

高等学校试用教材

工 程 地 质

同 济 大 学
重庆建筑工程学院 编
哈尔滨建筑工程学院

中国建筑工业出版社

本书对学习地下建筑工程专业所必需的工程地质知识作了[比较]系统的介绍,内容包括岩石的基本知识,地质构造,地下水,地震、崩塌、滑坡、岩溶、泥石流等不良地质现象,峒址选择、围岩分类、岩体稳定分析等工程地质问题,人工峒址的工程地质勘察与天然洞的工程地质勘察及稳定性评价。

本教材适用于大专院校地下建筑工程专业,亦可供从事地下建筑、道路、桥梁专业技术人员的参考。

高等学校试用教材
工 程 地 质
同 济 大 学
重庆建筑工程学院 编
哈尔滨建筑工程学院

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 11 字数: 263 千字
1981年9月第一版 1985年12月第二次印刷
印数: 9,131—16,530册 定价: 1.65元
统一书号: 15040·3905

前 言

本书是地下建筑工程专业的技术基础课试用教材。由于地下建筑物周围的工程地质条件就是它的环境与介质，这门课程在教学计划中占有重要的地位。它主要介绍地质基础知识，地下建筑工程地质问题，工程地质勘察与整治等方面的技术知识。在编写时既照顾了地下建筑工程的需要，又注意了学科本身的系统性。

本书在编写过程中承第五机械工业部勘测公司、重庆市设计院、重庆后勤军事工程学院、西安冶金建筑学院、西安空军工程学院、清华大学等单位热心指导、协助审查，在此表示衷心感谢。

本书由同济大学工程地质教研室赵振寰主编，重庆建筑工程学院土木系肖执中审阅。编写分工：绪论、第六章——赵振寰，第五章——同济大学胡德富，第二章——同济大学郭家良，第一、三章——哈尔滨建筑工程学院李舜，第四、七章——重庆建筑工程学院雷谦荣。书中不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

一九七九年九月

目 录

前言

绪论	1
§ 绪-1 工程地质学的任务	1
§ 绪-2 工程地质学与地下建筑工程的关系	2
§ 绪-3 本课程的内容	3
第一章 岩石的基本知识	4
§ 1-1 矿物	4
一、矿物的基本概念	4
二、矿物的形态特征	5
三、矿物的物理性质	5
四、矿物的鉴定方法	7
§ 1-2 岩浆岩	9
一、岩浆岩的形成	9
二、岩浆岩的特征	9
三、岩浆岩的分类及其鉴定方法	12
§ 1-3 沉积岩	14
一、沉积岩的形成	14
二、沉积岩的特征	19
三、沉积岩的分类及常见沉积岩的肉眼鉴定	20
§ 1-4 变质岩	22
一、变质岩的形成	22
二、变质岩的特征	24
三、变质岩的分类、鉴定和物理力学性质	25
第二章 地质构造	28
§ 2-1 地壳构造运动的基本概念	28
一、地壳构造运动的类型及其特征	28
二、地史概述	30
§ 2-2 地质构造的基本类型	32
一、简单的地质构造——水平岩层及单斜岩层	32
二、复杂的地质构造——褶皱构造与断裂构造	34
§ 2-3 构造体系的基本类型	49
一、构造体系的基本类型	49
二、结构面的力学属性及其特征	53
三、地应力概述（构造应力场分析）	60
§ 2-4 岩体结构的基本类型	63
一、岩体断裂特征及组合型式	63

二、岩体结构的基本类型.....	64
第三章 地下水.....	68
§ 3-1 地下水概述.....	68
一、地下水及含水层.....	68
二、岩石的水理性质.....	69
§ 3-2 地下水的物理性质及化学成分.....	71
一、地下水的物理性质.....	71
二、地下水的化学成分.....	71
§ 3-3 地下水的类型及其主要特征.....	74
一、包气带水.....	74
二、潜水.....	74
三、承压水.....	76
四、裂隙水及岩溶水.....	78
五、泉.....	80
§ 3-4 地下水对地下工程的影响.....	81
一、地下水对围岩稳定的影响.....	81
二、外水压力.....	82
三、峒室中涌水量.....	84
四、竖井涌水量计算.....	85
第四章 对地下建筑有关的几种不良地质现象.....	86
§ 4-1 地震.....	86
一、概述.....	86
二、地震类型.....	87
三、地震波及其对建筑物的影响.....	87
四、地震震级和地震烈度.....	88
五、场地地震效应.....	88
§ 4-2 崩塌.....	91
一、崩塌发生的条件.....	91
二、崩塌的防治措施.....	91
§ 4-3 滑坡.....	92
一、滑坡及其特征.....	92
二、滑坡发生的条件.....	93
三、滑坡的分类.....	94
四、滑坡的稳定性评价.....	95
五、滑坡的防治措施.....	99
§ 4-4 岩溶.....	101
一、岩溶形成的基本条件.....	101
二、岩溶的主要形态.....	101
三、岩溶发育的分布规律.....	102
四、岩溶对地下建筑的影响.....	104
§ 4-5 泥石流.....	105
一、泥石流的形成条件.....	105
二、泥石流对地下建筑的影响.....	105

第五章 地下建筑工程的工程地质问题	107
§ 5-1 地下建筑工程的主要工程地质问题	107
一、地下工程总体位置的选择	107
二、峒口选择的工程地质条件	108
三、峒室轴线选择的工程地质条件	109
§ 5-2 地下工程的围岩分类	112
一、围岩分类的基本概念	112
二、围岩分类所考虑的基本因素	113
三、围岩分类	115
四、国内外一些主要围岩分类	117
§ 5-3 岩体稳定分析	126
一、峒室围岩稳定分析的步骤	127
二、围岩的整体稳定计算	128
三、围岩局部稳定计算的平面课题	129
四、围岩块体稳定计算的空间课题	131
§ 5-4 岩质边坡稳定性分析	140
一、一组结构面边坡	140
二、两组结构面边坡	141
三、三组结构面边坡	142
四、多组结构面边坡	143
第六章 地下建筑人工峒址的工程地质勘察	145
§ 6-1 勘察的目的和内容	145
§ 6-2 勘察阶段划分及各勘察阶段的主要任务	145
一、选址——扩大初步设计阶段的工程地质勘察	145
二、施工图设计阶段工程地质勘察	146
三、施工配合阶段的工程地质勘察	146
§ 6-3 工程地质勘察工作	147
一、工程地质测绘	147
二、工程地质勘探	148
三、工程地质试验	151
四、资料整理	152
第七章 天然洞的工程地质勘察与稳定性评价	153
§ 7-1 天然洞的利用	153
一、利用天然洞的意义	153
二、利用天然洞须注意的几个问题	153
§ 7-2 天然洞的选择	156
§ 7-3 天然洞的工程地质勘察	157
一、天然洞的工程地质勘察阶段及其主要任务	157
二、天然洞工程地质勘察工作	159
§ 7-4 天然洞稳定性评价	160
一、影响天然洞稳定性的因素	160
二、天然洞稳定性评价	161
三、天然洞的加固与处理	166

绪 论

§ 绪-1 工程地质学的任务

工程地质学是研究与工程建筑物的设计、施工和使用有关的地质问题的科学。它的早期是地质学在土木工程方面的应用,发展至今已成为一门独立学科。在一些国家称为“地质工程学”、或“岩土工程学”。我国解放以来沿用“工程地质学”这一名称。

工程建筑物、包括工业与民用建筑、道路、桥梁、地下建筑等,它们都建筑在地球表层地壳之上或内部。地壳表层的岩、土常作为建筑物地基或环境与介质。由于它们分布规律不一、强度和稳定性不同,以及地壳不断遭受各种自然地质作用而发生变化,这些都能影响建筑物的稳定性。而工程建筑物的施工和使用过程,又反过来影响地质条件的变化,使得建筑物的稳定性更加复杂化。因而工程地质的研究要全面地估计到上述种种情况确定采取的措施,以保证建筑物在这种地质及其变化的条件下取得稳定性和正常使用。为此,工程地质学的任务是:

1. 为修建建筑物选择地质条件最优越的建筑场地。
2. 阐明建筑场地的工程地质条件、并提出定性与定量的评价。

一般说来,直接或间接与工程地质问题相关的地质条件,称为工程地质条件。它主要包括以下几个方面:

1) 地质构造条件。它决定建筑地区地质条件均一性、岩体软弱结构面的空间分布和岩体的工程地质性质,既是该地区地貌与水文地质条件形成和发展的重要基础,又能对威胁建筑物安全的工程地质问题有重要的控制作用。

2) 地貌条件。它是近代地质发展史在地壳表面的总反映。因此,在相同的地貌单元上,工程地质条件有较多的共性,可预测地壳的稳定程度和运动的特点,又可对建筑场地的工程地质全貌有概括的了解。

3) 岩、土的工程地质性质。既然任何建筑物都是修建在组成地壳表层的岩、土上或其内部,岩、土能否适应建筑物的要求,主要在于岩、土与建筑物有关的工程地质性质的特点。

4) 水文地质条件。地下水是降低岩、土体强度和稳定性的因素,在某些情况下对建筑物的某些部分如基础发生侵蚀作用,影响建筑物的安全。

5) 地壳中应力的分布条件。地壳中的岩土体都承受着其上覆岩土体的重力,同时也多在不同地质历史时期的地壳运动中经受不同次数与程度的构造力的作用。因而在尚未建筑的岩土体中已有原始应力,在开挖岩土体进行工程活动中,这种平衡被破坏,应力释放的结果常对岩土体的稳定造成威胁。因此在开挖高边坡,修建地下建筑物时,必须予以充分的注意。

3. 解决或预测与建筑物有关的工程地质问题,并作出结论与建议。

4. 拟定改善和防治不良地质条件的措施。

概括起来说, 工程地质学的任务是通过工程地质 勘察和理论性研究, 阐明建筑场地 (或地区) 的工程地质条件, 解决与建筑物有关的工程地质问题, 提供设计、施工所需的地质资料, 以保证建筑物的稳定、经济和正常使用。

§ 绪-2 工程地质学与地下建筑工程的关系

地下建筑的经验告诉我们, 开挖的计划与方式、采用爆破的类型、洞室的支撑、衬砌的设计等无不决定于地下工程场所的岩土性质、分布及其构造条件。在破碎岩石中开挖同样大小的地下工程室的造价会是坚硬岩石中的两倍或两倍以上。因为岩层的破碎导致围岩压力的增大, 施工中极易引起塌方和其他的不良地质现象。中国科学院地质研究所对某工程井巷中的塌方事故, 衬砌变形及破坏等进行过调查研究。在统计的108处塌方和破坏实例中, 64例发生于断层破碎带, 占59.2%, 33例发生于岩浆岩侵入接触破碎带, 占30.6%, 11例发生于节理密集带, 占10.2%。在这些例子中还注意到, 90例是发生于巷道轴线平行于构造线方向的地段上, 占89.1%。34例由于地下水作用, 导致或加剧了塌方事故, 只是由于该工程处于干旱地区, 埋深不大, 地下水影响才显得不十分突出。

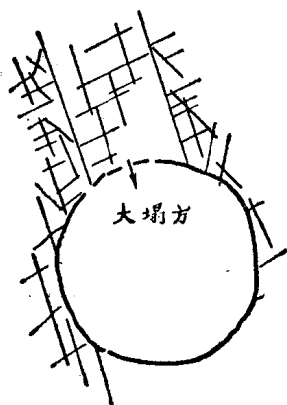


图 绪-1 因不利的构造条件导致隧洞塌方

又如某工程, 有一直径为2.6米的隧洞, 围岩为花岗岩。施工时在其中某一段落开挖后发生掉块和塌方, 虽加了圆木临时支撑, 但隔了一段时间, 却产生了大规模塌方。塌落高度约10米。直径30厘米的圆木支撑全部压塌。经查明发生塌方的原因主要是该处有两断层小角度相交, 其走向与洞轴线近于平行, 倾向洞内倾角 70° 。断层附近三组构造裂隙密集发育, 将围岩切割成相当破碎块体, 再在其他一些因素的综合作用下导致塌方 (图绪-1)。

超挖问题常是工程造价增加的一个指标。在坚硬岩石的开挖过程中不可避免地在原设计的轮廓线之外会有一些岩石被挖去。这些岩石的总量称做超挖。在作衬砌时 (如非离壁式衬砌) 衬砌外部与粗糙岩石表面之间的空隙必须回填。因此, 希望将超挖减至最低限度。但是, 这取决于围岩的性质。例如隧洞垂直走向开挖, 岩石均匀地破坏, 超挖约为设计断面的16%, 当隧道平行于走向开挖, 岩石破碎厉害, 超挖约为40% (图绪-2)。

在施工过程中对地下水排除的水量是影响造价的又一因素。例如某地下工程, 当洞室开挖到

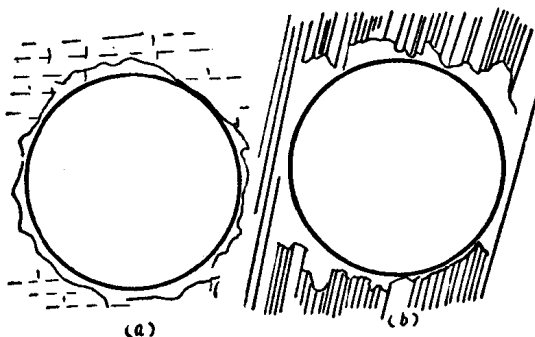


图 绪-2 隧洞开挖中超挖示意图

a—隧洞垂直岩石走向开挖、岩石均匀地破坏; b—隧洞平行岩石走向开挖、岩石破碎得厉害
这两种情况下超过圆形轮廓线的超挖各为16%及40%

三叠纪石灰岩体的地段时，遇到大溶洞突然涌水，流量达1200吨/小时。开始水深到胸部，虽采用几台水泵同时抽水，水仍越来越多，最后淹没整个峒室，使工程中断长达数月之久。另一地下工程在峒室开挖过程中突然遇到一大断裂带与地表水连通，断裂带成为地表水下渗的良好通道，以致使峒室突然遭受高压涌水的危害，迫使停工达七个月之久。

此外，峒室峒口的岩土边坡稳定也与峒口区的工程地质条件密切相关。

在国外，近十年来，1970~1980年地下工程开挖量，美国、日本等国家将为1960~1970年开挖量的三倍。北欧一些国家，如挪威、瑞典等尽量利用地下工程作为厂房及仓库，如油库、气库等都埋在300米以下深处，充分利用地下水的埋藏条件作为油、气的封闭仓，同时提出了不衬砌的巨型地下工程。其他如地下电站、地下核电站、地下机场、地下海军潜艇基地等等，工程规模也很巨大。这些地下建筑工程都必须解决复杂的工程地质问题。

以上所述，都说明在地下建筑工程中遇到的工程地质问题很多，因此，工程地质学与地下建筑工程的关系极为密切。

§ 绪-3 本 课 程 的 内 容

本课程讲述学习地下建筑工程专业所必需的工程地质知识。内容共分七章：第一章岩石的基本知识，介绍了矿物以及三大岩类的形成、特征及鉴定方法。第二章地质构造，除介绍传统的构造概念（如地壳构造运动的基本概念、地质构造的基本类型）外，尚简要的介绍了地质力学有关的基本概念（如构造体系的基本类型，岩体结构的基本类型）。第三章地下水，介绍了地下水的一般概念，地下水的物理性质及化学成分、类型及其主要特征，以及地下水对地下工程的影响。第四章对地下建筑有关的几种不良地质现象，介绍了地震、崩塌、滑坡、岩溶、泥石流等。第五章地下建筑工程的工程地质问题，介绍了总体规划阶段有关地下工程总体位置的选择、峒口与峒轴线选择的工程地质问题，地下工程的围岩分类，岩体稳定分析，以及岩质边坡稳定性分析。第六章地下建筑人工峒址的工程地质勘察，介绍了勘察的目的和内容，勘察阶段的划分及各勘察阶段的主要任务，对工程地质勘察工作如测绘、勘探、试验及资料整理也做了扼要的介绍。第七章天然洞的工程地质勘察与稳定性评价，介绍了天然洞的利用、选择、工程地质勘察以及天然洞的稳定性评价。

第一章 岩石的基本知识

地球是宇宙间沿着近似圆形的轨道绕太阳公转的一个行星。根据现有资料知道：地球的赤道半径（ a ）为6378.4公里，两极半径（ b ）为6356.9公里。地球的扁平率 $\left(\frac{a-b}{a}\right)=\frac{1}{297}$ 。

地球的内部构造根据资料分析，从周边到中心是由化学成分、密度、压力、温度等不同的圈层所组成，具有同心圆状的圈层构造。依各圈层的特点可分为：地壳、地幔、地核(如图1-1)。

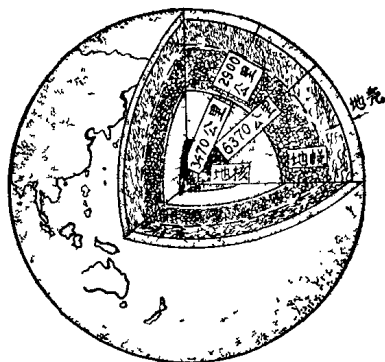


图 1-1 地球内部构造

有所增加，铝的成分有所减少。

地壳：地球的固体外壳叫做地壳。由各种化学成分组成，厚薄不匀，造成地球表面的高低不平，大陆厚处达七十多公里，海洋薄处又十多公里，平均厚度在三十三公里左右。组成地球的化学成分有一百多种，其中含量最多的如表1-1所示的几种。

表中几种元素占地壳重量的98%以上。硅铝主要分布在地壳上部，即为硅铝层，其厚度不一，大陆上厚，海洋底薄，太平洋底大部缺失。硅镁成分主要分布在地壳下部，即为硅镁层，其中铁的成分

表 1-1

元 素	成分(%)	元 素	成分(%)	元 素	成分(%)
O	49.13	Fe	4.20	Mg	2.35
Si	26.00	Ca	3.45	K	2.35
Al	7.45	Na	2.40	H	1.00

地幔：处于地壳和地核中间，也称中间层或过渡层，根据化学成分的不同分两层：地幔上层——化学成分主要是硅氧，其中铁、镁、钙显著增加，硅铝的成分有所减少，也称橄榄层。地幔下层——主要是金属氧化物和硫化物组成。

地核：主要化学成分是铁、镍，所以又称铁镍核心。

§ 1-1 矿 物

一、矿物的基本概念

在地壳中有一定的化学成分和物理性质的自然元素或化合物称为矿物。矿物是地壳中

的各种化学元素在各种地质作用下形成的产物。一般说来，矿物都具有一定的化学成分和内部结构（特别明显的是结晶物质），因而矿物具有一定的外表形态及物理化学性质。例如岩盐(NaCl)是由氯(Cl)和钠(Na)两种元素组成的化合物，常呈立方体颗粒，用小刀能刻划，易溶于水，有咸味。自然金(Au)有耀眼的金黄色，既软又重，富延展性。煤呈黑色，轻而可燃。

矿物在地壳中大部分呈固态、也有呈液态和气态，呈液态的如水银(汞)、石油、水等。呈气态的如天然气、硫化氢等。

地壳中人们已发现的矿物有三千多种，常见的约二百余种。构成岩石成分的主要矿物叫造岩矿物，常见的约二十几种。

二、矿物的形态特征

呈固体状态出现的矿物，当其内部质点作有规律的排列成晶体或结晶物质时，其外表常为规则的几何多面体，不同的矿物，由于其化学成分和构造的不同，晶形各异。但有时矿物的成分相同，由于生成条件的不同，内部的排列构造各异，因而呈现出的晶体外形也就完全不同。

(一) 单体矿物形态

1. 单向延长类型：晶体向一个方向发育，形成柱状、针状、纤维状晶体，如纤维状石膏、角闪石、石棉。

2. 双向延长类型：晶体向两个方向发育，形成板状、片状晶体。如板状石膏、云母、重晶石等。

3. 三向延长类型：晶体在三个方向发育均等。形成立方体、八面体等粒状晶体。如黄铁矿、磁铁矿、橄榄石等。

(二) 集合体的形态

自然界常常有一些同类矿物聚集在一起而呈集合体的状态，常见的集合体有：

1. 晶簇：这种矿物集合体在岩石空洞或裂隙中以共同的基底生长许多单个晶体的集合体。如石英晶簇、方解石晶簇。

2. 纤维状：由很多针状矿物或柱状矿物，平行排列成纤维状。如石棉、纤维石膏。

3. 粒状：大小略等，不具一定规律的晶体，聚合成粒状，按颗粒大小分为粗粒状、细粒状。

4. 鲕状：胶体物质围绕着一个质点凝聚而成一个结核，一个个细小的结核聚集成集合体，形似鱼卵，如鲕状赤铁矿。结核颗粒比鲕状大，形如肾状者，称肾状集合体，如肾状赤铁矿，肾状硬锰矿等。

5. 钟乳状：在石灰岩溶洞内、钙质溶液由中心向外凝聚，形成圆锥状或圆柱状的矿物集合体，如石钟乳、石笋等。

6. 土状：均匀细小的矿物颗粒的集合体，如高岭土。

7. 块状：矿物集合在一起，细致紧密，无什么排列形状，如块状石英、蛋白石等。

三、矿物的物理性质

矿物的物理性质是由其化学成分和晶体构造决定的，因此，矿物的物理性质是鉴定矿

物的主要依据:

(一) 矿物的光学性质

矿物的光学性质指矿物对光的吸收、折射和反射表现出来的各种性质, 包括颜色、条痕、透明度、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。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能使石英呈现出紫色、烟灰色等。也有些金属矿物由于氧化而引起颜色的变化, 因此观察时应看矿物的新鲜面。

2. 条痕: 矿物在无釉瓷板上摩擦时所留下的粉末痕迹称为条痕。条痕即矿物粉末的颜色, 对不透明矿物的鉴定是重要的依据。

3. 透明度: 是指矿物能通过光线的程度, 一般分三级:

透明的: 矿物能全部透光, 如水晶。

半透明的: 只能在矿物边缘透过一些光线。

不透明的: 光线不能通过, 如黄铁矿。

4. 光泽: 指矿物表面反射光的强弱, 可分金属光泽和非金属光泽。如金、银、黄铜矿等, 条痕是深色的不透明的矿物, 通常都具有金属光泽。透明和半透明的矿物, 一般都没有金属光泽, 称非金属光泽。介于二者之间的称半金属光泽。

非金属光泽又根据矿物表面光滑程度的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。

(二) 矿物的力学性质

矿物在外力作用下所表现出的各种性质, 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的面叫做解理面、按解理完好的程度可分为:

(1) 完全解理: 矿物可不费力地撕成薄片或受力后沿一定方向裂开、解理面平滑、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

矿物的解理, 有的只沿着一组平行方向发育, 称一组解理, 如云母; 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, 如方解石等。有的还有更多组解理。

2. 断口: 是指矿物在外力打击下, 不依一定方向发生裂面, 而是形成凸凹不平的裂开面。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。根据断口的形状特点可以分为: 贝壳状断口, 如石英; 平坦状断口, 如蛇纹石; 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, 如表1-2。

表中硬度是比较的，指后面的矿物能刻划前面的，例如某矿物能被方解石所刻划而不能被石膏所刻划，则可知其硬度为2~3之间（粗略定为2.5度）。

表 1-2

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

在测定矿物硬度时，必须注意选择新鲜的矿物表面刻划。成土状或松散的粒状集合矿物以及长期受风化破坏影响的矿物，它们的硬度往往偏低。

（三）矿物的其他性质

1. 矿物的比重：矿物与同体积水的重量之比，称为矿物的比重。不同的矿物比重常常是不同的，可用弹簧称或一般较精细的称来测定。为适应肉眼鉴定的要求，通常是凭经验用手估量，将矿物的比重分为三级：轻的，比重在2.7以下；中等的，比重在2.7~4之间；重的，比重在4以上。一般说来，金属矿物的比重较大。

2. 与酸作用：有些矿物与酸很容易起化学作用，如方解石(CaCO_3)在稀盐酸作用下即起泡，这是因为：



此外有些矿物还具有吸水性、磁性、挠性和手摸有滑感等性质。

四、矿物的鉴定方法

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

对矿物的物理性质进行测定时，应找矿物的新鲜面，这样试验的结果才会正确，因风化面上的物理性质已改变了原来矿物的性质，不能反映真实情况。

在使用矿物硬度计鉴定矿物硬度时，可以先用小刀（其硬度在5°左右），如果矿物的硬度大于小刀，这时再用硬度大于小刀的标准硬度矿物来刻划被测定的矿物，以便能较快的进行。

在自然界中也有许多矿物，它们之间在形态、颜色、光泽等方面有相同之处，但一种矿物确具有它自己的特点，鉴别时应利用这个特点，即可较正确地鉴别矿物。

常见矿物的主要特征见表1-3。

常见矿物的主要特征表

表 1-3

类别	矿物名称	化学成分	形状	颜色	条痕	光泽	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	6~5	无	参差状	4.9~5.2		形状、光泽、颜色、条痕
	赤铁矿 石英	Fe_2O_3 SiO_2	块状、鲕状、肾状 柱状块状	红褐色 乳白或无色	樱红 无	半金属 玻璃、油脂	5~6 7	无 无	贝壳	4.9~5.3 2.6	晶面有平行条纹	条痕、颜色、比重 形状、光泽、断口、颜色
碳酸盐及硫酸盐	方解石 白云石 石膏	CaCO_3 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	菱形、粒状 块状或菱形 板状、纤维状	白或无色 白带灰色 白色	无	玻璃 玻璃 丝绸	3 3~4 2	三组完全 三组完全 中等		2.7 2.8~2.9 2.3	遇稀盐酸起泡 粉末遇酸起泡	形状、硬度解理与酸作用 形状解理与酸作用 形状硬度解理
硅	橄榄石	$(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$	粒状	橄榄绿色	无	玻璃	6~7	无	贝壳	3.3~3.5		颜色、硬度、形状
	辉石	(Ca, Mg, Fe, Al) $[(\text{Si, Al})_2\text{O}_6]$	短柱状	黑绿色	灰绿色	玻璃	5~6	两组解理 成交93°(87)°	平坦	3.3~3.6		形状、颜色、光泽
	角闪石	$\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg, Fe})_4$ $(\text{AlFe})_2$ $[(\text{Si, Al})_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$	长柱状	绿黑色	淡绿	玻璃	6	两组解理 成交124° (56)°	锯齿	3.1~3.6		形状、颜色、光泽
	斜长石	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 和 $\text{Ca, Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 混合	板状、柱状	灰白色	白	玻璃	6	中等		2.6~2.7	解理面上常有 平行双晶纹	解理、光泽、硬度、颜色
	正长石	KAlSi_3O_8	板状、短柱状	肉红	白	玻璃	6	中等		2.6	解理面成直角	解理、光泽、颜色
酸	白云母	$\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	片状鳞片状	白或无色	无	玻璃珍珠	2~3	一组完全		3~3.2	薄片具有弹性	解理、颜色、光泽、形状
	黑云母	$[\text{K}(\text{MgFe})_2(\text{OH})_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})]$	片状鳞片状	黑或棕黑	无	玻璃珍珠	2~3	一组完全		2.7~3.1	薄片具有弹性	解理、颜色、光泽、形状
盐	绿泥石	(Mg, Fe, Al) $[(\text{Si, Al})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	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	$[\text{Mg}_3(\text{OH})_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})]$	纤维状、板状	浅绿至深绿	白	油脂丝绸	3~4	中等		2.5~2.7	集合体成纤维状 状夹石棉脉	形状、光泽、颜色、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	1	一组中等		2.7~2.8	滑感	形状、光泽、硬度、滑感
	高岭土	$\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	土状	白、黄色	白	土状	1	无			吸水性、可塑性、 摸之有滑感	形状、光泽、吸水

§1-2 岩 浆 岩

一、岩浆岩的形成

地壳下部，由于放射性元素的集中，不断地蜕变而放出大量的热能，使物质处于高温（1000°C以上）、高压（上部岩石的重量产生的巨大压力）的过热可塑状态。成分复杂，但主要是硅酸盐，并含有大量的水汽和各种其他的气体。当地壳变动时，上部岩层压力一旦减低，过热可塑性状态的物质就立即转变为高温的熔融体，称为岩浆。它的化学成分很复杂，主要有 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 MnO 、 CaO 、 K_2O 、 Na_2O 等。依其含 SiO_2 量的多少，分为基性岩浆和酸性岩浆。基性岩浆的特点是富含钙、镁和铁，而贫钾和钠，粘度较小，流动性较大。酸性岩浆富含钾、钠和硅，而贫镁、铁、钙，粘度大，流动性较小。岩浆内部压力很大，不断向地壳压力低的地方移动，以致冲破地壳深部的岩层，沿着裂缝上升。上升到一定高度，温度、压力都要减低。当岩浆的内部压力小于上部岩层压力时，迫使岩浆停留下，冷凝成岩浆岩。

依冷凝成岩浆岩的地质环境的不同，将岩浆岩分三大类：

1. 深成岩：岩浆侵入地壳某深处（约距地表三公里）冷凝而成的岩石。由于岩浆压力和温度较高，温度降低缓慢，组成岩石的矿物结晶良好。

2. 浅成岩：岩浆沿地壳裂缝上升距地表较浅处冷凝而成的岩石。由于岩浆压力小，温度降低较快，组成岩石的矿物结晶较细小。

3. 喷出岩（火山岩）：岩浆沿地表裂缝一直上升喷出地表，这种活动叫火山喷发，对地表产生的一切影响叫火山作用，形成的岩石叫喷出岩。在地表的条件下，温度降低迅速，矿物来不及结晶或结晶较差。肉眼不易看清楚。

二、岩浆岩的特征

（一）岩浆岩的产状

岩浆岩的产状是反映岩体空间位置与围岩的相互关系及其形态特征。由于岩浆本身成分的不同，受地质条件的影响，岩浆岩的产状大致有下列几种（图1-2）：

1. 岩基：深成巨大的侵入岩体，范围很大，常与硅铝层连在一起。形状不规则，表面起伏不平。与围岩成不谐和接触，露出地面大小决定当地的剥蚀深度。

2. 岩株：与围岩接触较陡，面积达几平方公里或几十平方公里，其下部与岩基相连，比岩基小。

3. 岩盘：岩浆冷凝成为上凸下平呈透镜状的侵入岩体，底部通过颈体和更大的侵入体连通，直径可大至几公里。

4. 岩床：岩浆沿着成层的围岩方向侵入，表面无凸起，略为平正，范围一米至几米。

5. 岩脉：沿围岩裂隙冷凝成的狭长形

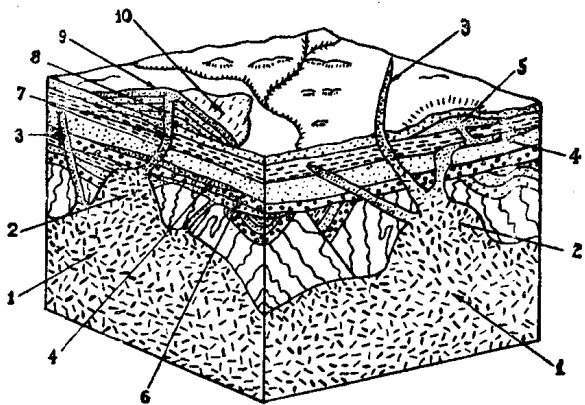


图 1-2 岩浆岩产状

1—岩基；2—岩株；3—岩脉；4、6—岩床；5—岩盘；7、8—火山颈；9—火山口；10—熔岩流

的岩浆体，与围岩成层方向相交成垂直或近于垂直。另外，垂直或大致垂直地面者，称为岩墙。

（二）岩浆岩的物质组成

1. 岩浆岩的化学成分：它是岩浆岩物质组成中最基本的成分，是决定岩浆岩性质的内在因素，也是岩浆岩分类的主要依据之一。

地球上出现的化学元素，在岩浆岩中都能见到，其中主要元素有氧、硅、铝、铁、镁、钙、钠、钾、钛等。这些元素都以氧化物的形式存在于岩浆岩中。各种氧化物具有明显的变化规律，即当 SiO_2 含量增多时， Na_2O 和 K_2O 的含量也高，而 MgO 和 CaO 则相对减少。反之，当 MgO 、 CaO 的含量增高时， SiO_2 和碱性氧化物就减少。由此看出岩浆岩的化学成分将随着 SiO_2 含量的增加而有规律的变化。所以，可以根据 SiO_2 含量的多少，将岩浆岩分成四大类：

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%

上述各类岩浆岩都含 SiO_2 ，这是他们共同的特点，但 SiO_2 的变化形成千差万别的各类岩石。

2. 岩浆岩的矿物成分：组成岩浆岩的矿物，大约有三十多种，其中主要的如表1-4所示。

岩浆岩的矿物成分

表 1-4

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

上述矿物按它们的化学成分及颜色，可分两大类。第一类是浅色矿物，属铝硅酸盐矿物，有长石类、石英、云母等；第二类是暗色矿物，属铁镁矿物，包括橄榄石、辉石、角闪石、黑云母等。

根据矿物在岩浆岩中的作用，将矿物分三大类：

（1）主要矿物——它们在岩石中含量较多是岩石分类命名起决定作用的矿物，如花岗岩中的钾长石和石英都是主要矿物。缺一不称其为花岗岩。

（2）次要矿物——岩石中含量少，对岩石亚类命名时起作用。

（3）副矿物——在岩石中含量很少，一般在1~5%左右，对岩石分类命名不起作用，常见的副矿物有：锆石、磷灰石等。

岩浆岩中的矿物是从岩浆结晶出来的。即符合一定的物理化学条件。因此，岩浆岩中

的矿物不是任意的聚集，而是有规律的共生组合，常见的共生组合规律有以下几种：

(1) 岩浆中有足够数量的自由 SiO_2 时，岩浆岩中才能出现石英。

(2) 石英不与橄榄石等不饱和矿物共生。

(3) 石英、正长石和酸性斜长石共生。

(4) 辉石和橄榄石多与基性斜长石共生。

(5) 橄榄石很少与角闪石共生。

(6) 火山玻璃几乎只见于喷出岩石中。

(三) 岩浆岩的结构和构造

能更确切地定出岩浆岩的名称，必须正确地掌握岩浆岩的结构和构造。往往有相同的化学成分和矿物成分的岩石名称却不同，如花岗岩和花岗斑岩。这是因为成分相同的岩浆在冷凝时地质环境不同所形成不同的岩石外貌，这种外貌上的特征用结构和构造表示，因此，我们研究岩石的结构、构造的目的是了解其生成环境及更好鉴别岩浆岩。

1. 岩浆岩的结构：岩浆岩的结构是指组成岩浆岩的矿物的结晶程度、外形、大小及相互结合方式在构成岩石上所反映出来的特点。

(1) 矿物的结晶程度：根据岩石中的矿物结晶程度（结晶部分和非结晶质部分的比例）可将岩石的结构分为三类：

①全晶质结构：组成岩石的矿物全部是结晶体。如花岗岩。

②半晶质结构：组成岩石的矿物既有结晶体、又有玻璃质、如流纹岩。

③玻璃质结构：全部由玻璃质组成，如黑曜岩。

(2) 矿物的颗粒大小：矿物颗粒的大小有绝对大小和相对大小之分。

根据矿物颗粒平均的绝对大小分为：

①粗粒结构：颗粒直径大于5毫米。

②中粒结构：颗粒直径在2~5毫米。

③细粒结构：颗粒直径在0.2~2毫米。

④微粒结构：颗粒直径在0.2毫米以内。

能用肉眼辨认出矿物颗粒大小的叫显晶质结构，如粗粒结构。反之，叫隐晶质结构，如微粒结构。

根据矿物颗粒相对大小分为以下三种类型：

①等粒结构：岩石中同种矿物颗粒的直径大致相等。

②不等粒结构：岩石中同种主要矿物颗粒大小不等。

③斑状及似斑状结构：岩石中所有颗粒分属大小截然不同的两群，大的晶体称为斑晶，小的称为基质，这种结构中没有中等大小的矿物颗粒，这和不等粒结构相区别。斑状和似斑状结构之间的区别主要是根据基质的结晶程度。如基质为隐晶质或玻璃质称为斑状结构，如基质为显晶质，称为似斑状结构。

(3) 矿物颗粒外形：

根据矿物颗粒外形的完整程度，分为以下三类：

①自形晶：晶形完整，在岩石中常常可看出矿物呈规则的多边形，如斑状岩石中斑晶。

②半自形晶：晶形发育的不完整，部分晶面完整，部分有不规则的轮廓。