

豫西矿集区 Au、Mo 地球化学块体分布特征 及资源潜力分析

孙卫志^{1,2,3} 张灯堂^{1,2} 孟宪锋^{1,2,3} 冯建之^{1,2,3} 李 磊^{1,2} 刘宗彦¹

(1.河南省地质矿产勘查开发局第一地质调查队,河南 洛阳 471023;2.河南省金银多金属成矿系列与深部预测重点实验室,河南 洛阳 471023;3.河南省地质调查院,河南 郑州 451000)

摘要:豫西是中国重要的金、银、钼、铅锌及多金属产地,近年来不断有新的矿床陆续被发现,多位专家学者对该区的资源量预测差异较大。本文运用地球化学块体理论,通过对区域化探数据的处理和计算,划定豫西金地球化学块体边界,计算了金、钼各含量级别对应的地球化学块体的面积、可供金属量和成矿率。通过计算预测豫西金资源量,分别预测得到豫西 Au 资源总量为 2 445 t, Mo 资源总量为 1 110 万 t,目前探明储量占预测资源量的比例还很小,与世界同等级别异常的矿集区相比,其探明资源量明显偏低,资源潜力可观。

关键词:豫西;矿集区;Au、Mo;地球化学块体;资源潜力

中图分类号:P595 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2012)02-0349-10

多年以来, 勘查地球化学作为地质工作的一种手段, 在世界范围内发现异常, 解释异常, 再到验证异常, 发现的矿产资源的总价值非常巨大。在这个过程中, 勘查地球化学的战术级别的作用得到了淋漓尽致的发挥。但是, 随着寻找大型矿集区越来越受到追捧, 人们开始关注勘查地球化学的战略指导作用, 陆续提出了一系列远景预测的理论和方法。20 世纪 90 年代中期, 中国著名勘查地球化学家谢学锦院士提出的地球化学块体的概念就是其中之一。地球化学块体尺度的研究是着眼于大的找矿战略, 不是仅仅为了找到一两个矿床矿体, 而是从宏观尺度衡量一定区域的成矿潜质和找矿潜能, 忽视细枝末节, 正确把握大方向。巨型矿床与一般矿床只在成矿金属供应量上存在差异, 这种巨大的成矿金属供应量可以由地壳中“存在着某种富含某种或某些金属的地球化学块体”表现出来^[1-3]。大型矿集区与地球化学

块体之间有着密切的关系, 即大型的地球化学块体是形成大型矿集区的必要条件。有大型矿集区的存在, 一定有地球化学块体的存在^[4]。因此, 通过研究地球化学块体来寻找、分析和评价矿集区, 寻找矿床特别是大型、巨型矿床, 不失为一种很好的方法。

豫西地区是中国重要的矿集区, 也是中国第二大黄金产地和著名的“钼都”。区内矿产种类丰富, 矿床分布集中, 主要矿产有金矿、钼矿, 其次为银矿、铅锌多金属矿。对该矿集区进行整体研究的科技文献要么局限于研究某一矿种, 要么研究某一局部范围, 缺乏将金、钼、银、铅锌及多金属矿种之间的“本质联系”体现出来, 即矿集区内的诸多矿床的主成矿期是同一次大规模成矿作用, 虽然矿种各异, 矿质不同, 但它们却有着相同的来源和相似的成矿大背景。本文试图以金、钼为例, 用地球化学块体理论剖析其大规模物源的同源性和成因上的密切联系, 并对区域

收稿日期:2011-08-16; 改回日期:2011-12-12

基金项目:河南省国土资源厅 2009 年度地质矿产科技攻关项目([2010]61-06)资助。

作者简介:孙卫志,男,1968 年生,高级工程师,主要从事地球化学勘探及研究工作;E-mail:weizhi_sun@126.com。

成矿潜力做出评价。希望能够起到抛砖引玉的作用。

1 地球化学块体的概念及相关计算方法

1.1 地球化学块体的概念

地球化学块体，通常是指地球浅部某种或某些元素异常高含量的大型地质体。一般来讲，面积超过 1 000 km² 的大型区域异常被定义为地球化学块体，其中面积超过 100 km² 的作为块体内部区域异常，面积小于 100 km² 的作为局部异常。地球化学块体研究讨论的是成矿与巨量物质供应的关系，“巨型矿床和一般矿床只在成矿元素供应量上存在差异，这种差异可以由地壳中某些特别富含某种或某些元素的地球化学块体体现出来”^[4]。在地球化学块体中，矿床往往成群出现，容易以大型、特大型矿床的形式出现，这是因为这些地段具有充足的成矿物质供应和良好的成矿条件。

笔者主要利用豫西地区已有的 1:20 万区域化探数据，然后以部分地区 1:5 万化探数据作为验证检验，用 2 km×2 km 的窗口进行块体的圈定及内部结构的剖分。具体方法如下：

对豫西化探数据集，通过迭代法剔除 3σ 以上的离群点，统计出豫西地区金含量的平均值，然后以

金含量平均值加上一倍方差(1.8×10⁻⁹)作为圈定金地球化学块体的下限值，圈出豫西金地球化学块体(图 1)，并在豫西金地球化学块体内部圈定出了河南小秦岭(Au I)、熊耳山(Au II)、星星阴(Au III)3 个金地球化学区域异常，作为重点研究对象。

用同样的方法，以 1.6×10⁻⁶ 作为下限，圈出豫西钼地球化学块体(图 2)，并选取块体中熊耳山地区(Mo I)和南泥湖地区(Mo II)两个局部异常作为重点研究对象。

为了预测的可靠性，笔者只以 Au 含量在 3.0×10⁻⁹ 以上的异常区和 Mo 含量大于 2.0×10⁻⁶ 的区域作为重点研究对象，对于低于这个下限的地球化学块体部分不作讨论。

1.2 地球化学块体内金属供应量的计算

块体内金的金属供应量 $M_c = \eta \times S_a \times C_m \times D_h \times \sigma$ ；

其中， η 为校正系数，即区域内出露岩石地壳金的含量与水系沉积物金含量的比值。1985 到 1986 年间，龚启厚、崔燮祥等在豫西地区进行地球化学研究时，统计出熊耳山地区岩石与水系沉积物中金的丰度比为 1:2.71^①，岩石与水系沉积物中钼的丰度比为 1:1.72^①，本文取 $\eta_{Au}=1/2.71$ ， $\eta_{Mo}=1/1.72$ ；

S_a 为地球化学块体的面积；

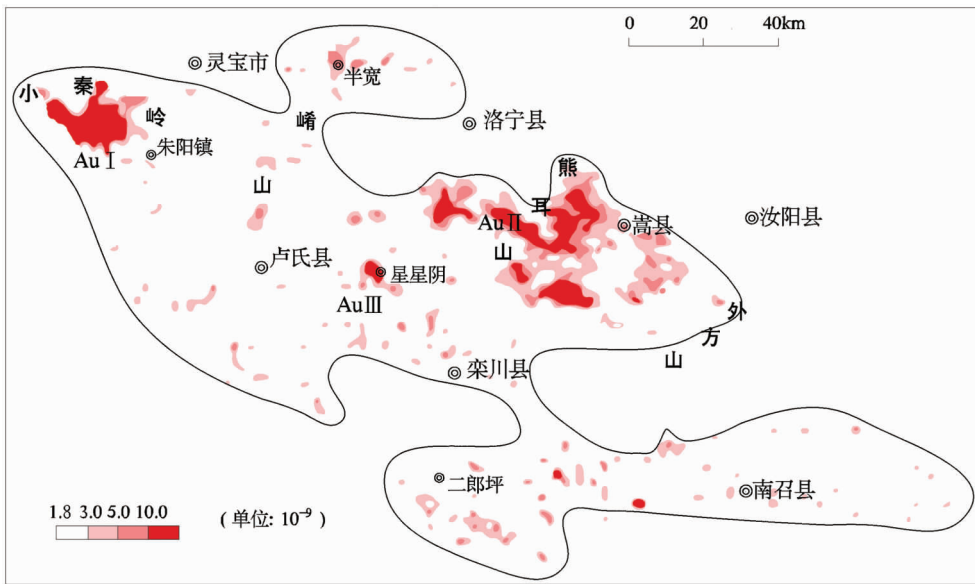


图 1 豫西金地球化学块体分布图

Fig.1 Distribution of gold geochemical blocks in western Henan Province

① 崔燮祥, 龚启厚, 任铭学. 熊耳山地区地球化学特征和金钼矿床地球化学异常研究. 河南地质矿产局第一地质调查队(内部报告), 1986.

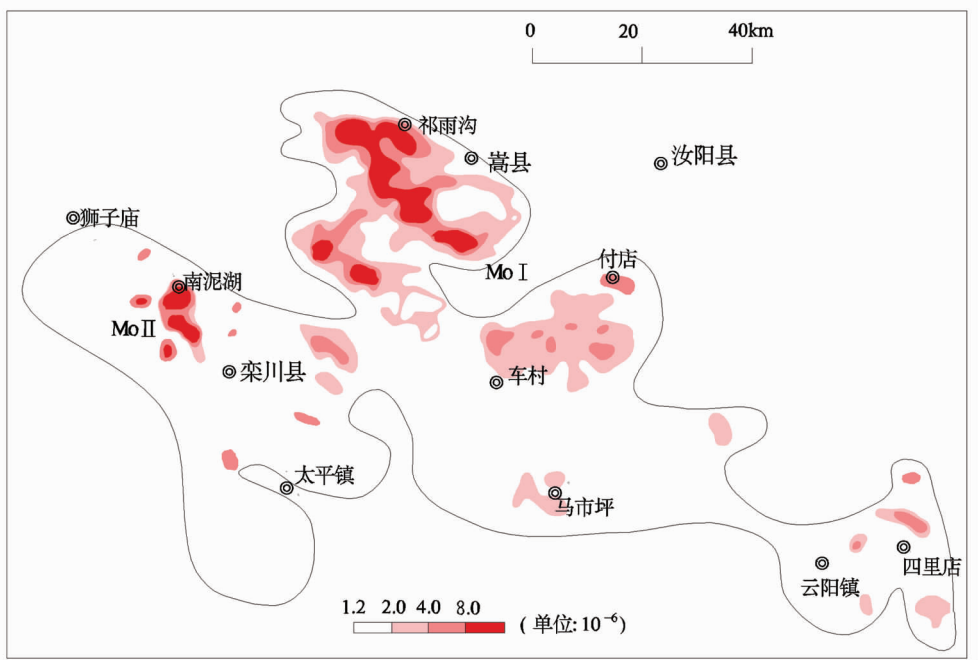


图 2 豫西钼地球化学块体分布图

Fig.2 Distribution of molybdenum geochemical blocks in western Henan Province

C_m 为地球化学块体内金的平均含量;
 D_h 为地球化学块体的厚度;
 σ 为岩块密度,本文采用 2.7 t/m^3 。

2 地球化学块体特征

2.1 金地球化学块体特征

豫西矿集区金地球化学块体(图 1)的面积为 $14\,906 \text{ km}^2$,下限为 1.8×10^{-9} ,高于中国中东部大陆地壳金的丰度 1.2×10^{-9} ,更高于华北陆块上地壳金的丰度 0.74×10^{-9} ,很明显,该区域是华北陆块南缘强烈的区域异常。若以 3.0×10^{-9} 为下限,区域异常面积可达 $2\,241 \text{ km}^2$ (表 1),栾川县以北长轴沿 NW 方向延伸,形状不规则,是豫西矿集区的主要矿产地;而栾川以南长轴近 EW 向,虽有区域异常,但浓集中心不明显,只有零星小金矿产出。实际上,在整个华北陆块的东南部,仅在边缘地带的豫西和胶东地区出现金的区域异常,中国的第一、第二黄金产地就处于这两个区域异常中。与胶东地区相比,豫西的地球化学异常无论是规模还是强度毫不逊色。经计算,现分别以 3.0×10^{-9} , 5.0×10^{-9} 和 10.0×10^{-9} 为边界的地球化学块体的参数如表 1 所示。

综观 Au 地球化学块体的形态可以发现,小秦

岭和熊耳山实际上同属一个大型异常区,不论是长轴的延伸方向,还是它们中心连线的方向都呈北西向;而崤山和二郎坪—南召一带则分别构成独立的异常。从异常强度分析,最强异常出现在小秦岭、熊耳山地区(含外方山西段)和星星阴一带。现将主要异常区分述如下。

2.1.1 河南小秦岭地区 Au 地球化学区域异常 (Au I)

该区的区域异常强烈,浓度梯度很大,异常区域集中,且具有明显的浓集中心,主浓集中心为 2 处 Au 含量超过 $1\,000 \times 10^{-9}$ 的特高异常区,分别位于文峪西北部和杨寨峪一带(图 3),文峪西北部的强异常区 Au 含量甚至高达 $1\,500 \times 10^{-9}$ 。除两大主浓集中心以外,区内还分布 3 个 Au 含量高达 $400 \times 10^{-9} \sim 800 \times 10^{-9}$ 的次浓集中心,在这些浓集中心附近现在几乎全部见矿。大于 10.0×10^{-9} 的区域占整个讨论面积的 62.5%,且该区域内高于 100×10^{-9} 的极高值区广泛分布,使得大于 10×10^{-9} 的整个区域 Au 的平均含量高达 86.9×10^{-9} ,Au 供应量占讨论区的 95.3%。从整个区域异常的特点来看,小秦岭地区有着巨量的物质供应,并且这种供应物质在空间上高度集中,完全具备为巨型矿集区提供足够成矿物质

表 1 豫西金地球化学块体各含量级异常的基本参数

Table 1 Parameters of different concentration levels of gold geochemical blocks in western Henan

含量级下限/ 10^{-9}	面积/ km^2	Au 供应量/t	样品个数	Au 平均含量/ 10^{-9}
3.0	2241	32686	879	14.6
5.0	1164	28395	591	24.5
10.0	482	23299	112	47.3

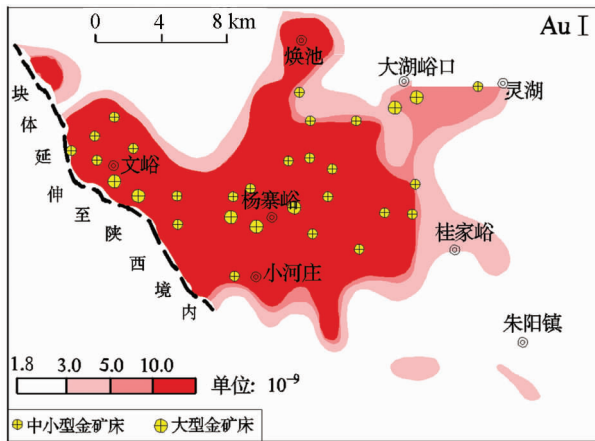


图 3 小秦岭地区金地球化学异常及已发现矿床位置图

Fig.3 Gold anomalies and gold deposits in Xiaolinling area

的先天条件。

2.1.2 熊耳山地区 Au 地球化学区域异常(Au II)

总体来看,熊耳山地区的 Au 地球化学异常虽然不如小秦岭强,但亦是一个强异常区,以 3.0×10^{-9} 为下限的异常面积达 $1\,060 \text{ km}^2$, Au 供应量为 $8\,932 \text{ t}$ 。两个强浓集中心分别位于祁雨沟和上宫地区,中心异常强度分别可达 300×10^{-9} 和 400×10^{-9} , 沿鹰咀山—大章一线的异常范围内分布着 4 个强度可达 $30 \times 10^{-9} \sim 60 \times 10^{-9}$ 的浓集中心。嵩县—木植街一线以东的大片异常未见浓集中心,在其中也没有发现有经济价值的金矿床。该区域西南部的南泥湖地区是豫西重要的钼矿田,此处金异常面积不大,强度不强,是钼矿的指示元素之一,不作为找金的有效异常。

2.1.3 星星阴地区 Au 局部异常(Au III)

星星阴地区的金异常面积不大,浓集中心的金异常可达 200×10^{-9} ,在豫西地区并不算很高,笔者通过对该区内的康山金矿考察后,认为这个区域的成矿特征很典型:①在区内沿西南到东北方向,依次分布有大量的铅锌矿、银矿、金矿的矿床或矿点,矿种

空间分带明显,如果从更大的空间尺度上看,区域上自 SW 方向到 NE 方向,主要矿种依次为钼矿、金矿、铅锌矿,同样具有明显的矿种空间分带特征;②金矿类型兼有石英脉型和构造蚀变岩型,矿体呈豆荚状,从 1270 标高绵延至 360 标高仍未尖灭,很多以前认为的小矿床经连续开采和工程验证,可达大型甚至是特大型级别;③此处的金矿和著名的上宫金矿同处于七里坪—星星阴大型构造蚀变带中,与上宫金矿具有相同的成矿构造背景,通过研究这两处的成矿规律,或许对探究其深部找矿具有指导作用。

2.2 钼地球化学块体特征

豫西钼地球化学块体是一个大型的钼地球化学块体,若以 1.2×10^{-6} 为下限,其异常面积高达 $6\,519 \text{ km}^2$ (如表 4)。华北陆块上地壳 Mo 的丰度为 0.6×10^{-6} ,异常衬度为 2.0。豫西钼地球化学块体长轴沿 NW 方向,形状不规则,强异常区主要集中在嵩县西部和南部的熊耳山地区以及栾川西北部,其异常具有强烈的浓集中心,南泥湖的异常浓集中心 Mo 的水系沉积物的最高含量高达 60×10^{-6} 以上,是豫西主要的钼矿田所在地。钼地球化学区域异常与 W、Au、Ag、Pb、Zn、Cu、As 等元素的区域地球化学异常套合良好,W、Mo 某些物理化学性质相似,在成矿地质作用中具有相似的地球化学行为,南泥湖及其附近形成了大规模的钨钼共生矿,还伴生一定量的铀。

2.2.1 熊耳山地区钼异常(Mo I)和南泥湖地区钼异常(Mo II)

熊耳山地区和南泥湖地区是豫西主要的钼矿基地,其中南泥湖地区集中分布着三道庄、南泥湖、上房沟 3 个特大型钼矿床,大小型矿床及矿点总计达 16 处之多,探明的钼的资源量已超过 160 万 t;熊耳山地区的异常规模较南泥湖地区大,分布着雷门沟、窑沟 2 个大型钼矿床和鱼池岭特大型钼矿床,外方山地区车村东北部的东沟特大型钼矿床,但探明资

表 2 河南小秦岭金区域异常 (Au I) 特征参数

Table 2 Parameters of areal geochemical anomaly of gold in Xiaozhiling area

含量级下限/ 10^{-9}	面积/ km^2	Au 的平均丰度/ 10^{-9}	单位面积金供应量/ (t/km^2)	金供应量/t
3.0	291	56.0	55.8	16228
5.0	215	74.3	74.1	15925
10.0	181	86.9	86.6	15671

表 3 熊耳山地区金区域异常参数

Table 3 Parameters of areal geochemical anomaly of gold in Xiong'er shan area

含量级下限/ 10^{-9}	面积/ km^2	Au 的平均丰度/ 10^{-9}	单位面积金供应量/ (t/km^2)	金供应量/t
3.0	1060	8.5	8.4	8932
5.0	508	13.3	13.2	6728
10.0	278	18.1	18.0	5013

表 4 豫西钼地球化学块体特征参数

Table 4 Parameters of molybdenum geochemical blocks in western Henan Province

含量级下限/ 10^{-6}	面积/ km^2	Mo 的平均含量/ 10^{-6}	单位面积钼供应量/ $(10^4\text{t}/\text{km}^2)$	钼供应量/ 10^4t
2.0	1588	5.4	0.84	1340
4.0	727	8.2	1.29	935
8.0	207	13.7	2.15	445

源量不足 120 万 t。Mo I 异常呈 NW-SE 方向展布,与区内金异常的展布方向一致,主体由祁雨沟—车村—付店一带,浓集中心呈带状北西向展布,北西部分强度高,面积大,南东部呈完整的面状,但强度低,面积小。Mo II 异常呈点状或带状分布于狮子庙—太平镇一带,其主体在南泥湖地区,其浓集中心多呈椭圆面状,异常梯度很大,边部的低异常区面积很小。Mo I 异常和 Mo II 异常的特征参数如表 5 所示。

从表中对比可以看到,熊耳山地区和南泥湖地区的 Mo 异常的差距很明显,虽然异常面积上熊耳山地区远远大于南泥湖地区,但其异常强度远远不及后者,这反映在单位面积金属供应量上,前者只有后者的 38%,在现阶段来看,以 2.0×10^{-6} 为下限的成矿率,Mo I 为 0.131,Mo II 却高达 0.829。虽然 Mo 的成矿率本来就高,但能够达到 0.829 这一极限水平,一方面是由于本文所选的异常下限比较高,剔除

了大量的背景供应量;另一方面是因为南泥湖地区是一个矿床极为集中、矿床规模大,但其所形成的异常规模并不大。而熊耳山地区的已探明资源量与其巨大的金属供应量显然不匹配,但可以肯定的是,熊耳山地区的钼矿资源潜力还是相当巨大的。

秦岭—大别钼成矿带是世界上最重要的钼成矿带之一,仅次于美国西部 Climax-Henderson 斑岩型钼矿带,东起于安徽省的池州市,经安徽金寨县(不久前发现一特大型钼矿,金属量 220 万 t,据新闻报道)延伸到河南省嵩县栾川一带,西至陕西华县,全长 800 多千米。其中分布着金寨、东沟、雷门沟、鱼池岭、寨凹、黄水庵、上房沟、南泥湖、三道庄、马圈、夜长坪、银家沟、大湖、木龙沟、石家湾、金堆城、黄龙铺等十多个大中型钼(钨)多金属矿床,信阳地区的大别山北麓的钼矿点不计其数,据张正伟等^[9]统计,钼储量占全国的 52%左右,假如用研究程度较高的南泥

湖地区的成矿率来预测豫西地区的总资源量,那么可以得到豫西地区钼资源总量为 1 110 万 t,而至今整个豫西地区探明的资源量不足 300 万 t,其潜在资源量高达 800 多万 t。该钼矿带处于华北陆块南缘巨大的钼地球化学省中,但很多大中型的钼矿床并没有形成大规模的钼异常,比如银家、夜长坪,其形成的 1.2×10^{-6} 下限的异常面积一般不超过 5 km^2 ,外围则是大面积的 0.8×10^{-6} 的背景区域,并没有以高背景的区域联接成片,很多矿致异常呈星点状分布于豫西钼地球化学省中。这一现象与钼矿的成因有关,很多钼矿与斑岩体或直立的爆破角砾岩筒的关系密切,导致钼矿的产状很陡,甚至是直立状态,并且爆破角砾岩形成延续时间短,矿液没有足够的时间与围岩进行物质交换,这样就导致了钼的原生晕和次生晕都很小。对于像这样异常规模与矿床规模不相匹配的情况,我们还不能简单地用地表的化探异常来评价矿床的资源量,需要对具有明显浓集中心的小异常进行物探及地质等多种方法的定位测量。这也提示我们,一些不起眼的小异常或许在以前的工作中被忽略,但与它们相关的钼矿床的规模往往很大。

3 豫西金地球化学块体的特点及区域成矿讨论

豫西地球化学块体具有以下特点:①异常强度大,尤其是河南小秦岭地区的个别浓集中心的异常强度能达到 1.5×10^{-6} 以上,高于 0.1×10^{-6} 的区域围绕浓集中心广泛分布;②强异常区域面积大,大于 10×10^9 的强异常区面积达到 482 km^2 ,大于 0.1×10^{-6} 的区域分布广泛,这在全国乃至世界上都是少见的;③供应的巨量物质高度集中。高达 23 299 t 的金供应分布在河南小秦岭及熊耳山等地区 482 km^2 的范围内,该块体平均每平方千米含金量 48.3 t,即 0.018 g/t,在小秦岭的强异常区中,这一数据甚至分别达到 86.6 t 和 0.032 g/t;④豫西地球化学块体是一个多元素异常的套合体,钼、银、铅、锌等多种成矿元素和指示元素的异常套合叠加良好;⑤金的高异常区向背景呈剧烈变化,金丰度的梯度很大,异常外带非常狭窄(图 3),甚至不出现。

通过对豫西各种资料的综合分析,笔者认为,豫西金矿集区和世界上大多数大型金矿集区有很多类似之处:金矿与古老的太古宙地体在空间位置上密切相关,金矿大多产于前寒武纪古老地层内或其边

缘部位;成矿时代大都集中于 135 Ma 前后,金矿与燕山期花岗岩体有着密切的联系等等,但最根本的还是它们都形成于规模巨大的地球化学块体中。一般来讲,矿集区的规模与金属供应量呈不同程度的正相关性,金属供应量的规模决定了矿集区的潜力。把豫西放在全球视野中来看,豫西成矿作用是中生代全球大规模成矿作用的一部分,全球大多数的矿集区都是在这一时期完成了主成矿作用。除了主产金、钼以外,豫西矿集区还产出大量的铅锌矿、钨矿、银矿及零星的铜矿,是 Au、Mo、Ag、W、Pb、Zn 等多元素的混合地球化学块体,各元素复合交融,混为一体,它们为豫西矿集区金矿的形成奠定了重要的物质基础。

地球化学块体研究的基础资料是区域化探扫面的数据,而这些数据受一些条件的限制有时不能完全反映实际情况:譬如弱化或掩蔽^[4]。在研究豫西金地球化学块体时,笔者也注意到地球化学块体的掩蔽现象,豫西独特的地理环境造就了地球化学异常的“与众不同”。小秦岭紧邻黄土高原,其较缓的外围被平均约 800 m 厚的黄土层所覆盖(地调一队未刊资料),陡峭的未覆盖区与现今的异常区几乎重叠。而这些黄土为外来物,并不是原地风化的产物,它们的存在使得原有的异常被部分遮蔽。小秦岭强烈的金地球化学异常之所以突然剧变为背景区,而不是渐变过渡,可能是因为原有的异常区与外来的覆盖物(黄土)具有截然不同的地球化学属性。笔者在考察崤山地区时发现,这里的地势较小秦岭缓,普遍被厚厚的黄土层覆盖,仅有的几处金异常和金矿也是出现在零星的未覆盖区,这或许是小秦岭和熊耳山同处一个金地球化学巨省而金异常并未连接成片的原因。熊耳山地区强异常中出现几个非异常的“空洞”(图 4),这几个“空洞”正好对应的是几个小型盆地,其中的砂砾物弱化了真实的地球化学异常。因此,不管是覆盖还是弱化都对地球化学块体蕴含的金属量和资源潜力可能会被低估。在现阶段深穿透地球化学方法未被大规模使用的情况下,本文只对已出露的异常进行计算,因此可能有些保守。

4 豫西金资源量的预测计算

豫西金矿地球化学块体是金元素高度富集的结果,这种大规模的富集作用形成了成矿的有利地段,它们是形成矿集区的“孵化器”。1999 年,谢学锦和

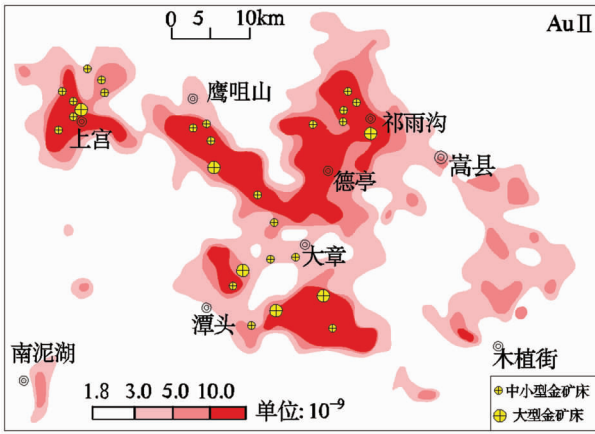


图 4 熊耳山地区金区域地球化学异常及已发现矿床图
Fig.4 Gold regional anomalies and gold deposits in Xiong'er shan area

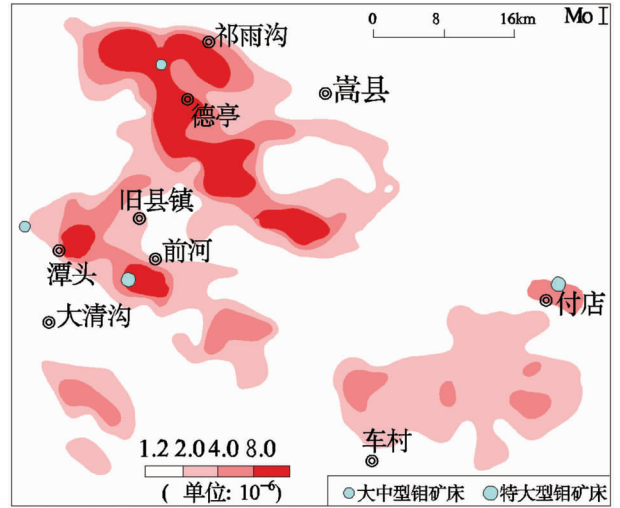


图 5 熊耳山地区钼地球化学异常图
Fig.5 Geochemical anomaly map of Mo in Xiong'er shan area

向运川^[7]认为,熊耳山地区勘查程度较高,其成矿率 0.059 与胶东地区计算的成矿率较一致,可以作为预测地球化学块体的标准。但此后在该勘查程度较高的地区又增加了不少资源量,并且该预测没有引入水系沉积物含量与岩石含量转换系数(η)。上宫金矿田是整个豫西研究程度最高的地区,无论是深部还是外围都有密集的工程控制,本文收集了大量上宫金矿田及其周围的矿床资料和区域地球化学资料(表 6),再次计算得到上宫矿田所处的地球化学块体成矿率(σ)为 7.479%,此成矿率是在经水系沉积物与岩石金含量换算后计算的,并且地球化学块体的计算下限高达 3.0×10^{-9} ,考虑了这些因素之后,这一成矿率实际上并不高。

笔者以 3.0×10^{-9} 为下限,以 1 000 m 为厚度对小秦岭、熊耳山和整个豫西地区的资源量作预测,其结果如表 7 所示。小秦岭和熊耳山地区的总体平均致矿率(探明资源量/Au 供应量),小秦岭是 0.024

7,熊耳山为 0.032 5,整个豫西地区只有 0.021 4,都远低于国内具有代表性的 0.059,更与穆龙套地区近 0.10 的成矿率相差甚远。对于豫西地区的金资源潜力,笔者还是相当乐观的。

对小秦岭地区金矿的资源量国内许多专家学者做过预测:

1981—1982 年,河南省地科所和河南地调一队采用德尔菲法预测金的资源量为 672.08 t,随后又用主观概率法预测金资源量为 545.72 t。

1993 年,河南地调一队据花岗岩浆成矿理论河南小秦岭预测金资源量为 700.3 t,陕西小秦岭为 428.3 t。

2009 年,冯建之等用齐波夫定律预测本区金资源量为 842.3 t。

总的来说,我们在选择计算标准时显得谨慎而保守,但不管用何种标准,所预测的资源量都比前人

表 5 熊耳山地区和南泥湖地区钼地球化学异常区参数

Table 5 Parameters of molybdenum geochemical anomaly zones in Xiong'er shan and Nannihu areas

异常编号	面积 /km ²	Mo 金属供应量/10 ⁴ t	单位面积 Mo 金属供应量 /(10 ⁴ t/km ²)	探明资源量/10 ⁴ t	成矿率
熊耳山地区钼异常 (Mo I)	1096	888	0.81	116	0.131
南泥湖地区区域异常 (Mo II)	94	199	2.12	165	0.829

表 6 上宫金矿田资源情况
Table 6 Resources of the Shangong gold orefield

矿床金属总量/t							地球化学块体金属供
上宫	虎沟	青岗坪+陆院沟	吉家洼	七里坪	干树凹	总计	应总量/t
42.5	21.3	13.5	4.5	1.5	2.5	85.8	1147

注：表中资源量为自最初勘探报告和最新危机矿山项目以及个别文献综合，地球化学块体金属供应量以 3.0×10^{-9} 为下限、1 000 m 为厚度计算。

表 7 豫西金地球化学块体资源预测
Table 7 Mineral resources prediction of gold geochemical blocks in western Henan

异常编号	小秦岭区域异常 (Au I)	熊耳山区域异常 (Au II)	整个豫 西地区
Au 供应量/t	16228	8932	32686
预测资源量/t	1214	668	2445
探明资源量/t	400	290	700
潜在资源量/t	814	378	1745

注：表中地球化学块体厚度按 1 000 m 计算，成矿率按 0.07479。

的多,这并不是盲目乐观,而是基于对区域地球化学数据的细致分析后,对区内巨量物质供应的重新量化测算。前些年在豫西金地球化学块体内的局部小异常发现了一些金矿床(如半宽金矿和申家窑金矿),小秦岭区域异常以外的大湖矿区、杨寨峪金矿和东闯金矿深部屡有新突破,很多矿床还不知道深部还能延伸多少,其资源量还在不断增加等等,近年来,豫西地区找矿呈现多点开花的局面,过去一些不起眼的小异常被验证出大矿,种种现象表明,我们对豫西的认识还远远不足,导致人们的预测评价很保守,往往带有主观色彩和个人经验。

笔者认为,除了两大区域异常资源潜力有待挖掘以外,整个矿集区的许多具有明显浓集中心的局部小异常也亟需考察评价;被覆盖的“隐伏异常”或许具有很大的潜力,需要引起重视。从成矿的角度讲,豫西的金地球化学异常不论是规模,还是结构,都不比世界大型金矿集区的异常差,若采用相同的 1.2×10^{-9} 作为异常下限,该块体内的金供应量(68 700 t)甚至可以和乌兹别克斯坦的穆龙套地区(86 400 t)媲美,但探明储量却不及穆龙套地区的 10%,这一科学问题值得我们深思。

5 结 论

(1) 豫西是豫西金、钼地球化学块体的主要分布区,块体的规模巨大,强度高,其中的 Au、Ag、W、

Mo、Pb、Zn、Cu 等成矿元素和指示元素套合良好,组合异常清晰,表现出明显的大型矿集区的特征。

(2) 通过地球化学块体预测的豫西地区金资源量为 2 445 t,预测钼资源量为 1 110 万 t。目前豫西探明的金、钼资源量仅分别约为 700 t 和 350 万 t,资源潜力还很巨大。

(3) 熊耳山地区 Mo 的金属供应量是南泥湖的 4.5 倍,但探明的钼资源量仅是后者的 2/3,其钼资源前景很可观。

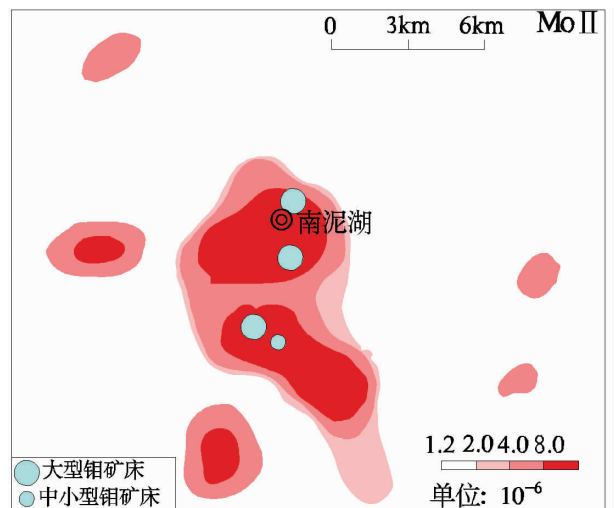


图 6 南泥湖地区钼地球化学异常图
Fig.6 Geochemical anomaly map of Mo in Nannihu area

(4)金、银、钼等矿种是在燕山期同一次大规模的成矿作用中形成的,它们具有相似的物源环境和相同的成矿作用背景。

(5)绝大多数的金、钼矿床都产于各自的地球化学块体之中,但也有一些矿床并不产在对应的地球化学块体内,而是以独立的、分散的小异常见矿,这类矿床如夜长坪钼多金属矿床和银家沟钼多金属矿床等,需对豫西这类小异常给予足够的重视。

致谢:衷心感谢河南地调一队资深高级工程师崔燮祥、龚启厚二位老先生在本文撰写过程中的悉心指导,感谢王杏村高级工程师为本文提供了部分基础地质图件,感谢编辑老师和审稿老师宝贵的建议。

参考文献(References):

- [1] 谢学锦. 用新观念与新技术寻找巨型矿床 [J]. 科学中国人, 1995, 5:15-16.
Xie Xuejing. Finding giant ore deposits with new ideas and new technology[J]. Scientific Chinese, 1995, 5:15-16(in Chinese).
- [2] 谢学锦, 刘大文, 向云川, 等. 地球化学块体——概念和方法学的发展[J]. 中国地质, 2002, 29(3):226-242.
Xie Xuejing, Liu Dawen, Xiang Yunchuan, et al. Geochemical blocks——Development of concept and methodology [J]. Geology in China, 2002, 29(3):226-242(in Chinese with English abstract).
- [3] 王学求, 申伍军, 张必敏, 等. 地球化学块体与大型矿集区的关系——以东天山为例[J]. 地学前缘, 2007, 14(5):116-123.
Wang Xueqiu, Shen Wujun, Zhang Bimin, et al. Relationship of geochemical blocks and ore districts; examples from eastern Tianshan metallogenic belt, Xinjiang, China [J]. Earth Science Frontiers, 2007, 14(5):116-123(in Chinese with English abstract).
- [4] 毛景文, 胡瑞忠, 陈毓川, 等. 大规模成矿作用与大型矿集区[M]. 北京:地质出版社, 2005:843-942.
Mao Jingwen, Hu Ruizhong, Chen Yuchuan, et al. Large-scale Metallogeny and Large Ore-concentrated Areas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2005:843-942(in Chinese).
- [5] 迟清华, 鄢明才. 应用地球化学元素丰度数据手册 [M]. 北京:地质出版社, 2007:80-115.
Chi Qinghua, Yan Mingcai. Geochemical Element Abundances Data Handbook[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007:80-115 (in Chinese).
- [6] 张伟伟, 朱炳泉, 常向阳, 等. 东秦岭钼矿带成岩成矿背景及时空统一性[J]. 高校地质学报, 2001, 7(3):307-315.
Zhang Zhengwei, Zhu Bingquan, Chang Xiangyang, et al. Petrogenetic-metallogenetic background and time-space relationship of the east Qinling Molybdenum ore belt, China [J]. Geological Journal of China Universities, 2001,7(3):307-315.
- [7] 谢学锦, 邵跃, 王学求. 走向 21 世纪矿产勘查地球化学 [M]. 北京:地质出版社, 1999:1-256.
Xie Xuejing, Shao Yue, Wang Xueqiu. Into the 21st Century of Mineral Exploration Geochemistry [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1999:1-256(in Chinese).
- [8] 刘大文, 谢学锦. 基于地球化学块体概念的中国锡资源潜力评价 [J]. 中国地质, 2005, 32(1):25-32.
Liu Dawen, Xie Xuejing. Evaluation of China's tin resources potential based on the geochemical block concept [J]. Geology in China, 2005, 32(1):25-32(in Chinese with English abstract).
- [9] 陈衍景, 富士谷. 豫西金矿成矿规律[M]. 北京:地震出版社, 1992, 1-234.
Chen Yanjing, Fu Shigu. Gold Metallogenic Regularity in the West of Henan[M]. Beijing:Geological Publishing House, 1992:1-234(in Chinese).
- [10] 冯建之. 小秦岭金矿床成矿作用及成矿物质来源 [J]. 现代地质, 2010, 24(1):11-17.
Feng Jianzhi. Gold deposits mineralization and the source of ore-forming materials of Xiaoqinling[J]. Geoscience, 2010, 24(1):11-17(in Chinese with English abstract).
- [11] 黎世美, 翟伦全, 苏振邦, 等. 小秦岭金矿地质和成矿预测[M]. 北京:地质出版社, 1996:1-200.
Li Shimei, Qu Lunquan, Su Zhenbang, et al. Xiaoqinling Gold Mine Geology and Metallogenetic Prediction[M]. Beijing:Geological Publishing House, 1996:1-200(in Chinese).
- [12] 胡受奚. 东秦岭北部成矿区带划分及金的侧向源成矿模式[C]//国家黄金管理局, 冶金部地质与勘探编辑部. 东秦岭地区金矿地质科研讨论会论文选编. 北京:国家黄金管理局, 1991:55.
Hu Shouxi. East division and mineralization zones in the northern part of eqm gold metallogenetic model of lateral source [C]//State Gold Administration Bureau, Geology Prospecting Editorial Board of Metallurgical Ministry. Preferential Disquisition of Gold Geology Scientific Symposium in East Qinling era. Beijing: State Gold Administration Bureau, 1991:55(in Chinese with English abstract).
- [13] 王享治. 小秦岭金矿田地质特征及矿床成因[J]. 矿床地质, 1987, 6(1):57-67.
Wang Xiangzhi. Geologic characteristics and ore geneses in Xiaoqinling gold ore field[J]. Mineral Deposits, 1987, 6(1):57-67 (in Chinese with English abstract).
- [14] 郭福琪, 胡正国. 小秦岭潼峪金矿床成矿模式分析[J]. 黄金科技动态, 1989(4):1-2.
Guo Fuqi, Hu Zhengguo. Analysis of mineralization model of Tongyu gold deposit in Xiaoqinling area [J]. Gold Technology Trends, 1989(4):1-2(in Chinese with English abstract).

Characteristics of Au And Mo geochemical blocks and an analysis of resource potential in the west Henan ore concentrated area

SUN Wei-zhi^{1,2,3}, ZHANG Deng-tang^{1,2}, MENG Xian-feng^{1,2,3},
FENG Jian-zhi^{1,2,3}, LI Lei^{1,2}, LIU Zong-yan¹

(1. No.1 Geological Survey Party, Henan Bureau of Geology and Mineral Resources, Luoyang 471023, Henan, China; 2. Key Laboratory of Gold and Silver Polymetallic Ore-forming Series and Deep Prognosis of Henan Province, Luoyang 471023, Henan, China; 3. Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 451000, Henan, China)

Abstract: Western Henan is an important base area of China's gold, silver, molybdenum, lead, zinc and polymetallic resources. In recent years, new ore deposits have been discovered in succession. Geologists' estimations of resources quantities in this area are quite different from each other. On the basis of geochemical blocks theory and through regional geochemical data processing and calculation, the authors delimited the boundaries of western Henan gold geochemical blocks and calculated their areas, amounts of metals available and mineralization rates according to different levels of gold, molybdenum content. Using calculating method to predict the amount of gold resources in western Henan, the authors obtained 2 445 t for total gold amount and 11.1 million tons for molybdenum. At present, proved reserves account for a very small proportion in forecast resources. Compared with anomaly ore-concentrated areas of the same level in the world, the proved resources of this area are obviously low. Therefore, it has considerable resource potential.

Key words: western Henan; ore concentration area; gold and molybdenum; geochemical blocks; resource potential

About the first author: SUN Wei-zhi, male, born in 1968, senior engineer, engages in geochemical exploration and research; E-mail: weizhi_sun@126.com.