

文章编号: 0258-7106(2009)01-0053-10

# 得尔布干成矿带西南段矿床类型、成矿分带及找矿方向\*

杨祖龙<sup>1</sup>, 张德全<sup>2</sup>, 李进文<sup>2</sup>, 余宏全<sup>2</sup>, 丰成友<sup>2</sup>, 董英君<sup>2</sup>

(1 湖北国土资源职业学院, 湖北 荆州 434000; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

**摘要** 得尔布干成矿带的西南段位于内蒙古自治区的新巴尔虎右旗至满洲里一带, 是大兴安岭成矿省内极具找矿潜力的地区。铜、钼、铅、锌、银是该区的主要矿种, 区内已发现大型矿床4处, 小型矿床和矿点多处, 分别形成于燕山早期和燕山晚期这2个主要成矿期, 并可划分为3个矿床类型、6个矿床式。燕山早期的成矿元素主要是Cu、Mo、Au, 以斑岩型和矽卡岩型矿床为主, 燕山晚期的成矿元素主要为Pb、Zn、Ag, 以次火山热液型和浅成热液型矿床为主。燕山期隆坳相间的构造格局和超浅成-浅成的中-酸性小岩体, 控制着矿床的产出和分布。矿产地集中于燕山期隆坳交接带及其两侧, 并形成以隆坳交接带为中心的、与成矿流体温度和盐度降低相伴的不对称分带。文章提出, 得尔布干成矿带西南段的找矿潜力主要在隆坳交接带及其两侧, 具体为已知矿区的深部及边部、乌奴格吐山—哈拉胜隆坳交接带和甲乌拉—山登脑隆坳交接带的两侧。此外, 位于该区西南部的另一个隆坳交接带是潜在的矿化集中区。

**关键词** 地质学; 矿床类型; 成矿分带; 找矿方向; 得尔布干成矿带

中图分类号: P618.41

文献标志码: A

## Ore-forming types, metallogenic zoning and potential prospecting areas in southwestern sector of Deerbugan metallogenic belt

YANG ZuLong<sup>1</sup>, ZHANG DeQuan<sup>2</sup>, LI JinWen<sup>2</sup>, SHE HongQuan<sup>2</sup>, FENG ChengYou<sup>2</sup> and DONG YingJun<sup>2</sup>

(1 Hubei Geosciences Professional College, Jingzhou 434000, Hubei, China; 2 Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

### Abstract

The southwestern sector of the Deerbugan metallogenic belt in Xin Barag Right Banner Manzhouli region of Inner Mongolia is one of the most promising ore-prospecting areas in the Da Hinggan Ling metallogenic province. Copper, molybdenum, lead and zinc constitute the main ore-forming elements. Four large-size ore deposits and lots of ore spots have been discovered in this region, which were formed in early Yanshanian stage and late Yanshanian stage and can be divided into three deposit types and six deposit styles. The ore deposits formed in the early Yanshanian stage are characterized by copper, molybdenum and gold of porphyry and skarn types, whereas those formed in the late Yanshanian stage by lead, zinc and silver of sub-volcanic and epithermal types. The ore deposits and ore spots in the region are controlled by the tectonic pattern of alternate Yanshanian upwelling areas and depression areas as well as ultra-hypabyssal to hypabyssal intermediate-acid small intrusions. They are concentrated in the connecting zone between upwelling and depression areas and its two sides, forming

\* 本文得到科技部“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAB01A10)资助

第一作者简介: 杨祖龙, 男, 1965年生, 讲师, 从事矿产勘查和岩土工程专业教学和研究。Email: yangor1005@163.com

收稿日期: 2008-01-25; 改回日期: 2008-12-01。许德煊编辑。

asymmetric metallogenic zoning with the decline of temperatures and salinities of ore-forming fluids around the connecting zone. The authors point out that the potential prospecting places in the southwestern sector of the Deerbugan metallogenic belt lie in the connecting zones between upwelling and depression areas and their sides, i. e., in the deep parts and lateral areas of the explored ore deposits and on the sides of the Wulugetushan-Halashen and the Jiawula-Shandengnao connecting zones. In addition, another connecting zone between upwelling and depression areas in the southwestern part of the region seems to be a potential mineralizing concentration area.

**Key words:** geology, mineralization type, metallogenic zoning, prospecting orientation, Deerbugan metallogenic belt

得尔布干成矿带位于蒙古—鄂霍次克断裂带与得尔布干断裂带之间(朱群等, 2001), 是中国东北地区重要的 Pb-Zn-Ag、Cu、Mo、Au 成矿带, 其工作程度低, 但找矿潜力大。该成矿带的西南段(位于内蒙古自治区的新巴尔虎右旗—满洲里一带)是目前该带中地质矿产工作程度较高的地段, 研究该地段的矿床类型和成矿规律, 对整个成矿带的区域成矿规律研究和矿产勘查部署都是非常必要的。

## 1 区域成矿地质背景

得尔布干成矿带的西南段位于内蒙古自治区东北部的呼伦贝尔右旗—满洲里一带, 面积约 27 000 km<sup>2</sup>, 其北与俄罗斯接壤, 西和南部与蒙古国为邻(图 1)。该区的地质构造演化主要经历了西伯利亚板块南缘的大陆增生、鄂霍茨克洋闭合及受太平洋板块活动的影响, 发生了 3 个与金属成矿有关的构造旋回: 前寒武纪克拉通化, 古生代多旋回开合, 中生代构造-岩浆活化。前 2 个构造旋回形成了区内中生代构造的双重基底(前寒武纪变质基底和古生代褶皱基底), 为中生代活化及相伴的成矿作用带来成矿物质。

该区内的矿床主要形成于燕山期, 其晚中生代地质构造具有以下特点。

### 1.1 断裂构造系统

该研究区内的区域性断裂制约着中生代以来的火山-岩浆作用及各类矿床的空间分布, 多期次的构造活动造成了该区多组断裂复杂交织的图像, NE-NNE 向和 NW 向断裂是最主要的 2 组断裂。

得尔布干断裂带(F1)是该研究区内最重要的 NE 向深断裂(图 1)。该深断裂在中国境内长逾 700 km, 向西南延伸入蒙古, 与蒙古境内的中蒙古深断裂相连, 向北东经过中国黑龙江省, 进入俄罗斯, 总体构成一个向南突出的弧形, 据重、磁资料推断其深

切至岩石圈。该断裂是额尔古纳变质地块与鄂伦春海西褶皱带的重要分界线, 中生代以来再次强烈复合。该断裂西侧发育大量与其大致平行或斜交的规模不等的 NE-NNE 向断裂, 控制了中生代隆拗构造带的发育(参见后述)。沿该断裂带发育有一系列铜铅锌多金属矿, 是该区重要的控岩、控矿断裂。

呼伦湖—额尔古纳断裂(F2)是该区内另一条 NE-NNE 向深断裂(图 1)。该断裂对中-新生代火山-沉积建造、岩浆活动起着重要的控制作用, 尤其是控制了白垩纪以来的地堑构造。

该区内 NW 向断裂非常发育(图 1), 其走向为 NW290~320°左右, 形成于古生代, 中生代再次活动, 直接控制了晚中生代火山盆地、岩浆岩及大型矿田的分布, 构成隆拗构造单元的构造边界。其代表性断裂如哈尼沟断裂(F3)、木哈尔断裂(F4)等。

### 1.2 隆拗相间的构造格局

NE-NNE 向和 NW 向断裂系统控制了该区隆拗相间的构造格局。其隆起区通常由前寒武纪变质岩和晚古生代花岗岩类组成, 其中, 震旦系额尔古纳河组(中国黑龙江省及俄罗斯将该组定为寒武系)大理岩和碎屑岩是该区及相邻的俄罗斯国重要的赋矿建造。隆起区边界通常受 NE 和 NW 向断裂的共同控制, 面积在数百至上千平方公里之间。拗陷区由侏罗纪—白垩纪火山-沉积岩及花岗岩组成, 一个火山-沉积盆地通常是一个拗陷区, 其基底主要为前寒武系和晚古生代花岗岩类, 与隆起区之间以 NE 向或 NW 向断裂(盆缘断裂)相隔。

以 NW 向哈尼沟断裂(F3)、木哈尔断裂(F4)为界, 该区内次一级构造单元从北向南可以划分为新百路克—头道井、甲乌拉—新巴尔虎右旗 2 个断隆带, 以及与其相间分布的黄花胜和克尔伦 2 个断陷带, 在这些断隆带与断陷带之间, 形成了乌奴格吐山—哈拉胜、甲乌拉—山登脑、高吉高尔—海力敏 3 个 NW 向隆拗交接带。目前所发现的矿产地主要集中在

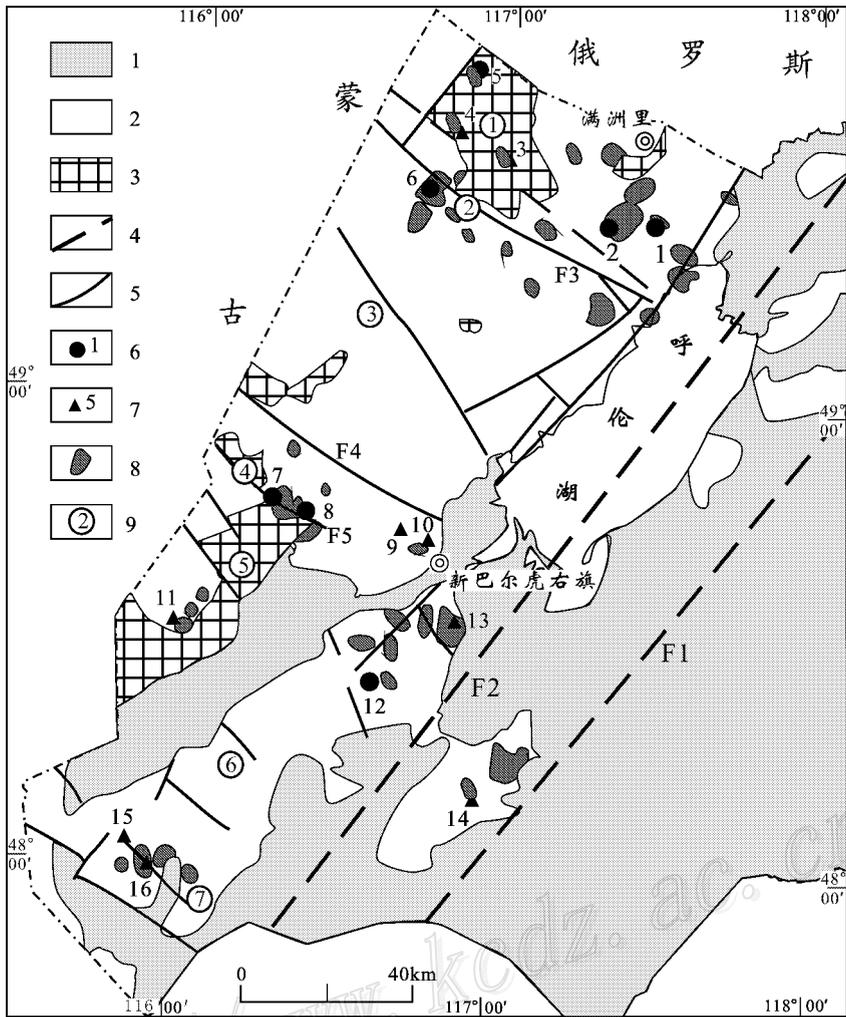


图 1 得尔布干成矿带西南段区域地质略图

1—第四系及第三系 2—晚中生代火山-沉积岩及花岗岩类 3—前中生代基底(变质岩及花岗岩类) 4—深断裂 5—区域性断裂 6—矿床；  
 7—矿点 8—主要的化探异常 9—次级构造单元分区。矿产地：1—头道井 2—乌奴格吐山 3—长岭 4—龙岭 5—鼎足 6—哈拉胜 7—甲  
 乌拉 8—查干布拉根 9—额尔登乌拉 10—巴彦浩雷 11—努其根乌拉 12—额仁陶勒盖 13—山登脑 14—特格乌拉 15—高吉高尔 16—  
 海力敏。NE向深断裂 F1—得尔布干深断裂 F2—呼伦湖—额尔古纳深断裂。NW向断裂 F3—哈尼沟断裂 F4—木哈尔断裂 F5—甲乌  
 拉—查干布拉根断裂。次级构造单元分区 ①—新百路克—头道井断隆带 ②—乌奴格吐山—哈拉胜隆拗交接带 ③—黄花胜凹陷区；  
 ④—甲乌拉—山登脑隆拗交接带 ⑤—甲乌拉—新巴尔虎右旗断隆带 ⑥—克尔伦凹陷区 ⑦—高吉高尔—海力敏隆拗交接带

Fig. 1 Geological sketch map of southwestern sector of Deerbugan metallogenic belt

1—Quaternary and Tertiary ; 2—Late Mesozoic volcano-sedimentary rocks and granitoids ; 3—Pre-Mesozoic basement ( metamorphic rocks and  
 granitoids ) ; 4—Deep fault ; 5—Regional fault ; 6—Deposit ; 7—Ore spot ; 8—Main geochemical anomaly ; 9—Tectonic units. **Mineral occurrence :**  
 1—Toudaojing ; 2—Wulungetushan ; 3—Changling ; 4—Longling ; 5—Dingzu ; 6—Halasheng ; 7—Jiawula ; 8—Chaganbulagen ; 9—Eerdengwula ;  
 10—Bayenhaolei ; 11—Luqigenwula ; 12—Erentaolegai ; 13—Shandengnao ; 14—Tegewula ; 15—Gaojigaoer ; 16—Hailimin. **NE-trending deep  
 fault :** F1—Deerbugan deep fault ; F2—Hulun Lake-Eerguna deep fault. **NW-trending fault :** F3—Hanigou fault ; F4—Muhaer fault ; F5—Jiawula-  
 Chaganbulagen fault. **Tectonic units :** ①—Xinbailuke-Toudaojing upwelling area ; ②—Wunugetushan-Halasheng connecting area ; ③—Huanghuasheng  
 depression ares ; ④—Jiawula-Shandengnao connecting area ; ⑤—Jiawula-Xinbaerhuyouqi upwelling area ; ⑥—Keerlun depression area ;  
 ⑦—Gaojigaoer-Hailimin connecting area

乌奴格吐山—哈拉胜、甲乌拉—山登脑这 2 个隆拗  
 交接带及其两侧,并构成 2 个矿化集中区(图 1)。

总体上看,由于受 NE 向和 NW 向网格状断裂

系统的控制,中生代构造表现为断陷带(火山岩带)  
 与断隆带(火山基底隆起带)呈斜列式相间产出,形  
 成 NE 向成带、NW 向成列的行列式分布格局(图

1),并控制了矿床的区域分布。断陷带与断隆带的结合部通常称之为“隆坳交接带”,是该区最重要的控矿构造。

### 1.3 晚中生代火山-侵入岩浆活动

在得尔布干成矿带的西南段,晚中生代火山岩大面积分布于该区的晚中生代火山-沉积盆地中,自下而上分为:中侏罗世塔木兰沟组,晚侏罗世满克头鄂博组、玛尼吐组和白音高老组,早白垩世梅勒勒组。它们属于大兴安岭火山岩带西亚带,为玄武粗安岩-粗安岩-粗面岩-流纹岩组合。

与上述火山活动相伴的侵入岩广泛发育。这些侵入岩具有以下特点:

(1)以中-酸性为主,按侵入深度可以分为中-深成和超浅成-浅成2类。中-深成侵入岩主要为花岗闪长岩-二长花岗岩-钾长花岗岩组合,呈出露面积较大的岩株或岩基,绝大多数分布于隆起区的边部,形成NE向花岗岩带。超浅成-浅成侵入岩主要是花岗闪长斑岩/英安斑岩-花岗岩斑岩/流纹斑岩/石英斑岩组合,具有超浅成-浅成侵入及出露面积小的特点,主要产于火山盆地的边部或盆地内的火山口附近。

(2)超浅成-浅成的中-酸性侵入岩体与成矿关系极其密切,其年龄值在188.3 Ma(乌奴格吐山矿区二长花岗岩斑岩的锆石U-Pb年龄,秦克章等,1999)至120 Ma(额仁陶勒盖矿区石英流纹斑岩的Rb-Sr等时线年龄,赵一鸣等,1997)之间。

## 2 矿床类型

在得尔布干成矿带的西南段,已发现矿产地16处,其中大型矿床4处(乌奴格吐山、甲乌拉、查干布拉根、额仁陶勒盖)(图1),可划分为3种矿床类型(斑岩型、矽卡岩型、热液脉型),6个矿床式(表1)。

### 2.1 斑岩型

斑岩型矿床是该区内重要的矿床类型,主要为铜钼矿床。已发现的乌奴格吐山斑岩型矿床,其Cu和Mo的资源储量均属大型规模(赵一鸣等,1997;秦克章等,1999)。该矿床产于靠近基底隆起与断陷火山盆地交接带的基底隆起一侧(推测断陷火山盆地一侧也可形成此类矿床),NE向和NW向构造交汇部控制了岩浆岩和矿田的分布。成矿岩体是浅成、高位、浅剥蚀、壳幔混合源的中-酸性斑岩体,面

型、环带状的蚀变分带与成矿关系密切,由内向外为:钾化带(钼矿化)→石英绢云母化带(铜、钼矿化)→伊利石-水白云母化带(铅、锌、银矿化)。因此,笔者将其划归为乌奴格吐山式斑岩型矿床。类似的还有长岭斑岩型铜钼矿点等(表1,图1),目前正在普查中。

### 2.2 矽卡岩型

该区内的矽卡岩型矿床通常与斑岩型矿床相伴产出,乌奴格吐山斑岩型矿床的周边就发现了包括头道井在内的多处矽卡岩型矿化点。经过近几年的勘查,头道井已达小型矿床规模(表1,图1)。该矿床中的铜金矿体受燕山期花岗斑岩和震旦系额尔古纳河组大理岩侵入接触带的控制,产在矽卡岩化大理岩内,是典型的矽卡岩型矿床(图2)。得尔布干成矿带内,在震旦系额尔古纳河组大理岩与燕山期侵入体的接触带上,矽卡岩化较普遍。在邻近得尔布干成矿带的俄罗斯境内加积穆尔山地区,已发现库尔图民、贝斯特林等3个大型(铜、金)矿床,全部是斑岩型伴生矽卡岩型,且其矿床地质特征、成矿时代均与中国境内的乌奴格吐山及头道井矿床基本一致<sup>①</sup>,进一步显示出在得尔布干成矿带内,斑岩型和矽卡岩型矿床具有较好的找矿前景。为此,笔者以头道井矿床为例,在该区建立了头道井矿床式,其含义是指产于燕山期花岗岩与额尔古纳河组大理岩侵入接触带的矽卡岩型铜金矿床。

### 2.3 热液脉型

得尔布干成矿带西南段已发现的矿床(点)大多属于热液脉型。根据矿床所处的构造位置和地质特征,可将该区的热液脉型矿床划归4个矿床式:鼎足式、甲乌拉式、查干布拉根式、额仁陶勒盖式(表1)。

甲乌拉矿床和查干布拉根矿床是该区的2个大型矿床,产于同一个矿田内(两者相距5 km),受同一条NW向大断裂(甲乌拉-查干布拉根断裂,图1)的控制(潘龙驹等,1992;李宪臣等,1999),矿体呈脉状赋存于甲乌拉-查干布拉根断裂旁侧的派生断裂-裂隙带中。甲乌拉矿床中矿体的围岩主要是上二叠统火山-沉积岩,其次是中侏罗统塔木兰沟组火山岩;查干布拉根矿床中矿体的围岩是中侏罗统塔木兰沟组和上侏罗统满克头鄂博组火山岩。这说明前者的成矿深度大于后者。这2个矿床均属于中国国内文献中所称的“次火山热液矿床”。由于这2个矿

① 张德全,等. 2006. 内蒙古自治区得尔布干成矿带成矿环境及找矿方向研究. 科研报告.

表 1 得儿布干成矿带西南段矿床类型及其地质特征  
Table 1 Types and geological characteristics of mineral deposits in southwestern sector of Deerbugan metallogenic belt

矿床类型及规模	矿床产出的构造位置	赋矿岩石/地层	与成矿有关的岩类	围岩蚀变	矿体	矿石矿物	成矿时代	矿床(点)	参考文献
斑岩型, 乌奴格吐山式 CuMo/ 大型-矿 点	隆起区与坳陷区的过渡部位, 受 NE 向和 NW 向断裂交汇部的控制	燕山早期花岗岩基 (乌奴格吐山矿) 或晚古生代花岗岩 (长岭矿区)	出露面积为 0.12 km <sup>2</sup> 的二长花岗岩, 花岗岩内长斑岩岩株, 188.3 ± 0.6 Ma (锆石 U-Pb 法)	以斑岩体为中心的环带状蚀变带, 从内到外依次为: 硅化-钾化带-绢英岩化带-水云母化带	呈环状产于斑岩体内外接触带的绢英岩化带, 内带以 Mo 为主, 外带以 Cu 为主	黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、斑铜矿、闪锌矿、黝铜矿、砷黝铜矿、方铅矿、磁黄铁矿、毒砂等	燕山早期	乌奴格吐山、长岭	赵一鸣等, 1997; 蔡克章等, 1999
砂卡岩型, 头道井式 CuAuAg/ 小型-矿 点	隆起区的边部, 主要受 NW 向断裂及侵入接触构造带的控制	震旦系额尔古纳河组大理岩	燕山期闪长玢岩、花岗岩岩岩株、岩脉	发育在侵入接触带上的砂卡岩化和透闪石化、绿帘石化、硅化、碳酸盐化	呈透镜状、脉状、囊状产于接触带砂卡岩中	黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、方铅矿、磁黄铁矿、自然金等	燕山早期	头道井、龙头岭	张德全等, 2006 <sup>①</sup>
热液脉型, 甲乌拉式 ZnPbAgCu/ 大型-矿 矿点	隆起区与坳陷区的过渡部位, 受 NE 向和 NW 向断裂交汇部的控制	中侏罗统南平组碎屑岩及塔木兰沟组火山岩	石英-二长斑岩、花岗岩、石英斑岩等岩脉、小岩株, 139.2 Ma (锆石 U-Pb 法), 121.7 ~ 109.9 Ma (K-Ar 法)	围绕含矿构造破碎带和矿体, 发育线型(脉旁)蚀变, 发育数米, 最宽达百余米, 分带不明显。硅化、铁锰碳酸盐化与成矿关系密切, 还有绢云母化、绿泥石化	呈脉状产于 NW 向蚀变破碎带中, 上部 Pb-Zn, 深部有向 Cu 转变的趋势	闪锌矿、黄铁矿、方铅矿、磁黄铁矿、黄铜矿、毒砂、砷黝铜矿等	燕山早期	甲乌拉、额尔登乌拉、巴彦浩雷	赵一鸣等, 1997
热液脉型, 查干布拉根式 AgPbZn/ 大型-矿 点	坳陷区的边部, 受 NE 向和 NW 向断裂交汇部的控制	塔木兰沟组火山岩, 部分为满克头鄂博组火山岩	花岗岩岩、石英斑岩等岩脉、小岩株, 121.7 ~ 109.9 Ma (K-Ar 法)	围绕含矿构造破碎带和矿体, 发育线型(脉旁)蚀变, 发育数米至数十米, 以硅化、铁锰碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化为主, 局部见冰长石化	呈脉状产于 NW 向蚀变破碎带中, 浅部为 Ag-Pb-Zn, 深部转为 Pb-Zn (Ag 贫乏)	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、硫砷银矿、自然银等	燕山早期	查干布拉根、哈拉根、努其根乌拉、特格敏	赵一鸣等, 1997

① 张德全, 等, 2006. 内蒙古自治区得儿布干成矿带成矿环境及找矿方向研究. 科研报告.

续表 1  
Continued Table 1

矿床类型及规模	矿床产出的构造位置	赋矿岩石/地层	与成矿有关的岩类	围岩蚀变	矿体	矿石矿物	成矿时代	矿床(点)	参考文献
热液脉型, 额仁陶勒盖式 Ag/Au/ 大型矿点	塔木兰沟组火山岩 塔木兰沟组火山岩 塔木兰沟组火山岩 NE向和NW向 断裂交汇部的控 制	塔木兰沟组火山岩 塔木兰沟组火山岩 塔木兰沟组火山岩	石英流纹斑岩、石英 斑岩等岩脉, 120 Ma(Rb-Sr等时线 年龄)	线型(脉旁)蚀变分带, 从矿 体中心向两侧对称出现: 强硅化、铁锰碳酸盐化、 冰长石化、黄铁矿化(银 矿体)→黄铁矿化、绢云 母化→黄铁矿化、青磐岩 化→弱青磐岩化。脉旁 蚀变带宽达数十米, 其中 硅化、铁锰碳酸盐化、冰 长石化、黄铁矿化与成矿 关系最为密切	呈脉状产于 NW向蚀变 破碎带中, 局部NE向 蚀变破碎带 中也赋存矿 体	黄铁矿、方铅矿、闪锌 矿、辉银矿、深红银 矿、银黝铜矿、自然 银、角银矿等	燕山 晚期	额仁陶勒 盖	赵一鸣等, 1997
热液脉型, 鼎足式 AgPbZn/ 小型	震旦系额尔古纳河 震旦系额尔古纳河 震旦系额尔古纳河 NE向和NW向断裂 交汇部	震旦系额尔古纳河 震旦系额尔古纳河 震旦系额尔古纳河	矿床外侧是侏罗纪- 白垩纪火山岩, 矿 区内尚未发现燕山 早期的岩体	脉旁蚀变, 砂岩中以绢云母 化为主, 大理岩中以碳酸 盐化和硅化为主, 硅化和 碳酸盐化与成矿关系密 切	呈脉状产于大 理岩和砂岩 层间破碎带 中	黄铁矿、方铅矿、闪锌 矿、自然银、角银矿 等	燕山早 期或燕山 晚期 (?)	鼎足	张德全等, 2006 <sup>①</sup>

注: 矿种按照资源量规模由大到小依次排列。

① 张德全, 等, 2006. 内蒙古自治区得尔布干成矿带成矿环境及找矿方向研究. 科研报告.

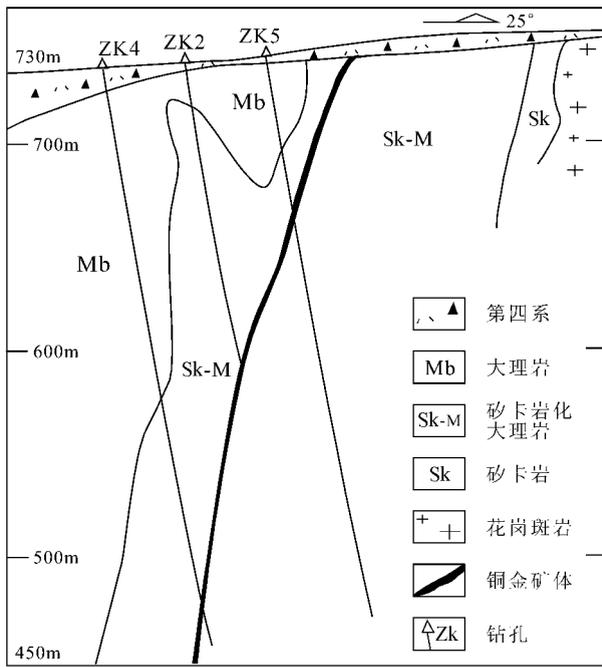


图2 头道井矽卡岩型铜金矿床2号勘探线地质剖面图

Fig. 2 Geological section along No. 2 exploration line of Toudaojin skarn type copper-gold deposit

床产出的构造位置和成矿元素略有差异(甲乌拉矿床位于隆起区与拗陷区的过渡部位,即隆拗交接带,其成矿主元素为Pb、Zn、Cu、Ag;查干布拉根矿床产于距隆拗交接带极近的火山盆地的边部,其成矿主元素为Ag、Pb、Zn),故将它们归入2个矿床式(甲乌拉式和查干布拉根式)。

鼎足式以最近发现的鼎足银铅锌矿床为代表,是指产于隆起区边部额尔古纳河组地层中、受断裂破碎带控制的热液交代脉状银铅锌矿床。该类矿床在相邻的俄罗斯境内非常发育,但多为中、小型规模(阎鸿铨等,1998)。鼎足矿床位于隆起区的边部(图1),矿区内主要出露额尔古纳河组砂岩和大理岩,偶见燕山期酸性脉岩,矿体呈脉状产于大理岩和砂岩的层间破碎带中(表1),硅化、铁锰碳酸盐化与成矿关系密切。

额仁陶勒盖式是以额仁陶勒盖银矿床为典型实例建立的矿床式。该矿床是与陆相火山-次火山热液有关的绢云母-冰长石型浅成热液矿床(sericite-adularia type epithermal deposit)(赵一鸣等,1997;李舒,1996),产于侏罗纪火山盆地的边部。其矿体在空间上与石英流纹斑岩、石英斑岩等岩脉相伴,呈脉状充填于NW向断裂-裂隙带中,硅化、铁锰碳酸盐

化、冰长石化、绢云母化是其特征的脉旁蚀变。

### 3 区域成矿规律

#### 3.1 成矿时代

在得尔布干成矿带的西南段,目前所发现的矿床(点)全部形成于燕山期(表1)。根据赋矿岩石的时代,并结合年龄测定结果,可以划分出燕山早期(早-中侏罗世)和燕山晚期(晚侏罗世末—早白垩世)2个主要成矿期,这与整个大兴安岭地区中生代成矿时代的划分也是一致的(祝洪臣等,2005)。

乌奴格吐山式斑岩型铜钼矿床、头道井式矽卡岩型铜金矿床和鼎足式热液脉型银铅锌矿床形成于燕山早期。乌奴格吐山斑岩型铜钼矿床中与成矿有关的斑岩的单颗粒锆石的U-Pb年龄为188.3 Ma,全岩的Rb-Sr等时线年龄为183.9 Ma,矿区内蚀变绢云母的K-Ar年龄为183.5 Ma(秦克章等,1999),表明该矿床形成于早侏罗世。头道井区内与成矿有关的闪长玢岩和花岗斑岩,与相邻的乌奴格吐山矿区内的次火山-超浅成-浅成岩套完全一致,有些岩脉甚至可以相连,因此,头道井矽卡岩型铜金矿床也是燕山早期形成的。鼎足矿床内的矿体产于额尔古纳河组层间破碎带中,由于缺乏测年数据,暂推断其形成于燕山早期。

甲乌拉式、查干布拉根式和额仁陶勒盖式矿床形成于燕山晚期,矿床中与成矿有关的脉岩的年龄介于139.2 Ma和109.9 Ma之间(表1)。

由上可见,得尔布干成矿带西南段燕山早期矿床的特点是:产于基底隆起区的边部和隆拗交接带;以斑岩型(乌奴格吐山式)、矽卡岩型(头道井式)为主;成矿元素主要是Cu、Mo、Au。燕山晚期矿床的特点是:成矿作用强(矿产地数目远多于燕山早期);产于拗陷区边部的侏罗纪火山岩中;以热液脉型铅锌银矿床(甲乌拉式、查干布拉根式和额仁陶勒盖式)为主。

#### 3.2 成矿温度和盐度

表2列出了得尔布干成矿带西南段主要矿床中石英内流体包裹体的均一温度和盐度。这些均一温度值和盐度值,可以近似地代表成矿流体的温度和盐度。相比之下,斑岩型和矽卡岩型矿床成矿流体的温度高于热液脉型矿床;产于基底隆起区边部和隆拗交接带的矿床(乌奴格吐山、头道井、鼎足)的成矿温度和盐度高于产于拗陷区边部(侏罗纪火山岩

表2 得尔布干成矿带西南段主要矿床中石英内流体包裹体的均一温度和盐度  
Table 2 Homogenization temperatures and salinities of fluid inclusions in quartz from main ore deposits in southwestern sector of Deerbugan metallogenic belt

矿床	$t_h/^\circ\text{C}$		$w(\text{NaCl}_{\text{eq}})\%$	数据来源
	范围	峰值		
乌奴格吐山	180~650	280~430(主要), 180~310(次要)	28~65 2.0~11.6	秦克章等, 1990; 赵一鸣等, 1997
头道井	160~480	280~360	2.0~8.3	本文
鼎足	160~380	220~300	1.7~7.7	本文
甲乌拉	140~380	240~320(主要), 160~200(次要)	1.2~7.8	秦克章等, 1990; 赵一鸣等, 1997
查干布拉根	120~380	220~280(主要), 140~260(次要)	1.2~6.6	秦克章等, 1990; 赵一鸣等, 1997
额仁陶勒盖	120~390	220~280(主要), 120~240(次要)	0.42~5.4	赵一鸣等, 1997; 本文

中的矿床。

### 3.3 成矿深度

成矿深度的估计有2种方法,一是先根据流体包裹体的均一温度和盐度估算出压力,然后再将压力换算成深度;二是根据矿体形成时代来估算其上覆地层的厚度。通过上述方法,近似地估计出表2中所列矿床的成矿深度是:乌奴格吐山1~3.3 km、头道井1~3.3 km、鼎足2~4 km、甲乌拉0.8~2.3 km、查干布拉根0.8~2 km、额仁陶勒盖0.5~1.6 km。尽管这些深度数据不很准确,但也可说明产在基底隆起区边部(鼎足、头道井)和隆拗交接带(乌奴格吐山)的矿床的成矿深度大于产在拗陷区边部(侏罗纪火山岩中)的矿床。按照成矿深度由大到小的排序(鼎足→头道井→乌奴格吐山→甲乌拉→查干布拉根→额仁陶勒盖),正好是矿床产出的构造位置从基底隆起区向火山盆地内部逐步过渡的排列(图3)。

### 3.4 矿产地的空间分带

中生代隆拗交接带是该区最重要的控矿构造,主要表现为该区所有的矿产地都沿隆拗交接带及其两侧有规律地分布。

该区内V级构造单元由2个断隆带(新百路克—头道井、甲乌拉—新巴尔虎右旗)以及与其相间分布的2个断陷带构成,在这些断隆带和断陷带之间形成了3个NW向隆拗交接带。目前所发现的矿产地主要集中在下列2个隆拗交接带及其两侧,构成了2个矿化集中区:

#### 乌奴格吐山—哈拉胜隆拗交接带

主要由哈尼沟等NW向断裂控制了该隆拗交接带。NW向断裂的NE侧是古生代花岗岩和震旦系额尔古纳河组所构成的基底隆起,SW侧则是由多个侏罗纪火山盆地构成的断陷带。在该隆拗交接带及其两侧,集中了1:5万土壤化探异常20多处(图1),

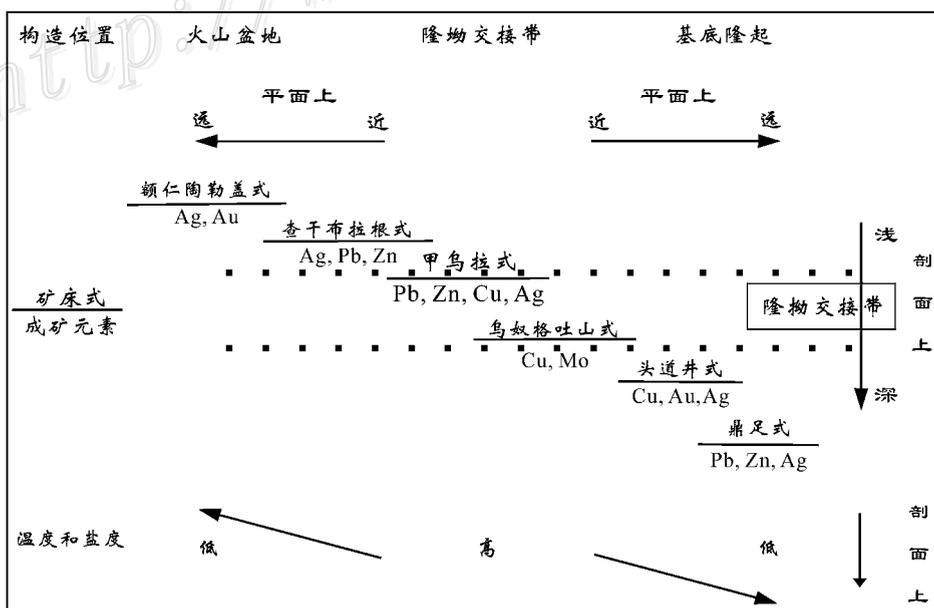


图3 得尔布干成矿带西南段成矿分带模式

Fig. 3 Metallogenic zoning pattern for southwestern sector of Deerbugan metallogenic belt

已发现矿产地(矿床、矿点、矿化点)10多处,包括矿床4处。其中,乌奴格吐山式斑岩型铜钼矿床(如乌奴格吐山矿床、长岭矿点等)、头道井式矽卡岩型矿床(如头道井矿床、龙岭矿点等)和鼎足式热液脉型矿床产于隆拗交接带内或是靠近隆拗交接带的基底一侧(图1,表1),而查干布拉根式热液脉型矿床(如哈拉胜矿床以及图1中未标出的多个矿点、矿化点)则分布于靠近该隆拗交接带的火山盆地中。

#### 甲乌拉—山登脑隆拗交接带

由木哈尔、甲乌拉—查干布拉根等NW向断裂控制了隆拗交接带。该隆拗交接带的NE侧是侏罗纪火山盆地,SW侧为基底隆起。沿该隆拗交接带两侧,集中了1:5万土壤化探异常近20处,以及10多处矿产地,包括大型矿床3处(甲乌拉、查干布拉根、额仁陶勒盖)(图1)。其中,甲乌拉式矿床分布于隆拗交接带内,查干布拉根式矿床产于距隆拗交接带很近的火山盆地的边部,额仁陶勒盖式矿床则产于靠近隆拗交接带的火山盆地中。

不同类型的矿床在上述2个NW向隆拗交接带及其两侧呈规律性分布,从而构成以隆拗交接带为中心的不对称分带(图3)。

在平面上,从隆拗交接带向基底隆起区,依次产出乌奴格吐山式斑岩型矿床(Cu,Mo)→头道井式矽卡岩型矿床(Cu,Au,Ag)→鼎足式热液交代脉型矿床(Pb,Zn,Ag);从隆拗交接带向火山盆地区,依次产出甲乌拉式次火山热液型矿床(Pb,Zn,Cu,Ag)→查干布拉根式次火山热液型矿床(Ag,Pb,Zn)→额仁陶勒盖式浅成热液型矿床(Ag,Au)。在剖面上,由隆拗交接带向基底隆起区,由浅部向深部依次是乌奴格吐山式→头道井式→鼎足式;由隆拗交接带向火山岩盆地区,从深部向浅部依次是甲乌拉式→查干布拉根式→额仁陶勒盖式。结合表2的数据可知,无论是在平面上还是剖面上,上述分带都伴随着成矿流体温度和盐度的降低(图3)。

上述区域成矿分带的形成,主要是因为NW向断裂是区域性导矿构造,流体沿隆拗交接带向两侧逐步扩散的结果。沿区域性NE向与NW向断裂交汇部活动的燕山期岩浆作用,所产生的岩浆期后热流体沿NW向断裂上升到隆拗交接带这一宽大的构造空间时,大规模地向两侧扩散,在与围岩交代反应和与大气降水交换后,流体的物理化学条件发生了改变,其中的有用组分在次级构造空间内淀积成矿。

## 4 找矿方向

据上述区域成矿分带模式和区域构造分区,并结合化探异常的分布,可以认为,得尔布干成矿带西南段的找矿方向是在隆拗交接带及其两侧,具体为:

(1)已知矿区的深部及边部。得尔布干成矿带西南段已知矿区深部及边部的找矿潜力非常大,主要是因为区内已详查或勘探过的4个矿区(乌奴格吐山、甲乌拉、查干布拉根、额仁陶勒盖)的探矿深度大多只达地表以下300~500m,在剖面上,绝大部分矿体的下部并未尖灭。而且,在这4个矿区的内部及边部,有许多含矿带在早先被认为价值不大而放弃工作,但最近,在矿山生产探矿中却被查明为厚大的工业矿体(如甲乌拉矿区)。据笔者初步估算,与已探明的资源量相比,上述4个矿区的潜在资源量可以再翻一番,其中甲乌拉、查干布拉根、额仁陶勒盖矿区的潜力甚至更大。

(2)乌奴格吐山—哈拉胜隆拗交接带的东北侧,具有乌奴格吐山式、头道井式和鼎足式矿床的找矿前景,因为这一带仍有多处较好的1:5万土壤异常未彻底查证。在该隆拗交接带的西南侧,甲乌拉式、查干布拉根式、额仁陶勒盖式矿床的找矿潜力非常大,因为这一带仍有多处较好的1:5万土壤异常和矿化线索未查证,目前,在这一带只发现了小型矿床一处(哈拉胜铅锌银矿)。

(3)甲乌拉—山登脑隆拗交接带的两侧,找矿潜力也很大。在该带的火山盆地一侧,已发现一批化探异常和矿化线索,其中大部分均未彻底查证;在该带的基底隆起一侧,勘查工作程度很低,虽然在1:20万区域调查中已经发现多处矿化线索,但尚无矿床发现。此外,根据该区成矿分带模式,并结合矿区的具体情况,可以推断,在甲乌拉矿区旁侧和深部有形成乌奴格吐山式斑岩型铜矿床的可能,在额仁陶勒盖矿区的深部及旁侧,有找到查干布拉根式和甲乌拉式矿床的可能。

(4)该区的矿产地通常分布在隆拗交接带及其两侧,构成矿化集中区。目前,在该区东北部和中部的乌奴格吐山—哈拉胜和甲乌拉—山登脑2个隆拗交接带形成了该区已知的2个矿化集中区。而在该区西南部的另一个隆拗交接带(笔者暂称其为“高吉高尔—海力敏”带)不但发育NW向构造,而且也有不少化探异常和矿化线索,其找矿潜力是很明显的。

## 5 结论

综上所述,可将得尔布干成矿带西南段的矿床类型和区域成矿分带总结如下:

(1)铜、钼、铅、锌、银是该区的主要矿种,可划分为3个矿床类型(斑岩型、矽卡岩型和热液脉型)6个矿床式(乌奴格吐山式、头道井式、鼎足式、甲乌拉式、查干布拉根式、额仁陶勒盖式)。

(2)区内成矿主要与燕山期构造-岩浆作用有关,燕山期隆拗相间的构造格局及超浅成-浅成的中-酸性小岩体控制了矿床的产出和分布。

(3)在该区,目前所发现的矿床(点)分别形成于燕山早期(早-中侏罗世)和燕山晚期(晚侏罗世末—早白垩世)2个主要的成矿期。燕山早期矿床的特点是:产于基底隆起区边部和隆拗交接带;以斑岩型(乌奴格吐山式)矽卡岩型(头道井式)为主;成矿元素主要是Cu、Mo、Au。燕山晚期矿床的特点是:成矿作用强(矿产地数目远多于燕山早期);产于拗陷区边部的侏罗纪火山岩中;以热液脉型铅锌银矿床(甲乌拉式、查干布拉根式和额仁陶勒盖式)为主。

(4)矿产地集中于燕山期隆拗交接带及其两侧,并形成以隆拗交接带为中心的不对称分带。在平面上,从隆拗交接带向基底隆起区,依次产出乌奴格吐山式斑岩型矿床(Cu、Mo)→头道井式矽卡岩型矿床(Cu、Au、Ag)→鼎足式热液交代脉型矿床(Pb、Zn、Ag);从隆拗交接带向火山盆地区,依次产出甲乌拉式次火山热液型矿床(Pb、Zn、Cu、Ag)→查干布拉根式次火山热液型矿床(Ag、Pb、Zn)→额仁陶勒盖式浅成热液型矿床(Ag、Au)。在剖面上,由隆拗交接带向下,依次是乌奴格吐山式→头道井式→鼎足式;由隆拗交接带向上,依次是甲乌拉式→查干布拉根式→额仁陶勒盖式。无论是在平面上还是剖面上,上述分带都伴随着成矿流体温度和盐度的降低。

(5)根据区域成矿分带模式和区域构造分区,并结合化探异常的分布,可认为,得尔布干成矿带西南段的找矿潜力主要在隆拗交接带及其两侧,具体是在已知矿区的深部及边部、乌奴格吐山—哈拉胜隆拗交接带和甲乌拉—山登脑隆拗交接带的两侧。此外,位于该区西南部的另一个隆拗交接带是潜在的矿化集中区。

## References

Li S. 1996. Major types and its features of silver deposit in China [M].

Beijing: Seismological Press. 238p (in Chinese).

- Li X C and Qing K Z. 1999. Distribution pattern of major ore-forming elements and its significance in the Jiawula-Chaganbulagen Ag-Pb-Zn-Cu orefield, Inner Mongolia [J]. Geological Exploration for Non-ferrous Metals, 8(6): 512-516 (in Chinese with English abstract).
- Pan L J and Sun E S. 1992. Geological characteristics of the Jiawula silver-lead-zinc deposit, Inner Mongolia [J]. Mineral Deposits, 11(1): 45-53 (in Chinese with English abstract).
- Qin K Z, Wang Z T and Pan L J. 1990. Metallogenic conditions and criteria for evaluating the ore potentiality of porphyry bodies in the Manzhouli-Xinbaerhuyouqi Cu, Mo, Pb, Zn and Ag metallogenic belt [J]. Geological Review, 36(6): 479-488 (in Chinese with English abstract).
- Qin K Z, Li H M, Li W S and Shunso Ishihara. 1999. Intrusion and mineralization ages of the Wunugutushan porphyry Cu-Mo deposit, Inner Mongolia, northwestern China [J]. Geological Review, 45(2): 180-185 (in Chinese with English abstract).
- Yan H Q, Hu S K, Ye M and Xiang W D. 1998. Metallogenic concentrating area and super large deposits in the boundary area of China, Mongolia and Russia [J]. Science in China (Series D), 28(Suppl.): 43-48 (in Chinese).
- Zhao Y M and Zhang D Q. 1997. Metallogeny and prospective evaluation of copper-polymetallic deposits in the Da Hinggan Mountains and its adjacent regions [M]. Beijing: Seismological Press. 318p (in Chinese).
- Zhu H C, Zhang J F and Quan H. 2005. Two stages of Mesozoic lithogenesis and mineralization in Daxing'anling Mountains [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 35(4): 436-442 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Q, Wu G, Zhang J F, Shao J and Zhu H C. 2001. Progress of investigation on metallogenic division and exploration technology in the Deerbugan metallogenic belt [J]. Geology in China, 28(5): 19-27 (in Chinese with English abstract).

## 附中文参考文献

- 李舒. 1996. 中国银矿床主要类型及矿床特征 [M]. 北京: 地震出版社. 238页.
- 李宪臣, 秦克章. 1999. 内蒙古甲乌拉-查干布拉根银铅铜矿床主成矿元素分布规律及意义 [J]. 有色金属矿产与勘查, 8(6): 512-516.
- 潘龙驹, 孙恩守. 1992. 内蒙古甲乌拉银铅铜矿床地质特征 [J]. 矿床地质, 11(1): 45-53.
- 秦克章, 王之田, 潘龙驹. 1990. 满洲里-新巴尔虎右旗铜钼铅锌银成矿带成矿条件与斑岩含矿性评价 [J]. 地质论评, 36(6): 479-488.
- 秦克章, 李惠民, 李伟实, Shunso Ishihara. 1999. 内蒙古乌奴格吐山斑岩铜钼矿床的成岩、成矿时代 [J]. 地质论评, 45(2): 180-185.
- 阎鸿铨, 胡绍康, 叶茂, 向伟东. 1998. 中、俄、蒙边境成矿密集区与超大型矿床 [J]. 中国科学(D辑), 28(增刊): 43-48.
- 赵一鸣, 张德全. 1997. 大兴安岭及其邻区铜多金属矿床成矿规律与远景评价 [M]. 北京: 地震出版社. 318页.
- 祝洪臣, 张炯飞, 权恒. 2005. 大兴安岭中生代二期成岩成矿作用的元素、同位素特征及其形成环境 [J]. 吉林大学学报(地球科学版), 35(4): 436-442.
- 朱群, 武广, 张炯飞, 邵军, 祝洪臣. 2001. 得尔布干成矿带成矿区划与勘查技术研究进展 [J]. 中国地质, 28(5): 19-27.