

四川天宝山、大梁子铅锌矿床

古岩溶洞穴沉积成因研究

王则江 汪岸儒

(四川冶金地质科学研究所)

天宝山、大梁子大型铅锌矿床,长期以来被认为是岩浆期后远成热液成因。近年来,相继有近源改造成矿、藻礁控矿、热卤水成矿等新的成因见解。1979年以来,笔者通过对扬子地台康滇地轴北段(以下简称“北段”)东缘晚震旦世灯影组白云岩中铅锌矿床成矿地质特征的研究,认为它们是位于下寒武统与上震旦统灯影组平行不整合面之下古岩溶洞穴沉积成因的铅锌矿床。

区域地质背景

矿床位于“北段”东缘,其形成与本区元古代末至早古生代地壳运动沉降—隆起的发展历程息息相关。

(一)晚震旦世岩相古地理与同生沉积铅锌矿(化)层(矿源层) 晋宁运动引起本区褶皱隆起形成山脉,经早震旦世风化剥蚀,在晚震旦世初又逐渐下降,海侵由东向西扩大,在“基底”上沉积了厚几十米至百余米的碎屑岩夹碳酸盐岩(观音崖组);随着海侵继续扩大,在其上连续沉积了厚达数百米至千余米的碳酸盐岩(灯影组)。

研究晚震旦世岩相古地理查明^[3],“北段”东缘上震旦统灯影组顶部有与碳酸盐沉积同生的铅锌矿(化)层存在。其主要特征是:

1. 铅锌矿(化)层的空间分布仅限于康滇古陆前缘汉源—雷波、米易—巧家两个有生物礁叠加的碳酸盐台地顶部。

2. 铅锌矿(化)层在剖面上位于灯影组顶部(图1)。显然,矿化发生于晚震旦世沉积旋回之末期。

3. 铅锌矿(化)层顶底板岩层主要由灰黑色泥质灰岩、白云岩组成。在铅锌矿(化)层及其上、下岩层中含有较多的有机质、生物化石(以藻类和软舌螺

类为主)和硅质岩(硅质白云岩、硅质层和硅质结核),并有胶磷矿、黄铁矿、重晶石、菱镁矿、萤石等矿物共生。

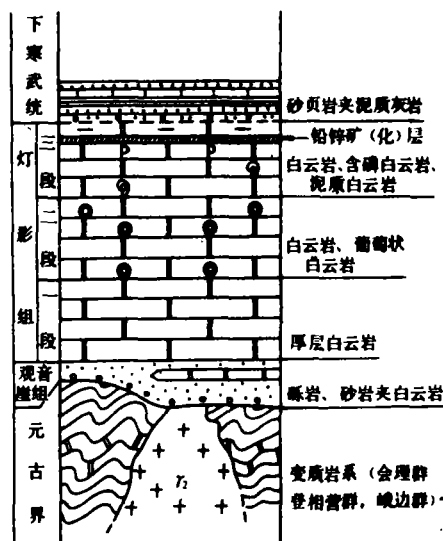


图1 “北段”东缘晚震旦世地层示意图
面和铅锌矿(化)层的位置

4. 铅锌矿(化)层厚度小,矿石品位低,铅的含量通常大于锌。

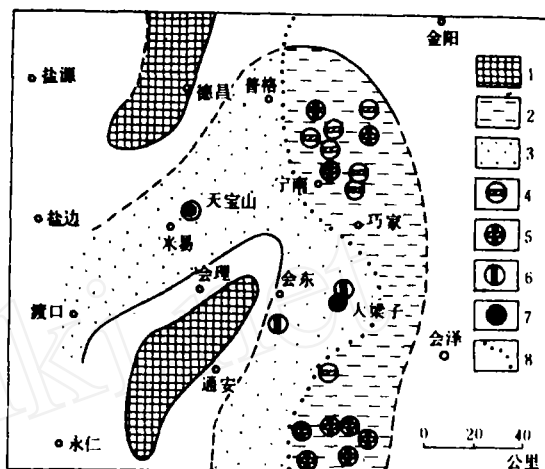
“北段”东缘上震旦统灯影组顶部的铅锌矿(化)层,分布面积可达数万平方公里^[3],仅在少数地段构成小型矿床,多数为矿(化)点,工业意义不大,但却是再造铅锌矿床的主要矿质来源。

(二)古大陆风化剥蚀与再造铅锌矿床的空间分布 对灯影组与上覆地层的接触关系及灯影组中不同类型铅锌矿床空间分布的研究查明,本区在晚震旦世末,由于地壳运动使“北段”及其东缘逐渐上升为

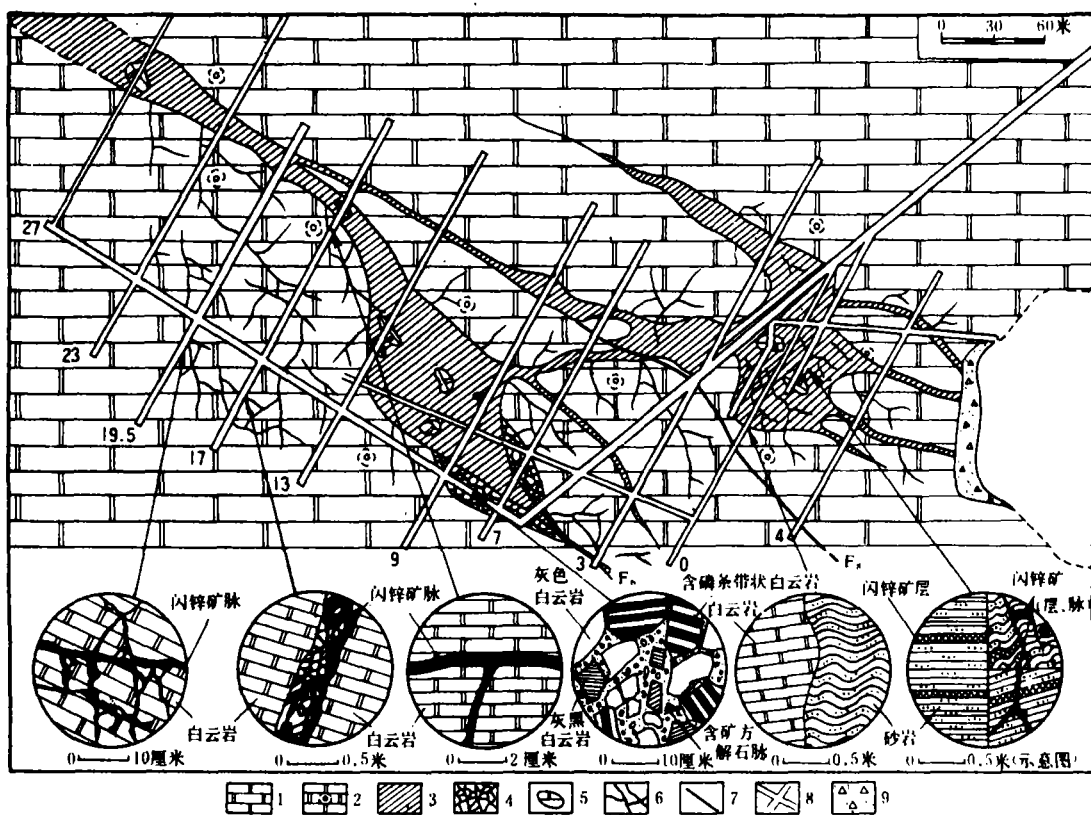
* 卢盛明、陈夷涛同志参加了野外和部分室内工作。

如上所述,区内晚震旦世灯影组顶部碳酸盐岩层中,有分布广泛的铅锌矿(化)层(即矿源层)存在;晚震旦世末地壳隆起,发生古大陆风化剥蚀等地质作用。这是天宝山、大梁子古岩溶洞穴沉积铅锌矿床形成的重要地质背景。

(一) 矿区地质 天宝山、大梁子铅锌矿区出露地层主要是厚达近千米的晚震旦世灯影组白云岩, 以



1—晚震旦世古陆; 2—同生沉积层状铅锌矿分布区(弱剥蚀区); 3—岩溶洞穴沉积和裂隙充填脉状铅锌矿分布区(强剥蚀区); 4—同生沉积层状铅锌矿; 5—同生沉积层状与裂隙充填脉状铅锌矿; 6—裂隙充填脉状铅锌矿; 7—岩溶洞穴沉积铅锌矿; 8—强、弱剥蚀分界线



1—白云岩; 2—硅化白云岩; 3—岩溶洞穴沉积体; 4—岩溶洞穴堆积角砾岩; 5—白云岩块; 6—脉状、网脉状、“角砾”状闪锌矿; 7—断层; 8—坑道; 9—坡积

及其平行不整合接触的下寒武统碎屑岩夹碳酸盐岩。通过大量勘探工程揭露以及地质制图,查明天宝山岩溶洞穴沉积体大致呈北西300°方向延伸,大梁子呈北西300°和北东75°两个方向延伸(图3)。可见,这是矿区成矿前的两组主要断裂。成矿后的断裂主要有两组:一组是走向北西300°左右的继承性断裂,矿区所见主要是沿岩溶洞穴沉积体与围岩(白云岩)接触界面滑动,或切割岩溶洞穴沉积体;另一组是近南北向(或偏北北西向),它不仅切割破坏岩溶洞穴沉积体,而且基性岩沿此断裂侵入,形成辉绿岩脉(天宝山)。矿区褶皱构造不发育,主要是平缓的背、向斜和单斜构造。岩溶洞穴沉积体的构造变形很强烈。

(二) 岩溶洞穴沉积体的形态、规模及产状 天宝山、大梁子岩溶沉积体,位于上震旦统灯影组与距下寒武统平行不整合面之下不远的白云岩层中,呈分叉脉状、囊状互相连接在一起的不规则地质体(图3),清楚地显示它受被岩溶化作用扩大了断裂控制。岩溶洞穴沉积体膨大的囊状部位,往往是两组断裂相交、岩溶化作用强烈、洞穴空间大的地方。可见,断裂系统控制着地下水循环,并形成岩溶洞穴系统;而洞穴系统的形态又控制着沉积体的形态。因此,天宝山、大梁子岩溶洞穴沉积体无论在平面上或在剖面上的形态都很复杂。

岩溶洞穴沉积体在平面上延伸500~600米以上,宽由不足1米至100多米;在剖面上垂直向下延伸达300~400多米。

岩溶洞穴沉积体与围岩是岩性截然不同的地质体。它们之间的接触面起伏不平或犬牙交错,但界限清楚。岩溶洞穴沉积体总体上呈近东西方向延伸,北西方向分叉,近于垂直向下插入灯影组白云岩(图4、图5)。可见,它是古大陆风化剥蚀过程中形成的碎屑岩体,与围岩白云岩不是同生,而是后生。

(三) 岩溶洞穴沉积体的物质成分 岩溶洞穴系统内的水动力和地表水动力一样,也起侵蚀、搬运和沉积作用。但以何种作用为主,则决定于水体流动的力学性质和物理化学条件。

天宝山、大梁子岩溶洞穴沉积体的物质成分是复杂的,不仅有碎屑沉积物,而且还有化学沉积物。

1. 碎屑沉积物: 碎屑沉积物是天宝山、大梁子岩溶洞穴沉积体的主要组成物质,估计约占沉积体总

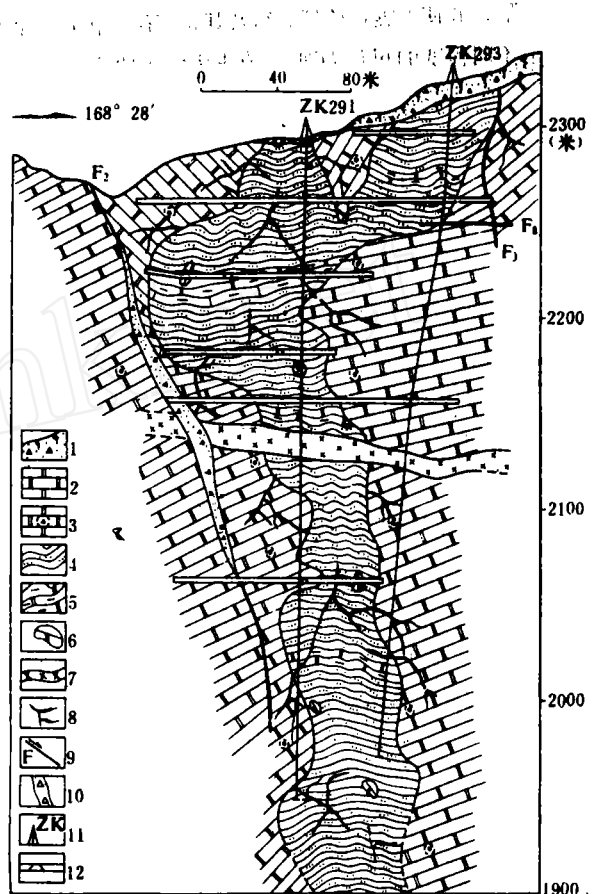


图4 天宝山铅锌矿床29勘探线

地质剖面简图

- 1—坡、残积; 2—白云岩; 3—硅化白云岩; 4—灰黑色含矿碎屑岩; 5—青灰、粉红色含矿泥质白云岩; 6—白云岩块; 7—辉绿岩脉; 8—闪锌矿、方铅矿脉; 9—断层; 10—断层角砾岩; 11—钻孔; 12—坑道

量的80%以上。按碎屑来源的不同,可划分为异地碎屑沉积物和原地碎屑沉积物。

(1) 异地碎屑沉积物,来自洞穴以外。如前所述,本区晚震旦世末地壳隆起为陆,在风化剥蚀作用下,不同时代、不同岩性地质体的表层逐渐破坏形成岩屑,经地表水—地下水搬运到洞穴中,沉积形成含有机质的灰黑色细砂岩、粉砂岩和泥岩等。这些岩石粒级层理和物质成分更替层理发育,并具细砂、粉砂状结构。它的主要矿物成分是细粒至微粒石英,其次是粘土矿物、碳酸盐岩屑及少量锡石、锆石、电气石、磷灰石、金红石(?)、海绿石(?)等;胶结物主要是泥质、碳酸盐和有机炭等。

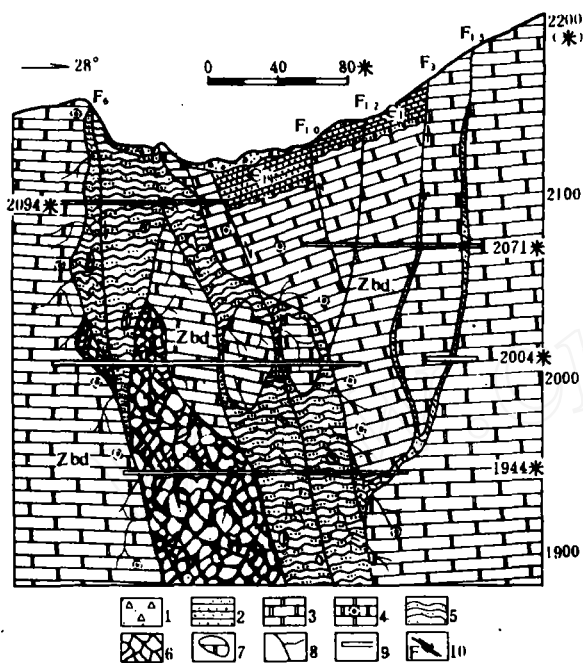


图5 大梁子铅锌矿床7勘探线

地质剖面

1—坡、残积；2—灰黑色粉砂岩（下寒武统第竹寺组— ϵ_{1q} ）；3—白云岩（灯影组— Z_{bd} ）；4—硅化白云岩；5—灰—黑色泥质粉—细砂岩（其中含闪锌矿、方铅矿、并夹闪锌矿层）；6—洞穴堆积角砾岩；7—白云岩块；8—闪锌矿、方铅矿脉；9—坑道；

10—断层

必须指出，在碎屑岩、尤其是灰黑色细砂岩中，含有数量不等的闪锌矿、方铅矿、黄铁矿等金属硫化物，呈层状、星散状、稠密浸染状、结核状存在。它是天宝山、大梁子铅锌矿床的主要容矿岩石。

在岩溶洞穴沉积体中有一定数量的泥岩，夹于细砂岩、粉砂岩之中。由于含有机质（炭质、沥青）多少的不同，因而显示出灰黑相间层理。泥岩主要由粘土矿物和微粒石英组成，其中含金属硫化物很少，是矿体中的主要夹石。

异地碎屑沉积岩是天宝山、大梁子铅锌矿床的主要容矿岩石。其成分复杂，粒级、物质成分交替层理发育。这些现象说明：

①地表水流入岩溶洞穴之前，汇水面积不仅涉及上震旦统上部岩层及其含矿层，而且也涉及火成岩地区。

②当岩溶作用进行到一定阶段，夹带泥砂的地表水进入岩溶洞穴，由于水道横截面积增大或水沿裂隙网渗透流速减小，搬运能力迅速减弱，结果形成的碎屑沉积具有水平分异和粒级层理。在洞穴永久循环带内水动力显得很弱，仅能搬运细碎屑和粘土。

③岩溶洞穴沉积体中物质成分交替层理发育，这不仅与沉积机械分异有关，也可能与pH值、Eh值不断变化有关。

（2）在天宝山、大梁子岩溶洞穴沉积体的碎屑岩中，常见有大小悬殊、棱角完好的白云岩。它无一定层位，无分选性。这是因为在岩溶作用过程中，洞穴周壁或上部岩石失去支重能力，自然垮塌、崩落的结果。

在大梁子铅锌矿床主矿体中下部南侧，有一个规模较大的角砾岩体（图5）。它的主要特征是形态不规则，由大小不等、成分不一的白云岩角砾组成。现已查明，这些角砾都是矿区灯影组顶部岩层的成分，由棱角完好、无分选性的混杂堆积构成。角砾间的充填物主要为白云岩岩屑。此外，由于后来含矿溶液活动，在角砾间还充填有石英、方解石、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等细脉。

在图5上，2004米中段南端可见到角砾岩体被异地沉积碎屑岩体切割，说明大梁子古岩溶的发展经历了地壳上升下降，再上升再下降两个阶段。

2.化学沉积物：侵蚀性水进入岩溶洞穴，流速减低，水与洞壁、与其所搬运的碎屑物接触时间越来越长，淋滤、溶解作用就越充分，因此水中溶解的盐类也越来越多。与此同时，水的化学性质也发生改变，主要是pH值升高，Eh值降低使各种盐类溶度积降低，形成化学沉积。

化学沉积在岩溶洞穴沉积体中占的比例较小，但是由于它的沉积作用，除形成碳酸盐岩外，还有金属硫化物沉淀，这对铅锌矿床的形成具有决定性意义。

（1）在天宝山铅锌矿床四、五、六中段坑道内以及大梁子矿床的地表采场，都见有碳酸盐岩夹于碎屑岩中。主要是青灰色、灰黑色和粉红色泥晶、微晶白云岩。另外还有碳酸盐岩石至碎屑岩之间过渡的岩石。这种岩石具有层纹构造，层纹由粉砂质泥晶白云岩与白云质粉砂岩相间组成。

（2）岩溶洞穴沉积体中，金属硫化物主要有闪

锌矿、方铅矿和黄铁矿等。它们呈层状、星散状、稠密浸染状、结核状等存在于碎屑岩或碳酸盐岩中，明显地反映了金属硫化物是在洞穴沉积作用过程中与其他沉积物同生沉积而成。

3. 化学成分：岩溶洞穴沉积体与围岩的主要组分

及含矿性截然不同。岩溶洞穴沉积体主要由碎屑岩组成，而围岩则是可溶性良好的碳酸盐岩。因此，岩溶洞穴沉积体不（难）溶性组分 SiO_2 、 Al_2O_3 的含量要比围岩多得多，而易溶性组分 CaO 、 MgO 的含量则相反（表1）。

岩溶洞穴沉积体与围岩不（难）溶和易溶组分及含矿性

表 1

矿床	岩石名称		化学成分平均值 (%)						样品数
			易溶组分		不（难）溶组分		铅锌组分		
			CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Pb	Zn	
大梁子	岩溶洞穴沉积体	灰黑色泥质细—粉砂岩	3.64	3.17	58.42	13.24	0.07	2.05	12
	围岩	白云岩	36.99	18.53	10.37	0.47	<0.03	<0.06	13
天宝山	岩溶洞穴沉积体	灰黑色泥质细—粉砂岩	2.33	7.55	57.33	11.78	0.22	2.65	7
		白云质粉砂岩、砂质白云岩	12.00	13.34	36.68	8.32	0.18	1.89	7
	围岩	白云岩	24.51	18.23	16.27	0.93	<0.04	<0.07	8

须要指出，在岩溶洞穴沉积体形成过程中，围岩普遍发生硅化， SiO_2 平均值达到10.33~16.22%，否则它的含量就会更低些，洞穴沉积体与围岩 SiO_2 含量差值就会更大。

天宝山岩溶洞穴沉积体碎屑岩中，铅的平均含量为0.22%，锌2.65%；大梁子洞穴沉积体铅的平均含量为0.07%，锌2.05%。而围岩（白云岩）中，天宝山铅

平均含量<0.04%，锌<0.07%；大梁子铅平均含量<0.03%，锌<0.06%。可见，作为洞穴沉积体围岩的灯影组白云岩，仅仅为容矿的岩溶洞穴沉积体提供了赋存空间，而在成矿物质来源上可能没有多少关系。

前已提及，在岩溶洞穴沉积体的碎屑岩中夹有一些碳酸盐岩。它的不（难）溶性组分和易溶性组分的平均含量介于洞穴沉积体与围岩之间，其中铅的平均含量为0.18%，锌1.89%。

天宝山、大梁子铅锌矿床中闪锌矿、黄铁矿的平均化学成分 (%) 表 2

元 素	(层状) 闪 锌 矿	(脉状) 闪 锌 矿	(层状) 黄 铁 矿
Zn	54.58	58.63	0.106
S	29.52	29.36	42.81
Cd	0.703	0.327	0.0064
Ge	0.0074	0.0086	0.0003
In	0.00053	0.00042	<0.00001
Ga	0.0026	0.0074	<0.0005
Tl	<0.0008	<0.0002	<0.0001
Se	0.0001	0.00015	0.00035
Te	0.001	0.001	0.001
Co			0.0078
Ni			0.0095
FeO	2.15	1.78	0.015
TFe	2.54	1.91	0.091
Cu			0.087
Pb			34.75
As			
Ag (g t)	176.25	191.25	

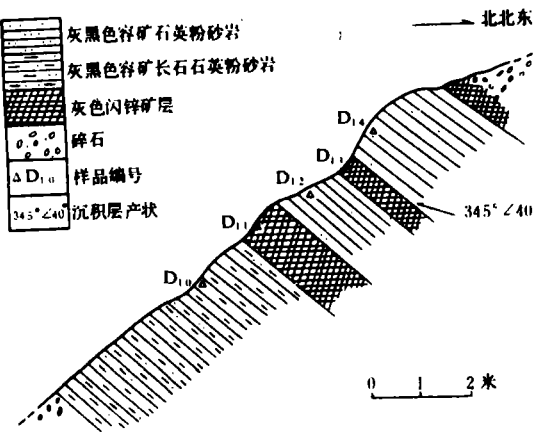


图 6 会东大梁子露天采场碎屑岩与闪锌矿互层（剖面图）

天宝山、大梁子铅锌矿床不同矿石类型中的闪锌矿、方铅矿和黄铁矿化学成分见表2，其中与岩溶洞穴沉积同生的层状矿石中的闪锌矿，比成矿期后改造形成的裂隙充填脉状矿石中的层状矿含镉、铁、银高；

脉状矿石中闪锌矿比层状矿石中闪锌矿含锌高；洞穴沉积体中的层状黄铁矿含锌、镉、银一般比其他成因的黄铁矿高。

(四) 与沉积同生的矿石结构构造 与岩溶洞穴沉积同生的矿石结构构造，是天宝山、大梁子铅锌矿床古岩溶洞穴沉积成因的重要证据之一。由于闪锌矿在洞穴沉积体中赋存状态不一，因而矿石的结构构造也不同。

1. 夹于碎屑岩中闪锌矿层的主要矿石结构构造：如图7，闪锌矿层夹于灰黑色粉—细砂岩中，其厚度由数毫米至数厘米甚至1米以上。通过野外观察和室内鉴定，矿石主要结构构造如下：

(1) 薄层带状构造：矿石几乎全部由浅色闪锌矿薄层与深色闪锌矿薄层交互组成。浅色闪锌矿层中闪锌矿含铁低，而深色的含铁高。闪锌矿具有胶状、纤维状结构。

(2) 胶状（鲕状、环状）结构：在鲕粒或环状中心往往有方解石或石英，环绕着方解石或石英由深色与浅色闪锌矿交互组成。这种结构明显地反映了含铁量不同的胶状闪锌矿环绕石英或碳酸盐碎屑不断生长起来。

(3) 胶粒状构造：主要由浅棕色闪锌矿胶粒（团）组成。可能是由悬浮水中闪锌矿胶粒不断沉积而成。

2. 闪锌矿、方铅矿分散赋存于碎屑岩、碳酸盐岩中的矿石构造：在岩溶洞穴沉积体的碎屑岩中，除夹闪锌矿等金属硫化物沉积层外，在碎屑岩及其所夹的碳酸盐岩中，闪锌矿、黄铁矿及方铅矿等呈分散状。根据它们在岩石中分布状态和含量，划分为三种基本的矿石构造：

(1) 微层状构造：在灰黑色粉—细粒砂岩中，闪锌矿呈细晶集合体，沿着层理方向连续或断续分布。

(2) 星散状（斑点状）构造：在灰黑色粉—细砂岩或碳酸盐岩中，闪锌矿细晶集合体呈星散状、斑点状分布。

(3) 浸染状构造：在灰黑色粉—细砂岩或碳酸盐岩中，闪锌矿细晶的小集合体呈浸染状分布。这种矿石构造往往与星散状构造矿石互为过渡。

如上所述，夹于碎屑岩中的闪锌矿层具有明显的胶状结构；而呈分散状赋存于碎屑岩或碳酸盐岩中的

闪锌矿则多呈细晶集合体，粒状结构，有明显脱胶现象。因此，认为这种闪锌矿也是在水介质中形成的胶状集合体与碎屑、碳酸盐物质一起沉积而成。由于成岩或成岩以后的地质作用，使其重结晶而脱胶。

必须指出，具有沉积特征的矿石，是天宝山、大梁子铅锌矿床的主要矿石类型，也是古岩溶洞穴沉积成因的重要证据。可是，长期以来，由于受岩浆热液成矿论的束缚，未能引起注意。

岩溶洞穴沉积体的 形变及其成矿物质的迁移

天宝山、大梁子岩溶洞穴沉积成矿后，经历了古生代以来发生的地质作用，不仅使洞穴沉积体发生形变，而且也使它的成矿物质发生迁移。

(一) 岩溶洞穴沉积体的形变特征 由于岩溶洞穴沉积体主要是由强度小的灰黑色薄层粉—细砂岩和泥岩等组成，并且位于强度大的厚层白云岩中，因此，在地质构造应力作用下，洞穴沉积体无疑是应力集中和释放的地方，所以它的形变特别强烈，形成各种复杂构造样式。

1. “瓦砾”状构造：岩溶洞穴沉积体主要由灰黑色薄层粉—细砂岩、泥岩组成。在构造应力作用下，岩层受到断裂切割形成大小不同的块体，并沿层理裂开，呈薄板状大小不等块体，形如瓦砾，所以称之为“瓦砾”状构造。在天宝山、大梁子铅锌矿床的露天采场或坑道中，都可以清楚地看到洞穴沉积体的碎屑岩破碎后像一堆灰黑色“瓦砾”。

2. 复杂小褶皱：仅出现在局部地段，规模很小，一般一个褶曲两翼相距只有几十厘米至数米，其样式有直立、倒转、平卧等。褶曲中常伴有密集断裂，因此，组成小褶皱各部分岩层很不连续。

3. 挠曲构造：在洞穴沉积体的某些地段，碎屑岩层形成阶梯状挠曲构造，其规模如同复杂小褶皱，波及范围很小。

此外，在洞穴沉积体两侧接触带附近的白云岩中，构造裂隙较为密集，而远离接触带逐渐减少。这些裂隙近于直立，走向一般与接触带平行。

(二) 成矿物质迁移 在岩溶洞穴沉积体及其两侧的围岩中，有许多闪锌矿、方铅矿、白铁矿等硫化物矿脉。这些矿脉充填裂隙，其发育程度极不均一。

因此,在划分矿石类型时,根据脉体的多少及其形态,可分为脉状矿石、网脉矿石、“角砾”状矿石等。

在岩溶洞穴沉积体两侧的围岩中,由于远离接触带裂隙密度逐渐减少,因此充填裂隙矿脉在空间上略具分带现象,即“角砾”状—网脉状—脉状矿石。

硫化物矿脉一般只有几毫米至数厘米宽,但也有达数十厘米。矿脉主要矿物为闪锌矿,其次为方铅矿、黄铁矿、白铁矿、黄铜矿以及石英、方解石等。

长期以来,曾把洞穴沉积体形成后,成矿物质活化迁移形成的矿脉,认为是该矿床岩浆期后热液成因的证据。其实这种矿脉的形成,时间上在岩溶洞穴沉积成矿之后;空间上矿脉仅分布在洞穴沉积体内或离它不远的围岩中。矿脉与围岩界限清楚,无交代和蚀变现象。因此,认为它是岩溶洞穴沉积体中成矿物质活化迁移充填裂隙而形成的后生矿脉,即与岩浆作用无关。

同位素组成及矿 物气液包裹体特征

(一) 同位素组成 同位素应用于矿床研究的理论和实践还存在不少问题。因此,用同位素解释矿床成因和确定成矿时代只能作参考。

1. 硫同位素组成: 在天宝山、大梁子铅锌矿床中共采集61件不同类型的矿石样品,测定硫同位素结果如下。

天宝山铅锌矿床方铅矿 δS^{34} 0.6~3.6‰, 离差3‰, 均值1.78‰; 闪锌矿 δS^{34} 3.9~8.1‰, 离差4.2‰, 均值4.99‰。

大梁子铅锌矿床方铅矿 δS^{34} 9.9~11.5‰, 离差1.6‰, 均值10.8‰; 闪锌矿 δS^{34} 11.8~14.60‰, 离差2.8‰, 均值13.6‰; 黄铁矿 δS^{34} 4.2~15.1‰ (仅一个样品为-8.5‰), 离差23.6‰, 均值5.5‰。

两个矿床的硫同位素组成基本相似, 多为正值, 变化范围窄, 略偏离零值。但是方铅矿的 δS^{34} 值一般小于闪锌矿的 δS^{34} 值。它们具有生物硫的特征。

2. 铅同位素组成: 天宝山、大梁子铅锌矿床矿石中铅同位素组成特征如下。

① Pb^{206}/Pb^{204} 平均值: 天宝山矿床是18.34, 大梁子矿床是18.05, 用卡农的三角模式图解说明它属略具放射性成因的“混合铅”型。有人认为这种铅是多来源、多阶段演化的结果, 这和前面所说的岩溶洞

穴沉积成矿以及后期改造的成矿机理认识是一致的。

② 用 $H-H$, $R-F-C$, $R-S-F$ 法分别计算了铅同位素模式年龄, 结果变化范围很大。天宝山铅锌矿床为1.170~4.946亿年, 大梁子为0.410~8.744亿年。

所测年龄值变化范围如此之大, 反映了这两个古岩溶洞穴沉积铅锌矿床形成于晚震旦世末、早寒武世前古大陆风化剥蚀期; 也反映了矿床经历了古生代、中生代直至新生代的改造时期。

(二) 矿物气液包裹体特征及成矿温度问题 在 天宝山、大梁子铅锌矿床中共采集73件包裹体测温样品。其中天宝山矿床40件, 大梁子矿床33件, 经中国科学院贵阳地球化学研究所测试, 矿物中包裹体不仅少, 而且小; 其形态多为似椭圆状、不规则状; 包裹体直径 $2 \sim 5 \mu$, 主要为液相, 气液比为2~10至5~15%。

大梁子矿床矿石包裹体测温样共33件, 其中30件爆裂温度为160~250℃, 3件均一温度为97~140℃。

天宝山矿床矿石包裹体测温样40件, 爆裂温度为170~290℃。

应当指出, 爆裂法测温结果可能偏高, 而均一法测温结果可能比较接近实际。P. Zuffardi 在总结古岩溶矿床时, 曾指出古岩溶中流体包裹体的均一温度往往为70~140℃。这与大梁子矿床矿石用均一法测定流体包裹体的均一温度是一致的。

矿床成因模式

根据上述资料分析, 提出天宝山、大梁子铅锌矿床是古岩溶洞穴沉积成因、后期改造的概念模式。

如前所述, 晚震旦世后期, 在“北段”东缘会理至会东碳酸盐台地上, 形成与碳酸盐沉积同生上震旦统灯影组顶部铅锌矿(化)层后, 由于地壳不断上升为陆, 不仅使一部分碳酸盐岩和铅锌矿(化)层等遭受到风化剥蚀, 而且也使含有碳酸、腐植酸等地下水沿着灯影组碳酸盐岩中断裂循环活动, 并起溶蚀作用, 使其形成岩溶洞穴(图7—A)。

当地壳运动由上升变为不断下降时, 潜水面则渐渐上升, 岩溶系统逐步发展成老年期。因此, 沉积物不断充填, 岩溶洞穴底部堵塞不畅, 地下水循环逐渐停滞, 水动力减弱, 溶解在水中碳酸盐等物质就会越

来越多, 水溶液的化学性质也随之改变 (即 pH 值升高, Eh 值降低), 洞穴成为还原的沉积环境, 促使厌氧细菌繁殖, 生物有机体分解放出硫化氢。因此, 在老年期岩溶洞穴总吸收带内, 除了不断沉积被水介质搬运来的碎屑物质等外, 同时由含矿岩石或矿 (化) 层中释放出铅锌等元素, 在游离氧存在的情况下, 易

呈络合物被水溶液携带到这样的洞穴还原环境, 即被分解。随着分解后的铅锌离子与硫化氢反应, 形成硫化物胶体状 (可能以胶粒、胶团为主) 与碎屑物不断地沉积起来。这样年复一年形成岩溶洞穴沉积矿床 (图 7-B)。

岩溶洞穴沉积成矿后, 本区地壳曾不断下降, 使下、中寒武统超覆在震旦系灯影组不同层位之上。因此, 古岩溶洞穴沉积矿床被掩埋在下、中寒武统与震旦系灯影组平行不整合面以下 (图 7-C)。

在漫长的地质年代里, 不仅使洞穴内沉积物成岩, 而且在构造运动的影响下, 使其发生形变和成矿物质活化迁移, 结果形成褶皱、断裂、“瓦砾”状构造以及脉状、网脉状、“角砾”状构造矿石 (图 7-D)。

天宝山、大梁子铅锌矿床古岩溶洞穴沉积成矿及其后期改造概念的建立, 不仅摆脱了岩浆热液成矿论的束缚, 而且也使我们联想到其他地区, 其他矿种在不整合面以下可溶良好的岩层中, 形成岩溶洞穴沉积 (或充填) 矿床的可能性。

主要参考文献

- [1] 乌尔夫, K. H. 主编: 层控矿床和层状矿床, 第 3 卷, 北京, 地质出版社, 1979 年, 140~180 页
- [2] 王则江: 地质与勘探, 1981, 第 10 期, 7~15 页
- [3] Zuffardi, P.: 23th Int. Geol. Congr., 1968, No 7, p. 137~149
- [4] Zuffardi, P.: Remobilization of ores and minerals, Ente Minerario Sardo, Cagliari, 1969, p. 283~292
- [5] Bernard, A. J.: Ores in Sediments, Springer, Berlin, 1972, p. 43~56
- [6] Padollino, G., et al.: 2nd Int. Symp. Miner. Deposits ALPS, Bled, 1971, p. 109~113
- [7] Padalino, G., et al.: Ores in sediments, Springer, Berlin, 1972, p. 209~220
- [8] 王则江: 矿物岩石, 1985, 第 5 卷, 第 1 期, 1~11 页

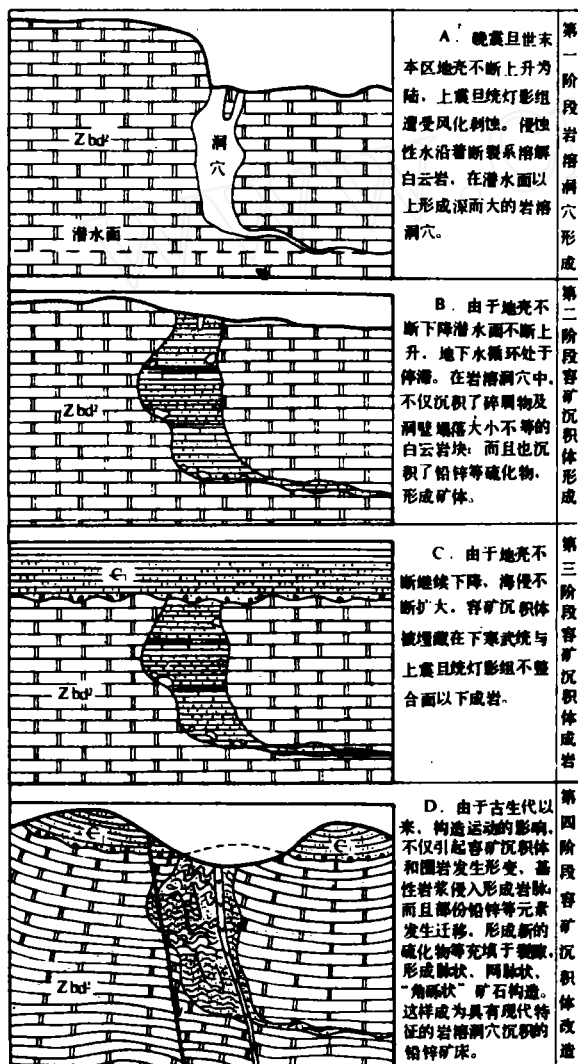


图 7 天宝山、大梁子岩溶洞穴沉积成矿概念模式

勘 误

本刊 1985 年第 8 期第 20 页, 作者单位应为“813 队”, 第 24 页右栏倒 9 行, 应为“据江苏……。”