

王武林,黄晓燕,曹小曙.1980~2010年中国集中连片特困地区公路可达性演化研究[J].地理科学,2016,36(1):29-38.[Wang Wulin, Huang Xiaoyan, Cao Xiaoshu. Evolution of Road Accessibility of Concentrated Contiguous Areas with Particular Difficulties in China from 1980 to 2010. Scientia Geographica Sinica,2016,36(1): 29-38.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.01.004

# 1980~2010年中国集中连片特困地区 公路可达性演化研究

王武林<sup>1</sup>,黄晓燕<sup>2</sup>,曹小曙<sup>1,2</sup>

(1.中山大学地理科学与规划学院,广东 广州 510275;2. 陕西师范大学交通地理与空间规划研究所,陕西 西安 710062)

**摘要:**以14个中国集中连片特困地区为研究对象,基于1980年、1995年、2010年的公路网络数据,定量分析公路网络结构及公路可达性的演化,并通过对公路可达性的空间自相关分析,探讨14个中国集中连片特困地区的公路可达性空间格局演化趋势。研究结果表明:1995~2010年,14个中国集中连片特困地区的公路网络结构不断优化,但优劣排名具有较稳定的继承性。1980~2010年,网络可达性有不同程度地改善,网络可达性的优劣排名具有稳定性;栅格可达性相对较好的为罗霄山区、吕梁山区、大别山区等,相对较差的西藏、四省藏区、新疆南疆三地州;根据1980~2010年网络可达性的空间集聚关系,将14个中国集中连片特困地区的可达性空间格局演化趋势划分为维持原样型、趋于集聚型、趋于均衡型3个类型。

**关键词:**公路;可达性;集中连片特困地区;中国

**中图分类号:**K902      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-0690(2016)01-0029-10

可达性(accessibility)是人文地理、城市规划等学科研究的一个重要领域。1959年Hansen首提可达性概念,将其定义为交通网络中各节点相互作用的机会大小,并利用重力模型研究了可达性与城市土地利用之间的关系<sup>[1]</sup>。之后,可达性越来越受到学者们的关注,相关研究主要集中在对可达性概念及内涵的深入探讨<sup>[2-8]</sup>,可达性与区域及城市经济发展的关系<sup>[9-12]</sup>,20世纪90年代以来,国内学者从不同的行政区单元、经济区单元或城市群展开了不同区域内交通可达性的空间格局研究<sup>[13-25]</sup>,也有学者结合人口因素研究其与公路可达性的空间关系<sup>[26,27]</sup>。

从区域交通可达性研究的地域选择来看,经济发达地区和城市区域研究较多,而农村贫困地区交通的研究则相对薄弱<sup>[28]</sup>。少数国外学者关注欠发达地区公路交通的发展演化及其影响因素,曾以亚非拉等相对落后的国家或地区为研究对

象,进行交通与经济发展<sup>[29-33]</sup>、路网结构及可达性演化<sup>[34]</sup>、交通发展策略<sup>[35]</sup>等的实证研究。中国的区域交通可达性研究也集中于经济发达地区和城市群,针对贫困地区交通可达性演化研究较少,主要阐述改善交通可达性是需要优先考虑的脱贫措施<sup>[36]</sup>、目前交通结构及功能缺陷<sup>[37]</sup>、不发达县域交通网络特征及其对空间结构优化起关键作用<sup>[38]</sup>。综合来看,在以交通网络和可达性作为切入点来探讨交通的演化过程和特征的研究中,对贫困地区交通发展研究仍有待加强。

中国集中连片特困地区基本都属于贫困山区,交通发展相对滞后,当地的交通水平及其与外界的交通运输联系对这些贫困地区经济社会的发展具有重要的意义。有鉴于此,本研究选取14个中国集中连片特困地区为研究对象,探讨其公路交通可达性的发展演化和空间特征,以期对中国贫困地区交通的发展演化有更全面的认识,为中

**收稿日期:**2014-12-09;**修订日期:**2015-03-15

**基金项目:**中央高校基本科研业务费专项资金(GK201303006)、国家自然科学基金项目(41171139、41130747)资助。[Foundation: The Fundamental Research Funds for the Central Universities (GK201303006), National Nature Science Foundation of China (41171139, 41130747).]

**作者简介:**王武林(1982-),男,湖南邵阳人,博士研究生,主要从事区域交通与发展研究。E-mail: wangwulin421@163.com

**通讯作者:**曹小曙,教授。E-mail: caoxsh@mail.sysu.edu.cn

国集中连片特困地区交通发展提供参考。

1 研究范围及数据来源

1.1 研究范围

2011年,国务院扶贫开发领导小组办公室在全国划分了11个集中连片特困地区(简称片区),加上已经明确实施特殊扶持政策的西藏自治区、四省藏区、新疆南疆三地州,共包括14个片区(图

1、表1),涉及21个省(市、自治区)、124个地级行政单位、680个县。由于数据限制,本论文所涉及的全国人口和GDP等全国性数据均未包含港澳台在内。

14个片区的面积合计约为406.51万km<sup>2</sup>,占全国陆地面积的42.34%,但2010年14个片区的GDP、总人口和省道以上公路里程占全国对应的比重分别只有5.40%、17.99%和16.82%,从全国层

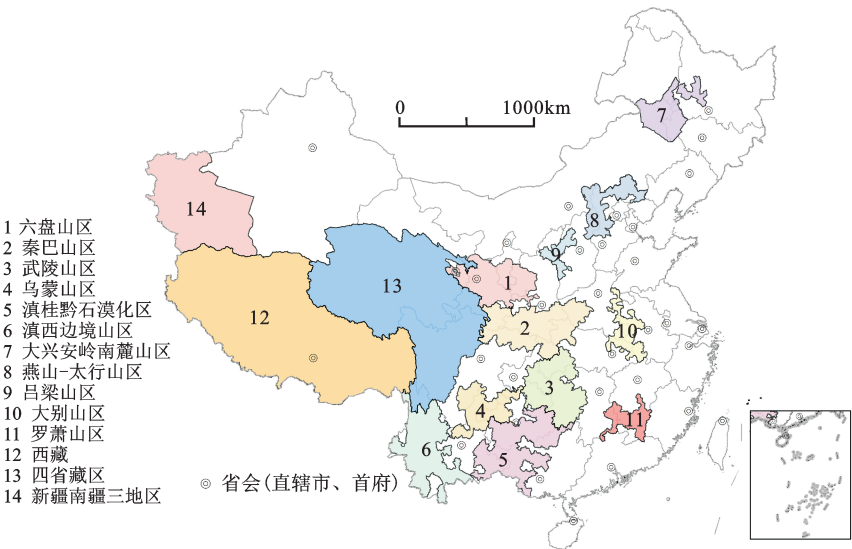


图1 2010年全国14个片区示意图

Fig.1 Sketch of the 14 areas in China, 2010

表1 2010年14个片区概况

Table 1 General situation of the 14 areas, 2010

编号	名称	面积 ( $\times 10^4 \text{km}^2$ )	省级行政单位	地级行政单位 (个)	县级行政单位 (个)	GDP (亿元)	人口 (万人)
1	六盘山区	15.30	陕、甘、青、宁	15	61	1715.19	2075
2	秦巴山区	21.83	豫、鄂、渝、川、陕、甘	18	75	2300.62	3552
3	武陵山区	16.32	鄂、湘、渝、黔	12	64	3088.16	3422
4	乌蒙山区	10.70	川、黔、云	10	38	1474.49	2287
5	滇桂黔石漠化区	21.28	桂、黔、云	15	80	2390.02	2931
6	滇西边境山区	19.21	云	10	56	1351.90	1436
7	大兴安岭南麓山区	11.18	内蒙、吉、黑	4	19	828.01	708
8	燕山-太行山区	9.27	冀、晋、内蒙	6	33	1307.79	1099
9	吕梁山区	3.63	晋、陕	4	20	396.42	403
10	大别山区	6.47	皖、豫、鄂	11	36	3311.75	3608
11	罗霄山区	5.21	赣、湘	6	23	1108.83	1109
12	西藏	122.84	藏	7	74	715.78	281
13	四省藏区	99.62	云、川、甘、青	12	77	1027.13	536
14	新疆南疆三地州	43.65	新	3	24	475.37	661

资料来源:根据上述各省(直辖市、自治区)市2011年统计年鉴整理而得。

面上来看,14个片区的经济社会发展和公路建设尚处于相对较低的水平。

## 1.2 数据来源

数据来源包括3个方面。一是公路矢量化数据,分别根据1982年1月地图出版社编制出版的《中国交通图册》、1996年2月学苑出版社出版发行的《新编中国交通地图册》以及2011年人民交通出版社出版发行的《中国交通地图册》绘制<sup>[39-41]</sup>。二是水系数据,来自国家基础地理信息中心公布的国家基础地理信息系统1:400万数据<sup>[42]</sup>。三是经济社会统计数据,收集了2010年14个中国集中连片特困地区的680个县(县级市、区)的经济社会统计数据,数据来源于2011年相关省(直辖市、自治区)的统计年鉴。

## 2 研究方法

### 2.1 网络结构分析

#### 2.1.1 网络连接程度

连接率 $\beta$ 和环路指数 $\mu$ 是反映网络连接程度的指标。其中 $\beta$ 是网络中线路数 $e$ 与网络节点数 $v$ 之间的比值,反映每个节点平均连接的线路数, $\beta < 1$ ,网络呈树状网络结构, $\beta > 1$ ,网络为回路网络结构; $\mu$ 表示网络的环路指数, $\mu$ 值越大,网络越发达; $p$ 为网络的子图数<sup>[43]</sup>。 $\beta$ 和 $\mu$ 的计算公式如下:

$$\beta = e/v \quad (1)$$

$$\mu = e - v + p \quad (2)$$

#### 2.1.2 网络扩展潜力

实际成环率 $a$ 和实际结合度 $\gamma$ 是反映网络扩展潜力的指标。 $a$ 表示环路指数与最大可能环路数的比值,反映实际成环的水平, $1-a$ 则表示其成环的潜力; $\gamma$ 反映线路的实际结合水平,其值越小,结合潜力越大<sup>[43]</sup>。二者的计算公式如下:

$$a = (e - v + p) / (2v - 5p), 0 \leq a \leq 1 \quad (3)$$

$$\gamma = e / 3(v - 2), 0 \leq \gamma \leq 1 \quad (4)$$

#### 2.1.3 连通度

连通度指研究区域内各节点间依靠公路交通相互联系的强度,是考察公路网络中节点连通情况的指标,可以从整体上反映公路网的布局形式,计算公式为:

$$D = \frac{L/\xi}{\sqrt{A \times N}} \quad (5)$$

式中, $L$ 为研究区域内的公路网总里程, $A$ 为研究区域面积, $N$ 为研究区域应连通的节点数, $\xi$ 为公路网

变形系数,为各节点间实际线路总长度与直线总里程之比,其值与道路的歪曲情况及节点分布的几何形状有关。根据路网连通度的意义,当 $D$ 接近1.0时,路网布局为树状,各节点多为二路连通; $D$ 为2.0时,路网布局为方格网状,节点多为四路连通; $D$ 值略大于3.0时,路网布局呈三角形网状,节点多为六路连通;一般认为, $D$ 值最好为2.0~3.0之间<sup>[44]</sup>。

## 2.2 公路可达性计算

### 2.2.1 网络可达性

Allen提出了基于最小阻抗的可达性分析方法,该方法用中心点至所有目的地点的平均最小阻抗作为中心点的网络可达性评价指标<sup>[10]</sup>。基于最小阻抗的可达性分析方法应用非常广泛,它不考虑出行目的,对路网做一般性评价,计算公式如下:

$$A_i = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n d_{ij}, (j \neq i) \quad (6)$$

$$A'_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij}, (j \neq i) \quad (7)$$

式(6)中, $A_i$ 表示网络上的节点 $i$ 的可达性, $n$ 为节点个数, $d_{ij}$ 表示节点 $i$ 、 $j$ 间的最小阻抗,可以为距离、时间或费用等, $A_i$ 值越小,表明节点 $i$ 的可达性水平越好,反之则可达性水平相对较差。式(7)中 $A'_i$ 为整个网络中各个节点可达性的平均值, $A'_i$ 值越低,表明整个网络的可达性水平越高,反之则相反。

### 2.2.2 栅格可达性

网络可达性能计算出网络节点的可达性水平,但不能反映非网络节点的可达性水平,采用栅格可达性计算方法,能克服网络可达性计算方法的不足。计算区域内的栅格可达性,原理是以研究区域内各县城节点为目标点,计算研究区域内任意栅格到最近县城节点的最小时间成本,并考察在一定时间成本内栅格面积的变化。将各片区划分为500 m×500 m栅格,以县城节点为目标点,对不同地表类型和不同等级公路赋以不同的速度<sup>[26]</sup>,计算出平均出行500 m的时间(表2):① 陆地,指道路之外连续的陆地部分,可在其上可以任意方向出行,以5 km/h的步行速度计算;② 水域,考虑各片区主要水域并具有一定的通行能力,需要付出比陆地更大的时间成本,所以取其平均速度为1 km/h;③ 公路:参照中华人民共和国行业标准《公路工程技术标准》(JTGB01-2003),结合不同

表2 不同年份主要空间对象时间成本值设定

Table 2 Main space factor cost in different years

年份	空间对象	陆地	水域	一般公路或省道	主要公路或国道	高速公路
1980年	速度(km/h)	5	1	30	40	—
	时间成本(min)	6	30	1	0.75	—
1995年	速度(km/h)	5	1	40	60	90
	时间成本(min)	6	30	0.75	0.5	0.33
2010年	速度(km/h)	5	1	50	70	100
	时间成本(min)	6	30	0.6	0.43	0.3

时期的区域实际设定不同等级的公路出行速度;考虑现实中高速公路封闭性,对高速公路与国道、省道打通互通口,并赋高值可以通过,使高速公路的封闭性得到实现。根据时间成本值提取空间要素,分别建立矢量要素层,将各空间要素转换为栅格图层并叠加,再利用ArcGIS软件空间分析中的成本距离模块即可求出各片区内到最近县城节点的栅格可达性。

### 3 1980~2010年公路路网结构及可达性演化

#### 3.1 路网结构演化

在网络连接程度指标中(表3),1995年14个片区省道以上路网连通度均大于1,说明14个片区省道以上公路网络呈回路网络结构,其中大别山区 $\beta$ 值最大为1.817,回路网络结构最明显,西藏 $\beta$ 值最小接近于1,回路网络结构最不明显;14个片区环路指数 $\mu$ 较大的有滇桂黔石漠化区、大别山区、六盘山区,说明其公路网络在14个片区中相对发达,而 $\mu$ 值较小的是吕梁山区、西藏、新疆南疆三地州,说明其公路网络最不发达。到2010年,上述14个片区连接率指标 $\beta$ 和环路指数 $\mu$ 有不同幅度的增长,14个片区省道以上公路的回路网络结构有所巩固。从整体上来比较,1995~2010年,14个片区网络连接程度的基本格局保持不变,连接率较好的仍为大别山区、燕山-太行山区、吕梁山区等,连接率相对较差的为西藏、新疆南疆三地州等,环路指数较发达的仍为大别山区、滇桂黔石漠化区等,较差的为西藏、新疆南疆三地州等。

在网络扩展潜力指标中(表3),1995年14个片区的实际成环率 $\alpha$ 、实际结合度 $\gamma$ 两项指标的排序保持较高的一致性,实际成环率 $\alpha$ 、实际结合度 $\gamma$ 较好的大别山区、燕山-太行山区、吕梁山区,较差

的是西藏、四省藏区、新疆南疆三地州等。到2010年,14个片区的实际成环率、实际结合度有所提高,两项指标的排序具有较高的一致性,各片区的排序变化不大,较好的仍为大别山区、燕山-太行山区、吕梁山区等片区,较差的为西藏、四省藏区、新疆南疆三地州等。

在连通度指标方面(表3),1995年,14个片区中连通度较好的为大别山区、罗霄山区、燕山-太行山区等,连通度值在1.5以上,路网结构介于树状和方格网状之间;较差的为西藏、新疆南疆三地州、大兴安岭南麓山区、四省藏区等,其值在1以下,路网近似于树状结构。到2010年,14个片区连通度较好的为大别山区、罗霄山区、六盘山区等,其中大别山的连通性指标为2.515,说明其路网呈方格网+对角线状,罗霄山区、六盘山区等的连通度接近于2,说明这些片区路网为方格网状,各节点呈四路连通;连通度较差的为西藏、新疆南疆三地州、四省藏区等,其值接近于1,各节点多为二路连通,路网呈树状结构。

综上,1995~2010年各片区中路网结构不断演化,路网结构各项指标优劣排名具有较稳定的继承性,相对优化的为大别山区、燕山-太行山区等,路网结构较差的为西藏、新疆南疆三地州、四省藏区等。

#### 3.2 可达性演化

##### 3.2.1 网络可达性演化

考虑各片区邻近区域路网的完整性,根据公式(6)和(7)计算得到1980年、1995年、2010年的14个片区各县城节点在其所在片区的公路可达性水平,可以看到经过30a的发展演化,14个片区的公路网络可达性获得了较大的改善(表4)。

从表4可以看出,1980~2010年,14个片区可达性值的改善较大,其中可达性平均值减小幅度

表3 1995、2010年14个片区省道以上公路网络连通性

Table 3 Network connectivity of provincial highway above of the 14 areas in 1995 and 2010

片区	年份	网络连接程度指标		网络扩展潜力指标		路网连通度 $D$
		连接率 $\beta$	环路指数 $\mu$	实际成环率 $\alpha$	实际结合度 $\gamma$	
六盘山区	1995	1.419(7)	63(3)	0.216(7)	0.479(7)	1.566(4)
	2010	1.458(10)	99(3)	0.234(10)	0.491(10)	1.960(3)
秦巴山区	1995	1.396(8)	62(4)	0.205(8)	0.471(9)	1.115(8)
	2010	1.503(8)	94(4)	0.258(8)	0.506(8)	1.760(5)
武陵山区	1995	1.386(9)	50(7)	0.201(9)	0.469(10)	1.181(6)
	2010	1.492(9)	88(5)	0.252(9)	0.503(9)	1.491(7)
乌蒙山区	1995	1.378(10)	32(10)	0.201(10)	0.471(8)	1.019(10)
	2010	1.580(6)	41(9)	0.308(6)	0.542(6)	1.076(11)
滇桂黔石漠化区	1995	1.511(5)	91(1)	0.262(5)	0.510(5)	1.293(5)
	2010	1.534(7)	111(2)	0.273(7)	0.516(7)	1.478(8)
滇西边境山区	1995	1.280(11)	36(9)	0.147(11)	0.434(11)	1.119(7)
	2010	1.331(12)	40(10)	0.173(13)	0.451(13)	1.179(10)
大兴安岭南麓山区	1995	1.519(4)	15(12)	0.306(4)	0.547(4)	0.851(12)
	2010	1.653(4)	33(11)	0.355(4)	0.574(4)	1.244(9)
燕山-太行山区	1995	1.771(2)	55(6)	0.407(2)	0.608(2)	1.571(3)
	2010	1.796(2)	79(6)	0.414(2)	0.611(2)	1.860(4)
吕梁山区	1995	1.583(3)	22(11)	0.328(3)	0.559(3)	1.089(9)
	2010	1.667(3)	29(12)	0.367(3)	0.583(3)	1.535(6)
大别山区	1995	1.817(1)	77(2)	0.425(1)	0.619(1)	1.749(1)
	2010	1.894(1)	162(1)	0.456(1)	0.639(1)	2.515(1)
罗霄山区	1995	1.442(6)	58(5)	0.229(6)	0.488(6)	1.640(2)
	2010	1.610(5)	62(7)	0.318(5)	0.548(5)	1.985(2)
西藏	1995	1.070(14)	11(13)	0.039(14)	0.362(14)	0.748(14)
	2010	1.103(14)	10(14)	0.059(14)	0.376(14)	0.875(14)
四省藏区	1995	1.193(12)	41(8)	0.100(13)	0.402(13)	0.861(11)
	2010	1.352(11)	52(8)	0.182(12)	0.457(12)	1.062(12)
新疆南疆三地州	1995	1.176(13)	7(14)	0.111(12)	0.417(12)	0.780(13)
	2010	1.327(13)	17(13)	0.183(11)	0.461(11)	1.059(13)

注:括号内数值为各片区当年该项指标值在14个片区中从大到小的排序。

较大的为是大别山区(58.67%)、武陵山区(55.32%)、吕梁山区(53.73%)等片区,可达性值减小幅度的片区为六盘山区(42.40%)、滇西边境山区(40.74%)、西藏(39.60%)。从整体来看,各片区公路网络的演化并不能导致网络可达性格局的发生较大变化,尽管网络可达性改善,但各片区县城节点网络可达性值的排序变动较少。

### 3.2.2 栅格可达性演化

网络可达性的计算较好地阐释了各片区县城节点之间可达性的改善,但对非县城节点的其他

区域缺少解释,利用栅格可达性的方法,考察非县城节点区域到最近县城节点的通达时间成本及其变化(图2)。

1980~2010年,14各片区到最近县城节点1 h时间成本以内的区域面积从29 2847 km<sup>2</sup>增长到426 435 km<sup>2</sup>,增长了45.61%,其增长来源均来自于1~4 h时间成本区域;1~4 h时间成本区域面积从1 452 107 km<sup>2</sup>增长到1 642 795 km<sup>2</sup>,增长了13.13%;4~8 h时间成本区域面积从885 517 km<sup>2</sup>减少到825 106 km<sup>2</sup>,减少了6.82%;8 h以上时间成本区域

表4 1980~2010年14个片区公路网络可达性值变化(h)

Table 4 Road network accessibility of the 14 areas in 1980-2010 (h)

片区	1980年			1995年			2010年		
	均值	最小值	最大值	均值	最小值	最大值	均值	最小值	最大值
六盘山区	8.9	6.6	13.5	6.9	5.3	9.1	5.1	3.6	8.7
秦巴山区	12.5	8.4	22.0	8.4	5.7	16.4	6.1	4.3	9.2
武陵山区	9.4	6.5	17.2	6.7	4.5	9.9	4.2	2.8	7.8
乌蒙山区	11.3	7.6	18.5	8.3	5.4	13.1	5.3	3.7	8.5
滇桂黔石漠化区	11.4	8.6	18.4	8.3	6.2	12.9	5.4	4.1	8.3
滇西边境山区	10.8	7.5	17.4	8.0	5.3	13.2	6.4	4.1	13.8
大兴安岭南麓山区	9.0	7.5	15.2	5.7	4.0	15.0	4.3	2.9	8.0
燕山-太行山区	6.8	5.0	11.0	5.5	3.8	8.4	3.7	2.6	5.6
吕梁山区	6.7	4.7	10.9	3.9	2.8	5.3	3.1	2.3	4.7
大别山区	7.5	5.3	11.4	5.5	3.5	7.5	3.1	2.3	3.9
罗霄山区	6.3	4.5	8.9	4.5	3.2	6.5	3.1	2.3	4.6
西藏	20.2	13.5	36.8	15.7	9.9	27.5	12.2	7.8	22.3
四省藏区	22.6	16.7	40.0	15.8	12.1	27.1	12.7	10.1	21.5
新疆南疆三地州	9.4	6.5	18.6	6.3	4.4	11.4	4.5	3.2	8.5

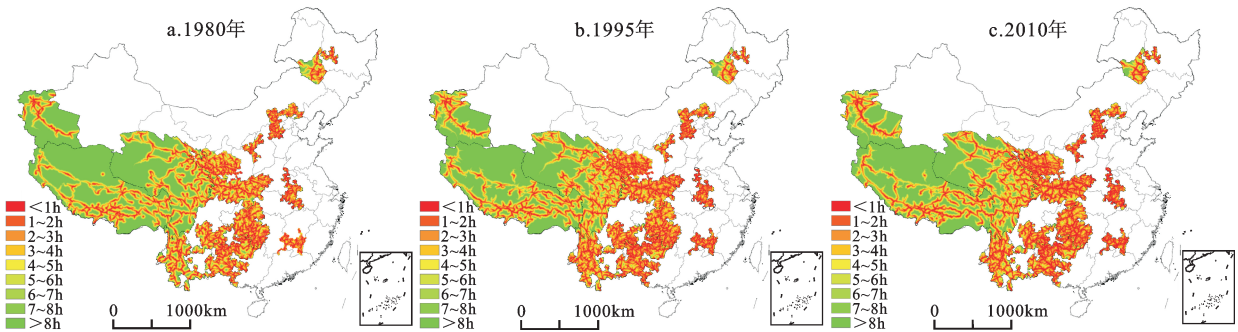


图2 1980、1995、2010年14个片区公路栅格可达性

Fig.2 Road raster accessibility of the 14 areas in 1980, 1995 and 2010

面积仍较大,从1 375 128 km<sup>2</sup>减少到1 111 262 km<sup>2</sup>,减少了19.19%,主要分布在西藏、四省藏区、新疆南疆三地州3个片区,大兴安岭南麓山区、滇西边境山区、秦巴山区等片区有少量分布。

1980~2010年,14个片区栅格可达性的格局演化具有较稳定的继承性。各片区到最近县城时间成本的栅格可达性的改善速度有所不同,1 h以内时间成本区域面积变化比例较大为四省藏区、新疆南疆三地州、秦巴山区,均达到60%以上;到2010年,各片区1 h以内时间成本区域面积占比较大的为大别山区、罗霄山区、吕梁山区和燕山-太行山区等,占比较小的为西藏、新疆南疆三地州和

四省藏区。1~4 h时间成本区域面积占比较大的为武陵山区、秦巴山区、乌蒙山区、六盘山区等,均占所在区域面积的70%以上,西藏、新疆南疆三地州、四省藏区所占比例相对较小;4~8 h时间成本区域面积占比较大的是新疆南疆三地州、四省藏区、西藏、大兴安岭南麓山区等,占比较小的为罗霄山区、吕梁山区等;西藏、新疆南疆三地州、四省藏区和大兴安岭南麓山区等仍有较大面积的区域到达最近县城节点的时间成本在8 h以上,占其所在区域面积的比例分别为45.05%、44.54%、32.16%和6.72%。从各片区栅格可达性的占比来看,到达最近县城时间成本4 h以内占比较大的为罗霄山

区(99.53%)、吕梁山区(99.43%)、大别山区(98.83%)等,其可达性相对较好,西藏、四省藏区、新疆南疆三地州的可达性相对较差。

#### 4 公路可达性演化趋势

利用 ArcGIS 软件的 Moran's  $I$  空间统计工具对公路可达性进行分析,对 1980 年、1995 年、2010 年 14 个片区内各县城节点的网络可达性值进行空间自相关分析,发现这 3 个年份 14 个片区的 Moran's  $I$  指数均大于零,说明可达性的变化与邻近单元正相关且统计结果是可采信的,其中除了 3 个年份的大兴安岭南麓山区以及 1980 年、1995 年的吕梁山区的  $P$  值大于 0.05 以外,其余各年份各片区的  $P$  值均小于 0.05,说明从整体上来说 14 个片区可达性值的相关性是显著的。利用局域自相关分析可达性值集聚的面积以判断可达性值的空间格局演化趋势,统计各片区可达性值的高值集聚区和低值集聚区的县(市、区)面积,并绘制不同年份 14 个片区内部可达性值 LISA 集聚图(图 3),以此

判断各片区内部可达性水平的空间格局及其发展趋势,并求得 1980 年、1995 年以及 2010 年 14 个片区可达性值集聚区面积的变化,到 2010 年,各片区集聚区面积与 1980 年相比增减不一,可将 14 个片区可达性空间格局的演化分为 3 个类型:① 维持原样型,可达性值集聚区面积基本保持不变的有大兴安岭南麓山区、燕山-太行山区、吕梁山区,具有维持原有可达性空间格局的特点;② 趋于集聚型,秦巴山区、西藏、四省藏区的可达性值集聚区面积增加较大,片区的可达性空间格局具有集中发展的趋势,考察高、低值集聚区面积变化,可以发现,秦巴山区和西藏的可达性空间具有分别向可达性低值集聚区和高值集聚区集聚、两级分化的趋势,四省藏区的可达性空间格局具有向低值集聚区集聚的趋势;③ 趋于均衡型,六盘山区、武陵山区、乌蒙山区、滇桂黔石漠化区、滇西边境山区、大别山区、罗霄山区、新疆南疆三地州等 8 个片区的可达性值集聚区面积大幅度减少,可达性空间格局趋向于均衡和分散化发展。

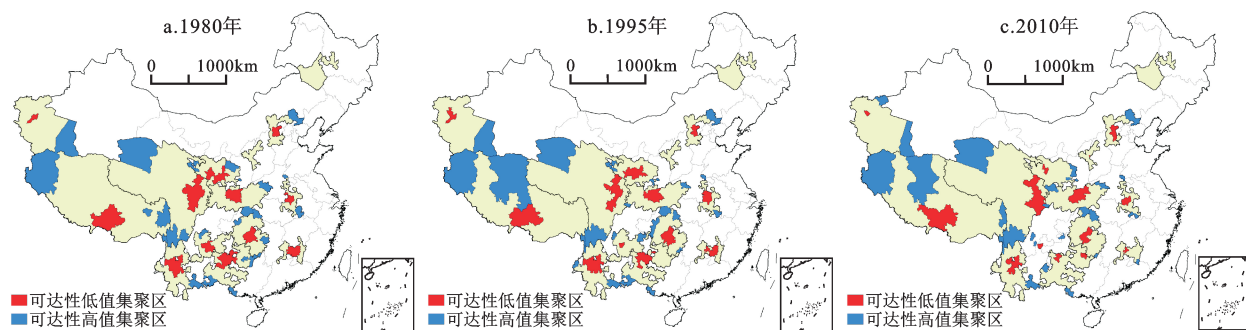


图3 14个片区公路可达性LISA集聚图

Fig.3 The LISA of road accessibility of the 14 areas

#### 5 结论与讨论

论文以 14 个中国集中连片特困地区的公路为研究对象,以县(市、区)为基本单元,分析了 1980~2010 年 14 个片区公路路网结构的演化、可达性值的变化,总结了 14 个片区公路可达性发展演化的空间特征。论文主要在以下 3 个方面进行了研究并得出了基本结论。

1) 1995~2010 年,14 个片区的公路网络结构得到不同程度的改善,各片区公路网络结构的优劣地位具有较稳定的继承性,路网结构相对优化

的为 大别山区、燕山-太行山区等,路网结构较差的为西藏、新疆南疆三地州、四省藏区等。

2) 1980~2010 年,14 个片区的网络可达性值得到较大的缩减,网络可达性水平有所提高,演化的空间格局具有较稳定性,其中改善较大为大别山区、武陵山区、吕梁山区等片区,改善较小的片区为六盘山区、滇西边境山区、西藏;就栅格可达性而言,到达最近县城时间成本 4 h 以内占比较大的为罗霄山区、吕梁山区、大别山区等,其可达性相对较好,西藏、四省藏区、新疆南疆三地州等的栅格可达性相对较差。

3) 对 14 个片区的 680 个县(市、区)进行空间自相关分析可知,1980~2010 年,14 个片区公路可达性演化趋势大致可以分为维持原样型、趋于集聚型、趋于均衡型三种类型。

中国集中连片特困地区大都远离中心城市,多为深山大沟之地,公路交通是当地最主要甚至唯一的运输方式,交通发展滞后、国省干道规模偏小、公路技术等级低、对内对外交通不便等是所有片区的共性瓶颈制约和突出问题。在当前中国部署交通扶贫开发工作的背景下,探讨 14 个片区公路网络特征及可达性时空格局的演化,总结 14 个片区公路可达性的部分规律,既充实了关于贫困地区交通可达性演化的研究内容,也为中国贫困地区公路交通发展提供了参考依据。下一步的研究需要进一步综合考虑和细化区域的人文、自然条件,深入分析贫困地区交通可达性演化及其空间格局形成的内在机理,以期对中国贫困地区交通发展有更为深刻的认识。

## 参考文献(References):

- [1] Hansen W G. How accessibility shapes land use[J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 1959, 25(2): 73-76.
- [2] Henderson J, Ingram D. The concept of accessibility: A search for an operational form[J]. *Regional Studies*, 1971, 5(2): 101-107.
- [3] Wachs M, Kumagai T G. Physical accessibility as a social indicator[J]. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1973, 7(5): 437-456.
- [4] Vikerman R. Accessibility, attraction and potential: A review of some concepts and their use in determining mobility[J]. *Environment and Planning A*, 1974, (6): 675-691.
- [5] Pirie G H. Measuring accessibility: A review and proposal[J]. *Environment and Planning A*, 1979, 1(3): 299-312.
- [6] 杨涛, 过秀成. 城市交通可达性新概念及其应用研究[J]. *中国公路学报*, 1995, 8(2): 25-30. [Yang Tao, Guo Xiucheng. New concept of urban travel accessibility and its application. *China Journal of Highway and Transport*, 1995, 8(2): 25-30.]
- [7] 杨家文, 周一星. 通达性: 概念、度量及应用[J]. *地理学与国土研究*, 1999, 15(2): 62-67. [Yang Jiawen, Zhou Yixing. Accessibility: Concept, measurement and application. *Geography and Territorial Research*, 1999, 15(2): 62-67.]
- [8] 王缉宪. 易达规划: 问题、理论、实践[J]. *城市规划*, 2004, 28(7): 70-74. [Wang Jixian. Accessibility planning: Problems, theories and practices. *City Planning Review*, 2004, 28(7): 70-74.]
- [9] Black J, Conroy M. Accessibility measures and the social evaluation of urban structure[J]. *Environment and Planning A*, 1977, 9(9): 1013-1031.
- [10] Allen W B, Liu D, Singer S. Accessibility measures of U.S. metropolitan areas[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 1993, 27(6): 439-449.
- [11] Pooler J A. The use of spatial separation in the measurement of transportation accessibility[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 1995, 29(6): 421-427.
- [12] 黄晓燕, 曹小曙, 李涛. 海南省区域交通优势度与经济发展关系[J]. *地理研究*, 2011, 30(6): 985-999. [Huang Xiaoyan, Cao Xiaoshu, Li Tao. The relationship between regional transport superiority and regional economic performance in Hainan. *Geographical Research*, 2011, 30(6): 985-999.]
- [13] 封志明, 刘东, 杨艳昭. 中国交通通达度评价: 从分县到分省[J]. *地理研究*, 2009, 28(2): 419-429. [Feng Zhiming, Liu Dong, Yang Yanzhao. Evaluation of transportation ability of China: From county to province level. *Geographical Research*, 2009, 28(2): 419-429.]
- [14] 税常峰, 董焰. 交通视角下中国区域划分的模糊聚类分析[J]. *北京交通大学学报*, 2012, 36(6): 107-111. [Shui Changfeng, Dong Yan. Regional fuzzy clustering analysis in China based on perspective on transportation. *Journal of Beijing Jiaotong University*, 2012, 36(6): 107-111.]
- [15] 吴威, 曹有挥, 曹卫东, 等. 长江三角洲公路网络的可达性空间格局及其演化[J]. *地理学报*, 2006, 61(10): 1065-1074. [Wu Wei, Cao Youhui, Cao Weidong, et al. Spatial structure and evolution of highway accessibility in the Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(10): 1065-1074.]
- [16] 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[J]. *地理学报*, 2006, 61(12): 1235-1246. [Zhang Li, Lu Yuqi. Assessment on regional accessibility based on land transportation network: A case study of Yangtze River Delta. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(12): 1235-1246.]
- [17] 刘俊, 陆玉麒. 江苏省公路交通网络可达性评价研究[J]. *南京师大学报(自然科学版)*, 2008, 31(3): 129-134. [Liu Jun, Lu Yuqi. Appraisal of road transportation network accessibility in Jiangsu Province. *Journal of Nanjing Normal University (Natural Science Edition)*, 2008, 31(3): 129-134.]
- [18] 钟业喜. 基于可达性的江苏省城市空间格局演变定量研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2011. [Zhong Yexi. Quantity study on evolution of city space structure of Jiangsu Province based on accessibility. Nanjing: Nanjing Normal University, 2011.]
- [19] 李亚婷, 秦耀辰, 闫卫阳, 等. 河南省公路网络的可达性空间格局及其演化特征[J]. *地域研究与开发*, 2010, 29(1): 60-64. [Li Yating, Qin Yaochen, Yan Weiyang, et al. Spatial structure and evolution of highway accessibility in Henan Province. *Areal Research and Development*, 2010, 29(1): 60-64.]
- [20] 张兵, 金凤君, 于良. 湖南公路网络演变的可达性评价[J]. *经济地理*, 2006, 26(5): 776-779. [Zhang Bing, Jin Fengjun, Yu Liang. The appraisal of accessibility on the evolution of highway network in Hunan Province. *Economic Geography*, 2006, 26(5): 776-779.]
- [21] 刘斌涛, 陶和平, 刘邵权, 等. 山区交通通达度测度模型与实证研究[J]. *地理科学进展*, 2011, 30(6): 733-738. [Liu Bintao, Tao Heping, Liu Shaoquan, et al. Transportation accessibility

- evaluation model for mountainous areas and its application. *Progress in Geography*, 2011, 30(6): 733-738.]
- [22] 潘裕娟, 曹小曙. 乡村地区公路网通达性水平研究——以广东省连州市12个乡镇为例[J]. *人文地理*, 2010, 25(1): 94-99. [Pan Yajuan, Cao Xiaoshu. Comprehensive accessibility level of rural road network: A case study of Lianzhou City, Guangdong Province. *Human Geography*, 2010, 25(1): 94-99.]
- [23] 程钰, 刘雷, 任建兰, 等. 县域综合交通可达性与经济发展水平测度及空间格局研究——对山东省91个县域的定量分析[J]. *地理科学*, 2013, 33(9): 1058-1065. [Cheng Yu, Liu Lei, Ren Jianlan, et al. The measuring and spatial structure between comprehensive transportation accessibility and the level of economic development at county level: Case of 91 counties in Shandong Province. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(9): 1058-1065.]
- [24] 刘承良, 余瑞林, 曾菊新, 等. 武汉城市圈城乡道路网的空间结构复杂性[J]. *地理科学*, 2012, 32(4): 426-433. [Liu Chengliang, Yu Ruilin, Zeng Juxin, et al. Complexity of spatial on urban-rural road network in Wuhan metropolitan area. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(4): 426-433.]
- [25] 唐常春, 樊杰, 黄梅. 长株潭城市群公路交通与区域协调发展研究[J]. *地域研究与开发*, 2011, 30(2): 91-95. [Tang Changchun, Fan Jie, Huang Mei. Study of highway traffic and regional coordination development in Chang-Zhu-Tan urban agglomeration. *Areal Research and Development*, 2011, 30(2): 91-95.]
- [26] 王振波, 徐建刚, 朱传耿, 等. 中国县域可达性区域划分及其与人口分布的关系[J]. *地理学报*, 2010, 65(4): 416-426. [Wang Zhenbo, Xu Jiangang, Zhu Chuangeng. The county accessibility divisions in China and its correlation with population distribution. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(4): 416-426.]
- [27] 李涛, 曹小曙, 黄晓燕. 珠江三角洲交通通达性空间格局与人口变化关系[J]. *地理研究*, 2012, 31(9): 1661-1672. [Li Tao, Cao Xiaoshu, Huang Xiaoyan. The relationship between spatial structure of accessibility and population change in Pearl River Delta. *Geographical Research*, 2012, 31(9): 1661-1672.]
- [28] Velaga N R, Beecroft M, Nelson J D et al. Transport poverty meets the digital divide: Accessibility and connectivity in rural communities[J]. *Journal of Transport Geography*, 2012, 21: 102-112.
- [29] Van Oudheusden D L, Khan L R. Planning and development of rural road networks in developing countries[J]. *European Journal of Operational Research*, 1987, 32(3): 353-362.
- [30] Ahmed R, Hossain M. Developmental impact of rural infrastructure in Bangladesh[M]. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute, 1990.
- [31] Leinbach T R. Transport and third world development: Review, issues, and prescription[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 1995, 29(5): 337-344.
- [32] Wilkie D, Shaw E, Rotberg F, et al. Roads, development, and conservation in the Congo Basin[J]. *Conservation Biology*, 2000, 14(6): 1614-1622.
- [33] Ahlström A, Pilesjö P, Lindberg J. Improved accessibility modeling and its relation to poverty: A case study in Southern Sri Lanka[J]. *Habitat International*, 2011, 35(2): 316-326.
- [34] Southworth J, Tucker C. The influence of accessibility, local institutions, and socioeconomic factors on forest cover change in the mountains of western Honduras[J]. *Mountain Research and Development*, 2001, 21(3): 276-283.
- [35] Porter G. Living in a walking world: Rural mobility and social equity issues in sub-Saharan Africa[J]. *World Development*, 2002, 30(2): 285-300.
- [36] Rozelle S, Park A, Benziger V, et al. Targeted poverty investments and economic growth in China[J]. *World Development*, 1998, 26(12): 2137-2151.
- [37] 冯宗宪, 陈金贤, 万威武, 等. 中国贫困地区交通和经济综合评价研究[J]. *西安交通大学学报*, 1994, 28(1): 69-76. [Feng Zongxian, Chen Jinxian, Wan Weiwu et al. Research comprehensive evaluation on the transport economic development of the poor region in China. *Journal of Xi'an Jiaotong University*, 1994, 28(1): 69-76.]
- [38] 罗静, 陈彦光. 不发达县域交通网络与空间结构优化[J]. *信阳师范学院学报(自然科学版)*, 1997, 10(3): 49-54. [Luo Jing, Chen Yanguang. Undeveloped county's transport network and spatial structure improvement. *Journal of Xinyang Teachers College (Natural Science Edition)*, 1997, 10(3): 49-54.]
- [39] 地图出版社. 中国交通图册[M]. 北京: 地图出版社, 1982. [China Cartographic Publishing House. China's traffic atlas. Beijing: China Cartographic Publishing House, 1982.]
- [40] 学苑出版社. 新编中国交通地图册[M]. 北京: 学苑出版社, 1996. [The Academy Press. The new traffic atlas of China. Beijing: The Academy Press, 1996.]
- [41] 人民交通出版社. 中国交通地图册[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011. [China Communication Press. Traffic atlas of China. Beijing: China Communication Press, 2011.]
- [42] 国家基础地理信息中心. 1:400万中国地理信息数据[DB/OL]. <http://www.ngcc.cn/article/khly/lyzx/>. [National Geomatics Center of China. 1:4 million geographic information data of China. <http://www.ngcc.cn/article/khly/lyzx/>.]
- [43] 曹小曙, 林强. 世界地铁城市发展历程与规律[J]. *地理学报*, 2008, 63(12): 1257-1267. [Cao Xiaoshu, Lin Qiang. The evolution of worldwide metro systems: A study on their scales and network indexes. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(12): 1257-1267.]
- [44] 裴玉龙. 公路网规划[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004: 119. [Pei Yulong. Highway Network Planning. Beijing: China Communications Press, 2004: 119.]

## Evolution of Road Accessibility of Concentrated Contiguous Areas with Particular Difficulties in China from 1980 to 2010

Wang Wulin<sup>1</sup>, Huang Xiaoyan<sup>2</sup>, Cao Xiaoshu<sup>1,2</sup>

(1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, Guangdong, China; 2. Institute of Transport Geography and Spatial Planning, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, Shaanxi, China)

**Abstract:** The State Council Leading Group Office of Poverty Alleviation and Development ever defined the 14 concentrated contiguous areas with particular difficulties in China as a crucial battleground for poverty alleviation. Basing on the road network in 1980, 1995 and 2010, this article elaborates the evolution of road network and road accessibility of the 14 concentrated contiguous areas with particular difficulties in China quantitatively, explores the spatial pattern evolution trend of road accessibility of the 14 concentrated contiguous areas with particular difficulties in China through spatial autocorrelation analysis. The results indicates that the road network structure of the 14 concentrated contiguous areas with particular difficulties in China optimized continuously from 1995 to 2010, and the merit rating kept a steady inheritance. The network accessibility of the 14 concentrated contiguous areas with particular difficulties in China improved at different levels from 1980 to 2010, also the merit rating of network accessibility of the 14 concentrated contiguous areas with particular difficulties in China kept steadily. Luoxiao mountainous areas, Lüliang mountainous areas and Dabie mountainous areas etc. got a relatively well situation on raster accessibility, but Tibet, Tibetan areas of four provinces and southern three states in Xinjiang are just the opposite. Then, according to the spatial agglomeration relationship of network accessibility of the 14 concentrated contiguous areas with particular difficulties in China from 1980 to 2010, this article divides the evolution trends of accessibility spatial pattern of the 14 concentrated contiguous areas with particular difficulties in China into 3 types, which are “maintaining the same”, “tending to agglomeration”, and “tending to equilibrium”. It summarizes road network characteristics and temporal and spatial pattern of accessibility evolution, explores some rules of road accessibility of the 14 concentrated contiguous areas with particular difficulties in China, not only enriches the study of accessibility evolution in poverty-stricken areas, but also provides some reference for our country to develop road traffic in poverty-stricken areas.

**Key words:** road; accessibility; concentrated contiguous areas with particular difficulties; China