

中国制造业经验学习的测度、行业波动及成因差异

鲍宗客^{1,2}, 暴金玲³

(1. 浙江财经大学 会计学院, 浙江 杭州 310018; 2. 大连理工大学 经济学院, 辽宁 大连 116024;

3. 燕山大学 继续教育学院, 河北 秦皇岛 066004)

摘要:中国制造业经验学习强度的测度一直是理论界忽视的一个重要问题。文章使用一种改进的 Levinsohn 和 Petrin(2003)半参数两阶段测度方法, 率先系统测算了中国制造业的经验学习强度。研究发现, 中国制造业“干中学”强度和经验扩散强度分别为 0.194 和 0.436, 这意味着成本降低率分别为 12.57% 和 16.38%。更为重要的是, “干中学”和经验扩散呈现相互偏离的走势: 一方面, “干中学”的强度逐年持续增加; 另一方面, 倘若以两年移动平均来衡量, 经验扩散的强度则出现逐渐下降的态势。这两种走势揭示了中国制造业已经到了从技术引进和技术模仿向自主创新转变的紧迫时期。进一步地, 经验扩散是中国制造业整体存在的一个系统性现象, 经验扩散强度并不会随产业特征的变动而改变; 相反, 中国制造业的“干中学”强度在不同行业间表现出很强的异质性, 这种异质性来源于行业的技术特征, 这与行业内固有的产业属性紧密相关。

关键词:经验学习; 干中学; 技术进步; 绩效差异

中图分类号:F062.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2014)05-0088-12

一、引言

现代经济增长理论认为, 技术进步是现代经济增长的来源和内生演化的动力。很多国内外学者都测算了全要素生产率(TFP)对中国经济增长的贡献, 大多数认为中国的经济增长靠要素累积推动, 全要素生产率的贡献度较低(简泽, 2011)。不过已有研究表明, 中国企业更常采用的是引进技术的方法来实现技术进步, 其与引进机器设备或者购买专利技术同时进行, 从而内嵌在资本投入的增长中, 那么 TFP 就难以全面衡量中国的技术进步状况。可见, 用不适当的尺子 TFP 进行衡量不免会陷入理论与现实的矛盾之中。

内生增长理论认为内生技术进步存在两种渠道: 研究开发和经验学习(Argote, 1999)。经验学习属于一种渐进式的创新过程, 是后发国家实现技术追赶的最优选择。事实上, 中国的技术进步典型地表现为经验学习的模式(中国经济增长与宏观稳定课题组, 2006)。在国内与技术前沿存在较大势差的情况下, 一方面, 由于研究开发获得“技术创新租金”的风险较大, 纯粹的技术创新往往会受到抑制; 另一方面, 中国企业表现出极强的学习能力, 包括在技术引进中通过投资中学和在生产累积中通过“干中学”, 更为重要的是, 由于转轨时期知识产

收稿日期: 2014-01-20

基金项目: 国家自然科学基金项目“嵌入性约束下的中介服务业市场结构演进与规制研究”(70603003); 霍英东教育基金会资助项目“社会网络约束下的市场中中介组织行为异化及其治理研究”(121081)

作者简介: 鲍宗客(1985—), 男, 浙江萧江人, 浙江财经大学会计学院讲师, 大连理工大学经济学院博士研究生;

暴金玲(1965—), 女, 河北邯郸人, 燕山大学继续教育学院讲师。

权保护环境相对宽松,很多企业通过逆向工程、拆解产品等方式进行模仿式创新。

那么,作为一个主要依靠经验学习获取技术进步的经济体,中国制造业的经验学习强度却是理论界一直忽视的一个重要问题。在仅有的一篇可参考的文献中,陈艳莹和鲍宗客(2012)使用 Levinsohn 和 Petrin(2003)半参数方法测算了中国制造业“干中学”的强度,不过其测度的“干中学”强度存在两点不足:第一,没有考虑行业内企业之间经验扩散的影响,而这恰恰是企业效率改进的重要源头(Thornton 和 Thompson,2001);第二,在测度“干中学”的强度中使用企业层面的累积产量来衡量经验,可能同时包含通过新投资引进的技术嵌入到资本投资中以及工人专业知识提升获得的学习和工人培训获得的在岗学习(Barrios 和 Strobl,2004)。这两点不足可能会高估“干中学”的强度,使得结果出现向上的偏误。在这篇文章里,我们通过一种扩展的 Levinsohn 和 Petrin(2003)半参数两阶段方法尝试对经验学习强度进行科学合理的测度,然后分析不同行业间的波动性及其形成的深层次原因,从而为中国政府的产业组织政策提供一些可参考性建议。

事实上,国外学者很早就对经验学习进行了研究,不过早期的研究一般都聚焦于企业或者单个行业层面。Wright(1936)首次研究了飞机机身生产车间制造一个机身的平均人工工时与机身累积产出之间的联系,其观测到机身的累积产出与工人的平均工时存在稳定的负相关关系,且这种关系独立于企业规模经济。Middleton(1945)重复这种观测也发现了与 Wright(1936)类似的结论,他进一步使用一个成本与累积产出的幂函数形式来描述这种关系。随后这个成本与累积产出的幂函数成为大量企业或者特定行业研究的基础(Dutton 和 Thomas,1984),包括制造业(Argote 和 Epple,1990)、船舶业(Thompson,2001)以及汽车制造厂(Levitt 等,2013)等。

不过,这种传统的“干中学”测度方法无法直接在不同行业间进行比较。Bahk 和 Gort(1993)将企业“干中学”嵌入到生产函数中,通过估计生产函数来捕获“干中学”的参数,然后通过一个进步函数将“干中学”参数转化为效率改进的比率。那么,应用于跨行业的微观企业数据便可直接在不同行业间进行横向比较。随后,跨行业“干中学”测度的文献均采用内嵌入的生产函数方法(Barrios 和 Strobl,2004; Balasubramanian 和 Lieberman,2010,2011; 陈艳莹和鲍宗客,2012)。Balasubramanian 和 Lieberman(2010)使用内嵌入的生产函数方法估计了美国制造企业 1963—2001 年三位码行业的“干中学”程度,最小二乘法回归结果显示,美国制造业三位码行业的平均“干中学”参数为 0.227,将其转化为成本降低的比率则是制造企业累积产出每增加 100%,单位产品的成本投入平均下降 14.56%。为获得准确估计结果,Balasubramanian 和 Lieberman(2011)使用一种包括样本修正的 Olley 和 Pakes(1996)的半参数方法来控制内生性和选择性偏差问题。陈艳莹和鲍宗客(2012)则使用 Levinsohn 和 Petrin(2003)的半参数方法测算了中国制造业四位码行业的“干中学”强度。

本文的贡献在于:第一,在测度经验学习方法上的改进。我们通过一种改进的 Levinsohn 和 Petrin(2003)的半参数二阶段方法,使用企业的生产率作为阶段变量,在一定程度上控制了同步偏差问题。此外,鉴于中国制造业转轨期间的特殊样本,我们在经验学习的估计模型中,考虑了经验扩散的冲击。第二,我们进一步发现,“干中学”属于产业的一种特性,构成行业环境的一部分,这一点的理论发现为产业组织理论的行业环境扩展了新的研究方向。

二、行业经验学习强度的估算方法

经验学习强度的测度包括两个方面:企业“干中学”的强度和经验扩散的强度。

(一) 测度“干中学”

借鉴 Bahk 和 Gort(1993)测度企业特质性“干中学”的方法,我们从一个简单的生产函数开始:

$$Y_{ijt} = F(L_{ijt}, I_{ijt}, K_{ijt}, X_{ijt}) \quad (1)$$

其中,下标 i, j 和 t 分别指企业、行业和时间。 Y 表示产出, L 为劳动投入, K 为资本投入, I 为原材料投入, X 为知识存量。我们假定 X 能够被累积的经验测度:

$$X_{ijt} = h(S_{it}) \quad (2)$$

其中, $h' > 0$, S_{it} 为 t 期的生产经验,也就是企业从创办到 $t-1$ 期累积的生产经验。

在产业组织的文献中,衡量企业经验的方法是一个黑匣子,还未正式被理论界所打开。在经验文献中,已有部分文献尝试使用企业经验的代理变量。在开创性的研究中,Arrow(1962)使用累积的投资作为经验的代理变量,其逻辑是新的生产资料在特殊的时点上嵌入到可利用的知识上,学习在新投资浪潮的刺激下不断发生,这个反过来影响了企业的生产率。不过,这个衡量方法的缺点是明显的,累积投资只能测算资本与新资金使用相关的技术进步,而忽略了不能归因于新投资中的手动任务学习和组织学习。另外一个可供选择的变量是累积的产量,较多的文献都采用这样的衡量方法(Thompson, 2001)。这个方法的一个优势是直接测度企业的生产经验,但累积产量的衡量方法也存在一个问题,在最终需求变动较大的情形下,累积产量在不同年份里可能与经验不存在相关性。最后一个选择是使用企业成立的年限作为经验的代理变量,这个选择避免了生产或投资变动产生的噪声信息,不过其暗含了一个假定,“干中学”效应存在固定的时间趋势。我们参考 Bahk 和 Gort(1993)的做法,分别使用累积产量和企业成立年限来作为企业经验的代理变量,并在下文中逐步剔除可能影响代理变量精确度的失真因素。

需要特别注意的是,使用企业层面的累积产量或者成立年限来衡量经验,可能同时包含通过新投资引进的技术嵌入到资本投资中或者工人技巧提升获得的学习和在岗学习。我们需要逐一解决这两个可能导致估计结果偏误的问题。关于资本投入变量,资本的年限能够通过嵌入技术进步和生产效率提高来影响增长(Boucekkine 等, 1998),我们参考 Barrios 和 Strobl(2004)的方法,使用经过质量调整的资本投入变量。具体公式为:

$$Y_{ijt} = F(L_{ijt}, I_{ijt}, K_{ijt} e^{kv}, X_{ijt}) \quad (3)$$

其中, k 是不同年份企业累积投资之和, v 是资本的加权平均年限,权重是每年的新增资本投资与 K 的比值。

此外,为控制劳动力技巧提高和在岗学习的影响,我们在生产函数中引入捕获反映劳动力投入增加的技术进步参数,也就是将劳动力投入进行质量调整,将劳动力投入分解成纯粹的劳动力数量和人力资本质量,分别以劳动力数量和平均工资水平 W 来衡量。使用平均工资水平来衡量人力资本质量的合理性是依据 Mincer(1974) 基于人力资本理论的人力资本函数,我们可以认为员工有能力通过更高的工资来获得人力资本的部分收益。

在具体函数的设置上,本文参考 Amold(2003)、Cooper 和 Johri(2003)的方法,使用道格拉斯生产函数作为经验分析的基础。我们将式(3)使用道格拉斯函数重新描述为:

$$Y_{ijt} = A_{it} G(V_{ijt}, X_{ijt}) L_{ijt}^{\beta_L} I_{ijt}^{\beta_I} W_{ijt}^{\beta_W} K_{ijt}^{\beta_K} \quad (4)$$

其中,函数 $G(V, X)$ 代表由资本质量和企业特质性“干中学”引起生产效率的提高。

(二) 经验扩散

经验扩散可能采用多种形式,如通过逆向工程来模仿创新产品获得,员工在企业间流动

也可能发生“干中学”溢出。在这种情况下,依据过去经验而获得的收益部分被竞争对手挪用。我们通过引入加权部门的企业平均年龄来考虑潜在的溢出效应,其中权数为企业员工的份额。Thornton 和 Thompson(2001)使用其他企业未加权的经验来衡量行业内企业经验扩散的可能性。我们参考其方法,那么包括外部经验扩散的方程为:

$$Y_{ijt} = A_i G(V_{ijt}, X_{ijt}, S_{jt}) L_{ijt}^{\beta_l} I_{ijt}^{\beta_i} W_{ijt}^{\beta_w} K_{ijt}^{\beta_k} \quad (5)$$

S 的表达式为:

$$S_{jt} = \sum_{i, i \in j} w_{ijt} X_{ijt} \quad (6)$$

其中, w_{ijt} 表示企业 i 雇用的员工数在部门 j 中 t 年的市场份额。根据标准的寡占模型,我们假定企业的规模直接决定其在行业内技术水平和状态的影响力。有一点需要指出,使用这个权重的类型,实际上假定资本或劳动在不同行业间的相对密度差异不会影响外部的经验扩散。

式(5)以对数形式的估计表示式为:

$$\begin{aligned} \ln(Y_{ijt}) = & \beta_0 + \beta_v \ln(V_{ijt}) + \beta_k \ln(K_{ijt}) + \beta_w \ln(W_{ijt}) + \beta_l \ln(L_{ijt}) \\ & + \beta_m \ln(I_{ijt}) + \beta_t T + \beta_x \ln(X_{ijt}) + \beta_s \ln(S_{jt}) + \epsilon_{ijt} \end{aligned} \quad (7)$$

T 是按年份排列的时间,目的是想控制总量生产率的变化,是一种经济维度的“干中学”。为更直观地显示“干中学”的经济含义,我们将上文测度的学习参数转化为企业生产效率的改进程度,转换方程为:

$$cost = 1 - 2^{-\beta} \quad (8)$$

其中, $cost$ 为企业产量每增加 100% 产品成本降低的比率, β_i 指上文估计的不同类型的学习参数。

(三)关于计量的内生性处理

为解决计量估计的技术问题,我们采用 Levinsohn 和 Petrin(2003)的半参数方法,使用中间投入来控制同步偏差问题,以解决劳动和资本变量的内生性问题(hiang, 2004; 陈艳莹和鲍宗客, 2012; 简泽, 2012)。由于我们在生产函数的测度中分离出了“干中学”和经验扩散,那么式(7)的估计并不能在一个简单的 Levinsohn 和 Petrin(2003)半参数框架中进行。我们使用一个企业生产率的变量作为中间变量,将式(7)的估计划分为两个阶段。第一阶段使用 LP 半参数的方法估计出企业层面总的生产率改进,这部分的估计可以参考 Chiang(2004)。第二阶段估计经验学习的效率改进,其估计方程为:

$$prod_{ijt} = \gamma_0 + \gamma_v \ln(V_{ijt}) + \gamma_w \ln(W_{ijt}) + \gamma_t T + \gamma_x \ln(X_{ijt}) + \gamma_s \ln(S_{jt}) + u_{it} \quad (9)$$

(四)数据与变量描述

本文的样本需要建立在以企业为观察单位的微观数据集基础上。我们使用国家统计局 1998—2007 年的中国工业企业数据库,构造了一个由 426 个四位制造行业全部国有及规模以上非国有企业构成的大规模非平衡微观面板数据集。尽管数据库中包含了丰富的信息,但其中有些样本数据是错误和缺失的,因此,我们参照李玉红等(2008)的方法对样本进行了调整。此外,由于中国从 2003 年起实行了新的国民经济统计分类标准,我们参照 Loren 等(2009)的新旧产业调整目录统一了前后制造业部门四位数产业的统计口径。考虑到“工艺品及其他制造业”与“废弃资源和废旧材料回收加工业”这两个二位数行业下的 17 个四位数行业在 2005 年以前企业数量较少,我们将其从样本中剔除。各个变量的具体衡量方法如下:(1)资本存量 K 。按永续盘存法进行估算,即企业当期的资本存量 = 上一期资本存量 + 当期投资 - 当期折旧。企业当期投资用相邻年份固定资产原值之差来衡量,折旧额

直接使用中国工业企业数据库提供的观测值,样本基期的企业资本存量初始值用企业 1998 年的固定资产净值或在数据库首次出现年份的固定资产净值替代。全部数据均按照固定资产投资价格指数折算成 1998 年的实际值。(2)劳动投入 L 。其以企业年平均从业人数衡量。(3)净产出 Y 。其使用经工业品出厂价格指数平减后企业各年的工业增加值来衡量。由于数据库中缺少 2001 年和 2004 年的企业工业增加值数据,我们借鉴刘小玄和李双杰(2008)的方法对这两年的数据进行了推算,方法为:工业增加值=销售收入+期末产成品-期初产成品-中间投入+增值税额。(4)累积产量 X 。需要注意的是,我们使用的是累积产量,而非产值。累积产量定义为从企业创办到本期期初的产量之和,工业企业数据库报告了每年的企业产量,由于不同行业的产量度量指标存在差异,我们对数据进行了标准化的无量纲处理。我们将 1998 年和新办企业上一年的累积产量取 0。(5)中间投入 I 。数据库直接报告了企业各年的中间投入额,本文使用工业品出厂价格指数将其统一折算成 1998 年的不变价格。(6)企业成立时间 Age 。数据库直接报告了每个企业成立的年份,我们计算企业成立年限的公式为 2008-企业成立年份+1。(7)资本质量 V 。我们参照 Barrios 和 Strobl(2004)的方法,使用固定资产的平均加权年龄对资本存量进行质量调整。(8)平均工资 W 。计算公式为(本年应付工资总额+本年应付福利总额)/年平均从业人数,并使用消费品价格指数折算成 1998 年的不变价格。

三、中国制造业经验学习强度的估计结果和行业波动性

(一)整体样本的估计结果

表 1 报告了中国制造业整体经验学习强度的估计结果。从整体上看,当使用累积的产量来衡量“干中学”时,制造业的“干中学”学习率为 0.194,“干中学”引起的成本降低率均值为 0.1257,也就是说,企业的累积产出增加 100%会使企业产品的单位成本较初始水平下降 12.57%。这说明,中国制造企业目前的生产率提高在一定程度上来自大规模生产形成的学习效应。不过,本文的测算结果与陈艳莹和鲍宗客(2012)的测算相比要小较多,但在模型中剔除人力资本和资产质量调整两个因素之后,如表 1 第(3)列所示,“干中学”的学习率出现较大的上升。一个较为合理的解释是,在中国的制造业中,累积产量的效率改进包括了新投资引进的技术嵌入到资本投资中或者工人技巧提升获得的学习和在岗学习,而本文进一步将其分离出来,这一结论与 Chiang(2004)的观点一致。

当使用企业成立年限来衡量内部经验时,其估计系数并没有通过显著性检验,企业成立的时间越长并不意味着企业有显著的效率优势,Power(1998)认为企业成立的时间超过某一确定性的门槛后,经验对企业的生产率不再产生积极的作用。事实上,在中国持续存活的规模以上企业中,相当多的国有企业在市场中“被动”地运营了相当长的年限,而这并没有给企业带来生产的竞争优势。与此形成鲜明对比的是,已有研究表明大量的新企业的进入改善了中国制造业的生产效率(李平等,2012)。这意味着在中国制造业中并不存在明显的“先动优势”。

我们接着考虑学习经验扩散的估计结果,如表 1 第(5)列所示,经验扩散与企业效率的改善表现出显著的正向关系,且不随人力资本和资本质量调整的变动而改变(见第(6)列),我们将其换算为进步比率,学习经验扩散的进步比率为 16.38%。这一结论说明了一个重要的事实,在中国制造业中,行业的龙头企业存在很大的示范和标杆作用,众多中小企业以其作为“风向标”或者行业领导者。出于风险的考虑,中小企业并不会有足够的沉没成本投资

的动机,而是更倾向于通过外部模仿和学习获取经验,加之中国转轨背景下知识产权保护环境相对宽松,这些企业能通过诸如反向工程、员工流动等方式进行经验模仿。

表 1 中国制造业经验学习的估计结果(1998—2007 年)

	被解释变量:企业净产出的对数						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
常数	1.41*** (0.083)	1.184*** (0.075)	1.147** (0.084)	0.997** (0.107)	1.048** (0.101)	1.317** (0.111)	1.139** (0.099)
累积产量	0.194** (0.001)	0.272** (0.009)					0.206** (0.001)
企业成立年限			0.017 (0.012)	0.101 (0.011)			0.039 (0.011)
经验扩散					0.436** (0.091)	0.519** (0.091)	0.446** (0.131)
平均工资	0.009** (0.005)		0.009** (0.005)		0.009** (0.005)		0.009** (0.005)
资本质量	-0.014 (0.001)		0.013* (0.001)		0.010* (0.002)		0.014* (0.002)
资本	0.113** (0.031)	0.109** (0.028)	0.091** (0.034)	0.123** (0.031)	0.123** (0.034)	0.131** (0.031)	0.105** (0.028)
劳动	0.103* (0.048)	0.018 (0.017)	0.007 (0.069)	0.131** (0.067)	0.114** (0.068)	0.159** (0.067)	0.141** (0.067)
中间投入	0.172** (0.039)	0.105** (0.028)	0.137** (0.010)	0.170** (0.094)	0.143** (0.033)	0.171** (0.033)	0.171** (0.033)
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R ²	0.316	0.316	0.404	0.288	0.345	0.280	0.291
样本数量	1 434 240	1 434 240	1 434 240	1 434 240	1 434 240	1 434 240	1 434 240

注:***、**和* 分别表示在 1%、5%和 10%水平上显著,括号内为标准误。

为考察经验学习强度是否随时间的推移而发生变化,我们对样本数据进行了分时期的检验。鉴于我们的面板数据具有“宽长纵短”的特征,我们参考鲍宗客和陈艳莹(2013)的方法,采用年份滚动检验,将样本期间划分为 1998—2001 年、1999—2002 年、2000—2003 年、2001—2004 年、2002—2005 年和 2003—2007 年共六个嵌套的时期。表 2 报告了中国制造业经验学习年份滚动的估计结果。由表 2 可知,“干中学”的估计系数在六个时期均为正且表现出逐期增加的态势,更为关键的是,每个阶段的估计系数都至少在 10%的水平上显著。这个结果意味着,制造业“干中学”的强度是持续性的,并且作为一种内生技术进步的渠道,“干中学”对中国制造业技术进步的贡献程度正逐年增加。然后,我们转向经验扩散的估计系数,虽然每个阶段的系数均在 1%的水平上显著,但是其变动表现得较为复杂,呈现迂回盘旋的变动趋势。不过,从两年移动平均来看,经验扩散的系数则是逐渐下降的,这意味着在中国制造业中,低成本的模仿一套利扩散机制的效应正在逐渐减弱。事实上,随着要素价格的不断上升,经验扩散机制的潜在问题也愈演愈烈,拼成本、低价竞争和潮涌现象等恶性竞争现象层出不穷。

表 2 中国制造业经验学习的年份滚动估计结果

	被解释变量:企业净产出的对数					
	1998—2001 年	1999—2002 年	2000—2003 年	2001—2004 年	2002—2005 年	2003—2007 年
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
常数	1.681** (0.036)	1.453** (0.079)	1.620** (0.084)	0.963** (0.073)	1.215** (0.109)	1.113** (0.115)
“干中学”	0.122** (0.001)	0.139** (0.001)	0.146* (0.001)	0.146* (0.001)	0.187** (0.005)	0.215** (0.005)
经验扩散	0.379** (0.160)	0.327** (0.141)	0.348** (0.144)	0.265** (0.091)	0.274** (0.090)	0.219** (0.090)
平均工资	0.009** (0.005)	0.009** (0.005)	0.009** (0.005)	0.009** (0.005)	0.009** (0.005)	0.009** (0.005)
资本质量	0.014* (0.001)	0.014* (0.001)	0.013* (0.001)	0.014* (0.001)	0.010* (0.002)	0.014* (0.001)
资本	0.153** (0.050)	0.108** (0.047)	0.099** (0.029)	0.157** (0.033)	0.111** (0.034)	0.104** (0.039)
劳动	0.093* (0.042)	0.022 (0.019)	0.017 (0.009)	0.128** (0.043)	0.133** (0.051)	0.130** (0.043)
中间投入	0.192** (0.041)	0.173** (0.036)	0.166** (0.090)	0.178** (0.091)	0.203** (0.101)	0.171** (0.033)
行业和地区	控制	控制	控制	控制	控制	控制
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R ²	0.316	0.319	0.404	0.288	0.345	0.280

注:经验学习的代理变量为累积产量;我们同样使用企业成立时间作为经验学习的代理变量进行了估计,结果仍达不到高度显著的水平,限于篇幅,我们并未报告。

(二)具体行业的估计结果

一个需要进一步讨论的问题是,中国制造业经验学习在不同行业之间是否存在波动性。针对这一问题,我们首先使用 *Kruskal-Wallis* 非参数检验初步判断经验学习在跨行业间是否存在差异性。限于篇幅,我们并未直接报告 *Kruskal-Wallis* 检验结果。结果在 5% 的水平上分别拒绝了“干中学”在二位码行业和四位码行业间分布相同的原假设,这就意味着“干中学”在不同行业间表现出显著的异质性。此外,无论是在二位码行业还是在四位码行业,都接受了学习扩散在不同行业分类间分布相同的原假设,说明学习扩散在行业间的差异性并没有通过显著性检验。这就意味着经验扩散是中国制造业整体存在的一个系统性现象,经验扩散的强度并不会随产业特征的变动而改变。鉴于 *Kruskal-Wallis* 非参数检验结果,下文仅分行业具体分析“干中学”的强度及其波动特征。

为具体分析不同行业“干中学”的强度,我们测算了每一个四位码制造业的“干中学”学习率。由于个别四位码行业中企业的数量相对较少,为保证分析的可信性,我们剔除了某年少于 25 家企业的四位码行业。然后,我们重新使用 Levinsohn 和 Petrin(2003)半参数两阶段方法对每一个四位码行业进行了估计。为便于横向比较,我们将估计出的不同行业“干中学”强度的分布特征描绘在图 1 中。从总体分布特征来说,四位码行业“干中学”学习率呈现出较强的偏正态分布。其中,上四分位数为 0.108,下四分位数为 0.287,接近前者的 1/3,中位数为 0.223,比均值 0.194 要高较多,表现出左偏且右长尾的特征,这意味着在中国制造业中有少数四位码行业的“干中学”学习率显著高于平均水平。

由于篇幅的限制,表 3 只报告了二位码产业的“干中学”学习率。为更直观地显示“干中学”的经济含义,我们计算了“干中学”学习率的成本降低比率,表 3 最后一列报告了“干中

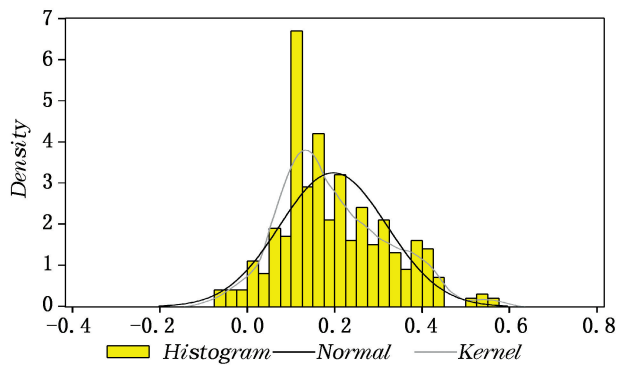


图 1 中国制造业四位码行业“干中学”强度分布(1998—2007 年)

学”的成本降低率。我们可以发现以下两个典型的统计事实：第一，“干中学”强度在不同行业间存在较大差异。“专用设备制造业”、“交通运输设备制造业”和“化学原料及化学制品制造业”三组产业的“干中学”学习率最高，组内均值分别为 41.59、40.96 和 38.35，超过样本总体均值一倍之多。“纺织服装、鞋、帽制造业”、“皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业”和“木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业”三组产业的“干中学”学习率最低，组内均值仅为 0.21、1.19 和 1.98，比样本总体均值低了近 90%。第二，“干中学”强度在二位码行业内也存在一定程度的差异。从行业上四分位数和下四分位数之间的差距可以发现，“石油加工、炼焦及核燃料加工业”、“金属制品业”和“通用设备制造业”三组产业的“干中学”四分位距最大，分别为 34.62、33.38 和 31.89，比样本总体均值高了近 80%，“造纸及纸制品业”、“木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业”和“家具制造业”三组产业的“干中学”四分位距最小，分别为 6.49、7.21 和 6.59，比样本总体均值低了近 60%。

表 3 中国二位数制造业的“干中学”学习率(1998—2007 年) (单位：%)

行 业	Mean	IQR	Cost	行 业	Mean	IQR	Cost
农副食品加工业	12.13	13.62	8.06	医药制造业	19.95	16.91	12.91
食品制造业	15.25	15.38	10.03	化学纤维制造业	20.18	17.65	13.05
饮料制造业	19.14	17.66	12.42	橡胶制品业	6.55	9.22	4.44
烟草制品业	7.06	9.37	4.78	塑料制品业	34.86	25.86	21.47
纺织业	7.13	10.56	4.82	非金属矿物制品业	29.34	23.89	18.4
纺织服装、鞋、帽制造业	0.21	7.74	0.15	黑色金属冶炼及压延加工业	22.38	19.51	14.37
皮革、毛皮、羽毛及制品业	1.19	7.36	0.82	有色金属冶炼及压延加工业	30.35	23.54	18.97
木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业	1.98	7.21	1.36	金属制品业	29.39	33.38	18.43
家具制造业	8.74	6.59	5.88	通用设备制造业	41.59	31.89	25.04
造纸及纸制品业	2.85	6.49	1.96	专用设备制造业	40.96	29.54	24.72
印刷业和记录媒介的复制	7.88	8.99	5.32	交通运输设备制造业	30.04	24.6	18.8
文教体育用品制造业	24.37	19.47	15.54	电气机械及器材制造业	27.09	21.71	17.12
石油加工、炼焦及核燃料加工业	29.12	34.62	18.28	通信设备、计算机及其他	10.75	12.5	7.18
化学原料及化学制品制造业	38.35	28.95	23.34	电子设备制造业			
				仪器仪表及文化、	23.72	15.94	15.15
				办公用机械制造业			

注：mean 为平均值，IQR 为四分位距的缩写，Cost 为成本降低比率。

(三)行业“干中学”波动性的成因

为准确揭示“干中学”强度在不同产业间波动性的成因,我们设计了如下的回归方程:

$$\ln(Y_{ijt}) = \alpha_{jt} + \alpha_1 \ln(K_{ijt}) + \alpha_2 \ln(L_{ijt}) + \beta_1 C_{jt} X_{ijt} + \beta_2 W_{jt} X_{ijt} + \beta_3 R\&D_{jt} X_{ijt} + \beta_4 AD_{jt} X_{ijt} + \beta_5 AM_{jt} X_{ijt} + \beta_6 STR_{jt} X_{ijt} + T' \beta + D_t + \epsilon_{ijt} \quad (10)$$

其中,下标 i 、 j 和 t 分别表示企业、产业和时间; C 是行业的资本密集程度,以资本存量与行业从业人员的比值来衡量; W 是行业的平均工资,衡量方法同前文一致; $R\&D$ 是行业的研发密度, AD 是行业的广告密度,由于数据库中只有 2005 年企业研发费用和广告费用支出较为详尽的数据,这两个变量以截面的形式反映,以 2005 年行业的研发总支出与销售收入的比值来衡量行业的研发密度,以 2005 年行业的广告总支出与销售收入的比值来衡量行业的广告密度; AM 是行业的市场化程度,以国有企业资产占行业总资产的比重来衡量; STR 是行业的市场结构,以行业的赫芬达尔指数来衡量。 T 是反映企业个体特征的控制变量集合,包括企业的人力资本水平,以大专以上学历人数占企业员工人数的比值来衡量;企业所有权结构,我们使用 3 个虚拟变量来刻画企业是否是国有企业、港澳台企业和外资企业;企业的规模,以企业总资产的对数来衡量。 D_t 是由 9 个年份虚拟变量组成的向量集合,用来控制时间变化和在各个年份发生的宏观层面冲击的影响。

表 4 报告了式(10)的估计结果。我们关注的重点是经验和行业变量的交互项。第(1)列为混合最小二乘法的估计结果,第(2)列为增加行业固定效应和时间固定效应的估计结果。从中我们可以发现,无论是混合二乘法还是固定行业和时间趋势效应,资本密集程度、平均工资和研发密度都与行业的“干中学”强度显著正相关,这说明制造业不同行业在“干中学”学习率上的差异与行业的生产要素密集程度直接相关。“干中学”学习率高的行业具有很强的资本密集或技术密集特征,“干中学”学习率低的行业则属于劳动密集型产业,这些行业现阶段在我国大多从事代工、加工和简单制造,产品附加值低,企业员工的素质不高,流动性大,难以通过生产中的学习累积经验自然不足为奇。对于行业市场化程度因素,一旦我们控制组间和时间趋势的影响,市场化程度因素在统计上则变得不显著,这表明市场开放程度与“干中学”强度的差异形成并不具有稳定的关系。市场结构和行业广告密度在三个模型中均没有通过显著性检验,这说明市场结构和广告密度并不存在直接的联系。当把产业特征变量放入回归中时,交互项的系数出现较大的增加,而单独的产业特征系数则为负(见第(3)列),这表明在技术密集程度和资本密集程度较高的产业中,企业生产效率的增加程度是较大的。

第(4)列—第(6)列为稳健性的估计结果。总的来说,式(10)的估计结果是基本稳健的。估计结果表明,中国制造业“干中学”强度的异质性来源于行业的技术特征,这与行业内固有的产业属性紧密相关,无论是技术或知识密集属性、资本密集属性还是行业的研发密度都与行业的“干中学”强度高度相关,这也从某种程度上说明行业“干中学”属于行业的一种特性,构成行业环境的一部分。我们的研究结论进一步支持了 Balasubramanian(2010)的观点,为产业组织理论的行业环境扩展了新的研究方向。

表 4 中国制造业“干中学”行业波动性成因的估计结果

	被解释变量:企业净产出的对数					
	OLS	OLS	OLS	FE	FE	IV
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
资本	0.145** (0.034)	0.155** (0.036)	0.138** (0.034)	BY SIC-2	BY SIC-2	BY SIC-2

续表 4 中国制造业“干中学”行业波动性成因的估计结果

	被解释变量：企业净产出的对数					
	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>FE</i>	<i>FE</i>	<i>IV</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
劳动	0.085* (0.040)	0.101** (0.041)	0.083* (0.040)	<i>BY SIC</i> —2	<i>BY SIC</i> —2	<i>BY SIC</i> —2
“干中学”	0.133** (0.01)	0.119** (0.01)	0.101** (0.01)	0.092** (0.01)	0.037** (0.01)	0.014** (0.01)
“干中学”×市场化程度	1.06** (0.311)	—0.517 (0.327)	—0.081 (0.516)	0.064 (0.525)	0.714** (0.184)	0.348** (0.136)
“干中学”×研发密度	0.425** (0.05)	0.317** (0.17)	0.265** (0.04)			0.471** (0.05)
“干中学”×广告密度	0.046 (0.001)	0.081 (0.001)	0.065 (0.001)	0.065 (0.001)	0.039 (0.002)	0.008 (0.001)
“干中学”×资本密集度	0.319** (0.09)	0.364** (0.09)	0.319** (0.09)	0.152** (0.09)	0.378** (0.09)	0.325** (0.09)
“干中学”×市场结构	0.017 (0.001)	0.013 (0.001)	0.013 (0.001)	0.017 (0.001)	0.010 (0.001)	0.010 (0.001)
“干中学”×平均工资	1.641** (0.10)	1.639** (0.08)	1.418** (0.08)	1.411** (0.08)	1.812** (0.12)	1.811** (0.122)
平均工资			0.004 (0.001)		0.003 (0.001)	
资本密集度			—0.413** (0.004)		—0.457** (0.004)	
广告密度			—0.016** (0.02)			
研发密度			—0.128** (0.01)			
市场化程度			0.015 (0.001)		0.014 (0.001)	
市场结构			1.02** (0.13)		1.02** (0.13)	
因变量滞后一期						3.831** (0.103)
企业个体特征 控制变量集合	控制	控制	控制	控制	控制	控制
固定效应	<i>N</i>	<i>I</i> & <i>Y</i>	<i>I</i> & <i>Y</i>	<i>P</i> & <i>Y</i>	<i>P</i> & <i>Y</i>	<i>I</i> & <i>Y</i>
<i>R</i> ²	0.261	0.223	0.228	0.304	0.243	0.275

注：在固定效应一栏中，*N* 是指不包含固定效应，*I* 是指行业固定效应，*Y* 是指时间固定效应，*P* 是指企业个体效应；*BY SIC*—2 意味着我们控制了资本和劳动系数在 2 位码行业间存在差异性。

四、结 论

本文使用一种改进的 Levinsohn 和 Petrin(2003)半参数两阶段测度方法，运用 1998→2007 年中国工业企业统计数据库，率先系统测算了中国制造业的经验学习强度。研究发现，中国制造业“干中学”强度和经验扩散强度分别为 0.194 和 0.436，这意味着中国制造业的成本降低率分别为 12.57%和 16.38%，进步比率为 77.43%，这为中国持续高速的经济增长依靠技术进步提供了强有力的支持。更为重要的是，“干中学”和经验扩散呈现相互偏离的走势，这两种效应的走势进一步揭示了中国制造业已经到了从技术引进和技术模仿向自主创新转变的紧迫时期。我们进一步发现，在两种经验学习的来源中，经验扩散是中国制造业整体存在的一个系统性现象，经验扩散的强度并不会随产业特征的变动而改变；相反，中

国制造业的“干中学”强度在不同行业间表现出很强的异质性,这种异质性来源于行业的技术特征,这与行业内固有的产业属性紧密相关,这在某种程度上说明行业“干中学”属于行业的一种特性,构成行业环境的一部分。我们的研究结论进一步支持了 Balasubramanian (2010)的观点,为产业组织理论的行业环境扩展了新的研究方向。

主要参考文献:

- [1]鲍宗客,陈艳莹.行业效应还是企业效应?中国生产性服务企业利润率差异来源分解[J].管理世界,2013,(10):81—94.
- [2]陈艳莹,鲍宗客.干中学与中国制造业市场结构:内生性沉没成本的视角[J].中国工业经济,2012,(8):43—55.
- [3]李平,简泽,江飞涛.进入退出、竞争与中国工业部门的生产率——开放竞争作为一个效率增进过程[J].数量经济技术经济研究,2012,(9):3—21.
- [4]李玉红,王皓,郑玉歆.企业演化:中国工业生产率增长的重要途径[J].经济研究,2008,(6):12—24.
- [5]刘小玄,李双杰.制造业企业相对效率的度量和比较及其外生决定因素(2000—2004)[J].经济学季刊,2008,(3):843—868.
- [6]余森杰.中国的贸易自由化与制造业企业生产率[J].经济研究,2010,(12):97—110.
- [7]中国经济增长与宏观稳定课题组.干中学、低成本竞争和增长路径转变[J].经济研究,2006,(4):4—14.
- [8]中国经济增长与宏观稳定课题组,张平,刘震辉,等.资本化扩张与赶超型经济的技术进步[J].经济研究,2010,(5):4—20.
- [9]Argote L, Eppl D. Learning curves in manufacturing[J]. Science, 1990, 247(2): 920—924.
- [10]Argote L. Organizational learning: Creating, retaining and transferring knowledge[M]. Netherland: Kluwer Academic Publishers, 1999: 38—42.
- [11]Bahk B H, Gort M. Decomposing learning-by-doing In new plants[J]. The Journal of Political Economy, 1993, 101(4): 561—583.
- [13]Balasubramanian N, Lieberman M. Learning-by-doing and market structure[J]. The Journal of Industrial Economics, 2011, 59(2): 177—198.
- [12]Balasubramanian N, Lieberman M. Industry learning environments and the heterogeneity of firm performance[J]. Strategic Management Journal, 2010, 31(4): 390—412.
- [14]Barrios S, Strobl E. Learning by doing and spillovers: Evidence from firm-level panel data[J]. Review of Industrial Organization, 2004, 25(2): 175—203.
- [15]Benkard C L. Learning and forgetting: The dynamics of aircraft production[J]. American Economic Review, 2000, 90(4): 1034—1054.
- [16]Boucekkine R, Germain M, Licandro O, et al. Creative destruction, investment volatility, and the average age of capital[J]. Journal of Economic Growth, 1998, 3(4): 361—384.
- [17]Cooper R, Johri A. Learning-by-doing and aggregate fluctuations[J]. Journal of Monetary Economics, 2002, 49(8): 1539—1566.
- [18]Chiang H. Learning by doing, worker turnover, and productivity dynamics[J]. Working Paper, University of Maryland, 2004.
- [19]Dutton J M, Thomas A. Treating progress functions as a managerial opportunity[J]. Academy of Management Review, 1984, 9(2): 235—247.
- [20]Levinsohn J, Petrin A. Estimating production functions using inputs to control for unobservables[J]. Review of Economic Studies, 2003, 70(2): 317—341.
- [21]Levitt S T, List J A, Syverson C. Toward an understanding of learning by doing: Evidence from an automobile assembly plant[R]. NBER Working Paper No. 18017, 2013.

- [22] Middleton K A. Wartime productivity changes in the airframe industry[J]. Monthly Labor Review, 1945, 61(2): 215—225.
- [23] Mincer J. Schooling, experience, and earnings[M]. New York: Columbia University Press, 1974.
- [24] Olley G S, Pakes A. The dynamics of productivity in the telecommunication equipment industry[J]. Econometrica, 1996, 64(6): 1263—1297.
- [25] Thornton R A, Thompson P. Learning from experience and learning from others: An exploration of learning and spillovers in wartime shipbuilding[J]. American Economic Review, 2001, 91(5): 1350—1368.
- [26] Thompson P. How much did the liberty shipbuilders forget? [J]. Management Science, 2007, 53(6): 908—918.
- [27] Wright T P. Factors affecting the cost of airplanes[J]. Journal of the Aeronautical Sciences, 1936, 3(4): 122—128.

Measurement, Industrial Fluctuations and Cause Differences of Experiential Learning in Chinese Manufacturing

BAO Zong-ke^{1,2}, BAO Jin-ling³

(1. School of Accounting, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou 310018, China;

2. School of Economics, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

3. School of Continuing Education, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

Abstract: The measurement of experiential learning strength in Chinese manufacturing has been an important issue ignored by the theoretical circle. This paper uses an improved two-stage semi-parametric measurement method suggested by Levinsohn and Petrin in 2003 to systematically estimate the experiential learning strength in Chinese manufacturing firstly. And it indicates that the strength of learning by doing and experience diffusion in Chinese manufacturing is 0.194 and 0.436 respectively, which means that the cost reduction rates are 12.57% and 16.38% respectively. More importantly, learning by doing and experience diffusion tend to deviate from each other: on the one hand, the strength of learning by doing continuously increases year by year; on the other hand, the strength of experience diffusion gradually declines if taking the two-year moving average as the measurement period. These two trends reveal that the Chinese manufacturing has reached a conversion period from technology introduction and imitation to independent innovation. Furthermore, experience diffusion is a systematic phenomenon entirely in manufacturing, which is not related to the changes in industrial characteristics. On the contrary, the strength of learning by doing in Chinese manufacturing is featured by strong heterogeneity between different industries, which stems from industrial technological characteristics and is closely related to the inherent intra-industry industrial attributes.

Key words: experiential learning; learning by doing; technological progress; performance difference

(责任编辑 周一叶)