

区域化探找矿新案例—甘肃代家庄铅锌矿的发现

牛洪斌^{1,2}, 张新虎², 金治鹏³, 徐家乐²

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430037; 2. 甘肃省地质矿产勘查开发局, 甘肃 兰州 730000; 3. 甘肃省第二地质矿产勘查院, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 代家庄铅锌矿是在甘肃省用地球化学勘查方法发现的第一个大型铅锌矿床。作者回顾了发现该矿床的简史, 研究了矿床地质、地球化学特征, 探讨矿区进一步找矿的远景, 讨论应用地球化学勘查方法寻找铅锌等有色金属矿产的经验和教训。

关键词: 区域化探; 铅锌矿床; 找矿; 甘肃省

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2004)03-0242-03

代家庄位于甘肃陇南地区宕昌县城东北约 15 km 处, 距著名的西成铅锌矿田约 100 km (图 1)。甘肃省地矿局经过对该区域化探异常十余年的工作, 终于取得突破, 发现了代家庄铅锌矿床, 其规模已经达到大型, 从而填补了甘肃省区域化探在有色金属找矿方面的空白。

了 2 处 Pb、Zn 异常起, 甘肃省地质局布置了 1: 5 万化探和物探普查, 在代家庄北侧和西侧圈定了 Zn、Pb、Cu 和 Sb、Hg 异常, 认为异常不仅与已知褐铁矿(化)点有关, 还具有寻找铅锌和汞锑矿的前景。

上世纪 80 年代完成了 1: 20 万区域化探扫面, 圈定了元素组合以 Sb、Hg、As、Pb、Zn、W、Mo、Au 等为主的异常, 面积达 100 余 km²。经过 1: 5 万加密和地质踏勘等初步查证, 没有新的发现。在甘肃省西秦岭地区 1: 50 万地球化学编图工作中, 代家庄异常在该地区 84 个大型综合异常中, 无论按累加面金属量还是综合地球化学参数打分, 均排名第一。

1991~1992 年, 甘肃省地矿局部署对该异常开展了以 1: 1 万土壤测量和地表探槽揭露为主的 II 级查证工作, 结果在圈定的土壤异常上发现 2 条矿化带, 并在矿化带内初步确定了 4 个铅锌(银)矿(化)点。因地表矿体品位不高, 规模不大, 覆盖较厚、地勘经费困难等原因, 查证工作暂时中断。

近两年来, 先后投入了化探、物探、地质填图、槽探、硐探、钻探等勘查工程。现已初步确定代家庄铅锌矿远景在大型以上, 仅 I 矿带初步圈定的 2 个矿体已求得 Pb + Zn 资源量 63.61 万 t, 从而不仅肯定了代家庄异常的矿致性质, 更为陇南地区铅锌等有色金属矿新一轮的勘查展示了良好的远景。

2 区域地质背景和矿区地质特征

代家庄铅锌矿位于秦岭造山带的北秦岭褶皱带西段的铅锌、金成矿带上, 地层主要为中泥盆统的一

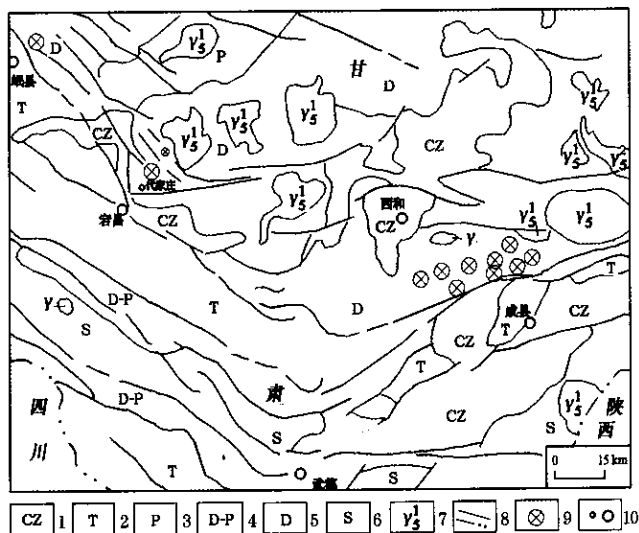


图 1 甘肃南部岷县—成县地区区域地质概况

1—新生界碎屑岩; 2—三叠系砂岩、板岩、泥灰岩; 3—二叠系板岩、砂岩; 4—泥盆系至二叠系(白龙江复背斜两翼)碳酸盐岩夹砂板岩; 5—泥盆系浅变质碎屑岩夹碳酸盐岩; 6—志留系碳质泥板岩; 7—花岗岩体; 8—断裂带; 9—铅锌矿床; 10—村庄、县级城市

1 矿床发现简史

代家庄的找矿工作始于上世纪 60 年代。从 1: 20 万区调所做的路线金属量(土壤)测量圈定

套碎屑岩夹碳酸岩建造。在矿区北东侧约 7 km 处,有西秦岭“五朵金花”之一的正沟花岗岩体(γ_5^1),出露面积约 200 km²,其围岩普遍受热力蚀变,形成宽 1 km 以上的角岩化和大理岩化蚀变带,并有铅锌等多金属矿化(图 1)。

矿区构造总体为走向北西、倾向北东的单斜(向斜?)。北西向断裂形成的层间破碎带为控矿及容矿构造。矿化主要产在中泥盆统龙鳞桥组生物碎屑灰岩层位。在矿区中初步划分出 I、II 矿带,均呈北西—南东走向,矿带长近 8 km,宽 100 ~ 200 m。其中 I 矿带已圈出铅锌(银)矿体 2 条,主矿体已控制长 700 余米,平均厚约 13 m。经少量钻孔及平硐控制,矿体延深大于 100 m,且由地表向下有厚度明显变大、品位变富(特别是 Zn)的趋势。矿石矿物以菱锌矿、白铅矿为主,深部见到了方铅矿、闪锌矿等硫化物型矿石矿物,应属原生矿。矿石主要有益组分为锌和铅, $w(\text{Zn}) > w(\text{Pb})$ 。伴生有银、镉、镓、汞、砷等。矿床类型为层控沉积再造型。

3 矿床地球化学特征

3.1 地层岩石地球化学背景

代家庄铅锌矿产于北秦岭的泥盆系中,该地层西段甘肃境内(Dg)各元素平均含量(几何平均值)见表 1。同时,将矿区附近的正沟花岗岩体(γ_5^1)和中国半湿润中低山丘陵地区的资料也列于表中。

表 1 北秦岭西段泥盆纪地层水系沉积物样品各元素含量

元素	Dg	γ_5^1	ZG	元素	Dg	γ_5^1	ZG
Li	35.0	47.2	29.3	Sn	3.4	4.3	2.8
Be	2.3	2.9	2.1	Sb	1.3	0.7	0.5
P	681	823	692	Ba	505	512	605
Cr	73	62	67	La	42	52	42
Mn	763	868	687	W	2.3	3.2	1.5
Cd	164	126	106	Au	2.50	1.95	1.31
Cu	26	21	22	Hg	49	40	29
Zn	84.6	85.5	64.4	Pb	26.8	27.3	22.5
As	14.5	14.1	7.44	Th	10.7	12.2	11.0
Sr	157	139	215	Na ₂ O	1.6	1.9	1.77
Nb	16	19	16	MgO	2.2	1.7	1.8
Mo	0.7	0.6	0.7	CaO	3.8	1.7	2.7
Ag	83.0	80.8	83.4	Fe ₂ O ₃	4.9	4.9	4.7

注:含量单位: $w(\text{Au、Ag、Cd、Hg})/10^{-9}$, $w(\text{氧化物})/10^{-2}$, $w(\text{其它元素})/10^{-6}$ 。资料来源:Dg 和 γ_5^1 据金治鹏等(1992),ZG(水系沉积物样品)据任天祥(1996)

从表 1 可见,北秦岭泥盆系(甘肃段)含量高于 ZG 许多有 Sb、As、Hg、Au、Cd、Cu、Cr、Ca、Mg 等,另外,Sb、Hg、Au、Cd、Au、Zn、Pb 的变异系数较大,且远大于正沟花岗岩中的相应元素,反映了该地层具有

较强烈的热液矿化及蚀变,也与地层的岩性特征有关。正沟花岗岩体含量较 ZG 高的有 W、Sn、Li、La、Be、Nb、P、Na、Mn,基本反映酸性岩体的微量元素特征。两者都较高的有 Pb、Zn、Fe,这是否反映该带铅锌矿成矿物质的双向来源,尚待研究。

据部分岩石样品资料,矿区中泥盆统共 4 个组,唯龙鳞桥组灰岩中 Ag、Hg、Pb、As、Sb 明显富集,其它(包括该组中的泥灰岩和砂板岩)均为正常含量或贫化,说明龙鳞桥组的灰岩可能是主要的矿源层。

3.2 地球化学异常特征

3.2.1 区域化探异常特征

表 2 1: 20 万区域化探代家庄异常特征

元素	均值	峰值	面积/km ²	衬度	规模	浓集分带
Pb	42.0	78.0	40	1.60	64.00	中,外
Zn	137.8	145.0	36	1.63	58.83	外
Ag	127.0	127.0	4	1.58	6.32	外
Cu	31.74	40.6	24	1.37	23.82	外
Cd	285	390	12	2.02	24.24	外
Ba	900.6	1045	40	1.74	69.60	外
Sb	283.55	993.6	108	262.5	28350	内,中,外
As	82.86	172.7	96	5.63	540.48	内,中,外
Hg	4552.1	25650	108	70.27	7589.2	内,中,外
Au	6.9	9.8	24	3.05	73.2	中,外
W	5.35	7.7	56	2.32	129.92	中,外
Sn	4.32	4.9	24	1.08	25.92	外
Mo	2.11	3.18	20	2.11	42.24	中,外
U	2.51	3.00	20	1.60	32.00	外
Th	13.6	13.6	8	1.22	9.76	外

注:Au 分为 3 个异常,Cu 分为 4 个异常,Mo、U 分为 2 个异常。

含量单位同表 1。资料来源:据金治鹏等(1992)

1: 20 万区域化探异常面积约 100 km²。根据各元素异常形态、套合及元素的亲疏关系,可划分为 3 组异常(表 2,图 2)。

(1) Pb、Zn 组合异常。元素组合有 Pb、Zn、Cu、Ba、Ag、Cd、Mn 等。异常规模不大,除 Pb 异常具中、外带外,其它元素均只有外带,且 Zn、Cu 等常较为分散,由相距很近的 3 ~ 4 个局部异常组成。各元素异常面积不超过 40 km²。

(2) Sb、As 组合异常。元素组合为 Sb、Hg、As、Au。异常规模很大,除 Au 异常只具有中、外带且面积较小外,Sb、Hg、As 均具内、中、外带,面积都达到 100 余平方公里左右,特别是 Sb、Hg 异常强度和规模均为西秦岭地区之最。

(3) W、Sn 组合异常。元素组合有 W、Mo、Sn,还有弱的 U、Th 异常。其中,W 异常规模较大,面积约 50 km²,具中、外分带;Mo 异常亦具中、外带,但面积不大,其余元素均只有外带。W、Sn 组合的突出特点是在代家庄异常北东方向的正沟花岗岩体

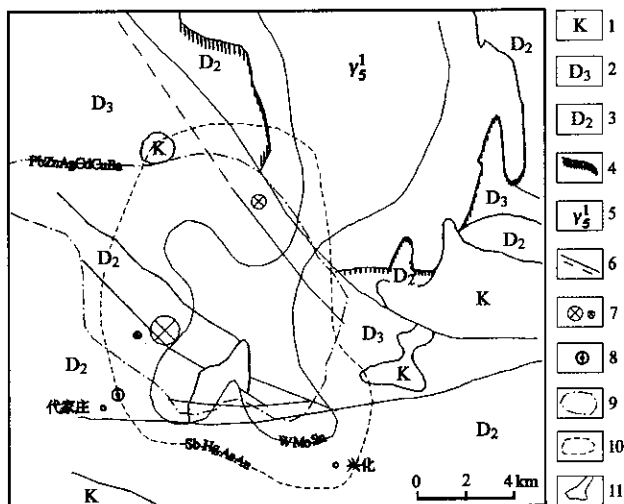


图2 代家庄地区地球化学组合异常

1—白垩系碎屑岩;2—上泥盆统碳酸盐岩夹碎屑岩;3—中泥盆统碎屑岩、泥质岩、泥灰岩夹碳酸盐岩;4—接触蚀变带;5—正沟印支期花岗岩;6—断裂带;7—大型铅锌矿床(矿点);8—褐铁矿化点;9—Pb、Zn组合异常;10—Sb、As组合异常;11—W、Sn组合异常

上,有与之对应的姊妹异常,且各元素异常的面积和强度均远大于代家庄异常。

另外,在正沟花岗岩体上还有较强的反映酸性岩特点的Li、La、Be、Nb、P、Y、Th、Na等元素异常。

3.2.2 矿区中大比例尺化探异常特征

经过1:5万和1:1万化探工作,代家庄区域化探异常得到很好的重现,但异常形态、强度及组合特点等有所变化。总体趋势是随着比例尺增大,Pb、Zn、Ag异常强度增大,而Sb、Hg异常有所降低。如1:5万异常组成元素主要为Pb、Zn、Ag、As、Sb、Hg、Au等,综合异常面积约47 km²,其中Pb异常平均值为 91.2×10^{-6} ,峰值 500×10^{-6} ,具有内、中、外浓度分带;Zn异常平均值为 238.1×10^{-6} ,峰值 1200×10^{-6} ,具有内、中、外浓度分带。各元素都可大致分为南北2个异常带,且大部分元素南带异常大于北带,而北带异常与新发现的矿床(I矿带)吻合较好。1:1万土壤异常呈北西—南东向2条近于平行异常带的特征更为清晰,异常带长度达5 km以上,宽2~3 km,异常元素以Pb、Zn为主;其次有Ag(可能因分析元素少,未见其它元素的资料)。Pb异常强度一般为 $(80 \sim 840) \times 10^{-6}$,峰值达 $(1200 \sim 8700) \times 10^{-6}$;Zn异常强度一般为 $(150 \sim 1600) \times 10^{-6}$,峰值可达 $(200 \sim 22000) \times 10^{-6}$ 。代家庄铅锌矿床就是通过验证土壤异常发现的。

3.3 地球化学特征中反映的矿床地质信息

分析研究该矿床的地球化学特征,可以初步看

出反映矿床地质特征方面的一些地球化学信息,据此提出如下探讨性的意见。

(1)北秦岭西段泥盆系Sb、As、Hg、Au、Cd、Cu、Pb、Zn等含量较高,且变异系数也较大,说明该地层具形成有色金属和贵金属矿的物质基础。代家庄矿区的生物碎屑灰岩中,Ag、Hg、Pb、As、Sb等明显富集,故可以认为它是铅锌矿的主要矿源层,同时也是矿床属层控类型的地球化学依据。而在矿区北东约7 km的正沟花岗岩体上形成了W、Sn、Mo、Th等高温元素的较强异常,对比代家庄异常中也有W、Sn(Mo、Th、U)组合成分,这应该是来自岩体的。Pb、Zn在岩体上也有高异常(与泥盆系地层相当)。这些说明花岗岩浆作用不仅为成矿提供了所需的动力(热源),而且还贡献了部分成矿的物源。

(2)目前代家庄矿床以锌、铅为主,银在部分矿段够品位。区域化探异常中Sb的强度及规模均最大,1:5万异常中Sb也很强;但在矿石中,银不高,这种矛盾现象还有待做进一步的工作来解释。同时,也不能排除在异常范围内找到银或金矿的可能,前人在化探异常的南侧已发现有银矿化线索。

(3)如前所述,1:20万和1:5万化探中都发现很强的属于前沿晕的Hg、Sb、As等异常,说明矿床的剥蚀深度尚不大。矿区部分钻孔和平硐中见到矿体向下有变厚、变富趋势,也是有利的直接证据。

(4)目前求出储量的I矿带主矿体已初步控制长度仅700 m左右,与化探异常范围和规模的差距还很大。而且,1:5万和1:1万异常中,与II矿带位置相当的南异常带明显强于北部异常,而在II矿带只做了少量地表工程并揭露出铅锌矿体。另外,已圈定矿体向深部也有变厚、变富现象,所以,代家庄矿区及其外围继续找矿的远景很大。

4 初步结论及认识

代家庄铅锌矿床的发现,说明区域化探不仅在寻找金等贵金属,而且在寻找有色金属矿方面都是大有作为的。当前,要注意挖掘区域化探资料中有关有色金属矿产的信息,尤其在寻找不易识别矿方面,更要发挥地球化学勘查的优势。

在评价筛选区域化探异常时,不能简单认为什么元素异常最强就找什么矿。要在认真分析地质背景、地球化学特征的基础上,开展一定的中、大比例尺化探工作后,才能清楚什么元素是主成矿元素。

下转 248 页

靠的地球化学依据。

参考文献:

- [1] 卢纪英,李作华,张复新,等. 秦岭板块金矿床[M]. 西安:陕西科学技术出版社,2001.
- [2] 武晓迪. 陕西省凤太地区铅锌、金成矿地质条件分析[J]. 西北

金属矿产地质,2002,(1—2):58—63.

- [3] 常宗东,李发林. 八卦庙金矿床野外宏观控矿特征[J]. 西北金属矿产地质,2002,(1—2):68—70.
- [4] 樊子琿. 铅硐山—双石铺成矿带金矿地质地球化学特征[J]. 西北金属矿产地质,1991,(2):49—56.

Au, Pb AND Zn GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE FENGTAI ORE CONCENTRATION AREA AND ORIENTATIONS OF FURTHER ORE EXPLORATION

XIANG Ting-ting¹, LI Chun-lan¹, LIU Yan²

(1. Geophysical and Geochemical Exploration Party, West China Bureau of Geological Exploration for Nonferrous Metals, Xi'an 710068, China; 2. Institute of Geological Exploration, West China Bureau of Geological Exploration for Nonferrous Metals, Xi'an 710054, China)

Abstract: Based on a study of the metallogenic regularity and geochemical characteristics of Au, Pb and Zn deposits, the authors deal in this paper with the orientations of further ore-prospecting work in Fengtai area of Shaanxi Province and have already preliminarily delineated four targets in that area.

Key words: Au, Pb and Zn deposits; geochemical characteristics; orientations of further ore exploration; Fengtai ore concentration area

作者简介: 向婷婷(1966—),女,1990年毕业于桂林工学院化探系,学士学位,工程师。现主要从事化探数据库工作。

上接 244 页

代家庄地区的地球化学勘查工作历时 30 年,区域化探异常圈出来后又做了十几年工作,才有所发

现,这说明在异常查证工作中,需要坚持不懈地努力,才能取得好成果。

A NEW CASE OF REGIONAL GEOCHEMICAL PROSPECTING: THE DISCOVERY OF THE DAIJIAZHUANG LEAD-ZINC DEPOSIT IN GANSU PROVINCE

NIU Hong-bin^{1,2}, ZHANG Xin-hu², JIN Zhi-peng³, XU Jia-lu²

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430037, China; 2. Gansu Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730000, China; 3. No. 2 Institute of Geology and Mineral Exploration, Lanzhou 730020, China)

Abstract: The Daijiazhuang lead-zinc deposit is the first large-size lead-zinc deposit discovered by geochemical exploration technique in Gansu Province. In this paper, the authors have reviewed the process of discovering this deposit, studied its geological and geochemical characteristics, discussed the prospects for further mineral exploration in the ore district, and dealt with the experience and lessons drawn from the geochemical exploration for lead, zinc and other nonferrous mineral deposits.

Key words: regional geochemical exploration; lead and zinc deposit; ore prospecting; Gansu Province

作者简介: 牛洪斌(1963—)男,甘肃人。1984年毕业于西安地质学院物探系。长期从事区域重力工作的生产研究和物化探生产科研的管理工作,教授级高级工程师,中国地质大学(武汉)在读研究生。