

## 第三章 铅锌矿床找矿潜力与成矿规律预测

### 第一节 我国铅锌资源概况

我国铅锌资源非常丰富，矿床类型齐全，分布地域广，而且伴生有贵金属、稀有金属和分散元素，综合利用价值高，在我国国民经济发展中占有重要的地位。

#### 一、铅锌矿产是我国的优势资源之一

1949年以来，对铅锌资源做了大量普查和勘探工作，截止1997年底，已探明了铅矿床657处和锌矿床697处。这里需要解释的是，国土资源部矿产资源司（1998）《截止1997年底全国矿产储量通报》中铅矿区数为730处，锌矿区数为768处。本文将同一矿床不同矿区（区段）归为一处，有的如广西大厂、云南个旧等矿田包含的矿区（床）也作为一个矿床处理。因为铅与锌共生，实际铅锌矿床（点）数为579个，独立铅矿床（点）78个，独立锌矿床（点）100个。其中，大型铅锌矿床37处，铅矿床1处，锌矿床5处；中型铅锌矿床138处，铅矿床5处，锌矿床11处。累计探明铅、锌金属储量分别为4530.21万吨和10988.83万吨，保有储量分别为3535.17万吨和9252.70万吨，显示了我国铅锌资源的丰富。

在657个铅矿床中，大型有17处，中型有76处，分别占矿床总数的2.6%和11.6%，总计不到15%，但是它们的累计探明储量为3307.87万吨，累计保有储量为2564.89万吨，占总探明储量和保有储量的72%。在697处锌矿床中，大型有4处，中型144处，分别占总矿床数的5.6%和17.5%，总计不到24%，但是它们累计探明储量为9390.97万吨，累计保有储量为7861.99万吨，占总探明储量和保有储量的85%。因此，在我国大、中型矿床占有极为重要的地位。它们不仅规模大，而且分布较集中，有利于铅锌矿业基地的建设和开发，使资源优势更易发挥出来。

#### 二、铅锌资源分布的区域性特点

我国探明的铅锌矿产分布在29个省、市、自治区，显示分布地域很广的特点。但

是, 在各省、市、自治区之间矿床数和它们的储量又是不均衡的(表 3-3-1), 大、中型矿床大部分集中在我国东部的内蒙古、广东、广西、湖南和江西, 以及我国西部的云南、四川和甘肃, 并形成了一些重要铅锌矿产集中区(带)。我国铅锌矿产区域性集中分布的特点, 影响着国家工业生产的布局。

省名		累计探明储量		保有储量		省名		累计探明储量		保有储量	
		储量 万吨	百分比 %	储量 万吨	百分比 %			储量 万吨	百分比 %	储量 万吨	百分比 %
北京	Pb	3.58	0.07	3.06	0.08	湖北	Pb	30.34	0.65	29.92	0.85
	Zn	16.00	0.14	15.52	0.16		Zn	71.23	0.63	69.64	0.75
河北	Pb	39.60	0.85	36.64	1.04	湖南	Pb	444.98	9.64	261.81	7.48
	Zn	387.48	3.47	379.05	4.11		Zn	901.48	8.07	659.73	7.15
山西	Pb	5.40	0.11	4.40	0.12	广东	Pb	521.11	11.29	394.03	11.27
	Zn	4.49	0.04	4.35	0.04		Zn	879.19	7.87	616.49	6.68
内蒙古	Pb	358.13	7.76	339.08	9.69	广西	Pb	252.67	5.47	151.04	4.32
	Zn	1310.82	11.74	1260.35	13.76		Zn	971.24	8.70	643.02	6.97
辽宁	Pb	150.02	3.25	31.82	0.91	海南	Pb	2.25	0.04	0.88	0.02
	Zn	277.59	2.48	97.63	1.05		Zn	3.99	0.03	1.89	0.02
吉林	Pb	34.94	0.75	11.52	0.33	重庆	Pb	0.19	0.004	0.19	0.005
	Zn	109.68	0.98	54.32	0.59		Zn	1.96	0.01	1.96	0.02
黑龙江	Pb	75.59	1.63	50.42	1.44	四川	Pb	212.33	4.60	198.85	5.68
	Zn	211.45	1.89	174.27	1.89		Zn	567.18	5.08	494.66	5.36
江苏	Pb	107.52	2.33	89.04	2.54	贵州	Pb	39.44	0.85	23.23	0.66
	Zn	279.89	4.88	175.58	1.90		Zn	118.20	1.05	82.28	0.89
浙江	Pb	135.03	2.92	121.78	3.48	云南	Pb	779.64	16.90	572.80	16.38
	Zn	363.98	3.26	236.61	2.56		Zn	2247.10	20.13	2032.05	22.03
安徽	Pb	47.94	1.04	39.13	1.12	西藏	Pb	19.44	0.42	19.23	0.55
	Zn	69.57	0.62	60.01	0.65		Zn	1.46	0.01	1.46	0.01
福建	Pb	129.94	2.81	123.59	3.53	陕西	Pb	188.59	4.08	170.85	4.88
	Zn	231.69	2.07	220.52	2.39		Zn	329.92	2.95	275.26	2.98
江西	Pb	306.67	6.64	258.12	7.38	甘肃	Pb	308.94	6.69	256.96	7.35
	Zn	415.90	3.72	360.56	3.90		Zn	967.22	8.66	780.07	8.45
山东	Pb	23.85	0.51	15.77	0.45	青海	Pb	214.43	4.64	162.66	4.65
	Zn	43.57	0.39	35.87	0.39		Zn	227.95	2.47	280.83	2.51
河南	Pb	108.83	2.36	57.67	1.65	新疆	Pb	71.96	1.56	71.57	2.04
	Zn	135.14	1.21	117.84	1.27		Zn	134.39	1.20	134.30	1.45

注: 云南、浙江资料截止于1998年, 其余截止于1999年。

### 三、我国铅锌资源增长速率和资源潜力问题

20 世纪 20 年代初,我国铅锌矿地质工作仅限于几个生产矿山的地质调查,截止 1949 年时,全国累计探明的铅、锌金属储量分别为 8 万吨和 20 万吨。新中国成立后,为了适应国民经济飞速发展的需要,地质工作有了很大发展,铅锌探明金属储量迅速增长。到 1997 年底,全国探明的和保有的铅、锌金属储量均是 1949 年前的 500 多倍。

与 1980 年全国铅、锌保有储量相比,1997 年底全国铅、锌保有储量分别净增 1257.8 万吨和 3567.4 万吨,17 年来平均年增长率为 3.3% 和 3.7%。铅锌资源的不断增长,一方面是部分生产矿山资源有所扩大,新的矿段(区)不断发现和探明,如湖南水口山矿田的康家湾矿区,另一方面是不断探明了新的大、中型铅锌矿床,如云南金顶和白牛厂、甘肃厂坝、江西冷水坑、四川呷村、河北蔡家营、内蒙古白音诺等。但是,有些生产矿山目前尚未找到新的铅锌资源,矿山铅锌保有储量显得紧张或非常紧张,甚至到了闭坑的状况,如辽宁柴河等,显示出局部的不平衡现象。在总体上,我国铅、锌资源量保持一定速度不断增长的势头未减,暗示资源还有较大发展潜力。

我国主要铅锌成矿区(带)成矿远景区划和全国各省、市、自治区第二轮成矿远景区划已完成,圈出各类铅锌成矿远景区 151 处,筛选出首批 18 个铅锌银矿后备勘查远景区(陈毓川等,1999),并进行了资源总量预测,表明了各成矿单元中铅锌资源的潜力还比较大。

### 四、我国铅锌矿评价和资源质量的一些问题

我国铅锌矿普查勘探工作,从 20 世纪 50~60 年代的就矿找矿,已发展到今日运用新的成矿理论开展成矿远景区划和成矿预测,利用地、物、化、遥感综合手段和现代找矿技术,发现和探明了一批大、中型铅锌矿床,使我国铅锌资源量始终保持增长势头。在探明的大、中型矿床中,有 58% 已开发利用。凡经勘探并获国家储委批准的铅锌矿区,探采验证表明基本上满足了矿山建设和生产要求,矿山经济效益较好,只有个别矿区探明储量减少较多,影响了矿山建设和生产。但是,在过去勘探工作中存在的主要问题是忽视了地质技术经济评价研究,使探明的铅锌储量中,近期不能利用的“呆矿”较多。暂难利用的原因主要有:①氧化矿,选冶技术不过关;②铁、金等矿产伴生,铅锌选冶工艺复杂或成本高,企业经济上不合算;③因水文工程地质条件,开采困难;④交通运输或能源困难;⑤可采工业品位低,矿山亏损等等。随着我国经济体制改革,对普查勘探工作中技术经济评价日益受到重视,使矿床评价周期缩短,单位矿量勘查成本不断降低,提高了未来矿山的经济效益。

凡是提供矿山做设计依据的地质勘探报告所采用的具体工作指标,一般均由矿山设

计部门进行经济核算和比较研究后,由省级以上工业主管部门确定。这样的工业指标通常与当前开采、选冶技术和管理水平、各省(自治区)工业发展基础,以及矿山的交通运输、水、电等外部条件相适应,使未来矿山能正常生产和有利可图。但是,许多铅锌矿床在评价时,常采用一般参考工业指标,铅锌累计最低开采品位在2%左右,部分在3%左右,显得偏低,实际上都是一些中、低品位矿。世界上大多数国家铅锌最低开采品位在4%以上。我国东部铅锌矿床的最低开采品位也应在4%以上,才能使矿山有赢利,只是在伴有综合利用的矿产资源时,如湖南桃林,通过经济核算最低开采品位才可适当放低。就我国西北、西南偏远地区交通不便的矿山而言,即使铅+锌含量达到6%,甚至8%,也是无利可图的。我国铅锌储量表中,这样低品位的矿床虽然绝大多数是小型矿床或矿点,但是它们实际上是“呆矿”,甚至地方乡镇企业都不愿问津。特别是金矿、金银矿或铜矿中伴生的铅锌矿,平均品位不到0.5%(Pb+Zn),甚至不到0.1%(Pb+Zn),矿石利用时铅锌常常也不顺便回收,这部分铅锌储量实际上已无意义,不应列入全国储量表中。

铅锌氧化矿,特别是锌氧化矿,常被划为表外矿或不进入储量表内。近年来,国外应用湿法选冶技术,对锌氧化矿取得了成本低、回收率高、矿山经济效益好的效果,越来越重视氧化矿的勘查、开发和利用,甚至是中、低品位矿石。随着我国选冶技术的发展,铅锌氧化矿就可能变活,对我国南方许多铅锌矿床来说有着重要意义。

## 第二节 铅锌矿床成因类型

### 一、我国铅锌矿床分类问题

铅锌矿床分类是一个复杂和争论的问题。近半个世纪以来,国内外矿床学家对铅锌矿床的分类原则和类型划分提出了许多方案,反映了不同时期对铅锌成矿作用的认识和研究新进展。

最早比较系统的铅锌矿床成因分类方案是林格伦(W. Lindgren, 1933)提出的,其后尼格里(Niggli)、贝特曼(丸 M. Bateman, 1950)、德赫姆(K. C. Dunham)、马加基扬(МараКблн, 1955)、施奈德曼(щнейдерман, 1958)等相继提出了分类方案。他们从岩浆分异观点出发,把铅锌矿作为岩浆热液成矿作用的产物,以成矿温度和深度作为分类原则。1959年,郭文魁等将中国铅锌矿床分为内生和外生两大类,共9个建造,其中以铅锌岩浆热液成矿作用为主。由于铅锌成矿作用的复杂性给矿床普查勘探应用带来了困难,克列特尔(В. М. Клейтер, 1960)首先提出铅锌矿床工业类型分类方案。其后,阿米拉斯拉诺夫(А. А. Амирасланов, 1957)、斯米尔诺夫(В. И. Смирнов,

1974) 等原苏联矿床学家提出了类似的分类方案, 他们是以围岩性质、矿体形态和矿石矿物成分为基础进行分类。1958 和 1963 年, 孟宪民等对中国铅锌矿床的分类方案就是以围岩条件为划分准则的。根据容矿围岩和矿体产状的不同, 把铅锌矿床划分为以下 5 类, 即: ① 变质岩中整合产出的似层状矿床; ② 碳酸盐类岩层中的矿床; ③ 石灰岩与硅酸盐类岩石的接触带内不规则矿床; ④ 喷出杂岩中的矿床; ⑤ 各种岩石中的铅锌矿脉。这些分类反映了 60 年代以前大多数矿床学家对铅锌成矿作用的认识, 对该时期铅锌矿床研究、普查勘探起着重要的积极作用。

随着西方矿床学家提出同生论、层控和时控观点以及热泉、热卤水和环流地下热水成矿学说的兴起, 新的成矿理论得到迅速的发展, 拓宽了人们的思维境界。早在 50 年代末和 60 年代初, 孟宪民 (1963) 已经注意到我国许多铁、铜、铅、锌、铋、汞和锡矿床具有一定的区域性赋矿层位, 提出了同生论观点和沿层找矿的思想。1973 年, 布罗布斯特和普拉特 (D. A. Brobst and W. P. Pratt) 在铅锌矿床成因类型中首次分出层控型矿床。1979 年, 涂光炽对中国铅锌矿床提出了一个系统、完整的分类方案, 即划分为 5 大类: ① 与侵入岩浆活动有关的矿床; ② 与海、陆相火山活动有关的矿床; ③ 与沉积作用、沉积改造作用及后成作用有关的矿床; ④ 与区域变质、混合岩化作用有关的矿床; ⑤ 砂铅矿床。1989 年, 《中国矿床》中铅锌矿床分类强调了赋矿围岩的分类原则。这些分类反映了对铅锌成矿作用认识上的飞跃, 对铅锌矿普查勘探起到很大的促进作用。

本文铅锌矿床成因类型就是在这些分类基础上分为 5 大类 (图 3-3-1, 3-3-2):

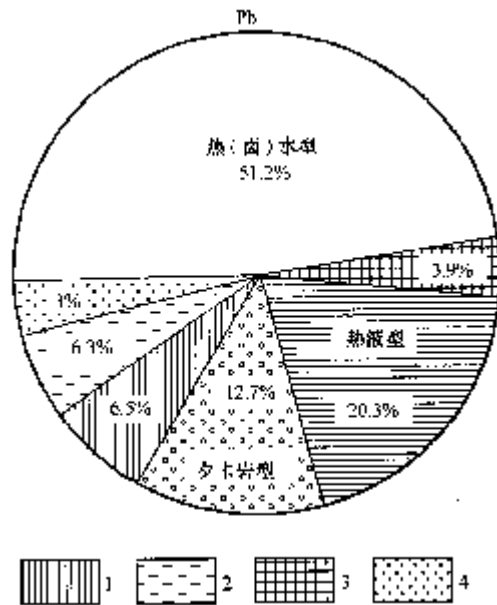


图 3-3-1 不同成因类型铅矿床保有储量所占比例

1—斑岩型; 2—海相火山岩型; 3—沉积变质型; 4—其他类型 (陆相火山岩型和氧化淋滤型)

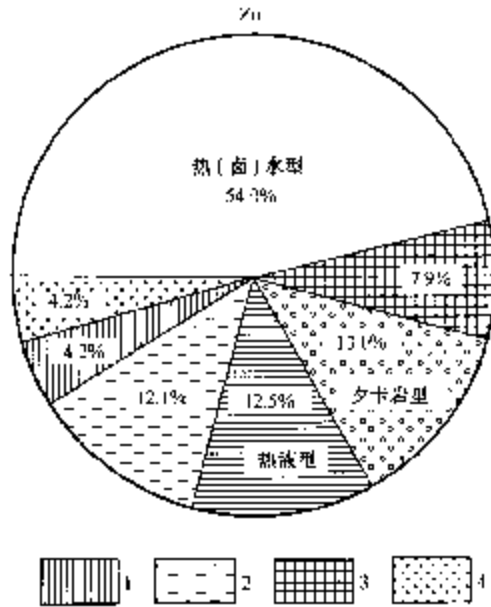


图 3-3-2 不同成因类型锌矿床保有储量所占比例  
(图例说明同图 3-3-1)

(一) 与岩浆侵入活动有关的铅锌矿床

- (1) 夕卡岩型铅锌矿床，如湖南水口山、内蒙古白音诺；
- (2) 斑岩型铅锌矿床，如江西冷水坑；
- (3) 热液型脉状铅锌矿床，如湖南桃林、河北蔡家营。

(二) 与火山活动有关的铅锌矿床

- (1) 陆相火山岩型铅锌矿床，如浙江五部、江西银山；
- (2) 海相火山岩和火山—沉积岩型铅锌矿床，如甘肃小铁山、青海锡铁山、四川呷村。

(三) 与热(卤)水活动有关的铅锌矿床

- (1) 碳酸盐岩型铅锌矿床，如广东凡口、四川大梁子、江苏栖霞山；
- (2) 细碎屑岩型铅锌矿床，如甘肃厂坝；
- (3) 砂岩和砾岩型铅锌矿床，如云南金顶。

(四) 与沉积变质作用有关的矿床(沉积变质型)

如内蒙古炭窑口、霍各乞、东升庙和甲生盘。

### (五) 与表生氧化作用有关的铅锌矿床

- (1) 残积型铅锌矿床, 如四川纳交系;
- (2) 铅锌砂矿, 如贵州榨子厂。

## 二、各类铅锌矿床的主要地质特征

### (一) 与岩浆侵入活动有关的铅锌矿床

这是一组与中酸性、酸性侵入岩体, 特别是小岩体, 在成矿作用上密切相关的铅锌矿床。根据成矿地质环境和成矿方式分为夕卡岩型、斑岩型和热液脉型 3 类铅锌矿床, 它们有时独立产出, 如湖南桃林、广西佛子冲, 有时共同组成一个矿床(田), 如湖南水口山—康家湾。

该类铅锌矿床广泛分布在我国东部, 已知大、中型矿床有 124 处, 如湖南水口山—康家湾、黄沙坪和桃林, 广西大厂、拉么和佛子冲, 广东大宝山, 江西冷水坑, 内蒙古白音诺和浩布高, 黑龙江翠宏山, 河北蔡家营, 甘肃花牛山, 云南个旧和都龙等。它们累计保有储量: 铅 1013.13 万吨, 锌 2335.0 万吨, 分别占全国大、中型铅锌矿床总保有储量的 39.5% 和 29.7%, 其中夕卡岩型占 12.7% 和 13.0%、斑岩型占 6.5% 和 4.2%, 热液型占 20.3% 和 12.5%。其重要性仅次于与热(卤)水活动有关的铅锌矿床。该类矿床铅锌储量在世界铅锌总储量中约占 20%, 其中夕卡岩型占 6%, 热液型占 14%。相比之下, 它们对我国来说更为重要, 而且也反映了滨太平洋成矿作用的一些独特特性。

#### 1. 夕卡岩型铅锌矿床

该类矿床是指矿体产于酸性—中酸性侵入岩体与碳酸盐类岩石接触带夕卡岩中或夕卡岩化大理岩中的铅锌矿床。矿体产状和形态受夕卡岩或夕卡岩化大理岩产状和形态控制, 一般比较复杂。矿体常呈似层状、透镜状、囊状、脉状和不规则状。一个矿床由大小不等的十几个到几十个, 甚至上百个矿体组成。单个矿体一般长数米至数十米, 主矿体可达数百至千余米; 斜深一般数十至数百米; 厚度小于 1m 至数十米不等。矿床规模以中、小型为主, 亦有大型矿床。

矿石物质组分复杂是该类矿床的一个特点。主要矿石矿物为闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、黄铜矿和磁黄铁矿, 其次为毒砂、磁铁矿、锡石、白钨矿、辉钼矿、辉铋矿、黝锡矿、黝铜矿、辉银矿、银黝铜矿等; 脉石矿物为石榴子石、透辉石、透闪石—阳起石、符山石、锰钙铁辉石、钙蔷薇辉石、蔷薇辉石、锰铝榴石、石英、方解石、萤石等。矿石构造以浸染状、斑杂状和条带状为主, 次为块状和网脉状。矿石结构为结晶粒状、充填和各种交代结构。矿石  $Pb + Zn$  品位一般大于 4%,  $Pb/Zn$  一般小于 1, 常共生或伴生

有  $Pe$ 、 $Cu$ 、 $W$ 、 $Sn$  等。根据矿床有用金属组合可以分为： $Pb-Zn$  ( $Cu$ 、 $Sn$ ) 建造，如内蒙古白音诺 (图 3-3-3、3-3-4)； $Cu-Pb-Zn$  ( $Sn$ 、 $Fe$ ) 建造，如内蒙古浩布高、广西佛子冲； $Sn-Pb-Zn$  建造，如云南个旧和都龙； $W-Pb-Zn-As$  建造，如江西焦里； $Pe(-Pb)-Zn$  建造，如内蒙古朝不楞和黄冈、青海肯德可克、河北三义庄。在后 4 个建造矿床中，铅锌常是铁、锡或钨的伴生矿，有时也是铜的伴生矿。

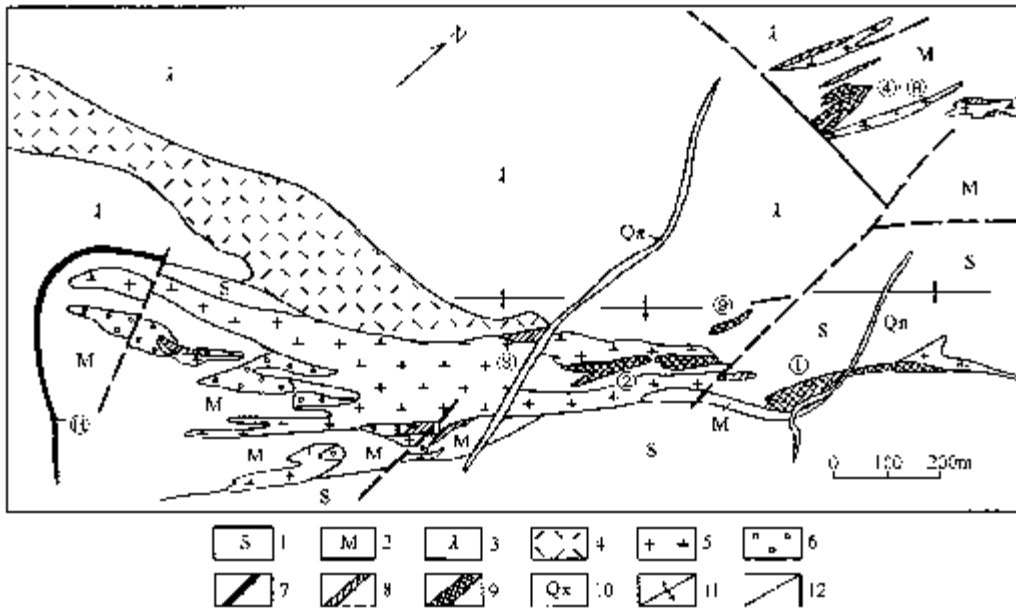


图 3-3-3 白音诺矿区地质略图

(据内蒙古地矿局第三地质队资料改编，引自赵一鸣等，1997)

- 1—板岩；2—大理岩、结晶灰岩；3—流纹质凝灰熔岩；4—石英正长斑岩；  
5—花岗闪长斑岩；6—夕卡岩；7—锡锌矿体；8—铜锌矿体；9—铅锌  
(银) 矿体；10—石英斑岩；11—背斜轴；12—断层

夕卡岩型矿床的成矿作用可分为夕卡岩期和热液期，后者包括氧化物—硫化物—石英、硫化物—石英和硫化物—碳酸盐阶段，从高、中温演化到低温阶段。 $Pe$ 、 $W$ 、 $Sn$ 、 $Zn$  等成矿作用多发生在早阶段，而  $Pb$ 、 $Zn$  ( $Ag$ ) 成矿作用主要发生在中、晚阶段。因此，随着成矿作用的演化，常反映了清晰的围岩蚀变分带和矿化分带，即岩体由内向外和由深向浅部显示钙(镁)夕卡岩化→锰质夕卡岩化、硅化、绿泥石化、绢云母化→大理岩的蚀变分带和  $Pe$ 、 $W$ 、 $Sn$  或  $Mo$ 、 $Zn$ → $Cu$ 、 $Pb$ 、 $Zn$ → $Pb$ 、 $Zn$ → $Ag$ 、 $Pb$ 、 $Zn$  (对壳源型花岗岩类)， $Cu$ → $Cu$ 、 $Pb$ 、 $Zn$ → $Pb$ 、 $Zn$ → $Ag$ 、 $Pb$ 、 $Zn$  (对壳幔混源型花岗岩类) 矿化分带。这种矿化分带在空间上可以是间断分离的，也可以是叠加复合的或部分叠加复合的。

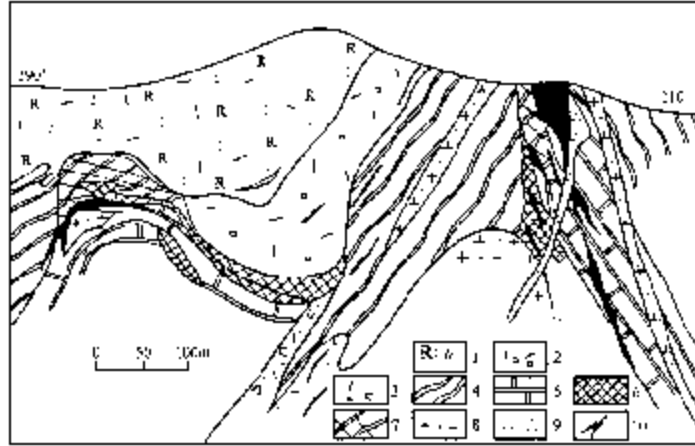


图 3-3-4 白音诺矿床 79 线剖面简图

(据内蒙古地矿局第三地质队资料改编, 引自赵一鸣等, 1997)

1—流纹质凝灰岩; 2—流纹质凝灰角砾岩; 3—流纹质凝灰熔岩; 4—板岩; 5—大理岩、结晶灰岩; 6—夕卡岩; 7—角岩; 8—花岗闪长斑岩; 9—石英正长斑岩; 10—铅锌矿体

矿石硫同位素组成变化范围小, 多在  $-4‰ \sim +6‰$  之间, 具塔式分布特点, 峰值近于零。矿石铅同位素组成以异常铅为主, 常与花岗岩类岩石中长石铅同位素组成相似。这都表明成矿金属物质来源与岩浆侵入活动密切有关。矿石矿物流体包裹体氢氧同位素组成暗示成矿流体的介质水是大气降水和岩浆水的混合水。

## 2. 热液型铅锌矿床

热液型铅锌矿床产于花岗岩类侵入体外接触带的碳酸盐岩或碎屑岩层中, 有的直接产于花岗岩类岩体中, 受断裂构造控制。

由于赋存围岩性质不同, 矿床成矿特征也有明显差异。赋存于碳酸盐岩断裂中的矿体呈似层状、透镜状、脉状、囊状、筒柱状和不规则状, 产状和形态都比较复杂, 沿走向和倾向常有分支复合、尖灭再现现象。在一个矿床内矿体成群产出, 一般有十几到几十个, 黄沙坪有 300 多个矿体, 但是具有工业意义的矿体仅 1~5 个。单个矿体一般长十几至数十米, 最长达 700~1000m, 斜深十几至几十米, 最大斜深达 500m 以上; 厚几十厘米至几米, 最厚上百米。矿石品位较富,  $Pb + Zn$  一般大于 4%,  $w(Pb) / w(Zn)$  比值多在  $(1.5 \sim 1) \sim 0.5$ 。矿床规模以大中型为主, 如广西大厂等。

赋存于碎屑岩、变质碎屑岩和花岗岩类岩体断裂中的矿体形态和产状相对简单, 主要呈脉状。矿脉走向长数十至数百米, 有的上千米; 延深数十至数百米, 脉幅几十厘米至 5m。有的矿脉由细脉带组成。矿脉沿走向和倾向常有分支复合、膨缩和尖灭再现现象。矿石品位一般较低,  $Pb + Zn$  一般小于 5%, 常伴有 W、Sn 等组分,  $w(Pb) / w(Zn)$  比值  $(2:1) \sim (1:1.5)$ , 规模以中小型为主, 也有大型, 如湖南桃林和河北蔡

家营 (图 3-3-5)。

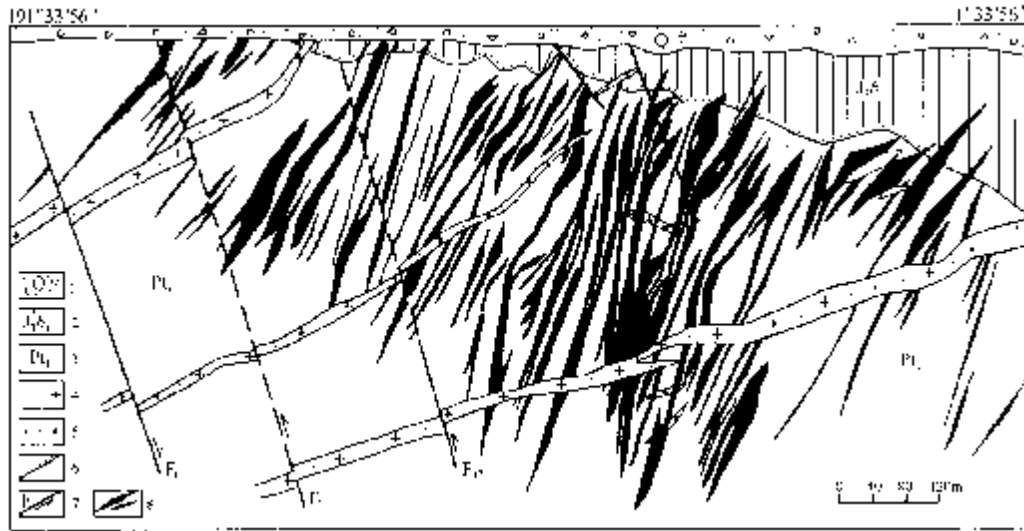


图 3-3-5 蔡家营矿床 315 勘探线剖面上的矿体形态

(据黄典豪, 1992)

1—第四系；2—白旗组火山碎屑岩；3—角闪黑云斜长变粒岩；4—成矿前石英斑岩脉；5—成矿后石英斑岩脉；6—地层不整合界线；7—断层；8—矿脉

热液型铅锌矿床矿石矿物比较复杂，主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、锡石、毒砂、硫锑盐矿物、辉锑矿、辉银矿等，脉石矿物主要有石英、方解石、白云石、重晶石、萤石等。矿石常具有块状、条带状、角砾状和细脉状构造，各种结晶粒状、交代和压碎结构等。根据矿石的主要成矿元素组合，可以分为： $Pb-Zn-Ag$  建造，如内蒙古孟恩陶勒盖、广西张公岭和新华、四川农戈山等。 $W-Sn-Pb-Zn$  建造，如广东锯板坑和厚婆坳、广西大厂、湖南香花岭和香花铺等。

成矿是多阶段的，常可分为氧化物—硫化物阶段、硫化物—石英阶段、硫化物—硫锑盐阶段和硫化物—碳酸盐阶段，反映成矿的脉动性，从中温演化到低温（ $400-100^{\circ}\text{C}$ ）阶段。

围岩蚀变强烈，蚀变类型与围岩岩性有关，对碳酸盐岩以硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化为主，对硅铝质岩石以硅化、绢云母化、黄铁矿化、萤石化、重晶石化为主。围岩蚀变分带和矿化分带受断裂构造控制，呈线性展布，如表现在水平方面上靠近花岗岩类岩体以硅化、绢云母化为主和  $W、Sn$  矿化增强，远离岩体以绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化为主和  $Pb、Zn、As$  矿化增强；在垂直方向上，下部以硅化、绢云母化和  $W、Sn$  矿化为主，上部以绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化和  $Pb、Zn、Ag$  矿化为主。有的矿床还形成了“几层楼式”的蚀变分带和矿化分带。

矿石硫同位素组成变化小,大多在  $0 \sim +5\%$  之间,呈塔式分布,峰值近于零。有的矿床,如湖南桃林,矿石硫同位素组成为很大的负值;矿石铅同位素组成变化较大,以放射铅为主,有的矿床以正常铅为主。这些可能暗示成矿金属物质来源比较复杂,既有岩浆来源,也有地层来源。矿石矿物流体包裹体氢氧同位素组成表明,成矿流体的介质水为岩浆水与大气降水的混合水,甚至以大气降水为主。

### 3. 斑岩型铅锌矿床

斑岩型铅锌矿床目前已知为数不多,它产于浅成—超浅成花岗斑岩、流纹斑岩、正长斑岩等小岩体及其接触带中。这些浅成—超浅成小岩体常与陆相酸性、碱性火山活动密切相关,有时成矿岩体就是隐爆角砾岩筒。矿体由细脉浸染状、浸染状、细脉网脉状矿化组成,呈似层状、透镜状和脉状,沿走向和倾向有分支复合、尖灭再现现象。矿体走向长几十至几百米,有的长达千米以上;斜深数十至百余米,甚至上千米;厚数米至数十米。矿石品位低,  $Pb+Zn$  常小于  $4\%$ ,  $w(Pb)/w(Zn)$  比值在  $(1.2:1) \sim (1:1.5)$ 。矿床规模以大中型为主,如江西冷水坑。

矿石矿物成分简单,主要为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、辉银矿等,脉石矿物主要为石英、绢云母、绿泥石和碳酸盐矿物等。矿石具有浸染状、细脉浸染状、脉状、网脉状构造,结晶粒状和交代结构。

围岩蚀变强烈,以硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化和碳酸盐化为主,呈面型发育。自岩体中心向接触带,常显示蚀变分带和矿化分带现象:绿泥石化 $\rightarrow$ 硅化、绢云母化、黄铁矿化 $\rightarrow$ 硅化、碳酸盐化蚀变分带和相应的  $(Cu) \rightarrow Pb、Zn \rightarrow Pb、Zn、Ag$  矿化分带。

矿石硫同位素组成变化范围小,在  $-2\% \sim +4\%$  左右,呈塔式分布,峰值近于零。矿石铅同位素组成比较稳定,以异常铅为主。这表明成矿金属物质主要来源于岩浆—热液系统。矿石矿物流体包裹体氢氧同位素组成表明,成矿流体介质水以大气降水为主,混有少量岩浆水。

## (二) 与火山活动有关的铅锌矿床

该类铅锌矿床分布在我国火山岩发育的地区,是伴随火山喷发和浅成—超浅成潜火山活动而形成的,并产于火山岩或火山沉积岩中。由于火山活动的地质构造环境不同,可分为陆相火山岩型和海相火山岩型两类。陆相火山岩型铅锌矿床主要分布在我国东部,中生代火山岩发育地区。海相火山岩型铅锌矿床主要分布在我国优地槽区火山沉积岩系中。总的来看,我国火山岩型铅锌矿床分布比较广,数量也比较多,但以小型和矿点为主,大中型矿床仅有 15 处(不包括未上 1998 年储量表的新疆阿舍勒、可可塔勒、铁米尔特、阿巴宫等矿床),如浙江五部和大岭口、江西银山、福建莆田银坑、四川岷村和嘎依穷、甘肃小铁山、青海锡铁山、辽宁红透山等,它们的累计保有储量为:  $Pb$  225.71 万吨,  $Zn$  1250.05 万吨,分别占全国大中型矿床铅锌总保有储量的  $8.8\%$  和

15.9%。其中，陆相火山岩型铅锌矿床分别占 2.5% 和 3.8%，海相火山岩型铅锌矿床分别占 6.3% 和 12.1%（包括黄铁矿型铜矿床中的锌保有储量）。据 ПЕРВАГО（1975）统计，黄铁矿型铅锌矿床（不包括黄铁矿型铜矿床中的锌储量）的储量占世界铅锌总储量的 31%，其中前寒武纪矿床储量占 9%，古生代矿床储量占 21%，中生代矿床储量占 1%，它们的重要性在世界铅锌储量中仅次于层控铅锌矿床。他把陆相火山岩型铅锌矿床看作中低温热液矿床划入热液矿床范围内。相比之下，我国火山岩型铅锌矿床的重要性也是显而易见的。

### 1. 陆相火山岩型铅锌矿床

该类铅锌矿床产于陆相火山沉积盆地的破火山口边缘，酸性、中酸性火山岩断裂中，呈脉状、透镜状，成群成带，如江西银山、浙江五部等，也产于粒度不一的火山碎屑岩过渡带中或火山沉积岩中，受层间断裂控制，呈似层状、透镜状。有人将前者划入陆相火山热液矿床，后者划为陆相火山沉积矿床。对于陆相火山岩型铅锌矿床来说，虽然它们产出特征有所差异，但是在成因上是相似的。单个矿体长几十至数百米，有的数千米；斜深几十至几百米，最大斜深达千米以上；厚几十厘米至数米，最厚达 50m 左右。沿矿体走向和倾向有分支复合和膨缩现象。脉状矿体品位较富， $Pb + Zn$  多在 4% 左右， $w(Pb) / w(Zn)$  比值 (2:1) ~ (1:2)。似层状矿体矿石贫， $Pb + Zn$  多小于 4%， $w(Pb) / w(Zn)$  比值 1.5 ~ 0.8；矿床规模以小型为主，少数达大型（如浙江五部；图 3-3-6）。

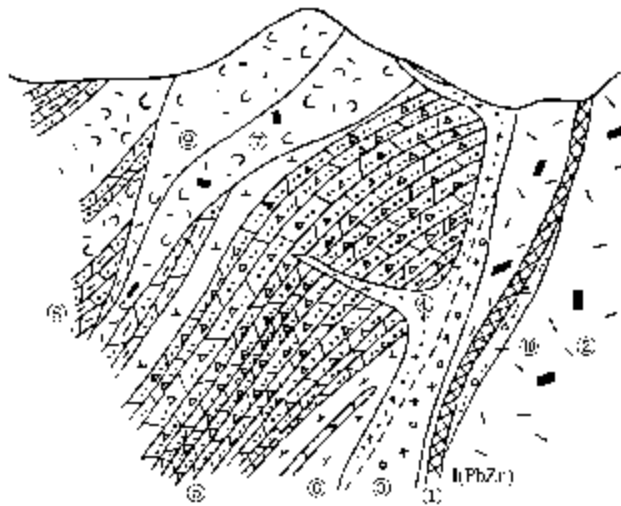


图 3-3-6 浙江五部铅锌矿床第 51 号勘探线地质剖面示意图

（据浙江省地质局台州地质大队，1980）

- ① I 号铅锌矿体；②  $J_3$  侏罗系上统晶屑玻屑凝灰岩；③ 石英霏细斑岩；④ 石英斑岩；⑤ 含砾凝灰岩；⑥ 辉绿玢岩；⑦ 玻屑晶屑凝灰岩；⑧ 粉砂质泥质岩；⑨ 玻屑凝灰（熔）岩；⑩ 沉积角砾凝灰岩

矿石矿物简单,以方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿等为主,脉石矿物以石英、绢云母、菱铁矿、含锰方解石等为主。矿石构造主要为块状、团块状、细脉状、浸染状和角砾状等,结构主要为结晶粒状和交代等结构。成矿是多阶段的,通常可以分为硫化物—石英阶段、硫化物—硫锑盐阶段和硫化物—碳酸盐阶段,由中温演化到低温阶段(300~100℃)。

围岩蚀变主要有硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、菱铁矿化、含锰方解石化、萤石化等。蚀变分带和矿化分带一般不明显,在一些矿床中(如江西银山),从次火山岩体向外和由深部向浅部,显示黄铁矿化、硅化、绢云母化→绿泥石化、菱铁矿化蚀变分带和相应的  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu} - \text{Pb} - \text{Zn} \rightarrow \text{Pb} - \text{Zn} \rightarrow \text{Pb} - \text{Zn} - \text{Ag}$  矿化分带。

矿石硫同位素组成变化在  $-5\% \sim +5\%$  之间,呈塔式分布,峰值近于零。矿石铅同位素组成变化较小,以放射铅为主。这暗示成矿物质来源于深源岩浆。矿石矿物流体包裹体氢氧同位素表明,成矿流体介质水以大气降水为主,混有岩浆水。

## 2. 海相火山岩型铅锌矿床

该类矿床分布于优地槽造山带中,赋存于细碧角斑岩建造或流纹岩—玄武岩建造火山沉积岩系中。赋矿围岩为石英角斑质凝灰岩、流纹质凝灰岩、细碧岩、绿泥片岩与大理岩接触带的火山碎屑岩或大理岩。这类矿床常形成于不同的地质环境中,就我国北部祁连海相火山岩型铜、多金属矿床来看,可以分为  $\text{Cu} - \text{Pb}$  型(红沟型)、 $\text{Cu} - \text{Zn}$  型(蛇绿岩型)和  $\text{Cu} - \text{Pb} - \text{Zn}$  型(白银厂型)(夏林圪等, 1991; 孙海田等, 1993)。 $\text{Cu} - \text{Pb}$  型矿床形成于弧间或弧后盆地环境,赋矿岩石为细碧岩; $\text{Cu} - \text{Zn}$  型矿床形成于大洋拉张环境,赋矿岩石为蛇绿岩套上部枕状细碧岩与变玄武质凝灰岩和炭质板岩、片岩过渡层位中; $\text{Cu} - \text{Pb} - \text{Zn}$  型矿床形成于优地槽发育早期裂谷岛弧环境,与中心式酸性火山喷发活动有关,赋矿岩石为石英角斑质凝灰岩。矿体呈似层状、透镜状,成群产出。矿体与围岩产状一致。单个矿体长几十至上千米,斜深几十至几百米,厚几米至数十米。矿石品位中至富,常与  $\text{Cu}$  共生,富含金和银,  $w(\text{Pb})/w(\text{Zn})$  比值(对  $\text{Pb} - \text{Zn}$  建造矿床)  $(1:1.5) \sim (1:3)$ , 规模大—中型。

矿石矿物以黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等为主,脉石矿物以石英、绢云母、绿泥石、重晶石、方解石等为主,具有块状、浸染状、条带状、细脉状、角砾状等构造和结晶粒状、交代结构。根据矿石金属元素组合特征,可分为  $\text{Cu}$  建造、 $\text{Cu} - \text{Zn}$  建造(如辽宁红透山、新疆阿舍勒上、 $\text{Cu} - \text{Pb} - \text{Zn}$  建造(如甘肃小铁山、四川呷村)和  $\text{Pb} - \text{Zn}$  建造(如青海锡铁山,图 3-3-7 新疆可可塔勒);它们常共生在一个矿田中或一个成矿带中,构成一个完整的成矿系列。

围岩蚀变强烈,有硅化、绢云母化、绿泥石化、重晶石化等。有的矿床蚀变分带和矿化分带不明显,只是在矿体垂直方向上向深部  $\text{Cu}$  含量有增加趋势。有的矿床下部为筒状硅化、绢云母化蚀变带,伴有脉状和细脉浸染状矿化,上部为似层状硅化、重晶石化、方解石化蚀变带,伴有似层状、透镜状块状硫化物矿体。

矿石硫同位素组成为  $0 \sim +8\%$  左右，呈塔式分布，峰值在  $4\% \sim 5\%$ 。矿石铅同位素组成变化范围小，以正常铅为主，也有放射性铅。这可能表明成矿金属物质主要来源于海底火山岩。矿石矿物流体包裹体氢氧同位素组成表明，成矿流体的介质水以海水为主，混有岩浆水。

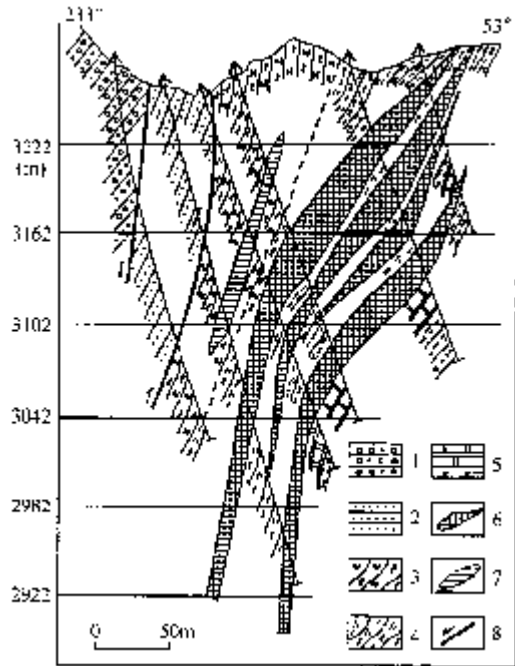


图 3-3-7 锡铁山矿床 S5 勘探线地质剖面图

(据青海省第五地质队, 1988)

- 1—复成分砾岩 ( $D_3$ ); 2—细砂岩 ( $O_3tn^e$ ); 3—斜长绿泥片岩 ( $O_3cn^b$ , 次含矿层);  
 4—含炭绢云石英片岩 ( $O_3tn^{a-2}$ , 主含矿层); 5—大理岩 ( $O_3tn^{a-2}$ ,  
 主含矿层); 6—PbZn 矿体; 7—Cu (PbZn) 矿体; 8—断层

### (三) 与热(卤)水活动有关的铅锌矿床

这一类矿床被称为层控矿床，也有人称之为沉积或沉积改造矿床。郭文魁等(1987)将其视为广义的热液矿床，称之为层控(层状)—热液矿床。该类矿床兼有同生和后生特征，受一定层位、特定岩相和岩性、构造等综合因素控制，与岩浆活动关系不密切，是成矿物质多来源、多成因的矿床。

这类矿床是世界上铅锌的主要来源之一。由于对其涵义理解不一，不同研究者统计的铅锌矿储量出入较大。据乌尔夫 1976 年统计，世界铅锌矿总储量的 55% 集中在该类

矿床中。据 B. A. Берваро 1975 年统计, 世界铅锌矿总储量的 35% 集中在该类矿床中。在我国, 该类矿床分布广, 数量多, 其中有大中型铅锌矿床 50 处, 如四川天宝山和大梁子, 云南金顶, 江苏栖霞山, 湖南董家河、白云铺和后江桥, 广东凡口, 广西北山, 辽宁青城子, 甘肃厂坝、毕家山、李家沟和邓家山等。它们累计保有储量为: Pb 1118.0 万吨, Zn 3396.7 万吨, 分别占全国大中型矿床总保有储量的 47.3% 和 46.1%。其中, 前震旦纪铅锌矿床占 3.4% 和 2.1%, 早古生代铅锌矿床占 11.0% 和 8.1%, 晚古生代铅锌矿床占 22.4% 和 21.0%, 中—新生代铅锌矿床占 10.5% 和 14.9%, 其重要性不言而喻。

根据赋矿围岩性质, 我国该类铅锌矿床可分为碳酸盐岩型、细碎屑岩型和砂砾岩型 3 类。

### 1. 碳酸盐岩型铅锌矿床

矿床产于古隆起边缘拗陷带中或地台的显生宙拗陷边缘, 赋矿岩性为浅海相碳酸盐岩, 尤其是富含有机质、泥质的生物泥晶灰岩和白云岩, 有时又可分为白云岩型和灰岩型, 受同生古断裂和区域性褶皱、断裂, 层间错动控制。矿体呈层状、似层状和透镜状, 数量众多, 多层产出, 上下叠置, 常与地层产状一致, 少数矿体呈脉状和囊状, 截切地层。矿体与围岩界线清晰, 沿走向和倾向有分支复合、尖灭再现现象。单个矿体长数十至千余米, 有的达数千米, 延深几十至几百米, 厚几米至几十米。矿石品位变化大, 贫富均有, 贫者(如湖南董家河)  $Pb + Zn$  在 2% 左右, 富者(如广东凡口)  $Pb + Zn$  在 10% 以上;  $w(Pb) / w(Zn)$  比一般为 (1:2) ~ (1:5)。

### 2. 细碎屑岩型铅锌矿床

矿床产于古隆起边缘拗陷带中, 赋矿地层为一套浅海相碎屑—粘土—碳酸盐相浅变质岩系, 主要是炭质板岩、炭质千枚岩、灰岩、石英岩和黑云石英片岩等组成的互层带, 其中有时夹变质火山岩(钙质绿泥片岩和斜长角闪岩)。矿体主要赋存于炭质板岩和灰岩互层带中, 呈层状、似层状和透镜状, 具有多层性, 沿走向常有分支复合、尖灭再现现象, 与围岩产状一致。单个矿体长几十至几千米, 斜深几十至几百米, 厚几 ~ 几十米。矿石品位中等, 常与铜共生,  $Pb + Zn$  在 5% 左右,  $w(Pb) / w(Zn)$  比为 (1:1.5) ~ (1:5)。

### 3. 砂砾岩型铅锌矿床

矿床产于陆相断陷盆地的河流相地层中, 受层间断裂控制, 如云南金顶(图 3-3-8); 也产于海盆边缘滨海相或海陆交互相地层中, 在区域海侵底部不整合面之上, 如湖南保安。因此, 它们又可分两类: 一类是陆相砂砾岩型, 与陆相砂岩铜矿类似; 另一类是滨海相砂砾岩型, 常以铅为主。矿体呈层状、似层状和透镜状, 成群产出, 与围岩地层产状一致。单个矿体长几十至上千米, 斜深几十至上千米, 厚 1 至几十米。矿石品位中—富,  $Pb + Zn$  在 4% 以上,  $w(Pb) / w(Zn)$  比为 (1:1.2) 至 (1:2); 但是, 保安矿床以铅为主, 品位中等,  $w(Pb) / w(Zn)$  比为 (1.5:1) 至 (4:1)。

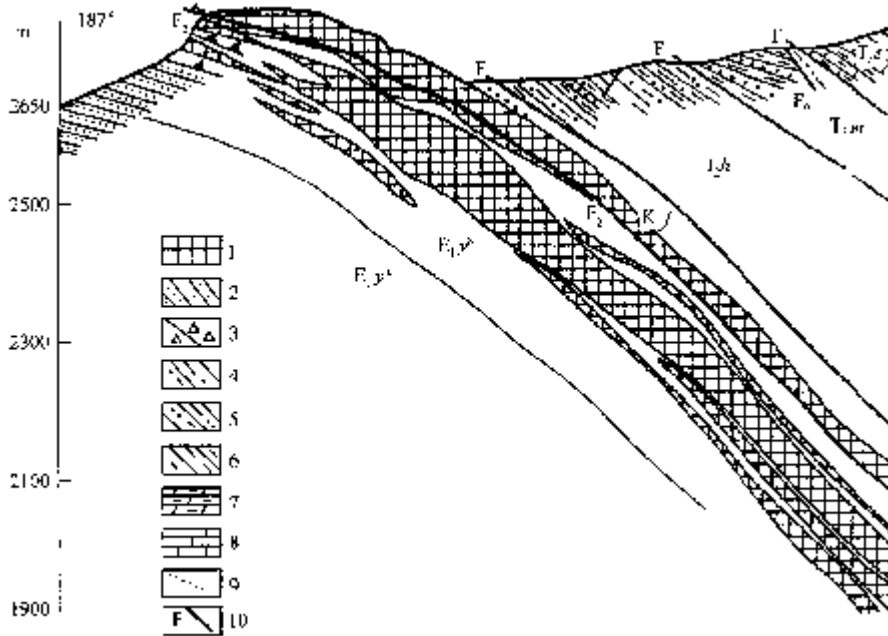


图 3-3-8 金顶矿床北厂矿段 12 勘探线剖面图

(据云南省地矿局第三地质大队, 1980)

$E_{1y}^a$ —云龙组下段;  $E_{1y}^b$ —云龙组上段;  $K_{1j}$ —下白垩统景新组砂岩;  $J_2h$ —中侏罗统花开左组;  $T_{3m}$ —上三叠统麦初箐;  $T_3$ —上三叠统挖鲁八组;  $T_{3s}$ —上三叠统三合洞组  
 1—铅锌矿体; 2—砂岩; 3—砾岩; 4—含粉砂泥岩; 5—粉砂泥岩; 6—泥岩;  
 7—泥灰岩; 8—炭岩; 9—地层界线; 10—逆冲推覆断层

该类铅锌矿床的矿石矿物成分简单, 主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等, 细碎屑岩型矿石常有黄铜矿和磁黄铁矿等; 主要脉石矿物为石英、白云石、方解石、重晶石, 有时还有绢云母、绿泥石、天青石、沥青等。矿石具有条带状、条纹状、纹层状、块状、浸染状、瘤状、脉状、角砾状等构造, 常见草莓状、团粒状、环带状、变胶状、结晶粒状、交代和碎裂等结构, 既有同生的特点, 又有后期改造或再造的特点, 后期改造越强烈, 矿石结构和构造越复杂。

围岩蚀变弱, 碳酸盐岩型有白云石化、方解石化和黄铁矿化等, 碎屑岩型有硅化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化等, 有时有天青石化、重晶石化、石膏化等。围岩蚀变分带和矿化分带不明显。有的矿床, 如广东凡口, 在垂直方向上部富  $Pb$ 、 $Zn$ , 下部富黄铁矿; 在水平方向上, 沿走向铅锌矿体过渡为黄铁矿体。

矿石硫同位素组成变化大。白云岩型、细碎屑岩和浅海相砂砾岩型铅锌矿以正值为主, 变化在  $+5\text{‰} \sim +30\text{‰}$  之间; 陆相砂砾岩型铅锌矿以负值为主, 变化在  $-1\text{‰} \sim -30\text{‰}$  之间; 灰岩型铅锌矿变化更宽, 在  $-26\text{‰} \sim +26\text{‰}$ 。矿石铅同位素组成比较稳定,

以正常铅为主，也有异常铅。这说明该类矿床成矿物质来源是复杂的，既有下部地层来源，也有海水来源，成矿是多阶段的。矿石矿物流体包裹体氢氧同位素组成表明，成矿流体介质水主要来自大气降水或循环海水。

#### （四）与沉积变质作用有关的铅锌矿床

沉积变质型铅锌矿床是指成矿作用以沉积的方式为主，包括火山喷气（流）沉积或热水沉积作用等，在后期又遭受了区域变质作用而成的矿床。成矿的地质构造环境大多为裂谷。容矿围岩为变质砂岩、变质砾岩、石英岩、千枚岩、板岩、片岩、白云岩和大理岩等，其变质程度大致相当于绿片岩相或低角闪岩相。矿体呈层状、似层状或透镜状产出，和围岩产状完全一致，同步褶曲。矿石矿物主要为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿和磁黄铁矿，次为磁铁矿、辉铜矿、毒砂等。脉石矿物主要有石英、方解石、白云石和绢云母等。矿石结构以致密块状为主，也有条带状、层纹状和浸染状。

这类矿床主要分布于华北地台北缘阿拉善台隆和内蒙古地轴的狼山—渣尔泰地区中元古代渣尔泰群变质碎屑岩中。矿床实例有内蒙古霍各乞、炭窑口、东升庙和甲生盘等，均属大型，河北北部的中元古代高板河铅锌矿床也属此类。成矿时代除元古宙外，还有加里东期（如四川李伍和福建水吉）和海西期（陕西银洞子）。它们累计保有储量为：铅 196.3 万吨，锌 848.8 万吨，分别占全国铅锌总保有储量的 3.9% 和 7.9%。

矿石硫同位素组成 ( $\delta^{34}\text{S}$ ) 多为正值，变化范围较大，介于 +3.6‰ ~ +38.5‰ 之间，说明硫主要来源于沉积时期的海水硫酸盐。铅同位素数据点在 B. R. Doe 的铅同位素构造环境图上，落在地幔演化线近侧，表明成矿元素铅可能属幔源。矿石矿物流体包裹体测温结果，东升庙为 450℃ 左右，炭窑口 300℃ 左右，霍各乞 150 ~ 325℃，甲生盘 130 ~ 245℃，推测是由于不同矿床位于距离海底火山活动中心的远近差异所致。

#### （五）与表生氧化作用有关的铅锌矿床

该类矿床是由原生铅锌矿床或铅锌矿化岩层，经表生风化淋滤作用而再次富集形成的表生矿床，也包括具工业意义的古人采冶铅锌矿时的尾矿、炉渣和废矿石堆。它们主要分布在我国华南和西南，与亚热带温湿气候和局部切割地形有关，多数为残积和坡积矿床，少数为冲积矿床。残坡积型铅锌矿床的成矿地质特征各异，大多为风化淋滤矿床（氧化矿帽），也有古尾矿和炉渣堆，还有喀斯特漏斗堆积（如四川纳交系）等。冲积矿床常为砂铅矿床。该类矿床大多为小型和矿点，仅有 5 处达到中型规模，它们是四川纳交系、贵州榨子厂、云南澜沧老厂、个旧和矿山厂，累计保有储量为：Pb 12.82 万吨，Zn 31.45 万吨，分别占全国大中型铅锌矿床总保有储量的 0.5% 和 0.4%。

该类矿床产于第四纪浮土层底部，基岩面之上。一般上部为红土层，中部为褐土层，下部为黑土层（即矿层）。矿层下部可能存在有原生铅锌矿体，也可能没有原生铅锌矿体。矿体呈层状、似层状，面型分布，或者分布在喀斯特溶洞中，呈漏斗状。矿体

产状受基岩面形态或喀斯特溶洞形态控制。矿体长宽数十至千余米，厚<sub>1m</sub>至数十米。矿石矿物简单，主要为白铅矿、铅矾、菱锌矿、异极矿等，脉石矿物为碳酸盐矿物、粘土等。矿石呈土状、松散状、结核状、团块状、砂砾状等，通常富铅贫锌，品位变化大，Pb在1%~40%之间，有时伴有钨、锡砂矿。有的矿床，如四川纳交系，以锌为主，Zn变化在1%~30%之间。

### 第三节 铅锌矿成矿时代及其演化

我国的铅锌矿床从太古宙、元古宙、古生代、中生代，一直到新生代均有形成。不同地质时期形成的铅锌矿床类型和规模却各不相同，其中燕山期是最重要的成矿期，显示了矿床形成随地壳发展而演化的特点（图3-3-9）。

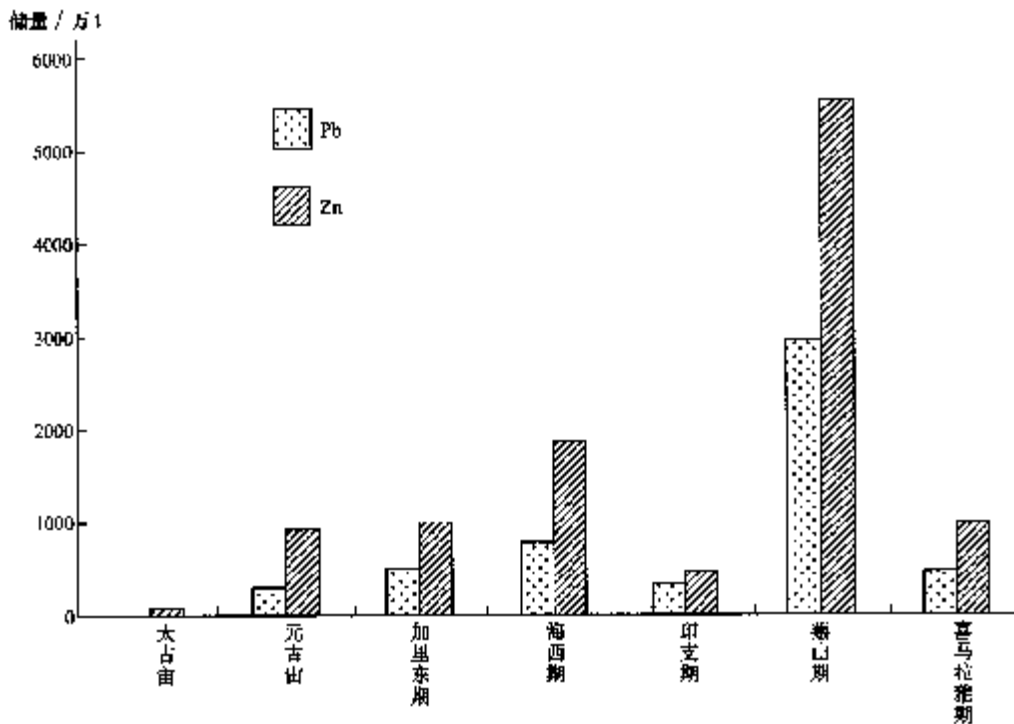


图 3-3-9 我国不同铅锌矿成矿期铅锌储量的变化

形成于太古宙的矿床为数不多，主要有辽宁的红透山和大荒沟铜锌矿。矿体呈似层状、透镜状或脉状产于太古宙地体高级变质斜长角闪片麻岩中。其成因属于受变质的火山沉积型矿床，或火山块状硫化物矿床。

元古宙是我国铅锌成矿的第一次高峰。矿化主要发生于太古宙基底上的元古宙裂陷

槽中。矿床沿华北地台北缘中元古代渣尔泰群变质碎屑岩建造中产出，如内蒙古霍各乞、炭窑口、东升庙和甲生盘等，其成因属于受变质的喷气（流）沉积矿床，简称沉积变质型矿床。此外，在河北北部的高板河，甘肃小铁山、白银厂，河南刘山岩和浙江西裘等铅锌矿床也形成于元古宙。后<sub>4</sub>个矿床均属海相火山沉积型。

应该指出，元古宙在国外是一个非常重要的铅锌成矿期，澳大利亚的许多特大型层状铅锌矿床，如布罗肯希尔、麦克阿瑟、芒特艾萨和希尔顿等，均产于中元古代地层中，属喷流沉积型。另外，在加拿大（如沙利文、弗林弗隆等）、朝鲜（检德）、瑞典、俄罗斯、美国 and 南非等国也有不少大型或特大型铅锌矿床产出。我国的元古宙铅锌矿床虽也有一定储量（Pb + Zn 金属总储量为 1167.3 万吨），但比起澳大利亚等国来，则要逊色多了。

加里东期也是一个较重要的铅锌成矿期。在此成矿期形成的铅锌矿储量占全国探明总储量的 9.2%。矿床的分布相对较集中，主要分布于四川中南部，如赤普、小石房、二郎、天宝山和大梁子等矿区。另外，青海锡铁山和湖南董家河等矿床的成矿时代也属加里东期。其他如贵州、甘肃等省虽也有一些加里东期的铅锌矿床，但多属小型。矿床类型大多为热液型。

海西期是我国铅锌成矿的又一个高峰期。在此成矿期形成的矿床铅锌储量占全国铅锌总储量的 16.3%，它们集中分布在 3 个地区，即①秦岭，如甘肃厂坝、毕家山、李家沟、邓家山和陕西的铅洞山和银洞梁等，矿床类型主要为热卤水型；②小兴安岭，如黑龙江翠宏山、二股、小西林等，矿床类型均为夕卡岩型；③新疆阿尔泰，如可可塔勒和阿舍勒等，矿床类型为海相火山岩型。云南荒田、七<sub>0</sub>厂和五星厂等矿区亦形成于此成矿期。

印支期的铅锌矿床总储量不大，仅占全国铅锌储量的 4.4%，主要分布于三江地区，如川西的呷村、嘎依穷、夏塞和纳交系等，大多属海相火山沉积型。滇西的勐兴、鲁子园等矿区是属于热液型的。此外，青海的老藏沟、什多龙、赵卡隆和广西新华等铅锌矿床也形成于该成矿期。

燕山期是我国铅锌矿床最重要的成矿期，不仅铅锌储量大（占全国总储量的 53.5%），而且分布广，广泛分布于我国东部许多省（市），如黑龙江弓棚子，吉林天宝山，辽宁八家子，河北蔡家营，北京银冶岭，内蒙古白音诺、浩布高、三河、小营子、甲乌拉，河南曲里，江苏栖霞山、大凹山、遇里，浙江五部，江西七宝山，湖南水口仙、黄沙坪、桃林、枞树板，广西大厂、佛子冲和广东凡口、大宝山等。另外，云南的个旧、都龙、白牛厂等矿床亦属燕山期。矿床类型有夕卡岩型、热液型、斑岩型和陆相火山岩型。

喜马拉雅期铅锌矿床数量虽不多，但总储量亦不少，占全国铅锌总储量约 8.7%。其原因是云南金顶超大型铅锌矿床是在该成矿期形成的，其铅锌储量多达 1181.6 万吨，为中国之最。矿床类型属于热（卤）水型。另外，还有一些第四系砂矿，如云南老厂和

个旧、贵州榨子厂及广东铅山里、白沙坪等，但多属中小型。

### 第四节 铅锌矿床成矿的分布规律

我国铅锌矿床分布很广，遍及我国各省（市、自治区）和每一个大地构造单元（图 3-3-10）。郭文魁（1987）将我国金属矿产划分为 3 大成矿域，即古亚洲成矿域、滨太平洋成矿域和特提斯—喜马拉雅成矿域。陈毓川等（1999）根据我国大地构造演化和区域成矿特点，进一步分为 5 大成矿域，即又分出了前寒武纪成矿域和秦祁昆成矿域。他们全面地概括了我国铅锌矿的空间分布规律。我国铅锌矿床，特别是大、中型矿床分布是不均衡的。为了突出这一不均衡性和铅锌矿床集中区，现在三大成矿域基础上，对它们的空间分布规律概述如下：

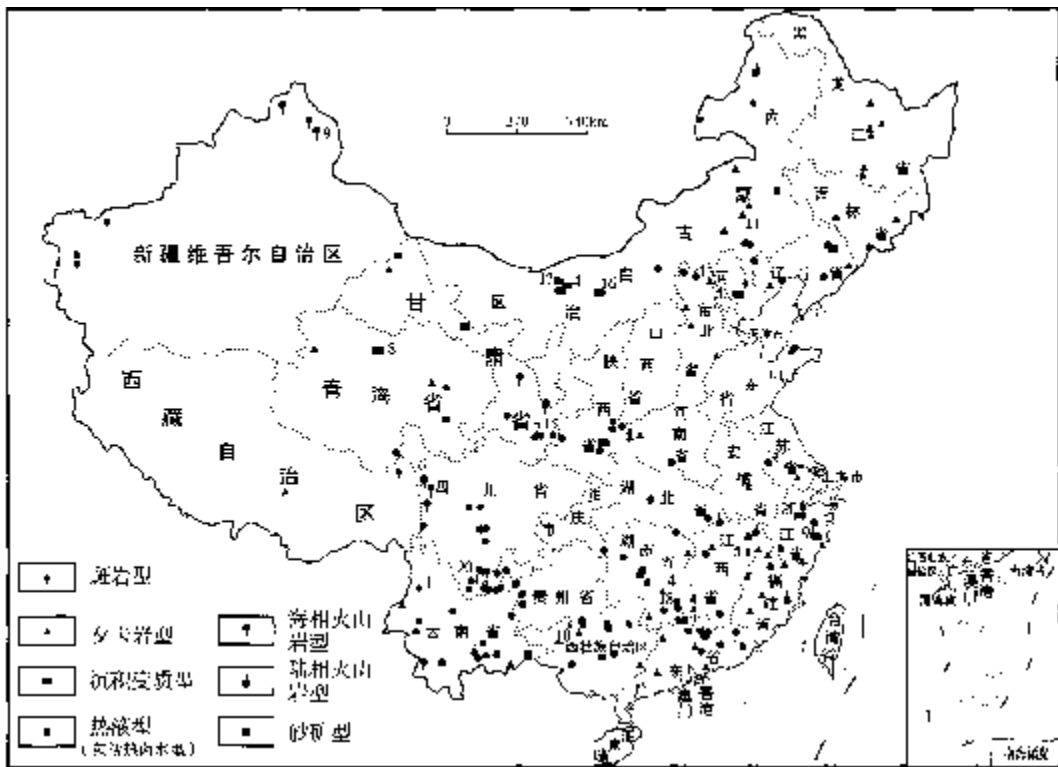


图 3-3-10 我国重要铅锌矿床分布略图

- 1—云南金顶； 2—江苏栖霞山； 3—广东凡口； 4—内蒙古东升庙； 5—江西冷水坑； 6—四川岷村； 7—甘肃厂坝； 8—甘肃锡铁山； 9—新疆可可塔勒； 10—广西长坡； 11—内蒙古白音诺； 12—四川大梁子； 13—河北蔡家营； 14—湖南水口山； 15—甘肃李家沟； 16—内蒙古甲生盘； 17—内蒙古霍各乞； 18—湖南黄沙坪； 19—浙江五部； 20—四川天宝山

## 一、滨太平洋成矿域

滨太平洋成矿域是在古亚洲构造域基础上经中生代太平洋板块构造运动叠加而成的，是世界上环太平洋成矿带的重要组成部分，也是我国铅锌矿研究程度最高和最富集的地区。

### （一）华北地台

进入中元古代，其北缘和东缘为边缘海，接受一套冒地槽沉积，形成两个中元古代拗陷区，相应形成了狼山—渣尔泰山成矿带和风城—浑江成矿带。狼山—渣尔泰山成矿带的西部是狼山成矿带，霍各乞、炭窑口、东升庙等细碎屑岩型铜铅锌矿床分布在狼山背斜南北两侧；南部为渣尔泰山成矿带，产出甲生盘等细碎屑岩型铅锌矿床。该成矿带因处于内蒙古地轴边缘的拗陷带中，地轴长期隆升和剥蚀为拗陷带提供了丰富的沉积和成矿物质，成岩后的多期构造运动、变质作用，促进了矿化不断改造和富集。风城—浑江成矿带位于铁岭—靖宇隆起南侧，是受鞍山群基底构造控制的一个近东西向海槽，向东南延入朝鲜，其西部为岫岩—凤城海盆，沉积了辽河群地槽型沉积建造，产出青城子碳酸盐岩型铅锌矿床；东部为浑江海盆，沉积了老岭群碳酸盐—碎屑岩建造，产出了碳酸盐岩型铅锌矿床，在朝鲜一侧产出超大型检德铅锌矿床。铁岭—靖宇古隆起为沉积盆地提供了沉积物质和矿源，区域变质作用和燕山期构造—岩浆作用，又使铅锌活化和再富集。

华北地台北缘的另一铅锌成矿带是燕辽成矿带，它是位于内蒙古地轴和山海关隆起之间的中、新元古代断裂拗陷带，这里堆积了未变质的地台型新元古代盖层，后经印支—燕山期构造—岩浆作用的强烈改造，产出高板河等细碎屑岩型矿床、柴河等碳酸盐岩型矿床和八家子等夕卡岩型、热液型矿床。

此外，还必须提到康保—建平铅锌成矿带。它位于内蒙古地轴上，受控于阴山中生代构造—岩浆带。这里广泛出露太古宙和古元古界变质岩系，中生代火山碎屑—沉积岩不整合覆盖于基底岩层之上的断陷盆地中，断裂构造和燕山期花岗岩类小岩体十分发育，产出蔡家营、青羊沟、兰阎等一系列热液型铅锌矿床。

华北地台南缘中—新元古代拗陷区是我国中原地区重要的有色金属矿产集中地。在陕西和熊耳山一带堆积了中元古界熊耳群，在伏牛山一带堆积了宽坪群、陶湾群和栾川群。从元古宙一直到燕山期均有较强的构造—岩浆活动，形成了近东西向构造—岩浆带。铅锌矿主要集中在河南卢氏、栾川和方城一带，如后瑶峪、马超营、莫维寺等矿床受中元古界汝阳群和栾川群碳酸盐岩层控制，燕山期构造—岩浆作用对矿化富集和改造起了重要作用。

## （二）扬子地台

从震旦纪至三叠纪的沉积盖层广泛分布。这里的铅锌矿床大量分布在古陆边缘拗陷带中，主要有 3 个成矿带：①武陵铅锌成矿带位于江南古陆西缘和武陵山隆起之间的早古生代拗陷带中，产出渔塘寨、董家河等碳酸盐岩型铅锌矿床；②威宁—朗岱铅锌成矿带位于黔中古陆西缘和牛首山古陆之间的晚古生代拗陷带中，产出毛坪、矿山厂、杉树林等碳酸盐岩型铅锌矿床；③康滇地轴东缘铅锌成矿带位于康滇地轴东缘的早古生代拗陷带中，产出天宝山、大梁子、茂租、金沙厂等碳酸盐岩型矿床。

此外，铅锌矿床还产于长江中下游和江南古陆上。长江中下游成矿带为古生代至三叠纪浅海相沉积拗陷带，经印支和燕山期构造—岩浆作用强烈改造，矿化以铁铜为主，铅锌次之，重要的铅锌矿床集中在宁镇褶皱带西段，如栖霞山等碳酸盐岩型铅锌矿床。江南古陆在中元古代以来长期隆起，受到燕山期构造—岩浆作用叠加，地层断裂，燕山期火山—侵入岩发育，在九岭一带形成以桃林为代表的热液型铅锌矿床，在婺源一带形成以银山为代表的陆相火山岩型铅锌矿床。

## （三）华南加里东造山系

基底固结于加里东期，泥盆纪—三叠纪沉积盖层较发育，印支—燕山期发生了大规模的构造—岩浆活动和成矿作用，构成了我国重要的有色金属成矿区（陈毓川等，1999）。但是，燕山期构造—岩浆活动在总体上表现为东强西弱，所以在东部形成了大量陆相火山岩型、斑岩型、夕卡岩型和热液型铅锌矿床，而中—西部晚古生代拗陷带中形成大量碳酸盐岩型铅锌矿床，西部边缘又出现了夕卡岩型、热液型铅锌矿床。根据成矿地质环境和矿化特点，划分 6 个主要成矿带：①东南沿海成矿带是我国大陆边缘活动带，燕山期构造—岩浆活动强烈，其北部浙江一带成矿以铅锌为主，如五部、大岭口等矿床，中部浙闽一带成矿的铜钼为主，铅锌次之，如莆田银坑等矿床，南部广东一带以钨锡为主，铅锌次之，如厚婆坳等矿床；②武夷山成矿带，沿北东向断裂发育燕山期花岗岩类侵入体和火山岩，产出冷水坑斑岩型铅锌矿；③湘粤成矿带，在晚古生代拗陷带中沿背斜轴部和倾没端有大量燕山期花岗岩类侵入，在其接触带和其附近形成了许多夕卡岩型和热液型铅锌矿床，如水口山—康家湾、黄沙坪、宝山、柿竹园、大宝山等矿床，此外，还形成了凡口碳酸盐岩型铅锌矿床；④湘中成矿带，晚古生代拗陷经印支—燕山运动发生北东向褶皱和断裂，岩浆活动不发育，产出禾青、白云铺等碳酸盐岩型铅锌矿床；⑤桂中成矿带，是一个成矿地质条件类似湘中成矿带的晚古生代拗陷区，沿大陆边缘产出泗顶、古丹、朋村、古立、锡基坑等碳酸盐岩型矿床；⑥右江成矿带，其褶皱基底为早古生代构造层，呈东西向出露于东南部，晚古生代地层为盖层沉积，三叠纪再度转为地槽环境，沉积了巨厚的复理石建造和发育了基性火山岩建造，燕山期花岗岩类侵入体局部出露，这里的铅锌矿床主要集中在 3 个地区，一是南丹—河池地区，产出

大厂等热液型矿床，二是个旧—都龙地区，产出个旧、白牛厂、都龙等夕卡岩型和热液型矿床，三是大明山—镇龙山地区，产出长屯等热液型和碳酸盐岩型矿床。

#### （四）大兴安岭地槽造山带

是天山兴安地槽造山系的一部分，后受太平洋构造运动的影响演化为滨太平洋大陆边缘构造带。在前中生代构造基础上，发育强烈的火山—深成岩浆活动，伴有铜多金属成矿作用。铅锌矿床虽然分布很广，但是重要矿床多集中在大兴安岭中段东坡，成群成带沿嫩江深断裂西侧、西拉木伦深断裂北侧的断陷带中分布，显现出北东—北北东成矿带，产出白音诺、浩布高、孟恩套勒盖、长春岭、朝不楞等一系列夕卡岩型和热液型铅锌矿床（赵一鸣等，1997），以及三河等火山岩型铅锌矿床。

#### （五）张广才岭海西造山带

为一北北东向复式背、向斜和近南北向、北西向断裂构造带，大面积发育海西期花岗岩。燕山期构造—岩浆活动，形成了断裂和一系列小花岗岩类岩体。铅锌成矿作用主要与海西期花岗岩类侵入活动有关，常与铁、钨、钼、铜等共生，构成一个多金属成矿带，如翠宏山、二股、铁力、小西林等夕卡岩型和热液型铅锌多金属矿床。

## 二、古亚洲成矿域

古亚洲成矿域包括天山造山系和昆仑—秦岭造山系，均为古生代形成的北西西—北西向构造域。铅锌成矿作用和矿化特点与地槽环境密切相关。在优地槽区常形成海相火山岩型矿床，而在冒地槽区常形成碳酸盐岩型和细碎屑岩型矿床，地槽回返期伴有花岗岩侵入常形成夕卡岩型和热液型铅锌矿床。

在古亚洲成矿域中，祁连加里东造山系是我国重要的黄铁矿型多金属成矿带。这里发育寒武纪—奥陶纪细碧角斑岩系，其中蕴藏着白银厂、小铁山等海相火山岩型铜、铜锌和铜铅锌矿床。柴达木北缘加里东优地槽带发育奥陶纪滩间山群细碧角斑岩系，产出锡铁山铅锌矿床。阿尔泰海西优地槽带广泛发育泥盆纪细碧角斑岩系，产出阿舍勒、铁米尔特、阿巴宫、可可塔勒等一系列海相火山岩型矿床。

在冒地槽中铅锌矿床多分布于古陆的边缘海地区，其中以礼县—柞水成矿带最著名，它位于秦岭地轴南缘，发育泥盆纪含碳酸盐岩的碎屑岩沉积建造，产出厂坝、邓家山、毕家山、李家山等一系列大型、超大型铅锌矿床，构成了东西长500km以上的铅锌矿成矿带。南天山成矿带位于塔里木地台西北缘，这里发育泥盆纪—二叠纪碎屑岩和碳酸盐岩，其上常有中—新生代沉积盖层，岩浆活动不发育，在泥盆系—石炭系中产出碳酸盐岩型铅锌矿床，如霍什布拉克等；在白垩系—老第三系中产出砂砾岩型铅锌矿床，如乌拉根等。西昆仑成矿带位于塔里木地台西南缘，铅锌矿床的含矿层位为石炭纪

一二叠纪陆源碎屑岩和碳酸盐沉积建造中的碳酸盐岩,受卡拉特凯大断裂控制,产出托古拉克、塔木等铅锌矿床。

### 三、特提斯—喜马拉雅成矿域

该成矿域属中—新生代地槽区,包括松潘—甘孜和三江印支造山系、喀喇昆仑唐古拉和冈底斯念青唐古拉燕山造山系、喜马拉雅造山系等。由于研究程度低,在许多造山系中目前尚未发现有经济价值的铅锌矿床。松潘—甘孜造山系南缘的玉树—义敦造山系和三江造山系,处于特提斯—喜马拉雅构造域由东西向往南北向转折部位,是欧亚古陆与冈瓦纳古陆间的强烈活动地带,地质构造复杂,铅锌矿床广泛分布,其由东向西可分5个铅锌成矿带:①玉树—义敦—中甸成矿带是位于金沙江断裂与甘孜—理塘断裂之间的印支优地槽带,伴随流纹岩—玄武岩建造发育,形成了海相火山岩型呷村、嘎依穷等铅锌、多金属矿床,印支期岩浆侵入活动形成了一些小型酸性—中酸性斑岩体,伴有斑岩型、夕卡岩型铜、多金属矿床,如红山等,燕山—喜马拉雅早期发生大规模花岗岩类侵入活动,伴有夕卡岩型和热液型锡多金属矿床和铅锌矿床,如青刀等;②兰坪成矿带分布于澜沧江断裂和金沙江断裂之间的中—新生代坳陷带,在晚三叠世—第三纪沉积了巨厚的含膏盐的红色岩系,即滇西红层,燕山—喜马拉雅期构造运动引起地层褶皱和断裂,产生大规模推复,伴有金顶等砂砾岩型铅锌矿床产出;③澜沧江成矿带是位于两条隆起带间的晚古生代海槽,在海槽中发育海西期中基性火山喷发沉积作用,海西晚期构造运动引起地层褶皱、断裂,伴有大规模花岗岩类侵入,花岗岩类侵入活动一直延续到燕山期,在这里形成了以老厂为代表的海相火山岩型铅锌矿床;④保山成矿带为古生代冒地槽隆起带,发育寒武纪复理石沉积、奥陶纪粗砂岩、砂页岩和泥灰岩,以及志留系笔石页岩、泥灰岩和砂页岩,产出鲁子园、勐兴等碳酸盐岩型铅锌矿床;⑤腾冲成矿带为一个燕山—喜马拉雅期造山带,燕山—喜马拉雅期花岗岩广泛分布,形成了大量钨、锡和稀有金属矿床,铅锌矿床产于小侵入岩体边缘,为夕卡岩型,或钨锡矿的外侧,如大铜厂、大矿山等矿床。

综上所述,我国铅锌矿床在各个大地构造单元中均有分布。不同性质大地构造单元的地质演化历史不同,导致区域构造、沉积作用、岩浆活动、变质程度和铅锌成矿作用(分布和成因类型)的不同。海相火山岩型铅锌矿床与铜矿共生,分布在优地槽造山带中,形成祁连、柴达木北缘、阿尔泰山南缘、玉树—义敦—中甸、澜沧江等5个最重要的铅锌成矿带。此外,在辽宁太古宙变质岩系中也有一些如红透山海相火山岩型矿床分布。陆相火山岩型和斑岩型铅锌矿床主要分布在我国东部滨太平洋成矿带中,其中东南沿海成矿带、武夷山成矿带、江南古陆的婺源成矿带、大兴安岭成矿带等最为重要。夕卡岩型和热液型铅锌矿床主要分布在地槽回返期或活动地台区中,形成湘粤成矿带、右江成矿带、大兴安岭成矿带、张广才岭成矿带、腾冲成矿带等。碳酸盐岩型、细碎屑岩

型和砂砾岩型铅锌矿床分布最广，既出现于地槽区，也产于地台区，主要分布在两个构造单元的过渡带中，特别是古陆边缘的拗陷区，形成狼山—渣尔泰山、凤城—浑江、燕辽、湘中、桂中、礼县—柞水、南天山、西昆仑、兰坪、保山、武陵、威宁—朗岱、康滇地轴东缘等成矿带。这就是我国铅锌矿床总体分布特征。

概括起来，可把我国主要铅锌矿成矿带划分为 12 个，即南岭、三江、华北地台北缘、秦岭、东南沿海、长江中下游、川滇、滇东南、大兴安岭、赣东北、阿尔泰和小兴安岭。上述 12 个成矿带中的铅锌探明储量达 12388.8 万吨，占全国铅锌总储量的 78.97%。表 3-3-2 列出了这 12 个重要铅锌成矿带的大地构造位置，各成矿带中的主要矿床类型、铅锌总储量数、大中型矿床数和典型矿床实例。可以看出，其中以南岭、三江、华北地台北缘和秦岭 4 个成矿带最重要。这 4 个成矿带的铅锌总储量就占该 12 个成矿区（带）的 43.47%。

表 3-3-2 我国主要铅锌矿成矿带

No	成矿区 (带) 名称	大地构造位置	主要矿床类型	总储量 万吨	在全国储量中所占比例/%	大型矿床数	中型矿床数	典型矿床实例
1	南岭	赣湘桂粤造山带和华夏造山带	夕卡岩型、热液型	2067.7	13.18	11	13	广东凡口，湖南黄沙坪、水口山、枫树板，江西焦里，广西大厂、佛子冲
2	三江	三江造山带	海相火山热液型、热液型、夕卡岩型	1745.7	11.13	3	8	四川岷村、嘎衣穷、纳交系，云南金顶、大碛厂、老厂
3	华北地台北缘	中朝地台北缘	沉积变质型、夕卡岩型、热液型	1610.4	10.26	9	6	内蒙古东升庙、霍各乞、甲生盘，河北蔡家营、辽宁八家子、青城子、桓仁、柴河

No	成矿区 (带) 名称	大地构造位置	主要矿床类型	总储量 万吨	在全国储量中所占 比例/%	大型 矿床 数	中型 矿床 数	典型矿床实例
4	秦岭	秦岭造山带	主要为热液型, 次为夕卡岩型和沉积变质型	1396.1	8.90	9	14	甘肃厂坝、毕家山、李家沟, 陕西铅洞山、八方山、二里河
5	东南沿海	华南造山带和东南沿海造山带过渡带	夕卡岩型、陆相火山热液型、热液型	1125.9	7.18	4	31	浙江五部, 福建银坑、屏峰、钟山, 广东天堂、厚婆坳、大宝山
6	长江中下游	下扬子台褶皱带	夕卡岩型、热液型、斑岩型、陆相火山热液型	975.2	6.22	3	5	江苏栖霞山、大凹山, 江西城门山, 湖北银山, 安徽岳山
7	川滇	康滇地轴和上扬子台褶皱过渡区	热液型为主, 有少量砂矿型	928.2	5.92	5	11	四川天宝山、大梁子、赤普, 云南茂租、矿山厂
8	滇东南	右江造山带	夕卡岩型和热液型	663.2	4.23	4		云南白牛厂、个旧、蒙子庙、荒田等
9	大兴安岭	内蒙古大兴安岭造山带	夕卡岩型、热液型和陆相火山热液型	618.1	3.94	2	15	内蒙古白音诺、浩布高、三河、甲乌拉、孟恩陶勒盖
10	赣东北	江南台隆和华夏造山带过渡区	热液型、陆相火山热液型、斑岩型、海相火山热液型	595.2	3.79	3	1	江西冷水坑、花亭、银山

No	成矿区 (带) 名称	大地构造位置	主要矿床类型	总储量 万吨	在全国储量中所占 比例/%	大型 矿床 数	中型 矿床 数	典型矿床实例
11	阿尔泰	阿尔泰造山带	海相火山热液型	361.1	2.30	1	3	新疆可可塔勒、阿巴宫
12	小兴安岭	张广才岭优地槽造山带	夕卡岩型	301.0	1.92	3	4	黑龙江翠宏山、二股、小西林
总 和				12388.8	78.97			