内蒙中部金矿类型、成矿地质特征及找矿方向

Classification, Metallogenic Characteristics and Prospecting Targets of Gold Deposits in Center Inner Mongolia

王建平[1] 贾玉峰[1] 刘国军[1] 王建民[2]

（1 内蒙有色地质勘查局，内蒙古 呼和浩特 010010；2 内蒙古自治区地质矿产勘查开发局，内蒙古 呼和浩特 010030）

Wang Jianping[1], Jia Yufeng[1], Liu Guojun[1], Wang Jianmin[2]

(1 Nonferrous Metal Geological Explorating Bureau of Inner Mongolia, Inner Mongolia, Hohhot 010010, Inner Mongolia, China; 2 Geological Explorating Bureau of Inner Mongolia, Hohhot 010030, Inner Mongolia, China)

摘 要 按容矿岩系，结合成矿环境及矿床产出特点，对内蒙中部金矿床进行分类，总结了不同类型金矿床成矿地质特征、控矿条件、分布规律、提出找矿方向。

关键词 金矿类型 成矿特征 找矿方向 内蒙中部

内蒙中部地处华北地台北缘西段与兴蒙地槽系两个不同性质构造单元的接壤部位。区内地质演化历史悠久、构造变动复杂，广泛发育了早前寒武系各类变质火山岩建造、含金绿岩建造。古生代以来，伴随北部区地槽的兴衰演化、封闭，以及中生代的构造活化作用，形成各种类型的构造环境，叠加了大量的火山岩、侵入岩。构成了非常有利的金矿成矿条件，形成了以绿岩型金矿为主，多种类型并存的大量金矿床，成为华北地台北部重要的产金集中区之一。

1 金矿类型及其成矿地质特征

众所周知，金矿分类是矿床学研究的一个重要课题之一，也是一个难以统一的问题。本文参照大多数学者普遍认同的以容矿岩系为基础的分类方法，结合成矿环境及金矿产出特点适当补充。将内蒙中部金矿类型划分为 6 大类、17 亚类（金矿类型一览表略）。

1.1 产于太古宙－古元古代变中基性火山-沉积杂岩中的（绿岩型）金矿

本类金矿系指赋存于一套普遍绿化了的变质基性、中基性火山岩系和部分沉积岩系中的金矿。

该类金矿主要分布于内蒙台隆的乌拉山－大青山一带，矿床多集中于临河－集宁深断裂、乌拉山－大青山山前大断裂两侧分布。是本区的主要金矿类型，属贫硫化物含金建造，可分为如下 3 个亚类：

（1）含金石英脉型：代表性矿床有脑包沟、梁前、十二号、十五号、后石花。

（2）含金石英-钾长石英脉型：有哈达门沟、西北沟。

（3）破碎带蚀变岩型（或片理带型）：代表性矿床十八倾壕、乌兰不浪。

本类矿床赋存于太古宙、古元古代变质岩系中，主要含矿地层有太古宙下集宁群、上集宁群、乌拉山群，古元古代色尔腾山群、二道洼群等变质基性－中酸性火山喷发沉积岩系。岩石变质程度达角闪岩相（角闪质绿岩相），混合岩化普遍。此类地层具有较高的含金丰度值，其地球化学场与金矿成矿作用十分密切。

构造活动、岩浆侵入及区域变质作用是本类金矿富集和就位的重要因素。矿床产于深大断裂构造带旁侧，尤其是深大断裂交汇区的次级断裂、背斜、向斜轴部，脆-韧性剪切变形（质）带和韧性剪切变形（质）带。矿区（田）构造在航、卫片上显环形影象特征，反映控矿构造多期次特点。矿床距花岗岩体 0.5～5 km，金矿区内中酸性脉岩，尤其是长英质脉岩、伟晶岩脉特别发育。矿体赋存在断裂中，矿体形态、产状、矿化类型严格受断裂控制，容矿岩石普遍存在低角闪岩相至绿片岩相的退变质作用。近矿（脉）岩石为片岩、压碎岩、糜棱岩等。围岩蚀变有硅化、钾长石化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化等。除硅化外，其它蚀变较弱，分布性差。

本类矿床的成矿物质主要来源于地层，如哈达门沟金矿，矿石中 $\delta^{34}S=-6‰\sim-11‰$ 具明显负值，富集轻硫 ^{32}S。矿区内乌拉山群变质岩系与含金石英—钾长石脉的稀土配合曲线形态一致，都具铕正异常。二者稀土总值相近，轻重稀土元素含

量相近，比值相近，证明二者具相同成生联系，相同的物源联系。矿石石英包体成分测定结果表明，盐度 w（$NaCl_{eq}$）为 17%，CO_2 密度 0.5g/cm^3，溶液密度 0.97g/cm^3。成矿环境为弱碱性（pH=8.3～9.75），氧化还原电位 E_h · MV 为＋219.6～299.2。

色尔腾山地区的脑包沟金矿，黄铁矿 δS^{34} 平均为－3.5‰。普遍偏向负值，以富轻硫为特征，显示出硫主要来自周围的地层，且含金石英脉 $\delta^{18}O$=12.5‰～12.8‰，换算成成矿流体 $\delta^{18}H_2O$ 表明成矿流体为变质作用的产物，并混有大气降水，是一种混合流体。十八倾壕金矿石英和方解石氧同位素，换算得成矿流体的 $\delta^{18}O$ 为＋1.32‰～＋6.12‰，矿石和围岩中黄铁矿 Co/Ni 比值为 1.19～9.42。其成矿流体也具有变质热液和大气混合的特点。

1.2　产于中（新）元古代变碎屑岩、泥质岩、碳酸盐岩中的金矿

本类金矿系指与元古代的变碎屑岩、千枚岩、板岩及片岩类有空间关系的金矿床。

主要分布于地台北缘的台缘拗陷带（裂谷带）内，受地台北缘、石崩等深大断裂及其次级断裂或元古代地层层间断裂构造的控制。容矿层位有白云鄂博群、渣尔泰（狼山）群、马家店群等。容矿岩系为中浅变质的变碎屑岩、板岩、千枚岩、碳酸盐岩，并以含中基性火山岩组份及富碳质为特征。据产出特点，金矿化有下述 3 个亚类：

（1）石英脉型金矿。如赛乌素金矿；

（2）构造蚀变岩类。如麦汉山、豪牙金矿；

（3）与铜多金属矿床共、伴生的沉积变质岩金矿。

本类的赛乌素金矿，呈石英脉型分布于地台北缘深大断裂南侧附近，矿床产于元古宙白云鄂博群尖山岩组变质长石石英砂岩中，受东西向褶皱及断裂构造的控制，矿体多赋存于背斜的轴部。且含金石英脉具有雁行排列、分枝复合特点。矿区内侵入岩不发育，只有霏细岩、闪长岩、长英质脉岩等，其含金石英脉在空间上与长英质岩脉关系密切。矿区内脉岩的含金量均低于尖山岩组岩石的含金量，表明金矿质可能主要取自于地层。岩浆活动对地层中矿质的迁移起促进作用。矿田内共有含金石英脉 30 余条，呈脉状、透镜体、豆荚状产出。属少硫化物矿石。矿石中金属矿物以黄铁矿为主，其次为方铅矿、毒砂、白铁矿、闪锌矿、黄铜矿，偶见自然金、银金矿，脉石矿物有石英、斜长石等。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化，次为绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、赤铁矿化等。据石英包体测温结果，均一化温度为 140～180℃属中低温成矿。

与硫、铜、铅、锌多金属共（伴）生的金矿，主要集中分布在狼山地区，含矿层为中元古宙渣尔泰（狼山）群第二岩组，成矿年龄 11～16 亿年，矿带在空间上的展布严格受基底构造（即大陆边缘裂谷的断陷盆地所制约）。矿床严格受地层层位和岩性控制，矿体与炭质条带状石英岩、炭质板岩、炭质千枚岩、泥炭质白云岩和白云质大理岩、灰岩紧密相关。矿体呈带状、层状、似层状、透镜状等产出。矿体产状与地层产状一致，呈整合关系，并与围岩同褶皱，在褶皱的轴部有矿体加厚和品位变富的趋势。代表性矿床有炭窑口、东升庙、霍各乞三大矿床。

该类多金属硫铁矿床中的共伴生金、银，金含量 0.1～1.49g/t，银含量 1.7～430.8g/t，金与银呈反消长关系.早期黄铁矿化阶段以富集金为主,以细粒条带状和侵染状黄铁矿矿石含量最高，晚期铜多金属矿化阶段则以富集银为主。金的主要载体矿物为黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿。银的主要载体矿物为黄铜矿、方铅矿、闪锌矿。金、银主要呈自然银、金银矿、银金矿。

1.3　产于花岗岩侵入体中（包括岩体内带和外带）的金矿

系指古生代以来，因岩浆热液作用并产于花岗岩类侵入体中（包括岩体内带和外带）的金矿床。

本类金矿主要分布于内蒙台隆、内蒙地槽南缘加里东褶皱带等基底隆起区的构造岩浆活动带中。临河—集宁深断裂、地台北缘深大断裂及温都尔庙—西拉木伦深断裂为控岩导矿构造，次级断裂为控矿构造。成矿作用主要与重熔或同熔岩浆侵入活动有关，成矿时代以华力西期、燕山期为主，按产出形式可分为以下 3 个亚类：

（1）含金石英脉型：代表性矿床有银公山、哈达庙、朝克文都、老羊壕等。哈达庙金矿分布于内蒙地槽南缘加里东褶皱带中镶黄旗复向斜内，温都尔庙—西拉木伦深断裂从矿区北部通过。金矿化产于燕山早期钾长花岗岩体（同位素年龄 182 Ma）与石英闪长岩体的接触部位。矿体呈脉状，金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、自然金、磁铁矿、斑铜矿等，脉石矿物有长石、石英、绢云母、方解石、少量电气石。矿石呈团块状、浸染状、角砾状、细脉状等构造。围岩蚀变发育有硅化、黄铁矿化、钾长石化、电气石化等。同位素测定，成矿流体 $\delta^{18}O$ 为＋4.8‰ ～＋6.9‰，δD 为＋46‰ ～ －58‰。黄铁矿 $\delta^{34}S$ －1.5‰～2.6‰，平均 2.05‰，Co/Ni=2.4～3.6。表明成矿流体为岩浆成因，并有大气水混入。其成矿物质主要来源于地壳深部的重熔岩浆。

（2）破碎蚀变岩型：代表性矿床有东伙房金矿。该矿分布于内蒙台隆之大青山台拱内，受临河—集宁深断裂控制，矿体产于燕山早期重熔钾长花岗岩体中。

（3）含金（银）石英-萤石-黑钨矿脉：以色拉哈达、赵家村为代表。该类的色拉哈达矿床，分布于化德县北部，地台北缘深大断裂与加里东褶皱带南缘构造接壤部位（地槽南缘内）。含金、银石英-萤石-黑钨矿脉产于燕山早期黑云母二长花岗岩体的外接触带，容矿岩石为晚二叠系额里图组安山玢岩、流纹（石英）斑岩等，矿体呈脉状充填于 NW 向断裂中，矿石物质成分极为复杂，已知矿物 36 种以上，金属矿物有黑钨矿、白钨矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、钼铅矿、自

然铜、辉铜矿、蓝铜矿、软锰矿、硬锰矿、自然银、自然金、银金矿、金银矿等，脉石矿物有石英、长石、萤石、白云母、方解石、蛋白石、叶腊石、高龄石和重晶石等，矿石呈晶粒、交代、残余、假象结构，浸染状、脉状、斑点状、晶洞状构造。围岩蚀变主要有硅化、萤石化、云英岩化、高岭土化、叶腊石化。矿石品位 W_2O_3 0.38%～18.74%，Cu 0.1%～3.04%，Pb 0.34%～4.18%，Au 0.14～16g/t，Ag 55.9～552g/t。

1.4 产于显生宙基性、超基性岩（包括蛇绿岩套）中的金矿

本类金矿系指金矿的成矿作用与基性、超基性岩有一定关系，并赋存于基性、超基性岩中或其构造破碎带内的金矿。

据容矿岩系及矿床产出特点，划分为以下 4 个亚类：

（1）与基性、超基性侵入岩有关的 Cu、Ni 硫化物矿床共伴生的金矿。典型矿床为黄花滩、小南山矿床。

黄花滩矿床，是一个含有多种贵金属的铜、镍型岩浆矿床，产于华力西期基性杂岩体中，该杂岩体由黑云母闪长岩、辉长闪长岩、角闪辉长岩和角闪岩组成，岩体分异较好，铜、镍、铂、钯矿体主要赋存于杂岩体南部边缘的角闪岩体里，有大小矿体 10 个。矿石中金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、镍黄铁矿、褐铁矿、孔雀石、铜兰、蓝铜矿，次为赤铜矿、黑铜矿、钛铁矿、白钛矿、紫硫镍铁矿、磁黄铁矿、辉铁镍矿，伴生砷铂矿、自然金等。有用组份除铜、镍、铂、钯、金以外，尚有锇、铱、钌、铑等。含金量最高 15g/t，平均 0.85g/t。

（2）产于基性侵入岩中的石英脉型金矿：如小南沟金矿，含金石英脉赋存于辉绿岩脉中断裂带千糜岩中。

（3）产于显生宙海相基性火山岩中与块状硫化物铜多金属矿床共伴生的金矿。如谷那乌苏、白乃庙铜（金）矿床，分布于白乃庙群基性火山岩中。

（4）产于显生宙海相基性火山杂岩中的石英脉、构造蚀变岩型金矿较多。

1.5 产于中生代陆相火山岩（次火山岩）中的金矿

系指在成因上与中生代火山作用有关，矿体直接产于火山岩及次火山岩岩体内或其附近的浅成热液金矿床。

按容矿围岩特征及矿体的产出形式可划分以下两个亚类：

（1）产于火山岩中的脉型、构造蚀变岩型金矿。以华力西黑金矿为代表，该矿位于镶黄旗西北部，加里东褶皱带内，矿体产于晚侏罗多伦组安山质火山岩及次火山岩中，容矿岩石为安山岩和安山玢岩。矿化呈两种形式存在：一种为脉型产于安山岩蚀变破碎带内，另一种呈似面形环状矿化产于超浅成次安山玢岩小岩株顶部及接触带附近。属少硫化物矿石，矿石成分简单。主要金属矿物有黄铁矿、褐铁矿，少量自然金、方铅矿、磁铁矿等。脉石矿物有石英、长石、绿泥石、阳起石、高岭石（土）等。围岩蚀变以硅化、绢云母化、钾长石化为主，高岭土化、绿泥石化、阳起石化次之。金品位 3.11～35.95g/t。

（2）产于次火山岩中的隐爆角砾岩型金矿，以欧布拉格金、铜矿床为代表。该矿位于狼山西缘，处于华北地台北缘西段深断裂与宝音图深断裂（银川—昆明深断裂的北延部分）交切部位，属构造－岩浆剧烈活动的地域。矿区出露了晚侏罗世陆相火山岩地层及次火山岩类，由流纹质熔质火山角砾岩、英安质熔质火山角砾岩、安山岩及石英闪长玢岩（脉）和石英斑岩组成。发育有环带状及放射状断裂构造，显示有破火山口机构（构造）存在的特征，金铜矿化与次火山岩相的石英斑岩、石英闪长玢岩关系密切，矿体产于隐爆的石英斑岩、石英闪长玢岩内或其周边，呈分枝脉状、透镜状。可分为金矿体、金铜矿体和铜矿体 3 种，金与黄铁矿、黄铜矿一起呈细脉状、马尾丝状、细脉浸染状、角砾状矿石存在。金属矿物有黄铜矿、黄铁矿、毒砂、自然金、银金矿、铜锌矿、自然铋等。围岩蚀变主要有硅化、绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化等。

1.6 砂金矿

内蒙中部地区砂金矿床（点）分布甚广，按砂金形成时代及产出特点，可分为下述两个亚类。

（1）现代砂金矿：形成于中晚更新世至全新世的早期，有残坡积、洪积、冰碛 3 种成因类型。主要集中分布在卓资、武川、固阳等中新生代拗陷盆地及川井—白云鄂博一带。主要矿床有金盆、石哈河、中后河、乌兰不浪等。

（2）古砂金矿：形成于第三纪以前（包括第三纪），可分古冲积河床砂金矿、湖成砂金矿、古残坡积砂金矿 3 类。代表矿点有大井梁、白石崖等。

2 金矿成矿受矿源层、岩浆岩、构造控制

内蒙中部金矿类型较为丰富，与金矿成矿有关的容矿、控矿地层也很多，主要有太古界下集宁群、上集宁群、乌拉山群、红旗营子群，古元古代色尔腾山群、二道洼群，中（新）元古宙白云鄂博群、渣尔泰群（狼山群）、马家店群，古生界有温都尔庙群（寒武系）、白乃庙群（奥陶系）、巴特敖包群（志留系）以及石炭-二叠系部分地层，中新生界有侏罗系、白垩系、第三系等含金层位。对原生金矿化而言，主要以太古宙—古元古代变质中基性火山-沉积（绿岩）建造，中（新）元古宙浅变质含炭质、硅铁碎屑岩（类复理石）建造、古生代海相基性火山岩建造三种建造类型最重要，控制了区内主要类型金矿床的产出。这些含金建造普遍具有较高的含金丰度值，一般高于地壳平均克拉克值（3.5×10^{-9}）1.3～4.7 倍。是金矿成矿非常

有利的初始矿源层。区内除了与沉积变质铜多金属矿床相伴生的（东升庙—炭窑口）金矿，与海相基性火山岩块状硫化物（白乃庙、谷那乌苏）铜多金属矿共伴生的金矿床成矿时代与容矿主岩（地层）时代一致外，其它产于地层围岩中的脉型金矿就位时代均晚于容矿主岩（地层）成矿时代，二者具有大的时差。这与金成矿具有多期、多阶段和继承性的特点是分不开的。区内金成矿时代主要集中在新太古代—古元古代时期、中元古代和晚古生代至中生代。

金矿床对所赋存的岩石没有专属性，但有选择性，不同岩性有不同类型的金矿床。

金矿床与岩浆岩在空间上关系密切，金矿大多分布在燕山期、华力西期侵入岩或脉岩附近。如与燕山（印支）期花岗岩侵入体有关的金矿有哈达门沟、脑包沟、十八倾壕、梁前、十二号、十五号、后石花、东伙房、东河子、兵图、哈达庙、色拉哈达等，在区域上主要产于乌拉山—大青山地区、临河—集宁深断裂两侧、镶黄旗以东地区。与华力西期侵入岩有关的金矿有赛乌素、老羊壕、麦汉山、巴音杭盖、白乃庙、东苏旗、朝克文都等，区域上分布在石崩深断裂两侧，索伦山、地台北缘、温都尔庙—西拉木伦深断裂西段（镶黄旗以西）。与金矿化有关的花岗岩多为深源重熔型，其特点是岩体为花岗岩类杂岩体，富含 Fe、Cl、CO_2，微量元素 Au、Ni、Co、V，副矿物磁铁矿、磷灰石、方铅矿比一般花岗岩高。就矿化类型而言，一般绿岩型金矿，与中元古代变质碎屑岩、泥质岩有关的脉型金矿多产在花岗岩体外接触带 0.5～5 km 范围。

构造控矿十分明显，尤其是断裂构造对金矿的形成起主要影响，断裂作用贯穿于金矿形成的全过程，断裂性质不同，金矿化类型也不同，如张性断裂易充填石英脉型矿化，压（扭）性断裂发育构造破碎带蚀变岩型矿化。虽然断裂本身不产生成矿物质，但断裂作用使矿源层中的成矿物质活化、富集。超壳深断裂使地壳重熔、花岗岩化、混合岩化，热水作用活跃，深断裂构造带有利于岩浆侵入和火山活动，可使地幔或下地壳物质涌出地表形成岩浆型铜、镍、铂、钯含金矿床或形成海底喷流-沉积铜多金属块状硫化物共伴生金矿床。断裂本身提供了热水活动通道起到运矿、容矿作用，促使矿源层中的金溶解、迁移、富集成矿（脉），致使矿化受各种次级构造控制。正是由于构造在金矿成矿过程中的主导作用，造成众多金矿床具有容矿岩（矿源层）时代老、主成矿期时代新，矿体多呈脉状或似脉状产出的特点。

3　金矿床的分布规律

前已论述，内蒙中部地区金矿成矿地质构造条件复杂，矿床类型多样，成矿作用受不同构造背景条件下，地层（矿源层）、岩浆岩、区域构造（断裂）的控制。其三源（矿源、热源、水源）或三体（矿源层、岩浆岩、构造）的最佳组合部位，即为成矿有利地段和矿产分布密集区。如太古代乌拉山群、古元古代色尔腾山群、二道洼群等绿岩带与临河—集宁深断裂、乌拉山—大青山山前深大断裂叠加部位，燕山期、华力西期花岗岩侵入体的周边，为绿岩型或重熔岩浆金矿床集中区。有哈达门沟、脑包沟、十八倾壕、梁前、十二号、十五号、后石花、东伙房、红山口、哈拉沁、东河子、兵图等金矿产出。

白云鄂博群、渣尔泰群（狼山群）与地台北缘深大断裂、石崩深断裂及华力西期岩浆岩组合部位主要为中元古代变质碎屑岩、泥质岩、碳酸盐岩有关的各类金矿分布区。有赛乌素、麦汉山、壕牙、东升庙、炭窑口、白四盘、秃手沟等矿床产出。

白乃庙群、温都尔庙群及巴特敖包群与温都尔庙—西拉木伦深断裂、地台北缘深断裂北侧及华力西期花岗岩、燕山期花岗岩产出部位，是显生宙基性、超基性类金矿主要分布地段，有白乃庙、谷那乌苏、查干敖包、东苏旗金矿产出。

4　找矿方向

（1）乌拉山—大青山地区金矿找矿。该区绿岩型金矿是本区的主要金矿类型之一，分布范围广。特别是临河—集宁深断裂两侧 10～20 km 范围，与次级断裂构造相交部位最为有利。

（2）麦汉山地区金矿找矿。该区的北西向石崩深断裂两侧，是与白云鄂博群含炭质变碎屑岩、泥质岩有关的金矿找矿有利部位。

（3）白云鄂博—镶黄旗一带金矿找矿。该带地处台槽构造单元接壤部位，构造环境复杂，属多种类型金矿叠加部位。特别是与显生宙海相基性火山杂岩有关的金，具有多时代、多层位成矿的特点,找矿潜力较大。

（4）狼山西缘金矿找矿。该区处于地台北缘深大断裂西段与近 SN 向的宝音图深断裂交切部位，在大地构造分区上，属几个构造单元分界交汇处。地质环境独特，又属中生代构造岩浆强烈活化的地域，与中生代陆相火山岩（次火山岩）有关的金矿成矿条件有利，找矿潜力较大。