

教 案

2025-2026 学年第一学期

课程名称 矿物岩石学

专业班级 宝玉石（专本协同）251

总学时数 64 学时

任课教师 范敦宾

课程基本信息

课程名称	矿物岩石学			
课程性质	专业课	学分	4	
学 时	总学时：64 学时，其中：课堂讲授 学时；课内实验/实训 64 学时。			
开课部门	机电工程系	任课教师	范敦宾	
授课专业、班级	宝玉石（专本协同）251	开课学期	2025-2026 第一学期	
成绩评定	平时成绩占 <u>40</u> %；期末成绩占 <u>60</u> %		考核方式	考试
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	矿物岩石学	姜尧发	地质出版社	2015.9
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	矿物岩石学是大专院校宝玉石鉴定与加工专业学生一门必修的重要专业理论课，是培养高层次人才所需的专业课程，也是学习一些其他课程的基础。			
本课程教学目标	通过该课程的学习使学生知道矿物岩石的种类和鉴别特征，掌握常见的各类矿物，掌握晶体的相关知识，掌握常见岩石的分类和常见岩石。掌握各类矿物的鉴别方法，掌握常见岩石的区别方法。筑牢专业知识基础，为学好其他专业课打下基础。			
素质（思政）内容与要求	通过矿物岩石学知识内容的学习，激发学生对矿物和岩石的求知欲及探索精神，培养学生坚定的理想信念、辩证思维的能力、团结协作精益求精的工匠精神，不断增强学生爱国情怀和时代责任感。			
学生用主要参考资料	矿物岩石学、结晶学与宝石矿物学			

第一章 矿物及矿物学（3 学时）

教学目标：

- 1、掌握矿物和岩石的概念。
- 2、掌握矿物岩石学的意义和目标。
- 3、了解矿物学的现状和发展。
- 4、了解其与其他学科的关系。

教学方法、手段：

讲授法，师生互动，课件展示

教学重点与难点：

- 重点：1、矿物和岩石的概念和他们的区分
2、矿物岩石学的意义和发展趋势
- 难点： 矿物和岩石的定义和他们的区分

素质（思政）内容与要求

- 1.通过古典书籍里的记录，介绍中国的矿物岩石研究使用的悠久历史，增强学生的民族自豪感。
- 2.介绍最新矿物宝石展等最新信息，增强学生自信心和爱国情怀。
- 3.引导学生养成仔细严谨的学习习惯。

教学内容设计：

通过最新的矿物展和各自媒体平台矿物类博主的火爆图片、视频，矿物岩石标本实物引入本课程内容学习。提出关于这些矿物概念、常见种类、名称、加工用处、市场价值等问题，激起学生对矿物、岩石的热情和兴趣。



1、详细讲解矿物和岩石的概念和对其理解

矿物：是由地质作用所形成的、具有一定的化学成分何内部结构、在一定的物理化学条件范围内相对稳定的天然结晶态的单质或化合物，是岩石的基本组成单位。

岩石：是天然产出的具有一定结构构造的矿物集合体。

准矿物：自然界中产出状态、化学组成何形成机制等封面均具有与矿物相同的特征，但内部不具有晶体结构的均匀物质。水铝英石、A型蛋白石。

2、解读矿物学的概念和具体主要内容

矿物学：是以矿物为研究对象的一门自然科学，是研究地球及宇宙天体物质成分特征、形成与演化规律的地质基础学科之一。

矿物学研究的具体内容主要为：矿物的化学成分、晶体结构、形态、物理和化学性质、成因、产状、共生组合、变化条件、时间与空间上的分布规律、形成与演化的历史和用途以及它们之间关系。

3. 简述矿物学的现状和发展

春秋战国时期的《山海经》，明代科学家李时珍和宋应星在他们所著的《本草纲目》和《天工开物》中，描述了多种矿物的性状、鉴别方法、用途和产地。

19 世纪中叶，偏光显微镜问世并成功应用于矿物物理性质的鉴定和研究。

20 世纪 20 年代，由于将 X 射线成功地应用于矿物晶体结构分析。

近 50 年来，产生了许多交叉分支学科，可以说今天的矿物学无论在深度和广度上都已进入了一个前所未有的现代矿物学发展的新阶段。

4. 说明解读与其他学科的关系

矿物学是地球科学的基础学科之一，与其他学科密切相关。由于矿物都是晶体，因此在矿物学的许多方面都不能不涉及结晶学的问题。结晶学是矿物学的一个基础组成部分。

5. 思考题

- ①何谓矿物，何谓准矿物，两者的本质区别是什么？
- ②矿物与人造矿物有何区别？
- ③水、石油、天然气、自然金、金刚石、合成水晶、花岗岩，他们都是矿物吗？

第二章 晶体对称与晶体形态（6 学时）

教学目标：

1. 掌握晶体与非晶体的概念。
2. 掌握晶体的基本性质、格子构造
3. 掌握对称的概念。
4. 掌握对称的要素和对称的操作。
5. 掌握对称型和晶体的称称分类。
6. 掌握单形、47 种几何单行特征。
7. 掌握聚形、歪晶、晶面条纹
8. 掌握晶体的连生。
9. 掌握双晶。
10. 掌握晶体的习性。

教学方法、手段：

讲授法，板书，演示

教学重点与难点：

重点：

1. 晶体与非晶体的概念
2. 晶体的基本性质、格子构造
3. 对称的概念
4. 对称的要素和对称的操作
5. 对称型和晶体的称称分类
6. 单形、47 种几何单行特征

7. 聚形、歪晶、晶面条纹
8. 晶体的连生
9. 双晶
10. 晶体的习性

难点：

1. 晶体与非晶体的概念
2. 晶体的基本性质、格子构造
3. 对称的概念
4. 对称的要素和对称的操作
5. 对称型和晶体的称称分类
6. 单形、47种几何单形特征
7. 聚形、歪晶、晶面条纹
8. 晶体的连生
9. 双晶

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 培养对晶体世界的好奇心和探索欲望。

教学内容设计：

从常见特征显著的立方体黄铁矿晶体，引入本章知识。

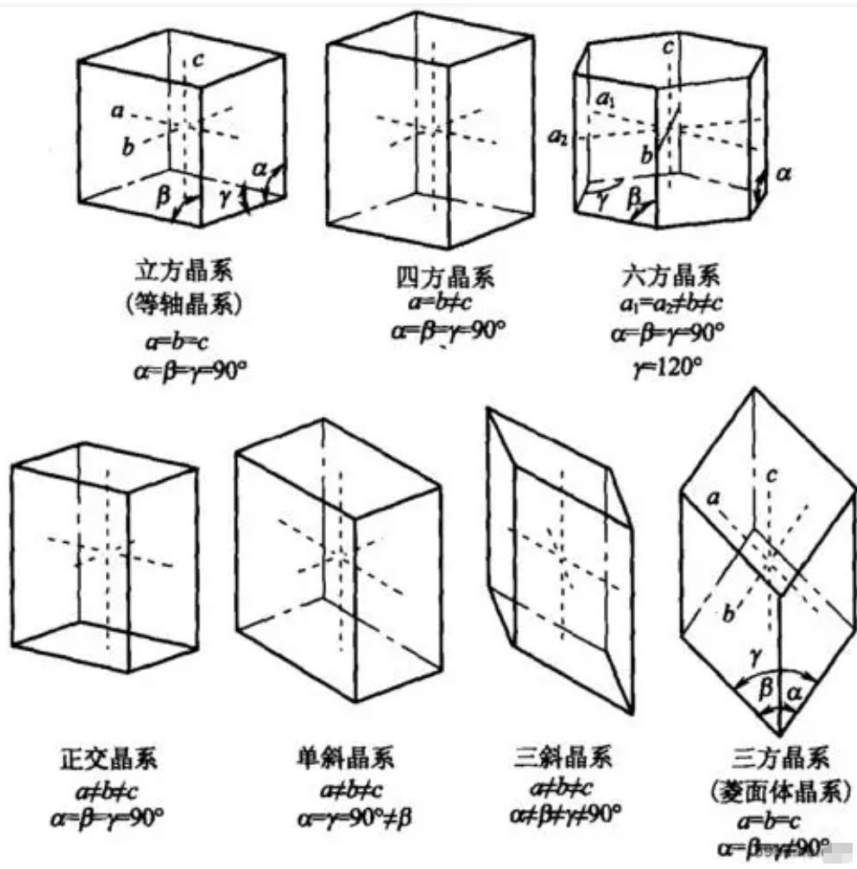
1、解读晶体和非晶质体的概念，加强学生的对比理解

（1）晶体：内部质点（原子、离子或分子）在三维空间呈周期性平移重复的规律而做有序排列的固体物质；或者说，晶体是具有格子状构造的固体物质。

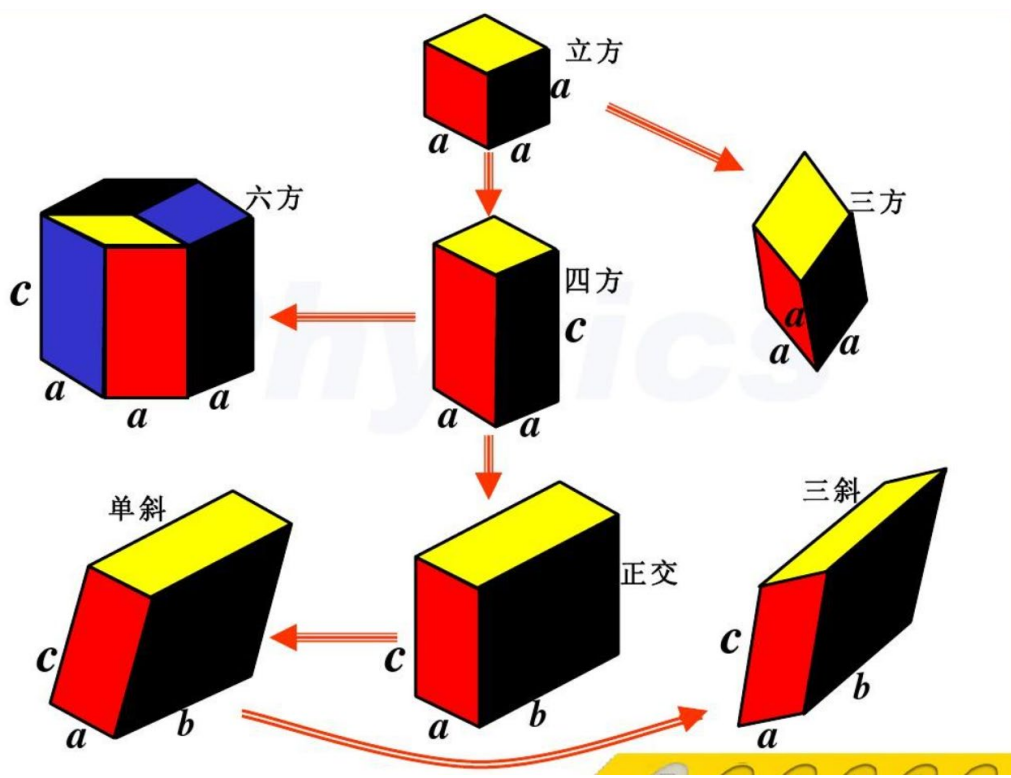
（2）非晶质体：内部质点在三维空间上是不呈周期性平移重复排列的；或者说其内部是不具有格子状构造的物质。脱玻化。

（3）晶体内部的格子构造

如果不考虑晶胞的具体尺寸及其内含，那么在一切晶体中，晶胞的形状中共只有七种不同的形式。布置学生画出7种晶胞形式，并理解掌握各晶胞参数和相互关系。



7 晶胞型式的关系



(4) 晶体的基本性质

1. 均一性：同一晶体的不同部分物理化学性质完全相同。晶体的均一性来源于晶体内部质点排布的周期性。

2. 异向性：除立方格子（晶系）外，其余格子（晶系）由于不同方向上质点性质和间距的不同，表现出各向异性。

3. 对称性：晶体中晶体形态相同或物理性质相同的几个部分有规律地重复出现。

4. 自限性：晶体具有自发地形成封闭几何多面体的特性。

5. 最小内能性：与同种物质的非晶体相比，晶体具有最小的内能，且晶体具有固定的熔点。

6. 稳定性：在相同的热力学条件下，晶体比具有相同化学成分的非晶体更稳定。

2、讲解晶体的宏观对称和分类

(1) 对称的概念：物体或图形中，其相同部分有规律的重复。

(2) 对称要素和对称操作：对称中心、对称面、对称轴、旋转反伸轴

①对称中心是晶体内部一个假想的点，通过这一点的直线两端等距离的地方有晶体上相等的部分。其对称操作是对一点的反伸。晶体如果有对称中心，则晶体上每一晶面都可找到另一晶面与之平行且相等。晶体具有对称中心的标志是：晶体上所有的晶面都两两平行，同形等大且位向相反。

其数目只能有一个，也可无，记作 C 。

②对称面是一个假想的平面，它把晶体平分为互为镜像的两个相等部分。其对称操作是对一个平面的反映。有对称面的晶体，对称面必定通过晶体的中心，并把晶体分为互成镜像反映关系的两个相同部分

一个晶体中可以有对称面，也可以没有对称面。有对称面的晶体中，可能出现的对称面数目可以为：1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 和 9，最多不超过 9 个，记做 $9P$ 。

③对称轴是通过晶体中心的一条假想直线，晶体围绕它旋转一定角度后，晶体的相等部分能重复出现。其对称操作是围绕一根直线旋转。当晶体围绕对称轴旋转 360° 时，晶体上相等部分重复出现的次数，称为轴次(n)。使相等部分重复出现所必须旋转的最小角度，称为基转角(α)。两者的关系为： $n=360^\circ / \alpha$ 。

晶体对称定律：在晶体中，可能出现的对称轴只能是一次轴、二次轴、三次轴、四次轴、六次轴，不可能存在五次轴及高于六次的对称轴。为什么？

④旋转反伸轴 L_n^c 旋转反伸轴是一假想的直线和此直线上一个定点。相应的对称操作就是围绕该直线旋转一定角度，再继之以对该直线上定点的反伸，在此，这两个操作是构成整个对称操作的不可分割的两个组成部分，它是一种具有复合对称操作的独立对称要素。无论是先旋转后反伸，还是先反伸后旋转，两者的效果完全相同，在上述两个连续操作都完成后才能使晶体上各相同部分发生重合。

(3) 对称型和晶体的对称分类。32 个对称型，7 个晶系，低级、中级和高级 3 个晶族。

3、讲授单形与聚形

(1) 单形是由对称型中全部对称要素联系起来的一组晶面的组合。

- (2) 47种几何学单形的特征。
- (3) 由两个或两个以上的单形聚合而成的晶形称为聚形。
- (4) 歪晶是指外形偏离理想晶形的晶体。
- (5) 晶面条纹。

4、介绍晶体的连生与双晶

- (1) 两个或两个以上的单体聚合生长在一起，此现象就称为晶体的连生
- (2) 双晶又称孪晶，是两个或两个以上同种晶体的规则连生
- (3) 双晶要素
- (4) 双晶结合类型

5、用具体矿物实例，讲解晶体习性与矿物形态

- (1) 晶体习性：同一种矿物晶体，在一定生长条件下，常趋向于形成某种特定的、习惯表现的形态特征，称为晶体习性。自行、半自行、他行。
- (2) 矿物集合体形态：
- (3) 矿物的组合、共生和伴生。

6.思考题

- ①晶体与非晶体的根本区别是什么？
- ②玻璃、食盐、冰糖、合成金刚石、水晶、水、冰、沥青、天然气哪些是晶体？
- ③什么是对称型，晶体共有多少种对称型？
- ④晶族和晶系的分类依据是什么？
- ⑤晶体中为什么不存在五次对称轴或高于六次的对称轴
- ⑥什么是共生矿物、伴生矿物及矿物组合？

7、布置作业

第三章 矿物通论（3学时）

教学目标：

- 1、掌握矿物的物理性质。
- 2、掌握矿物的光学性质
- 3、掌握矿物的力学性质。
- 4、掌握矿物的其他物理性质。
- 5、掌握内生作用。
- 6、掌握外生作用。
- 7、掌握变质作用。
- 8、掌握地壳中化学元素的丰度与矿物形成的关系。
- 9、掌握矿物的化学成分类型。
- 10、掌握类质同像。
- 11、掌握同质多象。
- 12、掌握胶体矿物及其化学组成特征。

- 13、 掌握矿物中水的存在形式。
- 14、 掌握矿物的化学式及其表示方法。
- 15、 掌握矿物的分类。
- 16、 掌握矿物的命名。

。

教学方法、手段：

讲授法，板书，演示

教学重点与难点：

重点：

- 1、 矿物的物理性质
- 2、 矿物的光学性质
- 3、 矿物的力学性质
- 4、 矿物的其他物理性质
- 5、 内生作用
- 6、 外生作用
- 7、 变质作用
- 8、 地壳中化学元素的丰度与矿物形成的关系
- 9、 矿物的化学成分类型
- 10、 类质同像
- 11、 同质多象
- 12、 胶体矿物及其化学组成特征
- 13、 矿物中水的存在形式
- 14、 矿物的化学式及其表示方法
- 15、 矿物的分类
- 16、 矿物的命名

难点：

- 1、 矿物的力学性质
- 2、 内生作用
- 3、 外生作用
- 4、 变质作用
- 5、 地壳中化学元素的丰度与矿物形成的关系
- 6、 矿物的化学成分类型
- 7、 类质同像
- 8、 同质多象
- 9、 胶体矿物及其化学组成特征
- 10、 矿物的化学式及其表示方法
- 11、 矿物的命名

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 通过矿物性质的学习培养学生严谨求实和协作共享的精神。

教学内容设计：

从水晶和黄铁矿两种矿物透明度、颜色等物理性质的差别，导入本章知识内容。

1、详细讲解矿物的物理性质

(1) 矿物的光学性质：透明度，光泽，颜色，条痕，发光性

①透明度

矿物的透明度是指矿物允许可见光透过的程度。肉眼鉴别矿物时，以1cm厚度的矿物观察其后的物体清晰程度，并将矿物的透明度大致分为3个等级。

②光泽

矿物表面对可见光的反射能力称为光泽。矿物反光的强弱主要取决于它对可见光的折射和吸收程度。

(1) 在矿物的肉眼鉴定中，通常根据矿物新鲜平滑的晶面、解理面或者磨光面是反光能力的强弱，将光泽自强而弱大致分为4个等级。

①金属光泽：呈明显的金属状光亮，反射性很强，类似金属磨光面上的反射光，闪耀夺目，不透明，条痕为黑色。如自然铜、方铅矿、黄铁矿等。天然的金属单质及其化合物，大多数硫化物矿物呈现金属光泽。

②半金属光泽：反光能力较强，似未经磨光的金属表面的反光（如同陈旧的金属器皿表面所反射的光泽）。条痕为深彩色（如棕色、褐色等），不透明至半透明。如黑钨矿，磁铁矿，铬铁矿，闪锌矿等。

③金刚光泽：反光较强，似金刚石般明亮耀眼的反光，但不具金属感。矿物的颜色和条痕均为浅色（如浅黄、橘红、浅绿等）、白色或无色，半透明-透明。典型的是金刚石的金刚光泽，辰砂、锡石、锆石等。

④玻璃光泽：不具金属感，反光能力相对较弱，如同玻璃表面所反射的光泽。为矿物光泽中最常见的一种，大约70%的矿物具有玻璃光泽。具此光泽的几乎全为非金属矿物。如水晶、萤石、方解石等。

(2) 由于光泽是矿物表面对光的反射能力，因此表面的平坦、光滑程度或成集合体形态时必然会影响到反射光的强度，从而常常使矿物表面产生一些特殊的光泽，如。

①油脂光泽：表面呈现出油脂般的反射光能力。这种光泽类似于涂抹了油脂的表面，给人一种光滑而饱满的感觉，断口。石英。

②蜡状光泽：表面呈现出蜡般的反射光能力，类似于蜡制品表面光滑的反射光。这种光泽给人一种柔和而亚光的感觉。块状叶蜡石、蛇纹石。

③丝绢光泽：出现在一些原本具有玻璃光泽或金刚光泽的宝玉石矿物中，当它们以纤维状集合体的形式出现时，或者在一些具完全解理的矿物表面可见。这种光泽类似于丝绢表面光滑的反射光，给人一种细腻的感觉。石棉

④土状光泽：类似于土壤表面反射光的能力，给人一种暗淡无光的感覺。高岭石。

③颜色

矿物的颜色是矿物最明显、最直观的光学性质。通常意义上的矿物颜色是指矿物在自然光照射下所呈现的颜色。

白色：白色是由矿物本身的化学成分及内部结构所决定的颜色，基本上固定，这是鉴定矿物的重要特征之一。例如，绿色是孔雀石的基本色，尽管不同产地的孔雀石会略有差异，但基本色不会变。这是因为孔雀石中含铜。铜离子能使很多矿物和宝石产生蓝色或绿色，这样的离子被称为色素离子，或者这样的元素被称为致色元素。钴、镍、锰、铬、铁等都是常见的致色元素。

他色：指矿物本身非固有的因素所引起的颜色，主要原因就是外来物质的混入造成的，也可以是由于微量的杂质元素进入矿物晶格中，造成矿物晶格缺陷，从而引起颜色变化。水晶的不同颜色就是由于存在晶格缺陷所导致的。他色不是矿物固有的颜色，因而在矿物中不具鉴定意义。

假色：由光的反射、散射和干涉等物理光学因素引起的颜色，而不是矿物本身的化学成分决定的，最典型的就是变彩和锖色。

④条痕

条痕是矿物粉末的颜色。通常是以矿物在无釉瓷板上擦划所留下的粉末痕迹的颜色。

它较之矿物的颜色更为固定。两者颜色可能不同，如不同形态的赤铁矿可以呈黑色、钢灰色、褐红色等，条痕呈特征的樱红色。条痕对鉴定一些深色金属矿物(如硫化物和氧化物)具有很大的意义：而对于条痕和颜色相近的矿物，以及条痕都是白色的透明矿物(多为非金属矿物)来说，条痕的鉴定则不具实际意义。

⑤矿物的发光性

自然界某些矿物在外界能量激发下，能够发出可见光的性质称为矿物的发光性。

激发使用的能源是多种多样的，如紫外线、X射线、阴极射线、高速质子流，和加热、打击、摩擦以及用可见光照射等，其中以紫外线最为常用。

激发后发光的表现大致可分两种：发光现象随激发的中断而立即终止者，称为荧光；停止激发后仍能继续发光一段时间者，称为磷光（确光）。

(2) 矿物的力学性质：硬度，延展性、脆性、弹性、挠性，解理，裂理，断口。

①硬度：矿物的硬度是指矿物抵抗外力作用（如刻画、压入、研磨）的能力。根据莫氏硬度标准，矿物的硬度分为10个等级。



②矿物的延展性、脆性、弹性和挠性

(1) 延展性：矿物在受到外力的拉引或锤击、滚轧时，易延伸成细丝或平展为薄片而不断裂的性质。延展性是金属矿物的一种特性，如自然金、自然铜等均有强延展性。

(2) 脆性：矿物容易被击碎或压碎的性质叫脆性。自然界绝大多数非金属矿物都具脆性，如萤石、石英、石榴子石等。

(3) 弹性和挠性：矿物的弹性是指某些片状或纤维状的矿物，受外力作用时，能发生弯曲而并不断裂。当外力解除后又能恢复到原来状态的性质。例如云母、石棉等。作用力失去之后不能恢复原状的性质称为挠性。如绿泥石、石墨等。

③解理

矿物晶体受外力作用后，沿晶格中某些特定方向的面网发生破裂的固有特性，称为解理。这些破裂成一系列光滑的平面称为解理面。解理是由矿物的晶体结构决定的。矿物的解理，是鉴定矿物的特征之一。

在矿物鉴定中，根据解理产生的难易程度及其完好性，通常将其分为5级。

(1) 极完全解理：受力后极易沿解理面分裂成薄片，解理面平整光滑，例如云母。

(2) 完全解理：受力后沿解理面分裂，解理面显著且平滑，例如方解石、萤石。

(3) 中等解理：受力后常沿解理面分裂，解理面清楚，但不很平滑。常不连续，例如辉石。

(4) 不完全解理：受力后沿解理面分裂较为困难，仅断续可见小或零星的不明显的解理面，解理面不平整，例如橄榄石。

(5) 无解理：受力后很难出现解理面，多形成断口。仅在显微镜下偶而可见零星的解理面。例如石英、黄铁矿。

④裂理（裂开）

矿物在外力作用下，沿着除解理以外的特定方向面网发生破裂的非固有特性。沿裂理裂开的平面称为裂理面。

⑤.断口

矿物在外力打击下，沿任意方向发生断裂而形成的各种不平整的断开面，称为断口。断口在矿物晶体、矿物的集合体和非晶质体中均可发生。断口与解理互为消长的关系，晶体矿物中解理完善程度高的方向断口不发育，而解理差的方向，则发育断口。

(3) 矿物的其他物理性质：

密度和相对密度

磁性

根据磁性的强弱，可将矿物分为三类：

强磁性矿物：矿物块体或较大的颗粒能被吸引，如磁铁矿

弱磁性矿物：矿物粉末能被吸引，如铬铁矿、黑钨矿

无磁性矿物：矿物粉末也不能被吸引，绝大部分矿物都属于此类，如黄铁矿。

2、讲授矿物形成的地质作用

(1) 内生作用：内生作用是指由于地球内部热能所导致矿物形成的各种地质作用。

岩浆作用：岩浆作用是指在地下深处的高温高压下形成的岩浆熔融体，上侵达到地壳或喷出地表过程中冷却结晶而形成矿物的地质作用。岩浆是产生于上地幔和地壳深处，含挥发成分的高温粘稠的主要成分为硅酸盐的熔融物质。

随着地壳运动的发生，岩浆沿着断裂构造向上运动，由于温度、压力的降低，从岩浆中首先析出的是熔点高、含量高的矿物。随着温度、压力的进一步缓慢降低，以及各种组分相对浓度的不断变化，从岩浆中相继晶出颗粒较粗的各种不同矿物晶体。

伟晶作用：伟晶作用是指岩浆作用或混合岩化变质晚期，由岩浆结晶过程中产生的富含挥发分的残余熔体形成伟晶岩及其有关矿物的地质作用。伟晶岩常呈脉状产出，并往往成群出现。

伟晶作用形成的矿物特点：晶体粗大，富含挥发分

热液作用：

热液作用是指从气水溶液到热水溶液过程中形成矿物的地质作用。热液按其来源有岩浆期后热液、火山热液、变质热液和地下水热液。

(2) 外生作用：

由于风化作用所形成的矿物和岩石风化产物，被流水、风、冰川和生物等介质携带，搬运至其他适当环境中沉积下来，形成新的矿物或矿物组合的作用，称为沉积作用。如果其物质来源于火山喷发的产物，经过沉积或搬运一定距离再沉积，这种作用则特别称为火山沉积作用，它是沉积作用中的一种特殊形式。

(3) 变质作用：接触变质作用，区域变质作用

在地表以下一定深度内，由于受地壳构造变动、岩浆活动及地热流体变化的影响，已经形成的矿物和岩石结构的改变或者成分的改组，而导致一系列变质矿物或新的岩石形成的地质作用，称为变质作用。根据产生的原因和形成条件的不同，分为接触变质作用和区域变质作用。

3、矿物的化学组成

(1) 地壳中化学元素的丰度与矿物形成的关系

地壳元素丰度，又称克拉克值，表示地壳中各种化学元素平均含量的数值。

(2) 矿物的化学成分类型

化学成分是矿物的基本属性，是决定矿物各项性质的最根本的因素之一。自然界的矿物，就其化学组成来说，大体可分为两类：一类是单质，即由同一种元素构成的矿物，如自然金(Au)、金刚石(C)等。另一类是化合物，即由多种离子或离子团构成的矿物，其中由一种阳离子和一种阴离子组成的称作简单化合物，

(3) 类质同像

类质同象是指晶体结构中的某些离子、原子或分子的位置，一部分被性质相近的其他离子、原子或分子所占据，但晶体结构型式、化学键类型及离子正负电荷的平衡保持不变或基本不变，仅晶胞参数和折射率、比重等物理性质有随置换数量的改变而作线性变化的现象。

(4) 同质多象

同一种物质(单质或化合物)在不同的热力学条件下，能结晶呈若干种不同晶体结构的現象。如金刚石和石墨。

(5) 胶体矿物及其化学组成特征

胶体是一种或多种物质的微粒(粒径一般介于1~100nm之间)分散在另一种物质之中而形成的不均匀的混合分散体系。前者称为分散相(分散质)，后者称为分散媒(分散剂)，相当于溶液中的溶质和溶剂。显然，胶体是一个由两相或多相物质组成的混合物。

(6) 矿物中水的存在形式

1. 吸附水

以中性水分子 H_2O 的形式被机械地吸附于矿物颗粒的表面或缝隙中的水。其中，附着于矿物颗粒表面的称为薄膜水；充填在矿物颗粒间细微裂隙中的称为毛细管水。吸附水不属于矿物固有的化学组成，因此，不写入矿物化学式。

2. 结晶水

以中性水分子 H_2O 的形式存在于晶体结构中，其数量固定，并与矿物中其他组分的含量常成简单的比例关系，如石膏 $(Ca [SO_4] \cdot 2H_2O)$ 。

3. 结构水

结构水(也称化合水)，是以 OH^- 、 H^+ 或 $(H_3O)^+$ 的形式存在于晶体结构中，有固定的配位位置和确定含量比的“水”，其中尤以 OH^- 最为常见，如高岭石 $(Al_4 [Si_4O_{10}] (OH)_8)$ 等

4. 沸石水

沸石水是介于结晶水和吸附水之间的一种水，以中性水分子的形式主要存在于沸石族矿物晶格中宽大的空腔和通道中而得名。

5. 层间水

层间水是存在于某些具有层状结构的硅酸盐矿物晶格的结构层之间，性质介于结晶水与吸附水之间的一种中性水分子。层间水的含量不定，并随所吸附的阳离子的种类以及外界环境的温度和湿度而变化，同时矿物的物理性质也将发生相应的变化。当温度升高时，层间水逐渐逸出，常压下约至 $110^\circ C$ 时，其大部分水可逸失。

(7) 矿物的化学式及其表示方式

结构式，亦称晶体化学式。除表示出组成元素的种类及其原子数之比外，还能在一定程度上表示出原子在结构中的关系及其存在形式。例如白云母的结构式即写为 $KAl_2[(AlSi_3)O_{10}](OH)$

2。结构式是矿物学中普遍采用的方法。

4、矿物的分类和命名

(1) 矿物的分类

自然元素矿物

硫化物

氧化物、氢氧化物

卤化物

含氧盐：硅酸盐、碳酸盐 硝酸盐 硼酸盐、硫酸盐 钨酸盐 磷酸盐

(2) 矿物的命名

现今的矿物命名方法主要可归纳为：

(1) 以化学成分命名，例如钨锰铁矿 $(\text{Mn, Fe})\text{WO}_4$ 和银金矿 (Au, Ag) 。

(2) 依据物理性质命名，例如重晶石（具有较高的相对密度）、方解石（具有菱面体解理）、孔雀石（呈孔雀绿色）、天青石（呈天青色）、蛇纹石（颜色斑驳如蛇皮）。

(3) 以形态特点命名，例如石榴子石（呈四面体或菱形十二面体状，类似石榴子）、十字石（具有双晶，呈十字形）。

(4) 结合化学成分和物理性质命名，例如赤铜矿 (Cu_2O) ，红色）、黄铜矿 (CuFeS_2) ，铜黄色）、辉锑矿 (Sb_2S_3) ，金属光泽）、方铅矿 (PbS) ，立方体晶形和解理）、磁铁矿 (Fe_3O_4) ，强磁性）。

(5) 以矿物发现地型和地名命名的矿物，例如香花石（发现于中国香花岭）、高岭石（产于中国江西高岭地区，最著名）。

(6) 以矿物发现人名字命名，例如章氏硼镁石（Hungchsaoite，纪念中国地质学家章鸿钊而命名）

第四章 矿物各论（24 学时）

教学目标：

- 1、掌握自然金属元素矿物
- 2、掌握自然非金属元素矿物
- 3、掌握单硫化物矿物
- 4、掌握对硫化物矿物
- 5、掌握氟化物矿物
- 6、掌握氯化物矿物
- 7、掌握氧化物矿物。
- 8、掌握氢氧化物矿物
- 9、掌握岛状、环状、链状、层状、架状结构硅酸盐亚类矿物。
- 10、 掌握碳酸盐矿物
- 11、 掌握硝酸盐矿物。
- 12、 掌握硼酸盐矿物。
- 13、 掌握硫酸盐矿物。
- 14、 掌握钨酸盐矿物。
- 15、 掌握磷酸盐矿物。

教学方法、手段：

讲授法，板书，演示

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 通过典型矿物在装饰、颜料、资源生产利用等研究使用历史和当代价值的学习，激发学生的自信和时代感。

教学重点与难点：

重点：

- 1、自然金属元素矿物
- 2、自然非金属元素矿物
- 3、单硫化物矿物
- 4、对硫化物矿物
- 5、氟化物矿物
- 6、氯化物矿物
- 7、氧化物矿物。
- 8、氢氧化物矿物
- 9、岛状、环状、链状、层状、架状结构硅酸盐亚类矿物。
- 10、 碳酸盐矿物
- 11、 硝酸盐矿物。
- 12、 硼酸盐矿物。
- 13、 硫酸盐矿物。
- 14、 钨酸盐矿物。
- 15、 磷酸盐矿物。

难点：

- 1、自然金属元素矿物
- 2、自然非金属元素矿物
- 3、对硫化物矿物
- 4、氟化物矿物
- 5、氢氧化物矿物
- 6、岛状、环状、链状、层状、架状结构硅酸盐亚类矿物。

教学内容设计：

介绍自然界、狗头金的野外产出环境和特征，进入本章自然元素矿物的介绍。

1、自然元素矿物

(1) 自然金属元素矿物：自然铜族、自然金族

组成自然金属元素矿物的元素，最主要是铂族元素，金、铜、银其次，其他金属(如 Pb、Zn、Sn)偶见，而 Fe、Co、Ni 的单质形式则主要见于铁陨石中。金主要以单质形式存在于自然界中；银或铜呈单质形式存在的则比较少见，它们往往形成硫化物和其他化合物。

本族矿物的物理性质表现为金属色，金属光泽，反射力强且不透明。无解理；硬度低；延展性强。密度大。导电性和导热性良好。常呈树枝状连生，并常形成双晶。

在矿物成因上，自然金往往为热液成因的，而自然铜和自然银除了热液成因以外，更常见于硫化物矿床氧化带中，系由含铜或含银硫化物矿物氧化后所形成的硫酸铜或硫酸银溶液被其他硫酸盐或硫化物所还原而成。

自然铜 Cu

等轴晶系。单晶体很少见，通常呈不规则树枝状、片状或致密块状集合体。铜红色，表面常带有锈；条痕铜红色；金属光泽；不透明。硬度 2.5~3；无解理；断口呈锯齿状；具强延展性。密度 8.95g/cm³(纯铜)。熔点 1083℃。具有良好的导电和导热性。

自然铜是多种地质作用过程中还原条件下的产物。热液成因的自然铜，往往呈散染状；充填于玄武岩气孔中，与沸石、葡萄石等矿物共生的自然铜，其成因与火山热液作用有关；沉积成因的自然铜见于富含有机质的一些沉积岩层中。而最为常见的是形成于含铜硫化物矿床氧化带下部的自然铜，系含铜硫化物氧化后，又被其他硫酸盐或硫化物还原而成，常与赤铜矿、赤铁矿、孔雀石等矿物伴生。

★以铜红色，金属光泽，富延展性，密度大为主要鉴定

自然金 (Gold) Au

等轴晶系。单晶体少见，通常呈分散粒状、片状、树枝状等形态的集合体，偶见较大的金块体(俗称“狗头金”)。

金黄色，条痕色与颜色相同，随其成分中含 Ag 量的增高则颜色逐渐变为淡黄；金属光泽，不透明。硬度 2.5~3；无解理；具强延展性，可以锤打成金箔或拉成金丝。密度 19.3g/cm³(纯金)。熔点 1062℃。热和电的良导体。化学性质稳定，不溶于酸，只溶于王水。

自然金几乎是金的唯一来源。主要形成于高、中温热液成因的含金石英脉中，或产于蚀变岩以及与火山热液作用有关的中、低温热液矿床中。由于自然金密度大，化学性质稳定，常常在外生条件下富集形成重要的砂金矿床。

★以金黄色的颜色与条痕色，硬度低，延展性强，密度大，不溶于一般强酸为主要鉴定特征。

(2) 自然非金属元素矿物：自然硫族、金刚石-石墨族、

自然硫 α-S

斜方晶系。晶形常呈双锥状或厚板状，由菱方双锥、菱方柱、板面等组成。通常呈块状、粒状、粉末状、钟乳状集合体等。

带有各种不同色调的黄色；条痕白色至淡黄色；晶面呈金刚光泽，而断面显油脂光泽。贝壳状断口；解理不完全；性脆；硬度 1~2。密度 2.05~2.08g/cm³；熔点低，易燃，有硫臭味。

自然硫为硫蒸气直接凝华或由硫化物，如硫化氢、黄铁矿等不完全氧化或氧化后经还原形成于地表。自然硫矿床最主要的成因是由细菌参与的生物化学沉积和火山喷发作用形成的。

★以其颜色，光泽，低硬度，性脆和易熔，易燃为主要鉴定特征。

金刚石 Diamond C

等轴晶系。晶体常呈八面体、菱形十二面体及聚形，也见由立方体、四六面体等组成的聚形。晶面上常有蚀象，八面体晶面上呈倒三角形凹坑，自然界中金刚石大多数因溶蚀晶面常弯曲，而呈浑圆粒状、凸晶状或碎粒状产出。无色透明，通常带有深浅不同的黄色或褐色色调。也有少数

金刚石呈现蓝色、黑色、黄色和粉红色等。晶面呈标准金刚光泽，断口为油脂光泽。硬度 10；性脆；解理中等。密度 3.50~3.52g/cm³。纯净金刚石热膨胀系数小，导热性好。

金刚石结晶发生于高温高压条件下，是岩浆作用的产物，主要产于超基性岩的金伯利岩和钾镁煌斑岩中。

★以极高的硬度，标准金刚光泽，晶形轮廓常呈浑圆状，紫外线照射下显磷光为其主要鉴定特征。

石墨 C

通常为鳞片状、块状或土状集合体。钢灰至铁黑色，条痕黑色；半金属光泽；隐晶质土状集合体的光泽暗淡。硬度 1~2；平行解理极完全；薄片具挠性；性软，有滑感，易污手。密度 2.09~2.26g/cm³。化学性质稳定；电、热良导体。

自然界中石墨往往在高温条件下形成。分布最广的是沉积变质成因的石墨，系由富含有机质或碳质的沉积岩经受区域变质作用而成。接触变质成因的石墨，可由煤系或碳质页岩经热变质或碳酸盐矿物分解而成。

★以颜色，光泽，一组极完全解理，硬度低，密度小，有滑感，易污手为其主要鉴定特征

2、硫化物矿物

本大类矿物虽然数量有限，仅仅占地壳总质量的 0.15%，但可以富集成具有工业意义的重要有色金属和稀有元素矿床。组成本大类矿物的阳离子主要为 Fe, Co, Ni, Mo, Cu, Pb, Zn, Ag, Hg, As, Sb, Bi 等，是主要有色金属的重要来源。

绝大多数矿物呈金属色、金属光泽，条痕色深而不透明，如方铅矿、黄铁矿，仅少数硫化物如雄黄、雌黄、辰砂、闪锌矿等具金刚光泽、半透明。部分矿物具完好的解理。本大类矿物的硬度变化较大。其中简单硫化物和硫盐矿物硬度低，其硬度介于 2-4 之间，尤其具层状结构者，如辉钼矿、铜蓝、雌黄等，其硬度甚至降低到 1-2 之间。而具对阴离子[S²⁻]²⁻、[Te²⁻]²⁻、[AsS]²⁻等的复硫化物及其类似化合物的硬度增高至 5-6.5。这一大类矿物的熔点低，相对密度较大，一般在 4 以上，这是由于它们的阳离子多具有较大的相对原子质量。

依据阴离子价态不同和络阴离子结合方式的特定，将本类矿物相应的分为单硫化物、对硫化物和硫盐矿物三类。

(1) 单硫化物矿物：辉锑矿族、方铅矿族、闪锌矿-纤锌矿族、辰砂族、磁黄铁矿族、黄铜矿族、辉铋矿族、雌黄族、雄黄族、辉钼矿族

方铅矿 PbS

等轴晶系。常呈立方体晶形，有时以八面体与立方体聚形出现。通常呈粒状、致密块状集合体。

铅灰色，条痕灰黑色；金属光泽。硬度 2~3；解理平行立方体{100}完全。密度 7.4~7.6g/cm³。

方铅矿是自然界分布最广的含铅矿物。形成于不同温度的热液过程，其中以中、低温热液过程最为主要，经常与闪锌矿一起形成铅锌硫化物矿床。

★以其铅灰色，金属光泽，立方体完全解理，硬度小、密度大为主要鉴定特征。

闪锌矿 ZnS

等轴晶系。晶体常呈四面体状，低温条件下有时呈菱形十二面体状。以(111)为接合面成双晶。集合体通常呈粒状块体。胶体成因的闪锌矿呈隐晶质的肾状、葡萄状、同心圆状等形态特征。

当含铁量增多时，颜色由浅变深，从浅黄、棕褐直至黑色(铁闪锌矿);条痕由白色至黄色、褐色;光泽由树脂光泽至半金属光泽;从透明至半透明。硬度 3.5~4。

闪锌矿常见于接触交代矽卡岩和各种热液成因矿床中，是分布最广的锌矿物

此外，闪锌矿还有表生沉积成因的。闪锌矿在氧化带中形成菱锌矿 $Zn[CO_3]$ 、异极矿 $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2$ 等次生矿物。

★以其菱形十二面体完全解理、解理面上呈金刚光泽，较浅的条痕颜色，常与方铅矿密切共生。

辰砂 HgS

三方晶系。单晶体呈菱面体形，或呈厚板状、柱状。双晶常见，常成贯穿双晶。集合体多呈不规则粒状，有时为致密块状、粉末状及被膜状等。

猩红色;有时表面呈铅灰的锍色;条痕红色;金刚光泽。性脆;硬度 2~2.5;解理平行六方柱完全。密度 8.05g/cm³。

主要形成于低温热液过程中，在碱性介质中沉淀晶出。常与辉锑矿、雄黄、雌黄、黄铁矿、石英等矿物共生。辰砂是分布最广的汞矿物。

★猩红色及红色条痕色，密度大，硬度低为主要鉴定特征。

黄铜矿 CuFeS₂

四方晶系。晶体常见单形呈四方四面体、四方双锥等，但单晶体较少见。通常为致密块状或分散粒状。

铜黄色，但往往带有暗黄或斑状锍色;条痕绿黑色;金属光泽;不透明;解理不发育。硬度 3~4;性脆;密度 4.1~4.3g/cm³。能导电。

黄铜矿分布较广，可形成于多种地质条件下。出现于与基性岩、超基性岩有关的铜镍硫化物岩浆矿床、斑岩铜矿、各种热液(包括火山热液)成因铜矿床以及某些沉积成因(包括火山沉积成因)的层状铜矿中。在氧化带，黄铜矿易于氧化、分解，而转变为易溶于水的硫酸铜，后者与含碳酸的水溶液作用可形成孔雀石、蓝铜矿。我国黄铜矿的主要产地集中在长江中下游地区、川滇地区、山西南部的中条山地区、甘肃的河西走廊以及青海、西藏等地。

★黄铜矿与黄铁矿相似，但以更黄的颜色和较低的硬度加以区别。与自然金的区别在于绿黑色的条痕，性脆及溶于硝酸。

辉锑矿 Sb₂S₃

斜方晶系。单晶体呈柱状或针状，柱面具有明显的纵纹，较大的晶体往往显现弯曲。集合体常呈放射状、柱状晶簇，或致密粒状、块状集合体。

铅灰色，条痕黑色;晶面常带暗蓝锍色;金属光泽;不透明。解完全，解理面上常见有横的聚

片双晶纹;硬度 2;性脆。密度 4.6g/cm³。

辉锑矿为分布最广的锑矿物,见于中低温热液矿床中,与辰砂、石英、萤石、重晶石、方解石等共生。

★铅灰色,柱状晶形,解理面上有横纹为主要鉴定特征。

雌黄 As₂S₃

单斜晶系。常见板状或短柱状,集合体呈片状、梳状、土状等。

柠檬黄色,条痕鲜黄色;油脂光泽至金刚光泽,解理面为珍珠光泽。解理}极完全,薄片具挠性。硬度 1.5~2。密度 3.5g/cm³。

低温热液矿床中的典型矿物,常与雄黄密切共生。此外,还见于热泉沉积物和火山凝华物中,与自然硫、氯化物等共生。我国湖南、云南、贵州、四川、甘肃等省均有产出,尤以湖南和云南著名。

★柠檬黄色,硬度低,一组极完全解理。与自然硫相似,但自然硫不具极完全解理。

雄黄 As₄S₄(通常简写为 AsS)

单斜晶系。晶体通常细小,呈针状或柱状。一般以致密粒状或土状块体或皮壳状产出。

橘红色,条痕淡橘红色;晶面上具金刚光泽,断面上呈现树脂光泽。硬度 1.5~2;性脆;解理平行完全。密度 3.6。长期受光照射作用,可转变为淡橘红色粉末。

低温热液矿床中的典型矿物,亦见于温泉和硫质喷气孔的沉积物中,与雌黄共生。

★橘红色,条痕淡橘红色,硬度低。与辰砂相似,但辰砂条痕色为鲜红色,密度大

辉钼矿 MoS₂

单晶体常呈不完整六方板状、片状,底面上常有条纹;通常以鳞片状集合体产出。

铅灰色,条痕为亮铅灰色,在上釉瓷板上为带微绿的灰黑色;金属光泽;不透明。硬度 1;解理平行极完全;薄片具挠性。有滑腻感,会污手。密度 5.0g/cm³。

辉钼矿是分布最广的钼矿物,主要是高、中温热液成因的,常与黑钨矿、锡石、石榴子石、透辉石等共生。与酸性岩有关的最重要钼矿床为斑岩型和接触交代型。在高温钨锡石英脉中,也经常出现辉钼矿。在表生氧化带,辉钼矿可转变成黄色粉末状钼华。

★铅灰色,金属光泽,硬度低,底面解理极完全。以其密度较大、光泽较强、颜色及条痕较淡可与相似的石墨相区别。

(2) 对硫化物矿物:黄铁矿-白铁矿族、毒砂族

黄铁矿 FeS₂

等轴晶系。晶形常呈立方体、五角十二面体,较少呈八面体。在立方体晶面上常能见到两相邻晶面上相互垂直的晶面条纹,这种条纹系由立方体与五角十二面体反复交替生长形成的聚形条纹。贯穿双晶,称为铁十字律双晶。集合体常呈致密块状、粒状以及草莓状、结核状等。

浅黄铜色,表面带有黄褐锈色;条痕绿黑色;金属光泽;不透明。硬度 6~6.5;性脆;断口

参差状。密度 $4.9\sim 5.27\text{g/cm}^3$ 。

黄铁矿是地壳中分布最广的硫化物矿物，形成于多种不同地质条件下，如铜镍硫化物岩浆矿床、接触交代矽卡岩型矿床、多金属热液矿床以及与火山作用有关的矿床中。外生成因的黄铁矿见于还原环境的沉积矿床、含煤地层及黑色页岩、砂岩中，由沉积作用形成的黄铁矿往往呈结核状和团块状等。在氧化带，黄铁矿易分解而形成各种铁的氢氧化物和硫酸。铁的氢氧化物中以针铁矿为最常见，是构成褐铁矿的主要矿物成分。褐铁矿有时保留黄铁矿晶体外形，形成假象。

★以其晶形、晶面条纹、颜色、硬度等特征可与相似的黄铜矿、磁黄铁矿相区别。

毒砂 FeAsS

单斜晶系。单晶体常呈柱状，有晶面条纹。有时形成接触双晶、穿插双晶或三连晶。集合体往往为粒状或致密块状。

锡白色；表面常带浅黄的锍色；条痕灰黑色；金属光泽；不透明。硬度 $5.5\sim 6$ ；性脆；解理平行不完全。密度 $5.9\sim 6.3\text{g/cm}^3$ 。锤击之发砷之蒜臭味。灼烧后具磁性。

毒砂是分布最广的一种硫砷化物，其形成的温度变化范围很大。但大多数的毒砂都见于高温和中温热液矿床和某些接触交代矿床中。高温条件下形成的常见于钨锡石英脉中，与黑钨矿、锡石等共生。中温热液作用形成的毒砂与铜、铅、锌硫化物共生。在含金石英脉中，它亦是常见的矿物。

★以其锡白色，硬度高，锤击之发蒜臭味为主要鉴定特征。

3、卤素化合物矿物

卤素化合物为金属元素阳离子与卤素元素（氟、氯、溴、碘、砷）阴离子相互化合的化合物。卤素化合物矿物种数约在 124 种左右，其中主要是氟化物和氯化物，而溴化物和碘化物则极为少见。

（1）氟化物矿物：萤石族

萤石 CaF_2

等轴晶系。萤石呈立方体、八面体或菱形十二面体晶形以及它们的聚形。在立方体面上有时出现镶嵌式花纹。双晶常见，由两个立方体相互贯穿而成。集合体呈粒状、块状、球粒状或钟乳状。

萤石的颜色多种多样，常见的是白色、紫色、蓝色或绿色，而无色、黄色少见；玻璃光泽。硬度 4；性脆；解理平行 $\{111\}$ 完全。密度 3.18g/cm^3 。具荧光性，稀土含量高者具热发光性。

萤石主要形成于热液作用和沉积作用。热液矿床主要产于流纹岩、花岗岩、片岩中，聚集成独立的中、低温萤石脉或产于花岗伟晶岩的晶洞中。沉积成因的萤石呈层状，与石膏、硬石膏、方解石等共生。

★以其晶形、八面体完全解理和硬度为鉴定特征。

（2）氯化物矿物：石盐族

石盐 NaCl

等轴晶系。单晶体呈立方体形。盐湖中形成的晶体，常见有漏斗状阶梯凹陷的骸晶，特称漏斗状晶体。我国西北盐湖中的有些石盐，盐粒如珠，特称珍珠盐。集合体常呈块状、粒状或疏松状盐华。

纯净者透明无色，结构中存在中性钠原子时呈蓝色；含机械混入物者则呈现各种颜色：灰色（泥质）、黄色（氢氧化铁）、红色（氧化铁）和黑褐色（有机质）等；玻璃光泽，风化面现油脂光泽。硬度 2；性脆；解理平行 {100} 完全。密度 $2.1\sim 2.2\text{g/cm}^3$ 。易溶于水，味咸。

石盐为典型的化学沉积成因的矿物。主要聚集形成于干热气候条件下的内陆盆地盐湖和滨海浅水潟湖、海湾的蒸发沉积作用。

★以其立方体的晶形和完全解理，易溶于水，味咸为主要鉴定特征

4、氧化物和氢氧化物矿物

(1) 氧化物矿物：刚玉族、金红石族、石英族、尖晶石族、黑钨矿族、

刚玉 Al_2O_3

三方晶系。晶体常呈完好的六方柱状、桶状或近似腰鼓状，常见聚片双晶，以至在晶面上常见几组相交的双晶纹。

玻璃光泽；硬度 9；无解理；常因聚片双晶或细微包裹体产生的裂理。密度 $3.95\sim 4.10$ 。

纯净刚玉为无色透明，一般为灰色、蓝灰色或黄灰色。含不同杂质时呈不同颜色，含铁者呈黑色；含铬元素而呈红色者，称红宝石；含铁、钛元素而呈蓝色者称蓝宝石；含镍者呈黄色。

多形成于高温富 Al_2O_3 贫 SiO_2 的岩浆结晶作用中，因而见于刚玉正长岩和斜长岩、玄武岩或刚玉正长岩质伟晶岩中。接触交代作用形成的刚玉，见于火成岩与碳酸盐岩的接触带中。黏土质岩石经区域变质作用则可以形成刚玉结晶片岩或富铝片麻岩。此外也可出现于砂矿中。

★以其晶形，双晶条纹和高硬度作为鉴定特征。

赤铁矿 Fe_2O_3

三方晶系。单晶体常呈板状，主要由板面与菱面体等所组成之聚形。集合体形态多样：显晶质的有片状、鳞片状或块状，其中具金属光泽的片状集合体称为镜铁矿；具金属光泽的细鳞片状集合体称为云母赤铁矿；隐晶质集合体有鲕状、肾状、粉末状和土状等

显晶质的赤铁矿呈铁黑至钢灰色；隐晶质的鲕状、肾状和粉末状者呈暗红色；条痕均为樱红色。

金红石、锡石、锆石的对比学习。

矿物	晶系	晶形	硬度	密度	光泽、透明度	颜色	地质成因	特征
金红石 TiO ₂	四方	单晶体呈柱状、棒状或针状。常见依肘状双晶或轮式双晶。集合体呈不规则粒状或致密块状	6, 性脆	4.2-4.3	金刚光泽, 半透明至透明	通常呈棕褐色至褐色; 条痕浅黄棕色至浅褐色	伟晶作用、变质作用、岩浆作用	颜色, 四方柱形, 膝式或轮式双晶
锡石 SnO ₂	四方	单晶体常呈由四方双锥和四方柱所组成的聚形。肘状双晶常见。集合体呈不规则粒状或致密块体。	6-7, 性脆	6.8-7.0	金刚光泽, 大多半透明至透明	纯净无色的锡石很少见, 一般为黄棕色至深褐色; 条痕白色至淡黄褐色	岩浆作用(酸性)、热液作用(高温)、变质作用	密度大
锆石 Zr[SiO ₄]	四方	晶体常呈带双锥的柱状。晶体内部常显环带状构造。	7.5	4.6-4.7	金刚光泽, 有时现油脂光泽, 半透明至透明	常呈黄色至红棕色, 灰、绿色少见	岩浆作用、伟晶作用	呈四方柱及四方双锥的聚形

α-石英 SiO₂

三方晶系。单晶通常呈六方柱和菱面体等单形所成之聚形。柱面上常具横纹。集合体呈粒状、梳状、晶簇状或致密块状。

玻璃光泽，断口呈油脂光泽。硬度 7；无解理；贝壳状断口。密度 2.65。具压电性。

α-石英因含各种杂质，颜色多种多样，形成不同的变种。常见无色、白色和灰色等。纯净无色透明的石英晶体，称水晶；烟灰、烟黄色者称烟水晶；暗棕色者称茶晶；黑色者称墨晶；紫色者称紫水晶；黄色者称黄水晶；呈浅红色、粉红色的石英称蔷薇石英；呈乳白色的称乳石英。内含针状金红石、电气石等包裹体者称为发晶；含有液态和气体共同组成的包裹体，摇晃时水珠分合，称水胆水晶。含密集定向规则排列的纤维状、针状包裹体而呈现猫眼效应者，称为石英猫眼。由石英交代纤维状石棉具丝绢光泽者呈黄褐色者称虎睛石；而淡蓝色者称鹰眼石。

隐晶质的石英集合体，单晶呈纤维状，杂乱或略具定向排列者称玉髓（石髓）。具有不同颜色条带、环带状或花纹相间分布的玉髓称为玛瑙。

α-石英在自然界分布极广，是许多火成岩、沉积岩和变质岩的主要造岩矿物，也是多种金属、非金属矿脉的主要脉石矿物。主要由岩浆作用、热液作用形成，隐晶质石英多为外生作用的产物，玛瑙为低温热液的胶体成因产物，主要充填产于喷出岩的孔洞中。

★ α-石英以其晶形，无解理，贝壳状断口，硬度为其鉴定特征

蛋白石 SiO₂ · nH₂O

通常认为，蛋白石为非晶质矿物。但根据扫描电子显微镜和 X 射线的研究发现，其内部存在着方石英雏晶和 SiO₂ 球体的亚显微晶质结构堆积，并存在一定量的水分子。通常呈肉冻状块体或葡萄状、钟乳状、皮壳状等。

颜色不定，通常为蛋白色，因含各种杂质而呈现不同颜色。通常微透明；玻璃光泽或蛋白光泽。无色透明者称玻璃蛋白石；半透明而具强烈的橙、红等反射色者称火蛋白石；半透明带乳光的或具变彩效应的蛋白石称贵蛋白石（欧泊）。硬度 5~5.5。密度视含水量和吸附物质的多少介于 1.9~2.3g/cm³ 之间。

低温热液形成，其中从火山温泉中沉淀而成的称硅华。在外生条件下可由硅酸盐矿物遭受风化分解而产生的硅酸溶液凝聚而成。带至海水中的硅酸溶液，被硅藻、放射虫等生物吸收后构成

硅质骨骼，死亡后堆积而成为硅藻土。

★以其蛋白光泽和变彩为其特征。与石髓之区别是蛋白石硬度较低。

尖晶石 $MgAl_2O_4$

等轴晶系。单晶体常呈八面体形，有时八面体与菱形十二面体组成聚形。双晶依尖晶石律成接触双晶。

玻璃光泽；硬度 8；无解理；偶有平行 {111} 裂理。密度 3.55g。

无色者少见，通常呈红色（含 Cr）、绿色（含 Fe^{3+} ）或褐黑色（含 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} ）；

主要由变质作用、岩浆作用形成。形成于侵入岩与白云岩或镁质碳酸盐岩的接触交代带中，在富铝贫硅的泥质岩的热变质带亦可形成尖晶石。作为副矿物，见于基性、超基性岩浆岩中。此外，也常见于砂矿中。

★以其八面体晶形，尖晶石律接触双晶和高硬度为主要鉴定特征。

黑钨矿（钨锰铁矿） $(Fe, Mn)WO_4$

黑钨矿是钨锰矿和钨铁矿的完全类质同象系列的中间成员。

单斜晶系。晶体常呈板状或短柱状，平行柱延伸方向常具纵向条纹。接触双晶。集合体为板状、刀片状或粗粒状。暗红褐至铁黑色；条痕黄褐色（随含 Fe 量的增加而加深）至褐黑色；半金属光泽；性脆；解理完全。密度 7.12~7.51。具弱磁性。

黑钨矿成因上与花岗岩关系密切，主要产于高温热液石英脉及云英岩化花岗岩中。常与石英、锡石、毒砂、萤石、电气石等共生。

★黑钨矿以其板状、刀片状形态，褐黑色，完全解理和密度大为其鉴定特征。

(2) 氢氧化物矿物：三水铝石族、针铁矿族、硬锰矿族

氢氧化物主要形成于低温表生条件下，其中多数矿物系胶体凝聚而成。胶体的吸附作用使其化学成分变得复杂。

5、硅酸盐矿物

硅酸盐矿物种类繁多，目前已知的矿物 1100 多种，约占已经发现矿物总数的 27%，占地壳总体积约 80%。硅酸盐矿物分布广泛，是三大岩的主要造岩矿物。

硅酸盐矿物结构中的基本构造单元是稳定的 $[SiO_4]^{4-}$ 四面体型的硅酸根离子，它既可以孤立存在，也可以通过共用四面体角顶上氧离子的方式，彼此相接而形成多种复杂的络阴离子。

根据硅氧络离子排列方式不同，将硅酸盐分为岛状结构硅酸盐、环状结构硅酸盐、链状结构硅酸盐、层状结构硅酸盐和架状结构硅酸盐。

(一) 岛状结构硅酸盐亚类矿物

(1) 锆石族

(2) 橄榄石族

本族矿物以镁橄榄石 ($\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$) 及铁橄榄石 (Fe_2SiO_4) 为两个端元组分的完全类质同象系列, Mg^{2+} 和 Fe^{2+} 的组分相互置换, 形成自然界最为重要的造岩矿物橄榄石。

橄榄石 ($\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$

斜方晶系。单晶体少见, 多呈短柱状或厚板状。通常呈粒状集合体。

玻璃光泽。断口常呈次贝壳状; 硬度 6~7; 密度 3.3~4.3g/cm³。

镁橄榄石色浅, 通常为白色至浅黄色, 含铁越高则颜色越深, 一般呈黄绿色至橄榄绿色。

橄榄石是地幔岩的主要组成矿物之一, 也是基性、超基性岩中的主要造岩矿物。在接触变质和区域变质过程中, 镁质碳酸盐岩层会因变质作用而生成镁橄榄石。在热液蚀变以及风化作用过程中, 橄榄石极易蚀变。最常见的蚀变产物是蛇纹石、滑石等。此外, 橄榄石也是构成石陨石和石铁陨石的主要矿物之一。

★以黄绿色, 粒状, 解理性差, 难熔为主要鉴定特征。

(3) 蓝晶石族

蓝晶石 $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$

三斜晶系。单晶体常呈长板状或刀片状。双晶常见, 呈简单的接触双晶或聚片双晶, 通集合体多为板条状或放射状。

玻璃光泽, 解理面上有时显珍珠光泽; 解理完全; 硬度表现出显著的各向异性, 平行晶体延长方向的硬度为 4.5~5.5, 垂直此方向为 6.5~7。故蓝晶石又名二硬石。密度 3.53~3.65。

一般呈蓝色, 浅蓝色, 也可呈白、灰、黄、浅绿等色;

蓝晶石多由泥质岩经变质而成, 主要形成于中级变质作用压力较高的条件下, 属典型区域变质矿物。与十字石、铁铝榴石等变质矿物共生。

★板条状形态, 颜色以及硬度的各向异性较易识别。

红柱石 $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$

斜方晶系。单晶体呈类似四方柱状, 横断面接近于正方形。晶体内部含有定向排列碳质包裹体的红柱石, 称为空晶石。集合体呈粒状或放射柱状, 后者又称为菊花石。

常呈灰白色或肉红色; 玻璃光泽。硬度 6.5~7.5; 解理中等, 解理交角近 90°, 密度 3.13~3.16。

红柱石主要是变质成因, 常形成于温度和压力都较低的热变质和区域变质作用中, 多由富铝的泥质岩变质而成。

★以柱状形态, 解理交角近于垂直, 常呈肉红色为鉴定特征。

矽线石

(4) 石榴子石族

石榴子石族矿物之间的类质同象置换现象极为普遍。依据主要阳离子间类质同象关系, 通常可将本族矿物分成以三价阳离子为 Al^{3+} 的铝系和二价阳离子为 Ca^{2+} 的钙系。

本族矿物均属等轴晶系。晶形常呈菱形十二面体、四角三八面体, 或二者之聚形。通常在富

钙质岩石中（如矽卡岩），多形成钙系石榴子石，它们以菱形十二面体为主，四角三八面体为次；而在富铝岩石中（如花岗伟晶岩），多形成铝系石榴子石，往往呈四角三八面体晶形。

石榴子石族矿物间物理性质近似。无解理；玻璃光泽；次贝壳状或参差状断口；钙系硬度为6.5~7；铝系硬度多为7~7.5。

本族矿物间的相互区别可根据密度、颜色和产状特征进行鉴别和判定

系列	矿物种	化学式	颜色	比重
铝系	镁铝榴石	$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$	紫红、玫瑰红	3.58
	铁铝榴石	$Fe_3Al_2[SiO_4]_3$	红褐、橙红	3.32
	锰铝榴石	$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$	深红	4.19
钙系	钙铝榴石	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	黄褐、黄绿	3.59
	钙铁榴石	$Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$	棕、黄绿	3.86
	钙铬榴石	$Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$	鲜绿	3.90

（二）环状结构硅酸盐亚类矿物

（1）绿柱石族

绿柱石

六方晶系。单晶体呈柱状通常发育完整，柱面细纵纹。晶形随形成时的温度有高向低，从长柱状经短柱状直至板状。

玻璃光泽，透明至半透明，硬度7.5-8，解理不完全，密度2.66-2.83。

颜色一般呈不同色调的绿色，也有白色或者无色透明。含Cr呈翠绿色的亚种称祖母绿；透明呈蔚蓝色，含Fe的亚种称海蓝宝石；呈玫瑰色，含Ce的亚种称为铯绿柱石（绿宝石）。

主要由伟晶作用、热液作用形成。产于花岗伟晶岩或花岗岩的晶洞中，也产于云英岩或高温热液脉中。

★以六方柱状形态和柱面上具纵纹为特征。

与磷灰石的对比学习。与磷灰石不同的是硬度较大

（2）电气石族

三方晶系。单晶体呈短柱状、长柱状甚至针状。最常见的单形是三方柱和六方柱，柱面上常有纵纹，晶体的横断面呈球面三角形。集合体呈放射状或纤维状。

玻璃光泽。硬度7~7.5；无解理；参差状断口。密度3.03~3.25。具明显的压电性和焦电性。

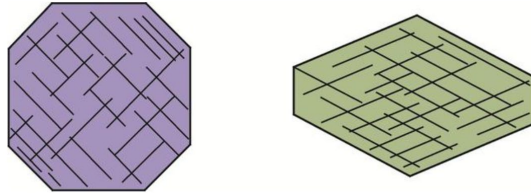
黑电气石一般呈绿黑色至深黑色；锂电气石常呈玫瑰色、蓝色或绿色，也有呈无色者；镁电气石的颜色变化于无色到暗褐色之间。此外在同一个电气石晶体横切面上，还会出现不同颜色所组成的环带，或在柱状晶体两端呈现不同的颜色

黑电气石—锂电气石系列常见于花岗伟晶岩、气化高温热液矿脉和云英岩中。黑电气石—镁

电气石系列多见于由交代作用形成的变质岩中。

★柱状形态、柱面上有纵纹、横切面呈球面三角形、无解理和高硬度作为鉴定特征。

(三) 链状结构硅酸盐亚类矿物



(1) 辉石族

斜方辉石亚族

本亚族矿物是由顽火辉石 $\text{Mg}_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$ 和铁辉石 $\text{Fe}_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$ 两个端员组分构成的完全类质同象系列。考虑到传统的应用习惯和分类方案，仅描述常见的中间成员。

顽火辉石 $\text{Mg}_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$ ， 含铁辉石 $\text{Fe}_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$ 分子 < 10%；

古铜辉石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$ ， 含铁辉石 $\text{Fe}_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$ 分子 10%~30%；

紫苏辉石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$ ， 含铁辉石 $\text{Fe}_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$ 分子 30%~50%。

斜方晶系。单晶体呈短柱状，集合体呈粒状、块状或放射状。颜色随 Fe 含量的增高而加深：顽火辉石为无色或带浅绿的灰色，也可呈褐绿色或褐黄色；紫苏辉石呈绿黑色或褐黑色；古铜辉石呈特征性的古铜色，故名；玻璃光泽。硬度 5~6；{210}解理完全。密度也随 Fe 含量的增高而增大 3.20~3.87g。

本亚族主要是基性、超基性岩浆结晶作用的产物，见于纯橄榄岩或苦橄岩，辉石岩、斜长岩中，也是区域变质程度较深的变质岩，如变粒岩、片麻岩和麻粒岩中常见的矿物。

★短柱状形态，颜色和两组近于正交的完好解理为鉴定特征

单斜辉石亚族

透辉石 $\text{CaMg} [\text{Si}_2\text{O}_6]$ 和钙铁辉石 $\text{CaFe} [\text{Si}_2\text{O}_6]$ 是类质同象系列的两个端员矿物，其中间成员包括次透辉石 ($\text{Mg}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$) 和铁次透辉石 ($\text{Mg}^{2+} < \text{Fe}^{2+}$)。

单斜晶系。单晶体呈短柱状，其横切面多呈正方形或截角的正方形。常依(100)或(001)成接触双晶或聚片双晶；集合体呈柱状、粒状或致密块状。

透辉石无色至浅绿色。钙铁辉石深绿色至墨绿色，条痕微具浅绿色；氧化后呈褐色或褐黑色；玻璃光泽。硬度 5.5~6.5；{110}解理中等至完全，解理交角 87° ；有时具(001)或(100)裂理。密度 $3.22 \sim 3.56 \text{g/cm}^3$ 。

透辉石、钙铁辉石和次透辉石是矽卡岩中的主要矿物之一，经常与石榴子石等共生。透辉石也是一些基性和超基性火成岩中或在中、高级区域变质作用和热变质作用岩石中的常见矿物。此外，钙铁辉石也见于受热变质作用的含铁沉积物中。

★辉石型解理和柱状形态。透辉石颜色较浅，而钙铁辉石则较深，且风化表面常呈褐色。

普通辉石 $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al}) [(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$

单斜晶系。单晶体呈短柱状，其横切面多呈八边形。简单双晶或聚片双晶比较常见，集合体呈粒状或块状。绿黑色或黑色，少数情况下呈暗绿色或褐色；玻璃光泽。硬度 5.5~6 解理完全或中等，解理交角 87° 。

普通辉石是火成岩，尤其是基性火成岩中极为普遍的造岩矿物之一。见于各种基性、超基性侵入岩和火山岩中，与橄榄石、斜长石和角闪石等共生。在中、高级区域变质岩和接触变质的辉石角岩中也常见到。普通辉石亦见于陨石中。

★短柱状形态，横切面近于呈正八边形，色黑和解理交角接近直角作为鉴定特征。普通辉石最易与普通角闪石相混，仔细观察其解理角的不同，是比较可靠的识别依据。

硬玉 $\text{NaAl} [\text{Si}_2\text{O}_6]$

单斜晶系。晶体极少见，通常以粒状、显微纤维状或致密块状集合体产出。

纯的硬玉为无色透明或白色，常因含铬、铁、锰等元素而呈不同色调的绿色，浅蓝、黄褐或紫色；玻璃光泽。硬度 6.5~7；刺状断口；质地坚韧。密度 $3.24\sim 3.43\text{g}/\text{cm}^3$ 。

主要产于碱性变质岩和榴辉岩中。可作为高压变质作用的标志矿物。

★以其颜色、致密块状及高硬度为特征。是组成名贵的翡翠玉石材料的主要矿物

(2) 闪石族

斜方闪石亚族

直闪石

单斜闪石亚族

透闪石 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5 [\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$

阳起石 $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5 [\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$

单斜晶系。单晶体常呈柱状或针状，简单接触双晶或聚片双晶较常见。集合体呈放射柱状或细长柱状，也有呈粒状或块状。呈纤维状者，称透闪石石棉或阳起石石棉。致密坚韧并具刺状断口的隐晶质块体，称为软玉。自古以来，软玉以新疆和田所产最为著名，故俗称和田玉，洁白温润高品质和田玉的又称为羊脂白玉。

透闪石色浅，常呈白色或灰白色；阳起石呈绿色，由浅绿色至墨绿色；玻璃光泽，纤维状者呈丝绢光泽。硬度 5~6；解理完全，解理交角 56° 。密度随 Fe 含量之增高而增大，在 $3.02\sim 3.44\text{g}/\text{cm}^3$ 之间。

透闪石主要产于接触变质作用形成的矽卡岩，也常见于区域变质作用形成的大理岩、片岩中，是常见矿物之一。阳起石是区域变质的绿片岩相中的特征矿物之一。此外，在热液蚀变过程中也可形成阳起石，称阳起石化作用。

★闪石型解理，细长柱状形态，带绿的颜色(阳起石)以及产状可作为特征。

普通角闪石 $\text{NaCa}_2(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5 [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$

单斜晶系。单晶体呈柱状。晶体横切面呈六边形。触双晶或聚片双晶常见。集合体常呈柱状或纤维状。

浅绿至深绿色或黑绿色；氧化后则呈浅褐或深褐色；条痕白色略带浅绿色；玻璃光泽。硬度 5~6；解理完全，夹角 56° 。密度 3.02~3.45，含 Fe 量高者密度增大。

普通角闪石是分布很广的主要造岩矿物之一。广泛分布于各类岩浆岩与变质岩中，尤以中性岩浆岩中最为常见，是其中的最主要暗色矿物；在区域变质作用的角闪片岩、角闪片麻岩等岩石中也有大量产出，是角闪岩相的典型矿物。

★以其柱状形态，横切面呈六边形，解理完全且夹角 56° 为特征。

（四）层状结构硅酸盐亚类矿物

层状结构硅酸盐矿物在地壳中分布最广，尤其在黏土矿物中分布最多。黏土矿物是指产于黏土和黏土质岩石中，结晶颗粒微细（一般小于 $2\mu\text{m}$ ），且化学组分上主要为 Al、Mg、Fe 含水的层状结构的硅酸盐矿物。

层状结构硅酸盐矿物的许多性质，是由其特殊的层状结构决定的。就形态而言，均呈假六方片状或短柱状，有完全的解理。在物理性质上表现为硬度小，密度也不高。云母族矿物还具有弹性。

1. 膨润性。黏土矿物因吸水（溶液）而体积增大的现象，即称为黏土矿物的膨润性。
2. 离子吸附的可交换性。可用一种离子取代原先吸附于黏土矿物颗粒上的另一种离子的性质。
3. 催化性。黏土矿物由于颗粒细小和结构上的原因，对有机质具有很强的亲和力。
4. 可塑性。掺水或溶液揉和的黏土矿物块体在外力作用下会出现变形，在逐渐加大压力过程中，这种块体并不发生破裂而呈现出连续地变形，撤去外力后也不再恢复原状的性质即谓之可塑性。

（1）蛇纹石、高岭石族



单斜晶系。单晶体极为罕见。一般呈显微叶片状、显微鳞片状、致密块状集合体，或呈具凝胶体特征的肉冻状块体。呈纤维状的蛇纹石，称作蛇纹石石棉或温石棉。

一般呈不同色调的绿色和黄绿色，也有呈白色、浅黄色、灰色、蓝绿色或褐黑色等；常见的块体呈油脂光泽或蜡状光泽，纤维状者呈丝绢光泽。硬度 2.5~3.5；除纤维状外，解理完全。密度 $2.55\text{g}/\text{cm}^3$ 左右。蛇纹石石棉具有良好的柔韧性。

蛇纹石主要是由超基性岩如橄榄岩或辉石岩和白云岩等，经过热液蚀变而形成的。此种作用称为蛇纹石化。大规模蛇纹石化的产物为蛇纹岩。蛇纹石板材可以用作建筑饰面材料。色泽鲜艳的致密块体，称作岫玉（岫岩玉）。

★根据其颜色、光泽、较小的硬度、纤维状或块状形态以及产状加以识别

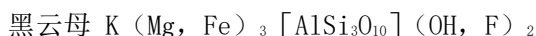
（2）滑石-叶蜡石族

（3）蛭石族

（4）云母族

金云母亚族

本亚族金云母 ($\text{KMg}_3 [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] (\text{OH}, \text{F})_2$) 和铁云母 ($\text{KFe} [\text{Si}_3\text{AlO}_{10}] (\text{OH})_2$) 间成完全类质同象系列, 中间成员为黑云母。



单斜晶系。单晶体呈假六方短柱状、板状或片状。集合体成鳞片状或片状。

金云母呈无色、浅黄、浅棕色、红棕色、浅绿色; 黑云母因含铁量高, 故颜色较深, 呈深褐、绿黑乃至黑色; 玻璃光泽, 解理面显珍珠光泽。解理极完全。薄片具弹性。硬度 2~3。金云母的密度 2.76~2.90; 黑云母为 3.02~3.12。含铁量很少的金云母, 绝缘性良好, 热稳定性强。黑云母因含铁量高, 绝缘性极差。

金云母主要产于富镁质超基性岩如金伯利岩, 以及白云质大理岩的接触变质带中。

黑云母是主要造岩矿物之一。广泛分布于岩浆岩中, 特别是酸性或偏碱性的岩石中。亦见于遭受热变质或区域变质作用的泥质岩石中。在花岗伟晶岩中, 常可见到粗大的黑云母, 如我国内蒙古大青山和新疆阿勒泰等地区的伟晶岩中产有粗大的黑云母晶体。

★片状形态, 颜色以及弹性等为特征。金云母与黑云母的不同之处, 是金云母颜色较浅或无色。黑云母与蛭石之间最大不同的是灼烧受热后不会膨胀。

白云母亚族



单斜晶系。晶体呈假六方柱状、板状或片状。集合体呈片状、鳞片状; 细鳞片状集合体并具丝绢光泽者, 称为绢云母。

薄片无色透明, 含杂质者则微具浅黄、浅绿、浅红等色; 玻璃光泽, 解理面显珍珠光泽。薄片具弹性; 硬度 2.5~3; 解理极完全。密度 2.77~2.88。绝缘性和隔热性优良。

白云母是分布很广的造岩矿物之一, 在三大岩类中均有产出。在酸性岩浆结晶晚期以及伟晶作用阶段, 均有大量白云母生成。由高温热液蚀变作用形成的白云母和石英共生体的作用过程称云英岩化作用。而在中低温蚀变作用中将长石和泥质岩石大规模改造为绢云母的作用过程, 称绢云母化作用。

泥质岩在低级区域变质过程中可以形成绢云母。变质程度稍高时, 形成白云母。风化破碎成细鳞片状白云母, 可以成为碎屑沉积物中的碎屑物, 也是泥质岩的矿物成分之一。

★以其无色或浅色, 片状形态, 极完全解理, 薄片具弹性为特征。

(5) 绿泥石族

(五) 架状结构硅酸盐亚类矿物

(1) 长石族

长石族矿物是地壳中分布最广的矿物, 约占地壳总质量的 50%。它是绝大多数岩浆岩、许多变质岩以及某些沉积岩的主要或重要造岩矿物。许多岩石的定名, 其主要依据就是长石的种类和含量。岩浆岩中含长石极为普遍, 且数量也最多, 约占长石总量的 60%。另有 30%分布在变质岩中, 尤以结晶片岩和片麻岩中为主。其余的 10%则分布在其他岩石中, 主要是碎屑岩和泥质沉积

岩中。

长石族矿物的主要端元组分有钾长石 (Or) $K [AlSi_3O_8]$ ，钠长石 (Ab) $Na [AlSi_3O_8]$ 和钙长石 (An) $Ca [Al_2Si_2O_8]$ 三种。自然界绝大多数的长石，均由上述三种端元组分以不同比例组合而成。按其类质同象组分和结构特点，长石可以分成两个系列即：碱性长石系列和斜长石系列。

- (2) 霞石族
- (3) 白榴石族
- (4) 沸石族

6、碳酸盐、硝酸盐和硼酸盐矿物

(一) 碳酸盐矿物

- (1) 方解石-文石族
- (2) 白云石族
- (3) 孔雀石族

(二) 硝酸盐矿物

硝石族

(三) 硼酸盐矿物

- (1) 硼镁铁矿族
- (2) 硼砂族

7、硫酸盐、钨酸盐和磷酸盐矿物

(一) 硫酸盐矿物

- (1) 重晶石族
- (2) 硬石膏族
- (3) 石膏族

(二) 钨酸盐矿物

白钨矿族

(二) 磷酸盐矿物

- (1) 磷灰石族

布置作业：

将学生分成多人一组，布置作业

第五章 岩石及岩石学 (2 学时)

教学目标：

- 1、掌握岩石学和岩石的概念。
- 2、了解岩石学的发展简史。
- 3、了解岩石学是地球科学的基础学科。

- 4、了解岩石学与矿产资源的关系密切。
- 5、了解岩石对工程性质的影响。
- 6、了解野外地质研究。

教学方法、手段：

讲授法，师生互动，课件展示

教学重点与难点：

重点：1.岩石学和岩石的概念。

2 实验室分析研究

难点：1.岩石学和岩石的概念。

2 实验室分析研究

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 通过学生严谨求实和团结协作的精神。

教学内容设计：

身边常见花岗岩是什么样子，组成部分，翡翠是属于什么？标本观察后提问式进入岩石学部分内容学习。。

1、岩石及岩石学概念

岩石：是天然产出的具有一定结构构造的矿物集合体。

岩石学：

再次对比理解和矿物的概念

2、岩石学的发展简史

- (1) 萌芽时期
- (2) 孕育时期
- (3) 形成时期
- (4) 发展时期

3、岩石学研究的意义

- (1) 岩石学是地球科学的基础学科
- (2) 岩石学与矿产资源关系密切
- (3) 岩石对工程性质的影响

4、岩石学研究方法

- (1) 野外地质研究
- (2) 实验室分析研究

第六章 岩浆岩总论（7学时）

教学目标：

- 1、掌握岩浆的概念与性质。
- 2、掌握岩浆作用与岩浆岩的定义。
- 3、掌握岩浆岩的化学成分。
- 4、掌握岩浆岩的矿物成分。
- 5、掌握岩浆岩的结构。
- 6、掌握岩浆岩的构造。
- 7、掌握岩浆岩的产状
- 8、掌握岩浆岩的岩相。
- 9、掌握岩浆岩的分类。
- 10、掌握岩浆岩的命名。

教学方法、手段：

讲授法，师生互动，课件展示

教学重点与难点：

重点：

1. 岩浆的概念与性质。
- 1、岩浆作用与岩浆岩的定义。
- 2、岩浆岩的化学成分。
- 3、岩浆岩的矿物成分。
- 4、岩浆岩的结构。
- 5、岩浆岩的构造。
- 6、岩浆岩的产状
- 7、岩浆岩的岩相。
- 8、岩浆岩的分类。

难点：

- 1、岩浆作用与岩浆岩的定义。
- 2、岩浆岩的化学成分。
- 3、岩浆岩的矿物成分。
- 4、岩浆岩的结构。
- 5、岩浆岩的构造。
- 6、岩浆岩的产状
- 7、岩浆岩的岩相。

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 通过岩浆喷发形成的火山壮美景观简要介绍激发学生的爱国热情。

教学内容设计：

火火山喷发，火山口流出的流动性的岩浆，就是岩浆岩地表喷发凝结的一个表现。

1、岩浆与岩浆岩

（一）岩浆的概念与性质

(二) 岩浆作用与岩浆岩

2、岩浆岩的物质成分

(一) 岩浆岩的化学成分

O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti, H=99.38%

(二) 岩浆岩的矿物成分

(1) 岩浆岩的主要造岩矿物

(2) 岩浆岩的矿物成分与矿物结晶顺序的关系

(3) 岩浆岩的矿物成分与化学成分的关系

3、岩浆岩的结构和构造

(一) 岩浆岩的结构

(1) 按矿物结晶程度

(2) 按矿物颗粒绝对大小

(3) 按矿物颗粒相对大小

(4) 按矿物自行程度

(5) 按矿物之间的关系

(二) 岩浆岩的构造

(1) 常见的侵入岩构造

(2) 常见的喷出岩构造

4、岩浆岩的产状和岩相

(一) 岩浆岩产状

(1) 侵入岩的产状

(2) 喷出岩的产状

(二) 岩浆岩岩相

(1) 侵入岩的岩相

(2) 喷出岩的岩相

5、岩浆岩的分类和命名

(一) 岩浆岩的分类

(二) 岩浆岩的命名

课堂作业

布置课堂作业：答出岩石标本的主要矿物成分和结构、构造。

第七章 岩浆岩各论 (3 学时)

教学目标:

- 1、掌握超基性岩类概述。

- 2、掌握常见的超基性岩岩石类型。
- 3、掌握基性岩类概述。
- 4、掌握常见的基性岩岩石类型。
- 5、掌握中性岩类概述。
- 6、了解常见的中性岩岩石类型。
- 7、掌握酸性岩类概述。
- 8、了解常见的酸性岩岩石类型。
- 9、掌握碱性岩类概述。
- 10、了解常见的碱性岩岩石类型。
- 11、掌握脉岩类概述。
- 12、了解脉岩类岩石类型。
- 13、掌握深成岩的肉眼鉴定与命名。
- 14、掌握浅成岩和脉岩的肉眼鉴定与命名。
- 15、掌握喷出岩的肉眼鉴定与命名。
- 16、掌握岩浆岩的描述方法。

教学方法、手段：

讲授法，师生互动，课件展示

教学重点与难点：

重点：

- 1、超基性岩类概述。
- 2、常见的超基性岩岩石类型。
- 3、基性岩类概述。
- 4、常见的基性岩岩石类型。
- 5、中性岩类概述。
- 6、酸性岩类概述。
- 7、碱性岩类概述。
- 8、脉岩类概述。
- 9、深成岩的肉眼鉴定与命名。
- 10、浅成岩和脉岩的肉眼鉴定与命名。
- 11、喷出岩的肉眼鉴定与命名。

难点：

- 1、超基性岩类概述。
- 2、常见的超基性岩岩石类型。
- 3、基性岩类概述。
- 4、常见的基性岩岩石类型。
- 5、中性岩类概述。
- 6、酸性岩类概述。
- 7、碱性岩类概述。
- 8、脉岩类概述。
- 9、深成岩的肉眼鉴定与命名。

10、 浅成岩和脉岩的肉眼鉴定与命名。

11、 喷出岩的肉眼鉴定与命名。

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 通过岩浆岩的系统学习的学习培养学生严谨求的治学精神。

教学内容设计：

介绍超基性岩在西部地区地表出露，地质锤敲起来梆梆响，业余人士可能会误认为是陨石，开始这章内容讲解。

1、超基性岩类（橄榄岩—苦橄岩类）

- （一）超基性岩类概述
- （二）常见的超基性岩岩石类型
 - （1）超基性侵入岩
 - （2）超基性喷出岩

2、基性岩类（辉长岩—玄武岩类）

- （一）基性岩类概述
- （二）常见的基性岩岩石类型
 - （1）基性侵入岩
 - （2）基性喷出岩

3、中性岩类（闪长岩—安山岩类，正长岩—粗面岩类）

- （一）中性岩类概述
- （二）常见的中性岩岩石类型
 - （1）中性侵入岩
 - （2）中性喷出岩

4、酸性岩类（花岗岩—流纹岩类）

- （一）酸性岩类概述
- （二）常见的酸性岩岩石类型
 - （1）酸性侵入岩
 - （2）酸性喷出岩

5、碱性岩类

- （一）碱性岩类概述
- （二）常见的碱性岩岩石类型
 - （1）碱性超基性岩类
 - （2）碱性基性岩类
 - （3）碱性中性岩类
 - （4）碱性酸性岩类
 - （5）典型碱性岩类

6、脉岩类

(一) 脉岩类概述

(二) 脉岩类岩石型：煌斑岩、伟晶岩、细晶岩

7、岩浆岩的肉眼鉴定与描述

(一) 深成岩的肉眼鉴定与命名

(1) 主要依据

(2) 鉴定要点

(二) 浅成岩和脉岩的肉眼鉴定与命名

(三) 喷出岩肉眼鉴定与命名

(1) 颜色

(2) 斑晶成分

(3) 结构、构造

(四) 岩浆岩的描述方法

(1) 颜色的描述

(2) 结构构造的描述

(3) 矿物成分的描述

(4) 岩石的定名

(5) 岩浆岩描述举例。

课堂作业

布置课堂作业：岩浆岩标本描述。

第八章 沉积岩总论（6学时）

教学目标：

- 1、掌握沉积岩的概念。
- 2、掌握沉积岩原始物质来源
- 3、掌握沉积岩原始物质的形成
- 4、掌握风化产物的搬运和沉积作用
- 5、掌握成岩作用
- 6、掌握沉积岩的化学成分
- 7、掌握沉积岩的矿物成分
- 8、掌握沉积岩的颜色
- 9、了解物理成因的沉积构造
- 10、了解生物沉积的沉积构造
- 11、掌握化学成因的沉积构造
- 12、掌握沉积岩分类现状

了解本课程的沉积岩分类。

教学方法、手段：

讲授法，师生互动，课件展示

教学重点与难点：

重点：

1. 沉积岩的概念。
2. 沉积岩原始物质来源
3. 沉积岩原始物质的形成
4. 风化产物的搬运和沉积作用
5. 成岩作用
6. 沉积岩的化学成分
7. 沉积岩的矿物成分
8. 沉积岩的颜色
9. 化学成因的沉积构造
10. 沉积岩分类现状

难点：

- 1、沉积岩的概念。
- 2、沉积岩原始物质来源
- 3、沉积岩原始物质的形成
- 4、风化产物的搬运和沉积作用
- 5、成岩作用
- 6、沉积岩的矿物成分
- 7、沉积岩的颜色
- 8、化学成因的沉积构造
- 9、沉积岩分类现状

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 通过沉积岩形成的美丽景观如丹霞地貌简要介绍激发学生的爱国热情。

教学内容设计：

1、沉积岩的形成及演化

- （一）沉积岩的概念
- （二）沉积岩原始物质的来源
- （三）沉积岩原始物质的形成
 - （1）风化作用及其类型
 - （2）沉积物原始物质的形成
- （四）风化产物的搬运和沉积作用
 - （1）搬运作用和沉积作用的概念
 - （2）机械搬运和沉积作用
 - （3）化学搬运和沉积作用
 - （3）生物搬运和沉积作用
- （五）成岩作用

2、沉积岩的物质成分与颜色

(一) 沉积岩的化学成分

(二) 沉积岩的矿物成分:

(1) 他生矿物

(2) 自生矿物

(三) 沉积岩的颜色:

颜色是沉积岩的重要宏观特征之一，对沉积岩的成因具有重要的指示性意义。

(1) 颜色的成因类型

(2) 几种典型自生色的致色成分及其成因意义

3、沉积岩的构造特征

(一) 物理成因的沉积构造

(1) 层理构造

(2) 波痕构造

(3) 泥裂、雨痕、雹裂

(4) 冲刷构造

(5) 泄水构造

(二) 生物成因的沉积构造

(1) 生痕构造

(2) 生物扰动构造

(3) 植物根痕构造

(4) 叠层构造

(三) 化学成因的沉积构造

(1) 晶痕和假晶

(2) 鸟眼构造

(3) 结核

(4) 缝合线

(四) 沉积岩的分类

(1) 分类现状

(2) 本教材使用的分类

第九章 沉积岩各论 (3 学时)

教学目标:

1. 掌握陆源碎屑岩概述。
2. 了解常见的陆源碎屑岩岩石类型
3. 掌握火山碎屑岩概述和组分特征。

4. 了解常见的火山碎屑岩岩石类型
5. 了解碳酸盐岩概述、成分、结构组分、分类。
6. 了解常见碳酸盐岩类型
7. 了解其他自生沉积岩概述。
8. 了解其他自生沉积岩岩石类型
9. 掌握陆源碎屑岩的肉眼鉴定与描述
10. 掌握火山碎屑岩的肉眼鉴定与描述
11. 掌握碳酸盐岩的肉眼鉴定与描述

教学方法、手段：

讲授法，师生互动，课件展示

教学重点与难点：

重点：

1. 陆源碎屑岩概述。
2. 火山碎屑岩概述和组分特征。
3. 陆源碎屑岩的肉眼鉴定与描述
4. 火山碎屑岩的肉眼鉴定与描述
5. 碳酸盐岩的肉眼鉴定与描述

难点：

1. 陆源碎屑岩概述。
2. 火山碎屑岩概述和组分特征。
3. 陆源碎屑岩的肉眼鉴定与描述
4. 火山碎屑岩的肉眼鉴定与描述
5. 碳酸盐岩的肉眼鉴定与描述

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 通过沉积岩的系统学习的学习培养踏实实践的精神。

教学内容设计：

1、陆源碎屑岩

（一）陆源碎屑岩概述

1. 碎屑岩的成分
 - （1）碎屑成分
 - （2）填隙物成分
2. 碎屑岩的结构
 - （1）粒度
 - （2）分选度
 - （3）磨圆度

- (4) 充填样式
- (5) 胶结物和胶结类型
- (6) 孔隙
- (7) 结构成熟度
- (8) 碎屑结构的分类命名
- (二) 常见的陆源碎屑岩岩石类型

- 1. 砾岩（角砾岩）
- 2. 砂岩
- 3. 粉砂岩
- 4. 泥质岩

2、火山碎屑岩

- (一) 火山碎屑岩概述
- (二) 火山碎屑组分特征
- (三) 火山碎屑岩主要岩石类型
 - 1. 火山集块岩
 - 2. 火山角砾岩
 - 3. 火山凝灰岩

3、碳酸盐岩

- (一) 碳酸盐岩概述
- (二) 碳酸盐岩的成分
- (三) 碳酸盐岩的结构组分
 - 1. 颗粒
 - 2. 微晶基质（泥）
 - 3. 亮晶胶结物
 - 4. 生物骨架
- (四) 碳酸盐岩的分类
 - 1. 碳酸盐岩的成分分类
 - 2. 石灰岩的结构分类
- (五) 碳酸盐岩的主要类型
 - 1. 颗粒-泥石灰岩
 - 2. 亮晶颗粒石灰岩
 - 3. 生物格架石灰岩
 - 4. 白云岩

4、其他自生沉积岩

- (一) 概述
- (二) 主要岩石类型

1. 硅质岩

2. 铝质岩

5、沉积岩的肉眼鉴定与描述

(一) 陆源碎屑岩的肉眼鉴定与描述

(二) 火山碎屑岩的肉眼鉴定与描述 (

(三) 碳酸盐岩的肉眼鉴定与描述

布置作业:

学生任选一种沉积岩进行描述

第十章 变质岩总论 (3 学时)

教学目标:

1. 掌握变质作用与变质岩概念。
2. 掌握变质作用的因素
3. 掌握变质作用的方式
4. 掌握变质作用的类型
5. 了解变质作用的化学成分
6. 掌握变质作用的矿物成分
7. 掌握变质岩的结构
8. 掌握变质岩的构造
9. 掌握变质岩的分类与命名

教学方法、手段:

讲授法, 师生互动, 课件展示

教学重点与难点:

重点:

1. 变质作用与变质岩概念。
2. 变质作用的因素
3. 变质作用的方式
4. 变质作用的类型
5. 变质作用的矿物成分
6. 变质岩的结构
7. 变质岩的构造
8. 变质岩的分类与命名

难点:

1. 变质作用与变质岩概念。
2. 变质作用的因素
3. 变质作用的方式
4. 变质作用的类型
5. 变质作用的矿物成分

6. 变质岩的结构
7. 变质岩的构造
8. 变质岩的分类与命名

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 通过典型变质岩玉石的学习激发学生的文化自信和自豪感。

教学内容设计：

1、变质作用概述

- （一）变质作用与变质岩的概念
- （二）变质作用的因素
- （三）变质作用的方式
- （三）变质作用的类型

2、变质岩的物质成分

- （一）变质岩的化学成分
- （二）变质岩的矿物成分
 1. 新生矿物
 2. 原生矿物
 - 3 残余矿物

3、变质岩的结构和构造

- （一）变质岩的结构
 1. 变余结构
 2. 变晶结构
 3. 交代结构
 4. 破碎变形结构
- （二）变质岩的构造
 1. 变余构造
 2. 变成构造
 3. 混合岩化构造

4、变质岩的分类和命名

- （一）变质岩分类
- （一）变质岩命名

第十章 变质岩各论（4学时）

教学目标：

1. 掌握区域变质岩概念
2. 掌握常见的区域变质岩类型
3. 掌握混合岩定义
4. 掌握常见的混合岩类型
5. 掌握接触变质岩概述
6. 掌握常见的接触变质岩类型
7. 掌握气液变质岩概述
8. 掌握常见的动力变质岩类型
9. 掌握变质岩的肉眼鉴定观察内容
10. 掌握变质岩的肉眼鉴定描述方法和描述举例
11. 了解主要变质岩的肉眼鉴定

教学方法、手段：

讲授法，师生互动，课件展示

教学重点与难点：

重点：

- 1、区域变质岩概念
- 2、常见的区域变质岩类型
- 3、混合岩定义
- 4、常见的混合岩类型
- 5、接触变质岩概述
- 6、常见的接触变质岩类型
- 7、气液变质岩概述
- 8、常见的动力变质岩类型
- 9、变质岩的肉眼鉴定观察内容
- 10、变质岩的肉眼鉴定描述方法和描述举例

难点：

1. 区域变质岩概念
2. 常见的区域变质岩类型
3. 混合岩定义
4. 常见的混合岩类型
5. 接触变质岩概述
6. 常见的接触变质岩类型
7. 气液变质岩概述
8. 常见的动力变质岩类型
9. 变质岩的肉眼鉴定观察内容
10. 变质岩的肉眼鉴定描述方法和描述。

素质（思政）内容与要求

1. 引导学生养成仔细严谨的学习习惯。
2. 通过变质岩的系统学习的培养学生辩证的思维。

教学内容设计：

1、区域变质岩

- (一) 区域变质岩概述
- (二) 常见的区域变质岩岩石类型
 1. 板岩
 2. 千枚岩
 3. 片岩
 4. 片麻岩
 5. 长英质粒岩
 6. 角闪岩及斜长角闪岩
 7. 麻粒岩
 8. 榴辉岩
 9. 大理岩
- (三) 区域变质作用的有关矿产

2、混合岩

- (一) 混合岩概述
- (二) 常见的混合岩岩石类型
 1. 角砾状混合岩
 2. 网状及树枝状混合岩
 3. 眼球状混合岩
 4. 条带状混合岩
 5. 肠状混合岩
 6. 混合片麻岩
 7. 阴影状混合岩
 8. 混合花岗岩
- (三) 混合岩的研究意义

3、接触变质岩

- (一) 接触变质岩概述
- (二) 常见的接触变质岩岩石类型
 1. 角岩
 2. 石英岩
 3. 大理岩
 4. 矽卡岩

4、气液变质岩

- (一) 气液变质岩概述
- (二) 常见的气液变质岩岩石类型
 - 1. 蛇纹岩
 - 2. 滑石菱镁岩
 - 3. 青磐岩
 - 4. 黄铁绢英岩
 - 5. 云英岩
 - 6. 次生石英岩

5、动力变质岩

- (一) 动力变质岩概述
- (二) 常见的动力变质岩岩石类型
 - 1. 构造角砾岩
 - 2. 碎裂岩
 - 3. 糜棱岩
 - 4. 千枚糜棱岩

6、变质岩的肉眼鉴定与描述

- (一) 变质岩的肉眼鉴定观察内容
- (二) 变质岩的肉眼鉴定描述方法
 - 1. 颜色
 - 2. 矿物成分
 - 3. 结构和构造
 - 4. 断口
 - 5. 其他特点
 - 6. 岩石定名。
- (三) 变质岩的肉眼描述举例
- (四) 主要变质岩的肉眼鉴定