

库浪那古岩群铁矿找矿潜力浅析

——以西昆仑大同乡一带为例

李健强,任广利,高婷,杨敏,易欢,杨军录

(中国地质调查局西安地质调查中心,陕西 西安 710054)

摘要:在对西昆仑塔什库尔干铁矿远景区东南的大同乡一带的遥感异常查证中,在古元古界库浪那古岩群(Pt_1K)中发现2条磁铁矿带,该磁铁矿带呈条带状、透镜状赋存于库浪那古岩群纹层状磁铁矿石夹云母石英片岩、大理岩地层中,为首次证实在库浪那古岩群有较富条带状磁铁矿层存在。通过对该地区库浪拉古岩群的原岩恢复及地层古地理环境、原岩建造、成控矿环境等成矿地质背景分析,认为库浪那古岩群具备寻找沉积变质型铁矿潜力。在对大同南库浪那古岩群磁铁矿带高分遥感剖析的基础上,结合地物化资料,对大同乡以南地区库浪那古岩群的铁矿找矿远景区进行了探讨,提出了大同乡南、布伦木沙乡东南2处磁铁矿找矿有利区,为下一步找矿提供方向。

关键词:库浪那古岩群;条带状含铁建造;磁铁矿;沉积变质型;西昆仑;大同乡

中图分类号:P618.31

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2015)03-0289-10

Iron Deposit Prospecting Potential in the Kulangnagu Rock Group: a Case Study on the Datong Township of West Kunlun Area

LI Jianqiang¹, REN Guangli¹, GAO Ting¹, YANG Min¹, YI Huan¹, YANG Junlu¹

(Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: By the remote sensing anomaly inspection, two magnetite ore belts were first found in the Palaeoproterozoic Kulangnagu rock group(Pt_1K) at Datong township area, which located in the southeast of West Kunlu Taxkorgan iron deposit prospect area. Shaped like ribbon or lenticular, the magnetite belt was hosted in quartz schist of marble stratum. Based on the regional stratigraphic paleogeographic environment, primary rock formation, ore-controlling environment geological background analysis, it is considered that the Kulangnagu rock group has prospecting potential for metamorphosed sedimentary iron ore. Based on the analysis of high resolution remote sensing, combined with geochemical and geophysical data, we discussed the ore prospecting area and put forward two favorable magnetite prospecting areas, one at the south of Datong township area, the other at the southeast of Bulunmusha Township, which provides direction for the next step of prospecting.

Keywords: Kulangnagu rock group; banded iron formation; magnetite; sedimentary metamorphic

收稿日期:2015-03-30;修回日期:2015-04-30

基金项目:中国地质调查“西昆仑成矿带矿产资源遥感地质调查项目”(1212011120886)资助

作者简介:李健强(1973-),男,重庆垫江人,高级工程师,主要从事遥感地质研究。E-mail:405739307@qq.com

type; west KunLun; Datong Township

古元古界库浪那古岩群(Pt_1K)由新疆十三大队七中队(1957)命名的“库浪那古群”演变而来,大致呈北西向长带状展布于柯岗断裂与大同岩体之间。该群为一套中-深成相区域变质岩,变质程度达高绿片岩相-高角闪岩相,部分叠加接触变质。其岩石组合特征及变质程度与塔南赫罗斯坦岩群和喀拉昆仑布伦阔勒岩群比较相似(李荣社等,2008)。

以往的工作中,在库浪那古岩群大理岩地层中曾发现接触交代型、热液脉型玉石矿;在其与二长花岗岩的接触带发现热液型钼矿(刘建平,2010);但还没有关于富磁铁矿的报道。仅在1:25万区域地质调查报告实测地质剖面中,记载库浪那古岩群有纹层状磁铁石英岩发育(塔县库如克栏杆南,厚约295.8 m;叶城县苏提盖希,厚约6.6 m)(河南省地质调查院,2004),但未做更详细阐述。笔者等2010~2011年在对库浪那古岩群进行遥感异常检查中,在大同南亦发现了一层条带状磁铁石英岩,并找到2处较富磁铁矿层。笔者拟在高分遥感剖析的基础上,从地层古地理环境原岩建造、成控矿环境与遥感异常特征出发,结合磁铁矿层地质特征,对西昆仑大同乡一带的富磁铁矿的成因来源、空间展布进行探讨,为下一步找矿方向提供依据。

1 区域地质

库浪那古岩群隶属于西昆仑地层分区,广泛分布于昆北岩浆弧带的恰尔隆乡、布伦木沙乡、大同乡、西合休乡等地,尤以大同南、库浪那地古河流域、库地北、塞图拉北出露较好,大致呈长条状展布,在大同岩体南侧以及岩体内部则呈不规则状出露。该研究区为大同一布伦木沙一带,柯刚断裂带与康西瓦断裂带之间的区域。构造上属于昆仑造山带的昆北岩浆弧带,地层分布受北西向断裂带控制明显,与其他地层之间多为断层接触(图1)。内部褶皱、断裂等发育,构造变形、片理化、劈理化和变质作用均很强烈。

库浪那古岩群总体包括2套岩性组合,下部岩段岩性复杂,以各种结晶片岩(白云母片岩、黑云石英片岩、二云片岩、二云石英片岩、斜长角闪片岩等)、石英岩为主,其次为大理岩、片麻岩类(黑云斜

长片麻岩、黑云透辉斜长片麻岩、黑云阳起斜长片麻岩)等,夹少量变火山岩层;上部岩段岩性相对简单,主要为大理岩、滑石、透闪石蚀变强烈。该群在区域上岩石组合特征基本一致,由北东向南西大理岩逐渐增多,厚度变化较大,大同一带厚4 872 m,库浪那古河流域厚3 375 m,库地一带厚3 025~3 669 m,赛图拉地区厚2 990 m。上述地区该套地层岩性组合,变质、变形特征吻合性较好,具很好的可对比性。

在大同一带,库浪那古岩群主要为结晶片岩,岩性以深灰-灰黑色黑云石英片岩、灰色二云石英片岩、灰白-灰黑色石英岩、纹层状磁铁石英岩、白色大理岩为主,局部发育灰绿色斜长角闪片岩。纹层状磁铁石英岩纹层明显,手标本尺度的褶(揉)皱强烈。

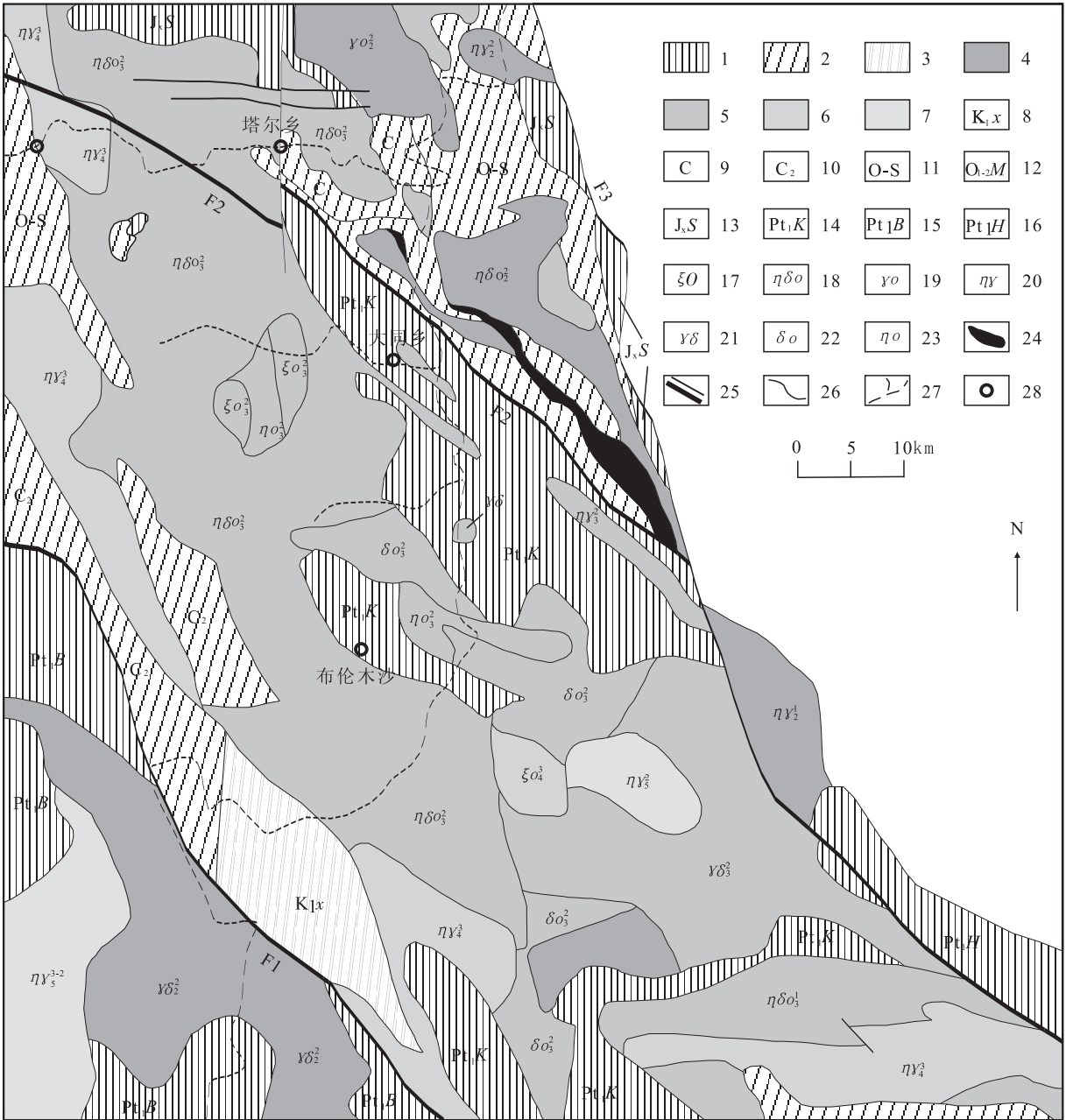
库浪那古岩群与周缘地层多呈断层接触或被岩体吞噬,未见直接正常接触。侵入库浪那古岩群的大同西岩体锆石U-Pb同位素年龄为 (480.43 ± 5) Ma,新一藏公路128 km岩体锆石U-Pb同位素年龄为495 Ma,角闪石K-Ar年龄为527.6 Ma。何世平等在新疆叶城县库地北该岩群变(枕状)玄武岩中获得的锆石LA-ICP-MS年龄为 (2025 ± 13) Ma。据此,其时代宜置于古元古代(李荣社等,2008;何世平等,2010)。

通过原岩恢复,变粒岩、片麻岩类原岩为石英砂岩、长石砂岩、杂砂岩等碎屑岩类;片岩类原岩为泥岩或粉砂质泥岩;大理岩原岩为灰岩,斜长角闪岩原岩为玄武岩,原岩为一套碎屑岩-碳酸盐岩夹基性火山岩建造。

2 铁矿地质特征

2.1 磁铁矿层产出特征

大同磁铁矿在大同乡政府南约1.5 km处,共发现2处磁铁矿层露头,即大同南磁铁矿化体(坐标: $N37^{\circ}39'17''$, $E76^{\circ}09'24''$)和依里发磁铁矿化体(坐标: $N37^{\circ}38'25''$, $E76^{\circ}10'07''$)。矿化体围岩为灰色-灰黑色云母石英片岩夹大理岩,地层走向较为稳定,产状 $40^{\circ} \angle 70^{\circ}$ 。在石英岩夹云母石英片岩地层靠近大理岩的部位,发育纹层状磁铁石英岩及磁铁矿层。纹层状磁铁石英岩厚度约300 m,磁铁矿体最宽大为100 cm,一般为10~20 cm,单层或多层产



1. 前寒武系;2. 古生代;3. 中生代;4. 元古代花岗岩类;5. 加里东期花岗岩类;6. 华力西期花岗岩;7. 燕山期花岗岩类;8. 下拉夫群;9. 石炭系未分;10. 中石炭系;11. 奥陶—志留系未分;12. 玛列兹肯群;13. 桑株塔格群;14. 库浪那古岩群;15. 布伦阔勒岩群;16. 赫罗斯坦岩群;17. 石英正长岩;18. 石英二长闪长岩;19. 英云闪长岩;20. 二长花岗岩;21. 花岗闪长岩;22. 石英闪长岩;23. 石英二长岩;24. 超基性岩;25. 断层;26. 地质界线;27. 河流;28. 乡镇;F1. 康西瓦断裂带;F2. 柯刚断裂带;F3. 库斯拉甫断裂带

图 1 大同一带地质矿产略图(据刘建平,1:25 万区调资料,修改)

Fig. 1 Geological sketchin Datong area

出。局部地段磁铁矿呈透镜状、扁豆状、囊状产出。含矿层内矿化不连续,夹有数层厚不等的含铁石英岩,其中上部矿化较强,厚度大,沿走向、倾向均较稳定,矿体连续性好。

矿体受地层层位控制,顶、底板岩性为石英岩、含铁石英岩、云母石英片岩,共发现 2 个矿体。矿体与围岩产状一致,界线基本清楚,矿体的厚度变化较大,地表及浅部较薄,深部较厚;中间较厚,两端变

薄。通过沿地层走向追溯,发现纹层状磁铁石英岩向北、向南逐渐变薄直至尖灭。

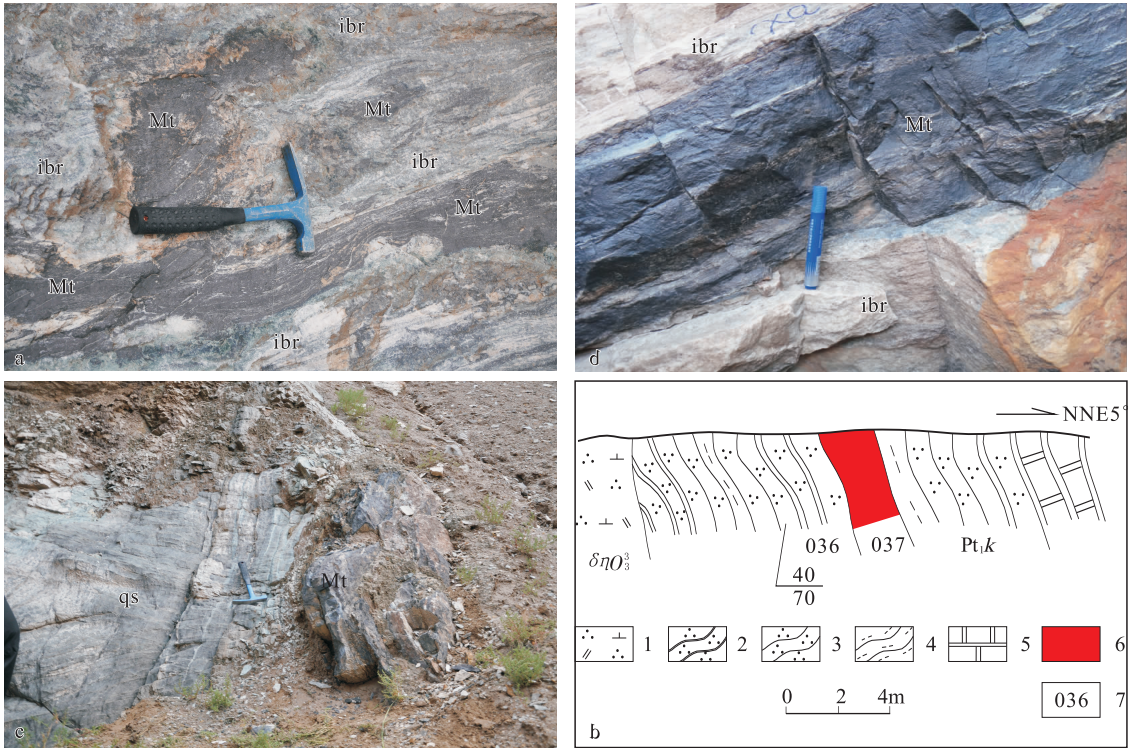
铁矿层新鲜面具有条带状构造,浅色条带宽 1~5 mm,主要由石英组成;深色条带宽窄不一,同一深色条带,宽度变化较大,范围多为 2~50 mm,由磁铁矿和其他深色矿物组成。

磁铁矿层总体呈较连续的带状,其内部的浅色条带与深色条带相互穿插且厚度变化大,可能反映当时较为动荡的沉积环境。

在 worldview-2 高分影像上(B532 真彩色合成),磁铁矿层整体为浅灰色,纹理清楚,延纹理

方向(北西向)可看到明显的深色、白色及棕褐色条带,北西向平行断层发育。通过遥感解译,认为该区为石英片岩+大理岩的岩性组合单元,处于区域脆韧性剪切破碎带内,剪切带南侧有岩体出露。

解译及野外查证发现,大同南一带在构造上表现为北西向脆韧性剪切带,浅表岩石节理发育,破碎蚀变强烈,深部岩石大部分已糜棱岩化,侵入岩中暗色矿物经剪切拉伸,呈定向排列,局部已成为长英质糜棱岩,有后期花岗岩侵入脉。岩脉蚀变发育,表明后期热液活动较强烈(图 2)。



a. 不规则带状、纹层状磁铁矿体(依里发磁铁矿化点);b. 带状磁铁(依里发磁铁矿化点);c. 大同南磁铁矿体与云母使用片岩接触关系;d. 大同南磁铁矿化点信手剖面;Mt. 磁铁矿;ibr. 磁铁石英岩;qs. 石英片岩;1. 石英二长闪长岩;2. 石英岩;3. 石英片岩;4. 黑云片岩;5. 大理岩;6. 磁铁矿体;7. 样品编号

图 2 大同磁铁矿层及其信手剖面图

Fig. 2 Magnetite ore belt and its Geological section in Datong area

2.2 矿石矿物成分及矿石的结构、构造特征

对依里发磁铁矿化点及大同南磁铁矿化点分别采集捡块样 XKY035、XKY037,送样分析,根据测试分析结果,矿石中主要有用组分为 Fe,呈独立矿物磁铁矿在矿石中存在。其中样品 XKY035 的 TFe=18.17%,样品 XKY037 的 TFe=17.73%。

矿石矿物成分:矿石矿物主要为磁铁矿、少量磁赤铁矿;脉石矿物主要为石英,少量斜长石、云母、角闪石、透辉石、透闪石、方解石、绿泥石和黄铁矿等。

矿石结构:磁铁矿以他形-半自形粒状为主,少量呈粒状变晶结构、半自形粒状、他形粒状变晶结构。

矿石构造:矿石构造主要为条带状(或纹层状)、致密块状,局部呈浸染状和脉状等。含铁矿物和石英黑白相间,具明显条带状、条纹状、细纹状构造特征,形成条带状铁建造(BIF)。其中,致密块状富矿石主要产于硅质成分较高的地层中,说明铁矿主要富集与从泥质岩向砂岩渐变带中。这种矿石构造及富集特征与塔什库尔干“帕米尔式铁矿”类似,表现出受沉积环境变化的海相沉积型矿床特征(燕长海等,2012)。

围岩蚀变见矽卡岩化、绿泥石化、绢云母化、褐铁矿化、黄铁矿化。

2.3 容矿硅铁建造岩石化学特征

2.3.1 主元素特征

含矿建造岩石主要化学组分见表 1。从岩石化

学分析可以看出,容矿石英岩类 SiO₂ 含量变化为 58.89%~70.65%,Al₂O₃ 含量变化为 10.86%~16.77%,TiO₂ 含量变化为 0.73%~0.95%,TFe 含量变化为 6.07%~7.23%,MgO 含量变化为 2.14%~3.75%,Na₂O 含量变化为 0.2%~1.45%,K₂O 含量变化为 1.66%~4.47%。

其岩石化学成分与页岩平均化学成分(魏克曼,1954)相当。尼格里岩石化学值 $qz=55.47\sim184.56$,硅过饱和; $t>0$,属铝过饱和系列。在 Si-t 图解(图 3)中落入富铝岩系与长英质岩系。磁铁矿石英岩及矿石 SiO₂ 含量为 88.6%,Al₂O₃ 含量为 4.20%,TiO₂ 含量为 0.24%, $Si=1\ 523.99$, $qz=1\ 334$,表明岩石极富 SiO₂; $t=13.99$,属铝过饱和系列富硅岩系。

表 1 库浪那古岩群(Pt₁K)硅铁建造及其周缘地层常量元素含量表(%)

Tab.1 The content of Major elements(%) of Banded iron formations and its surrounding strata of Kulangnagu rock group(Pt₁K)(%)

序号	层位	岩石名称	样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	CO ₂	总量
1	Pt ₁ K	二云石英片岩	238-19	70.65	0.73	10.86	1.24	4.83	0.08	2.83	3.02	1.45	1.66	0.19	2.18	0.1	99.82
2	Pt ₁ K	黑云石英片岩	238-20	58.89	0.95	16.77	1.81	6.15	0.09	3.75	1.80	1.07	4.47	0.20	3.51	0.30	99.76
3	Pt ₁ K	磁铁矿石英岩	238-12	88.6	0.24	4.2	0.25	0.7	0.01	0.6	0.29	0.65	1.13	0.06	2.95	0.1	99.78
4	Pt ₁ K	斜长角闪片岩	238-27	48.53	1.35	15.24	2.04	7.93	0.16	6.95	11.49	1.61	1.97	0.2	2.26	0.08	99.81
5	Pt ₁ K	含滑石大理岩	239-20	7.62	0.05	0.12	0.01	0.33	0.02	18.77	31.8	0.1	0.04	0.02	0.6	40.47	99.95

注:资料来源:1:25 万塔什库尔干塔吉克自治县幅区域地质报告,2004。

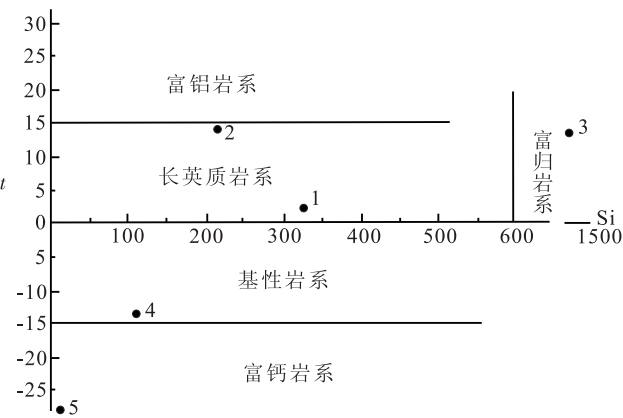


图 3 库浪那古岩群硅铁建造及其周缘地层 Si-t 图解 (投点编号为表 1 样品序号)

Fig.3 Si-t diagram of banded iron formations and its surrounding strata of Kulangnagu rock group(Pt₁K)

2.3.2 微量元素特征

石英片岩类的微量元素(表 2)与泰勒(Taylor,1964)地壳元素丰度相比,Rb、Zr、Nb、Sc、V、Co、Ga 较为接近,Sr、Ta、Ni、Mo 贫乏,其他元素富集。与涂和魏(Turekian et al,1961)页岩中微量元素平均含量大体相当。可见库浪那古岩群片岩中微量元素含量大体上与泥质岩石较为接近。

斜长角闪片岩中微量元素与泰勒的地壳元素丰度相比,Sc、V、Cr、Co、W、Sn 富集,Rb、Ba、Ga、Se 较为接近,其他元素明显贫乏。与涂和魏玄武岩微量元素平均含量相比,Ba、Hf、Sc、Ga、Se 较接近,Rb、Cr、W、Sn、Be 富集,其他元素均贫乏。

大理岩中微量元素与泰勒的地壳元素丰度相比,仅 W 较为接近,其他元素均贫乏。与涂和魏的碳酸盐岩微量元素平均含量相比,Rb、Sr、Ni、Se 偏低,Ba、Nb、Ta、Co、W、Sn 较高,其他元素较为接近。

表 2 库浪那古岩群(Pt₁K)硅铁建造及其及其周缘地层微量元素含量表(10⁻⁶)

Tab. 2 The content of trace elements(10⁻⁶) of Banded iron formations and its surrounding strata of Kulangnagu rock group(Pt₁K)

序号	层位	岩石名称	样号	Rb	Sr	Ba	Zr	Nb	Ta	Hf	Sc	V	Cr	Co	Ni	Th	W	Sn	Mo	Be	Ga	Se
4	Pt ₁ K	二云石英片岩	238-19	78	144	201	184	14	1.2	4.3	14	112	125	21	41	9.9	108	1.9	0.28	1.4	13	0.1
5	Pt ₁ K	黑云石英片岩	238-20	167	99	839	192	17	1.2	3.9	25	173	135	26	62	14	21	4	0.2	2.3	20	0.053
7	Pt ₁ K	磁铁石英岩	238-12	47	85	1055	55	7	<0.5	0.75	5.4	267	53	29	45	3	506	2.7	13	1	7.7	1.59
8	Pt ₁ K	斜长角闪片岩	238-27	90	193	367	114	11	0.78	1.8	37	220	217	36	42	1.2	15	9.2	0.6	1.7	18	0.043
9	Pt ₁ K	含滑石大理岩	239-20	2.9	60	22	21	3.6	0.5	0.5	1.3	15	9.8	4.1	9	1	1.2	1.2	0.33	0.15	0.45	0.043

注:资料来源:1:25 万塔什库尔干塔吉克自治县幅区域地质报告,2004。

表 3 库浪那古岩群(Pt₁K)硅铁建造及其及其周缘地层稀土元素含量(10⁻⁶)及有关参数表

Tab. 3 The content of rare earth elements(10⁻⁶) of Banded iron formations and its surrounding strata of Kulangnagu rock group(Pt₁K)

序号	层位	岩石名称	样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	ΣCe/ ΣY	δEu	Eu/ Sm	(La/ Yb) _N
4	Pt ₁ K	二云石英片岩	238-19	31.1	59.16	7.15	26.63	5.53	1.23	4.94	0.83	4.68	0.96	2.66	0.42	2.63	0.39	23.66	171.97	7.47	0.77	0.22	7.02
5	Pt ₁ K	黑云石英片岩	238-20	35.99	67.23	8.9	31.41	6.51	1.41	5.84	0.97	5.43	1.14	3.19	0.49	3.14	0.49	28.84	200.98	7.32	0.75	0.22	6.81
7	Pt ₁ K	磁铁石英岩	238-12	5.28	9.22	1.66	5.52	1.15	0.23	1.1	0.19	1.24	0.27	0.77	0.13	0.77	0.12	8.35	36	5.02	0.68	0.2	4.07
8	Pt ₁ K	斜长角闪片岩	238-27	10.43	23.95	3.57	14.97	4.02	1.43	4.55	0.81	5.01	1.06	3	0.45	2.83	0.44	26.38	102.9	3.22	1.13	0.36	2.19
9	Pt ₁ K	含滑石大理岩	239-20	0.95	2.55	0.32	0.96	0.25	0.06	0.22	0.03	0.21	0.05	0.12	0.02	0.09	0.01	2.30	8.14	6.79	0.84	0.24	6.27
22 个球粒陨石平均				0.32	0.94	0.12	0.60	0.20	0.07	0.31	0.05	0.31	0.073	0.21	0.033	0.19	0.031	1.96					

注:资料来源:1:25 万塔什库尔干塔吉克自治县幅区域地质报告,2004。

2.3.3 稀土元素特征

石英片岩类稀土总量 ΣREE=171.97×10⁻⁶~260.3×10⁻⁶,轻重稀土值 ΣCe/ΣY =7.32~8.32,轻稀土富集而重稀土亏损;δEu=0.61~0.77,显示弱负 Eu 异常;Eu/Sm =0.17~0.22,与沉积岩 Eu/Sm 值 0.2(赵振华,1974)接近;分馏程度 (La/Yb)_N为 6.81~7.09。稀土元素球粒陨石标准化配分模式(图 4)显示轻稀土富集,曲线右倾略陡,重稀土较为平坦的形态。

石英岩稀土总量较低,ΣREE=36×10⁻⁶,轻重稀土值 ΣCe/ΣY =5.02,轻稀土富集而重稀土亏损;δEu=0.68,弱负 Eu 异常;Eu/Sm =0.2,与沉积岩 Eu/Sm 值 0.2(赵振华,1974)一致;分馏程度 (La/Yb)_N为 4.07。稀土元素球粒陨石标准化配分模式(图 4)显示轻稀土富集,曲线右倾略陡,重稀土曲线近水平。

斜长角闪片岩稀土总量 ΣREE=102.9×10⁻⁶,轻重稀土值 ΣCe/ΣY =3.22,轻稀土富集而重稀土亏损;δEu=1.13,显示为弱 Eu 正异常;Eu/Sm =0.36,稍低于大洋拉斑玄武岩 Eu/Sm 值 0.44(赵振华,1974);分馏程度 (La/Yb)_N为 2.19。稀土元素球粒陨石标准化配分模式(图 4)曲线近水平略向右缓倾斜,与大洋拉斑玄武岩稀土元素配分模式相同。

大理岩稀土总量低,ΣREE=8.14×10⁻⁶,轻重稀土值 ΣCe/ΣY =6.79,轻稀土富集而重稀土亏损;δEu=0.84,为弱 Eu 负异常;Eu/Sm =0.24,与赵振华(1974)的 Eu/Sm 值 0.2 接近;分馏程度 (La/Yb)_N为 2.19。稀土元素球粒陨石标准化配分模式(图 4)为曲线近水平略向右缓倾的宽缓波状形态。

综上所述,库浪那古岩群硅铁建造及其周缘地层的原岩应为一套碎屑岩(主要为泥质杂砂岩)-碳酸

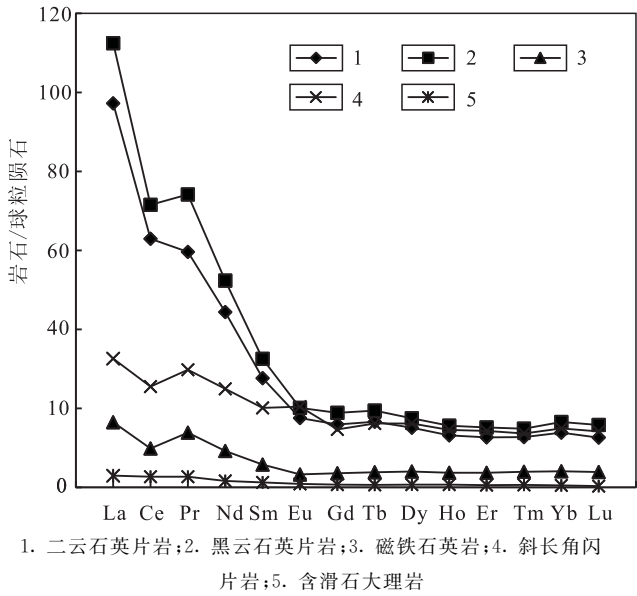


图 4 库浪库古岩群硅铁建造及其
周缘地层稀土元素分配模式图

Fig. 4 The distribution patterns of rare earth elements of
Banded iron formations and its surrounding strata
of Kulangnagu rock group(Pt₁K)

盐岩夹基性火山岩建造。大同磁铁矿顺层产于库浪那古岩群中条带状含铁石英岩段,顶板主要为云母石英片岩、大理岩、斜长角闪片岩,底板主要为云母石英片岩、云母片岩,具同生沉积成矿特征,形成于较弱中基性火山喷发海盆环境。

后期受一定区域变质作用叠加改造,铁矿床形成经历了原始铁质沉积和后期变质改造作用,形成磁铁矿。而磁铁矿体又受到后期(加里东期)岩体侵入活动影响,发生热液改造作用。后期热液活动形成的黄铁矿、黄铜矿,呈星点状分布,形成较好的围岩蚀变。

3 遥感异常特征

大同磁铁矿区在高分辨率遥感影像——worldview-2 B532 真彩色图像上,整体为浅灰色,纹理清楚,延纹理方向(北西向)可看到明显的深色、白色及棕褐色相间条带。区内北西向平行节理裂隙发育,表明区内曾经历脆韧性剪切构造活动。其南侧有北西向展布的加里东期岩体出露,岩体与地层呈断层接触(穷苏鲁格正断层)。

利用 ETM 中分多光谱数据,采用主成分分析法提取遥感异常,受影像分辨率及地表风积物覆盖影响,区内仅有较弱羟基异常显示,实地查证羟基异常主要由地层中的大理岩带引起。而利于 World-View-2 高分多光谱数据,采取比值法(B5/B2)提取异铁氧化物异常后,结果显示区内存在明显的 Fe 氧化物异常(图 5)。

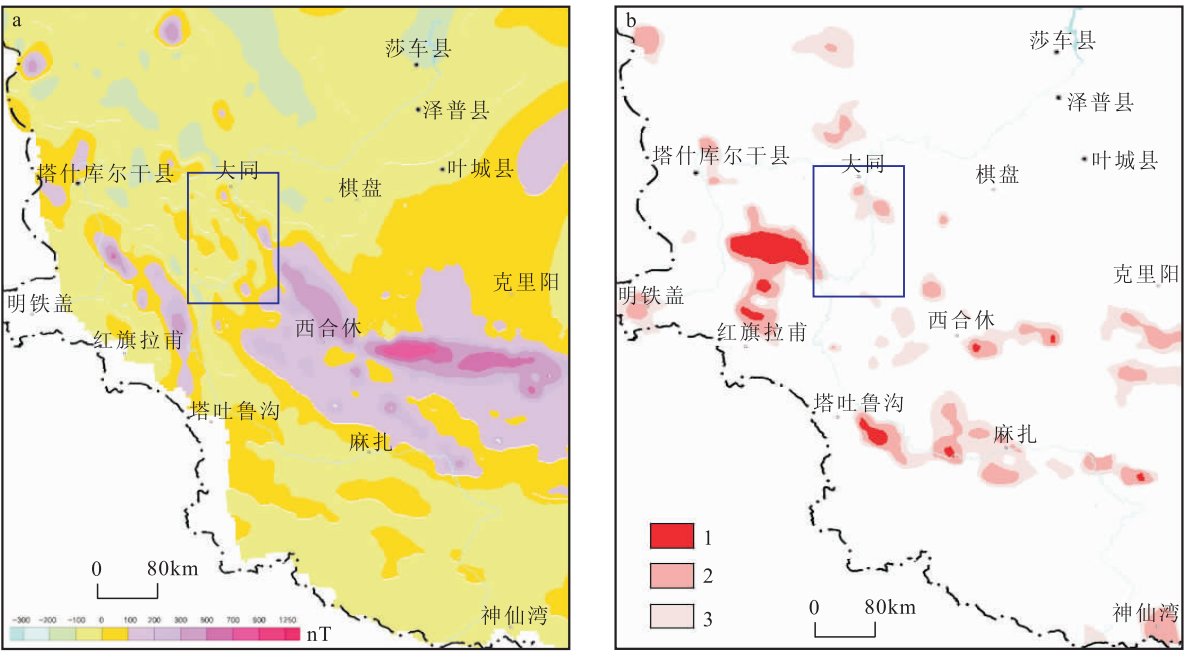
新发现的 2 处磁铁矿带均有强 Fe 氧化物异常发育,显示高分 Fe 铁氧化物异常与磁铁矿带有较好的吻合度。

从大同地区的 Fe 氧化物异常图来看,Fe 氧化物异常呈北西向沿断层走向带状展布,从北向南可见 3 条 Fe 氧化物异常,宽数米至数十米,延伸数百米至数千米。野外查证显示,Fe 氧化物异常带主要由条带状磁铁石英岩引起。



1. 弱铁染异常,2. 强铁染异常

图 5 大同南地区 Worldview-2 影像及高分铁染异常图
Fig. 5 worldview-2 image and its high resolution
ferric contamination anomaly in south Datong area



a. 航磁 ΔT 化极等值线平面图; b. 化探单元素 Fe 异常; 1. Fe 元素异常内带; 2. Fe 元素异常中带; 3. Fe 元素异常外带

图 6 西昆仑西段航磁及化探异常图(据 2012 年矿产资源潜力评价资料修编,蓝色框线为研究区)

Fig. 6 Aerial magnetic and geochemical anomaly in the western part of the West KunLun

4 物化探异常特征

4.1 航磁异常特征

研究区航磁工作程度较低,根据西昆仑地区 1:50 万航磁异常数据,大同地区库浪那古岩群发育地区存在弱航磁异常。在航磁 ΔT 化极等值线平面图上(图 6 a),可见 3 条平行状展布的航磁异常带,航磁异常带从北向南呈东西向展布,其中,大同南航磁异常带连续性较好,向东南在玉萨斯附近与西合休北强航磁异常带相连。研究区内的航磁异常基本上发育于库浪那古岩群中,且与云母石英片岩、石英岩、大理岩地层走向一致。通过对大同南、大同开发区等地实地查证,航磁异常与条带状硅铁建造有较好的对应关系。据此推测研究区库浪那古岩群中的其余 2 条磁异常带也应是库浪那古岩群中强磁性矿物引起。

在航磁异常带中,局部地段出现小面积的强航磁异常,则可能是磁铁矿富集部位。例如,在大同南部出现的强磁异常区域,发现了 2 处条带状磁铁矿层。

4.2 化探异常特征

研究区化探工作程度亦不高,根据现有的 1:50

万单元素化探异常资料(图 6 b),研究区内 Fe 元素异常相对较弱,分布面积小,主要分布在大同南部以及皮勒西北,呈大致带状展布。

大同南部铁元素异常区带呈中部向南突出的北西—南东向带状展布特征。本次发现的磁铁矿层即位于该异常区带最北端的铁元素异常中带内。

5 成矿潜力分析

全球铁矿石的主要来源于前寒武纪,特别是早前寒武纪的条带状硅铁建造(BIF),BIF 型铁矿床也是中国最重要的铁矿床类型,占全国总查明资源储量 55.2%。BIF 型铁矿床在古太古宙、中太古宙、新太古宙、古元古代和新元古代均有产出,但主要在新太古宙—古元古代。其形成与海底热液喷流作用关系密切(沈保丰,2012)。在西昆仑地区,自北向南在古元古界布伦阔勒群、长城纪赛图拉岩群均能见到一套含磁铁矿层。而塔什库尔干地区铁矿找矿进展主要得益于近年来古元古界布伦阔勒岩群的条带状硅铁建造的发现。目前,已发现了多个大中型磁铁矿床,截至 2013 年初控制资源量达 10×10^8 t,是西昆仑地区近年来重大找矿突破之一(陈登辉等,

2013)。

前已述及,古元古界库浪那古岩群的岩石组合特征及变质程度和古元古界布伦阔勒岩群、长城系赛图拉岩群比较相似(李荣社等,2008)。其均为塔什库尔干地区主要的前寒武变质基底地层,虽分属于康西瓦结合带两侧不同的地层分区,但从岩石组合和沉积建造综合分析来看,其均形成于海相沉积,都曾经历了一系列的火山喷发沉积作用,形成了(中)基性火山岩建造-碎屑岩建造-碳酸盐岩建造组合。因此,库浪那古岩群中条带状硅铁建造(BIF)及其富磁铁矿层的发现证明其具备磁铁矿成矿条件,具有重要的找矿指示意义。

从西昆仑西段航磁异常及化探异常分布特征来看,大同地区库浪那古岩群地层中的航磁异常、化探异常虽然相对较弱,但展布形态与赞坎-老并-布伦阔勒岩群的航磁异常特征有一定的相似性,均呈现出北西-南东向的带状特征。另外,大同地区的航磁异常实际上与西合休东南(库地-帕合甫一带)航磁异常在一个异常带上。在该带的长城系赛图拉岩群中(库地及其东南部)已发现在多处磁铁矿点,其赋矿围岩主要为黑云母石英片岩、黑云母片岩,磁铁矿层受后期岩浆热液活动改造明显,进一步形成了铁铜多金属矿。大同地区的库浪那古岩群与库地一带的赛图拉岩群同处于昆仑(中央地块)Fe-Cu-Pb-Zn-Mo-水晶-白云母-玉石-石棉矿带(Pt;P₂)(李文渊等,2012),与库地一带的磁铁矿具有相似的成矿地质背景。

通过在大同地区的高分遥感解译,认为在库如克栏杆南、大同南及布伦木沙地区发育有较稳定条带状磁铁矿石岩地层,影像特征明显,厚度在200~1 000 m,延伸长约10~25 km。从其岩性组合特征、成矿时代特征、沉积环境特征以及航磁、化探异常组合特征综合分析来看,认为在大同南、布伦木沙等地区具备较好的磁铁矿找矿前景。通过在大同南地区的异常查证,已证实库浪那古岩群存在磁铁矿石岩建造并发现最厚达1 m磁铁矿层。由此推断,库浪那古岩群具备一定的磁铁矿找矿潜力。

6 结论

(1)古元古界的库浪那古岩群存在一套条带状硅铁建造,磁铁矿体原岩是以陆源碎屑为主的砂岩,形成于滨浅海相沉积环境,具较弱基性火山喷发沉

积特征。在火山-沉积阶段,海底火山活动将大量硅铁物质带入水体中,并在海盆不同部位出现较为稳定的铁矿沉积作用;进入区域变质阶段,含矿岩石发生高绿片岩相至低角闪岩相为主的变质作用,使铁矿进一步富集;后期岩浆热液活动阶段,岩体侵入使磁铁矿层再次富集和韧性变形改造,形成具一定规模的磁铁矿体。

(2)大同地区库浪那古岩群磁铁矿石岩主要分布于库如克栏杆南、大同南帕特美热-阿肯奥夫、马木台日,以及布伦木沙乡瓦尔果勒-贝勒迭等地,含铁建造呈北西向展布,厚度大延伸稳定,具备一定的找矿前景。

库浪那古岩群条带状硅铁建造的发现,为西昆仑地区的铁矿找矿工作提供了新的找矿方向。本次研究工作仅在大同南开展了简单的路线查证及取样分析工作,对于该地区大面积分布的库浪那古岩群而言犹如管中窥豹,难以较全面探讨库浪那古岩群的铁矿找矿潜力,建议尽快开展大比例尺航空磁测或者化探扫面工作,提高地质工作程度,进一步评价大同地区库浪那古岩群的磁铁矿找矿潜力。

参考文献(References):

- 李荣社,计文化,杨永成,等. 昆仑山及邻区地质[M]. 北京:地质出版社,2008.
- LI Rongshe, JI Wenhua, YANG Yongcheng, et al. Kunlun mountains and its adjacent area geology[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008.
- 何世平,李荣社,于浦生,等. 青藏高原及邻区前寒武纪地质图(1:1500000)[M]. 北京:地质出版社,2010.
- HE Shiping, LI Rongshe, YU Pusheng, et al. The Tibetan plateau and its adjacent area Precambrian geological map (1:1500000)[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010.
- 燕长海,陈曹军,曹新志,等. 新疆塔什库尔干地区“帕米尔式”铁矿床的发现及其地质意义[J]. 地质通报,2012, 31(4):549-557.
- YAN Changhai, CHEN Caojun, CAO Xinzhi, et al. The discovery of the “Pamir-type” iron deposits in Taxkorgan area of Xinjiang and its geological significance[J]. Geological Bulletin of China, 2012, 31(4):549-557.
- 河南省地质调查院. 克克吐鲁克幅、塔什库尔干塔吉克自治县幅 1:25 万区域地质调查报告[R]. 郑州:河南省国土资源厅,2004.
- Henan institute of Geological Survey. Report of 1:250 000

- geologic surveys in Keketulu and Tashikuergantajik autonomous county area [R]. Zhengzhou: Department of Land and Resources of Henan Province, 2004.
- 河南省地质调查院. 叶城县幅 1:25 万区域地质调查报告 [R]. 郑州:河南省国土资源厅, 2004.
- Henan institute of Geological Survey. Report of 1:250,000 geologic surveys in Yecheng area [R]. Zhengzhou: Department of Land and Resources of Henan Province, 2004.
- 任广利, 李健强, 王核, 等. 西昆仑西段布伦口—赞坎一带铁矿成矿系列 [J]. 新疆地质, 2013, 31(4): 318-323.
- REN Guangli, LI Jianqiang, WANG He, et al. The Metallogenic Series of Iron Deposits in Bulunkou-Zankan, West Kunlun [J]. Xinjiang Geology, 2013, 31(4): 318-323.
- 刘建平, 王核, 任广利, 等. 新疆西昆仑小同钨矿地质特征及找矿意义 [J]. 新疆地质, 2010, 28(1): 38-42.
- LIU Jianping, WANG He, REN Guangli, et al. Geological Characters and Prospecting Significance of Xiaotong Molybdenum Deposit in Western Kunlun, Xinjiang [J]. Xinjiang Geology, 2010, 28(1): 38-42.
- 沈保丰. 中国 BIF 型铁矿床地质特征和资源远景 [J]. 地质学报, 2012, 86(9): 1376-1395.
- SHEN Baofeng. Geological Characters and Resource Prospect of the BIF Type Iron Ore Deposits in China [J]. Acta Geological Sinica, 2012, 86(9): 1376-1395.
- 陈登辉, 伍跃中, 李文明, 等. 西昆仑塔什库尔干地区磁铁矿床特征及其成因 [J]. 大地构造与成矿学, 2013, 37(4): 671-684.
- CHEN Denghui, WU Yuezhong, LI Wenming, et al. Geological Characteristics and Genesis of the Iron Deposits in the Taxkorgan Area, West Kunlun [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2013, 37(4): 671-684.
- 中国地质调查局西安地质调查中心. 西北矿产资源潜力评价成果报告 [R]. 西安: 中国地质调查局西安地质调查中心, 2013.
- Xi'an Center of Geological Survey, CGS. Report of Mineral resources potential evaluation, northwest China [R]. Xi'an: Xi'an Center of Geological Survey, CGS, 2013.
- 邓广弘, 雷学武, 孙芳强. 新疆阿尔金构造带长青铁矿地质特征 [J]. 西北地质, 2010, 43(4): 188-194.
- DENG Guanghong, LEI Xuewu, SUN Fangqiang. Geological characteristics of Changqing iron mine in Xinjiang [J]. Northwestern Geology, 2010, 43(4): 188-194 (in Chinese with English abstract).
- 赵振明, 陈守建, 计文化, 等. 东昆仑小南川中—新元古界万保沟群地层中富磁铁矿层的发现及意义 [J]. 地质通报, 2012, 31(12): 1991-2000.
- ZHAO Zhenming, CHEN Shoujian, JI Wenhua, et al. The discovery of magnetite-rich ore bed in Mesoproterozoic Neoproterozoic Wanbaogou Group of Xiaonanchuan area, East Kunlun Mountains, and its significance [J]. Geological Bulletin of China, 2012, 31(12): 1991-2000.
- 金谋顺, 王辉, 乔耿彪, 等. 利用高分遥感技术发现西昆仑黑恰铁矿矿化带及其地质意义 [J]. 西北地质, 2014, 47(04): 221-226.
- JIN Moushun, WANG Hui, QIAO Gengbiao, et al. The Discovery of Heiqia Iron Mineralization Belt in West Kunlun by High Resolution Remote Sensing Technology and Its Geological Significance [J]. Northwestern Geology, 2014, 47(04): 221-226.
- 王俊峰. 西昆仑老井—赞坎矿集区铁矿成矿条件遥感研究 [J]. 西北地质, 2013, 46(02): 167-173.
- WANG Junfeng. Remote Sensing Study of Metallogenic Condition in West Kunlun Laobing-Zankan Ore Concentration Area [J]. Northwestern Geology, 2013, 46(02): 167-173.
- 袁家忠, 夏学惠, 郝国庆, 等. 库鲁克塔格地区元古界磁铁矿石型铁矿的发现及找矿意义 [J]. 化工矿产地质, 2010, 32(1): 11-18.
- YUAN Jiazhong, XIA Xuehui, XI Guoqing, et al. Discovery And Prospecting Significance Of Paleoproterozoic Erathem Magnetite-Quartzite Type Iron Deposit In Kuruk Tag Area [J]. Geology of Chemical Minerals, 2010, 32(1): 11-18.
- 陈玲, 张微, 周艳, 等. 高分辨率遥感影像在新疆塔什库尔干地区沉积变质型铁矿勘查中的应用 [J]. 地质与勘探, 2012, 48(5): 1039-1048.
- CHEN Ling, ZHANG Wei, ZHOU Yan, et al. Chen Wei. Application Of High-Resolution Remote Sensing Images To Searching For Sedimentary-Metamorphic Type Iron Deposits In The Taxkorgan Area, Xinjiang [J]. Geology and Exploration, 2012, 48(5): 1039-1048.
- 康磊, 校培喜, 高晓峰, 等. 西昆仑地区元古宙岩浆侵入作用及构造-岩浆演化过程 [J]. 西北地质, 2014, 48(04): 1-12.
- KANG Lei, XIAO Peixi, GAO Xiaofeng, et al. Proterozoic Intrusive Magmatism in West Kunlun Area and Its Inspiration to Tectonic-Magmatic Evolution [J]. Northwestern Geology, 2014, 48(04): 1-12.
- Л. Н. 奥夫奇尼科夫, 赵振华. 岩浆岩的地球化学 [J]. 地质地球化学, 1974, 02: 11-18.
- Л. Н. Овчинников, ZHAO Zhenhua. Geochemistry of magmatite [J]. Geology-Geochemistry, 1974, 02: 11-18.
- S. R. Taylor. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1964, 28(8): 1273-1285.