

# 论企业规模与 R&D 投入相关性

刘国新, 李 勃

(武汉理工大学管理学院, 武汉 430070)

**摘要:** 在各国学者对企业规模与 R&D 投入相关性研究成果的基础上, 建立了独特的具有综合反映特征的指标: 相对 R&D 支出弹性, 利用该指标深入分析了美国、中国及武汉企业规模与 R&D 投入强度的关联, 比较了它们之间大中型企业 R&D 行为异同, 得到了具有强解释力的结论, 论文还对不同产业的 R&D 投入行为差异作了较深入分析。

**关键词:** 相对 R&D 支出弹性; 企业规模; R&D 投资强度

**中图分类号:** F426.471

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-9807(2001)04-0068-05

## 0 引言

企业规模与 R&D 投入强度具有紧密相关性, 从 70 年代开始, 许多国外的经济学家对此进行了深入的研究和探讨<sup>[1]</sup>, 他们针对美国 and OECD 等发达国家制造业的实际进行的研究, 得到了一些十分重要的结论, 在此基础上, 本文结合中国的实际, 建立了“相对 R&D 支出弹性”等全新指标, 深入分析不同规模结构下企业和产业 R&D 投入行为, 并与发达国家进行比较研究, 得到了一些有用结论, 其中主要的结论是, 大中型企业是 R&D 投入的主导力量; 一般说来, 平均规模组越大, R&D 相对弹性越大, R&D 投入强度越大, 但是当企业规模过于庞大时, 由于替代效应的作用, 大企业的 R&D 投入强度有可能小于规模相对较小的竞争对手。

## 1 企业规模与 R&D 支出: 相对 R&D 支出弹性

本世纪 60 年代, 对企业规模与 R&D 支出的相关性研究进入实证阶段, OECD 在 1967 年对 10 多个国家产业的 R&D 集中度进行了研究<sup>[1]</sup>,

结果表明, 前 100 个最大的 R&D 项目占全部被研究国家 R&D 总支出的 3/4 以上, 前 40 个最大项目占全部 R&D 的 1/2 以上, 前 8 个项目占全部投资的 30% 以上, 荷兰最大的前 5 个 R&D 项目占全部 R&D 支出的 2/3。

60 年代以来, 这种集中的状况有明显减少, 这主要归因于一些小型的、高新技术企业的迅速增长, 尽管如此, 在美国、英国、法国等国家, 小企业完成的 R&D 投入比例一般都小于 5%, 在美国, 5000 员工以上企业的 R&D 支出占全产业支出的 89% (1970 年), 1978 年为 90%, 在英国和法国这个比例为 75% 左右。

### 1.1 相对 R&D 支出弹性指标

为了描述在一定的规模结构分布下, 不同规模的企业 (即大中小型企业) R&D 投资强度的差异性, 设计了一个“相对 R&D 支出弹性”指标, 这一指标可以有二种表现形式:

$$1^{\circ} E_n^R = \frac{\text{前 } n \text{ 位企业就业的 R\&D 支出相对比重}}{\text{产业前 } n \text{ 个企业 R\&D 支出相对比重}} = \frac{\text{产业前 } n \text{ 个企业 R\&D 支出相对比重}}{\text{产业前 } n \text{ 个企业就业人数相对比重}} \quad (1)$$

$$2^{\circ} E_n^R = \frac{\text{前 } n \text{ 位企业销售的相对 R\&D 支出弹性}}{\text{产业前 } n \text{ 个企业 R\&D 支出相对比重}} = \frac{\text{产业前 } n \text{ 个企业 R\&D 支出相对比重}}{\text{产业前 } n \text{ 个企业销售收入相对比重}} \quad (2)$$

1 收稿日期: 2000-04-06; 修订日期: 2001-05-12  
基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (79870036)。  
作者简介: 刘国新 (1957-), 男, 博士, 教授, 博士生导师。

指标(1)也可变形为

$$\frac{\text{产业前 } n \text{ 个企业 R\&D 支出}}{\text{产业总 R\&D 支出}}$$

$$= \frac{\text{产业前 } n \text{ 个企业就业数}}{\text{产业就业人数}}$$

$$= \frac{\text{产业前 } n \text{ 个企业每员工 R\&D 支出}}{\text{产业人均 R\&D 支出}}$$

因此该指标反映了产业内前  $n$  个企业每职工 R&D 支出与产业人均 R&D 支出的比较,该比值越大,说明产业内规模处于前  $n$  位的较大企业比规模小的企业有更大的 R&D 投资强度;反之则有更小的 R&D 投资强度。

而指标(2)反映了产业前  $n$  位企业相对销售收入的 R&D 投资强度与产业平均强度的比较。

这 2 个指标分别从不同侧面反映了前  $n$  位企业与规模较小的  $m - n$  个企业(该产业的企业数为  $m$ ) 之间的 R&D 标准强度的差异。指标的特点在于具有综合性,综合考虑了企业的三大要素: R&D 投入、劳动力投入、产出(用销售收入衡量),指标的取值有下面三种情况:

$E_n^R$  (or  $E_n^L$ )  $> 1$ , 表明所考察的前  $n$  个企业比后  $m - n$  个企业平均来看有更大的 R&D 投资强度,且高于产业(或社会)的平均 R&D 投入强度,此外  $E_n^R$  还反映了销售与 R&D 的相关性,  $E_n^R \% > 1\%$ , 表明销售收入比重每增加 1%, 导致其 R&D 投入比重增加  $E_n^R \% > 1\%$ , 则其相对 R&D 弹性是较大的。

$E_n^R$  (or  $E_n^L$ )  $< 1$ , 表明前  $n$  位企业比后  $m - n$  个企业的平均 R&D 投资强度小,小企业在 R&D 中占主导地位,同样  $E_n^L < 1$ , 表明前  $n$  位企业销售收入比重增加 1%, 导致其 R&D 投入比重仅增加  $E_n^L \% < 1\%$ , 其相对 R&D 弹性较小。

$E_n^R$  (or  $E_n^L$ )  $= 1$ , 相对 R&D 弹性处于中性,全部产业中,大中小型企业 R&D 投入强度相当。

## 1.2 美国大企业的 R&D 投资强度

以美国 70 年代最大的 300 个 R&D 项目为例,用以上指标评价大中小型企业 R&D 投资强度上的差异性,资料显示,这 300 个最大的 R&D 投资项目大致与最大的 170 个企业的 R&D 支出相等,大约占全部企业 R&D 支出的 90%, 因而实际反映了 R&D 在不同企业间的集中度。

表1 美国最大 R&D 项目的 R&D、净销售、总员工的百分比(1970)

项目规模	累计 R&D	净销售	员工总数
前 4	18	6	8
前 8	32	9	11
前 20	55	16	19
前 40	66	23	27
前 100	79	36	39
前 200	87	50	50
前 300	91	63	62

资料来源:[美] National Science Foundation (1972, PP. 46-17)

表1是美国最大的 300 个 R&D 投资项目,按前 4、前 8、……前 300 排列的 R&D 比重、净销售和雇佣人数比重,显然这些大项目所在的最大的 170 家企业,其 R&D 投入、销售和员工数占了全部拥有量的 60% 以上,其中, R&D 投入占 91%, 因此美国 70 年代的 R&D 投入是以大企业为主的。

表2 美国大企业的相对 R&D 支出弹性

项目规模	$E_n^R$	$E_n^L$
前 4	2.250	3.0
前 8	2.909	3.555
前 20	2.894	3.437
前 40	2.444	3.869
前 100	2.025	2.079
前 200	1.740	1.740
前 300	1.467	1.144

由表1可计算出相对 R&D 支出弹性(参见表 2), 由表2可以看出: (1)  $E_n^R$  和  $E_n^L$  随企业规模结构的变化而变化; 随着所排列企业数的增加, 相对 R&D 支出弹性  $E_n^R$  和  $E_n^L$  逐步减小(前 4 对应的  $E_n^R$ ,  $E_n^L$  除外), 这反映了大型企业比中型企业、中型企业比小型企业有更大的 R&D 支出弹性; 前 8 位企业按销售收入考察的 R&D 支出弹性  $E_n^R = 3.555$  是  $E_n^L (= 1.444)$  的 2.5 倍, 大型企业有更大的 R&D 投资强度; (2)  $E_n^R$  和  $E_n^L$  出现了例外, 它们比  $E_n^R$ 、 $E_n^L$ 、 $E_n^L$  都要小, 首先这反映了这两个指标变化的非单调性, 企业规模与 R&D 投资强度之间的相关性很大, 但并非完全呈正的单调相关性, 这一点与学者 Cohen, W. M (1995) 的结论有些不同,  $E_n^R$  和  $E_n^L$  实质上反映了特大型企业的情况, 无论是以销售收入还是以就业人数进行考察, 特大

型企业相对 R&D 支出强度不如规模紧随其后的大型企业. 这一结论是否具有普遍性, 有待针对不同国家近期的数据进一步研究.

### 1.3 中国大中型企业的 R&D 投入强度

中国不同类型企业的 R&D 投入与美国相比具有类似的一面和差异的另一面. 以《中国科技统计年鉴》和《中国统计年鉴》的有关数据资料, 测算了中国大中型企业的相对 R&D 支出弹性(见表3).

表3 中国大中型工业企业相对 R&D 支出、销售收入和职工数的百分比及相对 R&D 支出弹性(1996年)

企业规模	占总 R&D 支出%	占总职工数%	占销售收入%	$E_{R&D}^I$	$E_{R&D}^S$
特大以上	16.0	8.1	17.6	1.975	0.909
特一以上	39.0	18.0	34.1	2.167	1.134
特二以上	64.3	30.9	52.2	2.081	1.231
中型以上	89.6	52.8	79.5	1.697	1.127

来源: 根据《中国科技统计年鉴·1997》、《中国统计年鉴·1997》计算整理

从表3可以得到如下结论:

①中国大中型工业企业的 R&D 支出平均强度大于小型企业;  $E_{R&D}^I$ ,  $E_{R&D}^S$  基本上大于1, 表明按销售收入和按职工总数平均, 大中型企业的 R&D 投入强度大于产业的平均强度.

②  $E_{R&D}^I$  随考察企业数  $n$  的增多(即平均规模减小), 基本呈现逐步下降的趋势. 但特大以上的  $E_{R&D}^I$  小于特一以上和特二以上, 并且特大以上的  $E_{R&D}^I$  小

于其他三种情况, 这与美国的企业类似(参见表2), 这说明特大型企业的 R&D 投入强度平均来看还不如其他几种规模类型. 这再次证明了企业规模与 R&D 投入强度之间关联的非单调性.

特大型企业的这种 R&D 投入强度不足的现象, 主要是由于 R&D 动力机制不足, 替代效应(The Replacement Effect)(David Besanko, 1996)起了支配作用. 这主要出现在垄断型市场结构的情况. 而在特一型和特二型规模结构下, 主要是同类规模的寡头之间竞争的市场结构, 此时效率效应(The efficiency effect)起了主导作用<sup>1)</sup>.

③中国大中型企业的  $E_{R&D}^I$  远小于美国大型企业, 这一点通过比较表2与表3的对应数据即可得到, 它反映了中国大型企业与小型企业之间 R&D 投入强度的差距比美国的企业之间的投入强度差距小很多. 美国等发达国家更能体现大型企业是 R&D 投资的主要力量.

④中国大中型工业企业的  $E_{R&D}^S$  差距很小, 即反映了不同类型企业 R&D 投入占销售收入比重差别不很大, 这似乎从一个侧面反映了大型企业技术创新的动力不足, 对市场竞争的反应不太敏锐.

### 1.4 武汉大中型工业企业相对 R&D 支出弹性

用相对 R&D 支出弹性对武汉市254家大中型企业进行了研究, 发现了与全国情况大致相同的  $E_{R&D}^I$ ,  $E_{R&D}^S$  变化规律, 得到的结论也基本一致. 计算结果见表4.

表4 武汉大中型企业 R&D 支出、技术开发人员、新产品销售收入比重和相对 R&D 弹性(1995年)

企业规模	占总 R&D 支出%	技术开发支出%	技术开发人数%	新产品销售收入%	$E_{R&D}^I$	$E_{R&D}^S$
特大型以上 (前3个)	46.0	11.1	24.5	11.5	1.893(0.153)	4.034(0.965)
特一型以上 (前26个)	49.8	43.7	34.6	26.3	1.439(1.321)	1.893(1.737)
特二型以上 (前91个)	69.7	62.3	48.9	53.9	1.425(1.271)	1.293(1.156)
中型以上 (前254个)	89.9	39.1	65.0	75.0	1.383(1.186)	1.201(1.186)

来源: 根据《武汉科技统计年鉴·1996》计算整理.

与全国的数据不同的是, 采用了新产品销售收入比重和技术开发支出比重进行计算.  $E_{R&D}^I$  和  $E_{R&D}^S$  的结果, 括号中数值由技术开发支出比重计算

得到的, 无括号数值由 R&D 支出比重计算得到.

从表4可以看出, 武汉的企业规模与 R&D 投入强度成正相关关系, 平均规模越大的企业群, 相

1) 参见 Liu Guoxin, The incentive to innovate and R&D spillover, ISMOT 1996, International Academic Publishers.

对R&D支出弹性也越大,其他结论与对全国的分析相同。

## 2 不同产业内R&D投入差异性

为进一步探讨企业规模与R&D投入的相关性,还可以深入到产业这一层次,结合产业特征来考察。由于不同产业的技术复杂性、技术进步难度、技术信息来源的差异性,使大企业与小企业面临不同的创新机会和成功概率。

日本经济学家今井贤一动用研究费密度这一指标(研究开发资金占销售收入的比例),将日本产业分为三类:第一类称之为创新产业,研究费密度在1.8%以上,包括化学、电气机械、精密机械、医药、通信、电子等产业,这类产业随销售规模扩大,研究开发费上升速度加快;第二类称之为标准产业,研究费密度在1.0%~1.8%之间,包括汽车、橡胶制品、一般机械等产业;第三类称之为停滞产业,研究费密度在1.0%以下,包括钢铁、纺织、食品等产业。后两类产业随销售规模增大,研究费上升速度下降,最后停止增加。

这里,考虑产业的集中度,以绝对集中度 $CR_4$ 为依据将工业行业划分为三类: $CR_4 \geq 25\%$ 为高集中度产业, $10\% \leq CR_4 < 25\%$ 为中等集中度产业, $CR_4 < 10\%$ 为低集中度产业。通过对中国工业行业有关数据的测算,我们发现:国内高集中度产业主要有石油天然气采选、电力生产供应、化学纤维工业、石油加工、交通设备制造业。这些产业人均技术开发费较高,超过435.4元,销售利润率较高,大于10.18%(均为工业平均值);国内低集中度产业主要有纺织业、食品制造业、饲料工业、

木材加工业、煤碳采选业、缝纫业等,这些产业人均技术开发费和销售利润率指标普遍低于上述两项值。

分析认为,高集中度产业技术创新的动力主要来自产业的技术推动,而受市场需求的作用较小,他们主要是追求的市场占有率,努力取得本行业的垄断地位,如中国汽车、钢铁、石油化工等产业即属此情形。低集中度的产业内,由于规模结构分布比较均匀,不易形成行业垄断,企业技术创新动力主要来源于市场竞争,在竞争中获取较多的利润,而非垄断利润。竞争的主要手段是使用价格竞争手段,用较低的价格打败竞争对手,在产品差别化上所作的努力有限,因此其技术开发投入相对较少。

## 3 结论

企业规模与R&D投入相关性问题各国经济学家从不同的角度展开过研究,在此基础上,我们从另一全新的角度展开研究,提出了“相对R&D支出弹性”指标,据此对美国、中国和武汉地区的情况进行了计算、分析与比较,得到的结论是:

大中型企业是一个国家和地区R&D投入的主导力量,一般占80%至90%;一般来说,平均规模越大的企业群,其相对R&D弹性越大,R&D投入强度越大;但是在特大型组,由于规模的巨大化,替代效应起作用,R&D投入强度反而减弱。一般在垄断的市场结构下易出现这种现象,而在寡头竞争的结构下则一般不会出现。

在不同产业内,企业R&D投入行为也具有差异性。

## 参考文献:

- [1] Chris Froeman, Luc Soete. The economics of industry innovation[M]. third edition. London: Pinter, 1997, 227-265
- [2] David B, David D, Mark S. Economics of strategy[M]. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996, 375-351
- [3] Carlton, Perloff. Modern industrial organization[M]. New York: Harper Collins College Publishers, 1994, 179-201
- [4] Xiangkang Y, Ehud Z. Is firm size conducive to R&D choice? A strategic analysis of product and process innovations[J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 1998, 35(2):243-262
- [5] Shane G, et al. Market structure, innovation and vertical product differentiation[J]. Int. J. Industrial Organization, 1998, 16(2), 285-311
- [6] Mang P Y. Exploiting innovation options: an empirical analysis of R&D-intensive firms[J]. Journal of Economic Be-

avior And Organization, 1994, 35(2):239-242

- [7] 国家统计局和国家科委. 中国科技统计年鉴[R]. 北京: 中国统计出版社, 1996, 121-142
- [8] Liu Guoxin, Wan Junkang. The Incentive to Innovation and R&D Spillover. Paper of ISMOT, International Academic Publishers, 1998, 121-126
- [9] Liu Guoxin, Wan Junkang. Discuss on the innovation mix [R]. The Paper of '97 International Conference on Management Science & Engineering, Harbin Institute of Technology Press, 1997, 659-665
- [10] 刘国新, 万君康. 产业组织对技术创新行为与绩效的影响分析[J]. 经济理论与经济管理, 1995, (5): 31-34

## Relativity between R&D investment and scale of firms

LIU Guo-xin, LI Bo

The Business School, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China

**Abstract:** Based on the achievements acquired by scholars worldwide in research on the relativity between R&D investment and firm's scale, this paper establishes a distinctive and synthetic index, called "Relative Elasticity of R&D Expenditure". Thereby, this paper analyses deeply the relation between R&D investment intensity and scale of firms in USA, China and Wuhan, compares their similarities and differences of R&D department in large and medium-sized firms, and then draws strongly explanatory conclusions.

**Key words:** elasticity of R&D expenditure; scale of firms; R&D intensity

(上接第26页)

- [11] Arntzen B C, Brown C G, Harrison T P, Trafton L L. Global supply chain management at digital equipment corporation [J]. Interface, 1995, 25(11): 69-93
- [12] Van Roy T J. Multi-level production and distribution planning with transportation decision fleet optimization [J]. Management Science, 1989, 35(12): 1443-1453

## Optimization model for bi-level distribution network design in supply chain management

ZHAO Xiao-yu, WANG Ding-wei

School of Information Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110006, China

**Abstract:** Distribution channel decision is one of the most important decisions in supply chain management (SCM) because it has direct effects on other marketing decisions. In this paper, from the standpoint of integration and coordination of the supply chain, an optimization model for bi-level distribution network design in which demand allocation is considered is put forward. Demand for products are allocated to branch plants by their respective production capacity and demands of customer zones, productions are planned to reduce the total cost of production-distribution system. To speed up the solution of the problem, a solution method that hybridizes heuristic algorithm with conventional branch-and-bound method is presented. According to the problem's characteristics, a heuristic algorithm is used to find a near optimal solution, then the near optimal solution is used as the upper bound in branch and bound to find optimal solution. At the end of this paper, a numerical example is given.

**Key words:** supply chain management; demand allocation; distribution network