

铅锌（铜）矿

方铅矿呈铅灰色,强金属光泽,摩斯硬度2.5,比重达7.5,具完全的立方体解理。晶体呈立方体,有时为八面体与立方体的聚形;集合体常成粒状和致密块状。

闪锌矿晶体属等轴晶系,颜色以褐色、黄褐色为主,菱形十二面体完全解理,常呈四面体 $o(111)$ 或立方体 $a(100)$ 、菱形十二面体 $d(110)$ 以及 $n(112]$, $z(-357)$ 等单形组成聚形;透明到半透明,金刚光泽到半金属光泽。

一、矽卡岩型铅锌矿床

7. 矽卡岩型铅锌矿床：

- 湖南水口山铅锌矿床；
- 吉林天宝山铅锌矿床；
- 江西铅厂铅锌矿床；

矿石常为块状

金属矿物：方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿等

脉石矿物：辉石、石榴子石、角闪石等

矽卡岩型铅锌矿床

(1) 矿床分布

产于中酸性侵入体与碳酸盐类岩石接触带或附近围岩中；

(2) 成矿岩体类型：主要为花岗闪长岩、黑云二长花岗岩、花岗斑岩、石英二长斑岩等；

(3) 矽卡岩类型：主要为钙矽卡岩，形成温度 $>400^{\circ}\text{C}$ ；

矿石成分

——主要矿石矿物有方铅矿、闪锌矿，还有黄铁矿、黄铜矿；常伴生矿物有辉银矿、白钨矿、辉钼矿等；

二、斑岩型铅锌矿床

矿石以细脉侵染状为主，局部为脉状和角砾状

金属矿物组合为：方铅矿、闪锌矿、辉银矿、黄铁矿、黄铜矿

脉石矿物：绿泥石、石英、黑云母、钾长石、方解石等

三、中温热液脉型铅锌（银）多金属矿床

- 矿石中经常伴生金、镉、锗、铜等，常可综合利用。
- 按成矿元素的共生特点分为4种矿物组合类型：
 - ①方铅矿、闪锌矿组合；
 - ②方铅矿、闪锌矿、锡石、白钨矿、黑钨矿组合；
 - ③方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿组合；
 - ④方铅矿、闪锌矿、自然银(金)组合。

热液脉型铅锌矿床

蚀变：常发育硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化、萤石化及青盘岩化等；

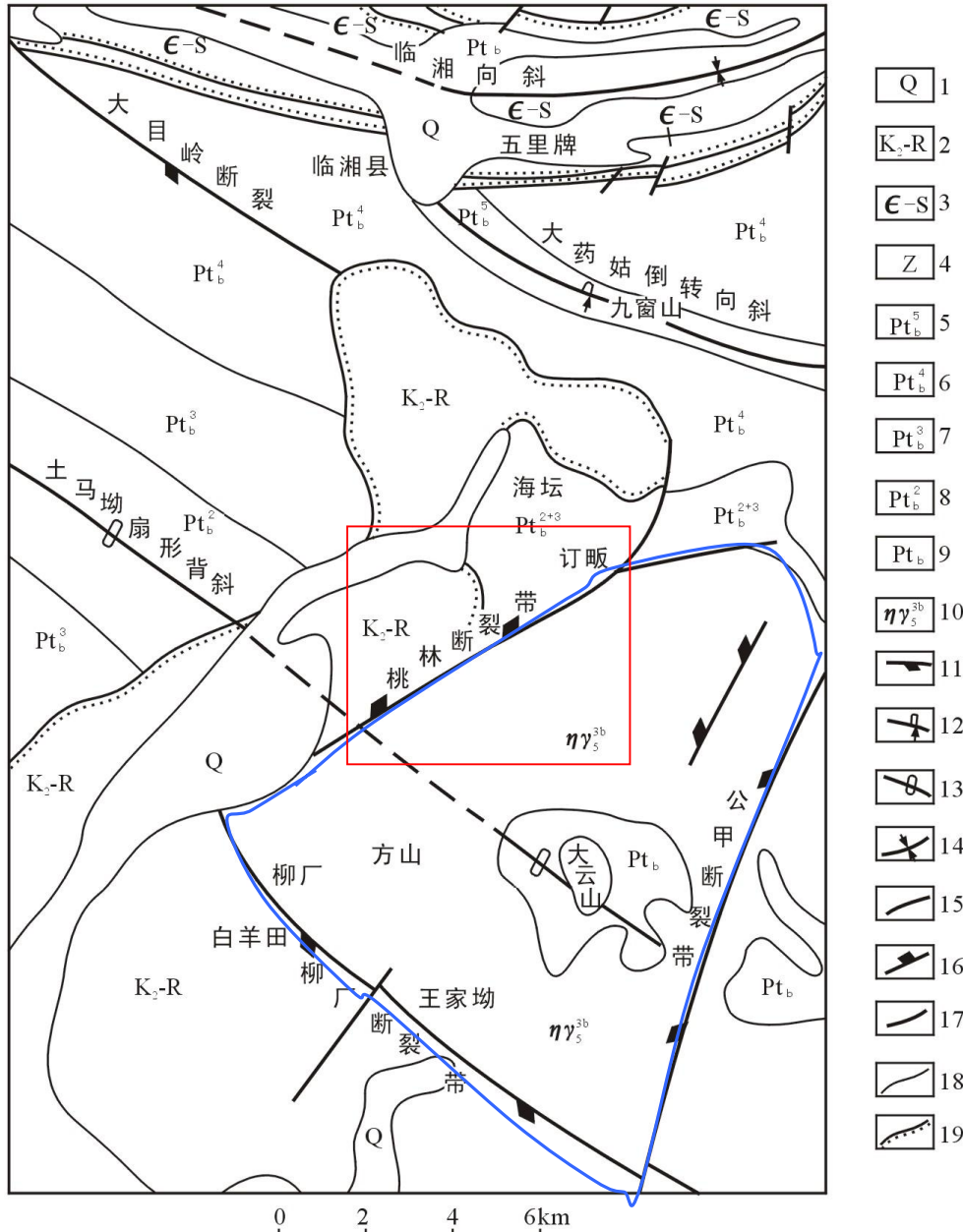
矿石成分：以方铅矿、闪锌矿为主，伴生银辉矿、黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿等；脉石矿物主要石英、萤石、方解石和重晶石。

矿石类型：Pb-Zn、Pb-Zn-W-Sn、Pb-Zn-Ag、Pb-Zn-Cu Au-Ag-Pb-Zn等类型，品位一般较高，铅含量可达8-20%，Zn可达12-25%，Ag几十~几百g/t。

■ 矿石构造：

■ 十分复杂，常见的有条带状、浸染状、角砾状、块状、晶洞状等构造。

典型矿床：湖南桃林铅锌矿床



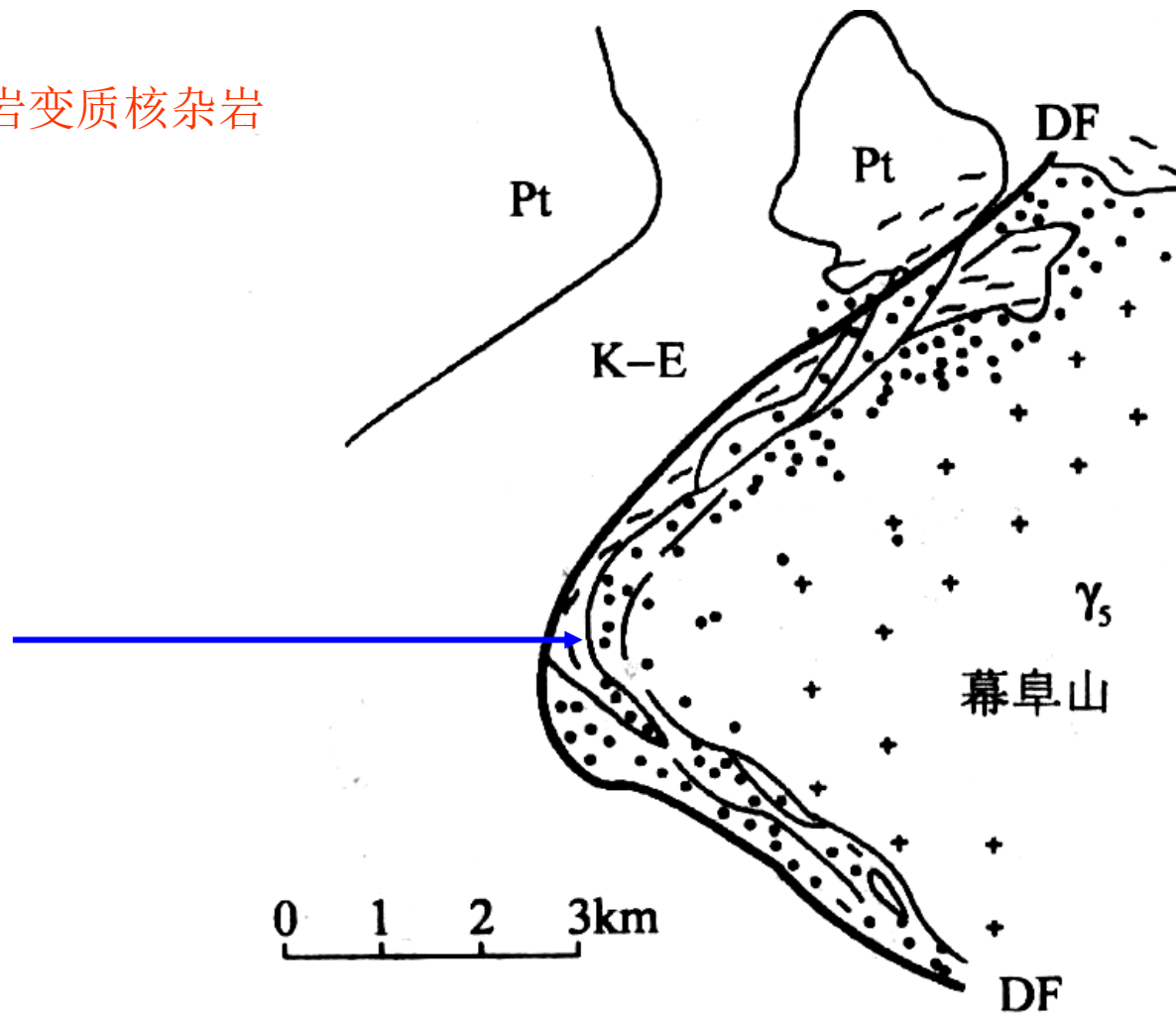
湖南桃林铅锌矿区地质构造图

1. 第四系
2. 上白垩系—第三系
3. 寒武系—志留系
4. 震旦系
5. 冷家溪群第五组
6. 冷家溪群第四组
7. 冷家溪群第三组
8. 冷家溪群第二组
9. 冷家溪群未分组
10. 燕山期侵入体
11. NW向压性断裂
12. NW向倒转向斜
13. NW向扇状背斜
14. EW向向斜
15. EW向扭性断裂
16. 新华夏系压扭性断裂
17. 华夏式扭性断裂
18. 地质界线
19. 地层不整合界线

典型矿床：湖南桃林铅锌矿床

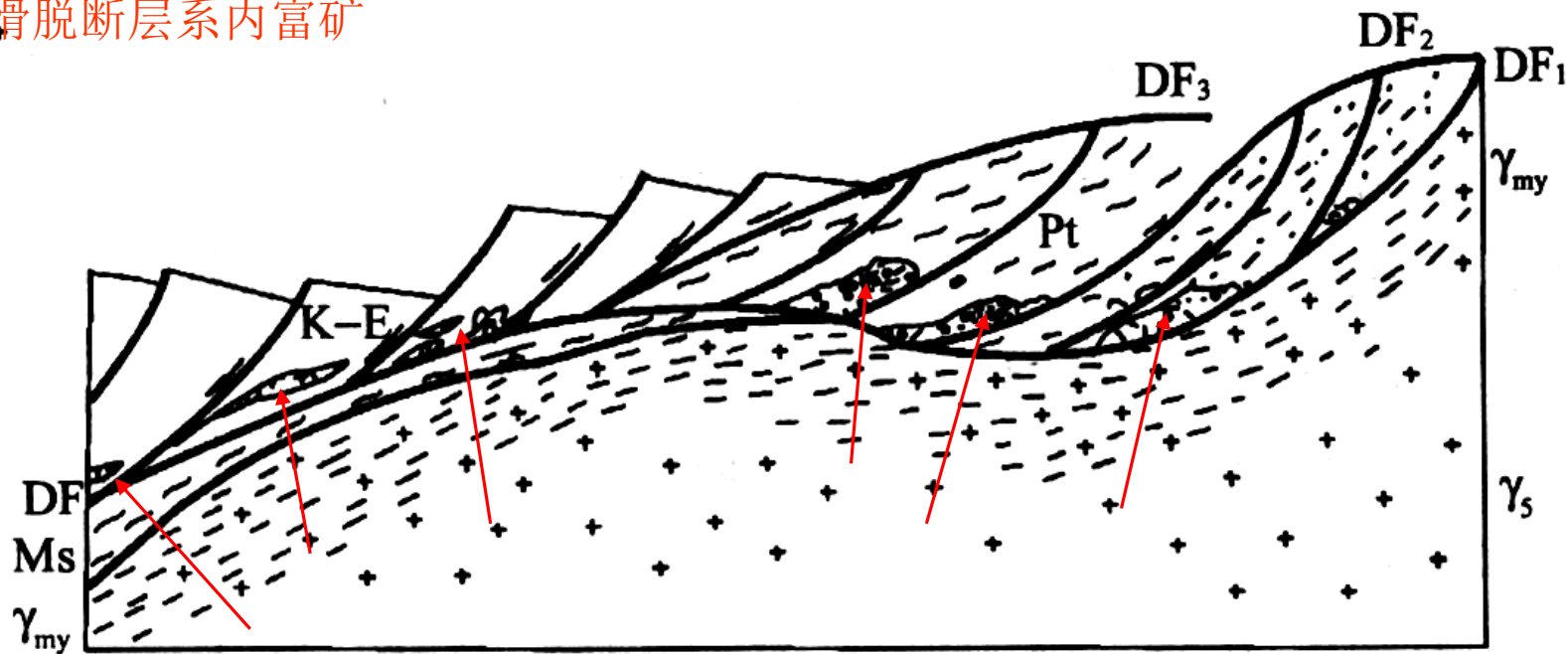
前震旦纪千枚岩、板岩变质核杂岩

韧性剪切带



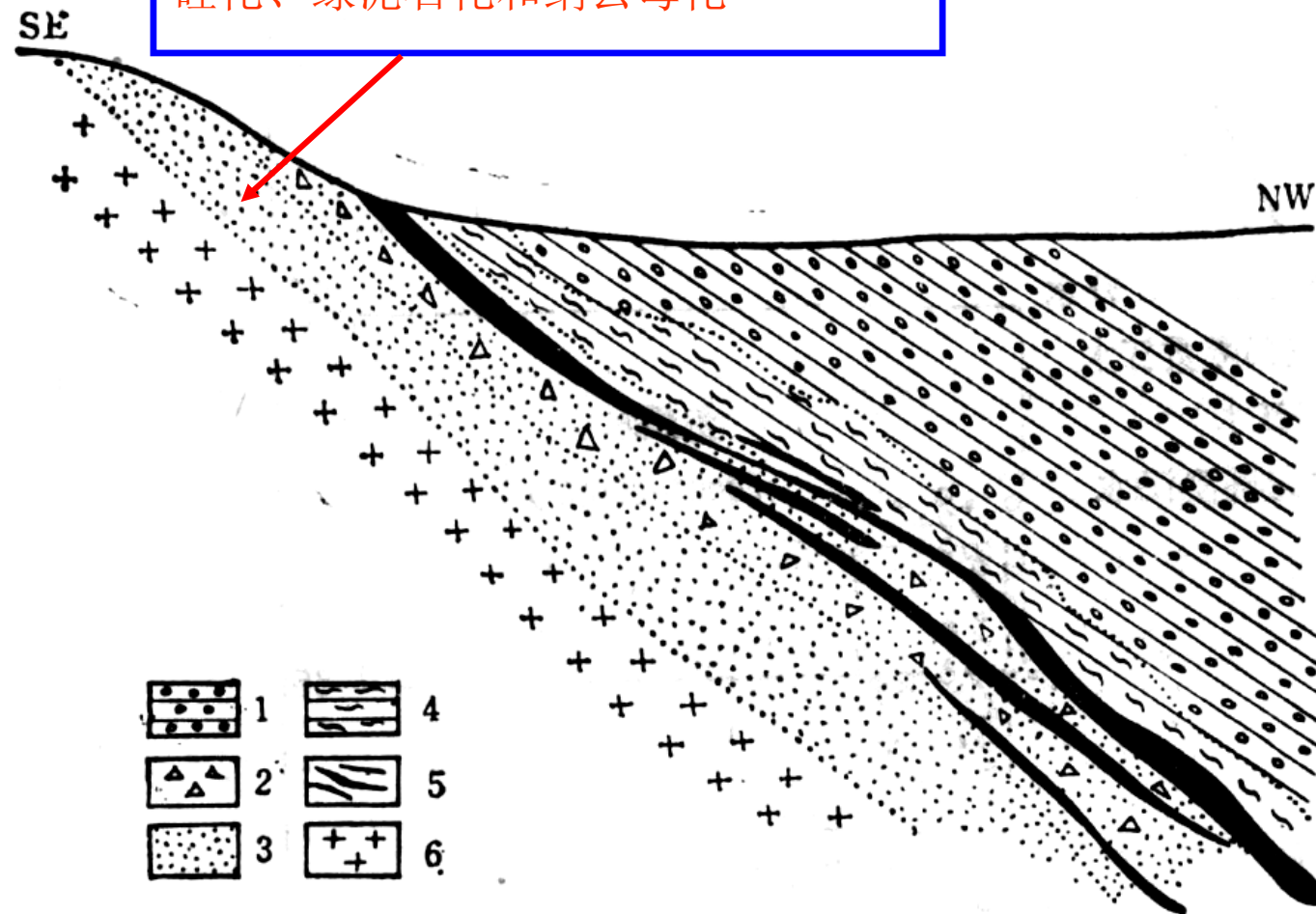
矿化强度与构造破碎的程度有关，破碎愈烈，矿化愈强。

滑脱断层系内富矿



桃林韧性剪切带

硅化、绿泥石化和绢云母化



成因：成矿温度：
130~380°C；

矿质来源：板溪群

成矿过程：经桃林
韧性剪切带的萃取
富集，并最后在滑
脱断裂系(脆性破裂
带)中充填成矿；

热液来源：早期以
岩浆为主，后期为
雨水。

图 8-12 湖南桃林铅锌矿床地质剖面图

1—第三纪砂砾岩；2—含矿角砾岩带；3—蚀变带；4—板溪系千
枚岩板岩；5—铅锌矿脉；6—花岗岩

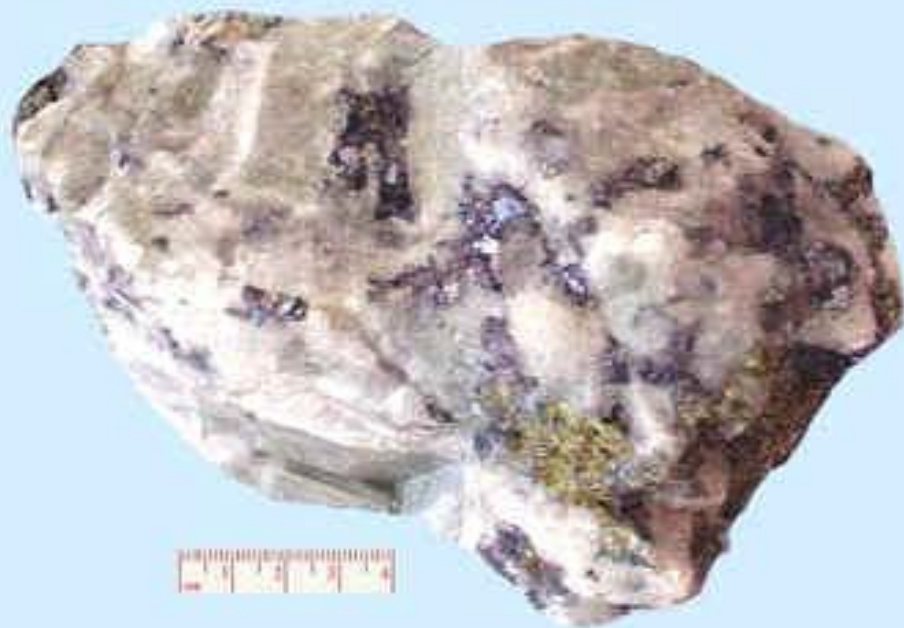
晶洞状构造

石英（灰白色）的部分晶洞内生长有方铅矿的晶体。



角砾状构造

早期形成的铅、锌矿石受构造作用破碎成角砾，被后期的石英、萤石胶结。





交错脉状构造

石英-硫化物脉被石英脉（白色）穿插错动。

环状构造

铅锌硫化物（黑色）和石英（白色）相间呈半环状沿脉壁分布。





脉状穿插构造

闪锌矿-石英脉穿插早阶段形成的块状闪锌矿矿石。

四、低温热液矿床（密西西比河谷型）

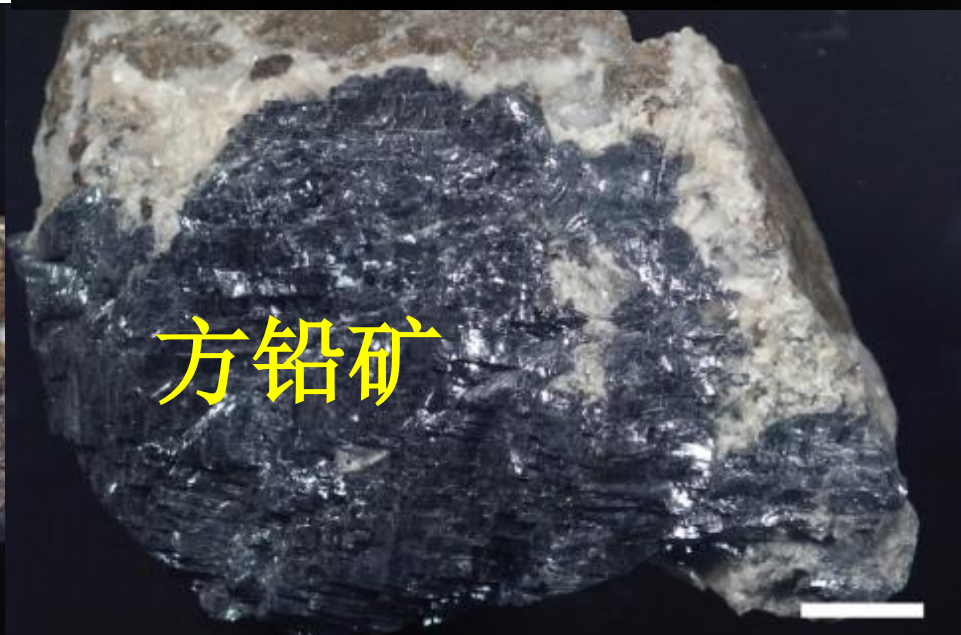
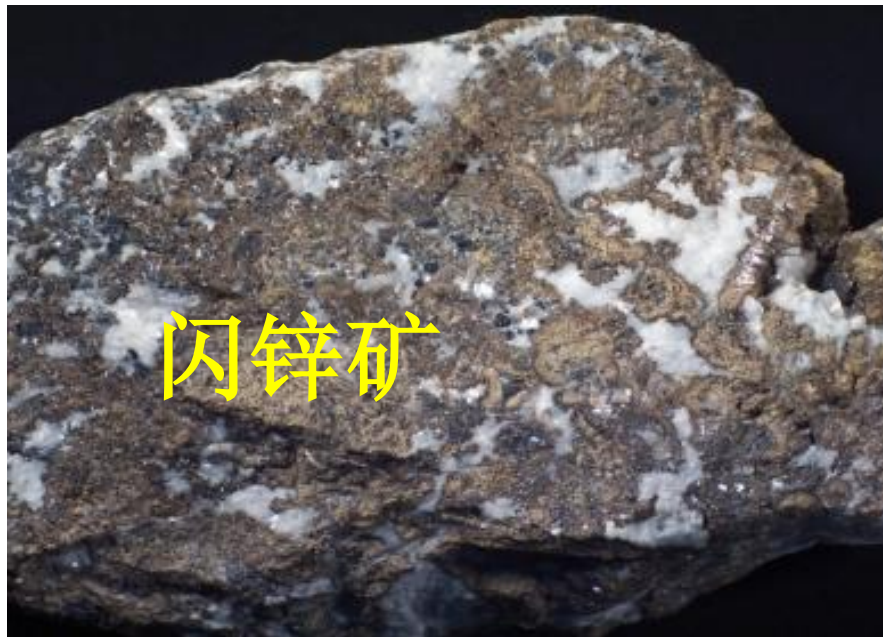
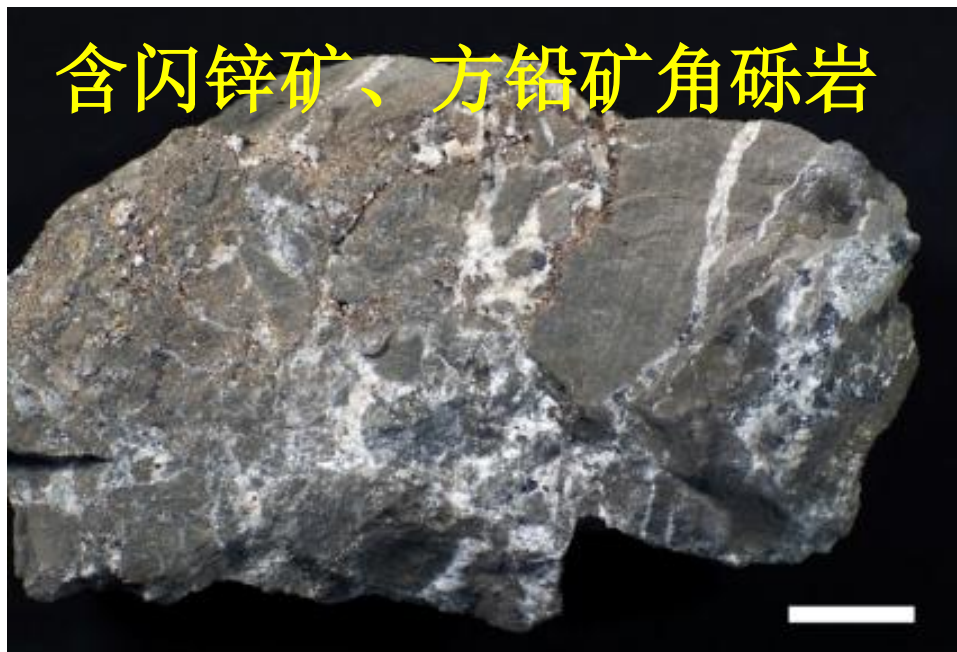
金属矿物主要为闪锌矿、方铅矿、黄铁矿及少量黄铜矿。矿石品位低，但储量大。

脉石矿物主要有萤石、重晶石、白云石、方解石和石英等。

MVT 型矿石:

角砾状白云石化
灰岩中的**闪锌矿**
和**方铅矿**

含闪锌矿、方铅矿角砾岩



典型矿床：云南金顶铅、锌矿床

金顶铅锌矿床于1957年被发现，Pb+Zn控制储量1500万吨(平均品位 Pb: 1.29%，Zn: 6.08%)，总金属量大于2200万吨，是目前中国最大的铅、锌矿床。

金顶铅、锌矿床赋存在横断山中段、兰坪盆地北端、新生代金顶穹隆构造中。矿区地层由中、新生代地层组成，中生代地层倒转并被推覆逆掩于新生代地层之上，构成金顶逆冲推覆构造。在逆掩断层中及其上、下两盘的中、新生代地层中，产有丰富的铅、锌矿石。

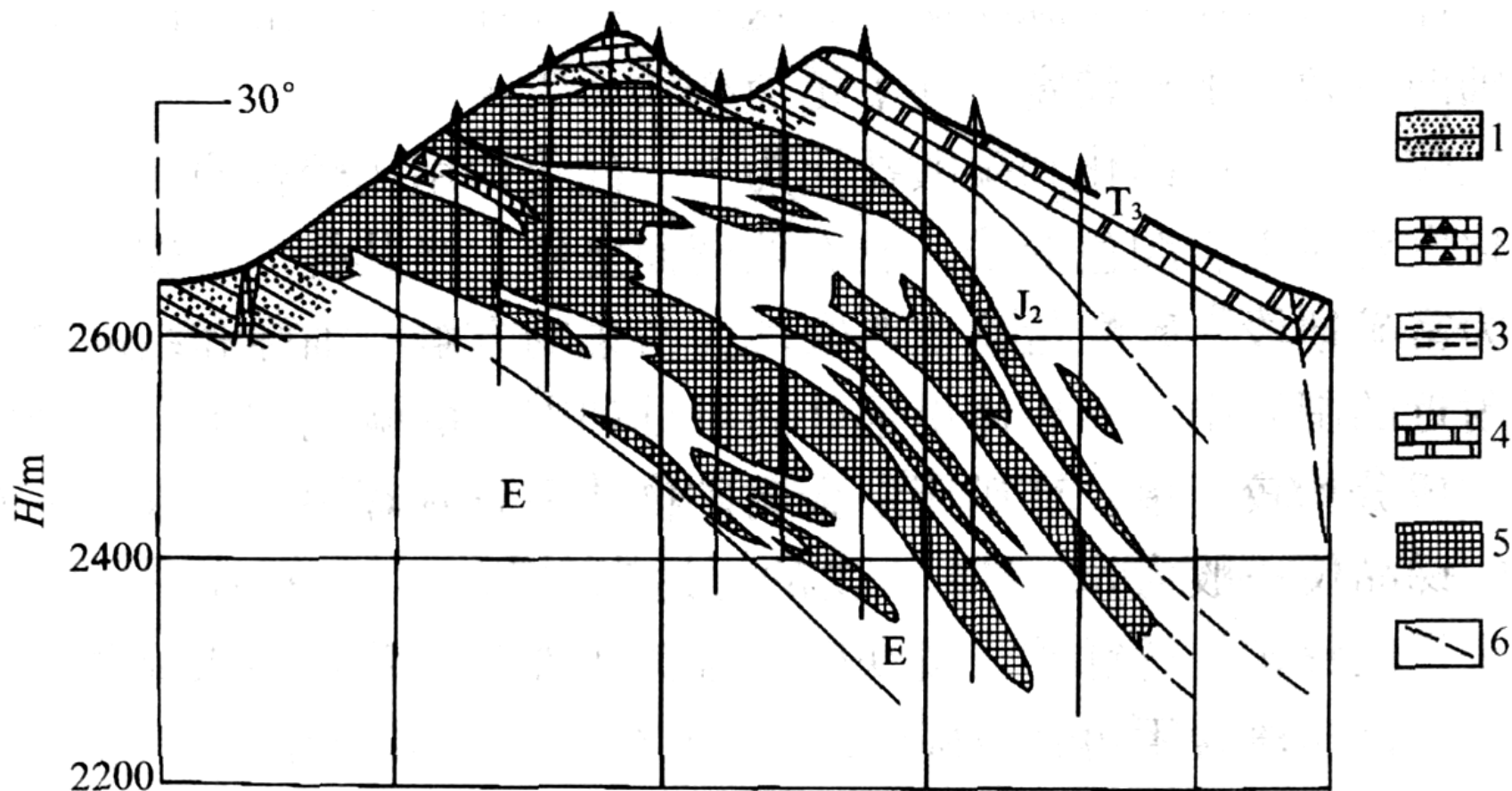


图 6-27 云南金顶铅锌矿地质剖面示意图

(转引自姚凤良等, 1983)

1—细砂岩; 2—灰岩角砾岩; 3—粉砂岩; 4—灰岩、白云岩; 5—矿体; 6—断层

矿石分为砂岩型和灰岩型。砂岩型矿石构造简单；灰岩型矿石构造复杂。结构也较复杂。

矿石中金属矿物主要为闪锌矿、黄铁矿、方铅矿等，非金属矿物主要为方解石、重晶石、石英、石膏。

矿床受地层和断裂构造双重控制，矿体既有层状又有脉状和网脉状。

方铅矿的年龄为22~83Ma，和地层时代大致相当。 $\delta^{34}\text{S}$ 在-1.71‰~30.43‰之间。基于上述材料，可以认为本区中生代晚期至新生代早期沉积时，铅、锌已初步富集，后期受热卤水作用，在断裂带附近岩性有利的地段，形成了大量铅、锌硫化物富集。

五、热水喷流矿床 (Pb、Zn)

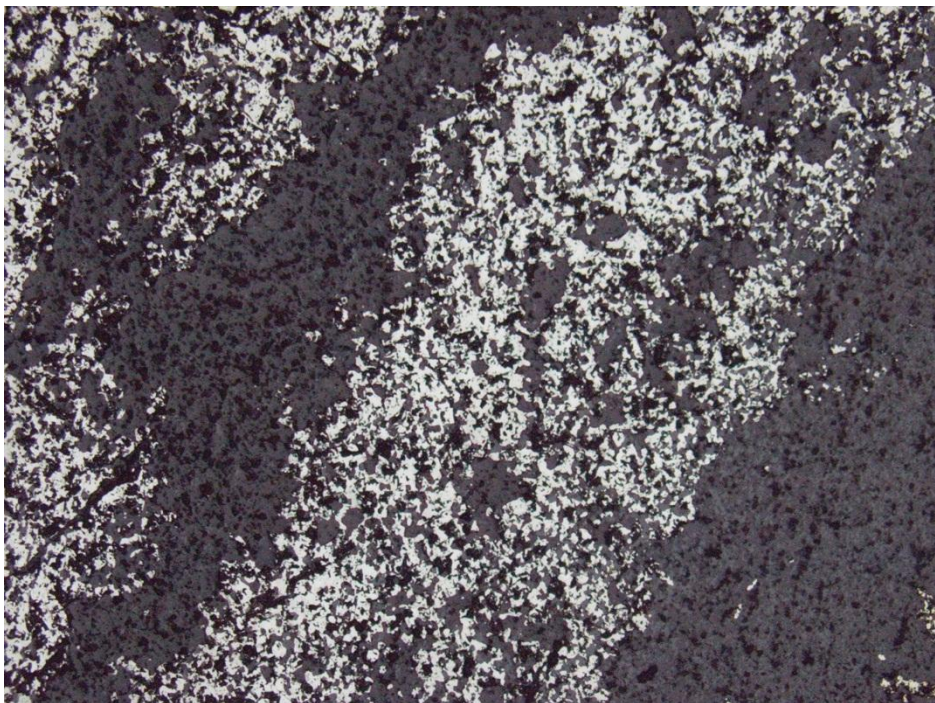
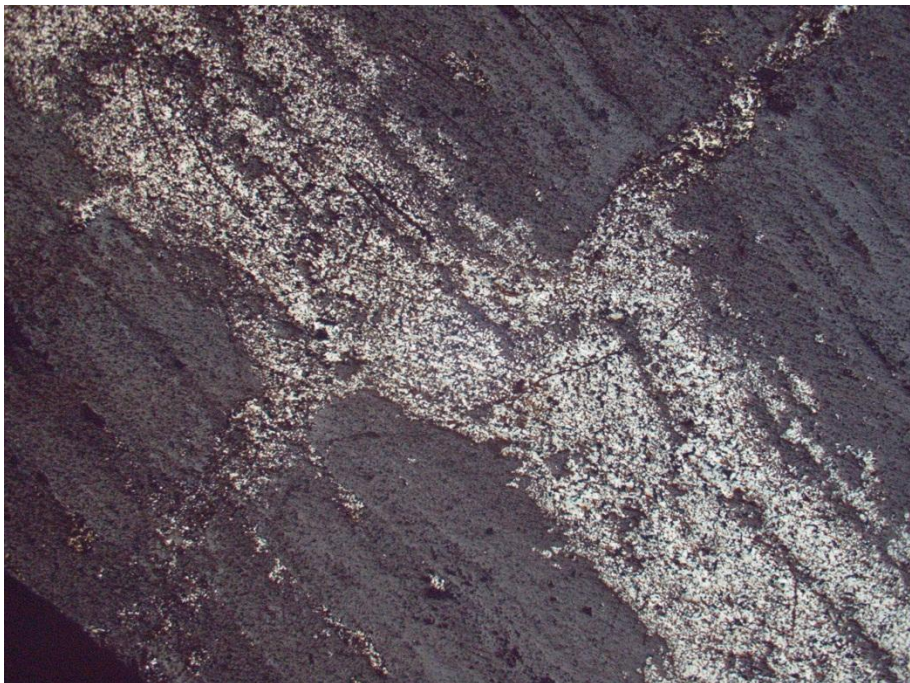
(1) 矿床伴有典型的喷流岩。

硅质岩、电气石岩、富长石岩、透辉岩与透闪岩、重晶石或石膏层等。

(2) 矿床具有层控及时控特征。

(3) 部分矿床具典型的“双层”构造，上部为层状矿体，下部为细脉状、筒状含矿蚀变体。

(4) 矿体和矿石具有微层理甚至微细沉积韵律，反映了同生沉积的特征。



包村独立金矿床中的条带状矿石

(Tb2, 单偏光)

左上 $\times 50$;

左下 $\times 100$;

右上 $\times 50$

(二) 各亚类VMS矿床特征

1. 黑矿型VMS

矿床形成于汇聚板块边缘的岛弧火山带和弧后盆地。容矿岩石为双峰拉斑玄武岩、钙碱性熔岩套及火成碎屑岩。上部矿体为层状，下部矿体为网脉状、细脉状、角砾状。

矿石类型具分带现象，自上而下依次为：黑矿（方铅矿、闪锌矿）、黄矿（黄铁矿、黄铜矿）、硅矿（强硅化岩石中的网脉状、角砾状黄铁矿、黄铜矿）。

成矿元素组合：Cu—Pb—Zn，有时富Ag—Au。形成时代古元古代、奥陶纪、中生代、古近纪、新近纪。

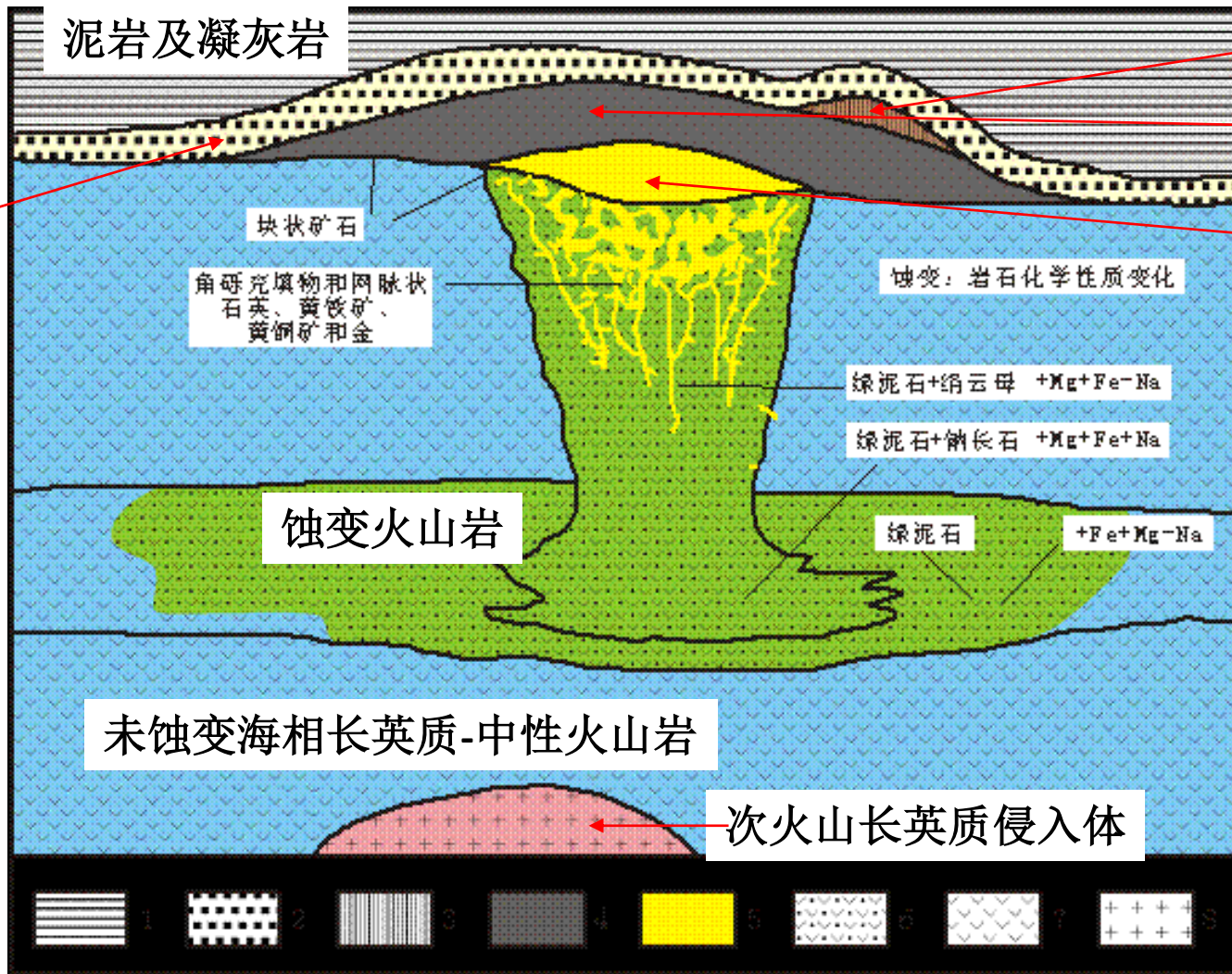
典型矿床包括日本黑矿、普雷斯科特、萨德伯里盆地、芒特艾萨、新不伦瑞克、东沙斯塔等。

日本黑矿

矿床产于中新世绿色凝灰岩带中，该带出露部分长达1500km，宽100km，由3km厚的火山岩和沉积岩组成。黑矿型矿床主要赋存于一层稳定的长英质火山碎屑岩和白色的流纹岩穹隆及伴生的火山角砾岩之上。

“黑矿”矿床矿体大多成层状，也有呈不规则状产出者，在层状矿体的下部常有一些网脉型矿石。

燧石、
长英岩
+黄铁
矿土沸
石土粘
土土碳
酸盐土
赤铁矿；



黑矿型块状硫化物矿床的示意剖面图（据Franklin 等，1961修改）

矿床中矿物种类繁多。

富含铅、锌、铜。

矿石构造多为块状、纹层状、浸染状等。

围岩蚀变一般为硅化、绢云母化、绿泥石化和泥化，且呈带状分布。(xiaye)

矿石具明显的分带，每个带的主要矿物成分变化：

(自上而下)：

黑矿：闪锌矿、方铅矿、重晶石；

黄矿：黄铁矿、黄铜矿；

硅矿：黄铜矿、黄铁矿、石英；

石膏矿：石膏、硬石膏。

含矿热液的化学成分与海水成分相比，除 SO_4^{2-} 、Mg、Sr外，其他均大大超过海水中的含量，但Na含量超过不多。

据黑矿的包裹体测温资料，成矿温度约为 $250^\circ\text{C} \pm 50^\circ\text{C}$ 。含盐度约为5%NaCl。

Cuber和大本洋(1978)根据现在海洋中有孔虫生活环境的对比，认为黑矿矿化过程中海水深度大大超过1800m。据同位素研究资料：黑矿矿液 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $0 \sim +5\text{‰}$ ， δSD 为 $-30\text{‰} \sim -3\text{‰}$ ，介于海水与岩浆水之间。热液中金属的来源，主要认为是从火山岩中萃取出来的。

2. 塞浦路斯型VMS

塞浦路斯型VMS主要产于洋中脊蛇绿岩套上部低钾枕状玄武岩中。

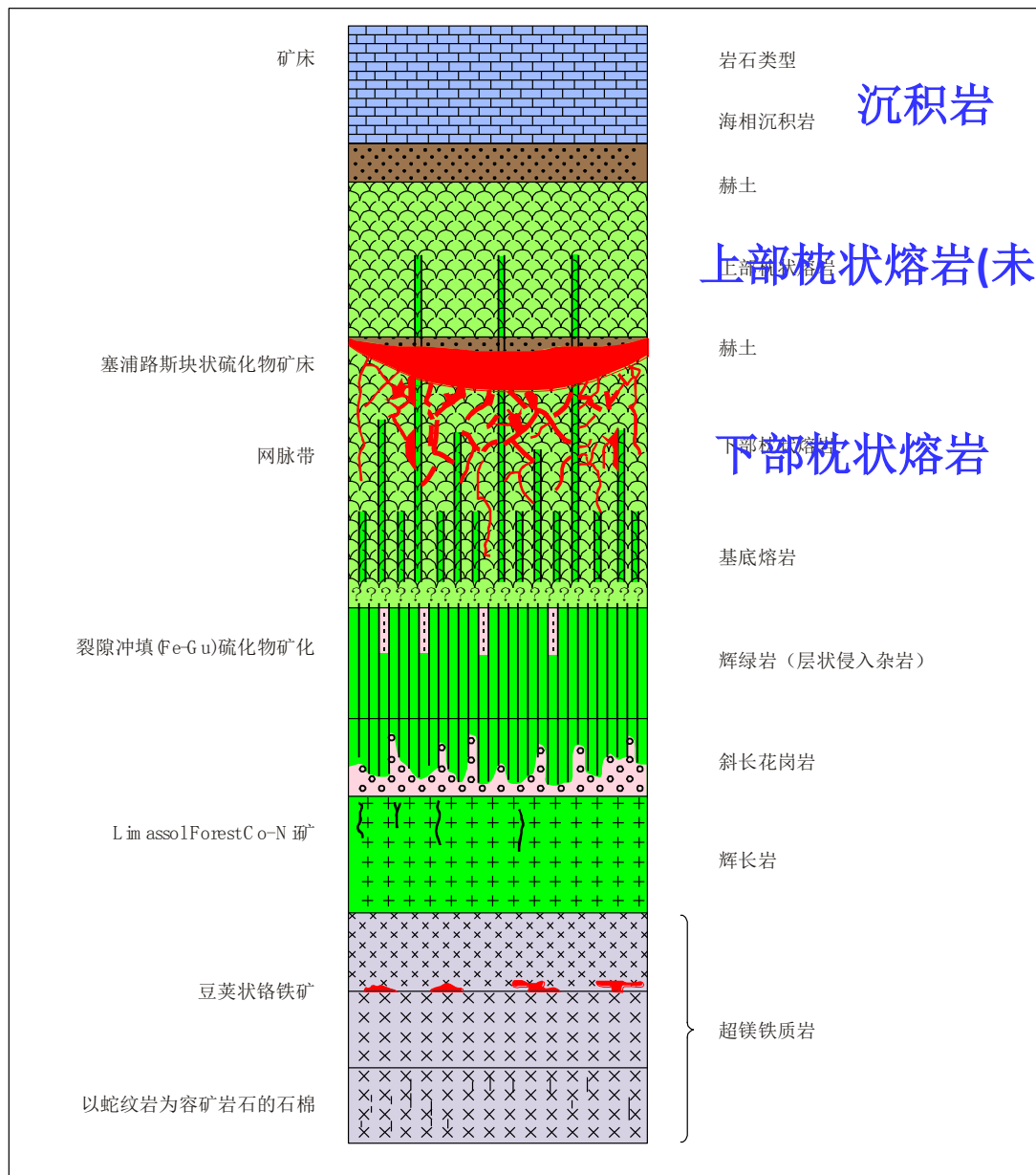
矿体也具两层结构：上部层状矿体(含化石)和下部网脉状矿体。

形成时代主要为寒武—奥陶纪和中生代。

典型矿床包括塞浦路斯、危地马拉、加拿大纽芬兰York港、美国俄勒冈Turner—Albright等。

塞浦路斯矿床
 矿床产于塞浦路斯的特罗多斯蛇绿岩块，由镁铁质和超镁铁质岩石组成，形成于白垩纪(约85Ma前)。

枕状熔岩的层序如图



特罗多斯蛇绿岩的地层柱状简图 (据Donald A. Singer, 1986)

典型矿床由块状硫化物组成。

矿床又可分为3个带：

赭石层

块状矿带

基底硅质矿带

在矿床下部有延深达数百米的细脉带。

块状矿石主要由黄铁矿和含量不等的白铁矿组成，所有矿床中都有黄铜矿和数量不多的闪锌矿，钴在有些矿床中含量很高，可达0.35%，镍在块状矿石中含量很低，平均为 15×10^{-6} ，但在脉状矿石中却高达 93×10^{-6} ，在浸染状矿石中则更高，为 220×10^{-6} 。

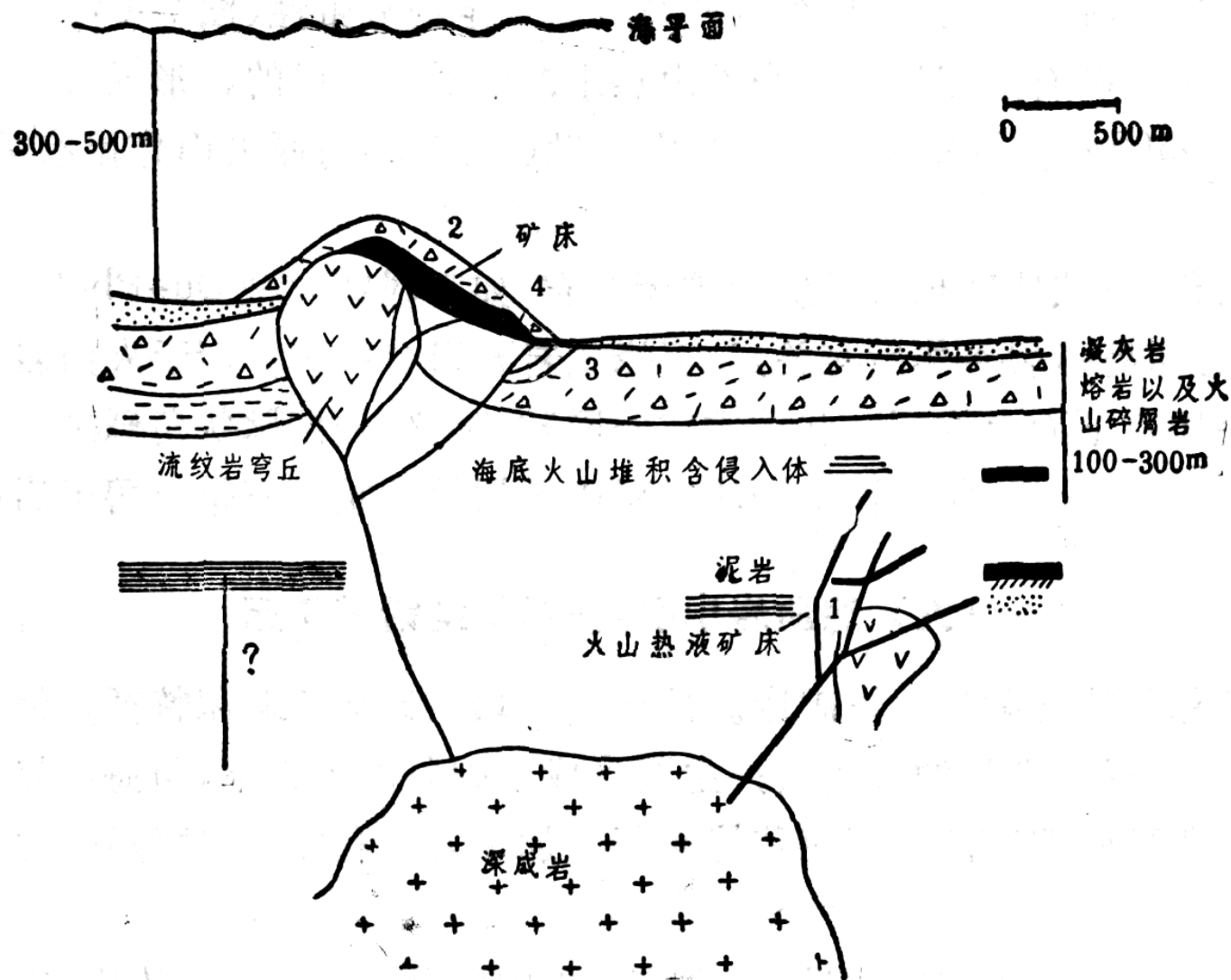
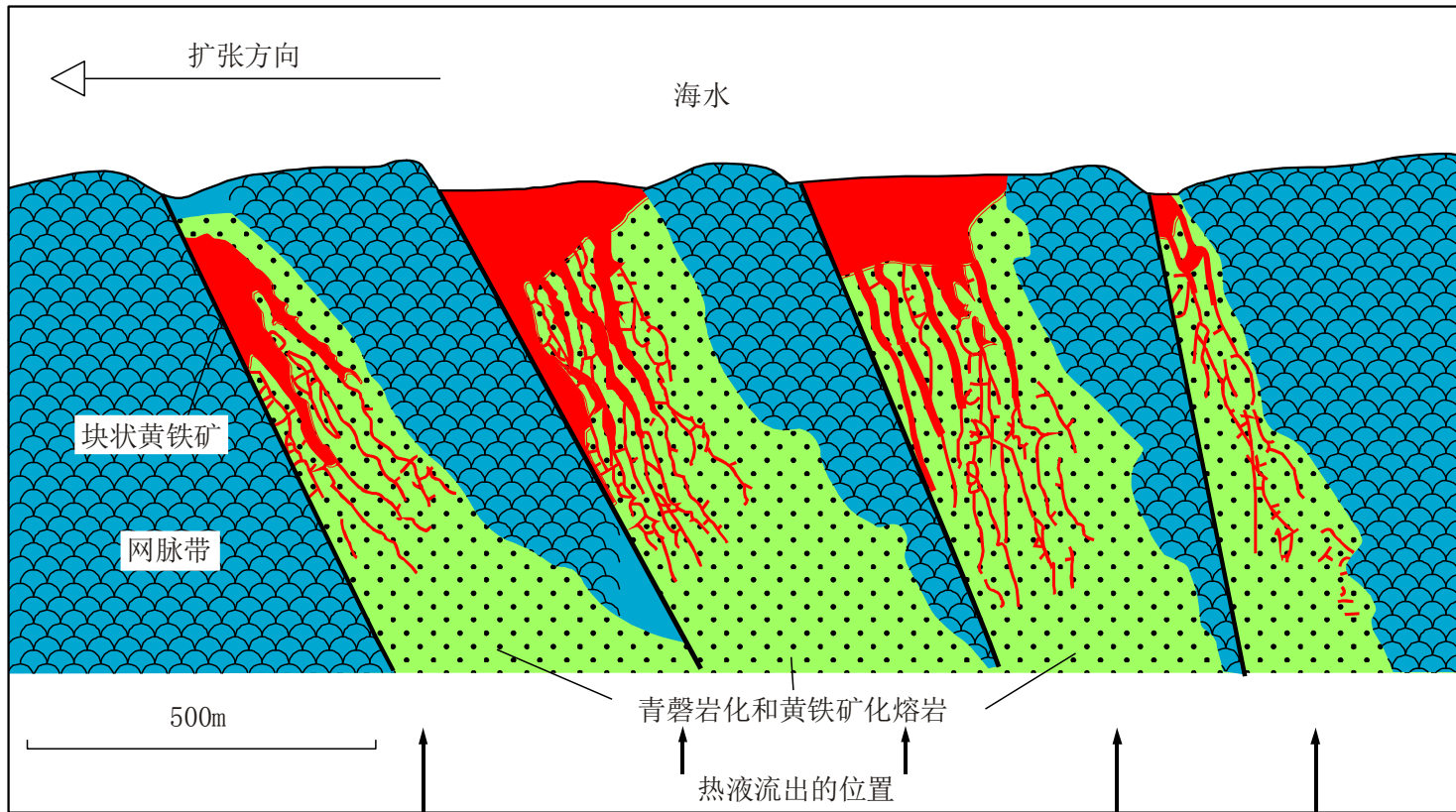


图 7-5 塞浦路斯型块状硫化物矿床成因示意图
(据Robert Bowen, 1977)图中数字表示矿床产生的位置



塞浦路斯型块状硫化物矿床成矿模式图（据Adamides, 1980）
图面垂直于扩张轴。

3. 别子型VMS

有用元素组合为Cu—Zn (Au)。

主要成矿时代为元古宙、古生代以及中生。

典型矿床包括加拿大基瓦丁、辽宁红透山、日本别子、西班牙—葡萄牙的里奥·廷托、甘肃白银厂。

日本别子矿床

该类型矿床赋存在碎屑沉积岩与玄武岩近于相等的地层中。

矿床中典型的矿石矿物为黄铜矿、黄铁矿及少量闪锌矿。

矿体呈层状，很少有或完全没有细脉带。

矿床的成矿地质环境一般都靠近构造交界处，如在洋底与岛弧间、洋底与克拉通间或洋底与大陆壳间。

只有层状矿体

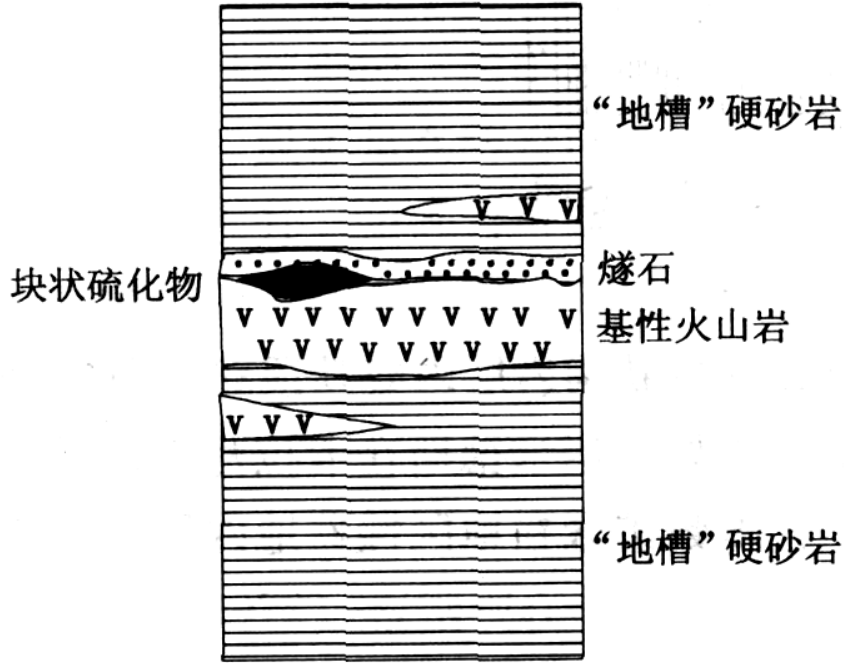


图 7-7 别子型 VMS 综合剖面示意图
(据 Sangster, 1985a)

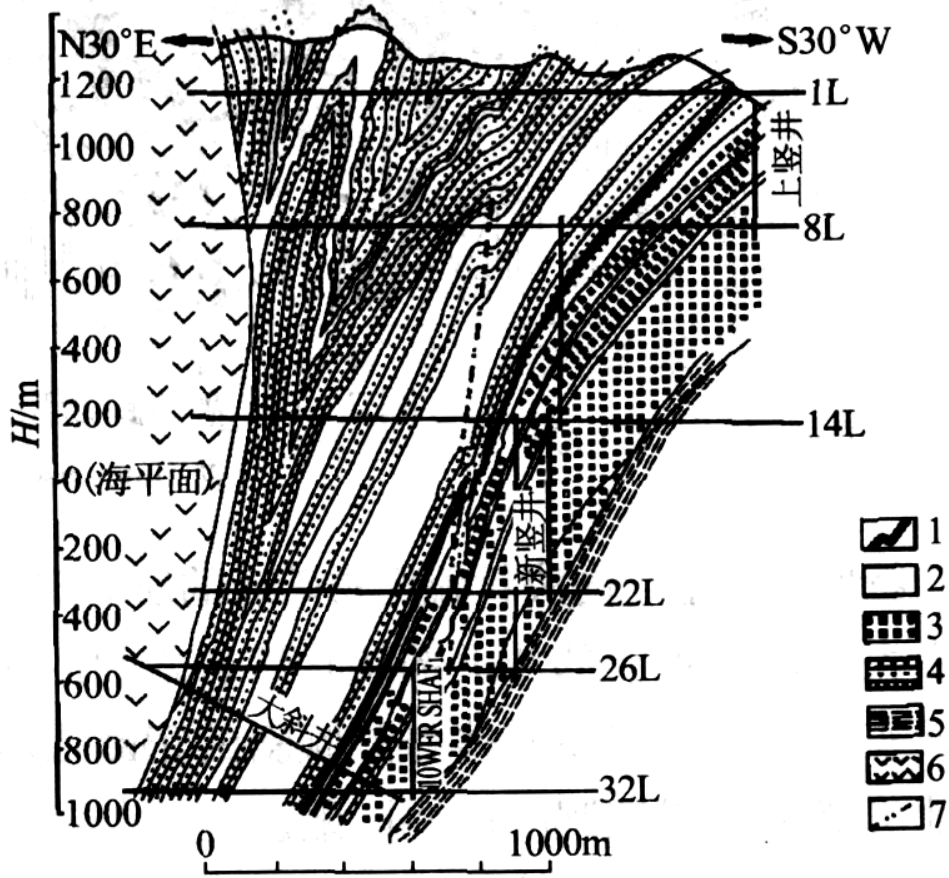


图 7-8 日本别子矿床横剖面图
(据 Sangster, 1985a)

1—矿体；2—片岩；3—无斑基性片岩；4—泥质片岩；
5—千枚岩；6—斜长角闪岩；7—断层

该类型矿床的矿体呈板状，单层矿体厚度不大，别子矿床最大厚度仅为10~20m。

大多数矿床由两类矿石组成，即块状和条带状硫化物矿石。

块状矿石由黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、斑铜矿和少量磁铁矿组成，脉石矿物为石英和碳酸盐。

条带状矿石由黄铁矿、少量黄铜矿和闪锌矿组成，脉石矿物为石英、碳酸盐、钠长石、绿泥石和少量绿帘石、角闪石、电气石。条带状矿石和块状矿石往往呈相互过渡关系。

4. 诺兰达型VMS

诺兰达型VMS主要产在消亡板块边缘俯冲带上分异完全的玄武岩到流纹安山岩岩套中，容矿岩石有少量火成碎屑岩和杂砂岩。

其矿床地质特征和黑矿型极为相似，和黑矿相比，其最大特点是缺少黑矿型VMS那样有工业意义的Pb矿化，成矿元素主要为Zn—Cu，有时富Ag—Au。

成矿时代主要集中在太古宙，故又称太古宙黑矿型，另外古元古代和前寒武纪—泥盆纪均可成矿。

典型矿床包括诺兰达、基德克里克、杰罗姆、弗林弗隆、克兰多、西沙斯塔等。

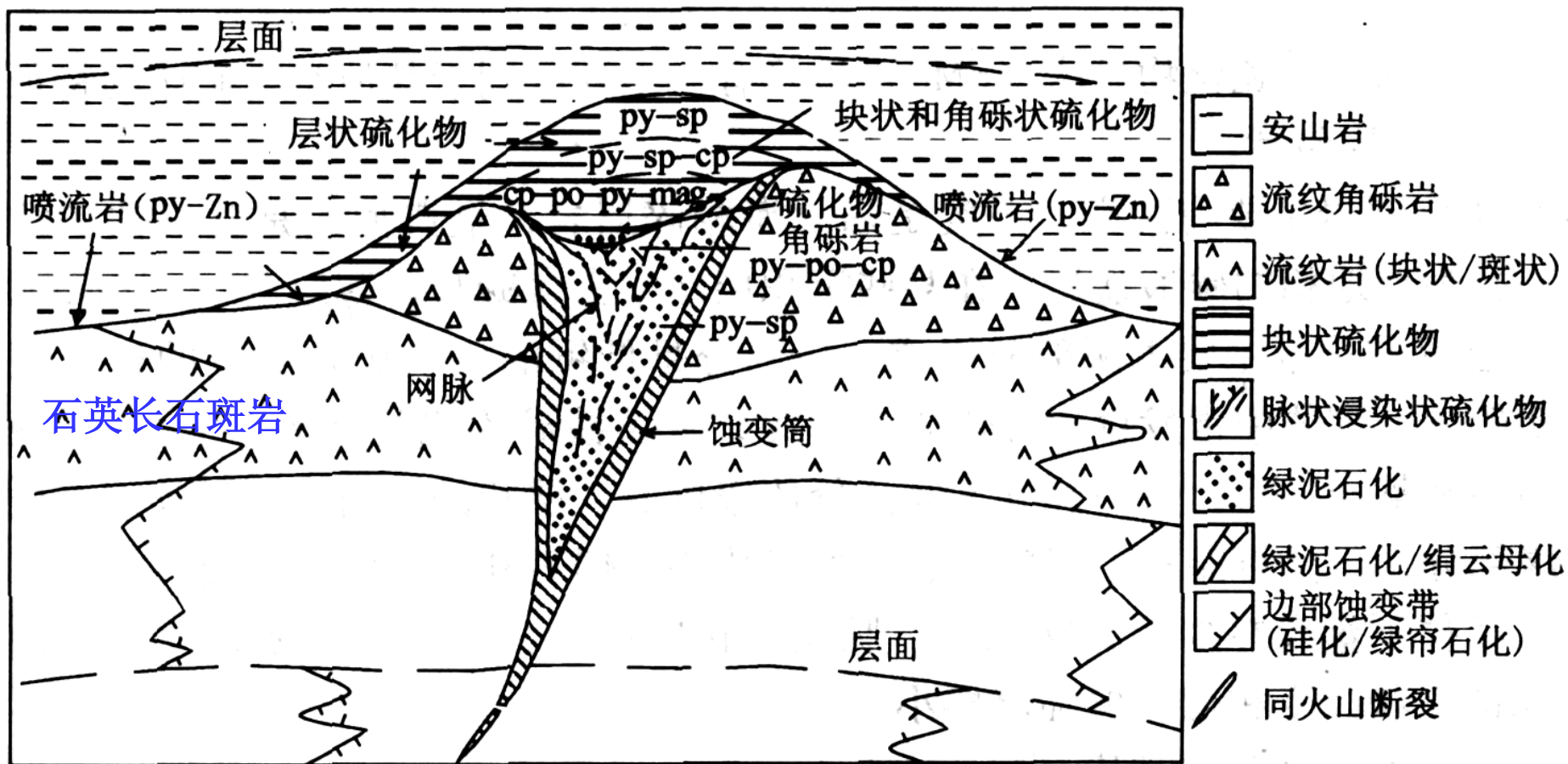


图 7-9 典型诺兰达型 VMS 矿床剖面示意图

(据 Franklin, 1993)

诺兰达矿床

在块状矿的层状透镜体中，硫化物一般达80%。往上盘方向，块状矿由黄铁矿和闪锌矿型互条带组成，并含少量黄铜矿；

块状硫化物常具有明显的与地层层序相关的垂直分带，向上盘富锌，向下盘富铜。

特别值得指出的是，在某些地区，块状矿往往产在火山岩穹隆之内，块状硫化物是堆积得非常之快，火山活动一旦中断，局部就会发生块状硫化物堆积。

三、沉积岩中的块状硫化物矿床 (SMS)

在成分上富含Pb、Zn，伴生Ag和Ba，贫Cu，几乎不含Au。虽然数量不如与火山岩有关的块状硫化物矿床 (VMS) 多，但其规模大、品位高、矿化延展稳定、伴生有用组分多。这类矿床构成了全球最重要的铅 (61%)、锌 (54%) 资源量，在世界铅锌产量方面分别占25%和31%。

世界上著名的矿床有沙利文、布罗肯山、纳凡、“银矿山”、麦根、腊梅尔斯伯格、蒂钠等矿床。我国也有厂坝、大西沟、东升庙等矿床，近年来在我国南方首次找到云南蒙自白牛厂超大型沉积喷流型银兰多金属矿床。

热液铅锌矿石

手标本:

方铅矿

闪锌矿

黄铜矿

黄铁矿

脉石矿物

方解石

斜长石

石榴子石

绿帘石

透辉石

镜下

方铅矿

闪锌矿

黄铁矿

毒砂

交代溶蚀结构、

固溶体分离结构

一个矿化期，如果黄铜矿有两种类型，则为两个世代

热液成因的铅锌（铜）矿床

手标本：

风化面、新鲜面颜色？半自形粒状结构、染状构造。

矿石矿物：方铅矿：浅灰色、半自形粒状、粒级？金属光泽、阶梯状断口，硬度小于指甲；闪锌矿，棕褐色、半自形粒状，粒级？金刚-半金属光泽，硬度介于指甲和小刀；黄铜矿，铜黄色，他形粒状，金属光泽，锯齿状断口。黄铁矿，淡铜黄色，半自形粒状，粒级？金属光泽，硬度大于小刀。

脉石矿物：方解石、斜长石、石榴子石、绿帘石、透辉石
热液成因铅锌铜矿床

镜下：

矿石矿物：方铅矿、闪锌矿、黄铜矿和黄铁矿，可能有毒砂。

脉石矿物：

交代溶蚀结构，固溶体分离结构

矿石经历了一个矿化期、一个矿化阶段，生成顺序为毒砂、黄铁矿、闪锌矿、方铅矿

热液成因铅锌铜矿床