

矿 床 模 式

高 怀 忠

2005 年 10 月

矿床模式库目录

一、 岩浆矿床模式

1、豆荚状（阿尔卑斯型）铬铁矿矿床模式（K4001）	1
2、层状镁铁质-超镁铁质岩型铬铁矿矿床模式（K4002）	3
3、钒钛磁铁矿矿床模式（K4003）	5
4、铜-镍硫化物型矿床模式（K4004）	7
5、岩浆爆发型金刚石矿床模式（K4005）	9

二、伟晶岩矿床模式

1、花岗位晶岩型稀有金属矿床模式（K4006）	11
2、伟晶岩型白云母矿床模式（K4007）	13

三、接触交代（矽卡岩）矿床模式

1、矽卡岩型铁矿床模式（K4008）	14
2、矽卡岩型铜矿床模式（K4009）	16
3、矽卡岩型锡（-多金属）矿床模式（K4010）	18
4、矽卡岩型钨矿床模式（K4011）	20

四、热液矿床模式

1、云英岩型锡（钨）矿床模式（K4012）	22
2、充填-交代（石英脉）型钨矿床模式（K4013）	24
3、砂（页）岩型铜矿床模式（K4014）	26
4、碳酸盐岩型铅锌矿床模式（K4015）	29
5、微细浸染型金矿床模式（K4016）	31
6、斑岩型铜矿床模式（K4017）	34
7、斑岩型钼矿床模式（K4018）	37
8、斑岩型锡矿床模式（K4019）	39
9、玢岩型铁矿床模式（K4020）	40
10、塞浦路斯型块状硫化物矿床模式（K4021）	42
11、黑矿型块状硫化物矿床模式（K4022）	45
12、细碧角斑岩型块状硫化物矿床模式（K4023）	48
13、以沉积岩为容岩的喷气沉积（sedex）型铅锌矿床模式（K4024）	50
14、超基性岩型石棉矿床模式（K4025）	53

五、风化矿床模式

1、红土型铝土矿矿床模式（K4026）	55
2、岩溶型铝土矿矿床模式（K4027）	57
3、残余型高岭土矿床模式（K4028）	58
4、红土型镍矿床模式（K40229）	59

六、沉积矿床模式

1、浅海相沉积铁矿床模式（K4030）	62
2、浅海相沉积锰矿床模式（K4031）	64
3、沉积型铝土矿矿床模式（K4032）	67
4、火山-沉积型膨润土矿床模式（K4033）	68

5、碳酸盐岩相石膏-石岩（-钾盐）矿床模式（K4034）	69
6、碎屑岩相石膏（-芒硝）-石盐（-钾盐）矿床模式（K4035）	72
7、萨布哈型石膏-硬石膏矿床模式（K4036）	74
8、海相沉积磷灰岩矿床模式（K4037）	76
9、硅藻土矿床模式（K4038）	79
七、变质矿床模式	
1、变质硅铁建造型铁矿床模式（K4039）	80
2、区域变质型石墨矿床模式（K4040）	83
3、接触变质型硅灰石矿床模式（K4041）	85

一、岩浆矿床模式

1、豆荚状（阿尔卑斯型）铬铁矿矿床模式

地质构造背景

构造位置 矿床出露于板块缝合带的蛇绿岩套中。

成矿环境 矿床形成于扩张洋脊环境的岩石圈下部（莫霍面以下 2km 范围内），因洋壳俯冲作用而残留于俯冲-碰撞带。

赋矿岩石 为蛇绿岩套下部的镁质超基性岩，常见岩相组合为纯橄岩、方辉橄榄岩、和二辉橄榄岩。岩石通常已塑性变形和蛇纹石化。

成矿时代 显生宙。

伴生矿床 可见石棉矿床、滑石矿床、菱镁矿矿床、蛇纹岩矿床。

矿床特征

矿体特征 主要呈扁豆状、凸镜状，可见不规则状及脉状，成群分布于纯橄岩相和方辉橄榄岩相中。矿体与围岩页理呈整合或次整合相交，二者呈渐变或突变接触。

矿石矿物组合 铬铁矿+铝铬铁矿+铁铬铁矿（±磁铁矿±铂组元素矿物）。

矿石结构构造 粗粒至细粒结构，浸染状、块状及豆状构造。

围岩蚀变 可见小范围的（宽数十厘米）绿泥石化等蚀变。

矿床规模及意义 此类矿床是铬铁矿的重要矿床类型，是我国耐火级矿石的主要来源和冶金级矿石的唯一来源。矿床规模大小不一，John P.Albers（1986）对土耳其、新喀里多尼亚、菲律宾、古巴、伊朗等国 173 个矿床的统计结果见图 1 和图 2。

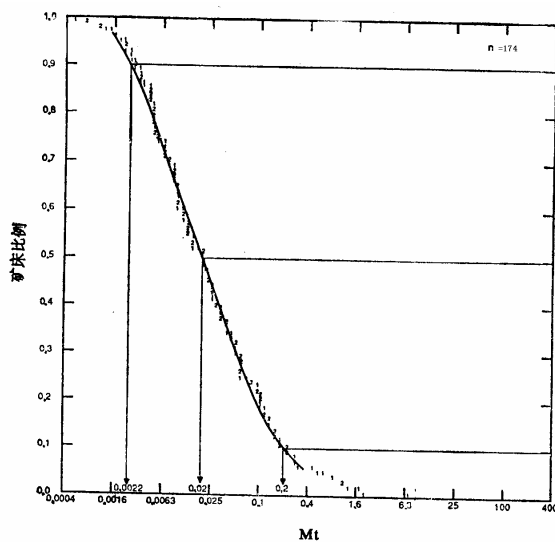


图 1 豆荚状铬铁矿矿床的吨位

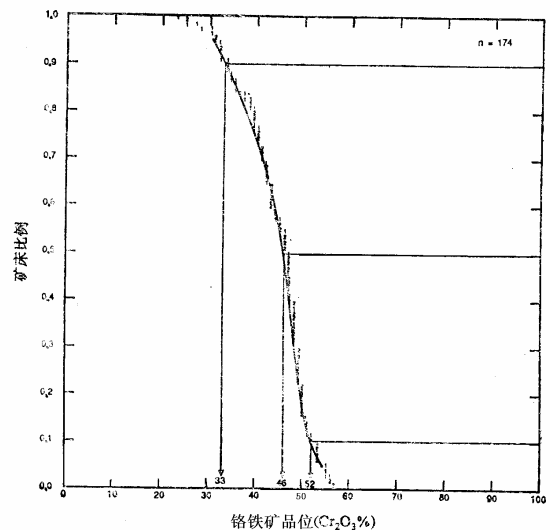


图 2 豆荚状铬铁矿矿床的氧化铬品位

矿床实例 罗布莎、萨尔托海、贺根山、卡马圭（古）、马欣洛克（菲）等。

矿床成因

在扩展的洋脊之下，地幔底辟上升因减压等地质作用导致地幔岩的部分熔融。随着部分熔融程度的增加石榴子石、单斜辉石和斜方辉石将依次进入熔体，产生大量的玄武质岩浆和方辉橄榄岩、纯橄岩等地幔残余。石榴子石、单斜辉石在不一致熔融过程中除形成玄武质岩浆和橄榄石外还因释放其晶

格中的Cr而产生铬尖晶石，这些尖晶石与地幔中原有的尖晶石随之一一起融化。由于 Cr_2O_3 与玄武质岩浆间的不混熔作用导致二者分离，后者上升形成蛇绿岩套中、上部的辉长岩、辉绿岩和拉斑玄武岩；前者因比重较大趋于以小的熔滴在地幔残余中富集或在岩浆槽穴中聚积成铬铁矿的矿浆，最终冷凝结晶形成最初的矿体。随着板块向大陆边缘的运移，矿体及其围岩受到强烈的水平拉伸和塑性剪切变形，趋于形成与页理整合的扁豆状矿体（图3）。经洋壳板块的仰冲、碰撞使矿床最终就位于板块缝合带中。

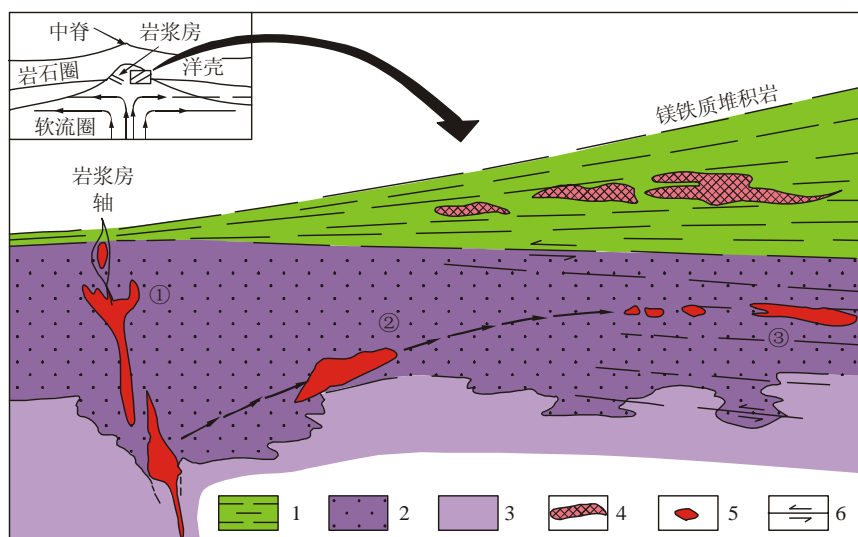


图3 蛇绿岩中（阿尔卑斯型）豆荚状铬铁矿矿床模式图（引自郝梓国等人，1995）

- 1-镁铁质堆积杂岩；2-纯橄岩方辉橄岩杂岩带；3-方辉辉橄岩二辉橄岩杂岩带；4-堆积成因的铬铁矿矿体（浸染状）；5. 豆荚状矿体（①不整合；②次整合；③整合）；6-页理及剪切方向

不同的认识 岩浆分结矿床，晶粥中的铬铁矿在重力作用下堆晶（积）作用而富集成矿。

找矿方向及标志

（1）不同时期板块碰撞带蛇绿岩套中由二辉橄岩、方辉橄岩和纯橄岩构成的镁质超基性岩块；（2）与上地幔相比，上述岩相具有高的 MgO 含量和 m/f 值（ >6 ），低碱值、 TiO_2 （多 <0.2 ）和 ΣREE 。（3）矿体主要产于纯橄岩相及方辉橄岩相，纯橄岩相越发育者矿化越好。

主要参考文献

- 1、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，111-113
- 2、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，33-44
- 3、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，553-587
- 4、鲍佩声、王希斌，1997，富铝型豆荚状铬铁矿床的成矿模式，地球学报，1997年第1期，25-37

2、层状镁铁质-超镁铁质岩型铬铁矿矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块内部，与地幔热点有关。

成矿环境 由地幔热点产生的幔源岩浆不断地输入陆壳深部的巨大岩浆房，为岩浆及其中的成矿物质创造了缓慢冷凝结晶和充分分异的优越条件。

赋矿岩体 大型深成层状镁铁质-超镁铁质岩体，自下而上由纯橄岩层为主依次渐变为方辉橄橄榄岩、橄榄岩、辉石岩、橄长岩、苏长岩、辉长岩、斜长岩等岩层为主。岩石具堆晶（积）结构。

成矿时代 多为前寒武纪，但也可能晚至第三纪。

共生矿床 铜镍硫化物矿床、铂族元素矿床、钒钛磁铁矿矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状主要产于岩序中、下部的纯橄岩、方辉橄长岩、橄榄岩、辉石岩或苏长岩中（图4）。

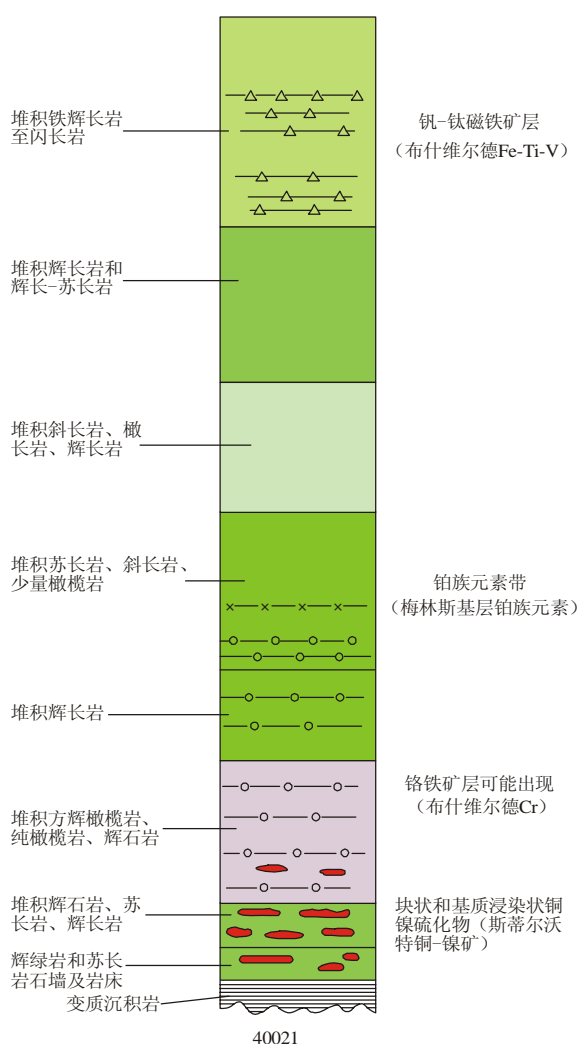


图4 典型镁铁-超镁铁质层状杂岩体的图解（据 Norman J.Page(1986)）

560—1500m 后，显示岩石单元与矿床的地层关系，矿床模式显示于括号中

矿石矿物组合 铬铁矿±钛铁矿±磁铁矿+磁黄铁矿±镍黄铁矿±黄铜矿±铂组元素矿物。

矿石结构构造 堆晶结构，浸染状-块状构造。

围岩蚀变 与矿化无关。

矿床规模 可构成大型及特大型矿床

矿床实例 （南非）布什维尔德、（美）斯蒂尔沃特、津巴布韦大岩墙。

矿床成因

属岩浆分结矿床。在巨大的深部岩浆房中，铬铁矿、磁铁矿等金属矿物及橄榄石、斜方辉石、单斜辉石、斜长石等硅酸岩矿物先后从幔源镁铁质岩浆中结晶并且经堆晶作用形成不同的岩相层和铬铁矿层（图 5）。

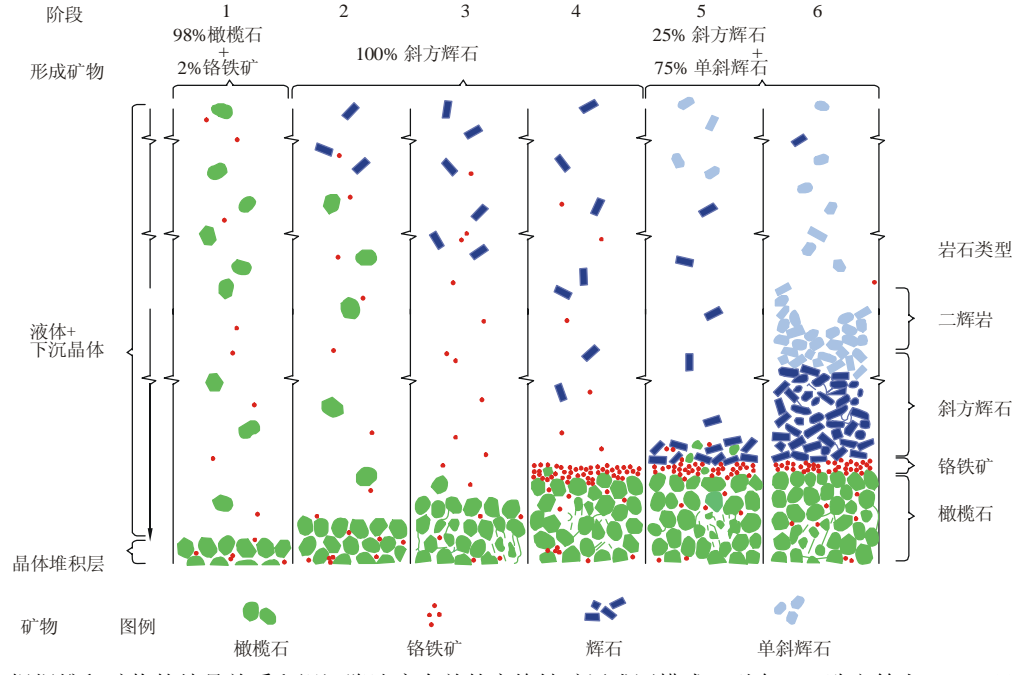


图 5 根据堆积矿物的结晶关系和视沉降速度有关的富铬铁矿层成因模式（引自 T.N.欧文等人（1966））

主要参考文献

1、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，16
2、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，175-178
3、H.D.B.威尔逊，1966（武汉地质学院矿床教研室（1977）译），岩浆矿床，地质出版社，1-75

3、钒钛磁铁矿矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块内受地幔热点或大陆裂谷前期深断裂控制的幔源深成岩带。

成矿环境 矿床形成于地壳下部的大型幔源深成岩套中。

赋矿岩体 类型包括：（1）纯橄岩-方辉橄岩-橄岩-辉石岩-苏长岩-辉长岩-斜长岩等岩相构成的镁铁质-超镁铁质层状侵入体；（2）（橄长岩）-（苏长岩）-斜长岩-（铁闪长岩）层状侵入体；（3）（橄岩）-（辉石岩）-辉长岩层状侵入体；（4）斜长岩-辉长岩杂岩体。岩石多具堆晶结构。

成矿时代 多为元古代，也见于古生代。

共生矿床 铬铁矿矿床、铜镍硫化物矿床、铂族元素矿床。

矿床特征

矿体特征 大多数重要矿体成层状平行于火成堆积层理分布于层状岩体的辉长岩及斜长岩为主的岩相带，多见于每个岩相旋回的底部。围岩多为辉长岩、斜长岩、辉长苏长岩，矿层与下部围岩多为突变接触，与上部围岩多为渐变接触关系。此外可见脉状、管状矿体不整合地贯入于各岩相带中，与围岩呈突变接触。

矿石矿物组合 含钒磁铁矿+钛磁铁矿+钛铁矿±硫化物。主要脉石矿物主岩的造岩矿物斜长石、辉石及橄岩等。

矿石结构构造 堆晶（积）结构、填隙结构、嵌晶结构、海绵陨铁结构、出溶结构；浸染状构造、条带状构造、块状构造。

围岩蚀变 可见绿泥石化。

矿床规模 可构成大型、特大型矿床。

矿床实例 攀枝花、红格、大庙、(南非)布什维尔德、(加)那因(Nain)。

矿床成因

此类型矿床属岩浆分结矿床。处于地幔热点之上的深部巨大岩浆房为幔源镁铁质岩浆的充分分异与成矿提供了优越条件。磁铁矿、钛铁矿的晶出一般在较晚阶段，但因岩体而异。我国的此类矿床中磁铁矿晶出多晚于辉石和斜长石，具有晚期岩浆分结矿床的结构构造特征或/和发育脉状贯入矿体，成矿作用可用图4的模式解释。在布什维尔德杂岩中，磁铁矿的晶出晚于橄榄石和斜方辉石而大致与

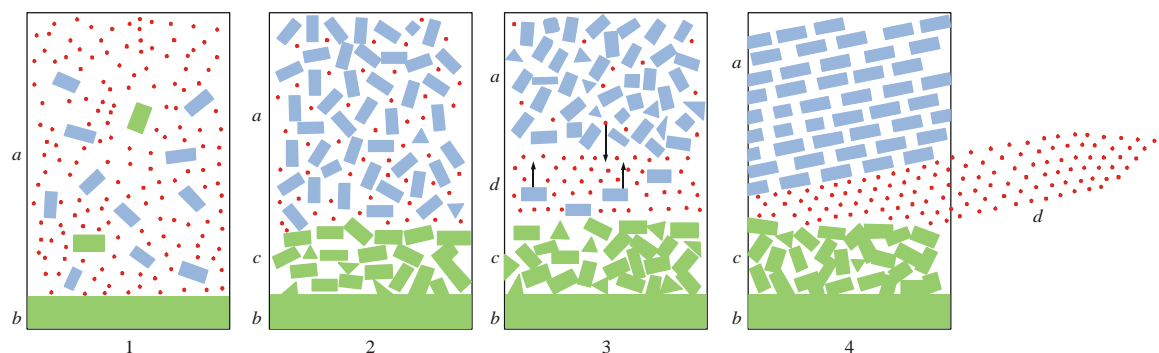


图 6 晚期岩浆分结矿床成矿作用理想模式（据贝特曼原图修改）

1-在冷凝带形成后早期岩浆结晶；2-先后结晶的硅酸盐矿物因比重不同按重力关系占据各自的位置；3-富矿质残浆通过粒间空隙向下集中，较晚结晶的比重大小的硅酸盐晶体上浮（此阶段冷凝结晶则形成层状矿体）；4--在外力作用下富矿残浆经压滤作用沿裂隙贯入形成贯入矿体。

斜长石相当，因此层状矿体主要分布于上岩带（斜长岩为主）下部及主岩带顶部，具有早期岩浆分结矿床的结构构造特征（J.威廉赛（1966）），但在主矿带及其下部的各岩相中也常见可能来自下部主岩带的岩浆贯入矿体。

找矿方向及标志

(1) 大陆板块内受深断裂控制的大型层状镁铁质深成杂岩体。(2) 我国的赋矿岩体多属钠质弱碱性系列, 富碱质、 TiO_2 、 V_2O_5 、 P_2O_5 和 ΣREE , 低m/f值及 SiO_2 。(3) 矿体的物探标志是重、磁异常及其叠加。

主要参考文献

- 1、裴荣富, 1995, 中国矿床模式, 地质出版社, 161-164
- 2、F.索金斯, 1984 (曹开春等人 (1987) 译), 金属矿床与板块构造, 地质出版社, 171-175
- 3、D.P.考克斯、D.A.辛格, 1986 (宋伯庆等人 (1990) 译), 矿床模式, 地质出版社, 17-18, 32-33
- 4、《中国矿床》编委会, 1994, 中国矿床 (中册), 地质出版社, 401-409
- 5、H.D.B.威尔逊, 1966 (武汉地质学院矿床教研室 (1977) 译), 岩浆矿床, 地质出版社, 124-143

4、铜-镍硫化物型矿床矿床模式

地质构造背景

构造位置 (1) 大陆板块内部的地幔热点控制的大型层状镁铁质-超镁铁质杂岩体；(2) 大陆板块内部及边缘（地台与褶皱带的过渡带）受深断裂控制的镁铁质-超镁铁质杂岩带（我国的矿床多属此类）；(3) 大陆裂谷与镁铁质火山岩伴生的镁铁质-超镁铁质杂岩。

成矿环境 主要形成于地壳深部的镁铁质-超镁铁杂岩体中。

赋矿岩体 类型如下：(1) 由纯橄岩-方辉橄岩-橄岩-辉石岩-苏长岩-橄长岩-辉长岩-斜长岩-闪长岩等岩相组成的或由橄长岩-苏长岩-斜长岩-铁闪长岩等岩相组成的大型层状杂岩体；(2) 苏长岩-闪长岩岩体；(3) 纯橄岩-二辉橄岩-橄岩（-辉石岩）杂岩体；(4) 橄岩-辉石岩-辉长岩（苏长岩）-（闪长岩）杂岩体；(5) 苦橄岩-苦橄粗玄岩-苦橄辉长岩-苏长岩-橄辉长岩侵入体。我国的赋矿岩体多属(3)、(4)两类的小型复式岩体。

成矿时代 太古代至第三纪。

共生矿床 铬铁矿矿床、钒钛磁铁矿矿床、铂族元素矿床。

矿床特征

矿体特征 (1) 就地熔离矿体主要呈层状、凸镜状产于岩体中、下部基性程度较高的岩相中，与围岩多呈渐变关系；(2) 贯入矿体主要呈似层状、板状、脉状及凸镜状产于岩体底部、根部，少数可产于岩体中上部及下盘围岩中，产状不受岩相及其产状制约。

矿石矿物组合 主要金属矿物为磁黄铁矿+镍黄铁矿+黄铜矿+黄铁矿，此外因构造背景和岩体类型而异，常可见针镍矿、紫硫镍铁矿、马基诺矿、方黄铜矿、墨铜矿等同、镍硫化物和含钴矿物及铂族元素矿物。脉石矿物为橄榄石、辉石及斜长石等围岩的造岩矿物。

矿石的结构构造 半自形、它形粒状结构、海绵陨铁结构、乳滴状、焰状、格状等固熔体分离结构、交代结构等。浸染状构造、稠密浸染状构造、块状构造。

围岩石变 贯入矿体的围岩常具明显的次闪石化、绿泥石化。

矿床规模 大小不等，可构成大型、特大型矿床。

矿床实例 （美）斯蒂尔沃特、（加）沃依塞斯湾、（加）萨德伯里、（金川）白家嘴子、（吉林）红旗岭、（俄）诺里尔斯科。

矿床成因

尽管在岩浆侵位后可能产生接触交代或热液叠加改造，矿床均属岩浆熔离矿床。铜、镍、钴及铂族元素均来自地幔镁铁质岩浆；硫多来自地幔，但一些矿床的硫显然是富硫沉积岩（如裂谷中沉积的蒸发岩）或负变质岩的硫通过同化作用进入岩浆的。熔离成矿可分为就地熔离和深部熔离-贯入两种方式。前者为含硫化物的镁铁质岩浆侵入就位之后，由于温度降低等原因溶解或悬浮分散在岩浆中的硫化物发生熔离而产生不混熔的硫化物小珠滴，随之这些小珠滴聚合并因比重大而下降到岩浆房的中下部富集，最终冷凝成矿；后者是岩浆从地幔源上升过程中存在深部中间岩浆房，含硫化物的岩浆在中间岩浆房中发生熔离形成硅酸岩岩浆、含硫化物岩浆、富硫化物岩浆和硫化物熔浆（矿浆），而后这些不同成分的熔浆沿不同的通道侵入不同的部位分别形成含矿的和不含矿的岩体或沿同一通道多次侵入形成复式岩体，其中的富硫化物熔浆及矿浆一般在较晚期被贯入到岩体底部及根部等有利部位冷凝成矿，富矿熔浆及矿浆中的挥发组分及岩浆期后热液引起围岩蚀变（图7）。

找矿方向及标志

找矿方向 (1) 大陆板块内部、大陆裂谷、大陆板块边缘及其外侧增生的褶皱带；(2) 上述单元中的深断裂及附近的次级断裂（导岩及控岩构造）；(3) 镁铁质-超镁铁质杂岩带。(4) 充分分异岩体的底部及中下部超镁铁质岩相带，尤其是复式岩体的晚期侵入相。

找矿标志 (1) 地表铁的氧化物和氢氧化物、镍的硅酸岩、铜的碳酸岩等表生矿物带；(2) 与MgO、FeO、Cr、V、Ni、Cu、Co综合异常带中的Ni、Cu、(Co)局部异常；(3) 高重力、高磁力、

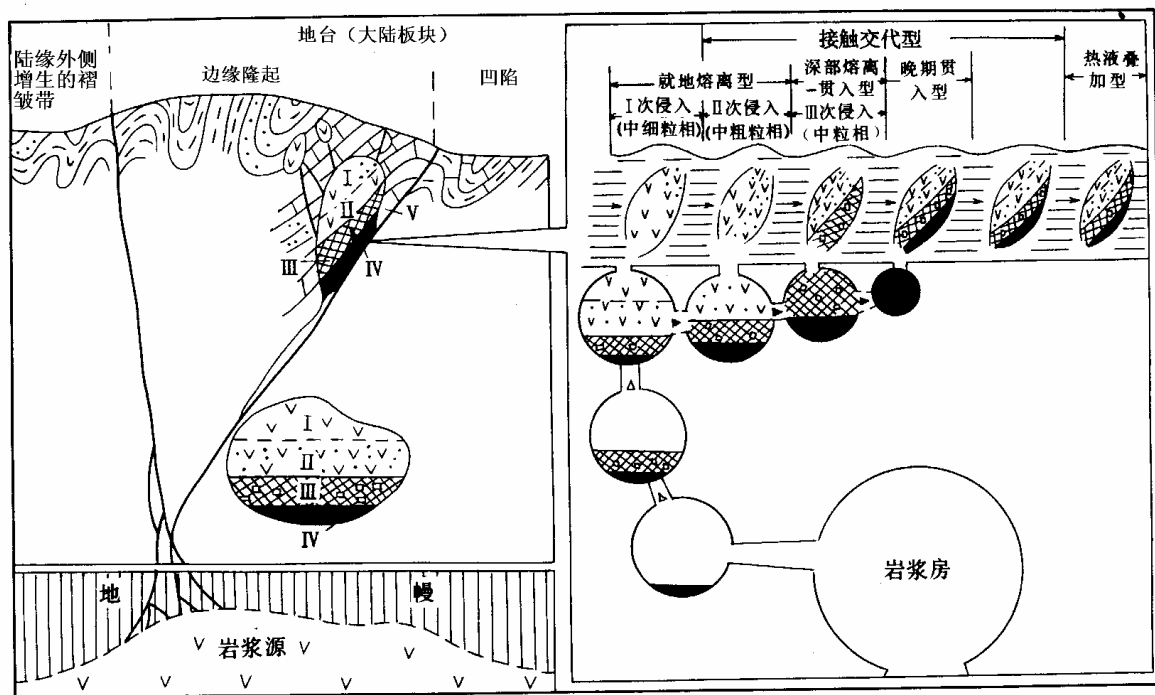


图7 古大陆板块边缘与镁铁质-超镁铁质岩有关的铜镍硫化物矿床成矿模式 (据汤中立 (1995) 原图修改)

I-硅酸岩岩浆; II-含矿(硫化物)硅酸岩岩浆; III-富矿岩浆; IV-矿浆; V-接触交代矿化; VI-热也叠加矿化
高极化率、低电阻率异常带。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会, 1994, 中国矿床(上册), 地质出版社, 40-42, 205-265
- 2、裴荣富, 1995, 中国矿床模式, 地质出版社, 63-66
- 3、F.索金斯, 1984 (曹开春等人 (1987) 译), 金属矿床与板块构造, 地质出版社, 208-212
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格, 1986 (宋伯庆等人 (1990) 译), 矿床模式, 地质出版社, 14-15, 19-20, 25-31
- 5、H.D.B.威尔逊, 1966 (武汉地质学院矿床教研室 (1977) 译), 岩浆矿床, 地质出版社, 182-192

5、岩浆爆发型金刚石矿床模式

地质构造背景

构造位置 古老、稳定的大陆板块（克拉通）内部岩石圈深断裂两侧的次级断裂。

成矿环境 金刚石形成于 140-200km 以下的地幔深处，结晶的适宜温度为 1200-1400°C。金刚石的富集成矿于地壳浅表部位火山爆发机构内的金伯利岩、橄榄石钾镁煌斑岩及石榴石钾镁煌斑岩中，与岩浆爆发作用过程中岩浆内压力和热量的快速释放有关。

成矿时代 金刚石形成于前寒武纪（2700-3300Ma），但矿床的形成时代可从前寒武纪至第三纪。

伴生矿床 金刚石砂矿床。

矿床特征

含矿岩体 金伯利岩及钾镁煌斑岩呈爆破角砾岩筒状及岩墙状产出（图 7-1）。岩石多呈斑状结构，含大量幔源、基底及盖层矿物及岩石的俘虏体，常见幔源俘虏体有纯橄岩、石榴子石方辉及二辉橄榄岩、铬尖晶石二辉橄榄岩、石榴子石金云母辉石橄榄岩及金云母岩等。

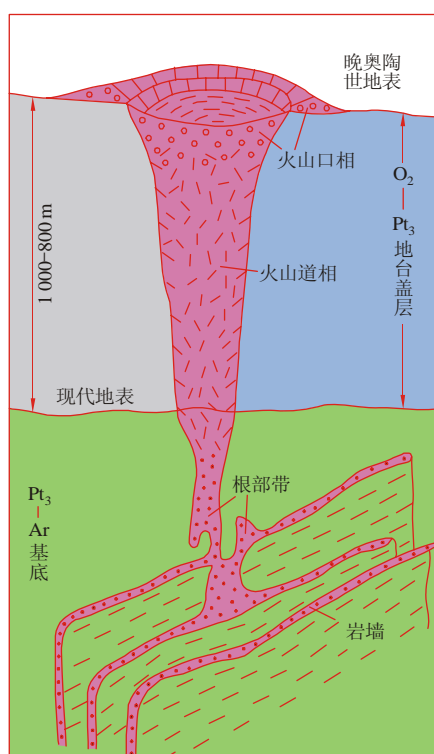


图 8 中国克拉通中金伯利岩的产状模式（张安棣、许德焕，1995）

金刚石的特征 金刚石为大小不等的幔源晶体，形态多为八面体、立方体、菱形十二面体、球粒状多晶集合体，颜色可呈无色及黄、褐、黑等不同色调。在金伯利岩或钾镁煌斑岩中不均匀分布，多局限于角砾岩筒中及火山口内。

围岩蚀变 岩筒及岩墙一般都发生了强烈的蛇纹石化、碳酸岩化，其围岩常见硅化、碳酸岩化及钾长石化等蚀变。

矿床实例 （辽宁）复县、（山东）蒙阴、（南非）普列米尔、（俄）雅库特、（奥）西部金伯利地区。

矿床成因

在稳定的克拉通下发育了巨厚的而且地热梯度低的岩石圈，使其下的地幔具有相对较低的温度和高的压力。当地幔流体在这种地质环境中聚集和交待作用下不但为金刚石的形成提供了良好的物理、化学条件，而且可以引起地幔低比率部分熔融而产生富挥发组分和不相容元素的金伯利岩浆和碱

性的钾镁煌斑岩岩浆。在岩石圈深大断裂到达上述岩浆源时，上述高挥发分低粘度的岩浆携带着已晶出的金刚石和大量源区地幔岩的俘虏体以极高的速度（可达 70km/h）沿深大断裂及其上段的次级断裂迅速到达地壳浅表部位并以猛烈爆发方式冲破覆盖层。在岩浆爆发前，由于挥发组分易于保持岩浆强大的内压力和上升时间的短暂，以及在岩浆爆发时挥发组分的迅速释放导致岩浆压力和温度快速下降，使其中的金刚石得以保存而成矿（图 9）。

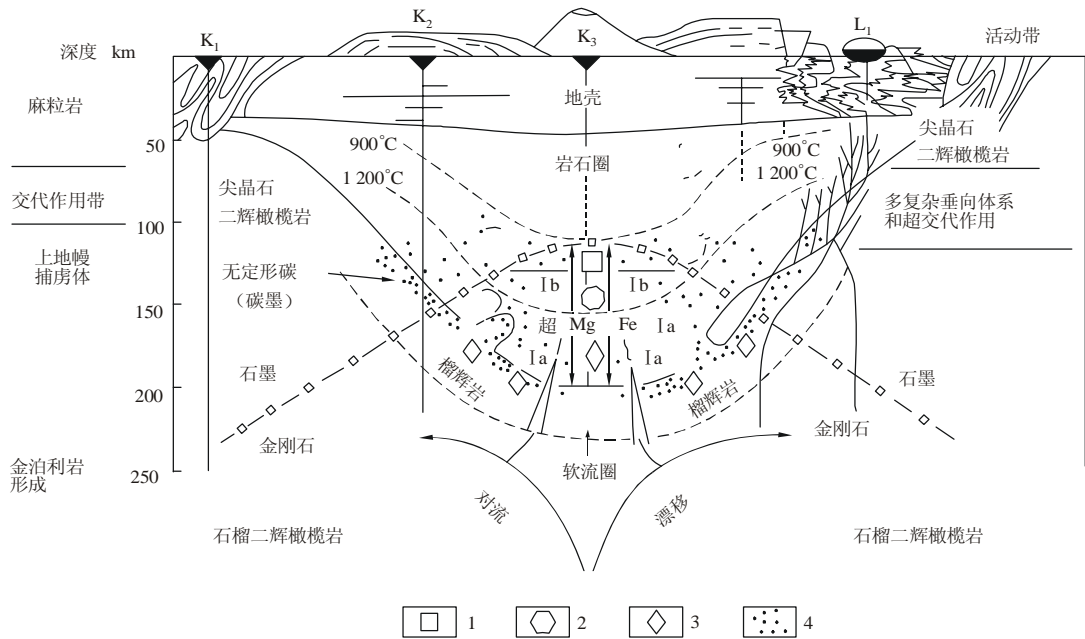


图 9 金刚石矿床成矿模式图（据 F.Hagger, 1986）

1-低温八面体金刚石；2-中温立方八面体金刚石；3-高温立方体金刚石；4-炭黑（无定型碳）

K₁, K₂, K₃-金伯利岩筒；L₁-钾镁煌斑岩

找矿方向及标志

（1）克拉通中深大断裂两侧数十公里范围内的次级断裂带；（2）岩通差异风化形成的洼地和“蓝色粘土”；（3）Cr、Ti、Mn、Ni、Co、PGE 及 Ba 等元素的化探异常；（4）镁铝石榴石、镁钛铁矿、金云母、石榴石等重砂矿物及橄榄岩（蛇纹岩）的包体。

主要参考文献

- 1、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，31-34
- 2、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，53
- 3、邓燕华，1991，宝（玉）石矿床，北京工业大学出版社，18-28

二、伟晶岩矿床模式

1、花岗伟晶岩型稀有金属矿床模式

地质构造背景

构造位置 此类矿床分布于不同地质时期的增生大陆边缘等与板块俯冲碰撞有关的褶皱变质带及大陆板块内地轴、地盾等古老褶皱变质结晶基底出露的次级构造单元，多集中分布在其中如复背斜等相对隆起的构造部位，形成成千上万条岩脉构成的伟晶岩带。

成矿环境 在板块俯冲碰撞作用下，成矿区域的深部壳源重熔岩浆活动强烈，岩石普遍发生了绿片岩相、角闪岩相或更深的变质，而且常发生不同程度的混合岩化、花岗岩化。稀有金属伟晶岩多见于角闪岩相且多分布于重熔花岗岩体周围，形成深度约在 5-10km，形成温度一般在 650-250℃。

成矿时代 前寒武纪至中生代或更晚。

共生矿床 伟晶岩型锡矿床、长石矿床、云母矿床、稀土矿床、宝石矿床。

矿床特征

含矿伟晶岩脉 在伟晶岩带中含稀有金属者占少数。它们多呈凸镜状、脉状、岩钟状及其它不规则形状分布于重熔型黑云母及二云母花岗岩周围的变质岩中，一般于围岩界限清晰。含矿伟晶岩的类型多为二云母-微斜长石-钠长石型、白云母-微斜长石-钠长石型、白云母-（微斜长石）-钠长石-锂辉石型、白云母-钠长石型、锂云母-钠长石型，而且这些类型的伟晶岩常随远离花岗岩体依次呈带分布（图 10）。

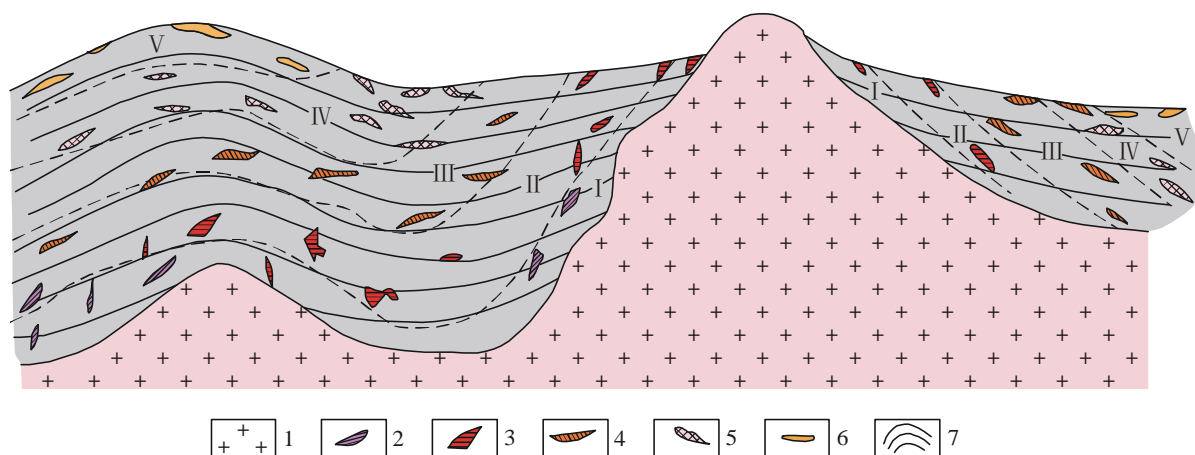


图 10 花岗伟晶岩型锡稀有金属矿床分带模式图（据杨岳清，1995）

1-黑云母二长花岗岩；2-二云母（白云母）钾长石奥长石（早期钠长石）伟晶岩；3-富铍白云母钠长石（奥长石）钾长石伟晶岩；4-富铍白云母钾长石钠长石伟晶岩；5-富锂铷铯铍钽（铌）锡白云母钠长石锂辉石伟晶岩；6-富锡铌（铌）白云母钠长石伟晶岩；7-前寒武系（或前泥盆系）绿片岩-低角闪岩相变质岩系

矿石矿物组合 稀有金属矿物组合因矿床而异，常见的主要矿物有绿柱石、锂辉石、锂云母、磷锂铝石、铌钽锰矿-钽锰矿、细晶石、铌钽铁矿、钽铋矿、钨钨矿、铈榴石、铈榴石等；主要脉石矿物为钠长石、白云母、石英、磷灰石等。在分异较好的岩脉中多分布在相应的交代作用形成的矿物带内。

矿石结构构造 伟晶结构、交代结构、自形-半自形结构，块状构造、浸染状构造及条带状构造。

围岩蚀变 一般较发育，常见白云母化、硅化、钠长石化、黑磷云母化、电气石化等。

矿床实例 （新疆）可可托海、（广东）横山、（福建）西坑、（四川）甲基卡、（内蒙）集宁。

矿床成因

此类矿床的成矿物质来自褶皱造山期重熔花岗岩浆分异出来的富稀有金属元素的高挥发分熔浆

在适宜的地质环境中缓慢结晶和交代的产物。在板块俯冲、碰撞作用下，增生大陆边缘及碰撞带的岩石发生强烈的褶皱变质。在较深的部位可因变质分异和混合岩化交代形成伟晶岩，但它们多与稀有金属矿化无关。在地壳更深的部位可发生重熔，产生大量的花岗岩浆并向上侵位于不同的深度冷凝结晶。在此过程中，岩浆中的挥发组分携带着稀有金属向岩体的顶部及边部集中，形成富含稀有金属的高挥发分熔浆——即成矿岩浆。由于此种岩浆具有较高的热容量和较低的粘度，易于向低压区迁移。当熔浆侵入到角闪岩相的变质环境时，较高的温压条件有利于稀有金属的高挥发分熔浆缓慢结晶、分异和交代而成矿。但岩浆侵位于较浅的部位（ $<3\text{km}$ ）时，低的温度和压力环境不利于伟晶岩的形成而形成稀有金属花岗岩、细晶岩及霏细岩等(图 11)。

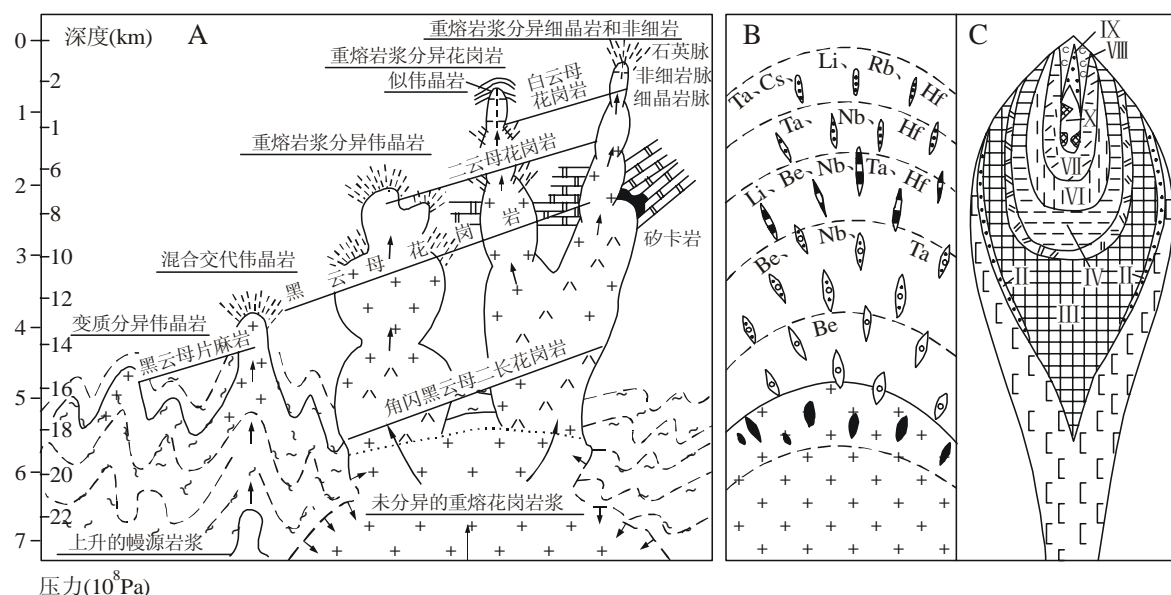


图 11 增生大陆边缘稀有金属伟晶岩矿床模式图（据邹天人，1995）

A-花岗岩浆演化与伟晶岩的形成过程示意图；B-伟晶岩稀有金属矿化垂直分带示意图；C-稀有金属伟晶岩脉内部结构示意图。I-文象变文象伟晶岩带；II-糖晶状钠长石带；III-块状微斜长石带；IV-白云母石英带；V-叶钠长石锂辉石带；VI-石英锂辉石带；VII-白云母薄片状钠长石带；VIII-锂云母薄片状钠长石带；IX-石英铯榴石带；X-核部块体微斜长石和块体石英带

找矿方向及标志

(1) 不同地质时期变质程度达绿片岩相-角闪岩相的褶皱变质带中的复背斜等相对隆起区；(2) 上述构造单元内同期花岗岩体周围及次级背斜核部及转折端等伟晶岩集中分布区；(3) 伟晶岩的围岩蚀变发育。

主要参考文献

- 1、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，118-120，168-171
- 2、白鸽、袁忠信，1980，我国稀有稀土金属矿床的若干成矿特征，矿床地质学术论文摘要汇编，57-59
- 3、邹天人、杨岳清，1980，我国花岗伟晶岩矿床类型及稀有金属矿化特征，矿床地质学术论文摘要汇编，75-79
- 4、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，316-325

2、伟晶岩型白云母矿床模式

地质构造背景

构造位置 此类矿床分布于不同地质时期的增生大陆边缘等与板块俯冲碰撞有关的褶皱变质带及大陆板块内地轴、地盾等古老褶皱变质结晶基底出露的次级构造单元，多集中分布在其中如复背斜、大断裂上盘等构造部位，形成成千上万条岩脉构成的伟晶岩带。

成矿环境 在板块俯冲碰撞作用下，成矿区域的深部岩石普遍发生了强烈的褶皱变质作用，变质程度多達角闪岩相或麻粒岩相，而且常发生较强烈的混合岩化。白云母伟晶岩的形成深度多在7-12km。

成矿时代 前寒武纪至古生代。

共生矿床 长石矿床、稀有、稀土金属矿床、宝石矿床。

矿床特征

含矿伟晶岩 含工业白云母的伟晶岩在伟晶岩带中仅占少数（约2-3%），多呈板状、凸镜状或不规则状沿断裂产出，一般长数十至数百m，宽数m至数十m。岩脉与围岩多有清晰界限，内部分异较好（多属全分异型或块状型伟晶岩），多具有较发育的云母-石英交待作用带。白云母可出现在不同的部位，达大片的有工业价值的白云母主要分布在伟晶岩脉的近中心部位或(缓倾斜脉)近上盘一侧。

矿石特征 具伟晶结构，主要脉石矿物为石英、微斜长石及酸性斜长石，常可见的次要矿物有磷灰石、电气石、萤石、绿柱石、黄玉、铌钽铁矿、黑云母等。

围岩蚀变 含矿伟晶岩脉一般均具有明显的围岩蚀变。常见蚀变类型为硅化、长石化、白云母化、黑云母化等。

矿床实例 （内蒙）土贵乌拉、(新疆)阿勒泰、(四川)丹巴、(俄)北贝加尔玛玛河、(印度)拉贾斯坦。

矿床成因

含工业白云母的伟晶岩多属岩浆型，但高挥发分熔浆可能有两种来源。其一与地壳深部重熔花岗岩浆有关，多分布于岩体附近，属岩体结晶晚期挥发组分富集的产物；其二与强烈的混合岩化有关，属受变质岩石部分熔融产生的熔浆。在褶皱变质带的复背斜及大断裂上盘是相对低压和变质流体聚集的区域，较高的水分压降低了矿物的熔点因而促进了混合岩化熔浆的形成，因此这种区域伟晶岩脉和混合岩化均较发育。聚集或侵入于断裂及裂隙中的熔浆具有缓慢冷却、充分结晶和分异的优越成矿条件。优质工业白云母可由以下两种作用形成：（1）在较晚阶段从超临界流体中与石英、长石等矿物一起结晶形成；（2）块状的长石在较晚阶段经水解作用形成，后者是主要成矿方式。

找矿方向和标志

（1）不同地质时期变质程度达角闪岩相的褶皱变质带中的复背斜、大断裂的上升盘控制的伟晶岩带；（2）上述构造单元内同期花岗岩体周围及次级背斜核部及转折端、大断裂与次级断裂的交汇地段等伟晶岩集中分布区；（3）内部分异较好、与围岩界限清晰和围岩蚀变发育的伟晶岩脉。

主要参考文献

- 1、田熙等人，1989，非金属矿床地质学，武汉工业大学出版社，38-41
- 2、地质科学院，1976，云母矿床地质特征及普查勘探方法，地质资料选编（二十五）
- 3、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，118-120

三、接触交代（矽卡岩）矿床模式

1、矽卡岩型铁矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆边缘弧及岛弧、大陆边缘隆起中的凹陷带和与之相邻的拗陷带及裂谷。

成矿环境 矿床形成于中、浅成侵入体与碳酸盐岩、钙质凝灰岩及钙质页岩等化学性质活泼的围岩接触带及其附近。与成矿有关的岩体可为辉长岩及辉绿岩、闪长岩及二长岩、石英闪长岩及石英二长岩、花岗闪长岩及花岗岩，一般富碱质（多富 Na_2O ）或偏碱性，规模多属中、小型。成矿深度一般在 1-4.5km，蚀变及矿化的温度一般在 800-200°C，主要矿化温度在 500-400°C。

成矿时代 应与不同地质时期区域板块俯冲碰撞引起的大陆边缘弧或岛弧发育及大陆边缘活化时代相一致，我国东部的矿床多为侏罗至白垩纪。

共生矿床 矿浆贯入型铁矿、矽卡岩型铜矿、矽卡岩型锡矿床等。

矿床特征

矿体特征 矿体呈似层状、凸镜状、囊状、不规则状产于接触带的矽卡岩中，主要受接触带、断裂及层间破碎带、俘虏体等构造控制，与围岩多呈渐变关系。

矿石矿物组合 矿石矿物以磁铁矿为主，可见赤铁矿、菱铁矿、镜铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、锡石、闪锌矿、方铅矿等。脉石矿物为矽卡岩矿物组合，如石榴石、透辉石及钙铁辉石、方柱石、钠长石、阳起石、符山石、绿泥石、方解石、金云母、蛇纹石、白云石、石英等，因矿床和矽卡岩类型而不同。

矿石结构构造 交代结构、交代残余结构、它形-半自形粒状结构，浸染状、条带状、斑杂状、角砾状、致密块状等构造。

围岩蚀变 矽卡岩化普遍，且常具有一定的分带性，分带情况因矿床而异、蚀变最强烈的部位多在正接触带。近矿围岩多见金云母化、阳起石化、透闪石化、绿泥石化。

矿床规模 大小不一，可构成中、大型矿床，一般多为富矿，而且常伴生多种有用金属组分，它们一般随相关岩体从基性→中性→中酸性→酸性而一次从富 $\text{Co}(\text{Ni}, \text{Au}, \text{PGe}) \rightarrow \text{Cu}, \text{Co}(\text{Au}) \rightarrow \text{Cu}, \text{Pb}, \text{Zn} \rightarrow \text{Cu}, \text{Pb}, \text{Zn}, \text{Mo}, \text{Bi}, \text{W}, \text{Sn} \rightarrow \text{Sn}$ 。

矿床实例 （河北）中关、（湖北）铁山、（新疆）磁海、（菲）Parap、（美）Eagle Mountain、（墨）Fierro。

矿床成因

矽卡岩型铁矿主要与板块俯冲作用引起的中-酸性岩浆侵入活动有关，虽不排除部分矿床的铁来自岩体的围岩，但大多数矿床的铁质是岩浆热液带入的，岩体富钠及钠化蚀变作用有利于铁质进入热液。当岩体侵位于中、浅部位的碳酸盐岩等有利围岩冷凝结晶时，岩浆中的挥发组分开始向岩体的顶部及边部集中，在早期高温阶段（超临界状态）流体通过双交代或渗滤交代作用形成干矽卡岩；其后因温度降低沿接触带上升的接近临界状态的富铁流体与围岩（包括干矽卡岩）交代形成湿矽卡岩矿物组合及磁铁矿，即铁矿的主要形成阶段（图 12）；在更晚阶段则形成伴生的赤铁矿、锡石等氧化物及铜、铅、锌的硫化物。

找矿方向及标志

（1）大陆边缘弧及岛弧、大陆边缘隆起中的凹陷带和与之相邻的拗陷带；（2）上述构造单元中中、浅成的中-基性至中-酸性岩体与碳酸盐岩等化学性质活泼围岩的接触带附近的矽卡岩化及铁矿氧化带。（3）航磁异常及地磁、重复合异常。

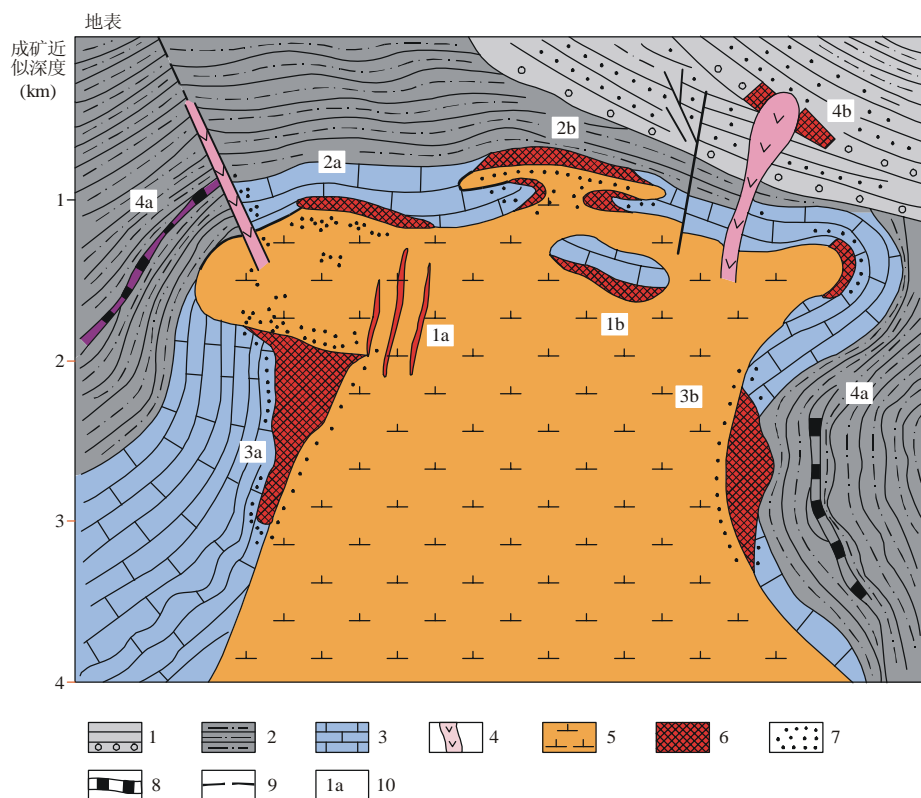


图 12 与中-酸性侵入体有关的矽卡岩型铁矿床模式图（据翟裕生（1995）原图修改）

1-砂砾岩；2-粉砂岩和泥灰岩；3-大理岩；4-中-酸性脉岩；5-闪长岩（和/或石英闪长岩、花岗岩）；6-接触交代矿体；7-蚀变带；8-沉积-接触变质改造矿体；9-断层；10-矿体产状类型编号：1a-岩体内的矿脉；1b 俘虏体中的矿体；2a、2b-岩体顶部矿体（2a-单层矿体，2b-多层矿体）；3a、3b-岩体侧部矿体；4a、4b-可能伴生的外围矿床（4a-岩体外部顺层矿体；4b-岩体外部热液充填交代矿体）

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，409-422
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，255-257，262-264
- 3、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，30-39
- 4、袁见齐等人，1985，矿床学，地质出版社，104-120

2、矽卡岩型铜矿床模式

地质构造背景

构造位置 主要分布于不同地质时期的大陆边缘弧、大陆边缘与隆起相邻的拗陷带、断陷盆地，也见于岛弧，受隆拗构造和深大断裂控制。

成矿环境 矿床形成于中、浅成侵入体与碳酸盐岩、钙质火山岩等化学性质活泼的围岩接触带及其附近。与成矿有关的岩体主要是钙碱性石英闪长岩及石英二长岩、花岗闪长岩，也见于闪长岩及花岗岩，一般碱质偏高（多富 K_2O ），规模多属中、小型。成矿深度一般在1-4.5km，矽卡岩化及矿化的温度一般在500-200°C，铜的主要矿化温度在400-200°C。

成矿时代 应与不同地质时期区域板块俯冲引起的大陆边缘弧或岛弧发育及大陆边缘活化时代相一致，我国东部的矿床多为侏罗至白垩纪。

共生矿床 矽卡岩型铁矿、矽卡岩型钼矿、矽卡岩型锡矿、矽卡岩型铅锌矿、斑岩型铜（钼）矿床、硅灰石矿床等。

矿床特征

矿体特征 矿体呈似层状、脉状、凸镜状、囊状、不规则状产于接触带的矽卡岩中，主要受接触带、断裂及层间破碎带、俘虏体等构造控制，与围岩多呈渐变关系。

矿石矿物组合 矿石矿物以黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿、斑铜矿、磁黄铁矿为主，因矿床而异可见辉钼矿、锡石、闪锌矿、方铅矿等。脉石矿物为矽卡岩矿物组合，如石榴石、透辉石及钙铁辉石、方柱石、钠长石、阳起石、符山石、绿泥石、方解石、金云母、蛇纹石、白云石、石英等，因矿床和矽卡岩类型而不同。

矿石结构构造 多见交代结构、交代残余结构、它形-半自形粒状结构、包含结构，以浸染状、斑杂状、致密块状构造为主，次为条带状、角砾状等构造。

围岩蚀变 矽卡岩化普遍，且常具有一定的分带性，分带情况因矽卡岩类型而异。由内接触带向外一般分带为：

（1）钙矽卡岩型：辉石斜长石带→石榴石带→透辉石带→硅灰石带。

（2）镁矽卡岩型：斜长石带→透辉石（石榴石）带、镁橄榄石带。

湿矽卡岩阶段及主要矿化的石英硫化物阶段叠加其上常使上述分带复杂化。

矿床规模 大小不一，可构成中、大型矿床，一般多为富矿，而且常伴生多种有用金属组分。

矿床实例 （河北）寿王坟、（湖北）铜录山、丰山洞、（安徽）铜官山、（俄）图林、（美）毕斯比、Mason Valley。

矿床成因

矽卡岩型铜矿主要与板块俯冲作用引起的中-酸性岩浆侵入活动有关，虽不排除部分矿床的铜来自岩体的围岩，它们可能在岩浆侵入和热液的作用下参与成矿，但大多数矿床的成矿物质是岩浆热液带入了。岩体富钾及钾化蚀变作用有利于铜进入热液。当岩体侵位于中、浅部位的碳酸岩盐等有利围岩时，岩浆期后气液向岩体的顶部及边部集中，在早期高温阶段（超临界状态）流体通过双交代或渗滤交代作用形成干矽卡岩；其后因温度降低沿接触带上升的接近临界状态的流体与围岩（包括干矽卡岩）交代形成湿矽卡岩矿物组合及磁铁矿；在更晚的氧化物及石英硫化物阶段热也在矽卡岩及磁铁矿化带中进一步交代形成锡石、辉钼矿及铜、铅、锌的硫化物（图13）。

找矿方向及标志

（1）大陆边缘弧、大陆边缘与隆起相邻的拗陷带及岛弧；（2）上述构造单元中的中、浅成中-酸性岩体与碳酸盐岩等化学性质活泼围岩的接触带附近的矽卡岩化带；（3）铁帽；（4）铜、金、铅、锌等元素的化探异常；（5）地磁、重力、电法的局部异常。

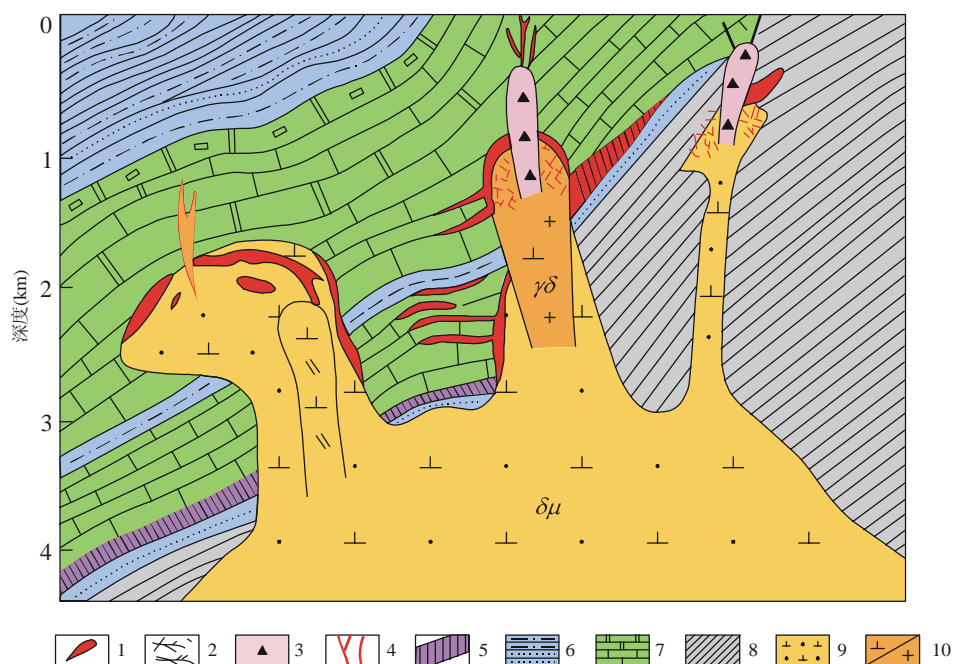


图 13 砂卡岩型铜矿床模式图（据翟裕生（1995）原图稍加修改）

1-砂卡岩型矿体；2-可能伴生的斑岩型矿床；3-可能伴生的爆破角砾岩型矿体；4-脉型矿体；5-可能伴生的层控（沉积-改造）型矿体；6-砂岩及粉砂岩；7-碳酸盐岩；8-泥质岩及页岩；9-石英闪长岩；10-花岗闪长岩/闪长玢岩

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（上册），地质出版社，59-71，111-114
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，265-267
- 3、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，34-39
- 4、袁见齐等人，1985，矿床学，地质出版社，115-121

3、矽卡岩型锡（-多金属）矿床模式

地质构造背景

构造位置 主要分布于不同地质时期板块俯冲带之上的大陆边缘弧及弧后岩浆带、大陆板块边缘的构造拗陷带及裂谷带。

成矿环境 矿床形成于中、浅成侵入体与碳酸盐岩、中基性火山岩、钙质泥岩等化学性质活泼的围岩接触带及其附近。与成矿有关的岩体多为钛铁矿系列的中-细粒或斑状黑云母或白云母花岗岩、二长花岗岩及花岗闪长岩，多属小岩株、岩枝（深部多与大的岩体相连）。矽卡岩化的起始温度约在 650°C 左右，矿化温度多在 $>400-200^{\circ}\text{C}$ 以上。

成矿时代 应与不同地质时期区域板块俯冲引起的大陆边缘弧发育及大陆边缘活化时代相一致，但以中生代为主，成矿于造山晚期。

共生矿床 矽卡岩型铁矿、矽卡岩型钨矿、矽卡岩型铜矿、脉型锡、铜及铅锌矿、云英岩型钨、锡、铋、铍等矿床及锡的砂矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈似层状、脉状、凸镜状、不规则状产于接触带的矽卡岩中，主要受接触带、俘虏体等构造控制。

矿石矿物组合 矿石矿物以锡石、黝锡矿为主，次为白钨矿、辉钼矿、辉铋矿、黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿等。脉石矿物为矽卡岩矿物组合，如石榴石、透辉石及钙铁辉石、方柱石、阳起石、符山石、绿帘石、绿泥石、金云母、镁橄榄石、粒硅镁石等，因矿床和矽卡岩类型而不同。

矿石结构构造 多见交代结构、粒状结构，浸染状、条带状、网脉状、角砾状等构造。

围岩蚀变 矽卡岩化，可见云英岩化、电气石化、萤石化及硅化。

矿床规模 可构成大型矿床，而且常伴生多种有用金属组分。

矿床实例 (云南)个旧、(内蒙)黄岗、(湖南)柿竹园、(美)Lost River、(澳)Moina

矿床成因

在洋壳俯冲于有较厚陆壳的大陆边缘之下时引起锡丰度较大的陆壳重熔形成中酸性及酸性岩浆。在岩浆上升演化过程中锡、钨等成矿元素及挥发组分趋于在晚期和上部演化为含锡花岗岩浆。此种岩浆侵位于地壳上部碳酸岩等有利围岩时，富含成矿元素的岩浆期后热液沿接触带上升发生矽卡岩化和随之形成矽卡岩型矿床，部分气液沿断裂、裂隙及层间构造充填、交代形成外围热液矿床（图 14）。

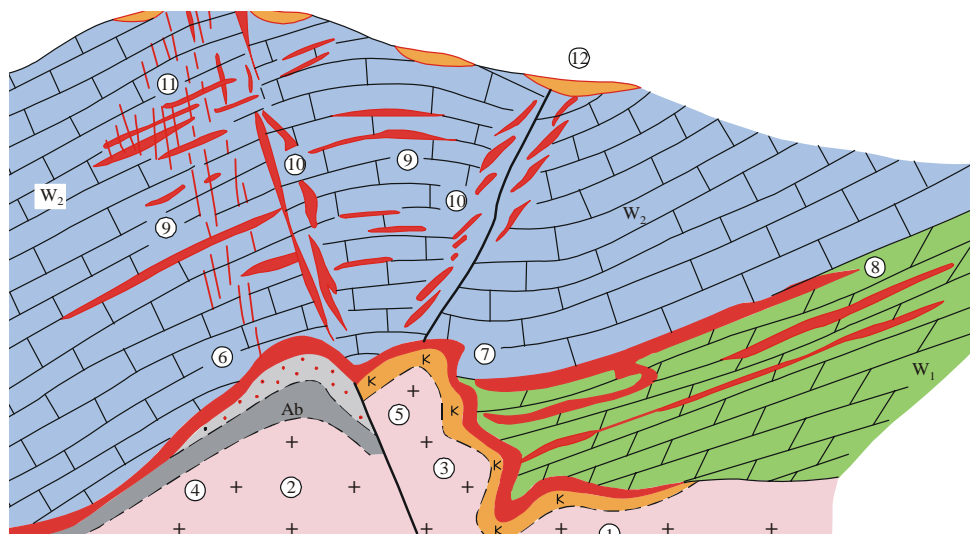


图 14 矽卡岩型锡矿床模式（据赵一鸣（1995）原图微加修改）

W₁-白云质灰岩；W₂-灰岩；①-斑状黑云母花岗岩；②-中-细粒黑云母花岗岩；③-钾长石交代岩，伴有白钨矿（锡石）

矿化；④-钠长石化花岗岩；⑤-云英岩或云英岩化花岗岩，可伴有铍、锡、钨、钼、铌、钽、铪矿化；⑥-钙矽卡岩型铜、锡、（钨、铋、金）矿体；⑦-镁矽卡岩型铜锡（钨）矿体；⑧-产于石英-萤石-磷酸盐岩中的锡铜铅锌（银）矿体；⑨-层间交代（锡、铜、铅、锌）矿体；⑩-脉状交代（锡、铜、铅、锌）矿体；⑪-电气石锡脉带型锡（钨、铍、锂、铜）交代矿床；⑫-砂锡矿

找矿方向及标志

（1）不同地质时期板块俯冲带之上的大陆边缘弧及弧后岩浆带、大陆板块边缘的构造坳陷带；
（2）Sn、W、Cu、Pb、Zn、Ag、Mo、Be、As、Bi、F、B 的组合化探异常及锡石、黑钨矿、白钨矿等重砂异常；（3）锡丰度较高的花岗岩株与碳酸盐岩接触带附近的矽卡岩化等蚀变带；（4）铁帽及锰帽。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，125-130，136-142，168-185
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，207-209，231-233
- 3、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，30-39
- 4、袁见齐等人，1985，矿床学，地质出版社，121-122

4、矽卡岩型钨矿床模式

地质构造背景

构造位置 主要分布于不同地质时期板块俯冲带之上的大陆边缘弧及其内侧、大陆板块边缘造山带。

成矿环境 矿床形成于中-浅成地壳重熔型和壳幔同熔型（复式）花岗岩、花岗闪长岩、石英二长岩岩基、岩株、岩钟与灰岩、钙质板岩等围岩接触带及其附近。

成矿时代 应与不同地质时期区域板块俯冲引起的大陆边缘弧发育及大陆边缘活化时代相一致，但以中生代为主，成矿于造山期及造山晚期。

共生矿床 矽卡岩型锡铋钼钨矿、矽卡岩型锌矿、矽卡岩型铜锡矿、脉型钨矿、云英岩型钨、锡矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈似层状、脉状、凸镜状、不规则状产于接触带的矽卡岩中及外接触带大理岩中，主要受接触带、俘虏体等构造控制。

矿石矿物组合 矿石矿物以白钨矿为主，次为锡石、辉钼矿、辉铋矿、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿等。脉石矿物为矽卡岩矿物组合，如石榴石、透辉石及钙铁辉石、角闪石、符山石、绿帘石、绿泥石、金云母、石英、长石、方解石、萤石等。

矿石结构构造 多见交代结构、粒状结构，浸染状、条带状、细脉状等构造。

围岩蚀变 矽卡岩化，云母化、萤石化及硅化。

矿床规模 可构成大型矿床，而且常伴生多种有用金属组分。W.David Menzie 和 Cail M.Jones 对美国、巴西、加拿大等 8 国 28 个矿床的规模及品位统计结果见图 15。

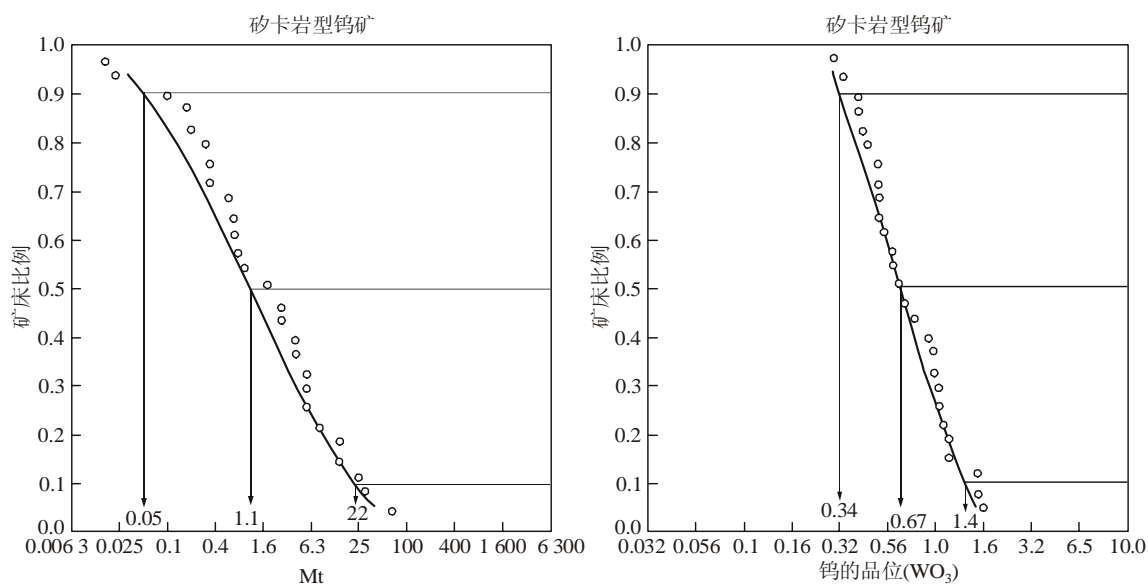


图 15 矽卡岩型钨矿床的吨位和品位模型（据 W.David Menzie 和 Cail M. Jones 1986）

矿床实例 （湖南）新田岭、瑶岗仙、柿竹园、（甘肃）塔儿沟、（河南）三道庄、（美）Pine Creek、Mac Tung、（朝鲜）桑东（Sangdong）、（加拿大）MacMillan。

矿床成因

在洋壳俯冲于有较厚陆壳的大陆边缘之下时引起钨丰度较大的陆壳重熔或与地幔物质同熔形成富含钨等成矿元素的中酸性及酸性岩浆。此种岩浆侵入于地壳上部碳酸岩等有利围岩时富含成矿元素的岩浆期后热液沿接触带上升发生矽卡岩化，同时改变了流体的物理化学条件，形成矽卡岩期的白钨矿矿化。在矽卡岩期之后的热液进一步作用于矽卡岩及碳酸岩盐和叠加矿化而形成矿床。侵入体与化

学性质不活动的围岩接触的某些地段可形成脉状或云英岩型等类型的矿床（图 16）。

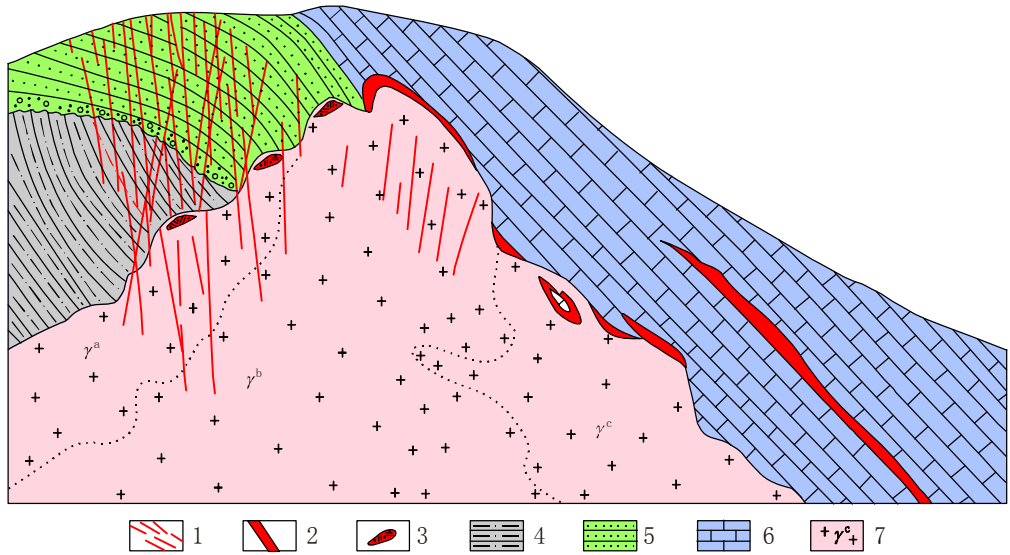


图 16 矽卡岩型钨矿床模式图

1-石英脉型黑钨矿矿床；2-矽卡岩型白钨矿矿床；3-云英岩型黑钨矿矿床；4-板岩及角岩；5-砂岩；
6-灰岩及大理岩；7-复式花岗岩及侵入次

找矿方向及标志

（1）不同地质时期板块俯冲带之上的大陆边缘弧及其内侧岩浆带；（2）多次侵入的中酸性、酸性复式岩体(多为中小型)；（3）W、Sn、Mo、Bi、Be、As、Cu、Pb、Zn 的组合化探异常；（4）上述岩体与碳酸盐岩接触带的矽卡岩化等蚀变。

主要参考文献

1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，33-61，69-80，84-102
2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，227-230
3、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，30-38，78-82
4、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，54-55
5、袁见齐等人，1985，矿床学，地质出版社，121

四、热液矿床模式

1、云英岩型锡（钨）矿床模式

地质构造背景

构造位置 主要分布于不同地质时期板块俯冲带之上的大陆边缘弧及其内侧、大陆板块边缘造山带。

成矿环境 矿床形成于中-深成地壳重熔型和壳幔同熔型黑云母或白云母花岗岩岩株、岩钟的顶部、边部及接触带附近。

成矿时代 应与不同地质时期区域板块俯冲引起的大陆边缘弧发育及大陆边缘活化时代相一致，但以中生代为主，成矿多形成于造山晚期（及造山期）阶段。

共生矿床 矽卡岩型锡钨铋钼矿、脉型石英-锡（钨）硫化物等矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈脉状、凸镜状、囊状等形状产于相关岩体顶部的突起附近及边缘的内接触带，当岩体围岩为长英质岩、杂砂岩、板岩等岩石时也可产于正接触带及外接触带，主要受断裂裂隙及接触带控制。

矿石矿物组合 锡石、黑钨矿、辉铋矿、辉钼矿、绿柱石、毒砂及少量铁、铜、铅、锌的硫化物；脉石矿物为石英、云母、萤石、黄玉、电气石等。

矿石结构构造 鳞片变晶结构、粒状结构、交代残余结构，浸染状构造、细脉及网脉状构造、条带状构造等。

围岩蚀变 云英岩化（脉侧云英岩或致密云英岩）为主，伴有萤石化、黄玉化、电气石化、硅化，云英岩化带之下的花岗岩常见钠长石化、钾长石化。

矿床规模 W.David Menzie 和 L.Reed 对德国、澳大利亚、捷克等国 10 个矿床的统计结果见图 17，我国此类矿床多属种、小型。

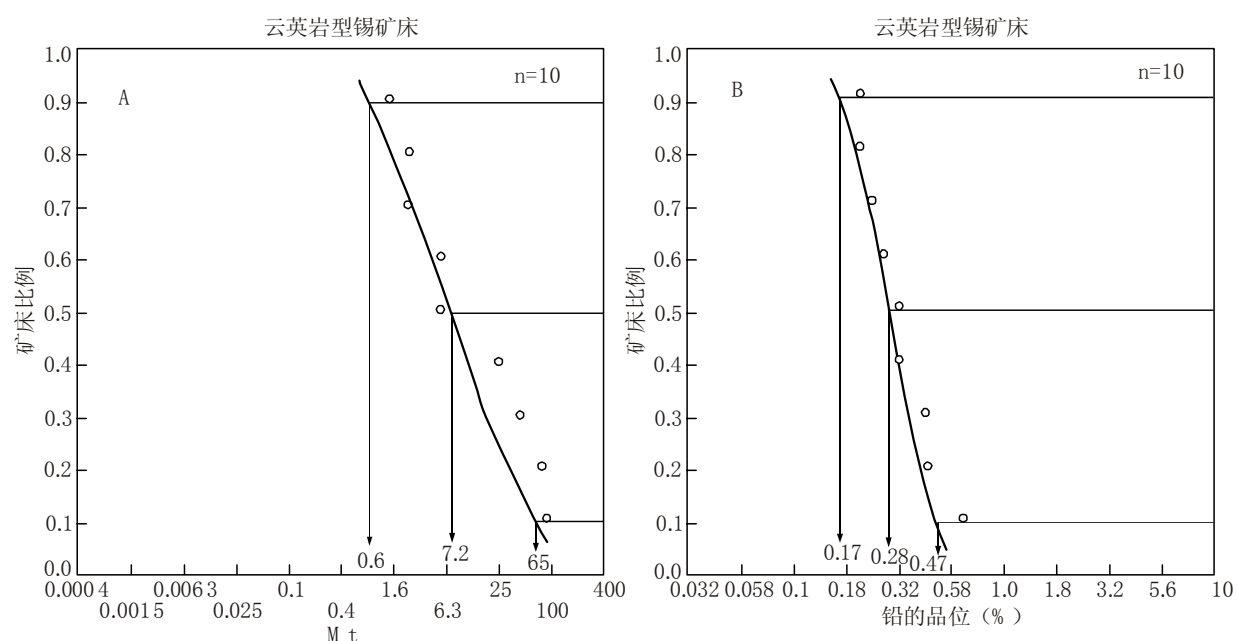


图 17 云英岩型锡矿床的规模及品位（据 W.David Menzie 和 Bruce L.Reed(1986)）

A-云英岩型锡矿床的吨位； B-云英岩型锡矿床的品位

矿床实例 （云南）小龙河、来利山、（湖南）柿竹园、（美）Lost 河、（澳）Anchor Mine、（捷）

Erzgebirge。

矿床成因

在洋壳俯冲于有较厚陆壳的大陆边缘之下时引起锡丰度较大的陆壳重熔形成中酸性及酸性岩浆。在岩浆上升盐化过程中锡、钨等成矿元素及挥发组分趋于在晚期和上部演化为含锡花岗岩浆。此种岩浆侵位结晶后挥发组分上升使岩体及围岩发生一系列的蚀变及矿化。首先是高温碱性流体与岩体发生的钾化和继之发生的钠化，不仅形成了相应的蚀变带而且可使早期进入黑云母及角闪石晶格的钨、锡等矿化组分活化进入流体相，同时流体向酸性方向转化。当岩体与化学性质不活泼的围岩接触时富矿化组分流体在岩体突起部位及边部集中并且在岩体内外接触带发生云英岩化和浸染状、网脉状及脉状矿化，自下而上矿化往往有锡、钼→铋、钨、铍→银、铅、锌的分带趋势。在封闭的条件下，也可能形成伟晶岩。当岩体侵入与碳酸盐岩时，在接触带上可能发生矽卡岩化和形成相应的矿床，而在内接触带附近可能同时发生云英岩化和形成相关的矿床（图 18）。

找矿方向及标志

（1）不同地质时期板块俯冲带之上的大陆边缘弧及其内侧岩浆带、大陆板块边缘造山带；（2）W、Mo、Sn、Be、Bi、(Li、Nb、Ta、Hf、U、Th、)Pb、Zn、Ag、F、B 的组合化探异常及锡石、黑钨矿、黄玉、电气石等重砂异常；（3）锡（钨）丰度较高的花岗岩株突起部位及边部接触带附近的云英岩化蚀变带。

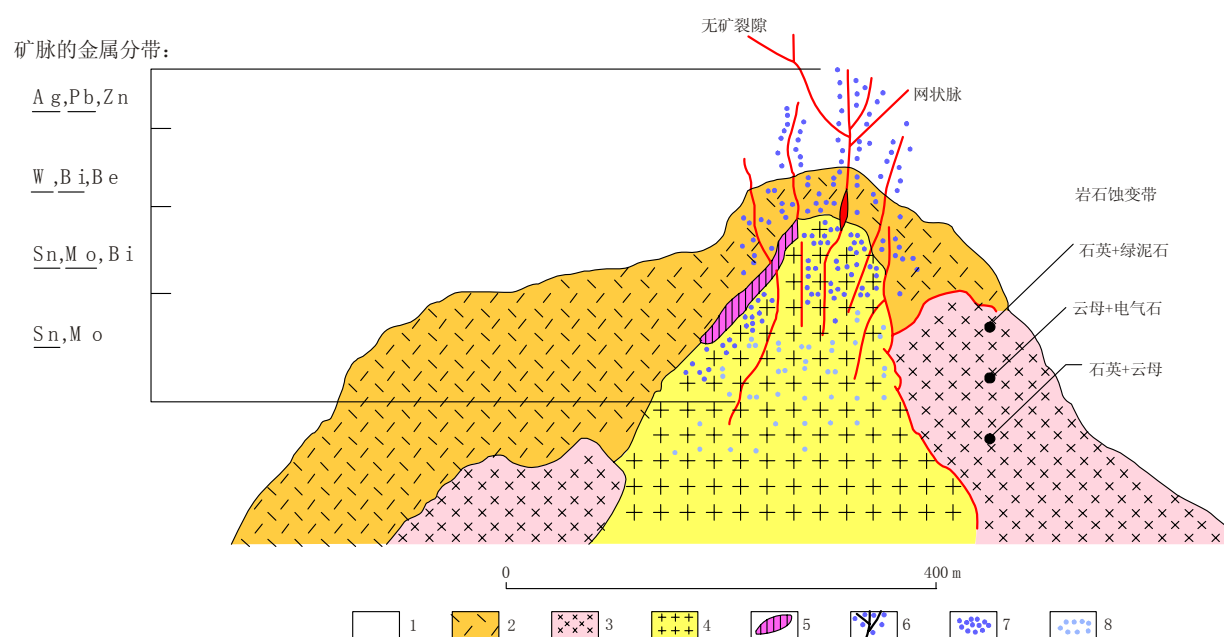


图 18 云英岩型锡（钨）矿床模式图（据 Bruce L.Reed, 1986）

1-长英质岩及砂、泥质板岩；2-黑云母花岗岩；3-蚀变花岗岩；4-钠长石化淡色花岗岩（特殊相）；5-伟晶岩；6-矿脉及云英岩化；7-块状云英岩；8-早期云英岩

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，17-23，33-54，69-74，114-116，120-112，129-134
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，223-230
- 3、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，30-38，78-82
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，68-70

2、充填-交代（石英脉）型钨矿床模式

地质构造背景

构造位置 主要分布于不同地质时期板块俯冲带之上的大陆边缘弧及其内侧、大陆板块边缘造山带。

成矿环境 矿床与侵入于砂岩、粉砂岩、页岩及其变质岩的深成地壳重熔型（复式）花岗岩、二长花岗岩岩株、岩枝有关，形成与岩体上部、边部及其围岩中。

成矿时代 应与不同地质时期区域板块俯冲引起的大陆边缘弧发育及大陆边缘活化时代相一致，见于古生代至晚第三纪，我国以中生代为主，成矿于造山期及造山晚期。

共生矿床 石英脉型锡、钼、铍矿床、云英岩型钨（钼、锡）矿床、伟晶岩型钨（钼）矿床。矿床特征

矿体特征 矿体成大脉、细脉及网脉等形态赋存于花岗岩体上部、边部及（或）外接触带围岩的裂隙中。矿化常具自下而上由大脉→细脉→线脉的空间分带规律。

矿石矿物组合 常见金属矿物为黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿、锡石、绿柱石、白钨矿、磁黄铁矿、黄铁矿、毒砂及铜铅锌的硫化物。主要脉石矿物是石英，此为、长石、萤石、白云母、黄玉、电气石、锂云母等。

矿石结构构造 矿石具自形、半自形板状、粒状、柱状、片状结构及交代残余结构，脉状、网脉状、晶洞状及局部角砾状构造。

围岩蚀变 钾长石化、钠长石化、云英岩化、硅化、黄玉化、萤石化、电气石化、绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化等。

矿床规模 常可构成中、大型至特大型矿床。Gail M. Jones 和 W.David Menzie 对包括我国西华山在内的玻利维亚、阿根廷、澳大利亚等 10 国 16 个矿床的统计结果见图 19。

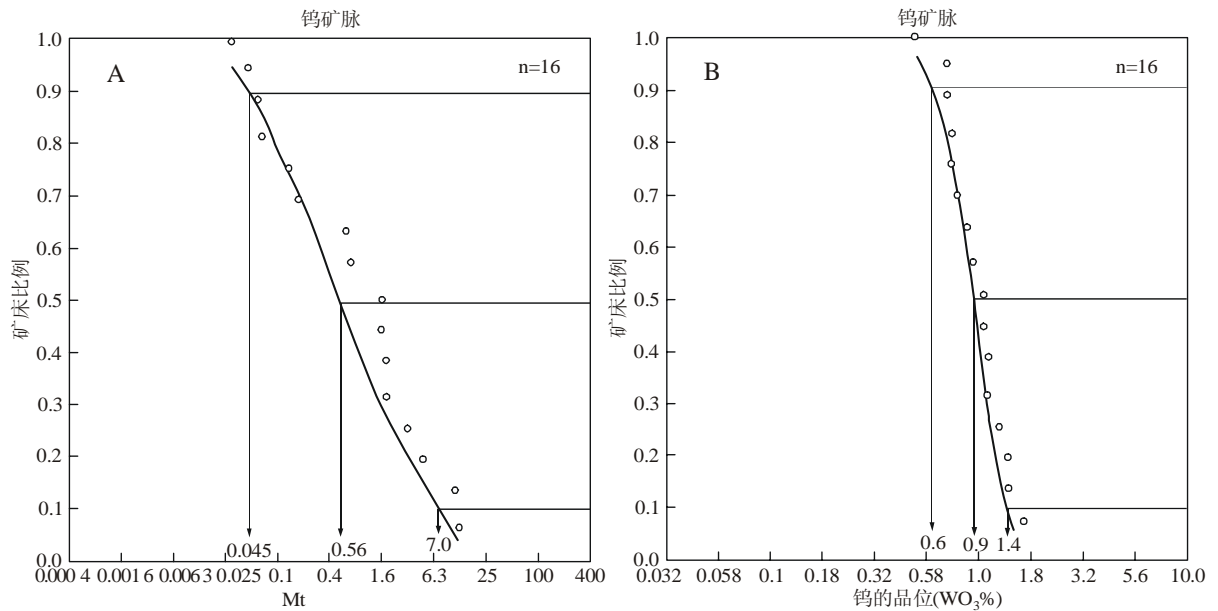


图 19 石英脉型钨矿床的规模及品位（据 Gail M. Jones 和 W.David Menzie(1986)）

矿床实例 （江西）大吉山、西华山、盘古山、（福建）行洛坑、（湖南）瑶岗仙、（广西）长营岭、（古巴）Pasto Bueno、（玻利维亚）Chicote Grande、（美）Round Mountain。

矿床成因

在洋壳俯冲于有较厚陆壳的大陆边缘之下时引起锡丰度较大的陆壳重熔形成中酸性及酸性岩浆。

在岩浆上升盐化过程中钨（锡、钼、铋、铍、铌、钽）等成矿元素及挥发组分趋于在晚期和上部演化成为含钨、锡等成矿元素的花岗岩浆。此种岩浆侵位结晶后挥发组分上升使岩体及围岩发生一系列的蚀变及矿化。首先是高温碱性流体与岩体发生的钾化和继之发生的钠化，不仅形成了相应的蚀变带而且可使早期进入黑云母及角闪石晶格的钨、锡等矿化组分活化进入流体相，同时流体向酸性方向转化。当岩体与化学性质不活泼的围岩接触时富矿化组分流体在岩体突起部位及边部集中并且在岩体内外接触带沿裂隙发生充填交代作用形成石英脉型矿床（图 20）。

找矿方向及标志

- （1）不同地质时期板块俯冲带之上的大陆边缘弧及其内侧岩浆带、大陆板块边缘的构造拗陷带；
- （2）Sn、W、Mo、Be、Bi、(Li、Nb、Ta、Hf、U、Th、)Pb、Zn、Ag、F、B 的组合化探异常及锡石、黑钨矿、黄玉、电气石等重砂异常；
- （3）侵位于砂岩、粉砂岩、页岩及其变质岩的岩浆分异强的富碱花岗岩株顶部及边部接触带附近；
- （4）微细的石英云母线脉。

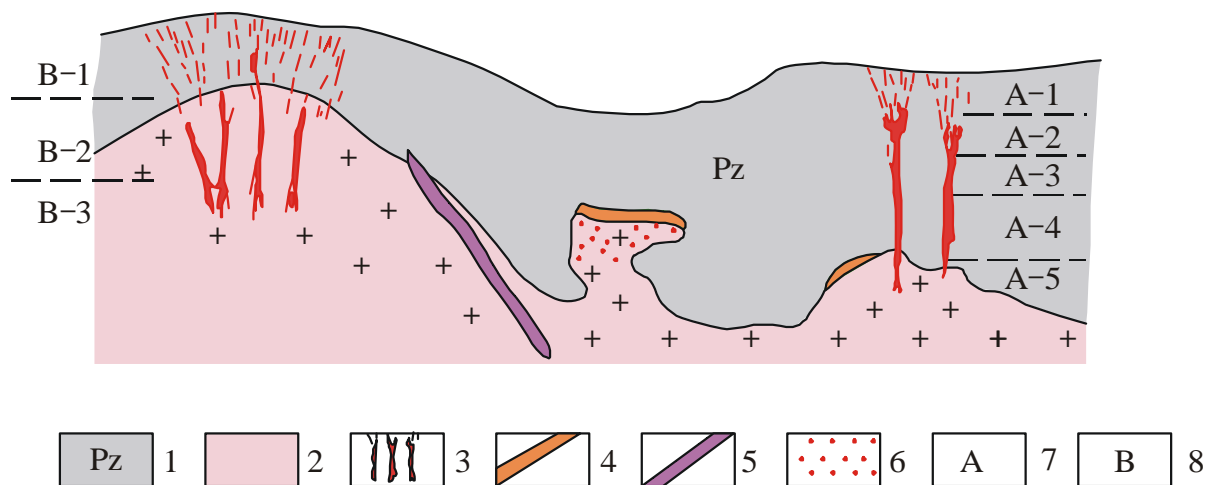


图 20 充填交代（石英脉）型钨矿床模式图（据盛继福、李岩，1995）

- 1-砂岩、粉砂岩、变质砂岩、板岩；2-花岗岩；3-石英脉型矿床；4-伟晶岩型矿床；5-云英岩型矿床；6-花岗岩型矿床；7-“五层楼”结构（A-1 线脉带；A-2 细脉带；A-3 细-大脉带；A-4 大脉带；A-5 尖灭带）；8-“三层楼”结构（“三层楼”结构（B-1 线细脉带；B-2 大（细）脉带；B-3 尖灭带）

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，6-38
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，217-219
- 3、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，30-38，78-82
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，62-64

3、砂（页）岩型铜矿床模式

地质构造背景

构造位置 陆内裂谷、被动大陆边缘及边缘拗陷、陆内断陷盆地。

成矿环境 含矿岩系可分为海相和陆相两类。前者形成于裂谷发育的早期陆缘浅海盆地、泻湖及萨布哈环境，由红色陆源碎屑沉积向碳酸盐岩沉积环境转变；后者形成于气候由潮湿向干旱转变时期的陆内断陷盆地。

含矿岩系 (1) 海相：一般下部为红色砂砾岩，向上依次出现砂岩、粉砂岩、页岩（包括黑色页岩）、白云质碳酸盐岩，其中渗透性良好的砂岩及粉砂岩是砂岩型矿床的重要含矿层位，黑色页岩是页岩型矿床的含矿层位。(2) 陆相：为河流冲积相和湖泊相红色碎屑岩系，红色岩系之下多为富有机质的含煤岩系，上部常见石膏-石盐层。红色岩系中渗透性好的冲积相砂岩是重要的含矿层位。

成矿时代 已发现的矿床多为元古代、二叠纪、中生代，其他时代也应有可能。

伴生矿床 盐类矿床、煤矿、砂岩型铀矿床、页岩及碳酸盐岩中的铅锌矿床。

矿床特征

矿体特征 砂岩型矿床的矿体多为板状、凸镜状、条带状产于渗透性好的砂岩粉砂岩中（一般为红色与浅色岩石转变部位的浅色岩石一侧），产状与地层基本一致，但矿体常可见穿层现象。页岩型者为薄而稳定的层状矿体。

矿石矿物组合 主要金属矿物是辉铜矿和斑铜矿，次为黄铜矿、黄铁矿及少量方铅矿、闪锌矿，可见自然铜。上述矿物在垂向和水平方向上表现出明显的分带，一般从浅色-红色转变带的矿体边部向浅色方向主要矿物从辉铜矿→斑铜矿→黄铜矿→黄铁矿的分带。

矿石结构构造 有用矿物可见细粒状结构、含铜矿物对砂屑、胶结物及黄铁矿的交代溶蚀结构、格子状结构、乳滴状结构、黄铁矿的球粒状及胶状结构。矿石常见浸染状、条带状构造，可见斑杂状、结核状、细脉浸染状等构造。

围岩蚀变 蚀变微弱，主要是退色化（主要由红色或紫色变为灰、灰绿、灰白等色）。

矿床规模 此类矿床具有重要的工业意义，在世界探明的铜矿储量中仅次于斑岩型矿床。矿床规模大小不等，可构成大型矿床。对扎伊尔、赞比亚、美国、俄国、波兰、澳大利亚等 14 个国家 57 个矿床的储量及品位统计结果如下（Dan L.Mosier 等人，1986）：

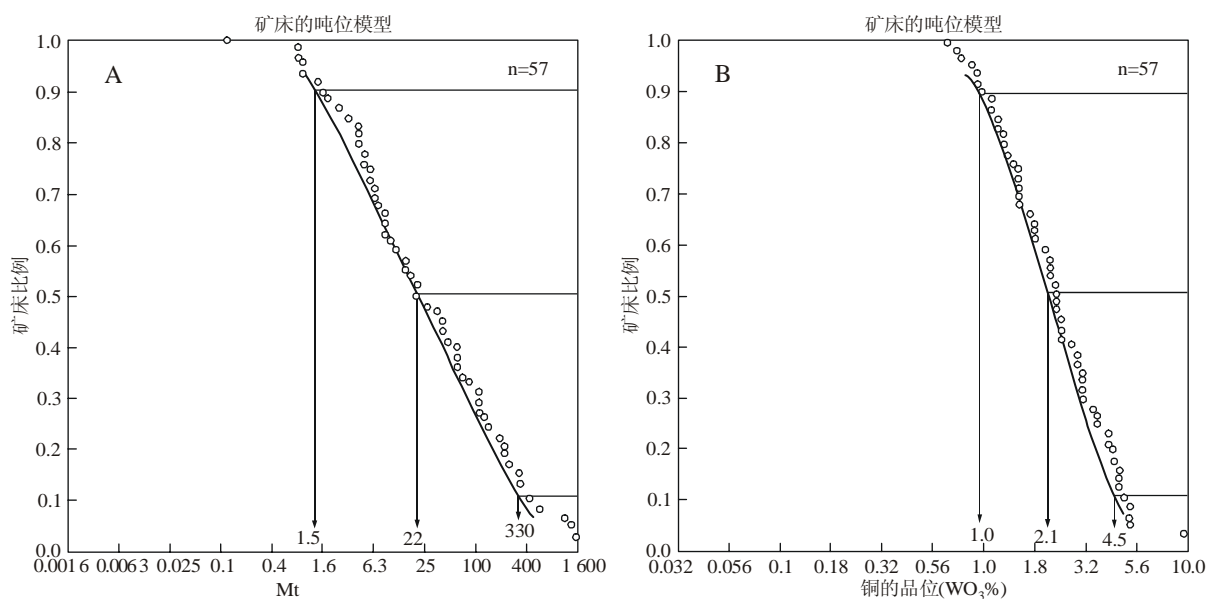


图 21 砂（页）岩型铜矿床的规模（据 Dan. L.Mosier, 1986）

矿床实例（赞比亚）Roan Antelope（页岩型）矿床、Mufulira(砂岩型)矿床、（扎伊尔）Kamoto、（俄）乌多坎、（德）曼斯费尔德、（云南）郝家河、六苴砂岩铜矿床。

矿床成因

此类矿床的成因观点较多，大致可分为（1）同沉积成因、（2）沉积成岩成因、（3）地下水热液成因等。同沉积观点用于解释页岩型铜矿床的成因可能较有说服力，此观点认为来自风化源区的成矿元素进入缺氧环境后以硫化物的形式沉积成矿（图 22）。但是砂岩型矿体产于渗透性好（分选好）的

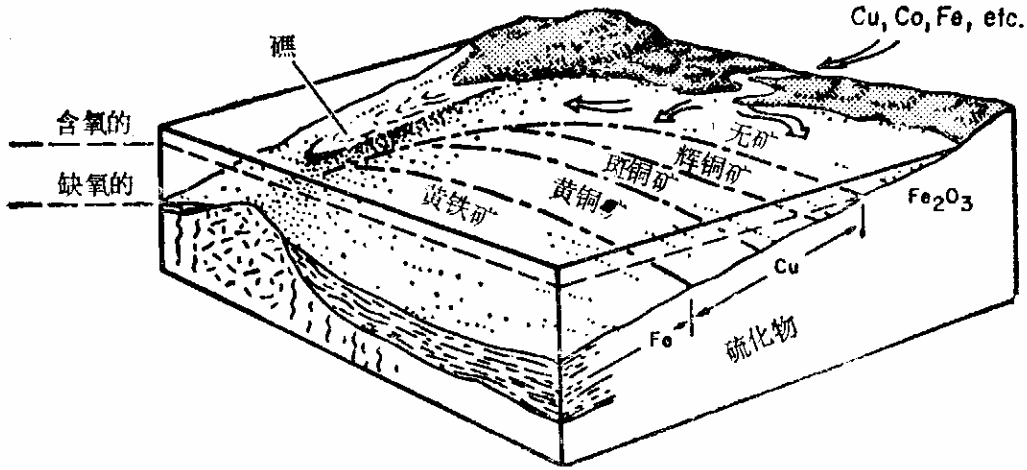


图 22 赞比亚页岩型铜矿床的矿物和金属分带的立体图解（据 Fleischer 等，1976）

碎屑岩层中，而且红色与浅色岩石界线、矿体界线常有穿层现象以及矿体内部的分带特征显示其形成于成岩期或成岩以后，可用如下模式解释：来自风化源区的铜等成矿元素与碎屑物质一起沉积形成红

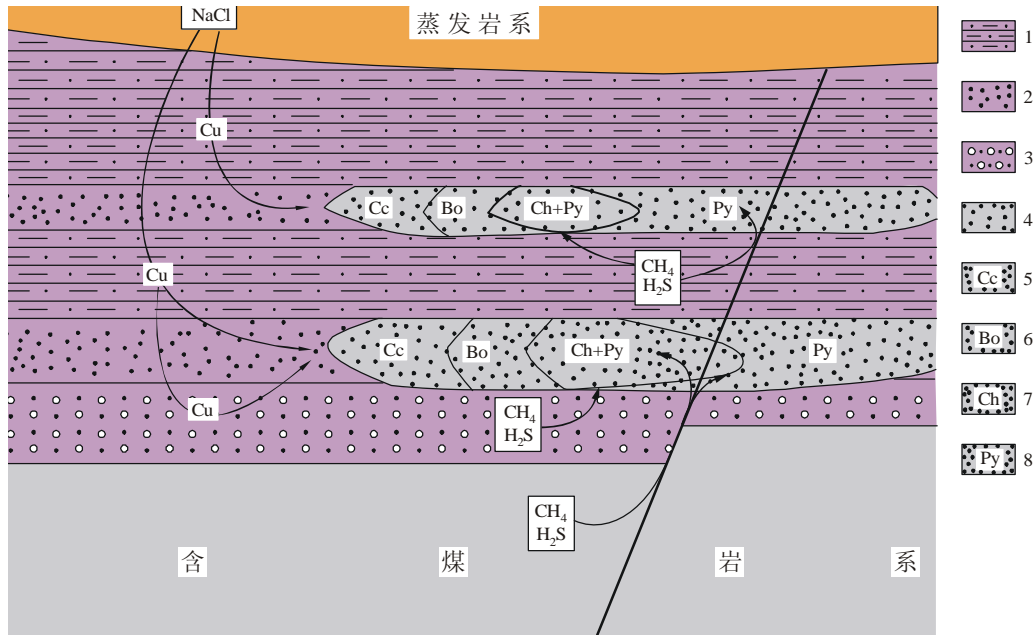


图 23 一个陆相砂岩型铜矿床的理想成矿模式

1-红色泥质粉砂岩及泥岩；2-红色渗透性砂岩；3-红色砂砾岩；4-浅（灰、灰白或灰绿）色层（退色带）；5-辉铜矿带；6-斑铜矿带；7-黄铜矿带；8-黄铁矿带（非矿化的退色带）

色碎屑岩系。沉积物中的有机质分解产生的（包括下伏煤系中上升的）富甲烷及硫化氢的还原性气液向渗透性好的沉积层聚集、运移同时还原其中的三价铁而发生退色化。沉积物粒间（包括来自上覆蒸发岩系的）富氯化钠的卤水使沉积物中的铜等元素活化，当其运移至以被还原的渗透层时交代黄铁矿而形成矿体及其内部的矿物分带（图 23）。

找矿方向及标志

（1）陆内裂谷早期、被动大陆边缘及边缘坳陷盆地、陆内断陷盆地等构造单元内发育的上述海相或陆相岩系。（2）Cu、Ag、Pb、Zn(Co、U、Mo、Ge)等元素的地球化学异常。（3）红色碎屑岩系中的浅色砂岩层。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（上册），地质出版社，106-108
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，191-193
- 3、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，197-208
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社 194-201
- 5、成都地质学院《矿床学》编写组，1978，矿床学，地质出版社，340-344
- 6、谭凯旋，1998，砂岩铜矿地球化学和成矿动力学，地质出版社，70-151
- 7、地科院情报所，1975，国外砂岩型铜矿，

4、碳酸盐岩型铅锌矿床模式

地质构造背景

构造位置 稳定的大陆板块、大陆边缘拗拉谷、裂谷。

成矿环境 容矿的碳酸盐岩建造形成于大陆板块的陆表海、大陆架的生物礁、泻湖及潮坪浅水环境。矿床形成于主岩成岩之后，与低温含矿卤水活动有关，成矿温度一般在 70-200°C 之间。

含矿岩系 为以浅海相碳酸岩盐为主，可夹有砂岩、页岩及砾岩的沉积建造。碳酸盐岩包括生物礁相、潮坪相灰岩、白云岩、礁角砾岩及崩塌角砾岩等，

成矿时代 多见于古生代及中生代

伴生矿床 同类型的黄铁矿矿床、沉积菱铁矿矿床、重晶石-萤石-闪锌矿矿床。

矿床特征

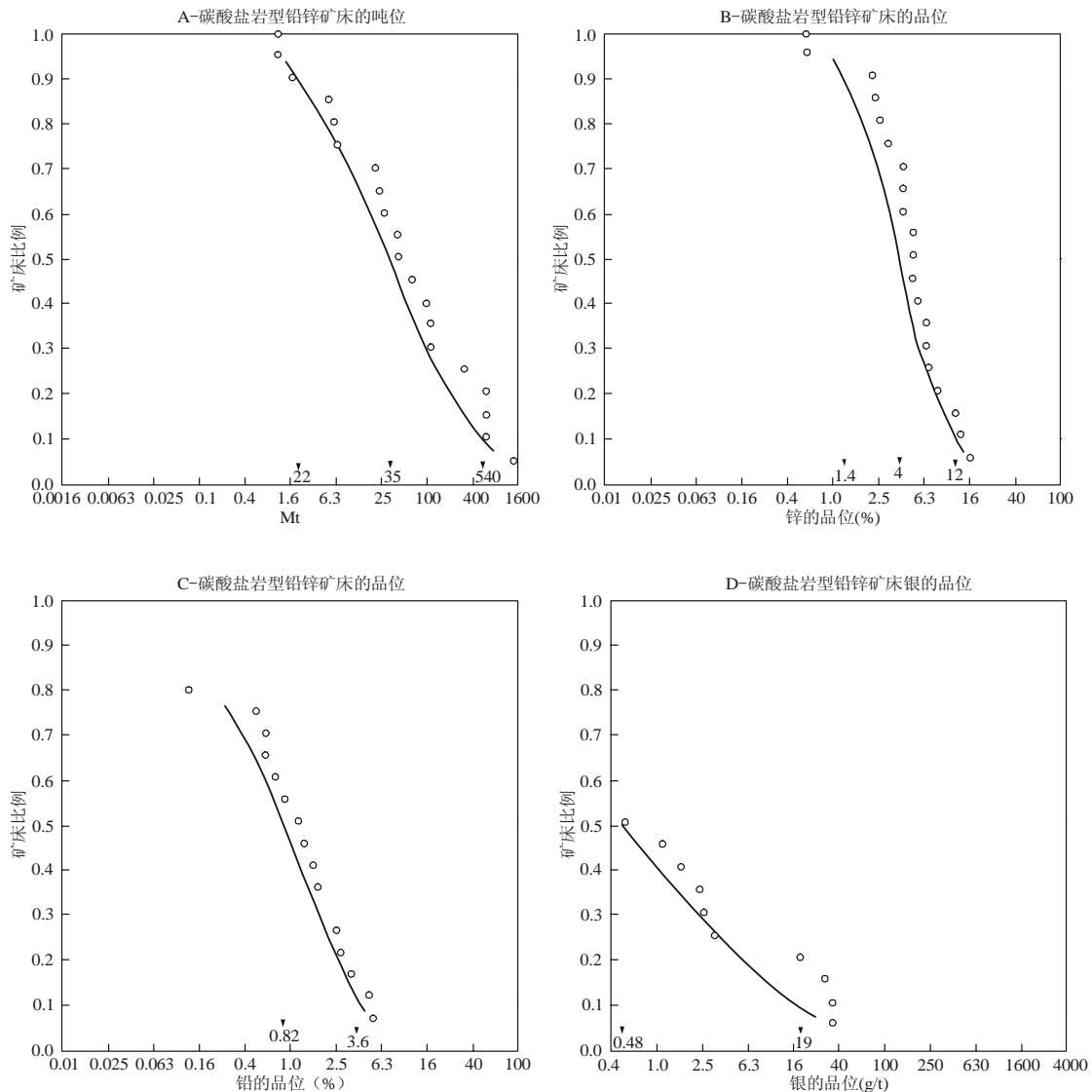


图 24 碳酸盐岩型铅锌矿床的吨位及品位 (据 Dan L.Mosier 和 Joseph A.Briskey, 1986)

矿体特征 矿体多为不规则状、似层状、凸镜状产于白云岩中，产出的部位常为：碎屑沉积盆地的边缘、沉积基底突起部位、砂岩尖灭部位、岩屑堆积层及其尖灭部位、生物礁、断裂扩容部位、不整合面及其附近的岩溶崩塌角砾岩。

矿石矿物组合 主要金属矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、白铁矿、(黄铜矿)等。常见脉石矿物为白云石、方解石、菱铁矿、重晶石、萤石、胶状二氧化硅等。

矿石结构构造 矿石多具交代结构、粒状结构、草莓状结构、集团粒状结构，浸染状、细脉浸染状、角砾状、条纹及条带状、胶状构造。

围岩蚀变 围岩蚀变微弱，常见白云岩化、硅化、方解石化及退色化。

矿床规模 此类矿床常具有重要的工业意义，可构成大型及特大型矿床。Dan L.Mosier 等人，(1986) 对美国、加拿大、波兰等国 20 个矿床的统计结果见图 24。

矿床实例 (广东) 凡口、(广西) 泗顶、(湖南) 禾青、(辽宁) 柴河、青城子、(美) 密苏里的 Viburnum、田纳西的 Mascott-Jefferson、(加拿大) Robb Lake、(波兰) Upper Silesia。

矿床成因

此类矿床的形成与非岩浆成因的低温高盐度卤水有关。参与深部循环的地下水或盆地沉积物封存的卤水受地热增温的影响溶解了地层中的盐分、铅等成分形成含矿的热卤水。此种热卤水沿断裂、不整合面、砂岩及角砾岩等渗透性层运移并在有利的部位沉淀成矿(图 25)。

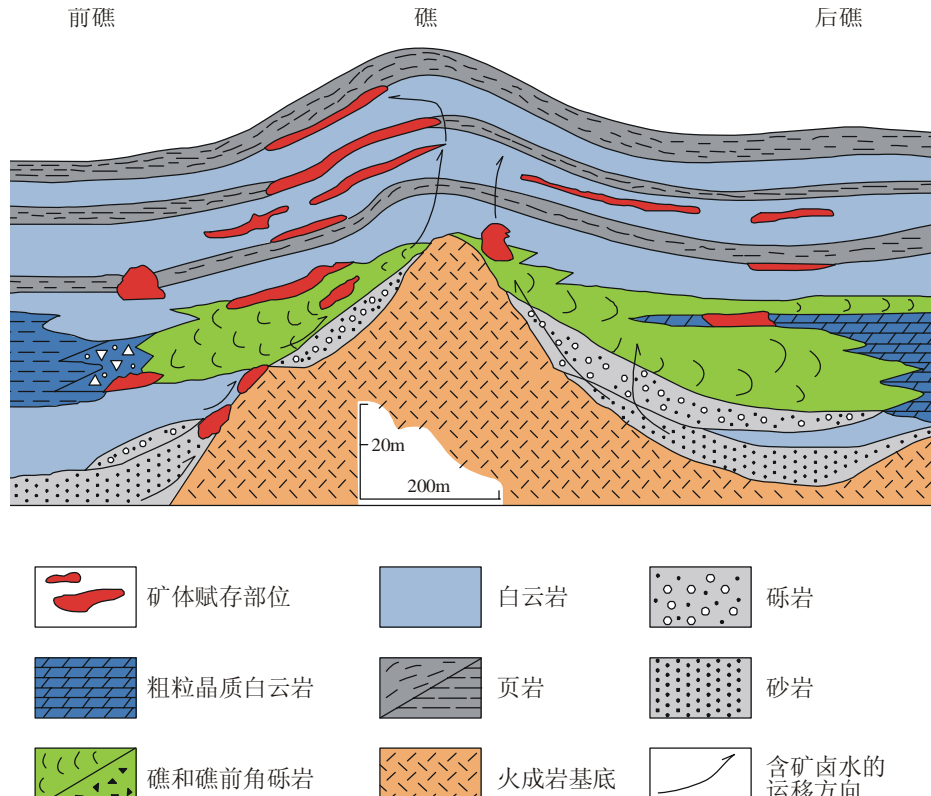


图 25 碳酸岩型铅锌矿床模式(据 Joseph A.Briskey, 1986 的图修改)

找矿方向及标志

(1) 稳定大陆板块浅海及潮坪碳酸盐岩建造,(2) 碎屑岩建造向碳酸盐岩建造过渡层位、碳酸盐岩相中孔隙发育、渗透性强的单元(如砂岩尖灭处、岩溶角砾岩、透水礁及礁角砾岩和断层角砾岩等),(3) Pb、Zn、Cu、(Mo、Ag、Co、Ni)等元素的异常,(4) 铁帽及铅锌氧化带矿物。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会, 1994, 中国矿床(上册), 地质出版社, 153-165
- 2、裴荣富, 1995, 中国矿床模式, 地质出版社, 172-174
- 3、F.索金斯, 1984 (曹开春等人(1987)译), 金属矿床与板块构造, 地质出版社, 212-223
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格, 1986 (宋伯庆等人(1990)译), 矿床模式, 地质出版社, 213-218
- 5、袁见齐等, 1979, 矿床学, 地质出版社, 205-206

5、微细浸染形金矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块的盖层沉积区和岛弧（地槽褶皱带）晚期阶段沉积岩系发育区。

成矿环境 含矿的不纯碳酸盐岩、含炭质粉砂岩及粘土质岩石等沉积岩形成于相对缺氧的环境。矿床形成于较浅的部位，与地下热卤水有关，成矿温度一般属中、低温。岩浆活动和高角度张性断裂带有助于为驱动热卤水循环提供热能和通道。

含矿岩系 含矿岩系为含炭质或泥质的条带状或角砾状的不纯碳酸盐岩、含炭质粉砂岩、泥质岩及凝灰岩等。

成矿时代 可形成于任何地质时代，但因成矿浅而不易保存，所见矿床多为中、新生代。

伴生矿床 辉锑矿-重晶石矿床、金的砂矿床及红土型矿床。

矿床特征

矿体特征 可见平行围岩层理的板状、似层状、凸镜状矿体，斜交围岩层理的脉状和筒状矿体。矿体与围岩呈渐变关系。

矿石矿物组合 矿石金属矿物常见微粒自然金、黄铁矿、白铁矿、雄黄、雌黄、毒砂、辰砂、辉锑矿，还可见少量闪锌矿、方铅矿、黄铜矿。脉石矿物常见萤石、重晶石、石英、方解石、水云母、高岭石等。

矿石结构构造 主要呈自形及半自形结构、交代结构，浸染状、角砾状构造。自然金呈极微细的颗粒分布于蚀变岩中，常被硫化物包裹或被炭质及水云母等矿物吸附。

围岩蚀变 常见的围岩蚀变是硅化（似碧玉岩）、高岭土化、碳酸盐化、白铁矿化、毒砂化。

矿床规模 规模大小不等，可构成大型特大型矿床。对美国 35 个矿床的统计(William C.Bagby 等人，1986)结果见图 26。

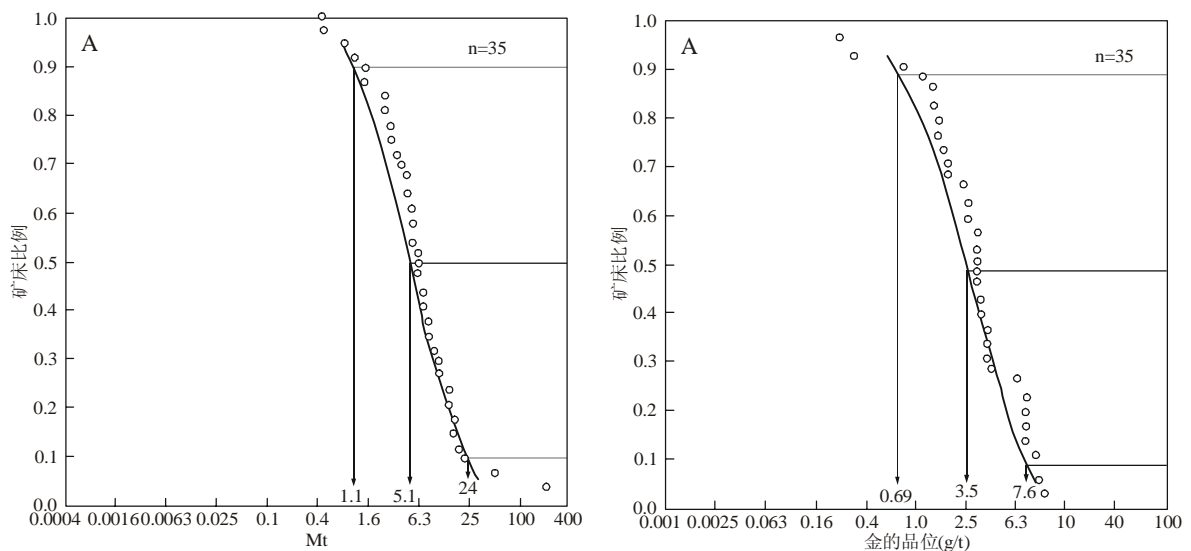


图 26 微细浸染型金矿床的规模（据 William C.Bagby 等人，1986）

A- 微细浸染型金矿床的吨位；B-微细浸染型金矿床的品位

矿床实例 （贵州）板其、丫它、（湖南）石峡、（宁夏）中卫、（四川）东北寨、（美）卡林、金坑。

矿床成因

此类型矿床的成矿流体为地下热卤水，是大气降水下渗、增温和溶解了地层中的成矿物质形成的。在成矿热卤水上升至不纯碳酸盐岩及含炭细碎屑岩时，通过交代作用而成矿。就成矿热液和成矿物质

而言可与侵入体无关，但是深部有岩浆活动则可能有利于成矿流体的热对流循环（图 27）。



图 27 微细浸染型金矿床的成矿模式（据 Giles 和 Nelson）

找矿方向及标志

（1）显生宙大陆板块及岛弧上形成的不纯碳酸盐岩及含炭质粉砂岩及泥质岩系；（2）上述岩系中及附近高角度正断层发育地段。（3）Au-As-Hg-Sb-W-(Mo)的化探综合异常，（4）地表淡红褐色似碧玉岩（硅化带）及淡红色、黄褐色氧化物。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，206-207
- 2、范永香，1989，金矿床主要类型及其地质特征，中国地质大学出版社，81-86
- 3、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，52-56
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，168-170
- 5、袁见齐等，1979，矿床学，地质出版社，143
- 6、苗昌德，1993，国内外金银矿床图册，冶金工业出版社，12-13，110-118，449-455，460-461506-511，528-529，542-556

6、斑岩型铜矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块钙碱性岩浆活动强烈的边缘火山岩浆深成弧及岛弧，深大断裂带附近。

成矿环境 矿床的形成与板块俯冲过程中钙碱质中酸性岩浆的高侵位斑状侵入体有关，矿床形成于地壳浅部，成矿温度属高-中温。

含矿岩体 为钙碱系列的小型（多 $<1\text{km}^2$ ）中性及中酸性复式岩体。岩石类型多为花岗闪长斑岩、石英二长斑岩、石英闪长岩，可见闪长岩、石英斑岩、花岗斑岩。岩体形状为岩株状、岩筒状，可见岩墙状、脉状。

成矿时代 可形成于不同地质时代的板块俯冲时期，但目前发现的矿床多为中、新生代。

伴生矿床 矽卡岩型铜（钼）矿床、脉状铅锌矿床及金矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体产于斑岩体上部、边部及内外接触带附近。常见的矿体形态有柱状、筒状、板状（全岩矿化）分布于斑岩体的上部，呈环状产于岩体的边部或成脉状、凸镜状沿裂隙带分布。

矿石矿物组合 常见金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿及金银矿物等。常见脉石矿物为石英、长石、重晶石、绢云母及粘土矿物等。

从中心向上向外矿化从钼（铜）矿化→铜（钼）矿化→铅锌矿化→金矿化

矿石结构构造 常见他形及半自形粒状结构、交代结构，浸染状构造、细脉-浸染状构造、条带状构造和角砾状构造等。从斑岩体中心向上、向外，矿石及矿化类型从浸染状→细脉浸染状→细脉状→脉状

围岩蚀变 从岩体中心向上、向外，蚀变类型从钾（钾长石、黑云母）化带→石英绢云母化带→泥化带→青盘岩化带，铜的矿化位于石英绢云母化带。（图 28）

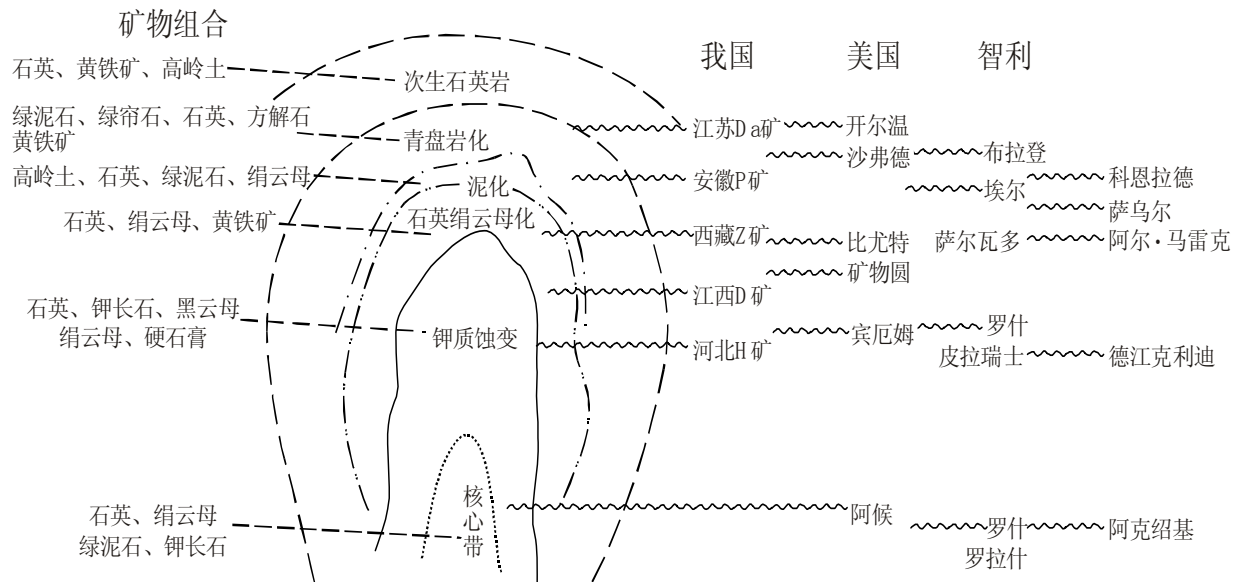


图 28 斑岩铜矿主要蚀变分带及国内外斑岩铜矿形成相对深度示意图（翟裕生等，1979）

矿床规模 此类矿床往往有重要工业意义，在世界铜的探明储量中居首位，具有规模大，品位低的特征。对世界各地 208 个矿床的统计结果见图 29。

矿床实例 （江西）德兴、（内蒙）白乃庙、（黑龙江）多宝山、（西藏）玉龙、（智利）El Salvador、（美）Bingham。

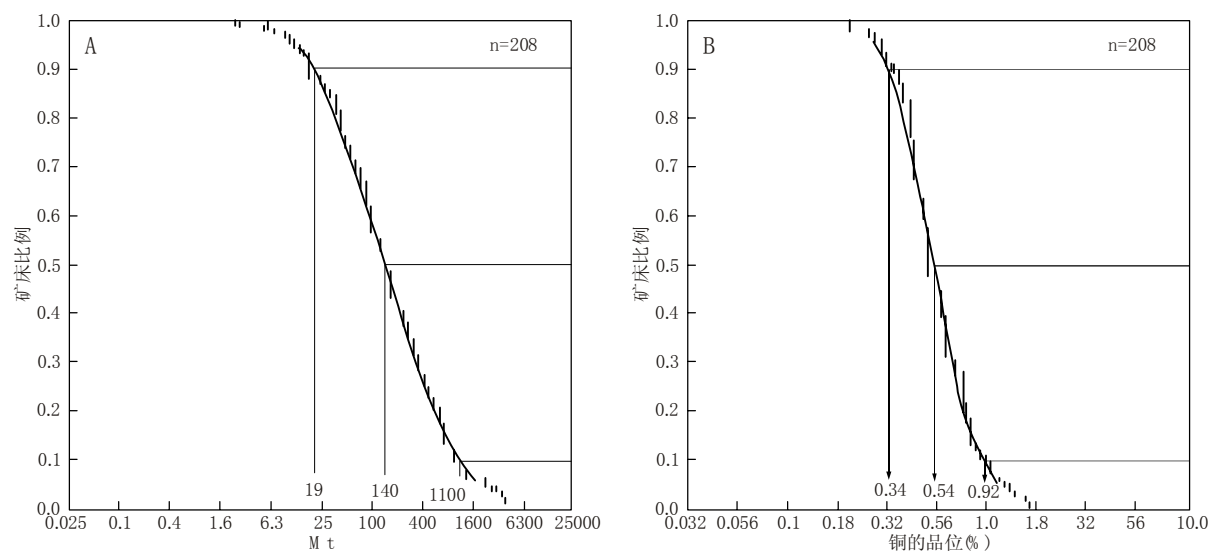


图 29 斑岩型铜矿床的吨位 (A) 和品位 (B) (据 Donad A.singer 等人, 1986)

矿床成因

斑岩型铜矿床与板块俯冲作用有关。富含金属组分和封存了海水的洋底沉积物随洋壳板块俯冲于大陆板块边缘之下时发生部分熔融形成富含成矿物质和挥发组分的钙碱性岩浆。当此种岩浆侵位于俯冲带上方大陆边缘地壳浅部时快速冷凝结晶而形成斑状酸性次火山岩体。随后，深部岩浆房中析出的含矿流体迅速上升至次火山岩体的上部，并因减压沸腾形成细脉浸染状矿化或发生隐爆形成角砾岩筒。在有化学性质活泼的围岩时也可形成矽卡岩型矿化。岩浆和气液流体的上升可引发地下水的对流循环，使围岩中的矿质及硫活化和参与成矿（图 30）。

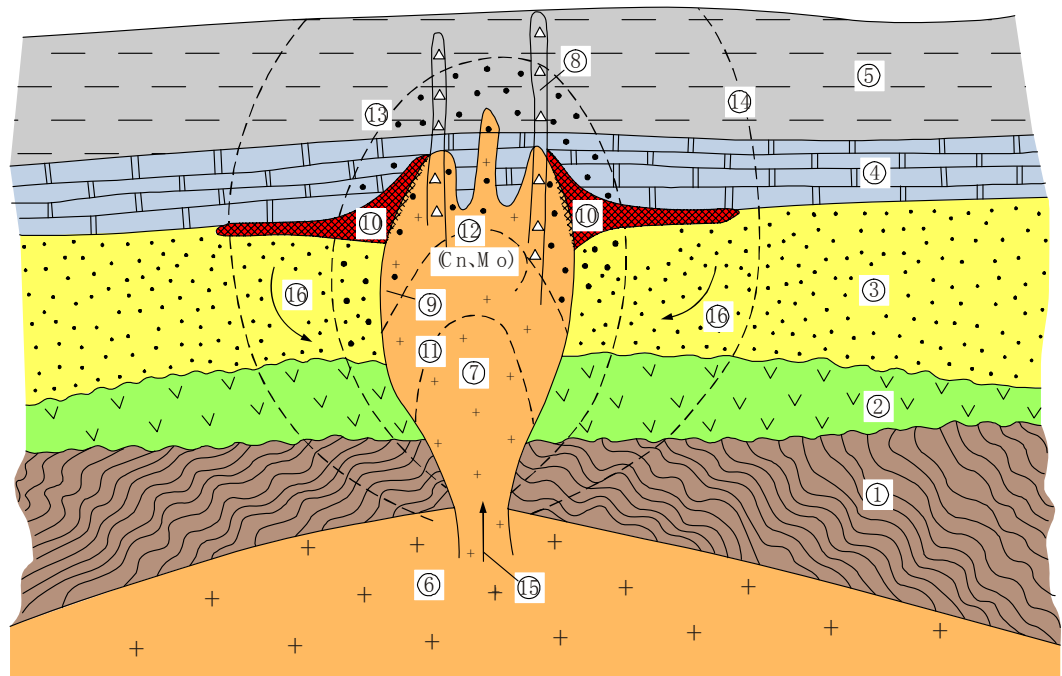


图 30 斑岩型铜（钼）矿床的成矿模式（据芮宗瑶等人, 1995）

①基底岩石；②火山岩；③泥沙质岩；④碳酸盐岩；⑤泥质岩；⑥深成岩基；⑦浅成斑岩体；⑧爆破角砾岩筒；⑨带黑点的范围表示斑岩型铜钼矿化；⑩矽卡岩型矿化；⑪钾化带底界；⑫绢英岩化带底界；⑬青盘盐化带底界；⑭青盘盐化带顶界；⑮上升岩浆流体；⑯循环天水

找矿方向及标志

(1) 不同地质时期钙碱质中酸性岩浆活动强烈的大陆边缘弧及岛弧, (2) 深大断裂带附近 (尤其是上升盘一侧) 的次级断裂, (3) 小型斑状复式岩体和典型的蚀变类型及分带, (4) 外围常伴有 Pb、Zn、Au、As、Sb、Se、Te、Mn、Co、Ba 等元素异常的 Cu、Mo、Ag、(W、B、Sr) 等元素的综合异常, (5) 地表红褐色的氧化带。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会, 1994, 中国矿床 (上册), 地质出版社, 43-54, 108-110
- 2、裴荣富, 1995, 中国矿床模式, 地质出版社, 98-101, 158-160, 204-206, 246-248
- 3、F.索金斯, 1984 (曹开春等人 (1987) 译), 金属矿床与板块构造, 地质出版社, 13-21
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格, 1986 (宋伯庆等人 (1990) 译), 矿床模式, 地质出版社, 74-79
- 5、袁见齐等, 1979, 矿床学, 地质出版社, 167-170
- 6、冶金工业部地质研究所, 中国斑岩铜矿, 科学出版社, 20-38

7、斑岩型钼矿床模式

地质构造背景

构造位置 活动大陆板块边缘弧内侧的构造岩浆活动带、亲弧裂谷及大陆裂谷。

成矿环境 成矿区域有较厚的陆壳，张性构造发育。矿床与钙碱质及次碱质酸性及中酸性岩浆活动有关。成矿于地壳浅部，成矿温度属高温（可高达 500-600℃，晚阶段可降至 240-250℃）。

含矿岩体 为具斑状结构的浅成-超浅成酸性小型（多<1km²）侵入体。其岩石类型多为花岗斑岩、二长花岗斑岩及花岗闪长斑岩，多具有高硅、高碱的特征。岩体多呈岩株状及岩筒状。

成矿时代 可形成于不同地质时代，但目前发现的矿床多为中、新生代。

伴生矿床 同类型铜矿床及钨钼矿床、矽卡岩型钨钼及钼铁矿床。

矿床特征

矿体特征 钼的矿体多成环状、锅状、筒状、似层状、凸镜状、脉状产于岩体的上部、顶部、爆破角砾岩筒、接触带及裂隙带中。

矿石矿物组合 主要金属矿物主要为辉钼矿、黄铁矿，常可见黄铜矿、黑钨矿、白钨矿、锡石、闪锌矿、方铅矿、磁铁矿等。常见脉石矿物有石英、长石、萤石、云母、黄玉等。

矿石结构构造 常见片状、自形-半自形粒状结构、交代结构，浸染状、细脉浸染状、细脉及网脉状构造。

围岩蚀变 常见钾化、硅化、绢云母化、青盘岩化等，并且有从中心向外依次分带规律，但因岩浆的多次侵入和多期次矿化、蚀变的叠加使蚀变分带复杂化。

矿床规模 此类矿床往往有重要工业意义，具有品位低、规模大的特征，在世界钼的探明储量中居首位。

矿床实例 （陕西）金堆城、（吉林）大黑山、（辽宁）蓝家沟、（北京）大庄科、（河南）南泥湖-三道庄、（美）Climax、Henderson、Redwell Basin、（格陵兰）Malmbjerg。

矿床成因

斑岩型钼矿床的成因与板块俯冲作用和裂谷活动有关。当洋壳以较低的角度俯冲于有较厚陆壳的大陆板块边缘之下因俯冲减速或拆沉作用，或在大陆裂谷早期因镁铁质岩浆上升并释放热能，导致下地壳发生小规模的部分熔融形成富含成矿元素的流纹质岩浆（一般高硅富碱）。当此种岩浆侵位于大

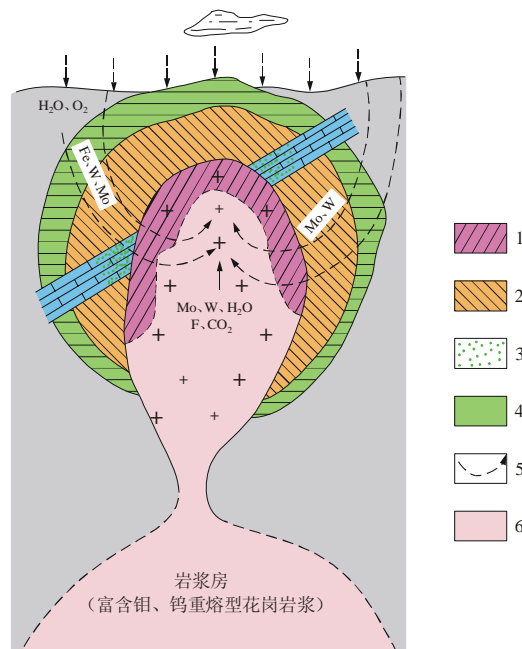


图 31 斑岩型钼矿床的成矿模式（据黄典豪（1995）原图修改）

1-钾化带；2-绢英岩化带；3-矽卡岩化带；4-青盘岩化带；5-成矿流体运移方向，6-花岗斑岩或斑状花岗岩

陆边缘地壳浅部时快速冷凝固晶形成斑状酸性次火山岩体。随后，深部岩浆房中析出的含矿流体迅速上升至次火山岩体的上部，并因减压沸腾形成细脉浸染状矿化或发生引爆形成角砾岩筒。在有化学性质活泼的围岩时也可形成矽卡岩型矿化。岩浆和气液流体的上升可引发地下水的对流循环，使围岩中的矿质活化和参与较晚阶段的成矿（图 31）。

找矿方向及标志

（1）不同地质时期的大陆板块边缘弧内侧、弧后裂谷及大陆裂谷等构造单元，（2）高硅富碱的酸性斑状结构的小侵入体，（3）Mo、W、Sn、Cu、Rb 等元素的综合异常，（4）地表氧化带中姜黄色铁钼华的色斑。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（上册），地质出版社，487-517，536-539
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，242-244
- 3、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，88-96，195-196
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，71-72，110-116

8、斑岩型锡矿床模式

地质构造背景

构造位置 活动大陆板块边缘火山-深成弧内侧，深大断裂旁侧的次级断裂带。

成矿环境 矿床一般形成于中性至酸性火成岩带中的浅成-超浅成次火山岩岩株上部或火山口内。成矿温度较高，一般在 300-400℃ 之间。

成矿侵入体 为斑状结构的小型 ($<1-2\text{km}^2$) 次火山岩体，岩石类型可见花岗斑岩、石英安粗岩等，多成岩株、岩漏斗、岩筒、岩枝等。

成矿时代 可形成于任何地质时代，但因其成矿部位较浅而易被剥失，所见者多为中、新生代。

伴生矿床 斑岩型钨（钼）矿床、脉状锡及锡多金属热液矿床、石英脉型黑钨矿矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体产于斑岩体的上部及顶部，往往全岩矿化，因此矿体形状取决于岩体形态，呈倒置杯状、脉状、凸镜状等。

矿石矿物组合 常见金属矿物为锡石、黝锡矿、黄锡矿、辉铋矿、黑钨矿、辉钼矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、黄铜矿等，脉石矿物常见石英、长石、黄玉、萤石、云母、电气石等。

矿石结构构造 矿石常见半自形-它形粒状结构、交代结构，浸染状、细脉浸染状、细脉状构造。

围岩蚀变 从含矿斑岩中心向外可以依次出现钾化带、（黄玉或电气石）云英岩化带、绢英岩化带、青盘岩化带，在蚀变带的上部可出现硅化核或泥化带。

矿床规模 多形成中、大型及特大型矿床。

矿床实例 （广东）银岩、锡坪、（湖南）野鸡尾、（江西）岩背、（玻利维亚）Llallagua、Choroque。

矿床成因

此类矿床的成因与板块俯冲作用有关。俯冲至较深部位的洋壳部分熔融产生的岩浆上升至大陆板块陆壳并引起陆壳部分熔融产生中酸性及酸性岩浆。此种岩浆上升到中间岩浆房后分异出富含挥发组分和锡等成矿元素的长英质岩浆，当其侵位于地壳浅部时上部冷凝固结，随后上升的流体发生减压沸腾使已结晶的岩体及其围岩蚀变并以充填-交代方式成矿，也可能发生隐爆而形成爆破角砾岩筒。成矿物质主要来自岩浆热液，晚阶段也可能有循环大气降水的混合（图 32）。

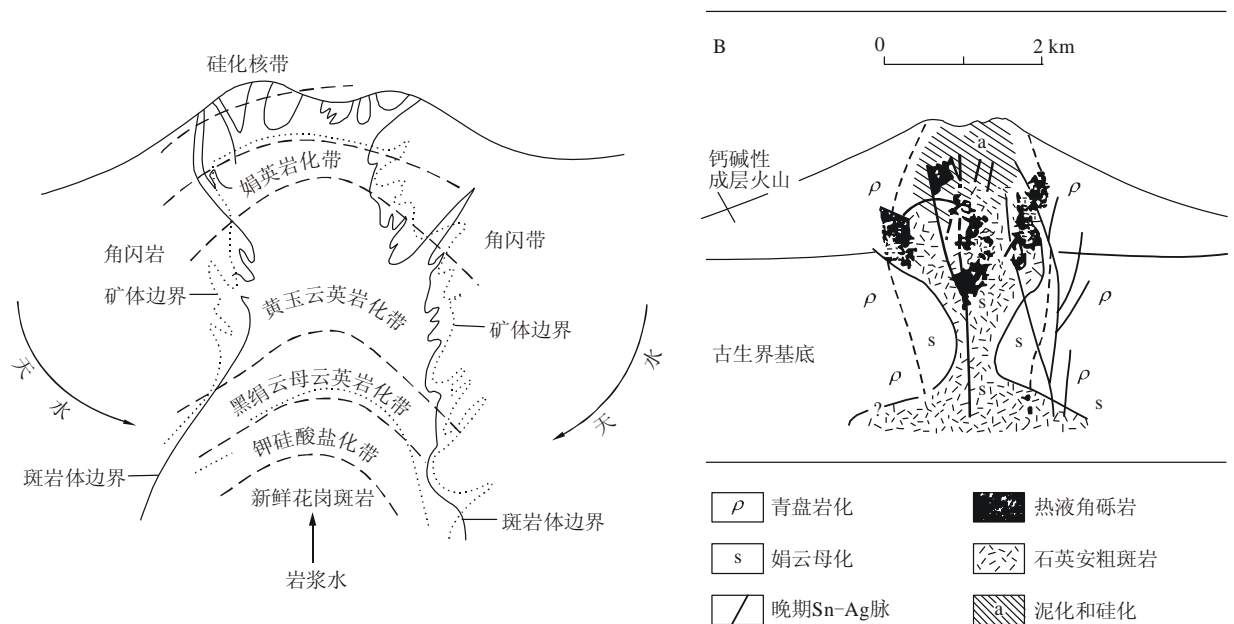


图 32 斑岩型锡矿床的模式

A-与酸性侵入岩有关的斑岩锡矿模式（据芮宗瑶等人，1995）；

B-与石英安粗岩有关的斑岩锡矿模式（据 Sillitoe 等人，1975）

找矿方向及标志

(1) 不同地质时期大陆边缘弧内侧深大断裂旁侧的次级断裂, (2) 中酸性及酸性斑状浅成-超浅成小侵入体, (3) 中心为 Sn、B (或 Sn、W、Mo、Bi、F), 外围为 Sn、Ag、Pb、Zn、As、Sb、Cu、Ba 的异常。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会, 1994, 中国矿床 (中册), 地质出版社, 149-152
- 2、裴荣富, 1995, 中国矿床模式, 地质出版社, 214-216
- 3、F.索金斯, 1984 (曹开春等人 (1987) 译), 金属矿床与板块构造, 地质出版社, 78-86
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格, 1986 (宋伯庆等人 (1990) 译), 矿床模式, 地质出版社, 104

9、玢岩型铁矿床模式

地质构造背景

构造位置 活动大陆边缘内侧受洋壳俯冲作用影响形成的陆相断陷火山岩盆地。

成矿环境 成矿的断陷盆地内富碱偏基性的中性火山活动强烈，主要岩石类型为辉石闪长玢岩、闪长玢岩、钠长斑岩、辉石粗安岩、玄武粗安岩、粗面岩等。成矿主要与次火山岩有关，成矿作用跨越了岩浆阶段和热液阶段。

含矿岩体 与矿化有关的岩体主要为石辉石闪长玢岩、辉石闪长岩和辉石粗安斑岩等次火山岩体，其浅部多成岩钟、岩瘤、岩舌及岩枝产出。

成矿时代 已知的矿床形成于中生代，其他地质时代具有相同地质环境的地区也应能形成此类型的矿床。

伴生矿床 黄铁矿矿床、铜及铜金矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体可分如下类型：（1）产于岩体中的凸镜状、囊状、网脉状及脉状矿体（陶村式）；（2）产于岩体顶部及边部的脉状、筒状矿体（凹山式）；（3）产于接触带附近的似层状、凸镜状矿体（梅山式、凤凰山式、向山式、姑山式、）；（4）产于远离次火山岩体的层状、似层状矿体（龙旗山式、竹园山式）及脉状矿体（龙虎山式）。

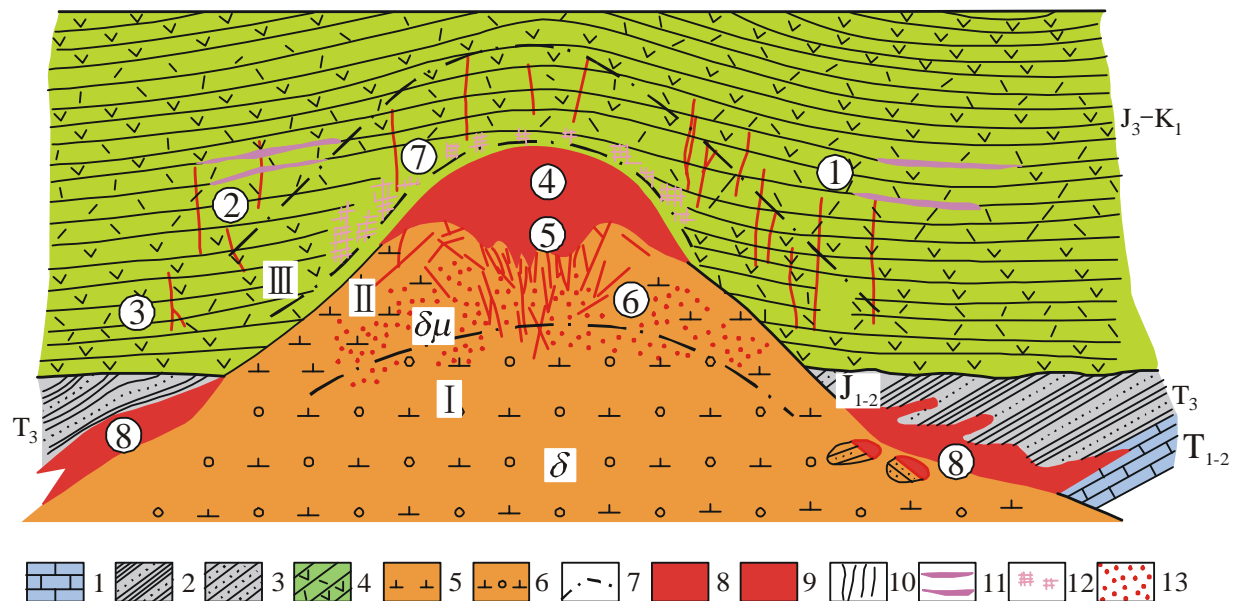


图 32 玢岩铁矿理想模式图（据翟裕生等，1979）

1-青龙群石灰岩 (T_{1-2}); 2-黄马青组沙页岩 (T_3); 3-象山群砂岩 (J_{1-2}); 4-龙王山、大王山两旋回火山岩 (J_3/K_1); 5-辉长闪长玢岩; 6-辉长闪长玢岩-辉长闪长岩; 7-蚀变分界线; 8-角砾岩化带及角砾状矿石; 9-块状矿石; 10-镜铁矿或磁铁矿脉; 11-层状铁矿; 12-黄铁矿化; 13-浸染状磁铁矿化

①-龙旗山式; ②-竹园山式; ③-龙虎山式; ④-梅山式; ⑤-凹山式; ⑥-陶村式; ⑦-向山式 (黄铁矿); ⑧-姑山式、凤凰山式

I-下部浅色蚀变带; II-中部深色蚀变带; III-上部浅色蚀变带

矿石矿物组合及结构构造 因不同成因的矿体而异: 陶村式为钠柱石-透辉石-磷灰石-磁铁矿组合, 浸染状、细脉状、网脉状构造; 凹山式为阳起石 (透辉石)-磷灰石-磁铁矿组合, 伟晶结构, 脉状、网脉状及角砾状构造; 梅山式为透辉石-石榴石-磷灰石-磁铁矿组合, 自形、半自形粒状交代结构、块状及脉状构造、凤凰山式为透辉石 (阳起石、碱性长石)-金云母-磷灰石-磁铁矿组合, 块状、角砾状、

网脉状构造；龙旗山式及龙虎山式为石英-赤铁矿-镜铁矿组合，块状构造、条带状构造、角砾状、脉状构造。

围岩蚀变 矿体围岩蚀变强烈，通常由次火山岩体向上、向外可分为以岩体边部钠长石化为主的下部浅色蚀变带，接触带附近以方柱石化、透辉石化、石榴石化、绿帘石化、阳起石化为主的深色蚀变带，远离接触带火山岩中以硬石膏化、硅化、泥化、黄铁矿化、次生石英岩化为主的上部浅色蚀变带。

矿床规模 矿床规模不很大，但矿体及中，品位高，据较高的经济价值。

矿床实例 （安徽）凹山、陶村、（江苏）梅山、凤凰山。

矿床成因

此类矿床由一系列不同因的矿体构成，但主要与次火山热液活动有关，其中包括：（1）火山喷发间歇期形成的沉积型矿体（龙旗山式）；（2）火山热液充填型矿体（龙虎山式）；（3）次火山岩体上部的热液充填交代型矿体（陶村式）；（4）岩体顶部形成的高温伟晶交代-充填矿体（凹山式）；（5）岩体与火山岩和沉积岩接触带上形成的接触交代型矿体（梅山式和凤凰山式）及矿浆贯入型矿体（？姑山式）。

找矿方向及标志

（1）活动大陆变岩内侧的断陷中性火山岩盆地，（2）大面积的泥化、硅化等浅色蚀变和近矿深色蚀变带，（3）地表的铁帽及硅化帽，（4）Cu、Co、Ni、Ba、Sr 等元素的地化异常。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，423-426
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，258-261
- 3、袁见齐等，1985，矿床学，地质出版社，170-174

10、塞浦路斯型块状硫化物矿床模式

地质构造背景

构造位置 不同地质时期的板块缝合带上残留的蛇绿岩带, 矿床的空间分布可能与枕状玄武岩中的高角度正断层有关。

成矿环境 矿床形成于洋中脊附近枕状熔岩上发育的海底热液喷流场，一般成矿场所有较大的海水深度，成矿温度多在 300℃左右至 350℃。

含矿岩系 属蛇绿岩套上段的辉绿岩的席状岩墙、枕状拉斑玄武岩和其上的燧石岩、千枚岩等。

成矿时代 应可形成于从太古带至第三纪代表洋壳增生的各个地质时期，目前发现的此类矿床多属早古生代和中生代。

伴生矿床 火山成因的锰矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体可分为喷流-沉积成因和热液充填-交代成因两类。喷流-沉积成因的矿体呈凸镜状、似层状整合地产于两层枕状拉斑玄武岩之间或拉斑玄武岩顶部，其上常为有石英和针铁矿组成的赭石层（可见燧石岩、千枚岩等），其下为蚀变枕状拉斑玄武岩。热液充填-交代成因的矿体呈筒状、漏斗状不整合地产于蚀变玄武岩中（图 33）。

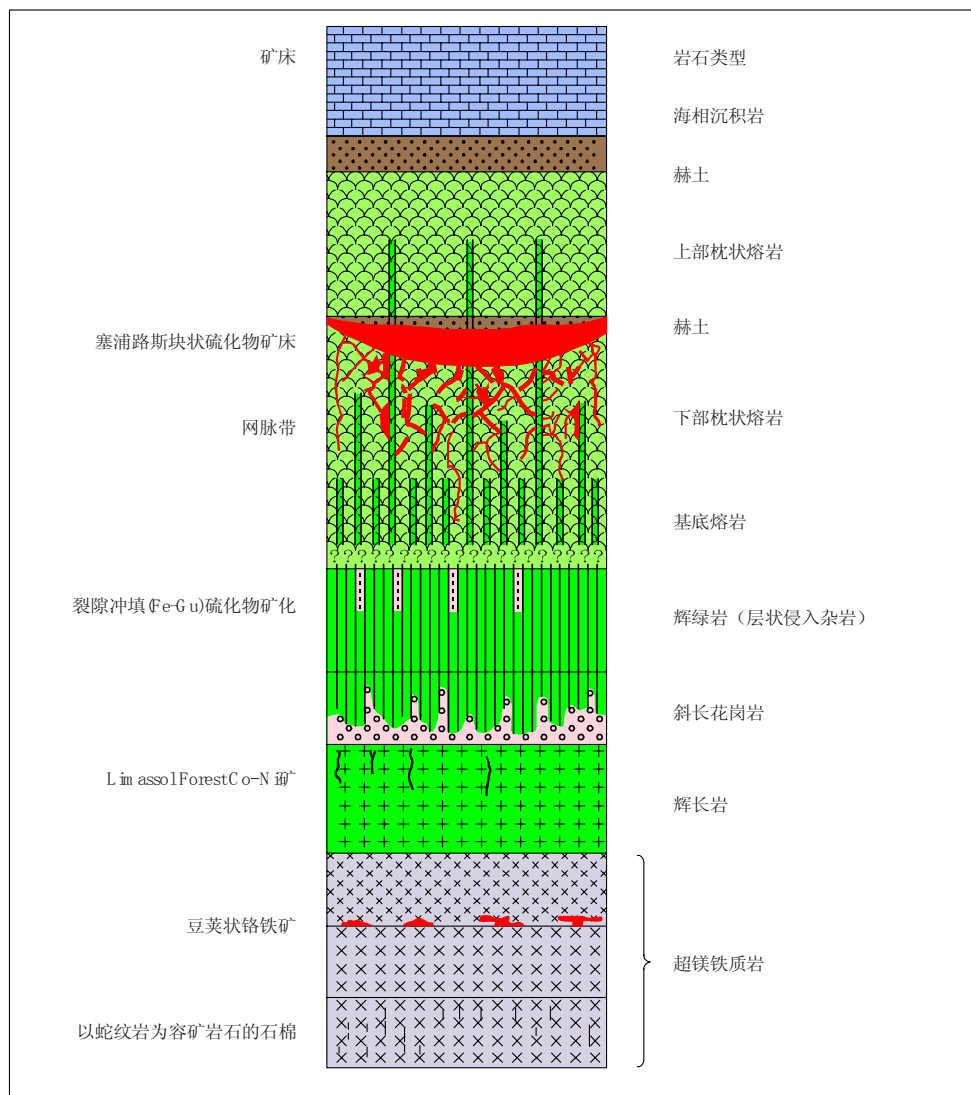


图 33 特罗多斯蛇绿岩的地层柱状简图 (据 Donald A.Singer, 1986)

矿石矿物组合 主要金属矿物为黄铁矿，次为黄铜矿、闪锌矿，可见白铁矿、磁黄铁矿。

矿石结构构造 喷流-沉积成因的矿石主要呈块状构造，充填交代成因的矿石主要成浸染状、细脉浸染状。

围岩蚀变 整合状喷流-沉积矿体的上部围岩一般无蚀变或蚀变微弱，其下部围岩蚀变明显，主要是硅化、绿泥石化、绿帘石化，而且从柱状不整合矿体向外蚀变依次减弱。

矿床规模 此类矿床多为中、小型，Mosier 等人（1983）对塞浦路斯、西班牙、加拿大、菲律宾等 9 个国家 49 个矿床的统计结果见图 34。

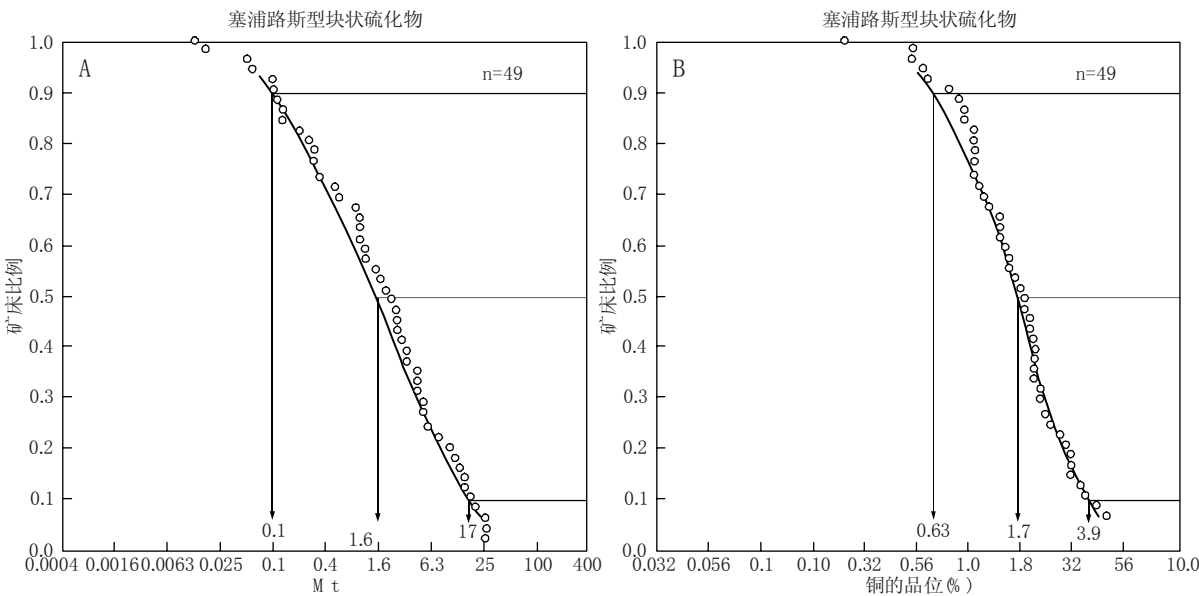


图 34 塞浦路斯型块状硫化物矿床的规模（据 Donald A.Singer 和 Dan L.Mosier，1986）

A-塞浦路斯型块状硫化物矿床的吨位；B-塞浦路斯型块状硫化物矿床的铜品位

矿床实例 （塞）特罗多斯、（加拿大）Tilt Cove、（危地马拉）Oxec、（美）Turner-Albright。
矿床成因

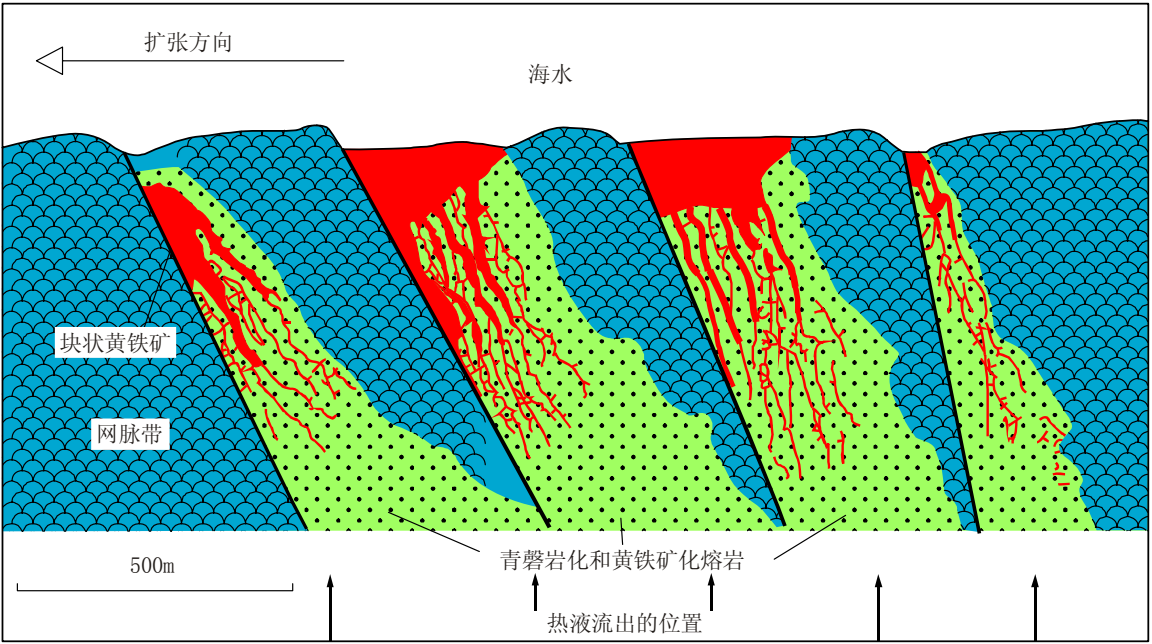


图 35 塞浦路斯卡拉沃斯矿床成矿模式图（据 Adamides，1980）；图面垂直于扩张轴。

在扩张洋脊裂谷环境中玄武质岩浆活动频繁。洋底向下循环的海水接受了深部岩浆及熔岩的热能温度升高、化学活动性增强,并且不断溶解镁铁质熔岩中的铁、铜、硫等成矿物质而转变为成矿流体。当此种成矿流体沿平行洋脊轴的正断层及转换断层上升到浅部时因减压卸载而形成网脉状、浸染状矿化和蚀变带。当其冲出海底时即产生海底热液喷流场形成块状硫化物矿体(图 35)。

找矿方向及标志

(1) 找矿的有利地质环境是不同地质时期板块缝合线上枕状玄武岩发育的蛇绿岩带。(2) 早期断裂活动明显的枕状熔岩区是有利的成矿区段。(3) 块状硫化物矿体可见于枕状熔岩的底部、层间和顶部。(4) 矿化地带常有 Fe、Mn、Cu、Zn 等元素的化探异常,水系沉积物中有金的异常。(5) 块状褐铁矿铁帽及赭土是直接的找矿标志。

主要参考文献

- 1、D.P.考克斯、D.A.辛格, 1986 (宋伯庆等人 (1990) 译), 矿床模式, 地质出版社, 126-130
- 2、F.索金斯, 1984 (曹开春等人 (1987) 译), 金属矿床与板块构造, 地质出版社, 151-158
- 3、D.F.桑斯特, 层控贱金属矿床及其成矿作用, 国外矿床地质, 1985 (增刊), 16; 81-86

11、黑矿型块状硫化物矿床模式

地质构造背景

构造位置 弧后裂谷、弧间裂谷等亲弧裂谷。

成矿环境 矿床产于岛弧带中拉张裂谷内的断陷-沉陷盆地，形成于拉张期英安-流纹质火山岩或其与玄武质火山岩构成的双峰式火山活动的末期。多见于英安-流纹质熔岩及火山碎屑岩丘的一侧或岩丘间的凹地中，成矿温度多在 140-350℃ 之间。

赋矿岩石 海相流纹岩、英安岩及其火山碎屑岩，次为富含有机质的页岩、硅质页岩及硅质岩。

成矿时代 太古代—新生代。

伴生矿床 火山成因的锰矿床；阿尔戈马型铁矿床；重晶石矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体可分为喷流-沉积成因和热液充填-交代成因两类。喷流-沉积成因的矿体呈凸镜状、似层状整合地产于长英质火山碎屑之上（部分矿床其下或旁侧可见石膏及硬石膏岩），其上常为（重晶石岩）、红色硅质岩、富有机质硅质页岩等，其中由上部黑矿带和下部黄矿带组成。热液充填-交代成因的矿体（即硅矿带）呈筒状、漏斗状不整合地产于黄矿带之下的长英质火山碎屑岩中。

矿石矿物组合 不同矿石带矿物组合有明显差异，黑矿主要由方铅矿、闪锌矿及重晶石组成，次为黄铁矿、黄铜矿，可见磁黄铁矿及其他含铜矿物；黄矿主要由黄铁矿、黄铜矿组成，可见闪锌矿、磁黄铁矿、磁铁矿；硅矿主要由石英、黄铁矿、黄铜矿组成。

矿石结构构造 黑矿及黄矿具块状、角砾状、胶状、层状及纹层状构造；硅矿具细脉状、网脉状、浸染状构造。

围岩蚀变 层状矿体的上部围岩一般无明显蚀变，下部围岩（火山碎屑岩）蚀变明显，蚀变以硅矿带为中心向外依次减弱而形成分带：硅化带→绢云母化带→绿泥石化带→蒙托石-沸石带。

矿床规模及意义 此类矿床的主要有用金属为铜、锌、铅，伴生贵金属银。矿床规模以中小型为主，可构成大型矿床。Mosier 等人（1983）对日本、挪威、加拿大、西班牙、澳大利亚、菲律宾等 16 个国家 432 个矿床的统计结果见图 36 和图 37。

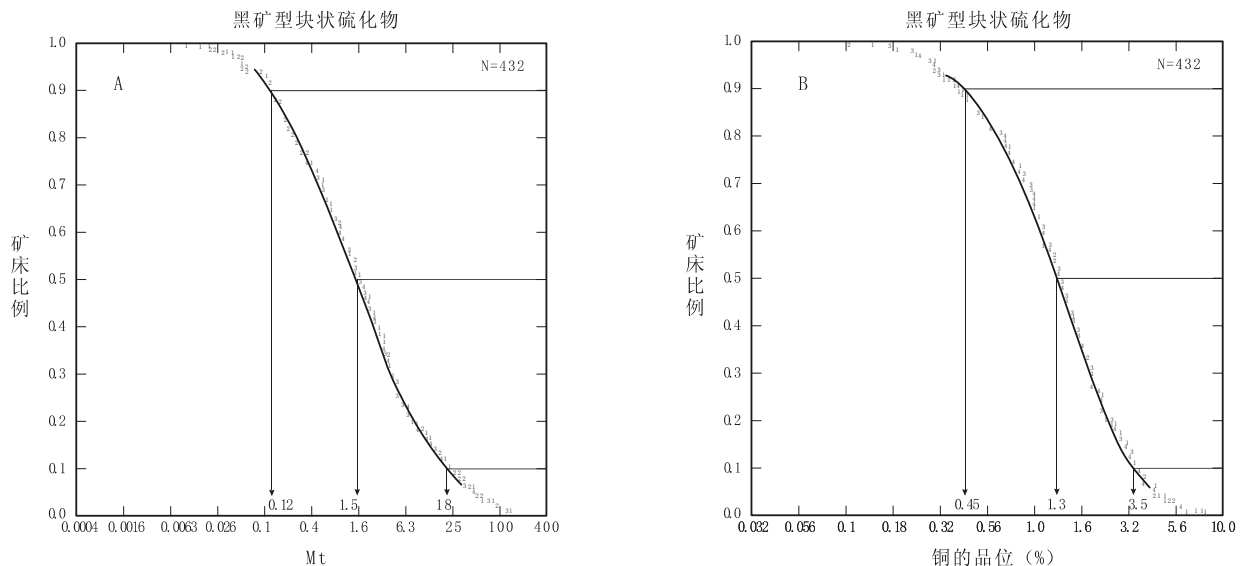


图 36 黑矿型块状硫化物矿床的吨位和铜的品位

矿床实例 （四川）呷村、嘎依穷，（新疆）阿舍勒（？），（日）内之岱，（墨）马德雷山，（加拿大）布坎斯，（澳）Mt Lyell。

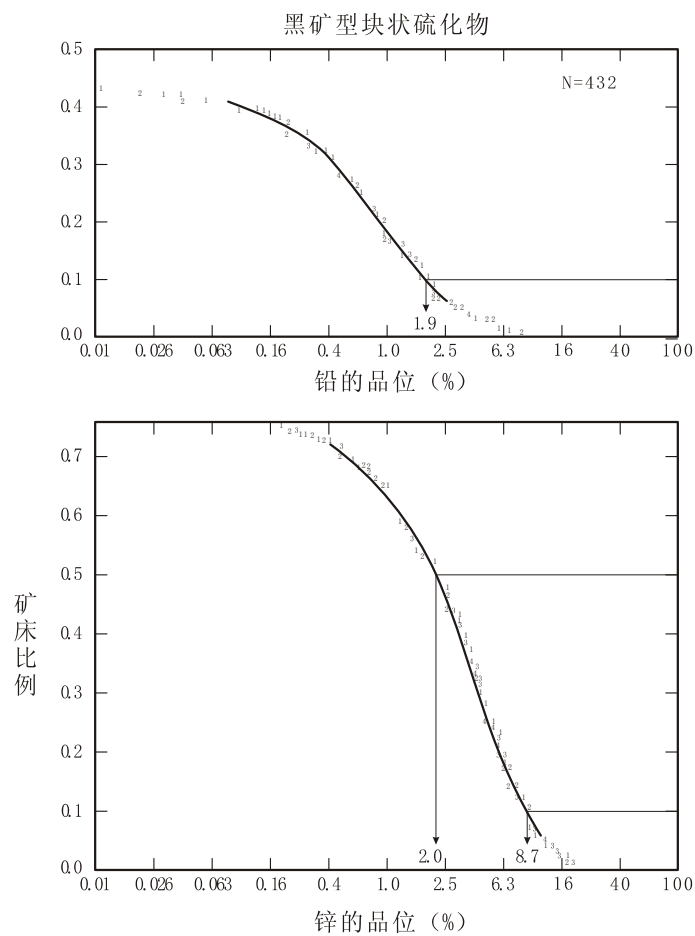


图 37 黑矿型块状硫化物矿床铅、锌的品位

矿床成因

成矿流体的水主要来源于海水，部分源于岩浆水。成矿物质主要源于火山岩及火山碎屑岩。在亲弧裂谷盆地长英质火山活动末期，下渗的循环海水吸收了部分原生水受热并从流经的火山岩系中不断

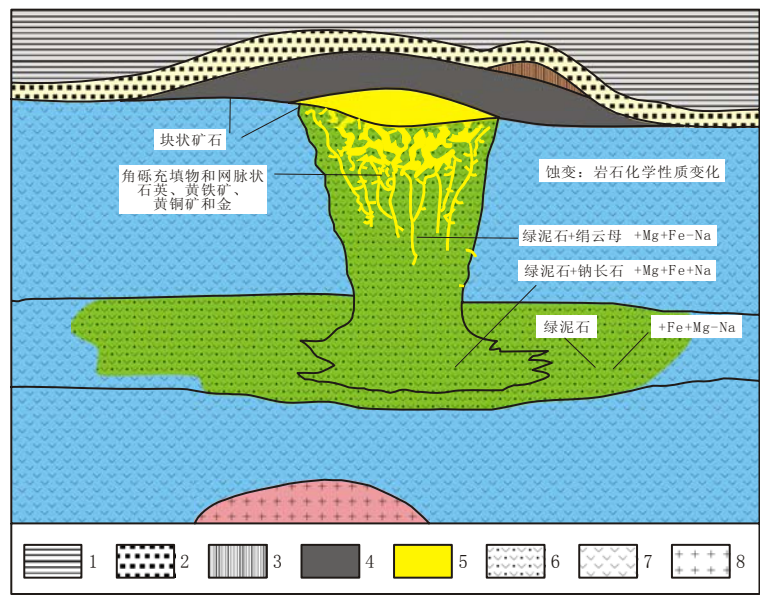


图 38 黑矿型块状硫化物矿床的示意剖面图（据 Franklin 等，1961 修改）

1-泥岩及凝灰岩；2-燧石、长英岩+黄铁矿±沸石±粘土±碳酸盐±赤铁矿；3-重晶石；4-黑色矿石：黄铁矿+闪锌矿±黄铜矿±方铅矿±重晶石±磁黄铁矿±石英；5-黄色矿石：黄铁矿+黄铜矿+石英±闪锌矿±磁铁矿；6-蚀变火山岩；7-未蚀变海相长英质-中性火山岩；8-次火山长英质侵入体

溶解有用组分而形成成矿流体。这些成矿流体沿断裂及火山机构上升至浅部时因减压卸载而形成网脉状、浸染状矿化并引起围岩强烈蚀变。当其冲出海底时即产生海底热液喷流场形成块状硫化物矿体（图 38）。

找矿方向及标志

（1）弧间裂谷及弧后裂谷带中双峰式岩石组合的长英质火山碎屑岩，（2）火山喷发中心和火山机构，（3）重晶石岩、菱铁矿岩、碧玉岩等喷气沉积岩，（4）Cu、Zn、Pb、Ba、As、Au、Ag、Se、Sb、Hg 等元素的综合异常，（5）近矿围岩的蚀变及分带，（6）黄、红及褐色铁帽。

主要参考文献

- 1、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，102-104；133-136
- 2、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，97-113
- 3、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，182-190
- 4、袁见齐等人，1985，矿床学，地质出版社，175-177
- 5、D.F.桑斯特，层控贱金属矿床及其成矿作用，国外矿床地质，1985（增刊），20-23

12、细碧角斑岩型块状硫化物矿床模式

地质构造背景

构造位置 火山岛弧及亲弧裂谷、裂陷槽。

成矿环境 区域内双峰式火山喷发活动强烈，在生长性断裂与火山构造的联合作用下形成的堑垒式海底地形是此类矿床的成矿环境。成矿区的海水深度约在 500—800m 以上。成矿温度在 120—380℃ 间，成矿流体为具有中-低盐度的中性还原流体。

赋矿岩石 含矿岩系为细碧角斑岩建造，矿体主要赋存于偏碱质钙碱性火山岩建造。主要为石英角斑质凝灰岩、石英钠长斑岩、细碧玢岩，次为含凝灰质、泥钙质及泥硅质千枚岩。

成矿时代 主要为古生代。

矿床特征

矿体特征 矿体可分为三种成因类型：呈凸镜状、似层状整合地产于长英质火山-沉积岩中的喷流-沉积成因的整合矿体、呈筒状、漏斗状产于长英质火山碎屑岩中的喷气-热液充填-交代成因的不整合矿体（蚀变筒）和次火山岩体隐爆角砾岩型矿体。矿体大小悬殊，成群分带排列。

矿石矿物组合 矿石的主要金属矿物是黄铁矿、黄铜矿、方铅矿和闪锌矿，可见磁铁矿、磁黄铁矿、毒砂、斑铜矿及其他铜、铅硫化物及砷化物等矿物、金及银的矿物。脉石矿物主要是石英、绢云母、绿泥石、重晶石等。

矿石结构构造 矿石多为细粒结构、压碎结构、充填-溶蚀交代结构、乳滴状结构、变晶-变型结构。在整合矿体中矿石多具块状构造、浸染状构造、条纹-条带状构造、胶状构造。在不整合矿体中矿石多具细脉-网脉状构造、浸染状构造、角砾状构造、斑杂状构造。

围岩蚀变 强烈的围岩蚀变主要发生于整合层状矿体的下盘长英质火山碎屑岩中，从蚀变中心向外蚀变强度以次降低并可出现逐渐过渡的分带：次生石英岩带→石英-绢云母带→绢云母-绿泥石带→青盘岩带。此外还有与铅锌矿化关系密切的重晶石化。

矿床规模及意义 此类型矿床矿层稳定，矿床规模大，矿石品位高，可利用的金属主要是铜、铅、锌，次为金、银。

矿床实例 （甘肃）白银厂，（青海）郭密寺。

矿床成因

矿床形成于强烈的酸性火山喷发之后。成矿流体由海水、原生水和岩浆水三者组成。矿质源于火山沉积层。在深部岩浆房和浅部火山机构热能的驱动下，上述流体形成对流循环并且从火山碎屑沉积层中溶解了成矿物质构成成矿热液，当成矿流体沿生长性断裂及火山机构上升至浅部时以充填-交代形式形成不整合矿体及围岩蚀变（蚀变筒），当其喷出海底时即形成喷气-沉积型整合矿体（图 39）。

找矿方向及标志

（1）火山岛弧带偏碱质钙碱性火山岩系或细碧角斑岩建造酸性单元发育地区，（2）铜、铅、锌、金、银、汞、铋、砷、铋等元素组合异常，（3）生长性断裂及火山口、破火山口火山穹隆边缘断裂等火山机构，（4）酸性火山岩向硅泥质沉积岩或基性火山沉积岩的转换部位，（5）碧玉岩、碳酸盐岩、碳质岩、石膏-重晶石岩等含矿层位岩性组合，（6）硅化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化等蚀变带，（7）铁帽及褐铁矿化的暗化带，（8）高重力、高极化率、低电阻率等物探异常。

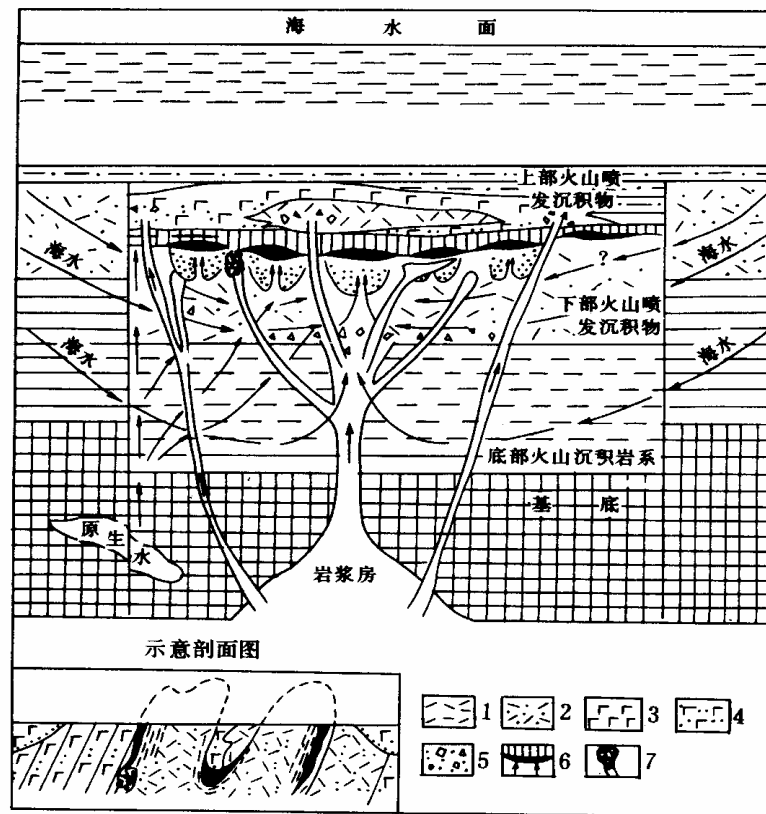


图 39 细碧角斑岩型块状硫化物矿床模式图 (据郭介人, 1995)

1-酸性熔岩; 2-酸性火山碎屑岩; 3-基性熔岩; 4-基性火山碎屑岩; 5-火山粗碎屑岩; 6-硫化物沉积层;
7-矿化石英钠长斑岩

主要参考文献

- 1、裴荣富, 1995, 中国矿床模式, 地质出版社, 102-104; 133-136
- 2、袁见齐等人, 1985, 矿床学, 地质出版社, 176-179
- 3、《中国矿床》编委会, 1994, 中国矿床 (上册), 地质出版社, 77-87

13、以沉积岩为容岩的喷气沉积（sedex）型铅锌矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆裂谷或被动大陆边缘长期沉陷的断陷盆地。

成矿环境 盆地长期沉陷，接受了巨厚的陆源碎屑沉积物。矿床形成于同沉积断裂附近或由同沉积断裂控制的二级及三级盆地中。成矿流体属弱酸性中低温热卤水，至少沉积成矿的盆底局部水体为还原环境。

赋矿岩石 以含有机质的黑色页岩、粉砂岩及细砂岩、碳酸盐岩、燧石岩等为主的细碎屑及化学的宁静海相沉积岩。一些矿床中还可见蒸发岩、凝灰岩。

成矿时代 应可形成于元古代以来的各个地质时期，目前已发现的矿床多在中元古代和古生代。

伴生矿床 层状重晶石矿床，沉积型菱铁矿矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体可分为喷流-沉积成因和热液充填-交代成因两类。前者为主要矿体，呈层状、似层状、凸镜状整合地产于上述容矿岩层中。热液充填交代成因的矿体仅在部分矿床中可见，为沿热液上升通道分布的不整合矿体。

矿石矿物组合 矿石的主要金属矿物是黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿，次为黄铜矿，还可见少量其他一些铁、铜、铋、钼的硫及硫砷化物等矿物。主要脉石矿物是石英、方解石、铁白云石、重晶石、白云石及菱铁矿等。

矿石矿物组合 矿石多为细粒结构、次可见交代结构、固溶体分离结构，条带及条纹状构造、浸染状构造、块状构造、角砾状构造、细脉及网脉状构造。

围岩蚀变 常见的围岩蚀变有硅化、电气石化、钠长石化、白云石化及铁白云石化、重晶石化、菱铁矿化及绿泥石化。

矿床规模及意义 此类型矿床品位高，规模大，常可构成中-大型或超大型矿床。据加拿大、南非、澳大利亚、印度等 8 个国家 45 个矿区的统计结果见图 40 和图 41。

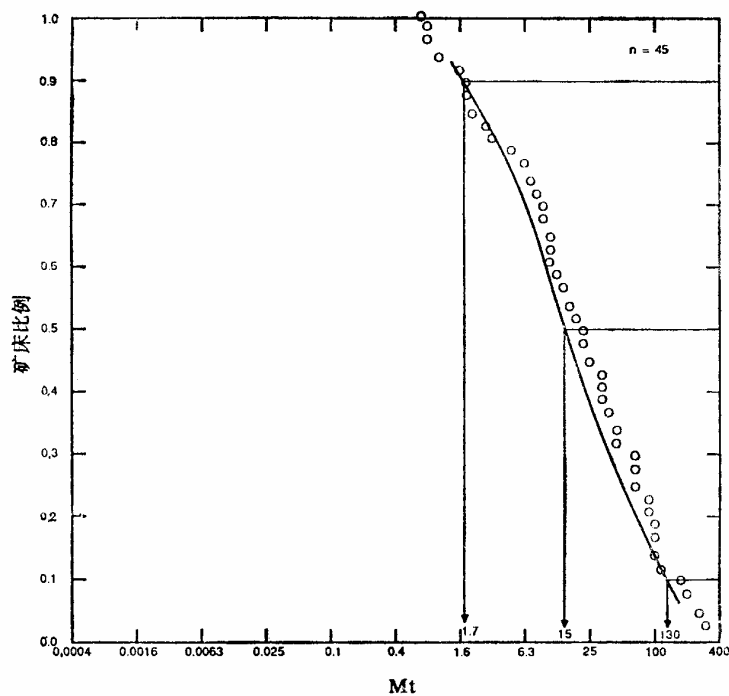


图 40 以沉积岩为容岩的喷气沉积型铅锌矿床的吨位（据 Menzie 和 Mosier, 1986）

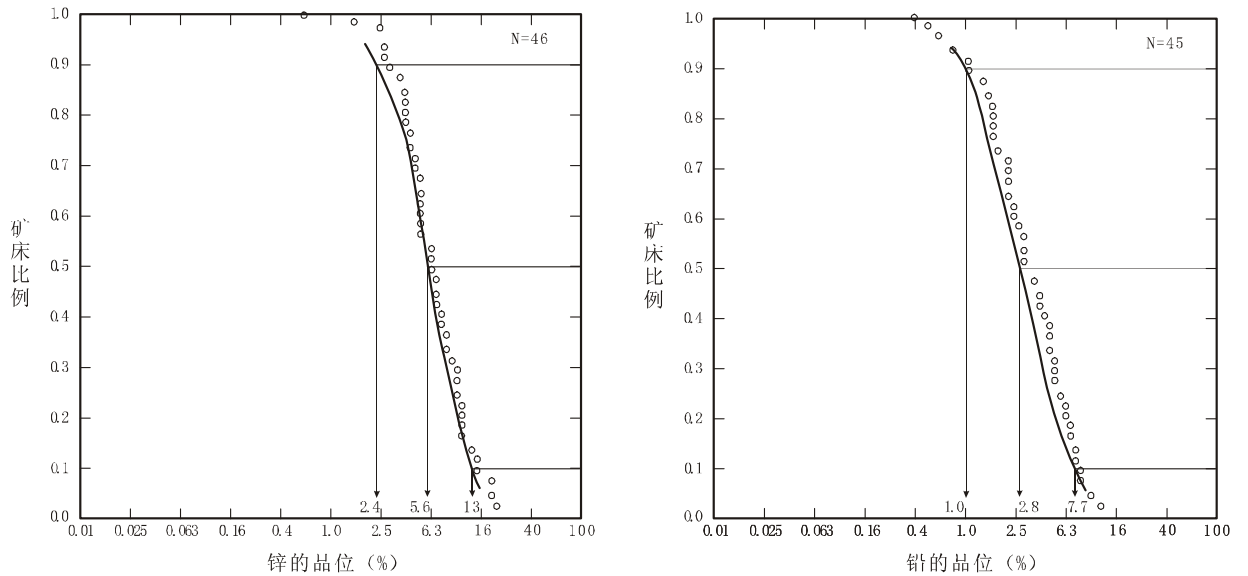


图 41 以沉积岩为容岩的喷气沉积型铅锌矿床铅和锌的品位 (据 Menzie 和 Mosier, 1986)

矿床实例 (陕西) 铅硐山、桐木沟、银硐子, (甘肃) 厂坝-李家沟、毕家山, (加拿大) 沙利文、塞尔温盆地, (澳大利亚) 芒特艾萨、麦克阿瑟, (德) 腊梅尔斯伯格、麦根, (南非) 布罗肯希尔。

矿床成因

此类矿床的成矿流体源于巨厚的沉积地层。封存于沉积物中的地层水随埋藏深度增加而增温和压实脱水, 这些水溶解了沉积物中的盐分而使其盐度增高, 密度增大, 化学活性增强。同时在膨胀粘土矿物向云母类矿物的转变过程中可有大量金属析出, 其中的铁、铜、铅、锌及钡等元素均可以硫氢

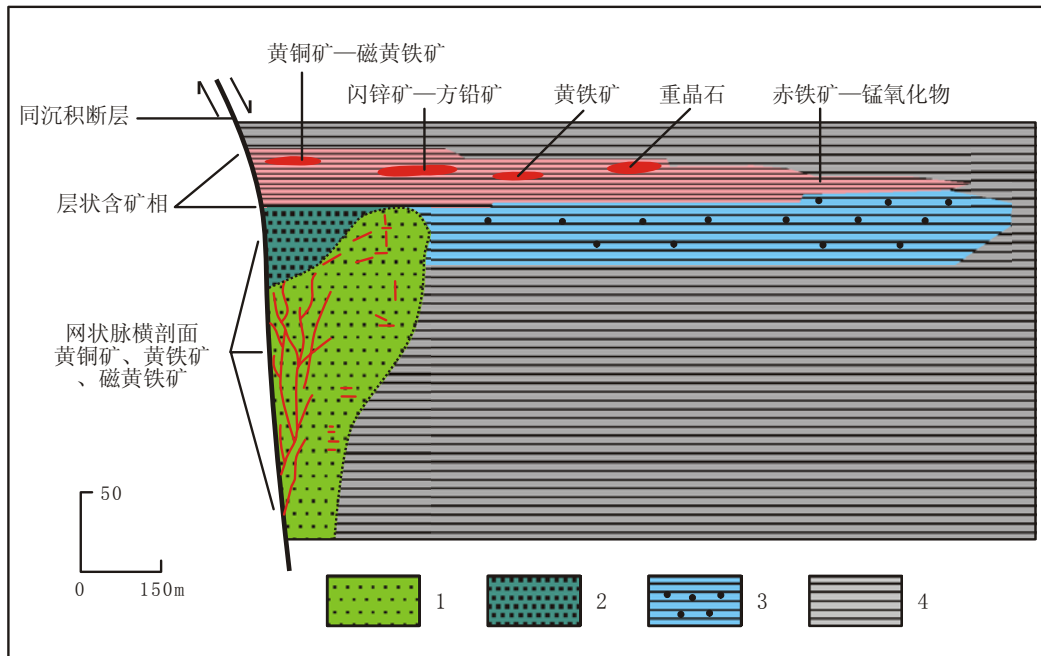


图 42 以沉积岩为容岩的喷气沉积型铅锌矿床模式 (据 Briskey, 1986)

- 1-蚀变沉积岩: 硅化、电气石化、钠长石化、白云石化、绿泥石化; 2-层内滑动碎屑或角砾岩; 3-凝灰质层;
- 4-黑色页岩、粉砂岩、砂岩、燧石、白云岩、泥晶灰岩、灰岩

络合物和氯络合物的形式溶于温度和盐度较高的弱酸性地层水而形成成矿的热卤水。当成矿热卤水沿同生断裂上升到浅部时会因减压沸腾卸载而形成细脉及网脉状、浸染状不整合矿体，甚至冲破盖层形成角砾岩。当其冲出海底时会因较大的密度流向洼地构成热卤水池并形成局部的强还原环境，在此环境中形成铁、（铜）铅、锌的层状矿体及富含有机质的沉积层。因强还原的热卤水池内缺乏硫酸根离子，因而只有当钡离子游离到热卤水池顶部及边部时才能与海水中的硫酸根离子结合形成重晶石的沉淀，因此层状的重晶石总是分布于铅锌矿体的旁侧或上部。

找矿方向及标志

（1）大陆裂谷及被动大陆边缘沉积了巨厚细碎屑沉积建造的断陷盆地，（2）富含有机质和铜、铅、锌、钡等元素的黑色页岩、粉砂岩、（含赤铁矿）燧石岩、重晶石岩及菱铁矿岩等岩石组合，（3）同沉积断裂附近，（4）铅、锌、锰等元素的综合异常，（5）硅化、电气石化、钠长石化、白云石化、绿泥石化等蚀变带，（6）铁帽等氧化带。

主要参考文献

- 1、D.F.桑斯特，层控贱金属矿床及其成矿作用，国外矿床地质，1985（增刊），33-53
- 2、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，229-239
- 3、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，203-208
- 4、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，114-117
- 5、A.H.G.米契尔和 M.S.加森，1981，矿床与全球构造，（周裕藩、李锦轶译，1988），地质出版社，54-56

14、超基性岩型石棉矿床模式

地质构造背景

构造位置 矿床出露于古板块缝合带蛇绿岩套的超基性岩、古大陆板块内绿岩带的镁质科马提岩及大陆板块内与地幔热点有关的层状基性-超基性岩体、岩墙中。

成矿环境 超基性岩体形成于扩张洋脊环境的岩石圈下部，因洋壳俯冲作用而残留于俯冲-碰撞带，岩体内剪切裂隙发育。石棉矿床形成于岩体形成后在岩浆热液和（或）地下水热液作用下发生的多阶段蛇纹石化过程中。

赋矿岩石 为蛇绿岩套下部蛇纹石化的镁质超基性岩，赋矿的原岩岩相主要为纯橄岩、方辉橄榄岩、二辉橄榄岩、科马提岩，岩石的 m/f 多大于 10， MgO/SiO_2 多在 0.9-1.05 之间。

成矿时代 前寒武纪至第三纪。

伴生矿床 可见滑石矿床、菱镁矿矿床、蛇纹岩矿床、铬铁矿矿床。

矿床特征

矿体特征 多呈似层状、凸镜状、串珠状及囊状，常见分枝复合现象，成群分布于蛇纹岩内的裂隙带中，彼此平行分布。

矿石矿物组合 有用矿物为纤蛇纹石，常见脉石矿物为水镁石（个别矿床可构成水镁石石棉）、碳酸盐矿物、磁铁矿、滑石等。

矿石结构构造 纤维结构，脉状及网脉状构造。

围岩蚀变 蛇纹石化、碳酸盐化等蚀变。

矿床规模及意义 此类矿床属温石棉矿床中最重要的矿床类型，常可构成大型矿床，占有石棉储量的绝大部分。据加拿大、美国等 14 个国家 50 个矿床的统计，此类矿床的规模及品位见图 43 和图 44。

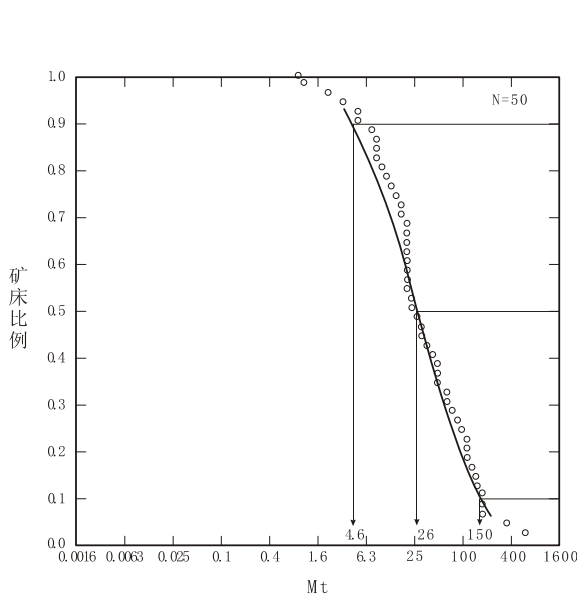


图 43 超基性岩型石棉矿床的吨位（据 C.J.Orris,1986）

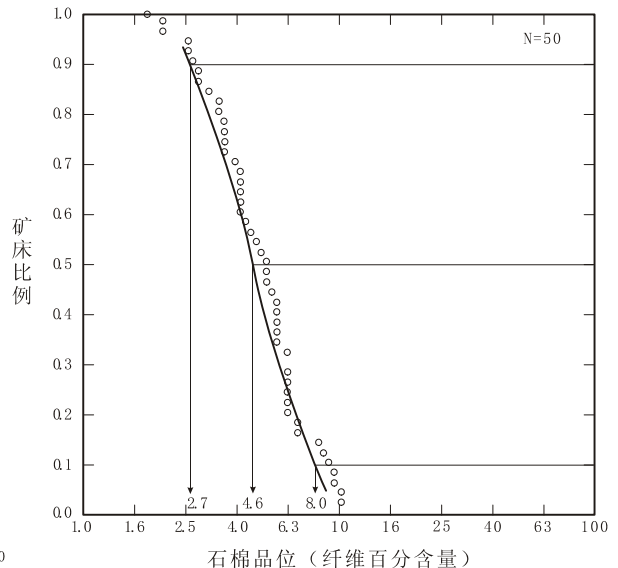


图 44 超基性岩型石棉矿床的品位（据 C.J.Orris,1986）

矿床实例 （青海）芒崖、祁连小八宝、（四川）石棉、（山东）日照、（山西）煎茶岭、（云南）德钦、（加拿大）安大略、门诺（Mnnro）、魁北克、（美国）柯林加、（俄罗斯）巴热诺夫、（南非）巴伯顿、（意大利）巴兰格罗（Balangero）、津巴布韦。

矿床成因

矿床形成于镁质超基性岩体形成之后，属多期多阶段热液活动的产物。与岩体蚀变和矿化有关的热液可有与基性-超基性岩浆期后热液、地下水热液、与后其中、酸性岩体或岩脉有关的岩浆期后热

液，成矿的物质来自蚀变的超基性岩（蛇纹岩）。成矿至少可分为两个重要阶段，(1)超基性岩体侵位后在热液作用下发生强烈蛇纹石化，形成由叶蛇纹石及利蛇纹石构成的蛇纹岩；(2)在后期热液后动中，从蛇纹岩中溶解了硅、镁物质并带入裂隙充填结晶形成纤蛇纹石，同时在蛇纹岩中常伴生碳酸盐化。找矿方向及标志

(1) 与古板块缝合带有关的蛇绿岩带、古大陆板块内的绿岩带及大型层状基性-超基性杂岩体及岩墙；(2) 多色调蛇纹石化强烈的超基性岩体、岩相带及科马提岩；(3) 强磁异常区。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（下册），地质出版社，446-455，459-463
- 2、陶维屏，1987，中国工业矿物和岩石（上册），地质出版社，370-379
- 3、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社 108-110
- 4、田熙等，1989，非金属矿产地质学，武汉工业大学出版社，55-67
- 5、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，45-48
- 6、《非金属矿工业手册》编辑委员会，1992，非金属矿工业手册（上册），冶金工业出版社，10-15

五、风化矿床模式

1、红土型铝土矿矿床模式

地质构造背景

构造位置 主要形成于遭受长期风化的大陆板块中。

成矿环境 温暖至湿热的气候带，一般年均温度 $>20^{\circ}\text{C}$ ，年降雨量 $>1200\text{mm}$ ；稳定的低山丘陵或高原等地形缓起伏区域，排水条件良好；出露富铝的基岩，常为碱性岩及花岗岩、玄武岩及火山碎屑岩、富长石的变质岩。

成矿时代 以新生代为主。

共生矿床 高岭土

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状产于上述富铝基岩风化壳的中上部，其上常被土壤或富铁红土层覆盖，其下常为富含高岭石、埃洛石的粘土层及半风化基岩。

矿石矿物组合 主要矿石矿物为三水铝石，可含一水铝石，主要脉石矿物为赤铁矿、针铁矿、锐钛矿、石英。

矿石结构构造 常见土状、块状、多孔状、豆状及结核状等构造。

矿床规模 属铝土矿床的主要类型，估计约占世界铝土矿储量的 85% (Bardossy,1961)，据印度、巴西、澳大利亚、美国、几内亚等 19 个国家 122 个矿床统计 (Patterson,1967)，此类型矿床的规模及品位如图 45 和图 46。

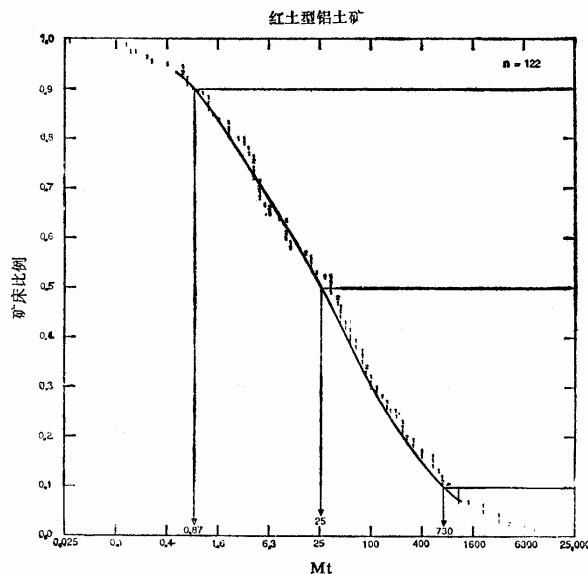


图 45 红土型铝土矿床的吨位 (Mosier,1986)

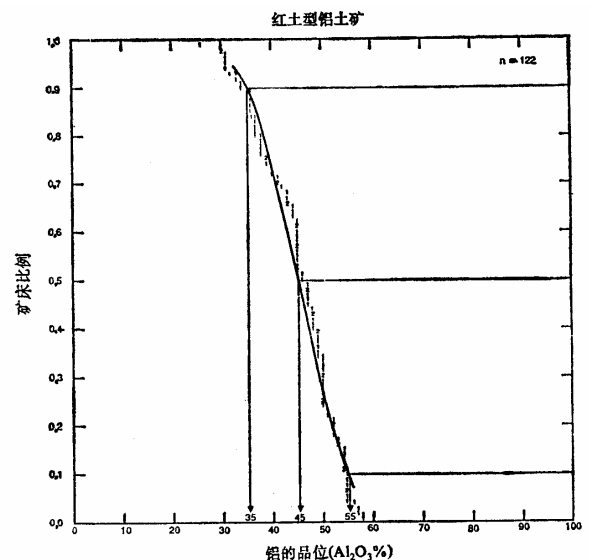


图 46 红土型铝土矿床铝的品位 (Mosier,1986)

矿床实例 (福建)漳浦、(海南)蓬莱、阿肯色 (美国)、德干高原 (印度)、Tato 山 (象牙海岸)。

矿床成因

富铝基岩风化过程中，长石等含铝矿物在温暖至湿热的气候条件下分解首先形成高岭石、埃洛石等粘土矿物。在排水条件及好的条件下随着 SiO_2 和石英淋出风化壳，高岭石等粘土矿物及长石水解形成铝土矿，与此同时，含铁矿物氧化分解形成针铁矿及赤铁矿。在雨量充足的季节，地下水位较高，风化壳下部处于较还原的条件，铁被还原成易溶的二价状态或在有机质的作用下迁出风化壳，造成铁-铝分离和铝土矿的富集。

找矿方向及标志

(1) 湿热气候带的高原及低山丘陵地区, (2) 富铝贫硅的基岩的风化壳。

主要参考文献

- 1、J.C.萨玛玛, (章锦统等人 (1991) 译), 矿田与大陆风化, 中国地质大学出版社, 201-224
- 2、D.P.考克斯、D.A.辛格, 1986 (宋伯庆等人 (1990) 译), 矿床模式, 地质出版社, 250-252
- 3、《中国矿床》编委会, 1994, 中国矿床 (上册), 地质出版社, 311-319
- 4、袁见齐等人, 1985, 矿床学, 地质出版社, 193-194
- 5、查·赫奇逊, 1983, (张丙熹、李文达 (1990) 译), 矿床及其构造背景, 地质出版社, 239-244

2、岩溶型铝土矿矿床模式

地质构造背景

构造位置 多形成于上升速度相对较高且不稳定的古大陆板块中的构造活动带及造山带。

成矿环境 温暖至湿热的气候带，泥质碳酸盐岩及碳酸盐岩的溶洞、溶斗及岩溶洼地。

成矿时代 古生代至新生代，多形成于造山期前和造山期后。

矿床特征

矿体特征 矿体呈柱状、漏斗状及凸镜状产于溶洞中或呈似层状凸镜状产于岩溶洼地中。

矿石矿物组合 新生代矿床主要矿石矿物为三水铝石,可含一水铝石。中生代及古生代矿床主要为一水铝石,脉石矿物为赤铁矿、针铁矿、锐钛矿、高岭石及少量石英。

矿石结构构造 常见块状、豆状及结核状、鲕状等构造。

矿床规模 属铝土矿床的重要类型,估计约占世界铝土矿储量的 14% (Bardossy,1961),据土耳其、匈牙利、南斯拉夫、意大利、牙买加等 15 个国家 41 个矿床统计 (Mosier,1986),此类型矿床的规模及品位如图 47 和图 48。

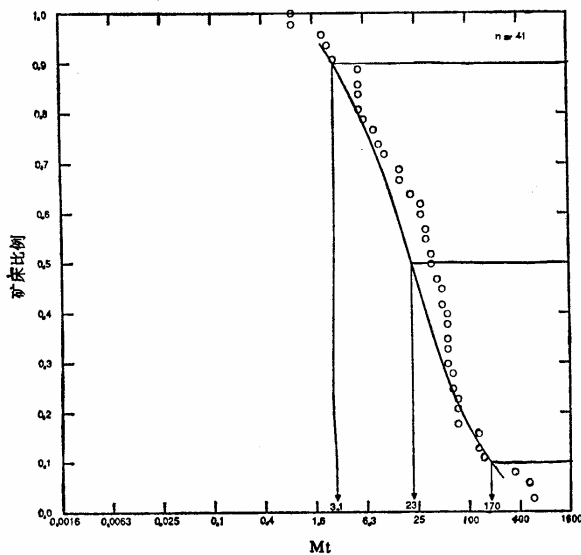


图 57 岩溶型铝土矿床的吨位 (Mosier,1986)

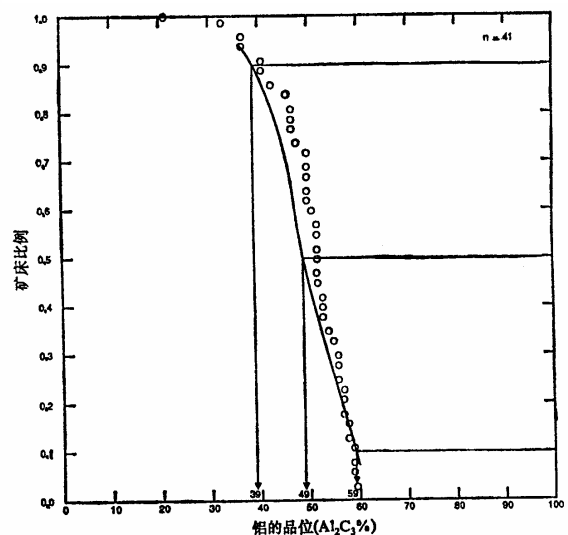


图 58 岩溶型铝土矿床铝的品位 (Mosier,1986)

矿床实例 (贵州) 遵义、息烽、开阳、(河南) 新安、(广西) 平果、(牙买加) Maggotty、(印度) Naiti 和 Jamaica。

矿床成因

在温暖至湿热的气候条件下,富铝的火成岩及细粒沉积岩或泥质碳酸盐岩经铝土岩化作用产生铝土矿为主的风化产物。这些产物在水流的作用下原地淋积或经短距离的迁移在源区附近的溶洞、溶斗及岩溶洼地中堆积形成。古生代及中生代形成并且被埋藏的铝土矿矿体在其后的地质时期中遭受抬升风化和岩溶作用时,也可通过崩塌堆积于溶洞及溶斗中形成新生代岩溶型铝土矿床。

找矿方向及标志

(1) 低纬度湿热的古气候带,(2) 泥质碳酸盐岩及碳酸盐岩之上代表长期风化剥蚀的不整合面。

主要参考文献

- 1、J.C.萨玛玛,(章锦统等人(1991)译),矿田与大陆风化,中国地质大学出版社,201-224
- 2、D.P.考克斯、D.A.辛格,1986(宋伯庆等人(1990)译),矿床模式,地质出版社,253-255
- 3、《中国矿床》编委会,1994,中国矿床(上册),地质出版社,269-311
- 4、裴荣富,1995,中国矿床模式,地质出版社,188-190

3、残余型高岭土矿床模式

地质构造背景

构造位置 主要形成于遭受长期风化的大陆板块中。

成矿环境 温暖至湿热的气候带，一般年均温度 $>15^{\circ}\text{C}$ ，年降雨量 500-1500mm 以上；稳定的低山丘陵及准平原化地区的残丘或台地；出露贫铁富铝的基岩，常为碱性岩及花岗岩、长英质火山碎屑岩、富长石的变质岩、富长石的碎屑沉积岩（层），尤其是曾经过了热液蚀变的上述岩石更有利于风化成矿。

成矿时代 以新生代为主。

共生矿床 铝土矿

矿床特征

矿体特征 矿体多呈帽状、似层状、凸镜状、槽状产于上述富铝基岩粘土型风化壳的上部，也见于上述基岩红土型风化壳的中下部，其上常为含铁的杂色高岭土或被铝土矿和褐铁矿覆盖，其下常为含高岭石、伊利石及蒙托石的半风化基岩。

矿石矿物组合 主要矿石矿物为高岭石、埃洛石，主要脉石矿物为石英、云母及水云母、长石，有时可见水铝英石、褐铁矿、蒙托石。

矿石结构构造 常见土状、块状、网纹状等构造。

矿床规模 属重要的高岭土矿床类型，可构成大型矿床。

矿床实例 （福建）郭山、（江西）星子、（湖南）界牌、（广东）飞天燕、（乌克兰）格卢霍维茨、（英国）康沃尔、（捷克）卡罗维发利、（德国）拜恩州。

矿床成因

在温暖潮湿或湿热的气候带而淋滤速度有限的条件下，富铝基岩风化过程中 SiO_2 的淋出受到限制，长石等含铝矿物分解形成高岭石、埃洛石等粘土矿物。植被发育和有机质的存在可造成风化壳下部处于PH和Eh值较低的条件，有利于高岭石的形成，而且铁易被还原成易溶的二价状态或在有机质的作用下迁出风化壳，有利于高岭土质量的提高。

找矿方向及标志

（1）酸性及中酸性长英质基岩出露区的热带、亚热带低山丘陵及准平原化地区；（2）长英质岩体的边部或断裂构造发育地带，尤其是发现绢云母化、钠长石化、硅化等热液蚀变的地带。

主要参考文献

- 1、J.C.萨玛玛，（章锦统等人（1991）译），矿田与大陆风化，中国地质大学出版社，8-11；201-224
- 2、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（下册），地质出版社，232-234；245-246
- 3、陶维平，1987，中国工业矿物和岩石(上册)，地质出版社，179-201
- 4、田熙、周开灿、文化川，1989，非金属矿产地质学，武汉工业大学出版社，177-200

4、红土型镍矿床模式

地质构造背景

构造位置 矿床形成于后期上升并且遭受长期风化的古板块缝合带（已转变为大陆板块）及岛弧造山带中。

成矿环境 温暖至湿热的气候带，一般年均温度 $>20^{\circ}\text{C}$ ，年降雨量 $>1500\text{mm}$ ；稳定的准平原化及低山丘陵区域；受风化的基岩为纯橄榄岩、斜方辉石橄榄岩等镁质超基性岩及相应的蛇纹岩；具有较高的化学风化速度和相对较低的物理侵蚀速度。

成矿时代 以新生代为主。

伴生矿床 豆荚状铬铁矿、蛇纹石石棉等矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状产于上述镁质超基性岩基岩风化壳中，典型的风化壳自上而下可分为：

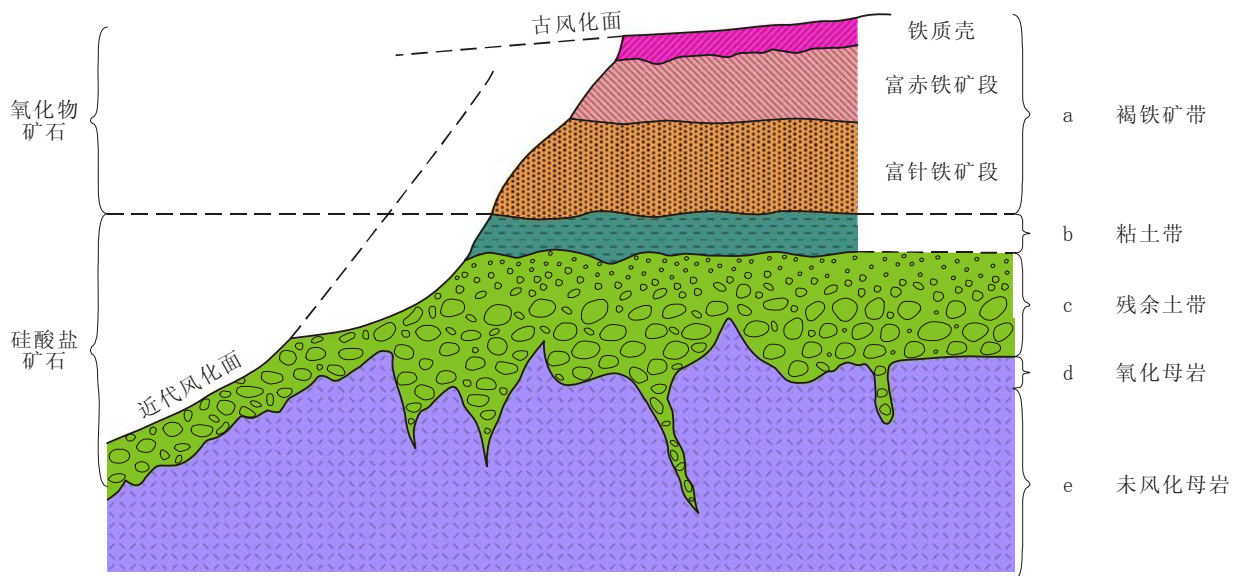


图 49 红土型镍矿床风化壳分带特征 (J.C.萨玛玛, 1987)

- (1) 由豆状褐铁矿、富赤铁矿和富针铁矿红土构成的褐铁矿带
- (2) 由蒙脱石、绿托石、玉髓、针铁矿等矿物构成的粘土带
- (3) 由蛇纹石及粘土矿物构成的残余土带
- (4) 氧化基岩带
- (5) 新鲜基岩带

矿体主要产于粘土带、残余土带及褐铁矿带下部。

矿石矿物组合 主要含镍矿物为含镍蛇纹石、暗镍蛇纹石、镍绿脱石、镍绿泥石、硅镁镍矿、含镍针铁矿等，主要脉石矿物为赤铁矿、针铁矿、蛇纹石、绿脱石、石英等。

矿石结构构造 常见土状、多孔状、豆状、蜂窝状等构造。

矿床规模 可具较大规模，但一般品位较低，开采利用成本高。据对印度、巴西、澳大利亚、菲律宾、新喀里多尼亚、印度尼西亚、古巴等 19 个国家 71 个矿床（部包括低品位和低吨位矿床）统计 (D.A.Singer, 1986)，此类型矿床的规模及品位如图 50 和图 51。

矿床实例 (内蒙) 锡盟、(云南) 滇南、(新喀里多尼亚) Poro、(哥伦比亚) Gerro Matoso、(美国) Nickel Mountain、(澳大利亚) Greenvale、Bulong、(菲律宾) Nonoc、(巴西) Liberdal、(印度尼西亚) 苏拉维西、(古巴) Nicaro、Moa。

矿床成因

岩浆岩中镍的丰度随其镁的含量而增高，并且主要含于橄榄石和斜方辉石中，因此纯橄岩和方辉

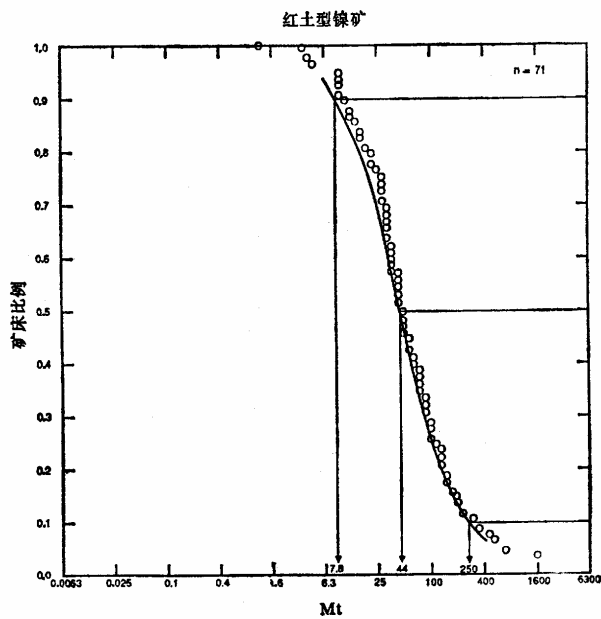


图 50 红土型镍矿床的吨位 (D.A.Singer, 1986)

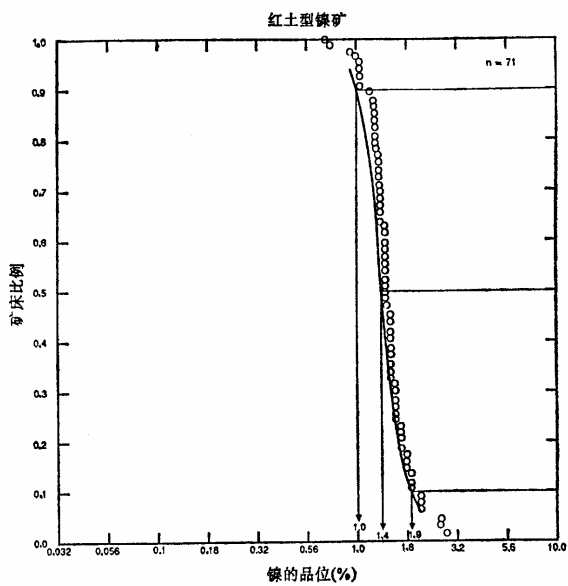


图 51 红土型镍矿床镍的品位 (D.A.Singer, 1986)

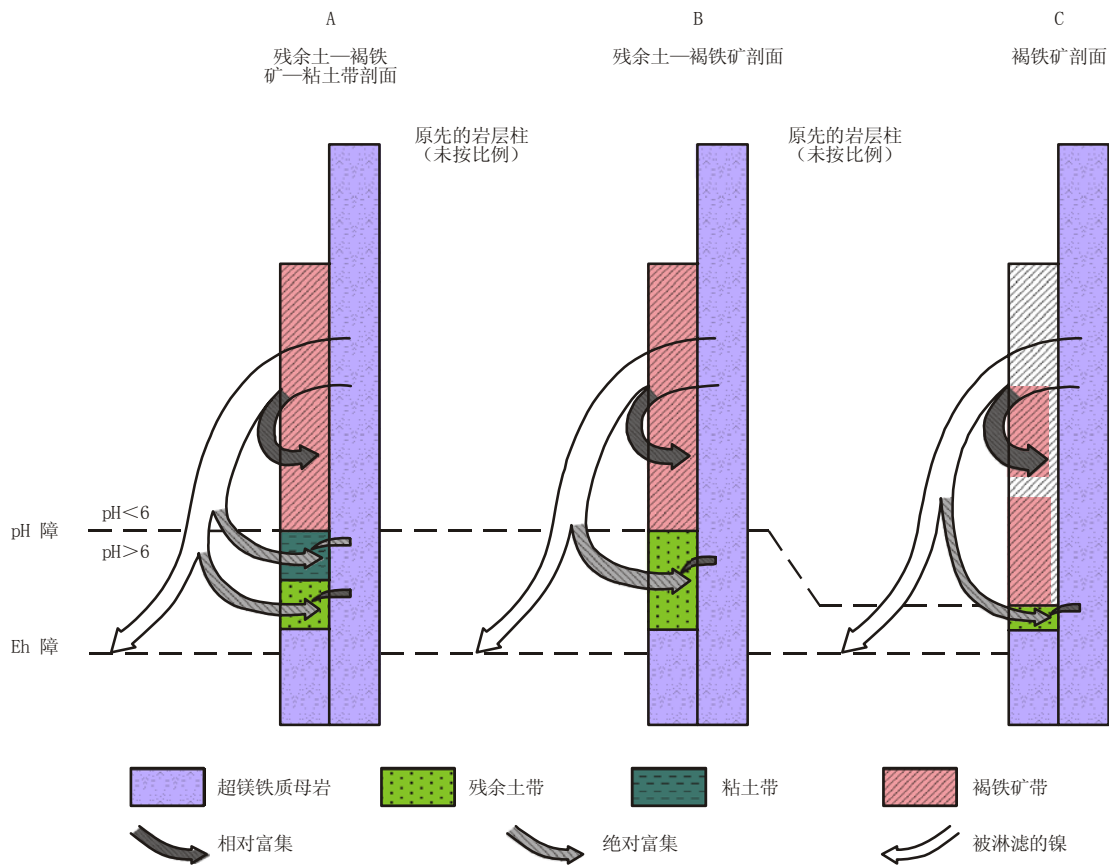


图 52 红土型镍矿床的成矿作用模式 (引自 J.C.萨玛玛, 1987)

橄榄岩等超基性岩常具有较高的镍含量。在适宜的气候和构造地形条件下基岩风化形成红土型风化壳的过程中，镍从风化壳上部橄榄石、斜方辉石及蛇纹石中释放出来，其中大部分随下渗的水迁出风化

壳，部分镍可被风化壳中下部的针铁矿、蒙脱石、蛇纹石等矿物捕获或被下渗的 $\text{SiO}_2\text{-Mg}$ 凝胶捕获富集成矿。镍的富集部位和赋存状态取决于地表水的淋滤条件（取决于基岩、气候和地貌）。在淋滤条件较差的情况下，硅的淋滤作用受到限制，风化壳下部粘土带和残余土带较发育，向下迁移的镍除部分被针铁矿捕获外主要被下部的层状硅酸盐捕获，因此主要富集于粘土带和残余土带。在淋滤条件较好的条件下，风化壳中粘土带不发育，下渗的镍除部分被针铁矿和残余土带捕获外大都迁出了风化壳，因此镍主要富集于褐铁矿带下部的富针铁矿红土中。

找矿方向及标志

（1）湿热气候带低山丘陵、高原及准平原化地区的蛇绿岩带，（2）Ni-Co-Cr 化探综合异常，（3）富镁超基性岩（ $\text{MgO} > 40\%$ ）的红土型风化壳。

主要参考文献

- 1、J.C.萨玛玛，（章锦统等人（1991）译），矿田与大陆风化，中国地质大学出版社，129-150
- 2、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，247-249
- 3、袁见齐等人，1985，矿床学，地质出版社，195-197
- 4、查·赫奇逊，1983，（张丙熹、李文达（1990）译），矿床及其构造背景，地质出版社，22-24

六、沉积矿床模式

1、浅海相沉积铁矿床模式

地质构造背景

构造位置 稳定大陆板块陆表海及被动大陆边缘海盆地。

成矿环境 成矿期间大陆物源区处于湿热气候带，而且为地势起伏不大的准平原化地区，铁质供应丰富而粗碎屑较少。铁矿沉积盆地多为近大陆的海湾、半封闭海湾及泻湖，铁矿石主要形成于潮坪及潮下浅海水域。

含矿岩系 为海侵序列的一部分，常位于海侵岩序中、下部砂岩向页岩及碳酸岩盐过渡部位。赋矿段岩石多为细砂岩、粉砂质页岩及页岩，常见泥裂、波痕、冲刷面、交错层理等浅水沉积构造。含矿段之下常为砂岩及砂砾岩，其上常为页岩、黑色页岩或碳酸盐岩。

成矿时代 成矿时代因地而异，目前发现的矿床形成于元古代至中生代，我国的成矿时代主要是元古代和泥盆纪。

伴生矿床 可见层状铅锌矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体层为稳定，多呈层状、似层状、凸镜状整合地产于砂岩及页岩层间。自盆地边缘向中心铁的矿物相可出现如下分带：氧化矿物带→硅酸盐矿物带→碳酸盐矿物带→硫化物带（图 53）。

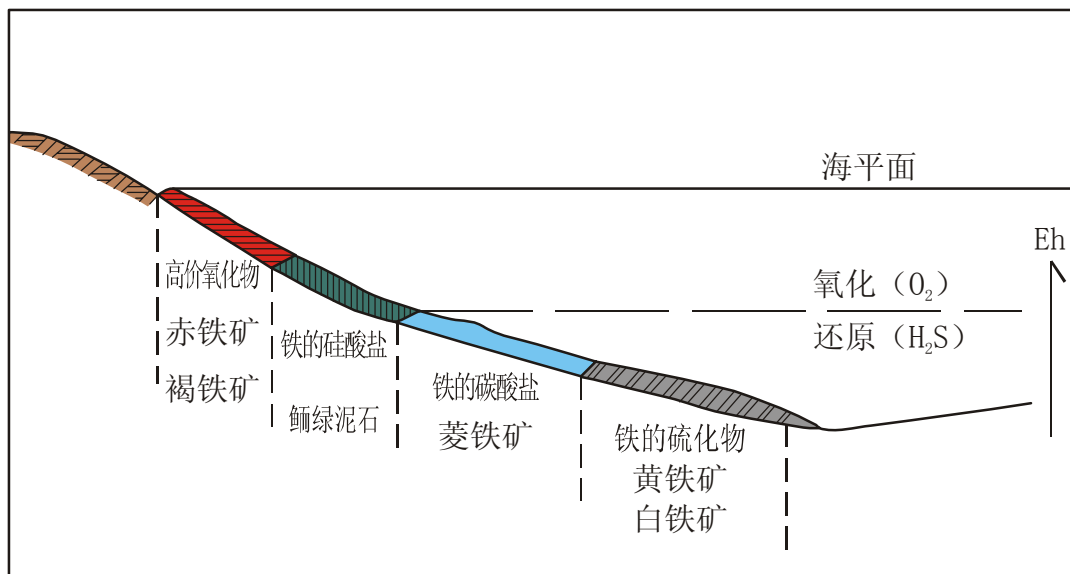


图 53 浅海相沉积铁矿床铁矿物相分带示意图（据冯景兰等（1965）原图修改）

矿石矿物组合 铁的矿石矿物主要是赤铁矿、针铁矿、褐铁矿、鲕绿泥石、菱铁矿。主要脉石矿物为碎屑石英、白云石、方解石、玉髓、绿泥石、胶磷矿等，可见少量海绿石、黄铁矿。

矿石结构构造 矿石多具鲕状构造，可见叠层石构造、豆状构造、角砾状构造、块状构造等。

围岩蚀变 无。

矿床规模及意义 矿床规模大小不一，但矿层稳定，易于勘探。一些矿床可含锰等有益组分，但也可能含较多磷等有害组分而妨碍开发利用。

矿床实例 （河北）庞家堡、烟筒山，（湖北）火烧坪，（美）克林顿、（英）安普敦，（法）洛林。矿床成因

此类矿床的铁质来源于盆地附近受风化的大陆。在湿热气候条件下含铁岩石经强烈风化，部分铁质残留形成红土型风化壳，部分铁质以胶体溶液和微粒悬浮状态迁移至海盆地。在铁质供应充足而粗碎屑掺合作用较弱的条件下，于动荡、氧化的潮坪环境中铁质经凝胶作用形成鲕状赤铁矿，也

可能被藻类吸附形成叠层石状矿石，当这些铁质沉积物被风暴潮击碎再沉积可形成角砾状矿石。在潮下浅水带较低 Eh 环境中沉积物中氧化铁与硅铝质混合凝胶物质可再结晶形成鲕绿泥石。沉积于深水环境中的氧化铁微粒随淤泥中有机质的分解造成强还原环境并且释放大量硫化氢和二氧化碳，三价铁被还原，其中部分形成黄铁矿、白铁矿等硫化物，部分可以重碳酸岩等形式再迁移。在弱还原和（或）偏碱性条件下可形成菱铁矿矿石（见图 54）。由于沉积盆地条件不同，矿床间上述各个矿物相带的发育情况也常因地而异。

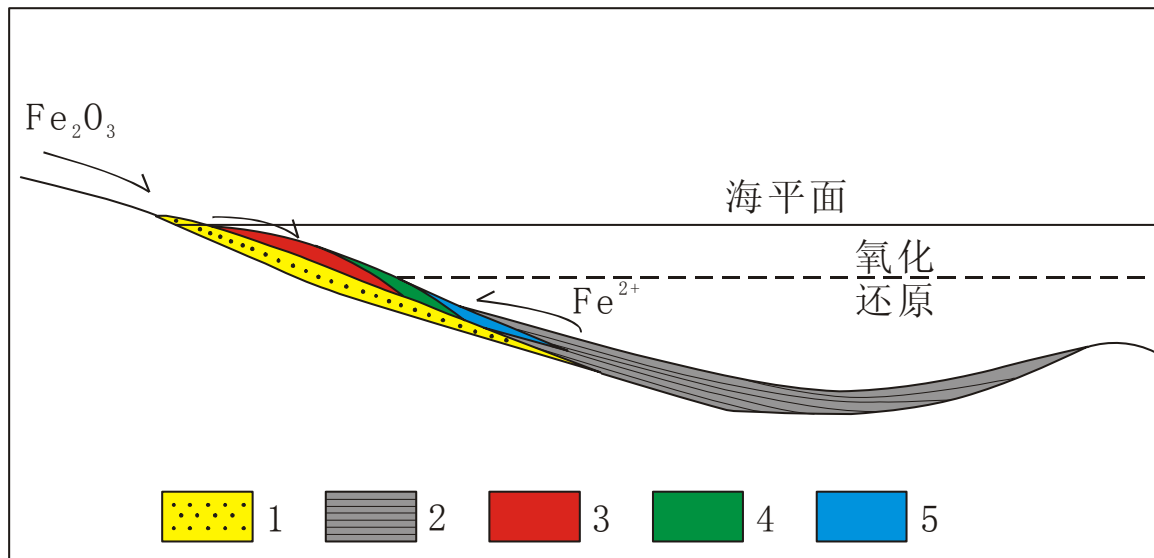


图 54 浅海相沉积铁矿床的成矿模式图

1- 砂岩的粗碎屑岩；2-页岩及黑色页岩；3-鲕状及叠层石状赤铁矿；4-鲕绿泥石；5-菱铁矿

找矿方向及标志

(1) 稳定的古大陆板块陆表海及边缘海沉积相。(2) 区域内的已知含矿地层层位，(3) 不整合面之上海侵序列中下部碎屑岩与页岩或碳酸盐岩过渡的部位，(4) 地表褐铁矿及铁帽等风化产物。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，395-396，430-434
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，91-93，175-177
- 3、查·赫奇逊，矿床及其构造背景，（张炳熹、李文达译，1990），地质出版社，65-69
- 4、袁见齐等人，1985，矿床学，地质出版社，233-239
- 5、A.H.G.米契尔，M.S.加森，1981，矿床与全球构造，（周裕藩、李锦铁译，1986），地质出版社，69-70

2、浅海相沉积锰矿床模式

地质构造背景

构造位置 长期受侵蚀和较稳定大陆边缘海盆及内陆盆地，碳酸盐台地中的洼地及边缘斜坡。

成矿环境 成矿盆地多为有障蔽的半封闭滨浅海盆地，缺乏陆源碎屑供给，盆地水体常因滞留而具有还原性质。锰的沉积多发生于浅水氧化带及氧化-还原的转变带。

含矿岩系 为海侵序列的一部分，常见的含矿建造有：硅质岩—硅质灰岩—钙质泥岩—碳酸锰矿层；黑色页岩、硅质页岩、泥岩—碳酸盐岩—碳酸锰矿层；泥质岩—泥灰岩—碳酸盐岩—含锰碳酸盐。含矿建造之下常为砂、（泥）页岩等碎屑岩或碳酸盐岩，其上常为黑色页岩、硅质岩、粉砂岩或碳酸盐岩。

成矿时代 见于元古代至中生代，也可形成于与缺氧盆地有关的任何时代。

伴生矿床 沉积磷块岩矿床，沉积铁矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状、似层状、凸镜状、扁豆状整合地产于含矿岩系的（泥）页岩及碳酸盐岩中。自盆地边缘向中心可出现如下分带：高价锰氧化物带→高低价锰氧化物带→低价锰化合物带（图 55）。

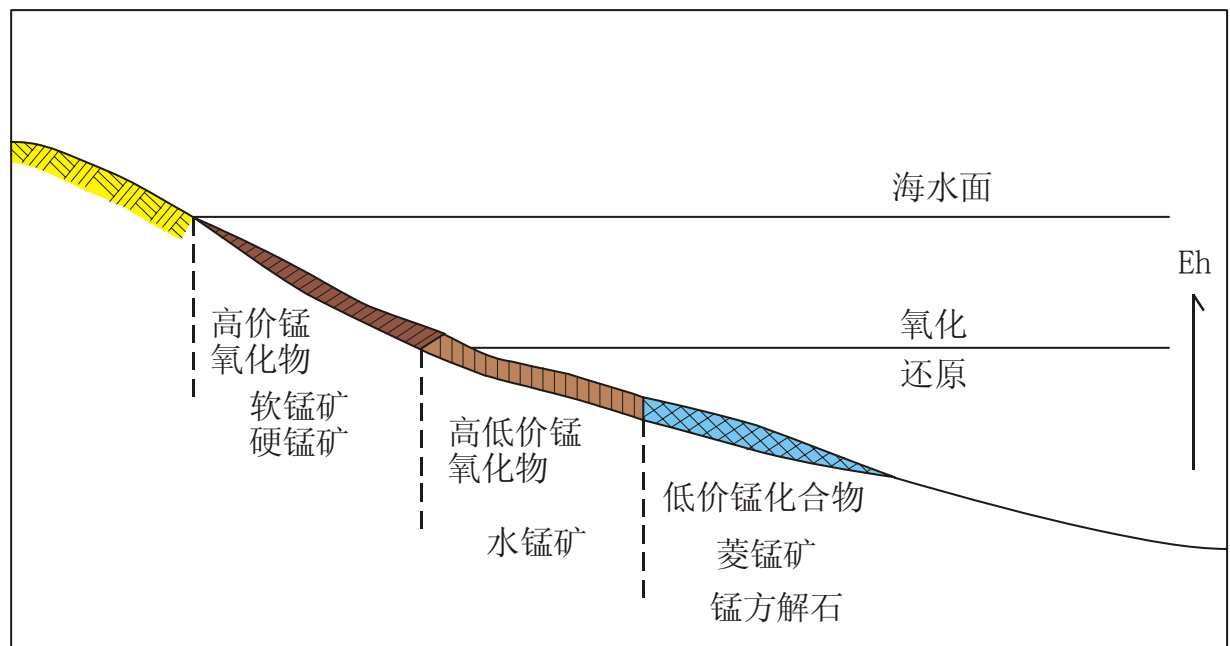


图 55 沉积锰矿床的矿物相变示意图（据 A. Γ. 别杰赫琴原图修改）

矿石矿物组合 常见的含锰矿物由硬锰矿、软锰矿、水锰矿、褐锰矿、菱锰矿、铁菱锰矿、钙菱锰矿、锰方解石、含锰白云石等。常见脉石矿物有粘土矿物、白云石、方解石、磷灰石、鲕绿泥石、玉髓、石英、黄铁矿等。

矿石结构构造 矿石主要为微粒结构、交代残余生物碎屑结构，常见鲕状构造、豆状构造、块状构造、条带状构造、叠层石及核形石构造、纹层状构造。

围岩蚀变 无。

矿床规模及意义 此类型矿床是锰矿的重要类型，在我国占锰矿储量的第一位，可构成中-大型矿床。Deyoung(1984)对前苏联、印度、中国、南非、澳大利亚、巴西等 17 个国家 39 个矿床规模的统计结果见图 56 和图 57。

矿床实例 （辽宁）瓦房子、（湖南）湘潭、（贵州）遵义、（四川）高燕、（云南）斗南、（墨西哥）

Molango、(苏联) Nikopol、(澳) Groote Eyland。

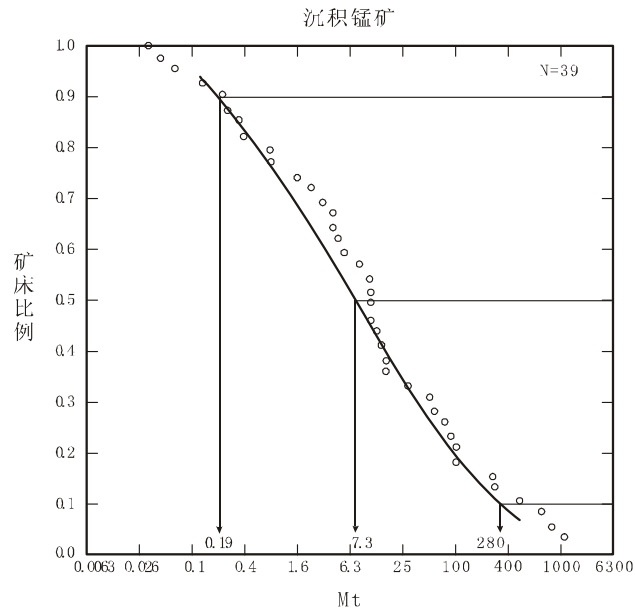


图 56 浅海相沉积锰矿床的吨位

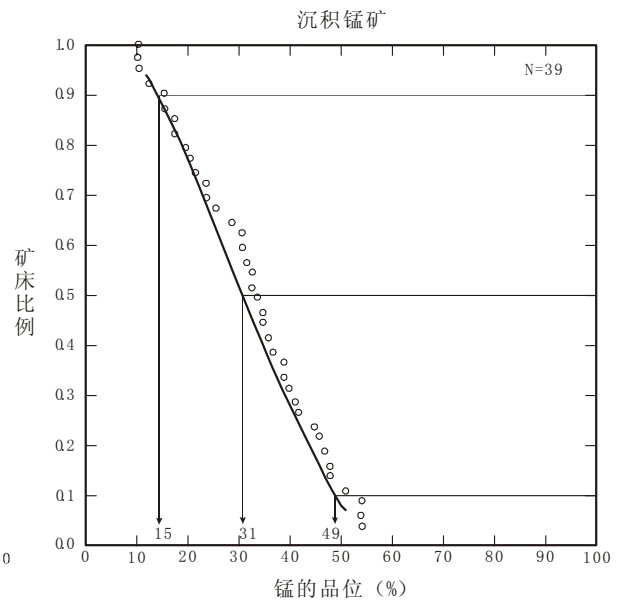


图 57 浅海相沉积锰矿床的品位

矿床成因

成矿的锰主要来源于受风化剥蚀的古陆，部分锰可能与海底火山及热液的活动有关。陆源锰可以悬浮及胶体微粒形式、有机络合物形式和低价离子形式迁移至半封闭的滨浅海盆地。部分锰在潮坪浅水氧化环境中通过凝胶作用及藻类吸附及吸收作用沉积富集，形成氧化锰矿。部分锰进入深部还原水体并被还原和海解形成低价锰离子，部分海底火山及非火山气液中的锰和海水从火山碎屑中溶出的锰也可能进入沉积盆地，在强还原及低 PH 环境（沉积黑色页岩及硅质岩）水体中二价锰离子不断富集。当上述锰离子上升到氧化-还原界面附近和 PH 升高时则以含锰碳酸岩的形式沉积成矿（图 58）。沉积期间大陆准平原化、锰质来源丰富和陆原碎屑的掺合、稀释作用弱是成矿的重要条件。在沉积后的成岩过程中，有机质分解产生二氧化碳使淤泥及藻类等生物机体中的锰活化、迁移、再富集形成鲕状、豆状构造的矿石或交代生物碎屑而成矿。

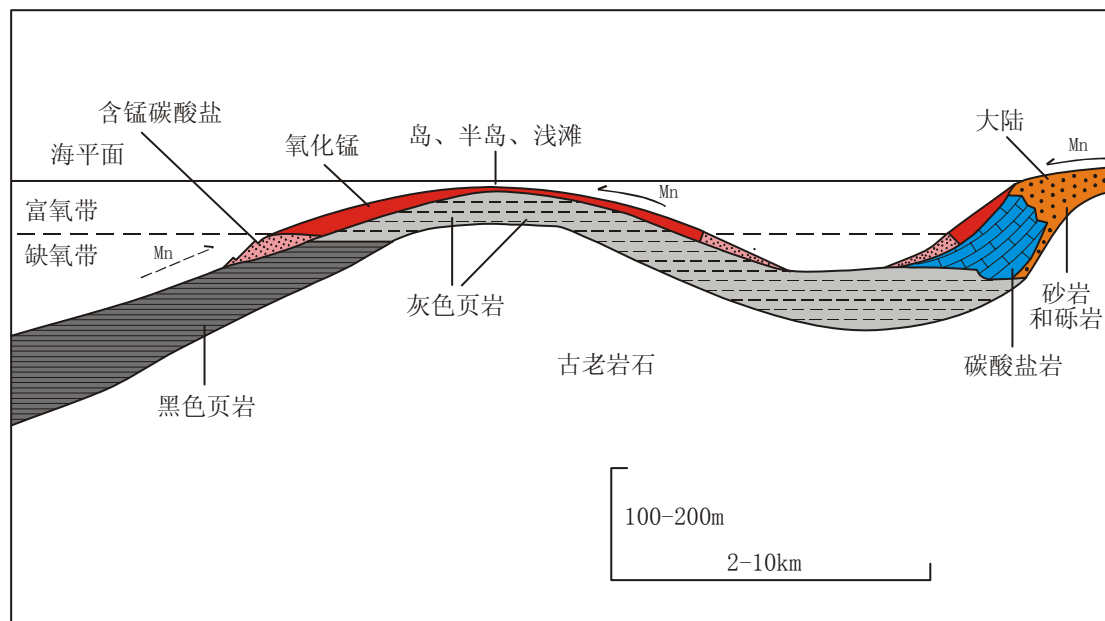


图 58 浅海相沉积锰矿床的成矿模式图（据 Cannon 和 Force(1986)原图修改）

找矿方向及标志

(1) 稳定的古大陆板块边缘, (2) 区域内已知的含锰地层层位, (3) 不整合面之上海侵序列中显示缺氧事件的暗色(泥)页岩-硅质岩-碳酸岩盐等岩石建造, (4) 地表褐色及黑色氧化带。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会, 1994, 中国矿床(中册), 地质出版社, 487-524, 538-547
- 2、裴荣富, 1995, 中国矿床模式, 地质出版社, 155-157
- 3、D.P.考克斯、D.A.辛格, 1986(宋伯庆等人(1990)译), 矿床模式, 地质出版社, 224-227
- 4、袁见齐等人, 1985, 矿床学, 地质出版社, 214, 239-244

3、沉积型铝土矿矿床模式

地质构造背景

构造位置 稳定的古大陆板块内部及大陆边缘。

成矿环境 温暖至湿热的气候带，矿床形成于湖泊、古大陆边缘的海湾及泻湖。

成矿时代 多为古生代。

共生矿床 沉积铁矿床、沉积高岭土及耐火粘土矿床、煤矿。

矿床特征

矿体特征 含矿岩系多位于碳酸盐岩为基底的不整合面之上，多为海相及海陆交互相陆源碎屑岩、粘土岩及海相碳酸盐岩。矿体呈层状产于含矿岩系的下部，层理构造清晰，矿体上下围岩多为泥岩、高岭土及耐火粘土层。含矿岩系底部常见湖相沉积铁矿，上部常为煤系建造。

矿石矿物组合 主要矿石矿物为一水硬铝石。脉石矿物主要为高岭石，次为伊利石、赤铁矿、针铁矿、叶蜡石、地开石、方解石、黄铁矿、锐钛矿、金红石、锆英石等。

矿石结构构造 常见碎屑结构、土状结构，块状、豆状及鲕状等构造。

矿床规模 在我国属主要矿床类型，常具较大规模。

矿床实例 （河南）巩县、（山东）淄博、（山西）孝义、（河北）井陉、（贵州）修文、清镇。

矿床成因

在长期遭受风化剥蚀已准平原化的稳定大陆上，处于湿热气候带的泥质碳酸盐岩等富铝基岩表面不断形成以铝土矿为主的红土型风化壳。在地表水的作用下风化壳中的铝土矿及粘土矿物可以悬浮或胶体溶液的形式被搬运至湖泊或大陆边缘的海湾及泻湖盆地沉积成矿。在海侵过程中海水浸没红土型风化壳时，海流也可起到铝土矿搬运介质作用，使在适宜的盆地环境中沉积成矿。

找矿方向及标志

（1）发育在泥质碳酸盐岩及碳酸盐岩不整合面之上的海相及海陆交互相陆源碎屑岩、粘土岩及海相碳酸盐岩的岩系，（2）岩系下部铁质-铝质-泥质岩性段。

主要参考文献

- 1、J.C.萨玛玛，（章锦统等人（1991）译），矿田与大陆风化，中国地质大学出版社，201-224
- 2、袁见齐等人，1985，矿床学，地质出版社，233-247
- 3、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（上册），地质出版社，269-311
- 4、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，124-126、188-190

4、火山-沉积型膨润土矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块陆表及边缘滨-浅海及泻湖盆地和大陆板块内部断陷火山沉积盆地。

成矿环境 成矿期间盆地中除接受陆源碎屑沉积和碳酸盐沉积（浅海及泻湖盆地）外还接受了相当规模的来自盆地或陆源的火山碎屑（多为粗安质、英安质河流纹质）沉积物。盆地水体，至少火山碎屑沉积层中的粒间水偏碱性，镁离子浓度较高。

含矿岩系 海相含矿岩系常由碳酸盐岩-页岩及泥岩-凝灰岩-膨润土构成；陆相盆地的含矿岩系主要由砂砾岩、砂岩及粉砂岩、泥岩、火山熔岩及火山碎屑岩构成，可伴生含煤岩系。

成矿时代 古代至新生代，我国的成矿时代主要是中生代。

伴生矿床 可见煤、沸石等矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状、似层状产于火山碎屑岩、碳酸盐岩及粘土岩层中，产状与上下围岩一致，与上下围岩多呈渐变关系，横向常过渡为正常沉积岩。

矿石矿物组合 矿石主要粘土矿物是蒙脱石，可见高岭石。主要脉石矿物常为沸石、石英、绿泥石、水云母等共生矿物及陆源的火山碎屑矿物。

矿石结构构造 矿石多具残余晶屑凝灰结构、残余玻屑结构、残余角砾凝灰结构，常见块状构造、土状构造、变余砂砾状及角砾状构造。

矿床规模及意义 矿床规模大小不一，但海相火山沉积膨润土矿床多为大型，钠基膨润土多属此种类型，因此常具重要工业意义。

矿床实例（新疆）柯尔碱、（浙江）平山、（甘肃）红泉、（安徽）新潭、（内蒙）高庙子、（广东）凤村、（美）怀俄明、（土库曼斯坦）奥格兰林、（日本）大江。

矿床成因

盆地中接受（包括陆源带入的）的火山碎屑沉积物是膨润土矿床的成矿物质来源，成矿介质为盆地及沉积物层间及粒间高PH值和含适量 Mg^{2+} 浓度的水，成矿作用为发生于沉积-成岩阶段的脱玻化、水解及水和作用。以玻屑为主的火山碎屑化学性质活泼，当其沉积于盆地之后在层间及粒间水的作用下发生水和及水解反应，释放出钾、钠、钙、镁等阳离子，引起水的PH值和硅、铝浓度升高，当PH值达到 7.8 以上 Mg^{2+} 浓度适量时开始形成蒙脱石。此时水介质中各种阳离子的相对浓度和水型决定着膨润土的类型，NaCl型水（海相易形成） Na_2CO_3 型及 Na_2SO_4 型水（湖相可形成）有利于钠基膨润土的形成。当PH值达到 9 以上时玻屑脱玻化向沸石转变，是蒙脱石常与沸石共生的原因同时也可能影响膨润土的质量。过高的 Mg^{2+} 浓度易形成绿泥石而不利于膨润土的成矿。

找矿方向及标志

- （1）古生代以来的海相及陆相火山沉积盆地，尤其是中生代酸性及中酸性火山碎屑沉积盆地，
- （2）上述盆地相中的火山碎屑层及其相应的层位，（3）注意矿体地表自然改型规律。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（下册），地质出版社，252-260
- 2、张培元，1987，中国工业矿物和岩石（下册），地质出版社，223-237
- 3、田熙、周开灿、文化川，1989，非金属矿产地质学，武汉工业大学出版社，207-216

5、碳酸盐岩相石膏-石岩（-钾盐）矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块内及被动大陆边缘大型沉积盆地。

成矿环境 沉积盆地多为封闭及半封闭的泻湖、浅海碳酸岩沉积盆地及干化的海盆地，与相邻海洋之间水的联系受到限制或隔绝，缺乏陆源碎屑的供应；成盐期间盆地处于干旱气候带，盆地中的海水常持有较大的净蒸发量。

含矿岩系 主要为浅海-泻湖相灰岩及泥灰岩-白云岩及白云质泥岩-石膏及硬石膏岩-岩盐(-钾盐)。随着气候和补给水量的不断变化，含矿岩系内由碳酸盐岩→石膏→石盐（→钾盐）代表的咸化韵律和反向的淡化韵律发育。

成矿时代 古代至新生代。

伴生矿床 可见石膏-硬石膏矿床、石膏-石盐矿床及石膏-石盐-钾盐等矿床类型，有时在白云岩-泥岩沉积相中可伴有膨润土、凹凸棒石粘土及海泡石粘土等矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状、似层状产于白云质碳酸盐岩及粘土岩层中，产状与上下围岩一致，但成岩、成矿后易引起变形或局部溶解形成盐溶角砾岩。

矿石矿物组合 矿石主要有用矿物因矿床类型而异，可为石膏及硬石膏、石盐、钾石盐及光卤石、杂卤石等含钾盐类矿物。主要脉石矿物常为白云石、石膏及硬石膏（对于石盐及钾盐矿床而言）矿物。

矿石结构构造 矿石多具不同粒度的结晶及变晶结构，常见块状构造、层理构造、条纹状及条带状构造。

矿床规模及意义 多构成规模巨大的矿床，世界著名的盐矿床，尤其是钾盐矿床多属此类。

矿床实例 （四川）威西、万县石盐矿床、（甘肃）火烧城石膏矿床、（加拿大）萨斯喀彻温石盐-钾盐矿床、（西欧）蔡希斯坦盆地的石盐-钾盐矿床、（美国）德拉韦盆地钾盐矿床。

矿床成因

成矿物质来自沉积盆地中的海水和海洋向沉积盆地补给的海水，在干旱的气候条件下，封闭及半封闭盆地中蒸发量大于淡水及正常海水的补给量，长期保持的净蒸发量使盆地水的盐度不断增大，导致石膏、石盐及钾、镁盐类矿物依次达到过饱和而沉淀成矿。石盐及钾盐沉积后石膏及粘土等渗透性差的沉积层覆盖使盐层与后期淡化水体隔绝，有利于沉积盐层的保存。盐类矿物在成岩过程中由于温度及压力的变化极易发生重结晶和重组等变质作用使矿石的矿物组合及结构构造发生变化。因盆地的封闭状况不同而建立了不同的成矿模式：

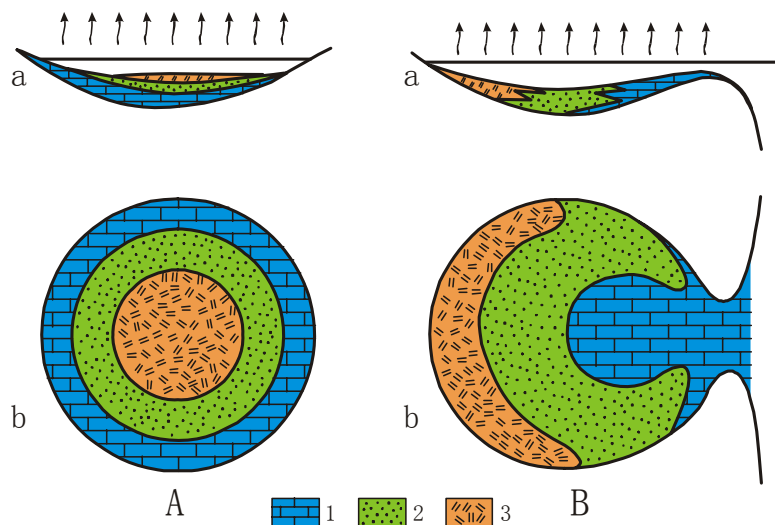


图 59 碳酸盐相盐类矿床成矿模式图（据施马尔兹，1970）

A-完全封闭盆地的成矿及相分布模式；B-半封闭盆地的成矿及相分布模式

1-碳酸盐；2-石膏；3-石盐；a-剖面图；b-平面图

(1) 全封闭盆地成矿模式：如干化深盆地环境，完全封闭于盆地中的海水随蒸发作用逐渐咸化，水域逐渐收缩，自下而上、由边部向盆地中心依次形成灰岩→白云盐→石膏→石盐的沉积，在平面上构成不同岩相的同心环状（即牛眼式）分布（图 59A）。在盐盆地干化阶段有新的凹陷形成时，可使高浓度卤水、尤其是盐层中的富钾晶间卤水集中，最终形成层状钾盐矿体（图 60）。

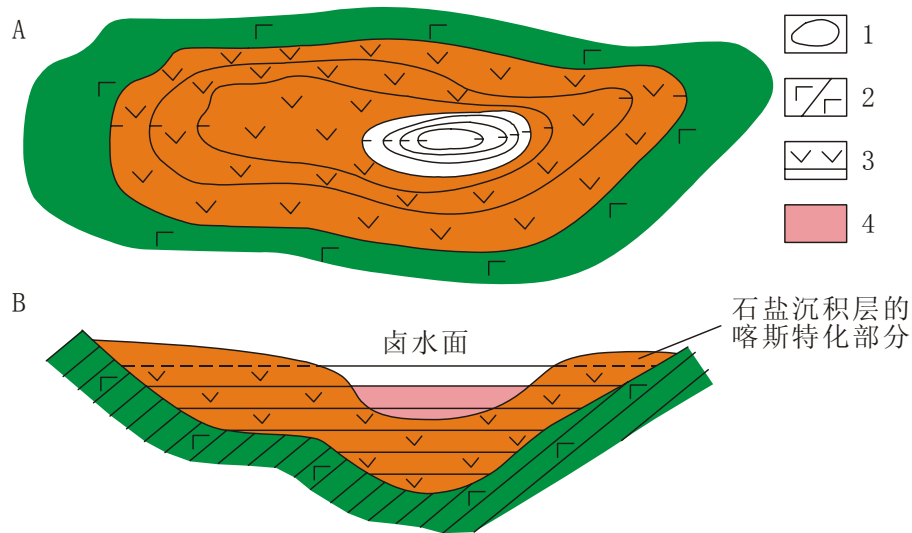


图 60 干盐湖阶段钾盐成矿模式（据瓦利亚什科原图简化）

A-盐湖平面图；B-盐湖剖面图；1-等厚线；2-石膏；3-石盐；4-钾盐

(2) 半封闭盆地成矿模式：在有定向补给水的蒸发盆地中，盆地水体向海一侧和向陆一侧出现浓度差异，由补给水一侧向陆地一侧依次出现碳酸盐岩、石膏、石盐的沉积相（即泪滴式分布，图 59B）。当盆地属内部有多级分隔时，最靠近大陆的盆地卤水浓度最大，有利于形成钾盐矿床（图 61）。

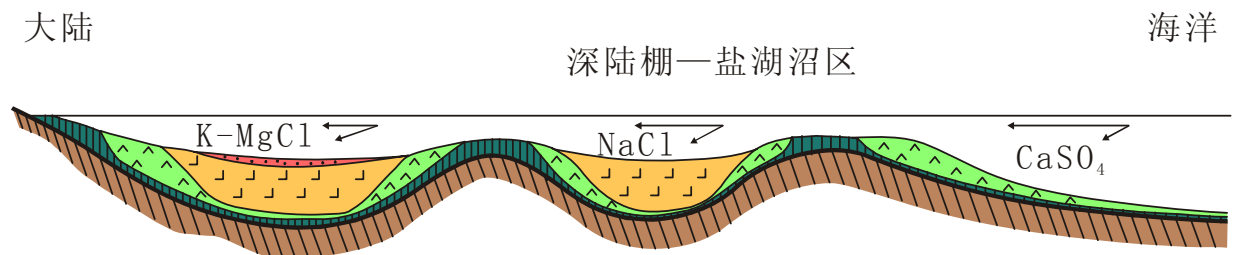


图 61 内部有多级分割的盆地蒸发沉积分异模式（据 G.里希特—贝恩布格，1968）

找矿方向及标志

(1) 不同地质时代古干旱气候带的大陆板块内部及被动大陆边缘封闭及半封闭拗陷碳酸盐沉积盆地，(2) 石膏层及由石膏、泥岩及碳酸钙构成的石膏帽，(3) 石盐假晶及盐（膏）溶角砾岩，(4) 盐泉，(5) 低重力异常，(6) 电阻率、伽马等测井异常。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（下册），地质出版社，162-170，173-177，218-227
- 2、张培元，1987，中国工业矿物和岩石（下册），地质出版社，348-366
- 3、袁见齐、朱上庆、翟裕生，1979，矿床学，地质出版社，240-265
- 4、H.G.里丁，1978（周明鉴等人译，1986），沉积环境和相，地质出版社，245-257

- 5、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，194-196
- 6、查·赫奇逊，1983（张炳熹、李文达译，1990），矿床及其构造背景，地质出版社，85-91
- 7、G里希特—贝恩布格，1972，（丘国柱等人译，）盐矿床地质，四川人民出版社，27-39,237-253

6、碎屑岩相石膏（-芒硝）-石盐（-钾盐）矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块内部和边缘裂谷及断陷沉积盆地。

成矿环境 沉积盆地多为内陆高山环绕的深盆地及沙漠地区的湖泊，陆源碎屑供应充足；成盐期间盆地处于干旱气候带，盆地中的水体常持有较大的净蒸发量。

含矿岩系 主要由砂砾岩-砂岩-粉砂岩-泥岩等红色陆源碎屑岩相和石膏及硬石膏（芒硝-）石盐（-钾盐）等蒸发盐相构成。随着气候和补给水量的不断变化，含矿岩系内由碎屑岩→石膏→（芒硝）→石盐（→钾盐）代表的咸化韵律和反向的淡化韵律发育。

成矿时代 古代至新生代，我国此类矿床多形成于中-新生代。

伴生矿床 可见石膏-硬石膏矿床、石膏-石盐矿床、石膏-钙芒硝-石盐矿床及石膏-石盐-钾盐矿床、石盐-天然碱矿床等类型。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状、似层状产于红色碎屑岩中（矿层上下多为浅色），产状与上下围岩一致，但成岩、成矿后易引起变形或局部溶解形成盐溶角砾岩。

矿石矿物组合 矿石主要有用矿物因矿床类型而异，可为石膏及硬石膏、钙芒硝、无水芒硝、天然碱、石盐、钾石盐及光卤石、杂卤石等含钾盐类矿物。主要脉石矿物常为粘土矿物及碎屑矿物、白云石、石膏及硬石膏（对于石岩及钾盐矿床而言）矿物。

矿石结构构造 矿石多具不同粒度的结晶及变晶结构，常见块状构造、层理构造、条纹状及条带状构造。

矿床规模及意义 可构成大小不等的矿床，在我国的盐类矿床中占有重要地位。

矿床实例 （湖北）应城石膏硬石膏矿床、（山东）枣庄石膏硬石膏矿床、大汶口硬石膏-石盐矿床、（四川）新津钙芒硝矿床、（江西）清江钙芒硝-石盐矿床、（云南）安宁芒硝-石盐矿床、勐野井石盐-钾盐矿床、（河南）吴城天然碱矿床、（泰国）呵叻钾盐矿床、（乌克兰）斯捷勃尼克石盐-钾盐矿床。

矿床成因

成矿物质来自沉积盆地周边流域中岩石化学风化的产物，还可能包括溶解的古沉积盐类及沿断裂上升至盆地的深部盐卤水。在干旱的气候条件下，此类大多不能排泄的湖泊盆地中蒸发量大于淡水补

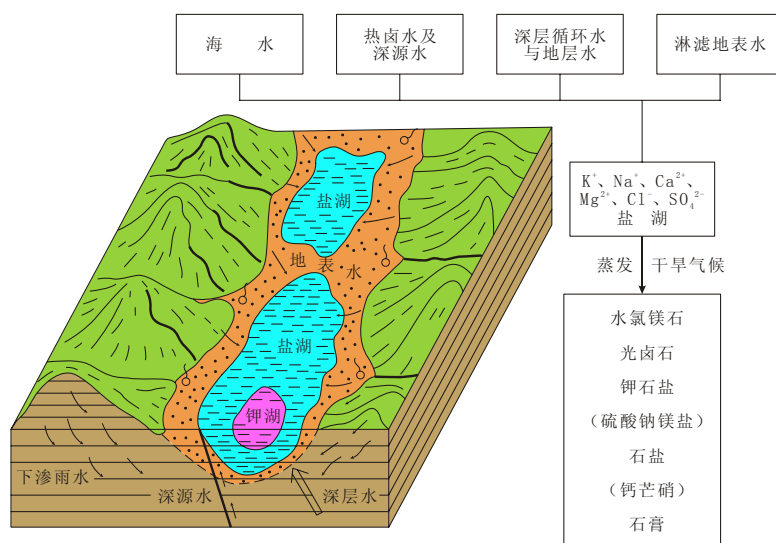


图 62 碎屑盐相盐类矿床成矿模式图（据范小华，1995）

给量，长期保持的净蒸发量使盆地水的盐度不断增大，导致石膏、钙芒硝、芒硝、石盐、天然碱及钾、镁盐类矿物依次达到过饱和而沉淀成矿(图 60)，这些蒸发产物也可构成牛眼式相分布。由于不同盆地周边流域风化基岩及其他盐类物质来源的差异，盆地内水型各异，导致蒸发沉积形成的矿物组合及矿床类型的多样化。盐类矿物在成岩过程中由于温度及压力的变化极易发生重结晶和重组等变质作用使矿石的矿物组合及结构构造发生变化。

找矿方向及标志

(1) 不同地质时代沉积了巨厚红色碎屑岩系的大陆板块内部及边缘的裂谷及断陷盆地，(2) 红色岩系中的淡色细碎屑岩及泥岩段，(3) 石膏层及由石膏、泥岩及碳酸钙构成的石膏帽，(4) 石盐假晶及盐(膏)溶角砾岩，(5) 盐泉，(6) 低重力异常，(7) 电阻率、伽马等测井异常。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床(下册)，地质出版社，162-165，170-182，191-195，210-221-225
- 2、张培元，1987，中国工业矿物和岩石(下册)，地质出版社，348-366
- 3、袁见齐、朱上庆、翟裕生，1979，矿床学，地质出版社，240-265
- 4、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，201-203

7、萨布哈型石膏-硬石膏矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块内及被动大陆边缘大型沉积盆地。

成矿环境 沉积盆地多为干旱气候带上有障壁岛的海湾及泻湖，盆地水体的盐度相对盐度较高；盆地中缺乏陆源碎屑的供应，以潮坪及浅海碳酸盐沉积为主；石膏及硬石膏形成于潮上带及潮间带上部。

含矿岩系 主要为浅海-泻湖相潮下及潮坪沉积的灰岩及泥灰岩-白云岩及白云质泥岩-石膏及硬石膏岩，常有多个海退沉积韵律构成，单个韵律的理想沉积剖面结构如图 63。

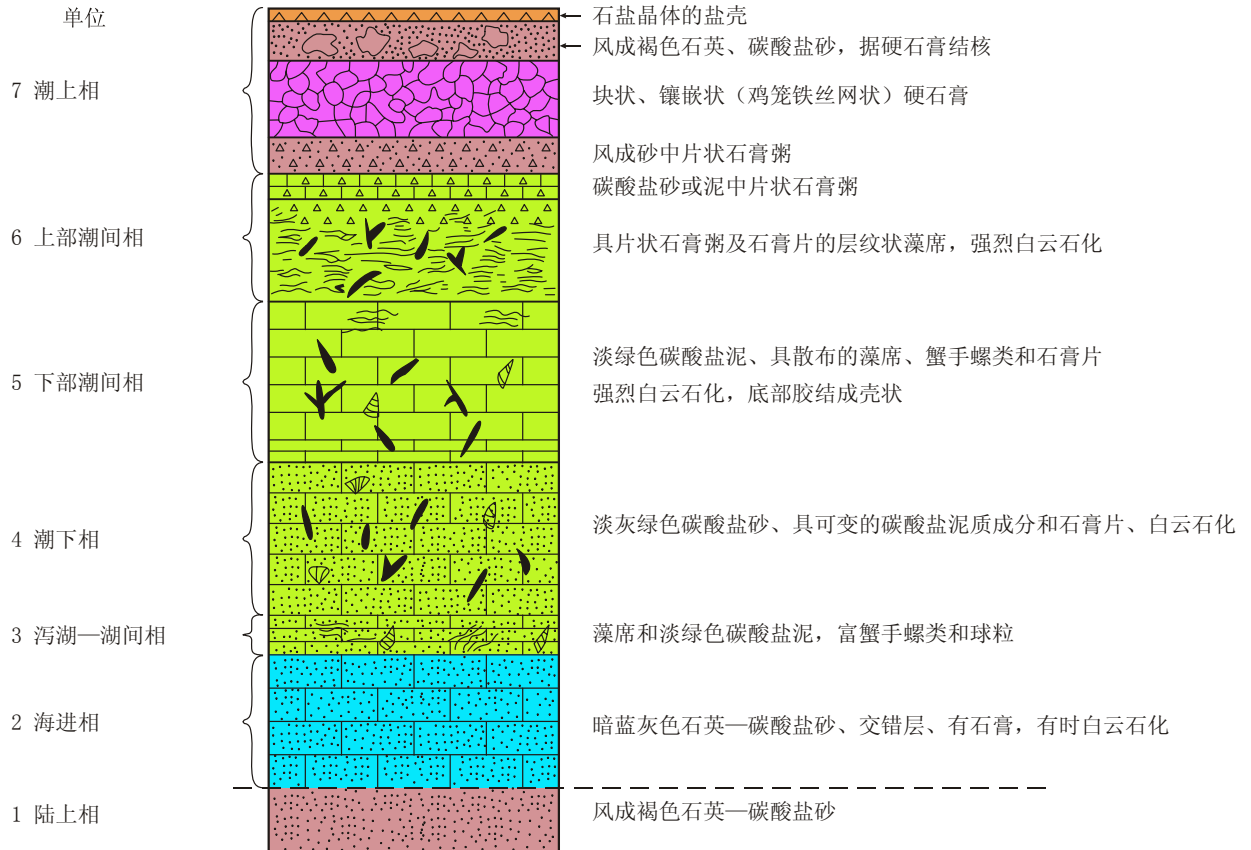


图 63 萨布哈现代沉积物的理想垂直剖面（据许靖华，1980）

成矿时代 古代至新生代。

伴生矿床 局部可伴有石盐矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状、似层状产于白云质碳酸盐岩中，产状与上下围岩一致。

矿石矿物组合 矿石为石膏及硬石膏。主要脉石矿物常为白云石及粘土矿物。

矿石结构构造 矿石多具交代结构、变晶及重结晶结构，常见团块状、镶嵌（网）状、叠层石状、纹层状及竹叶状、鲕状等交代残余构造。

矿床规模及意义 可构成规模较大的矿床，但除潮坪卤水池外一般不具有工业意义的石盐层。

矿床实例 （山西）临汾、（英国）苏塞克斯。

矿床成因

成矿物质来自渗透于潮间及潮上带沉积物中的海水。在干旱气候条件下，潮上带强烈的蒸发作用使沉积物中的海水以毛细作用方式上升至潮上带沉积物表层及其附近，由于水被蒸发其中的盐在表层结晶形成盐壳，其中的被富集的硫酸根离子可与钙离子结合形成石膏或硬石膏（表层高温条件下）在

表层结晶及充填于沉积物粒间孔隙形成团块状、镶嵌状石膏，或交代碳酸盐沉积物的方式形成具有交代残余碳酸盐岩构造（叠层石状、鲕状、竹叶状等构造）的石膏（图 64）。潮上带常遭受大潮的侵漫

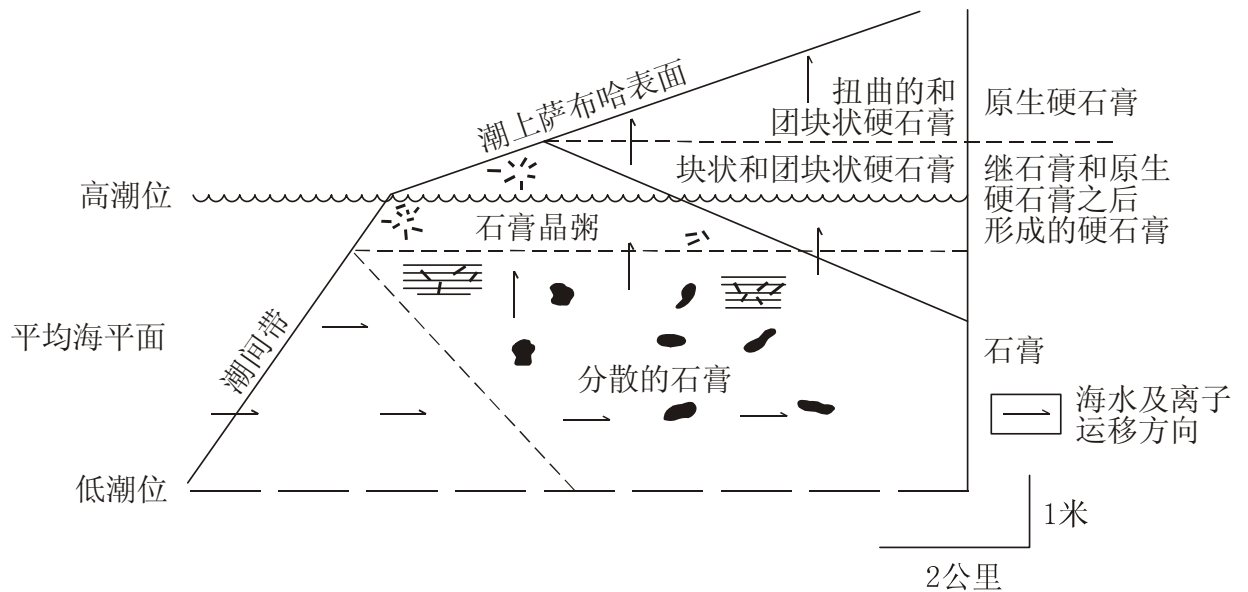


图 64 萨布哈石膏硬石膏矿成矿模式图（据 H.G.里丁（1978）原图稍加补充）

和冲刷，表层盐壳不易保存是此类矿床盐层不发育的原因。

找矿方向及标志

- （1）不同地质时代古干旱气候带的大陆板块内部及被动大陆边缘半封闭拗陷碳酸盐沉积盆地，
- （2）潮间及潮上带白云质岩相带，（3）膏溶角砾岩。

主要参考文献

- 1、H.G.里丁，1978（周明鉴等人译，1986），沉积环境和相，地质出版社，222-245
- 2、许靖华，1980，沉积学讲座，地质部成都地质矿产研究所出版，93-101，112-113
- 3、袁见齐、朱上庆、翟裕生，1979，矿床学，地质出版社，240-265

8、海相沉积磷灰岩矿床模式

地质构造背景

构造位置 古大陆板块边缘海。

成矿环境 依据现代磷灰岩沉积区和大量矿床古纬度的研究与统计资料（图 65），适宜沉积成矿的

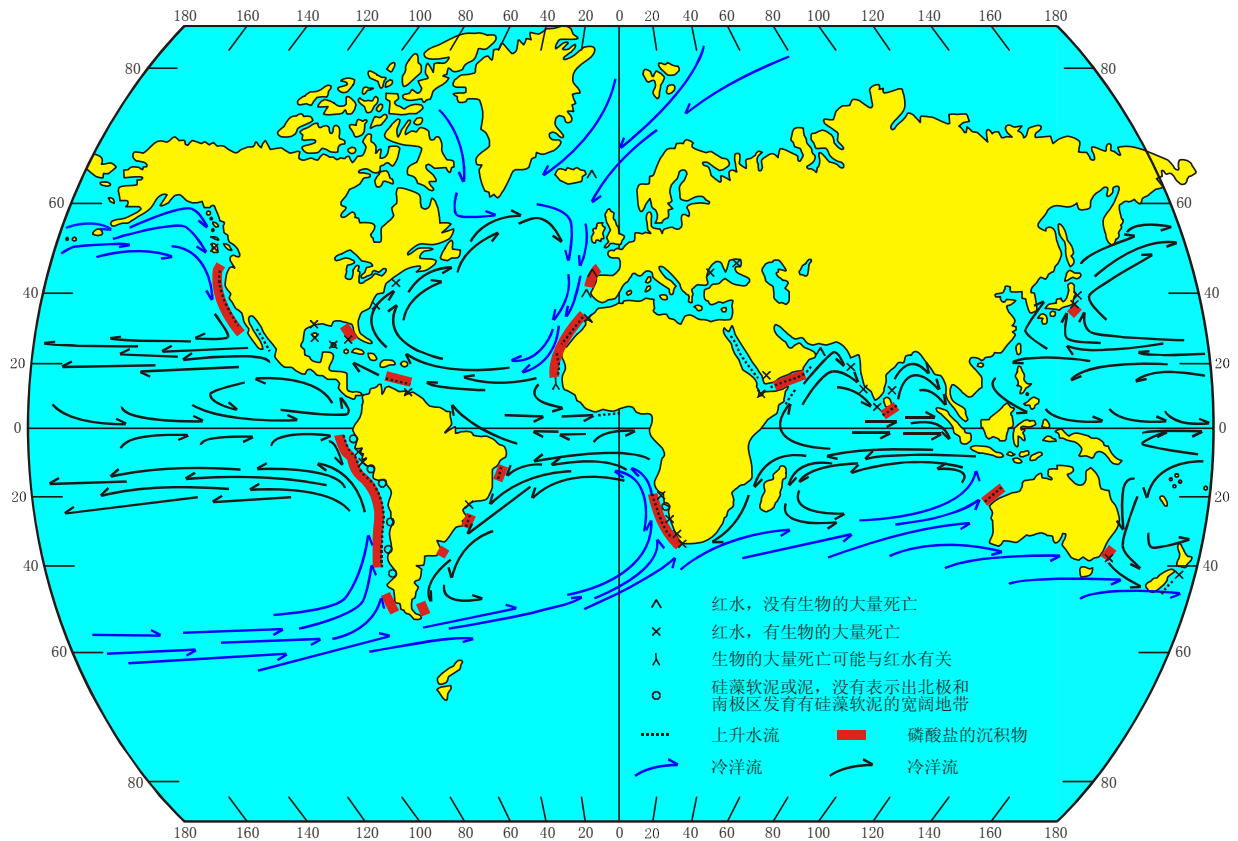


图 65 大洋上升水流和现代磷酸盐沉积物的分布

古地理位置为古纬度在南、北纬 40° 之间的古大陆边缘海域上升洋流及暖洋流上升区，通常是与广大海联系通畅、贫陆源碎屑沉积物的古大陆两侧滨浅海、水下高地及古岛屿旁侧。

赋矿岩石 常为碳酸盐岩、燧石岩、页岩及黑色页岩，可见砂岩。从滨、浅海向深水方向，赋矿岩石一般有由白云岩→硅质岩→黑色页岩的变化趋势。

成矿时代 元古代至上新世。

伴生矿床 沉积锰矿、与黑色页岩有关的层状重晶石矿床、沉积铀矿床、沉积钒矿床及镍、钼矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状、似层状、凸镜状整合的产于白云岩、燧石岩及页岩中。

矿石矿物组合 主要含磷矿物是磷灰石、胶磷石（碳氟磷灰石）、氟磷灰石，主要脉石矿物有白云石、方解石、石英（玉髓）、粘土矿物（蒙托石、伊利石等）等，可见海绿石、黄铁矿等。

矿石结构构造 矿石主要见细（微）晶结构、胶状结构、碎屑结构及生物碎屑结构、球粒结构，块状构造、鲕状构造、条带（纹）状构造、结核状构造等。

围岩蚀变 无。

矿床规模及意义 此类矿床常具有重要意义，是磷酸盐的主要来源（占世界产量的 $4/5$ ），可构成规模巨大的矿床。对美国、阿尔及利亚、中国、澳大利亚、埃及、俄罗斯、突尼斯、以色列、约旦等

24 个国家 60 个矿床的规模及品位的统计结果见图 66 和图 67。

矿床实例 (云南) 昆阳、德泽、雷波、(贵州) 开阳、(湖北) 荆襄、(四川) 马边、什邡、(印度) 阿拉瓦利、(美) Southeast、(摩洛哥) Meskala、(突尼斯) Stra Quertane。

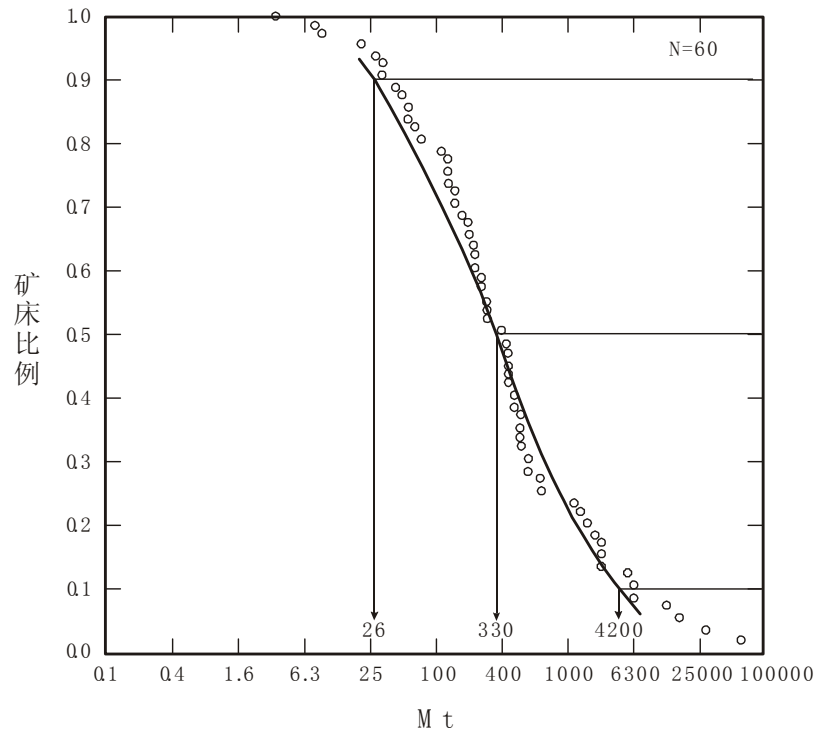


图 66 洋流上升型海相沉积磷灰岩矿床的吨位 (据 Dan L.Mosier, 1986)

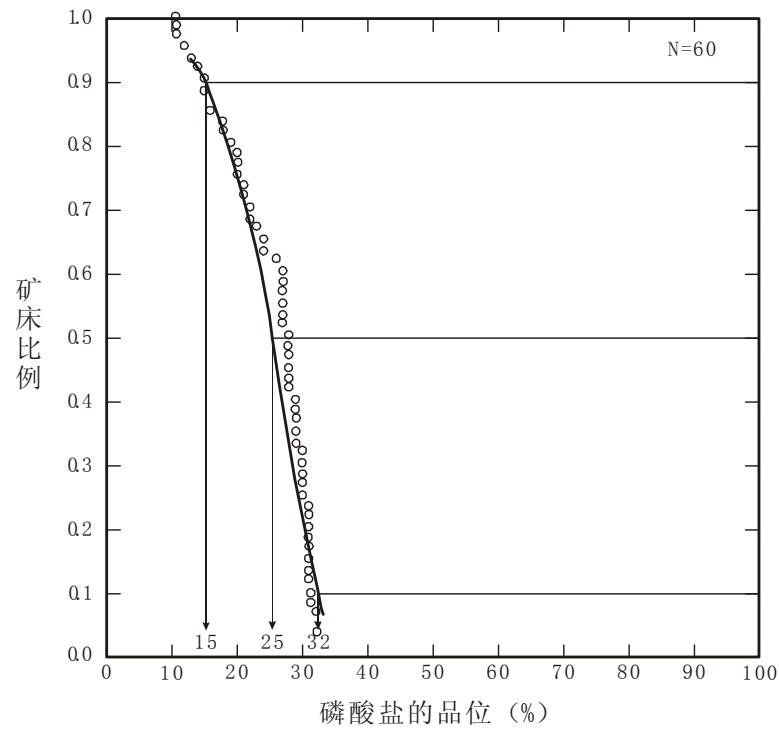


图 67 洋流上升型海相沉积磷灰岩矿床的品位 (据 Dan L.Mosier, 1986)

矿床成因

形成矿床的磷来自海洋深部的富磷海水。在上升洋流及暖洋流的动力作用下，深部富磷等营养物

质的海水沿海底斜坡上涌到海水表层，为生物的大量繁衍创造了优越条件。这些生物从海水中吸收磷并使其富集于生物机体中。当生物死亡之后沉积于海底淤泥中，而后随生物机体分解被释放出来的磷或在碎屑间、淤泥中聚集形成胶结物、鲕粒及结核，或交代生物碎屑使其在沉积物中获得初步富集或形成结核状矿石。当海平面有升降变化或风暴潮时，富集了磷质的沉积物被搅动并且在潮汐及波浪的作用下经过分选和再沉积形成具有碎屑结构、品位较高的矿石。从浅水至深水因水动力条件、Eh及PH等条件的变化可出现由碳酸盐岩-磷灰岩→硅质岩及硅质页岩-磷灰岩→富含有机质及铀、钒、镍、钼等元素的黑色页岩的相变趋势（图68）。

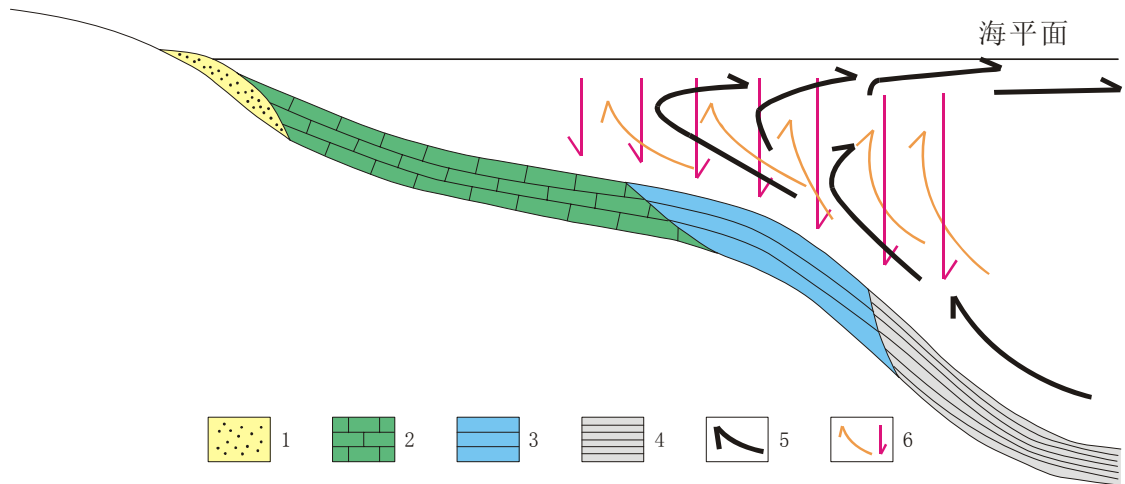


图 68 海相沉积磷灰岩矿床的成矿模式图

1-砂岩；2-碳酸盐岩-磷灰岩相；3-燧石岩及硅质页岩-磷灰岩相；4-碳质黑色页岩相；5-上升洋流；6-溶解状态的磷和生物机体中磷的运移趋向

找矿方向及标志

主要参考文献

- 1、成都地质学院《矿床学》编写组，1978，矿床学，地质出版社，108-119
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，181-187
- 3、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，227-232
- 4、袁见齐等人，1985，矿床学，地质出版社，249-252
- 5、格•尼•巴图林，1978（东野长崢译，1985），海底磷块岩，地质出版社，11-147
- 6、A.H.G.米契尔，M.S.加森，1981，矿床与全球构造，（周裕藩、李锦轶译，1986），地质出版社，66-69

9、硅藻土矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块陆表海及边缘浅海盆地，大陆板块内的断陷盆地。

成矿环境 矿床可形成于海相和陆相两种环境。前者多为高纬度地区及洋流上升区浅海，后者为淡水湖泊。有利的成矿盆地应为广阔的浅水盆地，盐度稳定、富含可溶性二氧化硅、磷、氮等营养物质，陆源粗碎屑物质的掺和作用相对较弱，沉积后未经强烈的压实和胶结等成岩作用。

含矿岩系 海相含矿岩系一般为夹有中、基性火山熔岩及火山碎屑岩的泥灰岩、白垩、砂层、粉砂层、粘土层。陆相含矿岩系一般为砂砾层、砂层、粉砂层、泥质层夹中基性火山熔岩及凝灰岩或含矿岩系基底为火山岩。

成矿时代 主要为白垩纪—新生代。

伴生矿床 磷灰岩矿床（海相含矿岩系）、煤。

矿床特征

矿体特征 矿体多呈层状、似层状、整合地产于粉砂岩及泥岩（湖泊相）或产于泥灰岩、白垩及粘土（海相）层间。

矿石矿物组合 有用组分为蛋白石质的硅藻壳，无用矿物常为粘土矿物、碳酸盐矿物、海绿石及长石、石英、云母等碎屑矿物。

矿石结构构造 矿石为生物碎屑结构，一般具土状、块状、细层状、白垩状等构造。

矿床实例 （吉林）马鞍山、高松树，（山东）解家河、（浙江）嵊县，（四川）米易、（云南）先锋、（美国）、隆波克(Lompoc)、（阿尔及利亚）锡格(Sig)、（丹麦）莫勒(Moler)、（加拿大）魁斯聂尔(Quesnel)。

矿床成因

矿床由硅藻壳堆积而成，属生物沉积矿床。广而浅的盆地光合作用带可直达水底，即有利于浮游种及底栖种等不同种属硅藻土的生长繁殖，又可减少藻壳沉积过程中的损失。高纬度及洋流上升区海水富含硅藻省长所需的磷、氮等营养物质。盆地及周边的中-基性火山岩及火山碎屑物质化学性质活泼，当其沉积于盆地之后在水的作用下发生水解反应释放出丰富的可溶性 SiO_2 及磷、钾等营养物质，有利于硅藻的大量繁殖。藻类死亡沉积后集体分解残留下化学性质稳定的藻壳。陆源粗碎屑供给较少时则掺和作用较弱，有利于藻壳沉积富集。松散的藻壳沉积后未经强烈的压实和胶结等成岩作用，使硅藻土体重轻、孔隙度大、比表面积大、渗透性强的优良性能得以保存。

找矿方向及标志

（1）中、新生代陆相断陷盆地及浅海盆地，（2）未成岩及成岩程度低的夹有中-基性火山沉积层或基底为中-基性火山岩的湖相及浅海相沉积岩系，（3）上述沉积岩系中的泥质及粉砂质岩性段，（4）矿体地表多呈白色及灰白色，矿石体重轻、有粗糙感、吸水性强。

主要参考文献

- 1、陶维屏，1987，中国工业矿物和岩石（上册），地质出版社，406-417
- 2、田熙等，1989，非金属矿产地质学，武汉工业大学出版社，326-334
- 3、（日）小泉格，（1976）（王开发、国蓄民译，1984），硅藻，地质出版社，42-74
- 4、《非金属矿工业手册》编辑委员会，1992，非金属矿工业手册（上册），冶金工业出版社，56-59

七、变质矿床模式

1、变质硅铁建造型铁矿床模式

地质构造背景

构造位置 稳定古大陆板块内的太古代绿岩带、裂谷及古大陆边缘岛弧和弧后等拉张性盆地。

成矿环境 沉积期盆地处于构造活动带，基性、中酸性海底火山及其伴生的富硅、铁气液喷发活动频繁，条带状铁建造多沉积于陆架浅海，也可形成于深水盆地。成矿后含铁建造经历了不同程度的区域变质及混合岩化作用。

含矿岩系 原岩建造主要为海相基性及中酸性火山熔岩及火山碎屑岩、铁燧岩、泥质岩、粉砂岩、杂砂岩、碳酸盐岩等岩相,经历不同程度的变质作用后常为板岩(千枚岩)-铁碧玉岩建造；绢云母石英片岩-绿泥石石英片岩-(石英岩-)磁铁石英岩建造；斜长角闪岩-变粒岩-片麻岩-(石英岩-)磁铁石英岩建造等。

成矿时代 太古代-元古代。

伴生矿床 可见金矿床、硫化物矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状、似层状、凸镜状，与上下岩层呈明显的整合关系，但常因后期强烈地变质和塑性变形使矿体形态复杂化。顶地板岩石可属含矿岩系中不同类型的岩石，其原岩多属沉积的火山碎屑岩、陆源细碎屑岩及泥质岩、富铁泥灰岩、硅质岩等。

矿石矿物组合 铁的矿石矿物主要是磁铁矿，可为赤铁矿、菱铁矿。主要脉石矿物为石英，次为闪石类矿物、绿泥石、云母、碳酸盐、黄铁矿、磷灰石等。

矿石结构构造 多为细粒及中-细粒变晶结构，由相间的暗色富铁的和浅色贫铁的纹层构成的条纹及条带状构造。

矿床规模及意义 矿床常具有重要的工业意义，除地表氧化富集或热液叠加富集者外一般矿床品位较低，但往往矿床规模较大，世界众多规模巨大的铁矿床多属此类。对中国、印度、巴西、澳大利亚、乌克兰、美国、加拿大、委内瑞拉、瑞典等 17 个国家 66 个矿床的统计，此类矿床的规模及品位见图 69 和图 70。

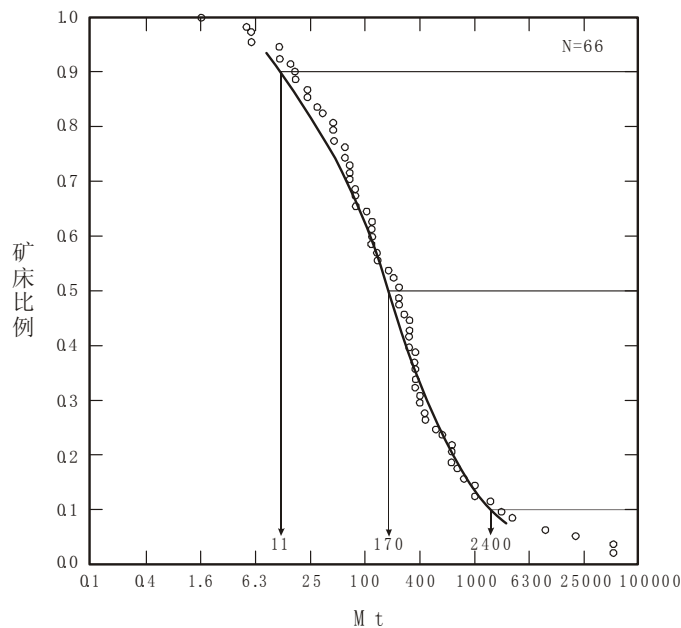


图 69 变质硅铁建造型铁矿床的吨位（据 D.L.Mosier 和 D.A.Singer, 1986）

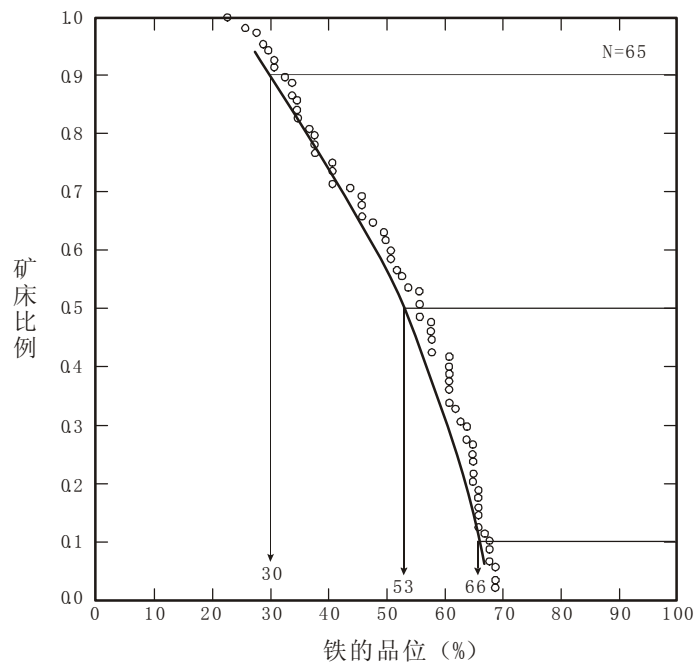


图 70 变质硅铁建造型铁矿床的品位 (据 D.L.M0sier 和 D.A.Singer, 1986)

矿床实例 (辽宁)鞍山、本溪、(河北)迁安、滦县、(河南)午阳、(山西)五台、(乌克兰)克里沃罗格、(澳大利亚)哈默斯利、(巴西)米斯吉拉斯、(美国)苏比利尔、(加拿大)米契皮科顿、(印度)罗乌格哈塔。

矿床成因

此类矿床的铁、硅等成矿物质来源于海底火山活动有关。在火山活动的间歇期火山喷气及热液活动频繁，不仅将从火山碎屑岩及熔岩中淋滤出来的大量硅铁物质带入海水，而且使喷发区海底水体转变为富含 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_2^{2-} 离子的酸性、还原性水体，此种水体有利于成矿物质保持溶解状态和富铁基性火山物质的海解作用，从中汲取铁、硅等成矿物质。当此种富成矿物质的深部海水随海水对流循环上升至陆架浅海环境时，由于海水PH值、Eh值上升硅、铁以玉髓、菱铁矿、铁硅酸盐、磁铁矿及赤铁矿等形式沉积成矿 (图 71)。由于季节性的变化和铁质与硅质沉积分异作用形成富铁的、富硅的

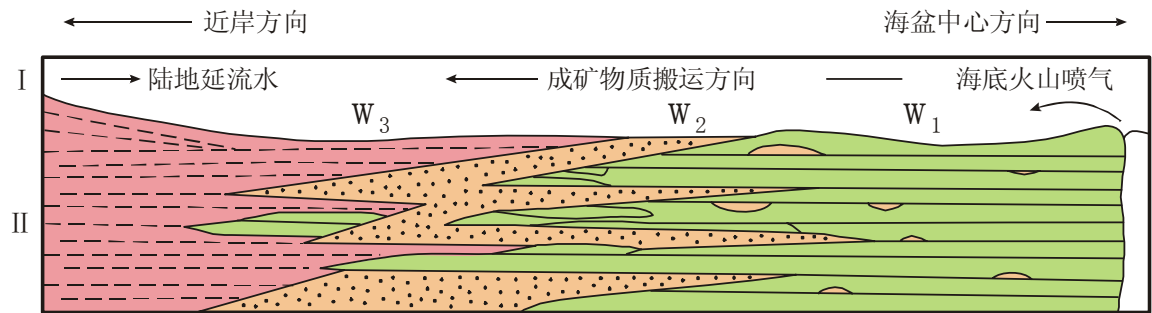


图 71 变质硅铁建造型铁矿床成矿模式图 (据周世泰, 1995)

W_1 -强酸性水环境; W_2 -酸碱性交替环境; W_3 -中性-弱碱性水环境

和泥质的韵律型条带状构造。在后期变质过程中矿体及矿石矿物发生了重结晶、重组和强烈的变形。
找矿方向及标志

(1) 古大陆板块褶皱隆起带 (花岗-绿岩带) 中的复式向斜翼部, (2) 沿走向分布的强磁异常, (3) 变质中基性火山-沉积岩建造及中酸性火山-沉积岩建造, (4) 地表氧化形成的铁的氧化物及氢氧化物。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会，1994，中国矿床（中册），地质出版社，434-466
- 2、裴荣富，1995，中国矿床模式，地质出版社，35-38
- 3、查·赫奇逊，矿床及其构造背景，（张炳熹、李文达译，1990），地质出版社，191-193，205-213
- 4、D.P.考克斯、D.A.辛格，1986（宋伯庆等人（1990）译），矿床模式，地质出版社，191，221-224
- 5、F.索金斯，1984（曹开春等人（1987）译），金属矿床与板块构造，地质出版社，256-257
- 6、国家地质总局地质矿产情报网中南分网，1976，铁矿译文专辑

2、区域变质型石墨矿床模式

地质构造背景

构造位置 前寒武纪古大陆板块内隆起的基底变质杂岩出露区、褶皱隆起的活动古大陆边缘。

成矿环境 沉积期盆地接受了富含有机质的陆源碎屑沉积物及碳酸盐的沉积，成岩后经历了角闪岩相至麻粒岩相等中、深程度的区域变质及混合岩化作用。

含矿岩系 原岩建造主要为富铝、钙、碳的海相及泻湖相粘土、半粘土-碳酸岩沉积。因原岩成分和变质程度的差异，经强烈变质后形成含石墨片岩、石墨片麻岩、石墨变粒岩、石墨大理岩的各种片岩、片麻岩及大理岩等变质岩建造。

成矿时代 太古代、元古代、古生代，元古代为重要成矿期。

伴生矿床 变质硅铁建造型铁矿床、矽线石矿床、大理石矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体呈层状、似层状、凸镜状产出，与上下岩层呈明显的整合关系，多产于片岩、片麻岩与大理岩、透辉岩及石英岩（粘土岩与碳酸盐岩及硅质岩等原岩）的过渡部位。

矿石矿物组合 矿石矿物为鳞片状石墨。主要脉石矿物因矿石类型不同而异，常见者为石英、云母、斜长石、矽线石、石榴子石、透辉石、透闪石、方解石及白云石等。

矿石结构构造 为鳞片-粒状变晶结构，片状构造、片麻状构造、块状构造。

矿床规模及意义 此类矿床为晶质石墨，又常可构成中、大型矿床，是最重要的石墨矿床类型。

矿床实例 （山东）南墅、（内蒙）兴和、（黑龙江）柳毛、（河南）灵宝（江西）金溪、（湖北）三岔埡、（云南）元阳、（马达加斯加）塔马塔夫、（德国）巴伐利亚、（前苏联）查瓦利亚、泰金。

矿床成因

成矿物质来源主要是有机碳，也可能有来自碳酸盐岩中的无机碳。成矿可分为二至三个阶段：（1）沉积阶段，在较稳定的浅海及泻湖（尤其是还原性的）环境中沉积了一套富含有机质的泥（页）岩、粉砂质泥岩、泥灰岩及碳酸盐岩；（2）区域变质阶段，上述沉积岩在晶手中、高级变质过程中有机碳发生重结晶作用形成石墨，原岩中的碳酸盐也可发生重组及碳氧化物的还原作用形成石墨。（3）混合岩化阶段，在发生混合岩化的情况下部分矿体可能遭受破坏，但部分矿体可在混合岩化过程中发生石墨的重结晶作用，使石墨片度增大，质量提高（图 72）。

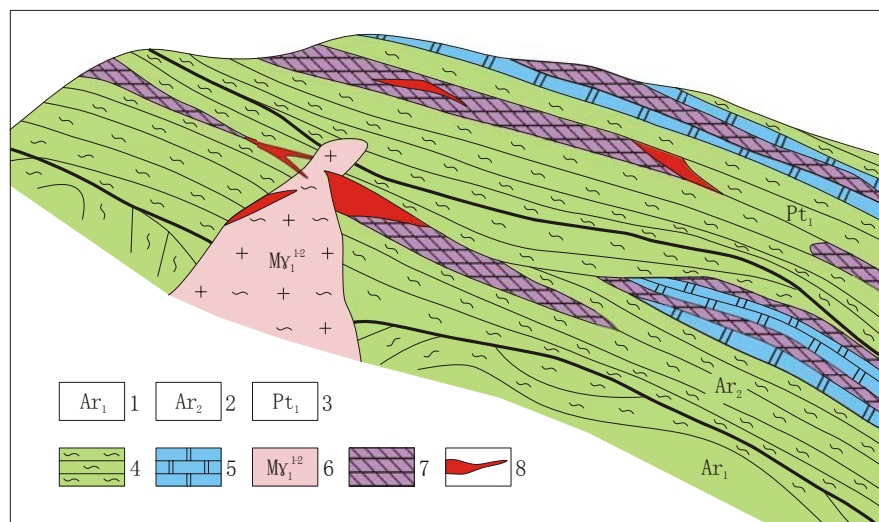


图 72 区域变质型石墨矿床模式图（据刘浩龙等，1995）

1-古太古界；2-新太古界；3-古元古界；4-结晶片岩；5-大理岩；6-混合花岗岩；7-石墨矿体；8-石墨富矿体

找矿方向及标志

(1) 地轴、地盾及地槽褶皱带等角闪岩相及麻粒岩相变质岩出露区, (2) 由片岩、片麻岩、大理岩、变粒岩、透辉岩组成的变质岩系, (3) 低缓磁异常区, (4) 高极化率、低电阻率异常。

主要参考文献

- 1、《中国矿床》编委会, 1994, 中国矿床 (下册), 地质出版社, 464-468, 476-479
- 2、陶维屏, 1987, 中国工业矿物和岩石 (上册), 地质出版社, 324-346
- 3、裴荣富, 1995, 中国矿床模式, 地质出版社 47-49
- 4、田熙等, 1989, 非金属矿产地质学, 武汉工业大学出版社, 373-384
- 5、《非金属矿工业手册》编辑委员会, 1992, 非金属矿工业手册 (上册), 冶金工业出版社, 84-89

3、接触变质型硅灰石矿床模式

地质构造背景

构造位置 大陆板块钙碱性岩浆活动强烈的边缘火山岩浆深成弧及岛弧，大断裂带附近的中、酸性岩浆活动带。

成矿环境 矿床多形成于中、浅成中、酸性侵入体外接触带的热变质晕圈中，富 SiO_2 和 CaCO_3 的原岩及高温（450-600℃）、中低压等物理化学环境有利于硅灰石的形成。

含矿岩系 含矿岩系的原岩为灰岩夹硅质灰岩、富含硅质条带、硅质团块及硅质结核的灰岩、泥灰岩。受热变质后形成含硅灰石的大理岩及钙硅角页岩建造。

成矿时代 可形成于各个地质时代，我国发现的矿床多为晚古生代和中生代中。

伴生矿床 矽卡岩型矿床。

矿床特征

矿体特征 矿体多呈层状、似层状、凸镜状产于大理岩中，受地层层位和原岩岩性控制，与上下围岩产状一致。

矿石矿物组合 有用矿物为硅灰石，主要脉石矿物为方解石、石英，可见少量石榴子石、透辉石及白云石等矿物。

矿石结构构造 硅灰石具纤状、长柱状变晶结构，矿石常具块状构造、放射状构造、条带状构造团块状构造。

围岩蚀变 大理岩化。

矿床规模 此类矿床属三种重要的硅灰石矿床类型之一，常具有重要的工业意义，可构成规模大小不等的硅灰石矿床，在我国的硅灰石矿床中占有最重要的地位。

矿床实例 （吉林）长崴子、大顶山、（江苏）溧阳、（浙江）长兴、（江西）月光山、（湖南）大义山、（芬兰）拉彭兰塔（Lappeenranta）、（乌兹别克）撒马尔汗（Samarkand）、（哈萨克）阿克索兰、（澳大利亚）塔斯马尼亚（Tasmania）。

矿床成因

此类矿床成矿 SiO_2 主要来自含矿地层。虽然热液活动有利于硅灰石的形成，但主要的成矿的动力是来自侵入体的热能。岩浆侵入后接触带附近的硅质（条带、团块及结核）灰岩因接受岩浆热能温度升高而发生重结晶和重组等变质作用形成硅灰石，典型的反应是：



上述反应释放出二氧化碳，在压力较低的情况下有利于排除二氧化碳，可促使反应向生成硅灰石的方向进行，反之压力升高则要求反应的温度相应升高，因此，此类型硅灰石矿床多与中、浅成岩体有关。当原岩含有泥质和白云质时变质重组反应可形成与硅灰石共生的石榴子石及透灰石等脉石矿物。

找矿方向及标志

（1）侵入岩浆活动带，（2）中、浅成侵入体外接触带数百米内的变质晕圈中，（3）含硅质（条带、团块及结核）灰岩的地层层位，（4）硅灰石化及石榴子石化、透灰石化大理岩

主要参考文献

- 1、张培元，1987，中国工业矿物和岩石（下册），地质出版社，174-183
- 2、田熙等，1989，非金属矿产地质学，武汉工业大学出版社，88-94
- 3、《非金属矿工业手册》编辑委员会，1992，非金属矿工业手册（上册），冶金工业出版社，211-213
- 4、张大山，1988，硅灰石（矿产资源战略分析）6-15

