

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2018.02.002

黔西南戈塘金矿成因再认识

毛彬吉¹, 冉瑞德², 况顺达², 吴治君³, 赵明峰³, 王小洪³

(1. 贵州大学资源与环境工程学院, 贵阳 550025;

2. 西南能矿集团股份有限公司, 贵阳 550004;

3. 贵州省地矿局 117 地质大队, 贵阳 550018)

摘要: 文章通过对戈塘金矿硅质角砾岩的地质特征、地球化学特征综合分析, 认为矿区的角砾硅化灰岩、硅化黏土岩等蚀变地质体为热液成因, 其中硅质来源可分为成岩期与成矿期: 成岩期硅质来自热泉型生物沉积; 成矿期硅质来自成矿流体。成矿流体是来源于深部流体与天水、地层建造水的混合作用形成的混合流体。根据矿石结构构造特征及含金蚀变地质体产状特征, 结合在戈塘地区茅口组底部及以下地层中新近发现呈筒状产出的含金蚀变角砾岩, 认为戈塘金矿矿区含金角砾岩具有隐爆角砾岩的特征, 得出戈塘金矿成因类型可能为隐爆角砾岩型金矿的新认识。此认识可供黔西南金矿成矿理论研究、探讨新的找矿方向和成矿预测提供参考。

关键词: 戈塘金矿; 硅化角砾岩; 地球化学特征; 矿床成因; 黔西南地区

中图分类号: P618.51; P611.1 **文献标识码:** A

0 引言

戈塘金矿位于贵州省安龙县戈塘镇境内, 其金矿床规模达大型, 与之相邻的尚有豹子洞、万人洞金矿, 共同构成戈塘金矿矿集区(图 1a)。

戈塘金矿容矿岩石为顺层产出的蚀变角砾岩, 其成因自 1986 年被发现以来地学界人士围绕含金蚀变角砾岩对戈塘金矿床成因进行的研究工作结论, 至目前成因仍存在较大争议。高德黎等^[4]认为戈塘金矿属于火山-沉积-改造-淋积矿床, 为晴隆大厂基性火山喷发基础上含矿物质呈卤化物、络合物或挥发气体化合物形式进入地堑盆地并蚀变围岩, 并在地下热水参与下迁移聚矿; 李文亢^[5]认为由矿源层形成、热液形成与成矿物质活化迁移及沉淀富集几个阶段, 仍未提到深源流体参与成矿; 程俊华^[1]

提出火山气液沉积-低温热液叠加、改造层控金矿床(角砾岩层为含金高的矿源层经后期改造金富集成矿), 角砾岩是沉积阶段在海岸环境形成的, 属于沉积成因的角砾岩, 产于东吴运动形成的茅口岩溶侵蚀面上; 朱恺军^[6]认为成矿前成岩期有与热泉参与的硅质沉积, 角砾物源为龙潭早期沉积物; 朱赖民等^[7]认为有深源流体参与成矿; 杨科伍^[8]基于不存在顺层大面积的构造破碎现象, 认为硅化角砾岩并非构造成因, 金矿成矿受古断裂-热泉系统交汇带控制; 何丰胜等^[9]认为戈塘金矿矿区顺层拆离构造是龙潭组一段角砾岩形成主要原因, 且成矿过程受层滑构造控制; 范军^[2]、董磊^[3]、黄建国等^[10]则从戈塘金矿床成矿流体来源进行了研究, 认为成矿流体热液具深源特点, 是岩浆水、大气水混合产物; 童远刚等^[11]在万人洞地区发现产于不同方向断裂交汇处呈筒状的含金角砾岩, 认为筒状含金角砾岩是一种新类型金矿矿体。

收稿日期: 2017-10-23; **改回日期:** 2018-03-07; **责任编辑:** 王传泰

基金项目: 西南能矿集团股份有限公司科研项目“黔西南卡林型金矿成矿规律与矿床模型研究”资助。

作者简介: 毛彬吉(1993—), 男, 硕士研究生, 矿产普查与勘探专业。通信地址: 贵州省贵阳市花溪区贵大新校区区环楼, 贵州大学资源与环境工程学院; 邮政编码: 550025; E-mail: 1181767392@qq.com

通信作者: 冉瑞德(1963—), 男, 地质高级工程师, 1987年毕业于成都地质学院矿产系地质矿产调查专业, 主要从事金矿勘查工作。通信地址: 贵州省贵阳市北京路 219 号银海元隆广场 7 号楼 35 层, 西南能矿集团股份有限公司; 邮政编码: 550004; E-mail: 13985169473@163.com

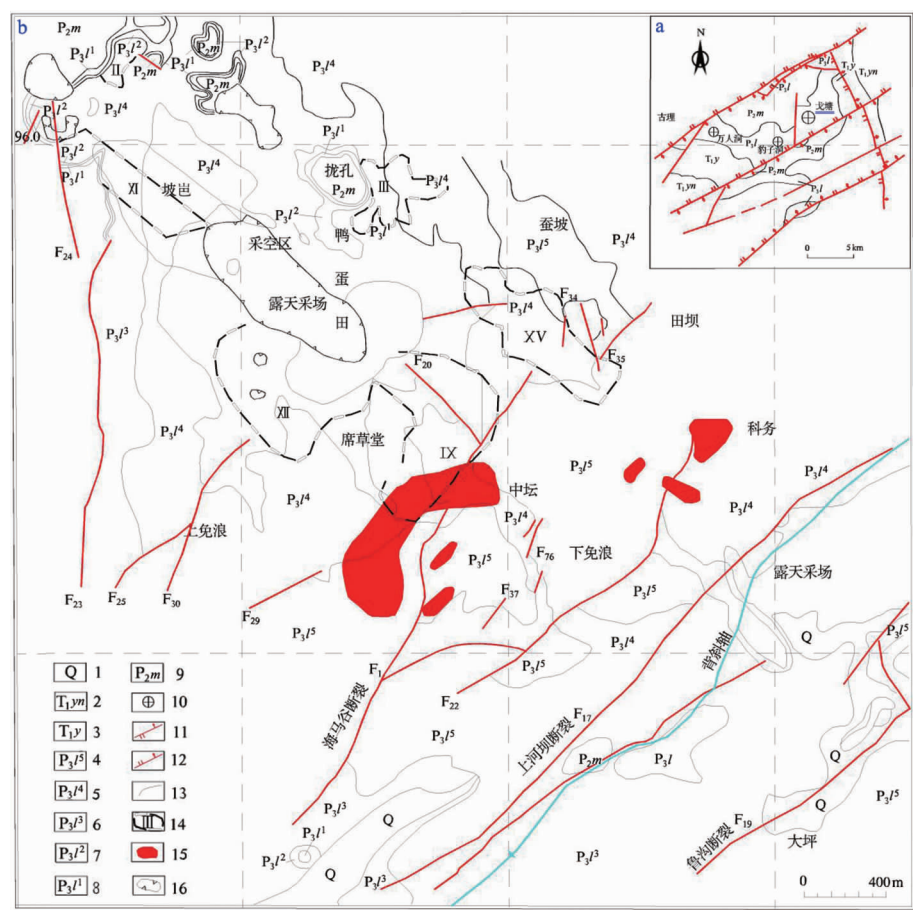


图 1 戈塘金矿矿区地质图简图(据文献[1-3]修编)

Fig. 1 Geological sketch of Getang gold deposit

1. 第四系;2. 三叠系永宁镇组;3. 三叠系夜郎组;4. 二叠系龙潭组五段;
5. 二叠系龙潭组四段;6. 二叠系龙潭组三段;7. 二叠系龙潭组二段;8. 二叠系龙潭组一段;
9. 二叠系茅口组;10. 金矿点;11. 实测逆断层及编号;12. 正断层;13. 实测不整合界线;
14. 原矿体及编号;15. 采空区;16. 露天采场

本文依托“黔西南卡林型金矿成矿规律与矿床模型研究”项目,在综合戈塘地区新老研究资料以含蚀变角砾岩为主线,对戈塘金矿成因进行了探讨,并提出了隐爆机制成矿观点。

1 矿区地质特征

戈塘金矿区产出在戈塘穹状背斜南东侧,区内出露地层有二叠系茅口组、龙潭组,矿区周边主要出露二叠系长兴组、大隆组和三叠系夜郎组。三叠系夜郎组为细碎屑岩夹灰岩;长兴组—大隆组为灰岩、硅质灰岩及硅质页岩;龙潭组为硅化(灰岩、黏土岩)角砾岩、黏土岩角砾岩(泥)灰岩、含高岭石(黄铁矿)

黏土岩;茅口组岩性主要为块状灰岩。区内构造线呈 NE-SW 向,主要褶皱构造为 NEE 戈塘短轴背斜,轴向由东到西为东南向—近东西向,遭受区域性 NE 向海马谷断裂切割破坏(图 1b);南部上河坝断层将科花与二龙口矿段截然分开。

戈塘金矿区区内断裂以 NE-SW 向逆冲断层为主,例如:海马谷、上河坝断裂,鲁沟断裂构成科花金矿南东自然边界。此外,常发育 NW、SN 向次级断裂,常为成矿期后断裂,但多数对矿体无影响。矿体顺层位呈层状、透镜状成群产出,规模不等,矿体形态受古岩溶面形态特征控制。在剖面上表现为中部厚、边缘薄,平缓尖灭或骤然消失。二龙口矿段产于上二叠统龙潭组底部(P_3l^1),地层走向 40° ,倾向 SE,倾角 $5^\circ\sim 15^\circ$ [2]。

在戈塘金矿的北西侧产出有万人洞金矿。万人洞金矿位于戈塘背斜北段 SW 侧,矿区内发育海马谷断层、干寨断层与万人洞高角度断层。万人洞断层位于东南部,控制着矿体产出,其倾向 NW,倾角 $68^{\circ}\sim 80^{\circ}$,蚀变与断层破碎带发育。矿体产出于高角度断层带角砾及两盘接触带边缘强硅化灰岩碎裂带中,矿体产状与断层一致,矿体围岩为 P_2m 灰岩。矿体长 200 多米,垂深约 20~40 m,矿体厚 5~18 m。矿石主要为灰色强硅化灰岩断层角砾^[11]。地形高程远高于戈塘金矿,且戈塘金矿二龙口矿段 SE;矿体逐渐尖灭,可以认为万人洞断层极有可能是主导矿断裂。

在黔西南大区仅晴隆—普安一线以西有峨眉山溢流拉斑玄武岩分布。其早期(晚古生代)以基性岩浆大规模喷发为主,晚期(中生代—新生代早期?)以酸性—碱性岩浆大规模侵入为主,伴随基性—超基性岩浆侵入活动。玄武岩 $N(^{87}\text{Sr})/N(^{86}\text{Sr})$ 为 0.7053~0.7062,通过与 $1/N(\text{Sr})$ 线性相关性分析可以认为源于上地幔^[12]。通过对微量稀土资料研究表明,区内卡林型金矿与该类型岩浆关系密切^[13]。在贞丰白层偏碱性超基性岩群,侵位于 P、T 的碳酸盐岩与陆源碎屑岩中,同时对逆冲推覆构造穿切,其锆石 U-Pb 测年显示该岩群侵位年龄为 $82.6\text{ Ma}\pm 1.6\text{ Ma}$ — $87.5\text{ Ma}\pm 1.9\text{ Ma}$ 之间,为燕山晚期,可与桂西、都安—紫云断裂带岩群成岩时代对比(相近),对卡林型金矿成矿时代有较重要制约作用^[14]。通过对偏碱性超基性岩体周围典型金矿——纳哥金矿的研究表明,在黔西南相同地质背景下出现的纳哥金矿区出露大量的与成矿有关的石英脉体;其脉体中的 CO_2 含量很高,成矿温度与区域矿床类似,其氢、氧同位素组成在岩浆水附近,亦与成矿关系密切^[15]。

2 含金蚀变角砾岩地质特征

2.1 含金蚀变角砾岩剖面特征

含金蚀变角砾岩产于茅口组古岩溶侵蚀面之上龙潭煤系地层底部,厚 0. n 至 10 余米,最厚可达 70 余米。根据其角砾成分,可分为黏土岩角砾岩、灰岩角砾岩两种。在剖面上,自下而上序列为茅口组块状生物屑灰岩→高岭石黏土岩→黏土岩角砾岩→灰岩角砾岩→黏土岩角砾岩→碳质黏土岩→含煤黏土岩夹粉砂岩。据实地勘查,茅口组灰岩之上高岭石

层分布广泛,其中无角砾分布,可初步排除海岸角砾沉积或为溶塌角砾来源。

2.2 含金蚀变角砾岩平面分布特征

含金蚀变角砾岩呈顺层展布,受古岩溶槽谷地貌控制,全长 7 km,在平面上由角砾岩所构成的特殊地质体具有线状分布的特征^[9]。据实地勘查为构造破碎带,其间充填方解石脉。总体走向 NE-SW,无明显沉积层理,顶板岩层为未蚀变碳质黏土岩,分布稳定,矿体底板为古岩溶侵蚀面,起伏较大。

戈塘金矿北西侧的万人洞地区,出露 P_2q 和 P_3l 下部地层,且在 P_2q 和 P_3l 中发育蚀变角砾,其受陡倾斜断裂控制,呈透镜状、似圆筒状产出^[11]。

2.3 含金蚀变角砾岩结构构造及组分

戈塘金矿矿石结构主要有环带结构、假象结构、填隙结构、包含结构、隐晶结构、胶状结构等,构造有角砾状构造、脉—网脉状构造、浸染状构造、肾状构造、皮壳状构造、多孔状构造、肠状构造等。

戈塘金矿角砾岩角砾主要成分灰岩(泥晶灰岩、生物碎屑灰岩、砂屑灰岩)、粉晶白云岩、黏土岩等。角砾呈棱角—次棱角状,少部分为次圆状、圆状,个别灰岩可见茅口灰岩特征化石,部分角砾本身也具有角砾状构造(图 2)。镜下观察为不规则紧密镶嵌结构,矿物成分几乎全为石英,仅少量为黏土、碳质及铁质^[5]。角砾大小 2 mm—15 cm,黏土岩角砾 < 5 cm,分布杂乱,具可拼合性特点。胶结物主要为热液产物,隐晶质玉髓、自形—半自形石英和少部分(泥)粉晶方解石等。

矿石矿物成分经过岩矿鉴定计有 40—50 种,石英、玉髓、黄铁矿、毒砂、萤石、辉锑矿、方解石、褐铁矿及黏土矿物,少见雄黄、雌黄、辰砂、黄钾铁矾、重晶石、磷灰石,偶见辉钼矿、辉石、绿帘石、角闪石、自然金等。

2.4 角砾岩热液蚀变特征

角砾岩普遍发生硅化,可分三期。早期由玉髓、微粒石英组成,多对角砾碎屑进行交代;二期硅化由自形—半自形微—细粒石英组成,多对填隙物进行交代;三期硅化以石英细脉为主,由自形—半自形透明石英组成,常充填于早期脉石中心部位。

含金蚀变角砾岩中的硅质成分与围岩比较,其含量明显增加。通过阴极发光测试表明,成岩期的硅质矿物不具发光效应^[17]。

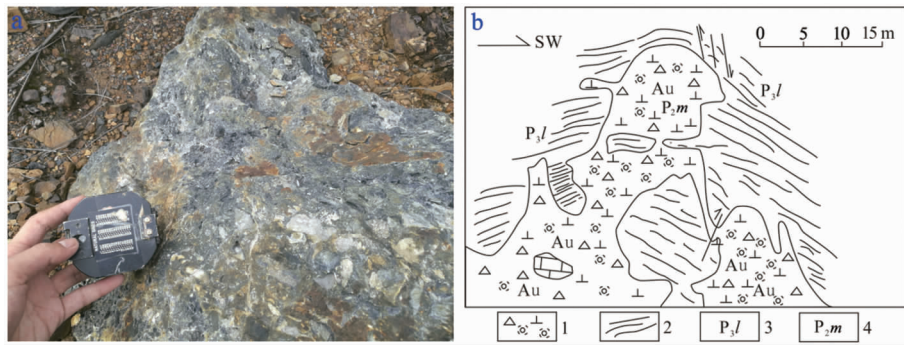


图2 隐爆角砾岩及其形成机制素描图(据文献[16],有修改)

Fig. 2 Sketch of Cryptoexplosive breccia pipe and its formation mechanism

1. 硅化角砾岩(矿体); 2. 顶板碳质页岩、黏土岩; 3. 二叠系龙潭组; 4. 二叠系茅口组

3 含金蚀变角砾岩地球化学特征

3.1 硫、氢、氧、碳同位素组成

黔西南灰家堡金矿田热液期雄黄、辉锑矿 $\delta(^{34}\text{S}) = -4.88 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3}$, 均值 -1.22×10^{-3} , 略低于地幔硫而高于地壳硫, 显示混染过程; 沉积型黄铁矿 $\delta(^{34}\text{S}) = -29.2 \times 10^{-3} \sim 5.20 \times 10^{-3}$ [18], 戈塘金矿硅化角砾岩中热液黄铁矿、辉锑矿 $\delta(^{34}\text{S}) = -5.68 \times 10^{-3} \sim -9.6 \times 10^{-3}$, 均值 -19.52×10^{-3} , 接近生物硫 [2]。值得注意的是, 李文亢 [5] 所测 $\tau-32$ 、 $\tau-64$ 、 $\tau-147$ 、 $\tau-142$ 可能为环带型黄铁矿, 拟将其并入沉积型。就单一的热液黄铁矿来看, $\delta(^{34}\text{S})$ 为 $-1.3 \times 10^{-3} \sim +5 \times 10^{-3}$, 具明显塔式分布, 说明有地壳硫加入; 仅单一的辉锑矿 $\delta(^{34}\text{S})$ 为 $-5.68 \times 10^{-3} \sim +0.93 \times 10^{-3}$ 。据热液蚀变期次可知, 黄铁矿先于辉锑矿形成, 辉锑矿受地层硫影响更大, 故多为负值。

戈塘金矿石中石英、方解石、萤石的 $\delta(^{18}\text{O}_{\text{SMOW}})$ 值为 $+13.5 \times 10^{-3} \sim 19.79 \times 10^{-3}$, δD 为 $-32 \times 10^{-3} \sim -95 \times 10^{-3}$, 呈现 $\delta(^{18}\text{O}_{\text{SMOW}})$ 轻微富集, δD 近于岩浆水。在收集前人资料基础上, 作 $\delta\text{D}-\delta(^{18}\text{O}_{\text{水}})$ 图解(图 3a), 图中五角星为戈塘热液矿物投点, 三角形与圆圈分别为戈塘矿区周围雨水、泉水投点。基于在黔西南大区有金、锑、砷等元素有共同来源, 由图可得戈塘金矿成矿期热液可能混合天水或海水。同时, 萤石为热液成矿晚期矿物, 可以认为天水或海水参与程度较高。与泥堡、水银洞所测萤石、方解石有相似, 可以认为有一定的代表性。

以方解石为测试样, $\delta(^{13}\text{C}_{\text{PDB}})$ 值在 $-3.2 \times 10^{-3} \sim -0.55 \times 10^{-3}$ 之间, 均值 -1.44×10^{-3} , 而 $\delta(^{18}\text{O}_{\text{PDB}})$ 值在 $14.02 \times 10^{-3} \sim 14.91 \times 10^{-3}$ 之间。在 $\delta(^{13}\text{C}_{\text{PDB}})-\delta(^{18}\text{O}_{\text{PDB}})$ 图解(图 3b)上, 戈塘金矿样品投点落于虚线左右两侧, 明显具蚀变与沉积混合成因特点。

综上, 可以认为戈塘成矿流体以幔源为主, 热液在成矿中后期受天水影响较大, 可能因为减压去气、流体不混溶等机制聚集成矿。

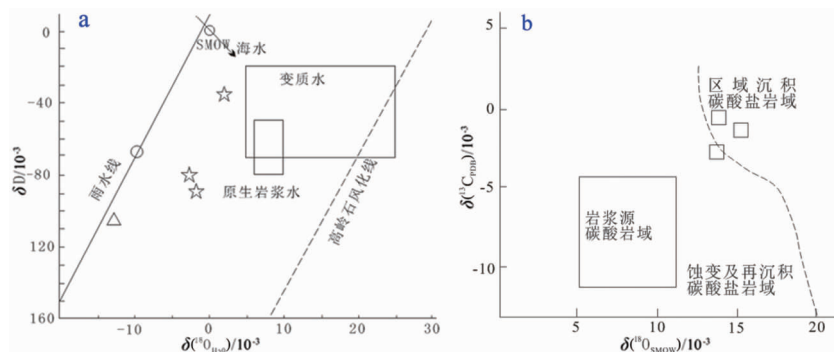


图3 戈塘金矿 $\delta\text{D}-\delta(^{18}\text{O}_{\text{水}})$ 关系图(a)与 $\delta(^{13}\text{C}_{\text{PDB}})-\delta(^{18}\text{O}_{\text{PDB}})$ 关系图(b)

Fig. 3 $\delta\text{D}-\delta(^{18}\text{O}_{\text{水}})$ (a) and $\delta(^{13}\text{C}_{\text{PDB}})-\delta(^{18}\text{O}_{\text{PDB}})$ (b) plot

表 1 戈塘金矿围岩、矿化岩石、矿石稀土元素有关参数

Table 1 REE parameters of the wall rock, Mineralized rock and ore of Getang Au deposit

序号	岩性	$w(\Sigma\text{REE})$	$w(\text{LREE})$	$w(\text{HREE})$	$w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$	$w(\text{La})_{\text{N}}/w(\text{Yb})_{\text{N}}$	δEu	δCe
1	灰岩	4.19	3.39	0.80	4.24	3.78	0.76	0.74
2	SBT	143.10	132.51	10.59	12.51	16.13	0.84	0.84
3	角砾状矿石	133.63	121.03	12.60	9.61	8.59	0.68	1.21
4	角砾状凝灰岩	377.33	330.66	46.67	7.09	4.27	0.84	1.39
5	凝灰岩	331.13	296.05	35.08	8.44	7.32	1.08	1.37
6	碎屑砂岩	547.75	509.55	38.21	13.34	15.74	0.74	1.10
7	碳质泥岩(顶)	240.37	217.12	23.25	9.34	11.75	0.69	0.91
8	碳质泥岩(围岩)	193.04	174.55	18.49	9.44	12.09	0.84	0.89

注:量单位: $w_{\text{B}}/10^{-6}$;数据来自文献[2-3, 6, 19],均做均值化处理。样品除灰岩为茅口组外,其它皆为龙潭组。

3.2 稀土元素组成及配分模式

戈塘金矿床角砾状矿石稀土含量变化较小(表 1), $w(\Sigma\text{REE})$ 值介于 $106.01 \times 10^{-6} \sim 174.37 \times 10^{-6}$ 之间,均值为 133.63×10^{-6} ; SBT(构造蚀变体)的 $w(\Sigma\text{REE})$ 值变化范围介于 $128.66 \times 10^{-6} \sim 170.95 \times 10^{-6}$ 之间,均值为 143.1×10^{-6} ,比区内围岩((硅化)灰岩除外)稀土总量低。

稀土配分曲线总体呈右倾(图 4),与峨眉山玄武岩稀土配分形式相近^[13]。从轻重稀土比值方面看, SBT 与龙潭组黏土岩分馏明显,可能有物源关系; $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 角砾状凝灰岩比凝灰岩小,顶板(碳质泥岩)比围岩(碳质泥岩)富集轻稀土元素,证明成矿热液具有较低的 $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 值,具有深源性质。

凝灰岩 δEu 值正异常,角砾状凝灰岩、角砾状矿石 δEu 值负异常代表成矿流体具还原性质,且在弱氧化部位。由 SBT→角砾状矿石, δCe 异常由负→正的变化,代表成矿环境处于氧逸度较高部位。

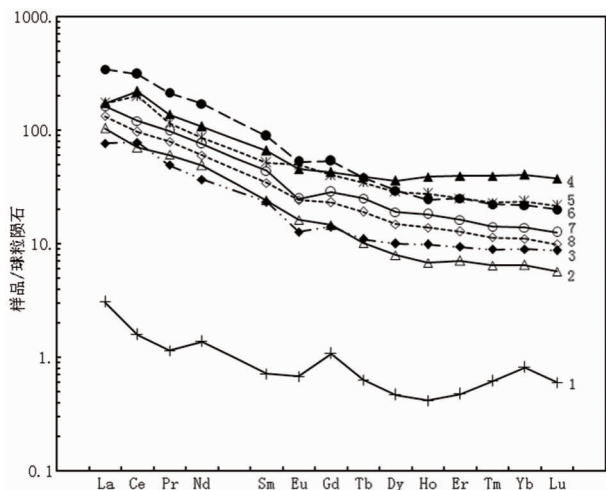


图 4 戈塘金矿岩矿石稀土元素配分图

Fig. 4 REE pattern of rock and ore of Getang Au deposit

3.3 流体包裹体特征及成矿温压条件

成矿流体包裹体主要发育于石英、萤石之中,主要为气液包裹体,少见纯液相与气相包裹体。包裹体盐度值为 $w(\text{NaCl}, \text{eq}) = 0.18\% \sim 10.5\%$ 。成矿流体液相组分中阴阳离子变化大,阳离子以 Na^+ 为主, Mg^{2+} 次之, K^+ 很少,不含 Ga^{2+} ; 阴离子以 F^- 、 SO_4^{2-} 为主, Cl^- 较低。成矿期石英均一温度为 155°C , 萤石均一温度范围为 $110^\circ\text{C} \sim 170^\circ\text{C}$ 。

综上,成矿期均一温度为 150°C ,成矿压力为 $15.36 \times 10^5 \text{ Pa} \sim 72.51 \times 10^5 \text{ Pa}$,即成矿深度约为 $0.5 \sim 2.4 \text{ km}$ ^[2-3]。

4 讨论

4.1 硅质来源与成矿环境

据 K Yamamoto(1987)研究资料, $w(\text{Al})/w(\text{Al} + \text{Fe} + \text{Mn})$ 值是判别硅质成因的有效标志,热水沉积硅质岩小于 0.4,受陆源影响硅质岩大于 0.4;海相沉积岩石该值伴随热水沉积参与程度而减小,该比值则由远海典型生物成因 0.6 至纯热水成因 0.01 逐渐减小。张聪等^[20]在研究已有硅质岩成因分类基础上,认为当 $w(\text{Al})/w(\text{Al} + \text{Fe}) > 0.5$ 、 $w(\text{Fe})/w(\text{Ti}) < 30$ 时,代表非热液成因;而当 $w(\text{Al})/w(\text{Al} + \text{Fe}) < 0.35$ 、 $w(\text{Fe})/w(\text{Ti}) > 30$ 时,代表热液成因。戈塘金矿区角砾岩中硅质主要以玉髓、石英等形式存在,个别角砾内部亦有细碎角砾,说明硅质形成肯定不止一次。由上述硅质岩成因判别标志^[20]和表 2 中相关特征比值可明显看出,戈塘金矿区硅质岩可以分为热液成因硅质岩(成矿期硅质岩)和非热液成因硅质岩(非成矿期硅质岩)两类。成矿期硅质岩,是成矿流体交代角砾的产物;非成矿期硅质岩,即成矿前硅质角砾岩。

表 2 戈塘金矿硅质岩成因判别数据
Table 2 Genetic discrimination data of Getage gold deposit

样号	岩性	$w(\text{Al}_2\text{O}_3)$	$w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$	$w(\text{TiO}_2)$	$w(\text{MnO})$	$w(\text{Al})/w(\text{Al}+\text{Fe}+\text{Mn})$	$w(\text{Fe})/w(\text{Ti})$
Y82	含碳硅质页岩	5.80	3.77	0.34	1.09	0.59	11.09
Y73	矿化硅质角砾岩	6.57	5.19	0.22	1.03	0.55	23.59
BT1	硅化角砾岩	2.23	3.14	0.01	0.35	0.41	314.00
YD1	硅化角砾岩	5.68	1.86	0.03	0.37	0.75	62.00
TCs2	硅化角砾状黏土岩	9.2	9.53	0.02	2.26	0.49	476.50
YD4	硅化角砾状黏土岩	4.45	18.57	0.1	0.37	0.19	185.70
GTH-3	SBT	1.85	0.45	0.67	0.0017	0.62	0.67
GT-4	SBT	3.45	1.95	0.61	0.0064	0.57	3.20
GT-5	SBT	4.68	6.54	0.8	0	0.39	8.18

注:量单位: $w_B/\%$ 。样品 Y82、Y73 为围岩,矿化强度微弱,据朱恺军^[6]资料;样品 BT1、YD1、TCs2、YD4 为矿石,据李文充^[5]资料;样品 GTH-3、GT-4、GT-5 为 SBT(构造蚀变体),据刘帅^[21]资料。

成矿前硅质角砾岩元素含量的 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)/w(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 值判断表明,成矿前硅质角砾岩形成构造背景为大陆边缘环境(0.5~0.9)^[20],且硅质沉积受陆源影响;结合其稀土、氧同位素含量分析,可基本得出成矿前硅质来源为受陆源影响的硅质热泉型生物沉积而形成^[6],在后期受构造运动先行、热液随后联合控制破碎为硅质角砾。

硅质角砾为成矿前产物,未固结的灰岩、黏土岩在水力压裂作用下受热泉活动的硅质流体交代而形成;由于海水波动较大,在接受硅化的同时角砾一直未曾固结,随着东吴运动及海水环境变化,碳酸盐岩沉积环境被打破,热泉继续存在,在短暂变化期形成海绵骨针硅质岩。在此期间,地壳运动剧烈,硅质灰岩角砾在来不及固结的情况下继续下降,接受陆相沉积并形成沼泽沉积相等龙潭组煤层或煤线,戈塘地区继续沉降,形成后续地层,在燕山期,构造活动加剧,在原热泉喷发的原通道含矿流体通过并聚集成矿,在此期间,由于期次较多,在能干层与非能干层形成的滑脱构造间形成隐爆作用,产生部分构造角砾岩,在超临界硅质流体作用下,部分角砾被流体固结,形成巨大角砾集群。

从矿床学角度而言,硅化角砾岩为成矿前沉积+热液或热泉+构造产物,在成矿热液期发挥赋矿围岩作用,这一层位极有可能既是成矿流体运输通道,又是成矿部位。这一层位具有孔隙度大、上下顶底板易形成圈闭构造、物理化学性质突变带等性质,是有利成矿部位。

4.2 金矿成矿时代与构造岩浆活动

黔西南地区金矿成矿时代数据资料积累较多,多数集中在二叠系峨眉山玄武岩与燕山晚期偏碱性超基性岩成岩时代之间,即金矿成矿集中于燕山中晚期。黄建国等^[19]采集戈塘金矿测得萤石 Sm-Nd

年龄 $35.83\text{ Ma}\pm0.37\text{ Ma}$,据此认为戈塘金矿成矿作用极有可能延续到喜山期,但不排除燕山中晚期构造岩浆活动对金矿积极贡献。

4.3 隐爆角砾岩及成矿作用

隐爆角砾岩为浅成(0.5~3 km)条件下,中酸性侵入体上升定位过程中岩浆或水热流体由于扩容减压而产生沸腾、去气作用,引起隐蔽爆发形成之特殊岩石组合。隐爆角砾岩型金矿与浅成-超浅成侵入体有关的蚀变矿物多见石英和玉髓,矿化与围岩多呈渐变过渡关系,角砾多呈棱角状-次圆状,且从角砾岩筒中心到边缘,角砾会由小变大,可拼性增强。氢、氧、硫、碳同位素方面,热液流体早期以岩浆水为主,晚期以岩浆与大气水混合为主。包裹体特征多为中低温、中浅成环境形成,流体多属于中低盐度^[21]。

硅质来源由上文可以确定有两个方面,但它的破碎动力以及成岩环境还是不清楚。前人关于角砾破碎机制皆归结为构造应力、构造机制,成岩环境则多认为有部分角砾为同沉积期,部分为后期形成。戈塘金矿 $w(\Sigma\text{REE})$ 从蚀变体(SBT)到角砾状矿石有轻微亏损,可能部分角砾物源来自于茅口灰岩。角砾状凝灰岩 $w(\Sigma\text{REE})$ 明显高于凝灰岩,可能成矿热液较为富集稀土或与碎屑砂岩等沉积岩层交换幅度较大;同时可能表明热液经过范围较大,成矿两个期次之间极有可能因空间不够而发生隐爆作用。角砾状矿石稀土配分形式与(角砾状)凝灰岩可能代表它们具有共同来源,即峨眉山玄武岩,其间稀土的亏损可能由茅口灰岩角砾导致。

戈塘金矿床沉积期 $w(\text{Co})/w(\text{Ni})$ 值为 0.15,热液期黄铁矿 $w(\text{Co})/w(\text{Ni})$ 值为 1.12^[2],其热液期黄铁矿 $w(\text{Co})/w(\text{Ni})$ 值与河南祁雨沟金矿床的 $w(\text{Co})/w(\text{Ni})$ 值 1.56 较相近,符合隐爆角砾岩金

矿^[22]特点。戈塘金矿是黔西南典型的以角砾岩为容矿岩石的金矿,广泛发育玉髓、浸染状黄铁矿,矿区周围局部地区甚至找不到较大的运矿通道,个别角砾内部亦有细碎角砾分布,环带状含砷黄铁矿的存在,以及目前于万人洞断层处发现圆筒状矿体等与隐爆角砾型金矿一致的方面,结合热液沉淀相关理论,可以认为戈塘金矿为极短时间内快速形成,可能发生多期隐爆作用。

4.4 戈塘金矿成因与形成机制

戈塘金矿具隐爆角砾岩型金矿机制,金矿成矿物质与围岩关系较小,主要来源于峨眉山玄武岩侵入岩体。其中,硫源中热液硫以地幔硫为主,少部分加入地层硫;热液中水的来源以岩浆水为主,又有地层中变质水加入;碳可能来自于成矿热液与围岩强烈蚀变;硅质分两期,沉积期来自于热泉崩塌,热液期来自地幔流体派生热液与天水或地层建造水的混合物。

在燕山中晚期,强烈构造应力作用之下,师宗—盘县、紫云—垭都大断裂强烈活动,上地幔物质在上升过程中岩浆喷发间歇期,在岩浆口被堵塞的情况下,堆积于地壳减薄带,沿右江断裂带上升在板昌逆冲推覆构造的影响下配矿到各大次级断裂,赋存于滑脱构造、“背斜加一刀”构造带中。在成矿过程中,戈塘金矿由于断裂被逆冲推覆体掩盖,成矿流体在碰到滑脱构造+角砾岩带迅速降温降压,随着流体大量集聚,压力迅速增大,当流体运移到受上覆围岩掩盖的断裂、裂隙带时,外压骤降,热液气化,产生巨大蒸气压,引起隐爆作用。随着热液硅化角砾的形成及温压变化,流体黏度降低,充当角砾间隙的胶结物。

5 结语

(1)黔西南戈塘金矿床是以角砾岩为容矿岩石的卡林型金矿,角砾岩普遍发生热液蚀变,稳定地产于茅口组古岩溶侵蚀面之上龙潭组底部上下为黏土岩层之间;下部为硅化黏土岩,中部为硅化灰岩角砾岩,为黔西南地区具有特殊产出特点的含金蚀变角砾岩。

(2)在戈塘矿田内茅口组底部产出筒状含金蚀变角砾岩,角砾岩成分为茅口组灰岩,角砾棱角状,可拼接性特征明显,具有隐爆角砾岩的特征。在空间上和成因上这两种产出特征的角砾岩应具有成生联系。

(3)戈塘金矿床含金蚀变角砾岩具有隐爆角砾岩的特征,初步研究认为戈塘金矿床为隐爆角砾岩型金矿床。

限于作者水平有限,不妥之处敬请指正。

参考文献:

- [1] 刘东升. 中国卡林型(微细浸染型)金矿[M]. 南京: 南京大学出版社, 1994: 116-132.
- [2] 范军. 黔西南戈塘大型金矿床地质地球化学及成因研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2015.
- [3] 董磊. 贵州戈塘金矿床地质特征及成因研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2015.
- [4] 高德黎, 廖朝中. 贵州G金矿的物源、成矿环境及找矿方向初析[J]. 贵州地质, 1987(2): 126-134.
- [5] 沈阳地质矿产研究所. 中国金矿主要类型区域成矿条件文集·第六卷[C]. 北京: 地质出版社, 1989: 1-85.
- [6] 朱恺军. 戈塘金矿中含炭硅质角砾岩成因浅析[J]. 地质与勘探, 1993(11): 34-38.
- [7] 朱赖民, 金景福, 何明友, 等. 论深源流体参与黔西南金矿床成矿的可能性[J]. 地质论评, 1997(6): 586-592.
- [8] 杨科伍. 戈塘式金矿床之成因及找矿远景初探—兼论紫木垭式金矿[J]. 贵州地质, 1992(4): 299-306.
- [9] 何丰胜, 毛健全, 杜定全. 戈塘矿区层滑构造研究[J]. 贵州工业大学学报, 1997(2): 13-19.
- [10] 黄建国, 李虎杰, 李文杰, 等. 贵州戈塘金矿含矿岩系元素地球化学特征[J]. 中国地质, 2012, 39(5): 1318-1326.
- [11] 童远刚, 陆建宝, 刘浩, 等. 贵州安龙万人洞角砾岩型金矿产出特征及意义[J]. 中国金属通报, 2016(5): 34-36.
- [12] 毛德明, 安树仁, 张启厚, 等. 贵州西部峨眉山玄武岩及其有关矿产[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1992: 33-38.
- [13] 聂爱国. 黔西南卡林型金矿的成矿机制及成矿预测[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2007.
- [14] 陈懋弘, 章伟, 杨宗喜, 等. 黔西南白层超基性岩墙锆石 SHRIMP U-Pb 年龄和 Hf 同位素组成研究[J]. 矿床地质, 2009, 28(3): 240-250.
- [15] 余大龙. 从纳哥金矿地质地球化学特征探讨黔西南卡林型金矿成因[J]. 贵金属地质, 1996, 5(2): 87-96.
- [16] 王砚耕, 索书田, 罗孝恒, 等. 黔西南构造与卡林型金矿[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1994: 89.
- [17] 倪师军, 刘显凡, 金景福, 等. 滇黔桂三角区微细粒浸染型金矿成矿流体地球化学[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1997: 88-96.
- [18] 王泽鹏, 夏勇, 宋谢炎, 等. 黔西南灰家堡卡林型金矿田硫铅同位素组成及成矿物质来源研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2013, 32(6): 746-752+758.
- [19] 黄建国, 李虎杰, 李文杰, 等. 贵州戈塘金矿萤石微量元素特征及钎—钽测年[J]. 地球科学进展, 2012, 27(10): 1087-1093.
- [20] 张聪, 黄虎, 侯明才. 地球化学方法在硅质岩成因与构造背景研究中的进展及问题[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2017, 44(3): 293-304.

[21] 刘帅, 张培兴, 熊灿娟, 等. 贵州戈塘金矿 SBT 地球化学研究[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2013, 30(5): 43-48.

[22] 毛光武, 严卸平, 舒文辉, 等. 隐爆角砾岩型金矿床的研究进展[J]. 地质找矿论丛, 2016, 31(3): 396-408.

Genesis of the Getang gold deposit in the southwest Guizhou

MAO Binji¹, RAN Ruide², KUANG Shunda², WU Zhijun³,

ZHAO Mingfeng³, WANG Xiaohong³

(1. Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2. Southwest Energy Group Guizhou, Guiyang 550004, China;

3. Guizhou provincial land mining bureau 117 geological team, Guiyang 550018, China)

Abstract: Based on the comprehensive analysis of geological and geochemical characteristics of siliceous breccia in Getang Au deposit it is considered that the silicified brecciated limestone and the silicified clay rock etc. in mining area are genetically the hydrothermally altered geological masses. The siliceous material was derived during the rock-forming and ore-forming stages. The siliceous material of the rock-forming stage comes from bio-sediments of hot spring water and that of the ore-forming stage from ore fluid. The ore fluid is derived from mixture of deep fluid, meteoric water and water trapped in formations. According to the ore structure and texture and the occurrence of the gold-bearing altered geological bodies and the recently discovered pipe-like gold-bearing altered breccia at bottom of Maokou formation and that in strata beneath the formation in Getang area it is considered that Getang Au deposit is genetically a crypto-explosion pipe type gold deposit. This is a new idea that will provide new metallogenic theory and reference for gold ore prospecting and prediction in the southwest Guizhou province.

Key Words: Getang gold deposit; silicified breccia; geochemical characteristics; deposit genesis; the southwest of Guizhou province