

大尹格庄金矿成矿作用与隐伏矿体找矿标志分析*

刘庚寅, 杨斌, 陈艳, 董凡, 王盛, 叶培仁

(中南大学地学与环境工程学院, 湖南长沙 410083)

1 矿区地质概况

大尹格庄金矿床位于招平断裂带的中段, 北东距招远市约 18 km。该金矿具有矿体大、储量大、埋藏深、品位低的特点。

矿区内断裂主要有招平断裂、大尹格庄断裂、南周家断裂、南沟断裂等。招平断裂在矿区内总体走向 20°, 倾向 SE, 倾角 21~58°, 宽 40~78 m, 由糜棱岩、碎裂岩及断层泥等组成。矿体大部分赋存于主裂面下盘的黄铁绢英岩化碎裂岩和黄铁绢英岩化花岗岩中, 矿体形态、产状和分布严格受招平断裂带控制。

主裂面上盘主要为胶东群变质岩, 发育有碳酸盐化、绿泥石化与褐铁矿化蚀变。

2 成矿地质条件分析

大尹格庄金矿的形成受断裂构造系统、玲珑花岗岩和胶东群变质岩的复合制约。

断裂构造系统是由招平断裂带和与之交汇贯通的大尹格庄断裂等 NWW 向及 NW 向断裂共同构成的。招平断裂带是主要容矿构造, 而与招平断裂带交汇贯通的 NWW 向及 NW 向断裂也显示有长期活动和多期活动的特征, 并构成了重要的导矿构造, 是保障成矿流体循环畅通和成矿物质持续供给的关键。以大尹格庄断裂为例, 该断裂将大尹格庄金矿分为 2 个矿体群, 南部为①号矿体群, 北部为②号矿体群, 而矿体的侧伏方向与侧伏角明显受大尹格庄断裂与招平断裂带的交汇线制约。

玲珑花岗岩接触带与招平断裂带的复合, 使之成为热液活动和热能释放有利场所, 导致围岩中的成矿物质随热液一起发生循环。矿区闪长玢岩、煌斑岩等中基性脉岩发育, 空间上与矿体关系密切, 指示了深部岩浆活动及热源释放的中心所在。

招平断裂带上盘的胶东群变质岩中角闪石的含量较高, 且这些角闪石中金的含量与世界其他地区角闪石中金的含量相比要高很多(陈光远等, 1988), 显示胶东群变质岩具有提供金来源的潜力。变质岩中普遍发育碳酸盐化和绿泥石化蚀变, 其中绿泥石化蚀变是铁质释放的重要线索, 有为矿化黄铁绢英岩提供铁质来源的有利条件。而大尹格庄金矿乃至整个胶东地区金矿硫同位素组成普遍显示富集重硫的特征, 矿石中硫的主要来源可能与胶东群变质岩中硫酸盐矿物的热还原作用有关。

3 热液对流系统中物质循环与成矿机制

氢氧同位素分析显示, 大尹格庄金矿矿石和蚀变岩矿物流体包裹体 δD 值为 -101.85~-59‰, 包裹体的 $\delta^{18}O$ 值为 -13.53~7.36‰(中国地质大学, 2005), 在 δD - $\delta^{18}O$ 同位素图解上, 多数样品投点落在岩浆水区与雨水线之间, 显示该矿床的形成有大气水的显著参与。

成矿过程中, 大气水补给的重要通道是大尹格庄断裂等 NWW 向及 NW 向断裂。而热液对流系统中成矿金属元素及硫、碳等物质的大规模的循环是成矿的关键。在浅地表环境下, 硫和碳的循环是以不同相态含硫和含碳组分间的交替转化来实现的, 并与物理化学条件的交替变化相对应。含硫组分和含碳组分对物理化学条件的变化均十分敏感, 并随着热液对流过程中温度、氧逸度、pH 值和 Eh 值的变化而变化, 其中 SO_4^{2-} 与 S^{2-} 之间的临界转化是制约成矿金属元素活化-迁移-聚集的关键。当流体在热液对流系统中向浅部运动时, 随着氧逸度的增高, 热液中的含硫组分逐渐以 SO_4^{2-} 占主导, 导致围岩中金与多数亲铜元素和过渡元素的活化和迁移能力大大增强, 在氧化性较强的区域, 由于存在 MnO_2 、 O_2 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等比 H⁺ 更强的氧

*本文由国家科技支撑计划课题(编号: 2006BAB01B07)和有色金属成矿预测教育部重点实验室资助
第一作者简介 刘庚寅, 男, 生于 1987 年, 本科生, 矿产普查与勘探专业。

化剂,围岩中的 Au⁰ 会氧化成 Au³⁺溶解在酸中(涂光炽等,1984)。当对流热液向热源或深部方向迁移时,随着流体中氧逸度的逐渐降低,SO₄²⁻向 S²⁻发生临界转化,形成硫化物的聚集和金的沉淀。含碳组分的循环与控矿机制还在于当水溶液中有 CO₃²⁻或 HCO₃⁻时,一些金属元素溶度积明显增高,如 Cu 的溶度积比纯水的大 10 多倍,有利于 Cu 等金属元素呈络合离子搬运。同时随着 CO₂大量释放,又导致大量金属矿物的沉淀(芮宗瑶等,2003)。

招平断裂带主裂面上盘胶东群变质岩中碳酸盐化与褐铁矿化蚀变的发育反映了偏氧化与偏碱性环境,而招平断裂带主裂面下盘黄铁绢英岩化蚀变的发育则指示了相对还原与偏酸性环境。大尹格庄金矿成矿模式可概括为图 1。

4 隐伏矿体找矿标志分析

大尹格庄金矿目前的勘探深度已超过 1000m,随着找矿主体对象由浅部矿向隐伏矿、深部矿、难识别矿的逐渐转变,找矿难度越来越大。如何根据地表显示的有效地质地球化学异常信息及物探异常信息推断深部隐伏矿体的存在及其位置是一项极具挑战性的课题,其关键是厘定有效的找矿标志。根据笔者在大尹格庄-后仓测区开展深部矿体找矿预测的实践,对大尹格庄金矿深部隐伏矿体找矿标志总结如下:

(1) 地质标志

大尹格庄-后仓测区位于招平断裂带倾向延伸部位所对应的地表区域,地质调查显示,该区地表露头较发育,闪长玢岩和伟晶岩脉露头多见,石英脉、褐铁矿脉发育,岩石钾化、硅化、绿泥石化、碳酸盐化蚀变现象普遍,显示了成矿期岩浆活动及热液成矿作用对浅部岩石的影响。因此,可将找矿地质标志归纳为断裂裂隙标志、岩脉标志、围岩蚀变与矿化标志等。

(2) 构造地球化学标志

地表构造地球化学测量也发现了多处 Au-As-Hg-Cu-Pb-Zn 元素组合异常,并发现有 Au 含量达 2228×10⁻⁹ 的高值点,说明有浅部断裂裂隙构造与深部隐伏的招平断裂相贯通,元素组合异常对应了深部成矿流体活跃地段,可作为深部找矿的主要标志之一。

(3) 地球物理异常标志

目前在胶东地区金矿找矿中主要采用的电磁测深方法有可控源音频大地电磁测深(CSAMT)、时间域瞬变电磁测深(TEM)、EH4 电磁测深(HMT)和大地电磁测深(MT)等。2009 年以来,我们在大尹格庄金矿深部找矿中首次采用 GMS-07 电磁法开展了 68、72、76、80、84、88、92、96、100、104、108、112、116 等勘探线的 MT 法测量,探测深度 2000m,根据深部出现的串珠状分布的低阻异常,圈定出玲珑花岗岩与胶东群变质岩界线及招平断裂带的位置,深部低阻异常中心则指示了断裂带局部膨大和成矿有利部位。钻探验证显示,MT 法测量所获得的深部低阻异常信息对指导大尹格庄深部矿体勘探是十分有效的。

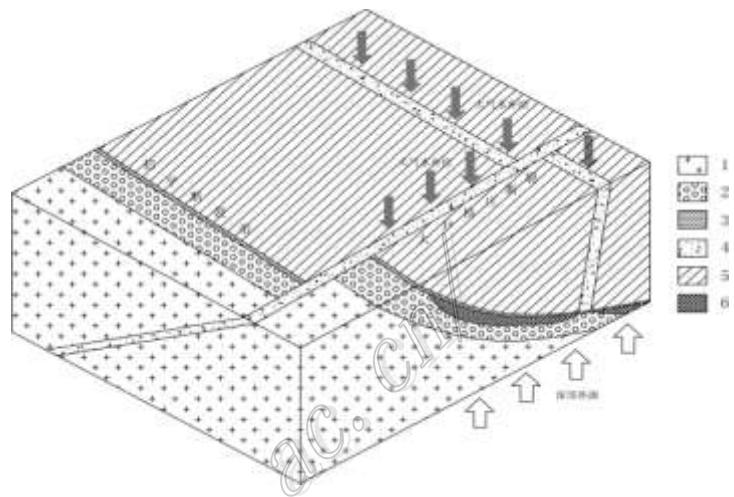


图 1 大尹格庄金矿成矿模式图

1—玲珑花岗岩;2—招平断裂带糜棱岩;3—招平断裂带断层泥;4—断裂破碎带;5—胶东群变质岩;6—金矿体

参考文献

- 陈光远,邵伟,孙岱生.1988.胶东金矿成因矿物学与找矿[M].重庆出版社.34-435.
芮宗瑶,等.2003.挥发份在矽卡岩型和斑岩型矿床形成中的作用[J].矿床地质,22(2):143-147.
涂光炽,等.1984.中国层控矿床地球化学(第一卷)[M].北京:科学出版社.103-269.