

黑龙江省滨东地区 Cu-Pb-Zn-W-As-Sb-Bi-Au-Ag 地球化学块体矿产资源潜力预测

王希今¹, 胡忠贤², 李永胜², 刘桂香¹

(1. 沈阳地质矿产研究所 辽宁 沈阳 110033 ; 2. 黑龙江省区域地质调查所 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘 要 : 黑龙江省滨东地区是著名的铜铅锌钨成矿带。以金属活动态测量法进行的超低密度地球化学调查圈定的滨东地球化学块体为基础, 运用成矿可利用金属量定量评价模型与方法对该块体的 Au、Ag、Pb、W 等矿产资源潜力进行了预测, 预测结果远远大于该区已发现矿床的总储量, 说明预测结果是合理的。预测结果对进一步开展矿产勘查工作具有参考和指导作用。

关键词 : Cu-Pb-Zn-W-As-Sb-Bi-Au-Ag ; 资源预测 ; 地球化学块体 ; 黑龙江省滨东地区

地球化学块体是指具有金属高含量的巨大金属异常块体, 在地表平面上表现为具有一系列套合的从局部异常直到地球化学省甚至地球化学域的地球化学模式, 在垂向上可能具有一定的深度, 也就是说具有较大规模立体异常的地壳物质体^[1]。地球化学块体是由大型和巨型矿床或由一系列大小不等的矿床密集分布在四周所形成的异常。谢学锦院士指出: “并不是地球化学块体中的全部金属含量在成矿过程中都可以利用, 只有那些易被多种流体带出的活动态部分金属才与成矿有密切关系, 这里包括从亚微米至纳米尺度的超微细金属”^[1]。易被成矿利用的金属包括各种离子、络合物、原子团、胶体和超微细的亚微米至纳米金属颗粒。测定这种呈动态的金属在地球化学块体中的含量, 并追踪其逐步富集的轨迹比测定金属全量能更可靠地估计成矿金属的供应量, 从而能更可靠地预测大型、特大型甚至巨型矿床。

黑龙江省滨东地区 Cu-Pb-Zn-W-As-Sb-Bi-Au-Ag 地球化学块体是采用金属活动态 (MOMEQ) 测量法进行超低密度 (1 个样/100 km²) 地球化学调查时圈定的^①。

1 地球化学块体的区域地质背景与成矿特征

收稿日期 2006-12-04, 修回日期 2006-12-26. 张哲编辑。

①黑龙江省区域地质调查所. 黑龙江省铁力-尚志深穿透地球化学勘查报告. 2005.

②黑龙江省冶金地质勘探公司七〇三队. 宾县弓棚子铜锌钨矿床补充地质勘探报告. 1974.

③黑龙江省冶金地质勘探公司七〇三队. 黑龙江省阿城县石发铁锌矿床地质勘探报告. 1976.

④黑龙江省冶金地质勘探公司七〇三队. 黑龙江省阿城县五道岭钨矿床地质勘探报告. 1980.

⑤黑龙江省冶金地质勘探公司七〇三队. 黑龙江省阿城县白岭铜锌多金属矿床地质评价报告. 1986.

滨东地区 Cu-Pb-Zn-W-As-Sb-Bi-Au-Ag 地球化学块体位于哈尔滨市东部, 呈 NW 向展布, 面积近 600 km², 行政区划属宾县、阿城市、尚志市管辖。

本区的大地构造位置属小兴安岭-松嫩地块滨东隆起带上, 地质构造复杂, 岩浆活动和成矿作用频繁, 是黑龙江省著名的铜、铅、锌、钨成矿带 (图 1)^{[2, 3]②③④⑤}。

区内古老基底为新元古界一面坡群 (Pt₃ym), 盖层为古生界泥盆系下统黑龙沟组 (D₁hn) 石炭系上统唐家屯组 (C₃t)、二叠系下统玉泉组 (P₁y) 和土门岭组 (P₁t), 中生界有侏罗系中统太安屯组 (J₂t)、上统帽儿山组 (J₃m) 以及白垩系洮淇河组 (K₁t)。侵入岩主要有华力西晚期二长花岗岩和碱长花岗岩, 燕山早期花岗闪长岩和二长花岗岩。区域构造以 NE 向复背斜为格架, 上叠中生代火山-沉积盆地, 断裂以 NE、NW 向两组为主。

区内成矿作用主要有: 与华力西晚期碱长花岗岩 (kγ₄³) 有关的铁、铅、锌、钨矿床成矿亚系列和燕山早期与花岗闪长岩 (γδ₅²⁽²⁾) 有关的铜、锌、铁、钨矿床成矿亚系列。成矿规律如下: ①矿带空间上受复背斜控制, 而矿床、矿点受次级断裂构造控制。②下二叠统土门岭组大理岩及上二叠统五道岭组凝灰岩为主要的赋矿围岩。③成矿作用时间上分为两期, 即华力西晚期和燕

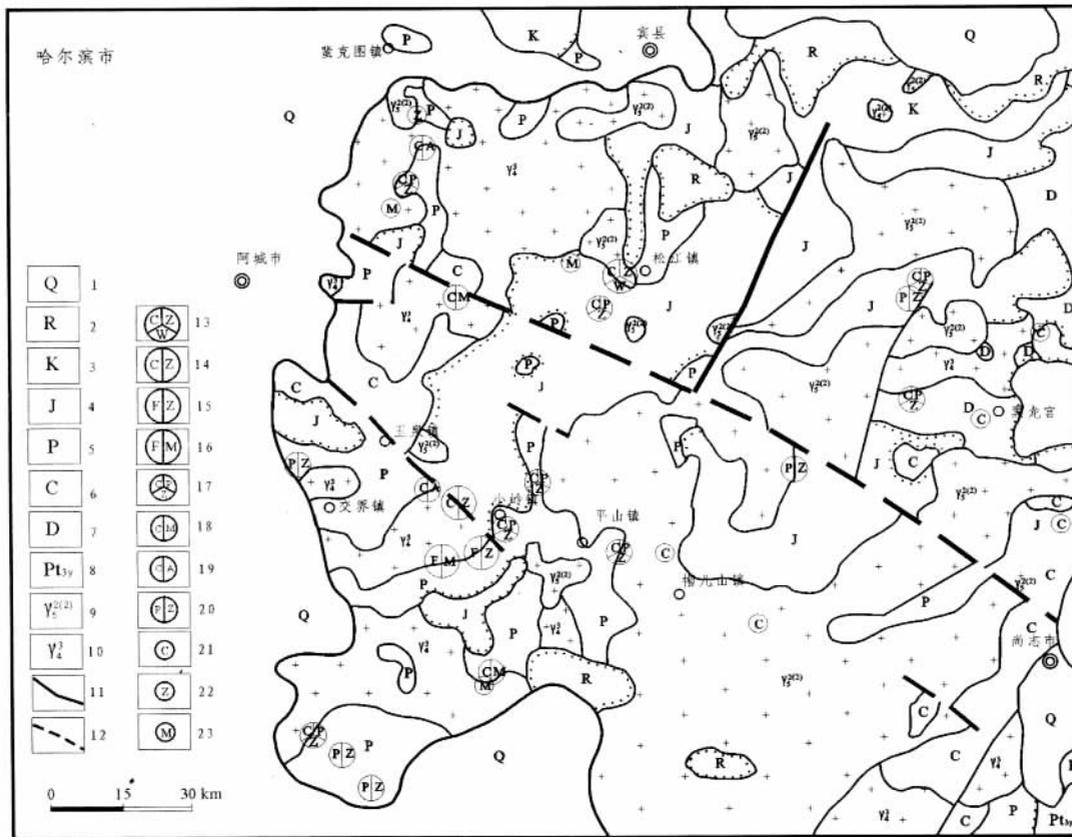


图 1 黑龙江省滨东地区地质矿产图

Fig. 1 Map of Geology and minerals in East Harbin area Heilongjiang Province

1—第四系 (Quaternary); 2—第三系 (Tertiary); 3—白垩系 (Cretaceous); 4—侏罗系 (Jurassic); 5—二叠系 (Permian); 6—石炭系 (Carboniferous); 7—泥盆系 (Devonian); 8—新元古界一面坡群 (Neoproterozoic Yimianpo group); 9—燕山早期花岗岩闪长岩和二长花岗岩 (Early Yanshanian granodiorite and monzonitic granite); 10—华力西晚期二长花岗岩和碱长花岗岩 (Late Variscan monzonitic granite and alkali-feldspar granite); 11—实测断层 (measured fault); 12—推测断层 (inferred fault); 13—铜锌钨矿床 (Cu-Zn-W deposit); 14—铜锌矿床 (Cu-Zn deposit); 15—铁锌矿床 (Fe-Zn deposit); 16—铁钼矿床 (Fe-Mo deposit); 17—铜铅锌矿点 (Cu-Pb-Zn ore spot); 18—铜钼矿点 (Cu-Mo ore spot); 19—铜金矿点 (Cu-Au ore spot); 20—铜锌矿点 (Pb-Zn ore spot); 21—铜矿点 (Cu ore spot); 22—锌矿点 (Zn ore spot); 23—钼矿点 (Mo ore spot)

山期。成矿元素具有继承性和差异性,华力西期以铁、钨为主,燕山期以铜、钨为主。已查明的金、银、铜、铅、锌、钨和钼的资源量情况见表 1。

表 1 滨东地区金、银、铜、铅、锌、钨和钼的资源量情况表
Table 1 Resources volume of Au, Ag, Cu, Pb, Zn, W and Mo in East Harbin area

矿床(点)名称	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	WO ₃	Mo
弓棚子铜锌钨矿床			129525		83295	30961	
白岭铜锌矿床	1.06	100	23289		127236		
五道岭钼矿床							41738
石发铅锌矿床				32471	119410		
秋皮沟铜铅锌矿点			3919	739	1011		
合计	1.06	100	156733	33210	330952	30961	41738

数据来源于黑龙江省矿产储量表(2000)。资源量单位 t。

2 地球化学块体元素异常特征

滨东地区 Cu - Pb - W - As - Sb - Bi - Au - Ag 地球化学块体元素异常规模较大, Au、As、Sb、Ag、W、Bi 元素异常面积均达到地球化学省。Au、As、Sb、Ag、Pb、Bi、W、Cu 等元素异常相互套合较好, 组合异常特征详见表 2。其中, HZB100Au - 23 的异常极大值为 2.85×10^{-9} , 平均值为 1.94×10^{-9} , 富集系数为 2.20, 有 2 个浓集中心 (位于松江镇北、山河镇东), 规模评序为 5; HZB100Ag - 24 的异常极大值为 1271.0×10^{-9} , 平均值为 351.0×10^{-9} , 富集系数为 3.83, 有 2 个浓集中心 (位于松江镇北、宾西南), 规模评序为 2; HZB100Pb - 12 的异常极大值为 42.0×10^{-6} , 平均值为 32.4×10^{-6} , 富集系数为 1.41, 有 1 个浓集中心 (位于山河镇东), 规模评序为 2; HZB100Bi - 13 的异常极大值为 $2.08 \times$

表 2 滨东地区 Cu-Pb-W-As-Sb-Bi-Au-Ag 地球化学块体组合异常特征一览表

Table 2 Composite abnormal characters of the Cu-Pb-W-As-Sb-Bi-Au-Ag geochemical block in East Harbin area

组合异常编号	单元素异常编号	A_a/km^2	C_{max}	C_{min}	C_a	C_l	衬度	分带
HZB100Hs - 10	HZB100Au - 23	1100	2.85	1.31	1.94	1.27	1.53	中
	HZB100As - 22	1800	761.2	12.3	72.48	12.3	5.92	内
	HZB100Sb - 20	2200	2.97	0.68	0.93	0.67	1.39	中
	HZB100Hg - 18	100	71.0	61.0	65.33	52.08	1.25	外
	HZB100Hg - 19	200	76.0	60.0	65.75	52.08	1.26	外
HZB100Hs - 19	HZB100Ag - 24	1000	1271.0	136	511	132	2.65	内
	HZB100Pb - 12	800	42.0	30.0	32.4	29.37	1.10	外
	HZB100Zn - 13	100	145	99	116	95.11	1.22	外
	HZB100Hg - 19	200	76	60	66	52.08	1.26	外
	HZB100Bi - 13	3000	2.08	0.42	0.63	0.42	1.50	中
	HZB100W - 11	1500	74.43	2.21	18.28	2.11	8.66	内
	HZB100W - 12	80	2.61	2.20	2.28	2.11	1.08	外
	HZB100Cu - 16	120	99.8	99.8	99.8	24.06	4.15	中
HZB100Cu - 17	80	37.5	37.3	37.5	24.06	1.56	外	

注： A_a —异常面积； C_{max} —异常内的最高含量； C_{min} —异常内最低含量； C_a —异常内的平均含量； C_l —元素异常下限；衬度— C_a/C_l ；组合异常编号 HZB100Hs - m 中的 HZB 代表黑龙江省中部地区，100 代表采样密度 1 个样/100 km²，Hs - m 代表 m 号组合异常；单元素异常编号 HZB100X - n 中 X - n 代表 n 号 X 元素异常。Au、Ag 元素含量单位为 10⁻⁹，其他元素为 10⁻⁶。

10⁻⁶，平均值为 0.63×10^{-6} ，富集系数为 1.97，有 2 个浓集中心（位于松江镇、宾西南），规模评序为 2；HZB100W - 11 的异常极大值为 74.43×10^{-6} ，平均值为 18.28×10^{-6} ，富集系数为 11.21，有 1 个浓集中心（位于宾西南），规模评序为 1。

3 矿产资源潜力预测

3.1 预测方法

矿产资源预测采用王学求教授提出的成矿可利用金属量定量评价模型与方法。成矿可利用金属是指在成矿过程中，能被流体溶解和携带至有利部位成矿的那部分金属，即金属活动态分量。在森林沼泽区易被成矿利用的金属活动态分量主要包括硅胶包裹及有机质吸附的金属元素。这些活动态形式金属能被流体和气体带出和搬运，不仅与成矿有密切关系，而且还能从矿体以各种途径向地表迁移，在地表疏松介质中形成活动态叠加含量，带来深部成矿信息，对找矿具有重要意义。测定这种呈活动态金属在地球化学块体中的含量，并追踪其逐步富集的轨迹比测定金属全量能更可靠地估计成矿金属的供应量，从而能更可靠地预测大型和巨型矿床^[4]。

成矿可利用金属量定量评价模型和方法与传统定量评价模型和方法（面金属量评价方法）不同。传统定量评价模型与方法中异常的模式是基于来自单个矿床

的“点”源分散，而实际上异常的形成也来自一个矿化区的若干个点源及矿床围岩高含量地球化学异常；传统定量评价模型（面金属量评价方法）只考虑了二维分散，即平面分散，而地球化学异常应有一定的深度，也就是说异常应该是立体的，即地球化学块体。传统定量评价模型计算方法只考虑了元素全量，而实际上即使一个元素在岩石中的全量再高，但如果在其中呈稳定态分布在造岩矿物中，就不易被流体带出带入而成矿，相反岩石中即使全量相对较低，但可被成矿利用的活动态部分相对较高，就容易成矿^[1]。

鉴于传统模型和方法的缺陷，王学求提出了成矿可利用金属量定量评价模型与方法。这一模型是基于如下考虑：①地球化学异常在平面上是“面型”的，在垂向上具有一定深度，即是元素三维分散的产物，称为地球化学块体；②形成矿床规模的大小取决于地球化学块体的体积和成矿可利用金属量的多少。

利用成矿可利用金属量对一个地区进行潜在资源量的定量评价，必须具备 2 个条件：①覆盖全区的地球化学资料；②成矿可利用金属分量（活动态金属量）。根据地球化学资料，在给定的异常下限条件下，就可以圈出地球化学异常。根据已知区矿床勘探深度，推测地球化学块体厚度。根据地球化学块体的面积和厚度以及地球化学块体内金属含量，就可以计算出这个块体内的金属总量。块体内的金属总量可用成矿可利用

表 3 滨东地区 Cu-Pb-W-As-Sb-Bi-Au-Ag 地球化学块体资源潜力预测表

Table 3 Prediction for the resources potential of Cu-Pb-W-As-Sb-Bi-Au-Ag geochemical block in East Harbin area

主成矿元素	地球化学块体面积/km ²	地球化学块体厚度/m	成矿可利用金属异常下限	成矿可利用金属量/t	成矿率/%	预测资源量/t
Au	1100	300	1.27×10^{-9}	1131.6	3.8	42.9
Ag	1000	300	132×10^{-9}	106920	3.8	4064.2
Pb	800	300	28×10^{-6}	18144000	3.4	615988.8
W	1500	300	2.11×10^{-6}	2563650	3.4	87035.9

金属总量公式： $M_t = A_a \times H \times D \times C_a$ 来表示。如果给出成矿率（矿床储量占地球化学块体内金属总量的比例），就可以计算出潜在的资源量，用公式 $M_p = M_t \times M_r$ 来表示。其中 M_t —成矿可利用金属供应总量； A_a —地球化学块体面积（m²）； H —地球化学块体厚度（m）； D —岩石密度（t/m³）； C_a —地球化学块体内可被成矿利用金属平均含量（ 10^{-6} 或 10^{-9} ）； M_r —成矿率（%）。异常下限是均值加 2 倍方差。资源量预测是按深度 300 m 异常面积内地球化学块体金供应量的 10%。探明储量系根据已有的矿产勘查报告提供的资料，岩石密度（t/m³）采用大陆地壳的平均密度^①。

3.2 预测结果

滨东地区 Cu-Pb-W-As-Sb-Bi-Au-Ag 地球化学块体矿产资源潜力预测结果见表 3。

滨东 Cu-Pb-W-As-Sb-Bi-Au-Ag 地球化学块体在寻

找 Au、Ag、Pb、W 等多金属矿方面具有较大潜力。

4 结语

本文采用的成矿可利用金属量定量评价模型与方法来预测资源潜力是一种新的尝试，预测结果远远大于已发现矿床的储量总量，说明预测结果是合理的。预测结果对进一步开展矿产勘查工作具有参考和指导作用。

参考文献：

- [1] 王学求, 谢学锦. 金的勘查地球化学[M]. 济南: 山东科学出版社, 2000. 309.
- [2] 康宝详. 中国矿床发现史·黑龙江卷[M]. 北京: 地质出版社, 1996. 42—61.
- [3] 韩振新, 徐衍强, 郑庆道. 黑龙江省重要金属和非金属矿产的成矿系列及其演化[M]. 哈尔滨: 黑龙江省人民出版社, 2004. 96—139.

PREDICTION FOR THE MINERAL RESOURCES POTENTIAL OF THE Cu-Pb-Zn-W-As-Sb-Bi-Au-Ag GEOCHEMICAL BLOCK IN EAST HARBIN, HEILONGJIANG PROVINCE

WANG Xi-jin¹, HU Zhong-xian², LI Yong-sheng², LIU Gui-xiang¹

(1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China;

2. Heilongjiang Institute of Regional Geological Survey, Harbin 150036, China)

Abstract: East Harbin area in Heilongjiang Province is famous for its Cu-Pb-Zn-Mo mineralization belt. Based on the East Harbin geochemical block, which is delineated by the ultra-low density geochemical survey with metal activity measuring, this study predicts the mineral resources potential of Au, Ag, Pb and W within the block applying the method of quantitative assessment modal for ore-forming usable metal. The resources volume by the prediction is much greater than the total reserves of the deposits that have been found, showing the result is reasonable. This prediction is a significant reference and guide for further mineral exploration.

Key words: Cu-Pb-Zn-W-As-Sb-Bi-Au-Ag; prediction for resources; geochemical block; East Harbin of Heilongjiang Province

作者简介: 王希今(1964—), 男, 高级工程师, 1985年毕业于成都地质学院放射性矿产地质专业, 现从事矿产地质勘查与研究工
作, 通讯地址 沈阳市北陵大街 25 号 邮政编码 110033 E-mail//xijinwang01@163.com

①王学求, 程志中. 覆盖区深穿透地球化学调查的理论与方法研究. 2003.