

地质与矿产

青海省都兰县哈茨谱山北铜铅银金多金属矿 矿床地质特征及成因探讨

刘传朋

(山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276006)

摘要:哈茨谱山北矿区位于青海省都兰县东部,其大地构造位置处于秦祁昆晚加里东造山系、东昆北造山带、祁漫塔格-都兰造山亚带的东段,区内构造活动和岩浆活动强烈。铜铅银金多金属矿矿床赋存于晚志留世英云闪长岩中,矿体产出严格受断裂构造控制,并受火山热液的叠加。矿体形态呈脉状、透镜状。通过对矿区内地层、控矿构造、侵入岩、矿体特征和矿石质量的分析论述,认为该矿床为中—低温火山期后热液型铜铅多金属矿床。

关键词:铜铅银金多金属矿;地质特征;成因探讨;找矿标志;青海都兰

中图分类号:P618.2

文献标识码:A

引文格式:刘传朋.青海省都兰县哈茨谱山北铜铅银金多金属矿矿床地质特征及成因探讨[J].山东国土资源,2016,32(5):9-14. LIU Chuanpeng. Study on Geological Characteristics and Origin of Cu-Pb-Ag-Au Polymetallic Deposit in Northern Hacıpu Mountain in Dulan County of Qinghai Province[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(5): 9-14.

青海省都兰县哈茨谱山北铜铅银金多金属矿床位于都兰县正东约36 km。2013—2014年,山东省第七地质矿产勘查院在该区开展了普—详查工作^①,圈定2条矿带,33条矿体,取得了一定的成果。因此,研究该矿床的成矿地质特征和矿床成因,对今后在该区外围寻找同类型矿床具有一定的借鉴意义。该文通过对哈茨谱山北铜铅银金矿床的成矿地质特征进行论述,研究其成矿的地质特征,分析其矿床成因,总结成矿规律,指导今后的地质找矿,与同行共同探讨。

1 区域地质概况

哈茨谱山北铜铅银金多金属矿床位于秦祁昆晚加里东造山系(I₁)、东昆北造山带(I₂)、祁漫塔格—都兰造山亚带(I₂[′])的东段,北邻沙柳河高压混杂岩带(IV₁),西接柴达木中生代前陆断陷盆地(Ⅲ₁)^[1],属祁漫塔格—都兰华力西期Fe、Co、Cu、Pb、Zn、Sn、硅灰石(Sb、Bi)成矿带的中段^②。区域上

地层、构造、岩浆岩均十分发育。

矿区属秦祁昆地层区(I)柴达木北缘分区(I₅)^[2-3]。出露地层主要有早古生代奥陶—志留纪滩间山群、中生代三叠纪的鄂拉山组及新生代新近纪贵德群和第四系。其中滩间山群和鄂拉山组地层与成矿关系密切,全区80%以上的Fe、Cu、Pb、Zn、Ag、Co矿点均位于其中。

区域上构造十分发育,主要有褶皱和断裂。褶皱构造位于安固滩倒转复向斜的轴部及南翼,于大卧龙沟东侧发育一系列次级褶皱。断裂构造发育3组,东部的NW向断裂和西部的NE向断裂叠加在近EW向断裂之上,其中NW和NE向断裂与该区的矿化关系密切^[4]。

该区岩浆活动强烈,火山岩、侵入岩广泛发育。侵入岩岩石类型以中酸性为主,主要为晚志留世英云闪长岩、晚三叠世花岗闪长岩、早侏罗世钾长花岗岩;火山岩集中发育在奥陶—志留纪和晚三叠世地层中。其中晚三叠世火山岩与成矿关系密切。

收稿日期:2015-11-24;修订日期:2016-01-04;编辑:陶卫卫

作者简介:刘传朋(1981—),男,河南新乡人,工程师,主要从事矿产资源勘查工作;E-mail:liuchuanpeng666@163.com

①刘传朋、李兆营、肖丙建等,青海省都兰县哈茨谱山北铜矿普查报告,2014年。

②青海省地质矿产勘查开发局,青海省矿产资源潜力评价,2013年。

2 矿床地质特征

矿区内出露地层主要有奥陶—志留纪滩间山群

变碎屑岩组、三叠纪鄂拉山组,山前缓坡、河滩及冲沟处有第四纪分布;矿区内构造较为发育;岩浆岩普遍发育,主要为晚志留纪英云闪长岩(图 1)。

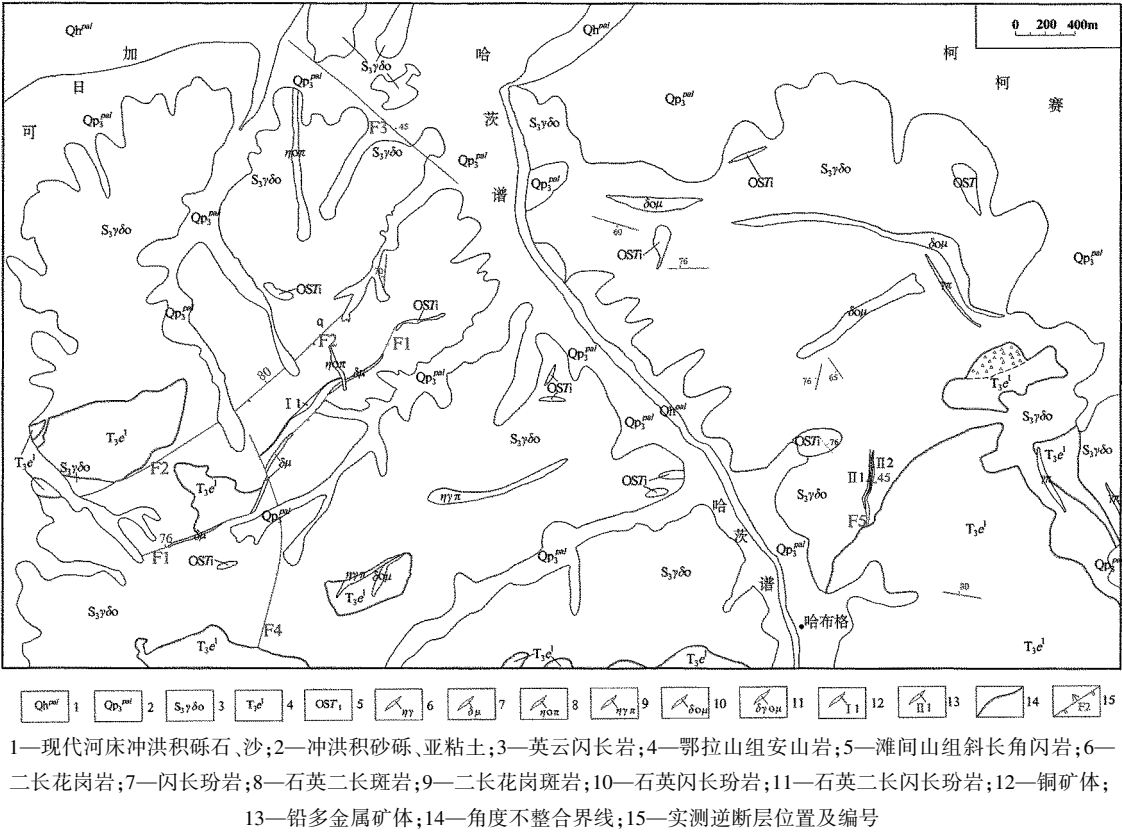


图 1 青海省都兰县哈茨谱山北铜铅银金多金属矿床地质简图

2.1 地层

矿区内出露地层有奥陶—志留纪滩间山群变碎屑岩组,为一套以斜长角闪岩、二云母石英片岩、变长石石英砂岩、大理岩和变质硅质岩为主的变碎屑岩岩组。在矿区内主要以捕虏体形式分布于英云闪长岩中,与晚三叠世鄂拉山组呈角度不整合接触,志留纪花岗岩与其呈侵入接触。地层总体倾向 SE,倾角约 40°~65°,厚度约 150 m。由于遭受了加里东期绿片岩相变质和多期强烈的变形改造,普遍发育片理化和顺层韧性剪切作用,基本丧失了原有的地层层序特征。晚三叠世鄂拉山组,主要岩性为一套灰、灰绿、灰紫色安山岩、玄武安山岩夹杏仁状安山岩、玄武质安山质凝灰岩、安山质晶屑、岩屑凝灰岩、火山角砾岩等。以喷发不整合覆盖在晚志留世的花岗闪长岩之上,地层倾向 SE,倾角 45°左右。该地层与成矿密切相关。第四纪全新世冲洪积层和第四纪晚更新世冲洪积层。

2.2 构造

矿区内主要构造类型为断裂构造,按断裂的展布方向分为 3 组,即 NE 向、NW 向及近 SN 向。对矿体具有控制作用的断裂主要有 NE 向 F₁ 断裂和 F₂ 断裂、近 SN 向 F₃ 断裂。

F₁ 断裂:分布于矿区中北偏西侧,出露长度约 2 200m,总体走向 40°~70°,倾向 NW,倾角约 70°~80°,断层面呈舒缓波状。后期的石英闪长玢岩沿该断层底盘贯入,标志明显。该断裂切割了英云闪长岩,沿鄂拉山组火山岩地层边部通过,形成宽约 10~40 m 的破碎带,沿该破碎带,岩石硅化、碳酸盐化、绿帘石化、钾化等蚀变较强,见有褐铁矿化、孔雀石化、黄铁矿化、黄铜矿化和方铅矿化。在该断裂上盘长约 1 500 m,宽约 50~200 m 的范围内是集中蚀变矿化区域,预查地质工作中发现并圈定 I₁ 铜矿体,为矿区内主要容矿构造。

F₂ 断裂:位于 F₁ 断裂北偏西 300 m 左右,出露

长度约 2 500 m, 总体走向 40°~60°, 倾向 NW, 倾角约 80°。该断裂切割了英云闪长岩, 沿鄂拉山组火山岩地层边部通过, 沿断裂发育 5~20 m 的硅化蚀变破碎带, 局部见有褐铁矿化、孔雀石化。

F₅ 断裂: 位于矿区东南角, 出露长度约 550 m, 总体走向 5°, 倾向 E, 倾角 45°左右, 断裂带宽 20~30 m, 发育碎裂岩。沿该断裂带, 岩石硅化、碳酸盐化、绿帘石化、高岭土化等蚀变较强, 并见褐铁矿化、黄铁矿化、黄铜矿化、闪锌矿化和方铅矿化。在该断裂带内发育 II₂ 矿体, 为矿区内主要赋矿构造。

2.3 岩浆岩

矿区内出露的岩浆岩主要为晚志留世英云闪长岩和晚三叠世鄂拉山组火山岩。其中晚三叠世火山岩提供了矿液来源^[5]。

2.4 蚀变矿化特征

I 矿带铜矿主要蚀变矿化类型有孔雀石化、褐铁矿化、硅化、高岭土化、大理岩化、黄铜矿化等; II 矿带铅多金属矿主要蚀变矿化类型有硅化、褐铁矿化、高岭土化(泥化)、碳酸盐化、绿帘石化、黄铜矿化、黄铁矿化、孔雀石化、方铅矿化、闪锌矿化等, 呈面状、脉状叠加出现。

3 矿体地质特征

3.1 矿体特征

3.1.1 I 矿带铜矿体特征

I 矿带位于矿区西南部, 共圈定 12 条铜矿体, 编号为 I₁~I₁₂, 地表出露长度 750 m 左右, 宽度 2~26 m, 局部矿化较强, 可见孔雀石、黄铜矿、黄铁矿等矿化。I 矿带总体走向近 45°, 倾向 NW, 倾角 60°~80°。现将主要矿体 I₁ 特征详述如下:

I₁ 铜矿体位于矿区的西南部, 矿体严格受断裂 F₁ 的控制, 产在断裂 F₁ 上盘的破碎带中, 地表矿体形态呈脉状。矿体总体走向 50°~70°, 倾向 NW, 倾角 60°~80°。地表由 TC08, TC09, TC10, TC11, TC13, TC14 控制, 控制长约 700 m, 深部由 ZK04, ZK06, ZK07 控制, 控制斜深 97~161 m。矿体真厚度一般在 1.35~35.70 m 之间, 平均真厚度为 6.95 m, 厚度变化系数为 145.11%, 厚度变化不稳定。沿走向, 矿体具有中间膨大, 两端收敛特征; 沿倾向, 矿体厚度变化相对较稳定, 仅 02 线, 矿体自上而下厚度逐渐变窄(图 2)。赋矿岩石为破碎英云闪长岩和

石英岩, 铜品位一般在 0.41%~2.01% 之间, 平均品位为 0.77%, 矿石品位沿走向和倾向变化不大, 变化系数为 64.21%, 品位变化较均匀。矿体地表出露标高 +4 104~+4 235 m; 赋存标高 +4 007~+4 235 m。

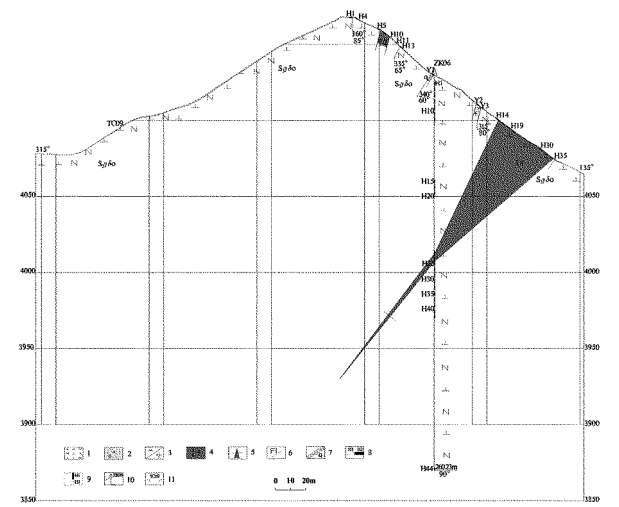


图 2 哈茨谱山北铜铅银多金属矿第 2 勘探线剖面图

3.1.2 II 矿带铅多金属矿体特征

II 矿带位于矿区东南部, 共圈定 21 条矿体。受近 SN 向 F₅ 断裂控制, 矿体地表形态简单, 呈脉状。II 矿带地表出露长度 450 m 左右, 4 052 m 中段铅矿带长度约 520 m, 宽度 10~30 m, 局部矿化较强, 可见孔雀石、黄铜矿、黄铁矿、方铅矿等矿化, 其他地段仅见碎裂状黑色蚀变。铅矿带总体走向近 SN, 倾向 E, 倾角 30°~55°。II₁ 矿体内包含 3 种矿石类型, 分别是 Pb, PbAg, PbZn。现分矿石类型叙述如下:

(1) II₁Pb 矿体。位于矿区 II 矿带内, 矿体出露于地表, 受近 SN 向 F₅ 断裂控制, 矿体地表形态简单, 呈脉状或者透镜状, 由 4 条探槽、7 条穿脉(+4 052m 中段) 和 3 个钻孔控制, 总体走向 350°~13°, 倾向 80°~103°, 倾角 30°~55°, 自 110~106 线产状上部较陡, 下部较缓。矿体地表出露长度约 390 m, 地表最宽处 17 m, 真厚度一般在 1.03~6.65 m 之间, 平均真厚度为 3.41 m, 厚度变化系数为 63.25%, 厚度变化较稳定。矿体在 +4 052 m 坑道 106~102 线之间(图 3), 沿走向具分支复合的特点。沿倾向最大延深控制 280 m, 110~106 线, 矿体变化

稳定,106~101 线,矿体厚度逐渐变厚,102 线地表到深部矿体厚度逐渐变窄。赋矿岩石为碎裂岩(原岩英云闪长岩),铅品位一般在 0.32%~2.30%之间,平均品位为 0.72%,矿石品位沿走向和倾向变化不大,变化系数为 68.28%,矿石有用组分变化均匀,并伴生有益的金、银等元素,其中伴生金平均品位为 0.25×10^{-6} ,伴生银 13.65×10^{-6} ,矿体连续性较好。矿体地表出标高+4 084~+4 160 m;赋存标高+3 970~+4 160 m。

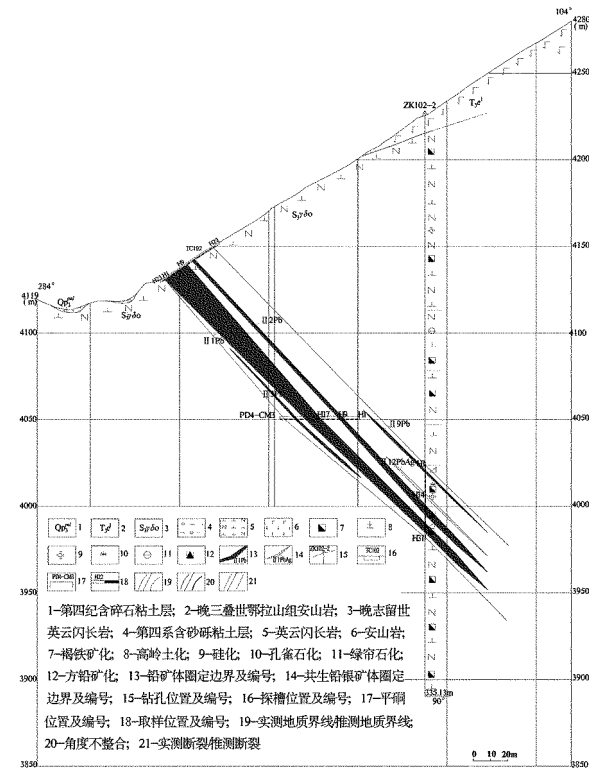


图 3 哈茨谱山北铜铅银金多金属矿第 102 勘探线剖面图

(2) II₁PbAg 矿体。位于矿区 II 矿带内,矿体出露于地表,其受近 SN 向断裂 F₅ 控制,矿体地表形态简单,呈脉状,由 2 条探槽、3 条穿脉(+4 052 m 中段)和 1 个钻孔控制,总体走向 350°~10°,倾向 80°~100°,倾角 38°~55°。矿体地表出露长度约 190 m,地表最宽处 9 m,真厚度一般在 1.13~7.68 m 之间,平均真厚度为 2.84 m,厚度变化系数为 81.03%,厚度变化稳定。矿体在+4 052 m 坑道 106~102 线之间,沿走向具分支复合的特点。沿倾向最大延深控制 210 m,102 线地表到深部矿体厚度逐渐变窄。赋矿岩石为碎裂岩(原岩为英云闪长岩),铅品位一般在 0.75%~3.81%,平均品位为 2.61%,变化系数为

50.23%;银品位一般在 $(50.06\sim 105.68)\times 10^{-6}$ 之间,平均品位为 89.92×10^{-6} ,变化系数为 26.04%,矿石品位沿走向和倾向变化不大,矿石有用组分变化均匀,并伴生有益的金元素,伴生金平均品位为 0.23×10^{-6} 。矿体地表出露标高+4 124~+4 156 m;赋存标高+3 970~+4 156 m。

(3) II₁PbZn 矿体。位于普查区 II 矿带内,矿体出露于地表,受近 SN 向 F₅ 断裂控制,矿体地表形态简单,呈脉状,由 TC102 控制,产状 95°∠45°。矿体铅垂厚度 2.71 m,真厚度 1.92 m。赋矿岩石为碎裂岩(原岩英云闪长岩),铅平均品位 0.90%,锌平均品位 1.29%。并伴生有益的金、银等元素,其中伴生金平均品位为 0.10×10^{-6} ,伴生银 27.52×10^{-6} 。矿体围岩主要是碎裂状英云闪长岩等,普遍发育硅化,局部发育碳酸盐化、绿帘石化、黄铁矿化,基本无夹石。矿体地表出露标高+4 134~+4 136 m;赋存标高+4 093~+4 136 m。

3.2 矿石质量

3.2.1 矿石矿物特征

矿石成分比较简单,主要矿石矿物有黄铜矿、方铅矿、黄铁矿、磁黄铁矿,脉石矿物有方解石、石英、绿泥石等。

(1) 矿石的矿物成分

黄铜矿:他形—半自形粒状,粒度变化大,在 0.01~0.30 mm 之间,粗大者可达 0.6 mm 左右,呈浸染状、粒状或不规则状集合体分布于矿石中,被后期铜蓝、褐铁矿沿边缘进行交代。黄铜矿常与黄铁矿、磁黄铁矿等共生。

方铅矿:他形粒状、不规则粒状,多以粒状集合体产出,粒度变化大,一般在 0.01~1.52 mm 之间,主要呈不均匀浸染状分布于脉石中,被后期铜蓝及铅的氧化物类所交代。方铅矿常与黄铜矿、黄铁矿共生。

黄铁矿:半自形—自形,呈粒状和立方体晶形,早期黄铁矿较自形,晚期呈半自形,粒度为 0.1~1.5 mm,以细粒为主散布于矿石中,也常见单矿物脉或与其他矿物一起的细脉,沿岩石裂隙分布。

磁黄铁矿:他形—半自形粒状,粒度在 0.05~0.1 mm 之间,呈稀疏浸染状和细脉浸染状分布。

(2) 脉石矿物

石英:自生矿物,呈自形、半自形单体散布于矿体间,或碳酸盐矿物间。亦有呈包含物存在于矿体

中。

方解石:为晚期的矿物。多呈白色、灰白色,大多数为他形,以细脉状产出,分布于矿脉及两侧小裂隙中。

绿泥石:为分布次于石英的脉石矿物,多呈灰绿色不规则片状,沿长石的边缘、裂隙分布。

3.2.2 矿石化学成分特征

矿石品位 Cu 一般在 0.41%~6.48%,最高 58.40%,平均 1.06%;Pb 一般在 0.30%~2.61%,最高 14.89%,平均 1.10%;Zn 一般在 0.66%~1.51%,最高 2.81%,平均 0.96%;Ag 一般在 51.04~106.80 $\times 10^{-6}$,最高 216.99 $\times 10^{-6}$,平均 89.02 $\times 10^{-6}$;Au 一般在 (0.05~0.40) $\times 10^{-6}$,最高 4.57 $\times 10^{-6}$,平均 0.19 $\times 10^{-6}$ 。所以,该类型多金属矿以 Pb,Zn,Ag,Au 为主要有益共生组分;Au,Ag 在局部地段仅为伴生组分,Ag 含量与 Pb 含量有较密切的正相关关系。

根据组合分析结果,Cu 为 0.004%~0.189%,平均 0.051%;S 为 0.049%~6.191%,平均 0.769%;W 为 (2.25~115.36) $\times 10^{-6}$,平均 29.36 $\times 10^{-6}$;Sn 为 (1.55~70.12) $\times 10^{-6}$,平均 15.33 $\times 10^{-6}$;Mo 为 (1.17~25.53) $\times 10^{-6}$,平均 4.41 $\times 10^{-6}$;Ni 为 (0.21~81.82) $\times 10^{-6}$,平均 10.66 $\times 10^{-6}$;Co 为 (2.40~49.48) $\times 10^{-6}$,平均 12.97 $\times 10^{-6}$;As 为 0.01%~2.54%,平均 0.53%。

通过基本分析和组合分析表明,矿石有用组分为 Pb,Cu,Zn,Ag,Au;有害组分是 SiO₂,S,As。其中 As 与黄铁矿成正比,含量稍微偏高,其他有害组分含量都较低可满足铜铅多金属矿的工业要求。

3.3 矿石结构、构造

矿石主要为自形晶结构或自形粒状结构,主要是方铅矿、黄铜矿、黄铁矿常呈他形一半自形粒状、粒状单晶产出。碎裂-角砾结构:常形成于构造角砾岩中,铅锌矿常沿构造裂隙或角砾间呈细脉状充填。脉状充填结构:方铅矿、闪锌矿常沿构造裂隙或角砾间隙呈细脉状充填。铅多金属矿体大部分为他形一半自形粒状结构。矿石构造主要为块状构造、浸染状构造、碎裂状构造、网脉状构造、条带状构造、星散状构造。铅多金属矿体大部分为块状构造和浸染状构造。

3.4 矿体围岩及夹石

矿体以晚志留世蚀变英云闪长岩为围岩,以破碎带为容矿部位,矿石多呈浸染状,矿体脉状与围岩

呈渐变关系,少有夹石。赋矿围岩中多见碳酸盐化、褐铁矿化、硅化、黄铁矿化、高岭土化,零星黄铜矿化。

4 矿床成因及找矿标志

4.1 矿床成因

矿床严格受断裂构造控制,均发育在构造破碎带中,围岩为英云闪长岩、玄武安山岩。矿体形态呈脉状、透镜状。晚三叠世鄂拉山组火山岩广泛喷发,含少量成矿元素的火山热液沿火山岩体外接触带上的 NE 向和近 SN 向 2 组断裂贯入,使构造岩发生硅化、黄铁矿等蚀变,该次蚀变矿化微弱,伴随断裂活动^[6]。随后火山期后含矿热液继续聚集,并沿着普查区内 NE 向和近 SN 向这 2 组贯穿到岩体里的断裂发生运移,然后贯入到断裂破碎带和次一级裂隙中,发生充填交代作用^[7],形成目前普查区内的铜矿体和铅多金属矿体。随着时间的推移,地壳的上升,风化剥蚀作用下,矿体出露于地表。

从以上分析可看出,该区主要矿体的形成是多期次复合叠加的综合产物,最终经火山期后汽水热液交代和贯入而结束。成矿温度大致经过高温—中温—低温逐渐过渡,矿体主要形成于中低温环境^[8-9]。成矿阶段大致经过前期岩浆期后热液和断裂活动期,此阶段发生大规模的硅化作用,伴有微弱的硫化物矿化;第二阶段为火山热液期,此阶段发生一定的硅化作用(局部形成石英脉),伴有多金属硫化物矿化;第三阶段是火山期后汽水热液期,该阶段发生较强的 Cu,Pb 多金属矿化,并且发生较强的碳酸盐岩等蚀变^[10]。该矿床为中—低温火山期后热液型矿床^[11]。

4.2 找矿标志

矿区内铜铅多金属矿严格受断裂构造控制,位于晚志留世英云闪长岩中,其主要找矿标志如下:

(1)主要矿体处于晚三叠世鄂拉山组火山岩外接触带上,区域上具时空联系的该类火山岩体成为重要的找矿目标。

(2)规模矿体主要发育在断裂构造中,且在该区 NE 向、SN 向构造中,多金属矿化发育,在普查区及外围 NE 向、SN 方向的断裂构造为该区重要的找矿靶区。

(3)铅及多金属矿体出露地表大多已氧化,具

明显的灰黑色地貌特征,由于硅化较强,部分地段表现为正地形。

(4)铁帽和铅华是找矿重要标志。

(5)Pb,Zn,Ag,Cu 矿(化)体的主要蚀变是硅化。明显的矿化有方铅矿化、孔雀石化。这些蚀变矿化是找矿的直接标志。

5 结论

(1)都兰县哈茨谱铜铅多金属矿地处秦祁昆晚加里东造山系、东昆北造山带、祁漫塔格-都兰造山亚带的东段,区内地层、构造、岩浆岩发育。

(2)Ⅰ矿带铜矿体地表出露长度 750 m 左右,宽度 2~26 m,控制标高约在+3 970~+4 240 m 之间;Ⅱ矿带地表出露长度 450 m 左右,4 052 m 中段铅矿带长度约 520 m,宽度 10~30 m,控制标高约在+3 970~+4 165 m 之间。

(3)该文对哈茨谱山北铜铅多金属矿床的区域地质背景、成矿地质特征、矿床特征、矿石质量和矿床成因进行了分析论述,认为该矿床为中-低温火山期后热液型矿床。

参考文献:

[1] 青海省地质矿产勘查开发局,青海省地质调查院. 青海省大地构造图说明书(1:100 万)[M].青海:中国地质调查局,2006:56-58.

[2] 孙崇仁.青海省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997:94-95,169-170.

[3] 李德发,伦志强.青海省区域地质志[M].北京:地质出版社,1991:6-8.

[4] 刘铭,张伟.青海省都兰县洪利铅锌矿床地质特征及找矿标志[J].山东国土资源,2014,30(1):28-33.

[5] 孟祥伟,陈华国,张英梅,等.山东省兰陵县车辆地区铜铅多金属矿地质特征及找矿标志[J].山东国土资源,2015,31(10):23-26.

[6] 姚德刚,赵环金,贺业峰.新疆尼勒克县喀英地区铅锌矿地质特征及成因[J].山东国土资源,2011,27(9):16-20.

[7] 王彦明,李军,张国权.青海省都兰县郭勒子铜矿区地质特征及找矿前景浅析[J].山东国土资源,2015,31(8):11-15.

[8] 周显强,宋友贵.青海都兰地区矿田构造与控矿特征[M].北京:地质出版社,1996:1-26.

[9] 肖文进.青海都兰吉给申地区铜铅锌多金属矿床地质特征及找矿方向[J].矿产与地质,2009,23(1):52.

[10] 杨钻云,雍自权,荣光华,等.青海省都兰察汗乌苏地区银、铅等多金属矿找矿前景分析[J].新疆地质,2006,24(2):197-201.

[11] 翟裕生,姚书振.矿床学(第三版)[M].北京:地质出版社,2011:96-112.

Study on Geological Characteristics and Origin of Cu-Pb-Ag-Au Polymetallic Deposit in Northern Hacıpu Mountain in Dulan County of Qinghai Province

LIU Chuanpeng

(No.7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Linyi 276006, China)

Abstract: Hacıpu Mountain North Area is located in east of Dulan county in Qinghai province. Its geotectonic location is in east part of Qinqikun late Caledonian orogenic belt, north part of Kunlun orogenic belt, and east part of Qimantage-Dulan sub-orogenic belt. Tectonic and magmatic activities are strong in this area. Cu-Pb-Ag-Au polymetallic deposit occurred in late Silurian tonalite. Ore production was strictly controlled by fractural structures, and superimposed by the volcanic hydrothermal. Ore bodies are vein and lenticular type. Through analysis and study on mainland layers, ore-controlling structures, intrusive rocks, geological characteristics and ore quality, it is regarded that this deposit is a medium-low temperature after the volcanic hydrothermal type copper lead polymetallic deposit.

Key words: Cu-Pb-Ag-Au polymetallic deposit; geological characteristics; origin study; prospecting symbols; Dulan county in Qinghai province