

# 对外技术依存度测评方法研究

罗亚非,蔡乾龙

(北京工业大学 经济与管理学院,北京 100124)

**摘 要:**从对外技术依存度的概念出发,确定对外技术依存度的指标外延,探讨现有对外技术依存度测评方法存在的局限性。在此基础上提出有效对外技术依存度的概念,并对现有对外技术依存度指标的测评方法进行修正。同时从知识流量和知识存量两个角度,对我国对外技术依存度(有效对外技术依存度)进行实证分析。

**关键词:**对外技术依存度;测评方法;实证分析

中图分类号:F403.6

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)22-0132-05

基于 R&D 国际化、经济全球化和国际竞争态势以及我国经济发展客观要求,我国作出了“增强自主创新能力,建设创新型国家”的重大战略部署,提出到 2020 年进入创新型国家行列的目标,其中一个重要的指标就是到 2020 年实现对外技术依存度降低到 30%以下<sup>[1]</sup>。但由于现有对外技术依存度测评方法本身还存在局限性,致使我国的对外技术依存度指标并不能客观、合理地反映我国技术创新对于国外引进技术的依存关系。在此,本文基于现有对外技术依存度测评方法存在的不足,对其进行修正和实证分析。

## 1 对外技术依存度指标特点

### 1.1 对外技术依存度的概念内涵

依存度的概念最早来自于对外贸易领域,如外贸依存度、进口依存度、出口依存度等,是由 W·A·Brown 在《对 1914—1943 年间国际金本位制度的再解释》中提出的,其全称是“相互依存度”。它反映的是一国经济对它国或对世界经济相互依赖的程度,即对外经济变动对一国经济产生影响的程度及一国经济变动对外部产生的影响。

而对外技术依存度是衡量一个国家的技术创新对国外技术依赖程度的指标。一般而言,一个国家的技术依存度较高,表明该国技术创新对技术引进的依赖程度较强;反之,则表明该国技术创新中的自主创新成分较大

### 1.2 对外技术依存度指标外延

(1)对外技术依存度的测评限于国家之间。对于本国各区域,其国际化程度各不相同,同时人力资源与信息资

源等交流频繁,区域之间的技术扩散也就不可避免,但对外技术依存度仅考虑对国外技术的引进而没有考察国内技术的扩散,因而不适合作为国内各区域之间自主创新能力横向比较的衡量指标。

(2)现有对外技术依存度测评只包含“软技术”<sup>[2]</sup>。在国家内部,依靠引进获取技术的途径多种多样,包括软技术和硬技术。但由于目前对硬技术的测度很难实现,各国家只有技术引进经费具有较好的统计基础;国际上对国际技术收支的统计实际上是对软技术的市场交易进行的统计,硬技术则因难以计算商品中的技术的价值而无法直接统计。因此,目前所说的对外技术依存度都不包括对进口的资本品(生产设备)和中间品(材料和零部件)中的技术的依赖。

但由于硬技术的引进更多地存在于生产部门,而对外技术依存度的测度范围是基于国家层面而言的,这也就使得硬技术的引进对对外技术依存度测度的影响并不明显。因此,在利用现有公式进行对外技术依存度测度时,虽然存在数据偏低的现象,但在现有数据以及国家层面上,对外技术依存度指标亦大体上可以反映出一个国家的对外技术依赖程度。

### 1.3 对外技术依存度指标的局限性

OECD 把 R&D 经费与国际技术转让支出费用(即技术引进经费)的比例作为测度各成员国对外技术依赖程度的指标,认为该比例大于 1 则说明该国的技术以自主研发为主,比例越高技术自主率越高,对外技术的依存度越低。我国目前常用对外技术依存度的测评公式为:对外技术依存度=技术引进经费/(技术引进经费+研发投入经费)

收稿日期:2008-10-25

基金项目:科技部发展计划司课题项目(2006FY130100-07)

作者简介:罗亚非(1955-),女,湖南元江人,博士,北京工业大学经济与管理学院教授,研究方向为统计分析方法、科技统计;蔡乾龙(1983-),男,河北正定人,北京工业大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向为R&D国际化与对外技术依存度。

从现有的对外技术依存度计算公式,可以看出对外技术依存度指标还存在以下不足:

(1)技术的量化。由于技术的特殊性,目前无法准确知道技术在哪里,是以什么样的方式存在的,也无法知道技术的存量和它的分布状况。不管是内部获取的技术还是外部获取的技术(引进的技术),我们都无法进行直接测度。为解决这个问题,一般的做法是用 R&D 经费和引进技术的消化吸收经费(包括跨国资助和跨国执行的 R&D)来代替内部获取的技术,而用技术引进经费代替引进的技术。可以肯定的是,这样的转换是会带来一定出入的。但在大量的长期的宏观范围的环境下,这些出入是可以接受的;如果是小范围和短时期的情况,则这种替代引起的出入必须要引起足够的关注。

(2)国际技术流动环境对对外技术依存度指标的影响。技术差距的存在是国际技术流动发生的根本原因,技术需求的形成是国际技术流动的直接原因。但是有技术需求,并不一定会形成国际技术流动。国际技术流动的环境是影响技术需求转化为现实的国际技术流动的主要因素之一。目前,国际技术流动的环境主要是市场影响技术的商业化,而这就会造成夸大成功实现商业化的这一部分技术,忽视没有成功实现商业化的技术和不通过商业途径流动的技术,或者是当前法律政策环境下被限制流动的技术。这就使得对外技术依存度不能客观地反映技术依存程度。

(3)对产出增长有贡献的是技术活动中所累积的技术知识,即技术知识存量,而非各年的流量<sup>[3]</sup>。从辩证法的角度来看,事物由量变到质变需要有“量”的积累。对于技术知识同样如此。每年的技术知识对最后产出影响往往需要几年甚至是几十年的积累才能得以体现。技术知识就好比“量”,产出就好比“质变”。而对外技术依存度所体现的其实正是这种“质变”。那么现有对外技术依存度计算公式基于技术知识的流量对其进行刻画,就显得较为不妥。

(4)自主研究开发形成的技术与引进的技术性质不尽相同,两者对经济增长的贡献机理存在差异。首先,技术创新的自主研究是一个厚积薄发的过程,同时,由技术知识转化为技术产出存在诸多不确定因素,这就决定了自主创新的周期一般都比较长。而对于引进的技术,因其已得到实际生产验证,只要对引进的技术进行消化吸收,就可以直接用于生产,周期一般比较短。其对产出的影响往往具有立竿见影的效果。而此时再对两者进行同样处理,则不免使对外技术依存度产生偏差。

(5)产生依存关系的技术并不等于引进的技术。在技术扩散与对外技术依存度的关系中,国内外学者已经形成较为一致的观点,即技术引进国的人力资本与技术吸收能力才是本国对国外技术形成依存关系的关键。这就表明对于引进的技术需要消化吸收,而目前我国 2006 年技术引进费用与消化吸收再创新费用之比接近 4:1,远低于日本、韩国 1:10 的水平<sup>[4]</sup>。这从一个侧面也说明我国对于引进的技术存在着较为严重的“浪费”。这种浪费,除去一部分主

观因素外,很大程度上是由于我国自身技术水平有限,对引进的先进技术无法进行消化吸收造成的。对于这部分“浪费”的技术,技术依存也就无从谈起。这也是我国对外技术依存度并不能客观评价我国技术创新对国外技术依赖程度的重要原因<sup>[5]</sup>。

## 2 有效对外技术依存度概念内涵

### 2.1 有效对外技术依存度概念

鉴于现有对外技术依存度存在的不足,并结合我国技术引进的具体情况,本文在此提出有效对外技术依存度概念。顾名思义,有效对外技术依存度,它是衡量一个国家的技术创新对国外技术实际依赖程度的指标,即在现有引进技术的基础上,剔除那些被“浪费”但却仍反映在对外技术依存度指标中的技术。

### 2.2 有效对外技术依存度计算公式

现有的对外技术依存度=技术引进经费/(技术引进经费+研发投入经费),即:

$$FTD_t = \frac{TI_t}{TI_t + R_t} \quad (1)$$

其中, $FTD_t$ 为  $t$  年的对外技术依存度; $TI_t$ 为  $t$  年的技术引进经费(包括设备、技术转移与许可、技术服务等); $R_t$ 为  $t$  年的 R&D 经费。 $TI_t$ 、 $R_t$ 均为流量。

基于有效对外技术依存度的概念,对公式(1)进行修正,即:

有效对外技术依存度=对外技术依存度 $\times$  $\frac{\text{消化吸收费用}}{\text{新产品开发支出}}$

$$EFTD_t = FTD_t \times \frac{TD_t}{TE_t} = \frac{TI_t}{TI_t + R_t} \times \frac{TD_t}{TE_t} \quad (2)$$

其中, $TD_t$ 为  $t$  年的消化吸收经费支出; $TE_t$ 为新产品开发经费支出。 $TD_t$ 、 $TE_t$ 均为流量。

设计有效对外技术依存度计算公式的几点依据:

(1)有效对外技术依存度的计算公式与其概念可以基本保持相符。有效对外技术依存度,重点就是考虑技术引进国的技术吸收能力,技术的引进并不等于技术的应用。而消化吸收费用,作为反映一国对引进技术消化吸收程度的指标,用来体现技术引进国技术吸收能力还是比较合适的。

(2)国际上,对于消化吸收再创新费用与技术引进费用之比,还没有一个评价标准。消化吸收再创新费用与技术引进费用比值越高是否就说明对引进技术的吸收效果越好?日本、韩国的消化吸收再创新费用与技术引进费用之比为 10:1,这么高的比值是否表明日本、韩国存在着消化吸收费用的浪费?

但换一个角度,对于先进技术,不论其是从它国引进或是自主研发,最终的价值体现在产出上,而产出又大都以新产品的方式予以表现。我国目前的大中型企业,尤其是高新技术企业,其新产品的开发已经成为企业生存和发展的重要环节。消化吸收费用/新产品开发支出,直观地反映了引进的技术在新产品开发中所占的比重大小。其比值

越大,则可认为引进技术的消化吸收效果越好,反之亦然。

首先对公式(1)进行存量化处理:

$$FDT_t = \frac{TIS_t}{TIS_t + RS_t} \quad (3)$$

对于企业来讲,技术知识的存量才是企业创新发展的主要力量,因此依据有效对外技术依存度的概念,对公式(2)进行存量化处理:

$$EFTD_t = \frac{TIS_t}{TIS_t + RS_t} \times \frac{TDS_t}{TES_t} \quad (4)$$

其中,  $TIS_t$ 、 $RS_t$  分别表示  $t$  年时, 技术引进与 R&D 累积的技术知识存量。  $TDS_t$ 、 $TES_t$  为  $t$  年时, 消化吸收与新产品开发累积的技术知识存量。技术知识的存量难于精确度量与统一量化, 所以, 应用永续盘存法, 使技术知识货币化。

新产品开发包括很多方面, 从其技术来源来看, 大体包括两大类: 自主 R&D 与技术引进。自主 R&D 从投入到获得技术知识并将其用于生产, 要经过一定的时间, 把从投入研发经费到技术知识产业化的时间滞后称为 R&D 投资的时间滞后期, 记为  $\theta$ 。并且 R&D 投资的时间滞后期一般都远大于技术引进的滞后期, 同时认为新产品开发支出的时间滞后期与 R&D 投资的时间滞后期相同。而引进的技术绝大多数是国外发展成熟的技术, 其消化吸收一般都较短, 因而引进技术从经费投入到技术知识用于生产的时间滞后很短, 因此技术引进与消化吸收的时间滞后期可以忽略不计。

虽然自主 R&D (新产品开发) 与技术引进 (技术消化吸收) 形成技术知识存量的机理不尽相同, 但两者所形成的技术存量都有陈腐老化的特点。知识的陈腐化率是由于技术知识的老化而产生的。知识的老化是由于出现了更新的技术, 使得已有技术不能再用于生产, 或随着时间的推移, 进行 R&D 的企业逐渐失去了对技术的专有, 从而使得进行 R&D 企业的收益迅速减少。由于知识的老化, 使得知识像其它生产要素 (如机器设备、厂房等) 一样, 有一个陈腐化率  $\delta$ 。并且, 由于技术引进之后投入本国的生产活动中, 故该技术进入了本国的技术轨道。因此, 技术引进形成的技术知识和自主研发形成的技术知识具有相同的陈腐化率。

由以上分析可得, R&D 累积的技术知识存量为:

$$RS_t = R_{t-\theta} + (1-\delta)RS_{t-1} \quad (5)$$

R&D 基期  $tb$  年的技术知识存量为:

$$RS_{tb} = \frac{R_{tb+1}}{g+\delta} \quad (6)$$

其中,  $RS_t$ 、 $RS_{t-1}$  分别为  $t$  年与  $t-1$  年的 R&D 累积的知识存量;  $\theta$  为 R&D 的时间滞后期;  $\delta$  为技术知识的陈腐化率 (下同);  $g$  为 R&D 在基准年以后的平均增长率。

同理, 新技术开发累积的技术知识存量为:

$$TES_t = TE_{t-\theta} + (1-\delta)TES_{t-1} \quad (7)$$

$TES_t$  基期  $tb$  年的技术知识存量为:

$$TES_{tb} = \frac{TE_{tb+1}}{g+\delta} \quad (8)$$

其中,  $TES_t$ 、 $TES_{t-1}$  分别为  $t$  年与  $t-1$  年的新产品开发累计的知识存量;  $\theta$  为新产品开发的时间滞后期;  $g$  为新产品开发支出在基准年以后的平均增长率。

技术引进累计的技术知识存量为:

$$TIS_t = TI_t + (1-\delta)TIS_{t-1} \quad (9)$$

技术引进基期  $tb$  年的技术知识存量为:

$$TIS_{tb} = \frac{TI_{tb+1}}{g+\delta} \quad (10)$$

其中,  $TIS_t$ 、 $TIS_{t-1}$  分别为  $t$  年与  $t-1$  年的技术引进累计的知识存量;  $g$  为技术引进在基准年以后的平均增长率。

同理, 消化吸收的技术知识存量为:

$$TDS_t = TD_t + (1-\delta)TDS_{t-1} \quad (11)$$

技术引进基期  $tb$  年的技术知识存量为:

$$TDS_{tb} = \frac{TD_{tb+1}}{g+\delta} \quad (12)$$

其中,  $TDS_t$ 、 $TDS_{t-1}$  分别为  $t$  年与  $t-1$  年的消化吸收累计的知识存量;  $g$  为消化吸收费用在基准年以后的平均增长率。

### 3 我国对外技术依存度的实证分析

#### 3.1 测算我国对外技术依存度

(1) 测评角度的选择。考虑到现有对外技术依存度测评公式的适用性、统计口径的统一、数据的存在性等多方面因素, 在此我们选择从科学技术经费支出结构的角度进行测评, 并以公式: 对外技术依存度 = 技术引进经费 / (技术引进经费 + 研发投入经费), 作为测评我国对外技术依存度的基本公式。

(2) 测评方法的选择。由于首次提出有效对外技术依存度的概念, 并依此对现有对外技术依存度指标的计算公式进行了修正。为了稳妥起见, 将以现有对外技术依存度测评公式 (式(1)、(3)), 以及有效对外技术依存度测评公式 (式(2)、(4)) 4 种测评公式, 计算我国的对外技术依存度。

(3) 数据的局限性。由于“硬技术”的统计目前还难以实现, 所以现有对外技术依存度, 准确地说, 都是反映我国对技术引进过程中“软技术”的依存关系。

#### 3.2 数据收集

本文数据主要来自于 2007 年中国科技统计年鉴 (见表 1)。

#### 3.3 数据处理

(1) 确定  $\theta$ 、 $\delta$  值。目前, 国外在计算陈腐化率  $\delta$  时, 一般采用两种方法: 一是用技术平均使用寿命的倒数来进行测评; 二是利用专利残存件数的数据来计算。R&D 的时间滞后期  $\theta$ , 一般采用不同行业的加权平均值来测评。在此采用蔡虹<sup>[5]</sup>对时间滞后期与技术知识的陈腐化率的测评结果:  $\theta=4$ 、 $\delta=7.14\%$ 。

(2) R&D 经费、技术引进经费、消化吸收费、新产品开

表 1 1995—2006 年 R&D 经费、技术引进费、消化吸收费用、新产品开发经费支出情况

年份	R&D 经费 (R)	技术引进经费 (TI)	消化吸收费 (TD)	新产品开发经费 (TE)
1995	141.7	360.9	13.1	164.8
1996	160.5	322.1	13.6	207.3
1997	188.3	236.5	13.6	224.0
1998	197.1	214.8	14.6	245.2
1999	249.9	207.5	18.1	304.6
2000	353.4	245.4	18.2	388.9
2001	442.3	285.9	19.6	422.0
2002	560.2	372.5	25.7	509.2
2003	720.8	405.4	27.1	639.0
2004	954.4	367.9	54.0	821.0
2005	1 250.3	296.8	69.4	1 457.2
2006	1 630.2	320.4	81.9	1 862.9

发经费、存量化处理。依据式(5)~(12)对 R&D 经费、技术引进经费、消化吸收费、新产品开发经费,进行存量化处理,结果见表 2。

表 2 技术引进经费、消化吸收费、新产品开发经费的存量化处理结果

年份	R&D 经费 (RS)	技术引进经费 (TIS)	消化吸收费 (TDS)	新产品开发经费 (TES)
1995		5 332.78	53.28	
1996		5 274.12	63.58	
1997		5 134.05	72.64	
1998	780.94	4 982.28	80.05	957.56
1999	866.88	4 834.04	94.29	1 053.99
2000	965.49	4 734.29	105.76	1 186.04
2001	1 084.85	4 682.16	117.81	1 325.35
2002	1 204.49	4 720.36	135.10	4 720.36
2003	1 368.39	4 788.72	152.55	1 675.14
2004	1 624.09	4 814.71	195.66	1 944.44
2005	1 950.43	4 767.74	251.09	2 227.60
2006	2 371.37	4 747.72	315.06	2 577.75

### 3.4 测算我国对外技术依存度

测算结果见表 3。

### 3.5 测算结果分析

因为存在指标统计口径不一致的问题,本文采用的是我国大中型工业企业数据,用其反映我国对外技术依存度的情况,必然存在误差。但考虑到,大中型工业企业作为我国经济的主体力量,并且在我国 R&D 经费支出中,大中型工业企业的 R&D 经费支出比重呈逐年增加的趋势,2006 年大中型工业企业 R&D 经费支出比重更是超过了 50%。

鉴于此,认为大中型工业企业的对外技术依存度可以大体代表我国整体对外技术的依存关系。

#### 3.5.1 FTD 与 EFTD 的对比分析

FTD/EFTD(流量式/存量式)比值的涵义:

(1)FTD/EFTD(流量式/存量式)比值越大,说明引进技术在新产品中的作用越低,这种作用的降低是由于我国技

表 3 对外技术依存度测算结果

年份	FTD (流量式)	FTD (存量式)	EFTD (流量式)	EFTD (存量式)
1995	71.81%		5.71%	
1996	66.74%		4.38%	
1997	55.67%		3.38%	
1998	52.15%	86.45%	3.11%	7.41%
1999	45.37%	84.79%	2.70%	7.59%
2000	40.98%	83.06%	1.92%	7.41%
2001	39.26%	81.19%	1.82%	7.22%
2002	39.94%	79.67%	2.02%	7.29%
2003	36.00%	77.78%	1.53%	7.08%
2004	27.82%	74.78%	1.83%	7.52%
2005	19.18%	70.97%	0.91%	8.00%
2006	16.43%	66.69%	0.72%	8.15%

术消化吸收能力的下降,或者我国自主创新能力的提高(对外技术依存度有效降低)而造成的。

(2)FTD/EFTD(流量式/存量式)比值越小,说明引进技术在新产品中的作用越大,这种作用的上升是由于我国技术消化吸收能力的提高,或者我国自主创新能力的降低(对外技术依存度上升)而造成的。

(3)FTD/EFTD(流量式)反映的是当前我国技术消化吸收或自主创新能力情况,而 FTD/EFTD(存量式)则反映的是我国长期以来的技术消化吸收或自主创新能力的总体情况(见图 1)。

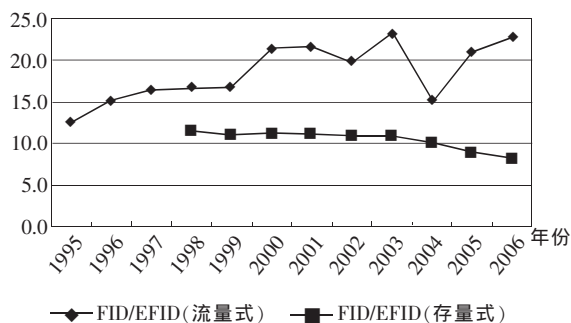


图 1 FTD/EFTD(流量式/存量式)

由图 1 可以发现一个有趣的现象,FTD/EFTD(流量式)大体上表现出上升趋势,而 FTD/EFTD(存量式)则表现出平稳下降的趋势。通过上面对于 FTD/EFTD(流量式/存量式)比值涵义的分析,可以有两种不同的解释:①就目前来看,我国对于引进技术的消化吸收能力下降,同时,总体上我国对外技术依存度并没有降低,企业新产品中自主创新成分减小,即可以认为我们对于引进技术的“浪费”程度加剧了。②我国当前的自主创新能力得到了加强,企业新产品中自主创新成分加大,同时,总体上我国的技术消化能力也得到了改善。随着我国“增强自主创新能力,建设创新型国家”的重大战略部署的提出,以及 R&D 投入的不断加大等多方面因素,都表明第 2 种解释应该是对我国当前对外技术依存度现状的一个合理的阐述。

#### 3.5.2 FTD、EFTD 的流量式与存量式的对比分析

这里我们发现另一个有趣的现象,对于FTD来说,其流量式与存量式都是呈现逐年下降的趋势,而对于EFTD来说,流量式呈下降趋势,存量式却呈现缓慢的增长趋势(见图2)。

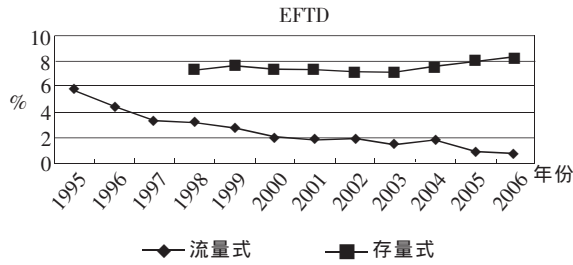


图2 EFTD(流量式与存量式)

这看起来好像有些矛盾,但这也许恰好是对我国目前技术引进现状的一个更为深入的解释,即我国的技术消化吸收很可能存在着“滞后性”,我们今天消化吸收的技术是来自过去引进的技术,而对于当前引进的新技术,我们的消化吸收能力并没有明显提高。多年来,我国一直倡导“技术追赶战略”,而存量式EFTD缓慢的增长趋势也从一个侧面说明,我们现在的“赶超”步伐已经略微超过了技术先进国家的发展步伐,已经有了“赶超”的可能。

通过对FTD与EFTD以及FTD、EFTD的流量式与存量式作对比分析,可以看出,我国的对外技术依存度已经有了下降的趋势,同时这种下降趋势还有以下几个特点:

(1)这种下降趋势是在总体技术消化吸收能力提高的前提下取得的。

(2)下降趋势的主要原因来源于我国自主创新能力的提高。

(3)对于总体技术消化吸收能力的提高要一分为二地认识,即我国对于当前新引进技术的消化吸收能力是否也已经得到提高,现在还不能给出一个肯定的答案。

参考文献:

- [1] 国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)[M].北京:中国法制出版社,2006.
- [2] 吴辰,高昌林.从对外技术依存度看高技术产业的技术创新[D].中国科技指标学术研讨会论文集(2006—2007):15-18.
- [3] 孙顺成,蔡虹,黄丽娜.对外技术依存度的测评与分析[J].科学学与科学技术管理,2007(5).
- [4] 张宏斌.日韩两国技术引进消化吸收经验及启示[J].浙江经济,2006(6):15-16.
- [5] 张保胜.基于装备制造业组织模式的技术引进、消化与吸收平台的构建[J].科技进步与对策,2008,25(8):85-88.
- [6] 蔡虹,将仁爱,张小惠.我国R&D投资与技术引进的经济效果研究[J].科学学与科学技术管理,2006(3):17-20.

(责任编辑:万贤贤)

## Research on Measurement Methods of Foreign Technology Dependence

Luo Yafei, Cai Qianlong

(Economics and Management School, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

**Abstract:**This paper, based on the concept of foreign technology dependence, discusses the extension, limitations of indicators. On this basis, it puts forward the concept of “efficient foreign technology dependence” and improves the existing methods for measuring foreign technology indicators. Besides, it makes a demonstrative analysis on foreign technology dependence (efficient foreign technology dependence) by the stock and flow of technological knowledge.

**Key Words:**Foreign Technology Dependence; Measurement Method; Empirical Analysis