

冀东长城式金矿赋金角砾状岩石成因初探*

翟安民

(中国地质科学院天津地质矿产研究所, 天津 300170)

摘要 冀东地区新发现一批产在中元古代碳酸盐岩层中的金矿床(点),文中对该类矿床的容矿围岩特征及其成因、产出的区域构造背景进行了讨论,提出容矿角砾岩是液压致裂角砾岩,是一种矿控构造岩。

关键词 长城式金矿 液压致裂作用 矿控构造岩

华北地台北缘中段,冀东的青龙、宽城、遵化、迁西、迁安县境内是我国著名的金矿密集区,由一批产于太古宙片麻岩、燕山花岗岩中的大、中型金矿床和星罗棋布的小型金矿床和矿点所组成。近年来在该金矿密集区内的中元古界陆续发现一批金矿点,在群众性采矿活动中显示这些金矿点具有潜在的前景规模。从而引起了地质工作者的高度重视。通过初步研究,认为是一种特殊类型,可以命名为“长城式”金矿^[1]。这类金矿与中元古代不同层位岩性的角砾岩有着密切共生关系。对这些角砾岩的形成存在有同生角砾岩^[1]、次火山角砾岩、隐爆角砾岩^①、伸展构造的产物^[3]等不同认识。对这些容矿角砾岩的研究,有助于认识矿床的成因,对找矿的指示意义是不容忽视的。笔者随课题组对此作了野外区域性调查。经过室内初步研究成果整理成文,以同地质界同行探索,以利打开在老金矿密集区的找矿新思路,开创找矿新局面。

1 金矿床(矿点)产出部位

金矿床(矿点)主要产出在两个方向,下插于太古宙结晶基底内的岩片构造带。

展视区域地质图,在冀东的宽城、青龙县境内马兰峪背斜的核部,太古宙结晶基底片麻岩中散布着分别为北东、北西两个方向的陡倾沉积盖层。它是属不同的构造层次的岩层相互拼贴并置,由强应变带(断裂)与弱应变域(断裂与断裂之间岩片)构成的岩片构造带。长城式金矿成带平行产出于岩片构造带中(图1)。

1.1 冷口-铧尖岩片构造带

该构造带在平面上呈北西310°方向展布的透镜条带状,长34 km,宽3~5 km,两侧以逆冲断层与太古宙片麻岩所接触,内部由中侏罗统的紫色安山岩、奥陶系下统的冶里组、中下

* 收稿日期:1998-09-09

作者简介:翟安民,男,1937年生,研究员,从事前寒武纪地质研究

本文为“九五”地矿部资源与环境科技攻关课题(95-02-003-01)和冶金部黄金局冀东金矿课题部分研究成果

① 郑方华.宽城县唐杖子金矿成矿地质特征.河北金矿地质专辑,1988,13~22

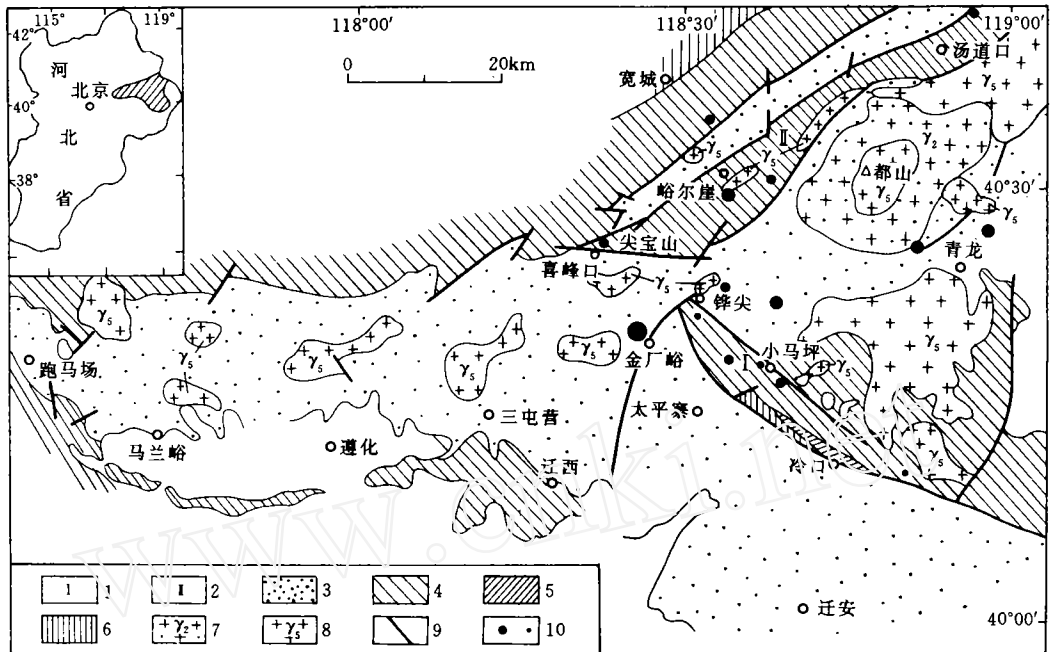


图1 冀东燕山期岩片构造分布图

Fig.1 Distribution diagram of Yanshan stage sheet structure in eastern Hebei

1. 冷口-锋尖岩片构造带; 2. 喜峰口-汤道河岩片构造带; 3. 遵化-青龙太古宙变质杂岩; 4. 中、上元古代岩层; 5. 古生代岩层; 6. 中侏罗纪岩层; 7. 印支期花岗岩; 8. 燕山期花岗岩; 9. 断裂; 10. 金矿床(点)

寒武统碎屑岩、碳酸盐岩、青白口系景儿峪组、中元古代大红峪组、高于庄组、杨庄组、雾迷山组等不同构造层次的岩层组成岩片，彼此以断裂分界平行并置在一起，构成有层无序的“地层”。

从此岩片构造带的东南端到西北端，军屯、水泉南沟、清河沿金矿和十几处群采矿点分别产于杨庄组、雾迷山组、高于庄组碳酸盐岩层中，它们产出既不受控于一个地层层位，也不受控于多个地层层位，而是受控于岩片构造，平行于岩片构造走向，呈断续相连的矿带产出。

1.2 喜峰口-汤道河岩片构造带

该构造带自喜峰口至汤道河，在长 52 km，宽 1.5~4 km 范围内，中元古代的常州沟组、高于庄组、洪水庄组地层，呈北东向至近东西向，中陡倾产状，两侧被逆冲断层所围限，嵌布在太古宙结晶基底中，构成了岩片构造。尖宝山，峪尔崖、洒金沟等金矿和一批群采矿点，大致沿岩片的走向断续分布，分别产于常州沟组石英岩、高于庄组白云岩、洪水庄组黑色页岩中，说明金矿产出既不受地层层位控制，也不受岩性控制，而是受岩片构造控制。

本区岩片构造带的展布受控于太古宙结晶基底的北东、北西两组古韧性剪切带。中生代以来，继承和追踪结晶基底中北东、北西两组韧性剪切带方向发生剪破裂，形成两组逆冲挤压断裂带，造成拆离了的沉积盖层下插于结晶基底，使得本来不整合于结晶基底之上的沉积盖层，变成构造上整合、平行并置一起的岩片构造，成为区内燕山期岩浆侵入活动、长城式

金矿定位的区域构造背景。在岩片构造带中出现的中元古代岩层,从其岩相厚度和区域地层产状来看,不构成北西-南东向的沉积构造盆地。

2 赋矿角砾状岩石的基本特征

2.1 呈岩筒、岩墙状产出

所谓长城式金矿,是指产在中元古代富镁碳酸盐岩地层里的金矿床。其特征有别于区内其它类型金矿,且分布靠近中华民族的象征—长城,故得其名^[1]。赋矿的直接围岩无例外均为角砾状岩石,其岩石成分因所产出的围岩岩性不同而不同。据笔者观察既有不同类型的富镁碳酸盐岩,也有石英岩、

砂质页岩的碎屑岩。纵观各矿床(点)的赋矿角砾状岩石,彼此既不是沿一定地层层位分布,也不是沿一条断裂分布。例如在冷口—铧尖岩片构造带产出的金矿床(点),从东南端的军屯金矿的围岩是扬庄组的红色白云岩,到中段小马坪—水泉南沟金矿的围岩为雾迷山组含燧石条带中薄层白云岩、往西到清河沿一带的东沟、王强等采点则变为高于庄组的白云岩,再往西北玉铧尖一带金矿的围岩是高于庄组的不同岩性层,由此看来它们不属同一层位,也不能彼此连成带沿断裂分布。

据不同矿床多处露天采场观察,赋矿角砾状岩石多呈与岩层层理小角度交切的岩筒状(平面上可是纺锤状,圆状、不规则状)、岩墙状产出,如水泉南沟露天采场剖面(图2)所示,赋矿角砾状岩石呈岩筒状产出,和雾迷山组围岩界线清楚,和围岩层理是交切的,说明不是同生角砾岩。图3所示赋矿角砾岩呈高250 m以上,宽70 m的岩筒产出于常州沟组

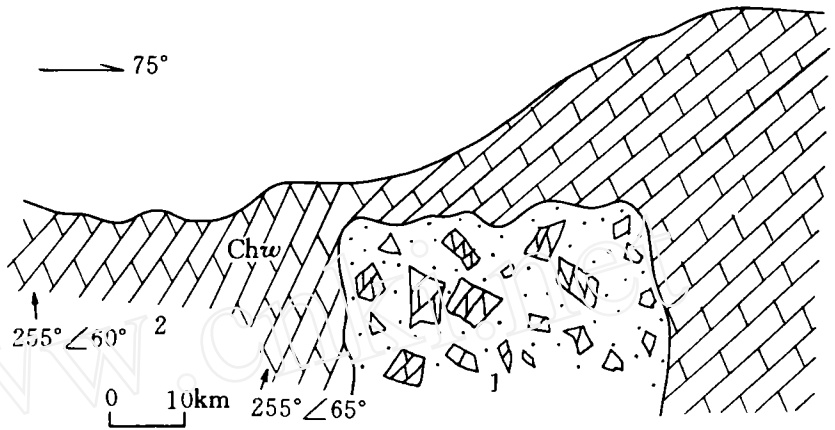


图2 赋矿角砾状岩石是岩筒状产出(河北青龙、水泉南沟)

Fig.2 Occurrence of volcanic pipe host brecciform rocks

1.岩筒; 2.雾迷山组白云岩

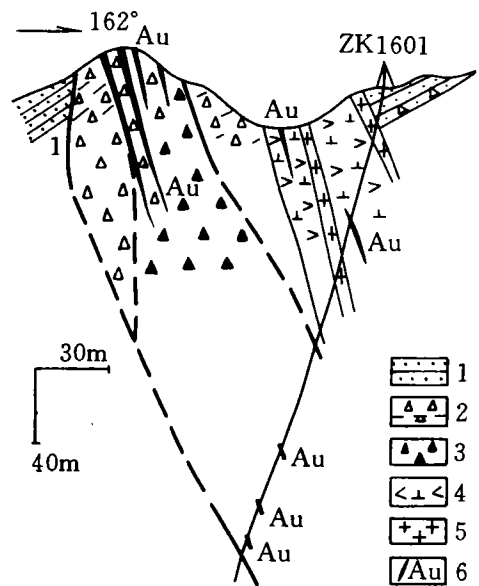


图3 角砾岩筒产状(据郑云华, 1988 修改)图

Fig.3 Breccia volcanic pipe

1.常州沟组石英砂岩; 2.震裂角砾岩; 3.黄铁矿化液致裂角砾岩; 4.辉绿闪长岩; 5.花岗斑岩; 6.金矿化

石英砂岩层中。

2.2 具有不同于构造角砾岩的岩相学特征

赋矿角砾状岩石,从外貌看很象张性构造角砾岩。具有明显的角砾状构造,角砾大小不一,大者可达数米,小者数毫米,呈棱角状、尖棱角状居多,大小混杂,无序排列,角砾成分随产出的围岩岩性不同而不同,即以原地成分为主,为富镁碳酸盐岩、石英岩、页岩等。有时见到中酸性脉岩的角砾、火山硅质岩角砾。胶结物为同角砾成分的重结晶矿物和不同含量的热液矿物(图4-4)。

但是它又不同于张性构造角砾岩,首先表现在角砾岩产出围岩变形很弱,位移很小;角砾内部一般不发育典型断层角砾岩中的显微构造,角砾的变形程度不比围岩的高;胶结物出现大量热液矿物充填产出,而不是交代原始胶结物,角砾排列除掉无序特点外,从露头上或显微镜下薄片观察,常见具有可拼性的原地破裂(图4-4)的特点。

2.3 具有丰富的显微裂隙-脉

据野外露头观察,赋矿角砾岩体中几乎不见热液脉体的穿插,而在显微镜下薄片观察,则见丰富的显微裂隙(宽0.1毫米以下)发育于角砾内,呈网状角砾岩化(图4-1,2),或者穿切胶结物和角砾(图4-2)。显微裂隙多被流体充填进而发生沉淀形成热液脉体,(石英-方解石、石英-绿泥石,石英-黄铁矿,方解石),其几何特征很典型,可是单条直线形剪切或(和)张性脉、弯曲树枝状脉、主脉在末端分叉形成细脉(图4-3)、阶梯状光栅式脉。一些研究者认为这是液压致裂作用产生的裂隙-脉的典型几何特征^[4]。Bieniawski把裂隙的终端分叉视为液压致裂裂隙-脉最典型的特征。解释为张性破裂过程中裂隙快速生长时消耗剩余应变能和动能的一种途径。如果说这些脉体的分布是热液流体活动的遗迹,那么可以推断显微裂隙的形成与流体活动密切相关。

2.4 是金矿化过程的产物

金矿化全部发生在角砾状岩石中,要靠化学分析结果圈定矿体边界。够品位的角砾岩就是矿石。金品位一般为1~5 g/t,最高的达100 g/t以上。品位变化大,高品位的往往呈不规则囊状体。单个矿体的长度几十米至100 m,矿体厚度一般从数米到20 m^[2]。在北西向金矿带,由于缺乏深部探矿资料,矿体向下延伸情况不清,从个别采场看,有的矿体已向下延伸50 m。矿体和角砾岩密不可分。

金矿物以显微的自然金为主,粒径一般为2~20 μm,金矿物呈包裹金、晶隙金及裂隙金状态赋存于液压致裂裂隙-脉和胶结物中的褐铁矿、黄铁矿、白云石、石英中。

金矿化发生在围岩蚀变范围内,主要有黄铁矿化、硅化、方解石化、蛇纹石化等,围岩蚀变表现形式正如前面已提及,呈多阶段显微裂隙脉、角砾岩的胶结物出现,以充填为主,交代为辅。

通过上述金矿体与角砾岩带产状关系、金矿化与围岩蚀变、围岩蚀变表现形式等描述不难得出认识,角砾岩的形成是金矿化过程中的产物。网状角砾岩化与热液流体活动密不可分。热液流体的幕式活动造成了多次角砾岩化。

3 液压致裂作用与赋金矿角砾状岩石

依传统思维在金属矿矿区,一遇上赋矿的蚀变角砾岩,人们一般多注意到在区域应力场中岩石发生断裂变形,相随产生破碎角砾岩带,而后为成矿热液运移定位的空间。这就是我

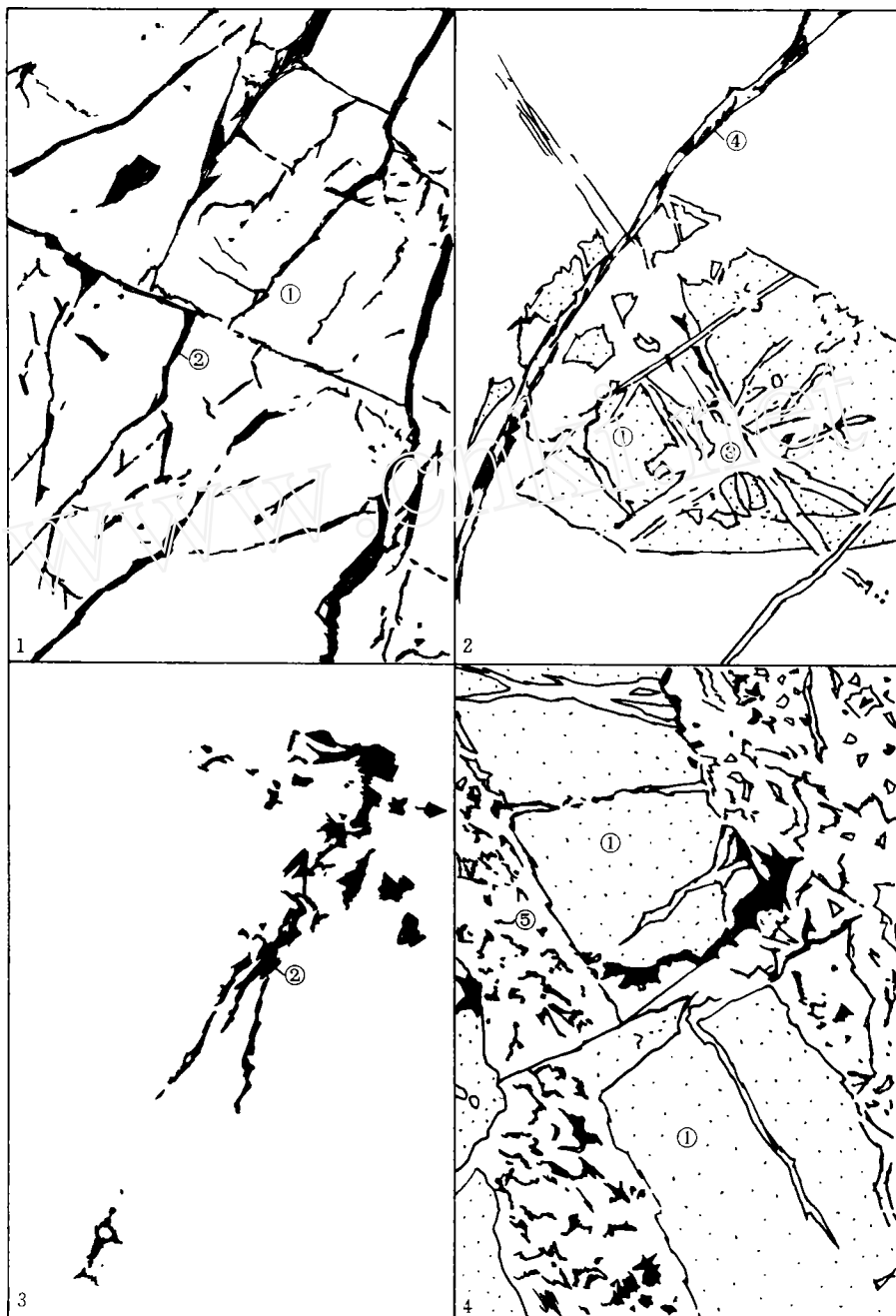


图 4 液压致裂裂隙—脉显微构造图(×100)

Fig. 4 Microstructural characteristics diagram of hydraulic fracturing fracture - vein

1. 白云岩质角砾内部网状角砾岩化; 2. 不同世代热液脉体互相穿插; 3. 液压致裂裂隙—含金黄铁矿脉尖端分叉现象;
4. 角砾彼此可拼性, 热液矿物构成角砾的胶结物

①白云岩质角砾; ②黄铁矿脉; ③绿泥石、方解石脉; ④石英—绿泥石—方解石脉; ⑤热液矿物胶结物

们经常探讨的控矿构造系统。最近的研究表明,地壳内各种流体的活动对构造的形成和演化产生了很大影响,已知流体渗滤与构造变形在动力学、化学、热力学和水力学方面有着复杂的耦合关系,这种耦合关系使流体对岩石的矿物相、变质相、结构构造和变形习性产生了深刻的影响,从而控制着岩石的构造变形。液压致裂作用是流体影响和控制岩石变形的重要方面之一^[3]。

液压致裂(hydraulic fracturing hydrofracturing)是由 Hubbert 和 Wills 于 1957 年首次提出来的。它可能是整个地壳-岩石圈内又一种重要的变形破裂方式,而且从微观-中观-宏观尺度上都有表现。许多热液脉体和热液矿床可能直接受其控制^[4]。鄂东南的铜钨矿床,金银矿床^①,湘东一些花岗岩型和硅质岩型铀矿^[3],认为与隐爆作用和液压致裂作用有关。

笔者通过对长城式金矿的初步研究,根据其赋金矿角砾状岩石的分布、产状、岩石学特征、微构造特征,矿化关系等方面来分析,认为液压致裂作用形成赋矿裂隙-脉-角砾岩,是浅部成矿流体运移沸腾开劈空间所致。从上述野外露头观察结合显微镜下观察到的证据都有力支持这种认识。如果这种认识得以成立,赋矿角砾岩的角砾状构造不是传统认识的“控矿构造”而是一种“矿控构造”^②,对指导寻找长城式金矿具有重要的实用价值。

液压致裂的力学机制已有许多学者加以研究^[5],认为液压致裂发生的条件是 $P_f \geq \sigma_3 + R_t$,即当流体压力 P_f 超过最小主应力 σ_3 和岩石内聚力最薄弱处的岩石抗张强度 R_t 之和时,理论上便会发生液压致裂。实验研究和大量野外证据都表明,流体异常高压是广泛存在的。黄定华^[6]从物理上讨论隐爆作用的具体机制中指出,岩浆上侵至低围压的中浅层环境→气水组分分离并产生气泡→后续岩浆提供高压梯度而导至超压、即为隐爆作用得以发生的必要条件。在爆炸产生的瞬间降压下,更多的气水组分会从岩浆中迅即析出,并在爆轰喷流作用的强烈推动下,它们将因内压和粘度的差异,与失水岩浆以显著不同的运动速率做两相分离流动。结果高压低粘度的气相热液必将超前于低压高粘度的失水岩浆,首先侵入新的围岩裂隙中。故隐爆作用的直接效应不仅可产生隐爆角砾岩筒,也将可同时引发相关的热液作用。笔者从中得到启示,岩浆的隐爆作用与热液的液压致裂作用不能等同,由岩浆的隐爆瞬间引发高压低粘度热液,是衍生液压致裂的重要途径之一。在研究区内致使金矿定位于中元古代碎屑岩,碳酸盐岩层的热液液压致裂作用,是否与地下岩浆的隐爆作用有关?笔者通过长城式金矿的主要矿床,矿点的观察,尽管目前尚未发现近岩浆侵入体的,以岩浆物质组成胶结物的隐爆角砾岩,但已发现液压致裂角砾岩中有钠长斑岩的角砾(唐杖子,水泉南沟),次火山硅质岩角砾(水泉南沟),以热液蚀变矿物组成胶结物的液压致裂岩,可能相当于广义的隐爆角砾岩系列的成员,热液注入角砾岩^[6];在唐杖子见到角砾岩筒共生有辉绿闪长岩、花岗斑岩脉,加之区域上广泛出现燕山花岗岩侵入岩体,有的侵入于岩片构造带内,可以推测研究区出现的液压致裂裂隙-脉-角砾岩系与下部潜在的岩浆隐爆作用有关。由于本区剥蚀深度浅,有可能在其深部找到岩浆隐爆角砾岩。

液压致裂属于高流体压力和低构造应力体制^[7]。由此可以解释长城式金矿为什么不产于岩片构造带的断裂内,而是产于两断裂之间低应变域的岩片内。

流体压力的周期性变化导致应力莫尔圆时而与破裂包络线相切,时而远离破裂包络线,

① 向树元等. 隐爆角砾岩(筒)特征、成因及控矿模型. 地质行业科技发展基金资助项目成果汇编, 1988-1992, (1): 139-140

② 马昌前. 鄂东花岗岩体侵位机制及其与成矿关系的岩浆动力学研究. 地质行业科技发展基金资助项目成果汇编, 1988-1992, (1): 1-2

从而造成周期性的液压致裂^[10]。正是这种作用机制,造成了液压致裂岩中常见的多次角砾岩叠加现象。

综上所述,液压致裂作用是赋矿角砾状岩石的成因机制。

4 结论

1. 长城式金矿的赋矿角砾状岩石是一种液压致裂角砾岩。它是成矿热液-岩石系统在高流体压力和低构造应力体制下,发生液压致裂作用的产物。

2. 本区的液压致裂角砾岩是广义的中浅成含矿岩浆隐爆作用产物中的成员。其分布受控于岩片构造带弱区域构造背景。

3. 液压致裂角砾岩以其一系列特征区别于构造角砾岩、同生角砾岩、火山角砾岩,可视为一种矿控构造岩,这对找矿具有重要实用价值。

液压致裂现象的发现和ación,将大大促进人们对中低温热液矿床的特征和成因中一些传统的认识进行重新思考。本人主要在现象描述分析基础上,作了一些推论。只能算提出了一些问题,有待应用新的综合的方法开展深入研究后,予以确认和充实或者否决。

本研究是和沈保丰、李俊建研究员一起完成野外观察,在问题的发现和ación中受到他们有益启示和帮助,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 王郁,杨文思,樊秉鸿. 冀东长城式金矿地质地球化学特征. 地质找矿论丛, 1997, 12(3): 24~32
- 2 陆松年. 在华北地台中一些新元古界中寻找金、银矿床的思路和前景. 前寒武纪研究进展, 1997, 20(1): 12~16
- 3 李建威,李先福. 液压致裂作用及其研究意义. 地质科技情报, 1997, 16(4): 29~33
- 4 FYfe W S, Price NJ, Thompson A B. Fluids in the Earths Crust. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1978
- 5 Phillips W J. Hydraulic fracturing and mineralization J. Geol Soc; 1972, 128: 337~359
- 6 黄定华,向树元等. 中浅成含矿岩浆的隐爆作用机制与两相分离流动. 地球学报, 1996, 17(增): 130~133
- 7 Nakashima Y, Toriumi M. Two - dimensional model of hydraulic fracturing in geosciences: effects of fluid buoyancy. J. China Univ. Geosci, 1996, 7(2): 216~222

A PRIMARY DISCUSSION ON THE GENESIS OF ORE - BEARING BRECCIFORM ROCKS OF CHANG CHENG STYLE GOLD DEPOSIT IN EASTERN HEBEI

Zhai Anmin

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, CAGS)

Abstract A group of gold deposits (points) are newly discovered in the eastern Hebei Province. The deposits controlled in Middle Proterozoic carbonate rocks - host rocks, belong to Chang Cheng style gold deposits. In this paper discussed feature and genesis of host rock, and it occurrence regional tectonic background. At once, suggested that the host breccia is the hydraulic fracturing breccia, is a ore contral structure rock.

Key words Chang Cheng style gold deposits, hydraulic fracturing, ore contral structure rock