第25卷 第3期
2010年9月

地 质 找 矿 论 丛
Contributions to Geology and Mineral Resources Research

Vol. 25 No. 3
Jun. 2010

内蒙古大青山地区碎屑岩型金矿控矿系统及其找矿意义

杨 亮[1],王继革[2],田优杰[3]

(1.天津地质矿产研究所,天津 300170;2.天津地热勘查开发设计院,天津 300250;
3.内蒙古自治区矿产实验研究所,呼和浩特 010031)

摘 要: 大青山地区碎屑岩型金矿控矿系统表现为:古元古代大陆裂陷槽构造环境为金矿成矿提供背景条件(物质场、能量场、空间场),该环境下沉积的二道凹群中部的红山沟组下部复理石建造为金矿成矿提供物质条件,该建造在造山早期由拉伸机制形成的顺层滑脱剪切带控制成矿带,剪切带内的同期次级褶皱构造(尤其是向斜、向形构造)为金矿成矿提供容矿空间;提出了层位(复理石建造)、顺层滑脱剪切带及相关次级褶皱构造三者叠加控矿的金矿控矿型式。

关键词: 碎屑岩型金矿;控矿系统;大青山;内蒙古

中图分类号: P611;P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)03-0206-06

0 引言

近几年,在内蒙古大青山地区古元古界二道凹群红山沟组(变质泥砂质岩-碳酸盐岩建造)的中下部层位中陆续发现了一批以卯独庆金矿[1]为典型代表的新类型金矿,这类金矿具有矿化均匀、品位低、厚度大、矿化物质成分简单、伴生银矿、有害杂质少的特点,矿体埋藏浅,矿石易采易选易冶,采用堆浸法提金可取得显著经济效益。金矿床不仅层控特征明显,而且控矿和成矿构造较典型,同时成矿时代较老(锆石U-Pb法测定卯独庆金矿含金片状花岗岩脉的成岩年龄为2 072.7 Ma,间接推断成矿年龄[1];^{39}Ar-^{40}Ar法测定油篓沟和新地沟金矿的成矿年龄为1 988.93~1 991.43 Ma①)。研究其控矿特征,进而总结其成矿控矿系统,对认识成矿规律和找矿预测具有重要意义。

1 构造环境及金矿床空间分布

1.1 金矿产出的构造环境

古元古界二道凹群为一套陆源碎屑岩-碳酸盐岩夹中基性火山岩变质建造,其同位素年龄主要集中在1 872~2 389 Ma。其中:二道凹群全岩Rb-Sr等时线年龄(2 389.9±45.9)Ma[4],锆石U-Pb年龄(2 096±38)~(2372±14)Ma[3];锆石Pb-Pb年龄(2 264±22)~(1 872±8)Ma[2],呼和浩特地区1∶5万区调中,同构造侵入体的锆石U-Pb年龄分别为2 201 Ma,2 122 Ma,2 060 Ma和1 982 Ma,后构造侵入的钾长花岗岩锆石U-Pb年龄为1 875 Ma②。中部层位的红山沟组为变质泥砂质岩-碳酸盐岩建造,是大青山地区金矿床的主要赋矿岩系之一。上世纪90年代以来,随着该区1∶5万区调和部分专题研究工作的完成,不同的单位和学者[2,3]②③均认为二道凹群产出于陆内裂陷槽或大陆裂谷盆地环境,主要证据为:

(1)沉积建造。二道凹群由下至上分3个岩组:冯家窑子组、红山沟组、哈拉沁组。冯家窑子组下部属磨拉石建造,上部为厚达350 m的碳酸盐岩建造;红山沟组下部属复理石建造(含金建造),上部为厚达250~400 m的碳酸盐岩建造;哈拉沁组下部为钙碱系列富钠质火山岩、火山碎屑岩建造,上部为厚达260 m的碳酸盐岩建造。各组之间呈整合接触,总厚度>1 700 m,岩石建造组合反映海陆交互相沉积

收稿日期: 2009-04-13

作者简介: 杨亮(1964-),男,内蒙古呼和浩特人,教授级高级工程师,1988年毕业于长春地质学院地质矿产普查专业,长期从事金矿找矿、勘查、开发及研究工作。E-mail:yangliang_022@163.com

万方数据

环境。

(2)变形－变质。发生于 19 亿年的二道凹运动[4]使二道凹群褶皱回返,遭受了绿片岩相－低角闪岩相变质作用,最终陆内裂陷槽闭合,形成碰撞造山带。因此,在二道凹群中形成的包括早期拉伸体制(顺层掩卧"S"型褶皱、鞘褶皱、构造透镜体、粘滞型石香肠、片糜岩带、金质富集带)和晚期挤压体制(逆冲韧性剪切带、剪切褶皱)在内的韧性变形非常发育,这种韧性变形在二道凹群中较易形成一个线形的热液蚀变带(包括金矿化带)、退变质带、片糜岩带;这种韧性变形带很容易再次成为后期的多期线形构造活动带和岩浆侵入带。事实上,陆内裂陷槽伸展拉张－沉积二道凹群－闭合碰撞造山整个事件对碎屑岩型金矿的形成提供了十分有利的成矿条件(即裂陷槽沉积物提供了物源,碰撞造山的早期形成金矿的控矿－容矿空间——成矿与造山同期),而后期的多期构造活动和岩浆侵入造成包括金成矿带在内的韧性剪切带和二道凹群出露面积大大缩小,故这类金矿在华北地台北缘能保留至今,实属罕见。

(3)岩石特征。二道凹群主要集中分布在呼和浩特市以北的大青山地区,岩石组合为片岩和大理岩,二者相间分布。在每一岩组中,片岩分布于下部,大理岩分布于上部。

冯家窑子组下部为变质砾岩、变泥质砂岩、含石榴绿泥黑云片岩,上部为巨厚的透闪大理岩;红山沟组下部为变长石石英砂岩、白云母石英片岩、石榴十字黑云片岩、二云母石英片岩,上部为大理岩;哈拉沁组下部为黑云角闪变粒岩、黑云角闪片岩、斜长角闪岩,上部为条带状含石墨大理岩。

冯家窑子组下部和红山沟组下部为变泥质－碎屑沉积岩,岩石化学成分中 SiO_2,Al_2O_3,FeO 的质量分数较高(分别为 51.21%～71.06%,12.98%～20.41%和 2.41%～6.95%),MgO 和 CaO 较低(分别为 1.56%～4.20%和 0.49%～8.55%),K_2O/Na_2O=1.75～6.68,Cr/Ni>1,Sr/Ba<1。

哈拉沁组下部多为中酸性－酸性火山岩,少量镁铁质火山岩。$w(SiO_2)$=47.16%～64.70%,$w(Al_2O_3)$=13.47%～15.96%,w(FeO)=3.85%～8.43%,w(MgO)=2.07%～6.82%,K_2O+Na_2O=3.12%～6.98%,$Na_2O>K_2O$,多数属铝不饱和型。在西蒙南图解上均落入火山岩区;在火成岩分类的 TAS 图解上,基性部分落入玄武岩区,中性部分落入玄武粗安岩区和粗安岩区,偏酸性部分(SiO_2>60%)落入粗面岩和安山岩的交接点附近;在 AFM 图解上,中基性火山岩绝大多数在钙碱性系列一侧;在 $TiO_2-K_2O-P_2O_5$ 图解上,样品几乎全都落在非大洋玄武岩区,且聚集在 K_2O 的一侧,可见二道凹群火山岩为大陆环境形成。

哈拉沁组下部微量元素、大离子亲石元素从 Sr 到 Sm 均富集,而且 K,Rb,Ba 强烈富集,Ti,Y,Yb,Cr 亏损,Ta,Nb,Zr,Hf 相对于相邻元素出现亏损。总体与典型地区比较,相当于大陆岛弧钙碱性玄武岩,但真正的斜长角闪岩不相容元素图谱 Ta,Nb 异常不明显,可与板内玄武岩比较。在 Cr/Y 图解[5]中投入板内玄武岩和岛弧玄武岩的交叉区,较典型的基性火山岩投在板内玄武岩区,而在 Cr－Ce/Cr 和 Zr/Y－Zr 图解中均落入板内玄武岩区。

本群 3 个岩组中的上部均为大理岩,$w(SiO_2)$=3.27%～34.85%,$w(Al_2O_3)$=0.32%～1.5%,w(MgO)=17.59%～21.2%,w(CaO)=27.61%～52.56%,w(FeO)=0.06%～0.34%,w(Sr)=97×10^{-6},w(Ba)=62×10^{-6}, CaO/ MgO=1.55～3, La/Yb=9.818～18.6,$w(\sum REE)$=4.61×10^{-6}～6.13×10^{-6}。由此看出,大理岩含有较高的 SiO_2,MgO 和 CaO,而 FeO 的质量分数较低;与乌拉山群大理岩相比较∑REE 低,Sr,Ba 和 CaO/ MgO 比值较低,分馏程度(La/Yb)高。

(4)稀土元素特征。二道凹群中变泥质－碎屑沉积岩稀土总量较高,$w(\sum REE)$=169.64×10^{-6}～229.22×10^{-6},LREE/HREE=5.87～8.50,表明轻稀土富集。轻稀土分馏程度较高,而重稀土分馏程度很低。Eu/Eu^*=0.601～0.75,显示较强烈的 Eu 负异常。与典型环境陆源碎屑岩的稀土曲线比较,相当于大陆边缘的 Hodgkimson 岩套,其物源为上地壳成因的花岗岩或花岗质片麻岩[6]。

二道凹群变质中基性火山岩的稀土总量与岩石酸性程度有关。基性火山岩稀土总量 $w(\sum REE)$=85.67×10^{-6},LREE/HREE=3.21,轻重稀土分馏程度低,在稀土图谱中的曲线平缓,微向右倾,Eu/Eu^*=0.991,无 Eu 的异常;中性或中偏酸性火山岩的 $w(\sum REE)$=139.25×10^{-6}～242.55×10^{-6},LREE/HREE=8.44～19.61,轻稀土富集,轻稀土和重稀土分馏程度相当,Eu/Eu^*=0.863～0.992,略显负异常,玄武岩的稀土曲线相当于大陆边缘钙碱性玄武岩[7]。

综上所述,大青山地区古元古代初始于陆内裂陷槽或大陆裂谷盆地环境,为金矿成矿提供了①物质场条件:二道凹群红山沟组下部的变泥质－碎屑

万方数据

沉积含金岩系(含金丰度 3.95×10^{-9},内蒙古中部金丰度 1.25×10^{-9});②能量场条件:二道凹群在褶皱造山过程中形成的地热流;③空间场条件:拉伸机制下形成的顺层滑脱剪切带和相关的次级褶皱构造。3 种场的同时存在使大青山地区具有良好的成矿背景条件,有别于内蒙古的乌拉山—色尔腾山地区。

1.2 金矿床空间分布

大青山地区金矿床均赋存在二道凹群红山沟组下部的变泥质一碎屑沉积岩系中或其与碳酸盐岩过渡部位,总体呈 NE 向沿呼和浩特—察右中旗一带分布。从空间位置看,主要集中分布在东、西两大片残留的二道凹群基岩出露区内(图 1)。

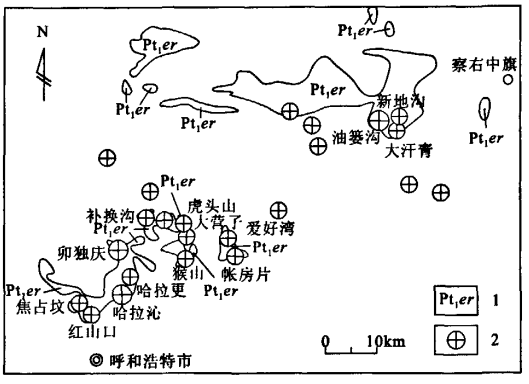


图 1 内蒙古大青山古元古界二道凹群与金矿分布图

Fig. 1 Distribution of palaeo-proterozoic Erdaowa group and gold ore depoist in Daqingshan, Inner Mongolia

1. 古元古界二道凹群 2. 金矿床(点)

呼和浩特以北(西部区)有卯独庆、哈拉沁、红山口、补换沟、哈拉更等矿床(点);察右中旗以西(东部区)有油篓沟和新地沟[8]、大汗青等矿床(点)。

2 控矿系统

2.1 红山沟组的分布范围控制成矿区

通过对几个矿区的勘查和采矿资料(包括对矿区出露围岩类型)分析对比,发现已知的金矿床和金矿(化)点均赋存在二道凹群红山沟组下部的变泥质一碎屑沉积岩系中或该组下部与上部层位的过渡部位。已知金矿与该层位不仅在空间上紧密相随,而且围岩和矿体在岩石建造、矿物组成及化学成分(包括微量元素和稀土元素)、变形特征及相互接触关系、变质作用程度、形成时代、成因类型上均有一致性,而与围岩或矿体接触的所有岩体均为后期侵入关系,这充分说明该类金矿产出严格受层位的控制。

2.2 造山带顺层滑脱剪切带控制成矿带

结合本区金矿床控矿构造性质、产状和金矿分布规律研究,笔者提出大青山地区碎屑岩型金矿成矿带受造山带顺层滑脱剪切带控制。控矿构造型式具体表现为:所有金矿(化)体均赋存在二道凹群红山沟组走向呈 300°~330°的相互平行的顺层滑脱剪切带中,这种剪切带为拉伸作用形成,其证据如下:

(1)剪切滑动方式。在强度不同的两种岩性层之间发生滑脱剪切。如卯独庆金矿控制全部金矿体的含金剪切带产于红山沟组变质泥砂质岩和碳酸盐岩的过渡部位,底板为薄层大理岩,顶板因岩体侵入仅保留了少部分大理岩捕虏体,二者中间的厚层变质泥砂质岩夹极薄层碳酸盐岩发生滑脱剪切,形成退变质含金剪切带;剪切带中发育由片糜岩组成的次级褶皱,褶皱总体规模不大,顺层产出;虽然围岩(底板)和剪切带之间的界线呈突变关系,但二者的片理(包括矿体)产状一致,显示顺层滑动。

(2)剪切滑动性质和方向。底板大理岩沿走向稳定,滑动面倾角近直立,NE 倾,由宽度 2 m 左右的红色大理岩破碎角砾岩带(标志层)形成剪切带边界,力学性质显示拉张;片糜岩内层间牵引褶皱呈平卧正"S"型,指示上盘下滑,靠近底板处(左侧)形成较大规模的倒转顶厚向斜(形),往外(右侧)形成小规模的正常背斜(形);由底板往外缘,其应力场可明显划分出后缘拉伸带→中部滑动带→外缘推挤带,显示伸展滑覆构造特征明显。此外,虽然倒转翼保存完好,但片糜岩出露宽度在沿走向不到 1 km 范围内由 200 m 逐渐变窄甚至缺失;大理岩被拉薄、拉断构成透镜体、石香肠,其倾伏角<20°,倾伏方向与片理走向一致;其间发育的鞘褶皱指示剪切方向也为 300°~330°,枢纽倾伏角<20°;因此,反映剪切带上盘(NE 盘)沿 300°~330°顺层左行滑动,倾伏角<20°(图 2)。

(3)地貌标志。剪切带产于大青山分水岭北侧的高山与丘陵交接地带,为正负地形过渡带。宏观上从 SW 到 NE 由形成剪切带边界的正一平移断层和后期的正断层组成阶梯状 N 倾地形,即南岭北盆地貌。

由此不难看出,控矿的剪切带是在造山过程中伸展机制下以平移为主的顺层滑动,其长度一般>2 km,宽度<200 m,走向 NW,产状上陡下缓。它是大青山地区碎屑岩型金矿的一级控矿构造,通常形

万方数据

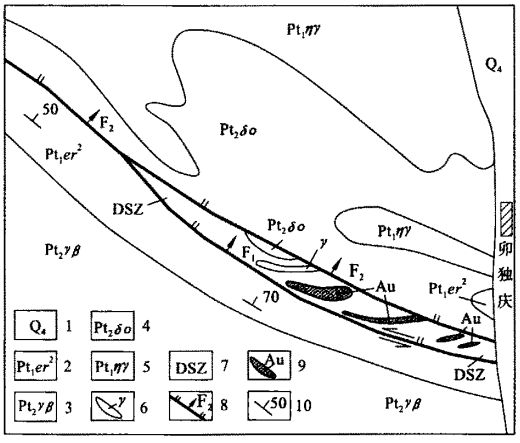


图 2　卯独庆地区地质略图

Fig. 2　Geological sketch map of Maoduqing area

1. 第四系 2. 古元古界二道凹群红山沟组 3. 中元古代黑云母花岗岩; 4. 中元古代石英闪长岩 5. 古元古代二长花岗岩 6. 片状花岗岩脉 7. 韧性剪切带(片麋岩带) 8. 正断层 9. 金矿体 10. 片理产状

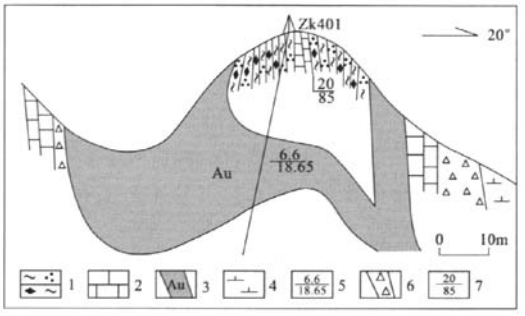


图 3　卯独庆金矿地质剖面图

Fig. 3　Geological section of Maoduqing gold deposit

1. 褐铁矿化绢云石英片麋岩 2. 大理岩 3. 金矿体 4. 石英闪长岩 5. 平均品位(w(Au)/10^{-6}/钻孔见矿厚度(m) 6. 破碎带 7. 倾向/倾角

成含矿流体的运移通道,为金的活化、迁移、富集、沉淀提供动力和空间。事实上,这种剪切带含金普遍在 200×10^{-9} 以上;剪切带内与金矿形成有关的蚀变、矿化较普遍,主要有硅化、绢云母化、褐铁矿化、黄铁矿化;矿石金属矿物成分单一,以黄铁矿为主;金属硫化物较少(卯独庆含量<15%,油篓沟、新地沟<5%),黄铁矿占硫化物总量 98%以上;自然金或银金矿大部分呈微粒状嵌布于石英晶隙或褐铁矿、黄铁矿中,并伴生少量可回收利用的银。若其中相对封闭的二级构造不发育,则易形成形态简单的低品位层状矿体(如油篓沟、新地沟金矿);反之,褶皱构造发育,就易形成形态复杂、转折端(褶皱核部)厚大且品位较富的鞍状、"S"型矿体(如卯独庆金矿,图 3)。

2.3　低序次褶皱构造控制矿体就位和分布

本区剪切带规模虽然较大,但矿体仅限于剪切带的特定部位产出,这些部位主要表现为两种容矿构造形式:分层顺层剪切形成的强变形层和剪切带中低序次褶皱构造。因后者成矿的厚度大、品位高,所以它是主要的容矿构造。

(1)分层顺层剪切形成的强变形层。在变质(变形)分异作用较强地段形成具双峰组构的片麋岩层,强变形的片麋岩在褐铁矿和黄铁矿数量增多的同时,出现大量平行片理的硅质条带和长英质条带,条带边界渐变过渡;条带数量越多,岩石颜色越浅(硅化、绢云母化增强),金品位越高,这种强变形层可构成低品位层状(似层状)金矿体(如油篓沟、新地沟金矿 w(Au)<5×10^{-6})。

(2)剪切带中低序次褶皱构造。在剪切带形成过程中,其构造演化经历了塑性由强到弱的过程。不同部位的应力性质不同,发生的变形形式也有所不同。由于相邻层位岩石的物理性质差异,相对刚性的大理岩夹层往往被拉薄、拉断,而相对柔性的片岩则会因滑动速度不同形成复杂褶皱(平卧正"S"型,图 3)。另外,层间因内部物质发生流动变位,造成矿(化)层厚度的膨缩变化、矿(化)体与围岩产状(倾向)的异同变化、褶皱形态由倒转顶厚向斜(形)向正常背斜(形)的变化、褶皱规模的变化等;同时,含矿流体参与变形变质作用,在有利空间内由分层顺层剪切形成的低品位层状金矿体进一步活化富集,随着"S"型褶皱的形成,新的金矿体将同矿化围岩一起呈鞍状或"S"型同步定位,在向形核部就集中形成厚度大、品位富的金矿体。如卯独庆金矿Ⅰ号矿体虽然在形态上总体呈平卧"S"型连续顺层产出,但在倒转向斜(形)核部形成的矿体厚度达 50 余 m、最高品位达 23×10^{-6},而背斜(形)处形成的矿体厚度仅 2~3 m,品位<5×10^{-6},由底板往外矿体形态的连续变化很直观地反映出形成力学环境由拉伸到挤压。

3　找矿意义

对大青山地区碎屑岩型金矿控矿系统模式的研究中首次提出:层位控矿是基础,成矿的关键要看在该层位之上是否有顺层滑脱剪切带叠加,剪切带中

万方数据

是否有次级褶皱构造伴生，特别是向斜(形)构造的发育与否决定成矿规模、矿体形态、矿化强弱等。换言之，因向斜(形)核部控制厚大富矿地段产出，故笔者明确提出：二道凹群红山沟组中发育的顺层滑脱剪切带内次级褶皱——向斜(形)构造对于金成矿作用来说具有十分重要的理论意义和找矿意义。

3.1 找矿标志

(1)大陆裂陷槽或裂谷环境中形成的古元古界变质泥砂质岩—碳酸盐岩建造(复理石建造)的中下部层位是最有利的赋矿层位。

(2)在有利赋矿层位中发育的顺层滑脱剪切带是控制成矿带的控矿构造。

(3)剪切带中次级褶皱——向斜(形)构造为其主要的容矿构造。

(4)与成矿相关的围岩蚀变有硅化、绢云母化、褐铁矿化、黄铁矿化；大理岩夹层呈黄褐色。

(5)地形地貌：在变质泥砂质岩—碳酸盐岩建造(复理石建造)出露区，若出现明显的盆—岭构造地形，则过渡地带为成矿有利地带。

3.2 找矿意义

(1)该区多年的找矿历程表明：在红山沟组的中下部层位上只要有金异常叠加，就可以找到规模不等的金矿(化)体。虽然目前找到的金矿(化)点星罗棋布，但真正形成规模的较少，笔者认为这类金矿由于成矿时代早，后期构造和岩体改造、破坏严重，加之产出部位特殊(盆岭交接处覆盖较厚)，绝大多数矿(化)点的控矿、容矿构造尚未查清，深部的工作程度更低，因此该区还有很大的找矿潜力。区内卯独庆金矿的成功发现说明，大青山地区哈拉沁一带和新地沟—油篓沟—带红山沟组的分布范围更大，1∶20 万金异常面积达数十平方千米，且地层中走向 300°～330°的顺层滑脱剪切带和褶皱构造(其主体为一向斜构造)极其发育；目前在上述地区已发现的金矿体虽然多，但多数矿体品位低、厚度小，同时深部施工情况也表明这些矿体并非转折端的厚大主矿体，今后如能进一步加强工作可望有重大突破。

(2)区域上与二道凹群产于相似构造环境的还有：内蒙古西部额济纳旗一带北山群和内蒙古中段狼山北部宝音图—锡林浩特一带的宝音图群(沿中蒙边界分布，全岩 Sm-Nd 等时线年龄为(1 910±72)Ma[4])，它们均产于大陆裂谷或大陆裂陷槽环境，在岩石建造、岩石组合、变形变质作用等方面均与二道凹群类似，且都经历了相似的褶皱造山过程。近几年在中蒙边界巴音杭盖一带宝音图群的片岩层位中找到了低品位层状金矿体，预示着今后区域上在该套建造中找金具有广阔的前景。

①李俊建. 华北地台成矿规律和找矿方向综合研究(地调研究报告). 天津：天津地质矿产研究所，2003.

②内蒙古自治区第一区域地质调查队. 内蒙古呼和浩特地区 1∶5 万区域地质调查报告. 呼和浩特：内蒙古地质矿产勘查局，1991.

③内蒙古自治区第一区域地质研究院. 内蒙古武川地区(黄花窝铺幅)1∶5 万区域地质调查报告. 呼和浩特：内蒙古地质矿产勘查局，1997.

参考文献：

[1] 杨亮. 大青山古元古代变质卯独庆金矿床地质特征[J]. 地质调查与研究，2003，26(3)：177-182.

[2] 王楫，陆松年，李惠民，等. 内蒙古中部变质岩同位素年代构造格架[C]. 中国地质科学院天津地质矿产研究所所刊(第 29 号). 北京：地质出版社，1995：1-76.

[3] 王惠初，修群业，袁桂邦. 内蒙古呼和浩特北部古元古代二道凹群的变质演化[J]. 前寒武纪研究进展，1999，22(4)：39-48.

[4] 潘启宇. 内蒙古自治区志·地质矿产志[M]. 呼和浩特：内蒙古人民出版社，1999：118-182.

[5] 王仁民，贺高品，陈珍珍，等. 变质岩原岩图解判别法[M]. 北京：地质出版社，1987：1-199.

[6] Bhatia M R，Crook K A W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins[J]. Contri. Min. Petrol，1986，92：181-193.

[7] Condie K C. Plate tectonics and crustal evolution(3th edition)[M]. New York：Pergamon Press，1989：1-476.

[8] 胡凤翔，黄占起，李四娃，等. 内蒙古中部地区绿岩及绿岩型金矿成矿地质特征[J]. 前寒武纪研究进展，2002，25(3-4)：190-197.

CLASTIC CARBONATE ROCK-TYPE GOLD DEPOSIT-CONTROL SYSTEM AND THE SIGNIFICANCE FOR GOLD ORE-PROSPECTING IN DAQINGSHAN ARER, INNER MONGOLIA

YANG Liang[1], WANG Ji-ge[2], TIAN You-jie[3]

万方数据

(1. *Tianjin Institute of Geology and Mineral Resoures, Tianjin* 300170, *China*;
2. *Tianjin Geothermal Explration Development-Designing Institute, Tianjin* 300250, *China*;
3. *Inner Mongolia Minerals Experiment Research Institute, Hohhot*, 010031, *China*)

Abstract: The clastic carbonate rock-type gold deposit -control system in Daqingshan area is characterized by continental aulacogen tectonic background, the flysch formation at the Lower Hongshangou Formation of Middle Erdaowa group and the bedding detachment shear zone. The aulacogen provided the metallogenic background condition (i. e. Erdaowa group was deposited under the background) including the ore-forming materials, energy and space. The flysch formation provided the ore-forming materials and the ore-forming space, the bedding detachment shear zone and the sub-scale folds, especially for the syncline and synform structure in the shear zone which was formed by extension mechanism during the early aulacogen close- orogeny period. Then is put forward three-factor-ore-control model of the flysch formation and the overprinted bedding detachment shear zone and the sub-scale folds.

Key Words: ore-controlled systeme; Daqingshan; Inner Mongolia; clastic carbonate rocks-type gold deposits

(上接第 200 页)

THE PRESENT APPLICATION STATUS OF DEEP GEOCHEMICAL PENETRATION METHOD FOR MINERAL PROSPECTING

ZHAO Hong-tao, ZHANG Qing-hua

(*No. 1 Institute of Geological Exploration, Henan Provincial Bureau of Geo-Exploration and Mineral Development, Nanyang* 473056, *Henan, China*)

Abstract: As one of the most efficient methods for deep blind ores or concealed ores, the deep penetration geochemical method has made significant progresses in mineral prospecting. This paper outlines the basic theories of deep penetration geochemistry, and emphasizes the four deep penetration geochemical methods, i. e. nanoscale metals measurement of earth-Gas, mobile metal Ions measurement, leaching of mobile forms of metals in overburden and electrferous geochemistry. We also review the application status and efficiency of deep penetration geochemistry and point out that application of the integrated geochemical prospecting methods and geochemical anomaly information to mineral prospecting must be combined with the geological and metallogenical conditions of the working area.

Key Words: mineral prospecting; deep penetration prospecting geochemistry; concealed ore; deep ore prospecting

万方数据