



北京师范大学经济与工商管理学院
工作论文（working paper）系列
经济类 No. 58

孙川：信息技术投资，信息技术应用与中国
经济增长——基于区域空间溢出的视角

2014年6月

信息技术投资，信息技术应用与中国经济增长

——基于区域空间溢出的视角

ICT Investment, ICT Application, and Economic Growth of China

--- from a Spatial Spillover Perspective

北京师范大学 孙川

摘要：信息化促进了中国经济增长吗？为了从经验事实上验证这一命题，本文从信息技术是否促进了经济增长、信息技术是否导致了跨区域的经济扩散、这种扩散是否突破了地理空间的制约等三个方面入手，利用空间德宾模型（SDM）对信息技术投资和信息技术应用对中国经济增长的空间溢出效应进行了分析。结果显示，不论是信息技术投资还是信息技术应用与经济增长之间都存在显著的正向关系，与其他经济变量相比二者有着明显不同的空间溢出效应，不仅对周边相邻区域产生影响，而且对非相邻区域也有明显的空间作用，同时其空间溢出范围仍然会受到地理空间的约束。

关键词：信息技术投资 信息技术应用 空间溢出 经济增长

作者：孙川

工作单位：北京师范大学经济与工商管理学院

联系方式：北京新街口外大街 19 号北京师范大学经济与工商管理学院

邮编：100875

电话：13910760933

邮箱：sunch@bnu.edu.cn

信息技术投资，信息技术应用与中国经济增长

——基于区域空间溢出的视角*

摘要：信息化促进了中国经济增长吗？为了从经验事实上验证这一命题，本文从信息技术是否促进了经济增长、信息技术是否导致了跨区域的经济扩散、这种扩散是否突破了地理空间的制约等三个方面入手，利用空间德宾模型（SDM）对信息技术投资和信息技术应用对中国经济增长的空间溢出效应进行了分析。结果显示，不论是信息技术投资还是信息技术应用与经济增长之间都存在显著的正向关系，与其他经济变量相比二者有着明显不同的空间溢出效应，不仅对周边相邻区域产生影响，而且对非相邻区域也有明显的空间作用，同时其空间溢出范围仍然会受到地理空间的约束。

关键词：信息技术投资 信息技术应用 空间溢出 经济增长

一、引言

信息化促进了中国经济增长吗？在信息通信技术（ICT）已经十分普及的今天提出这样的问题显得非常突兀，但是，从信息化与经济增长关系的研究来看这确实是一个问题。与国外相关领域和与中国其它领域的研究相比，这方面的研究文献令人奇怪的稀少。为此有研究者甚至认为，尽管我们可以根据新古典增长理论对二者关系给出强有力的逻辑解释，但时至今日仍然缺乏可靠的过硬的经验事实来证实信息化在国家、区域和企业等层面确实对经济增长发挥了重要作用。（李红升，2010）反观实践领域，从1998-2007年信息通信技术产业的工业总产值一直排在各工业行业的首位，2010年ICT产业产值（软件硬件合计）达到了78066.37亿元，占国民生产总值的19.46%；2010年互联网上网人数已经达到了4.57亿，占全国总人口的34.1%，^①无论是产业进步还是应用和普及都有了长足发展，渗透到了社会生活的方方面面。可以说当前理论研究明显滞后于社会实践，通过扎实可靠的经验事实来证实信息化对经济增长的促进作用，不论是在理论上还是实践上都具有十分重要的意义，是我们难以回避的研究课题。

关于信息通信技术与经济增长关系的研究必须回答两个问题，第一个问题是ICT投资是否促进了经济增长，第二个问题是ICT尤其是互联网技术的发展是否造成了不受地理空间制约的经济扩散，围绕着这两个问题形成了两条不同的研究线索。第一个问题，由于索洛提出的“生产率悖论”（1987）而广为人知，历经二十多年的研究取得了很大进展。OECD（2003，2004）和Bloom（2010）的总结性研究报告显示，在国家、行业层面，信息技术投资对于提高劳动生产率具有显著作用，在企业层面，ICT的采用对多因素生产率（MFP）也存在明显影响，“生产率悖论”所带来的疑惑似乎已经烟消云散。与之相对，尽管信息通信技术可以带来经济活动广泛扩散的观点通过“无国界世界”（大前研一，1990），“距离的消失”（凯恩克罗斯，1997，2001），“世界是平的”（费里德曼，2007）等通俗读物而广泛传播，但是在专业研究文献中却存在完

* 本文为2010年度教育部人文社会科学研究项目（10YJA630136）研究成果。

全不同的观点，一种观点认为信息化扩散受制于经济、文化、政治生活的空间约束，不存在超越空间的溢出，更可能出现的是“数字鸿沟”，集聚的效果大于扩散的效果（Graham，2008）；另一种观点认为信息化有助于打破经济、文化、政治生活的空间约束，距离消失，扩散效果远大于集聚效果。Moriset 和 Malecki（2009）将这一现象称之为“数字经济地理学悖论”。悖论的提法既反映出该问题的复杂性也说明研究进展相对迟缓。

当研究扩展到区域层面时又必然涉及如下问题，区域间是否存在相互影响，是如何相互影响的，这种影响是以空间扩散为主还是以空间集聚为主。作为前述第二个问题的自然延伸，当区域分析包含 ICT 这一因素时，问题就进一步演变为地理学第一定理是否仍然适用，或者说地理空间约束在信息化条件下是否仍然发挥作用。对第二个问题的回答较第一个问题更为麻烦，因为第二个问题不仅包含第一个问题，而且还需要分析在区域空间条件下 ICT 对经济增长的影响带来的是空间集聚效应还是空间扩散效应，不仅要回答是否具有溢出效应，而且还必须回答这种溢出是空间邻接性质的还是超空间距离性质的。

其实，造成上述两个问题的关键因素是互联网的发展、应用和普及。从现有研究来看，1995 年以前“索洛悖论”一直不能被证伪，而 2000 年前后多项研究表明从 1990 年代中后期开始，信息技术确实对经济增长有着显著的促进作用。其中除了 ICT 资本存量的测量技术得到改进等原因之外，互联网是一个不可忽视的重要因素。一方面，互联网的发展带来了计算机及其相关软硬件设备投资的爆发性增长，促进了信息技术的扩散和产业的快速扩张，另一方面，互联网的应用导致了企业、个人乃至国家间关系网络的大幅度扩展，信息通信成本迅速降低，再有就是，与这两方面发展相伴随的是信息资源规模的迅速膨胀，信息搜索成本也大幅降低。正是互联网应用的媒介作用，刺激了对信息的需求，引起了 ICT 技术的扩散，加速了信息资源累积和传播，而信息资源的累积和传播又进一步强化了互联网的应用，刺激信息技术不断改进和进一步扩散。可以说互联网的应用和普及，信息资源的累积和传播是信息通信技术促进经济增长的关键环节，但是，过往的研究往往忽视了这一关键因素。

基于上述观点，本文的主要目的就是要探讨在中国信息化究竟是以何种方式对经济增长产生影响的，具体而言就是试图探明区域信息技术投资对经济增长是否存在影响；除本地影响之外，是否还存在区域间的溢出效应，如果存在溢出效应，那么这种效应是相邻空间溢出的呢，还是非相邻溢出的，或者是二者兼而有之；再有就是以互联网为媒介的信息技术的应用和普及，信息资源的积累在其中扮演着什么样的角色，是否也对经济增长有着促进作用。

二、理论回顾

信息化是一个被广泛使用但又缺乏严格定义的概念（王旭东，2008），但是从内涵上看又都包含信息技术投资、信息资源开发和信息技术应用等方面的内容。例如，《2006-2020 国家信息化发展战略》将信息化定义为“充分利用信息技术，开发利用信息资源，促进信息交流和知识共享，提高经济增长质量，推动经济社会发展转型的历史进程。”^②OECD（2001）在定义数字鸿沟时使用了“个人、家庭、企业、不同社会经济发展水平的地区，在享用信息技术的机会以及利用互联网从事各项活动水平之间的差距”的表述，其实，所谓数字鸿沟实际上就是信息化差距的形象化描述，也就是指在信息技术的获取和应用上的差距。循着上述思路，本文从内容上将信息化区分为两个部分，其一是信息技术的投资和获取，其二是信息技术的应用和信息资源的开发。

由此出发，我们将分别从如下几个方面来考察信息化与经济增长的关系，一是信息技术投

资对经济增长的影响，这一类研究主要集中在国家水平的宏观层面上；二是信息技术的普及和应用，这类研究既涉及宏观层面也涉及微观层面；三是信息技术所引发的集聚效应或扩散效应，这一类研究大多数与经济地理问题紧密相关，研究的重点主要定位在区域经济的层面上。

1、信息技术投资与经济增长

信息技术对经济增长影响的研究大致起始于 1990 年代前后，早期的研究结果(Solow, 1987; Bryjolfsson, 1993; Loveman, 1994; Oliner and Sichel, 1994) 要么呈负相关，要么不相关，信息技术对经济增长的促进作用并不明显。Triplett (1998) 在对“生产率悖论”进行评估分析时归纳了七点原因，认为造成悖论现象出现有着多种原因，信息技术的影响力还有待进一步观察。然而，在改进了与信息技术投资相关的测量技术和经济增长核算框架之后，Oliner and Sichel (2000), Colechia and Schreyer (2002), Van Ark (2003), Jorgenson (2001), OECD (2003, 2004) 等后续研究表明 ICT 投资对经济增长有着显著贡献。例如 OECD 在 2004 年报告称，1995-2001 年 OECD 国家 ICT 的年平均贡献率达到了 0.5 个百分点，其中，美国，加拿大，荷兰和澳大利亚的贡献率更高，占到了 GDP 增长的四分之一左右。Jorgenson 利用总生产函数模型对美国的研究也表明，1995- 2000 年间信息技术投资贡献达到了 59%。Jorgenson and Khuong Vu (2005, 2007), Khuong Vu (2009) 将研究范围扩大到发展中国家，Khuong Vu 利用 100 多个国家 1995-2005 的数据进行分析发现，在研究期间，信息技术的扩散效应明显，特别是在发展中国家，信息化对经济增长的贡献要大于发达国家，同时投资的强度及人口规模与信息化的作用有较强的关联性。

2000 年前后的研究成果主要得益于三方面的进展，一是由于 1995 年以后随着互联网的广泛应用，信息通信技术投资大幅增长，在测量上更容易显现；二是由于测量方法的改进，Oliner and Sichel (1994)、Sichel (1997) 指出仅以计算机来计算信息技术投资所得到的资本存量偏小，应该将计算机周边设备以及相关的通信设施等一并考虑在内，1993 年以后多国开始将软件业纳入到国民经济核算统计体系之中，Oliner and Sichel (2000), Jorgenson 和 Stiroh (2000) 在其研究中加进了软件投资的数据，收到了良好的效果；三是由于分析模型的优化，在上述几项研究中尽管作者所用核算框架或计量模型有所不同，但都采用了将资本投入区分为 ICT 投入和非 ICT 投入的方法，由此能够更好地捕捉信息通信技术投资对经济增长贡献的大小，其后关于信息技术与经济增长关系的研究基本上都是沿着这一思路进行的。

从国外的研究经验可以看出，解决问题的关键在于如何准确地测量 ICT 投资和资本存量，而这一点正是国内研究所欠缺的。由于数据可得性等原因，国内研究大多选用替代指标或信息化指数来估计信息技术的贡献程度。刘荣添，叶民强 (2006) 利用索洛生产函数模型，将信息化规定为内生技术进步变量，用交通运输仓储及邮电通信业增加值来替代信息技术投入，测算了 1992-2004 年中国东中西三大区域信息化的贡献率。徐升华，毛小兵 (2004)，杜伟锦，李红升 (2005)，王宏伟 (2009) 等则是从信息产业的角度来考察对经济增长的贡献。到目前为止，只有 Wong (2004)，Heshmati (2006) 施莉和胡培 (2007)，孙琳琳 (2009) 是按照资本投资核算方法来测算 ICT 资本存量的。前三者都是将信息通信技术产业的基本建设与技术更新改造投入作为信息资本存量核算的基准，由此可能带来测量偏差，因为基本建设投资中不仅包含信息技术投资，也包括其他非信息技术投资，存在着过大估计的问题，同时也没能将其他行业信息技术投资纳入分析的范围。孙琳琳的研究利用“商品流量方法”(commodity flow method) 并参考美国行业投资比率对中国全国和行业的 ICT 投资进行了较为详细的估算。由此可见，由

于信息技术投资或信息化等变量的标准不一，造成了各个研究成果之间很难相互比较，从而影响到我们对信息技术的贡献程度的准确判断。

2、信息技术应用与经济增长

随着信息化的发展和深化，近年来，国外研究开始关注信息技术应用，特别是互联网的使用和扩散是否对劳动生产率和经济增长产生影响的问题。

Weber 和 Kauffman (2011) 对信息技术应用的相关文献进行了较为全面的梳理，认为信息技术应用水平与各个国家的经济、社会及其他（法律、环境、认知）等因素相关，而信息技术应用对经济发展的影响在个人、组织、产业以及国家层面上各不相同。(1) 个人层面，最主要的作用是提高工作效率，但同时也会产生诸如“宅”行为、因网络共享而降低企业收入（如音乐等）等负面效应；(2) 组织层面，可以提高企业组织生产力、效率、安全性、组织透明度，促进组织结构扁平化等；(3) 产业层面，主要影响表现在通过技术和工艺标准化的扩散，提高组织间的一致性和行业效率；(4) 国家层面，其影响表现在两个方面，在经济上会加速经济增长方式的转变，增加与其它国家的贸易机会，以及其他方面的全球共享机会，在文化上会加强与其它国家的信息交流与沟通，除此而外，还会给政府政策的制定和执行带来正面或负面的影响。Madon (2000) 认为经济生产力、健康、教育、扶贫和妇女权力、民主和可持续发展是影响互联网应用的六个关键因素，而互联网的应用又会反过来影响社会经济发展，他构建了一个理解互联网和社会经济发展相互作用关系的概念框架。Kafouros (2006) 在讨论互联网应用与 R&D 效率的关系时，从微观的角度分析了互联网应用对研发生产率的影响，认为互联网应用的主要功能在于“搜索”和“沟通”，它们在成本、时间和质量三个方面影响研发效率。“搜索”降低了信息搜寻成本和时间，有利于研发团队检索和存储所需信息，同时由于互联网扩展了可获得信息资源的范围，从而可以进一步优化和提高研发质量。搜索功能的发挥与互联网信息资源的累积水平有关。“通讯”的主要作用在于降低了团队、部门和相关组织之间的沟通与协调的成本和花费的时间，同时沟通的即时性和超空间性质也有利于提高研发的最终产品的质量。从总体上看现有理论解释基本上没有超出新古典主义的框架，即信息技术革命带来了 ICT 产业的空前活跃和发展，导致该产业的产出大幅增长，全要素生产率快速提高，随之而来的是产品价格持续下降，产品质量大幅提高，进而刺激了其他产业的 ICT 技术投资欲望，ICT 技术由关键性产业向其他产业扩散，由此导致了整体经济的显著增长。不过值得关注的是上述研究没有将重点放在 ICT 投资上，而是聚焦于信息技术的应用和扩散之上。

与此相应，信息技术应用对劳动生产率和经济增长产生影响的经验研究数量也在增加。在微观方面，Sańchez 等 (2006) 通过一个扩展的科布-道格拉斯生产函数模型，对西班牙 2002 年 2286 家企业的截面数据进行了分析，发现在工作中使用互联网的时间（互联网使用时间/总工作时间）对企业劳动生产率有着显著且正向的影响，与之相对，使用时间的二次项却显著为负，也就是说互联网对生产率的影响存在一个阈值区间，使用时间过长反而会降低生产效率。K. Motohashi (2007) 的研究利用了日本经济产业省的制造业大型调查数据库，采用一阶差分的柯布-道格拉斯生产函数对 1991-2000 年约 8100 家企业的面板数据进行分析，发现 1997 年以后使用互联网和内部网对制造业及服务行业的全要素生产率均有显著影响，而在早期（1991—1994 年）这种现象仅存在于制造业。

在宏观方面，Y.-H. Noh (2008)，C Choi (2009)，MacDougald (2011) 分别利用多国数据，从不同角度分析了互联网使用对经济增长的影响。Noh 在考察贫富差距、互联网应用与经济发

展关系时发现, 1995—2002 年在 60 个国家中, 上网人数增长和收入不平等(基尼系数)对经济增长具有正向影响, 而这两个变量的交叉项则显示出, 基尼系数小于 29.99 的国家影响显著且为正, 基尼系数大于 40.00 的国家影响显著且为负, 由此证实了数字鸿沟对经济增长具有抑制作用。Choi 的研究通过对 207 个国家 1991~2000 年的面板数据分析, 在控制了投资、政府消费和通货膨胀率等因素的条件下, 上网人数总人口比对经济增长具有显著的正向影响。

Macdougald (2011) 依据 Madon 的概念框架, 利用 202 个国家 1996—2007 年的面板数据, 分别考察了上网人数总人口比对人均 GDP、人均出口额、人均市场资本的影响。结果显示, 在总体和收入水平高中低分组中互联网使用对人均 GDP 均为显著且正向的影响; 对于人均出口, 在总体水平上作用显著, 但在不同分组水平上基本不显著; 对于市场资本的影响主要表现在总体水平, 以及高收入和中等收入国家, 低收入国家的效果不甚显著。

上述分析都是将互联网作为信息技术应用的典型范本来进行研究的, 篠崎彰彦等(2008) 则从更为宽泛的角度来理解信息技术应用。首先, 所谓 ICT 不仅仅指信息通信技术设施, 还应包括信息内容的开发和生产, 所以 ICT 由基础设施、终端设备和信息内容三个部分构成; 其次, ICT 的应用和深化依赖于构建以互联网为主的“无处不在”的信息网络环境; 第三, 正是 ICT 与信息网络环境的相互作用导致了经济和社会信息化水平的不断提升。因此, 所谓信息技术应用应该是 ICT 设施及终端设备、信息资源内容和信息网络环境的互动和发展。为此, 篠崎彰彦等提出了一个反映信息技术应用、普及和信息资源累积水平的概念: Ubiquitous。其表面含义是“无处不在”, 内涵包括可随时利用的信息网络、对社会经济生活的高度渗透、可接入性的大幅提升、固定与移动的融合等。篠崎彰彦等(2008) 利用构建的 Ubiquitous 指数(U 指数), 对日本 47 个都道府县 1998—2005 年的面板数据进行了分析, 结果显示 ICT 资本存量与 U 指数的交叉乘积项对各地区的经济增长贡献显著, 由此证实了信息技术应用强化了信息资本投入的网络外部性。

目前国内尚无与此相关的研究文献。

由以上研究可以看出, 在信息技术的深化过程中对经济增长的影响不仅仅局限于 ICT 投资, 信息资源累积、信息技术应用, 以及信息化环境的形成也发挥着重要的作用, 在分析信息技术与经济增长关系时应该将其纳入理论框架和分析模型之中。

3、信息技术空间溢出的影响: 集聚与扩散

按照新经济地理学的观点, 在报酬递增和不完全竞争的条件下, 当运输、通信等交易成本降低, 有利于资本和人员流动, 经济区域在更大区域得到整合时, 经济活动趋向于集中, 产生所谓“集聚效应”; 但是, 集聚又可能导致竞争加剧, 资源稀缺等问题, “拥堵成本”反而会上升, 经济活动就趋向于扩散, 产生所谓“扩散效应”, 经济活动的空间分布可以理解为是这两种力量相互作用的结果。从 ICT 与区域经济增长的角度出发, 研究者们关心的是信息通信成本的降低到底是有利于集聚还是有利于扩散, 或者说它是如何改变集聚与扩散之间平衡的。

现有文献在研究 ICT 扩散问题时通常将其看作一般通用技术(general purpose technology, GPT), 所谓 GPT 是指起初存在很大的改进范围、最终导致广泛的应用, 并有多种不同的用途, 与其他技术之间存在较强的互补性的技术。(Lipsey, Becar and Carlaw, 1998) 它具有适用于大部分产业和地区的普遍深入性、能够推动应用部门技术的持续进步的内在潜力、与其他技术的创新互补性的特性。从这个角度看, ICT 具有 GPT 的大部分特性, 如普遍适用性(跨多部门), 从根本上改变生产模式和产出方式; 提供一系列渐进式创新平台; 在现有格局中形成突变式创新的节点, 改进资源配置和提升产出水平等。(Karlsson, 2010)

ICT 通过三条途径促进经济增长，其一是 ICT 部门本身的技术进步，其二是其他非 ICT 部门增加 ICT 投资和应用所带来的全要素生产率提高，其三是对经济增长的间接影响，即所谓外溢效应，ICT 的投资和应用将带来企业的创新方式、生产方式以及管理方式诸多方面的改进，从而在整体上提高全要素生产率，促进经济增长。外溢即意味着 ICT 技术扩散。Basu and Fernald (2007) 在分析美国 1987-2004 年 ICT 产业的扩散现象时发现，ICT 的扩散方式与 GPT 理论十分吻合，即表现为 S 型模式，1990 年代中后期之前全要素生产率增长缓慢，甚至有下滑的趋势，而 1990 年代中后期之后全要素生产率开始加速，其原因在于 ICT 应用部门的大规模扩张，而不在于 ICT 生产部门本身的增长，ICT 资本投资与全要素生产率增长之间存在着 5-10 年的滞后期。Andre 等 (2010) 在分析 1990-2004 年 214 个国家互联网技术扩散时发现，大部分国家的扩散模式都是 S 型的，但是发展中国家与发达国家之间存在着明显的滞后，数字鸿沟显而易见，影响互联网扩散速度的关键因素是人均上网用户数的时间滞后效应。上述研究表明，从时间的角度看，ICT 技术扩散是随着应用规模的扩大和普及渗透率的提高而实现的。

与之相对，从空间的角度看 ICT 外溢又具有什么样的特征呢？如前所述，集聚与扩散是 ICT 在经济地理问题上争论的焦点，主张扩散为主的“地球村理论”认为，信息通信技术与交通运输相类似，都是“减少摩擦的技术”，其主要功能在于可以较大幅度的降低地理空间成本，对于面对面地沟通和交流产生的是替代效应，随着这一类技术的应用和普及，空间约束被打破，人们可以实现远距离的无摩擦的交易，经济活动将在更大的空间范围内得以扩散。这类观点的经验证据主要来自于在信息技术条件下跨国公司的全球布局、业务外包和电子商务等。与之相反，主张集聚为主的“城市集聚理论”或“数字鸿沟理论”则认为，ICT 的空间溢出依赖于三个基本条件，即信息技术基础设施、人力资源和知识外部效应，在此约束下，技术和经济活动更容易趋向于集聚而不是扩散。其原因在于，在现代技术条件下，企业的区位选择越来越重视能否获得技术和知识、创新人才和创业资本等知识因素，是否存在知识溢出成为选择的关键因素，更多的 ICT 投资将大幅降低交易成本，从而导致更多的熟练技术人才和创业资本的集聚，形成更加有利的知识区位优势，由此吸引更多相关企业加入，形成更大的产业集聚，反过来又将进一步刺激 ICT 的投资。按此理论逻辑推演，ICT 投资将进一步强化大城市和经济发达地区的优势地位，研发等知识创新活动将更为集中，ICT 的溢出所带来的是“集聚”而非“扩散”，数字鸿沟在短期内是难以填平的。相比之下“城市集聚论”得到了更多经验证据的支持。Chinn and Fairlie (2004)、Wang, Lai and Sui (2003)、E.Giovannetti 等 (2005)、A.D'Ignazio, E.Giovannetti (2007)、路紫 (2008) 等都证实互联网等基础设施具有所谓城市向心性，集聚效应强于分散效应；Gaspar and Glaeser (1998)、Kolko (2000)、Sinai and Waldvogel (2004) 等对信息技术对人际交流的影响进行了研究，发现 ICT 所带来的互补效应大于替代效应，这意味着即使是在信息技术条件下，地理空间的影响仍然发挥着主要作用，集聚效应要大于扩散效应。M. Barthelemy 等 (2003) 在研究法国国家 RENATER 网络的流量特征时发现，信息流量并非均匀分布，上网流量具有较强的本地化特征，同时还发现网络信息流量与当地的科研论文发表数量有着很强的相关性，说明互联网信息内容也具有集聚的特点，并且与知识集聚有关。

上述两种观点各具特色，但又都存在一定不足，“地球村理论”不能很好的解释在信息技术条件下的知识、创新集聚现象，“城市集聚理论”则忽略了大规模应用和普及，如互联网、移动通信、电子商务等所带来的经济活动远距离扩散等问题。针对集聚与扩散的悖论，Forman 等 (2005) 基于 GPT 理论设计了一个更为精致的模型，首先，他们根据使用互联网技术的复杂程度将应用区分为两类，一是称之为“参与 (participation)”的简单应用，二是称之为“增强

(enhancement)”的复杂应用，所谓参与是指不需要过多投资的技术应用，如收发邮件、上网搜索等；所谓增强是指需要进行投资，同时伴随着技术改造、业务及组织重组的技术应用，如电子商务等。其次，认为互联网技术采纳的净收益是采纳所获得的毛收益和成本的函数，在区域条件下采纳还要受到密度和时间两个变量的制约，其中密度是指地理条件、城市群、产业、事前投资，以及人口等区域条件。如果密度降低，规模收益增加，技术采纳趋向于扩散；如果密度升高，成本降低，技术采纳就会趋向于集聚，这两方面恰好是地球村理论和城市集聚理论所持的观点；密度增加同时规模收益也随之增加的情形则依赖于，异质性机构或产业互动所具有的潜在价值、各类劳动力和共享资源的丰富程度、技术的前沿性和多样性等，如果能够满足这三个条件，技术采纳的概率和密度都会提高，Forman 将此称之为“行业构成理论”。在上述三种类型中对互补性创新的需求依次递增，对于单个企业而言，对互补性创新的需求越高，技术采纳的投资成本就越大。因此，对于互补性创新依赖程度低、投资成本低的相对成熟技术，更易于采取简单应用，也容易形成技术扩散；反之，对于创新性强、互补性创新依赖程度高、投资成本大的技术，则趋向于复杂应用，更容易导致集聚。换言之，采用复杂技术应用比采用简单技术应用对于城市、产业、人口的密度更为敏感。

该研究利用 1998-2000 年美国 86879 个企业样本，对互联网技术扩散问题进行了实证分析，发现“参与”式的简单应用与地理区位、机构规模、企业特点等因素相关性较低，即使有也表现为替代效应，扩散效应显著，与之相对的“增强”式的复杂应用与地理区域、机构大小和产业关联等因素显著相关，集聚效应显著。与之类似，E. Bellini 等（2003）对意大利中小企业经济活动的分析也发现 ICT 可能导致经济活动的分散化，从而有利于缩小区域经济差异，但是该研究没有对技术采用的类型进行区分。Bloom（2010）利用英国的产业集聚 EG 指数研究了 ICT 对产业集聚的影响，结果发现对于制造业高带来的是较低空间聚集，对于服务业则带来的是较高空间聚集，这也就意味着 ICT 应用对于制造业呈负相关，促进了经济活动的分散化，对服务业则为正相关，加强了经济活动的集中化。

以上研究给我们的启示是，在研究 ICT 空间溢出问题时应当从两个方面对技术采纳和应用进行区分，一是技术应用的复杂程度，如复杂应用与简单应用，二是技术发展的阶段，如技术创新与技术普及，复杂的创新的技术需要更多的投资和更强的互补性，对空间密度也更为敏感，因此趋向于集聚；而随着技术成熟，使用成本下降，采纳门槛降低，对空间密度的敏感性也随之降低，因此更有利于普及和扩散。由此出发可以认为，由技术采用引发的经济活动的集聚与扩散并非非此即彼的两极，而是由于不同应用水平和不同发展阶段而产生的不同表现，二者之间有着内在关联性。

根据上述理论回顾我们至少能够做出如下几点判断，第一，信息通信技术对经济增长的影响不仅在于投资，信息技术的应用和信息资源的累计的作用同样不可忽视，因此十分有必要将其纳入到我们的分析框架之中；第二，信息通信技术的空间溢出问题相对比较复杂，由于伴随着较大投资的复杂应用与不需要过多投资的简单应用的空间溢出效应存在着或集聚或扩散的差异，因此将空间关系引入分析框架时应该考虑到这种差异性，以便更加深入地理解信息技术与经济增长关系。

三、分析模型及其扩展

信息技术投资，信息技术应用，以及信息技术的空间效应是分析 ICT 与经济增长关系时应该考虑的三个基本因素。在进行经济计量分析之前我们有必要进一步梳理清楚三者之间的关系。

首先，我们认为信息技术应用并不能完全等同于信息技术投资。在进行经济计量或经济增长核算时，人们通常将 ICT 作为投入要素来看待，它涵盖了计算机硬件、软件和通信设备等设施和终端，但是它们并不能反映 ICT 应用的全部内涵。所谓应用是为了技术之外的目的而使用技术，而不是技术本身。ICT 基础设施和设备构成了应用的基础和条件，而 ICT 的使用则在于发挥这些设施设备的功能。因此，仅从要素投入来进行分析就有可能忽略应用对经济增长的影响。篠崎彰彦将信息技术对经济的影响看成是投资与应用的交叉效应的结果，也就是说应用是通过要素投入来影响经济的，而没有单独考察应用对经济的影响。通过前面的理论回顾，我们有理由相信信息技术应用同样促进经济增长，ICT 应用是提高生产率的关键因素，全要素生产率的提高更多依赖的是信息技术的应用水平，而信息技术投资并不能完全反映应用水平的高低，因此，有必要将 ICT 应用作为全要素生产率的构成要素来进行分析。

其次，信息资源累积源自于应用，而不是外在于应用。篠崎彰彦（2009）将 ICT 区分为基础设施、终端和信息资源三部分，认为正是由于这三方的互动导致了技术的扩散和生产率的提高，但是他将信息资源（内容）看成是应用的前因变量，而我们则将其视为应用的结果变量，或者是互为因果变量。以互联网为例，按照梅特卡夫定律，相互连接的 n 台计算机所产生的潜在价值将是 n 的平方。以往人们往往将其所指的价值理解为（网站等的）经济价值，而互联网发展到今天使我们更清楚地认识到该定律揭示的首先应该是互联网的应用价值。按照 Kafouros 的观点互联网的应用价值可以归结为“搜索”与“沟通”。而这两方面又都具有信息资源开发和累积的作用。搜索的信息资源效应在于，在便利检索资源的同时积聚起新的资源，即信息需求的信息资源，google 的真正价值在于搜索过程中积聚起来的搜索信息；沟通的信息资源效应在于建构新的网络环境，社区网络（SNA）在方便人们沟通的同时，构筑起了一个不同于实际社会生活的虚拟关系网；当 ICT 进入移动互联时代，搜索+沟通+移动的应用模式进一步产生出新的信息资源效应，推特、微博等构成了新的媒体资源，GIS 的应用将空间即时信息也纳入了统一的信息资源环境之中。信息技术的应用是循着如下轨迹而螺旋上升的：新技术刺激应用，应用导致技术扩散和资源累积，新资源刺激更新的技术进步，导致更新的应用和更新的资源累积。因此，将信息资源累积纳入到信息技术应用范畴应该是合理的。

第三，信息技术的空间影响方式不同于一般的地理空间溢出。尽管不论是从 ICT 基础设施，还是从互联网条件下的互动方式，或者是从 ICT 对组织行为的空间活动来看，目前尚无充分证据证实信息技术的空间溢出是超越地理空间约束的，但是，至少可以认为在某些方面和某种程度上已经突破了地理空间的束缚，空间成本显著降低，区域因素的作用也在发生变化，组织的分布和管理的方式正在发生变革，因此，在考察信息技术的空间溢出时不仅需要分析空间邻近效应还需要分析非空间临近效应，应该采用不同于传统地理空间分析的方法来进行研究。

1、基本模型

根据以上思路，本文采用科布-道格拉斯生产函数来分析信息技术投资和信息技术应用对经济增长的影响。我们按照通行的做法将物质资本存量区分为 ICT 资本存量和非 ICT 资本存量两部分，由此可得：

$$Y_{it} = A_{it} NICT_{it}^{\alpha_1} ICT_{it}^{\alpha_2} H_{it}^{\alpha_3} \quad (1)$$

其中， Y_{it} 表示第 i 省第 t 年的产出（GDP）， $NICT_{it}$ 表示第 i 省第 t 年除去 ICT 资本存量

的其他物质资本存量； ICT_{it} 则表示第 i 省第 t 年的 ICT 资本存量； H_{it} 表示人力资本。 α_1 、 α_2 、 α_3 分别表示非 ICT 存量、ICT 存量和劳动投入的产出弹性。 A_{it} 代表技术进步。通常认为技术进步是除去物资和人力资本之后的其他影响经济增长的因素，即所谓全要素生产率（TFP），常用的做法是用研发（R&D）投入（研发经费）或产出（专利授权数）来表征技术进步。除此而外，还有人将市场化程度、政府政策等制度因素也作为影响技术进步的因素来考虑（樊纲、王小鲁、马光荣，2011）。从本文的视角出发，前文的分析也表明对于生产率的影响不仅仅局限于 R&D，在现代信息技术广泛应用和渗透的情况下，决不能忽视信息技术应用的影响。因此，我们将全要素生产率定义为：

$$A_{it} = A e^{(\alpha_4 \ln R\&D_{it} + \alpha_5 ICTApp_{it} + \alpha_6 GOV_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it})} \quad (2)$$

其中 $R\&D_{it}$ 代表第 i 省第 t 年的企业研发投入，它反映企业知识、技术、创新累计所带来的生产率提高； $ICTApp_{it}$ 表示第 i 省第 t 年的信息技术普及应用水平，反映出区域信息资源累积、信息技术的普及和应用所带来的生产率进步； GOV_{it} 则表示各地区制度约束， μ_i 为各省市不随时间变动的固定效应， λ_t 为时间固定效应， ε_{it} 为随机扰动项。

根据式（1）和式（2）可得

$$\ln gdp_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln nict_{it} + \alpha_2 \ln ict_{it} + \alpha_3 \ln h_{it} + \alpha_4 \ln r\&d_{it} + \alpha_5 ictapp_{it} + \alpha_6 gov_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

2、模型扩展

本文的目的在于从空间溢出的角度来考察信息技术投资和信息技术应用对经济增长的影响，因此，需要将空间因素纳入到模型之中。一般空间计量模型着眼于因变量的空间滞后或空间误差对因变量的影响，在本文中则为周边省份的产出对本地产出的影响，与之相应的计量模型是所谓空间滞后模型（SAR）或空间误差模型（SEM）。这与本文所研究的问题有所出入，要分析 ICT 的空间效应就应该将自变量的空间滞后项或空间误差项纳入到模型之中。张学良

（2012）在分析交通基础设施对区域经济增长的影响时，在 SAR 之中加入了一个涉及其他区域交通基础设施资本存量的空间滞后项，希望以此来捕捉交通基础设施的空间溢出效应。表面上看，这一做法弥补了 SAR 不能反映自变量空间滞后作用的问题，但是它隐含着一个假设前提，即区域间的空间效应仅对一个自变量（交通基础设施）产生影响，对其他的自变量则不发生作用，这与我们通常观察到的事实不相符合。空间效应作为类似于环境的外生变量不可能仅作用于某一特定因素而忽略其他。对于本文分析的问题更为合理的做法是引入空间德宾模型（SDM），其特点是同时将因变量和自变量的空间滞后项纳入到模型中，从而得以对空间溢出效应有一个总体上的把握。

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + x_{it} \alpha + \sum_{j=1}^N w_{ij} x_{ijt} \beta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中， w_{ij} 表示空间权重矩阵， $\sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt}$ 为因变量的空间滞后项，反映相邻区域因变量

的空间溢出效应， $\sum_{j=1}^N w_{ij} x_{ijt}$ 为自变量的空间滞后项，反映的是相邻区域自变量的空间溢出效

应。可以看出，如果 $\sum_{j=1}^N w_{ij} x_{ijt} = 0$ ，式（4）就退化为 SAR 模型，因此，可以将空间滞后模型

看成是空间德宾模型的一个特例。

由于本文重点考查的是区域间信息技术投资和信息技术应用的溢出效应，所以我们假设 $\lambda_t = 0$ ，由此按照式（4）的要求可以将式（3）扩展为：

$$\begin{aligned} \ln gdp_{it} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln nict_{it} + \alpha_2 \ln ict_{it} + \alpha_3 \ln h_{it} + \alpha_4 \ln r \& d_{it} + \alpha_5 ictapp_{it} \\ & + \alpha_6 gov_{it} + \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln gdp_{jt} + \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln nict_{jt} \beta_1 + \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln ict_{jt} \beta_2 \\ & + \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln h_{jt} \beta_3 + \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln r \& d_{jt} \beta_4 + \sum_{j=1}^N w_{ij} ictapp_{jt} \beta_5 \\ & + \sum_{j=1}^N w_{ij} gov_{jt} \beta_6 + \mu_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

在此，我们重点关注的是 β_2 和 β_5 ，如果其符号为正，则表示 ICT 投资或 ICT 普及应用具有空间扩散效应，如果为负，则表示具有空间收敛效应。另外， β_4 也是需要关注的要点，现有研究的主流看法是知识溢出主要表现为集聚（赵勇、白永秀，2009），如果符号为负，则表明空间收敛显著，集聚效应得到证实。

3、空间权重的选取

接下来进一步考虑空间权重 w_{ij} 的设置问题。首先，我们要选择空间权重的类型。标准的邻接空间权重为二元空间权重矩阵，即相邻区域取值为 1，非相邻区域取值为 0，由此构成 $n \times n$ 的对称权重矩阵 W_{cont} ，

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{区域 } i \text{ 和 } j \text{ 相邻} \\ 0 & \text{ } i = j \text{ 或 不相邻} \end{cases} \quad (6)$$

该权重的特点在于周边区域的影响是均等的，周边相邻区域的空间溢出不存在差异。这显然与实际情况不符，区域间因经济发展、政策制度、文化教育等方面的差异，相互间的影响肯定是

不同的。为此，我们借鉴 Bavaud（1998）、林光平（2005）、张学良（2011）的思路分别构建经济距离加权重 W_{pgdp} 、信息距离加权重 W_{pinf} 和交通设施加权重 W_{ptran} 。

$$W^* = W \times X, \quad X = \frac{1/|x_i - x_j|}{\sum_j 1/|x_i - x_j|} \quad x_{ii} = 0 \quad (7)$$

式中， W^* 代表 W_{pgdp} 、 W_{pinf} 和 W_{ptran} ， X 表示经济距离差异矩阵 E ，信息距离差异矩阵 INF 和交通设施差异矩阵 $TRAN$ 。本文分别以 1997-2007 年各地区的人均 GDP（2000 年价格）、人均可利用信息资源^③，以及交通线路密度^④作为替代变量来构建这三种权重矩阵。

在模型中，上述三种加权重矩阵的作用各不相同，采用 W_{pgdp} 的主要目的是考察在区域间不同经济发展水平对经济增长的影响，在以往的研究中通常只考虑在此条件下周边区域经济增长的溢出效应（胡鞍钢、刘生龙 2009，张学良 2011），而在我们的模型中不仅要考虑此种因素，而且还要考虑信息技术投资、信息技术应用以及其它控制变量的空间溢出（或收敛）对经济增长的影响。 W_{pinf} 具有两方面的含义，一是代表区域间信息或知识资源（即信息内容）的区位差异，信息资源丰富的高低对周边经济发展的影响有所不同；二是代表信息网络的空结构，丰裕程度高的区域形成几个信息资源中心节点，主要的信息交流发生在这些中心节点之间，丰裕程度低的区域主要与几个中心节点交流，而从吸引力的大小来看这些中心节点之间又存在着竞争关系；处在信息网络空结构不同位置的区域，信息技术投资和应用对经济增长的影响程度是不同的。本来，依据信息交换流量（互联网、固定及移动电话等）来构建 W_{pinf} 最为合理，但是由于在我国区域间的流量数据不可得，因此采用人均可利用信息资源数据来替代。

W_{ptran} 代表的是周边区域交通设施条件的差异水平，在经济地理学中将交通运输与信息通信都看成是“减少空间摩擦的技术”，对经济交易和人员交流产生着类似的作用，路紫（2008）的分析也表明中国的交通网络与信息网络存在着相当程度的同构性，在此采用这一权重指标的主要目的是与 W_{pinf} 进行对比，考察二者对信息技术投资和信息技术应用的空间溢出影响的异同。

$$\text{另外，还需要说明的是，} W = \begin{pmatrix} W_{t_0} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & W_m \end{pmatrix}, \text{ 当矩阵为二元邻接矩阵时，}$$

$W_{t_0} = \dots = W_m$ ，也就是说不同时期所采用的矩阵是相同的；当采用经济或其他距离矩阵时，由于不同时期区域人均 GDP 等是动态变化的，因此 W^* 也是随时间而变化的动态矩阵。由于本文的分析数据为 1997-2007 年的面板数据，因此 W^* 为 11 个不同年份的权重矩阵。最后，我们还需要对 W_{cont} 、 W_{pgdp} 、 W_{pinf} 、 W_{ptran} 分别进行行标准化（行和等于 1），以便模型分析。

归结起来, 本文将考察在单纯空间邻接、经济距离、信息距离和交通线路密度等在不同层次及范围条件下, 信息技术投资和信息技术应用对经济增长影响的空间溢出效应。

其次, 根据本文的研究设定我们还必须确定空间权重的覆盖范围。按照地理学第一定律在空间中任何事物都是相关的, 但相邻事物之间的关联更为紧密, 随着空间范围的扩大, 这种关联性也随之降低。换言之, 空间溢出效应随距离增加而衰减。考察空间溢出范围的权重设定一般采取 k 权重或高阶权重, k 权重是以本地为基准按空间距离远近不同而设置的一种权重, 高阶权重是以相邻的相邻, 以及更高阶的方式设定的权重。由于前述四种权重都是以邻接权重为基准的, 所以本文更适合采用高阶权重来考察空间溢出的范围。LeSage and Pace (2009) 提出了一种空间权重分割方法来分析高阶条件下的空间溢出效应, 其思路是无论是变量的本地效应还是空间溢出效应都是空间关系相互作用的结果, 可以通过将空间关系的范围分解为零阶、一阶、二阶、三阶, 乃至更高阶, 由此就可以比较不同空间范围的溢出效应。我们将按此方法来分析信息技术投资和信息技术应用的空间溢出范围, 具体的模型和方法将在第五节详细讨论。

四、变量与数据

1、ICT 资本存量的估计

估计 ICT 对经济增长的影响, 首先必须有一套系统的完整的 ICT 资本存量数据, 而中国的问题恰巧在于缺少这样一套数据。尽管之前 Wong、Heshmati、施莉、孙琳琳从不同研究目的出发对 ICT 资本存量进行了测算, 但是由于数据可得性的制约以及方法上的不足等原因, 使得采用的数据或多或少的存在这样那样的问题。Wong、Heshmati 和施莉都采用了《中国电子工业年鉴》或《中国固定资产投资年鉴》中固定资产投资相关数据, 但是这一类数据属于行业类数据, 并不包括非 ICT 产业的 ICT 投入数据, 由此容易出现估计范围过窄的问题; 另一方面, 这类数据都没有给出涉及“设备工器具购置”的构成比例, 因此又容易造成估计范围过宽的问题; 再有就是这类数据是按照电子信息行业分类标准采集的, 与国民经济行业分类标准之间存在着统计口径上的差异, 当把这类数据与投入产出表合并使用时又会产生统计口径不一的问题。

为了避免上述问题, 本文采用孙川 (2013) 的方法进行估算: 以投入产出表年份的固定资产形成总额为基准数据, 结合 ICT 产值内需 (产值-输出+输入) 数据, 分别计算出间隔年份内需和投资的年平均增长率, 二者相减求得转化系数, 然后再与内需的年平均增长率相加, 由此获得投资额的增长率, 由此计算出间隔年份的投资数据。在此基础上采用永续存盘法来分别估算计算机硬件、软件和通信设备的资本存量, 估算使用的折旧率为: 计算机硬件 0.3119, 使用年限 4 年; 通信设备 0.2644, 使用年限 7.5 年; 软件 0.315 的折旧率, 使用年限为 5 年; ICT 价格指数的估计利用了 Schreyer (2000) 的协调指数法, 所有数据均按 2000 年价格进行计算。估算数据来源于 1997-2007 年地区投入产出表系列、《1949—2009 中国电子信息产业统计》和历年《中国电子工业年鉴》。由此计算出了全国 1981-2007 年, 以及除西藏和青海的 29 个省市自治区 1997-2007 年的计算机硬件、软件、通信设备资本存量。这是目前国内第一套相对比较系统和完整的 ICT 资本存量数据。

2、信息技术应用指数的构造

要想测量信息技术应用对经济的影响, 就需要找出能够表征信息技术应用水平的相关变量。考虑到数据获得的方便性, 已有研究常用上网人数来替代互联网的应用和普及水平, 但是由于其仅仅涉及信息化的一个侧面, 并不能涵盖信息技术应用的全貌, 尤其是不能反映互联网

出现之前信息技术的普及和应用水平，也不能反映信息资源的累积状况，因此采用该变量容易出现外延过窄的问题。与此相对，有些研究将综合性的信息化指数作为应用的替代变量来使用（如张红历等，2010）。这一类的指数有很多，如早期的小松崎清介（1980）的信息化指数，NRI（Networked Readiness Index）、IDI（ICT Development Index），以及中国信息化发展指数（IDI）等，尽管它们都能够比较全面的反映一个国家或地区的信息化水平，但同时又都存在包含人均GDP、识字率、信息消费等非 ICT 因素指标，采用这类指标作为替代变量又容易产生内涵过宽的问题。

按照第三节对信息技术应用的界定，适合的变量至少应该涵盖围绕着信息资源的“搜索”和利用信息技术进行“沟通”等要素。谢康、肖静华（1997）提出的信息丰裕度指数，与我们的界定比较相近。该指数从信息资源的生产能力和处理潜力两个方面来进行测度，生产能力主要涉及各类信息产品的产出水平，处理潜力主要涉及各种应用设施的拥有量，前者反映的是信息资源存量水平，后者反映的是信息技术和资源的应用水平。信息丰裕度指数较好的反映了应用和普及的基本情况，但是由于其采用将不同量纲数据简单加总然后除以人口总数的计算方法，没有进行无量纲化处理，测量准确性存在较大问题。日本的 U 指数与信息丰裕度指数类似，主要用于测度在高度网络化条件下信息通信技术的应用和普及水平，该指数包括两个方面，一是“普及扩散”，包括固定电话签约率、移动电话签约率、电脑普及率、宽带接入率等指标；二是“应用深化”，包括可利用信息资源量、企业远程视频使用率、多媒体软件使用率等指标。该指标的特点在于以累进方式进行测算，由此可以将随时间变化的应用和普及水平的累积效应反映出来。

本文借鉴信息丰裕度指数和 U 指数的方法来构造中国各地区的信息技术应用指数。在“普及扩散”指标方面选取固定电话主线普及率（线/百人），移动电话普及率（部/百人），家用电脑普及率（台/百户），网民占常住人口比率，宽带普及率（端口/户）等五项；“应用深化”指标方面，由于中国缺少企业远程视频使用率、多媒体软件使用率等原始数据，因此只选取信息流量一项，加上前五项共有六项指标。其中，信息流量又包括出版、广播电视、声音制品、影像制品、电子出版物、网页等六项子指标。^⑤数据主要来源于历年《中国统计年鉴》、《中国新闻出版统计资料汇编》、《中国广播电视年鉴》、《中国互联网络发展状况统计报告》等。

指数的构造方法是，首先将按 2003 年为 100，分别对每一指标数据标准化，由此得到六个系列的标准化数据；其次，由于各项指标数据起始年份不尽相同，因此以项目数增加的年份为节点，将数据截止期间区分为 1996-2000 年，2000-2003 年，2003-2010 年，等三个子期间，区分的目的在于避免由于项目增加出现非连续增长的现象；按各期间对各项目数据进行合计并计算平均值，然后以初始年份为 1 计算年增长率；最后，将所得数据乘以 100，换算为以北京 2000 年数据为 100 的标准指数。由此我们就计算出了 1996-2010 年各地区信息技术应用指数。该指数除了能够比较全面地反映信息技术应用情况之外，还能够将不同时期不同阶段不同类型的信息技术应用纳入到一个连续的系列之中，较为准确的刻画出新的信息技术对应用的影响和信息资源的累积效应。

3、变量描述

（1）ICT 资本存量

ICT 资本存量由计算机硬件、软件和通信设备资本存量加总而得。由图 1 可以看出，从 1997 年开始，特别是 2000 年以后，ICT 资本存量一路上扬，全国 1997 年仅为 1306 亿元，到 2007

年就达到了 27043.5 亿元，增加了 20.7 倍；东中西部差异十分明显，2007 年东部 ICT 资本存量分别是中部的 4.7 倍，西部的 7.3 倍，信息技术投资的区域差距一目了然。从 ICT 资本存量与国民生产总值（GDP）的比值来看也呈现出类似的情况，全国 1997 年 ICT 存量仅占 GDP 的 1.74%，2007 年占 12.04%，增长了 6.9 倍；东部 1997 年为 2.49%，2007 年为 12.14%，所占比率明显高于其他地区，而且在所有年份均高出全国水平；中部分别为 0.05%和 6.52%，明显低于东部，但一直保持着不断上升的态势；西部 1997 年为 1%，2004 年达到了高峰值 8.74%，但是之后一路下滑，2007 年跌至 5.69%，呈现出较大的波动性。

各省 ICT 资本存量也呈现出发达地区与不发达地区、沿海与内陆的不均衡分布。1997 年北京、上海、江苏、浙江、福建和广东都超过了 100 亿元，属于第一集团，而山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、贵州、云南、广西、甘肃、宁夏、新疆等中西部省区仅为数亿元；到 2007 年，上海、江苏、浙江、福建、山东、广东超过了 1000 亿元，广东更是高达 4346 亿元，北京、辽宁、河南、湖北接近 1000 亿元，属于第二集团，从投资看北京的优势地位不再，而内蒙古、吉林、安徽、江西、海南、贵州、甘肃、宁夏最多的 200 亿元，少的仅数十亿元。由此可以认为，经过十多年的发展，各省市的信息技术投资有了较大增长，但是从总的格局上看区域间不均衡现象并没有根本上的变化。这一点与各省经济发展水平有着较密切的关系，图 2 显示出地区人均 GDP 与人均 ICT 资本存量之间存在着明显的正向关系。

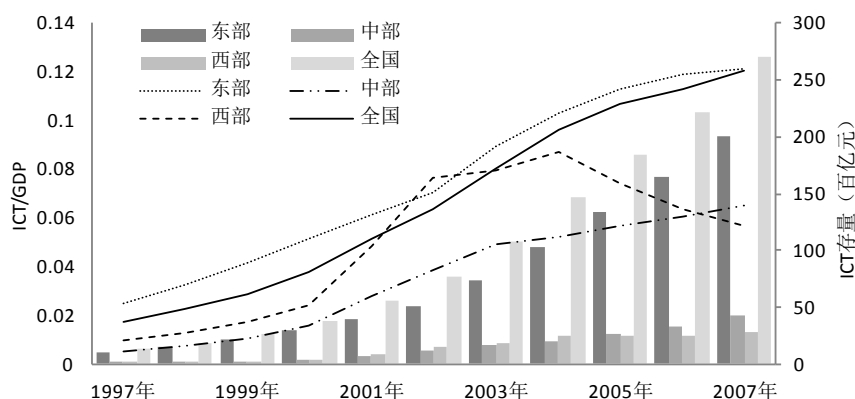


图1 1997-2007年ICT存量及其占GDP比率

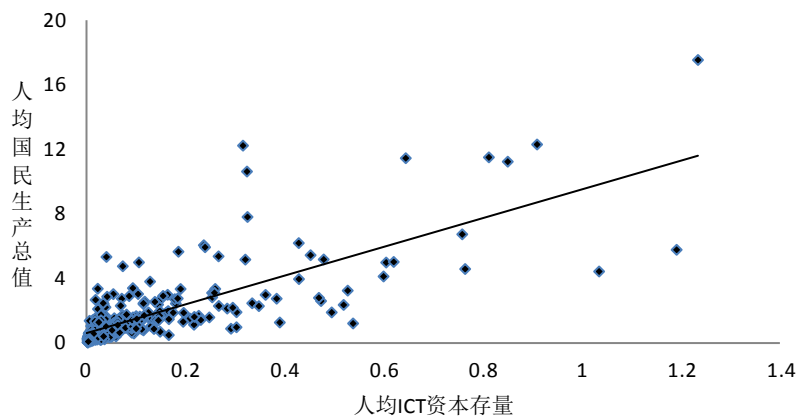


图2 1997-2007年各地区人均GDP与人均ICT资本存量散点图

(2) 信息技术应用指数

在本文中，信息技术应用指标反映的是各地区信息技术应用和普及水平。图3是按照2003年为100进行标准化后的1996-2010年全国各分项指标的指数变化趋势。可以看出截至到2007年，固定电话的使用一直稳步增长，但是之后开始出现下滑趋势，反映出固定电话在生活中的作用逐渐下降；信息资源的累积效应比较明显，2008年前后达到一个高点，但其趋势并不稳定，2004年以后波动性较大；移动电话与电脑的增长趋势类似，2000年以后一直保持着持续增长态势；上网人数与宽带加入数更加引人注目，2003年以后呈现出爆发性增长的态势，反映出互联网在信息技术应用中的特殊地位。按照Rogers（1995）的技术扩散“S曲线”理论，在中国，固定电话的应用已经进入到晚期多数阶段，如果没有新的技术出现，其衰落的命运不可避免，与之相对，其他几项信息技术应用仍然处在早期采用或早期多数时期，进一步扩散的空间依然很大。

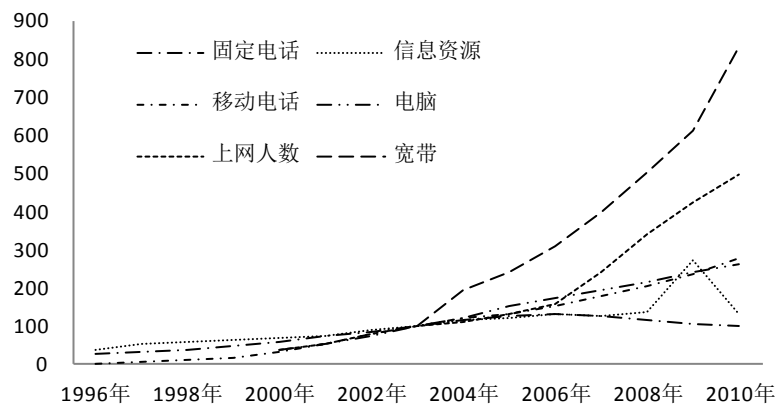


图3 信息技术应用发展趋势（2003年=100）

从信息技术应用的地区差距来看（图4），东部与中西部差距明显，1996年东部的平均指数为15.19，中部和西部分别为4.99，4.19，其间差距分别是3倍和3.6倍；到2010年，东部为225.99，中西部分别为141.56和141.11，其间差距缩小到1.59倍和1.6倍，但是仍然有较大距离。有意思的是中部与西部之间的差距十分微弱，与信息技术投资形成鲜明对照，这是否意味着在现代信息技术，特别是网络技术条件下信息技术应用并不完全依赖于本地投资，空间溢出对其应用水平有着相当的影响，这有待于我们在后续的实证研究中加以验证。另外，从标准差曲线的走势来看，随着时间推移，各省之间的差距不断扩大，1996年均均为9.35，到2003年扩大为30.47，2009年更是达到了60.77，单从这一点来看，我们尚不能断言区域间的“数字鸿沟”已经缩小。

与信息技术投资一样，信息技术应用也与地区经济增长有着密切关系，图5显示出各地区信息技术应用指数与GDP增长率之间有着十分明显的正向关系，由此看来，分别考察信息技术投资和信息技术应用对经济增长的影响是必要的。

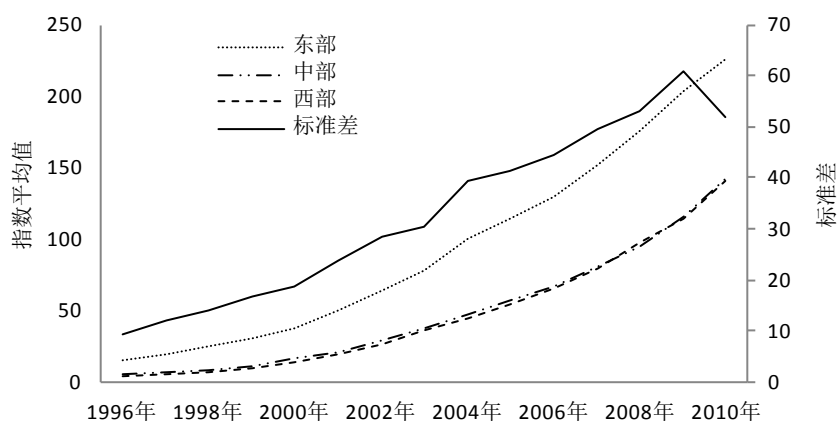


图4 信息技术应用地区差异

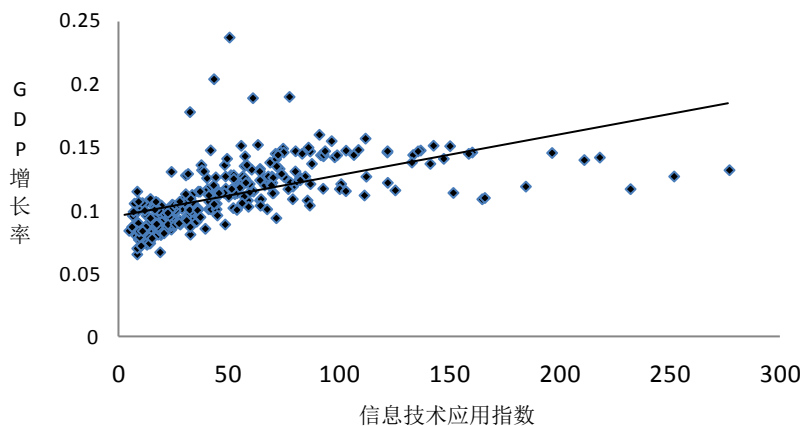


图5 1997-2007年各地区信息技术应用指数与GDP增长率散点图

(3) 地区生产总值

各省份地区生产总值（GDP）数据来源于历年《中国统计年鉴》，利用各省地区生产总值指数按 2000 年不变价格进行平减。按照实际 GDP 计算，这一时期，各省年平均增长率（各省按几何平均增长率计算，全国按简单算术平均计算）为 11.29%。省际之间增长速度也存在着较大差异，其中，内蒙古最高，达到了 15.33%，云南最低，为 9.20%，天津、江苏、浙江、山东、广东等 5 个省份超过了 12%。如图 2 和图 5 显示，ICT 资本存量 and 信息技术应用指数与地区生产总值之间存在着显著的正相关。

(4) 非 ICT 资本存量

本文将非 ICT 资本存量定义为物质资本存量减去 ICT 资本存量。各省市物质资本存量，按照国内惯常做法以固定资产形成作为投资数据采用永续存盘法进行估算。《中国统计年鉴》从 1993 年起，在“支出法地区生产总值”项目中给出了固定资产形成数据。在已有研究中，不同研究者选用不同的折旧率，存在着一定随意性，幸运的是官方从 1993 年开始在“地区生产总值项目结构”中提供各省市固定资产折旧，因此本文采取直接从固定资产形成中减去固定资产折旧方法计算每年的投资额，徐现祥等（2007）也采用此方法计算各地区三次产业的资本存量。固定资产价格指数采用官方从 1991 年开始公布的各地区数据。关于基期资本存量，由于上述

数据起始于 1993 年，如果以此为基期计算势必产生序列时间跨度偏短的问题，为了解决此问题，我们采用《新中国六十年统计资料汇编》提供的各地区 1952-2008 年固定资产形成数据，利用单豪杰（2008）计算的平减指数，折旧率选择 6%，1952 年基期资本存量按固定资产形成除以 10% 处理，由此获得了各地区以 2000 年为不变价格的 1992 年基期资本存量。

（5）人力资本存量

本文选取平均受教育年限作为人力资源存量的替代变量，徐现祥（2004），张学良（2012）都采用过类似方法。具体的计算方法是： $H = 6s_1 + 9s_2 + 12s_3 + 16s_4$ ，其中 s 分别表示在 6 岁以上人口中，小学、初中、高中、大专及其以上教育程度的比例，四种教育程度受教育年限分别规定为 6 年、9 年、12 年、16 年。数据来源于历年《中国统计年鉴》和《中国教育统计年鉴》。

（6）技术与开发

R&D 是表征技术进步与创新以及知识溢出的重要变量，按照新经济地理学的观点，技术进步与创新具有显著的本地化特征，经济的集聚与扩散均与此有关，它会直接影响区域的竞争能力和发展水平，在本文中我们关注的是 R&D 的空间溢出效应究竟是以集聚为主还是以扩散为主，对区域经济发展会产生何种影响。本文采用吴延兵（2008）和樊纲（2011a）的方法，以各省企业科技资本存量作为技术进步与创新的替代变量。科技资本存量由自主研究与开发、国外技术引进和国内技术引进三方面的累积构成。由于《中国科技统计年鉴》从 1996 年才开始对各地区工业企业的国外技术引进经费和购买国内技术引进经费进行统计，因此，我们以 1996 为基期，采用永续存盘法来计算科技资本存量。科技资本折旧率按已有研究的做法确定为 15%，基期科技资本存量按基期科技研发经费支出的 5.25 倍计算。

（7）制度约束变量

在经济增长理论和区域经济理论中，政府政策等制度因素被看成对经济增长和发展有着重要影响的约束变量。在中国这样一个处于转轨经济阶段的国家，区域政策的不同往往成为地区经济差异的重要原因。涉及制度约束的因素是多方面的，如财政、税收、市场开放等等，我们认为在现阶段影响中国区域经济发展的最主要因素在于政府在与市场的关系中扮演何种角色，是否合理配置资源，是否减少市场干预，是否有效控制政府权力等都会对经济增长产生正面或负面的影响。为此，我们选择樊纲等编制的“中国市场化指数”中“政府与市场关系”指数作为制度约束的替代变量。数据来源于《中国市场化指数：各地区市场化相对进程 2011 年报告》。（樊纲，2011b）

五、估计结果与分析

1、非空间模型与空间滞后模型（SAR）

我们首先分析不存在自变量空间滞后的情况，表 1 是非空间模型和空间滞后模型（SAR）的统计结果。可以看出，模型拟合的效果很好，五个模型的 R^2 都达到了 0.98 以上，各种检验结果也显示，所有模型均适合采用地区固定效应模型。^⑥

五个模型各个变量系数均达到了显著水平，本文最关心的信息技术投资和信息技术应

用，不论在何种模型中符号均为正，显著水平多数都在 99%以上，说明在不考虑自变量空间溢出的情况下，ICT 对于经济增长有着显著的促进作用。从非空间模型与邻接矩阵、经济距离、信息距离和交通密度四个空间模型的对比来看，非空间模型系数均高于空间模型，例如，非空间模型的 LnNict 为 0.618，而其他四个空间模型则为 0.328、0.399、0.365 和 0.355，Lnict 分别为 0.040、0.020、0.025、0.022 和 0.021；另外，LnHI 和 Gov 非空间模型也显著大于空间模型。之所以出现这种差异，主要的原因在于非空间模型没有考虑空间关系的影响，这一点可以从空间模型的 LnGdp 的空间滞后项 $W*LnGdp$ 中找到证据，四个空间模型该项系数分别为 0.461、0.359、0.406 和 0.433，这就意味着本地经济增长并不完全是因为本地的要素投入和技术进步使然，周边区域的经济增长也会产生影响，非空间模型有可能存在着高估的问题。由此看来，引入空间计量模型是十分必要的。

表 1 非空间模型与 SAR 模型估计结果

解释变量	被解释变量: LnGdp				
	非空间	Wcont	Wpgdp	Wpinf	Wtran
LnNict	0.618*** (22.53)	0.328*** (11.61)	0.399*** (14.22)	0.365*** (12.56)	0.355*** (12.32)
Lnict	0.040*** (8.38)	0.020*** (5.42)	0.025*** (6.22)	0.022*** (5.79)	0.021*** (5.43)
LnHI	0.693*** (7.03)	0.352*** (4.48)	0.447*** (5.32)	0.386*** (4.71)	0.405*** (4.98)
LnR&D	0.061** (3.19)	0.060*** (4.13)	0.062*** (4.02)	0.054*** (3.54)	0.065*** (4.28)
Gov	0.016*** (3.83)	0.007* (2.35)	0.010** (2.83)	0.008* (2.53)	0.009** (2.59)
Ictapp	0.0022*** (10.03)	0.0011*** (6.05)	0.0012*** (5.81)	0.0012*** (6.45)	0.001*** (5.27)
WLnGdp		0.461*** (14.09)	0.359*** (11.31)	0.406*** (12.54)	0.433*** (13.40)
常数项	1.670*** (7.08)				
观察值	319	319	319	319	319
R 平方	0.983	0.998	0.9982	0.9983	0.9983
LogL		613.66	592.94	595.64	598.63
Hausman 检验	0.0172	0.0042	0.0032	0.0000	0.0000

注：*，**，***，分别表示显著水平为 10%、5%和 1%。

不过需要进一步指出的是，即使是空间模型，SAR 模型也存在着固有的缺陷，它仅考虑因变量的空间效应而不考虑自变量的空间效应，并不能真实地反映现实情况。以文本为例，按照理论的逻辑和人们的日常感受来看，信息技术投资和信息技术应用明显存在空间效应，相邻区域，甚至不相邻的区域间都存在空间溢出的情况，电子商务等即为典型的例证；研究与开发也存在着空间效应，按照知识创新的观点，研发等创新活动具有显著的集聚效应，当研发资源稀

缺时，一个区域如果存在创新聚集，对于周边区域就可能产生扩散或收敛效应，进而影响其经济增长；政府政策等制度因素也是如此，周边区域的市场化程度会显著地影响本地经济的发展。因此，进一步采用空间德宾模型进行分析，同时考察自变量和因变量空间滞后的影响是必不可少的。

2、空间德宾模型（SDM）

表 2 是空间德宾模型的统计结果。与表 1 相似，空间德宾模型的拟合也非常好，Wald 检验表明采用 SDM 是恰当的。根据计量估计结果可以发现如下主要特点：

首先，从总体上看，大部分变量的本地效应都比较显著，凡是参数显著的变量与经济增长均呈正相关，说明仅就本地而言，不论是非 ICT 存量还是 ICT 存量和信息技术应用，人力资源或者是 R&D，以及制度因素等都对经济增长有所贡献，其中非 ICT 资本存量的贡献最为显著，在四个一阶模型中最高值达到了 0.359，最低值也有 0.307，其次是人力资源，在 W_{pinf} 和 W_{ptran} 两个模型中分别为 0.210 和 0.225，其后依次为 R&D、ICT 和 ICTapp。

其次，从空间效应上看，不同变量的空间效应具有不同的特点，本文最关心的信息技术投资和信息技术应用在所有模型中均为显著，表现出非常显著的空间溢出效应；与此相对，在所有模型中均没有发现人力资源空间溢出的证据；而 R&D 则呈现出显著的空间负相关，尤其是在 W_{pgdp} 、 W_{pinf} 和 W_{ptran} 三个模型中表现得更为明显，这说明研究与开发的空间效应以收敛为主；作为制度约束因素的“政府与市场关系”除了在 W_{pgdp} 模型中符号为正之外，在其他模型中均为负，由此可以认为地区间政府市场政策的差异有可能成为经济交流阻碍。

第三，从不同模型的异同上看，各模型的本地效应并无本质上的不同，主要差异表现在空间滞后项上。在 W_{pgdp} 模型中， $W^*Innict$ 、 W^*Inict 和 $W^*Ictapp$ 的系数值分别 0.073、0.027、0.0014，都呈现出显著正相关，相较于 W_{pinf} 和 W_{ptran} ，系数值也更高。由此可以认为，非 ICT 资本存量和信息技术投资和信息技术应用的空间溢出与区域经济发展水平有着密切的关系，区域人均 gdp 与这三个变量之间存在着空间上的正反馈效应。在 W_{pinf} 模型中的 W^*Inict 和 $W^*Ictapp$ 的系数分别为 0.03 和 0.0009，与经济增长有着显著的正向关系，与此类似，在 W_{ptran} 模型中这两个变量表现出了类似的特点，这在一定程度上表明同为“减少摩擦的技术”对信息技术的扩散有着相近的作用，信息网络和交通网络的构成与信息技术的空间溢出水平之间有着较为密切的关系，是促进信息技术发展的重要因素。另外 W_{pinf} 和 W_{ptran} 两个模型在 $W^*InR\&D$ 上表现出了同样的特性，即空间溢出的负效应都比较明显，其系数值分别为 -0.47，-0.048，表明信息资源网络和交通设施网络条件对 R&D 的空间收敛效应具有强化作用，这与目前大多数关于知识溢出的研究结果相吻合，即尽管信息技术和交通设施等“减少摩擦的技术”降低了空间交易成本，但同时也促进了人力资源、知识创新的集聚，在研发和创新层面上互补效应要大于替代效应，我们

的研究从一个侧面证实了这一点。

表 2 信息技术投资于信息技术应用对经济增长影响空间模型估计结果

解释变量	被解释变量: LnGdp			
	Wcont	Wpgdp	Wpinf	Wtran
LnNict	0.307*** (10.36)	0.358*** (13.32)	0.359*** (12.26)	0.356*** (12.89)
LnIct	0.0112* (2.51)	0.018*** (4.20)	0.020*** (4.39)	0.019*** (4.56)
LnHI	0.148 (1.67)	0.159 (1.86)	0.210* (2.34)	0.225** (2.73)
LnR&D	0.069*** (4.79)	0.065*** (4.21)	0.070*** (4.56)	0.074*** (5.04)
Gov	0.009** (2.83)	0.006 (1.74)	0.009** (2.80)	0.013*** (3.95)
Ictapp	0.0012*** (6.23)	0.0005* (2.38)	0.0012*** (5.31)	0.0012*** (6.23)
W*LnNict	0.173*** (3.52)	0.073** (2.73)	0.020 (0.99)	0.064** (3.01)
W*LnIct	0.038*** (4.79)	0.027*** (3.89)	0.030*** (5.25)	0.024*** (4.61)
W*LnHI	0.172 (1.25)	0.189 (1.86)	-0.030 (-0.38)	-0.035 (-0.42)
W* LnR&D	-0.059* (-1.99)	-0.040* (-2.36)	-0.047** (-3.11)	-0.048*** (-3.96)
W* Gov	-0.003 (-0.67)	0.010* (2.12)	0.002 (0.51)	-0.016*** (-3.70)
W* Ictapp	0.0012** (3.14)	0.0014*** (5.28)	0.0009*** (3.39)	0.0007** (3.20)
W*LnGdp	0.182** (2.67)	0.224*** (5.77)	0.271*** (6.862)	0.318*** (8.49)
观察值	319	319	319	319
R 平方	0.9986	0.9985	0.9984	0.9986
LogL	640.32	629.43	609.55	630.05
Wald 检验(空间滞后)	48.95***	68.22***	42.57***	44.37***
Wald 检验(空间误差)	146.08***	322.15***	361.86***	509.06***
Hausman 检验	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

注: *, **, ***, 分别表示显著水平为 10%、5%和 1%。

3、直接效应与间接效应

上一小节分析了各个变量的系数分布情况，对模型的空间溢出特点有了一个总体上的认识，接下来我们将进一步分析模型的空间溢出水平，即区域经济增长是受本地影响大还是受周边区域影响大。现有研究文献一般采用直接比较的方法，即将非空间模型与空间模型的相同变量进行对比，或者是将空间模型自变量的非滞后项与滞后项进行对比，以此来分析空间溢出的大小。LeSage and Pace（2009）认为这样做是有问题的，因为不同模型的设定是不同的，不同模型参数之间不存在可比性，正确的做法是考察 SDM 的直接效应和间接效应。所谓直接效应是指本地空间变量的变化对本地的空间影响，它既包含本地空间变量变化对本地的直接影响，同时也包括由于本地变量变化而引起的周边区域对本地反馈的影响，以及因变量的空间滞后项对本地的影响，简而言之就是处在空间关系中的变量变化对本地的影响。正因为如此，直接效应并不等于变量系数，既可能大于也可能小于变量系数。与之相对的间接效应是指本地空间变量的变化对相邻区域的影响。直接效应与间接效应之和称之为综合效应。

直接效应和间接效应的计算方法如下：

一般 SDM 模型可以改写为如下形式：

$$Y = (I - \delta W)^{-1} \alpha \iota_N + (I - \delta W)^{-1} (X\beta + WX\theta) + (I - \delta W)^{-1} \varepsilon \quad (8)$$

令 $S_r(W) = V(W)(X\beta + WX\theta)$ ， $V(W) = (I - \delta W)^{-1}$ ，则，

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_r(W)_{11} & S_r(W)_{12} & \cdots & S_r(W)_{1n} \\ S_r(W)_{21} & S_r(W)_{22} & \cdots & S_r(W)_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_r(W)_{n1} & S_r(W)_{n2} & \cdots & S_r(W)_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

对该矩阵求偏导，即

$$\partial y_i / \partial x_{ir} = S_r(W)_{ii} \quad , \quad \partial y_i / \partial x_{jr} = S_r(W)_{ij} \quad (i \neq j)$$

式（9）中，右边矩阵对角元素和的均值即为直接效应，行和（或列和）的均值为综合效应，综合效应与直接效应之差为间接效应。

$$\text{另，} V(W) = I + \delta W + \delta^2 W^2 + \delta^3 W^3 + \dots, \quad (10)$$

由式（8）和式（10）可以得出

$$V(W)(X\beta + WX\theta) = (I + \delta W + \delta^2 W^2 + \delta^3 W^3 + \dots)(X\beta + WX\theta) \quad (11)$$

根据此可以将空间分解为 W_0 、 W_1 、 W_2 、 W_3 ...，从而计算出不同阶数空间的直接效应和间接效应。^⑦

由直接效应和间接效应又引出两个相关概念，一个是所谓反馈效应，由直接效应与变量系数之差构成，如果反馈效应符号为正，则表明周边区域对本地的影响具有正效应，意味着区域间存在着空间扩散现象；如果符号为负，则表明周边区域对本地的影响为负效应，意味着区域间存在着空间收敛的现象。另一个概念是间接效应与直接效应之比，间接-直接比用来说明区

域间空间溢出的水平。表 3 和表 4 分别给出了四个模型显著水平在 10% 以上的所有自变量的直接效应、间接效应和综合效应，以及反馈效应和间接-直接比。其中，反馈效应的第一行数值为直接效应与系数值之差，第二行表示该差值占系数的百分比。

在此，我们着重分析 W_{pgdp} 、 W_{pinf} 和 W_{tran} 三个模型。首先， $lnict$ 在三个模型中的直接效应分别为 0.021、0.024、0.023，间接效应分别为 0.037、0.044、0.041，各个模型的间接效应都明显大于直接效应，从模型间来看， W_{pinf} 和 W_{tran} 的空间效应要大于 W_{pgdp} ；根据直接效应和变量系数计算出的反馈效应分别为 14.29%、16.67%、17.39%，也就是说在信息技术投资的本地效应中来自于周边地区的影响占到了 20% 弱的水平，与同样是资本存量的 $lnnict$ 相比， $lnict$ 要高出三倍左右。从间接-直接比来看，其值分别为 1.76、1.83、1.78，这就意味着 $lnict$ 本地变量的变动对周边的影响要大于对本地影响，其中 W_{pinf} 模型的影响最大，达到了 1.83 倍，与之相对的 $lnnict$ 则分别为 0.49、0.39 和 0.63，信息资本投资的间接效应明显高出很多。由此可以认为，信息技术投资对经济增长的影响主要来自于空间溢出效应。其次， $lctapp$ 在三个模型中，直接效应分别为 0.0007、0.0013、0.0013，间接效应为 0.002、0.0015、0.0015，各个模型的间接效应略高于直接效应；反馈效应分别为 28.57%、7.69%、和 7.69%，从模型间比较来看， W_{pgdp} 比其它两个模型的反馈效应都高；间接-直接比分别为 2.86、1.15、1.15，与 $lnict$ 类似本地变量的变动对周边的影响要大于对本地影响。由此可以认为信息技术应用对经济增长的影响也是以空间溢出效应为主。综合来看，信息技术投资和信息技术应用对经济增长影响不仅是本地的而且是跨区域的，与其他变量之间存在着明显的差异。

另外，其他几个变量也有一个显著的共同点，即尽管反馈效应都显著，但在多数情况下间接-直接比都不显著。例如 Gov 在所有的水平上都有反馈效应，但仅在 W_{pgdp} 和 W_{tran} 两个模型中存在着微弱的间接效应，说明其空间溢出不太显著。 $lnhl$ 也有类似的特点。 $lnR\&D$ 不仅是间接效应不太显著，而且在所有的模型中反馈效应均为负，这进一步证明了研究与开发对经济增长的影响以空间收敛为主，对于周边区域不仅少有空间溢出，而且还有可能产生抑制作用。

表 3 直接效应、间接效应和综合效应估计结果

解释变量	直接效应、间接效应和综合效应			
	Wcont	Wpgdp	Wpinf	Wtran
直接效应	0.319***	0.373***	0.374***	0.377***
	(11.00)	(14.13)	(13.09)	(14.15)
LnNict 间接效应	0.269***	0.184***	0.146***	0.239***
	(6.62)	(5.77)	(5.54)	(7.58)
综合效应	0.589***	0.557***	0.520***	0.616***
	(14.99)	(14.44)	(13.32)	(17.44)
Lnict 直接效应	0.013**	0.021***	0.024***	0.023***
	(2.97)	(4.94)	(5.81)	(5.52)

	间接效应	0.047*** (5.54)	0.037*** (4.97)	0.044*** (6.72)	0.041*** (6.41)
	综合效应	0.060*** (6.66)	0.058*** (7.25)	0.068*** (8.97)	0.063*** (8.55)
	直接效应	0.156 (1.79)	0.179* (2.10)	0.219* (2.42)	0.228* (2.70)
LnHI	间接效应	0.242 (1.57)	0.274* (2.35)	0.031 (0.32)	0.051 (0.45)
	综合效应	0.397* (2.47)	0.452** (3.10)	0.250 (1.79)	0.279 (1.81)
	直接效应	0.067*** (4.57)	0.063*** (4.00)	0.066*** (4.26)	0.071*** (4.74)
LnR&D	间接效应	-0.054 (-1.56)	-0.030 (-1.51)	-0.035 (-1.81)	-0.033 (-1.92)
	综合效应	0.013 (0.37)	0.032 (1.32)	0.031 (1.12)	0.038 (1.53)
	直接效应	0.009* (2.79)	0.007* (2.04)	0.010** (2.98)	0.011** (3.49)
Gov	间接效应	-0.002 (-0.39)	0.013* (2.43)	0.006 (1.14)	-0.016* (-2.73)
	综合效应	0.007 (1.06)	0.020** (3.16)	0.016* (2.29)	-0.005 (-0.69)
	直接效应	0.0012*** (6.83)	0.0007** (3.13)	0.0013*** (6.44)	0.0013*** (7.05)
Ictapp	间接效应	0.0017*** (4.07)	0.002*** (7.27)	0.0015*** (5.49)	0.0015*** (5.66)
	综合效应	0.0029*** (6.83)	0.0025*** (9.10)	0.003*** (9.36)	0.0028*** (8.52)

注：*，**，***，分别表示显著水平为 10%、5%和 1%。

表 4 反馈效应和直接-间接比

解释变量	反馈效应和直接-间接比				
	Wcont	Wpgdp	Wpinf	Wtran	
LnNict	反馈效应	0.0120	0.0150	0.0150	0.0210
	间接/直接	3.76%	4.02%	4.01%	5.57%
	间接/直接	0.84	0.49	0.39	0.63
LnIct	反馈效应	0.0018	0.0030	0.0040	0.0040
	间接/直接	13.85%	14.29%	16.67%	17.39%
	间接/直接	3.62	1.76	1.83	1.78

			0.0200	0.0090	0.0030
LnHI	反馈效应		11.17%	4.11%	1.32%
	间接/直接		1.53		
LnR&D	反馈效应	-0.0020	-0.0020	-0.0040	-0.0030
	间接/直接	-2.99%	-3.17%	-6.06%	-4.23%
Gov	反馈效应	0.0000	0.0010	0.0010	-0.0020
	间接/直接	0.00%	14.29%	10.00%	-18.18%
Ictapp	反馈效应	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001
	间接/直接	0.00%	28.57%	7.69%	7.69%
		1.42	2.86	1.15	1.15

4、空间影响的溢出范围

到此为止，我们分析了信息技术投资和信息技术应用对经济增长的影响，发现不论是投资还是应用都对经济增长有着显著的影响，而且这种影响主要来源于空间溢出效应，周边及其它区域的影响甚至大于本地影响。但是，我们还不清楚这种空间影响是仅仅来自于相邻区域呢，还是更远距离的其他区域。按照“地球村理论”的逻辑，这种影响是超越空间的，因此其效应不应该随着空间距离的增加而显著衰减；反之，按照“城市集聚理论”的观点，其效应应该以本地和周边为主，表现为显著的空间衰减；如果根据 Forman (2005) 所采用的框架来进行分析，那么伴随着较大投资的复杂应用的空间衰减速度应该大于只需要较少投资简单应用。为了理清上述问题，我们有必要进一步对信息技术投资、信息技术应用，以及 R&D 等变量的空间溢出范围进行分析。

按照式 (11)，我们可以对空间进行分解，由此求得自变量不同空间范围（由低阶到高阶）的溢出水平。我们最为关注的是本地对周边以及其他区域的空间溢出效应，所以着重分析间接效应的空间影响范围。表 5 是对信息技术投资、信息技术应用和研究与开发的间接效应的空间分解结果。该表的第一栏是表 3 计算结果中三个变量的间接效应，以下各栏为不同权重条件下从零阶到五阶的空间分解。

表 5 间接效应的空间溢出范围

	Lnict		Ictapp		LnR&D	
	indirect	t-stat	indirect	t-stat	indirect	t-stat
Wcont	0.047400	5.664	0.001700	4.008	-0.055300	-1.582
Wpgdp	0.036800	4.890	0.001800	7.066	-0.030800	-1.540
Wpinf	0.044100	6.882	0.001500	5.806	-0.035000	-1.827
Wtran	0.040100	6.552	0.001500	5.569	-0.032900	-1.975
Wcont						
W0	0.038559	4.696	0.001230	3.155	-0.058618	-1.992
W1	0.007084	2.918	0.000370	2.961	0.004194	0.858

W2	0.001637	1.631	0.000075	1.629	-0.000171	-0.132
W3	0.000348	1.042	0.000017	1.017	0.000083	0.220
W4	0.000083	0.834	0.000004	0.828	0.000014	0.141
W5	0.000084	0.850	0.000004	0.890	0.000013	0.156
Wpgdp						
W0	0.026762	3.849	0.001405	5.322	-0.041143	-2.399
W1	0.007771	5.326	0.000311	6.110	0.008912	2.302
W2	0.001855	3.066	0.000083	3.564	0.000181	0.207
W3	0.000449	2.060	0.000018	2.261	0.000424	1.243
W4	0.000112	1.469	0.000005	1.637	0.000035	0.491
W5	0.000028	1.240	0.000001	1.351	0.000025	0.879
Wpinf						
W0	0.029739	5.239	0.000880	3.393	-0.046783	-3.132
W1	0.009983	6.639	0.000458	7.794	0.011586	2.449
W2	0.003033	3.772	0.000115	4.124	-0.000323	-0.259
W3	0.000832	2.554	0.000036	2.667	0.000746	1.491
W4	0.000262	1.837	0.000010	1.959	0.000043	0.347
W5	0.000076	1.435	0.000003	1.506	0.000060	0.950
Wtran						
W0	0.023930	4.608	0.000715	3.185	-0.048896	-4.066
W1	0.010816	7.636	0.000524	8.594	0.013754	2.738
W2	0.003596	4.753	0.000147	5.338	0.000097	0.067
W3	0.001155	3.256	0.000054	3.513	0.001210	1.675
W4	0.000409	2.380	0.000017	2.549	0.000124	0.623
W5	0.000132	1.863	0.000006	1.920	0.000124	1.195

从表中的统计结果可以做出如下基本判断:

首先, 零至五阶的空间分割的分解效应解释了绝大部分间接效应信息, 在 Wpinf 和 Wtran 的 W0—W4 空间范围, Lnict 的分解效应累积分布分别达到了总效应的 99.43%和 99.51%; Iciapp 的相应数值为 99.93%和 97.13%, 其他空间权重模式的特征也与此基本相同, 说明我们选择的空
间范围是合理的。

其次, 从总趋势上看, 随着空间范围的加大, 间接效应的衰退十分明显。以 Lnict 为例, 在四种权重条件下的零阶分解效应(W0)分别为总效应的 81%、73%、67%和 60%, 一阶效应(W1)为 15%、21%、23%和 27%, 其后迅速衰减。如果我们以 1.96 作为判断 t 检验有效与否的标准, 则可以发现在各种权重模型中最大的空间溢出范围为四阶(W4)。空间衰退速度和溢出范围两方面的特征说明, 信息技术投资和信息技术应用并没有从根本上摆脱地理空间的约束, 我们没有发现能够完全证实“地球村理论”的证据。

第三、信息技术投资与信息技术应用的扩散范围有所不同。从上一点出发, 是否就可以肯定地说信息技术投资与信息技术应用的空间溢出范围何溢出方式完全相同呢, 从结果统计来看未必如此。比较 Lnict 和 Ictapp 的衰减速度和溢出范围可以发现, 在多数情况下(Wpgdp 例外),

Ictapp 的衰减速度要小于 Lnict，特别是在 W0 和 W1 的水平上，例如在 Wpinf 模型中 Lnict 的零阶分解效应为总效应的 67.43%，一阶为 22.64%，而 Ictapp 则为 58.67%和 30.53%，二者之间的衰减速度相差了 16.7 个百分点。由式（9）和式（11）可知，在低阶的直接效应和间接效应中包含有相邻高阶区域的空间滞后变量信息，也就是说本地对周边的扩散效应是本地与周边相互作用的结果。从这一点出发，我们可以认为，Ictapp 受相邻周边的影响更大，具有更显著的扩散趋势。二者的溢出范围也可以证实这一推断，除去 Wcont 之外，在其他三个模型的高阶水平上 Ictapp 的 t 检验值都较 Lnict 显著，在 Wpinf 模型中 Ictapp 的有效扩散范围达到了 W4，而 Lnict 为 W3，在 Wtran 模型中的 W5 水平上尽管二者都没有达到显著水平，但 Ictapp 的 t 值为 1.92，仍然高于 Lnict 的 1.86。如果我们将信息技术投资作为复杂应用的替代变量，将信息技术应用作为简单应用的替代变量，那么上述计量结果就与 Forman（2005）研究所得结论相类似，即信息技术投资更趋向于集聚，而信息技术应用更趋向于扩散，二者的溢出方式是存在差别的。

第四、R&D 的溢出方式不仅仅是空间收敛，也存在空间扩散的一面。按新经济地理学的观点空间集聚是研究与开发、知识与创新的显著特点，从表 2 至表 4 的计量结果看也确实如此，因为 R&D 的空间变量系数和间接效应均为负，但是从更大空间范围的溢出效果来看并不尽然。R&D 的有效溢出范围为 W0 和 W1（除 Wcont），与表 3 不同的是，其在零阶水平上虽然为负，但在一阶水平上均为正，而且在更高阶的空间范围内符号基本上保持了持续为正（Wpinf 的三阶出外）；这就表明研究与开发对于周边相邻区域表现为空间收敛，甚至会产生抑制作用，但对于相邻的相邻区域则表现为一定的扩散效应。这一现象看似矛盾，其实并不难理解，如果某一地区研发投入增加会吸引周边区域人才和知识的集聚，进而产生所谓知识溢出效应，但这并不妨碍该区域与较远区域，如发达地区之间的相互作用，由此产生所谓扩散效应。不过应该清楚的是，这种空间扩散并没有从根本上改变 R&D 以空间集聚为主的特征，因为从分解效应的绝对值上看，W0 均高于 W1。

第五、不同空间权重对空间扩散的影响程度存在着较为显著的差异。比较不同权重模型的空间溢出的范围可以发现，在二进制模型中 Lnict 和 Ictapp 的溢出范围为 W0-W1，在经济距离模型中为 W0-W3，信息距离模型中 Ictapp 可以达到 W4，而在交通密度模型中二者都可以达到 W4。信息网络和交通网络“减少摩擦”的作用比较明显，不论是信息技术投资还是信息技术应用的空间溢出范围都得到了增强，这从一个侧面证明信息技术确实是有助于经济活动扩散的。

以上结果表明，信息技术投资和信息技术应用具有比较显著的空间溢出效应，这种效应不仅表现为对周边区域的扩散，而且对于更远距离（相邻的相邻）的区域也存在影响，确实是降低了地理空间对经济发展的约束和限制。但是，这种影响并没有完全打破空间制约，而是扩展了空间影响的范围。由此我们可以认为，不论是“数字鸿沟”论，还是“地理死亡”论，都有失偏颇，没有反映出信息通信技术空间影响的真实特点，信息技术在降低空间交易成本、扩展空间交易关系的同时，也要受到地理空间和经济发展水平的制约，正是在这突破和制约两种力量作用下形成新的空间网络关系，显示出这种有限制的远距离空间溢出的特点。上述宏观结果背后的微观机制，在信息技术作用下新的空间重组的特征和原因非常值得探讨。另外，将信息技术投资与信息技术应用分开来分析是有益的，二者在空间溢出方式和范围方面有所不同，前者趋向于集聚，后者趋向于扩散，弄清楚这一点有助于我们更加深入地理解所谓“数字经济地理学悖论”的实质。其实，“数字鸿沟论”、“城市集聚理论”所关注的焦点是信息技术的创新，而“距离死亡论”、“地球村理论”看重的则是信息技术的普及，双方强调的实际上是同一个问题的两个侧面，只有将信息技术的创新、接纳、普及放到一个统一的系统的时间-空间的框架之

中去考察，我们才可能获得较为完整的空间溢出图景，也才可能较为准确地理解信息技术对于经济发展和增长是如何发挥作用的。

六、结论与启示

本文从信息技术是否促进了经济增长、信息技术是否导致了跨区域的经济扩散、这种扩散是否突破了地理空间的制约等三个问题入手，采用独自构建的 1997-2007 年 ICT 资本存量数据和信息技术应用指数，利用 SDM 模型对信息技术投资和信息技术应用与经济增长的关系进行了考察，得到了一系列有意义的结果。

首先，所采用的四个空间权重模型均显示出信息技术投资对中国经济增长有显著贡献。ICT 的综合效应的平均值为 0.06 左右，也就是说当信息技术投资发生 1 个单位的变动，将带来地区经济 6% 的增长，信息技术投入促进了经济增长的假设得到了证实。尽管与非 ICT 投资和人力资源等要素投入相比，信息技术投资的影响相对有限，但却实实在在地促进着中国经济的发展。

其次，本文考察的另一重点，即信息技术应用是否也对经济增长有着正向关系的假设也得到了证实。Ictapp 综合效应的平均值为 0.003 左右，意味着信息技术每增加 1 各单位的应用将带来经济增长 0.3% 的变动。与其他变量相比信息技术应用的影响虽然要小得多，但是其在不同层次上的稳定性和显著性却要高出不少，说明信息技术应用对经济发展具有持续且稳定的影响。将信息技术投资和信息技术应用分开来考察是本文的创新之一，研究结果表明信息技术应用确实是发挥着与之不同的作用。

第三，信息技术投资和信息技术应用具有显著的空间溢出效应，而且与其他变量相比存在明显的不同。从四个模型的平均值来看，ICT 的反馈效应达到了 15.55%，意味着影响本地经济增长的信息技术投资因素中有 15.55% 来自于其他区域，这一数值是非 ICT 投资的 3.58 倍，人力资源的 2.81 倍，制度因素的 7.64 倍；ICTapp 的反馈效应为 11%，分别是上述变量的 2.53 倍、1.996 倍和 5.4 倍，其他区域对本地的影响是显而易见的。另一方面，ICT 的间接-直接比的均值为 2.25，ICTapp 为 1.65，二者的间接效应都在直接效应的 1 倍以上，而其他可比变量该值均小于 1，本地对其他区域的影响也十分明显。本地与其他区域之间的相互作用十分显著，这充分反映出信息技术的空间特性。

第四，从空间溢出范围来看，信息技术投资和信息技术应用既有共同点，也存在显著差异。一方面，二者都具有较强的空间扩散能力，不仅对周边而且对更远距离区域的经济活动都能产生影响，同时其扩散范围仍然受到地理空间的制约，随着空间范围扩大溢出效应的衰减也十分明显。另一方面，信息技术应用的扩散范围更大，衰减速度也更慢，具有更为显著的扩散趋势。由此我们可以做出如下推论，从中国的情况来看，信息技术所带来的影响既不是所谓“数字鸿沟”，也不是所谓“距离死亡”，信息技术投资和信息技术应用所带来的既有替代效应也有互补效应，正是二者的共同作用使地理空间关系发生新的变化和“空间重组”。

我们认为上述研究结论对于制定信息化发展战略和区域政策提供了相应理论依据，具有重要的启示意义。《2006-2020 国家信息化发展战略》明确提出了统筹规划、资源共享，深化应用、务求实效，面向市场、立足创新，军民结合、安全可靠的信息化发展战略，其中，资源共享和深化应用与本文的主题密切相关。一方面，按照我们的观点，信息化投资与信息化应用是紧密相关但又有所不同的两个方面，投资在短期间内可以促进经济增长，在统计和计量上更容易显现，但是其是否能够真正促进生产率提高，是否可持续发展，还需要依赖应用的普及和深化。尽管应用在分析上所带来的效应不如投资显著，但是其持续性和稳定性更强，因此，如何提高

应用水平,充分发挥信息技术应用对经济增长的促进作用,做到投资与应用两翼齐飞,是政府部门在制定相关政策时必须考虑的重要问题。

另一方面,信息技术投资和信息技术应用具有显著的空间溢出效应,而且与其他经济要素的作用明显不同,它们能够在一定范围内突破地理空间的制约,其影响是跨区域超空间的。这一点对于制定信息化发展的区域政策有着重要的启示。从本文的结论看,信息技术的影响范围在中等距离上最为显著,这就意味着某一地区的信息技术投资或应用并不局限于本地,对于远距离地区具有较强的辐射作用,但是其影响范围又不可能覆盖到全国。东部沿海信息技术发达地区其影响范围可以有效达到中部地区,但对于西部地区的影响就相对有限。由此出发可以引申出两方面的政策思考:首先,在区域发展的优先顺序上应该有所侧重。从中国信息化发展水平上看,东中西部发展不均衡,地区间的差异十分明显,如果中西部不能得到长足发展,建设具有中国特色的信息社会只能是句空话。那么中部和西部是同时发展还是有所侧重呢?从信息技术空间溢出的特点看,最优的选择是二者择一,要么是中部,要么是西部,如果从基础条件、发展水平出发,可优先发展中部,按照梯度发展顺序,以中部带动西部,以此达成全国均衡发展;如果从全国宏观发展战略考虑,则以西部优先为上策,这样也可以达到全国均衡发展,总之没有必要中部西部齐头并进。其次,即使是选定了中部或者西部为重点发展区域,也没有必要每个省份都进行大规模技术投资和资源建设。中国目前的信息技术和信息资源主要集中在“北上广”地区,其辐射范围已经覆盖了东中部相当多的地区,因此在选择发展重点时应该考虑的是具有辐射效应的节点,而不是区域,以西部为例,应该优先发展的应该是重庆、成都、西安、兰州等城市,重点提升其技术和资源水平,形成区域的辐射源,发挥其空间溢出效应以带动整个区域的发展。至于这些城市的周边区域则以提高信息技术应用水平为主。这样才能以较少的资源投入达到比较优化的资源配置,充分发挥信息技术投资和信息技术应用的空间溢出效应,从而实现建设现代信息社会的目的。

注释:

① 数据来源:作者根据历年《中国统计年鉴》整理。

② 中华人民共和国中央人民政府网站, http://www.gov.cn/test/2009-09/24/content_1425447.htm, 2013年3月26日。

③ 人均可利用信息资源的计算主要依据各省市1997-2007年印刷出版、广播电视、声音制品、影像制品、电子出版物、网页等信息出版物,依据相应标准换算为标准字节总数,然后除以各年各地区年末总人口数。具体算法参见⑥注。

④ 交通线路密度的计算参考了樊纲等(2011)的方法,即将各种等级公路里程折算为相当于二级公里的标准里程,将铁路里程按14.7:1换算为标准公路里程,二者合并,然后按万公里/万平方公里计算密度。

⑤ 注:由于这些内容产品的计量单位存在很大差异,为了统一衡量标准,在计算信息流量时需要将信息内容产品按标准信息量单位:比特进行转换,其标准是:文字=0.3/字;讲话录音=71/分;音乐=120/分;图片(黑白)=80/张;图片(彩色)=120/张;影像制品=1200/分;电视=1200/分;网页字节数按CNNIC历年《中国互联网络发展状况统计报告》数据计算。

⑥ 极大似然估计(LM)检验表明,本文采用的所有模型中,空间模型优于非空间模型,空间滞后模型优于空间误差模型,地区固定效应模型优于时间固定效应和双向固定效应模型。由于篇幅所限,在此不一一列出检验结果。表1中Hausman检验的结果也表明,地区固定效应模型要优于随机效应模型。

⑦ 具体计算方法请参阅LeSage and Pace(2009, p.74), C. D. Jensen and D. Lacombe(2012), J.P. Elhorst(2012)的相关文献。

参考文献:

(1) Alessio, D'Ignazio, and Emanuele Giovannetti. "Spatial Dispersion of Interconnection Clusters in the European Internet." *Spatial Economic Analysis* 2.3 (2007): 219-236.

- (2) Andrés, Luis, et al. "The diffusion of the Internet: A cross-country analysis." *Telecommunications Policy* 34.5 (2010): 323-340.
- (3) Barthelemy, Marc, Bernard Gondran, and Eric Guichard. "Spatial structure of the internet traffic." *Physica A: statistical mechanics and its applications* 319 (2003): 633-642.
- (4) Basu, Susanto, and John Fernald. "Information and Communications Technology as a General-Purpose Technology: Evidence from US Industry Data." *German Economic Review* 8.2 (2007): 146-173.
- (5) Bavaud, Francois. "Models for spatial weights: a systematic look." *Geographical Analysis* 30.2 (1998): 153-171.
- (6) Bellini, Elena, Gianmarco IP Ottaviano, and Dino Pinelli. *The ICT revolution: opportunities and risks for the Mezzogiorno*. No. 2003.86. Fondazione Eni Enrico Mattei, 2003.
- (7) Bloom, Nicholas, et al. "The Economic Impact of ICT." (2010).
- (8) Bresnahan, Timothy F., and Manuel Trajtenberg. "General purpose technologies 'Engines of growth?'." *Journal of econometrics* 65.1 (1995): 83-108.
- (9) Brynjolfsson, Erik. "The productivity paradox of information technology." *Communications of the ACM* 36.12 (1993): 66-77.
- (10) Cairncross, Frances. *The death of distance: How the communications revolution is changing our lives*. Harvard Business Press, 2001.
- (11) Chinn, Menzie D., and Robert W. Fairlie. "The determinants of the global digital divide: a cross-country analysis of computer and internet penetration." *Oxford Economic Papers* 59.1 (2007): 16-44.
- (12) Choi, Changkyu, and Myung Hoon Yi. "The effect of the internet on economic growth: Evidence from cross-country panel data." *Economics Letters* 105.1 (2009): 39-41.
- (13) Colecchia, Alessandra, and Paul Schreyer. "ICT investment and economic growth in the 1990s: is the United States a unique case?: a comparative study of nine OECD countries." *Review of Economic Dynamics* 5.2 (2002): 408-442.
- (14) Fingleton, Bernard, Danilo Iglori, and Barry Moore. "Cluster Dynamics: New Evidence and Projections for Computing Services in Great Britain*." *Journal of Regional Science* 45.2 (2005): 283-311.
- (15) Forman, Chris, Avi Goldfarb, and Shane Greenstein. "Geographic location and the diffusion of Internet technology." *Electronic Commerce Research and Applications* 4.1 (2005): 1-13.
- (16) Friedman, Thomas L. "The world is flat: A brief history of the twenty-first century." *New York: Farrar, Straus and Giroux* (2005).
- (17) Gaspar, Jess, and Edward L. Glaeser. "Information technology and the future of cities." *Journal of urban economics* 43.1 (1998): 136-156.
- (18) Graham, Mark. "Warped geographies of development: The internet and theories of economic development." *Geography Compass* 2.3 (2008): 771-789.
- (19) Heshmati, Almas, and Wanshan Yang. "Contribution of ICT to the Chinese economic growth." *Techno-Economics and Policy Program Discussion Paper, Seoul National University* (2006).
- (20) Jorgenson, Dale W. "Information technology and the US economy." *The American Economic Review* 91.1 (2001): 1-32.
- (21) Jorgenson, Dale W., and Khuong Vu. "Information Technology and the World Economy*." *The Scandinavian Journal of Economics* 107.4 (2005): 631-650.
- (22) Jorgenson, Dale W., and Khuong Vu. "Information technology and the world growth resurgence." *German Economic Review* 8.2 (2007): 125-145.
- (23) Jorgenson, Dale W., et al. "Raising the speed limit: US economic growth in the information age." *Brookings papers on economic activity* 2000.1 (2000): 125-235.
- (24) Kafourous, Mario I. "The impact of the Internet on R&D efficiency: theory and evidence." *Technovation* 26.7 (2006): 827-835.
- (25) Karlsson, Charlie, et al. "ICT and Regional Economic Dynamics: A Literature Review." *JRC Scientific and Technical Reports, Publications Office of the European Union, Luxembourg* (2010).
- (26) Khuong Vu, Determinants of Economic Growth over the Period 1995-2005, *The 6th International Conference of Socionetwork Strategies*, 2009.
- (27) Kolko, Jed. "The death of cities? The death of distance? Evidence from the geography of commercial Internet usage." *The internet upheaval: Raising questions, seeking answers in communications policy* (2000): 73-98.
- (28) LeSage, J.P. and Pace, R.K., *Introduction to spatial econometrics*. Boca Raton, US: CRC Press Taylor & Francis Group, 2009, p.74.
- (29) Lipsey, Richard G., Cliff Bekar, and Kenneth Carlaw. "What requires explanation." *General purpose technologies and economic growth* 2 (1998): 15-54.
- (30) Loveman, Gary W. "An assessment of the productivity impact of information technologies." *ALLEN, Ts J. y SCOTT MORTON, M. S* (1994): 84-110.
- (31) Macdougald, Joseph J. *Internet Use and Economic Development: Evidence and Policy Implications*. Diss. University of South Florida, 2011.
- (32) Madon, Shirin. "The Internet and socio-economic development: exploring the interaction." *Information technology & people* 13.2 (2000): 85-101.
- (33) Moriset, Bruno, and Edward J. Malecki. "Organization versus space: the paradoxical geographies of the digital economy." *Geography Compass* 3.1 (2009): 256-274.
- (34) Motohashi, Kazuyuki. "Firm level analysis of information network use and productivity in Japan." *CAED*

- conference, London, September. Vol. 16. 2003.
- (35) Noh, Yong-Hwan, and Kyeongwon Yoo. "Internet, inequality and growth." *Journal of Policy Modeling* 30.6 (2008): 1005-1016.
 - (36) OECD, *The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications*, OECD Publishing 2004.
 - (37) OECD: "Understanding the Digital Divide", *OECD Digital Economy Papers*, No. 49, OECD Publishing 2001.
 - (38) OECD: *ICT and Economic Growth: evidence from oecd countries, industries and firms*, OECD Publishing 2003.
 - (39) Ohmae, Kenichi. *The Borderless World, rev ed: Power and Strategy in the Interlinked Economy*. HarperBusiness, 1999.
 - (40) Oliner, Stephen D., and Daniel E. Sichel. "The resurgence of growth in the late 1990s: is information technology the story?." *The Journal of Economic Perspectives* 14.4 (2000): 3-22.
 - (41) Oliner, Stephen D., et al. "Computers and output growth revisited: how big is the puzzle?." *Brookings Papers on Economic Activity* 1994.2 (1994): 273-334.
 - (42) Rogers, Everett. M., *Diffusion of innovations*, 4th Edition, New York :Simon and Schuster, 1995.
 - (43) Sánchez, José Ignacio López, et al. "Is the internet productive? A firm-level analysis." *Technovation* 26.7 (2006): 821-826.
 - (44) Sichel, Daniel E. *The computer revolution: An economic perspective*. Brookings Inst Press, 1997.
 - (45) Sinai, Todd, and Joel Waldfogel. "Geography and the Internet: Is the Internet a Substitute or a Complement for Cities?." *Journal of Urban Economics* 56.1 (2004): 1-24.
 - (46) Solow, Robert M. "We'd better watch out." *New York Times Book Review* 36 (1987).
 - (47) Triplett, Jack E. "The Solow productivity paradox: what do computers do to productivity?." *The Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'Economique* 32.2 (1999): 309-334.
 - (48) Van Ark, Bart, Robert Inklaar, and Robert H. McGuckin. "The contribution of ICT-producing and ICT-using industries to productivity growth: A comparison of Canada, Europe and the United States." *International Productivity Monitor* 6 (2003): 56-63.
 - (49) Wang, Yong, Phillip Lai, and Daniel Sui. "Mapping the Internet using GIS: The death of distance hypothesis revisited." *Journal of Geographical Systems* 5.4 (2003): 381-405.
 - (50) Weber, David M., and Robert J. Kauffman. "What drives global ICT adoption? Analysis and research directions." *Electronic commerce research and applications* 10.6 (2011): 683-701.
 - (51) Wong, Chee Kong. *Information Technology, Productivity and Economic Growth in China*. Department of Economics, University of Western Australia, 2004.
 - (52) 篠崎彰彦, 「情報通信による経済成長に関する調査報告書」情報通信総合研究所 2008年.
 - (53) 総務省情報通信経済室, 『ユビキタス化による地域経済成長に関する調査報告書』, 2008年3月.
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/other033_200803_hokoku.pdf, 2013年3月26日.
 - (54) 杜伟锦, 李红升: 《信息产业对中国经济增长影响的实证研究》, 《华中科技大学学报(社会科学版)》2005年第1期。
 - (55) 樊纲、王小鲁、马光荣: 《中国市场化对经济增长的贡献》, 《经济研究》2011年第9期。
 - (56) 樊纲等: 《中国市场化指数: 各地区市场化相对进程2011年报告》, 北京: 经济科学出版社 2011年12月。
 - (57) 胡鞍钢, 刘生龙: 《交通运输、经济增长及溢出效应—基于中国省际数据空间经济计量的结果》, 《中国工业经济》2009年第5期。
 - (58) 李红升: 《“十二五”时期中国信息化面临的挑战》, 《中国信息界》2010年第4期。
 - (59) 林光平, 龙志和, 吴梅: “我国地区经济收敛的空间计量实证分析: 1978—2002年”, 《经济学(季刊)》2005年10月。
 - (60) 刘荣添、叶民强: 《信息化与经济增长的计量分析—来自29个省份面板数据的经验: 1992~2004》, 《经济问题探索》2006年第9期。
 - (61) 路紫, 匙芳, 王然, 韩冰, 吴士锋, 韩瑞玲: 《中国现实地理空间与虚拟网络空间的比较》, 《地理科学》2008年第10期。
 - (62) 施莉, 胡培: 《中国信息技术投入经济价值测度实证分析》, 《科技进步与对策》2007年第2期。
 - (63) 数据来源: 作者根据历年《中国统计年鉴》整理。
 - (64) 孙川: 《中国省际信息通信技术资本存量估算》, 《统计研究》2013年第3期。
 - (65) 孙琳琳: 《信息化对中国经济增长贡献的实证研究》, 《中国信息年鉴2009(光盘版)》, 北京: 中国信息年鉴期刊社, 2009年。
 - (66) 王宏伟: 《信息产业与中国经济增长的实证分析》, 《中国工业经济》2009年第11期。
 - (67) 王旭东: 《20世纪下半叶“信息化”概念及用词历史源流考释》, 《史学理论研究》2008年第3期。
 - (68) 吴延兵: 《自主研发、技术引进与生产率》, 《经济研究》2008年第8期。
 - (69) 谢康、肖静华: 《信息资源测度、国际比较与中国的战略选择》, 《情报学报》1997年第6期。
 - (70) 徐升华, 毛小兵: 《信息产业对经济增长的贡献分析》, 《管理世界》2004年第8期。
 - (71) 徐现祥, 周吉梅, 舒元: 《中国省区三次产业资本存量估计》, 《统计研究》2007年第5期。
 - (72) 张学良: 《中国交通基础设施促进了区域经济增长吗》, 《中国社会科学》2012年第3期。
 - (73) 赵勇、白永秀: 《知识溢出: 一个文献综述》, 《经济研究》2009年第1期。