地质与资源 第21卷第3期 Vol. 21 No. 3 2012年6月 GEOLOGY AND RESOURCES

June 2012

文章编号:1671-1947(2012)03-0289-07

中图分类号 P618.68 P618.42 P618.43

文献标识码 :A

湖南省凤凰-麻阳地区汞铅锌矿成矿预测

付胜云 李泽泓 郑正福

(湖南省地质调查院 湖南 长沙 410116)

摘 要:针对凤凰--麻阳地区汞矿、铅锌矿成矿地质条件进行总结和研究,确定了本区汞铅锌矿产预测类型,建立了区域预测 要素和区域预测模型.根据成矿预测标志和级别划分原则,结合本区成矿区(带)的划分及矿床成矿系列特征,确定区内成矿 远景区 12个. 通过计算机优选结合人工干预,最终圈定了最小预测区(找矿靶区)19个. 关键词 :成矿预测 ;汞铅锌矿 ;凤凰--麻阳地区 ;湖南省

METALLOGENIC FORECAST FOR THE MERCURY-LEAD-ZINC DEPOSITS IN FENGHUANG-MAYANG AREA OF HUNAN PROVINCE

FU Sheng-yun, LI Ze-hong, ZHENG Zheng-fu (Hunan Institute of Geological Survey, Changsha 410116, China)

Abstract : With summarization and study of the ore-forming geological conditions of the Hg-Pb-Zn deposits in Fenghuang-Mayang area, the forecasting types of deposit in the area are determined to establish the forecasting elements for a regional forecast model. According to the forecasting criteria and grading principle, with the regional metallogenic belt division and the characteristics of ore-forming series, 12 prospective areas are forecasted. By computer optimization with manual intervention, 19 exploration targets are delineated finally.

Key words: metallogenic forecast; Hg-Pb-Zn deposit; Fenghuang-Mayang area; Hunan Province

凤凰-麻阳地区位于湘西鄂西成矿带的西段 松 桃--丹寨汞矿大带中段,是湘西鄂西成矿带重要找矿 远景区段之一.区内下中寒武统灰岩、白云岩十分发 育,为低温热液交代型汞矿、铅锌矿的重要赋矿层位, 成矿地质条件优越,区内已发现大小矿床(点)数十处. 凤凰-麻阳地区是解决矿产勘查后备选区紧缺问题、 保持矿产资源可持续供给能力、促进矿业可持续发展 的地区.历史上仅对凤凰地区富汞矿进行过远景预 测,对凤凰-麻阳地区汞铅锌矿进行成矿预测是一项 新的课题.本文针对凤凰-麻阳地区汞铅锌矿预测模 型进行总结,为研究区汞铅锌成矿预测提供依据,供 进一步找矿借鉴.

1 成矿地质条件

测区位于湘西鄂西成矿带南段 大地构造位置处于 扬子陆块南部被动陆缘褶冲带,其中部与西部属于张家 界-花垣褶冲带 东部则属沅陵-麻阳前陆盆地 湘黔深 大断裂从西北角通过.在漫长的地质历史发展时期中, 主要经历了雪峰运动、加里东运动、印支运动、燕山运动 及喜马拉雅运动等多期次构造运动的作用,不同时期的 构造运动在区内留下了变形程度、变形方式和变形特征 各异的构造形迹[1]. 根据变形特征与构造样式的差异, 将测区划分为3个构造变形区.(1)测区中部与西部地 区 褶皱形态清晰 规模大 连续性好 断裂构造相对集 中成带 彼此交织成网 互相穿插与叠置 限制与改造,

收稿日期 2011-09-13 修回日期 2011-10-25. 编辑 李兰英.

基金项目:中国地质调查局"1:5万阿拉、凤凰、云场坪、锦和幅区域矿产远景调查"项目(121201088090)资助。

作者简介,付胜云(1965—),男,高级工程师,主要从事矿产勘查及矿产远景调查工作,通信地址长沙市万家丽南路二段898号湖南地质大厦, E-mail//741212046@gg.com

构成了复杂的应变图像.(2)测区中部与东部地区:区 域上属于沅麻盆地的南西边缘部分,总体上来看,地层 产状平缓,构造变形比较简单,除局部地地段可见短轴 褶皱变形外,主要是断裂构造变形,并多以正断层形式 为主,其中不少曾为同沉积断裂.由于差异升降形成了 一些小型的地堑、地垒构造组合.(3)测区南东角:为白 垩纪红层盆地的南缘的基底部分.褶皱呈北东向展布, 以开阔倾伏型线状褶皱为特征,背斜向北东倾伏,向斜 向南西扬起.由于红层覆盖,大多出露不全.断裂较为 发育,总体呈北东向展布,部分发展成为红盆的边界断 层,控制红盆边界的形态.断裂往往具多期变形,早期 具张性活动,后期由南东往北西逆冲挤压而定型.

区内出露的地层[®]主要有青白口系、南华系、震旦 系、寒武系、奥陶系、白垩系、第四系.其中以寒武系、白 垩系最为发育,分布面积广.南华系、震旦系呈带状分 布于图区中部,青白口系分布于背斜核部,为一套浅变 质复理石砂页岩建造.地层总厚度7780余米.区内与 成矿关系最密切的岩石地层如下.

(1)大塘坡组(Nh₁d):岩性组合为一套紫红色、灰绿色绢云母板岩、粉砂质板岩、凝灰质板岩为主夹中粗粒长石石英砂岩.其底部为一套黑色炭质板岩夹 1~3 层透镜状含锰白云岩,产菱锰矿.其环境应属介质宁静、滞流水体的半封闭拗陷-障壁海湾沉积,厚 69.6~ 314.6 m.

(2)牛蹄塘组(-€₁n):下部以黑色薄层硅质岩、硅 质板状页岩为主夹高炭质板状页岩与石煤层,石煤层 中含磷结核;上部为黑色炭质板状页岩,间夹含炭质灰 岩.产海绵骨针 *Protospongia* sp.等,厚 60.4~272.5 m.牛 蹄塘组是在水动力条件较弱的还原环境下形成的滞流 海盆沉积,具饥饿盆地沉积特征,它是有名的"黑色 层",富含 Cr、Mo、V、Cu、Ag、Pb、Zn、Sb、U、P等有用元 素,局部地段构成钒矿层.

(3)清虚洞组(-C₁q):下部为深灰色中薄层状泥 质条带灰岩夹灰黄色泥灰岩及白云质灰岩;上部为 灰至灰白色中层状细晶白云岩夹泥质条带泥晶灰岩. 白云岩中脉石发育,泥晶灰岩中可见硅质结核.本组 岩性变化较大,由南西往北东,灰岩成分增多,白云 岩成分减少.发育水平层理与波状层理,属台缘缓 坡—潮坪相沉积.产三叶虫 *Redlichia* cf., *Changaspis* sp., *Yuehsienszella* sp., 厚 116.7~230.5 m.

(4) 敖溪组(壬₂a) ;测区可分二段 ,一段为黑色富钾 炭质板岩与深灰色中—厚层状含泥质白云质条带灰岩 互层. 二段为灰色、灰白色纹层状白云岩,有十分发育 的方解石、重晶石细脉或团块,为含汞锌矿层位. 测区 内一段岩性变化较大,在七梁桥以炭质板岩为主夹白 云质灰岩与泥质条带灰岩,而在茨岩关寨则以泥质条 带灰岩、纹层状泥灰岩为主,夹黑色页岩、钙质页岩及 灰质角砾岩. 水平层理与波状层理发育,白云岩中可见 鸟眼构造. 其一段属台盆—台缘斜坡沉积,厚 195.6~ 259.3 m; 二段属潮坪相沉积,厚 12.9~56.6 m. 组厚 217.7~284.8 m. 下部富含三叶虫化石 Fuchouia chiai Lu, Dorypyge sp., D. cf. pergranosa Resser et Endo, Wenkchemnia sp., Asolinoparia sp., Poliella sp., Sinoptychoparia sp., Ptychagnostuw sp., Orychocephalus sp., O. incurvua Lu et Chien, Pagetia beos awalcott, Poliella sp., Amphoten sp., Peronopwsis sp., Douposiells sp., Kootenia sp.

区内矿产较为丰富,矿种及类型较多.矿种主要有 Hg、V、Pb、Zn、Mo、Cu、Mn、P及硅酸盐钾矿、重晶石、高 炭质页岩等.其中 Hg、Pb、Zn、V 是本区优势矿种.矿床 类型主要有层控改造型 Hg-Pb-Zn 矿、断层破碎带型 Pb-Zn 矿以及沉积型 Mn、P、V 矿,以低温热液型与沉 积型矿产为主,主要分布于西部茶田-云场坪一带的 寒武系地层中.

区内水系沉积物地球化学场-组合异常特征如下. (1)区内 Pb-Zn-As 高强度之组合异常往往位于寒武纪 敖溪组、清虚洞组或震旦纪陡山沱组地层出露区 ,主体 异常明显受构造(褶皱构造、断裂构造)和岩性的双重 控制. 分布于白垩纪地层出露区之异常均为单元素异 常或简单的 Pb-Zn 组合 绝无 As 元素出现. (2)Hg-Sb-Au 元素组合异常:其主体异常均受褶皱构造(茶田复式 向斜、水田复式向斜等)和北东向断裂构造的双重控制. 其组合异常均位于寒武纪、震旦纪及白垩纪地层出露 区.(3)V-Mo-Ag-Cu-Ba-P-Ni 元素组合异常:在空间 上主体异常均受褶皱构造(茶田复式向斜、水田复式向 斜等)的严格控制.异常沿褶皱构造的两翼和扬起端分 布 制约了其在空间上的分布格局. 异常中心区均出露 寒武纪牛蹄塘组、敖溪组、车夫组或震旦纪金家洞组地 层. 异常明显受控于炭质板岩、炭质页岩岩性段. 南东 区之异常源来源于寒武纪牛蹄塘组,其异常组分齐全 (为 V-Mo-Ag-Cu-Ba-P-Ni),且相互套合程度高,多为 连续性好之高强度异常 找矿潜力大. 而白垩纪地层出 露区之异常则多为零星的单点低缓弱异常,其异常组 合为简单的 Ba 元素. 在此值得--提的是白垩纪地层出

●劳可通、等. 湖南省凤凰县茶田汞矿床地质特征及其成矿规律研究. 湖南省地矿局 405 队, 1984.

露区之 Ba 异常可作为区内在"红盆"寻找断裂破碎带 型 Cu、Pb、Zn 矿的直接找矿标志.

区域成矿地质环境研究表明,早古生代,本区位于 上扬子海南缘和过渡区北缘,海底地势北西高,南东 低. 往西,不断上升的康滇古陆提供陆屑来源. 往东,是 断续的江南列岛和深水海域分布区. 早寒武世早中期, 古地理轮廓与晚震旦世相近. 在晚震旦世陆表浅海— 边缘海沉积的基础上,区内为近海海滨与浅海陆棚区, 以泥质沉积为主. 早寒武世晚期至中晚寒武世属于台 地边缘浅滩、潮下高能浅滩、潮汐砂坝、台地前缘斜坡 或台地,主要为碳酸盐沉积区.呈北东—北北东向展 布、深切上地幔的断裂构造带与位于含矿地层之下成 矿元素含量高的早期地层为研究区成矿提供了丰富的 矿质来源.

2 矿产预测类型的确定

根据全国项目办的技术要求,结合凤凰汞锌矿床 成矿地质作用特征,凤凰-麻阳地区主要汞铅锌矿仅 茶田层控热液型汞锌矿1个预测类型,与全国预测方 法类型的对应关系为沉积型.

根据凤凰地区汞铅锌矿床(点)的分布情况,结合 成矿地质条件分析结果,凤凰铅锌矿资源量预测共划 分为1个预测工作区.

根据沉积型矿床的预测要求,并结合预测工作区 的实际情况,一共选择了1个工作程度较高并具有代 表性的矿床(茶田汞矿)所在的最小预测区(A-1)作为 模型区.

3 区域预测要素和区域预测模型的建立

茶田式层控热液型汞锌矿预测模型选择了凤凰县 茶田汞矿作为典型矿床.茶田汞矿为沉积型矿床.在典 型矿床的预测要素研究中 除了原来的成矿要素外,物 化遥综合信息主要特征有:重力异常不明显,化探异常 中的 Hg、Zn 异常与矿化体吻合,遥感的推测断裂构造 与实测成果基本一致,但铁染、羟基、自然重砂异常与 矿化体位置不吻合.

根据预测要素研究结果,以预测工作区成矿要素 图和区域成矿模式图为基础,通过地质、矿化、物探(主 要是磁法)等综合信息提取,叠加可用于预测的综合信 息异常,编制了凤凰地区区域层控型汞锌矿预测模型 图(图1).图中 ①表示大气降水成因的热卤水在循环 过程中淋滤并萃取地层中的汞等金属元素,形成含矿 热卤水(矿液) ;②表示在加里东构造活动期深部汞呈 气态沿深断裂上升至上地壳后,因温度降低而转变为 液态并加入向上运移的含矿热卤水中,汞在矿液中主 要以氯络合物的形式搬运;③表示-E₁n(即"黑层")中 形成的油气物质在加里东构造运动早期沿断裂系统向 上运移,途经容矿层时,少部分被滞留在容矿层封闭条 件较好地段或部位的岩石裂隙中,而大部分已逸散,仅 在途经的岩石裂隙中留下一些沥青质等碳氢化合物的 残余物质,④表示地层中含 SO4²⁻的水溶液被碳酸盐岩 中的沥青质、有机质及容矿层中的 CH4 还原,产生 H₂S 气体(还原硫),⑤表示矿液进入容矿层,溶液中的汞氯 络合物与还原硫反应生成 HgS 沉淀.

矿产预测区域预测要素如表 1.

4 凤凰-麻阳地区汞铅锌矿产预测要素变量的构置 与选择

4.1 预测要素及要素组合的数字化、定量化

工作区预测要素变量的构置●如下.

(1)地层和岩性 测区汞锌矿产资源受地层岩相控 制,主要集中产出于熬溪组地层中.容矿岩石是纹层状 粉-细晶云岩.容矿层之上理想的遮挡层浊积砾屑云 岩对汞矿寻找与评价有指示意义.容矿岩石的角砾化 被看作是最重要的找矿标志之一,强角砾化带是找富 矿的直接标志.容矿层厚度 70~90 m 是富矿集中地段.

(2)构造长期活动的北北东向深(大)断裂控制矿 带.矿带内北西向 级宽缓背斜控制矿床(矿田).北西 向 级背斜控制含矿体的密集分布段,层间破碎带及 北西向裂隙则是汞矿体的具体充填空间.分布在 级 北西向背斜内形态复杂的次级小背斜之轴部及其附近 往往是富矿的定位空间,富矿体主要呈北西向展布.

(3)岩相 汞矿产于浊积岩发育的斜坡相碳酸盐岩 中. 容矿层的汞的高浓度带对应浊积岩-灰质角砾岩 发育带. 矿带西部界线与碳酸盐岩台地相和斜坡相的 界线基本吻合.

(4)地球化学 多元素组合的地球化学异常带和异常区,往往反映了矿田、矿床的分布范围. 汞浓度在级(2×10⁻⁶)以上的高浓度带,才具有较大的找矿远景.

(5)重砂 重矿物的空间分布和富集程度反映了不 同地质背景的矿床成矿系列和矿床类型,异常区内主 要的重矿物一般为本区的主要矿种.

(6) 蚀变 与汞矿化有关的蚀变类型为白云石化、 硅化.

●劳可通,等.湘西凤凰地区富汞矿成矿规律及远景预测.湖南省地矿局405队,1992.







1—层状白云岩(layered dolostone);2—鲕粒白云岩(oolitic dolostone);3—砂屑白云岩(psammitic dolostone);4—浊积灰岩(turbidity limestone);5—白云 岩(dolostone);6—灰岩(limestone);7—泥质灰岩(argillaceous limestone);8—页岩(shale);9—黑色含钾页岩(敖溪组下段)(black potassic shale, lower member of Aoxi fm.);10—容矿层的盖层(C₂h, cover of ore-host);11—乱纹-包卷状白云岩(convolute dolostone);12—"角砾化"带(breccia belt);13—汞 矿体(mercury orebody);14,15—褶皱基底(元古宇冷家溪群)(folded basement, Proterozoic Lengjiaxi gr.);16—元古宇板溪群(Proterozoic Banxi gr.);17— 震旦系-中寒武统底部(Sinian to bottom of Middle Cambrian);18—中寒武统敖溪组上段第二岩性段(容矿层)(2nd member of upper Aoxi fm., ore-host); 19—中、上寒武统(Middle-Upper Cambrian);20—断层(fault);21—沉积相带界线(boundary of sedimentary facies);22—汞化探异常线(Hg anomaly); 23—锌化探异常线(Zn anomaly)

表 1 湘西凤凰-麻阳地区"茶田式"白云岩型汞铅锌矿区域预测要素表

Table 1 Foresasting elements for the Chatian type Hg-Pb-Zn deposits in Fenghuang-Mayang area

成矿要素			内容描述	成矿要素分类
区域成矿地质环境	成矿时代		中寒武世敖溪期	必要
	大地构造位置		扬子准地台	必要
	岩相古地理	古地理	盆地边缘斜坡	必要
		沉积相	盆地页岩相 无矿化	重要
			盆地边缘斜坡浊积岩及云质灰岩、泥质白云岩、页岩相:无矿化	必要
			盆地边缘斜坡云岩相: Hg、Pb、Zn 矿体 4 个中型 2 个小型 5 个矿点	次要
		沉积建造	含汞铅锌白云岩建造	必要
成矿作用	沉积作用		铜仁–凤凰汞矿带控矿下伏地层下寒武统黑色岩系存在较大规模的 Hg 亏损, 成矿物质主要来自矿带的下寒武统	必要
	叠加作用 ^四		低温、高盐度、富氯贫硫是茶田汞矿床成矿流体的特征,Hg可能主要呈 HgCL ²⁻ 部分呈 HgS的形式活化和迁移,成矿流体主要来自大气降水,低的 δ ^{is} O 值和低负 δ ^{is} C 值的结 合可有效预测矿化中心部位	重要
			断裂构造较发育,产生构造热源并成为热卤水的循环和渗滤通道	重要
区域成矿地质特征	含矿岩系岩性组合		敖溪组€₃a² ,由纹层和条带互层的–纹层状粉晶云岩组成, 是区内重要的汞锌矿容矿层	必要
	含矿岩系厚度		140~180 m	重要
	矿体形态		矿体与围岩(石灰岩)无明显界线,以含汞铅锌品位高低划界; 矿体形态有似层状、透镜状、串珠状、囊状及不规则状	重要
	矿物组合		(1)白云石、石英、黄铁矿、闪锌矿组合(2)白云石、重晶石、石英、闪锌矿、汞闪锌矿、 黑辰砂、辰砂组合(3)白云石、石英、沥青、辰砂、辉锑矿、硫汞锑矿组合(4)白云石、 沥青、辰砂、萤石、雄黄组合	次要
	结构构造		角砾状构造、斑块状构造、浸染状构造、晶硐状构造、细脉状构造、晕圈状构造 和皮膜状构造,自形粒状结构、他形粒状镶嵌结构、交代溶蚀结构和包含结构	次要
	规模		中型规模4个 小型规模2个 矿(化)点5个	重要
	化探异常		Hg、Zn 异常与敖溪组地层分布较吻合	重要
	物探异常		异常与矿点、敖溪组地层均无相关性	次要
	遥感异常		异常与矿点、敖溪组地层均无相关性	次要
	重砂异常		级异常中有 4 个矿点,1 个小型矿床,4 个中型矿床;	重要
			级异常中有1个矿点,1个小型矿床;级异常中无矿点	
	露头		地表可见含汞铅锌白云岩出露	重要

(7)遥感 遥感影像解译的几组方向构造的交汇部 位,往往是已知矿田或预测区的标志.

(8)物探 范围较大的磁场剧变区往往是矿田存在 的重要标志,单个局部磁异常则是找矿的间接(或直 接)标志.电性特征是寻找金属硫化物矿床的重要标 志.本区 Pb、Zn、Cu 多金属矿床一般都具有高极化率、 低电阻率异常.

(9)矿床分布的群集性 在同一地质环境里比较密 集地分布一群类型相同(似)的矿床,而其中往往有一 个是重要的,它可以达到大型或超大型规模.这种群集 性是在一定地质构造单元所形成的,成因上相互联系 的多种矿床组合的真实反映. 预测要素及其组合的定量化是开展矿产资源定量 预测的重要环节之一. 预测要素常常是概念性的. 为了 预测单元划分和定量化预测的需要,预测要素必须进 行数字化和定量化. 如将某一方向的构造确定为预测 要素,这种构造可以按线条表达,也可以通过做缓冲区 从而用面来表示. 这种情况下,构造带宽度的确定就是 一项重要的工作,缓冲半径的确定可以根据地质专家 的经验,同时采用一定的 GIS 定量化分析方法(包括统 计方法)辅助确定.

针对预测工作区的成矿特征、控矿因素等方面进 行详细分析后,建立了预测工作区的预测要素属性表. 然后在 MRAS 软件中对各个预测要素进行了数字化 和定量化.

4.2 变量初步优选

变量的二值化结束之后,通过选择定位预测变量 的方法(包括匹配系数法、列联表法和相似系数法),确 定各预测变量的权重值大小,通过设置阀值对预测变 量进行初步的优选,保留权重值较大的变量.以此为 例,由于各个变量对于预测该类型矿床均显示出比较 重要的特征,变量在其重要性上没有表现为有明显的 拐点出现,因此变量的阀值设置为 0. 如果量的阀值设 置为 0.15 则变量 2 这个预测变量将会被删除.

5 凤凰-麻阳地区汞铅锌矿产预测方法和结论

5.1 预测区圈定及优选

5.1.1 预测区圈定方法及原则●

(1)预测区的圈定分矿种、按预测方法类型进行. 以区域预测要素图为基础,采用地质体单元法圈定预 测远景区.本次评价预测的是汞锌矿及铅锌矿,共有2 个预测方法类型.采用地质体单元法划分预测远景区 或预测单元时,应按综合地质信息找矿模型的地质特 征、成矿必要要素和重要要素来划分预测区,并遵循下 列原则.

①在最小的预测区内 发现矿床的可能性最大 漏 掉矿可能性最小的空间,即最小面积最大含矿和最小 漏矿的原则.

②多种信息联合使用时,应遵循以地质信息为基础,以地磁、重力异常为先导,地、物、矿产等成矿信息综合标志确定预测区的界线.

③结合预测变量的分布情况确定分区范围. 一般情况下 单个预测区不能跨越同一预测变量的不同区域.

④预测区的圈定原则要详细、统一,使数据具有可 比性.本次工作比例尺精度为1:50000,因此预测区的 面积原则上不超过50 km².根据前3个原则,尽可能做 到面积最小化.

(2) 圈定预测区操作细则

沉积型汞铅锌矿,包括茶田式层控热液型铅锌矿, 它们的预测区的圈定方法都是采用不规则地质体法进 行圈定,即以含矿地层的出露底界向倾斜方向外推一 定的宽度,再综合叠加物化遥等综合信息来确定,基本 反映了含矿地质体在预测深度内的水平投影面积.

(3)预测区级别的划分

根据成矿条件的有利程度,预测标志的可信度和 以往地质工作程度的高低,将预测区划分为 A、B、C 级 (表 2).

表 2 成矿预测区划分标志表

 Table 2
 Classification of the forecasted metallogenic areas

级别	成矿地质条件	预测标志	基础工作条件	地表矿化
А	与已知矿田相似	很明显	好	好
В	与已知矿田相似	明显	较好	较好
С	较好	有成矿预测标志	较差	不明显

(4)成矿远景区的确定

根据上述成矿预测标志和级别划分原则,结合本 文成矿区(带)的划分及矿床成矿系列特征,确定区内 成矿远景区 12 个.

5.1.2 预测区优选

矿产资源定位预测是以模型单元集合建立的统计 模型,对未知单元定量类比达到矿产资源体定位的目 的.其预测模型的建立需要有较精确的模型单元,它是 建立预测模型的基础.

模型单元选择的最基本要求是所选出的模型单元 集合中,单元的储量与控矿因素之间有着良好的对应 规律,能够较好地反映矿产资源体储量和控矿因素之 间的客观规律.

由于模型区的选择对以后的预测结果有很大的影 响,因此模型区的选择这一步显然非常重要.模型区选 择的主要依据包括以下2个方面:一是工作程度要高. 根据矿床的勘探或详查资料详细程度,尽量选择研究 程度高的单元,使大多数单元具有一定的可靠性.二是 要有代表性.模型区应尽可能的反应各预测工作区内 铅锌矿的特点,并拥有已探明的储量报告.

汞锌矿及铅锌矿共有 2 个预测类型 19 个预测工 作区,由于不同的预测工作区的工作程度和范围不一 样,我们根据各预测工作区的实际情况选择了合适的 模型区.

在变量的初步优选研究之后,通过构造预测模型 然后使用平方和法(即矢量长度法)计算出各预测变量 的标志权系数.通过比较发现,匹配系数法和平方和矢 量法两种方法得出来的各预测变量对成矿作用的大小 基本一致,变量的选择具有较高的可信度.

根据预测模型得出的预测变量的权重,计算各预 测单元的成矿概率,并制作成矿概率的曲线图.

根据成矿概率的大小对预测区进行优选. 在靶区 分类点和阈值的选择上面,必须通过不断的尝试才能 最终确定,但是对明显的拐点应尽量使用. 此外,优选 阈值的选择不能过高或者过低,如果选择过低,则会导

●黄革非 ,贾宝华 ,孙海清 ,等. 湖南省铅锌矿资源潜力评价成果报告. 湖南省地质调查院 ,2011.

致最终的靶区数量太多,不能很好的反应成矿的分布. 而如果阈值选择过高,则会导致最终的靶区数量太少, 漏掉一些成矿有利的地段.在曲线图上将阈值以下的 区去掉,保留阈值以上的区,最后用3个分类点将保留 下来的预测单元分为3级,每一级用不同的颜色表示. 最终的选取结果如下:成矿概率值小于0.4938的预测 单元,我们认为其成矿条件不利,目前认识为不成矿 区,先去掉.再将成矿概率大于等于0.8217的预测单 元划分为A类;成矿概率为0.6960~0.8217之间的预 测单元划分为B类;成矿概率为0.4938~0.6960之间 的预测单元划分为C类.

通过计算机按照成矿概率值的大小进行最小预测 区的分级之后,由于信息不对称或者工作程度的差异, 导致部分有已知矿床(点)的最小预测区被计算机删除. 因此对于计算机圈定的结果需要在专家的指导下做出 适当的、合理的人工修正,力求获得最好的预测结果. 5.2 预测区级别划分

通过计算机优选结合人工干预,最终圈定了最小预测区 19 个.其中 A 类最小预测区 2 个 B 类最小预测区 11 个 C 类最小预测区 6 个.最小预测区级别的 划分是以该最小预测区的成矿概率值的大小并结合各 个预测工作区的实际地质情况来划分的.一般而言 A 类最小预测区的成矿概率最大,大部分已探明资源储量.B 类最小预测区的成矿概率太之,一般都有矿点或 矿化点落在其中.C 类最小预测区的成矿概率最小,一般是仅仅通过物化探等综合信息圈定出来的.

参考文献:

- [1]湖南省地矿局区调队.1:20万芷江幅区域地质调查报告[M].北京: 冶金工业出版社,1973.
- [2]何江,马东升,刘英俊.湘西茶田汞矿床成矿地球化学及其热水隐爆 成矿模式[J].桂林工学院学报,1995,15(4):319—327.

(上接第 336 页 / Continued from Page 336)

参考文献:

- [1]付建明,谢才富,彭松柏,等.湖南骑田岭花岗岩及其暗色微粒包体 的地球化学与壳幔岩浆的混合作用[J].地球学报,2006,27(6): 557—569.
- [2] 葛良胜 邹依林 ,李振华 ,等. 云南马厂箐(铜、钼)金矿床地质特征及 成因研究[J]. 地质与勘探 2002 38(5):11-17.
- [3]郭晓东,王治华,陈祥,等.云南马厂箐斑岩型铜钼(金)矿床 地质特 征与矿床成因[J].地质学报 2009 83(12):1901—1914.
- [4]彭建堂,毕献武,胡瑞忠,等. 滇西马厂箐斑岩铜(钼)矿床成岩成矿 时限的厘定[J]. 矿物学报 2005 25(1):69-74.
- [5]郭晓东, 王治华, 屈文俊. 云南省马厂箐斑岩型铜、钼矿辉钼矿 Re-Os 年龄及其地质意义 [A]//2008 年第九届全国矿床会议论文集, 2008 /453—454.
- [6]何明勤 杨世瑜 陈昌勇,等. 滇西小龙潭-马厂箐地区铜金多金属矿 床地质地球化学及成因研究[M]. 北京 地质出版社 2004.
- [7]毕献武,胡瑞忠,叶造军,等.A型花岗岩类与铜成矿关系研究—— 以马厂等为例[J].中国科学(D),1999,29(6):489—495.
- [8]Chappell B W, White A J R. Restite enclaves and the restite model[A] //Didier J, Barbarin B, eds. Enclaves and Granite Petrology. Amsterdam: Elsevier,1991: 375—381.
- [9]Didier J. Granites and their enclaves: The bearing of enclaves on the origin

of granite[A]//Development in Petrology. Amsterdam: Elsevier ,1973:393.

- [10]Vernon R H. Microgranitoid enclaves in granites-globules of hybrid magma quenched in a plutonic environment [J]. Nature ,1984 ,309: 438-439.
- [11]莫宣学,赵志丹,喻学慧,等.青藏高原新生代碰撞-后碰撞火成岩 [M].北京 地质出版社 2009:67-78.
- [12]Wyllie P L, Cox K G, Biggar G M. The habit of apatite in synthetic systems and igneous rocks [J]. Petrology ,1962 ,3(2): 238-243.
- [13]肖庆辉,邓晋福,马大铨,等.花岗岩研究思维与方法[M].北京地 质出版社 2002:53—71.
- [14]刘成东. 东昆仑造山带东段花岗岩岩浆混合作用[M]. 北京 地质出版社 2008: 78-103.
- [15]徐兴旺,蔡新平,宋保昌,等. 滇西北衙金矿区碱性斑岩岩石学、年 代学和地球化学特征及其成因机制[J]. 岩石学报 2006 22(3): 631—642.
- [16]莫宣学,路凤香,沈上越,等.三江特提斯火山作用与成矿[M].北 京地质出版社,1993,1—267.
- [17]刘成东 莫宣学,罗照华,等.东昆仑壳--幔岩浆混合作用:来自锆石 SHRIMP 年代学的证据[J].科学通报,49(6):596—602.
- [18]刘福田,刘建华,何建坤,等. 滇西特提斯造山带下扬子地块的俯冲 板片[J]. 科学通报 2004 A5(1): 79-83.