

金屬礦床工業類型目錄

1. 緒論……………(馮景蘭稿)
2. 鉄……………(馮景蘭稿, 祁思敬补充实例)
3. 錳……………(祁思敬、邓熾昌稿, 馮景蘭校补)
4. 鉻……………(祁思敬、金景福編, 馮景蘭校补)
5. 鈦……………(祁思敬、霍承禹編, 馮景蘭校)
- ✓ 6. 鋁……………(祁思敬、趙鳳池、馬新兴集稿, 馮景蘭校編)
- ✓ 7. 鈷……………(祁思敬、趙鳳池資料, 馮景蘭改編)
8. 釩……………(馮景蘭編)
9. 銅……………(馮景蘭編)
- ✓ 10. 鉛、鋅、銀……………(馮景蘭稿, 白士魁、熊曾熙、丰淑庄补充实例)
11. 鋁……………(霍承禹編, 馮景蘭校)
12. 錫……………(馮景蘭編, 胡祖桂、黃茂新、卫冰洁补充实例)
13. 鎢……………(馮景蘭稿, 蔡时玉补充实例)
14. 鉬……………(蔣明霞稿, 馮景蘭校补)
15. 碑……………(祁思敬稿, 馮景蘭校补)
16. 鉍……………(夏宏远稿, 馮景蘭校补)
- ✓ 17. 汞……………(朱文清編, 馮景蘭校补)
18. 鎘……………(馮景蘭編, 朱文清补充实例)
- ✓ 19. 金……………(馮景蘭編)
- ✓ 20. 鉑……………(馮景蘭編)
21. 放射性金属……………(司幼东稿, 馮景蘭校补)
22. 稀土及分散金属……………(司幼东稿, 馮景蘭校补)

第 十 章

鉛 鋅 銀

(馮景蘭稿, 白土魁、熊曾熙、丰淑庄补充实例)

鉛鋅銀, 使用很早, 鉛在公元前 2000 年, 即制成货币, 羅馬时代, 就掌握制造鉛管技术。鋅矿在公元 500 年前曾和銅矿冶炼, 制造黃銅。銀在古代用作首飾及货币。

鉛、鋅、銀、三种金属, 常共生在多金属矿床中, 与銻、鋇、銅、金組成綜合矿石, 所以合併討論。

工. 概 論

(1) 鉛鋅銀的地球化学: 鉛佔地壳 0.002%, 鋅 0.004%, 銀 0.0000%。隕石中, 未見鉛鋅。鉛、鋅、銀与硫关系密切, 99% 与硫共生形成硫化物, 并与岩漿殘液有密切关系。鉛的原子, 与鉄銻不在一起, 很少量鋅可存在于岩漿的矽酸鹽中。(鋅原子半徑 0.83, 鉄原子半徑 0.83, 銻原子半徑 0.91, 鋇 1.03, 鉛 1.320, 可見鉛的原子半徑比鉄銻的大得多, 所以不能形成異質同象, 參加鉄銻晶架)。在岩漿結晶初期的矿物中无鉛, 在热液矿床中才有鉛矿物造成, 鋅矿物在热液时期, 分出較早, 所以与此期矿物共生; 又在接触交代时期, 也有显著的集中; 銀的硫化物, 常与鉛的硫化物和鋅的硫化物共生。在风化帶中, 沒有鋅矿, 因鋅的化合物, 比鉛的化合物, 易被溶解帶走, 而硫酸鉛, 炭酸鉛及氯化銀等, 溶解不易, 所以多留在原地。在氧化帶中, 鉛沒有鋅活潑。在次生硫化物富集帶中, 鉛鋅銀矿沉积很少, 一般无工业意义。

(2) 鉛的性質和用途: 鉛具有柔性, 韌性和防腐性, 因而在工业上用途很广, 既可利用純鉛, 又可利用鉛与銻、銅、碑、錫的合金。为了制造蓄電池 (鉛 + 7% 銻), 鉛在汽車工业的消耗量, 約佔鉛总用量 25%; 其次为電纜工业消費了鉛总产量的 20%。此外, 大量的鉛, 应用于各种合金, 如印刷合金, 巴比特合金 (Sn, Sb, Cu, Pb 合金), 鉛銅合金等, 鉛管和鉛板广泛应用于化学工业, (酸类制造工业), 有些鉛还用作屋頂和水管。鉛碑配合可制砲彈, 又在顏料工业中, 鉛化合物, 佔相当重要位置。

(3) 含鉛矿物, 不下 150 种, 但比較重要的, 只有下列九种。

主 要 鉛 矿 物 表

順 序	矿物名称	分 子 式	含 鉛 量 %
1	方鉛矿	Pb S	87.6
2	硫銻鉛矿	5Pb S · 2Sb ₂ S ₃	55.4
3	脆硫銻鉛矿	5PbS · 3Sb ₂ S ₃	50.8
4	車輪矿	2PbS · Cu ₂ S · Sb ₂ S ₃	42.6 Cu 12%
5	白鉛矿	PbCO ₃	77.6
6	硫酸鉛矿	PbSO ₄	68.3
7	綠鉛矿	Pb ₂ Cl(PO ₄)	75.79
8	鉻酸鉛矿	Pb Cr O ₄	64.6
9	粉鉬鉛矿	PbMoO ₄	55.8

从工业上看, 鉛的原生矿物, 比較重要, 其中最主要的是方鉛矿, 其次为硫銻鉛矿

硫鉛矿和車輪矿。在次生条件下，鉛矿物种类很多，但以白鉛矿及硫酸鉛矿，为最常见。

开采鉛矿，几乎都在原生矿床中，尤其多金屬鉛鋅矿和鉛鋅銅矿，佔主要地位，鉛矿都多少含銀，但不含金，与鉛矿共生的非金属矿物很多，但最主要的为方解石和石英。氧化鉛矿，开采較少，但其中鉛的含量，往往高于原生帶中的鉛矿。

鉛矿石的工业要求，确定了鉛的最低可采品位为 5—6%；但当其他有用金屬的品位較高时，以及开采条件极为有利时，鉛矿的最低可采品位，可降低到 3% 甚至到 1%。

(4) 鋅的性質和用途：鋅有防腐蝕性，所以主要用途，是鉄鍍鋅。大量純鋅，代鉄作屋頂材料。又广泛应用鋅与銅、鎳、鎂、鉛等作成多样合金。鋅銅合金，就是黃銅；鋅銅鋁合金，就是鋁青銅；氧化鋅可制鋅白，氯化鋅用涂枕木，电線杆，及其他木質品以防腐蝕，氧化鋅，用于橡膠制造，玻璃制造及藥物制造等工业。

(5) 鋅的主要矿物：鋅矿比鉛矿有較簡單的原生矿物組合；而次生矿物，則較复杂。在自然界中，含鋅矿物，約五十种，最常见的，只下列九种。

主 要 鋅 矿 物 表

順 序	矿 物 名 称	分 子 式	含鋅量%
1	閃鋅矿（等軸晶体）	ZnS	67
2	纖維鋅矿（六方晶系）	ZnS	63
3	鋅鉄尖晶石（鉄鋅矿）	(Zn,Mn) Fe ₂ O ₄	不定
4	紅鋅矿	ZnO	82.2
5	矽鋅矿	Zn ₂ SiO ₄	59.1
6	錳矽鋅矿	(Zn,Mn,Fe,Mg) ₂ SiO ₄	不定
7	菱鋅矿	ZnCO ₃	52
8	水鋅矿	ZnCO ₃ ·2Zn(OH) ₂	60
9	異极矿	Zn ₂ SiO ₄ ·2H ₂ O	53.7

鋅的硫化物，尤其是閃鋅矿，是鋅最常见的原生矿物。和鉛相反，鋅有各样矽酸鹽类化合物，但只在特殊情况下，（例如美洲的富蘭克林爐），才有工业意义。鋅的氧化物和尖晶石类矿物，經濟价值不大。在鋅矿体上部，常有碳酸鹽类矿物（菱鋅矿，水鋅矿），和矽酸鹽类矿物（矽鋅矿，異极矿），稍有矿业上的意义。

具有經濟价值的可采矿石，含鋅应在 8—10% 以上，在質量方面，对鋅矿要比对鉛矿提出較高的要求，因为在技术加工的过程中，鋅將大量消失；象鉛矿石一样，当鋅矿石含有貴重金屬能夠綜合利用时，可采品位，还能降低。

(6) 銀的性質和用途：銀的柔性，韌性和化学稳定性，是特出的，所以在實驗室中常被采用；同时，也广泛地用制奢侈品及裝飾品，鑄造貨幣及器皿。在攝影业，电影业，医药及物理化学方面的实验中，也用大量的銀及其化合物。銀有高度傳热和导电的优良性質，但因价較貴，在使用上大受限制。

(7) 含銀矿物很多，較重要的有下表所列的 12 种。

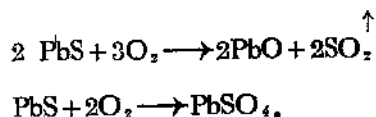
主 要 銀 礦 物 表

順 序	礦物名稱	分 子 式	含 銀 量 %
1	自然銀	Ag.	90—100
2	輝銀礦	Ag ₂ S.	87.1
3	硫銅銀礦	(Ag, Cu) ₂ S.	53.1
4	銻銀礦	Ag ₂₋₄ Sb	72.98—84.34
5	銀黝銅礦	3—6(Cu, Ag, Fe, Zn)S ₂ (As, Sb) ₂ S ₃	32 以下
6	斜方輝銻銀礦	5 Ag ₂ S · Sb ₂ S ₃ .	68.4
7	硫銻銅銀礦	8 Ag ₂ S · Sb ₂ S ₃ .	74.9
8	硫砷銀礦	3 Ag ₂ S · As ₂ S ₃	65.5
9	硫銻銀礦	3 Ag ₂ S · Sb ₂ S ₃	59.8
10	角銀礦	AgCl	75.2
11	溴銀礦	AgBr	75.4
12	碘銀礦	AgI	45.9

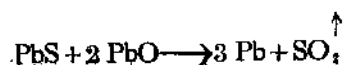
銀主要产自兩種类型的矿床：第一种类型，是常見的是在鉛鋅矿，銀礦物和方鉛矿的共生关系如輝銀矿，銀黝銅矿，硫砷銀矿等，在方鉛矿中，成固体溶液或以含銀礦物的包裹物出現。此等矿石含銀量由每吨数十克至数百克。銀鉛含量的比例：在每 1% 的鉛矿品位中，含銀 10—25 克/吨。第二种类型是「貴重銀矿」型，包括內生的各种銀礦物，其中以銀的硫化物和硫化銻酸鹽类为主，碲銀化合物少見，富銀矿与鈷、鎳、砷礦物共生的現象（如加拿大古博尔替 Cobalt）更少見；銀的平均含量，一般在 3% 以下，矿石中銀的最低含量为 200 克/吨。

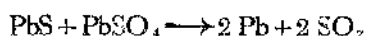
(8) 在多金屬矿床中，对可采矿石內有用礦物富集程度的要求，比在冶炼时的要求低得多。为了提高品位，必須选矿；选矿时，不仅將脉石分出，而且將鉛、銻、銅、各种礦物也分开；选后精砂的鉛、鋅含量，最少为 30—35%；易选的矿石，可达 45—55%。含銀礦物，主要和鉛的精砂在一起，以后在冶炼过程中，才將銀分出。

(9) 冶炼鉛鋅技术：煉鉛在空气不足的反射爐中进行，其主要反应是硫化鉛先氧化为氧化鉛和硫酸鉛：



然后繼續加热，并停止进入空气，使留下尚未变化的硫化鉛，与已生成的氧化鉛及硫酸鉛相互作用，而得到金屬鉛：





煉鋅先用焙燒法，將硫化鋅變為氧化鋅，然後將氧化鋅與碳混合，裝入粘土石墨合制的曲頸爐中，加熱至 1,300—1,400°C，鋅氧還原所生的鋅蒸汽通過曲頸爐管道在粘土冷凝器凝結成為液體，可倒入鑄造模型中。

近年來電解取鋅法，已獲得廣泛的作用，此法是在在硫鋅礦焙燒的過程中將硫化鋅變為硫酸鋅，經淋濾後，得到硫酸鋅溶液，經過電解，在陰極上可獲得含鋅 99.5% 的沉澱，並可收集鎘、鉛、銻、銅等伴產物。

(10) 鉛鋅礦石中，可以綜合利用的元素：

鎘：通常含於閃鋅礦中，但含量變化很大，可由 0.08—0.55% 精選的鋅礦中，含量較高，可以設法提取。

銻：用電解法取鋅時，銻集聚於氧化物中，含量達 0.02% 時，就有實用價值。

鎳：礦石中含鎳達 0.001% 時，即可提取。

銻：為最主要的半導體金屬，在閃鋅礦礦石中，銻往往以混入狀態出現，其含量由 0.001% 至 0.01%，由制鋅的廢料中提取。

硒：在某些多金屬礦石中，含有高達 0.004% 的硒，富集於精選的鉛銅礦砂中，含硒可達 0.03%，由此可提取硒。

鉍：在每噸礦石中，含鉍達 10—20 克時，更有實際意義。

其他還有金、銀、銅、鉛、銻等，在有利的條件下，均可綜合利用；所能提取的有用元素愈多，相對的鉛鋅品位，就愈可降低；例如礦石中金的含量為 1 克/噸，其價值即等於鉛鋅總和的 0.75%。

現在工業對於這些分散元素的要求是迫切的，尤其是對於具有半導體性質的銻、硒，更為需要。

(11) 礦床規模：儲鉛、鋅幾千噸的，算是小的；幾萬噸的算是中等的，10—15 萬噸的算是大的，60—100 以上的，算是很大的礦山。

(12) 世界儲產量：根據 1944 年統計，全世界鉛的儲量為 2,800 萬噸；鋅 5,200 萬噸；而 1951 年，全世界鉛的年產量為 1,490,000 噸；鋅 2,240,000 噸；銀 5,400 噸。各主要國家產額所佔的百分數，據 1940 年統計略如下表：

號次	鉛		鋅		銀	
	國別	佔世界%	國別	佔世界%	國別	佔世界%
1	美國	27	美國	47	墨西哥	33
2	澳洲	13	加拿大	12	美國	16
3	加拿大	13	蘇聯	6	加拿大	10
4	墨西哥	12	比利時	6	秘魯	9
5	蘇聯	9	澳洲	5.5	澳洲	7
6	德國	4	緬甸	5.5—6	波利維亞	5
7	南斯拉夫	4	波蘭	4	剛果	5
8	秘魯	3	墨西哥	3	其他	15
9	西班牙	2.5	德國	2		
10	意大利	2	法國	2		
11			挪威	2		
12			日本	1.5		

現在所知儲量較大的國家依其重要的次序，如美國、加拿大、澳大利亞和墨西哥，約佔

世界鉛鋅的 2/3。

(13) 鉛、鋅、銀的成礦時代：在寒武紀，寒武紀前和加里東時代，尚未發見巨大的多金屬礦床。

華力西期造成的鉛、鋅、銀礦有蘇聯的阿爾泰山，澳洲的布羅肯希爾（破山）等儲量很大，佔鉛、鋅、銀世界總產量的 1/4。

屬於燕山期的有中國中南地區的鉛鋅礦，蘇聯的北高加索（薩頓等），外貝加爾，英屬哥倫比亞，美國和波蘭的許多礦床。他們的鉛鋅產量，約佔世界總產量的 1/2，銀的產量約佔世界總產量的 1/4。

屬於阿爾卑斯期的有蘇聯遠東、日本、菲律賓、新西蘭、和秘魯等地的礦床。美國和墨西哥的部分礦床，它們往往富含銀，全世界產的銀和 1/4 的鉛鋅，產自這些礦床。

II. 主要工業類型

現代對於鉛鋅礦床的主要工業類型，依圍岩及成因分為碳酸鹽類岩石中浸染層狀礦床，碳酸鹽類岩石中熱液交代礦床，石灰岩中熱液交代礦床，及各種岩石中裂隙充填礦床等四大類：

(一) 在石灰岩及白云岩中的層狀及脈狀的超低溫礦床：這種類型礦床的特點，是礦物成份，非常簡單；礦床形狀，也比較簡單；主要以浸染體狀態，存於灰岩或白云岩內；常呈層狀，佔據一定層位，在數百公尺，甚至數公里以內，都很穩定；厚達 20—30 公尺；礦石礦物，有閃鋅礦、方鉛礦和黃鐵礦，有時兼有黃銅礦，脈石礦物為重晶石、方解石、白云石及螢石；有表生鋅或鉛的單金屬礦床；一般不含金，銀也很少；礦區附近，不見有火成岩體。

這種類型礦石中的鉛鋅含量，通常不高，大約含鉛 0.5—1%，鋅 2.5—3%。即進行開采，鉛鋅總含量，很少達 6—8%。但這種類型礦床的金屬儲量，照例很大，往往擁有數百萬噸，可以長期大規模經營。

關於這類礦床的成因，有人說是遠溫礦床，有人認為是海相沉積礦床，更有人認為是冷液旁泌礦床，迄今尚是一爭辯的問題。

蘇聯、美國、法國、西里西亞等地，都有此種，現舉世界最著名的美國密西西比河流域，及波蘭西里西亞礦區為例。

(1) 美國中部密西西比河流域鉛鋅礦床，為此類礦床最大的典型范例，其中最大的鉛礦，以米蘇里州東南部平河（Flat River）為中心，年產鉛約 180,000 噸，方鉛礦，呈分散狀賦存在近於水平的寒武紀白云岩內，平均厚約 3—5 公尺，寬約 70—100 公尺，長達 300 公尺以上；距地面 70 公尺內，以方鉛礦為主，與硫鐵礦，黃銅礦，方解石，碲硫鎳鈷礦，（Siegenite）及地開石（dickite）等共生。

密西西比型鉛鋅礦床最大的范例，是以美國久普林為中心的三州礦區，面積達 20,000 方公里。已產鋅礦價值達十億美元以上。

三州礦區鉛鋅礦位於密西西比系（下石炭紀）中總厚約 120 公尺其上為賓雪凡尼亞系（上石炭紀）所覆，其下以奧陶系灰岩為底盤，各呈不整合接觸。

密西西比系地層下部為砂岩，頁岩和灰岩，中部為灰岩，白云岩，和燧石層，上部又為砂岩頁岩和灰岩，礦層主要在中部灰岩和白云岩中，下部無礦，上部有礦但不重要。

中部灰岩和白云岩中共有九個礦層，其中六個礦層，比較重要各厚約數（1—8）公尺，

往往夾有燧石。

区域構造为一平緩穹起的古生代沉积岩的地台，矿体往往見于背斜構造的頂部，和向斜構造的底部，及近于垂直的扭碎帶內，燧石灰岩广泛破裂和角礫岩化，繼之以白云岩化，碧玉石化。

鉛鋅矿床主要在白云岩內，成各式各样的形狀，最大矿体，厚达 20 公尺，寬 3—100 公尺，長 2,000 公尺主要金屬矿物为閃鋅矿，其次为方鉛矿，錳鋅矿，白鉄矿，黃鉄矿，黃銅矿，硫砷銅矿，針錳矿，脉石矿物有石英，燧石，方解石，白云石及少量重晶石等。

(2) 波蘭上西里西亞鉛鋅矿床：为欧洲著名鉛鋅矿产地，矿床呈层狀产于中三叠紀白云石化的灰岩中，在稍向下弯曲的槽狀構造內。矿层厚 15—40 公尺。原生矿物包括閃鋅矿、纖閃鋅矿、方鉛矿、黃鉄矿、白鉄矿以及少量 As—Sb 硫化物。按矿石構造可分为角礫狀矿石、空隙充填矿石、交代矿石以及浸染矿石等。矿床上部多已氧化，主要为異极矿矿石，其次有菱鋅矿、白鉛矿、褐鉄矿。矿石含 Zn 14—15%，Pb 3.3%，此外尚有些錳，此种矿石儲量应尚有 3300 万吨。年产鉛鋅共 30 万吨，其中鋅佔 2/3，鉛佔 1/3。

中国迄今尚未发现此种类型的大矿床。湘西黔东某些鉛鋅矿床，可能屬此类型。

(二) 生在火山岩系及变質岩中的热液交代矿床：此类矿床，呈大凸鏡体狀，脉狀，层狀，及株狀，分佈在凝灰岩系及其变質的岩石中，矿体巨大，長数百公尺，厚 10—50 公尺，往往以浸染状态，存在于圍岩內，矿物成份非常复杂，除方鉛矿、閃鋅矿外，尚有黃鉄矿、磁黃鉄矿、黃銅矿，及少量毒砂，輝鉬矿，黝銅矿，錫石，及金銀等，脉石矿物有石英及碳酸鹽类矿物，圍岩感受劇烈蝕变，尤以矽化，絹云母化，綠泥石化，鈉長石化等为最著，間有电气石化現象。

这类矿床的金屬儲量，有些很大，可达数十万以至百万吨；品位高，可达 15—20%；并含大量銀，所以很有价值。属于这一类型的矿床，有苏联的阿尔泰区，澳洲的破山，緬甸之保得文，和加拿大之苏里文等。

(1) 苏联阿尔泰多金屬矿区，从 18 世紀初已馳名于世，該区分佈于阿尔泰山的西南部，斜米巴拉丁斯克 Семипалатинск 和烏斯吉卡米諾哥尔斯克 Устькаменогорск 之間，分佈着寒武志留紀变質頁岩和灰岩，在这些变質岩系之上，发育着泥盆系礫岩，砂岩，頁岩，泥灰岩及礁狀灰岩，和酸性噴出岩伴生。在泥盆紀地层西南，发育着下石炭紀頁岩；灰岩及凝灰岩，形成复盖层的斑岩和玢岩，及在斑岩以上的古生代岩流和凝灰岩。此外尚有分佈最广的华力西花崗岩和石英斑岩，华力西造山运动的劇烈褶皺涉及古生代岩层，造成西北东南走向的褶皺帶，延長数百公里，消失于庫倫金草原沉积之下。褶皺帶寬 1—2 公里到 10 公里。接近这些褶皺帶的有許多矿区。矿床是在造山运动中，受花崗岩漿侵入所致，很多斑岩侵入体，都在这个时期內形成。多金屬矿床主要矿体，呈凸鏡狀，在銀矿区里，致密矿床和浸染矿床，能明显地区別出来。矿物成份有閃鋅矿，方鉛矿，黃鉄矿，黃銅矿，黝銅矿，有时有毒砂，自然金及鉛和銀的碲化物，也可能有金的碲化物。非金屬矿物，有石英，重晶石，鎂鉄白云石及为量不多的絹云母。圍岩蝕变为絹云母化，角岩化，至綠泥石化。柯图尔斯基認為按照金屬矿物成份阿尔泰多金屬矿区，可分为三类：(i) 石英重晶石类（重晶石較多），(ii) 重晶石石英类，(iii) 石英类。所有矿床，都有氧化帶，氧化帶深达 70—80 公尺，下面叙述的里德尔矿，就是一个范例。

里德尔矿床靠近里德尔城，位于額齐斯河右面支流的烏尔巴河 (Р.Ульба) 上游地方，

在行政區域上，該礦區屬於哈薩克共和國的東哈薩克省。里德爾礦床，和索科爾尼，克雷克夫及菲利波夫三個礦床一起，成為著名的里德爾礦區。按儲量言，本區是蘇聯的一個大礦。礦床產於中泥盆紀沉積岩中，岩層東西延展，呈微波形構造（緩斜的穹隆狀褶皺）。岩層走向是西西北傾向南西南。礦床分佈在凝灰岩和頁岩交界處。凝灰岩已變為角岩。此外，礦化作用，也同樣產生在上部和下部的圍岩中。根據圍岩的浸染形狀，可分為：(i) 上壁礦化頁岩，(ii) 下壁帶有硫化物浸染體的角岩，(iii) 下壁礦化的絹雲母碳酸鹽類岩石。氧化帶分佈於礦床的上層，已探測過的致密礦脈，沿走向延長約 350 公尺，厚 10 公尺。致密礦石主要是閃鋅礦，方鉛礦，黃銅礦，含石英黝銅礦等微粒的混合體，雜有次要的方解石，絹雲母，重晶石和綠泥石，毒砂和斜方硫砷銅礦的混合體及自然金，和一少部分的碲金礦。浸染礦石中礦物成份的特徵和致密礦石中一樣，只是含量少些，但礦帶厚度大些。一般礦帶平均厚 40 公尺，最厚達 70 公尺。氧化帶深達 50 公尺含有多種礦物，其中有各種金屬（鉛、鋅、銅、鐵）的氧化物以及金、銀、（輝銀礦和角銀礦）。直到現在，還開采出氧化帶中含金、銀很高的礦石。角頁岩化的圍岩蝕變甚劇，顯見與石英斑岩，有成因上的關係，而石英斑岩，又是花崗岩漿的分枝體。

從阿爾泰山脈延展中國和外蒙古邊境的事實來看，在中國維吾爾自治區（新疆）的北境有發見阿爾泰式多金屬礦床的可能。

(2) 澳洲新南威爾士破山（布羅肯希爾）礦床：著名的破山礦床位於澳洲東南部新南威爾士的乾燥地區，自開發迄今所產鉛鋅銀總值，已達美金十億元以上，而現在的年產量約為鉛 200,000 噸，鋅 150,000 噸。礦區地層為寒武紀前的雲母片岩、矽線石片岩，及石英岩，沿岩層層理，壓入了片麻岩，角閃岩，及偉晶岩等扁豆狀體。岩層及岩片受過劇烈擠壓，形成引張褶皺，為礦體的所在地。根據安居魯斯 Andrews的描述，礦床是由替換充填所形成。在劇烈變質的中央地區，有巨大的鉛鋅硫化物礦床，圍繞以變化較輕的、鋅礦缺乏的、微含錫，鎢和鉍金屬的輕微變質帶。礦床為巨大的不相連屬的鞍狀體和扁豆體，總長達 4.5 公里，兩組差不多互相平行的，有時又互相接聯的礦體，號稱鋅和銀鉛礦床，軸向略近東西，縱斷面略呈弓形，中部距地面較淺，東西兩端距地面較深（730 公尺），自下向上數為 (i) 薔薇輝石，(ii) 硫化物及薔薇輝石，(iii) 硫化物及銀，(iv) 矽質硫化物及柘榴石和綠長石等四帶。薔薇輝石和柘榴石，在拱形中部，發育較多，向兩端逐漸減少，而偉晶岩則向兩端逐漸增多。礦石為閃鋅礦，方鉛礦，鋅尖晶石，薔薇輝石，綠長石，錳柘榴石，輝石，磁鐵礦，螢石，石英和方解石的集合體只有少量的鐵銅硫化物及銀礦物，含有 11—17% 的鉛，10—15% 的鋅，和每噸 3—14 兩的銀；在寬達 30 余公尺深達 100 公尺的大鐵帽下，為鉛銀礦的氧化產物，再下只有少量的次生硫化物富集帶，即達原生硫化物富集帶。本礦主要是高溫熱液交代礦床，礦質假定是由造成偉晶岩的隱藏的岩漿庫所供給。

(3) 緬甸保得文（老銀廠）礦山：位於緬甸東北部，近於雲南邊界的地區，是世界著名多金屬礦山之一。礦帶長 2,500 公尺，寬 170 公尺，位於古生代長石粗粒砂岩與古生代岩流和凝灰岩之間，在巨大的破裂帶內，形成巨大的交代礦體。在此種礦化帶中，有三個礦脈系統，其中最主要的一個，錯斷為三節、分別命名為山，中國人，和民大。富礦體長 400 公尺，寬 17 公尺，有處完全由塊狀方鉛礦，閃鋅礦，及少量的黃鐵礦，黃銅礦，石英及蝕變的圍岩等，高級礦砂，至少在 400 萬噸以上，平均含鉛 25%，鋅 15%，銅 0.7%，及銀 20 兩/噸。

(4) 加拿大蘇利文礦山，位於加拿大西部，大英哥倫比亞（British Columbia）省的金

百利(Kimberly)区,是加拿大最大的鉛鋅矿山,也是世界最大的鉛鋅矿山之一。他所产的鉛佔加拿大产鉛总量的 98%;所产的鋅,佔加拿大产鋅总量的 3/4。此矿床,是一巨大的块狀硫化物矿体,長 2,000,寬 90 公尺,沿寒武紀前的石英岩和板岩分佈着,与层理相平行,并保存有原来岩石的层理。有两个富矿体,中間被 230—370 公尺寬的块狀黃鉄矿所分开。矿石包括含銀方鉛矿和閃鋅矿。上富矿体含黃鉄矿較多,而下富矿体含磁黃鉄矿較多,少量的柘榴石;閃鋅石,电气石及錫石,也見有存在,而矿体的边缘,鉛鋅較少。这种矿石平均含鉛 10%,鋅 4.5%及高量銀,每日产量达 6,500 吨。

(三) 与灰岩接触交代的不規則形的热液矿床:这种矿床的形狀,非常复杂,略成柱狀,脉狀和枝狀,一般在灰岩和白云岩內,体积大小不一,小矿柱的横断面,不及 1 公尺,而大矿柱和不規則的凸鏡矿体,的横断面,可达 1,000 平方公尺以上。金属儲量从数千吨到数十万吨以上。矿物成份复杂,品位高低不一,平均鉛鋅含量 15—20%,可分为矽噁岩型和非矽噁岩型兩类:(i) 矽噁岩型矿床:由典型矽噁岩矿物,輝石,柘榴石和角閃石等所構成,金属矿物有鉛,鋅,鉄的硫化物,間有毒砂和輝鉍矿等;(ii) 非矽噁岩型矿床:仅由鉛鋅硫化物,石英及碳酸鹽类矿物所組成,間有氟石及重晶石。这两种类型在世界各地,都很常見,中国的水口山和白顶山,苏联的捷丘赫矿区,美国的列德維尔,和亨提克矿区,及墨西哥的許多矿山,可能都屬此类,茲举数例:

(1) 捷丘赫矿区,是苏联最大鉛鋅矿床之一,位于远东老爺嶺东坡,老爺嶺河谷中,共有四个矿山,在进行开采。矿区有三疊紀矽質和泥質頁岩,砂岩,及灰岩等,岩层走向北 50°—70° 东,被輝綠岩和輝綠玢岩等各种岩脉所穿切。又有石英斑岩,盖在上述岩层之上,成一盖层。矿区中灰岩与斑岩的接触为構造接触,而矿化作用,即生在此接触的構造帶內。著名矿脉有四条,其中以主脉为最重要并經詳細勘探。主脉矿体呈扁平柱狀,向东南傾斜,傾角 25°,在接近地表部分,分为三个凸鏡狀矿体,而往下至深达 312 米的层位中,矿体的水平切面,略呈三角形,佔面积約 6,000 平方公尺。在上部层位中,主脉沿走向延長約 200 公尺,而在下部层位中,延長仅 100 公尺。上部矿体厚度,变化于 3—15 米之間,向下略有增加。矿体中主要矿物是硫化物,金属矿物有方鉛矿,閃鋅矿,黃銅矿,黃鉄矿,磁硫鉄矿,白鉄矿,毒砂及为量不多的黝銅矿和方黃銅矿;脉石矿物有鈣鉄輝石,斧石,角閃石,柘榴石,矽鈣鉄矿,矽鈣硼石,方解石,石英及錳菱鉄矿等。沿傾斜約 50—80 公尺深的矿体,显示着氧化矿的边缘。在直接接近原生矿体下壁灰岩中,有三个異极矿凸鏡体存在。

(2) 亨提克矿区,位于美国西部由他州,是美国著名的第二个大銀矿,向下开采到 300 余公尺处发现了巨大的『亨提克标准壺穴』富矿体、形成美国最大矿业中心之一,已产矿值約一亿美元,估計,总值約 3.5 亿美元,其中主要为銀。矿区地层,下面为厚达 4,000 公尺以上的古生代沉积岩,其中以不整合的关系,被盖了一些火山岩,然后全部被第三紀二長岩和石英斑岩所侵穿,沉积岩层褶皺为寬广的,不对称的傾沒的向斜层,同时发生了无数横断层,其中有些水平移距达 70 公尺,还有一些沿层面的錯动,而这些断层和錯动,都形成矿液上升道路,矿石为块狀聚集在主要裂隙的交錯处,成柱狀,指狀,和漏斗狀,深达 470 公尺。矿化第一阶段是石英,重晶石,少量的黃鉄矿,黝銅矿及砷黝銅矿,及白鉄矿;第二阶段为石英,方鉛矿及黃鉄矿。矿石从矽銀矿石,鉛銀矿石,至黃鉄矿銀矿石。矿化一般不到上面复盖的流紋岩层,而地表現象,有处已达到地表。矿体上而的地表,因矿物氧化的关系,往往見有陷穴。氧化深度一般达 300 公尺,局部达 420 公尺。上层氧化矿石,含銀很高,但一般約倍于原生硫化物的含銀量。本区其他矿山,有些含鉛鋅特別多些。

(3) 墨西哥，是世界产銀最多的国家，自从 1500 年起，每年产銀約在 8,000 万兩以上，但最著名的銀鉛鋅产区为奇华华 (Chihuahua) 的拿塔尤拉里亚 (Santa Eulalia)，其中以額尔波濤西 (El Potosi) 矿山为最大。在他长达四百公尺的坑道中，发现了无数的裂隙充填矿脉、柱状矿体、及不规则替换矿体，存在于傾斜緩布的白堊紀灰岩中。已产矿石价值三亿美元以上，尚有大量矿石儲藏在地下。

含矿灰岩褶皺成緩和的向斜层，成矿前的流紋岩岩流及凝灰岩层被蓋在灰岩上，被无数的岩墙和岩片所穿插，而岩层中的裂隙，就造成矿石的堆积地。矿床为沿灰岩裂隙，或某种岩层所发生的交代矿体，或沿某一层理成扁豆状；或成柱状，横穿数个岩层以連結数个扁豆形矿体。水平扁豆体，长达 1,000 公尺以上，縱横断面达 100—5,000 平方公尺，最大的柱状矿体高达 310 公尺横断面 1,100 平方公尺。圍岩由于选择交代的結果，局部变为白云岩。

矿石分为三类：(1) 高級硫化物矿石，(2) 低級硫化物矽酸鹽类矿石，(3) 養化物矿石，現已开采殆尽。块状硫化物矿石，含有碳酸鹽类矿物，鉛，鋅硫化物及少量銀矿物，一般含銀 9—10兩/吨，鉛，鋅各 9—10%；氧化矿，含銀 15兩/吨，鉛 15% 鋅 2.5%，矽酸鹽矿，含有石英，矽化灰岩，磁铁矿，赤鉄矿，黑柱石 (Ilvaite) 阳起石，鎂鉄輝石 hedenbeoits 鉄橄欖石 (Fayalita) 等及少量鉛鋅硫化物，含銀在未氧化部分 20兩/吨；在氧化部分，33兩/吨；鉛，鋅量均低。氧化作用，深达 10—13 平巷，再下即不見氧化現象，儲量漸減，矽酸鹽矿往往超复在硫化矿物之上，而逐渐过渡为硫化物，显見矿化作用，是重叠发生的。

此外尚有其他矿山，与額尔波濤西矿床相似。

(四) 热液脉状矿床：通常生于各类不同岩石之裂隙內，以充填为主，規模大小不等，鉛鋅总含量，变化很大，矿体形状一般簡單，生成时的温度和深度，也各不相同，脉长达 2—3 公里，寬 10—15 公尺，矿石由方鉛矿，閃鋅矿，石英，方解石，重晶石等组成，往往有富矿体存在，并因矿体形状簡單，易于勘探及开采。属于此类矿床的，有美国的刻尔得爱林 (Coeur d'Alene) 矿区，苏联的薩頓 (Садонский) 矿区和中国的桃林和青城子等矿区。

(1) 刻尔得爱林区：位于美国西部爱达荷州，产銀佔美国各区的第一位，鉛佔第二位，鋅佔第三位。自 1885 年开发以来，每年产矿石 2 百万吨，得鉛十万吨，鋅 4.6 万吨，銀 1,800 万吨，已共产鉛 500 万吨以上，产金屬总值約 10 亿美元，其中最著名的矿山有崩克山 Bunker Hill，苏里汎 Sullivan 和茂宁 Morning 等等。

本区地質为褶皺断层非常复杂的寒武紀前石英岩及板岩，被白堊紀二長岩所穿插，大断层不含矿，小断层破碎帶中，含有矿脉，其中最長者达 2 公里，厚 3 公尺，沿斜向延深 1,600 公尺，尚未見脉厚和品位，有显著的減低。

矿石含有分散粒状及块状的菱鋅矿，方鉛矿，黄鉄矿，閃鋅矿，含銀黝銅矿，車輪矿，磁黄鉄矿，石英，方解石，白云石及重晶石等，閃鋅矿和黄鉄矿，有向下逐渐增多的趋势，平均品位，鉛 3—10%，鋅 3—6%，銀 2—6兩/吨，養化帶淺，且不規則。

本矿床与二長岩漿的侵入有密切关系，接触交代，紧連二長岩体，附近矿脉，帶有一定数量的磁黄鉄矿，及磁铁矿，与石榴石，电气石等共生，而鉛，鋅，及碳酸鉄矿脉，則距接触帶較远，表显出高温建造与中温建造的自然連續性。

(2) 薩頓矿区中标准的脉状矿床，分佈在北沃舍梯自治共和国的北高加索地方，寒武紀前的花崗岩，是含矿地帶中最老的岩石。在此花崗岩体的侵蝕面上，被蓋有下侏羅紀 (Лейас) 初期的火山岩层，而在这些岩层的侵蝕面上，則为下侏羅紀上部的砂質頁岩。无

論花崗岩或沉积岩，都被侵入的角斑岩所貫穿。

成矿作用，表现为兩条分枝的复杂矿脉，矿脉走向东北，倾向东南甚陡，近于直立，沿脉走向延長 2.5 公里，沿傾斜最深達 750 公尺，矿体平均厚一公尺，其生成与破碎帶有密切关系。此外，整个矿区，被三个大的东西向断层所切断，即北部断层，中央断层的南部断层，其垂直断距，依次为 140, 100, 及 300—400 公尺。

矿物成份，属于多金属矿床。金属矿物，主要是各色的閃鋅矿，从黑色以至淺褐色，还有方鉛矿，黄铁矿，和磁黄铁矿，而黄銅矿和毒砂則屬次要。非金屬矿物有石英，方解石，菱铁矿，綠泥石。造矿作用末期的自然砷和方解石，伴生于各个矿层中。1939，培尔第金指出了成矿的四个主要阶段：（1）鋅的成矿作用，（2）黄铁矿成矿作用，（3）鉛矿的成矿作用，（4）矽酸和碳酸鹽成矿作用。圍岩呈絹云母化。矿床是因新生代阿尔卑斯火山活动而成，該侵入体，尚未呈露于地表。

III. 中国鉛鋅銀矿的分佈和实例

中国对于鉛鋅銀多金属矿床，开采已久，但过去多以貨幣金属的白銀为主要对象，对于鉛鋅的提炼和应用，尚居其次。由于長期的寻找，关于銀鉛鋅矿的片段資料不少、产地分佈很广。茲將中国銀鉛鋅矿床在地理上的分佈及主要实例，簡述如下：

（甲）中国北部：

（1）辽东地区：

辽宁桓仁县，桓仁矿山，屬矽噁岩型，位于震旦紀（？）灰岩与閃長岩之接触帶內，与透輝石，綠簾石，柘榴石等伴生，矿体呈脉狀，走向大致平行于灰岩和閃長岩体的接触面，金属矿物为方鉛矿，閃鋅矿，黄銅矿，磁铁矿及磁黄铁矿等。

辽宁鳳城县青城子矿床，屬热液充填型，位于寒武紀白云灰岩中，附近有花崗岩，石英斑岩等，各种酸性侵入体，矿体成厚度变化頗大之脉狀，矿物成份为方鉛矿，閃鋅矿，黄銅矿及磁黄铁矿等。

吉林延吉天宝山矿床，系矽噁岩多金属矿床，主要位于石炭二疊紀（？）灰岩与中生代花崗閃長岩，接触帶中，另外，在弱变質的灰岩、及花崗閃長岩中也有成不規則之柱狀及漏斗狀，矿石矿物有黄銅矿，方鉛矿，閃鋅矿及少量次生硫化物类，脉石矿物为石英，方解石，透輝石，綠簾石，黝簾石等。

此外寬甸，岫岩，輯安等县，也都有多金属矿床。

（2）江西热冀区：此区最著名矿山为錦西楊家杖子，該处以鉬矿著名但除鉬矿外尚产鉛鋅矿床位于震旦紀至奥陶紀灰岩內，与燕山花崗岩有关，在接触帶附近形成接触交代及至高中温热液矿床，主要矿物为方鉛矿、閃鋅矿、黄銅矿、黄铁矿、輝鉬矿等。

（3）河南区：河南西部，召南、盧氏等县，有鉛鋅矿产地，又河南南部，罗山、桐柏、唐河等地，都产錳狀方鉛矿，含銀很高，但多成矿袋、量小，一般生于震旦紀灰岩內，附近有花崗岩侵入体。

（乙）中国中部：湖南慈利、保靖，湖北咸丰、宣恩，貴州鎮远、銅仁，都有多金属矿床产于奥陶紀至二疊紀灰岩中，附近火成岩一般不发育，矿床为浸染狀或不規則脉狀，矿石中方鉛矿多于閃鋅矿，脉石矿物有重晶石、方解石等。

又江西东北部，鉛山、德兴等县，西部上高，武功，安福等县，皆有銅鋅矿床。上高太子壁矿床，位于灰岩中，距花崗岩侵入体不远。湖南中部，湘鄉、宁鄉、衡山、临湘、常宁等鉛鋅矿床很多，一般与酸性或中酸性岩有关，其中以临湘之桃林和常宁之水口山为最著。

(丙) 中国东南部:

(1) 閩浙沿海区: 产鉛鋅矿地点甚多, 浙江之永嘉、临海、象山、宁海, 福建之永泰、閩侯、屏南等县鉛鋅矿床多生于中生代晚期之酸性噴山岩类中, 与花崗岩或石英斑岩侵入体有关, 成不规则之脉狀矿体, 矿石包括方鉛矿、閃鋅矿、黄鉄矿、黄銅矿、石英等。

(2) 南嶺区: 多金屬矿床产地多, 而类型不一, 有些矿床中兼含毒砂及輝鋇矿; 有些矿床是块狀閃鋅矿, 生于泥盆紀灰岩內, 方鉛矿較少, 如广西桂林郭家塘, 融县泗頂厂等。

(丁) 中国西南部:

(1) 滇东黔西区: 包括云南东部会澤巧家, 魯甸及貴州西部威宁、水城一帶之鉛鋅矿床, 大都产于震旦紀至石炭紀灰岩中, 系热液交代矿床。一般在矿区內不見有火成岩, 矿体一般呈板狀, 脉狀或凸鏡狀。原生矿物以方鉛矿, 閃鋅矿为主, 間有黄鉄矿。次生氧化矿物有白鉛矿, 菱鋅矿、異极矿、水鋅矿等。脉石矿物为方解石, 白云石、菱鉄矿及重晶石等, 未見特殊高温矿物。含鉛鋅成份均高。据說矿床的生成、与地台構造中之逆掩断层破裂帶有关。

(2) 川南滇中区: 四川西南部和云南中部, 鉛鋅矿床頗多, 最著名者, 为四川会理天宝山, 該矿床, 位于震旦紀灰岩与輝綠岩或輝長岩岩株之接触帶附近, 矿体呈扁豆狀, 与侵入体之長向相平行。此外, 在灰岩中, 尚見有網狀矿体。原生矿物为方鉛矿, 閃鋅矿及黄銅矿, 三者密切共生。氧化帶中多白鉛矿及菱鋅矿, 深达数十公尺。

(3) 滇西区: 云南西部瀾滄江与怒江之間, 以及接近緬甸国境地区, 銀鉛矿分佈甚广, 許多古代盛采地点, 如在班洪附近, 現尚遺大量煉銀爐渣, 內含鉛鋅甚富, 矿床均位于灰岩內, 与花崗岩侵入体有关。

茲举勘探較詳的多金屬矿十处, 以資参考。

(一) 常宁水口山鉛鋅矿床: 位于湖南南部, 江南古陆东南側, 湘桂粵褶皺帶內, 大义山复背斜北端的傾沒部分, 湘南弧脊柱附近。矿区地层、自上而下, 有第三紀紅色砂岩, 圍繞于东北西三面, 其下为二叠紀岩层, 被石英二長岩岩漿所侵入。二叠紀岩层自老而新, 为

(i) 燧灰岩及棲霞灰岩, 最丰富的矿床, 即生于棲霞灰岩中; (ii) 瓶子嶺系, 燧石层, 夾有灰岩凸鏡体, 对矿床之生成, 起复盖作用; (iii) 乐平煤系, 在水口山所露出者, 只是該系之下部, 为薄层砂岩。作为矿体圍岩的下二叠紀棲霞灰岩, 往往受接触变质而形成大理岩。石英二長岩, 成大小不等的两个橢圓形岩株, 在二叠紀灰岩內。

矿区構造, 主要为軸向南北的褶皺, 西部平緩, 东部漸形緊逼, 以致向东倒轉造成成矿前的南北向逆掩断层, 和东西向横断层, 以及成矿后的横断层, 使矿区复杂化。成矿前的一坑大逆断层, 成矿后, 显然复活, 致第三紀紅层, 也遭破坏。

成矿規律是, 在北北东和北东东兩組断层相交处, 发生交代矿体, 自东向西分为八个系統, 接触帶角礫岩为矿液流通的主要道路, 而一坑大逆断层所造成的糜棱岩阻制矿液东溢, 起了控制作用。又火成岩超复愈大, 矿床发育也較良好。交代作用在灰岩中最显著。

矿体形狀, 以柱狀及囊狀为主, 間成脉狀。矿柱長达 200 公尺以上, 水平断面呈橢圓形, 長軸 30 公尺, 短軸 30 公尺, 以 70° 傾角, 向西南傾斜, 上大, 下小, 漸趋尖灭, 小矿囊, 株連复杂, 矿体与圍岩界限分明, 矿染現象不著。

矿石成分, 包括方鉛矿, 閃鋅矿及石英, 方解石 (含錳), 白云石等, 一般乳白色, 結晶不完全的方解石, 与矿石矿物共生密切, 而透明美晶的方解石, 不含矿。此外共生的金屬矿物, 有黄鉄矿、及少量黄銅矿、黝銅矿、輝銀矿、輝鋇矿等。圍岩蚀变以絹云母化, 矽

化，綠泥石化为主，其次为滑石化，碳酸鹽化。

矿化次序：第一次矿化顺序为黄铁矿（含銅），閃鋅矿（含鉄），方解矿；第二次矿化顺序为黄铁矿，閃鋅矿，及含銀方鉛矿；第三次矿化顺序为黄铁矿及鉛鋅硫化物細脉，最后为方解石和石英。

矿化范围：沿走向长达 1,000 公尺，深达 350 公尺，距接触带的距离，一般在 50—100 公尺之范围内，黄铁矿的矿化范围，远比鉛鋅矿的矿化范围大。

矿石的縱横变化，鉛鋅矿，从地表至 150 公尺深处最富，其下較弱；沿走向，自中部向东，鉛鋅矿化强，向西弱；鉛鋅比例，上部为 1:13，中部为 2:1，下部为 1:1，脉石量的变化，上部方解石少，250 公尺以下，碳酸鹽化增强，方解石多。

水口山是中国著名大鉛鋅矿，解放以前，曾产过，含鉛 60% 的淨砂 20 万吨，含鋅 45% 的精砂 50 万吨，自 1896 年用新法开采迄今已六十余年，殘存的多系低級矿砂，只有在远处深处勘探，或有新矿体发现的可能。

（二）**临湘桃林鉛鋅矿床：**位于湖南东北部临湘县境，以大地構造言，属于江南古陆东北部东西褶皺带内。中生代花崗岩形成高山脊，走向东北西南，山之南麓为花崗岩，分佈于临湘岳阳平江及湖北通城四县，北坡为板溪系，千枚状頁岩和石英岩，統向西北傾斜，傾角 35° — 50° ，其中有一层砂化带，構成北坡盖层。此外，又有第三紀衡阳紅色砂岩及第四紀地层。

矿床圍岩，主要为震旦紀前的板溪系变質岩，包括千枚岩，石英岩，絹云母綠泥石片岩及石英片岩，角礫状含矿石英岩等。火成岩，以前述之花崗岩为主，可能分早晚兩期。矿床与晚期花崗岩的关系較密，此外尚穿插有偉晶岩脉及長英岩脉。

構造，主要沿东西接触線，形成大破裂带，造成隆起和陷落；矿区中部，适处于接触線附近，板溪系千枚岩与花崗岩接触，但在其南花崗岩体中，仍有东西向板溪系包体，因而構成东西向褶皺带和破裂带；北部，被三疊紀紅色岩层所复；成矿后，又有北偏西向的断层，以及同的程度，錯断矿体。

成矿規律，一般在接触带附近 200 公尺内，受东西大断裂带的控制，破碎愈烈，含矿愈富。矿化带走向北东东——南西西，向北偏西傾斜 35° — 45° ，矿体在矿化带中主要以充填方式沉淀，成带状、橢状、块状、粒状、角礫状、網脉状、及浸染状等構造。平行断續的矿化带甚多，但具有工业价值的只有三带，多集中于矿化带上部。

矿石一般品位很低，金屬矿物，包括方鉛矿，閃鋅矿、及脉石矿物、螢石、石英及重晶石等。此外，金屬矿物，尚有黄銅矿，黄铁矿等。按照所含主要金屬的多少將該区矿石分为鉛矿石，鋅矿石和鉛鋅矿石三类。

圍岩蚀变，主要是砂化，絹云母化和綠泥石化，其中以綠泥石化为最著。

矿化可分三次：（中間有兩次間断，并发生破裂現象）第一次矿化顺序是黄銅矿，方鉛矿、閃鋅矿、石英、螢石、半透明石英；第二次以沉积石英及螢石等脉石为主，夾少量黄銅矿，方鉛矿，与閃鋅矿；第三次以沉积重晶石为主，石英次之。

矿化范围，沿走向长达数千公尺，沿傾向深达 600 公尺，矿化带厚約 30—50 公尺，再向深处，矿化带变化很大，矿化程度減弱，矿体分散，品位降低。

矿物和金屬含量的縱横变化，尚未查明，一般說来，垂直分带不明，鋅向下略高，而黄銅矿含量不变，东西兩端，鉛多鋅少，一般是鋅多鉛少，鋅鉛比約为 2:1—3:1。脉石矿物，中部螢石較多，重晶石較少，东西兩端，与此相反。

（三）**融县泗顶厂鋅矿，**位于广西中部，江南古陆西南端，湘桂粵褶皺带内，靠近广西

弧脊部；圍岩為上泥盆紀桂林灰岩，有板狀及結晶狀兩種，下與石英礫岩，頁岩等老地層或不整合接觸；礦區附近，無火成岩。

礦區構造，以褶皺為主，軸向近乎南北，兩翼傾斜平緩，成一向南傾沒的背斜層。成礦後，斷層發生，灰岩被侵蝕成喀斯特地形。

成礦規律主要與北北西的破裂帶有關，大破裂帶與小破裂帶的交差處，恆生富礦，圍岩與礦體界線不明，結晶灰岩與礦體同時生成，為找礦的一種標誌。

礦體形狀，極不規則，有沿層面交代成傾斜平緩的凸鏡體，有沿斷裂帶充填交代成傾斜陡緩不一的脈狀礦體，有疊置的囊狀礦體，以及其附生的浸染礦體。

礦石成份，包括方鉛礦，閃鋅礦及少量黃鐵礦，方解石等，可分為鋅礦石及鉛鋅礦石兩類，品位中等，無論原生礦石或氧化礦石，鋅的含量約 4—10 倍於鉛的含量並含少量鎢。

圍岩蝕變以結晶及矽化為主，局部有白云石化及絹雲母化。

礦化至少有前後兩次，礦化範圍，沿走向延長 200—400 公尺，沿層面傾向延展 40—250 公尺，礦化厚度，5—8 公尺。

氧化深達地面下 60 公尺，鋅礦品位變化很大，富礦體與貧礦交界處，金屬含量有劇烈變化，而在富礦體內或貧礦體內，變化不著。

(四) **鳳城背城子礦山**：位於沈（陽）安（東）鐵路通遠堡車站西 54 公里遼東古陸內，地層為遼河系白云灰岩、及覆蓋其上的雲母片岩，各種火成岩、以斑狀花崗岩為主要，此外又有紅色片麻狀花崗岩，花崗斑岩及石英斑岩、局部呈露，又有許多岩脈。

礦床在白云岩內，礦石主要礦物成份為方鉛礦，黃鐵礦，閃鋅礦、黃銅礦及磁硫鐵礦等。

背城子礦區，已開礦山，不下十餘處，但最重要的是背城子本山礦床，該礦床有略呈南北向之平行脈四條，長 55—350 公尺，脈寬在垂直方向和水平方向，皆不穩定，在膨大部分，可達 2—3 公尺，而一般只有 0.2—1.0 公尺，礦石品位銀、鉛均高，而儲量不大。

(五) **江西德興鉛鋅礦床**（丰源庄）

區域地質：本區位於江南古陸東北端之南緣。有前震旦系千枚岩，片岩，石英岩等廣泛分佈，其上不整合有泥盆系陸相碎屑岩層以砂岩，礫岩為主，此外尚有石炭—二疊系厚層灰岩，二疊系灰岩及煤系建造，侏羅系安源煤系，白堊系中酸性火山岩和陸相砂礫岩建造以及老第三系紅色岩層和第四系山麓堆積。白堊系及新生代岩層不整合伏於較老岩層之上，岩層區域走向為北東西南均以 30—70° 角度向北西及南東傾斜，構成一東北軸向大背斜，背斜兩翼均有規模不大的逆斷層。花崗岩構成大茅山脈之主体，此外尚有中性及超基性岩體侵入。銀山礦區處於背斜西翼，全區以前震旦系變質岩及白堊系火山岩為主且為含礦之主要圍岩。

礦區地質：地質特點：礦區以前震旦系變質岩系分佈最廣，包括千枚岩，千枚狀板岩及片狀砂岩是為主要含礦圍岩，不整合於其上者有前白堊系千枚岩礫岩（角礫為千枚岩），白堊系中酸性火山岩系包括石英斑岩塊集岩，石英斑岩，流紋岩安山斑岩塊集岩及安山岩等，其下與千枚岩礫岩間有零散分佈之硬質層，千枚岩礫之上下盤亦含礦。此外有中生代的侵入岩石英斑岩安山岩，閃長岩等，礦區以規模不大的斷層節理形成北北西方向之斷裂帶是為成礦前之構造。

成礦規律：礦化特點有二：一為沿變質岩系破碎帶礦化，如十人腳礦化帶及道士印礦化帶，長約 350—650 公尺，寬 15—20 公尺。為含方鉛礦，閃鋅礦的菱鐵礦脈和石英脈的充填形成髓礦體，礦體走向北西 12—18° 以 60—80° 的傾角傾向南西，上部較陡，下部漸

緩，矿体厚 1—5 公尺，延深 190 公尺，矿体为脉状，板状，主脉兩側常有支脉与主脉成銳角相交以及和主脉平行的凸鏡狀小盲矿体。另一为方鉛矿，閃鋅矿細脉沿千枚岩礫岩与上部火山岩系接触处和碳質层进行交代或沿下部与千枚岩接触处进行交代形成平緩矿体，如方家坪，南山坪一帶所見，矿体傾向南西，傾角 $10-15^{\circ}$ ，平均厚度为 1—1.5 公尺，面积不大，分佈不广，矿体不連續，多为小凸鏡体，扁平矿体。

圍岩蝕变：有碳酸鹽化，綠泥石化，矽化，絹云母化，高嶺土化及重晶石化等，碳酸鹽化普遍，多为菱鉄矿沿圍岩片理交代和矿化关系密切。綠泥石化和矽化与矿化关系无一定規律。

矿物組合：有方鉛矿，閃鋅矿，輝銀矿，黃銅矿，黃鉄矿，自然銀，斑銅矿，纖維鋅矿，石英，菱鉄矿，白云石，方解石，重晶石，次生矿物有白鉛矿，鉛矾，孔雀石及褐鉄矿等。方鉛矿多于閃鋅矿且含輝銀矿的固溶体。

矿石的構造和結構：浸染狀構造；方鉛矿細晶呈致密块狀構造；方鉛矿，閃鋅矿呈破碎角礫狀構造；閃鋅矿呈膠狀構造。結構有残余結構；柔皺結構及乳濁結構等。

矿化次序：主要有二次：第一次以閃鋅矿，方鉛矿和少量的黃銅矿，黃鉄矿，石英和菱鉄矿等矿脉沿千枚岩破裂帶充填，矿石多为致密块狀和角礫狀構造；第二次为方鉛矿，少量的閃鋅矿，石英，菱鉄矿交代千枚岩礫岩和火山岩，矿石多为浸染狀構造，对第一次有加富現象。

矿床工业类型尚在爭論，可能热液脉狀充填及火山岩系热液交代二类型具存。

(六) 青海小柴旦錫鉄山鉛鋅矿床：早在清咸丰年間，曾經开采，現存老窿数十，及煉爐煉渣。

矿区位于柴达木地块的北沿，区内地层以綠色片岩系为主，与上面的紫色板岩系成断层接触，全部岩层，自上而下可分四組：

(i) 石墨片岩組：以石墨片岩为主，夾薄层大理岩及絹云母綠泥石片岩，(ii) 大理岩組：为含矿岩层，呈灰白或灰褐色，大部为薄层狀夾有石墨片岩及絹云母綠泥石片岩，有的成凸鏡体狀，部分为厚层狀大理岩，(iii) 綠泥石石英片岩組：在区内很发育，主要由基性火山岩系变成，具片岩和大理岩夾层，(iv) 紫色板岩組：夾数层礫岩，在水平方向，可过渡为砂岩，也常含有鉛矿脉，但細小，无开采价值。

区内未見火成岩侵入体。

構造：褶皺断裂都有，中央矿体所在处为向东北倒轉的背斜構造走向西北东南，在此背斜西南翼的地堑構造中，有紫色板岩，走向西北东南，与綠色岩系一致。此外有高角度走向逆断层及平衡断层，断距皆小。

主要矿体生在背斜頂部大理岩和石墨片岩互层部分，原来鞍狀矿体被侵蝕割切，只余兩翼层狀部。長达数百公尺，厚数公尺，厚度稳定，此外尚有沿节理充填交代的不規則矿体及紫色板岩中的方鉛矿脉。

圍岩蝕变：矿体附近的大理岩局部矽化，一般重結晶，褪色及黃鉄矿化，石墨片岩，綠泥石片岩，在矿体附近，亦有黃鉄矿化現象。

矿物成分：原生矿物組合簡單，矿石矿物以方鉛矿及閃鋅矿为主，脉石矿物有黃鉄矿，方解石，石英，和石膏，其生成順序为黃鉄矿，閃鋅矿，方鉛矿，石英，方解石，石膏。

矿石構造有致密块狀，角礫狀，及浸染狀。

養化帶深达 40 公尺，表生矿物有白鉛矿，鉛黃，石膏，天然硫，水綠矾，黃鉀鉄矾，褐鉄矿，褐錳矿等，主要矿体上，鉄帽不显著，只見鉛黃，仅在矿区西北部的鉛鋅矿脉上，

見有錳鐵帽。鉛品位很高，銀平均 182 克/噸。

(七) 湘西黔東密西西比 (?) 式礦床：

過去我國對超低溫鉛鋅礦床知道的很少，最近在湘西黔東一帶鉛鋅礦區調查的結果，發現它們與密西西比，而里西亞等大的超低溫鉛鋅礦床還不完全相同，但在許多方面都具有超低溫類型的特徵。

湘西黔東一帶，下部古生代地層分布很廣，這些地層構成了許多連續的寬廣背斜和向斜，其走向大部為北北東。在這些構造中發現許多鉛鋅礦化點。現舉一礦床為例。礦區內出露的主要是寒武紀地層，未見火成岩體出露，含礦層為中寒武系的塊狀石灰岩，厚 100—150 公尺。按其岩性及礦化情況，大致可分為三部分：(i) 下部為灰白色致密厚層結晶石灰岩，岩性較純，厚 20—30 公尺，礦化作用不強，多為閃鋅礦細脈，方鉛礦較少見；(ii) 中部又可分為上下兩部分：下部為黑色致密狀厚層灰岩，質地堅硬，含方解石細脈，厚度約 70 公尺，無礦化現象；上部為灰色致密厚層結晶質灰岩，間含極少量方鉛礦，厚度約為 90 公尺；(iii) 上部為淺灰色致密狀結晶質灰岩，礦化作用較強，方鉛礦較多，閃鋅礦形成細脈或浸染於灰岩中。

礦體最普遍的一種產狀是在石灰岩局部的扭碎帶或壓碎帶中，呈脈狀，方鉛礦和少量閃鋅礦呈充填浸染狀，故有角礫狀構造的礦石，也有浸染狀的礦石。其次一種產狀是層狀的，方鉛礦和少量閃鋅礦沿石灰岩層交代而成，礦石主要是浸染狀的。第三種產狀是沿灰岩一定走向的平行微細裂隙充填而成的細脈，局部破碎劇烈處則呈網狀細脈羣。此種脈含閃鋅礦較多。第四種產狀是充填和浸染於巨大斷層角礫之間，但不常見。第五種產狀含方鉛礦和閃鋅礦的重晶石脈，沿石灰岩層而充填而成。

圍岩蝕變：主要表現為褪色作用。矽化和白云石化不常見。

共生礦物：常見的有方鉛礦，閃鋅礦，方解石和重晶石，偶見有螢石和白云石。

(八) 湖南桂陽黃沙坪鉛鋅礦床：地區位於湖南省的南部。江南古陸東南側，湘桂粵褶皺帶內。

礦區地層包括下石炭系石磴子灰岩，側水煤系，梓門橋灰岩，和中上石炭系的壺天灰岩。

石磴子灰岩：分佈在礦區東部，下部為灰黑色致密厚層狀灰岩，夾黑色礫質頁岩，上部為灰黑色厚層白云質灰岩與紫色薄層頁岩互層。總厚約 400 公尺。

側水煤系：分佈遍全區，主要為薄層礫質頁岩，間夾薄層砂岩底部常有劣質無煙煤一二層。總厚約 60 公尺。

梓門橋灰岩：分佈在礦區西部，為深灰綠色粗粒灰岩，厚約 50—120 公尺。

壺天灰岩：分佈在礦區西部，為白色粗粒狀白云質石灰岩。與梓門橋灰岩假整合，厚度不定。

礦區岩漿岩：有中生代石英斑岩，呈岩盤狀沿石磴子灰岩層面，或該岩層與側水煤系間侵入，上盤圍岩大部被侵蝕掉，在地表出露成橢圓形；底盤與圍岩接觸面近於水平。附近還有許多石英斑岩脈。火成岩內部節理發育以東北—西南和西北—東南兩組為主，岩體邊緣流層、流線構造明顯。石英斑岩和灰岩接觸帶都有寬自一到數公尺的角礫帶，角礫多為灰岩，膠結物為石英斑岩。

構造：為一軸向北北東背斜層，火成岩位於軸部，兩翼岩層多小褶曲，北西向，南北向及北東向的斷層很多。

成矿规律：南北向及东北向两组断层相交，则矿体沿走向及倾向珠连成富矿，交代现象显著，围绕火成岩体，大部分有含铅锌的层状铁帽或黑土出现。

矿体形状：主要沿断层而成脉状，或串珠式的小矿壁，矿体向南偏西倾斜。沿接触面下盘灰岩中，亦有成断续小凸镜体，在围岩中还有浸染铅矿。

矿石成分：金属矿物以方铅矿，闪锌矿为主，伴生矿物还有黄铁矿，磁硫铁矿，磁铁矿，赤铁矿，锡石，黄铜矿，辉钼矿，锡石，白钨矿，辉银矿等，脉石矿物以石英，方解石为主，萤石重晶石次之。金属矿物及非金属矿物共 30 余种，共生于近火成岩的结晶灰岩或砂页岩中，最高品位达 0.47%，在老猫形砂湖围岩内有宽约 4 公尺，长约 10 公尺的铅矿带，锡的品位次于铅。化验分析结果，本区含有 Pb、Zn、Fe、Mn、As、Cu、Mo、W、Sn、Li、V、Ag、Cd 等元素，其中 Pb 平均品位为 2.178%，Zn 平均品位 3.98%，W 平均品位 0.12%，Sn 为 0.05%，Ag 10 克/吨。地表所见黑土及铁帽在矿区内断续延长 360 公尺，黑土厚由数十公分至 5.6 公尺，含铅品位 1—7%，铁帽厚度 0.2—4.8 公尺，含铅品位为 0.5—4%。

矿物沉淀次序：磁黄铁矿→硫砷铁矿→黄铁矿→闪锌矿（含固溶体黄铜矿者）→方铅矿→黄铁矿→闪锌矿→方铅矿→石英→方解石及石英脉。

矿化范围：围绕火成岩接触面向外，第一带为结晶带或砂页岩带厚 20—30 公尺含锡、钨、钼、白钨矿，锡石，辉钼矿等高温矿物。第二带为以绿泥石化为主要特征，产方铅矿、闪锌矿及黄铁矿。宽度东西约 300 公尺左右，矿化深度已知在 100 公尺以上。向下有锌矿加多趋势。

围岩蚀变：石英斑岩有矽化，絹云母化，碳酸盐化，绿泥石化。沉积岩有砂页岩化，矽化，絹云母化，绿泥石化，碳酸盐化等。一般石灰岩蚀变较矽砂页岩较弱。

桂阳县城附近一带炉渣，估计有二百万吨，虽不是全部出自本矿区，亦足征古昔产矿区多，矿化深度亦不止 100 公尺，而深部完全有盲矿体潜伏之可能。石英斑岩底与石碇子灰岩接触面相当平，石英斑岩可作为盖层，故推灰岩可能有广泛的矿化作用。

（插图：桂阳黄沙坪铅锌矿床地质图）

（九）云南会泽矿山厂麒麟厂铅锌矿床：矿区位于康滇地轴的东部边缘，和四川地台的西南边缘，附近有五个大型的铅锌矿床，威宁架子厂，会理天宝山，鲁甸东马厂，会泽五星铅矿和矿山厂，形成重要的铅锌矿区，其中以矿山厂为最大，相传明末及清中叶即行开采，咸丰时停办，民初又行开采，解放后自 1951 至 1954 年共采出矿石量 33,774 吨，皆为富矿。

矿区地层：自下而上为：石炭系刀板状石灰岩，细条纹及结晶灰岩，条纹灰岩，白云化粗晶石灰岩，乱网状灰岩，共厚 343 公尺。其上以假整合关系，复有二叠系基底礫岩，矿山煤系、茅口灰岩，共厚 358 公尺。再上为 600 公尺厚之玄武岩，与其下地层呈假整合或不整合接触。

矿区构造：矿山厂附近及其东南为复瓦式构造，最显著的有四条皆为由东南向西北逆掩，以致使地层重复叠置。在老海地层表现为重复褶皱，背斜及向斜甚多，轴向多为北北东—南南西，向南西南倾没；有的因地层倒转，发生逆断层或逆掩断层。早先的这些构造，常为晚期的北向的正断层所切割。该区显著节理有三组，北 60° 西北 30°—50° 东北 10°。

主要矿体：成凸镜状，大小不一，铅锌的硫化物呈浸染交代白云化粗晶灰岩，矿物成分有方铅矿，闪锌矿，白铅矿，菱锌矿，褐铁矿，赤铁矿，黄铁矿，辉银矿等。

围岩蚀变：有黄铁矿化，矽化，碳酸盐化。