维普资讯 http://www.cqvip.com 第35卷 第4期 地质片勘视 Vol 35 No 4 1999年7月 GEOLOGY AND PROSPECTING July, 1999 p618.510.4 8-11 西秦岭寒武系中金矿床成矿元素分带研究 刘家军 刘建明 (中国科学院地球化学研究所·贵阳·550002) (中国科学院矿物资源探查研究中心·北京·100101) 郑明华 林 周渝峰 顾雪祥 张 **m** TRA (成都理工学院·成都·610059)

西秦岭寒武纪硅岩建造中的金矿床,其形成与成矿热液沿纵向、横向及轴向的渗滤和扩散作用密切 相关。由于元素组分在各个方向出现浓度(含量)的差异,使矿床中成矿元素分带甚为明显。元素的分 带最终导致了 Au、Se、U、Cu、Mo、Sb、Hg 等元素在三维空间各自构成单一或复合型的矿(化)体。

-7

关键词 硅岩建造 金矿床 元素分带 西秦岭

7-

产于西秦岭南亚带寒武纪硅岩建造中的金矿 床,是我国境内发现的--种具有独特地质特征的层 控金矿床。

1 矿床基本特征

位于西秦岭南亚带川甘交界地带的金矿床,由

拉尔玛(俄都)、邓莫金矿床和牙相金矿点组成(图 1)。矿床赋存于寒武纪太阳顶群碳质硅岩和碳质板 岩组成的硅岩建造中,受地层、岩性、构造控制十分 明显。

产于硅岩建造中的金矿体,一般沿顺层破碎带 分布,形态为似层状、透镜状和脉状,其产状与围岩



图) 西秦岭寒武系中层控金矿床地质略图

(据四川地质矿产局川西北地质大队杨恒书、1990、局部修编)

K₂--上白垩统;S₁y--下志留统羊肠沟组;S₁x--下志留统下地组;O₂+,s--中、上奥陶统苏里木塘组;∈₁t--寒武系太阳顶群;

Z₁b一減旦系白依沟群;I一逆断层;2一逆掩断层

大体一致。矿石矿物和元素组合十分复杂,现已鉴定出的矿物多达 80 余种,除黄铁矿、白铁矿、辉锑矿、自然金外,还有相当数量 Cu、U、Se 等元素的独立矿物,Cu、U、Mo、Sb、V、Zn 在局部地段亦可圈出独立矿体。

根据含矿主岩的差异,可将金矿石划分为3种 类型:(1)硅岩型矿石;(2)板岩型矿石;(3)英安玢岩 型矿石。其中硅岩型矿石是金矿床的主要类型,约 占矿石总量的70%以上;板岩型矿石较少,且多为 表外矿体;英安玢岩型矿石多见于邛莫金矿区。

通过对金矿床研究后,作者认为矿床的形成,经

历了喷流沉积和地下水热液活动两个成矿期^[1]。前 者表现为硅岩建造中出现了众多成矿元素的高异常 和黄铁矿等条带状、层纹状构造的形成,显示出矿质 的初步聚集^[1,2],后者则促使矿质富集层中的成矿 物质组分发生活化、迁移和再聚集,并最终导致工业 矿床的形成^[1]。

2 元素纵向分带

沿寒武系中金矿床、金矿体的分布走向,主要成 矿元素存在浓度差异而具有分段富集的基本特征, 并主要表现在元素含量的高低,元素和矿物组合差

本文 1997 年 10 月收到, 1998 年 8 月改回, 张启芳编辑。

[◆] 國家自然科学基金和中國一奧地利國际合作项目(编号 4880099)、国家自然科学基金(编号 49503048、49773197)和中国科学院"百人计 划"联合资助项目。

也贡与甚能

异等方面。如拉尔玛为 Au-Se-V-Sb---Hg 元素 组合: 邛莫为 Au-Se-Cu-U-V-Mo 元素组合; 510-3 矿区为 Cu-U 元素组合; 牙相则为单一的 Au矿点。上述不同地段主要成矿元素的含量变化 见表1。从表1中可知,自西向东,Au、Pt、Pd、Sb、V 等的富集程度逐渐减弱,而U、Cu、Mo等则增强,并

表」 不同成矿地段主要成矿元素含量(10-6)变化趋势

	田四州木								
元素	拉尔玛		平 莫		黄水沟、510-3矿区		 牙 相		
	常见值	最高值	常见值	最高值	常见值	_ 最高值	常见值	最高值	
Au	1.00~9.20*	63.00*	1.00 ~ 7.20*	41.50	0.30~0.50*	1.70*	1.00~7.5*	11.70*	
υ	3.0 ~ 6.0	478	20 ~ 200	1.122%	(0.05~0.2)%	2.0%	5~10	0.29%	
Cu	20 ~ 200	0.16%	(0.05~1.3)%	3.79%*	(0.1-2.7)%*	10%	5~40	59	
Se	10 ~ 50	0.5%	10 ~ 50	0.77%	1 - 10	37.9	< 10	36.3	
Mo	10 ~ 50	195	100 ~ 200	0.06%	5 ~ 40	94	5 ~ 10	13.6	
v	200 ~ 1000	175%	150 ~ 300	0.22%	100 ~ 200	0.69%	100 ~ 300	0.13%	
Sb	50 ~ 500	7.2%	40 - 200	500	3 ~ 10	274	5~40	80	
Hg	10 ~ 30	228	3~15	87	0.5~1.5	3.7	17.1~50	232.5	
Pt(10 ⁻⁹)	1 ~ 20	103	1 ~ 10	113	1 ~ 10	60	1~6	16	
Pd(10 - 9)	1 ~ 40	264	1 ~ 10	126	1 ~ 10	58	1 ~ 6	21	
Os(10 ⁻⁹)	1~3	10	1~3	8	1~3	7	1~3	8	
▼ 系圖定:	亥元素矿(化)体	的含量。							

在邛莫、510-3矿段各自形成了矿(化)体。Se 仅在 邛莫、拉尔玛矿区较富集。即使在同一矿床中,Au、

Hg、Sb、Mo、Cu等也富集于不同的部位,显示出分段 富集的趋势。如拉尔玛矿床自西向东依次为 Au、Hg →Au、Mo、Sb、Hg→Au、Cu元素组合。

元素横向分带 3

在垂直矿床或矿体走向的方向,成矿元素也具 有较明显的分带性。从邛奠勘探工程 OPI 坑道及 11 线勘探线地球化学剖面(见图 2(a)、(b))可以看 出,Au、As、B、Se、Co、W、Pd 等元素的组合异常,分别 与17号、18号、5号矿体一致,成为矿体内带晕元素 组合;紧靠金矿体顶底板由 Sb、Ba、Hg 等元素形成近 矿的中带晕元素组合,最外侧 Cu、Mo、U、V、W 等元 素形成矿体外带晕元素组合。

由于元素在横向上具有分带富集特征,因此主 要成矿元素既可以形成单元素的独立矿体,又可形 成多元素的复合矿体,且分段集结成为紧邻产生的 矿(化)体群。如在邛莫金矿体附近依次有 Cu、U、 Mo、Se 的单元素矿(化)体或复合矿(化)体产出。

一般沿矿带或矿体的横向,铀的矿化宽度大于 金的矿化宽度,且有向金矿体底板岩石中富集的趋 势,铜的矿化多在金矿化与铀矿化之间,而钼的矿化 多集中在金矿化的顶板岩石中。因此自底向顶总体 有 U→Cu(Mo)→Au→Mo 依次矿化分带规律,有时 Au、U、Cu、Mo 等相互重合形成复合矿体。在它们的 单矿体或复合矿体中,Se均达到综合利用要求。

4 元素轴向分带

在研究元素轴向分带规律时,为了简化线金属

量的计算,作者利用晕中的加权平均含量(%)乘以 该元素晕的宽度(m)来求得。在求得各标高的总金 属量后,就可通过各种运算,求出元素的分带指数值 (表 2)。每一元素的最大值所在标高即为该元素在 表

2	元素分带指数值	

元	新 (m)						
素	地表 ~ 3700	3700 ~ 3600	3600 ~ 3500	3500 ~ 3400	3400 ~ 3300		
Au	0.1056	0.1344	0.0271	0.0697	0.0196		
Se	0.0887	0.0353	0.0411	0.0385	0.0443		
Ba	0.0597	0.0368	0.0581	0.0432	0.0424		
Нg	0.1396	0.1328	0.1393	0.1295	0.1269		
Ag	0.0298	0.0135	0.0251	0.0213	0.0008		
В	0.0472	0.0492	0.0689	0.0665	0.0565		
Sb	0.0124	0.0189	0.0224	0.0245	0.0234		
Zn	0.0005	0.0143	0.0123	0.0187	0.0499		
РЬ	0.0227	0.0197	0.0321	0.0320	0.0424		
Ав	0.0362	0.0462	0.0181	0.0324	0.0119		
U	0.0162	0.0442	0.0322	0.0496	0.0697		
¥,	0.0298	0.0291	0.0410	0.0326	0.0295		
W	0.0665	0.0614	0.0586	0.0424	0.1063		
Cu	0.0663	0.0887	0.0411	0.0618	0.0509		
Мо	0.0114	0.0218	0.0299	0.0338	0.0580		
Ni	0.1583	0.1759	0.2208	0.2102	0.2117		
Cr	0.0434	0.0388	0.0410	0.0471	0.0195		
Bi	0.0618	0.0400	0.0309	0.0263	0.0303		

分带序列中的位置^[3],并由此可排出它们之间由地 表向深部的轴向分带序列为(Ba、Hg、Ag、Se、Bi)-- $(Au_As_Cu) \rightarrow (B_VNi) \rightarrow (Sb_Cr) \rightarrow (Zn_Pb_UN)$ Mo)。可见,在各中段中有多种元素,它们在分带序 列中更确切的位置,需应用变异性指数及变异性指 数梯度差来进一步确定^[3,4]。通过计算,得出邛莫7 号勘探线剖面完整、确切的元素分带序列是:(Ba— Se-Hg-Ag-Bi)-(As-Cu-Au)-(B-Ni-V)-(Sb--Cr)-(Zn-Pb--Mo--U--W)。若将此种元素 分带序列与格里戈良热液矿床分带序列[4]加以对

9

Mo

Hg Ba Cu

Ni

Co

Ri

F102

比,可以发现除极少数元素(Sb、Bi、Zn、Pb)的位置有 些偏离(但 Bi、Zn、Pb 的位置与 E.M. 克维雅科夫斯 基所研究的结论^[4]一致)外,其它元素的位置基本一 致。

> Cr.Sb W Mo 300[30] 15[(a) 35.3 Mo V 150|1500 100 1000 Mo 50 500 200 20 10 Sb Ð Cu_.Ag ۱IJ 75013 100 10 ۶ 500 2 250ł 1 ñ 135, Hg.Sb Ba 40[1000]1000 771 Ni V Zn U 900t 300r600r 20 500 500 600 200 400 Zn Ni U.Pb Zn 500|20|5000 300-100-200 2501025<u>00</u> IJ Ba Hg Cu (%) 3000 r 60 r 1.5 3400 N1 Co 200 50 100 25 0 2000 40 1.0 Au As 10 5000 Ba 2500 5 0 1000 20 0.5 Bi,Ti 2|5000 1|2500 Hg AsSe, BAu ~ 3700 100 30001 501 30 ZK11-1 2000 30-20 Ac 1000 10 10 Se В F103 <u>存</u> 14 群品 0 12 16 18 20 22 Fina

从元素分带序列中可以肯定,矿床中的 As、Cu 主要应以砷黝铜矿而不是以毒砂、黄铜矿的形式存 在。矿床的实际情况正是如此。



值得指出的是,Se在格里戈良的热液矿床综合 分带序列中没有提及。此次研究将 Se 排列于 Ba 与 Hg之间。由于矿床中的 Se 主要以灰硒汞矿(HgSe) 及其它硒化物形式产于重晶石一石英脉中^[5],故 Se 的排列位置与 Ba、Hg 在一起是合理的。

5 主要认识

1) 西秦岭寒武系金矿床元素分带, 明显受热液 作用控制。鉴于 Au、Cu、U 等元素地球化学行为差 异,它们在矿床中分布表现出既共生又分离的微妙 态势。虽然它们均富集于寒武纪硅岩建造中,但 Cu、U主要在邛奠、510-3矿区一带较富集,而在东 部牙相及西部拉尔玛矿区,Cu、U含量较低,与此相 对应所圈定的 Cu、U 矿体数量也相应地减少。金矿 (化)体则不然,绝大多数分布在邛莫、拉尔玛一带, 牙相矿区仅存在少数金矿(化)体,而510-3矿区至 今尚未发现金矿(化)体。这样无形中就构成了一幅 侧向分带图像;另一方面,Au、Cu和U等元素矿(化) 体,虽然无例外地受硅岩建造控制,但它们在硅岩建 造中聚集的具体部位略有差异。Cu、U 一般聚集于 硅岩建造底部和下部, 而 Au 则多聚集于硅岩建造 中部和上部。从而显示出极具特征的垂向分带现

10

毛裕年等 西秦岭南亚带硅灰泥岩型金矿床成矿规律与找矿远景、1992。

维普资讯 http://www.cqvip.com

象。

2)根据金及其它成矿元素晕空间分布特征、元 素组合分带等特点,可以推断矿床的剥蚀程度,从而 对深部盲矿体的预测提供线索。根据成矿元素的分 带特征,可初步推断寒武纪硅岩建造中各金矿床的 剥蚀程度分别是:拉尔玛金矿床处于矿体的上部,深 部可能存在盲矿体;邛莫金矿床处于矿体的中下部, 下部(尤其是深度大于 3400m 时)存在盲矿体的可能 性较小;而牙相金矿点埋深较大,深部有望找到具有 一定规模的金矿体。

参考文献

- 1 郑明华,周渝峰,刘建明,等.喷流型与浊流型层控金矿床.成都: 四川科学技术出版社.1994.145~170
- 2 刘家军,郑明华.西秦岭寒武系硅岩建造的喷流沉积作用见:贺 振华主编.理工科技进展.成都:四川科学技术出版社,1996 108 ~114
- 3 阮天健,朱有光,地球化学找矿,北京;地质出版社,1985.54~58
- 4 王崇云主编.地球化学找矿.北京:地质出版社.1988.37~43
- 5 刘家军,郑明华,刘建明、等.西秦岭寨武系层控金矿床中硒的矿 化富集及其找矿前景.地质学报,1997,71(3):266~273

THE ELEMENT ZONATION FEATURES OF THE CAMBRIAN GOLD DEPOSITS IN WESTERN QINLING , CHINA

Lu Jiajun, Liu Jianming, Zheng Minghua, Lin Li, Zhou Yufeng, Gu Xuexiang, Zhang Bin

The gold deposits, occurring in the south subzone of western Qinling, are the only typical and important stratabound gold deposits, which were associated with submarine exhalative sedimentation. The gold deposits include Laerma ore deposit. Qiongmo ore deposit and Yaxiang ore occurrence. They exist in the Cambrian silicalite formation, composed of black chert and alate. The presence of the typical chert offers an important evidence to evaluate the possible submarine exhalative system and its role in the formation of the gold deposits, which were closely associated with percolation and diffusion along horizontal, vertical and axial orientation. Element zonation was clear due to the difference of element concentrations in different orientation, which bring about gold , selenium, uranium, copper, stibium, molybdenum, mercury and so on precipitating in the form of simple or overlap orebody. The establishment of element zonation is highly helpful for evaluating directly the metallogenesis of gold deposit .

Key words gold deposits, element zonation, western Qinling



第一作者简介:

第一作者简介,

刘家军 男,1963年生。1986年、1991年、1996年于成都理工学院(原成都地质学院)分别获学士、硕士 和博士学位,研究员。现在中国科学院地球化学研究所工作。主要从事矿床学和地球化学研究工作。 通讯地址:贵州省贵阳市观水路73号 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放研究实验室 邮政编码:550002

(上接第7页)

Key words cover of south China platform, indosinian tectogenesis, inherited orogeny, Meso - Cenozoic



郭福祥 男,1935年生。1964年毕业北京大学地质地理古生物地层学专业。现为桂林工学院隐伏矿床 预测研究所研究员。主要从事大地构造和古生物研究工作。

通讯地址:广西壮族自治区桂林市建干路12号 桂林工学院隐伏矿床预测研究所 邮政编码:541004