云南省富宁县者桑金矿床载金矿物黄铁矿-毒砂-闪锌矿标型特征浅析

代鸿章[1],陈翠华[1],顾雪祥[2],李葆华[1],董树义[1]

(1. 成都理工大学 地球科学学院,四川 成都 610059;
2. 中国地质大学(北京) 地质过程与矿产资源国家重点实验室,北京 100083)

云南省富宁县者桑金矿是处在滇、黔、桂"金三角"构造带中典型的微细浸染型金矿床。冯建川等(1992);国家辉等(2001);吴赵全等(2007);王臣兴(2008)对本区金矿床地质特征进行了研究,彭秀红等(2009)通过矿物流体包裹体研究,对者桑金矿床的成矿流体性质及来源,成矿物理化学条件有了一定认识。但尚未见对与该区矿床成因密切相关的载金矿物标型特征进行研究的文献资料。本文作者通过对者桑金矿床重要载金矿物黄铁矿、毒砂及闪锌矿等标型特征的研究,初步分析了各矿物的载金标型及形成条件,并将在进一步研究工作中对金的赋存状态及在不同矿物中的差异性富集机理进行深入详细的阐述。

1 黄铁矿标型特征

黄铁矿含量占矿区金属矿物的 75% 以上。含金黄铁矿中 Au 含量可达 $1000\times10^{-6}\sim3400\times10^{-6}$,黄铁矿含金性由优到差表现为细粒破碎黄铁矿、细粒自形黄铁矿、粗粒破碎黄铁矿、粗粒自形黄铁矿、草莓状黄铁矿和胶状黄铁矿。含金黄铁矿反射色较深,多为暗黄色,浅绿黄色,不含金黄铁矿多为黄白色,显强金属光泽(Greg B. Arehart, et al., 1993)。维氏硬度(H_V)测试数值表明,含金性好(或较好)的黄铁矿硬度(平均 1055 kg/mm^2)相比不含金(含金性差)黄铁矿硬度(平均 1204 kg/mm^2)低,这可能是由于含金黄铁矿含 As 较高,晶体结构常发生线状位移及存在较多的包裹体等因素,而使其硬度降低(宋焕斌, 1989)。As 含量为 3.08% 的胶状黄铁矿(964 kg/mm^2)比 As 含量为 0.11% 草莓状黄铁矿(1296 kg/mm^2)的硬度明显偏低,这也反映出胶状黄铁矿在沉积成岩期后受到热液改造而使其 As 含量增加。细粒黄铁矿和破碎黄铁矿大多具有较高的金含量,这是由于细粒黄铁矿和破碎黄铁矿具有较大的比表面积,使沉淀于表面的自然金和吸附金增多,含金性显著提高(李红兵等, 2005)。同时本矿区中破碎(包括细粒及粗粒)黄铁矿电子探针测点全部含金,相对较自形黄铁矿含金性更优。这说明金的沉淀富集可能是由于发生构造—热液脉动时,使原先生成的黄铁矿大量破碎,形成一道地球化学屏障,当含金流体流经这一屏障时,大部分金快速沉淀于黄铁矿的表面、裂隙和晶隙中(贾建业等, 1996)。因此者桑金矿床中黄铁矿具较深反射色,硬度偏低,呈细粒状、破碎状为其载金标型。

所测黄铁矿的 w(Fe)和 w(S)平均值分别为 50.62%和 45.74%,w(As)平均为 2.51%,表现为亏 Fe 亏 S 富 As 特征。由此可看出者桑金矿床具有中低温热液成因特征(徐国风等, 1980)。w(Co)平均为 0.07%,w(Ni)平均为 0.02%,w(Co)/w(Ni)介于 0.67~4 之间,平均 1.80,变化较大,表现为热液型黄铁矿特征(Bralia et al., 1979)。由中国各种成因黄铁矿 Co-Ni-As 原子百分比三角图(宋学信, 1986)可得本区黄铁矿主要分布在 I_B 区(夕卡岩-热液黄铁矿投影区),个别点分布在 I_A(沉积与层控黄铁矿投影区)与 I_B 分界线附近。由黄铁矿 Co-Ni 比值成因图解(Bralia, 1979; Bajwah et al., 1987; Brill, 1989),可看出草莓状黄铁矿落在沉积成因矿床范围;含金黄铁矿样品点均落在热液成因矿床范围,少量样品点及胶状黄铁矿落在热液成因矿床和沉积成因矿床的边界相间处。均反映出本区

基金项目:国家自然科学基金重点项目(40772060);教育部高校博士点基金(20095122120020);成都理工大学中青年骨干教师培养计划

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

黄铁矿受到多期次热液的叠加改造作用。黄铁矿中主微量元素经 P-P 图统计分析均服从正态分布，聚类分析显示 Mo 与 Fe、S 关系密切，同时本区黄铁矿中 Mo 含量高达 $5400\times10^{-6}\sim7600\times10^{-6}$，推测与该区碳质泥(页)岩存在一定关联。

2 毒砂标型特征

毒砂含量占矿区金属矿物的 15%。金含量达 $1300\times10^{-6}\sim2800\times10^{-6}$。形成于热液成矿中期的毒砂主要呈粗大自形、半自形柱状、板柱状、菱面状；呈细小针、柱状毒砂形成于成矿晚期热液。含金毒砂反射色较不含金毒砂反射色(亮黄白色)较深，呈暗黄白色。维氏硬度值测试显示，本区毒砂硬度总体偏低，推测与其 Co 含量(平均 6000×10^{-6})增加有关。粗粒毒砂硬度(平均 751 kg/mm^2)较细粒毒砂硬度(平均 884 kg/mm^2)偏低；含金毒砂(平均 784 kg/mm^2)较不含金毒砂硬度(平均 851 kg/mm^2)偏低。Au 在粗粒毒砂和细粒毒砂中均有分布，总体表现为细粒毒砂含金性优于粗粒毒砂。因此者桑金矿床中毒砂反射色较深，硬度偏低，化学成分表现为富 S 亏 As，含 Se、Mo、Co 而贫 Zn、Mn 为其载金标型。

3 闪锌矿标型特征

闪锌矿仅占本矿区金属矿物的 0.5%，手标本下不可见，显微镜下呈细粒状、不规则状(8～55 μm)分布于黄铁矿、毒砂边缘或嵌于晶间裂隙，或呈孤立状分布，指示其晚期热液成因特征。闪锌矿维氏硬度值平均 212 kg/mm^2，内反射黄褐色，较透明，指示中低温相。电子探针测试显示闪锌矿中金含量高达 $3500\times10^{-6}\sim6400\times10^{-6}$，$w$(Fe)为 0.57%～2.39%，Mo 含量可达 $4000\times10^{-6}\sim5700\times10^{-6}$。被闪锌矿沿裂隙或边缘所充填或交代的黄铁矿、毒砂并未检测到 Au；同时含金闪锌矿呈“共沉淀”结构乳滴状黄铜矿(黄铜矿并不含金)为其含金标型特征，不含金闪锌矿未见此结构。关于在成矿热液晚期生成闪锌矿而使金富集的过程尚须进一步深入探讨。

综上所述，各类型载金矿物标型特征指示者桑金矿床为中低温热液型矿床。成矿阶段大致可划分为沉积成岩期，热液成矿期，表生氧化期。其中热液成矿期可划分为黄铁矿-毒砂-石英脉主成矿阶段；毒砂-闪锌矿-黄铜矿-方解石脉成矿晚期阶段。黄铁矿为者桑金矿区内最重要的载金矿物，反射色较深，硬度偏低，细粒状、破碎状，亏 Fe 亏 S，富 As 富 Mo 为其含金标型。毒砂是者桑金矿床中仅次于黄铁矿的重要载金矿物矿物，反射色较深，硬度偏低，富 S 亏 As，含 Se、Mo、Co 而贫 Zn、Mn 为其含金标型。闪锌矿含呈“共沉淀”结构的乳滴状黄铜矿，在成矿热液晚期表现为使金再富集的作用，机理尚不明确。各载金矿物均富集微量元素 Mo，推测与该区碳质泥(页)岩存在一定关联，Mo 与金成矿的关系有待进一步研究。矿物颗粒破碎程度的加深及物质化学成分的变化反映该区受到多期次热液的叠加改造作用。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net