

新疆塔什库尔干县吉尔铁克沟铁矿 地质特征及成因研究

陈俊魁

(河南省地质调查院, 郑州 450007)

摘要:通过对吉尔铁克沟铁矿床的成矿地质背景和矿床地质特征的研究,笔者发现该矿床磁铁矿体呈层状、似层状、透镜状赋存于早古生代马尔洋组的含铁岩系中,与围岩呈整合接触、互层产出,原生沉积层理清晰,沉积构造特征明显,局部具变质改造特征。稀土元素分析结果表明,矿床具有海洋化学沉积特征,其形成与海底中基性火山活动密切相关,因此初步认为矿床成因是海相火山沉积型,具有较好的找矿前景。

关键词:吉尔铁克沟铁矿;地质特征;矿床成因;马尔洋

中图分类号: P618.31

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2018)02-0081-08

新疆塔什库尔干地区地处新疆西南部的西昆仑山高寒地区,隶属于帕米尔构造结。帕米尔构造结是印度板块和欧亚大陆碰撞挤压最强烈的地区^[1-2]。该区经历了漫长的地质构造演化史和复杂的变质变形过程,形成了区内独特的成矿地质特征。区内磁铁矿床是2003年河南省地质调查院在该区进行国土资源大调查项目“1/25万塔什库尔干县等3幅区域地质调查”过程中首次发现的。通过近年来的勘查评价,在塔什库尔干地区已发现老井、赞坎、赞坎东、叶里克、塔辖尔、吉尔铁克沟等一系列大中型铁矿床及多处铁矿点,其中老井、赞坎、叶里克均已达大型—超大型矿床(产地)规模^[3-4]。前人先后对该地区磁铁矿床的区域成矿特征、矿床地质特征、矿床成因及成矿时代等进行了多方面的研究工作^[5-10],但由于受自然环境、交通和气候等所限,致使该区研究程度不高。笔者团队在开展“新疆塔什库尔干—莎车铁铅锌矿评价”、“新疆西昆仑塔什库尔干地区铁铅锌矿远景调查评价”、“新疆西昆仑塔什库尔干地区老井外围矿产地地质调查”项目的过程中,对该区的铁矿床进行了多年的野外调查和研究,本文通过对吉尔铁克沟铁矿成矿地质背景、矿床地质特征、矿床地球化学特征、成矿机制和找矿标志进行系统分析,认为矿床成因是海相火山沉积型,希望为该地区进一步寻找同

类铁矿提供借鉴。

1 区域地质概况

塔里木板块、西昆仑构造带、喀喇昆仑构造带三个一级大地构造单元,自西向东被塔阿西、康西瓦、柯岗3个大型结合带分为4个次级地质单元。区内地质构造运动复杂,经历了太古宙—古元古代古陆核及陆块形成阶段、中元古代—新元古代早期古大陆裂解与超大陆汇聚阶段、新元古代中期—早古生代构造带北部的洋陆转换阶段、晚古生代—早中生代构造带南部的洋陆转换阶段和中生代中期—新生代陆内后造山阶段等5个主要地质演化过程^[11]。其中,在新元古代中期—晚古生代及晚中生代中期—新生代地质构造运动过程中发育有多期大规模岩浆作用,以加里东—印支期及燕山—喜山期中酸性侵入岩为主要代表。区内成矿地质条件优越^[12-14],出露地层为古元古代布伦阔勒岩群瓦恰组、五古力牙特组、早古生代的马尔洋组和下志留世温泉沟群。布伦阔勒岩群岩性主要为黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩等。早古生代的马尔洋组主要为黑云石英片岩、斜长角闪片岩、变砂岩、变粒岩等,并沿塔阿西—赞坎—带呈北东—南西向贯穿全区的宽板状产出(图1),区内的一系列条带状磁铁矿床受该套变质岩系控制。区内断裂

收稿日期:2017-07-01

资助项目:国家地质调查项目“新疆西昆仑塔什库尔干地区铁铅锌矿远景调查(1212011120549)”、“新疆西昆仑塔什库尔干地区老井外围矿产地地质调查(1212011220652)”

作者简介:陈俊魁(1976-),男,硕士,高级工程师,主要从事地质矿产调查评价及矿床研究工作, E-mail:hnddycjk@126.com。

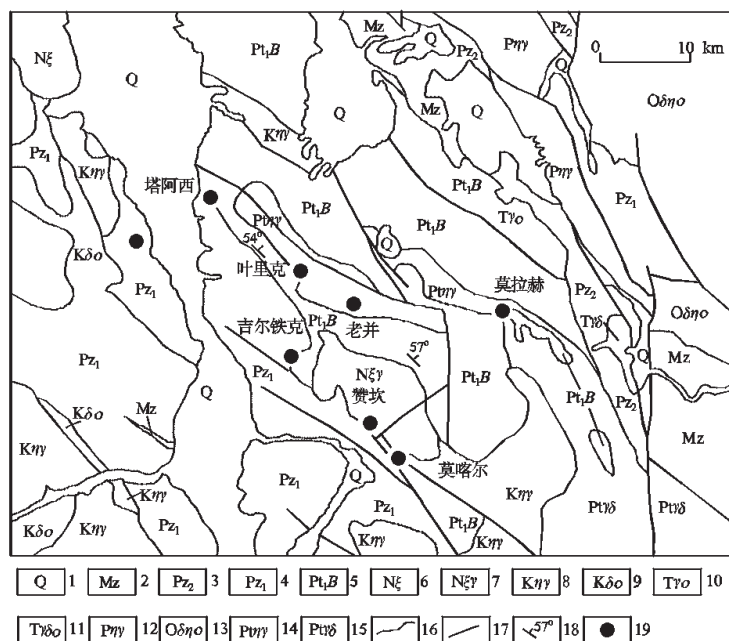


图1 区域地质与矿产分布图(据王世炎等, 2004^[15])

Fig.1 Regional geological map(After Wang shiyan et al.2004^[15])

1.第四纪沉积物; 2.中生代地层; 3.晚古生代地层; 4.早古生代地层; 5.古元古代布伦阔勒岩群; 6.新近纪霓辉正长岩; 7.新近纪正长花岗岩; 8.白垩纪二长花岗岩; 9.白垩纪石英闪长岩; 10.三叠纪英云闪长岩; 11.三叠纪花岗岩闪长岩; 12.二叠纪二长花岗岩; 13.奥陶纪石英二长闪长岩; 14.元古宙二长花岗岩; 15.元古宙花岗岩闪长岩; 16.地质界线; 17.断裂; 18.地层产状; 19.铁矿床

构造发育,塔阿西、康西瓦、柯岗为区内的主要断裂,褶皱也较为发育,在马尔洋组可见到大量的复式褶皱出现。区内岩浆岩发育,岩石类型复杂,基性-超基性侵入岩以加里东-印支期为主,主要侵位于康西瓦-瓦恰结合带及瓦恰-哈瓦迭尔和塔什库干-赞坎一带,中酸性侵入岩以印支期、燕山期和喜山期为主,在区域内均有一定出露。该区经历了漫长的地质构造演化史和复杂的变质变形过程,形成了区内独特的铁矿成矿地质特征。

2 矿区地质概况

吉尔铁克沟铁矿产于早古生代马尔洋组(Pz_1m)含铁岩系(该岩系经原岩恢复后认为,其形成过程以海相火山喷发沉积作用为主),该岩系可分为石英片岩段(SchQ),含绿泥二云石英片岩段(SchCMB),含磁铁黑云石英片岩段(SchMtBQ)。南部出露少量的下志留统温泉沟群(S_1W)(图2),出露的马尔洋组(Pz_1m)

主要为石英片岩、含磁铁黑云长英质片岩、黑云绿泥长英质片岩、绿泥二云石英片岩、含磁铁黑云母石英片岩、绿泥磁铁矿石英片岩。下志留统(S_1)主要岩性为粉砂质泥(板)岩、钙泥质粉砂岩、石英砂岩、结晶灰岩、少量硅质岩、硅质砾岩等。

地层整体呈单斜层产出。地层走向总体为北西 300° ,倾向东北,倾角一般在 $40\sim 60^\circ$ 之间,局部地段倾角较缓,在 30° 以下。褶皱表现为一系列片麻理的平卧褶皱、斜卧褶皱以及片内无根褶皱等,并形成一系列复式背向形构造。断裂构造不发育。

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

本区目前共发现磁铁矿(化)体2条(图2),矿体形态均以层状或条带状为主,严格受片岩片理面产状控制,矿体规模有所不同,矿体形态较简单,局部具分支复

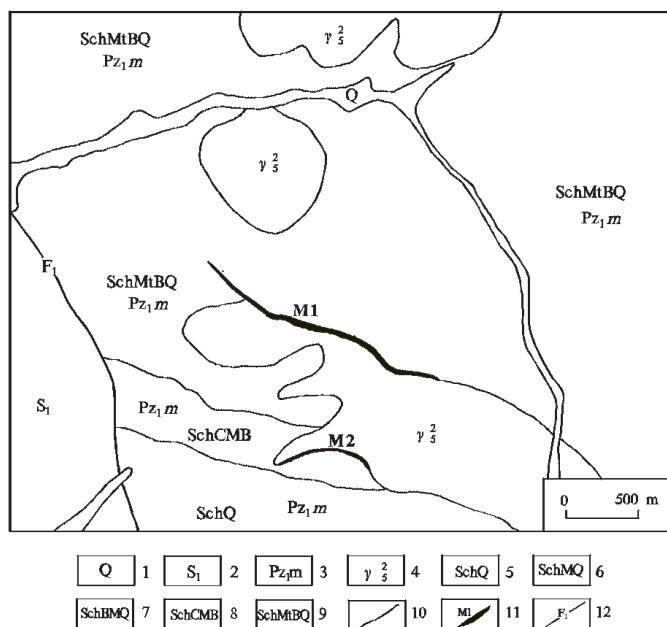


图2 吉尔铁克沟铁矿区地质略图(据高廷臣等, 2008^[5])

Fig.2 Geological sketch of Jiertiegegou iron deposit

1.第四系; 2.下志留统; 3.早古生代马尔洋组; 4.燕山期花岗岩 5.石英片岩段; 6.黑云石英片岩; 7.二云石英片岩; 8.绿泥二云石英片岩段; 9.含磁铁黑云石英片岩; 10.地质界线; 11.磁铁矿体及编号; 12.断层

合现象,呈疏缓波状起伏。

矿体形态整体受岩性、构造、岩浆岩控制较为明显,并以地层控矿为主,整体磁铁矿体走向与地层走向基本一致,并在一定程度上受构造变形作用的影响,局部在变质细砂岩内可见条带状磁铁矿集合体发生褶皱和流变,且在褶皱转折端矿体加厚,同时断裂和岩浆活动对矿体有一定的破坏作用,但整体影响较小。

矿体总体走向近北西-南东,与地层走向一致,倾角在 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 左右,各矿体均以层状、条带状分布于马尔洋组地层中,以底部矿化较好。

该矿区以磁铁矿为主,为一大型铁矿床,主要的磁铁矿体有2条,矿体长度在 $400\sim 1\,200\text{ m}$,mFe平均品位为40.15,mFe/TFe值为93.18,赋矿岩石主要为黑云石英片岩、变质细砂岩;并以M1号矿体规模最大,其矿体长约 $1\,100\text{ m}$,平均厚度 27.89 m ,矿体mFe平均品位40.38%,TFe平均品位43.04%, $m/T=93.82\%$ 。

M2号矿体:呈似层状、透镜状分布于含磁铁矿黑云石英片岩内,矿体与围岩呈整合接触、渐变过渡。矿体长度约 400 m ,平均厚度 16.36 m ,矿体mFe平均品位38.80%,TFe平均品位43.39%, $m/T=89.42\%$ 。

全矿区矿体平均厚度 16.36 m ,平均品位TFe 43.09%,mFe 40.15%, $m/T=93.18\%$,估算铁矿石资源量为 $3\,496.31$ 万吨。

矿区的磁铁矿体分布与含铁岩系的分布相关,整体受地层控制,矿体呈层状分布,并有分支复合现象发育,向深部呈波状变形。磁铁矿体主要分布在矿区中部的早古生代马尔洋组地层中,各矿体特征较为相似,均赋存于马尔洋组的磁铁石膏岩段中;磁铁矿体的赋矿围岩为主要黑云石英片岩和变质粉(细)砂岩,致密块状的磁铁矿体产于黑云石英片岩内含砂质成分较高的部位,即原岩由泥质岩相向粉砂岩相的过渡带。矿体中夹石主要为黑云石英片岩、斜长角闪片岩,多呈层状,夹石普遍具有磁铁矿化,与矿体互层。由于区内以单斜地层为主,整体褶皱变形特征不明显,对矿体影响较小,区内主要断裂为塔阿西断裂,该断裂为早古生代的马尔洋组和下志留统温泉沟群的分界断裂,目前在温泉沟群中未发现磁铁矿层(体)。

从矿区已有磁铁矿体的分布情况来看,磁铁矿化在空间上的分带特征不很明显。

3.2 矿石特征

矿石按矿石矿物可划分为:石英磁铁矿石、黑云石英磁铁矿石、方解石磁铁矿石、透闪石磁铁矿石,其中又以石英磁铁矿石为主。

矿石中矿物成分较为单一,金属矿物以磁铁矿为主,含有少量赤铁矿、黄铁矿、黄铜矿,非金属矿物主要有石英、黑云母、阳起石、绿泥石、方解石、透闪石,少量矽线石、硬绿泥石、绿帘石、磷灰石等。磁铁矿呈半自形-他形细粒状分布,粒度一般在 $0.05\sim 0.5\text{ mm}$ 左右,局部可达 $1.5\sim 2\text{ mm}$ 。常见后期黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿、赤铁矿沿磁铁矿裂隙或边缘发生交代(图3);黄铁矿含量极少,多与磁铁矿紧密共生,呈半自形-他形细粒状沿磁铁矿间隙分布,粒度一般 $<0.1\text{ mm}$,其颗粒边缘常被褐铁矿交代(图4);赤铁矿呈放射状、针状分布于磁铁矿颗粒的裂隙或晶隙内,沿磁铁矿边缘发生交代、穿插,为磁铁矿的表生氧化产物。

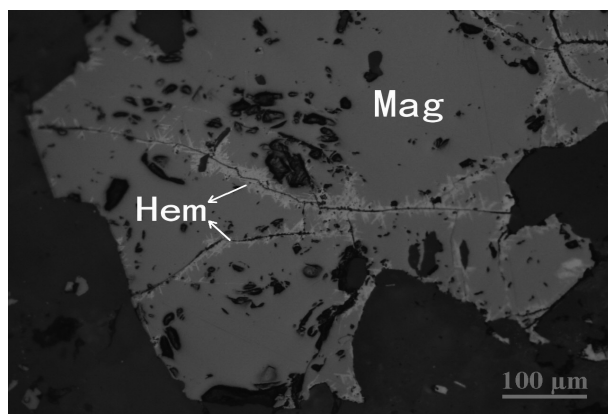


图3 赤铁矿(Hem)沿磁铁矿(Mag)晶体裂隙交代(北段矿体)

Fig.3 Intersection and replacement between the hematite and magnetite

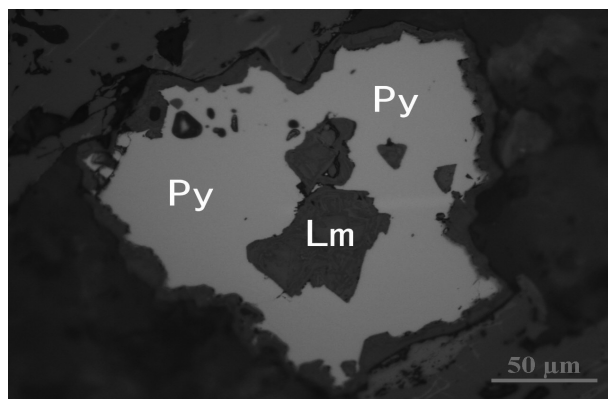


图4 骸晶结构,褐铁矿(Lm)交代黄铁矿(Py)晶形呈骸晶(北段矿体)

Fig.4 Limonite replaced by pyrite

矿石构造较为简单,主要有条带状构造、块状构造,矿石结构主要以半自形-他形细粒结构为主,此外还常见填隙结构、穿插结构、交代残余结构和骸晶结构。

3.3 矿床地球化学特征

3.3.1 主量元素地球化学特征

矿石及围岩主量元素分析结果见表1,其中赋矿围岩的SiO₂为62.37%~68.11%,平均为66.23%;TiO₂为0.20%~0.87%,平均为0.50%;Al₂O₃为4.85%~17.20%,平均值为13.68%;Fe₂O₃为1.02%~10.95%,平均值为3.47%;FeO为1.53%~2.88%,平均值为2.35%。磁铁矿石的SiO₂为19.01%~29.47%,平均为23.23%;TiO₂为0.18%~0.32%,平均为0.24%;Al₂O₃为3.18%~6.95%,平均值为4.55%;Fe₂O₃为30.24%~55.08%,平均值为45.41%;FeO为8.28%~16.12%,平均值为12.05%。

从表1中可看出,围岩中各主量元素差异较小,矿石与围岩相比,除了铁和硅含量差异较大外,其他组分的含量较为相似,表明二者有相似的物质来源。矿石中铁和硅的氧化物含量占80%左右,CaO、MgO、Al₂O₃、K₂O等其他组分含量也相对前寒武纪硅铁建造含量较高,特征比值SiO₂/Al₂O₃显示陆源沉积特征。

3.3.2 微量元素地球化学特征

吉尔铁克沟矿区矿石及围岩微量元素分析结果及特征比值见表2。从图5和表2中可以看出,矿石和围岩具有相似的微量元素分布特征,总体呈现富集大离子亲石元素K和高场强元素Hf、U,亏损高场强元素Nb、Ta、P、Ti、Th、Y和大离子亲石元素Sr;矿石中亏损大离子亲石元素Ba,而围岩中则相对富集,

矿石和围岩中则明显富集Pb。这与明显富集大离子亲石元素的BIF型铁矿床的磁铁矿石岩存在较大差异^[16],因此推断其成矿物质来源可能具有深源性。

矿石及其围岩的Sr/Ba值大多介于0.01~0.96之间,平均值为0.49,其中矿石Sr/Ba值大多介于0.06~0.96之间,极大值2.85,平均值为1.08;围岩Sr/Ba值介于0.01~0.91之间,平均值为0.16,均显示出其具有明显的陆源沉积岩特征,表明该铁矿在形成过程中加入了大量的陆源碎屑物质,并起到重要作用^[17-19]。

矿石及其围岩的Ni/Co值在0.45~139.00之间,平均值为14.89,其中矿石Ni/Co值大多介于1.65~13.80之间,极大值为139平均值为39.51;围岩Ni/Co值介于0.45~1.26之间,平均值为0.82,样品中大部分Ni/Co值均小于3.6,显示出矿石及围岩总体特征与海相火山化学沉积成因型的铁矿具有一定的相似性^[20]。

矿石及其围岩的Th/U值主要介于1~3之间,平均值为2.66,其中矿石Th/U值介于1.05~3.42之间,平均值为2.38;围岩Th/U值大多介于0.9~3.42之间,极大值为8.33 平均值为2.82,均显示出其具有较为明显以火山物质为主的岛弧火山岩特征,但少量样品的Th/U值较高,显示其成岩和成矿过程中受到了陆源碎屑物质的混染^[21-23]。

矿石及其赋矿围岩的Ni/Zn值介于0.39~5.05,平均值为1.32,其中矿石Ni/Zn值大部分介于0.39~0.59之间,极大值为5.05,平均值为1.63,围岩Ni/Zn值介于0.70~2.67之间,平均值为1.14,矿石Ni/Zn值与热液成因的BIF型铁矿的Ni/Zn值有一定的相似性,表明铁矿的形成与火山活动密切相关^[24]。

表 1 吉尔铁克沟铁矿石及围岩主量元素分析结果表(%)

Tab.1 Major element contents of the iron deposits in the Jiertiekegou deposit (%)

样品编号	样品名	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	T(Fe ₂ O ₃)	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
JHK-2	黑云石英片岩	62.37	0.87	17.20	4.70	1.53	0.06	1.27	0.82	8.51	0.93	0.39	6.40	3.63
JE/TC15-GS05	钙质二云石英片岩	65.98	0.50	14.59	1.18	2.15	0.08	2.81	3.02	1.97	5.31	0.13	3.57	4.52
JE/TC15-GS06	钙质二云石英片岩	68.11	0.53	15.55	1.02	1.92	0.05	1.62	1.60	3.59	4.08	0.14	3.15	4.38
JE/TC15-GS07	钙质二云石英片岩	67.65	0.47	13.59	2.76	2.78	0.06	2.31	1.64	2.27	4.69	0.04	5.85	4.98
JE/TC15-GS08	钙质二云石英片岩	65.15	0.50	16.05	1.54	2.55	0.09	2.54	2.71	1.33	5.21	0.11	4.37	4.06
JE/TC15-GS09	钙质二云石英片岩	67.64	0.44	13.93	2.14	2.67	0.06	2.52	1.92	1.27	5.20	0.07	5.11	4.86
JE/TC15-GS14	钙质二云石英片岩	66.69	0.20	4.85	10.95	2.88	0.33	2.94	2.61	3.02	0.43	0.25	14.15	13.75
JHK-3	石英磁铁矿石	29.47	0.32	6.95	30.24	13.97	0.08	0.47	1.61	3.36	0.95	0.15	45.77	4.24
JE/TC15-GS11	方解石磁铁矿石	19.74	0.18	4.22	50.66	16.12	0.16	0.77	1.19	2.06	0.50	0.05	68.58	4.68
JE/TC15-GS12	方解石磁铁矿石	19.01	0.23	3.84	55.08	8.28	0.12	1.07	1.32	2.52	0.52	0.08	64.28	4.95
JE/TC15-GS13	方解石磁铁矿石	24.68	0.21	3.18	45.65	9.83	0.16	2.30	2.76	2.24	0.37	0.10	56.58	7.76

注:主量元素测试由国土资源部武汉矿产资源监督检测中心(武汉综合岩矿测试中心)完成,JE/TC15样品测试数据由国土资源部郑州矿产资源监督检测中心完成。

表2 吉尔铁克沟铁矿石及围岩微量元素分析结果表(×10⁻⁶)

Tab.2 The trace element concentrations(ppm) of the rocks and ores in the Jiertiegegou deposit

样品 编号	JHK-2	JE/TC15 -WL05	JE/TC15 -WL06	JE/TC15 -WL07	JE/TC15 -WL08	JE/TC15 -WL09	JE/TC15 -WL14	JHK-3	JE/TC15 -WL11	JE/TC15 -WL12	JE/TC15 -WL13
样品名	黑云 石英片岩	钙质二云石英片岩						石英 磁铁矿石	方解石 磁铁矿	方解石 磁铁矿	方解石 磁铁矿
Sc	11.11	24.60	19.00	19.00	16.00	14.20	5.10	3.61	6.20	4.40	5.50
Cr	112.79	21.10	22.00	22.70	20.30	20.20	26.30	77.25	34.80	32.80	27.90
Rb	35.77	109.00	92.20	116.00	128.00	125.00	12.70	41.10	10.60	26.20	15.70
Nb	14.53	6.16	6.37	5.28	5.59	7.01	1.80	4.65	3.37	3.34	3.73
Cs	1.35	2.98	2.74	3.05	3.89	3.68	1.10	0.89	0.57	0.68	0.55
Ta	1.34	0.31	0.51	0.41	0.41	0.51	0.12	0.31	0.27	0.33	0.28
Pb	4.06	3.00	3.40	3.70	1.30	5.70	1.30	7.38	2.00	1.90	5.40
Th	10.99	4.33	4.82	4.56	5.21	4.72	2.84	8.69	3.67	2.99	2.80
U	1.32	4.80	1.80	3.20	2.10	1.60	2.90	2.54	3.50	1.20	1.10
Ba	825.70	3 056.00	2 586.00	3 111.00	4 059.00	3 748.00	143.00	99.10	925.00	210.00	168.00
Co	53.39	14.50	12.90	23.50	27.30	20.30	49.60	12.70	9.60	0.20	12.70
Cu	6.45	8.60	8.70	12.80	9.40	12.80	25.80	3.79	53.00	45.90	41.30
Ni	67.04	13.50	12.00	17.70	15.10	17.00	22.30	175.20	34.60	27.80	21.00
Sr	100.70	71.40	62.00	73.60	76.90	52.30	130.00	282.40	51.60	95.10	161.00
V	144.90	145.00	167.00	158.00	145.00	128.00	82.50	517.80	87.60	75.90	229.00
Zn	25.09	15.40	16.40	18.00	15.10	17.10	31.80	34.72	58.80	55.40	54.10
Zr	235.00	160.00	171.00	150.00	165.00	146.00	56.80	130.90	47.00	50.40	55.70
Hf	6.77	5.00	5.10	4.70	5.50	4.60	1.60	3.87	1.50	1.50	1.50
Sr/Ba	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.91	2.85	0.06	0.45	0.96
Ni/Co	1.26	0.93	0.93	0.75	0.55	0.84	0.45	13.80	3.60	139.00	1.65
Th/U	8.33	0.90	2.68	1.43	2.48	2.95	0.98	3.42	1.05	2.49	2.55
Ni/Zn	2.67	0.88	0.73	0.98	1.00	0.99	0.70	5.05	0.59	0.50	0.39

注:样品微量元素测试由国土资源部武汉矿产资源监督检测中心(武汉综合岩矿测试中心)完成,JE/TC15样品测试国土资源部郑州矿产资源监督检测中心完成。

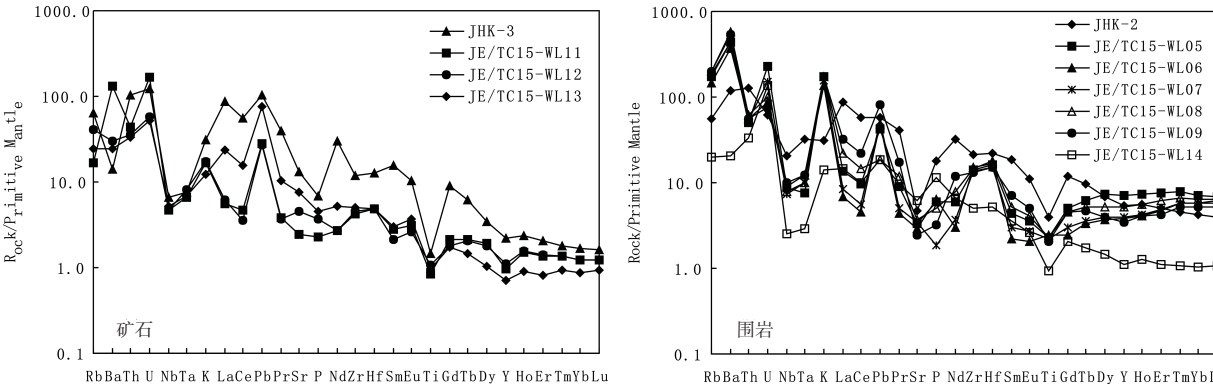


图5 吉尔铁克沟铁矿石及围岩微量元素蛛网图

Fig.5 Spider diagram of the ores and rocks for the trace element of in the Jiertiegegou deposit

(K、P、Ti由表5-18中主量元素分析结果换算)

3.3.3 稀土元素地球化学特征

从表3和图6中可以看出,不同类型的赋矿围岩与矿石稀土元素特征差异较大,证明其稀土元素的来源以及形成环境、成因机制上存在一定的差异。

赋矿围岩的稀土元素总量除样品JHK-2(246.32×10⁻⁶)外,其他样品总量较低,ΣREE的变化范围为30.64×10⁻⁶~246.32×10⁻⁶,平均为84.01×10⁻⁶,LREE/HREE在1.75~11.65之间,LaN/YbN介于1.19~20.27之间,为向右倾斜的轻稀土富集型。无明显的

铈负异常,δCe=0.81~0.91;具有弱铈负异常,δEu=0.72~0.94。

磁铁矿石样品除JHK-3外,其余样品稀土元素含量较低,ΣREE变化范围为20.95×10⁻⁶~230.17×10⁻⁶,平均为75.54×10⁻⁶,LREE/HREE在3.83~19.76之间,LaN/YbN在4.64~52.83之间,为向右倾斜的轻稀土富集型。δCe=0.74~0.99,具有弱铈负异常;δEu=0.84~1.53,除样品JHK-3外,具有明显的铈正异常。

表3 吉尔铁克沟铁磁铁矿石及围岩稀土元素分析结果表(×10⁻⁶)

Tab. 3 The rare earth element concentrations(×10⁻⁶) of the rocks and ores in the Jiertekegou deposit

样品 编号	JHK-2	JE/TC15 -XT05	JE/TC15 -XT06	JE/TC15 -XT07	JE/TC15 -XT08	JE/TC15 -XT09	JE/TC15 -XT14	JE/TC15 -XT11	JE/TC15 -XT12	JE/TC15 -XT13	JHK-3	GRT-2
样品名	黑云石 英片岩	钙质二云 石英片岩	钙质二云 石英片岩	钙质二云 石英片岩	钙质二云 石英片岩	钙质二云 石英片岩	钙质二云 石英片岩	方解石磁 铁矿	方解石磁 铁矿	方解石磁 铁矿	石英磁 铁矿石	石英磁 铁矿石
La	59.52	9.28	4.71	5.87	15.13	22.22	10.07	3.88	4.19	16.10	60.39	10.99
Ce	102.90	16.87	8.15	10.00	26.06	39.53	17.53	8.40	6.42	27.67	98.30	18.80
Pr	11.37	2.53	1.19	1.38	3.28	4.83	2.67	1.07	1.02	2.87	11.03	1.95
Nd	42.84	8.03	4.12	5.02	10.79	16.28	8.94	3.70	3.61	7.15	40.68	6.82
Sm	8.34	1.94	0.99	1.34	2.29	3.12	1.56	1.25	0.93	1.32	6.94	1.35
Eu	1.88	0.59	0.35	0.46	0.68	0.84	0.44	0.53	0.44	0.61	1.74	0.65
Gd	7.20	2.97	1.48	1.80	2.66	2.74	1.23	1.27	1.06	1.05	5.43	1.46
Tb	1.05	0.67	0.36	0.39	0.56	0.50	0.19	0.23	0.22	0.16	0.66	0.20
Dy	5.13	5.41	2.69	2.92	3.90	2.89	1.06	1.40	1.32	0.76	2.55	1.01
Ho	0.90	1.21	0.66	0.69	0.91	0.66	0.21	0.25	0.26	0.15	0.39	0.17
Er	2.45	3.63	2.26	2.32	2.92	2.05	0.53	0.66	0.68	0.39	0.98	0.42
Tm	0.34	0.59	0.42	0.42	0.49	0.38	0.08	0.10	0.10	0.07	0.13	0.06
Yb	2.11	3.54	2.83	2.85	3.20	2.54	0.51	0.60	0.61	0.43	0.82	0.40
Lu	0.29	0.51	0.43	0.45	0.47	0.38	0.08	0.09	0.09	0.07	0.12	0.08
Y	24.89	31.81	17.68	18.10	24.07	15.85	5.11	4.41	5.05	3.25	10.14	5.61
ΣREE	246.32	57.77	30.64	35.91	73.34	98.96	45.10	23.43	20.95	58.80	230.17	44.35
LREE	226.85	39.24	19.51	24.07	58.23	86.82	41.21	18.83	16.61	55.72	219.08	40.56
HREE	19.47	18.53	11.13	11.84	15.11	12.14	3.89	4.60	4.34	3.08	11.09	3.79
LREE/ HREE	11.65	2.12	1.75	2.03	3.85	7.15	10.59	4.09	3.83	18.09	19.76	10.71
La _N /Yb _N	20.27	1.88	1.19	1.48	3.39	6.27	14.16	4.64	4.93	26.86	52.83	19.86
δEu	0.72	0.75	0.88	0.91	0.84	0.86	0.94	1.27	1.35	1.53	0.84	1.40
δCe	0.91	0.84	0.82	0.83	0.87	0.89	0.81	0.99	0.74	0.92	0.87	0.92

测试单位:样品稀土元素测试由国土资源部武汉矿产资源监督检测中心(武汉综合岩矿测试中心)完成,JE/TC15样品测试国土资源部郑州矿产资源监督检测中心完成。

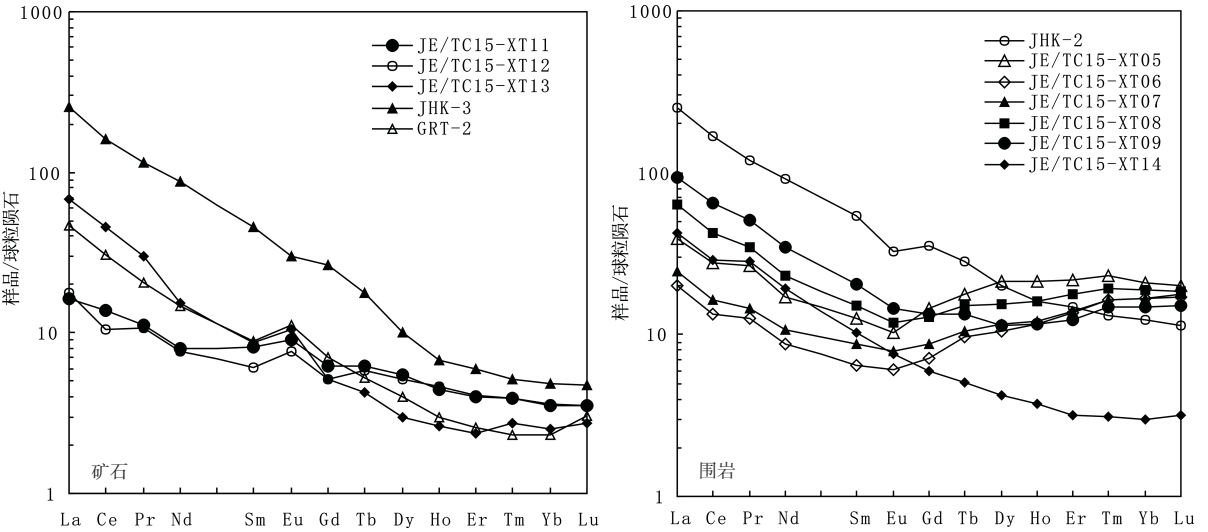


图6 吉尔铁克沟铁磁铁矿石及围岩稀土元素配分曲线图(采用球粒陨石数据(Sun&McDonough,1989)标准化)

Fig.6 REE distribution paterens of the ores and rocks for the rare earth element in the Jiertekegou deposit

从以上特征可以看出,矿石与围岩具有相似的稀土元素含量,除样品JHK-2、JHK-3外,稀土元素含量总体较低,表现出中基性火山岩的特征。赋矿围岩稀土元素配分曲线较为相似,总体呈现右倾斜轻稀土富集型,表明它们的稀土元素来源具有同源性。JHK-2、JHK-3稀土元素总量较高,强烈富集轻稀土,表明稀土元素发生了较明显的分馏作用,

这可能是由于这两个样品所处地层中砂质成分含量较高,常见薄层变质细(粉)砂岩(原岩为石英砂岩)。矿石中特征指示元素铈具有弱负异常、铕正异常,表明沉积环境偏氧化,这与海相沉积岩的特征相似。
据此推断,该铁矿的形成与中基性火山活动关系较为密切,火山活动为其提供了成矿物质;另外,

在铁矿的形成过程中,由于陆源沉积物的加入,使得水体沉积环境发生改变,并呈弱酸性—弱碱性,从而促使铁质卸载沉淀,有利于富集成矿。

4 矿床成因

根据吉尔铁克沟磁铁矿体的产出特征、矿石和围岩的地球化学特征及镜下鉴定特征、物质来源等分析,初步认为吉尔铁克沟矿区内磁铁矿主体主要是以原始沉积形成的磁铁矿为主,为原始沉积成因,而不是由其它铁矿物经变质作用所致,这与陆源沉积型或沉积变质型磁铁矿床存在明显的差异;该矿床形成于海相沉积环境,与中基性火山活动有关,海底基性火山活动带来了大量的铁质,形成了原始的含矿溶液,由于海盆中水体环境的差异,促使含矿溶液发生运移,在海盆中合适的物理化学条件下经化学沉积作用形成磁铁矿,并在氧化还原过渡带,出现黄铁矿与磁铁矿共生现象;变质作用在铁矿的形成过程中起到了进一步的富集作用,后期有一定的变质作用叠加改造。依据如下:①矿体形态及空间变化具明显沉积特征。各磁铁矿体主要呈层状、似层状、透镜状产出,与围岩呈整合接触、互层产出。②矿体原生沉积层理清晰,具沉积韵律,共生矿物组合简单。③矿石原始沉积构造特征明显。原始沉积成矿后,虽经历了后期构造、岩浆活动的改造,但磁铁矿仍保留大量沉积结构构造,如条带状、条纹状构造,且条带、条纹与围岩产状一致,平行于围岩原始沉积层理。④矿石局部具变质改造特征。受后期变质作用影响,矿石组构也发生一定改变,块状磁铁矿石主要呈细粒结构,而部分浸染状矿石粒度可达中粗粒。此外,矿区内流体作用不明显、围岩蚀变较弱,显示在原始沉积成矿后,变质作用使原始沉积的磁铁矿发生重结晶粒度增大,但总体物质成分并未发生大的迁移。⑤岩矿石稀土元素含量总体较低,具海洋化学沉积特征。稀土元素分布曲线显示为LREE亏损、HREE富集,具强烈的Eu和La的正异常及不明显的Ce异常,表明吉尔铁克沟铁矿矿床形成与海底火山活动关系密切^[25]。

5 找矿标志

通过对该矿区的分析研究,及对比邻区同类型矿床,找矿标志可归纳为:

(1) 地层及岩性标志

早古生代马尔洋组含铁岩系的磁铁矿化黑云石英片岩与长英质片岩、石膏岩上部黑云石英片岩,是寻找该类矿床的地层和岩性标志。

(2) 构造标志

背形转折端或向形转折端部位易于矿体的富集,是成矿有利部位,如老井铁矿。

(3) 矿体露头是最直接的找矿标志

铁矿物在近地表氧化较弱,磁铁矿仍保留有较好的晶形。

(4) 黄色氧化带是寻找磁铁矿的最直接的标志

(5) 地球物理标志

航磁异常在200 nT以上,地磁异常在500 nT以上,北侧伴生有负磁异常地段多为磁铁矿异常。

6 结论

(1) 吉尔铁克沟铁矿床矿体呈层状顺层产出,分布稳定,原生沉积特征明显,具沉积型铁矿特点。

(2) 吉尔铁克沟铁矿床的形成可划分原始沉积期,区域变质改造期、热液改造期、表生期四个阶段,其中原始沉积期与磁铁矿的形成最为密切,在此期间含铁建造初步形成。

(3) 矿石特征显示,磁铁矿以原始沉积为主,后期变质及岩浆作用对矿石进行了部分改造,但对物质成分变化影响较小,其作用较为有限。

(4) 矿床地球化学特征分析表明,矿石与围岩有相似的物资来源,矿床形成于海相沉积环境,并与海底中基性火山活动密切相关,海底火山活动带来了大量的铁质,形成了原始的含矿溶液,由于海盆中水体环境的差异,促使含矿溶液发生运移,在海盆中合适的物理化学条件下经化学沉积作用形成磁铁矿,并在氧化还原过渡带,出现黄铁矿与磁铁矿共生现象,最终形成沉积性磁铁矿床。

致谢:在野外调查及研究过程中得到河南省地质调查院王世炎教授级高级工程师、高廷臣教授级高级工程师、中国地质大学曹新志教授、张旺生教授指导及西昆仑项目组张哨波、刘品德等同志的帮助,审稿专家在本文的修改过程中提出了宝贵的意见,在此一并表示感谢。

参考文献:

- [1] 罗照华,莫宣学,柯栅.塔什库尔干碱性杂岩体形成时代及地质意义[J].新疆地质,2003,21(1):46-50.
- [2] 柯栅,罗照华,莫宣学.塔什库尔干碱性杂岩造岩矿物化学

- 成分及成因意义[J].矿物岩石学杂志,2006,25(2):148-156.
- [3] 刘品德,陈俊魁,张哨波,等.新疆西昆仑塔什库尔干地区铁铅锌矿远景调查报告[R].河南省地质调查院,2012.
- [4] 郝延海,等.新疆塔什库尔干县赞坎铁矿调查评价报告[R].新疆地质调查院,2013.
- [5] 高廷臣,王亚平,吕宪河,等.新疆塔什库尔干-莎车铁铅锌多金属矿评价报告[R].河南省地质调查院,2012.
- [6] 胡建卫,庄道泽,杨万志,等.新疆西南部塔什库尔干地区赞坎铁矿综合信息预测模型及其在区域预测中的应用[J].地质通报,2010,29(10):1495-1503.
- [7] 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.
- [8] 陈登辉,伍跃中,李文明,等.西昆仑塔什库尔干地区磁铁矿矿床特征及其成因[J].大地构造与成矿学,2013,37(4):671-684.
- [9] 钱兵,高永宝,李侃,等.塔什库尔干地区赞坎铁矿矿物学特征与成因[J].地质与勘探,2014,50(4):630-640.
- [10] 乔耿彪,王萍,伍跃中,等.新疆塔什库尔干陆块赞坎铁矿赋矿地层形成时代及其地质意义[J].中国地质,2015,42(3):616-630.
- [11] 陈俊魁,燕长海,张旺生,等.新疆塔什库尔干地区磁铁矿床地质特征及找矿方向[J].地质调查与研究,2011,34(3):179-189.
- [12] 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,2008,1-400.
- [13] 蔺启忠,燕守勋.昆仑-阿尔金地区寻找大一超大型矿床初探[J].地质与勘探,1997,33(6):41-46.
- [14] 祝新友,王京彬,刘增仁,等.新疆乌拉根铅锌矿床地质特征与成因[J].地质学报,2010,84(5):694-702.
- [15] 王世炎,等.新疆1/25万克克吐鲁克幅、塔什库尔干塔吉克自治县幅区域地质调查报告[R].河南省地质调查院,2004.
- [16] 张岩,顾雪祥,李有核,等.2010.山西原平王家庄条带状磁铁石英岩矿床元素地球化学特征及其地质意义[J].现代地质,24(1):69-79.
- [17] 沈其韩,宋会侠,赵子然.2009.山东韩旺新太古代条带状铁矿的稀土和微量元素特征[J].地球学报,30(6):693-699.
- [18] 沈其韩,宋会侠,杨崇辉,等.2011.山西五台山和冀东迁安地区条带状铁矿的岩石化学特征及其地质意义[J].岩石矿物学杂志,30(2):161-171.
- [19] 张士,李国胜.1989.河南义马石千峰组沉积环境探讨[J].地质论评,35(4):374-383.
- [20] 陈述荣,谢家亨,许超南,等.福建龙岩马坑铁矿床成因的探讨[J].地球化学,1985,4:350-357.
- [21] Bhatia M R and Taylor S R. Trace-element geochemistry and sedimentary provinces: A study from the Tasman Geosyncline, Australia[J].Chem.Geol., 1981, 33(1/2): 115-125.
- [22] 杜后发,姜勇彪,侯增谦,等.囊谦古近纪盆地砂岩地球化学特征及其对物源和沉积环境的指示作用[J].岩石矿物学杂志,2011,30(4):654-664.
- [23] 陈建强,周洪瑞,王训练.2004.沉积学及古地理学教程[M].北京:地质出版社,82-86
- [24] Sugitani K.1992. Geochemical characteristic of Archean cherts and other sedimentary rocks in the Pilbara Block, Western Australia:Evidence for the Archean sea-water enriched in hydrothermally-derived iron and silica [J].Precambrian Research, 57(1-2): 21-47.
- [25] 徐晓春,王文俊,熊亚平,等.安徽石台早寒武世黑色岩系稀土元素地球化学特征及其地质意义[J].岩石矿物学杂志,2009,28(2):118-128.

Geological characteristic and genesis of Jiértiekgou iron deposit in Taxkorgan area of west Kunlun , Xinjiang

CHEN Jun-kui

(Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: The Jiértiekgou iron deposit in Tashikuergan county, Xinjiang, is tectonically situated in the Taxkorgan block within the Karakorum tectonic belt. Ore bodies are mainly hosted in the Maeryang formation of Paleozoic strata. The paper discusses geological characteristics and geological background mineralization, and analyzes the morphology, texture, structure, and mineral assemblage of the deposit. The ore bodies are broadly distributed in simple layers with stable occurrence, and are in conformable contact with the wall rock stratum. The ore bodies are controlled by stratum, and the genesis of the iron ore deposit is marine volcanic sedimentary magnetite type, and there is great prospect in the area.

Key words: Jiértiekgou iron deposit; geological characteristics; genetic analysis; Tashikuergan