

19-22

硒——微细浸染型金矿床中的一个重要指示元素

刘家军 郑明华

(成都理工学院·成都市)

P 618.510.4

A

迄今人们所了解的微细浸染型金矿床的主要指示元素是 Sb、As、Tl、Hg、Te 等。通过对西秦岭南亚热带典型的拉尔玛微细浸染型金矿的研究,提出 Se 也是此类金矿的一个重要指示元素。

关键词 硒 指示元素 微细浸染型 金矿床

在金矿床勘查工作中,人们已提出多种元素作为金矿床(包括微细浸染型金矿床)的指示元素^[1,2]。这些元素包括 Sb、As、Hg、Ba、Tl、Te、Mn、Ag、Cd、Cu、U、W、Mo 等,尤其是 Tl 作为微细浸染型金矿床的指示元素倍受人们关注。但 Se 作为该类型金矿床的指示元素,尚未引起人们的足够重视。本文以西秦岭南亚热带微细浸染型金矿床为例,简要介绍 Se 也是一个重要的指示元素。

1 矿床基本特征

拉尔玛微细浸染型金矿床(包括俄都矿段、邛莫矿段、510-3 矿段和牙相矿点)位于西秦岭南亚热带川甘交界地带白依沟背斜西段(图 1),受地层、岩性、构造控制明显,矿床赋存于寒武系太阳顶群地层中。太阳顶群为碳

质硅岩和碳质板岩,最大厚度近 1000m,其中碳质硅岩占含矿岩系的 60%以上。业已证明^[3],硅岩乃海底喷流作用的产物。

在含矿岩系太阳顶群地层中,已圈出大小矿体近百个(包括表外矿体),矿体呈层状、似层状、透镜状、脉状、串珠状等。80%以上的矿体产于碳质硅岩中(图 2)。矿体一般长 40~800m,厚 1.00~25.07m。矿体与围岩的产状基本一致,呈渐变关系。矿体的轮廓需用分析数据圈定。鉴于区域地层、构造呈北西西向延伸,因而矿体亦呈北西西向延展。在平面上可出现斜列式或叠瓦式排列(见图 2);剖面上矿体多呈楔状、脉状和漏斗状产出。

组成矿体的主要金属,除 Au 外,还有 Cu、U。在一些矿体中,上述 3 种金属均可达到工业要求的含量。一些矿体则以某一种或

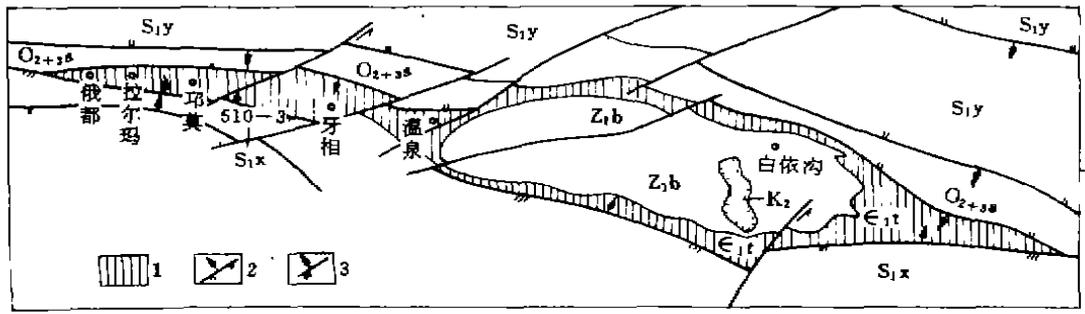


图 1 拉尔玛金矿床地质略图

K₂—上白垩统;S_{1y}—下志留统阳汤沟组;S_{1x}—下志留统下地组;O_{2+3s}—中上奥陶统苏里木塘组;E_{1t}—寒武系太阳顶群;Z_{1b}—震旦系白依沟群;1—逆断层;2—逆掩断层

本文 1993 年 12 月收到,侯庆有编辑。
* 本文为国家自然科学基金资助项目的部分研究成果。

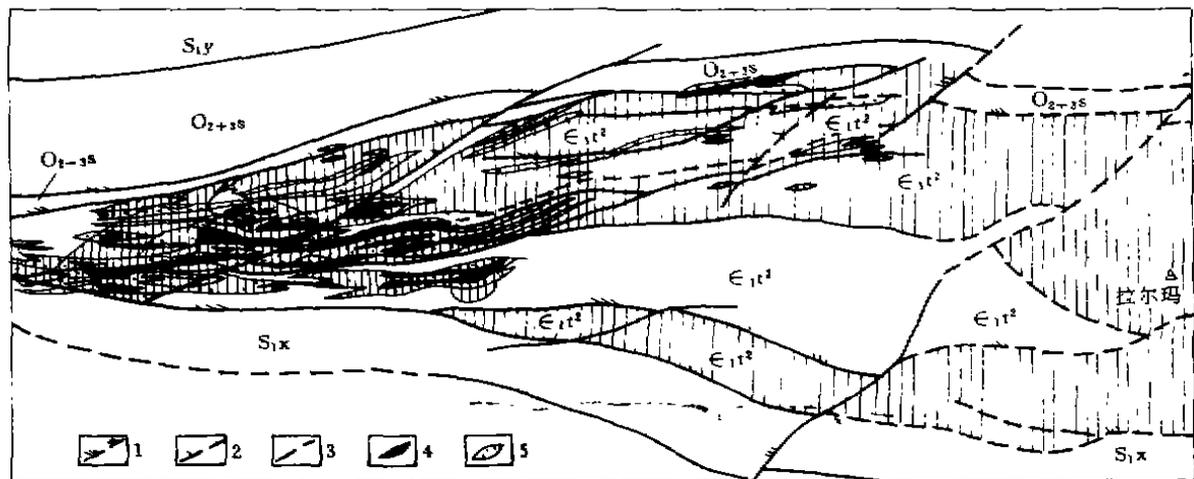


图2 拉尔玛金矿床俄都、邛莫矿段矿体分布图

S_{1x}—下志留统下地组碳质绢云母板岩; S_{1y}—下志留统阳肠沟组灰岩、砂岩、板岩; O_{2-3s}—中上奥陶统苏里木塘组板岩、砂岩夹硅质团块; E_{1t1}—下寒武统拉尔玛组硅岩; +_{1t1}—下寒武统拉尔玛组板岩; δ_μ—英安斑岩脉; 1—实测、推测压扭性断裂; 2—实测、推测扭性断裂; 3—实测、推测地层界线; 4—表内金矿体; 5—表外金矿体

两种金属含量达到工业品位。矿体中的金属含量变化较大, Au $1.02 \times 10^{-6} \sim 63.0 \times 10^{-6}$; Cu $0. n\% \sim 10\%$; U $0.056\% \sim 0.410\%$, 且变化较大。此外, 矿体中 Sb、Zn、Mo、V、Se、Hg、P、W、ΣPt 含量也较高, 局部也达到了工业要求的含量。

矿石中常见的金属矿物有黄铁矿、白铁矿、辉锑矿、黝铜矿、闪锌矿、硒汞矿、铜铀云母、钒钙铀矿等; 主要非金属矿物有石英、重晶石、迪开石等。上述矿物中, 辉锑矿、硒汞矿、黄铁矿、白铁矿、石英、重晶石、迪开石为主要载金矿物。

金矿石的类型按矿化特点和矿石中的物质组成可分为: ①贫黄铁矿型; ②白铁矿—黄铁矿型; ③黄铁矿—白铁矿型; ④辉锑矿型; ⑤石英型; ⑥重晶石型。

根据成矿作用特点, 拉尔玛金矿床的形成, 经历了两大成矿期^(4,5); 第1期为海底喷流沉积期, 通过海底喷流作用形成了富含 Au、Cu、U、Sb、Se、Mo、V、ΣPt 等元素的含矿岩系; 第2期为地下水热液改造期, 由于地下热水的活动, 使含矿岩系中成矿物质发生活化、转移和再聚集成矿起了决定性的作用。

2 结果与讨论

2.1 Se——指示元素标志

拉尔玛金矿床中, Se 含量普遍较高。对含矿岩系 8 条地质剖面、4 个钻孔、2 个坑道中 652 个碳质硅岩、碳质板岩样品中 Se 元素的分析(表 1)研究表明, 无论是矿化地段还是非矿化地段, 均存在不同程度地 Se 富集。652 个样品中, Se 的平均含量为 29.436×10^{-6} 。从表 1 中还可看出, Se 元素在矿化地段富集程度更高(如 7 线、103 线及坑道 OP1、PD11-1 等工程中)。

据一些研究者认为, Se 的克拉克值为 0.05×10^{-6} (Taulor, 1964; B. Mason, 1977, 1982)。页岩是所有岩石中含 Se 最丰者, 全球平均值为 0.6×10^{-6} , 其中又以海相黑色页岩中含 Se 量最高, 一般含 Se $1 \times 10^{-6} \sim 277 \times 10^{-6}$ 。可见, 含矿岩系中 Se 的含量远超过全球平均值, 并且矿化地段比非矿化地段含 Se 量高, 故 Se 可作为寻找金矿化地段的有效指示元素。

鉴此, 作者分析研究了各类金矿石中的 Se 含量(表 2)。从表 2 可见, 各类金矿石均含

表1 含矿岩系地质剖面与勘探工程中样品的 Se 含量($\times 10^{-6}$)^a

采样地点	样数	变化范围	平均值	备注
牙相地质剖面	10	0.52~36.30	10.999	非矿化地段
温泉 101 地质剖面	100	0.20~37.90	4.501	非矿化地段
邛莫 15 线地质剖面	10	1.40~19.50	7.370	矿化地段
邛莫 11 线(TC11-3)地质剖面	8	1.10~13.900	6.700	非矿化地段
邛莫 7 线(TC7)地质剖面	71	1.00~315.98	23.684	矿化地段
俄都 137 线(TC137)地质剖面	21	1.75~47.77	10.728	非矿化地段
俄都 106 线地质剖面	105	2.50~100.00	17.922	矿化地段
俄都 103 线地质剖面	114	3.64~1994.00	63.556	矿化地段
邛莫坑道 OP1	12	7.00~315.98	163.982	矿化地段
邛莫坑道 PD11-1	60	1.30~279.00	43.418	矿化地段
邛莫钻孔 ZK3-1	2	2.10~2.60	2.350	非矿化地段
邛莫钻孔 ZK7-1	46	3.40~125.00	22.437	矿化地段
邛莫钻孔 ZK7-2	39	6.60~232.00	31.097	矿化地段
邛莫钻孔 ZK7-3	54	2.90~67.00	12.009	矿化地段
平均值	652	0.20~1994.00	29.436	

^a表中数据综合了川西地质大队彭达玲、刘新华的资料。

表2 各类金矿石中的 Se 含量($\times 10^{-6}$)^a

矿石类型	样数	变化范围	平均
贫黄铁矿型金矿石	3	15.29~49.81	36.15
白铁矿—黄铁矿型金矿石	15	7.50~315.98	137.72
黄铁矿—白铁矿型金矿石	9	14.00~62.80	40.80
辉铋矿型金矿石	6	10.00~652.00	518.87
重晶石型金矿石	9	7.00~7700.00	891.89
石英型金矿石	8	10.00~210.00	75.32
合计平均值	50	7.70~7700.00	285.68

^a表中数据综合了核工业北京地质研究院周德安的资料。

有较高的 Se,其中以重晶石型、辉铋矿型和白铁矿—黄铁矿型金矿石中 Se 含量最高(分别为 891.89×10^{-6} , 518.87×10^{-6} , 137.72×10^{-6})。迄今为止,人们所了解的 Se 主要富集于岩浆岩型(铜镍硫化物型)、斑岩型、夕卡岩型、火山型(块状硫化物型)、火山沉积型(黄铁矿型)和沉积砂页岩型等矿床中,而富集于微细浸染型金矿床中的实例尚不多见。就目前国内外已知含 Se 矿床 Se 含量来看,本矿床中 Se 的富集程度是世界罕见的,且 Se 已作为该区进一步寻找金矿体、扩大金矿远景的最重要的指标元素。

2.2 Se 的独立矿物——指示矿物标志

经大量光片鉴定和电子探针分析证实,现已发现大量硒的独立矿物^[6,7,8,9],如硒汞矿、硒铋矿、硒铅矿、硒镍矿、硒硫铋矿、硒硫

铋铜矿、硒硫砷矿等;其中,硒铋矿是继陈露明等在贵州 504 铀矿首次发现以来的又一次发现(陈露明,通讯联系,1992),而硒硫铋矿、硒硫铋铜矿、硒硫砷镍矿均是作者首次发现的待定新矿物或新变种。

上述硒矿物主要产于重晶石型、白铁矿—黄铁矿型金矿石中,且其形成的时间、空间、温度都与显微自然金或金矿化密切相关。作者还发现一些硫化物或硫酸盐化物也含 Se(表3);同时,该矿床中一些热液非金属矿物中也含有较高的 Se。

2.3 硒的赋存状态

从上述分析可知,Se 的赋存状态有 3 种:①呈独立的矿物形式存在;②以类质同象形式存在于硫化物或硫酸盐矿物中;③以微粉形式存在于石英、重晶石等非金属矿物中,或是与有机碳共存于碳质硅岩、碳质板岩中。

2.4 讨论与结论

Se 是极其分散的元素,在自然界中一般以类质同象进入硫化物或硫酸盐矿物中^[10]。这是因为 Se 与 S 两元素的结晶化学和它们的某些地球化学性质相似。如 Se^{2-} 的离子半径为 1.91 \AA , S^{2-} 的离子半径为 1.84 \AA ,两者接近,故 Se 容易进入硫化物的晶格。一般认为,温度是控制热液中 Se 活动的主要因素之一。

实验证明,高温条件下能够扩大 S 与 Se 的类质同象置换范围,中高温形成的硫化物或硫酸盐矿物中较富含 Se。相反,在低温条件下形成的硫化物则含 Se 较少,而且分散。但对拉尔玛微细浸染型金矿床中 Se 的富集特点则不然。因为该矿床的形成温度为中低温(142~269°C),而在此条件下矿石中富含 Se,且形成大量的 Se 的独立矿物或含 Se 的硫化物或硫酸盐矿物。这说明,当热液中富 Se 缺 S 时,或者当 S 作为硫酸离子(即氧离子高电位)参加到成矿作用中时,Se 取代 S 而形成大量的 Se 硫化物、硫酸盐矿物,甚至形成众多的 Se 的独立矿物。因此,在热液活动中,对 Se 来说,

如同 S 一样,热液作用是很重要的阶段,并能以大量的呈分散形式或独立矿物存在于这一阶段的产物中。也就是说,几乎所有热液矿床中,特别是热液成因的硫化物矿床和部分金矿床中都含有在 Se 元素^[10]。因为微细浸染型金矿床的形成,也是在热液活动的作用下,使矿质(包括 Au)聚集而成矿的,故微细浸染型金矿床(至少一部分)亦含有 Se 元素。总之,根据 Se 元素的地球化学特点、热液矿床的成矿规律以及对拉尔玛微细浸染型金矿床的研究之后,作者认为并冒昧地提出,Se 元素可作为寻找微细浸染型金矿床(至少一部分)的一个重要指示元素。

表 3 金属矿物与非金属矿物中的 Se 含量

矿物名称	电子探针分析(%)			化学分析($\times 10^{-6}$)		
	样数	变化范围	平均值	样数	变化范围	平均值
黄铁矿	3	0.00~0.31	0.16	9	7.51~546.73	210.47
白铁矿	2	0.42~0.77	0.69	2	2.21~9.07	5.64
黝铜矿	5	0.47~2.01	1.18			
闪锌矿	3	0.54~1.89	1.21			
辰砂	2	1.21~2.37	1.79			
自然金			0.26			
蛭石				1		4.91
石英*				5	0.89~25.53	8.75
石英**				6	10.08~200.00	35.77
重晶石				6	6.57~178.08	35.55
迪开石***				1		3.3

* 不含 Au 石英($Au \leq 1 \times 10^{-6}$), ** 含 Au 石英($Au \geq 1 \times 10^{-6}$),据周德安,1992;*** 据张占鳌,1992。

在室内外研究工作中,四川地矿局川西北地质大队 14 分队的彭达 高级工程师、刘新华 工程师及其他领导、工作人员,核工业北京地质研究院周德安、黄净白 高级工程师,给予了大力支持,并提供了大量的分析数据,在此一并致谢。

参考文献

- 1 Brookins G. *Chemical Geology*. 1986, 54(3/4).
- 2 伊克拉穆 J M(卢星译). *地质科技动态*. 1988(21).

- 3 郑明华等. *成都地质学院学报*, 1990, 20(2).
- 4 郑明华等. “七五”地质科技重要成果学术交流会议论文集. 北京科学技术出版社, 1992.
- 5 郑明华等. *科学通报*, 1991, 36(15).
- 6 Liu Jiajun et al. *Chinese Science Bulletin*. 1992. 37(17).
- 7 刘家军等. *科学通报*, 1992, 37(15).
- 8 刘家军等. *科学通报*, 1993, 38(18).
- 9 郑明华等. *矿物岩石*, 1993, 13(2).
- 10 刘英俊等. *元素地球化学导论*. 北京:地质出版社, 1987.

Se-the important indicator of fine-disseminated type gold deposits

Liu Jiajun, Zheng Minghua

It is known that the main indicators of fine-disseminated gold deposits are usually Sb, As, Tl, Hg and Te, etc.. Through the research of Laerma fine-disseminated gold deposit in the south sub-zone of western Qinling, it is proposed that Se is also an important indicator element of fine-disseminated type gold deposits.