

# 中国航空航天制造业科技创新能力环境影响因素研究 ——基于结构方程模型的路径分析

张近乐, 赵娟

(西北工业大学 人文与经法学院, 西安 710129)

**摘要:** 基于中国航空航天制造业 2006—2012 年的省际面板数据,运用结构方程模型研究了中国航空航天制造业科技创新能力的环境影响因素和作用路径。研究结果显示:中国航空航天制造业的经济环境、市场环境、人才环境和政策环境对其科技创新能力均有显著但程度不同的正向影响。其中,市场环境和经济环境对科技创新能力的影响较强,政策环境与人才环境对科技创新能力的影响相对较弱。认为应通过优化市场环境,增大经费投入,发挥政府调控服务作用,加强人才体系建设来提升中国航空航天制造业科技创新能力。

**关键词:** 航空航天制造业; 科技创新能力; 结构方程模型

中图分类号: C93

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2014)03-0100-07

作为中国的战略性新兴产业,航空航天制造业具有知识技术密集、产业关联度高、就业吸纳能力强、成长潜力大等特点,是推进中国经济发展方式转变和产业结构调整的重要力量。工业和信息化部在《“十二五”产业技术创新规划》中提出,战略性新兴产业的发展要突出坚持创新驱动,加强技术集成和联合攻关,掌握关键核心技术<sup>[1]</sup>,这些都充分体现了产业科技创新工作在战略性新兴产业培育和发展过程中的支撑和引领作用。从世界经济范围来看,科技创新与产业变革的深度融合已成为当代世界最突出的特征之一,因此,航空航天制造业科技创新能力的提升就成为中国航空航天制造业发展取得长期竞争优势的决定性因素。同时,航空航天制造业科技创新系统的建设与发展演化水平对经济增长的影响也愈发明显,其演化水平一定程度上决定了一个国家或地区的经济实力、国防实力及在全球经济中的竞争与合作能力<sup>[2]</sup>。

在科技迅猛发展的今天,产业科技创新已成为国内学术界的研究焦点。崔翠霞、吴宏伟(2011)分析研究了科技创新成果转化路径及标志问题<sup>[3]</sup>,张来武(2011)分析了市场、政府和第三种力量对科技创新的推动作用<sup>[4]</sup>,邓龙安(2012)研究了战略性新兴产业科技创新体系<sup>[5]</sup>,原小能(2012)从服务业创新投入、服务业创新环境、服务业创新产出三方面构建了服务业创新能力的评价体系,并对中国各地

区服务业创新能力进行了分析<sup>[6]</sup>。由于国内关于产业科技创新的研究起步较晚,目前尚未形成完整的理论体系,而对中国航空航天制造业科技创新能力的相关研究更是欠缺,仅有少量文献研究分析了中国航空航天制造业国际竞争力(董洁,2012)<sup>[7]</sup>、中国航空航天制造业技术效率(张近乐,2012)<sup>[8]</sup>、中国航空航天制造业创新效率(刘鹏林,2013)<sup>[9]</sup>等问题,因此,本文试图运用结构方程模型从环境影响因素角度分析我国航空航天制造业科技创新能力。

## 一、方法介绍、变量量化指标确定及数据来源

### (一)结构方程模型简介

结构方程模型 (Structural Equation Model, SEM) 是一种建立、评估和检验因果关系模型的多元统计分析技术,其整合了因子分析、路径分析和多重性回归分析等方法,在测度模型的基础上进一步对变量之间的因果关系进行假设,是测度模型与因果模型的一个综合<sup>[10]</sup>。结构方程模型起源于 20 世纪 Swall Wright 开创的路径分析方法,之后 Joreskog 和 Sorbom 对其进行了构建和完善。近年来,SEM 模型得到广泛的应用,其应用领域涉及到社会学、心理学、教育学、管理学、经济学等多个学科<sup>[11]</sup>。

结构方程模型可分为测量模型 (Measurement Model) 和结构模型 (Structural Model) 两部分。测量模型用来描述潜变量  $\xi, \eta$  与测量变量  $X, Y$  之间的

收稿日期: 2013-07-05

基金项目: 陕西省社会科学基金资助项目“陕西省军民融合产业集群发展战略与对策研究”(11E085); 陕西省科学技术研究发展计划(软科学类)重点项目“军民融合产业基地建设与路径选择研究”(2012KRZ03)

作者简介: 张近乐(1965—),男,博士,教授,博士生导师,E-mail: zhangjinle@nwpu.edu.cn

关系,表示为

$$Y = \lambda_Y \eta + \varepsilon$$

$$X = \lambda_X \xi + \sigma$$

式中, $Y$ 为内生观测变量组成的向量; $X$ 为外生观测变量组成的向量; $\eta$ 为内生潜变量; $\xi$ 为外生潜变量; $\lambda_Y$ 为内生观测变量在内生潜变量上的因子负荷矩阵,它表示内生潜变量 $\eta$ 和其观测变量 $Y$ 之间的关系; $\lambda_X$ 为外生观测变量在外生潜变量上的因子负荷矩阵,它表示外生潜变量 $\xi$ 和 $X$ 之间的关系; $\varepsilon$ 和 $\sigma$ 为测量方程的残差矩阵。

结构模型用来说明外生潜变量和内生潜变量之间的关系,可表示为

$$\eta = B\eta + \gamma\xi + \zeta$$

式中, $B$ 为结构系数矩阵,它表示结构模型中的内生潜变量 $\eta$ 的构成因素之间的相互影响; $\gamma$ 为结构系数矩阵,它表示结构模型中外生潜变量 $\xi$ 对内生潜变量 $\eta$ 的影响; $\zeta$ 为结构模型的残差矩阵。

## (二)变量量化指标确定

产业科技创新体系是一个极为复杂而又开放的有机体,影响其有效性的因素很多。为了对产业科技创新能力进行定量分析,应选取具有代表性的指标来反映产业科技创新能力有效性的诸多方面。为了研究中国航空航天制造业科技创新能力的环境影响因素及其作用路径,基于科学性、系统性、可靠性和可操作性的原则,本文选取了全国31个省份中的23个重要航空航天制造业地区为研究对象,以R&D中心数、专利申请数、专利授权数、新产品开发项目数4个指标来衡量科技创新能力,并利用相关性系数法检验了指标的有效性;此外,基于以往的文元分析,本文从经济环境、人才环境、市场环境、政策环境4个方面对影响航空航天制造业科技创新能力的环境因素进行分析,对于各个潜变量所选取的观测变量指标主要通过信度和效度评价选取,同时为了在实证分析部分进行结构方程模型分析,各变量量化指标所选取的指标数据均已进行了标准化处理,样本数据基本符合正态分布。表1为变量量化指标及变量标识。

## (三)数据来源

本文利用航空航天制造业2006—2012年的面板数据,选取中国23个省、市航空航天制造业为研究对象,分别为北京、天津、河北、山西、辽宁、吉林、黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州、陕西、甘肃,其他8个省市自治区(内蒙古、广西、海南、重庆、西藏、青海、宁夏、新疆)由于相关数据不存在,

表1 变量量化指标及变量标识

潜变量	量化指标	变量标识
科技创新	R&D中心数	$X_1$
	专利申请数	$X_2$
	专利授权数	$X_5$
	新产品开发项目数	$X_4$
经济环境	从业人员人均销售收入	$X_5$
	从业人员人均增加值	$X_6$
	产业增加值率	$X_7$
	投资额	$X_8$
人才环境	科技活动人员占从业人员比重	$X_9$
	科学家和工程师占从业人员比重	$X_{10}$
	R&D人员投入比例	$X_{11}$
市场环境	主营业务收入	$X_{12}$
	出口交货值	$X_{13}$
政策环境	政府资金占研发经费比例	$X_{14}$
	R&D经费占地区财政支出比例	$X_{15}$

数据统计不完善,与航空航天制造业关联性差等原因未被列入本文研究对象。论文研究所得样本共计160个,可以满足结构方程对于样本量的需求。

论文实证研究所采用数据主要来源有:(1)综合年鉴:《中国统计年鉴》<sup>[12]</sup>(2006—2012年), 地方统计年鉴(2006—2012);(2)专业统计年鉴:《中国高技术产业统计年鉴》(2006—2012年)<sup>[13]</sup>;(3)理论估算:对个别残缺数据,通过部分专业网站如中国国防科技工业网站、中国航空航天产业网等途径获得的信息,依据测量指标整理各年度数据并列列表,得出分析所需原始数据。

## 二、研究假设与模型构建

### (一)研究假设

航空航天制造业对推进产业结构升级、加速经济发展方式转变及国防事业具有重要意义,其发展主要依靠于科技创新来实现,而航空航天制造业的经济环境、市场环境、人才环境、政策环境都对航空航天制造业科技创新能力均有影响,为此本文提出以下研究假设:

$H_1$ : 航空航天制造业的经济环境对科技创新能力有正向影响。本文主要选取从业人员人均销售收入、从业人员人均增加值、产业增加值率、投资额作为可观测变量对经济环境这一潜变量进行描述。

$H_2$ : 航空航天制造业的人才环境对科技创新能力有正向影响。人才是科技创新的根本,人才环境的优劣则影响到航空航天制造业的持续快速发展,本文以科技活动人员占从业人员比重、科学家和工程师占从业人员比重、R&D人员投入比例作为可观测变量对人才环境这一潜变量进行描述。

$H_3$ : 航空航天制造业的市场环境对科技创新能力有正向影响。市场需求会推进科技创新,市场可以通过有效配置资源使得科技创新得以持续扩散,因此良好的市场环境有益于科技创新能力的提升。本文选取航空航天制造业主营业务收入、出口交货值作为对于市场环境的观测变量。

$H_4$ : 航空航天制造业的政策环境对科技创新能力有正向影响。政策环境的观测变量为政府资金占研发经费比例及 R&D 经费占地区财政支出比例。

(二)模型构建

首先构建出中国航空航天制造业科技创新能力环境影响因素的理论模型,即航空航天制造业的经济环境、人才环境、市场环境、政策环境对其科技创新能力均有正向影响。同时,结合上述结构方程模型简介中对测量模型和结构模型的介绍,构建其结构方程分析模型为

$$Y_1 = \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \gamma_3 X_3 + \gamma_4 X_4 + \zeta_1 \quad (1)$$

$$Y_2 = \beta_{21} Y_1 + \gamma_5 X_5 + \gamma_6 X_6 + \gamma_7 X_7 + \gamma_8 X_8 + \zeta_2 \quad (2)$$

$$Y_3 = \beta_{31} Y_1 + \gamma_9 X_9 + \gamma_{10} X_{10} + \gamma_{11} X_{11} + \zeta_3 \quad (3)$$

$$Y_4 = \beta_{41} Y_1 + \gamma_{12} X_{12} + \gamma_{13} X_{13} + \zeta_4 \quad (4)$$

$$Y_5 = \beta_{51} Y_1 + \gamma_{14} X_{14} + \gamma_{15} X_{15} + \zeta_5 \quad (5)$$

其中, $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5$  分别表示科技创新、经济环境、人才环境、市场环境、政策环境; $X_1 \sim X_{15}$  表示 15 个可观测变量; $\beta$  代表潜变量之间的路径系数; $\gamma$  为各潜变量与可观测变量之间的载荷系数; $\zeta$  代表残差项。

三、实证分析

结构化方程模型的建立一般需要模型设定、模型识别、模型估计、模型评价和模型修正这 5 个步骤<sup>[4]</sup>,本文实证分析部分所得最终模型及路径分析图为通过假定变量之间不同关系经过多次计算通过统计检验的模型,即为修正后的模型。故实证分析部分主要以结构方程理论为基础,重点对影响中国航空航天制造业科技创新能力环境影响因素的理论模型和模型参数估计进行分析研究。

(一)信度与效度分析

信度是指数据之间的稳定性,而效度是指数据表达测量对象的能力。这两种分析是对数据可靠性的一种度量。本文利用 SPSS21.0 统计软件,对测量模型的信度和效度进行检验,以保证测量模型的可靠性和有效性<sup>[5]</sup>。在对本文数据信度效度检验之前,首先对个别样本中存在的缺失值用 SPSS21.0 中的线性内插法进行处理,然后对数据进行对数(ln)变换,最后对数据指标进行标准化处理。标准

化公式为

$$Y_i = \frac{X_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i)^2}}$$

经标准化处理后,全部数据变为无量纲数据,取值在[0,1]之间,但大小排序不变。首先,利用 Cronbach's  $\alpha$  系数对测量指标的内部一致性进行信度检验,检验结果如表 2 所示。

表 2 克朗巴哈系数信度计算结果表

研究变量	包含项数	$\alpha$ 系数	总体 $\alpha$ 系数
科技创新能力	4	0.810	0.806
经济环境	4	0.747	
人才环境	3	0.783	
市场环境	2	0.707	
政策环境	2	0.857	

美国统计学家 Hair Jr、Anderson、Tathan 和 Black 指出:Cronbach's  $\alpha$  值大于 0.7 时,表明数据的可靠性较高;计算尺度小于 6 时,Cronbach's  $\alpha$  大于 0.6,则数据是可靠的<sup>[6]</sup>。从上述可靠性检验表中可以看出来,5 个变量的 Cronbach's  $\alpha$  在 0.7 以上,整体 Cronbach's  $\alpha$  系数也为 0.806,说明所设计的测量问题具有很好的内在一致性,数据可以进一步分析。

对于效度检验本文选择 KMO 值作为测量指标,通过 SPSS21.0 因子分析得出 KMO 值为 0.807,如表 3 所示,说明数据之间的效度也是比较高的。综上所述,本文所选的数据可靠性较高,质量比较好。

表 3 KMO 和 Bartlett 检验

KMO 值	0.807	
	近似卡方	1 264.416
Bartlett 的球形度检验	df	105.000
	P 值	0.000

(二)模型拟合度分析

利用 AMOS17.0 进行拟合度分析,本文选取常用的绝对拟合指数(卡方与自由度的比值 $\chi^2/df$ 、近似误差均方根 RMSEA、模拟的拟合优度指数 GFI)、相对拟合指数(规范拟合指数 NFI、增量拟合指数 IFI、比较拟合指数 CFI)、信息指数 AIC 等指数对结构方程模型的拟合优度进行评价<sup>[7]</sup>。运用极大似然法估计,运行的部分模型拟合指数计算结果如表 4 所示。



表4 常用拟合指数计算结果表

指数说明	绝对拟合指数			相对拟合指数			信息指数
指数标识	$\chi^2/df$	GFI	RMSEA	NFI	IFI	CFI	AIC
理想值	1~3	>0.90	<0.08	>0.90	>0.90	>0.90	接近饱和模型好
拟合指数	2.7	0.905	0.076	0.901	0.911	0.911	378.803

表4结果显示,各项模型拟合指数处于较好的拟合标准范围内,说明假设模型和样本数据的拟合程度较好,模型具有较高的构建度。

(三)参数估计结果

通过 AMOS17.0 软件可计算出模型参数估计结

果,如表5所示。模型中潜变量与潜变量间的回归系数(路径系数)和潜变量与测量指标间的回归系数(载荷系数)的统计显著性结果  $P$  值均小于 0.05,表明模型中所有的参数估计都具有较高的显著性水平。

表5 模型参数估计结果

作用路径	Estimate	S.E.	C.R.	$P$ 值
经济环境 ← 政策环境	0.239	0.207	2.321	0.020
人才环境 ← 政策环境	0.269	0.493	2.823	0.005
市场环境 ← 经济环境	0.587	0.045	4.796	***
科技创新 ← 人才环境	0.164	1.045	1.085	0.048
科技创新 ← 市场环境	0.863	5.133	3.230	0.001
$X_1$ ← 科技创新	0.278			
$X_2$ ← 科技创新	0.834	0.157	3.485	***
$X_3$ ← 科技创新	0.865	0.093	3.498	***
$X_4$ ← 科技创新	0.670	0.223	3.375	***
$X_5$ ← 经济环境	0.730			
$X_6$ ← 经济环境	0.486	0.099	4.918	***
$X_7$ ← 经济环境	0.364	0.013	3.812	***
$X_8$ ← 经济环境	0.583	0.049	5.658	***
$X_9$ ← 人才环境	0.815	0.114	10.782	***
$X_{10}$ ← 人才环境	0.985	0.091	11.281	***
$X_{11}$ ← 人才环境	0.741			
$X_{12}$ ← 市场环境	0.936	1.201	7.857	***
$X_{13}$ ← 市场环境	0.575			
$X_{14}$ ← 政策环境	0.842	1.253	3.991	***
$X_{15}$ ← 政策环境	0.716			

注:←表示因果关系;\*\*\*表示  $P<0.001$  显著。

(四)估计结果分析

通过 AMOS17.0 软件可绘出结构路径分析图,如图1所示。其中,椭圆形表示潜变量,小圆形表示残差项,矩形表示观测变量。图1明确地反映了内生潜变量航空航天制造业科技创新能力与4个潜变量之间的作用关系。从图1可以看出,人才环境、市场环境、政策环境以及经济环境均通过直接效应或者间接效应影响着中国航空航天制造业科技创新能力,且都具有正向促进作用。表6是标准化后

的各变量之间的直接效应、间接效应和总效应,其不仅反映了4个潜变量对科技创新能力的直接效应、间接效应和总效应,还反映了潜变量相互之间的直接效应、间接效应和总效应。

由图1和表6,不仅可以看出经济环境、人才环境、市场环境、政策环境对中国航空航天制造业科技创新能力的影响程度,而且能够分析其影响的途径及影响作用的大小。现对于潜变量对科技创新能力的影响效应进行分析。

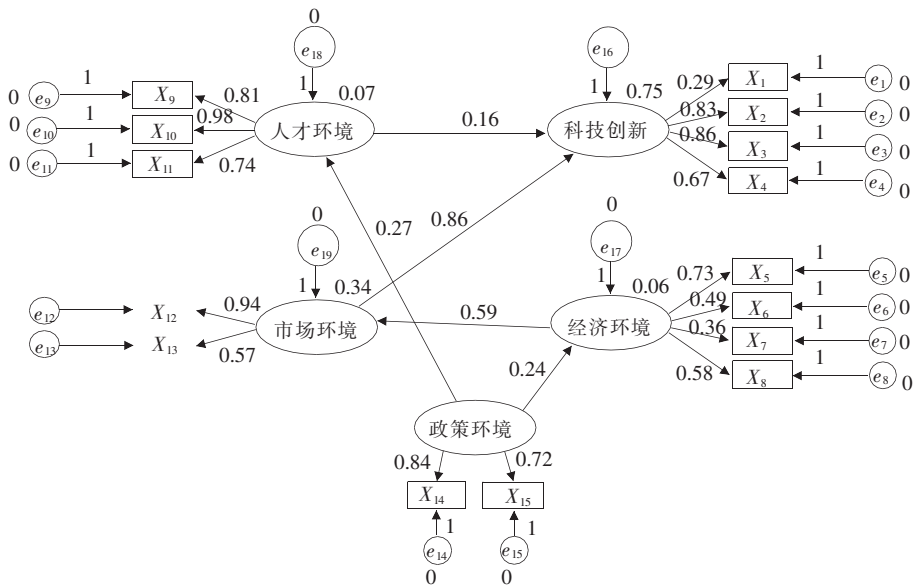


图1 中国航空航天制造业科技创新能力结构方程模型及各参数值

表6 标准化的直接效应、间接效应和总效应

作用路径	直接效应	间接效应	总效应
经济环境 ← 政策环境	0.239	0.000	0.239
市场环境 ← 政策环境	0.000	0.140	0.140
人才环境 ← 政策环境	0.269	0.000	0.269
科技创新 ← 政策环境	0.000	0.165	0.165
市场环境 ← 经济环境	0.587	0.000	0.587
人才环境 ← 经济环境	0.000	0.000	0.000
科技创新 ← 经济环境	0.000	0.507	0.507
经济环境 ← 市场环境	0.000	0.000	0.000
人才环境 ← 市场环境	0.000	0.000	0.000
科技创新 ← 市场环境	0.863	0.000	0.863
经济环境 ← 人才环境	0.000	0.000	0.000
市场环境 ← 人才环境	0.000	0.000	0.000
科技创新 ← 人才环境	0.164	0.000	0.164

1.市场环境。市场环境对中国航空航天制造业科技创新能力的影响是单一的、直接的正向作用,总效应(即直接效应)为0.863,归一后的系数为0.51。在4个潜变量中,市场环境对科技创新的效应位居首位,这说明市场环境的优劣直接影响着科技创新能力的强弱。从构成市场环境的2个观测指标来看,主营业务收入(0.94)对市场环境的影响比出口交货值(0.57)对市场环境的影响要大。

2.经济环境。经济环境对科技创新的主要影响是以间接效应体现的,其影响路径主要是通过市场环境间接作用于科技创新,影响总效应为0.507(=经济环境对市场环境的直接效应0.59\*市场环境对科技创新的直接效应0.86),归一化后的系数为0.30。从构成经济环境的4个指标来看,从业人员人均销售收入、从业人员人均增加值、产业增加值率、投资额对经济环境的影响均为正向,这些都是与现实相符的。

3.人才环境。人才环境对航空航天制造业科技创新的影响是单一的、直接的正向作用,其总效应为0.169。相比其他影响因素,这一项影响因素作用略小,主要原因可能由于中国航空航天制造业的人才在不断投入和增多,但研发人才的组合及配置情况仍存在问题,所以导致人才环境对科技创新的影响效应偏小。但代表人才环境的3个指标(科技活动人员占从业人员比重、科学家和工程师占从业人员比重、R&D人员投入比例)对人才环境的作用都非常明显,且都是正向的,分别为0.81、0.98、0.74,尤其是科学家和工程师占从业人员的比例对人才环境的影响很大。

4.政策环境。政策环境对科技创新的作用均为间接效应,总效应为0.165,并且是通过两条路径来传导的(政策环境对科技创新的效应=政策环境对经济环境的直接效应0.24\*经济环境对市场环境的直接效应0.59\*市场环境对科技创新的直接效应

0.86+政策环境对人才环境的直接效应 0.27\* 人才环境对科技创新的直接效应 0.16),其具体路径为:一是政策环境作用于人才环境,人才环境作用于科技创新;二是政策环境作用于经济环境,经济环境作用于市场环境,进而作用于科技创新。对于构成政策环境的2个指标,政府资金占研发经费比例和R&D经费占地区财政支出比例对政策环境的作用也比较明显,达到0.84和0.72。

通过对上述路径和影响效应的分析,本文对模型中各变量的标准化系数进行归一化处理,得到了各变量的归一化系数,如表7所示,根据模型中各变量的因果关系,以相应变量的归一化系数为权重,构建了航空航天制造业科技创新能力评价方法。以下2种方法可以为中国区域或者省市航空航天制造业科技创新能力提供衡量测算方法。

表7 标准化与归一化系数

变量标识	标准化系数	归一化系数
$X_1$	0.287	0.11
$X_2$	0.834	0.31
$X_3$	0.865	0.33
$X_4$	0.670	0.25
$X_5$	0.730	0.34
$X_6$	0.486	0.22
$X_7$	0.364	0.17
$X_8$	0.583	0.27
$X_9$	0.815	0.32
$X_{10}$	0.985	0.39
$X_{11}$	0.741	0.29
$X_{12}$	0.936	0.62
$X_{13}$	0.575	0.38
$X_{14}$	0.842	0.54
$X_{15}$	0.716	0.46

$$\text{显性科技创新能力} = 0.11X_1 + 0.31X_2 + 0.33X_3 + 0.25X_4$$

$$\begin{aligned} \text{要素科技创新能力} = & 0.51* \text{市场环境} + \\ & 0.30* \text{经济环境} + \\ & 0.10* \text{政策环境} + \\ & 0.09* \text{人才环境} \\ = & 0.51*(0.62X_{12} + 0.38X_{13}) + \\ & 0.30*(0.34X_5 + 0.22X_6 + \\ & 0.17X_7 + 0.27X_8 + 0.10* \\ & (0.54X_{14} + 0.46X_{15}) + 0.09* \\ & (0.32X_9 + 0.39X_{10} + 0.29X_{11}) \end{aligned}$$

#### 四、结论与建议

航空航天制造业科技创新能力是一个受多种因素影响的综合性指标,无法直接观测与测量,结构

方程模型可以将其视为潜在变量,用其他的观测变量进行反映。本文通过采用结构化方程模型,对中国航空航天制造业科技创新能力的环境影响因素和路径传导进行了研究。研究结果显示,航空航天制造业的经济环境、市场环境、人才环境和政策环境对其科技创新能力均有显著的正向影响,但影响程度不同。其中,市场环境和经济环境对科技创新能力的影响较强,分别为0.51和0.30;而政策环境与人才环境对科技创新能力的影响相对较弱,分别为0.1和0.09。同时各观测变量之间的贡献又都具有显著差异。基于上述分析结果,为了提高中国航空航天制造业科技创新能力,必须建立其科技创新与市场环境、经济实力、政策制定和人才配置的良性互动关系。

1.市场环境在影响中国航空航天制造业科技创新的4个主要因素中占据最大比例,因此,激发航空航天制造业市场主体活力,创造有利的市场环境是促使航空航天制造业科技创新能力持续发展的主要动力。首先,航空航天制造业出口企业应全力打造具有国际市场潜力的产品,出口企业应建立健全质量管理体系,加强生产质量管理,既要保证产品的安全性,也要符合国际化要求保证低碳和环保。同时,政府应该建立专门的技术贸易壁垒信息收集和咨询机构,定期向企业发布航空航天制造业行业的技术壁垒信息,以期完善企业对技术的改进,拓展航空航天制造业产品在国际化市场的占有率并提高出口需求。其次,在国内市场方面,中国航空航天制造业应结合国家军民融合相关政策,倡导航空航天制造业企业军民一体化发展的市场化和规模化,在军用航空航天产品市场的规模、增速有保证的前提下,更应该重视航空航天制造业民用产品巨大的潜在市场。

2.科技发展需要具有坚实的经济基础,本文研究结果显示,经济环境越优越,越有利于航空航天制造业科技创新能力的发展。因此,地区或者国家整体应结合其航空航天制造业发展的资源特征,有针对性地投入相对充裕的经费,同时扩大招商引资规模,强化航空航天制造业基础设施建设,推动重点项目建设,打造航空航天制造业产业园区和产业集聚平台,为航空航天制造业科技创新能力的提高培育良好的经济环境。

3.从政策角度来看,其对航空航天制造业科技创新的影响有2个途径:经济环境和人才环境。政策的制定者一般为政府部门,因此,要发挥政策环境对航空航天制造业科技创新能力的促进作用,应进一步发挥政府的调控服务作用:首先,政府应当

以发展的眼光做好航空航天制造业的长远规划,确保产业发展的可持续性;其次,政府应通过立法、制定政策等措施,建立健全鼓励科技创新、保护知识产权的法律法规,充分调动航空航天制造业企业对于科技研发的积极性;再次,政府也应该通过免税、减税以及相关金融财政政策支持企业、科研机构从事科技创新活动,并加大在人才引进和培养方面的政策倾斜,保证科技创新能力的源动力。

4. 人才资源是最有创造活力,最具增长优势的根本性、战略性资源,特别是高科技人才对科技创新能力的提高有着难以估量的价值,因此要提高航空

航天制造业科技创新能力就必须更加充分地发挥优秀人才这一优势资源。首先,要加大人才引进力度,对于人才引进特别是高科技人才的引进给予相关政策优惠;其次,要创新人才分配政策,鼓励技术、管理等生产要素参与分配,采取多项分类贡献奖励措施,对在航空航天制造业科技创新方面取得突出成果或有重大贡献的科技人员给予奖励;再次,要优化人才成长环境,建立定期人才培养交流制度,加强航空航天制造业企业与科研机构、高等院校的合作力度,推进产学研相结合的一体化人才建设。

#### 参考文献:

- [1] 工业和信息化部. “十二五”产业技术创新规划[EB/OL]. (2011-11-14) [2013-06-18]. [http://www.china.com.cn/economic/txt/2011-11/14/content\\_23913887.htm](http://www.china.com.cn/economic/txt/2011-11/14/content_23913887.htm).
- [2] 冯志军. 中国制造业技术创新系统的演化及评价研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2012.
- [3] 崔翠霞,吴宏伟. 科技创新成果转化理论探索基础问题新议[J]. 商业现代化,2011(11):19-20.
- [4] 张来武. 科技创新驱动经济发展方式转变[J]. 中国软科学,2011(12):1-5.
- [5] 邓龙安. 战略性新兴产业科技创新体系建设路径选择研究[J]. 科学管理研究,2012(2):37-41.
- [6] 原小能. 中国地区服务业创新能力评价[J]. 北京理工大学学报:社会科学版,2012(3):44-49.
- [7] 董洁,游亚楠. 中国航空航天制造业国际竞争力实证分析[J]. 科技进步与对策,2012(2):55-58.
- [8] 张近乐,刘恬. 基于SFA的我国航空航天制造业技术效率分析[J]. 财经理论与实践,2012(1):95-97.
- [9] 刘鹏林. 航空航天制造业创新效率的经验分析——基于随机前沿分析方法[J]. 西安财经学院学报,2013(2):93-97.
- [10] 惠新,沈浩. 调查研究中的统计分析方法[M]. 北京:中国传媒大学出版社,2005.
- [11] Joreskog K G, Sorbom D. New features in PRELIS 2[R]. Chicago:Scientific Software, 1993.
- [12] 中国国家统计局. 中国统计年鉴(2006—2012)[M]. 北京:中国统计出版社,2006—2012.
- [13] 中国国家统计局, 国家发展与改革委员会. 中国高技术产业统计年鉴(2006—2012)[M]. 北京:中国统计出版社,2006—2012.
- [14] 易丹辉. 结构方程模型方法与应用[M]. 北京:中国人民大学出版社,2008.
- [15] 何晓群. 现代统计分析方法与应用[M]. 北京:中国人民大学出版社,2007.
- [16] Joseph F, Hair Jr, William C Black. Multivariate data analysis[M]. Machinery Industry Press, 2011.
- [17] 吴明隆. 结构方程模型:AMOS的操作与应用[M]. 重庆:重庆大学出版社,2010.

## Research on Environmental Influencing Factors of Scientific and Technological Innovation Capability of China's Aerospace Manufacturing —Based on the Path of Structural Equation Modeling Analysis

ZHANG Jinle, ZHAO Juan

(School of Humanities, Economic and Law, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

**Abstract:** Based on China's aerospace manufacturing 2006—2012 Provincial Panel Data, applying structural equation model, this paper studies the environmental influencing factors and the role paths of scientific and technological innovation capability of China's aerospace manufacturing. The results show that China's aerospace manufacturing's economic environment, market environment, personnel and policy environment for its scientific and technological innovations have significant and positive influence in different levels, including market conditions. The economic environment on the impact of scientific and technological innovation capability is strong, and the policy environment and personnel environment on the impact of scientific and technological innovation capability are relatively weak. Therefore, the paper put forward that we need to enhance the technological innovation capability of China's aerospace manufacturing by means of optimizing the market environment, increasing funding, playing the role of government regulation services and strengthening the system of personnel development.

**Key words:** aerospace manufacturing; scientific and technological innovation capability; structural equation model

[责任编辑:孟青]