海南戈枕金矿带成岩与成矿特征

Diagenesis and Mineralization of Gold Deposits in Gezhen Gold Ore Belt, Hainan

肖 力 李汉光 周遗军 张慧玉 潘爱军

（武警黄金地质研究所，河北 廊坊 065000）

Xiao Li, Li Hanguang, Zhou Yijun, Zhang Huiyu, Pan Aijun

(Gold Geological Institute of Armed Police Forces, Langfang 065000, Hebei, China)

摘 要 海南戈枕金矿带中金矿床成岩成矿作用受戈枕韧性剪切带的控制，剪切带中岩石类型可以分为两大类，相应的金矿类型也可分为两大类，两者具有紧密联系；剪切带中成岩成矿受构造变形、原岩的物质成分与性质的控制，岩石糜棱岩化作用过程中物理化学反应释放出的 H_2O 和 SiO_2 为糜棱岩型金矿、石英脉型金矿和碎裂型金矿成矿提供了成矿流体和物质基础； 糜棱岩型金矿成矿作用流体系统为微观的“管道系统”，石英脉型金矿成矿流体系统为剪应裂＋微观“管道系统”；成岩成矿同营力、同步、同位、同构造。

关键词 构造岩 金矿床类型 微观“管道系统” 同构造 海南

海南戈枕金矿带是 80 年代中期以后被发现的与韧性剪切带有关的金矿床（化）带，由北而南有土外山金矿床、抱板金矿床、北牛金矿床、红甫门岭金矿床、不磨金矿床及众多金矿（化）点组成。金矿带中剪切变形—构造岩—矿石关系密切，成岩、成矿与戈枕韧性剪切带构造变形是在相同宏观地质环境下和不同微观地质条件下产出的相互统一的产物。

1 地质概况

戈枕韧性剪切带位于琼中地槽褶皱区西部（涂绍雄等，1992），介于东西向的昌江—琼海与尖峰—万宁深大断裂之间，于抱板—尧文隆起带中。主要分布的地层为中元古代抱板群长英质的片岩和片麻岩；晚元古代石碌群；古生代南碧沟群。海西-印支期、印支期、燕山期岩体等主要分布于戈枕金矿带的外围；各种岩脉十分发育。北东向戈枕韧性剪切带是戈枕金矿带最主要的控、容矿构造，北起昌江县石碌，南止东方县不磨，经土外山、戈枕村－馒头山一带、红泉农场二十三队、台农岭、牛岭、凤水山、大田岩基和长岭水库东南角，剪切带总长 55 km，宽 0.5～2 km，总体走向 35°～45°，剪切带北部主要倾向北西，南部主要倾向南东，存在局部产状变化，其控制了戈枕金矿带的成岩（构造岩）成矿（金矿床）。

2 金矿带中构造岩与金矿床

2.1 构造岩

戈枕韧性剪切带构造岩是戈枕韧性剪切带的物质体现，也是戈枕韧性剪切带中金矿成矿的物质基础。戈枕剪切带具有特征的糜棱岩（带），且基本连续分布，除发育糜棱岩（系列）外，还发育碎裂岩（系列）、构造片岩和构造片麻岩（表 1）。

第一作者简介 肖力，男，1971 年生，硕士，工程师，金矿地质。

表 **1** 戈枕韧性剪切带构造岩特征

构造岩类型	岩石种属	典型特征			
		变余的原岩组构	细粒化程度	结构构造	静态恢复
糜棱岩	糜棱岩化岩石	基本为原岩结构	基质小于 10%（常在 5%±），细粒化微弱	微弱的拉长定向，片岩类常发育 A 型褶皱，褶劈，构造置换和石香肠构造	无
	初糜棱岩	变余糜棱岩组构常见	基质小于 40%，细粒－微细粒	存在核幔构造，丝带构造，波状消光普遍发育	无
	糜棱岩	可见变余的原岩组构	基质为 50%～90%，细粒化强，微粒－微细粒	核幔构造、丝带构造、波状消光普遍发育	无
	超糜棱岩	无	基本为基质（90%），全部细粒化，超微粒	丝带构造发育，波状消光和核幔构造少见	无
	千糜岩	无	基本为基质（大于 90%）全部细粒化，超微粒	丝带构造发育，基本无波状消光和核幔构造	部分存在
	片糜岩	无	基本为基质（大于 90%）全部细粒化，微粒－微细粒	片状构造，丝带构造发育，无核幔构造和波状消光	存在
碎裂岩	碎裂岩化岩石	基本为原岩构造	基质小于 10%，细粒微化弱	岩石发育裂纹，细粒化不明显	无
	初碎裂岩	变余原岩构造常见	基质为 30%～40%，细粒化明显	矿物开始碎裂，存在角粒状结构	无
	碎裂岩	可见变余的原岩构造	基质大于 90%，全部细粒化	矿物大部分碎裂，碎裂构造发育，存在似核幔构造	无
	超碎裂岩	无	基质大于 90%，全部细粒化	矿物全部碎裂；细粒-超细粒矿物无序列排列	无
构造片岩及构造片麻岩	构造片岩	无		粒状鳞片变晶结构，粒状、柱状变晶结构，片状构造，片麻状构造，石英长宽比达 4：1～6：1，发育石英的矩形晶体，细粒-中细粒	存在
	构造片麻岩				存在

戈枕韧性剪切带不仅糜棱岩类岩石（含糜棱岩化岩石、初糜棱岩、糜棱岩）是连续分布的，而且超糜棱岩（含超糜棱岩、千糜岩、片糜岩）也是基本连续分布，它们组成狭窄带状的糜棱岩带，以超糜棱岩、千糜岩为中心两侧依次分布的是糜棱岩－初糜棱岩－糜棱岩化的岩石，逐渐过渡到为构造片岩和构造片麻岩，显示塑性应变逐渐减弱的特征。构造片岩和构造片麻岩一般认为是深成固态流变产物，同时也可能是糜棱岩重结晶的产物，因其特殊的变形习性，能基本稳定存在于剪切带不同的应变强度带中，表现为特殊的变形行为：细粒化不发育，面理、线性置换、石香肠化、A 型褶皱、褶劈发育；碎裂岩在剪切带中分布及产出不及糜棱岩广泛，断续存在并与剪切带局部的岩性变化有关。

戈枕韧性剪切带中构造岩，特别是其中的糜棱岩系列岩石，沿着剪切带走向与倾向存在过渡的相变，同时糜棱岩面理与片理的产状在剪切带不同部位也发生局部变化。

2.2 金矿床特征

通过对金矿带中金矿床的矿石光薄片鉴定与研究，发现糜棱岩型矿石中石英、绢云母等矿物为构造变形的产物，而不是蚀变作用产生的，并根据戈枕金矿带中金矿床（点）的产出的构造环境及控矿构造的性质，矿石、矿化类型及其含金构造的变形特征和金矿成因，将金矿带中金矿床划分为两大类，即构造岩型金矿（糜棱岩型、碎裂岩型）及石英脉型金矿（表 2）。

糜棱岩型金矿全部产于剪切带中，且集中分布于剪切带的北段和中段土外山—红甫门岭一带，是戈枕金矿带中最主要的金矿类型，包括土外山金矿、抱板金矿、HP_2 矿点和红甫门岭金矿等，其中红甫门岭最为典型，产于韧性剪切带强应变中心，种类最为齐全，糜棱岩-超糜棱岩最为发育，矿脉（体）主要产于超糜棱岩、千糜岩、片糜岩及部分碎裂化片麻岩中；土外山金矿规模最大，矿脉（体）主要产于糜棱岩和糜棱岩化片麻岩中；抱板金矿金矿脉（体）主要产于糜棱岩化片麻岩中；糜棱岩型金矿最突出的特点是其矿石几乎全是含金的糜棱岩，产于强应变带中。

碎裂岩型金矿产于剪切带内或两侧，包括北牛金矿部分矿体，HP_{23} 矿点部分矿体，矿脉（体）主要产于碎裂岩化片麻岩和碎裂岩化糜棱岩中。

石英脉型金矿床产于剪切带中或两侧，包括不磨金矿、北牛金矿 V_{23} 矿脉及其它的一些矿化点，其中不磨金矿产于剪切带中的脆性应变强的部位，矿脉（体）与围岩界限清楚，靠近含金石英脉的糜棱岩局部发生碎裂化和矿化，岩性界面和不同方向的剪裂是矿脉（体）产出的部位；北牛金矿 V_{23} 矿脉、V_{50} 矿脉产于剪

切带韧性变形的西侧的剪切带外低序次剪裂中，其近矿围岩具一定的韧性变形特征。含金石英脉中石英明显分为两期，早期石英具韧性变形的特征。产于剪切带两侧的石英脉型金矿中石英的韧性变形程度离变形带越近，变形越强。

表 2　戈枕金矿带中金矿床特征

金矿床类型			金矿床亚类		控、容矿构造	矿石组构	矿化、蚀变作用	矿床实例
大类	类	典型特征	亚类	典型特征				
构造岩型	糜棱岩型	产于戈枕韧性剪切带中，为含金的糜棱岩系列，品位一般较低	糜棱岩及初糜棱岩型	剪切带强应变带的边部相对弱应变域中，常有碎裂作用叠加	主要为 S－C 组构	糜棱组构为主，金属矿物基本沿 S－C 组构分布，主要为侵染状有时为团块状	同韧性剪切带成矿，基本与基质同时形成，后期存在石英-碳酸岩化	抱板金矿、土外山金矿（V_1）、HP_{23} 矿点
			超糜棱岩型	韧性剪切带中强应变带中心，一般无碎裂化叠加	S－C 组构			红甫门岭金矿、土外山金矿（V_4）
			千糜岩型	剪切带中强应变带中心，一般无碎裂化叠加	S－C 组构			红甫门岭金矿
			片糜岩型	韧性剪切带中强应变带中心，有时含碳质，一般无碎裂化叠加	S－C 组构			红甫门岭金矿
	碎裂岩型	产于剪切带内或外，为含金的碎裂岩系列一般品位高，但变化大，常见明金	碎裂岩化及初碎裂岩型	保留有原岩组构，基本能识别其原岩	碎裂组构	以碎裂组构为主，金属矿物常呈侵染状、细脉状	同碎裂矿化。基本与碎基同时形成，后期存在石英-碳酸岩化	北牛金矿部分矿体，HP_{23} 矿点部分矿体
			硅质碎裂岩型	岩石为硅质碎裂岩，基质含量大于 90%	碎裂组构	碎裂组构，金属矿物常呈侵染状、细脉状		北牛金矿部分矿体
石英脉型	石英脉型	产于剪切带内或外，为含金的石英脉，常为黑色和白色两种石英，品位高，但变化大，明金发育，在石英脉两侧存在碎裂岩型矿床，	不磨式	产于剪切带内矿脉体主要为北西向、北西西，近东西走向，雁行排列，规模最大	剪切带中的剪裂	为细脉状、团块乳滴状构造	与石英脉基本同时形成，后期存在石英-碳酸岩化	不磨金矿
			北牛式	产于剪切带外，矿脉（体）成近东西走向,一般为单脉，规模较小	剪切带外低序次压剪裂（剪切带附近）		矿化与碎裂岩化同期存在	北牛金矿
			HP_2 式	产于剪切带外，呈北东、北西、南北走向，常为单个扁豆体，规模较小	剪切带外低序次小脆裂（剪切带附近），以白色石英为主		矿化与碎裂岩化同期存在	HP_2 矿点、HP_{39} 矿点

3　成岩成矿作用

3.1　成岩成矿的控制因素

戈枕韧性剪切带的发展演化是控制戈枕金矿带成岩成矿最主要的因素，海南岛晚元古代发生裂谷作用（夏邦栋等，1991），区域南北向挤压导致北东－南西向剪切应力作用，在古生代浅变质岩中造成剪切变形，为戈枕剪切带的成岩成矿提供动力。

戈枕韧性剪切带经历了 3 个阶段的演化过程：① 早期的流变阶段（据宜昌所年龄测定为（840±20.4）Ma[❶]）形成了大量构造片岩与片麻岩；② 中性塑性阶段，随着温度、压力的降低，剪切带发展到达深层次变形环境，形成了韧性剪切变形，这一阶段变形范围小于第一阶段，限于狭窄的北东向带上，糜棱岩中新生绢云母年龄在 191～228 Ma[❷]间，代表了韧性变形作用形成糜棱岩系列岩石和糜棱岩型金矿的形成；③ 晚期脆性阶段，根据充填裂隙中的岩脉的年龄判定，脆性变形在燕山期（丁式江，1991），这一阶段，岩石的碎裂化比较发育，不磨地区以脆性剪切变形为主。

戈枕金矿带中金矿成矿物质、成矿热液源于抱板群，原岩物质成分与性质，对于剪切带中成岩成矿也起关键性的影响，主要表现如下：① 矿化母岩主要为长英质（眼状）片麻岩，岩石中主要的矿物成分为

❶ 地矿部宜昌地质矿产所、海南省地质矿产勘查开发局. 1993. 海南省东方二甲—不磨金矿带抱板群时代、层序及含金性研究. 科研报告.
❷ 涂绍雄. 1990. 海南金矿类型及成矿条件. 科研报告.

石英、长石等有利于矿化；② 岩石以粒状、柱状变晶结构者有利于金矿化，卷入剪切的变质岩中，云母片岩和云母石英片岩（鳞片变晶结构），糜棱岩化程度弱，都未形成典型的糜棱岩也未发生矿化，而片麻岩形成糜棱岩并产出几个糜棱岩型金矿床，同时发生碎裂岩化的岩石主要为片麻岩；③ 岩石岩性复杂有利于金矿化；④ 构造变形及与构造变形相关的成矿作用，其岩石中的水作用，既是一种“软化润滑剂”，同时又是矿质迁出、运移、沉淀的介质，与金矿化关系密切的长英质片麻岩，在构造变形中被改造，或糜棱岩化或碎裂岩化，形成新的岩石（构造岩）。主要矿物石英、斜长石、角闪石都可以细粒化，分别形成绢云母、石英和绿泥石、石英等，在这个变化过程中，岩石的化学成分发生的变化，随糜棱岩化程度的提高，岩石中 Al_2O_3、MgO、K_2O 等含量减少，而 SiO_2、H_2O、Na^+增高，SiO_2 析出，可以为金矿的形成提供基础，H_2O 的释放，能提供了成矿热液。

3.2 成岩成矿作用

戈枕金矿带中产出有糜棱岩型金矿、石英脉型金矿和碎裂岩型金矿，这 3 类金矿矿床及其赋矿岩石糜棱岩、石英脉、碎裂岩产于同一构造带中。

糜棱岩内部不存在构造间断面，金矿化发生在不存在构造间断面的糜棱岩带中。塑性变形阶段，岩石在塑性变形（糜棱岩化成岩）过程中同步产生的热液，由于糜棱岩带中不存在明显的构造间断面（自由空间），成矿热液也不可能大量汇聚在断裂等自由空间中，而在应力作用下的压力和浓度梯度等方面的差异，形成一种微观的流体体系，热液运移系统是在糜棱岩化的岩石中晶间、粒间、及 S－C 组构所形成的一种微观“毛细管道系统”，金属矿物存在于 S－C 组构中即为证明；“管道系统”因剪切作用方向影响，存在优选方位，且塑性变形（糜棱岩化）愈强，管道系统愈发育，成矿能力愈强。

在韧性剪切变形阶段的应变相对较弱的部位以及脆性变形阶段，形成不同方向的剪裂扩容空间和脆裂，同时岩石的碎裂化，为成矿提供了沉淀空间，在微观“毛细管道”中运移的成矿热液，因温度、压力的突降，成矿物质和 SiO_2 在扩容空间沉淀，这可以很好的解释石英脉型金矿中石英的来源。

综上所述，糜棱岩金矿、石英脉型金矿和碎裂岩型金矿的形成应是剪切带发展演化中的部分地质事件，即糜棱岩型金矿成矿与糜棱岩成岩、石英脉型金矿床成矿与石英成岩、碎裂岩型金矿成矿与碎裂岩成岩的事件基本一致，金矿成矿是同构造产物。

参 考 文 献

丁式江. 1991. 海南岛西部戈枕拆离断层控矿及成矿作用. 地质找矿论丛，(1)．

涂绍雄，等. 1992. 海南岛金矿床分布规律及找矿地质条件的初步研究. 地质找矿论丛，(3)．

夏邦栋，等. 1991. 海南岛晚元古代裂谷作用. 地质学报，(1)．