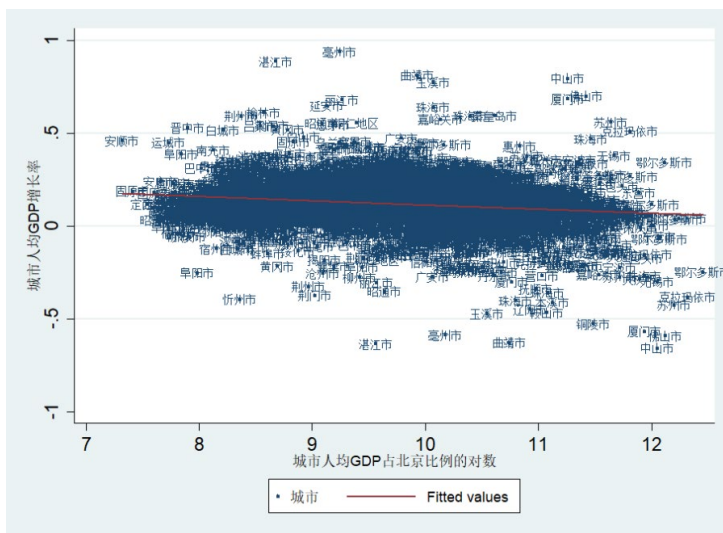


交通基础设施建设、产业结构变化与经济收敛研究

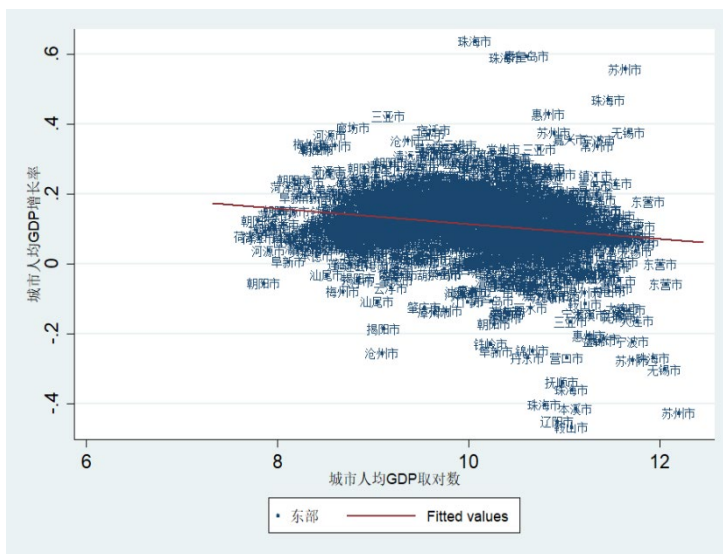
附录与扩展 *

(一) 1999—2016 年不同地区和产业中国地市级城市人均 GDP 及其增长率拟合图

图 A1 1999—2016 年不同地区中国地级城市人均 GDP 及其增长率的拟合图



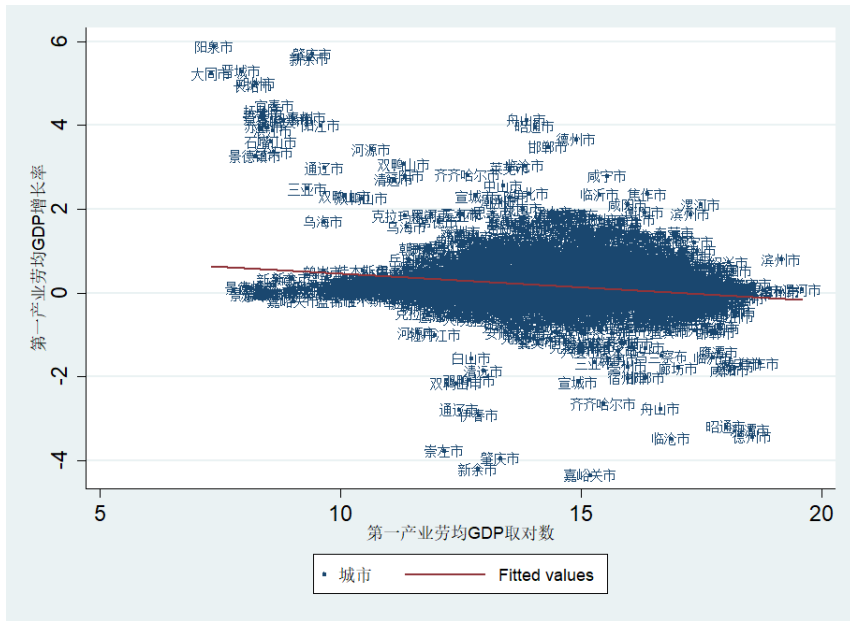
(a) 全国



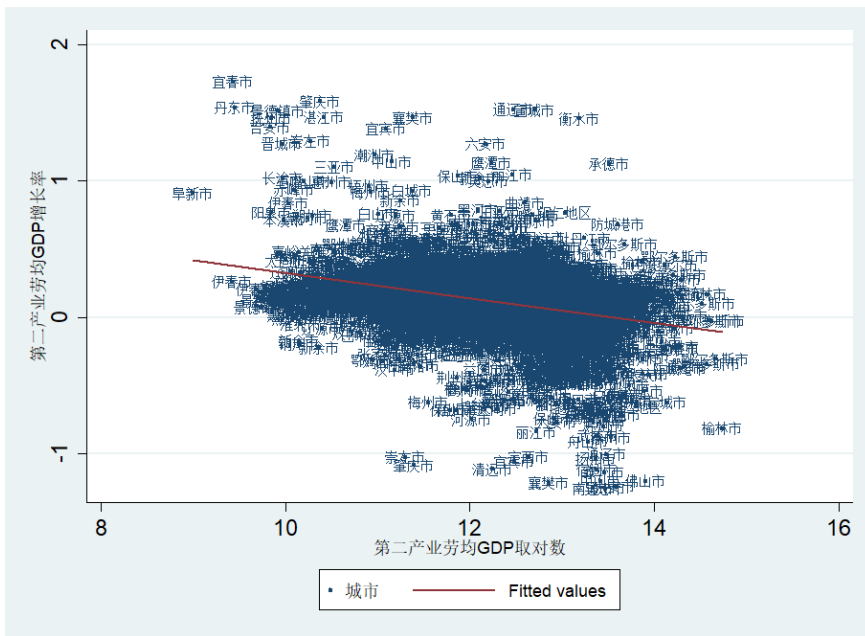
(b) 东部

* 本篇“附录与扩展”内容由论文作者俞峰、梅冬州、张梦婷提供，责任自负。

图 A2 1999—2016 年不同产业中国地级城市人均 GDP 及其增长率的拟合图



(a) 第一产业



(b) 第二产业

表 A2 稳健性检验 III: 不同产业不同地区样本分析

	\hat{V}_{it}		\hat{V}_{it}		\hat{V}_{it}	
	β 绝对收敛		β 绝对收敛		β 绝对收敛	
	第一产业		第二产业		第三产业	
	东部	中西部	东部	中西部	东部	中西部
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$\ln V_{i,t-1}$	-0.0257*** (-4.47)	-0.0221*** (-3.77)	-0.0869*** (-9.01)	-0.0650*** (-6.50)	-0.0449*** (-6.17)	-0.0483*** (-4.51)
控制变量	是	是	是	是	是	是
年固定效应	是	是	是	是	是	是
省份固定效应	否	否	否	否	否	否
城市固定效应	否	否	否	否	否	否
Constant	0.187** (2.23)	-0.0257 (-0.26)	0.0788 (1.38)	0.255*** (4.17)	-0.0967*** (-2.62)	0.152*** (3.15)
Observations	1500	1519	1524	1534	1524	1534
R ²	0.139	0.0967	0.325	0.292	0.215	0.116

表 A3 稳健性检验 IV: 1999—2016 年劳动生产率的年均增长率回归结果

	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}
	β 绝对收敛	俱乐部收敛
	(1)	(2)
$\ln V_{i,1999}$	-0.00395*** (-17.54)	-0.00359*** (-17.36)
省份固定效应	否	是
城市固定效应	否	否
Constant	0.0482*** (24.55)	0.0439*** (23.35)
Observations	229	229
R ²	0.576	0.804

表 A4 稳健性检验 V: 分时间样本回归结果

	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}
	2001—2016	2003—2016	2005—2016	1999—2014	1999—2012	1999—2010
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$\ln V_{i,t-1}$	-0.0198*** (-6.53)	-0.0241*** (-7.07)	-0.0252*** (-6.73)	-0.0120*** (-4.27)	-0.00785*** (-2.62)	-0.00576* (-1.67)
Poprate	-0.687*** (-72.47)	-0.677*** (-66.74)	-0.696*** (-66.82)	-0.739*** (-80.41)	-0.767*** (-76.76)	-0.789*** (-75.35)
City_scale	-0.00215 (-0.76)	-0.00143 (-0.45)	0.00251 (0.74)	-0.0101*** (-3.70)	-0.0169*** (-5.73)	-0.0172*** (-4.94)
Urban_ratio	0.000133 (1.42)	0.000113 (1.09)	0.0000672 (0.60)	0.000141 (1.56)	0.0000720 (0.74)	0.000160 (1.40)

(续表)

	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}
	2001—2016	2003—2016	2005—2016	1999—2014	1999—2012	1999—2010
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
年固定效应	是	是	是	是	是	是
省份固定效应	否	否	否	否	否	否
城市固定效应	否	否	否	否	否	否
<i>Constant</i>	0.0337*	0.0262	0.00386	0.118***	0.209***	0.279***
	(1.71)	(1.20)	(0.17)	(6.06)	(10.42)	(11.81)
<i>Observations</i>	3801	3319	2812	3721	3208	2700
R^2	0.664	0.662	0.698	0.704	0.718	0.746

表 A5 稳健性检验 VI: 滚动窗口回归结果

	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}
	2000/2002/2004/2006/2008/2010/2012/2014/2016	1999/2002/2005/2008/2011/2014
	(1)	(2)
$\ln V_{i,t-1}$	-0.0187*** (-4.09)	-0.0359*** (-6.60)
<i>Poprate</i>	-0.657*** (-49.85)	-0.583*** (-29.43)
<i>City_scale</i>	0.00779* (1.83)	-0.0115** (-2.21)
<i>Urban_ratio</i>	0.00000857 (0.06)	-0.000143 (-0.83)
年固定效应	是	是
省份固定效应	否	否
城市固定效应	否	否
<i>Constant</i>	0.0275 (0.95)	0.124*** (3.53)
<i>Observations</i>	2006	1228
R^2	0.625	0.496

(三) 市场准入的测算

市场准入是 Donaldson 和 Hornbeck (2016) 提出的一个指标, 用于估计随着交通基础设施建设的进行区域间经济交流成本变化的加总效应 (aggregate impacts)。对照已有研究中量化交通基础设施的不足, 这一指标的优势主要体现在以下三个方面: 第一, 定量评估交通基础设施的综合影响。随着交通基础设施的扩大, 城市间交易成本显著降低, 交通运输越便捷, 市场可达性就越高。第二, 刻画了交通基础设施对每一个城市的全局影响。计算过程中利用了全局范围内所有可能的运输方案, 即决定市场可达性大小的是在全国交通网络范围内的全局便利程度, 及其与重要经济区域的互联程度。第三, 能够同时刻画交通基础设施建设的直接影响和间接影响。计算中涉及交通出行成本, 当相邻城市的交通设施

变得更加完善时，即使本城市的条件没有发生改变也会对结果产生显著影响，提高其市场准入。

具体的测算过程如下，首先三个空间均衡方程：

$$\ln(l_k) = k_l + \lambda_l^H \ln(\bar{H}_k) + \lambda_l^\delta \ln(\bar{\delta}_k) + \lambda_l^M \ln(MA_k) \quad (A1)$$

$$\ln(W_k) = k_w + \lambda_w^H \ln(\bar{H}_k) + \lambda_w^\delta \ln(\bar{\delta}_k) + \lambda_w^M \ln(MA_k) \quad (A2)$$

$$\ln(q_k) = k_q + \lambda_q^H \ln(\bar{H}_k) + \lambda_q^\delta \ln(\bar{\delta}_k) + \lambda_q^M \ln(MA_k) \quad (A3)$$

其中， l_k 表示城市 k 的就业， w_k 表示城市 k 的工资水平， q_k 为城市 k 的房产价格。可见，本文感兴趣的内生变量都可以用外生变量来表示，即它们都可以用外生变量 \bar{H}_k (k 城市的土地供给) 和 MA_k (k 城市的市场准入) 来表示。理论上，市场准入对就业、工资和房地产价格的三个弹性 $\lambda_l^M, \lambda_w^M, \lambda_q^M$ 都应该为正，房产价格对房产数量的弹性 λ_q^H 应该为负，就业对房产的弹性 λ_l^H 也应该为正。求解均衡后可以得到任一城市 k 的市场准入，定义如下：

$$MA_k = \sum_{j=1}^N \tau_{kj}^{-\theta} X_j T_j \quad (A4)$$

其中， τ_{kj} 表示城市 k 到城市 j 的交通成本， X_j 表示城市 j 从其他城市获取劳动力的成本。根据 CES 生产函数和完全竞争的假设，企业的利润为 0，所以劳动力成本与总产出相等，即 $T_j X_j = T_j GDP_j$ ， T_j 是城市 j 的生产技术参数。又由“所有城市中，都有一定比例的劳动力是在本城市就业”的假设，所以该城市的生产技术参数 T_j 可以由平均工资水平 w_j 推导而来。

由总投入与总产出恒等： $\overline{z(j)}L_j = w_j L_j$ ，其中 $\overline{z(j)}$ 为城市 j 的平均生产率， L_j 为城市 j 的劳动力总数。平均生产率服从 Frechet 分布，即 $\overline{z(j)} = e^{z'/\theta} T_j^{1/\theta}$ ，所以 $T_j = T * w_j^\theta$ ， $T_j X_j \approx GDP_j (w_j)^\theta$ 。为了简化，进一步略去工资变量，则可以用 GDP 近似表示 $X_j T_j$ ，即：

$$MA_k = \sum_{j=1}^N \tau_{kj}^{-\theta} GDP_j \quad (A5)$$

其次，成本参数的计算。由上文的推导，市场准入计算的关键在于需要构建一个城市间动态的交通成本矩阵 τ_{kj} ，它既要包含出行时间的信息，也要包含所需的费用信息，为了构建这一矩阵需要做出以下假设：

假设 1：城市间距离矩阵的构建。根据 Zheng 和 Kahn (2013) 的计算实践，在计算城市间铁路距离时，本文假定这个距离等于城市间直线距离的 1.2 倍。城市间直线距离则是依据城市的经纬度坐标数据，运用 Arc-GIS 计算得到。

假设 2：为了识别出建成高速铁路在出行时间和出行费用上的效应，本文将旅客出行的交通方式归纳为三类：普通铁路、高速公路、高速铁路。绝大多数的城市第一种交通方式都是存在的，而是否有高速公路和高速铁路，是根据地区统计年鉴、统计公报和《铁道

① 本文采用的是 Donaldson 和 Hornbeck (2016) 的一个近似度量，他们构建了一个一般均衡模型求解每个地区的市场准入，“市场准入等于动态交通成本矩阵与各个市场经济发展规模交乘的总和”，这里使用 GDP 作为经济发展规模的代理变量。同样采用 Donaldson 和 Hornbeck (2016) 市场准入测算方法的文献中关于“经济发展规模”的刻画，如 Lin (2017) 采用的是 GDP，刘冲等 (2020) 采用的是人口总量和 GDP，结果提示对识别没有显著影响，结论始终稳健。

统计年鉴》中的“建设大事记”等信息汇总统计而来。对运行的速度和所需费用也标准化处理如下：普通铁路的速度为 60km/h，费用^①为 0.1 元/km；高速公路的速度为 100km/h，费用为 0.23 元/km；高速铁路的速度为 250km/h，费用为 0.43 元/km。时间和费用两个变量是在决策选择哪种交通方式时需要权衡的关键。

假设 3：市场准入公式中的 θ 。Eaton 和 Kortum（2002）指出， θ 描述了生产率分布，且反映了贸易流动中的“比较优势”（贸易弹性）。但是，因为没有一国之内区域间的贸易流动数据，没法从数据中直接估计这一参数，所以本文采用 Donaldson（2018）中的贸易弹性 3.6。稳健性检验中本文将进一步用 Eaton 和 Kortum（2002）的结果 4 和 8.28 代入验证。此外，为了减少跟地理有关的地区冲击造成的内生性，在所有市场准入的计算中，各城市 GDP 均为 2000 年的数据。

由式（A5）可知，所计算的“市场准入”是一国之内所有其他城市的 GDP 与到这个城市的交通成本比值的总和。由此，一般的规律是一个城市越紧靠省会城市（省会城市的经济总量一般比较大），市场准入越大；而且，当两个城市靠得非常近时，分母会很小（交通费用很小、所需时间也很小），所以市场准入也会很大。针对这两种情况产生的结果偏差，本文对结果进行了如下修正：（1）删除距离省会城市和副省级城市 50km 以内的城市数据；（2）删除城市间距离 50km 之内的城市数据。最终本文得到了 1999—2013 年中国 336 个地级城市市场准入的计算结果。

（四）异质性分析实证结果

表 A6 交通基础设施对城市经济收敛性影响：东部和中西部的分样本

	东部地区					中西部地区		
	\hat{V}_i	\hat{V}_i	\hat{V}_i	\hat{V}_i	\hat{V}_i	\hat{V}_i	\hat{V}_i	\hat{V}_i
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\ln V_{i,t-1}$	-0.00541 (-1.12)	0.00693 (-1.26)	0.00524 (0.42)	0.0389* (1.86)	0.0193*** (-4.23)	0.0219*** (-3.93)	0.00632 (0.64)	0.0222* (-1.84)
<i>HSR</i>	0.0401*** (-4.12)				-0.0222 (-1.32)			
$\ln V_{i,t-1} \times HSR$	0.0309*** (-3.02)				0.0309** (-2.38)			
<i>Highway intensity</i>		0.0202** (-2.17)				0.0185*** (-3.21)		
$\ln V_{i,t-1} \times Highway\ intensity$		-0.0108 (-1.43)				0.0159*** (-3.65)		
<i>Railway</i>			0.00277 (-0.20)				0.0530*** (-2.91)	
$\ln V_{i,t-1} \times Railway$			-0.0183 (-1.46)				0.0319*** (-2.99)	
<i>Market_access</i>				0.0490*** (3.59)				-0.0111 (-1.25)

^① 铁路成本的计算由三部分组成：空调费用、铁路局运营成本和基准费用。高速公路的运行成本则是考虑了通行费和燃油费。为了简化处理，在传统道路和慢速铁路中本文假定这两种交通方式每公里的费用相等。

(续表)

	东部地区				中西部地区			
	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\ln V_{i,t-1} \times \text{Market_access}$				0.00465*** (-3.42)				0.00103 (1.10)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
年固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
省份固定效应	否	否	否	否	否	否	否	否
城市固定效应	否	否	否	否	否	否	否	否
<i>Constant</i>	0.00334 (0.11)	0.152*** (4.70)	0.0146 (0.47)	-0.328 (-1.55)	0.105*** (3.73)	0.173*** (6.06)	0.142*** (4.51)	0.406*** (3.47)
<i>Observations</i>	1524	1254	1524	1254	2713	2201	2713	2200
R^2	0.644	0.629	0.642	0.791	0.644	0.771	0.645	0.766

表 A7 交通基础设施对城市经济收敛性的影响：第一产业

	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}	\hat{V}_{it}
	(1)	(2)	(3)	(4)
$\ln V_{i,t-1}$	-0.122*** (-16.14)	-0.147*** (-15.72)	-0.0992*** (-4.90)	-0.127*** (-4.85)
<i>HSR</i>	-0.0616 (-1.11)			
$\ln V_{i,t-1} \times \text{HSR}$	0.0409** (2.26)			
<i>Highway intensity</i>		0.115*** (4.97)		
$\ln V_{i,t-1} \times \text{Highway intensity}$		0.0235 (3.03)		
<i>railway</i>			0.0163 (0.23)	
$\ln V_{i,t-1} \times \text{railway}$			-0.0178 (-0.87)	
<i>market_access</i>				0.0192*** (3.06)
$\ln V_{i,t-1} \times \text{market_access}$				-0.000857 (-0.46)
控制变量		是	是	是
年固定效应		是	是	是
省份固定效应		否	否	否
城市固定效应		否	否	否
<i>Constant</i>		-0.351*** (-3.28)	0.233* (1.79)	-0.375*** (-3.03)
<i>Observations</i>		4163	3409	4163
R^2		0.703	0.742	0.703

表 A8 交通基础设施对城市经济收敛性的影响：第二产业、第三产业

	第二产业				第三产业			
	\hat{V}_it	\hat{V}_it	\hat{V}_it	\hat{V}_it	\hat{V}_it	\hat{V}_it	\hat{V}_it	\hat{V}_it
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$\ln V_{i,t-1}$	-0.107*** (-14.54)	-0.111*** (-12.95)	0.0605*** (-2.69)	0.0848*** (-2.60)	0.0958*** (-14.34)	0.0824*** (-11.01)	0.0712*** (-4.17)	-0.145*** (-5.16)
<i>HSR</i>					0.00481 (0.49)			
$\ln V_{i,t-1} \times HSR$					0.0190 (1.24)			
<i>Highway intensity</i>		-0.00310 (-0.43)				0.0154*** (2.97)		
$\ln V_{i,t-1} \times Highway$ <i>intensity</i>		-0.0191** (-2.36)				0.0248*** (3.07)		
<i>railway</i>			0.0398* (1.79)				-0.00465 (-0.39)	
$\ln V_{i,t-1} \times railway$			0.0516** (-2.20)				-0.0240 (-1.36)	
<i>market_access</i>				0.00370* (-1.82)				0.00129 (1.03)
$\ln V_{i,t-1} \times$ <i>market_access</i>				-0.00100 (-0.44)				0.00383** (2.00)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
年固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
省份固定效应	否	否	否	否	否	否	否	否
城市固定效应	否	否	否	否	否	否	否	否
<i>Constant</i>	-0.421*** (-8.76)	-0.111** (-2.25)	-0.459*** (-8.86)	0.00470 (0.09)	-0.177*** (-4.84)	-0.131*** (-3.21)	-0.182*** (-4.89)	-0.133*** (-3.39)
<i>Observations</i>	4464	3443	4464	3443	4213	3443	4213	3443
<i>R</i> ²	0.552	0.403	0.552	0.269	0.528	0.601	0.529	0.171

(五) 中介机制分析实证结果

表 A9 交通基础设施对城市化的影响

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>HSR</i>	1.296*** (4.27)			
<i>Highway intensity</i>		0.367 (1.42)		
<i>Railway</i>			1.310** (2.47)	
<i>Market_access</i>				0.652*** (2.90)
控制变量	是	是	是	是

(续表)

	(1)	(2)	(3)	(4)
年固定效应	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是
<i>Constant</i>	37.76*** (10.08)	32.73*** (7.89)	28.44*** (7.67)	21.35*** (3.96)
<i>Observations</i>	4237	3454	4237	3455
<i>R</i> ²	0.129	0.0960	0.127	0.0976

表 A10 城市化对城市经济收敛性的影响

	β 绝对收敛 (1)	俱乐部收敛 (2)	β 条件收敛 (3)
$\ln V_{i,t-1}$	-0.00394 (-0.95)	-0.0123** (-2.48)	-0.224*** (-5.68)
<i>Urban_ratio</i>	0.00473*** (5.96)	0.00499*** (5.90)	0.00752** (2.20)
$\ln V_{i,t-1} \times \textit{Urban_ratio}$	-0.000429*** (-5.59)	-0.000447*** (-5.44)	-0.000760** (-2.27)
控制变量	是	是	是
年固定效应	是	是	是
省份固定效应	否	是	否
城市固定效应	否	否	是
<i>Constant</i>	0.0718 (1.51)	0.198*** (3.13)	3.492*** (5.28)
<i>Observations</i>	4236	4236	4236
<i>R</i> ²	0.654	0.658	0.698

表 A11 不含城市化率下交通基础设施对城市经济收敛性的影响回归

	β 绝对收敛 $\hat{\nu}_i$ (1)	β 绝对收敛 $\hat{\nu}_i$ (2)	β 绝对收敛 $\hat{\nu}_i$ (3)	β 绝对收敛 $\hat{\nu}_i$ (4)
$\ln V_{i,t-1}$	-0.00948*** (-3.48)	-0.00812*** (-2.67)	0.00262 (0.37)	-0.00303 (-0.42)
<i>HSR</i>	-0.0288*** (-3.31)			0.0139 (1.21)
$\ln V_{i,t-1} \times \textit{HSR}$	-0.0309*** (-4.16)			-0.0107* (-1.76)
<i>Highway intensity</i>		-0.0116*** (-2.63)		-0.0121*** (-2.66)
$\ln V_{i,t-1} \times \textit{Highway intensity}$		-0.0139*** (-2.89)		-0.0100*** (-2.93)

(续表)

	β 绝对收敛 \hat{V}_i (1)	β 绝对收敛 \hat{V}_i (2)	β 绝对收敛 \hat{V}_i (3)	β 绝对收敛 \hat{V}_i (4)
<i>Railway</i>			-0.0234** (-2.11)	-0.00387 (-0.38)
$\ln V_{i,t-1} \times \text{Railway}$			-0.0180** (-2.37)	-0.00720 (-1.01)
<i>Poprate</i>	-0.653*** (-71.09)	-0.772*** (-82.44)	-0.654*** (-71.07)	-0.770*** (-81.70)
<i>City_scale</i>	-0.00562** (-2.33)	-0.0141*** (-5.61)	-0.00585** (-2.44)	-0.0148*** (-5.73)
年固定效应	是	是	是	是
省份固定效应	否	否	否	否
城市固定效应	否	否	否	否
<i>Constant</i>	0.0696*** (4.72)	0.149*** (9.73)	0.0874*** (5.12)	0.153*** (8.87)
<i>Observations</i>	4238	3456	4238	3456
<i>R</i> ²	0.633	0.732	0.632	0.732

表 A12 纳入城市化率后交通基础设施对城市经济收敛性的影响回归

	β 绝对收敛 \hat{V}_i (1)	β 绝对收敛 \hat{V}_i (2)	β 绝对收敛 \hat{V}_i (3)	β 绝对收敛 \hat{V}_i (4)
$\ln V_{i,t-1}$	-0.0174*** (-5.52)	-0.0219*** (-5.89)	-0.00144 (-0.19)	-0.0108 (-1.35)
<i>HSR</i>	-0.0222** (-2.36)			0.00131 (0.11)
$\ln V_{i,t-1} \times \text{HSR}$	-0.0235*** (-2.93)			-0.00261 (-0.22)
<i>Highway intensity</i>		-0.0146*** (-2.97)		-0.0137*** (-2.71)
$\ln V_{i,t-1} \times \text{Highway intensity}$		-0.0125*** (-3.59)		-0.0117*** (-3.20)
<i>railway</i>			-0.0300** (-2.56)	-0.0135 (-1.19)
$\ln V_{i,t-1} \times \text{railway}$			-0.0206*** (-2.66)	-0.0124 (-1.61)
<i>Poprate</i>	-0.771*** (-74.99)	-0.937*** (-90.79)	-0.771*** (-75.01)	-0.937*** (-89.99)
<i>Cty_scale</i>	0.000139 (0.05)	-0.00925*** (-2.66)	-0.000310 (-0.10)	-0.00944*** (-2.63)

(续表)

	β 绝对收敛 $\hat{\nu}_i$ (1)	β 绝对收敛 $\hat{\nu}_i$ (2)	β 绝对收敛 $\hat{\nu}_i$ (3)	β 绝对收敛 $\hat{\nu}_i$ (4)
<i>Urban_ratio</i>	0.000368*** (3.71)	0.000366*** (3.46)	0.000333*** (3.39)	0.000364*** (3.41)
年固定效应	是	是	是	是
省份固定效应	否	否	否	否
城市固定效应	否	否	否	否
<i>Constant</i>	0.0161 (0.78)	0.102*** (4.34)	0.0442* (1.96)	0.114*** (4.52)
<i>Observations</i>	4236	3454	4236	3454
<i>R</i> ²	0.651	0.764	0.650	0.764

参考文献:

1. 刘冲、吴群锋、刘青:《交通基础设施、市场可达性与企业生产率——基于竞争和资源配置的视角》[J],《经济研究》2020年第7期,第140—158页。
2. Donaldson, D., 2018, "Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure"[J], The American Economic Review, Vol.108, No.4-5: 899-934.
3. Donaldson, D., Hornbeck, R., 2016, "Railroads and American Economic Growth: A "Market Access" Approach"[J], Quarterly Journal of Economics, Vol.131, No.2: 799-858.
4. Eaton, J., Kortum, S., 2002, "Technology, Geography, and Trade"[J], Econometrica, Vol.70, No.5: 1741-1779.
5. Lin Y., 2017, "Travel Costs and Urban Specialization Patterns: Evidence from China's High Speed Railway System"[J], Journal of Urban Economics, Vol.98: 98-123.
6. Zheng, S., Kahn, M. E., 2013, "China's Bullet Trains Facilitate Market Integration and Mitigate the Cost of Megacity Growth"[J], Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol.110, No.14: 1248-1253.