

太行山南段甘陶河群地层的地球化学 异常特征及找矿意义

薛浩江, 刘志明, 朱梅花, 李会凯

(天津华北地质勘查总院, 天津 300181)

摘 要: 太行山南段甘陶河群地层为河北省南部重要的铜矿化层位, 发育有以桃园、虎寨口、南寺铜矿为代表的大量铜多金属矿床(点); 为一套经历了区域浅变质作用的基性火山岩和正常沉积碎屑岩岩系; 在区域水系沉积物测量、岩石地球化学测量成果基础上, 文章对甘陶河群地区的地球化学异常特征和找矿方向展开讨论。

关键词: 水系沉积物测量; 地球化学特征; 甘陶河群; 异常评价; 太行山南段

doi: 10.3969/j.issn.1001-1412.2009.03.014

中图分类号: P632.3; P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2009)03-0255-05

0 引言

上世纪 70~80 年代, 一些地质勘查单位曾在太行山南段并陘—内丘一带开展了不同比例尺的水系沉积物测量工作, 圈定出一批水系沉积物异常, 经后续异常查证工作的开展, 发现了一些新的铜矿床或铜矿化点。本世纪初, 随着新一轮国土资源大调查工作的开展, 天津华北地质勘查总院在系统研究前人水系沉积物测量成果的基础上, 优选区内的王家坪—摩天岭一带 200 km² 范围, 开展了水系沉积物测量试验性工作; 同时, 利用岩石地球化学测量方法对异常进行了查证, 目的是验证前期成果的可靠性。通过此次工作成果的总结并与前人工作的对比研究, 可以使前人资料在利用过程中具有更强的针对性和目的性, 从而有效地指导今后的找矿工作。

1 区域成矿背景

河北省并陘—内丘一带的甘陶河群地层为早元古宙裂隙槽环境下海底火山—沉积构造地体, 南北长度达 100 余 km, 东西宽度达 10 余 km, 其岩性、岩相均较复杂, 与并陘—内丘铜多金属成矿带位置吻

合。岩性为玄武岩、火山角砾岩、火山集块岩及长石英砂岩、泥质砂岩、凝灰质板岩等, 构成了本区铜多金属矿的初始矿源层和矿源岩, 后期的浅变质作用使得铜等成矿元素得以初步富集, 早元古宙晚期的近 SN 向韧性剪切变形为区域矿床的形成提供了部分热源和初始富集空间。

在太行山南段的甘陶河群地层中, 自南向北分布有桃园、槐树庄、虎寨口、上大凡、南寺掌、南寺、吴家窑等铜铅锌矿床(点), 构成了并陘—内丘铜多金属成矿带。根据赋矿层位的不同, 又可分为东西两个亚带: 东亚带北起赞皇县的银河铺, 南至内丘县的桃园一带, 产于南寺掌二段变玄武岩中, 矿化类型为绿泥片岩型; 西亚带北起并陘县的南寺、吴家窑, 南至赞皇县鸡冠山、山西省昔阳县干串沟一带, 赋矿地层为南寺组碎屑岩系, 矿化类型为变砂岩型、变凝灰质板岩型。

2 甘陶河群的水系沉积物地球化学异常特征

2.1 区域景观地球化学特征

并陘—赞皇地区位于太行山中南段的分水岭两侧, 属于剥蚀中山区。海拔高度一般在 700~1 000

收稿日期: 2008-10-14

基金项目: 中国地质调查局国土资源大调查项目《河北内丘—赞皇一带铜多金属矿评价》资助。

作者简介: 薛浩江(1959-), 男, 天津武清人, 工程师, 从事地球化学探矿、地质勘查及研究工作。E-mail: 519dikuang@163.com

m, 相对高度 500~700 m。冀晋交界分水岭一带多为 1 200~1 400 m 的高山, 最高峰海拔 1 733 m; 区内植被发育, 荆棘丛生, 灌木茂盛, 基岩露头不佳; 山区水系发育, 甘陶河、槐河为常年流水; 地表以物理风化为主, 化学风化次之, 岩石成壤作用强烈, 以棕壤、褐土居多; 区内适于开展水系沉积物、土壤地球化学、岩石地球化学测量作业。

2.2 以往水系沉积物测量成果总结的甘陶河群地层地球化学异常特征

上世纪的 70 年代和 80 年代, 前人在甘陶河群出露的井陘—内丘一带开展了 1:5 万和 1:20 万水系沉积物测量工作。圈出了 17 个异常区(表 1), 异常的强度大、范围广, 基本上呈 NNE 向延展, 与地层和

构造带的分布相吻合。17 个异常区由东到西大致分成 3 个带: ①东带为石嘴头—白草坪金异常带, 呈零星椭圆状分布在太古宇变质岩中; ②中带是王家坪—马大沟铜异常带, 为本区规模最大、异常组合最好的异常, 呈 NE 向串珠状分布于甘陶河群南寺掌组二段之中, 长 40 余 km, 东西宽 2~4 km。异常组合为 Cu, Co, Mo, Ni, V, Ti, Pb, Zn 等元素。从主要成矿元素 Cu 异常的发育情况来看, 大体可分成虎寨口和白鹿角—桃源—槐树庄两段。Cu 异常带浓集中心部位和高值点附近多有铜矿(化)点分布, $w(\text{Au})$ 最高值为 $1 554 \times 10^{-6}$; ③西带为鸡冠山—方脑铅锌异常带, 零星分布于甘陶河群南寺组中, 异常特点是强度较低、规模较小、异常较凌乱。

表 1 区域水系沉积物测量异常特征表

Table 1 List of anomaly characteristics of regional river sediment survey

异常分带	异常名称	异常区特征					地质背景
		元素组合	面积 (km ²)	形态特征	最高含量 ($w_B/10^{-6}$)	异常数量	
东带	南张林	Au-Mo-Pb-As	10	SN	Au 0.12	4	石家庄组变质岩
	吴村	Au	3.5	SN	Au 0.1	2	
	大河道	Au	2	EW	Au 0.03	1	
	杏巴沟	Au-Pb-Zn	1.5	EW	Au 0.16	1	
	岭西	Au, Mo	3	SN	Au 0.076	1	
中带	虎寨口	Cu-Pb-Zn-Mo-V	3.0	SN	Cu 1126	1	甘陶河群南寺掌组二段
	白鹿角—桃源—槐树庄	Cu-Pb-Zn-Mo-V	40	“J”形	Cu 1554	1	甘陶河群南寺掌组二段
西带	上大凡	Pb-Zn-Cu	0.81	NE	Pb 192	3	南寺组
	韩庄	Zn-Mo-Pb	30	SN	Zn 600	3	南寺组

2.3 近期水系沉积物试验性测量获得的甘陶河群地层地球化学异常特征

近期实施的 1:5 万水系沉积物试验性测量工作面积较小, 仅 200 km², 但是所选择的内丘—赞皇一带(区带南段)涵盖了区域成矿带上的所有地层, 基本反映区域上不同地质单元的成矿信息。

成果显示, 试验区内的水系沉积物异常基本上可分成两条规模较大的异常带, 即银河铺—双石铺 Cu, Ni, Co, Pb, Zn 异常带和鸡冠山—郑家峪 Cu, Ni, Co 异常带。两条成矿带和前人 1:5 万、1:20 万水系沉积物测量相吻合。

(1) 银河铺—双石铺 Cu, Ni, Co, Pb, Zn 异常带。可分为 3 段: 银河铺—虎寨口(北段)、牛峪沟—吴家庄(中段)、槐树庄—双石铺(南段)。其中以银河铺—虎寨口异常较具代表性。该异常元素组合较复杂, Cu, Ni, Pb, Zn 和 Co 同时出现异常, 面积约 7 km², 元素的异常最高值: $w(\text{Cu}) = 1 126 \times 10^{-6}$, $w(\text{Ni}) = 320.7 \times 10^{-6}$, $w(\text{Pb}) = 165.7 \times 10^{-6}$, $w(\text{Zn})$

$= 771 \times 10^{-6}$ 。组分分带特征由内向外为 Co-Pb, Zn-Pb-Cu-Ni, 由北向南元素组合为 Cu, Ni, Pb, Zn, Co-Cu, Ni, Co, 各异常元素间重合性较好, 主要成矿元素 Cu 的浓集中心部位是银河铺、虎寨口两处已知铜矿化地段的反映(表 2, 图 1)。

表 2 银河铺—虎寨口异常特征表

Table 2 List of geochemical characteristics of Yinhepu-Huzhaikou anomaly

元素	Cu	Ni	Pb	Zn	Co
最高值(C_{\max})	1126	320.1	165.7	771	82.3
平均值(X)	129.5	125.8	80.6	316.4	59.9
异常面积(S/km^2)	7.0	10.5	3.5	2.8	4.2
异常下限(C_a)	60	80	50	200	50
衬度(X/C_a)	2.15	1.57	1.60	1.58	1.19
异常中异常点数(N)	24	44	16	14	25
规格化面金属量	15.1	16.5	5.6	4.4	5.03
$Q_s = X \cdot S/C_a$					
浓度分带	2~5	3	3	2	1

量的单位: $w_B/10^{-6}$ 。

(2) 鸡冠山—郑家峪 Cu, Ni, Co 异常带。异常带主要发育在南寺组四段变玄武岩之中, 呈 NE 向条带状展布, 长约 5 km, 宽 0.5~1.5 km, 面积约 5 km²。成矿元素 Cu 的异常强度一般为 60×10⁻⁶~

104.2×10⁻⁶, 浓集中心不明显。伴生元素 Ni 则以多个小范围的低值异常发育在 Cu 异常带范围内, Pb 和 Zn 的点异常主要在 Cu, Ni 异常带的东侧(表 3)。

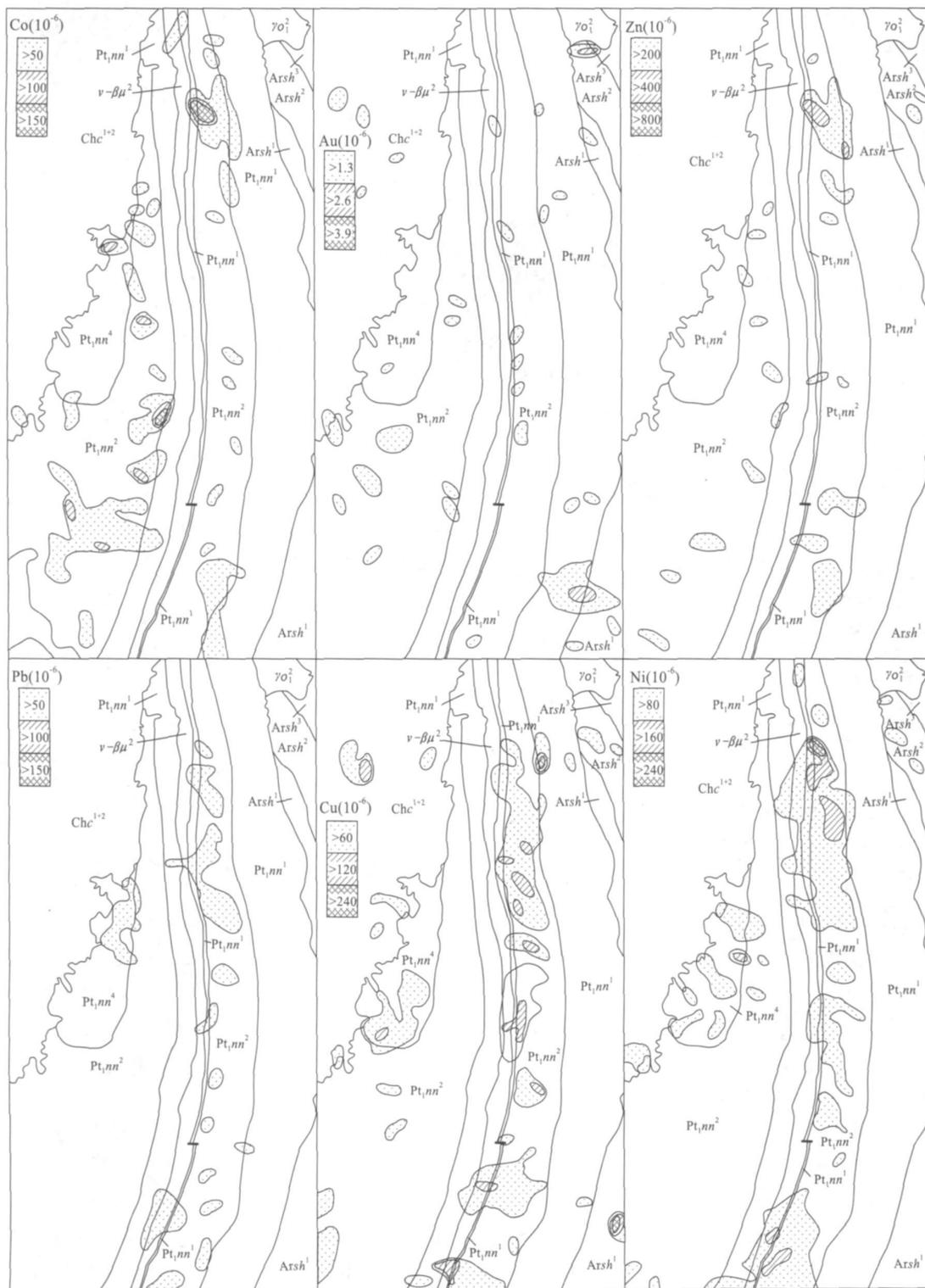


图 1 虎寨口一带地球化学异常剖析图

Fig.1 Sketch of geochemical anomalies in Hukouzai area

表3 鸡冠山—郑家峪异常特征表

Table 3 List of geochemical characteristics of Jiguanshan-Zhengjiayu anomaly

元素	Cu	Ni	Co
最高值(C_{max})	104.2	302.2	51.7
平均值(X)	76.8	114.1	51.2
异常面积(S/km^2)	5	3.2	0.2
异常下限(Ca)	60	80	50
衬度(X/Ca)	1.28	1.43	1.02
异常中异常点数(N)	23	15	2
规格化面金属量 $Q_s = X \cdot S/Ca$	6.40	4.57	0.20
浓度分带			

量的单位: $w_B/10^{-6}$ 。

3 甘陶河群的岩石地球化学异常特征

甘陶河群地层按岩性可以分为变玄武岩和碎屑

表4 甘陶河群地层微量元素特征

Table 4 List of micro-element characteristics of Gantaohu group

岩石名称	样品数	$w_B/10^{-6}$				
		Cu	Pb	Zn	Cr	Ni
变玄武岩类*	162	83	14.8	125	76	96
片理化变玄武岩*	13	78	18	202	148.5	105
绿泥石片岩*	22	125.66	18.82	153.03	159.71	91.04
变砂岩类*	1	8.1	10.2	66	78.1	39.9
辉绿岩*	2	198.1	16.2	144	154.1	215.9
绢云绿泥石片岩*	6	125.2	89.9	306.8	215.5	150.3

*. 引自桂林矿产地质研究院测试中心; ** . 引自地质十一队 1/5 万区调报告。

区域典型矿床近矿围岩的地球化学特征也显示了同样的结果。区域铜多金属矿床的主要近矿围岩为绿泥石片岩(原岩为变玄武岩),其地表异常是以 Cu, Au, Ag 为主,同时伴有 Pb, Zn, Mo 等元素的组合异常,异常宽度 120~160 m,异常中 $w(Cu)$ 平均值为 1561.0×10^{-6} ,最高值 $> 2000 \times 10^{-6}$ (图 2)。深部矿体的近矿围岩主要元素组合为 Cu, Au。Cu 多以单点异常断续出现,强度在 $300 \times 10^{-6} \sim 2000 \times 10^{-6}$ 不等,同时伴有强度较高的 Au 异常出现,一般强度为 $3.22 \times 10^{-9} \sim 17.56 \times 10^{-9}$ 。其他分析元素较少有异常出现。单点高值部位往往对应着铜矿体的赋存部位。

近矿围岩的地球化学特征一方面反映了原岩变玄武岩的绿泥石片岩构成了区域铜多金属矿床的矿源岩和矿源层,是区域铜矿床成矿的基础;另一方面反映了后期的变形变质作用(韧脆性叠加的改造作用)是区域铜多金属矿床形成的关键因素。

岩两大类,并有大致同期的辉绿岩脉贯入。其中,辉绿岩脉中 Cu, Cr, Ni 的质量分数最高,变玄武岩中 Cu, Cr, Ni 的质量分数明显高于变碎屑岩(表 4)。这与区域水系沉积物测量的结果相吻合,表明了区域铜多金属矿的形成与变玄武岩和辉绿岩等基性岩类关系密切,并可与中条山地区类比^[2,3];在玄武岩类岩石中,正常玄武岩和片理化玄武岩及原岩为变玄武岩的绿泥石片岩的成矿元素质量分数又有着很大的不同,以绿泥石片岩中为最高(图 1),是变玄武岩和片理化变玄武岩的 1.5 倍。在碎屑岩类中,以原岩为变砂岩的绢云绿泥石片岩成矿元素质量分数最高,是变砂岩的 4~15 倍。由此说明,基性岩类中成矿元素的初始丰度值偏高,是区域矿床形成的基本条件,而后期的变形变质作用对本区铜多金属矿的成矿起着关键性作用。

4 甘陶河群的找矿方向讨论

通过局部的水系沉积物试验性测量成果显示,前人所作水系沉积物测量成果和本次试验性工作成果基本一致,总体有以下特征:

主成矿元素 Cu, Ni 异常发育绿泥片岩、片理化变玄武岩带的上方,具有规模大、连续性和套合性较好、具有较高的浓集中心、强度较高、浓度梯度变化较明显等特征。指示元素异常组合为 Co, Au, 表现为规模较小、强度较低等特征,分布于主成矿元素 Cu, Ni 异常的内部,起到了较好的指示矿化作用。整个异常带呈近 SN 向的带状展布,严格局限于南寺掌组二段地层中,与区内已知铜矿床(点)、铜矿化区相吻合。

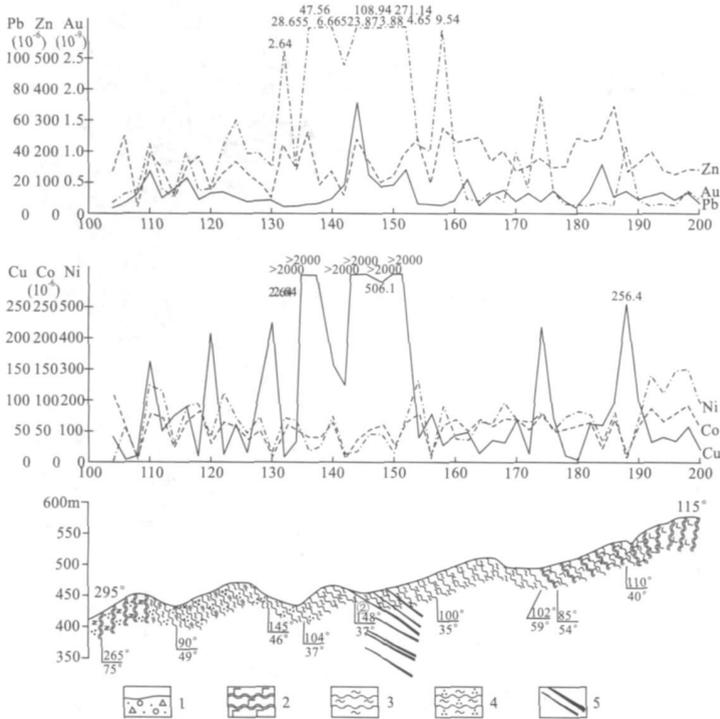


图 2 2号勘查线地化综合剖面图

Fig. 2 The integral geochemical profile of exploration line 2

1. 第四系 2. 变玄武岩 3. 绿泥片岩 4. 石英绿泥片岩 5. 矿体及编号

鉴于此, 后续找矿工作中, 以铜为主攻矿种时, 应充分研究、筛选发育于南寺掌组二段地层中的水系沉积物异常, 同时注意 Co, Au 的地球化学行为; 在此基础上, 目标层位应锁定于南寺掌组二段的绿泥片岩、片理化变玄武岩等岩性段。

铅锌矿床的成矿元素组合为 Pb, Zn 等。Pb 的异常规模较大, Zn 的异常规模较小, 呈较连续的串珠状分布于 Pb 异常范围内, 无明显的浓集中心, 平面上异常分布凌乱, 反映了矿化分散, 不易形成规模矿床, 或即使形成规模矿床, 但也埋藏较深这一特点。其指示元素组合为 Au, Ag 等, 异常规模小, 发育于成矿元素 Pb, Zn 异常的边部, 或与 Pb, Zn 异常边部重叠, 起到了指示矿化的作用。异常带应呈近 SN 向展布, 发育于南寺组二段地层的上方, 反映了南寺组二段变砂岩控矿的特点。鉴于此, 对于 Pb, Zn 异常的查证工作不宜投入过多的精力, 并注意锁定于南寺组二段变砂岩地层为目标层位。

参考文献:

[1] 牛树银, 陈路, 许传诗, 等. 太行山地壳演化及成矿规律[M]. 北京: 地震出版社, 1994.
 [2] 刘志明, 袁志林. 保定西部地区贵金属及有色金属成矿地质特征及控矿因素分析[J]. 矿产与地质, 2005, 19(2): 134-139.
 [3] 刘志明, 肖成东, 李孝红, 等. 涑水县南款金多金属矿田控矿因素分析[J]. 地质调查与研究, 2004, 27(B12): 44-50.
 [4] 薛克勤, 赵月凤, 董清雷. 中条山西南段与变基性岩有关的铜矿地质特征及成因浅析[J]. 前寒武纪研究进展, 2002, 25(3-4): 151-159.

GEOCHEMICAL ANOMALY CHARACTERISTICS OF GANTAOHE GROUP IN THE SOUTH PART OF TAIHANGSHAN MOUNTAIN AND THE SIGNIFICANCE TO ORE PROSPECTING

XUE Hao-jiang, LIU Zhi-ming, ZHU Mei-hua, LI Hi-kai

(Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin 300181, China)

Abstract: Gantaohu group in the south part of Taihangshan mountain is the main Cu mineralization horizon in the South Hebei province at which many Cu-polymetallic deposits occur represented by Taoyuan, Huzhailou, Nanshi Cu deposit etc. The group is composed of a sequence of a regionally low grade metamorphic basic volcanic rocks and normal sedimentary clastic rocks. Based on results of regional river sediment survey and rock geochemical survey are dealt with geochemical characteristics and ore prospecting directions in the south part of Taihangshan mountain area.

Key Words: river sediment survey; geochemical characteristics; Gantaohu group; anomaly assessment; the south part of Taihangshan mountain