

地基与基础

天 津 大 学 西安冶金建筑学院 合编
哈尔滨建筑工程学院 重庆建筑工程学院

中国建筑工业出版社

地 基 与 基 础

天 津 大 学 西安冶金建筑学院
哈尔滨建筑工程学院 重庆建筑工程学院 合编

中国建筑工程工业出版社

本书分为岩石及地质作用、土力学、基础工程、不良地质条件下的地基问题等四篇。第一篇主要介绍岩石的工程性质及分类,一些常见的物理地质现象及地质作用,研究修建各种建筑工程的地质条件和工程对地质条件所产生的影响,以及在各种地质条件下保证建筑物的稳定和正常使用而采取的措施。土力学篇主要叙述土力学基本理论,包括土的物理力学性质,土中应力,地基变形,地基的强度及稳定以及挡土结构上的土压力等。基础工程篇主要介绍工业与民用建筑地基与基础的设计和施工,包括天然地基上各种形式的浅基础,人工地基,桩基,沉井及动力机器基础等。第四篇对我国各地有代表性的区域性特殊土地基作了简要介绍。

本书可供土建勘察、设计、施工技术人员及土建大专院校师生参考。

地 基 与 基 础

天 津 大 学 西安冶金建筑学院 合编
哈尔滨建筑工程学院 重庆建筑工程学院

*

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

*

开本: 787×1092毫米1/16 印张: 42 5/8 字数: 984 千字

1978年10月第一版 1978年10月第一次印刷

印数: 1—27,400 册 定价: 3.05元

统一书号: 15040·3475

前 言

为了响应以华主席为首的党中央发出的组织千军万马，向科学技术现代化进军的伟大号召，为了适应基本建设事业发展的需要，总结经验，交流技术，我们编写了这部《地基与基础》。

工业与民用建筑的地基与基础，涉及的范围相当广泛，包括工程地质、土力学、地基基础的设计与施工等很多方面；加之，我国土地辽阔，幅员广大，土质各异，使得地基与基础这门工程技术更加复杂。考虑到这些特点，编写时我们力求尽量多地搜集各方面的资料，尽量系统地介绍地基基础方面的基本理论、实用设计方法和施工要点，并本着“洋为中用”的原则，适当介绍了国外的一些技术资料。因此，本书篇幅较大，内容较多。全书分为四篇：岩石及地质作用、土力学、基础工程、不良地质条件下的地基问题和特殊土地基。

本书在编写过程中，得到了全国许多勘察、设计、施工、科研部门和高等院校的大力支持，帮助审阅书稿，提出了许多宝贵意见，并提供了大量资料，在此表示谢意。编写组对全稿虽然反复地进行了讨论与修改，但由于水平所限，本书还会有不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

本书第一、二、三、四、十、十九、二十一、二十二、二十七章由重庆建筑工程学院负责编写，参加编写的有肖执中、汪时敏两同志；第五、六、八、二十八章由哈尔滨建筑工程学院负责编写，参加编写的有刘惠珊、全钰琬、徐攸在等同志；第七、九、十四、十八、二十、二十三、二十四、二十五章由西安冶金建筑学院负责编写，参加编写的有钱鸿缙、程显尧、涂光祉、王杰贤、李启鹏、王恕苓、张迪民等同志；第十一、十二、十三、十五、十六、十七、二十六章由天津大学负责编写，参加编写的有顾晓鲁、吴家珣、陈宝利、蔡伟铭、陈火坤等同志。全书由天津大学负责总成。最后由顾晓鲁、钱鸿缙、刘惠珊、汪时敏同志修改定稿。

目 录

第一篇 岩石及地质作用

第一章 岩石的类型及特征.....	1
第一节 岩石的组成物质——造岩矿物.....	1
一、造岩矿物的定义(1);二、造岩矿物的物理性质(1);三、最主要的造岩矿物及其肉眼鉴定(2)	
第二节 岩石的类型及其特征.....	4
一、岩浆岩(4);二、沉积岩(7);三、变质岩(10)	
第三节 岩石的主要物理力学性质指标.....	12
一、岩石的物理性质指标(12);二、岩石的力学性质指标(13)	
第二章 地质构造及其与工程的关系.....	17
第一节 地壳运动的概念及地质时代的划分.....	17
一、地壳运动的概念(17);二、地质时代的划分(18)	
第二节 结构面和结构面的产状.....	20
一、结构面和结构面的类型(20);二、结构面的产状(22)	
第三节 褶皱及与工程的关系.....	22
一、褶皱的概述(22);二、褶皱与工程的关系(24)	
第四节 断裂构造及与工程的关系.....	25
一、裂隙(节理)(25);二、劈理(29);三、断层(30)	
第五节 不整合.....	33
第六节 岩体结构类型及其工程地质评价.....	33
第三章 第四纪沉积层的形成及其工程地质特征.....	36
第一节 风化作用及残积层.....	37
一、风化作用的类型(37);二、岩石风化程度的划分和防止风化的措施(38);三、岩石风化的产物——残积层(39)	
第二节 地表流水的地质作用及坡积层、洪积层、冲积层.....	40
一、地表暂时流水的地质作用及坡积层、洪积层(40);二、河流的地质作用及冲积层(43)	
第三节 海洋的地质作用及海相沉积层.....	48
一、海洋区域的划分(48);二、海洋的地质作用及海相沉积层(48);三、海岸稳定性的评价(50)	
第四节 湖泊的地质作用及湖沼沉积层.....	51
一、湖泊的地质作用及湖相沉积层(51);二、沼泽及沼泽沉积层(51)	
第五节 冰川的地质作用及冰碛层.....	52
一、冰川的地质作用(52);二、冰碛层的特征及其工程地质评价(53)	
第六节 风的地质作用及风积层.....	54
一、风的地质作用及风积层(54);二、风砂的危害及其防治(55)	

第四章 地下水及其地质作用	56
第一节 地下水的形成、物理性质和化学成分	56
一、地下水的形成 (56); 二、地下水的物理性质 (56); 三、地下水的化学成分 (56)	
第二节 地下水的基本类型	57
一、上层滞水 (57); 二、潜水 (58); 三、承压水 (60); 四、裂隙水 (61); 五、岩溶水 (61)	
第三节 地下水的运动规律	62
第四节 地下水的涌水量计算	65
第五节 地下水及其地质作用对建筑工程的影响	67
一、地下水的水位变化对建筑工程的影响 (67); 二、地下水对建筑工程施工的影响 (68); 三、地下水的侵蚀性对建筑材料的影响 (68); 四、地下水的几种不良地质作用对建筑工程的影响 (70)	

第二篇 土 力 学

第五章 土的类型及其特征	73
第一节 概述	73
第二节 土的结构与构造	74
一、土的结构 (74); 二、土的构造 (76); 三、土的结构性与灵敏度 (77)	
第三节 土的组成	78
一、土的固体颗粒 (78); 二、土中水 (85); 三、土中气体 (86)	
第四节 土的物理性质指标	87
第五节 砂土及碎石土的特征及其指标	90
第六节 粘性土的特性及其指标	92
一、胶体的某些特性 (92); 二、粘性土的塑性 (94); 三、土的粘性和内聚力 (97); 四、土的冻胀 (98); 五、土的膨胀、收缩和崩解 (99); 六、土的最优含水量 (99)	
第七节 土的工程分类	100
第六章 地基中应力的计算	104
第一节 概述	104
第二节 土中的自重应力与附加应力	104
一、自重应力 (104); 二、附加应力 (105); 三、基础埋深对基底处附加应力的影响 (106)	
第三节 接触压力的计算图形	106
一、实际接触压力分布图的类型 (106); 二、接触压力的简化算法 (107); 三、中心荷载时圆形刚性基础下的接触压力 (109)	
第四节 应力分布的平面课题	110
一、垂直线荷载作用下的地基应力 (110); 二、均布条形荷载作用下的地基应力 (111); 三、三角形分布的条形垂直荷载作用下的地基应力 (114); 四、水平荷载作用下地基中的应力 (115)	
第五节 应力分布的空间课题	118
一、垂直集中力作用下地基中的应力 (118); 二、矩形面积上的均布荷载的情况、角点法 (121); 三、矩形面积上作用着三角形分布荷载的情况 (128); 四、圆形面积上作用分布荷载的情况 (128)	
第六节 非均质与各向异性地基中的应力计算	132
一、双层地基 (132); 二、地基土的变形模量随深度增大的情况 (135); 三、各向异性地基 (135)	
第七节 软弱下卧层顶面的应力计算	136
第八节 地基中应力的量测	136

一、量测仪器 (137); 二、地基中应力的量测结果及其分析 (139)	
第七章 建筑物基础沉降的计算	143
第一节 土的压缩性	143
一、压缩试验 (144); 二、载荷试验 (151); 三、振动作用下土的压缩性 (155)	
第二节 基础最终沉降量的计算	159
一、计算基础最终沉降量的分层总和法 (167); 二、相邻荷载对基础沉降的影响 (170); 三、计算基础最终沉降量的弹性理论公式 (176); 四、计算基础最终沉降量的三向压缩法 (181)	
第三节 基础沉降随时间变化的计算 (固结理论)	183
一、饱和土的渗透固结——外加压力作用下饱和土骨架和孔隙水的分担作用 (183); 二、单向渗透固结的微分方程式及其解答 (185); 三、固结度 (188); 四、成层地基上建筑物基础沉降与时间关系的计算 (192); 五、基础沉降与时间关系的经验估算法 (193); 六、小结 (195)	
第四节 沉降计算中存在的问题	195
第五节 沉降观测要点	197
第八章 土的抗剪强度及地基稳定	199
第一节 概述	199
第二节 土的抗剪强度及其影响因素	200
一、抗剪强度的库伦定律 (200); 二、抗剪强度的构成及其影响因素 (201); 三、剪应力-剪应变关系和抗剪强度的取值问题 (203)	
第三节 土的极限平衡条件	204
第四节 抗剪强度指标的测定	207
一、总应力法与有效应力法 (207); 二、直接剪切试验 (210); 三、无侧限抗压强度试验 (211); 四、三轴剪力试验 (212); 五、野外抗剪强度试验 (215)	
第五节 动荷作用下土的抗剪强度	219
一、振动对土的抗剪强度的影响 (220); 二、饱和砂土的振动液化 (225); 三、粘性土的触变现象 (226)	
第六节 地基的临塑荷载与临界荷载	227
一、地基的临塑荷载 (227); 二、地基的临界荷载 $p_{1/4}$ 和 $p_{1/8}$ (229)	
第七节 地基的极限荷载	230
一、太沙基公式 (232); 二、汉森公式 (234); 三、梅耶霍夫公式 (237)	
第八节 关于抗剪强度与地基稳定的几个问题	242
一、抗剪强度指标的参考值 (242); 二、长期抗剪强度问题 (245); 三、利用改善排水条件与控制加荷速度等措施提高软土的抗剪强度 (246); 四、坚硬粘土的残余强度 (249); 五、关于临界荷载和极限荷载诸公式的应用 (250); 六、深基础下地基承载力的概念 (251)	
第九章 土坡稳定和土压力	254
第一节 简单土坡的稳定性分析	254
一、无粘性土坡的稳定性分析 (255); 二、粘性土坡的稳定性分析——条分法 (255); 三、讨论 (260)	
第二节 侧土压力	261
一、库伦土压力理论 (262); 二、朗肯土压力理论 (278); 三、静止土压力的计算 (289); 四、讨论 (289); 五、板桩墙所受土压力的计算 (292); 六、支撑所受土压力的计算 (294)	
第三节 重力式挡土墙的设计和施工	295
一、挡土墙的墙型、断面尺寸和构造 (296); 二、挡土墙的计算 (297); 三、挡土墙的施工要点 (302)	

第三篇 基 础 工 程

第十章 工程地质 勘察	303
第一节 工程地质勘察的目的和任务	303
第二节 工业与民用建筑场地的工程地质勘察	305
一、选择场址勘察(305); 二、初步勘察(305); 三、详细勘察(307); 四、施工勘察(308)	
第三节 工程地质测绘与调查	309
第四节 勘探和试验工作	310
一、掘探(310); 二、钻探(310); 三、地球物理勘探(311); 四、触探(313); 五、其他轻便勘探方法(319); 六、取样(319); 七、试验(320)	
第五节 工程地质勘察资料的整理	321
一、图件的整理(321); 二、岩土物理力学性质指标的整理(327); 三、编写勘察报告书(328)	
第六节 勘察资料的分析	328
第十一章 浅基础设计	331
第一节 概述	331
第二节 基础的材料和构造类型	332
一、基础材料(332); 二、基础的构造类型(333)	
第三节 基础埋置深度	336
一、确定基础埋置深度的主要因素(336); 二、季节性冻土上的基础埋置深度(337)	
第四节 地基土容许承载力的确定	341
一、按规范表格确定(342); 二、用载荷试验确定(346); 三、按承载力公式计算(347); 四、用静力触探法确定(348); 五、凭建筑经验确定(348)	
第五节 地基的设计原则	348
第六节 浅基础计算	351
一、作用在基础上的荷载(352); 二、中心荷载作用下的基础计算(352); 三、偏心荷载作用下的基础计算(355); 四、软弱下卧层的强度验算(356); 五、地基的变形验算(357); 六、滑动和倾复稳定性的验算(357)	
第七节 减少建筑物不均匀沉降的措施	357
一、建筑措施(358); 二、结构措施(361); 三、施工措施(365)	
第十二章 钢筋混凝土基础设计	366
第一节 柱下钢筋混凝土单独基础	366
一、柱下钢筋混凝土单独基础的构造(366); 二、柱下钢筋混凝土基础的计算(370)	
第二节 钢筋混凝土条形基础	374
一、墙下钢筋混凝土条形基础(375); 二、柱列下钢筋混凝土条形基础(377); 三、十字交叉的钢筋混凝土条形基础(380)	
第三节 筏片式钢筋混凝土基础	381
一、筏片式钢筋混凝土基础的构造(381); 二、梁板式筏片基础的简化计算(382); 三、无梁式筏片基础的计算(384)	
第四节 箱形基础	384
第十三章 壳体基础	387
第一节 概述	387

第二节 壳体基础的构造设计	388
第三节 壳体基础底面积的确定和地基反力的计算	389
一、壳体基础底面积的确定 (389); 二、壳面上地基反力的计算 (390)	
第四节 壳体基础的设计计算	392
一、壳体基础的薄膜理论内力公式 (392); 二、壳体基础的简化设计 (393); 三、关于壳体基础的边界干扰问题 (395)	
第五节 壳体基础施工	396
第六节 无筋混凝土倒圆台基础	397
第十四章 浅基础施工	398
第一节 地下水位以上浅基础的施工	398
一、基础的放线 (398); 二、基坑(槽)的开挖 (398); 三、坑壁的支撑 (399); 四、验槽和基底土的处理 (401); 五、基础的砌筑和回填 (402)	
第二节 地下水位以下浅基础的施工——施工排水	402
一、明沟排水 (403); 二、人工降低地下水位法 (405)	
第十五章 人工地基	413
第一节 换土垫层法	413
一、砂垫层的设计 (414); 二、砂垫层的施工 (414); 三、砂垫层的质量检验 (415)	
第二节 机械压实法	416
一、表面压实法 (416); 二、深层挤密法 (418)	
第三节 堆载预压和砂井堆载预压	421
一、预压荷载的大小、分布及加荷速率 (422); 二、砂井设计 (422); 三、砂井地基固结度计算 (423); 四、卸荷标准 (425); 五、砂井的质量控制 (426); 六、排水砂垫层的设置 (426)	
第四节 硅化加固法	427
一、压力硅化加固法 (428); 二、电动硅化加固法 (430)	
第五节 各种地基处理方法的比较	431
第十六章 桩基础	434
第一节 桩及桩基础的分类	434
一、桩基础的分类 (434); 二、桩的分类 (435)	
第二节 垂直荷载作用下单桩工作原理	437
一、土对桩的阻力 (437); 二、桩周表面摩擦力的分布 (438); 三、桩尖下土的极限平衡 (439); 四、打桩对地基土强度的影响 (440)	
第三节 单桩垂直承载力的确定	441
一、根据材料强度确定单桩垂直容许承载力 (441); 二、根据土对桩的支承力确定单桩垂直容许承载力 (441)	
第四节 关于单桩垂直承载力的讨论	447
一、确定单桩垂直承载力的各种方法的适用条件 (447); 二、根据静载荷试验确定桩的极限荷载的方法 (448); 三、利用 $P-S$ 曲线划分桩尖阻力与摩擦力 (450); 四、关于负表面摩擦力问题 (451)	
第五节 群桩承载力的确定	452
一、群桩工作原理 (452); 二、群桩承载力及沉降的验算 (454); 三、桩基中各桩受力的计算 (456); 四、桩与桩间土分担荷载的问题 (458)	
第六节 桩的水平承载力	458

一、桩在水平荷载作用下的工作原理 (458)；二、单桩水平静荷载试验 (460)；三、单桩在水平力作用下的计算 (462)；四、桩基础的水平承载力 (465)	
第七节 承台和桩的设计与计算	465
一、承台的设计与计算 (465)；二、桩的设计与计算 (470)	
第八节 桩基础的设计计算	473
一、桩基础的设计步骤 (473)；二、桩基础设计例题 (474)	
第九节 沉桩方法及打桩设备	482
一、锤击法 (482)；二、振动法 (483)；三、射水法 (484)；四、压桩法 (484)	
第十节 钻孔灌注桩	484
一、钻孔灌注桩的施工与构造要求 (484)；二、钻孔灌注桩的设计与计算 (486)	
第十一节 打入式灌注桩	487
一、打入式灌注桩的施工与构造要求 (487)；二、打入式灌注桩的设计与计算 (488)	
第十二节 爆扩桩	488
一、爆扩桩的施工与构造要求 (489)；二、爆扩桩的设计与计算 (490)	
第十七章 沉井基础	493
第一节 沉井的构造与类型	494
一、沉井的类型 (494)；二、沉井的构造 (495)	
第二节 沉井的施工	496
一、下沉前的准备工作 (496)；二、沉井下沉 (496)；三、接长井壁 (497)；四、沉井封底 (498)；五、沉井下沉过程中常出现的几个问题 (498)	
第三节 沉井的设计与计算	498
一、沉井尺寸的确定 (498)；二、沉井作为天然地基上基础的计算 (499)；三、沉井尺寸的验算 (500)；四、验算第一节井壁在自重作用下的应力 (500)；五、刃脚计算 (501)；六、沉井井壁计算 (506)；七、沉井封底混凝土的计算 (508)；八、沉井抗浮计算 (508)	
第十八章 动力机器基础	509
第一节 振动对地基土的影响和地基的刚度系数	510
一、振动对地基承载力的影响 (510)；二、天然地基的刚度系数 (510)	
第二节 实体式机器基础的振动原理	516
一、基本假设 (516)；二、基础的垂直振动 (516)；三、基础的水平振动和回转振动 (519)；四、考虑土的阻尼作用的基础垂直振动 (524)；五、关于动力基础计算理论简介 (527)	
第三节 曲柄连杆机器基础的计算	529
一、曲柄连杆机器基础的设计原则及一般构造 (529)；二、基础的振动计算 (530)	
第四节 锻锤基础的设计和振动计算	541
一、锻锤基础的设计和构造 (541)；二、锻锤基础的计算 (542)	
第五节 防止动力机械基础振动影响的措施	548
一、振动波在土中的传播 (548)；二、动力机械基础对建筑物的影响 (548)	

第四篇 不良地质条件下的地基问题及特殊土地基

第十九章 场地与地基的地震效应	550
第一节 地震概述	550
一、地震的成因类型 (550)；二、地震的分布 (530)；三、地震波及其对建筑物的影响 (551)	

第二节 地震震级和地震烈度	552
一、地震震级 (552); 二、地震烈度 (553)	
第三节 场地与地基的地震效应及防震	557
一、场地土的分类 (557); 二、建筑场地的选择 (558); 三、地基的地震效应及防震 (559)	
第二十章 边坡运动及其防治	562
第一节 滑坡	562
一、滑坡要素和特征 (562); 二、滑坡的分类 (564); 三、产生滑坡的条件 (565); 四、滑坡勘察 (566); 五、滑坡的预防 (567); 六、滑坡的整治 (569); 七、滑坡推力的计算 (574)	
第二节 崩塌	577
第三节 塌方	578
第四节 泥石流	578
第二十一章 岩溶与土洞	530
第一节 岩溶	530
一、岩溶的形成及特征 (580); 二、岩溶地基的稳定性评价 (582); 三、岩溶地基的处理 (584)	
第二节 土洞	585
一、土洞的形成 (585); 二、查明土洞的方法 (586); 三、土洞和地表塌陷的处理 (587)	
第二十二章 红粘土地基	589
第一节 红粘土的形成条件	589
第二节 红粘土的特征	589
一、野外特征 (589); 二、物理力学性质 (590); 三、矿物成分和化学成分 (591); 四、红粘土层中的地下水特征 (591)	
第三节 红粘土地基的工程地质勘察	592
第四节 红粘土地基的评价	593
第二十三章 山区岩土地基	595
第一节 山区岩土地基的利用	595
一、下卧基岩表面坡度较大的地基 (595); 二、石芽密布并有局部出露的地基 (596); 三、大块孤石或个别石芽出露的地基 (597); 四、山区局部软土地基 (597)	
第二节 山区岩土地基的处理	598
一、地基处理 (598); 二、结构措施 (599)	
第三节 岩石地基	600
一、岩石地基的承载力与压缩性 (600); 二、岩石地基的利用 (600); 三、岩石锚桩基础 (600)	
第二十四章 填土地基	603
第一节 素填土地基	603
一、压实填土地基 (604); 二、未压实填土地基 (606)	
第二节 杂填土地基	607
一、杂填土地基的利用 (608); 二、杂填土地基的处理 (609)	
第三节 冲填土地基	613
第二十五章 湿陷性黄土地基	615
第一节 黄土的湿陷特征以及我国湿陷性黄土的分布和性质	615
一、黄土湿陷的原因和主要的影响因素 (615); 二、黄土湿陷性的判定 (617); 三、湿陷性黄土场地的自重湿陷性 (618); 四、湿陷性黄土地基的湿陷等级 (620); 五、湿陷性黄土的湿陷起始压力	

(622); 六、我国湿陷性黄土的分布和主要特征(623)	
第二节 湿陷性黄土地区的工程地质勘察	628
第三节 湿陷性黄土地基的设计和施工	629
一、湿陷性黄土地基设计措施的选择(629); 二、地基处理、防水措施和结构措施(631); 三、湿陷性黄土的地基计算(635); 四、湿陷性黄土地基的施工要点(637); 五、湿陷性黄土地区的地下水上升问题(638); 六、湿陷性黄土地区基坑的探查和处理(639)	
第四节 黄土地基湿陷事故的处理	641
第二十六章 软土地基	644
第一节 软土的形成	644
第二节 软土的物理力学性质	645
第三节 软土地基的计算	648
一、软土地基的承载力(648); 二、软土地基的变形计算(649)	
第四节 软土地基设计中应采取的措施	649
第二十七章 膨胀土地基	652
第一节 膨胀土及其对建筑物的危害	652
第二节 膨胀土的特征	653
一、野外特征(653); 二、矿物成分(653); 三、物理力学性和特性指标特征(654); 四、胀缩变形因素(654)	
第三节 膨胀土地基的工程地质勘察	655
第四节 膨胀土地上建筑物的变形	657
第五节 膨胀土地基的评价	659
一、判别方法(659); 二、膨胀性的分类(660) 三、膨胀土地基建筑条件的评价(660)	
第六节 膨胀土危害的防治	661
一、建筑物总平面布置(661); 二、建筑措施(661); 三、结构处理(662); 四、地基处理(662)	
第二十八章 多年冻土地基	663
第一节 概述	663
第二节 冻土的物理力学性质	664
一、土的起始冻结温度和冻土的未冻水含量(664); 二、冻土的构造和融陷性(664); 三、多年冻土的主要物理指标(665); 四、多年冻土的抗压强度与抗剪强度(666); 五、冻土的变形性质(667)	
第三节 多年冻土地基的基础设计	663
一、按“保持冻结”原则的设计方法(668); 二、按“容许融化”原则的设计方法(670)	

第一篇 岩石及地质作用

第一章 岩石的类型及特征

第一节 岩石的组成物质——造岩矿物

这里介绍岩石的目的主要是为了评价地基建筑条件的好坏。因为地球外层的硬壳（地壳）是一切工程建筑物的地基，地壳是由岩石构成的，所以，岩石的工程性质对地基建筑条件的好坏有直接影响。岩石又是由造岩矿物组成的，为了研究岩石，就必须先对造岩矿物有初步的了解。

一、造岩矿物的定义

地壳的组成物质，少数呈自然元素存在，大多数都成化合物。这些存在于地壳中具有一定化学成分和物理性质的自然元素或化合物称为矿物。现在知道的矿物已有近三千种，但岩石中常见的矿物仅五十多种，这些常见的组成岩石的矿物称为造岩矿物。

二、造岩矿物的物理性质

造岩矿物的物理性质是鉴定矿物的重要特征，主要的物理性质有：形态、颜色、光泽、条痕、硬度、解理、断口等。

1. 形态 矿物由于生成时的环境的影响，可以是结晶的或非结晶的。结晶的矿物由于受到内部晶格结构的控制，外表常呈现一定的形态，这种形态可作为鉴定矿物的依据，如方解石为菱面体，水晶石为六方锥状柱体等。矿物的形态通常有：粒状、板状、片状、柱状、纤维状等。

2. 颜色 指矿物新鲜表面的颜色。某些矿物具有特定的颜色，如黄铁矿为铜黄色；有的矿物因含有不同的杂质而能表现出多种颜色，如纯石英为无色透明，含锰则为紫色，含碳则为黑色等。因此，不能仅凭颜色一个指标来鉴定矿物，要与其他物理性质配合运用。按照颜色的深浅，矿物可以分为：

（1）浅色（白色、浅灰、粉红、红色、黄色等），如长石、石英等。

（2）深色（深灰、深绿、灰黑、黑色等），如角闪石、辉石等。

3. 光泽 指矿物表面反射光线的强度。光泽分为：

（1）金属光泽：类似金属光辉闪耀的光泽，如黄铁矿。

（2）非金属光泽：具有此种光泽的矿物颜色较浅，它又可以分为：

玻璃光泽：象玻璃面上的光泽，如石英、长石。

脂肪光泽：矿物表面好象涂有一层脂肪，如滑石。

丝绢光泽：反光如丝绢。纤维状矿物有这种光泽，如纤维石膏。

土状光泽：矿物表面暗淡无光，如高岭土。

珍珠光泽：矿物表面如贝壳内面所呈现的多色色彩，如云母。

金刚光泽：光泽灿烂，如金刚石。

4. 条痕 条痕是矿物粉末的颜色，常借矿物在毛瓷板上刻划所留下的粉末痕迹进行观察，故名条痕。条痕较矿物的颜色固定，它对鉴定金属矿物意义较大，如磁铁矿条痕为黑色，赤铁矿条痕呈樱红色。

摩氏硬度计 表 1-1

硬 度	矿 物 名 称	代 用 品	硬 度
1	滑 石	软 铅 笔	1
2	石 膏	指 甲	2~2.5
3	方 解 石	铜 钥 匙	2.5~3
4	萤 石	铁 钉	4
5	磷 灰 石	玻 璃	5~5.5
6	长 石	铅 笔 刀	5~6
7	石 英	小 刀	6~7
8	黄 玉		
9	刚 玉		
10	金 刚 石		

5. 硬度 矿物抵抗外来刻划的能力称为硬度。测定时应刻划矿物的新鲜表面。测定矿物的相对硬度常用摩氏（Mohs）硬度计（表 1-1）。该硬度计是选择十种硬度不同的矿物，分别定为 1 度到 10 度，按低到高的次序排列而成。

由于硬度计携带很不方便，野外工作时可利用表中所列的代用品测定硬度。

硬度是矿物的重要鉴定特征之一。矿物的硬度是用已知硬度的矿物或代用品去刻划另一矿物来确定其硬度。例如，有一

矿物能被萤石刻划，而它又能刻划方解石，则这个矿物的硬度大于 3、小于 4，近似地可取 3.5。又如有一矿物用指甲刻不动，用铁钉可以刻划，则其硬度约为 3。

6. 解理 矿物受到外力打击时，沿一定方向裂开的性能称为解理。裂开的光滑平面称为解理面（图 1-1）。解理是矿物内部晶格结构决定的，也是矿物的重要鉴定特征。

解理分为：

（1）极完全解理：矿物裂成极薄的片状，如云母。

（2）完全解理：解理面平滑，常沿解理面裂成小块，如方解石。

（3）不完全解理：矿物断面上只局部地带有不大的解理面，如橄榄石。

（4）无解理：矿物的裂开是沿着任意面产生，只在特殊的情况下才能发现解理面，如石英。

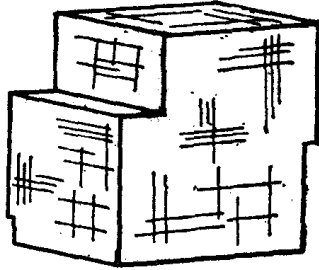


图 1-1 岩盐的解理及解理面

7. 断口 矿物受外力打击断裂后，不规则的断裂面称为断口。它的形状有：贝壳状、平坦状、土状、参差状、锯齿状等。

8. 其他性质 除上述性质外，有些矿物还有某些特殊性质，如磁铁矿具有磁性，滑石手摸有滑感，云母片有弹性，方解石滴稀盐酸后会起泡等，都是它们的特征。

三、最主要的造岩矿物及其肉眼鉴定

矿物按化学成分可分为硅酸盐、氧化物、氢氧化物、碳酸盐、硫化物及硫酸盐等类。根据矿物形成的先后，又可分为：

最主要的造岩矿物鉴定特征表

表 1-2

类别	矿物名称	化学成分	形状	颜色	光泽	条痕	硬度	解理	断口
硅酸盐类	橄榄石	$(Mg, Fe)_2SiO_4$	粒状	绿色, 黄绿色	玻璃, 脂肪		6.5~7	无或不完全	贝壳状
	石榴石	$(Fe^{2+}, Mn, Ca, Mg)_3(Fe^{3+}, Cr, Al)_2[SiO_4]_3$	粒状	棕红, 暗红色等	玻璃, 脂肪		6.5~7.5	无	贝壳状
	辉石	$Ca(Mg, Fe, Al)[(Si, Al)_2O_6]$	粒状, 短柱状	灰绿, 黑绿	玻璃		5~6	完全	
	角闪石	$Ca_2Na(Mg, Fe^{2+})(Al, Fe^{3+})[(Si, Al)_2O_{11}][OH]_2$	长柱状, 针状	暗绿, 褐色	玻璃, 丝绢		5~6	完全	
	蛇纹石	$Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$	块状, 纤维状	浅绿至绿黑	脂肪, 丝绢		2~3.5	无	贝壳状
酸盐类	滑石	$Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$	块状, 片状	淡黄绿, 黄白色	脂肪, 珍珠		1	完全	具有滑感
	绿泥石	$(Mg, Fe)_3Al[AlSi_3O_{10}][OH]_2$	片状, 鳞片状	绿色	玻璃, 珍珠		2~2.5	完全	薄片无弹性
	高岭土	$Al_2[Si_4O_{10}][OH]_2$	土状	白色, 淡黄色	土状		1	无	薄片有粘性
	白云母	$KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$	薄片状, 集合体	白色, 浅色	玻璃, 珍珠		2~3	极完全	薄片有弹性, 透明
	黑云母	$K(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}][F, OH]_2$	薄片状, 集合体	黑色, 黑绿色	玻璃, 珍珠		2~3	极完全	薄片有弹性, 半透明
氧化物类	正长石	$KAlSi_3O_8$	柱状, 板状	肉红, 灰白	玻璃		6	完全	两组解理面正交
	斜长石	$NaAlSi_3O_8$	柱状, 板状	白色, 灰白	玻璃		6	完全	两组解理面斜交, 晶面上有条纹
	石英	SiO_2	块状, 六方柱锥体	无色, 乳白, 灰色	玻璃或脂肪		7	无	晶面上有平行条纹
	燧石	SiO_2 (隐晶质石英)	结核状, 瘤状	黑色, 深棕色	玻璃		7	无	贝壳状
	磁铁矿	Fe_3O_4	块状, 八面体	铁黑	金属光泽或无光泽	黑色	5.5~6	无	有磁性, 比重较大
磷酸盐类	赤铁矿	Fe_2O_3	块状, 鳞片状	红褐, 铁黑	金属光泽或无光泽	樱红	5.5~6	无	比重较大
	褐铁矿	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$	块状, 土状	黄褐	土状	黄褐	1~4	无	致密块状, 多孔块状或腐状
	方解石	$CaCO_3$	菱形体, 块状	白色, 无色	玻璃		3	完全	遇稀盐酸起气泡
	白云石	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	菱形体, 块状	灰白, 浅黄	玻璃		3.5~4	完全	粉末遇稀盐酸起泡
	石膏	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	板状, 纤维状	白色, 灰色	玻璃, 丝绢		2	完全, 极完全	
硫化物及硫酸盐类	硬石膏	$CaSO_4$	板状, 纤维状	白色, 灰色	玻璃, 珍珠		3~3.5	完全, 极完全	
	黄铁矿	FeS_2	块状, 立方体	铜黄	金属光泽	黑色	6~6.5	无	

1.原生矿物 在岩浆冷凝过程中形成的矿物，如石英、长石、云母、辉石、角闪石等。

2.次生矿物 由原生矿物经风化等作用变化而成的新矿物，如滑石、绿泥石、高岭土等；或由水溶液中析出形成的矿物，如方解石、石膏、岩盐等。

现将最主要的造岩矿物及其特征列表于后（表1-2）。

鉴定矿物的方法很多，有肉眼鉴定、化学分析、差热分析、偏光显微镜分析、光谱分析等等。对于工业与民用建筑工程地质勘察来说，除特殊要求（如鉴定粘土矿物）外，一般多用肉眼鉴定法。

肉眼鉴定法需用一些简单的工具：铁锤、小刀、10倍的放大镜、条痕瓷板、10%的稀盐酸等。鉴定时，根据表1-2所列的矿物特征，先观察矿物的颜色、硬度，逐步缩小被鉴定矿物的范围，然后根据解理、断口及其他特征定出矿物的名称。

第二节 岩石的类型及其特征

岩石是由一种或数种矿物组成的集合体，即岩石可以由一种矿物组成（如石英岩由石英组成），也可以由多种矿物组成（如花岗岩由石英、正长石、云母组成）。地壳中以多种矿物组成的岩石为最多。

岩石按其成因可分为三大类：

岩浆岩 由熔融的岩浆在地表或地壳内冷凝而成的岩石。岩浆岩又名火成岩。

沉积岩 地表的岩石因大气、水、生物的作用而被破坏成碎屑和溶液，这种破坏后的产物以及死亡的生物在水体内或陆地上堆积起来，重新生成的岩石就叫沉积岩。

变质岩 地壳的先成岩石在高温、高压和化学性活泼的物质作用下经变质而成的岩石。

一、岩 浆 岩

（一）岩浆岩的形成

地壳深处的高温熔融物质——岩浆，当它上面覆盖的地壳压力失去均衡时（例如发生地壳运动），便向压力小的地方运动，侵入上面的岩石内，或喷出地表。在运动的过程中，岩浆不断地发生变化，热量也逐渐散失，最后冷凝成岩浆岩。

岩浆在地面以下冷凝的称为侵入岩，在地表冷凝的称为喷出岩。侵入岩按其离地面的深浅程度相对地又可分为深成岩和浅成岩。

深成、浅成和喷出的岩石，在形成时各自处于不同的物理条件：深成岩形成时处于上覆岩石的保护下，因而压力较大，冷却慢，化学物质有较好的结晶环境；喷出岩形成时与空气接触，压力低，冷却快，物质多来不及结晶；浅成岩介于两者之间。由于这种条件的不同，所以它们具有不同的结构和构造。

岩浆按其 SiO_2 的含量（%）可以分为：酸性的（75~65%）、中性的（65~52%）、基性的（52~40%）及超基性的（<40%）。这些岩浆冷凝后便相应地形成酸性的、中性的、基性的、超基性的岩浆岩。

（二）岩浆岩的特征

1. 岩浆岩的矿物成分 按岩浆岩矿物颜色的深浅可分为：

（1）浅色矿物：正长石、斜长石、石英、白云母等。

（2）深色矿物：黑云母、角闪石、辉石、橄榄石等。

一般酸性和中性的岩浆岩以含浅色矿物为主，故岩石的颜色多为浅色；基性和超基性的岩浆岩以含深色矿物为主，故岩石的颜色多是深色。

2. 岩浆岩的产状 产状是岩石形成时岩体的形状。它是鉴定岩石的重要特征之一。

侵入岩的产状有岩基、岩株、岩盘和岩脉等（图1-2）。

岩基是最大的岩浆侵入体，它的长度达几百至几千公里，宽度由几十至几百公里。岩株的范围比岩基小，多位于岩基的上部。岩盘呈圆面包状或蘑菇状。岩脉是岩浆侵入围岩裂缝后冷凝成狭长形的岩体，厚度由几厘米到几十米。岩脉的分枝叫岩枝。岩浆侵入围岩的层面间并顺层面方向延展的叫岩床。

喷出岩的产状有火山喷发的火山灰、火山砾等堆积成的火山锥，也有自火山口溢出的岩流（图1-2）。

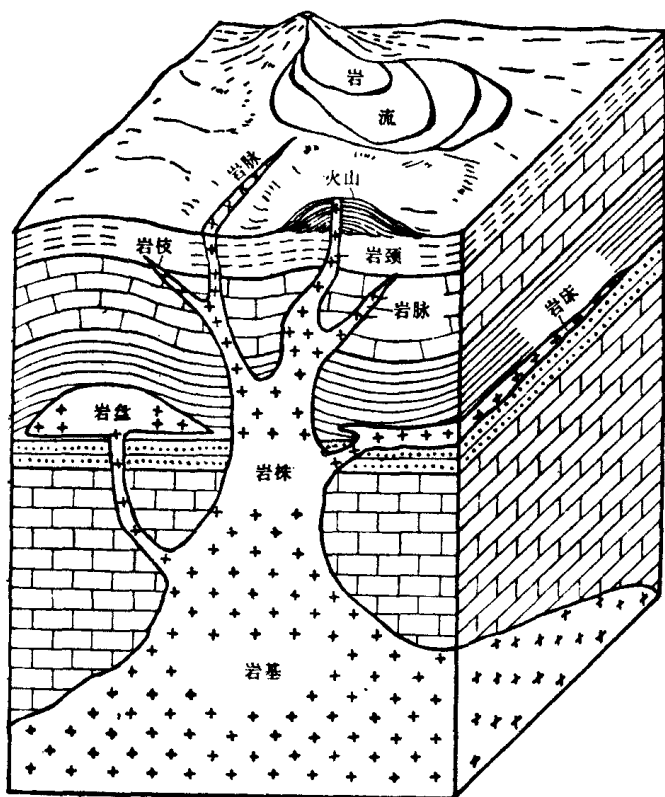


图 1-2 岩浆岩的产状



图 1-3 晶粒状结构

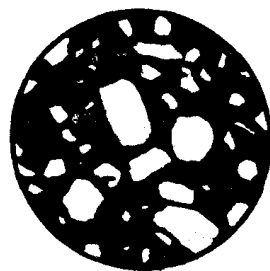


图 1-4 斑状结构

3. 岩浆岩的结构 结构是指岩石中矿物的结晶程度、晶体大小、晶体形状等岩石内部的结合特征。它是鉴定岩浆岩的重要标志之一。为了便于用肉眼鉴定岩浆岩，现按矿物的结晶程度及晶粒大小将结构分为三种：

（1）晶粒状结构：即岩石中的矿物全是结晶颗粒（图1-3），颗粒可以是粗粒（直径 $>5\text{mm}$ ）、中粒（ $5\sim 2\text{mm}$ ）、细粒（ $2\sim 0.2\text{mm}$ ）、微粒（ $<0.2\text{mm}$ ）。