

# 金矿床成矿地质特征及矿床成因

吕凤彤

黑龙江省齐齐哈尔地质勘查院 黑龙江齐齐哈尔 161000

**摘要:** 本文通过对金矿床成矿地质特征的研究,重点分析了矿床成因及其控制因素。利用点流体包裹体数据,探讨了成矿流体的来源、迁移和沉淀机制,进一步揭示了金矿床的形成过程及其成矿模式。研究结果显示,成矿流体的温度、压力及化学成分是影响金矿床形成的关键因素,并通过实例分析验证了成矿理论的有效性。

**关键词:** 金矿床;成矿地质特征;矿床成因;点流体包裹体;成矿模式

## 引言

金矿床的形成一直是地质学研究的核心课题之一。深入了解金矿床的成因及其控制因素,对于指导找矿勘探具有至关重要的意义。当前,随着地质学和地球化学技术的不断进步,对金矿床成因的研究取得了诸多突破,但仍存在许多未解之谜。本文在综合前人研究成果的基础上,选取典型金矿床作为研究对象,通过系统分析其地质特征、成矿条件和成矿构造特征,并结合先进的点流体包裹体数据分析方法,全面探讨金矿床的成因机制和成矿过程。

## 一、金矿床成矿地质特征

### 1. 金矿床类型及分布

金矿床类型多样,主要包括脉状金矿床、层控金矿床和砂金矿床等。脉状金矿床常见于大陆块体边缘的火山岩和侵入岩中,其形成与构造活动密切相关。层控金矿床则主要分布于沉积岩层中,常与黑色页岩、砂岩和泥岩等沉积环境相关。砂金矿床则主要形成于现代河流和古河流系统中,由原生金矿经过风化、搬运和沉积作用形成。全球范围内,金矿床广泛分布于各大洲,其中以澳大利亚、中国、俄罗斯、南非和美国等国家的储量最为丰富。澳大利亚的卡尔古利金矿、中国的焦作金矿、俄罗斯的克拉斯诺亚尔斯克金矿、南非的威特沃特斯兰德金矿和美国的内华达州金矿等均为著名的金矿床,如图1所示。

### 2. 成矿地质背景

金矿床的成矿地质背景主要包括地质构造、岩浆活动和沉积环境等。构造背景方面,金矿床常形成于板块边缘的构造活动带,如碰撞带、裂谷带和剪切带等。沉积环境方面,金矿床的形成还与特定的沉积环境密切相

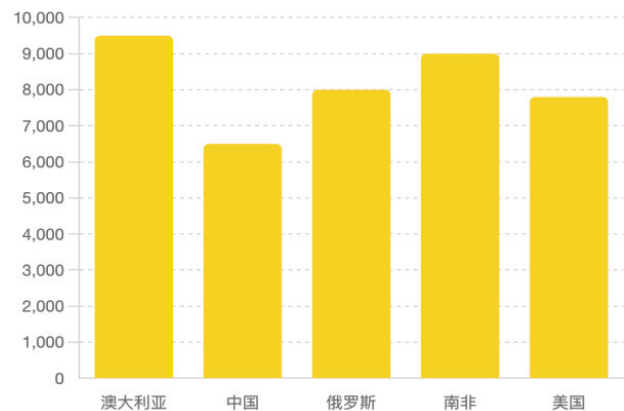


图1 金矿床类型及分布

关,如砂岩型金矿床常形成于陆相或滨海沉积环境中,砂金矿床则多形成于河流沉积环境中。斑岩型外围金矿床是与斑岩型矿床密切相关的一类重要金矿类型,其成矿过程通常与大规模的火山-侵入活动有关。这些矿床形成于斑岩体的边缘或外围,受控于广泛的构造活动和热液流体的作用。斑岩型外围金矿床的成矿系统通常包括多个阶段,最初的斑岩侵入提供了主要的热源和金属来源,随后岩浆-热液演化过程中产生的大量富含金元素的热液流体通过断裂、裂隙等通道迁移,最终在适宜的物理化学环境下沉淀出金矿。

### 3. 成矿构造特征

金矿床的成矿构造特征主要表现为矿脉、矿层和矿体的产出形态及其与围岩的关系。矿脉多呈脉状、透镜状或不规则状分布,常沿构造破碎带或裂隙带产出。矿层则多呈层状或似层状产出,与围岩的地层层理一致或近似一致,常受控于沉积岩层的层理或构造面。矿体的规模和形态则受构造活动的强度和方式影响较大,常表现为多期次成矿的叠加效应。

## 二、矿床成因分析

### 1. 成矿物质来源

成矿物质的来源主要包括地壳深部的岩浆作用、地表或近地表的沉积作用和热液作用等。岩浆作用方面，酸性至中酸性岩浆是金矿成矿的重要物质来源之一，这类岩浆在上升和冷却过程中，携带了大量的金及其伴生元素。地表或近地表的沉积作用方面，富含有机质的沉积岩层，如黑色页岩、碳质泥岩等，常为金矿的形成提供了丰富的金源。热液作用方面，成矿流体中的金主要来源于地壳深部的变质作用和岩浆作用，这些流体在上升过程中，通过水-岩反应将金从围岩中溶解出来，并在适宜的物理化学条件下沉淀成矿。

### 2. 成矿流体特征

成矿流体的特征主要包括其物理性质和化学成分。物理性质方面，成矿流体通常为高温高压流体，温度范围多在200-400℃之间，压力则可达数百兆帕。化学成分方面，成矿流体常富含CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>S等挥发分，以及K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>等阳离子和Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>等阴离子。此外，成矿流体中还富含金及其伴生元素，如银、铜、铅、锌等。这些成矿流体通过复杂的物理化学过程，促使金在合适的地质环境中沉淀成矿。

### 3. 成矿温度与压力条件

成矿温度和压力条件是影响金矿床形成的重要因素。一般而言，金矿床的形成温度多在200-400℃之间，具体温度范围取决于成矿流体的性质和成矿环境。压力方面，金矿床多形成于数百兆帕的高压环境下，这样的高压条件有利于金在流体中的溶解和迁移。此外，温度和压力的变化也会导致流体的沸腾和溶解度的变化，从而促使金的沉淀和富集。例如，在温度降低或压力减小的情况下，成矿流体中的金会从溶液中析出，形成矿脉或矿层，成矿流体包裹体的温度与压力特征，如图2所示。

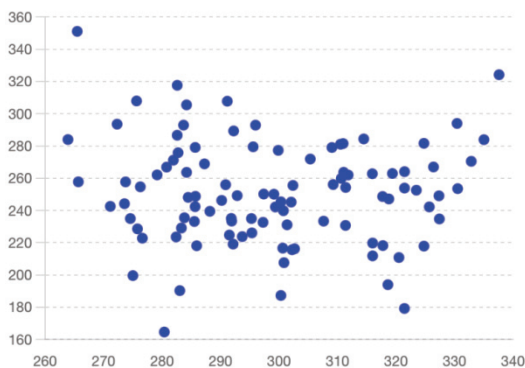


图2 成矿流体包裹体的温度与压力特征

## 4. 成矿化学环境

成矿化学环境主要包括成矿流体的pH值、氧化还原条件和流体化学组成等。成矿流体的pH值通常偏中性至弱酸性，有利于金的溶解和迁移。氧化还原条件方面，成矿流体通常处于还原环境中，这样的条件有利于金的稳定存在和富集。此外，成矿流体的化学组成也对成矿过程产生重要影响。富含CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和H<sub>2</sub>S等挥发分的流体，有助于金的溶解和迁移，而K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>等阳离子和Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>等阴离子，则通过与金离子的络合作用，促进了金的沉淀和富集。

## 三、点流体包裹体数据分析

### 1. 数据采集与处理

点流体包裹体数据的采集与处理是成矿研究的重要环节。采集方面，常通过显微镜下的精细观察，选取代表性的流体包裹体样品，并使用激光拉曼光谱、红外显微光谱等先进技术进行分析。处理方面，采用温度-压力相图、成分分析等方法，对流体包裹体的物理化学性质进行详细解读。通过对大量样品数据的统计和分析，可以揭示成矿流体的演化规律和成矿环境的变化特点。

### 2. 包裹体类型及特征

流体包裹体类型多样，主要包括气液两相包裹体、纯液相包裹体和多相包裹体等。气液两相包裹体是最常见的类型，其内部常含有气泡和液相，反映了成矿流体的高温高压条件。纯液相包裹体则主要反映成矿流体的冷却降温过程，多相包裹体内部则常含有固体矿物、气泡和液相，指示了成矿流体的复杂演化过程。不同类型的流体包裹体，其温度、压力和化学成分特征各异，为成矿研究提供了丰富的地质信息。

### 3. 流体包裹体的温度和压力特征

流体包裹体的温度和压力特征是揭示成矿过程的重要参数。温度方面，通过显微热台实验可以测定流体包裹体的均一化温度，从而推断成矿流体的温度条件。一般而言，金矿床的流体包裹体均一化温度多集中在200-400℃之间。压力方面，则通过测定包裹体的气液相比例和气泡直径等参数，结合地质压力计和热力学计算方法，推算出成矿流体的压力条件。研究表明，金矿床的成矿压力多在数百兆帕范围内，具体值取决于成矿环境和流体特征。

### 4. 化学成分分析

流体包裹体的化学成分分析是理解成矿流体性质和成矿机制的关键。通过激光拉曼光谱、红外显微光谱等

技术，可以精确测定包裹体内部的主要成分和微量元素含量。一般而言，成矿流体中常含有CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>S等挥发分，以及K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>等阳离子和Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>等阴离子。此外，金矿床成矿流体中还富含金、银、铜、铅、锌等金属离子。通过对这些成分的系统分析，可以揭示成矿流体的化学环境和成矿过程的复杂性，具体成矿流体化学成分分析，如图3所示。

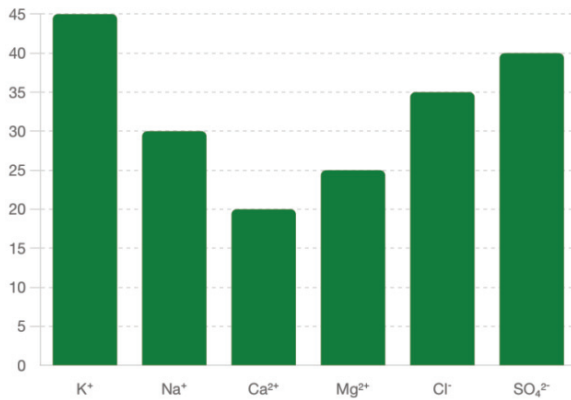


图3 成矿流体化学成分分析

#### 四、成矿模式及实例分析

以中国焦作金矿为例，详细分析其成矿地质特征和成因机制。焦作金矿主要为脉状金矿床，矿脉沿断裂带分布，主要赋存在火山岩和侵入岩中。通过点流体包裹体数据分析，发现成矿流体主要为高温高压的CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O流体，温度范围在250-350℃之间，压力在200-300 MPa。成矿流体中富含K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>等阳离子和Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>等阴离子，成矿过程中流体的冷却和压力降低促使金的沉淀。此外，通过对流体包裹体中挥发分的分析，发现CH<sub>4</sub>和H<sub>2</sub>S含量较高，表明成矿流体处于还原环境中，有利于金的富集。

焦作金矿的成矿过程可以总结为以下几个阶段：首先，深部岩浆活动产生高温高压的成矿流体，这些流体通过断裂带上升到浅部地壳；其次，成矿流体在迁移过程中，与围岩发生水-岩反应，溶解并携带了大量的金元素；最后，在适宜的温度、压力和化学环境条件下，金从成矿流体中析出，沿断裂带形成矿脉。

实际勘探验证表明，许多金矿床的成矿特征和成因

机制与上述模式高度一致。以某地区的新发现金矿为例，通过对该地区的地质背景和流体包裹体数据的综合分析，发现其成矿流体的温度和压力特征与焦作金矿相似，进一步验证了成矿模式的科学性和实用性。未来的研究应进一步细化成矿模式，结合更多实地数据，不断完善金矿床成因理论，提高找矿勘探的效率和成功率。

#### 结语

综上所述，通过对金矿床成矿地质特征及矿床成因的综合分析，本文揭示了成矿流体的来源、迁移和沉淀机制，提出了新的成矿模式。未来的研究应进一步结合更多实地数据，深入探讨金矿床的形成过程，以提高找矿效率。特别是通过系统的多学科交叉研究，综合利用地质学、矿物学、地球化学和地球物理学的最新技术和方法，提升找矿工作的科学性和准确性。

#### 参考文献

- [1] 杨明亮. 试论金矿床地质特征及矿床成因探索 [J]. 世界有色金属, 2018
- [2] 白凤义. 柏杖子金矿床地质特征及矿床成因 [J]. 黄金, 1995
- [3] 赵征, 陈鑫. 河南嵩县崔香洼金矿床地质特征及矿床成因分析 [J]. 中国金属通报, 2019
- [4] 冯守忠. 吉林南岔金矿床地质特征及矿床成因探讨 [J]. 黄金地质, 1997
- [5] 梁钢. 江西万年虎家尖银金矿床地质特征及矿床成因初探 [J]. 江西地质, 1995
- [6] 邹院兵, 刘兴平, 范玮, 李俊, 蔡立元. 湖北省罗田县陈林沟金矿床地质特征及矿床成因 [J]. 地质找矿论丛, 2018
- [7] 郝通顺, 王可勇, 万多, 朴星海, 张晓东, 黄俊鹏. 辽宁丹东四道沟金矿床地质特征及矿床成因 [J]. 矿床地质, 2010
- [8] 魏国廷, 白生皓, 马伟, 姜登峰, 安海西. 青海拉陵灶火金矿床地质特征及矿床成因探讨 [J]. 中国锰业, 2018