

基于传输速度的中国城市节点间 互联网信息联系通达性研究

路 紫¹, 杨 东², 张秋变¹, 王文娟²

(1.河北师范大学旅游系,河北 石家庄 050024; 2.河北师范大学资源与环境科学学院,河北 石家庄 050024)

摘要:通过对网站信息传输速度数据连续6个月的采集,编制出中国31个城市节点间信息传输速度矩阵。运用因子分析法计算出各城市节点对应的综合得分,并划分出等级,进而对最优等级/最差等级所涉及的城市节点进行频次统计,以分析信息联系通达性的等级特征。通过传输速度的等级划分,揭示高速连接线路和较高速连接线路的空间特征,最后对若干影响因素进行解释。研究发现:城市节点的输出和输入速度不一致,输出最优节点都处于主干网或与北京直接相连,输入最优节点与主干网关系不密切,输出和输入最差节点多处在网络末端;互联网信息联系通达性与传统城市等级间的正向对应关系发生偏转,传统等级靠前的城市节点信息传输通达性较弱;影响信息联系通达性的因素包括网络设置与网络组织、信息化建设与城市等级、网络服务运营商及其互通等,互联网服务商的供给和用户需求的对接有待改善。

关键词:网站信息传输速度;通达性;城市节点;输出和输入;互联网信息联系;中国

中图分类号:K901

文献标识码:A

文章编号:1000-0690(2014)11-1313-07

自2008年中国电信行业实行改组后,中国电信和中国联通在互联网宽带服务市场上所占比例达到75%,在主要骨干网国际出口带宽所占比例达到80%,2011年1~9月两公司的互联时延为87.7~131.3 ms,超过原信息产业部《互联网骨干网间互联服务暂行规定》中时延不得高于85 ms的上限^[1]。2011年11月中国国家信息化专家咨询委员会发布的《2011年中国信息化蓝皮书》显示,截至2010年底全球互联网宽带平均速度为5.6 Mbps,而中国的平均速度仅为1.8 Mbps,远不及美国、英国、日本等国家平均水平的1/10,中国信息传输速度在全世界排到了第71位^[2]。同时,中国互联网市场整体服务资费较高,平均每Mbps接入费用是发达国家平均水平的3~4倍。2011年国家发展改革委价格监督检查与反垄断局开始对中国电信和中国联通进行调查,发现中国通信光缆利用率普遍偏低。这其中除了电信市场秩序规范缺欠以外,也存在信息基础设施建设、网络组织结构、区域信息集聚等方面的原因。所以基于城市节点间互联网信息传输速度的研究,对改进中国网络互联互通

质量、加快信息传输速度以及建立更有效的通信网络都具有较大意义。

随着流动空间对固定空间的替代^[3],流动空间逐渐成为信息地理学研究热点,联系强度^[4]与联系速度作为流动空间的2个重要指标,分别用信息流量表示和输出(输入)速度表示。1997年以来,国内外对该领域的研究发展较快,大量研究以信息基础设施水平与信息流量为对象,对城市间信息空间联系强度开展空间格局^[5]与结构^[6,7]、城市等级与省际差异的相关研究^[8,9]。Moss和Townsend甚至从互联网骨干网络的宽带容量与连接通达性2个方面分析了美国主要城市节点在互联网结构体系中的等级层次^[10]。O'Kelly和Grubestic通过分析1997~2000年美国主要城市节点的网络通达性的显著变化,指明互联网通达性在城市节点等级体系中发挥决定性作用^[11]。其他基于城市节点间信息传输的硬件设施(如光纤容量)的研究也都取得了重要进展^[12~15]。研究发现网络通信设施的空间格局、互联网带宽、网络运营成本以及政府对互联网运营服务的各种管制等都会影响到网络信息传输空间特征^[16]。同时,

收稿日期:2013-04-28; **修订日期:**2013-08-06

基金项目:国家自然科学基金项目(41271142)资助。

作者简介:路 紫(1960-),男,北京人,教授,主要从事信息经济地理和旅游管理方面研究。E-mail:luzi1960@126.com

随着城市信息竞争力作用的加强^[17-19],以空间距离为单位测度的传统地理空间上的邻近逐渐让位于以时间速度为单位测度的相对网络空间上的邻近,对互联网信息在城市节点间的传输速度及其地区差异的研究成为了主要关注点。Evans和Wurster很早就断言网络信息空间中信息传递通达性取决于拥有度与拥挤度间的权衡^[20]。然而,目前较少有学者将信息传输速度作为研究对象,开展关于城市节点间空间联系通达性的相关研究。

基于信息传输速度描述城市节点间互联网信息联系通达性问题,有如下3个意义:其一,可以更清晰表征信息流空间联系瞬时特征,是位空间向流空间思维转变的重要体现;其二,可以从网民访问视角认知城市间信息交流的机会和潜力,较传输规模指标更加贴近需求,也影响着城市社会经济发展;其三,能从一个全新视角评价城市体系空间结构的完善程度,以及平衡协调完成信息传输的能力。基于此,本文试图以城市节点间信息传输速度作为研究对象,运用因子分析方法进行数据分析,确定信息网络中的每个城市节点在城市节点结构体系中所处的位置,揭示中国城市节点间互联网信息联系的通达性。

1 数据来源与数据处理

信息传输速度即信息网络中各城市节点间相互联系时信息交流的快慢程度,它能够反映信息流的瞬时传输过程。以往互联网信息传输速度数据的获取主要采用IDC(Internet Data Center: 互联网数据中心)测速方式。CNNIC(中国互联网络信息中心)使用IDC测速方式,发布了《第27次中国互联网络发展状况统计报告》(2011年1月)^[21],对中国大陆31个省份的网络信息传输速度进行了排名,引起了普遍关注,但其测速数据并未具体到省区间,难以对空间关系的说明提供有力支持。故本研究尝试通过网络测速网站,获取城市节点间互联网信息传输速度和连接方向的基础数据,以利于信息传输速度角度的中国信息网络中城市节点联系基本规律研究。

测速网站选取。作者于2011年4月10日~2011年4月30日,使用“网络速度测试”、“测速网站”、“网络速度统计(分析)”、“城市间网络速度”等为搜索关键词,以能获得城市节点间信息传输速度和连接方向数据资料为准则,选取了“世界网

络”测速网站(<http://data.linkwan.com>)作为基础数据来源。该网站具有测试点覆盖全国、统计样本数据量巨大的优势,能获得城市至各省份的互联网信息传输速度数据,也能获得访问者浏览次数数据。

网络连接速度测试点选取。由“世界网络”测速网站首页点击顶栏菜单中“网速测试”板块,进入“网速测试点列表”页面的“搜索网络测试点”栏中,输入某城市(如北京)名称后得到“网络连接速度测试点列表”页面。该测试点列表中包含多个测试点,选取浏览次数最多的网络测试点作为研究对象,其代表了城市节点的极限传输速度,故将“企商在线”作为该城市(如北京)的网络连接速度测试点。以此类推,确定其他城市的网络连接速度测试点。

获取31个城市节点间信息传输速度数据。针对测试采样状况,鉴于互联网信息传输速度动态变化剧烈的特性以及数据获取的技术性问题,于2011年5月1日~2011年11月1日对信息传输速度进行为期6个月的连续跟踪统计,以期通过较长时间的数据把握基本规律。进入“速度测试结果”页面后,以“平均速度统计”为标准,选择以月为单位以每月月底的5d时间作为统计数据的关键期,获得全国各省份访问该城市(如北京)的平均网络速度,根据研究需要将各省份以省会城市为代表进行数据分类与汇总,最后获取5~10月份该城市(如北京)与其他城市间的月内平均数据,依据城市节点间信息传输速度和连接方向的原始数据,编制出中国城市节点间信息传输速度的31×31数据矩阵(基本单位为Kbps)。

采用因子分析法对中国31个城市节点间信息传输速度数据进行处理,首先根据6个月各城市节点间信息传输速度数据,构建31×31信息传输速度和传输方向的原始关系矩阵(即输入矩阵),经数据转置操作得到转置矩阵(即输出矩阵)。其次运用SPSS19.0统计软件中的因子分析法,计算12个矩阵的特征值、方差贡献率和累计方差贡献率并进行检验,得到6个月网络信息传输中各城市节点输出和输入通达性的综合得分。

2 等级分析

2.1 节点的等级

根据6个月31个城市节点信息联系输出和输

入综合得分,通过位序线性回归分析法,对每条曲线分岔点的各部分逐一线性回归验证其合理性,对各城市节点的输出和输入通达性水平,由高到低依次划分为一等级、二等级、三等级(图1)。其中,一等级和三等级分别代表城市节点的输出和输入通达性最优和最差,对比分析这两种情况城市节点出现的频次(图2)有助于揭示中国城市节点间信息传输的障碍性因素。

由图1、图2可见,① 依据5~10月城市节点的输出和输入综合得分与排名分级可知,中国城市节点间信息通达性水平整体上存在等级性,输出和输入的通达性等级也有区别。10个输出最优等级节点中,既有骨干网主节点北京、上海和西安,也有位于网络末端的呼和浩特和乌鲁木齐,说明分布的广泛性;输入最优等级的节点仅有贵阳、南宁和长春,分布集中。② 输出最差等级的11个节点和输入最差等级的14个节点(包含7个输出和输入均最差等级的节点)主要处于网络末端。③ 对比发现,没有出现同时成为输出最优和输入最优的城市节点,这表明城市节点的输出和

输入通达性水平的非对称性。④ 案例中存在多个特例,如乌鲁木齐同时出现在发出信号最优、发出信号最差、接收信号最差3个等级中。

2.2 连接线路的等级

对中国6个月31个城市节点间连接线路按照输出和输入速度进行等级划分。根据各月节点间信息传输速度,将节点间连接线路分为4级:一级(传输速度为8 000~80 000 kbps)、二级(4 000~8 000 kbps)、三级(2 000~4 000 kbps)和四级(0~2 000 kbps)。分别统计6个月中一级、二级的每条输出和输入线路累计出现次数,并绘制空间连接图:用不同颜色表示累计出现次数5~6次(称为稳定型一级或二级连接线路)、1~4次(波动型一级或二级连接线路)2种情况(图3),在一级、二级输出和输入空间连接图中使用指向终点和起点的有向线段来表示集聚和扩散方向。

据图3可知:① 一级输出线路中,以太原、沈阳和呼和浩特为中心分别形成了1个方向上的稳定型一级连接线路和4~5个方向上的波动型一级连接线路,以13个城市为中心分别形成了1个方

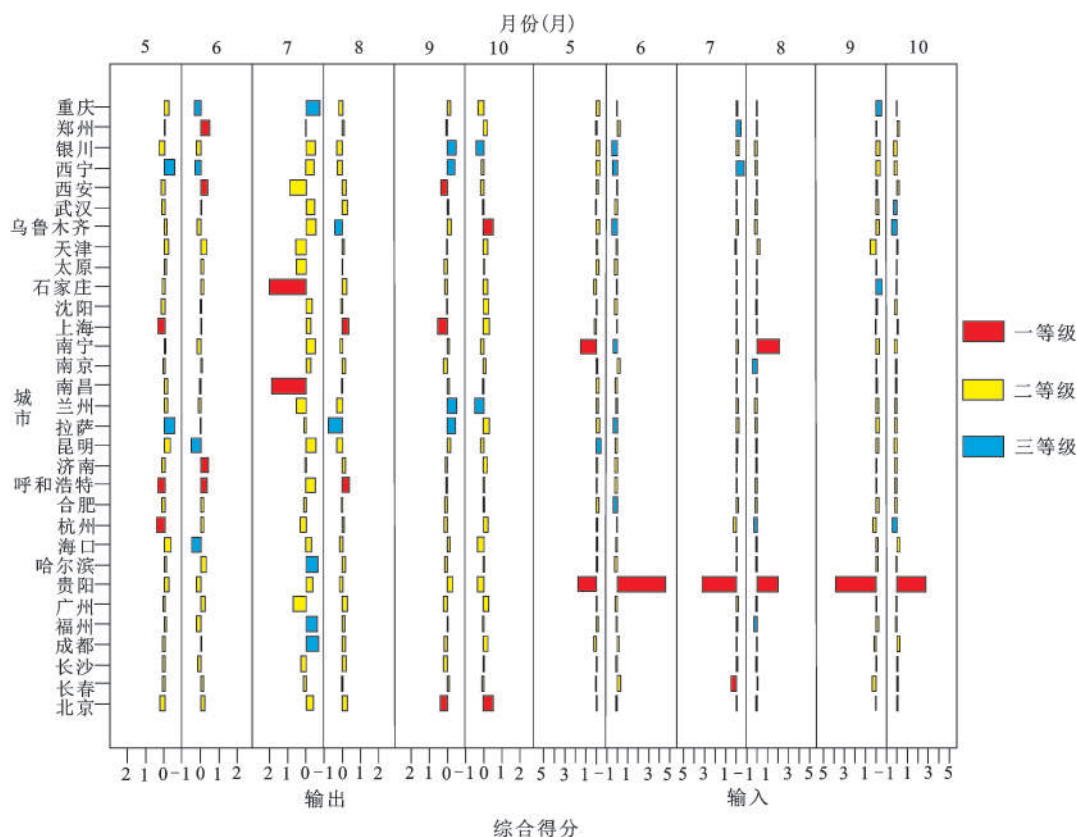


图1 城市节点输出和输入综合得分和等级

Fig. 1 The composite scores and grades of urban nodes' output and input

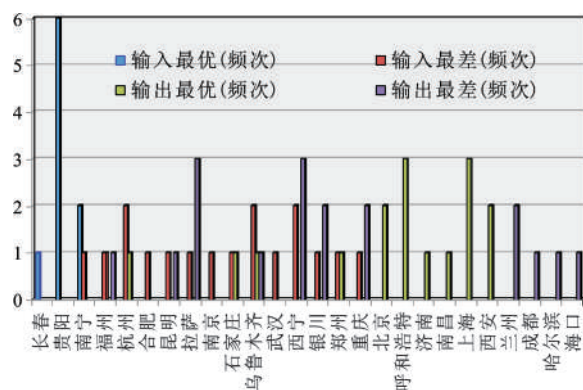
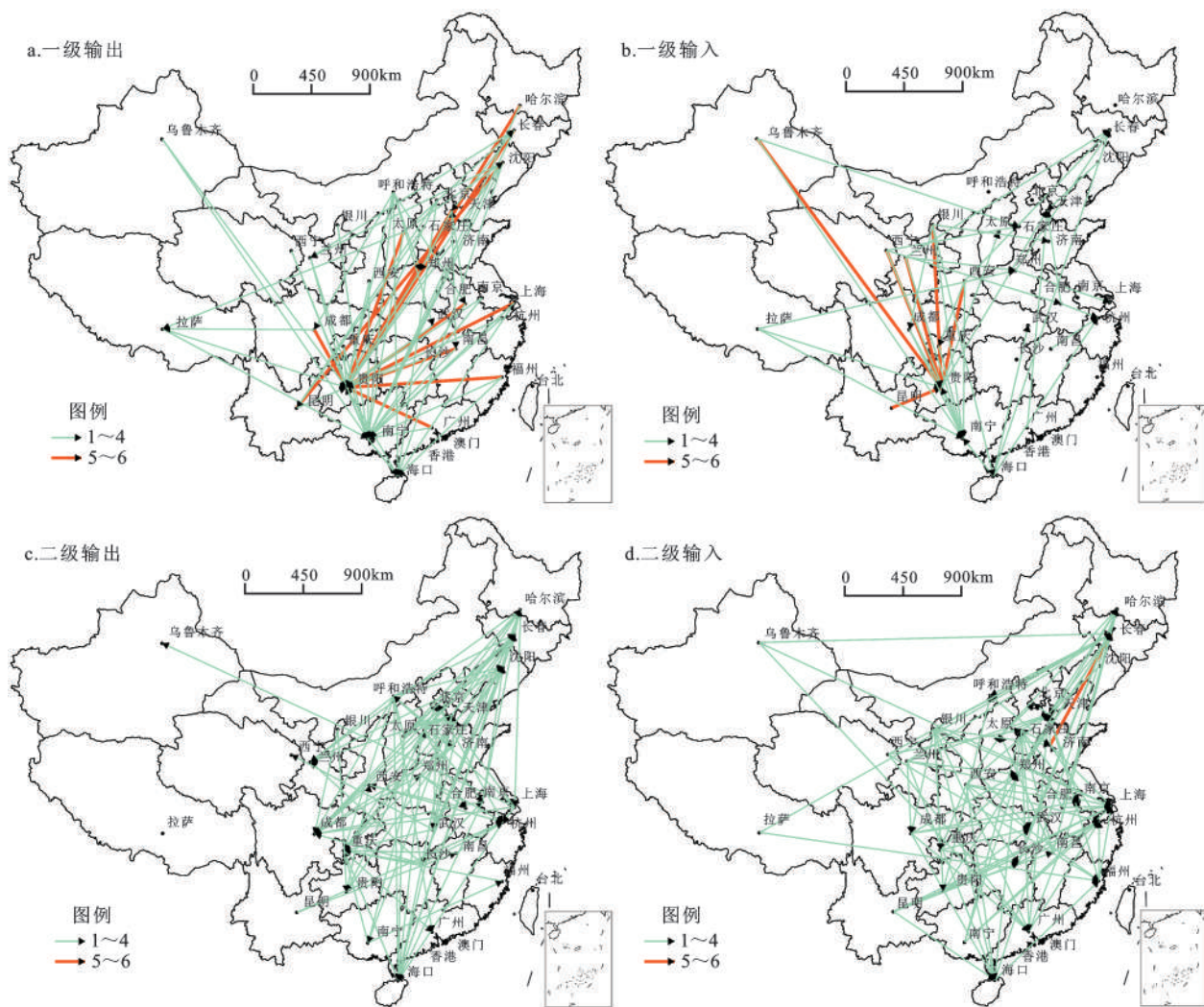


图2 城市节点输出和输入的最优、最差等级出现频次

Fig.2 The frequencies of the optimal and worst grade of urban nodes' output and input

向上的稳定型一级连接线路和1~2个方向上的波动型一级连接线路,以12个城市为中心分别形成了1~3个方向上的波动型连接线路。所有城市节点均出现在一级连接输出线路中,输出城市节点较多而每个输出城市节点所拥有的一级连接线路数量较少。② 一级输入线路中,以贵阳为中心形成了6个方向上的稳定型一级连接线路和3个方向上的波动型一级连接线路,以南宁为中心形成了10个方向上的波动型一级连接线路,以长春、天津、杭州为中心分别形成了3~4个方向上的波动型一级连接线路,以郑州、石家庄、太原、武汉、重庆、成都、合肥、海口为中心分别形成了1~2个方向上的波动型一级连接线路。东部地区一级连接线路



注:“世界网络”网络测速网站中,缺失6月份乌鲁木齐输出速度的数据

图3 一级、二级输出和输入线路空间结构

Fig.3 The spatial structure figure of the primary and secondary output and input line

稀疏。③ 二级输出线路均为波动型二级连接线路。二级输入线路中,除济南至长春1条为稳定型二级连接线路外均为波动型二级连接线路。二级输出和输入中心更为分散。④ 一级、二级输出和输入线路的数量远少于三级、四级,大部分线路呈现出单向性,节点间传输速度不对称,高速连接线路的反方向线路以低速为主,其中贵阳、南宁对其他城市节点的输出速度即远远小于输入速度。输出线路的方向多由高等级城市指向低等级城市。

3 结果分析

3.1 网络设置与网络组织

输出最优节点均有“位于主干网或与主干网直接相连”的网络位置优势。中国互联网的逻辑结构由8个核心层主节点及由此构成的大区组成^[7,22],提供与国际internet和大区间信息交换的互联通路,大区内其他非出口节点与大区设置的出口节点相连,大区间的输出和输入须经先经本区内的核心层主节点,然后再传向另外大区的核心层主节点和该区的其他节点,经过的节点较多就可能使传输速度减慢。北京、上海、西安本身即为核心层主节点,所以出现频次最大。同样出现频次2~3次的呼和浩特虽不是核心层主节点,但在大区内与北京直接相连,其先决条件也使得具有输出优势。输出和输入最差节点有重合,重复出现的7个城市节点都处于网络末端或者传输距离较远。现阶段,中国互联网核心层主节点扮演着组织信息流动的角色,核心层主节点数量偏少、对周边地区覆盖不够,即可造成较大网络压力导致信息流拥堵,以及部分城市网络资源浪费。

3.2 信息化建设与城市等级

信息化水平与信息输入的通达性出现负相关现象,发达地区城市节点的信息输入速度反而较慢。中国城市节点的信息化与网络建设主要是接受来自外部的创新而发展的,因而它基本上是按照原有城市等级体系构建的。现阶段中国互联网组织结构的重心向发达地区大城市的倾斜,发达地区大城市拥有更多信息资源,在互联网中地位普遍较高,相对应与周边地区形成较大差异,使这些城市节点作为信息传输的集聚中心,但由于其信息访问量大、点击率较高、对外回执数大、信息流动集中,吸引了周边区域的大量信息流动,造成

其网络服务器运行迟滞和信息输入速度较慢。北京、上海和广州的输出和输入连接特征有很大差异,相对于输出速度而言,其输入速度存在较大障碍,受大量访问者的使用强度影响以低速和较低速连接线路为主。

3.3 网络服务运营商及其互通

互联网间的互通问题不仅是同类网互通,更重要的是扩展成为跨网络、跨区域、跨业务、跨国界的互通。互联网用户所能够体验到的互通水平实际就是互联网速度。目前中国多家互联网网络服务运营商在网络规模、用户数量和网上资源上差距很大,分别在南方省份或北方省份占主导地位,各地区的几大骨干网络间在该地没有从根本上解决互通问题,所有的跨网流量都要经过少数几个网络接入点(NAP)中转,由于网上信息源分布在不同的网络里,当用户访问非本运营商的网站时流量将绕道国家互联网交换中心北京、上海或广州,占用大量的网络带宽,使速度减缓并使城市节点间输出和输入不对称,如输出最优节点乌鲁木齐、郑州、杭州、石家庄均为输入最差节点,而输入最优节点贵阳、南宁、长春也没有出现在输出最优节点中,乌鲁木齐同时出现在输出最优节点、输入最差节点、输出最差节点中,更为典型。

3.4 非邻域性、非就近性以及长距离特征

在相邻省份间,一级输出线路中仅有海口至南宁、广州至南宁、重庆至贵阳、昆明至贵阳、南宁至贵阳、成都至贵阳、南宁至海口等7条;一级输入线路中仅有海口至南宁、昆明至南宁和贵阳、南昌至杭州等4条。绝大部分一级输出和输入线路为不相邻的省际间线路。一级输出和输入线路还表现出一定的长距离特征,例如一级输出线路:沈阳至贵阳和南宁、北京至海口和昆明、呼和浩特至南宁和海口、石家庄至海口等,一级输入线路:乌鲁木齐至贵阳和南宁、银川至海口和贵阳、广州至北京、乌鲁木齐至石家庄、拉萨至郑州、兰州至沈阳、海口至沈阳、北京至贵阳等。一级输出和输入线路的非邻域性、非就近性以及长距离性证明光纤网络因连接处反射而损耗能量进而对速度产生影响的确微不足道。

4 结 论

以往研究城市节点间网络信息流传输时,多选择带宽或通信光缆数及其他信息基础设施作为

研究资料,本研究使用网络测试网站获取城市节点间信息传输速度和连接方向的基础数据,表征城市节点间信息传输的通达性水平,在资料建设上是一种有益尝试。

中国城市节点间互联网信息传输通达性基本规律是:①多数城市节点信息输出和输入速度明显不对称,中国尚没有输出速度和输入速度同时较高的城市,相对于发达地区城市节点信息输入速度整体较慢而言,贵阳、南宁等西部地区城市节点信息输入速度较快,信息传输速度表述的通达水平与传统城市等级体系间脱离了正比例关系,信息传输速度与其信息城市地位也不对称。②一级输出线路的输出端节点分散分布,相应地一级输入线路的输入端节点高度集中于贵阳和南宁;输出最优节点都处于主干网上或与北京直接相连,输入最优节点与主干网关系不密切,输出和输入最差节点多处在网络末端;③网络组织结构中的核心层主节点的输入速度较慢而输出优势明显,末端节点的输出速度较慢而输入速度或快或慢。

信息传输速度受网络设置与网络组织、信息化建设与城市等级、网络服务运营商及其互通因素的影响,也具有非邻域性、非就近性以及长距离特征。以上信息传输规律的认知对于促进互联网服务商采用灵活的运行机制和服务观念,实现互联网服务商和用户的价值对接具有现实意义。据此提出以下建议:①各大骨干网间应建立整体的网络基础设施方案,制定不同网络间网络框架、全程通信及相关机制的规则和标准,解决带宽资源浪费和服务质量问题;②相关管理部门应进一步推进通达性较差地区的网间带宽扩容,解决网间带宽占用,创新移动和固定互联网间运营模式。

参考文献:

- [1] 中国信息产业部.互联网骨干网间互联服务暂行规定(2001)[EB/OL].2010-6-5[2011-6-20].http://news.xinhuanet.com/eworld/2010-06/05/c_12185665.htm.
- [2] 周宏仁.信息化蓝皮书:中国信息化形势分析与预测(2011)[M].北京:社会科学文献出版社,2011:1~15.
- [3] 孙中伟,路 紫,王 杨.网络信息空间的地理学研究回顾与展望[J].地球科学进展,2007,22(10):1005~1011.
- [4] 路 紫,匙 芳,王 然,等.中国现实地理空间与虚拟网络空间的比较[J].地理科学,2008,28(5):601~606.
- [5] 孙中伟,路 紫,贺军亮.世界互联网信息流的空间格局及其组织机理[J].人文地理,2009,24(4):43~49.
- [6] 董志良,路 紫,白翠玲.中国网络信息流的空间结构模式分析[J].地球信息科学,2005,7(3):5~11.
- [7] 汪明峰,宁越敏.城市的网络优势——中国互联网骨干网络结构与节点可达性分析[J].地理研究,2006,25(2):193~203.
- [8] 孙中伟,贺军亮,金凤君.世界互联网城市网络的可达性与等级体系[J].经济地理,2010,30(9):1449~1455.
- [9] 汪明峰,邱 娟.中国互联网用户增长的省际差异及其收敛性分析[J].地理科学,2011,31(1):42~48.
- [10] Moss M L, Townsend A M. The Internet backbone and the American metropolis[J]. The Information Society, 2000, 16(1): 35-47.
- [11] O'Kelly M E, Grubestic T H. Backbone topology, access and the commercial Internet, 1997-2000[J]. Environment and Planning B, 2002, 29(4): 533-552.
- [12] 刘文新,张平宇.中国互联网发展的区域差异分析[J].地理科学,2003,23(4):398~407.
- [13] 汪明峰.互联网使用与中国城市化——“数字鸿沟”的空间层面[J].社会学研究,2005,(6):112~136.
- [14] 刘桂芳.中国互联网区域差异的时空分析[J].地理科学进展,2006,25(4):108~117.
- [15] 沈丽珍,顾朝林.区域流动空间整合与全球城市网络构建[J].地理科学,2009,29(6):787~793.
- [16] 汪明峰,宁越敏.网络信息空间的城市地理学研究:综述与展望[J].地球科学进展,2002,17(6):855~862.
- [17] 刘卫东.论我国互联网的发展及其潜在空间影响[J].地理研究,2002,21(3):347~356.
- [18] 宋周莺,刘卫东.中国信息化发展进程及其时空分析[J].地理科学,2013,33(3):257~265.
- [19] 钟士恩,甄 峰,张 捷,等.南京大学信息地理学的发展回顾与研究展望[J].地理科学,2012,32(1):1214~1219.
- [20] Evens P B, Wurster T S. Strategy and the new economics of information [J]. Harvard Business Review, 1997, 75(5): 70-82.
- [21] 中国互联网络信息中心.第27次我国互联网络发展状况统计报告[EB/OL]. 2011-1-19[2011-9-10]. <http://www.cnnic.net.cn/2011/1>.
- [22] 路 紫.中国经济地理[M].北京:高等教育出版社,2010:244~245.

The Accessibility of Internet Information Linkages Between Cities in China Based on the Transmission Speed

LU Zi¹, YANG Dong², ZHANG Qiu-luan¹, WANG Wen-juan²

(1. *Tourism Department, Hebei Normal University, Shijiazhuang, Hebei 050024, China*; 2. *College of Resource and Environment Sciences, Hebei Normal University, Shijiazhuang, Hebei 050024, China*)

Abstract: As a clear indicator, transmission speed has a significant effect on describing transmission accessibility of Internet information between the city nodes. Through the data of information transmission speed on the tachometer site, this article constructs the matrix of information transmission speed between the 31 cities nodes in China. It used factor analysis, to calculate the cities node corresponding composite scores and divide them into grades, to count the frequency the optimal grade/worst grade of city nodes, and to analyze the grade characteristics of information linkages accessibility. And then, through the hierarchies of the transmission speed, the spatial characteristic of the high-speed and higher-speed connection lines are revealed. Finally, several influence factors are explained. The research findings are as follows. The output speed and input speed city nodes is not consistent. The optimal output nodes are at the backbone or are directly connected with Beijing. The relationship between the optimal Input nodes and the backbone is not close. The worst output and input nodes are more at the net end. Forward corresponding relationship between Internet information transmission accessibility and the traditional city level changes. The information transmission accessibility of traditional high level city nodes is slow. The influencing factors of the information linkages accessibility include network Settings and network organization, information construction and city level, network service providers and communication, etc. The supply of docking Internet service provider and the demand of users needs to be improved. The cognition of information transmission rules can shed some light on Internet service providers, so that they could adopt flexible operation mechanism and service concept. It is practical significance to realize value docking between Internet service providers and users. Hereby, we bring forward the proposes: 1) The major networks should establish an overall scheme of network infrastructure, network framework between major networks, and establish end-to-end communication with its related regulations and standards, and solve the problem of the broadband resources waste and services quality. 2) The related administrative departments should further expand the Inter-Network broadband capacity in the poorer accessibility regions, solve the inter-network broadband occupation problems, and innovate the operation pattern between mobile and fixed Internet.

Key words: transmission speed; accessibility; city node; outflow and inflow; Internet information linkages; China