第二产业生产总值、对经济增长的推动作用不十分明显,与此同时,区域第二产业产值增加和经济增长也没有很好地反作用于 R&D 经费投入增长,两者之间依然存在着不对称问题。本文通过 Excel 软件的数据分析发现,以湖北省为例,第二产业地区生产总值每增加 1 亿元,有科技活动的规模以上工业企业的 R&D 经费支出平均增加 1.580 8 亿元,那就是说 R&D 经费每增加 1 亿元的支出,只会给湖北省第二产业地区生产总值带来不到 1 亿元的增长。不难看出,科研投入产出效率还处于低水平,还不能有效地带动第二产业产值和经济增长,所以提高我国 R&D 投入回报率的任务还很重。

但不难看出,湖北省近几年逐步加大对科研的重视,不断增加科研投入。这也间接表明了科研投入对第二产业产值增加、对经济增长的积极作用得到政府的认可。由此也进一步证实了第二产业地区生产总值增长和 R&D 经费支出之间确实存在着互动关系。

因此,企业决策层和政府相关部门应高度重视科研投入尤其是 R&D 经费支出对第二产业产值和经济增长的带动作用,针对我国存在的问题,当务之急是解决科研投入绩效问题。同时,政府也应扮演好引领者的角色、鼓励企业的加入,最终实现协调可持续发展的新局面。

参考文献

[1] 杨剑波,郭小群. R&D 内生经济增长理论综述与引申[J]. 改革,2008(1):154-157.

(下转第 71 页)

减少组织知识流失、整合知识管理基本流程方面具有显著推动作用。由于本研究采用的是单案例分析方法,因而具有一定局限性。未来的研究可以采用多案例分析或者比较分析的方法,通过覆盖不同地域以及不同组织类型,加强研究的深入性和普遍性。

### 参考文献

[1] 王亚洲,林建. 人力资源管理实践知识管理导向与企业绩效[J]. 科研管理,2014(2):136-144.  
 [2] 詹绍荣,刘健准. 基于知识管理的人力资源管理管理体系研究[J]. 东南大学学报:哲学社会科学版,2014(16):38-41.  
 [3] 赵凤英. 茂名石化人力资源规划研究[D]. 北京:清华大学,2013.  
 [4] 易法敏. 核心能力导向的企业知识转移与创新研究[M]. 北京:中国经济出版社,2006:135-140.

[5] 徐璞,戴昌钧. 知识管理视角下信息技术对知识工作的影响研究[J]. 情报杂志,2010(4):88-93.  
 [6] COHEN W M, LEVINTHAL D A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation[J]. Administrative Science Quarterly,1990,35:128-152.  
 [7] ALAVI M, LEIDNER D E. Knowledge management and knowledge management systems: conceptual foundations and research issues[J]. MIS Quarterly,2001(1):107-136.  
 [8] 刘春艳,王伟. 国内外知识转移影响因素研究综述[J]. 图书馆研究,2014(8):2-6.  
 [9] 余光胜. 企业知识理论导向下的知识管理研究新进展[J]. 研究与发展管理,2005(6):70-76.  
 [10] CURRIE G, KERRIN M. Human resource management and knowledge management: enhancing knowledge sharing in a pharmaceutical company[J]. International Journal of Human Resource Management,2003,14(6):1027-1045.

## Human Resource Plannings Role in Promoting Knowledge Management

——A case study of microsoft corporation

WANG De-chuang, CHEN Juan-juan

(Management College, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning 116029, China)

**Abstract:** As the most active factor within the organization, employee plays a critical role in the successful implementation of knowledge management. With taking Microsoft Corporation as a case study object, this paper researched on the Human Resource Business Intelligence method, the talent training and development plan as well as the innovation incentives in Microsoft's Human resource planning, and then analyzed how the human resource planning reduces organizational knowledge loss and integrates the basic process of knowledge management. Finally, based on the reference of Microsoft Corporation's advanced experience, this report provides some useful suggestions for other organization in human resource planning.

**Key words:** human resource planning; knowledge management; knowledge loss; Microsoft corporation

(上接第 39 页)

[2] 宗庆庆. 中国工业企业 R&D 投入的策略互动行为研究[J]. 财经研究,2013(10):46-59.  
 [3] 胡斌,穆一戈. 基于改进 DEA 的上海市各行业规模以上工

业企业 R&D 资源优化配置实证分析[J]. 科技管理研究,2014(10):65-69.

## A Study on the Relationship between Research and Development Expenditure of Industrial Enterprises and the Second Industry Output

TAN Zhi-min, YAN Ye-zhou

(School of Management, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China)

**Abstract:** In recent years, research institutions, companies and universities have put increasing emphasis on research. From a practical perspective, the transformation speed in enterprises is the fastest. Based on the 2003-2014 statistical data of Hubei Province, this article empirically analyzes the relationship between R & D expenditure and the secondary industry output among large-scale industrial enterprises. The results show that R & D expenditure has significant incentive effect on the secondary industry output. Accordingly, brief comments on R & D inputs performance have been made. Also, advices on the scientific research policy formulation for government and R & D investment for enterprise have been provided.

**Key words:** industrial enterprises; R & D investment; GDP