

长石铅和矿石铅同位素组成及其地质意义

张 理 刚

(中国地质科学院宜昌地质矿产研究所)

内容提要: 中国东部中生代花岗岩类岩石的长石铅和矿石铅同位素组成, 严格地受不同构造带基底岩石的性质和年龄所控制, 至少可分为5个铅同位素构造省, 即华北地台区、秦岭省、下扬子省、南岭省和东南沿海省。每个省具独特的矿化类型和矿石金属组合。

主题词: 长石铅 矿石铅 铅同位素构造省

一般来说, 假定长石中几乎不含铀、钍物质, 当岩浆结晶时以类质同象形式进入长石结晶格架中的那部分微量铅及其同位素组成, 可代表岩浆结晶时的铅同位素成分。也就是说, 岩浆结晶以后, 长石中不再混入其它来源的铅, 因此, 我们分析出的长石微量铅同位素组成, 可提供长石结晶时熔融体的U-Th-Pb体系及其初始铅同位素组成特征。在各种热液环境中沉淀出的非含铀、钍的金属矿物(即矿石矿物)的铅同位素组成, 亦可反映关于供给原始热液中金属物质来源区的U-Th-Pb体系及其初始铅同位素组成特征。通常前者称为长石铅, 后者称为矿石铅。

对于长石铅和矿石铅同位素演化理论及其铅同位素在地质上的应用, 仍处于一个历史发展的研究进程中。早在50—60年代, 人们假定长石铅和矿石铅(普通铅)同位素演化是在封闭体系中单阶段演化的, 直到70年代初期, 许多同位素地质学家还根据单阶段演化模式提出种种计算模式年龄的公式和参数。但随着分析数据的大量积累, 人们开始认识到, 根据长石铅和矿石铅同位素组成计算获得的种种模式年龄, 许多情况下并不符合真实的地质生成年龄, 因而提出“B”型铅、异常铅、正常铅等等概念, 借以解释种种地质现象, 并提出两阶段演化^[5]、V值线性增长演化^[6]等等修改的普通铅演化模式。到70年代中期, 尤其是70年代末期, 人们发现了岩石铅和矿石铅同位素组成变化与构造环境不同有密切的关系^[8,10]。因而, Doe和Zartman(1979)首次提出了全球性的“铅构造”演化模式^[8]。可以说, 这一模式是铅同位素地质学理论发展中一个新的里程碑。按Doe和Zartman的意见, 除了我们久已认识的与生成年龄有关的岩石和矿物的初始铅同位素成分有规律变化外, 还存在与生成岩石和矿物的来源物质构造环境有关的初始铅同位素成分的有规律变化。可以这样说, 这两个变化规律的统一, 即就是我们见到的各种各样长石铅和矿石铅同位素组成的变化。因此, 人们如果在研究长石铅和矿石铅同位素组成时, 仅考虑前一种变化因素, 并用单阶段演化模式计算有关数值, 势必得出一些似是而非、模棱两可, 甚至是明显错误的认识。概括起来, 这些认识有: ①认为计算的模式年龄大于零值为正常铅, 而小于零值为异常铅; 或者称零等时线左边为正常铅, 右边为异常铅; ②提出岩浆来源的铅为正常铅, 或称单阶段演化; ③计算的模式年龄与地质生成年龄吻合者为正常铅, 反之为异常铅; ④同位素组成变化小的为正常铅, 变化大的为异常

铅；⑤用单阶段演化模式计算源区 U-Th-Pb 体系特征值；⑥如果长石铅或矿石铅的模式年龄老于地质生成年龄，就推断是同化古老（沉积）岩石或受污染；等等。总之，往往是把复杂的事物作简单化处理和解释。

本文试图根据我国东部中生代花岗岩及其有关热液矿床的最新长石铅和矿石铅同位素分析数据（分析误差通常在0.1%左右），讨论它们的变化规律和地质意义，并力求探讨铅同位素地质学理论中的几个基本问题。

一、长石铅同位素组成及其意义

不管花岗质岩浆起源于何处何时或何种物质，它们的长石铅同位素组成可给出有关来源区物质的地球化学特征和年龄是应该肯定的。表1中列出了我国东部不同区域构造单元中生代花岗岩类岩石的长石铅同位素组成，以及假定为单阶段演化而计算获得的 μ 值和模式（ Φ

表1 我国东部某些中生代岩浆岩的长石铅同位素组成
Table 1. Lead isotope composition of feldspars from some Mesozoic magmatic rocks in eastern China

岩类及地点	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	μ 值 ^①	Φ 值年龄 ^① (Ma)	资料来源
华北地台区:						
花岗闪长岩 山东新城	16.852	15.401	37.518	9.3	1052.9	本文
石英闪长岩 辽宁八家子	16.336	15.158	35.626	8.9	1168.3	
石英闪长岩 辽宁八家子	16.437	15.119	35.565	8.7	1051.7	毕承思, 1985
石英闪长岩 辽宁八家子	16.308	14.990	36.384	8.5	1004.5	
黑云母花岗岩 辽宁杨家杖子	16.216	15.065	36.401	8.7	1157.5	
花岗岩 河北青山口	16.089	15.248	36.052	9.2	1437.4	林尔为, 1985
花岗岩 河北怀来武家堡	16.68	15.31	36.94	9.1	1079.5	河北区调
花岗岩 河北怀来方家冲	16.49	15.47	37.42	9.6	1371.7	一队, 1984
秦岭省:						
花岗岩 河南嵩县花山	17.440	15.520	37.975	9.4	766.9	黎古美, 1985
花岗岩 河南嵩县花山	17.199	15.392	37.447	9.2	796.9	
花岗岩 河南嵩县花山	17.473	15.455	37.886	9.3	671.2	
花岗闪长岩 河南嵩县雷门沟	17.559	15.473	38.046	9.3	630.1	
花岗闪长岩 河南嵩县雷门沟	17.394	15.435	37.825	9.3	705.2	
花岗闪长岩 河南灵宝南泥湖	17.089	15.569	38.509	9.6	1060.5	曾华杰, 1983
花岗闪长岩 河南灵宝南泥湖	17.894	15.482	38.193	9.3	398.5	董有, 1983
花岗闪长岩 陕西金堆城	17.536	15.438	37.680	9.3	606.5	黄典豪, 1985
花岗闪长岩 陕西冷水沟	18.019	15.601	38.129	9.5	449.8	
花岗闪长岩 陕西大里河	17.674	15.506	37.808	9.4	585.6	
花岗闪长岩 陕西同马街	17.938	15.564	38.063	9.4	464.3	张宏飞, 1985
粒岩闪长岩 陕西大里河	17.742	15.552	37.977	9.4	589.7	
花岗闪长岩 陕西红崖	17.782	15.473	37.744	9.3	533.2	
花岗闪长岩 陕西红崖	17.894	15.529	37.997	9.4	454.7	
花岗闪长岩 陕西小河口	17.551	15.462	37.581	9.3	623.3	
花岗闪长岩 陕西小河口	17.415	15.405	37.389	9.2	655.9	
花岗斑岩 河南银家沟	17.469	15.459	38.807	9.3	678.6	徐国风, 1984

续表

岩类及地点	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	μ 值①	Φ 值年龄② (Ma)	资料来源
下扬子省:						
花岗斑岩 江西冷水坑	18.057	15.635	38.459	9.6	462.3	本文
花岗斑岩 江西冷水坑	17.788	15.548	38.180	9.4	552.6	叶庆同, 1985
斜长花岗岩 江西天排山	17.941	15.522	38.300	9.4	412.5	
花岗岩 湖南桃林	18.124	15.676	38.800	9.6	449.9	丁梯平, 1984
花岗岩 湖南桃林	18.113	15.660	38.660	9.6	451.8	
花岗闪长岩 湖北铁山	17.920	15.500	38.400	9.3	401.3	裴荣宣, 1984
花岗闪长岩 江苏吴县	17.512	15.392	37.662	9.2	570.3	
花岗岩 江苏苏州	17.062	15.302	37.442	9.1	795.3	卢志良, 1985
花岗岩 江苏苏州	17.133	15.312	37.503	9.1	754.7	
花岗岩 江苏苏州	17.387	15.330	36.98	9.1	588.9	
南岭省:						
黑云母花岗岩 江西西华山	18.712	15.686	38.786	9.6	55.6	本文
黑云母花岗岩 湖南千里山	18.613	15.661	38.635	9.6	95.9	
黑云母花岗岩 湖南千里山	18.719	15.726	39.016	9.7	100.7	
黑云母花岗岩 湖南千里山	18.97	15.81	39.39	9.8	27.1	
云母黑花岗岩 湖南千里山	18.67	15.71	38.86	9.7	114.6	赵彦明, 1985
花岗斑岩 湖南千里山	19.12	15.69	38.93	9.6	-241.7	
花岗斑岩 湖南千里山	18.775	15.735	39.005	6.7	71.1	本文
花岗斑岩 湖南黄沙坪	18.519	15.595	39.231	9.4	80.9	
花岗斑岩 湖南黄沙坪	19.622	15.600	38.454	9.4	-764.1	童潜明, 1985
石英斑岩 湖南黄沙坪	18.657	15.675	38.428	9.5	81.6	
石英斑岩 湖南黄沙坪	19.303	15.905	38.807	10.0	-91.5	
闪长岩 湖南水口山	18.559	15.677	38.889	9.6	126.1	本文
花岗岩 广西大容山	19.088	15.746	38.850	9.7	-141.5	
花岗岩 广西大容山	18.492	15.668	38.602	9.6	192.1	黄广荣, 1985
黑云母花岗斑岩 广西大厂铜坑	18.386	15.589	38.572	9.4	170.9	
黑云母花岗斑岩 广西大厂拉么	18.403	15.964	38.315	10.2	589.7	丁梯平, 1985
黑云母花岗斑岩 广西大厂拉么	20.712	17.434	43.343	12.8	615.3	
东南沿海省:						
花岗斑岩 福建闽侯县罗桥	18.572	15.671	38.832	9.5	134.6	福建地科
花岗斑岩 福建闽侯县罗桥	18.572	15.697	38.943	9.6	170.3	所, 1985
晶洞花岗岩 福建魁岐	18.599	15.598	38.736	9.4	25.6	本文

① μ 值和 Φ 值年龄按Doe(1974)参数计算

值)年龄。将表1中资料, 投影于Doe和Zartman的“铅构造”模式之上地壳、造山带、上地幔和下地壳铅同位素演化曲线 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}-^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 坐标图上(图1), 此外, 还作出了假定为单阶段演化体系的 μ 值和模式年龄对比直方图(图2、3)。从表1和图1、图2、图3中, 我们可以得出如下的主要认识:

(1) 我国东部31个中生代花岗岩类侵入体中长石铅同位素组成的变化是很大的, 其中 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值从16.089到20.712, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值从14.990到17.434, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值从35.565到43.343。

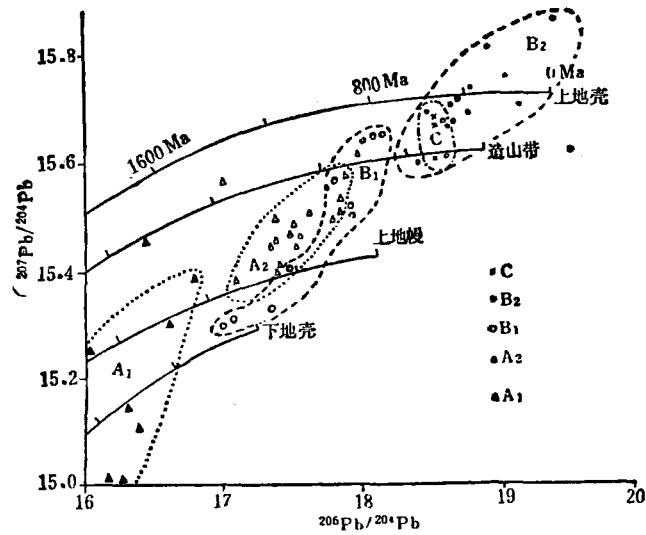


图 1 中国东部某些中生代花岗岩长石铅同位素组成坐标图

(坐标图中Pb演化曲线采用Doe和Zartman模式)

C—东南沿海省; B₂—南岭省; B₁—下扬子省; A₂—秦岭省; A₁—华北地台省

Fig. 1. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diagram showing lead isotope composition of feldspars from some Mesozoic granites in eastern China, with Doe and Zartman's model adopted for lead evolution curves.

C—Southeast coastal province; B₂—Nanling province; B₁—Lower Yangtze province; A₂—Qinling province; A₁—North China platform province.

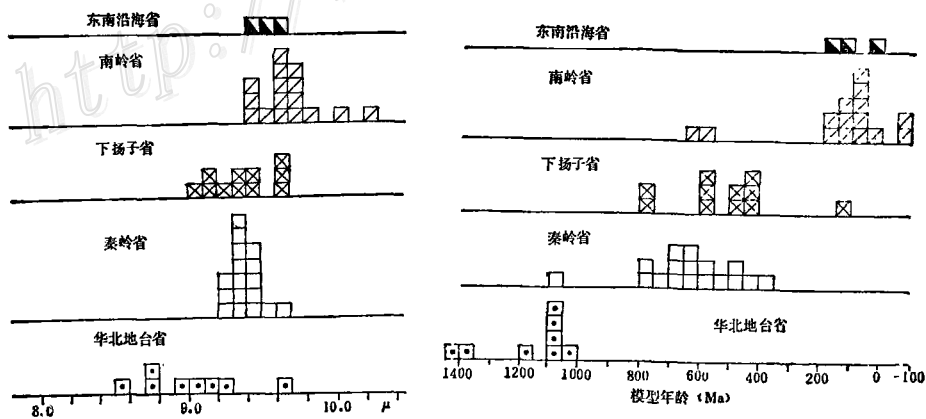


图 2 中国东部某些中生代花岗岩长石铅同位素计算 μ 值变化(左图)

Fig. 2. Histogram showing the variation in μ values of Pb isotopic composition of feldspars from some Mesozoic granitoids in Eastern China (left).

图 3 中国东部某些中生代花岗岩长石铅同位素模式年龄变化(右图)

Fig. 3. Histogram showing the variation in model ages of Pb isotopic compositions of feldspars from some Mesozoic granitoids in Eastern China (right).

(2) 上述变化是很有规律的,即随区域构造环境变化而变化,在南岭区域(简称南岭省),中生代花岗岩最富放射成因铅,它们的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为18.386—20.712; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为15.589—17.434; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为38.438—43.343。然而在华北地台区域(省),中生代花岗岩的长石铅最少放射成因铅,它们的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为16.089—16.852; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为14.990—15.47; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为35.565—37.42。其余的如长江中下游区域(下扬子省)、秦岭区域(省)和东南沿海区域(省)则介于上述两者之间。

(3) 相应地,如果用单阶段封闭体系演化模式进行计算,所获得的模式年龄,南岭省最年轻,平均在100Ma左右,大致符合地质生成年龄;华北地台省最老,平均在1100Ma左右,大大地老于地质生成年龄;其余省的则介于两者之间。但不管怎样,在Doe和Zartman的“铅构造”模式图上,所有长石铅同位素组成投影点,在位置上均老于相应的侵入年龄,即使是南岭省,多数集中在400Ma附近,这表明全球“铅构造”模式的应用也有局限性。

(4) 图3中不同省 μ 值变化是很明显的,而且也是很有规律的。由图1,不难发现中生代花岗岩来源是不同的,南岭省来源于高 μ 值的上地壳物质,华北地台省的来源于低 μ 值的下地壳物质,秦岭省、下扬子省、东南沿海省(K花岗岩)则属于中等 μ 值上地幔与上地壳或(和)下地壳混合物来源。上述结论,还有Sr、O同位素资料给予佐证^[1,2](张理刚未刊资料)。

(5) 不同铅同位素区域构造省内,与中生代岩浆岩有关的热液矿床类型,即矿化组合也有明显差别。在南岭省以W、Sn、Nb、Ta、U矿化为特征,华北地台省以Cu、Mo、Au矿化为特征,而秦岭省、下扬子省及东南沿海省则兼有两者特点,以Fe、Cu、Mo、Au、Pb、Zn、W、U等金属矿化为特征。

二、矿石铅同位素组成及其意义

$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 坐标图(图4)中标出了近60个与中生代岩浆岩有密切关系的再平衡岩浆水和大气降水热液矿床^[3]的200多个新近测定的矿石铅同位素组成。从图中可以看出:

(1) 不同“省”的矿石铅同位素组成变化范围,与长石铅同位素组成完全吻合。

(2) 这些矿床,不管是中生代岩浆再平衡岩浆水热液成因(如西华山、金堆城等矿床),还是与中生代大气降水循环淋滤中生代岩浆岩有关(如冷水坑、银坑等等)^[6],它们的矿石铅同位素组成,实际上都反映了中生代岩浆岩初始铅同位素组成。

(3) 虽然都是中生代形成的斑岩型Cu、Mo、(Pb、Zn)矿床,但不管是长石铅还是矿石铅,它们的铅同位素组成变化都很大。例如 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值,华北地台省杨家杖子等矿床为16.5左右,秦岭省的南泥湖、金堆城等矿床为17.5左右,下扬子德兴、银山、冷水坑等矿床为18.0左右,南岭省的黄沙坪、宝山等矿床为18.6左右。相应地,按单阶段演化考虑,它们的 μ 值和模式年龄也有明显差异。

(4) 在同一“省”内,尽管岩石类型和矿石(床)类型绝然不同(如西华山脉状钨矿,水口山接触交代型铅锌矿,宝山斑岩型(?)钨钼矿等),但它们的长石铅和矿石铅同位素组成却极为相近。

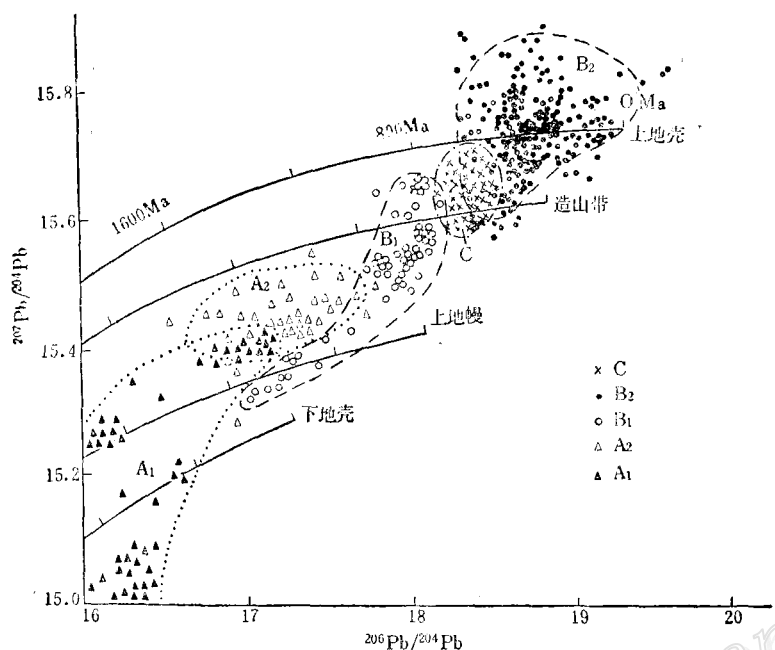


图4 矿石铅同位素组成坐标图

(图中Pb演化曲线采用Doe和Zartman模式)

C—银坑、五步等8个矿床；B₂—西华山、水口山、红岭等15个矿床；B₁—冷水坑、桃林、铁山等11个矿床；A₂—南泥湖、金堆城等8个矿床；A₁—杨家杖子、八家子等15个矿床

Fig. 4. $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ diagram showing lead isotope composition of ores with Doe and Zartman's model adopted for lead evolution curves.

C—Yinkeng, Wubu and other 6 ore deposits; B₂—Xihuashan, Shuikoushan, Hongling and other 12 ore deposits; B₁—Lengshuikeng, Taoling, Tieshan and other 9 ore deposits; A₂—Nannihu, Jinduicheng and other 6 ore deposits; A₁—Yangjiazhangzi, Bajiazi and other 13 ore deposits.

(5) 不管是长石铅或矿石铅，从图1和图4中均可看出，南岭省位于“铅构造”模式上地壳演化线的上下，华北地台省位于下地壳和上地幔演化线的上下，秦岭省、下扬子省和东南沿海省主要位于造山带和上地幔演化线之间的范围内。

三、长石铅和矿石铅同位素组成的地质意义及其有关问题

究竟如何来认识长石铅、矿石铅同位素组成的地质意义呢？长石铅、矿石铅同位素演化理论研究应如何深入？就人们已掌握的资料来看，有几个问题是比较清楚了。

1. 长石铅、矿石铅同位素组成，至少受生成年龄和不同构造环境中来源物质的性质和年龄等因素所制约。Doe和Zartman (1979) 早就指出，除了需要重新认识岩石和矿石在形成年龄关系上的初始铅同位素组成变化外，还强调了与形成岩石和矿体有关的构造位置上的铅同位素组成变化^[8]。Zartman和Doe (1981) 进一步提出了地球铅同位素演化的全球“铅构造”模式^[10]。这个“铅构造”模式的提出，要追溯到Zartman (1974) 的研究^[1]，美国西部中生代岩浆岩可分为三个区域：I区域为美国中西部地区，出露早前寒武纪结晶基底岩石，它们的长石和岩石铅同位素组成 ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为16.2—18.3, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为36.5—39.9)

明显地比Ⅱ区域要低；Ⅱ区域位于Ⅰ区域以西的加里东冒地槽褶皱区域却富含放射成因铅组分（ $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为19.1—19.7， $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为38.9—40.0）。前者来源物质为前寒武纪基底岩石的深熔作用；后者可能为Ⅰ区域的前寒武纪岩石风化剥蚀的沉积岩，再经深熔作用形成；Ⅲ区域位于美国西海岸狭长地带，它的铅同位素组成明显不同于前两者（ $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值为18.7—19.4， $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为38.2—39.1），比值变化小，且处于上述两者之间， μ 值相对较低。结合近代海底沉积物质铅同位素资料，推断与太平洋板块俯冲消亡作用有关。同样，在我国东部的不同铅同位素构造省的中生代花岗岩类岩石及其有关热液矿床，由于它们的区域构造演化及其基底岩石性质和年代绝然不同，这就造成了不同“省”内长石铅和矿石铅同位素组成和矿石金属组合的本质上的差异。

2. 不管是用封闭体系的单阶段演化模式^[1]计算模型年龄，还是用开放体系的两阶段演化模式^[5]或V值线性增长演化模式^[6]计算模型年龄，均是以现代海洋沉积物铅同位素组成作为地壳演化现代铅同位素组成，以不同时代（同生）沉积层状矿床中矿石的铅同位素组成作为地壳演化不同时代“矿石铅”同位素组成，由此提出种种“地壳平均铅”、“矿石铅”等增长曲线和公式；或者以 μ 值不变的单一来源为前提，提出单阶段演化模式。而事实是，地壳中既有（同生）沉积层状矿床中矿石铅，也有大量的、更多的其它类型矿石铅（岩浆的、各种热液的、变质的等等）。很显然，由于（同生）沉积层状矿石铅是属上地壳演化范畴，它的铅同位素组成变化（演化）是绝然不同于岩浆的，尤其是花岗质岩浆岩有关矿石铅。因为花岗质岩浆岩的源区物质随构造位置不同而具有不同的组分、性质和年龄。也就是说，不同“省”的基底岩石不但具不同年龄和组分，而且还有不同的同位素组成和U-Th-Pb体系特点。因此，花岗岩既有来自低 μ 值的下地壳，也有来自高 μ 值的上地壳及壳幔混杂的造山带岩石。那么，它们的长石铅、矿石铅同位素组成及演化也就不会服从于所谓“地壳平均铅”、“矿石铅”、“层控矿石铅”等演化规律，因而，它们的模型年龄原则上也就缺乏地质意义。但有两点值得考虑：一是由于 ^{204}Pb 是非放射成因的，而它的含量随地壳岩石的形成时代而变化，即越古老的岩石， ^{204}Pb 含量越高。因此，用铅同位素比值来估算的模型年龄，必然出现源区（基底）岩石越老，模型年龄也就越大，表1和图3中模型年龄差异也许提供了这一信息；二是南岭省的长石铅模型年龄，多数接近花岗岩体侵位年龄，这也许是南岭省花岗岩来自上地壳物质深（重）熔作用造成的，而以（同生）沉积层状矿床矿石铅同位素组成变化建立起来的“矿石铅”演化模式，本身也属于上地壳范畴，因而，它们之间彼此大致吻合是可以理解的。

3. 据Hampton和Taylor（1983）报道，英国南部加里东期、海西期和第三纪花岗岩长石铅同位素组成投影于Doe和Zartman的“铅构造”模式铅演化曲线上，其投影点的模式年龄正好与花岗岩侵入体侵位Rb-Sr年龄吻合^[9]。我国东部中生代花岗岩长石铅同位素组成投影点（图1）几乎均不吻合。这就表明，不管是单（两）阶段演化模式，抑或全球“铅构造”模式，使用它们时应小心谨慎。

Doe和Zartman（1979）在一系列假设条件下提出的全球“铅构造”模式，看来并不一定满足中国陆壳演化实际情况。鉴于上述考虑，作者强调，应该结合我国不同构造“省”之间地壳发展历史特点和物质组成变化，设计出具有我国特色的区域“铅构造”模式。此外，结合锶、氧、钕同位素资料，能考虑出一个更令人信服的花岗岩分类方案。作者坚信，它们不久就可问世。

4. 对于同一“省”内, 不同类型花岗质岩石及其有关矿床中长石铅和矿石铅同位素组成相近性问题, 如南岭省, 不管是钨-锡系列的西华山花岗岩、千里山花岗岩^[2], 还是金-铜系列的水口山闪长岩^[2]等, 它们的铅同位素组成是相近的, 而铈、氧同位素组成有明显差异。前者初始 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值大于0.717, $\delta^{18}\text{O}$ 值大于+10‰, 而后者分别为0.706和+7.5‰。这可能暗示出南岭省基底岩石尽管是属上地壳物质, 但在不同位置 and 不同深度上物质具不均匀性, 也许局部夹有地幔来源的火山和侵入物质, 经深熔作用形成具不同铈、氧同位素组成和相似铅同位素组成的花岗岩类岩石。另一种可能是与中生代地幔岩浆同熔上地壳物质有关。

四、结 论

1. 不管是花岗岩类岩石的长石铅, 还是有关的矿石铅, 它们的同位素组成受形成时代、源区物质的U-Th-Pb体系特点和年龄等三个因素所制约。

2. 用单阶段封闭体系、固定两阶段体系计算岩浆岩有关的长石铅和矿石铅的模型年龄和源区特征值原则上没有直接的地质意义, 但源区来自上地壳则有一定地质意义。

3. 就Doe和Zartman的全球“铅构造”模式而言, 由于他们的假设条件并不完全符合中国地壳演化历史, 因而也就缺乏区域意义, 这就有必要和有可能设计出我国的区域“铅构造”模式, 才会更有地质意义。

4. 不同铅同位素构造省, 具有不同的矿石金属组合, 它们严格地受基底岩石性质和年龄所制约。

参 考 文 献

- [1] 张理刚 1985 稳定同位素在地质科学中的应用——金属活化热液成矿作用及其找矿 陕西省科学技术出版社
- [2] 张理刚 1984 中国东南部某些中生代花岗岩类岩石的氧同位素研究 花岗岩地质与成矿关系国际讨论会文集 江苏科技出版社
- [3] 张理刚 1986 大气降水热液矿床铅同位素研究 地质与勘探 第22卷 第9期
- [4] 黄典豪、聂凤军、王义昌、汪秀杰 1984 东秦岭地区钨矿床铅同位素组成特征及成矿物质来源初探 矿床地质 第3卷 第4期
- [5] Stacey, J. S. and Jramers, J. D., 1975, Approximation of terrestrial lead isotopes evolution by a two-stage model: Earth Planet. Sci. Letters, V. 26, No. 2.
- [6] Cumming, G. L. and Richards, J. R., 1975, Ore lead isotope ratios in a continuously changing earth: Earth Planet. Sci. Letters, V. 28, No. 2.
- [7] Zartman, R. E., 1974, Lead isotopic provinces in the cordillera of the western United States and their geologic significance: Econ. Geol., V. 69, No. 6.
- [8] Doe, B. R. and Zartman, R. E., 1979, Plumbotectonics. In: Barnes, H. (ed) Geochemistry of hydrothermal ore deposits, Chapter 2.
- [9] Hampton, C. M. and Taylor, P. N., 1983, The age and nature of the basement of southern Britain: evidence from Sr and Pb isotopes in granites: Geol. Soc. London, V. 140, pp. 499—509.
- [10] Zartman, R. E. and Doe, B. R., 1981, Plumbotectonics—the model: Tectonophysics, V. 75, pp. 136—162.
- [11] Doe, B. R., 1974, The application of the lead isotopes to the problems of ore genesis and ore prospect evaluation: A review: Econ. Geol., V. 69, pp. 757—776.

LEAD ISOTOPIC COMPOSITIONS OF FELDSPAR AND ORE AND THEIR GEOLOGIC SIGNIFICANCE

Zhang Ligang

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Yichang, Hubei)

Abstract

Characteristic pattern of the lead isotopic compositions of feldspar and ore from the Mesozoic granitoids and hydrothermal ore deposits obtained by using the plumbotectonic model of Doe and Zartman (1979) have defined five discrete provinces in Eastern China. The lead isotopic composition within each province reflects the age and geochemical behavior of the source materials.

North China platform province In the province, granitic rocks and ore lead are least radiogenic ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ being 16.089—16.852, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 14.990—15.470 and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 35.565—37.420) and have the lowest μ values, with a considerably wide range of isotope composition, indicating an Archeozoic lower crustal source. The granitic rocks are closely related to Mo, Au, (Cu) mineralizations.

Qinling province In the province, the Mesozoic granitic rocks and ore lead are less radiogenic ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ being 17.199—18.019, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 15.392—15.601, and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 37.447—38.509) and have lower μ values, with remarkably broad range of isotope composition, suggesting a mixture of upper mantle or/and lower crustal material with upper crustal sedimentary rocks. The granitic rocks are considered to be the parent rocks of Mo, (Au, Cu, Fe, W) mineralizations.

The Lower Yangtze province It contains lead derived from early to middle Proterozoic basement rocks. In the province, both the feldspar and ore lead are variable in isotope composition and μ values, with $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ being 17.062—18.124, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 15.302—15.676 and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 36.980—38.800. It is worth noticing that the initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio (from 0.704 to 0.712) and $\delta^{18}\text{O}$ values (from +8 to +12‰) of the Mesozoic granitic rocks have obvious variance too. These data suggest that the source materials of the migmatitic granite may be basement rocks with different buried depths and compositions. The granitoids in the Lower Yangtze province have close relation with Fe, Cu, Pb, Zn, Au, Ag, W, Mo, U mineralizations.

Nanling province It contains lead derived principally from middle Proterozoic upper crustal metasedimentary rocks and connected intimately with rocks of Lower Banxi Group and Sibao Group exposed in Jiangnan old land. The isotopes of feldspar in the granite rocks are most radiogenic ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ being 18.386–20.712, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 15.589–17.434 and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 38.438–43.343) and have the highest μ values. In the province, the Mesozoic granitic rocks are closely associated with W, Sn, Li, Be, Nb, Ta, U, Bi, (Pb, Zn), REE mineralizations.

Southeast coastal province In the province, feldspar lead and ore lead both have a quite uniform isotope composition ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ $18.6\pm$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ $15.6\pm$, and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ $38.8\pm$). This coastal belt is confined where subducted pelagic sediments and/or basalts of the oceanic crust could recently supply a substantial amount of lead. The granites and volcanic rocks are closely connected with Pb, Zn, Cu, Mo, (W, Sn) mineralizations.

学术活动

中国地质学会矿床地质专业委员会活动安排

1988年1月26日矿床地质专业委员会在北京召开了常委会,到会同志对下列问题进行了认真地讨论:

一、决定召开第四届全国矿床会议:为总结矿床地质工作的新进展,适应社会主义建设对矿产的需求,实现找矿的重大突破,与会同志一致赞同拟于1989年9—10月间在青海省西宁市召开第四届全国矿床会议。学术议题以金、银、铜、非金属等矿种,以沉积-喷气类型矿床为主。请广大矿床地质工作者踊跃撰文,早作准备。

二、争取主办第九届国际矿床成因协会学术讨论会:矿床地质专业委员会是该协会的团体成员,该协会希望我国组办讨论会。现征得主管部门同意和有关部门支持,常委会同意该协会申请,争取1994年在我国召开第九届国际矿床成因讨论会。由中国地质科学院和矿床地质专业委员会共同主办。

三、做好“谢家荣-孟宪民优秀成果奖”的征文和评奖准备工作:本专业委员会已获上级学会和有关部门赞同,设立矿床领域的最高学术荣誉奖——谢家荣-孟宪民优秀成果奖。计划在第四届全国矿床会议期间进行首次评奖。

四、1988年的学术活动:1.第四季度在江西城门山召开以长江中下游矿床成因为主题的讨论会,邀请有关研究单位和矿床学者约30人参加,会期预计6—7天。2.为适应超导材料的新发展,11月份将在华南(地点待定)召开“重稀土矿床现场讨论会”。3.由层控矿床专业组筹备的“层控矿床讨论会”,待条件成熟时召开。