

枪马金矿床 101 脉成矿远景评价

王可勇 章增凤 卢作祥

(中国地质大学·武汉)

本文从地质、地球化学、石英矿物热发光特征等方面,对河南省灵宝县枪马金矿 101 脉成矿远景进行了评价;认为该脉深部矿化好于地表。在 1610m 标高以下地段有较好的成矿远景和找矿潜力,为矿区进一步预测找矿提供了依据。

关键词:石英脉型金矿床;成矿远景评价;河南省

枪马金矿是灵宝县最重要的生产矿山之一,自 1979 年建矿至今,曾连续多年黄金产量超过万两。但作为主要生产矿脉的 410 脉,随着生产规模的不断扩大,保有储量逐年减少。鉴此,加速矿区其他矿脉成矿远景的评价已成为当务之急。本次工作选择规模较大,成矿条件较好的 101 脉为对象,重点研究、评价其成矿远景,为枪马金矿进一步预测找矿提供地质依据。

区域地质概况

枪马金矿区位于小秦岭区域性板石山—老鸦岔脑—娘娘山复背斜南翼次一级向斜构造部位。区内广泛发育太古界太华群中—深变质岩系。岩石类型以混合岩类、片麻岩类、角闪岩类为主。区内断裂构造发育。这些断裂构造多数被基—酸性岩脉充填,少数断裂控制了含金石英脉的产出和分布。

在矿区近 4km² 范围内,现已发现含金石英脉 13 条,其中近东西向 10 条,近南北向 3 条,均以石英脉型金矿化为主。101 脉规模较大,走向 290°,倾向南南西,倾角约 40°,地表已控制长度约 1250m;破碎带宽 30~120cm,由不连续的 3 个石英脉体和糜棱岩等组成,含脉率平均为 66%。

矿石主要矿物成分为石英、黄铁矿、自然金、银金矿等。围岩蚀变类型以硅化、黄铁矿化、绢云母化为主。成矿作用可划分为 4 个阶段:(I)黄铁矿—石英阶段;(II)石英—黄铁矿阶段;(III)多金属—硫化物阶段;(IV)石英—碳酸盐阶段。I、II 阶段为主要成矿阶段。矿床成因类型属于具层控性质的混合热液型金矿床。

101 脉成矿远景地质评价

据现有工程揭露,在 1610~2050m 标高区间,101 脉矿化不好,主要表现为:①矿化类型单一,主要发育 I 阶段贫金的黄铁矿—石英脉;②脉石英含金性差,近 80 个石英样品含金性分析,大多数脉石英含金量仅几~几十×10⁻⁹,个别样品达 1~4g/t;③矿化极不稳定,在 101 脉内 3 个较大的石英脉体发育地段,矿化仅局部可达工业品位,且总体品位低,多在 1.38~6.42g/t 范围内变化。由此可见,101 脉浅部(1610m 标高以上)工业价值不大。

1. 为了研究 101 脉矿化向深部变化的趋势,笔者统计了 101 脉内规模大、矿化相对较好的 S₁₀₁₋₁ 脉体不同中段与矿化有关的一些特征参数(表 1)。这些特征参数有如

本文 1992 年 7 月收到。

下变化规律:

(1) 矿化类型在 YD_3 坑以上, 以发育第 I 阶段含少量黄铁矿的乳白色石英为主,

矿化差; 而在 $YD_5 \sim YD_7$ 坑, 石英脉中的浸染状、团块状黄铁矿含量明显增高, 局部并有 II 阶段黄铁矿细脉叠加其上, 矿化变好。

表 1 101 脉矿化特征参数垂向变化统计

中段	标高, m	矿化类型	含脉率, %	石英脉均厚, m	平均倾角	脉石英含量, g/t
YD_0	1900.86	I 阶段为主	55.8	0.83	62°	0.071(7)
YD_1	1860.40	I 阶段为主	44	0.475	60°	1.15(9)
YD_2	1820	I 阶段为主	26	0.66	38°	0.41(8)
YD_3	1790	I 阶段为主	52	0.58	57°	0.026(7)
YD_5	1610	I + II 阶段	60	0.65	约 55°	
YD_7	1550	I + II 阶段	63	0.83	48°	0.995(5)

• 括号内为样品数, 标高数据仅供参考。

(2) 从 YD_1 坑到 YD_7 坑各中段含脉率和石英脉的平均厚度有增大的趋势, 表明矿化向深部连续性变好。

(3) 为了便于对比, 各中段均分析石英中的含量, 它虽不能代表矿石的金品位, 但反映了矿化向深部有变好的趋势。

2. S_{101-1} 脉体浅部圈定有一个小矿体, 厚 0.66m, 平均品位 4.91g/t。探矿过程中, 矿山在其深部 $YD_5 \sim YD_7$ 坑发现了矿化较好的矿体; 说明 101 脉从地表到深部都有一定规模的矿化, 且向深部矿化变得更连续稳定。

3. 研究证实, 长期被认为是两条独立矿脉的 101 脉和 106 脉, 实为同一条矿脉, 其实际长度已超过 2500m。按 C.N.舍尔曼 (1977) 有关断裂切入深度的计算方法, 该脉切入深度至少在 2000m 以上; 说明 101 脉在 YD_7 坑以下断裂还有较大延伸。根据区域对比, 小秦岭金矿带已证实在 1000m 标高以下仍有矿体存在, 成矿条件与枪马金矿 101 脉类似的安底金矿 S_1 脉矿体控制的最低标高已达 1410m。由此推测, 101 脉深部有矿脉延伸和工业矿化存在。

地球化学评价

化探原生晕测量是目前公认为少数几种比较有效的找金评价方法之一。本次工作系统采集了 101 脉现有 5 个中段的石类脉和蚀

变构造岩样品。每个样品分析了与金矿化关系比较密切的 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Co、Ni、Bi、Hg、Sb、As 等 11 种元素, 并利用这些元素的空间分布、分带特点, 对 101 脉成矿远景进行了评价:

1. 101 脉成矿元素原生晕、地球化学异常特征

101 脉化探原生晕分析结果 (图 1) 表明, 以 Au 元素异常范围为中心, 其他各元素异常均围绕其重叠分布。Au 元素异常的形态代表矿体或矿化相对富集地段的空间形态。不同元素异常形态和浓集中心位置不同: Hg、As 元素异常范围大, 浓集中心位置在 Au 异常的头部长范围; Pb、Ag 元素浓集中心位置处在异常范围的上部; Sb 元素浓集中心位置在 Au 异常范围的头至上部; Bi 元素浓集中心位于 Au 异常范围的上至中部; Co、Ni 元素异常形态相似, 其浓集中心均位于 Au 异常范围的下至尾部; Cu 元素浓集中心位于 Au 异常范围的下部。上述特点表明, 不同元素对矿体有不同指示作用。由此可建立 101 脉矿体不同部位成矿指示元素组合特征及模式 (表 2)。从图 1 和表 2 可以看出:

(1) $YD_0 \sim YD_3$ 坑, 101 脉走向上出现两个较小的多元素综合异常区, 代表该脉上部两个局部矿化较好的地段, 但规模小, 工业价值不大。

(2) YD₃ 坑以下, 存在两个规模较大

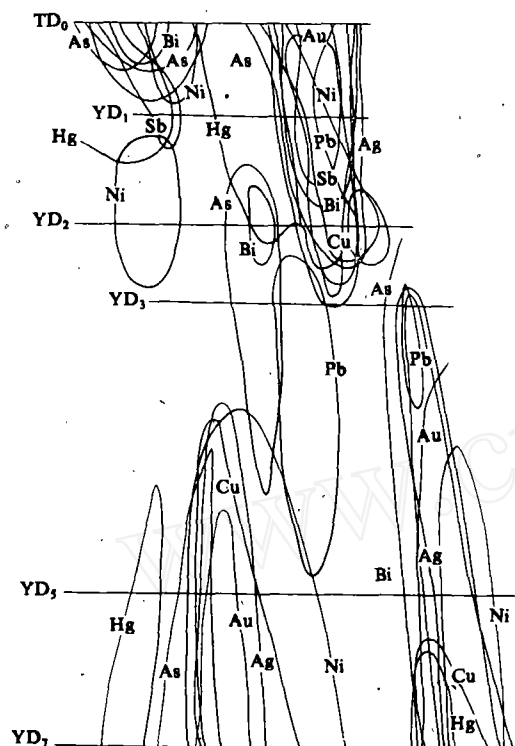


图 1 101 脉元素异常综合模式图

Ag- 2×10^{-6} ; As- 1×10^{-6} ; Sb- 5×10^{-6} ; Pb- 200×10^{-6} ; Cu- 1000×10^{-6} ; Hg- 25×10^{-9} ; Bi- 5×10^{-6} ; Ni- 10×10^{-6} ; Au- 500×10^{-9}

表 2 101 脉矿体不同部位元素组合特征

部位	异常元素组合	特征元素
头部	Hg、As、Sb、Pb、Bi、Au、Ag	Hg、As
上部	Hg、As、Bi、Sb、Ag、Pb、Au	Pb、Sb、Bi、Ag
中部	Au、Ag、Zn、Bi、Pb、Cu、Sb	Au、Ag
尾部	Au、Ag、Cu、Co、Ni、Hg、As	Cu、Co、Ni

的多元素综合异常区, 特别是反映矿体头、上部的指示元素, 如 Hg、As、Ag、Pb 等具有较大的异常范围和强度; 说明 YD₃ 坑以下, 特别在 YD₇(1550m)以下地段, 101 脉有较好的成矿远景。

(3) 各元素异常长轴均沿倾向延伸, 说明矿化在倾向上比较稳定。

2. 元素轴向分带特点

据 101 脉近 80 个岩石地球化学分析资料, 利用元素分带指数法 (表 3、4、5), 建立了 101 脉整体元素垂向分带序列为: (Pb—Ag—As)—Au—Sb—(Hg—Zn—Bi)—(Cu—Co—Ni)。这一分带顺序, 同金矿床理想分带模式(据谭铁龙硕士论文)Hg—As—(Au、Ag、Ni)—W—Bi—(Sb—Cu)—(Zn、Pb)—(Mo、Ti、Co、V)相比, 作为矿体头部指示元素的 Hg 的位置明显靠下。由此推测, 101 脉深部可能有较好的矿化存在。

表 3 不同中段元素平均含量原始数据表

中段	Au	Ag	Cu	Zn	Pb	Co	Ni	Bi	Hg	Sb	As	样数
YD ₀	0.0709	16.46	76.04	105.55	1529.1	6.03	10.19	35.242	0.029	11.337	7.766	12
YD ₁	1.15	5.746	63.63	129.96	89.29	7.94	6.814	5.983	0.029	3.124	1.644	11
YD ₂	0.4108	2.915	346.94	103.66	91.08	17.04	15.515	1.424	0.019	0.995	0.999	13
YD ₃	0.0257	0.973	38.97	108.86	141.96	3	6.233	2.272	0.015	1.529	0.831	16
YD ₇	0.822	2.366	1093.23	141.86	52.5	31.37	38.36	8.851	0.0182	2.663	1.33	20

表 4 原始数据标准化表

中段	Au	Ag	Cu	Zn	Pb	Co	Ni	Bi	Hg	Sb	As
YD ₀	70.9	1646	76.04	1055.5	1529.1	603	1019	3524.2	2900	1133.7	7766
YD ₁	1150	574.6	63.63	1299.6	89.29	794	681.4	598.3	2900	312.4	1644
YD ₂	410.8	291.5	346.94	1036.6	91.08	1704	1551.5	142.4	1900	99.5	999
YD ₃	25.7	97.3	38.97	1088.6	141.96	300	623.3	227.2	1500	152.9	831
YD ₇	822	236.6	1093.23	1418.6	52.51	3137	3836	885.1	1820	266.3	1330

表 5 元素分带指数表

中段	Au	Ag	Cu	Zn	Pb	Co	Ni	Bi	Hg	Sb	As
YD ₀	0.0033	0.0722	0.0036	0.0495	0.0717	0.0283	0.0478	0.1653	0.136	0.0532	0.3642
YD ₁	0.1161	0.0378	0.0064	0.1312	0.0090	0.0801	0.0688	0.0604	0.2927	0.0315	0.1659
YD ₂	0.0434	0.0308	0.0366	0.1095	0.0096	0.1800	0.1639	0.0150	0.2007	0.1051	0.1055
YD ₃	0.0051	0.0194	0.0078	0.2166	0.0282	0.0597	0.1240	0.2441	0.2984	0.0304	0.1653
YD ₇	0.0552	0.0159	0.0734	0.0952	0.0035	0.2106	0.2575	0.0594	0.1222	0.0179	0.0893

综合上述两点, 101 脉 YD₃ 坑以下存在较强的多元素综合异常, 在 YD₃~YD₇ 坑虽然尾晕元素 Cu、Ni 向下有增大的趋势, 但头晕元素 Hg、As 含量也较高; 头晕元素的叠加, 以及元素的垂向分带序列中 Hg 元素位置的明显靠下, 均说明 101 脉 YD₃ 坑以下矿化有较大的延伸, 特别是 YD₇ 以下有较好的成矿远景。

石英热发光评价

1. 石英热发光类型

综合 101 脉 38 个石英样品天然热发光曲线特征, 按其形态的不同可划分为 5 个类型:

- (1) 热发光曲线为一单调上升曲线，在 400℃ 温度范围内，无发光峰值出现。
- (2) 石英热发光曲线在 400℃ 范围内出现一较缓低峰，峰值对应的温度约 270℃。
- (3) 石英热发光曲线在 330℃ 附近出现一较缓的低峰值。
- (4) 热发光曲线在 400℃ 范围内，具有较强的双峰特点，其峰值所对应的温度分别为 250℃ 和 330℃。
- (5) 热发光曲线在 270℃ 附近出现一尖锐高峰。

2. 石英热发光与金矿化的关系

对具上述 5 种不同类型热发光特点的石英所含微量元素统计结果 (表 6) 表明: (1)、(2) 两类石英 Au、Ag、Cu、Pb 等主要成矿元素含量较高, 表明具这两类发光特点的石英与成矿关系密切, 矿化作用相对较好。

另外,石英的含金性与石英热发光积分强度也有密切关系(图2)。图2表明,高含金量等值线区与热发光积分强度介于0.5~0.6(R)区间的等值线范围在空间位置上相吻合。热发光强度值 $>0.6(R)$ 的等值线范围

表 6 不同热发光特点的石英中微量元素
含量 ($\times 10^{-6}$) 对比表

石英热发光 曲线类型	Au	Ag	Cu	Zn	Pb	样数
(1)	0.072	2.34	781.8	96.1	147.4	9
(2)	0.062	1.43	213.5	79.4	136.9	8
(3)	0.022	0.499	261.1	99.3	34.6	9
(4)	0.003	1.197	47.9	33.3	242	7
(5)	0.007	1.53	22.95	119.6	258.9	11

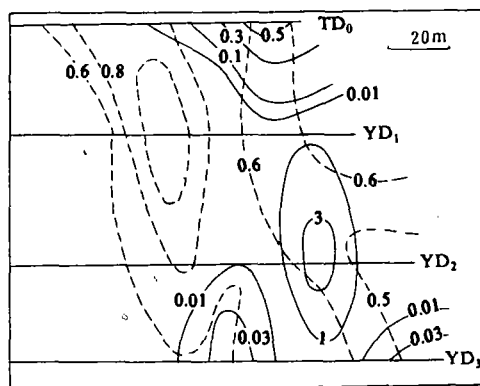


图2 发光强度积分值与含金量空间变化关系对比图

1—含金量等值线; 2—发光强度积分值等值线

与热发光积分强度值 $<0.5(R)$ 的等值线区间内石英的含金量低。由此可见, 石英热发光积分强度可作为石英脉含金性评价的一种标志, 石英热发光积分强度在 $0.8\sim0.6(R)$ 范围内含金性好, 矿化作用较强。从图2看出, 介于 $0.5\sim0.6(R)$ 区间的石英热发光积

分强度等值线范围在 YD₃ 坑以下稳定延伸, 且向深部有扩大趋势, 表明 101 脉在 YD₃ 坑以下地段有较好的矿化存在。

综合以上多种评价方法, 对 101 脉深部成矿远景的预测可归纳为以下几点:

(1) 101 脉从地表向深部矿化类型由简单到复杂, 含脉率、石英脉平均厚度, 石英含金性有增高的趋势。反映了 101 脉深部矿化变得连续稳定。

(2) 地球化学原生晕分析结果表明, 101 脉深部 (YD₃ 坑以下) 发育有较强的多元素综合异常, 特别是深部叠加发育较强的 Hg、As 元素异常, 预示了 101 脉深部有较好的矿化地段存在。

(3) 101 脉地球化学元素垂向分带序列为 (Pb—Ag—As)—Au—Sb—(Hg—Zn—Bi)—(Cu—Co—Ni), 与理想的金矿地球化学元素轴向分带序列比较, Hg 元素在分带序列的位置明显靠下, 表明了 101 脉较深部仍有较好的矿化发育。

(4) 石英热发光类型和热发光积分强度同金矿化有直接的密切联系。101 脉石英热

发光积发强度介于 0.5~0.6(R) 时, 含矿性好。101 脉石英热发光积分强度介于 0.5~0.6(R) 的等值线空间向 YD₃ 坑以下有稳定延伸, 范围也有扩大趋势, 亦表明该脉深部有较好的成矿远景。

综上所述, 认为 101 脉深部 YD₃ 坑以下有较好的找矿前景。

在野外工作期间得到枪马金矿领导、地质科和我校小秦岭金矿科研院的大力支持和协助, 成文过程中得到魏文芹副教授的帮助, 在此一并致谢。

参考文献

- [1] 阮天健等, 《地球化学找矿》, 地质出版社, 1984 年。
- [2] 陈光远等, 《成因矿物学与找矿矿物学》, 重庆出版社, 1988 年。
- [3] 池三川, 《隐伏矿床 (体) 的预测》, 中国地质大学出版社, 1988 年。
- [4] 邵洁连, 《金矿找矿矿物学》, 中国地质大学出版社, 1988 年。
- [5] 谭铁龙, 河南文峪金矿矿化富集规律及 505 脉、503 脉深部预测硕士论文, 1990。

Prospect Evaluation of No.101 Ore Vein in the Qiangma Gold Deposit, Henan Province

Wang Keyong Zhang Zengfeng Lu Zuoxiang

Started with a study on geology, geochemistry and thermoluminescence characteristics of quartz minerals, the prospect of the No.101 ore vein in the Qiangma gold deposit is evaluated in this paper. We hold that the mineralization of the vein is much better at depth than near the earth surface. At a level below 1610m ore gold of great potentialities can be found.