

内蒙古石人沟南山晶洞正长花岗岩地貌特征

唐 振^{1,2}, 李 伟¹, 司秋亮¹, 陶传忠¹, 马永非¹, 杨 柳¹

(1. 沈阳地质矿产研究所/中国地质调查局 沈阳地质调查中心 辽宁 沈阳 110034 ;

2. 吉林大学 地球科学学院 ,吉林 长春 130061)

摘 要 通过详尽的野外调查工作对其地貌形态进行描述和成因分析,表明石人沟南山晶洞正长花岗岩发育有石蛋、晶洞等较为奇特
的地貌。其造景岩石为早白垩世 A 型晶洞正长花岗岩。岩体中发育的北北东—北东向、北西向断裂、裂隙及节理是控制山峰形态和规
模的主要构造。风化剥蚀、流水侵蚀和重力崩塌是地貌形成的主要外动力作用,其成景岩石独特,所成多种地貌是不可多得的地质遗
迹与旅游开发资源。

关键词 大石人沟南山;花岗岩地貌;晶洞正长花岗岩;内蒙古

DOI:10.13686/j.cnki.dzyz.2014.04.010

GEOMORPHOLOGY OF MIAROLITIC SYENGRANITE IN SHIRENGOU, INNER MONGOLIA

TANG Zhen^{1,2}, LI Wei¹, SI Qiu-liang¹, TAO Chuan-zhong¹, MA Yong-fei¹, YANG Liu¹

(1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China;

2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China)

Abstract : With study on the geomorphic forms and genesis of miarolitic syengranite in Shirengounanshan, Inner Mongolia, it
is revealed that the unique geomorphic types include pebbly landform, drasy cavity, etc., with the Early Cretaceous A-type
miarolitic syengranite as the landscaped rock. The NNE-NE and NW-trending faults, fissures and joints basically control the
shape and size of mountains. Weathering denudation, water erosion and gravitational collapse are the major external power that
forms the miarolitic syengranite landforms. The unique landscaped rock and various geomorphic types make it the rare
geological heritage and tourism resources.

Key words : Shirengounanshan; granite landform; miarolitic syengranite; Inner Mongolia

石人沟位于内蒙古扎兰屯市洼堤乡育林村北西
约 2 km 处,因沟口南山山顶处有一石柱酷似人形而
得名。山体面积约 9 km²,主体岩性为早白垩世肉红色
晶洞正长花岗岩,另有小规模的花岗细晶岩脉及石英
脉侵入花岗岩岩体之中,地貌景观奇特,山水秀美,怪
石嶙峋,充分显示了大自然鬼斧神工的独特魅力。其
地貌类型主要发育有穹状峰、叠石、石蛋、晶洞穴。石
人沟南山成景岩性特别,地貌种类较多,对其地貌类

型、分布特点及成因的研究有利于花岗岩地貌的对比
研究、地质景观资源的开发和保护。

1 区域地质概况

石人沟南山晶洞正长花岗岩位于规模宏大的大兴
安岭构造-岩浆带的中北段。区内主要为侏罗-白垩纪
构造-岩浆活动。晚侏罗世-早白垩世中酸性火山岩分
布广泛,主要发育的岩石地层有形成于晚侏罗世的满

收稿日期 2013-10-31 修回日期 2014-02-19 编辑 周丽、张哲。

基金项目:中国地质调查局“内蒙古 1:5 万大呼勒气沟、萨马街、干沟子、王巴脖子幅区域地质调查”(编号 1212011120665)、“大兴安岭地区北段地质
矿产调查评价成果集成项目”(编号 1212011085210)资助。

作者简介:唐振(1985-),男,博士研究生,工程师,从事区域地质矿产调查工作,通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街 280 号,
E-mail//303094990@qq.com

克头鄂博组、玛尼吐组和形成于早白垩世的白音高老组。

区内中生代侵入岩较为发育,与中生代火山岩相伴分布。主要出露侵入岩类型为中酸性侵入岩,其中以中深成的花岗岩类为主,依形成时代划分为中侏罗世侵入岩(浅肉红色二长花岗岩、灰白色花岗闪长岩、灰白色石英二长闪长岩、正长花岗岩)和早白垩世侵入岩(灰色闪长玢岩、肉红色正长斑岩、肉红色花岗斑岩、肉红色晶洞正长花岗岩、肉红色中粒碱长花岗岩)。

石人沟南山位于贺根山断裂中北部,区内断裂构造十分发育,主要形成于晚华力西期和燕山期,以东北向近于平行排列的区域性断裂最为突出。燕山运动是本区最强烈的构造运动,并伴随有大量的火山喷发和岩浆侵入活动,形成了本区主体构造格架,主要表现为东北—北东向和北西向两组断裂构造^[1],在块状的侵入岩体中形成规模不等的节理带。

2 石人沟南山岩体特征

2.1 地质特征

经过区域地质调查工作中的野外及镜下综合鉴定,石人沟南山岩体为肉红色晶洞正长花岗岩,出露面积约 9 km²,侵入上石炭统—下二叠统的格根敖包组地层以及中生代火山岩地层。平面上总体呈近北东向不规则条带状、港湾状形态,被北西向右旋走滑的炭窑沟—育林村断裂所切错,断裂带中岩石较破碎,局部发现有碎裂岩。岩体依照岩石结晶程度划分为边缘相、过渡相和中心相 3 个相带。主要矿物成分为微斜长石和石英。

边缘相为肉红色细粒晶洞正长花岗岩,肉红色块状构造且晶洞构造发育,细粒花岗结构。斜长石,半自形板状,大小 0.5~1.5 mm,由更长石组成,含量 20%。碱长石,他形粒状,大小 0.5~1.5 mm,由微斜长石组成,含量 50%。石英,他形粒状,大小 0.5~1.5 mm,含量 30%。黑云母,片状,大小 0.2~2 mm,只见几片。

过渡相为肉红色中粒晶洞正长花岗岩,肉红色块状构造且晶洞构造发育,中粒花岗结构。斜长石,半自形板状,大小 2~4 mm,由更长石组成,含量 20%。碱长石,他形粒状,大小 2~3 mm,由微斜长石组成,含量 53%。石英,他形粒状,大小 2~3 mm,含量 25%。黑云母,片状,大小 0.5~1 mm,含量 2%。

中心相为肉红色中粗粒晶洞花岗岩,肉红色块状构造且晶洞构造发育,中粒花岗结构。斜长石,半自形板状,大小 1.5~3 mm,由更长石组成,含量 15%。碱长

石,他形粒状,大小 2~5 mm,由微斜长石组成,含量 50%。石英,他形粒状,大小 2~5 mm,含量 35%。

2.2 岩石地球化学特征

石人沟南山肉红色晶洞正长花岗岩岩石化学成分具有富硅、总碱量高、贫 Ti、Fe、Mg、Ca 特点,呈现出淡色花岗岩特征^[2]。岩石固结指数(SI)0.56~1.43,分异指数(DI)92.51~95.66,固结指数偏低,分异指数偏高,说明岩石的酸性程度及结晶分异程度均较高。里特曼指数(σ_{43})2.02~2.12,属钙碱性岩石。

平均稀土总量为 $57.33 \times 10^{-6} \sim 92.61 \times 10^{-6}$,明显低于世界上酸性岩的平均质量分数 258.0×10^{-6} ^[3] $(La/Yb)_N = 6.23 \sim 11.43$ 。轻稀土富集, Eu 亏损强烈 ($\delta Eu = 0.21 \sim 0.30$);重稀土亏损及 Eu 负异常可能是源区在部分熔融过程中石榴石和富钾的基性斜长石作为残留相的结果。

微量元素分析结果显示岩体高度富集大离子亲石元素(LILE)K、Rb、Th、Ba 多富集,个别亏损,高场强元素(HFSE)相对于大离子亲石元素(LILE)亏损, Ba、Sr、P、Ti 负异常明显, Nb 未见明显异常, K、Rb、Th 正异常。表明与消减无关, Ti 负异常可能说明本区大陆岩石圈的贡献较大。

2.3 岩体时代及成因

本次研究采用 U-Pb 激光原位方法对晶洞花岗岩中锆石进行测年,测年结果为 (118 ± 2) Ma。综合区内岩体与围岩的接触关系,采用同位素年龄将晶洞正长花岗岩形成地质年代定为早白垩世。

晶洞正长花岗岩为高钾钙碱性系列 A 型花岗岩,形成环境为后造山期到造山期后的火山岛弧,显示了晶洞花岗岩形成于拉伸环境的特点,符合自晚古生代以来大兴安岭伸展造山的特点^[4]。

2.4 岩体内断裂构造

受区域构造格架影响,区内主要表现为东北—北北东向和北西向两组断裂构造,其次为近南北向构造,东北—北北东向构造控制了晶洞正长花岗岩的展布而北西向断裂构造则控制了现代沟谷的发育。断裂带中节理面通常较平直、光滑,节理密度每米 1~3 条,沿节理面岩石较为破碎,局部发现有碎裂岩。说明岩体内断裂构造除剪切作用外还具有挤压的性质。

3 地貌分类及特征

石人沟南山的地貌主要类型有穹状峰、石柱、叠石、石蛋、晶洞穴、石穴、石盆、凹槽与石脊。

穹状峰 :山峰顶部浑圆,呈穹隆状.主要特征是山峰被球状风化,有的甚至达到砂状风化而最终呈浑圆状(图1).



图1 穹状峰

Fig. 1 Domelike peak

石柱 :孤立陡直的柱状山体,高度可达10 m以上.多由北东和北西走向的两组垂直节理经物理风化后崩塌形成(图2).

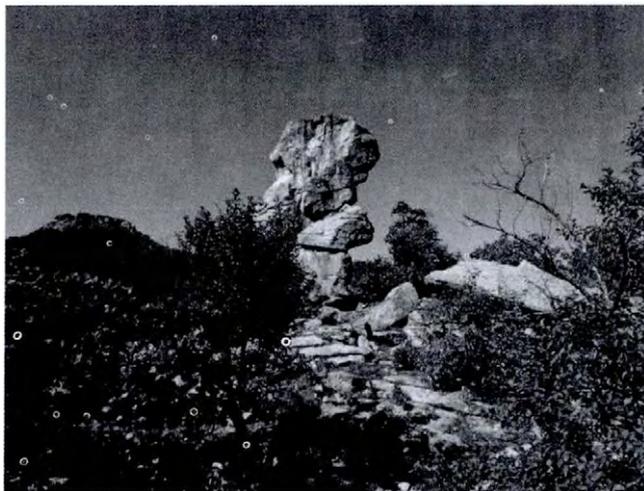


图2 石柱

Fig. 2 Peristele

叠石 :由于沿晶洞正长花岗岩水平节理面的风化强度和速度远大于岩体其他部分,逐渐将一个整块的花岗岩体分割成一层层石板叠加的形态(图3a、b).

石蛋 :晶洞正长花岗岩沿纵向、横向和水平3组相互垂直的节理风化崩塌,崩塌岩块经球状风化成为石蛋^[5-6](图4).

晶洞穴 :晶洞正长花岗岩中的晶洞构造较为发育,

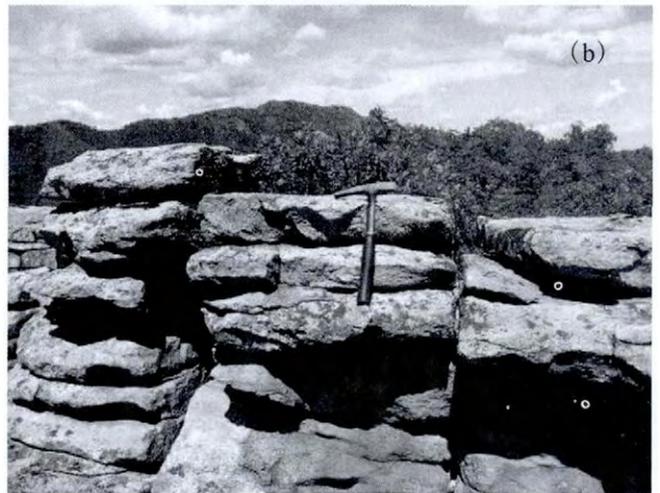
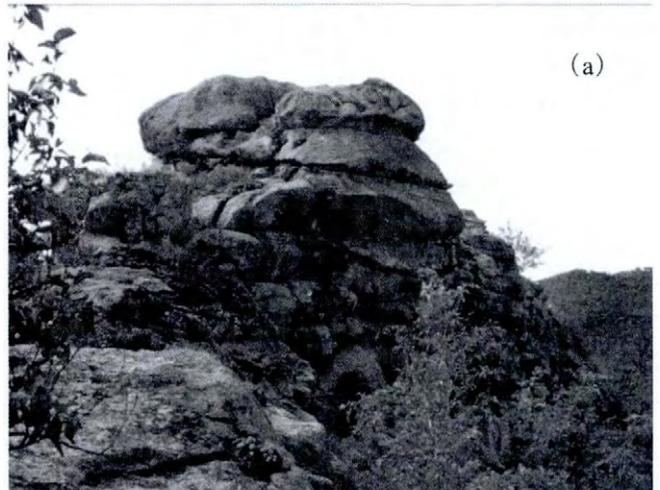


图3 叠石

Fig. 3 Piling rocks

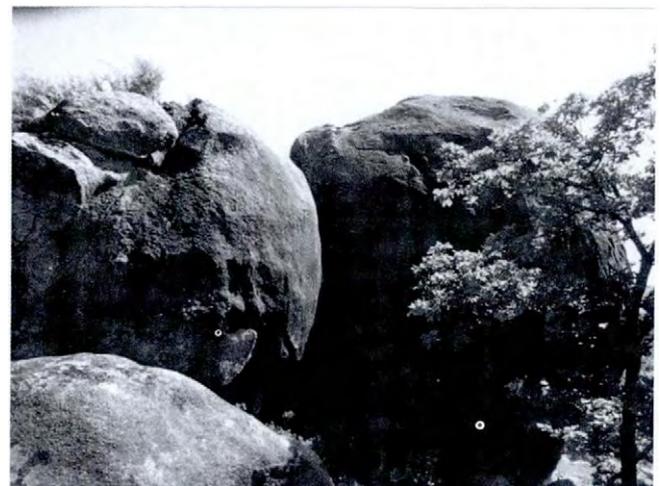


图4 石蛋

Fig. 4 Pebbly landform

崖壁上晶洞多呈星点状分布,经风化剥蚀和流水侵蚀作用而显露出来.有的晶洞直径可达数十厘米,并可见到长度2~3 cm的石英晶簇(图5a、b).

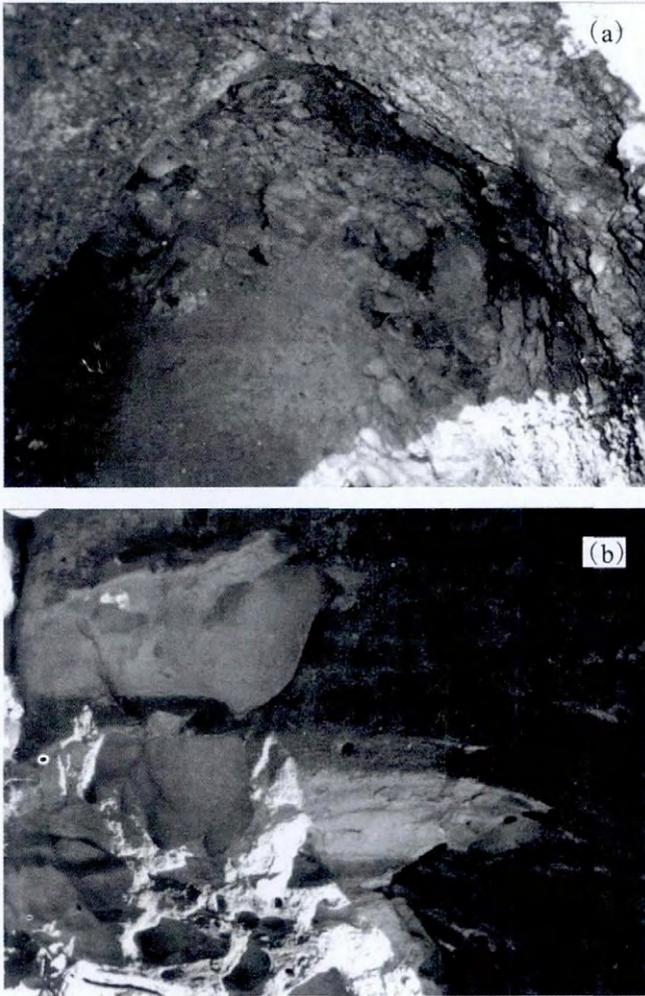


图 5 晶洞穴(a)和星点状晶洞穴(b)

Fig. 5 Drasy cavity (a) and spotty drasy cavity (b)

石穴：水流沿岩石崖壁向下流淌过程中，渗透浸润、侵蚀岩体的节理和裂隙，岩石在湿胀干缩和冻融作用下，产生片状、砂状风化，逐渐侵蚀形成弧形内凹的圆形、扁圆形壁龛状凹洞，即为“石穴”^[5-6](图 6)。

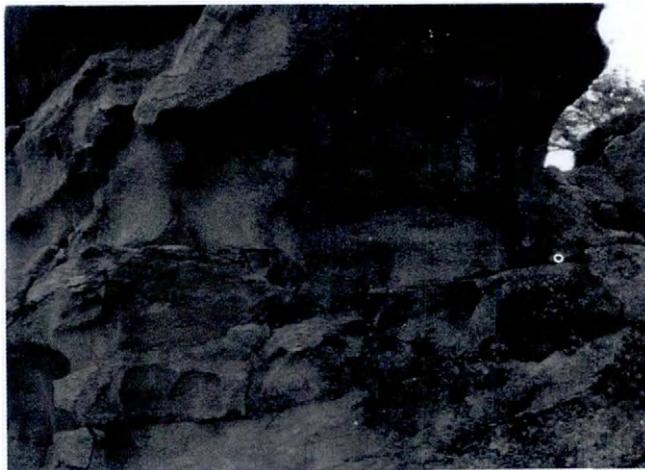


图 6 石穴

Fig. 6 Stone caverns

石臼、石盆：研究区降水较多，且地处北方高纬度地区，在此种特殊气候条件下，岩体顶部在差异风化作用和冻融作用促使下局部风化形成了松散堆积物，之后被流水冲蚀或风蚀搬运并磨蚀形成凹坑。坑内进而更易积水或残存冰雪，更加强了凹坑的物理和化学风化作用，凹坑逐渐扩大，形成圆形、椭圆形的“石臼”、“石盆”^[5-6](图 7a、b)。

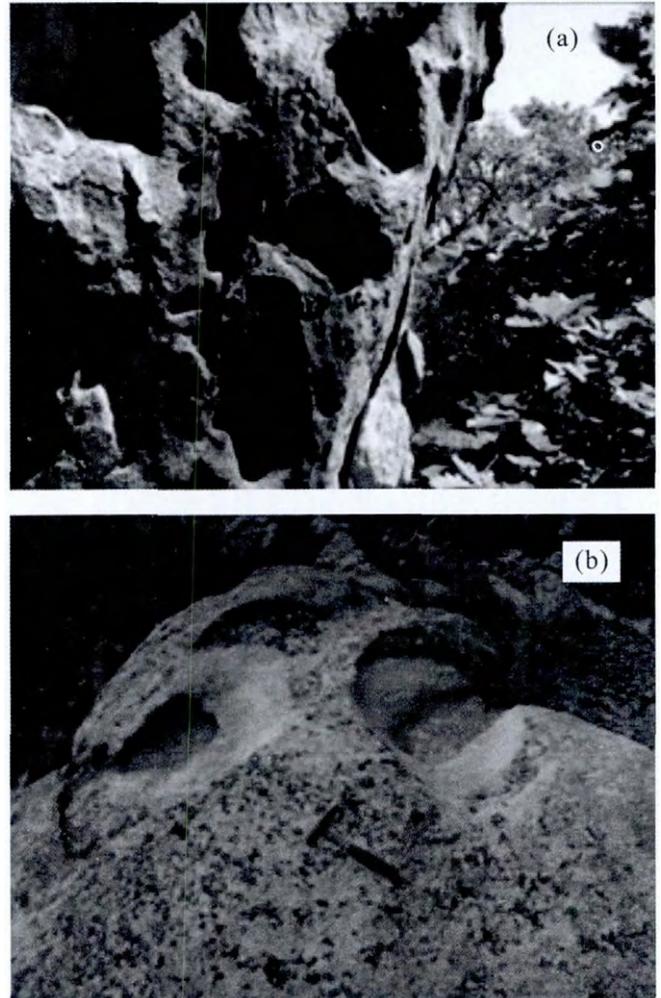


图 7 石臼(a)和石盆(b)

Fig. 7 Stone mortar (a) and stone basin (b)

凹槽与石脊：由于冰冻作用、昼夜温差及流水的浸润，岩体会发生热胀冷缩、湿胀干缩，造成弱风化，长石蚀变、石英破碎，并呈砂状脱落。降水和融雪在晶洞正长花岗岩顶面形成线状水流，沿侧壁向下流淌侵蚀，剥蚀已风化松散的表面岩石，侧壁被流水逐渐侵蚀下凹，形成一系列的横断面呈宽阔“U”型的凹槽和弧形突起的“石脊”^[6](图 8)。

4 地貌形成条件

石人沟南山晶洞正长花岗岩地貌的形成受多种因



图 8 凹槽与石脊

Fig. 8 Flutes and Rock Ridge

素共同控制. 主要的内在影响因素有岩性(主要为岩石的结构、构造)、断裂、裂隙、节理、新构造运动及所处的地理位置控制. 主要的外动力地质条件为风化剥蚀、流水侵蚀和重力崩塌. 正是内、外动力的共同作用才形成了具有独特魅力的石人沟南山晶洞正长花岗岩地貌.

4.1 岩性特征

石人沟南山晶洞正长花岗岩岩体具有完整的岩相带,由中心相至边缘相矿物颗粒逐渐变细. 中心相矿物颗粒较大,抗风化能力较强,逐渐形成峻峭的山峰. 岩体中较为发育的晶洞更容易受到风化及侵蚀作用而形成晶洞穴、石穴、石盆等微地貌,过渡相及边缘相岩体矿物相对较小,抗风化能力弱于中心相,容易形成较缓的山麓^[5-15].

4.2 断裂、裂隙对地貌发育的控制作用

石人沟南山晶洞正长花岗岩岩体除冷凝过程中因体积收缩而产生的原生节理外,还受区域上构造活动的影响,发育有北东—北北东向和北西向两组断裂构造. 通过节理面特征及岩石破碎形态判断断裂构造性质为压扭性断裂,使岩体沿断面或节理面的风化速度大大增加,从而形成石柱、叠石、石蛋等地貌景观.

4.3 新构造运动

从区域上阶地的发育程度和广泛分布的“U”型谷来看,新生代以来,石人沟南山一带地壳活动处于缓慢的抬升状态,这种上升为流水的侵蚀、重力崩塌等外力作用提供了势能条件,风化及侵蚀作用沿花岗岩岩体中的节理、裂隙向纵深发育,为石柱、石蛋等地貌的形成创造了良好的构造条件.

4.4 外动力地质作用

风化剥蚀、其流水侵蚀、重力崩塌是形成石人沟南

山晶洞正长花岗岩地貌的主要外动力条件.

4.5 地理位置

石人沟南山所处的气候带为寒温带大陆季风性气候带,其特点为:冬季寒冷冻融作用强烈;夏季降水充沛流水作用较强,日照长,昼夜温差大;春、秋季多风. 有利于岩石的物理、化学和生物风化. 在有冰雪和流水的条件下,岩石热胀冷缩、湿胀干缩,较易形成片状及砂状风化,各种造岩矿物也容易蚀变分解呈高岭土、绿泥石、绿帘石、绢云母等. 总体上石人沟南山的地貌在形成过程中是以物理风化为主,化学风化为辅.

5 结论

石人沟南山晶洞正长花岗岩产出在大兴安岭构造—岩浆带的中北段,类型为高钾钙碱性系列 A 型花岗岩,形成了穹状峰、石柱、叠石、石蛋、晶洞穴、石穴、石盆、凹槽、石脊等较为奇特的地貌. 北东—北北东向和北西向两组断裂构造、裂隙及节理是控制各地貌展布形态和规模的主要构造系统,风化剥蚀、流水侵蚀和重力崩塌是地貌形成的主要外动力. 石人沟南山是大兴安岭中北段一处较难得的花岗岩地貌单元. 其成景岩石的独特性,所成各种地貌的多样性,是不可多得的地质遗迹与旅游开发资源.

参考文献:

- [1]王五力,付俊,杨雅军. 中国东北晚中生代—新生代盆山体系构造演化及成因探讨[J]. 地质与资源, 2012, 21(1): 17—26.
- [2]郭素淑,李曙光. 淡色花岗岩的岩石学和地球化学特征及其成因[J]. 地学前缘, 2007, 14(6): 291—298.
- [3]迟清华,鄢明才. 应用地球化学元素丰度数据手册[M]. 北京:地质出版社, 2007: 2—3.
- [4]邵济安,张履桥. 大兴安岭中生代伸展造山过程中的岩浆作用[J]. 地学前缘, 1999, 6(4): 339—346.
- [5]文雪峰,陈安东,范小露,等. 内蒙古牙克石喇嘛山花岗岩景观特征及其对比分析[J]. 地球学报, 2013, 34(2): 233—241.
- [6]梁诗经,文斐成. 福建太姥山晶洞碱长花岗岩地貌特征[J]. 福建地质, 2010(4): 53—65.
- [7]王荣,曾克峰,陈植华,等. 福建太姥山花岗岩地貌特征及成因分析[J]. 国土与自然资源研究, 2011(1): 97—98.
- [8]陈艺鑫,崔之久,杨建强. 中国气候和构造运动对花岗岩地貌的影响[J]. Journal of Geographical Sciences, 2009(5): 77—89.
- [9]陈安泽. 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, 2007(6): 48—52.
- [10]尹国胜,杨明桂,马振兴,等. “三清山式”花岗岩地质特征与地貌景观研究[J]. 地质论评, 2007(S1): 60—78.
- [11]卢云亭. 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, 2007(S1): 89—94.

表1 样品中氧化镁的分析结果比较

Table 1 A comparative analysis of the results of magnesium oxide in the samples

样品编号	原值/%	测量值(n=6)/%	平均值/%	标准偏差/%	RSD/%
1#	1.15	1.10、1.15、1.08、1.20、1.12、1.07	1.12	0.049	4.38
2#	2.02	2.04、2.00、1.93、2.02、1.95、1.89	1.97	0.058	2.94
3#	8.58	8.61、8.67、8.55、8.62、8.53、8.66	8.61	0.057	0.66
4#	10.65	10.50、10.67、10.65、10.48、10.55、10.62	10.58	0.080	0.76
5#	20.71	20.75、20.71、20.68、20.65、20.58、20.61	20.66	0.063	0.31
6#	25.36	25.32、25.27、25.33、25.59、25.40、25.45	25.39	0.12	0.47
7#	25.98	26.04、25.67、26.07、25.74、25.81、25.88	25.87	0.16	0.62
8#	32.59	32.44、32.63、32.75、32.73、32.55、32.49	32.60	0.13	0.40

表2 样品回收试验

Table 2 Sample recovery test

样品编号	原值	测定值	加入量	测定值	回收率	相对误差
1#	2.52	2.58	9.09	11.57	98.90	2.38
2#	6.38	6.32	9.09	15.39	99.78	-0.94
3#	12.15	12.09	9.09	21.12	99.34	-0.49
4#	24.58	24.64	9.09	33.76	100.3	0.24

注:加入标准为固体氧化镁(GR)试剂 50 mg,占样品含量的 9.09%。数值单位: %。

2.8 空白试验

为确保分析结果的准确度和精密度,应同批做空白试验。

3 结论

试验表明,在镍矿中通过酸溶将试样完全溶解,并

将主要干扰元素进行分离,去除了主要干扰元素对磷酸铵镁形成的影响,通过对沉淀剂的用量、速度及陈化时间的控制,使沉淀更完全。本方法操作更简单,分析周期短,结果更准确。对镍矿中氧化镁含量的分析更具有实用性。

参考文献:

- [1]尹明,李家熙.岩石矿物分析(第3分册):有色、稀有、分散、稀土、贵金属矿石及铀钍矿石分析[M].4版.北京:地质出版社,2011.
- [2]王荣久.用丁二酮肟为沉淀剂 EDTA 络合滴定镍矿石中的镍[J].云南冶金,1994(3):60.
- [3]袁少华,钟伟萍.钼酸铅重量法测定增收钼矿中的钼[J].江西有色金属,2007,21(3):36.
- [4]李海波,周康根,姜科,等.焦磷酸镁的酸解及酸解产物的氨氮沉淀性能[J].环球科学与技术,2009,32(4):51.

(上接第 368 页 /Continued from Page 368)

- [12]郭良,相石宝,徐兴永,等.山东崂山花岗岩地质地貌特征[J].地质论评,2007(S1):142-146.
- [13]陈安泽.中国花岗岩地貌景观若干问题讨论[J].地质论评,2007(S1):5-12.

- [14]崔之久,杨建强,陈艺鑫,等.中国花岗岩地貌的类型特征与演化[J].地理学报,2007(7):5-20.
- [15]方建华,谢俊卿,王伟峰,等.河南遂平嵛岈山花岗岩地貌景观特征分析[J].地质论评,2007,53(增刊):143-147.