

# 丹巴燕子沟金矿成矿模式与矿床类型探讨

## ——来自矿床地质与地球化学方面的证据

侯林<sup>1</sup>, 汪雄武<sup>2</sup>, 彭惠娟<sup>2</sup>

(1 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083; 2 成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059)

### 1 地质背景

研究区大地构造属扬子板块东缘, 松潘—甘孜造山带(许志琴等, 1992)。地层属丹巴构造岩片单元, 出露泥盆系危观群地层。金矿床处于永西穹窿核部, 铜炉房背斜西侧, 东谷断裂、两河口断裂等断裂与该穹窿交汇复合、构造活动强烈的特殊位置, 这些构造从宏观上控制着矿床的形成。

### 2 矿床地质

丹巴燕子沟金矿矿体赋存于泥盆系危观群第四岩组(Dwg4)黑色炭质板岩千枚岩与灰绿色石英绢云母千枚岩中。炭质岩层为矿体顶板(底板)时, 作为地球化学障对矿液富集起了良好的遮拦作用, 并且因其高C、S而作为良好的地球化学障。金矿体分为含金石英脉型和炭质板岩型2种。矿石金属矿物主要有热液期的硫化物, 沉积成岩期残留的黄铁矿、不同成矿阶段的热液成因增生环带黄铁矿。矿石具有角砾状、脉状、土状等构造及自形-半自形粒状、增生环带、他形粒状、交代残余等结构。金主要以包裹体金、裂隙金、粒间金的形式赋存在黄铁矿、黄铜矿等硫化物和褐铁矿中。主要的围岩蚀变有硅化、黄铁绢英岩化、绿帘石化等。矿床的成矿作用演化划分为热水沉积期、热液期和表生期, 其中热液期为矿床的主成矿期, 结合矿化蚀变与矿物共生组合该期可进一步划分为石英-黄铁矿阶段、金-多金属硫化物-石英阶段、石英-方解石网脉阶段。

### 3 地球化学特征

矿床矿石常量、微量、稀土元素显示矿化组相对围岩具有继承性, 成矿元素组合为Au-Ag-Cu-Pb-Zn。赋矿地层具有水成和热水成因的特点。硫化物石英脉流体包裹体主要分为含CO<sub>2</sub>包裹体和盐水溶液包裹体两种, 前者具有典型造山型金矿变质热液特点, 均一温度中等(220~380℃)、低盐度(w(NaCl<sub>eq</sub>) 6.97%~15.42%)、低密度(0.95~1.00 g/cm<sup>3</sup>)、高CO<sub>2</sub>、流体压力172 MPa, 深度6.7 km; 后者均一温度低(100~220℃)、盐度低(w(NaCl<sub>eq</sub>) 2.82%~15.00%)、密度低(0.20~0.38 g/cm<sup>3</sup>)、几乎不含CO<sub>2</sub>, 流体压力69 MPa, 深度2.7 km, 具有大气降水的特点。成矿流体为酸性(pH为4.27-5.45), 高硫逸度(-6.16~-16.37), 低氧逸度(-27.47~-42.35), 为相对还原环境(E<sub>h</sub>为-0.02~-0.33)。石英氢氧同位素和石英包裹体成分特征均显示成矿流体主要分为两期, 前期为受较强烈构造作用改造的变质水, 后期为混入了大气降水的混合型热液; 元素特征和硫化物铅同位素具有造山带的特征, 显示其形成于造山带构造环境, 成矿动力来自陆内造山作用; 硫同位素显示多源性—围岩及岩浆<sup>[2]</sup>。

### 4 成矿模式

本区泥盆系炭质岩在沉淀期, 由于碳对金的吸附作用, 造成了金的初次富集。在青藏高原和扬子地台的相互挤压作用下, 川西地区地壳褶皱升起, 并发生区域变质作用。岩石在变质过程中发生脱水作用, 为形成金矿提供了变质流体。发生陆内造山作用, 形成穹窿, 在穹窿底部的隐伏岩体的驱使下, 变质热液开始在地下循环, 并不断从围岩和岩体中萃取金。

成矿I期, 含矿溶液经北北西向深大断裂进入矿区, 并通过东西向断裂运移, 在物化条件发生变化的情况下, 金发生沉淀, 富集于北西北东向张性断层破碎带及其交汇地段。

成矿Ⅱ期,强烈的造山作用使得地层继续隆起,原来处于张节理外侧的岩层由于重力作用,地层与地层之间发生层间滑动。韧性剪切带中的剪切系统与之前的东西向节理相叠加(使成矿流体运移有了空间),矿带的宽度变化较大,并在局部见石英晶簇的发育。

成矿Ⅲ期,大气降水加入,与前期变质热液相混合。流体发生混合作用,造成金的再次富集。此期次广泛分布石英-方解石网脉,其中烟灰色脉金矿化明显。

成矿后期,随着地壳不断抬升,在湿热的气候条件下,原生矿经氧化作用形成铁帽。

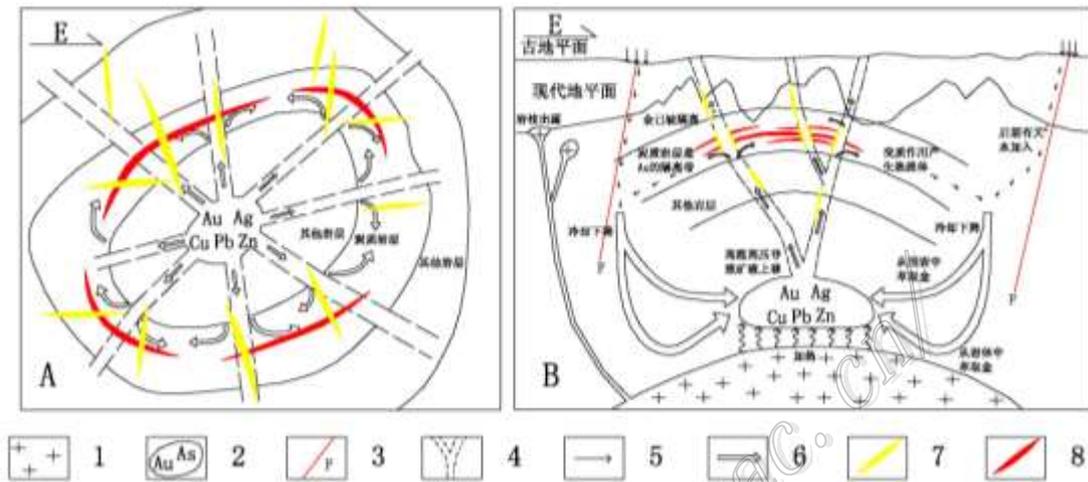


图1 成矿模式示意图(A:平面示意图; B:剖面示意图)

1—岩体; 2—矿液中心; 3—断层; 4—米字型构造—主要运、储空间; 5—矿液沉降方向; 6—矿液上升方向; 7—硫化物石英脉型矿体; 8—似层状矿体

## 5 矿床类型

造山型金矿系统的实质是由变质热液形成的受构造控制的脉状后生金矿床,在时间和空间上与造山作用有关。前人大量研究表明(陈华勇等, 2004),造山型金矿的流体包裹体主要有3种成分类型,即富 $\text{CO}_2$ 包裹体、含 $\text{CO}_2$ 水溶液包裹体和水溶液包裹体,成矿流体是低盐度的碳质流体, $\text{CO}_2$ 含量高,可见 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 不混溶,盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 通常低于10%。在韧性剪切带内,流体压力变化于超静岩与低于静岩或净水系统之间,并由断层阀模式控制,温度高于 $200^\circ\text{C}$ ;从早到晚,流体包裹体的捕获温度和压力降低,从超静岩压力系统变化到净水压力系统,流体温度一般低于 $500^\circ\text{C}$ (涂光炽, 1998)。通过浅源低温热液的注入,流体成分由富含 $\text{CO}_2$ 演变为水溶液, $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 比值逐渐降低,盐度升高,表明发生了以 $\text{CO}_2$ 逸失为特征的不混容或沸腾现象。

鉴定造山型矿床或变质热液矿床的最重要标志是其低盐度、富 $\text{CO}_2$ 的流体包裹体,已知微细粒浸染型、浅成低温热液型、热水沉积型等改造热液矿床不发育富 $\text{CO}_2$ 流体包裹体,虽然浆控高温热液型矿床发育富 $\text{CO}_2$ 流体包裹体,但其盐度较高,甚至出现多类子晶矿物(Kerrick et al., 2000)。

综上所述,根据流体特征,丹巴燕子沟金矿属于造山型金矿床。

## 参考文献

- 陈华勇, 陈衍景, 倪培, 张增杰. 2004. 南天山萨瓦亚尔顿金矿流体包裹体研究[J]. 矿物岩石, 24(3): 46-54.
- 李金祥, 邓军, 等. 2004. 山东招远金矿集中区矿床及围岩中硫和铅同位素的研究[J]. 现代地质, (02): 35-40.
- 涂光炽. 1998. 论改造成矿兼现行矿床成因分类中的弱点[A]. 地球化学文集[C]. 北京: 科学出版社. 1-7.
- 许志琴, 侯立伟, 王宗秀, 等. 1992. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程[M]. 北京: 地质出版社.
- Kerrick R, Goldfarb R J, Groves D I, Garwin Sand Jia Y F. 2000. The characteristics, origins and geodynamic settings of supergiant gold metallogenic provinces[J]. Science in China (Series D), 43(Supp): 1-68.