

河北迁安-迁西国家地质公园地质遗迹资源类型划分及评价

武红梅, 武法东

中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083

摘要: 迁安-迁西国家地质公园拥有古老地层、峡谷、溶洞、断层、褶皱等丰富的地质遗迹资源, 其中以古老地层剖面为其主体内容。本文是在地质遗迹资源调查研究的基础上, 将该公园地质遗迹资源类型划分为地层学遗迹、地貌类遗迹、构造地质遗迹和古生物化石遗迹 4 大类, 然后以地质遗迹资源单体或类型为评价对象, 运用层次分析法(AHP), 对地质遗迹资源自身价值要素进行定量评价, 得出迁安-迁西国家地质公园内的主要地质遗迹资源达到世界级 1 处, 国家级 10 处, 省级 15 处, 地方级 17 处。该评价结果是深入分析迁安-迁西国家地质公园内地质遗迹资源状况的基础, 对公园地质遗迹的保护、开发利用和规划管理工作具有一定的参考价值。

关键词: 国家地质公园; 地质遗迹; 资源类型; 资源评价; 层次分析法

中图分类号: K928.72; X820.2 **文献标志码:** A **doi:** 10.3975/cagsb.2011.05.13

The Classification and Assessment of Geological Heritage Resources in the Qian'an-Qianxi National Geopark

WU Hong-mei, WU Fa-dong

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

Abstract: The Qian'an-Qianxi National Geopark has rich geological heritage resources, such as ancient strata, canyons, caves, faults and folds, in which the whole stratigraphic systems, such as Qianxi Group, Changcheng System and Ordovician section, play an important role. On the basis of detailed researches, the geological heritage resources are divided into four categories, i.e., geological heritage sites of stratigraphy, geomorphological heritages, structural geological heritages and fossil heritages. In evaluating geological heritages, the monomers or types of geological heritage resources are taken as the objects of evaluation, the value of resource factor and the external factors of resources are chosen as the layer of comprehensive evaluation of the geological heritage resources, and the value of resource, the characteristics of resource, the influence on resources and the environmental factors are selected as the project of evaluation. In the project of evaluation, 13 evaluation factors are determined through refinement, which are scientific value, the value of science education, the value of tourism development, aesthetic value, rarity and peculiar nature, vulnerability, scale, abundance, integrity, social awareness, social influence, ecological environment, and geological environment. Then the Analytic Hierarchy Process (AHP) method is employed to evaluate the value of geological heritage resources. The results have led the authors to reach the conclusion that the Qian'an-Qianxi National Geopark includes a world-class geological heritage, 10 national geological heritages, 15 provincial geological heritages and 17 local geological heritages. The results obtained by the authors can help understand the geological heritage resources in the Qian'an-Qianxi national geological park, and can also provide basis for the protection, development and utilization of geological heritages as well as the planning and management of the geopark.

Key words: national geopark; geological heritage; types of resources; assessment of geological heritages; Analytic

本文由“迁安-迁西国家地质公园规划”项目资助。

收稿日期: 2011-05-26; 改回日期: 2011-06-24。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介: 武红梅, 女, 1982年生。硕士研究生。从事地质遗迹调查与评价研究。通讯地址: 100083, 北京市海淀区学院路29号。

E-mail: wuhm123@hotmail.com。

通讯作者: 武法东, 男, 1953年生。教授。从事第四纪地质学研究。通讯地址: 100083, 北京市海淀区学院路29号。

Hierarchy Process (AHP)

迁安-迁西国家地质公园位于河北省东北部, 唐山市境内。地理位置为东经 118°11'04" ~ 118°38'22", 北纬 39°57'47" ~ 40°26'01"。由迁安、迁西两个园区, 共 6 个景区构成, 总面积 55.21 km²。它是一个以优美自然风光为依托, 以古老地层剖面为主体, 蕴含丰富的地质地貌遗迹、构造地质遗迹、古生物化石遗迹等地质遗迹资源和人文旅游资源的国家级地质公园。

1 区域地质背景

1.1 地层与岩石

公园所在区域内出露的地层较为完整, 自太古界至新生界均有分布(见图 1)。主要地层有: 太古界迁西群, 被公认为华北地区乃至中国最古老的地层(兰玉琦等, 1990), 主要岩性是中、高级变质的强烈混合岩化的片麻岩、斜长角闪岩及辉石麻粒岩; 元

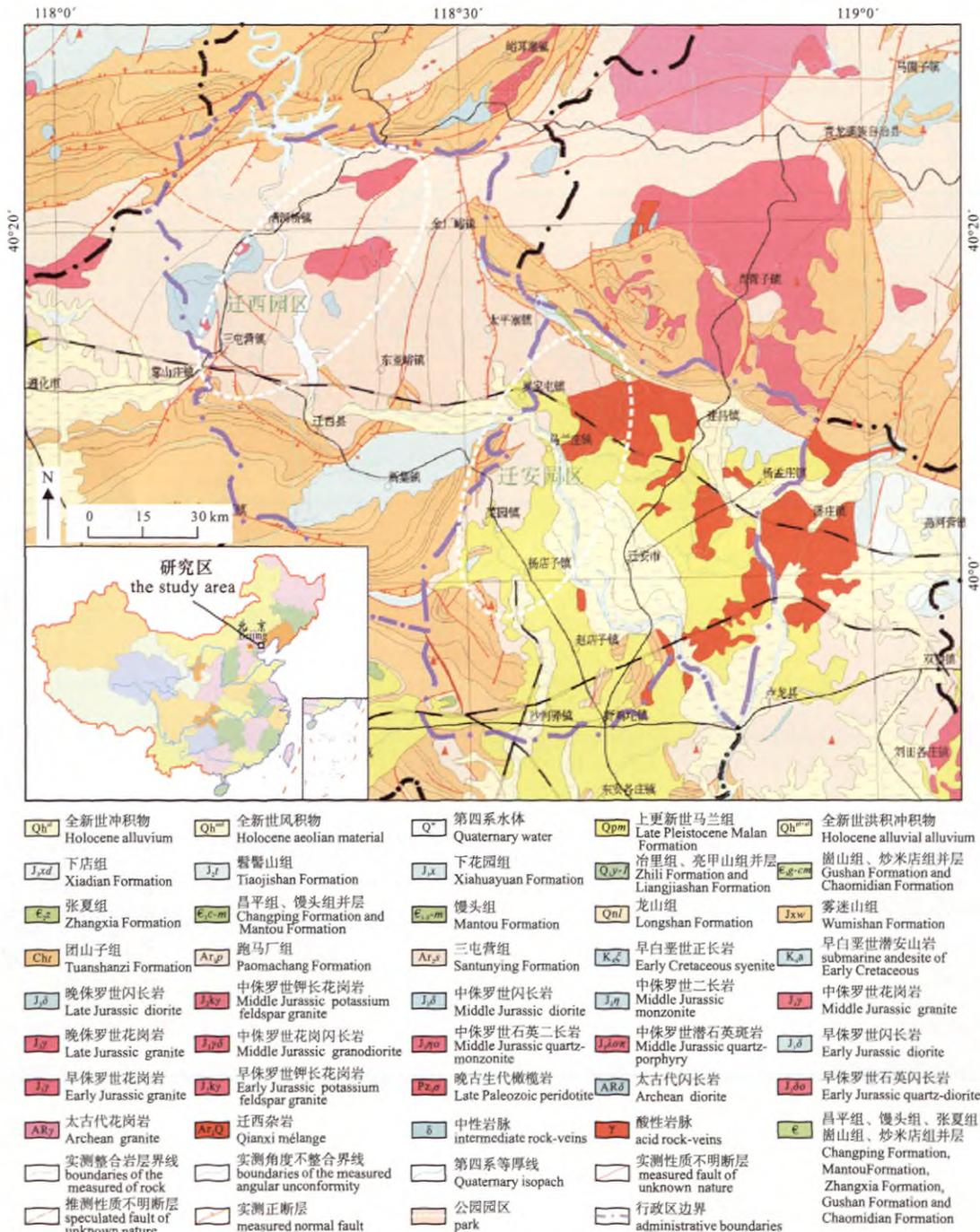


图 1 迁安-迁西国家地质公园区域地质图
Fig. 1 Regional geological map of the Qian'an-Qianxi National Geopark

古界包括长城系、蓟县系和青白口系,岩性以粗碎屑岩、砂泥岩和碳酸盐岩为主;古生界主要出露的是奥陶系,主要岩性是一套富含三叶虫化石的浅海沉积环境形成的碳酸盐岩沉积;中生界主要是侏罗系的髻髻山组和后城组,属于复杂的陆相火山-沉积岩系,主要由陆源碎屑岩及中酸性火山岩夹煤层及油页岩组成,含丰富的动物化石;新生界仅发育第四系,是一套河流湖泊相的灰绿、酱紫色泥质粉沙及粘土层、沙砾石透镜体,生物化石丰富。

1.2 地质构造

地质公园在大地构造位置上处于阴山纬向构造带东段与东亚新华夏构造体系的隆起与沉降带的复合地段,构造甚为复杂。经历了吕梁运动、蓟县运动、加里东运动、燕山运动、喜马拉雅运动等构造运动的多次叠加形变,形成了断层、褶皱及不整合等复杂的构造地质遗迹。

区域的构造形迹可以分属于两个构造体系,即纬向构造体系 and 新华夏系构造体系。纬向构造体系是一个活动时间最长、展布范围最广、具有基础构造骨架性质的重要构造体系。构造形迹为近东西向展布,分布在北部地区,此外南部亦有零星东西向褶皱和断层分布。燕山期的构造活动强化了纬向构造体系,使长城纪以来的沉积层形成了壮观的东西向褶皱。新华夏系构造体系是一套南北向或东北向展布的压扭性断裂带,分布在区域的中部和东部地区。断裂规模一般较大,结构面上有多次活动性质,构造线方向变化较大。

1.3 岩浆活动

区内岩浆岩十分发育,太古代、晚古生代、中生代和新生代都有岩浆活动,但以中生代和新生代为最发育。主要的岩性为中酸性的安山岩、流纹岩,分布在东部及北部地区。

2 地质遗迹类型

地质遗迹资源类型是地学科学研究及旅游开发的重要的资源基础(唐勇等, 2010)。但是,目前尚未存在一个统一的地质遗迹的分类方案(郭建强, 2005)。为使该公园地质遗迹类型划分更加合理,作者结合实际情况,根据公园内地质遗迹资源的成因、现存状况、形态、特性等(余菡, 2006; 方世明等, 2010; 田毓仁等, 2010),并参考了赵逊、赵汀的地质遗迹类型分类方案(赵逊等, 2003; 赵汀等, 2009),将迁安-迁西国家地质公园的地质遗迹资源划分为4大类:地层学遗迹、地貌类遗迹、构造地质遗迹和

古生物化石遗迹。

2.1 地层学遗迹

2.1.1 迁西群标准地层剖面

公园内出露的太古界迁西群标准地层剖面,以含辉石为特点,主要由各种麻粒岩、片麻岩和斜长角闪岩组成。它不仅是中国最古老的陆核,也是世界上仅有的6处最古老陆核之一。据伍家善、刘敦一等(1991)测年资料,该地层年龄值为3650~3720 Ma。迁西群的重要组成单位上川组和三屯营组的建组剖面均位于公园内,可用于地层的划分和对比。

2.1.2 长城系地层剖面

公园内长城系地层极为发育,出露有常州沟组、串岭沟组、团山子组、大红峪组和高于庄组地层。常州沟组以粗碎屑岩为主,发育大型交错层理,在迁安园区内构成了峰林地貌,并发育有峡谷。

2.1.3 奥陶系地层剖面

地质公园附近发育有完整的奥陶系地层剖面,其中主要发育于早奥陶纪的冶里组。该区奥陶系地层的沉积层序代表了中朝地台奥陶纪的总体沉积特征,是华北地区乃至中国和国际上奥陶纪地层划分和对比的唯一标准。

2.1.4 第四系迁安组标准地层剖面

公园内,迁安组分布面积较大,连续性较好,它的发育层位与马兰组中段层位相当,是以河流湖泊相为主的地层。该地层剖面的命名地是公园迁安园区所在地,它是华北地区典型的对比剖面之一。

2.2 地貌类遗迹

公园内的地质地貌遗迹主要有分布于挂云山景区的石河、石海、峰林、常州沟组砾岩滚石、云山峡谷、塔寺峪峡谷,山叶口景区的大型构造节理作用形成的砾岩滚石群,红峪口景区的溶洞,青山关景区的八面峰,景忠山景区的峡谷、洞穴等。其中,挂云山景区的塔寺峪峡谷是构造运动和河流侵蚀共同作用的结果,它现处于发育的中期,生态环境良好;红峪口景区的溶洞是发育在下元古界长城系高于庄组的碳酸盐岩地层中,洞内石笋、石钟乳、石柱等发育较好,且有含金石英脉。

2.3 构造地质遗迹

公园内地质构造复杂,保留有各种构造遗迹。其中,挂云山景区有长城系常州沟组与迁西群三屯营组地层的角度不整合,喜峰口景区有长城系砂岩与太古界片麻岩的不整合接触。公园内发育有各种规模的断层、褶皱及构造节理,如喜峰口景区的断

层、大型的褶皱及倒转褶皱地质遗迹,红峪口景区连续的小型褶皱、小断层及红峪山庄白云岩中密集的大型节理,挂云山景区的巨型滚石上发育平整的剪切面,云山峡谷中节理组及伴生断层。

除此之外,公园内还发育有大型交错层理、波痕等沉积构造地质遗迹。如挂云山景区内发育在长城系常州沟组中的交错层理和山叶口景区的褐红色粗砂岩中交错层理;青山关景区的板状交错层理。

2.4 古生物化石遗迹

迁安园区内有许多古生物化石,其中最具有代表性的古菱齿象化石。它是国内保存较完整三具古菱齿象化石之一,是研究该区域古地理环境变化的重要证据。另外,迁安组中所包含两种生物组合,分别代表了早期温暖、晚期寒冷两种气候环境,也可用于研究该区域自然环境的演化。

3 地质遗迹资源评价

地质遗迹资源评价是地质公园规划建设的理论依据,是提高地质遗迹资源开发利用科学性,避免地质遗迹保护规划建设盲目性的重要手段(李烈荣等,2002)。地质遗迹资源评价的科学性和合理性直接影响着地质公园的建设和长远发展(董婷婷等,2011;肖景义等,2011)。但是,目前一些对地质遗迹资源评价的研究存在一个误区,就是将地质遗迹资源评价与地质遗迹资源开发评价混淆在一起,将地质遗迹资源附生环境和开发条件要素列为评价因子。实际上,这两种评价的对象是不同的,地质遗迹资源评价是针对地质遗迹资源单体或其基本类型性状的评价,包括它的资源要素价值、资源影响力等的评价。而地质遗迹资源开发评价则是对若干地质遗迹资源单体或基本类型所在的公园开发前景的评价,包括地质遗迹资源系统,公园的服务、设施、管理,市场效益等的评价(尹泽生,2006)。

本文主要是以地质遗迹资源单体或类型为评价对象,对地质遗迹资源自身价值要素进行评价。

3.1 评价方法

地质遗迹资源评价方法有定性和定量两种。定性评价是研究者的主观判断,其评价结果受研究者主观因素的影响较大。而定量评价是采用数量化的模型或方法对评价对象的主要因子进行数量化的分析与预测,其评价结果是客观的数据指标。现常用的定量评价方法有层次分析法(AHP)、模糊综合评价法、主成分分析法。本文采用的是目前国内外定量评价中采用最多的一种方法——层次分析法

(AHP)(陈安泽等,1991;程道品等,2001)。

层次分析法又简称为AHP法,它的基本思路是先按问题要求建立起一个递阶层次的模型树,再由专家和决策者对所列指标通过两两比较重要程度而逐层进行判断评分,确定评价因子的权重,进而利用计算判断矩阵的特征向量确定下层指标对上层指标的贡献程度,以确定相关因素对上层因素的相对重要序列。

3.1.1 评价指标

评价指标的选择是评价体系中重要的一环,评价指标的合理与否关系着评价结果的好坏。地质遗迹资源评价要选取能充分体现地质遗迹重要性的指标因素。

地质遗迹资源的价值表现为多方面,如科学价值、美学价值、科普教育价值、旅游开发价值等,此外,还表现在地质遗迹资源的珍稀与奇特程度、脆弱性、规模、丰度、完整程度上,它们都是描述地质遗迹资源价值不能忽略的因素,可将这些价值转化为量化的评价因子。外界对地质遗迹资源的认知程度和其社会影响力,也是体现其价值的重要内容。生态、地质环境状况,可以作为评价地质遗迹资源的辅助因子(陈英玉等,2009)。

由于地质遗迹资源不同于其他的旅游资源,它的开发要以保护为前提,重点是保护,开发为其次。所以综合考虑地质遗迹资源自身特点,并结合前人的研究成果(方世明等,2008;杨剑等,2008;张国庆等,2009;龚明权等,2009),将地质遗迹资源评价综合层定为资源要素价值、资源外部因素,评价综合层次下的评价项目层定位资源价值、资源特性、资源影响力、环境要素,评价项目层下再按不同特性细化为13个评价因子:科学研究价值、科普教育价值、旅游开发价值、美学价值、稀有性与奇特性、脆弱性、规模、丰度、完整性;社会认知度、社会影响力;生态环境、地质环境。地质遗迹资源评价指标体系详见下表1。其中,由于脆弱性是地质遗迹资源评价的负向影响因子,所以在评价的过程中对其权重取负值。

3.1.2 指标权重

邀请地质、旅游、环境、国土等方面的专家30人,深入了解迁安-迁西国家地质公园资源情况后,对评价体系中同一层次的因素相对于上一层次的因素相对重要性给出判值(1,3,5,7,9),然后根据这些判断值构造出判断矩阵,运用层次分析法软件yaahp,求出各因素的权重值(表1)。

表 1 地质遗迹资源评价指标
Table 1 Indices for assessment of geological heritage resources

评价综合层	权重	评价项目层	权重	评价因子层	权重
资源要素价值	0.72	资源价值	0.43	科学研究价值	0.14
				科普教育价值	0.12
				旅游开发价值	0.09
				美学价值	0.08
				稀有性与奇特性	0.10
资源外部因素	0.28	资源特性	0.29	脆弱性	-0.04
				规模	0.08
				丰度	0.07
				完整程度	0.08
				社会认知度	0.08
资源影响力	0.15	资源影响力	0.15	社会影响力	0.07
				生态环境	0.06
				地质环境	0.07
环境要素	0.13	环境要素	0.13	生态环境	0.06
				地质环境	0.07

3.1.3 评价模型

对迁安-迁西国家地质公园的地质遗迹资源的资源要素价值、资源影响力、环境要素三个方面进行综合定量评价。其评价模型(余珍凤等, 2009; 李翠林等, 2011)为:

$$X = \sum_{i=1}^n a_i w_i$$

式中: X 为地质遗迹资源单体或类型综合评价结果值; a_i 为第 i 个评价因子的权重; w_i 为第 i 个评价因子的评价值; n 为评价因子的数目。专家对地质遗迹资源单体或类型的各评价因子进行打分, 满分为 100 分, 然后根据评价模型计算出地质遗迹资源所有评价因子综合得分值。

依据地质遗迹资源评价因子总分, 将其分为四个等级, 从高级到低级为: 世界级地质遗迹资源(得分值 ≥ 90 分)、国家级地质遗迹资源(得分值: 80 ~ 90 分)、省级地质遗迹资源(得分值: 70 ~ 80 分)、地方级地质遗迹资源(得分值: 60 ~ 70 分)。

3.2 评价过程及评价结果

根据陈安泽(2003)对地质地貌景观资源综合分类, 将本文地质遗迹资源定位在亚类级别上进行评价, 依据上述确立的评价方法、评分指标及评价模型, 借鉴已有的国家地质公园定量评价表、地质遗迹资源评价专家咨询表(薛滨瑞等, 2011), 进行专家打分, 然后对各位专家给出的分值统计计算后, 得出迁安-迁西国家

地质公园主要地质遗迹资源等级(表 2)。从表中可以看出迁安-迁西国家地质公园主要地质遗迹资源世界级 1 处, 国家级 10 处, 省级 15 处, 地方级 17 处。

4 结论

本文通过对区域地质背景、地质遗迹资源特征及成因等的一系列研究, 并结合前人的地质遗迹类型划分方案, 将迁安-迁西国家地质公园地质遗迹类型划分为四大类: 地层学遗迹、地质地貌类型地质遗迹、构造地质遗迹和古生物化石遗迹。通过运用层次分析法, 对公园内主要地质遗迹资源进行定量化评价, 确定出了公园内主要地质遗迹资源级别: 迁西群标准地层剖面为世界级; 奥陶系地层剖面、长城系剖面、上川组建组剖面、三屯营组建组剖面、雾迷山组地层剖面、挂云山不整合接触、喜峰口景区的不整合接触、断层构造地质遗迹, 古菱齿象化石、迁安组内生物化石等为国家级; 长城系地层剖面、第四系迁安组地层剖面、节理、断层、接触不整合、峡谷、山峰、溶洞、砾岩滚石等为省级; 洞穴类、水景类等为地方级。该定量化评价结果, 是正确认识迁安-迁西国家地质公园地质遗迹资源的状况, 确定公园地质遗迹资源保护和开发模式的基础, 它对公园地质遗迹资源的保护、开发以及公园的规划和管理工作具有一定的参考价值。

表2 迁安-迁西国家地质公园主要地质遗迹资源评价结果
Table 2 Results of assessment of the Qian'an-Qianxi National Geopark

编号	主要地质遗迹资源	地质遗迹类型	评价因子综合得分	级别
1	迁西群标准剖面	地层类	93	世界级
2	奥陶系剖面	地层类	86.2	国家级
3	长城系剖面	地层类	81.5	国家级
4	第四系迁安组标准剖面	地层类	78.1	省级
5	上川组建组剖面	地层类	85.5	国家
6	三屯营组建组剖面	地层类	86.0	国家
7	常州沟组剖面	地层类	77.4	省级
8	红峪口雾迷山组剖面	地层类	81.1	国家级
9	山叶口砾岩滚石群	山石景观类	79.3	省级
10	挂云山石海、石河	山石景观类	65.8	地方级
11	挂云山常州沟组滚石	山石景观类	78.9	省级
12	挂云山山峰	山石景观类	78.6	省级
13	喜峰口长城系砂岩	山石景观类	75.7	省级
14	景忠山象形石(棒槌岩)	山石景观类	64.2	地方级
15	景忠山象形石(鸽子窝)	山石景观类	64.0	地方级
16	青山关八面峰	山石景观类	71.5	省级
17	山叶口千尺瀑	水景类	63.6	地方级
18	挂云山瀑布	水景类	61.2	地方级
19	挂云山玉女潭	水景类	63.5	地方级
20	挂云山塔寺峪峡谷	峡谷类	77.9	省级
21	挂云山云山峡谷	峡谷类	78.6	省级
22	景忠山鹰师谷	峡谷类	66.3	地方级
23	景忠山一线天	峡谷类	64.0	地方级
24	红峪口褶皱、断层	构造类	77.5	省级
25	红峪山庄大型节理	构造类	75.8	省级
26	山叶口板状交错层理	构造类	76.0	省级
27	挂云山大型交错层理	构造类	77.4	省级
28	挂云山不整合接触	构造类	86.5	国家级
29	挂云山剪节理	构造类	65.1	地方级
30	喜峰口不整合接触	构造类	85.0	国家级
31	喜峰口褶皱、断层	构造类	83.4	国家级
32	喜峰口波痕	构造类	69.7	地方级
33	景忠山交错层理	构造类	63.0	地方级
34	景忠山节理、断层	构造类	68.7	地方级
35	青山关板状交错层理	构造类	71.2	省级
36	红峪口溶洞	洞穴类	75.5	省级
37	挂云山仙人洞	洞穴类	63.5	地方级
38	挂云山滴水穿音洞	洞穴类	62.8	地方级
39	景忠山知止洞	洞穴类	63.2	地方级
40	景忠山狐仙洞	洞穴类	64.0	地方级
41	景忠山三清洞	洞穴类	62.6	地方级
42	古菱齿象化石	古生物遗迹类	87.1	国家级
43	迁安组生物化石	古生物遗迹类	84.7	国家级

致谢: 本文参考了公园建设前期的工作成果。在野外综合地质考察和资料收集的过程中, 得到了迁安市国土资源局、迁西县国土资源局的大力支持。中

国地质大学(北京)地球科学与资源学院博士生王璐琳、王莉, 硕士生史媛、王露、刘磊、刘琦、徐媛媛等参与了野外考察和资料整理工作。在此, 特向

他们表示衷心的感谢。

参考文献:

- 陈安泽, 卢云亭, 李维信, 张尔匡, 王清廉, 郭康, 谢凝高, 邢道隆. 1991. 旅游地质概论[M]. 北京: 北京大学出版社.
- 陈安泽. 2003. 中国国家地质公园建设的若干问题[J]. 资源与产业, 5(1): 58-64.
- 陈英玉, 龚明权, 张自森. 2009. 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, 30(3): 339-340.
- 程道品, 林治. 2001. 模糊评价法在旅游资源评价中的应用[J]. 桂林工学院学报, 21(2): 186-190.
- 董婷婷, 张建平. 2011. 福建宁德世界地质公园太姥山园区可持续发展初探[J]. 地球学报, 32(2): 241-250.
- 方世明, 郭旭, 郑斌, 阎世龙, 孙占亮. 2010. 山西北宁武冰洞国家地质公园典型地质遗迹资源及科学意义[J]. 地球学报, 31(4): 605-610.
- 方世明, 李江风, 赵来时. 2008. 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, 33(2): 285-288.
- 龚明权, 马寅生, 田明中, 陈英玉. 2009. 黄河壶口瀑布国家地质公园旅游资源评价[J]. 地球学报, 30(3): 325-338.
- 郭建强. 2005. 初论地质遗迹景观调查与评价[J]. 四川地质学报, 25(2): 104-109.
- 兰玉琦, 施姓名, 李占德, 孙凤兴. 1990. 冀东迁安太古代变质地质[M]. 长春: 吉林科学技术出版社.
- 李翠林, 孙宝生. 2011. 新疆奇台硅化木—恐龙国家地质公园地质遗迹景观评价及整合开发[J]. 地球学报, 32(2): 233-240.
- 李烈荣, 姜建军, 王文. 2002. 中国地质遗迹资源及其管理[M]. 北京: 中国大地出版社.
- 唐勇, 覃建雄, 李艳红, 赵俊, 梁艳桃, 刘妍. 2010. 汶川地震遗迹旅游资源分类及特色评价[J]. 地球学报, 31(4): 575-584.
- 田毓仁, 刘成东, 严兆彬, 何国锦. 2010. 浙江省江山市江郎山地质遗迹资源特征及成景机制探讨[J]. 地球学报, 31(4): 585-592.
- 伍家善, 耿元生, 沈其韩, 刘教一, 房子龙, 赵教敏. 1991. 华北陆台早前寒武纪重大地质事件[M]. 北京: 地质出版社.
- 肖景义, 曹广超, 侯光良. 2011. 青藏高原地质公园生态旅游产品开发研究——以坎布拉国家地质公园为例[J]. 地球学报, 32(2): 225-232.
- 薛滨瑞, 彭永祥, 张立文. 2011. 陕西延川黄河蛇曲国家地质公园地质遗迹特征与旅游开发价值[J]. 地球学报, 32(2): 217-224.
- 杨剑, 冯卉, 施蓉. 2008. 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, 25(2): 7-11.
- 尹泽生. 2006. 旅游资源详细调查实用指南[M]. 北京: 中国标准

出版社.

- 余茜. 2006. 中国世界地质公园的资源类型、特点、现状及开发保护建议[J]. 经济地理, 26(S2): 59-62.
- 余珍凤, 刘元鹏. 2009. 房山世界地质公园地质遗迹景观资源特征及评价[J]. 资源与产业, 11(2): 46-50.
- 张国庆, 田明中, 刘斯文, 耿玉环, 郭婧. 2009. 地质遗迹资源调查以及评价方法[J]. 山地学报, 27(3): 361-366.
- 赵汀, 赵逊. 2009. 地质遗迹分类学及其应用[J]. 地球学报, 30(3): 309-324.
- 赵逊, 赵汀. 2003. 中国地质公园地质背景浅析和世界地质公园建设[J]. 地质通报, 22(8): 620-630.

References:

- CHEN An-ze, LU Yun-ting, LI Wei-xin, ZHANG Er-kuang, WANG Qing-lian, GUO Kang, XIE Ning-gao, XING Dao-long. 1991. An Introduction of Tourism Geology[M]. Beijing: Publishing House of Peking University(in Chinese).
- CHEN An-ze. 2003. Some Problems About the Construction of National Geological Park of China[J]. Resources & Industries, 5(1): 58-64(in Chinese with English abstract).
- CHEN Ying-yu, GONG Ming-quan, ZHANG Zi-sen. 2009. Geo-heritage Evaluation of the Huzhu Beishan Mountain National Geopark in Qinghai Province[J]. Acta Geoscientica Sinica, 30(3): 339-344(in Chinese with English abstract).
- CHENG Dao-pin, LIN Zhi. 2001. The Application of Fuzzy Evaluation to Tourism Resources Appraisal[J]. Journal of Guilin Institute of Technology, 21(2): 186-190(in Chinese with English abstract).
- DONG Ting-ting, ZHANG Jian-ping. 2011. The Sustainable Development of Mt.Taimushan Sub-park in the Ningde World Geopark of Fujian Province[J]. Acta Geoscientica Sinica, 32(2): 241-250(in Chinese with English abstract).
- FANG Shi-ming, GUO Xu, ZHENG Bin, YAN Shi-long, SUN Zhan-liang. 2010. The Typical Geological Heritage of the Ningwu Ice Cave National Geopark in Shanxi Province and Its Scientific Significance[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(4): 605-610(in Chinese with English abstract).
- FANG Shi-ming, LI Jiang-feng, ZHAO Lai-shi. 2008. Assessment Index System of Geological Relic Resources[J]. Earth Science(Journal of China University of Geosciences), 33(2): 285-288(in Chinese with English abstract).
- GONG Ming-quan, MA Yin-sheng, TIAN Ming-zhong, CHENG Ying-yu. 2009. Tourism Resource Evaluation of the Hukou Waterfall National Geopark at the Yellow River[J]. Acta Geoscientica Sinica, 30(3): 325-338(in Chinese with English ab-

- stract).
- GUO Jian-qiang. 2005. A Preliminary Discussion about Survey and Assessment of Geological Vestiges Landscape[J]. *Acta Geologica Sichuan*, 25(2): 104-109(in Chinese with English abstract).
- LAN Yu-qi, SHI Xing-ming, LI Zhan-de, SUN Feng-xing. 1990. Archean metamorphic geology in Qian'an city, eastern Hebei Province[M]. Changchun: Jilin Science and Technology Press(in Chinese).
- LI Cui-lin, SUN Bao-sheng. 2011. Geoheritage Evaluation and Integration Development of the Qitai Silicified Wood-Dinosaur National Geopark in Xinjiang[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 32(2): 233-240(in Chinese with English abstract).
- LI Lie-rong, JIANG Jian-jun, WANG Wen. 2002. China Geological Heritage Resources and their Management[M]. Beijing: China Land Press(in Chinese).
- TANG Yong, QIN Jian-xiong, LI Yan-hong, ZHAO Jun, LIANG Yan-tao, LIU Yan. 2010. The Classification and Qualitative Evaluation of Wenchuan Earthquake Vestige Landscape for Tourism[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(4): 575-584(in Chinese with English abstract).
- TIAN Yu-ren, LIU Cheng-dong, YAN Zhao-bin, HE Guo-jin. 2010. Characteristics and Genetic Mechanism of Jianglang Mountain Geological Heritage Resources in Jiangshan City, Zhejiang Province[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 31(4): 585-592(in Chinese with English abstract).
- WU Jia-shan, GENG Yuan-sheng, SHEN Qi-han, LIU Dun-yi, LI Zi-long, ZHAO Dun-min. 1991. The Major Geological Events on Platform of North China in Precambrian[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- XIAO Jing-yi, CAO Guang-chao, HOU Guang-liang. 2011. The Development of Geopark Ecotourism in the Qinghai-Tibet Plateau: A Case Study of the Kanbula National Geopark[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 32(2): 225-232(in Chinese with English abstract).
- XUE Bin-rui, PENG Yong-xiang, ZHANG Li-wen. 2011. Geosite Features and Tourism Values of the Yellow River Meanders National Geopark in Yanchuan County, Shaanxi Province[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 32(2): 217-224(in Chinese with English abstract).
- YANG Jian, FENG Hui, SHI Rong. 2008. Research on the Estimation of Geological Landscape-Tourism Resources Based on the Valuation of Tourism Resources of Biology Reefs in Anxian County[J]. *Journal of Southwest University of Science and Technology(Philosophy and Social Science Edition)*, 25(2): 7-11(in Chinese with English abstract).
- YIN Ze-sheng. 2006. Practical guide for detailed investigation of tourism resources[M]. Beijing: Standards Press of China(in Chinese).
- YU Han. 2006. The Types of Resources, the Characteristics and Development of The World Geoparks in China[J]. *Economic Geography*, 26(S2): 59-62(in Chinese with English abstract).
- YU Zhen-feng, LIU Yuan-peng. 2009. Characteristics and Assessment of Geological Heritages in Fangshan World Geopark[J]. *Resources & Industries*, 11(2): 46-50(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Guo-qing, TIAN Ming-zhong, LIU Si-wen, GENG Yu-huan, GUO Jing. 2009. The Methods of Investigation and Evaluation of Geological Heritage Resources[J]. *Journal of Mountain Science*, 27(3): 361-366(in Chinese with English abstract).
- ZHAO Ting, ZHAO Xun. 2009. Geoheritage Taxonomy and Its Application[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 30(3): 309-324(in Chinese with English abstract).
- ZHAO Xun, ZHAO Ting. 2003. Geological background of national geoparks of China and construction of world geoparks[J]. *Geological Bulletin of China*, 22(8): 620-630(in Chinese with English abstract).

图版说明

图版 I Plate I

- 1-华北最古老的地层——迁西群;
 - 2-迁安组的古剑齿象化石;
 - 3-长城系底部砾岩特征;
 - 4-长城系砂岩特征;
 - 5-石灰岩溶洞景观;
 - 6-太古界与中元古界的角度不整合接触;
 - 7-褶皱;
 - 8-明长城
- 1-oldest formation in North China: Qianxi Group;
 - 2-fossil of Stegodon in Qian'an Formation;
 - 3-characteristics of conglomerate at the bottom of Changcheng System;
 - 4-characteristics of sandstone of Changcheng System;
 - 5-landscape of Limestone Karst Cave;
 - 6-angular unconformity between Archean and Proterozoic;
 - 7-fold;
 - 8-Great Wall of Ming Dynasty