

东昆仑洪水河铁锰矿床特征及发现意义

刘世宝¹, 张爱奎^{2,3}, 刘光莲³, 周青禄³, 张大明³, 王生明³, 刘永乐³

(1. 青海省地质调查局, 青海 西宁 810001; 2. 中国地质大学地球科学与
资源学院, 北京 100083; 3. 青海省第三地质矿产勘查院, 青海 西宁 810029)

摘要: 沉积变质型锰矿是国内外重要的矿床类型, 洪水河铁锰矿床是近年来东昆仑地区铁锰矿勘查的重要发现。笔者在对洪水河铁锰矿床成矿地质背景和矿床特征研究基础上, 认为矿床产于蓟县系狼牙山组, 矿体受地层层位和岩性控制明显, 铁锰矿床的形成经历了碎屑沉积、热水沉积、变质作用和表生氧化作用, 矿质的沉淀与缺氧环境密切相关, 矿床成因属于沉积变质型。东昆仑地区蓟县系狼牙山组分布广泛, 该矿床的发现不仅可带动青海省铁锰矿的勘查和研究, 而且进一步拓展了中元古代锰矿的勘查地域范围。

关键词: 矿床特征; 找矿意义; 铁锰矿; 沉积变质型; 狼牙山组; 洪水河; 东昆仑

中图分类号: P618.31; P618.32 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-6248(2016)01-0197-09

Geological Characteristics of the Hongshuihe Iron-manganese Deposit in Eastern Kunlun Metallogenic Belt and Its Discovery Significance

LIU Shibao¹, ZHANG Aikui^{2,3}, LIU Guanglian³, ZHOU Qinglu³,
ZHANG Daming³, WANG Shengming³, LIU Yongle³

(1. Qinghai Bureau of Geology Survey, Xining 810001, Qinghai, China; 2. College of Earth Sciences and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing, 100083, China; 3. No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources of Qinghai Province, Xining 810029, Qinghai, China)

Abstract: The sedimentary-metamorphic manganese deposit is an important type of mineral deposit in China and abroad. The Hongshuihe iron-manganese deposit is the important discovery for Iron-Manganese ore prospecting in Eastern Kunlun recently. Based on the study about the geological background and the deposit characteristics of Hongshuihe iron-manganese deposit, the main achievements are obtained as follows. This deposit is located in Jixianian Langyashan Formation, and the ore-body is controlled by stratigraphic position and lithology. It is formed in anoxic environment through the debris deposition, hydrothermal sedimentary, metamorphic and supergene oxidation, which belongs to sedimentary-metamorphic deposit. The discovery of Hongshuihe deposit not only can actuate the exploration and research works of iron-manganese ore in Qinghai Province, but also can expand the prospecting area of Mesoproterozoic manganese deposit.

Keywords: deposit geological characteristics; prospecting significance; iron-manganese deposit; sedimentary-metamorphic type; Langyashan Formation; Hongshuihe; Eastern Kunlun

收稿日期: 2015-10-10; 修回日期: 2015-10-26

基金项目: 中国地质调查局“青海省都兰县洪水河—清水河地区铁矿调查评价”(12120113029700)和青海省“青海省都兰县卜郭勒锰多金属矿预查”([2015]78号)联合资助

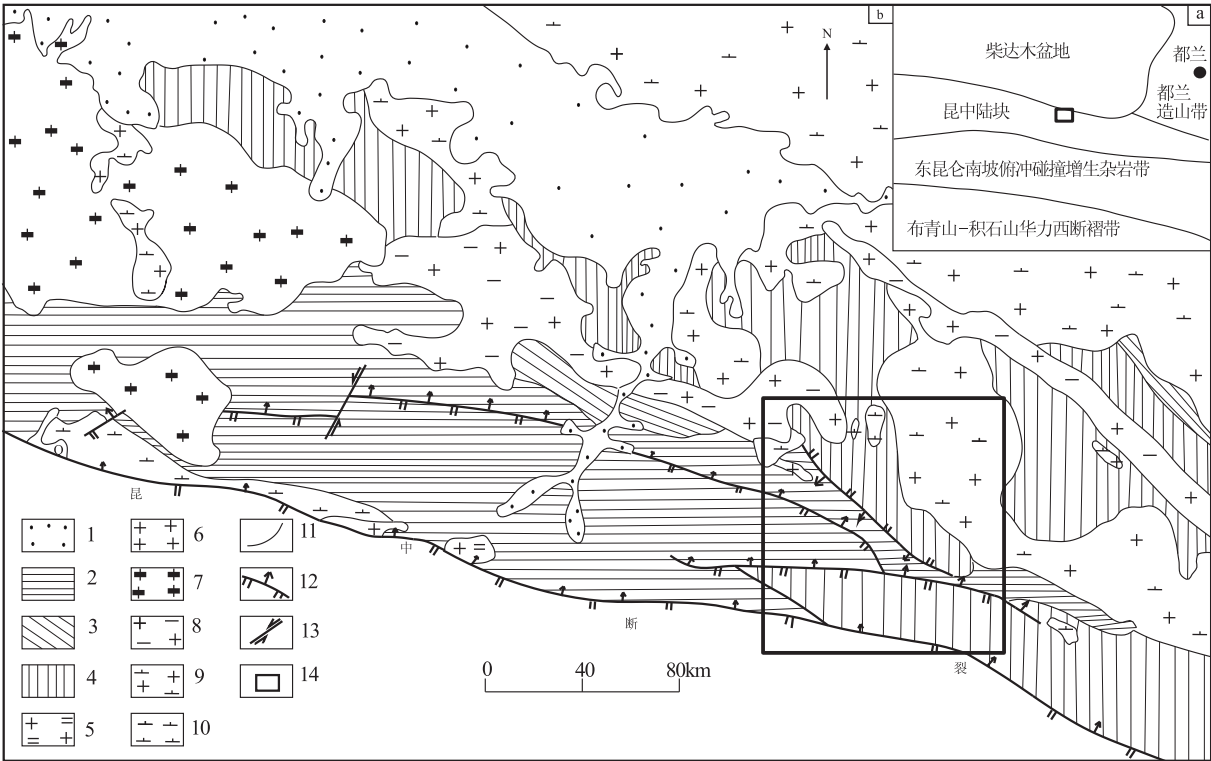
作者简介: 刘世宝(1965-), 男, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘查、地质勘查规划及研究工作。E-mail: 843594591@qq.com

世界上锰矿类型主要可以分为海相沉积型、海相火山沉积型、沉积变质型、热液型以及风化型,其中以沉积变质型锰矿工业意义最大(朱钧瑞,1987)。目前,已知陆地上最大的南非共和国卡拉哈里锰矿田锰矿石资源量为 136 亿 t,占世界锰矿石资源量的 70% 以上(朱永刚等,2013),即属于沉积变质型(朱钧瑞,1987;朱永刚等,2013)。我国锰矿床类型与国外相比,略微不同,但总体较为相似,主要分为海相沉积型、火山-沉积型、层控型、热液型、沉积变质型以及表生型(付勇等,2014)。我国中元古代锰矿资源量占全国的 8.5%,主要产于华北陆块北部燕辽地区蓟县纪铁岭组和高于庄组,代表性矿床是辽宁瓦房子锰矿和河北秦家峪锰矿(付勇等,2014)。近年来,在东昆仑成矿带东段发现的洪水河铁锰矿赋矿地层为蓟县系

狼牙山组,与辽宁瓦房子锰矿成矿时代一致。矿床被发现仅 2 年,规模已达到中型,改变了青海省无中型以上规模锰矿的现状,带动了青海省锰矿的勘查。但是,目前矿床工作程度和研究水平很低,矿床发现的意义仍未引起广泛关注。为此,笔者通过含矿建造、矿体特征和矿石特征的分析,总结了矿床特征,初步探讨了矿床成因和矿床发现的意义,试图为东昆仑地区锰矿勘查提供参考依据。

1 区域地质背景

研究区位于昆中断裂北部,大地构造分区属于昆中陆块,北邻柴达木盆地,南邻东昆仑南坡俯冲碰撞增生杂岩带(图 1)。研究区华力西期中酸性花岗



1. 第四系;2. 蓟县系狼牙山组;3. 长城系小庙组;4. 下元古界金水口岩群;5. 印支期浅红色似斑状花岗岩;6. 印支期浅肉红色中细粒花岗岩;7. 华力西期灰白色中细粒花岗斑岩;8. 华力西期斑状花岗岩;9. 华力西期灰色花岗闪长岩;10. 华力西期灰色闪长岩;11. 地质界线;12. 逆断层;13. 平移断层;14. 研究区位置

图 1 洪水河地区区域地质矿产图

Fig. 1 Region geology and mineral map of Hongshuihe area

岩类广泛发育,是青海省著名的花岗岩岩基带。区域主体构造线呈北西向,构造极为发育,主要发育北西向断裂,地层和矿体的展布受断裂构造控制明显。

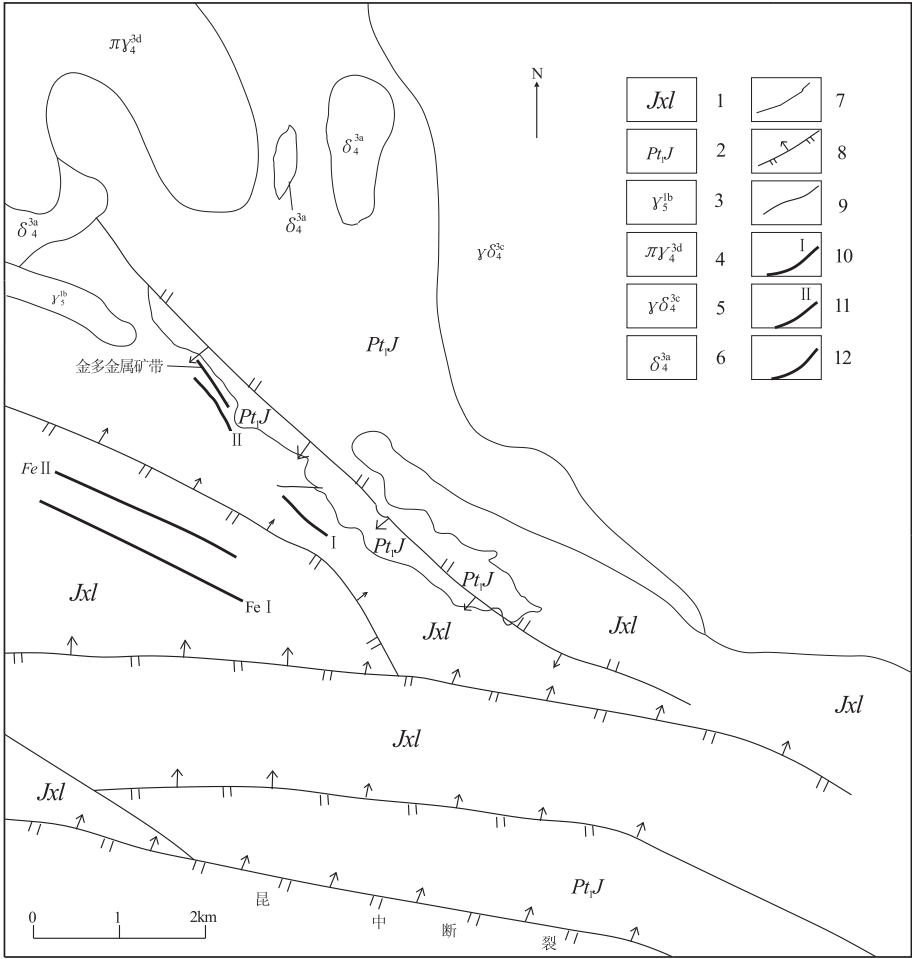
区域出露地层主要是下元古界金水口岩群和蓟县系狼牙山组(图 1)。金水口岩群是一套有层无序的高级变质岩系,岩性主要是黑云斜长片麻岩、混合岩、

黑云变粒岩、斜长角闪岩、石英片岩夹大理岩等。狼牙山组是区域沉积变质铁锰矿含矿地层,主要岩性有钙质绿泥石千枚岩、绿泥石千枚岩、碳质千枚岩、变质砂岩、白云石大理岩、含碳灰岩、硅质岩等。岩石变质程度不高,属低绿片岩相,原岩建造为砂岩-粉砂岩-镁质碳酸盐岩建造。

2 矿区地质

2.1 含矿地层

洪水河铁锰矿赋存于蓟县系狼牙山组(图 2),该组地层自下而上岩性见图 3。



1. 蓟县系狼牙山组;2. 下元古界金水口岩群;3. 印支期浅肉红色中细粒花岗岩;4. 华力西期斑状花岗岩;5. 华力西期灰色花岗闪长岩;6. 华力西期灰色闪长岩;7. 地质界线;8. 逆断层;9. 性质不明断层;10. 铁矿带;11. 铁锰矿带;12. 金多金属矿带

图 2 洪水河矿床地质矿产图

Fig. 2 Geology and mineral map of Hongshuihe deposit

(1)白云石大理岩:灰白色为主,厚层状,局部夹结晶灰岩,出露厚度大于 200 m。其底部为金水口岩群片麻岩,与片麻岩呈不整合或断层接触。该层发育断裂破碎蚀变带,带内产出热液型多金属矿和金矿。

(2)变质砂岩:灰黑色,厚层状,空间延伸不稳定,多为透镜状,出露最大厚度 180 m。该层是铁锰矿层的主要围岩。

(3)铁锰矿层:厚度通常为 2~10 m,最厚可达 17 m,赋矿岩石主要是变质砂岩,少量赋存于白云石大理岩中。

(4)白云石大理岩夹含碳灰岩:出露厚度大于 1 500 m,以白云石大理岩为主,在靠近铁锰矿层部位发育 2~3 层含碳灰岩,含碳灰岩多呈薄层状,厚度常不足 10 m,但空间延伸较稳定,是铁锰矿层的顶板。该层局部夹变质砂岩。

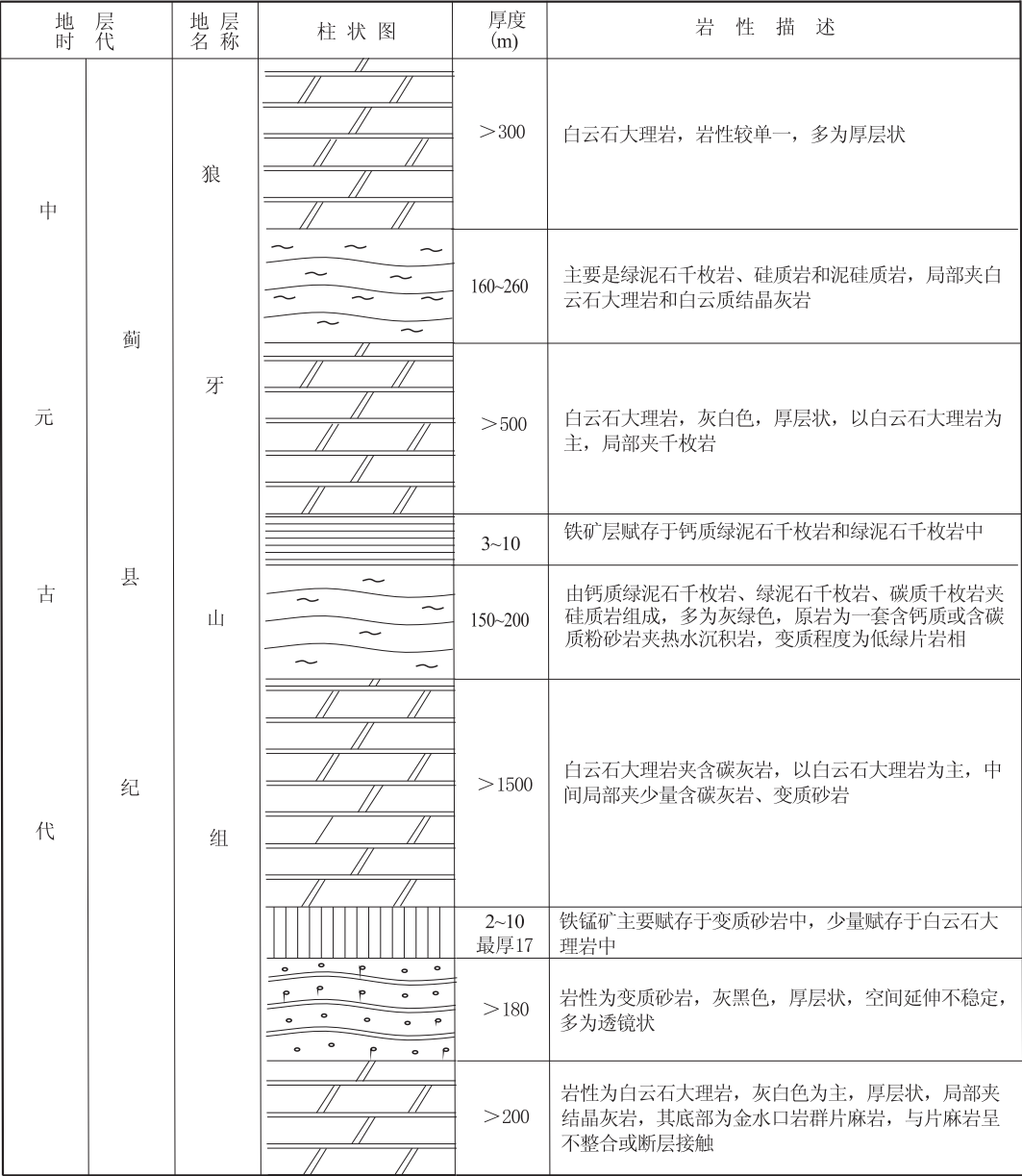


图 3 洪水河矿床狼牙山组柱状图

Fig. 3 Colum map of Langyashan formation in Hongshuihe deposit

(5)钙质绿泥石千枚岩、绿泥石千枚岩、碳质千枚岩夹硅质岩:多为灰绿色,原岩为一套含钙质或含碳质粉砂岩夹热水沉积岩,变质程度为低绿片岩相。出露厚度 150~200 m。

(6)铁矿层:厚度通常为 3~10 m,赋矿岩石主要为钙质绿泥石千枚岩和绿泥石千枚岩,空间延伸稳定。

(7)白云石大理岩:灰白色,厚层状,以白云石大理岩为主,局部夹千枚岩,出露厚度大于 500 m。

(8)千枚岩、硅质岩:主要是绿泥石千枚岩、硅质岩和泥硅质岩,局部夹白云石大理岩和白云质结晶灰岩,出露厚度 160~260 m。

(9)白云石大理岩:岩性较单一,多为厚层状,出露厚度大于 300 m。

2.2 构造与成矿

矿区褶皱不发育,仅在千枚岩中出现同层褶曲现象。断层则十分发育,主要有北西向、北东向。北西向断层规模较大(图 2),次级断裂发育,该组断裂

不仅对地层展布方向有明显控制,而且还控制了矿区热液型多金属矿和金矿的产出。北东向断裂对铁锰矿体则有明显的破坏作用,使得矿体走向延伸错断或错失,是矿区成矿后构造。

2.3 侵入岩与成矿

矿区侵入岩不很发育,仅在矿区东部发育花岗闪长岩脉,主要沿北西向次级断层侵入,可能为热液型多金属矿和金矿成矿提供热源和物源。侵入岩对铁锰矿影响较小,仅局部见岩体侵吞铁锰矿的现象,对铁锰矿连续性造成一些破坏。

3 矿床特征

3.1 矿带特征

矿区共圈出2条铁矿带、2条铁锰矿带和1条金-多金属矿带(图2)。下面重点介绍铁和铁锰矿带。

铁矿带位于矿区南部,共有2条,分别为FeI矿带和FeII矿带。FeI矿带规模较大,长大于2500m。铁矿带产于狼牙山组钙质绿泥石千枚岩和绿泥石千枚岩中,顶部为白云石大理岩、千枚岩和硅质岩。矿带严格受地层层位控制,走向北西向,倾向南西,倾角为 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。

铁锰矿带位于矿区北东部,产于狼牙山组变质砂岩中,顶部为含碳灰岩和白云石大理岩,底部为变质砂岩和白云石大理岩。矿带严格受地层层位控制,走向北西向,倾向南西,倾角 $45^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。2条铁锰矿带长分别为730m和900m,空间上有相连接的趋势,是否受到北西向构造破坏的同一条矿带,由于目前工作程度较低,还未能查明。

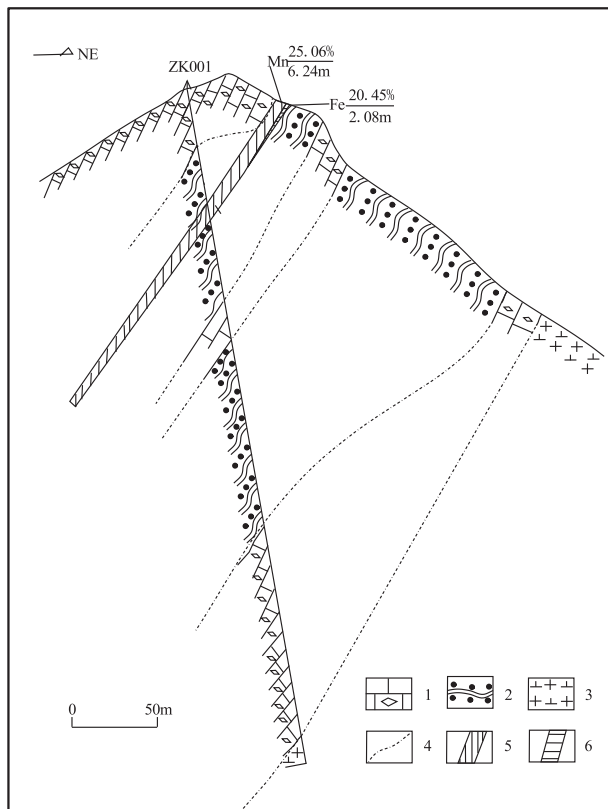
3.2 矿体特征

3.2.1 铁锰矿体特征

矿区铁锰矿石资源总量约220万t,达到中型矿床规模。Mn平均品位为23.20%,Mn/TFE品位之比为3.75。共圈出铁锰矿体7条,主矿体有2条,分别是I号铁锰矿带的I-1铁锰矿体和II号铁锰矿带的II-1铁锰矿体,又以I-1铁锰矿体最为重要,该矿体估算的铁锰矿石资源储量占矿床铁锰矿石总量的75%以上。

I-1铁锰矿体赋存于变质砂岩中(图4),矿体分布受地层层位控制,呈厚层状,走向北西向,倾向南西,倾角 $65^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。矿体长约660m,平均厚度

9.85m,Mn平均品位为22.57%,Mn+TFE平均品位为30.39%。矿石矿物主要为软锰矿、磁铁矿、褐锰矿,少量硬锰矿。矿体向深部延伸大于75m,但深部厚度和品位逐渐较低,延伸超过150m后逐渐变为铁锰矿化的变质砂岩,此时Mn品位仅为1%~3%。



1. 白云石大理岩;2. 变质砂岩;3. 花岗闪长岩;4. 岩性分界线;5. 铁锰矿体;6. 铁矿体

图4 洪水河矿区I矿带0勘探线剖面图

Fig. 4 Profile map of No. 0 exploration in I mineral belt, Hongshuihe deposit

II-1号铁锰矿体主要赋存于灰-灰黑色变质砂岩中,呈中薄层状,走向北西向,倾向南西,倾角 $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。矿体长约730m,平均真厚度2.03m,Mn平均品位为14.09%。矿石矿物主要为软锰矿、磁铁矿、褐锰矿,少量硬锰矿。

3.2.2 铁矿体特征

矿区铁矿石资源总量约2000万t,达到中型矿床规模。圈出的矿体中以FeI矿带内FeI-3矿体规模最大。该矿体赋存于钙质绿泥石千枚岩和绿泥石千枚岩中,矿体分布受地层层位控制,顶底板界面清晰。矿体总体呈板状、厚层状,形态随地层变形而变

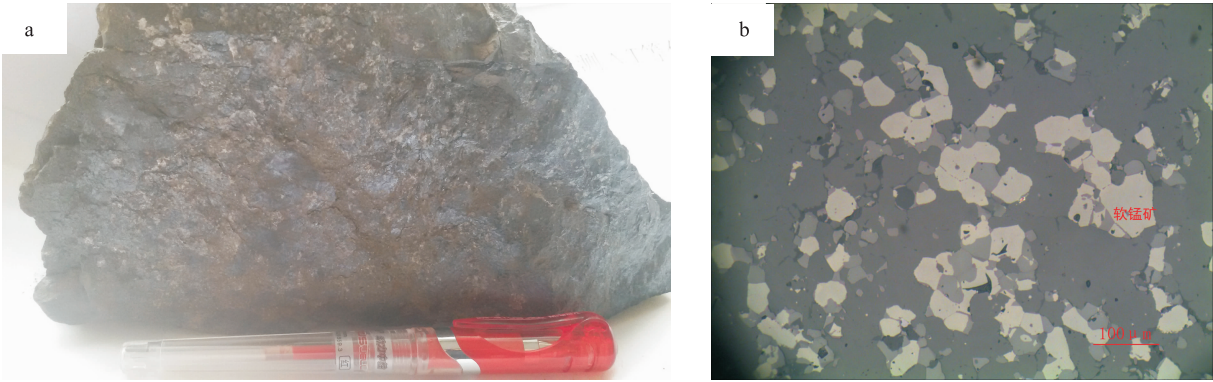
形,局部扭曲成“S”形,形态比较稳定,但纵横方向上随岩相变化而变化。因此,矿体局部呈藕节状或尖椒状(关玲,2013)。矿体走向北西向,倾向南西,倾角 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。矿体长约2 350 m,厚度5~10 m,平均厚度为7.22 m,厚度变化系数为57.60%,属厚度变化较稳定的矿体,矿体 TFe 平均品位为33.50%,品位变化系数为33.38%,属品位分布较均匀矿体。矿石矿物主要有磁铁矿、赤铁矿等。

3.3 矿石特征

3.3.1 铁锰矿矿石特征

铁锰矿矿石呈半自形-他形粒状结构、粒状变晶结构(图5),构造以浸染状、条带状构造为主,次有脉状构造。矿石矿物主要是软锰矿、硬锰矿、褐锰矿、磁铁矿和赤铁矿,次有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿

等。软锰矿反射色呈白色微带乳黄色,半自形-他形粒状,大小一般为0.01~0.03 mm,部分为0.03~0.05 mm,少部分为0.05~0.1 mm,集合体呈条带状分布。硬锰矿为浅灰白色微带黄色双反射,半自形粒状,大小一般为0.01~0.02 mm,部分为0.02~0.03 mm,少部分为0.03~0.05 mm,星散状分布,部分呈水锰矿假象产出。磁铁矿灰色带棕色,半自形-他形粒状,大小一般为0.01~0.05 mm,部分为0.05~0.1 mm,少部分为0.1~0.15 mm,星散状分布。赤铁矿呈半自形板状,大小一般为0.01~0.05 mm,部分为0.05~0.1 mm,少部分为0.1~0.2 mm,星散状分布,局部交代磁铁矿。矿物生成顺序:磁铁矿→赤铁矿→黄铁矿→黄铜矿、闪锌矿→软锰矿→硬锰矿。



a. 手标本照片;b. 显微照片(正交偏光)

图5 洪水河矿区铁锰矿石照片

Fig. 5 Iorn-Manganese mining graph and micrograph of Hongshuihe deposit

脉石矿物主要有长石、石英、黑云母、透闪石等。长石为斜长石,大小一般为0.02~0.05 mm,星散状分布,被绢云母、方解石交代,双晶不明显。石英多为单晶石英,大小一般为0.02~0.05mm,定向分布。透闪石半自形柱状,大小一般为0.02~0.1 mm,部分为0.1~0.2mm,定向分布,部分集合体呈不规则状分布,局部被方解石交代。黑云母呈片状,片径0.02~0.05 mm,星散状、定向分布,褪色明显。

3.3.2 铁矿石特征

铁矿石呈半自形-他形粒状结构,主要有浸染状、条带状、条纹状,少量致密块状。矿石矿物主要是磁铁矿,其次有褐铁矿、黄铁矿和黄铜矿。

磁铁矿矿石:金属矿物为磁铁矿、赤铁矿、褐铁

矿,少量黄铁矿、黄铜矿。磁铁矿灰色带棕色,半自形-他形粒状,大小一般为0.01~0.05 mm,星散状定向分布,集合体似细网脉状分布。黄铁矿半自形-他形粒状,大小一般为0.001~0.005mm,星散状分布。黄铜矿他形粒状,大小一般为0.01~0.03 mm,星散状分布。矿物生成顺序:磁铁矿→黄铁矿→黄铜矿→褐铁矿;脉石矿物主要有石英、绿泥石、铁白云石、方解石等。

4 矿床成因初探及找矿标志

4.1 矿床成因

为了解决铁锰矿成因及沉积环境等相关地质问题,人们往往在构造背景、矿床野外地质特征、层序

地层、矿石矿物组成、结构构造等方面进行研究(夏文杰等,1989;杨绍祥等,2006)。

东昆仑地区在昆中断裂带中存在多期蛇绿岩组合,其中中元古代蛇绿岩组合代表了中元古代存在一次裂解成洋事件(王国灿等,1999)。陈有炘(2012)进一步研究表明,东昆仑地区在古元古代末开始裂解,狼牙山组形成于大陆裂谷环境。张爱奎(2012,2013)研究亦得出相似的结论,东昆仑地区中元古代处于伸展构造背景。

洪水河铁锰矿、铁矿主要产于蓟县系狼牙山组。狼牙山组岩石组合以一套低绿片岩相的千枚岩、变质砂岩和白云石大理岩为主,原岩为碎屑岩-镁质碳酸盐岩。岩石组成以单碎屑共生系列为主,显示了滨海-浅海相岩石组合特征。上述特征表明洪水河矿床形成于伸展构造背景下的滨海-浅海相沉积环境。

洪水河矿床矿体多呈层状和板状,矿体产状与围岩一致,含矿层位稳定。矿体与围岩同步褶皱变形,矿体受地层层位和岩性控制明显。铁锰矿底部为碳酸盐岩,顶部为灰黑色含碳灰岩,矿体赋存于碎屑岩中,可能反映铁锰矿是在由弱氧化到还原环境的转变过程中沉积。铁锰矿中含有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿等硫化物也说明铁锰矿的沉积与缺氧环境相关(何志威等,2014)。铁矿底部为碎屑岩,顶部为碳酸盐岩,矿体赋存于碎屑岩中,铁矿形成于海退到海进过渡时期。铁矿赋矿层中发育碳质千枚岩,亦表明铁矿形成于还原环境。铁锰矿和铁矿形成于不同的沉积旋回,但沉积均与缺氧环境相关,而且似乎与沉积环境的改变密切相关。

海底热水喷流作用往往对于锰的富集和锰矿床的形成起着至关重要的作用(何志威等,2014)。东昆仑地区狼牙山组普遍发育一套硅质岩,具有热水沉积岩的特征(张爱奎等,2010,2012)。洪水河矿床铁矿层底部和顶部发育的硅质岩与区域硅质岩具有相似的矿物学特征。矿区铁锰矿和铁矿显示出的条带状、条纹状构造也可能指示矿区存在热水沉积作用,至少说明铁锰矿和铁矿的形成受到热水沉积作用的影响。

由陆源以络合物或胶体的形式搬运而来的铁锰质,以及由热水沉积作用蕴集而形成含高浓度铁锰的海水溶液,在适宜的 $Eh-pH$ 环境中随砂质碎屑一起沉淀下来,在区域变质作用下,与沉积体系中的

SiO_2 发生变质反应,生成锰的硅酸盐矿物。从矿区含矿岩层的岩性看,岩石均受区域变质的影响,但变质程度不高,碎屑岩经历了绿片岩相变质作用,矿石矿物与围岩主要表现为矿物形态、颗粒大小及空间位置的变化,但没有化学组分的迁移和交代。在表生氧化阶段,地表及近地表的硅酸锰矿物转变为锰的氧化物,形成具有工业意义的铁锰矿床。矿区矿体向深部锰矿化减弱,延伸超过 150 m 后 Mn 品位仅为 1%~3%,说明了表生氧化阶段对成矿的重要意义。

综上所述,初步认为该矿床为沉积变质型铁锰矿床。

4.2 找矿标志

(1)洪水河锰矿体产出严格受蓟县系狼牙山组控制,锰矿赋存于灰-灰黑色变质砂岩中。因此,该地层岩性是本区锰矿找矿标志。

(2)区内含锰矿层氧化带露头,表面风化呈黑色或褐黑色渲染,在地表呈带状分布,是找矿的直接标志。

(3)洪水河锰矿中伴生少量或中等的磁铁矿,因此,高精度磁法测量圈定的弱-中等强度的磁异常是锰矿的间接找矿标志。

5 矿床发现的意义

世界上沉积变质型锰矿规模大,南非共和国卡拉哈里锰矿田锰矿石资源量占世界锰矿石资源量的 70% 以上,具有十分重要的经济意义和研究价值。我国沉积变质型锰矿发现较少,尤其是中元古代锰矿仅分布在华北陆块北部燕辽地区,矿床规模通常较大。例如,辽宁瓦房子锰矿达到大型规模。该类矿床在中国西部近年来有所突破,如甘肃省青砂沟锰矿即赋存于蓟县系,截至 2013 年矿区共估算锰资源量 2 823 万 t,达到大型规模(赵保青等,2015)。青海省的锰矿找矿一直没有进展,长期以来未发现中型以上规模的锰矿。洪水河铁锰矿床的发现不仅改变了青海省无中型以上规模锰矿的现状,带动了青海省锰矿的勘查,而且向西拓展了中元古代锰矿的找矿勘查,具有重要的示范意义。

青海省东昆仑地区蓟县系狼牙山组分布较为广泛,洪水河铁锰矿床位于东昆仑东段,矿床外围狼牙山组分布范围超过 100 km,该范围内铁锰矿的勘查

还未全面展开。东昆仑西段蓟县系狼牙山组也有众多分布。如狼牙山地区,在这些地区的铁锰矿勘查还未开展。

铁锰矿体由于磁性较弱,在地磁测量中不容易被识别出来,以往工作对于铁锰矿与地磁异常关系的研究也十分薄弱,制约了铁锰矿的找矿突破。洪水河铁锰矿床的发现逐渐引起了人们的关注,也增强了在弱磁异常区寻找铁锰矿的信心。

随着洪水河铁锰矿床的规模扩大,必将带动东昆仑地区铁锰矿找矿成果的突破,也将为铁锰矿理论研究水平的提高提供良好的基地。

6 结论

洪水河铁锰矿床是近年来东昆仑地区铁锰矿勘查取得的重要突破,笔者在野外观察的基础上总结了矿床特征,初步探讨了矿床成因和意义,取得了如下主要结论。

(1)矿床产于蓟县系狼牙山组,铁锰矿体赋存于变质碎屑岩中,矿体多呈层状和板状,产状与围岩一致,含矿层位稳定,矿体受地层层位和岩性控制明显。

(2)铁锰矿、铁矿矿石主要呈浸染状、条带状、条纹状构造,少量致密块状和脉状构造。矿石矿物主要是软锰矿、硬锰矿、褐锰矿、磁铁矿和赤铁矿,次有褐铁矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿等。

(3)铁锰矿和铁矿形成于沉积环境改变时期,与缺氧环境密切相关。

(4)铁锰矿床的形成经历了碎屑沉积、热水沉积、变质作用和表生氧化作用,矿床成因可能属于沉积变质型。

(5)矿床的发现带动了青海省铁锰矿的勘查和研究,向西拓展了中元古代锰矿的勘查地域。

致谢:野外工作得到了青海省第三地质矿产勘查院洪水河项目组的帮助,图件由青海省第三地质矿产勘查院计算中心清绘,在此对他们的帮助表示衷心的感谢!

参考文献(References):

朱钧瑞. 国外锰矿资源、类型、地质特征及其对我国锰矿找矿的借鉴[J]. 地质科技情报, 1987, 6(2):114-121.

ZHU Junrui. Ore resources, types and geological characteristics of foreign manganese deposits and its reference significance for manganese prospecting of China[J]. Geological Science and Technology Information, 1987, 6(2):114-121.

朱永刚, 邵拥军, 李朗田, 等. 博茨瓦纳莫能锰矿床地质特征及成因[J]. 地质与勘探, 2013, 49(4):777-783.

ZHU Yonggang, SHAO Yongjun, LI Langtian, et al. Geological features and genesis of the Moeng manganese ore deposit in Botswana [J]. Geology and Exploration, 2013, 49(4):777-783.

付勇, 徐志刚, 裴浩翔, 等. 中国锰矿成矿规律初探[J]. 地质学报, 2014, 88(12):2192-2207.

FU Yong, XU Zhigang, PEI Haoxiang, et al. Study on metallogenic regularity of manganese ore deposits in China [J]. Acta Geologica Sinica, 2014, 88(12):2192-2207.

关玲. 青海省都兰县洪水河铁矿基本成矿特点研究[D]. 中国地质大学(北京), 2013.

GUAN Ling. Mineralization characteristics of the Hongshui river iron deposit, Dulan county, Qinghai province[D]. China University of Geosciences(Beijing), 2013.

夏文杰, 雷建喜. 贵州松桃地区早震旦世大塘坡期沉积环境及锰矿成因[J]. 成都地质学院学报, 1989, 16(1):67-77.

XIA Wenjie, LEI Jianxi. Sedimentary environment of the Datangpo period, Early Sinian and genesis of the manganese ores in Songtao district, Guizhou province[J]. Journal of Chendu College of Geology, 1989, 16(1):67-77.

杨绍祥, 劳可通. 湘西北锰矿床成矿模式研究—以湖南花垣民乐锰矿床为例[J]. 沉积与特提斯地质, 2006, 26(2):72-80.

YANG Shaoxiang, LAO Ketong. Mineralization model for the manganese deposits in northwestern Hunan: An example from Minle manganese deposit in Huayuan, Hunan[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2006, 26(2):72-80.

王国灿, 张天平, 梁斌, 等. 东昆仑造山带东段昆中复合蛇绿混杂岩带及“东昆中断裂带”地质涵义[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 1999, 24(2):129-133.

WANG Guochan, ZHANG Tianping, LIANG Bin, et al. Composite ophiolitic melange zone in central part of eastern section of Eastern Kunlun orogenic zone and geological significance of “fault belt in central part of eastern section of Eastern Kunlun orogenic zone”[J]. Earth

Science-Journal of China University of Geosciences, 1999, 24(2):129-133.

陈有妍. 东昆仑东段中元古代-早古生代变质岩系地质特征及其构造属性研究[D]. 长安大学, 2012.

CHEN Youxin. Research on the geological characteristic and tectonic attribute of the Mesoproterozoic to early Paleozoic metamorphic rock, east segment of East Kunlun orogen[D]. Changan University, 2012.

张爱奎. 青海野马泉地区晚古生代—早中生代岩浆作用与成矿研究[D]. 中国地质大学(北京), 2012.

ZHANG Aikui. Studies on late Paleozoic-early Mesozoic magmatism and mineralization in Yemaquan area, Qinghai province [D]. China University of Geosciences (Beijing), 2012.

张爱奎, 刘光莲, 丰成友, 等. 青海虎头崖多金属矿床地球化学特征及成矿-控矿因素研究[J]. 矿床地质, 2013, 32(1):94-108.

ZHANG Aikui, LIU Guanglian, FENG Chengyou, et al. Geochemical characteristics and ore-controlling factors of Hutouya polymetallic deposit, Qinghai province [J]. Mineral Deposits, 2013, 32(1):94-108.

何志威, 杨瑞东, 高军波, 等. 贵州松桃道坨锰矿含锰岩系地球化学特征和沉积环境分析[J]. 地质论评, 2014, 60(5):1061-1075.

HE Zhiwei, YANG Ruidong, GAO Junbo, et al. The geochemical characteristics and sedimentary environment of manganese-bearing rock series of Daotuo manganese deposit, Songtao county of Guizhou province[J]. Geological Review, 2014, 60(5):1061-1075.

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):14-26.

ZHANG Aikui, MO Xuanxue, LI Yunping, et al. New progress and significance in the Qimantage metallogenic belt prospecting, western Qinghai, China[J]. Geological Bulletin of China, 2010, 29(7):14-26.

赵保青, 张凤霞, 袁博, 等. 甘肃青砂沟大型低品位锰矿地质特征及找矿方向[J]. 中国锰业, 2015, 33(1):12-15.

ZHAO Baoqing, ZHANG Fengxia, YUAN Bo, et al. Features and mine direction in Mn-mine geology with low grade in Qingshagou of Gansu[J]. China's Manganese Industry, 2015, 33(1):12-15.



《西北地质》知识产权声明

科技期刊是传播科技信息的重要载体,随着社会信息的蓬勃发展和计算机网络的普及应用,以及网络的快速、便捷、经济、高效,越来越多的科技人员则从网上寻求和获取信息。为了适应当前信息社会的发展和要求,《西北地质》现为纸质版—光盘版—网络版三位一体的出版模式,每期期刊除纸质版外均在《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》、《万方数据数字化期刊群》、《中国科学引文数据库(CSCD)》、《中文科技期刊数据库》、《台湾华艺(CEPS)中文电子期刊数据库》、《地球与环境科学信息网(EES)》及国内外著名数据库等媒介以光盘版或网络版数据形式进行传播,凡本刊刊用的稿件及封面照片,其作者著作权使用费与本刊稿酬一次性付给。如作者不同意入编各种光盘版及网络版的数据传播形式,或者不同意封面照片重复利用,请在来稿时特别声明,没有予以声明的,将视为同意。

凡本刊刊用的稿件,其内容版权属《西北地质》编辑部所有,未经授权的任何单位和个人,不得以任何方式重新出版、制作光盘或者开办网上电子杂志。《西北地质》是国家新闻出版广电总局批准的国内外公开发行的杂志,其杂志名称、刊号和条码在国内外是唯一的,凡是盗用《西北地质》杂志名称、刊号和条码的单位和个人,《西北地质》将追究其法律责任。