

# 高铁的间接货运效应评估： 基于企业库存成本的实证分析<sup>\*</sup>

李 涵 李 超

**内容提要：**中国高铁建设的巨大成就引起了学者们的广泛关注。但是，目前还鲜有文献考察高铁通过分流作用产生的间接货运效应。与以往文献不同，本文以企业库存成本为切入点，将高铁开通视为准自然实验，深入分析了高铁建设产生的间接货运效应。具体地，本文选取 2003 年秦沈客运专线开通这一事件，将与之平行的沈山铁路附近企业作为实验组，省内其他地区的企业作为控制组，使用 PSM-DID 方法进行分析评估。基于 1998—2007 年辽宁省制造业企业面板数据，我们发现，相对于控制组企业，秦沈客运专线的开通使实验组企业的库存水平显著降低了 10%~15%。进一步，根据企业主要运输方式的不同，我们构建了三重差分模型，结果发现，高铁对库存水平的影响随着企业对铁路运输依赖度的提高而增大，从而识别了高铁的间接货运效应。在异质性分析中，我们还发现，高铁产生的这种间接货运效应对运输成本较高的行业以及非国有企业的作用更大。本文发掘出高铁影响经济增长的一种新的微观作用渠道，即通过分流作用间接提高常规铁路的运输效率，降低企业库存成本，提升企业生产管理效率并推动经济增长。

**关键词：**高铁 企业库存 间接货运效应

**作者简介：**李 涵，西南财经大学经济与管理研究院常务副院长、教授，611130；  
李 超（通讯作者），西南财经大学财政税务学院讲师、博士，611130。

**中图分类号：**F832.5 **文献标识码：**A **文章编号：**1002-8102(2021)10-0102-14

## 一、引 言

进入 21 世纪以来，中国的高铁建设取得了举世瞩目的成就。根据国家铁路局公布的信息，截至 2017 年底，中国高铁的营业里程已经达到 2.5 万公里以上，超过了其他国家的高铁里程总和，居世界第一位。2017 年 9 月 21 日，“复兴号”动车组在京沪高铁上率先实现 350 公里时速运营，成为世界上商业运营速度最快的高铁列车。根据 2016 年发布的《中长期铁路网规划》，为适应全面建

<sup>\*</sup> 基金项目：国家自然科学基金面上项目“高速铁路对企业生产率的影响机制研究”（71773097）；中央高校重点研究基地项目“新型城镇化与可持续发展研究基地”（JBK190601）。作者感谢匿名审稿专家的宝贵建议，文责自负。李超电子邮箱：chaoli@swufe.edu.cn。

成小康社会的目标要求,我国将进一步扩大铁路网规模,快速扩充运输能力,主要繁忙干线实现客货分线。

中国高铁建设的巨大成就引起了学者们的广泛关注,越来越多的学者开始深入研究高铁产生的经济效应,但目前的文献还存在一些不足。首先,以往的研究重点关注高铁作为一种稳定高效的客运交通工具,通过压缩时空、扩大出行范围对区域经济产生的影响,而鲜有文献考察高铁产生的间接货运效应。这里所说的间接货运效应是指,新建的高铁可以通过分流作用,即将平行的普通铁路上的客流转移到新开通的高铁上,大大减轻普通铁路上的客运压力,从而释放货运潜力,提高货运效率(Bullock 等,2012)。例如,武广高铁开通后,在武汉至广州的常规线路上取消了 12 趟客运列车,增加了 6 趟货运列车。其次,与国外早期的文献一致,绝大多数研究从宏观层面探讨中国高铁对区域经济产生的影响,鲜有来自微观层面的证据。宏观层面的研究往往难以避免交通基础设施与经济增长之间的因果倒置问题和遗漏变量问题(Holtz-Eakin,1994;Chen 等,2007),从而带来计量估计上的内生性问题,得到的系数往往只说明了某种相关关系。同时,交通基础设施对经济增长的影响渠道也是错综复杂的,而宏观层面的研究很难识别出其中的具体影响途径。

与以往文献不同,本文以企业库存成本为切入点,利用企业微观调查数据,深入分析高铁建设产生的间接货运效应。通常情况下,为了满足连续性生产的需求,企业有必要持有一定量的原材料或半成品作为安全存货(Safety Stock),并进行有效的库存管理,其目标是在保持生产持续性的前提下极小化库存成本(Shirley 和 Winston,2004)。从微观理论上来说,运输效率提高可以缩短运输时间并降低运输的不确定性,企业会因此减少安全存货,从而降低库存水平和库存成本(Tyworth 和 Zeng,1998;李涵、黎志刚,2009)。因此,本文以企业库存成本为切入点,试图回答“高铁的间接货运效应是否存在”“间接货运效应有多大”“间接货运效应产生的机制是什么”“间接货运效应对不同企业的影响是否存在异质性”等一系列问题。

具体地,本文选取 2003 年秦沈客运专线开通这一事件来分析高铁开通对沿线制造业企业库存水平的影响。秦沈客运专线是中国第一条高速铁路,连接河北省秦皇岛市与辽宁省沈阳市,它的开通运营可以通过分流作用提高与之平行的普通铁路——沈山铁路的货运效率(陈春阳等,2005;张景芬,2007),为铁路附近的企业减少安全存货、降低库存水平创造了条件。根据修春亮等(2008)的数据计算,与 2000 年相比,2005 年沈山铁路的客运周转量下降了 8%,而货运周转量增长了 18.3%,分流效果显著。因此,本文基于 1998—2007 年辽宁省制造业企业面板数据,将沈山铁路附近的企业作为实验组,省内其他地区的企业作为控制组,运用 DID 方法来估计高铁开通对企业库存水平的影响。进一步,根据文献中的做法,我们采用 PSM-DID 方法对可能存在的样本选择问题进行了处理(徐志刚等,2018)。结果发现,相对于控制组企业,秦沈客运专线的开通使实验组企业的库存水平显著降低了 10%~15%。在异质性分析中,我们还发现,高铁对非国有企业库存的影响比国有企业更大。同时,相对于运输成本较低的行业,运输成本较高的行业受到的影响更大。

为了进一步识别其中的作用渠道,我们根据企业存货主要运输方式的不同,构建三重差分(DIDID)模型进行分析。理论上,若高铁通过提高铁路运输效率影响企业的库存水平,则存货主要由铁路运输的企业受到的影响应该更大。本文根据投入产出表(1997 年)中每个部门生产所消耗的运输成本计算出了各行业对铁路运输的依赖度。进一步,根据企业主要运输方式的不同,我们构建了三重差分模型,结果发现,高铁对库存水平的影响随着企业对铁路运输依赖度的提高而增大,从而识别了高铁的间接货运效应。

与本文较为相关的一类文献主要研究高铁的经济效应。早期国际上的研究主要利用日本与欧洲高铁的数据。例如, Sands(1993)发现日本新干线开通后提高了高铁站附近或高铁所在城市的人口增长率和就业增长率。Ahlfeldt 和 Feddersen(2018)发现科隆与法兰克福之间的高铁通过提高区域的可达性,促进了 GDP 的增长。Zheng 和 Kahn(2013)利用中国的数据,发现高铁扩大了人们的出行可达范围,并带动了周边城市房价的上涨,促进了当地经济的发展。但是,也有学者认为,高铁的开通可能带来“虹吸效应”,导致区域经济不平等加剧(Qin, 2017)。近年来,国内考察高铁经济效应的研究也日趋丰富,多数学者认为高铁对区域经济发展具有促进作用,会带动区域的 GDP 增长、增加区域的就业(覃成林等, 2014; 王雨飞、倪鹏飞, 2016)。也有部分学者认为高铁的经济效应不能一概而论,其长期效应还有待观察(王垚、年猛, 2014)。总体上,这些文献利用的大多是地区级别的宏观数据进行研究,尽管也有许多发现,但并不能很好地识别高铁影响经济发展的具体渠道和因果效应。

另一类文献则是关于交通基础设施发展与企业库存的研究。Harris(1915)提出了经典的经济订货批量模型(Economic Order Quantity Model, EOQ 模型),指出企业在进行最优库存决策时,需要权衡库存持有成本和库存获得成本,而交通基础设施发展有助于降低库存获得成本,从而影响企业库存水平。Tyworth 和 Zeng(1998)则用严格的数学推导,证明了更加便利的交通运输系统可以降低企业的平均库存水平、提高生产效率。随后,大量学者从实证的角度,利用各国的数据考察了公路基础设施投资与企业库存之间的关系(李涵、黎志刚, 2009; H. Li 和 Z. G. Li, 2013; 张勋等, 2018)。例如, Shirley 和 Winston(2004)利用美国公路存量和企业存货水平的截面数据研究发现公路设施投资明显降低了企业的存货水平。与这些文献不同,本文主要关注近年来迅猛发展的高铁对中国制造业企业库存水平的影响,从客运专线分流的角度,验证高铁产生的间接货运效应,丰富了这部分文献。

本文的贡献主要有以下几点:第一,本文发掘出高铁影响经济增长的一种新的微观作用渠道,即通过分流作用提高常规铁路的运输效率,降低企业库存成本,提升企业生产管理效率并推动经济增长;第二,在估计方法上,本文基于秦沈客运专线开通这一准自然实验,采用 PSM-DID 方法估计了高铁开通对企业库存成本的影响,并根据企业主要运输方式的不同构建三重差分模型进一步识别了高铁的间接货运效应;第三,本文的研究有助于我们更加准确地评估高铁项目的成本与收益,更加全面地认识高铁对经济发展产生的作用,为政府推动“一带一路”建设、发展高铁经济提供直接的政策依据。

本文其余部分安排如下:第二部分是研究策略;第三部分是计量模型;第四部分是数据来源与描述性统计;第五部分是实证结果;第六部分是进一步分析;第七部分是结论。

## 二、研究策略

本文利用 2003 年秦沈客运专线开通这一准自然实验,估计高铁对企业库存水平的影响。秦沈客运专线于 1999 年 8 月开工建设,2003 年 10 月开通运营,是中国第一条高铁客运专线。它连接河北省秦皇岛市和辽宁省沈阳市,全长约 400 公里,其中 95% 以上的线路位于辽宁省境内。<sup>①</sup>与普通铁路不同,秦沈客运专线只进行客运,不进行货运,且运营速度大幅提升,列车最高运营速度达

<sup>①</sup> 本文将研究范围限于辽宁省。

到 210 公里/小时。秦沈客运专线的建设和成功运营为之后中国大规模的高铁建设提供了宝贵经验,是我国铁路建设史上的一座里程碑。

在秦沈客运专线开通之前,连接秦皇岛市(山海关区)和沈阳市的普通铁路是沈山铁路。沈山铁路自 1894 年开始建设,于 1912 年全线通车,全长约 425 公里。作为连接关内外的主要运输通道,1995 年沈山铁路承担了进出关铁路客运量的 90%、货运量的 80%。同时,由于连接了中国两大经济重地——东北老工业基地和京津冀地区,沈山铁路也是中国货流密度和客流密度最大的线路之一。1996 年沈山铁路秦沟段最大区段货流密度达到 6058 万吨,开行客车 41.5 对,铁路运输能力利用率达到 98.3%。严重饱和的铁路利用率限制了进出关客货运输的增长,成为东北地区经济发展的运输瓶颈。而秦沈客运专线的修建正是为了缓解沈山铁路的运输压力。

秦沈客运专线的开通可以产生显著的分流效应,从而改善沈山铁路的货运效率,为附近企业降低库存成本、提高生产效率创造条件。据张景芬(2007)统计,2006 年秦沈客运专线的客运量与沈山铁路的客运量之比为 0.57:1,分流作用明显。另外,基于修春亮等(2008)提供的数据进行对比可以发现,2005 年沈山铁路的客运周转量相较于 2000 年下降了 8%,而货运周转量则增长了 18.3%。根据前文的分析,这将有利于铁路附近的企业减少安全存货、降低库存水平。

基于以上分析,本文将利用 2003 年秦沈客运专线开通这一准自然实验,来评估高铁对企业库存水平的影响并探究其中的作用机制。秦沈客运专线开通后,沈山铁路附近的企业将受到货运效率改善的影响,因此我们将沈山铁路附近的企业作为实验组,辽宁省内其他地区的企业作为控制组,通过比较两组企业在秦沈客运专线开通后库存水平的变化,估计高铁开通对企业库存水平的影响。具体地,我们将与沈山铁路最近货运站的距离小于等于 50 公里的企业作为实验组。

### 三、计量模型

#### (一)基本模型

本文使用双重差分模型来估计高铁开通对企业库存水平的影响。具体如下:

$$\ln Inventory_{it} = \beta_0 + \beta_1 Hsr_i \times T_d + \beta_2 \ln X_{it} + \beta_3 X_{it} + u_t + u_i + u_{it} \quad (1)$$

其中,  $Inventory_{it}$  是企业  $i$  在第  $t$  年的库存水平。企业存货大致可以分为原材料、半成品和产成品。Blinder 和 Maccini(1991)指出,企业 80% 以上的库存量是原材料及半成品,因此非产成品存货是库存管理的核心内容。另外,Shirley 和 Winston(2004)指出,非产成品存货的获取成本主要来自运输,这更加符合经济订货批量模型的设定。因此,基于本文的研究目的,计量模型中的被解释变量只包括企业的非产成品存货,这与相关文献(李涵、黎志刚,2009;李超、李涵,2017)的做法保持一致。

$Hsr_i$  为分组虚拟变量,当企业  $i$  与沈山铁路最近货运站的距离小于等于 50 公里时,  $Hsr_i$  取值为 1。<sup>①</sup>  $T_d$  是高铁开通前后的虚拟变量,2003 年及以后年份均取值为 1。模型中交乘项  $Hsr_i \times T_d$  的系数  $\beta_1$  即我们估计的政策效应。若秦沈客运专线的开通会导致企业库存水平下降,则我们预测  $\beta_1$  的符号为负。

① 稳健性检验中也尝试了其他距离分组(40 公里和 60 公里),结论并不发生改变。另外,我们还参照 Datta(2012)的做法,使用连续距离变量替代分组的二值虚拟变量进行稳健性检验,发现距离越近,受到的影响越大。

$X_{it}$  是企业层面的一系列控制变量。首先,我们使用企业当年的中间投入作为企业对非产成品存货需求的代理变量。因为企业当年的中间投入越多,理论上所需的非产成品存货就越多,用以维持生产的连续性(李涵、黎志刚,2009)。其次,我们根据文献,使用企业的长期投资和固定资产净值来衡量企业持有存货所占资金的机会成本(Hay 和 Louri,1994)。再次,我们无法获得企业库存产生的库房租赁和管理费用,以及订单处理成本等变量的数据,但是这些变量很可能与企业特性和地理位置有关,因此我们通过企业固定效应和一些宏观变量来控制(李涵、唐丽森,2015)。最后,我们控制了企业的补贴收入和利息支出,用于反映企业的资金约束;控制了企业的利润总额、销售额、本年折旧、出口交货值和从业人数,用于反映企业规模。 $X_{jt}$  是地级市层面的一系列宏观影响因素。我们控制了人均 GDP、城镇化率、第二产业占比、第三产业占比等,用于反映企业所处地级市的宏观经济环境。

$u_i$  为年份固定效应,用以控制每年对所有企业影响一致的宏观经济形势和经济政策等因素。 $u_i$  为企业固定效应,用以控制所有不随时间变化的企业异质性和所在市的异质性,包括企业的管理水平、行业特性及所在地区的地理环境等。

## (二) 样本选择问题

受控实验(Controlled Experiment)中样本在实验组和控制组是随机分布的,因此当实验结束后,两组样本的结果所呈现的差异可以归结为接受处理所产生的效果。但一项准自然实验通常很难满足随机分布这个条件。在本文的背景中,基于政治或经济因素考虑新修的高铁很有可能会导致高铁附近的企业样本与其他地区的企业样本存在系统性的差异(李超等,2021)。针对这一选择性问题,本文首先利用由 Heckman(1976)、Rosenbaum 和 Rubin(1983)的方法发展而来的 PSM 方法来消除样本选择偏差,使之更加趋近于一项随机实验;其次使用 DID 方法重新估计高铁开通对企业库存水平的影响。近年来,这种将二者相结合的 PSM-DID 方法在政策评估领域得到了广泛的认可(徐志刚等,2018)。

# 四、数据来源与描述性统计

## (一) 数据来源

本文的数据来源主要有三个。第一,1998—2007 年的制造业企业数据来源于国家统计局编制的中国工业企业数据库。该数据库是中国目前样本量最大、信息最全面的企业数据库之一,记录了所有国有工业企业以及年销售额在 500 万元以上的非国有工业企业的年度数据。该数据库主要包括两类信息:企业基本情况和财务信息。参照 Brandt 等(2012)的方法,我们根据企业的基本情况构造了 1998—2007 年的非平衡面板数据,并对 2002 年前后企业的行业代码进行了调整和统一。基于研究设计,本文主要使用辽宁省内的制造业企业样本,同时剔除了主要变量存在异常值的企业样本。<sup>①</sup> 另外,为了计算每个企业与沈山铁路的距离,我们根据企业地址收集了企业所在地的经纬度信息。

第二,地级市层面的数据主要来源于《中国城市统计年鉴》。我们从《中国城市统计年鉴》中收集了 1998—2007 年辽宁省各市的人均 GDP、三次产业对经济增长的贡献率以及城市人口所占比

<sup>①</sup> 文中剔除了销售额、负债、折旧、补贴、出口额、总资产、存货、长期投资、固定资产净值、中间投入小于 0 的数据明显存在错误的样本,同时剔除了销售额、固定资产、中间投入、从业人数、折旧为 0(说明没有生产行为)的不合理样本。

例等数据,用于反映企业所处地级市的宏观经济环境。另外,我们还从中国经济数据库(CEIC)中获取了各地级市的公路里程数数据,从EPS数据库中获取了各地级市的行政区域面积和公路货运量数据。

第三,辽宁省的交通数据来源于《中国交通地图册》(1999—2008年)。<sup>①</sup>我们利用地理信息系统(ArcGIS10.5)对辽宁省的交通信息进行了电子化。通过高速公路电子地图,我们可以计算出各地级市的高速公路里程数。

(二)描述性统计

表1为变量描述性统计。图1为1998—2007年实验组与控制组企业库存销售比。利用库存销售比这个指标,我们可以对比不同规模下企业的库存水平(H. Li和Z. G. Li,2013)。使用DID方法需要满足共同趋势假设,即在高铁开通前,实验组与控制组企业库存水平的变化具有相同的时间趋势。从图1可以看出,在高铁开通前,实验组企业的库存水平要高于控制组企业,但两组企业库存水平的变化趋势基本是一致的,即满足共同趋势假设。但在高铁开通后,实验组企业库存水平下降的速度超过了控制组,到2007年实验组企业的库存水平已经低于控制组企业。由此,可以初步推断,高铁开通后两组企业库存水平变化趋势的差异,可能正是受到了高铁开通这个事件的影响。

表 1

变量描述性统计

变量名称	均值	标准误差	样本量
存货(万元)	15733.13	800.53	38966
从业人数(人)	412.63	13.66	38966
工业销售产值(万元)	127280.90	5773.79	38966
出口交货值(万元)	21970.43	1216.49	38966
本年折旧(万元)	5427.43	414.39	38966
固定资产年均余额(万元)	61529.41	3803.93	38966
利息支出(万元)	1988.80	105.76	38966
补贴收入(万元)	381.61	35.86	38966
利润总额(万元)	3518.45	680.99	38966
中间投入合计(万元)	100494.50	4404.00	38966
长期投资(万元)	3866.35	195.59	38966
城镇化率(%)	51.52	0.06	140
人均GDP(万元)	2.36	0.01	140
第二产业占比(%)	48.20	0.04	140
第三产业占比(%)	40.81	0.03	140
高速公路密度(公里/公里 <sup>2</sup> )	0.032	0.0019	140
非高速公路密度(公里/公里 <sup>2</sup> )	0.38	0.015	112
公路货运量(万吨)	5288.97	392.67	140

注:高速公路密度=高速公路里程数/城市面积;非高速公路密度=(公路里程数-高速公路里程数)/城市面积。

① 为了统一,本文使用的地图册均为每年第一季度出版的。因此,2001年地图册描绘的是2000年辽宁省的交通信息,后面年份依此类推。



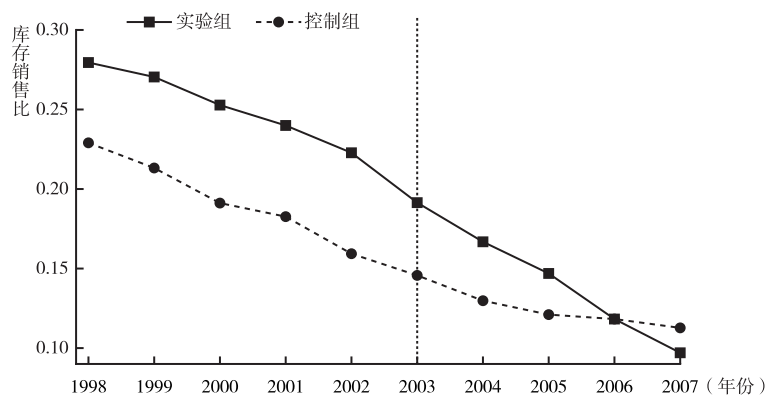


图 1 1998—2007 年实验组与控制组企业库存销售比

五、实证结果

(一)基于未匹配 DID 方法的估计

表 2 是在未匹配样本的情形下,直接利用模型(1)估计的结果,交乘项  $Hsr \times T$  的估计系数均显著为负,表明高铁开通显著降低了常规铁路附近企业的库存水平。在列(1)中我们只控制了企业固定效应和年份固定效应,在列(2)、列(3)中我们依次加入了企业特征变量和所在地级市的特征变量,交乘项  $Hsr \times T$  的估计系数均显著为负,且数值变化不大,说明我们估计的结果较为稳健。这里采用的分组距离为 50 公里,我们还按照其他距离进行了分组,估计结果类似(见第六部分的稳健性检验)。控制所有特征变量之后的估计结果表明,高铁开通致使企业的库存水平下降了 13.6%。这个结果与我们之前的预期相符,因为秦沈客运专线开通可以通过客货分流,释放沈山铁路的货运空间与潜力,提高运输效率,为企业减少安全存货、降低库存水平创造条件。从经济意义上来看,高铁开通产生的间接货运效应是相当大的。根据李涵和黎志刚(2009)的估计,企业库存对高速公路里程数的弹性系数为  $-6.8\%$ ,也就是说,高铁产生的间接货运效应相当于辽宁省高速公路里程数增加 1 倍的效果。

表 2 基于未匹配 DID 方法的估计结果

变量	lnInventory		
	(1)	(2)	(3)
$Hsr \times T$	-0.187 *** (0.000)	-0.150 *** (0.000)	-0.136 *** (0.000)
企业控制变量	No	Yes	Yes
城市控制变量	No	No	Yes
企业固定效应	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes
样本量	38966	38948	38937

注:括号内为 p 值,标准误差聚类在企业所在的社区(村)水平上;\*、\*\* 和 \*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平下显示。下同。

(二)基于 PSM-DID 方法的估计

进一步,针对高铁线路可能存在的选择性问题,我们首先使用 PSM 方法消除样本选择偏差,使样本分布更加趋近于一项随机试验;其次使用 DID 方法重新估计高铁开通对企业库存水平的影响。具体操作过程如下。第一步,运用 PSM 方法获得匹配后的企业样本。在匹配过程中,我们使用所有的企业特征变量(包括从业人数、工业销售产值、出口交货值、本年折旧、固定资产年均余额、利息支出、补贴收入、利润总额、中间投入合计、长期投资),按照 1:1 的最近邻匹配规则进行匹配。表 3 是匹配后的实验组与控制组样本进行平衡性检验的结果。可以观察到,在匹配前,虽然两组企业样本在大多数指标上没有统计性的差别,但与绝大多数准自然实验一样,部分指标仍存在显著性差异,如出口交货值、本年折旧、固定资产年均余额和长期投资;而在匹配后,两组企业样本在所有特征指标上均没有统计性的差别,此时的样本分布更加趋近于一项随机试验。第二步,仅使用匹配后的企业样本,运用模型(1)重新估计高铁开通对企业库存水平的影响。

表 3 匹配变量及平衡性检验

变量	匹配阶段	平均值		偏离度	偏离度的降低程度	t 检验	
		实验组	控制组			t 值	p 值
从业人数	匹配前	404. 3	416. 82	- 0. 5		- 0. 43	0. 665
	匹配后	404. 3	414. 64	- 0. 4	17. 4	- 0. 38	0. 703
工业销售产值	匹配前	1. 20E + 05	1. 30E + 05	- 0. 7		- 0. 57	0. 572
	匹配后	1. 20E + 05	1. 20E + 05	0. 1	87. 6	0. 07	0. 945
出口交货值	匹配前	10652	27665	- 8		- 6. 6	0
	匹配后	10652	9836. 9	0. 4	95. 2	0. 65	0. 519
本年折旧	匹配前	4190. 8	6049. 7	- 2. 6		- 2. 12	0. 034
	匹配后	4190. 8	4303. 4	- 0. 2	93. 9	- 0. 24	0. 811
固定资产年均余额	匹配前	50216	67222	- 2. 6		- 2. 11	0. 035
	匹配后	50216	51412	- 0. 2	93	- 0. 2	0. 838
利息支出	匹配前	1977. 6	1994. 4	- 0. 1		- 0. 07	0. 94
	匹配后	1977. 6	1821. 1	0. 8	- 833. 1	0. 82	0. 412
补贴收入	匹配前	387. 3	378. 74	0. 1		0. 11	0. 91
	匹配后	387. 3	394. 21	- 0. 1	19. 3	- 0. 11	0. 913
利润总额	匹配前	2033	4265. 9	- 1. 9		- 1. 55	0. 122
	匹配后	2033	1640. 9	0. 3	82. 4	0. 38	0. 704
中间投入合计	匹配前	1. 00E + 05	1. 00E + 05	0		- 0. 01	0. 992
	匹配后	1. 00E + 05	98377	0. 3	- 2033. 7	0. 2	0. 843
长期投资	匹配前	5146. 5	3222. 2	4. 7		4. 64	0
	匹配后	5146. 5	5261. 7	- 0. 3	94	- 0. 19	0. 847

表 4 是基于 PSM-DID 方法的估计结果。总体上,与基于未匹配 DID 方法的估计结果相比,此时交乘项的系数依然显著为负,但其绝对值略微下降。这表明,若不考虑样本选择问题,将导致高估高铁对企业库存的影响。因此,后文的估计,我们都将采用 PSM-DID 方法。



表 4 基于 PSM-DID 方法的估计结果

变量	lnInventory		
	(1)	(2)	(3)
$Hsr \times T$	-0.150 *** (0.006)	-0.138 *** (0.005)	-0.104 ** (0.041)
企业控制变量	No	Yes	Yes
城市控制变量	No	No	Yes
企业固定效应	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes
样本量	22206	22197	22191

(三)平行趋势假设检验

双重差分模型的有效性依赖于平行趋势假设,即政策发生前,实验组和控制组的因变量应有相似的时间趋势。如果这一假设不满足,则此前估计的政策效果很可能是某些遗漏变量导致的,而不是高铁开通产生的影响。为了验证平行趋势假设,本文根据 Lin(2017)的方法,构建了一个事件研究(Event Study),具体模型如下:

$$\ln Inventory_{it} = \beta_0 + \beta_k \sum_{k=-4}^{k=4} Hsr_i \times T_{d+k} + \beta_2 \ln X_{it} + \beta_3 X_{jt} + u_t + u_i + u_{it} \tag{2}$$

模型(2)中添加了交乘项  $Hsr \times T$  的提前期(四期)和滞后期(四期)。添加提前期能够估计未来开通的高铁的政策效应,作为安慰剂测试;添加滞后期则能够追踪高铁开通后连续几年的政策效应。在此事件研究中,若交乘项  $Hsr \times T$  的提前期系数不显著,则表明实验组和控制组的企业库存水平在高铁开通前具有相似的变化趋势,即模型通过了平行趋势假设检验。

图 2 报告了事件研究中交乘项的回归系数及其 90% 的置信区间。这里,我们仍然使用 PSM-DID 方法进行估计。结果表明,交乘项  $Hsr \times T$  提前期的系数均不显著,这表明在高铁开通前实验组与控制组企业库存水平的上升趋势不存在显著差异,即通过了平行趋势假设检验,保证了 DID 方法估计的有效性。在高铁开通后,交乘项  $Hsr \times T$  滞后期的系数均为负数,且在高铁开通两年后的三年里均显著为负,这表明相对于控制组而言,实验组企业的库存水平在高铁开通两年后确实有所下降。

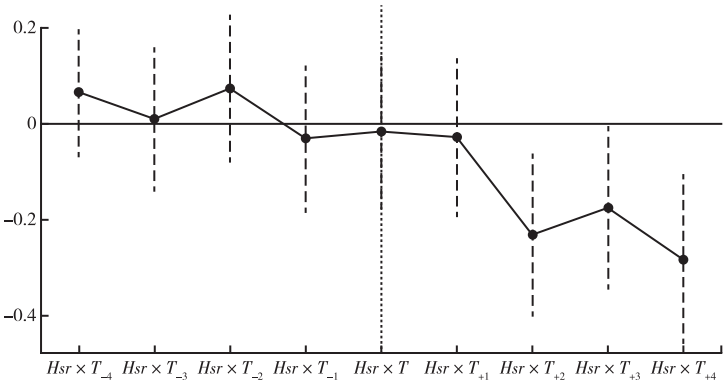


图 2 平行趋势假设检验

注:实心圆点为事件研究中交乘项  $\sum_{k=-4}^{k=4} Hsr_i \times T_{d+k}$  的回归系数,虚线为其 90% 的置信区间。

(四)渠道识别

前文中我们利用 PSM-DID 方法估计了高铁开通对企业库存水平的影响。根据理论分析,我们认为高铁开通产生的分流效应提高了常规铁路的运输效率,致使企业可以在满足连续生产的条件下减少安全存货、降低库存水平、提高生产效率。本部分我们将对这个影响渠道做进一步识别。

若高铁通过提高铁路运输效率来影响企业的库存水平,则存货主要由铁路运输的企业受到的影响应该更大。因此,我们利用企业运输方式的异质性,构建三重差分模型对此进行检验。首先,我们使用投入产出表中的运输成本信息来识别企业的主要运输方式。具体地,我们将企业数据按照行业(两位行业代码)与 1997 年中国 124 个部门的投入产出表进行匹配,并利用投入产出表中的运输成本信息,计算每个行业生产过程中铁路运输成本占总运输成本的比重。这个数值越大,说明该行业对铁路运输的依赖度越高。其次,我们将行业对铁路运输的依赖度与  $Hsr_i \times T_d$  交乘,做三重差分分析,对高铁的间接货运效应渠道进行识别。具体估计方程如下:

$$\ln Inventory_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Rely\_rail_i \times Hsr_i \times T_d + \alpha_2 Rely\_rail_i \times T_d + \alpha_3 Hsr_i \times T_d + \alpha_4 \ln X_{it} + \alpha_5 \ln X_{jt} + u_t + u_i + u_{it} \tag{3}$$

其中, $Rely\_rail_i$ 为铁路运输依赖度,企业存货越依赖于铁路运输时, $Rely\_rail_i$ 的取值就越大。若高铁通过提高铁路运输效率来影响企业的库存水平,则存货主要由铁路运输的企业受到的影响应该更大,即  $\alpha_1$  应显著为负。运用这个模型进行识别的一个好处是,可以有效排除其他影响渠道。例如,高铁开通也可能导致铁路附近的房价和租金上涨,使企业持有存货的机会成本上升,从而降低库存水平。但是,这种影响一般不会对铁路运输的企业和非铁路运输的企业中存在异质性,也就是说,  $\alpha_1$  应该不显著。因此,我们可以基于这个三重差分模型来识别高铁是否通过提高铁路运输效率来影响企业的库存水平。

表 5 中列(1)为对方程(3)回归的估计结果。其中,  $\alpha_1$  的估计系数显著为负,这表明高铁对库存水平的影响随着企业对铁路运输依赖度的提高而增大。另外,我们在列(2)和列(3)中进行了分样本回归。我们将企业按照铁路运输依赖度分为两组:组 1 企业的铁路运输依赖度高,即存货主要由铁路运输;组 2 企业的铁路运输依赖度低,即存货主要由其他运输方式承担。<sup>①</sup> 我们发现高铁只对铁路运输依赖度高的企业作用显著,而对铁路运输依赖度低的企业作用不显著。因此,这里的渠道识别,证实了高铁是通过提高铁路运输效率进而降低企业库存水平的。

表 5 基于 PSM-DID、PSM-DID 方法的渠道识别

变量	lnInventory		
	(1) 总样本	(2) 铁路运输依赖度高	(3) 铁路运输依赖度低
$Hsr \times T \times Rely\_rail$	-0.590** (0.035)		
$T \times Rely\_rail$	0.220 (0.300)		
$Hsr \times T$	0.270 (0.130)	-0.191** (0.041)	0.0858 (0.380)

① 受篇幅所限,结果未列示,感兴趣的读者可联系通讯作者索取。

续表 5

变量	lnInventory		
	(1) 总样本	(2) 铁路运输依赖度高	(3) 铁路运输依赖度低
企业控制变量	Yes	Yes	Yes
城市控制变量	Yes	Yes	Yes
企业固定效应	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes
样本量	14037	7366	6671

六、进一步分析

(一) 异质性分析

1. 运输成本

Fujita 等(2001)在《空间经济学:城市、区域与国际贸易》中指出,冰山运输成本下降对拥有不同运输成本的行业影响不一。因此,本文将探讨高铁开通对运输成本不同的行业的异质性影响。实证研究中,通常使用产品重量-价值比来衡量企业的运输成本(Yang,2018)。但是,中国工业企业数据库中并没有提供产品的重量信息,因此我们使用1997年中国进出口贸易数据来计算各个行业的重量-价值比,并根据行业重量-价值比设置了运输成本的虚拟变量 *Heavy*:当重量-价值比大于中位数时, *Heavy* 取值为1。表6中列(1)和列(2)的分样本回归结果显示,高铁开通只对运输成本较高行业的库存水平作用显著;列(3)增加交乘项的估计结果显示,相对于运输成本较低的行业,高铁开通对运输成本较高行业的库存水平影响更大。

表 6 基于 PSM-DID 方法的异质性分析

变量	lnInventory					
	(1) <i>Heavy</i> = 0	(2) <i>Heavy</i> = 1	(3) 全样本	(4) <i>Nosoe</i> = 0	(5) <i>Nosoe</i> = 1	(6) 全样本
<i>Hsr</i> × <i>T</i>	-0.0232 (0.751)	-0.180 *** (0.010)	-0.00231 (0.970)	0.0577 (0.667)	-0.116 ** (0.043)	0.0742 (0.534)
<i>Hsr</i> × <i>T</i> × <i>Heavy</i>			-0.177 ** (0.028)			
<i>T</i> × <i>Heavy</i>			0.178 *** (0.007)			
<i>Hsr</i> × <i>T</i> × <i>Nosoe</i>						-0.266 ** (0.035)
<i>T</i> × <i>Nosoe</i>						0.467 *** (0.000)
企业控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
城市控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
企业固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本量	10229	11890	22119	3007	19184	22191

## 2. 国有企业和非国有企业

进一步,我们探讨了高铁开通对不同所有制形式企业的异质性影响。对于国有企业而言,利润最大化并不是其生产经营的唯一目标,它还会注重生产的稳定性以及就业问题。所以,相对于国有企业来说,面对高铁的冲击,非国有企业可以更灵活地调整库存管理策略,从而受到的影响可能更大。为了验证这个假说,本文根据聂辉华等(2012)的建议,设置了企业所有制形式的虚拟变量  $Nosoe$ :将企业登记注册类型为“国有”“国有独资公司”“国有与集体联营”“国有联营”的四类企业视为国有企业,此时  $Nosoe = 0$ ;将其他所有企业视为非国有企业,即  $Nosoe = 1$ 。表 6 中列(4)和列(5)的分样本回归结果显示,高铁开通仅对非国有企业的库存水平作用显著;列(6)增加交乘项的估计结果显示,相对于国有企业而言,高铁开通对非国有企业库存水平的影响更大。

### (二)稳健性检验

本文进行了多项稳健性检验,<sup>①</sup>结论均保持一致。

首先,为了加强本文的结论,我们进一步排除了其他可能的因素。第一,控制经济集聚对企业库存的影响;第二,排除“振兴东北”战略可能对企业库存的影响;第三,控制铁路提速对企业库存的影响;第四,控制公路发展对企业库存的影响。

其次,除了 PSM-DID 方法之外,我们进一步使用研究中两个常用的方法,即使用或然地区样本(Inconsequential Place)方法和工具变量方法来解决样本选择问题。

再次,我们基于 2011—2013 年中国工业企业数据库,构造了制造业企业面板数据,并收集了截至 2013 年的高铁开通历史信息,检验了本文结论的外部有效性。借鉴 Lin(2017)的动态双重差分模型,估计出的高铁间接货运效应与此前的结果大小接近,且依然显著。

最后,尝试其他距离分组(40 公里和 60 公里)。同时,参照 Datta(2012)的做法,使用连续距离变量替代分组的二值虚拟变量,进行稳健性检验,发现距离越近,受到的影响越大。

## 七、结 论

本文以企业库存成本为切入点,将高铁开通视为准自然实验,深入分析了高铁开通产生的间接货运效应。具体地,本文选取 2003 年秦沈客运专线开通这一事件,将与之平行的沈山铁路附近企业作为实验组,省内其他地区的企业作为控制组,使用 PSM-DID 方法进行分析评估。基于 1998—2007 年辽宁省制造业企业面板数据,我们发现,相对于控制组企业,秦沈客运专线的开通使实验组企业的库存水平显著降低了 10%~15%。该结论通过了多项稳健性测试。进一步,根据企业主要运输方式的不同,我们构建了三重差分模型,结果发现,高速铁路对库存水平的影响随着企业对铁路运输依赖度的提高而增大,从而识别了高速铁路的间接货运效应。在异质性分析中,我们还发现,高铁产生的这种间接货运效应对运输成本高的行业以及非国有企业的作用更大。本文发掘出高铁影响经济增长的一种新的微观作用渠道,即通过分流作用间接提高常规铁路的运输效率,降低企业库存成本,提升企业生产管理效率并推动经济增长。

本文的研究具有重要的现实意义。根据国家发改委发布的《2015 年全国物流运行情况通报》,中国物流成本依然很高,社会物流总费用占 GDP 的比重为 16%,约是美国的 2 倍。企业的库存成

<sup>①</sup> 受篇幅所限,稳健性检验结果未列示,感兴趣的读者可联系通讯作者索取。

本是物流成本的重要组成部分,占比近 50%。<sup>①</sup> 因此,如何降低企业库存成本已经成为当下振兴实体经济的一个重要议题。本文的研究证明,通过高铁建设实行客货分流是提高运输效率、降低库存成本的一种有效手段。同时,随着我国高铁技术越来越成熟,高铁网络覆盖的城市越来越多,人们的出行越来越便利,越来越多的人会选择搭乘高铁出行,高铁的间接货运效应有可能进一步放大。另外,高铁也是我国“一带一路”倡议的重要支撑产业,如何通过对外投资高铁项目帮助共建“一带一路”国家发展经济、提升市场与贸易潜力也是当前面临的重要挑战。本文的研究有助于我们更加准确地评估高铁项目的成本与收益,更加全面地认识高铁对经济发展产生的作用,为政府推动“一带一路”建设、发展高铁经济提供直接的政策依据。

#### 参考文献:

1. 陈春阳、孙海林、李学伟:《客运专线运营对区域经济的影响》,《北京交通大学学报(社会科学版)》2005 年第 4 期。
2. 李超、李涵:《空气污染对企业库存的影响——基于我国制造业企业数据的实证研究》,《管理世界》2017 年第 8 期。
3. 李超、李涵、唐丽森:《高速铁路、运输效率与垂直专业化分工》,《经济学(季刊)》2021 年第 1 期。
4. 李涵、黎志刚:《交通基础设施投资对企业库存的影响——基于我国制造业企业面板数据的实证研究》,《管理世界》2009 年第 8 期。
5. 李涵、唐丽森:《交通基础设施投资、空间溢出效应与企业库存》,《管理世界》2015 年第 4 期。
6. 聂辉华、江艇、杨汝岱:《中国工业企业数据库的使用现状和潜在问题》,《世界经济》2012 年第 5 期。
7. 覃成林、朱永磊、种照辉:《高速铁路网络对中国城市化格局的影响》,《城市问题》2014 年第 9 期。
8. 王垚、年猛:《高速铁路带动了区域经济发展吗?》,《上海经济研究》2014 年第 2 期。
9. 王雨飞、倪鹏飞:《高速铁路影响下的经济增长溢出与区域空间优化》,《中国工业经济》2016 年第 2 期。
10. 修春亮、赵映慧、宋伟:《1990 年以来东北地区铁路运输的空间极化》,《地理学报》2008 年第 10 期。
11. 徐志刚、宁可、钟甫宁、纪月清:《新农保与农地转出:制度性养老能替代土地养老吗?——基于家庭人口结构和流动性约束的视角》,《管理世界》2018 年第 5 期。
12. 张景芬:《沈山线提速改造工程探讨》,《铁道运输与经济》2007 年第 7 期。
13. 张勋、王旭、万广华、孙芳城:《交通基础设施促进经济增长的一个综合框架》,《经济研究》2018 年第 1 期。
14. Ahlfeldt, G. M., & Feddersen, A., From Periphery to Core: Measuring Agglomeration Effects Using High-speed Rail. *Journal of Economic Geography*, Vol. 18, No. 2, 2018, pp. 355 – 390.
15. Blinder, A. S., & Maccini, L. J., Taking Stock: A Critical Assessment of Recent Research on Inventories. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 5, No. 1, 1991, pp. 73 – 96.
16. Brandt, L., Van Biesebroeck, J., & Zhang, Y., Creative Accounting or Creative Destruction? Firm-level Productivity Growth in Chinese Manufacturing. *Journal of Development Economics*, Vol. 97, No. 2, 2012, pp. 339 – 351.
17. Bullock, R. H., Salzberg, A., & Jin, Y., High-speed Rail—The First Three Years: Taking the Pulse of China's Emerging Program. World Bank, 2012.
18. Chen, S. T., Kuo, H. I., & Chen, C. C., The Relationship between GDP and Electricity Consumption in 10 Asian Countries. *Energy Policy*, Vol. 35, No. 4, 2007, pp. 2611 – 2621.
19. Datta, S., The Impact of Improved Highways on Indian Firms. *Journal of Development Economics*, Vol. 99, No. 1, 2012, pp. 46 – 57.
20. Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. J., *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. MIT Press, 2001.
21. Harris, F. W., What Quantity to Make at Once. *The Library of Factory Management*, Vol. 5, 1915, pp. 47 – 52.
22. Hay, D., & Louri, H., Investment in Inventories: An Empirical Microeconomic Model of Firm Behaviour. *Oxford Economic Papers*, Vol. 46, No. 1, 1994, pp. 157 – 170.
23. Heckman, J. J., The Common Structure of Statistical Models of Truncation, Sample Selection and Limited Dependent Variables and a Simple Estimator for Such Models. *Annals of Economic and Social Measurement*, Vol. 4, No. 1, 1976, pp. 475 – 492.

① 数据来源于《2018 年中国物流行业分析报告——市场深度调研与发展前景预测》。

24. Holtz-Eakin, D. , Public-sector Capital and the Productivity Puzzle. *The Review of Economics & Statistics*, Vol. 76, No. 1, 1994, pp. 12 – 21.
25. Li, H. , & Li, Z. G. , Road Investments and Inventory Reduction: Firm Level Evidence from China. *Journal of Urban Economics*, Vol. 76, No. 1, 2013, pp. 43 – 52.
26. Lin, Y. , Travel Costs and Urban Specialization Patterns: Evidence from China's High Speed Railway System. *Journal of Urban Economics*, Vol. 98, 2017, pp. 98 – 123.
27. Qin, Y. , No County Left Behind? The Distributional Impact of High-speed Rail Upgrades in China. *Journal of Economic Geography*, Vol. 17, No. 3, 2017, pp. 489 – 520.
28. Rosenbaum, P. R. , & Rubin, D. B. , The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, Vol. 70, No. 1, 1983, pp. 41 – 55.
29. Sands, B. D. , The Development Effects of High-speed Rail Stations and Implications for California. *Built Environment (1978 - )*, Vol. 19, No. 3, 1993, pp. 257 – 284.
30. Shirley, C. , & Winston, C. , Firm Inventory Behavior and the Returns from Highway Infrastructure Investments. *Journal of Urban Economics*, Vol. 55, No. 2, 2004, pp. 398 – 415.
31. Tyworth, J. E. , & Zeng, A. Z. , Estimating the Effects of Carrier Transit-time Performance on Logistics Cost and Service. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 32, No. 2, 1998, pp. 89 – 97.
32. Yang, Y. , Transport Infrastructure, City Productivity Growth and Sectoral Reallocation: Evidence from China. IMF Working Paper, No. 276, 2018.
33. Zheng, S. , & Kahn, M. E. , China's Bullet Trains Facilitate Market Integration and Mitigate the Cost of Megacity Growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 110, No. 14, 2013, pp. 1248 – 1253.

## The Indirect Freight Effect of High-Speed Railways on Firms' Inventory: An Empirical Study

LI Han, LI Chao (Southwestern University of Finance and Economics, 611130)

**Abstract:** The opening of high-speed railways (HSRs) which are dedicated to passenger transportation can increase the capacity of cargo transportation for conventional rails, which could affect firms' inventory. In this study, we examine the impact of the HSRs on firms' inventory by exploiting the opening of Qinhuangdao-Shenyang Passenger Railway in 2003 as a natural experiment. We use the firms located along Shenyang-Shanhaiguan Railway, which is parallel to Qinhuangdao-Shenyang Passenger Railway, as the experimental group, and firms in other areas within the Province as the control group. The PSM-DID method is adopted. Using a panel dataset of manufacturing firms in Liaoning Province from 1998 to 2007, we find that the above HSR has significantly reduced firms' inventory by 10% -15%. Furthermore, we perform triple difference estimation and find that the HSRs mainly decrease the inventory of firms relying more heavily on railway transportation for their inputs. We also find that the firms in the private sector as well as firms in industries with higher transportation costs experience larger decrease in inventory after the opening of the HSR.

**Keywords:** High-Speed Railways, Firms' Inventory, Indirect Freight Effect

**JEL:** H54, I25, L92

责任编辑: 非同