

贵州从江南加地区钨铜多金属矿的成矿 规律及成矿模式初探

刘 灵,杨仪锦,李永刚,王朝宗,林泽渊

(贵州省地矿局 101 地质大队,贵州 凯里 556000)

[摘 要] 本文通过野外观察和室内研究,分析了贵州从江南加地区钨铜多金属矿的成矿规律,初步建立了成矿模式。南加地区钨矿的形成时代大致相当于雪峰期,铜矿主成矿期可能属于印支—燕山期。钨矿主要是该区雪峰期花岗岩和四堡群鱼西组地层提供成矿物质,而铜矿成矿物质可能来源于围岩花岗岩及深源。该区钨矿床主要分布在花岗岩体与四堡群变质岩的外接触带,受鱼西组中层间破碎带控制,形成部位主要是花岗岩凹陷部位,铜矿床主要分布在花岗岩体内部 EW、NW 和 NNE 向断层破碎带中,形成部位主要是花岗岩体顶部凸起部位。

[关键词] 钨铜多金属矿;成矿规律;成矿模式;贵州从江

[中图分类号] P618.67;P618.41 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2016)04-0265-07

黔桂交界九万大山—元宝山钨、锡、铜、金、银多金属成矿带是我国华南成矿省的重要组成部分,是地学界广泛关注的成矿区,从江南加地区位于该成矿带北缘,以钨、铜多金属矿为特色。前人对从江南加地区钨铜多金属矿做了一些研究工作,包括从江污牙白钨矿床研究(潘光松等,2014;刘灵等,2016)、花岗岩类与成矿关系研究(戴传固等,2000)、铜矿地质特征(王星明,肖平等,2014)以及铜矿地球化学特征研究(杨大欢等,2004)等,虽然取得了一定的成果,但是总体来说,本区钨铜多金属矿的成矿规律研究程度较低,对找矿工作的指导性不强。本文从岩浆岩、构造、矿床特征、成矿规律方面讨论区内钨铜多金属矿成矿规律,初步建立成矿模式,以期对该区找矿工作有所启发。

1 区域地质概况

从江南加地区在大地构造上位于华南陆块西缘,即江南地轴(江南造山带)西南段。该区地壳演化经历了四堡运动、雪峰运动、加里东运动、印支—燕山运动等多期构造运动。

从江南加地区出露地层主要为新元古代四堡群和下江群,其中四堡群分为塘柳岩组和鱼西组,岩性主要为黑云母石英片岩、含电气石黑云母石英千枚岩夹含电气石变质砂岩的组合;下江群分甲路组、乌叶组、番召组,岩性主要由绢云母绿泥片岩、钙质千枚岩夹大理岩、炭质板岩和粉砂质板岩组成。

区内岩浆岩主要为摩天岭花岗岩,成岩年龄为 825 Ma(李献华,1999)。岩石类型为细粒似斑状正长花岗岩、中粒似斑状正长花岗岩和粗粒似斑状正长花岗岩。主要矿物有石英、碱性长石、斜长石、黑云母、白云母,副矿物有磷灰石、石榴石、电气石、锆石及少量钛铁矿、榍石、锐钛矿、黄铁矿、黄铜矿等。岩石中 $\text{SiO}_2 > 75\%$, Al/CNK 在 1.01 ~ 1.76 之间, $\text{K}/(\text{K}+\text{Na}) > 0.5$, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} < 0.6$, 属 S 型花岗岩^[3]。

吉羊穹状背斜由雪峰运动形成,为江南造山带的重要构造,该构造于摩天岭花岗岩体侵位时形成。吉羊穹状背斜核部花岗岩中发育北东向韧性剪切带及两翼局部发育顺层剪切带。此外还发育有北东向、北西向、东西向及南北向脆性断层构造(图 1)。

[收稿日期] 2016-09-27

[基金项目] 2015 年度公益性基础性项目(编号:GZ2015-1)。

[作者简介] 刘灵(1965—),男,地质高级工程师,长期从事矿产勘查及区域地质调查。

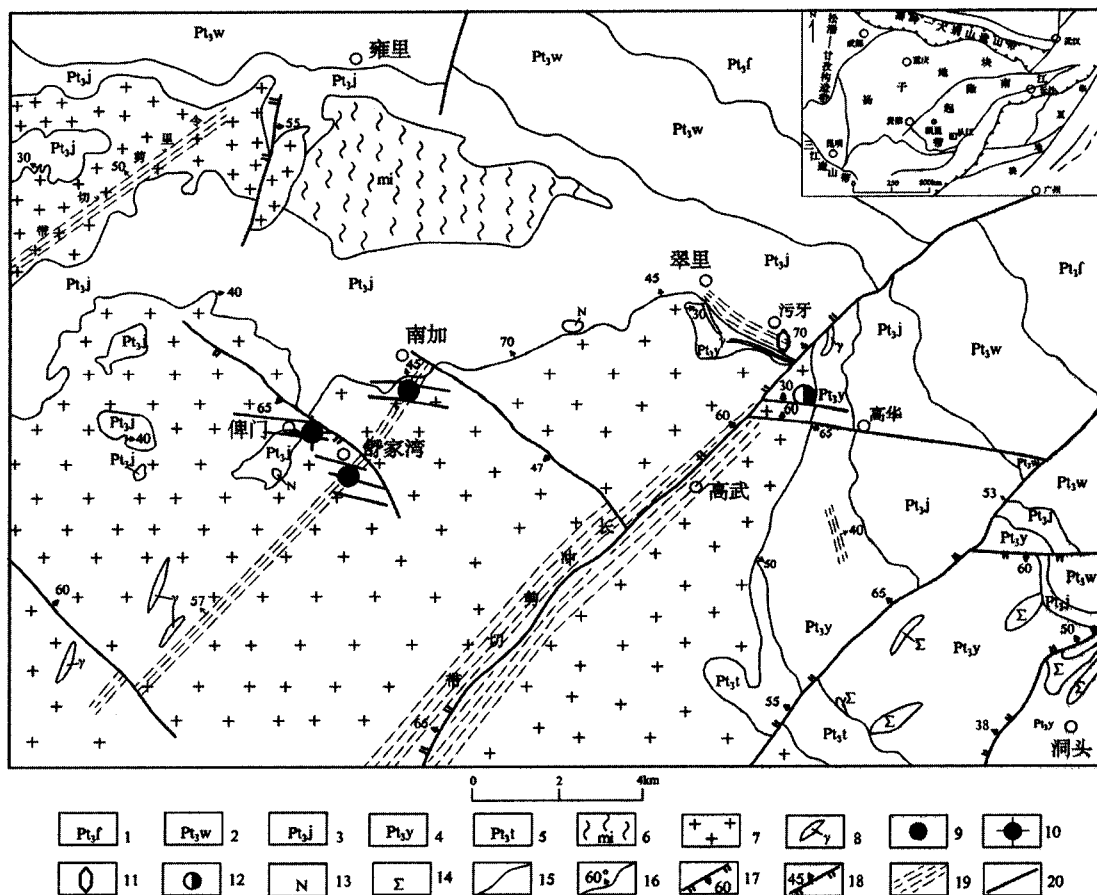


图1 贵州从江南加地区地质矿产图

Fig. 1 Geological and mineral map of the Nanjia area in Congjiang

- 1— 1— 一番石组; 2— 2— 乌叶组; 3— 3— 甲路组; 4— 4— 鱼西组; 5— 5— 塘柳岩组; 6— 6— 混合岩; 7— 7— 中粗粒花岗岩; 8— 8— 细粒花岗岩脉; 9— 9— 铜矿; 10— 10— 钼矿;
- 11— 11— 白钨矿; 12— 12— 铜多金属; 13— 13— 基性岩; 14— 14— 超基性岩; 15— 15— 地层界线; 16— 16— 花岗岩体与围岩接触界线; 17— 17— 正断层及产状;
- 18— 18— 逆断层及产状; 19— 19— 韧性剪切带; 20— 20— 性质不明断层

2 主要钨铜矿床特征

区内具一定规模的钨铜多金属矿床主要分布于污牙、南加及舒家湾(图1)。

2.1 污牙白钨矿床

污牙白钨矿床位于摩天岭复式岩体北缘外接触带的内凹部位,出露地层主要有新元古代鱼西组(Pt_{3y})和甲路组(Pt_{3j}),岩性为变质砂岩、片岩、千枚岩及钙质千枚岩夹大理岩。区内岩浆岩有中粗粒似斑二长(正长)花岗岩和细粒花岗岩脉。白钨矿体主要产于花岗岩外接触带,受顺层剪切带控制,矿体呈层状、似层状和透镜体状产于鱼西组的顺层剪切带中(图2)。各矿体特征描述如下:

Ⅲ号矿体:呈似层状产于“ Pt_{3y} ”中部,距Ⅱ号矿体底板15 m~30 m,倾向北,倾角20°~25°。

东西走向长约460 m,倾向延伸140 m~240 m,平均宽150 m。矿体平均品位 0.199×10^{-2} ,平均厚度1.81 m。

Ⅳ号矿体:呈似层状产于“ Pt_{3y} ”中部,距Ⅲ号矿体底板15 m~40 m,倾向北,倾角15°~30°。东西走向长约960 m,倾向延伸50 m~220 m,平均宽约200 m。矿体平均品位 0.226×10^{-2} ,平均厚度2.08 m。

Ⅴ号矿体:呈似层状产于“ Pt_{3y} ”下部,距Ⅳ号矿体底板约10 m~40 m,倾向北,倾角25°~30°。东西走向长约760 m,倾向延伸50 m~290 m,平均宽约150 m。矿体平均品位 0.238×10^{-2} ,平均厚度2.32 m。

其余的Ⅰ、Ⅱ号矿体,呈透镜状产于“ Pt_{3y} ”上部,矿体不规则,而且规模较小,厚度小、品位低。

污牙白钨矿床矿化类型有云英岩型和石英脉型。云英岩型的容矿岩石有石英黑云母片岩、黑

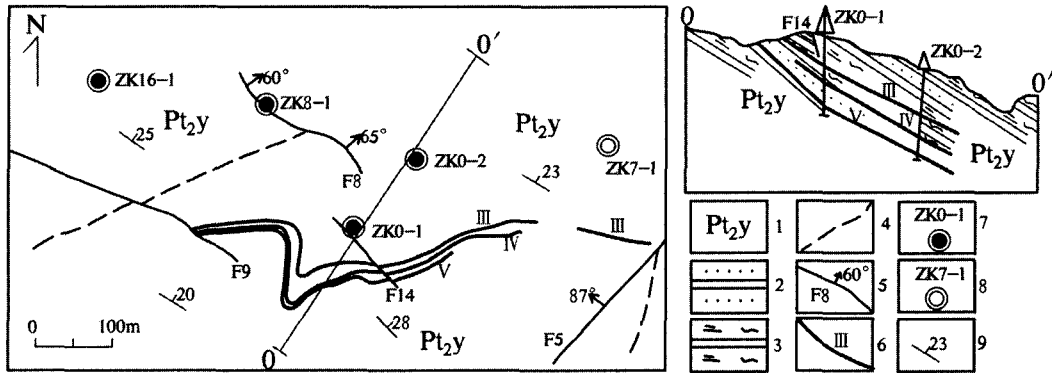


图2 贵州从江污牙白钨矿床地质略图

Fig. 2 Geological sketch of the Wuya tungsten deposit in Congjiang, Guizhou

1—鱼西组;2—变余砂岩;3—绿泥石绢云母板岩;4—推测断层;5—实测断层及编号;6—矿体及编号;
7—见矿钻孔及编号;8—落空钻孔及编号;9—地层产状

云母石英片岩、电气石石英岩和电气石黑云母石英岩,含 WO_3 0.13%~0.43%。金属矿物为白钨矿、黄铜矿、黄铁矿等。脉石矿物为石英、电气石、黑云母、绿泥石、锰方解石等。矿石结构有粒状结构、柱状结构、纤维丝状结构、针状结构、鳞片结构、镶嵌结构等,矿石构造为斑点浸染状、(微)细脉状。石英脉型的容矿岩性主要是石英大脉和细脉,矿体形态复杂,含 WO_3 最高达 6.52%。金属矿物主要为白钨矿、黄铜矿等,脉石矿物主要为石英,次为长石,含少量黑云母、电气石、黄铁矿和毒砂等。矿石结构为半自形粒状,构造为团块状、斑

点状、脉状等。

围岩蚀变主要有硅化、电气石化、黑云母化、锰方解石化、绿帘石—绿泥石化、长石化、黄铁矿化及磁黄铁矿化等。其中硅化、锰方解石化是最重要的找矿标志,其次为黑云母—电气石化。

2.2 南加铜矿床

区内铜矿主要产于摩天岭花岗岩体内部断裂带。岩石类型分中粗粒似斑状二长花岗岩和中细粒似斑状二长花岗岩。主要控矿断裂构造为 EW、NW 向(图 3)。

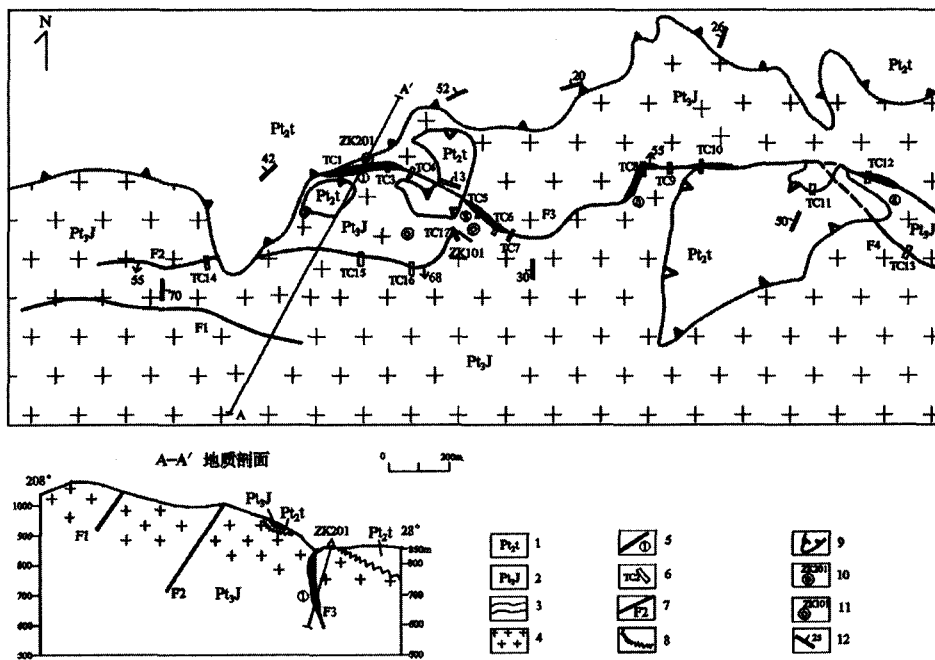


图3 贵州从江南加铜矿地质略图

Fig. 3 Geological sketch of the Nanjia copper deposit in Congjiang, Guizhou

1—塘柳岩组;2—吉羊单元;3—片岩;4—花岗岩;5—矿体及编号;6—探槽及编号;7—断层及编号;8—侵入接触界线(剖面);
9—侵入接触界线(平面);10—见矿钻孔及编号;11—落空钻孔及编号;12—片理产状

①号矿体:产于近东西向的F4断裂破碎带中。地表出露长度151 m,矿体走向长约420 m,垂深达210 m,矿体产状与断层一致,总体走向近东西向、倾向南,倾角70°。厚度0.80 m~5.50 m,平均水平厚2.09 m,平均真厚度1.96 m。铜品位0.28%~2.24%,平均品位1.45%。矿体围岩为细一中粒花岗岩、二长花岗岩。

②号矿体:产于近东西向的F4断裂破碎带中。地表出露长度约60 m,矿体走向长约446 m,矿体垂深达120 m,产状与断层产状一致,总体走向近东西向,倾向南,倾角61°~65°。矿体水平厚度0.62 m~3.80 m,平均水平厚2.46 m,平均真厚度2.15 m。铜品位0.21%~3.43%,平均品位1.98%。矿体围岩为细一中粒花岗岩。

③号矿体:产于近东西向的F4断裂破碎带中。地表出露长度约40 m,矿体走向长约190 m,垂深达96 m。矿体产状与断层产状一致,总体走向近东西向,倾向南,倾角60°~65°。矿体水平厚度2.59 m~17.80 m,平均水平厚8.30 m,平均真厚度7.80 m;铜品位0.42%~1.37%,平均品位1.19%。矿体围岩为中一粗粒花岗岩。

④号矿体:产于近东西向的F4断裂破碎带中。走向长约210 m,垂深40 m,水平厚度1.03 m~3.01 m,平均水平厚1.92 m。矿体产状与断层破碎带产状一致,矿体走向近东西向,倾向南南西,倾角50°~70°。铜品位0.51%~1.34%,平均品位0.95%。矿体围岩为中一粗粒花岗岩。

容矿岩石为弱黄铁矿化含铜萤石石英岩、弱绿泥石化含铜碎斑岩、硅化糜棱岩化碎裂含铜花岗岩等。矿石类型主要为硫化矿石。金属矿物主要有黄铜矿、辉钼矿、自然铜、黄铁矿、褐铁矿、方铅矿、闪锌矿。脉石矿物有石英、长石、角闪石、云母、绿泥石、绢云母、高岭石等。矿石结构有细粒结构、细一中粒结构、花岗结构、粒状变晶结构、他形粒状结构、自形一半自形粒状结构、溶蚀结构。矿石构造有浸染状、脉状、角砾状构造等。

围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、绿泥石化、钾长石化、绢云母化、高岭土化等,偶见铅锌矿化、辉锑矿化。绢云母化、高岭土化一般呈带状分布在矿化带或断裂带两侧1 m~2 m范围内;钾长石化、硅化和绿泥石化一般呈带状分布在断裂带中。其中的硅化、黄铁矿化与铜矿关系密切。

3 成矿规律

3.1 成矿空间规律

本区钨矿床主要分布在花岗岩体与四堡群变质岩的外接触带,形成部位主要是花岗岩凹陷部位,即所谓的“锅底构造”,这显然与江西西华山钨矿床形成构造环境有差别,而与广西牛塘界白钨矿床成矿条件较为相似(汪金榜等,1988)。本区铜矿床主要分布在花岗岩体内部断层破碎带中,形成部位主要是花岗岩体顶部凸起构造部位。

3.2 成矿时间规律

对于该区污牙钨矿,前人无测年数据来确定其成矿时代。污牙矿床中存在较多的符山石、阳起石,并且与白钨矿共生,它们是典型接触变质矿物,暗示吉羊单元花岗岩岩浆热液参与成矿作用。另外,污牙钨矿床微量及稀土元素地球化学特征表明其属变质热液与岩浆热液复合叠加成因,岩浆热液作用时间应与变质热液作用同时,或者稍晚于后者(刘灵等,2016)。污牙钨矿赋存于四堡群鱼西组的顺层剪切带中,其产状与岩体的侵位产状较为一致,暗示顺层剪切带的形成可能与花岗岩的侵位有关。总的来说,污牙钨矿主成矿时代应与吉羊单元花岗岩侵位同期,即雪峰期,当然这还需要进一步研究加以确认。

本区铜矿的形成时间明显晚于钨矿,铜矿体主要产于近东向和北西向两组共轭断裂破碎带中,矿体的形态、产状及规模与两组断裂性质关系非常密切。因为区域上形成的近东西向和北西向断裂构造主要是属于印支期的产物,因此推断该区铜矿形成时间可能相当于印支期,但不能排除燕山期构造对该区铜矿的改造作用。另外,在俾门铀矿床中发现铜铀云母矿物,其成矿年龄值为56 Ma,为喜山期产物。

3.3 成矿与构造关系

本区钨铜金属成矿与构造关系密切,按照构造变形特征分为背斜褶皱、韧性剪切带和脆性断层构造,按照组合形式分为北东向、东西向、北西向及南北向,按照形成时间划分可分为雪峰期、印支—燕山期及喜山期构造。本区与钨铜成矿有关构造主要是雪峰期和印支期断裂构造(表1)。

表 1 从江南加地区钨铜多金属成矿与构造的关系

Table 1 Relationship between the structure and the Nanjia tungsten-copper polymetallic deposits in Congjiang

断层名称	东经 北纬	长度 (km)	性质	断距 (m)	产状	主要特征	与矿关系	时代
污牙顺层剪切带	108°55'00" 25°35'41"	1.5	逆冲		走向: NW 倾向: SE 倾角: 25°-30°	剪切带两侧均为变质岩。由3条规模较大的剪切蚀变构造带组成。每条带宽30~50m,带内由石英脉透镜体、褶皱、层间断层、碎裂岩及构造片理组成。具白钨矿化、硅化、黄铁矿化、黄铜矿化、电气石化、黑云母化、绿泥石化等。	钨铜	雪峰期
南加断层	108°49'56" 25°35'06"	2.5	张扭兼压扭	>200	走向: EW 倾向: S 倾角: 80°-85°	断层带两盘均为花岗岩。带内为硅化石英岩、角砾岩、绿泥石化萤石黄铜矿化碎斑岩、含黄铜矿石英脉,发育劈理构造。普遍具硅化、黄铁矿化、黄铜矿化、绿泥石化、钾长石化、绢云母化等	铜	印支—燕山期
舒家湾断层	108°47'29" 25°35'53"	7	左旋剪切	>200	走向: NW 倾向: SW 倾角: 65°-70°	断层带两盘均为花岗岩及少量唐柳岩组。带内为角砾岩、碎裂岩状花岗岩、石英脉、擦痕发育。普遍具硅化、黄铁矿化、黄铜矿化、绿泥石化、钾长石化等。	铜铀	燕山—喜山期
高华断层	108°55'18" 25°34'57"	1	右旋剪切	>100	走向: EW 倾向: N 倾角: 30°-65°	断层带两盘均为花岗岩,带内为构造片岩、片理化花岗岩、碎裂状石英脉,普遍具硅化、绿泥石化、绢云母化等蚀变特征。	铜铅锌	印支—燕山期
白岩断层	108°51'05" 25°35'06"	5	左旋剪切	>200	走向: NW 倾向: SW 倾角: 47°-60°	断层两盘均为花岗岩。带内断层角砾岩、碎裂岩状花岗岩、石英脉、擦痕发育,具硅化、黄铜矿化、黄铁矿化等。	铜	印支—燕山期

雪峰期,由于摩天岭花岗岩浆底劈作用导致上覆地层四堡群和下江群地层发生强烈褶皱形成的吉羊穹状背斜构造,伴随产生层间剪切构造,为

钨矿形成提供矿液运移通道和成矿空间。钨矿体的形成主要受新元古代鱼西组顺层剪切破碎带构造控制,矿体的形态、产状及规模与剪切带构造有

关,矿体呈层状、似层状或透镜状产于顺层剪切破碎带内。

印支—燕山期,该区受太平洋板块向华南板块的俯冲作用,发生强烈的褶皱和断裂,主要形成北北东向、东西向和北西向断裂构造,为铜矿形成提供矿液运输通道和容矿空间。铜矿体的形成主要受东西向和北西向两组断裂构造控制,矿体形态、产状及规模与断裂构造关系密切,特别是两组断裂的叠加复合部位是成矿的最佳部位。

喜山期,继承了燕山期构造运动,主要表现为北西向和南北向构造样式,在花岗岩体中伴随产生大量云英岩脉和石英岩脉(或硅化石英岩),前者为锡矿形成提供物质基础,后者成为铀矿形成提供了成矿条件。

3.4 成矿物质来源

污牙地区花岗岩 W 含量较高($5 \times 10^{-6} \sim 24 \times 10^{-6}$),高于中国花岗岩类 W 的丰度值 0.70×10^{-6} ;地层围岩中 W 含量同样较高,为 $18 \times 10^{-6} \sim 24 \times 10^{-6}$,明显高于华南元古界地层的 W 含量($< 12 \times 10^{-6}$)。该区无论是花岗岩还是赋矿围岩, W 均显示富集特点。污牙钨矿床微量及稀土元素地球化学特征表明其属变质热液与岩浆热液复合叠加成因(刘灵等,2016),因此说明花岗岩和地层围岩都可能为钨成矿提供了成矿物质。矿区白钨矿中的 Ca 可能主要来自地层中的钙质千枚岩。

关于南加铜矿的成矿物质来源,(王明星等,2014)认为来源于花岗岩中,摩天岭花岗岩岩基是南加铜矿的矿源岩。(肖平等,2014)认为铜矿可能与后期花岗岩岩基之后的花岗岩细脉有关。(戴传固和杨大欢,2000)认为铜矿化与二长花岗斑岩有成因联系,光谱分析二长花岗斑岩的 Cu 含量一般在 $30 \times 10^{-6} \sim 50 \times 10^{-6}$ 间,比似斑状花岗岩类和地壳克拉克值均高,成矿物质 Cu 可能来源于二长花岗斑岩。另外,南加铜矿床黄铜矿石硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围较大,在 $1.93\% \sim 13.36\%$ 之间,反映本区铜矿的硫同位素来源比较复杂,既有深成硫源,也有赋矿围岩(花岗岩)中硫的加入(杨大欢等,2004)。总的来说,前人的研究成果都认为花岗岩为南加铜矿提供了部分或者全部成矿物质,只是具体提供成矿物质的花岗岩类别,以及是否只有花岗岩是矿源岩存在争议。

污牙钨矿床中,常见白钨矿与黄铜矿共生现

象,且见一黄铜矿工业矿体,虽然规模很小(刘灵等,2016),但这表明污牙钨矿成矿热液为富 Cu 热液,考虑其岩浆热液与变质热液复合叠加成因,该矿床中的部分 Cu 很有可能来源于污牙地区的吉羊单元花岗岩。南加地区花岗岩总体为吉羊单元花岗岩,吉羊单元花岗岩可作为该区铜矿化的一个矿源层。污牙钨矿成矿热液包含一部分岩浆期后热液,其钨矿虽然成矿且具一定规模,但铜矿却不具规模,暗示吉羊单元花岗岩岩浆热液提供的 Cu 可能相对有限,铜矿要成一定的规模,还需额外的 Cu 源。南加铜矿主要受印支期断层控制,该断层的存在可能不光为热液萃取围岩花岗岩中的 Cu 提供通道,还有可能带来了深源的 Cu。

4 成矿模式初步分析

区内钨矿主要是雪峰期花岗岩和四堡群鱼西组地层提供物质(W 和 Ca),属岩浆热液与变质热液复合叠加成因,成矿时代应在雪峰期,花岗岩大岩体提供足够热源促使地层发生变质作用。矿体呈层状、似层状和透镜状,产于四堡群鱼西组地层层间破碎带中,矿体产状与地层基本一致,层间破碎带既是成矿热液运移的通道,也是矿质沉淀的场所。

“南加式”铜矿,包括南加铜矿、舒家湾铜矿、高华铜多金属矿等,从上面的讨论可知,Cu 可能来源于围岩花岗岩及深源。“南加式”铜矿成矿时代应主要在印支—燕山期,属构造热液石英脉型铜矿,矿体形态以透镜状和囊状为主,受一系列印支—燕山期形成的 EW、NW 和 NNE 向断裂构造控制,这些断层为铜矿形成提供了热液运移通道和就位空间,并在有利的构造部位充填成矿。赋矿岩性主要为新元古代吉羊单元花岗岩,岩石类型主要为中粗粒似斑状二长花岗岩和中细粒似斑状二长花岗岩。

从成矿模式(图4)来看,南加地区花岗岩体外围鱼西组地层中的雪峰期顺层剪切带是寻找钨矿最为有利的地段,而花岗岩体内部,特别是演化程度较高的岩体部位发育的印支—燕山期 EW、NW 和 NNE 向断裂构造是寻找铜矿的主攻方向。黑色云英岩、电英岩、云母片岩、类砂卡岩、钙质千枚岩及石英脉等岩性是钨矿的直接找矿标志,而发育于花岗岩体内部的硅化蚀变岩、云英岩及石英岩是区内铜矿的直接找矿标志。

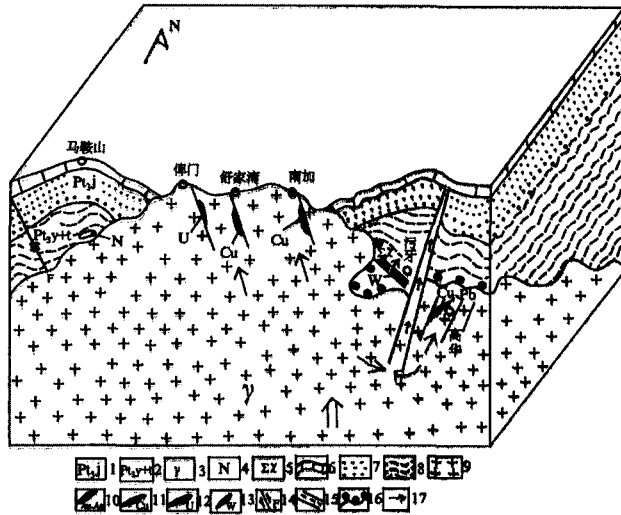


图4 从江南加地区钨铜多金属成矿模式图

Fig. 4 Metallogenic mode of the Nanjia copper polymetallic ore deposits in Congjiang

1—甲路组;2—鱼西组+塘柳岩组;3—花岗侵入体;4—基性岩;5—煌斑岩;6—钙质岩;7—变质砂岩;8—千枚岩;9—花岗岩;10—铜金矿体;11—铜矿体;12—钨矿体;13—钨矿体;14—逆断层;15—顺层剪切带;16—石榴子石;17—流体运移方向

[参考文献]

戴传固,杨大欢. 贵州南加地花岗岩类特征及其与成矿关系[J]. 贵州地质,2000,17(3):160-175.

刘灵,杨仪锦,李永刚,吴寿宁,张翼. 贵州污牙钨矿床地球化学特征及其成因探讨[J]. 贵州地质,2016,33(3):205-212.

李献华. 1999. 广西北部新元古代花岗岩锆石 U-Pb 年代学及构意义. 地球化学,28(1):1-9.

潘光松,胡桂敏. 从江污牙白钨矿地质特征及成因浅析[J]. 贵

州地质,2014,30(4):286-290.

汪金榜,唐怀禹. 1988. 广西牛塘界白钨矿地质特征及其成因的探讨[J]. 广西地质. 1988. 6(1):11-18.

王星明,肖平,向通. 贵州省从江县南加铜矿地质特征[J]. 矿物学报,2014,34(2):254-260.

肖平,陈德荣. 贵州省从江县南加铜矿地质特征及成因初步探讨[J]. 2014,6:137-141.

杨大欢,姚益祥,石磊. 2004. 从江南加铜矿地质地球化学特征[J]. 贵州地质. 2004,2:86-89.

Metallogenic Regularity and Pattern of the Nanjia Tungsten-copper Polymetallic Deposits, Congjiang area, Guizhou Province

LIU Ling, YANG Yi-jin, LI Yong-gang, WANG Chao-zong, LIN Ze-yuan

(No. 101 Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development, Kaili 556000, Guizhou, China)

[Abstract] Based on observations in the field and studies indoors, the metallogenic regularities of the Nanjia tungsten-copper polymetallic deposits in the Congjiang area are analyzed, and the metallogenic patterns were established initially. The tungsten deposit in the Nanjia area formed in Xufeng Period, whereas the copper deposits may formed in the Indosinan-Yanshanian stage. The granite formed in the Xufeng Period and the Yuxi formation provided the metallogenic matters for the tungsten deposit, whereas the metallogenic matters of copper deposits came from surrounding granites and deep focus. In addition, the tungsten deposit in the area formed in the outer contact zones between granite and Sibiu Group, and controlled by the interformational fracture zones of Yuxi strata, and located in the sunken region of granite intrusion. In contrast, the copper deposits mainly formed in inner part of granite and located in the convex part of granite intrusion, and distributed in EW, NW and NNE striking fault fracture zones.

[Key words] Tungsten-copper polymetallic ore; Metallogenic Regularity; Metallogenic pattern; Congjiang