

北祁连火山成因块状硫化物矿床矿石组构特征 及其对成矿作用的示踪意义*

Ore Fabric and Its Tracing Signification to Volcanogenic Massive Sulfide Deposits in North Qilian Mountains

王 苹 陆建培 蒋敬业 李方林

(中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

Wang Ping, Lu Jianpei, Jiang Jingye, Li Fanglin

(China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China)

摘 要 对北祁连造山带火山成因块状硫化物矿床的矿石组构的观察发现, 矿石以纹层构造为主, 发育少量浸染状、块状和气孔状构造, 在挤压变形强烈地段纹层被透镜化, 发育透镜状及不规则团块状构造。矿石结构按成因可分为 6 类 19 种, 6 类分别为: 与重结晶作用有关的结构、交代结构、变形结构、固溶体分解结构、表生作用形成的结构。由矿石矿物共生组合、纹层状构造及不同成因类型的结构显示, 矿床经历了火山喷流-沉积作用、变质退火作用、韧-脆性变形作用及表生风化作用, 矿床成为远源黑矿型块状硫化物矿床。

关键词 矿石组构 成矿作用 示踪 块状硫化物矿床 北祁连

北祁连火山成因块状硫化物矿床位于青海省祁连县清水沟—白柳沟一带, 是祁连造山带中又一矿床集中区。该区早古生代海相火山岩广泛发育, 矿床产于中寒武世酸性火山岩中, 目前已在该区矿田范围内发现中型多金属块状硫化物矿床四处及若干矿化点。矿体呈层状, 产状与围岩一致, 局部受挤压膨缩现象明显。围岩蚀变较发育, 主要为黄铁矿化、绢云母化等。矿石中主要金属矿物组合为黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、黝铜矿, 局部见有少量斑铜矿、车轮矿、含银自然金, 个别矿床地表发育铜蓝、孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿。

1 矿石组构特征

1.1 矿石构造

根据野外观察及室内研究, 矿石构造类型较为简单, 主要为纹层状构造。少量浸染状构造、块状构造、气孔状构造等。纹层状构造在矿田内发育广泛、分布普遍, 并且由于纹层的成分及宽窄不同而显示出不同的特点, 有的以黄铁矿或以黄铁矿、黄铜矿为主构成的黄色纹层, 有的以闪锌矿、方铅矿、(黝铜矿)为主构成的黑色纹层, 还有的以各种矿物(其中有较多脉石矿物)混杂分布构成的过渡纹层(照片 1)。纹层的宽度不一, 宽的可达 100 mm 以上, 窄的则 2—3mm 左右, 纹层之间相互平行, 相间分布。挤压强烈地段, 纹层发生弯曲, 纹层变形成透镜状, 甚至成不规则团块状。

1.2 矿石结构

矿田内矿石结构类型较多, 按成因可分为以下六类 19 种。

(1) 重结晶作用形成的结构: ① 胶状变晶结构。主要由浑圆状黄铁矿内部的收缩孔隙(照片 2)以

* 原国家计委国地司科技找矿项目《祁连清水沟—白柳沟地段块状硫化物矿床地球化学找矿靶区优选及矿石组构与成矿作用研究》(JG9471903-1)成果

第一作者简介 王苹, 女, 1947 年生, 副教授, 主要从事矿床学教学及研究工作。

及聚晶黄铁矿内部由杂质组成的环带, 反映出黄铁矿是由胶状重结晶形成的; ② 自形一半自形粒状变晶结构。主要由黄铁矿组成, 其自形晶多为立方体, 偶见立方体与八面体的聚形; ③ 他形粒状变晶结构。黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、黝铜矿等矿物重结晶形成他形粒状变晶或他形粒状变晶集合体; ④ 斑状变晶结构。粗粒化的黄铁矿变晶赋存于细粒黄铁矿的基质中; ⑤ 聚晶结构。黄铁矿及闪锌矿聚合能力较强, 常聚集成较大颗粒, 聚晶常显示出由不同细粒晶面堆砌而成的裙状边缘 (照片 3、4), 有时聚晶内部还能显示出原颗粒的界限。黄铁矿聚晶在遭到其它矿物交代时, 其边缘则变为锯齿状 (照片 5)。

(2) 交代作用形成的结构: ① 尖角状交代结构。方铅矿、黄铜矿等矿物常呈尖角状交代黄铁矿、闪锌矿等; ② 骸晶、筛孔、港湾状结构。由于黄铁矿被方铅矿、黄铜矿、闪锌矿等矿物交代, 常呈骸晶状、筛孔状或港湾状; ③ 网状结构。黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、斑铜矿等沿黄铁矿的网状裂隙充填交代而成 (照片 7); ④ 镶边结构。方铅矿沿闪锌矿边缘交代, 黝铜矿沿黄铜矿、斑铜矿连生体的边缘交代而形成; ⑤ 交代残余结构。黄铁矿被黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等交代成残余状, 闪锌矿被方铅矿交代成残余孤岛, 斑铜矿被铜蓝交代成残余状。

(3) 应力变形结构: ① 压碎结构。黄铁矿颗粒受应力产生脆性破裂, 形成压碎结构; ② 变形结构。黄铁矿受应力产生塑性变形, 颗粒被拉长呈纺锤状, 且具定向排列 (照片 8)。

(4) 固溶体分解结构。格状结构: 黄铜矿呈细密的格子状分布于斑铜矿中。

(5) 表生作用形成的结构: ① 镶边结构。铜蓝沿斑铜矿边缘交代、褐铁矿沿黄铁矿边缘交代均形成镶边结构; ② 假象结构。褐铁矿交代黄铁矿, 当交代作用强烈时, 则只保留黄铁矿的外形, 构成假象褐铁矿; ③ 脉状穿插结构。由黄铁矿氧化形成的褐铁矿呈细脉穿插脉石矿物。

(6) 晶粒内部结构: ① 聚片双晶结构。闪锌矿颗粒中极其发育, 显微镜自然光下不经浸蚀清晰可见 (照片 6), 双晶纹平直, 宽度不一, 在颗粒内部是连贯的。受到应力作用时, 可见双晶纹发生弯曲; ② 解理结构。方铅矿的三组解理出露点和晶面构成的三角形凹陷, 形成黑三角孔; ③ 环带结构。偶见黄铁矿颗粒明显具环带, 环带以反射色不同于环内外而显示出来, 电子探针分析结果显示环带成分亦与环带内外不同。此外, 重结晶的胶状黄铁矿内部保留有由杂质构成的胶状环带, 此种环带也可以从黄铁矿被褐铁矿交代的假象中看出, 因杂质未被交代而显示出来。

2 成矿作用过程分析

矿石的矿物成分及矿石组构是成矿地质作用长期演化的终端产物, 根据矿石的矿物组合和矿石组构及它们的成因类型, 分析矿床成矿作用过程如下。

2.1 火山喷流-沉积成矿作用

北祁连火山成因块状硫化物矿床产于海相火山岩地层中, 具有典型的纹层状构造及变胶状结构, 表明了中寒武世黑茨沟群基性火山岩喷发与酸性火山岩爆发的间歇期, 火山喷流作用相当活跃, 携带着成矿物质的气液从喷口喷出到达海底, 这些高温气液 (300℃左右) 遇到冷海水 (2℃左右) 发生混合, 使气液温度急剧下降, 携带的成矿物质迅速达到过饱和, 在喷口水动力推动下, 沿喷口斜坡带以凝胶形式沉淀, 形成胶状硫化物。由于喷流脉动性活动的特点, 每次喷气的强度不同, 携带的成矿物质组分有差异, 因而沉积纹层的矿物成分及厚度也不一样, 形成典型的纹层状构造。

在喷流-沉积的后期, 松散的沉积物逐渐被压实, 原来胶状成因的硫化物逐渐发生重结晶, 胶状黄铁矿重结晶成为自形一半自形粒状变晶黄铁矿, 有些变晶中还残留有胶状环带及收缩孔隙, 其他多金属硫化物也相继重结晶形成他形晶。

2.2 变质退火作用

该区在成矿后发生了区域变质作用, 矿体围岩由凝灰岩变为片岩。伴随这一作用发生的退火反应, 使矿体内部的组分发生调整。野外观察未见到有脉状矿体的相互切割穿插关系, 室内研究显微镜下也未见到各纹层之间的细脉穿插, 因此认为这种组分的调整仅在层内进行, 调整的结果造成矿石结构上的变化。由

于各种矿物的特性不同,在退火反应中的变化存在差异,主要的作用有以下两种:

(1) 重结晶作用。退火时介质温度升高,发生广泛的重结晶作用。黄铁矿在重结晶过程中产生粗粒化,形成斑状变晶。黄铁矿、闪锌矿可以发生聚晶作用,聚晶由几至十几个颗粒聚集而成,常显示出由不同颗粒晶面堆砌而成的裙状边缘。重结晶的闪锌矿颗粒中普遍发育有聚片双晶,这种聚片双晶的特征是:双晶纹总是平行的,且边部平直,双晶颗粒是连贯的,这与生长双晶(双晶纹可以是连贯的,亦可以是部分的或被包裹的),转变双晶(双晶纹形态通常为纺锤状,形成交织网状连晶),压力双晶(双晶纹常发生弯曲、错动、破裂和叠加现象)不同,是典型的退火双晶。黄铜矿、方铅矿、黝铜矿常重结晶为不规则他形粒状集合体。

(2) 交代作用:变质热液使某些组分活化,并发生广泛的交代作用。黄铁矿的聚晶边缘被溶蚀为锯齿状,黄铜矿、方铅矿(少量闪锌矿、黝铜矿)沿黄铁矿颗粒的内部裂隙交代使黄铁矿成为骸晶状、筛孔状、港湾状,有时沿闪锌矿、黝铜矿的裂隙呈尖角状交代。

2.3 韧-脆性变形作用

在区域应力作用下,矿体围岩普遍发生小褶皱,矿体局部被挤压变形,膨缩明显。在矿体变形的同时,矿物亦产生不同程度的变形改造。黄铁矿是脆性矿物,相对黄铁矿而言方铅矿、黄铜矿、(闪锌矿)属于塑性矿物。在弱应变带,黄铁矿产生脆性破裂,形成网状裂隙,其它塑性矿物沿裂隙充填交代形成网状结构(照片 7)。在强应变带,矿物从脆性破裂转为塑性变形,黄铁矿碎斑局部被拉长,变形成纺锤状,并沿剪切方向定向排列(照片 8)。

2.4 表生风化作用

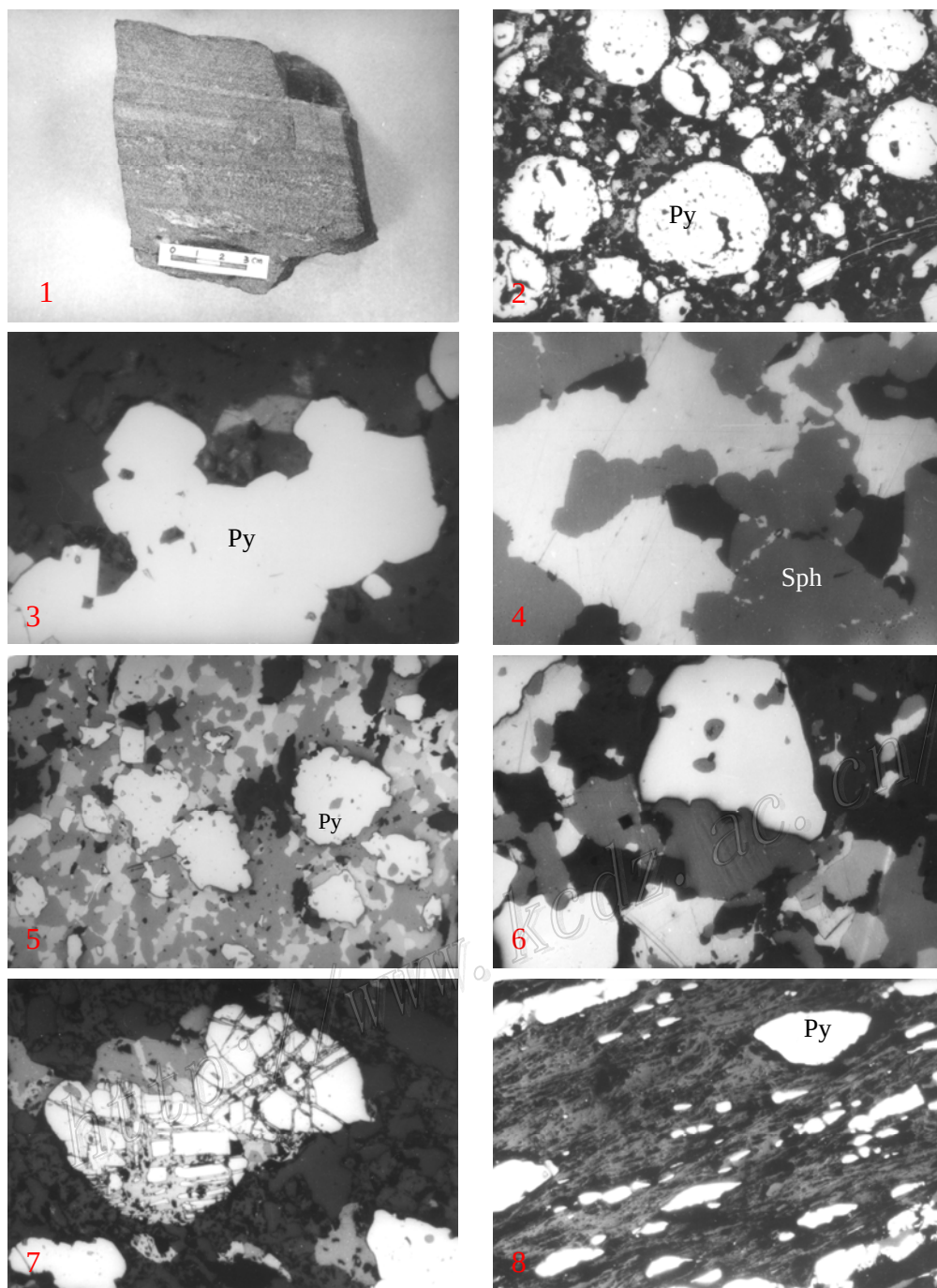
在表生作用下,原生矿物变得不稳定,黄铜矿、黝铜矿、斑铜矿变为铜蓝、孔雀石、蓝铜矿;黄铜矿、黄铁矿等变为褐铁矿。矿石变得疏松多孔。这一作用在矿田内影响不大,仅在个别矿床地表发育,表明表生风化作用较弱。

3 矿床成因的认识

与 Lydon (1984, 1988) 介绍的现代海底丘堤—烟囱矿床模型相比,本矿田各矿床(点)内未发现蚀变岩管中的网脉、细脉状矿石带,也未发现硫化物透镜体中央部位的角砾状构造、块状构造及磁黄铁矿等矿物。相反矿田内矿体呈层状、透镜状,与围岩产状一致,为整合矿体,纹层状构造是矿床中最主要的矿石构造类型,主要矿物组合为黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、(黝铜矿),因此认为该区矿床(点)为黑矿型远源块状硫化物矿床,相当于 Lydon (1984, 1988) 介绍的现代海底丘堤—烟囱矿床模型中硫化物透镜体的靠边缘部分。

参 考 文 献

- 陈正, 岳树勤, 陈殿芬. 1985. 矿石学. 北京: 地质出版社.
- 侯增谦, 蒲边彻郎. 1996. 古代与现代海底黑矿型块状硫化物矿床矿石地球化学比较研究. 地球化学, 25 (3): 228~241.
- 蒋敬业, 李方林. 1999. 北祁连火山成因块状硫化物矿床的金属来源研究. 地质科技情报, 18 (2): 57~61.
- 郭介人, 等. 1994. 西北海相火山岩地区块状硫化物矿床. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 徐国风. 1986. 矿相学教程. 武汉: 中国地质大学出版社.
- Lydon J W. 1984. Volcanogenic massive sulfide deposits, part 1: a descriptive model. Geoscience Canada, 11: 195~202.
- Lydon J W. 1988. Volcanogenic massive sulfide deposits, part 2: Genetic model. Geoscience Canada, 15: 43~65.



照 片 说 明

1—层状构造; 2—黄铁矿的变胶状结构 $d=1.74\text{ mm}$; 3—聚晶结构 聚晶黄铁矿边缘由诸多细粒黄铁矿晶面堆砌而成 $d=0.44\text{ mm}$; 4—聚晶结构 聚晶闪锌矿的群状边缘 $d=0.87\text{ mm}$; 5—熔蚀边结构 黄铁矿被方铅矿、闪锌矿交代成锯齿状熔蚀边 $d=1.74\text{ mm}$; 6—闪锌矿的聚片双晶(注意照片中部的灰色颗粒) $d=0.87\text{ mm}$; 7—网脉结构 斑铜矿、黄铜矿沿黄铁矿的网状裂隙充填交代 $d=1.74\text{ mm}$; 8—黄铁矿被拉长变形呈定向排列 $d=1.74\text{ mm}$;