

高等学校教材

# 河流地质与地貌

武汉水利电力大学 权宝增 主编



高等学校教材

---

河流地质与地貌

武汉水利电力大学 权宝增 主编

水利电力出版社

(京)新登字.115号

高等学校教材  
河流地质与地貌  
武汉水利电力大学 权宝增 主编

\*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京京建照排厂照排

北京市密云县印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 15印张 335千字  
1995年5月第一版 1995年5月北京第一次印刷  
印数 001—600册  
ISBN 7-120-02137-0/TV·823  
定价 8.60元

## 内 容 提 要

本教材根据高等院校河流工程系课程设置及教学大纲要求，系统地介绍了河流地质与地貌的基本知识。主要包括：造岩矿物，岩石及其工程地质性质，地质构造，河流地貌，松散沉积物，地下水，河谷斜坡稳定和闸址的工程地质问题，遥感技术在河流地质地貌研究中的应用以及地质地貌勘测等内容。

本教材适合于河流工程系各专业师生阅读，也可供水利类其他专业和工程技术人员参考。

## 前 言

本教材是根据 1990~1995 年高等学校水利水电类专业教材编审委员会地质编审组讨论决定纳入编审出版规划的。

在编写过程中，力求运用辩证唯物主义观点，力求教材精简和理论联系实际，着重于学生动手技能的培养。教材中通过基础地质知识，河流地貌基本内容和与河流工程有关的河谷斜坡稳定性问题的分析，闸址的工程地质问题研究以及现代遥感技术的应用等，达到高等学校河流工程专业的要求。

本教材由武汉水利电力大学工程地质教研室权宝增副教授主编，并编写了绪言、第二章、第五章、第六章及第七章；裴端宁副教授编写了第三章及第八章；慎乃齐讲师编写了第一章及第四章。

本教材由天津大学崔冠英教授（主审）和天津师范大学徐利森进行了认真审阅，提出了许多宝贵意见和建议。在编写过程中承蒙教研室各位老师讨论指正，在此表示衷心地感谢！特别是对从事河流系教学卓有成就的、编写了许多内部使用教材的已退休教授陈啸秋同志表示万分地感谢！

由于编者水平所限，教材中缺点、错误在所难免，希望各位同仁、同学们提出宝贵意见，以便改正。

编 者

1994 年 4 月

# 目 录

前 言	
绪 言 .....	1
第一章 造岩矿物与岩石 .....	3
第一节 概述 .....	3
第二节 造岩矿物 .....	4
第三节 岩浆岩 .....	9
第四节 沉积岩 .....	14
第五节 变质岩 .....	21
第六节 岩石的工程地质特征 .....	25
第二章 地质构造 .....	29
第一节 概述 .....	29
第二节 地层年代和岩层产状 .....	30
第三节 褶皱构造 .....	34
第四节 断裂构造 .....	37
第五节 地质图 .....	48
第六节 新构造运动 .....	57
第七节 新构造运动与河流 .....	67
第八节 大地构造基本概念 .....	70
第三章 河流地貌 .....	77
第一节 地貌概述 .....	77
第二节 河流与冲积物 .....	83
第三节 地貌条件与河流发育关系 .....	88
第四节 河谷的形成与发展 .....	93
第五节 河床 .....	96
第六节 河漫滩 .....	102
第七节 河流阶地 .....	104
第八节 河口及三角洲 .....	107
第九节 古河道 .....	117
第四章 松散沉积物 .....	120
第一节 风化作用及残积物 .....	120
第二节 暂时性水流及坡积物、洪积物 .....	124
第三节 冰川及冰川堆积物 .....	128
第四节 湖泊、沼泽及其沉积物 .....	131
第五节 黄土 .....	133

第六节 第四纪沉积 .....	137
第五章 地下水 .....	142
第一节 地下水及其分类 .....	142
第二节 潜水 .....	143
第三节 承压水 .....	145
第四节 裂隙水 .....	147
第五节 泉 .....	149
第六节 喀斯特及喀斯特水 .....	150
第六章 河谷斜坡稳定问题 .....	157
第一节 河谷斜坡变形的类型及一般特征 .....	157
第二节 河谷斜坡破坏的主要类型与特征 .....	160
第三节 影响河谷斜坡稳定的主要地质因素 .....	164
第四节 岩体结构对河谷斜坡稳定性的影响 .....	166
第五节 斜坡稳定性的工程地质分析 .....	173
第六节 防治边坡变形破坏的原则及主要措施 .....	180
第七章 闸址工程地质研究 .....	184
第一节 闸基主要工程地质问题 .....	184
第二节 闸基沉降问题分析 .....	186
第三节 闸基稳定问题分析 .....	188
第四节 闸基渗透稳定问题分析 .....	192
第五节 闸址的选择 .....	200
第八章 勘测及遥感技术在河流地质地貌研究中的应用 .....	205
第一节 地质地貌勘测简介 .....	205
第二节 遥感的基本概念 .....	215
第三节 遥感图像的特征及地质判释 .....	219
第四节 遥感图像在水利工程建设中的应用 .....	229
参考文献 .....	232

# 绪 言

## 一、地质学、地貌学及河流地质与地貌的关系

地质学与地貌学初时都是地学研究的内容，随着科学的发展，研究的内容愈来愈深入细致，遂先后从地学中派生出来成为两门独立的学科。虽然地质学的研究核心是岩石及地壳运动，地貌学研究的对象主要是地表形态，但二者之间的内在联系确是十分密切的。诸如花岗岩是岩石，石灰岩也是岩石，在相同的气候环境中，前者可以发育成巍峨的山岭，后者则发育成奇峰异谷、洞穴纵横、山峰拔地而起的景观。这是由于岩石性质和地质构造条件与外力地质联合作用而形成的地貌景观。喜马拉雅山地区，大约在五千万年以前还是一片汪洋大海。但今天，它的珠穆朗玛峰却成为世界上的最高峰，雄伟壮丽地屹立在我国西南边疆。由此可见，地质学与地貌学的联系是非常紧密的。

河流地质与地貌，是着重研究外营力中的河流与地质体的相互作用而产生的各种河流地貌形态，研究河流地貌的发展、演变与地质的关系，研究利用和改善河流作用的工程措施。

## 二、河流地质与地貌在水利工程建设中的意义

河流沿程的地质地貌条件极其复杂，一条河流的开发利用与改造是一项十分复杂的综合工程项目。

由于对建筑地区地质地貌条件的不重视，造成人力物力巨大浪费甚至重大伤亡的惨痛教训，在水利史上不是个别的。如美国的圣·法兰西斯坝，由于对坝基岩石性质没有查明，就将 62m 高的混凝土坝建筑在上面，当水库蓄水后坝基泥质胶结的砾岩浸水崩解，岩层中石膏细脉溶解，坝基漏水失稳，于 1928 年 3 月 11 日水坝崩毁，库水在几分钟内流失一空，左岸坝肩冲断，下游两岸被冲毁，损失伤亡惨重。又如，西班牙的蒙特哈水库，当建成后蓄水时，水从周围的石灰岩裂隙和溶洞中漏失，72m 高的大坝耸立在干枯的河谷上，成为一个非常遗憾的“纪念碑”。

在中华人民共和国成立以前，由于政治腐败，即或是小型的水利工程也无所建树。

建国初期，因缺乏经验，匆忙上马的工程中出现了不少问题。三门峡水库就是其中的一个，三门峡是黄河上最早兴建的一处大型水利枢纽工程，坝址地质条件很理想，但库区问题很多。自 1960 年蓄水后，水库淤积快，水库蓄水引起附近地下水位上升，造成土壤盐渍化，甚至个别处水从居民住房中冒出。由于上述原因，使原设计蓄水量为 168 亿  $m^3$  的水库，多年来仅维持在 26~28 亿  $m^3$  之间。

我国幅员辽阔、河流众多，有闻名世界的长江、黄河、蕴藏着极大的水利资源。摆在我们面前的任务很多，如长江三峡大坝的修建，南水北调中线引水工程，东北三江低平原的改造，黄河的治理工程等，都与河流地质与地貌有着密切关系。

不同的工程类型对地质地貌条件的要求各有所侧重。譬如，对大坝有威胁的是坝基渗



漏与稳定，因而要求坝基岩体强度高而均匀，无大的顺河裂隙，坝肩边坡稳定，距地震区远；对引水工程有威胁的是地貌、大范围塌方与深大断裂等，因而要求沿渠线地貌较完整，过河、过沟建筑物少，避开横穿深大断裂，边坡岩体稳定；对低平原的威胁是地下水位高，土壤产生盐渍化或沼泽化，要求有降低地下水位与排、引地表水的地形地貌条件。由上述可见，地质地貌条件在水利工程建设中不可忽视的重要性。

### 三、本课程的内容、特点、目的与要求

#### 1. 主要内容

本课程共八章，主要讲述五个问题，即地质学基础知识，河流地貌，松散沉积物，与河流有关的工程地质问题，遥感技术在河流地质与地貌研究中的应用和勘测技术。

地质学基础部分列为一、二、五章，着重介绍组成地壳的矿物与岩石，地壳运动及其引起的构造变形，地下水的基本知识。

河流地貌部分为第三章，循序渐进地阐述在地质、地貌条件控制下，河流发生与发展的各个阶段所形成的不同地貌及其在水利工程建设中的意义。

松散沉积物部分列为第四章，着重介绍与河流泥沙来源有关系的松散沉积物的成因类型、分布和特征。

第六章和第七章介绍河谷斜坡稳定的工程地质问题和闸址的工程地质问题。

第八章讲述遥感技术在地质与地貌研究中的应用，介绍遥感的基础知识，航片与卫星图像的判释分析方法，以及地质与地貌的简单勘测方法。

#### 2. 课程的特点

本课程的特点是实践性强，有关章节都紧密地配合有室内或室外实习。整个课程结束后还安排一周野外教学实习，目的在于理论联系实际，巩固课堂所学的理论知识，掌握地质地貌野外勘察的基本方法。

#### 3. 目的与要求

通过本课程的学习，要求了解地质地貌的基础知识，河流泥沙的来源与沉积规律，河流地貌的发生、发展与演变的情况，了解与河流有关的主要工程地质问题，学会初步分析判释航片和卫星图像的方法。同时，要知道水利工程建设中地质地貌的重要性，并能根据资料研究分析问题。为此，要求在学习过程中应理论与实践并重，把学到的东西能运用到科学研究与生产实际中去。

# 第一章 造岩矿物与岩石

## 第一节 概 述

地球是一个平均半径约为 6370km 的旋转椭球体。根据地球物理资料分析,地球内部是由物质成分、状态和性质等不同的圈层所组成,具有同心圆状的圈层构造,从地表到地心可分为地壳,地幔和地核三层(图 1-1)。

(1)地核 自古登堡面以下至地心,是地球最内部的核心。地核分内核、外核,厚度约 3470km。主要是由比重较大的铁、镍物质组成,密度约  $13.0\text{g}/\text{cm}^3$ ,温度达  $3500\sim 4000^\circ\text{C}$ ,中心压力高达 360 万个大气压。

(2)地幔 介于地核与地壳之间的部分,其下界面为古登堡面,上界面为莫霍面,厚度约 2900km。根据地震波的变化又可分上下两层。下地幔主要是金属氧化物和硫化物组成,铁、镍含量较大。平均密度为  $5.1\text{g}/\text{cm}^3$ ,温度达  $2000\sim 2700^\circ\text{C}$ ,压力达 150 万个大气压。上地幔主要化学成分是硅、氧,其中铁、镁、钙显著增加,硅、铝成分有所减少,平均密度  $3.5\text{g}/\text{cm}^3$ ,温度达  $1200\sim 2000^\circ\text{C}$ ,压力达 4000 个大气压。自莫霍面以下 60~250km 范围内,岩石受高温影响呈熔融状态,一般认为岩浆发源于此带。

(3)地壳 位于莫霍面上部,是地球表层极薄的一层硬壳。地壳的平均厚度约为 16km,仅占地球半径的  $1/400$ ,而且各地差异很大,陆地上比较厚,平均约为 35km,最厚处如青藏高原可高达 75km;而海洋地区较薄,平均只有 6 公里,最薄处如南美洲海岸处的大西洋中的某些地方,厚仅 1.6km。地壳可分两层,上层为富含硅铝的花岗岩质层,下层为富含铁镁的玄武岩质层。在大陆地壳中这两层都有,而海洋地壳中只有玄武岩质层。

组成地壳的化学元素,根据资料分析,已有百余种,其中以氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、钛及氢等 10 种元素的含量最多,按重量百分比计算,占地壳总重量的 99.96% (表 1-1),而其余的磷、锰、氮、硫、氯等九十多种元素仅占 0.04%。地壳中的化学元素,随着自然环境的改变而不断地变化着,并且在一定的地质条件下聚集成各种化合物或单质产出,形成矿物。矿物的集合体又构成岩石。地壳就是由各种类型的岩石组成。按岩石的成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

人类的一切工程活动都是在地壳最表层。岩石性质的好坏,无论是作为建筑物的地基,

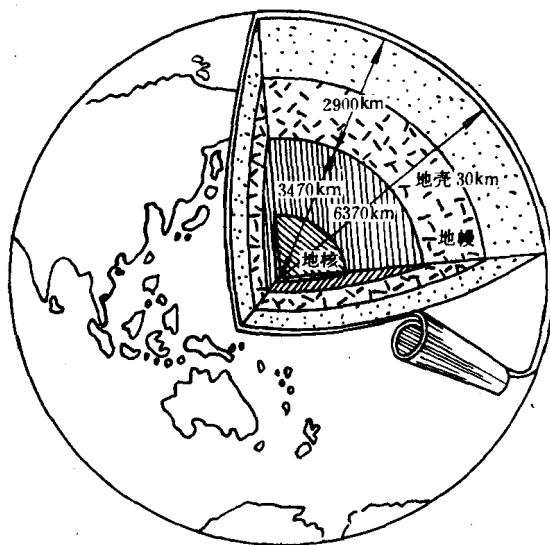


图 1-1 地球内部圈层构造

表 1-1 地壳中主要元素的平均含量 (重量%)

氧 (O)	46.95	钠 (Na)	2.78
硅 (Si)	27.88	钾 (K)	2.58
铝 (Al)	8.13	镁 (Mg)	2.06
铁 (Fe)	5.17	钛 (Ti)	0.62
钙 (Ca)	3.65	氢 (H)	0.14

注 据 Scientific American, 1970 年 9 月号。

或是作为建筑材料,对建筑物的安全、经济和正常使用均有着重要影响。在河流的开发利用和治理中,无论是筑堤坝修水库,还是兴建引水工程等,都有必要对组成地壳的主要矿物和常见岩石,以及它们的工程地质性质进行研究。

## 第二节 造 岩 矿 物

地壳中的化学元素,除极少数呈单质存在外,绝大多数是以化合物的形式存在。这些由于各种地质作用而形成的具有一定化学成分和物理性质的自然元素和化合物,称为矿物。目前,自然界已发现的矿物约有 3000 多种,而常见的组成岩石的矿物仅有 30 多种,这些组成岩石的主要矿物,称造岩矿物,如石英 ( $\text{SiO}_2$ )、正长石 ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )、方解石 ( $\text{CaCO}_3$ ) 等。

### 一、矿物的物理性质

各种矿物都具有一定的形态和物理性质,这是由其化学成分和内部构造特点所决定的。通常,对常见的造岩矿物进行肉眼鉴定时依据的主要物理性质如下。

#### (一) 形态

地壳中的绝大多数矿物呈固态,只有少数是液态(如自然汞)和气态(如天然气)。固态矿物根据其内部结构的特点可分为结晶质矿物和非晶质矿物。结晶质矿物是指组成矿物的原子或离子,在矿物内部按一定规律排列,形成稳定的结晶格架构造,如食盐是由钠离子  $\text{Na}^+$  和氯离子  $\text{Cl}^-$  按立方体格式排列的,其外形如图 1-2 所示。结晶矿物在成长过程中如环境适宜,能生成具有一定几何外形的晶体。但是,在岩石中大多数矿物结晶时,由于受到许多条件和因素的控制,形成不规则的形态。因此,结晶矿物可以很大,也可以很小。根据肉眼能否辨认,可分为显晶质和隐晶质。自然界中绝大部分矿物都是结晶质的。

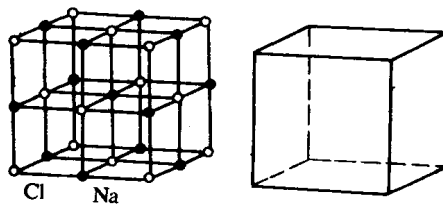


图 1-2 食盐的晶体构造

非晶质矿物,又称玻璃质矿物,是指组成矿物的原子或离子呈不规律排列,不具结晶格架构造。所以该种矿物没有固定的几何形态,如蛋白石 ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )、褐铁矿 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) 等。

矿物的形态,是指固态矿物单个晶体或集合体的形态。

常见的单体矿物形态有柱状,片状,板状,针状,立方体,菱面体等,如图 1-3 所示。

在自然界中生长较好的矿物单晶是很少见的,常见到的多是同类矿物聚集在一起而呈集合体产出。主要的集合体形态有:

(1) 晶簇 是指在岩石空洞或裂隙中以共同基底生长许多单个晶体的集合体,如石英

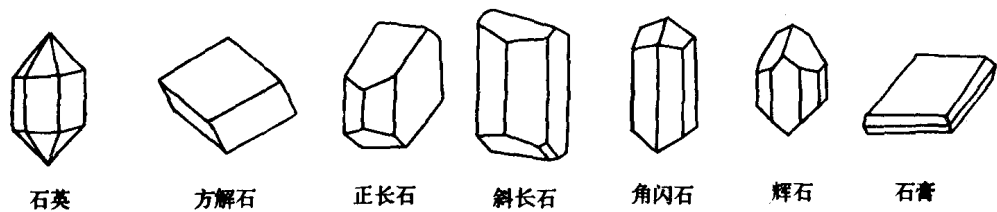


图 1-3 几种主要造岩矿物单个晶体的形态

晶簇 (图 1-4)、方解石晶簇等。

(2) 纤维状 由很多针状矿物或柱状矿物平行排列成纤维状, 如纤维石膏等。

(3) 粒状 由大小略等, 不具一定规律的粒状晶体聚合而成, 如橄榄石等。

(4) 鳞片状 由细小的片状矿物聚合而成, 如绿泥石等。

(5) 钟乳状 由胶体或溶液, 沿洞穴、裂隙表面缓慢流动, 因蒸发失去水分而凝固成各种形状的集合体, 常见有钟乳状方解石, 肾状赤铁矿等。

(6) 鲕状 由胶体物质围绕着一个质点 (岩屑或有机碎屑等) 自内向外逐渐凝聚而成球状体 (直径小于 2mm) 聚合而成, 形似鱼卵, 如鲕状赤铁矿、鲕状石灰岩等。

(7) 土状 由疏松粉末状矿物组成的集合体, 它主要是由岩石或矿物风化而成, 如高岭石、蒙脱石等。

## (二) 颜色

矿物的颜色, 是指矿物在自然光下所呈现的颜色, 它取决于化学成分, 有自色和他色之分。自色是矿物本身所固有的颜色, 如黄铜矿呈铜黄色。他色是矿物中含有杂质呈现的颜色, 如纯净的石英晶体是透明无色, 但混入不同的杂质就呈紫色、烟色、玫瑰红色。也有些矿物由于氧化或风化而引起颜色的变化, 因此观察矿物的颜色时应注意在新鲜面上进行。

## (三) 条痕

矿物在白色无釉瓷板上摩擦时所留下的粉末的颜色称为条痕。矿物的条痕是较为固定的, 如赤铁矿的颜色可以是铁黑色, 也可以是红褐色, 但其条痕总是砖红色的。磁铁矿的条痕为黑色, 褐铁矿的条痕为黄褐色。因此, 条痕是鉴定金属矿物的重要依据。但对透明非金属矿物或浅色矿物来说意义不大, 因为它们的条痕色差异不显著。

## (四) 光泽

矿物表面反射可见光波的能力, 称为矿物的光泽。根据矿物表面反光的强弱可以分为金属光泽、半金属光泽和非金属光泽。造岩矿物多呈非金属光泽, 常见的有:

(1) 玻璃光泽 矿物表面与玻璃表面所呈现的光泽相似, 如长石、方解石等。

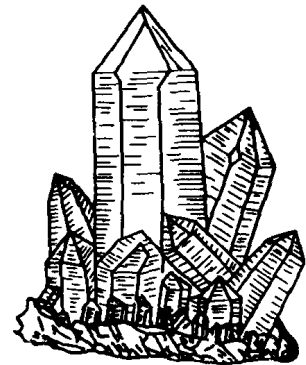


图 1-4 石英晶簇

(2) 珍珠光泽 象贝壳内珍珠层上所显现光泽一样，如云母等。

(3) 丝绸光泽 如同一束蚕丝所表现的那种光泽，多见于呈纤维状集合体的浅色透明矿物中，如纤维石膏。

(4) 油脂光泽 如同油脂般的光泽，常见于某些透明矿物的断口上，如石英断口上的光泽。

(5) 土状光泽 矿物表面反光很弱，光泽暗淡如土，如高岭石。

(6) 金刚光泽 是一种较强的非金属光泽，如同金刚石等宝石的磨光面上所反射的光泽。

#### (五) 硬度

矿物抵抗外力刻划、研磨的能力，称为硬度。硬度是矿物的一个重要鉴定特征。通常是选用如表 1-2 所示的十种矿物，以它们的硬度分为十个硬度等级作为标准，用来对将要鉴定的矿物进行相互刻划比较，以确定矿物的相对硬度。

表 1-2 矿物硬度表

相对硬度等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
标准矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石

在野外工作中，常用指甲（2~2.5）、铁刀刃（3~3.5）、玻璃（5~5.5）、钢刀刃（6~6.5）来鉴别矿物的硬度。值得注意的是风化、裂隙、杂质等都会影响矿物的硬度，所以在测量硬度时，应选择矿物的新鲜晶面或解理面进行。

#### (六) 解理和断口

矿物受外力打击后，能沿一定方向裂开成平面的性质，称为解理。裂开的平面称为解理面。按解理面出现方向的数目可分一组解理（如云母）、二组解理（如长石）、三组解理（如方解石，图 1-5）及多组解理。根据解理面发育的完善程度，可将解理分以下几种：

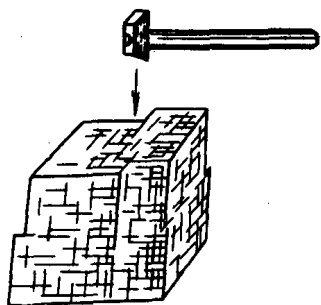


图 1-5 方解石的三组解理

(1) 极完全解理 矿物受外力作用时，极易裂成薄片，解理面平整光滑，如云母。

(2) 完全解理 矿物受外力作用时，易裂成块状或薄板，解理面平滑闪亮，如方解石。

(3) 中等解理 矿物受外力作用后，在其碎块上解理面清楚，但不平滑，常呈小阶梯状或不连续，如长石、角闪石等。

(4) 不完全解理 矿物受外力作用后，裂成不规则碎块，解理面不甚明显，且断断续续，如橄榄石。

矿物的解理是由其内部的晶格构造决定的。同一种矿物的解理方向和解理面发育的完全程度总是相同的，其性质很固定，因此解理是矿物的重要鉴定特征。

矿物受外力敲击后，沿任意方向发生断裂，所产生的不规则的断裂面称为断口。断口的形态往往有一定的特点，可作为鉴定矿物的辅助依据。常见的断口形状有：贝壳状（如石英）、锯齿状（如自然铜）、参差状（如磷灰石）等。

表 1-3 常见造岩矿物鉴定表

序号	矿物名称及化学成分	形状	颜色	条痕	光泽	硬度	解理	比重	其他
1	石英 $\text{SiO}_2$	块状、粒状、六棱柱状、晶簇状	无色、乳白色、含杂质时可呈各种颜色	无	玻璃光泽、断口油脂光泽	7	贝壳状断口	2.6	质脆，抗风化能力强，透明度好的晶体亦称水晶。河沙中石英沙粒的含量较高
2	正长石 $\text{K} [\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	柱状、板状、粒状	肉红、浅玫瑰、灰白或淡黄色	白色	玻璃光泽	6	两组完全解理，近于正交	2.5~2.6	有时呈双晶，易风化成高岭土。河沙中长石含量较小
3	斜长石 $\text{Na} [\text{AlSi}_3\text{O}_8] \text{Ca} [\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$	板状、柱状、粒状	白色或灰白色	白色	玻璃光泽	6	两组完全解理，斜交	2.6~2.8	有时呈聚片双晶，特征同正长石
4	角闪石 $(\text{Ca}, \text{Na}) (\text{Mg}, \text{Fe})_4 (\text{Al}, \text{Fe}) [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2 (\text{OH})_2$	长柱状、针状、纤维状	深绿至黑色	灰白色	玻璃光泽	5.5~6	两组中等解理，交角 $56^\circ$ 或 $124^\circ$	3.1~3.6	晶体横截面为六角菱形
5	辉石 $(\text{Na}, \text{Ca}) (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al}) [(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$	短柱状、粒状	褐黑、黑色	白色、褐色	玻璃光泽	5~6	两组中等解理，近于正交	3.2~3.5	晶体横截面为正八边形
6	橄榄石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 [\text{SiO}_4]$	粒状	橄榄绿、淡黄绿色	无	玻璃光泽	6.5~7	贝壳状断口	3.2~3.5	性脆，在绿色矿物中硬度较大
7	黑云母 $\text{K} (\text{Mg}, \text{Fe})_3 (\text{OH})_2 [\text{Al}, \text{Si}_3\text{O}_{10}]$	薄片状、鳞片状	黑色	白色、淡绿色	珍珠或玻璃光泽	2.5~3	一组极完全解理	2.7~3.1	薄片透明，有弹性
8	白云母 $\text{KAl}_2 (\text{OH})_2 [\text{Al}, \text{Si}_3\text{O}_{10}]$	片状、鳞片状	白色	白色	珍珠或玻璃光泽	2.5~3	一组极完全解理	2.7~3.1	薄片透明，有弹性。河沙中常含白云母
9	方解石 $\text{CaCO}_3$	菱面体、粒状、块状、钟乳状、晶簇状	白色、灰色、含杂质可呈多种颜色	白色	玻璃光泽	3	三组完全解理	2.6~2.8	遇冷稀盐酸剧烈起泡
10	白云石 $\text{Ca} \cdot \text{Mg} [\text{CO}_3]_2$	菱面体、粒状、块状	灰白、淡红或淡黄色	白色	玻璃光泽	3.5~4	三组完全解理	2.8~3.0	晶体只与热盐酸反应，粉末遇冷稀盐酸起泡

续表

序号	矿物名称及化学成分	形状	颜色	条痕	光泽	硬度	解理	比重	其他
11	石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	纤维状、条状、板状	无色、白色或灰白色	白色	玻璃或珍珠光泽	2	一组完全解理	2.2~2.4	可溶于盐酸和略溶于水
12	高岭石 $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	块状、土状	白色、含杂质时可呈黄、浅褐色等	白色	土状光泽	1~1.5	平坦状或贝壳状断口	2.5~2.6	有滑感,干时易吸水,湿时具可塑性、具粘着性。在河水中易分散,呈悬浮状
13	滑石 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	片状、块状	白、淡黄、淡红或浅灰色	白色	油脂或珍珠光泽	1	一组完全解理	2.7~2.8	极软,手摸有滑腻感,薄片可挠曲而无弹性
14	绿泥石 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	片状、鳞片状	深绿色	绿色	珍珠或玻璃光泽	2~2.5	一组极完全解理	2.6~2.9	薄片可挠曲,但无弹性
15	蛇纹石 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$	块状、片状、纤维状	浅黄绿、浅绿或浅黄色	浅绿色	蜡状或丝绸光泽	3~3.5	贝壳状断口	2.6~2.9	能溶于盐酸,多产于变质岩中
16	红柱石 $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$	柱状、放射状	灰白或浅玫瑰色	无	玻璃或油脂光泽	7~7.5	一组解理	3.1~3.2	晶体横截面近于正方形,表面风化后有滑感
17	石榴子石 $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	菱形十二面体、二十四面体或八面体	棕、棕红或黑色等	无	玻璃光泽、断口油脂光泽	6.5~7.5	参差状或贝壳状断口	3.5~4.3	多产于变质岩中
18	黄铜矿 $\text{CuFeS}_2$	粒状或致密块状	铜黄色	绿黑色	金属光泽	3~4	无	4.1~4.3	溶于硝酸
19	黄铁矿 $\text{FeS}_2$	呈立方体或块状、粒状	浅铜黄色	绿黑色、黑色	金属光泽	6~6.5	参差状断口	4.9~5.2	晶面上常有三组正交条纹,在岩浆岩中可呈细小星点状存在
20	褐铁矿 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	土状、块状、钟乳状或球状	黄褐或黑褐色	黄褐色、棕褐色	半金属光泽	5~5.5	无	3.4~4	为含铁矿物的风化产物,呈铁锈状,易染手
21	磁铁矿 $\text{Fe}_3\text{O}_4$	粒状、块状	铁黑色	黑色	金属或半金属光泽	5.5~6	无	4.9~5.2	性脆,具有强磁性

### (七) 其他特性

除上述几种性质外,有些矿物还具独特的性质,如云母片有弹性,磁铁矿具磁性,滑石有滑腻感,方解石遇盐酸起泡等,都可以作为鉴定矿物的可靠依据。

## 二、矿物的简易鉴定

正确的识别和鉴定矿物,对于岩石的分类命名,研究它的性质,都是必不可少和非常重要的。鉴定矿物的方法很多,如肉眼鉴定,化学分析,差热分析,光谱分析以及电子显微镜扫描等,其中肉眼鉴定法既方便,又迅速,是一切鉴定方法的基础。对于水利工作者而言,要求掌握这种基本的鉴定方法。

肉眼鉴定法是在熟练掌握矿物的物理性质的基础上,凭借肉眼和一些简单工具,如小刀、钢针、放大镜、条痕板、稀盐酸等对矿物的特征进行观察比较,以达到鉴定矿物的目的。在鉴定中,需要认真观察、仔细分析,全面描述矿物的各种物理性质,尤其是要善于抓住那些具有鉴定意义的特征。一般采用的步骤是:首先看颜色,其次按形状、光泽和硬度,缩小被鉴定的矿物范围,最后根据解理及其他特征,综合定出矿物的名称。常见造岩矿物的鉴定特征如表 1-3 所列。

## 第三节 岩 浆 岩

岩浆岩又称火成岩,是构成地壳最基本的岩石。它分布极其广泛,约占地壳体积的 90% 以上。

### 一、岩浆岩的成因类型

岩浆岩是由岩浆侵入地壳上部或喷出地表后冷凝而形成的岩石。岩浆是一种存在于地球深处高温、高压下的粘稠状熔融体,其成分以硅酸盐为主,并含有大量挥发性物质(如水、二氧化碳、氟、氯等),以及一部分金属硫化物和氧化物。

岩浆的成分对岩浆的性质影响很大,按其成分的不同,可分为酸性岩浆和基性岩浆两大类。酸性岩浆的特点是富含钾、钠氧化物和硅酸成分,而铁、镁和钙的氧化物较少,粘性较大且流动性小;基性岩浆的特点是富含铁、镁氧化物;而钠、钾氧化物和硅酸含量较少,粘性小而流动性大。

岩浆是处于不停地运动之中。当地壳运动出现深大断裂或岩浆流动的膨胀力超过了上覆岩层的压力时,破坏了均衡条件,则岩浆就会沿着断裂带或地壳内的软弱带,向压力较小的地方移动,侵入到地壳上部的岩层中逐渐冷却凝固,这种地质过程称侵入作用。若岩浆冲破地壳直接喷出地表,失去大部分挥发性成分迅速冷凝,则称为喷出作用。因此,在地壳中由于侵入作用形成的岩石称为侵入岩,其中位于地表 3 公里以下的侵入岩称深成岩,处于地表 3km 以内的侵入岩称浅成岩。在地表由喷出作用形成的岩石称喷出岩。

### 二、岩浆岩的产状

岩浆岩的产状,是指岩浆岩体产出的规模,空间形态与周围岩石的接触关系等。由于岩浆岩形成时所处的地质环境不同,岩浆活动也有差异,因而岩浆岩的产状是多种多样的,如图 1-6 所示。



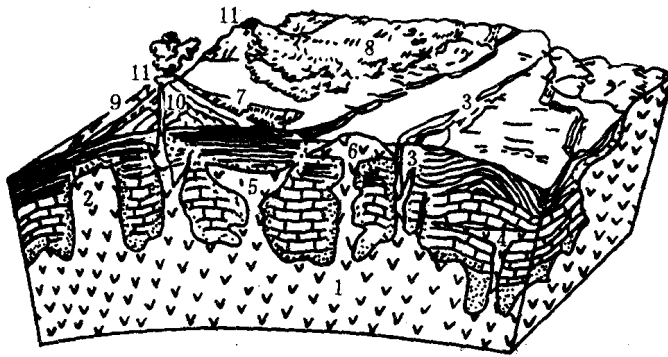


图 1-6 岩浆岩体产状示意图

- 1—岩基；2—岩株；3—岩脉；4—岩床；  
5—岩盖；6—岩盖；7—熔岩流；8—熔岩被；  
9—火山锥；10—火山颈；11—火山口

### (一) 侵入岩产状

(1) 岩基 是一种规模巨大的深成侵入岩体，出露面积多大于  $100\text{km}^2$ ，形状不规则，表面起伏不平，向下延伸很深，与围岩成侵入接触。岩基成分较稳定，通常由花岗岩或花岗闪长岩等酸性岩组成，如我国天山、阿尔泰山、秦岭及大兴安岭等都是岩基构成的山脉。

(2) 岩株 是一种规模较岩基小的深成侵入岩体，出露面积小于  $100\text{km}^2$ ，平面形状近圆形，其下部与岩基相连，岩株成分与岩基相近，如安徽黄山的花岗岩体。

(3) 岩床 是岩浆沿围岩层面侵入冷凝而成的板状岩体，一般与围岩层面平行，厚度常小于数十米，但延伸很广，主要由基性岩构成，如黄河三门峡坝基就是一处岩床。

(4) 岩盘 岩浆顺裂隙上升，侵入围岩中冷凝成中间凸起四周变薄，底部平坦的穹窿状侵入岩体，称为岩盘（岩盖）。一般规模不大，出露面积可达数公里，厚度约为  $1\text{km}$ ，如山东莱芜的闪长岩。

(5) 岩墙和岩脉 是岩浆沿围岩裂隙侵入而成的，其中，具一定厚度且近于直立的板状岩体称岩墙；规模小，呈倾斜的脉状岩体称岩脉。它们分布较广。

### (二) 喷出岩的产状

(1) 熔岩流 岩浆喷出地表后，顺着山坡或谷地流动，冷凝后形成长条带状或宽阔舌状的岩体。

(2) 熔岩被 从火山口喷出的基性岩浆沿地面四方流散，冷凝后形成平缓的大面积的熔岩。其出露面积可达数百平方公里，由于多次喷发厚度可达千米以上。如世界著名的印度德干高原的玄武岩熔岩被，分布面积为  $6000\text{km}^2$ 。

(3) 火山锥 是由火山喷发出的熔岩和火山碎屑物质围绕火山口堆积而成的圆锥形岩体。火山锥的高度及大小极不一致。我国山西大同及黑龙江的五大莲池成群的火山锥最为典型。

## 三、岩浆岩的物质成分

岩浆岩的化学成分相当复杂，地壳中存在的各种化学元素，在岩浆岩中均能见到，但彼此之间的含量却相差很大。岩浆岩的化学成分往往以各种氧化物的形式，如  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  及  $\text{K}_2\text{O}$  等存在于岩石中，而含量最高，对岩浆岩的化学成分有重要影响的是  $\text{SiO}_2$ 。根据  $\text{SiO}_2$  的含量，岩浆岩可分为酸性岩（ $\text{SiO}_2$  含量大于  $65\%$ ）、中性岩（ $\text{SiO}_2$  含量  $65\% \sim 52\%$ ）、基性岩（ $\text{SiO}_2$  含量  $52\% \sim 45\%$ ）和超基性岩（ $\text{SiO}_2$  含量小于  $45\%$ ）四大类。

岩浆岩的矿物成分是岩浆岩化学成分、生成条件和成因的反映，对岩石的分类有重要