新疆阿克陶县塔木-卡兰古 MVT 型 铅锌矿带矿物学初步研究*

祝新友 汪东波 王书来

(有色金属工业总公司北京矿产地质研究所, 北京)

提 要: 新疆塔木-卡兰古铅锌矿带位于塔里木板块西南缘之晚古生代碳酸盐岩台地环境中。矿化以铅锌铜矿为主, 矿床赋存于中泥盆统一下石炭统 3 个控矿的古含水层中, 矿体形态复杂。矿石根据其结构大体可分两类: 一类呈角砾状构造, 硫化物呈细脉浸染状, 交代、粗粒自形等结构发育, 主要矿物方铅矿、闪锌矿, 黄铁矿含量很低, 共(伴)生赤铁矿和磁铁矿; 另一类矿石中硫化物呈稀疏浸染状, 发育大量的胶状、草莓状结构。研究表明, 角砾岩带是重要的找矿评价标志, 矿床成因属密西西比河谷型 (MVT), 矿石结构的特点更加支持两种性质差异很大的低温热液混合引起成矿物质的沉淀和成矿的成因模型。

关键词: 铅锌矿床 矿石结构 矿物学 矿床成因 新疆阿克陶

密西西比河谷型 (MVT) 矿床具一组特殊的矿石结构构造, 反映着热液成矿的低温端员的环境。新疆西昆仑地区的铅锌矿集中分布于阿克陶县克孜勒-库斯拉甫地区, 重要矿床有卡兰古-托格拉克 (简称卡兰古, 下同) 铅矿床、塔木铅锌矿床、阿巴列克铅铜矿床等。其成矿地质特征以及地球化学特点均很相似于典型的 MVT 矿床^[1]。

1 区域地质背景及矿床地质特点

研究区位于塔里木地台西南边缘, 西南侧紧邻西昆仑古生代地槽^[2]。矿带受 NNW 向区域断裂控制, 总体走向 NW 335°。研究区除局部出露少量的辉绿岩脉及早二叠世局部出现玄武岩外, 缺乏古生代以来的岩浆侵入活动。控矿地层为泥盆系一下石炭统, 下伏前寒武系变质岩, 上覆有上石炭统一二叠系。区内自中泥盆统到上二叠统间无沉积间断, 岩性简单, 总体上属于一套浅海相碳酸盐岩-陆源碎屑岩沉积, 富含生物化石呈北北西向展布。

研究区铅锌矿、铁矿化都受控于中泥盆统一下石炭统的 3 套岩石组合, 相当于 3 个古含水层系统, 这些古含水层都是由下部含(透)水的碎屑岩(砂岩)与上覆相对不透水的碳酸盐岩层组成, 其间发生角砾化和白云石化作用。其中, 位于泥盆系与石炭系接触部位的古含水体系最为重要, 是研究区最主要的容矿古含水层, 由上泥盆统奇自拉夫组碎屑岩与下石炭统克里塔格组中厚层砂岩构成。大多数有经济意义的矿床(点)均见于此古含水层中。代表性的矿床(点)包括卡兰古、塔木、乌苏里克和卡拉牙斯卡克等铅锌矿以及库达曼特铁矿等。

矿床全部受控于古含水系统的角砾岩带中。角砾岩化作用主要发生于矿区范围内, 形态

* 国家 305 项目资助 (编号: 96-915-06-02-01)

祝新友, 男, 1965 年生, 高级工程师, 主要从事矿床地质研究工作。邮政编码: 100012

受地层与断裂的影响。角砾岩成分与围岩大体一致，胶结物为细粒碳酸盐岩，富含粘土质，普遍含弱的铅锌矿化。矿化属于角砾岩的一部分，与围岩完全过渡，由品位圈定矿体。矿体形态不规则，有局部膨大现象，总体受控于沿层分布的角砾岩，同时与横向断层的发育密切相关。

矿化可分为铅锌（铜）矿化和铁矿化，二者具有相似的围岩蚀变和矿物组合。铅锌（铜）矿以角砾状矿石为主，矿化规模变化较大，在多组断裂交汇部位角砾岩带宽度增大，矿体变厚、变富。铁矿脉宽4~6 m，其中含有块状黄铁矿矿石和块状赤铁矿矿石，二者之间无明显的穿插。黄铁矿矿石根据结构特点又可进一步细分为铜黄色和土黄色两种。土黄色矿石全部由细粒草莓状黄铁矿构成或由大量的极细粒黄铁矿($<10\ \mu\text{m}$)集合体构成，铜黄色矿石由高度自形的立方体黄铁矿构成。赤铁矿矿石中含有一些呈细脉状穿插的磁铁矿、黄铁矿和亮晶白云石。共生有石膏。与成矿有关的围岩蚀变很弱，包括亮晶白云石化、方解石化和硅化。

2 主要矿物组成及赋存特点

塔木-卡兰古铅锌矿带的矿石中发育大量的低温热液组构，主要有角砾状、草莓状、胶状、浸染状等，硫化物赋存特点也不同。主要原生矿物包括方铅矿、闪锌矿、黄铜矿，少量黄铁矿、赤铁矿、磁铁矿、白铁矿，脉石矿物包括白云石和少量石英、方解石，氧化矿物包括褐铁矿、菱锌矿、白铅矿、铅矾、铜蓝、蓝铜矿、孔雀石、石膏、钴华等（见图1）。矿石中除Pb、Zn、Cu外，Co、As含量较高，Au、Ag、Ni、Sb等含量均很低，与火山及岩浆

	内生热液活动期		表生氧化期
	稀疏浸染状硫化物阶段	细脉浸染状硫化物阶段	
草莓状黄铁矿	■		
胶状黄铁矿	■		
自形粒状黄铁矿		■	
闪锌矿	■	■	
方铅矿	■	■	
黄铜矿		■	
赤铁矿		■	
磁铁矿		■	
亮晶白云石	■		
石英	■		
石膏			■
褐铁矿			■
菱锌矿			■
白铅矿			■
铅矾			■
铜蓝			■
钴华			■

图1 塔木-卡兰古矿带矿物共生组合简图

作用有关的或 SEDEX 型 PbZn (Cu) 矿床相比, Au、Ag、As、Sb、Bi 等元素含量均很低^[3]。

2.1 闪锌矿、方铅矿

主要见于角砾状铅锌矿石中。大体以 3 种形式分布: ① 大部分闪锌矿、方铅矿呈胶结物出现于角砾状矿石中, 主要呈细脉浸染状, 交代现象普遍, 伴随有亮晶白云石化。粒粗, 粒径一般大于 1 mm, 某些铅锌矿中闪锌矿粒径可达 5 cm 以上。这类矿石品位变化大, 多较富, 尤其在横向断裂发育部位, 往往出现块状矿石或矿脉; ② 呈“斑点”分散状, “斑点”是由方铅矿的不均匀分布造成的, 硫化物细脉一般不发育, “斑点”直径一般 2 mm, 间距 4~5 mm, 分布均匀。铅(锌)矿化“斑点”发育于含砂质碳酸盐或钙质砂岩中; ③ 胶状, 表现为在细粒方铅矿中分布呈“胶状”、“环状”等特征的闪锌矿。闪锌矿呈多层状, “环”的直径一般 0.2 mm。

闪锌矿呈淡棕色—浅黄色, $Fe < 0.5\%$, Cd 一般 $0.5\% \sim 1\%$ 。呈胶状结构的闪锌矿的 S:Zn (原子比) 往往在 0.95:1, 而角砾状矿石中粗粒闪锌矿的 S:Zn $< 0.9:1$, 也说明胶状结构的闪锌矿较角砾状矿石中粗粒闪锌矿富硫。

2.2 黄铁矿

黄铁矿在铅锌(铜)矿中是少量或微量矿物, 含量 $< 3\%$ 。黄铁矿主要呈 3 类: ① 胶状黄铁矿, 普遍呈交代残留状分布于铅锌矿中, 胶状结构的内核一般为脉石集合体, 有时也由闪锌矿组成, 特别是当矿石中出现脉状的方铅矿、闪锌矿; ② 草莓状黄铁矿, 硫化物大多均匀分散分布, 一般不出现细脉。草莓直径多在 0.2~0.5 mm, 内部结构清晰, 其中见黄铁矿呈 $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ 的五角十二面体自形晶出现。一般情况下, 充填黄铁矿间的胶结物主要是脉石, 有时, 在方铅矿、黄铜矿发育的矿石中, 可以见到方铅矿、黄铜矿呈胶结物出现。土黄色块状黄铁矿矿石(铁矿)中黄铁矿含量 $> 85\%$, 全部呈草莓状, 但多有重结晶现象, 草莓直径 0.1~0.5 mm, 草莓之间常由闪锌矿作胶结物, 似乎黄铁矿草莓生长于闪锌矿(细粒集合体)之中。少量黄铜矿也呈草莓状, 无交代黄铁矿的现象, 多遭后期改造重结晶; ③ 自形晶黄铁矿, 铁矿脉中铜黄色块状黄铁矿矿石主要为立方体自形黄铁矿, 黄铁矿含量达 70% 以上, 粒径 0.05~0.1 mm。另一类自形晶黄铁矿见于铅锌矿石中, 包括网脉状交代闪锌矿的立方体黄铁矿以及闪锌矿内部发育的长柱状黄铁矿, 立方黄铁矿粒径 0.04~0.08 mm, 环带结构发育。一些粗粒闪锌矿内部不均匀发育细粒针状、长柱状的黄铁矿, 自形, 磨光性良好, 长 0.05~0.5 mm, 宽 $1 \sim 5 \mu\text{m}$, 长短柱比一般大于 10, 有弱的非均质性。

胶状黄铁矿含 As 一般 2%~5%, 但矿石中未发现任何砷矿物。通过胶状环带结构的分析, 未发现明显的成分变化, 这在一定程度上反映出本地区铅锌矿床成矿过程中可能不存在明显的热液分异。自形晶黄铁矿含 As $< 1\%$ 。同时, 胶状黄铁矿 $(S + As)/Fe$ (原子比) > 2 , 自形晶黄铁矿 $(S + As)/Fe < 2$, 即前者富硫, 后者贫硫。

3 讨论

区内矿石根据其结构特点大体可以分为两类: 一类是稀疏浸染状矿石, 硫化物分布较分散、均匀, 时呈“斑点状”。矿石中硫化物广泛以草莓状、胶状结构出现。铅锌矿化相对弱, 在铁矿中表现更加明显, 形成似乎稍早。在铅锌铜矿中胶状、草莓状结构, 多表现为交代残

余。另一类更多呈角砾状,为主要的矿石类型,热液活动较强烈,硫化物多呈细脉浸染状,其中黄铁矿具有自形晶结构,矿物组合包括闪锌矿(中粗粒)、方铅矿、黄铁矿(自形粒状)、赤铁矿、磁铁矿以及石膏等。

矿物共生组合与矿物成分反映出塔木-卡兰古矿带中相应存在两阶段热液活动,即稀疏浸染状硫化物阶段和细脉浸染状硫化物阶段,它们活动时间差距很小。稀疏浸染状矿石中广泛发育胶状、草莓状黄铁矿、闪锌矿等,硫化物相对富硫。而角砾状矿石(细脉浸染状矿石)硫化物具有明显强烈的热液活动特点,形成的矿物结构中贫硫。

矿床地质地球化学特征说明其成因具有密西西比河谷型矿床(MVT)的特点^[1],矿石结构特点与北美地区密西西比河谷型矿床成因特点非常相似^[4],角砾岩可能与古岩溶作用有关^[5]。目前MVT矿床的成因模型仍存在较大的争议,包括混合模式、硫酸盐还原模式以及还原硫模式等^[6]。塔木-卡兰古地区两大类矿石以及成矿顺序地存在,更加支持MVT矿床的混合模式,矿床形成于两种成矿热液的混合。

两类矿石可能代表了两种不同性质的成矿流体的存在。一种液体以还原性为主,富含S、Fe,活动稍早,但活动强度可能较弱,形成很多草莓状、胶状等结构。稍晚出现的一类含矿流体相对贫硫,活动强度较大,广泛伴随有亮晶白云石化,热液中可能富含Pb、Zn、Cu,形成大量角砾状结构的铅锌矿石,粒度也较粗,这两种热液性质差异不仅表现在矿石结构方面,也表现在同位素地球化学等方面。矿床的形成应是上述两类热液混合的结果。

4 结 论

(1) 分布于新疆阿克陶县的塔木-卡兰古铅锌矿带属于密西西比河谷型(MVT),矿床受控于古含水层中的角砾岩化带,主要矿物方铅矿、闪锌矿,黄铁矿是铁矿中的主要矿物,但在铅锌(铜)矿中属于少量或微量矿物,矿石中发育大量的低温结构,如胶状、草莓状、角砾状等。

(2) 矿石根据其结构可大体分为两类,一类是稀疏浸染状矿石,硫化物广泛以草莓状、胶状结构出现,包括草莓状黄铁矿、黄铜矿,胶状黄铁矿、闪锌矿等,另一类更多地呈角砾状,其结构多表现为细脉状、交代状、自形粗粒等,是主要的矿石类型。

(3) 矿床成因更倾向于两类性质差异很大的成矿热液的混合模型。一种是富硫的还原性热液,另一种富含金属物质但可能贫硫,属于氧化性热液,两种热液的混合形成矿床。

参 考 文 献

- 1 祝新友,汪东波,王书来.新疆塔木-卡兰古MVT型铅锌矿带地质特征.有色金属矿产与勘查,1997,(4):202~207.
- 2 姜春发,杨经绥,冯秉贵等.昆仑开合构造.北京:地质出版社,1992,161~168.
- 3 Sangster D F.密西西比河谷型与沉积喷气型矿床的对比.张明秋译.国外地质科技,1991,(8).
- 4 Mavrogenes J A. Hagni R D and Dingess P R. Mineralogy, paragenesis, and mineral zoning of the West Fork Mine, Viburnum Trend, southeast Missouri: Economic Geology, 1992, 77: 113~124.
- 5 Hayens F M and Kesler S E. Relation of mineralization to wall-rock alteration and brecciation, Mascot-Jefferson City Mississippi Valley-type district, Tennessee: Economic Geology, 1994, 89: 51.
- 6 Sverjensky D A. Genesis of Mississippi Valley-type lead-zinc deposits: Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 1986, 14: 177~199.