

建造。若以 h 表示洋壳俯冲深度, K_2O 取火山岩百分含量 (按 SiO_2 为 $60\omega_8\%$ 折合), 按 condie 关系式 (1973): $h = 89.3 (K_2O) - 14.3$ 计算结果, 绿片岩平均为 195.97 km, 斜长角闪岩为 54.58 km, 可取范围 55~200 km, 此深度可达狼山断块 (中带) 下部。

(4) 造山阶段: 中元古代末, 蒙古洋板块向南俯冲加剧, 在华北板块北缘形成压应力场, 狼山北带北侧水下断片 (Ar) 与南带南侧华北断块 (Ar) 对冲于 V 型 (剖面 X 型断裂上半部) 狼山断片 (Ar) 之下, 形成了向中带 (主峰) 对倾的扇状 (剖面) 褶皱带。其机制是大陆边缘洋壳俯冲, 推动陆缘断片间对压造山。

大水清金矿田构造控矿特征及金矿预测

方茂龙 童航寿 天 华

(核工业北京地质研究院, 北京 100029)

1 区域地质背景

大水清金矿田位于华北地台北缘内蒙地轴东段的喀喇沁断块内。内蒙地轴东段是以 EW 向的赤峰—开源深大断裂和 NE 向的平泉—北票深大断裂围成的锐角地区, 区内 NNE 向断裂发育, 喀喇沁断块即是由 NNE 向的锦山断裂和八里罕断裂切割而成的 NNE 向断块。内蒙地轴东段的太古代变质岩基底称为建平群, 是一套中深变质岩系, 主要由片岩、片麻岩、麻粒岩和混合岩组成; 盖层为侏罗纪和白垩纪火山沉积岩系。岩浆活动有前震旦纪岩浆旋回、古生代岩浆旋回和中生代岩浆旋回。区内金矿化与建平群小塔子沟组及中生代构造-岩浆活动有密切联系。

2 矿田构造应力场研究及构造形成机制分析

大水清矿田位于喀喇沁断块北段, 受八里罕断裂的次级断裂——八家子断裂与 NE 向断裂夹持部位控制。矿田内主要发育一长轴为 NW 走向的燕山晚期斑状花岗岩体, 东北部和西南部有小面积小塔子沟组出露。

2.1 矿田主要断裂构造特征 矿田断裂构造主要有 NE 向、NW 向和 NNE 向三组。NE 向构造形成较早, 控制海西期闪长岩体产出, 成矿期活动弱; NW 向断裂活动较晚, 沿断裂侵入的海西晚期斑状花岗岩体切断了 NE 向断层, 岩组分析表明, 该断裂具有左扭性质; NNE 向断裂形成最晚, 广泛发育于斑状花岗岩体内, 在靠近 NE 向断裂处, 走向明显向北东偏转, 表明它们受 NE 向断裂的制约。NNE 向断裂是矿田内的主要控矿断裂, 可分为夹壁墙 (西带)、金洞沟—南大洼—漏风岭 (中带) 和雁池沟—曹家营子 (东带) 三个断裂带。每一断裂带内的断裂常呈左行雁列现象或切错早期伟晶岩脉, 均显示左行扭动性质。

2.2 矿田主要矿化地区的应力场研究 目前对一定范围内的地质构造可以进行两种应力分析: 一是恢复应力场, 了解应力空间分布状况; 二是张量分析, 了解一定范围所受应力的总趋势。为对照研究, 作者同时采用了上述两种方法, 对矿田内的主要矿床分布地区——安家营子矿区 (20 km²) 进行了构造应力场研究。

(1) 节理统计与应力场恢复: 通过野外节理的分期、配套和观测统计, 恢复了安家营子矿区的构造应力场。这一研究的主要结论如下: ①矿区内 (主要出露斑状花岗岩) 仅发育一套节理组合, 即 NNE 向、NW 向的共轭节理和近 EW 向的挤压面。后期构造运动

在矿区表现较弱,没有形成与之相应的节理组合。②矿田内 NNE 向断裂带与矿区节理应为同期形成,即为同一应力场作用的产物,原因:区内断裂构造以 NNE 向为主,节理统计表明,该方向节理也最为发育,且产状与断裂产状基本一致;NNE 向节理和断裂带具有同一的运动学特征。③矿区节理发生在斑状花岗岩 (130×10^6 a) 形成之后,流纹斑岩 (120×10^6 a, 沿 NNE 向断裂充填) 形成之前,即形成于早白垩世。④应用节理统计方法恢复了矿区成矿构造应力场,矿区最大主压应力方向基本上为 NNW 向,最小主应力为 NEE 向,中间主应力轴近于直立。

(2) 应用艾切戈巴 (Etchecopar) 断裂擦痕电算法分析矿区应力场:作者在野外进行节理统计的同时,对节理面和小断层上的擦痕作了大量统计和测量,应用 Etchecopar 断裂擦痕电算程序进行了分析,主要结论是:①擦痕分析反映了矿区经受了三期构造应力作用,第一期与节理统计的结论基本一致,为矿区内应力作用最强的一期。②第二期应力作用的最大主压应力方向与地面近于垂直,中间主应力和最小主压应力方向近于水平。这可能与矿区内流纹斑岩的侵入或区域断块升降运动有关。③第三期应力作用的最大主压应力方向为 NNE-SSW 向。节理分析中未发现这一方向的构造应力作用,即没有相应节理产生(或是极不发育),但矿区内确实发育有 NNE 向的张性结构面,说明 NNE 向的挤压构造应力的存在,只是作用较弱而已。

作者还对两种应力分析方法的应用效果作了初步比较,并对其差异作出了解释。

由于矿田内主要出露斑状花岗岩体,并且节理构造发育简单、稳定,因而矿区的构造应力场基本上能反映出矿田的构造应力场特点。

2.3 矿田构造形成机制分析 早白垩世,库拉板块向古亚洲陆壳强烈俯冲,促成了东亚燕山运动的高潮,造成当时我国大陆东部左行扭动的宏观构造背景。受其影响,矿田内 NNE 向断裂发生强烈左行扭动。由于矿田西北部发育早期 NE 向断裂 F_1 ,南东部受到 NNE 向的八家子断裂 F_2 左行扭动时的推挤作用,于是在 F_1 与 F_2 之间的较脆性斑状花岗岩体内形成了有规律的成组成带分布的 NNE 向扭动构造带(NNE 向断裂对晚期 NNE 向的断裂起限制作用)。

3 矿田构造控矿特征

(1) 矿田金矿化特征: 矿田金矿化主要产于斑状花岗岩体内及其内、外接触带部位,少数产于变质岩中,受 NNE 向断裂构造、岩体接触带和流纹斑岩控制。流纹斑岩沿 NNE 向断裂构造带充填,其主体位于中带的中段,向南、北两端作指状延伸。

矿田金矿化类型有碎裂蚀变岩型和石英脉型或混合型。主矿床以碎裂蚀变岩型为主,产于中带的中段,矿体赋存于流纹斑岩下盘。矿床深部以蚀变岩型矿化为主,向浅部(或地表)渐变为混合型或石英脉型。以该主矿床为中心,在 NNE 向断裂切过岩体接触带部位常有小型矿床产出,其矿化类型以石英脉型为主,成矿标高也相应增大。在西带中段和东带中段均有小型矿床或矿点产出,其矿化类型、蚀变体和矿体规模等均呈现规律变化。研究表明,这是一个以主矿床为成矿中心的矿床群(与成矿热液从矿化中心向周围运移、演化有关)。

(2) 构造控矿特征: 矿田内矿床均产于 NNE 向构造带内,因而受成矿构造应力场控制的 NNE 向成矿构造带的展布特征,也就基本反映了矿田内含矿构造蚀变带以及矿脉、矿体的总体展布特征。矿床或矿体在 NNE 向成矿构造带内的定位则与矿化中心(流纹斑岩主

体部位)、岩体接触带的交汇、脉岩的交切和构造蚀变带内的膨胀部位有直接联系。

NNE 向断裂带内单条断层的左行斜列控制了蚀变体和矿体(常产于蚀变体中心)的左行斜列。

NNE 向含矿断层内的 NNW 向张性或张扭性裂隙控制了含矿石英-黄铁矿细脉的充填,甚至石英脉内的黄铁矿脉体也常呈 NNW 向,构成左行斜列式。这些张性或张扭性裂隙与 NNE 向断裂的组合,反映了 NNE 向断裂在成矿阶段仍为左行扭动性质。对这些石英脉进行的岩组分析,也表明 NNE 向构造曾遭受过左行扭动力偶的作用。这些都应是成矿期 NNW 向构造应力场所打下的烙印。

4 矿田金矿化预测

根据以上成矿构造应力场分析及构造控矿特点,作者认为,矿田内的西带、中带和东带在空间上也应呈左行斜列式。实际上,经野外观察,东带向东北方向(曹家营子一带)规模不减,蚀变带有一定规模,亦有较好金矿化显示;西带有向西南方向延伸的趋势。我们根据 NNE 向构造带与岩体接触带交汇部位为矿田内矿床定位的重要因素,预测了西带与岩体南接触带交汇地段和东带与岩体北接触带交汇地段为矿田内的两个金矿化远景地段。

山东招掖金矿带断裂构造分带与蚀变矿化分带关系研究

邓 军

(中国地质大学,北京 100083)

山东招掖金矿带位于华北地台、鲁东地盾胶西北隆起区,其西侧与郯庐断裂带毗邻。

长期以来,本区的断裂控矿性早已被证实,然而对断裂控矿的作用则往往局限于能提供各种流体或成矿溶液活动的通道和成矿物质沉淀富集的容矿空间,忽略了构造活动尤其是断裂活动与成矿的直接关系。因此,对控矿断裂作用的认识,应不限于“静态”的导矿和容矿,还应赋予“动态”的成矿意义。本文基于这一思路研究构造动力与物质成分之间的相关性,即断裂构造分带与蚀变矿化分带之关系。

1 矿化分带及其形成原因

根据矿化产生的构造条件,围岩蚀变、成矿方式、矿石结构构造以及矿物组合等诸因素,将成矿区矿化分为含金石英脉型和破碎带蚀变岩型两种矿化形式,其间存在一系列过渡类型。对两种矿化类型金矿在空间上的分布及相互关系至今仍分歧较大,争议的焦点是两种类型金矿在空间上的展布规律,即两者在平面及剖面上的分带问题。

研究认为,控制矿化类型和分带的因素有三个主要方面,即成矿溶液的性质和能量、成矿围岩、控矿构造的力学性质与构造岩强度。在前二者条件相同的前提下,构造活动所形成的断裂为热液提供了运移的通道和贮集的空间,断裂构造的空间状态决定了矿化类型和分带。本区断裂构造中存在两种类型的空间:连续自由空间和连通弥散空间。连通弥散空间因构造岩强度大,岩石破碎,岩石表面积大,弥散空间分布均匀,有利于形成蚀变岩型矿床。而连续自由空间在简单的构造裂隙中最为发育,构造动力对岩石的机械破碎较弱,构造岩强度较低,裂隙张开后热液易进入空间形成充填脉体,有利于形成石英脉型矿床。

严谨地说,连续自由空间和连通弥散空间只是断裂构造中空间状态的两种基本类型,无