

doi:10.3969/j.issn.1672-626x.2015.02.003

# 中国装备制造业出口品国内技术含量的动态 变迁及国际比较

——基于非竞争型投入产出表的研究

李慧燕<sup>1</sup>, 李宏<sup>2</sup>

(1. 天津农学院 经济管理学院, 天津 300384; 2. 天津财经大学 经济学院, 天津 300222)

**摘要:**利用非竞争型投入产出表和技术含量指数,测算了中国、德国、日本、美国装备制造业出口品的复合技术含量、国内技术含量和国内技术含量指数,发现中国装备制造业出口品技术含量大致经历了两个阶段,分别是1995—2003年的平稳上升阶段和2003—2011年的国内技术含量指数递减阶段。与德国、日本和美国的比较发现,无论装备制造业整体还是细分行业,中国装备制造业出口品的国内技术含量与主要发达国家间存在着明显的差距。最后,在上述分析基础上,提出了提高中国装备制造业出口品国内技术含量的政策建议。

**关键词:**装备制造业;出口品;国内技术含量

**中图分类号:**F224.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-626X(2015)02-0018-06

## 一、引言

装备制造业是一国的基础性和战略性产业,为一国的基础设施建设、国防建设和其他产业发展提供技术装备,体现了一国的综合国力和技术水平。2009年,中国装备制造业产值超过美国,成为世界第一装备制造业大国,2012年中国装备制造业产值更是超过19万亿元,但是装备制造业大国并不一定是装备制造业强国。装备制造业的技术水平、科研能力才是竞争的关键和国家博弈的核心。这就需要客观且准确地评价中国的装备制造业技术水平,并与主要发达国家进行比较,找出差距,为我国装备制造业技术水平提升政策的制定提供现实依据。

目前,对一国出口品技术含量进行测度的方法主要可以分为两类。其一是对出口产品进行技术分类的方法。世界银行统计数据将电子产品和医疗器

械产品定义为高技术产品。中国国家统计局把电子及通信设备制造业和电子计算机及办公设备制造业定义为高新技术产业。也有学者根据不同的标准对贸易产品进行了分类,例如 Pavitt、<sup>[1]</sup>Lall<sup>[2]</sup>等。其二是构建技术复杂度指标的方法。Michaely 提出测度贸易品技术复杂度的方法,设定出口该产品的国家或地区的人均 GDP 的加权平均值为贸易品的技术复杂度。<sup>[3]</sup>该方法的基本思想来源于李嘉图的比较优势理论,认为出口贸易品的国家越富有,出口品的技术含量越高,否则越低。沿着 Michaely 的思路,关志雄、<sup>[4]</sup>Lall<sup>[5]</sup>等以国家或地区某产品出口额占全世界总出口比例为权重,计算出口该产品国家的人均 GDP 的加权平均值,从而得出该出口品的附加值。相关的研究还有 Hausmann 等<sup>[6]</sup>、樊纲等、<sup>[7]</sup>杜修立和王国维<sup>[8]</sup>等。

收稿日期:2014-12-05

基金项目:国家社科基金项目(11CJY072);天津市教委社科重大项目(2012ZDZH)

作者简介:李慧燕(1979-),女,天津人,天津农学院讲师,经济学博士,主要从事国际分工、农产品贸易研究;李宏(1963-),男,山东淄博人,天津财经大学教授,博士生导师,主要从事世界经济研究。

姚洋和张晔<sup>[9]</sup>在 Hausmann 等所建指标的基础上,构建了测算国内技术含量的指标,但构建中假设全部进口品为中间品,显然这一假设可能使得一国出口品的国内技术含量被低估。孟猛<sup>[10]</sup>在测度中,假定 2001—2010 年各年的投入产出比例相同,这显然不符合经济现实。另外,该文没有考虑投入最终品生产的中间品技术含量,仅测算出口最终品的全部技术含量和国内技术含量,以此来判断一国在国际分工的地位。然而,中间品出口的规模日益增加,2011 年中国中间品出口额占总出口额比重达到 45.23%,剔除中间品出口显然不能全面判断一国的国际分工地位。谢锐等<sup>[11]</sup>改进了姚洋和张晔的出口品国内技术含量基础模型,利用投入产出表和出口贸易数据,测算了东亚地区四个国家出口品的全部技术含量、国内技术含量和国内技术含量指数。但是该研究中仍存在一个缺陷,那就是国内直接消耗系数是基于 Hummels 等<sup>[12]</sup>的基本假设构建的,文中假设:第一,进口投入品投入到所有部门的比例是相等的;第二,进口中间品与国内生产的中间品之间的比例等于进口最终品与国内生产的最终品的比例。此假设显然不符合经济现实。祝树金和张鹏辉<sup>[13]</sup>的研究同样存在这一缺陷。

本文在孟猛、谢锐等研究的基础上,利用 WIOD 发布的国际投入产出表进行测度。WIOD 的国际投入产出表是非竞争型投入产出表,更为准确地区分了投入品的来源,能够准确计算中国的国内直接消耗系数和进口直接消耗系数,不再基于 Hummels 等的基本假设。另外本文利用每个雇佣工人创造的 GDP 代替人均 GDP,与人均 GDP 相比,每个雇佣工人创造的 GDP 更能体现该经济体的技术水平。上述调整使得测算结果更客观,更贴近经济现实。

## 二、测度指标构建和数据说明

### (一)测度指标的构建

设定产品  $i$  的技术复杂度指数为

$$TS_i = \sum_c^n \frac{X_{ck}}{X_k} * PR_c \quad (1)$$

其中  $TS_k$  表示可贸易品  $k$  的技术复杂度,  $X_{ck}$  代表  $c$  国  $k$  产品的出口额,  $X_k$  表示  $k$  产品全世界出口额,即  $X_k = \sum_{c=1}^n TS_k X_{ck}$ ,  $PR_c$  表示劳动生产率,本文用每个被雇佣工人所创造的 GDP 表示。

非贸易品  $n$  的技术复杂度为

$$TS_n = \sum_{k=1}^Q TS_k \frac{\gamma_{nk}}{\sum_k \gamma_{nk}} \quad (2)$$

其中  $TS_n$  为非贸易品技术复杂度,  $\gamma_{nk}$  为非贸易品部门对可贸易品部门  $a$  的直接消耗系数,  $Q$  为可贸易品的种类。这里的直接消耗系数等于非贸易品部门对可贸易品部门的投入占可贸易品部门总产出的比例。通过式(1)和式(2),得到了所有部门的技术复杂度。假设一种产品的技术复杂度是由其投入品的技术复杂度和该产品自身生产的技术复杂度决定的,因此可以得到产品  $j$  的复合技术含量为

$$V_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} TS_i + (1 - \sum_{i=1}^n a_{ij}) TS_j \quad (3)$$

其中  $V_j$  为部门  $j$  的复合技术含量,  $a_{ij}$  为每生产一单位  $j$  所需要的  $i$  部门的投入,即直接消耗系数,这里  $i \neq j$ 。也就是说式中第一项为  $j$  产品生产所需投入品的技术复杂度,第二项为  $j$  产品自身生产工序的技术复杂度。

部门  $j$  的国内技术含量为

$$V_j^D = \sum_{i=1}^n a_{ij} (1 - \beta_i) TS_i + (1 - \sum_{i=1}^n a_{ij}) TS_j \quad (4)$$

其中  $V_j^D$  表示部门  $j$  的国内技术含量,  $\beta_i$  表示投入品  $i$  中进口投入品占总投入的比例。由此定义部门  $j$  的国内技术含量指数  $DTC_j$  为

$$DTC_j = \frac{V_j^D}{V_j} \quad (5)$$

### (二)数据说明

计算中每个受雇佣工人所创造的 GDP 数据来自世界银行数据库,但是中国台湾地区没有相关统计,因此台湾地区用人均地区生产总值代替。国际投入产出表来自 WIOD 数据库。该表是非竞争型投入产出表,通过此表可以搜集国家和地区间的相互投入产出关系。因此基于此表,中间投入品来源可以明确划分为国内投入品和进口投入品,测算过程中无需再基于 Hummels 等的假设。WIOD 的国际投入产出表包含 40 个国家和地区,囊括了世界上重要发达国家、新兴经济体和发展中国家。与其他研究中严格的假设相比,此测算将更能反映经济现实。贸易数据来自联合国 Comtrade 数据库,并按照 WIOD 的国际投入产出表进行行业归类。

## 三、中国装备制造业国内技术含量的动态变迁及国际比较

### (一)中国装备制造业国内技术含量的动态变迁

如图 1 所示,从中国装备制造业的平均值来看,1995—2007 年,中国装备制造业出口品的复合技术含量和国内技术含量稳定增长,只有个别年份出现负增长,2007 年达到最高值。自 2008 年开始出现

了一定幅度的下降,2008年与2007年相比,复合技术含量和国内技术含量分别下降了3.88%和2.44%。从增长速度来看,1997—2003年间,中国制造业产品的国内技术含量增长速度明显高于复合技术含量增长速度,表明随着改革开放的不断深化和外国直接投资的逐渐增加,中国企业通过“干中学”提高了产品的国内技术含量。但2003年之后国内技术含量的增长速度减慢,甚至出现负增长,下降幅度最大的是2009年,降幅达到4.24%。复合技术含量增长而国内技术含量下降表明该产品生产的技术含量更多地来自进口品,对国外技术的依赖程度较高,国内生产的技术水平与中间投入品相比呈现一定程度的下降。

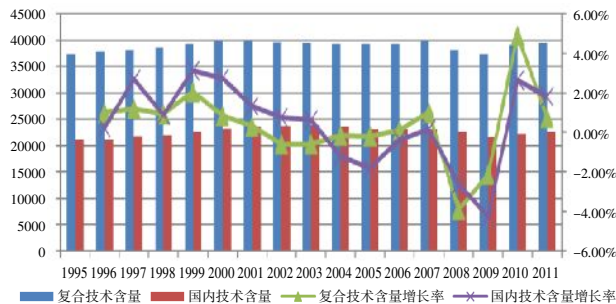


图1 1995—2011年中国装备制造业出口品复合技术含量、国内技术含量及其变动情况

资料来源:作者测算而得。

如表1所示,中国装备制造业出口品国内技术含量指数变动大致可以分为两个阶段,经历了一个先递增而后波动中递减的过程。1995—2003年,随着改革开放的不断深化以及中国成功加入WTO,我国装备制造业出口品国内技术含量不断提高,达到17年以来的最高值0.607。但2003年之后国内技术含量指数出现了波动中呈现下降趋势的变动,仅2008年和2011年提高了1.38%和1.08%,其余年份均出现了下降的变动态势。又如表1所示,中国装备制造业中国内技术含量指数最高的部门是金属冶炼及金属制品业,17年间的平均值达到0.639,这也就是说该行业的复合技术含量中有近40%来自国外。其次分别为交通运输设备制造业、电气、光学器材制造业和其他机械制造业。

(二)中国、德国、日本和美国装备制造业出口品国内技术含量的国际比较

2013年,中国的徐工集团、中联重科和三一集团3家企业进入全球工程机械行业前十,分别排名

表1 中国装备制造业细分行业出口品国内技术含量指数

年份	金属冶炼及金属制品业	其他机械制造业	电气、光学器材制造业	交通运输设备制造业	装备制造业整体平均值
1995	0.636	0.522	0.544	0.559	0.565
1996	0.628	0.525	0.538	0.553	0.561
1997	0.625	0.538	0.548	0.564	0.569
1998	0.624	0.524	0.564	0.562	0.568
1999	0.626	0.521	0.587	0.565	0.575
2000	0.629	0.529	0.615	0.569	0.585
2001	0.635	0.526	0.621	0.585	0.592
2002	0.631	0.530	0.629	0.607	0.599
2003	0.640	0.540	0.629	0.617	0.607
2004	0.641	0.538	0.616	0.606	0.600
2005	0.642	0.526	0.595	0.600	0.591
2006	0.639	0.524	0.598	0.590	0.588
2007	0.648	0.513	0.577	0.596	0.583
2008	0.667	0.523	0.565	0.610	0.591
2009	0.655	0.504	0.557	0.599	0.579
2010	0.645	0.490	0.559	0.570	0.566
2011	0.653	0.492	0.566	0.578	0.572

资料来源:作者测算而得。

第5、6、10位。但与世界上主要的装备制造业发达国家相比,中国装备制造业出口品的国内技术含量仍然偏低。2011年中国装备制造业出口品国内技术含量指数为0.572,也就是说,在中国装备制造业出口品的复合技术含量中,有57.2%来自国内,42.8%来自国外。中国装备制造业整体配套仍旧靠数以千计的中小企业提供,水平总体不高,核心技术和关键零部件仍然主要依赖于进口。中国社科院发布的2014《经济蓝皮书》指出,目前中国芯片90%依赖于进口,发动机、液压、传动和控制技术等关键零部件也严重依赖进口。而2011年德国、日本和美国装备制造业出口品的国内技术含量指数分别高达0.720、0.644和0.637(见图2)。德国装备制造业出口品国内技术含量最高,1995—2011年的指数平均值达到0.685,且始终保持着稳中有升的态势,足以显示德国在装备制造业中的较高技术水平。德国在装备制造业上拥有先进的技术和研发能力。德国西门子、Koenig&Bauer、RUD、Karcher等公司都在制造业关键部件上处于全球技术领先地位,是行业的全球领袖。日本和美国的装备制造业出口品国内技术含量指数也较高,1995—2011年的平均值分别达到0.652和0.612。2013年美国的卡特彼勒和日本的小松制作所分列全球工程机械行业排名第一、二位。

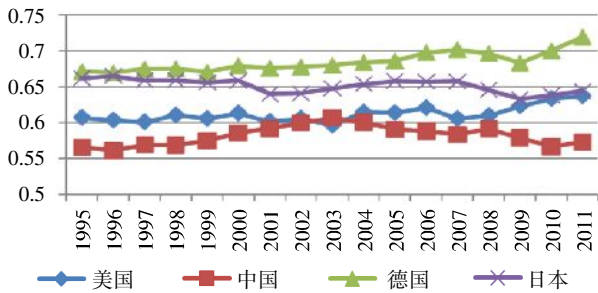


图2 中国装备制造业出口品 DTC 指数及国际比较

资料来源:作者测算而得。

与德国、日本和美国的分行业对比情况来看,在金属冶炼及金属制品业,如图3所示,德国的国内技术含量指数最高,1995—2011年平均值达到0.735,比中国高出9个百分点。日本金属冶炼及金属制品业的国内技术含量也较高,1995—2011年平均值达到0.729,仅低于德国0.006。德国在金属冶炼及金属制品业拥有着世界顶级公司,如莱茵钢铁公司、蒂森克虏伯股份公司等。德国公司重视科技创新,莱茵钢铁公司的R&D经费支出占销售收入的比重达到4.5%。而中国金属冶炼及金属制品业的R&D经费支出占其主营业务收入的比重仅为0.67%,与德国的世界顶级公司相差悬殊。

对于电气、光学器材制造业,如图4所示,从1995—2011年的国内技术含量平均值上看,德国位居第一位,出口品的国内技术含量达到0.665,美国和日本次之,中国该行业出口品的国内技术含量仅为0.583。2002—2011年中国的电气、光学器材制造业出口品国内技术含量指数呈现持续下降的态势。2009—2011年,美国电气、光学器材制造业出口品的国内技术含量超过德国,位居第一位,表现出了稳定的增长态势。值得注意的是,日本自2000年以后也呈现了明显下降的态势,由2000年的0.654下降到2011年的0.571。以家用电气产品为例,上世纪90年代末,日本的家用电气行业就已经陷入了困境。1999年,日本日立公司亏损3387亿日元。在日本经济整体不振的背景下,松下、东芝、三洋等日本电器商也举步维艰。资金实力不足、互联网的冲击以及日本家电企业对传统领域的固守,导致其技术进步并不明显。2009年以来,日本政府政策扶持日本电子企业的整合,希望通过整合提升企业的竞争实力。整合过程中,企业需要将力量集中于关键核心领域,松下逐渐剥离了电视机业务,日系家电也逐步放弃了传统家电业务。以上原因导致了日本

电气、光学器材行业出口品国内技术含量的降低。

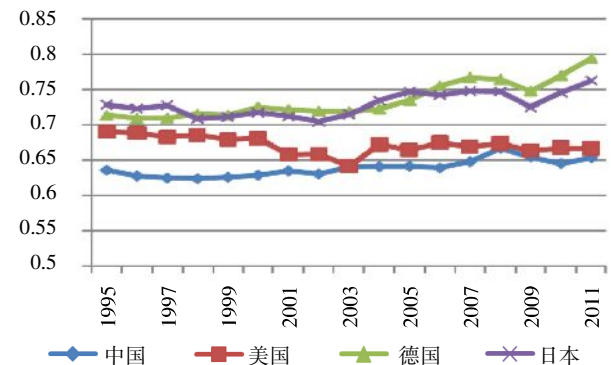


图3 中国金属冶炼及金属制品业出口品 DTC 指数及国际比较

资料来源:作者测算而得。

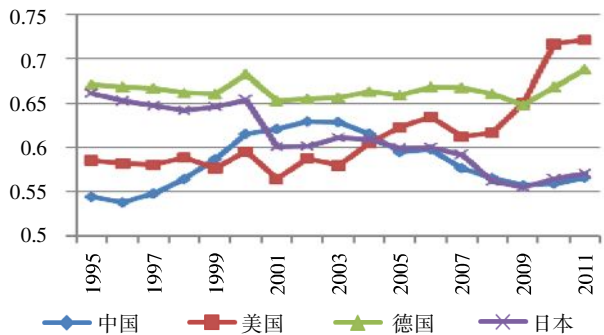


图4 中国电气、光学器材制造业出口品 DTC 指数及国际比较

资料来源:作者测算而得。

如图5所示,四个国家中,日本交通运输设备制造业出口品的国内技术含量指数最高,17年间的平均值高达0.723,且保持着稳定的态势。美国交通运输设备制造业出口品的国内技术含量指数却呈现一定的下降趋势,尤其是2010和2011年,其国内技术含量指数甚至低于中国。德国交通运输设备制造业的国内技术含量指数呈现着稳定的态势,2011年增长幅度较大,追赶日本。1995—2011年,中国交通运输设备制造业的国内技术含量指数平均值仅为0.584,在四个国家中指数值最低。如图6所示,在其他机械制造业领域,德国出口品的国内技术含量指数最高,1995—2011年平均值达到0.671,且领先地位明显。美国和日本次之,且与德国差距明显,17年间的平均值仅为0.548和0.544。与美国和日本相比,中国其他机械制造业出口品国内技术含量指数的平均值与其非常接近,17年间的平均值为0.522,差距并不明显。

#### 四、主要结论和政策性建议

本文利用非竞争型投入产出表对中国装备制造业国内技术含量指数进行测度,并与美国、德国、

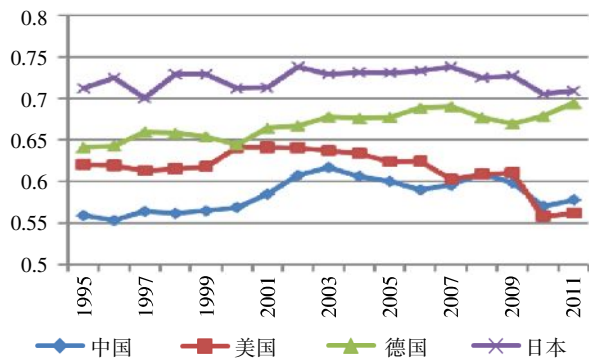


图5 中国交通运输设备制造业出口品 DTC 指数及国际比较  
资料来源:作者测算而得。

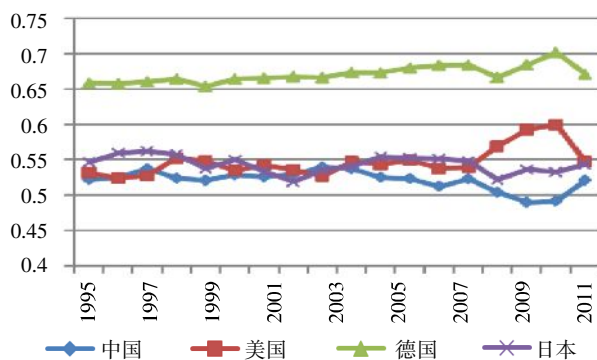


图6 中国其他机械制造业出口品 DTC 指数及国际比较  
资料来源:作者测算而得。

日本等主要发达国家对比,研究发现,1995—2003年,中国装备制造业出口品的复合技术含量和国内技术含量均呈现稳中有升的态势,国内技术含量指数也呈现递增的变动。但在2003—2011年间,中国装备制造业出口品的国内技术含量指数出现了递减的变化。而且,无论从装备制造业整体还是细分行业来看,中国装备制造业出口品的国内技术含量与主要发达国家间存在着明显的差距。仅在其他机械制造业上,国内技术含量指数与美国、日本接近。以上结果对我国装备制造业的发展有以下启示。

#### (一)提高研发投入和研发效率

创新是提高出口品国内技术含量的根本。在德国制造业公司的营业额中,有27%来源于新产品。而中国的装备制造业企业中,来源于新产品的收入占主营业务收入的比例仅为19%。2010年日本R&D支出占GDP比例达到3.26%,德国和美国2011年R&D支出占GDP比例也达到了2.84%和2.77%,而中国仅为1.84%,远远低于上述国家。因此为了提高研发效率和企业的核心竞争力,政府应大力扶持创新型企业,利用税收减免等优惠措施,提高企业的研发积极性。在激烈的市场竞争中,拥

有核心技术才拥有竞争力、拥有市场,因此企业也要加大研发投入,提高研发效率。企业还要积极与科研院所合作,加速科技转化,通过快速实施最新的创新技术,迅速占据主导地位。

#### (二)培育和壮大配套企业

装备制造业的强大离不开企业自身和配套企业的共同支撑,配套企业发展滞缓可能成为装备制造业发展壮大的瓶颈。德国装备制造业的发展就离不开强大的配套企业,这些配套企业生产专业且精细,在某个细分领域占据着世界领先地位。例如伍尔特公司,其主要业务是螺丝、螺母等连接件的生产,但却处于全球装配和紧固件业务的领导地位,2013年集团全球销售额达到97.4亿欧元。在德国,这些企业的研发投入要远高于中国的同类企业。中国装备制造业配套企业以中小型企业为主,发展较为缓慢,创新能力较差。因此国家要为配套企业的可持续发展和创新发展提供良好的制度环境。要对配套企业,尤其是中小企业实施特别优惠政策,在营业税、政府补贴等方面对企业的创新进行扶持。例如设立转型基金,对中小企业的技术开发提供资助;建立天使金融融资平台,给中小企业提供更多的融资信息和机会等。

#### (三)加强创新型人才的培养

装备制造业强大的竞争力离不开人才的培养,创新型人才更是我国优化经济结构、实现转型升级的基础源动力。在过去的教育模式下,对学生的创造能力激发较少,更多的是知识的传授和已有技术、技能的培训。而创新型人才培养模式要提高学生的创新意识、创新精神和创新能力。高等院校和职业院校要调整教学方案和教学目标,建立以课题、项目、任务为中心的学习模式,要结合社会实践的具体情境,开发和培养学生的创造能力。政府要鼓励高校改革教育体系,推动高校、科研院所和企业的合作,共享教育科技资源,拓宽创新型人才培养的路径,提高创新型人才的培养质量。

#### 参考文献:

- [1] Pavitt,K.Sectoral Patterns of Technical Change:Towards a Taxonomy and a Theory [J].Research Policy, 1984,(6): 343-373.
- [2] Lall,S. The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports 1985-1998[J].

- Oxford Development Studies, 2000, (3):337-368.
- [3] Michaely, M. Trade, Income Levels and Dependence[M]. Amsterdam: North-Holland, 1984.
- [4] 关志雄.从美国市场看“中国制造”的实力——以信息技术产品为中心[J].国际经济评论, 2002, (4):5-12.
- [5] Lall, S, J Weiss, J K Zhang. The “Sophistication” of Exports: A new Trade Measure [J]. World Development, 2006, (2):222-237.
- [6] Hausmann R, J Hwang, D Rodrik. What you Export Matters[R].NBER Working Paper No. 11905, 2006.
- [7] 樊纲,关志雄,姚枝仲.国际贸易结构分析:贸易品的技术分布[J].经济研究, 2006, (8):70-80.
- [8] 杜修立, 王国维. 中国出口贸易的技术结构及其变迁: 1980-2003[J].经济研究, 2007, (7):137-151.
- [9] 姚洋, 张晔. 中国出口品国内技术含量升级的动态研究——来自全国及江苏省、广东省的证据[J].中国社会科学, 2008, (2):67-82.
- [10] 孟猛.中国在国际分工中的地位:基于出口最终品全部技术含量与国内技术含量的跨国比较 [J]. 世界经济研究, 2012, (3):17-21, 52.
- [11] 谢锐, 赖明勇, 李董辉, 等.东亚国家出口品的国内技术含量动态变迁研究[J].系统工程理论与实践, 2013, (1):125-133.
- [12] Hummels, D, J Ishii, Kei-Mu Yi. The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade [J]. Journal of International Economics, 2001, (1):75-96.
- [13] 祝树金, 张鹏辉.中国制造业出口国内技术含量及其影响因素[J].统计研究, 2013, (6):58-66.

(责任编辑:彭晶晶)

## The Changes and International Comparison of Domestic Technology Content of China's Equipment Manufacturing Export ——Based on the Non-competitive Input-output Table

LI Hui-yan<sup>1</sup>, LI Hong<sup>2</sup>

(1. College of Economics & Management, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 2. Economics School, Tianjin University of Finance & Economics, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** By using non-competitive Input-output table and technology content index, composite technology content, domestic technology content and domestic technology content index of Chinese, Germany, Japan, American equipment manufacturing export are calculated. And results show that technology content of China's equipment manufacturing export has experienced two stages which are the steady increasing stage in 1995-2003 and declining stage of domestic technology content index in 2003-2011 respectively. Compared with Germany, Japan and USA, it can be discovered that regardless of equipment manufacturing in whole or subdivision industries, there is a marked difference in domestic technology content of equipment manufacturing exports between China and the main developed countries. Finally, on the basis of the above analysis, to improve domestic technology content of Chinese equipment manufacturing exports, some policy recommendations are put forward.

**Key words:** equipment manufacturing; export goods; domestic technology content