

本文已发表于《当代财经》2017年第10期，第3-11页。

人力资本与中国资本和技术密集型产业技术创新 ——基于分位数回归模型的经验研究

马 颖，何 清

(武汉大学 经济发展研究中心 / 经济与管理学院，湖北 武汉 430072)

摘 要：基于中国资本密集型和技术密集型产业的面板数据，实证分析了人力资本投入对我国资本和技术密集型产业的技术创新产出的影响。静态分析结果表明，从资本和技术密集型产业的平均技术创新水平来看，人力资本投入显著地促进了资本和技术密集型产业的技术创新产出。分位数回归结果表明，人力资本投入对资本和技术密集型产业中相关行业的技术创新水平的影响呈现显著差异：对资本和技术密集型产业中处于中低端技术创新水平的行业来说，人力资本投入对提升技术创新水平的贡献更加明显；而对资本和技术密集型产业中处于高端技术创新水平的行业来说，人力资本投入的促进作用较弱一些。

关 键 词：人力资本；资本密集型产业；技术密集型产业；技术创新；分位数回归

中图分类号：F424 **文献标识码：**A

一、引言与文献综述

人力资本被认为是推动技术创新和促进经济增长的决定性因素之一。改革开放以来，伴随着教育水平和劳动力素质的提高，我国人力资本积累呈现出持续增长的势头。近年来，随着“刘易斯拐点”的到来，我国国内劳动力成本急剧上升，部分发展中国家劳动密集型产业国际竞争力提高，致使一直拥有很强比较优势的中国劳动密集型产业难以招架。随着国内大批劳动密集型产业向劳动力成本更低的发展中国家迁移，这些产业在出口中的主导地位逐渐让位给资本密集型和技术密集型产业。相对于劳动密集型产业而言，资本密集型和技术密集型产业对人力资本有更高的要求。在科技进步日新月异的时代，各国在资本和技术创新领域的激烈竞争主要发生在资本和技术密集型产业中。这种竞争要求人力资本能够在数量上和质量上与物质资本相匹配，与产业升级保持同步，并且在本国技术创新中发挥重要作用。随着《中国制造 2025》十年战略规划的实施和供给侧结构性改革的推进，人力资本对技术创新和经济增长的重要性前所未有地凸显出来。基于此，探讨如何通过人力资本投入来促进我国资本和技术密集型产业的技术创新和产业升级，无疑具有重要的理论意义和政策含义。

国际学术界自 20 世纪 60 年代就已开始探讨人力资本与技术创新之间的关系。Nelson 和 Phelps (1966) 认为经济增长是人力资本驱动的结果。^[1]他们研究了教育在培育人力资本、推动技术创新和加速技术传播中的作用,认为相对于有形的物质资本而言,一个社会所积累的人力资本越多,技术进步的动力就越大。Lucas (1988) 把人力资本积累而不是技术变迁视为经济持续增长的源泉,强调“边干边学”对于积累专业化人力资本的重要意义。^[2]他在劳动力自由流动的假定下,论证了个人人力资本的积累可增加自己的边际产出,同时人力资本外溢将提升经济中的平均人力资本水平,从而提升劳动生产率和物质资本的生产率。Romer (1990) 在技术变迁内生化的模型中论述了具有收益递增性质的非凸性概念,并指出一个拥有很大人力资本存量的经济将经历更快的增长。^[3]Benhabib 和 Spiegel (1994) 按照 Romer 和 Nelson 等人的思路,对人力资本水平是否直接影响国内技术创新率展开了研究,得出了全要素生产率的增长率取决于一国人力资本存量水平的结论。^[4]Redding (1996) 在一个内生增长模型中考察了 R&D 投资与人力资本投资之间的战略互补关系。^[5]他指出,当经济处在低增长均衡时,企业家发现 R&D 投资不能带来盈利,因而转向人力资本投资。由于工人们预期厂商不会投资于 R&D,他们就会减少人力资本投资。在这种情况下,经济有可能陷入以劳动力缺乏培训和低产品质量为特征的“低技能均衡”。London 等 (2008) 沿着 Nelson 和 Redding 等人的分析框架,探讨了教育、人力资本、技术创新和经济增长之间的关系。^[6]他们指出,教育的主要功能在于提高个人创新能力,使之适应新技术。一国民众受教育的程度只是技术创新的必要条件,但不是充分条件。人力资本的高度发展并不是促成经济高增长的充分条件,因为生产技术具有多样性,人力资本也具有多样性。成功的技术创新要求这两种多样性恰好能相匹配,但劳动技能的供给与劳动技能的需求之间经常因求职者“教育过度”(即所受教育超过了工作岗位要求的程度)或现有技能不为社会需要等原因导致生产要素的错配。

国内学者近年来也开始关注人力资本对技术创新的影响。李平等 (2007) 运用中国 1985—2004 年的数据,从投入 - 产出绩效的角度考察了 R&D 投入、FDI、人力资本水平和知识产权保护对中国自主创新的影响。^[7]他们发现,R&D 投入提升了我国自主创新能力,这在高技术层次上尤为明显;FDI 溢出显著提升了我国自主技术创新的整体能力和低技术层次的自主创新能力,而人力资本和知识产权保护明显抑制了国内自主 R&D 活动和 FDI 溢出所带来的自主创新绩效,但对进口和国外专利申请所带来的自主创新绩效有促进作用。史修松等 (2009) 采用省级数据探讨中国区域技术创新效率及空间差异时发现,中国区域技术创新效率的总体水平不高,东部地区技术创新效率明显高于中西部地区,区域内部各省的技术创新效率差异也较大。^[8]技术创新资金投入对提升中国区域技术创新效率的促进作用大于人力资本的促进作用,专利产出效率高于新产品产出效率。显然,中国目前促进技术创新仍然主要靠资金投入,而不是靠制度的有效激励。余泳泽 (2011) 运用空间面板计量方法研究了创新要素集聚、政府支持与科技创新效率之间的关系,发现中国技术创新效率具有显著的空间相关性,创新要素的集聚对企业、科研机构和高校的技术创新效率的影响分别为正、为负和不显著;人力资本对高校和企业的技术创新效率均具有正向影响;FDI 对企业的技术创新效率具有外溢效应;政府支持对于科研机构和高校技术创新效率的影响不确定,但对企业影响为负;制度对科研机构和高校技术创新效率的影响不显著,对企业的影响为正。^[9]张诚和张瑜 (2012) 运用我国 1995—2009 年 19 个高科技行业的数据,采用面板向量自回归和误差修正模型,对跨国公司来华从事 R&D 活动影响我国企业技术创新的机制和渠道做了实证研究。^[10]作者用跨国企业专利申请数、跨国企业 R&D 活动人员折合全时当量和跨国企业 R&D 经费内部支出作为衡量指标,分析了跨国企业 R&D 活动通过“流动效应”、“竞争效应”和“示范联系效应”这三种渠道对中国企业技术创新和产品创新的影响。结果表明,在短期内,

三种渠道对技术创新均有负效应；在长期内，只有人力资本流动渠道对我国企业的产品创新有正向的溢出效应。黄燕萍等（2013）选取中国 1997—2009 年省际面板数据，用教育作为人力资本的代理变量，考察了作为不同层次人力资本的初等教育和高等教育对中国区域经济增长差异的影响。^[11]结果表明，初等教育作为生产要素直接促进了最终产出，高等教育则通过加快技术创新与模仿的速度提高了全要素生产率；在我国现阶段，接受高等教育的人力资本的配置效率偏低，初等教育促进经济增长的效应大于高等教育，但高等教育对中西部地区经济增长的促进作用大于东部地区。杨振兵（2016）从创新能力和创新动力的视角，分析市场整合对创新效率的影响。^[12]洪联英等（2016）从全球生产组织理论的角度研究了 FDI 和外包制度作用于中国制造业技术技能升级的机制。^[13]结果表明，FDI 及外包制度虽然在一定程度上通过物质资本积累促进了我国制造业技术升级，但同时通过人力资本路径和 R&D 路径有效地控制了技术和技能向国内制造业部门的溢出和传播，使我国制造业劳动力固化在低端技能模式上，导致 FDI 和外包制度对技术升级的总体效应为负。周凤秀和张建华（2017）则从贸易自由化和融资约束角度分析了我国制造业企业的创新。^[14]

本文利用《中国科技统计年鉴》和《中国工业统计年鉴》2003—2010 年各期的相关数据，实证分析了人力资本促进中国资本密集型和技术密集型产业技术创新的效应。与上述文献相比，本文的新意在于：第一，国内外文献大都从国家、省级区域或作为整体的制造业层面探究人力资本等因素与技术创新的关系，而本文首次利用我国资本和技术密集型产业的面板数据，专门研究了这两大产业中人力资本投入对技术创新的影响；第二，本文采用非线性框架，运用分位数回归方法，探讨人力资本投入对我国资本和技术密集型产业中技术创新产出和技术创新水平的影响。

二、模型设定与变量选取

（一）计量模型设定

技术创新是将知识转化为新产品、新工艺、新服务的过程，本文采用科布 - 道格拉斯生产函数来描述这一过程。

$$Patent_{it} = A_{it} RD_{it}^{\alpha} H_{it}^{\beta} \quad (1)$$

其中， $Patent_{it}$ 表示第 i 个行业第 t 年的技术创新产出； RD_{it} 表示技术创新过程的研发资金投入； H_{it} 为采用研发人员全时当量来表示的技术创新过程中的人力资本投入； A_{it} 为技术创新产出效率； α 和 β 分别表示研发投入和人力资本投入的产出弹性。

技术创新过程中的技术产出效率 A_{it} 与许多因素相关，包括人力资本投入 H 、研发投入 RD 、研发企业的产权结构 OS 、出口贸易水平 $EXPORT$ 、行业中的外资比重 FDI 、技术引进费用 $TECH$ 以及研发人员劳务费 R 等。因此，将上述因素考虑进来，技术创新的技术产出效率可表示为：

$$A_{it} = RD_{it}^{\phi_1} H_{it}^{\phi_2} R_{it}^{\phi_3} EXPORT_{it}^{\phi_4} FDI_{it}^{\phi_5} TECH_{it}^{\phi_6} OS_{it}^{\phi_7} \quad (2)$$

把 (2) 式代入 (1) 式并两边取对数后，可得技术创新过程中技术产出效率最终形式：

$$\ln Patent_{it} = \theta_0 + \theta_1 \ln RD_{it} + \theta_2 \ln H_{it} + \theta_3 \ln R_{it} + \theta_4 \ln EXPORT_{it} + \theta_5 \ln FDI_{it} + \theta_6 \ln TECH_{it} + \theta_7 \ln OS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中， $\theta_1 = \alpha + \phi_1$ ， $\theta_2 = \beta + \phi_2$ ， $\theta_3 = \phi_3$ ， $\theta_4 = \phi_4$ ， $\theta_5 = \phi_5$ ， $\theta_6 = \phi_6$ ， $\theta_7 = \phi_7$ ， θ_0 是常数项， ε_{it} 是随机误差项。

研发人员劳务费数据取自《中国劳动统计年鉴》，但由于该年鉴公布的此数据不完整，本文仅列举 2013 年该年鉴公布的科研人员劳务费数据作为参考。该年制造业中研发人员人均劳务费为 6.7 万元。

FDI 和 OS 以比例形式体现，故在实证模型中不再进行对数化处理。

(二) 数据来源与变量建构

本文选取了《中国科技统计年鉴》和《中国工业统计年鉴》2003—2010 年各期中的 9 个资本密集型产业和 7 个技术密集型产业总共 16 个产业的大中型企业数据。《中国科技统计年鉴》从 2003 年才开始统计大中型企业的研究人员全时当量这个指标，而在 2010 年以后《中国科技统计年鉴》只提供规模以上企业的科技创新情况的数据，不再提供大中型企业的科技创新信息。此外，《中国科技统计年鉴》只提供 2003、2005、2006、2007 和 2010 年这 5 年大中型企业的科技创新数据，但却没有给出规模以上企业的科技创新数据。因此，本文只能获得 2003—2010 年资本密集型和技术密集型行业的大中型企业的科技创新数据。在此基础上，本文充分利用《中国科技统计年鉴》和《中国工业统计年鉴》中所提供的 2003—2010 年 8 年的数据，分别建构了 3 个被解释变量、1 个核心解释变量和 6 个控制变量。

技术创新产出 *Patent* 为被解释变量。为了使分析结果具有稳健性，本文分别用专利申请量 *Patent1*、发明专利申请量 *Patent2*、实用新型和外观设计专利申请量 *Patent3* 来表示技术创新产出。专利申请量和发明专利申请量的数据来源于《中国科技统计年鉴》。鉴于《中国科技统计年鉴》没有发布实用新型和外观设计专利申请量的数据，本文采用刘思明等（2015）的做法，用专利申请量减去发明专利申请量来表示实用新型和外观设计专利申请量。^[16]

技术创新过程中的人力资本投入 *H* 为核心解释变量。《中国科技统计年鉴》2008 年前后技术人员数据的统计口径不一致，因此，一方面，本文采用“研发人员全时当量”这个指标来表示资本和技术密集型产业中的人力资本投入量，而不是用受正规教育年限或在职培训来测算人力资本，因为此时作为存量的研发人员已经具备技术创新能力和经验；另一方面，使用“研发人员全时当量”实际上隐含了一个假定，即研发人员的创新活动在样本期开始的 2003 年之前某个时点就已开始，到 2003 年时他们已经可以收获几年前开展研发活动的成果，这意味着当本文选择了研发人员全时当量时，可以不考虑设立人力资本变量的滞后项。

研发资金投入 *RD*。其数据从《中国科技统计年鉴》中收集得到。本文建构该变量的目的在于检验研发资金投入是否同人力资本投入一样，对资本和技术密集型产业的技术创新产出起正向作用。为了分析研发资金投入的累积效应对技术创新产出的影响，本文采用永续盘存法计算研发资金存量，以度量研发资金投入。具体计算公式如下：

$$RD_{it} = (1 - \delta)RD_{it-1} + E_{it} \quad (4)$$

其中， E_{it} 表示研发资金支出流量； δ 表示研发资金的折旧率。2003 年的研发资金存量为 $RD_{i2003} = E_{i2003} / (\delta + g_i)$ ，其中，第 i 年的 g_i 表示资本密集型和技术密集型产业中第 i 个行业在样本期内研发资金投入的年平均增长率。

研发企业的产权结构 *OS*。该变量用两大产业中的民营资本对产业总资本的比值来表示，其数据来自《中国工业统计年鉴》。一般而论，民营资本进入资本和技术密集型产业有利于促进这两大产业的技术创新，进而提升所在行业的国际竞争力。

行业出口水平 *EXPORT*。由于无法直接得到产业出口贸易额的数据，本文用《中国工业统计年

本文按照联合国“三位数国际标准工业分类”标准，并参照盛斌（2002）的分类方法对我国的劳动密集型、资本密集型和技术密集型三大产业进行分类。^[15]其中，资本密集型产业包括印刷业记录媒介的复制业、石油加工及炼焦业、化学原料及化学制品制造业、化学纤维制造业、橡胶制造业、塑料制造业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业和金属制品业 9 个行业；技术密集型行业包括医药制造业、普通机械制造业、专用设备制造业、交通运输设备制造业、电子机械及器材制造业、电子及通信设备制造业和仪器仪表制造业 7 个行业。

鉴》中的出口交货值作为出口水平的代理变量。本文设计这个变量是为了检验人力资本投入对技术创新的影响是否与技术创新促进出口增长的影响相关。

行业的 FDI 水平。由于无法直接获得各行业 FDI 水平的数据，本文用相关行业中港澳台资本和外商资本之和占该产业总资本的比重来表示，即用“三资企业”资本占总资本的比重表示行业的 FDI。该数据得自《中国工业统计年鉴》。一方面，FDI 可能通过培训技术人员或工人的“边干边学”等“溢出效应”渠道向东道国传授技术；另一方面，FDI 可能通过“竞争效应”渠道对东道国的自主创新起抑制作用。因此，FDI 对东道国技术创新产出的影响究竟是为正还是为负，取决于“溢出效应”是否压倒了“竞争效应”。

技术引进费用 $TECH$ 。笔者从《中国科技统计年鉴》中收集而来。技术引进费用对两大产业中的技术创新产出同时具有“互补效应”和“替代效应”。至于这两类效应对我国两大产业中的技术创新产出带来何种影响以及哪一种效应占优势，则取决于两大产业中具体行业对引进技术是否具有足够强的吸收能力和改进引进技术的能力。一般来说，发达国家为了维持其技术垄断，多半不会向发展中国家输出最新技术。

研发人员劳务费 R 。该变量用向参与技术创新的科研人员支付的劳务费来表示，数据得自《中国科技统计年鉴》。

本文绘制了三幅散点图来描述人力资本投入与资本和技术密集型产业中的技术创新水平之间的关系，如图 1、图 2 和图 3 所示。三个散点图显示，人力资本投入与两大产业中的技术创新水平之间存在着明显的正相关关系。

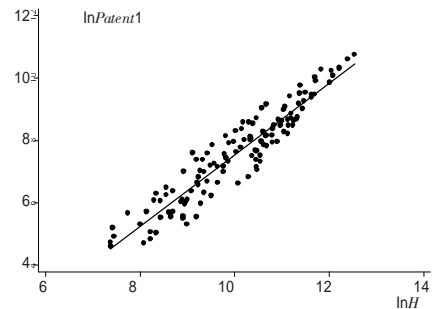


图 1 人力资本投入与专利申请量

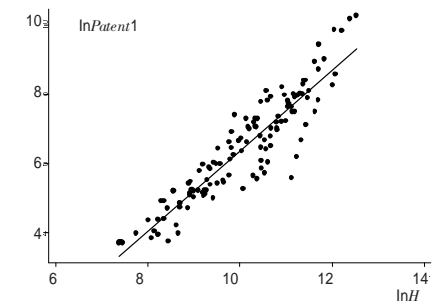


图 2 人力资本投入与发明专利申请量

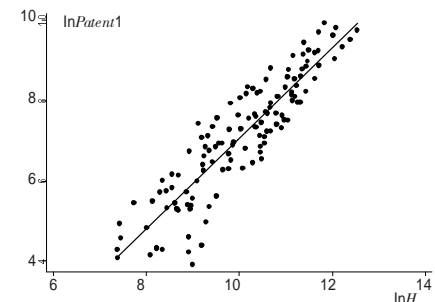


图 3 人力资本投入与实用新型和外观设计专利申请量

三、实证研究

(一) 检验方法及说明

本文在对部分变量进行控制的情况下，着重考察人力资本投入是否促进了或在多大程度上促进了我国资本和技术密集型产业中技术创新产出的增长。由此出发，本文不仅关注技术创新产出的增长，而且关注技术创新产出增长分布的不同分位。因此，本文除了采用静态估计方法之外，还采用了分位数回归方法。

(二) 基本分析结果与讨论

本文分别以专利申请量、发明专利申请量以及实用新型和外观设计专利申请量作为技术创新产出的三个代理变量，回归结果分别对应表 1 中的 (1)-(3) 列、(4)-(6) 列和 (7)-(9) 列，三纵列分别表示运用随机效应模型、固定效应模型和混合回归方法得到的估计结果。对模型进行 Hausman 检验，结果显示在 10% 的显著性水平上不显著。因此，本文将同时报告采用随机效应模型、固定效应模型及混合回归的估计结果，以综合评判。三种估计方法下，人力资本投入对这两大产业的技术创新产

出都有显著的正向影响。随机效应模型的人力资本估计值介于固定效应模型和混合回归方法之间，因此，在随后有关计量结果的讨论中，我们将主要分析随机效应模型的结果。以专利申请量、发明专利申请量以及实用新型和外观设计专利申请量为被解释变量的参数估计结果不存在明显差别，这一点表明本文的研究结果具有较高的稳健性。

表 1 人力资本投入对创新产出的影响

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
$\ln H$	1.113***	1.043***	1.402***	0.902***	0.914***	0.867***	1.155***	1.069***	1.679***
$\ln RD$	0.379***	0.496***	-0.065	0.574***	0.593***	0.103	0.354**	0.472***	-0.087
$\ln R$	-0.639***	-0.626***	-0.509***	-0.760***	-0.784***	-0.136	-0.649***	-0.611***	-0.794***
$\ln EXPORT$	0.362***	0.375***	0.380***	0.597***	0.646***	0.397	0.303**	0.302**	0.380
FDI	-0.658	-1.202	-1.263	-1.162	-0.921	-1.623	-0.714	-1.617	-1.109
$\ln TECH$	-0.012	-0.000	-0.028	-0.011	-0.002	-0.048	-0.005	0.005	-0.013
OS	2.290***	1.907***	2.936***	1.995***	1.608**	2.658*	2.718***	2.457***	3.231**
常数项	-8.860	-9.906	-7.143	-12.718	-13.479	-9.638	-8.721	-9.650	-7.099
观测数	128	128	128	128	128	128	128	128	128

注：*、** 和 *** 分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著。

下面拟围绕这些结果从两个方面展开进一步讨论。

第一，关于核心解释变量人力资本。在对人力资本投入线性影响效应的考察中，无论是 (1)-(3) 列中人力资本投入对专利申请量的影响，还是 (4)-(6) 列中对发明专利申请量的作用或是 (7)-(9) 列中对实用新型和外观设计专利申请量的影响，人力资本投入都对技术创新有显著的正效应，说明提高人力资本投入有利于提高这两大产业的技术创新产出。此外，人力资本投入对三类专利申请量的影响系数分别为 1.113、0.902 和 1.155，发明专利申请量的影响系数明显低于专利申请量以及实用新型和外观设计专利申请量的系数。

第二，有关控制变量。研发资金投入对专利申请量、发明专利申请量和实用新型以及外观设计专利申请量都有显著的正向影响，这反映了加大研发资金投入是促进这两大类产业提高技术创新产出的重要途径。其中，研发资金投入对发明专利申请量的影响系数为 0.574，明显大于对专利申请量、实用新型以及外观设计专利申请量的影响系数 0.379 和 0.354。这表明与一般专利和实用新型和外观设计专利相比，研发资金投入对发明专利的影响更大。两大产业中人力资本报酬对技术创新产出具有显著的负向影响。其原因可能在于所支付的人力资本报酬较低，不足以发挥激励作用，致使“激励效应”小于“成本效应”，因而在计量结果中呈现为负效应。资本和技术密集型产业的出口水平对技术创新产出有显著的正向影响，说明这两大产业的出口有力地促进了两大产业的技术创新。研究结果还显示，我国资本和技术密集型产业中的 FDI 和技术引进费用对技术创新产出没有显著影响；研发企业的产权结构对技术创新产出有显著的正向影响。民营企业大多数是改革开放以来顺应建立中国特色社会主义市场经济体制的要求发展起来的。在两大产业中，民营资本占比逐渐提高，这有利于提升技术创新产出的整体水平。

鉴于人力资本投入对提高资本和技术密集型产业的技术创新产出会受到两大产业自身技术创新水平的限制，故线性回归方法可能难以较好地刻画人力资本投入对技术创新产出的影响。因此，本文在下文的分析中采用分位数回归方法。该方法具有线性回归方法所没有的优势，它不仅能够把处于不同

分位的产业的技术创新水平的差异揭示出来，并且能够分析在不同分位上人力资本投入影响技术创新产出的方向和程度的差异。

(三) 分位数回归

均值回归方法旨在考察自变量 x 对因变量 y 的条件期望 $E(y|x)$ 的影响，而条件期望 $E(y|x)$ 只能刻画自变量 x 对因变量 y 的平均边际效果。分位数回归却能反映整个条件分布的全貌，能分析在特定分位点上自变量 x 影响因变量 y 的边际效应。为了全面分析资本和技术密集型产业中人力资本对技术创新的影响，本文进一步采用分位数回归的方法。

为了考察资本和技术密集型产业中，对发生在技术创新产出的低端、中端和高端三个不同位置上的人力资本投入对技术创新产出的影响及其差异，本文选取了 0.1、0.5 和 0.9 这三个有代表性的分位点做分位数回归。分位数回归结果如表 2 所示，结论如下。

第一，关于核心解释变量人力资本投入。估计结果显示，在资本和技术密集型产业中，在技术创新水平的 0.1、0.5 和 0.9 这三个分位点上，人力资本投入的系数均高度显著，分别为 1.335、1.501 和 0.989。从系数来看，随着资本和技

表 2 人力资本投入对产业不同分位点技术创新的影响

变量	分位点		
	0.1	0.5	0.9
$\ln H$	1.335***	1.501***	0.989***
$\ln RD$	0.123	-0.114	-0.130
$\ln R$	-0.522*	-0.611**	-0.057
$\ln EXPORT$	0.309*	0.511***	0.227*
FDI	-0.730	-2.113***	-1.424*
$\ln TECH$	-0.016	-0.055	-0.011
OS	2.659***	3.486***	3.869***
常数项	-8.440	-8.173	-5.539
观测值数量	128	128	128

注：*、** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平上显著。

术密集型产业中技术创新水平从低端到高端位置的变动，人力资本系数呈现先上升后下降的变动特征。这表明在不同的技术创新水平上，人力资本投入对技术创新产出的影响是有差异的。结果还显示，人力资本投入对技术创新水平较低行业的技术创新产出所发挥的促进作用更大。

第二，各控制变量。在表 2 中，研发人员劳务费在 0.1 和 0.5 的分位上显著为负，系数分别为 -0.522 和 -0.611。这说明在处于低中端技术创新水平的产业中，研发人员劳务费对技术创新产出有负向作用，研发人员劳务费的“激励效应”小于“成本效应”。研发人员劳务费在 0.9 的分位上不显著，意味着在两大产业中那些处在高端技术创新水平的行业，其研发人员劳务费的“激励效应”抵消了“成本效应”，使研发人员劳务费对技术创新产出没有影响。出口水平在 0.1、0.5 和 0.9 分位上都显著为正。这说明在低端、中端和高端技术创新水平上的资本和技术密集型产业中，出口有助于促进两大产业中相关行业的技术创新产出。FDI 在 0.5 和 0.9 分位上都显著为负，说明对于处在中高端技术创新水平上的行业来说，FDI 对技术创新产出起阻碍作用。此外，FDI 在 0.1 分位上不显著，说明 FDI 对处于低端技术创新水平上的行业的技术创新产出没有作用。产权结构在 0.1、0.5 和 0.9 的分位上都显著，其系数分别为 2.659、3.486 和 3.869。这说明不管资本和技术密集型产业中各个行业是处于低端、中端还是高端技术创新水平上，民营资本均发挥了促进技术创新产出的作用。表 2 中的数据还显示，研发资金投入和技术引进费用对技术创新产出没有影响。

第三，人力资本投入和产权结构的作用在不同分位点上有显著差异。表 3 显示，人力资本在 0.1 和 0.5 这两个分位点之间差异性的 P 值为 0.45，这说明两大产业中的人力资本投入对提高处在低端和

中端技术创新水平行业的作用基本一致。0.5 和 0.9 这两个分位点之间差异性的 P 值为 0.06，这意味着两大产业中人力资本投入对提高中端和高端技术创新水平行业的作用有差别，而且对促进中低端技术创新水平行业的作用要更大。结果还显示，两大产业中产权结构在三个分位点之间不存在显著差别，说明两大产业中民营资本对低端、中端和高端三类行业技术创新产出的促进作用相同。

表 3 人力资本投入的分位点检验

	人力资本		产权结构	
	0.1-0.5	0.5-0.9	0.1-0.5	0.5-0.9
F 值	0.57	3.68	0.88	0.14
P 值	0.45	0.06	0.35	0.71

四、结论和政策建议

本文利用《中国科技统计年鉴》和《中国工业统计年鉴》2003—2010 年的相关数据，先后运用静态估计方法和分位数回归方法，分析了人力资本投入对我国资本和技术密集型产业的技术创新产出的影响，得出了如下几点结论：

第一，从静态估计结果来看，人力资本投入无论是对专利申请量、发明专利申请量，还是对实用新型和外观设计专利申请量均有显著的正效应。在控制变量中，研发资金投入、出口水平以及研发企业的民营资本比重均对两大产业的技术创新产出有促进作用。其中，研发资金投入对发明专利申请量的影响大于对其他两类专利申请量的影响。

第二，从分位数回归结果来看，随着资本和技术密集型产业中技术创新水平从低端到高端位置的变动，人力资本回归系数呈现先上升后下降的变动特征。这表明在不同的技术创新水平上，两大产业中的人力资本投入对技术创新产出的影响是有差异的。一方面我国两大产业中人力资本投入促进技术创新的效应存在边际递减性；另一方面，处在高端技术创新水平的产业的专业化程度越高，对与之相匹配的人力资本专业化素质的要求也就越高。处于高端技术创新水平的行业需要更多的高质量专业化人力资本，却因为高素质专业化人力资本存量不足而无法提供。因此，在目前乃至今后相当长一段时间内，应当把提升专业化人力资本的质量作为我国长期经济发展的一项基本国策。

参考文献：

- [1]Nelson R. R., Phelps E. S.. Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth[J]. American Economic Review, 1966, 56(1): 69-75.
- [2]Lucas R. E.. On the Mechanics of Economic Development[J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22(1): 3-42.
- [3]Romer P. M.. Endogenous Technological Change[J]. Journal of Political Economy, 1990, 98(5): 71-103.
- [4]Benhabib J., Spiegel M. M.. The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data[J]. Journal of Monetary Economics, 1994, 34(2): 143-173.
- [5]Redding S.. The Low-Skill, Low-Quality Trap: Strategic Complementarities between Human Capital and R&D[J]. Economic Journal, 1996, 106(435): 458-470.
- [6]London S., Brida J. G., Rizzo W. A.. Human Capital and Innovation: A Model of Endogenous Growth with a Skill-loss Effect [J]. Economics Bulletin, 2008, 15(7): 1-10.
- [7]李 平, 崔喜君, 刘 建. 中国自主创新中研发投入产出绩效分析——兼论人力资本和知识产权保护的影响[J]. 中国社会科学, 2007, (2): 32-44.
- [8]史修松, 赵曙东, 吴福象. 中国区域创新效率及其空间差异研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2009, (3): 45-55.

- [9]余泳泽. 创新要素集聚, 政府支持与科技创新效率——基于省域数据的空间面板计量分析[J]. 经济评论, 2011, (2): 93-101.
- [10]张 诚, 张 瑜. 跨国企业在华研发活动对我国高科技行业创新的影响——基于面板 VAR 的分析[J]. 世界经济研究, 2012, (2): 57-65.
- [11]黄燕萍, 刘 瑜, 吴一群, 李文博. 中国地区经济增长差异: 基于分级教育的效应[J]. 经济研究, 2013, (4): 94-105.
- [12]杨振兵. 市场整合利于提升创新效率吗——基于创新能力和创新动力的新视角[J]. 当代财经, 2016, (3): 13-23.
- [13]洪联英, 韩 峰, 唐 寅. 中国制造业为何难以突破技术技能升级陷阱——一个国际生产组织安排视角的分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2016, (3): 23-35.
- [14]周凤秀, 张建华. 贸易自由化, 融资约束与企业创新——来自中国制造业企业的经验研究[J]. 当代财经, 2017, (6): 100-108.
- [15]盛 斌. 中国对外贸易政策的政治经济学分析[M]. 上海: 上海三联书店, 2002.
- [16]刘思明, 侯 鹏, 赵彦云. 知识产权保护与中国工业创新能力——基于大中型工业企业面板数据的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2015, (3): 40-57.

Human Capital and Technological Innovation in China's Capital-Intensive and Technology-Intensive Industries: An Empirical Study Based on Quantile Regression Model

MA Ying, HE Qing

(Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract : Based on the panel data of China's capital-intensive industries and technology-intensive industries, this paper makes an empirical analysis of the impacts of human capital inputs on the technological innovation outputs of China's capital-intensive and technology-intensive industries. The results of the static analysis show that, in terms of the average level of technological innovation of both the industries, the inputs of human capital have significantly increased the outputs of technological innovation in the capital-intensive industry and the technology-intensive industries. But, the results of the quantile regression analysis indicate that the impacts of the human capital inputs on the technological innovation of the related fields of the two industries are prominently different: the human capital inputs can make greater contribution to the promotion of technological innovation for the industries with middle or lower level of technological innovation; while for the industries at the higher-end of technological innovation, the contribution made by the inputs of human capital is less.

Key words : human capital; capital-intensive industries; technology-intensive industries; technological innovation; quantile regression model