

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2017.04.05

引用格式: 韩敏强,李莹. 青海省绿梁山铜矿床地质特征研究[J]. 中国地质调查,2017,4(4): 31-40.

青海省绿梁山铜矿床地质特征研究

韩敏强¹, 李莹²

(1. 中国煤炭地质总局航测遥感局, 西安 710199; 2. 中国石油长庆油田分公司勘探开发研究院, 西安 710018)

摘要: 青海省绿梁山铜矿床位于南祁连地块与柴达木地块拼接部位北缘,是我国西部重要的多金属矿床之一。通过对矿床的地质特征进行详细研究和系统总结认为:该矿床矿体主要赋存于滩间山群变质火山岩中,其围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、黄铜矿化、磁铁矿化、绿帘石化及绿泥石化等;矿石类型主要为含石英细脉、网脉蚀变岩型铜矿石;矿床类型属破碎带蚀变岩型铜矿床。结合以上特征,总结了绿梁山铜矿床找矿标志,指出了下一步找矿方向,为该区相同类型矿床的勘查工作提供了思路和理论依据。

关键词: 绿梁山铜矿床;地质特征;青海

中图分类号: P618.41; P618.51

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2017)04-0031-10

0 引言

铜矿是一种重要的矿产资源,广泛应用于机械制造、电气、国防工业等领域。我国经济发展迅速,对铜矿的需求持续增加。目前,我国铜矿自给率仅为23%左右,开展铜矿找矿地质及找矿方向的研究迫在眉睫^[1-3]。青海省柴达木盆地北缘是中国重要的有色金属成矿带,分布有以锡铁山为代表的沉积喷流型(sedimentary exhalative deposit, SEDEX)铅锌矿床、以青龙滩为代表的海相火山岩块状硫化物型(valcanic-hosted massive sulfide deposit, VHMS)铜矿床和滩间造山带型金矿床等一系列大型矿床^[4-11]。绿梁山铜矿床位于南祁连地块与柴达木地块拼接部位北缘,加里东期—华力西期金、银、铜、铅、锌成矿带上,地层分区属于秦祁昆地层区柴达木北缘分区,行政区划归青海省海西州大柴旦行政委员会管辖,地理坐标为E94°57'30~95°03'00", N37°56'31~37°59'19"。绿梁山矿区及周边的地质工作始于20世纪50年代,先后开展过铜、铬、金等多金属矿产的区域地质调查、区域化探扫面、遥感地质调查等工作,在地质矿产调查和研究领域取得了很大进展和显著成绩^[12-14]。尤其在近几年的找

矿工作中共圈出13条铜矿体,探获铜矿石量111.8万t,铜金属量5261t,平均品位为0.47%。尽管以上各个单位不同层次的工作已取得了一定的找矿成果,但目前区内圈定的矿体规模相对较小,品位相对较低,下一步的找矿方向及前景尚不明确,制约着该区进一步地质找矿工作。本文通过对该矿床地质特征的研究,系统总结了其矿化富集规律,提出了该类型矿床的找矿标志,以期为该地区下一步找矿提供思路和理论依据。

1 区域地质概况

研究区地层属于秦祁昆地层区柴达木北缘分区(图1)。自古元古代基底形成以来,在漫长的地史发展过程中,由于遭受了多期次不同规模的构造作用以及不同类型、不同强度的变质作用,区内地层发育不全,大部分地质体间多以断层接触,地层系统的连续性和完整性较差。

以往的地质工作大多认为该区的成矿地质背景是早古生代华北板块南缘裂解作用形成的陆内/陆间裂谷环境^[15]。近年来,对柴达木盆地北缘早古生代区域地质背景的认识已出现了很大变化,由以往的离散板块动力学机制下的陆内裂谷环境转变为汇聚板块动

收稿日期: 2016-08-04; 修订日期: 2016-10-17。

基金项目: 中国地质调查局“东昆仑成矿带矿产资源遥感综合调查(编号: 12120113045300)”项目资助。

第一作者简方数据(1984—),男,工程师,主要从事区域成矿规律研究。Email: 284280979@qq.com。

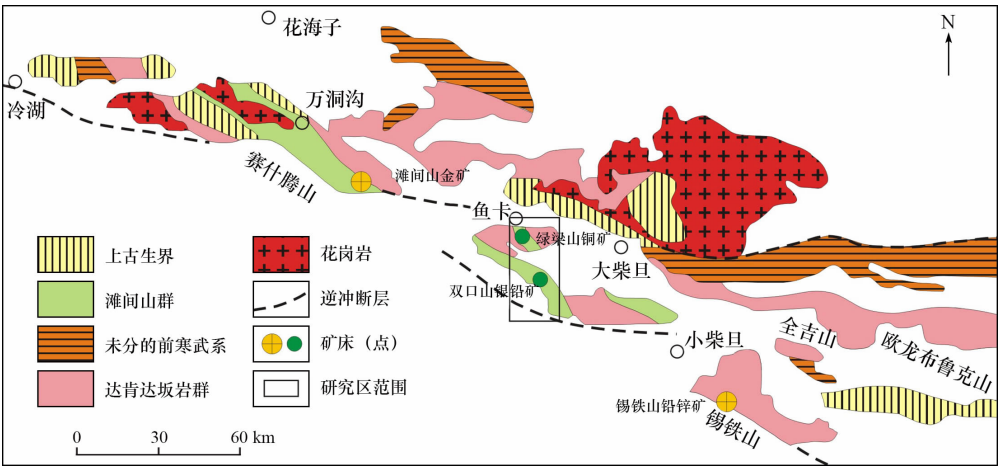


图 1 研究区地质简图^[13]

Fig. 1 Geological sketch map of the study area^[13]

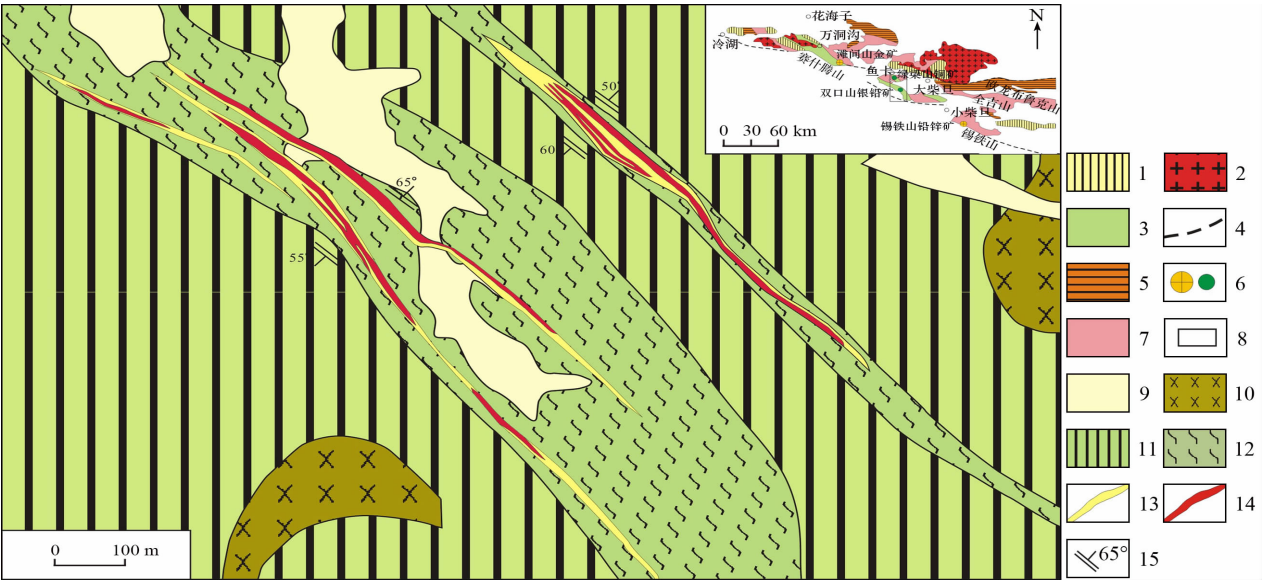
力学机制下的活动大陆边缘环境^[16-21]。绿梁山一带区域上 NW 向横跨“一山两盆”，“一山”为绿梁山，“两盆”为大柴旦山间断陷盆地和鱼卡山间断陷盆地。在长期的地史演化过程中，它们经历了古元古代基底形成、中—新元古代 Rodinia 大陆增生与俯冲汇聚、早古生代碰撞造山和中—新生代盆山耦合—高原隆升等构造旋回。在不同的构造单元中保留了相应的地质记录，既保存了引人瞩目的中—新生代构造旋回形成的盆山构造景观，也残留着早古生代的碰撞造山系统成分，其中包括古元古代的古大陆

基底岩块、洋盆封闭留下的蛇绿杂岩残片、碰撞造山作用过程中形成的高压变质带等^[21-31]。

2 矿区地质概况

2.1 地层

矿区范围内出露地层以寒武系—奥陶系滩间山群(ϵ O_1)变火山岩组为主体，在北东及南西两侧边缘分布有古元古界金水口群(Pt_1j)。区内各沟谷及南北两侧山前均为第四系冲洪积物(Q_4^{pal}) (图 2)。



1. 上古生界; 2. 花岗岩; 3. 滩间山群; 4. 逆冲断层; 5. 未分的前寒武系; 6. 矿床(点); 7. 达肯达坂岩群; 8. 研究区范围; 9. 第四系冲洪积物; 10. 辉长辉绿岩; 11. 滩间山群变玄武岩; 12. 滩间山群绿泥千枚岩; 13. 铅矿化蚀变带; 14. 铜矿体; 15. 岩层产状

图 2 绿梁山铜矿地质图^[12]

Fig. 2 Geological map of Lyuliangshan copper deposit^[12]

2.1.1 古元古界金水口岩群(Pt_{1j})

分布于矿区南西角及北东侧边缘,组成绿梁山向斜的两翼,矿区南西角岩层走向 NW—SE,倾向 30°~80°,倾角 40°~75°;北东侧岩层走向近 SN 向,倾向 260°~310°,倾角 50°~80°。

按岩性差异金水口群可分为上下 2 个岩组:下部 a 岩组(Pt_{1j}^a)岩性为二云斜长片麻岩夹花岗岩片麻岩及榴辉岩,颜色较浅;上部 b 岩组(Pt_{1j}^b)岩性为黑云母角闪片岩夹黑云斜长角闪片麻岩,颜色较深,混合岩化较强,多见酸性岩脉侵入。a、b 岩组呈整合接触,界限明显。b 岩组中局部见零星的孔雀石化。

2.1.2 寒武系—奥陶系滩间山群(ЄO_t)

滩间山群下岩性段主体发育变玄武岩、安山质玄武岩;中岩性段岩性组合复杂,以变玄武岩、变玄武质安山岩和变安山岩组合而成,间或夹杂整合出现的凝灰质千枚岩与硅质岩薄互层。岩石片理较发育,片理产状变化大,走向 NW,倾向 30°~80°或 220°~270°,倾角 40°~75°。矿区内滩间山群岩性段划分标志层不明显,但岩性组合差异的确存在。滩间山群变火山岩系各岩性段划分及岩性组合特征如下。

(1)下岩性段(ЄO_t¹)分布于黑石山地段滩间山群组成的向斜的北东翼,主体岩性以块状变质基性火山岩为主,片理化构造变形强度相对较弱,分布面积较广泛,特别在工作区东侧分布较广。由于东、西两侧受侵入岩体的捕虏重熔,该段出露不全,

在其顶部发育条带状展布的绿片岩带。该岩性段根据岩性组成和构造特征大致分为 2 个亚段。①上岩性亚段。主体由块状变玄武岩、安山质玄武岩、玄武质安山岩和安山岩组成,夹含少量凝灰质板岩与硅质岩薄层。该亚段局部剪切变形强度尚可,但规模偏小,特别是两翼发育辉长岩岩体,对片理化构造的叠加十分不利,因此,下岩性段顶部的片理化带向 NW 或 SE 方向的延伸多被夭折。②下岩性亚段。岩性组合相对简单,主体由较厚层的块状变玄武岩、安山质玄武岩组成,岩性及岩性组合单一,剪切片理不发育,多显示区域变质的退化变质及弱变形现象。

(2)中岩性段(ЄO_t²)分布于黑石山地段滩间山群组成的向斜轴部和两翼的过渡带上,片理化构造变形相对较强,分布范围较广。该岩性段岩性组合相对复杂,主体由变玄武岩、变安山质玄武岩、变玄武质安山岩和变安山岩组成,其中出现含杏仁体的变安山玄武岩、凝灰质千枚岩及硅质岩薄互层。由于该岩段内部物理结构相对脆弱,又处于滩间山群较核心部位,在挤压构造作用下,脆—韧性剪切片理化相对强烈(图 3-1(a)),其构造特征表现为较大面积的片理化带中普遍夹杂构造透镜体。由于含矿火山岩遭受强烈的片理化作用,使其成为主要的矿化蚀变带及矿体的赋存岩系。在该岩性段中褐铁矿化(图 3-1(b))、孔雀石化(图 3-2(c))和绿泥石化程度比其他 2 个岩性段发育程度高。

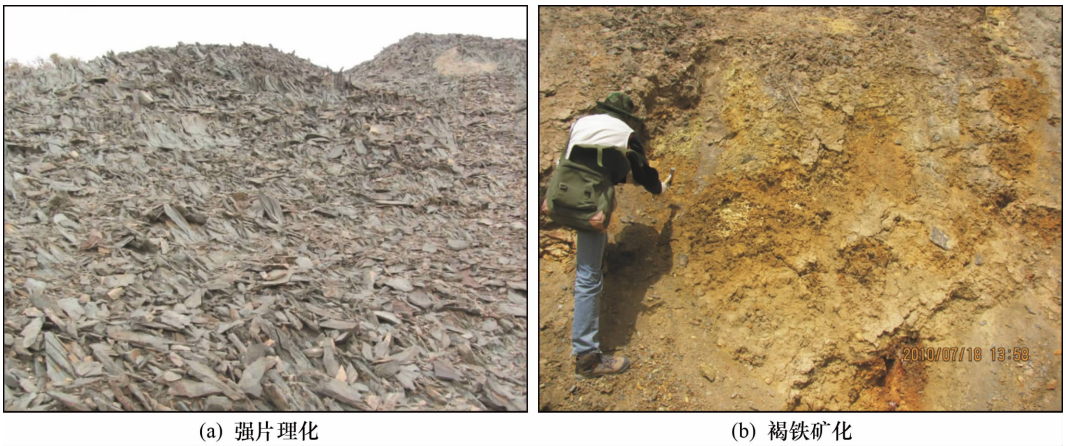


图 3-1 绿梁山铜矿床滩间山群岩石特征
Fig. 3-1 Rock characteristics of Tanjianshan Group in Lyuliangshan copper deposit

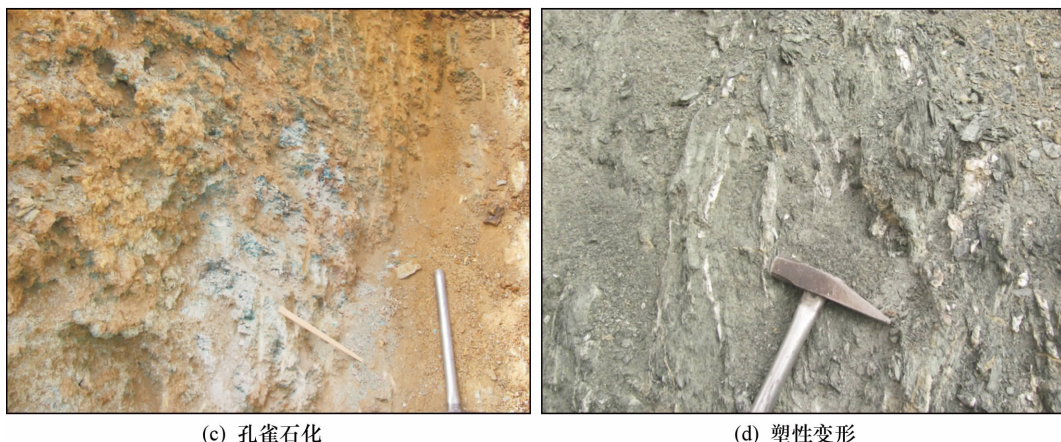


图 3-2 绿梁山铜矿床滩间山群岩石特征

Fig. 3-2 Rock characteristics of Tanjianshan Group in Lyuliangshan copper deposit

(3) 上岩性段(ϵOr_1^3)分布于矿区铜矿沟—北部垭口一带,构成向斜轴部,表现为向南部尖灭、向北出露范围变宽的特征。岩性组合较简单,主体为凝灰质泥板岩,中下部偶见热水沉积成因的硅质岩夹层;在该岩性段北部可见透镜状灰岩建造。凝灰质泥板岩均已发生较强烈片理化。由于岩性单一简单,岩层变形偏塑性,剪切片理化较强,时有微弱含矿石英细脉沿片理分布(图 3-2(d))。

滩间山群地层为本区铜矿化的主要赋矿层位,岩石中普遍见有零星的孔雀石化,局部富集成矿体。

2.1.3 第四系(Q)

矿区范围内第四系总体不发育,仅在局部沟谷地段发育有少量的第四系冲洪积物。在矿区南北两侧山前平坦开阔地段发育厚层冲积物及湖积物。

2.2 岩浆岩

矿区内中性、基性及超基性侵入岩较为发育,都属加里东期岩浆活动的产物,主要类型有 2 种。

(1) 暗绿色蚀变超基性岩。矿区内仅有局部小面积出露,多沿矿区东北部和西南部的区域性断裂带分布,呈岩脉状、小岩株状或零星的小透镜体状、豆荚状产出,其长轴方向基本上与 NW 向构造的延伸方向一致。超基性岩体空间分布主要受断裂构造控制,沿断裂带(边界断裂)具有串珠状成群成带出现的特点。岩石蚀变强烈,并且从中心到边缘有从辉石橄榄岩—蛇纹石化辉橄岩—蛇纹岩—蚀变辉长岩渐变趋势。

(2) 浅灰绿色中—细粒蚀变辉长岩。主要分布于矿区东部,出露面积较大,岩石普遍遭受绿帘石化、绿泥石化和绢云母化等蚀变。矿区内部辉长岩多呈零星岩株状、脉状、条带状侵入于滩间山群中。蚀变辉长岩与滩间山群变火山岩组(ϵOr_1)地层的接触带附近可见较强片理化,局部可见孔雀石化等矿化现象。喷出岩主要为加里东期的中性、中基性岛弧火山岩,主要岩性为玄武岩、安山质玄武岩、玄武质安山岩和安山岩等,该类岩石构成滩间山群原岩的主体。由于区域变形变质作用,岩石发生弱片理化变形和较普遍的绿泥石化、绿帘石化,在后期脆—韧性剪切应力作用下,沿片理走向叠加有脆—韧性构造,构成该区铜—金矿化异常带和低品位铜矿化体及矿体。

2.3 构造

2.3.1 褶皱

矿区构造总体为一复式向斜构造,即绿梁山向斜,轴向 330° 。根据滩间山群上岩性段(ϵOr_1^3)向南东部尖灭、向北西部出露变宽的特征,推测该向斜褶皱轴线向 NW 倾伏。向斜的西南翼向 NE 倾,倾角较陡,而北东翼向 SW 倾伏,倾角较缓的特征,构成一歪斜向斜褶皱。矿区次级褶皱、揉皱发育。组成向斜轴部的地层为滩间山群上岩性段(ϵOr_1^3)变火山岩组,两翼地层为 ϵOr_1^2 — ϵOr_1^1 变中基性火山岩组及部分金水口群(Pt_j)片岩、片麻岩。绿梁山铜矿床即位于向斜轴部与晚期脆韧性构造叠加部位。

2.3.3.2 断层

矿区断层构造较为发育,主要断层与区域性大断裂的延伸方向一致,走向以 NW 向为主,多为逆断层;次级断层呈 NWW 向、NE 向。地表构造形迹表现为负地形及断层破碎带,NW 向展布的断层常控制着基性岩脉的空间展布。

2.3.3.3 控矿构造特征

2.3.3.3.1 控矿构造形成背景

绿梁山地区中—基性火山岩系形成之后,早期首先经历来自近 SN 向古老地块的俯冲碰撞造山作用,再经后继的造山陆内构造运动,由金水口群和滩间山群组成的微地块遭受逆冲断裂和韧性剪切作用,使中—基性火山岩系遭受了不同强度和性质的构造变形变质。其中由中—基性火山岩组成的滩间山群普遍遭受韧性剪切作用,形成较塑性的强片理化带和相对刚性的块状中基性火山岩段。在塑性片理化带中夹含长轴呈近似平行延伸的刚性

构造透镜体或构造扁豆体。

2.3.3.3.2 控矿地质构造特征及其标志

本区与成矿有关的构造可分为 3 期。第一期构造为晚加里东期区域变质作用形成的韧性剪切带,该期构造作用使滩间山群火山岩发生退化蚀变作用,岩石物质成分发生重组,成矿有利元素就地析离和活化,为成矿作用提供了物源;第二期构造为叠加在韧性剪切带上的脆—韧性断裂构造,该期构造在热液及构造破碎蚀变作用下使成矿物质沿构造裂隙进行运移并富集成矿;第三期构造主要切穿早期韧性剪切带,使矿化蚀变带发生错断。

各期构造特征具体如下。

(1)主成矿期前区域变质作用形成的片理化带地质特征。本地区成矿期前构造即为片理化构造带(图 4)。经各项地质工作圈定的片理化构造带、韧性剪切带共 6 条,其中明显含铜的矿化蚀变带有 4 条。

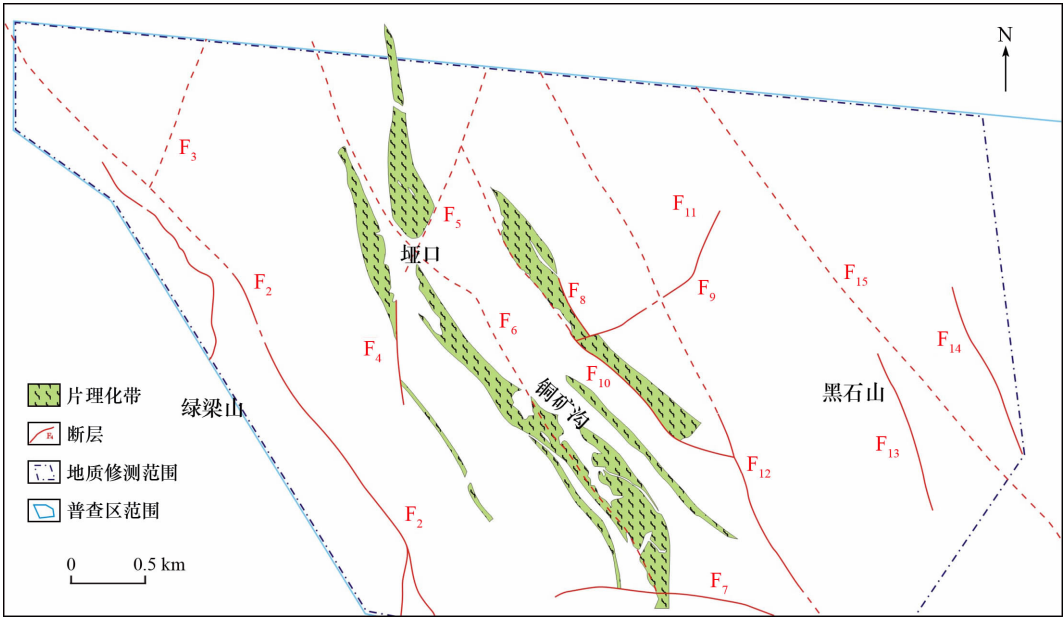


图 4 绿梁山铜矿区构造简图

Fig. 4 Structural sketch map of Lyuliangshan copper deposit

片理化带总体走向 320° ~ 340°, 倾角陡立 50° ~ 78°, 沿走向及倾向上呈波状起伏,长 1.1 ~ 4.6 km,宽 50 ~ 300 m 不等。强片理化带多发育绿泥石化、绿帘石化及阳起石化等蚀变,地表经风化作用表现为强绿色泥化,局部呈土状,深部钻孔中

片理化带岩石呈千糜状(图 5(a)),遇水后膨胀,稳定性差。经剪切作用形成的片理化带中的变中基性火山岩普遍夹含较刚性的构造扁豆体—透镜体和强片理化—泥化的较塑性基质,该期构造作用引发的退变质作用所形成的石英脉多沿片理分布,多

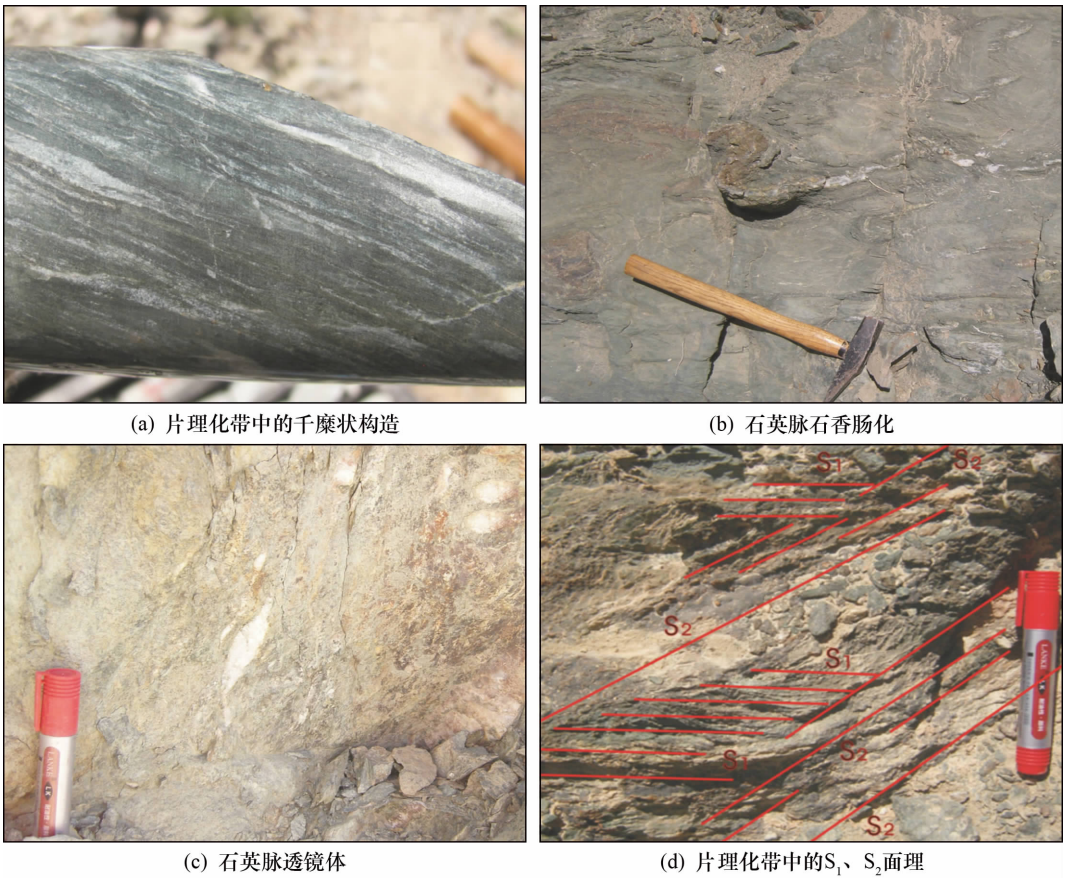


图 5 绿梁山铜矿区构造典型照片

Fig. 5 Photos of the typical structure in Lyuliangshan copper deposit

呈石香肠状(图 5(b))、蝌蚪状、扁豆体—透镜体状(图 5(c)),显塑性变形,瓷白色,大多不含矿。偶然在片理化带中可见 S_1 、 S_2 面理(图 5(d))。

(2)主成矿期构造特征。主成矿期构造为脆韧性断裂构造。该期断裂大致与区域片理化带走向一致,局部二者相交,构造走向 NW。主要构造特征表现为构造角砾岩的出现及沿构造裂隙充填形成的斑杂状形状不规则的石英脉,石英脉中普遍发育磁黄铁矿化、黄铁矿化及黄铜矿化,特别是叠加在早期形成的绿片岩带中的第二期构造带上矿化蚀变强度明显增强(图 4 的 F_6)。该组构造控制着本区矿化带的空间分布。

(3)成矿期后构造。成矿期后构造以 NE 向和 EW 向构造为主(图 4 的 F_5 、 F_9 和 F_7),使早期形成的韧性剪切带、矿化蚀变带发生错断,地貌上多形成构造堍口负地形,沟谷较畅直,岩石以脆性碎裂特征为主,矿化蚀变不发育。

3 矿床特征

3.1 矿体特征

矿区内共圈定铜矿体 13 条,走向均为近 NW 向,与控矿构造展布方向一致,主要赋存于破碎蚀变带之中(表 1)。矿体形态呈透镜状或长条带状。分析表明,铜矿体品位 0.22% ~ 0.79%。II - 2 号矿体伴生金品位 0.19 g/t; III - 3 号矿体伴生金品位 0.29 g/t,伴生银品位 4.87 g/t,伴生锌品位 0.52%;其他矿体伴生组分含量均较低。

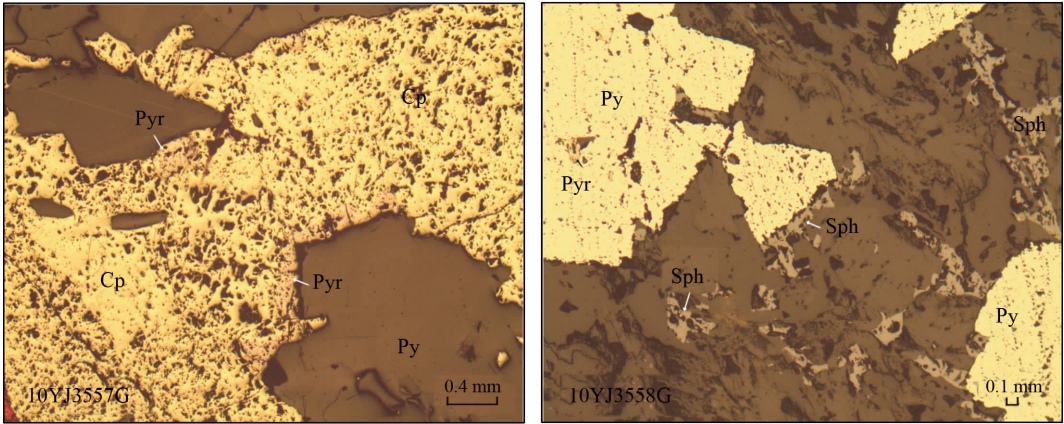
3.2 矿石矿物组分

矿石中金属矿物种类比较简单,含量较少,主要有黄铁矿、黄铜矿和磁铁矿,偶见闪锌矿、金矿。脉石矿物种类比较复杂,种类繁多,既有原岩中的斜长石、辉石,也有与矿化热流活动有关的次生蚀变矿物石英、绢云母、钠长石、绿泥石、绿帘石、方解石、透闪石及孔雀石等(图 6)。

表 1 绿梁山铜矿区矿体特征

Tab.1 Characteristics of the ore bodies in Lyuliangshan copper deposit

矿体 编号	分布范围	矿石矿物	矿体围岩	矿体规模		矿体总 体产状	矿体平均 品位/%	备注
				长度/m	平均厚度/m			
I-1	23 线	黄铜矿、黄铁矿、孔雀石	硅化、绿泥石化的玄武岩	200	1.97	60°∠84°	0.61	334
I-2	8~15 线	黄铁矿、孔雀石	硅化、绿泥石化、绿帘石化的玄武岩	480	5.81	43°∠68°	0.47	334
I-3	7~8 线	黄铁矿、孔雀石	硅化、绿泥石化、绿帘石化的玄武岩	300	3.54	38°∠70°	0.42	334
I-4	8~24 线	黄铁矿、孔雀石	绿泥石化、绿帘石化的玄武岩	270	1.64	49°∠79°	0.31	333
I-5	0~15 线	黄铁矿、孔雀石	碎裂构造的玄武岩	200	5.91	48°∠84°	0.23	334
II-1	0~20 线	黄铁矿、孔雀石	绿泥石化、绿帘石化的玄武岩 夹凝灰质千枚岩	380	1.88	45°∠77°	0.28	334
II-2	32 线	黄铁矿、孔雀石	绿泥石化、绿帘石化的玄武岩 夹凝灰质千枚岩	200	4.58	232°∠74°	0.53	334
II-3		黄铁矿、孔雀石	褐铁矿化的玄武岩	113	2.38	51°∠87°	0.39	334
III-1	0~8 线	黄铁矿、孔雀石	以玄武岩为主夹凝灰质千枚 岩,并穿插有基性岩脉	260	3.63	253°∠67°	0.42	334
III-2	0~8 线	黄铁矿、孔雀石	绿帘石化玄武岩	260	2.18	248°∠68°	0.34	333
III-3	0~16 线	黄铁矿、孔雀石	绿帘石化玄武岩	580	3.62	260°∠88°	0.64	334
IV-1		黄铁矿、孔雀石	绿泥石化、绿帘石化玄武岩	200	4.80		0.79	334
V-1	0~7 线	黄铁矿、孔雀石	硅化、绿泥石化玄武岩	128	2.35	265°∠78°	0.22	334



Pyr. 磁黄铁矿; Py. 黄铁矿; Sph. 闪锌矿; Cp. 黄铜矿

图 6 典型矿石镜下照片

Fig.6 Microscopic photos of the typical ore

区内铜矿物的赋矿岩石、矿石结构构造及生成顺序基本一致。铜矿石的构造一般呈不均匀星散浸染状、细脉浸染状,其次为团粒浸染状、条带浸染状构造及胶状构造,矿石结构主要为它形一半自形晶粒

结构和交代残晶结构。

3.3 矿物生成顺序

区内矿石以原生硫化矿石为主,所含金属矿物主要有黄铜矿、磁黄铁矿、黄铁矿及闪锌矿等;表

生氧化矿石主要由孔雀石、褐铁矿及少量的辉铜矿组成。原生硫化矿石矿物的生成顺序,从矿物的共生组合和穿插、交代、包含等构造关系分析,初步确定为(自形)黄铁矿→黄铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿。

3.4 矿石类型

区内矿体的矿石类型多为含石英细脉、网脉蚀变岩型铜矿石。矿体产于石英脉和石英细脉、网脉蚀变玄武岩、凝灰质千枚岩中。矿石以脉状、细脉浸染状构造为主,稀疏浸染状构造次之。

3.5 围岩蚀变

在绿梁山铜矿床核心部位的深部强片理化带内较小刚性透镜体顶底盘的片理化带中,以及在上下盘片理化强烈、且宽度有一定规模的退变较强烈的变玄武质安山岩较刚性体的含有微细脉—微细浸染的硅化蚀变体中,其中铜金矿化较好。该矿化蚀变体金属硫化物由黄铁矿、磁黄铁矿及少量黄铜矿组成,脉石矿物由硅化石英、铁白云石、铁方解石等组成,均沿变形片理化带及微细构造裂隙充填交代,特别在蚀变交代体中保留有火山原岩的残留。

黄铜矿化现象明显可见,多以微细脉状和浸染状分布于变形构造较强烈的变火山岩系中,足以影响和产生较高的化探异常区及贫的铜矿体。而对于金来说,目前野外观测初步判断,其矿化强度较差。分析认为,区域变质作用后叠加构造变形极不发育是影响该区金矿化程度低的主要因素;同时也跟金的地球化学属性、行为与铜有明显差异有关,因此两者富集的地质条件及物理化学条件存在一定差别。

在远离韧性剪切带及控矿构造带的滩间山群火山岩中变质作用主要表现为比较微弱的绿泥石化和绿帘石化,矿化主要为早期形成的中细粒自形程度较好的黄铁矿化。

4 矿床成因及找矿标志

4.1 矿床成因

基于对区内地质特征及控矿因素的分析,本研究认为,矿区火山岩系中的铜矿床成因属于以岛弧中基性火山岩为容矿岩石,早期区域变形变质形成韧性剪切带,发生退变作用,使成矿元素就地解离,晚期叠加了韧性剪切带中的脆韧性构造对成矿元

素进行活化、迁移、富集并成矿的黄铁矿型含金的铜矿床,矿床类型为破碎带蚀变岩型铜矿床。

4.2 找矿标志

矿化蚀变带和构造破碎带经强烈风化,一般出现明显的由黄铁矿和火山岩暗色矿物退变淋滤所致的褐铁矿化。黄铜矿氧化变为孔雀石及蓝铜矿,多沿耐风化矿物及岩石裂隙形成薄膜或被膜。该氧化带往往成为寻找原生矿化体的找矿标志。本区主要的几种铜矿找矿标志如下:

(1)岩石标志。滩间山群基性—中性火山岩发育区,具有较高的铜地球化学背景,是宏观找矿瞄准的主要矿源层。

(2)构造标志。在变火山岩发生强烈片理化构造变形及退变的基础上,再叠加晚期的脆—韧性构造带,往往是铜—金化探异常区、矿化带,甚至是矿体的产出地段。

(3)矿化蚀变标志。绿泥石化、绿帘石化、硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、孔雀石化、褐铁矿化及黄钾铁矾等矿化蚀变集中出现的地段,往往易形成矿化体。

(4)化探标志。铜、锌化探异常区往往是岩石次变强烈,热液活动频繁,有利于矿化体形成的地段。

(5)物探标志。物探工作发现的高视极化率异常地段是铜等多金属硫化物分布较集中的地段。

5 结论及建议

(1)绿梁山铜矿床赋存于寒武系—奥陶系滩间山群变火山岩组及断层构造破碎带中,矿床类型为破碎带蚀变岩型铜矿床。岩石为在韧性剪切带中发育强绿泥石化、绿帘石化的变玄武岩,具千糜状构造和片状构造,在后期叠加的主要控矿构造带上具脆性构造碎裂特征,发育硅化、方解石化、磁黄铁矿化、黄铜矿化等蚀变,矿化多呈不规则条带状、斑杂状充填于构造裂隙中。

(2)绿梁山铜矿床具有明显的构造控矿特征。成矿前构造断裂促使成矿有利元素就地析离和活化,为成矿作用提供了物源,因此,断裂构造是成矿的先决条件。成矿期构造为成矿物质提供运移通道,促使成矿物质沿构造裂隙进行运移并富集成

矿,因而断裂带是成矿的有利部位。

(3)在对绿梁山铜矿床地质特征研究的基础上,本文总结了该矿床的5种找矿标志(岩石、构造、矿化蚀变、化探及物探标志),为今后在该区寻找此类铜矿床提供了思路和理论依据。

(4)在研究区铜矿沟及以南地区的后期脆韧性构造与早期韧性剪切带叠加地段铜矿化发育,构造条件有利,因此这些地段是今后进一步开展铜矿勘查工作的重点区。

致谢: 审稿专家对文章的修改提出了诸多宝贵意见,特此表示感谢!

参考文献:

- [1] 吕绍玉,张海,孟昌忠,等. 贵州省威宁县炉山铜矿床地质特征研究[J]. 中国地质调查,2015,2(3):49-53.
- [2] 常艳,杜晓慧,张百忍. 国外低品位铜矿分布与利用技术现状[J]. 中国地质调查,2016,3(3):62-66.
- [3] 王元东,阎晓寅,张露舰. 新疆和静县乔霍特铜矿地质特征[J]. 山东国土资源,2013,29(6):6-9.
- [4] 祝新友,邓吉牛,王京彬,等. 锡铁山矿床两类喷流沉积成因的铅锌矿床研究[J]. 矿床地质,2006,25(3):252-262.
- [5] 祝新友,邓吉牛,王京彬,等. 锡铁山喷流沉积矿床卤水与海水的相互作用[J]. 地质论评,2007,53(1):52-64.
- [6] 祝新友,王莉娟,朱谷昌,等. 青海锡铁山铅锌矿床硫同位素地球化学研究——深源与海水硫的混合[J]. 岩石学报,2010,26(3):657-666.
- [7] 张德全,王富春,李大新,等. 柴北缘地区的两类块状硫化物矿床——I. 锡铁山式 SEDEX 型铅锌矿床[J]. 矿床地质,2005,24(5):471-480.
- [8] 孙华山,赵立军,吴冠斌,等. 锡铁山块状硫化物铅锌矿床成矿构造环境及矿区南部找矿潜力:来自滩间山群火山岩岩石化学、地球化学证据[J]. 岩石学报,2012,28(2):652-664.
- [9] 王莉娟,祝新友,王京斌,等. 青海锡铁山铅锌矿床喷流沉积系统(SEDEX)成矿流体的初步研究[J]. 岩石学报,2008,24(10):2433-2440.
- [10] 王莉娟,彭志刚,祝新友,等. 青海省锡铁山 Sedex 型铅锌矿床成矿流体来源及演化——流体包裹体及同位素地球化学证据[J]. 岩石学报,2009,25(11):3007-3015.
- [11] 张德全,党兴彦,李大新,等. 柴北缘地区的两类块状硫化物矿床——II. 青龙滩式 VHMS 型 Cu-S 矿床[J]. 矿床地质,2005,24(6):575-583.
- [12] 徐广东,郑有业,许荣科,等. 青海绿梁山铜矿找矿信息的提取与成矿预测[J]. 地质与勘探,2013,49(3):444-452.
- [13] 许荣科,郑有业,周宾,等. 柴北缘绿梁山一带与造山作用相关的铜铅锌矿床成矿规律及找矿启示[J]. 西北地质,2012,45(1):192-201.
- [14] 傅星. 青海绿梁山地区金矿床地质特征及成矿条件浅析[J]. 黄金科学技术,2010,18(4):54-57.
- [15] 郭介人,任秉琛,张莓,等. 青海锡铁山块状硫化物矿床的类型及地质特征[J]. 中国地质科学院西安地质矿产研究所刊,1987(20):1-81,83-88.
- [16] 许志琴,杨经绥,吴才来,等. 柴达木北缘超高压变质带形成与折返的时限及机制[J]. 地质学报,2003,77(2):163-176.
- [17] 陆松年,王惠初,李怀坤,等. 柴达木盆地北缘“达肯大坂群”的再厘定[J]. 地质通报,2002,21(1):19-23.
- [18] 杨经绥,宋述光,许志琴,等. 柴达木盆地北缘早古生代高压—超高压变质带中发现典型超高压矿物——柯石英[J]. 地质学报,2001,75(2):175-179.
- [19] 赖绍聪,邓晋福,赵海玲. 柴达木盆地北缘古生代蛇绿岩及其构造意义[J]. 现代地质,1996,10(1):18-28.
- [20] 史仁灯,杨经绥,吴才来,等. 柴达木北缘超高压变质带中的岛弧火山岩[J]. 地质学报,2004,78(1):52-64.
- [21] 王惠初,陆松年,莫宣学,等. 柴达木盆地北缘早古生代碰撞造山系统[J]. 地质通报,2005,24(7):603-612.
- [22] 朱小辉,陈丹玲,刘良,等. 柴北缘绿梁山地区早古生代弧后盆地型蛇绿岩的年代学、地球化学及大地构造意义[J]. 岩石学报,2014,30(3):822-834.
- [23] 刘嘉,许荣科,曾小华,等. 青海省绿梁山蛇绿岩超基性岩型硫化镍矿床特征研究[J]. 矿床地质,2014,33(增刊):423-424.
- [24] 孙延贵,郝维杰,韩英善,等. 柴达木盆地北缘东段托莫尔日特似蛇绿岩岩石组合特征[J]. 中国区域地质,2000,19(3):258-264.
- [25] 张建新,孟繁聪,于胜尧,等. 柴北缘绿梁山高压基性麻粒岩的变质演化历史——岩石学及锆石 SHRIMP 年代学证据[J]. 地学前缘,2007,14(1):85-97.
- [26] 宋述光,杨经绥. 柴达木盆地北缘都兰地区榴辉岩中透长石+石英包裹体——超高压变质作用的证据[J]. 地质学报,2001,75(2):180-185.
- [27] 李怀坤,陆松年,赵风清,等. 柴达木盆地北缘鱼卡河含柯石英榴辉岩的确定及其意义[J]. 现代地质,1999,13(1):43-50.
- [28] 杨经绥,许志琴,宋述光,等. 青海都兰榴辉岩的发现及对中国中央造山带内高压—超高压变质带研究的意义[J]. 地质学报,2000,74(2):156-168.
- [29] 张建新,孟繁聪,戚学祥. 柴达木盆地北缘柴旦和锡铁山榴辉岩中石榴子石环带对比及地质意义[J]. 地质通报,2002,21(3):123-129.
- [30] Song S G, Zhang L F, Niu Y L. Ultra-deep origin of garnet peridotite from the North Qaidam ultrahigh-pressure belt, Northern Tibetan Plateau, NW China[J]. Amer Mineral, 2004, 89(8/9): 1330-1336.
- [31] Zhang J X, Yang J S, Xu Z Q, et al. Evidence for UHP metamorphism of eclogites from the Altun Mountains[J]. Chin Sci Bull, 2002, 47(9):751-755.

Geological characteristics of Lyuliangshan copper deposit in Qinghai Province

HAN Minqiang¹, LI Ying²

(1. *Aerial Photogrammetry and Remote Sensing Bureau of China Coal, Xi'an 710199, China*; 2. *Research Institute of Exploration and Development, PetroChina Changqing Oilfield Company, Xi'an 710018, China*)

Abstract: Lyuliangshan copper deposit of Qinghai Province is located in the northern margin of the junction between Qaidam block and South Qilian block, and is one of the important polymetallic deposits in Western China. By studying the geological characteristics of Lyuliangshan copper deposit, the authors summarized the geological characteristics of the deposit. The ore bodies of the deposits are hosted in the metavolcanite of Cambrian – Ordovician Tanjianshan Group. The wall rock alteration is associated with silication, pyritization, chloritization, epidotization and sericitization. The main ore types are copper-bearing quartz vein type and copper-bearing altered rock type. Lyuliangshan copper deposit is of an alteration type in fracture zones. Above all, the authors summarized the ore-controlling factors and indicated the prospecting direction, and provided some new ideas for the copper exploration in Qinghai Province.

Key words: Lyuliangshan copper deposit; geological characteristic; Qinghai

(责任编辑: 常艳)