

甘肃西成铅锌矿田控矿相模式雏议

周维君

(甘肃省冶金地质勘探公司)

控矿相是控制矿床形成的沉积相,控矿相可以是单独的一个相,或者是相的组合。西成铅锌矿的控矿相就是一种相的组合。本文除概略介绍控矿相、控矿相组合的特点、分类和分布外,还模拟了一个西成铅锌矿田控矿相的综合模式,供讨论和参考。不妥之处,敬希指正。

一、泥盆纪地质背景

西成铅锌矿田位于西秦岭海西一印支褶皱带东段偏南,是我国规模较大,颇有远景的铅锌矿田。现在,多数人认为是一种典型的层控铅锌矿床,具有成层性、多层性、多岩性,分带性和迁移性等层控矿床的典型特点;在矿床成因方面也具有多来源、多阶段及多种成矿作用参加的多因成矿特点;在矿床控制因素方面也具有多种因素控矿的特点,不但明显受地层、岩性、构造(包括古构造)、变质作用,甚至岩浆作用的控制,而且还明显受岩相古地理的控制。正如多层控制与多岩性控制一样,沉积相控矿也是多相控制的。所以,按照其规模和组合特点细分为控矿相区(大组合)、控矿相组(合)和控矿相三级。这三级控矿相在时间上和空间上的分布和配套组合与泥盆纪地质背景有密切关系。

泥盆纪时,西秦岭北带是一个海槽。北为秦祁前泥盆系古陆,南为白龙江前泥盆系古岛弧。西与昆仑海槽、东与东秦岭海槽相通,南北宽约80~100公里,东西长约480公里(我省境内),属边缘海性质。

西成铅锌矿田的泥盆纪地层,以往长期认为只有中泥盆统,命名为西汉水群,经我们工作后发现还有上泥盆统和下泥盆统的地层,应于三分,具体分层如表1。

上泥盆统洞山组(D_3^1d):主要分布在矿田西北部,出露不全。上部为浅黄色粉砂岩、粉砂质千枚岩及板岩。下部为层孔虫和珊瑚组成的礁灰岩,生物灰岩夹粉砂质千枚岩。底部为泥质条带灰岩或扁豆状灰岩。此层为浅海生物礁相及滩相和盆地相沉积。层内采获上泥盆世重要化石(经南京古生物研究所鉴定):*Yunnanella* sp. *Yunnanellina triplicata*, *Cyrtospirifer* sp. *Hypothyridina* sp. *Disphyllum goldfussi*等故放在上泥盆统(下部),相当于铁山群,总厚大于442米。

中泥盆统:分布全区,出露最全,分为上、下两组:

上部广金坝组(D_3^2g)上为绿色千枚岩、粉砂质条带千枚岩及中粗粒砂岩,夹数层

Table 1

系(群)	统	组	层	厚度	柱状图	岩性描述	生物化石	备注		
泥盆系	上统	洞山组	21	150		浅黄色粉砂岩, 粉砂质干板岩, 及板岩。	<i>Yunnanella</i> sp., <i>Poneckia</i> sp., <i>Yunnanella triplicata</i> , <i>Cyrtospirifer</i> sp., <i>Donia</i> sp.	相当于铁山群含铅锌矿化		
			20	10-50		层孔虫, 珊瑚灰岩(硅灰岩)	<i>Disphyllum goldfussi</i> .			
			19	20-100		泥灰岩夹灰岩扁豆体	<i>Hypothyridina</i> sp., <i>Paramphipora</i> sp., <i>Actinostroma</i> sp.			
			18	142		上为礁灰岩生物灰岩, 下为泥质条带灰岩				
	中统	全坝组	17	500		灰绿色钙质干板岩, 粉砂质条带干板岩, 夹生物灰岩 下部为中粗粒砂岩	<i>Indospirifer</i> sp., <i>Atrypa</i> sp., <i>Atrypa richtofeni</i> (Kansu), <i>Desquamata magna grabau</i> , <i>Schizophoria kutsingensis</i> (Grabau), <i>Paramphipora</i> sp.	相当于榆树坪组 含页木河邓家山, 尖岩沟铅锌矿		
			16			灰色厚层、块状生物灰岩	<i>Disphyllum</i> sp., <i>Cyathophyllum</i> sp.			
			15	≥96		灰色厚层、块状生物灰岩	<i>Pseudomicroplasma</i> sp.	相当于雷家坝组含焦沟、楠沟铅锌矿		
			14	139		钙质干板岩夹薄层灰岩	<i>Temnophyllum</i> sp., <i>Thamnopora</i> sp., <i>Alveolites</i> sp., <i>Actinostroma</i> sp., <i>Amphypora</i> sp., <i>Stringocephalus</i> sp 等。			
			13	405		棕褐色中厚层中粗粒砂岩 斜层理, 交错层, 波痕发育				
			12	245		黄绿色干板岩, 粉砂岩中薄层灰岩				
			下统	安溪沟组	11	60		灰黑色、中厚层微晶灰岩。	<i>Atrypa</i> sp., <i>Desquamata sowerby</i> , <i>Idlostromas</i> sp., <i>Hexagonaria</i> sp.	相当于雷家坝组含焦沟、楠沟铅锌矿
					10	132.5		粉砂质干板岩夹炭质干板岩	<i>Dendropora</i> sp., <i>Disphyllum</i> sp., <i>Temnophyllum</i> sp., <i>Thamnopora</i> sp., <i>Stringophylasma</i> sp.	
					9	43.5		灰黑色中薄层微晶灰岩	底部有: <i>Favosites</i> sp., <i>Saameo</i> sp., <i>Favosites cf goldfussi</i> , <i>Parastriatopora</i> sp., <i>Spongonania</i> sp 等。	
					8	336		黄绿色粉砂岩夹绢云母 母干板岩, 薄层泥灰岩, 生物灰岩		
	7	95				灰白色细中晶含生物灰岩				
	6	42				灰绿色绢云干板				
	下统	清水沟组	5	350		灰白色、灰色、玫瑰色中粗晶粒中厚层大理岩 向东相变为云母石英片岩大理岩	<i>Thamnopora</i> sp., <i>Dendrostella</i> sp., <i>Paramphipora</i> sp., <i>Actinostroma</i> sp., <i>Amphypora</i> sp., <i>Alveolites</i> sp.	含厂坝、毕家山关子沟铅锌矿		
			4	250		大理石夹白云岩或者为白云岩				
3			250		炭质云母片岩、炭硅质岩 炭质灰岩、炭质粉砂岩	海百合、腕足、瓣鳃等。	黑潭沟铜矿			
2			260		二云母石英片岩 黑云母石英片岩 向东相变为二云母石英片岩和条带状中粗粒大理岩	未见化石				
1			600		灰绿色厚层块状含砾的或砾状二云母石英片岩与石英片岩互层具粒序层 向东变为条带状方解石黑云母片岩夹大理岩					

注: 图中干板应为千枚

生物碎屑灰岩;中部为千枚岩夹生物灰岩,礁灰岩;下为棕褐色中粗粒砂岩,斜层理,交错层、波痕发育、属浅海、滨海生物礁滩相、砂滩相和浅海盆地相沉积。层内广泛分布 *Atrypa sp.* *Indospirifer sp.* *Temnophyllum sp.* *Stringocephalus sp.* 等化石,相当于原西汉水群的榆树坪组,是本区重要的铅锌矿层位,含页水河、邓家山和磨沟等矿层,总厚约1385米。

下部安溪沟组 (D_2^1d):灰色、黄绿色绢云母千枚岩、粉砂质千枚岩夹灰岩、生物灰岩、礁灰岩(点礁),为浅海盆地相沉积。也是含铅锌层位,如焦沟、庙沟等。此层含有 *Atrypa sp.* *Hexagonarias sp.* 等化石,划为中泥盆下部,相当于雷家坝组,特别是在底部千枚岩夹灰岩层中找到中泥盆世早期到下泥盆世的化石群,即: *Favosites. sp.* *Favosites cf. goldfussi.* *Squameofavosites sp. parastriatopora sp.* *Spongonia sp.* 等,将此层底部作为中泥盆统与下泥盆统的分界,以下划为下统。总厚为1212米。

下泥盆统主要分布在东部吴家山背斜核部,分上、下两组,依次为:

清水沟组 (D_2^1g):上部为大理岩及白云岩层,为台地相沉积。产层孔虫、通孔珊瑚、槽珊瑚、海百合、腕足和瓣鳃等化石。石鼓子以东可相变为细碎屑岩夹大理岩和白云岩的台缘凹地相沉积;下部为黑色炭质页岩相沉积,局部夹有中性或基性火山岩、硅质岩等,为台内凹地相沉积。上部是厂坝、毕家山矿带和关子沟矿床层位,下部是黑潭沟铜矿层位。总厚大于800米。

吴家山组 (D_2^1w):为吴家山大背斜核心地层,上部为砂岩或条带状大理岩,下部为砾岩砂岩和砂砾岩互层。砾岩砾石成分主要为灰岩、硅质岩和砂岩,分选差,形状各异,无层理,一般厚3—5米,最厚10米。砾岩上覆具水平层理或斜层理的砂岩,一般底部含小砾石,厚2~3米。从砂岩具粒序性、砾岩底部有底冲刷等现象看,很象是一种密度流沉积或浊流沉积。这种粗碎屑岩建造在西秦岭其他地方如普通沟组,热尔群、三河口组中都可见及,故应放在下泥盆统较宜。出露未全,厚度大于1200米。

西成矿田的泥盆系地层厚度大,约5000米左右,岩性复杂,相变急剧,沉积建造、沉积岩相类型较多,以浅海陆棚为主,但也有滨、浅海相及半深海相的沉积,具有弧后海盆的特点。整个海盆的演化在泥盆纪时大致可分为三个阶段。

下泥盆世,海槽处于剧烈下陷阶段,由于基底断裂活动强烈、地震或火山爆发等原因形成浊流沉积,形如大扁豆,中间隆起称为浊积扇,在这个基础上逐渐形成了一个碳酸盐岩台地,台地内沉积差异较大,形成了一套与矿有关的沉积相组合。此期的火山活动形成了原始的区域性地热增高点(区),并带来大量成矿元素,与陆源成矿元素一道沉积成矿或形成矿源层(库)。

中泥盆世,海槽处于稳定下沉阶段,形成了一套以页岩、粉砂质页岩(已变质成千枚岩)为主的盆地相沉积。其中,多处夹有属于生物层礁滩相、生物丘(礁)相和点礁相的灰岩沉积以及属滨外沙滩相的砂岩沉积。这些富含生物的灰岩不同程度地起到一种屏蔽作用,造成一种半封闭环境,有利于成矿元素的初步聚集沉淀。

上泥盆世,海槽从稳定下陷到逐渐回返上升阶段,所以在矿田北出现海陆交替相或陆相沉积。早期虽然碳酸盐岩甚至生物礁发育,但未发现有铅锌矿床与之伴生,仅见矿化。所以,与铅锌矿有关的沉积相主要发育在中、下泥盆世,其中尤以台地相区和盆地相

区内的各种碳酸盐岩相及其组合与矿关系最为密切, 现分述如下:

二、台地相区

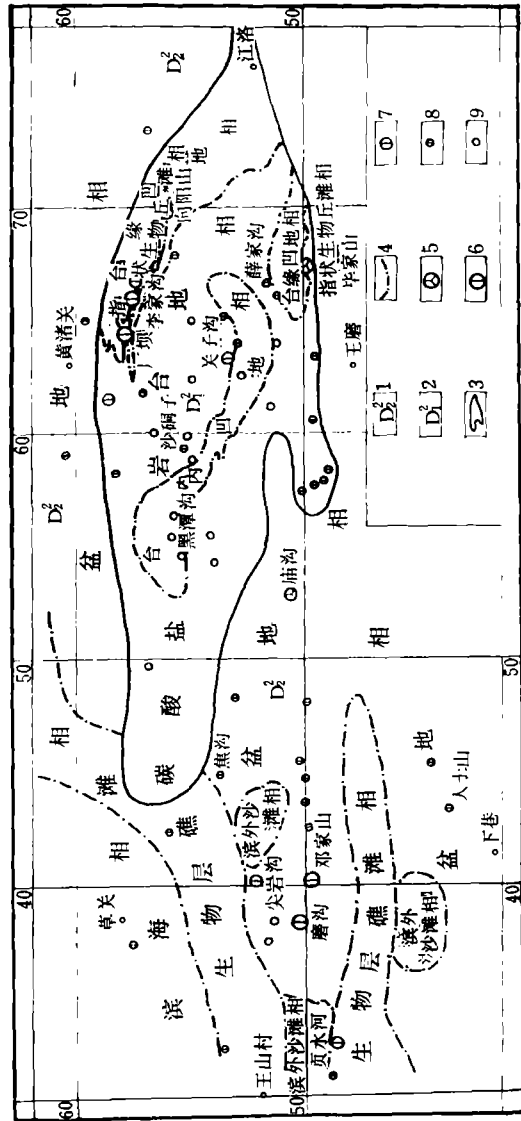
位于矿田东部, 海酒山-石鼓子-天柱山一带, 组成吴家山大背斜翼部。形成于下泥盆世晚期, 主要由大理岩和白云岩组成, 是一个出露长28.3公里, 宽8~2.3公里, 平均宽7.8公里, 面积约220.7平方公里的碳酸盐小台地。碳酸盐岩一般厚500~600米, 最厚约2000米, 最薄数十米, 变化较大, 东、西、北部较厚, 南部较薄, 呈近东西向分布的不规则椭圆状。这个台地可能是在浅海陆棚边缘浊积扇穹形地形基础上发育起来的穹形高地, 基本上还是浅海相环境。海槽回返吴家山大背斜形成, 中间顶部碳酸盐岩地层被剥蚀, 所以现在的碳酸盐岩地层成环状围绕背斜核部出露。这个台地的特点岩性均一、变化不大, 含陆源屑较少, 一般低于5%; 二是层理清楚, 一般为中厚层——厚层状构造; 其三是生物含量不多, 仅见一些珊瑚、海百合、腕足、瓣鳃等生物碎屑, 在台地上, 尚未发现有生物礁的遗迹特征; 其四是台地底部和中上部都往往夹有厚大的白云岩层, 大多数为准同生白云岩, 具细晶结构、条纹状构造、整合层状、含石膏晶体和少量虫痕等特点, 说明台地上水较浅, 局部可造成蒸发环境; 其五是台地生长快, 高出周围盆地相沉积, 与周围盆地相或台(地边)缘凹地相以及和台内凹地相沉积都呈指状式或突变式相变过渡关系(见图1)。

这个碳酸盐岩台地是控制下泥盆统铅锌矿, 铜矿的有利岩相古地理环境。可细分为三个相组(合), 即台地边缘相组、台地相组和台内凹地相组。各组内又可再分出具体的控矿相。

1. **台缘指状(生物)丘滩相组**: 是碳酸盐岩台地伸向盆地内的一个碳酸盐岩“指头”。由凹、丘、滩排列组合而成带状分布。西成地区这种指状丘滩相组(带)目前仅发现两处, 一处在厂坝, 一处在毕家山, 两处均赋存大型铅锌矿床。其中, 以厂坝指状丘滩相带铅锌矿规模最大, 特征最明显, 以此为例细分为:

(1) **生物丘(礁)相**: 厂坝生物丘最为典型, 分布在厂坝矿床49线~73线间。主要特征是: ①平面形态如卵状, 沿走向长600米, 沿倾向宽800米, 呈北25度东的长轴方向与地层走向近于直交。②剖面形态如丘状隆起, 中间厚, 边缘薄, 最厚可达400米(假厚度), 向四周变薄尖灭, 逐渐为凹地相沉积所取代, 一般都成指状式相变过渡关系。③是一个富集生物碳酸盐岩丘。由于变质作用影响, 重结晶作用强, 生物化石内部结构完全破坏, 甚至外形轮廓也发生变形。其中的造礁生物有块状、板状层孔虫、通孔珊瑚、槽珊瑚和支星珊瑚等。附礁生物和填隙生物有海百合茎、支状层孔虫, 珊瑚, 腕足类和腹足类等。生物含量一般可达20~40%, 时密时疏, 密集时可达60~70%。(见照片1、2、3)。从大理岩的结构上看, 具有生物礁相的斑杂状构造的特点。④生物丘的底部和顶部都有数米~数十米厚的海百合茎大理岩, 表明生物丘(礁)和生物滩(棘屑滩)紧密伴生, 逐渐过渡。丘(礁)是在滩的基础上发育起来, 又为滩所取代。⑤生物丘西的凹地相边缘见有一些角砾岩, 角砾多为大小不同、形态各异的碳酸盐岩块体, 为砂质胶结, 是丘(礁)相的边缘塌积相角砾岩(照片4)。

生物丘(礁)控矿作用是明显的。厂坝1号矿体就直接产于其中, 主要在偏上部。



1. 中泥盆世晚期 2. 下泥盆世晚期 3. 下中泥盆世界线 4. 相变界线
 5. 铅锌铜矿床 6. 大型铅锌矿 7. 中小型铅锌矿 8. 铅锌矿点 9. 其它矿点

图 1 甘肃省西成矿田泥盆纪岩相古地理图

Fig. 1 The facies paleogeographic of Devonian Xicheng, Gansu Province

向东大理岩变薄尖灭,矿体亦变薄尖灭。金属矿物除呈条带状、块状分布于大理岩中外,还可呈浸染状,星点状分布于海百合茎、珊瑚和层孔虫中,显示金属矿物交代生物化石的特点;其次,由于生物丘(礁)的存在,形成障壁,使其西侧和东侧形成两个凹地,有利成矿元素的沉积聚集,从而间接控矿。特别是西侧的丘后凹地相是成矿元素沉积聚集的最佳场所。

(2)丘后凹地相:在厂坝生物丘西侧,往西直接与碳酸盐岩台地相毗邻,所以又可称为台(地边)缘凹地相。生物丘和台地分别是东西两个“屏障”,凹地封闭条件较好,凹地内沉积的碳酸盐岩厚度不大,生物含量亦少,主要沉积了一套含凝灰质的细碎屑岩,其中浅色凝灰质细砂岩走向长约400米,倾向长800米左右,长轴方向为北26度东,与生物丘展布方向一致。厚度变化也大,一般西厚东薄。凹地中间厚(约150~200米),边缘薄(50~100米)。

丘后凹地相是铅锌等成矿元素聚集的最有利场所。凹地西与台地接触处是石鼓子相变带,推测为古断裂活动带,沿此断裂带不但造成岩性、岩相显著差异,而且引起火山喷发和喷气,带来火山物质和成矿元素。凹地下部及台地下部有大量蒸发岩,地下水溶解带来卤水,一并在凹地内形成含矿热卤水,加上良好的封闭条件,特别有利于成矿元素的沉淀聚集,形成丰富的矿源层或厚富矿体。厂坝Ⅰ、Ⅷ、Ⅸ等号矿体就产在此凹地中,Ⅰ号矿储量占厂坝总储量的58%(锌),或68%(铅)。

(3)丘前凹地相:生物丘东侧,生物丘灰岩成指状尖灭在丘前凹地的细碎屑岩中,此凹地较开阔,封闭条件差,东与盆地相通。凹地底部为生物滩灰岩,赋存李家沟Ⅰ、Ⅱ号矿体。凹地相的细碎屑岩中赋存李家沟Ⅲ号矿体,由于封闭条件差,又远离石鼓子古断裂带,火山物质大量减少,成矿物质丰度也减少,所以矿体规模较小,变化较大,明显不如丘后凹地。

(4)生物滩及沙滩相:约在丘前凹地以东,灰岩厚度不大,延长较远形如席状。矿化更加减弱,仅在向阳山生物滩尖灭附近才出现工业矿体,形成向阳山矿床。

由上可见,厂坝铅锌矿矿带受台地外边缘指状丘(礁)滩相控制。从台地外边缘—丘后凹地—生物丘(礁)—丘前凹地—生物滩及沙滩的变化方向,矿床规模从特大型(厂坝)—大型(李家沟)—中型(向阳山),逐渐变小;矿化由强变弱,厂坝矿床铅加锌平均为8.46%,李家沟7.55%,向阳山为1.65%;矿体形态、矿物成分由简单到复杂,向东黄铜矿、磁黄铁矿逐渐增多,闪锌矿颜色变深;微量元素镓锗镉铊银锑从高到低,砷却从低到高;包体测温从高到低;硫同位素 $\delta S^{34}\%$ 。离差从小到大,厂坝为+17.05~+27.81,李家沟为+14.11~+28.3,变质程度从深到浅。清楚地显示了台地外边缘凹、丘、滩相组合的控矿作用,其控矿相组合模式如图2右上部所示。厂坝矿带是西成矿田中最有远景的矿带,占西成矿田储量的66.7%。

2. 台地相组:直接分布在碳酸盐岩台地上的控矿相不多,这个组初步分出两个相:

(1)台地内边缘相:典型矿点是小湾里,它位于台地上的内部边缘,在中厚层状大理岩中呈夹层状、似层状矿体。由于黄渚关花岗岩侵入矿区,使围岩发生矽卡岩化,矽卡岩中也有铅锌矿体,成为本区受岩浆热液迭加改造的典型例子。

(2)台地蒸发相:一般分布在台地的局部地区,主要是由准同生白云岩或大理岩夹

准同生白云岩组成，类似于台地上的蒸发坪，受这种沉积相控制的矿床(点)有徐明山、关子沟、甘山上等，这类矿床(点)铅锌矿矿石常伴重晶石、天青石、白云石。白云岩中常见石膏和透闪石。

(3)台内凹地相组：在台地内部低洼处沉积了一套炭质泥灰岩、炭质粉砂岩、炭质硅质岩和炭质泥岩及中性、基性火山岩的滞流洼地相沉积。这个凹地四周封闭条件很好，有机质丰富，硫化物发育，又夹火山岩，属于强还原环境，是成矿元素沉淀聚集的有利场所。这套炭质地层中铜铅锌等有用元素含量较高，一般高出克拉克值数倍到十几倍，甚至可直接富集成矿，直接控矿的有两个相：

〔1〕台内凹地中心相：位于台内凹地的中心部位，典型的矿床是黑潭沟铜矿。

〔2〕台内凹地边缘相：台内凹地的边缘部位，即与碳酸盐相变的边缘部位或者是地层剖面中向上变为碳酸盐岩的部位，往往赋存铜、铅、锌，如豆腐岩，老砬上和冉家河沟等。

三、盆地相区

除下泥盆统地层分布区以外，西成矿田的广大地区内分布了中上泥盆统的浅海盆地相沉积，其中包括了各种沉积相的碳酸盐岩。铅锌矿与碳酸盐岩，尤其是与中泥盆统的碳酸盐岩关系密切。与矿有关的沉积碳酸盐相计有生物丘(礁)相组、生物层礁滩相组、点礁相等，现分述如下：

1. 生物丘(礁)相组：如洛坝含矿灰岩是一个向北倾的单斜，一个不规则的大扁豆体，沿走向，沿倾向，向上灰岩均有分叉尖灭的特征，含生物丰富，造架生物有块状、板状层孔虫，通孔珊瑚、槽珊瑚等。附礁生物及填隙物有珊瑚、海百合、腕足、瓣鳃等。生物丘的下部为海百合茎灰岩及枝状层孔虫灰岩，上部为珊瑚碎屑灰岩，显层理，中部为富集生物的块状灰岩，不显层理，具斑杂状构造。在未穿透灰岩的钻孔中见到生物最集中的部位有四层，共厚约120米，最厚一层可达58米，这些生物多数是已搬运的珊瑚碎屑，但也见块状层孔虫及槽珊瑚组成骨架，有时珊瑚也密集分布似成骨架(照片5)。丘的北部是丘后相，主要沉积了炭质，砂质泥岩(已变质成千枚岩)，含有机质及硫化物较丰富，常夹含铅锌的黄铁矿扁豆体或小矿层。这种千枚岩含铜锌银普遍较高，高出克拉克值数倍，甚至1~2个数量级。丘的南部为砂岩和砂质千枚岩，有机质及硫化物均少，可能为丘前相沉积。洛坝矿床主要矿体产于丘顶近丘后相一侧，丘后相中也有工业矿体。

2. 生物层礁滩相组：如页水河、邓家山、尖崖沟含矿灰岩，为层状，厚数十~数百米，宽数百米~上千米，长数公里~数十公里。形如席状或多层迭置状。生物含量丰富，主要是棘皮类、珊瑚、腕足类、腹足类、层孔虫等的碎屑(组成生物碎屑滩，照片7)，局部地段分布有块状、板状层孔虫、槽珊瑚、通孔珊瑚和四射珊瑚等造架生物，其间充填生物碎屑(组成生物层礁，照片6)。造架生物多分布在灰岩中心部位或变厚部位，不显层理，其斑杂状构造、粘结构造和骨架构造。这种生物层礁的特点向周围逐渐消失，变为层理明显，中厚层状或中薄层状的生物碎屑灰岩。沿走向和倾向生物碎屑灰岩又尖灭或分叉尖灭于炭质千枚岩或绢云母千枚岩中。这些千枚岩往往富集有机质和硫化物，

有时还夹薄层状的富集硫化物的炭硅质岩,可能属于滩后相沉积。铅锌矿赋存在生物层礁滩相灰岩尖灭端灰岩与千枚岩接触带,灰岩内部的夹层和断裂中,也可赋存在近灰岩与千枚岩接触带的千枚岩中,即在滩后相的泥岩中。

3. 点礁相(照片8):如焦沟含矿灰岩是由珊瑚小礁体组成的礁灰岩,与围岩呈指状尖灭相变,规模很小,数十米长,数米~十几米宽,经钻探证实延深也不大,一般十几米~数十米。铅锌矿直接交代珊瑚体腔,呈生物假象,但矿点规模小,变化大,尚未成为工业矿床。

四、控矿相综合模式

西成铅锌矿的成矿控制因素很多。从沉积相这个侧面而论,铅锌矿与碳酸盐岩关系密切,为什么?可简单归纳为如下三方面的原因:

1、碳酸盐岩沉积相的直接控矿作用。碳酸盐岩沉积时,成矿作用可以同时或稍后发生,形成矿源岩(层)、或矿层。如碳酸盐台地上蒸发相,在蒸发泵的作用下,使含铅锌的成矿卤水不断浓缩,富集成矿或矿源岩。其次,在富集生物或其他有机质的碳酸盐岩(如生物丘、礁滩等)的富矿作用和有机质、微生物对成矿元素的吸附作用也是不可忽视的。据J. D. Milliman 等人(1974)的资料,若干海生动物的碳酸盐质硬体,不同程度地富集Fe、Pb、Zn、Mn、P等元素。浓度系数*有时可达很大值。软体动物文石质碳酸盐中的铅可达4000~6700,方介石质碳酸盐铁可达450(苔藓虫),铅可达30~600(瓣鳃类),和300(腔肠动物),而这些动物在西成地区的生物丘或礁滩相中都是常见或较发育的。

2、碳酸盐岩沉积相为成矿元素的活动,迁移和沉淀提供有利的地质环境。碳酸盐岩台地的边缘或内部往往有断裂存在,这些断裂的活动,不但使台地生长发育,而且,导致火山喷气,喷发物质沿此上升活动,从而带来丰富的铅锌等成矿物质。在台地的下部,早期沉积的含膏盐的白云岩,在地下水的作用下,可以带出大量膏盐卤水,与火山源或陆源的成矿物质混合为高盐度的成矿热卤水。这些断裂的活动还可在台地边缘或内部形成一些洼地,封闭条件较好,是成矿热卤水注入,成矿元素沉淀的有利场所。如厂坝丘后凹地就是最有利的成矿环境。该矿床的地质和同位素资料为这种认识提供了证据:①厂坝I号矿体围岩是赋含凝灰质的细碎屑岩,含铅锌等成矿元素高出克拉克值数倍到数十倍,说明矿床的围岩就是矿源层。②矿石液态包裹体中硫酸根离子含量高(42.9ppm~极大值),一般大于氯离子等,属于硫酸盐型热卤水。按姜齐节等人意见硫酸盐型热卤水是火山热泉水。围岩中富含凝灰质及氟、硼、磷等灰发分较高也是火山热卤水的一个佐证。③矿石的硫同位素组成 $\delta S^{34}\%$ 从+14.1~+31.8,平均为+21.3,总硫亦为+17~+25,与泥盆纪时海水硫酸盐平均值相近,说明硫主要来源于海水硫酸盐。围岩中含膏盐的白云岩及钡元素较高是硫酸盐具有丰富来源的佐证。④铅同位素说明都是正常铅,模式年龄为386百万年,与泥盆纪地层一致。⑤氢、氧和碳的同位素资料说明成矿流体来源于同生建造水(李英资料)。

*浓度系数 = $\frac{(\text{某元素在碳酸盐中浓度}/\text{Ca在碳酸盐中的浓度})}{(\text{某元素在海水中浓度}/\text{Ca在海水中浓度})}$

盆地相中的生物丘（礁）相，生物层礁滩相碳酸盐岩在盆地中起到局部蔽档作用，在丘后或滩后或滩间形成半封闭环境，有利于陆源的或远火山源的成矿物质沉淀，可聚集成矿源层或小矿体。

3、碳酸盐岩相为铅锌的再活动，再迁移和再沉淀提供良好的地质条件。生物丘、生物层礁滩相，指状生物丘滩相的灰岩中生物丰富，孔隙发育；块状灰岩易于破碎，断裂裂隙亦较发育；灰岩化学性质活泼，易于交代、溶蚀。这些为铅锌的再活动、再迁移和再沉淀提供了良好通道和储矿空间，形成了所谓改造成因的铅锌矿，如邓家山等矿床。该矿床的地质和同位素资料为这种认识提供了证据：①矿体主要赋存在灰岩与千枚岩的接触带，灰岩尖灭端的破碎带中和灰岩的断裂破碎带中。矿体与硅化、白云石化、重晶石化有密切关系。近灰岩的千枚岩中含铜铅锌成矿元素较高，时夹薄而小的层状矿体，说明千枚岩是矿源层，灰岩中矿体是铅锌成矿溶液经活化转移，交代而成。②矿体的硫同位素组成 $\delta S^{34}\%$ 从 $-8.05\sim +16.4$ 与围岩（ $-4.05\sim +23.0$ ）相类似，有的矿床与围岩的 $\delta S^{34}\%$ 值一样，说明矿体硫主要来自周围的地层。③铅同位素多为异常铅，说明受地层污染较重。

上述三原因在不同控矿相中可能起作用的程度不一样，因此，与矿的密切程度也不一样。西成矿田内控矿相在时间和空间上都存在不同组合，这些组合的存在和分布是西成铅锌矿田成带，成片分布的一个原因。将上述控矿相按不同组合和分布可简单归纳出一个西成铅锌矿控矿相模式示意图（图2）。从图上我们可以看出：

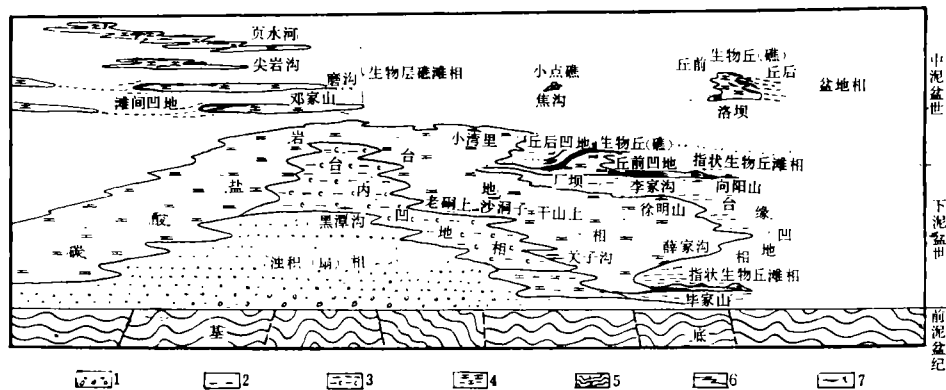


图2 甘肃西成铅锌矿田控矿沉积相模式示意图

- 1.砂砾岩 2.砂岩、沙页岩 3.页岩、炭质页岩 4.灰岩、泥灰岩 5.基底断裂带 6.相变界线 7.矿体

Fig. 2 The Pattern of control-ore sedimentation facies in Xicheng lead-zinc ore-field, Gansu province

- 1.从时间上看，控矿相从下泥盆世的台地相演化到中泥盆世的盆地相。
- 2.从空间上看，西成铅锌矿是受多种沉积相控制的，这些控矿相从大到小，即从控矿相区到控矿相组，再到控矿相，构成一种控矿相系列。该系列的控矿规律为：
 - ①台地和盆地两大相区控制了整个西成铅锌矿田。
 - ②控矿相组往往控制铅锌矿带，如台地边缘指状丘滩相组控制了厂坝铅锌矿带。

③四、丘、滩等控矿相控制了矿床或矿体。

3.今后在西成地区或者在秦岭地区找铅锌矿,应当首先注意寻找碳酸盐岩台地,特别是台地边缘的指状丘滩相组往往是控制大型,特大型铅锌矿床的有利岩相。其次,在盆地相的边缘部位注意寻找生物层礁滩相组,它是控制中型或大型铅锌矿床的有利岩相。

本文是公司检验室,106地质队和冶金二队同志们的集体工作成果,限于笔者水平,仅是雏议,以供讨论。文章承蒙王集磊总工程师,贺守千工程师等指正校阅,一并表示感谢。

(收稿日期:1982年8月26日)

参 考 文 献

- 刘宝珺,1981,沉积相模式与层控矿床,地质与勘探,1981年第12期。
 载问天,1982,关于生物礁成矿问题的讨论,地质与勘探,1982年第1期。
 姜齐节等,1980,论渗流热卤水成矿作用的意义与成因标志,地质与勘探,1980年第1、2期。
 J.L.威尔逊,地质历史中的碳酸盐相,地质出版社,1981。
 米利曼,J.D.等,海洋碳酸盐,1978,地质出版社。
 布拉特,H.等,沉积岩成因,1978,地质出版社。

PRELIMINARY APPROACH TO THE CONTROL-ORE FACIES

MODEL OF XICHENG LEAD-ZINC ORE-FIELD

Zhou Wei jun

(Metallurgical Geological prospecting Company of
Gansu Province)

Abstract

Control-ore facies is the sedimentary facies of controlling ore deposit formation. The facies may be a single or a composition of facies. The control-ore facies in the Xicheng Lead-Zinc Ore-Field is a complicated composition.

The Xicheng Lead-Zinc Ore-field lies in the southeast of Gansu Province. It is well known that the ore-field is a famous strata-bound lead-zinc deposit. There exists a close relationship between the deposit and sedimentary facies (especially carbonatite sedimentary facies) of the Middle Lower Devonian. The relationship shows that the control-ore facies is characterized by a polyfacies in the Xicheng Lead-Zinc Ore-field. This paper preliminarily presents a synthetical model of control-ore facies for discussion and reference.

On the basis of the facies analyses of carbonatite and their adjoining rocks related to the ore, the control-ore facies in the Xicheng Lead-Zinc Ore-field can be divided into two control-ore facies areas and again subdivided into six control-ore

facies groups and some control-ore facies.

1. The platform facies area lies in the east of the Xicheng Lead-Zinc Ore-field. It is made up of the widespread and very thick carbonatite of the Lower Devonian. It is subdivided into three sedimentary facies groups related to the ore.

(1) The finger hill-beach facies group of platform edge is a "finger" of the carbonatite platform. There are two "fingers" (Changba and Bijiashan) in the Xicheng Lead-Zinc Ore-field. The Changba finger hill-beach facies group is by far the most typical example. The facies group may be subdivided into four control-ore facies, biological hill (reef) facies (controlling ore-body No. I of Changba), back hill depression facies (controlling ore bodies No. II and VIII of Changba), front hill depression facies (controlling No. III of Lijiagou) and biological beach or sand facies (controlling No. I and II of Lijiagou).

(2) The platform facies group is made up of two control-ore facies, intraplatform ridge facies (controlling Xiaowanli ore deposit) and platform evaporation facies (controlling Guanzigou ore deposit).

(3) The intraplatform depression facies group consists of two control-ore facies, stagnant depression facies (controlling Heitangou copper deposit) and depression ridge facies (controlling Laodongshan manifestation etc.).

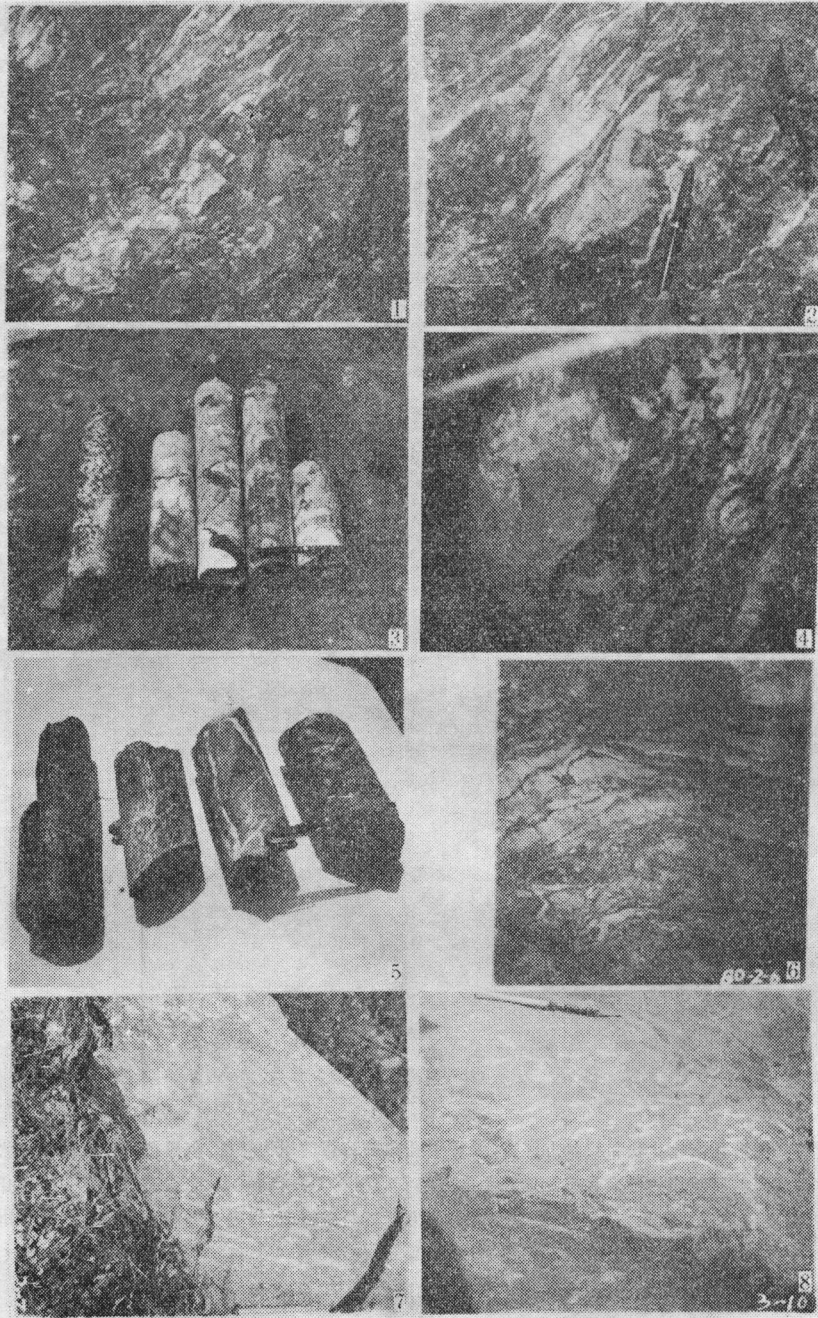
2. The basin facies area is a widely distributed in the Xicheng Ore-field besides platform facies areas. It is a set of basin facies sediments of shallow sea of the Middle Devonian, and can be subdivided into three sedimentary facies groups of control-ore.

(1) The biological hill (reef) facies group is an isolated hill (reef) in the basin facies area, for example, Luoba ore deposit. It is made up of two control-ore facies, the biological hill (reef) facies and back hill facies in close connection with the ore.

(2) The biostrome reef-beach facies is a thick carbonatite bed in argillaceous sediments of the basin facies area. For example, Dengjiashan and Yeshuihe ore deposits occur in the thinning out part of the reef-beach facies or in the part near the contact zone with back beach facies.

(3) The spot reef facies (group) is made up of some little coral reef bodies in the basin facies area, and these little reef bodies can be completely replaced by galenite and sphalerite.

From what we have mentioned above, some regularities are suggested as follows. Both facies areas, the carbonatite platform facies of the Lower Devonian and the basin facies area of the Middle Devonian control all the Xicheng Lead-Zinc ore-field. The facies group controls the ore zone. For example, the finger hill-beach facies group of the platform edge controls all the Changba ore-zone. However, the depression, the hill and the beach control individual ore deposits or ore-bodies. All the characteristics of the control-ore facies are synthesized and simulated as the synthetical model of control-ore facies as shown in Fig. 2.



1. 厂坝生物丘(礁)相中斑杂状构造,大小灰白色团块为生物。2.厂坝生物丘(礁)相中,灰白色团块为块状及板状层孔虫。3.毕家山生物丘(礁)相中,半球状、块状层孔虫及通孔珊瑚、槽珊瑚灰岩。4、厂坝生物丘西侧礁缘塌积角砾岩,灰白色为生物灰岩砾块,灰黑色为细碎屑岩。5.洛坝生物丘(礁)相中,珊瑚及层孔虫灰岩。6.生物层礁滩相中板状层孔虫组成礁骨架、填隙物中为珊瑚及腕足等(草关灰岩)。7.生物层礁滩中生物碎屑灰岩。8.点礁相、生物灰岩中珊瑚树枝状骨架。