

文章编号 :1007-3701(2005)01-0013-07

利用累加指数对老湾金矿带地表及深部含矿性评价

何孝良

(河南省地质调查院, 郑州 450007)

摘要 老湾金矿带是桐柏-大别山(北坡)金银成矿带的重要组成部分,位于金银成矿带的南亚带。在对该成矿带成矿地质背景和原生地球化学异常分析研究的基础上,采用矿体前缘元素 As、Sb 和尾部元素 Mo、Pb(Ni)的累加比值 $(As + Sb)/(Mo \times 10 + Pb)$ 和 $(As + Sb)/(Mo \times 10 + Ni)$,确立了该矿带的累加指数评价指标。利用累加指数结合原生地球化学异常元素组合,对该矿带地表及深部的含矿性进行预测评价,扩大了原矿体规模且发现了新矿体。

关键词 老湾金矿带;地球化学异常;浓度分级;累加指数;含矿性评价

中图分类号:P595;P618.51

文献标识码:A

1 矿带地质特征

1.1 成矿地质背景

老湾金矿带位于桐柏-大别山(北坡)金银成矿带的南亚带,介于老湾断裂和松扒断裂之间,东西两侧分别被吴城盆地和南阳盆地所限,呈近 EW 向狭长带状展布。东西长 30 km,南北宽 1.0~1.5 km。自西向东有黄竹园、上上河、老湾、杨堂凹、西拐湾 5 个金矿区,它们共同构成了老湾金矿带。

矿带内主体岩层是中元古界龟山岩组,为一套强烈构造置换的中深变质岩,矿带中不同规模的矿床、矿点均无例外地赋存于龟山岩组。北侧为下古界秦岭岩群斜长角闪片岩、斜长角闪岩和大理岩、花岗质片麻岩等岩石组合;南侧为泥盆系南湾组变粒岩、二云石英片岩、斜长角闪岩等岩石组合以及燕山期老湾花岗岩体。

矿带受松扒韧性剪切带的影响,其基本构造格架表现为线性强应变带与透镜状弱应变域相间分布的网格状构造轮廓。韧性剪切带产生和发育过

程中所派生的 Riedel 裂隙系统成为矿带的主要容矿构造。

硅化是矿带最为广泛而强烈的蚀变作用,绢云母化与硅化、黄铁矿化相伴产出,另有绿泥石化、碳酸盐化等。

1.2 矿体特征

老湾金矿带中矿体的空间分布均严格受韧性剪切带的 Riedel 裂隙系统所控制。主要矿体呈似层状产出,矿体与地层产状基本一致,矿化连续性较好,但沿走向、倾向常有膨胀、收缩、分支复合及尖灭再现现象,D 型断裂为其容矿构造;而脉状、囊状矿体则规模较小,脉状矿体常呈斜列状展布,含金较贫,但囊状矿体品位较高,它们分别受 P 型、T 型断裂控制。

2 原生地球化学异常特征

2.1 异常特征

老湾金矿带是一个以金为主的多组份原生地球化学综合异常带^①。主要元素组合为 Au、Ag、As、Sb,次要元素组合为 Zn、Cu、Pb(Ni)、Mo,综合

收稿日期 2004-11-28

基金项目 原地质矿产部“八五”原生晕研究项目(88-(5)-03)。

作者简介 何孝良(1965—),男,工程师,现主要从事矿产资源调查评价工作。

①韩存强等,河南省桐柏县老湾-鸿仪河金矿带原生晕研究报告,1990。

异常分布形态受近 EW 向断裂的控制,呈带状分布,沿走向、倾向具膨胀、收缩、分枝复合、尖灭再现现象。剖面上异常呈带状、不规则状或帚状,向下延深大于 500 m。一般情况下,矿体规模越大引起的原生地球化学异常规模亦大,异常规模直接反映了矿体规模大小。

2.2 异常强度及浓度分级

异常元素的浓度高低、规模与矿体的大小、金品位及其迁移距离密切相关,是异常评价的重要标志之一。矿带内各元素异常浓度分级列于表 1^[1]。

老湾金矿带内的主要成晕元素均具有清晰的

浓度分带。在三度空间内围绕矿体依次套合分布。主要伴生元素 As,Sb 趋于矿体上部浓集,Ag 的浓集中心与 Au 吻合或基本吻合,次要元素 Cu,Zn,Pb(Ni),Mo 异常中心趋于矿体中下部富集。

2.3 元素分带序列

异常元素的浓集在轴向上具有明显的分带特征,采用 C·B 格里戈良分带指数方法计算确定。老湾金矿带的元素异常轴向分带序列(由上而下)为 Sb,As,Au,Ag,Cu,Zn,Pb(Ni),Mo^[2]。As,Sb 为前缘元素;Au,Ag 为矿体元素;Cu,Zn 为矿体中下部元素;Mo,Pb(Ni)为矿体尾部元素。

Table 1 Element anomaly concentration grading for Laowan gold ore zone											
元素	Au/10 ⁻⁹	Ag	As	Sb	Cu	Pb	Zn	Co	Mn	Mo	Ni
<i>w_B</i> /10 ⁻⁶											
外带	25~50	0.5~0.3	10~30	0.4~0.8 (3~6)	60~120	35~70	100~200	50~100	1600~3200	2~4	3.5~7 100~200
中带	50~100	0.3~0.6	30~90	0.8~1.6 (6~12)	120~240	70~140	200~400	100~200	3200~6400	4~8	7~14 200~400
内带	>100	>0.6	>90	>1.6 (>1.2)	>240	>140	>400	>200	>6400	>8	>14 >400

注:括号内为黄竹园矿区 Sb 分级参数。

3 累加指数的含矿性评价

3.1 累加指数的指示意义

根据矿带的元素轴向分带序列,选择序列中前缘元素 As,Sb 和尾部元素 Mo,Pb(老湾、西拐湾矿区)及 Mo,Ni(黄竹园矿区),分别计算累加比值 $(As+Sb)/(Mo \times 10 + Pb)$ 、 $(As+Sb)/(Mo \times 10 + Ni)$,发现累加指数在各矿体上均具有明显的规律性变化(表 2),即在矿体前缘累加指数 > 2,矿体上累加指数 > 1,矿体尾部累加指数 < 1。累加指数由矿体前缘至尾部依次递减,累加指数愈大,表明矿体(异常)剥蚀程度愈浅,或预示深部可能有盲矿体存在。利用累加指数的这种变化规律,来区分矿与非矿异常或评价矿体(异常)的剥蚀程度,预测盲矿体。

3.2 含矿性评价

3.2.1 老湾矿区地表含矿性评价

老湾金矿区自北向南划分为 I、II、III 号成矿

带。区内工业矿体主要赋存于 I、II 号成矿带中,自南向北,矿体规模增大,品位增高。I 号矿带主要矿体多已出露地表,向南至 III 号矿带地表仅见小的矿体露头。在地球化学异常图上,I 号矿带成矿元素 Au 异常规模大,强度高,伴生元素 As,Sb,Ag,Cu 和 Pb 异常发育,分布在 Au 异常范围内,扩散距离均小于 Au。地球化学异常的这种分布特点,表明 I 号矿带内的金矿体已遭受不同程度的剥蚀。从该矿区各矿带以累加指数值 = 1 勾绘的累加指数异常图(图 1)中可以看出:

I 号矿带中①、②、③号累加指数异常规模大,强度高,向东西两端未封闭,它反映了 I 号成矿带的范围。

II 号矿带位于 I 号矿带南侧,在累加指数异常图上,一般呈脉状、带状、透镜状成群平行展布,地表规模一般较小,带内 As,Sb,Au 异常发育,并伴有 Ag,Cu,Pb,Zn,Co 和 Ni 的弱小异常。累加指数一般在 1.06~4.82 之间。依据带内出现的特征元

表 2 老湾矿区 0 线不同标高累加指数特征

Table 2 Additive index properties of different level for No. 0 line in Laowan ore district

标高 /m	平均含量/ 10^{-6}				As	Sb $\times 10$	As + Sb	品位/ $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$ 厚度/m	矿体 编号	位置
	As	Sb	Mo	Pb	Mo $\times 10$	Mo	Mo $\times 10 + \text{Pb}$			
255	35	0.48	0.50	15	7.0	9.60	1.77	0.21/2.50	Ⅱ - 1	地表
115	24.95	1.55	0.59	14.22	4.23	9.32	1.27	1.02/5.39	Ⅱ - 1	ZK3
70	37.32	0.77	0.56	22.50	6.66	12.50	1.35	4.78/11.06	Ⅱ - 1	ZK1
13	34.17	0.58	1.13	27.50	3.02	5.13	0.90	0.46/9.04	Ⅱ - 1	ZK2
-83	5.75	0.09	1.25	27.50	0.46	0.72	0.15	0.46/5.07	Ⅱ - 1	ZK4
250	43.67	0.36	0.68	15	6.42	5.29	2.02	0.34/25	Ⅱ - 2	地表
150	32.35	0.60	0.59	20.75	5.48	10.17	1.24	1.48/16.5	Ⅱ - 2	ZK3
80	40.32	0.44	0.67	20	6.20	6.57	1.53	10/6.68	Ⅱ - 2	ZK1
40	59.05	0.69	0.75	20	11.81	9.20	2.17	4.75/6.10	Ⅱ - 2	ZK2
-68	23.20	0.53	0.50	20	4.64	10.60	0.95	0.19/2.60	Ⅱ - 2	ZK4
250	73.96	0.58	0.69	8.75	10.72	8.41	4.76	0.86/5	Ⅱ - 3	地表
180	46.61	0.82	0.68	13.80	15.77	12.06	2.30	1.66/4.11	Ⅱ - 3	ZK3
105	35.24	0.49	0.50	25	7.05	9.60	1.19	1.86/5.73	Ⅱ - 3	ZK1
55	49.62	0.77	0.85	20	5.84	9.06	1.77	2.95/12.34	Ⅱ - 3	ZK2
-60	52.59	0.92	0.67	10	7.85	12.24	32	1.08/5.16	Ⅱ - 3	ZK4

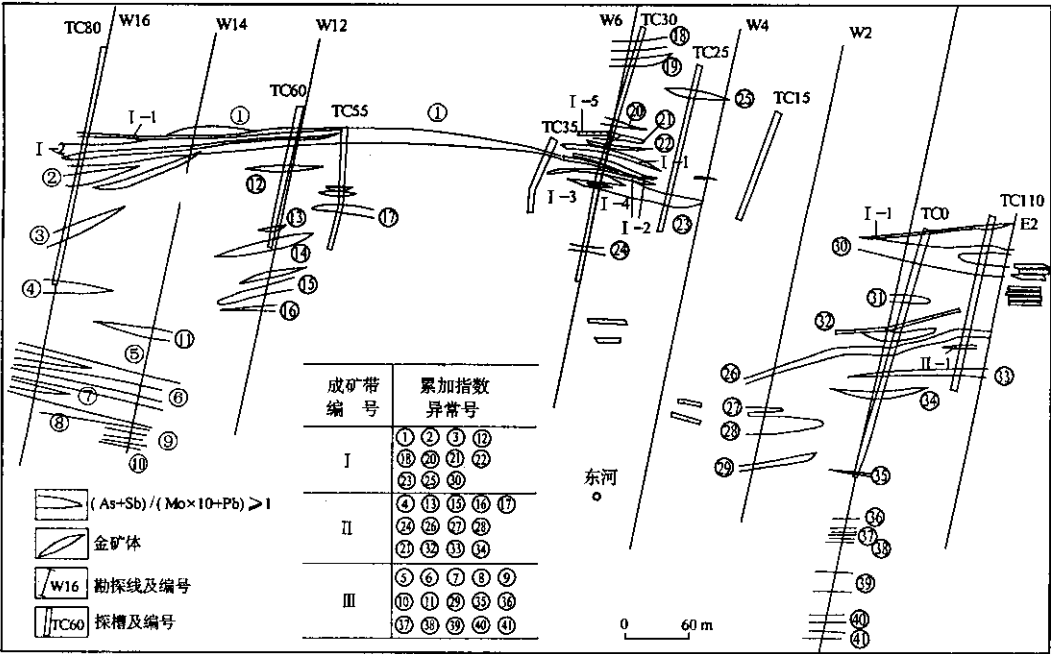


图 1 老湾金矿区 W16 ~ E2 线 (As + Sb) / (Mo × 10 + Pb) 累加指数异常图

Fig. 1 Map showing the anomaly of (As + Sb) / (Mo × 10 + Pb) additive index of line W16 ~ E2 in Laowan gold ore district

万方数据

素组合和累加指数变化特点,认为⑬、⑭、⑮、⑯、⑰号累加指数异常为深部盲矿引起。

在矿区南部变粒岩中的累加指数异常带,形态规整,呈带状平行展布,主要元素组合为 Au,As,Sb,Ag,局部伴有 Pb,Zn 异常。Au,As 和 Sb 异常规模大,强度高,浓集中心明显,As,Au,Sb 及 Ag 异常依次套合分布。累加指数变化范围 1.08~6.65,平均 2~4,依据累加指数和带内出现的特征元素组合,推断变粒岩中的金异常为深部盲矿引起。因此,在较好的⑥、⑩、⑲号累加指数异常带寻找盲矿体的可能性较大。

3.2.2 老湾矿区深部含矿性评价

利用 0 勘探线剖面,进行单点样品的 $(As + Sb) / (Mo \times 10 + Pb)$ 累加指数值计算,以累加指数值 = 1 勾绘累加指数异常图(图 2),图中累加指数异常一般呈带状特征,其规模大小和带内矿体大小成正比,矿体规模大,累加指数异常带规模亦大,且累加指数值由地表向深部依次递减,利用累加指数异常的这种变化规律,认为深部应有新的矿体存在。

II-1、II-2、II-4、III-4~III-7 矿体向深

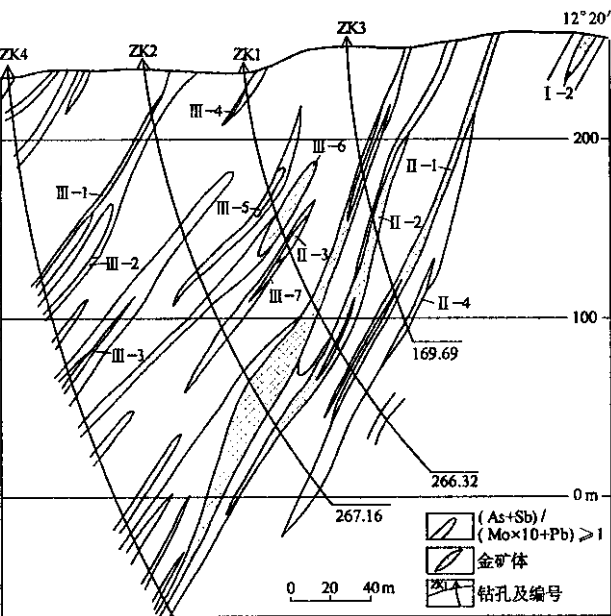


图 2 老湾金矿区 0 勘探线 $(As + Sb) / (Mo \times 10 + Pb)$ 累加指数异常图

Fig. 2 Map showing the anomaly of $(As + Sb) / (Mo \times 10 + Pb)$ additive index of No. 0 prospecting line in Laowan gold ore district

部延伸随累加指数异常带的尖灭而尖灭;II-3、III-2、III-3 矿体所在的累加指数异常向深部规模较大,累加指数一般在 1.89~5.97 之间,同时出现较强的 As,Sb,Au 和 Ag 组合异常,表明矿体向深部仍有较大延伸。II-3 矿体的累加指数异常带在深部出现分枝,但异常态势很好,预测深部可能有盲矿体存在。

位于 II 号矿带北侧的 I 号矿带,地表出现 As,Sb,Au,Cu 和 Pb 元素组合,累加指数异常带规模大,累加指数 = 4.59,符合前缘晕特征,在 0 线 II 号矿带下盘 I 号矿带中应有盲矿体存在。

I 号矿带所在的累加指数异常带在 W12 勘探线剖面上,由地表向深部累加指数异常带撒开,形似帚状,与矿体的分布相吻合,在累加指数异常带内出现 Au,Sb,Ag,Cu,Pb 和 Zn 元素组合。成矿元素 Au 异常规模大,强度高,向深部带宽加大 $(As + Sb) / (Mo \times 10 + Pb) > 1$ 表明 I 号矿带内的 I-1~I-4、I-6 矿体向深部仍有延伸。

3.2.3 黄竹园矿区地表含矿性评价

位于老湾金矿带的西段,依据建立的原生地球化学找矿指标,计算地表每个样点的 $(As + Sb) / (Mo \times 10 + Ni)$ 累加指数,用累加指数值 = 1 为下限,圈出区内累加指数异常图(图 3)。其地表累加指数异常的分布明显呈带状特征,由北向南大致可划分为三个累加指数异常带。

北带:以⑨号累加指数异常为主体,包括⑧号累加指数异常,其规模较小,异常带的空间分布、形态与 J1 矿带吻合,表明 J1 矿带规模不大。J1 矿带出现 As,Sb,Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Ni 和 Mo 元素组合,Au 异常规模较小,浓度梯度变化大,呈不连续脉状展布,异常向东西两端尖灭。前缘元素 As,Sb 规模大,强度高。近矿尾部元素 Pb,Zn 及尾部元素 Mo,Ni 异常发育,出现较强的内、中带异常。依据特征元素的分布及强度变化特点,表明 J1 矿带剥蚀程度较大,J1 矿体(异常)的剥蚀水平已趋于矿体尾部。

中带:以④号累加指数异常为主体,包括②、③、⑥、⑩号累加指数异常。与区内分布的 J2 成矿带相吻合,其形态、规模受 J2 成矿带控制。J2 矿带元素组合复杂,前缘和尾部元素同时出现。As,Sb

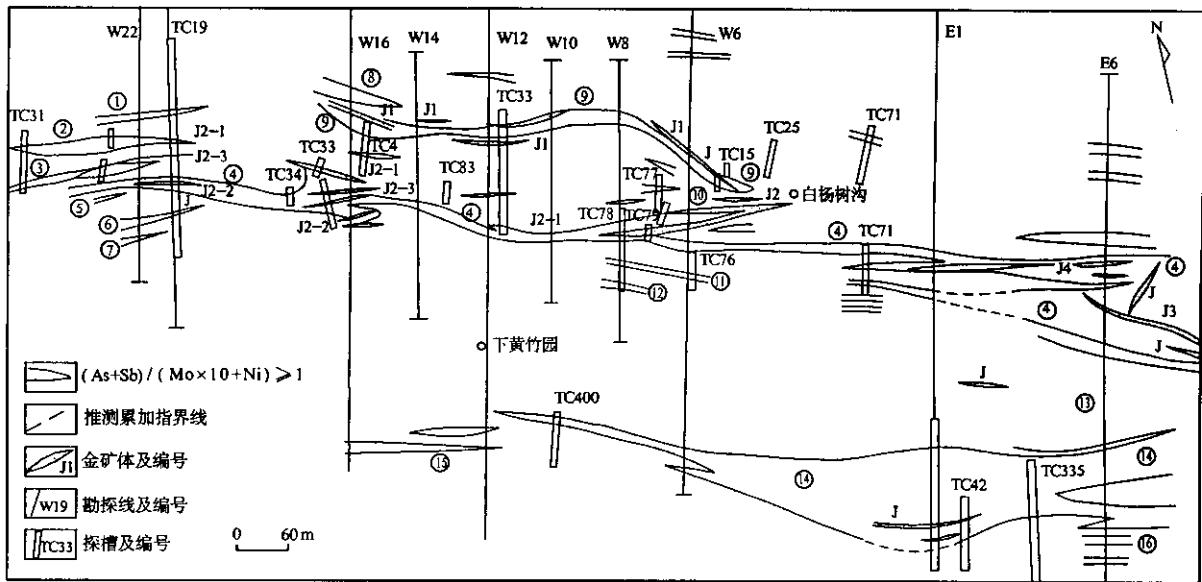


图 3 黄竹园金矿区 W22 ~ E16 线 $(As + Sb) / (Mo \times 10 + Ni)$ 累加指数异常图

Fig. 3 Map showing the anomaly of $(As + Sb) / (Mo \times 10 + Ni)$ additive index of line W22 ~ E16 in Huangzhuyuan gold ore district

异常规模较大,强度高;Au 异常规模小,强度大,浓度梯度变化陡,呈不连续脉状分布于 As, Sb 异常范围内,近矿尾部元素 Pb, Ag, Zn 含量高,形成内带异常,深部尾部元素 Ni, Mo 形成中、外带异常。根据异常元素的分布及浓集特点,推测 J2 矿带的剥蚀水平已接近尾部。

南带:以⑭号累加指数异常为主体,包括⑮、⑬、⑯号累加指数异常。⑭号累加指数异常带比北、中带(J1、J2 成矿带)规模大,带内累加指数变化区间在 1.01 ~ 519.79,平均 15.59。依据累加指数、特征元素的分布及浓集变化特点,推断黄竹园东南原生地球化学异常应由 Au 矿化所致,局部矿体暴露地表,但主要为深部盲矿引起。

3.2.4 下黄竹园矿区深部含矿性评价

轴向上,J2 矿带累加指数异常呈脉状平行展布,规模一般较小,向下延伸数十至百余米,个别大于 200 m。J2 矿体有规律的分布在累加指数异常的上部,规模小,延深不大,向深部很快尖灭(图 4)。

3.2.5 西拐湾矿区地表含矿性评价

位于老湾金矿带的东段,从其累加指数异常图(图 5)中可以看出:①、⑥、⑨号累加指数异常分别反映了已知的 I - 1 矿体和Ⅲ号矿带中金矿体的赋存部位。金矿体部分出露地表,已遭受不同程度的

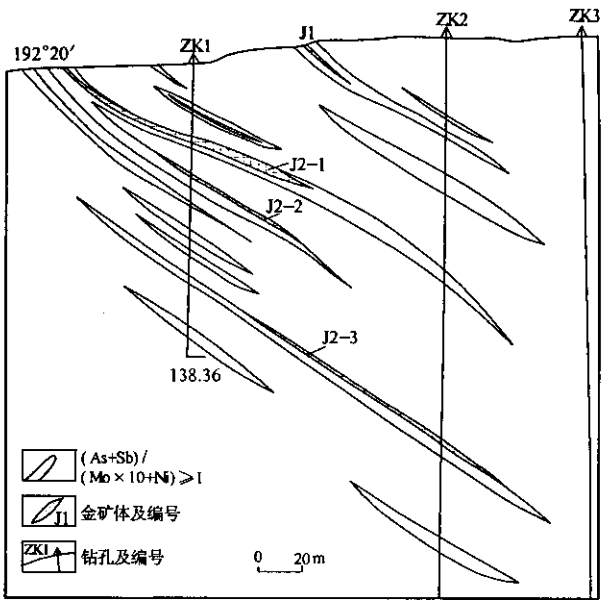


图 4 黄竹园金矿区 W12 勘探线 $(As + Sb) / (Mo \times 10 + Ni)$ 累加指数异常图

Fig. 4 Map showing the anomaly of $(As + Sb) / (Mo \times 10 + Ni)$ additive index of prospecting line W12 in Huangzhuyuan gold ore district

剥蚀,沿累加指数异常带矿体倾伏部位有利于寻找盲矿^[3];②号累加指数异常带地表规模相对较大,累加指数峰值 2.53,均值 1.86。沿带出现 Au, Pb, Ni 内带和 As, Sb, Mo 中带异常,且与构造破碎带相对应,推断深部有盲矿体存在,为 I 号矿带金矿体

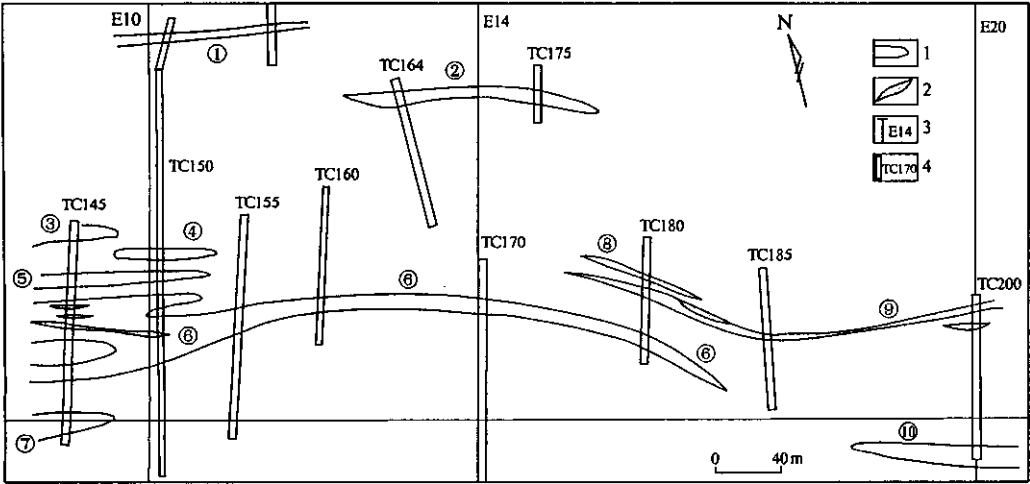


图 5 西拐湾金矿区 E10 ~ E20 线 $(As + Sb)/(Mo \times 10 + Pb)$ 累加指数异常图

Fig.5 Map showing the anomaly of $(As + Sb)/(Mo \times 10 + Pb)$ additive index of line E10 ~ E20 in Xiguaiwan gold ore district

1. $(As + Sb)/(Mo \times 10 + Pb) \geq 1$ 2. 金矿体 3. 勘探线及编号 4. 探槽及编号

表 3 老湾金矿区 0 勘探线剖面新发现及扩大矿体统计
Table 3 New and extended orebody of No.0 prospecting line section in Laowan gold ore district

矿体号	工程号	孔深/m	平均厚度/m	平均品位/g · t ⁻¹	延深/m	备注
II - 2	ZK1	154.47 ~ 157.65	4.64	3.48	130	扩大
	ZK2	206.89 ~ 212.99				
	ZK3	62.32 ~ 63.14				
II - 3	ZK1	113.47 ~ 136.72	3.36	2.05	>300	扩大
		180.31 ~ 185.56				
	ZK2	195.50 ~ 199.78				
	ZK4	303.61 ~ 306.97				
II - 4	ZK3	156.59 ~ 161.08	4.49	1.00	65	新发现
III - 1	ZK2	26.85 ~ 27.55	0.70	1.12	60	扩大
III - 3	ZK4	107.77 ~ 173.68	2.91	1.13	>40	新发现
III - 4	ZK1	10.33 ~ 10.55	0.22	2.05	25	新发现
III - 5	ZK1	67.76 ~ 70.91	3.15	1.15	53	新发现
III - 6	ZK1	80.41 ~ 92.63	12.22	3.17	65	新发现
III - 7	ZK1	95.99 ~ 99.39	3.40	1.35	32	新发现

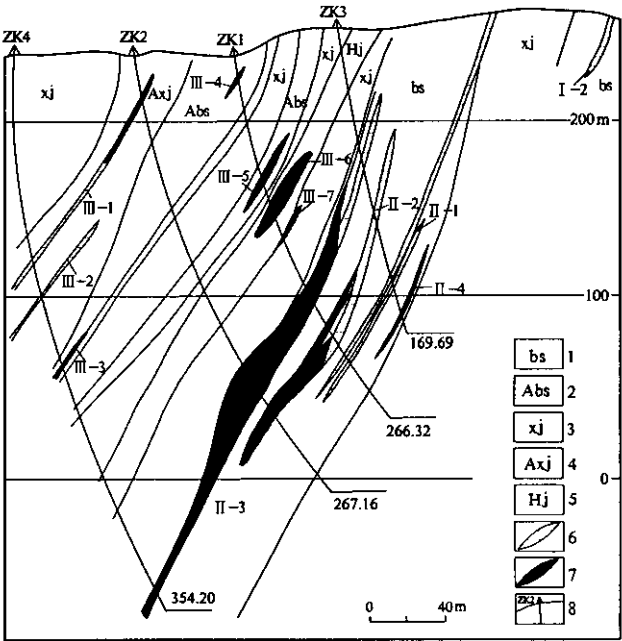


图 6 老湾金矿区 0 勘探线新发现及扩大矿体示意图

Fig. 6 Map showing the new and extended orebody of No.0 prospecting line in Laowan gold ore district

1. 白云石英片岩 2. 混合岩化白云石英片岩 3. 斜长角闪片岩 ;
4. 混合岩化斜长角闪片岩 5. 绢云石英片岩 6. 原金矿体 7. 新增金矿体 8. 钻孔位置及编号

的东延部分 ;④、⑤、⑦、⑩号累加指数异常带多呈带状展布 ,东西两端未闭合 ,规模大 ,变化区间为 1.08 ~ 5.78 ,带内出现 Au ,As ,Sb 特征元素组合 ,依据元素组合、强度变化及累加指数变化特点 ,推测深部有盲矿体存在。

3.3 对老湾金矿带的综合评价

通过对老湾金矿带西段黄竹园金矿区、中段老湾金矿区和东段西拐湾金矿区累加指数特征的分析 ,反映出该带西段剥蚀程度较大、东段埋藏较深 ,

即矿体 NWW 向上翘起、SEE 向下倾伏的特点 ,因此 推断该带的中东段是寻找盲矿体的有利地段。

3.4 评价效果

在老湾金矿区 W2 线东河附近变粒岩和黄竹园金矿区⑭号累加异常带中发现了金矿体 ,通过系统的资料整理、分析、研究 ,在老湾金矿区 0 勘探线深部发现了盲矿体 ,主要成果见表 3 和图 6 ,同时在老湾金矿区 W12 勘探线 经 ZK5 孔验证 ,I -1、I -2 两矿体向下延深大于 600 m ,仍未尖灭 ,I -3、I -4、I -6 三矿体向下延深均大于 300 m ,多数矿体明显呈尖灭趋势。验证与评价结果基本一致。

4 结语

通过对老湾金矿带地质背景以及原生地球化学特征的分析、研究 ,选择轴向分带序列中的前缘

元素与尾部元素进行累加指数计算 ,建立了累加指数含矿性评价指标。利用累加指数对矿带未知地段进行预测评价 ,取得一定的找矿效果 ,是一种有效的预测评价方法 ,对同类矿床的普查评价有一定的借鉴作用。

本文撰写过程中 ,得到韩存强高级工程师的指导和帮助 ,在此表示感谢。

参考文献 :

[1]韩存强 张学智. 河南省桐柏县老湾 - 鸿仪河金矿带原生晕研究 [J]. 物探与化探 ,1991 (4) :271—279.
[2]邵跃. 矿床元素原生晕分带的研究及在地球化学找矿中的作用 [J]. 地质与勘探 ,1984 20(2) 23—27.
[3]杨敏之. 金矿床地质、地球化学和金矿找矿预测研究的几个问题 [J]. 地质与勘探 ,1997 33(2) 30—31.

Evaluation with additive index of surficial and deep ore-bearing potentials of the Laowan gold minerealized belt

HE Xiao-liang

(Henan Geological Survey ,Zhengzhou 450007 ,China)

Abstract : The Laowan gold mineralized belt is an important part and locates in the southern part of the Tongbai-Dabieshan Au-Ag metallogenetic district. Based on analyzing geological background and protogenic geochemical anomalies ,the evaluating indicators were established with additive (As + Sb)/(Mo × 10 + Pb) and (As + Sb)/(Mo × 10 + Ni)ratios. Utilizing additive index and element assemblages with protogenetic geochemical anomalies ,the surficial and deep ore-bearing potentials were evaluated of the ore belt ,the scale of orebodies was extendeded and new orebodies were found.

Key words : Laowan gold minerealized belt ;geochemical anomaly ;concentration grading ;additive index ;evaluation of ore-bearing potential