

宁波—舟山都市区结构的多维测度

王益澄, 马仁锋, 孙东波

(宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 以中国典型的陆岛型都市区“宁波—舟山”为案例, 采用城市规模指数、区位熵等模型测度甬舟都市区的规模、职能与网络结构特征。研究发现: (1)规模等级差异明显, 首位城市的中心地位突出, 宁波市区的龙头作用突现, 镇海和北仑的次中心辐射作用初现, 舟山区域影响力尚未显现。(2)都市区工业职能显著, 主要城市以工业为主导职能, 且工业部门存在同构趋势; 生产性服务业发展相对滞后, 散布于三江口、定海等, 尚未形成空间分工与协作。(3)都市区以交通网络为载体形成了较好的经济网络, 都市区点轴发展格局形成并趋向多层次的网络结构。

关键词: 陆岛一体化; 都市区; 结构测度; 宁波—舟山

中图分类号: F207

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2015) 02-0063-06

都市区是城市演化过程出现的一种高级形态, 已经成为区域分工与协作, 提升区域综合竞争力的基本地域单元, 同时业已经成为中国城市化的主流模式^[1]。近年来, 国外关注都市区拓展和郊区化^[2-3]、都市区内通勤行为^[4-5]、多核化及其影响因素^[6-8]、都市区结构异化^[9]等; 国内研究始于 1980 年, 至今已涉及概念^[10-11]、边界划分^[12-13]、形成机制^[14-15]、空间结构^[16-17]等。伴随着中国城市化进程的加速, 沿海大城市在新一轮的城市总体规划中将都市区战略作为空间重构的重要举措^[18]。目前全球已经形成六大都市圈, 除北美五大湖都市区之外, 其余均分布在沿海地带, 因此海岸带成为都市区集中区域。作为海岸带的一个有机地理单元, 海岛却长期孤立发展, 被视为城市边缘地带, 远离城市文明的社会^[19]。21 世纪是海洋的世纪, 当前被边缘化的海岛地区对于推动区域海洋经济的发展蕴含着巨大潜力, 沿海都市与外围海岛及海洋区域的整合是实现陆岛型都市一体化发展与可持续发展的的重要途径。陆岛型都市区的形成是陆地系统与海洋系统的空间耦合作用结果, 因此兼具陆地城市和海岛城市的居住、工作、交通、游憩特征, 且拥有一个统一的市场, 有助于提高海洋经济的运行效率^[20]。宁波—舟山作为中国典型的陆岛型城

镇, 当前研究主要涉及宁波城镇体系^[21]、重点镇发展^[22-23]和舟山城镇发展战略^[24], 缺乏对都市区陆地部分和海岛部分的统筹考虑。

笔者采用规模指数、人口潜力模型和区位熵测度甬舟都市区的规模、空间、职能等结构, 阐释都市区结构的特征, 试图为陆岛型都市区结构优化提供依据。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域

甬舟都市地处环杭州湾和浙江沿海交汇点, 是带动浙江沿海发展的核心门户, 甬舟联动发展将成为推动浙江新一轮经济发展的空间载体。研究区涵盖宁波、舟山 2 个中心城区、3 个县级市、5 个县, 其中宁波中心城区由海曙区、江东区、江北区、镇海区、北仑区及鄞州区组成; 舟山中心城区由定海区和普陀区组成。以宁波、舟山各个县(市、区)作为都市城市体系研究的基本单元, 由于宁波市镇海区、北仑区距离中心城区较远, 作为独立城镇研究, 故都市区城市体系共有 11 个研究单元。

1.2 研究方法

(1)城市规模指数模型。为兼顾非农人口规模和城市用地规模 2 种常用表征方法的特点, 采用城

市规模指数模型 $T_i = \sqrt{(S_i/S) \times (P_i/P)}$ 作为衡量城市规模大小的指标, 式中 T_i 为 i 城市的规模指数; S_i , S 分别为 i 城市的建成区面积、样本城市建成区总面积; P_i , P 分别为 i 城市的非农业人口数、样本城市非农业人口总数。

(2)人口潜力模型. 为深入观察都市区内所有城市(包括自身)的相互作用量, 引入人口潜力模型 $V_i = \sum_{j=1}^n P_j / D_{ij}^b$, 式中 V_i 表示城市 i 与城镇体系内所有城市的相互作用量, 称为城市 i 的人口潜力; P_j 表示城市 j 的非农人口数; D_{ij} 表示 2 个城市间的直线距离; b 为摩擦系数, 经验值为 2; 当 $j=i$ 时, 表示城市 i 与自身的相互作用量, 这时 D_{ij} 可以采用 i 城市与离其最近城市之间距离的一半, 也可以用 i 城市建成区面积的平均半径。

(3)区位熵模型. 城市职能结构分析是从城市体系视角明确内部各城市的作用和特点, 采用区位商 $Q = (N_i / A_i) / (N_0 / A_0)$ 可测定, 其中 Q 表示区位商; N_i 为研究城市某部门产值(或从业人数数); A_i 为研究区域所有部门产值(或从业人数数); N_0 为研究城市某部门产值(或从业人数数); A_0 为研究区域所有部门产值(或从业人数数)。

(4)区域经济联系模型. 区域经济联系是衡量区域间经济联系强度的指标, 区域经济联系强度的测度有助明确城市在区域内的发展定位, 并促进区域经济协调发展, $R_{ija} = \sqrt{P_i G_i} \times \sqrt{P_j G_j} / D_{ij}^2$, 其中 R_{ija} 表示城市 i, j 的经济联系量; P_i, P_j 代表城市 i, j 的非农人口数; G_i, G_j 代表城市 i, j 的 GDP; D_{ija} 表示城市 i, j 的直线距离, 并可由 $F_{ij} = R_{ija} / \sum_{j=1}^n R_{ij}$, 计算经济联系隶属度。

(5)通达性模型. 常见的通达性评价方法主要有最大路径法、最短时间法、分散指数法和相对通达性 4 种, 考虑到甬舟都市区的交通网络现状采用最短时间法, $A_i = \sum_{j=1}^n T_{ij}$, 其中 A_i 是节点城镇到其他所有城镇最少运行时间的总和; n 是节点数目; T_{ij} 是从 i 点到 j 点的最少运行时间. 计算所得 A_i 值越小, 表明该节点城镇的通达性越好。

2 都市区结构的多维测度

2.1 都市区的规模结构特征

2.1.1 城市规模特征

计算得甬舟都市区的城市规模等级体系见表

1. 由表 1 可知, 第 1 级: 城市规模指数 $T_i > 10$, 宁波城中心达 21.83, 其市区非农业人口占研究区域非农业人口总数的 41.43%, 建成区面积占研究区建成面积的 38.04%。第 2 级: 城市规模指数 $4 < T_i < 10$, 包括舟山中心、余姚、慈溪、镇海、北仑, 平均城市非农业人口 21.06 万, 平均建成区面积 48.74 km²。第 3 级: 城市规模指数 $2 < T_i < 4$, 包括奉化、象山、宁海, 平均城市非农业人口 10.69 万, 平均建成区面积 26.48 km²。第 4 级: 城市规模指数 $T_i < 2$, 包括岱山、嵊泗, 这些海岛城市受自然、交通等限制, 落后于周边大陆地区, 非农产业不发达, 平均非农业人口 4.21 万, 平均建成区面积 3.90 km²。

表 1 2012 年宁波—舟山都市区城市规模等级划分

等级	城市	个数
第 1 级	宁波市区(21.83)	1
第 2 级	余姚(5.79)、慈溪(5.66)、镇海(5.57)、北仑(6.19)、舟山市区(7.91)	5
第 3 级	奉化(3.17)、象山(3.81)、宁海(3.83)	3
第 4 级	岱山(1.06)、嵊泗(0.52)	2

注: 括号内数据为各城市规模指数; 数据来源于宁波市统计年鉴(2013 年)、舟山市统计年鉴(2013 年)。下表数据来源同。

2.1.2 人口潜力特征

根据影响大小, 可大致将核心区都市区中各个城市人口潜力分为 4 级(表 2): (1)高城市影响区($V_i > 91$), 为宁波城中心。(2)中高城市影响区($41 < V_i < 90$), 为镇海和北仑。(3)中城市影响区($11 < V_i < 40$), 包括余姚、慈溪、奉化、舟山中心。(4)低城市影响区($V_i < 10$), 包括象山、宁海、岱山和嵊泗。

表 2 2012 年宁波—舟山都市区城市人口潜力区域划分

人口潜力	城市名称	个数
高城市影响区	宁波市区(122.50)	1
中高城市影响区	镇海(80.52)、北仑(68.53)	2
中城市影响区	余姚(35.08)、慈溪(35.42)、奉化(22.56)、舟山市区(19.82)	4
低城市影响区	象山(8.90)、宁海(6.34)、岱山(9.56)、嵊泗(3.41)	4

注: 括号内数据为各城市人口潜力。

2.2 都市区的功能结构特征

2.2.1 总体特征

将城市统计年鉴的就业行业划分为工业、建筑业、交通运输业、商业、服务业、科教文卫及公共管理 7 种行业, 需要指出的是, 农林牧渔业无法体

现城市主要职能, 因此未计入。根据甬舟都市区和浙江省 7 类行业的从业人员比重计算 7 类行业的区位熵, 反映甬舟都市区各项职能在浙江省的集聚程度(表 3)。由表 3 可知, 都市区的工业职能表现突出, 从业人员比重和区位熵分别为 46.0%和 1.27, 商业、金融业的区位熵也大于 1, 而交通运输业、建筑业、科教文卫及公共管理区位熵小于 1。可见, 都市区的工业职能较为突出, 商业、金融业也有一定的集聚优势, 交通运输业、建筑业等集聚程度较弱。这表明都市区处于工业化中后期, 以石化、能源、船舶、钢铁、造纸等为代表的临港工业发展势头良好; 商业、金融业等集聚优势逐步显现, 商务、高端商业、航运服务等很有发展潜力; 交通运输业、文化等产业发展滞后, 产业发展有待进一步引导。

2.2.2 内部分异

运用纳尔逊指数法计算各城市的显著职能、突出职能及职能强度, 结果见表 4。由表 4 可以知道, 甬舟都市区各城市的职能结构存在趋同化现象, 多数城市突出职能均为工业, 以石化、机械、船舶、能源等临港产业为主。宁波市主城以服务业、商业、交通运输业等为主导产业, 舟山市以船舶工业、石化、机械、水产品加工为主导产业, 可见都市区临港产业地位十分突出。从都市区主要城市的优势职能看, 每个城市的产业结构的差异依然存在, 宁波市的商业和服务功能体现在对周边区位的辐射和带动上, 在都市区处于核心地位。舟山市区的船舶工业、石化业充满活力, 成为带动都市区海洋经济发展的动力; 同时余姚、慈溪的商贸

功能, 奉化的制造业功能对都市区都具有重大意义。总体看, 宁波和舟山还处于工业化中后期, 主导工业部门也存在一定的同质化发展趋势, 但商业职能分布较为分散, 已初步形成区域间产业的分工与协作。

2.3 都市区网络结构特征

2.3.1 交通网络结构特征

甬舟都市区范围内, 陆路运输占交通运输的绝对主导地位, 因此通达性计算以该区域内的乡镇及其以上城镇为节点, 以乡县道、省道、国道、高速公路、铁路作为研究对象, 计算主要县市区间的空间通达性。据交通部门统计资料, 乡县道速度取 $20\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 、国道速度取 $80\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 、省道速度取 $60\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 、铁路速度取 $90\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, 并由公式 A_i 计算出各个节点城镇的最少交通运行时间。利用 ArcGIS 将研究区 122 个乡镇的路网数据矢量化, 并计算各乡镇到其余乡镇的最短路径耗, 再用普通克里金插值进行空间插值, 计算出主要县市区间的空间通达性(图 1), 结果发现在甬舟都市区交通网络通达性呈现中心强、四周弱的空间格局: (1)最优区域是宁波市区, 此外还包括镇海和北仑, 通达时间在 64.00 h 至 80.05 h 之间。宁波市区交通基础设施建设完善, 城市道路等级结构合理, 支路系统发达, 是甬舟都市区的交通枢纽。(2)通达时间在 80.05 h 至 94.15 h 之间的城市包括余姚、慈溪及奉化。余姚、慈溪、奉化与宁波市区的交通联系便利, 随着区域经济一体化, 余姚、慈溪、奉化与宁波市区的交通同城化效应将更明显, 未来三地的通达时间将

表 3 2012 年宁波—舟山都市区各行业的区位熵

指标	工业	建筑业	交通运输业	商业	金融房地产业	科教文卫及其他	公共管理
都市区比重/%	46.0	18.2	4.7	4.7	10.3	10.3	5.8
浙江省比重/%	36.1	27.5	5.2	4.1	9.2	12.0	5.9
区位熵	1.27	0.66	0.90	1.15	1.12	0.86	0.98

表 4 2012 年宁波—舟山都市区职能结构内部分异

区域	显著职能	突出职能	职能强度	主导工业部门
宁波市区	金融房地产业	商业	1.79	石化、能源、机械
慈溪市	商业	工业	1.05	家电、化纤、轴承
余姚市	商业	工业	1.15	塑料、机电、五金
奉化市	商业	工业	0.75	纺织、汽摩配件
舟山市区	商业	交通运输业	1.96	船舶工业、石化、机械

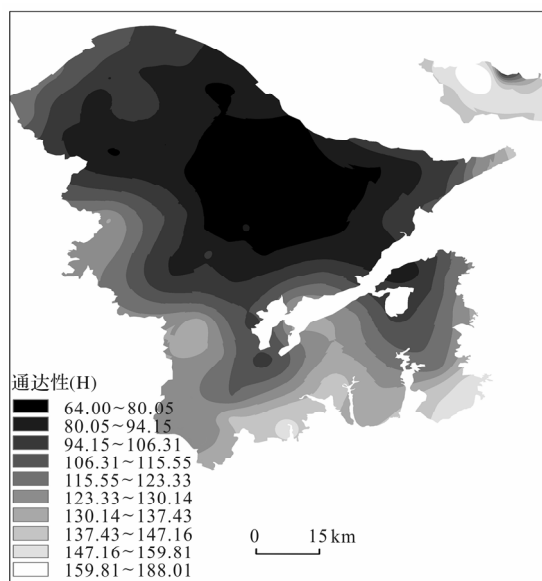


图1 2012年宁波—舟山都市区通达性格局

大大缩短。(3)通达时间在94.15 h至115.55 h之间的城市包括象山和宁海,甬台温铁路复线是串联象山和宁波市区的交通主干道,沈海高速是串联宁海与宁波市区的交通主干道,象山和宁海区位优势相对不明显。(4)通达性较弱的区域主要分布在象山、宁海南部地区及舟山,通达时间在123.33 h至188.01 h之间,主要原因是这些区域不仅在地理位置上与宁波市区较远,而且交通建设相对落后。虽然舟山的通达性较弱,但舟山连岛工程的建成通车,结束了舟山孤悬海外的历史,为宁波和舟山海洋经济的整合发展奠定了基础。

2.3.2 经济联系网络特征

城市间公路、铁路运输是维系城市经济活动有序进行、推进城市经济发展的重要因素,即经济联系强度与区域的交通网络结构存在一定的耦合关系。采用区域经济联系模型计算城市间的经济联系强度,刻画城市间空间联系和功能联系的状态。计算显示,都市区的各等级城市中,宁波市区与其他城市的经济联系强度总和为12.25,占经济联系总量的33.7%,高于其他各等级城市,宁波市区在都市区处于中心地位,在都市区空间联系和功能联系中扮演着重要角色。其他经济联系总量比例较高的城市分别是镇海(19.3%)、北仑(21.2%)、慈溪(8.5%)、余姚(8.4%)。将城市间经济联系值划分为一级联系、二级联系、三级联系和四级联系,绘制都市区内城际经济联系网络(图2),发现在甬舟

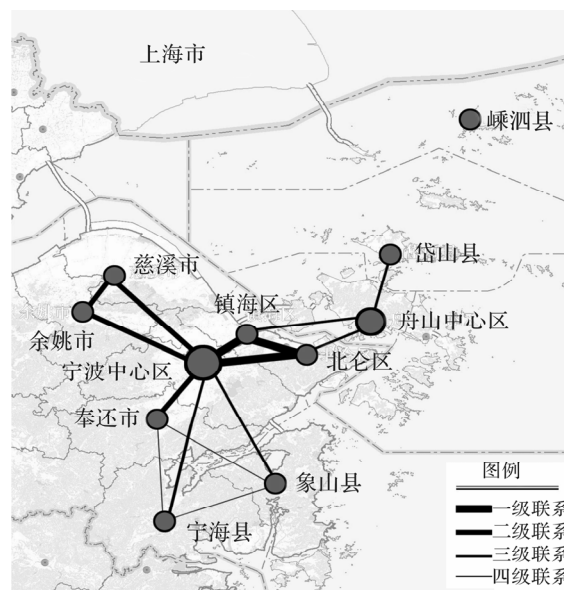


图2 2012年宁波—舟山都市区经济联系网络

都市区联系网络中,宁波市区、镇海、北仑、奉化的经济地位比较明显:(1)在一级联系城市中,宁波市区是都市区内经济联系的中心城市,其辐射范围最广,联系城镇最多,地位高于区域内任何一个城市,尤其是与镇海、北仑经济联系最为紧密,宁波市区—镇海—北仑经济联系轴线围成的三角已成为都市区经济发展的核心。(2)在二级联系城市中,宁波市区—慈溪—余姚经济联系轴线围成的三角在经济联系中处于次中心地位,辐射范围为整个余慈地区,也是余慈地区城镇空间连绵化发展重要区域。奉化与宁波市区的经济联系也较为紧密,将培育建设成为宁波市区南部的高新技术基地、物流基地及宜居新城。(3)在三级联系城市中,舟山市区与镇海、北仑经济联系较为紧密,舟山跨海大桥的建成通车进一步加强了舟山与宁波的经济联系,镇海、北仑成为舟山更紧密地融入长三角经济圈的桥头堡;象山和宁海分别通过甬台温复线高速和沈海高速融入主城。(4)在四级联系城市中,象山、宁海与奉化彼此经济联系很弱,舟山的岱山、嵊泗与都市区内各城市联系都很弱,尤其是嵊泗县,几乎不与其他城市发生经济联系。值得一提的是,目前舟山市区在对外经济联系格局并未超过都市区内的其他城市,如城市规模突出且经济发展水平较高的镇海、北仑、慈溪。但在建设国家级舟山群岛新区和浙江省海洋经济示范区的历史契机下,舟山的政策优势和区位优势日益显现。

因此,未来舟山将是都市区海洋经济发展的龙头,且这种地位是其他城市无法超越的。

3 结论与讨论

海洋经济发展离不开都市区经济的支持。当前甬舟都市区正处在新一轮发展阶段,又恰逢浙江海洋经济发展示范区建设上升为国家战略,宁波—舟山核心区的海洋经济发展布局刚启动,甬舟都市区发展势必同时起步,通过都市区功能持续提升,为海洋经济发展提供强有力的依托与支撑。

(1)都市区的城市等级规模差异明显,首位城市的中心地位突出。利用城市规模指数模型计算发现,都市区的城市规模等级体系可分为4个区块,北部和中部区块城镇密集,城市发育程度较好,呈现连绵发展的态势;南部区块城市体系发育还不够成熟,呈现点状发展的格局;东部区块人口规模很小,是典型的海岛小城。利用人口潜力模型计算发现,宁波市区作为核心城市的龙头引导作用十分突出,镇海和北仑次中心地位已然形成,对周边城市有较强的辐射带动作用。虽然舟山市区和余姚、慈溪等地区影响力还不明显,但作为海洋经济发展的重要节点城市,舟山在甬舟都市区的影响力将逐步凸显。未来都市区的城市规模等级的优化在于继续强化宁波市区作为核心城市的集聚效应,同时增强舟山市区在海洋经济发展中的带动作用,重点培育余姚、慈溪2个城市,加强与宁波市区的联系,形成余慈地区城镇与宁波市区连绵发展,进而形成合理的城市等级规模结构。

(2)甬舟都市区的工业职能优势明显,但生产性服务业发展相对滞后。同时,都市区各城市的职能结构存在趋同,多数城市的突出职能为工业,主导工业部门也存在一定的同质化发展趋势。在新的形势形势下,甬舟都市区产业的升级是促进区域可持续发展发展的必由之路。都市区综合竞争力的提升需要改变目前产业地域分工的格局,培育高附加值、低能耗、知识密集型的新兴产业,通过产业整合实现区域间产业的分工与协作。

(3)甬舟都市区交通网络体系发育良好,各城市间以交通网络为载体形成一个联系紧密的经济联系网络。通过交通网络结构特征和经济联系网

络联系特征的分析,都市区的点轴空间发展格局已经显现,以宁波市区为核心城市,以镇海、北仑、慈溪等为次核心城市,以宁镇公路、329国道、萧甬铁路等交通运输通道为发展轴,不同等级的城市和发展轴组成多层次结构的城市网络体系正在形成。从发展趋势看,宁波和舟山共建浙江省海洋经济核心区示范区,将以杭州湾跨海大桥、舟山连岛工程、高铁及城市轻轨等现代化交通方式为连接线,构成网络式发展的交通空间格局,进一步增强城市间的交通通达性和经济联系度。都市区内除了进行城市功能整合和发展对接,也要与周边城市群加强交通和经济的联系,实现双赢。

参考文献:

- [1] 王兴平. 都市区化: 中国城市化的新阶段[J]. 城市规划汇刊, 2002(4):56-59.
- [2] Zheng Xiaoping. Metropolitan spatial structure and its determinants: A case-study of Tokyo[J]. Urban Studies, 1991, 28(1):87-104.
- [3] Yang X, Lo C P. Modelling urban growth and landscape changes in the Atlanta metropolitan area[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2003, 17(5):463-488.
- [4] Schwanen T, Dieleman F M. The impact of metropolitan structure on commute behavior in the Netherlands[J]. Growth and Change, 2004, 35(3):304-333.
- [5] Yang J. Policy implications of excess commuting: Examining the impacts of changes in US metropolitan spatial structure[J]. Urban Studies, 2008, 45(2):391-405.
- [6] Meijers E J, Burger M J. Spatial structure and productivity in US metropolitan areas[J]. Environment and Planning A, 2010, 42(6):1383-1402.
- [7] Adolphson M. Estimating a polycentric urban structure[J]. Journal of Urban Planning and Development, 2009, 135(1):19-30.
- [8] Champion A G. A changing demographic regime and evolving polycentric urban regions[J]. Urban Studies, 2001, 38(4):657-677.
- [9] Burger M. Heterogeneous development of metropolitan spatial structure[J]. Cities, 2011, 28(2):160-170.
- [10] 胡序威. 对城市化研究中某些城市与区域概念的探讨[J]. 城市规划, 2003, 27(4):28-32.
- [11] 张伟. 都市圈的概念、特征及其规划探讨[J]. 城市规划, 2003, 27(6):47-50.
- [12] 孙胤社. 大都市区的形成机制及其界定[J]. 地理学报,

- 1992, 47(6):552-560.
- [13] 王珏, 叶涛. 中国都市区及都市连绵区划分探讨[J]. 地域研究与开发, 2004, 23(3):13-16.
- [14] 藏淑英, 吕弼顺, 李继红. 哈尔滨大都市圈的形成与发展[J]. 经济地理, 2002, 22(4):470-473.
- [15] 徐海贤, 顾朝林. 温州大都市区形成机制及其空间结构研究[J]. 人文地理, 2002, 17(2):18-22.
- [16] 王兴平, 崔功豪. 新经济时代的中国大都市热点空间分析[J]. 人文地理, 2003, 18(1):44-48.
- [17] 宗跃光. 大都市空间扩展的廊道效应与景观结构优化[J]. 地理研究, 1998, 17(2):119-124.
- [18] 胡道生, 宗跃光. 大城市都市区化与规划调控思路的转型[J]. 城市规划, 2010, 34(5):18-22.
- [19] Abimanyu T A. 海陆区域观雅加达大都市地区水上住区发展的新范式[J]. 国外城市规划, 2004, 19(1):1-9.
- [20] 孟晓晨, 马亮. “都市区”概念辨析[J]. 城市发展研究, 2010(9):36-40.
- [21] 王益澄. 宁波市城镇体系地域空间结构研究[J]. 地理学与国土研究, 1996, 12(2):26-29.
- [22] 李加林, 许继琴, 叶持跃. 重点镇建设指标体系研究[J]. 地域研究与开发, 2001, 20(1):41-45.
- [23] 李加林, 许继琴, 叶持跃. 宁波市域城镇体系中重点镇发展的若干问题研究[J]. 人文地理, 2002, 17(3):18-21.
- [24] 赵鹏军. 基于港口经济的海岛型城镇发展战略研究[J]. 经济地理, 2005, 25(2):206-210.

Multi-dimensional Measurement of Land-island Metropolitan Area Structure

WANG Yi-cheng, MA Ren-feng, SUN Dong-bo

(Faculty of Architectural, Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Metropolitan area (MA) has already become a basic region unit to improve regional comprehensive competitiveness. MA's scale, function and network structure not only are the general output of urban economy society and politics, but also deeply affect the improvement of urban competitiveness. Nowadays, coastal MA has already become a new stronghold of global economy. As enhancing the Zhejiang marine economy becomes a national strategy, Ningbo-Zhoushan (NZ) not only meets the development requirements for the core area of Zhejiang marine economy development, but also faces the problems such as the relocation of urban system, spatial reorganization and function improvement. Current situation can be illustrated by taking typical land-island MA "NZ" as a good case in point. The research results show that: (1) City hierarchical differences of NZ MA is significant, and the top city's central position is more enhanced. (2) The industrial functions of MA are outstanding, but the development of production-related services are comparatively lagging behind. (3) Transportation network structure of MA progresses well, and the cities with the transport network have formed a good economic networking.

Key words: land-island integration; metropolitan area; structure measurement; Ningbo-Zhoushan

(责任编辑 史小丽)