

阿尔金山海底火山喷流-沉积型 铜矿床成矿地质条件*

Metallogenic Geological Conditions of VMS Deposits in Altyn Tagh Shan

王小凤¹ 陈宣华¹ 陈柏林¹ 陈正乐¹ 王连庆¹ 杨风² 李学智² 王克卓²

(1 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081; 2 新疆地调队一所, 新疆 乌鲁木齐 830000)

Wang Xiaofeng¹, Chen Xuanhua¹, Chen Bailin¹, Chen Zhengle¹, Wang Lianqing¹, Yang Feng², Li Xuezhi²
Wang Kezhuo²

(1 Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China; 2 Academy of Geology and Exploration, Urumchi, 830000, Xinjiang, China)

摘要 本文阐明了阿尔金山海底火山喷流-沉积型铜矿床成矿地质条件: ① 矿床赋存于具有海相双峰式火山岩、碎屑岩和化学岩组合的岩系中; 为活动大陆边缘或岛弧环境产物; ② 与矿化有关的火山岩形成于 $(480 \pm 10.1 \sim 502.3 \pm 10.1) \text{ Ma}$; ③ 矿产具有二元结构, 矿石组合简单; ④ 矿石硫同位素值 ($\delta^{34}\text{S}$ 为 $+17.8\% \sim +19.81\%$) 表明硫来源于海水。

关键词 阿尔金山 成矿条件 海底火山喷流-沉积型 硫同位素

侯增谦 (1999) 曾对现代与古代海底热水成矿作用研究现状做了较系统的介绍, 夏林圻等 (1998) 对祁连山及邻区块状硫化物矿床产出的地质条件做了较系统研究。自 1996 年以来, 本文作者在祁连山邻区阿尔金山从事区域地质矿产调查工作中发现, 大量的铜矿点及新发现的铜矿床大多赋存在中上奥陶统双峰式火山岩系之中, 该火山岩系主要沿近东西向阿尔金北缘构造带及北东东向阿尔金构造带分布, 具备寻找火山喷流-热水沉积型块状硫化物矿床的地质条件, 其依据是:

岩性组合, 自下而上为: 具枕状熔岩构造的双峰式火山岩、红色赤铁矿碧玉岩、赤铁矿粉砂岩及磁铁矿石岩, 黑色黄铁矿页岩或碳质板岩组合, 含硫化物的凝灰质粉砂岩、硅质岩, 并时常可见碳酸盐岩夹层。

蚀变组合: 硅化、绢云母化和绿泥石化。

矿床样式: 具二元结构, 下部网脉状、角砾状, 上部层状、席状。含矿层具有较稳定的层位。

矿石组合: 黄铜矿-黄铁矿。

矿石中黄铜矿硫同位素: $\delta^{34}\text{S}$ 值介于 $+17.9\% \sim +19.8\%$ 之间。

本文将从中、上奥陶统火山岩的岩石化学特征及其形成的构造环境、生成时代以及相关的铜矿地质特征、矿石硫同位素等方面来阐述阿尔金山海底火山喷流-沉积型铜矿床成矿地质条件。

1 火山岩岩石化学

(1) 阿尔金山北缘的塔里木东南缘地区古生代火山岩类表现为双峰式岩石组合 (图 1), 主要为玄武岩、流纹岩和少量的粗面玄武岩、玄武质粗面安山岩和英安岩等, 属于亚碱性系列火山岩系。

* 中国地质调查局地质调查项目阿尔金综合找矿预测与突破 (K1.1.2.3) 和阿尔金中北段铜金资源潜力调查评价 (200110000001-5) 资助项目
第一作者简介 王小凤, 女, 61 岁, 研究员, 长期从事矿田地质、区域地质研究。

(2) 粗面玄武岩和玄武粗安岩具有富钠特征，可以进一步划分为夏威夷岩（粗面玄武岩）和橄榄粗安岩（玄武粗安岩）。玄武岩、流纹岩和英安岩中都可以进一步划分出低钾、中钾和高钾类别，不存在过碱性流纹岩。

(3) 综合各种图解的结果说明，大部分玄武岩处在拉斑系列，少数处在钙碱系列。多数玄武岩形成于洋脊和洋底区，少量形成于造山带（图 2）；主要类型为岛弧拉斑玄武岩（IAT），其次为大洋岛屿拉斑玄武岩（OIT），极少量为大洋岛屿碱性玄武岩（OIA）和洋中脊玄武岩（MORB）。缺少大陆裂谷型玄武岩。微量和稀土元素配分特征进一步说明了碱性洋脊玄武岩和拉斑玄武质的板内玄武岩（WPB）的存在。基性火山岩有自洋脊区—岛弧区—板内区演化的趋势。

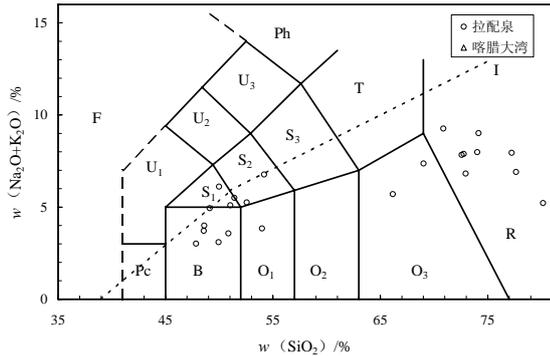


图 1 阿尔金山北缘地区双峰式火山岩组合全碱-二氧化硅 (TAS) 图解

(分类据 Le Bas et al, 1986)

O—SiO₂过饱和；S—SiO₂饱和；U—SiO₂不饱和。F—副长石岩；Pc—苦橄玄武岩；B—玄武岩；O₁—玄武安山岩；O₂—安山岩；O₃—英安岩；R—流纹岩；S₁—粗面玄武岩；S₂—玄武质粗面安山岩；S₃—粗面安山岩；T—粗面岩 (Q<20%)，粗面英安岩 (Q>20%)；U₁—碱玄岩 (Ol<10%)，碧玄岩 (Ol>10%)；U₂—响岩质碱玄岩；U₃—碱玄质响岩；Ph—响岩；I—Irvine (1971) 分界线，上方为碱性，下方为亚碱性。

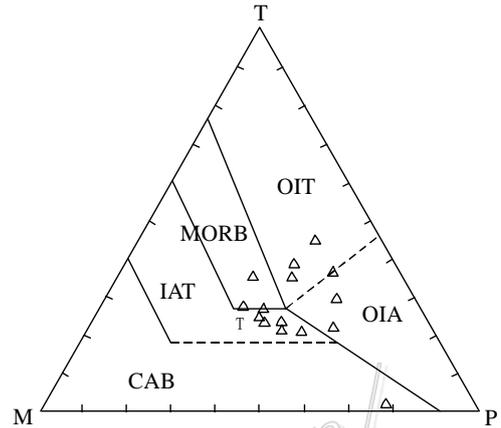


图 2 阿尔金山北缘地区玄武岩 MTP 图解

M—10×w(MnO); T—w(TiO₂); P—10×w(P₂O₅); T—大洋岛屿拉斑玄武岩；OIA—大洋岛屿碱性玄武岩；MORB—洋中脊玄武岩；IAT—岛弧拉斑玄武岩；CAB—钙碱性玄武岩

(4) 酸性火山岩（主要为流纹岩）为钙碱系列，是活动大陆边缘或者岛弧环境的产物。其微量元素组合表现为岛弧火山岩特征。

(5) 微量元素地球化学过程的分析说明，阿尔金山北缘地区基性火山岩和酸性火山岩可能是同一地幔源区物质经不同成岩过程而形成的。Rb/Sr 比值-Sr 元素图解说明了阿尔金山北缘地区早古生代火山岩平衡部分熔融作用的成岩过程。其中，玄武岩类是原始岩浆经过分离结晶作用而形成的；流纹岩类则是深部物质部分熔融作用的直接产物。

2 火山岩生成时代

该套火山岩活动的极盛时期为晚奥陶世，其中拉配泉西流纹岩（ID-TIMBuPb）年龄为 480Ma 左右 (Gehrels et al., 1999)。与该火山岩活动时期相近似的拉配泉地区二长花岗岩侵位年龄 ⁴⁰Ar/³⁹Ar 为 (502.3 ± 10.1) Ma。

3 矿床地质特征

以产出于阿尔金北缘构造带喀腊大湾铜矿为例说明之。

喀腊大湾铜矿区位于索尔库里近东西向第三纪逆冲断层的北部，区内发育一系列向南推覆的逆冲断裂，断层下盘为第三系地层，上盘为火山-沉积岩系，断层面北倾。铜矿化赋存的岩石为第三纪逆冲断层的上盘中上奥陶统火山岩之中，主要为一套由变流纹岩和少量硅质岩、灰岩和玄武岩组成的以酸性火山岩为主的双峰式火山-沉积岩系，片理化发育，多已变为绿泥石英片岩和石英片岩，以及千枚岩、白云母石英片岩等。矿化区内发育花岗斑岩，可能为早古生代岩浆活动的产物。矿带分南北两带，工程控制长度 500~600 m，由一束厚度不等 (1.18~7.39 m) 矿带所组成。铜、锌为主成矿元素，伴生铅、金、银等有益组分。铜平均品位 0.3%~1.02%，锌品位 0.31%~3.47%。地表以氧化矿的孔雀石和蓝铜矿为主，主要矿石矿物有黄铜矿、铜蓝、孔雀石、方铅矿、闪锌矿，其次为黄铁矿、褐铁矿、黄钾铁矾等。脉石矿物有石英、含钡钾长石、斜长石、绿泥石、绿帘石、绢云母、黑云母等。主要围岩蚀变为黄铁矿化、绿泥石化、钠化、绢云母化、高岭土化和硅化等。

4 硫同位素特征

喀腊大湾铜矿床黄铜矿硫同位素组成见表 1，相应投影图解见图 3。

表 1 喀腊大湾铜矿床硫同位素测试结果

序号	样号	岩石类型	测试矿物	$\delta^{34}\text{S}/\%$
1	K9-6	似层状矿石	黄铁矿	+17.89
2	K28-10	似层状矿石	黄铁矿	+18.71
3	K219-4	似层状矿石	黄铁矿	+19.81

注：由中国科学院地质研究所测试，数据均为相对于国际标准 CDT 之值

喀腊大湾铜矿床矿石黄铜矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值介于 +17.89‰~+19.81‰ 之间，平均 +18.81‰，3 个样品硫同位素组成非常集中，说明硫源比较单一，反映出成矿环境和成矿物理化学条件较为稳定。同时， $\delta^{34}\text{S}$ 值正向偏离陨硫比较大，反映出硫源较大部分来源于海水（或碳酸盐岩、蒸发岩等）。与国内其他铜矿床相比，与北祁连山铁铜沟铜矿床相似，受到富集重硫的海相沉积岩硫源影响。



图 3 喀腊大湾铜矿硫同位素及与典型岩石、典型铜矿对比图

参 考 文 献

侯增谦. 1999. 现代与古代海底热水成矿作用: 新观察与新思考. 当代矿产资源勘查评价的理论和方法[M]. 北京: 地震出版社.

夏林圻, 夏祖春, 任有祥等. 1998. 祁连山及邻区火山作用与成矿[M]. 北京: 地质出版社.

Gehrels G, Yin A, Chen X, et al. 1999. Preliminary U-Pb geochronologic studies along the Altyn Tagh Fault, western China[J]. EOS Frans. AGU, 80(17):Fall Meet. Suppl., F1018.