

东昆仑矽卡岩及其成矿作用

杨永强¹, 孙江华², 李钟山³

(1 中国地质大学 地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083; 2 新疆地质矿产局物化探大队, 新疆 昌吉 831100
3 北京大学 地球与空间科学学院, 北京 100083)

位于青藏高原东北部的东昆仑地区是我国重要的金属成矿带, 其中与弧后裂陷的火山—沉积组合相关的热水沉积型铅锌(铜钴)矿床较发育。近年在本区发现了多处与层矽卡岩有关的热水沉积—叠加改造型矿床型矿床, 伴随成矿的层矽卡岩并非是典型内矽卡岩, 与岩体无关。包括新疆维宝铅锌矿床、青海肯德可克钴金铋多金属矿床、青海虎头崖铅锌矿等。

本文在野外实地调查和已有资料综合分析研究基础之上, 着重阐述了层矽卡岩的特征以及与其成矿的关系, 旨在为区域成矿规律总结和该类与矽卡岩有关的找矿工作提供借鉴。

1 层矽卡岩特征

矽卡岩本来指产在碳酸盐岩与中酸性岩体接触边界或近邻处, 主要由富钙镁的铝硅酸盐矿物组成的一种汽或水热交代变质形成的岩石, 其交代机制是所谓的双交代作用, 即由碳酸盐层一侧提供 CaO 、 MgO , 由岩浆一侧提供 SiO_2 、 Al_2O_3 。因此在产状上多见从岩体一侧向碳酸盐一侧发育的成分、结构分带, 它是由形成矽卡岩时的温度、成分梯度控制的。按这种理解, 矽卡岩的原岩应为碳酸盐岩。

维宝铅锌矿赋矿地层狼牙山组中层纹状矽卡岩不是这样的。首先, 狼牙山组中层纹状矽卡岩的野外产状不具备经典矽卡岩的特征, 而显示具矽卡岩成分特征层与非矽卡岩成分特征层以毫米到厘米级的互层状产出, 而且也看不出与特定的岩体在空间上的关系。在露头 and 薄片下都显示这些不同成分的层纹在褶皱之前就形成了, 而不是后来被交代形成的。原沉积层被褶皱之后发生过加热重结晶改造是存在的, 在改造(即变晶作用)过程中相邻成分层(包括层内流体成分)的差异是造成不同矿物组合在一个相邻层纹中共存的根本原因。这层纹状矽卡岩应该是曾发生过热变质的热水沉积岩。

热水沉积型层矽卡岩概念最早由 Stanton (1986) 提出。与传统意义上的接触交代成因矽卡岩相比, 层矽卡岩的矿物组成与其相同, 仍然是石榴子石、透辉石等矽卡岩矿物, 但产出特征、结构、构造及与岩浆岩的关系等方面则类似于化学沉积岩。因此, 它既有内生成因的矿物组成, 又有外生成因的岩石结构, 谓之层矽卡岩是对其双重特征的形象概括。与此类似, 祁思敬等 (1993) 把秦岭泥盆系中同样成因的层矽卡岩称为热水沉积“角岩”。

维宝矿区的层纹状矽卡岩特征为: ① 具有细层纹状沉积构造; ② 矿物粒径虽然在后续的热变质中可能有局部加大, 但多数矿物晶体是极细小的; ③ 部分主要由石英组成的岩石中石英均呈自形柱状, 不定向排列; ④ 狼牙山组整套地层中未见砂级碎屑以上碎屑沉积, 除有少量变质基性火山岩夹层外, 整套岩石显示硅质-碳酸质-泥质为端点及其相互混合的沉积为主特点, 可能形成于较深水体; ⑤ 矽卡岩属于自变质的产物, 火山岩热液提供了热源。

维宝邻区热水沉积成因的肯德可克钴金铋矿床, 矿区矽卡岩化普遍发育, 且极为强烈, 但并没有产在岩体接触带上, 而是受断裂构造控制, 形成于硅质岩与含碳钙质板岩的接触带。

2 成矿作用

2.1 肯德可克钴金铋矿

肯德可克矿床产于昆北早古生代中期(奥陶—志留纪)弧后裂陷,该阶段发育了一套含矿热水沉积岩系,海底火山热水喷流作用形成了一套硅质岩、大量微细粒黄铁矿、磁黄铁矿和胶黄铁矿,同时也携带了众多Co、Bi、Au、Cu等多种成矿元素,与汇入的陆源碎屑发生反应,致使物化条件发生改变,而共同沉积于盆地中,该时期由于构造环境改变较快,裂陷环境活动时短、热动力能量相对较小,该期成矿作用仅是成矿元素的预富集,因而并未形成同沉积矿床,仅仅是形成了较富集的矿源层,为后期热液改造成矿奠定了物质基础;晚古生代时期该区构造相对稳定,海西运动对该区影响不大,对其的影响可能是造成成矿元素的又一次预富集;中生代时期本区发生了规模最大的一次成矿作用,同时也是最主要的成矿阶段,印支—燕山期岩浆活动为该区带来了强大的热动力条件,热液交代成矿作用成为该矿床的最主要成矿作用,由于深部热源作用及区域变质作用的影响,致使深部岩浆热液沿构造薄弱地带发生迁移、上升,导致了硅质岩与含碳钙质板岩发生了Si、Ca双交代,在层间接触带形成了矽卡岩或矽卡岩化,同时热液活动与岩石发生水—岩反应,萃取岩石中的成矿元素,使成矿元素发生迁移、富集并存储,在构造薄弱的破碎矽卡岩内发生矿化或富集成矿;后期中高温热液成矿阶段矿化规模较小,仅表现为Cu、Mo矿化的叠加,Cu、Mo矿化脉体贯入、穿插于矽卡岩节理、裂隙中;最后低温热液成矿阶段的规模更小,该成矿阶段主要与石英斑岩脉的侵入有密切关系,沿断裂形成了萤石矿化;表生氧化阶段主要形成了钴华、镍华、褐铁矿、蓝铜矿及孔雀石等一系列表生矿物。

肯德可克矿床受特定的层位(海底热水沉积岩系)、构造(特别是多期次活动的脆、韧性断裂构造)和特有的地球化学环境—含碳质层位所共同控制,其成因可归结为热水喷流沉积—叠加改造型矿床。

2.2 白干湖钨锡矿

白干湖矿床受一定的层位、构造和特有的地球化学环境(富硼海水条件)所共同控制的,属于一套环境动荡、火山活动频繁、典型的弧后裂陷的火山—沉积岩石组合。成矿作用主要有热水沉积成矿作用、高温热液成矿作用和表生氧化成矿作用。

长城纪热水沉积成矿作用:海底火山热水喷流作用携带了众多W、Sn、Bi、Au等多种成矿元素,与陆源碎屑沉积于盆地中,由于该期裂陷作用活动时短,仅形成了具有一定规模的矿源层;晚加里东期高温热液成矿作用:该时期岩浆活动强烈,中酸性侵入体广泛发育,高温热液交代(矽卡岩化)成矿作用为该矿床的最主要成矿作用,含矿热液沿构造薄弱地带发生迁移、富集并储存,在适宜部位形成了钨、锡矿体;后期低温热液成矿作用的规模较小,对成矿或矿床改造较小,表生氧化成矿作用主要形成了钨华、褐铁矿、铜蓝及孔雀石等一系列表生矿物。该矿床成因为中高温热液型矿床。

3 矿床模型

在长城纪时期,该区处于古陆边缘裂陷活动环境,海底火山热水喷流作用形成了一套中酸性火山岩、富硼硅质岩(电英岩)、黄铁矿、磁黄铁矿,同时也携带了众多W、Sn、Bi、Au等多种成矿元素,陆源碎屑的加入改变了含矿热水的物、化性质,相互作用沉积于深海盆地中,由于该时期的裂陷作用活动时短,热动力条件不足,构造环境变迁较快,仅形成了具有一定规模的矿源层,为后期热液改造成矿奠定了物质基础;晚加里东期(志留纪)岩浆活动强烈,在此时期可能发生了强烈的壳—幔混合作用,地幔物质上涌,使深部流体加入到成矿流体中,由于中酸性岩浆活动的影响,致使岩浆含矿热液沿层间构造薄弱地带发生迁移,与围岩发生水—岩交换,萃取围岩(矿源层)中的成矿物质,使成矿元素发生迁移、富集并储存,形成了高温热液矿床。由于成矿物化条件的差异,在以碳酸盐地层为围岩时形成了矽卡岩化白钨矿矿石,而在变质砂岩、石英岩、片岩类地层中则主要形成石英脉型黑钨矿矿石。后期低温热液成矿作用的规模较小,对成矿或矿床改造较小,仅有晚期石英细脉等脉体穿切,主成矿期脉内发育了一些低温蚀变矿物;最后由于抬升遭受剥蚀,地表发生氧化作用形成了钨华、褐铁矿、铜蓝及孔雀石等一系列表生矿物。