

东昆仑祁漫塔格地区滩间山群矽卡岩化成矿作用

张晓飞^{1,2}, 李智明¹, 陈博¹, 宋忠宝¹, 贾群子¹, 张雨莲¹, 陈向阳¹, 栗亚芝¹

(1. 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054;

2. 长安大学地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054)

摘 要: 祁漫塔格地区滩间山群广泛发育, 且与成矿关系密切。在该区已发现的尕斯库勒铁矿床、卡尔却卡铜多金属矿床、肯德可克铁钴铋金矿床、虎头崖Ⅵ铜铅锌多金属带、Ⅱ铜铅锌铁锡多金属矿带等均与滩间山群关系密切。通过对区内成矿与滩间山群关系密切的典型矽卡岩型矿床剖析, 得出该地区交代滩间山群的矽卡岩型矿化的成矿物源主要受控于滩间山群。在该区要重视寻找与滩间山群有关的矽卡岩型矿床, 特别是滩间山群下岩组发育地段是成矿的有利地段。

关键词: 成矿物质; 矽卡岩化; 滩间山群; 祁漫塔格

中图分类号: P611.1

文献标识码: A

1980年青海省地矿局第一区调队进行1:20万马海幅区域地质调查时, 在大柴旦镇滩间山联合沟测制了一套浅变质海相火山岩、碎屑岩夹生屑灰岩的地层剖面, 建立了滩间山群(O₃tn), 并从老到新划分5个岩组: ①下部碎屑岩组。②下部火山岩组。③中部片状砾岩组。④上部火山岩组。⑤上部碎屑岩组。其后《青海省区域地质志》(青海省地质矿产局, 1997)将滩间山群涵义扩大至包含前人建立的赛什腾山群、阿斯扎群、锡铁山群中的浅变质火山岩系及沙柳河群上亚群等。《青海省岩石地层》沿引了这一概念。现指分布于柴达木盆地北缘、西南缘一套由浅变质碎屑岩、变中-基性火山岩夹生物碎屑灰岩、白云质大理岩组成的地层序列, 时代为中晚奥陶世—志留纪。

出露于柴达木盆地南缘祁漫塔格地区的滩间山群, 原1:20万资料命名为铁石达斯群, 《青海省岩石地层》(青海省地质矿产局, 1997)认为二者

宏观岩性特征及岩石组合方式基本一致, 所处相对层位相当, 虽分布地域和建群名称不同, 但二者应为同一盆地之产物, 故将二者合并。

近些年, 随着区域地质调查和矿产勘查工作开展, 以及一大批矿产地的发现, 作为区内多金属矿体的主要赋矿地层更为许多学者所关注(李宏录等, 2008; 李世金等, 2008; 李月隆等, 2007; 王惠初等, 2003; 汪林峰, 2007; 樊俊昌等, 2006; 王向利等, 2010)。因此, 笔者试图通过区内一些典型矽卡岩型矿床成矿与滩间山群关系的剖析, 揭示滩间山群在矽卡岩型矿床中的成矿作用。

1 祁漫塔格地区滩间山群分布特征

东昆仑祁漫塔格地区的滩间山群广泛发育, 主要分布在巴音郭勒河—那陵郭勒河、尕斯库勒矿区及其附近第四系砂砾层下、尕斯库勒南山北坡山根一

收稿日期: 2011-08-20; **修回日期:** 2011-10-20

基金项目: “青海省地质调查综合研究”项目(1212010918044)和“青海省东昆仑祁漫塔格地区滩间山群矽卡岩化成矿作用岩浆岩时空分布与成矿作用研究”项目(1212011121089)

作者简介: 张晓飞(1985-), 女, 河北保定人, 在读硕士, 从事区域成矿规律及找矿预测研究。Email: feifeigood860@126.com

带(野马泉矿区,球路奥窝头矿区等地)(图 1),岩性为一套海相中-基性火山岩、砂岩、碳酸盐岩夹硅质岩的地层。根据岩石组合特征从老到新分为 3 个岩组(青海省有色地质矿产勘查局,2008)。

(1) 碎屑岩夹火山岩组 (OST^a): 深灰色板状千枚岩、粉砂质板岩、千枚状碳质板岩,灰—灰白色硅质岩夹大理岩、玄武岩、安山岩、角闪片岩

及各种成分的碎裂岩。该段岩石普遍具砂卡岩化,厚度大于 4 120 m。

(2) 火山岩组 (OST^b): 灰绿色蚀变玄武岩,蚀变安山-玄武岩夹少量条带状大理岩、深灰色条带状泥硅质板岩、千枚岩,厚度大于 553 m。

(3) 碳酸盐岩组 (OST^c): 灰白色、深灰色大理岩、结晶灰岩,夹二云母石英片岩、含铁石英岩,厚度大于 540 m。

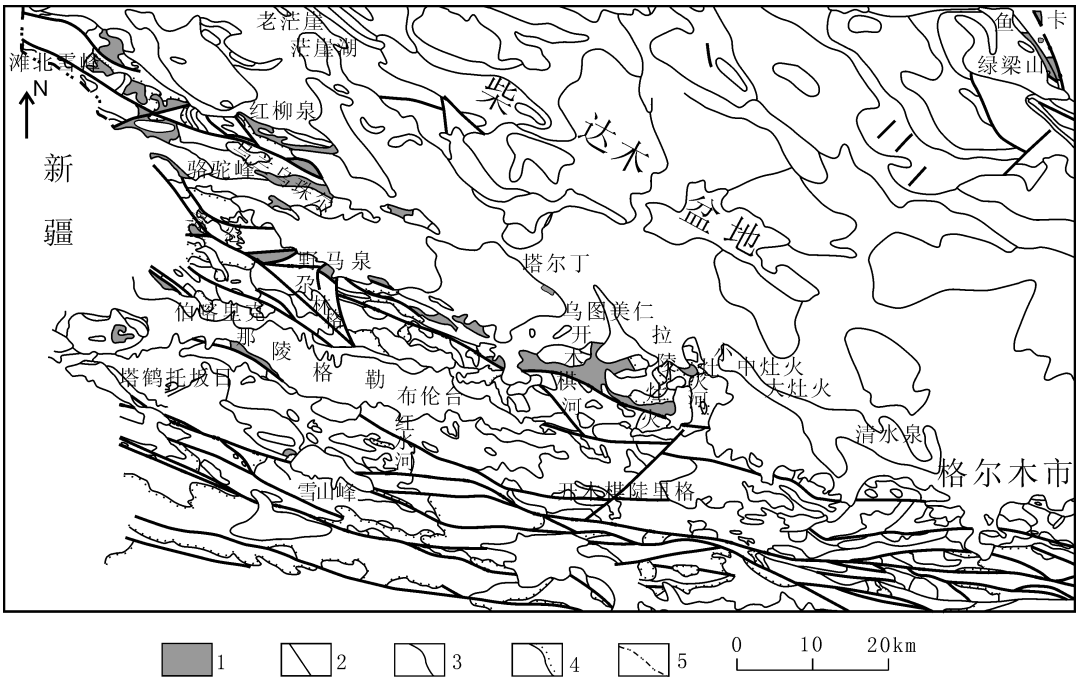


图 1 祁漫塔格地区滩间山群分布及构造格架图
(修编自 1:100 万青海省金属矿产成矿规律图)

Fig. 1 Map of the general distributions and tectonic framework about Tanjianshan Group of Qimantage region

1. 滩间山群; 2. 断裂; 3. 地质界线; 4. 不整合地层; 5. 省界线

2 成矿与滩间山群相关的典型砂卡岩型矿床

2.1 尕林格铁矿

尕林格铁矿区位于祁漫塔格弧后盆地中部,为隐伏矿体。目前,仅出露滩间山群下岩组,顶底不全,可划分为 3 个岩性段:下岩段 OST^{a-1}(图 2)以碎屑岩为主,夹碳酸盐岩及少量火山岩。中岩段 OST^{a-2}以碳酸盐岩、硅质岩为主,夹火山岩。上岩段 OST^{a-3}为碎屑岩、硅质岩、碳酸盐岩互层(青

海省有色地质矿产勘查局,2010)。

由图 2 可见,成矿主要集中在滩间山群下岩组的第二层。铁矿主要与砂卡岩或砂卡岩化有关。

据吴庭祥等(2009)对尕林格矿床围岩和矿石的岩石地球化学资料(表 1、表 2),可见,尕林格地区滩间山群的地层岩石特征为低硅低碱低钛,高 Ca、Fe、Mn,稀土元素为具正 Eu 异常的轻稀土富集样式。矿石的稀土元素含量少于围岩,属于轻稀土富集型,以负 Eu 异常为主,轻稀土较重稀土分馏较明显,重稀土分馏不明显。吴庭祥等(2009)对围岩和矿石地球化学特征的差异研究认

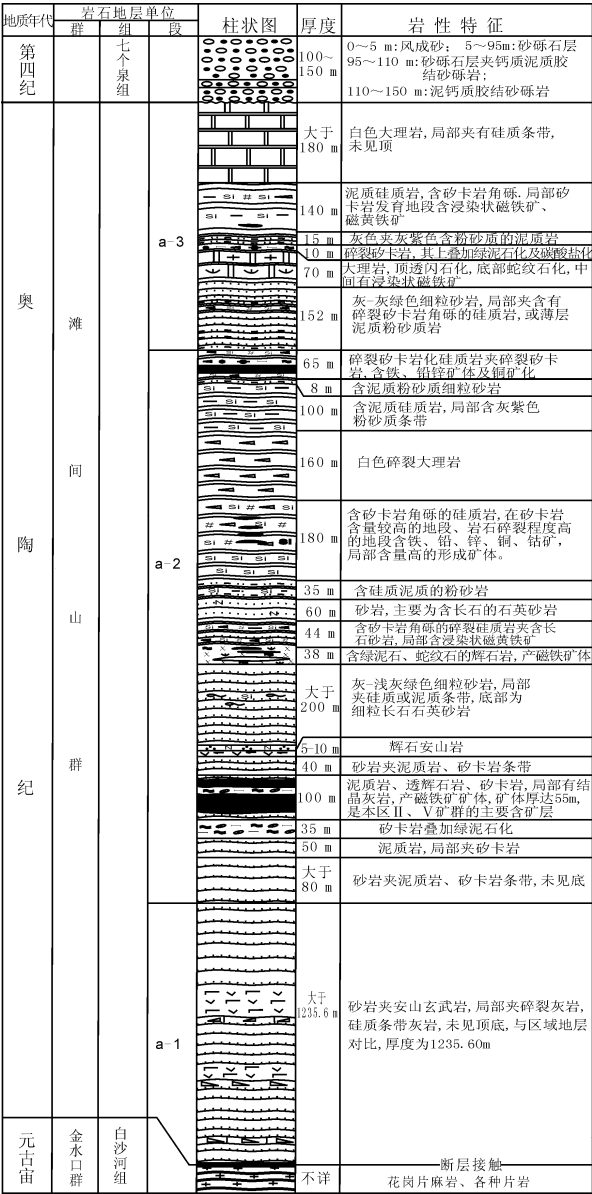


图 2 尕林格矿区滩间山群柱状图

(据青海省有色地质矿产勘查局, 2010)

Fig.2 The histogram of Tanjianshan Group stratum in Galinge mine area

为是矽卡岩化过程中斜长石带出或加入的结果。笔者认为围岩原岩碎屑岩中含有较多斜长石，其稀土元素配分曲线呈现正 Eu 异常。铁矿石是受印支期酸性侵入体的影响而形成的，其稀土元素配分曲线呈现负 Eu 异常似乎是自然的。除 Eu 异常之外，二者的稀土元素特征基本相似，反映出滩间山群为成矿提供主要物质来源。吴小霞等（2007）也认为滩间山群的形成过程富集了 Fe、Pb、Zn 等成矿物质，为后期的矽卡岩化作用提供物源。

2.2 卡而却卡铜多金属矿

矿区位于青海省祁漫塔格地区最西端与新疆交界处。滩间山出露较少，包括上、下 2 个岩组：下岩组为碎屑岩夹火山岩组 OST^a (图 3-C、图 3-B) 和上岩组-碳酸盐岩组 OST^b (图 3-A)。成矿主要在滩间山群与岩体接触的矽卡岩化相关 (图 4)。

所见矿床均产于花岗闪长岩与滩间山群的接触部位，已圈出 3 处多金属矿化矽卡岩带，但不同矿化矽卡岩带产出的金属成矿元素组合不一致。其中，被交代岩石为滩间山群大理岩和基性火山岩的 SK-I 号矽卡岩带以铜、锌、铁为主，被交代岩石主要为滩间山群大理岩的 SK-II 号矽卡岩带主要为铅-锌，共、伴生金和银。SK-III 矽卡岩带主要为铜-钼 (图 5)，与下盘直接为花岗岩和开采深度较大有关 (李世金等, 2008)。由于被交代的滩间山群岩石组合不同，形成的成矿元素组合也不同，亦即滩间山群在提供成矿物源方面起了主导作用。

2.3 肯德可克铁钴矿

肯德可克矿区与成矿相关的滩间山群，自下而上为硅质岩夹含碳钙质板岩、大理岩，硅质岩夹含碳的钙质板岩和矽卡岩化硅质岩、杂砂岩，大理岩夹白云质大理岩。

肯德可克矿床主要产于与滩间山群有关的矽卡岩化硅质岩内，次在含碳钙质板岩中 (图 6)。矽

表 1 尕林格矿床围岩常量元素分析结果

Tab.1 Major element analysis of surrounding rocks from the Galinge ore deposit

样号	样品名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	TFe	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	烧失量	总量
F-70	钙矽卡岩	43.61	0.48	11.73	15.94	0.35	6.59	18.3	0.15	0.31	0.01	1.41	99.52
F-87	钙镁矽卡岩	45.62	0.32	4.36	14.43	0.49	10.43	21.9	<0.01	<0.01	0.01	2.04	99.54
F-66	蚀变闪长岩	46.73	0.41	5.39	15.07	0.43	8.21	21.8	0.03	0.12	0.01	2.02	99.64
G1	蚀变闪长岩	39.49	0.6	11.56	5.8	0.36	9.07	29.3	<0.02	<0.01	0.18	3.19	99.58

注：据吴庭祥等, 2009。

表 2 尕林格矿床围岩及矿石稀土元素分析结果

Tab. 2 REE analysis of surrounding rocks and ores from the Galinge ore deposit

样号	样品名称	ΣREE	LREE	HREE	La/Yb	La/Sm	Gd/Yb	δEu	δCe
F-70	钙矽卡岩	102	41.6	60.5	0.87	0.62	1.63	0.92	1.26
F-87	钙镁矽卡岩	53.9	41	12.9	8.12	3.16	2.47	2.93	1.16
F-66	蚀变闪长岩	146	96.8	48.8	8.65	3.82	2.53	2.14	0.99
G1	蚀变闪长岩	136	106	30	14.8	6.7	2.03	1.16	1.05
F-72	铁矿石	7.16	4.77	2.38	0.16	0.1	2.22	0.24	5.48
F-73	铁矿石	7.29	3.79	3.49	0.05	0.004	1.95	0.23	20.4
F-58	铁矿石	138	83.9	53.6	3.71	1.96	1.89	1.66	1.09

注：据吴庭祥等，2009。

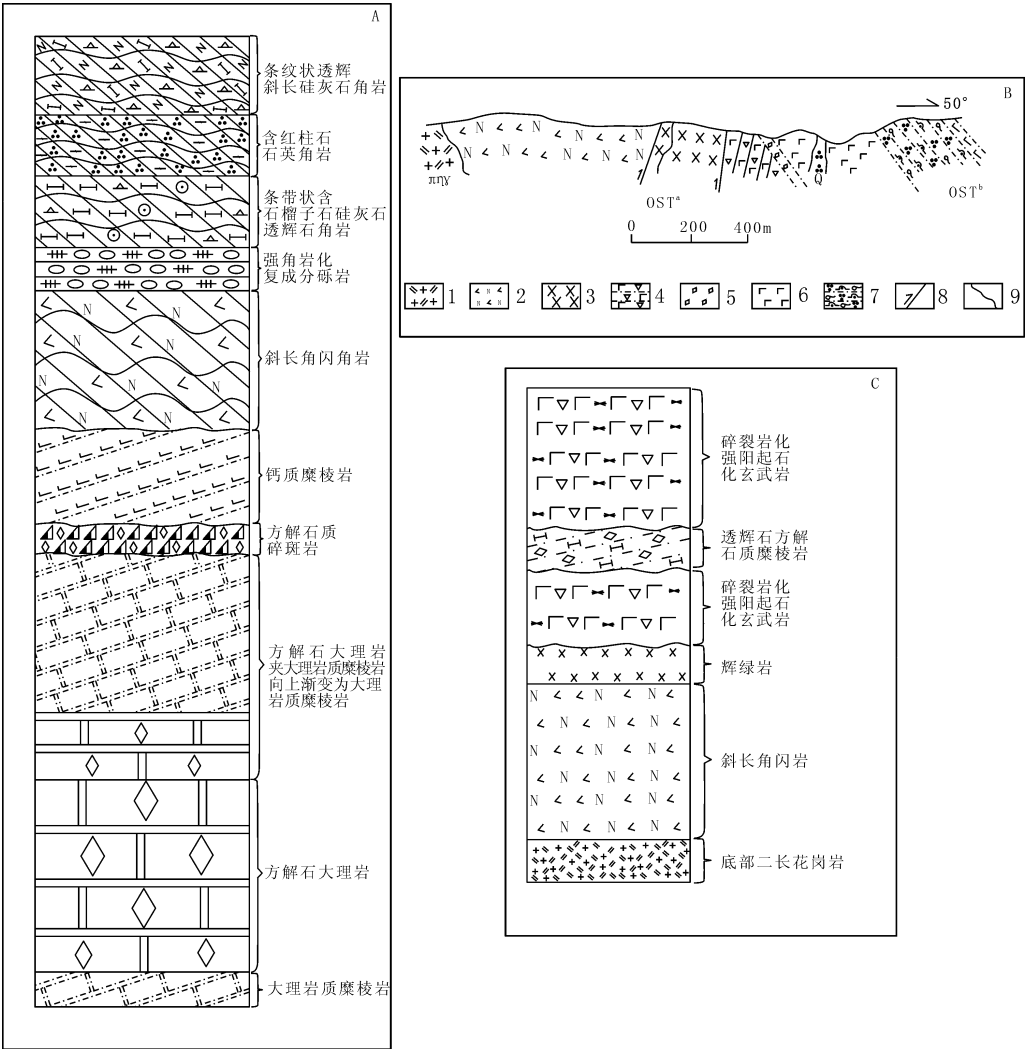


图 3 卡而尔却滩间山群实测剖面图及柱状剖面图

(据青海省地质调查院，2004)

Fig. 3 Profile and histograms of the Tanjianshan Group in Kaerqueka district

1. 二长花岗岩; 2. 斜长角闪岩; 3. 辉绿岩; 4. 碎裂岩化玄武岩; 5. 方解石质糜棱岩;
6. 玄武岩; 7. 带状石英堇青石质糜棱岩; 8. 断层; 9. 韧性剪切带

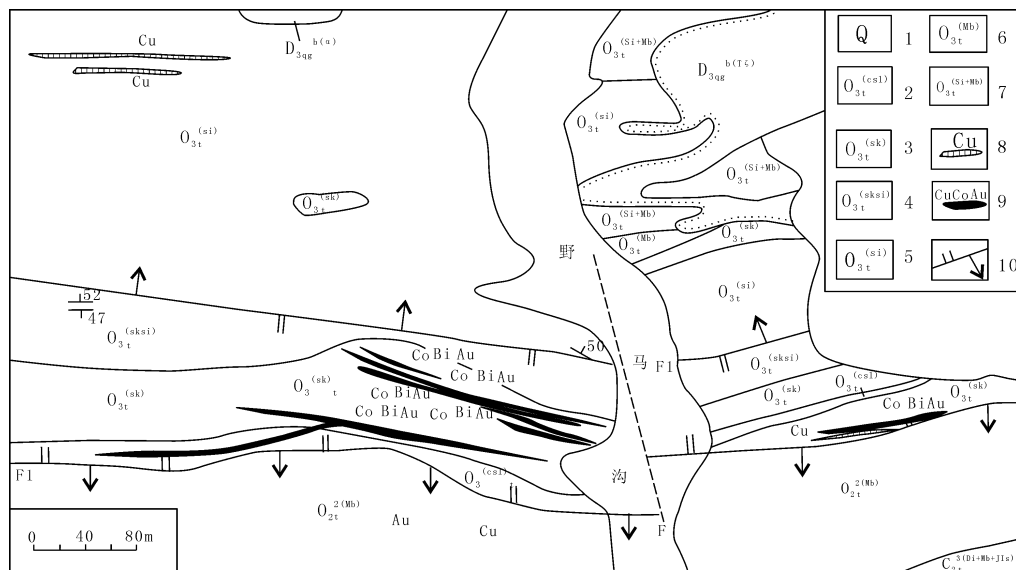


图6 青海东昆仑肯德可克矿区地质图(据潘彤等, 2005)

Fig. 6 Geological sketch map of the Kendekeke polymetallic district

1. 第四系; 2. 滩间山群群含碳板岩; 3. 滩间山群砂卡岩; 4. 滩间山群砂卡岩硅质岩; 5. 滩间山群硅质岩;
6. 滩间山群大理岩; 7. 滩间山群硅化灰岩; 8. 铜矿体; 9. 钴铈金矿体; 10. F1 断裂

表 3 肯德可克钴钼金矿床含矿岩石多元素分析结果 ($\times 10^{-6}$)

Tab. 3 Multi-elements analysis of ore-bearing rocks from the Kendekeke Co-Bi-Au deposit ($\times 10^{-6}$)

岩性	样号	Ag	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Au	As	Sb	Bi	Hg	Pt	Pd
含碳 钙质 板岩	KN6-H3	33.4	750	3300	520	40	140	21	1265	70	110	1.2	<10	0
	KN8-H1	1.55	230	265	150	17.5	270	9.6	181.5	9.6	106	0.05	<10	20.7
	KN8-H2	2.6	820	350	75	50	103.5	4.2	880	6.7	184	0.045	<10	31.1
	DYM-H1	4.4	230	390	310	20.5	52	14.5	836	271	91	0.026	<10	
	CM6-289	0.62	25	52	200	6.4	8.7	7.9	221.9	20	87	0.166	<10	16.7
	CK10-H6	1.35	68	78	75	18	110	340	8340	154	47	0.041	<10	4.8
硅质 岩	KB8-H1	0.64	165	37	110	23.5	130	18	1523	27.4	31.3	0.043		
	KB8-H3	0.46	90	135	155	18	120	7	559	51	50	0.11		
	CK10-H2	10.6	12700	275	550	95	154.1	38	279.2	15.1	104	0.031		
	CK10-H4	6.9	47	41	81	17.5	135.4	1560	27320	23.6	44	0.019		
	沉积页岩	0.07	45	20	95	19	68	0	13	1.5	?	0.4		?

注: Au、Pt、Pd 含量为 $\times 10^{-9}$, 据潘彤等, 2005。

3 结论

(1) 祁慢塔格地区诸多矿床显示成矿与矽卡岩化关系密切, 且这种矽卡岩化往往发生在滩间山群下岩组的中、上段, 在此段形成的矿床具矽卡岩型矿床的特点, 矿石较富。在滩间山群下岩组的下段常形成喷流-沉积型矿床, 矿石较贫。因此, 笔者认为此类矿床的成矿作用主要受矽卡岩化控制, 矽卡岩化过程是成矿元素进一步富集的原因。

(2) 目前尽管对该区的主要赋矿围岩矽卡岩成

因还存在不同看法（即热水沉积成因的矽卡岩和接触交代型矽卡岩之争），但笔者认为矽卡岩化过程是促使了成矿元素的进一步富集的重要条件之一，特别是早期沉积的滩间山群下岩组的下岩段成矿元素丰度较高，可能是矿源层，而矽卡岩化为后期成矿元素的进一步富集提供了热动力条件。

(3) 滩间山群地层除了在矽卡岩化过程中提供成矿元素外,与岩体的内外接触带是重要的容矿空间。研究滩间山群的成矿作用应与该区的岩浆演化紧密结合(刘成东等,2003),这可能对找矿具有

实际意义。

(4) 研究认为该区的虎头崖(张爱奎等, 2010)、野马泉(宋忠宝等, 2010)、尕林格(吴小霞等, 2010)等矿床成因长期存在争议(喷流沉积型和矽卡岩型), 该类矿床的形成都与滩间山群有关, 而滩间山群的形成本来就是喷流沉积加火山喷发的过程, 上述矿床具有喷流沉积型矿床特征也是正常的, 而矽卡岩化的过程才是形成大矿、富矿的主要作用。因此, 要重视寻找祁漫塔格地区与滩间山群有关的矽卡岩型矿床, 特别是滩间山群下岩组发育地段是成矿的有利地段。

参考文献 (References):

樊俊昌, 李峰. 青海锡铁山矿区滩间山群新认识 [J]. 地质与勘探, 2006, 42 (6): 21-25.

Fan Junchang, Li Feng. Revision on Tanjianshan group in the Xitieshan mine, Qinghai Province [J]. Geology and Prospecting, 2006, 42 (6): 21-25.

李宏录, 刘养杰, 卫岗, 等. 青海肯德可克铁、金多金属矿床地球化学特征及成因 [J]. 矿物岩石地球化学通报, 2008, 27 (4): 378-383.

Li Honglu, Liu Yangjie, Wei Gang, et al. Geochemistry and Genesis of the Kendekeke Iron-gold Polymetallic Deposit in Qinghai Province [J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2008, 27 (4): 378-383.

李世金, 孙丰月, 王力, 等. 青海东昆仑卡尔却卡多金属矿区斑岩型铜矿的流体包裹体研究 [J]. 矿床地质, 2008, 27 (3): 399-406.

Li Shijin, Sun Fengyue, Wang Li, et al. Fluid inclusion studies of porphyry copper mineralization in Kaerqueka polymetallic ore district, East Kunlun Mountains, Qinghai Province [J]. Mineral Deposits, 2008, 27 (3): 399-406.

李月隆, 张芬英, 周晓中. 青海东昆仑造山带祁漫塔格地区铁钴金多金属矿找矿前景分析 [J]. 甘肃冶金, 2007, 29 (2): 34-36.

Li Yuelong, Zhang Fenying, Zhou Xiaozhong. On prospecting foreground of multimetals mine in Qimantage of the Eastern Kunlun Mountains orogenic zone [J]. Gansu Metallurgy, 2007, 29 (2): 34-36.

刘成东, 莫宣学, 罗照华, 等. 东昆仑造山带花岗岩类 Pb-Sr-Nd-O 同位素特征 [J]. 地球学报, 2003, 24 (6): 584-588.

Liu Chengdong, Mo Xuanxue, Luo Zhaohua, et al. Pb-Sr-N-

dO isotope characteristics of granitoids in East Kunlun orogenic belt [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2003, 24 (6): 584-588.

潘彤, 孙丰月. 青海东昆仑肯德可克钴铋金矿床成矿特征及找矿方向 [J]. 地质与勘探, 2003, 39 (1): 18-22.

Pan Tong, Sun Fengyue. The mineralization characteristic and prospecting of Kendekeke Co-Bi-Au deposit in Eastern Kunlun, Qinghai Province [J]. Geology and Prospecting, 2003, 39 (1): 18-22.

潘彤, 孙丰月, 李智明, 等. 青海省东昆仑钴矿成矿系列研究 [M]. 北京: 地质出版社, 2005.

Pan Tong, Sun Fengyue, Li Zhiming, et al. Study on the Metallogenic Series of Cobalt Deposits in Eastern Kunlun Orogenic belt [M]. Geological Publishing House, Beijing, 2005.

青海省地质矿产局. 青海省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1997.

Geology and Mineral Exploration Development Authority of Qinghai Province. Regional Geology of Qinghai Province [M]. Geological Publishing House, Beijing, 1997.

青海省地质矿产局. 青海省岩石地层 [M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1997.

Geology and Mineral Exploration Development Bureau of Qinghai Province. Rock and stratum of Qinghai Province [M]. China University of Geosciences Press, Beijing, 1997.

宋忠宝, 贾群子, 张占玉, 等. 东昆仑祁漫塔格地区野马泉铁铜矿床地质特征及成因探讨 [J]. 西北地质, 2010, 34 (4): 209-217.

Song Zhongbao, Jia Qunzi, Zhang Zhangyu, et al. Study on Geological Feature and Origin of Yemaquan Fe-Cu deposit in Qimantage area, Eastern Kunlun [J]. Northwestern Geology, 2010, 34 (4): 209-217.

吴庭祥, 李宏录. 青海尕林格地区铁多金属矿床的地质特征与地球化学特征 [J]. 矿物岩石地球化学通报, 2009, 28 (2): 157-161.

Wu Tingxiang, Li Honglu. Geological and Geochemical Characteristics of the Iron-polymetallic Deposit in the Galinge area, Qinghai Province [J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2009, 28 (2): 157-161.

吴小霞, 保广英, 伊有昌, 等. 青海省尕林格富铁矿床地质特征及成因探讨 [J]. 黄金科学技术, 2007, 15 (4): 36-40.

Wu Xiaoxia, Bao Guangying, Yi Youchang, et al. The study on the genesis and geological characteristics of Galinge high-grade iron deposit of Qinghai Province [J]. Gold Science and Technology, 2007, 15 (4): 36-40.

- 张爱奎, 莫宣学, 李云平, 等. 青海西部祁漫塔格成矿带找矿新进展及其意义 [J]. 地质通报, 2010, 29 (7): 1062-1074.
- Zhang Aikui, Mo Xuanxue, Li Yunping, et al. New progress and significance in the Qimantage metallogenic belt prospecting, Eastern Qinghai, China [J]. Geological Bulletin of China, 2010, 29 (7): 1062-1074.
- 王惠初, 陆松年, 袁桂邦, 等. 柴达木盆地北缘滩间山群的构造属性及形成时代 [J]. 地质通报, 2003, 22 (7): 487-493.
- Wang Huichu, Lu Songnian, Yuan Guibang, et al. Tectonic setting and age of the "Tanjianshan Group" on the northern margin of the Qaidam basin [J]. Geological Bulletin of China, 2003, 22 (7): 487-493.
- 汪林峰, 李峰, 吴志亮, 等. 滩间山群火山岩特征及其成岩构造背景 [J]. 科技情报开发与经济, 2007, 17 (21): 162-166.
- Wang Lin-feng, Li Feng, Wu Zhiliang, et al. Characteristics of volcanic rocks and tectonic setting of diagenesis of the Tanjianshan Group [J]. Sci-Tech Information Development & Economy, 2007, 17 (21): 162-166.
- 王向利, 高小平, 刘幼骥, 等. 东昆仑祁漫塔格群的重新厘定 [J]. 西北地质, 2010, 34 (4): 168-178.
- Wang Xiangli, Gao Xiaoping, Liu Youqi, et al. Revision of the Qimantage Group in West Part of East Kunlun [J]. Northwestern Geology, 2010, 34 (4): 168-178.
- 王松, 丰成友, 李世金, 等. 青海祁漫塔格卡尔却卡铜多金属矿区花岗闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 测年及其地质意义 [J]. 中国地质, 2009, 36 (1): 74-84.
- Wang Song, Feng Chengyou, Li Shijin, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating of granodiorite in the Kaerqueka Polymetallic ore deposit, Qimantage Mountain, Qinghai Province, and its geological implications [J]. Geology in China, 2009, 36 (1): 74-84.
- 青海省有色地质矿产勘查局. 青海省格尔木市尕林格地区铁矿普查总体设计 [R]. 2008.
- Qinghai Provincial Bureau of Nonferrous Metal and Geological Exploration. The Screening general design of the Galinge iron deposit, Geermu city, Qinghai province [R]. 2008.
- 青海省有色地质矿产勘查局. 青海省格尔木市尕林格地区铁矿普查项目 2010 年度工作方案 [R]. 2010.
- Qinghai Provincial Bureau of Nonferrous Metal and Geological Exploration. The working plan of the Galinge Iron deposit in 2010, Geermu city, Qinghai province [R]. 2010.
- 青海省地质调查院. (布喀达坂峰幅) 1: 250 000 区域地质调查报告 [R]. 2004.
- Qinghai geological survey institute. (Bukadabanfeng) 1: 250 000 regional geological survey [R]. 2004.

The Contribution of the Tanjianshan Group Stratum to Skarnization in Qimantage Region, Qinghai Province

ZHANG Xiao-fei^{1,2}, LI Zhi-ming¹, CHEN Bo¹,
SONG Zhong-bao¹, JIA Qun-zi¹, ZHANG Yu-lian¹,
CHEN Xiang-yang¹, LI Ya-zhi¹

(1. *Xian Center of Geological Survey, CGS. Xian 710054, China; 2. School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xian 710054, China*)

Abstract: The Tanjianshan group stratum grows widely in Qimantage region, which has a close relationship with the deposit. Now, we find many deposits here and all of them are concerned with Tanjianshan group stratum, such as Galinge iron-polymetallic deposit, Kaerqueka copper-polymetallic deposit, Kendekeke Co-Bi-Au deposit, Hutouya copper-polymetallic deposit. This paper mainly analyzes some of these deposits. Then we can find sources of ore-forming minerals are mainly from Tanjianshan group stratum during the process of skarnization. So, we need to pay more attention to find skarn deposit in this area relevant to Tanjianshan group, especially the lower group.

Key words: skarnization; ore-forming materials; Tanjianshan group stratum; Qimantage