

文章编号:1008-0244(2001)03-0158-06

陕西铜厂地区断裂构造地球化学 及定位成矿预测

韩润生^{1,2}, 刘丛强³, 马德云^{1,2}, 马更生², 胡彬²

(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放室, 贵州 贵阳 550002;

2. 昆明理工大学, 云南 昆明 650093; 3. 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002)

摘要:铜厂矿田是勉略阳“金三角”地区中重要的铜金多金属矿田。本文在深入研究铜厂矿田中铜厂地区断裂构造地球化学的基础上,认为构造地球化学异常集中区是进行铜金多金属矿预测的有利靶位,提出了新铜厂、黄泥梁、张家山、老铜厂等重点找矿靶区,其中部分靶区已证实。

关键词:断裂构造地球化学; 定位成矿预测; 动力成岩成矿作用; 铜厂矿田; 陕西

中图分类号: P612; P59

文献标识码: A

铜厂矿田(图1)位于陕西勉(县)一略(阳)一阳(平关)“金三角”地区中部,处于南秦岭纬向构造带和龙门山华夏构造带及川滇经向构造带的接合部位,由郭家沟岛弧地体和接官亭裂陷地体组成,包括铜厂、陈家坝、峡口驿和阴山沟等地区,北接东沟坝矿田,南至红木沟—大铁坝,西抵红土石,东达峡口驿一带,分布有铜厂、陈家坝、秦家疃、红土石、阴山沟等铜金多金属矿床(点)。铜厂地区位于郭家沟岛弧地体中,以铜、金、银多金属矿床(化)为主,与闪长岩侵入、中元古宙细碧角斑岩系及构造改造作用有着密切的联系。本文在前人^[1-4]和前期^[5-8]研究的基础上,运用断裂构造地球化学的理论和方法,进行定位成矿预测。

1 矿床地质概况

铜厂地区主要出露中元古界碧口群郭家沟组(1.0~1.4Ma)^[1,9],以基性细碧质火山岩为主,火山岩类主要是为海相喷发的火山—沉积建造,岩石以细碧岩、角斑岩、石英角斑岩及其相对应的火山碎屑岩(凝灰岩)为主,其中夹有火山喷流沉积岩;侵入岩分布广泛,主要有铜厂闪长岩体、加里东期长湾角闪花岗岩体、辉绿岩脉及大致呈东西

向展布的晋宁期超基性岩带,与成矿作用有着紧密的联系。铜厂闪长岩体呈一近圆形的岩株产出,沿古火山通道侵位于郭家沟组细碧岩中^[4],岩体最初侵位于中元古代,主侵位于加里东期,并被印支期中酸性岩侵入,形成复式岩体^[9];该区主要发育EW—NEE向、NWW向、NE向断裂等方向的控矿构造。这些方向的断裂经历了复杂的力学性质的转变,反映了多期构造运动叠加的影响,是多种构造体系的构造成分归并改造的结果^[9],特别是NWW向断裂与NEE向组断裂配套,共同组成了共轭断裂,将矿田切割成若干透镜状的地块,形成铜厂“巨型压力影”构造^[5]的基本格架,控制了矿床(化)的分布。

本区主要发育铜厂式Cu、Au多金属矿床(化),可分为三种亚类^[6]:1)与闪长岩有关的矽卡岩型铜铁矿床;2)产于接触带的火山沉积—再造型脉状铜矿体(化);3)与闪长岩有关的中温热液型铜金钴矿床(化)。三类矿床(化)形成“三位一体”的分布格局,已发现多个Au、Cu—Co、Pb—Zn—Ag的矿(化)点(图1),它们的含矿围岩为闪长岩体、郭家沟上段下部的片理化细碧岩及其上部的铁白云岩夹炭硅质板岩。主要矿石矿物有黄铜矿、黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、闪锌矿和金—银系列矿物。脉石矿物主要有方解石、石英、绢云母、铁白云石、绿泥石和钠长石。在黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、闪锌矿、方铅矿和磁铁矿中,通过电镜点扫描发现普遍含Au。矿石主要呈粒状、固溶体、

收稿日期:2001-03-19;修回日期:2001-05-19

基金项目:科学技术部攀登计划预选项目(95-预-39);云南省中青年学术技术带头人培养项目(1999-11)。

第一作者简介:韩润生(1964-),男,研究员,博士后,主要从事构造成矿动力学及隐伏矿预测、流体地球化学研究。

纤维状、浸染状、交代和细脉状结构,具块状、条带状、脉状构造。根据宏观特征和矿物共生组合及矿石结构构造等特征,可以把矿田的成矿过程划分为火山喷流沉积矿化期、气成热液期及改造热

液期,改造热液期分为三个成矿阶段^[6]:(1)黄铁矿-毒砂-方解石-石英阶段;(2)多金属硫化物阶段;(3)黄铁矿-碳酸盐-石英阶段。

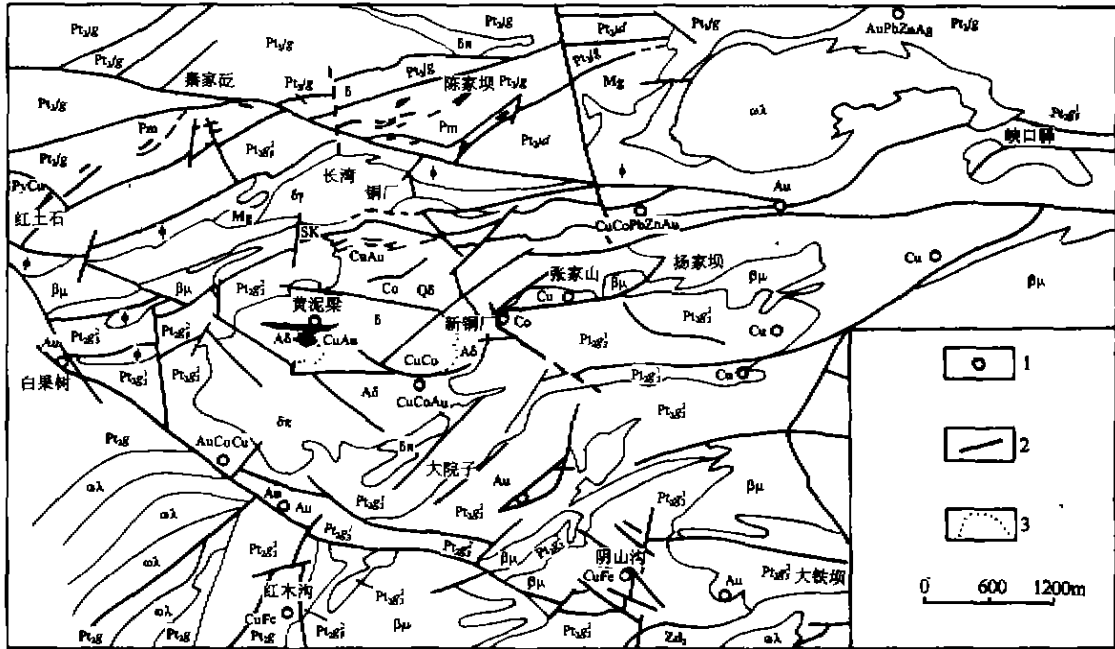


图 1 陕西勉略阳铜厂矿田地质及矿床(点)分布简图

Fig.1. Geology and deposits (occurrences) in the Tongchang orefield in the Mianxian-Lueyang-Yangpingguan area, Shaanxi.

2 断裂构造地球化学

孙家骢(1994)^[5]认为,“构造地球化学是研究地壳中的元素在不同构造环境中的分配规律以及在动力的驱动下迁移、分散和富集的过程及动力学机制的一门学科,成矿的地球化学场受构造应力场的控制”。因此,笔者以他建立的矿田地质力学理论为指导,从基础地质研究入手,将构造地球化学的理论和方法引入矿田构造研究中,将成矿改造与控矿建造相结合,将力学分析和历史分析相结合,探讨铜厂地区构造演化过程与成矿物质的迁移和聚散之间的成生联系,揭示成矿元素组合和分布特点及矿液运移的规律,并用此规律进行隐伏矿定位预测。由于矿床(化)的形成和分布严格受构造控制,断裂是矿液活动和矿质聚散有利通道,因此成矿作用过程中形成原生晕的分布范围,在断裂带中比未受破坏的岩石明显得多,深部矿床与地表原生晕通过断裂、裂隙联系,

具有一致性及对应性,能更好显示深部的矿致异常,表现深部成矿作用的特点。因此在该区进行构造地球化学研究有充分的理论依据。

2.1 样品及分析方法简述

在研究断裂构造力学性质及构造岩特征的基础上,按操作规范,在地表采集具有代表性的不同方向、不同性质断裂构造岩样品 130 件,每件样品 1-2kg。全部样品研磨至 200 目,并缩分成测试样品,由西北有色地质勘查局测试中心、中国有色总公司测试中心采用 ICP 定量测定 Ba、Be、As、B、Cr、Cu、Pb、Ti、Sb、Mn、Ga、Ni、Bi、Nb、Mo、Sn、V、La、Zr、Ag、Yb、Y、Zn、Sc、Co、Sr、Au 等元素(测试数据因篇幅所限略),测试样品中增加 5% 的平行样,经检测测试数据质量。

2.2 成矿元素组合特点

在特定的地质作用过程中,某些具有相似地球化学性质的元素具有共同的地球化学行为和相似的迁移富集规律,从而形成一定的元素组合,

因此反映了一定的地球化学过程。为了揭示控矿构造演化与成矿元素迁移和聚集之间的内在联系,探讨构造控矿规律,运用数学地质的理论和方法,对130件断裂构造岩样品测试结果进行组合分析,绘制构造地球化学异常图,据此可以阐述构造地球化学场特征,优选重点找矿靶区,进行定位成矿预测。

通过聚类分析,当相关系数 R 在0.2水平时,26个元素聚成五组: I组: Ba、B、Ti、V; II组: Be、Y、Zr、Yb、Sc、La、Nb; III组: As、Bi; IV组: Cr、Ni、Co、Zn、Ag、Cu、Pb、Mo、Mn、Sn; V组: Sb。在此基础上,选择了18个元素作R型因子分析。从分析结果(表1)可以看出,按累计方差贡献比例85%以上选取如下8个主因子: F_1 : Pb、Ag、Mn、Zn、Sn、(Mo); F_2 : Cr、Ti、-Co、-Ni; F_3 : As、Bi、Mo; F_4 : Zr、Pb、Mo; F_5 : Sn、Sr; F_6 : Cu、Co; F_7 : Ti、V; F_8 : -B、(-Ba)。分析认为, F_1 因子主要代表了中低温成矿热液远程元素组合; F_2 正因子可能代表了闪长岩的元素组合;负因子主要反映了细碧岩和超基性岩的元素组合; F_3 因子代表了中温热液矿化元素的组合,结合元素地球化学性质、成矿条件、(As、Bi、Mo)与金的相关关系,认为它

代表金的矿化作用; F_5 因子可能与花岗岩浆活动有关; F_6 代表铜钴高中温矿化元素的组合; F_7 代表基性火山活动有关的元素组合; F_8 代表与喷流沉积作用有关的元素组合,反映火山喷流沉积的环境。 F_4 因子意义不明确,其方差贡献也较小,可忽略。所以,上述因子反映了铜厂式矿床成岩成矿作用的基本特点。

2.3 构造地球化学场特征

由于 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_6 、 F_8 因子的总方差贡献达60.74%,因子得分高低代表了取样点矿化作用的强弱,因子得分空间分布特点反映了铜厂地区金属矿化的空间分布规律,因此可以用这些因子描述铜厂地区成矿作用的特点,用矿化因子得分异常图来描绘本区的构造地球化学场。

2.3.1 断裂构造地球化学异常反映矿(化)体原生晕,可预测找矿靶区 F_6 (Cu、Co)、 F_3 (As、Bi、Mo)、 F_1 (Pb、Ag、Mn、Zn、Sn、(Mo))矿化因子异常区与已知铜、铜金、铜钴及铜多金属矿(化)体重叠或相邻,表明该异常区代表矿(化)体原生晕,是矿化集中区的反映,可用来预测找矿靶区,新铜厂、老铜厂、黄泥梁等地的构造有利部位是成矿预测的重点靶区(图2)。

表1 铜厂地区断裂构造岩R型因子分析方差最大因子载荷矩阵(M=130,N=18)

Table 1. Matrix of orthogonal rotating of elements in fault tectonites by R-factor analysis in the Tongchang area

因子 元素	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8
Ba	0.4093	0.2966	-0.0024	-0.3128	-0.3041	0.0140	-0.4136	-0.4286
As	-0.0775	-0.0607	0.9258	-0.0111	-0.0682	-0.0372	-0.0175	-0.0900
B	0.1322	0.0267	0.1241	-0.1534	-0.0343	-0.0336	-0.1635	-0.9265
Cr	0.0990	0.9182	0.0588	0.0771	0.1240	0.0509	0.2083	0.0612
Cu	0.3407	-0.0171	0.2474	-0.1207	0.0393	0.8242	-0.0457	0.0271
Pb	0.5801	-0.3774	0.2125	-0.4555	0.0432	0.1760	0.0730	0.1398
Ti	-0.0282	0.4978	0.1088	-0.1546	-0.1881	-0.0395	-0.6927	-0.1847
Mn	0.8004	0.2507	0.1919	0.0988	0.1370	0.1800	0.0987	0.1609
Ni	0.2316	-0.8769	0.0908	0.1395	0.1709	0.0327	0.1419	0.0956
Bs	0.0300	0.0835	0.8276	-0.0718	-0.0141	0.3490	-0.1561	-0.0413
Mo	0.4125	-0.0649	0.6342	-0.4619	-0.1125	0.0833	-0.1996	-0.0184
Sn	0.5657	0.2259	0.0813	0.2399	0.5250	0.2707	0.2031	0.2046
V	0.1652	0.1154	0.1529	-0.1163	-0.0755	0.0847	-0.9041	-0.1047
Zr	0.0156	0.0837	0.0993	-0.8749	-0.0959	0.0901	-0.1958	-0.2349
Ag	0.7624	0.0401	0.2628	-0.0503	-0.1473	0.3760	-0.0947	-0.0287
Zn	0.8395	0.0845	0.0317	0.0922	0.1759	0.0676	0.1986	0.0789
Co	0.0426	-0.6907	0.0126	-0.0466	-0.1582	0.6129	-0.0215	0.0482
Sr	-0.0055	0.2416	0.0949	-0.0531	-0.9161	-0.0173	-0.1312	-0.0256
方差贡献	3.1551	2.7845	2.2455	1.4737	1.4176	1.4898	1.7865	1.2588
累计方差贡献	0.1753	0.3300	0.4547	0.5366	0.6154	0.6981	0.7973	0.8673

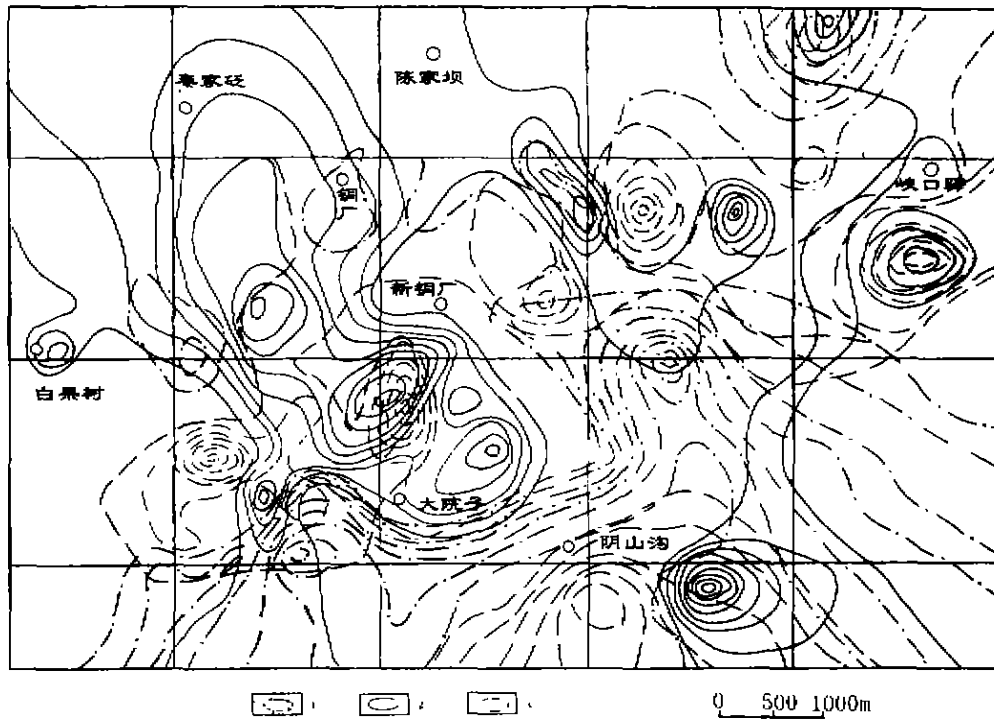


图2 铜厂矿田铜厂地区构造地球化学异常图

Fig. 2. Tectono-geochemistry anomalies over the Tongchang orefield.

1. Pb-Zn-Ag-Mn 组合异常线; 2. As-Bi-Mo 组合异常线; 3. Cu-Co 组合异常线

2.3.2 断裂构造地球化学异常分带指示成矿流体的流向, 预示了找矿方向 在铜厂闪长岩体中, 表现出(Cu, Co)和(As, Bi, Mo)矿化元素组合异常叠加; 在闪长岩体东西接触带表现为(Cu, Co)、(As, Bi, Mo)、(Pb, Ag, Mn, Zn, Sn, Mo)矿化元素组合异常的叠加或相邻, 呈现水平分带的规律; 黄泥梁异常区表现为由东向西, 高中低温矿化异常依次排列, 反映出从 Cu-Co(高中温)—(Cu)Au(中温)—Pb-Zn-Ag(中低温)的元素组合分带规律和矿液由东向西运移的特点; 新铜厂异常区分布于闪长岩体的南东侧内接触带, F_6 、 F_3 高中温矿化因子异常重叠良好, 并在岩体南东侧发育 F_1 中低温矿化异常, 呈现良好的矿化异常的水平分带现象, 反映矿液由岩体向东偏南方向运移; 张家山异常区呈现沿北边界断裂呈东西向相邻或重叠式分布, 表明了异常受北边界断裂控制。由于此异常处于峡口驿岩体和闪长岩体交接部位, 并受断裂构造控制, 因此矿液流向为沿近东西向断裂向南西和东方向流动。

2.3.3 断裂构造地球化学异常分带指示矿床成因的信息 矿化元素组合异常的水平分带现象反映构造地球化学场明显受铜厂“巨型压力影”构

造控制。在闪长岩体内, 丰富的成矿物质受动力作用后, 部分成矿物质重新组合、分配, 在原地就地取材, 在应力相对减弱部位形成脉状矿体; 另一部分成矿物质受构造改造后, 从闪长岩体向东西两侧运移, 在岩体内外接触带及“巨型压力影”构造的东西两侧形成矿(化)体, 这些地带应是成矿预测的重点地区。所以, 铜厂地区的矿床(化)是动力驱动流体成岩成矿的产物, 矿质主要来源于闪长岩体。这一特征表明铜厂铜金多金属矿床(化)与构造改造作用密切相关。

2.3.4 断裂构造地球化学异常受构造控制

(As, Bi, Mo)组合异常区主要分布于闪长岩岩体内外接触带及其边界断裂与旁侧断裂的交接部位。其中黄泥梁、新铜厂异常区分布于岩体内接触带, 受近东西向和北东向断裂控制, 发育 Au、Cu-Au 和 Cu-Co-Au 矿(化)体, 说明了 F_3 因子主要代表 Au 的矿化作用; 张家山异常区分布于辉长辉绿岩外侧, 受北部边界断裂与旁侧断裂交接部位的复合控制; 大院子东异常区分布于闪长岩体外接触带, 受本区南部边界断裂和北东向断裂交接部位的控制; (Cu, Co)元素组合异常区常也沿断裂展布, 明显受断裂构造控制。该特征

反映了构造地球化学场明显受华夏构造带的断裂及其次级断裂交接部位的控制,矿田边界断裂是矿液运移的通道,是矿田导矿和配矿构造;次级断裂为为容矿构造。

2.3.5 不同矿化元素组合的异常分布形式

不同矿化元素组合的异常分布,主要表现出两种形式——叠加和相邻。

2.3.6 不同的矿化元素组合异常特点,反映了矿(化)体的埋深 在新铜厂地区,近程高中温元素、中程中温元素和远程中低温元素异常呈重叠或相邻式出现,反映矿(化)体埋深相对较浅,产状相对较陡;在老铜厂和张家山地区,主要表现中程中温元素或远程中低温元素异常的叠加和异常单独出现,反映这些地区可能有隐伏矿体存在,其埋深相对较大。

3 成矿预测

3.1 成矿预测标志

根据断裂构造地球化学特征和成矿地质条件,归纳成矿预测的主要标志为:

(1) 断裂构造地球化学的异常存在、矿化元素组合特征及其分布形式;

(2) 围岩蚀变存在及其类型(硅化、碳酸盐岩化、绢云母化等)特征;

(3) 控制矿化元素组合异常区的华夏系构造带的断裂性质、组合型式等特征;

(4) 矿源岩(闪长岩、郭家沟组细碧岩及铁白云岩夹炭硅质板岩)的特征。

3.2 隐伏矿预测

根据上述标志,优选数个重点的找矿靶区:黄泥梁、新铜厂、张家山、老铜厂靶区及大院子东预测区,其中黄泥梁、张家山和新铜厂靶区是十分有利于寻找铜厂式热液型铜金脉状矿床的重点靶

区;老铜厂是寻找铜厂式与闪长岩有关的矽卡岩型铜铁矿床和火山沉积-再造型脉状铜矿体(化)的重点靶区。

3.3 预测效果

1) 铜厂靶区(新铜厂和老铜厂靶区):新铜厂靶区已有民采明槽和民采坑道,矿体出露宽度大于3m,矿体受NEE向断裂构造控制,其中发育含黄铜矿、磁黄铁矿、褐铁矿的石英-碳酸盐脉及黄铜矿-磁黄铁矿细脉,并伴生高含量的Au、Co等元素,研究认为矿体向深部延伸;在老铜厂,西北有色地质勘查局711队已获得可观的铜铁矿储量,深部有良好的找矿前景,靶区将逐渐得到生产证实。

2) 黄泥梁靶区:该靶区曾经西北地质勘查局711队用探槽、坑道和钻探揭露,先后探明5个铜矿体,矿体水平延长可达400~800m,延深300~500m,厚度可达3m以上,深部有良好的找矿前景。

4 结论

(1) 断裂构造地球化学异常区反映了矿(化)体的原生晕,是进行隐伏矿定位预测的重要依据,异常集中区是铜金多金属找矿预测的有利靶位。

(2) 断裂构造地球化学异常受构造控制,其异常分带反映成矿流体的流向;指示矿床成因的信息;矿化元素组合异常分布特点,反映了矿(化)体的埋深,预示今后的找矿方向。

(3) 黄泥梁、新铜厂、张家山、老铜厂等靶区是铜厂地区的重点找矿靶区。

致谢:本文的野外工作得到了西北地质勘查局和711队领导的热情指导和帮助,在此表示衷心的感谢!

参 考 文 献

- [1] 刘肇昌,李凡友,钟康惠.扬子地台西缘构造演化与成矿[M].北京:电子科技大学出版社,1996.
- [2] 王相,唐荣扬,李实,等.秦岭造山与金属成矿[M].北京:冶金工业出版社,1996.
- [3] 汪东波.南秦岭金银成矿带地球化学[M].长沙:中南工业大学出版社,1991.
- [4] 李军.陕南铜厂矿区古火山记过和铁铜成矿特征.西北矿产地质,1990.(1):
- [5] 孙家驷,等.云南广南木利层控锡矿床构造地球化学特征[A].全国第三届构造地球化学学术讨论会论文集[C].云南科技出版社,1994.
- [6] 韩润生,刘丛强,马德云,等.陕西勉略阳地区铜厂矿田矿床(化)类型及其特征[J].地质与勘探,2000.(4):11~15.

- [7] 韩润生,朱大岗,马德云,等. 陕西铜厂矿田控矿断裂带显微构造特征[J]. 地质地球化学, 2000, 28(1): 28~33.
- [8] 韩润生,金世昌,刘丛强,等. 陕西铜厂矿田陈家坝地区构造地球化学特征及其定位预测[J]. 地质与勘探, 2000, (5): 66~69.
- [9] 韩润生. 陕西勉略阳区铜厂矿田成矿动力学研究及矿床预测应用[D]. 昆明: 昆明理工学院, 1998.

FAULT TECTONO-GEOCHEMICAL FEATURES AND ORE-FORMING PROGNOSIS OF ORIENTATION IN TONGCHANG ORE-FIELD, TONGCHANG, SHAANXI

Han Runsheng^{1,2}, Liu Congqiang³, Ma Deyun^{1,2}, Ma Gengsheng², Hu Bin²

(1. Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry,
Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002; 2. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093;
3. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002)

Abstract

The Tongchang area is an important copper-gold polymetallic ore-forming area in the Tongchang ore-field of the Mianxian-Lueyang-Yangpingguan area—a “gold triangle area”. On the basis of fault tectonogeochemistry features in the Tongchang area, it is thought that the areas of tectono-geochemistry anomalies are the beneficial targets for copper-gold polymetallic metallogenic prognosis. The important target areas are: Xintongchang, Huangniliang, Zhangjiashan, Laotongchang, etc. Some of the target areas have been proved by mining practice.

Key words: fault tectonogeochemistry; metallogenic prognosis of orientation; dynamic petrogenesis and metallogenesis; Tongchang orefield; Shaanxi