

文章编号:1000-4734(2001)04-0681-08

峨眉山玄武岩与铅锌矿床成矿关系初探

——以云南会泽铅锌矿床为例

黄智龙¹ 陈进² 刘丛强¹ 韩润生¹ 李文博¹ 赵德顺² 高德荣² 冯志宏²

(1. 中国科学院地球化学研究所 矿床地球化学开放研究实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 云南会泽铅锌矿, 云南会泽 654211)

摘要:本文以云南会泽铅锌矿床为例,从成矿时代、成矿物来源、成矿流体来源和成矿热动力等方面初步讨论峨眉山玄武岩与铅锌矿床成矿的关系。结果表明:矿床成矿时代可能与峨眉山玄武岩岩浆活动时代相近;峨眉山玄武岩在成矿过程中提供了部分成矿物质;伴随峨眉山玄武岩岩浆活动过程去气作用(包括地幔去气作用和岩浆去气作用)形成的流体参与了会泽铅锌矿床成矿流体的形成;峨眉山玄武岩岩浆活动为成矿热动力的主要来源。

关键词:峨眉山玄武岩;铅锌矿床成矿;会泽铅锌矿床

中图分类号:P618.4 **文献标识码:**A

作者简介:黄智龙,男,1967年生,研究员,主要从事矿床地球化学研究。

位于扬子地台西南缘的川滇黔铅锌多金属成矿域是我国重要的铅、锌、锗、银生产基地之一,目前在该成矿域已发现大、中、小型铅锌多金属矿床和矿点400多个^[1],其中绝大部分矿床(点)的外围都有大面积峨眉山玄武岩分布。对峨眉山玄武岩岩浆活动与成矿的关系,不同学者有不同的认识,廖文^[2]、陈进^[3]、郑传仑^[4]和韩润生等^[5]认为峨眉山玄武岩在成矿过程中提供成矿物质;张云湘等^[6]、沈苏等^[7]、胡耀国^[8]认为峨眉山玄武岩在成矿过程中主要提供热动力;王林江^[9]认为峨眉山玄武岩与铅锌矿床无直接成因联系;柳贺昌^[10]从“峨眉山玄武岩含有铅锌等金属元素和铅锌等矿物”、“在峨眉山玄武岩、玄武质凝灰岩、玄武角砾岩中,多处有铜、黄铁矿、锑、金矿,个别的有铁矿”、“峨眉山玄武岩的展布范围,与铅锌矿的水平分布基本重合,铅锌矿的垂向分布则受前者的限制”、“峨眉山玄武岩等厚度线图与铅锌矿间保持明显的关系”和“与峨眉山玄武岩相当的侵入相辉绿岩岩带和所在区内主要铅锌构造矿带间保持一定关系,被侵入的围岩有蚀变、矿化”等方面论述了峨眉山玄武岩与铅锌矿成矿的关系。本文以

云南会泽铅锌矿床为例,从成矿时代、成矿物来源、成矿流体来源和成矿热动力等方面初步讨论峨眉山玄武岩与铅锌矿床成矿的关系。

1 会泽铅锌矿基本特征

黄智龙等^[11]介绍了云南会泽铅锌矿基本地质特征,在此不再赘述。

铅锌矿床定年一直是国内外地学界的难题,即使是世界上研究程度最高的MVT矿床也是如此^[12],其主要原因是铅锌矿床中一般缺少可直接用于同位素定年的矿物^[12, 13]。Changkakoti等^[14]、Nakai等^[13, 15]、Brannon等^[16]、Christensen等^[17, 18]相继在Nature等高级别刊物上发表了一批直接测定铅锌矿床中硫化物(主要是闪锌矿)或其中流体包裹体Rb-Sr等时线年龄,但由于获得上述等时线年龄对质谱仪性能和超净实验室条件要求很高,目前仅有少数发达国家的有限几个实验室能测得国际公认的可信数据,国内还没有相应年代学资料所道。到目前为止,包括会泽铅锌矿床在内的川滇黔铅锌多金属成矿域还没有一个准确可信的年代学数据,不同学者根据地质和区域铅锌矿床Pb同位素模式年龄对其成矿时代有不同的认识,张云湘等^[6]认为包括会泽铅锌矿在内的滇东北铅锌矿矿带为多期成矿产物,主成矿期为海西晚期和燕山期;欧锦秀^[19]将黔西北青山

收稿日期:2001-10-24

基金项目:国家自然科学基金项目(批准号:40172038);云南省省院省校科技合作项目(2000YK04)

铅锌矿床矿石铅单阶段演化模式年龄 134 ~ 192 Ma 作为成矿年龄,认为矿床形成于燕山期;周朝宪^[20]认为该矿形成于喜山期;柳贺昌等^[11]将其作为上古生界矿床讨论,形成于海西晚期和印支-燕山期。从川滇黔铅锌多金属成矿域 400 多个矿床

(点)集中分布于上二叠统峨眉山玄武岩以下各时代地层中(表 1,只有 3 个矿化点在三叠纪地层中例外)看,本文认为矿床成矿时代可能与峨眉山玄武岩岩浆活动时代相近。

表 1 川滇黔铅锌多金属成矿域矿床、矿点和矿化点统计结果

Table 1. The statistical results of deposits, ore occurrences and mineralization spots in the Sichuan Yunnan Guizhou Pb-Zn multimetal ore-forming area.

矿床地层	成矿规模统计结果							大型矿床名称
	大型	中型	小型	矿点	矿化点	小计	比例	
三叠系					3	3	0.75 %	
二叠系		1	3	9	8	21	5.22 %	
石炭系	2	3	13	39	12	69	17.16 %	会泽矿山厂、会泽麒麟厂
泥盆系		2	7	20	30	59	14.68 %	
志留系		1	5	3	5	14	3.48 %	
奥陶系		2	2	9	26	39	9.70 %	
寒武系		1	3	26	41	71	17.66 %	
震旦系	3	7	15	28	55	108	26.87 %	巧家茂祖、会理天宝山、会东大梁子
基底(昆阳群和会理组)	1		2	6	9	18	4.48 %	会理小石房

注:原始资料据区调报告及普查、勘探资料。

2 成矿物质来源

由于会泽铅锌矿床赋存于下石炭统摆佐组白云岩中,区域上有大面积峨眉山玄武岩分布,较多学者认为成矿物质由碳酸盐地层和玄武岩提供^[1~3,5]。但也有不同的认识,如周朝宪^[20]根据铅锌等成矿物质的背景含量、Pb 和 Sr 同位素组成认为成矿物质主要由早震旦纪火山岩提供;李连举等^[21]提出上震旦统、下寒武统、中上泥盆统和石炭系地层是矿区重要的矿源层;胡耀国^[8]则认为成矿物质主要来源于区域前寒武纪基底(如昆阳群等)。以下证据表明,峨眉山玄武岩在会泽铅锌矿床成矿过程中具有提供部分成矿物质的作用。

2.1 成矿元素含量

从表 2 中可见,会泽铅锌矿床矿区玄武岩成矿元素 Pb、Zn、Ag、Ge、Ga、Cd 和 In 等(下同)的含量明显高于各时代地层,除 Cd 和 In 外,其它元素也略高于克拉克值,暗示玄武岩具有提供成矿物质的潜力。值得注意的是,会泽铅锌矿床玄武岩与西南其它地区峨眉山玄武岩成矿元素含量不具明显差异(图 1),且与中国东部以及国外玄武

岩成矿元素含量相近,表明峨眉山玄武岩在成矿过程中提供大量成矿物质的可能性较小,但不排除部分成矿物质来源于这类岩石。

2.2 铅同位素

除矿石矿物方铅矿外,会泽铅锌矿床的闪锌矿、黄铁矿和矿石的铅同位素组成非常稳定,虽然方铅矿的铅同位素组成变化范围相对较宽,但大部分样品位于闪锌矿、黄铁矿和矿石的铅同位素组成范围之内。在铅同位素的卡农图上(图 2),会泽铅锌矿矿石和矿石矿物(方铅矿、闪锌矿、黄铁矿)均为正常铅,且全部投于 Th 铅区域,集中于靠近 U 铅的狭小范围内,同时可见,部分地层和玄武岩样品的铅同位素组成也落入方铅矿范围之内,表明地层和玄武岩均可能提供成矿物质。在²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb-²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb 图上(图 3),会泽铅锌矿矿石和矿石矿物(方铅矿、闪锌矿、黄铁矿)投入下地壳铅平均演化线与岛弧铅平均演化线之间的克拉通化地壳范围内,且集中于一个狭小范围内,部分地层和玄武岩样品的铅同位素组成落入方铅矿范围之内,同样表明地层和玄武岩均可能提供成矿物质。

表 2 会泽铅锌矿地层及峨眉山玄武岩成矿元素含量统计结果($\times 10^{-6}$)

Table 2. The statistic contents of ore-forming elements in strata and Emeishan basalt in the Huize Pb Zn deposit.

		Pb	Zn	Ag	Ge	Ga	Cd	In
震旦纪灯影组白云岩	范围	1.78 ~ 4.44	3.16 ~ 5.85	0.414 ~ 0.447	0.143 ~ 0.225	0.009 ~ 0.408		0.003 ~ 0.011
	均值	3.10(3)	4.50(2)	0.431(2)	0.188(3)	0.169(3)	0.039	0.007(3)
寒武系筇竹寺组砂负岩		21.4	62.9	0.572	1.66	22.1	0.088	0.065
泥盆系海口组粉砂岩		5.82	12.9		1.11	5.98	0.072	0.009
泥盆系宰格组硅质灰岩	范围	1.58 ~ 5.82	3.28	0.083 ~ 0.748	0.210 ~ 0.366	0.290 ~ 2.13		0.007 ~ 0.047
	均值	3.06(3)		0.359(3)	0.266(3)	1.17(3)	0.173	0.022(3)
石炭系大塘组灰岩	范围	2.11 ~ 7.44	5.28	0.328	0.169 ~ 0.231	0.172 ~ 0.463	0.160 ~ 0.366	
	均值	4.78(2)			0.200(2)	0.318(2)	0.263(2)	0.006
石炭系摆佐组白云岩	范围	0.740 ~ 12.3	1.91 ~ 26.2	0.177 ~ 0.587	0.151 ~ 0.220	0.018 ~ 0.264	0.058 ~ 0.231	0.002 ~ 0.006
	均值	3.64(7)	8.73(4)	0.311(5)	0.190(7)	0.088(4)	0.118(7)	0.004(4)
石炭系威宁组灰岩	范围	2.06 ~ 11.4	3.48 ~ 13.45	0.372 ~ 1.09	0.199 ~ 0.289	0.163 ~ 1.25		0.006
	均值	5.71(3)	8.47(2)	0.731(2)	0.240(3)	0.530(3)	0.656	
石炭系马平组灰岩	范围	2.04 ~ 20.3	14.8	0.854	0.171 ~ 0.205	0.023 ~ 0.080	0.196 ~ 0.396	0.006 ~ 0.008
	均值	11.2(2)			0.188(2)	0.052(2)	0.296(2)	0.007(2)
二叠系栖霞-茅口组灰岩	范围	1.51 ~ 2.26	16.4	0.368	0.151 ~ 0.264			0.001
	均值	1.89(2)			0.208(2)	0.119	0.281	
二叠系梁山组含炭砂岩		4.84	11.2		1.14	1.86	0.158	0.013
二叠系峨眉山玄武岩	范围	2.86 ~ 53.4	96.0 ~ 134	0.361 ~ 0.737	0.997 ~ 1.88	18.3 ~ 25.5	0.022 ~ 0.148	0.061 ~ 0.074
	均值	14.5(8)	121(8)	0.567(7)	1.56(8)	22.6(8)	0.060(7)	0.079(8)
克拉克值 ^[22]		12	94	0.075	1.4	18	0.15	0.14
中国东部玄武岩 ^[23]		9.60	120	0.046	1.15	20.5	0.10	0.075

注:原始数据由中国科学院地球化学研究所 ICP-MS 分析;元素检出限($\times 10^{-6}$): Pb 0.5, Zn 1, Ag 0.01, Ge 0.05, Ga 0.01, Cd 0.02, In 0.001;括号内为样品数.

3 成矿流体来源

由于会泽铅锌矿不同稳定同位素组成示踪出不同成矿流体来源,有关成矿流体来源更是众说纷纭。以下事实表明峨眉山玄武岩岩浆活动在成矿流体形成过程中具有重要意义。

3.1 脉石矿物方解石 REE 地球化学

方解石是会泽铅锌矿床原生矿石中唯一的脉石矿物,其形成贯穿整个成矿过程,韩润生等^[24]的分析结果表明,方解石是矿石 REE 主要载体矿物,研究方解石 REE 地球化学,可提供成矿流体

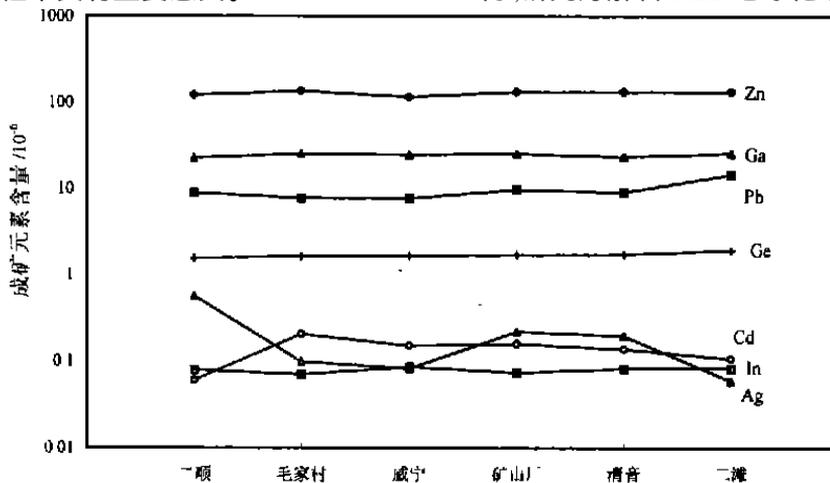


图 1 峨眉山玄武岩成矿元素含量对比图(原始数据由本文测定)

Fig. 1. The comparative diagram of ore-forming elements in Emeishan basalts.

来源与演化方面的重要信息。黄智龙等^[11]系统分析了云南会泽铅锌矿床方解石 REE 含量,结果表明矿石中方解石的 REE 含量、有关参数和配分模式既不同于矿区出露的各时代地层,也不同于峨眉山玄武岩,最大特征是 REE 相对富集,配分模式为 LREE 富集型,据些认为相对富集 LREE 的地幔流体活动在会泽铅锌矿床成矿流体形成过程具有重要意义。

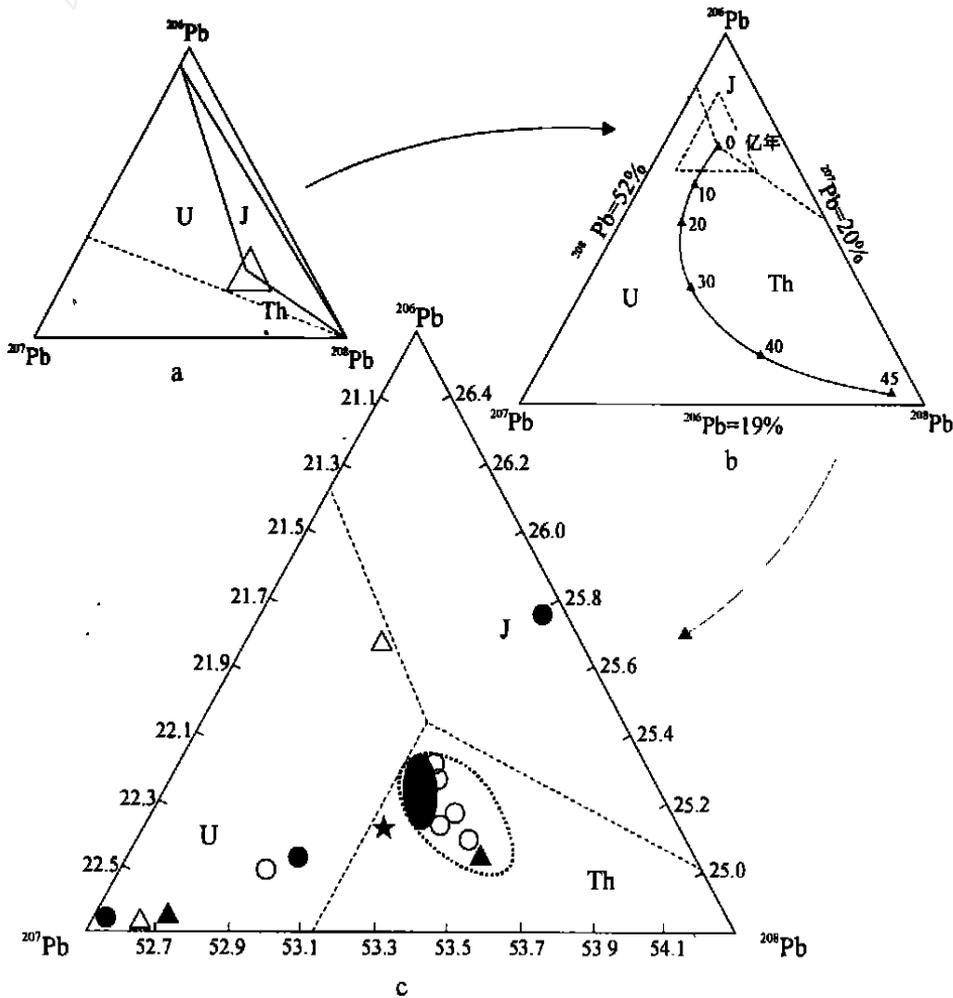
3.2 碳、氧同位素

会泽铅锌矿床方解石的 $^{13}C_{PDB}$ 值为 -2.1‰ ~ -3.5‰ , 极差 -1.4‰ , $^{18}O_{SMOW}$ 值为 $+16.7\text{‰}$ ~ $+18.6\text{‰}$, 极差 $+1.9\text{‰}$ 。在 $^{13}C_{PDB}$ - $^{18}O_{SMOW}$ 图(图 4)上集中于火成碳酸岩和地幔包体与海相碳

酸盐岩之间的狭小范围内。如果将 $^{13}C_{PDB}$ 值介于 2‰ ~ -9‰ 之间作为幔源 CO_2 的判别标志之一,会泽铅锌矿矿石中方解石位于地幔 $^{13}C_{PDB}$ 值范围的低值区,说明幔源 CO_2 参与了成矿流体的形成;去气作用(包括地幔去气和岩浆去气)过程 C、O 同位素组成将发生一定程度的分馏,分馏结果表现为 $^{13}C_{PDB}$ 值降低, $^{18}O_{SMOW}$ 值升高,在图 4 上可见,会泽铅锌矿矿石中方解石的 C、O 同位素组成总体呈负相关关系,暗示去气作用(包括地幔去气和岩浆去气)形成的流体参与了成矿流体的形成。

3.3 氢、氧同位素

会泽铅锌矿方解石的 D_{H_2O} 值为 -55.8‰ ~ -75‰ , $^{18}O_{H_2O}$ 值为 $+6.44\text{‰}$ ~ -8.04‰ , 在 D_{H_2O} -



栖霞茅口组 摆佐组 宰格组 灯影组 峨眉山玄武岩

图 2 会泽铅锌矿铅同位素的卡农图

Fig. 2. The Karlon diagram of Pb isotopic compositions in the Huize Pb Zn deposit. (图(c)中点线区为方铅矿分布区,阴影区为方铅矿集中区和黄铁矿、闪锌矿和矿石分布区)

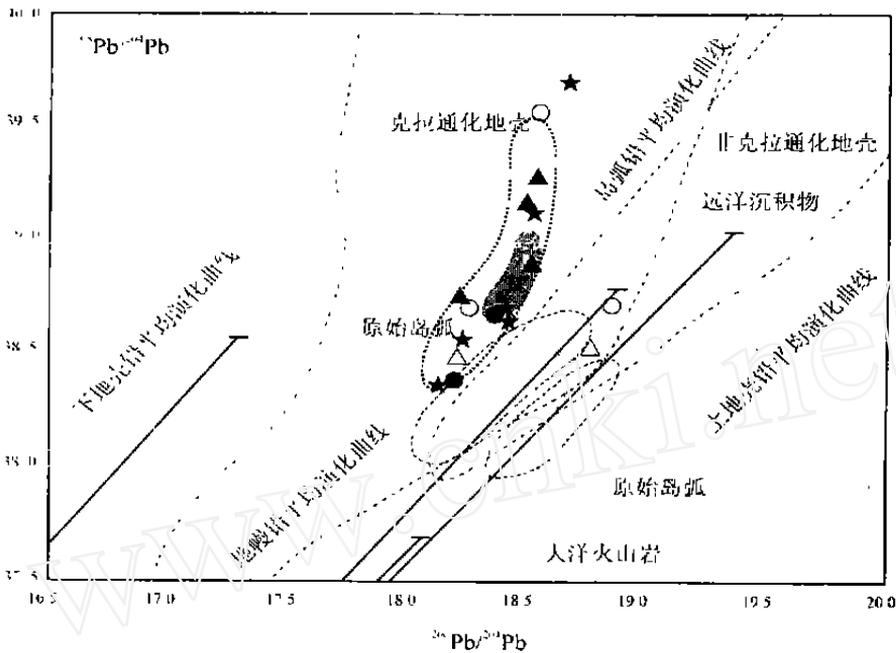


图 3 会泽铅锌矿²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb-²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb 图(图例同图 2)
 Fig. 3. ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb-²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb diagram of the Huize Pb-Zn deposit.

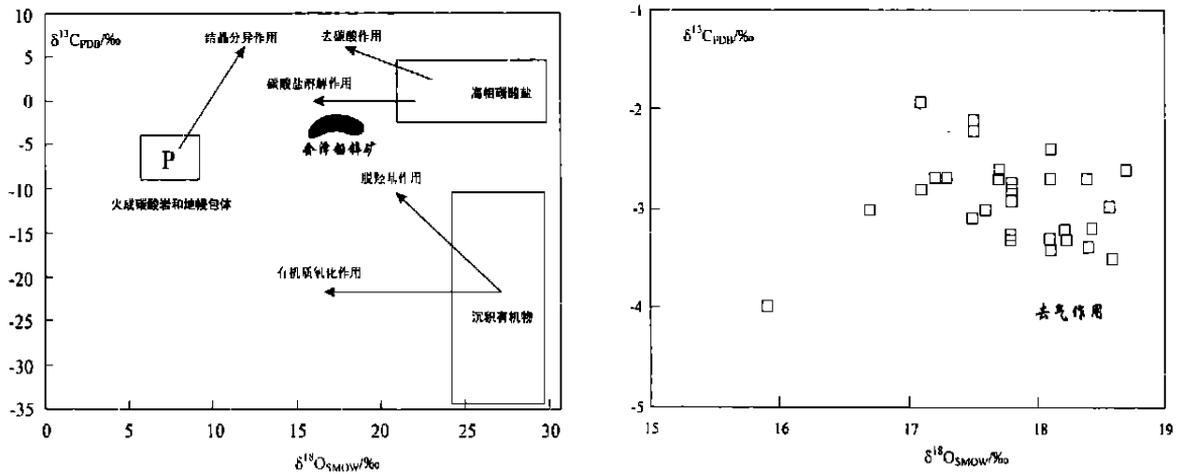


图 4 会泽铅锌矿的 ¹³C_{PDB}-¹⁸O_{SMOW} 图
 Fig. 4. ¹³C_{PDB}-¹⁸O_{SMOW} diagram of the Huize Pb-Zn deposit.

¹⁸O_{H₂O}图上(图 5),全部样品落入岩浆水区域,表明地幔流体在成矿流体形成过程中具有重要意义。

综上所述,地幔流体活动在会泽铅锌矿床成矿流体形成过程中具有重要意义。会泽铅锌矿床外围有大规模峨眉山玄武岩出露,川滇黔铅锌多金属成矿域的绝大部分矿床也分布于峨眉山玄武岩区,大量研究结果已证实^[25~28],峨眉山玄武岩

为地幔柱活动产物、岩浆起源于相对富集地幔、具有拉张构造环境(如小江断裂等)、岩浆演化过程中分异出大量流体等,这些均证实峨眉山玄武岩岩浆活动过程伴随大量地幔流体活动。也就是说,伴随幔源峨眉山玄武岩岩浆活动过程中去气作用(包括地幔去气作用和岩浆去气作用)形成的流体参与了会泽铅锌矿床成矿流体的形成。

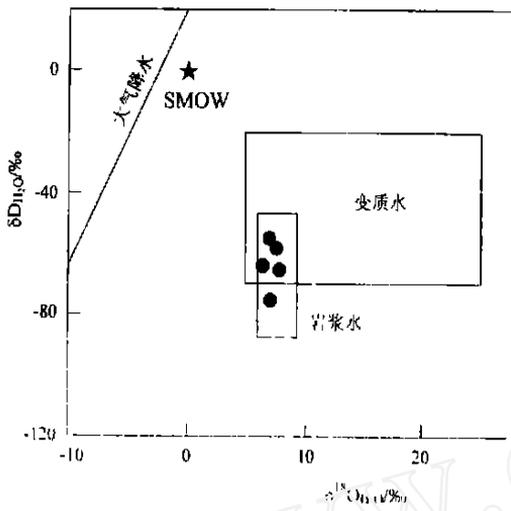


图5 会泽铅锌矿 $D_2H_2O-^{18}O_2H_2O$ 图

Fig. 5. $D_2H_2O-^{18}O_2H_2O$ diagram of the Huize Pb-Zn deposit.

4 成矿热动力

根据现有流体包裹体研究成果,会泽铅锌矿成矿温度在 $200 \pm$,成矿深度为 $2 \sim 2.5$ km。如果按最大地温梯度 $1 / 30m$,可以计算出在成矿深度范围内的温度最大不超 100 ,远小于成矿温度,可见成矿过程中必然有其他热动力。由于会泽铅锌矿铅同位素均为正常铅(图2),因而可排除放射性元素衰变产生的放射性热源提供主要热动力的可能性。区域上与成矿时代相近的岩浆活动只有峨眉山玄武岩,所以峨眉山玄武岩岩浆活动是成矿热动力最理想的提供者。张云湘等^[6]、沈苏等^[7]、柳贺昌^[10]和胡耀国^[8]的研究也支持这种推论。

5 结 语

云南会泽铅锌矿是川滇黔铅锌多金属成矿域中很有代表性的矿床,该矿由相距约 3 km的矿山厂矿床和麒麟厂矿床组成,自1992年在麒麟厂矿床深部找到6号矿体后,1999年和2000年又相继在矿山厂矿床深部和麒麟厂矿床深部找到了1号、8号和10号矿体,Pb+Zn储量达超大型规模,伴生的Ag、Ge、Ga、Cd、In等的储量也很可观,且矿

体还可能向深部延伸。该矿床以其铅锌品位特高(Pb+Zn多在 $25\% \sim 35\%$ 之间,部分矿石超过 60%)、伴生有用元素多(Ag、Ge、Cd、In、Ga等)而引起国内外地学界的极大关注,许多学者对该矿床做过研究工作,对矿床成因提出过不同模式,如岩浆-热液成因^[29]、沉积成因^[30]、沉积-原地改造成因^[31]、沉积-改造成因^[2, 32]、沉积-成岩期后热液改造-叠加成因^[3]、MVT矿床^[20]和沉积-改造-后成成因^[1]等,但这些模式都无法全面解释矿床的成矿机制。

地幔柱-热点成矿作用是当今矿床学的研究热点之一,李红阳等^[33]和牛树银等^[34]指出,地幔柱-热点活动可形成有利于成矿的“成矿物质大规模聚集的成矿物质场”、“驱动壳幔成矿物质的热-化学交换和流体输导运移的成矿能量场”和“矿质迁移和沉淀的成矿空间场”,因而从根本上控制了“大矿集中区”的发育;王登红^[28]在评述地幔柱-热点成矿作用中强调,地幔柱-热点可能影响到各种环境的矿床和地球演化各个阶段的成矿作用。峨眉玄武岩是我国较为典型地幔柱活动产物^[25-28],谢家荣^[29]在20世纪60年代就注意到西面大面积峨眉山玄武岩岩浆活动与成矿具有内在联系,但由于在这类岩石中没有找到像样的矿床而一直未被矿床学家所重视,到20世纪90年代随着地幔柱-热点成矿作用研究的不断深入,峨眉山玄武岩岩浆活动与成矿关系才逐渐被我国矿床学家所关注,柳贺昌^[10]从多方面论证了峨眉山玄武岩与铅锌成矿的关系,侯增谦等^[35]已将三江地区金属矿床与幔柱构造对应起来,将赋存于碳酸盐地层的铅锌银矿床(川滇黔铅锌金属成矿域的矿床绝大部分为这种类型)归入热幔柱成矿体系的热幔柱-热点成矿系统之内,其成矿体制为热动力成矿。本文以云南会泽铅锌矿床为例,从成矿时代、成矿物来源、成矿流体来源和成矿热动力等方面初步讨论峨眉山玄武岩与铅锌矿床成矿的关系,仅起抛砖引玉作用,还存在许多科学问题有待进一步研究。相信随着峨眉山玄武岩与铅锌矿床成矿关系的深入研究,在川滇黔铅锌多金属成矿域矿床成因理论研究方面会取得重大突破。

参 考 文 献

- [1] 柳贺昌, 林文达. 滇东北铅锌银矿床规律研究[M]. 昆明: 云南大学出版社, 1999. 1~419.
- [2] 廖文. 滇东、滇西 Pb-Zn 金属区 S、Pb 同位素组成特征与成矿模式探讨[J]. 地质与勘探, 1984, (1): 1~6.
- [3] 陈进. 麒麟厂铅锌硫化矿床成因及成矿模式探讨[J]. 有色金属矿床与勘查, 1993, 2(2): 85~89.
- [4] 郑传伦. 黔西北铅锌矿的矿质来源[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1994, 14(2): 113~124.
- [5] 韩润生, 李元, 陈进, 等. 会泽铅锌矿床深部找矿预测研究[R]. 昆明理工大学科研报告. 2000.
- [6] 张湘湘, 骆耀南, 杨崇喜, 等. 攀西裂谷[M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [7] 沈苏, 金明霞, 陆元法, 等. 西昌-滇中地区主要矿产成矿规律及找矿方向[M]. 重庆: 重庆出版社, 1988. 1~276.
- [8] 胡耀国. 贵州银厂坡银多金属矿床银的赋存状态、成矿物质来源与成矿机制[D]. 中国科学院地球化学研究所博士学位论文. 2000.
- [9] 王林江. 黔西北铅锌矿床的地质地球化学特征[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1994, 14(2): 125~130.
- [10] 柳贺昌. 峨眉山玄武岩与铅锌成矿[J]. 地质与勘探, 1995, 31(4): 1~6.
- [11] 黄智龙, 陈进, 刘丛强, 等. 云南会泽铅锌矿床脉石矿物方解石 REE 地球化学[J]. 矿物学报, 2001, 21(4): 659~666.
- [12] Sangster D F. Mississippi Valley-type lead-zinc [J]. *Geol. Surv. Can.*, 1996, (8): 253~261.
- [13] Nikai S, Halliday A N, Kesler S E and Jones H D, et al. Rb-Sr dating of sphalerites from Mississippi Valley-type (MVT) ore deposits [J]. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1993, 57: 417~427.
- [14] Changkakoti A J, Gray D and Krstic GL, et al. Determination of radiogenic isotopes (Rb/Sr, Sm/Nd), and Pb/Pb in fluid waters: An example from the Bluebell Pb-Zn deposit, British Columbia, Canada [J]. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1988, 52: 961~967.
- [15] Nikai S, Halliday A N and Kesler SE, et al. Rb-Sr dating of sphalerites from Tennessee and the genesis of Mississippi Valley-type ore deposits [J]. *Nature*, 1990, 346: 354~357.
- [16] Brannon J C, Podosek F A and McLimans R K. Alleghenian age of the Upper Mississippi Valley-type zinc-lead deposit determined by Rb-Sr dating of sphalerite [J]. *Nature*, 1992, 356: 509~511.
- [17] Christensen J N, Halliday A N and Leigh K E, et al. Direct dating of sulfides by Rb-Sr: A critical test using the Polarix Mississippi Valley-type Zr-Pb deposit [J]. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1995, 59: 5191~5197.
- [18] Christensen J N, Halliday A N and Vearncombe J R, et al. Testing models of scale crustal fluid flow using direct dating of sulfides: Rb-Sr evidence for early dewatering and formation of Mississippi Valley-type deposits, Canning Basin, Australia [J]. *Econ. Geol.*, 1995, 90: 877~884.
- [19] 欧锦秀. 贵州水城青山铅锌矿床的成矿地质特征[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1996, 16(3): 277~282.
- [20] 周朝宪. 滇东北麒麟厂铅锌矿床成矿金属来源、成矿流体特征和成矿机理研究[J]. 矿物地球化学通报, 1998, 17(1): 34~36.
- [21] 李连举, 刘洪滔, 刘继顺. 滇东北铅、锌、银矿床矿源层问题探讨[J]. 有色金属矿产与勘查, 1999, 8(6): 333~339.
- [22] 黎彤, 倪守斌. 地球和地壳的化学元素丰度[M]. 北京: 地质出版社, 1990. 1~136.
- [23] 鄢明才, 迟清华. 中国东部地壳与岩石的化学组成[M]. 北京: 科学出版社, 1997. 153-217.
- [24] 韩润生, 刘丛强, 黄智龙, 等. 云南会泽铅锌矿床构造控矿及断裂构造岩稀土元素组成特征[J]. 矿物岩石, 2000, 20(4): 11~18.
- [25] Chung S L and John B M. Plume-lithosphere interaction in generation of the Emeishan flood basalts at the Permian-Triassic boundary [J]. *Geology*, 1995, 23: 889~892.
- [26] 卢纪仁. 峨嵋地幔柱的动力学特征[J]. 地球学报, 1996, 17(4): 424~438.
- [27] 陈毓川, 毛景文, 骆耀南, 等. 四川大水沟碛(金)矿床地质和地球化学[M]. 北京: 原子能出版社, 1996. 1~145.
- [28] 王登红. 地幔柱及其成矿作用[M]. 北京: 地震出版社, 1998. 1~160.
- [29] 谢家荣. 中国矿床学总论[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1963. 56~172.
- [30] 张位及. 试论滇东北 Pb-Zn 矿床的沉积成因和成矿规律[J]. 地质与勘探, 1984, (7): 11~16.
- [31] 陈士杰. 黔西滇东北铅锌成矿成因探讨[J]. 贵州地质, 1986, 3(3): 211~222.
- [32] 赵准. 滇东、滇东北地区铅锌矿床的成矿模式[J]. 云南地质, 1995, 14(4): 364~376.
- [33] 李红阳, 阎升好, 王金锁, 等. 试论地幔柱与成矿——以冀西北金多金属成矿区为例[J]. 矿床地质, 1996, 15(3): 249~256.
- [34] 牛树银, 李红阳, 陈爱群, 等. 地幔热柱的多次演化及其成矿作用——以冀北地区为例[J]. 矿床地质, 1996, 15(4): 298~307.
- [35] 侯增谦, 李红阳. 试论幔柱构造与成矿系统——以三江特提斯成矿域为例[J]. 矿床地质, 1998, 17(2): 97~113.

**A PRELIMINARY DISCUSSION ON THE GENETIC RELATIONSHIP BETWEEN
EMEISHAN BASALTS AND Pb-Zn DEPOSITS AS EXEMPLIFIED BY THE
HUIZE Pb-Zn DEPOSIT, YUNNAN PROVINCE**

Huang Zhilong¹ Chen Jin² Liu Congqiang¹ Han Runsheng¹
Li Wenbo² Zhao Deshun² Cao Derong² Feng Zhihong²

(1. *Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002;*

2. *Huize Pb-Zn Mine of Yunnan, Huize 654211*)

Abstract : Taking the Huize Pb-Zn deposit as an example , this paper deals with the genetic relationship between Emeishan basalt and Pb-Zn deposits in terms of ore-forming age , ore-forming material source , ore-forming fluid source and metallogenothermal dynamics. The results show that the metallogenetic age of the Huize Pb-Zn deposit seems to be close to the age of formation of Emeishan basalts , the basalts may have provided ore-forming materials , the fluid resultant from degassing (including mantle degassing and magmatic degassing) in accompany with the Emeishan basaltic magmatic activities was involved in the formation of ore-forming fluid responsible for the Pb-Zn deposits , and the Emeishan basaltic magmatic activities are the main source of metallogenothermal dynamics.

Key words : Emeishan basalt ; Pb-Zn deposit ; Huize Pb-Zn deposit ; Yunnan