

鲁西龙宝山金矿地球化学特征

夏庆霖¹, 陈永清²

(1. 中国地质大学数学地质遥感地质研究所, 武汉 430074; 2. 中国地质调查局, 北京 100083)

[摘 要] 龙宝山金矿是与燕山期中偏碱性杂岩体有关的中低温热液型金矿床, 它呈现出 Au - Ag - REE 元素组合、原生晕轴向反分带序列等地球化学特征, 并具有一定的深部找矿潜力。

[关键词] 地球化学 龙宝山金矿 鲁西

[中图分类号] P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2001)04-0014-04

1 区域地质、地球化学概况

1.1 地层

鲁西太古宙结晶基底出露面积近 15 000 km², 由泰山群和沂水群组成, 为一套角闪岩相—绿片岩相和麻粒岩相变质的表壳岩系。太古宇自下而上可划分为多个从超基性、基性火山岩到沉积岩/凝灰岩的旋回^[1], 反映了太古宇鲁西整体处于大陆边缘海的火山—沉积环境, 并具有花岗岩绿岩地体的特征^[2]。我们用采自泰安上太古宙标准剖面及沂水中太古宙各变质地层的 212 件样品进行分析, 与地壳丰度相比, 鲁西太古宇中 As、Cr、B、Au 显著富集 ($K \geq 5$), Cu、Sb、Zn、W 和 Ni、V、Co 富集 ($K \geq 1.2$), Mo 及 K、Na 贫化 ($K < 0.8$)。研究表明: 鲁西太古宙地层是该区众多类型金矿床的初始矿源层。

下古生界出露寒武、奥陶纪, 以碳酸盐建造为主, 是热液型金矿成矿有利围岩。

1.2 岩浆岩

中生代是鲁西岩浆活动的一个高峰期。侵入岩受 NW—NWW 向基底断裂控制。与金成矿有关的岩体主要分布于隐伏基底区, 受多期活动的基底深大断裂控制。

龙宝山杂岩体位于苍山县大、小龙宝山—东马山一带, 呈椭圆形岩株侵位于太古宙和寒武纪地层中, 出露面积约 3.5 km², 为一套二长岩—正长岩组合, 具有幔源碱性花岗岩类 (PAG) 贫铝和钙, 富钠、钾、铁和稀土元素的特征^[3]。其矿化系列围绕成矿岩体呈环形分布, 自岩体向外具有 Au → Cu、Pb、Zn → Ag 的组分有序分带性^[4]。龙宝山岩体锶同位素初始比值 $I_{Sr} = 0.707766$, 在 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 时间演化图上位于壳幔混源区。氧同位素值 ($\delta^{18}O$) 偏低 (4.1 ‰~

11.7 ‰), 可能表明了本区岩浆热液活动过程中有大气降水的参与。K—Ar 同位素年龄为 174 Ma ~ 133 Ma, 属燕山早期。龙宝山岩体微量元素分布特征为 Au、W、Ag 显著富集 ($K \geq 5$), Mo、Sb、Pb、As、Cu 富集 ($K \geq 1.2$), Cr、V、Ni、Co、Zn 贫化 ($K < 0.8$)。

1.3 构造

中生代以来, 中国东部构造动力学机制发生了巨大的变化, 太平洋板块相对于欧亚板块向北西运移, 并向下俯冲, 形成南东—北西向挤压应力场, 诱发了郯庐断裂带等深大断裂及其调整构造产生^[5], 控制了鲁西大地构造轮廓和成岩、成矿作用。龙宝山地区金成矿作用与构造的关系十分密切。NW 向的龙辉断裂为区域性断裂, 与 NNE 向断裂系则构成了本区的主要构造格架。NNE 向断裂系表现为多期活动性, 经历了从左行到右行、从拉张到挤压的演化过程, 控制了本区金矿的分布。

2 龙宝山金矿微量元素特征及原生晕垂向分带

2.1 微量元素特征

龙宝山金矿为中低温热液型矿床, 产出于中偏碱性杂岩体的内部, 由 、 、 和 - 3 等多条含金石英脉组成, 其矿石微量元素特征见表 1。

对采自龙宝山金矿坑道及钻孔的 65 个样品 18 个元素进行了统计分析。其因子分析结果如下:

F_1 K₂O—SiO₂—W—Mo—Cr—Cu

F_2 Cu—Zn—Pb—As—Sb

F_3 V—Ni—Co—B

F_4 Au—(Na₂O)—(F)

F_5 Au—Ag

F_1 可能代表了热液蚀变阶段, 钾化、硅化主要

[收稿日期] 2000 - 07 - 07; [修订日期] 2000 - 9 - 12; [责任编辑] 曲丽莉。

[基金项目] 国土资源部重点基础项目 (编号 9501108) 资助。

宋友贵, 沈昆, 等. 鲁西南苍山县龙宝山—莲子汪地区金矿成矿规律研究及找矿靶区优选项目报告, 1997。

发生在这一时期; F_2 、 F_3 可能分别代表了金属硫化物阶段和钴镍硫化物阶段; F_4 为 Au 与 Na_2O 、F 呈负相关,反映了钠长石化、高温莹石化等过程中 Au 元素的活化带出; F_5 则反映了金成矿阶段 Au、Ag 元素的矿化组合。

2.2 垂向分带特征

轴相分带反映成矿流体运移方向上原生晕结构和成矿组分的活动性。中国金矿床原生晕轴向从上到下具有 B—As—Hg—F—Sb—Ba—Pb—Ag—Au—Zn—Cu—W—Bi—Mo—Mn—Ni—Cd—Co—Ti 正向分带序列^[6]。从龙宝山金矿原生晕剖面(图 1)可以看

表 1 龙宝山金矿微量元素特征

样品数	参数	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	W	Mo	As	Sb	F	B	Cr	Co	Ni	V
25	珣	20.1	35.73	667.9	3567.1	2636.0	7.9	36.7	33.1	48.1	1447.6	5.5	15.0	12.1	18.3	182.2
	S	53.8	57.58	989.5	4693.7	5258.5	14.5	47.9	61.2	160.5	1279.6	7.1	23.3	7.3	12.8	276.0

国土资源部武汉综合岩矿测试中心测试。

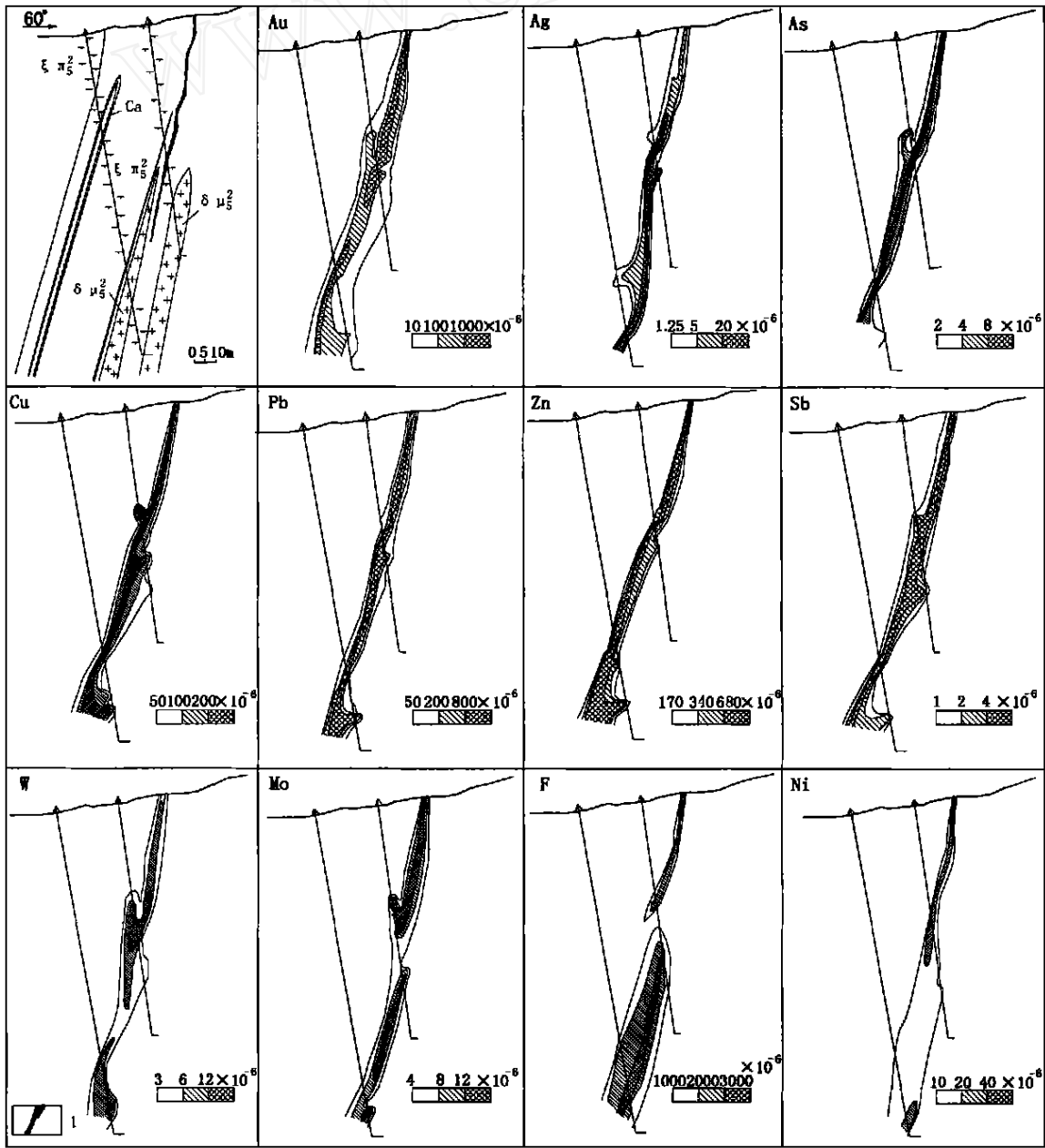


图 1 龙宝山金矿 N0 勘探线原生地球化学异常

$\delta\mu_5^2$ —闪长玢岩岩脉; $\xi\eta_5^2$ —粗斑正长斑岩; Ca—碳酸盐岩脉; 1—矿体

出: Au、W、Mo、F 异常存在上下分段现象; Ag 异常浅部较弱, 向深部有增强的趋势; Cu、Pb、Zn、As、Sb 异常具有较好的连贯性, 并在尾部再次加强。其 Grigorian 分带序列自上而下为: Mo—Pb—Cu—Au—As—W—Zn—Sb—Ag—F, 呈“反分带”序列。这进一步证明了龙宝山金成矿多阶段性和叠加成矿成晕的特点, 并指示矿体向深部继续延伸或可能有新的盲矿体存在^[7,8]。

2.3 深部成矿评价

从龙宝山金矿田深部矿体远景评价指标(表 2)可以发现: 从浅部到深部, 这些地球化学参数连续下降, 并在矿体尾部及尾晕出现“转折”现象, 说明深部还可能

3 稀土及同位素特征

3.1 稀土元素特征

龙宝山岩体的稀土丰度明显较高且变化范围大(图 2), 从 $280 \times 10^{-6} \sim 900 \times 10^{-6}$, 平均 488.81×10^{-6} , 局部构成矿(化)体; 且轻稀土较重稀土明显富集, LREE/HREE 为 25.97, 钕呈弱负异常, δ_{Eu} 为 0.790.94; 龙宝山含金石英脉中稀土元素特征与岩体基本相似, 但总量更高(平均 9679.38×10^{-6}), 且轻稀土高度富集(LREE/HREE 为 110.23), 钕同样为弱负异常(δ_{Eu} 为 0.770.82)。结合其它地质、地化特征, 可以看出成矿物质与岩体具有亲缘关系, 且岩浆及成矿物质都可能来源于地幔, 而稀土元素(尤其是轻稀土)的高度富集, 反映了它们可能来源于地幔物质的低程度部分熔融, 这是由于稀土元素的矿物/熔体分配系数很小, 因而大量富集在熔融体中^[9]。龙宝山金矿岩矿石中金元素的富集与稀土含量呈现出一定的线性相关关系(图 3), 即在稀土含量高的部位, 金品位也相应增高。呈现出独特的 Au—Ag—REE 元素组合。

表 2 龙宝山金矿田深部矿体远景评价指标

标高	$\frac{(Mo \times Pb)_D}{(F \times Ag)_D}$	$\frac{(Mo)_D}{(Ag)_D}$	$\frac{(Mo + Pb)_D}{(F + Ag)_D}$
地表	37.10	16.33	4.33
150 m	1.10	0.72	1.16
120 m	0.29	0.22	0.48
60 m	0.68	2.90	0.52

3.2 同位素特征

龙宝山金矿的成矿时代晚于岩体形成, 与金矿化有关的蚀变及矿化年龄为 $(111.62 \pm 1.93) \text{ Ma} \sim (70.33 \pm 0.85) \text{ Ma}$, 可见, 矿体主要形成于燕山晚期。根据龙宝山金矿田铅同位素的组成和模式年龄, 它们属于同一来源, 原始物质都可能来源于地幔

低 μ 值物质(6.49 ~ 8.66), 在上升过程中受到地壳物质的混染, 表现为较高的 μ 值(9.48 ~ 9.99)。

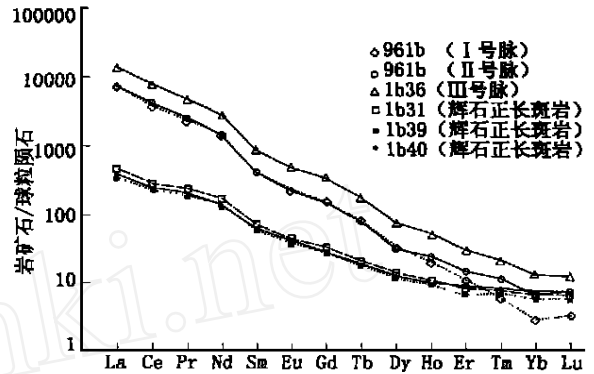


图 2 龙宝山岩、矿石稀土配分曲线

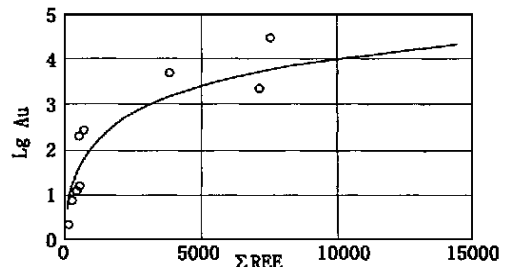


图 3 龙宝山金矿 Au 元素与 ΣREE 关系图解

4 矿体定位的地球化学模型

基于以上研究, 地球化学矿体定位模型可概括为: 金矿体的形成与碱性脉岩岩浆活动密切相关; 矿体受 NNE 向断裂及与其配套的次级构造所控制; 指

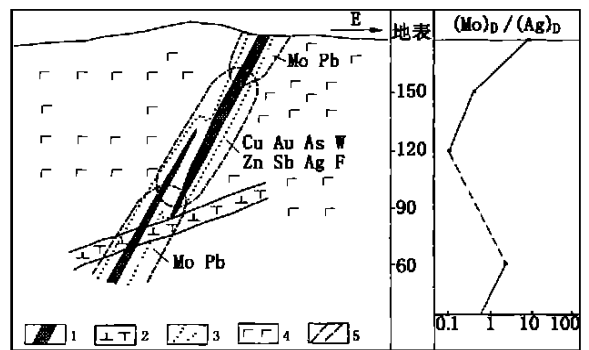


图 4 龙宝山金矿床矿体定位地球化学模型

1—含金石英脉; 2—闪长岩脉; 3—蚀变正长岩; 4—正长斑岩; 5—原生晕分带

示元素轴向分带呈“反序列”; 某些参数比值如 $(Mo)_D/(Ag)_D$ 等存在“转折”现象, 矿体上部大于 16,

下部 0.72~0.22,但在矿体尾部又增加到 2.9,可能指示深部盲矿体的存在(图 4)。

5 结论

龙宝山金矿与燕山期岩浆活动关系密切,成矿物质主要来源于地幔和太古宙老变质岩系,具有 Au—Ag—REE 元素组合、原生晕轴向反分带序列等地球化学特征;其叠加晕特征和地化参数“转折”现象都指示本区可能存在一定的深部矿体潜力,故寻找隐伏矿体是本地区找矿的一个重要内容。

[参考文献]

[1] 曹国权,等.鲁西早前寒武纪地质[M].北京:地质出版社,1995.
[2] 徐惠芬,董一杰,施允亨,等.鲁西花岗岩绿岩带[M].北京:地质出版社,1992.

[3] Bernard Barbarin. A review of the relationship between granitoid types, their origins and their geodynamic environments[J]. LITHOS, 1999, 146:605~626.
[4] 赵鹏大,陈永清,刘吉平,等.地质异常成矿预测理论与实践[M].武汉:中国地质大学出版社,1999.
[5] 燕守勋,蔺启忠,黄晓霞,等.谈调整构造[J].地质科学,1997, 32(2):146~155.
[6] 李惠,张文华,常凤池,等.金矿盲矿预测的原生晕轴向“反(向)分带”和地化参数轴向“转折”准则[J].桂林工学院学报,1999, 19(2):114~117.
[7] 张宝林,蔡新平,王杰,等.对金厂峪金矿床深部矿化规律的初步认识[J].地质与勘探,1998,34(5):14~17.
[8] 李惠,张文华,等.中国主要类型金矿床的原生晕轴向分带序列研究及其应用准则[J].地质与勘探,1999,35(3):32~35.
[9] 涂光炽,等.地球化学[M].上海:上海科学技术出版社,1984. 243~266.

GEOCHEMICAL FEATURES OF LONGBAOSHAN GOLD DEPOSIT,
WEST OF SHANDONG PROVINCE, CHINA

XIA Qing - lin, CHEN Yong - qing

Abstract: Longbaoshan gold deposit is a epithermal deposit which is related to Mesozoic syenite - porphyry. There are some geochemical features such as the group of Au - Ag - REE and the opposite direction zoning of primary halo et al, and ore potentiality in the deep underground.

Key words: geochemistry, Longbaoshan gold deposit, west of Shangdong province



[第一作者简介]

夏庆霖(1968年-),男,1990年毕业于中国地质大学(武汉)矿产系地质力学专业,2000年在中国地质大学(武汉)资源学院获硕士学位,现任中国地质大学资源学院讲师,主要从事矿产资源定量预测及勘查评价的科研和教学工作。

通讯地址:湖北省武汉市 中国地质大学数学地质遥感地质研究所 邮政编码:430074

我国获得一块“渤海”般大小的 大洋矿区

据报载:就在国际海底区域进行多金属结核资源勘探活动之时,国际海底管理局秘书长萨地亚·南丹和中国大洋协会秘书长金建才近日在北京签订《勘探合同》。

多金属结核是一种大洋矿物。合同的签订,意味着我国对位于太平洋上面积 7.5 万 km² 的大洋矿区具有了专属勘探权,并且在多金属结核进入商业开采时具有优先开发权。

位于国家管辖海域之外的国际海底区域,面积约为 2.517 亿 km²,约占地球表面积的 49%。根据联合国海洋法公约的规定,这一区域及其蕴藏的丰富资源是全人类共同继承的财产,由国际海底管理局代表全人类进行管理。

20 世纪 80 年代,我国在太平洋国际海底区域对多金属结核进行了系统调查,1991 年中国大洋协会获准在联合国登记为国际海底先驱投资者,获得了 15 万 km² 的多金属结核开辟区。90 年代,在国家专项资金的支持下,中国大洋协会集中国内优势力量,在开辟区进行了 10 个航次的调查研究工作,优选出 7.5 万 km²、面积和渤海差不多的多金属结核区,按期执行了海洋法公约规定的区域放弃任务。

据悉,国际海底管理局此前已与俄罗斯、国际海洋金属联合组织和韩国签订了多金属结合资源的《勘探合同》,近期还将于法国、日本和印度签订合同。这些合同的签订标志着国际社会经过多年努力,在建立国际海底区域制度上取得了实质性进展。