

皇城山银矿床地球化学特征及预测评价

吴宏伟

(河南省地质调查院, 郑州 450007)

[摘要]皇城山银矿床是近年勘查评价出的一处中型低温银矿床。矿床赋存于中生代早白垩世火山岩、次火山岩内,矿体产于北东向花岗斑岩脉中,且严格受火山构造控制。矿区普查阶段比较系统地开展了万分之一岩石测量和原生晕找矿专题研究。通过对皇城山银矿地球化学特征研究,建立找矿评价标志,进而对矿带未知地段进行分析对比,做出深部远景评价,取得较好的地质找矿效果。

[关键词]皇城山银矿 异常特征 分带序列 地球化学标志

[中图分类号]P618.52 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2004)03-0026-05

1 矿床地质特征

皇城山银矿位于大别山北麓西段,距信阳市东南约50 km,属河南省罗山县管辖。处于华北地台南缘,秦岭地槽褶皱系东段南支,位于桐(柏)一商(城)大断裂北侧,靠近龟(山)一梅(山)断裂,是火

山活动强烈地区。

矿区北部广泛分布着中生代下白垩统火山岩;中部出露燕山早期中细粒斜长花岗岩,与北部火山碎屑岩呈不整合接触;南部出露中元古界龟山岩组浅变质岩系,与中部斜长花岗岩呈断层接触(图1)。

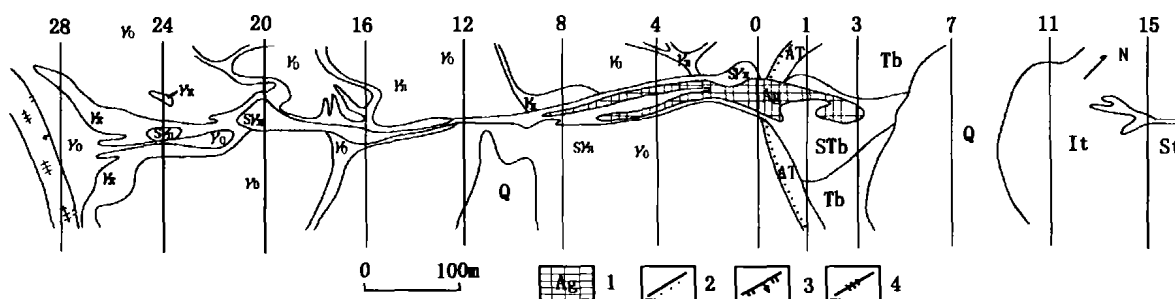


图1 皇城山银矿床地质图(据韩存强等,1985)^①

Q—第四系;It—紫红色熔结凝灰岩;St—硅化熔结凝灰岩;Tb—浅灰色含砾岩屑晶屑凝灰岩;STb—硅化岩屑晶屑凝灰岩;AT—紫红色凝灰质泥砂岩; γ_0 —燕山早期中细粒斜长花岗岩; γ_p —花岗斑岩; Syp —硅化花岗斑岩脉;1—银矿体;2—不整合界线;3—正断层;4—挤压破碎带

矿区褶皱不明显,但中部斜长花岗岩内断裂发育,常被花岗斑岩脉充填。脉长数十至300余米,最长1300 m,宽10~15 m,呈不规则带状,透镜状产出。以A1岩脉为代表的岩脉群组成一个完整的火山机构,分布在斜长花岗岩中的花岗斑岩脉明显受同一火山构造控制。根据岩脉展布方向将控岩断裂分为北北东、北东、北西西、北西向4组,断裂性质属张性、张扭性。各组断裂为构成火山机构的浅部脉

体群提供了通道。矿体产于北东向岩脉中,严格受构造控制。

银矿体主要赋存于火山岩内的A1花岗斑岩脉中,走向37°,主要矿体集中在3~12线间。1号矿体严格受火山构造控制,矿体平面上呈不规则带状,剖面上呈漏斗状赋存于硅化花岗斑岩、硅化岩屑晶屑凝灰岩及硅化凝灰质泥砂岩中。沿走向、倾向具有膨胀收缩、分支复合现象,倾角近于直立,时有左

[收稿日期]2003-02-08;**[修订日期]**2003-06-04;**[责任编辑]**余大良。

[基金项目]原地质矿部“八五”原生晕推广项目资助。

^①韩存强,张学智,李石锁等.应用岩石测量对《河南省罗山县皇城山银矿》评价及预测研究报告,1985。

[作者简介]吴宏伟(1966年-),男,1988年毕业于成都地质学院,工程师,长期从事地球化学勘查与科研工作。

右摆动,倾角大于85度。矿体厚度与品位变化呈正比。

矿石以角砾状、稠密浸染状为主,主要矿物为辉银矿、自然银、自然金,其次是方铅、自然铜。脉石矿物以石英和玉髓为主,其次是黑云母、绢云母、长石、重晶石、绿帘石、粘土矿物及火山灰。

2 矿床原生地球化学异常特征

原生地球化学异常主要分布在北东向构造断裂带内,与硅化花岗斑岩、硅化岩屑晶屑凝灰岩、硅化凝灰质泥砂岩密切相关^[1]。异常平面上呈带状,剖

面上呈漏斗状、平直脉状(图2)。单个异常形态规整,规模较大,成矿元素银异常强度高,浓集中心清晰,浓度梯度变化大,且异常元素组合复杂,多种元素异常紧密套合,具有一定的组份分带。

2.1 异常元素组合特征

异常元素组合是识别异常性质,区别矿与非矿异常的依据之一^[2],对指导找矿起着重要作用。确定异常元素组合的主要依据有:①由异常图直接反映的与成矿元素银在空间上相伴,成因上具有内在联系的异常元素有 Ag、Bi、Hg、As、Sb、Pb、Zn、Cu、Au、W、Sn、Mo、Mn;②矿石中异常元素组合主要有

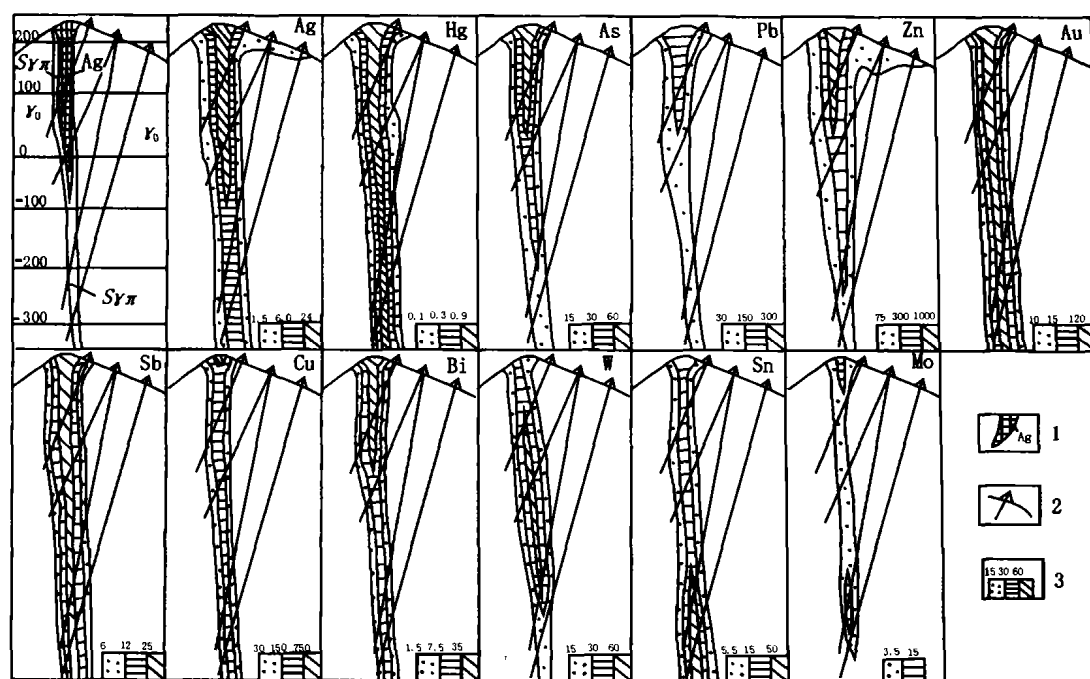


图2 皇城山银矿床0勘探线地球化学异常图

γ_0 —斜长花岗岩;SYπ—硅化花岗斑岩;1—银矿体;2—钻孔位置;3—浓度分带 $\omega(\text{Au})/10^{-9}$, $\omega_{\text{B}}/10^{-6}$

(据河南省第三地质调查队资料改编)

Ag、Bi、Hg、As、Sb、Pb、Zn、Cu、Au、,次要元素组合 W、Sn、Mo、Mn;③在矿致银异常范围内随机抽取一定数量的异常样点,统计其元素出现的异常点数及其概率,概率大于0.5视为银的主要元素组合,其结果主要元素组合为 Ag、Hg、As、Bi、Pb、Zn、Sb、Cu、Au;次要元素组合为 W、Sn、Mo、Mn;④异常元素的相关统计分析结果表明,Ag 与 Hg、Bi、Sb、Pb、Au、Cu、Sn、W、Mn 之间存在着显著正相关,与 As、Zn、Mo 是弱的正相关。

综合前述,确定本矿床原生地球化学异常的主要元素组合为 Ag、Hg、Bi、Sb、As、Pb、Zn、Au、Cu,次要元素组合为 W、Sn、Mo。

2.2 异常元素分布特征

矿床原生地球化学异常是以银为主的综合异常

带。Ag、Bi、Hg、As、Pb、Zn、Sb、Au 8 种元素异常形态规整,连续性好,浓集中心清晰,在三度空间内围绕矿体呈环带状套合分布。Cu、Mn、W、Sn、Mo 异常在地表呈不连续带状、脉状、透镜状分布在银异常范围内及其两侧,规模较小,无明显浓集中心。

2.3 异常强度及浓度分带特征

元素异常的浓度分级,按照 aⁿT 的原则,将异常划分为反映不同强度的内、中、外三个含量级别,以研究原生晕的内部结构。主要成晕元素 As、Sb、Bi、Pb、Zn、Au 具有清晰浓度分带,在三度空间内围绕矿体呈环带状依次套合分布。成矿元素 Ag 的内带直接指出矿体赋存位置,中带反映矿化部位及近矿围岩蚀变,外带反映弱矿化或元素异常波及范围。主要伴生元素 Au、Bi 的浓度中心与成矿元素 Ag 的浓

度中心互相对应,间接反映了银矿体的赋存位置。As、Pb、Zn、Hg、Sb 的浓集范围与 Ag 略有不同,彼此呈不同程度的套合或上下、左右相邻。W、Sn、Mo、Mn 内带不发育,中外带异常多分布在 Ag 的内、中带范围内。

2.4 异常组份分带及分带序列

在元素随成矿溶液的迁移过程中,由于本身性质及物理化学条件的改变,成晕元素在空间位置上产生了差异,形成异常元素的组份分带。

2.4.1 异常组份分带

在三度空间内异常元素具有不同的组份分带。

1)纵向上:矿带北东以 As、Pb、Zn、Sb、Bi、W、Mo 为主,出现 As、W 内带和 Pb、Zn、Sb、Bi、Mo 中带。矿带中部出现 As、Sb、Bi、Au、Sn、Mo 内带异常和 Cu 中带异常,前四种元素相互套合,Sn、Mo、Cu 异常分布于 Ag 内带中。矿带南西以 As、Au 内带异常为主,W、Sn、Bi、Mo 异常强度明显减弱,规模变小。

2)横向上:成矿元素及伴生元素紧密套合,元素组份分带不明显,按照异常元素平均晕宽,大致分

带如下:中心带 W、Sn、Mo、Cu、Mn,平均晕宽 12~14 m;过渡带 Bi、Au,平均晕宽 20~25 m;边缘带 Hg、As、Pg、Zn、Sb、Ag,平均晕宽 30~100 m。

3)轴向上:Ag、Bi、As、Hg、Au 在地表或浅部富集,内带彼此套合;矿体中部或中上部 Sb、W、Cu 浓集,W 出现中、内带,Sb 异常最大,Cu 次之,W 最小;矿体中下部形成 Zn、Pb、Mn 中内带,Zn、Pb 内带紧密套合,晕宽依次递减;矿体尾部分布 Sn、Mo 中内带异常。

2.4.2 分带序列

轴向分带序列采用 C B 格里戈良分带指数方法计算确定^[3]。

根据 0、3 勘探线剖面矿体不同标高元素分带指数(表 1),确定其轴向分带序列由上至下分别为:

0 线 Ag - Bi - Hg - Au - As - Pb - W - Sb - Zn - Mn - Mo - Cu - Sn;

3 线 Ag - Bi - Hg - Mn - As - Sn - Cu - W - Sb - Pb - Zn - Mo。

表 1 0、3 勘探线矿体不同标高元素分带指数表

元素	0 勘探线分带指数				3 勘探线分带指数		
	地表	水平 I	水平 II	水平 III	地表	水平 I	水平 II
Hg	0.171 660	0.060 278	0.061 809	0.019 851	0.080 562	0.021 574	0.005 024
As	0.054 295	0.108 229	0.043 382	0.020 865	0.072 721	0.020 550	0.011 201
Ag	0.055 609	0.014 028	0.001 310	0.003 931	0.123 513	0.046 947	0.002 825
Pb	0.035 308	0.055 968	0.049 583	0.027 459	0.019 826	0.023 001	0.081 248
Zn	0.031 397	0.112 990	0.212 858	0.020 912	0.012 791	0.047 455	0.237 900
Sb	0.046 258	0.094 601	0.061 483	0.089 884	0.045 808	0.052 186	0.052 461
Au	0.111 877	0.020 585	0.017 453	0.073 214	0.026 906 7	0.153 953	0.102 736
Cu	0.113 487	0.286 826	0.143 806	0.465 995	0.028 765	0.155 291	0.009 308
Mn	0.042 731	0.056 528	0.217 160	0.041 250	0.087 329	0.007 334	0.086 161
Bi	0.165 888	0.052 231	0.031 256	0.024 112	0.039 180	0.031 781	0.001 423
W	0.009 589	0.056 980	0.008 401		0.102 549	0.186 635	0.020 541
Sn	0.050 180	0.056 826	0.038 734	0.212 527	0.091 488	0.251 073	0.005 505
Mo	0.111 719	0.023 930	0.002 766		0.026 402	0.002 221	0.383 668

分析单位:由河南省第三地质调查队实验室,1984。

在上述轴向分带序列中,出现高温元素 Bi、W 位置靠前,低温元素 Sb 位置靠后的异常现象。

通过研究分析 Bi、Sb、W 在矿带上具有的不同浓集特点认为,在成晕成矿过程中,含矿热液除带来了大量的成矿物质外,同时也带来了大量的 Bi 及有限的 W、Sb 组份,造成 Bi、W、Sb 晕增加。其中 Bi 的浓集克拉克值由原来的 60~85 聚增到 3000 以上。说明 Bi 的组份主要来自成矿期,和成矿元素 Ag 密切相伴,相关系数 0.98。Ag、Bi 多在地表或浅部富集,但目前尚未发现 Bi 的独立矿物,其存在形式有待进一步研究。W 的浓集部位主要分布在矿带中、上部,与凝灰质泥砂岩密切相关,异常中心与矿带部分偏离;另据含矿岩脉与不含矿岩脉中 W 含量变化

的统计结果,不含矿岩脉 W 平均含量为含矿岩脉的 0.5~2 倍。由此可见,区内 W 异常具有复合晕或多建造晕特点,由于 W 浓集部位靠近矿带中上部,造成 W 在轴向分带序列中位置靠前。Sb 因多期次叠加,使异常复杂化,地表平均含量普遍高于深部,局部地段深部含量又高于地表,影响了在轴向分带序列中的位置。

参照异常元素在 0、3 勘探线剖面不同标高上出现的概率,综合确定本矿床统一轴向分带序列(由上至下)排列如下:

Ag - Bi - Hg - As - Au - Mn - W - Pb - Sb - Cu - Zn - Sn - Mo。

Hg、Ag、Bi、As、Au 为矿体上部元素;Mn、W、Pb、

Sb、Cu、Zn、为矿体中下部元素 Sn、Mo 为矿体下部元素。

矿床横向分带序列按照异常元素在地表的平均晕宽,由外至内排列如下:

Hg - As - Pb - Zn - Sb - Ag - Bi - Au - Mn - Cu - W - Sn - Mo。

边缘带 Hg、As、Pb、Zn、Sb、Ag;过渡带 Bi、Au;中

心带 Mn、Cu、W、Sn、Mo。

2.5 元素比值特征

依据确定的矿床元素轴向分带序列,选择前缘元素 Ag、Bi 和尾部元素 Sn、Mo,对矿带内不同地段的已知矿体分别计算 $\omega(\text{Ag})/\omega(\text{Mo})$ 和累加比值 $\omega(\text{Ag} + \text{Bi})/\omega(\text{Sn} + \text{Mo})$ (表2)。

表2 皇城山银矿床不同标高的矿体元素比值特征

$\omega_B/10^{-6}$

工程号及标高	Ag	Bi	Sn	Mo	Ag/Mo	(Ag + Bi)/(Sn + Mo)	位置
12-20 线地表	4.10	5.30	3.18	2.19	1.87	1.75	前缘
3-8 线地表	122.44	41.86	13.14	3.84	31.89	9.68	中上部
ZK01、ZK31	15.86	11.67	11.58	1.56	10.17	2.10	中下部
ZK02、ZK04、ZK32	6.55	7.56	34.24	11.07	0.59	0.31	尾部

分析单位:由河南省第三地质调查队实验室,1984。

由表中看出,从矿体前缘元素至尾部,各元素对比值呈由大到小的变化规律,利用这种规律可以确定矿体头、尾部及不同标高的特征元素组合,为评价矿体的剥蚀程度、预测深部盲矿提供地球化学依据。

3 地球化学找矿评价标志^[4]

3.1 区分集中矿化和分散矿化的地球化学标志

1)集中矿化或矿致异常标志:①异常形态规整,有一定面积,成矿元素 Ag 异常规模大,强度高,浓集中心明显,浓度分带清楚,异常元素组份复杂,尾部元素 Mo、Sn 含量低或不出现;②异常受北东或北北东向断裂构造控制,成矿元素或主要伴生元素的异常面积不小于 0.1 km^2 ;③含矿岩脉 Ag、Bi 较高,Ag 变异系数大于 5, Bi 变异系数大于 2;④出现 Hg、Ag、Bi、As、Au、Sb、Zn 元素组合;彼此套合呈带状分布;⑤ $\omega(\text{Ag})/\omega(\text{Mo}) > 1$, $\omega(\text{Ag} + \text{Bi})/\omega(\text{Sn} + \text{Mo}) \geq 1.5$;⑥相似性判别指数 $Do \geq 1.75$ 。

2)分散矿化异常标志:成矿元素异常规模小,无明显浓集中心或呈弱的浓集中心,异常组份简单,矿体上部或前缘元素多数不出现,尾部元素含量明显升高,异常分散紊乱,组份分带不明显; $\omega(\text{Ag})/\omega(\text{Mo})$ 和 $\omega(\text{Ag} + \text{Bi})/\omega(\text{Sn} + \text{Mo})$ 小于 0.5,相似性差别函数 $Do < 1.75$ 。

3.2 判别剥蚀程度的标志:

对矿体(或异常)剥蚀程度的判别,主要依据元素组合、元素轴向分带、元素对和累加指数比值进行判别^[5]。

1)元素共生组合和元素轴向分带标志

矿体或异常处于不同剥蚀程度时,在地球化学分带中,元素组合及元素质量分数往往显示出一定的差异。当矿体有一定埋深,剥蚀较浅时,异常元素组份复杂,以前缘或矿体上部元素 Hg、Ag、As、Bi、

Sb、Au、Pb、Zn 组合为其特点,成矿元素 Ag 具中、外带,尾部元素 Mo、Sn 异常强度较低,或不出现;当矿体处于中等剥蚀时,矿体出露地表,元素组合齐全,成矿元素 Ag 的质量分数明显增高,异常范围最大,尾部元素 Mo、Sn 出现,质量分数趋于升高;当矿体剥蚀较深时,大部分矿体被剥蚀或全剥蚀掉时,尾部元素 Mo、Sn 异常很强,前缘元素或矿体上部元素 Hg、Ag、Bi 异常很弱或趋于消失。

2)元素对比值及累加指数比值标志:在评价矿体或异常的剥蚀程度时,元素对比值和累加指数比值是一个重要指标,当深部盲矿体存在时, $\omega(\text{Ag})/\omega(\text{Mo}) > 1$, $\omega(\text{Ag} + \text{Bi})/\omega(\text{Sn} + \text{Mo}) \geq 1.5$;当矿体处于中等剥蚀时, $\omega(\text{Ag})/\omega(\text{Mo}) > 30$, $\omega(\text{Ag} + \text{Bi})/\omega(\text{Sn} + \text{Mo}) \geq 9$;当矿体剥蚀较深时,元素对比值和累加指数比值小于 0.5。

4 异常形成方式

从异常展布、形态、产出特点及控晕条件分析,明显呈带状,在空间上严格受火山构造和岩性的双重控制。异常沿垂向上延伸大于 500 m,前缘晕较尾晕发育;横向上异常较窄,仅 20 ~ 60 m,在斜长花岗岩中,虽有异常存在,强度一般较弱。以上地球化学特点表明,含矿溶液主要是沿断裂构造上升、运移、沉淀,因而成晕以热液渗滤渗流作用为主,扩散作用次之。

5 预测评价

5.1 对成矿带的预测评价

依据矿带不同地段出现的元素组合,元素异常分布的地球化学特点,元素对和累加指数比值,结合以成矿元素 Ag 为主要变量, Bi、Pb 为次要变量所求得的相似性判别指数 Do 的地球化学找矿指标,对矿带内不同地段进行评价预测,预测结果列于表3。

表3 皇城山银矿床一号矿带成矿预测表

勘探线号	元素平均含量 $\omega_B/10^{-6}$				比 值		相似性差别指数 Di	预 测
	Ag	Bi	Sn	Mo	Ag/Mo	Ag + Bi/Sn + Mo		
28	1.60	0.67	2.83	2.83	0.57	0.40	0.57	分散矿化
26	0.60	2.75	4.0	13.75	0.04	0.19	1.0	分散矿化
24	4.72	3.02	4.68	1.75	2.70	1.20	1.72	推断盲矿
20	4.73	5.08	3.08	2.47	1.91	1.77	1.89	推断盲矿
18	2.43	24.25	9.25	3.75	0.65	2.05	2.0	推断盲矿
16	2.05	1.05	2.65	3.13	0.65	0.54	1.14	分散矿化
14	0.35	2.09	3.0	1.5	0.23	0.54	0.94	分散矿化
12	1.10	6.42	3.63	0.94	1.17	1.65	1.51	推断盲矿(已验证)
10	4.14	3.67	3.33	3.83	1.08	1.09	1.83	推断盲矿(已验证)
8	18.9	7.05	6.67	1.94	9.74	3.03	2.42	地表已知矿
6	26.83	17.13	6.04	2.04	13.15	5.40	2.84	地表已知矿
4	41.76	15.91	5.13	1.56	26.77	8.62	3.0	地表已知矿
2	26.96	25.97	6.05	1.70	15.86	6.83	2.76	地表已知矿
0	477.7	149.08	47.46	11.90	40.14	10.56	3.19	地表已知矿
1	35.81	12.87	4.29	1.88	19.05	7.89	2.88	地表已知矿
3	90.80	32.48	8.61	3.15	28.83	10.48	3.06	地表已知矿
5	13.99	47.53	5.95	25.63	0.55	1.95	2.34	推断盲矿
11	0.78	8.29	5.0	12.86	0.06	0.51	1.51	分散矿化
13	1.14	11.60	3.90	3.0	0.3	1.85	1.72	推断盲矿
15	2.16	11.96	5.56	3.56	0.61	1.55	1.96	推断盲矿

分析单位:由河南省第三地质调查队实验室,1984。

由表3可见,矿带5~12线是矿体的主要赋存部位,10~12线、18~24线、5线、13~15线深部有盲矿存在。后经钻探验证,证实预测基本准确。

5.2 对花岗斑岩脉的预测评价

在矿带外围,发现大小花岗斑岩岩脉30余条,从中选择10条具代表性岩脉开展构造地球化学测量,与已知含矿带进行对比。对比结果,只有A4岩脉与已知A1含矿岩脉相似,推断深部有盲矿体存在,其他岩脉为分散矿化引起。后经验证,在A4岩脉ZK401孔,孔深93.46~20.23m见到20余米的矿化层,其中在孔深103.81~109.36m见到盲矿。其他岩脉经验证均未见矿。

6 结 语

在总结皇城山银矿床地球化学特征的基础上,建立了以地球化学为基础的找矿评价标志,进而对未知含矿岩脉及其余岩脉做出预测,为矿区的评价

及验证工作提供了及时、可靠的地球化学资料,从而缩小了找矿靶区,加快了矿区勘探。实践证明,在已知矿(床)带上开展原生晕研究,总结规律,建立找矿标志,用来预测盲矿,指导矿区评价是成功的。

在文章撰写过程中,韩存强、年平国高级工程师给与了热情指导和帮助,在此表示感谢。

[参考文献]

- [1] 韩存强. 应用岩石测量对河南省罗山县皇城山银矿预测评价[A]. 地球物理地球化学文集[第11集][C]. 北京:地质出版社,1993:47~50.
- [2] 欧阳宗圻. 有色及贵金属矿床地球化学异常模式[M]. 北京:科学出版社,1990.
- [3] 雄继传,郭学全,李辉文. 鄂东南夕卡岩型矿床元素轴向分带模式在找矿中的应用[J]. 地质与勘探,1992(6).
- [4] 郭光裕. 脉状金矿床深部大比例尺统计预测[J]. 武汉:中国地质大学出版社,1989.
- [5] 孙文柯. 有关地质—地球物理—地球化学模型的几个技术问题[J]. 物探与化探,1988,12(5):1~4.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND PROSPECTING INDICATORS OF THE HUANGCHENGSHAN SILVER DEPOSIT

WU Hong - wei

(Henan Geology Survey Institute, Zhengzhou 450007)

Abstract: The middle scale Huangchengshan silver deposit, prospected and appraised in the recent years, is located in Mesozoic lower - Cretaceous volcanic and subvolcanic rock. All ore veins are confined in the granitic porphyritic dikes and strictly controlled by volcanic structures. 1/10,000 rock survey and blind ore prospecting with primary halos were carried out during reconnaissance stage. On the base of studies of geochemical characteristics of the Huangchengshan silver deposit, prospecting and appraisal indicators are constructed, and compared with unknown segments in the ore belt. Prospective appraisal in the depth is worked out with better effect.

Key words: characteristics of anomaly, geochemical characteristics, zoning sequence, Huangchengshan silver deposit