

2418

郑家欣 编著

风景与旅游地学概论

同济大学出版社



顺

县

县

VII
全
26

内 容 提 要

本书是作者在同济大学为风景园林专业及测量专业讲授《地质与地貌学》、《风景（旅游）地学资源》等课程的基础上写成的。内容有风景名胜区规划及人们在旅游活动中所必需的地质学、地貌学知识，此外还为园林工程建筑提供地基土的基本知识。

全书共有两部分内容，第一部分为自然风景（旅游）资源形成的地学基础，介绍自然景观资源的矿物与岩石；地质构造概述；外力地质作用与风景地貌；自然地质灾害及其防治措施等内容。第二部分为附篇，介绍地质图、地貌图、自然风景（旅游）地学资源的调查与评价；地基土的物理力学特性与指标等主要内容，为风景名胜区规划及园林工程建设提供地学资源分类及地基土应用的基本知识。

本书可作为大专院校的风景园林、旅游、城镇规划与建设、城镇测量等有关专业的教材，也可作为风景名胜区有关人员的参考书。

责任编辑 沈 恬

封面设计 李志云

风景与旅游地学概论

郑家欣 编著

同济大学出版社出版

（上海四平路 1239 号）

新华书店上海发行所发行

望亭发电厂印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 5 字数: 120 千字

1996 年 9 月第 1 版 1996 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1-2000 定价: 5.70 元

ISBN 7-5608-1617-7 / TU·186

前 言

随着社会的发展,人们对文化生活的需求比以往更加多样并有更高的水准,旅游是其中之一。

旅游是一种离开自己定居点而到他地进行观赏自然景观或人文景观、民俗和休养为主并开展考察研究或体验户外生活为目的的活动。

地学是地球科学内各学科总体的简称。风景(旅游)地学是用现代地学(地理与地质学等)的理论和方法、手段去研究风景、旅游资源,特别是研究自然景观资源的形成条件、分布、特点、类别、价值和开发的远景以及景区(点)的合理布局,并对开发建设和开放过程有可能出现的地质灾害提出防患措施意见的一门学科。大部分风景名胜区的自然景观是以地貌形态特征为基础,以表情殊异的奇景幻影,或是郁郁葱葱的千峰拥翠,或是山明水秀的碧潭清溪为景致而开发利用的。这些恰恰又是受内、外地质作用所控制和综合作用的产物。

我国西靠亚欧大陆、东临太平洋,面积960万 km^2 (几乎与整个欧洲面积相等),疆土的地势呈西高东低的阶梯式模式。在这辽阔的国土上,不仅有着广阔的高原、雄伟纵横绵延的高山,也有茫茫无际的沙漠;有极目千里的平原以及岗峦起伏的低山和丘陵,更有巨大富饶的盆地和蜿蜒曲折长约18000km的海岸线和大小岛屿5000余个(面积达 $7.5 \times 10^5 \text{km}^2$)。境内由于地质、地理气候条件的差异,形成不同类型的地貌形态特征,塑造成千差万别而又栩栩如生、端丽多姿、竞秀争奇的锦秀河山。

本书从地质要素出发,介绍各类岩石的形成与特性,地质构造的基本类型,外力地质作用的类型与因素,进而探讨地貌形态,并把这些要素作为自然风光美景(自然风景旅游资源)形成的地学条件,这对自然名胜风景区的资源调查、构成、规划、评价与开发提供一些地学科学的基本知识,无疑是必要的、有益的。

本书是在本人多年教学讲义的基础上进行较大的补充修改编写而成,在本书编写过程中,笔者又阅读了许多风景区(点)等的综合性资料,并得到华东师大苏文才教授、同济大学风景科学研究所所长丁文魁教授、园林教研室沈洪教授的指导,并提出许多宝贵修改意见,谨此深表谢意。

由于作者水平所限,书中漏错在所难免,敬请读者指正,期望在今后实践中补充、完善和提高。

编者

目 录

第一章 自然景观资源的矿物与岩石	(1)
第一节 地球	(1)
第二节 地壳的物质组成	(5)
第二章 地质构造概述	(25)
第一节 地壳运动的基本概念	(25)
第二节 地质年代	(25)
第三节 构造变动及其类型	(26)
第三章 外力地质作用与风景地貌	(33)
第一节 风化作用与风景地貌	(33)
第二节 地面流水的地质作用与风景地貌	(37)
第三节 地下水的地质作用与风景地貌	(43)
第四节 湖泊、沼泽的地质作用与风景地貌	(47)
第五节 海洋的地质作用与地貌景观	(48)
第六节 冰川的地质作用与风景地貌	(52)
第七节 风的地质作用与风景地貌	(55)
第四章 自然景观与地质作用	(59)
一、景观的地质要素	(59)
二、山岳景观	(59)
三、水域景观	(60)
四、风景与旅游地学资源分类	(62)
附 篇	(64)
一、地质图	(64)
二、旅游地质图	(64)
三、地貌图	(65)
四、地基土的基本知识	(65)
参考文献	(74)

第一章 自然景观资源的矿物与岩石

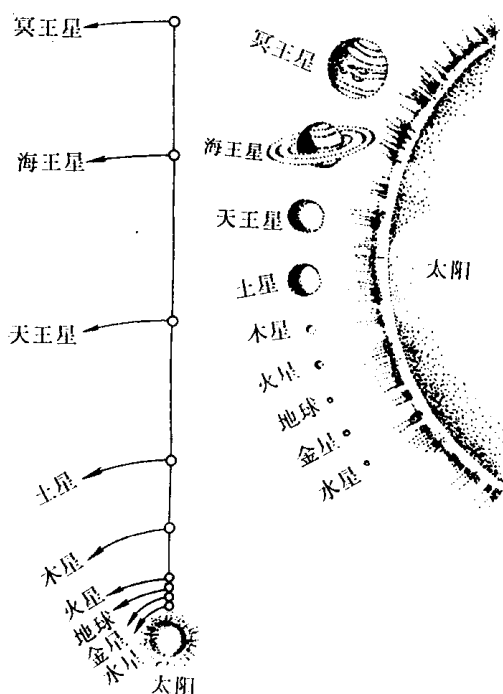
第一节 地球

一、地球在宇宙中的位置

地球是宇宙中的一个小小行星，是太阳系的一个成员。太阳系以太阳为中心，周围依次有水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。此外，还有许多颗小行星（已编号的约 2000 多颗及 50 颗卫星），以及散在行星际空间的流星物质和行星际物质所构成的（图 1-1）。

上述九大行星的有关特征见表 1-1。

地球是太阳系中活动性较强的行星，自形成以来，它或慢或快始终不停顿地旋转而产生的离心力，给地球以深刻的影响，地球表面上地质现象的产生和分布规律都与其紧密相关。



二、地球的形态及其表面特征

（一）地球的形状

通过表 1-1、表 1-2 可看出地球并不是一个正圆球体，而是一个由于地球绕自转轴旋转受到离心力作用所造成的扁球形，现在，通过人造卫星精确测量，发现南极表面比基面凹进 30 米，而北极的表面比基面高出 10 米。赤道到南纬 60° 之间比基面略高；而赤道到北纬 45° 之间比基面略低。因此地球的真正形状近似“梨形”。

图 1-1 太阳和行星

（二）地球表面特征

地球的自然表面，高低起伏，随地而异，但基本上可以区分为两大部分：大陆和海洋，大陆占地球总面积的 29.2%，海洋占 70.8%。

表 1-1

九大行星特征表

行星	距太阳的平均距离 10^6km	公转周期	绕轴自转、周期	赤道直径 (km)	质量 (地球=1)	体积 (地球=1)	密度 (水=1)	逃逸速度 (km/s)	卫星 数目
水星	57.9	87.97 天	88 天	4840	0.055	0.055	5.73	4.3	0
金星	108.2	224.7 天	244 天	12228	0.816	0.880	5.13	10.3	0
地球	149.6	365.26 天	23 小时 56 分	12742	1.000	1.000	5.52	11.2	1
火星	227.9	686.98 天	24 小时 37 分	6770	0.108	0.150	4.15	5.1	2
木星	778.4	11.67 年	9 小时 50.5 分	140720	317.900	1318.000	1.33	60.2	12
土星	1424.0	29.37 年	10 小时 14 分	116820	95.800	769.000	0.71	36.3	10
天王星	2874.0	84.21 年	10 小时 49 分	47100	14.560	50.000	1.56	22.1	5
海王星	4510.0	165.9 年	15 小时	44600	17.240	42.000	2.48	25.3	2
冥王星	5911.0	248.4 年	6 天 9 小时 22 分	6400	0.110	0.130	4.86	?	?

表 1-2

地 球 的 大 小 数 据

赤道半径(a)	6378.245km	赤道圆周长	40076.696km
两极半径(b)	6356.863km	面 积	约为 $5.1 \times 10^8 \text{km}^2$
平均半径	6371.118km	体 积	约 $1.083 \times 10^{12} \text{km}^3$
扁率 $\frac{a-b}{a}$	1 / 298.25	质 量	$5.89 \times 10^{21} \text{t}$

大陆表面的起伏,相当悬殊,有高大的山地、高原、有低平的平原,也有深陷的凹地,我国的珠穆朗玛峰,高出海面达 8848.13 米。是世界上的最高峰,而我国新疆吐鲁番盆地最低处却低于海平面 293m。

根据地形起伏,高差等特征,大陆上可以划出以下基本的地形单元:

1. 高原——海拔在 300m 以上的宽广的地区,表面一般较为平坦或有山岭起伏,如青藏高原、云贵高原等。

2. 山脉——地形起伏甚剧,高差较大(一般在 200m 以上),构成狭长伸展的高地称山岭,山岭相联,延长较远,便成了山脉,如秦岭、天山、昆仑山脉等。

3. 丘陵——地形起伏不大,高差较小(一般在 40~80m,最大不超过 200m)山地,如东南丘陵等。

4. 平原——起伏极小,海拔较低的广大平地,如松辽平原,华北平原等。

5. 盆地——中间较为低平,四周较高或山岭环绕,外形似盆,如四川盆地,塔里木盆地等。

海洋底部地形也是比较复杂的,有很多的海底山脉(中央海岭)和海底山峰(海山),也有海底平原、海底盆地和深海沟(常为俯冲带),世界上最深的海沟是菲律宾的马利亚纳海沟,其最深点的深度为-11034m。因此,地球表面的最大高差将近 20km,陆地平均高度是 840m,海洋平均深度为-3800m。

(三) 地球的圈层构造

地球并不是一个均质体,是具有以地球的固体表面为界分为外部圈层和内部圈层的构造特征。

外部圈层又可分为大气圈、水圈、生物圈。

内部圈层又可分为地壳、地幔、地核三个圈层(图 1-2)。

1. 地壳:地壳是地球的固体外壳,平均厚约 33km,但各处厚度不一,为 30~80km 左右。一般大陆上厚,海洋里薄,按地震波所测得,我国西藏拉萨厚 $71 \pm 3 \text{km}$,北京为 $46 \pm 3 \text{km}$,上海 $31 \pm 3 \text{km}$ 。太平洋与印度洋均 13km。

地壳是由硅酸盐类为主要成分的岩石组成,故称岩石圈,按其成份可分为以下两层:

花岗岩层(硅铝层):这是地壳的上层物质,化学成分以硅铝为主,相当于花岗岩成份,其厚度不一,大陆上厚,海洋中薄,太平洋中大部缺失。

玄武岩层(硅镁层):是地壳下层物质,化学成份以硅镁为主,铁的成份也有较大增加,铝的成份有所减少。

根据前人分析了地壳中六千多种岩石标本,知地壳是由一百多种元素所组成的,其中

有九种是含量最多的，通常用百分比表示，如表 1-3:

表 1-3

元 素	%	元 素	%	元 素	%	上述九种共占 98.88%
氧 O	46.80	铁 Fe	5.06	镁 Mg	2.08	其他加起来 也不过 1.12%
硅 Si	27.30	钙 Ca	3.60	钾 K	2.60	
铝 Al	8.70	钠 Na	2.60	氢 H	0.14	

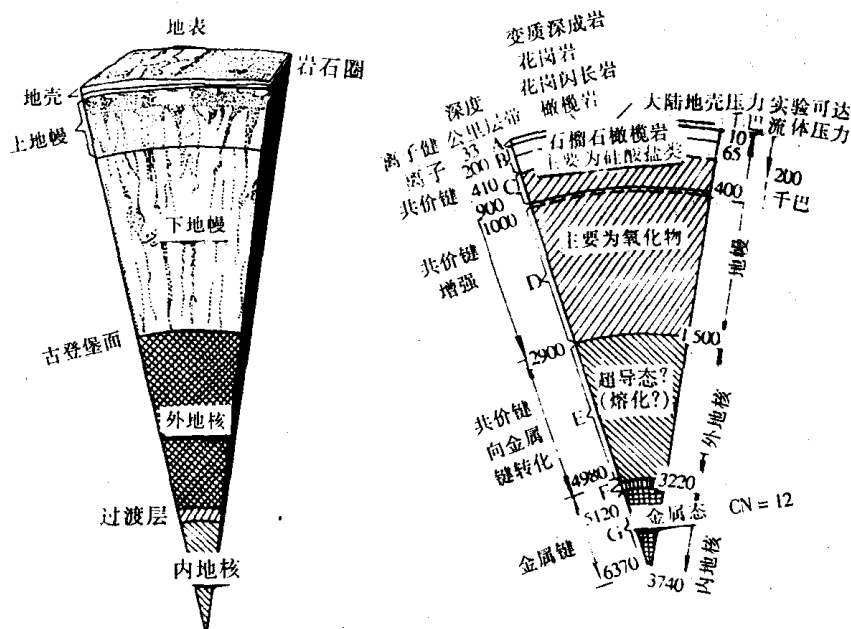


图 1-2 地球内部分层构造示意图

2. 地幔: 位于地壳与地核之间。也可大致分两层:

橄榄岩层 (地幔上层): 化学成份除硅氧外, 铁、镁、钙成份显著增加, 硅、铝的成份又减少, 类似超基性岩的橄榄岩的成份。

地幔下层: 主要由金属氧化物及硫化物所组成。物质状态属非晶质固态, 塑性很大。

3. 地核: 位于深 2900km 古登堡面以下直到地心部分称地核, 主要有铁镍核心, 呈非晶质状态。

值得提出的是由地表面到地核, 愈往深处, 温度愈来愈高, 压力愈来愈大。

地球的温度受太阳辐射的影响, 有日变化, 年变化现象。这变化的深度有限, 一般不超过 20m。在这个深度的下面, 有一个常年不变的常温层, 它是太阳辐射影响的下限, 在它之下, 温度随深度而增高。

地热增温的数值, 通常用两个相互联系的概念表示: 一是每单位深度 (每 100m 或每 1m) 温度增高的数值, 叫做地热增温率, 平均深度增加 100m 地温增高 3°C ; 二是温度每增高 1°C 所需要的深度增加值, 叫做地热增温级。

目前推测, 地核的温度不超过 5000°C 。(但前苏联学者米赫因科认为, 地球内部是凉的, 因被挤压到地表的地幔岩石晶体中混有液态甲烷、液氮和液氢)。此外, 地球内部还

有许多自己特有的性质。

第二节 地壳的物质组成

地壳是地球的表层部分，是由各种矿物、岩石组成的。如日常常见的石英、煤、石灰岩、花岗岩等。矿物是构成地壳岩石的物质基础，它们是组成地壳物质的基本单位，是地壳发展过程中各种地质作用的产物。

一、矿物

地壳中的化学元素在各种地质作用下，形成具有一定化学成分和物理性质的天然元素或化合物称为矿物。所以矿物是地质作用下形成的自然产物，不同于人工制造的化合物，如人造石英等。

一般说来，矿物都具有一定的化学成份和内部结构（特别是结晶物质），因此它有一定的物理和化学性质。如岩盐（NaCl）是由氯（Cl）和钠（Na）两种元素组成的化合物，并常呈立方体的颗粒，用小刀很容易刻动，易溶于水，有咸味；磁铁矿（ Fe_3O_4 ）是氧（O）和铁（Fe）组成的，为黑色八面体晶形，有磁性；自然金的成份是单元素金（Au），有耀眼的金黄色，又软又重，富有延展性；煤的颜色从褐色到黑色，较轻，可以燃烧。

大多数矿物在地壳中都属于固体状态，但也有液态的如水银（汞）、石油、水等；气态的如天然气、硫化氢等。

矿物生成之后，并不是一成不变的，由于地壳中不断地进行着各种地质作用，随着物理、化学条件的改变，各种化学元素不停地进行着化合、分解、迁移、分散或集中，这样，原先的矿物就不断地变化，新的矿物又不断地生成。例如S和Fe在还原环境下结合成黄铁矿（ FeS_2 ），黄铁矿形成后，若处于地表的氧化环境之下，便会发生氧化而形成褐铁矿（ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ），而褐铁矿在高温高压条件下，又会脱水而生成赤铁矿（ Fe_2O_3 ），因此可以说，一种矿物只是表示组成这种矿物的元素在地质作用过程中某一特定阶段的产物。

目前世界上已发现的矿物有3000多种，但一般较常见并构成岩石主要成分的矿物其数量并不很多。人们常把可供工业上利用并有经济价值的矿物称之为“有用矿物”；把构成岩石主要成份的20多种矿物称作“造岩矿物”。如石英、正长石、斜长石、方解石、云母、辉石、角闪石、黄铁矿、磁铁矿、铝土矿等均属“造岩矿物”。

由于不同的矿物具有不同的化学成份和内部结构，就决定了它具有一定的外表形态、物理性质和化学性质，并大部分呈固态的物质结晶体出现在地球外壳，因而，这些特征对我们认识矿物就具有特别重要的鉴定意义。

研究矿物的目的，在于利用矿物的形态、物理性质和化学性质等方面的特征，把不同的矿物区别鉴定出来，并为国家经济建设服务。

（一）矿物的外表形态

矿物大多数具有一定的晶体形态。什么叫晶体？晶体是指矿物中内部质点按着一定的

规律排列，并常形成一定规律的外形。

1. 单体矿物形态

(1) 一向延长类型：晶体向一个方向发育，形成柱状、针状、纤维状晶体，如石英、角闪石、石棉。

(2) 二向延长类型：晶体向两个方向发育，形成板状、片状晶体，如石膏、云母、重晶石。

(3) 三向延长类型：晶体在空间三个方向上发育均等，形成粒状晶体，如黄铁矿、磁铁矿、橄榄石。

2. 集合体的形态

在自然界中，同类矿物常聚集在一起而呈总体的状态，根据其单体的形态特征主要有：

(1) 晶簇：指在岩石的空洞或裂隙中，在共同的基底上生长的许多单个晶体的集合体。如常见的石英晶簇；方解石晶簇等。

(2) 纤维状：由很多极小的针状矿物，平行排列成纤维状，如石棉、纤维石膏等。

(3) 粒状：大小略等的晶体相聚合成为粒状，按颗粒大小分为粗粒状、细粒状、如橄榄石。

(4) 鲕状、鱼子状：由胶体矿物围绕着某一质点凝聚而成一颗颗细小的结核所构成的集合体，如鲕状赤铁矿等。有时有的结核比鲕状大，形如肾状，就称肾状集合体，如肾状赤铁矿、肾状硬锰矿等。

(5) 钟乳状体：在石灰岩溶洞内钙质溶液凝聚（由中心向外逐层凝聚），故常呈圆锥状或圆柱状的矿物集合体，如石笋等。

(6) 土状：均匀细小的矿物颗粒集合体，如高岭土就是呈土块状。

(7) 块状：矿物集合在一起，细致紧密，看不出什么排列的形状，如块状石英、蛋白石等。

(二) 矿物的主要物理性质

矿物的物理性质决定其化学成份及内部结构，它是鉴定矿物的重要依据。

1. 矿物的光学性质：指矿物对光的吸收、折射和反射所表现出来的各种性质，包括颜色、条痕、透明度和光泽。

(1) 颜色：矿物的颜色取决于其化学成分，有自色和假色之分。自色是矿物本身的固有颜色，如黄铜矿呈黄铜色；正长石呈肉红色；黑云母呈黑色，假色是矿物中含有杂质后呈现的颜色，如石英是无色透明的，但因混入不同的杂质就可使石英呈现出紫色（紫石英）；烟灰色（烟水晶）等。也有一些金属矿物由于矿物风化在表面产生氧化薄膜而引起颜色的变化，因此观察时应在新鲜面上。

(2) 条痕：矿物在无釉瓷板上摩擦时所留下的粉末痕迹，即条痕是矿物粉末的颜色，这对不透明矿物的鉴定是很重要的，而对透明矿物来说，条痕鉴定的意义就不大。

(3) 透明度：是指矿物能通过光线的程度；一般可分为三级：

①透明的：矿物能全部透光，如水晶（无色石英）、冰洲石（无色透明的方解石）等。

②半透明的：只能在矿物边缘透过一些光线，如纤维石膏、长石等。

③不透明的：光线不能通过的，如黄铁矿等。

(4) 光泽：指矿物表面反射光的强弱，可分为金属光泽、半金属光泽和非金属光泽，金属光泽具有较强烈的反光，如金、银、黄铜矿等；凡条痕是深色的不透明矿物，通常都具有金属光泽，透明或半透明的浅色矿物，一般都没有金属光泽，称为非金属光泽，介于这两者之间就称为半金属光泽。

非金属光泽又根据矿物表面的光滑程度不同及所反映出的某些色彩特征又可分为：玻璃光泽、油脂光泽、珍珠光泽及土状光泽（如高岭土反光的能力较弱又无其他特殊的色泽就为土状光泽）。

矿物的颜色、条痕、光泽、透明度四种物理性质常互相有关，因此要结合起来进行观察（表1-4）。

表 1-4 颜色、条痕、透明度、光泽间的关系

颜 色	无 色	浅 色	彩 色	黑色或金属色
条 痕	无色或白色	无色或浅色	浅色或彩色	黑色或金属色
透明度	透 明		半透明	不 透 明
光 泽	非金属光泽		次金属光泽	金属光泽

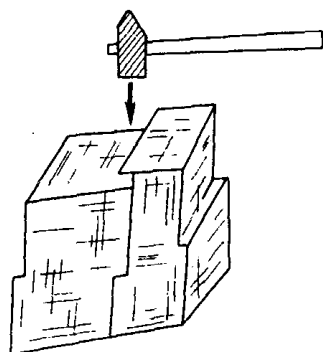


图 1-3 解理及解理面

2. 矿物的力学性质:

矿物的力学性质是指矿物在外力作用下所表现的各种性质，如解理、断口和硬度等。

(1) 解理：矿物晶体在外力打击下沿一定方向裂成光滑平面的性质，称为解理。由于解理所造成的光滑面叫解理面（图1-3）。

按解理面的完好程度可分为：

①完全解理：矿物晶体受力后，总是沿着解理面裂开，解理面平整光滑，如云母、方解石等。

②中等解理：矿物晶体受力后，常可沿解理面裂开，解理面可见但不光滑，且不连续，如辉石、角闪石等。

③不完全解理：矿物晶体受力后，很难找到解理面，主要是一些参差不齐的断开面。如磷灰石等。而有的矿物甚至就没有解理发育。

矿物的解理，有的只沿着一组平行的方向发育，称一组解理，如云母、绿泥石等；有的有两组不同方向的面，称两组解理，如辉石、角闪石等；还有三组解理，如方解石（它破裂后易成为菱形小块）。

具体描述一种矿物的解理时，应将以上两者结合起来。如云母是一组完全解理；长石则具有一组完全解理和一组中等解理；方解石是三组完全解理。

(2) 断口：是指矿物在外力打击下，不依一定方向发生裂面，而是形成凹凸不平的裂开面，称之断口，断口的形状往往有一定的特点，可作为鉴别矿物的辅助依据。根据断口

形状特点可以分为：贝壳状断口，如石英；参差状断口，如高岭土、磷灰石。

(3) 硬度：是指矿物抵抗机械作用（如刻划、加压、研磨）的强度，一般用刻划的方法来比较硬度的相对大小，通常选用十种硬度不同的矿物作为标准，将硬度分为十级，称摩氏硬度计，如表 1-5 所示：

表 1-5

摩 氏 硬 度 计

硬度等级	代表矿物	野 外 简 易 鉴 别 方 法
1	滑 石	用软铅笔划时留下条痕,用指甲容易刻划
2	石 膏	用指甲可刻划
3	方 解 石	用黄铜制品刻划可留下条痕,用小刀很容易刻划
4	萤 石	小刀可刻划
5	磷 灰 石	用削铅笔刀刻划时可留下明显划痕,不能刻划玻璃
6	正 长 石	小刀可勉强留下看得见的划痕,能刻划玻璃
7	石 英	用小刀不能刻划
8	黄 玉	能割开玻璃,难于刻划石英
9	刚 玉	能刻划石英
10	金 刚 石	能刻划石英

矿物还有许多其他物理性质，例如比重（矿物与同体积水的重量之比）、与酸起化学作用、吸水性、磁性、挠性和手摸有滑感等等的性质。

矿物的鉴定主要是运用矿物的形态以及矿物物理性质等特征来进行的，一般先从形态着手，然后再进行光学性质、力学性质及其他性质来鉴别。

常见矿物的主要特征见表1-6。

在日常生活领域中，对那些具有颜色鲜艳美观、硬度高（一般在5度以上）、光泽强（金刚光泽和玻璃光泽为多）、折光率高、透明度好（透明的为主）、化学性质稳定和不具气体或液体包裹体的矿物称为天然宝石。如金刚石、红宝石、蓝宝石、闪山石等，而广义的宝石还包括各种玉雕石料甚至彩石料。玉通常是专指“硬玉”（如翡翠）和“软玉”（如和田玉、蓝田玉、羊脂玉等）。随着近代科学技术水平的进步，使用人工合成的，纯属人工宝石。

宝石多原生于超基性或硷性岩浆岩及外生砂矿床之中。玉多原生于变质岩。

二、岩石

岩石是地壳的主要组成部分，是各种地质作用所形成的地质体。岩石不仅广泛地用于建筑材料和地基加固，园林叠石造山，名山佳景无不与岩石有关（当然还有其他因素）。享有“泰山天下雄”、“黄山天下奇”、“华山天下险”、“峨嵋天下秀”的四大名山都以优美的山水为基础，体现了大自然山水景观的形象美，而岩石是景观的物质基础，是地学景观观赏资源要素之一。

岩石是由一种或多种矿物所组成的集合体，是一定地质作用产生的独立地质体。所以在不同的地质作用下产生各种各样的岩石，按其成因可将地壳中的岩石分为三大类：岩浆岩；沉积岩；变质岩。它们在地壳中的分布各不相同，沉积岩是厚薄不均而又不连续地分布在地壳的最外层，岩浆岩主要分布在地壳深处，变质岩则分布在地壳强烈变动的地区或沉积岩与岩浆岩接触的周围。

表 1-6 常见矿物主要特征鉴定表

类别	矿物名称	化学成份	形状	颜色	条痕	光泽	透明度	硬度	解理	断口	比重	其他	主要鉴定特征
硫化物	黄铁矿	FeS_2	立方体或块状、粒状	铜黄色	绿黑	金属	不透明	6~5	无	参差状	4.9~5.2		形状、光泽、颜色、条痕
氧化物	赤铁矿	Fe_2O_3	块状、鲕状、肾状	红	樱红	半金属	不透明	5~6	无		4.9~5.3		条痕、颜色、比重较大
	石英	SiO_2	柱状、块状	无色或乳白色	无	玻璃、油脂	透明	7	无	贝壳	2.6	晶面上有平行条纹	形状、颜色、光泽、硬度、断口
含氧盐	方解石	CaCO_3	菱形、粒状	白、无色	无	玻璃	透明、半透明	3	三组完全		2.7	遇稀盐酸起泡	形状、硬度、解理与酸作用
	白云石	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	块状或菱形	白、常带灰色	白	玻璃	透明、半透明	3~4	三组完全		2.8~2.9	粉末遇酸起泡	形状、硬度、解理与酸作用
	石膏	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	板状、纤维状	白色	白	丝绸	透明	2	中等		2.3		形状、硬度、解理
	橄榄石	$(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$	粒状	橄榄绿色	无	玻璃	透明	6~7	无		3.3~3.5		颜色、硬度、形状
	辉石	$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$	短柱状	黑绿色或暗紫色	灰绿色	玻璃	不透明	5~6	两组解理交成 93° (87°)		3.3~3.6		形状、颜色、光泽
	角闪石	$\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Fe})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]_2(\text{OH})_2$	长柱状	绿黑色	淡绿	玻璃	不透明	6	两组解理交成 124° (56°)		3.1~3.5		形状、颜色、光泽
	斜长石	$\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 和 $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7]$ 混合	板状、柱状	灰色带微蓝等色	白	玻璃	半透明	6	中等		2.6~2.7	在解理面上常能看到平行双晶纹	解理、光泽、硬度、颜色
	正长石	$\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	板状、短柱状	肉红	白	玻璃	半透明	6	中等		2.6	解理面之间成直角	解理、光泽、硬度、颜色
硅酸盐	黑云母	$[\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{OH}, \text{F})_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})]$	片状、鳞片状	黑或棕黑	无	玻璃、珍珠	半透明	2~3	一组完全		3~3.2	薄片具有弹性	解理、颜色、光泽、形状
	白云母	$\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	片状、鳞片状	白色或无色	无	玻璃、珍珠	透明	2~3	一组完全		2.7~3.1	薄片具有弹性	解理、颜色、光泽、形状
	绿泥石	$(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	板状、鳞片状	绿色	无	玻璃、珍珠		2~3	一组完全		2.8	薄片具有挠性无弹性	颜色、硬度、薄片弯曲无弹性
	蛇纹石	$[\text{Mg}_3(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})]$	纤维状、板状	浅绿→深绿	白	油脂、丝绸		3~4	中等		2.5~2.7	集合体成纤维状或石棉棉脉	形状、颜色、光泽、硬度
	滑石	$\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	板状、鳞片状	白、黄、绿色	白、浅绿	油脂	半透明	1	一组中等		2.7~2.8	滑感	形状、硬度、光泽、滑感
	高岭土	$\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$	土状	白、黄色	白	土状	透明、半透明	2	无			吸水性、具可塑性、摸之有滑感	形状、光泽、吸水可塑
	微晶高岭土	$(\text{Al}, \text{Mg})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	土状	白、浅红色	白	土状		2	无			吸水性、吸水后体积膨胀	形状、光泽、吸水膨胀

(一) 岩浆岩

1. 岩浆作用

岩浆是形成于地壳深处或上地幔的主要由硅酸盐组成的高温熔融体。在地壳运动过程中,处于高温高压的岩浆,常常沿着地壳的软弱带或破裂带等压力降低的部位上升,侵入地壳中,甚至喷出地表形成火山。随着温度、压力的降低,岩浆最后在地壳中或地表冷却凝固,形成各种岩浆岩,这种由岩浆的运动和冷凝成岩浆岩的地质作用称为岩浆作用,它是重要的内力地质作用之一。

岩浆上升未能达到地表,只是侵入到地壳中的活动称为侵入,岩浆本身及其对地壳所发生的影响叫侵入作用,所形成的岩石称为侵入岩;如果岩浆上升溢出地表的活動叫喷出或火山噴发,它本身对地壳以及地表所产生的影响称火山作用,当岩浆噴达地表后才冷却凝固形成的岩石称它为噴出岩(火山熔岩);若岩浆活动环境介于上述两者之间,则形成浅成岩和次火山岩。

2. 岩浆的化学组成

(1) 造岩组分: 包括 O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, 其次有 Ti, Mn 等。它们构成岩浆的主要部分,一般以造岩氧化物表示,如 SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , MnO , CaO , K_2O , Na_2O 等等,它们组成了占岩浆岩成份的 99.25%,岩浆冷却时又相互化合形成各种矿物晶体。

酸性岩浆富含 K, Na, Si 而贫于 Mg, Fe, Ca; 基性岩浆富含 Ca, Mg, Fe 而贫 K, Na。

(2) 挥发组分: 其中最主要的是 H_2O 气,含量不低于 1%~3%,最高可达 10%~20%,其次是 Cl, S, F, CO_2 , CO, SO_2 , N_2 等,据资料阿拉斯加的万烟谷,每年噴出气体 HCl 达 125 万吨,气体 HF 20 万吨,成为重要的资源,另外还有若干重金属元素如 As, Sb, Se, Te, Fe, Hg 等,这些元素在岩浆内以硫化物析出,它们的含量极少。岩浆中的挥发组分,在岩体凝固时,仅有部分被包含于岩浆之中,而其较大部分则已逐步散逸,因之岩浆较之岩浆岩含有更多的挥发组分。

岩浆岩中化学成分变化是遵循一定的规律,一般当 SiO_2 含量多时, Na_2O 和 K_2O 的含量也高,而 MgO 和 CaO 就相对地减少,反之当 MgO , CaO 含量高时 SiO_2 和碱性氧化物就减少了。

各类岩浆岩化学成分随着 SiO_2 的增加而有规律的变化,根据 SiO_2 的含量,可将岩浆岩分成五类

超基性岩	SiO_2	< 45%
基性岩	SiO_2	45%~52%
中性岩	SiO_2	52%~65%
酸性岩	SiO_2	65%~75%
碱性岩	SiO_2	52%~65%

上述各类岩石都含有 SiO_2 , 这是它们之间的共同点,然而各类岩浆岩所含的 SiO_2 及 K, Na, Ca, Fe, Mg 等又有差异,形成各类岩浆岩,则是它的特殊点。

3. 岩浆岩的矿物成分

由于岩浆岩基本上是一种结晶的岩石，其化学成分是通过自然形成的主要造岩矿物表示出来。因为化学成份难以肉眼来鉴定，而矿物成分是可以肉眼来鉴定的。因此，可通过造岩矿物的鉴别测定来反映不同化学成分的岩石种类。

(1) 岩浆岩中主要造岩矿物不过二三十种，其中常见的主要造岩矿物不过十种左右(表 1-7)。

表 1-7 岩浆岩的矿物成分

矿 物	%	矿 物	%
长石(正、斜长石)	59.5	含铁矿物	1.5
石 英	12.0	磷 灰 石	2.5
辉石、角闪石、橄榄石	16.8	其 它	3.9
云 母	3.8		

按他们的化学特征，可归纳为两大类：一类是硅铝矿物（含铝硅酸盐矿物），包括正长石和斜长石，霞石以及石英等。这些矿物在岩石中颜色较浅，又叫做浅色矿物；另一类是铁镁矿物（即富含 $\text{Fe} \cdot \text{Mg}$ 的硅酸盐矿物），包括有橄榄石、辉石、角闪石、黑云母等，因其颜色较深也叫做暗色矿物。

从矿物对岩浆岩分类命名中的作用出发，将岩浆岩矿物分成以下三类：

①主要矿物——在分类命名上起决定作用的矿物，例如花岗岩中的钾长石和石英都是主要矿物，缺一不可，假如没有石英（或钾长石）就不能称其为花岗岩。

②次要矿物——在岩石中比主要矿物含量少，对于确定岩石大类名称不起作用，对于亚类的命名起作用，例如石英在闪长岩中只起次要作用，如闪长岩中含少量石英，称为石英闪长岩。

③副矿物——在岩浆岩中的含量通常不到 1%，有时可达 5%，处于附属地位，对于岩石的分类命名都不起作用，常见的副矿物有锆石、磷灰石、榍石、磁铁矿等。

(2) 矿物共生组合的规律性

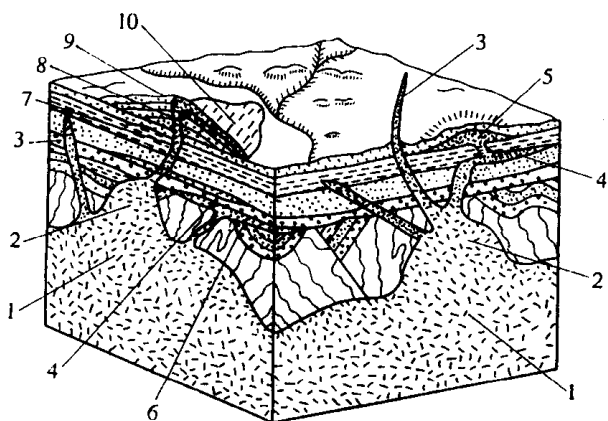


图 1-4 侵入岩产状立体图

1-岩基；2-岩株；3-岩脉；4-岩床；
5-岩盘；6-火山颈；7-熔岩流；8-火山口

岩浆岩的矿物是从熔融的岩浆体中冷凝结晶出来的，服从于一定的物理化学法则，即与冷却的温度及岩浆的化学成分有关，例如只有当岩浆中有足够数量的自由 SiO_2 时，岩浆岩中才有石英出现，同时不与橄榄石等不饱和矿物共生等等。

4. 岩浆岩的产状

岩浆岩的产状是反映岩浆由地下深处上升及溢出地表时所形成的各类岩浆岩的空间位置和几何形态的特征(图 1-4)。

5. 岩浆岩的结构构造

(1) 岩浆岩的结构：是指组成

岩浆岩的矿物的结晶程度，外形、大小（绝对大小和相对大小）以及晶粒之间或晶粒与玻璃质之间的相互关系的特征（图 1-5）。

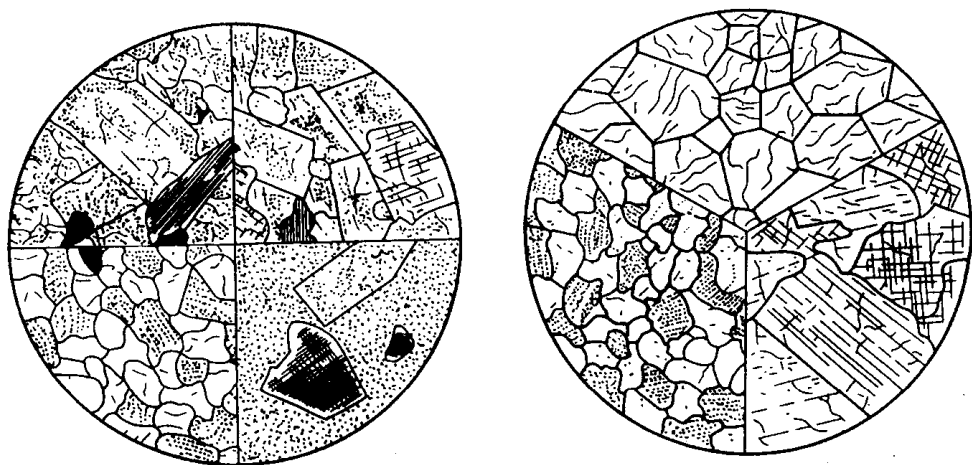


图 1-5 岩浆岩的结构

由颗粒相对大小命名的结构类型

矿物颗粒外形的完整程度

左上：似斑状结构；左下：等粒结构；
右上：不等粒结构；右下：斑状结构

上：自形品；右下：半自形品；左下：他形品

①按矿物的结晶程度

根据岩石中结晶部分或非结晶玻璃质部分的比例，可分为，全晶质结构；半晶质结构；玻璃质结构。它们反映了岩浆冷凝温度、压力的变化，也反映了冷凝的空间位置。

②按矿物颗粒的绝对大小和相对大小

按矿物颗粒（直径以 mm 为单位）的绝对大小分为：粗粒结构（大于 5mm）；中粒结构（2~5mm）；细粒结构（0.2~2mm）；微粒结构（小于 0.2mm，由于肉眼无法辨认矿物颗粒，故亦称隐晶质结构）。

按矿物颗粒的相对大小可分为：等粒结构、不等粒结构及斑状（较大颗粒为斑晶、基质为玻璃质）和似斑状结构（较大颗粒为斑晶、基质为细粒显晶质）。

③按矿物颗粒的外形

是根据矿物颗粒外形的完整程度可分为，自形品；半自形品；他形品，这些都与其形成环境有关。

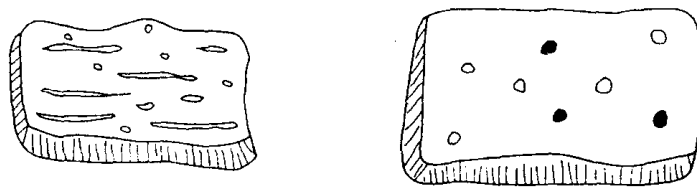
（2）岩浆岩的构造：是指岩浆岩岩石中不同矿物集合体之间或矿物集合体与岩石其他组成部分之间的排列方式及充填方式的特点。

据此常见的有块状、流纹状、气孔状、杏仁状等等形式的构造（图 1-6）。

6. 岩浆岩的肉眼鉴定

（1）岩浆岩肉眼鉴定的一般内容和步骤：在对岩石标本鉴定之前，必须首先了解它的野外产状，它常是岩石鉴定的重要依据和前提，然后再进行具体的肉眼鉴定，大体来说，其观察内容和步骤是：

①首先结合野外产状、观察岩石的结构构造，初步鉴定是深成岩还是浅成岩或喷出岩，例如：是等粒块状就为深成岩，若具有气孔状的一般就属于喷出岩。



流纹状

杏仁状

图 1-6 岩浆岩的流纹状、杏仁状构造

②根据矿物的颜色、晶形、解理等鉴定特征，初步鉴定有那几种造岩矿物，那些是主要矿物，那些是次要矿物，并大致目测估计各种矿物的颗粒大小和百分含量。观察矿物成份应首先鉴定浅色矿物，如是否有石英，若有且数量较多者则为酸性岩类。看是否有长石存在，如果不含长石，即为无长石岩应属超基性岩类（此时，若暗色矿物以橄榄石为主的为橄榄岩，以辉石为主的则为辉石岩）。如果岩石含有长石，必须仔细观察指出是正长石还是斜长石，哪种量多，哪种量少，确定其主次，以区分是酸性岩、中性岩或基性岩。

上述内容必然要反映到岩浆岩整体上的特征，例如浅色矿物的种类及其多少，深色矿物的种类及其多少，就决定了岩石整体的颜色，这样根据岩石颜色的深浅也可初步划分此种岩石是基性的；还是中性的；或是酸性岩类。

肉眼鉴定岩浆岩时应注意观察岩石的风化程度，风化面颜色的变化，裂隙发育的程度等，以免受到次生的影响。根据野外综合观察，分析之后对被鉴定的岩石就可作出初步定名（为野外定名），一般岩石精确定名，是必须配合室内仪器鉴定，经过室内外的综合研究，最后作出的分类定出名来。

岩浆岩的力学性质一般都较好，但其强度主要受破裂构造（节理、断层）及风化程度的影响，常用的岩浆岩力学强度参见表（1-11）。

（2）岩浆岩的肉眼描述实例

①花岗岩（酸性岩类的深成岩）：岩石多为灰白色或粉红色，主要矿物为浅色矿物：钾长石、石英和斜长石，含量占 85%，暗色矿物较少，约占 15% 以下，主要为黑云母，其次为角闪石、全晶质等粒结构（有时也出现似斑状结构，这时，其斑晶为钾长石）。块状构造。

②花岗斑岩（酸性岩类的浅成岩）：岩石为肉红色、主要矿物为浅色矿物，以钾长石为主，其次有石英，浅色矿物约占 85%，暗色矿物同花岗岩，钾长石，石英颗粒较大，构成斑晶，基质为石英及黑云母，角闪石的细粒矿物晶体，斑状结构，块状构造。

③流纹岩（酸性岩类的喷出岩）：一般为灰红、灰白、砖红等颜色，也有少数呈灰黑色。其成分与花岗岩相同，多具斑状结构，斑晶为透长石（钾长石的高温变种）和石英，有时还含有黑云母、角闪石、基质为隐晶质或玻璃质，常具流纹状构造（是其重要特征），气孔状或杏仁状构造（多呈扁平拉长状）。

岩浆岩分类的方法很多，根据岩浆岩形成条件、产状、矿物成分和结构、构造等方面，可将岩浆岩分成三大类：深成岩、浅成岩、喷出岩。每一类中又根据其物质成分的差异又可分出各类具体的岩浆岩，详见表 1-8。