

文章编号: 1008 - 2786 - (2019)4 - 602 - 11

DOI: 10. 16089/j. cnki. 1008 - 2786. 000451

中国国家地质公园空间可达性分析

何小芊¹, 刘 策²

(1. 东华理工大学 地质资源经济与管理研究中心, 南昌 330013; 2. 东华理工大学 地球科学学院, 南昌 330013)

摘 要: 对国家地质公园空间可达性进行分析, 可为其空间布局优化与旅游开发提供理论依据。本研究采用 ArcGIS 空间分析方法, 在分析中国国家地质公园空间分布特征的基础上, 对国家地质公园的空间可达性进行了研究, 结果显示: 中国国家地质公园总体呈集聚分布, 呈现出显著的省际分布不均衡特征; 国家地质公园的距离可达性和时间可达性优良, 84.80% 的国家地质公园在距离地级行政中心 100 km 的范围内, 平均可达时间为 67.33 min, 可达时间在 60 min 内的国家地质公园占总数的 65.72%; 在基于县域单元的国家地质公园整体可达性上, 以黑河—腾冲线为界, 呈现“反自然梯度”的分布格局, 东部和中部地区远高于东北和西部地区, 且东部与中部内部差异小、东北与西部地区内部差异大。国家地质公园空间可达性与空间分布呈显著正相关, 区域社会经济发展水平对国家地质公园空间可达性有重要的影响。

关键词: 国家地质公园; 空间分布; 空间可达性; 中国
中图分类号: K909 **文献标志码:** A

国家地质公园是以具有特殊科学意义、稀有自然属性和优雅美学观赏价值的全国性代表意义地质遗迹为主体, 并融合其他自然景观与人文景观构成具有一定规模的特定区域^[1]。地质公园既重要地质遗迹的集中地, 也是旅游景区中的重要类型。通过建立地质公园并进行旅游开发, 不仅有助于地质遗迹的保护, 还可以促进区域社会经济的发展^[2]。中国国家地质公园的建立是在地学界倡议和政府部门推动下逐步开展的, 2001 年 4 月至 2018 年 3 月原国土资源部批准了八批共 271 处国家地质公园, 形成了较为完善的地质公园体系。在此背景下, 国家地质公园成为众多地质、地理和旅游学者们研究对象, 研究内容主要集中在两方面: 一是地质公园的建

设与保护, 如地质公园空间分布^[3-5]、地质公园发展中的问题及对策^[6]、地质公园的规划和管理^[7-9]。二是地质公园的旅游开发, 如地质公园景观特征与价值^[10-12]、地质遗迹资源评价与旅游开发^[13-17]、地质公园旅游产品开发^[18]等。

可达性是交通网络中各个节点之间相互作用的机会大小^[19]。交通可达性反映了地理事物与外界人员、物品流通的便利程度, 是影响一个地区社会发展的重要因素, 也成为地理学研究中的一个基本问题。出行费用和交通耗时影响旅游者出游行为的重要因素, 旅游景区的可进入性就越强, 在旅游发展中就越具有优势。因此, 旅游景区(点)的可达性成为国内地理与旅游学者研究的热点之一, 研究对

收稿日期(Received date): 2018 - 12 - 04; 改回日期(Accepted date): 2019 - 01 - 22

基金项目(Foundation item): 江西省社会科学规划项目(17YJ29); 江西省高校人文社科重点研究基地招标课题(JD16004); 东华理工大学研究生创新专项资金项目(DHYC - 201903)。[Social Science Foundation Project of Jiangxi Province(17YJ29); Bidding Project of Key Research Base of Humanities and Social Sciences in Jiangxi Province(JD16004); Postgraduate Innovation Fund of East China University of Technology(DHYC - 201903)]

作者简介(Biography): 何小芊(1981 -), 男, 江西瑞昌人, 博士, 副教授, 主要研究方向: 地质公园与地质旅游。[HE Xiaoqian(1981 -), male, born in Ruichang, Jiangxi province, Ph. D., associate professor, research on geopark and geotourism] E-mail: ecithxq@163.com

象涉及国家森林公园^[20]、A 级旅游景点^[21]、国家级水利风景区^[22]、城市群旅游景点^[23]、城市公园绿地^[24]、红色旅游景区^[25]，但还未涉及地质公园。国家地质公园在资源特征、审批与建设等方面与其他景区及自然保护地存在差异，其可达性具有自身的特点。地质遗迹具有不可移动性的特征，可达性对于地质公园的旅游开发就显得至关重要，可为地质公园拓展旅游市场范围提供现实依据，也为优化地质公园旅游空间格局提供科学参考。基于此，本文以我国 271 处国家地质公园为研究对象，采用 GIS 空间分析方法，对国家地质公园的距离可达性和时间可达性进行研究，以期为国家地质公园布局优化与旅游发展提供有益的参考，推动国家地质公园的可持续发展。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

文中国家地质公园名称与位置等信息源于原国土资源部网站 (www.mlr.gov.cn) 所公布的数据和

资料。截至 2018 年 3 月，我国正式授权八批共 271 处国家地质公园，分布于除港、澳、台外的 31 个省、自治区与直辖市。借助 Google 地图确定国家地质公园具体地理位置，以各国家地质公园的中心为地理坐标，将坐标信息导入到 Layer 中，利用 ArcGIS 10.2 软件生成 Shape - file 点图层，即国家地质公园分布图 (图 1)。国家地质公园的区域可达性分析以县级行政区为基本测算单元，县域边界矢量数据数据来自于 1:400 万中国基础地理信息数据。交通数据 (包括国道、省道、县道、高速公路和铁路) 来源于《中国交通全图 (2017 版)》，并借助 ArcGIS 10.2 软件对地图进行矢量化。对文中所涉及的图形数据，统一空间参照系统 ALBERS 等积圆锥投影 (Krasovsky_1940_Albers)，并把相关数据矢量化，建立地理数据库。

1.2 研究方法

(1) 最近邻距离指数

最近邻距离指数通常用来描述点状地理事物的空间分布类型。在全国尺度的空间范围上，将国家地质公园以点状要素表示，用最近邻指数衡量国家

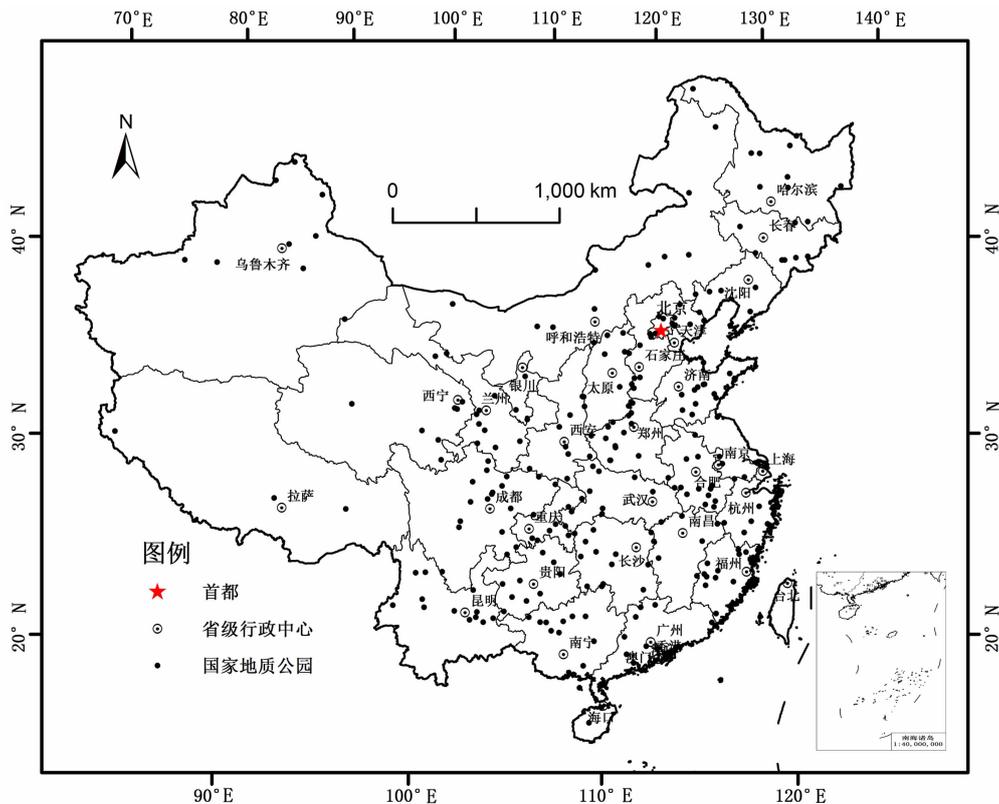


图 1 中国国家地质公园分布图

Fig. 1 Distribution map of China National Geopark

地质公园空间分布的聚集与离散程度。计算公式为:

$$\begin{aligned} \overline{d_{\min}} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \min(d_{ij}) \\ E(\overline{d_{\min}}) &= \frac{1}{2 \sqrt{(A/N)}} \\ NNI &= \frac{\overline{d_{\min}}}{E(\overline{d_{\min}})} \end{aligned} \quad (1)$$

式中, NNI 为最近邻指数; $\min(d_{ij})$ 为任一国家地质公园 i 到其最邻近国家地质公园 j 的距离, km; N 为国家地质公园总数, 处; A 为研究区面积, km^2 ; $\overline{d_{\min}}$ 为最近邻平均观测距离, km; $E(\overline{d_{\min}})$ 为最近邻平均预期距离, km。

通常情况下, 最近邻指数小于 1, 分布类型为聚集模式; 最近邻指数大于 1, 则为扩散模式。最近邻点指数界线可进一步划分, $NNI \leq 0.5$ 为聚集分布, $NNI \geq 1.5$ 为均匀分布, $0.5 < NNI \leq 0.8$ 为聚集—随机分布, $0.8 < NNI < 1.2$ 为随机分布, $1.2 \leq NNI < 1.5$ 则为随机—均匀分布^[26]。

(2) 洛伦兹曲线

由于自然条件、经济发展水平等条件的差异, 导致国家地质公园的空间分布呈现出明显的不均衡性。洛伦兹曲线是衡量一个国家或地区贫富差别程度的主要工具之一, 现已广泛应用于检验地理事物分布的不均衡和集中程度。本文采用洛伦兹曲线来检验国家地质公园分布的不均衡和集中程度, 绘制国家地质公园空间分布的洛伦兹曲线图, 步骤如下:

①按各省份拥有的国家地质公园数量, 由大到小排序; 根据排序结果, 计算各省份国家地质公园数量占地质公园总量的比例 P_i , 并依次计算其累计百分比 A_i 。计算公式如下:

$$A_i = \sum_{i=1}^n P_i \quad (2)$$

②借助 Excel 绘制洛伦兹曲线, 以横坐标为各省份, 纵坐标为公园数量的累计百分比; 差异曲线与均匀直线的离差表现国家地质公园省际分布的集散程度, 曲线离差越大, 空间分布越不均衡; 反之, 则表明地质公园的空间分布越均衡。

(3) 缓冲区分析

缓冲区分析是评价空间可达性最基本的方法。将国家地质公园视为旅游目的地, 假设国家地质公

园的客源主要来自于公园所在地的地级市及以上行政中心, 并考虑到大多数旅游者出游受到时间和经济成本的双重制约。100 km 是旅游者围绕城市实施出游行为的一个重要分水岭^[27], 因而本文以 100 km 作为分界点, 利用 ArcGIS 10.2 中 ArcToolbox 的多环缓冲区分析模块工具, 以全国地级行政中心为缓冲区中心点, 采用 10 km 为间隔设置缓冲区半径, 分 10 级进行多环缓冲区分析。将缓冲区分布图同国家地质公园分布矢量图进行空间叠加, 统计出国家地质公园到地级行政中心的距离范围, 并生成不同距离段内国家地质公园的分布频率和累计频率图, 进而对国家地质公园的距离可达性进行测算。其公式为:

$$B = \{x \mid d(x, O) \leq R\} \quad (3)$$

式中, x 为空间中任一地理要素; O 为给定的空间坐标; d 为 x 与 O 之间的欧氏距离; R 为缓冲半径。

(4) 时间成本分析

缓冲区分析从宏观上描述国家地质公园的距离可达性, 但此方法是建立在均质道路的基础上, 与现实中的可达性存在较大差异。因此, 在国家地质公园的时间可达性分析中, 采用 ArcGIS 10.2 中的成本距离分析模块工具, 充分考虑不同交通路线的通行成本, 并解决封闭性道路(如高速公路)的出入问题。需要说明的是, 本文关于国家地质公园的可达性是理论意义上, 没有考虑交通拥堵、交通组合、实际路况等现实交通状况, 并认为同一级别的道路具有相同速度的理想化的可达性。区域内某点到国家地质公园时间成本计算公式如下:

$$A_i = \min(M_j T_{ij}) \quad (4)$$

A_i 为区域内点 i 的时间成本, 表示区域内的某一点到最近国家地质公园所需要的时间(min); i 为区域内任意一点, T_{ij} 为区域内点 i 到达某一国家地质公园 j 的最短路线所需要的通行时间(min), 设 j 点的权重 M_j 为常数 1。道路类型和行驶速度决定了通行时间成本, 本文主要根据《中华人民共和国公路工程技术标准(JTG B01-2003)》设定各类型道路的时间成本参考值(表 1)。计算公式为:

$$Cost_{time} = \frac{1}{v} \times 60 \quad (5)$$

①通行速度赋值。利用公式(5)计算出各类道路的时间成本值, 分别建立矢量要素图层并增加成

本属性。高速公路具有封闭性的特点,意味着高速公路所经过的网格不都给周边地区带来便捷^[28]。因此,在计算高速公路的时间成本值时,首先对其进行缓冲区分析,设其2 km范围的速度值为1 km/h,时间成本为60 min,即认为其基本不可通行,但对高速公路交叉口和出入口赋值为0.5 min。此外,把除道路以外的陆地看成是均质连续的,并认为是无道路的区域游客采取步行方式,将其时间成本值设定为12 min。

表1 主要交通线路的时间成本值参考值

Tab. 1 The reference values of time cost of major traffic routes

道路类型	普通铁路	高速公路	国道	省道	县道
速度/(km·h ⁻¹)	100	120	80	60	40
时间成本/min	0.6	0.5	0.75	1	1.5

②矢量图层栅格化。用1 km×1 km栅格网将道路矢量图栅格化并以cost字段输出;栅格化后的矢量图被划分为若干个均质网格,假设每一个网格内部的交通可达性一致。运用栅格计算器工具,空间叠加各类道路的时间成本栅格数据,生成综合的时间成本栅格图。

③成本距离分析。运用ArcGIS 10.2空间分析模块中的distance cost weighted工具,将时间成本栅格图层和国家地质公园分布的Shapefile图层结合,进行成本距离分析。以国家地质公园的Shapefile图层作为要素源,以时间成栅格图作为成本栅格数据,分析得出每个栅格到其最近国家地质公园的时间距离;借助重分类命令,把时间距离划分为10个等级,即10、30、45、60、90、120、180、300、420和560 min共10个时间段,生成国家地质公园时间可达性地图。通过成本距离分析,能够有效地把空间距离转化为时间距离,进而对国家地质公园的区域可达性进行测算。

(5)分区统计分析

为了更直观地反映国家地质公园的区域可达性,以时间成本为依据,分析县级行政区到达其最邻近国家地质公园的可达性。借助ArcGIS 10.2中ArcToolbox的分区统计分析工具,以县级行政区矢

量图作为区域要素数据输入,以时间成本栅格图作为赋值栅格,得出县域单元的可达性平均值,进而统计国家地质公园的县域可达性;以MEAN字段作为输出值对县域矢量图进行色彩分级处理,参考相关研究成果中的时间等级划分^[28-29],利用ArcGIS 10.2中栅格分类的Natural Break方法将国家地质公园的县域可达时间划分为5个等级,分别为2.16~12.13 min的可达性高值区、12.13~40.44 min的可达性次高区、40.44~80.79 min的可达性中值区、80.79~146.93 min的可达性次低区、146.93~267.69 min的可达性低值区,进而生成县域可达性视图,从全国和区域(东部、中部、西部和东北)层面*对国家地质公园的县域可达性及其内部差异性进行分析。计算公式为:

$$R_j = \sum_{i=1}^{n_j} A_i/n_j \quad (6)$$

R_j 为第j个县级行政单元的到达国家地质公园的可达性, n_j 为落在县级行政单元j范围内的网格数; A_i 为第i个栅格的国家地质公园的可达性。 R_j 越小说明县级行政区到国家地质公园时间越短。

2 结果与分析

2.1 国家地质公园的空间分布特征

(1)空间分布类型

运用公式(1)计算全国及东部、中部、西部、东北地区国家地质公园的最近邻指数,结果见表2。从表中可以看出,最近邻指数通过了Z值、P值的检验,置信度均在90%以上;除东北地区外,最近邻指数均小于1,表明这些区域国家地质公园空间分布的表现模式为聚类。从具体分布类型上看,全国范围的国家地质公园呈集聚-随机分布状态,表明国家地质公园的空间分布存在密集区与稀疏区并存的现象。东部、西部地区的国家地质公园呈集聚-随机分布,而中部、东北地区的国家地质公园呈随机分布状态,说明东部与西部地区国家地质公园的集聚程度高于中部与东北地区。

(2)空间分布均衡性

国家地质公园省际分布的洛伦茨曲线如图2所示。从图中可以看出,非均匀分布曲线呈现下凹弯

* 东部地区:北京市、天津市、河北省、山东省、江苏省、浙江省、上海市、福建省、广东省、海南省;中部地区:山西省、河南省、安徽省、湖北省、湖南省、江西省;西部地区:内蒙古自治区、陕西省、重庆市、贵州省、广西壮族自治区、宁夏回族自治区、甘肃省、青海省、四川省、云南省、新疆维吾尔自治区、西藏自治区;东北地区:黑龙江省、吉林省、辽宁省

表 2 全国及东部、中部、西部和东北地区
国家地质公园空间分布类型

Tab. 2 Spatial distribution types of National Geoparks
in China and different Regions

区域	最近邻指数	Z 值	P 值	分布类型
全国	0.73	-8.61	0.0000	聚集-随机
东部地区	0.72	-4.44	0.0000	聚集-随机
西部地区	0.78	-4.51	0.0000	聚集-随机
中部地区	0.93	-2.04	0.0297	随机分布
东北地区	1.00	-1.72	0.0983	随机分布

曲,表明各省域所拥有的国家地质公园数量具有明显的不均匀,表现为集聚型的空间分布。排在前 10 位的川、闽、豫、湘、皖、鲁、桂、甘、滇、冀等省(自治区)国家地质公园数量累计达到全国总数的 50.18%;排在后 10 位的津、沪、琼、宁、藏、京、赣、浙、辽、吉 10 个省、自治区、直辖市的国家地质公园数量仅占全国总数的 15.13%,省际之间的分布差异明显。

参照已有研究成果,将国家地质公园数量前十

位和后十位的省份进行纵向比较,截至第六批国家地质公园时,其占总数的百分比分别是 51.6% 和 10.95%^[30];截至第七批国家地质公园时,其占总数的百分比分别是 51.25% 和 12.9%^[5]。可以看出,公园数量排名前十省份占总数的百分比递减,公园数量排名后十的占总数的百分比递增,这表明随着国家地质公园数量的整体增加,省际之间的不平衡性在逐渐减弱。

2.2 基于点状要素的国家地质公园可达性

(1) 国家地质公园的距离可达性

不同距离段内国家地质公园的分布频率和累计频率如图 3 所示。从图中可以看出,84.8% 的国家地质公园在距离地级行政中心 100 km 的范围内,只有 15.2% 的国家地质公园分布于 100 km 以外,这表明国家地质公园的整体距离可达性较好。从分布频率上看,国家地质公园在距离地级行政中心 30~90 km 范围内分布最为集中,占总量的 64.81%;其中,在 40~50 km 范围内国家地质公园分布数量最多,0~50 km 范围内国家地质公园的分布呈上升趋势,在 40~50 km 距离范围内分布频率达到最高,大

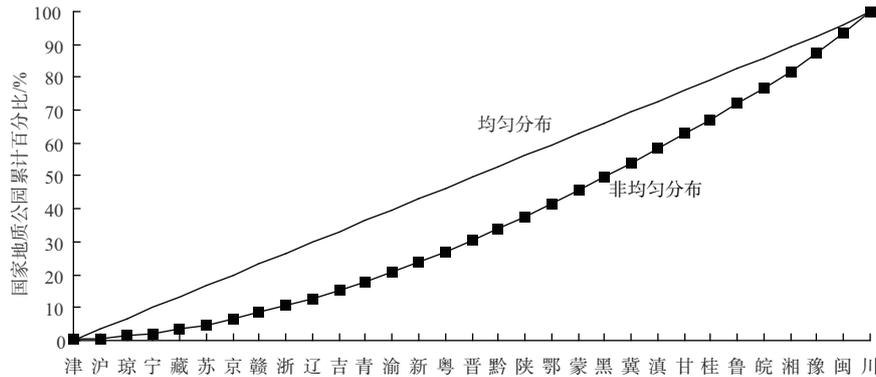


图 2 中国国家地质公园空间分布的洛伦兹曲线图

Fig. 2 Lorenz plot of spatial distribution of China National Geopark

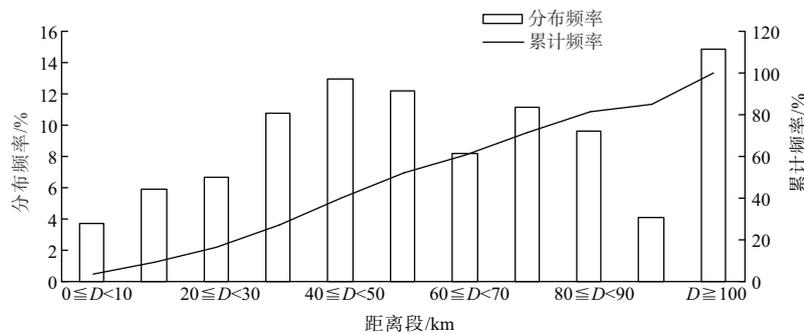


图 3 中国国家地质公园距离可达性的分布频率和累计频率

Fig. 3 Frequency and cumulative frequency of distance accessibility of China National Geopark

于 50 km 范围地质公园的分布频率呈现波动下降的趋势。国家地质公园的距离可达性随距离的增加分布数量呈递减,这表明我国大多数国家地质公园的区位优势较为明显。

(2) 国家地质公园的时间可达性

利用成本距离分析法生成国家地质公园的时间可达性地图(图4)。在此基础上,统计10个时间段内可达时间的面积占比情况并生成分布频率和累计频率,结果见图5。

从图4可以看出,国家地质公园时间可达性存在明显的地域差异性,在空间分布上大致以黑河—腾冲线为界,该线以东的广大地区可达性明显优于西部地区。其中,可达时间小于10 min的可达性高值区主要集中于环渤海地区(京津冀、山东半岛和辽东半岛)、长江三角洲地区并向南经闽中延伸到珠江三角洲地区,向西延伸至晋东、豫西和安徽大部地区;西部地区亦有零星分布,主要分散于关中、川渝交界带、滇中、桂中和陇中等地,呈现明显的沿铁路干线分布的特征;可达时间在301~560 min的区域主要呈块状分布于自然环境恶劣和路网稀疏的新疆南疆和西藏藏北地区。

从可达时间的分布频率来看,国家地质公园的平均可达时间为67.33 min,可达时间小于60 min

的国家地质公园占总数的65.72%,这表明我国国家地质公园时间可达性总体较好。从不同时间段的分布频率来看,可达时间在11~30 min的比例最高,达到29.65%;其次是0~10 min区间,占数的19.42%;可达时间在300 min以上的仅占2.81%。总体来看,国家地质公园可达时间的分布频率呈波动下降趋势,累计频率曲线在0~30 min区间内增幅最为显著,301~560 min时间段内增长速度明显减缓。

将国家地质公园与其他类型国家自然保护地的时间可达性进行比较,结果见表3。从表中可以看出,国家地质公园的平均可达时间数值较小,可达时间主要集中于0~30 min内,最差可达时间明显小于其他两种类型的国家自然保护地。近几年来,随着我国各地路网密度的增加和交通条件的改善,各类国家自然保护地的可达性也在增强。因采用相同的计算方法,从国家地质公园与国家森林公园的可达性直接比较来看,国家地质公园具有良好的空间可达性。

2.3 基于县域单元的国家地质公园可达性

以县域为基本空间单元,利用公式(5)对国家地质公园的县域可达性进行测算,运用ArcGIS 10.2软件生成国家地质公园县域单元可达性等级分布,结果见图6。

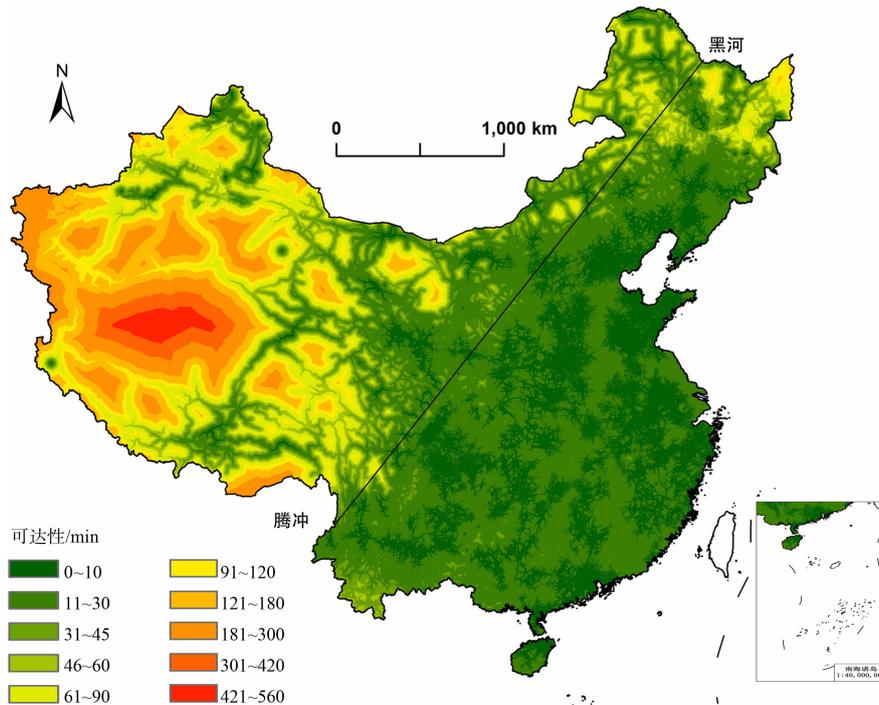


图4 中国国家地质公园的时间可达性等级

Fig.4 Time accessibility level of China National Geopark

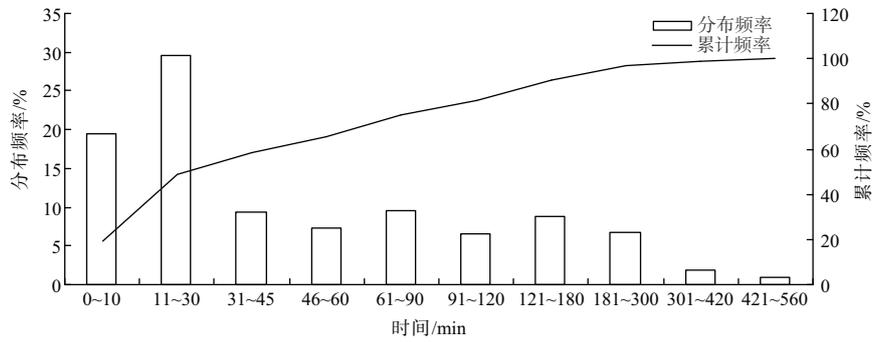


图5 中国国家地质公园可达时间的分布频率和累计频率

Fig.5 Frequency and cumulative frequency of time accessibility of China National Geopark

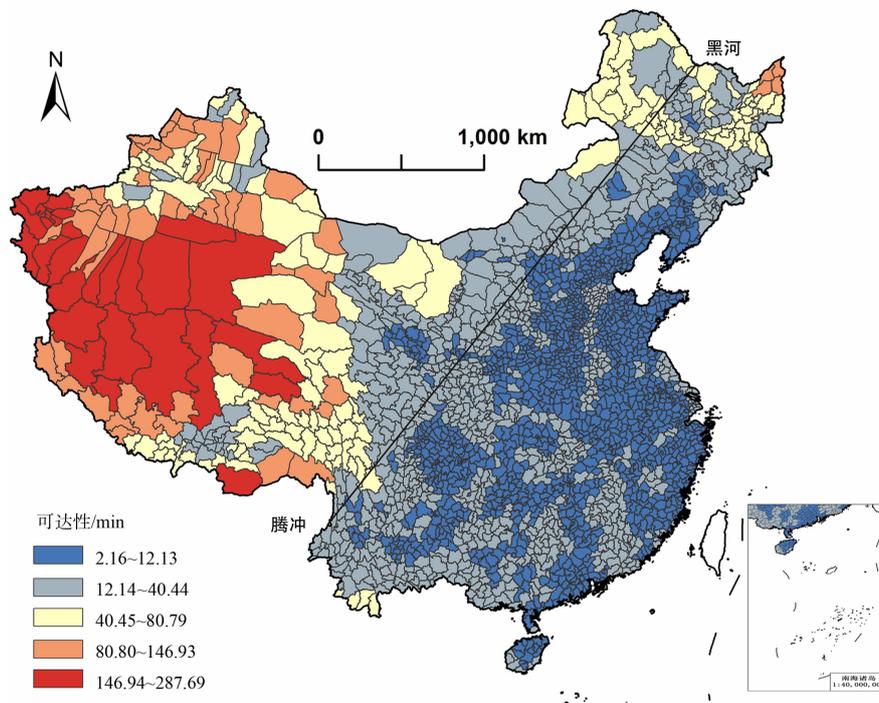


图6 中国国家地质公园的县域可达性等级

Fig.6 Accessibility level of China National Geopark based on county units

表3 不同类型国家级自然保护地可达性比较

Tab.3 Comparison of accessibility of different types of National Nature Reserves

类型	平均可达时间 /min	可达性集中可达时间段 /min	最差可达时间 /min	备注
国家地质公园	67.33	0 ~ 30	560	采用成本距离加权分析法,2016年交通数据
国家森林公园 ^[20]	137.86	30 ~ 60	1303	采用成本距离加权分析法,2011年交通数据
国家级水利风景区 ^[22]	261.89	181 ~ 400	2665	采用通达度公式测算,2016年交通数据

(1) 时间等级上的县域可达性

从图6可以看出,小于12.13 min的可达性高值县级行政区在空间分布上呈连续的片状格局,以环渤海地区(京津冀、山东半岛、辽东半岛)和长江三角洲地区为核心,向南经福建省延伸至珠江三角洲、海南岛,向西扩展至晋东、豫西及湖北、湖南部分地区,这些区域经济发展水平高、交通发达。可达性高值县级行政区在西北、西南地区亦有零星片状分布,主要分散于关中、川中、滇中、桂西北、陇中、渝南等地,这些区域多为国家地质公园分布密集、经济欠发达地区。12.13~40.44 min的可达性次高县级行政区呈环状分布于可达性高值县外围,主要集中于

黑河—腾冲线以东的广大地区;分界线以西的可达性次高县级行政区,主要分散于各中心城市、综合交通枢纽及交通结点城市的周边地区。40.44 ~ 80.79 min的可达性中值县级行政区呈不连续的斑块状分散于我国东北(黑龙江省和内蒙古东部)、西北和西南广大地区。80.79 ~ 146.93 min的可达性次低县级行政区多呈断裂状斑块结构,分散分布于新疆北疆及西藏西部、东北部和西南部。146.93 ~ 267.69 min的可达性低值县级行政区集中于新疆南疆和西藏藏北地区,呈大面积连片状。

(2) 不同区域的县域可达性

四大区域的县域单元国家地质公园可达性统计数据见表4。从表中可以看出,东部和中部地区的县级行政区均位于可达时间小于40.44 min的可达性高值和可达性次高区。东部地区可达性高值县级行政区数量占区内总数的76.39%,县级行政区面积占区域总面积的70.22%,在空间上多呈连片分布,集中于地质公园分布数量多的山东省、安徽省、河北省和福建省,以及经济发达的江苏省和浙江省。可达性次高县级行政区数量占区内总数的23.61%,分布于可达性高值县外围。中部地区可达性高值县级行政区占区域内县域总数的73.63%,面积占区域总面积的73.63%,主要在皖、晋东、豫西、鄂西和湘中等国家地质公园数量集中区,可达性受地质公园空间分布集聚度的影响显著;中部其余县级行政区的可达时间全部集中于12.13 ~ 40.44 min的可达性次高区。

东北地区可达性高值县级行政区占区域县域总数的36.81%,面积占区域总面积的19.09%,主要分布于辽宁省;可达性次高县级行政区占区内总数的37.91%,县级行政区占区域总面积的45.92%,

以吉林省分布最为集中;可达性中值县级行政区占区内总数的23.08%,分布于黑龙江省东部和西北部国家地质公园稀疏区。可达性次低县级行政区占区内总数的2.20%,集中在黑龙江省东北部无国家地质公园地区。

西部地区可达性高值县级行政区占区内总数的31.28%,但面积仅为区域总面积的8.03%,主要集中在桂西北、陇中、渝南、黔西南和滇中等国家地质公园分布密集区和关中、川中等交通较为发达地区。可达性次高县级行政区占区内总数的50.10%,面积占区域总面积的33.44%,呈环状成片分布于可达性高值县外围,拉萨周边、新疆北疆有斑块状分布;可达性中值县级行政区占该区内总数的10.29%,主要沿北疆—内蒙古西部—青海中部—西藏东中部呈条带状分布,在内蒙古东北部亦有分布;可达性次低县级行政区占区域内总数的5.35%,呈断裂斑块状集中于北疆和西藏阿里地区;2.98%的可达性低值县级行政区面积占区域总面积的21.26%,呈成片分布于藏北无人区和南疆经济落后、路网稀疏的地区,该地是国家地质公园可达性最低的区域。

3 讨论与结论

3.1 讨论

在地质领域中,空间可达性已被作为一项重要的经济社会指标,用以衡量人们进入某一地理空间的方便程度。运用GIS空间分析方法,可以精确地量化衡量地理事物的空间可达性。本文量化测算了国家地质公园的时间可达性和距离可达性,发现国家地质公园的空间可达性良好且优于其他同类的国

表4 基于县域单元的四大区域国家地质公园的可达性统计数据

Tab.4 Statistics of accessibility of National Geoparks in four regions based on county units

区域	面积占比/%					数量占比/%				
	高值区	次高值区	中值区	次低值区	低值区	高值区	次高值区	中值区	次低值区	低值区
东部地区	70.22	76.39	29.78	23.61	—	—	—	—	—	—
中部地区	70.33	73.63	29.67	26.37	—	—	—	—	—	—
东北地区	19.09	36.81	45.92	37.91	31.42	23.08	3.57	2.20	—	—
西部地区	8.03	31.28	33.44	50.10	23.05	10.29	14.23	5.35	21.26	2.98
全国	21.42	53.94	33.91	36.40	19.29	6.05	10.38	2.38	15.00	1.23

家自然保护地,这表明我国国家地质公园在地质遗迹保护和旅游开发上具备了较为优越的通行条件。地质公园是地质遗迹的集中地,地质遗迹的分布受地质构造格局和自然地理条件的控制。通过对国家地质公园空间分布与空间可达性进行比较,发现两者之间存在一定的关联,即国家地质公园聚集度高的区域,经济发展水平高、交通便利,空间可达性水平高;国家地质公园稀疏的地区,经济落后、交通条件差,空间可达性水平低。国家地质公园空间分布与空间可达性正相关,反映了我国国家地质公园的审批与建设主要受社会经济条件的影响。在未来国家地质公园的建设与旅游开发中,对于西部与东北地区的国家地质公园,应加强公园外部的交通基础设施建设,提高公园的空间可达性,从而提高公园的旅游可达性;对于东部和中部地区的国家地质公园,应加强公园内交通设施建设,注重地质遗迹保护和地学旅游产品开发,提升公园管理与旅游服务水平。

本文将分析区域划分为若干个 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 的均质栅格网,以探讨国家地质公园的可达性问题,尚未充分考虑区域内部人口、经济密度分布和自然环境等因素的差异对其可达性产生的影响。对于这些问题,今后将进一步深入研究。

3.2 结论

本文运用GIS空间分析技术,分析了我国国家地质公园的空间可达性,主要结论如下:

(1)国家地质公园总体呈集聚分布,存在密集区与稀疏区并存的现象,具有显著的省际分布不平衡性;在国家地质公园数量增长的过程中,省际不平衡性逐渐减弱。

(2)国家地质公园的空间可达性良好,并呈现明显的交通指向性。在距离可达性上,主要集中在距离城市中心 $30 \sim 90\text{ km}$ 的区间内;国家地质公园的距离可达性呈现出随距离的增加分布数量递减的特征,这表明我国大多数国家地质公园的区位优势较为明显。在时间可达性上,平均可达时间为 67.33 min ,可达时间在 60 min 内的国家地质公园面积占总数的 65.72% ;其中,可达时间在 $11 \sim 30\text{ min}$ 时段内的分布最为广泛。

(3)在基于县域单元的国家地质公园整体可达性上,东部与中部地区远高于东北和西部地区,以黑河—腾冲线为界,呈现“反自然梯度”的分布格局,且东部与中部内部差异小、东北与西部地区内部差

异大。交通条件是影响东部、中部经济发达地区国家地质公园可达性的主导因素,西部与东北地区国家地质公园可达性则受交通条件和地质公园分布密集度的双重影响。此外,可达性在国家地质公园聚集的基础上呈现出一定的区域中心性,即越靠近省级行政中心或交通枢纽,可达性水平越高。

参考文献(References)

- [1] 陈安泽. 中国国家地质公园建设的若干问题[J]. 资源与产业, 2003, 5(1): 58 - 64. [CHEN Anze. Some problems about the construction of National geological park of China [J]. Resources and Industries, 2003, 5(1): 58 - 64]
- [2] FARSANI N T, COELHO C, COSTA C. Geotourism and geoparks as novel strategies for socio-economic development in rural areas [J]. International Journal of Tourism Research, 2011, 13(1): 68 - 81.
- [3] 黄金火. 中国国家地质公园空间结构与若干地理因素的关系[J]. 山地学报, 2005, 23(5): 17 - 22. [HUANG Jinhua. The spatial structure of National geoparks and its relation with some factors of geography in China [J]. Mountain Research, 2005, 23(5): 17 - 22]
- [4] 刘海龙, 潘运伟. 我国地质公园的空间分布与保护网络的构建[J]. 自然资源学报, 2010, 25(9): 1480 - 1488. [LIU Hailong, PAN Yunwei. The spatial distribution of geoparks of China and suggestions on geological conservation network [J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25(9): 1480 - 1488]
- [5] 何小芊, 王晓伟, 熊国保, 等. 中国国家地质公园空间分布及其演化研究[J]. 地域研究与开发, 2014, 33(6): 86 - 91. [HE Xiaoqian, WANG Xiaowei, XIONG Guobao, et al. Study on the spatial distribution and its evolution of National geoparks in China [J]. Areal Research and Development, 2014, 33(6): 86 - 91]
- [6] 胡炜霞, 吴成基. 中国国家地质公园建设特色及快速发展过程中的问题与对策研究[J]. 地质论评, 2007, 53(1): 98 - 103. [HU Huixia, WU Chengji. The characteristics of National geopark in China, some problems and a study on some measures for its rapid construction [J]. Geological Review, 2007, 53(1): 98 - 103]
- [7] 陈安泽. 《国家地质公园规划》是建设和管理好地质公园的关键[J]. 地质通报, 2010, 29(8): 1253 - 1258. [CHEN Anze. The National geopark planning is the key to building and managing a geological park [J]. Geological Bulletin of China, 2010, 29(8): 1253 - 1258]
- [8] 赵逊, 赵汀. 地质公园发展与管理[J]. 地球学报, 2009, 30(3): 301 - 308. [ZHAO Xun, ZHAO Ting. Development and management of geopark [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2009, 30(3): 301 - 308]
- [9] 彭永祥. 国家地质公园转型创建国家公园的体制问题[J]. 山地学报, 2018, 36(2): 312 - 322. [PENG Yongxiang. On the system rebuilding for the integration of geoparks into National park under

- reform background [J]. *Mountain Research*, 2018, **36**(2): 312 - 322]
- [10] 徐胜兰,张远海,黄保健,等. 广西凤山岩溶国家地质公园典型地质遗迹景观价值[J]. *山地学报*, 2009, **27**(3): 373 - 380. [XU Shenglan, ZHANG Yuanhai, HUANG Baojian, et al. Comparative analysis on value of typical geological trace landscapes of Guangxi Fengshan Karst National geopark [J]. *Mountain Research*, 2009, **27**(3): 373 - 380]
- [11] 郭福生,姜勇彪,胡中华,等. 龙虎山世界地质公园丹霞地貌成景系统特征及其演化[J]. *山地学报*, 2011, **29**(2): 195 - 201. [GUO Fusheng, JIANG Yongbiao, HU Zhonghua, et al. Evolution and Genesis system features of Danxia landform in Longhushan world geopark [J]. *Mountain Research*, 2011, **29**(2): 195 - 201]
- [12] 张蕾,张绪教,武法东,等. 山西王莽岭国家地质公园地貌景观特征及其成因研究[J]. *地球学报*, 2014, **35**(3): 383 - 390. [ZHANG Lei, ZHANG Xujiao, WU Fadong, et al. Characteristics and Genesis of landscapes in Wangmangling National geopark, Shanxi Province [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2014, **35**(3): 383 - 390]
- [13] 陈英玉,龚明权,张自森. 青海省互助北山国家地质公园地质遗迹及其综合评价[J]. *地球学报*, 2009, **30**(3): 339 - 344. [CHEN Yingyu, GONG Mingquan, ZHANG Zisen. Geoheritage evaluation of the Huzhu Beishan mountain National geopark in Qinghai province [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2009, **30**(3): 339 - 344]
- [14] 赵汀,赵逊. 地质遗迹分类学及其应用[J]. *地球学报*, 2009, **30**(3): 309 - 324. [ZHAO Ting, ZHAO Xun. Geoheritage taxonomy and its application [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2009, **30**(3): 309 - 324]
- [15] 方世明,伍世良,李江风. 香港典型地质遗迹资源与地质公园建设[J]. *中国人口·资源与环境*, 2011, **21**(3): 147 - 150. [FANG Shiming, WU Shiliang, LI Jiangfeng. Hong Kong's typical geological heritage resources and geopark building [J]. *China's Population Resources and Environment*, 2011, **21**(3): 147 - 150]
- [16] 许基伟,方世明,黄荣华. 广西大化七百弄国家地质公园地质遗迹资源评价及地学意义[J]. *山地学报*, 2017, **35**(2): 221 - 229. [XU Jiwei, FANG Shiming, HUANG Ronghua. Evaluation of geological relic resources of Dahua Qibailong National Geopark in Guangxi and its scientific significance [J]. *Mountain Research*, 2017, **35**(2): 221 - 229]
- [17] 王彦洁,武法东,张建平. 北京延庆国家地质公园旅游资源类型与保护开发建议[J]. *资源开发与市场*, 2013, **29**(1): 110 - 112. [WANG Yanjie, WU Fadong, ZHANG Jianping. Tourism resources and development proposal of Beijing Yanqing National geopark [J]. *Resource Development & Market*, 2013, **29**(1): 110 - 112]
- [18] 吴艳飞,杨辉,唐朝晖. 广西桂平国家地质公园旅游产品开发[J]. *资源与产业*, 2013, **15**(1): 96 - 100. [WU Yanfei, YANG Hui, TANG Chaohui. Development of tourism products in Gungxi's GuiPing National geopark [J]. *Resources & Industries*, 2013, **15**(1): 96 - 100]
- [19] GEURSA K T, VAN W B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions [J]. *Journal of Transport Geography*, 2004, **12**(2): 127 - 140.
- [20] 潘竟虎. 中国国家森林公园空间可达性测度[J]. *长江流域资源与环境*, 2013, **22**(9): 1180 - 1187. [PAN Jinghu. Measurements for spatial accessibility of National forest parks in China [J]. *Resources and Environment in the Yangtza Basin*, 2013, **22**(9): 1180 - 1187]
- [21] 潘竟虎,李俊峰. 中国A级旅游景点空间分布特征与可达性[J]. *自然资源学报*, 2014, **29**(1): 55 - 66. [PAN Jinghu, LI Junfeng. Spatial distribution characteristics and accessibility of A-grade tourist attractions in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2014, **29**(1): 55 - 66]
- [22] 胡静,于洁,朱磊,等. 国家级水利风景区空间分布特征及可达性研究[J]. *中国人口资源与环境*, 2017, **27**(S1): 233 - 236. [HU Jing, YU Jie, ZHU Lei, et al. A study of space distribution characteristics and the accessibility of National water conservancy sights [J]. *China Population Resources and Environment*, 2017, **27**(S1): 233 - 236]
- [23] 靳诚,陆玉麒,范黎丽. 基于公路网络的长江三角洲旅游景点可达性格局研究[J]. *自然资源学报*, 2010, **25**(2): 258 - 269. [JIN Cheng, LU Yuqi, FAN Lili. Research on accessibility of scenic spots in the Yangtze River Delta based on land traffic network [J]. *Journal of Natural Resources*, 2010, **25**(2): 258 - 269]
- [24] 杨莹,姜琦刚. 基于GIS的长春市公园绿地可达性研究[J]. *世界地质*, 2017, **36**(4): 1315 - 1320. [YANG Ying, JIANG Qigang. Accessibility of urban park green space in Changchun based on GIS [J]. *Global Geology*, 2017, **36**(4): 1315 - 1320]
- [25] 钟业喜,刘影,赖格英. 江西省红色旅游景区可达性分析及空间结构优化研究[J]. *江西师范大学学报(自然科学版)*, 2011, **35**(2): 208 - 212. [ZHONG Yexi, LIU Ying, LAI Geying. The study on accessibility and spatial structures for red tourist attractions in Jiangxi Province [J]. *Journal of Jiangxi Normal University(Natural Sciences Edition)*, 2011, **35**(2): 208 - 212]
- [26] 李秀丽,刘占波,赵军. 石羊河流域居民地空间分布类型研究[J]. *内蒙古农业大学学报(自然科学版)*, 2008, **29**(4): 97 - 101. [LI Xiuli, LIU Zhanbo, ZHAO Jun. Space distribution type of residential area in Shiyang river basin [J]. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University(Natural Science Edition)*, 2008, **29**(4): 97 - 101]
- [27] 吴必虎,黄琢玮,马小萌. 中国城市周边乡村旅游地空间结构[J]. *地理科学*, 2004, **21**(6): 757 - 763. [WU Bihu, HUANG Zhuowei, MA Xiaomeng. Spatial structure of rural tourism attractions in suburban areas of China [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2004, **21**(6): 757 - 763]

- [28] 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 the Yangtze River Delta [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2006, **61**(12): 1235 - 1246]
- [29] 王文圣,金菊良,丁晶,等. 水资源系统评价新方法—集对评价法[J]. 中国科学 E 辑: 技术科学, 2009, **39**(9): 1529 - 1534. [WANG Wensheng, JIN Juliang, DING Jing, et al. A new approach to water resources system assessment - set pair analysis method [J]. *Science in China Series E: Technical Science*, 2009, **39**(9): 1529 - 1534]
- [30] 冯浩. 中国国家地质公园特征及现状分析[D]. 北京: 中国地质大学, 2016. [FENG Hao. A dissertation submitted to China university of geosciences for master degree [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2016]

Analysis on Spatial Accessibility of China's National Geopark

HE Xiaoqian¹, LIU Ce²

(1. Center of Geological Resource Economics and Management Research, East China University of Technology, Nanchang 330013, China;

2. School of Earth Sciences, East China University of Technology, Nanchang 330013, China)

Abstract: An analysis of spatial accessibility of National Geoparks can provide a theoretical basis for their spatial layout optimization and tourism development. Using analysis method of ArcGIS, here we studied spatial accessibility of National Geoparks based on analyses of the characteristics of their spatial distribution. The results showed that the distribution pattern of National Geoparks was generally clustered and the inter-provincial distribution was remarkable unbalanced. With the increase of the number of National Geoparks, the imbalance of provincial distribution was gradually decreasing. The distance and time accessibility of National Geoparks were superior to other types of National Nature Reserves. The 84.8% of National Geoparks located within 100 kilometers of prefecture-level cities. The average reachable time of National Geoparks was 67.33 minutes. Most of National Geoparks had an time accessibility of less than 60 minutes which accounted for 65.72% of the total number. On the overall accessibility of National Geoparks based on county units, it showed the appearance of “anti-natural gradient” that the line of “Heihe-Tengchong” was taken as a boundary. The eastern and central China had much higher accessibility than northeastern and western China, and the differences between eastern and central China were small. Meanwhile, the differences between northeastern and western China were large. There was a significant positive correlation between spatial distribution and spatial accessibility of National Geoparks, and the level of regional socio-economic developmental had an important influence on the spatial accessibility of National Geoparks.

Key words: National Geopark; spatial distribution; spatial accessibility; China