



地质·矿床

南方两类铅锌矿床的若干特征

中国科学院地球化学研究所

尹汉辉 李锡林 喻茨玫 张国新

我国南方(主要指湘、桂、粤、黔),铅锌矿床广布,类型繁多。这些矿床,过去曾被统称为“热液矿床”,认为与燕山期花岗岩有成因关系。1959年孟宪民教授提出了“沉积”成因观点,但当时未曾引起重视。1972年涂光炽教授提出“沉积—再造”成因观点。近年来,越来越多的地质工作者接受并发展了老一辈矿床地质学家提出的论点。

作者等多年来曾对本区一些规模较大或有代表性的矿床进行地质调查,并着重对凡口、水口山、东坡等矿床进行岩矿、同位素、矿物包裹体等多方面的综合研究,在前人工作的基础上,提出本区主要铅锌矿床可以划分为两大类。

与燕山中酸性、酸性浅成—超浅成岩类有关的岩浆期后热液矿床

1. 水口山铅锌矿床:位于衡阳盆地南缘,盐湖复式向斜北端。区内出露地层主要是二迭系栖霞组灰岩,茅口组灰岩、砂页岩,乐平组砂页岩夹煤层以及白垩系衡阳红色砂岩。二迭系地层组成一系列近南北走向的背斜和向斜。岩浆岩主要是花岗闪长岩、花岗斑岩、石英闪长斑岩等。花岗闪长岩由几个形态复杂的小岩体组成,出露面积3~4平方公里,岩体及围岩蚀变强烈,并有明显的水平分带性。岩体本身受绢云母化、绿泥石化及钾长石化(后者伴随放射性异常);接触带自里往外有夕卡岩化(宽1~20米)、角岩化、硅化、大理岩化等。角岩化发育在超覆岩体上方,岩体与砂页岩接触部位。硅化往往与黄铁矿伴随。大理岩化广泛发育,二迭系地层普遍有不同程度的大理岩化。围岩蚀变自地表(约200米标高)至深部约-1000米尚连续存在。铅锌矿体主要分布在花岗闪长岩岩体接触带,矿体形态极不规则,有柱状、囊状、似层状、透镜体等,远离岩体接触带的矿体呈脉状,充填裂隙,

一般规模较小,矿化也有明显的分带性及阶段性。伴随夕卡岩化的钨、钼、铋矿化,出现在岩体内接触带蚀变的花岗闪长岩及夕卡岩中;黄铁矿矿体伴随硅化,产在夕卡岩化带外侧大理岩中;铅、铜矿体伴随绿泥石化,产在黄铁矿矿体外侧大理岩中。矿体呈带状分布,并沿花岗闪长岩岩体接触带往深部延深达1000米以上,整个矿化带的产状与接触带一致。矿石以致密块状为主,主要金属矿物是方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿,其次是磁铁矿、赤铁矿、黝锡矿、白钨矿、辉钼矿、辉钨矿等。非金属矿物有石榴石、透辉石、符山石、萤石、绿泥石、方解石、石英等。

2. 东坡铅锌矿床:是围绕千里山花岗岩体外围接触带分布的钨、锡、钼、铋、铜、铅、锌、黄铁矿多金属矿田。铅锌矿床只是其中的一个组成部分。整个矿田可分四次酸性岩浆侵入和成矿期:第一期(主期)是中粒黑云母斑状花岗岩侵入及夕卡岩—云英岩复合型钨、钼、铋成矿期;第二期(补充期)是中细粒二云母花岗岩侵入及大理岩型锡矿成矿期;第三期是花岗斑岩侵入及锡、铜、铅、锌成矿期;第四期是石英斑岩活动及黄铁矿成矿期。本文只涉及第三期岩浆侵入及成矿作用。

矿田中的铅锌矿床与花岗斑岩在空间上和时间上都有密切关系,往往产在花岗斑岩岩脉两侧,两者产状一致,而且都切割第一、二两期岩浆岩及与其有关的蚀变矿化带。主要有两个成矿阶段:一是锡、铜、铅、锌多金属硫化物阶段,产在夕卡岩及大理岩中,靠近或紧贴花岗斑岩,矿体呈脉状、柱状、透镜状,与围岩界限不清楚,有绿泥石化,致密块状矿石。主要矿物有锡石、毒砂、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿;二是铅锌矿脉阶段,有黄铁

矿、铅锌矿脉和萤石铅锌矿脉两种。前者主要产在大理岩中,与围岩界线不清楚,有绿泥石化,块状矿石,主要矿物是黄铁矿、方铅矿、闪锌矿;后者主要产在灰岩中,与围岩界线清楚,有硅化、碳酸盐化,粗粒块状矿石。上部有角砾状构造,主要矿物有闪锌矿、方铅矿、萤石、方解石、石英等。铅锌矿脉有一定的垂直分带性:上部为方解石、萤石、角砾状铅锌矿;中部以块状铅锌矿为主,含少量黄铁矿、黄铜矿;下部以黄铁矿为主,其次是毒砂、磁黄铁矿及铅锌矿石;深部以磁黄铁矿为主,黄铁矿次之,锌铅含量降低,往往出现夕卡岩。

此外,如大厂矿田龙箱盖为夕卡岩铜锌矿床,与大厂隐伏黑云母花岗岩有关。黄沙坪铁铅锌多金属矿床,与黑云母花岗岩斑岩、石英(次流纹)斑岩有关。浏阳铅锌矿与石英斑岩有关。这类矿床的主要地质特征是与燕山晚期花岗岩、花岗闪长岩、花岗斑岩、石英斑岩等小岩体、岩脉有关,围岩蚀变和矿物组分都很复杂,有明显的空间分带性和多阶段的成矿过程。

、与上古生代碳酸盐沉积建造有关的沉积—改造铅锌矿床

1. 凡口铅锌矿床:位于“闽干隆起”与“湘桂粤拗陷”毗连的曲江构造盆地中。后者为一复式向斜,轴向北西,向南东倾伏,周围是寒武系砂页岩。泥盆系下统桂头群砂岩、页岩分布在盆地的边缘,与寒武系地层呈角度不整合接触。往盆地中心依次出露中泥盆、上泥盆统以至中生代地层。中泥盆统东岗岭组页岩、砂岩、白云岩、灰岩,厚145米,有层状菱铁矿、铅锌矿产出;上统天子岭组灰岩、白云岩,厚200~350米,是铅锌矿床的主要含矿层位。帽子峰组砂页岩夹泥灰岩,厚80~150米,有层状铅锌矿体产出,往上在中上石炭统壹天群白云岩中,局部有铅锌矿化。

矿体分两种:一是层状矿体,产在帽子峰组砂岩、页岩、泥灰岩中,与地层是整合关系。细粒浸染状和松散状矿石,主要由黄铁矿、闪锌矿、方铅矿组成,规模小,品位低;二是脉状、透镜状及其他不规则状矿体,穿层产出,受北东构造断裂带控制。致密块状黄铁矿、铅锌矿矿石为主,其次是浸染状铅锌矿石。矿物组分与层状矿体相似,含

少量毒砂、辉锑矿、辰砂。镜下可见黄铁矿呈同心圆状构造及生物结构,规模大,品位较高。矿区内除一些基性岩脉外,未见其他岩浆岩出露。在矿区北面10公里以外,有花岗岩体出露,但与矿床的形成并无明显联系。

2. 泗顶铅锌矿床:位于江南古陆南缘,泗顶—古丹构造凹陷内。区内出露地层有寒武系浅变质砂页岩、下泥盆统郁江组砂砾岩、中泥盆统东岗岭组灰岩。但中下泥盆统地层在本区西部变薄或缺失,而在东部较发育。上泥盆统地层包括生物灰岩、白云岩、结晶灰岩分布广泛,厚达300米,是本区主要的含矿层位。泥盆系地层与寒武系呈角度不整合接触,大致形成一个平缓的背斜构造,背斜两翼地层倾角 $5\sim 15^\circ$ 。主要构造断裂是北北西向断层,控制矿区的陡倾斜脉状矿体;其次是北东向断层,不甚发育。矿体也分两种:一是缓倾斜层状、似层状矿体,与含矿地层是整合、过渡关系,界线不清楚。矿体边部闪锌矿、方铅矿呈细粒浸染状分布,品位低。矿体中部出现稠密浸染状和块状矿石,品位增高。由于层间错动的影响,在层状矿体内也出现斜交层理的方解石铅锌矿小脉,脉宽一般几至十几厘米,长几米至十几米,脉中充填粗粒块状方解石、方铅矿、闪锌矿,如七号矿体;二是陡倾斜脉状矿体,穿层产出,受北西向断层控制,矿体与围岩界线清楚,有硅化,中粗粒块状矿石,规模较大,品位高。两种矿体的矿物组分相似,主要是方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、方解石、石英和少量萤石、重晶石等。区内无岩浆岩出露,地层、构造都比较简单。

此外,广西乐梅重晶石铅锌矿床,含矿地层为下泥盆统郁江组上部白云岩。贵州杉树林铅锌矿,含矿地层为中石炭统灰岩。总之,在湘、桂、粤、黔大面积分布、长期发育的上古生界,特别是泥盆系碳酸盐建造中,广泛分布有沉积—改造型的铅锌矿床。它们的主要地质特征是与岩浆岩无明显联系,受地层层位和岩性控制,改造矿体受构造断裂控制,围岩蚀变和矿物组分简单,分带性不明显,成矿过程包括同生沉积(成岩)阶段及后期改造阶段。

铅同位素组成

从以上两类成因的铅锌矿床矿石铅同位素组成(表1)可见:

两类铅锌矿床矿石铅同位素组成⁽¹⁾

表 1

类型	实例	样品号	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	模式年龄 ϕ 百万年(4)	含矿地层 (和/或)岩体	样品来源及 分析单位
岩浆热液铅锌矿床	水口山	Pb08	1.18	18.35	15.58	180	花岗闪长岩	地质部博物馆, 本所一室
		Pb19	1.18	18.36	15.50	70	K-Ar同位素年龄值为106百万年	
		74-240	1.18	18.10	15.32	30		(2)
		74-042	1.19	18.39	15.45	0		
	东坡	D-23	1.19	18.98	15.90	130	花岗斑岩 <139百万年(3)	作者 本所一室
		TW2-4	1.19	19.24	15.07	150		
	黄沙坪	W-27	1.18	18.69	15.45	0	石英斑岩	作者, 本所一室
沉积-改造铅锌矿床	凡口	5A0501	1.17	18.79	16.02	390		孟宪民, 本所一室
		6A0578	1.17	18.38	15.73	340		
		f42	1.17	18.15	15.55	290	泥盆系	作者, 本所一室
		74-1	1.18	18.55	15.78	280		(2)
	口	74-2	1.19	18.81	15.85	180		
		74-8	1.17	18.12	15.51	260		
		74-4	1.17	18.36	15.66	270		
		74-5	1.18	18.38	15.59	170		

注: (1) 除本表所列的16个样品数据以外, 另有26个样品数据是参考《全国同位素地质会议论文集(第三集)》, 未列出

(2) 资料来源: 陈好寿, 宜昌地质矿产研究所, 《全国同位素地质会议论文集(第三集)》, 地质出版社, 1979年

(3) 为花岗岩K-Ar同位素年龄值

(4) ϕ 值是根据B. R. Doe, 《Econ. Geol.》, v. 69, No6, pp. 756~757, 1974计算的

1. 沉积-改造铅锌矿床, 具有典型层状硫化物矿床铅同位素组成比较均一的特征, 如凡口矿床, 铅同位素比值比较稳定, 模式年龄接近含矿地层的地质时代(泥盆纪)。但也有例外, 如泗顶、杉树林矿床, 铅同位素比值变化范围较大, 模式年龄值有的接近、少数大于、多数小于含矿地层的地质时代。这可能是矿床区域含有较高的放射性异常造成的, 如泗顶矿床就有相当规模和品位的含铀方解石脉。因此, 这类矿床铅的来源, 除了与含矿地层同生沉积的普通铅以外, 放射成因铅的加入是明显的。

2. 岩浆热液铅锌矿床, 如水口山、黄沙坪、龙箱盖、东坡矿田的柿竹园、东坡山等, 是产在岩体接触变质带上的夕卡岩型铅锌矿床, 其铅同位素比值相当近似, 模式年龄值小于180百万年。矿床铅可能主要来自燕山期酸性岩浆。但在远离岩体接触带的矿区, 如东坡矿田的横山矿区, 矿石铅同位素比值变化较大, 其来源除了与燕山期中酸性岩浆有关以外, 来自围岩或放射成因铅都有

可能。

根据上述八个矿床中的41个样品, 两类矿床矿石铅同位素比值范围为: $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = 18.10 \sim 19.32$; $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = 15.29 \sim 16.51$; $\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = 38.21 \sim 42.23$ 。μ值为9~10。模式年龄值只有一个大于500百万年, 3个是400~500百万年; 其余均小于400百万年, 基本上是后寒武纪或后加里东铅。但是, 沉积-改造矿床主要是上古生代海洋沉积铅(与含矿地层同生沉积), 其模式年龄值在22个样品数据中, 有12个大于200百万年, 比较接近含矿地层时代。而岩浆热液矿床主要是深部带来的岩浆岩铅, 其模式年龄值在19个样品数据中, 只有3个大于200百万年, 其余均小于180百万年, 比较接近于燕山花岗岩的K-Ar同位素或其他同位素年龄值。然而, 燕山晚期区域性的铀钍成矿作用, 对于两类矿床都有放射成因铅不均一混合, 使矿石铅的模式年龄产生偏低以至出现零值的情况。

硫同位素组成

从两类矿床的硫同位素组成(见图)可以看出,岩浆热液铅锌矿床,如水口山、东坡矿床的 δS^{34} 值集中在 $-10\sim 10\%$ 之间,龙箱盖矿床为 $3\sim 1.3\%$ (据杨凤筠,1966年及李锡林,1979年资料),具有中酸性岩浆硫的同位素组成特征。沉积—改造铅锌矿床的硫同位素组成比较复杂。凡口矿床的 δS^{34} 值为 $15\sim 27\%$,杉树林矿床为 $10\sim 18\%$,具有海水硫酸盐富含 S^{34} 的硫同位素组成特征。广西乐梅重晶石铅锌矿床的 δS^{34} 值为 $-26\sim 24\%$ (据广西第七地质队资料),显得很分散。泗顶矿床的黄铁矿 δS^{34} 值大部分小于 -10% ,而闪锌矿、方铅矿的 δS^{34} 值大部分在 $-10\sim 10\%$ 之间。前者富含 S^{32} 的生物硫,后者似乎有酸性岩浆硫的同位素组成特征。但在矿区内及其附近,并无岩浆岩出露,深部也未发现有隐伏岩体存在的象征。矿区地层、构造都较简单。这种硫同位素 δS^{34} 值相对靠近0值的情况,可能是在矿床改造过程中,产生硫同位素均一化的结果。乐梅、泗顶含矿地层有白云岩、灰岩、生物灰岩、泥灰岩、碳质页岩及下伏寒武系砂页岩。这些岩层有的富含海水硫酸盐,有的富含生物硫。因此,矿床中硫的同位素 δS^{34} 值很分散。两类矿床的硫同位素组成特征表明,成矿物质硫的来源,前者主要与燕山晚期中酸性岩浆有关;后者主要来自含矿地层。

应用硫同位素地质温度计探讨沉积—改造铅锌矿床的成矿温度,取得一些初步的结果:凡口矿床硫同位素平衡温度为 $188\sim 275^\circ\text{C}$ 。泗顶矿床可分两组:缓倾斜层状矿体如七号矿体为 $70\sim 213^\circ\text{C}$ 。陡倾斜脉状矿体如五号矿体为 $155\sim 231^\circ\text{C}$ 。杉树林矿床为 $119\sim 204^\circ\text{C}$ 。所谓硫同位素平衡温度是指在一定温度条件下,从热液体系中沉淀出来的

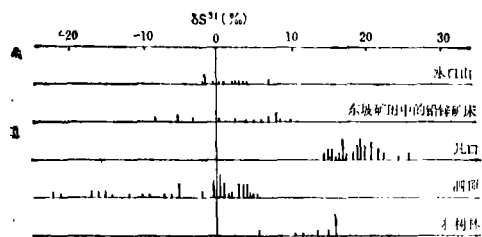
闪锌矿和方铅矿,矿物间的硫同位素分馏处于平衡或接近平衡状态。因此,硫同位素平衡温度在一定程度上反映矿物沉淀的温度,即成矿温度。

矿物气液包裹体

矿物气液包裹体特征,能够反映成矿溶液的某些性质。此次,对两类铅锌矿床矿物包裹体形态、温度、盐度作了初步研究。岩浆热液铅锌矿床矿物气液包裹体的大小一般是几微米,大者可达 $10\sim 20$ 微米以上,从高温至低温有逐渐增大的趋势。气、液比一般是 $10\sim 20\%$ 。沉积—改造铅锌矿床矿物气液包裹体一般小于 0.5 微米,大者可达 1 至几微米。由于包裹体太小,气、液比难以计算。从泗顶的情况看,无论是结晶灰岩中的方解石或层状矿体中的方解石、闪锌矿或脉旁硅化灰岩中的石英,在显微镜下放大 630 倍,普遍可以观察到气液包裹体,其形态多呈浑圆状、菱形、不规则状。

矿物气液包裹体测温,对于沉积—改造铅锌矿床,目前尚缺乏有效的技术方法。由于包裹体太小,无法使用均一法测温。爆裂法测温实验,在加热过程中有时没有爆裂反应。根据光片观察,这种矿石矿物具胶状构造,同心圆构造,微晶结构,生物结构。保留着沉积结构和胶体沉淀的特征。

岩浆热液铅锌矿床包裹体测温的结果:东坡矿田千里山花岗岩体,第一次(主期)侵入的黑云母花岗岩,石英包裹体爆裂温度平均为 700°C ;第二次(补充期)侵入二云母花岗岩为 618°C ,这些可以看作石英结晶温度的上限,石英在花岗岩结构中是比黑云母、斜长石晚晶出的,因此,这两组温度大体上反映两次侵入的花岗岩成岩温度。夕卡岩的石榴石爆裂温度平均为 330°C ,大理岩的方解石为 262°C ,大体上反映夕卡岩、大理岩形成温度。与第三次花岗斑岩侵入有关的铅锌矿床,第一铜铅锌多金属硫化物阶段,黄铁矿的爆裂温度为 233°C ;第二黄铁矿铅锌及萤石铅锌矿脉阶段,闪锌矿、萤石、石英的均一温度和爆裂温度为 $135\sim 208^\circ\text{C}$;第三晚期铅锌萤石脉裂隙充填阶段,闪锌矿、萤石爆裂温度为 $180\sim 157^\circ\text{C}$ 。这些矿物气液包裹体爆裂法、均一法测温结果,大体上反映了本铅锌矿床的成矿温度约在 $233\sim 135^\circ\text{C}$ 之间。



两类铅锌矿床的硫同位素组成

水口山矿床矿物包裹体的形成温度主要采用爆裂法对黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、方解石进行测定, 并对方解石作镜下爆裂和均一法测温以作验证。结果是: 黄铁矿矿体中, 黄铁矿包裹体爆裂温度为 $300\sim 320^{\circ}\text{C}$, 方解石包裹体均一温度为 $270\sim 295^{\circ}\text{C}$, 镜下爆裂温度为 308°C 。因此, $270\sim 320^{\circ}\text{C}$ 可以看作黄铁矿矿体中黄铁矿、方解石的沉淀温度范围。在铅锌矿体中, 闪锌矿、方铅矿、方解石包裹体的爆裂温度为 $300\sim 210^{\circ}\text{C}$ 。所以, $300\sim 200^{\circ}\text{C}$ 可能是铅锌(铜)矿体的成矿温度。矿物包裹体测温的结果也说明矿床自里至外, 成矿温度有由高温降到中低温的趋势。

矿物气液包裹体的盐度分析, 是根据不同盐度的盐水溶液具有不同冰点的原理, 利用冷冻装置来测定的。东坡萤石铅锌矿脉以及南岭某些伟晶岩、夕卡岩型水晶矿床, 沉积—改造铅锌矿床(美国密西西比河谷型铅锌矿), 贵州万山汞矿床等矿物包裹体盐度分析资料列于表2。

从表2可见, 东坡铅锌矿床矿物气液包裹体的盐度, 接近伟晶岩、夕卡岩型水晶矿床石英包裹体溶液的盐度, 而与沉积—改造铅锌矿床、汞矿床有明显差别。根据花岗岩石英气液包裹体盐度分析资料($>35\text{NaCl/wt}\%$), 岩浆期后残余溶液可能是高盐度的, 高盐度热水溶液有利于携带重金属元素转移。但当溶液上升至浅部, 下渗大气水加入会使盐度降低, 变成有利于重金属元素沉淀而形成矿床。

东坡及南岭某些矿床矿物包裹体盐度 表2

矿床类型	矿床名称	所测矿物	盐度NaCl/wt%
岩浆热液矿床	东坡铅锌矿床	萤石	13.5
	伟晶岩型水晶矿床	石英	7.1~9.7
	夕卡岩型水晶矿床	石英	10.9
沉积—改造矿床	贵州万山汞矿床	石英	17~25
造矿床	密西西比河谷型铅锌矿床	石英、方解石、闪锌矿	15~35

上述矿物气液包裹体研究资料, 初步说明岩浆热液铅锌矿床的成矿溶液开始可能是

高温、高盐度的富含重金属元素的上升溶液。进入浅部后, 大气水添加, 温度、盐度降低。成矿时的溶液是岩浆水与大气水的混合溶液。

成因讨论

1. 上述两类铅锌矿床的形成与区域地质发展历史有密切关系。我国南方经历长期复杂的地壳运动过程, 元古代以前还不清楚, 从元古代开始, 南方相当大一部分地区进入地槽期, 堆积一套厚达万米以上的浅海相砂页岩建造和多次海底火山喷发。下古生代是页岩、碳酸盐岩建造。在这一巨厚的沉积岩建造中, 赋存着层控铅锌矿床及其他金属矿床。志留纪末加里东运动, 使本区相当大一部分地区遭受强烈褶皱和区域变质, 形成褶皱带和隆起, 以后又长期受风化、剥蚀。至上古生代泥盆纪早期, 进入地台初期阶段, 沉积一套陆相的砂砾岩建造。从泥盆纪中晚期至整个上古生代, 本区处在相对稳定的地台期, 自西南方向海浸, 大面积地沉积一套滨海—浅海相的硅岩、泥岩、细粒碎屑岩、碳酸盐岩建造。在这一套沉积建造中, 广泛赋存层控铅锌矿床、锑矿床、菱铁矿矿床, 这些矿床的分布与上古生代岩相古地理位置密切相关。

中生代期间, 本区发生强烈的地壳运动, 使上古生代沉积的地层(包括含矿层)发生褶皱、断裂和岩浆侵入。伴随强烈的地壳运动, 地温升高, 地下热水循环加强, 使地层中的成矿物质活化、迁移、汇集于断裂带, 再沉淀形成各种脉状铅锌矿体, 即改造矿体。将同生沉积(成岩)过程与改造过程联系起来, 统称“沉积—改造”过程, 也就是沉积—改造铅锌矿床的成矿过程。

中生代晚期, 大规模的花岗岩侵入以后, 有中酸性、酸性浅成—超浅成岩浆岩活动。呈岩株、岩脉、岩舌及其他形态复杂的小岩体, 侵入到上古生代和前泥盆纪地层中, 伴随这类岩浆岩的活动形成各种岩浆期后热液铅锌矿床, 如本文所举的第一类型铅锌矿床。

2. 铅、硫同位素资料说明: 沉积—改造铅锌矿床铅、硫的来源是与地层同生沉积的普通铅及后加的放射成因铅, 海水硫酸盐与生物硫, 成矿物质来自含矿地层。岩浆热液铅锌矿床的铅、硫主要来自燕山期中酸性岩浆。这类矿床矿石铅的同位素比值近似, μ

两类铅锌矿床成因模式

表 3

类 型	岩浆热液铅锌矿床	沉积—改造铅锌矿床
实 例	水口山、东坡、黄沙坪、龙箱盖	凡口、泗顶、杉树林、乐梅
与岩浆岩的关系	与燕山期中酸性、酸性浅成—超浅成岩浆岩有关	与岩浆岩无明显联系
与沉积岩层的关系	与被岩体侵入的地层岩性有关	受地层层位及岩性控制
与构造断裂的关系	受构造断裂及岩体接触带控制	改造矿体受构造断裂控制
围岩蚀变	强烈，夕卡岩化、硅化、绿泥石化、大理岩化等	弱或缺失，碳酸盐化、硅化、重晶石化
矿体形态	柱状、脉状、囊状、不规则状等	层状、似层状、透镜状、脉状
矿体的延长和延深	往往延深大于延长	一般延长大于延深
矿石结构构造	致密块状、团块状、角砾状	细粒浸染状、粗粒块状、生物结构
矿物组分	复杂：钨锡钼铋铜铅锌多金属硫化物	简单：黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、重晶石、方解石
铅、锌	1 : 1 至 1 : 2	1 : 2 至 1 : 4
铅同位素组成	模式年龄偏低，出现零值	模式年龄接近含矿地层时代，零值少
硫同位素 δS^{34} 值	0 值附近，较集中	偏离 0 值，分散
矿物包裹体	大小约 1~10 μ ，气液比 10~30%	大小一般 0.5 μ 以下，气液比小
	温度 330~100 $^{\circ}$ C，盐度约 10~15NaCl/wt%	温度 250~90 $^{\circ}$ C，盐度大于 15NaCl/wt%
成矿作用	岩浆热液上升、大气水参加交代(为主)充填成矿	同生沉积后期地下热水改造，充填(为主)交代成矿
伴生矿床	铁、钨、锡、钼、铋、铜矿床或矿化	菱铁矿、重晶石矿床或矿化

值高，模式年龄偏新，放射成因铅的加入也是明显的。根据天然核转变的基本类型说明放射成因铅主要来自 ^{238}U 及 ^{232}Th 的核衰变。本区与燕山期花岗岩有关的铀、钍矿床和矿化，沉积岩系中的沉积铀矿和铀、钍异常广泛分布。其实在许多矿区中铅锌矿床、铀矿床是伴生的。这是可能造成我国南方铅锌矿床中，放射成因铅的普遍存在和增高的原因。

3.综合以上资料，将上述两类铅锌矿床归纳如表 3 所列的成因模式。

本项研究工作得到涂光炽教授指导，本所一、四室有关实验室协助完成有关分析任务，在工作中得到水口山、东坡、凡口、泗顶等有关地质队、矿山地质组同志的支持和帮助。文中还引用了有关矿床的地质勘探报告、矿山开拓地质资料及科研报告，在此一并致谢。

浅谈主要锰碳酸盐矿物相沉积特征及应用

湖南冶金236地质队 许遵立

本文在综合部分沉积型工业锰矿床矿物相特征的基础上，试就主要锰碳酸盐的矿物测定、沉积物理化学环境、分带特征的地质应用，谈几点粗浅认识。

沉积锰矿床的矿物相特征

1.矿石中锰矿物的组成 据实验室矿物相分析查定，已知的若干沉积型工业锰矿床中原生沉积含锰矿物有：菱锰矿、钙菱锰矿、锰方解石、含锰方解石、镁菱锰矿、镁钙菱锰矿、镁锰云石、锰云石、铁菱锰矿、含铁菱锰矿、锰铁白云石、锰菱铁矿等。以上表明，矿石中的沉积含锰矿物基本上是由二价锰碳酸盐类矿物组成，且锰、钙、镁、铁普遍具有类质同象替换的特点。

2.矿床中的主要锰矿物 各地质时代沉积锰矿构成矿体的主要锰碳酸盐类矿物组合如表 1。

表 1

时代	主要 锰 矿 物	次 要 锰 矿 物
Z ₃	菱锰矿、铁菱锰矿	锰方解石
Z _a	菱锰矿、钙菱锰矿、 镁钙菱锰矿、锰方解石	含铁菱锰矿、铁锰云石、含 锰方解石、锰铁白云石
O ₂	菱锰矿	锰方解石
D ₃	菱锰矿、钙菱锰矿	锰方解石、锰白云石
C ₁	锰方解石	含锰方解石、钙菱锰矿
P ₂	钙菱锰矿、菱锰矿	锰方解石、含锰方解石

由表 1 可知，沉积工业锰矿床中最常见