

熊耳山 Au - Ag - Pb - Mo 矿集区成矿模式与找矿方向

郭保健^{1,2}, 李永峰^{1,2}, 王志光², 叶会寿³

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 河南省有色金属地质矿产局, 郑州 450052;

3. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

[摘要]熊耳山地区是华北地块南缘继小秦岭金矿田之后发现的又一金银铅钼矿集中区。该区经历了发生于中国东部燕山期的构造体制大转换和岩石圈减薄事件, 产出了大量燕山期热液金矿床及银、铅、钼矿床, 发育了不同的矿床类型: 隐爆角砾岩型金矿, 构造蚀变岩型金矿、构造蚀变岩型银铅矿和斑岩型钼矿。文章讨论了该区燕山期大规模成矿作用的构造背景, 各种矿床类型的特征、成岩成矿时间及其相互关系、成矿规律、成矿模式并提出了找矿方向。

[关键词]矿床类型 成矿规律 成矿模式 找矿方向 熊耳山

[中图分类号]P612 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2005)05-0043-05

熊耳山地区东西长约80km, 南北宽15~40km, 面积约2000km², 南以马超营断裂为界, 北以洛宁断裂为界(见图1)。自20世纪80年代以来, 在该区发现了大量金银铅钼矿床, 并建立了多座国营金矿山。目前, 仍有一些地勘队伍、国营矿山、私有企业及合资公司在该区开展对金银铅钼等资源的勘查工作, 并不断有新的发现。

1 区域成矿地质背景

华北古板块与华南古板块于中三叠世实现碰撞, 使中国大陆的主体成为一体。此后, 该区就成为了秦岭造山带的重要组成部分, 经历了早期的推覆造山^[1]、中国东部发生于163~136Ma的构造体制大转换和120Ma左右的岩石圈大规模快速减薄地球动力学事件^[2~4], 并由后两个事件导致了包括本区在内的华北地台南缘的燕山中晚期岩浆活动和大规模成矿作用, 引起地质学家们的极大兴趣。

区内地层可分为上、中、下3个构造层: 晚太古代太华群中深变质岩基底岩系(绿岩建造); 中元古代盖层熊耳群浅变质火山岩系及官道口群滨—浅海相沉积建造; 在中新生代伸展断陷盆地内, 发育有红层碎屑沉积岩。其中太华群构成了克拉通的基底, 熊耳群火山岩覆于其上并广泛分布于豫西地区, 二者是区内金银铅钼矿床的主要含矿层位。

本区发育变质核杂岩构造及拆离断层, 是区域伸展构造的记录, 也是燕山中晚期中国东部岩石圈减薄事件的浅部响应^[2]。拆离断层沿新太古界太华群结晶基底与上覆中元古界熊耳群盖层的不整合面展布; 其中熊耳山北坡的熊耳群沿不整合面发生了显著的拆离, 而南坡拆离效应不明显^[5,6]。主要区域性断裂有洛宁山前断裂和马超营断裂。其中前者为熊耳山区北界, 属上拆离盘犁式断裂; 后者为熊耳山区南界犁式逆冲断层系, 具有长期活动的历史, 是豫西地区重要的断裂带。

控矿断裂主要有NE向、NNE向、NNW向和近EW向4组, 夹持于洛宁山前断裂与马超营断裂之间, 组成了本区基本的构造格架。其中NE向断裂发育程度最高, 分布最广, 是矿集区控矿构造的主体方向, 控制了区内最为重要的矿床类型—构造蚀变岩型床。

区内岩浆活动主要有3期。晚太古代为构成本区结晶基底的太华群中基性火山岩, 经后期变质作用已变质为各类片麻岩; 中元古代岩浆活动主要为发生在1800~1350Ma之间的裂谷型中基—酸性火山岩; 中生代岩浆活动广泛而剧烈, 但主要集中于燕山中晚期的140Ma左右的I型或壳幔混合源花岗岩和130~120Ma的大规模花岗岩类^[2]。140Ma左右的燕山期斑岩体与区内及邻区的钼—钨矿床相对

[收稿日期]2005-03-23; **[修订日期]**2005-04-27; **[责任编辑]**曲丽莉。

[第一作者简介]郭保健(1964年-), 男, 1995年毕业于中南工业大学, 获硕士学位, 在读博士生, 高级工程师, 现主要从事矿产勘查与区域成矿学研究工作。

应,而后者则与金银多金属矿化关系密切。花山花岗岩是区内主要的花岗岩基,为一复式岩体,另有中酸性岩株或岩脉出露。空间上,本区燕山期花岗岩

类与矿床的关系十分明显,区内大多数矿床分布在其周围或其中^[5,6]。

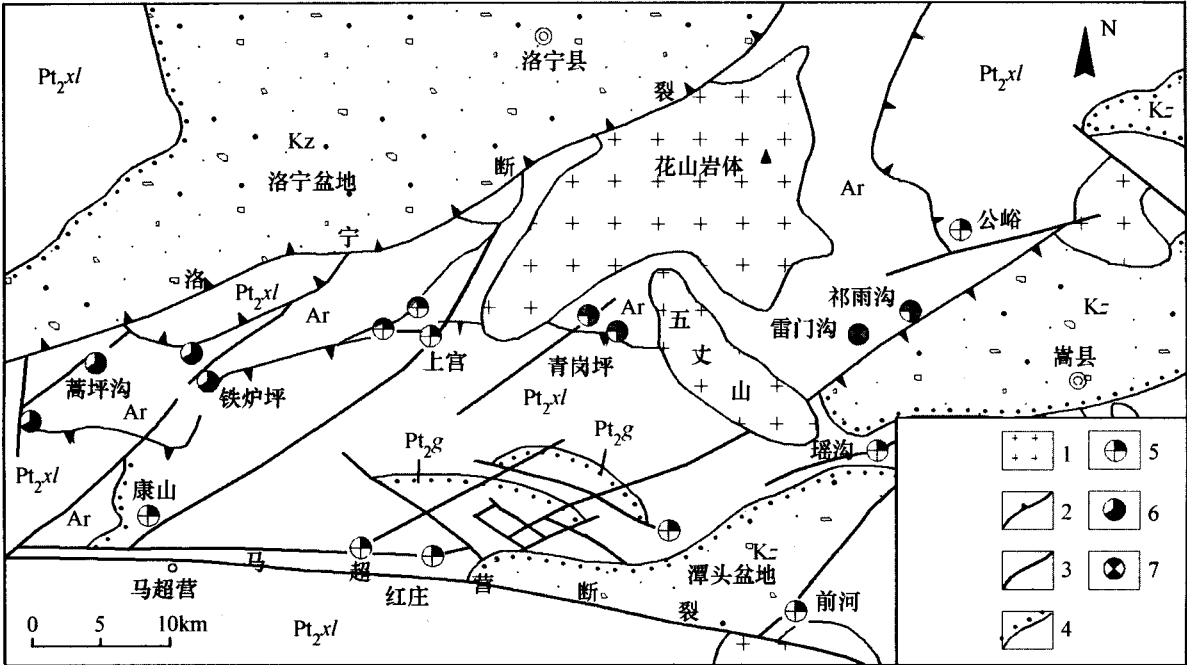


图1 熊耳山地区燕山期主要热液矿床分布图

Kz—第四纪沉积物及 K-N 红层;Pt₂g—中元古代官道口群石英砂岩和白云岩;Pt₂xl—中元古代熊耳群火山岩;Ar—晚太古代太华群变质岩;1—中生代花岗岩类;2—拆离断层;3—断层;4—不整合地质界线;5—金矿床;6—银铅矿床;7—铜矿床

2 区内主要 Au - Ag - Pb - Mo 矿床类型

区内主要热液矿床类型包括:构造蚀变型(包括陡倾型如上官金矿、公峪金矿、康山金矿、铁炉坪银铅矿和缓倾层间破碎带型(如青岗坪金矿、陆院

沟金矿)、隐爆角砾岩型(祁雨沟金矿)、斑岩型(雷门沟铜矿)。各主要矿床的位置见图1,矿床特征见表1。

各类型矿床的围岩蚀变具有相似性,以硅化、钾化、黄铁矿化为主。

表1 熊耳山燕山期热液矿床主要类型及简要特征

类型	矿床实例	赋矿岩石	控矿构造	矿石矿物组合
爆破角砾岩型金矿	祁雨沟金矿	太华群变质岩	与燕山晚期岩浆活动有关的爆破角砾岩筒	金—多金属硫化物
斑岩型铜矿	雷门沟铜矿	燕山期斑岩及太华群变质岩	燕山期花岗岩体内外接触带	辉钼矿—黄铁矿(金)
破碎带蚀变岩型金矿	上官金矿	太华群变质岩及熊耳群火山岩	陡倾斜断裂破碎带	金—多金属硫化物
	公峪金矿			
	青岗坪金矿		拆离断层及次级构造	金—黄铁矿—石英
破碎带蚀变岩型银铅矿	铁炉坪银铅矿	太华群变质岩	陡倾斜断裂破碎带	银—多金属硫化物

3 矿床成矿规律及成矿模式

3.1 成矿规律

3.1.1 成矿与成岩时间及其相互关系

华北板块与扬子板块会聚后,中国东部发生了以 200~160Ma、140Ma 和 120Ma 为峰期的 3 次大的成矿事件,分别对应的地球动力学背景为后碰撞造山过程、构造体制大转折晚期的伸展环境和岩石圈

大规模快速减薄过程^[2]。在本区及邻区小秦岭金矿田、栾川钨(钨)矿田,燕山期岩浆活动和成矿作用集中于 158~114Ma,近年来较为可靠的测年数据见表2。

可以看出,成矿时间分为两期:145~131Ma 的斑岩、夕卡岩型铜矿成矿期和 128~114Ma 的金矿成矿期。前者代表了中国东部 140Ma 左右为峰值的成矿事件,而后者则代表了 120Ma 左右为峰值的

成矿事件。

相关花岗岩的侵位时间为 158 ~ 127Ma,也可分为两类,即 158 ~ 136Ma 的与钼矿有关的小斑岩体成岩年龄和 156 ~ 127Ma 的与金矿有关的花岗岩基的成岩年龄。可以看出,小斑岩体的形成年龄集中于地球动力学调整期,而与金矿相关的岩基则形成

于不同的时代:五丈山花岗岩基形成于构造动力体制转换期;和雷门沟斑岩体处于同一地球动力学阶段但明显早于后者;而花山花岗岩基与合峪花岗岩基则是在中国东部燕山晚期岩石圈快速减薄和地壳伸展的背景下侵位的。

表 2 熊耳山及邻区燕山期热液矿床放射性同位素测年数据 Ma

矿床名称	Re - Os 模式年龄	⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar 坪年龄	⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar 等时线年龄	测试矿物	资料来源
祁雨沟金矿		122 ± 0.4	125 ± 3	钾长石	文献[7]
		115 ± 2	114 ± 4	钾长石	
雷门沟钼矿	131.6 ± 2.0			辉钼矿	文献[2]
	133.1 ± 1.9			辉钼矿	
公峪金矿		122.87 ± 0.5		石英	文献[8]
小秦岭金矿		128.5 ± 0.2	128.3 ± 0.3	黑云母	文献[9]
		126.7 ± 0.2	126.9 ± 0.3		
三道庄钼矿	144.5 ± 2.2			辉钼矿	文献[10]
	145.0 ± 2.2				
	145.4 ± 2.0				
南泥湖钼矿	141.8 ± 2.1			辉钼矿	文献[10]
上房沟钼矿	143.8 ± 2.1			辉钼矿	文献[10]
	145.8 ± 2.1				

表 3 熊耳山及邻区与燕山期矿床有关的
岩体的成岩时代 Ma

测试岩体	相关矿床	SHRIMP 年龄	测试矿物
雷门沟花岗岩斑岩	雷门沟钼矿	136.2 ± 1.5	锆石
花山花岗岩	熊耳山金矿	130.7 ± 1.4	锆石
五丈山花岗岩	熊耳山金矿	156.8 ± 1.2	锆石
合峪花岗岩	熊耳山金矿	127.2 ± 1.4	锆石
娘娘山花岗岩	小秦岭金矿	141.7 ± 2.5	锆石
文峪花岗岩	小秦岭金矿	138.4 ± 2.5	锆石
南泥湖花岗岩斑岩	南泥湖钼矿	158.2 ± 3.1	锆石
上房沟花岗岩斑岩	上房沟钼矿	157.6 ± 2.7	锆石

资料来源:文献[2]。

从成床时间与相关岩体的形成时间可以看出,岩体与矿化的成因联系以间接为主。熊耳山及邻区钼矿的成矿年龄集中于 145 ~ 131Ma,而相关斑岩体年龄则为 158 ~ 136Ma,两者相差 5 ~ 17Ma,反映了成矿及流体活动不同程度地滞后于 I 型小斑岩体的侵位。而金矿等成矿时间集中于 128 ~ 114Ma,相关岩体年龄为 141 ~ 127Ma,两者相差约 30 ~ 15Ma,更反映了它们并不具有直接的成生联系:五丈山花岗岩早于金矿达 30Ma,与金矿并非同一动力学背景的产物,二者只具空间关系,不具成因联系;花山岩体早于隐爆角砾岩型的祁雨沟金矿 8 ~ 15Ma,因此二者也不具直接的成因关系;而熊耳山构造蚀变岩型的公峪金矿成矿年龄与花山花岗岩相差约 8Ma,且可见到其北面有构造蚀变岩型矿脉切穿花山花岗岩

基,可能反映了二者虽然同属同一构造—岩浆—成矿事件的产物,但其成因联系应是间接的;小秦岭地区的金矿与花岗岩体的关系更是如此,文峪岩体与娘娘山岩体早于小秦岭金矿均达 10Ma 以上。而只有位于熊耳山南坡的合峪花岗岩基侵位年龄与华北地台南缘的金矿成矿年龄相近。因此,就熊耳山及相邻地区来说,成矿作用更直接地受构造作用的制约。

3.1.2 矿床空间分布规律

空间上,区内各种矿床集中分布于同一地质构造单元内,反映矿床系列空间展布上“同位成矿”^[11]或“多型—体”的整体性特征;矿床主要产出于晚太古代太华群绿岩建造和中元古代熊耳群钙碱性火山岩建造。

产出型式上,不同的矿床类型主要取决于构造—岩浆条件、成矿空间条件和容矿建造的性质。蚀变破碎带岩型(包括陡倾型和缓倾型)受断裂构造的直接控制,矿脉均产于断裂带中,尤其是 NE 向断裂带中。斑岩型、隐爆角砾岩型则主要受断裂交汇部位的控制,斑岩型产于酸性岩株的内接触带,而隐爆角砾岩型则主要产于酸性岩株顶部的上覆围岩内。

变质核杂岩构造在空间上与内生矿产也有着十分密切的关系。上宫、祁雨沟、公峪、铁炉坪、沙沟等矿床就产于拆离断层附近太华群或熊耳群中,而青

岗坪金矿则直接产于拆离断层及其次级构造中^[6,12]。

在区域上,金矿化主要发育于熊耳山东部地区而银铅矿发育于西部地区,在西部铁炉坪银铅矿体下部发现了较好的金矿化异常^[5],反映了东部地区较西部地区成矿后的剥蚀深度要高。因此,在该区的西部的中深部仍有找金的潜力。

3.1.3 成矿流体特征

成矿期矿物流体包裹体氢氧同位素测试数据,显示出流体的多来源特征^[13]。流体中的气相组分主要为 H_2O 、 CO_2 和少量的 H_2S 、 CH_4 、 N_2 、 H_2 、 CO 和 He 等。液相组分中的阴离子主要为 Cl^- 、 F^- 、 HS^- 、 SO_4^{2-} 、 S^{2-} 和 HCO_3^- 等,阳离子主要有 Na^+ 、 K^+ 和 Ca^{2+} 等^[14],成矿流体的组分特征显示出与幔源流体成分组成的相似性^[14]。早期以深源流体为主,其中含有大量地幔流体;晚期均有大气降水的加入。不同矿床类型的成矿流体中,大气降水的比例有明显差异^[15]。

3.1.4 硫同位素特征与成矿物源

硫同位素组成显示,产于熊耳群中的上官等金矿呈现出早期 $\delta^{34}S$ 低正值,晚期以出现较大负值为特征;而其他类型的矿床则以稍富重硫或接近陨硫硫的组成为特征。而根据任富根等^[13]研究,根据硫化物的平衡共生矿物对平衡外推的祁雨沟金矿、上官金矿的 $\delta^{34}S_{\Sigma S}$ 均显示出陨硫硫特征;显示了成矿物质的深源特点。而公峪破碎带蚀变岩型金矿的 $\delta^{34}S$ 组成变化于 $-3.5 \sim 3.35\%$,平均为 0.34% ,也显示了深源硫特征^[14]。

3.2 成矿模式

印支期华北板块与扬子板块实现了焊接,东秦岭地区进入了以强烈的南北向挤压缩短为特点的陆内推覆与造山阶段^[1]。在 163Ma 与 136Ma 之间,是地球动力学发生调整的时期,中国东部的构造体制发生了大转换^[2]。在构造体制转换晚期,也即地球动力学调整基本完成之时,大量 I 型或壳幔混合型花岗斑岩类上侵,在其深部岩浆房的热力作用、岩浆期后热液及断裂构造的作用下,导致雷门沟及邻区南泥湖、三道庄和上房沟等斑岩(夕卡岩)型钼矿的形成。其后,大约在 130~120Ma 的早白垩世早期,中国东部岩石圈快速减薄,软流圈上涌,陆壳重熔形成大量岩浆上侵及少量喷发,形成了本区的花山岩基一类的大量花岗岩类;区域伸展环境使本区上覆熊耳群和太华群沿二者界面发生拆离,结晶基底

上拱形成变质杂岩构造。在构造-热事件和含矿的深部流体、后期浅部流体的共同作用下,导致大规模以金矿为主的热液成矿作用的发生^[2]。

本区斑岩型 Mo 矿化相对较早,构造蚀变岩型金银多金属矿化和隐爆角砾岩型金矿化相对较晚。对于构造蚀变岩型矿化,控矿断裂具多期活动的特点,早期往往表现为压性和较深的形成环境,发育糜棱岩化。成矿期主压应力方向为 NE—SW 向,与其夹角较小的断裂沿 NW—SE 方向张开,导致矿液的上升与充填,形成大量陡倾的 NE 和 NNE 向矿脉。矿脉产状大致平行,成群成带产出。

同时本区还发育有产于拆离断层带中的缓倾斜破碎带型金矿(青岗坪金矿等)^[12],在早期形成的韧性剪切带的基础上,成矿期叠加了脆性断裂和含矿热液活动的产物。

晚白垩纪在熊耳山地区及外围开始形成小型拉伸型盆地,导致了区域上盆岭构造格局开始形成^[5]。在熊耳山南坡的潭头盆地发育晚白垩世秋扒组(K_2q)山麓—河湖相的砂砾岩夹泥岩。砂、砾石颗粒粗大,分选性差,成分以熊耳群为主,未见太华群变质岩及燕山期花岗岩,表明当时山体抬升剧烈,而太华群及花山岩体尚未露出地表。古近纪潭头盆地从下至上分别发育高峪沟组(E)湖相—洪积相、大章组(E)河流相—浅湖相、潭头组(E)湖泊—沼泽相碎屑岩,与晚白垩秋扒组构成了一个完整的沉积旋回。而在大章组和潭头组的砾石中除可见到来自熊耳群的火山岩之外,还可见到来自太华群的变质岩,表明太华群地层已露出地表。

熊耳山地区东部富金、钼,西部富银、铅。反映了该地区成矿期后的差异抬升:东部剥蚀程度较高,而西部剥蚀程度较低,因此熊耳山西段具有很好的找金潜力。

4 进一步找矿方向

1) 加强对区内北东向断裂构造的研究,在全区寻找陡倾破碎带蚀变岩型金矿,在西部寨凹至铁炉坪一带寻找银多金属矿。目前在祁雨沟金矿与公峪金矿外围和在寨凹—铁炉坪一带均已有新的发现,展现了良好前景^[16]。

2) 在主拆离带附近寻找缓倾斜层间破碎带型金矿。该类矿床虽然较薄,但品位富。目前在青岗坪金矿的周边已发现了陆院沟等同类矿床,引人注目。

3) 加强对区内燕山晚期斑岩和含金爆破角砾岩筒的研究,寻找雷门沟式钼金矿和祁雨沟式金矿。

4) 加强对区域剥蚀程度的研究,注意现有矿床深部找工作,特别注意加强在剥蚀程度较浅的西部银多金属矿区的深部找金工作。

[参考文献]

- [1] 张国伟,孟庆任,于在平,等. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征[J]. 中国科学(D辑),1996,26(3):193~200.
- [2] 毛景文,谢桂清,张作衡,等. 中国北方中生代大规模成矿作用的期次及其动力学背景[J]. 岩石学报,2005,21(1):169~188.
- [3] 任继舜,牛宝贵,和正军,等. 中国东部的构造格局和动力演化[A]. 任继舜,杨巍然主编:中国东部岩石圈结构与构造岩浆演化[C]. 北京:原子能出版社,1998:1~12.
- [4] 邓晋福,莫宣学,赵海玲,等. 中国东部岩石圈根/去根作用与大陆活化[J]. 现代地质,1994,8(3):449~356.
- [5] 王志光,崔 毫,徐孟罗,等. 华北地块南缘地质构造演化与成矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1996:1~297.
- [6] 郭保健,戴塔根,徐孟罗,等. 熊耳山北坡拆离断层带地球化学特征及其与金银矿化的关系[J]. 矿产与地质,1997,11(1):20~25.
- [7] 王义天,毛景文,卢欣祥. 嵩县祁雨沟金矿成矿时代的⁴⁰Ar - ³⁹Ar年代学证据[J]. 地质论评,2001,47(5):551~555.
- [8] 李 莉,齐金中. 河南公峪石英脉型金矿地质特征及其成因探讨[J]. 矿床地质,2002,21(增刊):625~628.
- [9] 王义天,毛景文,卢欣祥,等. 河南小秦岭金矿区 Q875 脉深部蚀变岩的⁴⁰Ar - ³⁹Ar 年龄及其意义[J]. 科学通报,2002,47(20):1750~1755.
- [10] LI Yongfeng, MAO Jingwen, GUO Baojian, et al. Re - Os dating of molybdenite from the Nannihu Mo (- W) orefield in the east Qinling and its geodynamic significance[J]. Acta Geologica Sinica, 2004, 78(2):463~470.
- [11] 梅友松,汪东坡,金 浚,等. 再论同位成矿与找矿[J]. 地质与勘探,2000,36(5):5~10.
- [12] 赵锡岩,刘国明,陈德杰,等. 青岗坪金矿区拆离断层系统的控矿作用[J]. 地质与勘探,2002,38(3):38~41.
- [13] 任富根,李维明,等. 熊耳山—崤山地区金矿成矿地质条件及找矿综合评价模型[M]. 北京:地质出版社,1996:1~121.
- [14] 毛景文,李晓峰,张荣华,等. 深部流体成矿系统[M]. 北京:地质出版社,2005:1~383.
- [15] 张侍威. 豫西公峪金矿床特征及成矿机制探讨[J]. 地质与勘探,2004,40(5):12~15.
- [16] 张瑜麟. 熊耳山银铅成矿区物探找矿方法应用研究[J]. 地质与勘探,2001,37(6):46~50.

TYPE, METALLOGENETIC REGULARITIES, MINERALIZATION MODEL AND PROSPECTING PROPOSAL IN THE XIONGERSHAN DISTRICT

GUO Bao - jian^{1,2}, LI Yong - feng^{1,2}, WANG Zhi - guang², YE Hui - shou³

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083; 2. Henan Bureau of Nonferrous Metals Exploration, Zhengzhou 450052; 3. Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037)

Abstract: The Xiongershan district, situated in the southern margin of the North China Craton, is a another large gold - polymetallic ore field after the Xiaoqinling gold ore field in Henan Province. The area experienced the transition of tectonic regime and lithosphere thinning occurred in the late Mesozoic in the eastern China, and developed a great deal of Mesozoic magmatic activities and lots of Mesozoic hydrothermal gold, silver, lead, molybdenum deposits. The deposits exhibit different types with crypto - explosive brecciate type gold deposits, altered tectonite type gold deposits, altered tectonite type silver - lead deposits and porphyry type Mo deposits. In this paper, the geological setting of large - scale mineralization, mineralizing characteristics, time and relationship between intrusions and mineralization, metallogenetic regularities, proposed mineralization model and prospecting proposals are presented.

Key words: deposit type, metallogenetic regularities, mineralization model, prospecting proposal, Xiongershan