

道(局部富集成矿)。热液向上运移过程中,碳酸盐岩的顶底板粘土岩形成良好的封闭层阻止热液扩散而导致含矿热液沿孔隙度大的碳酸盐岩侧向运移并富集而成黔西南独特的层控型矿床—水银洞金矿。

## 贵州都匀牛角塘镉锌矿床中硫镉矿的存在形式及成因讨论

刘铁庚, 王兴理, 叶霖, 邵树勋

(中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究实验室, 贵州 贵阳 550002)

贵州牛角塘隔镉矿床是目前世界上最富镉的矿床: 其含量是世界上其它铅锌矿床Cd含量的几到几百倍。在一个矿床中发现如此高含量和多种存在形式的硫镉矿在国内外尚未见报导。硫镉矿的存在状态如下: ①呈包裹体产于硫化物中; ②以不规则晶粒赋存于硫化物粒间; ③硫镉矿—方铅矿或硫镉矿微脉基本都局限在闪锌矿内; ④围绕黄铁矿中方铅矿包裹体四周分布; ⑤与闪锌矿形成相间条纹; ⑥硫镉矿呈残骸状角砾产出; ⑦围绕闪锌矿四周生分布, 有的早自形或半自形晶; ⑧菱锌矿—硫镉矿细脉穿切矿石或白云石; ⑨构成菱锌矿—硫镉矿疏松集合体; ⑩呈皮壳状或薄膜状分布。前6种产出形式可能为原生硫镉矿, 主要分布在原生矿石或弱氧化的矿石中。后3种为次生硫镉矿, 分布于氧化或半氧化矿石的空洞中、表面和裂隙面上, 主要与菱锌矿共生。第七种产出形式既有原生的, 也有次生的。过去大多数人认为硫镉矿都是次生的。原生硫镉矿的发现填补了我国矿物学上空白, 而且在成因矿物学和地球化学上都具重要的意义。

## 卡林型金矿不可见金与超压流体(Overpressured fluid) 关系探讨

——以贵州贞丰水银洞金矿为例

张兴春<sup>1</sup>, 苏文超<sup>1</sup>, 夏勇<sup>1</sup>, 刘建中<sup>2</sup>, 陶琰<sup>1</sup>, 高振敏

(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学重点实验室; 2. 贵州紫金矿业有限公司)

贵州水银洞(岩上)微细浸染型金矿产于贵州省贞丰县境内, 是目前我国第一个成功地从原生硫化物矿石中商业性生产出金的微细浸染型金矿矿山。该矿床的矿体产于灰家堡背斜东段核部的上二叠统龙潭组地层中及其与中二叠统茅口组灰岩的接触带, 呈几层基本平行分布的似层状和透镜状产出。金矿化主要赋存于硅化白云石化生物碎屑灰岩和泥灰岩(85%)和强硅化角砾状粘土岩(14%)中, 且主要集中分布于灰家堡背斜核部离背斜轴心300米的范围以内(刘建中, 2001, 2003)。产于龙潭组蚀变生物碎屑灰岩和泥灰岩中的似层状矿体具有金品位富而稳定的特征, 它们的顶底板为特征的黑色碳质页岩。而产于龙潭组与茅口组灰岩接触带(强硅化角砾状粘土岩、灰岩)的透镜状矿体则具有金品位贫而变化大的特点, 他们的顶底板分别为粉砂质粘土岩和纯灰岩。矿石的金品位主要与微细浸染状分布的黄铁矿(一般0.001~0.05毫米五角十二面体为主)和毒砂(多

在0.2毫米以下的针状体)有关, 而与顺层分布的颗粒较粗(0.2~1毫米为主)的不规则状黄铁矿、黄铁矿斑团、浸染状分布的草莓状黄铁矿(成岩期)没有相关关系; 金矿化与热液蚀变作用有关, 这反映在与矿层间的未蚀变生物碎屑灰岩和相同于矿体层位但远离背斜轴部的未蚀变生物碎屑灰岩都没有什么金矿化。主要围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、碳酸岩化、毒砂化、雄雌黄化、辉锑矿化、辰砂化等。与金矿化有关的热液蚀变为硅化、含砷黄铁矿化、白云石化、毒砂化, 而主要只在有金矿化的断层中才见到的雄雌黄化、辉锑矿化、辰砂化等为主金矿化期后的热液蚀变作用。

对水银洞金矿高品位金矿石(46g/t, >100g/t)样品进行了金的赋存状态研究。反光显微镜和电子探针工作都没能在其中观察到或检测到自然金颗粒。利用高分辨率电子探针(CAMECA SX-50型)对该金矿原生矿石中环带状黄铁矿和连生毒砂进行了金、砷、锑的x-射线成分扫描分析, 所获的扫描图展示了金主要赋存于砷黄铁矿环带和毒砂(热液期形成)中, 而砷黄铁矿环带内的不规则状或草莓状内核不含金(应为早于金矿化形成的黄铁矿)。环带状黄铁矿和毒砂中金分布与砷的分布有对应的相关关系。而对砷黄铁矿环带进行的金含量波谱定量分析显示, 金在砷黄铁矿环带中的含量并不随这种环带中的砷含量增高而增高, 特别是在含金高达7~8%的部位往往不含金或含金很低, 即金与砷在砷黄铁矿环带中的含量分布不呈线性正相关关系, 而是高金含量与中等砷含量(3~6%)相对应。因此认为金在这些砷黄铁矿环带中可能以亚微米—纳米级的颗粒状不可见金不均匀浸染状分布, 而不太可能是以晶格金(即以 $Au^{3+}-As$ 成对置换黄铁矿晶格中的 $Fe^{2+}-S$ )的状态存在。

对水银洞金矿产于金矿化断层中的脉状和团块状石英进行了流体包裹体研究。石英中原生流体包裹体以孤立状分布、负晶形为其特征, 一般大小(直径)5~60 $\mu m$ , 多数为10~30 $\mu m$ ; 次生流体包裹体则呈不规则状或负晶形, 一般大小5~50 $\mu m$ , 多数10~50 $\mu m$ , 通常沿裂隙分布, 裂隙中常见黄铁矿、毒砂、辉锑矿、雄黄(雌黄)等硫化物, 反映了这些硫化物稍晚于石英的形成。这些沿裂隙分布的流体包裹体可能保存有矿流体的信息。按室温(25~ $^{\circ}C$ )下包裹体的相态特征及冷冻过程中相的变化, 可将石英中的流体包裹体划分为四大类, 它们包括液态 $CH_4-N_2-CO_2$ 体系( $L_{CH_4+N_2+CO_2}$ )、气相 $CH_4-N_2-CO_2$ 体系( $V_{CH_4+N_2+CO_2}$ )、气液相 $V_{CH_4+N_2+CO_2+H_2O}$ 体系和富 $CO_2$ 体系。这些流体包裹体常共生在一个平面内或裂隙中, 暗示它们是由流体的不混溶作用所形成的。上述不同类型的流体包裹体体系是通过显微测温学和激光Raman探针分析后所确认的。近200个流体包裹体的显微测温结果表明, 主成矿期 $V_{CH_4+N_2+CO_2}+L$ 相流体包裹体的均一温度为200~220 $^{\circ}C$ , 盐度5~6wt%NaCl; 与 $V_{CH_4+N_2+CO_2}+L$ 共存的富 $CO_2$ 相流体包裹体, 也显示相同的均一温度范围(200~220 $^{\circ}C$ )。初步压力计算表明, 成矿流体的具有很高的压

力(1000~2000bar)。表明石英的流体包裹体所捕获的流体是一种富含挥发份组份(CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>)、低盐度、具有还原性质和较高内压的流体。

为什么卡林型金矿石中的金都是以不可见金(亚微米或纳米级金或晶格金?)不均匀地分布于砷黄铁矿环带(通常只有几个微米宽)和毒砂(约20微米宽)中呢?可以认为,金沉淀的过程就是通常只有几个微米宽砷黄铁矿环带形成的过程,即金的沉淀过程是一个所需时间相对很短的、突然的成矿作用过程。而只有使成矿热液系统的压力骤降,才能快速打破体系原有的平衡,使成矿元素发生快速沉淀而成矿。

水银洞金矿的成矿流体是一种富含挥发份(CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>)、低盐度、还原性、具有超压性质(1000~2000bar)的流体。这种超压流体的形成需要一种地质意义上封闭的构造盖层(封闭层)—碳质页岩,它使流体有可能高度预富集金并使这种具有较强渗透能力的成矿流体能在渗透性较好的岩石(如生物碎屑灰岩、泥灰岩、钙质或含火山凝灰质粉砂岩等岩性)中发生侧向运移与渗透,从而使不纯碳酸盐岩发生去碳酸盐化和弥散状硅化等热液蚀变。当封闭层—碳质页岩因断裂作用而被破坏时,将使热液体系的压力发生骤降,从而使成矿热液所携带的金能够随砷黄铁矿的快速结晶(部分是在沉积成因的黄铁矿内核上结晶)而沉淀下来。同时,层状矿体间可能存在的逆冲断裂(在III(矿层和III<sub>d</sub>矿层之间已经工程证实发现有矿化的逆冲断裂相连),将为成矿流体穿透一些构造封闭层—如碳质页岩到达另外一些渗透性较好的地层—不纯碳酸盐岩(这些地层上必须有封闭层覆盖),使之发生去碳酸盐化、弥散状硅化等热液蚀变和金矿化提供了条件。这可能是水银洞金矿形成多层基本平行排布的似层状和透镜状矿体的成矿机理。

## 黔东南金矿的构造特征及其模拟实验

吴学益<sup>1</sup>, 卢焕章<sup>2</sup>, 王中刚<sup>3</sup>, 陈文一<sup>3</sup>, 朱笑青<sup>1</sup>

1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学重点实验室; 2. 加拿大魁北克大学应用科学系; 3. 贵州省地矿局科学研究所

本文所论述的黔东南金矿,系指贵州省东南部的天柱、锦屏县境内所产的石英脉型金矿床。其大地构造位置正处于华南加里东褶皱带与扬子准地台的结合部位。我们在前人工作的基础上,通过最近几年的工作获得以下初步结果:

1. 黔东南金矿成矿的地质条件——由于该区处于两构造单元的结合部位,并经历了多次构造运动,形成了武陵期构造层、四堡期构造层和雪峰期构造层。黔东南金矿主要分布在晚元古界下江群浅变质岩系中。其中所夹的火山物质为金的成矿提供了丰富的物质基础。其后的加里东运动、印支—燕山运动及喜马拉雅运动均不同程度的影响和改造了古老的基底,同时也形成了该区的盖层。加里东运动使基底产生强烈的褶皱和断裂,同时伴有岩浆活动,为金的成矿提供了部分物质并为成矿物

质的活化、迁移提供了热动力条件以及有利的空间条件。

2. 黔东南金矿的构造特征——根据黔东南金矿地质填图及卫星影像资料,该区具以下特征:在区内由北向南发育三条近东西向的断裂带,在东西向断裂带之间,发育着明显受东西向断裂带所控制的北东向褶皱、断裂和裂隙密集带。这些北东向褶皱、断裂和裂隙密集带与本区石英脉金矿的形成有着非常密切的关系。此外,黔东南还发育一些规模不等、成因各异的环形构造,其中有的环形构造可能是深部隐伏岩体的反映。

3. 构造对金矿成矿的控制——黔东南天柱、锦屏县境内的石英脉型金矿明显受构造控制,其中东西向构造带控制金矿呈带状分布;北东向褶皱、断裂和裂带控制石英脉型金矿床;而层间虚脱或层间破碎带和穿层破碎带或裂隙则控制石英脉金矿体的产出,致使区内含金石英脉主要呈顺层或穿层的含金石英脉矿体或呈其它不规则的矿体产出。其形态、产状和规模明显受构造裂隙或破碎带控制。

4. 构造控金的模拟实验——我们将野外采集的岩石或矿石样品制成实验所需的形状、规格,利用我们自己建立的构造地球化学(构造与成矿)实验室的实验条件,进行构造控矿模拟实验:

4.1 岩石、矿石的变形、破裂实验——初步实验结果表明,当实验温度、压力较低,时间较短时,试样多出现平行压应力方向的张破裂或产生顺层的张破裂;当实验温度、压力较高,时间较长时,试样中常产生共轭的“x”剪切破裂,有时则发育一组沿层理方向发育的裂隙和一组穿层发育的裂隙。

4.2 物质活化、迁移与富集的模拟实验——初步实验结果表明,当实验温度、压力较低、时间较短时,不仅岩石、矿石变形、破裂不强,而且物质活化、迁移和富集也不太明显,随着实验温度、压力的增加,时间的延长,岩石、矿石的变形、破裂越来越发育,成矿物质活化、迁移和富集的现象越来越明显,并沿顺层裂隙及穿层裂隙充填,或沿交叉裂隙充填。与该区含金石英脉矿体产状类似。这就为阐明该区石英脉金矿床分布规律和矿床成因提供实验资料和依据。

## 黎平县冷水塘锰矿的发现及其经济地质意义

程国繁<sup>1</sup>, 李大友<sup>1</sup>, 张权莉<sup>2</sup>, 李基林<sup>3</sup>, 孟康元<sup>3</sup>

(1. 贵州省黄金公司; 2. 贵州省地调院; 3. 黎平县国土资源局)

近年来,有群众在黎平县冷水塘、茶山等地开采锰矿,矿石主要销往湖南。黎平县境内首次发现锰矿,县政府及县国土部门对此非常重视,2004年4月上旬,县国土局组织地质专家对冷水塘一带的锰矿资源进行专题考察。作者根据野外考察收集的有关资料,结合区域地质资料,对锰矿产出的地质背景、矿床特征及成矿条件作简单介绍,目的在于探讨该锰矿的成矿前景及其经济地质意义,关注经济欠发达地区潜在的经济增长亮点。