

# 国防科技研发对国民经济增长溢出效应评价研究

葛永智, 侯光明

(北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081)

**摘要:** 国防科技研发对促进我国整体技术的发展影响深远, 评价国防科技研发对国民经济增长溢出效应一直是学者与政府关注的热点问题。理论模型研究结果显示, 国防科技研发投入对民用科技研发投入有挤出效应; 同时, 国家存在一个合理的、能够使国民经济增长达到最大化的国防科技研发投入比例, 即国防科技研发投入与 GDP 之比。

**关键词:** 国防科技研发; 经济增长; 效应评价

中图分类号: C931; F123

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2010)05-0009-04

当先进的国防技术向民用技术和民用产业转移与溢出时, 将对民用技术研发、民用技术、民用产业和国民经济产生重大影响, 这些影响就是其溢出效应。通过科学的理论评价, 明确国防科技研发对国民经济增长的溢出效应, 可以为我国加强和促进军民技术合作与转移及相关政策制定提供理论支持, 以充分发挥国防科技资源的优势, 实现军民技术双赢的目标。

## 一、国防科技研发溢出效应评价研究概述

自 20 世纪 40 年代后期开始至 20 世纪 90 年代, 世界相对于民用技术来说, 更重视军事技术的开发, 都将大量的科研经费投入到国防、军事技术研发。以美国和前苏联为首的两个超级大国, 其国防工业的生产技术远远高于民用生产技术, 这就为军用技术向民用技术转移和溢出创造了必要的条件。有大量的初始研发原是为军事服务的技术, 如计算机、网络、发动机、半导体和雷达等, 被成功地运用于民用, 为国民经济发展发挥了重要作用。随着世界冷战的结束, 各国都调整了国家科技政策, 大多数国家军事技术研发费用的投入都呈下降的趋势。

进入 21 世纪以来, 从国防 R&D 投入占各国的 GDP 比例上来考察, 包括中国和美国, 都是锐减的。以军事强国美国为例, 国防科技研发投入占 GDP 的比例急剧下降, 从 1961 年的 1.29% 到 2008 年的 0.57%。这个现象激发了经济学家研究国防 R&D 投入对民用 R&D 投入的转移效应及其对国家经济增长作用的兴趣。例如, 近期 Goel<sup>[1]</sup>(2008) 通过研究发现美国的国防 R&D 对美国的经济增长有非常重要的正面效应, 同时, 对全民的社会福利也有正面作

用。有的学者通过运用模型研究发现了国防 R&D 对民用 R&D 的挤出效应, 对国家经济增长有溢出效应。这挤出效应就是指增加国防 R&D 的同时势必要通过降低民用 R&D 的投入来实现, 这样就对民用 R&D 的投入增长有一个挤出效应。例如, Hartley<sup>[2]</sup>(2006) 的论断“国防科技 R&D 很显然地挤占了可以用于民用科技研发非常稀缺的科技人力资源和财产资源”。另外, Gullec 和 Van Pottelsberghe<sup>[3]</sup>(2003) 在分析和研究了经合组织国家国防科技 R&D 的作用后, 发现了国防科技 R&D 对民用科技 R&D 挤出效应的证据。其溢出效应表现在国防技术 R&D 对民用技术 R&D 有溢出效应, 最终表现在对国家国民经济增长有正的影响作用。Chakrabarti 和 Anyanwu<sup>[4]</sup>(1993) 的研究发现, 美国的国防技术 R&D 通过技术溢出对民用产出有间接的正的溢出效应, 这也为国防技术 R&D 对国民经济存在技术溢出奠定了理论基础。

有学者在军用 R&D 对生产率的影响以及军用技术溢出效应领域做了大量的探索, 以表明军用 R&D 投入对国民经济的挤出效应是负面的。他们通过实证研究得出了如下结论, 来自于军用 R&D 的专利有较小的经济价值, 有人估算, 民用和军用的 R&D 的平均收益率分别是 33.9% 和 0.7%。Poole & Bernard 的研究表明, 美国和加拿大的军用技术创新对其所有航空航天和电子工业的增长率的影响是负值。

Morales-Romos<sup>[5]</sup>(2002) 通过研究发现供需模型显示国家的国防 R&D 通过其对投资的负效应对国家的经济增长有挤出效应。Poole 和 Benard<sup>[6]</sup>(1992) 通过运用多元线性回归的分析, 研究结果是国家的

收稿日期: 2010-03-21

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70873008); 北京市自然科学基金(9092012)

作者简介: 葛永智(1962—), 男, 北京理工大学管理与经济学院在职博士研究生, 山东广播电视大学教授。E-mail: yongzhigee@126.com

国防 R&D 对全要素生产率有负影响。Lichtenberg<sup>[7]</sup> (1995) 通过宏观的分析与研究,估计了国家国防 R&D 投入的回报率几乎是零。

## 二、国防科技研发溢出效应评价理论模型

学者 Grossman-Helpman<sup>[8]</sup> (1991) 的质量阶梯模型结构比较简单,家庭的效用函数只是包含其消费的最终产品。Grossman-Helpman (1991) 质量阶梯模型为

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \ln C_t dt$$

其中,  $d_j$  为质量水平为  $j$  的商品,  $\rho$  是利率。

依据新经济增长理论,经济增长的源泉主要是来自于技术的进步和劳动力。技术的进步与发展是通过科技研发投入来体现的。所以,家庭的效用函数与科技研发投入有非常直接的关联关系。据此,在 Grossman-Helpman (1991) 质量阶梯模型的基础上对其进行简单的调整,在质量阶梯增长模型当中引入国防科技研发投入。这样,影响家庭效用的则有消费和国防科技研发投入。通过对模型中公式的理论研究与推导,可以验证国防 R&D 对民用技术研发的挤出效应和对国民经济增长的溢出效应<sup>[9]</sup>。国防技术通过其溢出效应提升了国家综合生产力。

尽管质量阶梯模型只有劳动力投入变量,但是对于分析研究国防 R&D 的溢出作用是合适的,因为对于国防技术和民用技术的创新来说,研发科学家和工程师是最重要的投入。运用调整后的质量阶梯模型来表示新的家庭寿命效用函数。模型中的新功能将在以下内容中详细阐述。

### (一) 调整后的质量阶梯模型

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} (\ln C_t + \delta \ln D_t) dt \quad (1)$$

公式(1)是  $t$  时期的家庭的寿命效用函数。其中,  $\rho > 0$  是折扣率,  $C_t$  是消费的最终产品,  $D_t$  是国防技术水平,它按照  $D_t = D_0 f(L_{d,t})$  运动规律变化,初始状态为  $D_0$ 。国防技术的提高是基于增加国防科技研发的人员  $L_{d,t}$ 。

如上所述,假定家庭在  $D_t$  水平上从国家安全中获得效用,也就是说,国防技术类似于公共物品的消费,参数  $\delta \geq 0$  即表示了国防技术对国家安全的影响。家庭效用最大化受以下条件约束

$$\dot{V}_t = R_t V_t + W_t - C_t - T_t \quad (2)$$

其中,  $\dot{V}_t$  是家庭拥有资产的价值,  $R_t$  是其实际收益率。假定每个家庭只有一个单位的劳动力,此劳动力

可以在生产、民用科技研发和国防科技研发等部门之间任意分配,市场薪酬率是  $W_t$ 。政府对家庭实行一次课税  $T_t$  用于国防科技研发投入。欧拉方程是

$$\frac{\dot{C}_t}{C_t} = R_t - \rho \quad (3)$$

公式(3)表示了国家家庭的消费增长率是家庭的实际收益率与资本利率之差。

### (二) 最终产品

$$Y_t = \exp \left( \int_0^1 \ln X_t(i) di \right) \quad (4)$$

最终产品  $Y_t$ , 是汇集了一系列不同的中间产品  $X_t(i)$   $i \in [0, 1]$ , 由库伯-道格拉斯生产函数表达的。这部分产品市场是完全竞争,无论是投入的原料价格还是产品的出售价格都接受市场价格。其含义为家庭所能消费的最终产品的最大量就是  $Y_t$ 。

### (三) 中间产品

有一系列工业企业  $i \in [0, 1]$  生产不同的中间产品,在每个工业企业  $i$ , 都存在一个阶段的垄断领导者,这些垄断的领导者拥有最新发明的专利技术并且控制着市场,直到下个领导者出现。工业企业领导者  $i$  的生产函数为

$$X_t(i) = z^{n_t(i)} D_t^\alpha L_{x,t}(i) \quad (5)$$

其中,  $L_{x,t}(i)$  为企业  $i$  的生产工人。由于国防技术  $D_t$  开发军民两用技术,因此国防技术  $D_t$  提升了国家综合生产力。 $\alpha \in (0, 1)$  为国防技术对民用技术的溢出效应参数。作为体现技术进步的民用 R&D,  $Z > 1$  表示每次发明专利所带来的质量的改善;  $n_t(i)$  则表示工业企业  $i$  在时间  $t$  的新发明数量。在给定  $z^{n_t(i)}$  情况下,领导者  $i$  的边际生产成本为  $MC_t(i) = W_t / (z^{n_t(i)} D_t^\alpha)$ 。目前和以前领导者都是实施 Bertrand 竞争。在这种情况下,目前工业企业垄断竞争领导者最大利润时的价格就是  $Z$  与边际成本的积

$$P_t(i) = Z MC_t(i) \quad (6)$$

### (四) 民用 R&D

假定工业企业  $i$  的一个发明的价值为  $\tilde{V}_t(i)$ 。依据方程(4)中库伯-道格拉斯函数,在整个工业企业体系中,所有的利润都是一样的。这样对于  $i \in [0, 1]$  就有  $\tilde{V}_t(i) = \tilde{V}_t$ 。这是因为在此经济中,唯一的资产就是发明,他们的市场价值等于家庭 (i.e.  $\tilde{V}_t = V_t$ ) 拥有的资产价值。对于非套利情形下的  $V_t$  有

$$R_t V_t = \Pi_{x,t} + \dot{V}_t - \lambda_t V_t \quad (7)$$

方程(7)左边是资产的收益,右边中的  $\Pi_{x,t}$  是该资产垄断利润的和,  $\dot{V}_t$  是潜在资本收益,  $\lambda_t$  是资本的预期损失,服从泊松分布,表示发明的成功率。

有一系列研发企业家  $j \in [0, 1]$ , 他们聘用科技研发人员进行技术创新、发明。对于企业家  $j$  的利润是

$$\Pi_{r,t}(j) = V_t \lambda_t(j) - W_t L_{r,t}(j) \quad (8)$$

$L_{r,t}(j)$  是企业家  $j$  聘用的民用科技研发人员的数量, 企业家  $j$  发明的成功率是

$$\lambda_t(j) = \bar{\varphi}_t L_{r,t}(j)$$

其中,  $\bar{\varphi}_t$  代表民用 R&D 的生产力。由于在科技研发方面其进入的成本为零, 所以 R&D 部门的利润也是零。所以有

$$V_t \bar{\varphi}_t = W_t \quad (9)$$

这个情况决定着民用 R&D 部门和生产部门之间的人员分配。由于国防 R&D 对民用 R&D 有溢出效应, 那么  $\bar{\varphi}_t$  是随着国防 R&D 雇员  $L_{d,t}$  的增加而增长的。为了便于处理, 假定下列关系存在

$$\bar{\varphi}_t = \varphi L_{d,t}^\phi \quad (10)$$

国防 R&D 的溢出效应由参数  $\phi \in (0, 1)$  来表示。当  $\phi=0$  时, 民用科技研发人员的生产力就只是由  $\varphi$  确定的。

### (五) 国防 R&D

政府为提高国防技术加强国防, 对国防科技研发进行投入

$$g_{d,t} \equiv D_t / D_t = f(L_{d,t}) \quad (11)$$

其中,  $g_{d,t}$  是国防技术的增长速率, 函数  $f(L_{d,t})$  满足以下正常条件; 对于  $L_{d,t} \in (0, 1)$  有  $f > 0$ ; 对于  $f'(1) = 0$  和  $f'' \leq 0$ , 政府平衡预算条件为

$$T_t = W_t L_{d,t} \quad (12)$$

这些等式的建立说明了国防 R&D 是由政府来实施的, 并且等式(11)是国防技术政府的生产函数。或者说, 式(12)可以看作国防科技工业公司的费用偿还合同, 这个公式说明了政府将所有税收都投入到了国防科技研发。另外, 函数  $f(L_{d,t})$  还受国防科技工业公司对科技研发奖励制度和效率的影响。在这样的情况下, 国防 R&D 的高投入势必要增加税负, 降低民用 R&D 和民用产品劳动力的供应, 这就是国防 R&D 的挤出效应。

### (六) 市场均衡时的各变量关系

市场均衡就是一系列序列  $\{C_t, Y_t, X_t(i), L_{x,t}(i), L_{r,t}(j), L_{d,t}\}_{t=0}^\infty$  分配, 一系列的  $\{W_t, R_t, V_t, P_t(i)\}_{t=0}^\infty$  价格确定和一系列的  $\{T_t\}_{t=0}^\infty$  税收政策的制定。

在市场达到平衡时, 家庭的消费量就是最终产品的产量, 最终产品市场达到均衡, 这样就有  $C_t = Y_t$ 。此时, 家庭的效用函数达到最大, 最终产品商利润达到最大化, 中间产品企业以及研发企业利润都达到最大。劳动力市场达到均衡, 即  $L_{x,t} + L_{r,t} + L_{d,t} = 1$ , 政府平衡其预算, 这样有  $T_t = W_t L_{d,t}$ 。

## 三、国防 R&D 对经济增长溢出效应

消费均衡增长率为

$$g_c = \dot{C}_t / C_t = \dot{Y}_t / Y_t$$

$$g_c = g_z + \alpha g_f = \left( \frac{\varphi L_{d,t}^\phi (1-L_{d,t})(z-1) - \rho}{z} \right) \ln z + \alpha f'(L_{d,t}) \quad (13)$$

对于  $\phi \in [0, 1]$ , 对函数(13)求  $L_{d,t}$  的微分, 则有

$$\frac{\partial g_c}{\partial L_{d,t}} = L_{d,t}^\phi \left( \frac{\phi(1-L_{d,t}) - 1}{L_{d,t}} \right) \left( \frac{(z-1)\phi \ln z}{z} \right) + \alpha f''(L_{d,t}) = 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial^2 g_c}{\partial L_{d,t}^2} = -\frac{\phi}{L_{d,t}^{1-\phi}} (1-\phi) \left( \frac{1-L_{d,t}}{L_{d,t}} + 2 \right) \left( \frac{(z-1)\phi \ln z}{z} \right) + \alpha f'''(L_{d,t}) < 0 \quad (15)$$

式(15)中显示  $g_c$  对  $L_{d,t}$  是严格凹函数, 所以公式(16)  $L_{d,t}^*$  的解是最大值, 但是同时又是内部的解, 这是因为在  $L_{d,t}=0$  时,  $\partial g_c / \partial L_{d,t} > 0$ ; 在  $L_{d,t}=1$  时,  $\partial g_c / \partial L_{d,t} < 0$ 。对(15)重新排列得到,

$$\left( \frac{\phi(1-L_{d,t}) - 1}{L_{d,t}} \right) \left( \frac{(z-1)\phi \ln z}{z} \right) + \frac{\alpha f''(L_{d,t})}{L_{d,t}^\phi} = 0 \quad (16)$$

从以上公式我们可以看出, 公式左端是随  $L_{d,t}$  的递减而递减, 随  $\phi$  和  $\alpha$  的递增而增加。  $L_{d,t}^*$  也是随  $\phi$  和  $\alpha$  的递增而增加, 另外, 因为有  $L_{d,t} \in [0, 1]$ , 则  $L_{d,t}^*$  随  $\phi$  的递减而微弱递减。

以上的分析结果从图 1 可以得到更好的显示, 当国家国防 R&D 投入占 GDP 比例降低时, 国防 R&D 对经济增长的影响是不确定的。这种影响和效应的不确定性是由于国防 R&D 相互对立的挤出效应和溢出效应相互作用而引起的。但是, 存在一个能够使国民经济增长达到最大化的国防科技研发投入  $L_{d,t}^*$ 。如图 1 所示, 当  $L_{d,t}^* = L_{d,t}$  时, 经济增长率达到最大。

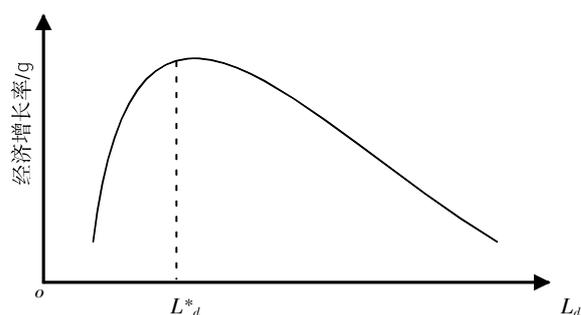


图 1 经济增长与  $L_{d,t}$  和  $L_{d,t}^*$  的关系

$L_{d,t}^*$  的增长将带动军民技术转移效应  $\phi$  增长。当  $L_{d,t} > L_{d,t}^*$  时, 降低国防 R&D 刺激经济增长率的提高; 反之, 当  $L_{d,t} < L_{d,t}^*$  时, 增加国防 R&D 对能够提高经济增长。通过以上的分析, 揭示了国防科技研发投入对民用技术研发投入的挤出效应; 存在一个能够国民经

经济增长达到最大化水平的国防科技研发  $L_d^*$ ,  $L_d^*$  的增长将带动军民技术转移效应  $\phi$  增长。当  $L_d > L_d^*$  时, 国防科技研发投入的挤出效应比较大, 此时降低国防 R&D 投入能够刺激国民经济增长; 反之, 当  $L_d < L_d^*$  时, 增加国防 R&D 投入对国民经济增长率的影响是积极的。因此, 军民技术转移效应对经济增长的影响

是不确定的。这种影响和效应的不确定性是由于国防 R&D 相互对立的挤出效应和溢出效应相互作用而引起的。对于国家来说, 合适的国防科技研发投入是非常重要的, 不能单纯认为增加或者减少投入就有利于国民经济增长。重要的是通过实证研究, 探索合适的国防科技研发所占 GDP 的比例。

#### 参考文献:

- [1] Goel Rajeev K, James E Payne, Rati Ram. R&D expenditures and U.S. economic growth: a disaggregated approach[J]. Journal of Policy Modeling, 2008, 30: 237-250.
- [2] Hartley Keith. Defense R&D: data issues[J]. Journal of Defense and Peace Economics, 2006, 17: 169-175.
- [3] Gullec, Dominique, Bruno van Pottelsberghe. The impact of public R&D expenditure on business R&D[J]. Economics of Innovation and New Technology, 2003, 12: 225-243.
- [4] Chakrabarti, Alok K, C Lenard Anyanwu. Defense R&D, technology, and economic performance: a longitudinal analysis of the US experience[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 1993, 40: 136-145.
- [5] Morales-Romos. The impact of defense and non-defense public spending on growth in Asia and Latin America[J]. Defense and Peace Economics, 2002, 8: 205-224.
- [6] Poole Benard. Defense spending, economic structure, and growth: evidence among countries and over time[J]. Economic Development and Cultural Change, 1992, 32: 487-498.
- [7] Lichtenberg, Frank R. Economics of defense R&D[C]//Hartley K, Sandler T. Handbook of Defense Economics. Elsevier, 1995: 431-459.
- [8] Grossman Gene, Elhanan Helpman. Quality ladders in the theory of growth[J]. Review of Economic Studies, 1991, 58: 43-61.
- [9] Shieh, Jhy Yuan, Wen Ya Chang, Ching Chong Lai. An endogenous growth model of capital and arms accumulation[J]. Defence and Peace Economics, 2007, 18: 557-575.

## Study on the Evaluation of Defense R&D Spillovers Effects on Economic Growth

GE Yong-zhi, HOU Guang-ming

(School of Management & Economic, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

**Abstracts:** Defense R&D plays a great role to the development of our technology. It has been the focus of scholars and government to evaluate the defense R&D spillovers effects on economic growth. Theoretical model research results show that the defense R&D has the crowd-out effects and there exists an economic growth-maximizing proportion of defense R&D and GDP.

**Key words:** defense R&D; economic growth; effects evaluation

[责任编辑:孟青]