

广东信宜银岩斑岩锡矿床描述性模式

傅昌来 陈文魁

银岩锡矿是近年新发现的一个大型斑岩锡矿床,有其特殊的形成条件和规律,经综合分析,总结成描述性模式(图1),对寻找同类矿床有指导意义。

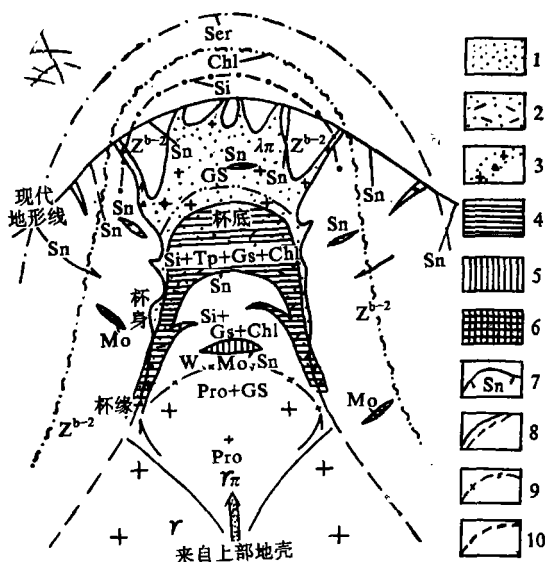


图1 银岩斑岩锡矿床综合成矿模式图

1—浸染状矿化; 2—细脉浸染状矿化; 3—侵入角砾岩; 4—锡矿床; 5—综合矿体; 6—钼矿体; 7—锡—硫化物脉状矿化; 8—实测、推测地质界线; 9—蚀变叠加带(Si + Tp + Gs + Ghl); 10—黑云母化Pro; γ—花岗岩; γπ—花岗斑岩; λπ—石英斑岩; Z^{b-2}—震旦系b组变粒岩片岩; Ser—绢云母化; Chl—绿泥石化; Si—硅化; GS—绢(云)英岩化

一、地质环境

(一) 岩石类型

1. 沉积变质岩类: 矿区分布震旦系云开群b组(Zy^b), 按岩性组合特征可分中、上两段。中段以变粒岩为主夹片岩及大理岩透镜体, 上段以片岩为主夹变粒岩, 局部有片麻岩。主要岩石类型有云母石英片岩、黑云石英变粒岩、黑云堇青钾长变粒岩、二云变粒岩等。

2. 岩浆岩类: 钾长花岗斑岩呈筒状侵入于变粒岩及片岩中, 在岩体内外接触带形成侵入角砾岩, 岩体顶部在局部形成爆破角砾岩。岩体具相变特征: 往深部相变为不等粒花岗岩, 往上部相变为石英斑岩。并有后期石英斑岩, 流纹状石英斑岩、正长岩、长英岩、煌斑岩等呈脉状侵入于钾长花岗斑岩及变质岩中。

钾长花岗斑岩主要造岩矿物(二样均值): 钾长石(43.53%)、斜长石(18.14%)、石英(32.62%)、黑云母(3.66%)。副矿物主要有独居石、锆石、曲晶石、磷钇矿、其次为磁铁矿, 按副矿物组合, 应属贫磁铁矿的贫钙组合独居石—磷钇矿—锆石型。化学成分(五样均值%) : SiO₂ 75.11、TiO₂ 0.10、Al₂O₃ 13.06、Fe₂O₃ 0.34、FeO 1.57、MnO 0.07、MgO 0.17、CaO 0.79、Na₂O 2.27、K₂O 4.56、P₂O₅ 0.19、H₂O⁺ 0.56、H₂O⁻ 0.21、CO₂ 0.09、F 0.68, 属富钾质贫铁镁的超酸性岩石。

(二) 岩石结构

1. 沉积变质岩: 云母石英片岩具鳞片状花岗变晶结构; 黑云石英变粒岩具等粒结构或鳞片花岗变晶结构; 黑云堇青钾长变粒岩具显微花岗变晶结构。

2. 岩浆岩: 钾长花岗斑岩具斑状结构, 斑晶粒径1~1.5 mm, 个别可达3 mm, 主要由钾长石(16.5%)、石英(11.5%)、斜长石(6.14%)组成。基质为微粒结构, 粒度0.01~0.3 mm, 由石英(22.19%)、钾长石(26.07%)、斜长石(11.87%)、黑云母(3.29%)组成。不等粒花岗岩具不等粒结构和似斑状结构; 石英斑岩和流纹状石英斑岩具斑状结构。

(三) 成矿时代

1. 成岩时代: 钾长花岗斑岩 K-Ar 法年龄为 80.08~92.27 Ma, U-Pb 法一致曲线年龄为 78.10 Ma, Rb-Sr 等时线年龄为 86 Ma, 据此推定成岩年龄为 78.10~92.27 Ma, 属燕山晚期产物。

2. 成矿时代: 据钾长石化和黑云母化所形成的钾长石和黑云母作 K-Ar 法测定其年龄为 68.85~83.08 Ma, 此值应为成矿年龄, 表明成矿与成岩是连续的地质作用过程。

(四) 成矿环境

钾长花岗斑岩岩筒和石英斑岩岩脉以及接触带附近围岩几乎全部矿化, 按工业指标, 共圈定大小矿体 65 个, 在石英斑岩及上部接触带围岩中可圈出条带状小矿体, 而主要矿体 (约占总储量 89% 的 6 号矿体) 则在钾长花岗斑岩岩筒的中上部和深部内外接触带蚀变矿化的岩石中, 呈倒杯状的矿体形态。矿体与岩体具有依存关系: 岩体呈隐伏陡立的岩筒状, 埋深 20~100 余 m 不等, 顶部标高约为 1226 m, 延至 671~833 m 标高后倾角变缓, 逐渐向四周扩展变大, 并向正常花岗岩过渡。

(五) 构造背景

矿床位于环太平洋成矿带西半环中段, 华南古华夏褶皱系的南西段, 属云开加里东隆起区, 大田顶混合岩田中部。该区东以吴川—四会断裂带为界, 西以廉江—信宜断裂带为界, 北以贵子—罗镜弧形构造为界, 中部为锡坪—银顶岭北西向隐伏断裂所切。矿床产于大陆板块内部早已隆起的古地槽褶皱区, 成矿作用受燕山构造旋迴库拉—太平洋板块向欧亚大陆板块俯冲所引起的断块造山作用及相伴的岩浆活动所控制。

(六) 伴生矿床情况

在矿床边缘及外围有脉状硫化物型锡矿, 在矿床的周围有破碎带蚀变岩型金矿, 硅质岩 (硅铁建造) 型金矿相伴, 隶属同一成矿系列。还伴生有可供综合利用的 W、

Mo、Bi 和 Cu、Pb、Zn、Ag 等元素, 其中 Mo 可富集成独立的工业矿体, W、Sn、Mo 共同富集成综合矿体, Ag 赋存于锡石中, 锡石含 Ag (五件均值) 240 g/t。

二、矿床地质特征

(一) 矿体特征

斑岩型锡矿的主矿体呈“倒杯状”产于花岗斑岩体的中部偏上部位 (杯底) 和中、下部的内、外接触带上 (杯身和杯缘)。“杯底”比较厚大而规则, 直径约 250 m, 厚 90~150 m; “杯身”陡立, 倾角 70~87°, 厚数十米, “杯缘”呈喇叭状张开, 矿体倾角变缓为 30~60 度, 主矿体垂直变化深度大于 420 m (671~1090 m 标高, 尚未封底)。含锡品位均匀到较不均匀, 表内锡矿体平均含锡 0.53%。

(二) 矿石类型与结构、构造

本矿床全部为原生矿石, 其矿化原岩虽不相同 (斑岩、片岩、变粒岩、角砾岩等), 但经强烈蚀变矿化后, 其岩性和组构均十分相似, 肉眼难以分辨, 按其主要有用组分含量, 可选性能并参照工业指标可分为三个矿石类型:

1. 锡矿石: 是最主要的矿石类型, 约占矿床金属总量的 97%, 有用矿物除锡石外, 还可见少量或微量黑钨矿和辉铜矿、辉铋矿。

2. 钨锡铜综合矿石: 有用矿物是黑钨矿、锡石和辉钼矿, 主要产于斑岩体内近中、下部位, 俗称钨钼核。

3. 钼矿石: 有用矿物是辉钼矿, 主要产于斑岩体外接触带的蚀变围岩中。

各类矿石以半自形或他形粒状结构为主, 个别为自形晶洞状结构, 后者可见于“富矿包”地段。矿石构造: 主要有浸染状构造及细脉浸染状构造。

本区各类矿石中, 石英 (硅化)、黄玉石英、萤石石英等种类繁多的细脉十分发育, 若以其互相穿插关系来判别成生序次, 至少有 3 次以上。细脉的发育程度和矿化密切相

关,尤其是多期次细脉穿插叠加改造地段矿化尤佳。

(三) 矿物组合

1. 锡石石英黄玉硫化物矿物组合:产于斑岩体内或外接触带围岩,是最主要的矿物组合类型,常伴生少量黑钨矿、黄铁矿、黄铜矿、辉铋矿、辉钼矿及微量黝锡矿、闪锌矿、方铅矿、毒砂。

2. 黑钨矿—锡石—辉钼矿与石英黄玉黄铁矿组合:产于斑岩体内的中、下部位。

3. 辉钼矿与石英硫化物组合:产于外接触带强烈蚀变的围岩中,金属硫化物以黄铁矿为主,少量或微量黄铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿、毒砂,偶见锡石。

(四) 围岩蚀变类型及其分带性

1. 蚀变类型有:云英岩化、硅化、黄铁绢英岩化、黄玉化,以上是与锡矿化关系最密切的几种蚀变,其次有黑鳞云母化、钾化、绿泥石化、绢云母化、粘土化、镜铁矿化、钠长石化、碳酸盐化、黄铁矿化等。

2. 蚀变的分带性:总体呈围绕岩体的半球状分带,但由于存在多期次蚀变的叠加超覆以及各种类型蚀变的演化顺序未能完全查明,故只能从水平和垂直两个方向作概略性介绍。

(1) 平面的水平方向分带:以银岩顶(相当于隐伏斑岩体的垂直投影位置)为中心自内向外是,强硅化带(核)—硅化细网脉带—绿泥石化带—绢云母化带。强硅化带和硅化带叠加有黄玉化和黄铁绢英岩化,绿泥石化带部分叠加了黄铁绢英岩化。

(2) 剖面上的垂直分带:以隐伏斑岩体的中、下部为核心,自内向上、向外的分带顺序大致是:黑鳞云母化钾化叠加弱云英岩化带→硅化、云英岩化、黄玉化蚀变叠加带(是主要矿化带)→黄铁绢英岩化、云英岩化、绿泥石化蚀变叠加带(次要矿化带)→绢云母化带。如排除蚀变叠加后的一次性单向半球状分带(由内向外)顺序是:黑鳞

云母化、钾化带→硅化云英岩化带→绿泥石化带→绢云母化带。

(五) 侵入(爆破)角砾岩特征

一是分布面广,不论是主体期、补充期或晚期的岩体(脉)边部均可见到,二是具有较明显隐伏爆破角砾岩特征,角砾位移不明显、成分比较单一,个别可以并合复位,三是普遍具较强的蚀变和矿化,在斑岩体下部接触带上的角砾岩已成为厚大的工业矿体。

(六) 控矿条件和成矿综述

① 燕山构造旋迴库拉—太平洋板块向欧亚大陆板块的边缘活动带俯冲,引起的陆内断块造山运动是控制本区燕山晚期岩浆活动和成矿作用的总应力场。

② 本区发育的北东东和北北西向两组区域性断裂的深部交汇部位直接控制了燕山晚期岩浆岩的侵入和定位。

③ 上部地壳富含锡钨钼等元素的地层经分熔作用形成花岗质岩浆并经高度演化分异而富含矿质和汽水热液,于燕山晚期沿深断裂入侵上升到近地表处,形成具有侵入(爆破)角砾岩特征的复式岩体(成矿母岩)。

④ 岩浆结晶晚期,由于岩体内富含Na、Si质及Sn、W、Mo等元素和处于临界、超临界状态的残余气体,可在岩体内部通过粒间孔隙扩散运移交代,形成钠长石化、硅化、云(绢)英岩化和微弱的早期浸染状锡矿化。

⑤ 由于构造环境动荡,裂隙张闭交替,导致深部尚未冷凝的富含汽水热液和矿质的残浆多次上侵充填,生成多期次和不同方向的脉岩和多期多类型的蚀变,并在岩体(脉)的张性冷凝细小裂隙中形成多种类、多期次的细脉状锡矿化,叠加于早期浸染状矿化之上,构成工业矿体。

⑥ 由于隐伏—半隐伏斑岩体的侵位而在围岩中形成近于环形放射状展布的构造裂隙,控制了锡石—硫化物矿脉的展布和产状

形态,伴有硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化,代表了本区最后一期矿化。

综上所述,本类矿床成矿作用大致经历了:氧化物(锡矿体)阶段→氧化物硫化物(钨锡钼综合矿体)阶段→硫化物(钼矿体及锡石硫化物矿体)阶段。

⑦ 表生作用:由于主矿体隐伏于地表以下100~500余米处,并未遭风化,但隶属同一成矿系列的锡石—硫化物矿脉已遭不同程度的风化剥蚀,沿矿床附近之溪谷形成小型坡洪积砂锡矿,成为早期民采对象和指导找矿的重要线索。

三、矿床地球化学特征

(一) 银岩花岗斑岩属铝过饱和和富铝富碱的钙碱性岩石,其常量元素除 SiO_2 、 K_2O 偏高外,其他成分都是偏低的,这与华南陆壳改造型花岗岩相似。微量元素则贫Ba、Sr、V而富F、Li、Rb、Nb、Ta、Th、U、Cs和成矿元素Sn、W、Bi、Mo。

(二) 矿床原生晕特征

1. 矿床(体)的指示元素为Sn、W、Bi、Mo、Li、Nb、Be、Ba、Sr、Cu、Pb、Zn、Ag、As、Sb、Hg、F。其中Ag、F为指引元素,Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg为通用指示元素,Bi、Li、Be为指示热液活动元素,Pb、Ag、F为矿上元素,Bi、Mo、Cu为近矿元素,Be、Nb、W为矿下元素。

2. 地表(平面)异常

总的特点是规模大、浓集或贫化中心明显,可概括为内、中、外三带。其中:

① 前缘元素As、Sb、Hg不完全,尾部元素W、Sn、Mo、Nb、Be已有出现。

② F是找Sn的探途元素和重要矿化剂,浓度带展布与矿体一致,浓集部位即为工业矿体富集部位。

③ Cu、Pb、Zn是前缘指示元素,其异常大致呈环状分布于银岩顶周围,说明已遭一定程度剥蚀。

④ 内部带Sn、W、Mo、Bi、Nb、Be分布于矿体顶部,而外部带Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg则呈环状分布于矿体周围或顶部。

⑤ Ti、Sr、Ba明显亏损,含量只有本区地层背景值的10%左右,其负异常中心与隐伏斑岩体投影部位重合,其与F、Sn正异常重合部位可作预测隐伏含锡斑岩体的标志。

(三) 剖面(垂直)原生晕异常特征

1. 异常分布在矿化斑岩体及其接触带附近,在纵横两个方向上均具明显的组份分带现象,异常展出部位及形态与矿体的产状形态协调一致。

2. 从岩体中心向外、向上的元素组合分带是:Sn、W、Mo→Bi、Be、Li、Nb、Ag(Cu、Pb、Zn)→Sb、As、Hg、F,呈叠瓦式的横向结构产出。

3. 运用模糊聚类分析法对4线的统计研究得出如下的元素亲缘关系:

W、Nb、Be、Sn、Mo、Bi、Pb、Li、Ag、Zn、Cu,其中:

正相关:Sn—Be, Nb—W, Cu—Mo、Bi, Mo—Ag,

负相关:Pb—Nb、Be、Li, Li—Ag。

(四) 地球化学找矿标志

1. 原生晕出现Ti、Sr、Ba负异常并与F、Sn正异常重合部位可作为隐伏含锡岩体存在的标志(常伴有Li、Rb、Nb、Be等亲石元素异常)。

2. 出现Pb、Zn、Cu、F等元素组合异常并伴有低含量Sn的出现是预测斑岩锡矿盲矿体标志。

3. 本区 K_2O 、 Na_2O 负异常而且与F、Sn浓集中心吻合, $\text{F}/\text{Sn}<10$, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}\approx 1$ 时,预示对锡矿形成有利。

4. 当Pb、Zn、Cu、F、As等元素组合为强异常并伴以Be、Bi、Li、Ag异常则预示Sn矿体已接近地表。

参考文献(略)