

内蒙古牙克石喇嘛山花岗岩景观特征及其对比分析

文雪峰, 陈安东, 范小露, 赵无忌, 孙洪艳, 田明中*

中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083

摘 要: 内蒙古牙克石市喇嘛山有海西期至燕山期白岗质花岗岩岩组和花岗斑岩岩组出露。受新华夏构造体系波及, 塑性地层发生褶皱, 刚性岩层断裂, 形成区内大小 28 座突兀挺拔、陡峭嶙峋的花岗岩奇峰; 又由于该区气候湿润, 岩石风化、溶蚀较快, 周围岩石脱落, 导致各种类型的花岗岩峰石球化, 形成大量石蛋、石柱、象形石、石槽、岩臼、石穴等微地貌。本文简要叙述了喇嘛山花岗岩景观的类型、特征, 并与其他地区典型花岗岩地貌景观进行了对比分析。

关键词: 花岗岩景观; 特征; 对比分析; 喇嘛山; 内蒙古

中图分类号: P901; P588.121 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2013.02.11

Characteristics and Origin Analysis of the Granite Landscape of the Lama Mountain in Yakeshi, Inner Mongolia

WEN Xue-feng, CHEN An-dong, FAN Xiao-lu, ZHAO Wu-ji, SUN Hong-yan, TIAN Ming-zhong*

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

Abstract: Hercynian alkaline granites and Yanshanian granite-porphyry are exposed in the Lama Mountain of Yakeshi City, Inner Mongolia. The influence of the Neocathaysian tectonic system led to the folding of the plastic strata and the faulting of the rigid strata in this area, which resulted in the formation of twenty-eight varying-sized, abrupt, steeply rugged, intricately structured granite peaks and the generation of a unique granite-peak-landscape in the Da Hinggan Ling. At the same time, owing to the cold and humid climate of this area, rocks tended to fall off by such external forces as water erosion and freeze-thaw weathering, forming a large number of realistic and vivid pictographic stones, pillars, niches and rock erosion mortar landscapes. This paper has summarized the type and characteristics of the granite landscape in the Lama Mountain, and compared the features of granitic geomorphologic landscape in the Lama Mountain with those in other areas.

Key words: granite landscape; characteristics; comparative study; Lama Mountain; Inner Mongolia

喇嘛山位于内蒙古自治区呼伦贝尔盟牙克石市巴林镇境内, 滨洲铁路线巴林火车站北部, 距牙克石市 187 km, 距呼伦贝尔市 244 km, 滨州铁路和 301 国道由此穿过, 交通便利(图 1)。

1 区域地质概况

该区出露地层主要有石炭系下统莫尔根河组、侏罗系上统上库力组 段(J_3s^3)和下一中统酸性火山

岩组(J_{1-2})、全新统低阶地与河漫滩相砂砾层(Q_4h)。

区内岩浆岩发育, 以海西晚期白岗质花岗岩组为主。该岩组在喇嘛峰一带呈北西—南东向展布, 在河西西峰山一带呈北东向展布, 从巴林镇北侧延伸至区外, 构成了喇嘛山的主体; 其主要为中粗粒白岗质花岗岩、文象花岗岩, 岩体多处被中生代火山岩覆盖, 侵入于上古生界石炭系地层中, 与大理石接触带上多形成透辉石、石榴石砂卡岩, 伴有 Cu、

本文由中国地质大学(北京)中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(编号: 2011YYL016)资助。

收稿日期: 2012-06-08; 改回日期: 2012-07-30。责任编辑: 魏乐军。

第一作者简介: 文雪峰, 男, 1982 年生。博士研究生。主要从事第四纪地质及旅游地学研究。E-mail: wenxuefeng104@yahoo.com.cn。

*通讯作者: 田明中, 男, 1951 年生。教授。主要从事第四纪地质和生态及旅游地学研究。电话: 010-82322365。

E-mail: Tianmz@cugb.edu.cn。

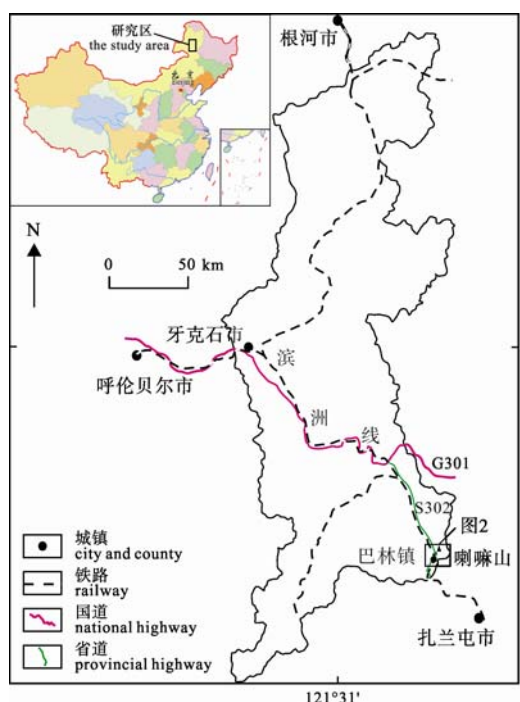


图 1 喇嘛山位置图

Fig. 1 Location of the Lama Mountain

Pb、Zn 等多金属矿化, 局部构成工业矿体。该岩体采用黑云母氟法测年其结果为 300 Ma, 相当于晚石炭世。另外, 在巴林镇东北角还出露出一块似玉状花岗岩岩组, 主要为中粗粒似斑状花岗岩。喇嘛山东南角还有燕山早期花岗斑岩岩组出露, 大体呈南北走向, 后被现代河谷切割。另外在西峰山的西南角还出露一小块燕山晚期的斑岩岩组(图 2)(内蒙古自治区地质矿产勘查开发局, 1991, 1996; 曹生儒等, 2002)。

喇嘛山所处的大地构造位置属新华夏系大兴安岭隆起带北段南缘, 第三沉降带海拉尔断裂褶皱带和根河凹陷带接壤部位。山体坐落在兴安地槽褶皱系东乌珠穆沁旗早海西地槽褶皱带大兴安岭隆起带东南侧, 区域上属于阿尔山—巴林复背斜轴部东北端。新华夏构造体系区域构造形迹为一系列断裂和大型隆起、凹陷, 总体呈北北东向展布, 并以走向平行的北东向复式褶皱和亚扭性断裂为主(内蒙古自治区地质矿产勘查开发局, 1991)。

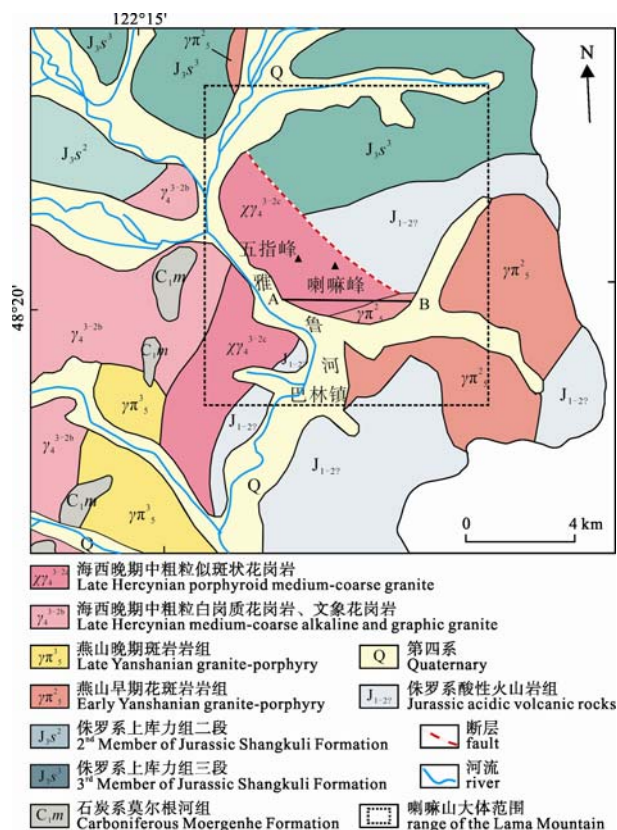


图 2 研究区地质图

(据内蒙古自治区牙克石市地质矿产管理局, 1992)

Fig. 2 Geological map of the study area
(after Administrative Bureau of Geology and Mineral Resources of Yakeshi, Inner Mongolia, 1992)

2 喇嘛山花岗岩景观的类型及特征

根据喇嘛山花岗岩景观的形态特征及成因, 结合陈安泽(2007)和崔之久等(2007)对花岗岩地貌以及许涛等(2011)和赵汀等(2009)对地质遗迹的分类方法, 将喇嘛山花岗岩景观(图 3)的类型划分为以下几种:

2.1 花岗岩奇峰

花岗岩奇峰是由于地壳构造运动使山体抬升、沿节理或断裂的剥落崩塌、风化侵蚀形成的景观, 如喇嘛峰(图版 I-A)、五指峰(图版 I-B)等。

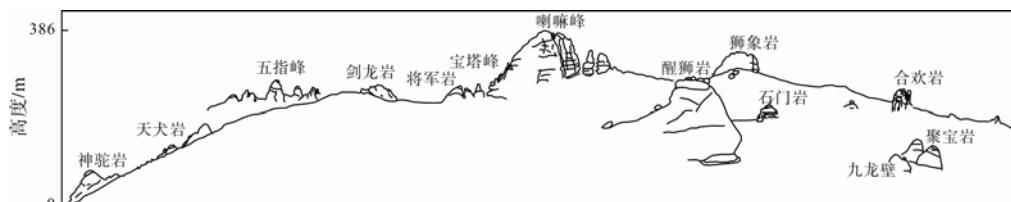


图 3 喇嘛山花岗岩景观分布图(剖面 AB 见图 2)

Fig. 3 Distribution of granite landscape in the Lama Mountain(section AB in Fig. 2)

2.2 花岗岩洞穴(石棚)景观

花岗岩洞穴(石棚)是在重力作用下花岗岩块崩塌坠落堆积棚架形成的洞穴(石棚)景观, 比较典型的有药王洞(图版 I-C)、白龙洞等。

2.3 花岗岩石柱

当花岗岩出露地表并处于强烈上升时, 流水沿垂直节理裂隙下切, 形成石柱或孤峰。在公园内分布有大约数十个花岗岩石柱, 最高约 60 m, 最粗直径 20 m 左右, 较细的直径有 2 m 左右(图版 I-D)。石柱表面受风化作用侵蚀, 其磨圆度较高。这些花岗岩石柱不同于南方丹霞地貌中的阳元石, 在气候冷湿、寒冻风化较严重的北方地区罕见。

2.4 石蛋

在喇嘛山园区的半山腰及醒狮岩、剑龙岩的顶部可见大小不一的石蛋景观, 是花岗岩体受节理切割, 及典型的球形风化作用所形成(图版 I-E)。

2.5 象形石

俗称“怪石”景观, 是花岗岩在长期风化剥蚀作用下, 沿节理裂隙经风化剥蚀雕凿形成的各种形态的象形似物的花岗岩地貌景观(图版 I-F), 如天犬岩、剑龙岩等。

2.6 花岗岩风蚀壁龛

花岗岩风蚀壁龛是风携带砂尘对岩体表面磨蚀形成的大小不等的凹坑, 形态有圆形、长条形、纺锤形等。喇嘛山内可见大量风蚀壁龛, 多分布于风口处的花岗岩体上。“九龙壁”就是一个显著的风蚀壁龛, 高约 5 m, 宽约 15 m, 近南北走向; 上有九条龙显现于石壁纹理之中, 腾云驾雾、昂首曲身、爪张须扬、时隐时现, 形态各异, 壁顶有一半圆石块遮覆、形若冠盖半出(图版 I-G)。其它规模较大的花岗岩体处也可见不同大小的风蚀壁龛, 其走向反映了长期的定向风蚀作用。

2.7 石瀑

石瀑是喇嘛山最为独特的景观之一。立于岩石下向上仰望, 绝壁光滑, 经雨水冲刷的流痕酷似九天而泄的瀑布(图版 I-H)。这是流水作用在花岗岩表

面形成的冲蚀凹槽, 由于化学风化和生物作用导致颜色深浅不一, 犹如瀑布。

2.8 花岗岩穴

喇嘛山花岗岩穴可从形态特征上划分为以下两类:

(一)底穴(岩臼)

是基岩向下凹陷的岩石, 平面上呈卵形、椭圆形或者环状, 或者多个岩臼聚合在一起呈不规则状。喇嘛山各个峰顶总共分布约 30~50 个椭圆形、圆形、匙形或不规则的花岗岩岩臼, 岩臼口一般长轴为 0.2~1.0 m, 深 0.1~0.5 m, 其内壁大部分陡而光滑, 有的光洁如洗, 有的有螺旋状磨蚀纹(图版 II-A 至 F)。

其中, 醒狮岩顶部岩臼分布最多, 有的岩臼内有积水(图版 II-A、C、D)。在岩臼周边高处无进水口, 而在低洼处或裂隙处却发育有出水口。有的岩臼位于陡崖边, 底部与陡壁相通, 水直接从陡壁中泻出; 有的岩臼受花岗岩节理和风化崩塌作用影响, 现只保存半边岩臼; 少数岩臼之间由于长期的风化作用使岩臼下蚀强烈, 以致于切穿岩石, 与侧面或下部相通, 形成贯通型岩臼。这种类型的岩臼直径不大, 通常较深, 宽深比较小, 代表了较长时间的下蚀作用; 还有一些岩臼, 它们间距不到 30 cm, 但开口方向却不同, 中间也无通道相连。这样的岩臼非常少见, 是目前继克什克腾旗、翁牛特旗之后在内蒙古高原上发现的又一规模较大、类型较全、形成较好的岩臼群。

(二)边墙型风化穴

发育于陡倾岩面上, 有时位于陡崖基部, 向岩石内部凹入, 部分在水平方向上有两个以上的出口, 规模较小(小于 50 cm), 在宝塔峰、醒狮岩基部都可见(图版 II-G、H)。

归纳起来, 公园内的岩穴有以下 5 种组合形式:

(1)岩臼平面(图 4a 上)和纵断面(图 4a 下)形态; (2)穿洞状组合, 由两个相邻的岩臼扩展而成(图 4b, 上为平面图, 下为纵断面); (3)岩臼与沟槽的组合(图 4c, 上为平面图, 下为纵断面图); (4)边墙型风化穴

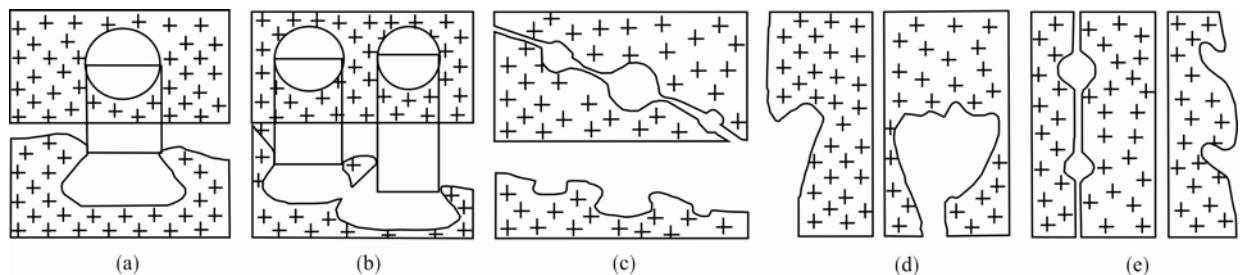


图 4 区内花岗岩穴类型与形态特征(据李德文等, 2003)

Fig. 4 Types and characteristics of granitic taffoni in this area (after LI et al., 2003)

正面(图 4d 右)和侧面(图 4d 左)形态,发育于陡倾岩面上;(5)串珠状组合(沟槽型与边墙型)的正面(图 4e 左)和侧面(图 4e 右)形态。

关于这类花岗岩穴的成因研究,自其发现以来就一直有不同的观点,并引起一场“冰成”、“风成”和“水成”的激烈争鸣(陈华堂等,1999;韩同林等,1999,2000;李洪江等,2001;李梦华等,1999;刘尚仁,2000;丘世钧等,2000;崔之久等,1999;杨超群,2001;章雨旭,2005;周尚哲,2006)。孙洪艳等(2007)通过对内蒙古克什克腾青山岩臼进行研究后认为中国北方高纬度区花岗岩臼的形成受多种因素控制,如花岗岩性、水、气候等。并认为在有水的条件下,特殊气候环境下的差异风化作用和冻融作用促使花岗岩臼的萌芽。然后进一步发展成初具外形型、中期基本成型型的岩臼。风蚀作用、冻融作用等物理风化是使基本成型型岩臼发展到完全成熟型的主要营力。这些不同的岩臼形态是由于形成过程中侧蚀力的不均匀,或相邻岩臼的连通以及后期破坏作用叠加的结果。

综上所述,喇嘛山花岗岩景观丰富多彩,为我国花岗岩地貌的分布、类型和特征增加了新的地点与资料,具有一定的科学意义。同时,据赵逊等(2009)的观点,其景观资源的保护和开发更具有重要的环境和科普意义。

3 与典型花岗岩景观对比分析

为了说明喇嘛山花岗岩景观特征,与国内和自治区内有代表性的花岗岩景观进行对比分析。

3.1 与国内典型花岗岩景观对比

我国著名的地理学家曾昭璇(1960)曾总结国内外对花岗岩地貌研究,提出花岗岩地貌有两大类:

一是形成高山峻岭,二是形成雄伟浑圆的山体 and 低矮的丘陵岗地。前者为构造侵蚀的花岗岩峰林地貌,这种地貌主要发育在高差大的山区,由岩株状的花岗岩体组成。花岗岩岩石裸露,岩体内多组断裂和节理发育,受冰川或流水强烈切割和风化剥蚀后形成了雄伟高耸、峰峦重叠、谷深坡陡的奇峰深壑。这类花岗岩景观类型如中国的黄山、三清山等(叶张煌等,2012;卢云亭,2007)。后者由穹窿状的花岗岩体形成,岩体上常发育红色风化壳,经风化剥蚀后形成雄伟浑圆状山体,如中国克什克腾世界地质公园的黄岗梁。更多的是众所周知的石蛋地貌,在世界各地均可见到,其中在中国华南沿海地区更为发育。大的石蛋直径达 25 m 以上,小的 1 m 左右,如中国厦门的鼓浪屿就好像由石蛋堆成的。在中国黄山天都峰上的 4 块仙桃石和鸡公峰前的“天鹅孵蛋”也是花岗岩石蛋。为了说明喇嘛山花岗岩景观的特征,从国内选出有代表性的花岗岩景观进行特征的对比分析(见表 1)。

3.2 与内蒙古自治区内典型花岗岩景观对比

内蒙古自治区的花岗岩体因出露的地质背景不同、岩石类型各异以及受不同的气候条件和不同的后期地壳运动影响,在内外地质营力的综合作用下,形成了不同的地貌景观。

根据花岗岩地貌景观的规模、组合的不同特征,以及地貌组合特征和单体地貌的不同,可以将喇嘛山的花岗岩景观与自治区内其他典型的花岗岩景观进行对比,见表 2。

此外,还可以根据花岗岩景观形成的主要外力条件进行对比,见表 3。

总之,岩石因素是决定喇嘛山花岗岩景观的物质基础;构造运动是喇嘛山花岗岩地貌景观形成的

表 1 喇嘛山花岗岩景观与国内典型花岗岩景观特征对比分析表

Table 1 Comparative analysis of granitic landscapes in the Lama Mountain and typical granitic landscapes in China

地点	花岗岩地貌景观特征	花岗岩类型	花岗岩侵入时代	海拔/m
巴林喇嘛山	以花岗岩奇峰、象形石、石蛋、岩臼为主要特色,还有部分花岗岩洞穴、石瀑发育	白岗质花岗岩、花岗斑岩	海西期、燕山期	810
克什克腾	花岗岩地貌景观有阿斯哈图花岗岩石林、青山花岗岩岩臼及花岗岩峰林、曼陀山花岗岩石蛋地貌,是集多类花岗岩景观的天然博物馆	中-粗粒花岗岩	侏罗纪—白垩纪	1700
江西三清山	山峰、石柱密集、尖峭,石锥、石芽发育,造型奇特,范围较小,具高山盆景特点,以其“精美”列入世界自然遗产	“A”型钾长花岗岩	燕山晚期	1819
安徽黄山	自古有“黄山归来不看岳”之说,峰林景观开阔秀美,以“挺秀”闻名,已列入世界双遗产名录	铝质“A”型花岗岩	燕山晚期	1860
福建太姥山	以花岗岩峰丛景观为主,花岗岩石瀑、洞穴景观独特,石蛋、石柱景观发育,被称为“海上仙都”	“A”型晶洞钾长花岗岩	燕山晚期	917

表 2 喇嘛山花岗岩景观与不同规模的花岗岩景观对比
Table 2 A comparison of granitic landscapes in the Lama Mountain with thoes of different scales

大型	中型	小型	单体	分布
高山峻岭	岭脊	石林	浑圆石柱、方形石柱、摇摆石、象形石、石墙、岩臼、洞穴等	克什克腾
		峰林	石柱, 象形石, 小石蛋, 洞穴	克什克腾、翁牛特、喇嘛山
	尖山峡谷	冰斗-刃脊-角峰	冰斗、刃脊、角峰、石墙、石柱, 岩臼	克什克腾
大型石蛋	岛山	基岩残丘	残丘, 蘑菇石、石蛋等	二连浩特
		残山	蜂窝石, 蘑菇石、石蛋等	阿拉善、新巴尔虎右旗
	浑圆石蛋山	石海	石海	克什克腾、新巴尔虎右旗
		石瀑布	浅沟	克什克腾、巴林左旗、喇嘛山
		岩臼群	岩臼	克什克腾、巴林左旗、喇嘛山
		风蚀壁龛	蜂窝石, 蘑菇石, 风蚀壁龛	巴林左旗、喇嘛山

表 3 喇嘛山花岗岩景观与不同成因的花岗岩景观对比
Table 3 A comparison of granitic landscapes in the Lama Mountain with thoes of different origins

类型	主要动力因素	分布	代表地
水蚀型	流水, 寒冻	东部	阿尔山
差异风化型	化学物理风化, 寒冻风化	中东部	巴林左旗、克什克腾、喇嘛山
冰蚀型	古冰川侵蚀	中部	克什克腾
剥蚀残余型	剥蚀, 风蚀, 流水侵蚀	中北部	二连浩特
风蚀型	风力吹蚀, 磨蚀	西部	阿拉善

决定性因素; 节理和裂隙是景观形成分布的控制因素; 时间因素是景观形成的必然条件。喇嘛山寒暑交替四季分明的气候特征, 地处山前的独特地貌条件, 沿着花岗岩 NE—SW、E—W、N—S 三组原生节理及断裂长期的风化剥蚀等综合因素, 造就了喇嘛山半湿润地区较为典型的花岗岩地貌景观, 对于国内和内蒙古自治区内的花岗岩地貌景观具有一定的对比意义。

致谢: 内蒙古自治区牙克石市国土资源局、巴林镇旅游管理局及巴林镇林业局的领导和工作人员在野外工作和资料搜集上给予了大力帮助, 特致谢忱。

参考文献:

曹生儒, 郭喜珠, 吴之理. 2002. 内蒙古自治区地质图[M]//马丽芳. 中国地质图集. 北京: 地质出版社: 141-143.

陈安泽. 2007. 中国花岗岩旅游地貌类型划分初论及其意义[J]. 国土资源导刊, 4(6): 47-51.

陈华堂, 丘世钧, 黄山, 范小平. 1999. 揭西、丰顺“冰臼”群成因商榷[J]. 热带地理, 19(4): 379-380.

崔之久, 李洪江, 南陵, 李德文. 1999. 内蒙、河北巨型壶穴与赤峰风道的发现[J]. 科学通报, 44(13): 1429-1434.

崔之久, 杨建强, 陈艺鑫. 2007. 中国花岗岩地貌的类型特征与演化[J]. 地理学报, 62(7): 675-690.

韩同林, 劳雄, 郭克毅. 1999. 河北、内蒙中低山区发现罕见的冰

臼群[J]. 地质论评, 45(5): 456-462.

韩同林, 劳雄, 郭克毅. 2000. 关于南国冰臼群成因的商榷[J]. 热带地理, 20(1): 72-80.

李德文, 崔之久, 李洪江, 南陵. 2003. 华北北部花岗岩风化穴形成机制与环境意义[J]. 南京大学学报(自然科学版), 39(1): 120-128.

李洪江, 崔之久, 赵亮. 2001. 内蒙、河北山区壶穴的成因探讨——兼论壶穴的成因分类[J]. 地理学报, 56(2): 223-231.

李梦华, 谢小康. 1999. “冰臼”与“壶穴”之争[J]. 热带地理, 19(4): 381-384.

刘尚仁. 2000. 关于冰臼形成与保存机理认识上的几个误区[J]. 热带地理, 20(2): 156-161.

卢云亭. 2007. 中国花岗岩风景地貌的形成特征与三清山对比研究[J]. 地质论评, 53(S1): 85-90.

内蒙古自治区地质矿产勘查开发局. 1991. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社.

内蒙古自治区地质矿产勘查开发局. 1996. 内蒙古自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社.

内蒙古自治区牙克石市地质矿产管理局. 1992. 内蒙古自治区牙克石市 1: 200000 地质矿产调查报告[R]. 内蒙古牙克石: 内蒙古牙克石市地质矿产管理局.

丘世钧, 陈华堂, 黄山, 范小平. 2000. 与“冰臼论”再商榷[J]. 热带地理, 20(3): 243-246.

- 孙洪艳, 田明中, 武法东. 2007. 克什克腾世界地质公园青山花岗岩臼的特征及成因研究[J]. 地质论评, 53(4): 486-490.
- 许涛, 孙洪艳, 田明中. 2011. 地质遗产的概念及其分类体系[J]. 地球学报, 32(2): 211-216.
- 杨超群. 2001. 冰臼与壶穴之争述评[J]. 热带地理, 21(1): 86-93.
- 叶张煌, 刘嘉麒, 尹国胜, 陈安泽, 王敏. 2012. 江西三清山国家地质公园内的重大地质事件记录[J]. 地球学报, 33(2): 236-244.
- 曾昭璇. 1960. 岩石地形学[M]. 北京: 地质出版社: 21-34.
- 章雨旭. 2005. “冰臼”成因争鸣——以克什克腾旗青山岩臼群为例[J]. 地质论评, 51(6): 680, 712.
- 赵汀, 赵逊. 2009. 地质遗迹分类学及其应用[J]. 地球学报, 30(3): 301-308.
- 赵逊, 赵汀. 2009. 地质公园发展与管理[J]. 地球学报, 30(3): 301-308.
- 周尚哲. 2006. 锅穴一定是第四纪冰川的标志吗?[J]. 第四纪研究, 26(1): 117-125.

References:

- CAO Sheng-ru, GUO Xi-zhu, WU Zhi-li. 2002. Inner Mongolia Autonomous Region, Geological[M]//Ma Li-fang. Chinese Geological Atlas. Beijing: Geological Publishing House: 141-143(in Chinese).
- CHEN An-ze. 2007. The theory about China's granite tourism landscape type and its significance[J]. Land and Resources Guide, 4(6): 47-51(in Chinese).
- CHEN Hua-tang, QIU Shi-jun, HUAN Shan, FAN Xiao-ping. 1999. A discussion on the cause of formation of pot-hole landform in Jiexi and Fengshun Counties, Guangdong[J]. Tropical Geography, 19(4): 376-380(in Chinese with English abstract).
- CUI Zhi-jiu, LI Hong-jiang, NAN Ling, LI De-wen. 1999. The discovery and environmental significance of Chifeng wind route and huge pots of Inner Mongolia and Hebei Province[J]. Chinese Science Bulletin, 44(16): 1531-1536.
- CUI Zhi-jiu, YANG Jian-qiang, CHEN Yi-xin. 2007. The Type and Evolution of the Granite Landforms in China[J]. Acta Geographica Sinica, 62(7): 675-690(in Chinese with English abstract).
- Administrative Bureau of Geology and Mineral Resources of Yakeshi, Inner Mongolia. 1992. 1:200000 Yakeshi city, Inner Mongolia Autonomous Region, geology and mineral resources survey report[R]. Yakeshi, Inner Mongolia: Administrative

- Bureau of Geology and Mineral Resources of Yakeshi, Inner Mongolia(in Chinese).
- HAN Tong-lin, LAO Xiong, GUO Ke-yi. 1999. Rare moulin swarms discovered in the medium-low mountains areas in Hebei and Inner Mongolia[J]. Geological Review, 45(5): 456-462(in Chinese with English abstract).
- HAN Tong-lin, LAO Xiong, GUO Ke-yi. 2000. A Discussion on the origin of moulins in south China[J]. Tropical Geography, 20(1): 72-80(in Chinese with English abstract).
- Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resource Exploration and Development. 1996. Inner Mongolia Autonomous Region rock formation[M]. Wuhan: China University of Geosciences(in Chinese).
- Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resource Exploration and Development. 1991. Inner Mongolia Autonomous Regional Geology[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- LI De-wen, CUI Zhi-jiu, LI Hong-jiang, NAN Ling. 2003. Genesis of Granitic Tafoni of Northern North China and Its Environmental Significance[J]. Journal of Nanjing University (Natural Sciences), 39(1): 120-128(in Chinese with English abstract).
- LI Hong-jiang, CUI Zhi-jiu, ZHAO Liang. 2001. Origin of pots in Inner Mongolia and northern Hebei: Also about the classification of pots[J]. Acta Geographica Sinica, 56(2): 223-231(in Chinese with English abstract).
- LI Meng-hua, XIE Xiao-kang. 1999. A Discussion on “glacial-mortar” and “pot-hole”[J]. Tropical Geography, 19(4): 381-384(in Chinese with English abstract).
- LIU Shang-ren. 2000. Some mistaken views in cognition of the mechanism of formation and conservation of moulin[J]. Tropical Geography, 20(2): 156-161(in Chinese with English abstract).
- LU Yun-ting. 2007. Characteristics of Granite Landscapes in China: Comparison to the Sanqing Mountain[J]. Geological Review, 53(S1): 85-90(in Chinese with English abstract).
- QIU Shi-Jun, CHEN Hua-tang, HUANG Shan, FAN Xiao-Ping. 2000. Re-discussion on moulins and pot-holes[J]. Tropical Geography, 20(3): 243-246(in Chinese with English abstract).
- SUN Hong-yan, TIAN Ming-zhong, WU Fa-dong. 2007. Characteristics and Origin of Granite Mortars in the Hexigten World Geopark[J]. Geological Review, 53(4): 486-490(in Chinese with English abstract).

- XU Tao, SUN Hong-yan, TIAN Ming-zhong. 2011. A Discussion on the Concept and Taxonomic Hierarchies of Geological Heritages[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 32(2): 211-216(in Chinese with English abstract).
- YANG Chao-qun. 2001. A review of the controversy over the question of moulin and pothole[J]. 21(1): 86-93(in Chinese with English abstract).
- YE Zhang-huang, LIU Jia-qi, YIN Guo-sheng, CHEN An-ze, WANG Min. 2012. Record of Geological Events in Mount Sangingshan National Geopark in Jiangxi[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 33(2): 236-244(in Chinese with English abstract).
- ZENG Zhao-xuan. 1960. *Lithogeneous Topography*[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- ZHANG Yu-xu. 2005. The controversy about the origin of "Moulin"-take the Moulin in the Hexigten for example[J]. 51(6): 680, 712(in Chinese).
- ZHAO Ting, ZHAO Xun. 2009. Geoheritage Taxonomy and Its Application[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 30(3): 301-308(in Chinese with English abstract).
- ZHAO Xun, ZHAO Ting. 2009. Development and Management of Geopark[J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 30(3): 301-308(in Chinese with English abstract).
- ZHOU Shang-zhe. 2006. Are all potholes markers of quaternary glaciations?[J]. *Quaternary Sciences*, 26(1): 117-125(in Chinese with English abstract).

图版说明

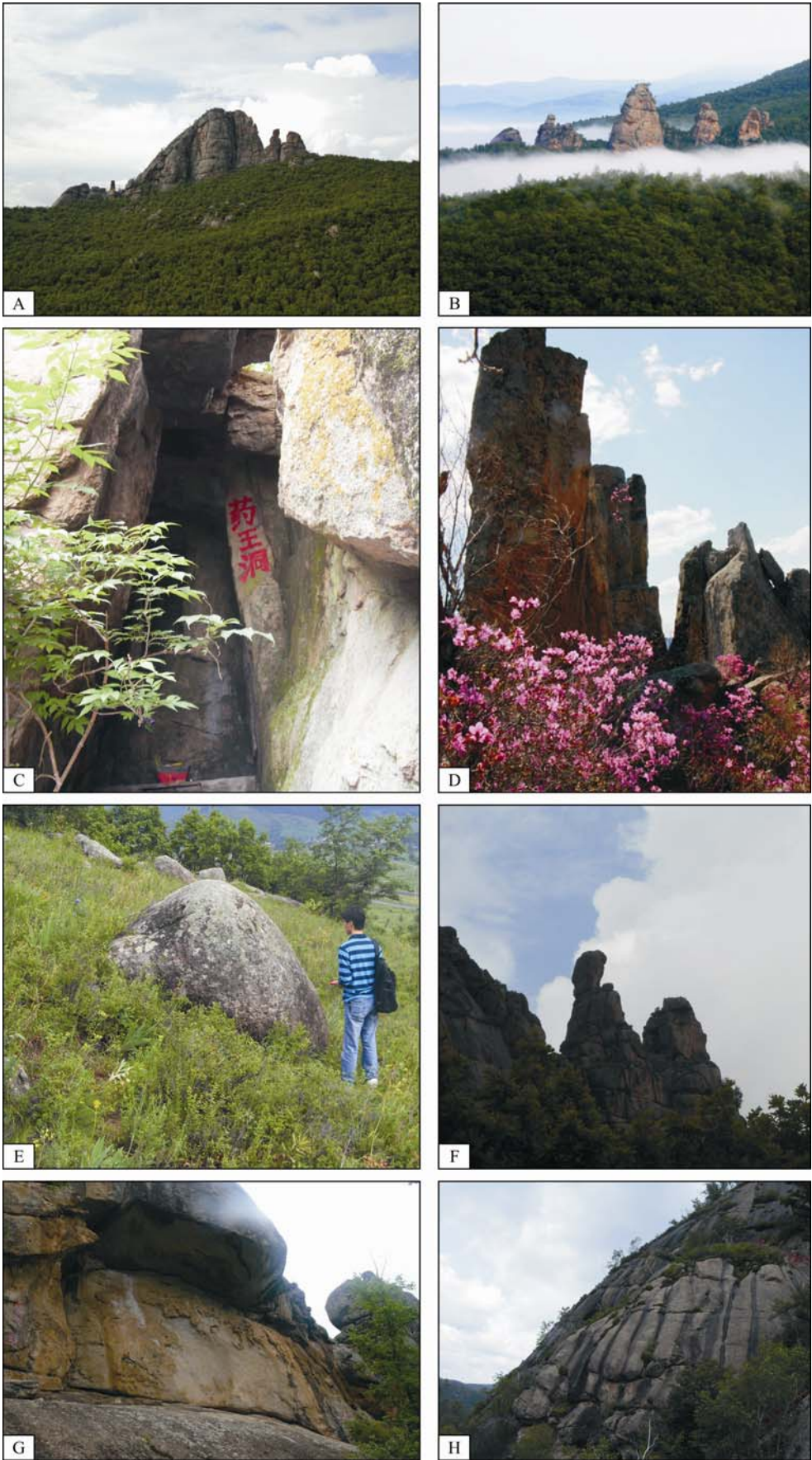
图版 I Plate I

- A、B-花岗岩奇峰;
C-花岗岩洞穴;
D-石柱;
E-花岗岩石蛋;
F-象形石;
G-风蚀壁龛;
H-花岗岩石瀑
A, B-granitic peaks;
C-granitic caves;
D-pillars;
E-granite eggs;
F-pictographic stone;
G-tafoni;
H-granitic waterfall

图版 II Plate II

- A、B、C、D、E、F-醒狮岩顶部的岩臼;
G、H-边墙型风化穴
A, B, C, D, E, F-mortars on the top of Xingshi Rock;
G, H-wall tafoni

图版 I Plate I



图版 II Plate II

