

# 交通基础设施质量、时间敏感度和出口绩效

王永进<sup>1</sup>, 黄青<sup>2</sup>

(1. 南开大学 经济学院, 天津 300071; 2. 北京大学 国家发展研究院, 北京 100871)

**摘要:**文章根据产品出口的空运比重和投入产出表构造了行业的时间敏感度指标, 结合中国工业部门1998—2007年的企业数据, 从时间敏感度的视角考察了交通基础设施对出口贸易的影响。研究发现: (1) 不同行业的时间敏感度存在很大差异, 越是高新技术行业, 其时间敏感度越高。(2) 交通基础设施的质量对于企业出口的影响存在明显差异, 其中, 质量等级更高的高速公路和一级公路对企业的出口参与和出口额有更为显著的促进作用。(3) 从影响渠道来看, 本省和邻省的交通基础设施都能促进企业出口, 且对时间敏感度高的行业的影响更为显著, 而本省交通基础设施的促进作用更强。(4) 相比于比内资企业, 外资企业对于交通基础设施的反应更敏感, 这说明交通基础设施确实是中国吸引外资流入的重要因素。因此, 交通基础设施的改善有助于我国的出口比较优势向高新技术行业转变, 从而推动出口结构的转型升级。

**关键词:**本省交通基础设施; 邻省交通基础设施; 时间敏感度; 出口绩效

**中图分类号:**F294.3; F740 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2017)10-0097-12

**DOI:**10.16538/j.cnki.jfe.2017.10.008

## 一、引言

基础设施对于发展中国家的对外贸易和经济发展具有重要意义(Rojas等, 2005; Hulten等, 2006; Yeaple和Golub, 2007; Stone和Strutt, 2009)。过去30多年, 中国在基础设施建设方面取得了举世瞩目的巨大成就, 其对我国出口增长和贸易结构转型起到了重要作用(王任飞和王进杰, 2007; 王永进等, 2010; 张光南等, 2010; 刘生龙和胡鞍钢, 2011; 盛丹等, 2011; 刘晓光等, 2015)。毋庸置疑, 经济发展的过程总是与出口结构的转换相伴而生, 尤其是在中国目前的发展阶段, 如何实现出口结构转换以培育新的出口竞争力成为中国经济能否实现持续发展的关键。然而, 已有研究侧重于考察基础设施对贸易流量和企业出口决策的影响, 只有少数文献关注基础设施对于贸易模式和出口结构的作用(王永进等, 2010)。而且, 这些文献均忽略了基础设施改进所带来的“时间节约”这一渠道对于出口结构的影响。为此, 我们将通过构造行业的“时间敏感度”指标, 考察交通基础设施改进所带来的“时间节约”对于出口绩效的作用。

收稿日期: 2017-06-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(71203104, 71573141, 71673150)

作者简介: 王永进(1983—), 男, 山东章丘人, 南开大学经济学院副教授;

黄青(1995—), 女, 湖南岳阳人, 北京大学国家发展研究院硕士研究生。

毫无疑问,时间节约对于企业的成本节约和生产效率提升具有重要意义(Jeffrey等,2005;Byrne和Costin,2009;Pamala等,2010;Salehi等,2010)。尤其是对于高新技术行业而言,由于产品的更新换代较快,研发、中间品采购和生产时间的节约对于企业在快速的技术变革中占领制高点显得尤为重要(Evans和Harrigan,2005)。为此,大量企业投入巨额资金和人力以减少库存和提升管理效率,如JIT(*Just In Time*管理体系)。并且,对于微观企业而言,影响企业经营和管理成本的因素不仅包括自身管理水平,还包括外部制度和政策环境的制约。研究表明,基础设施的发展对于企业节约时间具有显著影响(Limão和Venables,2002;Harrigan,2010;Donaldson和Richard,2016)。Evans和Harrigan(2005)认为运输时间对于产品生产销售十分重要。要求及时交付的产品,其生产地将靠近最终的需求地,及时交付使零售商能把握需求市场的波动,从而不必持有大量成本高昂的存货。Limão和Venables(2002)利用美国巴尔的摩到世界64个城市的集装箱数据,证实了基础设施对于运输成本的重要性。Harrigan(2010)认为比较优势取决于空运与地运的相对成本,并运用美国1990—2003年的进口数据,发现美国应该从距离较近的国家进口较重的商品,从距离较远的国家进口较轻的商品。Donaldson和Richard(2016)通过美国铁路和水路数据发现,农业土地价值随着铁路网络的扩张而迅速增加,而如果去除铁路网,人口水平和消费者福利都会减少。

本文根据产品出口的空运比重和投入产出表构造了行业的时间敏感度指标以衡量不同企业对于时间节约的敏感程度,并利用1998—2007年中国工业企业数据库,从时间敏感度的视角考察了交通基础设施对出口结构和企业出口决策的影响。研究发现:(1)不同行业的时间敏感度存在很大差异,越是高新技术行业,其时间敏感度越高。因此,交通基础设施改善有助于出口结构向高新技术行业转变。(2)交通基础设施的质量对于企业出口也存在明显差异,其中,质量等级更高的高速公路和一级公路对企业的出口参与和出口额有更为显著的促进作用。(3)从影响渠道来看,本省交通基础设施和邻省交通基础设施都能促进企业出口,且对时间敏感度高的行业的影响更为显著,而本省交通基础设施的促进作用更强。进一步地,我们发现外资企业对于交通基础设施的反应比内资企业更敏感;企业一体化程度越高,以及中间品投入比重越低,本省交通基础设施和邻省交通基础设施对企业出口的促进作用则越小。

本文的贡献主要体现在:(1)从时间敏感度的视角考察了交通基础设施对出口结构和企业出口决策的影响。目前,鲜有文献考察基础设施对贸易模式的影响,而且也忽略了“时间节约”这一重要渠道的作用(Nordas和Piermartini,2004;Rojas等,2005;盛丹等,2011)。(2)我们同时考虑公路基础设施的数量和质量对企业出口贸易的影响。交通基础设施的发展不仅表现为数量的增长,更为重要的是质量的提高,且交通基础设施质量对出口比较优势的作用同样重要(Yeaple和Golub,2007)。(3)我们同时考虑企业所在的本省交通基础设施及其邻省交通基础设施对企业出口参与和出口额的影响。邻省基础设施存在区域的“空间溢出效应”,以及集聚、技术溢出、供给和需求等“市场稠密效应”(张光南等,2013),对出口贸易和经济发展具有十分重要的影响,因此忽略邻省基础设施的影响势必会高估本省基础设施的作用,也会使政府投资评估出现偏误。

## 二、模型设定与数据说明

### (一)计量模型的设定

本文采用两组数据进行回归:第一组为“行业—省份”层面的数据;第二组为微观企业数

据。采用加总数据的好处在于,可以考察交通基础设施对出口额影响的大小和“净效应”,而采用微观企业数据则可以帮助我们检验交通基础设施影响总出口的作用机制。

1. “行业—省份”层面的计量模型。为了考察交通基础设施对出口比较优势的影响,我们首先利用 1998—2007 年中国工业企业库整理出“行业—省份”水平上的出口数据,并将计量模型设定如下:

$$\ln ex_{ik} = \alpha_t + \alpha_k + \alpha_i + \beta_1 Inf\_domestic_i + \beta_2 Inf\_neigh_i + \gamma_1 Inf\_domestic_i \times time\_sensitivity_i + \gamma_2 Inf\_neigh_k \times time\_sensitivity_i + X_{ik} + \epsilon_{ik} \quad (1)$$

其中, $i$  和  $k$  分别表示行业和省份,省份包括 31 个省级行政区,<sup>①</sup>行业为 CIC4 分位度量的行业; $\alpha_t$ 、 $\alpha_k$  和  $\alpha_i$  分别为年份固定效应、省份固定效应和行业固定效应; $\epsilon_{ik}$  为误差项; $ex_{ik}$  表示省份  $k$  行业  $i$  的出口值; $Inf\_domestic_k$  表示省份  $k$  的基础设施, $Inf\_neigh_k$  表示省份  $k$  所有邻省的基础设施; $time\_sensitivity_i$  表示行业  $i$  的时间敏感度; $X_{ik}$  表示其他控制变量,包括省份  $k$  的人力资源密度与人力禀赋的交互项、自然资源密度与自然资源禀赋的交互项等。

2. 企业层面的计量模型。由于企业是出口行为的主体,我们利用 1998—2007 年中国工业企业库的数据在企业层面上进行分析。由于出口企业只占样本企业的一部分,如果直接采用普通最小二乘回归的方法,那么回归方程将只包括出口值大于 0 的企业而忽略了贸易量为 0 的企业。如果只是简单地在回归样本中加入非出口企业,则不能得到准确的估计结果(Westerlund 和 Whihelmsson, 2009)。因此,我们选择 Heckman(1979)构造的两阶段选择模型进行回归。我们将企业出口分为两个阶段:第一阶段是 *Probit* 的出口选择模型,用来考察交通基础设施对企业出口扩展边际的影响,即企业是否选择出口;第二阶段是出口数量模型,以考察交通基础设施对出口企业集约边际的影响。模型具体设定为:

$$\Pr(exp_i = 1) = \Phi(\beta_1 Inf\_domestic_i + \beta_2 Inf\_neigh_i + \gamma_1 Inf\_domestic_i \times time\_sensitivity_m + \gamma_2 Inf\_neigh_i \times time\_sensitivity_m + X_i) \quad (2)$$

$$\ln ex_i = \beta_1 Inf\_domestic_i + \beta_2 Inf\_neigh_i + \gamma_1 Inf\_domestic_i \times time\_sensitivity_m + \gamma_2 Inf\_neigh_i \times time\_sensitivity_m + X_i + \mu_i \quad (3)$$

其中,在第一阶段的 *Probit* 出口模型中,  $\Pr(exp_i = 1)$  表示企业  $i$  出口参与的概率;  $\Phi(\cdot)$  表示标准正态分布的概率分布函数。只有当  $\Pr(exp_i = 1) > 0$  时,  $exp_i$  才能被观测到,从而加入第二阶段的回归模型中。 $\ln ex_i$  表示某省( $p$ )某年( $t$ )某行业( $m, cic4$  分位)的出口值的对数; $Inf\_domestic_i$  表示企业所在省份的交通基础设施; $Inf\_neigh_i$  表示企业所在省份的所有邻省的交通基础设施; $time\_sensitivity_m$  表示行业  $m$  的时间敏感度; $X_i$  表示其他控制变量,包括企业的全要素生产率、企业获得的补贴收入、研究开发费; $\mu_i$  是随机误差项。同时,我们在模型中分别加入年份固定效应、省份固定效应和行业固定效应,以避免遗漏变量问题。模型中包含两个交互项,即本省交通基础设施和行业时间敏感度的交互项、邻省交通基础设施和行业时间敏感度的交互项,其系数能够反映本省交通基础设施和邻省交通基础设施如何影响时间敏感度不同的企业。交互项系数与交通基础设施项系数一致,说明交通基础设施对于时间敏感度高的行业的影响更大;而交互项系数与交通基础设施项系数相反,则说明交通基础设施对于时间敏感度高的行业影响更小。

①不包括港澳台地区。

## (二)变量说明

1. 交通基础设施。本文采用4种不同的指标在省份水平上度量交通基础设施的数量及质量,分别为公路里程数、高速公路里程数、一级公路里程数和二级公路里程数。本文试图采用不同技术等级的道路里程数来考察交通基础设施数量及质量对中国企业出口贸易的影响,并在此基础上分别构建本省基础设施指标和邻省基础设施指标(Chauncy, 1954)。具体情况如下:

(1)本省交通基础设施。由于各省地理面积不同,因此本文采用道路网密度,即利用本省道路里程数与本省区域面积的比重来衡量本省交通基础设施,具体计算如下:

$$Inf\_domestic_i = Inf_i / (area_i / \pi)^{1/2} \quad (4)$$

其中,  $Inf_i$  表示省份  $i$  每年年底统计的道路里程数,单位为千米;  $area_i$  表示省份  $i$  的总面积,单位为平方千米。

(2)邻省交通基础设施。企业所在省份的邻省为与其所在省份接壤的所有省份,本文通过构建所有邻省的交通基础设施的平均值来度量邻省交通基础设施,具体计算如下:

$$Inf\_neigh_i = \sum_{j=1}^{D_i} Inf_j / \left( \sum_{j=1}^{D_i} area_j / \pi \right)^{1/2} \quad (5)$$

其中,  $Inf_j$  表示省份  $i$  对应的邻省  $j$  的年底统计的道路里程数,单位为千米;  $area_j$  表示省份  $i$  对应的邻省  $j$  的区域面积,单位为平方千米;  $D_i$  表示省份  $i$  相邻省份的数目。

2. 时间敏感度。由于每个行业生产的产品和采用的中间投入等有所不同,因此每个行业对于运输时间的敏感程度是不同的,从而基础设施对具有不同时间敏感度的行业的影响也会不同(Hummel 和 Schaur, 2013; Blyde 和 Danielken, 2015)。因此,行业时间敏感度能更加细致地考察基础设施对于企业出口的影响。本文利用2000—2001年中国海关数据计算出  $hs6$  分位层面的空运出口比重  $air\_share$ 。空运出口比重越高,意味着出口对运输时间越敏感。然后,利用2007年投入产出表中135个部门的中间投入系数,匹配中间投入各部门的  $air\_share$ , 计算各部门的时间敏感度  $time\_sensitivity$ 。具体计算如下:

$$time\_sensitivity_m = \sum_{n=1}^{135} (a_{nm} \times air\_share_n) \quad (6)$$

其中,  $a_{nm}$  表示行业  $n$  投入行业  $m$  的中间投入系数。通过计算得到的时间敏感度数据可以发现,时间敏感度最低的行业大多集中在烟酒、食品、纺织等轻工业,而时间敏感度最高的行业则集中在大型设备、仪器制造等高技术行业。这主要是因为,大型设备、仪器制造业部门配件复杂、技术要求高、产业链长,需要大量中间投入,从原材料、中间品到成品的过程中环节多、耗时多,因此对时间节约更为敏感,节约时间意味着节约成本、提高效率。由于烟酒、食品、纺织等轻工业的产业链比较单一,生产环节少,因此对时间节约的敏感程度更低。

3. “行业—省份”层面控制变量。根据要素禀赋理论,要素资源越丰富的省份,越会在密集使用该种要素投入的行业中进行专业化生产。因此,我们加入要素密集度和要素禀赋的交互项以验证要素禀赋理论是否成立(盛丹等, 2011)。具体有:(1)人力资源密度( $HI$ ),以该行业具有大专及以上学历的工人数占全行业从业人数的比重表示,数据来自《中国经济普查年鉴2004》;(2)人力资源禀赋( $HE$ ),来自Li等(2014)计算的22个省市的总人力资源禀赋;<sup>①</sup>(3)自然资源密度( $RI$ ),利用2007年投入产出表计算各个行业对应的采矿业的总投入比重,并以此

<sup>①</sup>22个省市包括安徽、北京、甘肃、广东、广西、贵州、海南、河南、黑龙江、湖北、湖南、吉林、江苏、江西、辽宁、山东、陕西、上海、四川、天津、浙江和重庆

来表示;(4)自然资源禀赋( $RE$ ),对应各地采矿业产出。模型中用到了石油开采业、煤炭开采和洗选业、有色金属采矿业,其数据来自1998—2007年《中国工业统计年鉴》。

4. 企业层面控制变量。(1)全要素生产率( $tfp$ )。本文在模型中加入企业的全要素生产率的对数进行回归。根据盛丹等(2011)的做法,本文采用Levinsohn和Petrin(2003)的半参数方法来估计企业全要素生产率 $tfp$ ,该方法能够消除OLS回归过程中的内生性和选择性偏差。(2)补贴收入( $subsidy$ )。作为一种战略性贸易政策,出口补贴对于我国出口企业一直起着至关重要的作用。本文在模型中加入企业补贴收入的对数。(3)研发费用( $r\&d$ )。根据内生增长理论(Grossman和Helpman,1995),企业进行出口选择,以及提高在市场上的竞争力,都与企业创新能力有关。虽然引入外资能够对中国企业形成一定的技术外溢,企业也能从国外学习引进先进技术,但是企业研发费用的支出能够大大提高企业的自主创新能力,也体现了企业的创新意识。本文在模型中加入企业获得研发费用的对数。

### (三)数据说明

本文主要使用1998—2007年中国工业企业数据库。该数据库包括中国所有的国有企业,以及产品销售收入(或主营业务收入)在500万元以上的非国有企业。我们对该数据库进行了一系列处理:(1)统一行业分类编码和地区行政代码。中国在2003年采用了新的编码系统,我们按照Brandt等(2012)的做法,根据2003年后的标准重新统一了每年的行业分类代码。另外,1998—2003年中国频繁地调整地区行政代码,导致样本数据中地区行政代码不统一,因此我们根据国家统计局提供的地区行政代码,将其统一为2004年标准。对于企业自身的县、地代码被错报或者没有报告的情况,我们根据企业名称逐一搜索企业的地址,再根据已公布的行政代码列表加以对照。(2)删除了补贴收入和研发费用为负的观测值;删除了企业工业总产值、工业销售总产值、出口交货值、从业人员年平均人数以及资产总额小于0的观测值;删除了企业职工人数少于8人的观测值,以及总资产小于固定资产、实收资本等于0或者小于0的观测值(谢千里等,2008;聂辉华等,2012)。

## 三、基本回归结果

### (一)加总数据回归结果

对于“行业—省份”层面的加总数据,我们参照李坤望和王永进(2010)的做法,先对核心变量进行回归,然后再加入控制变量以检验稳健性。我们对4种交通基础设施指标分别进行回归,回归结果如表1所示。为了能更直观地观察本省交通基础设施和邻省交通基础设施对出口的净效应,本文利用表1中的回归系数计算交通基础设施在时间敏感度各个分位点的影响,计算结果如表2所示。

表1 “行业—省份”层面( $cic4$ )加总数据基本回归

	公路		高速公路		一级公路		二级公路	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$Inf\_domestic$	-0.000** (-2.20)	-0.000 (-0.79)	-0.014* (-1.88)	-0.018 (-1.49)	-0.008** (-2.24)	-0.006 (-0.78)	-0.003* (-1.79)	0.003 (1.57)
$Inf\_domestic \times time\_sensitivity$	0.004*** (2.97)	0.008** (2.56)	0.539*** (9.29)	0.707*** (6.12)	0.337*** (17.16)	0.377*** (6.99)	0.067*** (7.86)	0.016 (1.03)
$Inf\_neigh$	0.000*** (4.46)	0.000** (2.12)	0.019*** (3.59)	0.030*** (3.12)	0.002 (0.47)	0.022* (1.91)	0.006*** (5.00)	0.004** (2.14)
$Inf\_neigh \times time\_sensitivity$	-0.002*** (-3.03)	-0.003* (-1.74)	-0.127*** (-3.41)	-0.228*** (-2.86)	0.129*** (6.58)	-0.044 (-0.70)	-0.027*** (-4.53)	0.025** (2.02)

续表 1 “行业—省份”层面 (cic4) 加总数据基本回归

	公路		高速公路		一级公路		二级公路	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$HI \times HE$		-0.000 (-0.65)		-0.000*** (-3.28)		-0.000*** (-4.01)		-0.000* (-1.79)
$RI \times RE(coal)$		0.001 (0.92)		0.001 (1.20)		0.001 (1.10)		0.001 (1.27)
$RI \times RE(oil)$		0.001* (1.89)		0.001* (1.88)		0.001* (1.87)		0.001* (1.92)
$RI \times RE(nonferrous)$		0.004*** (2.59)		0.004*** (2.98)		0.004*** (2.72)		0.005*** (3.08)
<i>Year, Industry, Province</i>	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	52 831	20 619	52 636	20 619	52 720	20 523	52 831	20 619
R <sup>2</sup>	0.305	0.293	0.306	0.295	0.309	0.295	0.305	0.293

注:(1)括号内为回归系数的 t 值,\*\*\*、\*\* 和 \* 分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平。下同。(2)列(1)、列(3)、列(5)和列(7)未加入控制变量,包括 31 个省级行政区;列(2)、列(4)、列(6)和列(8)加入了控制变量,包括 22 个省级行政区。

从回归结果中可以看到:(1)本省和邻省的交通基础设施改善能显著地促进本省的出口,且本省交通基础设施的作用比邻省交通基础设施的作用更大。从影响渠道来看,行业时间敏感度越高,越依赖于本省交通基础设施的发展,而对于邻省交通基础设施的依赖则减轻。因为时间敏感度越高的行业,时间节约更重要,行业集聚效应更强,这使得行业生产、销售大多集中在本省内部,所以本省交通基础设施的作用更强。比较 4 种交通基础设施指标后发现,高速公路和一级公路的促进作用最强。(2)自然资源禀赋与自然资源密度的交互项均显著为正,这说明我国各省份出口确实存在一定的“要素禀赋优势”;人力资源禀赋与人力资源密度的交互项显著为负,这是因为人力资源丰富的地方更倾向于出口技术密集型产品,而中国的出口大多集中在劳动密集型与资本密集型行业。人力资源禀赋与人力资源密度的交互项为负恰好说明我国各地区没有“人力资本比较优势”。

表 2 交通基础设施净效应估计

<i>time_sensitivity</i> 分位点	时间敏感度	本省交通基础设施的影响				邻省交通基础设施的影响			
		公路	高速公路	一级公路	二级公路	公路	高速公路	一级公路	二级公路
0.25	0.0311	0.0002	0.0040	0.0057	0.0035	-0.0001	0.0229	0.0206	0.0048
0.5	0.0452	0.0004	0.0138	0.0110	0.0037	-0.0001	0.0197	0.0200	0.0051
0.75	0.0849	0.0007	0.0396	0.0247	0.0043	-0.0002	0.0114	0.0184	0.0060

注:本省交通基础设施系数= $a(\text{Inf\_domestic 系数}) + b(\text{该行业时间敏感度}) \times c(\text{Inf\_domestic} \times \text{time\_sensitivity 系数})$ ;邻省交通基础设施系数= $a(\text{Inf\_neigh 系数}) + b(\text{该行业时间敏感度}) \times c(\text{Inf\_neigh} \times \text{time\_sensitivity 系数})$ 。表 4 和表 5 的数值也是根据此计算公式得到。

(二) Heckman 基本回归

利用企业数据进行回归能分析交通基础设施影响出口的机制。我们利用 Heckman 模型,从企业出口行为来具体分析交通基础设施对出口的影响渠道和机制(结果见表 3)。同样,利用表 3 的回归结果和时间敏感度的数值,计算各个时间敏感度分位点处交通基础设施的净效应,计算结果汇报在表 4 和表 5 中。在这个基础上,我们再进一步讨论表 3 中的交互项。

表 3 Heckman 模型基本回归

	公路		高速公路		一级公路		二级公路	
	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程
$\text{Inf\_domestic}$	0.001*** (4.97)	0.001** (2.20)	0.023*** (4.42)	0.014 (1.32)	0.001 (0.27)	0.003 (0.67)	-0.002** (-1.99)	-0.003 (-1.40)
$\text{Inf\_domestic} \times \text{time\_sensitivity}$	-0.003*** (-4.47)	-0.005*** (-3.22)	-0.104*** (-3.33)	0.064 (1.08)	-0.001 (-0.14)	0.059*** (3.54)	-0.020*** (-4.48)	0.002 (0.19)

续表3 Heckman模型基本回归

	公路		高速公路		一级公路		二级公路	
	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程
<i>Inf_neigh</i>	-0.000*** (-5.55)	-0.000 (-0.83)	-0.016*** (-3.59)	0.004 (0.44)	-0.018*** (-5.28)	-0.015** (-2.19)	0.001 (1.01)	0.003 (1.18)
<i>Inf_neigh</i> × <i>time_sensitivity</i>	0.003*** (6.43)	0.004*** (4.21)	0.174*** (8.05)	0.150*** (3.27)	0.070*** (6.60)	0.169*** (7.78)	0.035*** (10.69)	0.033*** (4.51)
<i>lnsubsidy</i>	-0.102*** (-34.26)	-0.023* (-1.77)	-0.102*** (-34.22)	-0.022* (-1.70)	-0.102*** (-34.16)	-0.027** (-2.01)	-0.102*** (-34.08)	-0.016 (-1.23)
<i>lnrd</i>	0.092*** (29.66)	0.123*** (10.25)	0.092*** (29.53)	0.121*** (10.20)	0.093*** (29.75)	0.125*** (10.38)	0.093*** (29.84)	0.117*** (9.84)
<i>lnlfp</i>	0.256*** (45.37)	0.865*** (26.84)	0.257*** (45.57)	0.865*** (26.87)	0.255*** (45.26)	0.875*** (27.15)	0.256*** (45.49)	0.849*** (26.66)
<i>Year, Industry, Province</i>	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>		57 498		57 493		57 493		57 498

根据表4和表5可以分析交通基础设施影响企业出口的净效应。我们发现:第一,对于本省交通基础设施和邻省交通基础设施而言,公路的系数均为正。这说明道路基础设施能显著促进企业出口选择和出口数量的增加。这与盛丹等(2011)等的估计结果一致,即交通基础设施改善确实能促进企业出口。第二,本省交通基础设施对于出口的促进作用要大于邻省交通基础设施的作用。第三,通过比较不同的道路基础设施后发现,本省交通基础设施主要通过高速公路和一级公路促进企业出口,而邻省交通基础设施主要通过二级公路促进企业出口。因为高速公路的出入口间距有严格要求,主路本身不能作为集散公路,不与其他公路自然衔接,且高速公路的修建审批流程更加复杂,而一级公路的进出口可以视实际情况灵活增设,城市内部的快速路和主干道、穿越城镇部分的国道省道以及各种景观大道等都优先采用一级公路标准建设,所以省内的绝大多数运输主要依赖于一级公路与高速公路,以及各种辅助道路。而省际之间因为路途较远和地域宽广,要求长途运输,高速公路和一级公路的数量不足以使其充分发挥作用,而二级公路数量相对更多,发挥作用的空間更大。对于二级公路而言,表6计算的本省二级公路对于出口的净效应为负,这可能是由于二级公路的主要功能是连接具体的行政中心、交通枢纽、商业地带、住宅社区、工业矿区和旅游景点等,不利于货物的专业运输,所以对于时间敏感度越高的企业,二级公路对其运输产生的负向影响越大。

表4 本省交通基础设施净效应估计

<i>time_sensitivity</i> 分位点	时间敏感度	公路		高速公路		一级公路		二级公路	
		选择	出口	选择	出口	选择	出口	选择	出口
0.25	0.0311	0.0009	0.0008	0.0198	0.0160	0.0010	0.0048	-0.0026	-0.0029
0.5	0.0452	0.0009	0.0008	0.0183	0.0169	0.0010	0.0057	-0.0029	-0.0029
0.75	0.0849	0.0007	0.0006	0.0142	0.0194	0.0009	0.0080	-0.0037	-0.0028

表5 邻省交通基础设施净效应估计

<i>time_sensitivity</i> 分位点	时间敏感度	公路		高速公路		一级公路		二级公路	
		选择	出口	选择	出口	选择	出口	选择	出口
0.25	0.031	0.0001	0.0001	-0.0106	0.0087	-0.0158	-0.0097	0.0021	0.0040
0.5	0.0452	0.0001	0.0002	-0.0081	0.0108	-0.0148	-0.0074	0.0026	0.0045
0.75	0.0849	0.0003	0.0003	-0.0012	0.0167	-0.0121	-0.0006	0.0040	0.0058

结合表3中的交互项,可以发现,时间敏感度越高,交通基础设施对企业出口的促进作用越强。并且,本省交通基础设施主要是在企业出口的第二阶段对时间敏感度更高的行业有显著促进作用,而邻省交通基础设施在企业出口的两个阶段对时间敏感度更高的行业都有显著促进作用。张光南等(2013)认为基础设施空间溢出能显著降低本地制造业的平均成本和边际成本,并且在企业越集聚的地方,空间溢出作用越大。因此我们认为,出现这样的

结果可能是因为,当企业已经是出口企业而决定出口数量时,企业首先考虑的是生产的可变成本。由于时间敏感度高的行业更在乎运输成本及运输过程中的不确定性,从邻省获得中间投入的成本更高,因此本省交通基础设施主要在企业出口的第二阶段起到促进作用。

比较4种不同技术等级的道路指标的影响后不难发现,高速公路和一级公路的作用更加显著,也就是说,质量好、技术等级高的基础设施对企业出口的影响会更大。对于控制变量,估计结果显示,不管是对于企业的出口决策还是企业的出口数量,企业全要素生产率和研发支出的结果均显著为正,这一点符合预期。原因在于:生产率高的企业具有更低的生产成本和更先进的技术,在出口方面的优势会更显著;而研发投入更高的企业,能够进行更多的技术创新,进而更容易打开市场和扩展销路。但是,企业获得的补贴收入对于两个阶段出口的作用均为负。这可能是因为获得补贴收入更多的是幼稚行业、夕阳产业或者其他相对弱势而需要被保护的行业,补贴收入越高的企业,往往生产率越低,固定成本越高,所以其作用为负。

#### 四、稳健性分析

##### (一)内生性检验

大量文献都讨论过基础设施的内生性问题(王永进等,2010;盛丹等,2011;郑世林等,2014),从本文采用的样本数据来看,各地区道路基础设施密度与企业出口贸易之间存在双向因果关系的可能性较大。出口贸易的快速发展对于基础设施的规划和建设往往有一定影响。出口贸易发达的省份往往经济较为繁荣,地方财政收入来源充足,从而能够确保更多的财政预算投入到建设该省的基础设施上。另外,企业出口规模的扩张,要求提高企业竞争力,降低生产和出口的成本会反过来要求改善基础设施状况和提高基础设施水平。本文通过工具变量法来处理内生性问题。

我们选取各省份的地形平坦程度和1937年各省公路网密度作为交通基础设施的工具变量:(1)各地区的地形平坦程度。各地区的地形平坦程度不会受到该地区出口贸易的影响,满足外生性条件。同时,各地区的地形平坦程度与该地区现代的交通基础设施建设情况密切相关。因为地形越崎岖不平、自然地理条件越恶劣的地区,建设基础设施的成本越高,基础设施建成后的运营和维护成本也越高,所以建设基础设施的先天条件不足使得这些地区的道路基础设施较为落后。本文用各省市平地面积占土地面积的比重来衡量地形平坦程度,该数据来自中国科学院地理科学与资源研究所的中国自然资源数据库。(2)1937年各省公路网密度。当前的出口贸易不会影响1937年各省的公路网密度,因此该工具变量满足外生性条件。而各省公路网密度与该省份当前的道路网密度往往密切相关,1937年公路网密度较大的地区,建设基础设施的条件更充分,基础设施运营和维护的成本更低,使得该地区当前的基础设施建设更发达。该数据来自中国公路交通史编审委员会(1990)编订的《中国公路史(第一册)》)。

为了保证工具变量的外生性以及工具变量与内生变量的相关性,我们对公路基础设施采用地形平坦程度作为工具变量,而其余3种基础设施则采用1937年公路网密度作为工具变量。我们采用Heckman模型的工具变量法对模型重新进行了估计,表6汇报了其回归结果。为了对工具变量进行检验,我们汇报了第一阶段的 $chi^2$ 值,同时进行弱工具变量检验。表6的结果表明:第一阶段的 $chi^2$ 值均显著,说明本文选取的工具变量与内生变量之间存在较大的相关性,对工具变量的弱工具变量检验也表明工具变量与内生变量之间存在较大的相关性。由于我们采用的工具变量个数等于内生变量个数,因此没有进行过度识别检验。

与之前的基本回归结果相比, *Heckman* 模型的工具变量的回归结果并没有太大改变。这种基本一致的现象说明我们的结论是稳健的。

表 6 *Heckman* 模型的工具变量法检验内生性

	公路		高速公路		一级公路		二级公路	
	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程
<i>Inf_domestic</i>	-0.005*** (-5.20)	-0.006*** (-2.82)	0.028** (-2.03)	0.490*** (-4.06)	0.017*** (3.49)	0.047*** (7.57)	-0.011*** (-11.34)	-0.128*** (-11.00)
<i>Inf_domestic</i> × <i>time_sensitivity</i>	0.031*** (2.59)	0.011 (0.81)	-0.411*** (-2.68)	4.129*** (-3.77)	-0.069 (-1.31)	0.330*** (-5.11)	-0.027*** (-2.81)	-0.200*** (-7.39)
<i>Inf_neigh</i>	0.002*** (10.90)	0.001 (1.48)	0.047*** (6.63)	0.871*** (4.85)	-0.008*** (-2.70)	-0.028*** (-7.16)	0.005*** (7.61)	0.066*** (11.42)
<i>Inf_neigh</i> × <i>time_sensitivity</i>	0.006*** (4.47)	0.007*** (3.13)	0.455*** (5.90)	6.032*** (4.67)	0.154*** (5.26)	0.299*** (8.58)	0.035*** (6.14)	0.368*** (11.41)
<i>lnsubsidy</i>	-0.115*** (-31.79)	-0.070** (-1.70)	-0.117*** (-36.82)	-1.660*** (-4.64)	-0.109*** (-34.46)	-0.105*** (-32.11)	-0.125*** (-41.60)	-1.268*** (-11.14)
<i>lnrd</i>	0.079*** (15.54)	0.112*** (4.18)	0.092*** (28.62)	1.354*** (4.96)	0.083*** (26.86)	0.083*** (26.37)	0.090*** (28.82)	0.961*** (12.01)
<i>lnlfp</i>	0.256*** (35.80)	0.920*** (9.99)	0.243*** (42.27)	4.254*** (5.67)	0.239*** (42.88)	0.240*** (42.29)	0.262*** (46.18)	3.462*** (14.16)
<i>chi</i> <sup>2</sup>		621.26		938.16		830.82		607.62
弱工具变量检验		128.02		11.56		77.43		124.98
<i>Year, Industry</i>	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	57 498	29 240	57 493	29 239	57 493	29 239	57 498	29 240

## (二) *Truncreg* 模型与 *Tobit* 模型

本文所采用的中国工业企业库样本中,有接近 75% 的企业没有选择出口,即出口值为 0。根据张国峰等(2016)的观点,对断尾随机变量使用普通最小二乘法进行估计得到的结果是有偏的,而断尾回归模型(*Truncreg* 模型)能够帮助解决这一问题,它可通过断尾数据进行回归而获得一致估计量,而截取回归模型(*Tobit* 模型)则能通过截取数据回归得到一致估计量。因此,我们分别利用 *Truncreg* 模型与 *Tobit* 模型对样本进行回归,结果显示, *Truncreg* 模型与 *Tobit* 模型的回归结果(限于篇幅,未汇报)与上文的结果基本保持一致,这说明我们的结论是稳健的。

## (三) 区分所有制的回归结果

如果企业所有制的不同,那么企业的资本构成、生产率、出口表现等方面也会有所不同。本文在基本回归的基础上,将模型分为内资企业和外资企业两部分进行分样本回归分析(限于篇幅,未汇报结果)。我们发现,外资企业对于交通基础设施更加敏感,即交通基础设施对于外资企业的影响更显著。不管是本省交通基础设施还是邻省交通基础设施,其对出口贸易的影响在外资企业中的表现均更显著。这个结论与盛丹等(2011)的结论正好相反。这可能是因为,内资企业的经营范围更为本地化,从而对交通基础设施反应不敏感,而外资企业跨区域的流动性更强,从而对交通基础设施的反应更敏感。这样的结果也支持了这样一个观点:交通基础设施确实是中国吸引外资流入的重要因素。

## (四) 企业一体化程度与基础设施

交通基础设施还可能通过其他渠道起作用。例如,增加值率或一体化程度不同的企业对基础设施的依赖程度可能是有差异的。我们在基本回归模型中引入了一体化程度与交通基础设施的交互项。我们参照 Wang 等(2014)的做法,用企业的工业增加值与工业销售产值的比重  $v_i$  来表示企业一体化程度。 $v_i$  越高,意味着企业一体化程度越高,因此需要从企业外部购入的中间品越少,从而对交通基础设施的利用程度也就越低。我们在 *Heckman* 基本回归模型中加入一体化程度  $v_i$  与交通基础设施的交互项。表 7 的回归结果表明,本省

交通基础设施与企业一体化程度的交互项以及邻省交通基础设施与企业一体化程度的交互项的系数均显著为负,这意味着企业一体化程度  $vi$  越高,本省交通基础设施和邻省交通基础设施对企业出口的促进作用越小。这与我们的预期相符,因为企业一体化程度越高,其对交通基础设施的依赖程度也会越低。

表 7 企业一体化程度与交通基础设施

	公路		高速公路		一级公路		二级公路	
	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程
<i>Inf_domestic</i>	0.001*** (4.29)	0.000 (1.32)	0.033*** (5.42)	0.035*** (3.34)	0.009*** (3.07)	0.028*** (5.71)	-0.001 (-0.42)	0.004* (1.79)
<i>Inf_domestic</i> × <i>time_sensitivity</i>	-0.003*** (-4.34)	-0.004*** (-3.09)	-0.109*** (-3.43)	0.076 (1.46)	0.009 (1.00)	0.063*** (4.29)	-0.019*** (-4.04)	0.009 (1.20)
<i>Inf_domestic</i> × <i>vi</i>	-0.000 (-1.19)	-0.001** (-2.43)	-0.037*** (-3.84)	-0.114*** (-6.82)	-0.042*** (-14.74)	-0.115*** (-24.27)	-0.006*** (-4.14)	-0.017*** (-6.42)
<i>Inf_neigh</i>	-0.000 (-0.22)	0.001*** (8.00)	0.001 (0.26)	0.056*** (6.62)	-0.001 (-0.30)	0.039*** (6.51)	0.005*** (3.72)	0.012*** (5.36)
<i>Inf_neigh</i> × <i>time_sensitivity</i>	0.003*** (7.57)	0.003*** (4.63)	0.206*** (9.36)	0.120*** (3.24)	0.081*** (7.51)	0.136*** (7.68)	0.040*** (11.94)	0.026*** (4.61)
<i>Inf_neigh</i> × <i>vi</i>	-0.002*** (-12.90)	-0.004*** (-18.05)	-0.070*** (-11.16)	-0.182*** (-16.50)	-0.052*** (-20.67)	-0.140*** (-31.54)	-0.013*** (-13.66)	-0.036*** (-21.21)
N		57 498		57 493		57 493		57 498

注:本表控制了 *Year*、*Industry*、*Province* 和企业层面控制变量。下表同。

(五)产品特性与基础设施

交通基础设施的作用还可能因为“产品特性”的不同而不同,如产品的中间品投入比重。我们利用企业的工业中间品投入总额与工业总产值的比重 *Minput* 来衡量企业的中间品投入程度。*Minput* 值越大,中间品需求越大,投入越多,企业对交通基础设施的需求也就越大,从而对交通基础设施的利用程度也就越高。我们在 *Heckman* 基本回归模型中加入中间品投入程度 *Minput* 与基础设施的交互项进行回归分析。表 8 的回归结果表明,本省交通基础设施与企业中间品投入程度的交互项以及邻省交通基础设施与企业中间品投入程度的交互项的系数均显著为正,这意味着企业中间品投入程度越高,本省交通基础设施和邻省交通基础设施对于企业出口的促进作用越强。该结果与我们的预期相符,因为企业中间品投入程度越高,其对交通基础设施的依赖程度也会越高。

表 8 企业中间品投入比重与交通基础设施

	公路		高速公路		一级公路		二级公路	
	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程	选择方程	出口方程
<i>Inf_domestic</i>	-0.000 (-1.57)	-0.000 (-1.04)	-0.013 (-1.30)	-0.082*** (-4.08)	-0.026*** (-6.98)	-0.081*** (-12.54)	-0.010*** (-5.21)	-0.014*** (-4.22)
<i>Inf_domestic</i> × <i>time_sensitivity</i>	-0.003*** (-4.20)	-0.004*** (-2.94)	-0.108*** (-3.41)	0.086 (1.61)	0.004 (0.47)	0.063*** (4.23)	-0.019*** (-4.06)	0.010 (1.31)
<i>Inf_domestic</i> × <i>Minput</i>	0.001*** (4.62)	0.001 (1.37)	0.048*** (4.08)	0.112*** (4.77)	0.032*** (9.20)	0.105*** (17.94)	0.010*** (5.17)	0.018*** (5.43)
<i>Inf_neigh</i>	-0.001*** (-7.13)	-0.003*** (-10.77)	-0.058*** (-8.02)	-0.130*** (-9.19)	-0.052*** (-12.77)	-0.105*** (-14.49)	-0.005*** (-3.03)	-0.025*** (-8.96)
<i>Inf_neigh</i> × <i>time_sensitivity</i>	0.003*** (7.04)	0.003*** (4.43)	0.198*** (9.04)	0.110*** (2.90)	0.080*** (7.47)	0.138*** (7.63)	0.038*** (11.41)	0.023*** (4.07)
<i>Inf_neigh</i> × <i>Minput</i>	0.001*** (4.85)	0.004*** (14.58)	0.053*** (7.21)	0.181*** (11.80)	0.047*** (15.48)	0.141*** (6.74)	0.008*** (6.94)	0.035*** (16.75)
N		57 498		57 493		57 493		57 498

五、结论与政策建议

本文根据产品出口的“空运比重”和投入产出表构造了行业的“时间敏感度”指标,然后

结合中国工业部门 1998—2007 年的企业数据,并从“时间敏感度”的视角同时考察企业所在省份的交通基础设施和企业所在省份所有邻省的交通基础设施对出口绩效的影响。我们发现:(1)不同行业的“时间敏感度”存在很大差异,越是高新技术行业,其时间敏感度越高。因此,交通基础设施改善有助于出口结构向高技术行业转变,从而推动出口结构升级;(2)交通基础设施的质量对于企业出口的影响也存在明显差异,其中,高速公路和一级公路因技术等级更高而对企业的出口参与和出口额都有更为显著的促进作用;(3)从影响渠道来看,本省交通基础设施和邻省交通基础设施都能促进企业出口,且对“时间敏感度”高的行业的影响更为显著,而本省交通基础设施对企业出口的促进作用更强;(4)所有制差异也会导致交通基础设施对企业出口的影响出现差异,通过分样本考察后发现,外资企业对于交通基础设施的反应比内资企业更敏感,这也说明交通基础设施确实是中国吸引外资流入的重要因素。此外,我们还发现:企业全要素生产率提高能显著促进企业出口;企业的研发投入能促进企业出口;补贴收入对企业出口的作用为负;企业一体化程度越高,以及中间品投入比重越低,本省交通基础设施和邻省交通基础设施对企业出口的促进作用越小。

本文从“时间敏感度”的角度为思考交通基础设施与出口结构转型升级、吸引外资的关系提供了一些启示。改革开放近 40 年来,中国企业出口和吸引外资的成效有目共睹,有效促进了中国社会经济的全方位进步。经历高速增长之后,中国经济已经进入“新常态”,出口结构的转型升级以及出口的提质增效是中国经济实现可持续发展过程中必须思考的问题。本文的研究意味着,良好的交通基础设施建设对于出口结构向高新技术行业转变具有重要的推动作用。同时我们应该注意到,虽然我国道路基础设施规模不断增长,但是高技术等级和高质量的道路比率还相对较低,而且区域发展不平衡的现象也比较严重。因此,应该在提高交通基础设施“覆盖率”的同时,进一步提升交通基础设施的“质量”,从而推动企业竞争优势的培育和产业结构的优化升级。

#### 主要参考文献:

- [1]刘生龙,胡鞍钢. 交通基础设施与中国区域经济一体化[J]. 经济研究, 2011, (3): 72—82.
- [2]盛丹,包群,王永进. 基础设施对中国企业出口行为的影响:“集约边际”还是“扩展边际”[J]. 世界经济, 2011, (1): 17—36.
- [3]王任飞,王进杰. 基础设施与中国经济增长:基于 VAR 方法的研究[J]. 世界经济, 2007, (3): 13—21.
- [4]王永进,盛丹,施炳展,等. 基础设施如何提升了出口技术复杂度? [J]. 经济研究, 2010, (7): 103—115.
- [5]张光南,李小瑛,陈广汉. 中国基础设施的就业、产出和投资效应——基于 1998~2006 年省际工业企业面板数据研究[J]. 管理世界, 2010, (4): 5—13.
- [6]张光南,洪国志,陈广汉. 基础设施、空间溢出与制造业成本效应[J]. 经济学(季刊), 2013, (4): 285—304.
- [7]Evans C L, Harrigan J. Distance, time, and specialization: Lean retailing in general equilibrium[J]. American Economic Review, 2005, 95(1): 292—313.
- [8]Harrigan J. Airplanes and comparative advantage[J]. Journal of International Economics, 2010, 82(2): 181—194.
- [9]Heckman J J. Sample selection bias as a specification error[J]. Econometrica, 1979, 47(1): 153—161.
- [10]Hulten C R, Bennathan E, Srinivasan S. Infrastructure, externalities, and economic development: A study of the Indian manufacturing industry[J]. The World Bank Economic Review, 2006, 20(2): 291—308.
- [11]Nordås H K, Piermartini R. Infrastructure and trade[R]. WTO Staff Working Paper No. ERSD—2004—04, 2004.
- [12]Rojas G E A, Calfat G, Flóres R G Jr. Trade and infrastructure: Evidences from the Andean community[R].

FGV/EPGE Economics Working Paper No.580,2005.

- [13]Stone S, Strutt A. Transport infrastructure and trade facilitation in the greater Mekong Subregion[J]. ADBI Working Paper No. 130, 2009.
- [14]Wang Y, Wang Y, Li K. Judicial quality, contract intensity and exports: Firm-level evidence[J]. China Economic Review, 2014, 31: 32—42.
- [15]Yeaple S R, Golub S S. International productivity differences, infrastructure, and comparative advantage[J]. Review of International Economics, 2007, 15(2): 223—242.

## Transportation Infrastructure Quality, Time Sensitivity and Export Performance

Wang Yongjin<sup>1</sup>, Huang Qing<sup>2</sup>

(1.School of Economics, Nankai University, Tianjin 300071, China;

2.National School of Development, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** This paper constructs an industry-level time sensitivity indicator, by combining the data on the share of air transportation at the product-export level and input-output table. Then it investigates the impacts of transportation infrastructure on export trade from the perspective of time sensitivity, by using enterprise data of China's industrial sector from 1998 to 2007. The empirical results show that: firstly, the "time sensitivity" varies substantially with industries, and a more innovative high-tech industry has much higher-level time sensitivity; secondly, the quality of transportation infrastructure has obvious effects on export trade; the express and first-class highway which are of higher quality than other roads play a more significant role in enterprise export participation and the amount of exports; thirdly, regarding the impact channels, both respective-province and neighboring-province transportation infrastructures promote enterprise exports and have more significant effects on industries with high time sensitivity, while respective-province transportation infrastructure plays a bigger promotion role; fourthly, foreign-owned enterprises, compared with domestic enterprises, are more sensitive to transportation infrastructure, showing that transportation infrastructure is actually an important factor affecting foreign capital inducement. Therefore, the improvement of transportation infrastructure is beneficial to the transformation of comparative advantages in China's export into high-tech industries, thereby promoting the transformation and upgrading of export structure.

**Key words:** respective-province transportation infrastructure; neighboring-province transportation infrastructure; time sensitivity; export performance

(责任编辑 景行)