

# 关中—天水经济区路网空间通达性分析

白永平,陈博文,吴常艳

(西北师范大学地理与环境科学学院,兰州 730070)

**摘 要:**通达性是人文地理学、城市与区域规划、交通运输经济学等学科的研究热点之一。随着应用需求的持续加大和技术研究的不断深入,通达性测度方法和度量体系正在逐步完善。以关中—天水经济区交通路网为例,本文试图将城市、交通和区域结合起来全面阐述区域通达性。采用空间句法模型、可达性相关指标和等时圈通过特征点算法,多视角综合测度经济区路网通达性的空间格局。研究结果表明:①区域路网体系较为完善,路网线段集聚明显;线段式空间伸展格局呈“点—轴”状发散,轴线式空间伸展格局呈“干—枝”状发散,初步形成核心圈、中间圈、外围圈三大等级圈层以及“米”字型路网骨架,区域交通运输与城镇发展水平表现出较强的共轭协同发展关系。②城镇区域可达性在较大程度上取决于区域中心性和周边路网发达程度,区域路网单中心化现象比较明显,西安市对整个区域路网的控制作用过于突出。③区域通达度空间分布各异,核心板块连续性较好,外围板块破碎化明显。关中、天水两大梯度板块差异较大,天水与关中通达度中高值区出现断裂。鉴于区域中心偏于西安以西的现实,适度培育杨陵或宝鸡为区域路网的副中心城市;加快关中—天水高等级快速交通建设,推进关中—天水区域一体化进程。

**关 键 词:** 通达性;空间句法;日常可达性;等时圈;关中—天水经济区

## 1 引言

规划和区域发展提供理论与实证借鉴。

通达性已成为城市和区域一体化发展的先决条件<sup>[1]</sup>,经济区的空间结构演化与交通网络延伸表现为一个空间互动的过程<sup>[2]</sup>,交通网络成为经济区空间系统运行的物质条件和必要前提<sup>[3]</sup>,其通达性的优良与否决定着城市与区域之间物质流、能量流和信息流的通畅程度。通过系统量化手段对区域综合交通网络发育程度进行评价,研究其通达性的空间变化格局成为当前研究的热点<sup>[4-6]</sup>。以往的研究方法多为距离度量<sup>[7-8]</sup>、重力度量<sup>[9-10]</sup>、拓扑度量<sup>[11-12]</sup>等计量方法以及GIS空间插值方法<sup>[13]</sup>和基于图论思想下的空间句法等<sup>[14-18]</sup>。限于技术及原因,使得在描述通达性的空间分布时不仅不够准确,而且没有将节点、轴线和域面结合起来进行分析。因此,本文以关中—天水经济区交通路网作为实例,融合空间句法模型、可达性相关指标和等时圈通过特征点算法,运用GIS技术,多视角系统测度经济区路网通达性的空间规律,旨在为关中—天水经济区交通

## 2 研究区域和数据来源

关中—天水经济区位于亚欧大陆桥中心,地处承东启西、连接南北的战略要地,是全国交通、信息大通道的重要枢纽和西部地区连通东中部地区的重要门户,也是我国西部地区经济基础较好、自然条件优越、人文历史深厚、发展潜力较大的地区。区域总面积 $7.98 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,2010年人口 $2780 \times 10^4$ 人,实现国内生产总值 $6831 \times 10^8$ 元,初步形成以西(安)咸(阳)一体化为核心城市、宝鸡、铜川、渭南、商洛、杨凌、天水为次核心城市、中小城市、重点镇和一般建制镇五级组成的城镇体系。研究区域包括陕西省西安市、咸阳市、宝鸡市、铜川市、渭南市、杨陵区以及商洛市的商州区、洛南县、柞水县、丹凤县和甘肃省天水市共65个县(市、区)。研究区以县域为研究单元,这里将西安市所辖远郊区(长安区、阎良区)单独列为一个研究单元,其余7区(新城区、碑林

收稿日期:2011-11; 修订日期:2012-01.

基金项目:国家自然科学基金项目(40771054);高等学校博士学科点专项科研基金联合资助课题(20106203110002);西北师范大学知识与科技创新团队项目(nwnu-kjcxgc-03-50)。

作者简介:白永平(1961-),男,博士,教授,博士生导师,江苏省南京人,主要从事区域发展与区域管理方面的研究。

E-mail: baiyp@nwnu.edu.cn

区、莲湖区、灞桥区、未央区、雁塔区、临潼区)构成一个研究单元;宝鸡市所辖两区(渭滨区、金台区)构成一个研究单元;铜川市所辖两区(耀州区、印台区)构成一个研究单元;咸阳市所辖两区(秦都区、渭城区)构成一个研究单元,故研究单元为56个县(区)。

数据主要包括铁路、高速公路、国道、省道、县道和河流水系,分别来源于中国铁道出版社2011年出版的《中国铁路交通图》和人民交通出版社2011年出版的《中国公路交通图集》,提取地图要素并矢量化(图1)。道路通行速度来源于《中华人民共和国公路工程技术标准(JTGB-2006)》规定的道路设计速度,结合区域实际情况而定;铁路时速根据蒋海兵、张莉等<sup>[19-20]</sup>的研究以及不同等级列车时速的综合考虑设定。通行时间成本按照不同交通方式或道路通行10 km里程所花费的时间而定(表1)。

3 研究方法及相关指标

为了综合测度经济区路网通达性的空间格局,将相关地理事物分解为城市(节点)、交通线(轴线)和区域(域面)。运用空间句法模型测度交通线的空间通达性,研究区域交通的集散程度和等级差异。在研究城市点的通达性时引入可达性相关指标(侧重时间距离),运用日常可达性(等时圈)、区域可达性分别研究单个城市、多个城市的通达性。最后将区域视为面、城市视为特征点,特征点1h范围内交通轴线的集成度视为特征点属性,在区域进行通达性拟合。采用点、线、面综合分析既考虑到城



图1 研究区域路网概况  
Fig.1 Traffic network in Guangzhong-Tianshui economic region

表1 不同交通方式与用地类型的相对时间成本值设置

Tab.1 Relative time cost of different types of transportation modes and land use

空间对象	陆地	县道	省道	国道	铁路	高速公路	河流	湖泊
速度/(km/h)	20	30	60	80	90	120	-	-
时间成本/min	30	20	10	7.5	6.7	5	300	600

市对通达度的影响(城市分布特征及其枢纽作用),又考虑到交通对与通达度的影响(交通分布特征及其等级差异),最后测算出的区域通达性具有较高的可信度。

3.1 空间句法模型

空间句法模型是基于拓扑距离的网络通达性和关联性,将空间之间的相互联系抽象为连接图,再根据图论基本原理,对轴线的通达性进行拓扑分析,最终导出一系列的形态分析变量。

(1) 连接度  $C_i$ 。连接度表示与轴线  $i$  相连的轴线数,反映了轴线在整个拓扑网络中的连接能力。其计算公式为:

$$C_i = k \tag{1}$$

式中:  $k$  表示与轴线  $i$  直接相连的轴线个数。

(2) 控制值  $ctrl_i$ 。控制值表示轴线  $i$  对与之相连的轴线的控制程度,反映了该轴线对其他轴线的影晌程度或控制能力。从数值上看,它等于连接度的倒数,其计算公式为:

$$ctrl_i = \sum_{j=1}^k \frac{1}{C_j} \tag{2}$$

(3) 深度值  $D$ 。深度值是指网络中某一轴线到达其他所有轴线的最少连接次数。设网络中一轴线到其他任意轴线的最少连接次数为  $d$  ( $d$  为整数,  $1 \leq d \leq s$ ),连接轴线数为  $N_d$ ,则深度值可表示为:

$$D = \sum_{d=1}^s d \times N_d \tag{3}$$

式中:当  $d=1$  时,表示与指定轴线直接相连的轴线数,此时深度值为一步深度值,即为连通值;当步距离逐渐增大时,深度值也逐渐增大,此时深度值为局部深度值;当  $d=s$  时,此时深度值为全局深度值。一般分析时常用平均深度值  $\bar{D}$ ,其计算公式为:

$$\bar{D} = \frac{D}{n-1} \tag{4}$$

式中:  $n$  是待考察网络的轴线个数,  $n-1$  反映了在考察的轴线中最多有  $n-1$  个轴线与指定轴线相连。

(4) 集成度  $RA_i/RRA_i$ 。集成度表示网络中某一轴线与其他轴线集聚或离散的程度。反映了从某一轴线出发,遍访空间中其他各轴线所需的总步数。一般而言,当集成度的值大于1时,轴线的集聚性就较强,当集成度的值介于0.4和0.6之间时,轴线布局

则较为分散。根据轴线选择范围大小,集成度可分为局部集成度和全局集成度。全局集成度表示一条轴线和其他所有轴线的拓扑关系,而局部集成度则表示某一轴线与距其几步(通常是三步)范围内轴线之间的相互关系,其计算公式为:

$$\text{全局集成度: } RA_i = \frac{2(\overline{D}-1)}{n-2};$$
$$\text{局部集成度: } RRA_i = \frac{RA_i}{D_n}$$

(5)

式中:  $n$  为网络内总轴线数,  $\overline{D}$  为平均深度值, 且有:

$$D_n = \frac{2\{n[\log_2((n+2)/3)-1]+1\}}{(n-1)(n-2)}$$

(6)

3.2 可达性指标

3.2.1 日常可达性

指以某一特定节点为目的地,在限定的时间内(通常为3~4 h,往返该地为6~8 h,即一天的工作时间)有多少人流或物流能够到达该节点,显示出节点城市对周边腹地经济活动的辐射和扩散作用。日常可达性可用活动的人流或物流量来度量,也可以采用日常经济活动的最大通行范围来表示<sup>[21]</sup>,即小时经济圈的概念,这里采用后者。

3.2.2 区域可达性 表示为

$$A_i = \sum_{j=1}^d T_{ij}/d$$

(7)

式中:  $j$  为区域中的节点;  $T_{ij}$  为区域中节点  $i$  通过交通网络中最短路线到达  $j$  的通行时间;  $d$  为点的个数;  $A_i$  为节点  $i$  的区域可达性。

为了便于比较节点的可达性,按照公式对可达性进行归一化处理,处理后分值越大,可达性越好。

$$P_i = 100 - \frac{A_i - \min(A_i)}{\max(A_i) - \min(A_i)} \times 100$$

(8)

式中:  $P_i$  为可达性的分值;  $A_i$  为可达性;  $\min(A_i)$  为可达性的最小值;  $\max(A_i)$  为可达性的最大值。

4 路网空间通达性分析

分别应用线段式和轴线式方法对路网进行划分,线段式共有线段386条,轴线式共有轴线49条。线段式主要给出局部精确、细微的分析,关注拓扑角度以及路程关系,反映了区域内路网的密集程度和交通繁忙路段。轴线式主要给出整体宏观、粗略的分析,关注拓扑关系<sup>[22]</sup>,反映了区域内主要

路网的通达程度和城镇之间的连接程度。空间句法变量中的集成度体现了交通线的中心性和渗透性,能较好的反映区域交通线的整体通达性(表2)。

4.1 线段式空间分析

4.1.1 线段式空间伸展格局呈“点—轴”状发散,集聚明显

以西安、咸阳、宝鸡和三原为中心,集聚了高集成度线段(集成度>3.3)共16条,占总数的4.15%。线段高集成度城市直接与区域性主干交通线相连,且交通方式综合,路网极为发达,处于区域中心位置或交通枢纽。4个城镇周围强控制力(连接度>7)和高深度值(三步深度值>40)线段分布密集,在西安、咸阳一带形成横“F”型,在宝鸡周围形成“一”字型,在三原周围形成小“十”字型。

4.1.2 路网线段连接呈非均衡态势,路网伺服能力基本匹配

按照空间句法变量的均值划分,集成度大于1.83的线段占总数的44.8%,控制值大于1的线段占总数的44%,三步深度值大于17.46的线段占总数的39.1%。小于均值的线段数略多于一半,大多为与交通流量较小的县级单元连接的省道。大于均值的线段数基本合理,大多为与交通流量较大的市级单元连接的铁路、高速公路和国道。总的来看,路网伺服能力得到有效发挥。

4.1.3 路网线段连接存在显著等级差异

从整体来看,线段连接形成明显的3个等级:第一等级为连接度 $C>3$ 、三步深度值 $D>22$ 、集成度 $RA\geq 2.3$ 的线段,占总数的27.5%,主要分布在西安、咸阳、宝鸡、三原、铜川、澄城、华阴、户县、周至和天水等地;第二等级 $3\geq C>2$ 、 $22\geq D\geq 10$ 、 $2.3>RA\geq 1.2$ 的线段,占总数的47.6%,主要分布在商洛、韩城、彬县、凤县和武山等地;第三等级 $C\leq 2$ 、 $D<10$ 、 $RA<1.2$ 的线段,占总数的24.9%,主要分布在除上述以外的地区。高值和低值线段较少,中间值线段较多,区域路网体系较为完善(图2a)。

表2 陆路空间句法变量均值

Tab.2 The variable of average value about space syntax for traffic network in land

变量	连接度	控制值	三步深度值	深度值	集成度
线段式	3.34	1.00	17.46	3999.16	1.83
轴线式	6	0.92	42.57	93.18	2.91



4.2 轴线式空间分析

4.2.1 轴线式空间伸展格局呈“干一枝”状,主次分明

区域交通主轴线主要以铁路、高速公路、国道为主,其拓扑形成的轴线多为“树干”。低集成度和低连接度轴线连接在树干两侧,形成主干的“树枝”。控制能力较强的主轴线(集成度>3.5)主要有东西向的陇海铁路、宁西铁路和侯西铁路,连霍高速、京昆高速、福银高速和沪陕高速,310、312国道;南北向的西康铁路和包西铁路,包茂高速,210、211、108国道,这些主轴线的技术参数和路况水平直接影响到整个路网的有效性和通达性。

4.2.2 各城市通达性空间差异明显,初步形成三大等级圈层和“米”字型路网骨架

按照集成度将区域轴线划分为3个等级:①第一等级:RA≥4.5,多为通达性较高的高速公路、国道和省道,以西安为枢纽中心,连接了区内7个中心城市,构成了区域城际走廊。②第二等级:4.5>RA≥3.5,多为通达性稍低的国道、省道以及部分高速公路,连接区域外围城镇。③第三等级:RA<3.5,基本为剩余的与一、二等级相连的轴线,连接区域边缘城镇。以西安为中心,一级轴线为主、辅之于部分二级轴线,形成明显的“米”字型向外辐射的路网骨架,体现了其核心城市的优势与地位。

4.2.3 轴线等级分布与城镇体系、交通设施和社会经济发展状况密切相关

整个经济区交通轴线连接关系及通达性的等级空间分异特征与城市等级规模分布、高等级路网空间结构、城际社会经济发展水平等保持较高的一致性,区域交通运输与城镇发展水平表现出较强的共轭协同发展关系。连接度、控制值、三步深度值和集成度较高的交通轴线主要依托铁路、高速公路等高等级路网形成的“米”字型骨架,其空间格局沿等级规模较大的西安节点城市方向伸展,这些方向

也是城际社会经济交流和作用强烈的主要联系方向(图2b)。

5 城市空间通达性分析

把整个研究区域划分为若干个网格,定义网格的大小为500 m×500 m,每一个网格的面积是0.25 km<sup>2</sup>,共有格网30.67×10<sup>4</sup>多个,取城市点落入的格网中心作为区域节点。

5.1 中心城市等时圈分析

等时圈反映区域中心城市与邻近区域空间联系的紧密程度,3 h圈被看作1 d交流圈,反映以1 d为周期的经济高度联系地区<sup>[23]</sup>。中心城市的等时圈连续且紧凑,沿着国道、省道和县道向两侧扩散;由于铁路和高速公路的特殊性,铁路和高速公路呈一条细线状扩散,其等时圈和周围地区等时圈断裂;铁路站点和高速公路互通口作为次一级中心呈同心圆向外扩散,其等时圈空间特征多呈现“枝一叶”状。

5.1.1 等时圈沿国道、省道、县道扩散表现连续,沿封闭铁路、高速公路扩散出现跳跃

城镇密集地区铁路站点、高速互通口较多,与省道、国道、县道一样沿道路均匀、连续扩散;城镇稀疏地区铁路站点、高速互通口带来的城市可达范围变化优势明显,出现等时圈跳跃,单独形成等时圈“孤岛”。边缘城镇如南部的柞水、商洛、丹凤和西部的天水、麦积均成为其他主要城镇等时圈的“孤岛”。快速交通缩短城镇间时间距离,时空收敛明显,3 h可达范围扩大,可达人口增加,企业与市民可以获得更多社会经济活动机会。

5.1.2 中心城市区位差异较大,等时圈空间扩散性各异,西安城市中心性凸显

西安、咸阳路网密集,等时圈沿各个方向均匀

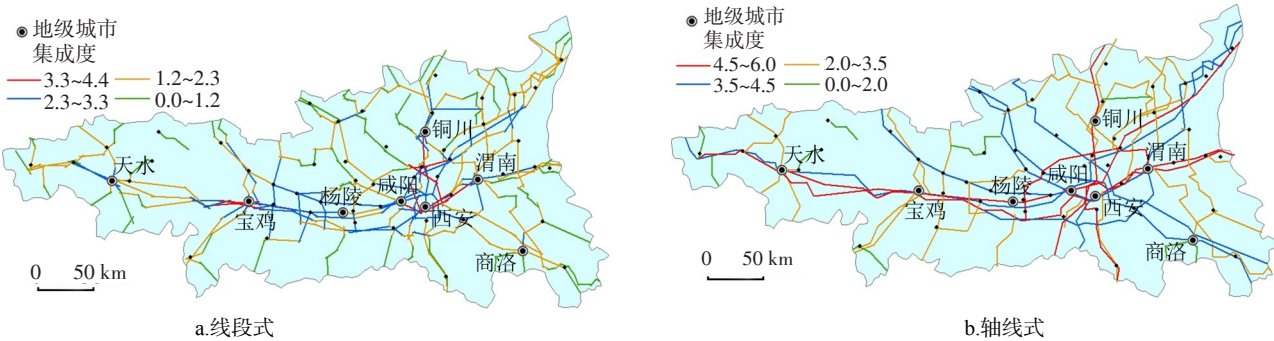


图2 空间句法集成度空间分布

Fig.2 Spatial distribution of integration level about space syntax (a. segmrnt type; b. axis type)

扩散;宝鸡、杨陵周边主要交通线东西向延伸,其等时圈东西向扩散明显;铜川、渭南由于包茂高速、210国道及连霍高速、310国道与西安的连接,3h等时圈对于西安的向心性明显;商洛、天水1h等时圈扩散分别呈“五角形”和“六角形”;沪陕高速、312国道及连霍高速、310国道使得商洛、天水3h等时圈对于西安也有一定的向心性。除天水外,区内节点城市均位于西安3h范围内,西安作为区内的核心城市,其地位日益突出(图3)。

5.2 城镇区域可达性及中心性分析

从等时圈中提取数据,以8个地级市分别到区内其他城镇的时间作为基础数据进行区域可达性的计算,并生成可达性分值扩散图(图4)。利用GIS软件找到区域的几何中心,按照式(9)计算56个节点城市的中心性:

$$Q_i = \frac{D_i}{\sqrt{s/\pi}} \tag{9}$$

式中:  $Q_i$  为区域中节点  $i$  的几何中心性;  $D_i$  为节点

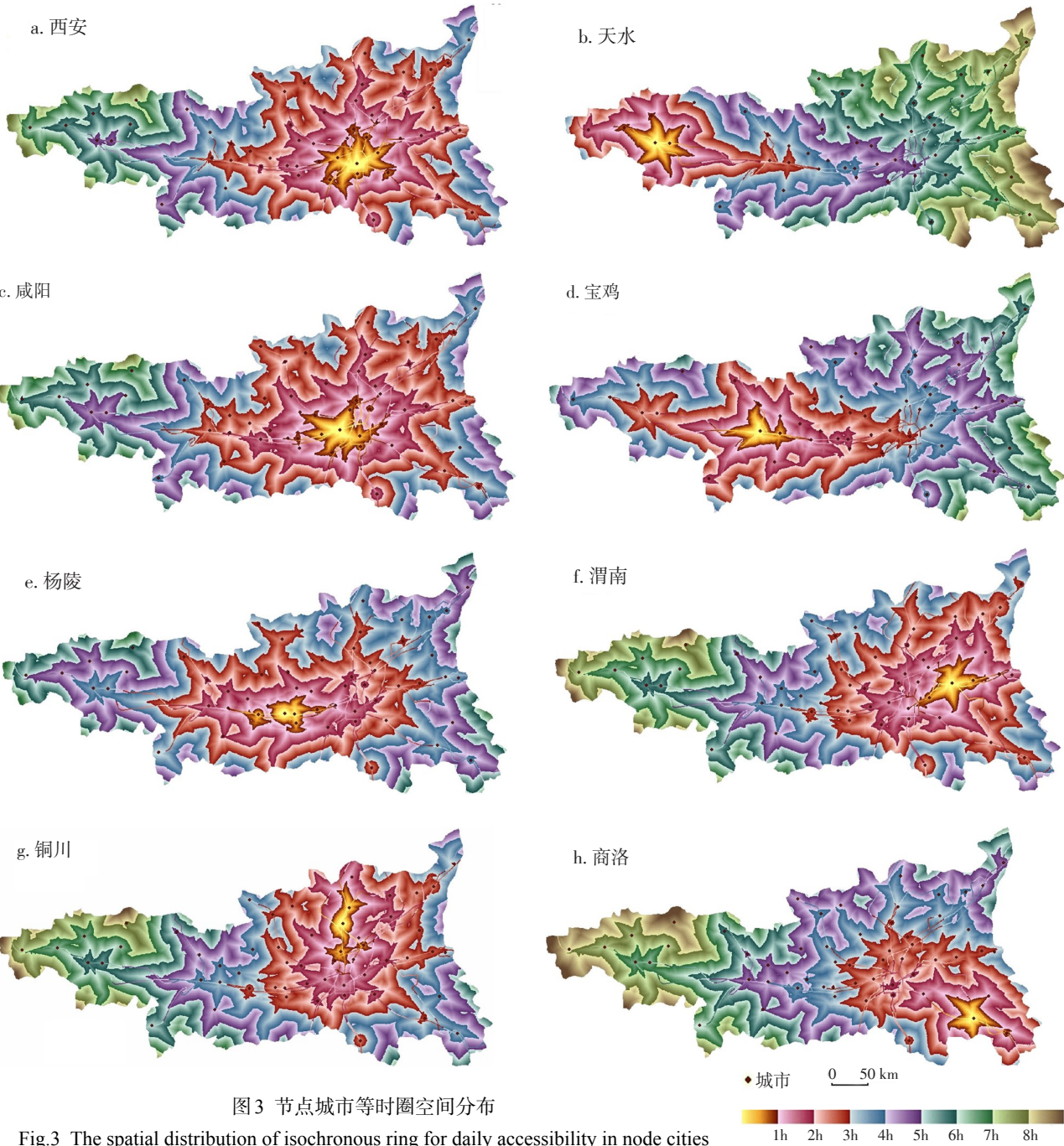


图3 节点城市等时圈空间分布

Fig.3 The spatial distribution of isochronous ring for daily accessibility in node cities



$i$  到区域几何中心的距离;  $s$  为区域面积。

并对几何中心性的数值进行归一化处理。借鉴张莉等<sup>[24]</sup>的研究方法,将归一化后的数值在 SPSS 16.0 软件进行相关分析和模型拟合(图 5),相关系数为 0.798,模拟方程为:

$$Y=e^{(4.828-26.030/x)} \tag{10}$$

式中:自变量  $x$  为几何中心性;因变量  $Y$  为区域可达性。

5.2.1 城镇区域可达性在较大程度上取决于区域中心性

城镇的区域中心性与可达性相关程度较高,中心性分值在 80 以上的城镇,区域可达性分值均在 85 以上。区域中心位于武功附近,可达性分值为 100;区域中心周边的礼泉、杨陵、兴平、户县、永寿等,可达性分值在 90 以上。西安、咸阳、宝鸡、杨陵的 8 h 等时圈可覆盖整个区域,尤其是杨陵,7 h 即可覆盖。如若优化杨陵周围交通,提高 3 h 可达面积,可发挥其中心位置优势,提高其区域的竞争能力(表 3)。

5.2.2 城镇区域可达性与周边路网发达程度关系密切

区域可达性分值的高值区域在东西向密集交通和区域中心性作用下东西向以及西北向延伸明显。西安、阎良、高陵等,其中心性虽然稍差,大多低于 85。但是周边路网发达,缩短了其到其他城市的时间,可达性分值在 90 以上。西安 2 h 可达面积极大,为  $1.5\times10^4\text{ km}^2$ ,占区域面积的 18.8%。

5.2.3 关中城市得分较高,区域可达性扩散值等级差异小;边缘城市得分较低,区域可达性扩散值等级差异大

关中地区 50 多个城镇的可达性分值大多在 70 分以上,关中地区城镇可达性均衡性较好,以西安为中心的 3 h 覆盖了大多城镇,使得城镇之间相互可达的时间差别不大。天水地区边缘化严重,处于

区域低值区,可达性分值大致在 0~70 之间,使得城镇之间相互可达的时间差别较大(表 4)。

6 区域空间通达性分析

6.1 区域通达度计算

利用城市等时圈将轴线进行分类,1 h 范围内通勤对城市发展影响较大,因而提取城市 1 h 范围内的轴线(图 6),以不同交通工具通行成本的倒数为轴线权重  $f_n$ ,按照式(11)计算通达度并进行归一化处理。

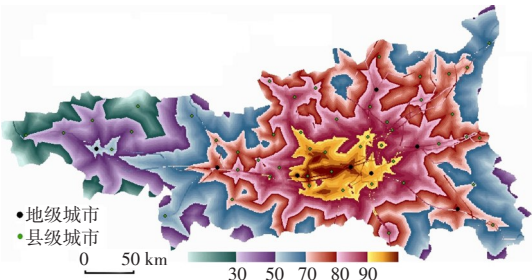


图 4 区域可达性分值扩散图

Fig.4 The spatial diffusion of mark for daily accessibility

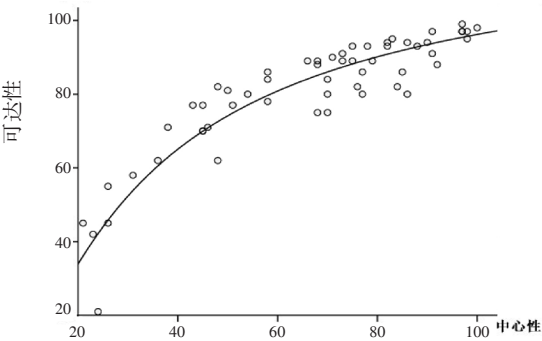


图 5 拟合模型方程曲线

Fig.5 The simulation curve of correlation model

表 3 节点城市等时圈面积分类 (km<sup>2</sup>)

Tab.3 The classification of area of isochronous ring for daily accessibility in node cities (km <sup>2</sup> )									
城市	<1h	1~2h	2~3h	3~4h	4~5h	5~6h	6~7h	7~8h	>8h
西安	3528	11358	20507	17104	8940	7224	5877	2144	0
天水	2415	5891	5973	8161	10890	10675	14110	12110	6480
咸阳	3167	11889	21188	17448	10586	7157	4449	802	0
宝鸡	1804	7371	13546	16662	18081	12770	5487	976	0
杨陵	1757	9358	16926	22187	16611	8464	1381	0	0
渭南	2153	10270	16533	17895	9028	6765	7017	5497	1520
铜川	2022	10035	15170	16176	11384	7935	7092	5437	1457
商洛	1638	5913	11890	14488	14458	8464	6791	6882	6156

表 4 关中—天水经济区 56 个城镇的区域可达性和中心性

Tab.4 Regional accessibility and geometric centricty of 56 cities or towns in Guangzhong–Tianshui economic region

城镇	可达性 分值	中心性 分值	城镇	可达性 分值	中心性 分值	城镇	可达性 分值	中心性 分值	城镇	可达性 分值	中心性 分值
西安	95	83	澄城	77	45	岐山	82	84	宜君	78	58
阎良	91	73	白水	80	54	太白	75	70	咸阳	97	91
长安	94	82	富平	89	73	凤县	62	48	杨陵	97	97
周至	97	97	蒲城	84	58	眉县	93	88	兴平	99	97
高陵	93	78	大荔	77	51	扶风	88	92	淳化	86	85
户县	94	90	合阳	70	45	天水	55	26	永寿	91	91
蓝田	90	71	华县	86	58	麦积	58	31	三原	93	82
商洛	81	50	潼关	77	43	秦安	42	23	泾阳	94	86
洛南	71	46	宝鸡	80	70	甘谷	45	21	乾县	95	98
柞水	89	68	陈仓	86	77	清水	45	26	旬邑	82	76
丹凤	62	36	陇县	70	45	武山	30	0	彬县	89	79
渭南	89	66	麟游	80	86	张家川	21	24	长武	84	70
韩城	71	38	千阳	75	68	铜川	89	75	礼泉	97	98
华阴	82	48	凤翔	80	77	王益	88	68	武功	98	100

特征点通达度：

$$M=\sum_{n=1}^mf_n\times W_n$$
 (11)

式中： $M$  为特征点通达度； $m$  为交通类型数，这里取 5； $f_n$  为第  $n$  种交通拓扑的轴线权重； $W_n$  为第  $n$  种交通拓扑的轴线集成度之和。

6.2 区域通达度分析

6.2.1 区域通达度空间分布各异，核心板块连续性较好，外围板块破碎化明显

关中地区城市较为密集且多沿主轴线分布，通达度大于 40 的区域囊括了大部分城市，呈现连片状，关中区域通达度颜色深浅变化不明显，体现了其良好的均衡性。边缘区域通达度低值区多位于城市稀疏地区，在空间上呈破碎的块状分布，其通达度的优劣对区域整体通达性影响不大。

6.2.2 区域东西较长，加之山地阻隔，使得天水与关中通达度中高值区出现断裂

区域东西空间距离较大，加之宝鸡与天水一带山地较多，通达度大于 40 的地区在宝鸡与天水之间断开。由于铁路、高速公路和国道的连接，中间断裂部分并未进入极低值地区，而周边其他区域极低值地区成片分布。关中—天水之间需要建设高等级的快速交通，使得天水与宝鸡通达度大于 40 地区连成一片，以加快关中—天水区域一体化进程。

6.2.3 区域通达度等级差异明显，以西安为中心略呈“十”字型分布格局

区域通达度等级差异明显，东高西低，北高南低，中心高外围低。空间分布以西安为中心，大致呈现东西向和南北向的两条主轴。低值区要建设与高值区连接的快速交通或培育低等级城市成为高等级城市，加快区域一体化的发展(表 5、图 7)。

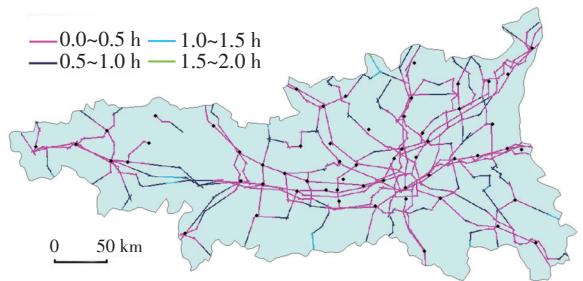


图 6 节点的轴线等时图

Fig.6 Isochronous ring of axes of node

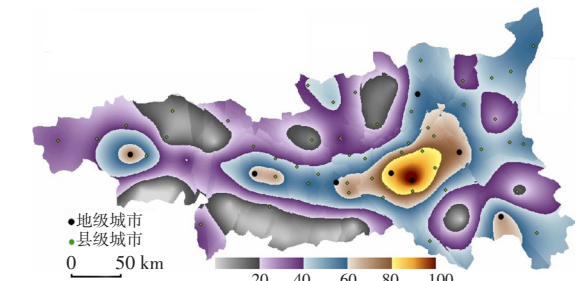


图 7 区域通达度空间分布

Fig.7 The spatial distribution of region accessibility

表5 特征点通达度分值

Tab.5 Mark of regional accessibility to feature points of each area in Guangzhong-Tianshui economic region													
城镇	值	城镇	值	城镇	值	城镇	值	城镇	值	城镇	值	城镇	值
西安	98	洛南	15	富平	65	陇县	26	扶风	40	铜川	56	三原	53
阎良	68	柞水	46	蒲城	56	麟游	14	天水	75	王益	53	泾阳	71
长安	82	丹凤	51	大荔	24	千阳	31	麦积	64	宜君	50	乾县	39
周至	72	渭南	75	合阳	50	凤翔	44	秦安	34	咸阳	86	旬邑	24
高陵	86	韩城	63	华县	50	岐山	48	甘谷	35	杨陵	66	彬县	45
户县	60	华阴	53	潼关	52	太白	19	清水	11	兴平	74	长武	42
蓝田	44	澄城	16	宝鸡	71	凤县	35	武山	35	淳化	14	礼泉	44
商洛	73	白水	31	陈仓	76	眉县	60	张家川	10	永寿	41	武功	68

7 结论与讨论

(1) 区域路网体系较为完善,路网线段集聚相对明显。线段式空间伸展格局呈“点—轴”状发散,轴线式空间伸展格局呈“干—枝”状发散,初步形成核心圈、中间圈、外围圈三大等级圈层以及“米”字型路网骨架。路网线段连接的均衡性稍弱,但路网伺候能力尚能匹配。整个经济区交通轴线连接关系及通达性的等级空间分异特征与城市等级规模分布、高等级路网空间结构、城际社会经济发展水平等保持较高的一致性,区域交通运输与城镇发展水平表现出较强的共轭协同发展关系。

(2) 等时圈沿国道、省道、县道扩散表现连续,沿封闭铁路、高速公路扩散出现跳跃,其等时圈空间特征呈现“枝—叶”状。城镇区域可达性在较大程度上取决于区域中心性和周边路网发达程度,区域路网单中心极化现象比较明显,西安市对整个区域路网的控制作用突出。鉴于区域中心偏于西安以西的现实,适度培育杨陵或宝鸡为区域路网的副中心城市。

(3) 区域通达度空间分布各异,核心板块连续性较好,外围板块破碎化明显。关中、天水两大梯度板块差异较大,天水与关中通达度中高值区出现断裂。加快关中—天水高等级快速交通建设,使得天水与宝鸡通达度大于40地区连成一片,以促进关中—天水区域一体化进程。

参考文献

[1] 曹小曙, 阎小培, 等. 穗深港巨型城市走廊空间演化研究. 北京: 商务印书馆, 2006: 35.

[2] 李平华, 陆玉麒. 可达性研究的回顾与展望. 地理科学进展, 2005, 24(3): 69-78.

[3] 刘承良, 余瑞林, 熊剑平, 等. 武汉都市圈路网空间通达性分析. 地理学报, 2009, 64(12): 1488-1498.

[4] 曹小曙, 阎小培. 经济发达地区交通网络演化对通达性空间格局的影响: 以广东东莞市为例. 地理研究, 2003, 22(3): 305-312.

[5] 金凤君, 王娇娥. 20 世纪中国铁路网扩展及其空间通达性. 地理学报, 2004, 59(2): 293-302.

[6] 蒋海兵, 徐建刚. 基于交通可达性的中国地级以上城市腹地划分. 兰州大学学报: 自然科学版, 2010, 46(4): 58-64, 69.

[7] Baxter R S, Leniz G. The measurement of relative accessibility. Regional Studies, 1975, 9(1): 15-26.

[8] Kirby H R. Accessibility indices for abstract road networks. Regional Studies, 1976, 10(4): 479-482.

[9] Hansen W G. How accessibility shapes land-use. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25(2): 73-76.

[10] Keeble D, Owens P L, Thompson C. Regional accessibility and economic potential in the European community. Regional Studies, 1981, 16(6): 419-432.

[11] Wheeler D C, O' Kelly M E. Network topology and city accessibility of the commercial Internet. Professional Geographer, 1999, 51(3): 327-339.

[12] O' Kelly M E, Grubestic T H. Backbone topology, access and the commercial Internet, 1997-2000. Environment and Planning B, 2002, 29(4): 533-552.

[13] 刘海隆, 包安明, 陈曦, 等. 新疆交通可达性对区域经济的影响分析. 地理学报, 2008, 63(4): 428-435.

[14] Muraco W A. Intraurban accessibility. Economic Geography, 1972, 48(4): 388-405.

[15] Jiang B, Claramunt C, Batty M. Geometric accessibility and geographic information: Extending desktop GIS to space syntax. Computers, Environment and Urban Systems, 1999, 23(2): 127-146.

[16] 陈明星, 沈非, 查良松, 等. 基于空间句法的城市交通网



- 络特征研究: 以安徽省芜湖市为例. 地理与地理信息科学, 2005, 21(2): 39-42.
- [17] 陈华杰, 石忆邵. 基于空间句法的商品交易市场空间结构: 以义乌国际商贸城为例. 地理学报, 2011, 66(6): 805-812.
- [18] 程昌秀, 张文尝, 陈洁, 等. 基于空间句法的地铁可达性评价分析: 以2008年北京地铁规划图为例. 地球信息科学, 2007, 9(6): 31-35.
- [19] 蒋海兵, 徐建刚, 祁毅. 京沪高铁对区域中心城市陆路可达性影响. 地理学报, 2010, 65(10): 1287-1298.
- [20] 张莉, 陆玉麒, 赵元正. 基于时间可达性的城市吸引范围的划分: 以长江三角洲为例. 地理研究, 2009, 28(3): 803-816.
- [21] 徐的, 陆玉麒. 高等级公路网建设对区域可达性的影响: 以江苏省为例. 经济地理, 2004, 24(6): 830-833.
- [22] 杨滔. 城市空间之复杂效应. 世界建筑, 2007(8): 92-95.
- [23] 陆峰, 陈洁. 武汉城市圈城市区位与可达性分析. 地理科学进展, 2008, 27(4): 68-74.
- [24] 张莉, 陆玉麒. 基于陆路交通网的区域可达性评价: 以长江三角洲为例. 地理学报, 2006, 61(12): 1235-1246.

## Spatial Accessibility of Road Network in Guanzhong-Tianshui Economic Region

BAI Yongping, CHEN Bowen, WU Changyan

(School of Geography and Environment, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Accessibility is a research topic in the field of human geography, urban and regional planning, and transportation economics. With a rapid increase of application demands and the unceasing development of technology researches, accessibility measurement approaches are developing quickly and the methodology is being formed. This paper attempts to combine factors such as cities, transport access and region to elaborate the accessibility in Guanzhong-Tianshui economic region. Based on space syntax, accessibility and isochronous rings derived from calculation of feature points, the spatial patterns of accessibility of road network are evaluated synthetically from a multi-angle. The results are shown as follows: (1) The system of road network is better and the concentration of road network is obvious. The spatial pattern of segment type stretches along the “point-axis” style while the spatial pattern of axis type stretches along the “trunk-branch” shape. Core ring, middle ring and periphery ring of the three-grade level as well as “Britain flag-shaped” road network are preliminary forms. It is shown that there exists a strong reciprocal-coordinate relationship between the regional accessibility pattern and the entire development level of Guanzhong-Tianshui economic region. (2) Urban accessibility, to a great extent, depends on the regional geometric centre and the development level of the surrounding road network. The phenomena of single-center polarization of regional road network is obvious. And the control effects of Xi'an city to the road network is too outstanding. (3) The spatial distribution of regional accessibility is different, the continuity of the core plate is better, and the fragmentation of the extended plate is obvious. It is different between Guanzhong area and Tianshui area, so that the area with medium and high values is broken between Guanzhong and Tianshui areas. Considering the fact that the regional geometric center is partial in the western part of Xi'an city, Yangling city or Baoji city should be treated as a sub-center city of the regional road network. Promoting the construction of Guanzhong-Tianshui high-grade rapid transit is quite useful for the regional integration of Guanzhong-Tianshui economic region.

**Key words:** spatial accessibility; space syntax; daily accessibility; isochronous rings; Guanzhong-Tianshui economic region

本文引用格式:

白永平, 陈博文, 吴常艳. 关中—天水经济区路网空间通达性分析. 地理科学进展, 2012, 31(6): 724-732.