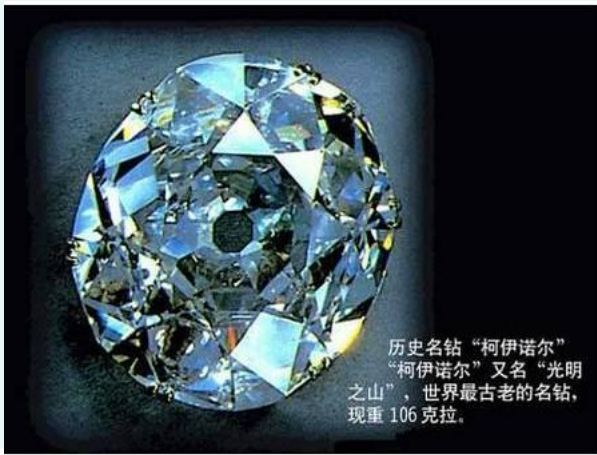




中国石油大学(华东)

CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM



历史名钻“柯伊诺尔”
“柯伊诺尔”又名“光明
之山”，世界最古老的名钻，
现重 106 克拉。

矿物岩石学

孟凡超



Tel: 18678945718

Email: mfc1982@126.com

Office: C-745

QQ:93327966



成绩:

- 60%期末成绩
- 10%平时成绩（5%课堂讨论提问，5%课堂ppt报告）
 - 5%课前报告（每人针对某一矿物、岩石开展资料调研，ppt制作，课前演讲5分钟）
 - 5%课堂讨论表现
 - 30%实验课平时成绩及考试





本教材为主 《矿物岩石学》 陈世悦

- 主要参考书
 - 潘兆橹. 结晶学及矿物学 (第三版). 北京: 地质出版社, 1994
 - 李胜荣, 许虹, 申俊峰, 李国武. 结晶学与矿物学. 北京: 地质出版社, 2008 林培英. 晶体光学与造岩矿物. 北京: 地质出版社, 2005
 - 沈明道, 狄明信. 矿物岩石学及沉积相简明教程. 东营: 中国石油大学出版社, 1996
 - 管守锐, 赵徽林. 岩浆岩及变质岩简明教程. 东营: 中国石油大学出版社, 2007
- 后继课程: 沉积岩

先期课程:

结晶学

Crystallography

晶体光学

Optical Crystallography

矿物学

Mineralogy(14+12)

岩浆岩石学

Igneous petrology(18+16)

变质岩石学

Metamorphic petrology(12+12)

后继课程:

沉积岩石学

Sedimentary petrology

知识回顾——结晶学

第一章 结晶学基础

- 第一节 晶体及结晶学的概念
- 第二节 空间格子
- 第三节 晶体的基本性质
- 第四节 晶体的形成

第三章 晶体化学基础

- 第一节 最紧密堆积
- 第二节 配位数和配位多面体
- 第三节 化学键和晶格类型
- 第四节 类质同象
- 第五节 同质多象

第二章 晶体的对称

- 第一节 对称的概念及晶体的对称性
- 第二节 晶体对称要素和对称操作
- 第三节 对称型及晶体的分类
- 第四节 单形和聚形
- 第五节 晶体定向及晶面符号
- 第六节 双晶

知识回顾——晶体光学

第四章 晶体光学基础

第一节 晶体光学基本知识

一、光的波动性

二、自然光与偏光

三、光的折射和全反射

四、光波在均质体和非均质体中的传播特点

五、光率体

六、光性方位

第二节 偏光显微镜

第五章 晶体矿物的光学性质

第一节 单偏光镜下晶体光学性质

矿物的形态、解理、颜色和多色性，与矿物折光率有关的突起、糙面、贝克线等光学性质。

第二节 正交偏光镜下的晶体光学性质

干涉色级序、双折射率、消光类型、消光角、延性符号及双晶等。

第三节 锥光镜下的晶体光学性质

晶体的轴性、光性、切片方位，光轴角、色散等重要光学常数和特征。

造岩矿物学内容

第六章 造岩矿物总论

第一节 矿物及矿物学的概念

第二节 矿物的化学成分

第三节 矿物的形态

第四节 矿物的物理性质

第五节 矿物的成因

第六节 矿物的分类

第七章 造岩矿物各论

第一节 均质体矿物

第二节 一轴晶矿物

第三节 二轴晶矿物

第四节 不透明矿物

讨论:

- 1、如何利用小刀、莫氏硬度计、放大镜、盐酸等和偏光显微镜来有效地鉴定矿物（从那些面）？举例说明。
- 2、矿物的形态与所属晶族、晶系的关系？
- 3、不同晶系的光性方位特点，如何利用该特点在偏光显微镜下鉴定矿物？

第六章 造岩矿物总论

第一节 矿物及矿物学的概念

矿物？

造岩矿物？

准矿物？

矿物学？

一、矿物的概念 (mineral)

矿物 是由地质作用或宇宙作用所形成的、具有一定的化学成分和内部结构、在一定的物理化学条件下相对稳定的天然结晶态的单质或化合物，是岩石和矿石的基本组成单位。

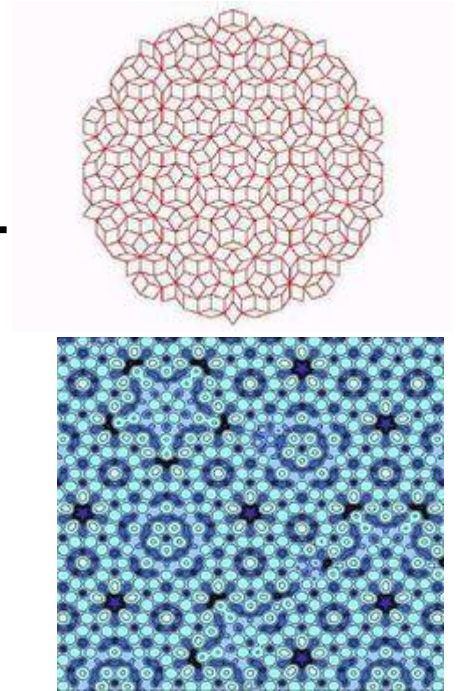
结晶质：石英、萤石

气态： H_2S 、 CO_2 、 H_2O …液态：水、自然汞…

实验室合成的金刚石

非晶态的单质或化合物：蛋白石、水锆石等

准矿物？



二、矿物学

矿物学 是地质学的一门分支学科，它不仅研究矿物的成分、结构、形态、性质、成因、产状、用途、其内在联系，而且还研究矿物在时间、空间中的分布规律及其形成和变化的历史。

三、造岩矿物与岩石的关系及研究意义

矿物是组成岩石和矿石的基础，岩石和矿石是矿物的集合体。

造岩矿物——组成岩石的矿物。

已知矿物有3800多种，常见的组成岩石的矿物不过百余种。



钾长石

石英

斜长石

黑云母

花岗岩

三、造岩矿物与岩石的关系及研究意义

Copyright © 2009 Pearson Prentice Hall, Inc.



Quartz

Hornblende

Feldspar

3700种

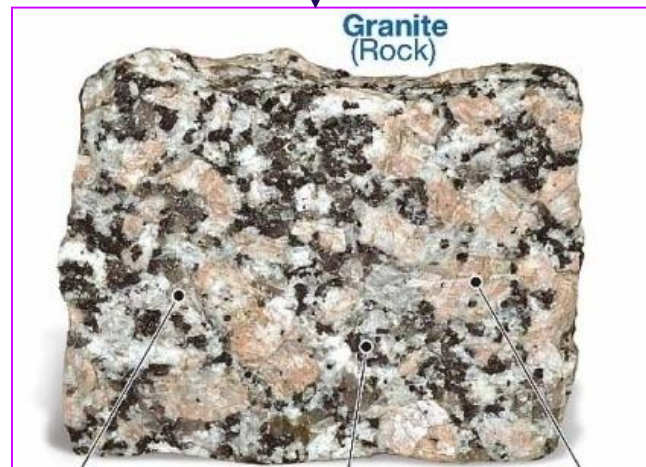
元素, Elements



矿物, Minerals



岩石, Rocks



三、矿物与岩石的关系及研究意义

1. 寻找矿产：能够被利用的矿物或岩石就是矿产。

例如金、银、铜、铁等金属矿产以及石灰岩、白云岩、大理岩、滑石片岩等非金属矿产，石油、天然气。规律？

2. 提供基础资料：

为各类岩石的研究、石油及天然气勘探以及其他矿产地质、构造地质、工程地质、水文地质、探矿工程、地震、地球物理勘探等学科提供必要的和有价值的地质资料。

三、矿物、岩石的关系及研究意义

例如找油：

矿物的包裹体



石油的形成过程：矿物岩石、地温、流体的性质贯穿始终，各种痕迹都以矿物的形式记录下来。



恢复盆地的演化历史

地层对比：特殊矿物

沉积相分析：重矿物组合、相标志、指相矿物

大地构造：板块构造的边界、断裂带的边界，这些高温变质带的认识，通过高温高压变质矿物或其组合。

生产开发：

三、矿物、岩石的关系及研究意义

3. 研究地壳的演化历史：矿物和岩石是地壳发展过程中在各种地质作用下形成的自然产物，是地壳活动和演化的历史记录。

古老岩石都出现在大陆内部的结晶基底之中：

1973年在西格陵兰发现了同位素年龄约38亿年的花岗片麻岩。

1979年，南非波波林带中部的片麻岩年龄约39亿年左右。

加拿大北部的阿卡斯卡片麻岩有将近40亿年的年龄，说明某些大陆物质在地球形成之后几亿年就已经存在了。

在澳大利亚西南部发现了一批最古老的岩石，根据其所含的锆石矿物的同位素分析结果，“年龄”约为43亿至44亿岁，是迄今发现的地球上最古老的岩石样本，

目前在中国发现的最古老岩石是冀东地区的花岗片麻岩，其中锆石的岩石年龄约为38亿年。

三、矿物与岩石的关系及研究意义

4、尖端科技材料

刚玉可作为激光的关键材料;硫镉矿单晶具有特殊的光弹性可用于雷达上。石英具有压电性，多用于雷达、通讯、微处理机等方面。



5、医药

如石膏有清热作用，朱砂有安神镇静作用，硼砂有清热消炎、解毒防腐的作用。

6、宝石、玉石

宝石、玉石等以其夺目的光彩、极高的价值成为人们珍贵的装饰品。

宝石：在矿物中，颜色鲜艳美观、折光率高、光泽强、透明度好、硬度高(一般摩氏硬度在5级以上)、化学性质稳定者都可以作宝石。广义的宝石还包括各种玉雕石料甚至彩石石料；而狭义的宝石，专指金刚石、红、蓝宝石等。而钻石又是宝石之冠、众石之王。



三、矿物与岩石的关系及研究意义

					
一月	二月	三月	四月	五月	六月
石榴石	紫水晶	海蓝宝石	钻石	翡翠 祖母绿	珍珠 变石 月光宝石
					
七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
红宝石	橄榄石	蓝宝石	欧泊 碧玺	黄玉	锆石 绿松石 青金石

钻石是四月诞生石，还是结婚75周年纪念宝石。所以，结婚75周年得名钻石婚。象征着爱情的纯洁、忠贞与神圣，被当作爱情永恒的信物。红宝石是七月生辰石，象征着爱情、热情和品德高尚。也是四十周年的结婚纪念石。

三、矿物、岩石的关系及研究意义

7、现代矿物学发展新领域

资源、环境、人口是21世纪全球面临的重大问题，作为古老的矿物学与现代研究新领域的联系越来越紧密,与其它学科之间相互渗透,诞生了一系列边缘学科,如:

医学矿物学

生物矿物学

月岩矿物学

谱学矿物学

遥感矿物学

环境矿物学——受人瞩目的矿物学发展新领域。

7、现代矿物学发展新领域——环境矿物学

环境矿物学是在20世纪末才得以发展起来的一门新的、年轻的学科。是在人类赖以生存的地球正面临着环境污染和生态破坏等严重问题形势下应运而生。

环境矿物学是研究天然矿物与地球表面各个圈层(大气圈、水圈、岩石圈)之间的交互作用,及其反映自然演变,防止生态破坏,净化环境污染及参与生物作用的科学。

环境矿物学研究领域主要包括:

环境矿物材料领域

水体环境矿物领域

土壤环境矿物领域

大气环境矿物领域

生态环境矿物领域

在环境污染治理、监测、保护人体健康等方面的矿物环保应用。

涉及到的研究内容包括:矿物的微观结构、离子交换、化学活性、矿物催化作用、矿物氧化还原、矿物过滤作用以及沉淀转化等。

三、矿物与岩石的关系及研究意义

8、矿产是世界发展的经济命脉——战略重要性

我国有人口众多，在资源与能源的利用方面负荷巨大。目前，不可再生的矿产资源正在日益消耗减少，浅部矿藏、易找矿藏越来越少，许多资源面临短缺。经过科学论证，在进入21世纪后，45种主要矿产中，有二分之一不能满足需要。除煤炭、稀土、岩盐、钼、钨、锡、锑以外，其余矿种均难以满足需要，解决资源与能源问题迫在眉睫。

认识：

- (1) 认识地球资源与能源的种类、分布，合理开发和利用资源与能源与拯救地球、保护地球环境同等重要。
- (2) 新能源、清洁能源的开发利用。
- (3) 肩上的责任。

四、矿物学的发展简史及现状

第一阶段：萌芽阶段：原始社会、奴隶社会——封建社会

特点：以肉眼鉴定矿物外表特征描述为主

第二阶段，描述矿物学阶段：19世纪中叶

特点：对矿物种的描述和鉴定，基本上是宏观的研究。

第三阶段，从宏观研究进入到微观研究的新阶段：19世纪末(1895年)伦琴发现了X射线后，1912年劳埃用晶体作为光栅，发现了晶体对X射线的衍射现象，获得了用实验方法研究晶体内部结构的重要手段，从而使矿物学从宏观研究跃进到微观研究的新领域。

特点：矿物表面特征的研究进入到对矿物本质研究的新阶段，认识到矿物的化学成分、晶体结构、形态、物性及形成条件之间的关系是统一的。

四、矿物学的发展简史及现状

第四阶段，现代矿物学阶段：近四、五十年来

理论：近代物理学，特别是固体物理学的理论的建立。

技术手段：一系列现代分析测试技术的引进以及高科技迅猛发展，促使矿物学又在进行着一场新的变革。高精度、高速度、微区、微量分析测试手段和计算机的应用，大大加深了对矿物本质认识的深度和广度。

边缘科学：矿物物理学、量子矿物学、研究矿物材料的应用矿物学、环境矿物学以及为地质找矿服务的成因矿物学，找矿矿物学等的迅速发展。

第六章 造岩矿物总论

第二节 矿物的化学成分

知识点或重要概念:

克拉克值?

聚集元素和分散元素?

元素的离子类型?

造岩元素和造矿元素?

矿物的化学成分类型?

影响矿物化学成分的因素?

含水矿物?

矿物中的水?

矿物的结构式?

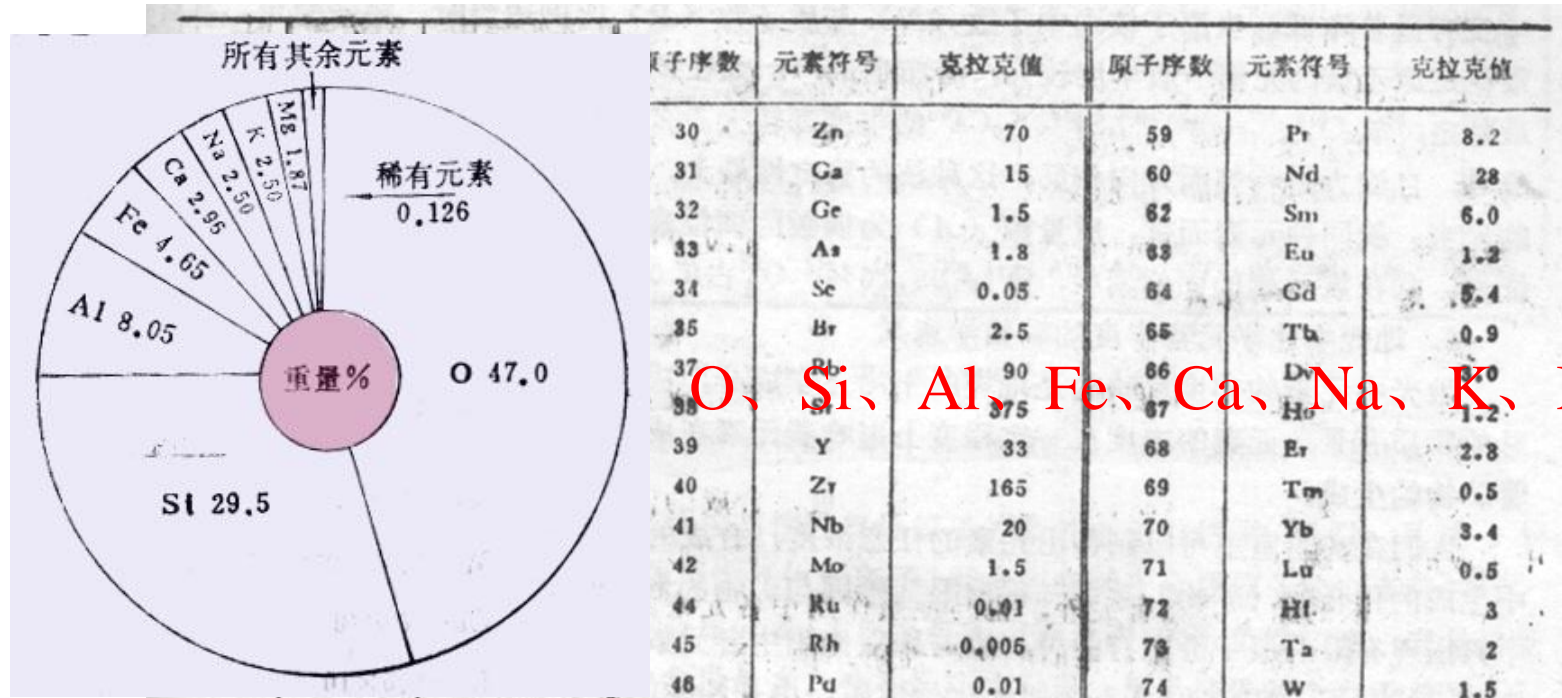
一、地壳的化学成分

1、克拉克值 目前地球上已发现109种元素

在地壳16公里范围内，以重量计算，岩浆岩+变质岩约为95%，它们的成分能代表地壳的平均化学成分。

根据这一认识，克拉克从世界各地收集了6000个岩石样品作了化学分析，求出了各种元素在地壳中的平均含量值。1924年克拉克又和华盛顿 (h.s.washington) 合作,提出了地壳中50种化学元素的平均含量。

为纪念克拉克的功绩，费尔斯曼建议：**将地壳中化学元素平均含量的重量百分数称为“克拉克值”。**



O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg

地壳中含量最高的矿物都是原子克拉克值较高的Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg的氧化物及含氧盐矿物。

硅酸盐矿物:占矿物种类总数的24%，占地壳总重量的75%；

氧化物矿物:占矿物种类总数的14%，占地壳总重量的17%。

表中数据，除标明百分数符号(%)者外，均略去了百万分数符号($\times 10^{-4}\%$)

2、聚集元素和分散元素

原子序数	元素符号	克拉克值	原子序数	元素符号	克拉克值	原子序数	元素符号	克拉克值
1	H	0.14%	30	Zn	70	59	Pr	8.2
3	Li	20	31	Ga	15	60	Nd	28
4	Be	2.8	32	Ge	1.5	62	Sm	6.0
5	B	10	33	As	1.8	63	Eu	1.2
6	C	200	34	Se	0.05	64	Gd	5.4
7	N	20	35	Br	2.5	65	Tb	0.9
8	O	46.6%	37	Rb	90	66	Dy	3.0
9	P	625	38	Sr	375	67	Ho	1.2
11	Na	2.83%	39	Y	33	68	Er	2.8
12	Mg	2.09%	40	Zr	165	69	Tm	0.5
13	Al	8.13%	41	Nb	20	70	Yb	3.4
14	Si	27.72%	42	Mo	1.5	71	Lu	0.5
15	P	0.10%	44	Ru	0.01	72	Hf	3
16	S	260	45	Rh	0.006	73	Ta	2
17	Cl	130	46	Pd	0.01	74	W	1.5
19	K	2.59%	47	Ag	0.07	75	Re	0.001
20	Ca	3.63%	48	Cd	0.2	76	Os	0.005
21	Sc	22	49	In	0.1	77	Ir	0.001
22	Ti	0.44%	50	Sn	2	78	Pt	0.01
23	V	135	51	Sb	0.2	79	Au	0.004
24	Cr	100	52	Te	0.01	80	Hg	0.08
25	Mn	0.09%	53	I	0.5	81	Tl	0.5
26	Fe	5.00%	55	Cs	3	82	Pb	13
27	Co	25	56	Ba	0.04%	83	Bi	0.2
28	Ni	75	57	La	30	90	Th	7.2
29	Cu	55	58	Ce	60	92	U	1.8

表中数据，除标明百分数符号（%）者外，均略去了百万分数符号（ $\times 10^{-4}$ ）

原子序数	元素符号	克拉克值	原子序数	元素符号	克拉克值	原子序数	元素符号	克拉克值
1	H	0.14%	30	Zn	70	59	Pr	8.2
3	Li	20	31	Ga	15	60	Nd	28
4	Be	2.8	32	Ge	1.5	62	Sm	6.0
5	B	10	33	As	1.8	63	Eu	1.2
6	C	200	34	Se	0.05	64	Gd	5.4
7	N	20	35	Br	2.5	65	Tb	0.9
					90	66	Dy	3.0
					375	67	Ho	1.2
						68	Er	2.8
					33	69	Tm	0.5
					165	70	Yb	3.4
					20	71	Lu	0.5
					1.5	72	Hf	3
					0.01	73	Ta	2
					0.005	74	W	1.5
					0.01	75	Re	0.001
					0.07	76	Os	0.005
20	Ca	3.63%	48	Cd	0.2	77	Ir	0.001
21	Sc	22	49	In	0.1	78	Pt	0.01
22	Ti	0.44%	50	Sn	2	79	Au	0.004
23	V	135	51	Sb	0.2	80	Hg	0.08
24	Cr	100	52	Te	0.01	81	Tl	0.5
25	Mn	0.09%	53	I	0.5	82	Pb	13
26	Fe	5.00%	55	Cs	3	83	Bi	0.2
27	Co	25	56	Ba	0.04%	90	Th	7.2
28	Ni	75	57	La	30	92	U	1.8
29	Cu	55	58	Ce	60			

(二) 聚集元素和分散元素

有些元素，其克拉克值很低，但趋向于富集，容易形成矿床。称之为聚集元素

Sb、Bi、Ag、Au

表中数据，除标明百分数符号(%)者外，均略去了百万分数符号($\times 10^{-4}\%$)

原子序数	元素符号	克拉克值	原子序数	元素符号	克拉克值	原子序数	元素符号	克拉克值
1	H	0.14%	30	Zn	70	59	Pr	8.2
3	Li	20	31	Ga	15	60	Nd	28
4	Be	2.8	32	Ge	1.5	62	Sm	6.0
5	B	10	33	As	1.8	63	Eu	1.2
6	C	200	34	Se	0.05	64	Gd	5.4
7	N	20	35	Br	2.5	65	Tb	0.9
8	O	46.6%	37	Rb	90	66	Dy	3.0
9	F	625	38	Sr	375	67	Ho	1.2
11	Na	2.83%	39	Y	33	68	Er	2.8
12	Mg	2.09%	40	Zr	165	69	Tm	0.5
13	Al	8.13%	41	Nb	20	70	Yb	3.4
14	Si	27.72%	42	Mo	1.5	71	Lu	0.5
15	P	0.10%	44	Ru	0.01	72	Hf	3
16	S	260	45	Rh	0.005	73	Ta	2
17	Cl	130	46	Pd	0.01	74	W	1.5
19	K	2.59%	47	Ag	0.07	75	Re	0.001
20	Ca	3.63%	48	Cd	0.2	76	Os	0.005
							Ir	0.001
							Pt	0.01
							Au	0.004
							Hg	0.08
							Tl	0.5
							Pb	13
27	Co	25	56	Ba	0.04%	83	Bi	0.2
28	Ni	75	57	La	30	90	Th	7.2
29	Cu	55	58	Ce	60	92	U	1.8

有些元素克拉克值较大，但趋向于分散，很少形成独立矿床，称之为分散元素

Rb、Ga、Sr

表中数据，除标明百分数符号(%)者外，均略去了百万分数符号($\times 10^{-4}\%$)

二、元素的离子类型

元素在矿物中的结合，取决于元素本身性质与原子外层电子性质

根据离子的最外层电子结构及性质，将离子分为三种基本类型：

元素之间化合时，是通过得失电子的方式来实现的，离子的最外层电子以2、8或18个电子的结构最稳定

- 1、惰性气体型离子
- 2、铜型离子
- 3、过渡型离子

二、元素的离子类型

1、惰性气体型离子(2栏, 25个)

Hc 氦	Li 锂	Be 铍																	B 硼	C 碳	N 氮	O 氧	F 氟	
Nb 氖	Na 钠	Mg 镁																	Al 铝	Si 硅	P 磷	S 硫	Cl 氯	
Ar 氩	K 钾	Ca 钙	Se 硒	Ti 钛	V 钒	Cr 铬	Mn 锰	Fe 铁	Co 钴	Ni 镍	Cu 铜	Zn 锌	Ga 镓	Ge 锗	As 砷	Se 硒	Br 溴							
Kr 氪	Rb 铷	Sr 锶	Y 钇	Zr 锆	Nb 铌	Mo 钼	Tc 锝	Ru 钌	Rh 铑	Pd 钯	Ag 银	Cd 镉	In 铟	Sn 锡	Sb 锑	Te 碲	I 碘							
Xe 氙	Cs 铯	Ba 钡	La 镧	Hf 铪	Ta 钽	W 钨	Re 铼	Os 锇	Ir 铱	Pt 铂	Au 金	Hg 汞	Tl 铊	Pb 铅	Bi 铋	Po 钋	At 砹							
Rn 氡	Fr 钫	Ra 镭	Ac 锕																					
1	2		3a	3b							4													

离子的最外层电子数为8或2的离子。

最外层结构与惰性气体原子的最外层电子层结构相似，

离子一般半径较大，而极化性较小，易于氧结合形成氧化物或含氧盐，特别是硅酸盐，形成大部分造岩矿物

—造岩元素、亲石元素、亲氧元素

二、元素的离子类型

2、铜型离子 (4栏, 18个)

离子的最外层电子数为18，半径小、极化性强，易于硫结合形成硫化物，称亲铜元素、亲硫元素、造矿元素

Hc 氦	Li 锂	Be 铍											B 硼	C 碳	N 氮	O 氧	F 氟
Nb 氖	Na 钠	Mg 镁											Al 铝	Si 硅	P 磷	S 硫	Cl 氯
Ar 氩	K 钾	Ca 钙	Sc 钪	Ti 钛	V 钒	Cr 铬	Mn 锰	Fe 铁	Co 钴	Ni 镍	Cu 铜	Zn 锌	Ga 镓	Ge 锗	As 砷	Se 硒	Br 溴
Kr 氪	Rb 铷	Sr 锶	Y 钇	Zr 锆	Nb 铌	Mo 钼	Tc 锝	Ru 钌	Rh 铑	Pd 钯	Ag 银	Cd 镉	In 铟	Sn 锡	Sb 锑	Te 碲	I 碘
Xe 氙	Cs 铯	Ba 钡	La 镧	Hf 铪	Ta 钽	W 钨	Re 铼	Os 锇	Ir 铱	Pt 铂	Au 金	Hg 汞	Tl 铊	Pb 铅	Bi 铋	Po 钋	At 砹
Rn 氡	Fr 钫	Ra 镭	Ac 锕														
	1	2		3a	3b						4						

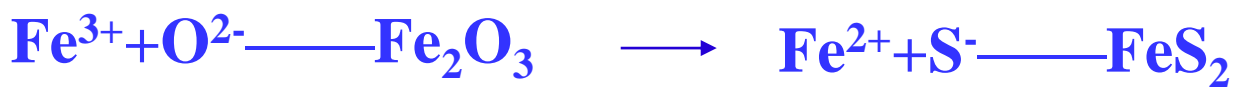
有色金属及重金属元素的离子，如Cu Zn Pb Ag Au等

二、元素的离子类型

3、过渡型离子 (3栏, 25个)

Hc 氦	Li 锂	Be 铍								B 硼	C 碳	N 氮	O 氧	F 氟			
Nb 氖	Na 钠	Mg 镁								Al 铝	Si 硅	P 磷	S 硫	Cl 氯			
Ar 氩	K 钾	Ca 钙	Sc 钪	Ti 钛	V 钒	Cr 铬	Mn 锰	Fe 铁	Co 钴	Ni 镍	Cu 铜	Zn 锌	Ga 镓	Ge 锗	As 砷	Se 硒	Br 溴
Kr 氪	Rb 铷	Sr 锶	Y 钇	Zr 锆	Nb 铌	Mo 钼	Tc 锝	Ru 钌	Rh 铑	Pd 钯	Ag 银	Cd 镉	In 铟	Sn 锡	Sb 锑	Te 碲	I 碘
Xe 氙	Cs 铯	Ba 钡	La 镧	Hf 铪	Ta 钽	W 钨	Re 铼	Os 锇	Ir 铱	Pt 铂	Au 金	Hg 汞	Tl 铊	Pb 铅	Bi 铋	Po 钋	At 砹
Rn 氡	Fr 钫	Ra 镭	Ac 锕														
1	2		3a				3b						4				

如Fe Co Ni 等，离子的最外层电子数介于8—18之间，既有亲氧性，也有亲硫性



三、矿物的化学成分及变化

(一) 化学成分类型

根据组成元素特点，矿物可以分为以下类型：

1、单质— 由同种元素自相结合组成，如自然金、自然银、石墨、金刚石等

2、化合物— 由两种或两种以上元素组成的矿物

1) 简单化合物

◆ 由一种金属元素和一种非金属元素所组成：

如NaCl FeS₂ CaF₂

◆ 由一种金属元素和另一种金属元素或半金属元素结合而成：

如 AgAu、PtFe 等金属互化物

三、矿物的化学成分及变化

(一) 化学成分类型

2、化合物

2) 单盐化合物

◆ 由一种阳离子与络阴离子（酸根）结合而成的化合物。

如 CaCO_3 、 BaSO_4

3) 复化合物

◆ 由两种或两种以上的阳离子与同种阴离子或络阴离子结合而成的化合物。

如尖晶石 (MgAl_2O_4) 白云石 ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$)

三、矿物的化学成分及变化

(二) 影响化学成分的因素

- 1、类质同象
- 2、胶体
- 3、矿物中的水

胶体的吸附性

胶体的“老化”

含水矿物：凡含水分子（ H_2O ）或 H^+ 、 OH^- 、 H_3O^+ 等离子的矿物称为含水矿物。



根据水在矿物中的存在形式及其作用

水的类型：

- (1) 吸附水
- (2) 结晶水
- (3) 结构水
- (4) 沸石水
- (5) 层间水

3、矿物中的水

含水矿物：凡是含水分子（ H_2O ）或 H^+ 、 OH^- 、 H_3O^+ 等离子的矿物称为含水矿物

存在形式及其作用

- (1) 吸附水
- (2) 结晶水
- (3) 结构水
- (4) 沸石水
- (5) 层间水

呈中性水分子状态存在于矿物中的水；不直接参与矿物的晶体结构，只是机械地被吸附于矿物的表面或裂隙中，含量也不固定，不记入化学式，常压下加热至110度，吸附水全部逸出而不破坏晶体结构。胶体矿物中的水以及毛细管水。

- (1) 吸附水
- (2) 结晶水
- (3) 结构水
- (4) 沸石水
- (5) 层间水

呈中性水分子 (H_2O) 状态存在于矿物晶格中的水。它参与组成矿物的晶格，在晶体中具有固定的位置和数量，记入化学式。100—200 $^{\circ}\text{C}$ 水分子逸出，失水时晶格被破坏。如石膏 $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

- (1) 吸附水
- (2) 结晶水
- (3) 结构水**
- (4) 沸石水
- (5) 层间水

呈 H^+ 、 OH^- 、 H_3O^+ 等离子状态存在于矿物晶格中的水。它参与组成矿物的晶格，在晶体中具有固定的位置和数量，记入化学式，必须加热到很高的温度（600—1000度）水分子才逸出，失水时晶格被破坏。



白云母

- (1) 吸附水
- (2) 结晶水
- (3) 结构水
- (4) 沸石水
- (5) 层间水

呈中性水分子的形式存在于沸石矿物中的水，记入化学式，性质介于吸附水和结晶水之间，加热至300—400度时水分逸出，在潮湿环境中又可重新吸水，在此过程中晶体结构不被破坏，但可以引起矿物物理性质的变化

- (1) 吸附水
- (2) 结晶水
- (3) 结构水
- (4) 沸石水
- (5) 层间水

是存在于层状构造硅酸盐结构层之间的中性水分子，记入化学式，其性质和沸石水相似，介于结晶水和吸附水之间，加热至110度时水分大量逸出，在此过程中晶体结构不被破坏，只是影响结构层的距离。 如蒙脱石等粘土矿物。

四、矿物的化学式

┌ 化学全分析

表3-4 黄铜矿化学式计算数据

组分	重量百分比	原子量	原子数	原子数比率
Fe	30.47	56	0.544	1
Cu	34.40	63.5	0.541	1
S	35.87	42	1.120	2



四、矿物的化学式

1、实验式：只表示矿物化学组成的化学式称为实验式。

如： CuFeS_2 黄铜矿； $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ 绿柱石

2、结构式（晶体化学式）：

既表示矿物中组分的种类及原子数，也能反映矿物中原子结合情况的化学式，也称晶体化学式。

方沸石： $\text{Na}_2[\text{AlSi}_2\text{O}_6]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

铁白云石： $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})[\text{CO}_3]_2$

白云母： $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] (\text{OH})_2$

四、矿物的化学式

结构式的书写方法

- 1、阳离子在前，复盐中阳离子按碱性强弱顺序排列： MgAl_2O_4
- 2、阴离子在阳离子后面，络阴离子用方括号括起来
- 3、附加阴离子在主要阴离子或络阴离子后面
- 4、含水化合物中的水写在化学式最后面，并用圆点与前面组分分开，水含量不确定时，用 $n\text{H}_2\text{O}$ 表示
- 5、互为类质同象代替的离子用圆括号括起来，中间用“,”分开，含量较多的元素写在前面

思考：结构式： $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH}, \text{F})_2$
 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$

中所包含的矿物成分、结构（原子结合情况）等方面的信息

第六章 造岩矿物总论

第三节 矿物的形态

{ 单体形态
{ 集合体形态

知识点及重要概念

晶体习性

聚形条纹、双晶条纹

蚀像

单体形态、集合体形态的成因、

准确观察和描述



石榴石



蓝铜矿、孔雀石



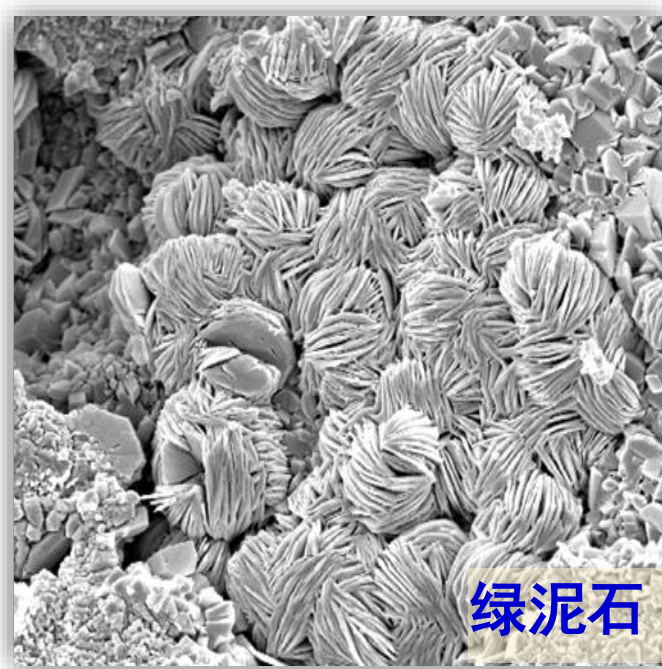
石膏——奈卡水晶洞



紫晶



针铁矿



绿泥石

第六章 造岩矿物总论

第三节 矿物的形态

决定因素 { 成分和内部结构
外部环境的影响

意义 { 鉴定矿物
研究成因

矿物的形态 { 单体形态
集合体形态

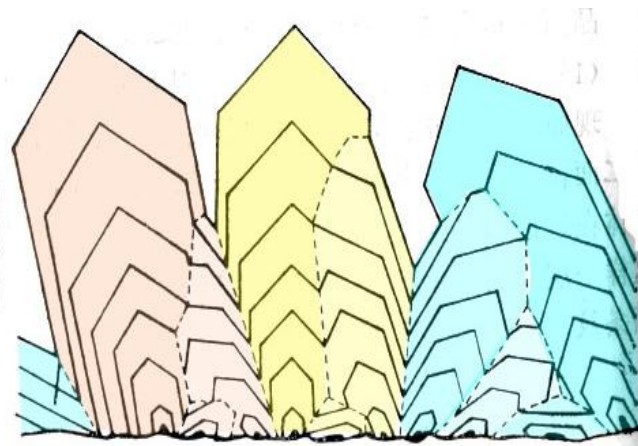
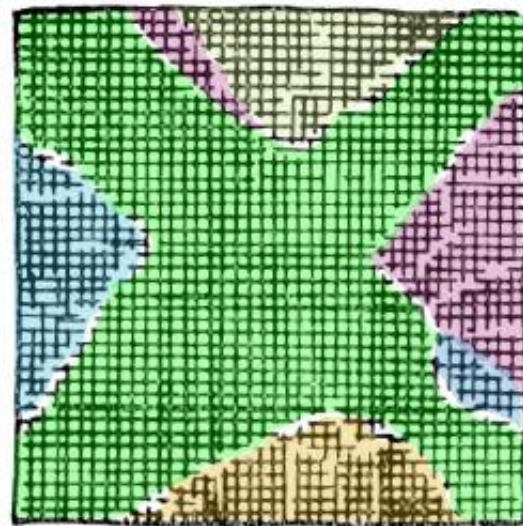
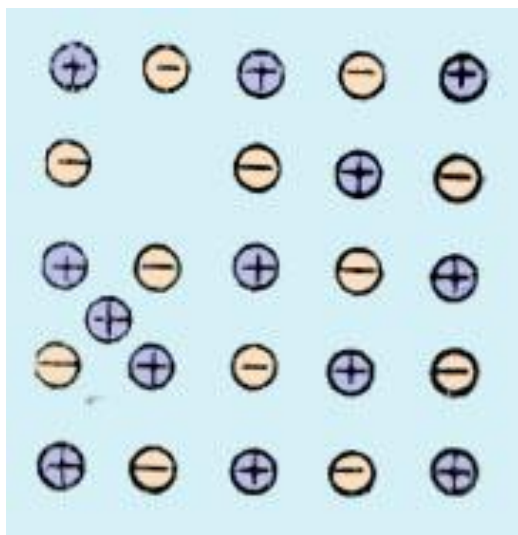
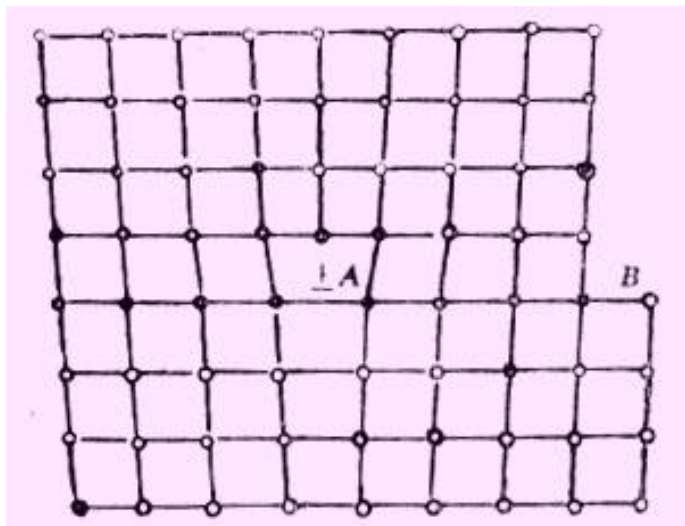


萤石



一、矿物的单体形态

(一) 理想晶体与实际晶体



实际晶体和理想晶体在外形上存在一定的差异:

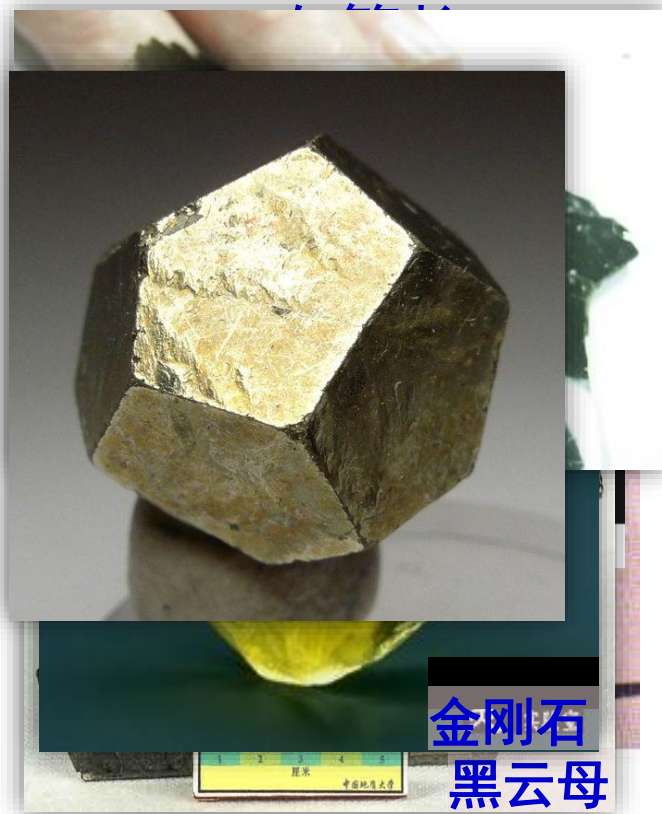
晶面并非理想的平面,同一单形的晶面也并不一定全是同形等大。

一、矿物的单体形态

(二) 晶体习性

晶体习性：在一定条件下，同种物质的晶体具有长成一定形态的趋势。

- 一向延长 柱状、针状、纤维状。
- 二向延长 板状、片状、鳞片状等。
- 三向等长 等轴状及粒状矿物。

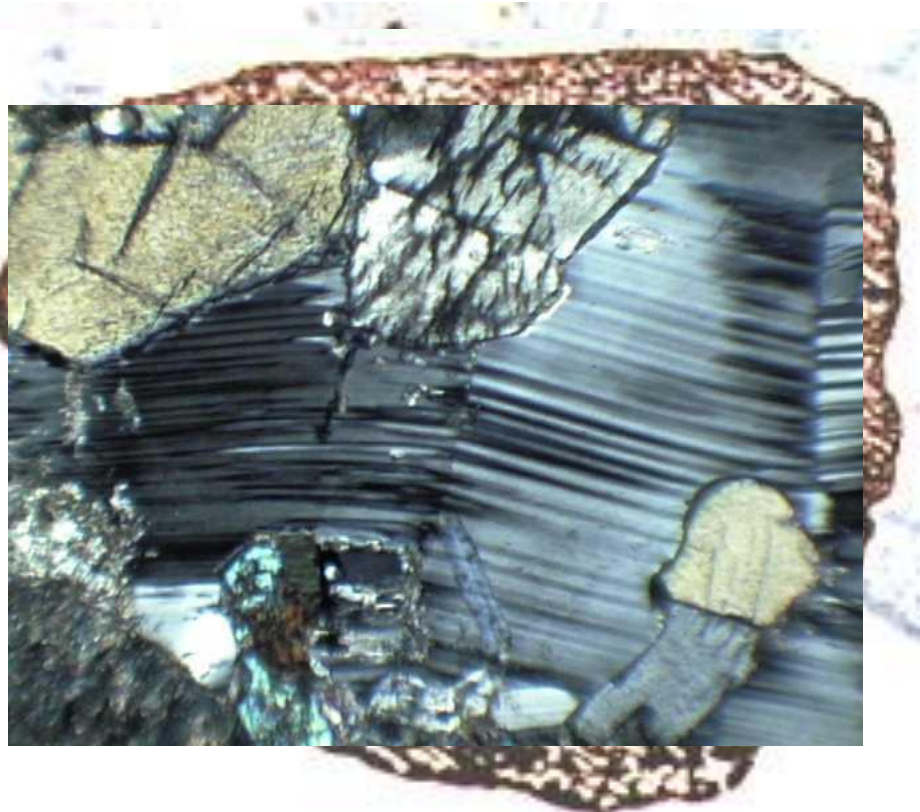


一、矿物的单体形态

(三)晶面花纹

1、晶面条纹

晶面上一系列平行或交叉的条纹称为**晶面条纹**。



按成因分类:

1) **聚形条纹** (生长条纹): 晶体生长过程中单形相聚形成。

特点: 条纹粗细不均, 只存在于晶面上, 解理面上见不到。

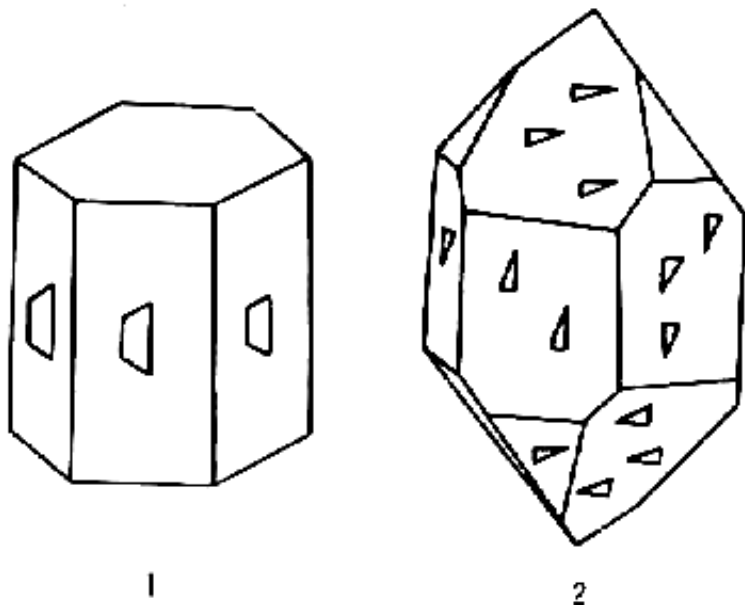
2) **双晶纹:** 聚片双晶结合面造成。

特点: 双晶纹粗细均匀, 在双晶面和解理面上均可见到。

一、矿物的单体形态

2、蚀像

蚀像：晶体形成后，晶面受溶蚀而产生的凹坑。



磷灰石和石英的蚀象

二、矿物的集合体形态

矿物的集合体是指同种矿物个体的集合方式。

(一) 显晶集合体

1、粒状集合体（三向等长）

- 1) 粗粒 $>5\text{mm}$
- 2) 中粒 $1\text{—}5\text{mm}$
- 3) 细粒 $<1\text{mm}$

肉眼不能分辨：致密块状



钙铁榴石（福建，1.5cm）

二、矿物的集合体形态

(一) 显晶集合体

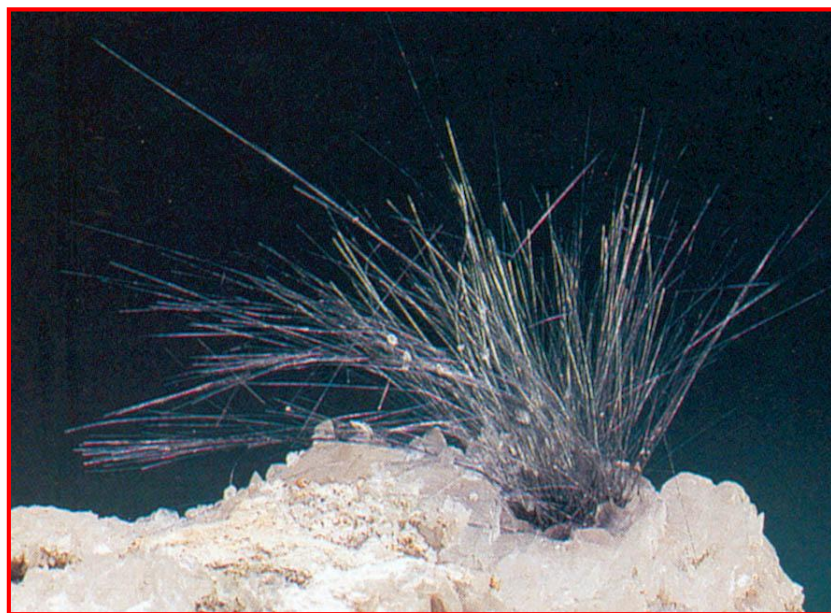
2、鳞片状、片状或板状集合体（两向伸长）



二、矿物的集合体形态

(一) 显晶集合体

3、柱状、针状、毛发状集合体（一向伸长）



二、矿物的集合体形态

(一) 显晶集合体

4、晶簇：是指具有共同基底的某一种矿物或几种矿物的晶体群。



石膏柱状晶簇（新疆，4cm）

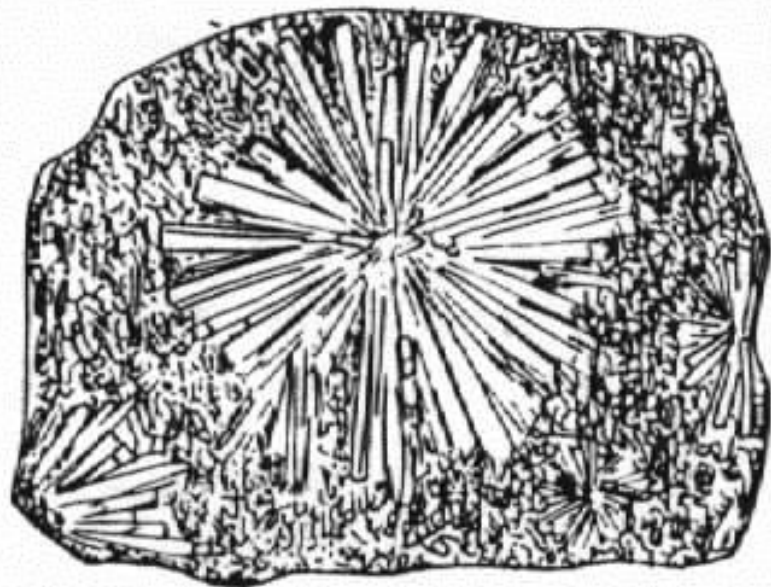


表面受铁染而带红褐假色的水晶晶簇（广东，24cm）

二、矿物的集合体形态

(一) 显晶集合体

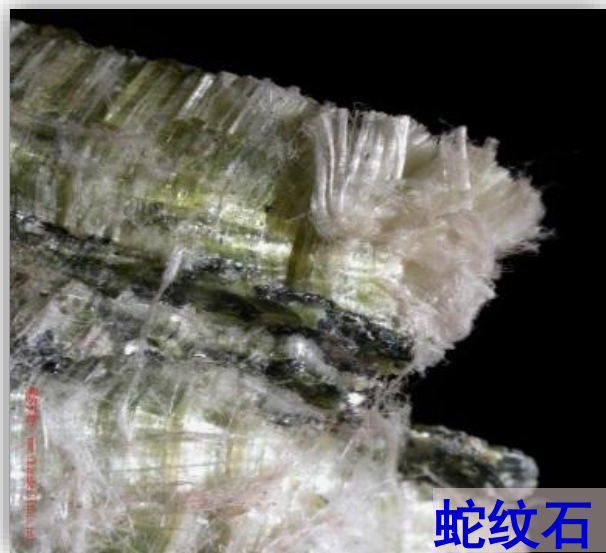
5、放射状集合体：柱状、板状、片状以一点为中心向外发散排列。



二、矿物的集合体形态

(一) 显晶集合体

6、纤维状、树丛状集合体



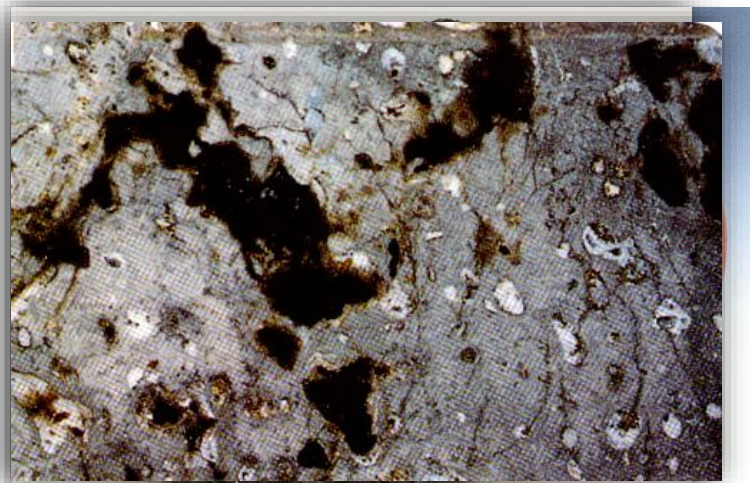
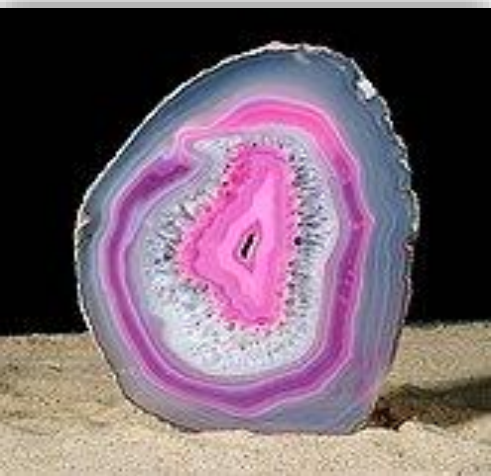
二、矿物的集合体形态

(二) 隐晶集合体

1、分泌体 分泌体又称晶腺，在球状或不规则的岩石空洞中被胶体或结晶质自洞壁向洞内层层沉淀充填形成的矿物集合体。

特点：圆形，从外向内充填，具同心层状构造。

<1cm称杏仁体



二、矿物的集合体形态

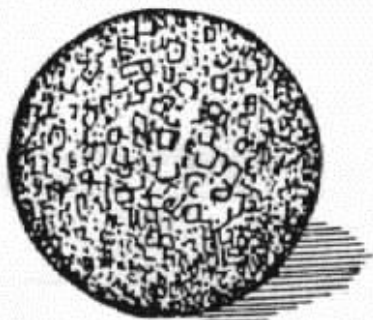
(二) 隐晶集合体

2、结核体 隐晶或胶凝物质围绕某一中心向外围逐渐沉淀形成。直径几毫米——几米，一般大于1mm，呈球状、瘤状、透镜状及不规则状。

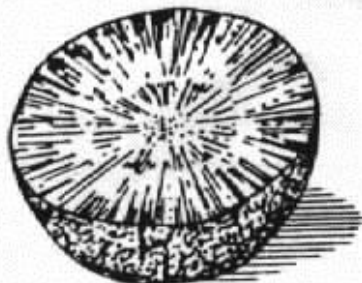
特点：同心层状构造，放射状构造

直径小于2mm：鲕状、豆状集合体

常见于磷灰石、方解石、赤铁矿、菱铁矿等



1



2



鲕状

二、矿物的集合体形态

(二) 隐晶集合体

3、钟乳状体 在岩石的洞穴或裂隙中，在同一基底上，由溶液蒸发或胶体凝聚，向外逐层堆积而形成的集合体。按形状有钟乳状、葡萄状、肾状集合体、圆丘形、圆锥形等。内部同心层状、放射状、致密状、结晶粒状等特征

此外，还有块状、土状等

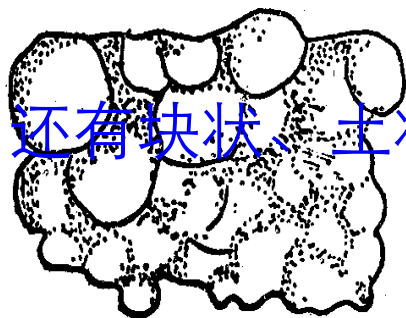


图 101 葡萄状集合体
(葡萄石)

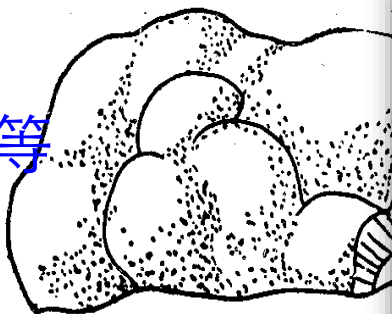
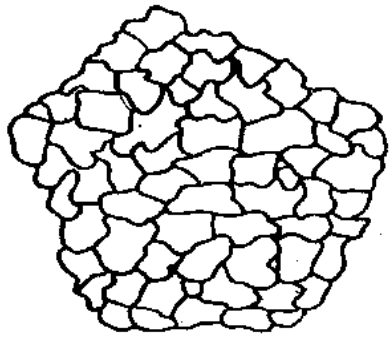


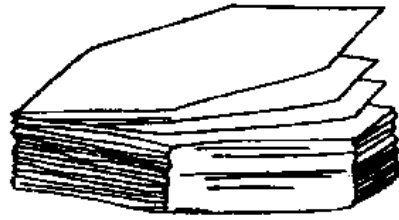
图 102 肾状集合体
(肾状赤铁矿)



(方解石钟乳)



大理岩



云母



辉锑矿



石英



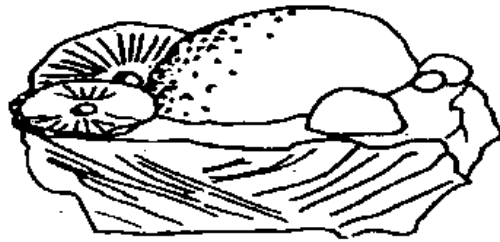
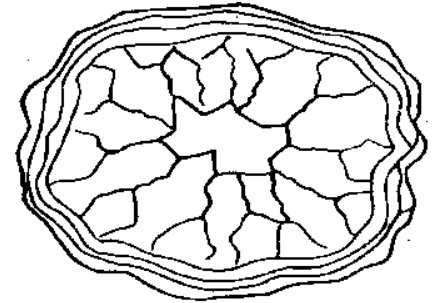
石棉



银星石



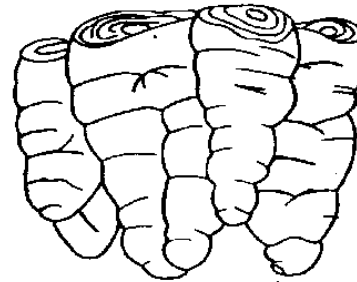
针铁矿



磷灰石



赤铁矿



方解石



软锰矿

书上第四节 矿物的物理性质

矿物的肉眼鉴别

依据：

矿物的形态

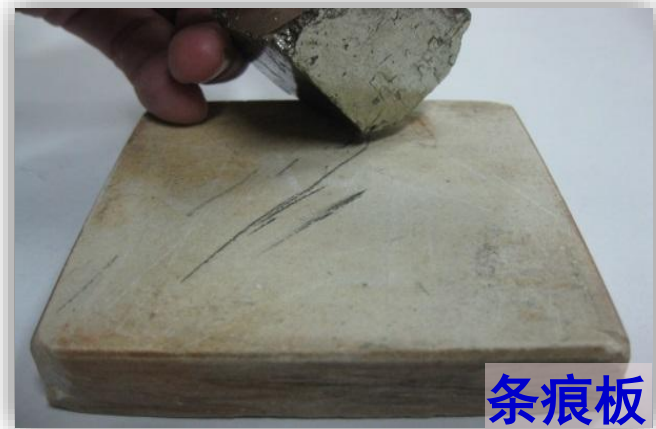
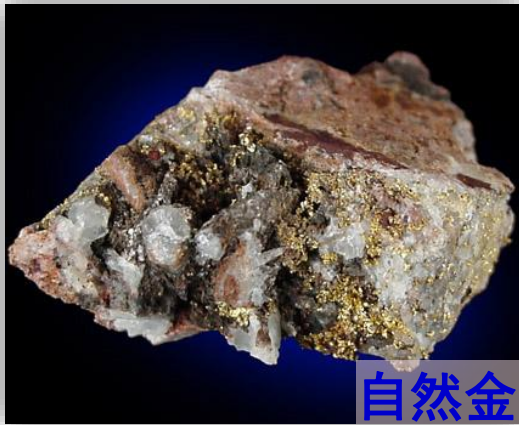
物理性质：颜色、条痕、光泽、透明度；

解理、断口、裂开, 硬度弹性与挠性、脆性与延展性等；

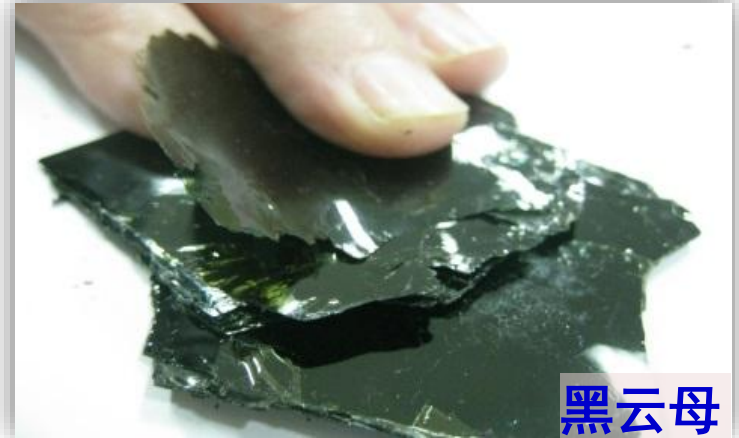
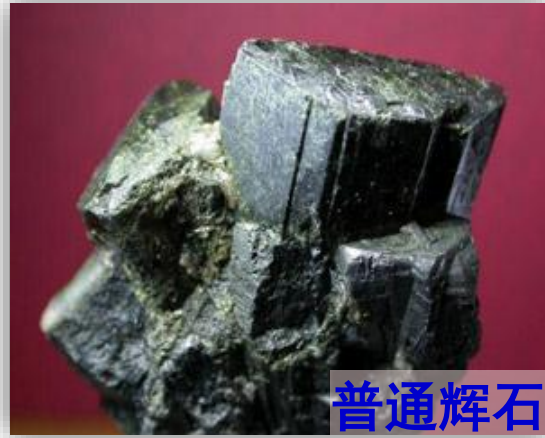
相对密度、磁性、电学性质等。

工具：小刀、无釉瓷板、放大镜、盐酸等。

自然金和黄铁矿



普通角闪石、普通辉石、黑云母



石英和长石



石英晶簇



斜长石



钾长石



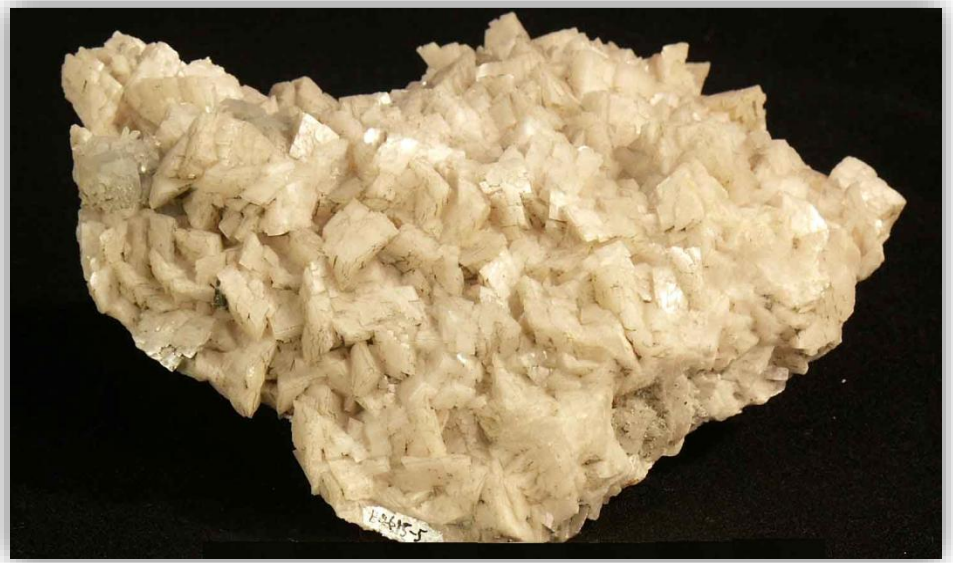
单体石英



方解石和白云石

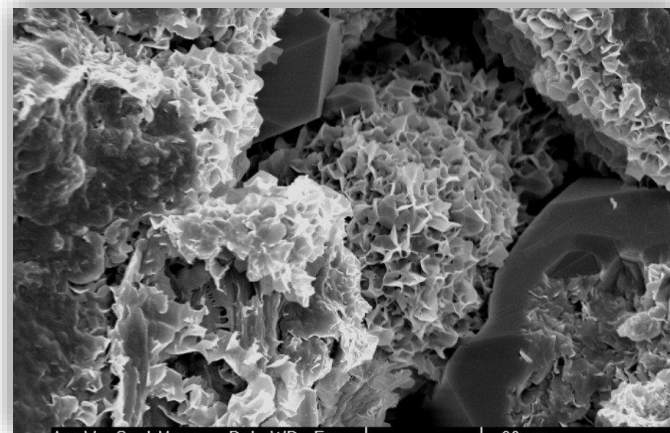
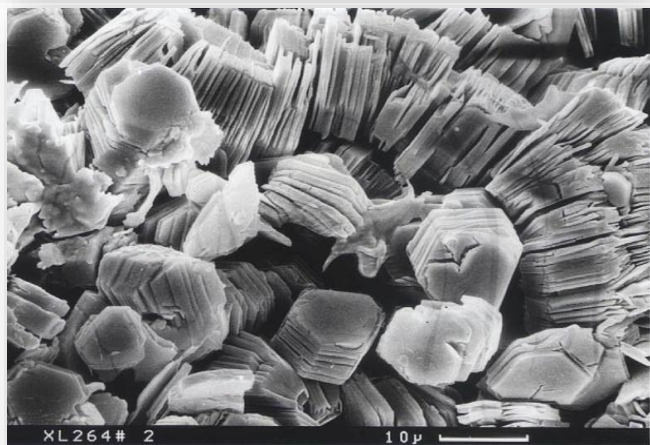


方解石



白云石

高岭石和蒙脱石



第六章 造岩矿物总论

第四节 矿物的成因

一、形成矿物的地质作用及矿物的成因类型

(一) 内生作用及内生矿物

(二) 外生作用及外生矿物

(三) 变质作用及变质矿物

知识点及重要概念：

矿物的成因类型及特点

矿物的标型特征和标型矿物

矿物中的包裹体

矿物的共生、矿物的伴生、矿物的禁生

第六章 造岩矿物总论

第四节 矿物的成因

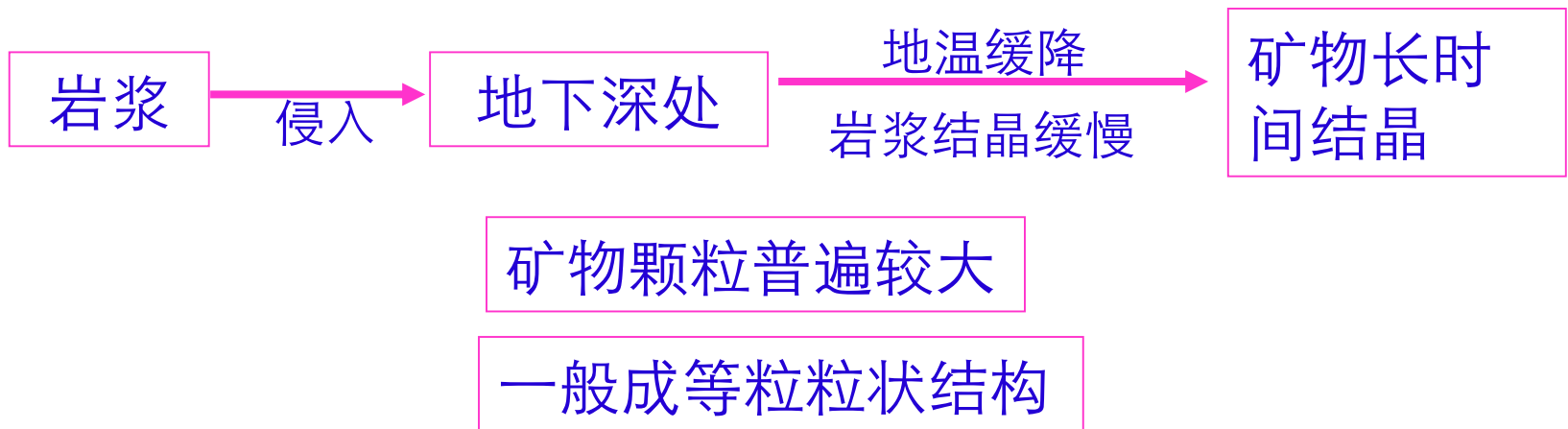
一、形成矿物的地质作用及矿物的成因类型

内生
外生
变质

(一) 内生作用及内生矿物

内生作用是由地球内部的热能导致矿物形成的各种地质作用。

1、深成岩浆型



1、深成岩浆型

岩浆岩种类多：超基性、基性、中性、酸性、碱性等等

主要造岩矿物：橄榄石、斜方辉石、单斜辉石、普通角闪石、

斜长石、钾钠长石、黑云母、白云母、石英、

霞石、白榴石等

常见副矿物：榍石、磷灰石、锆石、磁铁矿、尖晶石、独居石等

有用及稀有矿物：铬铁矿、铂、金刚石、钛铁矿、磁铁矿、

磁黄铁矿、磷灰石

次生矿物：蛇纹石、绿帘石、绿泥石等

硅酸岩矿物为主

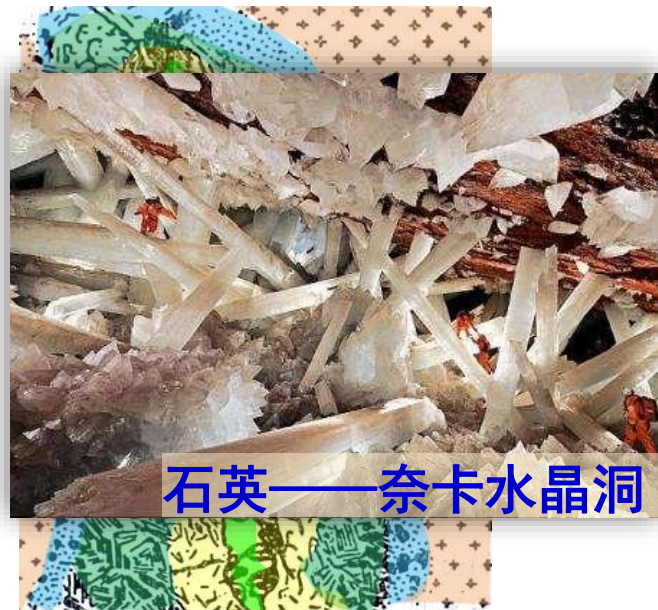
2、伟晶型

矿物成分主要有石英、钾长石、钠长石、云母等

- 特点：
- (1) 矿物粗大。新疆一个水晶晶体达2吨以上；一个白云母晶体3—5m³，一个锆石60Kg。
 - (2) 富含稀有元素和挥发组分的矿物：电气石（B）、黄玉（F）、绿辉石（Be）、锂辉石等（Li）。

花岗伟晶岩分布最广

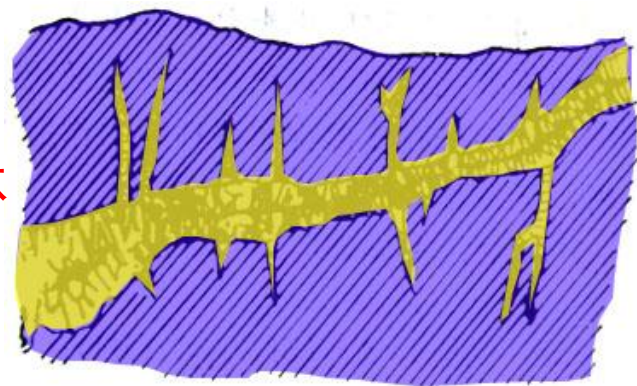
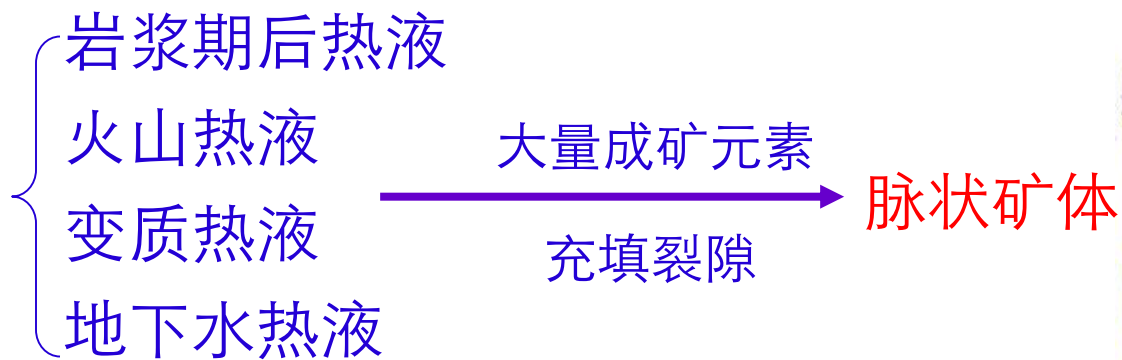
产状：脉状、不规则带状，
成因：常发育有晶洞、晶簇
与交代作用有关



石英——奈卡水晶洞

3、热液型

残余岩浆冷却到水的临界温度（ 375°C ），挥发组分凝缩为热水溶液，被称为**岩浆后期热液**，沿裂隙向围岩运移过程中，矿物由热液直接结晶或与围岩交代而成。



3、热液型

(1) 高温热液型：400-300度，黑钨矿、白钨矿、锡石、辉钼矿、辉铋矿、磁铁矿、磁黄铁矿，石英、黄玉、电气石、绿柱石等。

(2) 中温热液型：300-200度，自然金、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿，石英、方解石、白云石、重晶石等。

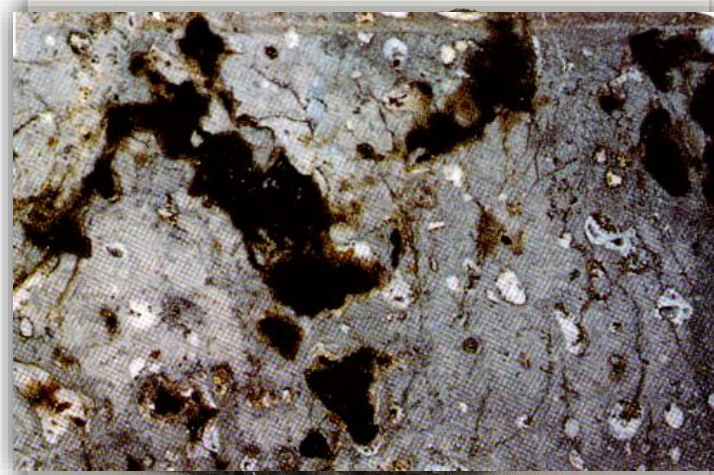
(3) 低温热液型：200-50度，辰砂、辉碲矿、雄黄、雌黄、自然银、石英、玉髓、方解石、重晶石，以及围岩蚀变成因的高岭石、伊利石、蒙托石、沸石等。

主要矿物有金属硫化物及氧化物、石英、方解石、重晶石、萤石等

4、火山作用

特点：

- 1、冷凝快，晶体细小，常呈隐晶甚至火山玻璃质；
- 2、出现高温矿物透长石、 β -石英；
- 3、具斑状结构、气孔杏仁构造；
- 4、气孔充填形成玛瑙、方解石、自然铜等矿物。



一、形成矿物的地质作用及矿物的成因类型

(二) 外生作用及外生矿物

外生作用是指在地表常温常压下，主要有太阳能、水、二氧化碳、氧气和有机体等因素影响下形成矿物的地质作用。

包括：

风化作用——风化型矿物

沉积作用——沉积型矿物

(二) 外生作用及外生矿物

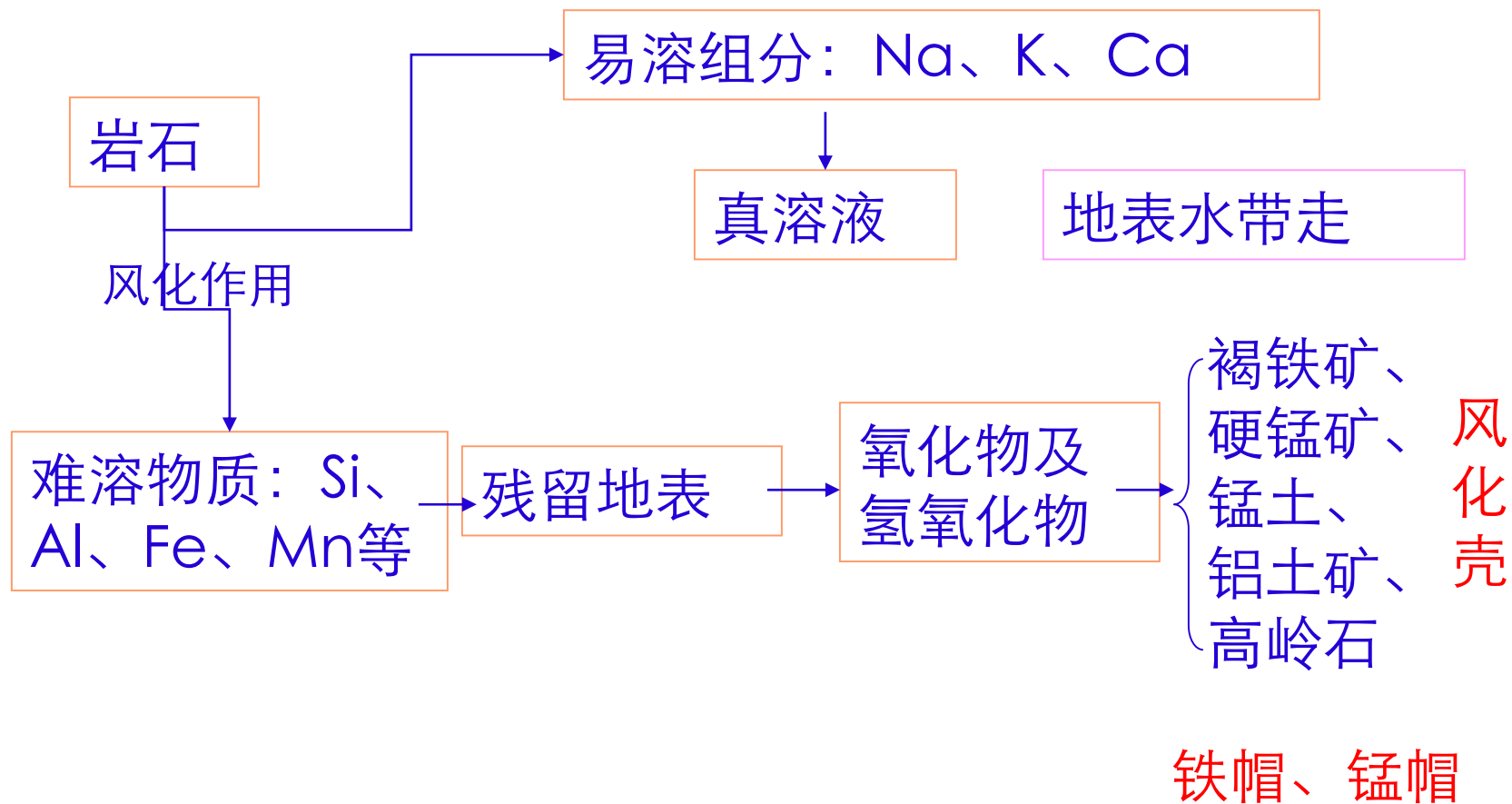
1、风化作用

风化作用是指露于地表或近地表的矿物和岩石，在太阳能、大气、水和生物的长期作用下，发生机械破碎和化学分解的作用。



(二) 外生作用及外生矿物

1、风化作用



(二) 外生作用及外生矿物

1、风化作用

★ 不稳定矿物：硫化物、碳酸盐最易风化；

★ 稳定矿物：硅酸盐、氧化物及自然元素最稳定；

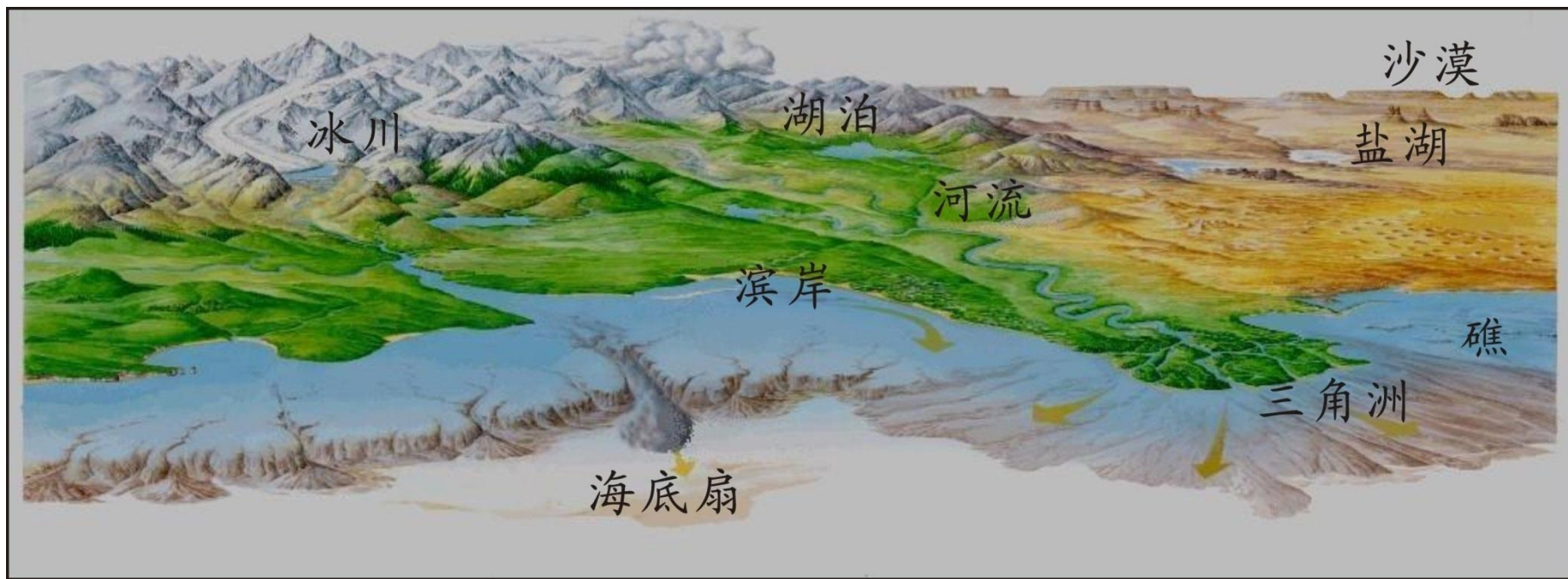
形成于地表的稳定矿物特点：

★ 稳定的残留矿物：石英、自然铂、自然金、金刚石、磁铁矿、锆石等；

★ 形成新的矿物：玉髓、蛋白石、褐铁矿、铝土矿、蛋白石、硬锰矿、水锰矿、高岭石、蒙脱石、孔雀石、蓝铜矿等。

★ 集合体形态：多孔状、土状、皮壳状和钟乳状等。

2、沉积作用



沉积环境

2、沉积作用

(1) 机械沉积

长石、石英、重矿物（金、锡石、金刚石、独居石等）

机械分异作用原理

(2) 化学沉积

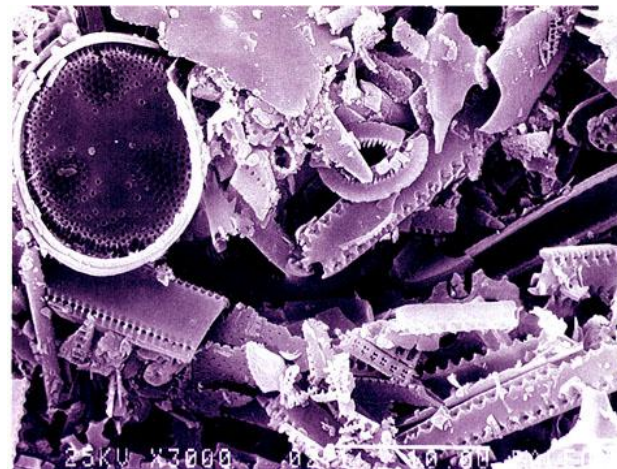
真溶液沉积：石膏、石盐、钾盐、芒硝等。

胶体沉积：赤铁矿、铝土矿、锰矿等，

呈致密块状、豆、肾状等。

(3) 生物沉积

形成石灰岩、硅藻土、磷块岩等。



(三) 变质作用及变质矿物

1、热接触变质作用及其矿物

(1) 热变质 重结晶

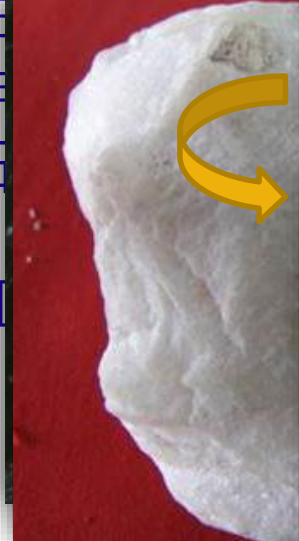


炭质泥岩

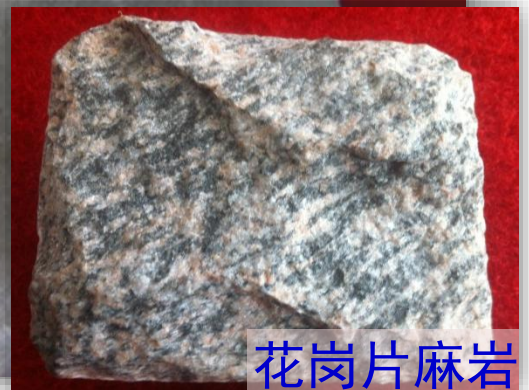
泥质—红柱石、
石灰岩重结晶为

酸性
质作
榴石

红柱石



变铝
花岗岩



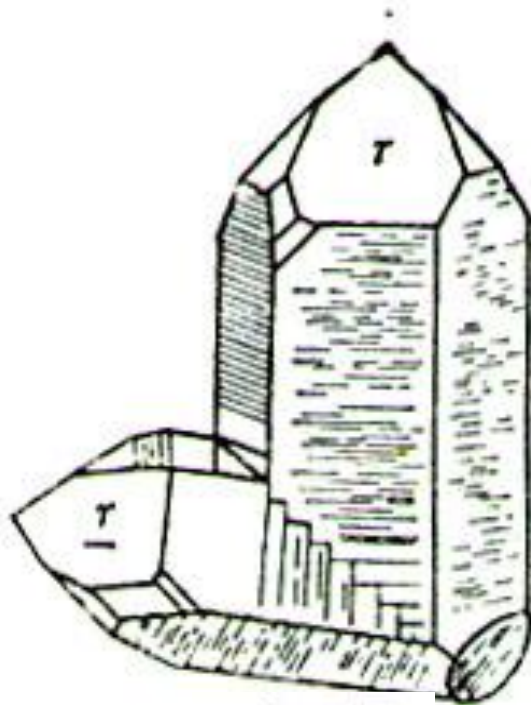
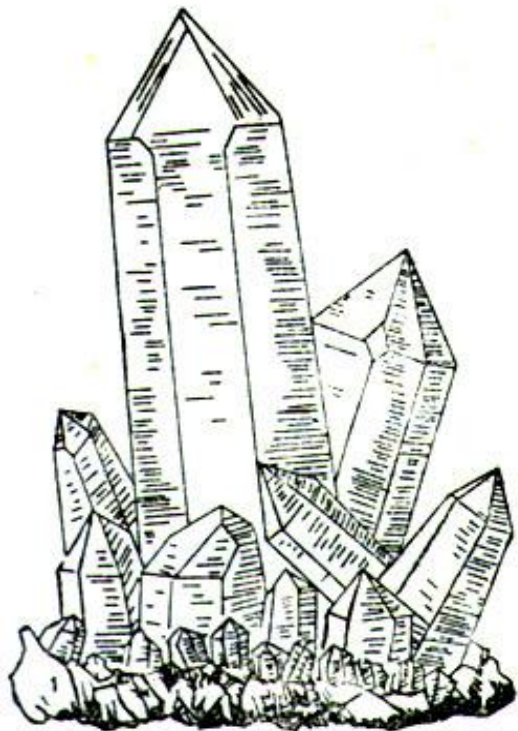
花岗片麻岩

红柱石角岩

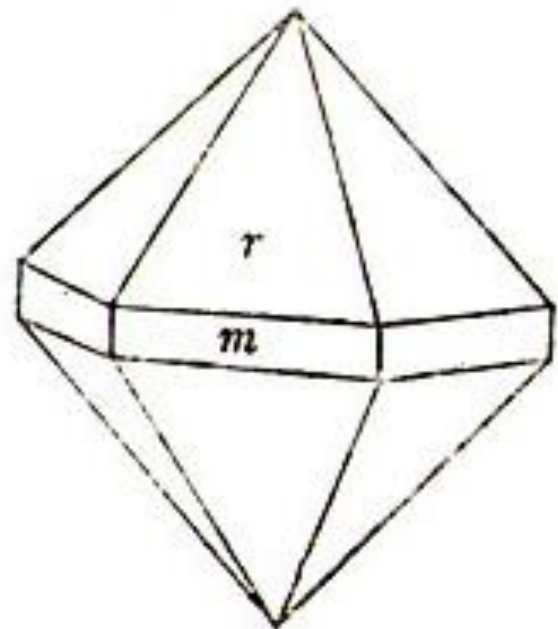
二、矿物的成因标志

(一) 矿物的标型特征和标型矿物

1、标型特征



日本双晶



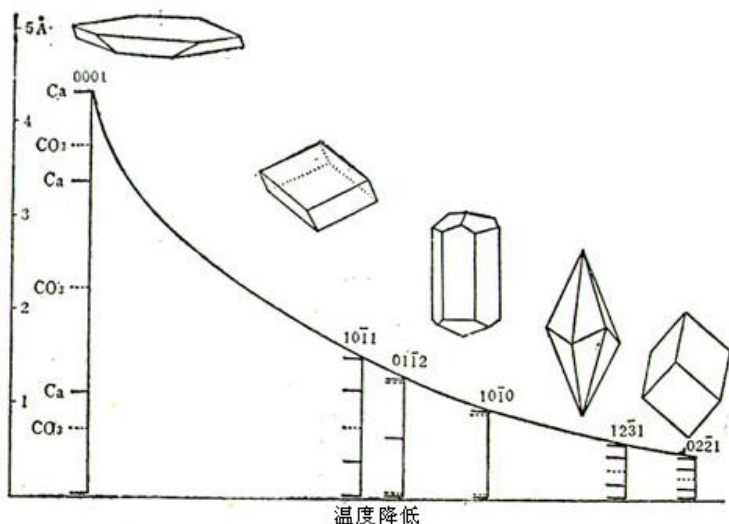
B-石英

二、矿物的成因标志

(一) 矿物的标型特征和标型矿物

1、标型特征

同一种矿物，由于生成于不同的地质条件下，因而在晶形、物理性质、成分等方面表现一定的差异，这些能反映成因的标志称为**矿物的标型特征**。

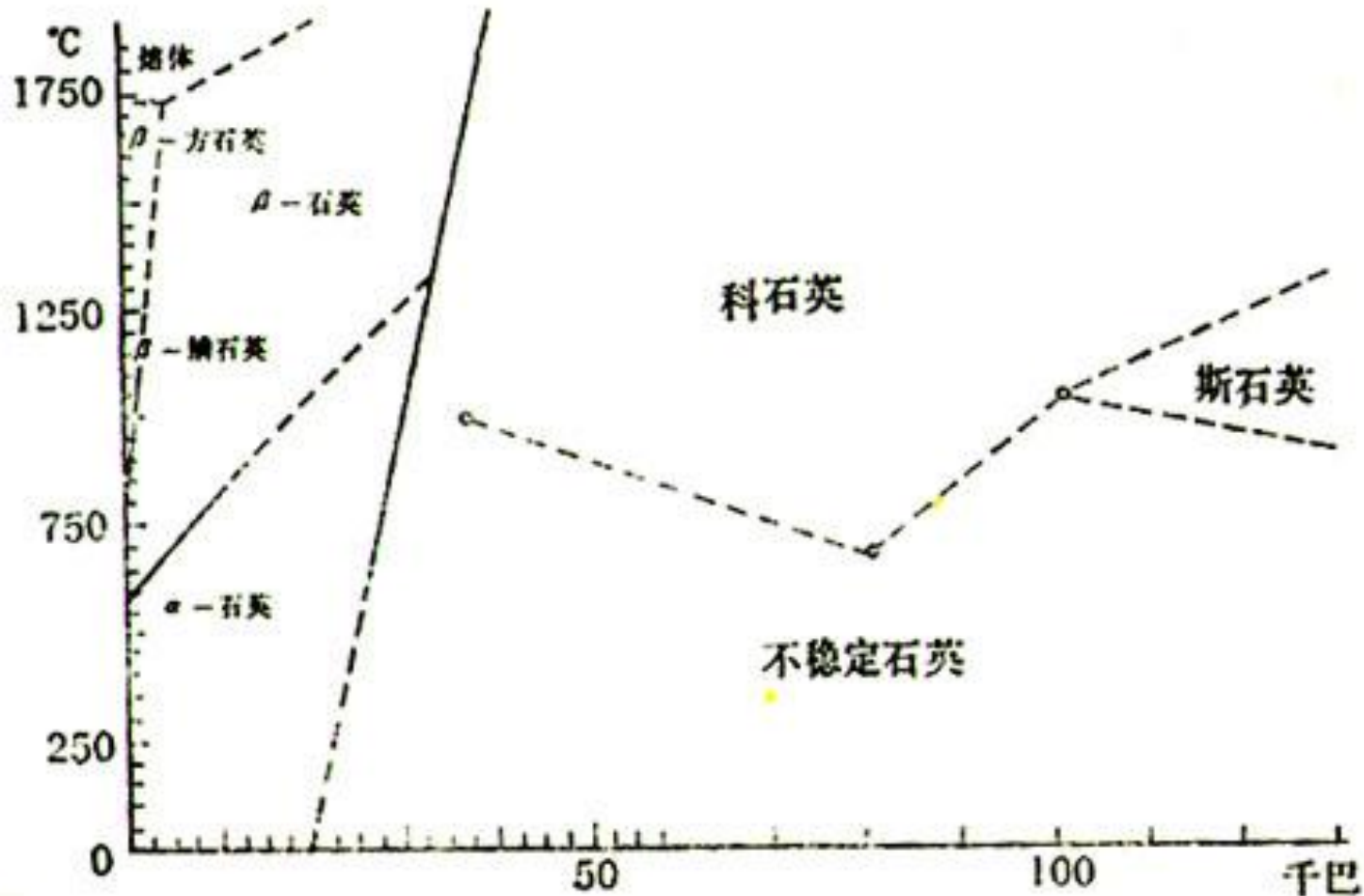


方解石面网密度的变化与晶体习性的变化顺序
(据H.Z.Evzikova)



2、标型矿物

只形成于特定的地质作用中矿物（具单一成因的矿物），称为标型矿物。

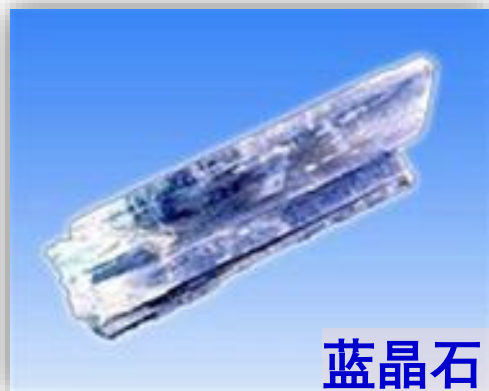


推断成因

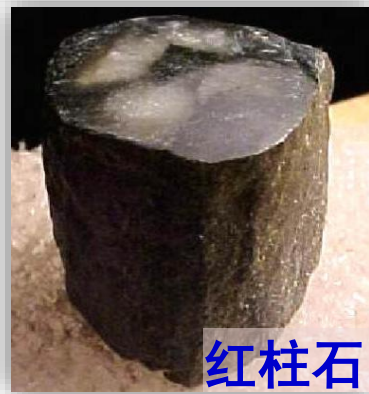
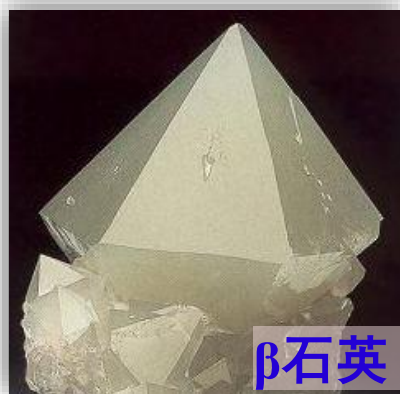
岩浆成因



变质成因



沉积成因



(二) 矿物中的包裹体

矿物在生长过程中或形成之后，成岩成矿流体被捕获并禁锢在晶体结构的某些缺陷或洞穴、裂隙内，至今与主矿物有明显的相界限，构成了矿物的包裹体。

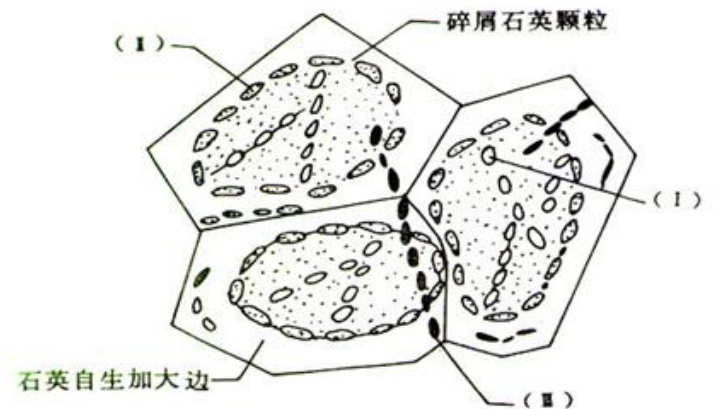
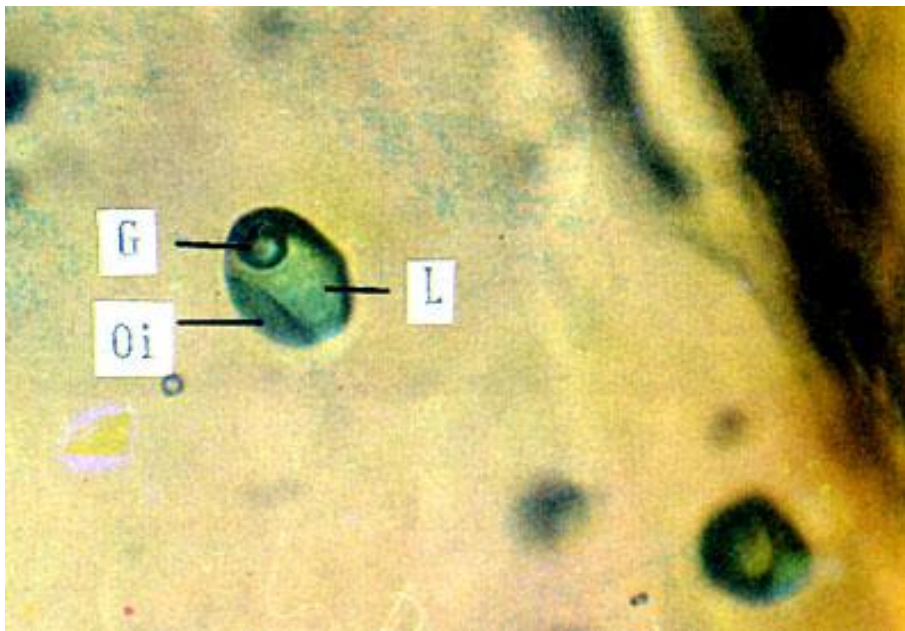


图 11-1 硅质砂岩中的气液包裹体
(据 M. Pagel, B. Doty, 1985)

- I. 陆源碎屑中的气液包裹体, 沉积物沉积前形成;
- II. 石英自生加大边中气液包裹体;
- III. 与后期裂隙有关的包裹体

研究推断形成环境、爆破法、淬火法、冷冻法等

(三) 矿物的共生组合

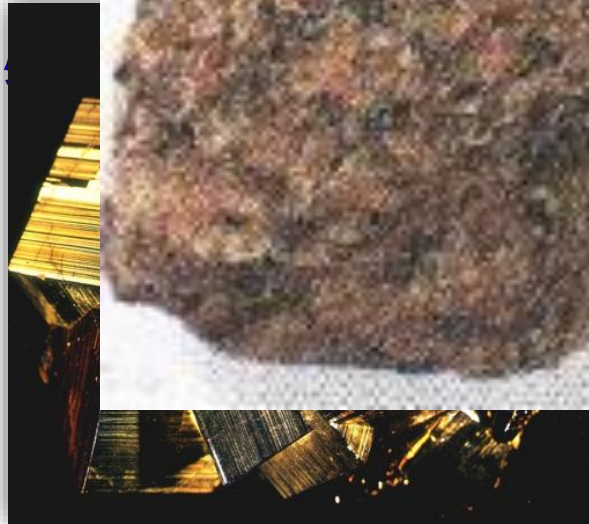
矿物的共生

在成岩成矿过程中，不同的矿物在大致相同的时间范围内生成，并在空间上组合在一起的现象。

矿物的伴生

不同阶段形成的矿物共同出现的现象。

矿

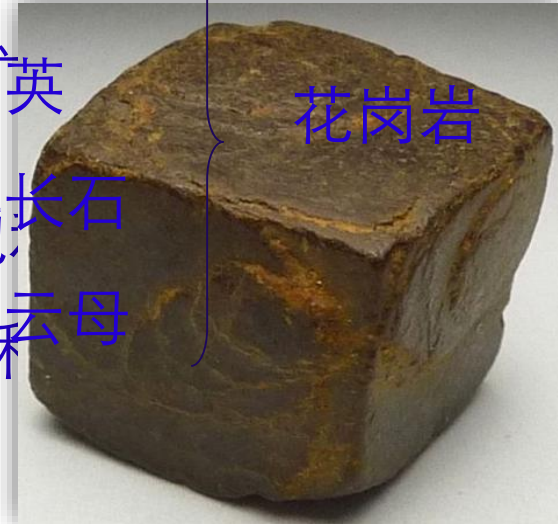


化

→ 黄铁矿+褐铁矿
钾长石

三的有英

不斜长石
过饱黑云母



花岗岩

第六章 造岩矿物总论

第五节 矿物的分类

知识点：

晶体化学类

本教材分类

一、矿物的命名原则

我国命名原则：

- 1、依化学成分命名 如自然金、钛铁矿
- 2、依物理性质命名 如重晶石、橄榄石
- 3、依形态命名 如方柱石、石榴石、十字石
- 4、依矿物的物理性质+化学性质：方铅矿、黄铜矿、磁铁矿
- 5、依人名、地名命名 如章氏（章鸿钊）硼镁石、香花石（湖

南相花岭）、包头矿等

有的沿用我国古代名称：水晶、雄黄等

石 矿 玉 晶 砂 华 矾

方解石 方铅矿 黄玉 水晶 辰砂 钴华 胆矾

二、矿物的分类

常用的矿物分类方法有：
成因分类、晶体化学类、光性分类、化学分类等

(一) 矿物的成因分类

内生矿物	深成岩浆型、伟晶形、热液型、火山型
外生矿物	风化型、沉积型
变质矿物	接触变质型、区域变质型

缺点：不好区分

(二) 矿物的晶体化学分类

目前最合理的分类方法

以矿物的化学组成、结构构造为依据

1、根据阴离子和化学键性质分为五个大类

- 自然元素大类
- 硫化物大类
- 氧化物及氢氧化物 大类—类—亚类—族—亚族—种
- 含氧盐大类
- 卤化物大类

- 解释矿物的各种性质
- 自然界化学元素间互相结合规律
- 解释矿物的生成条件及地球化学特性

2、类—根据阴离子或络阴离子种类来划分

自然元素大类

自然金属元素 (Au Ag Pt)

自然半金属元素 自然铋 自然锑

自然非金属元素 自然硫、石墨、金刚石

硫化物大类

简单硫化物 方铅矿、闪锌矿、雄黄、雌黄

复硫化物 黄铁矿、白铁矿

硫酸盐 黝铜矿

氧化物及氢氧化物大类

氧化物类

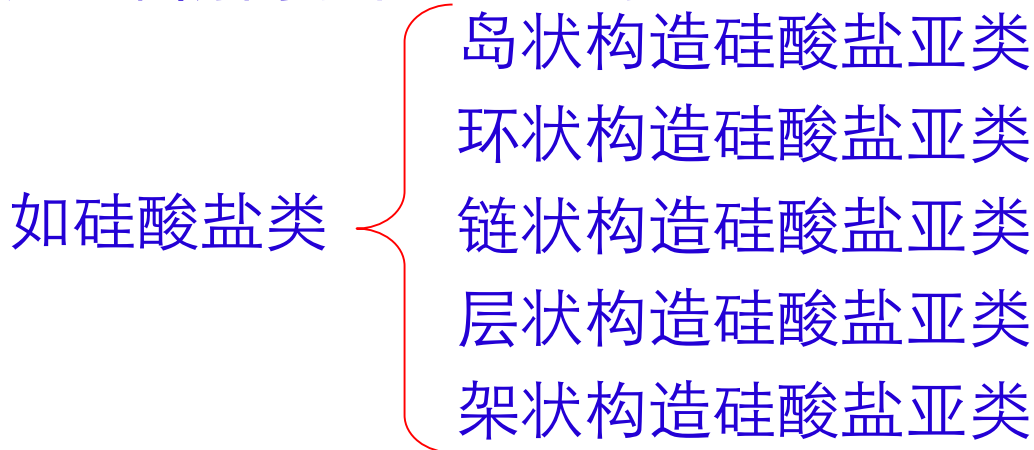
氢氧化物类

含氧盐大类

硅酸盐、碳酸盐、硫酸盐、磷酸盐等类

卤化物大类

3、亚类根据络阴离子构造进一步划分



4、族 指晶体构造及阳离子性质相似的矿物

如架状构造硅酸盐亚类长石族、沸石族

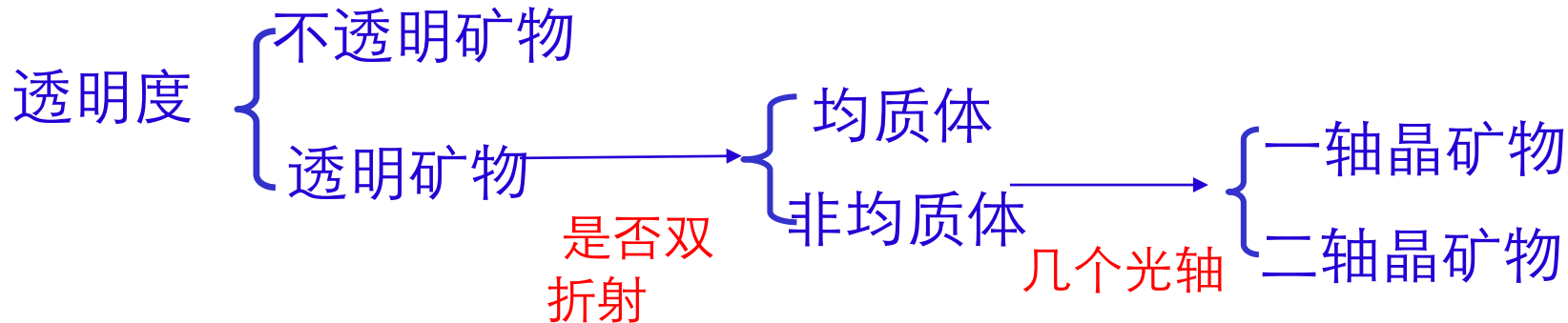
5、亚族 根据阳离子种类 → 钾长石亚族

6、种 是矿物分类的基本单位，是具有一定晶体结构和化学成分的矿物个体

正长石种

种还可下分为一亚种、异种、变种等

三、光性分类



四、本教材采用的分类方案

矿物的晶体化学分类+光性分类

