



以岩性-岩相为基础的层控铅锌矿床分类

世界上的大型铅锌矿和其大部分储量，都集中在沉积岩当中。В.И.Смирнов 曾经指出，多数矿床都是整合产出的，并且属于黄铁矿型和层控成因类型。作者对世界上众多的矿床进行了容矿介质的岩性-岩相标志及地质-工业特征对比，查明了诸如铅锌含量这样的重要参数，与围岩的成分及岩相存在着规律性的联系。

容矿围岩

赋存多金属矿的沉积岩层主要是由泥质岩层、泥质岩-碳酸盐岩层和碳酸盐岩层组成。前两者含炭质较高。含矿的碳酸盐岩石为白云岩和各种岩相类型的灰岩。

泥质岩型岩层是特大型和大型铅锌矿的介质。岩层基底是黑板岩及其变质产物(石墨-云母片岩、硅线石片岩及其他片岩)。其次是粉砂岩和砂岩。层间砾岩和角砾岩较少见，但却是很有代表性的一组岩石。泥质岩型含矿岩层的时代多半是元古代，个别矿床也见于侏罗系地层(表1)。

泥质岩-碳酸盐型含矿岩层通常为韵律性的亚复理石层系。对于此类岩层而言，碳酸盐和泥质岩物质都同样有代表性。在这些岩层的组成中，呈单独层存在的硅质沉积物可能广泛发育。已知著名矿床的含矿泥质岩-碳酸盐岩层的时代为前寒武纪和泥盆纪。有一种很有意义的情况，即最古老的含矿层具有泥质岩-白云岩剖面，而泥盆系地层则出现泥质岩-灰岩剖面。碳酸盐岩石的岩相类型主要是有机碎屑相。碳酸盐物质和泥质的数量和分异特征，在不同的矿区是变化不定的。例如，拉梅里斯伯格矿床的剖面，就只有个别的灰质砂岩层。扎列姆矿床的泥质-灰质亚复理石层碳酸盐的平均饱和度变化在35%左右。

碳酸盐系列的含矿岩层，按岩相标志可划分为礁层和均一岩层。前者以含叠层灰岩

礁、碳酸盐碎屑岩石的礁间体和石英砂岩为特征。均一的碳酸盐岩层则以区域范围内稳定的岩性为特征。礁相在这里完全缺失，或只有少量发育。

在评价作为容矿介质的白云岩和灰岩的作用时，应当指出的是，两者都是潜在含矿的，不过绝大多数矿床是与白云岩伴生。岩石的时代和成分之间有一定关系。包括志留系在内的古老岩层都是白云岩。只是在古老地层中的个别矿床内，才能见到白云岩与灰岩组合。从泥盆纪开始，除白云岩地层外，作为含矿岩层的还有灰岩层。不管含矿与否，碳酸盐岩层都可能包含硅质(似碧玉岩)薄层或结核。礁相岩石的典型变种是块状沉积角砾岩，而层状均一岩层的典型变种则是层间崩落角砾岩，后者是由于碳酸盐的局部溶解和淋蚀造成的。层间崩落角砾岩的存在，是溶解构造类型含矿介质的标志。

矿床类型

介质性质与矿床的地质-工业标志的关系综合于表1。总共划分出五个基本矿床类型，即泥质岩型、泥质岩-碳酸盐型、层状碳酸盐型、碳酸盐溶解构造型、碳酸盐礁型。

像布罗肯-希尔和萨利万这样的大型矿床即属于泥质岩型。它有一个特点，就是矿体为整合的透镜状-层状。芒特-艾萨和扎列姆等矿床则属于泥质岩-碳酸盐型。此类矿床的矿体是由许多含矿岩石的亚复理石韵律层组合而成。但这里广泛出现矿质的早期成岩活动标志，导致交代矿体和结核矿体的生成，例如芒特-艾萨的铜矿体以及扎列姆的重晶石-铅矿体即是。

碳酸盐岩层矿床可划分为层状型、溶解构造型和礁型三类。层状类型为层状矿体，整合产于灰岩-白云岩之中。这类矿床在世界铅锌储量平衡表中意义不大，其中最知

沉积岩中的层控铅锌矿床分类及特征对比

表 1

典型标志	矿床类型				
	泥质岩型	泥质岩—碳酸盐型	层状碳酸盐型	碳酸盐溶解构造型	碳酸盐礁型
岩石组合 (原生)	炭质泥质板岩—砂岩层, 有时为砾岩、角砾岩	炭质层状硅质—泥质碳酸盐层	白云岩、灰岩		
矿床与围岩时代	前寒武纪: 萨利万(加)、布罗肯—希尔(澳)、赫劳德年斯柯耶(苏)、侏罗纪: 菲利兹恰依(苏)	前寒武纪: 芒特—艾萨(澳)、哥列夫斯柯耶(苏)、泥盆纪: 拉梅里斯伯格(西德)、扎列姆(苏)、三迭纪: 鲁皮查(南斯拉夫)	前寒武纪: 巴尔莫特—埃杜阿尔德斯(美)、姆帕萨(扎伊尔)、寒武纪: 撒丁(意)、石炭纪: 涅温(爱尔兰)、三迭纪: 上西里西亚(波)	里菲、寒武纪: 萨达尔纳(苏)、奥斯坦维尔、尤里克、皮奥奇(美)、上密西西比地区奥陶纪、杰斐孙城(美)、泥盆纪: 米尔加利姆塞(苏)、石炭纪: 特里—斯捷特斯(美)、阿奇塞(苏)、利阿西(印度)	寒武纪、奥陶纪: 密苏里东南部地区(美)、泥盆纪: 乌什卡顿(苏)、帕因—帕因特(加)、石炭纪: 泽尔加兰地区(苏)、宾厄姆(美)
Pb/Zn 含量比值	1.3~0.25, 典型比值 1:1	5~0.33, 典型比值 1:2	0.33 到 纯 锌 矿, 矿石以 锌 为主	10~0.2, 典型比值 1:4	4~0.4, 典型比值 4:1
储量或开采金属量, 品位	布罗肯—希尔: Pb+Zn 4000 万吨, Pb—11.1%, Zn—11.9%	芒特—艾萨: Pb+Zn 1400 万吨, Cu 400 万吨, Pb+Zn—7%, Cu—3%	巴尔莫特: Zn 150 万吨, Zn 达 10%	特里—斯捷特斯: Zn 1055 万吨, Pb 256 万吨	拜布尔努姆(美): Pb 1200 万吨, Pb 达 8%, Zn 达 2%
矿体形态	透镜状、层状	透镜状、层状、不规则状	层状	穹形、带状、环状、层状、裂隙脉、管状	透镜状、带状、筒状
主要硫化物组合	黄铁矿+磁黄铁矿+闪锌矿+方铅矿±黄铜矿	黄铁矿+闪锌矿+方铅矿±黄铜矿	黄铁矿+闪锌矿	闪锌矿+方铅矿±黄铁矿	方铅矿+闪锌矿
金属矿物集合体形态	层状、块状	层状、透镜状、结核状、块状、浸染状	层状、浸染状、块状、交结状	浸染状、巢状、脉状、被壳状	块状、条带状、孔隙充填、浸染状
铅的同位素类型	普通铅		无数据	J 型铅	
单独矿床和矿区矿石中 $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}, \frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}, \frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ 最大与最小比值的差	0.33, 0.23 0.52			3.61, 0.54, 3.50	1.50, 0.54, 1.92
硫同位素成分 ($\delta^{34}\text{S}$, ‰) 及其成因类型	接近 0, 内生硫		约 + 20, 蒸发硫		
单个矿床矿石中的 $\delta^{34}\text{S}$, ‰	达 10		达 50		
主要成矿温度	无原生矿石堆积的确切资料			60~200°C	

名的是上西里西亚矿床。

溶解构造型矿床与白云岩和灰岩中形态复杂的溶解角砾岩体有明显的联系。矿体继承了溶解岩体的形态,表现为整合的筒状、穹形一带状、透镜状、似层状及不整合的裂隙脉、矿柱、组合矿体等。溶解构造型矿床,是碳酸盐介质中分布最广的一组,最知名的矿区有特里—斯捷特斯和上密西西比(表1)。

礁型矿床是具有重要工业价值的、以铅为主的一组矿床。属于此类的矿床有密苏里东南部、帕因—帕因特、乌什卡顿等矿床。这些矿床与礁相碳酸盐岩两种主要岩石类型伴生,即多孔的叠层石层和礁内部及其周围角砾岩的带状体。礁型矿床为透镜状、筒状、带状的整合矿体。

工业特性

泥质岩型和泥质岩—碳酸盐型矿床大致相当。 $Pb:Zn$ 为1:1到1:3。有些矿床该比值可降至1:4.5(赫劳德年斯柯耶),另一些则增至1:0.2(高列夫斯柯耶)。两组矿床中的铅、锌几乎没有差别。它们的一个突出特点是储量高度集中。这应当理解为几乎所有的矿石都富集在一个或几个矿体,集中在不太大的地区和地层剖面一个或两、三个挨近的部位上。

在碳酸盐层的矿床中,铅、锌表现出明显的差异。礁型矿床属于以铅为主的矿床,而溶解构造型矿床则以锌为主。前者 $Pb:Zn$ 平均约为4:1,后者为1:4,当然也有例外的情况(表1)。在估计平均比值的过程中,我们首先选取研究工作深入、储量巨大的密苏里东南部矿床(礁型)和特里—斯捷特斯矿床(溶解构造型)来进行计算。阿塔苏地区的典型礁类矿床(乌什卡顿)是含重晶石杂质的铅矿。在若干溶解构造的矿床中,完全不含铅(杰斐孙城)。因此,碳酸盐岩层的两种基本矿床类型,就铅、锌含量而言,具有相当明显的专属性。铅多半富集在礁型矿床,锌则富集于溶解构造型矿床中。

碳酸盐层矿床有一个标志,就是储量分散在矿区较大的面积和地层剖面的许多层位上。例如,溶解构造型最富的矿区之一——特里—斯捷特斯矿床,延长150公里,宽50公里。这个地区,在100年内大约开采了1055万

吨锌和256万吨铅。世界上最富的礁型铅矿区——密苏里东南部,面积约4500平方公里,铅储量估计有2000万吨。面积相当广阔的矿区的上述储量数字,可与泥质岩型或泥质岩—碳酸盐型的单个矿床储量相比拟(表1)。

层状碳酸盐型矿床的经济特点不如其他矿床那样清楚。不过通过几个实例可以确信,该类矿床基本上是锌矿, $Pb:Zn$ 为1:5,而在许多矿床内,铅根本没有工业价值。不久前发现的爱尔兰的涅温矿床可能是属于此类的一个大矿,锌储量为820万吨,铅174万吨。该矿床的矿石集中产在面积不太大的地区的大型矿体中,故与泥质岩和泥质岩—碳酸盐型矿床类似。

最后应当指出的是,铅、锌含量比值与容矿介质的类型存在着规律性联系。就这个标志而言,泥质岩型和泥质岩—碳酸盐型矿床是彼此相似的。碳酸盐岩层的矿床可区分为以铅为主的矿床($Pb:Zn > 1$)、铅锌矿床($Pb:Zn < 1$)和锌矿床($Pb:Zn$ 小于1:5)。以铅为主的矿床与礁相伴生;铅锌矿床与溶解构造伴生;锌矿床与碳酸盐岩石的层状岩层伴生。

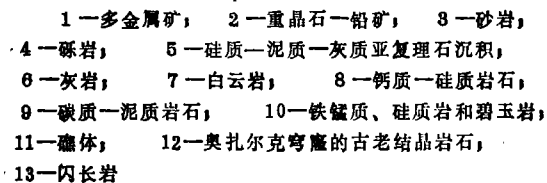
矿体形态

泥质岩和泥质岩—碳酸盐岩层中的矿床,几乎全部矿石都集中在与层理整合产出的层状和透镜状矿体中(见图)。岩石与矿石的比例关系变化,由细小的韵律互层,到整个矿床的矿石都赋存在一个或少数几个厚大的矿体中。不规则状的矿体只起次要作用,常与金属组分沉积后的交代堆积层相伴产出。芒特—艾萨和扎列姆就是这样的实例。

三组碳酸盐岩层矿床的矿体形态差别很大(见图)。上西里西亚矿床是深入研究过的最简单的碳酸盐型的一个实例。矿石集中于厚度不等的整合矿体中。溶解构造型矿床的矿体形态很复杂,可以归并为层状和脉状两组。特大型矿区和矿床的几乎全部储量都集中在层状矿体中。层状矿体具有一个共同特点,即矿化自上而下的分布受容矿岩层正常界线限制。层状矿床可细分为三类:1)带状—环状矿体;2)穹形矿体;3)非均质的不对称矿体。

特里—斯捷特斯地区曾详细描述过带状—环状矿体。这些矿体是灰岩岩层内部同心

脉状交错矿体，在溶解构造矿床中的工业意义比较次要，但在某些矿床内（如阿奇塞）却是占主导地位的矿体形态。矿脉的主体部分为所谓的裂隙脉型矿脉。这是一些横切层理的短小矿脉，具有宽大的膨胀部分。属于此类的有穿插层理的不规则管状矿体。裂隙脉被金属矿物的被壳状集合体充填。管状矿体具有粗角砾构造。金属矿物填满角砾



© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

灰岩层上的“斑点”。灰岩层的白云岩化属于能使密度增高15%的那些过程中的一个。所以,在保持同一数量的灰岩层的情况下,在其白云岩化地段内,可以产生与角砾岩和陷落构造伴生的、广泛的孔隙网。

脉状和层状组合矿体,在上密西西比矿区的同一矿床中曾作过描述。裂隙脉总是产在层状矿体的顶板。如前所述,层状矿体以具有伸向顶板的**枝状矿体**为其特征。枝状体和裂隙脉共同构成一个晕带,它只发育于层状矿体顶板一侧。在其他类型的层状矿体周围,也见有分布情况类似的晕圈的标志。但通常这是一些规模不大的细脉网脉带。矿体形态类型分布上的不对称性,与矿石成分的变化是一致的。上密西西比地区的裂隙脉,基本上是由铅矿构成,而下部构造层的层状矿体则主要由锌矿组成。

赋存礁相矿床的介质,既可以是白云岩,也可以是灰岩。礁型和溶解构造型这两个碳酸盐岩层主要矿床类型的基本区别,也正在于此。溶解构造矿床总是与白云岩伴生,后者或是呈斑点状,或是具有区域性。介质不管是灰岩型还是白云岩型,礁型矿床的矿体形态均受礁体和礁体内部及周围或靠近其上方岩石的各种碎屑类型的形态和内部构造控制。研究密苏里东南部和阿塔苏这两个礁型矿床的矿石查明,金属矿物的主要堆积方式是在成因、形状和大小均不同的

孔隙中成矿的。

按照成因标志,在礁相岩石中可以划分出生物成因的孔隙和碎屑孔隙两种。前者对于叠层灰岩特别典型,后者则对被粗屑物质充填的礁间排水通道是特征的。产于礁体内部的矿体为呈锯齿状尖灭的透镜体和沿礁体的弯曲线伸长的层状矿体。与礁体内和礁体周围的碎屑碳酸盐岩石伴生的矿体,多呈一系列整合的管状产出。在层理面上,矿体呈不规则的近乎平行的带状产出,而在横剖面上则为管状。乌什卡顿Ⅲ矿床发育透镜状矿体;比尤伊克(密苏里东南部)发育顺层的管状矿体;帕因一帕因特矿床的板状一似层状和柱状矿体则兼属上述两类。

矿石铅的同位素成分

泥质岩和灰岩—泥质岩建造矿床的铅为普通铅(表2)。礁型和溶解构造类型矿床的铅,在深入研究过的矿区是J型异常铅。这种铅的特点是放射成因同位素高度富集(表2)。而在礁型矿床中,放射成因同位素要比溶解构造型矿床中的低。例如密苏里东南部的矿床 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值,要比上密西西比河谷及特里斯—斯捷特斯地区的矿床大致低两个单位。礁型的帕因一帕因特矿床中的铅,非常接近中泥盆统围岩的普通铅。

J型铅与泥质岩型和灰岩—泥质岩型矿床铅的区别,也是比值变化很大。在同一矿

层控多金属矿床及地热卤水系统铅成分的平均值

表2

矿床	^{206}Pb , 平均	$^{206}\text{Pb}_{\text{max}} - ^{206}\text{Pb}_{\text{min}}$ 之差	^{207}Pb , 平均	$^{207}\text{Pb}_{\text{max}} - ^{207}\text{Pb}_{\text{min}}$ 之差	^{208}Pb 平均	$^{208}\text{Pb}_{\text{max}} - ^{208}\text{Pb}_{\text{min}}$ 之差
布罗肯—希尔, 元古代	16.03	0.21	15.54	0.23	35.83	0.52
芒特—艾萨, 元古代	16.71	0.33	15.58	0.31	36.20	0.52
萨利万, 元古代	16.55		15.63		36.63	
扎列姆, 中泥盆世	17.98	0.18	15.65	0.09	38.09	0.17
帕因—帕因特, 中泥盆世	18.47		15.84		38.54	
密苏里东南部, 寒武纪	20.81	1.50	15.97	0.54	40.08	1.92
上密西西比河谷, 奥陶纪	22.54	3.61	16.15	0.37	42.81	3.50
特里斯—斯捷特斯, 早石炭世	22.11	1.35	16.15	0.28	41.46	0.85
密西西比中部油田卤水, 白垩纪	18.88		15.64		38.83	
萨尔顿热泉卤水	19.12		15.65		38.97	
红海海底热卤水	18.72		15.68		38.52	
理论上的现代铅	18.90		15.86		38.82	

区内, $^{206}\text{Pb}_{\text{max}} - ^{206}\text{Pb}_{\text{min}}$ 与 $^{208}\text{Pb}_{\text{max}} - ^{208}\text{Pb}_{\text{min}}$ 的差达到3.6, 而在泥质岩和灰岩—泥质岩型矿床内, 上述差值不超过0.5。泥质岩和灰岩—泥质岩型矿床矿石铅的高度均匀性, 并且与介质时代的统一性, 可以解释为铅是来源于地壳下。相应地, 碳酸盐型矿床铅的“放射成因”及不均匀性, 具有另外的矿源。

在碳酸盐岩石内矿化的可能来源当中, 首先应当讨论的是残余的海洋卤水。由于卤水对围岩的淋滤和(或)与深部热液混合, 所以其成分富含铅—铋及其他金属。但典型热液矿床的铅或是属于普通铅, 或是属于B型铅。后者比围岩更老。因此, 海洋卤水与内生热液流混合的假说, 不能解释J型铅的性质。J型铅原则上可以用放射成因铅是从围岩淋滤来的加以解释。但实际上在含J型矿石铅的所有矿床中, 围岩的铅都是普通铅。据此, Heyl等(1974)提出了上密西西比河谷矿床铅是依赖铀—钍矿石生成的假说。

该区从东到西, 在100公里的距离内, 可以见到矿石铅的放射成因的数量逐渐减小的情况。 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 在东部为24.44, 西部降至21.00。推想矿石铅的来源是放射成因的、局部的, 并位于该区的东部。在溶液运动过程中, 横向上由东至西穿过岩层发生了放射成因铅被从围岩淋滤出来的普通铅贫化的现象。在密苏里东南部的铅矿带也确定有类似的铅的带状分布情况。在这里的窄得多(10~20公里)的地带内, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值从东到西、由下而上从20.54增至20.98。在这个例子当中, 铅的成分与硫同位素成分及铋、铅和铜分布上的分带性相关。据Kalp等(1960), 在含高放射成因铅、同时又是含铋较多的矿石中, 重硫的作用减小。在含铜杂质较多、同时又是放射成因铅含量较低的矿石中, 重硫的作用增高。硫同位素成分的变化, 可用分馏作用解释, 这种情况在地球的沉积盖层中尤为强烈。铅与硫成分明显的相关关系, 还有可能指示成矿区内的分馏。

作为一种沉积岩层中矿化的可能来源, 还应当提到热卤水堆积。但这个假说在解释J型铅时同样有困难。已知热液体系铅同位素成分的数值, 接近于普通的现代铅。这里见不到放射成因铅大量富集的现象。

解释J型铅应特别注意上面提到的同一矿区不同地段同一同位素含量的巨大变化。《美国金属矿床》(1972)一书, 把产于密苏里东南部铅矿带寒武系剖面偏上部矿石放射成因铅的高度富集, 解释为时代的差别。岩系顶部矿体中的铅, 比土壤中的铅要年青245百万年。但这个结论根本不适用于赋存在奥陶系地层内的上密西西比地区矿床中的铅。这里的 $^{206}\text{Pb}_{\text{max}} - ^{206}\text{Pb}_{\text{min}}$ 之差为3.5, 相当20亿年的时间间隔, 大大超出奥陶纪的时代。

在J型铅形成问题目前的研究水平上, 放射成因同位素的含量较高, 可以归于从古老的硅铝岩基底淋滤出来的那一部分矿石铅。这就自然会得出一个认识, 即J型铅远非都是在碳酸盐岩层的矿床中, 因为古老的结晶岩石不一定是作为铅来源的一个组成部分而加入的。全部铅可以从周围的碳酸盐岩石获取, 或是由其他类型矿床堆积而成。

成因

关于沉积岩层中层控多金属矿床的成因, 一个解决得比较好的问题, 要算是矿化的相对时代及其赋存机理。泥质岩型和泥质岩—碳酸盐型矿床被确定为热液—沉积矿床。在这类矿床中, 典型的沉积矿石与通常是次要的脉状和交代矿体组合在一起。这种组合, 以及黄铁矿(磁黄铁矿)含量高, 硫同位素组成的内生性质, 矿石铅为普通类型等, 使人们有理由把它们划归黄铁矿型矿床(Смирнов, 1970)。

两组分布最广的碳酸盐岩石矿床——礁型矿床和溶解构造矿床, 就其金属矿物的生成机理和相对时间而言, 是后生的。金属矿物集合体的基本堆积方式, 是孔隙充填。矿化来源问题, 是碳酸盐岩层矿床争议最大的问题, 这首先是因为很难解释铅的异常同位素成分。

J型铅中放射成因同位素含量较高, 这就难免把下伏岩层分散的或局部的铀—钍矿化, 当作铅的来源之一加以考虑。问题是这种来源的铅, 其相对作用有多大? J型铅没有固定不变的同位素成分, 即便是在一个矿区内, 放射成因铅的变化也很大(表2)。在成因相同的一组矿床内, 异常铅和普通铅兼而有之的情况也不乏其例。密苏里东南部的礁型矿床含有异常铅, 而阿塔苏地区和帕

因一帕因特的同类矿床则含普通铅。显然，碳酸盐型矿床的矿石铅，以普通铅或其中含有数量不等的放射成因同位素为其特征。相应地就可以确信，碳酸盐岩层中的多金属矿床的形成，与有否放射成因铅源无关。

如果对比一下铅、锌储量比例，那么上述结论同样可以看得十分清楚。如所周知，锌与放射性金属矿床没有直接的亲缘关系。假如放射金属作为铅的来源起过重要作用的话，那就应当期望，在由它们而产生的多金属矿床中，铅如果不是独一无二，那也是占绝对优势的组分。因而，矿石中铅的放射成因同位素的数量和 Pb/Zn 比值之间存在直接关系，也就成了合乎逻辑的推理了。事实上，在对铅的类型做过深入研究的一些矿床中，例如密苏里东南部的矿床，特里一斯捷特斯矿床和上密西西比矿床，确定的却是相反的比例关系。密苏里东南部矿床矿石的铅，其放射性程度并不太高，但 Pb/Zn 却高达4:1；另外两个矿区的铅，放射成因同位素却非常富集，但 Pb/Zn 却降至1:2到1:4。

关于碳酸盐岩层矿床矿化的来源问题，可以从不同类型矿床伴生的地区找到答案。阿塔苏矿区即属于这种地区。在这里的扎列姆矿田，能够见到泥质岩—碳酸盐型（扎列姆）和礁型（乌什卡顿）矿床相互结合的情况。乌什卡顿矿床产于发门那阶（上泥盆统）叠层礁灰岩中。在地层剖面上，乌什卡顿矿

床产出的层位，比扎列姆矿床向上偏移。乌什卡顿以铅为主的矿化和方铅矿—重晶石矿化，常常充填于叠层灰岩的孔隙中。整合的角砾状矿体也很特征，通常是在叠层灰岩之底部。总的来看，乌什卡顿铅矿形成沿礁线拉长的带状层控矿体。

扎列姆属于热液—沉积型。热液—沉积矿体和后生的礁型矿体伴生一起，促使人们提出了乌什卡顿铅矿是由于原生的热液—沉积矿石再沉积而生成的假说。В.И.Смирнов（1970）针对其他矿区也提出了上述看法。他认为，对于沉积岩层中的大型多金属矿床来说，矿化具有来自地壳下的性质。应当指出的是，在原生热液—沉积矿床下面（后生矿石就是从这里再生的），不一定仅仅是指工业矿床。例如，撒丁的碳酸盐岩石中的热液—沉积矿化为储量巨大的层状矿体，但铅、锌含量低，不够工业品位。在再沉积为次生层状和脉状矿床的过程中，金属含量激增。

关于沉积岩中多金属工业矿化万能的壳下来源的概念，把全部五种类型矿床，都归结为一个成因组。碳酸盐岩石中的矿石，为什么几乎都遭受到再生作用，并在白云岩和灰岩的不同成因的间隙系统中找到有利的赋存条件，其原因与介质的碳酸盐类型有关。与此相反，泥质岩层中的矿床则以沉积堆积成矿的高度稳定性为特征。

鲁宁译自：《Геология рудных месторождений》，1979，№6，стр.3~16

（上接第61页）

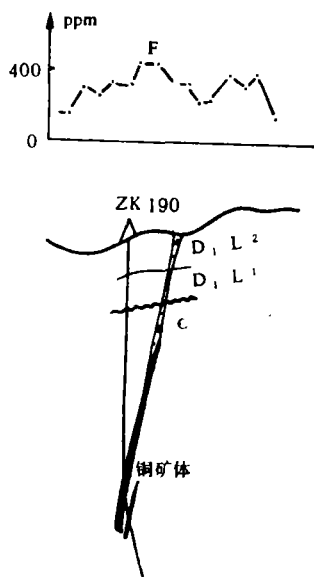


图7 盲矿体工程验证图

几点认识

1. 具有一定梯度变化的规整的氟异常，往往伴随着成矿构造裂隙产出，且在垂直方向上扩散较远，这使得我们有可能利用氟量测量预测深部盲矿体。但大片无富集中心的氟异常，则是含云母类岩层的反映。

2. 氟的原生异常直接反映盖层下用肉眼难以观察到的矿化蚀变带。较之次生异常，能更直接地反映铜矿体赋存的空间位置。

3. 氟作为一种矿化剂元素，是许多矿种的前缘指标，找矿探测深度大，故氟量测量是一种有发展前途的找矿方法。

4. 今后应加强氟及整个卤族元素的异常形成机理和存在形式的研究。