

项目一 造岩矿物和岩石

项目任务	1. 造岩矿物； 2. 岩浆岩； 3. 沉积岩； 4. 变质岩； 5. 岩石的工程地质评述				
项目目标	知识目标	1. 理解矿物(晶体)的形态、物理性质,掌握造岩矿物的室内鉴定特征;2. 理解岩石的成因、矿物成分、结构、构造、分类及代表性岩石的特征;3. 通过实验肉眼辨别常见岩石			
	能力目标	主动和愿意冒险;执著与变通;创造性思维;批评性思维;自省个人的知识、技能、态度;求知欲和终生学习;时间和资源的管理			
	素质目标	1. 职业道德、正直、责任感和负责任;2. 职业行为; 3. 主动规划个人职业;4. 与我国高速铁路发展保持同步			
学习组织形式与方法	综合实验室作为“知识交换市场”:学生之间、学生与教师之间。加强教师与学生之间有规律的互动学习让学生分享共同学习成果。课业的“学习准备”阶段采用正面课堂教学、学生互学、独立学习等多种形式;多数计划实施阶段采用4~6人小组学习,明确小组负责人并定期更换。小组负责人的职责类似于项目组组长的职责,负责组内基层管理、组织分工、仪器设备管理工作。实训场地设有工具设备间和维修材料及配件间,在学习过程中设置与企业一致的工作步骤及要求。				
项目过程	项目环境	实验室与多媒体教室合一,预约开放;			
	C 构思	依托学院图书馆、数字图书馆、精品课网站、多媒体综合实验室及外部信息服务平台建立起项目一的知识结构;读出本书编辑思维方式;探究形态与成分、结构、构造的关系			
	D 设计	设计实验过程:观察矿物形态→观察矿物颜色→观察矿物力学性质→比照标准图版;观察岩石形态→观察岩石颜色→观察岩石结构→观察岩石构造→比照标准图版			
	I 实施	1. 学生组汇报学习构思与设计结果;2. 学生代表讲解部分或全部相关内容;3. 教师视情况讲解、指导、说明			
	O 运行	针对造岩矿物和代表性岩石进行鉴定并总结出较好的设计方案。进一步探讨形态与结构、构造关系、微观与宏观关系。			
评价		自我评价	小组评价	教师评价	综合评价
	专业知识				
	能力素质				
	已掌握				
	已理解				
	已熟悉				
	问题提出				
	课外学习 资料收集				

	工作态度				
	合作意识				
	沟通能力				
	自律能力				

人类的工程建筑活动都是在地球表层进行的，地球表面这一层硬壳常称为地壳。地壳是地球形成以来约 40 亿年间不断演化发展的产物。

地壳表面是起伏不平的，有高山、丘陵、平原、湖盆地和海盆地等，最高的珠穆朗玛峰顶与最低的太平洋玛利亚纳深海沟底高差达 18 km 多。地壳的平均厚度为 33 km，与地球平均半径 6 731 km 相比，确实只是地球表面极薄的一层硬壳。但是，地壳厚度在各处变化很大，一般陆地地壳较厚，海底地壳较薄。例如，我国青藏高原地区地壳厚 70~80 km，而玛利亚纳海沟处地壳厚仅为 5~6 km。人类工程建筑活动一般都在地表以下几百米以内，很少超过 1 km，目前世界上最深的科学试验钻孔，也未超过 10 km。因此，人类活动的深度远未达到地壳平均厚度。

地壳的物质组成很复杂，目前已知的元素中约有 92 种都在地壳中被发现，但各种元素在地壳中的含量和分布是很不均匀的。O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg、Ti 及 H 十种元素，按质量计占 99.96%，其中 O、Si 和 Al 三种元素约占 88.17%（见表 1.1）。

表 1.1 地壳主要元素质量百分比

元 素	符 号	质量百分比	元 素	符 号	质量百分比
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：本表引自 Scientific American，1970。

这些元素在地壳中大多数以化合物状态存在，少数以单质状态存在，它们形成各种化合物矿物和单质天然矿物，例如石英（ SiO_2 ）、方解石（ CaCO_3 ）等化合物矿物和石墨（C）、天然硫（S）等单质天然矿物。

矿物是天然生成的、具有一定物理性质和一定化学成分的物质，是组成地壳的基本物质单位。它们在地壳中按一定规律共生组合在一起，形成由某一种矿物或几种矿物组成的天然集合体，这种天然矿物集合体称为岩石。主要由一种矿物组成的集合体称单矿岩，如由方解石组成的石灰岩；由两种或更多种矿物组成的集合体称为复矿岩，如正长石、石英和云母等组成的花岗岩。

由上述可知，地壳是由岩石组成的，岩石是由矿物组成的，矿物则是由各种化合物和单质组成的。人类工程建筑活动的主要对象，一方面是人工设计、建造成的工程建筑物，另一方面就是组成建筑物周围地壳的岩石。在进行工程设计、施工之前，必须首先了解掌握建筑地区岩石的特性。地壳中的岩石，按其形成原因分为三大类，岩浆岩、沉积岩和变质岩，本章重点就是按成因分类顺序，分别讨论三大类岩石的各种地质特性。在这之前先叙述一下组成岩石的主要矿物。

任务一 造岩矿物

地壳中的矿物，是指在各种地质作用中所形成的天然单质或化合物。它们具有一定的化学成分和内部结构，从而有一定的外部形态、物理性质和化学性质。绝大多数矿物为固态，只有极少数呈液态（自然汞）和气态（如火山喷气中的 CO_2 、 SO_2 等）。已发现的矿物有3000多种，但组成岩石的主要矿物仅30余种，这些组成岩石的主要矿物称为造岩矿物，如石英、方解石及正长石等。

一、矿物的形态

矿物的形态是就矿物单体及同种矿物集合体的形态而言的，矿物形态受其内部结构、化学成分和生成时的环境制约。

1. 矿物单体形态

(1) 结晶质和非结晶质矿物。造岩矿物绝大部分是结晶质，其基本特点是组成矿物的元素质点（离子、原子或分子）在矿物内部按一定的规律重复排列，形成稳定的结晶格子构造。具有结晶格子构造的物质叫作结晶质。结晶质在生长过程中，若无外界条件限制、干扰，则可生成被若干天然平面所包围的固定几何形态。这种有固定几何形态的晶质称为晶体，如岩盐呈立方体，水晶呈六方柱和六方锥等。在结晶质矿物中，还可根据肉眼能否分辨而分为显晶质和隐晶质两类。

非晶质矿物内部质点排列没有一定的规律性，所以外表就不具有固定的几何形态，例如蛋白石（ $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）、褐铁矿（ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）等。非晶质可分为玻璃质和胶质两类。

(2) 矿物的结晶习性。在相同条件下生长的同种晶粒，总是趋向于形成某种特定的晶形的特性叫作结晶习性。尽管矿物的晶体多种多样，但归纳起来，根据晶体在三度空间的发育程度不同，可分为以下3类：

① 一向延长：晶体沿一个方向特别发育，其余两个方向发育差，呈柱状、棒状、针状、纤维状等，如角闪石、辉石、石棉、纤维石膏和文石等。

② 二向延长：晶体沿两个方向发育，呈板状、片状、鳞片状等，如板状石膏、云母、绿泥石等。

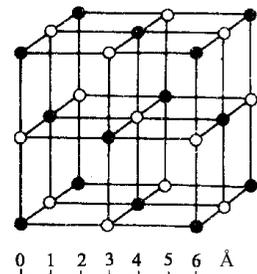


图 1.1 岩盐的晶体结构

③ 三向延长：晶体在三度空间发育，呈等轴状、粒状等，如岩盐（见图 1.1）、黄铁矿、石榴子石等。

2. 矿物集合体形态

同种矿物多个单体聚集在一起的整体就是矿物集合体。矿物集合体的形态取决于单体的形态和它们的集合方式。集合体按矿物结晶粒度大小进行分类，肉眼可辨认其颗粒的叫作显晶矿物集合体，肉眼不能辨认的则叫作隐晶质或非晶质矿物集合体。

显晶集合体形态有规则连生的双晶集合体，如接触双晶和穿插双晶以及不规则的粒状、块状、片状、板状、纤维状、针状、柱状、放射状、晶簇状等。其中晶簇是以岩石空洞洞壁或裂隙壁作为共同基底而生长的晶体群。

隐晶和胶态集合体可以由溶液直接沉积或由胶体沉积生成，主要形态有球状、土状、结核体、鲕状、豆状、分泌体、钟乳状、笋状等。其中结核体是围绕某一中心自内向外逐渐生长而成；钟乳状集合体通常是由真溶液蒸发或胶体凝聚，由同一基底逐层堆积而成，可成葡萄状、肾状、石钟乳状等；分泌体是由胶体或晶质矿物在形状不规则的孔洞中或球状孔洞中从洞壁向中心逐层沉淀填充而成。

二、矿物的物理性质

由于成分和结构的不同，每种矿物都有自己特有的物理性质，所以矿物物理性质是鉴别矿物的主要依据。

1. 颜色

颜色是矿物对不同波长可见光吸收程度的反映。它是矿物最明显、最直观的物理性质，

根据成色原因可分为白色和它色等。白色是矿物本身固有的成分、结构所决定的颜色，具有鉴定意义，例如黄铁矿的浅铜黄色。它色则是某些透明矿物混有不同外来带色杂质或其他原因引起。通常，以标准色谱的红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫以及白、灰、黑来说明矿物颜色，也可以依最常见的实物颜色来描述矿物的颜色，如砖红色、橘黄色、橄榄绿色等。

2. 条痕

条痕是矿物粉末的颜色，一般是指矿物在白色无釉瓷板（条痕板）上划擦时所留下的粉末的颜色。某些矿物的条痕与矿物的颜色是不同的，如黄铁矿的颜色为浅铜黄色，而条痕为绿黑色。条痕色去掉了矿物因反射所造成的色差，增加了吸收率，扩大了眼睛对不同颜色的敏感度，因而比矿物的颜色更为固定，但只适用于一些深色矿物，对浅色矿物无鉴定意义。

3. 透明度

透明度是指矿物透过可见光波的能力，即光线透过矿物的程度，透明度受厚度影响，故一般以 0.03 mm 的规定厚度作为标准进行对比。肉眼鉴定矿物时，一般可分成透明、半透明、不透明 3 级。这种划分无严格界限，鉴定时用矿物的边缘较薄处，并以相同厚度的薄片及同样强度的光源比较加以确定。

4. 光泽

光泽是矿物表面的反光能力。根据矿物表面反光程度的强弱，用类比方法常分为 4 个等级：金属光泽，反光很强，犹如电镀的金属表面那样光亮耀眼；半金属光泽，比金属的亮光弱，似未磨光的铁器表面；金刚光泽及玻璃光泽。另外，由于矿物表面不平、内部裂纹，或成隐晶质和非晶集合体等，可形成某种独特的光泽，如丝绢光泽、油脂光泽、蜡状光泽、珍珠光泽、土状光泽等。矿物遭受风化后，光泽强度就会有不同程度的降低，如玻璃光泽变为

油脂光泽等。

5. 解理和断口

矿物在外力作用（敲打或挤压）下，严格沿着一定方向破裂或成光滑平面的性质称为解理。这些平面叫解理面。根据解理产生的难易程度，可将矿物的解理分成5个等级：极完全解理，解理面极完好，平坦而极光滑，矿物晶体可劈成薄片，如云母等；完全解理，矿物晶体容易劈成小规整的碎块或厚板块，解理面完好、平坦、光滑，如方解石等；中等解理，破裂面不甚光滑，往往不连续，如辉石等；不完全解理，一般难发现解理面，偶尔可见小而粗糙的解理面；极不完全解理，实际上无解理，只有在显微镜下才能发现零星的解理，如石英。不同种类的矿物，其解理发育程度不同，有些矿物无解理，有些矿物有1组或数组程度不同的解理，如云母有1组解理，长石有2组解理，方解石则有3组解理。如果矿物受外力作用，无固定方向破裂并呈各种凹凸不平的断面，如贝壳状、参差状等，则叫作断口。

6. 硬度

硬度指矿物抵抗外力的刻划、压入或研磨等机械作用的能力。这里只介绍刻划硬度，它是矿物对外来刻划的抵抗能力，是组成矿物的原子间连接力强弱的一种表现。在鉴定矿物时常用一些矿物互相刻划比较来测定其相对硬度，一般用10种矿物分为10个相对等级作为标准，称为莫氏硬度计（Mohs，1820），最软的是1度，最硬的是10度。这10种矿物由软到硬依次为：1—滑石；2—石膏；3—方解石；4—萤石；5—磷灰石；6—正长石；7—石英；8—黄玉；9—刚玉；10—金刚石。测定某矿物的硬度，只需将待定矿物同硬度计中的标准矿物相互刻划，进行比较。例如，某矿物可以刻划正长石，而又被石英划破，则该矿物的硬度介于6度与7度之间。通常以简便的工具来代替摩氏硬度计中的矿物，如指甲的硬度为2~2.5，

铜钥匙为 3，小钢刀为 5，窗玻璃为 5.5，钢锉为 6.5。矿物的硬度是指单个晶体的硬度，而纤维状、细分散土状等集合方式对矿物硬度有影响，难以测定矿物的真实硬度。

7. 弹性、挠性、延展性

矿物受外力作用后发生弯曲变形，外力解除后仍能恢复原状的性质称为弹性，如云母的薄片具有弹性。矿物受外力作用发生弯曲变形，当外力解除后不能恢复原状的性质称为挠性，如绿泥石、滑石具有挠性。矿物能锤击成薄片或拉长成细丝的特性称为延展性，如自然金、自然银、自然铜。用小刀刻划时，这些矿物表面留下光亮的刻痕而不产生粉末。

三、造岩矿物简易鉴定方法

正确地识别和鉴定矿物，对于岩石命名、鉴定和研究岩石的性质，是一项不可缺少而且是非常重要的工作。准确的鉴定方法需借助各种仪器或化学分析，最常用的为偏光显微镜、电子显微镜等。但对于一般常见矿物，用简易鉴定方法或称肉眼鉴定方法即可进行初步鉴定。所谓简易鉴定方法，即借助一些简单的工具，如小刀、放大镜、条痕板等对矿物进行直接观察测试。现选择主要的几种介绍如下。

(1) 石英 SiO_2 常发育成单晶并形成晶簇，或成致密状或粒状集合体。纯净的石英无色透明，称为水晶；含有细小分散的气态或液态物质呈乳白色者，称乳石英。石英晶面为玻璃光泽，断口为油脂光泽，硬度 7，无解理，贝壳状断口。

(2) 斜长石 $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ 与 $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$ 混合 斜长石单晶体为板状或板条状；常为白色或灰白色；玻璃光泽；硬度 6~6.52；2 组中等解理，近于正交；相对密度 2.61~2.75。

(3) 正长石 $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ 正长石单晶体常为柱状或板柱状；常为肉红色，有时具有

较浅的色调；玻璃光泽；硬度 6；有 2 组相互正交的解理；相对密度 2.54~2.57；正长石与钾微斜长石、透长石等一起构成钾长石的不同变种。

(4) 白云母 $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH, F)_2$ 白云母单晶体为短柱状及板状，横切面常为六边形；集合体为鳞片状，其中晶体细微者称绢云母；有平行片状方向的极完全解理；薄片为无色透明；具有珍珠光泽；硬度 2.5~3；薄片有弹性；相对密度 2.77~2.88。

(5) 黑云母 $K(Mg, Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH, F)_2$ 黑云母棕褐色或黑色；相对密度 2.7~3.3；其形态及其他光学及力学性质同白云母。

(6) 普通角闪石 $(Ca, Na)_{2-3}(Mg, Fe, Al)_5[Si_6(Si, Al)_2O_{22}](OH, F)_2$ 单晶体为长柱状，常见针状；绿黑色或黑色；玻璃光泽；硬度 5~6；有平行柱面 2 组解理，交角为 124°；相对密度 3.02~3.45，随含铁量增高而增大。

(7) 普通辉石 $(Ca, Mg, Fe, Al)_2[(Si, Al)_2O_6]$ 单晶体为短柱状，集合体为粒状；绿黑色或黑色；玻璃光泽；硬度 5.5~6，有平行柱面的两组解理，其交角为 56°；相对密度 3.02~3.45。

(8) 橄榄石 $(Mg, Fe)_2(SiO_4)$ 常为粒状集合体；浅黄绿到橄榄绿色，随含铁量增高而加深；玻璃光泽；硬度 6~7；不完全解理；相对密度为 3.2~4.4，随含铁量增高而增大。

(9) 石榴子石 $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ 石榴子石常形成菱形十二面体；集合体成粒状和块状；浅黄白、深褐到黑色，随含铁量增高而加深；玻璃光泽；硬度 6~7.5；无解理；断口油脂光泽，为贝壳状或参差状；相对密度 3.5~4.2；较稳定，如风化则变为褐铁矿等；主要产于变质岩。

(10) 方解石 CaCO_3 常发育成单晶或晶簇；粒状、块状、纤维状或钟乳状集合体；纯净的方解石无色透明，因杂质渗入而常呈白、灰、黄、浅红、绿、蓝等色；玻璃光泽；硬度 3；3 组完全解理，斜交呈菱面体；相对密度 2.72；与稀盐酸作用后剧烈起泡，是石灰岩、大理岩的主要矿物成分，可溶于水，无色透明者称冰洲石。

(11) 白云石 $\text{CaMgCO}_3(\text{OH})_2$ 单晶为菱面体；通常为块状或粒状集合体；一般为白色，因含 Fe 常呈褐色；玻璃光泽；硬度 2.35~4；解理完全；相对密度 2.85~3.1，随含铁量增高而增大；粉末遇稀盐酸起泡，是白云岩、大理岩的主要矿物成分，可溶于水。

(12) 石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 单晶体常为板状，集合体为块状、粒状及纤维状等；为无色或白色，有时透明；玻璃光泽，纤维状石膏为丝绢光泽；硬度 2；有极好解理，易沿解理面劈开成薄片；薄片具挠性；相对密度 2.30~2.37；多形成于盐湖或封闭的海湾中，呈层状或混于沉积岩层中；脱水后变为硬石膏 (CaSO_4)，硬石膏吸水又可变为石膏，同时体积膨胀，可达 30%，在水流作用下也可形成溶孔、洞隙。

(13) 黄铁矿 FeS_2 大多呈块状集合体，有些发育成立方体单晶，立方体的晶面上常有平行的细密纹；颜色为浅铜黄色；条痕为绿黑色；硬度 6~6.5；性脆，断口参差状；相对密度 5。

(14) 赤铁矿 Fe_2O_3 常为致密块状及土状集合体；铁黑色或暗红色，条痕呈樱红色；金属、半金属到土状光泽，不透明；硬度 5~6；无解理；相对密度 4.0~5.3。

(15) 褐铁矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 实际上是多种成分的混合物，主要成分是针铁矿 $\text{FeO}(\text{OH})$ ，并含有泥质及二氧化硅等；褐色至黄褐色，条痕黄褐色；常呈土块状、葡萄状；硬度不一。

(16) 绿泥石 $(\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe})_6 [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_8$ 绿泥石常呈鳞片状集合体；绿色，深浅随含铁量的变化而不同；解理面上为珍珠光泽；有平行片状方向的解理；硬度 2~3；相对密度 2.6~3.3；薄片具挠性，不具弹性；是长石、辉石、角闪石、橄榄石等的次生矿物，在变质岩中分布最多。

(17) 蒙脱石 $(\text{Al}_2\text{Mg}_3)(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ 土状或显微鳞片状集合体；白色或灰白色；因含杂质染有黄、浅玫瑰红、蓝或绿色；土状者光泽暗淡；硬度 1~2；相对密度 2~3；具可塑性，遇水剧烈膨胀；亲水性比高岭石更强，吸水后体积可膨胀几倍；并具有很强的吸附力及阳离子交换能力；主要由基性岩浆岩在碱性环境中风化而成，为膨润土的主要成分。

(18) 滑石 $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ 滑石单晶体为片状；通常为鳞片状、放射状、纤维状、块状等集合体；无色或白色；解理面为珍珠光泽；硬度 1；平行片状方向有 1 组中等解理；薄片具挠性；相对密度为 2.58~2.55；具滑感，性质软弱，为富镁质超基性岩、白云岩等变质后形成的主要变质矿物。

(19) 高岭石 $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ 土状或块状集合体；白色，常因含杂质而呈其他色调；土状者光泽暗淡，块状者具蜡状光泽；硬度 2；相对密度 2.61~2.68；具可塑性；与蒙脱石、水云母等同为黏土矿物，主要由富含铝硅酸盐（长石、云母等）的岩浆岩和变质岩经风化作用形成；具吸水性、可塑性、压缩性。

任务二 岩 浆 岩

一、岩浆岩的形成

岩浆岩又称火成岩，是由岩浆侵入地下或喷出地表后冷却凝结而成的岩石。地球内部

的岩浆是一种炽热的熔融体，温度很高，一般为 700~1300℃，成分以硅酸盐为主，含有大量的 H₂O、CO₂、H₂S、HCl 等挥发性气体，并具有一定的黏度。处在地壳深处或上地幔的岩浆，常常伴随着地壳的运动，沿着压力较低的地壳薄弱带或破碎带运移上升，侵入到地壳上部或直接喷溢出地表，然后冷却成岩石。这种包括岩浆活动和冷凝成为岩石的整个过程称为岩浆作用。按岩浆岩的成因和形成的环境条件，分为侵入岩和喷出岩两类。侵入岩又分为深成岩和浅成岩。

岩浆岩在距地面 3 km 以下深处冷凝形成的岩浆岩称为深成岩。深成岩由于是在地下深处形成的，故岩浆的冷却速度非常缓慢，有充分的条件结晶，因而常形成晶粒粗大的岩石，岩体的规模也较大。浅成岩形成在距地表 3 km 范围以内，由于较接近地面，岩浆冷却速度较快，矿物结晶颗粒小，形成的岩石常具中粒、细粒斑状结构，岩体规模也较小。所以，岩浆岩的形成条件与岩石的结构和构造有着密切的关系。

二、岩浆岩的产状

岩浆岩的形成，有的在地面，有的凝固于地壳深处，因而所形成的岩体，其规模和形状也差别很大。这种岩浆岩体的形状、大小、所处的部位以及与周围岩层的接触关系，称为岩浆岩的产状（见图 1.2）。其主要产状有以下几种。

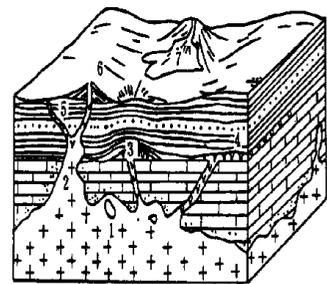


图 1.2 岩浆岩的产状示意图

1—岩基；2—岩株；3—岩盘；4—岩床；

1. 侵入岩产状

岩基 岩基是岩浆侵入到地壳内凝结形成的岩体中最大的一种，分布面积一般大于 60

km²，常见的岩基多是花岗岩类岩体。

岩基埋藏深，范围大，岩浆冷凝速度慢，晶粒粗大，岩性均匀，是良好的建筑地基，如长江三峡坝址区就选在面积约 200 km² 的花岗岩—闪长岩岩基的南端。

岩株 岩株为出露面积小于 100 km² 的深成侵入岩体，平面近似圆形，呈树干状向下延伸，与围岩的接触面较陡，通常以花岗岩类岩石为主。

岩床和岩盘 岩床和岩盘都是浅成侵入岩体。岩床是由流动性较大的岩浆，顺着岩层之间的层面侵入而成的板状岩体，厚度可从数厘米至数百米，延伸从几米到几百千米。岩盘是一种中央凸起、四周变薄、底部平坦的穹隆状岩体，通常规模不大，直径为 3~6 km，厚度为 1 km 左右。

岩墙和岩脉 岩浆沿岩层裂隙侵入形成板状的侵入岩体，称为岩墙。岩墙的规模大小不一，厚度从几厘米到数千米，延伸从几米到数十千米。规模更小，形状不规则的板状岩体，则叫作岩脉。

2. 喷出岩产状

喷出岩的产状受岩浆的成分、黏性、通道特征、围岩的构造以及地表形态影响。常见的喷出岩产状有熔岩流、火山锥及熔岩台地。

熔岩流 岩浆多沿一定方向的裂隙喷发到地表。岩浆多是基性岩浆，黏度小、易流动，形成厚度不大、面积广大的熔岩流，如我国西南地区广泛分布有二叠系玄武岩流。由于火山喷发具有间歇性，所以岩流在垂直方向上往往具有不同喷发期的层状构造。在地表分布有一定厚度的熔岩流也称熔岩被。

火山锥（岩锥）及熔岩台地 黏性较大的岩浆沿火山口喷出地表，流动性较小，常和火山碎屑物黏结在一起，形成以火山口为中心的锥状或钟状的山体，称为火山锥或岩钟。如我国长白山顶的天池就是熔岩和火山碎屑物质凝结而成的火山锥或岩锥。当黏性较小时，岩浆较缓慢地溢出地表，形成台状高地，称为熔岩台地，如黑龙江省的德都县一带就有玄武岩形成的熔岩台地，它把调度尔河截成几段，形成五个串珠状分布的堰塞湖，这就是有名的五大连池。

三、岩浆岩的矿物成分

岩浆岩的矿物成分是岩浆岩的基本特征之一，它们的形成和组合都有一定的规律，不仅反映了岩石的生成条件和成因，同时也是划分岩浆岩类别的主要依据。

组成岩浆岩的矿物主要是硅酸盐类矿物，含量最多的有石英、长石类、云母、角闪石、辉石和橄榄石等 10 余种。

岩浆岩中的矿物还可以按其颜色的深浅，分为浅色矿物和暗色矿物两类。浅色矿物是指那些颜色为白色、灰白色或肉红色的矿物，如石英、正长石、斜长石、白云母等。橄榄石、辉石、角闪石和黑云母等富含铁和镁元素，颜色较深，一般为墨绿或黑色，称为暗色矿物或铁镁矿物。

四、岩浆岩的结构和构造

岩浆岩的结构和构造是岩浆岩的基本特征，它不仅是岩浆岩分类定名和鉴定的主要依据，同时也反映了岩浆岩的形成环境和生成条件。

1. 岩浆岩的结构

岩浆岩的结晶程度、矿物颗粒大小、晶粒形状以及晶粒之间或晶粒与玻璃质之间相互关系的特征，称为岩浆岩的结构。按岩石的结晶程度，岩浆岩的结构可以分为 3 类（见图 1.3）。



图 1.3 岩浆岩的结构示意图

全晶质结构 岩石全部由结晶质矿物组成，这是深成侵入岩所具有的结构。例如花岗岩、闪长岩和辉长岩等都是全晶质结构。

半晶质结构 岩石由部分结晶质和部分玻璃质组成，这种结构多见于浅成岩或喷出岩中。

玻璃质结构 岩石几乎全部是由玻璃质构成的结构，多见于喷出岩，如浮岩和黑曜岩等。

矿物按颗粒直径的大小，通常又分为 3 种：

粗粒结构 矿物颗粒直径 $>5 \text{ mm}$ ；

中粒结构 矿物颗粒直径为 $5 \sim 1 \text{ mm}$ ；

细粒结构 矿物颗粒直径 $<1 \sim 0.1 \text{ mm}$ 。

大于 0.1 mm 的结构，其矿物颗粒能用肉眼分辨，称为显晶质结构。颗粒直径小于 0.1 mm 时，肉眼不能分辨的称为隐晶质结构。一般火山岩常具隐晶质结构。

按矿物颗粒的相对大小可分为如下 3 种：

等粒结构 岩石中主要矿物颗粒直径大小大致相等，这种结构一般为深成岩所具有。

不等粒结构 岩石中主要矿物颗粒直径大小不等的一种结构。

斑状结构和似斑状结构 岩石由两种大小截然不同的矿物颗粒组成，大的叫斑晶，小的称基质。斑状结构的基质多为隐晶质或玻璃质，但斑晶必须是显晶质的，此种结构为浅成岩和喷出岩所特有。如果斑晶和基质都是显晶质时，称为似斑状结构。

2. 岩浆岩的构造

岩浆岩的构造是指岩石中不同矿物或矿物集合体之间的排列方式和充填方式所反映出来的特征，亦即矿物集合体组合的几何学特征。岩石的构造与结构定义不同，不可混淆，在描述岩石时要注意区别。常见的岩浆岩构造有以下几种。

块状构造 各种矿物在岩石中均匀分布，无一定次序和方向，没有任何特殊的排列或聚集现象的块体。它是深成岩所具有的典型构造。

流纹状构造 这是流纹岩所具有的典型构造，其特征是不同颜色的矿物、玻璃质和拉长的气孔等沿熔岩流流动方向作平行排列所显现出来的熔岩流动的构造，如喷出岩中的流纹岩便是具有这种构造的典型岩石。

气孔状构造 一些岩石中有许多孔洞，大小不一、互不连通，这是岩浆喷出地表后，其中的气体来不及全部逸出而保留在已经冷凝的熔岩内，便形成气孔状构造。玄武岩常具此种构造。

杏仁状构造 喷出岩中的气孔被外来矿物所充填，称杏仁状构造。这种构造在玄武岩和安山岩中最为常见。充填的矿物多为方解石、石英、沸石、玉髓等。

五、岩浆岩分类及肉眼鉴定方法

1. 岩浆岩的分类

自然界的岩浆岩是多种多样的，它们之间存在着成分、结构、构造、产状及成因等方面的差异，同时又有着密切关系和一定的过渡变化规律。为了掌握岩浆岩的性质和特征，就有必要对种类繁多的岩浆岩进行分类。

岩浆岩分类的依据，主要是岩石的化学成分、矿物成分、产状、结构和构造。根据前述，岩浆岩按 SiO₂ 含量不同，可分为酸性岩、中性岩、基性岩和超基性岩。矿物的成分，特别是石英和橄榄石、正长石和斜长石、暗色矿物的种类和含量等也可以作为分类的依据。岩石的化学成分和矿物成分相同，但产状不同，岩石的结构和构造也就不同，所以岩石的产状、结构和构造也是分类的依据之一。根据上述的分类原则，制成岩浆岩的分类简表（见表 1.2）。

表 1.2 岩浆岩分类简表

岩石类型			酸性岩	中性岩	基性岩	超基性岩	
化学成分 (SiO ₂ 含量)			富含 Si、Al		富含 Fe、Mg		
			>65%	65%~52%	52%~45%	<45%	
岩石颜色			浅色(灰白、浅红、灰绿)		深色(深灰、黑白、暗绿)		
矿物成分	石英含量		>20%	<5%	不含或微含	不含	
	长石含量		正长石为主		斜长石为主	不含	
	暗色矿物种类及含量		黑云母为主，角闪石次之	角闪石为主、辉石、黑云母次之	辉石为主，可有角闪石、黑云母、橄榄石	橄榄石为主，辉石次之	
产状结构及构造	喷出岩	流纹状构造	黑曜岩、浮岩、火山凝灰岩、火山角砾岩、火山集块岩				
		杏仁状构造	玻璃质隐晶质斑状	流纹岩	粗面岩	安山岩	玄武岩
	块状构造	斑状半晶质全晶质粒状		伟晶岩、细晶岩		煌斑岩	少见
	浅成岩		气孔状构造	花岗岩	正长斑岩	闪长玢岩	辉绿岩
		块状构造		花岗岩	正长岩	闪长岩	辉长岩
	深成岩	块状构造	全晶质粒状	花岗岩	正长岩	闪长岩	辉长岩

注：玢岩指浅成岩中具斑状结构且斑晶以斜长石、暗色矿物为主的岩石；斑岩指斑状结构中斑晶以碱性长石、副长石、

石英为主的岩石。

表 1.2 的上半部表示岩浆岩的化学成分和矿物成分；表的下半部，表示岩石的产状、结构和构造以及相对应的岩石种类。同一纵行里的岩石，矿物成分相同，属一个岩类，只是因为产状不同，结构、构造不同，因而具有不同的名称。同一横行里的岩石，产状、结构和构造相同，但矿物成分不同，因而属于不同的岩类。

2. 岩浆岩的肉眼鉴定方法

肉眼观察和鉴定岩浆岩，首先应在野外根据岩石的产状及特征，确定是否属于岩浆岩。然后观察岩石标本的颜色、矿物成分、结构、构造等方面的特征，结合岩浆岩分类表查出岩石的名称。具体步骤如下：

① 观察岩石的颜色。这里所说的岩石颜色是指岩石的总体颜色，而不是岩石中某种矿物的颜色。岩浆岩颜色的深浅，取决于浅色矿物和暗色矿物的相对含量。暗色矿物由多变少，颜色也随之由深变浅。如果岩浆岩的颜色较深，一般属于基性岩或超基性岩类；若颜色较浅，则为酸性岩或中性岩类。根据岩石的颜色，就可以大致确定它是化学成分分类中的哪一类。

② 观察岩石的结构和构造。岩石的结构和构造是由其生成条件决定的，因此，可根据岩石的结构和构造来判断其成因产状，即深成岩、浅成岩或喷出岩。一般具有中、粗粒全晶质结构，块状构造的岩石属深成岩；具玻璃质或隐晶质结构，并有气孔、流纹、杏仁状构造的岩石，均属喷出岩；介于两者之间的为浅成岩。

③ 观察岩石的矿物成分。矿物成分是岩石定名最重要的依据，因此要观察岩石中所含矿物的种类及大致含量，区分出主要矿物、次要矿物和副矿物。其方法是首先观察岩石有无石英和橄榄石，前者是酸性岩的指示矿物，后者是超基性岩的指示矿物；再看有无正长石和

斜长石，然后观察暗色矿物的种类和含量。

④ 确定岩石名称。根据上述观察的结果，对照岩浆岩分类表，便可以确定出岩石的名称。例如，有一岩石标本，经观察有如下特征：岩石为粗粒结构，全晶质，块状构造，据此应为深成岩；岩石颜色较浅，为浅灰白色，应为酸性或中性岩；矿物成分以石英和正长石为主，斜长石次之，暗色矿物为黑云母，含量超过 5%，根据岩石中有大量石英，正长石多于斜长石，对照分类表的纵行和横行，应是花岗岩。又因为暗色矿物黑云母的含量超过 5%，故可定名为黑云母花岗岩。

六、主要岩浆岩的特征

1. 深成侵入岩

深成岩常形成岩基等大型侵入体，岩性一般较均一，以中、粗粒结构为主，致密坚硬、孔隙率小、透水性弱、抗水性强，故深成岩体常被选为理想的建筑场地。但有些岩体风化层很厚（> 100 m），需采取处理措施。此外，深成岩经过多期地壳变动影响，其完整性和均一性受到破坏，且有些节理、裂隙被黏土矿物充填形成软弱夹层或泥化夹层。

花岗岩 花岗岩是酸性深成岩，多呈肉红色、浅灰色；其主要矿物为钾长石、石英和酸性斜长石，次要矿物为黑云母、角闪石等；全晶质等粒状结构，块状构造。同为酸性深成岩的是花岗闪长岩，其中矿物组成斜长石多于钾长石，暗色矿物稍多，一般以普通角闪石为主；产状多为岩基、岩株；可作良好的建筑物地基及天然建筑石料。

正长岩 正长岩常呈浅灰、浅肉红、浅灰红等色；其主要矿物成分为正长石，次要矿物有角闪石、黑云母等，不含石英或含量极少；呈等粒状结构，块状构造；其物理力学性质与

花岗岩类似，但不如花岗岩坚硬，且易风化，极少单独产出，主要与花岗岩等共生。

闪长岩 闪长岩是中性深成岩，浅灰至深灰色；其主要矿物成分为中性斜长石、角闪石，其次为黑云母、辉石及石英等；呈等粒状结构，块状构造；其分布广泛，多与辉长岩或花岗岩共生，也可呈岩脉、岩床或岩盖产出；可作为各种建筑物的地基和建筑材料。

辉长岩 辉长岩是基性深成岩，呈黑色或灰黑色；矿物成分以基性斜长石和辉石为主，也含有少量的角闪石、橄榄石等；呈中、粗粒结构，块状构造；常为岩盘或岩基产出。

2. 浅成侵入岩

浅成岩多以岩床、岩墙、岩脉等状态产出，有时相互穿插。颗粒细小的岩石强度高，不易风化。这些小型侵入体与围岩接触部位岩性不均一，节理裂隙发育，岩石破碎，风化蚀变严重，透水性增大。

花岗斑岩 花岗斑岩为酸性浅成岩，成分与花岗岩相同，具斑状或似斑状结构，斑晶和基质均主要由钾长石、石英组成，若斑晶以石英为主，则称为石英斑岩。

闪长玢岩 闪长玢岩为中性浅成岩，其矿物成分与闪长岩相同；呈斑状结构，斑晶以斜长石为主，基质为细粒至隐晶质；常为灰色，如有次生变化，则多为灰绿色，块状构造；常呈岩脉或在闪长岩体边部产出。

辉绿岩 辉绿岩是基性浅成岩，呈暗绿或黑色；矿物成分与辉长岩相同；呈细粒结构或辉绿结构，后者为由自形—半自形的斜长石晶体（长条状或针状）构成格架，辉石填入其中的特殊结构；呈块状或杏仁状构造；多呈岩床、岩脉产出，具有良好的物理力学性质，但常因节理发育，较易风化。

脉岩类 脉岩是呈脉状或岩墙状产出的浅成侵入岩，常位于深成侵入体内部或附近围岩中，充填在裂隙内。

3. 喷出岩

喷出岩一般有原生孔隙和节理发育，产状不规则，厚度变化大，岩性很不均一；因此强度低，透水性强，抗风化能力差。但对于安山岩和流纹岩等，如果孔隙、节理不发育，颗粒细或呈致密玻璃质，则强度高，抗风化能力强，也属良好建筑物地基。需注意的是喷出岩覆盖在其他岩层之上的特点。

流纹岩 流纹岩是酸性喷出岩，呈岩流状产出，大都为灰、灰白和灰红等较浅颜色；斑状结构，细小的斑晶为正长石和石英等矿物，基质为隐晶或玻璃质，常具流纹构造。因其岩性坚硬、强度较高，可作良好建筑材料。但要注意，下伏岩层和两次或多次喷出之间是否存在松散软弱的土层或风化层。

粗面岩 粗面岩是在成分上和正长岩相当的中性喷出岩，常呈浅灰、浅褐、肉红等色；多具斑状结构，斑晶常为正长石，基质为隐晶质；表面常有粗糙感；常为块状构造，也有气孔构造；斑晶中若有石英，可称为石英粗面岩。

安山岩 安山岩是分布较广的中性喷出岩，我国东部，北自大小兴安岭，南达鲁、苏、浙、闽、粤等省就广泛分布中生代形成的安山岩；呈灰、红褐或浅褐色；常呈斑状结构，斑晶为斜长石、角闪石和辉石等，基质为隐晶或玻璃质；也常呈隐晶质结构；常为块状或气孔构造；有不规则的板状或柱状原生节理，常呈岩流产出。

玄武岩 玄武岩是分布较广的基性喷出岩，如我国西南地区就广泛分布有巨厚玄武岩