

胶东中生代两期金矿化作用的对比研究及其意义

杨金中^{1,2}, 李光明¹

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 2. 中国国土资源航空遥感中心, 北京 100083)

[摘 要] 中生代, 胶东地区存在燕山期和燕山晚期两期金矿化作用。燕山期金矿化与陆内碰撞(俯冲)的挤压地球动力学环境有关, 形成中深石英脉型和蚀变岩型金矿床, 以玲珑型和焦家型金矿床为代表, 与区域花岗岩浆活动存在时间、空间和成因上的紧密联系。燕山晚期金 - 多金属矿化与陆内拉张火山裂谷带地球动力学环境有关, 形成浅成蚀变岩型(或脉型)金 - 多金属矿床, 以蓬家芥金矿床为代表, 与青山期火山 - 岩浆活动有关。本文就两期金矿化的成矿地球动力学环境、矿床地质特征、矿床稳定同位素特征等进行了详细的对比研究, 指出燕山晚期金 - 多金属矿化作用是胶东地区与燕山期金矿化作用同等重要的成矿阶段。加强燕山晚期金 - 多金属成矿作用的研究, 对于扩大胶东金矿床的找矿远景, 保持胶东黄金产业的可持续发展具有十分重要的意义。

[关键词] 燕山期 燕山晚期 金矿化 金 - 多金属矿化

[中图分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 0495 - 5331(2001)01 - 0033 - 05

中生代, 胶东地区存在两期金矿化作用。其中, 与壳源深熔花岗岩有关的金矿化作用(玲珑型金矿床和焦家型金矿床为代表)已经受到广泛重视; 而与青山期火山 - 岩浆活动有关的金 - 多金属矿化作用(蓬家芥金矿床为代表), 正在引起地质学家们的关注。本文在大量研究前人资料的基础上, 将上述两期金矿化作用的成矿地质条件、同位素地质特征、流体包裹体特征等进行了对比研究, 力图揭示两期成矿作用的异同, 探索胶东金矿化集中区的形成机制。

1 成矿地质条件对比

1.1 区域成矿地球动力学环境对比

胶东金矿密集区(胶东地块)西以北北东向郯庐断裂为界, 与鲁西地块相邻; 东南以北东向五莲 - 荣城断裂为界, 与胶南地体相接。在胶东金矿密集区内, 以即墨 - 牟平断裂带为界, 又可分为西部胶北地体, 属于华北陆块的东南缘; 东部即墨 - 牟平构造混杂带, 相当于华北陆块与胶南地体之间的对接带。胶南地体和胶北地体即沿此带在印支期末拼合在一起。在即墨 - 牟平构造混杂带内, 既有属于胶北地体的变质基底, 如下元古界荆山群, 又有可能属于胶南地体边缘高压变质作用的变质块体, 如荣城泊于家、威海羊亭、崮山、牟平瞳等地的榴辉岩(王清晨等, 1992; 叶凯等, 1992; 张儒瓊等, 1993; 王来明, 1994; 苏尚国等, 1994; 王来明等, 1995); 诸城皇华店莱阳组砾岩的砾石中扬子型古生物化石组合(郭振

一, 1985)。这种地壳成分的差异可能对其后期的成矿作用有一定的制约作用。随着三叠纪末郯庐断裂的初始活动, 胶东地块逐渐向北推移, 并在地块内自西向东作左旋滑移。中生代时期, 地块发生不均一形变, 在整体隆升的背景上, 出现挤压隆升和拉张断陷相间出现的构造格局, 并发生强烈的岩浆活动。隆起区发生与挤压作用有关的壳源花岗岩浆活动, 断陷区则发生与拉张有关的幔源(或壳幔混源)中基性火山活动。

从总体上看, 胶东金矿密集区的成矿地球动力学环境可分为两类。燕山期为陆内(地体)碰撞(俯冲)的挤压地球动力学环境, 形成的金矿多为中深石英脉型和蚀变岩型, 与区域花岗岩浆活动(郭家岭期)在时间、空间和成因上具有密切的联系。如胶西北地区, 花岗岩体的形成年龄为 135 Ma ~ 146 Ma, 金的成矿年龄为 110 Ma ~ 135 Ma。从成矿时代上看, 胶东地区与花岗岩浆活动有关的金矿床的形成年龄相差较大, 但多数在 120 Ma 左右变化。无论是产在变质岩中的焦家式金矿床, 还是产在花岗岩中的玲珑式金矿床, 其主成矿期年龄相当, 应属于同一成矿期的产物。区内多数金矿床(包括玲珑型和焦家型)为陆内(地体)碰撞(俯冲)的挤压地球动力学环境的产物, 是胶东地块在同一挤压构造应力场作用下, 各区段发生不同的响应而形成的。燕山晚期为陆内拉张火山裂谷带的地球动力学环境, 形成浅成蚀变岩型(或脉型)金 - 多金属矿床。相关的青山组火山 -

[收稿日期] 2000 - 11 - 20; [修定日期] 2000 - 12 - 01; [责任编辑] 曲丽莉。

[收稿日期] 中国科学院创新工程项目(KZCX1 - Y - 03)和“九五”重大黄金项目(KZ951 - A1 - 404 - 02 - 2)资助。

侵入岩系形成于 125 Ma ~ 100 Ma, 金成矿年龄为 120 Ma ~ 90 Ma。

乳山蓬家乔金矿床、牟平宋家沟金矿床、烟台金矿床、蓬莱后大雪金矿床、栖霞百里店金矿床和山城金矿床以及招远十里铺含金银矿床、尹格庄金矿晚期叠加含金银矿体均为青山期的产物, 成矿年龄主体在 110 Ma ~ 100 Ma 之间。例如, 烟台金矿床穿切了潜火山石英斑岩, 而后的全岩 Rb - Sr 年龄为 (112.7 ± 5) Ma (刘连登等, 1998); 蓬莱金矿床穿切了青山期潜火山脉岩等。此外, 沂南的夕卡岩型 Fe - Cu - Au 矿床、五莲七宝山金 - 铜矿床等也与青山期火山 - 岩浆活动有关。

1.2 矿床地质特征

对燕山期金矿床(焦家、玲珑)和燕山晚期金矿床(蓬家乔)的地质特征进行的对比(表 1)表明, 蓬

家乔金矿床与焦家和玲珑金矿床在围岩蚀变、矿石矿物、矿石元素组合及矿化阶段等方面存在许多相同之处, 但在控矿构造、容矿围岩、矿体形态、成矿温度等方面存在很大的差异。焦家式和玲珑式金矿床是产在胶北隆起中的破碎带蚀变岩型和石英脉型金矿床, 前者赋存在破碎范围大、微裂隙发育、呈面型蚀变的压性、压扭性断层中; 后者赋存在破碎范围小、微裂隙不发育、呈线型蚀变的张性、张扭性断层中。前者规模大, 厚度变化小, 延伸稳定; 后者规模小, 厚度变化大, 但品位较高。太古宙 - 元古宙变质杂岩、郭家岭超单元花岗闪长岩体和 NE - NNE 向断裂系统为焦家式和玲珑式金矿床提供了初始矿源层。蓬家乔金矿床则产于胶莱盆地边部, 受控于盆缘断裂, 矿体规模大, 品位低, 太古宙 - 元古宙变质杂岩、中生代盆地流体系统为其提供了初始矿源层。

表 1 焦家、玲珑、蓬家乔金矿床地质特征对比

矿床类型	焦家	玲珑	蓬家乔
控矿构造	胶北隆起 NNE - SN 向断裂 (金牛山式)	胶北隆起 NE - NNE 向断裂的次级断裂	胶莱盆地东北缘 NE - EW - NE 向弧形拆离断裂
围岩	荆山群	胶东群	荆山群和莱阳组
围岩蚀变	黄铁矿化、绢云母化、硅化、碳酸盐化、绿泥石化(面型蚀变)	黄铁绢英岩 - 绢英岩 - 绢英岩化斜长角闪岩(线型蚀变)	黄铁矿化、绢云母化、硅化、碳酸盐化、绿泥石化(面型蚀变)
容矿岩石	黄铁绢英岩化糜棱质碎裂岩、碎粒岩、构造角砾岩	石英脉	黄铁矿化长英质碎裂岩
矿体形态	带状	透镜状或豆荚状	多个透镜体沿断裂构成带状
矿体规模	长 1000 m, 宽 3 m ~ 10 m, 延伸 1500 m 以上	长数百米, 宽 < 3 m, 延伸 300 m 左右	长 520 m, 宽 8 m ~ 28 m, 延伸 500 m 以上
矿体产状	NNE 为主, 其次为 NE 走向, 倾角 25° ~ 42°	NE 走向, 倾角 70° ~ 85°, 部分矿体呈 S 形产出	近 EW 弧形产出, 倾角上陡 (45°) 下缓 (15°)
矿体品位	$5 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$	$10 \times 10^{-6} \sim 20 \times 10^{-6}$	$3 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-6}$
矿石类型	黄铁矿化、绢英岩化花岗质碎裂岩型	石英脉型	黄铁矿化长英质碎裂岩
矿石矿物	金属矿物主要有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿等; 非金属矿物有石英、方解石、绢云母、斜长石、钾长石等		
金矿物	自然金、银金矿、金银矿	自然金、银金矿	银金矿
元素组合	Fe、Au - Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Hg、Mo、Co、Ni 等	Fe、Au - Ag、Cu、Pb、Zn、W、As、Sb、Bi 等	Fe、Au - Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Hg、Mo、Co、Ni 等
矿化阶段	含金黄铁矿 - 石英阶段; 含金多金属硫化物阶段; 石英 - 碳酸盐阶段; 褐铁矿化阶段	含金黄铁矿 - 石英阶段; 含金多金属硫化物阶段; 碳酸盐阶段	碳酸盐 - 黄铁绢英岩化阶段; 含金多金属硫化物阶段; 含金多金属硫化物 - 碳酸盐阶段
成矿温度	170 ~ 230	190 ~ 230	280 ~ 320
与成矿有关的侵入岩	郭家岭超单元花岗闪长岩	郭家岭超单元花岗闪长岩	青山组火山岩
成矿时代	105 Ma ~ 135 Ma	110 Ma ~ 126 Ma	90 Ma ~ 120 Ma

据孙丰月等(1995)、刘玉强等(1999)及本文资料整理。

1.3 矿体侧伏规律

招莱地区 3 条主要控矿断裂(三山岛断裂、黄县 - 掖县断裂、招远 - 平度断裂)均为 NE 走向, 在平面上相互平行, 其倾向分别为南东、北西、南东向, 即在横切 3 条断裂的剖面上呈共轭产出。从矿体的侧

伏规律看, 产在主干断裂及其次级北西向构造带中的金矿体, 如灵山沟金矿 5 号脉、玲珑 - 九曲矿田 44 号脉和 108 号脉主要向东北侧伏; 产在入字型构造系中的新城、焦家、界河、上庄、王家沟、河东、河西、付家、望儿山等金矿床, 矿体均向南西侧伏。从

总体上看,在招莱地区,矿体侧伏在北东方向上相反,在东西方向上相同。这与牟乳地区矿体的侧伏规律大致相同。在牟乳地区,矿体侧伏在北东方向上相反,在北东方向上相同。

2 同位素地质特征对比

2.1 硫同位素

表 2 胶东金矿密集区硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 特征 10^{-3}

产地	分析对象	样品数	变化范围	平均值	资料来源
三山岛	Py	13	11.6~12.6	11.86	本文 本文
焦家	Py	10	9.13~11.84	10.27	
马家窑	Py	7	6.25~11.7	8.74	
玲珑	Py	104	4.34~8.9	6.8	
邓格庄	Py	29	7.18~9.7	7.87	
金青顶	Py	6	6.6~9.1	8.3	
三甲	Py	8	6.5~9.2	7.8	
盘子涧	Py	18	4.0~9.9	6.2	
十里铺		6	-5.7~-2.1	-4.3	
唐家沟		7	4.9~7.3	7.7	
大尹格庄		9	6.3~7.6	6.9	
蓬家乔		18	0.5~13.0	10.3	
宋家沟	Py	8	9.2~13.6	11.7	

资料来源：肖武权等,1995；安家桐等,1988；王义文,1989；陈光远等,1989。

根据区域硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 特征(表 2)研究,可以总结出如下几点认识:(1)整个胶东金矿密集区矿石的 $\delta^{34}\text{S}$ 值多在 4.34‰~13.6‰之间,均值为 7.85‰;地层的 $\delta^{34}\text{S}$ 值多在 5.6‰~15.4‰之间,均值为 8.91‰;花岗岩的 $\delta^{34}\text{S}$ 值多在 2.7‰~14.9‰之间,均值为 8.48‰。三者 $\delta^{34}\text{S}$ 值特征基本一致,均正向偏离陨石值,呈明显的尖塔式分布,表明矿源岩系以富集重硫为特征。(2)区内各矿床硫同位素组成差异小。根据硫同位素分馏完全受热力学定律支配的原理,表明硫源中硫同位素均一化程度高,成矿环境稳定,硫源丰富。区域岩浆硫变化小,地层硫富 ^{34}S 。这种特点是由于硫来源于地层(主要是胶东群),在混合岩化和重熔作用过程中,地层硫活化并产生同位素均一化所致。(3)对不同成矿环境形成的矿床而言,硫同位素组成略有差异。与花岗岩岩浆活动有关的金矿床,硫同位素组成均在 8.5‰左右,只是焦家型的 $\delta^{34}\text{S}$ 值(7‰~12‰)大于玲珑型的 $\delta^{34}\text{S}$ 值(5‰~9‰)。而与青山期火山岩浆活动有关的金-多金属矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ 值偏低,如十里铺金银矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值即为 -4.3‰。

2.2 氢、氧同位素

很多学者对胶东金矿密集区成矿流体的氢氧同位素进行了研究,所采用的数据大致相同,但却存在

着岩浆水、天水和早期以岩浆水为主而晚期以大气水为主等不同的认识。从总体上看,胶东金矿密集区成矿流体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{石英}}$ 值在 6.25‰~20.08‰之间变化,相应的, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值则在 -5.8‰~+12.88‰之间波动;石英包裹体中水的 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值在 -123‰~-39‰。林文蔚等(1999)利用 Taylor(1974;1977)的水岩交换反应质量平衡方程,较好地对接东地区的成矿流体性质进行了判别(表 3)。通观胶东金矿密集区东西两侧成矿流体氢氧同位素组成,可以认为本区成矿流体以岩浆水、岩浆水与大气降水的混合水为主,局部继承了太古宙—早元古界变质岩系中的变质水。在中生代成矿作用的早期(高温阶段),以岩浆水为主,与区域重熔岩浆作用有关(玲珑型和焦家型金矿床);随着成矿作用的进行,大气降水占有越来越重要的位置,最后占据主要地位(低温阶段,与青山期火山-岩浆活动有关的金-多金属矿床)。单个矿床也有相同的趋势,以玲珑金矿成矿流体特征最为典型,其成矿阶段的石英和黄铁矿中包裹体的 $\delta^{18}\text{O}$ 、 δD 值是逐渐减小的,在 δD - $\delta^{18}\text{O}$ 图解上,由岩浆水附近逐渐漂向雨水线。从总体上看,胶东地区重熔岩浆作用-大气降水混合作用的持续发展,是胶东金矿密集区形成的地质基础。

表 3 胶东金矿床成矿流体性质判别

成矿流体性质		产地
岩浆水±变质水		玲珑矿区、马家窑矿区、邓格庄矿区、东庄石英脉、金青顶(部分样品)
岩浆水或基本为岩浆水		新城、玲珑及三山岛、仓上、台上早期成矿阶段的样品
混合水	岩浆水为主	玲珑矿区、三山岛矿区、成矿阶段及马家窑矿区(部分样品)、金青顶(部分样品)
	大气降水为主	三山岛、新城、玲珑、台上、大尹格庄等矿床中晚期成矿阶段的样品、邓格庄矿区、金青顶、蓬家乔
大气降水		十里铺矿区、焦家和三山岛低温阶段样品、马家窑矿区部分样品、院格庄和福祿地石英脉

据林文蔚等(1999)。

3 流体包裹体特征

由胶东金矿床密集区石英包体气相、液相成分测定结果(表 4)可以看出,本区包裹体为富 H_2O - CO_2 型。(1)在成矿溶液中,含有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 等阳离子和 Cl^- 、 F^- 和 SO_4^{2-} 等阴离子,成矿热液属于 Na^+ - K^+ - Cl^- - SO_4^{2-} 型。(2)从成矿作用早期到成矿作用晚期, Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 等的含量逐渐降低。(3)从总体上看,包体成分受围岩岩石化学成分的制约,即与围岩有关。在昆崙山花岗岩体内的金矿床,包体成分以富集 Na^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 和 CO_2 等组

分为特征;以太古宙—早元古界变质岩系(如斜长角闪岩)为围岩的金矿床,包体成分以富集 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 和 CO_2 等组分为特征;以玲珑花岗岩为围岩的金矿床,包体成分则以富集 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 和 Ca^{2+} 为特征。(4)对金矿床而言,花岗岩中的金矿床早阶段的成矿热液中, Na^+/K^+ 比值大于 1;晚阶段的成矿热液 Na^+/K^+ 比值小于 1;变质岩中的金矿床 Na^+/K^+ 比值多小于 1。对于金-多金属矿床

而言, Na^+/K^+ 比值多小于 1。(5)与青山期火山-岩浆活动有关的金-多金属矿床成矿流体的盐度和 pH 值均小于与花岗岩浆活动有关的金矿床,而 Eh 值则偏高。此外,在成矿作用过程中,区内成矿流体的 pH 值在 5~7 之间变化,呈弱酸性—中性环境;从 CO_2/H_2O 和 $CO_2/(H_2O + CH_4 + CO_2)$ 比值的变化看,成矿作用早期为还原环境,晚期为氧化环境。

表 4 胶东金矿床密集区包裹体成分特征

产 地	成矿阶段	液相成分(μg/g)							气相成分(μg/g)					
		Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ O	CO ₂	CH ₄	H ₂	CO	N ₂
马塘		2.82	14.69	0.37	1.97	2.25	6.98	23.64	828	139	2.04	0.74	0.01	0
马塘		5.64	64.67	10.22	37.07	0.76	5.29	50.93	792	118	2.45	1.36	18.14	0
马塘		2.35	8.96	0.12	0.57	0.44	4.03	3.93	990	76.3	0.01	0.17	0	0
三山岛		1.45	6.52	0.08	0.29	0.36	2.71	4.54	970	73.0	3.15	0.27	0.070	0.33
三山岛		0.31	1.51	0.01	0.02	0.04	0.40	1.80	1405	166	2.20	0	0.91	1.45
玲珑		3.23	2.34	0.11	0.69	0.29	4.68	5.42	1856	248	1.48	0.34	1.23	1.52
玲珑		3.95	1.55	0.13	0.59	0.23	2.23	8.77	1484	227	1.56	0.10	0.72	0.96
玲珑		2.13	0.31	0.22	0.02	1.20	3.67	2.33	2080	394	1.15	0	1.51	1.58
马家窑		18.56	1.82	0.18	0.45	0.1	31.8	4.45	1371	10.8	2.96	0.28	8.96	3.17
马家窑		12.99	0.93	0.2	0.32	0.10	23.4	8	1337	123	3.09	0.23	7.67	3
邓格庄		0.50	0.91	0.01	0.18	0.55	1.70	0	1650	22.4	1.06	0.07	1.16	0
邓格庄		0.97	0.47	0.03	0	0.17	0.77	2.33	2150	67.1	0.64	0.06	1.16	0
金青顶		2.51	1.68	0.55	0.17	0.03	0.16	4.75	903	289	5.43	0	0.01	0
金青顶		3.14	4.18	0.67	0.10	0.06	0.35	1.15	794	290	0	0	0.01	0
三甲		34.9	1382	4.51	14.8	0.87	5.22	15.7	750	82.4	0.01	0	0	0
三甲		33.8	13.5	2.55	29.0	1.02	0.42	5.67	1201	25.7	0	0.03	0	0
三甲		36.4	18.5	2.68	63.6	6.80	4.81	10.4	877	11.8	0.08	0.04	0	0
唐家沟		4.19	3.16	0.08	0.97	0.19	3.84	62.5	1000	37.8	0.66	0.08	1.89	0
唐家沟		3.19	0.11	0.07	0.60	0.26	3.65	8.48	1170	51.3	1.09	0.21	3.16	0

4 研究意义

通过上述对比研究可以看出,胶东金矿床密集区中生代的两期矿化作用,燕山期金成矿作用和燕山晚期金-多金属成矿作用具有明显不同的特点。燕山期金矿化与陆内碰撞(俯冲)的挤压地球动力学环境有关,形成中深石英脉型和蚀变岩型金矿床,以玲珑型和焦家型金矿床为代表,与区域花岗岩浆活动存在时间、空间和成因上的紧密联系。燕山晚期金-多金属矿化与陆内拉张火山裂谷带地球动力学环境有关,形成浅成蚀变岩型(或脉型)金-多金属矿床,以蓬家乔金矿床为代表,与青山期火山-岩浆活动有关。过去认为的胶东金矿化作用发生在 80 Ma~135 Ma 的观点,可能是混淆了上述两期矿化作用,或漠视了燕山晚期金-多金属成矿作用对燕山期金成矿作用的改造和叠加。胶东金矿床密集区的许多金矿床,实际上是中生代两期矿化作用叠加的产物。以大尹格庄金矿床为例,前人划分的大尹格

庄金矿床最后一个成矿阶段,实质上就是区域上广泛发育的燕山晚期金-多金属成矿作用的叠加。因此,有必要对胶东金矿床密集区的金矿床的成矿阶段进行清理和重新厘定,恢复中生代两期矿化作用的本来面目。这对于了解区域金矿床的成因和成矿动力学环境,建立合理的找矿勘探准则和勘探模型,都是十分有益的。只有剥去燕山晚期金-多金属成矿作用的叠加,才能正确建立胶东地区与花岗岩浆活动有关的金矿床的成矿地球动力学模型;也只有查明了燕山晚期金-多金属成矿作用的影响,才能真正了解胶东金矿床密集区形成的动力学机制。

同时,越来越多的研究表明,燕山晚期金-多金属矿化作用是胶东地区与燕山期金矿化作用同等重要的成矿阶段。蓬家乔金矿床、宋家沟金矿床的发现和勘探,便是有力的证明。因此,加强燕山晚期金-多金属成矿作用的研究,对于扩大胶东金矿床的找矿远景,保持胶东黄金产业的可持续发展无疑具有十分重要的意义。

编写过程中,得到沈远超研究员的指导,谨此致谢。

[参考文献]

- [1] 王清晨,张儒瓊,从柏林,等. 鲁东—苏北榴辉岩的构造特征及其折返机制[J]. 岩石学报,1992,8(2):153~159.
- [2] 王来明,黄峰,刘贵章,等. 鲁东榴辉岩基本特征[J]. 山东地质,1995,11(2):15~22.
- [3] 叶凯,徐平. 山东荣成大吨榴辉岩成因岩石学研究[J]. 岩石学报,1992,8(1):27~39.
- [4] 孙丰月,石准立,冯本智. 胶东金矿地质及幔源 C - H - O 流体

分异成岩成矿[M]. 长春:吉林人民出版社,1995.

- [5] 肖武权,戴塔根. 试论胶东金成矿区成矿物质条件[J]. 地质与勘探,1995,31(4):7~13.
- [6] 刘玉强,杨东来,黄太岭,等. 山东胶莱盆地金矿床地质特征及找矿方向[J]. 矿床地质,1999,18(3):195~207.
- [7] 王义文. 中国金矿床稳定同位素地球化学研究[A]. 国际金矿地质与勘探学术会议论文集. 沈阳:东北工学院出版社,1989,548~551.
- [8] 林文蔚,殷秀兰. 胶东金矿成矿流体同位素的地质特征[J]. 岩石矿物学杂志,1998,17(3):249~259.

COMPARISON OF DIFFERENT MINERALIZATIONS IN MESOZOIC AND ITS SIGNIFICENCE IN JIAODONG REGION, SHANDONG PROVINCE

YANG Jin - zhong, LI Guang - ming

Abstract: There are two mineralization stages, Yanshanian and Late - Yanshanian mineralization in Jiaodong region, Shandong Province. Yanshanian mineralization which formed quartz vein type (Linglong type) and altered rock type (Jiaojia type) gold deposits, has been studied for several years. It was related to the regional granitic magmatism which had been formed in compressive dynamic environment. Late - Yanshanian mineralization was related to Qingshanian middle - mafic magmatism in extension environment. Altered breccia type gold deposits, such as Pengjiakuang gold deposit, were formed in shallow depth (1 km ~ 3 km). With the comparison of the ore - forming environments, geological characteristics and stable isotope of these two mineralization stages, this paper has proposed that Late - Yanshanian gold - multimetal mineralization is as important as Yanshanian gold mineralization in Jiaodong region. Studying the Late - Yanshanian mineralization in detail will be help to the enlargement of the gold reserves and the sustainable development of the gold industry in Shandong Province.

Key words: Yanshanian, Late - Yanshanian, gold mineralization, gold - multimetal mineralization

(上接第 29 页)

和 - 345 m 中段所做的地球化学原生晕分带序列 Hg - Sb - Co - Cu - Mo - Pb - Bi - Au - As - Zn - Ag 可以看出,该分带序列基本为一正向分带,Bi - Au - Zn - Ag 排列在尾部说明 - 345 m 中段位置已为金矿体的中下部,估计该矿体不会有太大延伸。

号矿体目前已被开采至高程 - 150 m 左右,富矿段集中在高程 50 m 与 - 100 m 之间,矿体至 - 300 m 处已明显减薄。通过我们对 - 225 m、- 265 m、- 305 m 和 - 345 m 中段所做的地球化学原生晕分带序列 Bi - Mo - Zn - Pb - Ag - Au - Sb - Co - Cu - As - Hg 可以看出,该分带序列基本为一反向分带,As - Hg 排列在尾部说明高程 - 345 m 以下还有盲矿体前缘晕的叠加,指示其深部还有盲矿体存在。

研究表明(李惠,1998),许多大型、超大型金矿

床的成矿(晕)具有多期多阶段叠加成矿(晕)的特点,但每一次成矿(单阶段)形成矿体(晕)都有自己的前、尾晕,属正常分带。不同成矿阶段形成矿体(晕)在空间上的叠加,会使分带序列计算受到一定的影响,出现反向分带,即特征的前缘晕指示元素等出现在矿体的下部。反向分带是大型、超大型金矿床的特点之一,同时反向分带的地球化学元素序列可为深部盲矿的预测提供重要依据。

[参考文献]

- [1] 李惠,张文华,常凤池,等. 大型、超大型金矿盲矿预测的原生叠加晕模型[M]. 北京:冶金工业出版社,1998. 8~65.
- [2] 李惠,张文华,刘宝林,等. 中国主要类型金矿床的原生晕分带序列研究及其应有准则[J]. 地质与勘探,1999,35(1):1~13.
- [3] 沈远超,曾庆栋,刘铁兵. 山东金矿类型及找矿方向探讨[J]. 黄金科学技术,1998,6(3):1~5.

DEEP - SEATED GEOCHEMISTRY AND PREDICTION FOR DENGGEZHANG GOLD DEPOSIT IN JIAODONG

ZHANG Lian - chang, ZENG Qing - dong, ZHOU Wei - lei, WANG Jia - fa, REN Shu - guang, LIU FENG

Abstract: This paper studied deep - seated (- 225 m ~ - 345 m) geochemistry primary halo for Denggezhuang gold deposit, Jiaodong of China. It is showed that the primary halo of α_2 vein has characteristics of axial zonality sequence and that α_1 vein has characteristics of reversed axial zonality. Therefore, authors consider that underlying part of α_2 body is not deep in - 345 m level and of α_1 body was superposed by a blind ore - body in deep - seated.

Key Words primary halo, axial zonality sequence, gold deposit, Denggezhuang of Jiaodong