



有志者事竟成

地质酋长 & Geologiemir

矿床学历年考研真题解析

中国地质大学(武汉)

主编: 地质酋长



于桂林理工大学
2009年11月5日

酋长出版社出版

翻版必究



人的生活方式有两种，第一种方式是像草一样活着，你尽管活着，每年还在成长，但是你毕竟是，你吸收雨露阳光，但是长不大。人们可以踩过你，但是人们不会因为你的痛苦，而他产生痛苦；人们不会因为你被踩了，而来怜悯你，因为人们本身就没有看到你。所以我们每一个人，都应该像树一样的成长，即使我们现在什么都不是，但是只要你有树的种子，即使你被踩到泥土中间，你依然能够吸收泥土的养分，自己成长起来。当你长成参天大树以后，遥远的地方，人们就能看到你；走近你，你能给人一片绿色。活着是美丽的风景，死了依然是栋梁之才，活着死了都有用。这就是我们每一个人做人的标准和成长的标准。

每一条河流都有自己不同的生命曲线，但是每一条河流都有自己的梦想——那就是奔向大海。我们的生命，有的时候会是泥沙。你可能慢慢地就会像泥沙一样，沉淀下去了。一旦你沉淀下去了，也许你不用再为了前进而努力了，但是你却永远见不到阳光了。所以我们必须谨记，不管你现在的生命是怎么样的，一定要有水的精神——像水一样不断地积蓄自己的力量，不断地冲破障碍。当你发现时机不到的时候，把自己的厚度给积累起来，当有一天时机来临的时候，你就能够奔腾入海，成就自己的生命。

“不可能”这个字，只在愚人的字典中找得到。努力不一定成功，但不努力一定不会成功！



桂林理工大学 龙涛

2009年11月5日



目 录

一、名词解释:	1
二、简答题	2
1. 简述接触交代矿床的矿化期和矿化阶段。	2
2. 简述岩浆高温热液矿床的基本特征。	2
3. 简述洋流上升区磷块岩的形成机理和含磷相的分布规律。	2
4. 简述矿体产状包括哪些内容?	3
5. 形成盐类矿床必须具备哪些条件?	3
6. 简述斑岩铜矿的蚀变分带规律。	3
7. 热液矿床中成矿流体的主要来源。	3
8. 沉积铁(锰)矿床的矿物组合分带及其形成原因。	3
9. 简述确定矿床形成时代的主要研究方法。	4
10. 导致热液中成矿元素沉淀成矿的重要因素有哪些?(简述影响气水热液矿床成矿元素沉淀的因素有哪些?)	5
11. 地下水(非岩浆)热液矿床有何特征?	5
12. 何谓红土型风化壳和粘土型风化壳?它们分别常与哪些矿种有关?(红土型和粘土型风化壳的剖面特征及相关矿产有哪些?)	5
13. 斑岩型铜矿床多产于何种地质构造环境?常见的含矿岩体及蚀变分带有何特征?	5
14. 研究成矿温度和深度可通过哪些途径?	5
15. 早期岩浆矿床与晚期岩浆矿床的主要区别?	6
16. 研究围岩蚀变有何意义?	6
17. 变成矿床与受变质矿床有哪些主要差别?	6
18. “母岩”与“围岩”有何区别?	6
19. 简述“浓度克拉克值”与“浓度系数”分别表示的含义?	6
20. 简述矿化期,矿化阶段与矿物生成顺序的划分依据。	6
21. 简述“沙漠说”与“沙洲说”的主要区别?(盐类矿床形成假说)	6
22. 简述矿石结构、矿石构造以及它们的研究意义?	6
23. 简述“共生矿床”与“后生矿床”分别表示的含义?	7
24. 简述研究岩浆岩成矿专属性有何意义?	7
25. 简述花岗伟晶岩矿床的带状构造?	7
26. 简述气水热液矿床的原生带状分布及其研究意义?	7
27. 简述金属硫化物矿床的次生富集作用及其意义?	8
28. 简述沉积成矿物质的搬运形式与沉积分异作用?	8
29. 岩浆矿床的一般特点	8
30. 地形地貌对风化矿床形成的控制作用。	8
三、论述题	9
1. 系统表述矿体的形态和产状性质	9
2. 斑岩铜钼矿床的主要地质特征和成矿条件。(论述斑岩铜矿床的主要控矿条件)	9
3. 以铬铁矿、钽铌磁铁矿、铜镍硫化物及金刚石等矿床为例,论述大地构造环境和岩浆岩对岩浆矿床的成矿及找矿意义。	10
4. 论证气候、沉积盆地条件对各类沉积矿床的形成都具有重要的意义。(论述气候和盆地条件对沉积矿床形成的影响。)	10
5. 举例论述岩浆岩成矿专属性。	10



6. 论述矽卡岩矿床的形成条件及其成矿作用。(论述矽卡岩矿床的主要控矿条件) ...	11
7. 论述原岩建造和温度压力条件对变质矿床形成的控制作用。	12
8. 论述岩浆岩条件对岩浆矿床形成的控制作用。	13
9. 论述气候和原岩条件对风化矿床形成的影响。	13
10. 论述接触交代矿床与接触变质矿床有何异同。	13
11. 论述岩浆矿床的成矿作用(成矿条件)。	14
12. 论述气水热液矿床的成矿方式。	15
13. 论述混合岩化成矿作用的过程。	16
14. 论述构造对热液运移和矿质沉淀的影响。	16
15. 论述斑岩型铜矿床的蚀变矿化特征。	16
16. 论述变质成矿作用的方式。	16
17. 论述气水热液矿床的围岩蚀变	17
18. 论述玢岩铁矿的地质特征。	18
19. 卡林型金矿床	18
20. 碳酸盐岩型铅锌矿床(MVT矿床)	18
21. 海相火山(次火山)热液矿床	19
22. 以沉积岩为容岩的喷气沉积(sedex)型铅锌矿床	19
23. 陆相火山(浅成低温)热液型金矿床。	20
24. 论述红土型镍矿床。	20



一、名词解释:

1. **矿床**: 地壳中由地质作用形成的所含有用组分的质和量在当前经济技术条件下能开采利用的地质体。
2. **变成矿床**: 经变质作用改变了工艺性能和用途的矿床或岩石经变质作用后形成的矿床。
3. **充填矿床**: 矿质直接从热液中沉淀于裂隙内 (由充填作用方式) 形成的矿床。
4. **受变质矿床**: 原矿床经变作用后矿体形态、矿物组合及结构、构造发生了一定变化但工艺性能和用途没有改变的矿床。
5. **叠生矿床**: 在前期形成矿床的基础上, 又叠加了后期发生的成矿作用, 形成具有双重成因的矿床。由于先成的矿床在遭受后期的岩浆、热液等成矿作用叠加时, 在物质成分、结构构造、矿体形态等方面发生改造, 因此, 叠生矿床又被称为叠加改造矿床。
6. **成矿作用**: 地球演化过程中, 使分散在地壳和上地幔中的化学元素, 在一定的地质环境中相对富集而形成矿床的作用。
7. **充填作用**: 成矿溶液在化学性质不大活泼的围岩裂隙中运动时, 因温度和压力等物理化学条件的变化致使其中一些组分在各种裂隙中发生沉淀的作用。
8. **渗透交代作用**: 组分的带入和带出靠粒间及裂隙中渗透流动的水溶液进行的交代作用。
9. **同化作用**: 岩浆在其形成和向上运移过程中, 往往会熔化或溶解一些外来物质 (如围岩碎块), 从而使岩浆成分发生改变的作用。
10. **交代作用**: 气液流体与其所流经的矿物及岩石之间的物质交换作用。
11. **矿石矿物**: 矿石中可被利用的金属或非金属矿物。
12. **矿源岩**: 富含成矿元素, 并能在热液作用下活化、迁移, 为矿床的形成提供矿质来源的地层。
13. **矿床工业类型**: 能作为某种矿产的主要来源, 在工业上起重要作用的矿床类型, 称为矿床工业类型。
14. **浓度克拉克值**: 是指一个地质体中某元素的平均含量与其在地壳中平均含量的比值。
15. **矿物生成顺序**: 在同一矿化阶段中不同矿物结晶的先后顺序。
16. **矽卡岩化**: 由热液与围岩相互作用产生的主要由石榴石、辉石、角闪石等 Ca、Fe、Mg、Al 的硅酸盐矿物所组成的蚀变; 所形成的岩石称矽卡岩。
17. **成矿系列 (矿床系列、矿床组合)**: 指在一定的地质环境中形成的, 在时空和成因上有密切联系的一组矿床类型, 他们由一种或几种成矿元素组成, 且包括两个以上的矿床成因类型。
18. **海绵陨铁结构**: 晚期岩浆矿床特征性的一种矿石结构。其特点是岩浆晚期结晶的矿石矿物呈他形晶充填在早期自形程度较高的硅酸盐矿物颗粒间。在外貌上, 矿石矿物好像是硅酸盐矿物的胶结物, 许多钒钛磁铁矿矿石常具有这种结构。
19. **伟晶岩的带状构造**: 由伟晶岩不同结构的部分组成的条带, 沿岩体的走向和倾向, 成有规律的分布而形成。发育完好的带状构造, 从伟晶岩体的边缘到中心, 一般可分为边缘带、外侧带、中间带、内核四个带。
20. **煤田**: 同一时期形成的煤系的现代分布区域。
21. **油气藏**: 地下具有相当规模的石油和 (或) 天然气聚集 (体) 单位
22. **煤**: 主要是由有机质残体和少量矿物在一定地质条件下形成的固体可燃岩石。通常以成矿物质的不同分为两大类: ①腐殖类, 即泥炭、褐煤、烟煤、无烟煤; ②腐泥类, 即藻煤、石煤及油页岩。
23. **围岩蚀变**: 在热液作用下, 近矿围岩与热液发生反应而产生的一系列旧物质为新物质所替代的作用, 称之为围岩蚀变。其结果使围岩的化学成份、矿物成分以及结构构造等均遭受不同程度的改变。
24. **结晶分异作用**: 在岩浆冷凝过程中由于不同矿物先后结晶和矿物比重的差异导致岩浆中不同组分相互分离的作用
25. **岩浆爆发矿床**: 有用组分在深部结晶经爆发作用带到近地表或在爆发过程中形成的矿床。
26. **岩浆喷溢矿床**: 在深部分异出来的有用组分经喷溢作用带到地表或在地表附近形成的矿床。
27. **接触交代作用**: 指岩浆期后热液在岩体与围岩接触带及其附近发生的交代作用。
28. **矽卡岩**: 由石榴石、辉石、角闪石等 Ca、Fe、Mg、Al 的硅酸盐矿物在中酸性侵入体与碳酸盐类围岩的接触带及附近, 并在中等深度条件下经气水热液的高温交代作用形成的岩石。



29. 热液矿床: 含矿热液在有利构造及岩石中通过充填及交代作用使有用组分富集而形成的后生矿床。

30. 层控矿床: 受地层层位、岩性、岩相控制的矿床, 其成矿物质来源一般是多源的, 矿体可以斜交或穿插层理。

31. 萨布哈成矿作用: 在萨布哈环境(潮上带的盐碱滩)中, 由于地下水、海水的循环, 蒸发导致金属元素沉淀形成矿床(化)的作用。

32. 热卤水成矿作用: 热卤水在循环过程中, 强烈淋取沉积物中的金属, 形成富含金属的热卤水溶液。当其运移到有利的成矿环境时, 金属沉淀形成矿床的作用。

33. 侧分泌成矿说: 早期成矿学说之一, 认为成矿热水溶液来源于大气降水, 成矿物质来源于矿体两侧的围岩。

34. 成矿规律: 指矿床形成的时空关系、物质共生关系, 及内在成因关系等的总和。

35. 矿田构造: 在矿田范围内, 控制矿床形成和分布的地质构造因素的总和。

36. 矿床构造: 控制矿体的形态、产状和分布状况的地质构造因素的总和。

37. 岩浆岩成矿专属性: 指一定的岩浆岩经常产有相应的一定类型的矿床。岩浆岩-矿床两者之间存在着内在的岩石学的和地球化学的联系。

二、简答题

1. 简述接触交代矿床的矿化期和矿化阶段。

卡尔波娃认为矽卡岩矿床成矿过程分为两个矿化期(矽卡岩期、石英硫化物期)、五个矿化阶段(早矽卡岩阶段、晚矽卡岩阶段、氧化物阶段、早期石英硫化物阶段、晚期石英硫化物阶段)。

矽卡岩期: 以钙镁铝硅酸盐矿物组合为特征。

①早期(干)矽卡岩阶段: 形成于早期高温(800-500°C)条件, 以不含水矽卡岩矿物组合为特征。

a. 钙矽卡岩: 石榴石、透辉石-钙铁辉石、硅灰石、方柱石、(白钨矿)等。

b. 镁矽卡岩: 橄榄石、顽辉石、紫苏辉石、尖晶石、透辉石、(硼镁铁矿)等。

②晚期(湿)矽卡岩阶段: 温度降低(600-400°C), 以含水矽卡岩矿物组合为特征。此阶段是磁铁矿形成重要阶段, 又称磁铁矿阶段。a. 钙矽卡岩: 角闪石、符山石、绿帘石、阳起石等; b. 镁矽卡岩: 蛇纹石、透闪石、韭闪石、硅镁石等。

③氧化物阶段: 形成温度约在 400°C 左右, 以过渡性矿物组合为特征, 常见长石、云母、石英、绿帘石、铍的硅酸盐、赤(磁)铁矿、锡石、白钨矿、磁黄铁矿、辉钼矿、毒砂等。

石英-硫化物期: 以石英和硫化物等热液矿物大量形成成为特征。

①早期石英硫化物(铁铜硫化物)阶段: 以中高温热液矿物组合为特征, 如磁黄铁矿、辉钼矿、毒砂、辉铋矿、黄铁矿、黄铜矿等。

②晚期石英硫化物(铅锌硫化物)阶段: 以中低温热液矿物组合为特征, 如方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、碳酸盐等。a. 在一个具体的矿床中各个阶段不一定全部显示; b. 岩体的多次侵入可能有多期多阶段的叠加。

2. 简述岩浆高温热液矿床的基本特征。

①成矿条件: 高温高压, 温度 300-600 °C, 深度 4.5-1km, 与深成岩浆岩有关, 产于接触带; 高温低压, 与超浅成岩或次火山岩有关, 浅成高温, 小于 1km。

②围岩蚀变: 强烈, 云英岩化、钠长石化、钾长石化、电气石化、黄玉化。

③高温矿物组合: 氧化物、含氧盐—磁铁矿、锡石、白钨矿、黑钨矿、赤铁矿; 硫化物—磁黄铁矿、辉钼矿、辉铋矿、铁闪锌矿、毒砂、Au 等; 非金属矿物—石英、长石、Li 云母、角闪石等。

④矿石结构构造: 多具粗粒结构, 带状或对称带状构造。

⑤矿体形态及规模: 充填方式成矿, 脉状、扁豆状, 似层状, 矿床规模中小型。

3. 简述洋流上升区磷块岩的形成机理和含磷相的分布规律。

洋流使海洋深部富磷海水到陆缘浅海洋流上升区表层引起生物的大量繁殖; 生物从海水中吸收了磷死



后沉入海底，生物遗体分解时放出的磷聚集或通过交代形成的磷富集成矿；在环境改变时初始富集的磷灰石可经过冲刷、分选和再富集成矿。含磷相的理想分布规律：自滨→浅海→陆坡上段常可依次出现：

①滨浅海陆源碎屑岩相：砂岩及粉砂岩等（取决于陆源供给状况）；

②滨浅海碳酸盐岩-磷块岩相：岩性组合为白云岩、硅质白云岩、磷块岩（矿体呈层状、矿石多为碎屑结构、鲕状及块状构造）等；

③浅海硅质岩-硅质页岩-磷块岩相：代表洋流上升区上段较为氧化环境的沉积相，在硅质岩与碳酸盐岩的过渡段可能出现层状磷块岩，但多为结核状磷块岩；

④黑色页岩相：代表洋流上升区下段强还原环境的沉积相，含结核状磷块岩、可构成 U、V、Ni、Mo 等矿床。

4. 简述矿体产状包括哪些内容？

a. 矿体的空间位置（走向、倾向、倾角、倾伏角和侧伏角）b. 矿体埋藏情况（露天矿体和隐伏矿体）c. 矿体与地层层理的空间关系（整合、穿层）d. 矿体与构造的空间关系（矿体产于构造中的位置，如断层的上盘或下盘）e. 矿体与岩体的空间关系（岩体内、接触带中）

5. 形成盐类矿床必须具备哪些条件？

①气候条件：必须有干旱的气候，使盆地中的水有较大的净蒸发量。

②地质构造和地貌条件：成盐盆地是一个长期处于构造沉降的、封闭或半封闭的断陷沉积盆地，可以限制淡水补给和不使卤水外泄。此种盆地包括：泻湖及封闭海盆、沙漠干旱区的内陆湖泊、萨布哈（干旱地区潮上带盐碱滩）。

③岩相和岩性条件：碳酸盐岩相（咸化泻湖相的白云岩-石灰岩-泥灰岩系）、海相或内陆盐湖相的红色碎屑岩系。成盐盆地岩相一般具“牛眼式”或“泪滴式”水平分带。

④保存条件：a. 盐层之上需要具备不透水的盖层以阻止盐层在盆地水淡化时溶解破坏。这些盖层通常是粘土岩、页岩及石膏；b. 沉积后不发生强烈抬升和剥蚀；c. 含矿岩系不被断裂强烈切割破碎，免受地下水的溶解破坏。

6. 简述斑岩铜矿的蚀变分带规律。

斑岩铜矿矿床的围岩蚀变很发育，常具明显的、有规律的水平和垂直分带现象。多数情况自岩体中心向外可分为：

①钾化（钾质蚀变）带：包括钾长石化、黑云母化。主要矿物为钾长石、黑云母、石英。

②石英-绢云母化带：绢云母、石英、少量黄铁矿为主。

③泥化带（粘土化带）：矿物成分为高岭土、蒙脱石、绿泥石、绢云母、石英。

④青盘岩化带：矿物成分主要为绿帘石、绿泥石、绢云母、石英、黄铁矿。

7. 热液矿床中成矿流体的主要来源。

①大气降水或雨水：河水、湖水、地下水；

②海水：渗透到海底几 km 深，被加热形成富含金属的成矿热液，通过对流在海底喷出（喷流沉积形成矿床）；

③建造水：同生水，封存在沉积地层中的水，包括层间水和孔隙水；

④变质水：当升压和升温时，矿物中结构水就被排出，形成矿流体；

⑤岩浆水或初生水，从地幔演化而来的水

a. 从熔体中分离出来的水，最主要的水源，岩浆热液体系不仅包括水，还有 H_2S 、 CO_2 、 SO_2 、 HCl 、B、F、 H_2 等挥发分，岩浆含水 0.2—6.5%；

b. 火山喷气。热液的成分：除 H_2O 外，F、Cl、Br、I、S、 CO_2 、Na、K、Ca、Mg、Li、Rb、C 及成矿元素。

8. 沉积铁（锰）矿床的矿物组合分带及其形成原因。

浅海相胶体化学沉积铁矿床的矿物组合分带可分为：

①氧化矿物相带：主要矿物为针铁矿、赤铁矿，常见鲕状构造、叠层石构造、泥裂构造，形成于潮坪环境（强氧化环境 $E_h=0.4$, $PH=8.4$ ）；

②硅酸盐矿物相带：主要矿物为鲕绿泥石，形成于浅海（弱氧化-还原，偏碱性， $T=20^{\circ}C$ 左右）；



③碳酸盐矿物相带：主要矿物为菱铁矿，形成于浅海还原富 CO_2 的环境（与沉积物中有机质分解有关）；

④硫化物矿物相带：主要矿物为黄铁矿、白铁矿（非铁矿带），形成于浅海还原富 H_2S 环境（与沉积物中的有机质分解有关）。

地质构造背景：有利成矿的大地构造位置是稳定大陆板块陆表海及被动大陆边缘海盆地。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。

含矿岩系特征：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。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。

矿床成因：

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、氧化的潮平环境下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。

在深水环境中随淤泥中有机质的分解造成强还原环境、释放大量化氢和二氧化碳，其中的氧化铁部分形成黄铁矿、白铁矿等硫化物，部分以重碳酸盐等形式再迁移，在弱还原和（或）偏碱性条件下可形成菱铁矿矿石。

浅海相胶体化学沉积锰矿床的矿物组合分带可分为：

①软锰矿矿石相：近岸地带，富含游离氧，PH 低，形成高价（+4）的锰化合物，硬锰矿和软锰矿。

②水锰矿相：离岸较远，氧气不足，产生三、四价锰化合物—水锰矿。

③碳酸盐矿石相：离岸更远，海水更深，PH 大于 8.5，还原条件， CO_2 和 H_2S 充足，主要生成低价的 Mn^{2+} 化合物，如菱锰矿（ MnCO_3 ），锰方解石（ Mn, CaCO_3 ），还有黄铁矿及白铁矿共生，S，P 含量增加，矿石质量较差。

沉积盆地和沉积环境：成矿盆地多为长期受侵蚀和较稳定大陆边缘有障蔽的半封闭滨浅海盆地、碳酸盐台地中的洼地及边缘斜坡，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。

含矿岩系特征：不整合面之上的海侵岩系，矿层多位于岩系中、上部粉砂岩、页岩→硅质岩、碳酸岩相段。

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和吸收作用沉积富集，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。

沉积期间大陆准平原化、锰质来源丰富和陆源碎屑的掺合、稀释作用弱是成矿的重要条件。在沉积后的成岩过程中，锰可以活化、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。

9. 简述确定矿床形成时代的主要研究方法。

以层控矿床为例，矿床形成时代的研究方法有：

①根据含矿建造及矿化类型

含矿建造年龄—生物地层、同位素年龄



矿化类型—矿体与含矿建造的整合程度、蚀变类型、交代作用强弱等。

“准同生”层控矿床：矿体与含矿建造整合程度较高，围岩蚀变较弱，交代作用不强烈（形成时间间隔不远，同处在一个大地构造旋回）。如：变火山岩系硫化物 CuZn 矿床；红色碎屑岩 CuU 矿床。

“后生”层控矿床：与上相反。如：铜官山 FeCu 矿

②根据铅同位素模式年龄分析

单阶段铅—由母体（U 和 Tu）的放射性衰变引起，接近于矿床的形成时代。“准同生”

异常铅—两个以上母体对子体比值造成，误差较大。采用两阶段演化模式计时。“后生”

火山成因块状硫化物矿床—单阶段铅；碳酸盐建造 PbZn 矿床—大多为异常铅，如 MVT。

10. 导致热液中成矿元素沉淀成矿的重要因素有哪些？（简述影响气水热液矿床成矿元素沉淀的因素有哪些？）

a. 温度降低：影响溶解度、状态和化学反应 b. 压力下降：影响挥发组分的浓度、发生沸腾成矿作用 c. PH 值变化：影响溶解度 d. Eh 值的变化，如： $\text{NaHgS}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = \text{HgS} + \text{NaOH} + \text{S}$ （氧化作用） $\text{U}^{6+} \rightarrow \text{U}^{4+}$ $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2]^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{UO}_2 + 2\text{CO}_3^{2-}$ （还原作用）低温下细菌的还原作用 e. 不同热液混合

11. 地下水（非岩浆）热液矿床有何特征？

地下水热液矿床是指由地下水（大气降水和部分建造水）热液形成的矿床。矿床特征如下：

①矿床多产于沉积岩区，成矿与岩浆岩无关。②矿床受地层、岩相、岩性控制明显。③矿体多呈似层状、凸镜状及脉状产于特定的地层层位，常沿一定的岩性层、层理、层间构造及断裂、裂隙分布。④矿石的矿物成分简单，有用矿物种类较少。⑤成矿温度多属中、低温。围岩蚀变较弱，多见硅化、白云石化、粘土化、重晶石化、退色化等。⑥H₂O 的氢氧同位素值接近大气降水线， $\delta^{34}\text{S}$ 多为高负值或高正值。

12. 何谓红土型风化壳和粘土型风化壳？它们分别常与哪些矿种有关？（红土型和粘土型风化壳的剖面特征及相关矿产有哪些？）

红土型风化壳：指上部具有较发育的铝土岩化带或富含褐铁矿、赤铁矿的红土带（即最终水解带）的风化壳。以风化壳中氧化硅强烈迁出为特征。风化壳中铝硅酸盐完全分解，氧化铝和氧化硅的联系完全破坏，标型矿物为铝的氢氧化物（三水铝矿），铁的氧化物和氢氧化物，这类剖面与风化壳中所有重要的残余矿床共生。不同类型的原岩经受风化作用后，常形成不同的残余矿床，其中重要的有：含水硅酸盐镍矿床、氢氧化铁矿床、铝土矿床、高岭土矿床、锰矿床、铌钽和稀土元素矿床、风化淋滤型富铁矿床等。

粘土型风化壳：指上部最终水解带不发育，主要由粘土矿物构成的风化壳。硅铝不饱和，这种剖面类型二氧化硅不足，以风化壳中氧化硅有相当程度的迁出为特征，标型矿物主要是高岭石、多水高岭石、绿高岭石、石英等。这类剖面与粘土及高岭土矿床有关。

13. 斑岩型铜矿床多产于何种地质构造环境？常见的含矿岩体及蚀变分带有何特征？

①地质构造环境：岛弧，特别是活动大陆边缘火山岩浆弧环境钙碱系列安山岩带有利于斑岩型铜矿的形成。矿床多分布于不同大地构造单元过渡带相对隆起的一侧，一般为深-大断裂带及其上盘。

②含矿岩体特征：钙碱系列的小型（多 < 1km²）中性及中酸性（闪长岩、花岗闪长岩、石英二长岩、石英斑岩、花岗斑岩）复式岩体。岩体形状为岩株状、岩筒状、岩墙状、脉状。

③矿化与围岩蚀变分带：

斑岩中心 → 接触带 → 围岩

蚀变：核心带 → 钾化带 → 石英绢云母化带 → 泥化带 → 青盘岩化带

矿化：钼（铜）矿化 → 铜（钼）矿化 → 铅锌矿化 → 金矿化

矿化类型：浸染状 → 细脉浸染状 → 细脉状 → 脉状

14. 研究成矿温度和深度可通过哪些途径？

成矿温度的测定：

①矿物测温法：利用矿物的特殊特征确定温度。②矿物包裹体测温法：均一法（温度下限）和爆裂法（温度上限）。③稳定同位素测温法：根据同位素交换的平衡反应常数与温度关系。

成矿压力的测定：



①矿物包裹体测压法：主要应用含液相 CO₂ 包裹体。②地质测压法：根据形成深度推算压力。

15. 早期岩浆矿床与晚期岩浆矿床的主要区别？

早期岩浆矿床是指有用矿物结晶早于硅酸岩矿物的岩浆分结矿床。早期岩浆矿床矿体多产于岩体内特定部位（下部、底部、边部），与特定岩相有关；矿体多为等轴状、凸镜状及似层状；矿体与围岩呈渐变关系，围岩无蚀变；有用矿物多为氧化物，一般为自形-半自形结构及包含结构，矿石多具浸染状及条带状构造。

晚期岩浆矿床是指有用矿物结晶晚于硅酸岩矿物的岩浆分结矿床。**未经压滤作用的矿体**：矿体产于岩体内部（多在下部）特定的岩相内。多呈条带状、凸镜状及似层状；矿体与围岩为渐变关系，围岩可伴有蚀变现象；矿石的有用矿物多为他形粒状结构、海绵陨铁结构，浸染状、稠密浸染状及块状构造。**贯入矿体**：矿体呈脉状及凸镜状产于岩体内部或接触带附近的围岩中，受断裂及裂隙控制；矿体与围岩呈突变接触，围岩常有蚀变；矿石多具块状或稠密浸染状构造，矿石矿物可较自形。

16. 研究围岩蚀变有何意义？

①了解成矿物理化学条件

a. 热液成份，蚀变增加的组分是热液富有的组分；b. 成矿温度，如矽卡岩化、钾长石化、云英岩化等是高温产物，绢英岩化、绿泥石化、青盘岩化等中低温热液产物；c. PH 及 Eh 值，如泥化、云英岩化、次生石英岩化多形成于酸性环境，黄铁矿化、碳酸岩化、蒙托石化多形成碱性环境，红化、重晶石化、明矾石化等表明氧化环境，黄铁矿化、退色化表明还原环境

②重要的找矿标志

17. 变成矿床与受变质矿床有哪些主要差别？

变成矿床是指经变质作用改变了工艺性能和用途的矿床或岩石经变质作用后形成的矿床。受变质矿床是指原矿床经变质作用后矿体形态、矿物组合及结构、构造发生了一定变化但工艺性能和用途没有改变的矿床。

18. “母岩”与“围岩”有何区别？

母岩是指在成矿过程中提供主要成矿物质的岩石（矿源岩、矿源层（体））。围岩是指矿体周围的岩石。

19. 简述“浓度克拉克值”与“浓度系数”分别表示的含义？

浓度克拉克值是指一个地质体中某元素的平均含量与其在地壳中平均含量的比值，即：丰度/克拉克值。 >1 表示集中， <1 表示分散。浓度系数是指元素的工业品位与该元素克拉克值的比值。

20. 简述矿化期，矿化阶段与矿物生成顺序的划分依据。

矿化期：代表一个物理化学条件未发生明显变化的较长成矿过程。**矿化阶段**：是在矿化期中化分出来的较短的成矿作用过程（代表一次构造热液活动，依据矿石及矿脉胶结和穿插关系划分）。**矿物生成顺序**：同一矿化阶段不同矿物的结晶顺序，据矿物间穿插、交代、包裹、环带等关系判断。

21. 简述“沙漠说”与“沙洲说”的主要区别？（盐类矿床形成假说）

“沙漠说”实际为“陆相成盐说”，即在大陆沙漠地带，在四周为高山封闭的湖盆中，湖水由于强烈蒸发而形成大陆型的盐类矿床。

“沙洲说”即“海相成盐说”，海洋的某一部分因沙洲的隔挡形成良好的封闭半封闭环境，经过强烈的蒸发形成大型的盐盆地。这种系统的中心是大型的成盐盆地都和大海有成因联系，盐类物质来自海水，为海洋环境的沉积物。

“萨布哈”式成盐说：盐类矿床的沉积是海滨潮线以上的潜水沉积，为盐碱滩沉积。

“干化深盆”说：盐类矿层的形成是由于深海（达 2000 米）强烈蒸发变成浅海，再沉积出盐类物质，其后海水又补充进来使浅海又变成深海，这种往复不断就形成盐类沉积层与深海沉积物的互层重复现象。

“高山深盆”说：认为在大陆群山环抱中的内陆盆地，经过强烈的蒸发，也可形成巨大的盐类矿床。

22. 简述矿石结构、矿石构造以及它们的研究意义？

矿石的结构：矿石中矿物颗粒的特点，即矿物颗粒的形态、相对大小及其相互的结合关系等所反映的形态特征。**矿石的构造**：组成矿石的矿物集合体的特点，即矿物集合体的形态、相对大小及其空间相互的结合关系所反映的形态特征。**意义**：①研究矿石的结构构造有助于分析成矿的物理化学环境、成矿作用特



点、成矿过程以及矿床的次生变化，为矿床成因研究提供资料；②有助于了解有用组分的分布和赋存状态，有用矿物的粒度、形态和嵌布特征，为矿石的工业评价、选择加工技术方法和选矿流体提供基础资料。

23. 简述“同生矿床”与“后生矿床”分别表示的含义？

同生矿床是指矿体与围岩同时或近同时形成的矿床；后生矿床是指矿体明显晚于围岩形成的矿床。

24. 简述研究岩浆岩成矿专属性有何意义？

岩浆岩成矿专属性系指一定类型的岩浆岩经常产有相应的一定类型的矿床，二者之间存在着内在的岩石化学的和地球化学的联系。

不同岩浆的成矿专属性是有差别的。一般认为，超基性岩、基性岩和酸性岩的成矿专属性明显。例如，与橄榄岩、纯橄榄岩有关的铬、铂矿床；与斜长岩、辉长岩有关的钒钛磁铁矿矿床；与角砾云母橄榄岩有关的金刚石矿床等，都表现出明显的岩浆成矿专属性，与酸性花岗岩-流纹岩有关的有钨、锡、锂、铍等矿产，成矿专属性也较明显。但中性及中酸性岩所表现的成矿专属性就不十分明显。

不同地区产出的花岗岩类，其所显示的成矿专属性也有差异。

因此，研究岩浆成矿专属性对认识区域成矿规律，进行矿产预测有重要意义。

25. 简述花岗伟晶岩矿床的带状构造？

伟晶岩矿床的带状构造最为常见，从伟晶岩的边缘到中心，一般可分为如下几个带：

边缘带：结晶细小，细粒石英、长石组成，厚度也较小。

外侧带：颗粒较粗，细粒或文象结构，由斜长石、钾微斜长石、石英、白云母构成。

中间带：颗粒更大，粗粒结构、似文象结构等，除块状的长石、石英和云母外，绿柱石、锂辉石等。

内核：颗粒特别粗大，常由石英、石英-长石或石英-锂辉石等矿物组成。

26. 简述气水热液矿床的原生带状分布及其研究意义？

原生带状分布是指矿物成分、化学成分、矿物组构（在矿床、矿体范围内）在空间上的变化规律。在气水热液矿床中经常见到。它常常是不同矿物组合沿矿体走向、倾向作有规律的变化；也可以是围绕某一侵入体周围，一系列矿床呈有规律的带状分布。所以按范围可有矿床分带和矿体分带，从空间位置则有水平分带和垂直分带。

①矿床（区）分带

在矿区范围内，不同类型的矿床、矿种及矿物组合在空间上分布规律。近 W、Sn、Cu；远 Pb、Zn、Ag。垂向上：上部-菱铁矿、菱锰矿，辉锑矿；中部-Pb、Zn、Ag 硫化物；下部-黄铜矿、黑钨矿、锡石。

根据高温气液的氧化物与中温硫化物的空间关系分为：顺向、逆向分带

顺向垂直分带（少见）：中上部发育硫化物；中下部发育氧化物。

逆向垂直分带（常见）：上部-氧化物（锡石，黑钨矿），绿柱石；中部-氧化物（锡石，黑钨矿），与硫化物共生；下部-硫化物+碳酸盐

逆向垂直分带解释：

a. 单一阶段矿化为主：浓差分带，浓度大的先沉淀；或富含挥发组分（氧化物），裂隙张开之初，减压沸腾状态优先上涌。

b. 多阶段矿化叠加：与多阶段构造裂隙活动有关，自上而下推移演进。上部，较早裂隙，氧化物充填；中下部，裂隙向深部发展，硫化物局限于中、下部，最后是碳酸盐类矿物。

②矿体分带

即沿矿体走向和倾向，矿物成分，矿物组构规律交代。如：铜官山（安徽）铜矿，由接触带-围岩，水平分带：含 Cu 磁铁矿-黄铜矿，磁黄铁矿-黄铜矿，黄铁矿，方铅矿，闪锌矿。又如：水口山（湖南），上部，方铅矿；中部，闪锌矿；下部，黄铁矿。

影响带状分布的因素：

a. 温度：原生分带上部，远岩体，中低温矿物；下部，近侵入体，高温矿物。

b. 构造：构造活动多阶段-热液活动多阶段，每次活动代表一个成矿阶段。

c. 围岩：岩性控制矿物组合，片岩-石英；大理岩-石英，方解石，白钨矿，黄铁矿，磁黄铁矿，黄铜



矿，方铅矿

d. 溶液浓度和 Eh 值

I. 浓度差：一般，上 W，下 Sn；若相反，则是 W 浓度大于 Sn 浓度，W 较早沉淀

II. Eh 值：上部，赤铁矿，磁铁矿，硫化物（黄铁矿，黄铜矿），氧化；下部，磁黄铁矿，还原。

e. 金属化合物的渗透性：As>Hg>Sb，外-雄黄，中-辰砂，内辉锑矿

f. 物源：成矿专属性，一定的成矿物质与一定的岩浆岩有关。

酸性岩（花岗岩）-W、Sn、Mo；中酸性岩-Cu，Pb，Zn；碱性岩-稀土

带状分布的成因理论解释主要有：

①地热带说：温度，压力下降，矿物按溶解度大小相反次序沉淀，高温矿物近岩基，低温矿物远离岩基。高温组合在下，低温组合在上。顺向、逆向分带—某些金属盐类浓度高，（使其反而）比较难溶解的盐类先沉淀。

②脉动分带说：热液沿裂隙多次上升，早期，裂隙被矿质充填，通道被堵；后期，新裂隙产生，或旧的重新张开，形成新通道，又堵塞，如此反复作用，似脉搏跳动，故称“脉动分带”。

③沉淀分带说：成矿物质从含矿溶液中先后有次序地沉淀出来决定于元素及化合物的性质和溶液物化条件。

研究热液矿床的带状分布，不仅可以了解矿床的成因，同时对指导找矿勘探，正确评价矿床及其开发利用均有重要意义。同时它又是成矿规律研究中的重要课题之一。

27. 简述金属硫化物矿床的次生富集作用及其意义？

氧化带淋滤出来的某些金属硫酸盐溶液渗透到潜水面以下，在还原环境中，以交代原生硫化物的方式生成次生硫化物。从而增加了原生矿石中某种金属的含量，提高了矿石的工业价值，这种作用称为次生硫化物富集作用。次生硫化物是由硫酸盐交代原生硫化物而形成的，其交代顺序是按修曼序列的次序进行的，即按元素亲硫性减小的次序排列：Hg-Ag-Cu-Bi-Cd-Pb-Zn-Ni-Co-Fe-Mn。这个序列前面的元素（硫酸盐溶液中的金属离子）置换后面的元素（硫化物的金属离子），产生位于前面元素的金属硫化物（即次生硫化物）沉淀，同时使位于后面的金属形成硫酸盐而进入溶液。

次生硫化物富集带中矿石的金属含量可较原生矿石高几倍，甚至几十倍。使不具有工业价值的矿物岩石或贫矿岩石变为具有重要工业价值意义的富矿石。次生富集成矿作用对 Cu 和 Ag 最重要，如，斑岩铜矿的原生矿石品位较低，经过次生富集后可以变成富矿石。因此，研究次生硫化物富集作用对指导找矿工作有着极大的实际意义。

28. 简述沉积成矿物质的搬运形式与沉积分异作用？

成矿物质有三种搬运形式：碎屑；呈胶体（机械悬浮物）的形式被搬运；呈真溶液的形式被搬运。

沉积分异作用根据沉积物质的不同特点划分机械沉积分异作用和化学沉积分异作用：

①机械沉积分异作用：碎屑物质在水、风、冰川等营力搬运和沉积过程中，由于运动速度和搬运能力有规律地减弱，便发生按颗粒大小、形状、比重和矿物成分的差异，而依次沉积的作用。形成砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩等沉积岩。形成砂矿床，如金、铂、锡石、黑钨矿、独居石、金刚石、金红石、刚玉等。

②化学沉积分异作用：指能溶解于水中的物质，在沉积过程中，由于受其化学特性的制约，发生的分异作用。这些物质包括真溶液中的物质、胶体化学的物质和生物化学的物质。影响化学分异的主要因素有溶解度、介质的 pH 值和 Eh 值。属于真溶液成矿的盐类物质，严格地受溶解度控制，按溶解度从小到大依次沉积。pH 值和 Eh 值的变化规定了各种各样矿物的稳定区。

29. 岩浆矿床的一般特点

a. 矿体与母岩体形成的同时性；b. 岩体对矿体的包容性；c. 矿体围岩蚀变不明显或较弱；d. 矿石与岩石矿物组合的一致性；e. 成矿温度和压力都较高（多在 1200-1500°C，硫化物多在 1100-500°C）。

30. 地形地貌对风化矿床形成的控制作用。

地貌条件不仅控制侵蚀和堆积作用的进行，同时还可以决定地下水的动态和风化壳的地球化学特征。风化产物的淋滤状况，风化壳的厚度保留程度等均与地貌有关。地貌还影响到气候、植被、土壤覆盖层以

及生物种属的差异。这在高差很大的山区比较明显。

强烈切割的陡峻高山地貌区，地下水位低，植被缺少，以物理风化为主，并且风化产物难以保存，新鲜岩石不断暴露地表接受风化，风化作用不彻底。因此，不利于风化壳和风化矿床的形成。而十分平坦的地形或有冲击层覆盖和地下水面很高的地区，也不利于风化矿床的形成。

高差不大的山区、丘陵地形对风化矿床的形成最为有利。由于坡度缓，地下水位高，植物繁茂，化学风化和生物风化作用强烈，并且风化产物能大量地残留原地，有可能使矿物彻底分解，形成大量粘土矿物乃至生成某些残余矿床。

微小的地形起伏也对风化矿床的形成具有一定的意义。

中、高山地区：地形高差大，剥蚀速度大—不利于风化壳的形成与保存。

平原及洼地区：地下水位高，渗透带不发育，排水能力差—不利于风化壳的形成

低山及丘陵区：地形有起伏但高差不大—有利于风化壳的形成与保存。

三、论述题

1. 系统表述矿体的形态和产状性质

矿体的形态根据矿体在三度空间的延伸情况，分为：

等轴状矿体：三轴在三度空间大致均衡延伸。如矿瘤、矿巢、矿囊和矿袋、凸镜状或扁豆状

板状矿体：长度和宽度延伸较大，厚度较小的矿体，也称矿脉或矿层。矿脉：产在各种岩石裂隙中的板状矿体，为典型的后生矿床，据矿脉与围岩的关系，分为层状矿脉和切割矿脉。矿层：指沉积生成的板状矿体，矿体与岩层是在相同的地质作用下同时形成的。基性—超基性杂岩中的铬铁矿也称层状矿体。

柱状矿体：垂向延伸很大，长宽较小的矿体。也称筒状矿体或管状矿体。

矿体的产状指矿体产出的空间位置和地质环境。主要包括以下内容：

矿体的空间位置（包括走向、倾向、倾角、侧伏角和倾伏角）；矿体的埋藏情况（露天矿、隐伏矿）；矿体与岩浆岩的关系（岩体内、接触带中）；矿体与围岩层理、片理的关系（整合、穿层）；矿体与地质构造的空间关系（矿体产于构造中的位置，如断层的上盘或下盘。）

2. 斑岩铜钼矿床的主要地质特征和成矿条件。（论述斑岩铜矿床的主要控矿条件）

①地质构造环境：岛弧，特别是活动大陆边缘火山岩岩浆环境钙碱系列安山岩带有利于斑岩型铜矿的形成。矿床多分布于不同大地构造单元过渡带相对隆起的一侧，一般为深—大断裂带及其上盘。

②成矿岩体特征：钙碱系列的小型（多 $<1\text{km}^2$ ）中性及中酸性（闪长岩、花岗闪长岩、石英二长岩、石英斑岩、花岗斑岩）复式岩体。岩体形状为岩株状、岩筒状、岩墙状、脉状。

③成矿作用

④矿化与围岩蚀变分带：

斑岩中心→接触带→围岩

蚀变：核心带→钾化带→石英绢云母化带→泥化带→青盘岩化带

矿化：钼（铜）矿化→铜（钼）矿化→铅锌矿化→金矿化

矿化类型：浸染状→细脉浸染状→细脉状→脉状

⑤矿体的产状与形态受侵入体的形状、接触带的情况、角砾岩筒、构造裂隙带及围岩蚀变等因素控制。

⑥矿石为细脉浸染状构造（浸染状、角砾状），主要金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿。

成矿条件：

(1) 岩浆岩条件

斑岩型铜矿床在空间和成因上主要和钙碱系列的斑岩侵入体有关。主要岩石类型为闪长玢岩、花岗闪

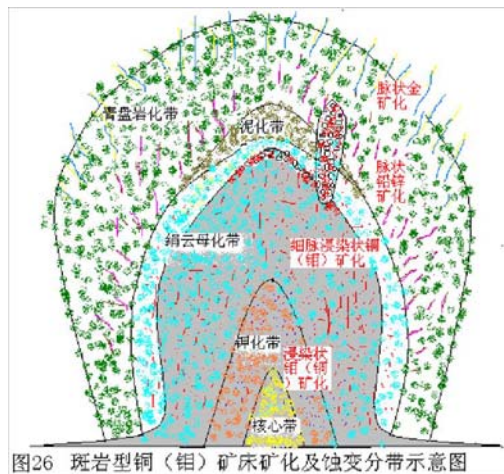


图26 斑岩型铜（钼）矿床矿化及蚀变分带示意图



长斑岩、石英二长斑岩和花岗斑岩等。根据产出的地质环境及成因，斑岩侵入体可分为两种类型：一种是与火山活动有关的次火山岩，它们大多和安山岩、流纹岩类关系比较密切，形态多呈岩筒、岩颈、岩漏斗状。另一种是浅成的侵入岩，它们大多是多阶段复合岩体的晚期产物，有时成为独立的浅成小侵入体群，形态常呈岩株、岩瘤状，少数呈巨大岩基的分枝部分。含矿的斑岩侵入体出露面积一般不超过 10km^2 ，尤以小于 $1-2\text{km}^2$ 者居多。化学成分以富钾为特征， K_2O 一般大于 Na_2O 。矿化类型和岩体的酸性程度有关，据统计， SiO_2 含量 62-68% 的斑岩主要形成铜矿床， $\text{SiO}_2 > 68\%$ 的斑岩主要形成以钼矿为主的斑岩型矿床。

(2) 构造条件

含矿斑岩的侵入大多和深大断裂有关，矿床常呈带状分布，多数分布于深断裂两侧的次级断裂构造系统中，直接分布在深断裂带上的斑岩铜矿为数不多。矿体受更次一级的构造，即岩体和围岩中的微裂隙（层间裂隙、片理、原生裂隙等）控制。另外，斑岩铜矿床的另一重要特征，是含矿侵入体及其附近常具含矿的爆发角砾岩体。角砾岩常呈筒状或脉状分布于斑岩体内或其附近，数量随深度增加而减少，下限可能为 2-3km。角砾岩中常具金属矿化，甚至形成富矿。

(3) 地层条件

围岩岩性对斑岩铜矿床的成矿有重要影响。当围岩为硅铝质岩石时，由于其化学性质稳定，不易被含矿溶液交代，所以矿化主要在岩体顶部集中，很少进入围岩。只有当围岩裂隙特别发育时，含矿热液不仅在岩体中聚集，还可沿裂隙进入围岩形成矿化。当围岩为碳酸盐岩石时，在接触带还可形成接触交代矽卡岩型矿床，构成斑岩铜矿床和矽卡岩型矿床的矿床成矿系列。

3. 以铬铁矿、钒钛磁铁矿、铜镍硫化物及金刚石等矿床为例，论述大地构造环境和岩浆岩对岩浆矿床的成矿及找矿意义。

铬铁矿矿床：常产在大陆板块内部与热点、裂谷及深大断裂的层状基性-超基性侵入体中，阿尔卑斯型铬铁矿矿床则与板块缝合带（与蛇绿岩套有关的）镁质超基性岩体有关，岩体多由纯橄岩、辉橄岩、辉石岩等岩相组成，一般缺少基性岩相。

钒钛磁铁矿矿床：常产于大陆板块内部与热点、裂谷及深大断裂有关的层状基性-超基性侵入体中，辉长岩-斜长岩以及单独的斜长岩主要形成钒钛磁铁矿矿床。

铜镍硫化物矿床：常与大陆板块边缘及褶皱带的以苏长岩或苏长辉长岩为主体的基性-超基性杂岩体有关。岩体规模小，多次侵位，分异较好。常见橄辉岩-辉岩-辉长岩-（闪长岩），辉岩-辉长岩，苏长岩-辉长岩，橄辉岩-辉长岩。

金刚石矿床：常与大陆板块内部与热点、裂谷及深大断裂的金伯利岩及钾镁煌斑岩有关。

4. 论证气候、沉积盆地条件对各类沉积矿床的形成都具有重要的意义。（论述气候和盆地条件对沉积矿床形成的影响。）

气候条件：气候决定了风化壳的类型及风化产物，也就决定了输送到沉积盆地的成矿物质种类；气候影响植被发育状况，也就影响了相关矿床（如煤矿）的形成；气候影响盆地水的蒸发作用，从而强烈影响盐类矿床的形成。不同气候条件对不同类型沉积矿床有直接制约作用，如：①盐类矿床仅产于干旱气候环境；②沉积型铝土矿产于炎热气候条件；③沼泽铁矿产于温暖潮湿环境；④沉积型鲕状铁矿、锰矿产于潮湿和干旱季节交替环境。

沉积盆地条件：沉积矿床是地质构造演化的特定阶段、特定条件下的产物，因此受地质构造条件的控制。首先大多数沉积盆地自身就是地壳拉张、沉降、断陷等地质构造运动的产物，控制了矿床的形成与分布。此外同沉积期影响盆地沉降的构造对成矿有重要的影响。平衡补偿性沉积盆地的沉积速率与沉降速率相等，意味着在沉积过程中某种有用组分的沉积部位至岸线的距离以及上覆水体的深度基本不变，长期接受有用组分的沉积形成厚矿层；超补偿性沉积盆地的沉积速率大于沉降速率，欠补偿性沉积盆地的沉积速率小于沉降速率，都意味着盆地某个沉积部位沉积环境不断发生变化，接受矿质沉积的时间短，因而形成薄矿层。

5. 举例论述岩浆岩成矿专属性。

所谓岩浆岩成矿专属性是指岩浆岩与矿种间的对应关系，即一定的矿种仅与一定的岩浆岩有关。而岩



浆岩的类型又与大地构造背景有对应的关系。

(1) 大陆板块内部与热点、裂谷及深大断裂有关的岩浆岩和矿床

a. 层状基性-超基性侵入体：铬铁矿矿床、PGE（铂族元素）矿床、钒钛磁铁矿矿床。我国含钒钛磁铁矿岩体的岩石化学特征： $MgO < 8\%$ 、 $m/f < 2$ （超基性相 < 3 ）、 $TiO_2 > 2$ 、 ΣREE 高（ $> 100ppm$ ）、LREE 强烈富集。

b. 金伯利岩及钾镁煌斑岩：金刚石矿床。

c. (碱性)超基性岩-碱性基性岩-碱性岩-碳酸岩：磷灰石-磁铁矿矿床 Nb-Ta 及 REE 矿床。

d. 基性-超基性杂岩体（多与基性火山岩伴生）：Cu-Ni 及 PGE 硫化物矿床。

(2) 大陆板块边缘及褶皱带的基性-超基性杂岩体：Cu-Ni 及 PGE 硫化物矿床。含矿岩体特征如下：

a. 岩体规模小，多次侵位，分异较好。常见橄榄岩-辉岩-辉长岩-（闪长岩），辉岩-辉长岩，苏长岩-辉长岩，橄长岩-辉长岩。

b. 岩石化学特征： $MgO = 8-30\%$ 、 $m/f = 2-6$ 、 $TiO_2 = 0.2-2.5\%$ 、 ΣREE 较低（一般 $< 50ppm$ ，与上地幔接近）、LREE 轻度富集。

(3) 板块缝合带(与蛇绿岩套有关的)镁质超基性岩体：(阿尔卑斯型)铬铁矿矿床。岩体多由纯橄岩、辉橄岩、辉石岩等岩相组成，一般缺少基性岩相。岩石化学特征： $MgO > 30\%$ 、 $m/f > 7$ 、 $TiO_2 < 0.2\%$ 、 $(\Sigma REE)N < 1$ 、HREE 富集。

6. 论述矽卡岩矿床的形成条件及其成矿作用。（论述矽卡岩矿床的主要控矿条件）

(1) 岩浆岩条件

① 岩性：与中、酸性岩为主，显示一定程度的成矿专属性：

a. 铁矿与基性-中性岩体，特别是富钠碱者（全碱 > 8 ）有关。

b. 铜矿与中酸性岩体，富钾碱（全碱 $= 7-8\%$ ）有关。

c. 铅锌矿与中、酸性岩体有关。

d. 钼矿多与 I 型花岗岩有关。

e. 钨锡矿多与 S 型花岗岩有关。

② 深度与规模：中-浅成中小型岩体（一般 2-10km² 或更小）

(2) 围岩条件：化学性质活泼，主要是碳酸盐岩。

① 围岩的岩石类型

a. 钙质碳酸盐岩—钙矽卡岩，有利于硅灰石、白钨矿形成。

b. 镁质碳酸盐岩—镁矽卡岩、有利于石棉、硼酸盐的形成。

② 富含成矿物质的围岩，有利于形成相应的层控矽卡岩矿床。

a. 硅质（条带、结核）的钙碳酸盐岩利于形成层控硅灰石矿床。

b. 硅质（条带、结核）的镁质碳酸盐岩有利于形成层控石棉矿床。

c. 含菱铁矿、黄铁矿的碳酸盐岩有利于铁矿的形成。

d. 含膏盐的碳酸盐岩层有利于铁矿的形成。

③ 裂隙发育，渗透性强的围岩有利于矽卡岩及矿床的形成。

如薄层及与不同强度的岩层互层的碳酸盐岩，比厚层及岩性单一的同类岩石易于蚀变和成矿。

(3) 构造条件

① 大地构造环境：有利成矿的大地构造单元是大陆边缘弧、岛弧及断裂凹陷带。

② 控制岩体的构造：大断裂、不同方向的断裂交汇部位、大型褶皱的转折端及倾伏端。

③ 控制矿体的构造

a. 接触带构造：

平盖型—多形成规则的矿体；超覆型—多形成富而不规则状及透镜状矿体岩体凹部—多形成不规则矿体；层理面倾向接触面的接触带有利于矿的形成。

b. 捕虏体构造

c. 断裂构造，与接触带重合及相交的断裂有利成矿。



d. 褶皱构造：矿体多形成于接触带附近褶皱的转折端及翼部层间滑动面。

(4) 成矿作用

矽卡岩型矿床的成矿作用主要包括：接触渗滤交代作用和接触扩散交代作用。

接触渗滤交代作用：热液和岩石间的组份交换是通过流经岩石裂隙的流动溶液实现的。当上升溶液沿几乎垂直于灰岩和硅铝质岩石的接触面流动时，溶液和围岩发生反应、溶解和吸取围岩中的组份，并将其带至上层围岩，与之交代反应形成矽卡岩。渗滤交代作用中温度梯度和压力梯度是引起热液流动的动力，热液能作较长距离的运移，有可能形成厚大的交代带。

接触扩散交代作用：溶液和岩石间的组份交换是以停滞的岩石粒间溶液为介质，通过组份的浓度差所引起的扩散作用实现的。上升溶液沿接触面流动时： $\text{CaO} \rightarrow$ 硅铝质岩石方向扩散， Al_2O_3 和 $\text{SiO}_2 \rightarrow$ 向灰岩方向扩散，由于这种组份的交代是由双方相互的扩散作用进行的，又称为双交代。在扩散交代作用中，浓度梯度是扩散组分运移的动力，随反应带厚度的增加和交代过程的停止而减小，扩散作用不可能形成厚大的交代带。

(5) 形成过程

卡尔波娃认为矽卡岩矿床成矿过程分为两个矿化期（矽卡岩期、石英硫化物期）、五个矿化阶段（早矽卡岩阶段、晚矽卡岩阶段、氧化物阶段、早期石英硫化物阶段、晚期石英硫化物阶段）。

矽卡岩期：以钙镁铝硅酸盐矿物组合为特征。

①早期（干）矽卡岩阶段：形成于早期高温（800–500°C）条件，以不含水矽卡岩矿物组合为特征。

a. 钙矽卡岩：石榴石、透辉石-钙铁辉石、硅灰石、方柱石、（白钨矿）等。

b. 镁矽卡岩：橄榄石、顽辉石、紫苏辉石、尖晶石、透辉石、（硼镁铁矿）等。

②晚期（湿）矽卡岩阶段：温度降低（600–400°C），以含水矽卡岩矿物组合为特征。此阶段是磁铁矿形成重要阶段，又称磁铁矿阶段。

a. 钙矽卡岩：角闪石、符山石、绿帘石、阳起石等。b. 镁矽卡岩：蛇纹石、透闪石、韭闪石、硅镁石等。

③氧化物阶段：形成温度约在 400°C 左右，以过渡性矿物组合为特征，常见长石、云母、石英、绿帘石、铍的硅酸盐、赤（磁）铁矿、锡石、白钨矿、磁黄铁矿、辉钼矿、毒砂等。

石英-硫化物期：以石英和硫化物等热液矿物大量形成成为特征。

①早期石英硫化物（铁铜硫化物）阶段：以中高温热液矿物组合为特征，如磁黄铁矿、辉钼矿、毒砂、辉铋矿、黄铁矿、黄铜矿等。

②晚期石英硫化物（铅锌硫化物）阶段：以中低温热液矿物组合为特征，如方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、碳酸盐等。

a. 在一个具体的矿床中各个阶段不一定全部显示；b. 岩体的多次侵位可能有多期多阶段的叠加。

7. 论述原岩建造和温度压力条件对变质矿床形成的控制作用。

①温度条件

温度变化是使岩石产生变质并决定变质程度（变质相）和变质矿床类型的主导因素，多数变质作用是随温度升高而进行的。在变质成矿过程中，温度的升高或降低决定了作用进行的方向和速度。温度的增加促使吸热反应的进行，而温度的降低有利于放热反应的进行。接触变质和中、深带区域变质都属于吸热反应，而动力变质和一部分浅带区域变质作用则属放热反应。所以温度不仅能影响变质反应的速度，还可使一些矿物发生重结晶和重组合作用。温度进一步的升高，可产生气水溶液的作用乃至混合岩化作用。

②压力条件

压力在变质成矿作用中也具有重要的意义。在一定深度下，由上覆岩层的重力而产生的静岩压力，是控制变质反应过程中矿物组合变化的重要因素之一。它可以影响变质反应的温度和变质相及矿物的形成（如蓝闪石片岩相、榴辉岩相、蓝晶石类矿物的形成均取决于压力）。有气体参与的变质反应中，压力会推迟变质反应的进行。而定向压力可使岩石或矿石破碎、褶皱和流动，并使一向或二向矿物定向排列形成片理、劈理、线理等构造。定向压力还能促使熔浆或气水溶液的流动，可以降低变质矿物的熔点。所以定向压力在变质成矿过程中，可以促使成矿物质作较大规模的迁移和富集。



③原岩建造条件

原岩建造的含矿性是形成变质矿床的物质基础,决定着矿种、变质含矿建造及矿体的分布规律。不同原岩建造成矿物质的富集程度是不同的。沉积型含矿建造主要形成铁、金、铀等金属矿床以及石墨、菱镁矿、磷灰石矿及刚玉等非金属矿床;古火山及火山—沉积型含矿原岩建造主要形成磁铁矿石型铁矿、细碧角斑岩型块状硫化物矿床等;常见于古老变质岩区的岩浆型含矿原岩建造主要形成铬铁矿矿床、铜镍硫化物矿床、钒钛磁铁矿矿床。

8. 论述岩浆岩条件对岩浆矿床形成的控制作用。

岩浆是岩浆矿床形成的首要条件,是成矿物质的主要来源和载体,而岩浆岩即是成矿母岩。一定类型的岩浆岩经常产有相应的一定类型的矿床,二者之间存在着内在的岩石化学的和地球化学的联系,即岩浆岩成矿专属性。与岩浆矿床有关的岩浆岩主要有以下几类:

1) 基性-超基性岩: 岩体规模不等,以岩株、岩盖、岩盘、岩床最常见。据岩相组合分为三类:

①超基性岩体: 由纯橄岩、斜方辉橄岩、单斜辉橄岩和辉石岩组成。纯橄岩常与斜方辉橄岩相伴生过渡,呈凸镜状、似层状,与铬铁矿密切相关;单斜辉橄岩不与橄岩共生,主要与铜镍硫化物矿床有关。

②超基性-基性杂岩: 岩相复杂,基性岩相分布于超基性岩相之上,纯橄岩-斜方辉石岩-辉长岩组合常与铬铁矿有关,单斜辉石岩-辉长岩组合与铜镍硫化物矿床有关。

③基性岩体: 有辉长岩-苏长岩(铜镍硫化物矿床)、辉长岩-斜长岩以及斜长岩三类组合(钒钛磁铁矿床)。

2) 金伯利岩: 常呈浅成超浅成相产于爆发岩筒中。岩石主要由橄岩、透辉石、金云母组成,具斑状结构和角砾状构造,故又称角砾云母橄岩。原生金刚石矿床常产于此类岩石中。

3) 霞石正长岩、磷霞岩和碳酸岩杂岩体: 多呈岩株产出,与之相关的矿床为霞石-烧绿石-稀土元素矿床。

4) 花岗岩: 与之相关的为稀有稀土元素矿床,我国西藏有产于其中的石墨矿床。

9. 论述气候和原岩条件对风化矿床形成的影响。

气候条件: 气候环境是岩石风化并形成风化矿床最重要的条件之一。温度变化影响化学风化作用的速度。水是化学风化必要的介质,降雨量的变化可以影响地表水向下淋滤的量和速度以及影响植被的发育(延长淋滤时间、加速化学风化、有利铁质淋滤迁移)。干旱及潮湿季节性气候变化对形成风化矿床的类型有决定性影响: 在极地冻土地带,由于化学风化作用很弱,一般不形成风化壳,有时由机械碎屑物质形成残积砂矿。在温带内陆沙漠和热带沙漠气候地区,蒸发量远远大于降水量,水的作用很弱,生物很少,以物理风化作用为主。化学风化作用主要表现在碱金属 Na、K 等和碱土金属 Ca、Mg 等的淋滤和淀积作用。中低纬度温带利于膨润土、蒙脱土、高岭土矿床的形成。在热带和亚热带的湿润炎热地区,气温高,雨量充足,生物活动力强,岩石往往发生强烈的化学风化作用,利于形成与红土型风化壳有关的风化矿床。

原岩条件: 风化壳的物质成分是以原岩成分为根据的,原岩是成矿物质的来源,是形成风化矿床的基础。如富含铁、镍的超基性岩和基性岩可形成红土型铁矿、镍矿床。富铝贫硅的霞石正长岩和玄武岩可形成红土型铝矿床。花岗岩类岩石可形成高岭土矿床。富含磷的碳酸盐类岩石可形成风化型磷矿床。含锰高的沉积岩、变质岩可形成残余锰矿床。富含稀土元素的酸性岩浆岩可形成离子吸附型稀土元素矿床等等。

10. 论述接触交代矿床与接触变质矿床有何异同。

接触交代矿床: 是指在中酸性—中基性侵入岩类与碳酸盐类岩石(或其它钙镁质岩石)的接触带上或附近,由于含矿气水溶液进行交代作用而形成的矿床。

接触交代矿床特征:

①矿体常产于(中、酸性)侵入体与(碳酸盐岩)围岩的接触带附近,一般距正接触带 200m 之内;与矽卡岩密切共生,空间关系可分为: 同一、包容和超越;形态不规则,与围岩呈渐变关系。

②矿化及矽卡岩常据明显的分带(起因于形成温度、交代程度及热液成份)。

③矿石的矿物组合复杂,脉石矿物为矽卡岩矿物。



④矿床的形成一般分两个成矿期和五个成矿阶段。

接触变质矿床：是指由于岩浆侵入使围岩温度升高引起围岩中有用组分重结晶及重组合而形成有用矿物的作用形成的矿床。

接触变质矿床特征：

①矿床分布于较大岩体周围的接触变质晕圈中。

②矿体受原岩建造和变质程度控制，产于特定层位并且随远离接触带常有明显的分带（与变质温度有关）。

③矿床规模取决于富矿质原岩建造、变质范围和变质程度。

④变质和成矿作用的能源来自岩浆热能；

⑤成矿物质来自受变质的原岩，与侵入体及热液无关。

11. 论述岩浆矿床的成矿作用（成矿条件）。

1) 岩浆结晶分异作用

在岩浆冷凝过程中由于不同矿物先后结晶和矿物比重的差异导致岩浆中不同组分相互分离的作用。岩浆通过结晶分异作用使其中的有用组分富集从而形成岩浆分结矿床。岩浆结晶分结时，有用矿物的晶出有两种情况：

①在岩浆结晶过程中，有用矿物如自然铂、钛铁矿、铬铁矿、金刚石和稀土元素矿物等随橄榄石、辉石和基性长石等较早地从岩浆中结晶出来，从而富集形成早期岩浆矿床；

②岩浆中挥发份含量较高时，成矿元素与挥发份形成络合物，降低了它们的结晶温度，逐渐形成富含成矿物质的熔浆或矿浆，并在最后从岩浆中结晶出来，从而形成晚期岩浆矿床。

影响有用矿物结晶的因素有：矿物结晶能力（晶格能）、有用组分的浓度、挥发组分的含量以及氧逸度。

2) 岩浆熔离作用

也称液态分离作用，指在较高温度下的一种均匀的岩浆熔融体，当温度和压力下降时，分离成两种或两种以上不混溶的熔融体的作用。经岩浆熔离作用使有用组分富集而形成的矿床称为岩浆熔离矿床。

熔离作用对产在基性岩中的铜镍硫化物矿床尤为典型。影响硫化物熔浆在岩浆中熔离的主要地球化学因素包括岩浆中硫和亲硫元素的浓度、岩浆的总成分，特别是铁、镁和硅的含量。硫和亲硫元素浓度增加有利熔离发生；铁含量多时，硫化物溶解度增加，不利于熔离。岩浆熔离矿床的形成方式包括就地熔离（侵位之后发生的熔离作用）和深部熔离两种成矿作用。

3) 岩浆爆发作用及喷溢作用

岩浆在内压力的作用下猛烈（爆炸）上升到地表及近地表的作用称为岩浆爆发作用，以较宁静的方式溢出地表的作用称为岩浆喷溢作用。有用组分在深部结晶经爆发作用带到近地表或在爆发过程中形成岩浆爆发矿床；在深部分异出来的有用组分经喷溢作用带到地表或在地表附近则形成岩浆喷溢矿床。金刚石矿床常由岩浆爆发成矿作用形成。

成矿地质条件：

1) 大地构造条件及岩浆条件

岩浆岩成矿具有一定的专属性，指岩浆岩与矿种间的对应关系，即一定的矿种仅与一定的岩浆岩有关。而岩浆岩的类型又与大地构造背景有对应的关系。

①大陆板块内部与热点、裂谷及深大断裂有关的岩浆岩和矿床

a. 层状基性-超基性侵入体：铬铁矿矿床、PGE 矿床、钒钛磁铁矿矿床

b. 金伯利岩及钾镁煌斑岩：金刚石矿床。

c. (碱性)超基性岩-碱性基性岩-碱性岩-碳酸岩：磷灰石-磁铁矿矿床、Nb-Ta 及 REE 矿床。

d. 基性-超基性杂岩体（多与基性火山岩伴生）：Cu-Ni 及 PGE 硫化物矿床。

②大陆板块边缘及褶皱带的基性-超基性杂岩体：Cu-Ni 及 PGE 硫化物矿床。

③板块缝合带（与蛇绿岩套有关的）镁质超基性岩体：（阿尔卑斯型）铬铁矿矿床。岩体多由纯橄岩、辉橄岩、辉石岩等岩相组成，一般缺少基性岩相。



2) 同化作用

同化作用指岩浆在形成和上移过程中, 往往会熔化或溶解一些外来物质(如围岩碎块), 使岩浆成分发生改变的作用。不完全的同化作用则是混染作用。同化作用和混染作用不仅可以生成一系列不同成分的岩浆岩, 而且往往由于岩浆中吸收了围岩中的某些成分, 还可促进岩浆的分异和一些矿床的形成。如含铜镍硫化物的基性-超基性岩同化碳酸盐岩, 既可降低熔浆的粘度, 使硫化物得以聚集; 也能促使更多的金属组份脱离硅酸盐而进入硫化物熔浆中, 以更有利于成矿。岩浆与被同化围岩成分差别越大、侵入体的规模越大、侵入越深、成分愈酸性、挥发分愈多以及围岩破碎程度越高, 则同化作用愈强烈而完全。

3) 挥发组份作用

岩浆中的挥发组份对岩浆的分异、同化作用以及某些成矿元素的搬运和富集有重要作用, 故也称为矿化剂。原始岩浆中的挥发分 H_2O 、F、Cl、B、S、C、P等, 具有熔点低、挥发性高的特点, 特别是能与Ag、Au、Pt、Pd、W、Sn、Mo、Pb、Zn、Cu等多种金属元素组成易溶络合物, 因为对成矿元素的迁移、富集成矿有重要影响。此外, 由于挥发分对压力的变化特别敏感, 富于流动性, 故常将岩浆中某些成矿物质, 自下部带至上部, 自高压地段带至低压带, 集中到有利构造部位, 例如于穹窿的顶部富集成矿。

4) 岩浆的多期次侵入作用

含矿岩浆岩体常是同一构造运动所形成岩带中的较晚期的产物; 矿化主要与复式岩体的晚期岩相关系密切。复式岩体和岩浆的多期次侵入作用对成矿的控制, 在铬铁矿矿床、铜镍硫化物矿床和钽铌磁铁矿床中都有明显表现, 对形成规模大、质量好的矿床具有重要意义。

12. 论述气水热液矿床的成矿方式。

1) 充填作用

成矿溶液在化学性质不活泼的围岩中流动时, 因物理化学条件改变, 使溶液中的成矿物质沉淀在各种裂隙和空隙中形成矿床的作用叫充填成矿作用, 所形成的矿床叫充填矿床。

物理化学条件改变: 降压、降温、矿化剂逸出、Ph 值、Eh 值改变;

充填矿床的特征:

- ①矿体多呈脉状受裂隙控制, 与围岩界线清楚呈突变接触。
- ②典型构造: 梳状构造、晶簇构造、对称带状构造、角砾状构造、同心圆状构造。
- ③典型构造: 梳状构造、晶簇构造、对称带状构造、角砾状构造、同心圆状构造。
- ④矿体中矿物沉淀的顺序通常从孔隙的两壁向里面生长, 其最发育的晶面指向热液供应的方向。

2) 交代作用

指矿液与围岩发生化学反应或置换作用, 而造成矿质的聚集。也即是在一定温度和压力条件下矿液与围岩相互作用, 由一个原生的矿物集合体, 向一组更稳定的新矿物的转变。由交代作用形成的矿床, 称交代矿床。

交代作用的特点: 原矿物的溶解与新矿物的沉淀同时进行; 在交代过程中岩石始终处于固体状态; 交代前后岩石体积基本不变。

交代作用的类型

扩散交代作用: 组分的带入和带出靠停滞的粒间溶液中离子扩散进行的交代作用, 动力—浓度差引起组分扩散。

渗透交代作用: 组分的带入和带出靠粒间及裂隙中渗透流动的水溶液进行的交代作用, 动力—压力差引起流体运动。

影响交代作用的因素

①热液组分的活动性; ②温度和压力; ③围岩的岩性(化学性质、渗透性, 有利围岩如碳酸盐岩、凝灰岩, 不利围岩如硅质岩、石英(砂)岩、泥(页)岩)

交代矿床的特征:

- ①矿体形态多不规则, 与围岩呈渐变接触; ②矿体中常见交代残余的围岩(注意与围岩角砾的区别); ③矿石交代结构、交代残余结构构造普遍; ④交代矿物常有较好的晶形。



13. 论述混合岩化成矿作用的过程。

混合岩化成矿作用是由于区域变质作用进一步演化，深部上升流体或岩石部分熔融产生的“混浆”，与不同类型的原岩经过一系列相互作用形成的。从混合岩化作用的发展过程来看，它们的成矿作用可分为两个主要阶段，即主期交代重结晶阶段和中晚期热液交代阶段。

①主期交代重结晶阶段：

主要表现为新生的长英质熔浆对原岩组份进行交代反应，并以碱质交代为主（钾化和钠化），同时挥发分也起重要作用。交代作用中首先是硅酸盐重结晶，使矿物颗粒增大和局部富集，使其具有工业价值。形成云母、刚玉、石榴石、石墨等非金属矿床。在混合岩化主期的进一步交代作用过程中，原岩中矿物大量地分解，通过各种交代反应形成铝硅酸盐和大量碱性长石，长英质的熔浆逐渐演化为热液。在构造应力作用的进一步活动下进入中晚期的热液交代阶段。

②中晚期热液交代阶段：

混合岩化热液，在中晚期的交代阶段，既可引起围岩的蚀变，同时也可能成矿。中晚期热液中一般含大量 Fe、Mg、Ca 等组份，因而产生铁镁质交代作用而形成各种矿床。如沉积变质硼矿床，磷、铀、金、铜、REE 等矿床。

14. 论述构造对热液运移和矿质沉淀的影响。

根据构造在热液运移和矿质沉淀中所起的作用，将构造要素划分为：导矿构造、配矿构造和容矿构造。

导矿构造：是指热液自深部地段进入矿田及矿带范围的通道，控制矿田及成矿带的分布。各种类型的深断裂以及剧烈褶皱地区陡倾斜的岩层或岩系是常见的导矿构造。导矿构造只有某些矿化痕迹（矿化蚀变，浸染矿化），本身不含矿，但可用来在毗邻地区追踪矿床所在。

配矿构造：是矿液从导矿构造出来后，向成矿地段方向运移的构造，控制着矿床的分布。有利于成矿的配矿构造是与导矿构造相通的断裂、深断裂上盘的裂隙带、透水层。

容矿构造：是使矿体定位，并决定其形态、产状、大小，有时决定其内部结构的构造。与配矿构造相通的次级断裂、裂隙、层间剥离构造、透水层等都是很好的容矿构造。

15. 论述斑岩型铜矿床的蚀变矿化特征。

斑岩型铜矿床的围岩蚀变很发育，常具明显的、有规律的水平和垂直的分带现象。多数情况自斑岩体中心→接触带→围岩依次可分为核心带→钾化带→石英-绢云母化带→泥化带→青盘岩化带。各蚀变带特征如下：

①钾化带（钾质蚀变带）：包括钾长石化和黑云母化。主要矿物为钾长石、黑云母、石英。

②石英-绢云母化带（似千枚岩化带）：主要矿物成分有石英、绢云母、少量黄铁矿。

③泥化带（粘土化带）：矿物成分有高岭土、绢云母、石英、绿泥石。

④青盘岩化带：矿物成分为绿帘石、绿泥石、绢云母、石英、黄铁矿。

其中最重要的是钾化带和石英-绢云母化带。其蚀变强度和范围直接影响到矿化的规模。所以围岩蚀变呈带状分布的特点，可作为寻找斑岩铜矿的有效标志。

与围岩蚀变分带相对应，斑岩铜矿床同时具有从钼（铜）矿化→铜（钼）矿化→铅锌矿化→金矿化以及矿化类型具有从浸染状→细脉浸染状→细脉状→脉状的矿化特点。矿体的产状与形态受侵入体的形状、接触带的情况、角砾岩筒、构造裂隙带等因素控制。矿石为细脉浸染状构造（浸染状、角砾状），主要金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿。

16. 论述变质成矿作用的方式。

①脱水作用：原来岩石或矿石中的含水矿物，由于温度和压力的升高，变成少含水或不含水矿物。如：水锰矿→褐锰矿；褐铁矿→赤铁矿。

②还原作用：高温缺氧条件下，矿物中易于还原的变价元素由高价转变为低价，从而形成新的矿物。如：赤铁矿→磁铁矿；软锰矿、硬锰矿→褐锰矿。

③结晶及重结晶作用：高温高压下，小颗粒矿物重新结晶增大或非晶质物质结晶形成晶体。如：磷块岩→（变晶）磷灰石；铝土矿→刚玉；含有机质的岩石及煤→石墨。



④重组合作用：温度、压力或其它物理化学条件发生变化，导致原先的矿物组合失衡，形成新条件下稳定的矿物组合。如：粘土矿物→红柱石等矿物；含钙、铁的粘土岩→石榴子石。

⑤交代作用：变质热液及混合岩化岩浆的交代作用。原岩与变质过程产生的流体发生化学反应，形成新的矿物组合。如：白云石→菱镁矿，白云石→滑石。

17. 论述气水热液矿床的围岩蚀变

(1) 围岩蚀变及其影响因素

在热液作用下，近矿围岩与热液发生反应而产生的一系列旧物质为新物质所替代的作用，称之围岩蚀变。

其结果使围岩的化学成份、矿物成分以及结构构造等均遭受不同程度的改变。

决定围岩蚀变的类型和蚀变作用强度的因素有：①围岩性质，包括围岩的化学成分、矿物成分、粒度、物理状态（是否破碎）、渗透性等；②热液的性质，包括：热液的化学成分、浓度、Ph 值、Eh 值、温度和压力条件，以及它们在热液作用过程中的变化。

(2) 围岩蚀变的主要类型及其含矿性

①矽卡岩化：由石榴石、辉石、角闪石等 Ca、Fe、Mg、Al 的硅酸盐矿物在中酸性侵入体与碳酸盐类围岩的接触带及附近，并在中等深度条件下经气水热液的高温交代作用形成的蚀变；其所形成的岩石称为矽卡岩。常见金属矿物有磁铁矿、白钨矿、锡石、磁黄铁矿、黄铁矿、毒砂、辉钼矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等。有关矿产钨、锡、钼、铁、铜、铅—锌。

②云英岩化：一种重要的高温气水热液蚀变作用，主要发生于花岗岩类中。云英岩为蚀变后形成的岩石，主要成份为云母和石英。岩石呈浅灰、灰、灰绿色，中—粗粒，具花岗变晶、花岗—鳞片变晶及鳞片变晶结构。与钾长石化、钠长石化关系密切，常共生。与钨、锡、钼、铋、铌、钽、铍、锂等矿床有关。

③钾长石化：微斜长石化、天河石化、正长石化、透长石化、冰长石化的总称。蚀变岩主要有钾长岩、钠长钾长岩、石英钾长岩。与多种类型矿床相关：如锂、铍、铌、钽有关的蚀变花岗岩、钨锡的石英脉型和矽卡岩型、斑岩型铜—钼矿床以及部分铅、锌、金、铀、稀土矿床等。

④钠长石化：不同岩石不同温度范围都可发生，中、基性火成岩最为常见。矽卡岩型铁、铜矿床内接触带及火山岩区高温热液铁矿床中常见。与铍、铌、钽、稀土等稀有元素矿床以及钨、锡、金、铁、铜、磷、黄铁矿等热液矿床有关。

⑤青盘岩化(变安山岩化)：安山岩、玄武岩、英安岩及部分流纹岩在中低温热液作用下，特别是在热液中二氧化碳、硫和水等作用产生的一种蚀变。青盘岩呈暗绿、绿、褐绿等颜色，主要由绿泥石、碳酸盐、黄铁矿、绿帘石和钠长石构成，常保留原来火成岩特征，变余结构明显。与斑岩铜钼矿床、热液黄铁矿矿床、脉状铜矿床、多金属矿床、金和金—银矿床有关。

⑥绢云母化、绢英岩化、黄铁绢英岩化：中、酸性火成岩最易发生绢云母化，并常伴随石英和黄铁矿的产生，形成绢英岩化和黄铁绢英岩化，代表典型的中低温热液蚀变。热液成因多种金属和非金属矿床中都可见到，尤以中温热液硫化物矿床如斑岩铜钼矿床、黄铁矿型铜矿和多金属矿床中最为常见。

⑦绿泥石化：主要由铁、镁硅酸盐矿物(黑云母、角闪石、辉石等)在中低温热液条件下蚀变形成。中性—基性火成岩如安山岩、闪长岩、玄武岩和辉长岩常见，与铜、铅、锌、金、银、锡、黄铁矿矿床有关。

⑧粘土化：各类火成岩尤其是火山岩最易发生的以粘土矿物占优势的蚀变作用。深度粘土化常为某些铜、铅、锌、矿床蚀变的内带，分布不广泛；中度粘土化可作为寻找金、银、铜、铅、锌等矿床的标志。

⑨硅化：最普遍最广泛的一种蚀变，各种温度条件下各类矿床均可见到。高温和部分中高温热液硅化作用可形成石英化；低温热液硅化可形成石髓化及蛋白石化。中性及酸性火山岩经强烈的石英化后，可形成次生石英岩。硅化相关矿产有铜、钼、铅锌、金、银、汞、锑、黄铁矿等。

⑩碳酸盐化：包括方解石化、白云岩化、菱铁矿化和菱镁矿化等。原岩为①基性、中性的火成岩；②碳酸盐沉积岩；③碱性—超基性岩。①②③中的碳酸盐化分别与铜、铅、锌；铁、镁、硼；铌、钽、锆、稀土等矿床相关。

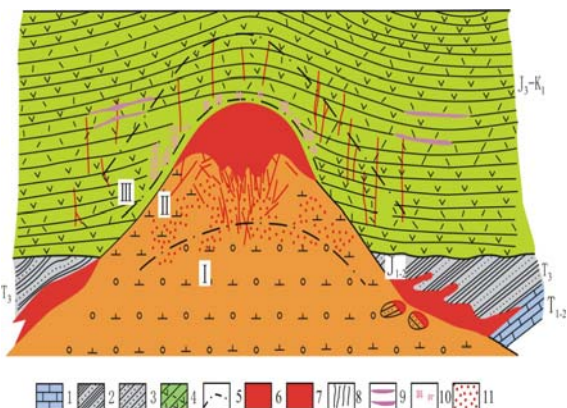
(3) 研究围岩蚀变的意义

①理论意义：围岩蚀变是整个热液成矿作用的一部分，可以根据蚀变围岩在化学成分、矿物成分上的变化，

来了解成矿时的物理化学条件、成矿热液的性质及其变化、矿物沉淀原因、分布的规律等。②找矿意义：特定的成矿作用常有特定的围岩蚀变伴随；围岩蚀变的范围远大于矿体的范围；围岩蚀变的分带模式（垂直、水平、环状）可指矿体的位置。

18. 论述玢岩铁矿的地质特征。

矿床产出的大地构造位置：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。与矿化有关大岩体主要为：辉石闪长玢岩、辉石闪长岩和辉石粗安斑岩等次火山岩体。与此类矿床伴生的矿床可能有：黄铁矿矿床、铜及铜金矿床。矿体的围岩蚀变强烈，其中，I 为以岩体边部钠长石化为主的下部浅色蚀变带；II 为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；III 为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。



19. 卡林型金矿床

20 世纪 60 年代，美国内华达州卡林地区发现，主要产于碳酸盐岩建造中的微细浸染型金矿床。品位低、规模大、矿体与围岩界线不明显。金主要呈显微-次显微形式产出，普遍发育中低温热液矿物组合，以及 Au、As、Hg、Sb、Tl 等元素异常。

①大地构造环境：裂谷带和弧后盆地，地幔柱活动区。如：滇黔桂卡林型金矿位于扬子地块西南缘的晚加里东-海西期右江裂谷带。

②岩浆岩条件：位于较大规模岩浆活动区（地幔柱活动区）的边缘和邻区。矿区仅见少量中酸-酸性（花岗岩闪长质-花岗质）侵入体和辉绿岩、煌斑岩等脉岩。

③含矿岩系特征：含炭质或泥质碳酸盐岩，包括含炭质粉砂质灰岩、白云质灰岩、条带状灰岩及角砾岩等。钙质粉砂岩、泥质粉砂质凝灰岩、角砾岩。

④矿体特征：似层状、凸镜状产于一定的层位，多受不同岩性界面、层间破碎带、不整合面及断裂控制，与围岩呈渐变关系。

⑤矿石特征：金多为肉眼不可见金，赋存于硫化物内或吸附于炭质、水云母上。共生矿物复杂，常见黄铁矿、白铁矿、毒砂、辉锑矿、辰砂、雄黄、雌黄等（伴有 As、Sb、Hg 异常）。

⑥围岩蚀变：常见硅化、黄（白）铁矿化、毒砂化、高岭土化、碳酸盐化。

⑦矿床成因：由于成矿地质要素（岩浆岩、地层和构造）与成因要素（矿源、热源和水源）之间关系的复杂性以及认识差异，成因问题存在争论。根据对矿源的认识可分：

岩浆成因说：浅成侵入体提供矿源和热源，在岩浆热液系统的远端（大气降水为主）交代成矿。

沉积成因说：成矿物质来自地层。

目前的研究（岩石学、REE、同位素和包裹体资料）：成矿物质来自地层，流体以大气降水和建造水为主，热源与岩浆体系的火山-侵入活动有关。

20. 碳酸盐岩型铅锌矿床（MVT 矿床）

成矿时代多见于古生代及中生代，矿床规模较大，常伴生同类型黄铁矿矿床、沉积菱铁矿矿床、重晶石-萤石-闪锌矿矿床等。

(1) 地质构造背景

①构造位置：稳定的大陆板块、大陆边缘拗拉古、裂谷。

②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。

③含矿岩系：以浅海相碳酸盐岩为主，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。

(2) 矿床特征



①矿体特征:矿体多为不规则状、似层状、凸镜状产于白云岩中,产出部位多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。

②矿石特征:主要金属矿有方铅矿、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。

③矿石结构构造: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、胶状等构造。

④围岩蚀变:蚀变微弱,常见白云岩化、硅化、方解石化及退色化。

(3)成矿作用

①成矿以充填作用为主;②参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影响溶解了地层中盐分、铅等成分,形成含矿热卤水;③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部位成矿。

21. 海相火山(次火山)热液矿床

主要矿床有块状硫化物矿床、流纹-安山岩建造中的菱铁矿矿床、基性-中性火山岩建造中的磁铁矿-赤铁矿矿床。以块状硫化物矿床为例。

(1)大地构造环境:

a. 现代成矿环境:大洋中脊和亲弧(裂谷)盆地; b. 古代:岛弧及板块缝合带(优地槽褶皱带)。

(2)成矿作用模式

(3)矿体特征:

a. 喷流-沉积矿体:呈层状顺层产出,其下为火山熔岩及火山碎屑岩,可有强烈的蚀变;其上为(含铁)硅质岩、(重晶石岩)、(含炭)硅质页岩等,无蚀变或蚀变微弱。矿石多为块状、角砾状构造及层理构造,主要金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿,脉石矿物为石英、重晶石等。

b. 充填交代矿体:位于沉积矿体之下,呈筒状、凸镜状穿层产出。围岩为火山熔岩及火山碎屑岩,蚀变强烈。矿石呈浸染状及细脉浸染状构造,主要有用矿物为黄铁矿、黄铜矿。

(4)围岩蚀变特征

主要发生在层状矿体的下部,且自充填交代矿体向外有规律分带,但因岩性而异。

a. 中、酸性火山岩:硅化(次生石英岩化)→石英-绢云母化→绢云母-绿泥石化→青盘岩化

b. 中、基性岩:硅化-绿泥石化→绿泥石-绿帘石化→青盘岩化。

(5)矿床类型:

①塞浦路斯型块状硫化物矿床:产于洋脊蛇绿岩套中枕状玄武岩中,层状矿体产于枕状玄武岩层间或其顶部,主要是沉积的层状矿体。由块状矿石构成,主要矿物有黄铁矿,含黄铜矿。围岩蚀变主要是硅化、绿泥石化、绿帘石化。

②细碧角斑岩型块状硫化物矿床:含矿岩系为细碧角斑岩建造(弧后裂谷?)。矿体主要产于角斑岩,由块状矿石构成的层状矿体和细脉浸染状充填交代矿体均可发育。主要硫化物黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿、黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿、闪锌矿、方铅矿。围岩蚀变自中心向外依次出现硅化、绢云母化、绿泥石化、青盘岩化。主要有用金属为铜、锌(铅),常伴生金。

③黑矿型块状硫化物矿床:含矿岩系为弧后及弧间裂谷环境的中酸及酸性(英安质-流纹质)火山碎屑岩及熔岩,可含少量玄武岩。矿体产于绿色凝灰岩中,自下而上可分为:细脉浸染状的硅矿,主要矿物为石英、黄铜矿、黄铁矿;黄矿,主要由块状黄铁矿、黄铜矿构成。黑矿,主要矿物为方铅矿、闪锌矿、重晶石,具块状、角砾状构造。另外矿体上部及侧翼可出现重晶石层、石膏层。围岩蚀变分带:自中心向外依次为硅化、绢云母化、绿泥石化、泥化(蒙托石-沸石化)。主要金属为铜、铅、锌,常伴生银。

22. 以沉积岩为容岩的喷气沉积(sedex)型铅锌矿床

目前已发现此类矿床多在中元古代和古生代,矿床规模巨大,常伴生层状重晶石矿床,沉积型菱铁矿矿床。



(1)地质构造背景

- a. 构造位置：大陆裂谷或被动大陆边缘长期沉陷的断陷盆地。
- b. 成矿环境盆地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。
- c. 赋矿岩石：以含有机质黑色页岩、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。

(2)矿床特征

- a. 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。
- b. 矿石矿物组合：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，可见少量铁、铜、铋、钼的硫及硫砷化物。主要脉石矿物为石英、方解石、铁白云石、重晶石、白云石及菱铁矿等。
- c. 矿石结构构造：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。
- d. 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。

(3)矿床成因

- ①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化学活动性增强。
- ②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，铁、铜、铅、锌及钡等元素均可以硫氢络合物和氯络合物的形式溶于温度和盐度较高的弱酸性热卤水中。
- ③成矿热卤水沿同生断裂上升到浅部时，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。
- ④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，形成铁、(铜)铅、锌的层状矿体及富含有机质的沉积层。
- ⑤当钡离子游离到热卤水池边部时与海水中的硫酸根离子结合形成重晶石的沉淀。

23. 陆相火山（浅成低温）热液型金矿床。

- ①大地构造环境：矿床形成于岛弧(Au-Te 型)及活动大陆边缘(Au-Ag 型)。产于粗面玄武质、安山玄武质、安山质、英安质、粗面质火山岩及火山碎屑岩中，多为中、新生代矿床。
- ②矿体产出部位浅，多呈脉状、网脉状、细脉浸染状，受断裂、环状及放射状断裂裂隙及爆破角砾岩筒控制。
- ③矿石有用矿物自然金、银金矿、自然银、碲金矿、碲金银矿、碲银矿、硒银矿等。常见硫化物：黄(白)铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿，常见脉石矿物：石英、方解石、白云石、菱铁矿、菱锰矿、镜铁矿、重晶石、绿泥石、蛋白石、玉髓、雄黄、雌黄等。
- ④围岩蚀变强烈并有明显分带，深部为冰长石化，向上渐变为硅化、伊利石-绢云母化、粘土化。金银矿化通常与硅化关系密切。

24. 论述红土型镍矿床。(略)