

中等专业学校试用教材

地质路基

人民铁道出版社

中等专业学校试用教材

地质路基

成都铁路技术学校主编

~~人民铁道出版社~~

1979年·北京

内 容 简 介

全书共分地质学基础、土的物理力学性质、路基设计基础、路基施工、挡土墙及路基病害与防治等六章。

本书可作为三年制中等专业学校铁道工程专业的教科书，也可供铁路基建、工务部门的工程技术人员学习和参考用。

中等专业学校试用教材

地 质 路 基

成都铁路技术学校主编

人民铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：15 字数：370 千

1979年7月第1版 1979年7月第1次印刷

印数：0001—7,000册

统一书号：15043·6178 定价：1.20元

前 言

铁路路基是轨道的基础，是铁路线路的重要组成部分，它贯穿全线，与沿线的桥梁、隧道结成一体，并同桥梁、隧道一样承受轨道和列车的荷载，其稳定和坚固与否，直接关系到整个线路的质量和列车运行的安全。修建一条铁路，一定要把路基修筑好，一条运营铁路，也一定要把路基养护好。

铁路路基在整个铁路工程中，其工程数量和投资额都占有很大的比重，占用土地多，使用劳动力也很多，牵涉面很广。特别是在工程地质和水文地质复杂的地区的路基工程，遇到的技术问题更多，因此，要予以足够的重视，妥善加以处理。在路基设计和路基施工中，都应做到精心设计和精心施工，以保证路基的质量，达到高质量，低造价。质量良好的路基是维持轨道正常状态的关键，所以，无论在线路设计、施工和养护中，作好路基工程是十分重要的。

为保证列车安全运行，要求路基有足够的稳定性和坚固性。影响路基稳定性和坚固性的因素中起主导作用的是工程地质与水文地质条件。如解放前修建宝天铁路时，因忽视工程地质工作，致使通车后经常发生崩塌、滑坡、泥石流等病害，严重地影响列车的正常运行，使路基维修和整治增加了很多投资。因此，在修建铁路时，首先要深入调查了解路基所在地区的地理、地质、水文、气象等，特别是地质条件，找出影响路基稳定的不利因素，然后采取措施，才能保证路基在施工中及运营中都能稳固。

路基工作还要认真贯彻党的方针和政策，作到节约用地，少占农田、少占良田，并有利于工农业的发展。

本课程包括地质学基础、土的物理力学性质和路基构造、挡土墙及路基施工三个部分，包括以下各章：

1. 地质学基础 包括矿物、岩石、地质作用、地质构造及对铁路工程的影响、地史知识、水文地质知识；由成都铁路技术学校颜六全执笔。

2. 土的物理力学性质 包括土的概念及土的三相组成、土的物理性质、土的力学性质、土的工程分类及野外鉴定；由天津铁路工程学校王达执笔。

3. 路基设计基础 包括路基功用与组成、路堤的标准设计和路堑的标准设计、路基土石方计算及土方调配、路基排水、路基防护、路基荷载换算；由衡阳铁路工程学校张文海执笔。

4. 路基施工 包括路基施工准备、路堤填筑和路堑开挖、爆破知识、改建既有线和增建第二线路基施工特点；由成都铁路技术学校曾健生执笔。

5. 挡土墙设计基本理论及施工知识 包括土压力计算、挡土墙设计与检算、挡土墙构造、挡土墙施工要点；由南京铁路运输学校刘进基执笔。

6. 路基病害及防治 包括路基基床病害、软土路基、滑坡、崩塌及岩堆、泥石流、岩溶、沙漠、黄土、盐渍土、多年冻土、地震等。其中第一、二节为南京运输学校刘进基执笔，第三至九节为包头铁路技术学校刘庆廉执笔，第十章为齐齐哈尔铁路工程学校黄凤才执笔，第

十一节为天津铁路工程学校王达执笔。

本书将地质学基础、路基设计及施工、爆破技术、挡土墙、路基病害与整治等内容合并为一门课程，这是一次尝试，是否合适还有待今后通过实践进行检验。由于编者水平有限，书中缺点错误在所难免，希望广大师生提出宝贵意见。

编 者

1979年1月

目 录

第一章 地质学基础	1
第一节 地球概念	1
第二节 地质作用	2
第三节 造岩矿物	4
第四节 岩石	9
第五节 地质构造	18
第六节 地史知识	28
第七节 水文地质常识	29
第二章 土的物理力学性质	36
第一节 土的概念及土的三相组成	36
第二节 土的物理性质	38
第三节 土的物理状态指标及其应用	42
第四节 土的力学性质	47
第五节 土的工程分类及野外鉴别	54
第三章 路基设计基础	57
第一节 概 论	57
第二节 标准路基横断面	59
第三节 路基土(石)方计算和土方调配	66
第四节 路基排水	75
第五节 路基防护	82
第六节 路基荷载的计算	88
第四章 路基施工	91
第一节 准备工作	91
第二节 路堤填筑	98
第三节 路堑开挖	104
第四节 路基整修和验收要求	106
第五节 改建既有线及增建第二线路基施工概述	106
第六节 爆 破	111
第五章 挡土墙	126
第一节 概 述	126
第二节 土压力计算	127
第三节 挡土墙的设计与检算	144
第四节 挡土墙构造及施工要点	154
第六章 路基病害与防治	158

第一节	基床病害及其整治	158
第二节	软土地基上的路堤	166
第三节	滑 坡	183
第四节	崩塌与岩堆	189
第五节	泥石流	196
第六节	岩 溶	198
第七节	黄 土	205
第八节	沙 漠	209
第九节	盐渍土	213
第十节	多年冻土	216
第十一节	地 震	221
附录一	地质符号及地质图例	228
附录二	地质年代表	234

第一章 地质学基础

第一节 地球概念

地球是太阳系中九大行星中的一个,其形状大致是椭球形,赤道长轴为12757公里,两极短轴为12714公里,平均直径为12742公里,其扁平差约为43公里。地球的自然表面高低起伏,最高点是珠穆朗玛峰海拔8848.13米,最低处在太平洋西部的马利亚纳海渊深11033米。海洋平均深度3800米,大陆的平均高度高于海平面825米。地球的总面积为510百万平方公里,海洋占70.78%为361百万平方公里,大陆面积占29.22%为149百万平方公里。

地球是一个非均质的球体,这是从它开始形成到现在的60亿年左右的历史过程中逐渐形成的。地球是一个圈层构造,其外表分为大气圈、水圈和生物圈,内部分为地壳、地幔和地核。

地核是指地面下2,900~6,371公里的部分,主要由铁、镍等重金属组成,其比重大、密度高,构成地球的核心。根据推测,在地心处,压力高达360万大气压,温度可达4,000~6,000°C。地核可以分为内核与外核,外核厚度1,700~1,900公里,密度约为6.4克/厘米³。内核的密度最大,约为16克/厘米³,如图1-1。

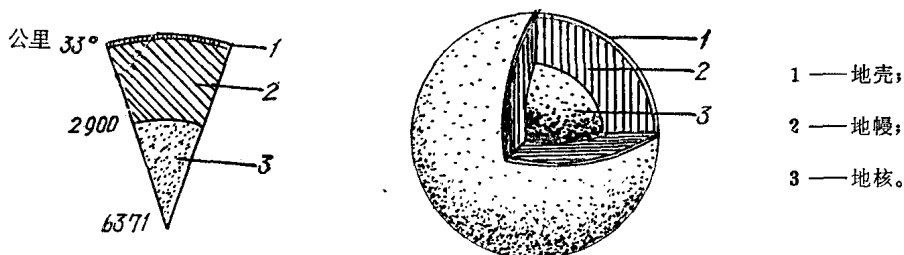


图 1-1 地球内部圈层结构示意图

地幔是指地面下33~2,900公里之间的部分,主要由硅酸盐等较轻的重物质组成,它的比重和密度均比地核小,接近地球的平均密度5.52克/厘米³。根据推测,地幔上层主要是由超基性的橄榄岩一类物质组成,地幔下层是由更多的金属物质组成,在高温和高压的条件下,一般呈流体状,又称软流层。

地壳是指地球外表的一层薄壳,平均厚度约33公里,海底地壳较薄,如在大洋下面,地壳只有5~6公里厚;陆地地壳较厚,如我国西藏高原的地壳厚度可达60~80公里。地壳由更轻的重物质——各种不均匀的岩石组成。地壳本身又可以分为三层,最表面覆盖着一层薄薄的沉积岩和沉积变质岩组成,其下绝大部分属于酸性的花岗岩类组成,因为花岗岩内大部分矿物成分是以硅和铝为主的元素组成,故常称硅铝层,这一层密度较小,如花岗岩的平均比重是2.7。在硅铝层以下的地壳下部,主要是由更坚硬的玄武岩一类的物质组成,因这些岩石中绝大部分的矿物成分是以镁、铁、硅等为主的元素组成,故称硅镁层,这一层密度较大,如玄武岩平均比重2.9~3.0。海洋下面的地壳一般没有硅铝层,而只有硅镁层,所以构

成大洋底特别是太平洋底的岩石比重较重；而构成大陆的岩石，总来说比重较轻，所以从岩石分布的观点来看，大陆地壳和海洋地壳是有显著差别的，如图 1—2。

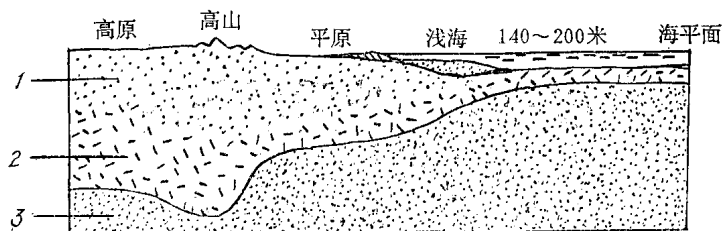


图 1—2 大陆——海洋地壳结构

1 —— 硅铝层（密度约2.7）； 2 —— 硅镁层（密度约2.9）； 3 —— 地幔硅镁层（密度约3.3）。

第二节 地质作用

一、地质作用概念

地球自形成以来的漫长历史中，一直处在不断的运动中，组成地壳的物质也在不停地变化着。在地质历史上，大陆的漂移，海洋的变迁，现代火山的喷发，地震的发生，地貌形态的演变，现代沉积物的形成，以及岩层的倾斜、褶皱和断裂，这些都是地壳运动、变化和发展的证据。在地质学中，把引起地壳发生变化（外貌形态和内部构造）的作用称为地质作用。地壳产生变化的力量叫做地质营力。

地质作用按其能源不同，可分为外力地质作用（简称外力作用）和内力地质作用（简称内力作用）。外力地质作用的主要能源是太阳的辐射热，内力地质作用的主要能源是地球的内热。两种地质作用都同时对地壳进行改造，但由于它们各自运动过程和作用方式不同，因而表现在对地壳的改造特点上也大不相同。

二、地质作用分类

（一）内力作用

内力作用引起了地壳内部物质的运动。具体表现为地壳运动（也称构造运动）、岩浆活动、变质作用及地震等。

地壳运动 地壳的升降运动和水平运动是地壳构造改变的重要作用。

岩浆活动 地下岩浆的上升运动，表现为侵入作用和喷发作用（即火山喷发）。

变质作用 岩石因受地下的高温、高压或岩浆上升等影响，引起岩石成分、结构和构造的改变。

地震：地壳的震动，主要是地球内应力调整的反映。

（二）外力作用

太阳辐射热能引起了大气圈、水圈、生物圈的物质循环运动，形成了风、流水、冰川等地质营力，从而产生了各种外力地质作用。外力作用分：

风化作用 大气、生物、水等的影响使岩石变为疏松岩屑和土的作用称为风化作用。

剥蚀作用 通过风、流水、冰川等的作用，使风化作用的产物从原来生成地方，剥离下来，同时破坏岩石改变地貌，称为剥蚀作用。可分为风的剥蚀、冰川的剥蚀、流水的剥蚀等。

搬运作用 把风化和剥蚀的产物搬走到远处的作用，称为搬运作用。可分为风的搬运、流水的搬运和冰川的搬运，亦有重力作用下搬运的。

沉积作用 被搬运的物质经过一段路程，由于搬运力量减小，或物理化学条件的改变，就在适当的环境下沉积下来，称为沉积作用。

硬结成岩作用 使松散的沉积物通过压紧和胶结等作用形成坚硬的岩石称为硬结成岩作用。

三、内力作用与外力作用的相互关系

内力地质作用和外力地质作用是相互联系的。内力地质作用形成了地表的高低起伏。决定了地壳表面的基本形态和内部构造。而外力地质作用则是破坏内力作用形成的地形或产物，总的趋势是削平高的地势，而在低凹的地方进行沉积，形成新的沉积物（沉积岩），并进一步塑造了地表形态。一般来讲，地壳上升，外力剥蚀，地壳下降，外力则主要进行沉积。在地质历史中，内力和外力作用一直在不停地进行着，某个地区在一定时期中内力作用可能表现得很强烈，但在另一时期，外力作用可能占优势。内、外力作用相互矛盾、斗争、制约的结果，就使得地壳不断地在被改造，在发展。随着这个进程，地貌形态、矿物岩石、地质构造等，也在不断地被形成和改造着。

四、风化作用及对铁路工程的影响

（一）风化作用的基本类型

1. 风化作用按因素不同可分为物理风化、化学风化和生物风化三种基本类型。

剥离作用 因季节、昼夜温度的变化，地表岩石产生的热胀冷缩，经过反复交替引起岩石表层与内部分离，产生裂隙，岩石的裂隙由外向内一层层产生，逐渐脱落下来，这种现象称为剥离作用。

冰劈作用 岩石孔隙和裂隙中有水渗入，当温度下降到冰点以下，水结成冰，体积膨胀，对四周产生巨大的膨胀压力，温度上升，冰又融化，这种反复结冰和消融逐渐使裂隙扩大，最后使岩石破碎的现象称为冰劈作用，这种现象在高山与寒冷地区最为普遍。

此外，还有岩石中矿物结晶胀裂作用也能使岩石破碎。

由于物理风化作用的不断进行，使岩石从整体变为碎屑，从致密变成松散最后崩解成砾石和细小的砂粒。当它细小到气温变化对它内外温差影响不大时，物理风化的速度就减弱了，同时由于碎屑变细，自由表面增加，有利于空气和水分的活动，给化学风化作用创造了良好条件。

物理风化作用产生的碎石、岩屑和砂粒等，是造成岩堆和泥石流的基本条件，铁路通过山间河谷的路基，因堆积物不稳定而塌落，造成路基边坡破坏或堵塞线路，结果影响列车正常运营。

2. 化学风化作用

岩石在水、水溶液及各种气体的影响下发生的破坏作用，称为化学风化作用。其与物理风化作用不同的是化学风化作用不仅使岩石破碎，而且使岩石的矿物成分和化学成分发生显著的变化，并使坚硬的岩石变松软。化学风化作用是表层的岩石与大气和水中的活泼成分相互作用的结果。这些活泼成分有：氧、碳酸和有机酸等。化学风化作用包括水的作用、水溶液作用等。化学风化作用在气候炎热、雨量充沛的湿热地区，尤其强烈。

3. 生物风化作用

由于生物活动的影响,使岩石发生破坏的作用称为生物风化作用。如植物根系和动物活动的孔穴以及生物分泌的有机酸与岩石发生作用,致使岩石发生崩解、分解而破坏。

各种风化作用是彼此联系彼此交错进行的,通常只是某种作用的活动强一些,而另一种弱一些。

(二) 岩石风化程度的分级见表 1—1。

岩石风化程度分级

表 1—1

风化程度	岩层风化带	鉴 定 标 准			
		岩 矿 颜 色	岩 石 结 构	破 碎 程 度	岩 石 强 度
未经风化	新鲜岩石	所有矿物及其胶结物的颜色都是新鲜的。	保持原有组织结构	除构造裂隙外肉眼见不到其它裂隙	岩石原有的强度
风化轻微	微风化带	岩石颜色稍比新鲜岩石暗淡,只节理面附近部分矿物变色	组织结构未变沿节理面稍有风化现象或有水锈	发生少数风化裂隙,但不易与新鲜岩石区别	比新鲜岩石略低,但不易区别
风化颇重	中等风化带	造岩矿物失去光泽,部分易风化的矿物,如长石、黄铁矿、橄榄石已改变了颜色,其中黑云母失去弹性,变为黄褐色	部分岩体已遭破坏,裂隙面可能有风化夹层,一般为块状或球状结构	风化裂隙发育,完整性较差	单块抗压强度仅为新鲜岩石的 1/3~2/3
风化严重	强风化带	岩石及大部分矿物已变色,如黑云母已呈棕红色	组织结构大部分破坏,矿物变质,形成次生矿物,如斜长石风化成高岭土等。可能形成圆球状结构,球心仍是新鲜的	松散破碎,完整性很差	单块抗压强度仅为新鲜岩石的 1/3左右
风化极严重	全风化带	已完全变色,黑云母不仅变色,且已变为蛭石	组织结构完全破坏,仅外观保持了岩体状态。矿物晶体间失去胶结联系大部分矿物变异,如长石变成高岭土,叶腊石、绢云母、角闪石绿泥石化;石英松散成砂粒等等	用手可压碎	很低

(三) 岩石风化对铁路工程的影响

风化深度的影响 对隧道洞口的位置及仰坡的决定,桥台及路基挡土墙基础埋置深度及加固和改良措施等,都必须注意风化层的厚度。

风化强度的影响 如对隧道围岩分类的类型,地基承载力变化,路堑边坡坡度陡缓的影响。

风化速度的影响 不同岩石,其风化速度不同,风化速度的快慢对边坡稳定性影响很大,如泥岩和页岩比砂岩风化速度要快得多,结果常形成砂岩、页岩互层构成的边坡坡面凹凸不平、边坡不稳定。又如泥岩边坡坡脚常堆积有大量风化碎屑,给路基养护带来困难,故这种边坡坡面事先要进行防护。

第三节 造 岩 矿 物

一、矿物的概念

矿物是组成地壳的基本物质,它是在各种地质作用下形成的具有一定的化学成分和物理性质的自然均质体。

根据研究,地壳表层物质主要是由氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁等八种元素组成,

约占总量的98%。自然界以单元素出现的矿物不多，绝大多数矿物是两种以上元素组成的化合物。

例如：

二氧化硅 (SiO_2)	石英
碳酸钙 (CaCO_3)	方解石
硫酸钙 (CaSO_4)	石膏

从以上举例中可知，前面是指化合物的名称，括号内是指化学分子式，后面是矿物名称。

矿物种类很多，到现在为止，世界上已发现的，有二千多种，其中构成岩石的最主要的矿物不过几十种，我们称这类矿物为造岩矿物。造岩矿物是构成岩石的主要矿物，其性质直接影响到岩石的物理化学性质。各种矿物的物理性质，可以作为肉眼识别矿物和鉴定岩石的依据。

二、矿物的物理性质

矿物的物理性质主要有形状、光学性质（颜色、条痕、透明度、光泽）、力学性质（解理、断口、硬度、比重），其它性质还有磁性、弹性等。

（一）形状

矿物绝大多数是固体。固体矿物可以分为结晶的和非结晶的。结晶矿物内部质点（原子、离子或分子）作规律排列，而外形常具有一定的几何形态，成为晶体；非结晶矿物内部质点不作规律排列，故无一定外形。自然界中矿物很少出现发育完好的单个晶体，而常常是发育不完整的晶粒的集合体。矿物集合体形态常见的有：

柱状——矿物呈短柱状如辉石，矿物呈长柱状如角闪石；

粒状——矿物颗粒大小均一如橄榄石；

纤维状——矿物呈细小的纤维状如纤维石膏；

板状——矿物具有一定厚度，两平面展开较大如长石；

片状——矿物可以剥成薄片如云母。

此外，还有树枝状、土状及致密块状等。凡不具有任何特殊形态的块体皆称为致密块状，自然界的矿物大多呈这种形状。

不结晶的胶体矿物多呈各种各样的球形表面特有形态，如结核状、鱼子状（也称鲕状）、豆状、钟乳状、肾状及葡萄状等。

（二）光学性质

矿物对自然光的吸收、折射和反射所表现出的各种性质称为光学性质，包括颜色、条痕、光泽和透明度。

1. 颜色

指矿物新鲜表面显示的颜色。根据矿物产生的原因可分自色、他色和假色。

自色 矿物本身固有的颜色称为自色。自色往往是不透明矿物所特有的。如方铅矿的铅灰色、磁铁矿的铁黑色。

他色 由于外来的机械混入物所染成的矿物的颜色。如石英无色透明，由于不同杂质的混入可染成紫、黄、黑等色。

假色 由于某种物理原因所引起的颜色。如斑铜矿的新鲜面呈暗铜红色，但因表面氧化

膜的影响，造成蓝紫色变形。

造岩矿物按颜色深浅可分：浅色矿物（含硅、铝为主），包括无色的和浅色的，如白色、灰色、黄色、玫瑰色。浅色矿物如石英、长石、石膏、方解石等。深色矿物（含铁、镁为主），包括黑色、深灰色、绿色、褐色。深色矿物如角闪石、辉石等。

2. 条痕

矿物在无釉瓷板上刻划所留下的粉末痕迹称为条痕，其颜色称为条痕色。矿物条痕色比矿物颜色固定，如赤铁矿可呈钢灰色、铁黑色和红色，但其条痕色却总是樱红色。

3. 透明度

矿物透过光线的程度称为矿物的透明度。根据透明度的差别可分三等：

透明矿物 能全部通过光线的矿物，如水晶、冰洲石等。

不透明矿物 光线不能通过的矿物，如磁铁矿、黄铜矿等。

半透明矿物 介于透明和不透明矿物之间的矿物，如蛋白石、辰砂等。

透明度是相对的概念，通常矿物的透明度与厚度变化有关，同样的矿物厚度越大透明度越差。

4. 光泽

矿物反射光线的性质称为矿物的光泽。根据反射光线能力的不同，矿物的光泽可分下列几类：

金属光泽 反射很强，光辉闪耀，如黄铁矿、方铅矿等。

半金属光泽 比金属光泽暗淡、亮度差、如磁铁矿。

非金属光泽 多为透明矿物，根据反光强弱又可分，金刚光泽：矿物光耀夺目，如金刚石、闪锌矿。

玻璃光泽 矿物表面象玻璃一样的光泽，如水晶、长石、方解石等。

此外还有油脂光泽、珍珠光泽、丝绸光泽、腊状光泽、土状光泽等。

（三）力学性质

矿物受力的作用后表现出的性质称为力学性质，其中最主要的为硬度、解理断口比重。

1. 硬度

矿物抵抗外力刻划和摩擦的能力称为矿物的硬度。一般确定矿物硬度常用两种矿物相对刻划，而以已知硬度的矿物来确定未知硬度的矿物的硬度。用这种刻划对比时，采用摩氏硬度计作标准，见表 1—2。

矿 物 硬 度

表 1—2

矿 物 名 称		硬 度 等 级	简 易 鉴 定	代 用 品 硬 度
滑	石	1	指甲易刻划	指甲为 2 ~ 2.5
石	膏	2	指甲可刻划	
方	解	3	小刀易刻划	
萤	石	4	小刀可刻划	铅笔刀 5 ~ 5.5 窗玻璃 5.5 ~ 6 钢刀 6 ~ 7
磷	灰	5	小刀刻划有痕迹	
长	石	6	小刀几乎不能刻划	
石	英	7	小刀不能刻划，可划玻璃	
黄	玉	8	能刻划石英	
刚	玉	9	能刻划石英	
金	刚	10	能刻划石英	

摩氏硬度计，只是相对比较的顺序，其实金刚石的绝对硬度值比刚玉要高得多。

2. 解理和断口

矿物受外力后沿一定方向裂开的性质称为解理。其裂开的面称解理面。根据解理完全的程度，可以分为：

极完全解理 矿物多沿解理面裂开成薄片，且解理面非常平滑，如云母。

完全解理 矿物裂成块状或板状，解理面平滑，如方解石。

中等解理 矿物破碎后既有平滑的解理面，又有沿其它方向产生的断口，如长石。

不完全解理 矿物破裂后很难找到解理面，常有不规则的断口，如磷灰石。

极不完全解理（或称无解理）实际不存在解理，如石英。

矿物受力作用后，沿任意方向发生不规则的破裂，其破裂面称为断口。断口按其形状可分为贝壳状（如石英）、参差状（如黄铁矿）、平坦状（如高岭土）、锯齿状（如石膏）。

3. 比重

比重是矿物重要的力学性质之一。矿物的比重一般决定于矿物的成分，组成矿物的元素原子量大的比重也大，同一种矿物的比重相差范围很小。通常用石英（比重2.5）与重晶石（比重4.3~4.7）将矿物分为三级：

轻的 比重小于石英（2.5）的煤、沥青、石油、石膏等。

中等的 比重在石英（2.5）和重晶石（4.0）之间的，如硬石膏、褐铁矿等。

重的 比重大于重晶石的，如方铅矿、磁铁矿等。

（四）其他性质

矿物除上述几种物理性质外，有些矿物尚具有独有的特性，如磁铁矿有磁性，云母片有弹性，金银有延展性，萤石有发光性。

三、主要的造岩矿物及特性

（一）云母

常见的云母分黑云母与白云母，它们出现在各类岩石中，分别介绍如下：

1. 黑云母 $[\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})(\text{OH}\cdot\text{F})_2]$

黑色、褐色，透明或半透明，一个方向极完全解理，解理面呈珍珠光泽，硬度2~3，薄片有弹性，比重3.0~3.1。

2. 白云母 $[\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})(\text{OH})_2]$

薄片无色透明，块体微带浅黄、浅绿、浅灰色；玻璃光泽，硬度2~3，薄片有弹性，一个方向极完全解理；比重2.7~3.1。

（二）滑石 $[\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2]$

淡绿色、白色、浅黄色、薄片透明或半透明，油脂光泽，硬度1，有滑感，极完全解理，比重2.7~2.8，集合体常是片状，鳞片状或致密块状，常出现在变质岩中。

（三）绿泥石 $[\text{Al}_2(\text{MgFe})_5(\text{OH})_8\text{Si}_3\text{O}_{10}]$

状如泥土得名。绿、暗绿到黑绿色，玻璃光泽，硬度2~2.5，极完全解理，薄片有挠性但无弹性，比重2.6~2.8，集合体呈鳞片状或层状，常出现在变质岩中。

（四）橄榄石 $[(\text{Mg}\cdot\text{Fe})_2\text{SiO}_4]$

带浅绿的黄色，透明、玻璃光泽至油脂光泽，硬度6.5~7、性脆，断口呈贝壳状，比重3.3~3.5，都呈粒状集合体，见于岩浆岩中。

(五) 普通辉石 $[\text{Ca}(\text{Mg} \cdot \text{Fe} \cdot \text{Al})\{(\text{Si} \cdot \text{Al})_2\text{O}_6\}]$

黑色、带绿色或带褐的黑色，玻璃光泽，硬度 5~6，中等解理，比重 3.2~3.6，晶体呈短柱、板状，集合体呈致密粒状、块状，常见于岩浆岩中。

(六) 普通角闪石 $[\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg} \cdot \text{Fe})_4(\text{Al} \cdot \text{Fe})\{(\text{Si} \cdot \text{Al})_4\text{O}_{11}\}_2(\text{OH})_2]$

暗色到黑色，条痕白色微带浅绿，玻璃光泽，硬度 5.5~6，比重 3.1~3.3，晶形为针状或长柱状。常见于岩浆岩和变质岩中。

(七) 正长石 $[\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)]$

常呈玫瑰色、肉红色、褐黄色，玻璃光泽，硬度 6，完全解理，常见集合体为柱状和板状，风化后为高岭土。三大岩均有出现。

(八) 斜长石 $[m\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8) + n\text{Ca}(\text{AlSi}_2\text{O}_8)]$

白色、灰白色，有时微带浅绿、浅兰及浅红色，硬度 6~6.5，完全解理，比重 2.6~2.7，玻璃光泽，集合体由板状晶体组成。易风化，主要见于岩浆岩中。

(九) 高岭土 $[\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8]$

鳞片或薄片为无色，呈珍珠光泽，致密土状，块体为白色、浅黄、浅褐、浅紫色，为土状光泽，土状断口，硬度 1，土状块体易碎成粉末，干燥时有粗糙感，易吸水，潮湿时有可塑性。

(十) 蛇纹石 $[\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8]$

深绿至带绿的黑色，有时带褐的黑色，带有黄色斑点（很像蛇皮），玻璃光泽至油脂光泽，硬度 3~4，纤维状的是一种石棉。

(十一) 石英 (SiO_2)

通常无色，乳白色，夹杂质时，呈紫色、烟黑色或玫瑰色，无解理，贝壳状断口，为油脂光泽，硬度 7，透明的常称水晶，分布很广，是重要的造岩矿物。

(十二) 磁铁矿 (Fe_3O_4)

铁黑色、条痕黑色、半金属光泽，硬度 5.5~6.5，比重 4.9~5.2，具有强磁性。

(十三) 赤铁矿 (Fe_2O_3)

晶体为铁黑至钢灰色，鲕状至肾状的多为砖红色、条痕为樱桃红色，半金属光泽及暗淡无光泽、硬度 5.5~6，土状的很软，无解理，比重 5.0~5.3。

(十四) 褐铁矿 ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

黄色、褐色、黑褐色，半金属光泽及土状光泽，无解理，硬度大多为 4~5.5，但土状的硬度为 1，比重 2.7~4.3，几乎全是胶体块状，一般成致密状、土状、疏松多孔状等。

(十五) 黄铁矿 (FeS_2)

淡黄铜色，条痕绿黑色，具强金属光泽、硬度 6~6.5、性脆，常见单晶成立方体，晶面上有互相垂直的条纹，集合体多呈致密块状，比重 4.9~5.2。风化后产生硫酸，有破坏作用，因而含大量黄铁矿的岩石不宜作建筑材料。

(十六) 黄铜矿 (CuFeS_2)

黄铜色，条痕绿黑色，金属光泽，硬度 3~4，比重 4.1~4.3，常呈致密块状。

(十七) 萤石 (CaF_2)

又称氟石，因含杂质一般具有黄绿、绿蓝、紫、天蓝、棕色等，玻璃光泽，硬度 4，比重 3~3.2，完全解理，具有萤光性。

(十八) 石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

白色，晶体无色透明，硬度2，性极脆，极完全解理，薄片无弹性，通常呈板状、柱状、亦有纤维状集合体，不含水的称为硬石膏。

(十九) 方解石 (CaCO_3)

无色及乳白色，因含杂质而成褐色、土黄色、浅灰等色，玻璃光泽，硬度3，完全解理，晶形成菱面体，比重2.6~2.8，与稀盐酸作用有起泡反应。

(二十) 白云石 [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]

与方解石相似，冷稀盐酸与矿物块体不起泡，与粉末能起泡，但作用缓慢。

第四节 岩 石

一、岩石的概念

一种或多种矿物组成的集合体称为岩石。岩石是组成地壳的基本物质。例如常见的花岗岩是由长石、石英、云母等矿物组成，而大理岩和石灰岩主要是由方解石组成。

研究岩石有很大意义。岩石与人们的生活、国民经济发展和科学研究有着密切的关系，如找矿、找地下水、工程建设等都必须研究岩石。对铁路建筑物岩石除可直接作为建筑物地基承受建筑物重量外，还可作建筑物材料。在路基工程中，岩石既可作路基的填料和地基，又可作路基的组成部分。此外，路基边坡的稳定性，桥涵地基的承载力，隧道的衬砌厚度等指标都无不与岩石有关。

自然界的岩石种类很多，其组成成分和性质与成因有关。岩石按成因可以分为三大类：岩浆岩、沉积岩和变质岩。

二、岩浆岩及分类

(一) 岩浆岩的形成

岩浆是处于地壳深处高温、高压状态下的复杂的硅酸盐熔融体，当地壳有了变动或覆盖在它上面的岩层有了裂缝，它就会沿地壳的软弱带或裂缝上升，侵入地壳中或喷发到地面上来，由于温度降低，冷却凝固就形成了岩浆岩（又称火成岩）。在地壳深处凝固，形成的岩石叫深成岩，在地壳附近凝固形成的，叫浅成岩，两者都称为侵入岩。岩浆喷出地表冷凝形成的则称喷出岩。流出地表的岩浆称为熔岩。

(二) 岩浆岩的产状

岩体的形态、大小与围岩的关系称为岩浆岩的产状，决定岩浆岩产状的主要因素是岩浆本身性质及其侵入或喷出的地质环境。

1. 喷出岩产状

岩流、岩被：粘性小的岩浆喷出地面后凝固成舌状称岩流，如铺展成大面积的则称岩被如图1—3。

火山锥：粘性大的岩浆及火山喷出的碎屑凝集成钟状或锥形称火山锥如图1—4。



图1—3 岩被

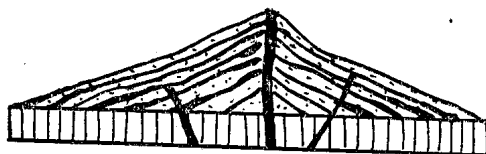


图1—4 火山锥

2. 侵入岩产状如图1—

5。

岩基 巨大的侵入岩体，形状不规则，其基底埋藏很深，面积可达数千平方公里，多由花岗岩类岩石构成。

岩株 最常见的侵入体，规模较小，面积几平方公里或几十平方公里，是岩基的突起部分。

岩盘 面包状，底部与更大的岩体连通，一般岩体直径在几公里范围内。

岩床 岩浆沿围岩的成层方向侵入，成为层状的岩浆岩，形态简单，厚度比较稳定。

岩脉 充填裂隙的狭长岩体，与围岩接触的地方常存在较多的裂隙，其垂直或大致垂直地表者则称岩墙。

（三）岩浆岩的矿物成分

岩浆岩的造岩矿物，最主要的有十几种，按其化学成分和颜色可分浅色的硅铝矿物和深色的铁镁矿物，浅色矿物是正长石、斜长石、石英、白云母，深色矿物是黑云母、角闪石、辉石、橄榄石等。

（四）岩浆岩的结构和构造

1. 岩浆岩的结构

岩浆岩的结构是指岩石中矿物的结晶程度、形状、大小和彼此间结合的关系。

岩浆岩的结构按结晶程度分为：

全晶质结构 岩石中矿物颗粒全部为结晶体组成，是深成岩所具有的结构。

半晶质结构 岩石中矿物成分部分结晶，部分为非晶质（玻璃质）是浅成岩和喷出岩所具有的结构。

非晶质结构 岩石中矿物成分全部是非晶体的玻璃质，它是由于岩浆喷出地表突然冷却，岩浆来不及结晶而形成的，是喷出岩所具有的结构。

岩浆岩的结构按矿物结晶颗粒大小分：

等粒结构 岩石中矿物颗粒大小近于一致，是深成岩具有的结构。根据晶粒大小分有粗粒（粒径 >5 毫米）；中粒（粒径 $5\sim2$ 毫米）；细粒（粒径 $2\sim0.2$ 毫米）；微粒（粒径 <0.2 毫米）。

斑状结构 岩石中有大小不同的晶粒，大的称斑晶，小的或不结晶的称基质，这种具有斑晶和基质的结构称为斑状结构。斑状结构是岩浆侵入过程中在深处一部分物质开始结晶成为较大的晶粒，随岩浆上升至浅处或喷出地表，尚未结晶的部分由于冷凝速度加快形成结晶较差的或不结晶的基质，是浅成岩或喷出岩所具有的结构。

2. 岩浆岩的构造

岩浆岩的构造是指岩石中的矿物的空间排列方式所表现的外表形态。常见的有：

气孔状构造 岩石中有很多圆形气孔，这是岩浆喷出地面后，由于压力减小，气体逸出而形成的，是喷出岩具有的构造。

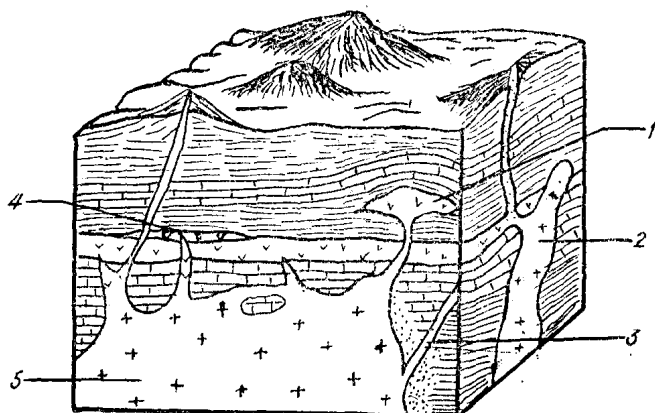


图1—5 侵入岩体产状示意图

1——岩盘；2——岩株；3——岩墙脉；4——岩床；5——岩基。