

人口流动与智能制造：基于资本—技能互补的视角

李磊

华中科技大学经济学院

2017年10月9日

研究动机

- 当今世界的激烈竞争：
 - 德国提出了以“智能工厂、智能生产和智能物流”为核心的工业4.0战略
 - 美国则提出了以技术能力为核心的再工业化战略
 - “中国制造2025”战略
- 2002年，工业化和信息化融合的道路
- 支撑工业智能化的关键——微型计算机
- 微机于20世纪70年代诞生，1980年中国工业企业就开始引进并将其用于工业控制、传统产业改造以及办公自动化等多个方面

- 微机的优势
 - 提高了企业生产效率、改进产品质量
 - 以机床改造为例，在应用微机控制系统后，工作效率有了很大提升，不仅能够不间断工作，而且切割的精度也由人工操作的也由70%提高至98% 以上（何松尧，1986）
- 中国工业微机应用现状
 - 已经普遍应用
 - 以2004年为例，大约有80%以上的大中型工业企业至少装备了一台微机，并且25%左右的企业装备了10台及以上的微机
 - 企业整体的智能化水平并不高
 - 16.34%的企业未装备微机，30%的企业仅装备了1-2台微机

- 工业微机应用水平低的原因
 - “人口红利”释放大量廉价劳动力，技改成本高，市场不确定
 - 企业缺乏动力
 - 劳动力的技能水平较低
 - 根据“五普”显示，中国人口的平均教育年限仅为7.85年，即使到了2010年“六普”时平均受教育年限也仅有8.81年，约为初中受教育程度

鳳凰 **财经** 凤凰网财经 > 宏观 > 政策 > 正文

东莞技改人才难寻：工资翻一倍还招不到 几乎都在抢人

017-09-12 06:12:49

来源：第一财经网

338人参与 48评论



Figure 1: 媒体报道

- 工业微机应用的可能

- 人力资本水平提高

- 中国的高校毕业生人数逐年增加，2016年已经增加至765万，预计到2030年约有27%的劳动力具有大学学历，这已接近德、法等发达国家水平

- 人口流动对人力资本的影响

- 2000年，流动人口规模为1.21亿，到了2015年流动人口已经达到了2.47亿，约六个人中就有一个是流动人口
 - 以第五次人口普查为例,这一时期流动人口的平均受教育年限为10.1年，远高于同期平均7.85年的平均水平，其中大专及以上学历占比达到了15.5%，不仅远高于全社会的4.8%的比例，也高于城镇本地劳动力9.9%的水平
 - 城镇外来人口中来自其他城镇的劳动人口平均受教育年限为11.9年，来自农村的平均为9.33年，均高于城镇本地的人口的9.05年（吴要武，2003）

本文的逻辑与贡献

- 本文利用人口普查以及企业微观数据详细考察了人口流动对企业微观引进的影响，并且还考察了人口流动本身及其影响的双重异质性，在此基础上从资本-技能互补的角度进一步解释了作用机制
- 本文的贡献
 - 利用详实的微观数据研究了人口流动对工业智能化进程的影响，填补了国内现有的研究空白
 - 本文的结论表明“人口红利”的消失并不可怕，未来完全可以通过人力资本积累以及工业智能化水平的提升抵消“人口红利”消失的负面影响
 - 本文意在提醒现有的人口政策应该更加重视人口质量提升，工业的转型升级也应该着重人才环境的建设

文献综述

- 移民的影响——劳动力技能结构视角

- 低技能劳动力

- 大量的低技能移民流入，很显然本地的劳动力，特别是本地低技能劳动力会受到冲击（Card, 2001; Peri and Sparber, 2007）
- 移民冲击了流入地的劳动力市场，特别是低技能劳动力的流入给制造业企业提供了大量廉价劳动力，从而会延缓当地企业自动化生产的进程（Lewis, 2011）
- 其他文献（Altonji and Card, 1991; Peri and Sparber, 2007; Ottaviano and Peri, 2008; Blau and Kahn, 2012）

- 高技能劳动力——关于H-1B签证
 - Doran et al. (2014) 发现H-1B签证政策并没有对企业研发产生显著影响
 - 通过H-1B签证进入的移民更可能位于STEM行业，且STEM行业中移民与本地居民之间的收入差距更小（Hanson and Slaughter, 2016）

- 劳动力技能结构与技术进步

- 多数研究认为技术进步是技能偏向型的（Goldin and Katz, 1998; Acemoglu and Zilibotti, 2001）
- 以电脑应用为切入点
 - 多数研究均发现电脑与高技能劳动力互补，能够提高劳动生产率，带来显著的工资溢价（DiNardo and Pischke, 1997; Feenstra and Hanson, 1999; Caselli and Coleman, 2001; Dunne et al., 2004）

● 劳动力技能结构与技术进步

● 工业自动化与劳动力

- 计算技术在工业生产中的应用通过减少建立、运行和监督时间很大程度上提高了生产效率，同时也提高了对机器操作技能的要求（Bartel et al., 2007）
- 简单生产任务VS复杂的、非常规任务（Autor et al., 2003; Acemoglu and Restrepo, 2016）
- Acemoglu and Restrepo (2017)运用美国行业以及劳动力数据从理论和实证角度检验了工业机器人应用对当地就业和工资的影响，发现机器人确实对工资和就业产生了负面影响，其中蓝领工人所受的冲击最大

- 关于中国的研究

- Imbert et al.(2017)发现农村移民会降低城市工资水平，增加企业雇佣，提高工业增加值（国际农产品价格和气候条件）
- 国内对于这一问题的研究更是严重不足，多为定性研究（李俊，2012）
- 周昌林和魏建良（2007）利用宁波市的时间序列数据实证考察了人口流动影响人力资本水平进而作用于产业结构升级的具体机制
- 其他文献潘越和杜小敏（2010）、高波等（2012）等

- 本文对现有文献的贡献

- 从上述文献梳理中可以看出，现有文献要么仅仅研究移民对劳动市场的影响，要么直接研究微机应用与劳动力技能结构之间的相互关系，少有文献将三者结合起来考察，仅有Lewis(2011) 详细考察了移民提高了低技能劳动力供给进而延缓自动化进程这一机制，周昌林和魏建良（2007）也在人口流动抑制产业升级上进行了探索，但这些研究在数据和方法上都存在一些缺陷。

研究假说

- 两个事实
 - 根据现有文献可知，工业微机总体上与高技能劳动力互补，与低技能劳动力形成替代。
 - 中国流动人口整体的教育程度虽然较低，但是却高于平均水平，甚至高于城镇人口的受教育水平。
- 假说：人口流动会对企业微机应用水平产生正向影响，推动工业智能化升级进程。

方法与数据

- 人口流动特征——基于“五普”数据的分析
 - 流动人口来源
 - 流动人口去向
 - 流动人口的人力资本构成

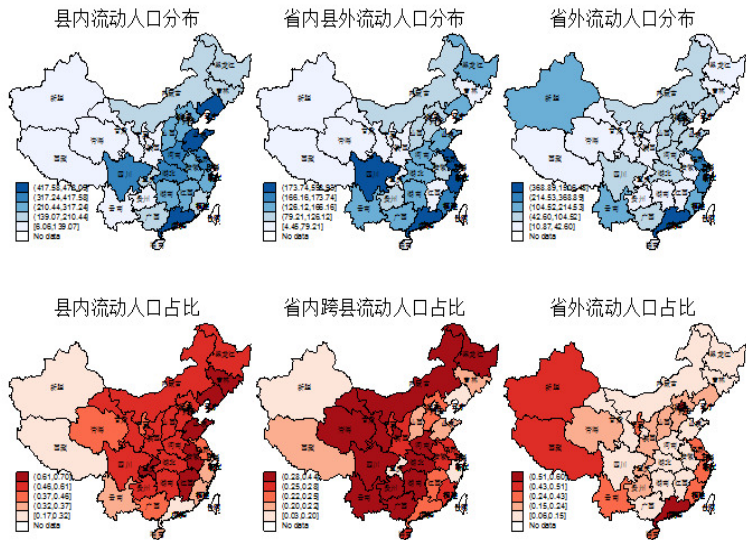


Figure 2: 流动人口来源分布

Table 1: 流动人口去向

流动人口去向（前三）						
	省份	占比（%）	省份	占比（%）	省份	占比（%）
全国	广东	34.2	浙江	8.46	上海	6.55
北京	河北	14.9	江苏	10.13	广东	7.84
天津	河北	22.8	北京	19.98	山东	5.99
河北	北京	41.58	天津	12.51	内蒙古	5.61
山西	北京	17.62	河北	11.64	内蒙古	10.34
内蒙古	辽宁	18.88	河北	14.22	北京	13.06
辽宁	北京	13.71	吉林	10.95	山东	10.29
吉林	辽宁	24.72	山东	17.75	黑龙江	14.61
黑龙江	辽宁	24.19	山东	20.12	河北	11.31
上海	江苏	32.41	安徽	18.06	浙江	14.43
江苏	上海	37.01	广东	8.8	浙江	8.43
浙江	上海	19.92	江苏	12.65	广东	9.27
安徽	江苏	25.11	上海	22.91	浙江	18.71
福建	广东	30.37	上海	10.44	浙江	9.09
江西	广东	44.67	浙江	22.57	福建	15.48
山东	北京	15.98	广东	8.97	天津	8.5
河南	广东	34.16	新疆	10.42	北京	9.86
湖北	广东	52.24	浙江	8.73	福建	4.4
湖南	广东	76.43	浙江	4.55	广西	2.46
广东	湖南	10.84	江西	10.01	广西	9.02
广西	广东	87.32	海南	1.72	浙江	1.71
海南	广东	56.4	湖南	4.77	湖北	4.56
重庆	广东	35.69	四川	12.36	浙江	8.88
四川	广东	41.84	浙江	8.54	新疆	6.67
贵州	广东	35.52	浙江	17.68	云南	10.65
云南	四川	16.98	广东	12	江苏	11.87
西藏	四川	32.45	陕西	9.35	重庆	7.56
陕西	广东	26.57	新疆	8.3	北京	6.19
甘肃	新疆	38.47	陕西	9.09	宁夏	7.16
青海	甘肃	22.85	新疆	11.45	陕西	7.54
宁夏	新疆	19.28	甘肃	12.11	陕西	11.77
新疆	四川	13.21	上海	9.96	江苏	9.39

Table 2: 流动人口人力资本构成

	省内流动人口			省外流动人口		
	初中及以下	高中	大学专科及以上	初中及以下	高中	大学专科及以上
1	广东	广东	江苏	广东	广东	北京
2	四川	山东	广东	浙江	北京	广东
3	山东	江苏	山东	上海	上海	上海
4	江苏	河北	辽宁	江苏	浙江	陕西
5	浙江	四川	河南	福建	江苏	江苏
6	河南	河南	上海	北京	山东	湖北
7	辽宁	湖北	湖北	新疆	湖北	四川
8	湖北	浙江	四川	山东	福建	辽宁
9	福建	上海	河北	云南	四川	重庆
10	湖南	湖南	湖南	河北	河北	山东
东部占比 (%)	14.03	20.04	20.89	58.36	62.43	42.27
中西部占比 (%)	31.98	24.91	27.75	5.38	7.78	24.58
占比 (%)	46.02	44.94	48.65	63.74	70.21	66.85

实证模型

$$\ln Computer_{ij} = \begin{cases} \ln Comouter_{ij}^* & \ln Comouter_{ij}^* > 0 \\ 0 & \ln Comouter_{ij}^* \leq 0 \end{cases}$$

其中,

$$\ln Comouter_{ij}^* = \alpha + \beta \ln immigrant_j + \gamma X + e_{ij}$$

数据描述

- 数据来源

- 2004年中国工业企业数据库

- 删除了销售额、职工人数、总资产和固定资产缺失的记录、删除总资产、固定资产、固定资产净值和职工人数为负的记录、删除职工人数小于30、销售额小于500万元和固定资产小于100万元的记录等等。
 - 对变量在上下1%的水平上进行了缩尾处理。

- 2000年第五次人口普查分县数据以及《中国县市社会经济统计年鉴》

Table 3: 主要变量描述性统计

	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
企业（2004年）					
微机量	217100	1.697	1.265	0	5.537
杠杆率	217100	0.593	0.314	0	15.73
资金密度	217100	225.85	427.407	1.158	26481.03
人力资本投入	217100	0.01	0.293	0	14.912
现金流量	189406	6.895	1.688	0	11.483
企业规模	217100	9.72	1.372	7.173	13.887
资产流动性	217100	0.039	0.326	-15.36	0.998
县（2000年）					
总流动人口	2762	11.344	1.205	5.293	14.739
县内	2762	10.337	0.864	2.773	13.152
省内县外	2762	9.667	1.435	3.807	13.396
省外	2762	9.876	1.87	3.219	14.423
人均GDP	2211	9.204	0.822	6.513	11.443
教育水平	2762	2.076	0.128	-0.01	2.472
二产占比	2762	33.664	19.775	0.1	81.18
三产占比	2762	25.766	14.644	2.23	96.7
非农比重	2762	30.519	22.626	2.36	98.91

Table 4: 基准回归

	Tobit			IV-Tobit		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
流动人口	0.305*** -0.003		0.076*** -0.005		0.680*** -0.082	
县内		0.058*** -0.004		-0.027*** -0.005		0.230** -0.097
省内县外		0.174*** -0.004		0.061*** -0.005		0.391*** -0.097
省外		0.063*** -0.003		0.029*** -0.005		0.387*** -0.056
企业特征	N	N	Y	Y	Y	Y
地区特征	N	N	Y	Y	Y	Y
行业虚拟	N	N	Y	Y	Y	Y
省份虚拟	N	N	Y	Y	Y	Y
pseudo R2	0.02	0.021	0.214	0.214	—	—
Wald	—	—	—	—	60.35***	63.07***
AR	—	—	—	—	78.98***	78.77***
chi2	—	—	—	—	129731.892	112950.376
样本量	217100	217100	141344	141344	141320	141320

Table 5: 分地区回归

	东部地区		中部地区		西部地区	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
流动人口	0.062*** (-0.006)		0.079*** (-0.019)		0.023* (-0.013)	
县内		-0.037*** (-0.007)		-0.008 (-0.019)		-0.039** (-0.016)
省内县外		0.051*** (-0.007)		0.111*** (-0.017)		0.038** (-0.017)
省外		0.026*** (-0.007)		-0.003 (-0.016)		0.038** (-0.015)
企业特征	Y	Y	Y	Y	Y	Y
地区特征	Y	Y	Y	Y	Y	Y
行业虚拟	Y	Y	Y	Y	Y	Y
省份虚拟	Y	Y	Y	Y	Y	Y
pseudo R2	0.204	0.204	0.228	0.229	0.235	0.235
样本量	97456	97456	43888	43864	16052	16052

Table 6: 分所有制

	国有企业		集体企业		外资企业		民营企业	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
流动人口	0.064*** (-0.023)		0.02 (-0.015)		0.076*** (-0.013)		0.079*** (-0.006)	
县内		-0.047* (-0.025)		0.001 (-0.017)		-0.016 (-0.014)		-0.008 (-0.006)
省内县外		0.115*** (-0.024)		0.060*** (-0.016)		0.063*** (-0.015)		0.039*** (-0.006)
省外		0.011 (-0.024)		-0.024 (-0.015)		0.025* (-0.015)		0.036*** (-0.006)
企业特征	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
地区特征	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
行业虚拟	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
省份虚拟	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
pseudo R2	0.253	0.254	0.17	0.17	0.186	0.186	0.204	0.204
样本量	8030	8030	14419	14419	24683	24683	94212	94212

Table 7: 技能构成

	低技能	低技能	中等技能	中等技能	高技能	高技能
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
流动人口	-0.005 (-0.003)		-0.001 (-0.003)		0.005*** (-0.002)	
县内		-0.006 (-0.004)		0.007** (-0.003)		-0.001 (-0.002)
省内县外		-0.009** (-0.004)		0.002 (-0.003)		0.007*** (-0.002)
省外		0.013*** (-0.004)		-0.012*** (-0.003)		-0.001 (-0.002)
教育水平	-0.076** (-0.031)	-0.074** (-0.032)	0.042* (-0.025)	0.043* (-0.025)	0.034** -0.015	0.032** (-0.015)
二产占比	0.188*** (-0.021)	0.190*** (-0.024)	-0.139*** (-0.016)	-0.113*** (-0.018)	-0.050*** -0.009	-0.077*** (-0.01)
三产占比	-0.032 (-0.037)	-0.042 (-0.037)	-0.054** (-0.027)	-0.027 (-0.028)	0.085*** -0.018	0.069*** (-0.018)
非农人口	-0.002*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)
区县	Y	Y	Y	Y	Y	Y
城市级别	Y	Y	Y	Y	Y	Y
R2	0.267	0.281	0.191	0.2	0.331	0.35
样本量	2765	2765	2765	2765	2765	2765

Table 8: 人口流动与技能构成变动

	绝对量			比重		
	低技能	中等技能	高技能	低技能	中等技能	高技能
省内县外	0.035*** (-0.008)	0.079*** (-0.014)	0.136*** (-0.021)	-0.007*** (-0.002)	0.002 (-0.001)	0.005*** (-0.001)
省外	0.014*** (-0.005)	0.015 (-0.011)	0.110*** (-0.015)	-0.002* (-0.001)	-0.001 (-0.001)	0.004*** (-0.001)
非农人口占 比	-0.018* (-0.01)	0.005 (-0.02)	-0.003 (-0.016)	-0.002 (-0.003)	0.002 (-0.003)	0.000 (-0.001)
二产占比	-0.048 (-0.037)	0.124 (-0.081)	0.451*** (-0.126)	0.013 (-0.008)	0.001 (-0.006)	-0.014** (-0.006)
三产占比	-0.062* (-0.035)	0.016 (-0.093)	0.135 (-0.162)	0.013* (-0.008)	0.003 (-0.005)	-0.015*** (-0.005)
人均GDP	-0.014 (-0.009)	-0.034* (-0.018)	-0.145*** (-0.027)	-0.012*** (-0.002)	0.002 (-0.002)	0.010*** (-0.001)
人均土地面 积	-0.132*** (-0.044)	-0.080** (-0.037)	-0.281** (-0.123)	-0.009** (-0.004)	0.008** (-0.004)	0.001 (-0.003)
固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y
时间效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y
R2	0.197	0.606	0.92	0.811	0.568	0.778
样本量	3965	3965	3965	3965	3965	3965

Table 9: 其他作用机制——利润假说

	议价能力		劳动力成本	
	(1)	(2)	(3)	(4)
流动人口	30.374 (-34.661)		0.020* (-0.011)	
县内		165.888*** (-42.674)		0.015 (-0.032)
省内县外		157.487*** (-38.057)		0.021 (-0.02)
省外		-242.481*** (-38.459)		0.001 (-0.013)
企业特征	Y	Y	Y	Y
地区特征	Y	Y	Y	Y
行业虚拟	Y	Y	Y	Y
省份虚拟	Y	Y	Y	Y
R2	0.37	0.37	0.765	0.766
样本量	141344	141344	1874	1874

Table 10: 稳健性检验一

	技术引进		更换IV		测量误差		OLS	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
流动人口	0.636*** (-0.068)		0.270*** (-0.046)		0.071*** (-0.005)		0.067*** (-0.004)	
县内		0.139 (-0.147)		-0.659** (-0.299)		-0.038*** (-0.005)		-0.027*** (-0.005)
省内县外		0.306** (-0.15)		-2.488*** (-0.471)		0.060*** (-0.005)		0.057*** (-0.005)
省外		0.373*** (-0.05)		3.395*** (-0.619)		0.036*** (-0.005)		0.020*** (-0.005)
FDI	0.008*** (-0.003)	-0.020*** (-0.004)						
企业特征	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
地区特征	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
行业虚拟	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
省份虚拟	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Wald	—	—	22.25***	261.13***	—	—	—	—
pseudo	—	—	—	—	0.242	0.242	—	—
R2								
chi2	126203.99	116665.6	192661.04	63487.19	—	—	—	—
R2	—	—	—	—	—	—	0.541	0.541
样本量	135431	135431	185715	185715	141344	141344	141344	141344

Table 11: 稳健性检验二

	非出口企业		出口企业		汽车行业	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
流动人口	0.077*** (-0.005)		0.042* (-0.022)		0.093*** (-0.028)	
县内		-0.025*** (-0.006)		-0.072*** (-0.023)		-0.055** (-0.027)
省内县外		0.060*** (-0.006)		0.071*** (-0.023)		0.075*** (-0.027)
省外		0.028*** (-0.005)		0.033 (-0.022)		0.058** (-0.025)
企业特征	Y	Y	Y	Y	Y	Y
地区特征	Y	Y	Y	Y	Y	Y
行业虚拟	Y	Y	Y	Y	Y	Y
省份虚拟	Y	Y	Y	Y	Y	Y
pseudo R2	0.209	0.209	0.284	0.285	0.247	0.235
样本量	132666	132666	8678	8678	5470	5470

Table 12: 竞争对微机应用的影响

	技术竞争		市场竞争程度	
	(1)	(2)	(3)	(4)
流动人口	0.076*** (-0.005)		0.093*** (-0.005)	
县内		-0.028*** (-0.006)		-0.032*** (-0.006)
省内县外		0.067*** (-0.006)		0.055*** (-0.006)
省外		0.022*** (-0.006)		0.047*** (-0.006)
行业内水平	-61.468*** (-16.83)	-61.382*** (-16.77)		
市场竞争			0.162 (-0.195)	0.172 (-0.195)
企业特征	Y	Y	Y	Y
地区特征	Y	Y	Y	Y
行业虚拟	Y	Y	Y	N
省份虚拟	Y	Y	Y	Y
pseudo R2	0.223	0.223	0.189	0.189
样本量	119143	119143	141344	141344

Table 13: 落户限制

	落户难		落户易	
	(1)	(2)	(3)	(4)
流动人口	0.048** (-0.02)		0.070*** (-0.014)	
县内		-0.082*** (-0.028)		-0.088*** (-0.015)
省内县外		0.03 (-0.018)		0.105*** (-0.014)
省外		0.090*** (-0.033)		0.025* (-0.015)
企业特征	Y	Y	Y	Y
地区特征	Y	Y	Y	Y
行业虚拟	Y	Y	Y	Y
省份虚拟	Y	Y	Y	Y
pseudo	0.226	0.227	0.221	0.221
R2				
样本量	12021	12021	35860	35860

Table 14: 微机应用与企业生产率

	OLS		处理效应模型		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
微机数	0.029*** (-0.004)	0.061*** (-0.004)	0.057*** (-0.004)	1.724*** (-0.044)	1.200*** (-0.062)
企业特征	Y	Y	Y	Y	Y
行业虚拟	N	Y	Y	Y	Y
省份虚拟	N	N	Y	Y	Y
rho				-0.598*** -0.017	
lambda					-0.546*** -0.033
R2	0.114	0.122	0.137	-	-
样本量	160364	160364	160364	118818	118818

结论

- 人口流动对工业企业微机应用产生了正面影响，加快了工业智能化升级的进程。
- 在区分流动人口来源后，结果显示省内县外以及省际流动人口的增加均促进了工业微机的应用，其中省际人口流动的正向效应更为稳健。
- 人口流动的影响是普遍地，对中、东、中西部地区的工业自动化水平都起到了促进作用，但影响程度和作用来源存在异质性。
- 区分企业所有制后，除集体企业外，人口流动对国有、民营以及外企的微机应用水平均有显著促进作用，其中对民营企业的影响最显著。
- 人口流动加快工业智能化进程主要是通过提高流入地人力资本水平来实现地，由此产生的资本-技能互补效应激发了企业对设备智能化升级的需求。