

国家创新体系效率及影响因素研究

——基于 DEA-Tobit 两步法的分析

郭淡泊 雷家骕 张俊芳 彭勃

摘要:评价国家创新体系之效率,需要依次评价它的技术效率、经济效率和综合效率,还需要对不同国家创新体系的效率进行比较,这才有助于把握影响国家创新体系效率的因素。总体上看,发达国家创新体系的效率高于发展中国家;我国创新体系的经济效率低于技术效率;FDI 流入对发达国家创新体系的经济效率有抑制作用,但对发展国家创新体系的经济效率有促进作用;贸易保护有利于发达国家创新体系的技术效率的提高,但不利于发展中国家创新体系的技术效率的提高;人才流动与两类国家的创新体系的技术效率均存在显著的负相关关系。

关键词:创新体系效率;数据包络分析;Tobit 模型

作者简介:郭淡泊,清华大学经济管理学院博士后(北京 100084);雷家骕,清华大学经济管理学院教授;张俊芳,中国科技发展战略研究院副研究员(北京 100038);彭勃,清华大学经济管理学院博士研究生

一、引言

在“十二五”规划提出加快建设创新型国家的宏观背景下,推动创新型国家的全面建设成为当前的首要任务。发达国家的经验表明,创新型国家的建设、国家创新能力的提高依赖于一个成功的富有效率的国家创新体系。那么,我国国家创新体系效率如何?不同发展程度的国家创新体系效率有何区别?影响所评价国家的创新体系效率的因素主要有哪些?本文将围绕以上问题进行研究。

(一) 国家创新体系

自从 Friedrich List 提出国家体系的概念以来,Freeman(1987)等都从不同的角度对国家创新体系的概念和结构进行研究。最具代表性的是经合组织(OECD),OECD(1999)认为国家创新体系是“由不同机构组成的集合,这些机构共同或单独致力于新技术的开发和扩散,并向政府提供了一个制定及执行政策以影响创新过程的框架,同时他认为知识流动是联系国家创新体系结构各主体的核心要素”。国内学者石定寰和柳卸林(1999)等对国家创新体系的定义基本是在借鉴国外研究的基础上,立足于中国现状,通过深入分析和国际比较,对我国国家创新体系的构建提出科学设想(有关学者关于国家创新体系的定义参见表1)。总体分析,国家创新体系可表现为由一组创新主体(企业、研究机构、政府等)及其相互联系作用组成的网络系统,通过知识和技术的创造、储备、转移及扩散、应用,以提升一国的整体创新能力和创新效率。包括创新主体子系统(企业、高等学校、科研机构),创新支撑子系统(科技中介、金融机构、基础设施),创新环境子系统(政府、文化环境、市场组织)以及链接流(资金链、技术与科学链、信息链、法律与政策链、社会链)。

表 1 有关学者关于国家创新体系的定义

来源	定义
Freeman Christopher, 1987	NIS 是在国家内部系统组织及其子系统间的相互作用下,在公、私领域内形成的一种网络制度,其目标是启发、引进、改造及扩散新技术
Lundvall Bent Ake, 1992	NIS 是由一些要素及其相互联系作用构成的网络系统,这些要素根植于一国之内并在生产、扩散和使用新的、经济上有效的知识的过程中相互作用
Freeman Christopher, 1992	广义上,NIS 包括国民经济中所涉及的引入、扩散新技术,以及与此有关的过程和系统结构。狭义上,NIS 仅包括与科学技术活动直接相关的组织机构
Nelson and Rosenberg, 1993	NIS 由一系列制度因素组成,其相互作用决定了国家企业的创新绩效
Edquist and Lundvall, 1993	NIS 是由一系列制度和经济结构要素构成,这些构成要素影响着国家技术变革的速度与方向
Niosi et al. ,1993	NIS 是由一些促进国家科技生产力的公、私企业、大学、政府及其相互作用所组成,涉及到技术、商业、法律、社会及金融等各方面,其目标是发展、保护、融资及管制新的科学技术
Patel and Pavitt, 1994	NIS 是一个国家制度安排、组织效率和国家竞争力的体现,决定了国家的技术学习和知识流动的效率和方向
Metcalf, 1995	NIS 是由一系列相互作用的制度所组成。在这一框架内,政府对创新过程起到推动的作用,这些制度因素创造、储存、转移了知识与新技术
OECD, 1997	NIS 是由参加新技术发展和扩散的企业、大学和研究机构组成,是一个为创造、储备和转让知识、技能和新产品的相互作用的网络系统

资料来源:根据相关文献整理。

(二) 国家创新体系效率

国家创新过程不仅是一个创新主体的要素投入与知识产出的技术过程,更是创新主体之间互动、结网和协同过程。创新主体通过创新网络将知识生产中投入、产出的技术体系进行转化、应用以及扩散,并最终进入市场成为创新产品。其次,伴随着创新系统活动市场化的过程,创新产品将最终形成国民生产力。因此,将国家创新体系效率界定为在给定创新资源要素投入(研发资金、人力等)情况下,通过系统内部资源的有效配置与系统运行,使一国国家创新产出达到最大化的提升。国家创新体系的效率,不仅仅是投入和产出技术体系的资源配置效率(技术效率),更是国家创新网络所诱致的经济绩效(经济效率),这种经济绩效包括了市场效率和社会效率。

创新系统效率研究往往集中在考察其创新与推广的投入产出效率上(Dunkel, 2001: 19 - 22)。Nasierowski 和 Arcelus(2003: 215 - 234) 运用 DEA 方法(数据包络分析法)比较了不同国家创新系统效率与研发生产能力的关系。Watcharasriroj(2004: 1 - 16) 运用 DEA-Tobit 两步法研究了泰国 92 所公立非赢利性医院的效率。我国学者在国家层面的研究主要以构建评价体系为主,其效率评价研究主要集中在区域或企业层面。官建成等(2005: 265—272)采用 DEA 方法分析了我国省级区域创新体系的效率以及创新机构资源配置情况对创新绩效的影响。池仁勇(2003: 105—108)以浙江省 230 家企业为样本,用 DEA 方法研究企业技术创新的效率,并考察了所有权、文化程度、技术创新方式、协调性、政府投入等因素对技术创新效率的影响。在实际应用中,很多学者将 DEA 方法与其他方法结合起来使用,DEA-Tobit 两步法就是典型方法之一。该方法第一步采用 DEA 分析得出每一个决策单位的效率值,第二步用第一步中得出的效率值作为因变量,用影响因素等作为自变量建立回归模型。因为 DEA 方法得出的效率指数介于 0 和 1 之间,所以回归方程的因变量就被限制在这个区间内,为此在第二步中的回归分析应采用 Tobit 分析。本文运用 DEA 方法对 39 个国家 11 年样本的面板数据进行技术效率、经济效率和综合效率评价,并运用 Tobit 模型研究不同程度国家效率影响因素的差异,期为我国创新体系效率提升及创新型国家建设提供有益建议。

二、相关研究方法与变量选择

(一) DEA-Tobit 两步法

1. 超效率 DEA 模型

自 1978 年著名运筹学家 Charnes A.、Cooper W. W. 和 Rhode E (1978:429 - 444) 首次提出 C²R 模型并用于评价部门间相对有效性以来,DEA 方法不断得到完善,并广泛运用于经济学、管理学等领域。C²R 模型适用于假设投入面满足规模报酬固定的情况,对决策单元的规模效率和技术效率同时进行评价。超效率 DEA 模型是由 Andersen 和 Petersen(1993:1261 - 1264) 于 1993 年提出的,与传统 C²R 模型相比,其优点在于:当 C²R 模型出现多个 DEA 有效决策单元时,突破了传统的效率为 1 的限制,可以直接进行有效决策单元之间的优劣比较,并且有效地区分了技术有效和规模有效。设有 n 个决策单元 DMU,每个 DMU 都有 m 种类型的输入(表示对资源的耗费)以及 s 种类型的输出(表示产出的数量),对于某个选定的决策单元 DMU₀,判断其有效性的模型对偶规则可表示为:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta^* = \max \theta \\ \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_{ij} + S^- = x_{j0} \quad (i = 1, \dots, m) \\ \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_{ij} - S^+ = \theta y_{j0} \quad (i = 1, \dots, m) \\ \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, S^- > 0, S^+ > 0, (\forall j) \end{array} \right.$$

其中, θ 为目标规划值, $\lambda_j (j=1, \dots, n)$ 为规划决策变量, S^+, S^- 为松弛变量向量。其经济含义为:(1)若 $\theta^* \geq 1, S^+ = S^- = 0$,则称 j_0 单元为 DEA 有效,表明这 n 个决策单元组成的经济系统中,其绩效在原投入 X_0 时获得的产出 Y_0 已达到最优;(2)若 $\theta^* \geq 1, S^+, S^-$ 存在非零值,则称 j_0 单元为 DEA 弱有效,表明投入 X_0 减少 S 仍保持原产出 Y_0 不变,或在 X_0 不变的情况下可将产出 Y_0 提高;(3)若 $\theta^* < 1$,则称 j_0 单元为 DEA 无效,表明可将投入降至原投入 X_0 的 θ 比例而使原产出 Y_0 不减少。值大于 1 的经济意义可以测算出各项投入指标在同时按多大比例增加的情况下,决策单元仍能保持 DEA 有效。

2. Tobit 模型

理论界对于 Tobit 模型的研究仍以正态分布假定为基础,即研究被审查的正态分布回归模型,其模型的基本形式为:

$$y_i^* = X_i \beta + \varepsilon_i \quad y_i = \begin{cases} y_i^* & \text{if } y_i^* > 0 \\ 0 & \text{if } y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad \varepsilon_i \sim \text{Normal}(0, \sigma^2)$$

当 $y_i = 0$ 时,其概率密度函数为:

$$P(y=0) = P(y_i^* \leq 0) = \Phi\left(-\frac{\beta \cdot X_i}{\sigma}\right) = 1 - \Phi\left(\frac{\beta \cdot X_i}{\sigma}\right)$$

当 $y_i = y_i^*$ 时, y_i 就有 y_i^* 的密度,因此似然函数可表示为:

$$l(\beta) = \sum_{y_i > 0} \ln \left[\frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_i - \beta \cdot X_i}{\sigma}\right) \right] + \sum_{y_i = 0} \ln \left[1 - \Phi\left(\frac{\beta \cdot X_i}{\sigma}\right) \right]$$

Tobit 模型的似然函数并不是标准的似然函数形式,包含连续分布和离散分布(Greene, 2001)。超效率 DEA-Tobit 两步法的步骤为:先采用产出导向的规模报酬可变的超效率 DEA 模型进行创新体系效率测度,找出 DMU 效率值;再利用 Tobit 回归方法,对效率的影响因素进行分析。因为 DEA 方法得出的效率指数是受限因变量,如果直接采用最小二乘法,会给参数估计带来有偏和不一致。因此,

第二步采用 Tobit 回归分析。

(二) 变量的选择

由于国家创新活动中的投入和产出要素的多样性,使得可以选择多样化的评价指标。

1. 创新投入指标设计

创新投入的直接指标包含创新经费的投入与人力资源的投入,通常采用 R&D(研究与试验发展)经费的投入与 R&D 人员(全时当量)的投入进行测度。本文将部门分开考察资金及人员投入情况,选取企业 R&D 投入(BRD)、高校 R&D 投入(HRD)、研发机构 R&D 投入(GRD)、企业 R&D 人员投入(BFT)、高校 R&D 人员投入(HFT)和研发机构 R&D 人员投入(GFT)六个指标来衡量创新投入。

2. 创新技术产出指标设计

创新技术产出能力采用“三方专利”授权量(TPA)和科技论文数量(SAT)来衡量。专利能较为全面地反映各国发明和创新信息,因此采用专利作为创新能力的度量受到了普遍认可。而科技论文数量是新知识的产生、投入人力和财力资源进行研发的直接结果,反映了一个国家创新主体的素质,因此,科技论文数量也是衡量创新产出的主要指标。

3. 创新经济产出指标设计

创新经济产出包含创新活动产生的市场表现及社会整体绩效的表现。分别选用高新技术出口额占工业制成品比重(HTM)和全民生产率(OPP)两个指标衡量创新经济产出。高新技术出口反映了技术商业化的能力,同时也影响到国家经济发展,进而影响到新一轮创新活动中 R&D 投入水平。全民生产率体现了创新活动所带来的社会整体经济绩效。

对创新产出而言,由于专利产出的滞后性,研究中通常采用滞后两年至三年的时间进行测度(官建成等,2005:265—272),本研究依次选用 1995—2005 年数据作为创新投入数据,1997—2007 年数据测量创新技术产出,1998—2008 年数据测量创新经济产出。

4. 创新体系效率影响因素指标设计

创新体系效率影响因素分析,重在分析创新体系中的关键要素在提高创新体系效率过程中的作用。因此,从创新体系各要素入手选取有代表性的指标进行分析。创新主体子系统中选取企业研发投入占总投入比例(BRD)、企业研发合作强度(TC)、大学研发投入占总投入比例(HRD)三个指标分析企业、高校等主体的创新行为对效率的影响程度。创新支撑子系统中重点分析教育、基础设施及风险资本的影响,选取公共教育支出/GDP 比重(ENT)、公路密度(ROD)、风险资本强度(VC)来度量。创新环境子系统中选取政府研发资助占总投入比例(GRD)、知识产权保护强度(IP)、贸易保护程度(TR)来度量政府行为及政策、市场组织环境对创新体系效率的作用。链接流方面,则选取人力资本流动指数(BD)、FDI(流入)占 GDP 比例(FDI)来衡量人才流动及外资流入的影响。另外,国家财富(GDP)和人口(POP)也是影响创新体系效率的关键因素(Nasierowski,2003:215—234)。因此,Tobit 模型中也引入 GDP 和人口两个指标。同时,为比较发达国家和发展中国家效率影响因素的差异,设置国家虚拟变量 DUM(发达国家取 1,发展大国取 0)。

(三) 样本选择与数据来源

本文选取全球 39 个国家和地区 1995—2008 年的创新面板数据作为样本进行比较分析(见表 2),涵盖了世界主要发达国家(创新型国家)以及后发国家中具有影响力的主要国家,其中发达大国(人均 GDP \geq 1 万美元,人口 \geq 2 千万)11 个,发达小国(人均 GDP $>$ 1 万美元,人口 $<$ 2 千万)18 个,发展中大国(人均 GDP $<$ 1 万美元,人口 \geq 2 千万)10 个。该组样本的选择能够明确中国在全球创新体系中所处的位置;同时,通过样本组的分类与对比,有助于解释发展中国家与发达国家在创新体系效率及其影响因素间的差异。文中 39 个国家 1995—2008 年面板数据主要来源于 OECD 数据库、2010 年 IMD 世界竞争力报告、世界银行数据库和 WTO 数据库,均为可获得的最新数据。

表 2 39 个国家和地区创新体系效率比较

国家	技术效率			经济效率			综合效率		
	1997 年	2007 年	2007 年排名	1998 年	2008 年	2008 年排名	1998 年	2008 年	2008 年排名
挪威	0.498	0.3	26	0.392	1.073	2	0.393	1.012	1
新加坡	1.067	0.41	25	1.168	0.886	5	1.164	0.926	2
美国	1.05	1.01	3	0.666	0.755	6	0.666	0.88	3
中国台北	—	0.23	30	—	0.559	16	—	0.81	4
爱尔兰	1.021	0.46	21	0.783	0.899	4	1.034	0.808	5
斯洛伐克	1	0.85	8	0.492	1.086	1	1	0.775	6
卢森堡	—	0.64	14	—	1.049	3	—	0.676	7
荷兰	1.034	0.78	9	0.575	0.726	7	0.575	0.637	8
韩国	0.409	0.77	10	0.39	0.452	22	0.388	0.626	9
匈牙利	0.888	0.3	27	0.387	0.464	19	0.715	0.617	10
瑞士	—	1.316	1	—	0.65	11	—	0.579	11
芬兰	1.303	0.42	23	0.468	0.666	9	0.475	0.523	12
法国	0.784	0.61	17	0.489	0.656	10	0.489	0.516	13
英国	1.012	1	6	0.537	0.576	13	0.537	0.484	14
希腊	1.073	1.01	4	0.555	0.692	8	0.761	0.471	15
日本	0.917	1.01	5	0.497	0.512	18	0.497	0.449	16
瑞典	1.091	0.72	12	0.427	0.536	17	0.429	0.419	17
丹麦	1.002	0.49	20	0.411	0.576	14	0.411	0.409	18
新西兰	1	0.63	15	0.292	0.283	30	1	0.394	19
加拿大	1.034	0.51	19	0.373	0.46	21	0.373	0.392	20
南斯拉夫	1	0.43	22	0.588	0.315	29	1	0.385	21
墨西哥	0.17	0.04	39	0.521	0.425	24	0.343	0.376	22
德国	0.978	0.77	11	0.354	0.436	23	0.354	0.364	23
捷克	1.081	0.11	37	0.391	0.461	20	0.279	0.354	24
罗马尼亚	1.05	0.11	38	0.302	0.628	12	0.1	0.345	25
澳大利亚	—	0.41	24	—	0.41	25	—	0.333	26
奥地利	—	0.62	16	—	0.396	27	—	0.313	27
阿根廷	—	0.13	36	—	0.398	26	—	0.302	28
葡萄牙	1	0.14	34	0.365	0.564	15	1	0.298	29
比利时	0.849	0.55	18	0.27	0.334	28	0.27	0.252	30
巴西	—	0.127	35	—	0.258	33	—	0.222	31
意大利	0.768	0.69	13	0.222	0.258	31	0.222	0.205	32
中国	0.084	0.17	31	0.019	0.072	39	0.057	0.178	33
俄罗斯	1.065	0.14	33	0.196	0.175	35	0.197	0.174	34
西班牙	1.006	0.25	29	0.187	0.183	34	0.187	0.157	35
波兰	0.095	0.26	28	0.22	0.238	32	0.084	0.155	36
南非	—	0.14	32	—	0.155	36	—	0.146	37
印度	—	1.086	2	—	0.072	38	—	0.076	38
土耳其	1.397	0.97	7	0.309	0.088	37	0.21	0.054	39
发达大国均值	0.884	0.683	—	0.413	0.478	—	0.412	0.474	—
发达小国均值	0.994	0.55	—	0.504	0.651	—	0.7	0.545	—
发展大国均值	0.644	0.15	—	0.269	0.242	—	0.165	0.216	—

注:表中瑞士、巴西 2007 年和 2008 年的数据分别为 2005 年和 2006 年数据;印度 2007 年和 2008 年数据分别为 2002 年和 2003 年数据。

三、对相关国家创新体系效率的评价

创新体系效率评价包含技术效率、经济效率和综合效率评价。技术效率评价,考虑国家创新活动的技术有效性,投入要素包含创新投入的 6 个指标,产出要素为创新技术产出的 2 个指标。经济效率评价,考虑国家创新活动的经济有效性,投入和产出要素分别为创新技术产出的 2 个指标和创新经济产出的 2 个指标。在综合效率评价中,创新的输入变量为创新投入的 6 个指标,输出变量为创新经济产出的 2 个指标。

从表 2 可以看出,以 2007 年技术效率为例,瑞士、印度、希腊、日本、美国、英国是同时技术有效和规模有效的,它们构成了全球创新体系技术产出效率的前沿面。对发达大国而言,技术效率都处于 0.68—0.88 之间,保持了较为平稳的态势。发达小国的技术效率整体略有下滑,从 1997 年的 0.994 下降到 2007 年的 0.55。而发展大国整体的技术效率较低,且变化较为显著。分析 1997—2007 年主要大国的技术效率,英国、美国创新体系的技术效率基本达到最优效率,处于有效值 1 之上。日本近年来技术效率整体呈增长态势,已达到最优效率水平。韩国的技术效率增长尤为显著,从 1997 年的 0.409 猛增到 2007 年的 0.77。印度的技术效率在部分年份达到最优效率水平,一定程度上表明,其科技产出的转化能力已接近发达国家先进水平。而我国尽管技术效率呈增长态势但仍处于较低水平,2007 年仅为 0.17。

经济效率方面,创新体系的经济转化效率普遍低于技术转化效率。以 2008 年效率为例,仅卢森堡、挪威、斯洛伐克三个国家是同时技术有效和规模有效的,它们构成了全球创新体系经济产出效率的前沿面。从平均水平分析,发达国家的经济效率有所提高,且小国大于大国;而发展大国的经济效率较低且不断下降。可以看出主要发达大国如美国、英国、日本、德国、法国等经济效率均未达到最优,有待提高。与技术效率发展不同,印度的经济效率处于发展中国家后列,成为制约印度整体创新体系效率的主要因素。我国创新体系的经济效率与印度水平相近,在全球创新体系中处于末位。

综合效率方面,以 2008 年效率为例,仅卢森堡同时技术有效和规模有效。发达大国综合效率多处于 0.5 左右,并保持了稳步增长的态势。发展大国也有所增长,而发达小国却略有下降。我国创新体系的综合效率增长迅速,从 1998 年的 0.057 增加到 2008 年的 0.178,增幅超过一倍以上。但相比于全球创新体系,我国创新体系的综合效率仍处于较低水平,其中,经济效率的转化不足成为制约我国整体效率低下的主导因素。

四、对相关国家创新体系效率影响因素的分析

表 3 分别列出了技术效率、经济效率和综合效率 3 个 Tobit 模型的回归结果,可以看出创新体系各要素对发达国家和发展中国家的影响存在明显差异。

1. 创新主体子系统中,发达国家的企业研发投入强度与技术效率和综合效率均存在显著正相关关系,与经济效率的关系并不显著。而发展大国的企业研发投入强度与技术效率、经济效率和综合效率均无显著关系。这是因为发达国家多数研发活动主要由企业来完成,企业是创新活动的直接创造者。而发展中国家尚未过渡到以企业作为创新主体的时期,企业在创新中的作用尚未发挥,尤其在技术研发阶段,更多的依靠于研究型主体的研发投入。

发达国家中,企业研发合作构成在增值生产链上彼此互联的网络,形成了特定的产业群。产业群的积聚与发展有利于创新成果的扩散与转化,提高了创新体系的经济效率和整体效率。而对发展中国家而言,并未形成强强联合的效用。企业间合作与技术效率和综合效率均无显著关系,与技术商业

化应用过程的经济效率提升呈显著负相关关系。这可能源于合作技术、环境、制度等多方面原因,导致了合作的失败或是低效,造成资源的浪费。

大学研发功能主要定位于基础研究阶段,而在研发的后端,主要由企业等主体来推动。发展中国家的大学已基本实现了与发达国家相似的功能,在研究开发阶段发挥显著功能,但在创新扩散阶段及整体效率提升方面,创新主体功能并未发挥作用。

2. 创新支撑子系统中,无论是发达国家,还是发展中国家,教育支出对经济效率和整体效率的提升均有促进作用。由教育所带来的人口素质能力的提高,有效地促进了技术的消化、吸收和再创新,促进了创新科技成果的扩散与生产率的提高,同时也为后发国家跨越式追赶提供了可能。对发展中国家而言,由于创新资源的稀缺,国家教育经费的投资在一定程度上挤占了国家科研经费的支出。因此,发展中国家教育投入与技术效率间有显著负相关关系是可以理解的。

基础设施是一个国家或地区创新体系中各种要素流动的载体,国家资源基础设施建设对创新体系效率具有正向促进作用。对发达国家而言,基础设施的完善更多的是促进创新活动成果的转化与扩散,而不是专利和论文的直接产出。而发展中国家基础设施即“公路密度”对于国家创新体系整体效率的提升,以及创新经济产出的转化均呈显著负相关关系。一是发展中国家尚未过渡到通过创新网络链接之间的相互作用以促进创新效率提高的阶段。二是由于资源的稀缺性,造成了资源的挤占效应,短期内对公路建设的投资往往牺牲了研发活动的整体效益。

风险资本的发展更多地表现为促进科技成果转化与经济效率的提升,这在发达国家和发展中国家是一致的。与发达国家所不同的是,“风险资本强度”并未与发展中国家综合效率呈显著正相关关系。事实上,对大部分发展中国家而言,由于风险投资活动的起步较晚,风险投资业的发展水平还不高,科技成果的产业化、商业化程度还很低,与发达国家的风险投资支持高科技产业迅速发展的现状相比,存在很大差距,风险投资的发展尚不足以支撑创新体系整体效率的提升。

3. 创新环境子系统中,政府对研发的资助在发达国家中,尤其是在经济效率和综合效率阶段,均具有显著负相关关系,而在技术效率转化阶段具有显著正相关关系。政府研发的主要资助对象为高等院校、科研院所,而对企业资助相对较少。发达国家的企业研发活动与高校研发活动均促进了创新技术效率提升,而创新成果的扩散与经济产出转化则主要由企业推动。由政府出资的研发活动往往缺乏明确的市场导向,容易造成资源浪费,降低系统整体效率。发展中国家政府资助对提高技术效率有明显促进作用,而对经济效率和综合效率则无显著影响。

知识产权是科学、技术、文化达到一定高度的必然要求。一方面,政府通过法律来保障发明者从其发明中获利,有效地激发创新活动;另一方面,过度的保护往往会限制新思想的传播和创新扩散。对发达国家而言,知识产权保护不仅对于增长专利产出,而且对于保护创新成果,促进创新成果的转化,实现其商业化价值,均具有显著的正相关关系。而对发展中国家而言,专利保护更多地表现为对创新效率的抑制作用,尤其在创新扩散阶段呈显著负相关关系。可见,专利保护的实施应符合国家的发展阶段,不能一味的效仿。发达国家实施贸易保护制度促进了国家创新科技产出效率。而发展中国家在创新活动的科技成果转化阶段,由于贸易保护制度减少了产品间的有效竞争,保护了幼稚和低效企业的发展,降低了企业创新活动的效率。

4. 创新体系链接流中,人才流动对发达国家与发展中国家的影响并无显著差异,并且更多地表现为研发阶段的负效应。由于创新研发活动为长期的持续性的研究开发工作,承担着较大的风险,人才流动往往会引起研发活动的提前终止,不利于研发经验的积累。对发达国家而言,人员的流动在技术效率产出阶段的负效应远远小于发展中国家,这在一定程度上表明,发达国家人才流动对持续性创新的影响作用更小。

发达国家的 FDI 流入对创新体系的经济效率有显著负相关关系。然而整体而言,FDI 流入对发

达国家创新体系效率并未造成影响。与发达国家不同,发展中国家 FDI 流入与创新体系经济效率之间存在显著正相关关系。表明 FDI 对东道国技术转移的外溢效应是显著的,技术转移带来了创新成果的快速扩散,提高了创新体系的经济效率。但 FDI 与创新体系的技术效率之间存在显著负相关关系,说明 FDI 对本土企业技术促进作用实际上很有限,尤其是对本土企业自身的技术进步,甚至起到了抑制作用。

表 3 国家创新体系效率影响因素的 Tobit 模型回归结果

变量	技术效率(模型 1)	经济效率(模型 2)	综合效率(模型 3)
C	0.552 (0.798)	1.616 *** (0.454)	0.149 (0.296)
DUM	-3.750 ** (1.62)	-0.621 (0.923)	1.657 *** (0.601)
LGDP	0.165 *** (0.059)	-0.085 (0.034)	-0.001 (0.022)
LPOP	-0.059 (0.043)	-0.040 * (0.024)	-0.034 ** (0.016)
BRD	-0.007 (0.006)	-0.003 (0.003)	0.001 (0.002)
BRD * DUM	0.041 *** (0.016)	0.001 (0.009)	0.016 *** (0.006)
TC	0.039 (0.046)	-0.136 *** (0.026)	-0.019 (0.017)
TC * DUM	-0.11 (0.067)	0.176 *** (0.038)	0.051 ** (0.025)
HRD	0.010 ** (0.005)	0.001 (0.003)	0.002 (0.002)
HRD * DUM	0.019 * (0.015)	-0.013 (0.008)	-0.023 *** (0.005)
ENT	-0.075 ** (0.038)	0.057 *** (0.022)	0.043 *** (0.014)
ENT * DUM	0.129 *** (0.051)	0.008 * (0.029)	0.01 * (0.019)
ROD	0.143 (0.111)	-0.442 *** (0.063)	-0.278 *** (0.041)
ROD * DUM	-0.18 (0.121)	0.473 *** (0.069)	0.291 *** (0.045)
VC	0.065 (0.047)	0.059 ** (0.027)	0.028 (0.018)
VC * DUM	-0.096 (0.06)	0.009 * (0.034)	0.028 ** (0.022)
GRD	0.004 * (0.006)	-0.001 (0.004)	0.003 (0.002)
GRD * DUM	0.003 * (0.011)	-0.003 ** (0.006)	-0.011 *** (0.004)
IP	-0.031 (0.044)	-0.066 *** (0.025)	-0.034 ** (0.016)
IP * DUM	0.106 * (0.066)	0.067 * (0.038)	0.117 * (0.025)
TR	-0.097 *** (0.036)	-0.022 (0.021)	-0.005 (0.013)
TR * DUM	0.134 ** (0.066)	0.002 (0.037)	0.006 (0.024)
BD	-0.153 *** (0.055)	0.04 (0.031)	0.008 (0.02)
BD * DUM	-0.100 ** (0.057)	-0.037 (0.033)	-0.03 (0.021)
FDI	-0.047 ** (0.026)	0.035 ** (0.015)	0.007 (0.01)
FDI * DUM	0.004 (0.032)	-0.045 ** (0.018)	-0.016 (0.012)
Adjusted R - squared	0.586	0.667	0.853
Log likelihood	12.12 ***	75.53 ***	131.91 ***

注: * 表示在 0.10 水平显著; ** 表示在 0.05 水平显著; *** 表示在 0.01 水平显著。

五、初步结论与对策思考

从 39 个国家和地区创新体系效率评价及不同发展程度国家创新体系效率影响因素的分析中可以得出以下初步结论:

第一,发达国家创新体系效率明显高于发展中国家。我国创新体系效率发展态势良好,但仍处于较低水平;经济效率明显低于技术效率。高校研发经费使用过剩,研发人员数量冗余,科技论文成果转化率低,创新活动引致的生产率提高严重不足是创新体系效率低下的主要成因。

第二,效率影响因素针对发达国家与发展中国家在不同的效率阶段影响有着显著区别;并且分别来看,对发达国家、发展中国家自身而言,效率影响因素针对效率发展的不同阶段,其影响也存在较大区别。分析上文效率影响因素的结论,可提出几点对策性建议:一是就现有阶段而言,政府对创新体系的直接扶持仍有助于创新体系效率的提升,我国企业的创新主体地位尚未确立。从长期来看,政府应积极转变其功能,更多地采用制定科技创新政策、提供完善的科技金融服务等措施引导、扶持企业的创新活动,为企业创新提供良好的政策环境,让企业成为真正的创新主体。此外,从发达国家经验看来,企业间的创新合作有效地促进了创新体系效率的提高,值得借鉴。二是政府应进一步提高我国现有教育水平,优化资源配置,提高大学的研究型功能,完善大学在创新体系中的功能定位,以推进对创新体系技术效率的提升作用。同时,加大固定资产投资,通过完善网络设施与基础设施建设,促进创新科技成果的转化与扩散效率的提升。三是发达国家中,风险投资的发展已成为创新体系效率的重要推动剂。但在发展中国家,尚不足以支撑创新体系整体效率的提升。对我国而言,风险投资起步较晚,有必要进一步推进风险投资的发展。四是就目前而言,我国创新体系内部间的链接作用仍非常薄弱,产学研合作不足以提升创新体系效率。应进一步引入市场机制,完善制度建设,充分发挥创新主体主观能动性,促进产学研合作的有效实施。另外,FDI的流入对我国创新体系效率的整体提高并不显著,并且在一定程度上抑制了本土企业的技术创新活动。因此,应进一步加强自主创新能力,通过优化产业结构,促进创新体系效率的提升。

参考文献:

- [1] 池仁勇,2003,《企业技术创新效率及其影响因素研究》,《数量经济技术经济研究》第6期。
- [2] 官建成、何颖,2005,《基于DEA方法的区域创新系统的评价》,《科学学研究》第4期。
- [3] 石定寰、柳卸林,1999,《国家创新系统:现状与未来》,北京:经济管理出版社。
- [4] Andersen, P. and Petersen, N. C., 1993, A Procedure for Ranking Efficient units in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 39(10).
- [5] Charnes A, Cooper W. and Rhode E. 1978, Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, 2.
- [6] Dunkel T. 2001, New Technology and Innovation Policy in the German National Innovation System, Paper Prepared for IAMOT Conference, Lausanne, 3.
- [7] Freeman. C. Technology, 1987, *Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter Publishers, London.
- [8] Greene W H. 2001, *Econometric Analysis* 4 E. 北京:清华大学出版社。
- [9] Nasierowski W, Arcelus FJ. 2003, On the Efficiency of National Innovation Systems, *Socio-Economic Planning Sciences*, 37(3).
- [10] OECD. 1999, *Boosting National Innovation System*, Paris: OECD.
- [11] Watcharasriroj B, Tang J C S. 2004, The Effects of Size and Information Technology on Hospital Efficiency, *Journal of High Technology Management Research*, (15).

(责任编辑:匡云)