

中条山铜成矿带地球化学特征及成矿预测

薛克勤^{1,2}, 邓军¹, 商培林², 赵月凤³

(1. 中国地质大学 岩石圈构造、深部过程及探测技术教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 山西省地质调查院, 山西 太原 030001; 3. 山西省岩石矿物测试应用研究所, 山西 太原 030001)

摘要: 运用套合地球化学模式谱系和成矿可利用元素的理论, 利用中条山区 1: 5 万区域化探资料, 对成矿带内化探原始数据分绛县群和中条群进行了分区处理, 重新圈定了异常。将大于异常下限的那部分金属量作为成矿可利用金属量, 用异常内探明的资源储量与预测资源量之比作为可成矿金属量, 计算出了成矿带内可成矿金属量为 32%, 预测了总资源量和潜在的资源量。通过分析异常特征和成矿地质条件以及资源量预测情况, 提出了铜矿峪矿区外围和北峪短轴背斜一带仍是今后找矿的主要地区。

关键词: 地球化学特征; 成矿预测; 中条山铜成矿带; 成矿可利用金属量; 可成矿金属量

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2005)06-0481-06

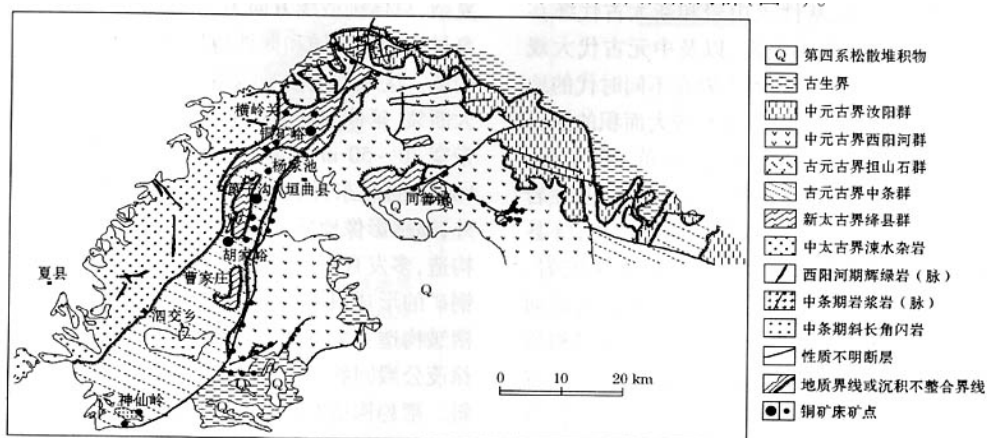
中条山是我国主要的铜矿产区之一, 区内有著名的铜矿峪特大型铜矿床和胡篁型富铜矿床, 绝大多数铜矿床是 20 世纪 70 年代前发现并探明的。本区的进一步找矿工作是要探寻资源前景和成矿物质聚集区。近几年, 随着勘查地球化学研究的进展, 地球化学方法在区域矿产资源预测中发挥了重要作用, 为成矿预测提供了新的理论和方法, 进一步提高了预测的准确率。采用新的理论方法对成矿带地球化学特征的研究和成矿预测, 是目前成矿预测的一种有效果方法。笔者从研究地球化学特征角度出发, 利用中条山区 1: 5 万区域化探资料, 对成矿带内原始化探数据进行分区处理; 运用谢学锦院士提

出的套合地球化学模式谱系和成矿可利用元素理论^[1], 分析中条山成矿带矿床地球化学特征并进行成矿预测, 旨在研究成矿带铜矿资源前景和聚集范围, 对指导本区地质找矿具有实际意义。

1 区域地质与矿产概况

1.1 地层

中条山位于华北地台南缘。出露地层以前寒武系为主, 由古到新依次为中太古界涑水杂岩、新太古界绛县群、古元古界中条群和担山石群、中元古界西阳河群和汝阳群、古生界等, 主要为涑水杂岩、绛县群、中条群、西阳河群(图 1)。



据孙继源(1995)资料改编

图 1 中条山区域地质矿产略图

涑水杂岩为一套变质程度较深的复杂的岩石组合,分布于中条山北西侧,出露面积约 1 100 km²。由各种片麻岩和混合岩以及斜长角闪岩、方柱黑云片岩、浅粒岩、变粒岩、大理岩和磁铁石英岩等表壳岩组成,其中片麻岩为深变质的深成花岗质岩石,表壳岩为变质的中、基性火山岩。变质程度达角闪岩相和麻粒岩相。

绛县群主要分布在中条山北部及北峪背斜构造核部,出露面积约 120 km²,总厚度 3 873 m。下部横岭关亚群为一套变质的复理石建造,即(含碳)泥质、半泥质岩石变质而形成的结晶片岩,上部铜矿峪亚群为一套变质的富钾火山熔岩和火山碎屑岩及正常沉积的泥质、泥砂质岩石,具双峰式火山岩特征,变质程度为角闪绿片岩相。其中铜矿峪亚群中的蚀变碎斑岩和电气石英岩组合为铜矿峪型铜矿的主要含矿岩石组合。

中条群分布于中条山区中偏西部,呈北东向带

表 1 中条山区不同地层单元微量元素特征

地层单元	Cu	Au	Ag	Pb	Zn	Co	Mo	As	Sb	Bi
汝阳群	27.76	1.95	0.08	23.71	74.66	13.77	0.98	8.70	0.86	0.43
西阳河群	29.03	1.96	0.08	20.10	102.58	21.67	1.03	8.08	0.80	0.38
担山石群	28.62	1.90	0.10	16.08	70.15	12.04	0.82	9.54	0.80	0.32
中条群	47.29	2.50	0.10	20.09	71.95	15.91	1.01	7.80	0.67	0.34
铜矿峪亚群	49.28	2.88	0.06	10.39	58.77	30.19	0.92	8.86	0.57	0.29
横岭关亚群	128.97	2.46	0.084	9.17	98.85	15.03	0.63	8.15	0.83	0.38
涑水杂岩	35.87	1.53	0.086	18.17	73.98	16.81	0.94	7.38	0.74	0.39
全区	37.79	2.02	0.09	20.26	75.77	16.69	1.02	8.24	0.77	0.38

注:元素含量值为算术平均值, $w(\text{Au、Ag})/10^{-9}$, $w(\text{其余元素})/10^{-6}$;引自《1:5 万地球化学测量总结报告》,山西省 214 地质队,2002。

1.2 岩浆岩

中条山区岩浆活动强烈。火山活动主要集中在中太古代涑水期的中、基性火山岩和新太古代绛县期强烈的富钾双峰式火山喷发,以及中元古代大规模的西阳河期安山岩喷溢。侵入岩在不同时代的地层中都有分布。涑水杂岩中分布有较大面积的黑云斜长片麻岩、黑云二长片麻岩和弱变质英云闪长岩、二长花岗岩、钾长花岗岩以及变质的超基性、基性岩及伟晶岩侵入体,呈岩株、岩床和岩墙状产出;绛县群中有变石英斑岩、变花斑辉绿岩、变花斑英安岩、斜长角闪岩和角闪岩侵入;中条群中岩浆侵入活动较弱,见有斜长角闪岩体、花岗岩、花岗闪长岩和角闪岩脉;西阳河期侵入岩主要分布在太古和古元古界老地层中,未经过变质作用改造,岩性有闪长玢岩、辉绿岩和辉长岩,呈岩墙、岩脉和岩床状产出;中生代侵入岩主要分布在中条山西南段,呈岩株和岩脉状产出。上述产于不同地层中的不同时代的岩浆活动,都与矿化有不同程度的关系。

万方数据

状展布,出露面积约 810 km²。为一套变质的正常沉积岩建造,由片岩、白云石大理岩及少量变基性火山岩、变凝灰岩和石英岩组成,变质程度为低绿片岩相。其中的炭质片岩与其上下的白云石大理岩共同组成中条群的含矿岩系。

西阳河群与河南熊耳群相当,大面积分布于中条山区北部和东部,不整合覆于前述各地层之上,为中条山区最古老的未变质盖层,主要为一套厚层的安山质熔岩、安山集块岩、安山质角砾岩及安山质凝灰岩夹有少量的正常沉积碎屑岩。

各地层单元中微量元素特征为(表 1):Cu 在各地层单元中的平均值均高于地壳丰度值;中条群和绛县群中的 Cu、Au 含量明显较高;锌在西阳河群中的含量高于其他地层;其他元素在各地层单元中含量相差不大。各地质单元(除担山石群)中均赋存有不同类型、不同规模的铜矿床,工业价值较大的铜矿床主要赋存于中条群和绛县群中。

1.3 构造

区内经历了多次区域变形变质作用,地质构造复杂,总体构造线方向为北北东向。在变质岩区,发育早期流变褶皱和韧性剪切构造以及透入性的片理构造。区域性的断裂构造有中部的西峰山—狮子沟大断裂,延伸 100 km,走向北北东,倾向南东,断裂带宽 20 ~ 50 m;东部的同善—横河大断裂,延伸 40 km,走向北东,倾向北西,断裂带宽 20 ~ 40 m。此外,遥感影像地质解译发现了许多大小不等的环形构造,多发育在两组不同方向线性构造交汇部位,对铜矿的形成具有一定的控制作用^[2]。规模较大的褶皱构造主要有北峪短轴背斜、铜矿峪弧形复向斜、徐茂公殿同斜向斜、南河背斜、马窑上向斜和后河背斜。褶皱构造对矿床有明显的控制作用,特别是北峪短轴背斜控制了主要胡篦型铜矿床的分布。

1.4 矿产

中条山区矿产以铜矿为主,矿床类型多,成矿作用复杂。已发现的矿床(点)数百处,主要类型为铜

矿峪型矿,产于铜矿峪亚群中,矿床类型为次火山气液交代型^[3],矿体受蚀变碎斑岩控制,矿床规模大,铜品位低(平均0.68%),伴生 Au、Co、Mo;胡篁型矿产于中条群中部碳质片岩的上、下盘地层或接触带(含矿带)中,并受褶皱构造控制,矿床类型为海底喷流沉积型^[3],矿床规模一般为中、小型,铜品位较富(平均大于1%),伴生 Au、Ag、Co、Ni 等;与变基性岩有关的铜矿产于落家河天窗中的变基性火山岩中,为火山沉积改造型^[4],铜品位较富(平均大于1%),伴生少量 Co、Ni、Zn、Au、Ag 等。次要类型为横峪关型矿床,产于横峪关亚群中的片岩或与基性侵入体接触带中,成因类型为沉积变质改造型^[4],一般规模小,品位低;白峪口型、芦家坪型矿床均为热液脉型铜矿。

2 成矿带地球化学异常结构特征

中条山成矿区带主要指新太古界绛县群和古元古界中条群的变质岩分布区,这两套地层是中条山区铜矿峪型和胡篁型两个主要矿床类型的赋存层位。根据1:5万土壤测量原始数据,采用1×1网格,应用区域地球化学数据管理信息系统(GeoMDIS 2003),分别计算绛县群(359个样品)和中条群(2321个样品)分布区的Cu元素平均值、基准值(背景值)和异常下限(表2),并圈出异常,勾划出成矿带内2个成矿地质单元的地球化学结构样式(图2、图3)。这样以成矿的地质单元为计算单位,避免了全区不同背景一起计算,压抑了低背景区的异常,失去

表2 中条山铜成矿带 Cu 地球化学参数 10⁻⁶

范围	面积 km ²	样品数 个	最大 值	最小 值	平均 值	基准 值	标准 离差	变异 系数	异常 下限
中条群	541	2321	1810	3.80	49.94	30	13	2.18	
Z ₁ 异常	94.50	361	1810	6.70	120.99				56
Z ₂ 异常	21.19	67	180	20.50	78.08				56
绛县群	104	359	1500	13.50	127.40	56	28	0.91	112
J 异常	26	80	1500	21	325.45				

注:表中平均值为算术平均值,基准值为逐步剔除后的平均值

了许多找矿信息,同时也避免了高背景区出现无找矿意义的异常。

在绛县群分布区内,圈出1个Cu地球化学异常(J异常),其位于绛县横岑关—铜矿峪一带,其北西部因被中元古界西阳河群和古生界地层覆盖,异常未圈闭,南东部因与中条群分界,基准值突变而导致异常不连续;异常具三级浓度分带,浓集中心明显(图2)。异常组合元素主要有 Au、Co、Mo(表3、图3),其中 Au 元素异常分布面积大且与 Cu 异常套合较好(图2),这些组合元素与矿床伴生元素一致。异常内出露地层主要为铜矿峪亚群,少部分为横岭关亚群,构造有铜矿峪弧形复向斜。已知的矿床有铜矿峪铜矿床、米岔沟铜矿点、档仙沟铜矿点、古堆

表3 中条山铜成矿带主要伴生元素地球化学参数

地质单元	中条群			绛县群		
	基准值	标准离差	异常下限	基准值	标准离差	异常下限
w(Au)/10 ⁻⁹	1.69	0.80	3.29	1.17	0.66	2.49
w(Co)/10 ⁻⁶	15.60	5.80	26.80	18.6	5.80	30.20
w(Mo)/10 ⁻⁶	0.95	0.34	1.63	0.86	0.32	1.50
w(Ag)/10 ⁻⁹	0.08	0.04	0.15			

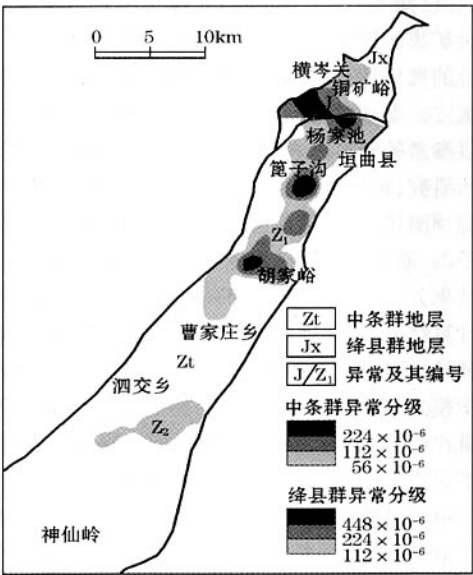


图2 中条山铜成矿带铜地球化学异常

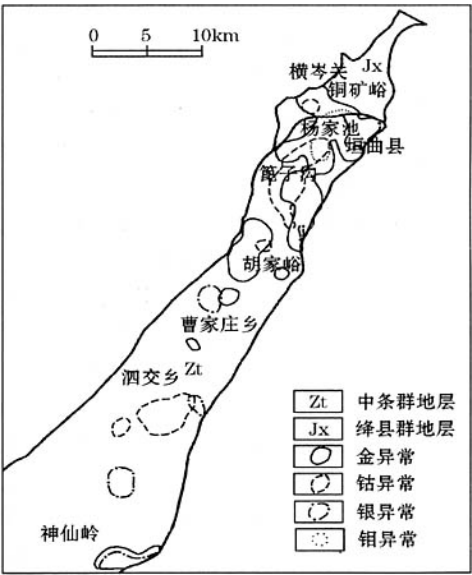


图3 中条山铜成矿带主要组合元素地球化学异常

铜矿点等,异常基本反映了铜矿峪型铜矿矿集区范围。根据区域地质构造和重力、航磁资料分析,从绛县群展布趋势和J异常向北西方向突然消失来看,在绛县群分布区的外围北西方向,西阳河群和寒武系等盖层下仍有绛县群分布。据此推测异常向北西外围延展面积约10 km²,总面积达36 km²。

在中条群出露区内,共圈出2个Cu异常(图2),即Z₁、Z₂异常。异常组合元素主要有Au、Co、Ag、Mo等(表3、图3),其中,Au、Co异常分布面积大且与Cu异常套合较好(图2),这些组合元素与矿床伴生元素一致。Z₁异常位于垣曲县阎家池—夏县曹家庄一带,呈北东走向的带状,具有三级浓度分带,有3个浓集中心;异常基本围绕北峪短轴背斜东翼展布,每个浓集区都与已知的阎家池铜矿点和篦子沟、胡家峪、桐木沟、老宝滩铜矿床基本对应,与胡篦型铜矿的矿集区范围一致。Z₂异常位于夏县泗交一带,呈东部大向西拖尾的蝌蚪状,无浓度分带。区内有大面积的变基性侵入体出露,含矿岩系不发育。

3 成矿预测理论与方法

自20世纪80年代开始,勘查地球化学理论飞速发展,提出了套合的地球化学模式谱系、成矿可利用金属等一系列新理论。谢学锦院士认为:这种宽阔的套合的地球化学模式是由于地球太初的不均匀性所引起,从而提出了地球上存在富含某些元素的不同规模的地球化学块体,一些巨大的成矿带很可能都是富含巨量某种金属的地球化学块体,有了这样巨大的太初供应量才有可能在漫长的地质时期内,经过不同规模的各种地质过程,逐步富集成矿。并非所有的地球化学块体内的金属都能在成矿作用中被利用,只有那些呈活跃形式,易被各种流体携带、搬运的那部分才能在成矿过程中起作用,提出了成矿可利用金属理论。

根据中条山区主要铜矿床类型均有后期热液改造富集的特征,表明成矿作用是在矿源层的基础上经历了热液再富集过程,具备了运用地球化学块体和成矿可利用金属理论进行成矿预测的条件。因中条山铜成矿带中的绛县群和中条群分布面积较小(>1 000 km²),可看作2个Cu地球化学地体,这2个地体在多次地质作用下,Cu从区域向局部成矿有利部位逐步富集成矿。因此,目前已知的铜矿床是活动态金属迁移富集的结果,Cu的活动态金属量可以理解为大于异常下限的那部分金属含量,即成矿可利用金属量。从地球化学场来分析,这些金属正是在地质热动力作用下,跳出了场的约束,而随热液万方数据

一起迁移,是可被迁移成矿的那部分金属。

依据上述理论,可以提出资源预测的具体方法和程序:计算成矿带内Cu地球化学参数,确定异常下限→圈定出异常范围(S)→计算异常内Cu元素平均值→减去成矿带内的异常下限值作为预测的金属含量,即成矿可利用金属量(K)→计算可成矿金属量比值→确定预测深度(h)、岩石密度(d)→计算资源量,预测方法采用几何算法,公式为: $Q = S \cdot h \cdot d \cdot K$ 。本区预测深度取矿区勘探深度,岩石密度取有关岩石的平均值2.7 t/m³。

4 成矿预测

4.1 成矿预测的前提

矿产资源预测的理论表明,所预测的资源必须是未经过强烈剥蚀,其地球化学异常反映的是隐伏矿体成矿元素或伴生元素晕。如果矿体已剥蚀至矿尾,强大的异常则反映的是剥蚀程度,无任何预测意义。对于中条山区来说,以往的地质勘探工作已证实,绛县群和中条群两个地体上的铜地球化学异常与铜矿化有关,而且区内剥蚀程度较低,矿床为隐伏或半隐伏状,绝大部分矿床在后期的地质作用中得到了保存,具备了利用地球化学异常进行成矿预测的基本条件。

4.2 成矿预测

运用上述方法对本次新圈定的几个异常进行成矿预测,但并不是所有的可被成矿利用的金属量都能形成有经济价值的矿床。我国利用地球化学填图,在已知大型金矿和根据地球化学异常发现的大型金矿集区周围所圈定的区域地球化学块体所计算的金的聚集量,均按10%的金能富集成矿推测的资源量^[1]。对于中条山这种类型的铜矿,目前还没有可供参考的资料。通过对区内化探异常分布规律的分析研究,将异常内相应范围已探明的资源储量与资源预测量比,来确定可成矿金属量的比值,并选取篦子沟、胡家峪和铜矿峪3个典型矿床进行了计算,其结果分别为:32.28%、33.86%、33.08%(表4)。从计算结果来看,预测的资源量与已探明的资源储量和异常强度及面积成正比关系,符合套合的地球化学模式谱系理论;2种不同类型铜矿的可成矿金属量比值差别不大,表明中条山区这2种主要类型铜矿床成矿作用和成矿过程具有相似性。为了使预测的资源量能更准确,笔者采用最低的可成矿金属量比值,即32%。

表5中可见,中条山主要成矿带资源总量为750万t,除去已探明资源储量,还有400万t的潜

表 4 中条山铜成矿带可成矿金属量比值

矿床	异常面积 km ²	岩石平均密度 t/m ³	平均金属含量 10 ⁻⁶	异常下限 10 ⁻⁶	推深 m	预测资源量	探明资源储量	可成矿金属量 比值/%
篦子沟铜矿床	4	2.7	266.30	56	500	114	36.8	32.28
胡家峪铜矿床	4	2.7	186.16	56	500	70	23	33.86
铜矿峪铜矿床	10	2.7	462.23	112	700	662	219	33.08

表 5 中条山铜资源预测参数及结果

地质体 或异常	异常面积 km ²	平均值 10 ⁻⁶	异常下限 10 ⁻⁶	d t/m ³	推深 m	可成矿金属量 比值	资源量 万 t
中条群	541	49.94					
Z ₁ 异常	94.50	120.99	56	2.7	500	32%	265
Z ₂ 异常	21.19	78.08	56	2.7	500	32%	20
绛县群	104	127.40					
J 异常	36	325.45	112	2.7	700	32%	465
合计							750

注: d 为岩石平均密度

在资源量。其中短轴背斜周围的中条群地体中的 Z₁ 号异常内,除去已探明的资源储量,仍有 180 万 t 潜在资源量;铜矿峪周围的绛县群地体中的 J 异常,除去已探明的资源储量,还有 200 万 t 潜在资源量;而位于中条群南部的 Z₂ 号异常仅有 20 万 t 的潜在资源量。据此,可以看出中条山区成矿带上仍具有进一步找矿的潜力,而且绝大部分铜矿潜在资源量集中在北峪短轴背斜和铜矿峪矿床周围。

5 找矿方向探讨

中条山区铜矿经历了多次构造变形变质作用,成矿作用十分复杂,具有明显的多期次热液富集成矿特点。但不同矿床类型具有不同的成矿特点,铜矿峪型铜矿床的形成与火山喷气作用有关,矿体主要受蚀变碎斑岩控制,胡篦型矿床的成矿作用主要为喷流沉积,矿体受层位和褶皱构造控制。

根据套合的地球化学模式谱系理论,矿床的规模与异常的大小、强度有关,成矿物质的聚集区在异常的浓集中心,而确定矿床的产出位置要通过成矿地质条件进行分析,因此,可以通过对异常特征和成矿地质条件分析,明确找矿方向。中条群地体 Z₁ 号异常已探明的资源量远远小于预测的资源量,而且异常强度高,元素组合好,有多个浓集中心,分布于短轴背斜东翼,含矿岩系和次级褶皱构造发育,成矿条件有利。已探明中、小型矿床 4 个,发现矿点 10 余处(如小东沟、沙坪、剪子岭、和尚沟、秦家沟、柳林、金山洞等铜矿点),以往研究认为这些矿点具有很好找矿前景^[5]。所以,今后胡篦型铜矿找矿方向主要在北峪短轴背斜周围,但要实现突破必须要有新理论指导和应用新的勘探方法,根据喷流沉积成矿特点和已知矿床产出条件,含矿岩系、喷气岩(钠长石岩、电气石岩)和次级褶皱构造发育地段为成矿万方数据

最有利地段,即已知矿床(点)深部和外围仍具找矿前景,勘探方法上应采用三频激电新方法区分碳质片岩和金属硫化物矿体。中条地体 Z₂ 号异常主要为变质基性岩体引起,找矿意义不大。

铜矿峪型铜矿找矿重点为绛县群中的 J 号异常,即在铜矿峪矿床深部及外围找矿。该异常浓集中心分布面积大,强度高,预测资源前景大,含矿岩石组合发育,已知铜矿峪矿床 4 号矿体向西南侧伏延伸,其延长和延深方向未完全控制,仍有进一步扩大储量前景。除铜矿峪矿床外,还发现有数处找矿前景较好的铜矿点(如米岔沟、挡仙沟、铜峪沟、上古堆等铜矿点)。对于该类型铜矿找矿,要实现找矿的突破,同样必须用新理论和新方法,应注意蚀变碎斑岩和电气石石英岩,前者为矿体提供赋存空间,后者与矿床形成有关。方法上应采用大功率激电和瞬变电磁综合方法进一步研究深部矿化。

根据近年来中条山发现的新铜矿类型和全区化探异常分布来看,在已知成矿区带外围北(如 J 异常)、东侧地区仍有找矿潜力。这些地区的中元古界西洋河群安山岩之下有绛县群和中条群分布,其中隐伏有工业价值的铜矿床,如产于落家河剥蚀天窗内绛县群中的铜矿,其上覆地层为数百米厚的西阳河群安山岩,经剥蚀后部分矿体露出地表,其容矿岩石为绛县群变基性火山,勘探为一中型富铜矿;产于同善天窗内的铁(铜)矿,亦因上覆安山岩剥蚀而出露,为一中型富铁(铜)矿。因此,除在主要成矿带找矿外,在盖层区寻找深部隐伏矿体应是中条山区今后扩大找矿范围的主要方向,目前我国已经开展的深穿透地球化学勘查使这种深部找矿成为可能。

6 结论

- (1) 绛县群和中条群是中条山区主要的赋矿地体,两者有不同的铜地球化学背景和不同的矿床类型,但都有热液改造富集成矿作用的特点。
- (2) 通过分别计算绛县群和中条群 Cu 元素背景、异常下限和圈定异常,准确、真实地反映了矿致异常特征。
- (3) 采用异常内元素平均值与异常下限之差作为成矿可利用金属量,对于已形成的矿床来说,则是迁移富集了的金属量。然而并不是所有迁移富集了

的金属量都能形成有经济价值的矿床,进而计算出了可形成有价值矿床的金属量的比值为 32%,估算出潜在的资源量达 400 万 t,对中条山成矿带资源前景做出了评价。

(4)根据成矿地质条件和化探异常特征分析及成矿预测情况,提出了短轴背斜、铜矿峪矿床深部及外围仍是找矿的主要方向。同时,提出了大面积的安山岩盖层区下部可能是今后中条山找矿突破的另一重要地区。

参考文献:

- [1] 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,1999,1-45.
- [2] 刘国璋,薛克勤.晋南中条山东端圆形构造与铜矿关系探讨[J].山西地质,1993,9(1):2-3.
- [3] 孙海田,葛朝华.中条山式热液喷气成因铜矿床.北京:北京科学技术出版社,1990,54-83.
- [4] 覃志安,薛克勤.中条山地区地质特征及铜矿床类型[J].地质调查与研究,2003,26(3):108-113.
- [5] 冀树楷.中条山三大类型铜矿成矿条件[J].山西地质,1992,8(3):3-4.
- [6] 孙继元,冀树楷,真允庆,等.中条裂谷铜矿床[M].北京:地质出版社,1995,71-84.
- [7] 吕国安.成矿区带地球化学异常评价方法[M].北京:冶金工业出版社,2002,1-20.
- [8] 蔡分良,姚铁.新疆叶尔羌河上游区域地球化学特征及成矿预测[J].物探与化探,2004,28(5):406-408.
- [9] 黄力军,刘瑞德,陆桂福,等.乌奴格吐山铜矿物化探异常特征及外围找矿[J].物探与化探,2004,28(5):418-420.
- [10] 刘志远,金成珠,梁俊红,等.江西金山金矿床深部原生晕特征与成矿预测[J].物探与化探,2004,28(6):478-481.
- [11] 杨敏之,黄国君,张民.冀北含银岩石建造、区域地球化学特征及成矿预测[J].地质找矿论丛,2000,15(2):98-109.
- [12] 朴寿成,李绪俊,穆国富,等.内蒙古风金矿勘查地球化学特征与深部预测[J].物探与化探,2002,32(1):17-20.
- [13] 胡志贤,杨兆武,李寿,等.黑龙江省佳木斯地块北缘金矿资源潜力超低密度的地球化学预测[J].现代地质,2004,18(1):48-51.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ZHONGTIAOSHAN COPPER METALLOGENIC BELT AND ORE PROGNOSIS

XUE Ke-qin^{1,2}, DENG Jun¹, SHANG Pei-lin², ZHAO Yue-feng³

(1. Key Laboratory of Lithosphere Structure, Deep Processes and Detection Technique of Ministry of Education, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Shanxi Geological Survey, Taiyuan 030001, China; 3. Shanxi Institute of Rock and Mineral Test and Application, Taiyuan 030001, China)

Abstract: Using the geochemical pattern lineage and the theory of usable elements for mineralization, the authors, based on 1:50000 regional geochemical data of Zhongtiaoshan area, have made divisional processing of the original data from the ore-forming belt in accord with Jiangxian Group and Zhongtiao Group, and re-delineate the anomalies. The part of metal quantity higher than the threshold was regarded as the usable metal quantity for mineralization, and the ratio of the proved resource reserves to the prognostic resource quantity in the anomaly was regarded as the metal quantity suitable for mineralization. Calculation shows that the metal quantity suitable for mineralization is 32%. The total resource quantity and the potential resource quantity were also predicted. On the basis of anomaly characteristics, metallogenic geological conditions and resource quantity prognosis, the authors hold that the outskirts of the Tongkuangyu ore district and the areas around Beiyu brachyanticline are major places for further ore-prospecting work.

Key words: geochemical characteristics; ore prognosis; Zhongtiaoshan copper metallogenic belt; usable metal quantity for mineralization; metal quantity suitable for mineralization

作者简介: 薛克勤(1958-),男,教授级高级工程师,主要从事构造与成矿研究。现为中国地质大学(北京)博士研究生。

上接 480 页

Abstract: The surface oil and gas geochemical exploration technique has made remarkable application results. Nevertheless, Due to the different standards for success rate calculation and the inherent defects of the technique, people do not have much confidence in this technique. Therefore, the development of surface oil and gas geochemical exploration technique should be on the one hand based on reliable experimental data, rigorous mathematical deduction and theoretical modeling and on the other hand combined with geological, remote sensing and non-seismic geophysical methods so as to give full play to its advantages such as rapidness, low cost and directness.

Key words: vertical micro-percolation of hydrocarbon; oil and gas geochemical exploration; success rate prediction; technical defect; countermeasures for development

作者简介: 姚俊梅(1963-),女,河南孟县人,高级工程师,主要从事油气地球化学勘探及科技情报研究工作。

万方数据