第 24 卷 第 4 期
2004 年 10 月

桂 林 工 学 院 学 报
JOURNAL OF GUILIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Vol. 24 No. 4
Oct. 2004

文章编号:1006 - 544X(2004)04 - 0402 - 05

海南西部戈枕金矿成矿带的矿床类型及成因

江明贵, 路西坤

(海南省地质勘查局, 海南 海口 570206)

摘 要: 海南西部戈枕断裂为区域性控矿构造, 沿该断裂的旁侧近等距分布的一系列金矿床, 构成戈枕金矿成矿带, 根据其成矿地质特征、控矿因素等可划分为 3 种矿床类型, 即蚀变糜棱岩型、蚀变碎裂岩型和石英脉型. 研究表明, 成矿物质具多源性, 赋矿层位戈枕村组的原岩为来自上地幔的火山岩, 有初始的矿源, 该组金丰度高, 为矿源层, 成矿过程中混合岩化作用、岩脉蚀变等都补充了金质; 硫源来自矿源层原始硫, 成矿与混合岩化热液有关; 成矿在中温、弱酸 —弱碱性环境, 成矿作用多期、多阶段, 成矿时代为晚古生代 —早中生代, 矿床属混合岩化热液成因.

关键词: 戈枕断裂带; 金矿; 成矿带; 矿床类型; 成因; 海南

中图分类号: P618.510.1 **文献标识码**: A ①

1 成矿带地质概况

戈枕金矿成矿带位于海南西拗陷的西部, 沿北东向戈枕断裂带展布, 长度与戈枕断裂带基本一致, 宽度约 5 km. 以戈枕断裂为界, 西北部(戈枕断裂上盘) 出露的地层为中元古界戈枕村组混合岩及混合岩化片岩, 锆石 U - Pb 法测定的同位素年龄为 1 280～1 600 Ma, 相当于中元古界薄县系, 是海南岛内出露的最古老、变质程度最深的地层, 也是本成矿带金矿的赋矿层位; 东南部(戈枕断裂下盘) 为古生界奥陶 —志留系南碧沟组浅变质岩, 主要为千枚岩、变质粉砂岩和碳质板岩等.

戈枕断裂北起海南昌江石碌铁矿南缘, 南止东方县不磨, 长度约 50 km, 总体走向 35°, 倾向北西, 倾角 50°～75°, 为压扭性断裂. 断裂带宽度一般十～几十米, 最大达百米以上, 沿走向有弯曲、膨大缩小现象, 往深部倾角有变缓趋势. 断裂带内普遍见有糜棱岩化, 硅化、绿泥石化、黄铁矿化等蚀变强烈, 但未见金矿富集. 该断裂旁侧的次级断裂构造发育, 主要有北东、北西、东西、南北四组, 为成矿带的主要容矿构造, 控制各矿床 (或矿点) 矿体的产出. 戈枕断裂带自北至南依次控制着土外山、抱板、北牛、红甫门岭、不磨等金矿床和金牛岭、公爱、中沙等矿点, 构成了戈枕金矿成矿带 (图 1).

成矿带周边岩浆岩发育, 主要有海西 —印支期混合花岗岩、印支期花岗闪长岩和花岗岩、燕山期花岗岩和正长花岗岩, 此外沿成矿带旁侧中酸性岩脉广泛分布, 主要有闪长玢岩脉、伟晶岩脉、闪长岩脉等.

区内化探异常广泛分布,常成群成片出现,据 1/1 万比例尺化探次生晕工作成果,成矿带地球化学异常的分布明显受戈枕断裂的控制,总的分布趋势是:靠近戈枕断裂元素组合复杂,Au 和 As 浓度高,规模大;远离戈枕断裂元素组合渐趋简单,Au 浓度降低,规模小. 断裂带上盘各元素地球化学晕发育, 具有元素组合分带特征: 以戈枕断裂为中心, 向北西方向依次出现 Au - As 带 →Au - Ag - Pb - Cu - Co 带 →Au - Pb - Cu 带 →Au (Pb) 带.

① **收稿日期**: 2003 - 09 - 29
项目基金: 原中国有色金属工业总公司地质找矿项目
作者简介: 江明贵 (1963 -), 男, 高级工程师, 地质矿产勘查专业.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

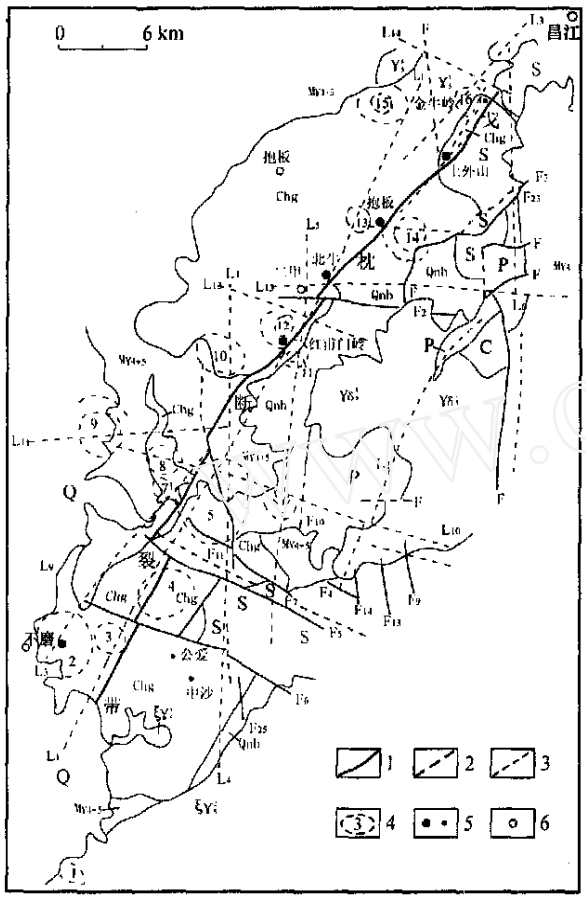

图 1　戈枕金矿成矿带地质简图

Fig. 1　Geological sketch map of Gezhen gold metallogenic belt

Q —第四系；P —二叠系；C —石炭系；S —志留系；Qnb —南碧沟组；Chg —戈枕村组；$M\gamma_{4+5}$ —海西 —印支期混合花岗岩；$\gamma\delta_5$ —印支期花岗闪长岩；$\xi\gamma_5^2$ —燕山早期正长花岗岩；γ_5^3 —燕山晚期花岗岩. 1 —断裂；2 —推测断裂；3 —侧视雷达航片解译线性体；4 —侧视雷达航片解译环形体；5 —金矿床或矿点；6 —乡镇

高浓度带主要分布在戈枕断裂上盘，各浓度带呈单向羽状分带，主浓度带沿戈枕断裂呈北东向展布，侧羽支浓度带呈北东东向分布，与主浓度带组成“入”字形态系. 主、支浓度带交汇处各元素发育，浓度也较高，是成矿带工业金矿体主要赋存部位.

2　矿床类型及成因

2.1　金矿床类型特征

戈枕断裂带为区域性的控矿断裂带，控制着该成矿带上各金矿床（或矿点）的分布. 在空间上，这些金矿床（或矿点）沿北东向戈枕断裂带呈约 5 km 等距分布，同时由于所处的应力环境、变形方式以及成矿作用等方面的差异，所形成的金矿床类型具有水平分带特征：（1）纵向上，戈枕断裂带的中段以韧性变形为主，构造应力强烈，形成了与其关系密切的蚀变糜棱岩型金矿床；（2）往戈枕断裂带的北东和南西两端，变形方式逐渐转变为脆性变形为主，构造应力相对减弱，相应形成以脆性变形为主的蚀变碎裂岩型金矿床、石英脉型金矿床；（3）横向上，次级断裂带的中心部位构造应力强烈，产生糜棱岩及蚀变糜棱岩型金矿床，往外，形成碎裂岩及蚀变碎裂岩型金矿床，构造带旁侧，主要为混合岩化变质岩及以张性裂隙充填为主的石英脉型金矿床.

2.1.1　蚀变糜棱岩型金矿床　以红甫门岭金矿床（中型矿床）为例，控矿构造为与戈枕断裂带产状基本一致的次级断裂构造，主要由 3 条糜棱岩带组成，并具有明显的分带性，中心部位为超糜棱岩，向外侧依次为糜棱岩（千糜岩），边缘部位为糜棱岩化混合岩或片岩.

金矿体主要产在超糜棱岩、糜棱岩或千糜岩中，产状与糜棱岩产状基本一致. 矿体呈脉状或透镜状，长度 40～420 m，厚度 0.6～4.4 m，延深 30～190 m. 矿体具平行侧列、分枝复合、尖灭再现特点，与围岩没有明显界线，呈渐变关系，只能依据样品分析结果圈定. 矿体大部分出露地表，少部分为隐伏矿体，部分矿脉向北东侧伏.

矿石矿物主要是自然金、银金矿（少量）、毒砂、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿，硫化物含量少于 5 %；脉石矿物主要有石英、长石、白云母、绢云母等.

自然金主要呈微粒状星散分布在粒状的石英晶隙中，或在毒砂、黄铁矿粒间，主要为晶隙金，其次为裂隙金，少量包裹金.

矿石类型主要是含金超糜棱岩和含金糜棱岩. 矿石结构主要有自形 —半自形晶粒结构、包含结构和交代结构. 矿石构造主要是稀疏浸染状、细脉状与条纹条带状构造.

近矿围岩蚀变现象普遍，主要有硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化等，其中以硅化与成矿关系密切，蚀变越强，矿化越好.

2.1.2　蚀变碎裂岩型金矿床　以抱板金矿床（中型矿床）为例，控矿（容矿）构造为戈枕断裂带的次级断裂构造，以走向北东为主，规模较大，南北、东西和北西向次之. 断裂构造岩具有明显

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的分带现象，中部为石英蚀变岩（或硅化岩），两侧为硅化碎裂岩，金矿体主要赋存于次级断裂带的中部，矿体多呈脉状，次为透镜体或扁豆体，产状与断裂带基本一致. 矿体长度 20～350 m，厚度 0.2～9.2 m，延深 30～80 m. 常成组出现，呈侧幕状排列，部分脉体呈尖灭再现，与围岩没有明显界线，只能依据采样分析品位圈定.

矿石矿物与蚀变糜棱岩型矿床基本一致，脉石矿物有石英、长石、绢云母、绿泥石、方解石等.

自然金主要以裂隙金、晶洞金、晶隙金和包体金，呈星散浸染状嵌布于矿石的石英、黄铁矿的晶粒或晶隙间，或充填于石英晶洞间，或包裹于石英、黄铁矿等载金矿物中.

矿石类型主要有含金石英蚀变岩、含金长石石英蚀变岩及含金硅化碎裂岩等. 矿石结构主要是自形—半自形晶粒结构和包含、交代熔蚀结构，矿石构造主要有稀疏浸染状、细脉状和条带状等构造. 围岩蚀变特征与蚀变糜棱岩型矿床大致相同.

2.1.3 石英脉型金矿床 以不磨金矿床（中型矿床）为例. 戈枕断裂带次级褶皱构造的层间裂隙为金矿脉的控矿（容矿）构造，主要有北西、北东、近东西和南北向 4 组，其中以北西和近东西两组最为发育，规模较大，单体矿脉长 125～195 m，厚度 0.5～1.75 m，延深 115～150 m. 南北和北东两组次之，规模小. 矿体常成带出现，平面上近平行排列，剖面上尖灭侧现，与围岩界线清楚.

矿物组合比较简单，矿石矿物主要有自然金、银金矿、毒砂、黄铁矿、方铅矿等；脉石矿物主要为石英，偶见绢云母、方解石. 自然金大多赋存于石英裂隙中，其次是石英晶隙中. 矿石结构以半自形—它形粒状结构、碎裂结构为主，构造有浸染状、细脉状构造. 围岩蚀变特征与前相近.

2.2 金矿床成因探讨

2.2.1 成矿物质来源 经原岩恢复，戈枕村组混合岩的原岩为夹有浅海相沉积岩的中酸性—基性火成岩，它可能来自上地幔，是初始矿源层[1]. 成矿带两侧的各类变质岩石 Au 的丰度值均超过地壳（3.5×10^{-9}～4×10^{-9}）、地幔（5×10^{-9}）以及各同类岩石的丰度值，其中绿泥石片岩 *w*(Au) 为（18～27）$\times10^{-9}$，斜长角闪片岩（10～100）$\times10^{-9}$，黑云母变粒岩（120～230）$\times10^{-9}$，条纹混合岩（4～30）$\times10^{-9}$，岩脉也超过同类岩石 Au 的含量. 高丰度值不专属某一岩类，说明成矿物质来源多源性，因而戈枕村组可理解为第二矿源层. 由于容矿的戈枕村组是混合岩，断裂变质分异的混合岩化及其后热液作用，断裂变质糜棱岩化作用，脉岩的蚀变作用等，都补充了金，活化转移沉淀前，即成矿前多源，成矿过程中又多源补充矿质.

成矿带含金石英脉中黄铁矿 $\delta^{34}S$ 为 +6.1‰～+9.2‰，蚀变岩型金矿中黄铁矿 $\delta^{34}S$ +6.6‰～+7.2‰，其特点均正向偏离陨石硫，明显地以富集 $\delta^{34}S$ 为特征，且变化较窄；混合岩中黄铁矿 $\delta^{34}S$ +3.31‰～+10.34‰，而中基性岩脉中黄铁矿 $\delta^{34}S$ +2.6‰～+3.7‰ 对比之下说明矿带硫源受“矿源层”原始硫同位素的影响，成矿与混合岩化热液作用有关. 国内绝大多数混合岩化热液矿床，如招掖、河台等金矿中黄铁矿 $\delta^{34}S$ +4.9‰～+12.1‰，可与本矿带类比. 另据前人资料，昌江石碌铁矿附近燕山期花岗岩 $\delta^{34}S$ +2.1‰～+4.3‰，平均 +3‰，因此本矿带硫不可能来自燕山期花岗岩.

2.2.2 成矿热液来源 从测定的岩矿石氢氧同位素组成看，本成矿带含金石英脉 $\delta^{18}O$ +9.6‰～+13.8‰，包体 δD_{H_2O} -78.4‰～-54‰，计算的 $\delta^{18}O_{H_2O}$ -2.31‰～+3.62‰，说明成矿溶液来自变质水和大气降水；蚀变岩型金矿中石英 $\delta^{18}O$ +11.5‰～+15.1‰，包体 δD_{H_2O} -66.6‰～-61.9‰，计算的 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 2.14‰～8.11‰，成矿溶液主要来自变质水和大气降水，但部分蚀变岩金矿脉为混有岩浆水的变质水；含金伟晶岩岩脉中石英 $\delta^{18}O_{H_2O}$ +6.7‰，δD_{H_2O} -55‰，成岩成矿溶液也为混有岩浆水的变质水. 戈枕断裂石英 $\delta^{18}O_{H_2O}$ -1.33‰，δD_{H_2O} -35‰，是大气降水渗入断裂环流被加热的直接产物，其中 δD_{H_2O} 值最大，说明戈枕断裂可能为古水源的供给构造. 根据王秀璋(1984) 关于我国层控矿床成矿热液的划定范围，对比本区岩矿石氢氧同位素特征，属于变质热液(混合岩化热液为主) 类型.

2.2.3 成矿溶液性质 据矿物气液包裹体研究成果，成矿溶液的成分特征是一种以 H_2O 为主、成

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

分复杂的浓离子 - 分子的真溶液，有 K^+，Na^+，Ca^{2+}，Mg^{2+} 等以及 SO_4^{2-}，Cl^-，HCO_3^-，F^- 等，气体有 H_2，CO_2，H_2S 等. 成矿溶液 pH 值 5.3～8.6，为弱酸—弱碱性，金在热液中主要以硫氢络合物形式 $Au(HS)_2S^{2-}$ 迁移.

2.2.4　成矿构造条件　金矿体的分布明显受戈枕断裂的控制，主要工业矿体均出现在戈枕断裂上盘次一级裂隙中，并成群成组出现. 这些裂隙为金的运移、沉淀和富集提供了有利的通道和空间，是形成工业矿床的重要条件.

2.2.5　成矿的温度　经对金矿脉石英爆裂温度和均化温度测定：石英爆裂温度为 137～418 ℃，主要区间 200～280 ℃，平均为 245 ℃；均化温度为 123～422 ℃，主要区间 200～260 ℃，平均 255 ℃，捕获温度为 235～335 ℃；利用毒砂地温计法计算出矿床成矿温度为 329～450 ℃. 综合上述各种温度，金矿床形成温度为中温.

2.2.6　成矿时代　据钾氩同位素和锆石铀 - 铅同位素年龄资料可知：

(1) 戈枕村组变质前的地层属中元古代，锆石铀 - 铅同位素年龄 1 280～1 600 Ma，基性火山喷发沉积为主，是初始金矿源时代.

(2) 戈枕村组区域变质为早古生代（海西早—中期），K - Ar 法年龄为 280～350 Ma.

(3) 金成矿期（成矿前期、成矿期）为晚古生代—早中生代（海西晚期—燕山早期），K - Ar 法测定年龄为 190～290 Ma，形成伟晶岩、含金硅质岩及蚀变岩型金矿床.

(4) 金矿化尾声，中生代（燕山晚期），K - Ar 法测定年龄为 80～170 Ma，形成石英脉型金矿床.

2.2.7　成矿机理　本区在中元古代发生了多次的海底火山喷发，以中酸性—基性火山岩为主，夹有浅海相沉积的一套岩石，是戈枕村组的原岩，为本成矿带的初始矿源层.

早古生代的海西运动及中生代早期的印支运动，构造活动强烈，导致地壳热流上升，戈枕村组发生区域变质作用及随后的混合岩化作用，形成戈枕村组混合岩.

在发生区域变质、混合岩化和断裂动力变质作用的同时，形成戈枕断裂构造以及北东向挤压带，成矿带内岩石因受应力作用而发生变形破碎，产生带内外压力差，岩石中由混合岩化作用为主导形成的以水、CO_2 和 S 为主的各种变质热液向破碎带运移，热液与围岩发生作用，由于化学平衡发生了变化，导致围岩不断释放出 Si，K，Ca，Fe 及 Au，Ag 等元素，形成成矿热液，并通过流体向低压膨胀带和地表迁移，成矿流体运移过程中大气降水渗入，溶液自酸性向弱酸弱碱演化，加上溶液温度逐渐降低有利于金的分异富集、沉淀析出，形成金矿床.

综上所述，戈枕成矿带金矿床成因为中温混合岩化热液成因.

3　找矿标志及找矿方向

3.1　找矿标志

(1) 构造标志. 戈枕断裂控制成矿带各矿床（点）分布，在空间上具有等距性和分带性；其次级断裂控制矿体的产出，是金矿的赋矿场所，如属于次级断裂的糜棱岩带、碎裂岩带都有金矿床产出. 因此，戈枕断裂及其次级断裂带是直接找矿标志.

(2) 化探异常标志. 通过对金化探异常与已发现的金矿床（或矿点）作对比，发现大多数的矿床（或矿点）都与化探异常相一致. 据统计，本区金的背景值为 4.5×10^{-9}，当金的丰度值比背景值高 10 倍以上，即达到 45×10^{-9} 时，通常都与一定规模的矿化蚀变带对应，而大多数已发现的矿床中金的异常丰度值在 100×10^{-9} 以上. 金化探异常主、次浓度带呈“入”字型交汇的部位通常是工业矿体赋存的部位，也是一个找矿的标志.

(3) 侧视雷达航片解译环形体和线性体标志. 据侧视雷达航片影像特征解译成果，沿戈枕断裂分布有多组线性体和环形体（图 1），它们的展布特征与已发现的金矿床有密切的关系：金矿床多位于多组线性体的锐角交汇部位或环形体与线性体的交切部位[2]. 如抱板金矿位于 L_1、L_3，北牛金矿位于 L_1、L_{13} 的锐角交汇部位；不磨金矿位于线性体 L_1 与环形体 2、红甫门岭金矿位于线性体 L_1 与环形体 12 的交切部位.

(4) 围岩蚀变标志. 矿床主要的蚀变类型有硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化等. 据统计，从变质岩→混合岩→混合岩化热液蚀变→矿石，金的含量以 1∶2→6∶12→25∶100～200 的比例

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

被活化富集，说明金矿床的矿化与围岩蚀变的密切关系，其中以硅化与成矿关系密切，一般地硅化越强，金矿化越好.

3.2 找矿方向

(1) 戈枕断裂带控矿的等距性特征显示，红甫门岭—土外山区段为今后查找金矿的有望地段.

(2) 根据线性体与环形体的控矿特征，成矿带红甫门岭与不磨之间环形体 10、8、4 分别与线性体 L_4、L_{10}、L_1 相交切的部位、线性体 L_{10} 与 L_3 交汇部位的混合岩中都可能有金矿床（点）存在.

(3) 根据化探异常资料，在戈枕断裂带上盘的南段存在许多长轴方向为北东或近东西的金丰度值较高（$>100\times10^{-9}$）的化探异常，这些也可能有相当部分是由隐伏金矿床引起的，说明该地段有金矿床存在的可能性.

参考文献

[1] 赵吉良，贺熙传，李桂兴，等. 海南省东方黎族自治县抱板金矿区勘探地质报告 [R]. 海口：海南省地质勘查局，1988：52 - 56.

[2] 黄香定，何圣华. 戈枕断裂带侧视雷达航片影像解译及其与金矿床的空间分布关系 [J]. 海南地质地理，1990，(1)：35 - 36.

Types and Genesis of Gezhen Gold Deposit Metallogenic Belt in the Western Area of Hainan

JIANG Ming-gui, LU Xi-kun

(Bureau of Geological Exploration of Hainan Province, Haikou 570206, China)

Abstract: Gezhen fracture located in the western area of Hainan is a regional ore control structure, Gezhen gold mine metallogenic belt is formed by a series of gold deposits allocated along the side of this fracture. Three types of deposits could be classified based on their geologic features and metallotects. The three gold deposits are alterational mylonite rocks, alterational cataclastic rocks and type of quartz vein. Researches prove the polytopism of the deposits formation. The initial rocks in the Gezhencun formation is rich with gold mine because the volcanic rocks rise from upper mantle which contains the initial source of the deposits. The Gezhencun formation contains abundant gold mines. It is the source bed accumulated during the ore-forming processes of migmatization and vein alteration. Sulphur is originated from ore source bed, with the thermal fluid of the migmatization. Ore deposits are formed in the settings of the mesothermal temperature and in the states of the subacidity and alkalescency. Metallogenesis characterized by the polyphase and multistage, metallogenetic epoch might be neopaleozoic or Mesozoic Era. Genesis of mineral deposit might be the thermal fluid in the migmatization.

Key words: Gezhen fractured zone; gold mine; metallogenic belt; types and genesis of mineral deposit; Hainan

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net