

沉积岩

第一章

沉积岩的形成过程和一般特征

一 概述

1.沉积岩是在地壳表层条件下，由母岩风化物质、火山物质、有机质等原始物质，经搬运、沉积以及沉积后作用所形成的一类岩石。

2.沉积岩的形成过程

通常划分为三个阶段，即原始物质生成阶段、原始物质向沉积物的转化阶段和沉积物的固结与持续演化阶段。

①原始物质的生成与它的来源有关，最重要的是来自母岩，其次是火山喷发。母岩风化可以提供碎屑物质、溶解物质、和不溶残余物质。火山碎屑通常是指火山爆生成的原始物质。

②原始物质一旦出现在地球表面实际就已进入了第二阶段——向沉积物的转变阶段。搬运距离和时间越长，差距就会越来越大。沉积物的堆积可以非常的迅速，也可以非常缓慢。

③随着沉积厚度不段加大，在温度和压力的作用下，沉积物就会逐渐固结成为致密坚硬的沉积岩。固结成的岩石随埋深进一步加大，温压进一步提高，还会进一 步变化。

3.沉积岩形成的地壳表层条件

温度、压力、水、大气、生物、重力。

4. 形成的基本特征。成分、结构、构造。>1m 的是极厚层，1—03m 的 是厚层，0.1—0.5 的是 中厚层，0.01—0.1m 的是薄层，<0.01m 的是极薄层

5. 沉积岩的层理。共同特征和地层的不均匀性。分为水平层理，如泥质岩、粉沙岩；平行层理，如砂岩；斜层理，如单斜层理；交错斜层理；板状斜层理和粒序层理。没有层理结构的叫做块状层理。

6. 沉积岩的构造。

①层面构造：泥痕、雨痕、雹痕、晶痕、泥裂。

②变形构造：负荷印模、包圈层理、滑动构造、碎屑岩脉。

③化学成因构造：缝合线、结核（成分、结构和圆周明显不同。结核本身 多种多样，主要成分是 钙质、硅质、铁质、锰质）、锥、窗格构造（主要存在在石灰岩中）。

④生物成因构造：

i 叠层（石）构造。出现于石灰岩中。有暗色纹层和浅色纹层。前者富含有机质，很薄 0.1mm 左右；后者有机质少，碎屑物多，稍厚些。叠层石是含碳生物，叠层石主要出现在碳酸岩中，有时也出现在铁质矿物中。

ii 虫迹、虫孔：生物在沉积活动而留下的痕迹。虫迹是生物在沉积物表面留下的痕迹；而虫孔是生物在沉积内部留下的痕迹。

7.沉积岩的颜色。原生色（本身颜色）和次生色（岩石变化后的颜色）。痕叠叠层石虫迹原生色（本身颜色）

二 沉积岩的分类

沉积岩石分为两大类：他生沉积岩和自生沉积岩。他生沉积岩又分为火山碎屑岩和陆源碎屑岩，陆源碎屑岩又分为砾岩、砂岩、粉沙岩和泥质岩。自生沉积岩又分为碳酸岩、硅质岩、铁质岩，磷质岩、铝质岩、蒸发岩。

也可以分为三类：陆源碎屑岩（他生）、内源沉积岩（自生）和火山碎屑岩。

1.他生陆源碎屑岩

①此类可以分为砂岩和砾岩，其结构成分有碎屑、杂基、胶结物和孔隙。杂基是更小的碎屑、粘土矿物。胶结物是在沉积物间隙里发生化学沉淀在成因过程形成。胶结物和杂基合称填隙物。

②碎屑物。

粒度：砾 $> 2\text{mm}$ ，砂 $2\text{---}0.625\text{mm}$ ，粉沙 $0.625\text{---}0.0039\text{mm}$ ，泥 $< 0.0039\text{mm}$ 。

分选性，即碎屑大小的均匀程度。根据碎屑体积分数分为三个级别：好 $> 75\%$ ，中等 $75\text{---}50\%$ ，差 $< 50\%$ 。

磨圆度：即棱和角被磨蚀圆化的程度。

③胶结物的结果

④杂基的结构

⑤孔隙结构

⑥分类

a.砾岩。砾石体积含量 $> 30\%$ 的岩石称为砾岩。含 $5\text{---}30\%$ 是砾质岩石，小于 $< 5\%$ 的是含砾岩石。

按圆度分为角砾岩。岩石主要是棱角状和次棱角状的岩石称为角砾岩。

按大小分为：巨砾 $> 256\text{mm}$ ，粗砾 $64\text{---}256\text{mm}$ 细砾 $2\text{---}4\text{mm}$ 。

按成因类型分为：滨海砾岩，滨湖砾岩，河流砾岩，冰川砾岩，喀斯特角砾岩（岩溶），盐溶角砾岩，残积角砾岩，坡积角砾岩。

b.砂岩

按粒度分为：极粗砾 $1\text{---}2\text{mm}$ ，粗砂 $0.25\text{---}0.5\text{mm}$ ，中砂： $0.25\text{---}0.5\text{mm}$ ，细砂 $0.125\text{---}0.25\text{mm}$ ，极细砂 $0.0625\text{---}0.125\text{mm}$

成分分类：三角图。

c.粉沙岩：①按粒度分为：粗粉沙 $0.0312\text{---}0.0625$ ，中粉沙： $0.0156\text{---}0.0312\text{mm}$ ，细粉沙 $0.0078\text{---}0.0156$ 。极细粉沙 $0.0078\text{---}0.0039\text{mm}$ 。

也可以两分法，将粗粉沙以为的统称细粉沙。细粉沙就是杂基。

成分：基本上是以石英为主，长石、白云母少量。粘土、钙质、铁质较多，重矿物（相当于岩浆岩中的副矿物）的含量也比较多。

结构特点：磨圆度差，但是分选性好。

d.泥质岩（粘土岩） $d < 0.0039\text{mm}$ 。主要成分是粘土矿物，即高岭石、蒙脱石和伊利石。

白云母和伊利石都属于层状硅酸岩。白云母中的 Al 如果被 Mg 或 Fe 取代了，那就

变成了黑云母。如果伊利石中的水被水合氢离子取代了，那就变成了水云母。

伊利石中的 K 所在的位置如果含有钙、钠、水，Al 的位置含有铁、镁，那就成了

蒙脱石。其中水可多可少，成为一个膨胀系统。伊利石 TOT 型，高岭石是 T 型

泥质岩过度类型是粉沙岩。

2.自生内源碎屑沉积岩

①碳酸岩(类)。

a.此类岩石的成分基本上都是由碳酸钙、碳酸镁钙和碳酸铁组成。

b.结构类型：颗粒结构、生物骨架结构和晶粒结构。

c.颗粒结构碳酸岩：有四种组分，即颗粒、微晶基质、亮晶胶结物和空隙。这四种组分虽然形态不同，但是含有相同的成分，都是由方解石组成。

i.颗粒。

内碎屑，分为粗、中、细粒。

生物碎屑，有宛足、头足、瓣鳃、珊瑚、海绵、海百合、海胆、有孔虫、纺锤虫、节形虫、层孔虫、苔藓虫等。这些生物的化学成分都是骨头，就是方解石头，无节支动物不存在碳酸岩。

包粒。可以见到同心层、方解石、核。 D =包粒直径。 $D>2\text{MM}$ 是豆粒； $D<2\text{MM}$ 是鲕粒。如果直径达到厘米级那就是核形石了。

球粒非常小的碳酸钙固体，显微镜一般看不出，颜色暗，比较多的有机质。直径约为 $0.03\text{-}0.2\text{mm}$ ，多数是粉沙级。分为藻球粒和粪球粒，都是 一种遗迹化石，成分是方解石和有机质。

团块。藻连接的若干个颗粒，但是对命名分类不起作用。

ii.微晶基质：在大颗粒沉积时就存在了。成分是碳酸钙，粒度小于 0.03mm 。

iii亮晶胶结物：在沉积过程中出现空隙，然后胶结物填充在其中，胶结其他成分，因此亮晶胶结物有一部分是没有自形结构。

iv空隙：在沉积过程中没有被任何物质填充。

②生物骨架结构碳酸岩，主要是造礁生物（群体珊瑚）骨架连接，遗留。

晶粒结构：没有上述的结构，只是碳酸盐自身生长，碳酸盐易结晶。

分为粗晶 ($>2\text{mm}$)，中晶，细晶，微晶 ($<0.0039\text{mm}$)。

6.碳酸岩除按结构分，还可以按成分分为颗粒灰岩、微晶灰岩、礁灰岩、结晶灰岩、泥灰岩

7.颗粒灰岩、微晶灰岩和其过度的颗粒微晶灰岩的区别如下表：

名称	颗粒灰岩				
颗粒含量	大于 10%				
颗粒类型	内碎屑 >25%	内 碎 屑 <25%, 鲕 粒>25%.	生物碎屑和球粒之和大于 50%		
			$a>3:1$	$1:3<a<3:1$	$a<1:3$
亮晶胶结物 > 微晶基质	内碎屑亮晶 灰岩	鲕粒亮晶灰 岩	生物碎屑亮 晶灰岩	生物碎屑 球粒亮晶 灰岩	球 粒 亮 晶 灰 岩 球粒
亮晶胶结物 < 微晶基质	内碎屑微 晶灰岩	鲕粒微晶灰 岩	生物碎屑微 晶灰岩	生物碎屑 球粒微晶 灰岩	球 粒 微 晶 灰 岩

	颗粒微晶灰岩				微晶灰岩
颗粒含量	大于 1%, 小于 10%				小于 1%
颗粒类型	内碎屑 >25%	内碎屑 <25%, 鲕粒 >25%.	生物碎屑和球粒之和大于 50%		
			a>3: 1	a<1:3	
亮晶胶结物 > 微晶基质	含内碎屑亮晶灰岩	含鲕粒亮晶灰岩	含生物碎屑亮晶灰岩	含球粒亮晶灰岩	
亮晶胶结物 < 微晶基质	含内碎屑微晶灰岩	含鲕粒微晶灰岩	含生物碎屑微晶灰岩	含球粒微晶灰岩	

注：①a 表示生物碎屑的含量比上球粒的含量。

②内碎屑可以分为四种：砾屑 >2mm，砂屑 2—0.0625mm，粉屑 0.0625--0.0312mm。

8.礁灰岩：根据造礁生物分为珊瑚礁灰岩、原孔虫灰岩、苔藓虫灰岩、藻灰岩—叠层石灰岩

9.砂质灰岩：方解石>50%，陆源碎屑 25-50%，注意区分砂质灰岩。

10.结晶灰岩：粗晶灰岩>2mm，中晶灰岩 2-0.0625mm，细晶灰岩 0.0625-0.0312mm，微晶灰岩<0.0312mm。

11.泥灰岩：碳酸钙 >25%，即像灰岩又像泥岩，属于灰岩。如石灰华，泉华。

(二)硅质岩。

1.成分：SiO₂ 含量 70-90%，高达 99%，但石英砂岩不算硅质岩。

2.矿物成分：①蛋白石（非晶质矿物）②玉髓，呈放射针状，针长度几十到几百微米，其成分是石英，但折射率和比重都要比石英小，因为针之间有 0.1 微米大小的气泡。

③石英：这是蛋白石重结晶形成的。④其它：自身矿物、陆源碎屑物和粘土。

3.结构：晶粒结构、鲕粒结构、生物碎屑结构、生物结构。

4.主要类型：①硅藻岩（土），一般桂藻<0.01mm，但此硅藻中有 92%的孔隙

②海绵岩：海绵骨针，此针一般为几百微米。

③放射虫岩，显微镜下看像太阳。

④蛋白土岩：矿物的成分是蛋白石，化学沉淀。

⑤碧玉岩（由石英或玉髓组成）：红黑色泽，一般都能见到放射虫与海相火山岩共生

⑥燧石岩：主要由石英组成，与石灰岩、泥质岩共生。

⑦硅华。

⑤⑥是最常见的，碧玉岩一般较厚，而燧石岩一般较薄。

(三)铝质岩（铝土矿）

1.特征：富 Al₂O₃，且 Al₂O₃>SiO₂，一般 Al₂O₃>40%，Al₂O₃: SiO₂ >2: 1。

2.矿物成分：三水铝石 Al(OH)₃、一水硬铝石 a-- Al(OH)₃、一水软铝石 K-- Al(OH)₃。这三种矿物可以互相转化。

3.铝质岩结构多种多样。

4.铝质岩按成因可以分为残余型铝质岩和沉积型铝质岩。对于前者，有以下的转化关系：

风化作用

KAlSi_3O_8 (钾长石) $\rightarrow$ $\text{Al}[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ (铝土矿), 此过程水化, 钾流失, 溶解到水中, 硅有部分流失。铝土矿进一步风化成 (高岭石分解) SiO_2 和 Al_2O_3

(四)铁质岩: 矿物有赤铁矿、针铁矿 $\alpha\text{-Al}(\text{OH})_3$ 、褐铁矿 (实际上混合物, 由细小的赤铁矿、针铁矿组成。)、菱铁矿 FeCO_3 、 FeS

(五)锰质岩: 一般锰在岩石中含量低, 锰矿物较多, 常见有软锰矿 MnO_2 、水锰矿 $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 、菱锰矿 MnCO_3 。可以分为锰质泥质岩、锰质碳酸盐岩、锰质碎屑岩、锰质硅质岩

(六)磷质岩。在泥质岩中, P_2O_5 平均含量为 0.17 %, 如果 $\text{P}_2\text{O}_5 > 19.5\%$ 称为磷块岩, 在 7.8—19.5 % 之间为磷质岩, $< 7.8\%$ 是含磷岩。

(七)磷灰岩

(八)蒸发岩。石盐 NaCl , 石膏 Na_2SO_4 , KCl

(九)可燃性有机岩: 煤、油页岩。

沉积环境和沉积相

地理环境

1.大陆环境: 残积带、坡积带、沙漠、冰川、河流、湖泊、沼泽、冲积扇。

2.海陆过度环境: 三角洲河口湾 (钱塘江)。

沉积相: 环境的物质表现称为相。

(一)河流相。主要是指曲流河, 河道弯曲。

1.特点①其河流上的砾、砂、粉沙、泥比较多。凸岸沉积物质多, 凹岸受侵蚀。

②河流会侧向侵蚀。③袭夺。

2.分类

①河床亚相: I.河床滞留沉积物 (微相)。其中砾石来源于源区、凹岸、下切 (基底) II.冰滩沉积物 (微相), 以砂为主, 发育各种各样层理。冰滩沉积物和河床滞留沉积物在同一时刻是相连的, 不同时间是上下相叠的。从上向下, 沉积物变细。III.心滩沉积物 (微相)。

②堤岸亚相: 自然堤。I.天然堤沉积物 (微相) 主要是细砂、粉沙, 其次是泥;

II.决口扇沉积物 (微相)。

③河漫滩亚相: 主要成分是粉沙和泥。I.河漫滩沉积物 (微相); II.河漫湖泊沉积物 (微相);

III.河漫沼泽沉积物 (微相), 含有泥、泥炭。

④牛轭湖亚相: 主要成分是泥, 最后演化为沼泽。

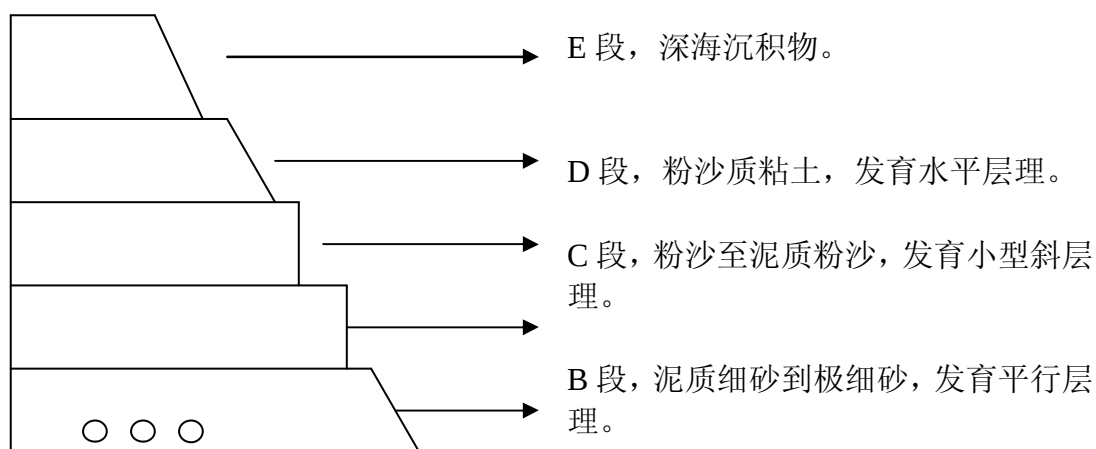
(二)浊积相: 主要形式是浊流和浊积岩。

1.泥石流: 指陆源碎屑物和饱和水相结合。

2.浊流和泥石流很相似, 都是沉积物的重力流 (密度流)。只是浊流发生在水下斜坡, 如大陆架, 浊流堆积下来的叫做浊流物。

3.浊流岩: 浊流物形成的岩石叫做浊流岩。严格上讲, 浊流岩是一种相, 不是一种岩石。

4. Bouma Sequence 布马层序：指一次冲刷面开始到下一次冲刷面结束所包含的层序。共有 A、B、C、D、E 五段。



A 段，砂多泥少，底部含砾，发育粒序层理。粒序层理是浊流最典型的构造

① A、B 段常含浅水化石。A、B、C、D 段是一次浊流形成的产物，E 段含有深水化石。

② 一次浊流活动一般需要几天时间，形成 A—D 段，而 E 段形成一般需要几百或几千年的时间。

③ 经典的布马层序由 A-E 形成，一般是 20—80 cm，记为 Tabcde；不典型的布马层序厚度更小，如 Tabd, Tabc, Tcd, Tad。

5. 浊积岩分为内扇，中扇和外扇。

① 内扇含海沟，内扇浊积岩含有最细的 Tcde，因为他是峡谷的延续；也有最粗的沉积岩。内扇的主河道和中扇的分支河道含有其他岩相。如块状、砂岩、结核型砂岩、含卵石砂岩（中砾）。

② 中扇是标准的 Tabcde；

③ 外扇越往外越细，最细的和内扇一样，都是不典型的布马层序

④ 住河道含有砾岩，种类多，有四种： i .有层理、有粒序、有叠瓦。 ii .有粒序、有叠瓦。

iii. 只有叠瓦。

iv. 什么都没有。

有。

6. 补充：1. 一个河流的沉积旋回是几千年—几十万年时间形成的，厚度约为 7.8m。

变质岩

第一章

变质作用的基本概念

一.变质岩概述

- 1.变质岩的概念：物理化学条件改变了，导致岩石成分、结构、构造改变了，形成新的岩石。
- 2.正变质岩：由岩浆岩转变来的变质岩石。
- 3.副变质作用岩：由沉积岩转变来的变质岩石。
- 4.稳定矿物：又叫新生矿物。不稳定矿物叫做残余矿物。
- 5.特征矿物：稳定在一个狭窄的温度、压力范围。
- 6.贯通矿物：在很大的温度、压力范围。
- 7.混合变质岩：有部分岩浆参与的变质岩是混合变质岩，其构造是混合岩构造。

二.变质作用

1.在地球内部，岩石在基本保持固体状态下发生转变过程。分化作用在地表上，不在地球内部，不属于分化作用。变质作用主要包括变质结晶、变形和变质分异3类。

2.因素：①温度。下限是 150--250℃，浊沸石、蓝闪石、硬柱石、钠云母、叶腊石等矿物是标志变质开始的矿物。下限是 650--1100℃，此温度是变质作用和岩浆的温度。②压力。 i . 负荷压力、岩压。地壳中是 0.275kb/km，1kb=1000bar, 1bar=0.987Atm。 ii . 构造压力。③流体：流体存在于岩石空隙中，流体和岩石之间要达到平衡，才流体和岩石之间相互作用，即流体可以改变岩石。而且流体相当于一种介质，因为固体和固体之间发生化学物理作用（变质作用）较难，流体可以加快次作用。④时间。

3.方式：①重结晶：矿物长大的现象。重结晶以后颗粒数目减少，重结晶需要流体参与。②变质结晶：矿物种类发生了变化如 $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ 。此方式固体部分质量不变化。重结晶和变质结晶可以同时进行，变质作用的流体可以来自自身。③交代作用：流体对固体岩石的交代，结果使岩石的矿物成分和化学成分都发生了改变（交代反应）。交代反应后体积分数不变，此反应改变了岩石的化学成分，即改变了元素之间的比值，而变质结晶作用没有改变岩石的矿物的元素比值。④变形和碎裂作用：岩石受各方向力的作用使岩石发生变形和碎裂。

4.变质作用类型：

- ① 区域变质作用：可以在造山带、孤岛带等，范围大。
- ② 接触变质作用：主要在沉积岩出露地区，范围小。
- ③ 碎裂作用：发生在断裂带。
- ④ 气液变质作用：地壳中气体和液体含有大量化学成分，与围岩发生发生反应。
- ⑤ 冲击变质作用：指陨石砸到地球表面以后，在短时间内有很大压力和温度，使周围的岩石发生了变质作用。
- ⑥ 洋底变质作用：主要发生在洋中脊。

5.变质作用特征：主要是成分、结构、构造等特征，总的化学成分改变，但其结构、构造

等基本不变。

6.变质岩的化学类型（等化学系）：

①泥质变质岩，其原岩是泥质岩。泥质岩中的 Al_2O_3 含量很高如果 Al_2O_3 过饱和，则含有

Al_2SiO_5 ，无钾长石；如果氧化钾过饱和，则含钾长石，无 Al_2SiO_5 ，但是这两则都含有白云母。

②长英质变质岩：其原岩是砂、中酸性岩浆岩、凝灰岩三种。

③钙质变质岩：其原岩是碳酸盐岩、碳酸盐岩和陆源碎屑岩的过度类型。

④基性变质岩：其原岩是基性岩，有的是泥灰岩。

⑤镁质变质岩：其原岩是超基性岩，一般是深层岩，有的是绿泥石含量非常高的沉积岩。

7. 矿物成分

①富 Al 矿物：石榴石，化学成分是 $(Mg, Fe, Ca, Mn)Al_2SiO_6$ ，属于岛状硅酸盐。其中 Al 可以被 Fe^{3+} 、Cr 代替，Si 可被 Ti 代替，可分为 MgAl 榴石、FeAl 榴石、CaAl 榴石、MnAl 榴石，其中外观最漂亮的是 MnAl 榴石。泥质变质岩中含量最高的是 FeAl 榴石或 MnAl 榴石，榴辉岩中主要是 MgAl 榴石，钙质变质岩主要是 CaAl 榴石，低温变质岩主要是 MnAl 榴石

、②堇青石：化学成分是 $(Mg, Fe)_2[Al_4Si_5]O_{18}$ ，少量是 $MnAl_4Si_5O_{18}$ 。

③十字石：化学成分是 $(Mg, Fe)_4Al_{18}Si_{7.5}O_{48}H_4$ ，少量是 $Mn_4Al_{18}Si_{7.5}O_{48}H_4$ 。

④蓝晶石、硅线石、红柱石的化学成分是 Al_2SiO_5 ，为同质多像体。

⑤绿泥石：化学成分是 $(Mg, Fe)_4((Mg, Fe)Al)_2[AlSi]O_{10}(OH)_2$ 。

⑥绿帘石：化学成分是 $Ca_2(Fe, Al)Al_2Si_3O_{12}(OH)_2$ 。其中黝帘石、斜黝帘石是以 Al^{3+} 单元，绿帘石是以 Fe^{3+} 为主。

⑦滑石：镁质变质岩， $Mg_3Si_2Si_2O_{10}(OH)_2$ 。另类滑石是以铁为单元。

⑧其它矿物：角闪石，如蓝闪石、阳起石；辉石，如紫苏辉石，顽火辉石，透辉石，硬玉；黑云母；白云母。白云母在变质岩中含量差别很大。多硅白云母是指 Si 的数量大于 3。

8. 变质岩的结构（变质岩的自形程度差）

①变余结构（残余结构）。

②变晶结构：有重结晶、变质结晶形成的新矿物。也有斑状变晶结构、纤维状变晶结构等。按粒度可以分为三类：粗变晶结构 $>3mm$ ；中变晶结构 $1—3mm$ ；细变晶结构 $<1mm$ 。按形状可以分为：粒状，如长石、石英、方解石，它们大小差不多；柱状，如角闪石、辉石；鳞片状，如云母、绿泥石、滑石等。命名一种变质岩的结构可以将上述两种情况结合起来命名，如细晶粒状变晶结构。

③交代作用

④碎裂作用

9. 构造：变余构造、变成构造、混合岩构造。

三. 区域变质岩

1. 板岩：板状构造，呈平行破裂劈理，其厚度可达 1 cm 或几 cm；矿物细小，在显微镜下难以看出，主要矿物成分是绢云母、绿泥石和石英。绢云母是结晶的白云母（隐晶质）。原岩是泥质岩、粉砂岩和凝灰岩。板岩进一步命名：颜色+杂质+板岩。

2. 千枚岩：千枚状构造，呈流劈理，其矿物是隐晶质，小于 0.1 mm，但比板岩矿物大，显微镜下可以看到，眼睛可以看到丝绢光泽，其矿物是绢云母、绿泥石，

少量的石英、长石，其原岩是泥质岩。千枚岩进一步命名是颜色+杂质+绢云母或绿泥石+千枚岩。

3.片岩：片状构造，呈平行劈理；相比千枚岩，片岩矿物较大；常常发育少量条带状，线理发育。进一步命名：特征变质矿物+片状或链状矿物+片岩。从片岩开始，发育长英质，石英质。

①云母片岩：原岩是泥质岩，由白、黑云母组成，白+黑云母>50%，石英、斜长石<25%。富 Al 矿物有红柱石、石榴石、堇青石、蓝晶石、十字石。富 Al 矿物是变斑晶，但此变斑晶不“干净”，含有其它晶体。一种晶体含有其它晶体成为筛状变晶结构。

②石英片岩：原岩是半泥质岩；白+黑云母=30-50%；粒状矿物石英、长石>50%，以石英为主；可能含有少量富 Al 矿物。进一步命名是：富 Al 矿物+黑或白云母+石英+片岩。

③绿片岩：原岩是基性岩；矿物是绿泥石、绿帘石、阳起石、钠长石、石英，前三种矿物为绿色，因此绿片岩呈绿色；含有少量矿物的是绢云母、方解石、白云石。副矿物是榍石、磷灰石、磁铁矿。

④镁质片岩：原岩是超基性岩；矿物成分是镁质矿物：滑石、绿泥石、蛇纹石。其次是阳起石、透闪石、镁铁闪石、直闪石。

⑤钙质片岩：原岩是泥质岩和碳酸盐岩过度类型；矿物成分是云母、绿泥石、阳起石—透闪石、绿帘石、石英、方解石（10--50%）

⑥蓝片岩：原岩是基性岩，属于高压变质岩。其矿物成分和绿片岩相似，只是蓝片岩中的角闪石是蓝闪石，而绿片岩中的角闪石是阳起石。蓝片岩中的特殊矿物有硬玉、硬柱石。蓝片岩又称为蓝闪石片岩。

⑦白片岩：原岩是泥质岩---长英质岩，属于高压变质岩；矿物成分是蓝晶石、绢石、滑石、直闪石、蓝闪石、石榴石。蓝、绿、白片岩的片状类型不是非常明显。

⑧角闪石片岩：主要矿物是普通角闪石。

4.片麻岩：片麻状构造，（片麻状是指不连续的片状构造，而片岩是连续的）流劈理。矿物成分是：长石+石英>50%且长石>25%（片岩中长石<25%）。进一步命名：特征矿物+片状柱状矿物+片麻岩。

①富铝片麻岩：白云母变成了其他矿物，原岩是泥质岩。

②斜长片麻岩：白云母变成了其他矿物，原岩是长英岩。

③碱性长石片麻岩：原岩是长英岩。

④钙质片麻岩：

5.长英质粒岩：矿物组成特点：长石+石英>70%，片状/柱状矿物<30%；细粒变晶结构、块状构造。

①变粒岩：长英质矿物>70%，长石>25%，片/柱状矿物 10--30%。

②浅粒岩：暗色矿物<10%。

③长石石英岩：以长石、石英为主，长石<25%。

④石英岩：以石英为主，长石<25%。基性岩一般不含石英。

6.斜长角闪岩：原岩是基性岩，也可能是其他沉积副变质岩。主要矿物：普通角闪石、斜长石，角闪石>50%都含有少量石英，其他矿物有透辉石、石榴石、黑云母、直闪石、镁铁闪石、绿帘石、绿泥石。当温度很高的时候，斜长角闪岩中的镁铁闪石和直闪石路转化为紫苏辉石。若没有镁铁闪石和直闪石，则当温度在升高时，普通角闪石可以转化为紫苏辉石。温度更高时，黑云母也可通过复杂的条件变成紫苏辉石。另外，由泥质、长英质岩石变成紫苏辉石时，温度已经非常高，

达到了熔融状态，最后看到的是紫苏花岗岩。

7.大理岩：主要矿物是方解石，含量>50%，其次是透闪石、透辉石、橄榄石、金云母、石榴石（钙镁榴石）、方柱石、斜长石、蛇纹石、滑石、绿帘石，还可能含有红宝石。

8.钙硅酸岩粒岩：粒状矿物组成，它型不规则，粒度可大可小，而长英质粒岩的粒度<1 mm。成分是橄榄石、透闪石、方柱石、透辉石等

9.麻粒岩：若区域变质岩中出现紫苏辉石，则此变质岩是麻粒岩；由基性变质岩而转变来的叫基性变质岩。

10.榴辉岩：原岩是基性变质岩，主要矿物是绿辉石（即含硬玉很高的单斜辉石）石榴石（镁）。还可以含有橄榄石或（柯）石英、金刚石、蓝晶石、刚玉、角闪石、斜方辉石、金红石，一定不含斜长石

11.总结

①钙质变质岩有：钙质片岩、钙质片麻岩、钙硅酸岩粒岩、大理岩。

②由基性岩变质而来的变质岩有：蓝片岩、绿片岩、斜长角闪岩、麻粒岩，榴辉岩。前四者所需的温度依次增高，而榴辉岩是在前四者压力增大的情况下形成的，它的温度范围很广。

③泥质岩可变为：板岩、千枚岩、云母片岩、富铝片麻。形成的温度依次增高。

④原岩是长英岩：长英质粒岩、长英质片麻岩。

⑤原岩是镁质岩：镁质片岩。

三. 接触变质作用（接触变质岩）

1.岩石类型

①斑点板岩：板状劈理/块状；斑点是绢云母、绿泥石、堇青石、红柱石、镁质；隐晶质，重结晶程度低；原岩是泥质岩；

②角岩：块状构造，角岩结构（矿物很细小，岩石致密）

I.云母角岩：云母>50%，其次是红柱石、堇青石。原岩是泥质岩。

II.长英质角岩 III.钙质角岩：富含钙硅酸盐，原岩是钙质角岩。

IV.基性角岩 V.镁质角岩。后两者少见。

③大理岩和石英岩

四. 动力变质作用（动力变质岩）：这类岩石主要是断层上的岩石，也叫构造岩，有可在韧性剪切带产出。

1.对原来岩石进行变形方式有两种方式：脆性变形和塑性变形。

①脆性变形：常见方式是剪切破裂和张性破裂。脆性变形会使岩石细粒化。

②塑性变形：指形状改变，没有产生裂缝的变形。发生塑性变形的最低条件可用各矿物的“相”来表示，如石英是低绿片岩相；钾长石是高绿片岩相—低角闪岩相；斜长石是高角闪岩相；方解石在地表 35km 以下发生塑性变形。其方式有以下三种：

I.滑移：金属晶体内部的塑性变形通过滑移实现。橄榄石的内部滑移系： $(010)[100]$, $(0kl)[100]$, $(110)[001]$ 。滑移必须有一定的温度、压力(负荷压力)和擦应力，而一种矿物要发生塑性变形至少需要 5 个滑移系。

II.恢复：当应力撤消后，滑移带出现小颗粒(压颗粒)。

III.重结晶：小颗粒重新长大，有可以是大颗粒出现小颗粒。

2.岩石的显微变形结构：①波状消光 ②变形纹 ③变形带 ④扭折 ⑤剪切阶步 ⑥碎斑 ⑦(细)粒化(边) ⑧核幔 ⑨压力影 ⑩亚颗粒 11.拔丝，如石英、长石。其中②③⑥⑧11 属于塑性变形，⑤⑥⑦属于脆性变形。

3.岩石类系:

断层碎裂岩系分类表						
固结程度	结构及其 定向性	主导作用	基质含量（%）		多数颗 粒粒径	岩石名称
未固结的	紊 乱 结 构	碎裂作用为主	可见碎块<30%			断层泥
固 结 的		玻璃化或部分脱玻化				假玄武玻璃
		碎裂作用为主	<50	>2mm		断层角砾岩
			50-90	0.1-2mm		碎粒岩
			>90	<0.1mm		碎粉岩（超碎裂岩）

①初(粗)碎裂岩和初糜棱岩的粒度 0.5—2 mm，碎基含量都是 10—50%

②碎裂岩和糜棱岩的粒度都是 0.1—0.5 mm，碎基含量都是 50—90%。

③超碎裂岩和超糜棱岩的里粒度都是 0.01—0.1 mm，碎基含量都>90%。

④构造砾岩、构造角砾岩的主要粒径>2 mm，由碎屑形成的。

⑤如果碎基的含量<10%，则成为碎裂岩化 xx 岩或糜棱岩话 xx 岩。

⑥初(粗)碎裂岩、碎裂岩、超碎裂岩和构造砾岩、构造角砾岩都属于碎裂岩系，以脆性变形为主；初糜棱岩、糜棱岩、超糜棱岩都属于糜棱岩系，以塑性变形为主。

⑦变质作用的岩石类型除了碎裂岩化和糜棱岩化两大类岩石外，还有第三类特殊岩石：

I.玻化岩，出现在深断层带中，在碎裂岩裂缝中常含有玻化岩，形状像玻璃碎片。

II.千糜枚岩：千枚状的糜棱岩，主要含片状矿物，一般是重结晶形成。

III.变晶糜棱岩，主要是高温糜棱岩，斜长石发生韧性变形中，在冷却过程，钾长石和石英发生重结晶，保留了糜棱岩结构特征。

五.汽液变质岩（蚀变岩）：主要通过交代反应和充填、置换作用形成。

1. 夕卡岩

①外夕卡岩：由围岩变来。

②内夕卡岩：在接触带内侧。

③钙质夕卡岩：岩体和石灰岩接触形成。主要成分有石榴石(钙铝榴石和钙铁榴石)、单斜辉石(钙铁辉石和透辉石)，其次是符山石、硅灰石、方柱石，也可以以这几种矿物为主要矿物，还含有绿帘石、绿泥石、纤闪石、石英、钠长石、方解石。其中石榴石、符山石、硅灰石、方柱石是在高温度阶段形成的。

④镁质夕卡岩：岩体和白云岩接触形成。成分是镁橄榄石、透辉石、金云母、尖晶石硅镁石、硼镁石、硼铁矿其中尖晶石含宝石。此夕卡岩少见。

⑤高温夕卡岩：也叫简单夕卡岩。

⑥低温夕卡岩：也叫复杂夕卡岩。

⑦补充：夕卡岩大致可以分为以上六种。钙质夕卡岩、榴辉岩、钙硅酸岩粒岩、洋中脊玄武岩和海水作用形成的岩石的主要成分也都是石榴石和单斜辉石。夕卡岩除了造岩矿物外还有金属矿物、磁铁矿、赤铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、白钨矿。

2. 云英岩：中酸性深成岩。矿物成分是石英、白色云母(白云母、锂云母、铁锂

云母)、萤石、黄玉(晶)、电气石、绿柱石、石榴石、磷灰石、长石、金红石、锡石、黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿、毒砂、白钨矿、黄铁矿。

3. 黄铁绢英岩：中酸性浅层岩----半深层岩，经过气液交代形成。主要矿物是石英、绢云母，还含黄铁石、方解石(这两种含量可达 20%)，含金石英脉的近脉围岩。

4. 次生石英岩石：由中酸性火山岩、次火山岩经热液改造形成。成分是石英(>50%)，绢云母、明矾石、高岭石、叶蜡石、一水硬铝石、红柱石，还含有少量的刚玉、黄玉、电气石、金红石、黄铁矿、赤铁矿、重晶石。玉中的寿山石,田黄,青天石主要成分是叶蜡石

5. 热液粘土岩：原岩是中酸性火山岩，浅层岩。成分是高岭石和蒙脱石。

6. 青盘岩：中基性火山岩、火山碎屑岩。经中低硫质热液交代形成，其矿物成分和绿片岩相似；本身无矿化。

7. 蛇纹岩

五.混合岩：介于变质作用和岩浆作用的一类岩石。

↓ ↓

保持固体 由流体结晶

1. 基本组成：①基体：古成体(中色体)

②脉体：新成体(暗色体和浅色体)

①和②成分上相当。黑色边由暗色矿物(黑云母、石榴石等)组成。

2. 类型

①混合岩类：脉体 15—50%，按构造命名，如角砾状混合岩类。

②混合片麻岩：脉体 50—85%。

③混合花岗岩：脉体>85%。