

# 不同指标下的穗港城市走廊潜在通达性 及其空间格局

徐 旭<sup>1</sup>, 曹小曙<sup>2\*</sup>, 闫小培<sup>2</sup>

(1. 温州大学建筑与土木工程学院, 温州 325035; 2. 中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275)

**摘要:** 本文以最短时间距离以及加权平均出行时间两种指标, 其中后者以未来人口数为其加权因子, 在对广州至香港之间廊道状区域的陆路交通网络现状通达性数据进行计算的基础上, 对其潜在通达性及其空间格局进行预测分析。由此得出, 穗港走廊内部的陆路网络潜在通达性呈现出同心环状态分布的空间格局, 其潜在通达性水平以环心为最优, 逐渐往外层递减; 两种指标换算成通达性系数进行对比, 发现利用未来人口数作为加权因子之后, 走廊南部在整个网络的通达性地位得到了提升, 但走廊北部的通达性地位却受到了削弱; 穗港走廊潜在通达性空间格局比现状更加收敛, 整体通达性水平得到提升, 初始通达性水平越低的地方, 提升的幅度越大。

**关键词:** 穗港城市走廊; 潜在通达性; 空间格局; 最短时间距离; 加权平均出行时间

**文章编号:** 1000-0585(2007)01-0179-08

## 1 引言

自 20 世纪 90 年代以来, 国外学者对交通通达性的研究大部分集中在对陆路交通网络方面, 度量通达性的指标主要有距离度量法、拓扑度量法、重力度量法以及累积机会法等<sup>[1]</sup>。吉维尔 (Javier) 长期以来一直把注意力集中在欧洲的交通网络上, 根据交通路网的现状以及规划情况, 他对欧洲的高速铁路网络、道路网络以及马德里-巴塞罗那-法国边界高速公路对区域潜在通达性的影响做了研究。采用加权平均出行开支、机会通达性、经济潜力三个指标进行分析, 认为各个中心的时空收敛将导致主要城市与腹地之间发展的不平衡; 基础设施的改变将影响整个欧共体的变化发展, 未来道路网络对通达性的影响与经济活动中心紧密相连<sup>[2~5]</sup>。此外, 还有朱旋在 2004 年分析新加坡的“快速通行”网络对通达性影响的研究<sup>[6]</sup>、李思铭 2001 年采用最短时间距离指标分析中国国道主干网系统形成以后通达性空间格局的变化<sup>[7]</sup>。

国内对于交通通达性的研究也主要集中在对陆路交通方面。曹小曙等、金凤君等先后用最短距离指标对东莞陆路交通网络以及中国铁路网络进行分析, 认为研究区域的通达性呈同心圈层空间格局分布, 并由中心向外辐射, 基础设施建设决定通达性空间格局<sup>[8,9]</sup>。

国内学者对于中小比例尺度区域的通达性研究还比较薄弱, 特别是对于潜在通达性的研究。本文旨在采用不同指标对穗港城市走廊潜在通达性及其空间格局进行分析并对比,

收稿日期: 2006-05-17; 修订日期: 2006-11-16

基金项目: 国家自然科学基金 (40201018; 40571052) 资助。

作者简介: 徐旭 (1982-), 浙江温州人, 硕士。主要研究方向为区域发展与城市规划、交通规划。

\* 通讯作者: 曹小曙, 博士, 副教授, 博士生导师。E-mail: caoxiaoshu964@sohu.com

讨论不同指标评价下的走廊潜在通达性及其空间格局, 为未来本区域交通基础设施的规划提供借鉴及参考。穗港城市走廊包括广州十区及增城的部分区域、东莞市域、深圳市域、香港, 是珠江三角洲比较成熟的交通运输走廊, 在珠江三角洲的发展中占有重要的地位(图1)<sup>[10]</sup>。

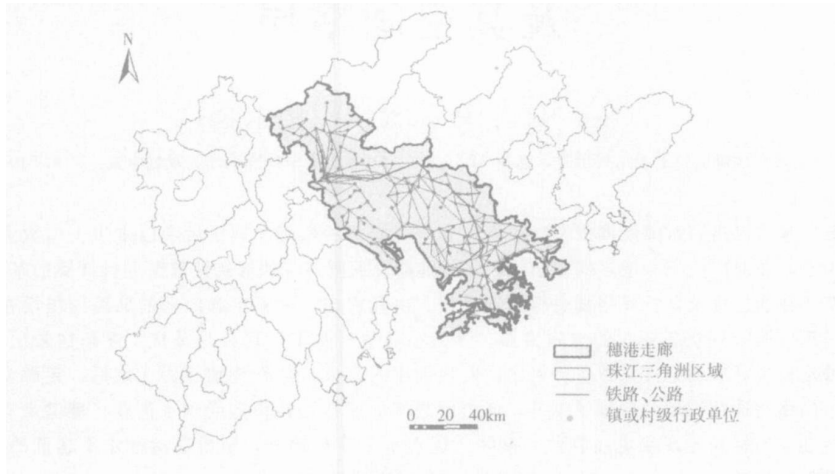


图 1 穗港城市走廊区位图  
Fig 1 The location of GHUC

2 指标、数据、建模

2.1 指标选取

(1) 最短时间距离指标 (Shortest Time Distance) 某一节点到其他所有节点最短运行时间的总和。其值越小, 说明该节点通达性越好。公式如下:

$$A_i = \sum_{j=1}^n T_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n; \quad n = 1, 2, \dots, \infty) \tag{1}$$

式中,  $n$  是区域内节点数目,  $T_{ij}$  是从  $i$  点到  $j$  点的最少运行时间。

(2) 加权平均出行时间指标 (Weighted Average Travel Time) 加权平均出行时间指标是一个评价节点到各区域中心的时间测度, 主要由该节点的空间区位决定, 也与区域中心的实力及连接该节点与区域中心的交通设施质量密切相关。指标得分愈低, 表示该节点通达性愈高, 与区域中心的联系愈紧密; 指标得分越高, 表示该节点通达性越低, 与区域中心的联系越少。计算公式:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (T_{ij} \times M_j)}{\sum_{j=1}^n M_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n; \quad n = 1, 2, \dots, \infty) \tag{2}$$

式中,  $A_i$ — 区域内节点  $i$  通达性;  $T_{ij}$ — 通过某交通设施和网络从节点  $i$  到达经济中心 (或活动目的地) 所花费的最短时间;  $M_j$ — 评价系统范围内某区域中心和活动目的地的某种社会经济要素流的流量, 即表示该经济中心的经济实力或对周边地区的辐射力或吸引力;  $n$ — 评价系统内除  $i$  地以外的节点总数。

(3) 通达性系数 由于最短时间距离指标与加权平均出行时间指标对穗港城市走廊内部节点潜在通达性计算的绝对值不具有可比性, 因此, 考虑引入“通达性系数”概念,

将两指标的绝对通达值转化为通达性系数进行比较,以便更好地显现研究区域内用不同指标计算所得的节点在整个网络中所处的不同地位,探寻增加考虑潜在人口指标对分析区域潜在通达性产生的影响。

通达性系数计算公式如下:

$$R = A_i/B \quad (i = 1, 2, \dots, n; \quad n = 1, 2, \dots, \infty)$$

(3)

式中,  $R$ —通达性系数;  $A_i$ —节点  $i$  的通达值;  $B$ —网络内通达值的平均值。

通达性系数越小,说明通达性越好,其值大于 1 时,说明该节点通达性比网络平均通达性水平低;小于 1 时,说明该节点通达性优于网络通达性平均水平;等于 1 时,说明该节点通达性和通达性平均水平一致。

2 2 数据获取

(1) 行车速度 各节点之间的现状通车里程以及道路等级,主要采用 2000 年、2002 年、2004 年和 2005 年出版的有关地图册数据<sup>[11~14]</sup>。根据中华人民共和国公路设计标准,本文采用:高速公路 120km/h, 国家级道路 100 km/h, 省级道路 80 km/h, 县级道路 60 km/h, 县级以下道路 40 km/h。根据铁路实际运行时速,广九铁路段采用 200 km/h, 研究区域内其他段铁路采用 120 km/h 的速度进行计算。在计算研究区域 2020 年潜在通达性时,假设 2020 年,各个等级公路均提高一个等级,行车速度也相应提高一个等级,高速公路的行车速度相应提高 20 公里每小时。就铁路而言,均将其时速提高 20 公里每小时。

(2) 人口数预测 据中国社科院人口研究所预测,2010 年中国将达到 13.8 亿人,年均增长 0.83%,2020 年再增 1 亿,达 14.8 亿人,年递增速度降为 0.7%,即 2000~2020 年间的人均增长率为 0.79%。2003 年和 2004 年广东省社会经济发展的预期目标之一是:将人口自然增长率控制在 8.2‰以下,而 2005 是将其控制在 8.1‰以下。到 2010 年,广东省人口自然增长率降到 6‰,到 2020 年,则为 5‰。而广东省 2000 年和 2003 年的实际人口自然增长率分别为 9.92‰和 8.35‰。以 2004 年为基准年,假设 2004~2010 年人口年均增长率为 6‰,2010~2020 年人口年均增长率为 5‰,2004~2020 人口年均增长率为 5.375‰。<sup>[15]</sup>

表 1 穗港城市走廊人口自然增长率主要年份情况表 (‰)  
Tab 1 The natural population increase rate in the GHUC (‰)

地区	1990 年	1995 年	2000 年	2003 年	平均数
广州	9.48	6.25	4.51	3.10	5.84
东莞	12.31	12.75	7.52	5.7	9.57
深圳	13.33	11.45	12.13	9.10	11.50
香港	6.8	6.1	3.1	1.4	4.35
平均数	10.48	9.14	6.82	4.83	7.81

1990 年至 2003 年穗港城市走廊内年均人口递增率基本呈递减趋势 (表 1),几个主要年份的年均递增平均率为 7.81‰,走廊的年均人口增长率由 1990 年的 10.48‰降至 2003

广东省政府工作报告 (2004, 2005 年文献) (22393 字), <http://zyone.blogchina.com/139234.html>, [http://www.gd.gov.cn/gov\\_report/2004.htm](http://www.gd.gov.cn/gov_report/2004.htm)  
《广东省政府工作报告》, <http://www.54cn.net/printpage.asp?ArticleID=846>  
资料来源:广东省全面建设小康社会总体构想, <http://finance.sina.com.cn/g/20041126/13501183849.shtml>

年的 4 83 %。本研究取 5 %为 2004 年~ 2020 年穗港城市走廊未来的人口年均增长率。以 2000 年、2004 年数据为基数, 预测 2020 年的各节点的人口数。

2 3 模型建立

考虑数据的可获取性以及区域的重要程度选取镇和村级重要交通枢纽作为节点。在计算最短时间距离矩阵的 178 个节点中, 有 116 个为镇级行政单位, 其余 62 个节点均为行政级别低于镇级的行政单位, 由于这些节点的人口数已经包括在镇级单位的人口数中, 为了防止重复计算导致结果的偏差, 仅取这 116 个镇级行政单位作为计算加权平均出行时间指标的节点。潜在通达性的计算主要运用 GIS 技术手段, 利用 ArcGIS 8 3 desktop 软件。先把穗港城市走廊地图转化为拓扑图, 以选定的各个行政单位为节点, 根据里程、速度等要素来确定节点之间的时间距离, 然后利用 Arcmap 网络分析功能找出各个节点到其他所有节点的最短路径, 从而形成时间距离矩阵, 得出网络内各节点的潜在通达值。

3 结果分析

3 1 最短时间距离指标

穗港城市走廊 2020 年潜在通达值为 154454 分钟, 平均值达到 8677 分钟。节点通达性最小值为 5751 分钟, 位于东莞市中心; 最大值为 13498 分钟, 位于广州番禺区。

表 2 穗港城市走廊潜在通达值分级分区表 (单位: 分钟, 个)

Tab 2 The ranking of potential accessibility score of every city in GHUC

潜在通达值 (分钟)	广州 (个)	东莞 (个)	深圳 (个)	香港 (个)	节点	
					个数	%
< 6000	1	7	0	0	8	4 49%
6000~ 7000	7	20	7	1	35	19 66%
7000~ 7500	4	6	5	1	16	8 99%
7500~ 8000	7	4	7	5	23	12 92%
8000~ 9000	10	3	10	5	28	15 73%
9000~ 11000	30	0	6	5	41	23 03%
> 11000	17	0	9	1	27	15 17%
小计	76	40	44	18	178	100 00%

表 2 显示节点在各等级分值的分布情况。除了小于 6000, 7000~ 7500 分钟的节点数分布相对较少外, 其余几个等级的通达值分布比较均衡。广州有将近一半的节点集中分布在 9000~ 11000 分钟, 而东莞区域节点的通达性水平相对较高, 有一半的节点分布在 6000~ 7000 分钟; 深圳的通达值分布较散, 各个通达值等级均有相当比例的节点分布。香港的通达值也较集中, 一半以上的节点分布在 7500~ 9000 分钟。

穗港城市走廊潜在通达性空间格局基本呈同心环状态分布, 由内向外逐渐递减 (图 2)。通达性最优区域分为两部分, 其一为广州市的荔联镇、新塘镇; 第二个中心为北始增城市的石滩镇、东莞市的石碣镇、万江镇、石龙镇、茶山镇沿广深准高速铁路往南, 南至樟木头镇、塘厦镇的区域。以上区域的通达值均在 6500 分钟以内。通达性水平相对较低、通达值大于 10500 分钟的区域主要分布在走廊外围, 该区域主要包括番禺的新造镇、石楼镇和化龙镇, 花都北部的炭步镇、赤坭镇、狮岭镇、芙蓉镇、梯面镇和花都东部靠近从化



图 2 穗港城市走廊潜在通达性等值图（最短时间距离指标）

Fig 2 The potential accessibility pattern of GHUC ( the shortest time distance index)

市的九佛镇以及深圳的南澳镇和大鹏镇。

3 2 加权平均出行时间指标

根据加权平均出行时间指标计算穗港城市走廊通达值为 6012. 9 分钟，节点平均通达值为 51. 84 分钟。走廊内最大通达值为 87. 2 分钟，最小值为 30. 6 分钟，分别是花都区的狮岭镇和深圳的布吉镇。

表 3 穗港城市走廊潜在通达性节点通达值分区表（单位：个，%）

Tab 3 The ranking of potential accessibility score of every city in GHUC

潜在通达值 (分钟)	广州 (个)	东莞 (个)	深圳 (个)	香港 (个)	节点	
					个数	%
30~ 40	2	15	10	3	30	25 86%
40~ 50	9	12	10	3	34	29 31%
50~ 60	9	1	3	3	16	13 79%
60~ 70	16	0	2	0	18	15 52%
70~ 80	15	0	0	0	15	12 93%
80~ 90	3	0	0	0	3	2 59%
合计	54	28	25	9	116	100 00%

表 3 显示走廊潜在通达值集中在 30~ 50 分钟，节点数达到 64 个，超过总数的一半，其中以东莞最多 27 个，深圳 20 个；80~ 90 分钟最少，共计 3 个节点，均位于广州。从行政区域看，东莞通达性较好，通达值集中在 30~ 50 分钟；深圳略次于东莞，通达值也大多集中在 30~ 50 分钟，香港则全部处于 30~ 60 分钟之间，而广州的通达性相对较低，其节点的通达值集中在 60~ 80 分钟。

加权平均出行时间指标计算所得的走廊潜在通达性空间格局亦呈同心环状态分布（图 3），最优区域通达值在 30~ 35 分钟之间，分布区域基本沿广深准高速铁路及其支线沿线分布，由东莞的横沥镇、东坑镇、常平镇、樟木头镇、塘厦镇、观澜镇直至深圳的平湖镇、新木村、布吉镇、横岗镇以及罗湖及福田区的部分，最后延伸至香港境内接近上水地

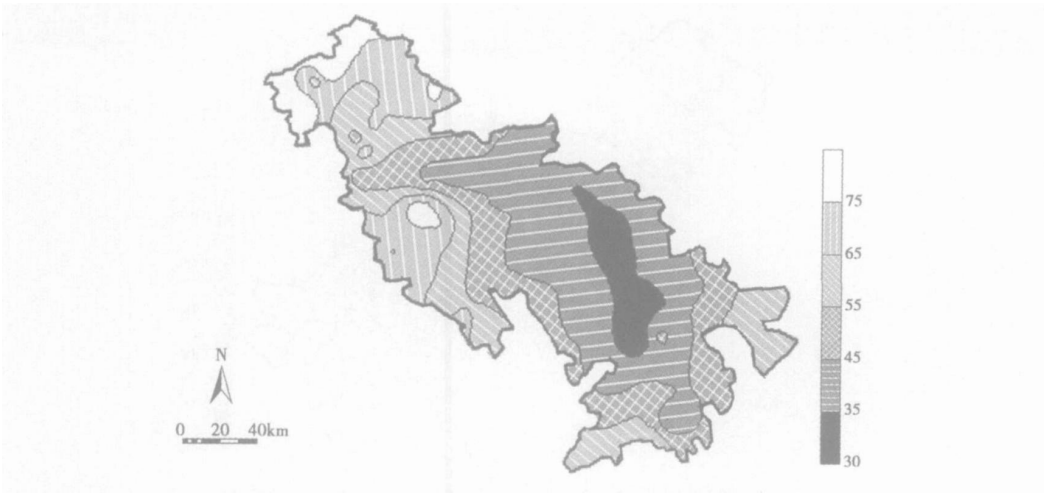


图 3 穗港城市走廊潜在通达性空格局等值图 (加权平均出行时间指标)

Fig 3 The potential accessibility pattern of GHUC ( weighted average travel time index)

区。潜在通达性相对较低, 通达值大于 65 分钟的区域主要集中在番禺区大部分, 以及花都区的北部与从化市和清远市接壤部分, 赤坭镇、芙蓉镇、梯面镇、花东镇、花侨镇、北兴镇、九佛镇、良田镇和钟落潭镇。

3 3 两指标对比

最短时间距离指标和加权平均出行时间指标的节点通达性系数进行对比, 发现仅有 2 个节点的通达性系数没有变化。通达性系数变化最大的节点值增加 0.19, 减少 0.39。最短时间距离指标计算所得的通达性系数最大值为 1.58 最小值为 0.68。加权平均出行时间指标计算最大值为 1.68 和最小值为 0.59。加权平均出行时间指标的计算结果比最短时间距离指标的计算结果更加收敛。

图 4 为 R 的等值线图, R 表示加权平均出行时间指标的相对通达值减去最短时间距

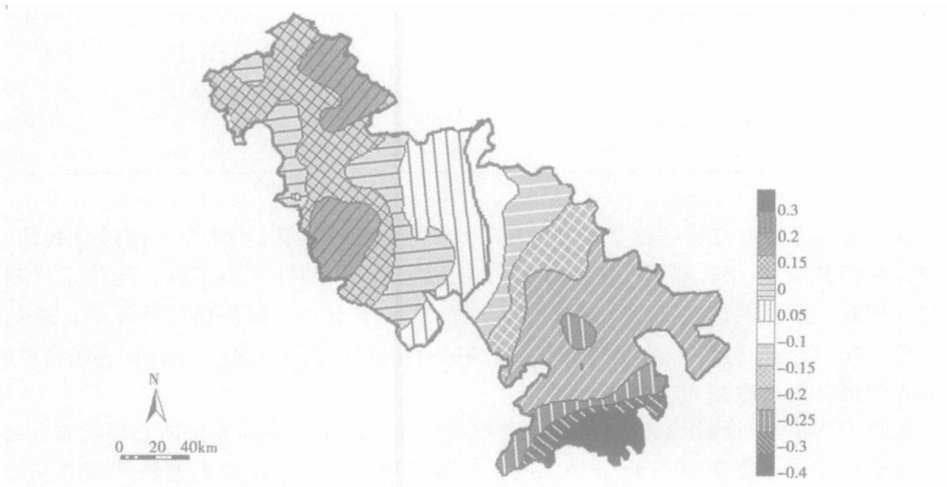


图 4 穗港城市走廊不同指标潜在通达性变化等值图

Fig 4 The change of potential accessibility pattern with different indices in GHUC

离指标的相对通达值。走廊被 0 等值线清晰的分成南北两部分, 该 0 等值线由深圳的沙井镇为起点, 一直向北延伸, 途径松岗镇、大岭山镇南, 寮步镇北、茶山镇北, 一直到石龙镇以北。南部 R 值为负, 北部 R 值为正。即走廊的南部, 用加权平均出行时间指标计算的相对通达性比用最短时间距离指标的要小, 而北部要大。由此可见, 在考虑交通基础设施的基础上, 用最短时间距离指标结合人口因素对走廊潜在通达性进行考虑, 相对提升了走廊南部在整个网络通达性的地位, 但同时也相对削弱了走廊北部的相对通达性。

## 4 结论与讨论

穗港城市走廊内部潜在通达性最优区域位于走廊的几何中心偏东, 即广深准高速铁路沿线的部分区域的潜在通达性水平在走廊地带处于较高水平。该区域位于走廊的中部偏东, 并非走廊地理位置上的几何中心, 因此, 区域通达性与其区位并无绝对联系。基础设施建设的变化将导致通达性空间格局的变化, 原有基础设施建设水平越高, 通达性越优越的区域, 其通达性变化越小; 而初始通达性水平越低的区域, 其通达性水平提升越快, 变化也越大。在区域吸引力变化的情况下, 其通达性也相应发生变化。同时, 区域通达性越好, 越有利于区域吸引力的增强, 而吸引力的加强必然要求区域通达性的优化。因此, 路网的形成和扩展与区域吸引力的变化是互为动力的。从发展趋势看, 随着走廊内部高速公路网络的完善与发展, 其对区域吸引力的影响作用将逐步加强。走廊的陆路网络主要是由公路组成, 但铁路运输在影响走廊未来的通达性空间格局以及整个区域经济发展中的作用也不可低估, 虽然未来铁路在区域的相对地位可能会有所降低, 但是铁路将继续发挥重要作用。因此, 铁路与高速公路将是推动区域吸引力变化的主要动力。

穗港城市走廊作为中国经济最发达地区之一的珠江三角洲的重要发展轴线, 其潜在通达性及其空间格局对于该区域未来的社会经济的发展具有参考与指引意义。如果未来走廊地带兴建大型交通基础设施, 那么该基础设施沿线区域的通达性将受到巨大影响, 各区在走廊的通达性地位也将发生变化, 整个走廊的通达性空间格局将随之改变。随着经济全球化和科技进步的加快, 区域经济发展和竞争日趋激烈, 走廊内部各个城市只有联合起来, 共同构筑充满活力和具有国际竞争力的交通运输设施才能面对日趋激烈的区域挑战和竞争。

## 参考文献:

- [1] G H Pirie Measuring accessibility: a review and proposal Environment and Planning A, 1979, 11: 299~ 312
- [2] Javier Gutierrez Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network. Journal of Transport Geography, 1996, 4(1): 15~ 25
- [3] Javier Gutierrez Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border Journal of Transport Geography, 2001, 9: 229~ 242
- [4] Javier Gutierrez The European high-speed train network Journal of Transport Geography, 1996, 4(4): 227~ 238
- [5] Javier Gutierrez The impact of orbital motorways on intra-metropolitan accessibility: the case of Madrid's M-40 Journal of Transport Geography, 1999, 7: 1~ 15
- [6] Xuan Zhu Analysis of the impact of the MRT system on accessibility in Singapore using an integrated GIS tool Journal of Transport Geography, 2004, 12: 89~ 101
- [7] Si ming Lee Impacts of the National Trunk Highway System on accessibility in China Journal of Transport Geography, 2001, 9: 39~ 48

- [ 8 ] 曹小曙, 等. 经济发达地区交通网络演化对通达性空间格局的影响. 地理研究, 2003, 22( 5): 305~ 312
- [ 9 ] 金凤君, 等. 20 世纪中国铁路网扩展及其空间通达性. 地理学报, 2004, ( 3): 293~ 302
- [ 10 ] 曹小曙, 等. 珠江三角洲城际间运输联系的特征分析. 人文地理, 2003, ( 2): 87~ 89
- [ 11 ] 中国铁路与城市交通地图册. 北京: 人民交通出版社, 2000
- [ 12 ] 中国高速公路图集. 北京: 人民交通出版社, 2002
- [ 13 ] 珠江三角洲交通图. 广州: 广东省地图出版社, 2004
- [ 14 ] 广东省公路里程地图册. 北京: 人民交通出版社, 2005
- [ 15 ] 广东省人口普查办公室. 广东省 2000 年第五次人口普查快速汇总主要数据. 2001

## Potential accessibility and its spatial pattern in Guangzhou-Hong Kong Urban Corridor

XU Xu<sup>1</sup>, CAO Xiao-shu<sup>2</sup>, YAN Xiao-pei<sup>2</sup>

(1. College of Architecture and Civil Engineering, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China;

2. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** From the perspective of potential accessibility, according to the transport condition among the regions, this paper builds up the network model, and calculates, forecasts and analyses the potential spatial accessibility pattern in Guangzhou-Hong Kong Urban Corridor with integrated GIS tools, based on analyzing the current accessibility data in the landway transport network in Guangzhou-Hong Kong Urban Corridor, using the shortest time distance index and the weighted average travel time index. The latter index uses population in the future as its weighted factor.

As a result, the potential accessibility of landway transport network in Guangzhou-Hong Kong Urban Corridor presents a concentric circle spatial pattern either the shortest time distance index or the weighted average travel time index, and the inner accessibility level is better. The accessibility level goes worse from the center to the periphery. The author transforms the results of these two indices into accessibility coefficients for the purpose of comparison. The results show that the accessibility status of the south corridor is improved and the north one is weakened taking the potential population factor into account. Finally, the potential accessibility level is compared with the current one. It is suggested that the former is more balanced than the latter, the overall accessibility level is improved, and the lower the original accessibility level is, the more it improved.

**Key words:** Guangzhou-Hong Kong Urban Corridor (GHUC); potential accessibility; spatial patterns; the shortest time distance; weighted average travel time