

7-12

地质异常理论在找矿靶区优选与评价中的应用

p618.5/10.8

——以新疆“305”项目《阿其克布拉克—梧桐沟一带金铜成矿靶区优选与评价》为例

卢宇 李师兰 余成就 熊晓明

(江西地质矿产局 916 大队·九江·332100)

地质异常是地壳演化过程中构筑的特殊空间实体,它的存在是矿床形成的必要条件,圈定地质异常有利于缩小找矿靶区和明确找矿目标。应用这一理论在新疆“305”项目研究中收到了良好的找矿效果。

关键词 地质异常理论 红山金矿 南庐金矿 新疆东天山

金矿床 找矿靶区 优选

1992 年我们承担了“305”攻关项目——《阿其克布拉克—梧桐沟一带金铜成矿靶区优选与评价》课题。在课题实施过程中,应用地质异常理论进行靶区优选。在第一、第二批圈定的 15 个地质异常中,检查了 9 个,发现了红山金矿、南庐金矿化带及另外 3 个矿化点,收到了良好的找矿效果。

1 地质异常理论概述

地质异常理论是 80 年代初提出的,并在成矿预测中得到应用,但对“地质异常”的含义各家认识尚不统一。我们认为:地质异常是地壳演化过程中“畸变”所构筑的空间实体,它是在特殊时期、特殊环境下,经一定地质作用形成的与周围地质背景有显著差异的物质组成与结构的整体概括。矿床的形成需要一定的物质来源、地质条件,以及能源、物化和生物环境,而这些条件、环境与周围背景有着明显差异,是一种在区域上发生了变异的空间实体。这种实体就是地质异常。因而,地质异常包容着已知或未被认识、未被发现的矿床。由此,我们认为找矿的过程首先是寻找地

质异常的过程,地质异常圈定了,找矿的目标也就明确了。

地质异常的组成要素是多方面、多层次的,其中最基础的是特殊的“层、体、面”。“层”是特殊的岩层、地层、岩性层(段)或相域的简称,起到矿源层、聚矿层、活泼岩性层(易交代)、屏蔽层、溶滤层的作用;“体”是特殊的侵入体、喷出岩体、构造岩体、变质、蚀变岩体的简称,它们可能是含矿岩体、成矿岩体、热源体、热液蚀变岩体(带);“面”是特殊的侵入接触界面、岩层面、不连续沉积面、断层、节理等的简称,它们的特殊性表现在其产状、形态、物质成分、变形程度与机制等方面与区域性相比都发生了性质、程度和变化速率的变化,从而构成了“异常”。

矿物异常(矿物组合、标型矿物、矿物标型特征)、地球物理、地球化学异常,是地质异常的高层次反映,是圈定地质异常的重要标志。单位面积或单位体积内各种地质体或同一地质体不同属性的组合异常,也是地质异常的组成要素。成矿的矿源、能源、水源的补给条件、物理化学、生物环境、成矿元素规

本文 1994 年 12 月收到,林镇泰编辑。

模聚集的“运、储、盖”空间,均可用成矿有利度表示,并作为地质异常的重要组成部分,但它们较“层、体、面”具有更高的层次。

在确定地质异常组成要素时,需从不同角度、不同方面去考察不同尺度、不同水平的地质资料,应用“求异”原则与方法。

地质异常组成要素的构成及其空间组合关系、序次关系,我们称之为地质异常的结构。不同的结构反映不同的演化历史和构造环境,其赋存的矿产、类型和规模也就不同。因此,对地质异常结构的分析与研究就显得非常重要,它可以反映地质异常中各组成要素对成矿或作为找矿标志的重要程度,使我们有可能确定各具体地质异常(区)检查时应重点调研的异常“层、体、面”,提高工作效率。

综上,地质异常是由具体的异常构成的,它具有组成的、序次的、结构的特征。因而它所包容的矿床的大小,就不单单决定于地质异常的规模,还取决于地质异常的结构,一般来讲,规模大、强度高的地质异常包容着规模大的矿床,但规模小的地质异常也可能包容着规模大的矿床。

地质异常理论用于成矿靶区优选与评价的关键,是确定预测区内的地质异常组成要素及圈定地质异常或地质异常区。下面以《阿其克布拉克—梧桐沟一带成矿靶区优选与评价》课题为例作一介绍。

2 工作区地质概况

本课题的工作范围为新疆吐鲁番市、鄯善县南部,属东天山中西部,为一东西长100km、南北宽40~50km的条带。区内于1958~1962年间,为找铁矿开展过1/5万、1/20万区调,同时进行过物化探工作;近年“305”项目、新疆地矿局在该区开展了中小比例尺区域地质、物化探调查及彩红外航空摄影。但总体研究程度仍较低。我们详细解释了该区彩红外照片,并取得了一些新认识:卡瓦布拉克大断裂在阿其克布拉克往东分为两

支,北支与阿其克布拉克大断裂交汇合并,南支呈折线状往南东方向延伸;并据康古尔塔格、阿其克布拉克、卡瓦布拉克3条大断裂的分布情况,将工作区划分为5个构造区(见图),其特征如下:

I区 指康古尔塔格断裂带以北地区,出露小热泉组(C_{1x})含凝灰质碎屑岩(局部发育火山岩),苏穆克组(C_{2s})、底坎尔组(C_{2d})碎屑岩;有华力西中晚期黑云母花岗岩基、岩株侵入。褶皱、断裂发育程度较弱。地球物理场表现为重力、磁力高,地球化学场表现为Au、Ag、As等低值区,出现局部异常。

II区 康古尔塔格断裂带所处地带为重力、磁场的变异常,出露干墩组(C_{2g})沉凝灰岩、岩屑砂岩、硅质岩、绢云母板岩和苦水组(C_{2k})浊积杂砂岩。岩层已强烈韧性剪切变形,片理及各种旋转构造发育。华力西中晚期花岗岩株、岩瘤、辉绿岩脉、岩墙也出现弱片理化,并呈S形展布。该区为Cu、Pb、Zn、Au、As的高值区,出现上述元素异常,并且相互吻合较好。已发现2处金矿化点。

III区 南界为阿其克布拉克大断裂,北界为康古尔塔格断裂,呈三角形,我们称之为构造三角区,表现为重力低,磁场低缓。主要出露牙曼苏组(C_{1y}),其下亚组为钙质砂岩夹灰岩,上亚组为中酸性火山熔岩、火山碎屑岩。另有底坎尔组(C_{2d})碎屑岩及二叠系阿其克布拉克组(P_{2a})、侏罗系碎屑岩出露。华力西中晚期花岗岩枝、岩瘤侵入 C_{1y} 中。构造挤压强烈,不对称褶皱发育。南庐一带 C_{1y} 、 P_{2d} 呈S形弯曲, C_{1y} 火山岩受退色化、硅化和黄铁矿化。

在构造三角区内,Au、As等呈低值,仅有零星、范围小的Au异常,但其东延部分Au、As、Sb、Bi、Hg异常发育,且已发现西滩(石英滩)金矿。

IV区 即中天山隆起区,呈一狭窄条带作北西向展布,出露元古界星星峡群片麻岩、片岩。其北西段(阿其克布拉克大断裂与卡瓦

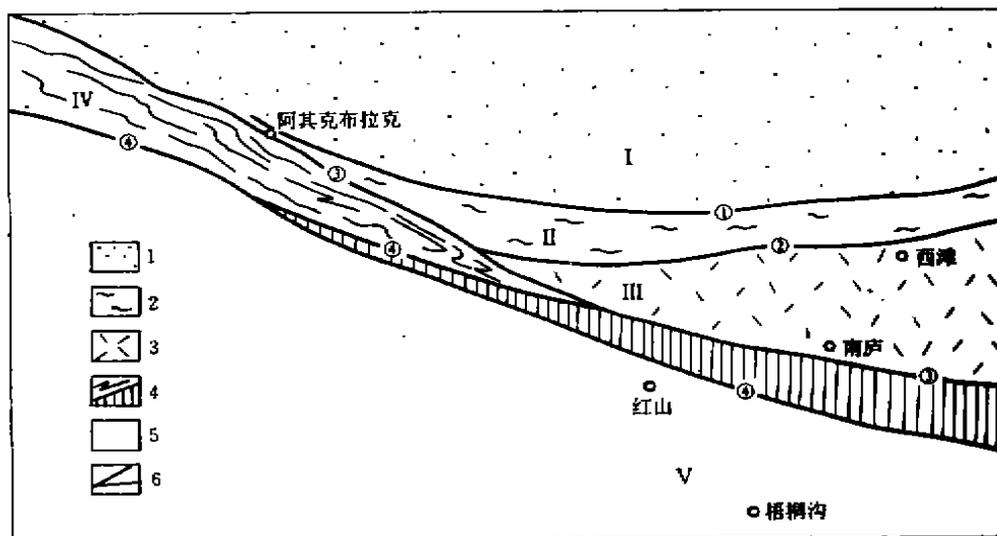
布拉克大断裂北支交汇点以西)为一强烈构造挤压区,南东段挤压不强,主要表现为深变质和混合岩化。

V区 卡瓦布拉克大断裂以南区域,出露乌勇布拉克群(S—D₁)w碎屑岩建造,阿尔彼什麦布拉克组(D₁a)碎屑岩建造,阿拉塔格组(D₂a)碳酸盐建造,克孜勒塔格组(D₃k)含凝灰质碎屑岩、灰岩、火山岩建造,草湖坪组(C₁c)砾岩、砂岩、灰岩。华力西期黑云母花

岗岩、碱性花岗岩、石英斑岩、闪长岩呈岩基、岩株侵位。褶皱发育,断裂较少。重力场为平缓重力低,正磁场,磁异常多见于花岗岩体边部。已发现1处金铜矿点。

3 靶区优选

根据工作区地质研究程度及已知矿床点找矿标志综合分析,确定下列标志为本区地质异常的组成要素:



地质构造分区示意图

1—I区;2—II区;3—III区;4—IV区;5—V区;6—深大断裂;①康古尔塔格断裂带北缘断裂;
②康古尔塔格断裂带南缘断裂;③阿克布拉克大断裂;④卡瓦布拉克大断裂

3.1 地层中的不连续界面、特殊岩性层及建造、岩相变化。主要有下泥盆统阿尔彼什麦布拉克组(D₁a)与乌勇布拉克群(S—D₁w)、中泥盆统阿拉塔格组(D₂a)与下泥盆统阿尔彼什麦组布拉克组(D₁a)、下石炭统牙曼苏组(C₁y)上、下亚组之间,上石炭统底坎尔组(P₂d)与下石炭统牙曼苏组(C₁y),二叠系阿克布拉克组(P₂a)与石炭系之间的沉积不连续界面;上泥盆统碳酸盐建造、下石炭统火山碎屑岩建造。

3.2 褶皱、断裂构造的特殊部位或构造叠加部位。如背斜核部及其倾伏端;深大断裂边缘

次级断裂、断裂交汇部位、火山机构与岩浆穹窿;韧性剪切带中的强应变带、膨大、分枝及后期脆性变形叠加部位。

3.3 特殊的侵入体及其形态、产状变化部位。华力西中晚期花岗岩枝、岩瘤、隐伏、半隐伏岩体、次火山岩体为特殊岩体。

3.4 中酸性火山碎屑岩、次火山岩为特殊岩性层(体)。

3.5 硅化、钾化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、褐铁矿化、红化等蚀变标志。

3.6 地球物理场的局部变化场。如局部重力低,与铁矿、中基性岩无关的弱磁异常。

3.7 地球化学异常。结合地质条件选择 Au、As、Sb、Hg、Ag 异常或组合异常,以剔除因不同地质体元素背景不同而引起的异常。

3.8 标型矿物与矿物标型特征。标型矿物有自然金、自然银、毒砂、辰砂;细粒、浅色的五角十二面体黄铁矿可作为找金矿物标型特征。

然后依据地质构造条件,将工作区 I、I、II 区合称北带,IV、V 合称南带,分别设置

了如表 1、2 所示的地质变量,并给以二态变量赋值。以 1/20 万地质矿产图(综合了 1/5 万地质矿产图、彩红外摄影)为底图,选用 5km×5km 为单元网格进行变量统计,圈定地质异常,统计排序后,确定了 11 个地质异常作为第一批预测靶区,后来发现的南庐金矿化带即处于其中的构造三角区地质异常中。

表 1 北带地质异常选择变量

地质变量	C _{1y} ² 与 C _{1y} ¹ 界面	C _{2d} 与 P _{1y} 界面	P _{2d} 与 C ₂ 界面	J与 P界面	岩性、岩相变化	C ₁	韧性剪切带	深大断裂的次级断裂交汇部位
赋值	1	1	1	1	1	1	1	1
火山机构构造岩穹窿	中酸性侵入体	岩株、岩枝、岩瘤	安山岩、凝灰岩	重力低	自然金、自然银、毒砂、辰砂、黄铁矿	Au、Sb、Bi、As 异常	已知矿床、矿点	累计权值
赋值	1	1	1	1	1	1	2	16

表 2 南带地质异常选择变量

地质变量	D _{1a} 与(S-D ₁)w界面	D _{2a} 与 D _{1a} 界面	D _{3k} 与 D _{2a} 界面	D _{1a}	岩性、岩相变化	背斜核部倾伏端	γ、δ与 D _{2a} 接触带	中酸性侵入体
赋值	1	1	1	1	1	1	1	1
岩株、岩枝、岩瘤	局部重力高	航磁、地磁异常	Cu、Pb、Mo、Au、As 异常	自然金、自然银、毒砂、辰砂、黄铁矿	已知矿床、矿点	累计权值		
赋值	1	1	1	1	2	14		

4 南庐金矿化带的发现

在已确定的 11 个地质异常中,以构造三角区地质异常最好。前已述及,构造三角区是一个强烈构造变形地区,面积 450km²。为进一步缩小预测靶区,我们详细分析了该地质异常区中异常要素的空间分布及组合关系(即地质异常结构),认为重点地质检查应放在有构造岩浆穹窿或次火山岩体出现、不连续沉积界面与断裂交叉复合的地区。这样,450km²就缩小到包括南庐及其他两个地段在内的 50km²的范围,而且检查的目标也清楚了。其中南庐地区构造变形、岩浆活动强烈,且是多种地质异常标志重迭、复合部位。

它与西滩金矿所处环境相似,位于同一构造单元,均为火山碎屑岩、火山熔岩出露地区。岩石已硅化、退色化,华力西中晚期花岗岩侵入其中,或呈半隐伏状态,构成岩浆穹窿。特别是阿其克布拉克大断裂在此处由近东西向变为北西向,存在火山岩与碳酸盐岩的不整合界面,沿该不整合面出现强硅化;构造线在此处出现 S 形弯曲,附近有 As、Cu 异常发育。1992 年 8 月对南庐一带进行了检查,于不连续沉积界面处发现长 > 5km、宽 10~540m 的强硅化火山碎屑岩带。带内岩石为硅化流纹质角砾岩、硅化霏细斑岩质角砾岩、硅化熔岩质角砾岩、硅化岩屑玻璃凝灰岩。从北西向南东具如下分带:

- 流纹岩、霏细岩
- 灰白色硅化流纹斑岩质角砾岩
- 桔红色、褐色强硅化霏细斑岩质角砾岩、硅化凝灰熔岩质角砾岩
- 灰色、灰白色硅化流纹质角砾岩(含硅灰石)
- 灰白色、杂色硅化流纹斑岩质角砾岩、硅化岩屑、玻屑凝灰岩
- 大理岩化灰岩

带中存在两期硅化,早期分布整个硅化带,形成各种硅化角砾岩,岩石呈灰色—灰白色;晚期硅化呈脉状、条带状,岩石呈桔红色、桔黄色、褐色,金矿化即与后期有关。圈定了脉状、扁豆状矿化体 19 条,长 150~350m,厚 1~4.5m,品位 $0.17 \times 10^{-6} \sim 0.68 \times 10^{-6}$,矿化向深部加强。矿石为桔红、桔黄色硅化流纹质角砾岩,外观致密,呈瓷状,见少量黄铁矿、毒砂。该矿化带成矿地质条件、成矿时代均与西滩金矿相近,成因可能为火山期后热液型,是一个具有良好找矿前景的地区。该区倘若进一步工作,抓住一、二个异常界面或异常地质体进行系统的岩石水平、矿物水平、元素水平的深入对比研究,发现矿体的可能性是极大的。

5 红山地质异常的圈定及红山金矿的发现

红山地区处于卡瓦布拉克大断裂南侧,出露地层为乌勇布拉克组片岩,南、北边缘为下泥盆统灰岩,产有菱镁矿。在原 1/5 万、1/20 万区调地质图上,该处地层、构造简单,变形微弱,故未圈出地质异常。但在踏勘时发现石英脉密集发育,尤其是中部,出现多条近东西向的大石英脉,西边缘的一条经新疆地矿局 11 队工作,含金 0.3×10^{-6} 。岩层中片理发育,辉绿岩墙呈 S 形弯曲,这引起了我们的注意。后来在一条石英脉中发现有两期硅化,脉体含金 200×10^{-9} ,简易粉碎淘洗后见自然金一粒,并发现脉侧存在 2m 宽的绿泥石

化、黄铁矿化蚀变。并于该脉北侧 20m 处发现一条长大于 100mm、宽 1m 左右的强片理化带,带内岩石破碎、片理发育,其中的淡红色脉石英呈角砾状,并且褐铁矿化强烈,具有在早期韧性变形基础上叠加后期脆性变形的特征。样品含金 $>200 \times 10^{-9}$ 。由此初步确定该区为一地质异常区,其组成要素是:

- (1)位于卡瓦大断裂边缘。
- (2)存在韧性剪切带,并且后期叠加了脆性变形。
- (3)有华力西中晚闪长岩株侵入。
- (4)石英脉发育,并有多期,其中见自然金和银金矿。
- (5)片理化带中褐铁矿化角砾岩含金 $>200 \times 10^{-9}$,地表表现为黄色的条带,是一显著的找矿标志。
- (6)具黄铁矿化、褐铁矿化、绿泥石化蚀变。

据此,在红山—孔雀沟一带新圈定了 4 个地质异常,其中红山地质异常面积约 120km²。为缩小靶区,提高工作效率,我们紧紧抓住片理化带及褐铁矿化蚀变,对红山进行了地质路线检查,发现了多条含金片理化带。1992 年 9 月我们收集到的 1/20 万化探资料表明,这 4 个地质异常均有 Au、As、Bi、Cu 异常显示,而以红山最好。进一步检查发现,片理化带中的褐铁矿化角砾岩是该区最主要的矿化类型。矿化具多期多阶段;矿化强度与韧性剪切及后期脆性变形密切相关,具有韧性剪切带型金矿的特征。矿体产于强片理化带的中间,呈单体或呈雁行状成群排列,长 200~2000m,宽 0.4~5m,产状陡立,矿化稳定。矿石为褐铁矿化角砾岩,呈碎裂结构,角砾状、条带状构造,角砾成分为石英集合体及岩屑(阳起石石英岩、少数火山岩),具“压力影”、“ δ ”系石英残斑,胶结物为绢云母、绿帘石、褐铁矿。围岩为糜棱岩化云母石英片岩。同时还发现了硅化带型金矿体,确定矿化范围在 80km² 以上。初步确立了该区韧性剪

切带的存在。经 1993 年评价,该区圈定矿体 39 条,矿化体 10 条,证明是一个具大型矿床找矿前景的地区。

另外,兄弟单位受红山金矿矿化类型的启示,于红山西部韧性剪切带中也发现了一个具中型远景的金矿。从而确立了南天山北侧金矿带的存在。

6 结语

地质异常理论在《阿其克布拉克—梧桐沟一带金铜成矿靶区优选与评价》课题的应用实践,使我们体会到,它与传统的成矿靶区预测方法相比具有下述优点:

6.1 扩展了找矿视域。应用地质异常进行靶区优选,可以不受现有成矿模式或成矿理论的限制,因而有可能发现新类型、更大规模的矿床。

6.2 充分应用了现有资料,把靶区优选建立在对地质条件的充分分析基础上。用地质异常理论进行靶区优选要求从不同角度、不同方面地考察不同尺度、不同水平的地质资料,最后在综合分析各种地质信息的前提下对地质条件做出评估。

6.3 用地质异常理论进行靶区优选不仅适用于预测工作的前期,也适用于靶区评价过程中,并可根据工作中对地质条件的认识重新核查、圈定地质异常,红山金矿的发现即是一个案例。而且该理论不仅适用于研究程度高的地区,尤其适用于研究程度低、无法建立成矿模式的地区。

6.4 所圈定的靶区具有鲜明的个性特征。由于靶区是在充分考察各种地质异常要素及其结构的基础上,并与多个地质异常比较排序后确定的,因而靶区具有找矿地质体明确、目标集中的特点,并与其他靶区相区别。这样在野外检查评价靶区时就有针对性,省时省力,提高工作效率和经济效益。我们在不到两个月野外工作时间内发现南庐、红山两个金矿即是一个例证。

在课题进行过程中,得到“305”项目办公室地矿处吴乃元、马济正处长、伍殿彬高级工程师及中山大学李兆麟等教授、江西地矿局包家宝、杨明桂总工程师的指导,同时还得到新疆地矿局 11 队、1 队及本大队领导及同行们的支持和帮助,在此谨表衷心感谢。

Application of Geological Anomalies Theory to the Preference and Evaluation of Ore-search Target

Lu Yu, Li Shilan, Yu Chenjiu, Xiong Xiaoming

Geological anomalies are special space bodies, their existence is the essential condition of forming ore deposits. The delineation of geological anomalies contributes to the reducing of ore-search scope and to the clear-cut of ore-search targets. Favourable ore-search results have been obtained in the application of the theory to Xinjiang "305" item.

Key words: geological anomalous theory, Hongshan Au deposit, Nanlu Au deposit, Dongtianshan in Xinjiang