

# 辽宁抚顺地区太古宙变质上壳岩成矿特征及找矿方向

赵永利,金 毅,刘宝华,王永和,赵万田

(辽宁省第十地质大队 辽宁 抚顺 113004)

**摘 要** 辽宁抚顺地区太古宙变质上壳岩中铜、金、铁等金属矿产资源丰富。通过对老矿区的侧、深部找矿及近外围找矿,相继发现了红透山深部铜矿、二道沟、萝卜坎、大东洲大型隐伏铁矿、下营子钼、金、多金属矿等。对抚顺地区变质上壳岩成矿地质背景、成矿特征、空间分布及近年勘查成果的综合分析,应用地质找矿新理论,采用可控源、瞬变电磁、高精磁等物探方法对老矿区开展资源潜力预测及找矿方向评价,并取得了较好的找矿成果,显示该区具有巨大的资源潜力与找矿前景。

**关键词** 变质上壳岩系;矿集区;成矿系列;找矿方向;抚顺地区;辽宁省

## 1 引言

辽宁抚顺地区是中国最早被界定的太古宙变质上壳岩(亦称太古宙花岗绿岩带)的主要分布区,同时也是辽宁铜、金、铁矿资源的主要产地。著名的红透山式块状硫化物型铜锌矿床、南龙王庙式沉积变质层状金矿床、夹皮沟式金矿床、鞍山式磁铁矿床赋存于该区。

通过近几年对红透山铜矿、萝卜坎铁矿及二道沟铁矿等深部找矿工作的开展,总结出太古宙变质上壳岩系地质特征及成矿系列特征,提出坚持就矿找矿的原则。根据不同矿床成矿空间及成矿作用具有一定的继承性及演变性,在原有工作基础上重新开展地质工作,获得了老矿区找矿的新突破。

## 2 区域地质背景及成矿作用演化

### 2.1 区域背景

抚顺地区位于华北地台北缘东段,胶辽台隆铁岭-靖宇台拱之上,北邻汎河凹陷,南接太子河凹陷。构造以浑河断裂为主,出露的岩石主要为太古宙花岗岩和残留其中零星分布的变质上壳岩。其中花岗岩类出露的面积较大,变质上壳岩(绿岩)出露面积较小,呈带状分布(图 1)。该区太古宙变质上壳岩(绿岩)自下而上划分为景家沟组、石棚子组、红透山组(通什村组)。景家沟组由角闪二辉麻粒岩、紫苏斜长麻粒岩、石榴黑云二辉麻粒岩、长英质麻粒岩夹斜长角闪岩组成,普遍含紫苏辉石。石棚子组由黑云角闪斜长

变粒岩、黑云斜长变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩夹磁铁石英岩组成,普遍含普通辉石、石榴石、角闪石。红透山组主要分布于浑北、浑南称通什村组。红透山岩组下部为斜长角闪岩、角闪变粒岩夹磁铁石英岩;上部为呈“薄层互层”状的变粒岩、浅粒岩和斜长角闪岩,旋回性明显<sup>[1-2]</sup>,底部为斜长角闪岩。上述各类变质上壳岩(绿岩)组合遭受了大规模的紫苏花岗岩、奥长花岗岩-云英闪长岩、斜长花岗岩和钾质花岗岩(TTG 岩系)侵入。它们与变质上壳岩(绿岩)一起,遭受了多期变形及变质作用改造,共同组成地台区最古老的变质杂岩基底。

### 2.2 成矿作用演化

该地区太古宙早期处于原始古陆核的边缘,大约 32 亿年左右,原始陆核在拉伸机制作用下形成裂谷,发生火山喷发,形成了景家沟组。30 亿年左右,在基底上部或边缘形成东西向活动带,伴随着火山喷发形成了石棚子组,并伴生有条带状铁矿床,如小菜河、二道沟铁矿等。在太古宙中晚期 28 亿年左右,区域发生了钠质花岗岩侵入,并伴随火山喷发作用,形成了红透山组,同时从地幔中带来大量铜、金、银、铁、锌、硫等有用元素,沿着火山周围堆积。在岩石还没有完全固结时,区域发生了多次强烈的褶皱变形及变质作用,使有用组分发生富集形成了红透山、大荒沟、南龙王庙、下甸子等块状硫化物型铜锌矿、金矿、铁矿等绿岩型矿床。中生代印支期,本区由于受太平洋板块俯冲作用影响,浑河断裂活化并形成苏子河断裂,导致了深部壳源物

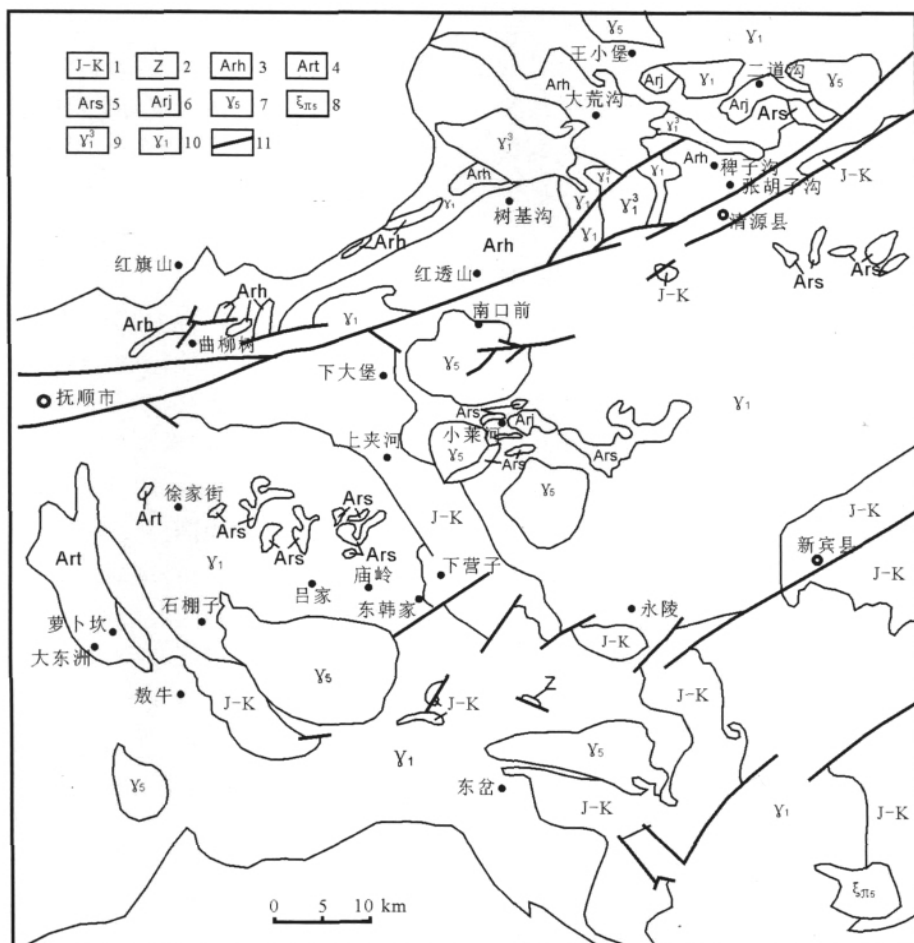


图1 抚顺地区区域地质略图

Fig. 1 Sketched geologic map of Fushun region

1—侏罗系-白垩系(Jurassic-Cretaceous); 2—震旦系(Sinian); 3—太古宇红透山岩组(Archean Hongtoushan rock fm.); 4—太古宇通什村岩组(Archean Tongshicun rock fm.); 5—太古宇石棚子岩组(Archean Shipengzi rock fm.); 6—太古宇景家沟岩组(Archean Jingjiagou rock fm.); 7—燕山期花岗岩(Yanshanian granite); 8—燕山期花岗岩斑岩(Yanshanian granite-porphyry); 9—太古宙晚期花岗岩(late Archean granite); 10—太古宙花岗岩(Archean granite); 11—断层(fault)

质增温,产生熔融作用,上侵形成南口前、十花顶、西大顶、西砬子山等花岗岩体。在岩浆固结中晚期,岩浆热液萃取围岩中金元素,沿着有利的构造部位富集成矿,形成了下大堡、暖泉子、王家大沟等金矿床<sup>[3]</sup>。燕山运动中晚期苏子河断裂发生差异运动形成了一系列断陷盆地,在火山喷发后期沿东西向构造岩浆岩带形成三块石、纪家堡子等花岗岩。伴随火山及岩浆侵入活动的成矿作用主要有铜、钼、金、银多金属成矿,形成了下营子、棋盘山、东岔、东韩家子、柜石哈达等铜、钼、金、银矿床。

### 3 变质上壳岩地体内成矿特征与空间分布

同国外太古宙地体一样,本区变质上壳岩中蕴藏着较丰富的金、铜-锌、铁矿资源。在变质上壳岩“地体”形成过程中,伴随有不同的成矿作用,其主要特征

是:初始火山作用提供了丰富的成矿物质,有的已形成矿床,经后期变质变形作用,岩浆活动及构造活动又提供了富集、定位条件<sup>[4]</sup>。由于经历了漫长的地质演化,表现为不同的地质环境控制了不同的演化作用,不同地质演化阶段形成了不同类型的矿床系列。

#### 3.1 红透山式块状硫化物型铜、锌矿床

红透山式块状硫化物型铜、锌矿床集中区主要发育在浑河断裂北部绿岩带之中。以红透山矿床为中心,可划分为3个成矿带,即中部矿带(树基沟-红透山矿带)、北部矿带(孤家子-红旗山矿带)和东部矿带(大荒沟-稗子沟矿带)。已发现同类矿床(点)30余处,具有工业意义的8处,呈“卫星”式分布。累计探明铜、锌储量超百万吨<sup>[5]</sup>。

#### 3.2 绿岩带型金矿床

(1)夹皮沟式金矿床,是变质上壳岩“地体”中已发

现和探明独立矿床的主要集中区。该类型金矿规模大、品位高。金矿主要受控于与中生代重熔花岗岩有关的剪切带中<sup>[1]</sup>,分布于构造、地体与岩体的边缘带。如线金厂穹隆外缘的草市-王小堡-蒿山堡矿带、浑河断裂南缘的南口前-北杂木矿带。累计探明中-小型金矿床 30 余处。

(2) 受硅铁建造控制的沉积变质层状浸染型(绿岩型)金矿,产于红透山组上部浅变质相中。矿化特点为规模大、品位低,已发现的矿床有 2 处。一是南龙王庙-斗虎沟矿床,二是金凤岭-甸心子矿床,矿体受层控作用影响。

(3) 角闪岩相带红透山式块状型铜、锌矿床中的(伴生金)金矿床,金品位低但稳定,选冶性能好,累计探明储量达大型矿床。该类矿床是本区最具工业意义的矿床类型。目前已探明 8 个矿床,即红透山、树基沟、东南山、西北山、红旗山、稗子沟、张胡子沟和大荒沟矿床。另外还发现同类型矿点百余处。但这些矿床(点)均局限于浑北地区的花岗绿岩带中。

### 3.3 岩浆热液型金矿床

分布于在花岗绿岩地体中,围绕中生代花岗岩体周边部形成。已发现的矿床(点)主要集中分布在印支-燕山期花岗岩体内部及周围,如下大堡、王家大沟、东韩家等金矿床。

### 3.4 硅铁建造型石英磁铁矿床(BIF 型)

该类型矿床在区域上广泛分布,已广为工业利用。矿床多分布于每个古火山构造旋回的中上部。主要矿床有小莱河、敖牛、大东洲、萝卜坎、下甸子、二道沟、石棚子等铁矿。由于受太古宙花岗岩侵位和变质变形作用影响,多呈残留状分布。随着近年勘查与开发的不断深入,勘查范围从近地表转入到深部,矿体规模有了较大的突破。如二道沟铁矿,地表矿体长度仅 300 m,延深大于 1100 m<sup>①</sup>。

### 3.5 基性-超基性岩型铜、镍矿床

基性-超基性岩在区域内多沿深大断裂和古陆核边缘分布,反映上地幔和地壳中含矿浓集中心的存在。目前已发现基(超基)性岩体(脉)数百条,按岩体分布规律可分 3 个基性-超基性岩带,即浑北、浑南和桦树背-赤柏松岩带。已发现赤柏松大型硫化铜、镍矿床一处,区内其他均为矿(化)点。

## 4 资源潜力及找矿的可行性分析

### 4.1 区域地质构造理论研究及找矿取得重大进展

清原花岗绿岩区已发现的红透山式铜锌矿床,为火山岛孤环境的太古宙海底火山喷发块状硫化物矿床。在夹皮沟和金城洞花岗绿岩区,形成夹皮沟式金矿床集中区。2 个花岗绿岩区为北东东向浑河-辉发河断裂左行错开,水平错距约 150 km。这一区域地质构造理论的提出,为在抚顺地区开展铜、金、铁多金属矿勘查从浑河断裂带北部扩大到南部,提供了直接的理论依据。近几年来在浑南地区发现红透山组“薄互层”岩段,并且发现了块状硫化物含铜铁帽带;在太古宙花岗岩片麻岩中发现近亿吨铁矿床。在浑南北树其沟太古宙花岗岩覆盖层下面发现了隐伏绿岩盆地;太古宙变质上壳岩中的矿体延深均大于延长 3~10 倍。

### 4.2 古火山沉积为铜、金、铁成矿提供了物质基础

太古宙变质上壳岩是铜、金、铁成矿的重要矿源层,已发现的浑北地区大型红透山式铜锌矿床、大荒沟大型硫化铁矿床和浑南地区鞍山式铁矿均受固定层位控制。区内的典型矿床主要有产于绿岩带下部层位镁铁质火山岩中夹皮沟式脉状金矿床、产于绿岩带上部层位安山质-长英质火山岩中的红透山式块状硫化物铜-锌矿床、产于绿岩带底部以斜长角闪岩-变粒岩-磁铁石英岩为组合的 BIF 铁矿<sup>[7]</sup>。近年在研究区内,特别是老矿区的近外围的不同地质体的复盖层下发现了较大规模的隐伏绿岩(铁、铜、金)体。

### 4.3 铜、金、铁多方面找矿取得突破成果

变质上壳岩带经历了多期次的变质变形作用,对原始矿源层进行叠加改造,产生变质再就位及复杂的变形,使铜、金元素富集成大型-超大型矿床。近年来通过对老矿区的侧、深部近外围找矿,对老勘查(异常)区的重新评价取得了重大突破。例如经古火山沉积盆地沉积环境、上壳岩 3 期变质变形矿体改造定位、成矿定位后断裂构造位移 3 个方面研究,开展已知矿体深部盲矿的探矿工作,取得了阶段性成果。分别在浑北红透山危机矿山的深部发现了厚大的铜、锌、金多金属矿体;在红透山式矿床的东部矿带上壳岩“薄互层带”中发现了南龙王庙式受硅铁建造控制的沉积变质层状浸染型(绿岩型)金矿;在浑北二道沟小型石英磁铁矿床(BIF 型)出露区的深部,发现了倾斜延深大于 1100 m 的厚大铁矿体;在市区浑河断裂带南侧的大东洲、萝卜坎、孟家等地区太古宙花岗岩复盖层深部的变质上壳岩中发现近亿吨的铁矿体;在浑南燕山期三块石花岗岩体的北部、南东部、西北部发现了东岔、下营子、吕家、东韩家等有色及贵金属系列矿床(点)集中

① 张庆义, 陈明海, 甘杰辉, 等. 辽宁省清原县二道沟矿区铁矿详查报告. 2009.



区.说明在变质上壳岩分布区,不同地质构造旋回涉及的同一构造单元内所形成的各类矿床成矿系列,具有一定的演化、分布规律及内在的联系,具备形成大型—超大型矿床的地质条件及资源潜力.

#### 4.4 地球物理测量

通过对 1:2.5 万及 1:5 万高精度航磁测量成果解释,提出了完整的间接找矿依据,查明了隐伏花岗绿岩带(矿体)的赋存规律,形成了在变质上壳岩中找矿新思路.如已知的块状硫化物型铜、锌矿床(点)都位于正、负磁场梯度带和垂直二导的 0 值线上,如红透山、红旗山、树基沟等矿床位于红透山正磁场周边部、正、负磁场 1~2 km 的范围内,铜、金矿床位于上延不同高度垂直二导 0 值线交汇部或凸凹部位;金矿床(点)多分布在磁性基底凸起和凹陷接壤部位、高磁场地带中的局部低磁场中,区域成矿主要受浑河主断裂与次一级构造所控制,矿床多产于二者交汇处.

在浑北红透山老矿区的侧、深部,利用物探可控源、瞬变电磁法发现多处异常,如在红透山的小西堡、果园等地 800~1000 m 深处发现有“低阻极化率”异常体存在,并且 2 种方法具有吻合性.经异常验证,发

现了水平厚度 160 m 的铜锌矿体,同时证明红透山铜矿向深部侧伏方向延伸大于 1600 m,使红透山铜、锌、金矿的储量翻了两番.通过红透山深部找矿可以证明可控源、瞬变电磁法等物探方法是寻找深部块状硫化物型矿床的一个有效手段<sup>①</sup>.近年在铁矿找矿实践中,通过对区域低缓航磁异常与已知铁矿分布关系的研究,分别在大东洲、萝卜坎、二道沟等地进行高精磁测量,通过钻探验证深部发现了大型隐伏铁矿体,为在抚顺地区寻找大型 BIF 型铁矿提供了依据.

#### 4.5 地球化学信息

研究区是辽宁省内面积最大的铜异常区,浓集中心明显,元素分带清晰.据地球化学块体计算,区内铜金属供给量可达 3.8 亿吨,锌 5.7 亿吨<sup>②</sup>.可划分出 4 个地球化学分区(见图 2).

变质上壳岩 Cu 的丰度值为  $35.9 \times 10^{-6}$ ,计算含铜资源量为 4847 万吨,而目前已探明铜锌储量 200 万吨左右,并伴生有 Ag、Au、S 等成矿元素,成矿物质来源充足.

#### 4.6 大矿外围有潜在矿集区

红透山式矿床以红透山大型矿床为中心,呈带

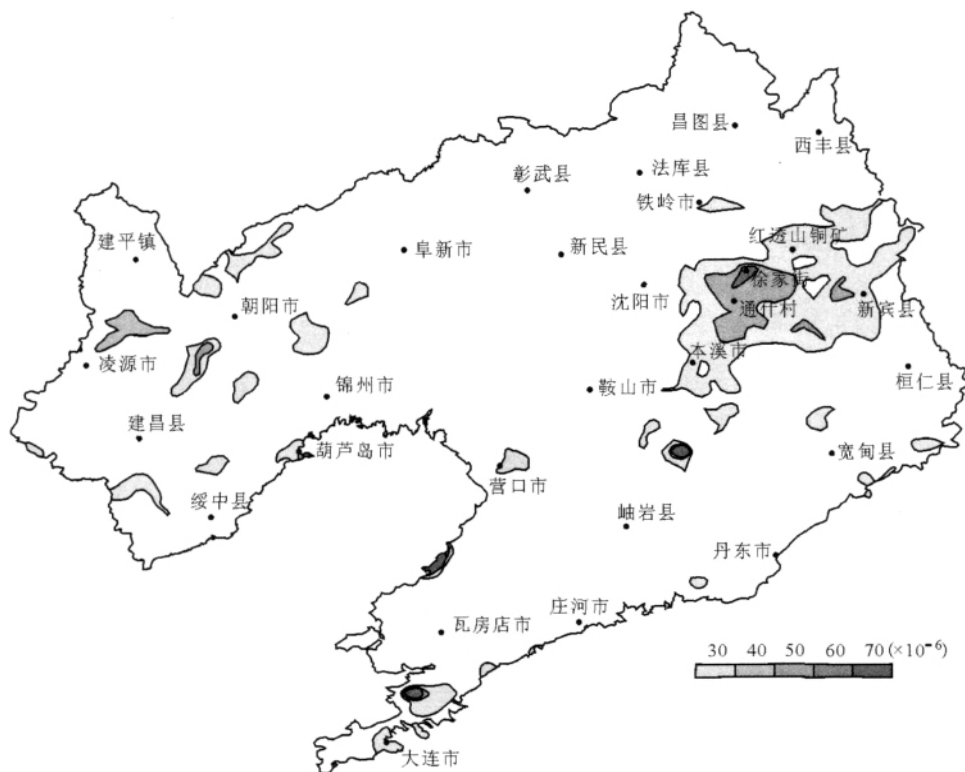


图2 辽宁省区域化探 Cu 异常图

Fig. 2 Regional geochemical anomaly of Cu in Liaoning Province

①滕吉文. 岩石圈内部第二深度空间金属矿产资源形式与聚集的深层动力响应. 2008.

②张海涛, 杨晓波, 孙向明, 等. 辽宁浑南地区金矿评价成果报告. 2001.

状-环状卫星式分布,已划分树基沟-红透山、红旗山-孤家子、稗子沟-大荒沟 3 个成矿带。矿带内的多金属异常区的异常面积分别为 400 km<sup>2</sup>、200 km<sup>2</sup>、300 km<sup>2</sup>。异常组合为 Cu、Au、Ag、As、Hg。外带的南口前-南杂木金异常区,异常面积约 300 km<sup>2</sup>,浓集中心面积 90 km<sup>2</sup>。草市-东庙岭-金鸡背等金异常区,异常面积约 400 km<sup>2</sup>,有金异常 29 处,已发现线金厂、东庙岭、王小堡、金鸡背等金矿床(点)20 余处,矿床受与中生代重熔花岗岩有关的韧性剪切带控制。

## 5 找矿方向及靶区选择

### 5.1 找矿方向

红透山式铜锌矿床、南龙王庙式(绿岩型)金矿床、夹皮沟式金矿、鞍山式铁矿床集中分布在太古宙古火山岩盆地内。中生代岩浆侵入及(次)火山活动形成了金、银、铜、钼多金属矿床,分布在古火山盆地内部及边缘(花岗-绿岩地体)的内外接触带中。不同矿床赋存于不同部位,如铜、锌、金(绿岩型)矿床在距底部厚层拉斑玄武岩界面上 10~150 m 范围内,矿床直接赋存层位为沉积旋回上部的“薄层互层”岩带之中。磁铁石英岩主要呈薄层状或透镜状,产于角闪斜长片麻岩中,不同矿床受固定层位控制,因此应选择不同类型的成矿区段为切入点,从老矿区(勘查)深部与外围着手,由已知到未知、循序渐进、点面结合进行找矿。

### 5.2 靶区选择

#### (1)红透山式铜、锌成矿区找矿靶区

以浑河断裂带两侧的绿岩带为主要靶区,分 4 个层次进行找矿:一是在浑北地区的大荒沟-稗子沟绿岩带、树基沟-红透山绿岩带和孤家子-红旗山绿岩带内,据近年工作程度、找矿进展,由老矿区的近外围,逐渐向远外围扩展;二是找矿空间从浅部的古火山盆地边缘向盆地中心的初始沉积中心推进,寻找深部大型变形构造控制的厚大矿体;三是浑南地区绿岩带主要分布区的大东洲-萝卜坎至李家-通什村和石棚子一带,通过目前已发现的鞍山式中、小型铁矿密集分布区寻找隐伏矿体,在寻找隐伏铁矿地层组合中进一步寻找红透山式铜矿赋存的“薄层互层”岩带,坚持铁、铜、金“三位一体”的找矿原则;四是根据红透山铜矿目前距地表 1660 m 深(-1200 m 标高)发现厚大矿体的控矿规律,在已闭坑的老矿山(张胡沟、稗子沟、树基沟、

大荒沟、红旗山等)深部进行隐伏矿体找矿。总目标是开展铁、铜、金多金属矿的综合评价和系列找矿。

#### (2)金矿找矿靶区

变质上壳岩中发现的中、小型金矿床(点)遍布全区的不同构造与地层单元中。在已建立的区域成矿理论指导下,选择以往工作程度低的地区,例如在稗子沟-张胡沟-南龙王庙-大荒沟已划定的绿岩分布区,浑南南口前、三块石、纪家堡燕山期岩体边部,浑河断裂带及其两侧,草市-开原断裂带内寻找金矿床,在浑南寻找与中生代构造岩浆活动有关的铜、钼、金、银、多金属矿床。

#### (3)鞍山式铁矿找矿靶区

近年抚顺地区变质上壳岩中有色金属、贵金属的找矿新发现,证明了铜、金、铁矿床并非单独存在,而是同一成矿空间、时限、成矿作用演化的矿床组合自然体。在铁矿找矿工作中,在不同区内发现不同的找矿线索及成果,打开了老矿区(勘查)找铁矿的新局面。如发现了大东洲、萝卜坎、大东沟、下甸子、二道沟地区寻找铁矿的潜力,形成了在抚顺地区变质上壳岩系中寻找铁矿的新思路,认为抚顺地区鞍山式铁矿找矿突破潜力巨大。

## 6 结论

抚顺地区变质上壳岩分布区处于华北地台北缘重要成矿区带上,为铜、金、铁多金属矿床的矿集区资源潜力进行预测及找矿,已圈定出红透山式铜、锌找矿靶区及鞍山式铁矿靶区等多个成矿预测区,显示了该区具有寻找大一特大型铜、锌、金、银、铁多金属矿床的前景。

## 参考文献:

- [1]李俊健,沈宝丰.辽宁清原太古宙变质岩系的含金性研究[J].矿床地质,1994(1):11-18.
- [2]王声喜,苏永东,赵永利,等.辽宁抚顺地区金矿成矿地质条件及找矿方向讨论[J].矿物岩石,2008(1):39-47.
- [3]赵永利.浑南地区构造演化与金成矿关系讨论[J].辽宁地质,1999(2):128-137.
- [4]杨福田,张永红,杨铁军,等.辽宁清原红透山式铜、金多金属矿集区资源预测与勘查思路[J].矿产与地质,2003(增刊):324-327.
- [5]张永红,杨福田,杨铁军,等.辽宁清原红透山式铜、锌矿床接替资源勘查思路及效果[J].矿床地质,2006(增刊):451-454.

## METALLOGENESIS AND PROSPECTING OF THE ARCHEAN METAMORPHIC SUPRACRUSTAL ROCKS IN FUSHUN REGION, LIAONING PROVINCE

ZHAO Yong-li, JIN Yi, LIU Bao-hua, WANG Yong-he, ZHAO Wan-tian

(No.10 Geological Brigade of Liaoning, Fushun 113004, Liaoning Province, China)

**Abstract** The mineral resources of copper, gold, iron and other metals are rich in the Archean metamorphic supracrustal rocks in Fushun region, Liaoning Province. A number of ore deposits have been found successively by the side, in the deep or near the periphery of the old mining areas, such as the Hongtoushan copper deposit in deep, the large sized Erdaogou, Luobokan and Dadongzhou buried iron deposits, as well as the Xiayingzi molybdenum-gold-polymetal deposit. Based on the recent exploration results, the ore-forming geological background, metallogenic characteristics and spatial distribution of the metamorphic supracrustal rocks in this area are analyzed. With new prospecting theories and new geophysical methods, a great potential of resources in the old mining areas is predicted.

**Key words** metamorphic supracrustal rocks; ore-concentrated area; metallogenic series; prospecting direction; Fushun region; Liaoning Province

作者简介: 赵永利(1963—), 男, 辽宁新宾人, 高级工程师, 毕业于江西赣州地质学校, 主要从事地质矿产勘查的管理与研究工作, 通信地址 辽宁省抚顺市东洲区绥化路东段 133 号 辽宁省第十地质大队, 邮政编码 113004.

---

(上接第 35 页 / continued from Page 35)

## STATES OF ELEMENT ARSENIC IN BOTTOM MUD OF SHALLOW SEA OF NORTHERN LIAODONG BAY

LIU Ming-hua

(Liaoning Institute of Geology and Mineral Resources Survey, Shenyang 110032, Chin)

**Abstract** : Based on the data of the shallow sea of Northern Liaodong Bay in 2006, the contents of element As both total and in each states in the bottom mud of shallow sea are analyzed. The distribution and correlation of total As and its different existing states are studied. Its environmental ecologic effect is also discussed. The result indicates that the arsenic content in bottom mud is quite high, existing mainly in residual state, humic acid binding state and ferrimanganic oxidized state, with rare water-soluble state, carbonate binding state, ion-exchange state and organic binding state. The distribution of total As content is well correlated to the six states except organic binding state. The high contents are distributed in Jinzhou Bay and surroundings, with obvious ecologic effect. The arsenic contents of humic acid binding state, ferrimanganic oxidized state and ion-exchange state are notably correlated to those in the *Papana venosa*. There is certain correlation between the arsenic in carbonate binding state and that in mangrove crab and edible mantis shrimp.

**Key words** : Northern Liaodong Bay; arsenic; state characteristics; residual state; humic acid binding state; ferrimanganic oxidative form

作者简介: 刘明华(1957—), 女, 辽宁沈阳人, 地质高级工程师, 1980 年毕业于长春地质学校地质普查专业, 现从事环境地球化学研究工作, 通信地址 沈阳市北陵大街 29 号, 邮政编码 110032, E-mail// lmh-912@163.com