

DOI: 10.16108/j.issn1006-7493.2019045

引用格式: 谢巧勤, 孙锐, 徐晓春, 许心悦, 安昱华, 钱仕龙. 2020. 安徽宣城茶亭铜金矿床隐爆角砾岩特征及其成矿意义[J]. 高校地质学报, 26 (3): 255-264

## 安徽宣城茶亭铜金矿床隐爆角砾岩特征及其成矿意义

谢巧勤<sup>1, 2\*</sup>, 孙锐<sup>1</sup>, 徐晓春<sup>1</sup>, 许心悦<sup>1</sup>, 安昱华<sup>1</sup>, 钱仕龙<sup>3</sup>

1. 合肥工业大学 资源与环境工程学院, 合肥 230009;
2. 纳米矿物与污染控制安徽普通高校重点实验室 (合肥工业大学), 合肥 230009;
3. 安徽省地质矿产勘查局 322地质队, 马鞍山 243000

**摘要:** 安徽宣城茶亭铜金矿床是近年来在长江中下游浅覆盖区之南陵—宣城中—新生代火山—沉积盆地中新发现的一个大型矿床。文章以赋石英闪长玢岩侵入体内发育的隐爆角砾岩为对象, 通过详细的钻孔岩心观察和显微岩相学研究, 确定其地质特征并探讨其与成矿的关系。根据钻孔岩心观察确定的岩石构造特征及钻孔剖面圈定的角砾岩空间分布特征, 茶亭铜金矿床发育的隐爆角砾岩呈上大下小的不规则筒状体, 被隐伏的石英闪长玢岩侵入体包孕。根据角砾特征以及角砾间的裂隙和胶结物特征, 可将隐爆角砾岩划分为隐爆浆屑角砾岩、隐爆热液角砾岩和隐爆破裂角砾岩三类, 三类隐爆角砾岩空间上有规律地分布, 以隐爆浆屑角砾岩为中心向外或向上依次过渡为隐爆热液角砾岩→隐爆破裂角砾岩→石英闪长玢岩。基于隐爆角砾岩与蚀变和矿化的关系推测, 岩浆—气液隐蔽爆破作用所产生的大量裂隙为后期含矿岩浆热液和大气降水热液的运移、交代、混合乃至卸载、沉淀成矿提供了有利的构造空间。茶亭铜金矿床的矿体赋存于浅成斑岩侵入体中, 其围岩蚀变类型与分带, 以及矿化呈细粒浸染状和细脉—网脉状等地质特征显示其与斑岩型矿床极为相似, 但矿化富集部位与隐爆角砾岩筒(体)的一致, 且矿床同时发育角砾状、脉状、团块状矿化, 矿脉中发育热液硬石膏甚至形成硬石膏岩等地质特征又明显不同于斑岩型矿床。因此, 文章将茶亭铜金矿床确定为一个与中酸性浅成斑岩侵入体密切相关的隐爆角砾岩型矿床。

**关键词:** 安徽宣城茶亭; 铜金矿床; 隐爆角砾岩筒(体); 隐爆角砾岩型矿床  
**中图分类号:** P618.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7493 (2020) 03-255-10

## Characteristics of Cryptoexplosive Breccia from the Chating Copper-Gold Deposits, Xuancheng, Anhui Province and Its Metallogenic Significance

XIE Qiaoqin<sup>1,2\*</sup>, SUN Rui<sup>1</sup>, XU Xiaochun<sup>1</sup>, XU Xinyue<sup>1</sup>, AN Yuhua<sup>1</sup>, QIAN Shilong<sup>3</sup>

1. School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;
2. Key Laboratory of Nanominerals and Pollution Control of Anhui Higher Education Institutes, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;
3. Geological No.322 Team of Anhui Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration, Ma'anshan 243000, China

**Abstract:** The Chating copper-gold ore in Xuancheng region is a newly discovered large ore deposit in the Mesozoic-Cenozoic volcanic-sedimentary Nanling-Xuancheng basin in recent years, where the deposits are located at shallow depths of the Middle-Lower Yangtze River. This study is focused on the cryptoexplosive breccia pipe developed in the intrusives of quartz-dioritic porphyrite in the Chating copper-gold ore deposits. Based on the detailed core observations and petrographic analysis, characteristics and types of cryptoexplosive breccia are determined, and the relationship between the cryptoexplosive breccia and the copper-gold mineralization is discussed. The cryptoexplosive breccia in the ore deposits can be divided into three types: cryptoexplosivemelt-crystal-lithic breccia,

收稿日期: 2019-05-16; 修回日期: 2019-07-20

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0600209); 国家自然科学基金(41472066)联合资助

作者简介: 谢巧勤, 女, 教授, 从事成因矿物学教学与科研; E-mail: qqxie424@hfut.edu.cn

cryptoexplosive hydrothermal breccia, and cryptoexplosive fracture breccia based on its textures, compositions and abundance of rubbles. The cryptoexplosive breccia appears as an irregular pipe enveloped by the quartz-dioritic porphyrite and shows a regular spatial distribution. From the center of breccia to wall-rock are quartz-dioritic porphyrite, cryptoexplosive melt-crystal-lithic breccia, the cryptoexplosive hydrothermal breccia, and the cryptoexplosive fracture breccia, respectively. The spatial relationship between the altered, mineralized and the cryptoexplosive breccia pipe shows that there exists a genetic link between formation of cryptoexplosive breccia and mineralization. The cryptoexplosion of the melt, liquid and gas originated from intermediate-acid magma induced the formation of large amount rubbles and fractures which can cause sudden temperature and pressure changes of ore-forming fluids. In addition, the cryptoexplosive breccia may provide room for migrating, mixing, and ore-forming material unloading for ore-forming hydrothermal fluid that arose from magmatic hydrothermal fluid. The geological features of the Chating copper-gold deposit are similar to those of the porphyry deposits including the intermediate-acid porphyrite host rocks, the alteration types, and zonation of wall rocks, as well as fine-grained dissemination and fine-veined, and net-veined mineralization. However, the mineralization enrichment site is consistent with the cryptoexplosive breccia pipe. Also, the geological features such as breccia, veined, agglomerated mineralization and hydrothermal anhydrite developed intensively in the vein are distinctly different from typical porphyry deposits. Therefore, based on these characteristics, we suggest that the Chating copper-gold ore deposit is a cryptoexplosive breccia type deposit closely related to intermediate-acid hypabyssal intrusion.

**Key words:** Chating, Xuancheng City, Anhui Province; copper-gold ore deposits; cryptoexplosive breccia pipe; cryptoexplosive breccia type deposit

**Corresponding author:** XIE Qiaoqin, Professor; E-mail: qqxie424@hfut.edu.cn

安徽宣城茶亭铜金矿床是安徽省地质矿产部门近年来在长江中下游成矿带浅覆盖区的重大找矿突破, 揭开了该区新一轮找矿勘查和深部探测的序幕。对于茶亭铜金矿床的相关理论研究正在陆续开展中, 目前仅有少量成果公开发表。例如, 江峰等(2017)研究了赋矿石英闪长玢岩的锆石U-Pb年龄及岩石成因; 肖庆玲等(2018)研究了赋矿石英闪长玢岩中的黑云母成分特征及成矿指示意义。宣城茶亭铜金矿床发育隐爆角砾岩是其突出特征之一, 且与矿化关系密切。基于此, 本文拟对该矿床隐爆角砾岩的地质特征及其与蚀变和矿化的关系开展深入和系统的研究, 以期探索隐爆角砾岩与铜金矿床的成因联系。

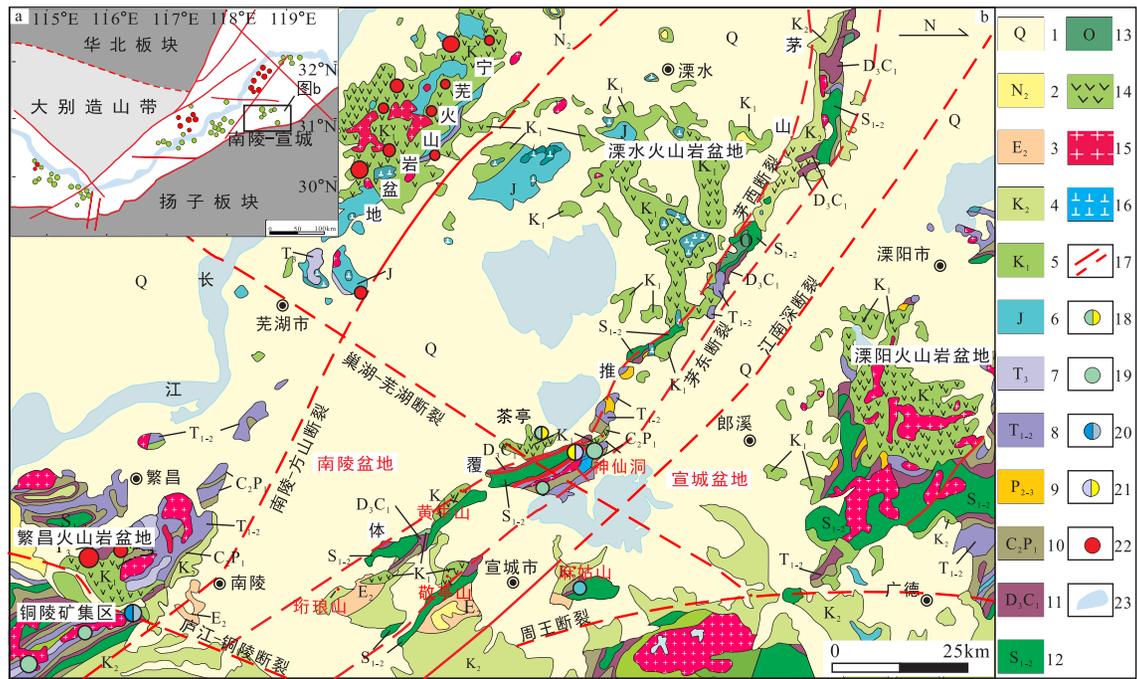
## 1 地质特征

安徽宣城茶亭铜金矿床位于皖东南的南陵—宣城地区, 构造上处于长江中下游构造—岩浆—成矿带北东段呈喇叭口状扩张部位的东南侧。南陵—宣城地区为一个中—新生代拗陷—断陷盆地, 四周为深大断裂围限, 中部发育北东向的九连山—狸桥逆冲推覆/复背斜构造, 其往北东延伸至江苏境内为茅山推覆体(韩克从等, 1985; 孙竞雄和韦国钧, 1985; 徐学思和胡连英, 2001; 黄润生和曹建忠, 2010), 断续绵延超过100 km。以九连山—狸桥—茅山逆冲推覆(体)/复背斜构造为标志可将南陵—宣城盆地一分为二, 即西侧的南陵

盆地和东侧的宣城盆地。区域地震和勘探显示盆地基底为一系列向北西逆冲的叠瓦状构造(李海滨等, 2011), 与盆地之上的逆冲推覆(体)/复背斜构造特征基本一致。南陵—宣城盆地盖层由早白垩世以来的中—新生代陆相碎屑沉积岩和中生代陆相火山岩构成, 盆地基底及其上覆逆冲推覆(体)/复背斜构造上均发育古生界至中生界下三叠统浅海—滨海相碎屑岩和碳酸盐岩。南陵—宣城地区广泛发育燕山期岩浆岩, 其中逆冲推覆(体)/复背斜构造中出露有辉石闪长岩、花岗闪长岩、花岗斑岩、闪长玢岩等中酸性侵入岩。据钻孔揭露, 盆地基底中有石英闪长玢岩、花岗闪长斑岩、闪长玢岩等。盆地盖层中发育下白垩统陆相火山岩, 出露于宣城茶亭、敬亭山、黄牛山、神仙洞和芜湖珩琅山等地, 因而构成了长江中下游构造—岩浆—成矿带中除金牛、安庆、庐枞、繁昌、宁芜、溧水、溧阳之外的又一中生代火山岩盆地(图1)。

## 2 矿床地质

安徽宣城茶亭铜金矿床位于南陵—宣城—中生代拗陷—断陷盆地西侧的南陵盆地中, 地表几乎为第四系覆盖, 之下为白垩系上统赤山组陆相碎屑沉积岩、下白垩统中分村组陆相碎屑沉积岩和火山岩。这套盖层沉积的厚度在盆地各处发育并不一致, 一般为数十米至数百米。钻孔揭露



1, 第四系; 2, 新近系上新统; 3, 古近系始新统; 4, 上白垩统; 5, 下白垩统; 6, 侏罗系; 7, 上三叠统; 8, 中一下三叠统; 9, 中一上二叠统; 10, 上石炭统一下二叠统; 11, 上泥盆统一下石炭统; 12, 中一下志留统; 13, 奥陶系; 14, 火山岩; 15, 花岗岩; 16, 闪长岩; 17, 断层; 18, Cu-Au 矿床; 19, Cu 矿床; 20, Pb-Zn 矿床; 21, Zn-Cu 矿床; 22, Fe 矿床; 23, 水系  
 (a) 南陵—宣城盆地在长江中下游构造带的地理位置图; (b) 南陵—宣城区域地质简图

图1 长江中下游成矿带南陵—宣城地区地质简图<sup>①</sup>

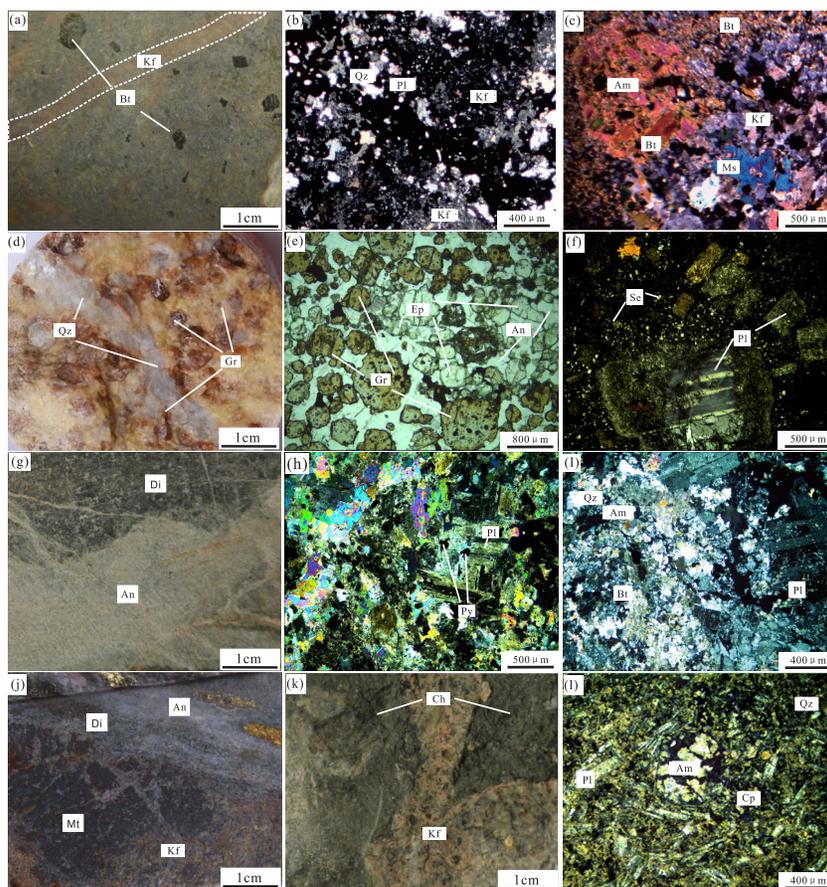
Fig. 1 Regional geological map of the Nanling-Xuancheng area in the Middle-Lower reaches of the Yangtze River metallogenetic belt

显示，盆地基底中发育有隐伏的中酸性侵入岩体，大致呈不规则长椭圆柱形岩株状产出，平面上呈北东向延伸，长度大于 5000 m，宽度小于 1000 m，岩性为石英闪长玢岩，局部相变为花岗闪长斑岩。岩体侵位于以灰岩为主的三叠系地层中。茶亭铜金矿床赋矿石英闪长玢岩位于该岩体的北东段，其锆石 LA-ICP MS U-Pb 同位素年龄为  $137.8 \pm 1.3$  Ma，是中生代早白垩世岩浆活动的产物（江峰等，2017）。

茶亭铜金矿床位于上长村东侧，钻孔控制的范围在平面上约为  $1500 \text{ m} \times 1000 \text{ m}$ ，深度小于 2000 m。根据矿石品位圈定的矿体形态多呈不规则透镜状，总体走向北东，北东端扬起；倾向南东，倾角  $10 \sim 30^\circ$ 。最大矿体 3 号主矿体长 1000 m，宽 400~900 m，平均厚度 170 m。茶亭铜金矿床的矿化范围呈倒立的长钟状体，深部矿化尚未完全限定，岩体与围岩接触带处矿化不明显。矿床发育的围岩蚀变类型主要有硅化、钾长石化、钠长石化、黑云母化（图 2a, b, c）、绢（白）云母化、

黄铁矿化（图 2e）、磁铁矿-赤铁矿化（图 2j）、（石榴子石-透辉石）矽卡岩化（图 2d）、绿泥石化（图 2k, l）、绿帘石化（图 2e）、硬石膏化（图 2g, h）、石膏化、碳酸盐（方解石、菱铁矿）化、高岭石化（粘土化）（图 2i）等。围岩蚀变具有较为明显的分带性，深部以钾硅酸盐化（硅化、钾长石化、钠长石化、黑云母化）为主，中部矿化强烈部位表现为钾硅酸盐化叠加黄铁绢英岩化（硅化、绢（白）云母化、黄铁矿化），浅部发育较弱的高岭石化和石膏化；磁铁矿-赤铁矿化、矽卡岩化、绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化仅在局部呈条带状或团块状发育；硬石膏化常与硅化一起发育，形成石英-硬石膏脉并叠加铜金矿化。石英闪长玢岩侵入体的围岩为三叠系下统灰岩、泥质灰岩和泥岩，一般发育热变质大理岩化和角岩化。矿石构造主要为角砾状、脉状、细脉—网状和细粒浸染状，局部见团块状构造（图 3）。矿石结构主要为自形—半自形粒状结构、它形粒状结构、固溶体分离结构、交代残余结构等

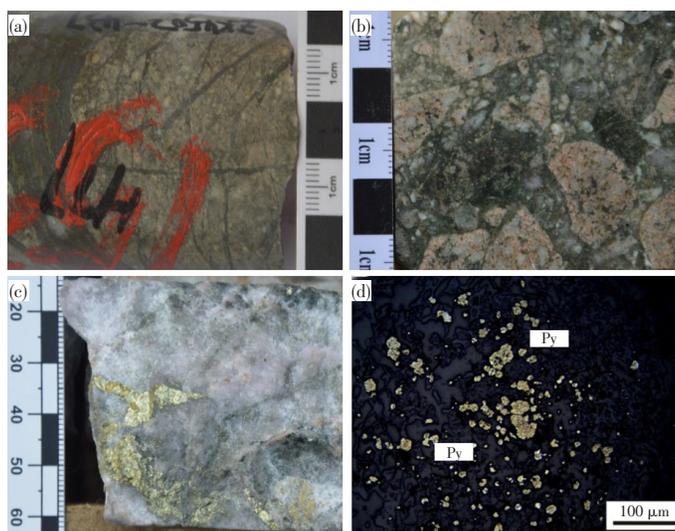
①南京地质矿产研究所. 2008. 1:750000 长江中下游地区区域地质图.



(a) 黑云母化; (b) 硅化与钾化 (正交偏光); (c) 黑云母化与钾化 (正交偏光); (d) 矽卡岩化; (e) 矽卡岩化 (单偏光); (f) 黄铁绢英岩化 (正交偏光); (g) 硬石膏化; (h) 硬石膏化 (正交偏光); (i) 粘土化 (正交偏光); (j) 磁铁矿化; (k) 绿泥石化; (l) 绿泥石化 (正交偏光)  
 Qz: 石英; Kf: 钾长石; Bt: 黑云母; Pl: 斜长石; Am: 角闪石; Ms: 白云母; Gr: 石榴子石; Se: 绢云母; An: 硬石膏; Ep: 绿帘石;  
 Py: 黄铁矿; Di: 透辉石; Mt: 磁铁矿; Ch: 绿泥石; Cp: 黄铜矿

图2 茶亭铜金矿床主要蚀变类型照片

Fig. 2 Photographs and micrographs showing major alterations in the Chating Cu-Au ore deposits, Xuancheng



(a) 脉状和细脉—网脉状构造; (b) 角砾状构造; (c) 大网脉状或团块状构造; (d) 细粒浸染状构造

图3 宣城茶亭铜金矿床矿石结构构造照片 (据许心悦等, 2019)

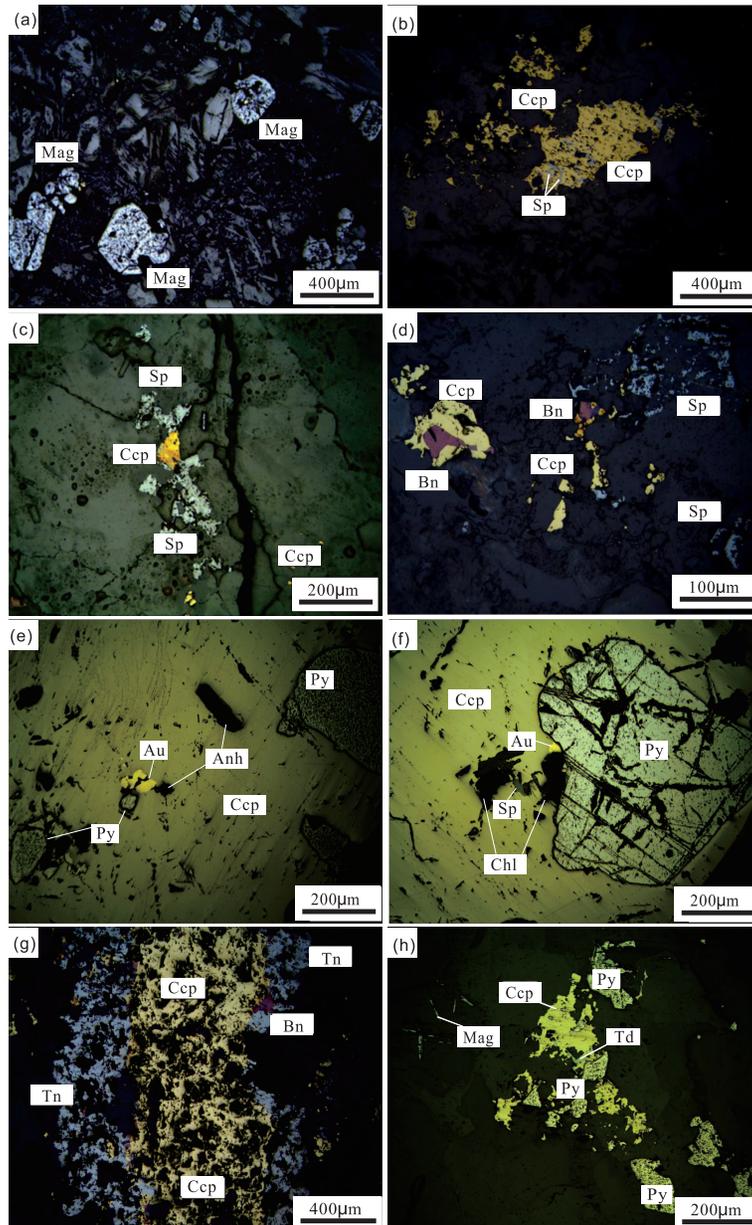
Fig. 3 Photographs of specimens and microphotographs of ore structures of the Chating Cu-Au ore deposit, Xuancheng

(图4)。矿石中的金属(氧化物和硫化物)矿物有磁铁矿、赤铁矿、黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿、砷黝铜矿、辉钼矿、闪锌矿、方铅矿、自然金和银金矿等(图4)，脉石矿物有石英、硬石膏、石榴子石等。根据矿物共生组合和矿脉相互穿插关系，可将成矿作用划分为四个阶段，分别为早期的矽卡岩-磁铁矿阶段和主成矿期的石英-硬石膏-硫化物阶段、石英-多金属硫化物阶段以及成矿晚期的石膏-黄铁矿阶段(徐晓春等，2018)。

### 3 隐爆角砾岩特征

#### 3.1 隐爆角砾岩产状

隐爆角砾岩是指在一定地壳深度(0.5~3 km)的封闭条件下，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，引起隐蔽爆发所形成的特殊岩石组合(刘家远，1982；章增凤，1991；唐菊兴，1995；周济元等，1998；卿敏和韩先菊，2002；梁俊红等，



(a) 自形—半自形粒状结构；(b) 固溶体分离结构；(c) 它形粒状结构；(d) 交代残余结构；(e, f) 矿石中的含金矿物；(g, h) 矿石中的黝铜矿和砷黝铜矿；Mag: 磁铁矿；Ccp: 黄铜矿；Sp: 闪锌矿；Bn: 斑铜矿；Anh: 硬石膏；Au: 自然金；Py: 黄铁矿；Chl: 绿泥石；Td: 黝铜矿；Tn: 砷黝铜矿

图4 宣城茶亭铜金矿床矿石结构显微照片(据许心悦等，2019)

Fig. 4 Microphotographs of ore structures and major mineral compositions of the Chating Cu-Au ore deposit, Xuancheng

2011)。根据钻孔岩心观察确定的角砾岩特征及钻孔剖面圈定的角砾岩空间分布特征，茶亭铜金矿床发育的角砾岩可以确定为隐爆角砾岩，其在空间上呈上大下小的不规则筒状体，产出于石英闪长玢岩侵入体中，平面上呈北东向延长的不规则透镜状，长轴约550 m，短轴约500 m，面积0.14 km<sup>2</sup>左右，钻孔控制最大深度超过1600 m。

### 3.2 隐爆角砾岩岩石学特征

周济元等(1998)根据结构、成分、胶结物等特征及其所反映的形成方式和形成环境，将隐爆角砾岩划分为隐爆角砾岩类、隐爆崩塌角砾岩类、隐爆震碎角砾岩类、隐爆热液角砾岩类和隐爆破裂角砾岩类等五种类型。这一划分方法较为全面准确地刻画了隐爆角砾岩不同于火山角砾岩、断层角砾岩、岩溶角砾岩等的总体特征，同时考虑了隐爆角砾岩中角砾的大小、形状、磨圆度、可拼合性等特征和角砾间的裂隙、胶结物特征以及它们的空间分布特征，因此本文拟采纳该划分方案。但是，该划分方案中的第一小类隐爆角砾岩与大类同名，而且与隐爆震碎角砾岩难以区分，本文将之归为一类，并基于其胶结物为熔

浆或晶屑和岩屑的特征确定为隐爆浆屑角砾岩。茶亭铜金矿床为一隐伏矿床，目前仅为钻孔揭露和控制，依据钻孔岩心观察可以确定出的隐爆角砾岩类型主要为隐爆浆屑角砾岩、隐爆热液角砾岩和隐爆破裂角砾岩三类(图5)，未见隐爆崩塌角砾岩。

(1) 隐爆浆屑角砾岩位于隐爆角砾岩筒(体)中心和下部，角砾成分较为复杂，主要为石英闪长玢岩，也有少量大理岩化灰岩、大理岩、角岩及石英-黄铁矿脉的角砾。角砾中的石英闪长玢岩具斑状结构，基质呈显晶质结构，斑晶含量45%~60%，主要为斜长石(45%~60%)，角闪石(10%~15%)和钾长石(5%~8%)，可见少量石英，与包孕隐爆角砾岩筒(体)的石英闪长玢岩侵入体的岩性和结构特征基本一致。角砾粒径一般为3~10 mm，最大可达5~10 cm，角砾多呈次圆状、次棱角状，显示有一定的磨圆，可拼合性较差，含量约30%~40%(图6a)。胶结物主要为熔浆(微粒-细粒岩浆岩)和微粒-细粒晶屑和岩屑，有时热液矿物与其一起共同胶结。熔浆(微粒-细粒岩浆岩)由隐爆作用发生后岩浆房中上升的岩浆快速结晶而成，

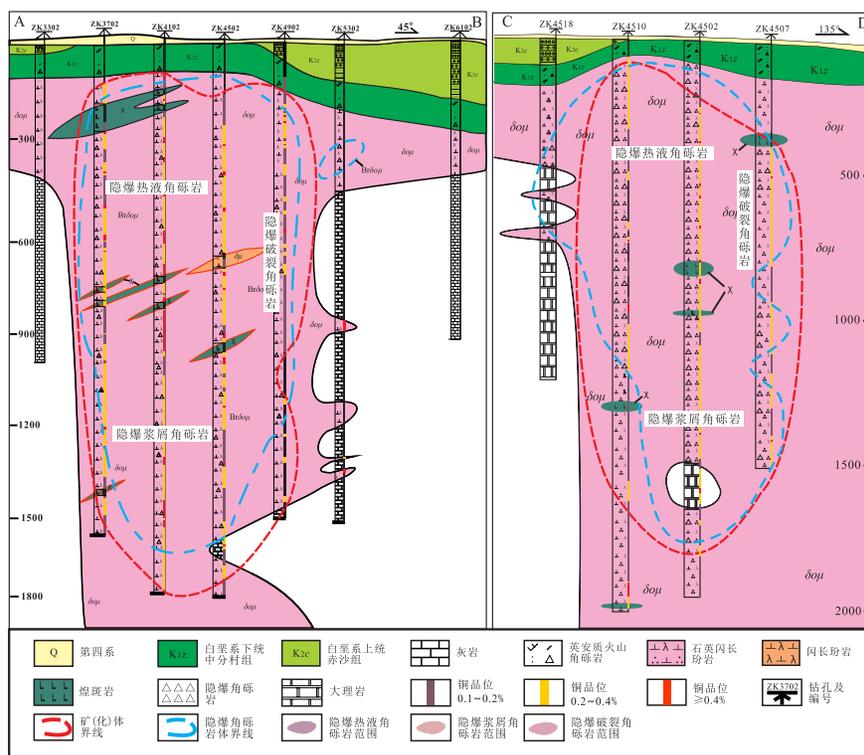
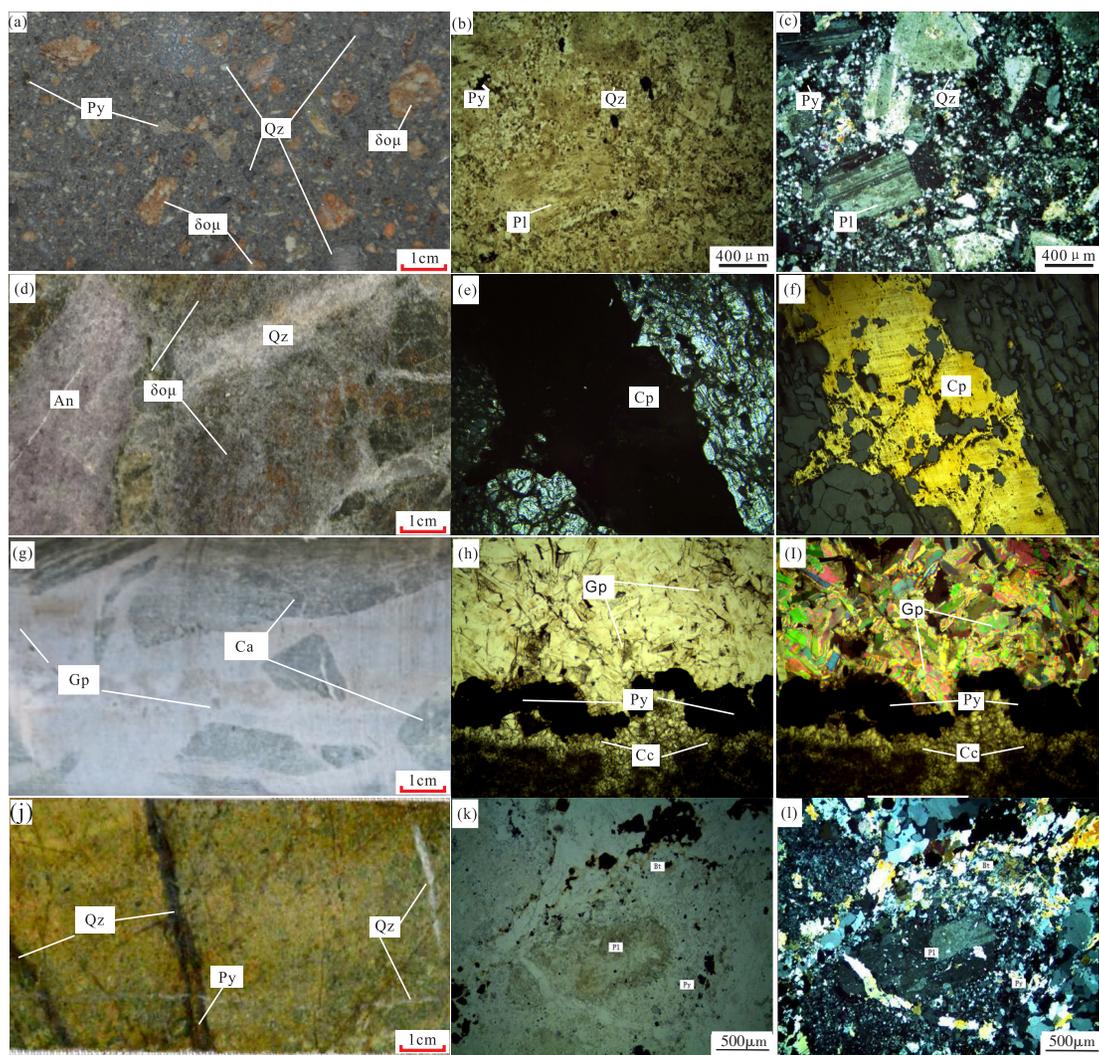


图5 茶亭铜金矿床02线及45线钻孔剖面中隐爆角砾岩分布示意图

Fig. 5 Diagram showing the distribution of cryptoexplosive breccia in the section of 02 and 45 exploration lines of the Chating Cu-Au ore deposit, Xuancheng



(a) 隐爆浆屑角砾岩，角砾为石英闪长玢岩、黄铁矿、石英，胶结物为岩石碎屑；(b) 隐爆浆屑角砾岩单偏光镜下照片；(c) 隐爆浆屑角砾岩正交偏光镜下照片；(d) 隐爆热液角砾岩，角砾为石英闪长玢岩，胶结物为硬石膏和石英；(e) 隐爆热液角砾岩单偏光镜下照片；(f) 隐爆热液角砾岩反射光照片；(g) 隐爆热液角砾岩，角砾为灰岩，胶结物为石膏；(h) 隐爆热液角砾岩单偏光镜下照片；(i) 隐爆热液角砾岩正交偏光镜下照片；(j) 隐爆破碎岩，角砾为石英闪长玢岩，胶结物为石英和金属硫化物矿物；(k) 隐爆破碎岩单偏光镜下照片；(l) 隐爆破碎岩正交偏光镜下照片； $\delta O\mu$ ，石英闪长玢岩角砾；Qz：石英；Py：黄铁矿；Pl：斜长石；An：硬石膏；Cp：黄铁矿；Cc：方解石；Gp：石膏；Ca：灰岩角砾；Bt：黑云母

图6 茶亭矿区三类隐爆角砾岩手标本及显微岩相学照片

Fig. 6 Pictures of a hand specimen and micropetrography of three types of cryptoexplosive breccia

它们在矿物成分上与角砾基本一致，均为钾长石、斜长石、石英、黑云母等，粒径一般为0.2~1 mm。微粒—细粒晶屑和岩屑由石英闪长玢岩隐爆炸碎和气热流体运动过程中导致的磨蚀所产生，晶屑成分主要为钾长石、斜长石和石英，岩屑成分与石英闪长玢岩角砾基本一致，粒径一般小于2 mm，其大小有向石英闪长玢岩角砾逐渐过渡的趋势。熔浆（微粒—细粒岩浆岩）与微粒—细粒晶屑和岩屑通常难以区分，主要依据显微镜下的精细结构观察确定。热液矿物常为石英、硬石膏及黄铁矿、黄铜矿等硫化物矿物，以充填和交代方式胶结角砾（图

6b, c)。

(2) 隐爆热液角砾岩为茶亭隐爆角砾岩筒（体）的主要组成部分，主要产于隐爆角砾岩体（筒）近中心和上部。岩石中的角砾分选较差，粒径变化较大，多在3~10 cm之间。角砾磨圆差，为棱角—次棱角状，可拼合性较好，角砾有一定的位移，位移量大小不等。角砾成分以石英闪长玢岩（图6d）为主，局部可见灰岩或大理岩化灰岩的角砾（图6g, h, i）。其中石英闪长玢岩角砾发育较为强烈的热液蚀变，既有钾硅酸盐化、黄铁绢英岩化，有时也见有矽卡岩化等。角砾间为后期热

液注入并冷却结晶而胶结,热液脉宽度大小不等,一般为3~10 cm,最大可达数米,通常形成含硫化物的硬石膏脉或石英—硬石膏脉,并常常构成矿床矿体的主体部分,部分为石膏和方解石等晚期热液矿脉穿切。胶结角砾的主要热液矿物为石英、硬石膏、方解石、黄铁矿、黄铜矿等(图6e, f)。

(3) 隐爆破裂岩产出于隐爆角砾岩筒的边部,实际即为破裂的石英闪长玢岩,向外过渡为正常的石英闪长玢岩侵入体。岩石受隐爆作用影响产生破裂,产生的裂隙切割岩体,岩体破裂呈角砾状但无位移,具有良好的可拼合性。裂隙或细密或稀疏,随远离隐爆角砾岩筒(体)中心而变化。隐爆破裂岩主要发育于石英闪长玢岩体中,裂隙中充填有含金属硫化物的石英、硬石膏、石膏等热液细脉或网脉(图6j, k, l)。

### 3.3 隐爆角砾岩与蚀变和矿化的关系

根据钻孔岩心观察和剖面圈定的石英闪长玢岩侵入体、隐爆角砾岩筒(体)以及蚀变和矿化岩石的空间分布特征,可以确定茶亭铜金矿床的矿体主要产于被石英闪长玢岩侵入体包孕着的隐爆角砾岩筒(体)中,蚀变和矿化范围略大于隐爆角砾岩筒(体)(图5)。在石英闪长玢岩侵入体与围岩下三叠统灰岩、泥质灰岩的接触带以及围岩中目前均未见大量矿化。

在隐爆角砾岩筒(体)中,蚀变和矿化的强烈部位主要集中于中心及其上部。在隐爆角砾岩筒(体)中心和下部发育的隐爆浆屑角砾岩中,蚀变和矿化中等,角砾中主要发育钾硅酸盐化,有时叠加黄铁绢英岩化,也常见有矿化。胶结物主要为熔浆(微粒—细粒岩浆岩)和微粒—细粒晶屑和岩屑,有时见热液矿物与熔浆或晶屑、岩屑一起胶结角砾,但一般热液矿物占比较少。热液矿物有石英和硬石膏以及金属硫化物黄铁矿和黄铜矿等。在隐爆角砾岩筒(体)中心及其上部发育的隐爆热液角砾岩中,蚀变和矿化强烈,角砾中发育钾硅酸盐化并叠加黄铁绢英岩化,有时见有矽卡岩化,角砾和胶结物中均有矿化。胶结物热液矿物在岩石中的占比较大,主要为石英、硬石膏以及金属氧化物磁铁矿、赤铁矿和金属硫化物黄铁矿和黄铜矿等。在隐爆角砾岩筒(体)边部发育的隐爆破裂角砾岩中,蚀变和矿化较为强烈,破裂的角砾中发育钾硅酸盐化,常叠加黄铁绢英岩化,局部发育绿泥石化、绿

帘石化,上部常见高岭石化,角砾中也常见浸染状矿化。胶结物呈细脉或网脉状充填于微细裂隙中,热液矿物有石英、黄铁矿、黄铜矿等。

## 4 讨论

根据上述蚀变和矿化特征以及矿(化)体与石英闪长玢岩侵入体、隐爆角砾岩筒(体)的关系可见,茶亭铜金矿床具有典型斑岩型矿床的特征,但不同的是,斑岩型矿床虽然常常发育隐爆角砾岩筒(体),但其或者规模较小,或者矿化不强、不是矿体的主要产出部位,例如长江中下游成矿带铜陵矿集区冬瓜山矿田东狮子山矿床1号矿体即为隐爆角砾岩型铜矿体(储国正, 2003),姚家岭锌金多金属矿床中也发育隐爆角砾岩且与成矿关系密切(钟国雄, 2007),大别造山带沙坪沟斑岩钼矿床中发育隐爆角砾岩筒(体),但其中矿化较弱,未见矿体(张怀东等, 2010; 于文等, 2012)。茶亭铜金矿床的蚀变与矿化和隐爆角砾岩筒(体)关系密切,蚀变和矿化强烈部位就是隐爆角砾岩筒(体)发育部位,矿体产于隐爆角砾岩筒(体)中,而隐爆角砾岩筒(体)又被石英闪长玢岩体所包孕。此外,茶亭铜金矿床既发育细脉—网脉状矿化,又发育角砾状、脉状、团块状矿化,也明显不同于典型斑岩型矿床的矿石特征。的确,隐爆角砾岩型矿床是一类与斑岩型、火山一次火山岩型(浅成低温热液型)矿床具有密切联系、又互为过渡的矿床,因此也有人将其归入斑岩型和火山一次火山岩型。但确有一部分矿床既与斑岩或火山一次火山岩关系密切,同时又有特殊的产出部位和矿体特征,值得单独划出为隐爆角砾岩型矿床(罗镇宽等, 1999)。据此,推测茶亭铜金矿床为一个与石英闪长玢岩侵入体内发育的隐爆角砾岩具有密切成因联系的矿床。

隐爆角砾岩是角砾岩中的一种特殊类型,其特点是孔隙度大,有利于成矿流体的渗透、迁移和矿质沉淀富集,形成控矿构造和容矿空间,因而其成岩作用常常伴随热液成矿作用,构成金属矿床中的一种重要类型(Bryner, 1961; Silltoe et al., 1984; Thompson et al., 1985)。刘家远(1996)指出,岩浆隐蔽爆破作用与内生金属矿床的关系,不仅与斑岩型铜、钼、铅—锌、钨、锡、铀等金属矿床有密切联系,而且与金、银等贵金属成矿也

有密切关系。中国尤以隐爆角砾岩型金矿床最为发育、经济价值巨大(卿敏和韩先菊, 2002), 如河南嵩县祁雨沟金矿床、福建上杭紫金山金铜矿床和黑龙江佳木斯团结沟金矿床等(罗镇宽等, 1999; 范宏瑞等, 2000; 毛光武等, 2016)。

根据上述隐爆角砾岩的产状和岩石学特征, 以及隐爆角砾岩与蚀变和矿化石英闪长玢岩侵入体的关系, 可以大致确定成岩成矿的过程。首先是石英闪长玢岩侵入体形成。早白垩世时期, 随着区域构造由挤压向伸展过渡, 地壳深部岩浆沿北东向断裂侵入, 形成浅成斑岩型石英闪长玢岩侵入体。其次是含矿隐爆角砾岩体形成。早期岩浆侵位结晶后, 深部岩浆房中的岩浆继续汇聚, 分异产生岩浆期后高温高压流体, 受热动力驱动, 沿构造作用产生的位于石英闪长玢岩侵入体内部的断裂裂隙系统上升至地壳浅部聚集, 当内外压力平衡被打破时发生隐蔽爆破作用, 形成隐爆角砾岩体(筒)。再次是含矿热液形成和成矿物质萃取。岩浆房中的岩浆继续分异出富含挥发性组分及不相容元素的流体, 以深部的断裂和浅部的隐爆角砾岩筒(体)为通道, 上升并萃取途经围岩中的成矿金属元素, 形成富含矿化剂组分和成矿金属元素的岩浆热液流体; 与此同时, 沿断

裂和裂隙下渗的大气降水受岩浆侵位的热力驱动, 对途经围岩进行交代, 活化并萃取其中的成矿金属元素和化合元素, 形成富含矿质的大气降水热液。最后是含矿热液混合与矿质沉淀。来自深部的岩浆热液上升至浅部与深循环的大气降水热液混合, 随着温度和压力的降低以及其它物理化学条件(酸碱度、氧逸度、硫逸度等)的改变, 成矿热液流体中的金属元素因饱和而沉淀, 最终在有利构造空间——隐爆角砾岩体(筒)中充填和交代、富集沉淀成矿(图7)。

## 5 结论

(1) 茶亭铜金矿床发育隐爆角砾岩筒(体), 主要由隐爆浆屑角砾岩、隐爆热液角砾岩和隐爆破裂角砾岩三类隐爆角砾岩组成, 并依次由隐爆角砾岩筒(体)中心向外大致呈同心环状分布, 再向外即过渡为原生石英闪长玢岩, 蚀变和矿化也相应逐渐减弱。

(2) 茶亭铜金矿床的矿体赋存于隐爆角砾岩筒(体)中, 而隐爆角砾岩筒(体)又为浅成石英闪长玢岩侵入体所包孕, 矿床的蚀变和矿化范围略大于隐爆角砾岩筒(体), 蚀变和矿化特征与典型斑岩型矿床和火山岩一次火山岩型(浅成低温热液型)矿床既有相似之处, 又有明显的差

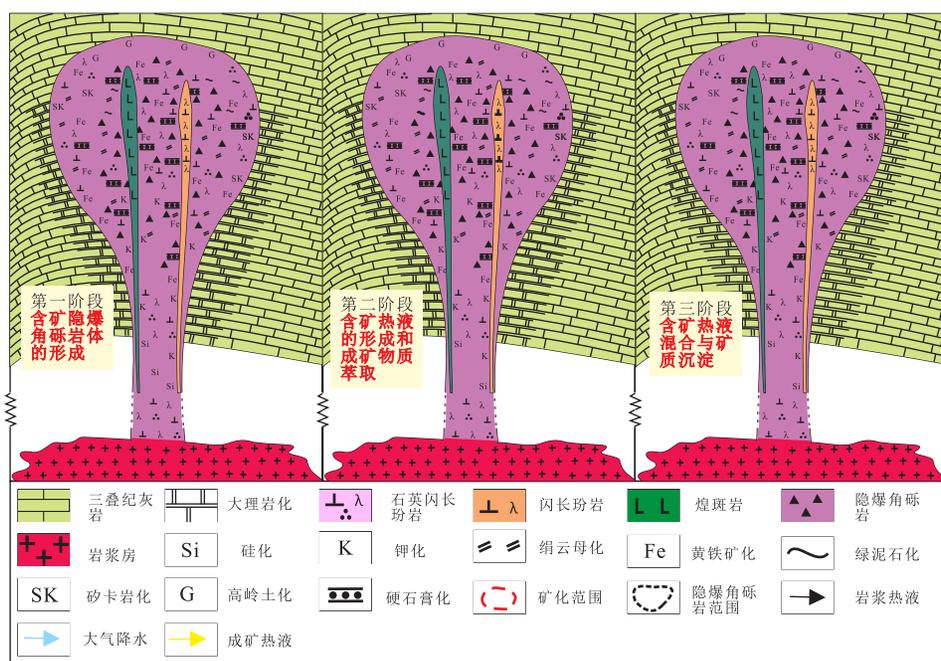


图7 茶亭铜金矿床成岩—成矿模式示意图

Fig. 7 Sketch showing a mineralization-diagenesis model for the Chating Cu-Au ore deposit, Xuancheng

异, 本文将其确定为一个与中酸性浅成斑岩侵入体密切相关的隐爆角砾岩型矿床。

(3) 茶亭铜金矿床的成矿作用发生于石英闪长玢岩侵位固结以后, 岩浆房中的岩浆及气水热液聚集并隐蔽爆破形成隐爆角砾岩筒(体), 隐爆角砾岩筒(体)的形成不仅大量释放了携带成矿物质的气体和热液、减压降温、促使矿质沉淀, 而且产生的大量角砾和裂隙为成矿金属元素运移和沉淀成矿提供了有利的构造和空间。

### 参考文献(References):

- 储国正. 2003. 铜陵狮子山铜金矿田成矿系统及其找矿意义[D]. 北京: 中国地质大学.
- 范宏瑞, 谢奕汉, 郑学正, 等. 2000. 河南祁雨沟热液角砾岩体型金矿床成矿流体研究[J]. 岩石学报, (4): 559-563.
- 韩克从, 陈玉忠, 陈思松, 等. 1985. 茅山地区的推覆构造及其地质意义[J]. 大地构造与成矿学, (1): 57-68, 99.
- 黄润生, 曹建忠. 2010. 江苏茅山推覆构造带的分析与研究[J]. 地质学报, 34(1): 6-9.
- 江峰, 徐晓春, 钱仕龙, 等. 2017. 安徽宣城茶亭铜金矿床赋矿石英闪长玢岩锆石 U-Pb 年龄及岩石成因[J]. 高校地质学报, 23(4): 591-605.
- 李海滨, 贾东, 武龙, 等. 2011. 下扬子地区中—新生代的挤压变形与伸展改造及其油气勘探意义[J]. 岩石学报, 27(3): 770-778.
- 梁俊红, 巩恩普, 姚玉增, 等. 2011. 中酸性隐爆角砾岩型金属矿床稀土元素地球化学特征[J]. 地质找矿论丛, 26(1): 23-27, 50.
- 刘家远. 1982. 江西燕山期隐爆相岩石特征与成矿[J]. 地质与勘探, (5): 18-25.
- 刘家远. 1996. 岩浆隐蔽爆破构造与贵重、有色金属成矿[J]. 新疆地质, 14(3): 238-246.
- 罗镇宽, 苗来成, 关康. 1999. 角砾岩型金矿床——一种值得重视的金矿床类型[J]. 地质找矿论丛, 14(4): 15-23.
- 毛光武, 严卸平, 舒文辉, 等. 2016. 隐爆角砾岩型金矿床的研究进展[J]. 地质找矿论丛, 31(3): 396-408.
- 卿敏, 韩先菊. 2002. 隐爆角砾岩型金矿研究述评[J]. 黄金地质, (2): 1-7.
- 孙竞雄, 韦国钧. 1985. 江苏西南部茅山推覆构造的基本特征[J]. 华东地质, (3): 80-87.
- 唐菊兴. 1995. 含金热液隐爆角砾岩的特征及研究意义[J]. 成都理工学院学报, (3): 59-64.
- 肖庆玲, 周涛发, 袁峰, 等. 2018. 安徽茶亭铜金矿床赋矿石英闪长玢岩黑云母成分特征及成岩成矿指示意义[J]. 矿床地质, 37(6): 1179-1194.
- 许心悦, 徐晓春, 谢巧勤, 等. 2019. 安徽宣城茶亭铜金矿床地质和地球化学特征及成因[J]. 岩石学报, 35(12): 3659-3676.
- 徐晓春, 季珂, 白茹玉, 等. 2018. 安徽宣城茶亭斑岩铜金矿床金的赋存状态及金铜成因联系[J]. 岩石矿物学杂志, 37(4): 575-589.
- 徐学思, 胡连英. 2001. 江苏茅山构造——滑覆反序叠置造山[J]. 中国区域地质, (3): 280-285.
- 于文, 倪培, 王国光, 等. 2012. 安徽金寨县沙坪沟斑岩铜矿床成矿流体演化特征[J]. 南京大学学报(自然科学版), 48: 240-255.
- 张怀东, 王根节, 王波华, 等. 2010. 沙坪沟斑岩型铜矿含矿岩体及其蚀变特征[J]. 安徽地质, 20: 260-266.
- 章增凤. 1991. 隐爆角砾岩的特征及其形成机制[J]. 地质科技情报, 10(4): 1-5.
- 钟国雄. 2017. 安徽铜陵姚家岭锌金多金属矿床成矿机制与找矿方向研究[D]. 合肥: 合肥工业大学.
- 周济元, 崔炳芳, 陈世忠, 等. 1998. 江西会昌红山隐爆角砾岩筒及其成因和动力学[J]. 成都理工学院学报, 25(2): 261-268.
- Bryner L. 1961. Breccia and pebble columns associated with epigenetic ore deposits [J]. Economic Geology, 56 (2): 488-508.
- Sillitoe R H, Barker E M and Brook W A. 1984. Gold deposits and hydrothermal eruption breccias associated with a Maar volcano at Wau, Papua New Gunea [J]. Economic Geology, 79(2): 638-655.
- Thompson T B, Tripple A D and Owelley P C. 1985. Mineralized vein and breccias of the Cripple Creek Direct Colorado [J]. Economic Geology, 80(6): 1669-1688.