青海赛什塘铜矿床地质特征及成矿模式

吴庭祥[1,2]

(1. 中国地质大学(北京),北京 100083; 2. 青海省有色地质勘查局,西宁 810000)

摘 要 青海省赛什塘铜矿床位于都兰—鄂拉山三叠纪火山—岩浆弧及弧前增生楔东南端,矿床经历了多种成矿作用、具多种矿化表现形式,属于典型的复成因铜矿床。文章分析了层控改造型、矽卡岩型和斑岩型矿化的不同表现特征,探讨了三者之间的内在联系及其成矿过程,并在此基础上提出了三位一体新的成矿模式。

关键词 赛什塘 层控改造 矽卡岩 斑岩 成矿模式
中图分类号: P624 文献标识码: A 文章编号: 1674-7801(2010)02-0140-05

1 成矿地质背景

青海省赛什塘铜矿床位于都兰—鄂拉山三叠纪火山—岩浆弧及弧前增生楔东南端。

矿区出露的主要地层岩性为在垂向上呈多个韵律层产出的下二叠统碎屑岩、层矽卡岩、不纯硅质岩、碳酸盐岩等。其余为第三系红色砂砾岩、第四系残坡积物及冰积物。

二叠系地层在矿区及其外围形成雪青沟复背斜和孤峰向斜,呈北西—南东向展布,分布有具多期活动特征的北西向、北北东向、东西向和近南北向等多组断裂构造(图 1)。

印支早期侵入岩比较发育,以中酸性石英闪长岩为主,其次有浅成酸性岩株、岩脉等。

2 主要成矿类型

2.1 层控改造型

(1) 赋矿层位

层控改造型铜矿体赋存于下二叠统 a岩组的第五岩性段第二岩性层;第六岩性段第一、二岩性层;第七岩性段第一、二、三岩性层。其中第七岩性段第二岩性层矿体厚度大,沿走向、倾向延伸稳定,是矿区主矿体的赋矿层位,也是矿区的主要含矿层位。

(2) 含矿岩石建造

层控改造型矿体主要产于碎屑岩和碳酸盐岩过渡部位的层矽卡岩、不纯硅质岩中,因此夹有层矽卡岩碎屑岩、碳酸盐岩建造是层控改造型矿体的含矿岩石建造。

(3) 矿化特征

金属硫化物在层矽卡岩、不纯硅质岩中呈层状、条带(纹)状、浸染状、细脉浸染状产出,矿(化)体与围岩无明显界线。矿体与层矽卡岩、不纯硅质岩及碎屑岩、大理岩等整合接触并同步褶皱。矿(化)体受后期叠加改造明显,但矿石结构构造中仍保留有层状、球粒状等沉积成因的结构构造。

(4) 同位素地球化学特征

矿石中各种硫化物的硫同位素组成 $\delta^{34}S$ 变化范围为 -7.47‰~5.37‰,平均为 -0.27‰,显示出明显的沉积硫特点。

3个大理岩样品中方解石的碳同位素组成[$\delta^{13}C$](PDB)测试结果为 2.6‰、4.7‰、5.2‰,基本处于海相碳酸盐岩的范围(-2‰~5‰),2个石英脉型铅锌矿石样品中方解石的 $\delta^{13}C$(PDB)为 -5.2‰和 -8.4‰,基本属于侵入碳酸岩范围(-10‰~-4‰)之间。

[收稿日期] 2010-01-07
[基金项目] 全国危机矿山接替资源勘查项目(编号: 200563033)资助。
[作者简介] 吴庭祥(1964—),男,1985年毕业于西安地质学院,获学士学位,博士生在读,教授级高工,主要从事矿产地质勘查工作。

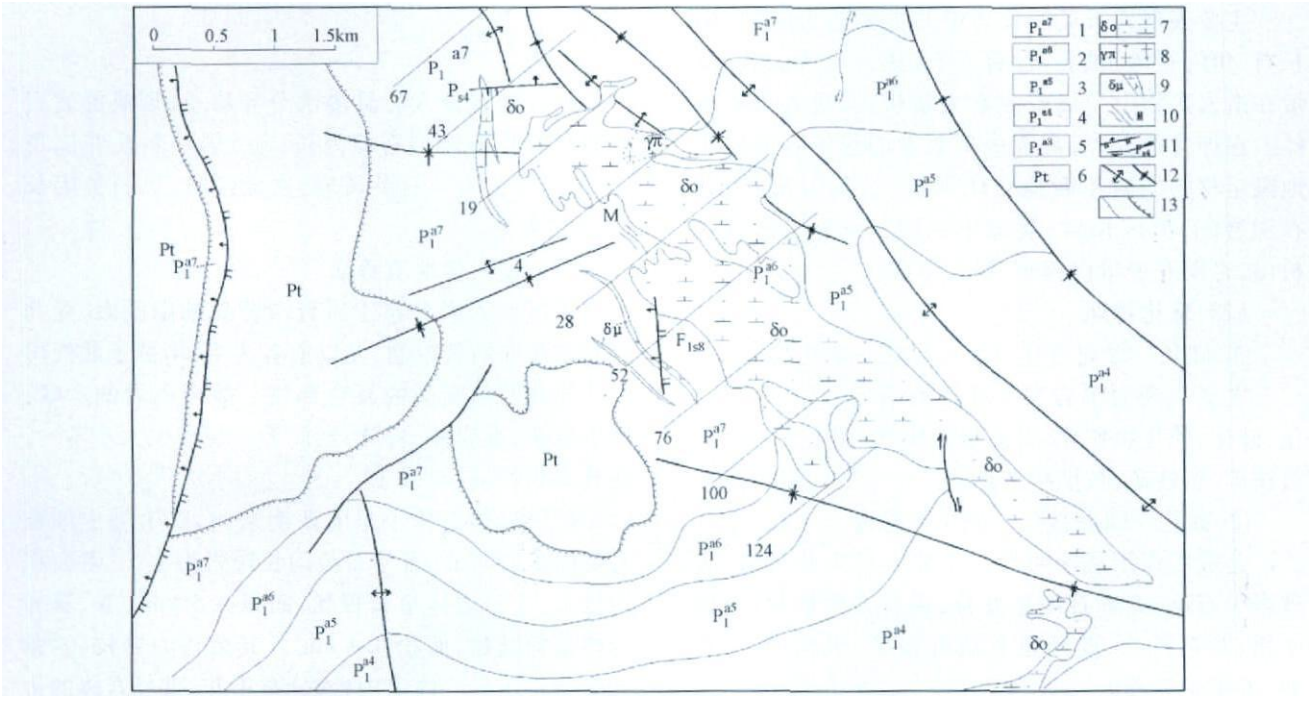

图 **1** 兴海赛什塘多金属矿床基岩地质图

1－5. 下二叠统; 1—千枚岩、大理岩、变长石石英砂岩、变粉砂岩及微晶灰岩等; 2－千枚岩、变长石石英砂岩夹大理岩、变粉砂岩及微晶灰岩等; 3—千枚岩、变长石石英砂岩夹变粉砂岩及大理岩; 4—千枚岩及变长石石英砂岩; 5—变长石石英砂岩及千枚岩; 6—元古界混合岩、斜长片麻岩、黑云石英片岩及绿泥石英片岩; 7—石英闪长岩; 8—花岗斑岩; 9—闪长玢岩; 10—矿体; 11—断层及其编号; 12—背斜、向斜轴; 13—地质不整合及地质界线

黑云母千枚岩中层状石英和硅质岩的硅同位素组成 $\delta^{30}Si$(NBS－28)为 －0.3‰, 晚期矿化石英脉以及不纯硅质岩为 －0.2‰, 两者 $\delta^{30}Si$组成相同, 说明顺层石英脉、晚期矿化石英脉的原始硅质来源都可能是热水沉积活动产物。

6个样品的铅同位素测试结果表明, 矿区 Doc正常铅 H、H 模式年龄最小为 233 Ma, 最大为 448 Ma, 大致可分为两组: 233～259 Ma, 345～448 Ma。其中 345～448 Ma的形成时间早于含矿地层的时代, 显示其成矿物质主要来自沉积源区的地质体。233～259 Ma的形成时代与含矿地层时代一致, 显示其成矿物质主要来自含矿地层及同期的海底热水沉积物。

2.2 矽卡岩型

区内印支期石英闪长岩体与下二叠统 a岩组碳酸盐岩的接触带上接触交代和热液蚀变作用强烈。热液蚀变矿化期所形成的铜铁多金属矿体, 多呈透镜状、不规则状, 规模较小, 但矿石品位较高, 为区内小而富的矿体。

自岩体向外, 形成弱蚀变石英闪长岩带—硅化—钾化—绢云母化带、强矽卡岩化—绢云母化—绿泥石化带、弱矽卡岩化—绿泥石化—绢云母化带、角岩化—大理岩化带。其中在强矽卡岩化—绢云母化—绿泥石化带、弱矽卡岩化—绿泥石化—绢云母化带中有铁多金属矿体产出。具体成矿过程及其特征陈述如下:

(1) 矽卡岩期

① 早期矽卡岩阶段

主要形成由透辉石、石榴子石及少量符山石、硅灰石组成的钙质矽卡岩。局部地段的碳酸盐岩含镁较高, 则形成镁橄榄石、硅镁石等组成的镁矽卡岩, 此阶段, 一般无金属矿物产出。

② 晚期矽卡岩阶段

形成由阳起石、透闪石、金云母等含水硅酸盐组成的“湿矽卡岩”。其分布范围仅次于早期矽卡岩, 此阶段晚期有磁铁矿产出。

③钾化—氧化物矿化阶段

主要表现为石英闪长岩中的主要造岩矿物(斜长石、角闪石等)被石英、钾长石、黑云母等交代,分散在造岩矿物中的成矿元素大量析出,进入成矿流体。在钾化过程中,富含成矿元素的热液在向减压地段运移的同时不断地交代围岩(石英闪长岩)并在围岩(石英闪长岩)裂隙中沉淀。首先是磁铁矿析出,末期有少量白钨矿、锡石形成。

(2) 硫化物期

①硅化—绿泥石化—绢云母化—硫化物阶段

主要表现为围岩发生强烈的绢云母化、绿泥石化、硅化,硫化物矿化,有大量的块状、稠密浸染状磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿产出。

②硅化—碳酸盐化—硫化物阶段

是成矿作用最晚阶段。主要表现为矽卡岩、大理岩中石英、方解石细脉发育,伴有方铅矿化、黄铁矿化、黄铜矿化,此外还有淡红银矿、银黝铜矿、毒砂、黄锡矿等产出。

(3) 表生期

热液蚀变矿化期形成的金属矿物,受地表风化、淋滤作用,形成多种次生矿物,常见的有褐铁矿、针铁矿、辉铜矿、孔雀石、铜蓝、斑铜矿、自然铜及少量赤铁矿、硬锰矿等。

2.3 斑岩型

矿区岩浆侵入岩具多次分异特点,形成的岩石类型有闪长玢岩→石英闪长(玢)岩→斜长花岗斑岩、花岗闪长岩→石英斑岩、次流纹岩,以石英闪长(玢)岩为主。

(1) 侵入岩地质特征

矿区侵入岩分布于雪青沟背斜轴南西侧,受北西和东西向断裂控制,尤以前者为主,均位于北西向及其与东西向断裂的复合部位。故侵入岩的产状、形态复杂,有岩体、岩脉、岩筒等。规模也大小不一,并具多相特征(见表 1)。

矿区岩体总体上呈北西南东向,以Ⅰ号中细粒石英闪长岩与Ⅱ、Ⅲ号石英闪长玢岩为主,三者面积均较大,Ⅰ号岩体呈长带状,面积 2.5 km^2,Ⅱ、Ⅲ号岩体呈椭圆状,面积 0.4 km^2。其余均为岩枝、岩脉或穿插于Ⅰ号岩体之中,或分布于Ⅱ、Ⅲ号岩体的边缘。

(2) 侵入岩岩石化学特征

本区侵入岩的五类主要岩石的化学分析结果列于表 2。

表 1　赛什塘铜矿床侵入岩地质特征统计表

侵入阶段	岩体编号	形态	规模	产状	蚀变	矿化
A		脉状	600 m × 10 m	岩脉,倾向 SW 220°~230°,倾角 30°~50°		
B	Ⅰ	长带状	2.5 km^2	岩株,中深成相,倾向 SW,倾角 40°~80°		
C	Ⅱ、Ⅲ	椭圆状	0.4 km^2	岩株,浅成相,呈北西向分布,倾向围岩,倾角 40°~60°	强烈蚀变	具工业矿体
D		脉状	500 m × 20 m	岩脉,以近南北向者居多	轻微蚀变	
E		脉状椭圆状	900 m × 100 m	岩脉、岩筒,超浅成相至浅成相。倾向 SW,倾角 60°~80°	较强蚀变	具一定的黄铁矿化、黄铜矿化、辉钼矿化

表 2　赛什塘铜矿床侵入岩岩石化学成分表

岩浆侵入阶段	岩石名称	氧化物含量/%											样品数/个
		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	其他	总和	
A	闪长玢岩脉	58.86	0.64	16.44	0.66	5.65	0.10	3.50	5.32	2.78	2.61	1.52	98.14	5
B	石英闪长岩	61.72	0.53	17.44	0.39	4.33	0.11	2.24	4.99	1.82	3.92	1.64	99.13	5
C	花岗闪长斑岩	63.59	0.51	15.98	0.50	3.78	0.07	2.27	3.81	3.02	2.65	1.92	98.10	31
D	石英闪长玢岩脉	57.27	0.54	15.68	0.87	5.35	0.09	4.95	5.78	2.04	2.77	3.84	99.18	7
E	石英斑岩	72.42	0.04	13.13	0.38	1.88	0.04	0.50	1.48	5.08	1.88	1.74	98.52	8

从表 2可以看出, 本区侵入岩的岩石酸度: 早期为中酸性, SiO_2 含量最低, 以后各期的侵入岩 SiO_2 含量愈来愈高, 最晚期的石英斑岩—次流纹岩 (近地表相的超浅成岩) SiO_2 含量高达 72.42%。随着岩浆的演化, 碱值也递增, CaO、Fe_2O_3、FeO、MnO、MgO、TiO 等基性组分递减。岩石由极贫碱的 SiO_2 过饱和过渡到贫碱的和适度富碱的 SiO_2 过饱和、铝过饱和的岩类。

(3) 隐爆角砾岩

矿区内常有爆发角砾岩分布, 显示本区中酸性岩浆活动侵位较浅, 分异成矿流体充足, 隐爆作用常见, 矿化蚀变强烈, 是斑岩铜矿最明显的找矿标志。例如Ⅱ号岩体东侧, 雪青沟以北沿岩体边缘及 F_{33}断裂有两处分布有分叉状及长条状的爆发角砾岩带, 爆发角砾岩带呈北西—南东向, 长 800 m, 宽 50~90 m, 平均 65 m。爆发角砾岩中普遍见有硅化、绢云母化、高岭土化、黄铁矿化。局部见有黄铜矿化、辉钼矿化。

(4) 蚀变矿化特征

矿区斑岩型蚀变矿化明显, 以Ⅱ号岩体为例, 从岩体中心往外具较好的分带性。

①钾化黄铁矿黄铜矿带

分布在Ⅱ号岩体近中心部位, 钾长石呈细脉状, 黄铁矿、黄铜矿呈稀疏浸染状, 含铜 0.01%~0.2%。

②石英绢云母化多金属矿带

分布在Ⅱ号岩体中上部和西南侧, 与含铜钾化带呈渐变过渡, 蚀变类型有硅化、绢云母化、黄铁矿化。矿石构造以细脉浸染状、细脉状为主, 矿石矿物以黄铜矿、闪锌矿为主, 其次为辉钼矿、方铅矿、黄锡矿、斑铜矿等。铜品位 0.2%~0.11%, 最高达 0.73%, 伴有金、银等。

③矽卡岩化、角岩化磁黄铁矿黄铜矿带

分布于岩体与围岩接触带, 蚀变以矽卡岩化、角岩化为主。金属硫化物多呈致密块状、稠密浸染状, 次为稀疏细脉状。以磁黄铁矿黄铜矿为主, 其次有磁铁矿、黄铁矿。矿石的铜品位一般大于 1%, 最高达 3.61%。伴有银、金、铋、锡、钨等。

④青磐岩化磁铁矿黄铁矿黄铜矿带

分布在岩体的外接触带, 蚀变以青磐岩化为主。矿石构造以条带状、稀疏细脉浸染状为主, 其次为细脉状、稀疏浸染状。金属矿物以磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿为主, 次有闪锌矿、白铁矿、黄锡矿、方铅矿、自然银、辉铋矿等。铜品位 0.3%~2.7%, 伴有铅、锌、银、砷等。

3 成矿过程及其成矿模式

(1) 早二叠世裂陷盆地的热水沉积阶段, 形成本区胶状层矽卡岩、不纯硅质岩和初始矿层。

(2) 随着裂陷盆地的闭合、造山, 有中酸性岩浆侵入活动, 含矿的岩石建造、初始矿层发生区域变质并遭受岩浆热液的叠加改造, 形成具工业意义的层状矿体; 石英闪长岩与早二叠世碳酸盐岩接触带, 发生接触交代作用, 形成矽卡岩型矿体。

(3) 随着中酸性岩浆在侵入活动的分异和演化, 最晚期的石英斑岩—次流纹岩 (近地表相的超浅成岩)岩浆中的气液及成矿元素富集, 在岩体顶部发生隐爆, 形成斑岩型矿化。

综上所述, 可以看出, 区内铜、多金属成矿作用有 3个大的阶段, 具有 3种成矿类型, 构成层控改造型、矽卡岩型和斑岩型三位一体的成矿模式 (见图 2)。

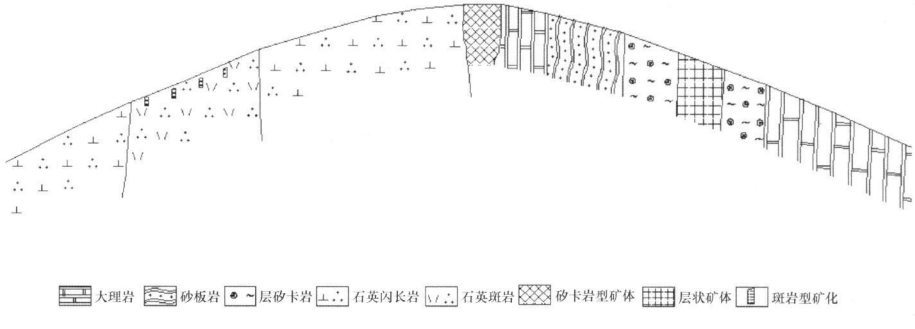

图 2 赛什塘铜矿床三位一体成矿模式图

层控改造型矿体规模大,接触交代(矽卡岩)型矿体小而富,是目前主要探采对象;斑岩型矿(化)体已在多处地段发现,勘查研究程度低,是本矿床开展新一轮找矿的新空间。

参考文献

[1] 张普斌,等. 青海省兴海县赛什塘铜矿接替资源勘查报告[R]. 2009. 11.

[2] 刘铁增,任家琪,等. 青海铜矿[M]. 北京:地质出版社, 2008.

[3] 吴庭祥,等. 青海省兴海县赛什塘矿区铜矿一期勘探报告[R]. 1994. 12.

[4] 李福东,张汉文,等. 鄂拉山地区热水成矿模式(以铜为主多金属)[M]. 西安:西安交通大学出版社, 1993.

[5] 邱凤歧. 青海赛什塘铜矿区岩浆岩及其成矿特征[J]. 青海地质, 1978.

Geological characteristics and metallogenic model of Saishitang copper deposit in Qinghai province

WU Tin-xiang[1,2]

(1. *China University of Geosciences, Beijing* 100083

2. *Qinghai Provincial Bureau of Nonferrous Metal and Geological Exploration, Xining* 810000)

Abstract Saishitang copper deposit is located in the Triassic volcanic-magmatic arc and the southeast end of forearc accretionary wedge in Dulan-ela mountain. Saishitang copper deposit has a typical multi-genesis, with kinds of mineralization pattern after experiencing series of mineralization. Based on the analyses of different characteristics and connection of stratabound mineralization, skarn mineralization and porphyry mineralization, this paper puts forewords a new trinity metallogenic model.

Key words Saishitang; stratabound rework; skarn; porphyry; metallogenic model