

祁漫塔格地区铁多金属矿床成矿特征及成因探讨

谭文娟, 姜寒冰, 杨合群, 高永宝

(中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西西安 710054)

[摘 要]祁漫塔格地处东昆仑造山带西段, 该区建造组成丰富, 断裂构造发育, 断层构造以北西西走向为主, 华力西-印支造山旋回中酸性侵入岩浆活动强烈。在综述祁漫塔格地区成矿地质背景基础上, 通过对区内肯德可克铁钴铋金矿床、野马泉铁锌矿床和迪木那里克典型铁矿床地质特征分析, 并以肯德可克矿床为例, 对比了不同成因类型铁矿床中磁铁矿的化学成分组成, 探讨了区内铁多金属矿床成因类型。研究认为, 区内铁矿床形成经历了早期火山喷流-沉积作用、区域变质作用, 后期矽卡岩化-热液叠加改造作用等多期、多样性的成矿演化过程。

[关键词]祁漫塔格 铁多金属矿 矿床地质特征 矿床成因

[中图分类号] P618.31

[文献标识码] A

[文章编号] 0495-5331(2011)02-0244-07

Tan Wen-juan Jiang Han-bing, Yang He-qun, Gao Yong-bao. Metallogenic features and genesis of Fe polymetallic deposits in the Qimantage region[J]. *Geology and Exploration*, 2011, 47(2): 244-250.

祁漫塔格地区经历了加里东期裂解-闭合和晚华力西-印支期陆缘-陆内碰撞、复合造山演化(李月隆等, 2007), 形成了一系列与裂隙-火山作用和构造-岩浆作用有关的铁钴金矿床。区内地层中除了常量元素富 Fe 外, 微量元素主要是 Co、Cu、Au、Ag、Bi、Zn、Pb、Sb 等比较富集, 其中金水口群中 Au、Ag、Co、Cu、Bi 较高, 上奥陶统中 Co、Cu、Pb、Zn、Au、Bi 高, 上泥盆统的 Zn、Bi、Co 及石炭系的 Pb、Zn 等微量元素也偏高, 尤其是上奥陶统各种微量元素含量都很高, 许多成型矿床都分布在该地层里(李月隆等, 2007)。目前在区内不仅有已估算资源量的肯德可克铁钴铋金矿床、杂林格铁(钴)矿床、野马泉铁锌矿床、迪木那里克铁矿等, 还发现有 20 多处铁多金属矿点。因此, 研究区内铁多金属矿床成矿特征及成因类型, 对区域成矿规律认识具有借鉴作用, 并进一步指导找矿。

1 区域地质背景

祁漫塔格地区位于青藏高原北部, 柴达木盆地西南缘, 跨越青海、新疆两省区。其总体呈西宽东窄

的楔形, 北西向延伸展布。西端被阿尔金山斜截, 向东至乌兰乌珠尔插入柴达木盆地之中; 北与柴达木盆地相接, 南与东昆仑山西段毗邻(图 1)。

该区处于东昆仑造山带北部与阿尔金构造带茫崖-阿帕构造混杂岩带和吐拉地块相邻; 东北部以祁漫塔格北缘隐伏断裂与柴达木陆块相接; 南部以鲸鱼湖-阿尼玛卿缝合带为界, 与华南板块的可可西里-松潘甘孜中生代前陆盆地相隔^①。区内可以划分出 3 个主要的地质构造单元, 由北向南分别为祁漫塔格早古生代裂陷盆地、昆中地块、昆南俯冲碰撞杂岩带。在昆中地块的西部上叠库木库里新生代断陷盆地^②。

区内地层出露有古-中元古界中深变质岩(片麻岩、混合岩、大理岩、石英岩); 寒武系片岩、变质砂岩、碳酸盐岩及硅质岩; 奥陶系海相碎屑岩、基性-中酸性火山岩及碳酸盐岩。

泥盆系海陆交互碎屑岩夹碳酸盐岩, 陆相中-酸性火山岩; 石炭系滨-浅海相碎屑岩、生物灰岩夹碳酸盐岩; 二叠系浅海相碎屑岩、生物灰岩及含燧石白云质灰岩; 三叠系陆相中酸性火山岩(李月隆等, 2007)。

[收稿日期] 2010-07-07; [修订日期] 2010-08-26; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] 国家科技支撑计划项目(2006BAB01A01)及中国地质调查局地质大调查项目(1212010813046 和 1212010881632 及 1212010911032)。

[第一作者] 谭文娟(1980 年-), 女, 硕士, 现主要从事成矿规律与成矿预测研究工作。E-mail: twjuan2006@163.com。

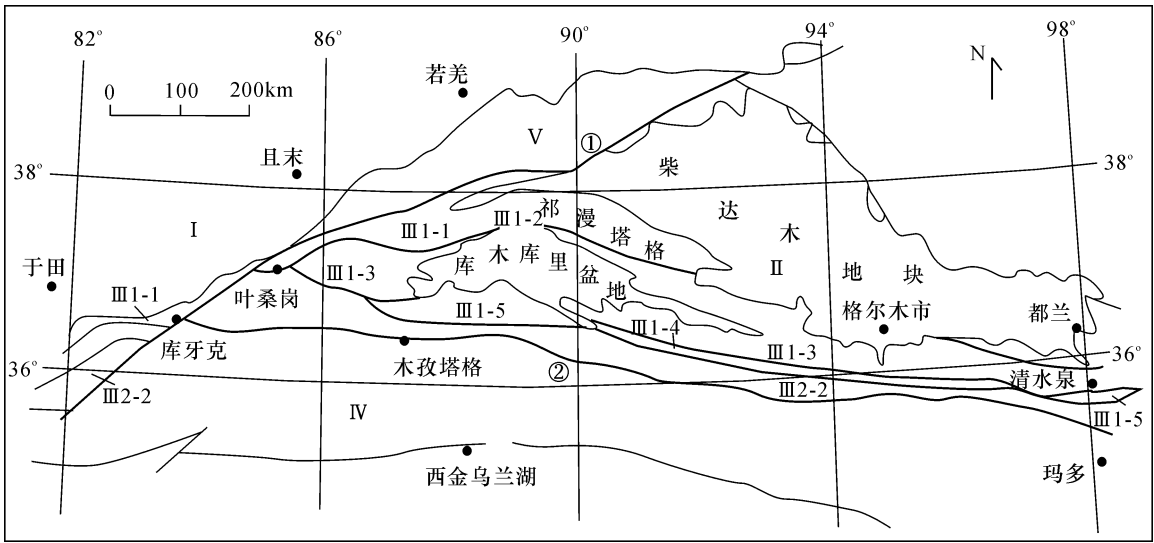


图1 祁漫塔格及邻区构造单元划分图(据伍跃中等,2009)

Fig.1 Map showing tectonic units in the Qimantage region and neighboring areas (after Wu et al. , 2009)

I-塔里木陆块; II-柴达木地块; III-昆仑造山带; III₁₋₁-北昆仑地块; III₁₋₂-库地-其曼于特-祁漫塔格镁铁质-超镁铁质岩带; III₁₋₃-中昆仑微陆块(早古生代、晚古生代复合岩浆弧); III₁₋₄-柳什塔格-诺木洪-乌妥蛇绿构造混杂岩带; III₁₋₅-昆南早古生代增生楔; III₂₋₂-南昆仑晚古生代残留弧; IV-巴颜喀拉构造带; V-阿尔金造山带; ①-阿尔金南缘断裂; ②-昆南断裂带

I-Tarim continental block; II-Qaidam block; III-Kunlun orogenic belt; III₁₋₁-North Kunlun block; III₁₋₂-The mafic-ultramafic complex belt in Kudi-Qimanyute-Qimantage area; III₁₋₃-Central Kunlun micro-massif (early and late Paleozoic composite magmatic arc); III₁₋₄-ophiolite melange belt in Liushitage-Nuomuhong-Wutuo area; III₁₋₅-early Paleozoic accretionary wedge in South Kunlun; III₂₋₂-South Kunlun remnant arc of late Paleozoic; IV-Bayan Hara tectonic belt; V-Altyn orogenic belt; ①-fault at southern edge of Altyn; ②-South Kunlun fault

区内褶皱构造有楚鲁套海高勒背斜、狼牙山向斜、肯德可克向斜及野马泉向斜等,主要由泥盆系、石炭系、二叠系组成。褶皱轴向总体北北西向,沿轴面及其附近常形成断裂构造,为岩浆活动及热液流体提供有利的迁移通道。而褶皱转折端、核部虚脱部位、层间滑动面等处,则是矿体定位的良好空间。如肯德可克、野马泉矿床就产在褶皱两翼附近。区内构造变形强烈,断裂构造发育。北西西向断裂组为区内主干断裂构造,力学性质主要表现为压性逆断层,断面东北倾。断裂组间的岩块主要是华力西期花岗岩、元古界金水口(岩)群白沙河组变质岩系及部分地段出现的滩间山群、上泥盆统牦牛山组、石炭系等。北东东向断裂组以左行平移为主,平移断层切割早期断层(图2)。

区内岩浆活动频繁,从元古代到中生代岩浆活动都有不同程度地保留,尤其是华力西期-印支期岩浆活动最为强烈(李光明等,2001)。其中侵入岩出露面积约占本区总面积25%左右。区内侵入活动可分为新元古代、泥盆纪、二叠纪和三叠纪四个时

期,以二叠纪和三叠纪侵入活动最强烈^③。

2 铁矿床(矿化点)分布及矿床地质特征

祁漫塔格地区已发现铁矿床、矿(化)点20多处,因该矿化带属柴达木板块边缘活动区,地壳结构复杂,建造组成丰富,岩浆活动强烈,自新元古代晚期以来,北西西向和北东东向两组构造活动强度、构造性质长期反复交替变化(伍跃中等,2009),成矿地质条件优越,矿床(点)具有成群产出的特点(图2)。

该区矿种组合以铁铜、铁锡、铁多金属最为常见。矽卡岩型矿化在空间上多出现在岩体与地层的接触带上(按其产出地质位置有三种类型的矿化:断裂矽卡岩型、侵入体外接触带矽卡岩型及侵入体接触带矽卡岩型),热液型矿床出现在远离接触带的地层中,二者相伴产出,成因上有一定联系,构成了与中-酸性侵入岩有关的铁多金属矿床成矿系列。此外,与中元古代海相化学沉积岩有关的沉积变质型铁矿在本区也有产出,但数量很少且不具规

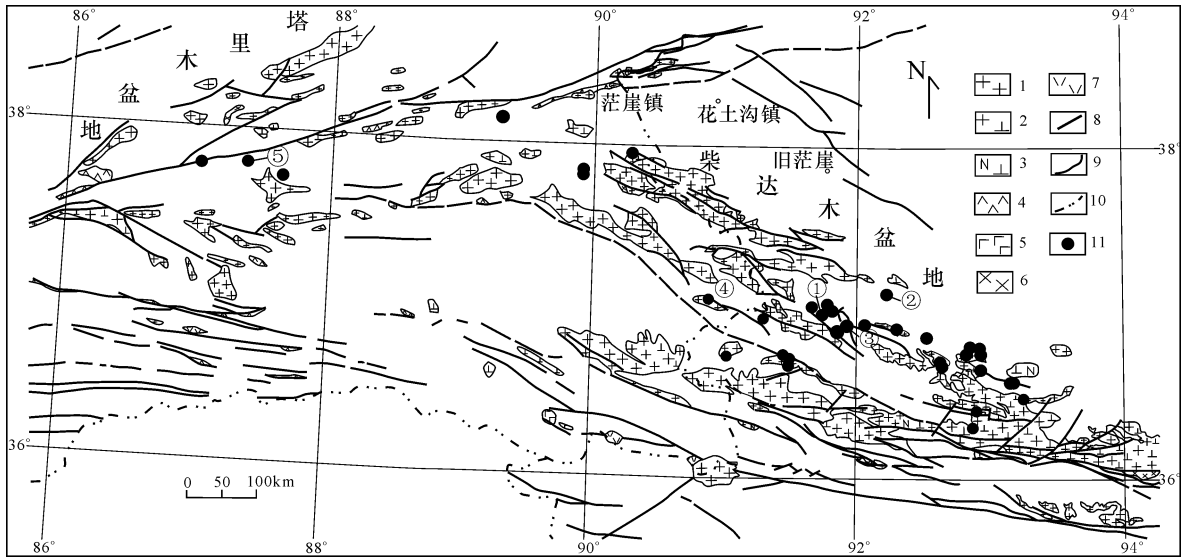


图 2 祁漫塔格地区岩浆岩及铁矿分布示意图

Fig. 2 Map showing distribution of magmatic rocks and Fe deposits in the Qimantage region

1-花岗岩; 2-花岗闪长岩; 3-英云闪长岩; 4-蛇绿岩; 5-玄武岩; 6-辉绿岩; 7-流纹岩; 8-断层; 9-地质界线; 10-省界; 11-铁矿床: ①-肯德可克; ②-尕林格; ③-野马泉; ④-蟠龙峰; ⑤-迪木那里克

1-granite; 2-granodiorite; 3-tonalite; 4-ophiolite; 5-basalt; 6-diabase; 7-rhyolite; 8-fault; 9-geology boundary; 10-province boundary; 11-Fe deposits: ①-Kendekeke; ②-Galinge; ③-Yemaquan; ④-Panlongfeng; ⑤-Dimunalike

模,仅在巴音郭勒河北、狼牙山等地见到几处矿点。值得重视的是,肯德可克矿区发现的金、钴、铋矿体,常与磁铁矿体共(伴)生在一起。且这种组合在该区铁多金属矿床中有一定的普遍性(薛培林等, 2006)。该区化探异常展布方向为北西-南东向,与构造线方向基本一致,异常组合元素多为 Zn、Pb、Cu、Au、Co、Bi 等,且异常面积较大,元素套合好,成矿元素组合多样。航磁异常与化探异常相伴,航磁呈近东西向,正负异常交替出现,梯度变化较大,该区许多铁矿床就是检查航磁、地磁异常中发现的。地球化学和地球物理异常的客观存在,从另一个侧面反映了区内的成矿事实^④。

该区铁矿床、矿点多,是一个具有远景的成矿区带。其中典型矿床有肯德可克铁钴铋金多金属矿床、尕林格铁金矿床、野马泉铁多金属矿床、蟠龙峰铁多金属矿床、迪木那里克铁矿床。

2.1 肯德可克铁多金属矿床

肯德可克铁钴多金属矿床产于柴达木板块祁漫塔格早古生代弧后裂陷带中部的加里东火山盆地中,出露地层以奥陶统滩间山群和石炭系为主,其中前者由碳酸盐岩、碎屑岩夹火山岩组成,后者为一套碎屑岩-碳酸盐岩建造。区内构造复杂,褶皱、断裂均较发育,较大褶皱分布于矿区中部,为一宽缓的向斜,两翼不对称,北陡南缓,枢纽呈波状起伏,由东向

西翘起。断裂构造以东西向为主,次有北东向和北北西向。矿区内仅见有华力西期的深灰色细-中粒闪长岩岩株,印支期-燕山早期的肉红色石英正长斑岩脉、石英闪长玢岩脉、闪长玢岩脉等(图 3)。

矿区矿化范围东西长 2200m,南北宽约 650m,分南、北两个矿带。从上而下垂向上分为 3 层:第一层为变泥硅质岩夹大理岩,在硅质岩夹炭质板岩中赋存铅锌矿;第二层为变泥质硅质岩夹炭质板岩和矽卡岩化硅质岩、杂砂岩,钴铋、金矿体主要赋存于该岩层中,有 10 层,累计厚达 27.09m;第三层为大理岩、白云质大理岩,其底部与硅质岩、角岩接触部位有透镜状、扁豆状磁铁矿、铁锌矿或含铜磁黄铁矿层。矿体一般分带明显,垂向上,自下而上为磁铁矿体-锌铁矿体-硫铁矿体-锌、铜矿体-铅矿体;矿体断裂控制明显,在构造复合部位具有膨大变厚富集,而在褶皱轴部由厚向两侧变薄尖灭趋势。矿石结构较为复杂,具有成因意义的代表性结构为交代溶蚀结构,矿石构造则以浸染状、团块状、斑杂状构造为主,其次为块状、角砾状、条带状、不规则脉状构造等。

在磁铁矿石中 TFe 平均品位 34.12%,最高 60.30%;金一般为 $0.5 \times 10^{-6} \sim 12.52 \times 10^{-6}$,最高 31.2×10^{-6} 。锌铁矿石中 TFe 平均品位 30%;Zn 平均品位 1.0%;伴生 Cd 0.006% ~ 0.04%;伴生 Ag

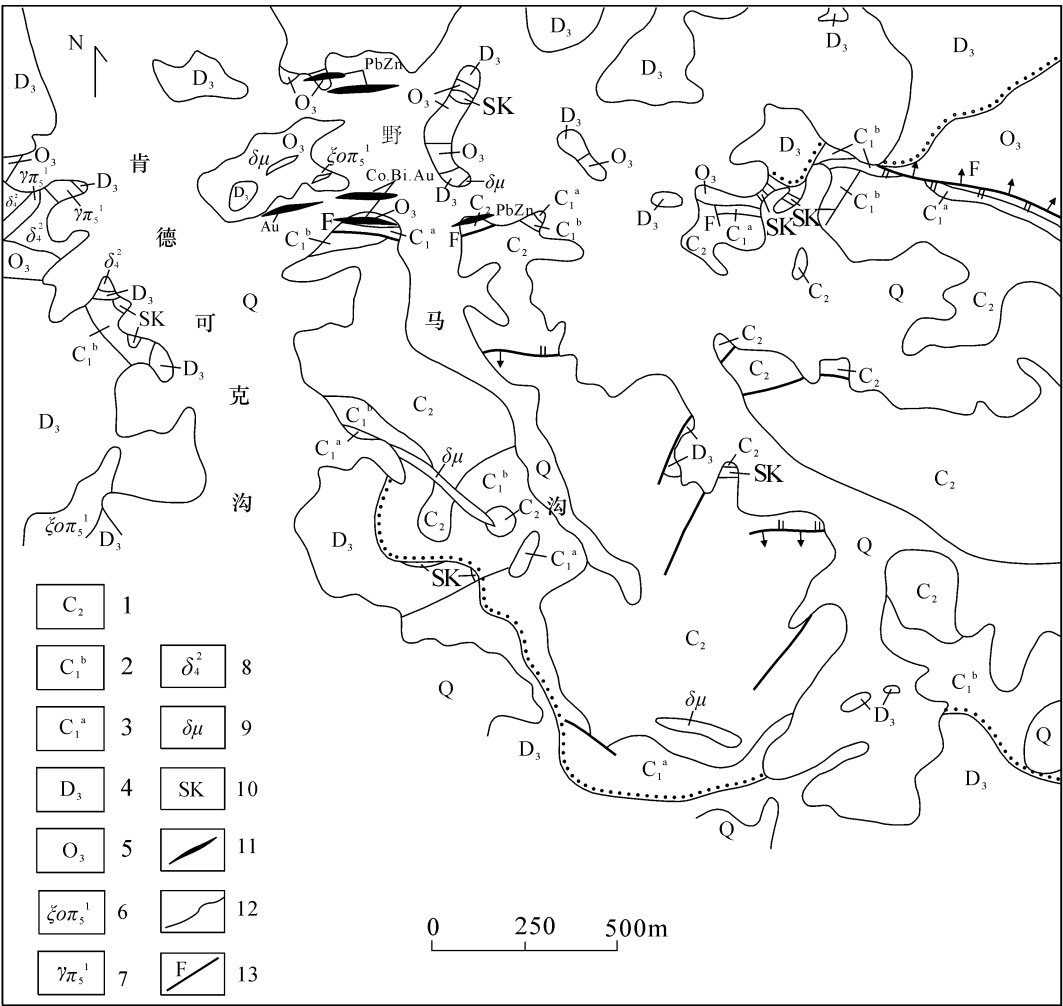


图3 肯德可克铁多金属矿床地质图(据西安地质矿产研究所,2006)

Fig. 3 Geological map of the Kendekeke Fe polymetallic deposit (modified from Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, 2006)

- 1-白云岩、白云质大理岩夹结晶灰岩; 2-生物灰岩夹炭质页岩透镜体; 3-砂岩、粉砂岩、砾岩夹白云质灰岩碳质泥岩; 4-中酸性火山碎屑岩熔角砾岩; 5-白云质大理岩、硅质岩、粉砂岩; 6-石英正长斑岩; 7-钠长霏细岩; 8-中细粒闪长岩、闪长玢岩; 9-闪长玢岩; 10-矽卡岩; 11-矿体; 12-地质界线; 13-断层
- 1-dolomite, marble interbed crystalline limestone; 2-biolithite interbed carbonaceous shale lens; 3-sandstone, siltstone, conglomerate interbeddolomitic limestone and carbonaceous mudstone; 4-breccia of intermediate-acid volcanoclastic rock; 5-dolomitic marble, siliceous, siltstone; 6-quartz syenite porphyry; 7-felsite porphyry; 8-diorite, dioritic porphyrite; 9-dioritic porphyrite; 10-skarn; 11-ore bodies; 12-geology boundary; 13-fault

$3.6 \times 10^{-6} \sim 10.0 \times 10^{-6}$, 个别可达 38.3×10^{-6} 。铅矿石中 Pb 一般为 $0.5\% \sim 1.0\%$, 个别样可达 20.71% ; Ag 一般为 $10 \times 10^{-6} \sim 15 \times 10^{-6}$, 个别样可达 53×10^{-6} 。钴铋金矿石中 Co 一般为 $0.022\% \sim 1.10\%$, 最高 8.45% ; Bi 一般为 $0.20\% \sim 2.75\%$, 最高 5.80% ; Au 一般为 $1.04 \times 10^{-6} \sim 17.13 \times 10^{-6}$, 最高 54.53×10^{-6} ; Ag 一般为 $10 \times 10^{-6} \sim 20.8 \times 10^{-6}$, 最高 108×10^{-6} ; Mo 一般为 $0.02\% \sim 0.16\%$, 平均 0.067% (伊有昌等, 2006)。

矿区内围岩蚀变主要有硅化、石榴子石矽卡岩

化、绿泥石化、碳酸盐化, 其中同矿体关系密切的是矽卡岩化和硅化。自矿体往外侧蚀变带明显: 矿体-矽卡岩化-硅化(碳酸盐化、绿泥石化)。

矿区内石英正长斑岩中测定同位素年龄为 $(214 \sim 161) \text{ Ma}$ (印支期-燕山期)。铁矿石近矿围岩(含矿金云母夕卡岩)中提取金云母, 测定同位素年龄为 214 Ma (伊有昌等, 2006)。

2.2 野马泉铁多金属矿床

野马泉铁矿位于青海格尔木、乌图美仁乡西, 老茫崖南。矿区位于柴达木准地台之南缘, 所处大地

构造位置在区域上隶属祁漫塔格断褶带。区域上出露地层属昆仑山-祁漫塔格分区,主要有元古界金水口群下岩组、上泥盆统契盖苏群上岩组、上石炭统四角羊沟组、下二叠统打柴沟组,主要含矿地层为元古界金水口群下岩组及上石炭统四角羊沟组。矿区断裂发育,主要以北西西向为主,其次为北东、北西向。侵入岩为印支期含黑云母闪长岩、燕山期钾长花岗岩,二者与围岩接触带见有矿体和矽卡岩(王存等,2007)。

矿区内有南北两条矿带,北矿带矿体产于含黑云母闪长岩与元古界金水口群下岩组大理岩接触带,长达数公里,成矿岩体为印支期含黑石母闪长岩,面积 0.15km^2 ,岩体呈岩舌、岩枝状沿层间构造和节理侵入于元古界金水口群下岩组地层中,形成多处岩舌型凹陷。南矿带位于矿区中偏南部,沿钾长花岗岩与石炭系灰岩接触带分布,呈向南突出的马蹄形,长约 13km 。成矿岩体为燕山期钾长花岗岩,面积 1.98km^2 ,岩体呈岩株状、岩枝状沿层间构造和层节理侵入于上石炭统四角羊沟组地层中(王存等,2007)。

矿体形态呈似层状、透镜状、扁豆状或椭圆状,亦呈脉状。矿石以浸染状构造居多,部分为致密块状、脉状构造。南矿带由几个小铁矿体组成,浸染状矿为多。北带主矿带,矿体多、小,厚度变化大,品位变化大,铁、锌矿体伴生,层状铁矿体形成在先,脉状锌矿体形成在后。矿石矿物组合及矿石类型基本与肯德可克相似,但缺少金、钴矿石类型^④。

2.3 迪木那里克铁矿床

迪木那里克铁矿位于阿尔金南缘断裂带靠近祁漫塔格复合沟弧带一侧。矿区出露主要地层为中-上奥陶统滩间山群浅变质的碎屑岩、泥灰岩及少量火山碎屑岩组合。该套地层自下而上分为三个岩性段,铁矿主要产于第二岩性段灰绿色绢云千枚岩、灰绿色绢云石英千枚岩及黑灰色含炭泥灰岩之中。

矿区岩浆岩不发育,只是在矿区北部有较多的暗绿色细-中粒钠黝帘石化阳起石化闪长岩,呈岩株产出,矿区中部、东部有绿褐色强变质角闪辉绿辉长岩、绿黑色中粒角闪辉绿辉长岩的呈岩墙式、透镜状侵入于矿区地质体之中。矿区构造比较简单,地表主体为北东倾的单斜地层,产状一般为倾向 $20^\circ \sim 55^\circ$,倾角 $30^\circ \sim 52^\circ$ 之间。受阿尔金南缘断裂影响,使矿区内地层产生强度较大的塑性变形,地表矿石及钻孔岩芯中均可见明显的高强度变形,导致地表局部条带状磁铁矿呈多期不规则褶曲形态出现。

矿区分为三个含矿层,共计 50 个矿体,矿体产状和围岩基本一致,走向 $125^\circ \sim 155^\circ$,倾向北东,倾角 $30^\circ \sim 60^\circ$,矿石中 TFe 含量一般在 $20\% \sim 40\%$ 之间,平均含量在 29% 左右,个别样品能达 40% 以上。迪木那里克铁矿勘查程度很低,近几年大致查明了区内的地层、岩性、产状和分布,矿体受地层控制明显,矿体形态为似层状,含矿岩石为条带状磁铁矿石岩,近矿围岩为千枚岩,初步确定属沉积变质型铁矿^⑤(胡克亮等,2010)。

3 矿床成因探讨

在漫长的地质发展过程中,祁漫塔格与其相邻地区一起,经受了晋宁、加里东、华力西、印支、燕山及喜山等多期次复杂而强烈的构造运动影响,从而使各种类型的构造均具有明显的多期次叠加特征。

祁漫塔格地区古生代的碳酸盐类较发育,岩浆作用十分强烈,岩体空间上严格受区域构造控制,其展布方向与所处区域构造线一致。岩体发育规模、展布方向、成因类型等多方面都表现出北东向和北西向两组构造岩浆岩带具有长期交替变化的演化特点(伍跃中等,2009)。沿布亚鲁南-小狼牙山一带发育的祁漫塔格主脊断裂,为一区域性主干断裂,它控制了地层和岩体的展布以及矿产的形成、分布等。该区岩浆活动频繁,岩浆岩分布极其广泛。主要有三次较强期,分属加里东、华力西、印支-燕山三个旋回。中酸性-酸性侵入岩相当发育,约占全区基岩出露总面积的三分之二。主要形成于加里东晚期、华力西早期和印支-燕山期。尤以华力西早期的酸性侵入活动最为强烈,以岩基和岩株状二长花岗岩、花岗岩和花岗闪长岩为主。岩石化学特征,多属铝过饱和系列,为二氧化硅过饱和的中碱性至弱碱性岩石。里特曼指数(δ)均小于 3.3(在 $1 \sim 2.3$ 之间),属钙碱系列岩石(于文杰等,1986)。

本区已发现的铁矿呈规模的较少,目前对肯德可克矿床的成因类型还存在争议,罗世清等(1985)通过对肯德可克矿床磁铁矿、黄铁矿、闪锌矿三种主要金属矿物标型特征研究,认为该矿床是由沉积变质岩石、经镁质矽卡岩化作用形成的镁矽卡岩型高中温热液铁、锌、铅矿床。伊有昌等(2006)、潘彤(2008)综合研究认为肯德可克铁钴多金属矿床、尕林格矿床主成矿作用有两次,一是加里东期火山喷流沉积阶段,二是印支-燕山期构造-岩浆热液改造阶段($214 \sim 161\text{Ma}$)。

结合接触交代铁矿的磁铁矿在化学成分上具有

自己的特点(王书凤,1981)。其一,含钛量低于它的极限溶解度,含TiO₂通常在0.5%以下,钙矽卡岩磁铁矿的TiO₂含量甚至还要低很多。其二,普遍含适量的MgO、MnO、ZnO、Al₂O₃。以第一个特点区别于正岩浆矿床、火山岩矿床及火成岩中的磁铁矿,又以第二个特点与沉积变质型磁铁矿相区别。从表1中可以看出,肯德可克铁矿床磁铁矿标型伴生组分TiO₂、Al₂O₃、MnO、MgO的含量与各类型铁矿床相比,其特征不明显。因此,肯德可克矿床具有多阶段、多成因类型(表1)。

表1 不同成因类型铁矿床磁铁矿的化学成分
Table 1 Chemical composition of magnetite in iron deposits of different genesis types

成分		化学成分(%)				注
		TiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	
对比资料	岩浆型	6.83	3.00	0.54	2.22	
	火山岩型	1.10	0.37	0.24	0.68	
	接触交代型	0.11	1.04	0.45	0.37	林师整, 1982
	矽卡岩型	0.19	0.90	1.48	3.17	
	沉积变质型	0.55	0.21	0.09	0.19	
典型矿床		0.522	2.09	0.71	9.01	伊有昌等, 2006, 样品数(1)
						罗世清等, 1985;
	肯德可克铁矿	1.09	1.45	1.00	1.70	南矿带样品数(11)平均值
		0.09	0.60	0.14	0.87	罗世清等, 1985; 北矿带样品数(2)平均值

另外,本区野马泉地区发现的大量与花岗岩有关的矽卡岩型Fe、Cu、Pb、Zn、Ag等多金属矿床或矿化点,矿床的形成与碱质A型花岗岩关系密切。成矿物质主要来自岩浆,具有深部来源特征,与幔源性岩浆底侵及其与壳源酸性岩浆的混合作用有关。野马泉Fe、Cu多金属矿床产于岩体与碳酸盐地层接触带及其附近的断裂带中,受接触带及断裂构造的控制,属于典型的与酸性岩浆有关的矽卡岩型矿床(刘云华,2006;王存等,2007)。尕斯库勒铁矿床经历了多期次、多阶段矿化作用,初步认为主要有火山喷流-沉积作用和后期矽卡岩化热液叠加形成的火山喷流沉积-岩浆热液叠加改造型矿床(吴小霞等,2007)。向西还有新疆蟠龙峰和阿尼亚拉克矽卡岩型铁多金属矿、迪木那里克沉积变质型铁矿等(董连慧等,2006)。

4 结论

祁漫塔格地区成矿地质条件优越。华力西-印

支期是该带最重要的成矿期,以岩浆成矿作用为主。区内的肯德可克铁钴钛金多金属矿床、野马泉铁多金属矿床、迪木那里克铁矿床成因类型各异,成矿作用具有多期、多样性。前寒武纪以沉积-变质成矿作用为主,形成少量的变质或热液型铁矿。华力西-印支期是该带最重要的成矿期,以岩浆成矿作用为主,形成特色的矽卡岩型-热液型铁多金属矿产。只是每种成矿作用在每个矿床表现程度不同,致使该区矿床地质特征既有共性、又有个性。

本区虽然发现的矿床、矿化点众多,但是由于工作程度的限制,研究程度较低,使区内矿床成因各持己见,随着该区被地学界的广泛关注,各类矿床的成因类型会逐渐统一认识,目前铁多金属矿床成因的多期、多样性及共性应给予广泛重视,才能进一步指导找矿勘查工作。

[注释]

① 马建明. 2009. 我国未查明的铁矿资源潜力分析
② 西安地质调查中心. 2009. 西北地区矿产勘查部署与选区研究项目成果报告
③ 青海省地质调查院. 2007. 青海省东昆仑祁漫塔格地区铜多金属资源远景调查项目可行性报告
④ 青海省地质调查院. 2005. 青海东昆仑西段祁漫塔格地区铜多金属矿产资源评价 2005 年度工作方案
⑤ 新疆 358 项目办. 2009. 新疆祁漫塔格地区地质找矿研讨会会议论文集

[References]

Dong Lian-hui, Feng Jing, Li Feng-ming. 2006. Main results of tenth 5-year plan of non-oil & gas geological and mineral exploration of Xinjiang and most important points of geological finding mineral of eleventh 5-year plan[J]. Xinjiang Geology, 24(1): 1-3 (in Chinese with English abstract)
Hu Ke-liang, Zha Chen-yan, Liu Di, Wang Jian-ming. 2010. The brief analysis on the geological features of Dimunlike Fe deposit in the eastern Kunlun[J]. Xinjiang Nonferrous Metals, (1): 12-14 (in Chinese)
Li Yue-long, Zhang Fen-ying, Zhou Xiao-zhong. 2007. On prospecting foreground of multimetals mine in Qimantage of the eastern Kunlun mountains orogenic zone[J]. Gansu Metallurgy, 29(2): 34-36 (in Chinese with English abstract)
Lin Shi-zheng. 1982. A contribution to the chemistry, origin and evolution of magnetite[J]. Acta Mineralogica Sinica, (3): 166-174 (in Chinese with English abstract)
Luo Shi-qing, Zhao Yin-fang, Gao Ying-hua. 1985. The typomorphic peculiarities of ore minerals in Kendekok deposit of Qinghai, China and a discussion on the Genetic type of the deposit[J]. Acta Petrologica Mineralogica et Analytica, 4(1): 39-44 (in Chinese with English abstract)
Liu Yun-hua, Mo Xuan-xue, Zhang Xue-ting, Xu Guo-wu. 2006. The geochemical characteristics and the meaning of skarn-type deposits

- in Yemaquan area, eastern Kunlun [J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, (3):31–36 (in Chinese with English abstract)
- Li Guang-ming, Shen Yuan-chao, Liu Tie-bing. 2001. Geological and geochemical characteristics of variscan granite in the Qimantage region, eastern Kunlun [J]. *Geology and Prospecting*, 37(1):73–78 (in Chinese with English abstract)
- Pan Tong. 2008. Metallogenic characteristics and prospecting potential of the Fe polymetallic deposits in Qimantage area, Qinghai Province [J]. *Mineral Resources and Geology*, 22(3):232–235 (in Chinese with English abstract)
- Wu Yue-zhong, Wang Zhan, Guo Lei, Xiao Pei-xi. 2009. Tectonic constraint on the temporal and spatial variation of granitoid rocks in the Qimantage region, eastern Kunlun—Evidence from the changes of potassium and sodium contents [J]. *Acta Geologica Sinica*, 83(7):964–981 (in Chinese with English abstract)
- Wang Shu-feng. 1981. A preliminary study on the mineralization of the contact metasomatic iron deposits [J]. *Geological Review*, 27(2):161–166 (in Chinese with English abstract)
- Wang Cun, Liang De-yu. 2007. The discussion on metallogenic condition of Yemaquan Fe polymetallic deposit of Qinghai Province [J]. *West Exploration Engineering*, (7):127–129 (in Chinese)
- Wu Xiao-xia, Bao Guang-ying, Yi You-chang, Zhang Fen-ying. 2007. The study on the genesis and geological characteristics of Galinge high-grade iron deposit of Qinghai Province [J]. *Gold Science and Technology*, 15(4):36–40 (in Chinese with English abstract)
- Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources. 2006. The prospecting potential of mineral resources in Northwest China [M]. Beijing: Geological Publishing House:314–327 (in Chinese)
- Xue Pei-lin, Xiao Jing, Xue Fu-lin, Dong Lin. 2006. Outlook on copper deposit exploration in Qimantage—Dulan ore belt [J]. *Mineral Resources and Geology*, 20(3):247–250 (in Chinese with English abstract)
- Yu Wen-jie, Xue Lian-ming. 1986. Discussion on the geological structure feature of Qimantage region [J]. *Northwest Geology*, (3):17–23 (in Chinese)
- Yi You-chang, Jiao Ge-jun, Zhang Fen-ying. 2006. Characteristics of Kendekeke Fe—Co multi-metal deposit in east Kunlun, Qinghai Province [J]. *Geology and Prospecting*, 42(3):30–35 (in Chinese with English abstract)
- [附中文参考文献]
- 董莲慧, 冯京, 李凤鸣. 2006. 新疆非油气矿产地质勘查“十五”主要成果及“十一五”地质找矿重点 [J]. *新疆地质*, 24(1):1–3
- 胡克亮, 扎晨艳, 刘迪, 王建明. 2010. 东昆仑迪木那里克铁矿床地质特征简析 [J]. *新疆有色金属*, (1):12–14
- 李月隆, 张芬英, 周晓中. 2007. 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*, 29(2):34–36
- 林师整. 1982. 磁铁矿物化学、成因及演化的探讨 [J]. *矿物学报*, (3):166–174
- 罗世清, 赵寅芳, 高应华. 1985. 青海肯德可克矿床金属矿物的标型特征及矿床成因类型的探讨 [J]. *岩石矿物及测试*, 4(1):39–44
- 刘云华, 莫宣学, 张雪亭, 许国武. 2006. 东昆仑野马泉地区矽卡岩矿床地球化学特征及其成因意义 [J]. *华南地质与矿产*, (3):31–36
- 李光明, 沈远超, 刘铁兵. 2001. 东昆仑祁漫塔格地区华力西期花岗岩地质地球化学特征 [J]. *地质与勘探*, 37(1):73–78
- 潘彤. 2008. 青海祁漫塔格地区铁多金属成矿特征及找矿潜力 [J]. *矿产与地质*, 22(3):232–235
- 伍跃中, 王战, 过磊, 校培喜. 2009. 东昆仑祁漫塔格地区花岗岩类时空变化的构造控制 [J]. *地质学报*, 83(7):964–981
- 王书凤. 1981. 接触交代铁矿成矿作用的初步探讨 [J]. *地质评论*, 27(2):161–166
- 王存, 梁德玉. 2007. 青海省野马泉铁多金属矿成矿控制条件探讨 [J]. *西部探矿工程*, (7):127–129
- 吴小霞, 保广英, 伊有昌, 张芬英. 2007. 青海省尕斯库勒富铁矿床地质特征及成因探讨 [J]. *黄金科学技术*, 15(4):36–40
- 西安地质矿产研究所编. 2006. 西北地区矿产资源找矿潜力 [M]. 北京:地质出版社:314–327
- 薛培林, 肖静, 薛福林, 董琳. 2006. 青海祁漫塔格—都兰成矿带铜矿找矿前景初探 [J]. *矿产与地质*, 20(3):247–250
- 于文杰, 薛连明. 1986. 略论祁漫塔格地质构造特征 [J]. *西北地质*, (3):17–23
- 伊有昌, 焦革军, 张芬英. 2006. 青海东昆仑肯德可克铁钴多金属矿床特征 [J]. *地质与勘探*, 42(3):30–35

Metallogenic Features and Genesis of Fe Polymetallic Deposits in the Qimantage region

TAN Wen-juan, JIANG Han-bing, YANG He-qun, GAO Yong-bao
(Xi'an Center, China Geological Survey, Xi'an, Shaanxi 710054)

Abstract: The Qimantage region is situated in the west segment of the East Kunlun orogenic belt, which is characterized by abundant formations and compositions, predominant NWW trending faults, and intensive intermediate-acid intrusive magma activity during the Variscan-Indosinian orogenic cycle. In this paper, we make a review of geological setting for metallogenesis in this region, and analyze the geological features the Kendekeke, Yemaquan, and Dimunlike Fe polymetallic deposits. Taking the Kendekeke deposit as an example, we compare chemical compositions of magnetite of deposits of different genesis types, and explore the genesis of Fe polymetallic deposits in the study area. It is suggested that the formation of the iron deposits in this region is associated with a mineralization evolution process of multiple periods and diversity, including early volcanic exhalation-sedimentation, regional metamorphism, and later skarnized-hydrothermal superposition.

Key words: Qimantage, Fe polymetallic deposit, geological feature, genesis