

doi: 10.3969/j.issn.1671-3842.2016.02.15

# 我国航空工业的技术创新情况研究

刘元雷 陈晓和

(上海财经大学 财经研究所 上海 200433)

**摘 要:** 航空工业技术创新是我国实现强国梦想的重要举措之一。通过分析我国航空工业技术创新现状,针对 2000—2012 年中国航空产业数据,基于知识生产函数对人才投入和技术创新投入两方面,分析了对我国民用航空工业中的研发投入及产出关系,具体讨论了我国航空工业技术创新的各个投入要素对新产品产值的影响程度,并结合实证分析,提出了相应政策建议。

**关键词:** 知识生产函数; 航空工业; 技术创新效率

**中图分类号:** F460.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-3842(2016)02-0081-05

## 一、我国航空工业研究背景

航空工业的发展水平作为衡量一个国家经济实力和军事实力的重要标准,有着发展投入大、投资风险系数大的特点。我国中长期科技发展规划纲要中明确提出,要建立研制大型飞机重大科技专项,并在 2008 年成立了中国商用飞机有限责任公司,作为实施大飞机专项的主体。对我国航空工业的技术创新效率进行分析,有利于了解目前我国航空工业的优势和存在的问题,为我国下一步进行技术创新措施提供政策建议。

现有的文献对于航空工业技术创新的研究多从以下几方面进行。

一是对航空工业的技术创新的分析。胡承波(2011)对航空制造企业技术创新如何保持长效机制进行了研究。研究中采用数据包络分析法对企业技术创新能力指标体系的数量关系进行了分析,从资金支持和人才培养两个方面提出了对策建议。<sup>[1]</sup>朱雅彦等(2013)研究了航空工业创新平台的运行机理,指出我国航空工业的关键技术主要来自发达国家,自主创新能力不足。只有通过

建立航空工业创新平台,才能加快知识共享和资源整合,实现技术从追随到引领的跨越。<sup>[2]</sup>刘磊、邓环(2011)对航空航天产业中技术研发投入在军民领域的作用进行了探讨。通过建立柯布一道格拉斯生产函数分析比较,得出的结论是加大研发投入短期会加快军民技术的双向交流,提高航空航天产业的技术创新能力和水平,但长期军民技术之间的相互依赖,也会妨碍各自自主创新能力的提升。<sup>[3]</sup>贾军等(2013)以航空航天制造器为例进行技术创新系统的协同发展实证分析,认为我国当前技术创新系统协同发展水平总体不高。<sup>[4]</sup>

二是基于知识生产函数对技术创新效率的分析。严成樑等(2010)采用扩张形式的知识生产函数对我国现实知识生产进行分析,提出我国经济的研发投入回报率要高于资本投资的回报率,其规模也更大。<sup>[5]</sup>傅利平等(2010)基于知识生产函数对我国 31 个省的创新绩效进行分析,提出经济发展水平与创新能力是正相关关系,但并不是一一对应的关系。<sup>[6]</sup>

收稿日期:2015-08-16

作者简介:刘元雷(1990—),女,山东济南人,博士生,研究方向为国防经济、军民融合。

基金项目:上海财经大学研究生创新基金项目“我国航空工业军民融合理论与实践探索”(CXJJ-2015-454)。

三是国内外创新机制对比。高启明(2013)从发展实力、发展政策、人才培养和管理的体制机制等方面对中美航空工业进行了比较,指出航空工业的发展与一个国家的经济发展水平、完善的行业配套政策和良好的发展环境紧密相关,我国必须加强这方面建设。<sup>[7]</sup>

总体而言,现有文献对我国航空工业的技术创新讨论角度较多,包括制度、建设环境、人才培养等方面,但是定量分析较少。在基于知识生产函数等其他模型的定量分析中,大多关注于我国整体工业的技术创新情况,没有单独对航空工业的技术创新效率进行分析。鉴于此,本文从知识生产函数模型出发,对航空工业技术创新效率情况进行具体的实证分析。

### 二、我国航空工业技术创新现状

当前,世界民用飞机制造市场的大部分份额由美国的波音公司和欧洲的空中客车公司所垄断,我国飞机制造公司的整体实力还不足以与这两家公司抗衡。

与此相对,我国的航空军事力量也远远不及这些西方强国。我国飞机制造业在国际市场上能够占有一定的市场份额主要原因是价格具有优势。在与国外的合作中,2014年,运12F完成中美适航当局局方试飞,运12系列获得美国20架订单;“领世”AG300完成首飞;中法合作的EC175取得型号合格证,并与空客签署1000架合作生产协议。

在国内,2015年5月,陕西省与俄罗斯、意大利两国签署协议,合作研发飞机工业创新技术。7月我国湖北太航星河飞行器制造有限公司从美国引进的8座双发螺旋桨飞机,通过中国民航局型号认证,可以进行小批量的生产,填补了我国这一机型的空白。

我国新出台的“制造2025”中提出,2020年,规模以上制造业研发经费内部支出占主营业务收入比重为1.26,2025年达到1.68。图1是从2008—2012年我国航空工业研发经费内部支出占主营业务收入比重变化情况。

可见,2008—2012年,我国航空工业研发经费内部支出占主营业务收入比重不断提高,2012年已达1.02。航空工业的技术研发得到了很大发展,带来的创新技术被应用到产品生产中,这说明我国航空工业技术创新发展势头较好,发挥着越来越重要的作用。

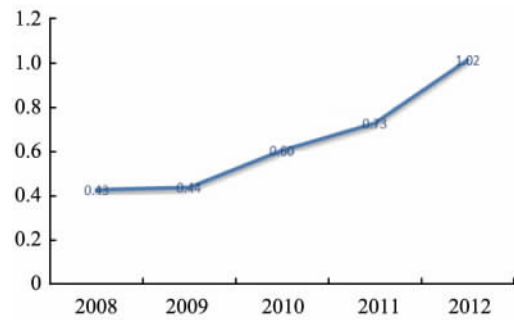


图1 航空工业研发经费内部支出占主营业务收入比重

### 三、理论构建

知识生产函数是由内生增长理论发展而来,主要用于分析有关创新活动的投入产出关系、知识溢出、创新效率等。知识生产函数最早由Griliches(1979)提出,经过长期发展,如今这一理论已趋于成熟。Griliches率先将企业的创新产出作为研发资本及研究人员投入的函数,采用柯布一道格拉斯生产函数的形式描述如下:

$$Y = F(X, K, \mu) \quad K = G[W(B), R, V] \quad (1)$$

(1)式中, $Y$ 表示被估算企业的创新产出, $X$ 表示创新生产过程中要素的投入, $K$ 表示当前的技术水平, $\mu$ 表示未被测量的影响因素。其中,技术水平 $K$ 由企业的技术投入累积测算。 $W(B)$ 表示企业的累积投入对技术水平的影响, $V$ 表示不能测量出的影响因素。<sup>[8]</sup>Jaffe(1989)在上述研究的基础上,以企业新知识作为产出变量,研发中的经费和人力作为投入变量,得到了经典的知识生产模型——Griliches&Jaffe函数:

$$Q_{it} = A e^{\lambda_{it}} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} \quad (2)$$

其中, $Q_{it}$ 表示进行研发活动的产出, $K_{it}^{\alpha}$ 表示进行研发活动的经费支出, $L_{it}^{\beta}$ 表示参与创新研发的人员, $\lambda_{it}$ 表示与时间相关的科技进步, $A$ 是表示其他未被计量的因素, $\alpha$ 及 $\beta$ 是产出弹性系数。<sup>[9]</sup>Griliches & Jaffe模型中,主要将投入变量分为人才投入及研究经费投入两部分,忽略知识溢出对创新产出的影响。李强等(2006)对知识生产函数的发展进行评述,提出对Griliches&Jaffe模型中常数项的解释还存在争议。一种解释是常数项表示来自其他产业的知识溢出,而非由企业、产业自身的创新活动带来的技术进步;另一种解释是常数项表示的是创新过程的努力程度;最后一种解释是没有实际的经济含义。其具体含义还有待于

下一步的研究和具体情况的分析。在本文中对常数项的经济意义不做讨论,而是基于上述模型,从人才投入和技术创新投入两方面,对我国民用航空工业中的研发投入及产出关系进行分析。

其回归模型如下:

$$\ln Q_t = \alpha \ln L_t + \beta \ln G_t + \delta \ln X_t + \lambda \ln N_t + \mu \ln B_t + \kappa \ln A_t + \varepsilon \quad (3)$$

其中,  $Q_t$  表示创新产出,  $L_t$  表示 R&D 人员投入,  $G_t$  为技术的改造经费投入,  $X_t$  为消化吸收技术的经费投入,  $N_t$  是技术引进经费支出,  $B_t$  是针对新产品的开发研究经费支出,  $A_t$  表示购买国内技术经费支出。下面将利用该模型对我国航空工业的技术创新情况进行分析。

#### 四、实证分析

##### (一) 数据选择

###### 1. 因变量——新产品产值 ( $Q_t$ )

选择创新产出的测量指标十分复杂,很难找到一个合适的完美变量进行描述。目前的文献中,一般采取专利申请数或新产品销售值收入。但是这两个指标在航空工业技术创新过程中存在一定局限性。专利的申请在一定程度上代表了技术创新的成果,但并不能体现出这些技术创新成果是否实际应用于生产之中。新产品的销售收入是对技术创新商业化情况的反映,但是考虑到航空工业中订单交付时间长,当年的销售收入并不能体现出当年技术创新所带来的收益。所以采取新产品产值作为测量指标,更具有说服力。

###### 2. 解释变量

###### (1) R&D 人员投入 ( $L_t$ )

R&D (research and development) 人员的投入是指参与到技术创新过程中的人员,从事的 R&D 活动包括基础研究、应用研究及试验发展三方面, R&D 人员采用的是全时当量,取自然对数作为衡量指标。

###### (2) 技术改造经费投入 ( $G_t$ )

技术改造经费包括制造企业中利用先进技术改造落后技术,先进工艺代替落后工艺,设备、生产技术的更新换代支出等,这是促进技术创新的重要手段之一,对技术改造经费取自然对数后加入模型之中。

###### (3) 技术消化吸收经费投入 ( $X_t$ )

技术的消化吸收经费指人员培训费、测绘费、参加技术消化吸收人员的工资、工装、工艺开发

费、必备的配套设备费、翻版费等。主要是政策制度对技术创新的投入,采用技术消化吸收经费取对数后作为这一方面的衡量指标。

###### (4) 技术引进经费投入 ( $N_t$ )

技术引进费用包括我国航空工业从国外购买、引进技术所需费用。鉴于我国当前航空工业的技术水平与国外还有一定的差距,所以技术的引进一直是推动我国进行技术创新的一条重要途径,采用技术引进经费取对数后作为这一方面的衡量指标。

###### (5) 新产品开发经费投入 ( $B_t$ )

新产品开发经费是对新产品研发的直接投入,采用新产品开发经费取对数后作为这一方面的衡量指标。

###### (6) 购买国内技术经费投入 ( $A_t$ )

购买国内技术代表着我国购买国内自主创新的情况,反映着我国国内航空工业技术创新的实际水平,采用国内技术经费取对数后作为我国自主创新对航空工业影响的衡量指标。

以上新产品产值和各项有关技术创新的投入数据来自《中国高新技术统计年鉴》(2000—2012年),对于年鉴中缺失的2001年、2002年的数据由时间序列趋势法估算得到。本文的模型估计、数据检验工作由 Stata 软件完成。各变量的描述性统计如表1所示。

表1 变量描述性统计

变量	单位	均值	标准差	最大值	最小值
$Q_t$	万元	3007805.2	1399687.4	4609753	830098
$L_t$	人年	25169	3348.5	28617	16604
$G_t$	万元	322352.5	115838.3	73597	128203
$X_t$	万元	5872.2	8550.2	27578	220
$N_t$	万元	31319.8	19153.4	73597	6677
$B_t$	万元	471756.8	375489.8	1187582	95570
$A_t$	万元	12106.2	6278.6	29121	2421

##### (三) 回归结果与分析

###### 1. 时间序列平稳性检验

选取的数据为时间序列数据,所以在进行回归之前对数据进行单位根检验,验证数据是否为平稳性时间序列。一般的 ADF 检验和 PP 检验的功效较低,出现第二类错误的概率很大;且本文中样本容量不大,故选择由 Elliot, Rothenberg and stock (1996) 提出的 DF - GLS 检验。检验结果如表2所示。

表2 DF-GLS 检验结果

变量	DF-GLS 值
$Q_t$	-1.305*
$L_t$	-1.262*
$G_t$	-2.116**
$X_t$	-1.953*
$N_t$	-2.847**
$B_t$	-2.703**
$A_t$	-2.464**

注:\*\*\*、\*\*和\* 分别表示在1%、5%和10%的显著水平上的显著。

从上表可以看出,各个变量在5%、10%的显著水平上都是显著的,说明该时间序列不包含单位根,是平稳的时间序列。

### 2. 模型估计

采用ARMA模型进行回归分析,首先要确定自相关与偏自相关系数。

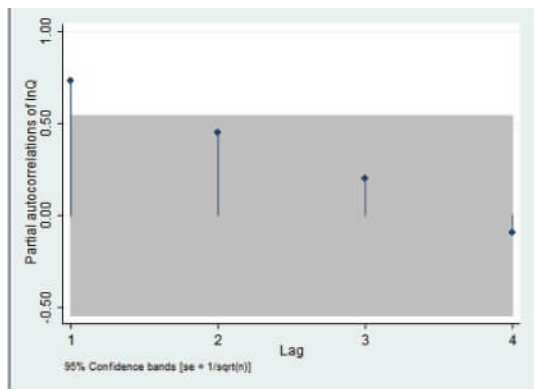
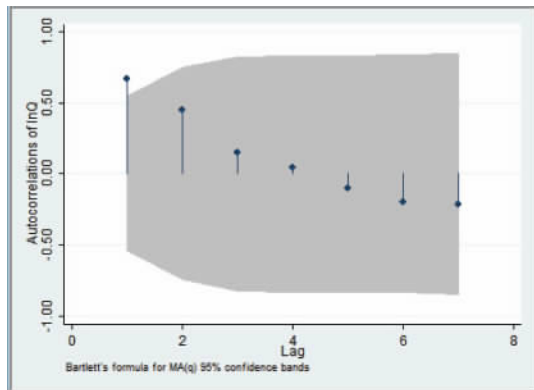


图2 自相关与偏自相关系数确定

上述两图中可以看到,第1阶自相关与偏自相关系数在5%水平显著地不为0,故采用AR(1)和MA(1)模型。然后对数据进行分析。回归的结果如表3所示。

表3 回归统计结果

	Coef.	t	P
lnL	-0.20	-1.09	0.491
lnB	0.827	10.09	0.000
lnG	1.106	8.56	0.000
lnN	0.685	5.26	0.004
lnX	-0.332	-0.475	0.001
lnA	-0.674	-4.57	0.001

从结果来看,新产品开发经费、技术改造经费和技术引进经费三者的投入,都对以新产品产值为指标的航空工业技术创新产生了显著的正面效应。其中,技术改造经费的投入影响最大,其投入增加1%,新产品产值可以增加1.1%;新产品开发经费投入增加1%带来新产品产值0.82%的增加;技术引进经费则可以带来0.685%的增加。而技术的消化吸收经费与国内技术购买经费的投入虽然显著,但对新产品产值的影响并不显著,有一定的负面效应。当前R&D人员的投入对当前的技术创新活动没有显著的推动作用。

### 五、结论及政策建议

本文探讨了我国在航空工业技术创新中出现的问题,基于知识生产函数,具体讨论了我国航空工业技术创新的各个投入要素对新产品产值的影响程度,结合实证分析,得出以下结论:

第一,R&D人员的投入对创新的产出影响并不显著。表明当前在飞机制造业中,科技创新人员的投入对新产品的开发没有起到积极的促进作用。究其原因,一是参与R&D活动的人员结构不合理;二是参与人员的投入力度不大,在技术性人才的培养和引进上还有很大不足。说明我国目前航空工业人才缺乏,且当前我国对航空工业人才的培养上也存在问题。正如慧琳(2010)的文章中所说的,有效的科技信息难以获得、科研条件较差和科研项目难以获得等因素是当前制约我国航空工业人才培养的主要因素。<sup>[10]</sup>说明我国下一阶段应创造条件,培养更多掌握高精尖技术的人才,优化研发团队的人才结构。

建议我国在航空工业人才方面:加强大学及科研机构、企业之间人才的联系,在关键技术研发上由政府引导,促进三方的联合开发;加强国内外人才之间的交流、合作和培养;加强后备人才培养。高校应针对当前飞机制造企业人才需求方面的缺口,大力加强人才培养。

第二,技术改造经费支出的系数效果显著,而且其对创新产出影响的边际效率是大于1的。究其原因,是因为我国与国外在技术、工艺设备方面还有很大差距,所以短期内我国的技术改造仍是促进技术创新的重要方式之一。同时,技术的引进仍对我国航空工业技术创新有一定影响,但影响的边际效率的递减说明我国在技术方面也在逐步缩小与国外的差距。从上文的分析中,也可以看到我国航空工业技术创新上很注重与国外的合作。国内航空工业中存在的空白主要通过国外引进机型等方式进行弥补。

目前我国在短期内应继续加强与国外的合作,引进先进技术、机型,以便快速缩短我国同国外之间的差距。

第三,消化吸收经费模型中系数为负,主要是因为这方面投入不足、效率不高。我国在人员的培训上没有形成合理的体系,且配套的设备没有实现有效利用。所以虽然在一定程度上对我国技术创新有推动作用,但目前作用不大。购买国内技术的支出值为负,即购买的国内技术也很难推进航空工业的技术创新和技术进步。朱雅彦、孟晓哲(2013)也指出我国航空工业的技术创新突破性成果不多,创新能力还有待加强。<sup>[2]</sup>我国相关的体制机制和配套措施还很不完善,本文的回归结果也印证了这一点。

由于航空工业中军机和民机在很多技术上是互通的,本文建议在一些共用技术装备的改造升级过程中,加强军方与民营企业的合作,建立信息交流平台,共同进行技术的改造和研制开发,相互促进,共同提高。同时加强飞机制造设备的共用,节约研发成本,使我国军民飞机制造业能够快速发展。在军民融合的实施上,应进一步完善相

关政策法规,推动军民融合深度发展。

第四,新产品开发经费与新产品的研发直接相关。在这方面,我们可以借鉴美国的经验,由政府牵头,就关键技术及可以军民两用的技术设立专项研发基金,集合军民双方的人力、物力、财力和科技力资源合力开发,将研发成果同时用于军用飞机和民用飞机的生产,以提高我国飞机制造业的国际竞争力。

#### 参考文献:

- [1]胡承波.中国航空制造业企业技术创新长效机制研究[D].武汉:武汉理工大学,2011.
- [2]朱雅彦,孟晓哲.基于航空产业的产业创新平台运行机理研究[J].现代管理科学,2013,(6):71-73.
- [3]刘磊,邓环.我国军事工业的技术溢出研究——以航空航天业为例[J].科技进步与对策,2011,(14):55-60.
- [4]贾军,张卓,张伟.中国高技术产业技术创新系统协同发展实证分析——以航空航天器制造业为例[J].科研管理,2013,(4):9-15+59.
- [5]严成禄,周铭山,龚六堂.知识生产、创新与研发投资回报[J].经济学(季刊),2010,(3):1051-1070.
- [6]傅利平,王向华,王明海.区域创新系统绩效评价模型研究——基于知识生产函数和主成分分析[J].苏州大学学报(哲学社会科学版),2011,(5):111-116+192.
- [7]高启明.中美通用航空产业发展比较研究[J].西安航空学院学报,2013,(2):33-35.
- [8]Griliches Zvi. Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth[J]. Bell Journal of Economics, 1979, (10): 92-116.
- [9]Jaffe A. B Real effects of Academic Research[J]. American Economic Review, 1989, (5): 957-970.
- [10]慧琳.航空工业创新人才开发的难点及对策——航空工业创新人才成长环境、使用机制调查启示[J].中国人才,2010,(13):26-27.

责任编辑:高文河