

块状硫化物矿床成矿元素的富集作用可推定为四个期次。第一期为下地壳斜长角闪岩的玄武岩原岩所含的成矿元素,相对于地幔源岩的富集;第二期为斜长角闪岩部分熔融,形成石英角斑岩浆时的富集;第三期为石英角斑岩浆与幔源镁铁质岩浆发生混合作用时,产生的选择性成矿元素交换或富集;第四期为火山岩在海底发生海水、热液蚀变-变质作用时发生的成矿作用以及后期改造作用。

含金建造新类型——姚安石英镜铁矿脉型金矿

曹志敏

万运明*

(成都地质学院, 成都 610059) (云南省地矿局一大队, 云南寻甸 655200)

关键词 姚安、含金建造、石英镜铁矿脉型金矿

姚安金矿位于云南姚安县老街乡。大地构造隶属扬子准地台西缘,滇中台拗东侧。矿床赋存在中生代红层与喜马拉雅期火山机构外接触带,具有成矿时代新、矿石品位富、镜铁矿载金、矿床类型特殊等特点。

矿区主要出露有侏罗系妥甸组、白垩系和第三系沙沟组地层。第三系顶、底部发育一套火山杂岩,为本次工作发现。妥甸组紫红色中~厚层状钙质泥岩、粉砂质泥岩含盐溶孔洞,是重要的矿化层位。研究证实,所谓“姚安斑岩体”为一火山机构组成部分(火山颈相),与碱性~钙碱性($\delta=5.23$)火山熔岩、集块岩、碎屑岩及环状岩墙(煌斑岩群)、放射状裂隙带一起构成破火山口。其黑云母石英斑岩Rb-Sr年龄为48.90 Ma。

围岩蚀变有面状钠长石化,表现为泥质、粉砂质岩石中的自生钠长石普遍发育;而绢云母化、硅化、碳酸盐化呈带状,沿含矿裂隙分布;碱性岩脉发生青磐岩化。钠长石化与Au的富集关系密切,且受红层含盐晶溶洞影响。

控矿构造为一组张裂隙,充填含Au石英-镜铁矿脉或蚀变煌斑岩脉。矿体产状陡 60° 以上,长度几十至几百米,厚0.5~2.8 m,延深在250 m以上,矿脉群局部集中平行展布。

矿石以角砾状构造为主,次为条带状(石英-镜铁矿-黄铁矿-方解石条带),浸染状矿石较少见。热液矿物为自然金、镜铁矿、黄铁矿、石英、方解石和白云石,还有黄铜矿、方铅矿、黝铜矿、角银矿、螺状硫银矿、辉银矿,重晶石以及微量Cu、Pb、Bi、Ag的硫酸盐类矿物(帅德权等,1990)。自然金呈粒状和片状赋存于黄铁矿裂隙与镜铁矿晶片间,为显微金或次显微金。

矿石硫同位素组成以富集重硫为特征,仅个别样品显示轻硫的富集。硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $-3.4\sim+9.1\%$,平均 $+3.37\%$ (15件),极差达 $+12.5\%$,标准差3.22。采用矿物共生组合与物理化学平衡分析法确定其热液系统总硫源于火成岩。硫酸盐 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $+10.41\sim14.53\%$,

*参加本项目研究工作的有郑明华、张斌、刘福辉、王崇云、帅德权、谢振达、张宝柱、刘建明、沈秋伟等。

硫可能源于围岩及同期海水。碳同位素资料表明成矿流体中的碳源自陆相地层(方解石 $\delta^{13}\text{C}$ 为 $-3.69\sim-5.781\%$)。氢氧同位素测定含Au矿脉中的石英、方解石、镜铁矿、黄铁矿与重晶石的流体包裹体,包裹体水的 δD 为 $-75.0\sim-167.7\%$,矿物 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $+2.71\sim+16.961\%$,计算 $\delta^{18}\text{O}$ 水值为 $-3.456\sim+8.798\%$ 。在 $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}$ 组成图解上推测成矿介质主要与大气降水有关。矿石、地层及火成岩中的铅均属多阶段铅。矿石铅测定主要的矿石矿物方铅矿、黄铁矿、镜铁矿、重晶石,10件样品的同位素组成均很接近: $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.080\sim18.553$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.4146\sim15.6667$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.42\sim39.165$,变化率均在2%左右。岩石铅包括沉积岩和正长斑岩的样品:沉积岩 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.02\sim18.321$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.54\sim15.597$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=37.67\sim38.523$;火成岩铅同位素组成 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=17.498\sim18.23$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.310\sim15.55$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=36.096\sim38.70$ 。矿石、地层与火成岩铅同位素组成具较好的线性相关,模式年龄可分成若干组,除镜铁矿样品为14Ma(H.H单阶段年龄)外,其它计算结果与实际地质年龄不符(多为负年龄),表明本区铅的多阶段演化特点。矿石铅分析说明其来源为正长斑岩,兼有地层铅的混入,它们共同构成矿质源岩系统的特点。

稀土元素含量及配分型式采用火成岩、沉积岩、矿石和矿石矿物(黄铁矿、石英、重晶石、方解石、镜铁矿)的含量比例组合对比研究,结果是矿石及其热液矿物的稀土元素组成特征更接近沉积岩,而火成岩差别甚大,推测矿石的稀土元素是成矿流体沉积岩中淋滤出来的,而非岩浆热液所为。

流体包裹体研究表明,石英-黄铁矿阶段成矿温度为 $242\sim173\text{ }^{\circ}\text{C}$,方解石-镜铁矿阶段成矿温度为 $260\sim196\text{ }^{\circ}\text{C}$,重晶石形成温度为 $178\sim102\text{ }^{\circ}\text{C}$,结合矿物组合特征与热液矿脉穿插关系,上述温度(均一法)分别代表成矿早、中、晚三个阶段。石英包裹体盐度11.11%(NaCl, wt%下同),方解石为11.95%。三个矿化阶段成矿溶液的pH均为 $5.24\sim5.95$;氧逸度参数 f_{O_2} 为 $10^{-41.70}\sim10^{-38.20}$ 。热力学计算的矿质搬运形式以低价金氯化物 AuCl^- 的形式为主。

综合上述资料初步认为,次火山-火山活动为热液成矿作用提供了充足的成矿能量和大多数矿物质,还在较大程度上加剧了围岩的破碎,为成矿活动创造了空间条件。而大气降水环(渗)流增热机制,是晚期煌斑岩脉的侵入,当热液对围岩及岩体裂隙系统环渗流时,矿源岩(层)为成矿提供了Au、Pb和S等。根据包裹体中大量沸腾包裹体(CO_2 包裹体)存在的事实,推测矿质沉淀就位系减压沸腾作用,矿体均位于具扩容减压属性的环状裂隙带即为佐证。

姚安金矿的研究开辟了碱性岩区找金工作新领域,也为金矿含矿建造增加了新类型。可以预料,在滇中碱性岩群中重新研究,认识碱性岩与成金的关系具有一定的理论意义和现实意义。