

湖北神农架世界地质公园地质遗迹分类及地学意义

董 茜¹⁾, 李江风^{2)*}, 方世明²⁾, 马 筱³⁾

1)中国地质大学(武汉)经济管理学院, 湖北武汉 430074; 2)中国地质大学(武汉)公共管理学院, 湖北武汉 430074;
3)中国地质大学(武汉)地球科学学院, 湖北武汉 430074

摘 要: 湖北神农架世界地质公园是以(秦岭)造山带地质构造为特征的构造地貌及山地生态综合性地质公园。公园内地质遗迹和景观类型多样, 共包括地质(体、层)剖面、地质构造、古生物、矿物与矿床、地貌景观、水体景观和环境地质遗迹景观 7 个大类、20 个类共 100 多处地质遗迹景点, 其中世界级地质遗迹景观共计 5 处。在前人研究总结的基础上, 就地质公园内地质遗迹的地貌学、构造地质学、地层岩石学、化石及古生物等方面的地学意义进行了探讨。结果表明, 湖北神农架世界地质公园内地质遗迹种类丰富, 具有较高的科研、科普价值, 园内多处地质遗迹具有全球对比意义。

关键词: 地质公园; 地质遗迹; 地学意义; 湖北神农架

中图分类号: K878; P931.2 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2015.06.12

The Classification of Geoheritages in the Shennongjia Global Geopark in Hubei Province and Its Geological Significance

DONG Qian¹⁾, LI Jiang-feng^{2)*}, FANG Shi-ming²⁾, MA Xiao³⁾

1) School of Economics and Management, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan, Hubei 430074;
2) School of Public Management, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan, Hubei 430074;
3) School of Earth Sciences, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan, Hubei 430074

Abstract: The Shennongjia Global Geopark of Hubei Province is an ecological comprehensive geopark with the representative sceneries of mountain landscapes characterized particularly by geological structure of Qinling orogenic belts. There is a diversity of geoheritages sites in the Shennongjia Global Geopark comprising 7 categories: geological profiles, geological structure, bioglyph, mineral and mineral deposit, landform landscape, water landscape and environmental geological heritages, with totally more than 100 geoheritages, including 5 world-class geoheritages sites. Based on the previous scientific research, this paper has discussed the significant meaning of the geosites in the Shennongjia geopark from the perspectives of geomorphology, structural geology, formation petrology and paleontological fossils. The results indicate that there are plentiful kinds of geoheritages in the Shennongjia Global Geoparks of Hubei Province, some of which have not only high scientific and conversation values but also the global geological comparison significance.

Key words: geoparks; geoheritages; geological significance; Hubei Shennongjia

湖北神农架世界地质公园位于神农架林区中南部, 地势总体西南高东北低, 山脉近东西向横亘于公园西南部, 山峰多在海拔 1500 m 以上, 华中地区 6 座海拔 3000 m 以上的山峰均位于公园内, 其中, 神农顶海拔 3106.2 m。公园最低点为下谷坪乡的石

柱河, 高程为 398 m。公园地处亚热带气候向温带气候过渡区域, 气温偏凉而且多雨(朱兆泉和宋朝枢, 1999)。

湖北神农架世界地质公园山地地貌景观丰富, 不仅拥有中元古代以来扬子板块北缘各种地质遗迹,

本文由国家自然科学基金项目(编号: 41201574; 41440002)资助。

收稿日期: 2015-05-28; 改回日期: 2015-10-12。责任编辑: 张改侠。

第一作者简介: 董茜, 女, 1988 年生。博士研究生。主要从事地质公园规划与建设、遗产旅游的保护与开发研究。通讯地址: 430074, 湖北省武汉市洪山区鲁磨路 388 号。E-mail: daisydong829@gmail.com。

*通讯作者: 李江风, 男, 1954 年生。教授, 博士生导师。主要从事旅游资源开发与规划、地质公园开发与规划、土地利用规划研究。E-mail: jfli0524@163.com。

代时期发生一次自南向北的大规模海侵,发生在 250—200 Ma 的印支运动是神农架地区最主要、最强烈的构造运动。

秦岭—大别造山带对位于扬子板块的持续的应力挤压作用(张国伟等, 2003; 董云鹏等, 2008)使得神农架地区形成了一系列向南逆冲推覆构造, 阳日断裂是神农架推覆体的主滑断裂(李建华等, 2009)。燕山运动(180—100 Ma)使该地区转入滨太平洋构造域, 同沉积一套红色磨拉石建造, 作为整个印支—燕山造山运动的结束。66 Ma 至今, 新生代构造运动表现为差异隆升剥蚀夷平, 形成神农架地区山高谷深、坡陡崖悬的地形地貌。

2 地质遗迹资源分类

地质遗迹是地球在漫长的地质历史演化过程中遗留下来珍贵的、不可再生的自然遗产, 具有一定的科学价值、美学价值和旅游价值(张蕾等, 2014)。地质遗迹是建立地质公园的根据, 保护地质遗迹是地质公园的首要任务(陈安泽, 2003), 地质遗迹的调查和科学分类, 是地质公园规划、保护和开发的重要依据和基础(赵汀和赵逊, 2009)。根据国土资发(2010)89 号文件, 湖北神农架世界地质公园中的地质遗迹可分为以下 7 大类 20 个类共计 100 多处地质遗迹(图 2), 具体地质遗迹划分见表 1。

按照世界地质公园网络标准, 根据全球同类地质遗迹对比和国内同类地质遗迹对比, 评定出湖北神农架世界地质公园内分布世界级地质景观共计 5 处, 分别为神农顶、新元古层型地质剖面、第四纪冰川遗迹、鸭子口南沱组冰碛岩和神农架远古人类旧石器遗址。

3 地质公园的地学意义

3.1 地貌学意义

神农架地区穹隆构造轮廓定型于印支—燕山运动的大面积断块抬升, 直到新生代还有持续的隆升作用(沈传波等, 2009)。神农架主峰地段不断地抬升, 形成由中心向四周、山顶面呈阶梯状下降态势, 其山顶向四周的掀斜十分明显。由于神农架地区隆起上升早于相邻地区, 较完整地记录了华中地区晚新生代构造-地貌发展历史, 形成了四期夷平面: 神农顶期, 为最高一级夷平面, 海拔为 2900~3100 m, 见于大、小神农架、神农顶、猴子石和老君山一带; 八王寨期, 海拔为 2500~2700 m, 分布在西部和西南部, 有八王寨、马家山、四方台、大草坪、北风坪等地; 鄂西期, 海拔 2000~2300 m, 分布在神农架以北送郎山一大岩屋一线; 山原期, 海拔为 1800~1900 m, 是本区深切峡谷形成时期, 如阴峪河、关门河等。

神农架地处中国地势第二级阶梯的东部边缘, 而神农架主峰地区的海拔又是其中最高的组成部分。在此发育有多种类型的冰蚀和冰川堆积地貌, 其主要见于大九湖、神农顶以及木鱼的青天袍等地(图版 I-1, I-2)。可划大致分为(赵志中和何培元, 1997): 松柏冰期冰碛物(Q_1), 主要分布于神农架北坡的松柏镇及南坡的木鱼坪盆地的三级阶地之上, 为一套棕红色的粘土砾石层; 木鱼坪冰期冰碛物(Q_2), 见于木鱼坪至里二沟 U 形谷地, 为一套棕黄色粘土砾石层; 龙潭冰期冰碛(Q_3), 主要见于神农架红石沟的冰川槽谷之中, 为一套棕黄色砂石层; 冰缘地貌(Q_4), 大致在神农架主峰地区海拔

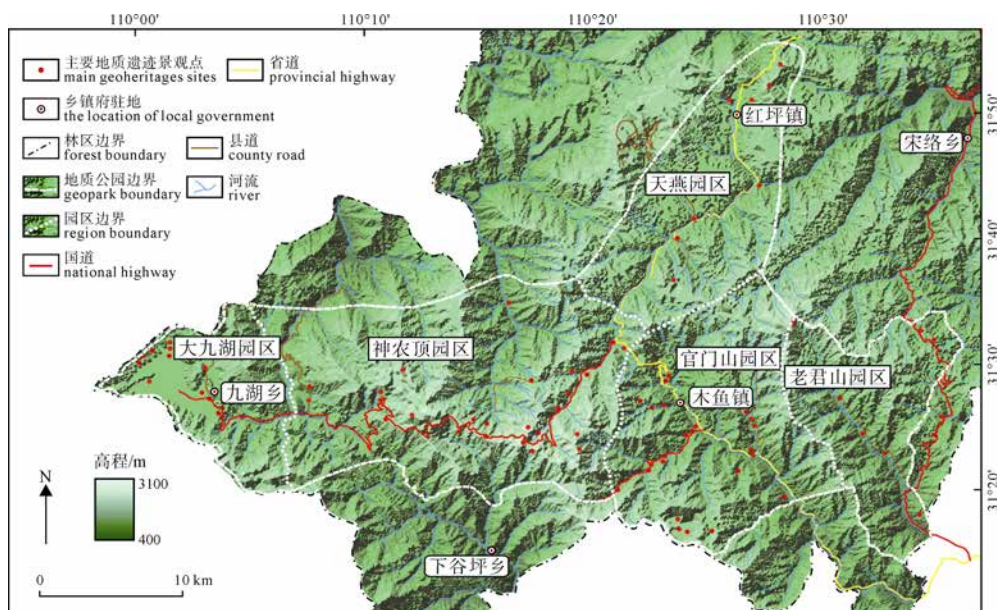


图 2 湖北神农架世界地质公园主要地质遗迹景观分布图

Fig. 2 Main Geosites in Shennongjia Global Geopark of Hubei Province

表1 湖北神农架世界地质公园地质遗迹类型划分表
Table 1 The classification of geoheritages in the Shennongjia Global Geopark of Hubei Province

大类	类	亚类	型
地质 (体、 层)剖 面	地层剖面	区域性标准剖面	郑家垭中元古代神农架群郑家垭组(Pt ₂ z)剖面; 木鱼镇石槽河中元古代神农架群郑家垭组(Pt ₂ z)—石槽河组
		地方性标准剖面	石槽河郑家垭组地层剖面; 石槽河神农架群石槽河组(Pt ₂ s); 大窝坑神农架群大窝坑组(Pt ₂ dw); 猴子石—风景垭神农架群矿石山组(Pt ₂ k); 凉风垭凉风垭组(Qbl)
	岩浆岩(体)剖面	典型基、超基性岩体(剖面)	猴子石—风景垭辉绿岩侵入体; 神农顶隐爆角砾岩; 小龙潭辉绿岩墙; 神农架带状分布辉绿岩墙等
	变质岩相剖面	典型接触变质带剖面	野马河辉绿岩及接触变质带
	沉积岩相剖面	典型沉积岩相剖面	鸭子口南华纪南沱组冰碛岩—震旦纪陡山沱“盖帽白云岩”地质剖面
地质构造	构造形迹	区域(大型)构造	城口断裂; 阳日断裂; 九冲断裂; 凉风垭组与矿石山组的不整合; 凉风垭组与莲沱组的不整合; 石槽河组与大窝坑组平行不整合; 郑家垭组与石槽河组平行不整合; 郑家垭组与石槽河组平行不整合
		中小型构造	石槽河断裂; 关门山断裂; 黄宝坪断裂; 板桥断裂带; 纸厂河断层旁侧的牵引褶曲
古生物	古人类	古人类活动遗迹 石器、文化层	红坪神农架远古人类旧石器遗址
	古动物	古无脊椎动物	猴子石—风景垭石槽河组波状叠层石; 石槽河组柱状叠层石; 矿石山组大型柱状叠层石; 天门垭石碑组三叶虫和遗迹(虫迹)化石; 西篱坪灯影组顶部软舌螺类、腹足类、单板类化石; 南津关组古杯化石、含腕足、笔石、三叶虫、棘皮类、牙形石; 红花园组海胆、三叶虫、腕足类、海百合茎、头足类、牙形石; 宝塔组介形虫、双壳类、腕足类、头足类、三叶虫、棘皮类; 龙马溪组-新滩组、笔石化石; 罗惹坪组珊瑚类、笔石、腕足类、苔藓虫、三叶虫化石; 纱帽组腕足化石, 以及三叶虫、笔石
		古脊椎动物	犀牛洞梅氏犀化石
	古植物	古植物	牛蹄塘组底部微体藻类化石、硅质海绵
	古生物遗迹	古生物活动遗迹	天门垭石碑组遗迹(虫迹)化石
	矿物、 矿床	典型矿物产地	典型矿物产地
典型矿床		典型金属矿床	九冲小型赤铁矿床、关门山小型铜矿床、冰洞山铅锌矿床、台子上小型钒矿床
		典型非金属矿床	大型磷块岩矿床、低温热液充填型黄铁矿床、沉积型黄铁矿
地貌景观	岩石地貌	可溶岩地貌(喀斯特地貌)	神农谷、瞭望塔山脊、老君山、五指山、凉风垭、关门岩、小天门垭、天门垭、燕子垭、三堆河火焰山、大九湖岩溶湖、大九湖落水孔、犀牛洞、板壁岩、南天门
	古冰川地貌	冰川刨蚀地	红石沟冰川 U 形谷、大窝坑冰斗、木鱼坪至里二沟冰蚀 U 形谷、木鱼镇冰蚀地貌景观、青天袍冰川地貌、酒壶坪冰蚀谷、卸甲套冰斗、角峰与刃脊、放牛湾槽谷、上坝槽谷、小九湖冰川 U 形谷、九灯河基岩鼓丘
		冰川堆积地	长岩屋冰川漂砾、小九湖冰川侧碛堤
		冰缘地貌	神农顶石海、石流坡、红石沟石河、潮水池至猴子石寒冻石柱、松柏冰楔和融冻卷曲构造
	流水地貌	流水侵蚀地貌	香溪河河流溯源侵蚀地貌、大九湖落水孔、官门山河流阶地及河谷地貌、天生桥河流穿洞、神农架多处瀑布与深潭
		流水堆积地貌	大九湖沼泽泥炭堆积、大九湖现代河流剖面
	构造地貌	夷平面	神农顶期(海拔 2900~3100 m); 小神农架、神农顶、猴子石和老君山等; 八王寨期(海拔 2500~2700 m); 八王寨、马家山、四方台、大草坪、北风坪等; 鄂西期(海拔 2000~2300 m); 送郎山、大岩屋等; 山原期(峡谷形成时期); 阴峪河、关门河
		断崖	九冲大断崖、燕子垭断崖
		褶皱山体	神农谷—凉风垭一带的山峰和脊线
	水体景观	泉水景观	温(热)泉景观
冷泉景观			潮水泉、神圣泉流——香溪源、九潭溪口泉、丹泉、天生桥承压泉
湖沼景观		湖泊景观	大九湖、麻线坪水库
		沼泽湿地景观	大九湖高山湿地、大九湖沼泽泥炭堆积
河流景观		风景河段	香溪河、大九湖黑水河、野马河、南河、堵河等风景河段
瀑布景观		瀑布景观	三堆河瀑布、水帘瀑、香溪源瀑布—降龙瀑、九冲红儿湾瀑布、响水河瀑布、金猴岭金猴飞瀑、红坪画廊谷瀑布、田家山纸厂河瀑布
环境地质遗迹	灾变地质环境遗迹	山体崩塌遗迹	三堆河崩塌、下谷坪乡兴隆寺—组马家沟崩塌、板桥河滚石
		滑坡遗迹	小当阳滑坡、神农祭坛滑坡、红花坪滑坡、木鱼镇滑坡、三堆河滑坡
		泥石流遗迹	小当阳泥石流

2500~2900 m 的高度的石海、石流坡、石河及冰缘寒冻风化崩坍。

3.2 构造地质学意义

神农架以城口—房县断裂和阳日断裂两条断裂东西向为界, 自北向南可依次划分为武当山推覆体、基底拆离带、神农架隆起带三个次级构造带(李建华等, 2009), 而地质公园地处阳日断裂以南的神农架隆起带内, 位于扬子板块北缘、秦岭—大别造山带东段, 是秦岭—大别地块和扬子板块两大块体碰撞拼合的位置, 二者以城口断裂带为界。秦岭—大别地块向扬子北缘的由北向南逆冲推覆作用在这里受到区域上神农架隆起与黄陵背斜两大刚性块体的阻挡, 在前陆地带产生的不协调变形, 记录了丰富的构造地质信息。对该推覆体构造的岩石特征、构造样式、变形机制等方面进行研究, 从而进一步厘清对该地区大地构造格局的认识, 建立与周边重要地质构造单元的关联, 对扬子板块北缘的区域地质研究具有重要意义。

神农架地区强烈的河谷深切作用, 使得被中元古界乱石沟组逆掩的早古生代地层得以出露(图版 I-3), 可为该地区研究秦岭—大别造山带南缘向扬子板块北缘的推覆构造提供优越条件。

3.3 岩石学及地史学意义

(1) 基性岩墙群及与 *Rodinia* 超大陆演化

基性岩墙群是重建古陆地聚合、伸展乃至裂解的关键标志之一(周鼎武和刘金平, 2000)。新元古代基性岩脉零星产出于中元古—新元古界地层中, 主要岩石类型为辉绿岩、辉长岩及玄武岩。这一套基性火山岩组合在区域上可以与扬子北缘的武当山群、耀岭河群火山岩进行对比, 共同代表了新元古时期与 *Rodinia* 超大陆裂解作用相关的大规模岩浆活动在扬子板块北缘的岩石学记录(Bader et al., 2013)。

(2) 陡山沱组(*Z₁d*)盖帽白云岩及气候回暖事件

随着超大陆裂解, 一次全球性冰川事件即“雪球地球”事件随即发生, 这一事件的地层学响应即神农架南华系南沱组的灰绿色冰碛砾岩(图版 I-4)。

“雪球事件”之后, 伴随新元古代南沱冰期的结束, 在华南形成一套覆盖于南沱组冰碛岩之上的海相碳酸盐岩帽盖层, 即全球范围内都具有对比意义的“盖帽白云岩”, 盖帽白云岩标志着新元古代全球性冰川“雪球地球”事件的结束(孙知明等, 2004)。神农架地区震旦系陡山沱组盖帽白云岩(图版 I-5)以其独特的沉积构造以及显著的碳同位素负漂等地化特征, 让国内外学者得以通过探讨盖帽白云岩的成因来还原新元古代冰期之后古地理古环境的研究。

园内埃迪卡拉系陡山沱组地层出露完好, 沉积连续, 紧邻中国埃迪卡拉系(*Edicaran*)典型剖面所在的三峡地区, 具有较好的代表性。对其进行深入研究, 有助于阐明新元古代晚期盖帽碳酸盐岩的特征和成因及新元古代末期冰期结束时的环境变化。

(3) 层型剖面地质意义

湖北神农架世界地质公园内上前寒武系的地层层序, 发育完整, 内容丰富, 尤以新元古界拉伸系、成冰系(*Cryogenian*)、埃迪卡拉系(*Edicaran*)及下古生界出露最好。神农架地区是世界上晚前寒武纪地层保存最完整的地区之一, 是神农架群及群内各组层型剖面的命名地, 是组成神农架地区乃至扬子地块北缘及整个中国南方最古老的基底之一。为解决中国这一时期的地层对比和建立上前寒武系层序提供了大量资料 and 重要依据, 对研究格林威尔(晋宁)造山运动、扬子地块成生演化乃至全球 *Rodinia* 超大陆的形成与裂解具有重要的意义。

(4) 大九湖泥炭剖面及其全球气候意义

大九湖泥炭沼泽是中纬度亚热带地区少有的亚高山沼泽(图版 I-6), 位于公园的最西端, 盆地内侧发育有较宽阔的坡度较缓的台地, 由更新世中期—晚期的黄土状堆积物构成, 记录了亚热带喀斯特区沼泽形成、发育及古环境变化的信息, 泥炭中的孢粉记录了全新世植被、气候与环境演变序列(张华和蔡靖芳, 2002)。

3.4 化石及古生物意义

湖北神农架世界地质公园内发育有大量保存很好的叠层石, 包括有矿石山组(*Pt₂k*)(图版 I-7)、中元古界神农架群石槽河组(*Pt₂s*)(图版 I-8)等, 其中大窝坑组的海相碳酸盐岩中发育的叠层石形态各异, 主要有半球状、柱状、锥状、波状以及厚层状叠层石等类型。元古代叠层石类别多样, 纹层清晰, 是进行古生物钟研究的理想素材, 对这些地球最早期生命活动记录的成因进行研究可以获得丰富的古地理与古环境信息(Semikhatov and Raaben, 2000)。

4 结论

湖北神农架世界地质公园内地质遗迹种类众多且具有较高的科研、科普价值, 园内多处地质遗迹具有全球对比意义。公园位于扬子板块北缘及秦岭造山带接触的特定部位, 不仅其大地构造位置在全球山系中十分重要, 而且公园是具代表性且保存完整的晚前寒武纪地层剖面, 对了解地球的早期演化、晚前寒武纪地质过程具有重要的全球对比意义。其中多处地质遗迹是科学研究的重要依据: ①公园内完整的中元古叠层石化石遗迹是地球早期的重要

生命证据;②广泛出露的基性岩墙群是 *Rodinia* 超大陆裂解的重要证据;③新元古冰碛砾岩是“雪球事件”的重要证据。中生代逆冲推覆构造则揭示了秦岭造山带及神农架隆起的演化过程;保存完好的第四纪冰川遗迹和高山寒冻地区发育的岩溶、冰冻、崩塌地貌显示了神农架与众不同的独特地貌景观。

对公园内地质遗迹资源体系及地学意义的深入了解,是地质公园开展科研、科普以及地学旅游的重要基础,是公园开展规划和管理工作的主要依据之一(赵逊和赵汀,2009)。针对地质遗迹的重要意义和分布,来进一步指导公园未来保护区和功能区的规划,有利于实现地质遗迹的可持续发展(王铠铭等,2013),以期更好地实现地质公园集科普教育、科学研究和地质旅游等于一体的建设目的。

致谢:感谢中国地质大学(武汉)的李长安教授、曾佐勋教授和张志教授对本文在修改过程中所提供的宝贵意见和帮助!

Acknowledgements:

This study was supported by National Natural Science Foundation of China (Nos. 41201574 and 41440002).

参考文献:

- 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.
- 董云鹏, 查显峰, 付明庆, 张茜, 杨钊, 张燕. 2008. 秦岭南缘大巴山褶皱-冲断推覆构造的特征[J]. 地质通报, 27(9): 1493-1508.
- 国土资源部. 2010. 国土资源部关于发布《国家地质公园规划编制技术要求》的通知[J]. 国土资源通讯, (15): 21-32.
- 李建华, 张岳桥, 施炜, 李海龙, 董树文. 2009. 大巴山前陆带东段神农架地区构造变形研究[J]. 地质力学学报, 15(2): 162-177.
- 李江风, 唐佳耀, 喻继军, 廖明尧, 王大兴, 李立炎, 王志先. 2013. 华中屋脊——湖北神农架地质公园[M]. 北京: 中国地质大学出版社.
- 沈传波, 梅廉夫, 刘昭茜, 徐思煌. 2009. 黄陵隆起中-新生代隆升作用的裂变径迹证据[J]. 矿物岩石, 29(2): 54-60.
- 孙知明, 杨振宇, 裴军令, BESSE J, MACOUIN M, GILDER S, ADER M. 2004. 华南陡山沱期古地理环境及“雪球地球”研究新进展[J]. 地质通报, 23(8): 728-731.
- 王铠铭, 武法东, 张建平. 2013. 北京延庆地质公园主要地质遗迹评价[J]. 地球学报, 34(3): 361-369.
- 张国伟, 董云鹏, 赖绍聪, 郭安林, 孟庆任, 刘少峰, 程顺有, 姚安平, 张宗清, 裴先治. 2003. 秦岭-大别造山带南缘勉略构造带与勉略缝合带[J]. 中国科学(D辑), 33(12): 1121-1135.
- 张华, 蔡靖芳. 2002. 神农架大九湖 12500a. BP 以来的孢粉植物群与气候变化[J]. 华中师范大学学报: 自然科学版,

36(1): 87-92.

- 张蕾, 张绪教, 武法东, 田珺, 何泽新, 于航, 王春林, 刘江红. 2014. 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, 35(3): 383-390.
- 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. 2009. 地质公园发展与管理[J]. 地球学报, 30(3): 301-308.
- 赵志中, 何培元. 1997. 神农架地区第四纪冰川遗迹与冰期划分[J]. 地质力学学报, 3(2): 18-23.
- 周鼎武, 刘金平. 2000. 秦岭造山带及相邻地块元古代基性岩墙群研究综述及相关问题探讨[J]. 岩石学报, 16(1): 22-28.
- 朱兆泉, 宋朝枢. 1999. 神农架自然保护区科学考察集[M]. 北京: 中国林业出版社.

References:

- BADER T, RATSCHBACHER L, FRANZ L, YANG Z, HOFMANN M, LINNEMANN U, YUAN H. 2013. The heart of China revisited, I. Proterozoic tectonics of the Qin mountains in the core of supercontinent Rodinia[J]. Tectonics, 32(3): 661-687.
- CHEN An-ze. 2003. Some Problems about the Construction of National Geological Park of China[J]. Resources and Industries, 5(1): 58-64(in Chinese with English abstract).
- DONG Yun-peng, ZHA Xian-feng, FU Ming-qing, ZHANG Qian, YANG Zhao, ZHANG Yan. 2008. Characteristics of the Dabashan fold-thrust nappe structure at the southern margin of the Qinling, China[J]. Geological Bulletin of China, 27(9): 1493-1508(in Chinese with English abstract).
- LI Jiang-feng, TANG Jia-yao, YU Ji-jun, LIAO Ming-yao, WANG Da-xing, LI Li-yan, WANG Zhi-xian. 2013. The Roof of Central China- Shenongjia Geopark of Hubei[M]. Beijing: China University of Geosciences Press Co., Ltd(in Chinese with English abstract).
- LI Jian-hua, ZHANG Yue-qiao, SHI Wei, LI Hai-long, DONG Shu-wen. 2009. Tectonic Deformation Features of Shennongjia Region in Eastern Dabashan Foreland Structural Belt[J]. Journal of Geomechanics, 15(2): 162-177(in Chinese with English abstract).
- Ministry of Land and Resources. 2010. Ministry of Land and Resources released National Geological Park planning technical requirements of notice[J]. Land and Resources Newsletter, (15): 21-32(in Chinese with English abstract).
- SEMIKHATOV M A, RAABEN M E. 2000. Proterozoic stromatolite taxonomy and biostratigraphy, Microbial sediments[C]//Microbial Sediments, Heidelberg: Springer-Verlag: 295-306.
- SHEN Chuan-bo, MEI Lian-fu, LIU Zhao-qian, XU Si-huang. 2009. Apatite and Zircon Fission Track Data Evidences for the Mesozoic-Cenozoic Uplift of Huangling dome, central China[J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 29(2): 54-60(in Chinese with English abstract).

- SUN Zhi-ming, YANG Zhen-yu, PEU Jun-ling, BESSE J, MACOUIN M, GILDER S, ADER M. 2004. Doushantuoan Paleogeographic Environment in South China and New Progress in the Study of the "Snow-Ball Earth"[J]. Geological Bulletin of China, 23(8): 728-731(in Chinese with English abstract).
- WANG Kai-ming, WU Fa-dong, ZHANG Jian-ping. 2013. Assessment of Major Geoheritages in the Yanqing Geopark of Beijing[J]. Acta Geoscientica Sinica, 34(3): 361-369(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Guo-wei, DONG Yun-peng, LAI Shao-cong, GUO An-lin, MENG Qing-ren, LIU Shao-feng, CHENG Shun-you. 2003. The Southern Margin of Mianlue Tectonic Belt in Qinling-Dabie Mountain and Mianlue Suture Belt[J]. Science in China (Series D), 33(12): 1121-1135(in Chinese).
- ZHANG Hua, CHAI Jing-fang, LIU Hui-ping. 2002. The Palynofloras and Climate Change in Dajuhu Basin of Shennongjia Mountains During the Last 12500 a B.P.[J]. Journal of Central China Normal University (Nat. Sci.), 36(1): 87-92(in Chinese).
- ZHANG Lei, ZHANG Xu-jiao, WU Fa-dong, TIAN Jun, HE Ze-xin, YU Hang, WANG Chun-lin, LIU Jiang-hong. 2014. Characteristics and Genesis of Landscapes in Wangmangling National Geopark, Shanxi Province[J]. Acta Geoscientica Sinica, 35(3): 383-390(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 Tin. 2009. Development and Management of Geoparks[J]. Acta Geoscientica Sinica, 30(3): 301-308(in Chinese with English abstract).
- ZHAO Zhi-zhong, HE Pei-yuan. 1997. Quaternary Glaciation in Shennongjia[J]. Journal of Geomechanics, 3(2): 18-23(in Chinese with English abstract).
- ZHOU Ding-wu, LIU Jin-ping. 2000. Synthetic Study on Proterozoic Basic Dyke Swarms in the Qinling Orogenic Belt and its Adjacent Block as well as a Discussion about some Questions Related to Them[J]. Acta Petrologica Sinica, 16(1): 22-28(in Chinese with English abstract).
- ZHU Zhao-quan, SONG Chao-shu. 1999. Scientific Survey of Shennongjia Natural Reserve[M]. Beijing: China Forestry Publishing House(in Chinese).

图版说明

图版照片引自李江风等(2013)。

图版 I Plate I

- 1-神农顶南侧冰斗;
 - 2-青天袍 U 型谷及冰斗;
 - 3-古生代盖层褶皱;
 - 4-南沱组(Nh_{2n})冰碛砾岩;
 - 5-盖帽白云岩;
 - 6-大九湖高山湿地;
 - 7-矿石山组(Pt_{2k})叠层石;
 - 8-石槽河组(Pt_{2s})地层
-
- 1-Glacier Cirque in Southern Shennongjia;
 - 2-Qingtianpao Glacier Cirque and U-shape Valley;
 - 3-Paleozoic Cover Strata;
 - 4-Nantuo Formation (Nh_{2n}) Tillite;
 - 5-Cap Dolostone;
 - 6-Mountain Wetland in Dajihu;
 - 7-Stromatolite in Kuangshishan Formation (Pt_{2k});
 - 8-Shichaohe Formation (Pt_{2s}) of Shennongjia Group

图版 I Plate I

