

中等专业学校教材

地质及路基

齐齐哈尔铁路工程学校	黄凤才	主编
衡阳铁路工程学校	张文海 孙建国	主审



中国铁道出版社

1989年·北京

前 言

本书是根据1981年铁路中等专业学校《铁道工程专业教学计划》(铁路局)及1983年《地质及路基》教学大纲在1979年出版的《地质路基》试用教材的基础上进行改编的。

本书扼要叙述了工程地质学的基础知识,系统地论述了一般路基、高路堤、深路堑、陡坡路堤、浸水路堤、特殊地质条件下的路基及挡土墙的设计与检算原理,路基的施工方法及基床病害的防治措施等。本书力求理论联系实际,深入浅出地阐明基本概念和基本理论,并通过实例帮助学生理解路基设计的基本知识。各章之后附有习题或思考题,供初学者复习之用。

本书计量单位采用国际单位制。

本书由齐齐哈尔铁路工程学校黄凤才主编,衡阳铁路工程学校张文海、孙建国主审。其中第一篇各章由天津铁路工程学校王达执笔;第二篇第一章第一至三节由孙建国执笔,第四、五节由张文海执笔;绪论及第二篇第二、四、六章由黄凤才执笔;第二篇第三章由包头铁路工程学校刘庆廉执笔;第二篇第五章由齐齐哈尔铁路工程学校杜春光执笔。

编 者

1984年12月

内 容 提 要

本教材是根据1981年铁路中等专业学校《铁道工程专业教学计划》及1983年《地质及路基》教学大纲在1979年中等专业学校试用教材《地质路基》的基础上进行改编的。全书分两篇,第一篇为地质学基础,包括矿物与岩石、地质构造、地质作用、地史及地质图、地下水等五章,扼要叙述工程地质学的基础知识;第二篇为路基工程,包括一般路基设计、路基个别设计、特殊条件下的路基、基床病害、挡土墙、路基施工等六章,比较系统地叙述了路基构造、设计及施工等基本知识。

本书可作为铁路中等专业学校铁道工程专业的教材,亦可供铁路工程技术人员参考应用。

目 录

绪 论	1
第一篇 地质学基础	3
第一章 矿物与岩石	3
第一节 地球概述	3
第二节 造岩矿物	4
第三节 岩 石	10
第二章 地质构造	27
第一节 地质构造的基本形态	27
第二节 地质构造与铁路工程的关系	38
第三章 地质作用	43
第一节 地质作用的概念及分类	43
第二节 风化作用	44
第三节 地表暂时性流水的地质作用及沉积层	50
第四节 河流的地质作用及冲积层	52
第四章 地史及地质图	62
第一节 岩层相对地质年代的确定方法	62
第二节 地质年代表	65
第三节 地质图	65
第五章 地下水	79
第一节 地下水的基本概念	79
第二节 地下水的类型及其特征	81
第三节 地下水运动的基本规律	87
第四节 地下水对铁路工程建筑物的影响	91
第二篇 路基工程	94
第一章 一般路基设计	94
第一节 路基设计概述	94
第二节 路基标准设计	99
第三节 路基土石方工程数量计算	113
第四节 路基排水设计	127
第五节 路基防护设计	151
第二章 路基个别设计	165
第一节 高路堤深路堑设计	165
第二节 陡坡路堤设计	181
第三节 浸水路堤	185

第四节 软土及泥沼地区的路基	195
第三章 特殊条件下的路基	219
第一节 滑坡地区路基	219
第二节 崩塌与岩堆地区路基	226
第三节 泥石流地区路基	231
第四节 岩溶地区路基	233
第五节 黄土路基	236
第六节 风沙地区路基	240
第七节 多年冻土地地区路基	244
第四章 基床病害	250
第一节 基床病害的类型	250
第二节 基床病害的防治	252
第三节 路基冻害及其整治	256
第五章 挡土墙	260
第一节 概 述	260
第二节 土压力计算	262
第三节 重力式挡土墙的设计与检算	284
第四节 挡土墙的构造及施工	298
第五节 轻型挡土墙简介	302
第六章 路基施工	305
第一节 准备工作	305
第二节 路堤填筑	310
第三节 路堑开挖	317
第四节 路基机械化施工	319
第五节 路基整修和验收要求	327
第六节 改建既有线及增建第二线路基	328
附 录	333
附录一 地质符号及地质图例	333
附录二 地 质 图	339
附录三 新建铁路路基设计文件组成	346
附录四 路堤填料分类	350

绪 论

一、工程地质学及铁路路基概述

铁路路基是轨道的基础，是铁道线路的重要组成部分。为了保证列车的安全运行和满足运营工作的需要，路基顶面应有一定的宽度，路肩的标高应符合线路纵断面设计的规定，更重要的是，路基必须持久地具有足够的强度和稳定性。

路基是以天然土石修筑而成的建筑物，它分布在广阔的地区，处在各种地质、水文、气候等复杂的自然环境下，它的强度和稳定性受到地质条件及雨、雪、水流、气温等各种自然条件等因素的影响，其中特别是铁路所经地区的工程地质条件对路基的影响最大。因此在路基工程中，工程地质学的任务是：（一）查明工程地质条件，即各种对路基有影响的地质因素，如地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件及各种地质作用等；（二）判断路基修建后对各种地质条件的影响，即修筑路基后可能发生的工程地质问题（如基底下沉、边坡滑动坍塌、自然山体失稳等），为选择有利的线路位置、路基设计和施工方案提供地质依据；（三）对不良地质现象提出有效的整治措施，保证路基坚固稳定，正常使用。

路基的边坡坡度与路基的稳定性及工程数量有密切的关系，因此合理地确定边坡的坡度是路基设计的重要内容之一。

水的活动是促使路基病害发生发展的重要原因。为使路基不致遭受地面水、地下水的侵蚀破坏，路基应有良好的排水、防护及加固建筑物。

路基的工程数量极为庞大，需用大量的劳动力、工程材料、施工机具和建设资金。在大量土石方集中地段，常常控制着整个铁路的施工期限。因此在路基施工中应认真做好土石方调配，合理选择施工方法，以保证工程质量，加速施工进度，降低工程造价，提高经济效益。同时还在施工中还应注意节约用地，少占农田，少破坏自然地貌和植被，以免导致水土流失。

对于路基病害，必须贯彻“以防为主，防治结合”，“一次整治，不留隐患”的原则，采取合理的整治方案及有效的工程措施。

二、本课程的内容、目的及学习方法

本课程主要论述工程地质及铁路路基的基本知识，主要内容有：

（一）工程地质学基础

主要叙述与铁路工程有关的矿物、岩石、地质构造、地质作用、地史、地质图及地下水等基础知识。

（二）一般路基设计

主要叙述一般路基设计的基本理论，如路基标准横断面、路基标准设计、路基排水、防护与加固设计、路基土石方工程数量计算等。

（三）路基个别设计

主要论述路基边坡稳定检算、高路堤深路堑设计、陡坡路堤设计、浸水路堤设计、软土及泥沼地区路基设计的基本理论及方法。

(四) 特殊条件下的路基

主要介绍滑坡、崩塌、岩堆、岩溶、泥石流、风沙等不良地质现象，黄土及多年冻土的特殊物理力学性质，在这些地区设计路基的基本原理。

(五) 挡土墙

主要论述土压力计算、重力式挡土墙的设计与检算的基本理论。

(六) 路基施工

主要叙述新建路基、既有线及增建第二线路基的施工方法及技术要求。

(七) 基床病害

主要介绍基床病害的类型及其防治措施。

本书在论述有关路基设计的内容和要求时，都以《铁路路基设计规范》为依据。书中凡引用《铁路路基设计规范》时，都简称为《规范》。为便于学生学习，书中采用的符号力求与《规范》一致。

本课程涉及工程地质学、土力学、铁路路基设计及施工等学科领域，内容广泛，综合性强。学习时必须理论联系实际，突出重点、兼顾全面。一方面要认真领会本课程的基本理论；另一方面，要通过实验、实习及课程作业，认真动脑动手，反复练习。学会识别常见的矿物和岩石，辨认一般的地质构造形态，阅读铁路工程常见的地质图，掌握路基设计的基本方法及施工测量与工地测试技能。在学习过程中要注意锻炼自己的计算能力、观察能力、操作能力和收集资料的能力，从而提高自己的分析问题和解决问题的能力。

三、本学科的发展方向

工程地质学是一门新的学科，它的理论还很不完善，很多问题如岩质边坡的稳定性，各种特殊地层的工程性质，不良地质的处理措施等都有待进一步研究。当前，大量采用先进技术，提高工程地质勘探和测试质量是重要的努力方向。近十几年来，在地质勘探方面，发展了一系列地球物理勘探方法，如电探、触探、地震勘探、声波探测、重力勘探、磁力勘探、放射性勘探等，其中有的已经取得了较好的成果。此外，航空工程地质勘测及遥感技术的进展极为迅速，它们的应用将为工程地质学的研究开辟更为广阔的前景。

随着科学技术的进步，在路基工程方面也有很大的发展。应用先进的电子计算技术，现在已有可能考虑土的特殊性质采用有限元法来计算路基的强度和稳定性。在改良和加固不良土质方面，已开始应用化学加固、电硅化加固，纸板排水，真空法排水，化纤薄膜铺垫法等。在支挡建筑物方面，逐步向新型、轻型结构发展，如采用轻型挡土墙、柔性挡土墙等。近几年来，随着载重运输的发展，为了承受重载列车的负荷，路基的构造也将随之改变。此外，在路基施工方面，国内外的土方工程机械正向着大功率、大斗容量、大轮胎式的特大型方向发展（例如880马力、斗容量为38m³的自动铲运机等），极大地提高了生产率。

第一篇 地质学基础

第一章 矿物与岩石

本章主要讲授：地球的形状、物质成分、圈层构造，造岩矿物的物理性质及肉眼鉴定方法，三大类岩石——岩浆岩、沉积岩和变质岩的成因、产状、结构、构造特征、分类方法及一般工程性质等。

第一节 地球概述

地球是一个平均半径约为6371km的旋转椭球体。它的内部结构很复杂，根据物质成分、状态和性质的不同，可以划分成几个圈层：地球内部一般分为地壳、地幔和地核三个圈层如图1—1—1 (a)，围绕地壳外部的圈层为大气圈、水圈和生物圈。

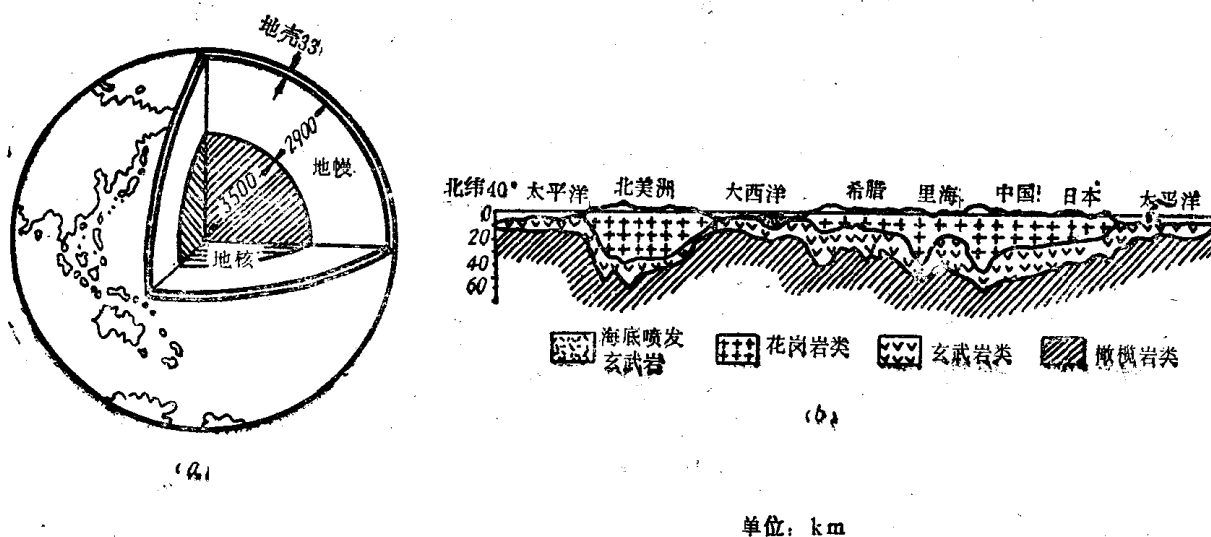


图1—1—1 地球构造
(a) 地球内部圈层构造；(b) 地壳剖面。

地核是指地面下2900~6371km的部分，主要由铁、镍等金属组成，其比重大、密度高，构成地球的核心。根据科学推测，在地心处压力高达360万个大气压，温度可达4000~6000°C，密度约为16.0g/cm³。在这里由于温度高、压力大，物质的熔点高，所以地核处于一个特殊的物质状态。

地幔是指地面下33~2900km之间的部分，也称为中间层。主要由铬、铁、镁及硅酸盐等物质组成，密度接近地球的平均密度，约为5.52g/cm³。据推测，在深度50km以内是固体状态的物质，再向下即逐渐变为熔融状态。这种熔融状态的物质，称为岩浆。

地壳是指地球外表的一层薄壳，其厚度各地有很大的差异性，平均厚度约33km。地壳是由岩石组成。陆地地壳较厚，如我国青藏高原的地壳厚度可达60~80km左右；海底地壳较薄，如在太平洋底下面，有的地方地壳只有5~6km厚。其分布情况，参看图1-1-1(b)。人类的一切活动，都是在地壳的最表层，与我们的关系最为密切，值得进一步去研究它。

地壳表面的热学状态，主要决定于太阳的辐射热能。由于地球的自转和公转运动，地球表面某一范围接受的太阳辐射热量按日按季节而变化。这种变化使太阳辐射热量的影响从地面往下逐渐减弱，如北京地区到地面下12~14m深处的地方其热能影响已经基本消失，大致保持着相当于或稍高于当地全年平均气温的温度，这个地温终年不变的地带，习惯上称为常温层。从常温层往下，地温随着深度而不断升高，深度每增加1km，温度上升约30°C。据推算，在地幔的上部，温度约在1,000°C左右，在地幔的下部即地面下2,900km处，温度可达2,000°C。地球内部的这种高温现象，可以由温泉、火山爆发等大家所熟知的现象得到证实。地球内部的这种巨大热量，以及地球自转速度的变化等，是引起地球内部物质运动和不断转化的重要能源。地球内部为什么能长期保持这样巨大的热量呢？一般认为，主要是由于地球内部放射性物质不断释放热能的缘故。

地壳的物质成分也是很复杂的，就其化学元素的组成讲，包括了元素周期表中所有的化学元素。但在地表以下12km的范围内，分布最广泛的是下列几种化学元素，其含量（按重量百分比计）为：

O (氧) 49.13	Si (硅) 26.00	Al (铝) 7.45
Fe (铁) 4.20	Ca (钙) 3.25	Na (钠) 2.40
Mg (镁) 2.35	K (钾) 2.35	H (氢) 1.00

其次是Ti (钛)、P (磷)、Mn (锰)、N (氮)、S (硫)、Ba (钡)、Cl (氯) 等。

地壳中的这些化学元素，绝大多数是呈化合物的状态存在，如CaSO₄·2H₂O(石膏)、SiO₂(石英)、FeS₂(黄铁矿)等等；只有极少数呈自然元素单独存在，如C(金刚石)、S(硫黄)、Au(自然金)等等。这些天然的化合物和元素，地质上称为矿物。所有这些天然矿物都具有一定的化学成分和物理性质，是组成地壳的基本单位物质。但是在地壳中，经常见到的是由一种或多种矿物以一定的规律共生在一起的集合体，这些由一种或多种矿物以一定规律组成的自然集合体，地质学上叫做岩石。由一种矿物组成的岩石，叫单矿岩，如石灰岩就是由方解石矿物组成的单矿物岩；由两种或两种以上的矿物组成的岩石，叫复矿岩，如花岗岩主要由正长石、石英和云母等矿物组成的复矿岩。

可以看出：矿物是组成岩石的单位物质，我们只有具备矿物的基本知识，才能为以后学习好岩石创造有利的条件。

第二节 造岩矿物

目前在地壳上发现的矿物已近3000多种，但在铁路工程中经常遇到的并不多。在三大岩类中经常可以见到的，对鉴定和区别岩石种类起决定性作用的矿物，只不过20多种，这些组成岩石的矿物被称为造岩矿物。

一、矿物的主要物理性质

由于每一种矿物的化学组成和结晶构造不同，它们的物理性质和化学性质也就各不相同。对于用肉眼鉴定和识别矿物有重要意义的物理性质主要有以下几方面：

(一) 矿物的形态

自然界中的矿物绝大多数呈固体状态存在，只有极少数呈液体（如石油）和气体（如天然气）状态存在。

固体矿物大部分是呈结晶质出现，即组成它的各种化学元素的质点（离子、原子或分子），在矿物内部按一定的规律排列，形成稳定的结晶格子构造，这种晶质在形成的过程中如条件适宜，便生成具有一定几何外形的晶体，如食盐为正立方晶体（图1—1—2）、石英为六方双锥晶体（图1—1—3）等。矿物的外形特征和许多物理性质，都是矿物的化学成分和内部构造的反映。但是应当指出的是：在自然界中发育很好的晶体（即由自然晶面所围成的单晶）较少见到，而是一部分结晶质矿物在生长过程中，因彼此互相影响和外界条件的限制，晶体都不很完整，这是在野外工作中常见的；还有的是晶体互相穿插成为双晶、晶簇集合体出现。还有部分的结晶质矿物呈不规则的颗粒分布着，这些颗粒虽然不具晶面，但仍具有不受颗粒形状和大小影响的内部结晶构造。

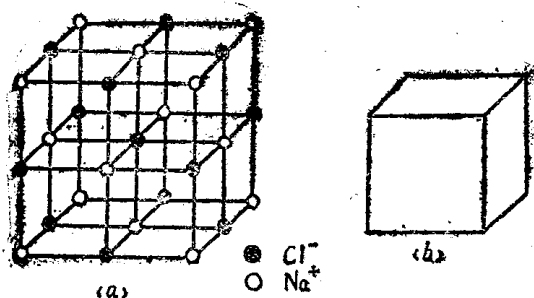


图1—1—2 食盐的晶体构造
(a) 食盐晶格构造；(b) 食盐晶体外形。

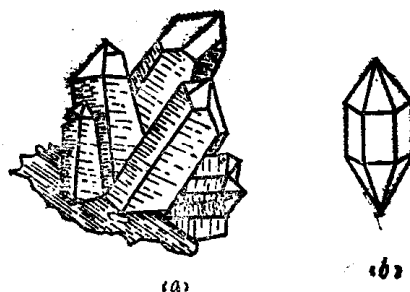


图1—1—3 石英晶体形态
(a) 石英晶簇集合体；(b) 石英单晶体。

非晶质矿物的内部质点排列没有一定的次序，即不具有空间格子构造，所以也没有一定的几何外形。非晶质矿物可分为玻璃质矿物和胶体质矿物两种：前者是由高温熔融的岩浆体迅速冷凝而成，如火山玻璃；后者是由胶体溶液凝聚而成的，如由硅质胶体沉淀而成的蛋白石等。

总之，矿物的成分、构造和生成环境，决定矿物的几何外形。矿物的固体外表形态，是鉴定矿物的重要特征之一，常见的固体外表形态有：

1. 片状、鳞片状：矿物可以被剥成薄片状，如云母、绿泥石等；
2. 板状：矿物的两向平面展伸较大，并且具有一定的厚度，如长石、板状石膏等；
3. 柱状：矿物晶体呈长柱状的角闪石；呈短柱状的辉石；
4. 粒状：由大小均等的矿物晶粒聚集而成，如橄榄石等；
5. 纤维状：由细小的纤维状矿物聚集而成，如纤维状石膏、石棉等；
6. 土状：由细小均匀的粉末状物质组成，结合疏松，如高岭石等；
7. 晶簇：在一个共同的基底面上，许多相同的晶体丛生在一起，这个晶体群称为晶簇。

簇，如石英晶簇；

8. 其它：不结晶的胶体矿物多呈现为各种各样的球形表面形态，如结核状、鱼子状（鲕状）、豆状、肾状、钟乳状等。此外还有不具任何特殊形态的块体，皆称为致密块状，自然界中的矿物大多是这种形状。

（二）矿物的颜色

矿物的颜色是矿物对可见光波的吸收作用产生的。按成色的原因有自色、他色和假色之分。

1. 自色：是矿物固有的颜色，取决于矿物的化学成分和内部结晶构造，颜色比较固定。对造岩矿物来说，由于成分复杂，颜色变化就很大。一般来说，含铁、锰多的矿物（如黑云母、普通角闪石、普通辉石等）颜色较深，多呈灰绿、褐绿、黑绿以至黑色；含硅、铝、钙等成分多的矿物（如石英、长石、方解石等）颜色较浅，多呈白、灰白、淡红、淡黄等各种浅色。

2. 他色：是矿物混入了某些杂质引起的颜色，与矿物的本身性质无关。他色不固定，随杂质的不同而变化，如纯净的石英晶体是无色透明的，混入了杂质后就呈现紫色、玫瑰色、烟色。由于他色不固定，对鉴定矿物没有很大意义。

3. 假色：是由于矿物内部的裂隙或表面的氧化薄膜对光的折射、散射所引起的。如方解石的解理面上常出现的虹彩。

观察矿物的颜色时，应取矿物的新鲜面，不要在风化的表面上进行观察。描述的方法一般是利用标准色谱（红、橙、黄、绿、青、蓝、紫）七色。亦可以实物作对比（如玫瑰红、橄榄绿、乳白色、蔷薇色等）的方法去描述矿物的颜色。

在鉴定矿物时，颜色只是其中的一个标志，不能作为唯一的标志，还必须结合其他特征综合鉴定，这是应当明确的。

（三）矿物的条痕

矿物粉末的颜色称为条痕。有些矿物其条痕与矿物本身的颜色相同，如磁铁矿的条痕与矿物的颜色相同均为黑色。而另外一些矿物的条痕与矿物本身的颜色有很大的差别，如赤铁矿的颜色为钢灰色或黑色，条痕却为樱红色。黄铁矿本身为黄铜色，条痕却为黑色。

必须说明，大多数透明或半透明的矿物具有无色或淡色条痕。因此条痕对不透明的深色或金属矿物才具有鉴定意义。

（四）矿物的透明度

矿物透过光线的程度，称为矿物的透明度。观察矿物的透明度，要在同一厚度条件下，比较透明度的差别，肉眼观察时可选在矿物碎片的边缘进行。

根据矿物晶体透光程度的不同，分为以下三个等级进行描述：

（1）透明矿物：能全部通过光线的矿物，如水晶、冰洲石等；

（2）不透明矿物：光线几乎完全不能通过的矿物，如磁铁矿、黄铜矿等；

（3）半透明矿物：介于透明和不透明矿物之间的矿物，如滑石、石膏等。

（五）矿物的光泽

矿物新鲜表面上反射光线的能力，称为光泽。由于不同的矿物具有不同的成分和不同的内部构造，因而反射光线能力的强弱亦不相同。根据矿物反射光线能力的不同，将矿物的光泽分为下列三类：

1. 金属光泽：光线反射很强，光辉耀眼，类似金属新鲜面的光泽，如黄铁矿。

2. 半金属光泽：光线反射的能力比金属差光泽较暗淡，亮度差，如磁铁矿。一般金属光泽和半金属光泽的矿物都是不透明的。

3. 非金属光泽：一般为透明矿物所具有，对于鉴别造岩矿物起着重要作用。由于矿物表面的性质或矿物集合体的集合方式不同，反映出下面各种不同特征的光泽。

(1) 金刚光泽：矿物光耀夺目如金刚石；

(2) 玻璃光泽：矿物表面反光如镜，如方解石、长石解理面上呈现的光泽；

(3) 油脂光泽：由于矿物表面不平，致使光线散射而成的，如石英断口上呈现的光泽；

(4) 珍珠光泽：光线在矿物的解理面间发生多次的折射和内反射，在其解理面上所呈现的象珍珠一样的光泽，如云母；

(5) 丝绢光泽：由纤维状或细鳞片状的矿物，对光的反射互相干扰，而显示出丝绢般的光泽，如纤维状石膏和绢云母等；

(6) 蜡状光泽：象石蜡表面呈现的光泽，如滑石、蛇纹石等致密块体矿物表面的光泽；

(7) 土状光泽：矿物表面暗淡如土状，象高岭石等松散土状块体矿物表面所呈现的光泽。

(六) 矿物的硬度

矿物抵抗外力刻划、摩擦的能力，称为硬度。由于矿物的化学成分和内部构造不同，所以不同的矿物具有不同的硬度。对于一种矿物来讲，其硬度是比较固定的，因而硬度是鉴别矿物的一个重要特征。

鉴定矿物的硬度，常用两种矿物对刻的方法，用已知硬度的矿物来确定未知硬度矿物的硬度，硬度对比的标准，从软到硬依次由表 1—1—1 所列 10 种矿物组成，称为摩氏硬度计。可以看出，摩氏硬度只反映矿物的相对硬度，并不是矿物的绝对硬度。

显然，矿物的硬度对岩石的强度有很大的影响，风化、裂隙、杂质等都会影响矿物的硬度。所以在鉴别矿物的硬度时，要注意选在矿物的新鲜面或解理面上进行。

(七) 矿物的解理

矿物受敲击后，能沿一定方向裂开成光滑平面的性质，称为解理。裂开的光滑平面称为解理面。

不同的晶质矿物，由于其内部构造不同，在受力后裂开的难易程度、解理面数目以及解理面的完全程度也有差别。解理面出现的方向数目，随矿物种类而异，有一个方向的解理如云母等；有两个方向的解理如长石等；有三个方向的解理如方解石等。根据解理面发育的完全程度，将解理分为以下几种：

1. 极完全解理：极易裂开成薄片，解理面大而完整，表面平滑光亮，如云母；

2. 完全解理：常沿解理面裂开成板状的小块，解理面平整光亮，如方解石；

摩氏硬度计 表 1—1—1

硬度	矿物名称	简易鉴定	代用品硬度
1	滑石	指甲易刻划	指甲为2~2.5 铁刀刃3~3.5 玻璃5~5.5 钢刀刃6~6.7
2	石膏	指甲不易刻划	
3	方解石	小刀易刻划	
4	萤石	小刀可刻划	
5	磷灰石	小刀刻划有痕迹	
6	长石	小刀几乎不能刻划	
7	石英	小刀不能刻划。 用它可刻划玻璃	
8	黄玉	能刻划石英	
9	刚玉		
10	金刚石		

3. 中等解理：在其碎块上既有平滑的解理面，又可在另外的地方出现不规则的断裂面，如正长石；

4. 不完全解理：在敲碎后的小块上，很难发现解理面，需要在其碎块中仔细寻找，如磷灰石。

解理是鉴定造岩矿物的另一重要特征。矿物解理的发育程度，对岩石的力学强度产生一定的影响。

(八) 矿物的断口

当矿物受锤击之后，沿任意方向发生不规则的断裂，其断裂面称为断口。按其断裂面的形状分为：

1. 贝壳状断口：断裂面呈波状曲面，形状象贝壳，如石英；
2. 平坦状断口：断裂面比较平整，如蛇纹石等；
3. 参差状断口：断裂面为参差不齐的粗糙面，如黄铁矿等；
4. 锯齿状断口：断裂面出现有锯齿状或片状的尖棱，如石膏等。

(九) 矿物的其它性质

除上述的矿物性质以外，还有一些矿物具有独特的性质，这些性质同样是鉴别矿物的可靠依据，如比重、磁性、弹性、挠性、脆性等。另外，矿物的一些简单化学性质，对于鉴别某些矿物也是十分重要的，如方解石遇稀盐酸能剧烈起泡，白云石遇浓盐酸或热盐酸可以起泡，但其它矿物则不具备这种性质。

二、主要造岩矿物简表

铁路工程中常遇到的造岩矿物，多用肉眼根据其物理性质——如矿物形态、颜色、条痕、光泽、硬度、解理等进行鉴定，这是最基本的简易鉴定方法。当然亦可以借助放大镜、双目实体显微镜和某种简便的化学试验，如滴盐酸等手段进行鉴定。但最根本的是要通过实践，多观察标本、多分析、勤比较，才能逐渐熟悉和掌握用肉眼鉴定矿物的方法和技巧。为了便于系统的掌握造岩矿物的特征，特列出主要造岩矿物物理性质简表以便应用。见表 1—1—2。

主要造岩矿物物理性质

表 1—1—2

矿物名称及化学成分	形 状	物 理 性 质				主要鉴定特征
		颜 色	光 泽	硬 度	解理、断口	
石 英 SiO_2	六棱柱状、双锥状、粒状或块状	无色、乳白色、含杂质时呈紫色、烟色	玻璃光泽，断口为油脂光泽	7	无解理，贝壳状断口	形状、硬度
正 长 石 KAlSi_3O_8	短柱状、薄板状、粒状	肉红色、浅玫瑰色或近于白色	玻璃光泽	6	二向完全解理，相交近于直角	解理、颜色
斜 长 石 $(\text{Na}, \text{Ca})\text{AlSi}_3\text{O}_8$	长柱状、板状	白色或灰白色	玻璃光泽	6	二向完全解理，成斜交	颜色、解理面上有细条纹
角 闪 石 $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Al}, \text{Fe})_2[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{12}]_2(\text{OH})_2$	长柱状、纤维状、断面呈六边形	深绿至暗黑色	玻璃光泽	5.5~6	二向完全解理，交角近 56°	形状、颜色
辉 石 $(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_2[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$	短柱状、粒状、断面呈八边形	褐黑、棕黑至深黑色	玻璃光泽	5~6	二向完全解理，交角近 90°	形状、颜色

矿物名称及化学成分	形 状	物 理 性 质				主要鉴定特征
		颜 色	光 泽	硬度	解理、断口	
橄 榄 石 (Fe, Mg) ₂ (SiO ₃) ₂	常呈粒状集合体	橄榄绿、淡黄绿色	油脂或玻璃光泽	6.5~7	通常无解理、贝壳状断口	颜色、硬度
黑 云 母 K(Mg, Fe) ₃ (OH) ₂ AlSi ₃ O ₁₀	板状、片状	深褐、黑绿至黑色	玻璃光泽或珍珠光泽	2.5~3	一向极完全解理	解理、颜色、薄片有弹性
白 云 母 KA ₂ (OH) ₂ AlSi ₃ O ₁₀	板状、片状	无色、灰白色至浅灰色	玻璃光泽或珍珠光泽	2.5~3	一向极完全解理	解理、薄片有弹性
方 解 石 CaCO ₃	菱形六面体、块状、粒状	白色、灰白色或其它色	玻璃光泽	3	三向完全解理	硬度、解理、遇HCl强烈起泡
白 云 石 CaMg(CO ₃) ₂	菱面体、块状、粒状、晶面上常弯曲成鞍状	灰白、淡黄色或淡红色	玻璃光泽	3.5~4	三向完全解理	解理、硬度、晶面弯曲、遇HCl微弱起泡
石 膏 CaSO ₄ ·2H ₂ O	板状、条状或纤维状	无色、白色或灰白色	玻璃光泽或丝绸光泽	2	一向完全解理	解理、硬度、薄片无弹性但有挠性
高 岭 石 Al ₂ (Si ₂ O ₅) ₂ (OH) ₄	鳞片状或细粒状的致密集合体	白色、灰白色或其它色	土状光泽	1	一向完全解理	性弱、粘舌、具可塑性，吸水后体积膨胀
滑 石 Mg ₃ (Si ₂ O ₅) ₂ (OH) ₄	片状、块状	白、淡黄、淡绿或浅灰色	蜡状光泽或珍珠光泽	1	一向完全解理	颜色、硬度、触摸有滑腻感
绿 泥 石 (Mg, Fe) ₂ Al ₂ (Si ₂ O ₅) ₂ (OH) ₄	片状或板状集合体	深绿色	珍珠光泽	2~2.5	一向完全解理	颜色、薄片无弹性但有挠性
蛇 纹 石 Mg ₃ (Si ₂ O ₅) ₂ (OH) ₄	致密块状、片状或纤维状	淡黄绿、淡绿、或浅黄色	块状为蜡状光泽，纤维状为丝绸光泽	3~3.5	无解理、贝壳状断口	颜色、光泽、硬度
石榴子石 (Fe, Mg, Mn, Ca) ₂ (Al, Fe, Cr) ₂ (SiO ₄) ₃	菱形十二面体、二十四面体、粒状	棕色、棕红、紫红、黑红色	玻璃光泽	6.5~7	无解理，不规则断口	形状、颜色、光泽
黄 铁 矿 FeS ₂	块状或呈立方体	浅黄铜色	金属光泽	6~6.5	贝壳状或不规则断口	形状、光泽、晶面上有条纹
黄 铜 矿 CuFeS ₂	致密块状	铜黄色	金属光泽	3~4	无	颜色、光泽及条痕
褐 铁 矿 Fe ₂ O ₃ ·nH ₂ O	块状、土状或结核状	黄褐或棕褐色	半金属光泽	4~5.5	粒状断口	形状、颜色及硬度
磁 铁 矿 Fe ₃ O ₄	呈八面体或菱形十二面体、常为致密粒状或块状	铁黑色	半金属光泽	5.5	无解理、贝壳状断口或土状断口	形状、条痕
磷 灰 石 Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F, Cl)	一般常呈粒状、块状或结核状	白色、淡绿、绿、淡蓝、黄及褐色	玻璃光泽	5	不完全解理、断口参差状、有时为贝壳状	颜色、光泽、硬度
萤 石 CaF ₂	晶体呈立方体，少数八面体及十二面体，集合体为致密粒状或块状	无色透明、绿色及紫色常见，也有黄及浅蓝色	玻璃光泽	4	四向完全解理（八面体解理）	形状、颜色、硬度、粉末加硫酸能溶解，紫外线照射产生萤光

每种矿物都有其独特的物理性质和形态特征，这是鉴定矿物、定出其名称的主要标志，亦是区别于近似矿物的主要关键。如云母具有一向极完全解理、呈薄片状、富有弹性，而绿泥石的片状无弹性仅有挠性，方解石具有三向完全解理呈菱形体、硬度3、遇盐酸剧烈起泡等以区别其它矿物。

第三节 岩石

一、岩石的概念和分类

岩石是组成地壳的基本物质，是由一种或多种矿物组成的集合体。其外表形态多为坚硬的块体，但也可以是疏松的块体（土体）。因此研究岩石的成因、结构、构造和性质等，在工程上有很大的实际意义。岩石不但可以直接作为建筑物的地基，承受建筑物的重量，还可作为建筑材料使用。在工程实践中，有许多工程设计的指标是根据岩石的性质来确定的，如桥涵地基的承载力、隧道的衬砌厚度、路基边坡坡度和其稳定性等。所以作为一个工程技术人员，必须掌握岩石的基础知识。

岩石的种类繁多，性质复杂。岩石是由各种地质作用造成的，由于岩石经受的地质作用不同，其类型和性质也各不相同。为了便于学习和研究，按照岩石的生成原因分为岩浆岩（火成岩）、沉积岩和变质岩三大类。

二、岩浆岩

（一）岩浆岩的成因

岩浆岩是岩浆侵入地壳或喷出地表凝固结而成的一种岩石。

地壳深处的岩浆是在不断运动和变化的，它具有很高的温度（可达 1300°C ）、很大的压力（高达几千个大气压），一旦地壳发生运动或出现裂缝时，由于地壳局部的压力降低，打破了岩浆与其环境之间的相对平衡，此时岩浆就向压力降低的方向运动，侵入地壳上部的岩层中（称为岩浆的侵入作用）或喷出地表（称为岩浆的喷出作用）。因此，岩浆在地壳较深的地方由岩浆侵入作用形成的岩石称为深成岩，由岩浆喷出作用在地表形成的岩石称为喷出岩，介于二者之间在地壳较浅处形成的岩石则称为浅成岩。

侵入和喷出的岩浆岩体，都具有一定的形态。岩浆岩体的大小、形状与围岩的相互关系以及其分布的特点，称为产状。岩浆岩的产状特征是和它形成期间所处的地质环境有着密切关系的。

1. 侵入岩体的产状（见图1—1—4）

（1）岩基 是规模巨大的侵入岩体，下部直接与深处岩浆相连，分布面积可达几百或几千平方公里。由于岩体的范围大，同围岩的接触面积是不规则的。如我国的秦岭、祁连山等处的主要山脉，就是花岗岩的岩基形成的。岩基在形成过程中的特点是：埋藏较深，岩浆冷凝的速度慢，矿物的结晶程度好，岩石性质均一，强度较高，是建筑物的良好地基，也可作为良好的建筑材料。

（2）岩株 是位于岩基上部的突出部分，一般出露面积不大，通常为几十平方米至几十平方公里，在地表上呈现圆形及不规则形态，其特点与岩基相似。

（3）岩盘 当岩浆侵入上部岩层后，使岩层隆起。是一种粘性较大的岩浆沿层理侵入地壳浅处，冷凝后形成蘑菇形或面包状的岩体称为岩盘。岩盘的分布范围也很大，是良好的建筑物地基。

（4）岩床 是岩浆沿着层理面侵入，形成厚度较小的平坦层状岩浆体称为岩床。

(5) 岩脉 岩浆向上活动时, 沿着岩层的裂隙或断层带侵入后凝固而成, 其厚度较小方向又不固定的称为岩脉; 若厚度较大且近似直立的脉状岩体, 则称为岩墙。岩脉与岩墙在同围岩的接触处, 常常存在较多的裂隙, 从而使岩石的工程性质变坏, 选择作为建筑物地基时, 要慎重处理。

2. 喷出岩体的产状

(1) 火山锥 岩浆沿着火山颈喷出地表后, 由于岩浆的粘性大(酸性岩浆), 不易流动, 而和火山喷发的碎屑物质凝聚在一起, 形成圆锥状的岩体称火山锥, 钟状体则称岩钟。

(2) 岩流 岩浆由火山颈喷出地表后, 沿倾斜地表面流动的过程中冷凝固结而形成的岩体。岩流的形状和分布范围与岩浆的性质有关。流动性大的基性岩浆, 遇到较为平缓的地面时, 可形成分布范围很广的岩流。粘性大的酸性岩浆, 则分布的范围较小。

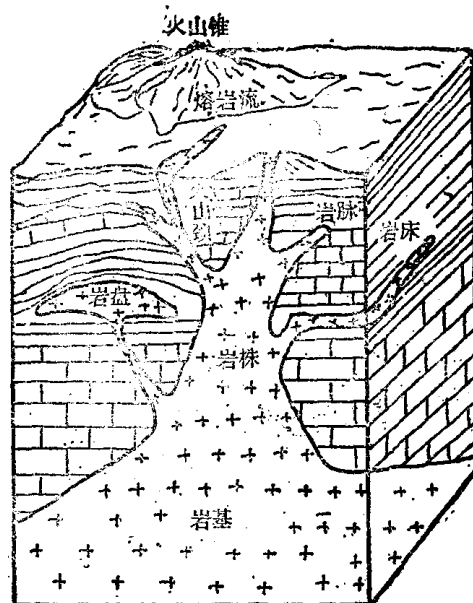


图 1-1-4 岩浆岩产状

(二) 岩浆岩的矿物成分、结构及构造

研究岩浆岩的矿物成分及结构、构造, 是为了更好地掌握岩浆岩的形成规律, 为我们认识和鉴别不同种类的岩浆岩提供条件。

1. 岩浆岩的矿物成分

岩浆岩的矿物成分, 是岩浆化学成分的反映。岩浆的化学成分很复杂, 但其主要成分是硅酸盐。其中二氧化硅(SiO_2), 几乎是所有岩浆岩中最重要的化学成分, 而且由于它的含量不同, 在一定程度上影响着岩石的性质。因此, 根据二氧化硅的含量, 将岩浆岩分为以下几类:

(1) 酸性岩类 二氧化硅的含量大于65%, 出现的矿物成分以石英、正长石为主, 并含少量的黑云母和角闪石。岩石的颜色浅、比重小。

(2) 中性岩类 二氧化硅的含量在65~52%, 矿物成分以正长石、斜长石和角闪石为主, 并含有少量的黑云母及辉石。岩石的颜色稍深, 比重也稍大。

(3) 基性岩类 二氧化硅的含量在52~45%, 矿物成分以斜长石、辉石为主, 含有少量的角闪石及橄榄石。岩石的颜色深, 比重也较大。

(4) 超基性岩类 二氧化硅的含量小于45%, 矿物成分以橄榄石、辉石为主, 其次有少量的角闪石, 岩石的颜色很深, 比重很大。

为使初学者便于分析岩浆岩的矿物组成, 按其颜色的深浅分为两类: 浅色矿物, 富含铝化合物, 具体矿物有石英、正长石、斜长石、白云母等; 深色矿物, 富含铁镁化合物, 具体矿物有黑云母、角闪石、辉石及橄榄石等。但对一块具体的岩石来讲, 并不是这些矿物都同时存在, 而往往是仅由两或三种主要矿物组成。如花岗岩主要由石英、正长石和少量的黑云母或角闪石组成; 辉长岩是主要由斜长石及辉石组成。

2. 岩浆岩的结构和构造

岩浆岩的结构和构造, 是岩浆岩生成时的外界环境在岩石里的具体反映, 因此研究其结