

# 地质遗迹资源调查以及评价方法

张国庆<sup>1,2</sup>, 田明中<sup>1</sup>, 刘斯文<sup>1</sup>, 耿玉环<sup>1</sup>, 郭婧<sup>1</sup>

(1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083 2. 东华理工大学地球科学与测绘工程学院, 江西 抚州 344000)

**摘要:** 近年来, 国内外在大力推进地质公园的申报与建设, 但对地质遗迹资源调查、评价基础理论与方法研究较少, 对近几年来参与有关地质遗迹调查与评价、地质公园申报建设项目的总结, 对地质遗迹调查与评价方法进行系统研究: 1. 资料收集、野外调研、科学研究、资源评价、报告撰写等一些主要阶段, 对地质遗迹调查评价的技术流程进行了设计。2. 采用由点到线, 由线到面的方式等方法, 对地质遗迹调查内容进行了总结, 并提出了一些地质遗迹资源调查质量控制方法。地质遗迹资源评价主要包括对地质遗迹资源要素、价值及开发利用条件的评价, 评价方法采用定性定量相结合的方法, 构建了地质遗迹定量评价指标体系, 利用层次分析法对各个指标的权重进行了分配, 在此基础上, 利用模糊数学模型可确定地质遗迹资源级别。实践证明, 此调查评价方法具有较好的适用性和普遍意义。

**关键词:** 地质遗迹; 调查; 评价; 地质公园

**中图分类号:** P96 **文献标识码:** A

地质遗迹是在地球漫长演化的地质历史时期由各种内外动力的地质作用形成、发展并保存下来的珍贵的不可再生的地质自然遗产, 包括有重要观赏和科学研究价值的地质地貌景观, 重要价值的地质剖面 and 构造形迹, 重要价值的古人类遗址、古生物化石遗迹, 特殊价值的矿物、岩石及其典型产地, 特殊意义的水体资源, 典型的地质灾害遗迹等<sup>[1]</sup>。作为一种兼具科研价值、科普价值、旅游价值和社会经济价值的资源, 它已越来越引起人们的重视。为了更好地保护和利用好地质遗迹资源, 2002年联合国教科文组织正式发布世界地质公园网络工作指南<sup>[2]</sup>, 2003年联合国教科文组织和国土资源部联合组建了世界地质公园网络办公室<sup>[3]</sup>, 截至2008年, 全球18个国家共建立世界地质公园57个, 我国已建立国家地质公园138个, 世界地质公园20个, 地质公园的建立极大地推动了地质遗迹的保护和合理开发。地质遗迹资源的调查与评价是地质公园建立的前提和核心, 目前国内在大力推进地质公园的

申报与建设, 但很少有对地质遗迹资源的调查及评价方法进行系统研究。本文在对参与的多个地质遗迹资源调查与评价、地质公园申报建设项目归纳总结的基础上, 提出了一套地质遗迹资源详细系统的调查评价方法。

## 1 地质遗迹资源调查评价技术流程设计

对一个地区地质遗迹资源的掌握主要包括调查与评价两大部分, 其工作流程可分为资料收集、野外考察、室内地质遗迹资源科学研究、地质遗迹资源评价、报告撰写等主要阶段(图1)。资料收集是地质遗迹调查评价的基础, 资料收集是否全面、详细系统关系到对一个地区资源的了解程度, 调查评价的效率, 主要包含文本资料、图件资料两大类; 在对地质遗迹资源初步了解的基础上, 设计考察路线, 进行野外调研, 主要包括对地质遗迹点特征的描述, 产状的测量、点经纬度坐标的测量、野外素描、拍照及摄像、

收稿日期(Received date): 2008-03-07; 改回日期(Accepted): 2009-03-10.

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金项目(40772200); 教育部科学技术研究重点项目(204081)。[Supported by Natural Science Foundation of China grant No. 40772200 The Key Project of Chinese Ministry of Education grant No. 204081.]

作者简介(Biography): 张国庆(1978-), 男, 陕西武功县人, 博士生, 研究方向: 地貌与第四纪地质学。[Zhang Guoqing(1978-), male, born in Wugong, Shaanxi province, PhD student mainly engaged in Geomorphology and Quaternary.] E-mail: gqzhang@126.com

样品采集等,这些野外收集的第一手资料是地质遗迹科学研究的重要基础和保障;地质遗迹资源科学研究是对地质遗迹科学特征进行综合研究,主要包括地质遗迹所在地区基本概况(地理位置、交通、气候、地貌、土壤、水文、矿产、动植物、地质灾害等)、社会经济状况、前人地质研究综述等,地质遗迹类型及主要特征,地质遗迹成因及演化过程,其他旅游资

源,区域对比分析,保护管理现状,目前存在的主要问题及保护开发建议等;在地质遗迹资源科学研究的基础上,对地质遗迹资源进行综合评价,包括定性和定量评价;最后是对前面研究成果的总结,并形成文字材料报告,主要包括综合考察报告、规划文本和说明书等。

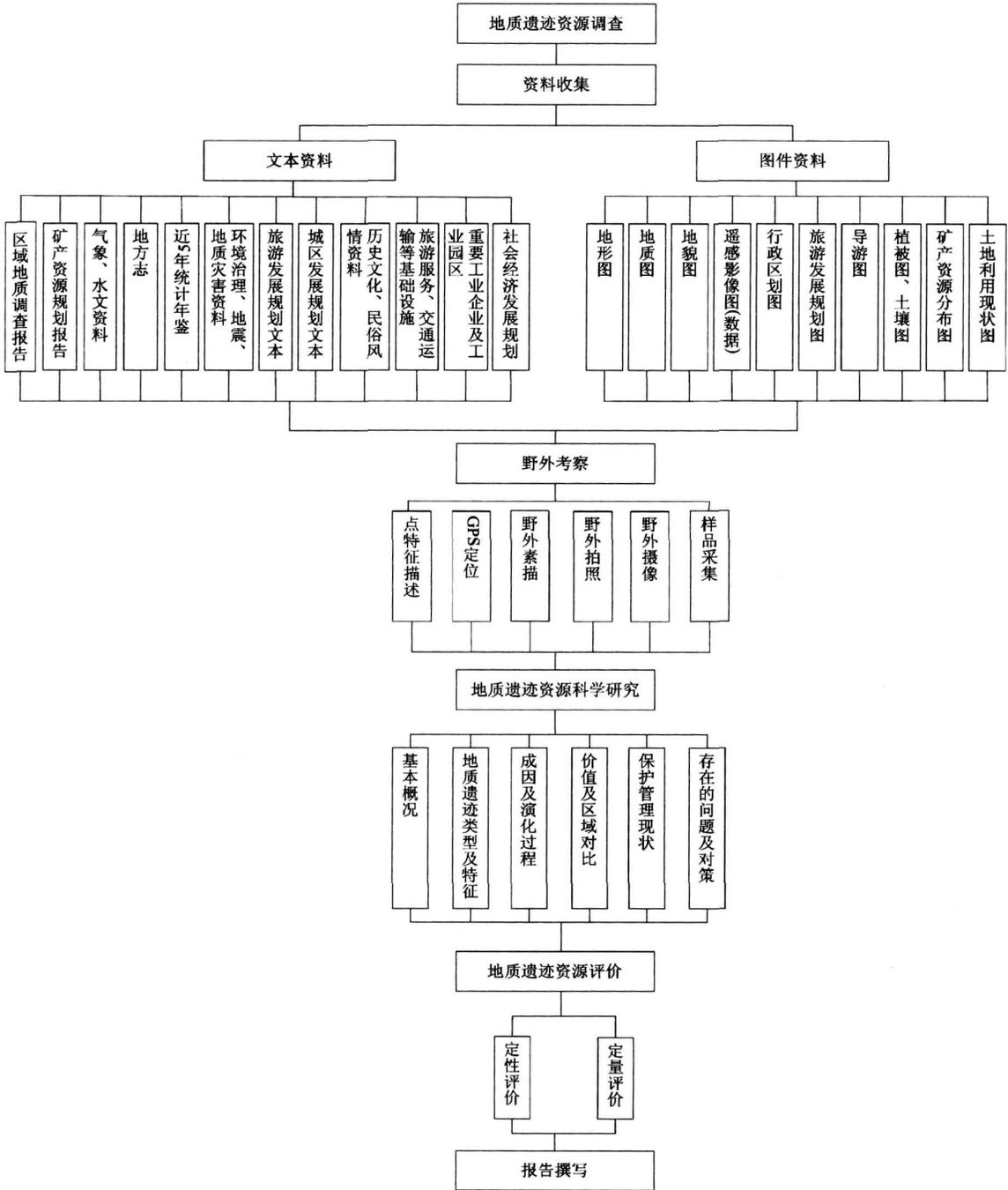


图 1 地质遗迹资源调查评价技术流程图

Fig 1 The flow chart of investigation and evaluation of geoheritage resources

## 2 地质遗迹资源调查

地质遗迹资源调查是地质遗迹资源保护和开发的前提,也是建立地质公园的基础。目前,由于地区经济发展的不平衡及地方领导的重视程度不同,我国重要的地质遗迹还缺乏系统调查、家底不清、未建立统一规范的数据库及分级、分类保护名录;社会公众包括政府的相关部门对地质遗迹知之甚少,全民的保护意识不强,地质遗迹仍然受到来自各个方面的威胁,不少地质遗迹景观的破坏仍在继续;在一些风景名胜、自然保护区以及森林公园等旅游区中的地质遗迹没有得到充分的利用等<sup>[4]</sup>,迫切需要开展全面系统的地质遗迹调查,系统地查清区域内地质遗迹资源的类型、数量、质量、特征、成因、时代和价值,以及有关的自然、社会、人文、经济等基本情况,为地质遗迹的评价、规划、保护和开发提供基础资料。

### 2.1 调查的内容和方法

地质遗迹资源调查的目的是查清地质遗迹资源的基本情况,为保护和合理开发利用提供必要科学依据。为了查明地质遗迹资源现状,应开展的调查内容有:1. 重要的地质剖面,构造形迹,古生物化石,矿物矿床等;2. 由内外地质作用形成的具有较高观赏价值的地质地貌景观,如河流、瀑布、湖泊、泉水、冰川、岩溶洞穴、峡谷、火山地貌、黄土地貌、丹霞地貌等;3. 地震、滑坡、泥石流、地裂及地面沉降等环境地质遗迹及发生规律;4. 特色稀有的动植物资源;5. 有观赏价值的各种人文历史景观;6. 当地的经济状况、民俗风情、游客接待能力、环境容量等;7. 当地的区位条件,交通状况;8. 特殊的气候、气象因素及环境因素;9. 邻区旅游资源状况。

普通旅游资源调查分为“旅游资源详查”和“旅游资源概查”两种方式<sup>[5]</sup>,对于地质遗迹资源调查,可采取详查和概查相结合的方式。具体实施方法可采用由点到线,由线到面(区)的方式<sup>[6-7]</sup>:点调查主要是对地质遗迹(景观)点进行观测,以获得全面的信息,可利用遥感影像对全区地质遗迹(景观)点进行解译、识别,对于发现的疑点、居民报景和线路调查中发现的新景点,应进行重点调查;线调查,是沿着考察路线对沿途各景点进行考察,随时留心观察地质地貌、山景水色、植被分布、风土乡情等,把观察到和了解到的信息做好详细记录,对各线路的

特点进行总结,开发具有特色的旅游路线;面(区)调查,是对既定区域内的地质遗迹资源进行调查,同时获得如地理位置(包括所属景区和行政隶属)、所处的自然和人文环境背景、景区基本情况、旅游交通、旅游设施、旅游服务接待情况、城市依托条件等相关信息。

### 2.2 地质遗迹资源调查的质量控制

为了保证地质遗迹资源调查成果的质量,需要遵循科学的调查程序和调查方法,主要应坚持以下3点:1. 有计划的调查。事先要制定详细的计划,安排合理的调查路线和调查时间;2. 有目的的调查。应熟悉前人研究的各种资料和成果,调查中随时分析、转化、利用这些资料与成果,并在现场对其进行校核,特别要强调收集第一手资料,包括现场观察、测量、拍照、素描、采集标本和样品等;3. 有重点的调查。对于科学价值高,景观独特、稀有的地质遗迹资源要多分配时间,重点调查,对一些重点地区,还要开展详细的大比例尺区域地质填图(1:5万),对于某些难以确定的地质遗迹资源,可采集样品进行实验室测试分析等进行确认。

调查过程中要有严格的质量控制意识,由于地质遗迹资源的科学内涵丰富,资源赋存环境复杂,往往要经过认真的科学鉴定才能真正认识和掌握,调查人员需要掌握相关专业知识和正确认定,一般调查组人员应至少包含地质学、地理学、旅游学等方面的专业人员,并对相关主干学科知识熟悉掌握(图2)。各类调查成果的采集应保证其科学性、客观性和准确性。

## 3 地质遗迹资源评价

### 3.1 地质遗迹资源评价内容

地质遗迹资源评价,是对研究区域内各种重要地质遗迹资源的数量与质量、结构与分布以及开发潜力等方面的评价,明确所规划的地域内各种遗迹资源地域组合特征、结构和空间配置情况,掌握各种地质遗迹资源,特别是重要地质遗迹资源的开发潜力,为制定人地协调发展与强化地域系统功能的国土规划和地质遗迹资源保护与合理开发规划提供全面的科学依据<sup>[8]</sup>。地质遗迹资源综合评价包括对地质遗迹资源要素和自身价值的评价,也包括对资源开发利用条件的评价<sup>[4,9,10]</sup>,其主要内容包括:价值和功能、数量、密度、特性、空间分布格局、区位条

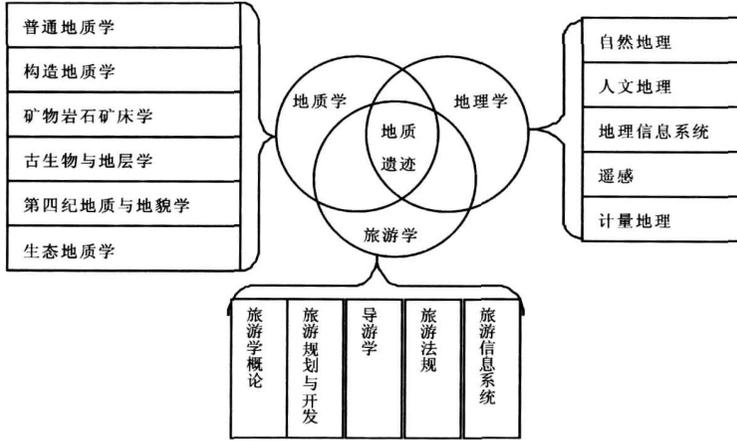


图 2 地质遗迹调查知识谱系

Fig. 2 The investigation know ledge pedigree of geoheritage

件、社会经济条件、环境容量、客源市场条件、基础设施条件、投资环境等。

### 3.2 地质遗迹资源评价方法

#### 3.2.1 定性评价

地质遗迹资源评价分为定性评价和定量评价两种。定性评价主要是根据评价者的实际经验对旅游资源的性质、特点、质量、功能等方面进行文字上的描述与分析。对地质遗迹资源定性评价通常是对地质遗迹景观自然属性特征及景观价值的评价,其自然属性特征主要包括典型性、稀有性、自然性和原始性、系统性和完整性、优美性等;地质遗迹景观价值包括科学价值、社会和经济价值、生态价值、历史文化价值等。由于定性评价与评价者的工作经验、现场感受和当时的心境有很大关系,评价结果带有很大的主观性,不同的评价者或者同一评价者在不同的环境下可能得出差别很大的评价结果,定量评价可以弥补这一缺点。因此,通常采用定性评价与定量评价相结合的方式。

#### 3.2.2 定量评价

1. 评价指标体系。确立评价指标体系是评价内容的核心,为了更好地体现地质遗迹资源的价值及特征,笔者在对近几年来参加地质遗迹调查与评价及地质公园申报项目工作总结的基础上,同时结合前人有关研究成果<sup>[9-11]</sup>,将地质遗迹评价指标体系划分为4个层次,即总目标层、评价综合层、评价项目层、评价因子层(图3)。

2. 评价方法。目前国内外对旅游资源定量评价多采用层次分析法(AHP)<sup>[9-12]</sup>。AHP法是通过系统的多个因素的分析,划分出各因素间相互联系的有序层次,再请专家对每一个层次的各因素进行比较客观的判断后,给出相对重要性的定量指标,建立数学模型,计算每一层次评价过程在定性指导下尽可能的定量,以提高评价的准确性。运用AHP法,得出地质遗迹资源评价指标的权重,如表1所示。

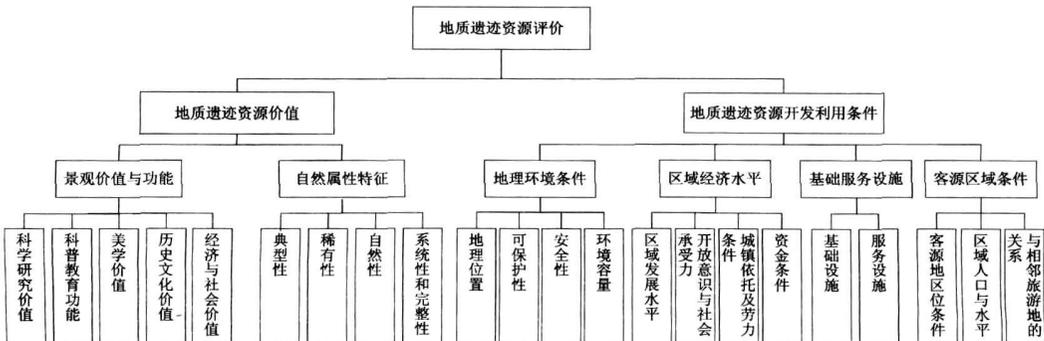


图 3 地质遗迹资源评价模型树

Fig. 3 The evaluation model tree of geoheritage resources

表 1 地质遗迹资源评价指标及权重

Table 1 The assessment index and factor weight of geoheritage resources

评价综合层	权重	评价项目层	权重	评价因子层	权重
地质遗迹资源价值	0.7	景观价值与功能	0.41	科学研究价值	0.12
				科普教育功能	0.1
				美学价值	0.06
				历史文化价值	0.05
				经济与社会价值	0.08
		自然属性特征	0.29	典型性	0.08
				稀有性	0.08
				自然性	0.05
				系统性和完整性	0.08
				地质遗迹资源开发利用条件	0.3
可保护性	0.015				
安全性	0.005				
环境容量	0.02				
区域经济水平	0.1	区域发展总体水平	0.03		
		开放意识及社会承受力	0.02		
		城镇依托及劳力条件	0.02		
基础服务设施	0.08	资金条件	0.03		
		基础设施	0.04		
		服务设施	0.04		
客源区域条件	0.06	客源地区位条件	0.02		
		区域人口与水平	0.025		
				与相邻旅游地的关系	0.015

从表 1 可以看出, 地质遗迹资源价值占的权重最大, 为 0.7, 这说明在开发利用地质遗迹资源时, 其价值是最重要因素, 其高低决定了开发价值的大小及地质公园申报建设的级别。地质遗迹资源开发利用条件权重为 0.3, 虽不占主要地位, 但对资源开发价值影响较大。

确定了各指标因素的权重, 还需要对每一因素和因子按一定分级给定标准, 对于各个评价单元的模糊得分, 通过专家评分法求得, 综合得分按下面模糊数学模型计算, 并在此基础上确定地质遗迹景观资源级别

$$A = \sum_{i=1}^n S_i \cdot W_i$$

式中  $A$  为地质遗迹资源评价综合得分;  $S$  为某个评价因子的模糊得分;  $W$  为某个评价因子的权重,  $i$  为第  $i$  项因素。

## 4 结论

地质遗迹资源调查评价是地质公园建设、地质遗迹资源可持续利用的前提和重要环节。本文是对 2005 年完成的“内蒙古克什克腾世界地质公园”和“四川兴文石海世界地质公园”、2006 年完成的“泰山世界地质公园”、2007 年完成的“四川自贡恐龙世界地质公园”、2008 年完成的“阿拉善沙漠世界地质公园”及“内蒙古阿尔山国家地质公园”、“辽宁本溪国家地质公园”等地质公园地质遗迹调查评价、地质公园申报建设项目的总结, 在这些地质公园的申报过程中得到了广泛的应用并取得了较好的成绩, 已说明本调查评价方法具有较好的适应性和普遍意义, 可为指导地质公园建设、为旅游地学的发展提供理论支持。

## 参考文献 (References)

- [1] Department of Geological Environment Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. Construction Working-guide of China National Geopark [M]. Beijing: China National Land Press, 2006 [国土资源部地质环境司. 中国国家地质公园建设工作指南[M]. 北京: 中国大地地质出版社, 2006]
- [2] Zhao Xun, Zhao Ting. The publishing of Global Geopark Working-guide and Significance [J]. *Geological Review*, 2002, 48(5): 517 [赵逊, 赵汀. 世界地质公园工作指南发布及意义 [J]. 地质论评, 2002, 48(5): 517]
- [3] Chen Congxi. Progress and Suggestions of Domestic and Foreign Geological Heritage Protection and Geopark Construction [J]. *Land and Resources Information*, 2004(5): 8~11 [陈从喜. 国内外地质遗迹保护和地质公园建设的进展与对策建议 [J]. 国土资源情报, 2004(5): 8~11]
- [4] Guo Jianqiang. A Preliminary Discussion about Survey and Assessment of Geological Vestiges Landscape [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2005, 25(2): 104~109 [郭建强. 初论地质遗迹景观调查与评价 [J]. 四川地质学报, 2005, 25(2): 104~109]
- [5] General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. GB/T 18972-2003 Classification, Investigation and Evaluation of Tourism Resources [S]. Beijing: Standards Press of China, 2003 [中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 18972-2003 旅游资源分类、调查与评价 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2003]
- [6] Xu Quanqing. China Tourism Geology [M]. Beijing: Geological Press, 1997 [徐泉清. 中国旅游地质 [M]. 北京: 地质出版社, 1997]
- [7] Gao Songfeng, Shen Yanping. Study on Investigation Method of Regional Geological Tourism Resources [J]. *Science & Technology Progress and Policy*, 2003(S1): 82~83 [高松峰, 申燕萍. 区域地质旅游资源的调查方法研究 [J]. 科技进步与对策, 2003(S1): 82~83]
- [8] Li Lierong, Jiang Jianjun, Wang Wen. China Geological Heritage Resources and their Management [M]. Beijing: China National Land Press, 2002 [李烈荣, 姜建军, 王文. 中国地质遗迹资源及其管理 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2002]
- [9] Fang Shiming, Li Jiangfeng. Zhao Laishi. Assessment Index System of Geological Relic Resources [J]. *Earth Science-Journal of China University of Geosciences*, 2008, 33(2): 285~288 [方世明, 李江风, 赵来时. 地质遗迹资源评价指标体系 [J]. 地球科学-中国地质大学学报, 2008, 33(2): 285~288]
- [10] Chen Anze, Lu Yunting. Introduction to Tourism Geology [M]. Beijing: Peking University Press, 1991 [陈安泽, 卢云亭. 旅游地质概论 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1991]
- [11] Yang Jian, Feng Hui, Shi Rong. Research on the Estimation of Geological Landscape—Tourism Resources Based on the Valuation of Tourism Resources of Biology Reef in Anxian County [J]. *Journal of Southwest University of Science and Technology*, 2008, 25(2): 7~11 [杨剑, 冯卉, 施蓉. 地质景观旅游资源评价研究——以安县生物礁旅游资源评价为例 [J]. 西南科技大学学报: 哲学社会科学版, 2008, 25(2): 7~11]
- [12] Cheng Daopin, Lin Zhi. The Application of Fuzzy Evaluation to Tourism Resources Appraisal [J]. *Journal of Guilin Institute of Technology*, 2001, 21(2): 186~190 [程道品, 林治. 模糊评价法在旅游资源评价中的应用 [J]. 桂林工学院学报, 2001, 21(2): 186~190]

## The Methods of Investigation and Evaluation of Geological Heritage Resources

ZHANG Guoqing<sup>1,2</sup>, TAN Mingzhong<sup>1</sup>, LU Siwen<sup>1</sup>, GENG Yuhuan<sup>1</sup>, GUO Jing<sup>1</sup>

(1 School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2 Faculty of Geosciences and Survey Engineering, East China Institute of Technology, Fuzhou, Jiangxi 344000, China)

**Abstract** In recent years, the application and construction of Geopark have developed rapidly, but the research of theory and method of geological heritage investigation and evaluation is little. In this paper, the methods of geological heritage investigation and evaluation are studied systematically on the basis of Geopark application and construction projects. We designed the technological process of geological heritage investigation and evaluation, the process includes 4 steps such as data collection, field investigation, scientific research, resources evaluation, writing reports etc. The contents of geological heritage investigation are summarized, the investigation method is from point to line, then from line to area. The quality control methods of investigation are put forward. The contents of evaluation are geological heritage element, value and condition of exploitation and using. The method of evaluation is qualitative and quantitative. The index system of quantitative evaluation is established and the factor weight is distributed using AHP (Analytic Hierarchy Process). At last, the grade of geological heritage can be determined using fuzzy mathematical model. The projects accomplished show that these methods of investigation and evaluation have better applicability and universal significance.

**Key words** Geological heritage, investigation, evaluation, Geopark