

东秦岭地区钼矿床铅同位素组成 特征及成矿物质来源初探

黄典豪 聂凤军 王义昌

江秀杰

(中国地质科学院矿床地质研究所)

(陕西第13地质队)

东秦岭陕西金堆城—黄龙铺—河南南泥湖钼矿带,拥有驰名中外的金堆城斑岩型钼矿床,如近年来探明的南泥湖—三道庄—上房沟斑岩—矽卡岩型钼(钨)、钼(铁)矿床和黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床等。无论从矿床类型、规模,还是从成矿地质条件和远景上看,该钼矿带无疑是我国最主要的钼成矿带之一。因此,在研究该钼矿带成矿地质条件的同时,进行有关矿床铅同位素的研究,对于深入认识矿床成因将提供一些有用的信息。现就我们和前人在该区所获得的铅同位素资料进行分析对比,以了解不同类型矿床、花岗岩及花岗斑岩的铅同位素组成特征、矿床的铅模式年龄,并探讨成矿物质来源。

一、矿床地质概况

金堆城—黄龙铺—南泥湖钼矿带位于中朝准地台南缘的豫陕断隆区内。该断隆区内前寒武纪地层经历了复杂的构造变动,近东西向褶皱、断裂发育,奠定了其主要构造格局。太古界太华群为一套深变质的角闪岩相片麻岩,混合岩化发育。金堆城—黄龙铺地区元古界长城系熊耳群为一套变细碧岩系岩石,与上覆高山河组变石英岩呈不整合关系。在河南栾川地区,元古界青白口系栾川群为砂质板岩、黑色硅质板岩夹白云质灰岩。黄龙铺至驾鹿地区的变细碧岩和片麻岩中,广泛发育有前燕山期的辉绿岩脉、黑云正长斑岩脉和霓辉正长斑岩脉等。燕山期花岗岩及花岗斑岩侵位于熊耳群火山岩和栾川群沉积岩内。这为金堆城斑岩型钼矿和南泥湖地区斑岩—矽卡岩型钼(钨)矿床的形成创造了有利条件。

小夫峪—华阳川—垣头—黄龙铺—驾鹿一带的碳酸岩脉型钼(铅)矿床(点)和铀钼铅稀土矿点,主要受北西走向深断裂带控制,其中含矿脉体多为北东和北西走向的节理、裂隙所制约。矿脉产于太华群黑云斜长片麻岩、熊耳群变细碧岩(黄龙铺、桃园)和片麻状花岗岩(垣头)中。围岩蚀变主要为碳酸盐化。黄龙铺钼(铅)矿床的矿化年龄为206百万年^[2],早于区内老牛山花岗岩(同位素年龄为128百万年^①)。

金堆城斑岩型钼矿床主要由含辉钼矿石英细网脉组成。这些矿脉发育于花岗斑岩及其外接触带的角岩中。其围岩蚀变主要为钾化、云英岩化和硅化。

南泥湖—三道庄斑岩—矽卡岩型钼(钨)矿床,与侵位于栾川群中的复式黑云母花岗闪

① 李先梓等1975年资料。

长岩-斑状花岗岩 (Rb-Sr 等时线年龄为 173 百万年^①) 有关。在斑状花岗岩和角岩带内形成由含辉钼矿石英细网脉组成的钼矿体,而在接触交代岩(矽卡岩)中形成似层状稠密浸染的钼、钨矿体。围岩蚀变有钾化、矽卡岩化、绢云母化和硅化。但成矿期主要蚀变为硅化和绢云母化。

二、铅同位素分析方法及结果

目前,一般用于铅同位素研究的矿物主要是方铅矿和钾长石,此外,还可用黄铁矿等硫化物矿物。对于花岗岩和片麻岩既可用全岩,亦可用从中分离出来的钾长石进行铅同位素比值测定。本文测定铅同位素比值所用的方铅矿和钾长石都是经双目镜下挑纯的单矿物,花岗岩和花岗斑岩是新鲜的全岩样品。

所分析的方铅矿样品的制样,是将少许方铅矿样放在干净烧杯内,用盐酸使之完全溶解产生氯化铅;而钾长石和花岗岩全岩样品的制样,是称一定重量样品用氢氟酸、过氯酸和浓盐酸溶解,然后用打萨宗-氯仿萃取铅。尔后将化学处理所得的样品用西德 MAT-261 型质谱计测定其铅同位素。测量的相对误差,对于 Pb^{206} 、 Pb^{207} 和 Pb^{208} 为 0.1%, 对于 Pb^{204} 为 1%。测量结果用 Pb^{206}/Pb^{204} , Pb^{207}/Pb^{204} 和 Pb^{208}/Pb^{204} 比值来表示。

我们测定了黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床的 12 个方铅矿样、1 个钾长石样,桃园钼(铅)矿点的 2 个方铅矿样,垣头钼(铅)矿点的 1 个方铅矿样,华阳川钼铌铅稀土矿点的 1 个方铅矿样,金堆城斑岩型钼矿床的 1 个方铅矿样、1 个钾长石样。此外,对老牛山花岗岩和金

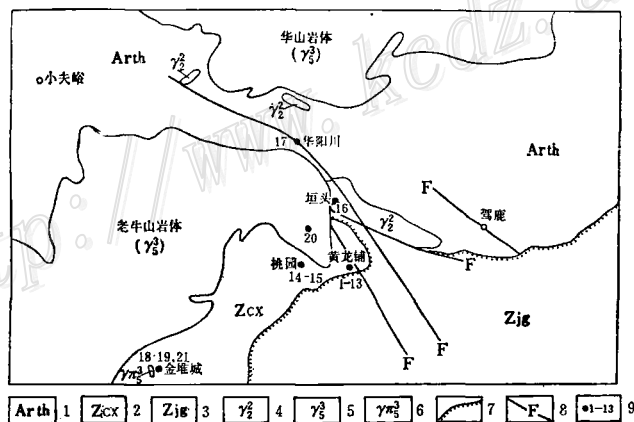


图 1 黄龙铺—金堆城地区地质示意图及铅同位素取样位置

1—太华群片麻岩; 2—熊耳群变细碧岩; 3—高山河变石英岩; 4—片麻状花岗岩;
5—花岗岩; 6—花岗斑岩; 7—地层不整合界线; 8—断层; 9—取样位置及编号

Fig. 1. Schematic geological map of Hunglongpu-Jingduicheng area with sampling sites for lead isotopes indicated.

1. gneiss of Taihua Group; 2. Metaspilite of Xionger Group;
3. quartzite of Gaoshanhe Formation; 4. gneissic granite;
5. granite; 6. granite porphyry; 7. unconformity; 8. fault;
9. sampling site and its serial number.

① 武汉地质学院及河南省地质局 1982 年资料。

堆城花岗斑岩作了全岩的铅同位素比值测定。采样位置示于图1。为了对比起见,亦引用了前人的铅同位素研究资料,综合于表1。

表1 东秦岭地区钼矿床的铅同位素组成

矿床名称	样号	测定 矿物 或岩石	产 状	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁸ /Pb ²⁰⁴	模式年龄 (百万年)
黄龙铺碳酸岩脉型钼（铅） 矿床	1	方铅矿	产于元古代熊耳群变细碧岩中的辉钼矿-方铅矿-黄铁矿-钼天青石-石英-方解石脉	17.391	15.410	37.537	675
	2	方铅矿		17.426	15.422	37.487	664
	3	方铅矿		17.386	15.382	37.359	647
	4	方铅矿		17.428	15.427	37.501	668
	5	方铅矿		17.392	15.386	37.369	647
	6	方铅矿		17.419	15.417	37.522	679
	7	方铅矿		17.400	15.409	37.515	668
	8	方铅矿		17.396	15.409	37.400	671
	9	方铅矿		17.392	15.401	37.409	664
	10	方铅矿		17.342	15.412	37.708	713
	11	方铅矿		17.328	15.300	37.180	593
	12	方铅矿		17.152	15.194	36.918	598
	13	钾长石		17.467	15.404	37.527	613
	矿石铅同位素平均值				17.378	15.383	37.418
桃园碳酸岩脉型钼（铅） 矿点	14	方铅矿	产于元古代熊耳群变细碧岩中的辉钼矿-方铅矿-黄铁矿-石英-方解石脉	17.404	15.421	37.538	679
	15	方铅矿		17.052	15.122	36.548	586
	矿石铅同位素平均值				17.228	15.272	37.043
垣头碳酸岩脉型钼（铅） 矿点	16	方铅矿	产于元古代(?)片麻状花岗岩中的方铅矿-辉钼矿-黄铁矿-钼天青石-石英-方解石脉	17.412	15.393	37.569	641
华阳川碳酸岩脉型铀钼 铅稀土矿点	17	方铅矿	产于太古代太华群片麻岩中的含U、Nb、Pb、REE矿化的钼天青石-石英-方解石脉	17.450	15.418	37.448	642
金堆城斑岩型钼矿床	18	方铅矿	由钼精矿富集而得，产于熊耳群黑云母化角岩中的黄铁矿-萤石-钾长石-石英脉	17.284	15.417	37.724	760
	19	钾长石		17.536	15.438	37.680	603
	矿石铅同位素平均值				17.410	15.428	37.702
岩 体	20	花岗岩全岩	老牛山花岗岩	17.637	15.428	37.940	518
	21	花岗斑岩全岩	金堆城花岗斑岩	18.129	15.511	38.049	258
南泥湖—三道庄 ^① 斑岩- 矽卡岩型钼（钨）矿床	DF-2	方铅矿	钼钨矿石	17.45	15.54	39.01	778
	J-5	钾长石	黑云母花岗岩闪长岩	17.089	15.569	38.509	558
	J-4	钾长石	斑状花岗岩	17.894	15.482	38.193	400

① 据武汉地质学院、河南省地质局1982年资料。

从表1可见:黄龙铺钼(铅)矿床矿石铅(方铅矿和钾长石)的同位素比值有相当程度

的变化,其 Pb^{206}/Pb^{204} 比值为17.152—17.467,平均值为17.378; Pb^{207}/Pb^{204} 比值为15.194—15.427,平均值为15.383; Pb^{208}/Pb^{204} 比值为36.918—37.708,平均值为37.418。桃园钼(铅)矿点方铅矿的 Pb^{206}/Pb^{204} 比值为17.052—17.404,平均值为17.228; Pb^{207}/Pb^{204} 比值为15.122—15.421,平均值为15.272; Pb^{208}/Pb^{204} 比值为36.548—37.538,平均值为37.043。垣头钼(铅)矿点和华阳川钼铌铅稀土矿点的方铅矿的铅同位素比值与黄龙铺钼(铅)矿床的较为接近。金堆城斑岩型钼矿床矿石铅的 Pb^{206}/Pb^{204} 、 Pb^{207}/Pb^{204} 的平均比值与黄龙铺钼(铅)矿床的相应平均比值差别很小,而它的 Pb^{208}/Pb^{204} 平均比值则比后者的大些。南泥湖—三道庄钼(钨)矿床的方铅矿铅同位素比值与上述矿床的区别在于, Pb^{208}/Pb^{204} 比值较高,这反映出由Th衰变而来的 Pb^{208} 含量相对多些。而老牛山花岗岩、金堆城花岗岩斑岩全岩的铅同位素特点是, Pb^{206}/Pb^{204} 比值为17.637—18.129, Pb^{207}/Pb^{204} 比值为15.428—15.511, Pb^{208}/Pb^{204} 比值为37.940—38.049,它们的变化范围均大于碳酸岩脉型钼(铅)矿床(点)的相应比值。总之,这些矿床的铅同位素组成的特点是,不均匀且有相当程度的变化。

三、研究铅同位素的地质意义

近年来,研究热液矿床成矿地质特征时多结合有关同位素的研究,以探讨成岩与成矿作用的关系,查明矿床成因及成矿物质来源等诸问题。国内外大量热液金属硫化物矿床的硫同位素研究结果表明,硫同位素数据只能为判断矿床的硫来源提供信息,而判别有关成矿金属的来源,铅同位素可提供较直接的地球化学判据。此外,铅模式年龄可与其它方法所确定的矿床形成年代互为补充或印证。

(一) 利用铅同位素数据确定成岩和成矿时代及其可信度的初步分析

大家知道,普通铅法测定年龄,主要是分析有关矿物或岩石的铅同位素比值,然后据有关铅同位素演化的模式,采用相应数学模型和适合的参数,便可求得有关铅模式年龄。本文计算铅模式年龄是按铅单阶段演化进行计算的。所使用的原始铅同位素比值^[4] a_0 为9.307, b_0 为10.294, c_0 为29.476; 地球年龄值 T_0 为4430百万年; 衰变常数 λ_8 为 1.55×10^{-10} /年, λ_5 为 9.85×10^{-10} /年, λ_2 为 4.95×10^{-11} /年。有关矿床铅模式年龄计算结果(表1)表明:

① 黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床的矿石铅的模式年龄为593—713百万年,而桃园、垣头钼(铅)矿点的模式年龄介于上述年龄值范围内。这与对矿脉的铅铀钍铁矿用铀-钍-铅法所确定的该矿床矿化年龄(206百万年)^[2]并不一致,相差300—500百万年。

② 金堆城斑岩型钼矿床的铅模式年龄为603—760百万年,这比该斑岩全岩的铅模式年龄258百万年老340—500百万年。

③ 老牛山花岗岩的铅模式年龄为518百万年,与钾-氩同位素年龄相差近400百万年。

④ 南泥湖—三道庄钼(钨)矿床的铅模式年龄为778百万年。黑云母花岗闪长岩—斑状花岗岩的为400—558百万年,而它的铷-锶等时线年龄为173百万年,这些年龄相差达200—600百万年。

此外,把黄龙铺、金堆城等矿床的铅同位素数据投绘在 Pb^{207}/Pb^{204} — Pb^{206}/Pb^{204} 关系图(图2)上,它们的投绘点落在单阶段演化线附近,铅模式年龄介于500—700百万年之间。

综上所述,按单阶段模式所获得的矿石铅模式年龄与其他方法所测定的同位素年龄不一

致,一般偏老300—600百万年。究其原因可能有二:其一是铅同位素组成所反映的年龄是铅从源区分离出来的年代,而不是矿石矿物结晶的年龄^[5]或岩石形成的年代;其二是这些矿床的铅同位素演化很复杂,而人为简单化当作单阶段演化的正常铅来处理,故未能获得其实际所反映的年龄。

在这里顺便就这些矿床矿石铅的性质作以下简要讨论。首先,这些矿床的铅同位素组成并不均匀,有相当程度的变化,而且在 Pb^{207}/Pb^{204} — Pb^{206}/Pb^{204} 和 Pb^{208}/Pb^{204} —

Pb^{206}/Pb^{204} 关系图(图2和图3)上的投绘点,呈现线性排列,这与国外脉型矿床的铅同位素的组成特征相似。按 V. Koppel 等^[7]的意见,具这种线性排列的铅属异常铅。其次,正如上述,

这些矿床按单阶段模式所得到的铅模式年龄,未能提供有意义的年龄值,亦与正常铅的定义^[3]相矛盾,所以就目前已有资料看来,这些矿床的铅应属于异常铅的范畴。这恐怕是造成上述年龄不一致的原因之一。这些矿床异常铅究竟是沿二阶段还是三阶段演化的模式尚有待进一步研究,但无疑可以作出这样一个结论,即对于脉型或矽卡岩型钼多金属矿床来说,一般不宜用铅单阶段演化模式来计算模式年龄,只有当获得铅存在二阶段或三阶段演化证据的情况下,方可采用相应阶段演化模式来计算其年龄。

(二) 铅同位素组成在确定岩体和矿床成因联系方面的应用

对于很多热液硫化物矿床,人们往往把矿区内花岗岩类岩石与矿床形成联系起来,多认为二者之间存在成因上的联系。在此,我们就铅同位素组成特征对东秦岭地区有关矿床进行以下讨论,并且根据铅同位素资料对老牛山花岗岩与金堆城花岗斑岩的关系作一初步分析。

1. 碳酸岩脉型的黄龙铺等钼(铅)矿床(点)和华阳川铀钼铅稀土矿点:这些矿床(点)的 Pb^{207}/Pb^{204} — Pb^{206}/Pb^{204} 和 Pb^{208}/Pb^{204} — Pb^{206}/Pb^{204} 的关系如图3所示。由该图和表1可见,尽管这些矿床(点)的空间分布与围岩条件不同,矿石铅同位素比值有相当程度的变化,但在图上基本上形成一个相对密集的分布区,说明这些矿床(点)的铅具有相同的来源和演变历史。而老牛山花岗岩全岩铅同位素的投绘点亦靠近该密集区。乍看来好象这些矿床(点)与之有关,但正如上面已指出,这些矿床(点)是先于该花岗岩体而形成,可认为二者之间无成因上的关系。

2. 斑岩型金堆城钼矿床:该矿床在我国的斑岩型钼矿床中占有重要的位置,现已大规模开采。该斑岩株的北部紧邻老牛山花岗岩体,二者是否是同源岩浆演化的产物?其成岩机

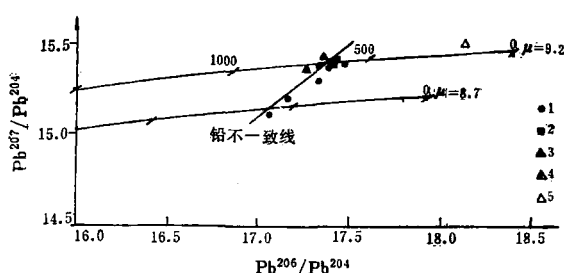


图2 Pb^{207}/Pb^{204} — Pb^{206}/Pb^{204} 关系图

(表示有关矿床(点)的铅同位素比值与单阶段演化的关系)
1—黄龙铺、垣头和桃园钼(铅)矿床(点)的方铅矿; 2—华阳川铀钼铅稀土矿点的方铅矿; 3、4—分别为金堆城钼矿床的方铅矿、钾长石; 5—花岗斑岩(全岩)

Fig. 2. Pb^{207}/Pb^{204} versus Pb^{206}/Pb^{204} diagram illustrating the relations of lead isotopic ratios to single-stage evolution.

1. galena from Huanglongpu, Yuantou and Taoyuan molybdenum (lead) deposits (ore-shows); 2. galena from Huayanchuan uranium-niobium-lead-REE ore-shows; 3. galena from the Jinduicheng molybdenum deposit; 4. K-feldspar from the Jinduicheng molybdenum deposit; 5. whole rock sample of granite porphyry.

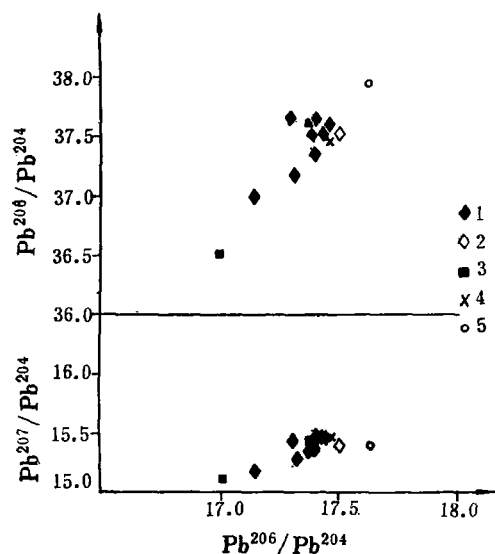


图3 Pb^{207}/Pb^{204} — Pb^{206}/Pb^{204} 和 Pb^{208}/Pb^{204} — Pb^{206}/Pb^{204} 关系图

1、2—分别为黄龙铺钼(铅)矿床矿石的方铅矿和钾长石; 3—桃园钼(铅)矿点的方铅矿; 4—华阳川铀钼铅稀土矿点的方铅矿; 5—老牛山花岗岩(全岩)

Fig. 3. Pb^{207}/Pb^{204} versus Pb^{206}/Pb^{204} and Pb^{208}/Pb^{204} versus Pb^{206}/Pb^{204} diagram.

1. galena from the Huanglongpu molybdenum (lead) deposit; 2. K-feldspar from the Huanglongpu molybdenum (lead) deposit; 3. galena from the Tao-yuan molybdenum (lead) ore-show; 4. galena from the Huayangchuan uranium-niobium-lead-REE ore-show; 5. whole rock sample of Laoneushan granite.

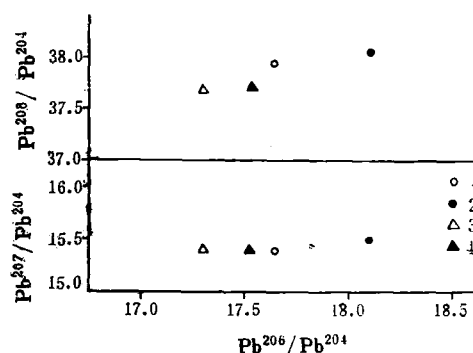


图4 Pb^{207}/Pb^{204} — Pb^{206}/Pb^{204} 和 Pb^{208}/Pb^{204} — Pb^{206}/Pb^{204} 的关系图

1—金堆城花岗斑岩(全岩); 2—老牛山花岗岩(全岩); 3、4—分别为金堆城钼矿床矿石的方铅矿和钾长石

Fig. 4. Pb^{207}/Pb^{204} versus Pb^{206}/Pb^{204} and Pb^{208}/Pb^{204} versus Pb^{206}/Pb^{204} diagram.

1. whole rock sample of Jinduicheng granite porphyry; 2. whole rock sample of Laoneushan granite; 3—4. galena from the Jinduicheng molybdenum deposit.

制如何? 长时间来为地质工作者所关注。近来, 有人认为^①, 东秦岭地区与钼多金属有关的花岗斑岩属地幔分异型的花岗岩体, 而大规模的花岗岩侵入体属地壳重熔型的岩体, 同时认为小斑岩体的年龄老于大岩体。有关这两个问题的解决除尚须做深入的全面研究外, 我们现仅以铅同位素和初始锶同位素比值等资料, 作以下简要讨论。图4表明: ①矿石铅同位素和花岗斑岩全岩铅同位素组成较近似, 这可表明它们之间存在成因联系; ②与老牛山花岗岩相比, 该花岗斑岩相对富放射成因 Pb^{206} , 这似乎显示它们之间存在着演化关系。同时, 虽然它们的铅模式年龄并不代表成岩的真实年龄, 但大体上可反映出大花岗岩体与小花岗岩体先后形成的时间顺序趋势。此外, 我们还测定了这两个岩体中副矿物磷灰石的初始 Sr^{87}/Sr^{86} 比值 (均为0.709), 这又进一步证明二者在成因上和成岩物质来源上的密切关系及同源性。基于上述资料, 结合这两个岩体的地质特征, 以及它们的矿物组合和岩石化学相似性, 我们初步认为, 老牛山花岗岩和金堆城花岗斑岩为基底岩石由深熔作用所产生的岩浆结晶分异作用的产物, 但前者形成早于后者。

(三) 成矿物质来源的初步探讨

根据铅同位素研究结果, 推测有关成矿金属有以下三种主要来源^[1]: ①如果铅同位素组

① 严阵1979年资料。

成特征属正常铅,则可认为是来自上地幔的单一来源;②如果铅同位素组成为放射成因铅很高的异常铅,则主要是来源于大陆壳岩石,或有放射成因铅的加入;③如果铅同位素组成有明显变化,既有正常铅也有异常铅的特征时,则可认为是混合来源。

如上所述,东秦岭地区的钼(铅)、钼(钨)矿床以及铀钼铅稀土矿点铅同位素,仅从其比值来看,属含放射成因铅不甚高的正常铅范畴。但当按正常铅单阶段模式处理时,又产生与用U-Th-Pb法和Rb-Sr等时线所测定的这些矿床形成的同位素年龄相抵触,加之这些铅同位素比值又有相当大的变化,并呈线性排列趋势,这应属异常铅的范畴。有关这些矿床成矿金属来源问题,我们根据其铅同位素资料并结合成矿地质特征和其它有关同位素数据加以综合分析。

首先,就碳酸岩脉型钼(铅)矿床(点)和铀钼铅稀土矿点而言,它们同受北西走向深断裂带的控制,成矿时代早于区内燕山期花岗岩。尽管它们产出不同岩性的围岩中,但它们的矿石铅同位素组成特征基本类同,应具有同一来源。鉴于所获得的黄龙铺钼(铅)矿床的铅和其它元素的同位素数据较多,现以其为例来加以讨论:①该矿床的铅同位素平均值 Pb^{206}/Pb^{204} 为17.378, Pb^{207}/Pb^{204} 为15.383, Pb^{208}/Pb^{204} 为37.418。 μ 值为8.7—9.2, Th/U比值为3.6—3.94。 μ 值和U/Th比值反映其非单一来源。②这些铅同位素组成与地幔铅同位素组成^[6]具有相似之处,同时其呈线性排列的铅不一致线可能为混合线,显示其铅为混合来源。③根据对该矿床的硫、碳及锶同位素的研究^[2],已获得 δS_{2s}° 为+1‰, δC_{2c}^{13} 为-5‰和方解石的初始 Sr^{87}/Sr^{86} 比值为0.706。这些资料表明,该矿床的铅、钼和硫、碳、锶一样,可能主要来源于上地幔,少量钼、铅萃取于太古界或元古界围岩。

其次,该断隆区内的古老基底岩石遭受了高度变质作用之后,其往往亏损铀,因而由这些岩石经深熔作用产生的花岗岩类岩石,其铅同位素组成必然以贫铀衰变而来的铅同位素为特征,这为表1所列的铅同位素资料所表明。同时,这些花岗岩及花岗斑岩的初始 Sr^{87}/Sr^{86} 比值为0.709,亦说明它们为深熔岩浆成因。因之可以推断区内与花岗斑岩有关的钼矿床,其成矿金属钼与成岩物质共同源于深熔岩浆。而南泥湖地区的斑状花岗岩侵入于层位高于熊耳群的栾川群地层中,所以该岩体和有关钼(钨)矿床的铅同位素特点是, Pb^{208}/Pb^{204} 比值稍高(38.19—39.01),这反映了其与钍衰变而来的铅加入有关。

四、结 论

1. 碳酸岩脉型的黄龙铺、垣头和桃园钼(铅)矿床(点)的矿石铅同位素组成特征,与金堆城斑岩型钼矿床和南泥湖斑岩-矽卡岩型钼(钨)矿床的相近似,同属于放射成因铅较低的异常铅范畴。但前一类矿床(点)的铅、硫、碳和锶同位素资料表明,其钼、铅成矿金属可能主要来自上地幔,少量萃取于围岩,属混合来源。而花岗岩、花岗斑岩及与之有关的斑岩钼矿床,其成矿金属钼与成岩物质则共同来源于深熔岩浆。

2. 东秦岭地区上述三种不同类型钼矿床矿石铅的所谓模式年龄为586—778百万年,这一数值小于太古界和元古界的围岩年龄,而老于这些矿床的形成年龄,因之不能把这种按铅单阶段演化模式处理所获得的铅模式年龄当作为这些矿床的形成年龄。

3. 老牛山花岗岩和金堆城花岗斑岩的铅同位素和初始锶同位素比值表明,它们是深熔

岩浆结晶分异作用的产物。

本文中花岗岩、花岗斑岩及钾长石的化学制样由核工业部三所李雪萍同志完成；方铅矿的化学制样由地质矿产部地质研究所鲁锦英、张巧大同志完成，刘敦一同志完成全部样品的质谱分析；磷灰石的化学制样由地质矿产部地质研究所夏明仙同志完成，其初始铍同位素质谱分析由王雪英同志完成。图件由陈怡同志清绘。在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 陈好寿 1981 我国层控多金属矿床的铅同位素特征及其矿床成因意义 科学通报 第10期
- [2] 黄典豪、王义昌、聂凤军、江秀杰 1984 黄龙铺碳酸岩脉型钼(铅)矿床的硫、碳和氧同位素特征及成矿物质来源 地质学报 第58卷 第3期
- [3] G. 福尔 1977 同位素地质学原理 潘曙兰、乔广生译 科学出版社
- [4] Doe, B. R. and Stacey, J. S., 1974, The application of lead isotopes to the problems of ore genesis and ore prospect evaluation. A Review. Econ., Geol., Vol. 96, No. 6, pp. 755—776.
- [5] Brownlow, A. H., 1979, Geochemistry. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, pp. 47—55.
- [6] Doe, B. R. and Zartman, R. E., 1979, Plumbotectonics, The Phanerozoic. Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. Second Edition., pp. 34—38.
- [7] Koppel, V. and Saager, R., 1976, Uranium-, Thorium-, and Lead isotope studies of stratabound ores. Handbook of stratabound and stratiform ore deposits. Vol. 2.

LEAD ISOTOPE COMPOSITIONS OF MOLYBDENUM DEPOSITS IN EAST QINLING AS APPLIED TO THE PROBLEM OF ORE SOURCES

Huang Dianhao, Nie Fengjun and Wang Yichang

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences)

Jiang Xiujie

(The 13th Geological Team, Geological Bureau of Shanxi Province)

Abstract

The east Shanxi to west Henan section of the East Qinling region is one of the major molybdenum ore zones in China, where various types of molybdenum deposits, such as uranium-niobium-lead-rare earth mineralization of carbonatite vein type, molybdenum-lead deposits of carbonatite vein type, porphyry molybdenum deposits, and molybdenum-tungsten deposits of porphyry-skarn type, have long become known to the geologists. Studies show that lead isotope ratios of ores from these deposits vary considerably, showing a tendency of

linear arrangement. Following are some data acquired from three typical deposits; the Hunglongpu molybdenum-lead deposits (averages of quite a few samples), $Pb^{206}/Pb^{204}=17.378$, $Pb^{207}/Pb^{204}=15.383$, $Pb^{208}/Pb^{204}=37.418$, $\mu=8.7-9.2$, $Th/U=3.6-3.94$; ore lead of the Jingduicheng molybdenum deposit (averages of two samples), $Pb^{206}/Pb^{204}=17.410$, $Pb^{207}/Pb^{204}=15.428$, $Pb^{208}/Pb^{204}=37.702$; ore lead of the Nannihu-Shandozhuang molybdenum-tungsten deposit, $Pb^{206}/Pb^{204}=17.45$, $Pb^{207}/Pb^{204}=15.54$, $Pb^{208}/Pb^{204}=39.01$.

Single-stage "model-lead" ages of these deposits range from 586 to 778m.y., younger than the ages of Archeozoic and Proterozoic country rocks but older than the ages of mineralization. The disagreement of these ages with the definition of the normal lead implies that lead of these deposits belongs to abnormal one. It is inappropriate, therefore, to regard the single-stage model-lead ages as mineralization ages of these vein type and skarn type molybdenum deposits.

The isotopic compositions of lead and the geological setting of these deposits suggest that ore-forming metals of the Hunglongpu deposit—molybdenum and lead—were derived chiefly from the upper mantle and partly from the country rocks whereas the ore-forming metal molybdenum of the Jinduicheng probably came from the anatectic magma.

<http://www.kcdz.ac.cn/>