# 辽东早元古宙层控铅锌矿床 铅 同 位 素 研 究

#### 方如恒

(辽宁省地质矿产局)

#### 本文摘要

辽东早元古宙层控铅锌矿床具有多层位产出和多 阶段成矿的特点。据对71个铅同位素数据研究,铅同 位素比值既在任一矿区内有差别,同时在矿区与矿区 之间也有差别。铅同位素比值图解清楚地反映出有拟 合μ=8-20±0-08增长曲线、混合铅等时线和异常铅 3种类型。通过铅源参数分析,拟合μ=8-20±0-08 增长曲线的铅为地幔铅与早元古宙地层铅混合均一化 了的铅,混合铅等时线的铅为地幔铅与早元古宙地层 铅混合未均一化的铅,异常铅经与大西洋和太平洋若 干岛屿年轻火山岩铅同位素比值比较,为遭受大陆壳 古老花岗质岩石中铅混染的地幔铅。混合铅等时线和 铅的模式年龄反映了层控铅锌矿床的多期成矿作用。 铅同位素比值不 拟合整合铅 矿床的 增长 曲线,同时 铅模式年龄都比 矿床所在 的围岩年 龄新,表明 层控 铅锌矿床不是喷气沉积矿床,而是属于密西西比河谷 型 (MVT) 矿床。

#### 关键词

辽东 铅同位素 层控铅锌矿床

辽东早元古宙层控铅锌矿床铅同位素, 曾被王义文<sup>11</sup>、林尔为等<sup>1</sup>、邓功全<sup>12</sup>、张秋 生等<sup>131</sup>和刁乃昌等<sup>141</sup>研究过。本文在前人研究的基础上,选用71个铅同位素数据(其中公 开文献资料发表的数据14个,内部文献资料发表的数据57个),就铅的源岩、矿化年龄和矿 床成因等问题作一讨论。

## 1 地质概况

辽东早元古宙地层主要由辽河群构成,自下而上划分为辽河群下亚群浪子山组、里尔峪 组和辽河群上亚群高家峪组、大石桥组和盖县组<sup>151</sup>。从宽甸北部在辽河群分 布区已 剥蚀露 出太古宙地层来看,早元古宙沉积盆地是以太古 宙杂岩 作 为基底 的。构造 环境 为大 陆裂 谷<sup>161</sup>。沉积盆地经历下沉、隆起和褶皱回返等地史发展阶段<sup>151</sup>,由二个复向斜和复背斜构 成的褶皱体系<sup>[71]</sup>是在褶皱回返的主运动幕形成的。复背斜核部 混合交代成因的花 岗质岩石 U—Pb等时线年龄为2 073Ma<sup>2</sup>,给出这期主运动幕的时间。

尔后,辽河群又经历多次地质热事件作用。表现在:①在中元古宙时,有凤城石门沟花 岗闪长岩体 (K—Ar法年龄值为1 574 Ma)和营口海龙川二长花岗岩体 (K—Ar法年龄值

- 1)林尔为等: 青城子及其外国铅锌矿床铅和硫同位素地质,《长春地质学院科学研究论文集》,第5分册,1982年。
- 2) 辽宁省地质矿产局、长春地质学院合作的辽东变质岩研究队:《辽宁东部早前寒武纪地质及成矿作用》,1985年。

为1 311Ma) 侵入; ②在晚元古宙时,有何家岭二长花岗岩体(K—Ar法年龄值为876Ma)、 盖县牌房店花岗岩体 (U—Pb法年龄值为880Ma) 和营口于家堡 子花岗岩体 (K—Ar法年龄 值为866Ma) 侵入; ③在三叠纪时,有岫岩佟家堡子闪长岩 (K—Ar 法年龄值为231 Ma、 211Ma)、双牙山花岗岩 (K—Ar法年龄值为231Ma、U—Pb法年龄值为199Ma)、新岭花 岗岩 (K—Ar法年龄值为220 Ma) 和韩岭花岗岩 (K—Ar法年龄值为210Ma) 等岩体侵入; ④在侏罗纪时,有洼岭岩体 (K—Ar法年龄值为175Ma) 和大卫 屯岩 体 (K—Ar法 年龄 值 为171Ma)等侵入; ⑤在白垩纪时,有岫岩石庙沟花岗斑岩体 (U—Pb法年龄值为 120Ma) 侵入。

层控铅锌矿床赋存在高家峪组二段与三段和大石桥组一段、二段与三段等 5 个层位的碳酸盐岩中。根据容矿岩层特点可归纳为两种类型:一种由厚层镁质碳酸盐岩组成,铅锌矿产于透闪条带白云石大理岩或透辉条带白云石大理岩中,如北瓦沟、胡家堡子等大石桥组三段层控铅锌矿床,和张家堡子高家峪组二段层控矿床;另一种由碎屑岩与碳酸盐岩构成,夹有碳质灰质碎屑岩,有时有变质火山岩,如青城子高家峪组与大石桥组层控铅锌矿床,北瓦沟、胡家堡子等高家峪组二段层控铅锌矿床,滴水砬子高家峪组三段层控铅锌矿床。矿体常赋存于古溶蚀构造或断裂构造中,围岩具蛇纹石化、绿泥石化和硅化。绝大多数矿床Zn/Pb+Zn 比值为0.7—1,较少数矿床Zn/Pb+Zn比值为0—0.3。矿床具有多阶段成矿特点<sup>[3]</sup>。

## 2数据来源

71个铅同位素数据及其来源统列于表 1 。表中单阶段模式年 龄和铅 源参数 是笔 者重新 计 算 的。所 用 衰 变 常 数:  $\lambda_1$  (<sup>238</sup>U) =1.551 25×10<sup>-10</sup>a<sup>-1</sup>,  $\lambda_2$  (<sup>235</sup>U) =9.848 5× 10<sup>-10</sup>a<sup>-1</sup> (据Jaffey, A.H.等,1971),  $\lambda_3$  (<sup>232</sup>Th) =4.984×10<sup>-11</sup>a<sup>-1</sup> (据LeRoux, L.J. 等,1963); 原始铅同位素比值: <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb=9.307,<sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb=10.294, <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb =29.476 (据Tatsumoto, M.等, 1973); 假设地球年龄T=4.55×10<sup>9</sup>a (据Faure,G.)。 全部计算是根据Faure, G.著《同位素地质学原理》一书的有关公式和计算表进行的<sup>[3]</sup>。

### 3 解 释

将表1中的铅同位素数据展在<sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb对<sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb的 图解 上(图1),可以清 楚地看出辽东早元古宙层控铅锌矿床铅同位素比值能分成3种类型:

1. 拟合µ=8.20±0.08增长曲线类型(图1,A;图1,B)

这一类型有胡家堡子、北瓦沟、东胜等矿床,铅同位素比值在铅的演化图上的位置接近一条直线,它们由分布在年龄线左侧的正常铅和分布在年龄线右侧的异常铅两部分组成,正常铅在图上位置的年龄大体上代表着矿床铅从来源区分离出来的时间,异常铅则表示有不同数量放射性成因铅参与成矿作用。正常铅虽多数样品拟合µ=8.20±0.08增长曲线,但也有少数样品偏离这条增长曲线,表示铅的来源区不同。

锌

表1 辽东早元古宙层控铅

Table 1 Isotopic composition and parameter of lead source showing strata-

顺		铅同	位素	组成	单阶段	模式年龄	铅	源 参	数	
序	序床产地	207 Ph	206 Ph 208 Ph			2 3 8 1 1	233Th	<u></u> ть	数据来源	
号		* • • Fb	204Pb	204 Pb	Φ	Ma	204Pb	804Pb		
1	营口县胡家堡子	15.373	15.878	35.322	0.772 9	1 340	8.27	31.78	3.72	4
2		15.361	16.026	35.853	0.754 1	1 214	8.21	33.46	3.94	4
3	岫岩县北瓦沟	15.314	15.653	34.251	0.791 0	1 456	8.22	26.86	3.16	3
4		15.263	15.602	35.131	0.789 4	1 446	8.13	31.71	3.77	3
5	北瓦沟坨沟	15.270	16.606	35.125	0.681 7	644	7.93	25.66	3.13	4
6		14.99	15.32	34.57	0.781 0	1 394	7.67	28.13	3.55	1)
7	岫岩县荒沟	15.750	18.714	38.614	0.580 0	-	—	-		3
8		15.58	17.78	38.06	0.623 9	66	8.35	34.44	3.99	1)
9	岫岩玉矿小瓦沟	15.80	18.83	38.39	0.578 2			—		1
10	卓 岩 东 胜	15.64	18.33	37.87	0.592 5	—	—	-		1
11		14.95	17.68	37.70	0.556 1	-		-	_	(1)
12		15.361	16.260	35.853	0.728 8	1 030	8.16	31.84	3.78	[4]
13		15.270	16.606	35.125	0.681 7	644	7.93	25.66	3.14	[4]
14		15.547	17.984	38.126	0.605 4		—			[4]
15		15.657	18.132	38.317	0.607 7	—	-	—	_	[4]
16		15.632	18.263	38.153	0.596 0	_	—			[4]
17		15.644	18.205	38.327	0.601 3		—			[4]
18		15.594	18.023	38.033	0.608 1	—	—		-	[4]
19		15.602	18.315	38.342	0.589 3	—	-	—		[4]
20	青 城 子	15.473	17.450	37.760	0.636 0	200	8.19	34.15	4.04	2
21		15.535	17.778	37.890	0.618 7	8	8.27	33.38	3.91	2
22		15.523	17.758	37.870	0.618 7	8	8.25	33.30	3.91	2
23		15.513	17.758	37.879	0.617 6	—			—	2
24		15.514	17.819	37.992	0.613 3		-			2
25		15.559	17.851	38.00	0.616 2		—		—	2
26		15.349	17.704	37.376	0.602 0	—				2
27		15.453	17.665	37.820	0.617 3	—				2
28		15.55	17.67	38.33	0.628 5	117	8.30	35.89	4.18	[2]
29		15.49	17.62	38.26	0.625 0	78	8.20	35.33	4.17	[2]
30		15.70	18.11	38.72	0.614 1	_	_		_	[2]
31		15.27	17.75	37.41	0.589 4				· - ·	[2]
32		16.21	18.37	38.45	0.652 8	372	9.38	38.36	3.96	Û
33		15.86	17.88	37.78	0.649 2	335	8.82	35.22	3.86	1
34		15.52	17.57	38.12	0.632 5	161	8.26	35.35	4.14	1
35		15.17	17.54	36.70	0.592 3	-			-	1
36		15.65	18.05	38.46	0.612 6				-	Û.

注:①林尔为等;②李力等;青城子铅锌矿床成矿模式的初步研究,《吉林地质科技情报》,1986年,第1期;③据辽

## 矿床铅同位素组成与铅源参数

bou	nd	lead	-zinc	ore	deposits	in	early	Proterozoic	Eon	of	the	eastern	Liaoning
-----	----	------	-------	-----	----------	----	-------	-------------	-----	----	-----	---------	----------

顺		铅同	位素	组成	单阶段模式年龄			源 参	数		
序	矿床产地	307Ph	\$06Ph	308Ph			23811 232Th		Тh	数据米源	
号	1	104Pb	* • 4 Pb	* • 4 Pb	Φ	Ma	204Pb	804 Pb	U		
37	青 城 子	15.40	17.64	37.62	0.612 7	<u> </u>			_	0	
38		15.28	17.56	37.34	0.604 1					•	
39		15.43	18.16	37.83	0.580 1		-	-		1	
40		15.65	17.96	37.60	0.619 0	11	8.45	32.25	3.70	1	
41		15.79	17.97	38.57	0.634 4	182	8.69	37.36	4.16	(1)	
42		15.54	17.99	38.68	0.604 2		-	_		(1)	
43		15.34	17.81	37.55	0.593 4		-			1)	
44		15.21	17.35	37.24	0.611 2	_	-	-	—	1)	
45	宽甸县张家堡子	14.69	15.24	34.43	0.740 9	1 119	7.10	25.33	3.45	[2]	
46		14.66	17.21	37.06	0.552 4	-	-			[2]	
47		15.37	15.97	35.32	0.761 8	1 266	8.24	31.10	3.65	5	
48		15.45	15.96	35.29	0.775 0	1 354	8.40	31.74	3.66	5	
49		15.43	15.95	35.17	0.773 1	1 341	8.36	30.96	3.58	5	
50		15.71	16.15	36.01	0.791 5	1 459	8.87	36.78	4.01	5	
51	宽甸县滴水砬子	16.07	16.53	36.73	0.799 7	1 509	9.48	41.46	4.23	5	
52	凤城县蔡家沟	14.90	15.33	34.53	0.764 7	1 285	7.48	27.05	3.50	1	
53		14.92	15.22	34.78	0.782 3	1 402	7.55	29.36	3.76	1	
54	韭菜沟	15.632	18.236	38.153	0.597 8	_	_			4	
55		15.644	18.205	38.327	0.601 3	-	_			4	
56		15.594	18.023	38.033	0.608 1	_				4	
57		15.15	17.50	37.38	0.592 7	—				(1)	
58		15.23	17.63	37.68	0.593 1	-	-			1	
59		14.95	17.71	39.92	0.554 1	_	-			1	
60		14.93	17.47	36.54	0.567 9	_	_	-		1	
61	1	15.28	17.98	37.43	0.574 9	_	-		_	1	
62		15.80	18.36	37.82	0.608 2	-				1	
63		15.33	17.84	36.98	0.590 2					1	
64		15.01	17.85	36.82	0.552 0			—	_	1	
65	海城县小孤山	15.20	18.94	38.08	0.509 3	_			-	1	
66		15.42	19.39	38.61	0.508 4			-		1	
67	营口县冯家堡子	15.40	19.44	38.29	0.503 9			-	_	1	
68	本溪县翟家沟	15.79	22.52	40.48	0.416 0					1	
69		16.15	23.08	41.16	0.425 2			—		1	
70		16.36	23.47	41.53	0.428 3		—		-	1	
71	本溪县正沟	15.74	22.52	41.39	0.412 2					1	

东变质岩研究队资料;④据辽宁省地质矿产局第五地质队资料;⑤据辽宁省地质矿产局第八地质队资料。



A: 1-胡家堡子; 2-北瓦沟; 8-坨沟; 4-荒沟; 5-小瓦沟; B: 1-东胜; C: 1-青城子; 2-张家堡子; 3-蔡家沟; 4 一滴水砬子, D: 1 一韭菜沟, 2 一小孤山; 3 一冯家堡子; 4 一翟家沟; 5 一正沟

1988年

#### 2. 混合铅等时线类型(图1,C)

这一类型有青城子矿床和张家堡子矿床,形成二个集群,铅同位素比值各自作近似一条 直线分布,但其延伸方向不是拟合某一增长曲线,而是近于平行某一年龄线,表现出混合铅 等时线<sup>191</sup>特点。在混合铅等时线图解上,有两点值得注意:一是有比较多的铅同位素比值 聚集在µ=8.20±0.08增长曲线附近,另一是有比较多的异常铅,而且这种异常铅 与韭 菜沟 异常铅 (图 1,D) 类似。这种情况表明各矿床之间的铅同位素比值虽有较大的差异,但 是 却又存在着某种内在的联系。

3.异常铅类型(图1,D)

以韭菜沟、小孤山、冯家堡子、翟家沟、正沟等矿床为代表的异常铅,形成3个强弱有 差别的异常铅集群,可分别称为韭菜沟式(弱异常铅)、小孤山式(中等异常铅)和翟家沟 式(强异常铅)。这些异常铅属于直接来自不同放射成因铅源。

图 1 各图表明,铅同位素比值既在任一矿区内有差别,同时在矿区 与矿 区之 间也 有差 别。铅同位素任何残余的细微特征均提供了物质来源的关键线索。我们可以认为任何一个矿 区的铅都不来自一个共同来源区,而是来自具有不同Th/U比值的多 个来 源 区。从 总 体 上 看,辽东早元古宙层控铅锌矿床铅同位素比值属于多来源的混合成因模式,有正常铅、异常 铅以及含一定数量放射成因铅的J型铅。

## 4 讨 论

#### 1.铅的源岩

(1) 拟合µ=8.20±0.08增长曲线铅源

辽东早元古宙层控铅锌矿床,从铅同位素来说,胡家堡子、北瓦沟、东胜等铅锌矿床是 与朝鲜某地铅锌矿床(表2、图2)一致的。它们的铅同位素比值拟合μ=8.20±0.08增长曲



图2. 朝鲜某地铅锌矿床铅同位素组成图解

Fig. 2 Diagram showing isotopic composition of lead-zinc ore deposit in Korea

#### 表2 朝鲜某地铅锌矿床铅同位素组成与铅源参数

Table 2 Isotopic composition and paramater of lead source showing

lead-zinc ore deposit in Korea

顺	铅同	位素	组成	单阶段相	模式年龄	铅源参数			and the star we
序 号	207 Pb 204 Pb	206Pb 204Pb	208Pb 204Pb	Φ	Ма	238U 204Pb	235Th 204Pb	Th U	数班米源
1	15.261	15.557	34.983	0.794 7	1 478	8.14	31.18	3.71	据中国有色金属工业总公司
2	15.227	15.550	34.891	0.790 2	1 450	8.07	30.40	3.65	赴朝鲜考察报告,1985年。
3	15.283	15.502	34.992	0.805 3	1 543	8.20	31.86	3.76	
4	15.286	15.492	34.994	0.807 1	1 554	8.21	31.98	3.77	
5	15.280	15.595	34.952	0.792 9	1 467	8.17	30.90	3.66	
6	15.208	15.437	34.844	0.801 6	1 521	8.07	30.79	3.69	
7	15.248	15.554	35.577	0.793 0	1 468	8.12	34.44	4.10	
8	15.676	18.594	38.594	0.579 5	_		-	-	
9	15.688	18.803	38.811	0.568 0	-		_	-	
10	15.398	15.643	35.290	0.805 6	1 548	8.40	33.63	3.87	据地质矿产部赴朝鲜考察报
11	15.195	15.424	34.780	0.801 2	1 518	8.05	30.40	3.65	告,1986年。
12	14.772	15.438	34.844	0.730 4	1 042	7.21	26.90	3.61	
13	15.515	17.722	37.801	0.620 4	27	8.24	33.15	3.89	

线。这一类型矿床的铅都是在中元古代从来源区中分离出来的,该来源区铅的参数特征为: μ(<sup>238</sup>U/<sup>204</sup>Pb) =8.12-8.27, <sup>232</sup>Th/<sup>204</sup>Pb=30.90-34.44, Th/U=3.66-4.10。

从图 1, A; 图 1, B与图 2 可以看出,这一类型矿床具有一部分异常铅,其斜率R分别为0.147 7、0.134 3、0.133 7 (表 3)。利用连续增长模式,我们对放射成因 铅的 地壳来 源区计算出一个最大年龄值,结合矿床迭加成矿作用时代,又计算了比最大年龄值稍低的较 为符合实际的地壳来源区年龄值,并用<sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb与<sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb数 据计 算出异常 铅直线 斜率R',由R'确定出其来源区岩石的Th/U比值。全部计算结果统列于表 3。异常铅 的处理 结果表明其铅源来自早元古宙地层或花岗质岩石。

将正常铅来源区参数特征与异常铅来源区参数特征作一比较,可以看出正常铅来源区的 κ (<sup>232</sup>Th/<sup>238</sup>U) 值与异常铅来源区κ的值只有很少一部分是接近的,而绝大部分正常铅来 源区的值却比异常铅来 源区的κ值低。这一信息反映正常铅的铅源既有来自早元古宙 地层, 也有来自地幔,而且以后一种铅源为主。判断有来自地幔铅源的另一证据,是某些样品铅同 位素比值明显地低于μ=8.20±0.08增长曲线,并且其μ值和κ值都比较偏低(表1、表2)。 拟合μ=8.20±0.08增长曲线的铅为地幔铅与早元古宙地层铅混合均一化了的铅。

#### 表3 异常铅源区年龄与参数

Table 3 Age and paramater showing anomalous lead source

矿床产地	参加计算样品	斜率	斜率	地壳来源区最	按矿化时间计算	源区参数		
		R	R'	大年龄值	( M	2 3 2 Th	Th	
				(Ma)	矿化时间	源区年龄	238U	U
胡家堡	1-4, 7,				120	2 263	4.23	4.09
子、北 瓦沟等	8,9	0.147 7	1.184 7	2 315	170 2 241		4.24	4.10
					220	2 218	4.24	4.10
东胜	10, 12,		1.165 9	2 152	120 2 095		4.12	3.99
	14-19	0.134 3			170	2 071	4.13	3.99
					220	2 047	4.13	4.00
朝鲜某地	1-9,11,13	0.133 7	1.180 8	2 143	155	2 070	4.18	4.04

(2) 混合铅等时线铅源

混合铅等时 线µ值 跨 度 为7.10—9.48。可 以 分 成 3 个 等 级: ①µ=8.20±0.08,占 40.74%; ②µ值低于8.12,占22.22%; ③µ值高于8.28,占37.04%。这种分 级出 于将混合 铅等时线与拟合µ=8.20±0.08增长曲线有机联系起来的考虑,以便有助于探 讨它的 铅源问 题。由于辽东早元古宙层控铅锌矿床是在相同地质构造单元内经历相同的地壳历史发展过程 形成的,必然具有某些内在的联系,然而它们又在各自特有的周围地质构造的具体条件下形 成的,又必然存在着差异。混合铅等时线反映了这种特点。拟合µ=8.20±0.08增 长曲 线的 铅,同胡家堡子、北瓦沟等铅锌矿床一样,是地幔铅与早元古宙地层铅混合均一化了的铅,µ值低于8.12的铅为地幔铅,µ值高于8.28的 铅为 受地幔 铅不 同程度 混染 的早 元古 宙地层 铅。µ值特别高的铅可能 还受有地表水 体中的铅的污染,青城子矿区成矿热液具有雨水和岩 浆水混合特征<sup>[2]</sup>是此种推测的依据。从整体上来看,混合铅等时线的铅为地幔 铅与早 元古 宙地层铅混合未均一化的铅。

(3) 异常铅铅源

强、中、弱3种形式异常铅的铅同位素比值,很像圣海伦纳、卡纳瑞群岛、阿辛申岛、 戈夫岛和夏威夷群岛等岛屿的火山岩的铅同位素比值<sup>[8]</sup>。这些取自大西洋和太平洋中不同 岛屿的火山岩的铅被解释为来自上地幔,其不均匀性表明在整个地质历史中不是铀、钍和铅 的封闭体系。从辽东早元古宙层控铅锌矿床异常铅图解(图1,D)来看,一是作近似平行地 球年龄线分布,二是有一定跨度,并且多数样品位置靠下,反映μ值低,这说明异常铅来自不 均匀的地幔,但遭受到大陆古老花岗质岩石中的铅的混染作用。这种认识与Faure,G.在总结 文献资料时指出的"从混染假说所导出的一个有趣结果是地壳中放射成因铅少于所假设的来 自地幔来源区的放射成因铅"<sup>[8]</sup>是相一致的。

#### 2. 矿化年龄

文献资料表明,混合铅等时线年龄可以指示矿化年龄<sup>[9]</sup>。辽东早元古宙层 控铅锌 矿床 铅同位素比值表现的混合铅等时线比较明显,它指示所研究矿床的成矿时间主要在两个大的 年龄范围内,即(1)中元古代的张家堡子矿床和(2)中生代的青城子矿床。混合铅等时 线所揭示的矿化年龄表明胡家堡子、北瓦沟、东胜等铅锌矿床的铅模式年龄能够代表这些矿 床的成矿时期,同时异常铅的矿化年龄在中生代。这些铅同位素资料反映了辽东早元古宙层 控铅锌矿床的多期成矿作用,只不过成矿时期一在中元古代,一在中生代,这与前面所述的 地质热事件时间是吻合的,也与某些工作程度较高的矿床(如青城子)的历来地质勘察认识 相符的。

#### 3. 矿床成因

运用铅同位素比值判断矿床成因的主要准则,就是整合矿床中的铅同位素比值都紧密地 拟合于µ=8.99±0.07单阶段增长曲线,并且铅模式年龄与矿床所在的围岩的年龄是一致的。 这点已为澳大利亚、加拿大、芬兰等国家的整合铅矿床铅同位素比值所证实<sup>[8]</sup>。所以这一 原则已被人们用来作为检验矿床成因的标准之一。

上述单阶段增长曲线的µ值是使用旧衰变常数计算的。本文表1中µ值是采用新衰变常数 计算的。为了用同一µ值标准判断矿床成因,笔者选用本文若干代表性样品(表1中的13、 32、41、45、50、51、53,外选邓功全1个李家堡子样<sup>[21]</sup>)用新、旧衰变常数计算出µ值, 然后用最小二乘法求出它们的相关方程为y=0.930 2x+0.220 3。x为旧衰变常数µ值,y为 新衰变常数µ值。用此方程去求µ值,其最大误差为±0.06。据此方程整合铅矿床增长曲线用 新衰变常数计算应拟合µ=8.60±0.07。显然,辽东早元古宙层控铅锌矿床不拟合整合铅矿 床增长曲线,同时,计算得出的铅模式年龄都比矿床所在的围岩年龄新。铅同位素表明,它 们具有MVT矿床铅同位素的异常铅或J型铅的特点。这些证据说明层控铅锌矿床不是喷气 沉积矿床,而是属于密西西比河谷型(MVT)矿床。

## 参考文献

- [1] 王义文: 辽吉地区前寒武纪层控矿床硫、铅同位素特征及矿床成因,《吉林地质》,1982年,第2期。
- [2] 邓功全: 辽东中部辽河群层控铅锌矿床类型及其主要控矿因素, 《辽宁地质学报》, 1983年, 第1期。
- [3] 张秋生等:《中国早前寒武纪地质及成矿作用》,长春,吉林人民出版社,1984年。
- [4] 刁乃昌等: 辽南地区铅锌矿同位素数据处理及物质来源的讨论,《辽宁地质》,1986年,第3期。
- [5] 方如恒: 辽河群时代探讨, 《中国区域地质》, 第15期, 1985年。
- [6] 陈荣度: 一个早元古代裂谷盆地——辽东裂谷, 《辽宁地质》, 1984年, 第2期。
- [7] 方如恒:论辽东地区含硼岩系的层位,《辽宁地质学报》,1982年,第1期。
- [8] Faure, G. (潘昭兰、乔广生译): 《同位素地质学原理》,北京,科学出版社, 1983年。
- [9] Andrew, A.等(王义文译): 混合铅等时线: 对不列颠哥伦比亚东南部方铅矿铅同位素数据的新解释, 《地质 地球化学》, 1986年, 第8 期。

## A STUDY ON LEAD ISOTOPE OF EARLY PROTEROZOIC STRATA-BOUND LEAD-ZINC ORE DEPOSITS IN EASTERN LIAONING

#### Fang Ruheng

(Bureau of Geology and Mineral Resources of Liaoning)

#### Abstract

The early Proterozoic strata-bound lead-zinc ore deposits in eastern Liaoning occurred within the carbonate rocks of Gaojayu Formation and Dashiqiao Formation in Liaohe Group, linking to five defined stratigraphic horizons. Hosting rocks are composed of thick magnesian carbonate rocks or clastics and carbonate rocks. The ore bodies occurred within the ancient karst or fault sturcture. There were serpentinization, chloritization and silicification in country rocks. The deposits are characterized as multiple stages of mineralizition.

According to the study of lead isotope for seventy-one significant samples, there are the difference of lead ratio not only the same ore district but also the district each other. The curves can be divided generally into three types, 1) fitting to growth curve  $\mu = 8.20 \pm 0.08$ , 2) the time line of mixed lead, 3) anomalous lead. The first type illustrated lead are homogeneous mixture of lead from mantal and early Proterozoic strata. The second type represents inhomogeneous mixture of lead. The third type shows that anomalous lead are mantle-derived lead contaminated by lead from ancient grantics in the earth crust through comparison between anomalous lead and lead ratio from young volcanite of islands in the Atlantic and the Pacific. The lead originated from the mantle since the features of parameters with low  $\mu$  and low  $\kappa$ .

There are multiple stages of mineralization in strata-bound lead-zinc ore deposits according to the time of mixed lead and model-lead ages, the major stages are middle Proterozoic and Mesozoic.

Since lead ratio not fit growth curves of conformable lead deposits and modlelead ages are younger than country rocks, they show that strata-bound lead-zinc ore deposts are Mississippi valleytype and not exhalative-sedimentary type.

#### Key words

Eastern Liaoning Lead isotope Strata-bound lead-zine ore deposit