初论矿床地质流体构造*

Preliminary Discussion on Geological Fluid Structures of Ore Deposits

王 杰 张宝林 宋保昌

（中国科学院地质与地球物理研究所，北京 100029）

Wang Jie, Zhang Baolin and Song Baochang

(Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

摘 要 本文从连续介质物理问题的角度初步总结了地质流体构造的特征，分析了地质流体与其围限地质体的力学性质，探讨了矿床地质流体构造形成的力学机理。通过 3 个典型隐爆角砾岩型金矿实例，介绍了地质流体构造研究在找矿预测中的重要作用。

关键词 地质流体构造 金矿 连续介质物理 自行破裂 隐爆角砾岩

在国内外产于不同地质背景条件下的 30 多个热液型金矿床中，我们实地观察到一类特殊的破裂成矿构造，其主要构造形迹特征为：① 破裂角砾化，角砾具有可拼接性；② 张、剪、压性构造形迹同时空存在，并具有对称性；③ 各种构造形迹间无相对位移；④ 具有脉状穿插现象；⑤ 固化特征明显，宏观规模有界。总的来说，这类破裂构造的空间展布特征与现存的区域构造之间不协调或无直接联系，用传统的构造地质理论难以解释，初步研究认为，这是高温高压地质流体对其围限地质体直接作用的结果，我们将这种特殊的构造命名为“ 矿床地质流体构造 ”。从描述的现象来看，本文提出的“ 矿床地质流体构造 ”概念涵盖了国内外文献中经常提及的名词，如“ 隐爆角砾岩 ”、“ 热液角砾岩 ”、“ 液压致裂角砾岩 ”、“ 水压致裂角砾岩 ”、“ 流体动力角砾岩 ”等。

地质流体指封闭在地质体内部的流体。本文仅讨论与热液型矿床（成矿深度通常在 3～5 km 以上）有关的地质流体构造，在含有成矿物质、具有一定规模和较高的温度压力前提下，流体与地质体相互作用方式可分为物理、化学两个方面，本文着重分析高压流体与地质体相互作用的力学过程。

1 地质流体与其围限地质体的力学性质

从介质力学性质的角度来看，地质流体具有 3 个特殊的力学属性：① 等压性，封闭的流体内部各向同性，压力相等；② 抗压性，流体体积不可压缩；③ 导压导热性，流体的压力和热量必然向围限它的地质体传递。只要地质体内存在流体，流体对地质体必然会发生力学和热力学作用，产生流体致裂构造，即地质流体构造，这是一种流体自行破裂构造（王杰，1991）。

对于流体，地质体可分为有渗透性与无渗透性两种类型。无论哪种地质体，都存在着应力场，具备特定的结构。因此，在有渗透性和无渗透性的地质体中，流体会产生高压渗透扩容，高压渗流扩容和高压破裂扩容。

* 中国科学院“ 知识创新工程 ”重要方向性项目（KZCX-2-104）、重大项目（KZCX1-Y-03）及国家自然科学基金青年基金项目（49603046）联合资助

第一作者简介 王 杰，男，1946 年生，硕士，副研，水文地质工程地质专业，主要从事流体构造与成矿预测研究。

2　矿床地质流体构造的形成机理

本文讨论的矿床地质流体构造，是一种特殊的储矿构造类型。成矿流体通过一定的地质过程（如渗滤、吸聚等），被封闭在地下深处一定的空间内，已经积聚到一定的规模，具有一定的温度、压力、浓度（活度、逸度）。当成矿流体在围限地质体中形成破裂扩容时，就将会连续出现一系列的效应：减压降温成矿→某些组分的析出与扩散及蚀变带的形成。这是一个由成矿温度和成矿压力起主导作用的耗散过程。地质流体压入扩容空间，流体与地质体的破裂面接触的面积急剧增大，并发生渗透、渗流，向地质体内扩散，发生组分的改变。

地质流体作用的机理包括 4 个方面的内容（图 1）：① 流体压力、差热应力是作用力源；② 流体构造垂直于地质体内的最小主应力、平行于最大主应力；③ 流体构造起始于一个纯张性破裂。④ 流体构造的宏观几何形状总体上是一个变化的应变椭球体（图 2）。地质体内有封闭的流体存在时，流体只承受地质体内的最大主应力（σ_1）。由于流体的等压性，致使流体内部压力均一化，其大小等量于最大主应力（σ_1），因而导致流体的压力大于地质体内的最小主应力（σ_3）。当流体的压力大于最小主应力（σ_3 ）与地质体的抗张强度之和时，产生纯张性破裂，并扩展，形成流体构造，流体压力为 P，$P \geqq \sigma_3 + T_C$ ，这就是地质流体构造形成的初始条件。

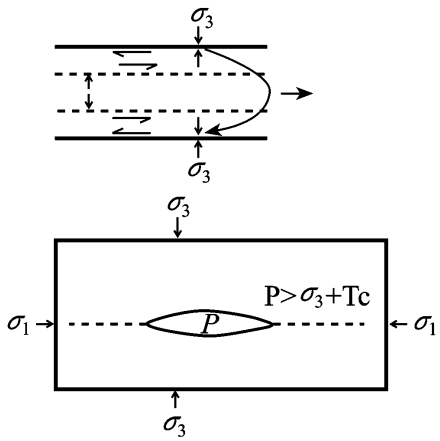


图 1　地质流体力学作用模型

通过对地质流体构造的物理力学及物理模拟试验研究（王杰，1991），我们得到如下结论：①地质流体构造纯张性破裂面扩展的长轴方向平行于地质体内的最大主应力（σ_1），垂直于地质体内的最小主应力（σ_3）；②地质流体构造总体宏观的几何形状是一个与地质体应力场相关的应变椭球体；③地质流体构造的规模取决于地质流体的体积质量的大小。

3　地质流体构造成矿预测实例分析

对地质流体构造的研究和认识，在地质找矿中起到了指导作用。在近十几年来，我们在中国东部处于不同地质背景条件下的热液型金矿床找矿实践中，识别出了十余个地质流体构造，并结合物化探手段进行了隐伏矿床定位预测，取得了明显的效果（张宝林等，2001a；2000a；2000b；2000c）。现选取 3 个不同产状的地质流体构造（隐爆角砾岩型金矿），简要介绍如下：

3.1　山西堡子湾金矿

位于山西省阳高县境内，是一个中型金矿，矿体产在线型角砾岩带内，浅部倾向南、深部倾向北和南，属于特殊的地质流体构造（隐爆角砾岩型）金矿。通过区域成矿条件分析，确认该矿床剥蚀程度较弱。采用浅层地震勘探技术确认含金角砾岩体下延至 700 余米深处。从地质流体构造角度分析，其深部具有较好的找矿前景（张宝林等，2001b；2001c），该矿床的形成机理可用图 2 a 解释。

3.2　黑龙江团结沟金矿

位于黑龙江省嘉荫县境内，是一个特大型金矿，矿体产在北西西向线型角砾岩带内，倾向北东东，倾角 35 ° 左右，属于特殊的流体构造（隐爆角砾岩型）金矿。通过成矿条件分析，建立了“ 二层楼 ”控矿构造模型（蔡新平等，1998），采用 TEM、MT 及浅层地震勘探技术验证了这一模型（张宝林等，2002）。从流体构造角度分析，该矿床的形成机理可用图 2 b 解释。

3.3　山东七宝山金铜矿

位于山东省五莲县境内，是一个中型金铜矿床，矿体产在近于直立的隐爆角砾岩筒内（徐兴旺等，1999），延深 300 m 左右。从流体构造角度分析，该矿床的形成机理可用图 2 c 解释。

4 结 语

以上几个实例均属于地质流体破裂扩容的一种类型，有关破裂扩容的其他类型以及高压渗流扩容和高压渗透扩容的机理将在以后的文献中详细讨论。

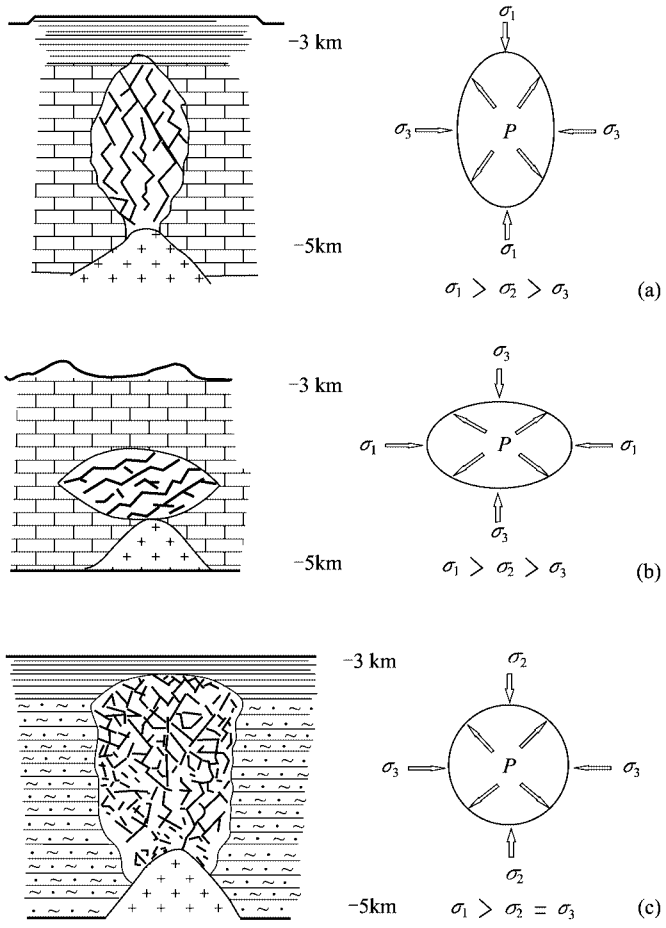


图 2 地质流体构造的基本形态

参 考 文 献

蔡新平, 张宝林. 1998. 矿床结构模型与某些类型金矿床的定位预测[J]. 地质科学，33（3）：329～337.
王杰.1991. 煤矿突水监测技术与方法研究[A]. 见：许学汉、王杰等著.煤矿突水预报研究[C]. 北京：地质出版社. 216～222.
徐兴旺, 蔡新平, 梁光河, 等.1999. 山东七宝山次火山岩区隐伏含矿角砾岩筒位－形－域精细预测[J]. 黄金科学技术，7（2）：9～18.
张宝林, 蔡新平, 韩金良. 2000b. 重新认识和划分矿床类型------隐伏岩金矿体定位预测的一个重要前提[J]. 地学前缘，7（增刊）：231～237.
张宝林, 蔡新平, 王 杰, 等.2000a. 我国东部岩金矿床深部找矿潜力评估[J]. 矿物岩石地球化学通报，19（4）：389～390.
张宝林, 蔡新平,王杰.2000c. 含矿流体集中沉淀的主要制约机制[J]. 地学前缘，7（增刊）：238.
张宝林, 韩金良,高浩中,等. 2001c. 山西堡子湾金矿区成矿流体场特征与隐伏矿床定位预测[J]. 地质地球化学 20（3）：33～40.
张宝林, 蔡新平, 韩金良, 等. 2001a. 资源危机金矿深部与外围找矿前景的若干判别标志[J]. 地质与勘探，37（2）：44～46.
张宝林, 蔡新平, 梁光河, 等. 2002. 综合地球物理方法对金矿深部找矿靶区的验证[J]. 地球物理学报，45（增刊）.
张宝林, 高浩中, 郝俊杰, 等. 2001b. 堡子湾金矿区基岩伽玛能谱测量结果及其地质意义[J]. 黄金科学技术，9（2）：1～6.