

高等学校教材

水文地质及工程地质

胡广翰 刘耀东 陈嘯秋編



中国工业出版社

高等学校教材



水文地质及工程地质

胡广韜 刘耀东 陈嘯秋編

中国工业出版社

本书介绍了与农田水利工程专业有关的“水文地质及工程地质”基本知识，包括岩石、地质构造及地史概要、第四纪沉积层及其地貌特征、地下水、若干地貌区的水文地质特征和农田水利工程地区的水文地质及工程地质评述等内容。

本书系高等工业学校农田水利工程专业教科书；治河防洪工程专业可以借用。

水文地质及工程地质

胡广翰 刘耀东 陈嘯秋編

*

水利电力部办公厅图书编辑部編輯(北京阜外月坛南营房)

中国工业出版社出版(北京修麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $7^{3/8}$ ·字数139,000

1966年1月北京第一版·1966年1月北京第一次印刷

印数0001—3,620·定价(科五)0.70元

*

统一书号: K 15165·4317(水电-591)

序

本书为适应高等工业学校农田水利工程专业的教学需要而编写的。在编写过程中，吸取了某些兄弟院校的教学经验，并按照农田水利工程专业的要求，力求达到“少而精”。在内容安排上，尽可能地缩减坚硬岩石、地质构造及工程地质的某些内容，突出第四纪沉积层及水文地质的某些内容；并将灌区常见的水文地质问题，编在最后一章，集中阐述。

本书共分六章。这六章，基本上由三方面内容构成。第一、二、三章阐述水利工程建設地区的主要工程地质条件，也是地下水的埋藏环境；第四、五章阐述水文地质的基础知识；第六章为水工建筑地区和灌区的水文地质及工程地质评述。第一、二章和第六章的第一节由成都工学院刘耀东同志编写；第三章和第六章的第二节由武汉水利电力学院陈嘯秋同志编写，其中一些内容，由该院参加教材审查会议的孙万和同志进一步修改；緒言和第四、五章由陕西工业大学胡广翰同志编写。全书由胡广翰同志总校訂。这次付印前，又按“水文地质及工程地质”教材审查会议的精神和审阅人的意见，将原稿作了很多修改和删节。

本书编写工作，是在有关院校党政的领导与关怀下进行的。编写过程中，陕西工业大学、成都工学院及武汉水利电力学院地质教师和农田水利工程、土力学及土壤学等有关教师，参加了编写提纲的讨论、原稿的校閱和图件的清繪等工作。最后，承蒙北京地质学院王大純及张咸恭两位同志审阅，并提出很多宝贵的改进意见。编者在此，謹表謝忱。

限于編者的水平，并由于时间促迫、經驗缺乏，全书内容一定存在着各方面的缺点。在此，衷心希望讀者提出批評和建議，以便修訂与补充。

編 者

1965年

目 录

緒言	1
第一章 岩石	4
概述	4
第一节 造岩矿物	4
一、矿物的形态与物理性质	4
二、主要造岩矿物的特征	6
第二节 岩浆岩(火成岩)	7
一、岩浆岩的形成与产状	7
二、岩浆岩的结构和构造	8
三、岩浆岩的組成成分	8
四、岩浆岩的类别	9
第三节 沉积岩	10
一、沉积岩的结构和构造	10
二、沉积岩的組成成分	11
三、沉积岩的类别	11
第四节 变质岩	14
一、变质作用的因素	14
二、变质岩的结构和构造	15
三、变质岩的組成成分	15
四、变质岩的类别	15
第五节 岩石的工程地质及水文地质特性	16
一、岩石的空隙性及岩石中的水	16
二、岩石的水理性质及物理力学性质	18
三、岩石工程地质类型的划分	20
第二章 地质构造及地史概要	21
概述	21
第一节 褶皱	21
一、水平岩层与傾斜岩层	22
二、褶曲	22
三、褶皱构造对水工建筑物的影响	24
第二节 断裂	25
一、裂隙	25
二、断层	26
三、断裂构造对水工建筑物的影响	28

第三节 地史概要.....	29
一、地质时代的确定.....	29
二、地质时代的划分及我国地史概况.....	30
第三章 第四纪沉积层及其地貌特征	32
概述.....	32
第一节 风化作用及残积层.....	32
一、风化作用.....	32
二、残积层及其工程地质特性.....	33
三、风化岩层的工程地质研究.....	34
第二节 流水作用的地貌及其沉积层.....	34
一、暂时性流水地形及其沉积层.....	35
二、河谷地貌与冲积层.....	36
第三节 斜坡的破坏作用与重力堆积层.....	40
一、崩塌、岩堆及崩积层.....	40
二、滑坡与滑坡堆积层.....	41
第四节 黄土及黄土地貌.....	43
一、黄土的特征.....	43
二、黄土地貌.....	44
第四章 地下水	45
概述.....	45
第一节 地下水物理性质及化学成分.....	45
一、地下水物理性质.....	46
二、地下水化学成分.....	47
三、地下水化学成分的资料整理.....	48
第二节 上层滞水及潜水.....	51
一、上层滞水.....	52
二、潜水.....	52
第三节 承压水.....	57
一、承压水的主要特点.....	57
二、承压水水压面的特征.....	59
三、承压水的补给、径流和排泄.....	60
第四节 地下水天然露头——泉.....	61
第五节 地下水动态的概念.....	62
一、地下水动态的影响因素.....	62
二、几种地下水的动态特点.....	63
第五章 若干地貌区的水文地质特征	65
概述.....	65
第一节 山区地下水.....	65
一、裂隙水.....	65
二、喀斯特及喀斯特水.....	66

VI

第二节 山前地带及山間盆地区地下水·····	70
一、山前地带的地下水·····	70
二、山間盆地区地下水·····	71
第三节 平原地区地下水·····	71
一、近河平原区地下水·····	72
二、滨海平原区地下水·····	73
第四节 黄土高原及沙漠地区地下水·····	73
一、黄土高原区地下水·····	74
二、沙漠地区地下水·····	74
第六章 农田水利工程地区水文地质及工程地质评价·····	76
概述·····	76
第一节 水工建筑物地区工程地质评价·····	77
一、坝址·····	77
二、庫区·····	83
三、引水工程线路·····	85
第二节 灌区水文地质評述·····	90
一、土壤次生盐渍化的水文地质評述·····	90
二、灌区排水的水文地质評述·····	92
三、地下水开采利用的水量、水质评价·····	93
主要参考书·····	96

緒 言

一、水文地质及工程地质在水利建設中的作用与任务

水文地质是研究地下水的科学。工程地质是研究与工程建設的設計、施工和正常运用有关的地质問題的科学。水文地质及工程地质是兩門关系极为密切而又各自独立的学科。在許多情况下，地下水是工程地质研究的重要对象之一；而与工程建設有关的地质問題，很多都与地下水的形成、分布、埋藏和运移有着密切的关系。

地下水在生产和生活中，是一种宝贵的資源；它可用为农业、畜牧业和許多城市、工矿企业的供水水源和灌溉水源。长期以来，我国劳动人民在干旱、半干旱地区，利用地下水灌溉，积累了丰富的經驗。特別在解放以后，水利建設成就非常显著。为彻底改变一些重要的粮棉和畜牧产区的自然面貌并开辟新产区，进一步搞好农田水利建設，除調节地表水之外，还需要大力开发和利用地下水。但是在有些情况下，地下水往往又是生产中的不利因素。如大面积的地下水溢出地面，会形成土壤沼泽化；地下水面接近地表，由于干旱、半干旱地区的强烈蒸发，会形成土壤盐漬化。上述情况都将导致土壤肥力降低，农作物减产。此外，地下水往往会給工程建筑带来困难和危害，如水庫和渠道的漏水、路基和边坡的变形和破坏、厂房基础的不稳定和基坑及隧洞的涌水事故等等。

任何工程建筑物都設置在地壳表层，为保障建筑物达到經濟合理和安全运用的目的，必須充分研究建筑地区的地质条件，并尽量避免、减小或根本改善其不良影响。解放以来，广大劳动人民在党的领导下，对許多建筑地区进行了周密的調查研究，掌握了这些地区地质条件的規律性，成功地修建了許多大、中、小型的水工建筑物。例如，有些地区，經過周密調查并利用了石灰岩溶洞的发育和分布規律，变不利为有利，建成了既經濟又安全、既能蓄水灌溉又可发电的地下水庫。反之，如果对地质条件重視不够，缺乏調查研究，将会产生严重的后果。例如，西班牙的蒙特-哈克水庫，由于通过石灰岩溶洞地带，发生水庫漏水，以致庫水无法蓄滿。

在农田水利工程中，水文地质及工程地质的实际任务是：調查研究农田水利建設地区的水文地质及工程地质条件，据以选择适宜的水庫、枢紐、灌排渠系的地点和路线，并对建筑物型式、布置方案和施工方法，以及对灌区利用地下水、防治盐漬化等，提出建議和应注意的問題。此外，还应该預測建筑地点、线路和灌区的水文地质及工程地质条件在工程运用期間的变化，以便于提出利用其有利方面而改善其不利方面的措施的原則。

二、水文地质及工程地质的主要内容

水文地质学研究地下水的形成、分布、埋藏和运移的規律，目的在为合理利用地下水

或有效防治地下水的危害提供科学論証和依据。工程地质学研究建筑地区工程地质条件的形成、分布和发展的規律，并預測建筑物建成后所引起地质条件的可能变化，目的在为合理利用建筑地区的地质条件或有效防治其不利作用的产生和发展提供科学論証和依据。由于埋藏与运移在地壳中的地下水和建筑地区的有关地质条件，均是地质历史中的产物，因此水文地质学及工程地质学均是在地质学发展的基础上成长起来的，均是地质学的年輕的分支。地质学是二者最重要的基础科学。所以，农田水利工程专业适用的“水文地质及工程地质”这门課程，便必須在学习一般地质学的知識基础上来学习。

为确定灌溉、排水地区岩石的渗透性和給水性，分析建筑物地基岩石的变形和稳定程度，就需要了解“岩石”的成因、矿物組成和結構、构造等方面的內容。

要利用地质条件或防治地质因素对工程建設的危害，还必須了解“地质构造”、“第四紀沉积层”及地形的形成和发展。

为合理地开发利用地下水，有效地防治地下水引起的危害，便必須在前述內容的基础上，了解“地下水”的形成、埋藏、补給、径流、排泄和变化，以及不同地区的“水文地质特征”。

灌溉用水后，增加了地下水的来源，引起水文地质条件的变化，会使灌区地下水面上升，形成盐漬化，导致农业减产；工程修建后，引起工程地质条件的变化，会影响建筑物的稳定和安全。因此，为避免这些不良后果，就需要对农田水利工程建筑地区作出“水文地质及工程地质評价”，以便进一步采取适当的防治措施。

上述內容，都是在水文地质及工程地质勘测过程中，收集水文地质及工程地质資料的基础上进行研究的。勘测是否迅速合理，所获資料是否及时可靠，主要决定于正确的勘测原則和方法。因此，水文地质及工程地质勘测，是一项重要的工作內容。

三、水文地质及工程地质在我国的发展

水文地质及工程地质是劳动人民不懈地向自然作斗争，长期通过生产实践，逐漸地丰富和发展成长起来的科学。

我国是世界上最早利用地下水和根据地质条件进行水利工程建設的国家之一。早在距今2000多年前（秦汉时），已在四川凿井取水煮盐。井深达200米。公元前250年，四川灌县便修建了規模宏伟的都江堰，減輕岷江两岸洪水灾害，灌田300万亩。但是，这些技术在长期的封建社会中及国民党反动統治下，都沒有得到提高和发展。水文地质及工程地质科学，在解放以前的旧中国，基本上还是空白点。

解放后十余年来，在全国范围内，特别是在干旱半干旱地区，展开了大規模的水文地质普查，以及許多城市、企业、鉄道、矿山等供水或排水的专门水文地质調查；水利工程方面，为編制各大河流的流域规划，进行了大規模的工程地质流域勘测，以及一系列大、中、小型水工建筑地段的专门工程地质勘测。在这些生产实践中，丰富了經驗，發揮了創造精神，发展了水文地质及工程地质科学。此外，为适应建設需要，我国已建立起了水文地质及工程地质的生产机构、专业队伍、科学基地和专业院校；水利和农业方面的院校有关专业，也設置了水文地质及工程地质課程。

我国社会主义建設，給水文地质及工程地质工作者提出了光荣而艰巨的任务：保証农牧业供水，发展农田灌溉，防治土壤盐渍化，疏干沼泽地，改造西北的干旱沙漠和黄土高原的自然面貌，利用西南广大喀斯特发育地区进行水工建筑，以及其他有关国民經济事业的发展等。可以預見，全面深入地解决这些問題，水文地质及工程地质工作会更好地为社会主义建設服务；同时，会推动我国水文地质及工程地质科学的进一步发展。

第一章 岩 石

概 述

地球的外壳，厚度約为20公里，一般称为地壳。其表层是人类工程建設活动的場所。地壳主要是由岩石組成的，而岩石則是由矿物組成的，矿物又是由元素組成的。

元素是組成地壳的基本成分。氧、硅、鋁、鉄、鈣、鈉、鉀和鎂是其中八种主要的元素。这八种元素的总重量占了組成地壳成分的98%以上，其中氧几乎占了一半，硅占1/4强，这两种元素已占地壳成分的3/4。各种元素多結合成化合物，其中大都是氧化物。矿物就是元素的化合物（少数以自然元素状态出現），它是地表或地壳深处所进行的各种物理化学作用的产物，具有一定的化学成分和物理性质。絕大多数矿物都是固体状态的。目前已发现的矿物約3000种，但构成岩石主要成分的不过二十多种。这些組成岩石主要成分的矿物，称为造岩矿物。地壳里各种不同的矿物常常組成集合体。由一种或几种矿物組成的集合体，称为岩石。岩石按成因分为三类：岩浆岩——地球内部熔融的岩浆进入地壳冷凝而成；沉积岩——地表既有的岩石破坏后的物质及生物遺体和生物作用的产物，堆积在地表而形成；变质岩——岩浆岩或沉积岩在高温高压环境下变化而成。

地壳中矿物和岩石是地质作用形成的，地质作用又使矿物和岩石不断地发生变化，并改变地壳的内部构造和地表形态。这种促使地壳組成物质、内部构造和地表形态不断的形成和变化的作用，通称地质作用。地质作用可分为内力地质作用及外力地质作用。内力地质作用是由地球内部的能量引起的，表现为地壳运动、岩浆活动、地震作用及变质作用。外力地质作用是由地球外部能量引起的，表现为风化、剝蝕、搬运、沉积及成岩等作用。内力与外力地质作用是相互影响、相互制約的。内力地质作用使地壳上升或下降，形成高山低地，塑造出地球外表的基本形态。而外力地质作用主要是削高填低，把高地风化剝蝕来的物质，搬运到低地堆积下来，进一步又形成岩石。因此，地壳組成物质的变化和地表形态的改变，是内力与外力地质作用长期反复地共同作用的结果。

长期以来，人們广泛地采用岩石作为建筑材料，并利用岩石作为各种建筑物的地基（如房屋、桥梁、拦河坝等）或环境（如渠道、隧洞、路堑等）。工程建設活动总是离不开地壳，因而应当了解地壳。要了解地壳首先就必须了解組成地壳的主要物质成分——岩石。

第一节 造 岩 矿 物

一、矿物的形态与物理性质

岩石的性质和特点，在很大程度上决定于組成它的矿物。所以要了解岩石，就必须先

認識矿物。各种矿物都具有一定的外表特征——形态和物理性质（这和它們的内部构造及化学組成有密切关系），可以作为識別矿物的依据。对于大多数造岩矿物來說，最具有鉴定意义的特征如下：

1. 形态 固体矿物可分为晶质和非晶质的两大类。非晶质（包括玻璃质和胶质的两种）矿物无一定外形。晶质矿物内部的质点作有規則的排列，或外表被若干規則的平面所包围而具有一定的几何外形。后者，称为晶体。多数矿物都呈晶体存在，而每种矿物的晶体形态（簡称晶形）恒有一定，因而可以帮助識別矿物。常見个体矿物的晶体形态有片状（如云母），板状（如石膏）、柱状（如角閃石）、立方体（如黃鉄矿）、菱形体（六面体——如方解石、十二面体如石榴子石）和粒状（如白云石），等等。

但是，自然界較完好的单个晶体是不多見的，多是各种形态的集合体。主要的有纖維状（如纖維石膏）、放射状（如紅柱石）、钟乳状（如石钟乳）、土状（如高岭土）和块状（如石英）等。

2. 颜色 指矿物新鮮表面所現之色。每种矿物都有比較固定的颜色，有时因含有杂质而呈現其他颜色。例如石英，一般为无色或白色，含有杂质則为黃色、紫色、黑色等。由于不同矿物常有相同的颜色，而同一种矿物又每有不同的颜色，因而除了某些比較特殊的矿物外，都不能单凭颜色来判定，必須結合其它特征。

3. 光泽 为矿物表面反光所呈現的光彩。它与矿物的颜色无关。造岩矿物中常見的光泽有：玻璃光泽（如同玻璃表面的光泽，大多数无色和浅色矿物具有，如石英、长石）；油脂光泽（好象在矿物表面涂上一层油脂而显出的光彩，如一些乳白石英）；珍珠光泽（光彩夺目，有若珍珠表面的光泽。如白云母、滑石）；絹絲光泽（好象絲线所显出的光泽，为纖維状矿物所独有，如纖維石膏）；此外，尚有金属光泽（如黃鉄矿）、半金属光泽（如含鉄閃鋅矿）、金剛光泽（如金剛石）等。

4. 硬度 指矿物抵抗外界刻划或摩擦的能力，是鉴定矿物的重要特征之一。它是通过两种矿物或一种矿物与另一已知硬度的物体互相刻划、比較得出的。根据矿物刻划和被刻划的关系，将硬度分为十級，并选取十种比較常見的矿物，用作硬度比較的标准，即为硬度表。該十种矿物按硬度由低而高的順序排列如下：

1 滑石 2 石膏 3 方解石 4 螢石 5 磷灰石 6 正长石 7 石英 8 黃玉 9 剛玉 10 金剛石

上列每一种后面的矿物皆能划动前面所有的矿物，順序的数字同时又是硬度的等級。可見，硬度等級的概念乃是相对的。造岩矿物的硬度在7以下。

实际工作中，常用指甲（硬度2~2.5），小鉄刀（3~3.5），玻璃（5~5.5）和小鋼刀（6~6.5）等物品来刻划矿物以确定其硬度。

5. 解理 晶质矿物被敲击时，常依一定方向裂开，产生光滑的平面，这种性能称为解理。裂开的光滑平面称为解理面。解理面相互平行的，称为同組或同向解理。有的矿物可以具有数組或几（个方）向解理。根据解理的完善程度，解理中具有鉴定意义的有三个等級：

极完全解理 解理面极平滑，矿物可裂成极薄的薄片，如云母等；

完全解理 解理面比較平滑，沿解理面往往裂成小块，如方解石（图1-1）；

中等解理 矿物的碎块上既有較平整的解理面，也有不定方向的不規則裂开面，如角閃石，輝石等。

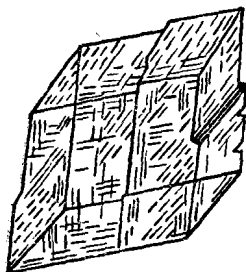


图 1-1 方解石的解理

实际描述一块矿物的解理时，系将上述两者结合起来。例如，云母的解理是一向（或一組）极完全解理，方解石是三向（或三組）完全解理。

倘若矿物受敲击后，不沿一定方向裂开，而是破开成不規則的面，則称为断口。根据断口的形状，分貝壳状断口（如石英）、平坦状断口、参差状断口和多片状断口等。

矿物除了上述的几种主要特征外，尚有一些为某种（或某类）矿物独有的特性，它是鉴定該种矿物的可靠依据。如云母片的弹性，滑石的滑膩感，等等。

二、主要造岩矿物的特征

石英 一般是无色透明或乳白色，具有玻璃光泽或油脂光泽，沒有解理，断口貝壳状，硬度7，常成块状，晶体为六方双錐柱状，柱面上有平行条紋。石英是最稳定的矿物。

长石 通常分正长石和斜长石两种。正长石大多为肉紅、淡黄色，斜长石多为白、灰白色，皆具玻璃光泽，兩組完全解理，断口平坦，硬度6，板状或柱状。长石一般較易风化，影响着长石含量較多的岩石的强度。

云母 常見有白云母和黑云母。前者为白色或无色，后者黑色或褐色。因此，从顏色上很容易区别它們。两种云母共同的特征是：珍珠光泽，片状，一組极完全解理，极易分裂成极薄而有弹性的薄片，硬度2.5~3。岩石中云母含量較多时，强度較低。

角閃石 多呈长柱状，深綠色或黑色，玻璃光泽，二組解理，硬度5~6。

輝石 特征与角閃石相似，但为短柱状，在岩石中常呈顆粒状。

橄欖石 常呈短柱状，綠色或黄綠色，玻璃光泽或油脂光泽，通常无解理，硬度6.5~7。

方解石 菱形六面体，三組完全解理，白色或无色，玻璃光泽，硬度3，与稀盐酸作用剧烈起泡，可溶于水。

白云石 特征与方解石相似，但与冷盐酸作用不剧烈，亦溶于水。

高岭石 白色或灰白色土状集合体，常由长石风化后形成，湿润时有可塑性 与 粘着性。

胶岭石 特性大致与高岭石相似，但具有更大的可塑性、极大的膨胀性。吸水后体积可增大6~7倍以上。

石膏 又称含水石膏。呈板状、柱状或纤维状，白色、灰色或无色，玻璃光泽、珍珠光泽或絹絲光泽，薄片能弯曲（挠性）而无弹性，断口参差状，硬度1.5~2，易溶于水。

綠泥石 形象和云母相似，成片状集合体，一組极完全解理，但无弹性，深綠色，珍珠光泽，硬度1~2。綠色的岩石多半与含有这种矿物有关。含有綠泥石較多的岩石，强度較低。

滑石 常呈块状或片状，有滑感，硬度1，淡綠、淡黃或白色，腊状光泽。含有滑石的岩石，抗滑力小。

黃鉄矿 晶形为立方体或五角十二面体，晶面上各有一組条紋，相邻晶面的条紋互成正交，浅黃色，金属光泽，无解理，硬度6~6.5，比重5。黃鉄矿易风化，风化后产生硫酸，具腐蝕性。含黃鉄矿較多的岩石，不宜利用。

褐鉄矿 是非晶质的次生矿物，常呈土状、結核状和海棉状，顏色黃褐或褐色，无光泽或半金属光泽，硬度1~5，比重3.8。主要由其他含鉄矿物变化而成。

第二节 岩浆岩(火成岩)

一、岩浆岩的形成与产状

位于地壳深处高温高压下的岩石熔融体，称为岩浆。它是包含有挥发物质的硅酸盐熔浆。

岩浆由于地壳运动和深处高温高压的作用，經常处于活动状态中。当遇到地壳薄弱的地方或有裂縫处，便可上升到地壳上部的岩石中（称侵入作用），或者到达地表（称噴出作用），冷凝后成为岩石，称为岩浆岩。侵入作用生成的岩石称为侵入岩，其中在地面以下較深处生成的为深成岩，較浅处生成的为浅成岩。噴出作用在地表形成的岩石称为噴出岩。凡与岩浆活动有关的过程和現象則統称为岩浆作用。

深成岩、浅成岩和噴出岩，各以某种形状、一定空間的岩体出現。这种岩浆岩体的形状及其与周围岩层（称围岩）相接触的关系，称为岩浆岩的产状（如图1-2）。深成岩的产状主要有岩基、岩株等，浅成岩的产状主要有岩盘、岩床、岩墙，噴出岩的产状主要有岩流和火山錐。

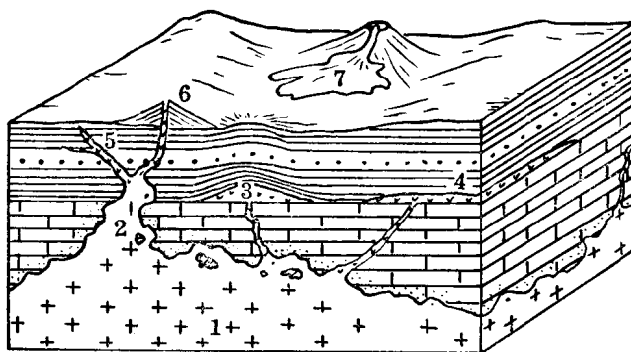


图 1-2 岩浆岩体产状示意图

1—基岩；2—岩株；3—岩盘；4—岩床；5—岩墙；6—火山錐；7—岩流

二、岩浆岩的结构和构造

结构 岩浆岩的结构是指岩石中矿物的结晶程度、形状、大小及彼此间的组合关系。岩浆岩结构中的结晶程度，颗粒大小及其组合关系，在用肉眼鉴定岩浆岩时甚为重要，颗粒形状则属次要的。

根据岩浆岩中矿物的结晶程度，可将岩石的结构分为全晶质结构（岩石中所有矿物均为结晶质）、半晶质结构（岩石中既有矿物晶体，又有玻璃质）、玻璃质结构（岩石中的所有矿物均为玻璃质）。

按矿物颗粒的大小及其组合关系，岩浆岩的结构可分为：

等粒结构 岩石中主要矿物晶粒大小大致相等的结构。根据晶粒的大小，又分粗粒的（ >5 毫米）、中粒的（ $5\sim1$ 毫米）和细粒的（ <1 毫米）三个等级。这样大小的晶粒，用肉眼可以分辨，又称显晶质结构。

不等粒结构 岩石中主要矿物晶粒的大小不相等的结构。这种结构，以大晶粒分散在小晶粒中所构成的斑状结构最为常见。斑状结构中，较大的晶粒称为斑晶；斑晶之外的部分称为石基。石基可以是全晶质、半晶质或玻璃质的。

隐晶质结构 表现为岩石中的矿物晶粒很细，肉眼无法分辨。它与玻璃质结构，都是用肉眼不易区别的。

一般说来，深成岩为全晶质、显晶等粒结构，浅成岩多为全晶质、显晶或隐晶斑状结构，喷出岩多为半晶质或玻璃质、隐晶斑状结构。

构造 是指岩石的外貌，它主要由岩石本身各部分或岩石与其他组成部分之间结构上的差异所决定。常见的构造有以下几种：

气孔状构造 喷出岩中，由于气体从冷凝着的熔浆中逸出而形成的各种大小和数量不同的圆形或椭圆形的气孔。若气孔被矿物充填，则称为杏仁构造。

流纹构造 岩浆在地面边流动边冷凝，形成不同颜色的条纹和拉长的气孔等，表现出熔岩流的流动构造。

均一构造 岩石中矿物的分布均匀，也就是不具有某种特殊的构造，为岩浆岩最普遍的外貌。

三、岩浆岩的组成成分

组成岩浆岩的造岩矿物，最主要的不过十数种，按照它们的化学成分和颜色可分为硅铝矿物和铁镁矿物。硅铝矿物（浅色矿物）含硅铝较多，包括正长石、斜长石、石英和白云母等。铁镁矿物（暗色矿物）含铁、镁较多，包括黑云母、角闪石、辉石和橄榄石等。

SiO_2 是岩浆岩的主要化学成分，根据 SiO_2 的含量可把岩浆岩分为基性岩（ SiO_2 45~52%）、中性岩（ SiO_2 52~65%）和酸性岩（ SiO_2 65~75%）三类。酸性岩石因含 SiO_2 多，所以有许多纯粹由 SiO_2 组成的矿物石英存在，颜色最浅，比重较轻。中性岩石以长石为主，石英很少或没有，有少量角闪石或辉石，颜色较深，比重稍大。基性岩石含 SiO_2 少，所以没有石英，以黑色或近于黑色的矿物为主，辉石、角闪石大量出现，因而颜色最深，

比重也大。

四、岩浆岩的类别

产状、结构、构造和矿物成分等，决定了岩浆岩的特征。因此，一般根据组成成分将岩浆岩分为酸性的花岗岩流纹岩类、中性的正长岩粗面岩类和闪长岩安山岩类、基性的辉长岩玄武岩类。每一大类又可综合考虑结构、构造及成因产状等，分出深成、浅成和喷出的各种岩石（表1-1）。

表 1-1 岩浆岩分类简表

化学成分: SiO ₂ 含量				酸性 SiO ₂ > 65%	中 性 SiO ₂ 65~52%	基性 SiO ₂ 52~45%	
主要矿物成分				正长石 石英	正长石	斜长石 角閃石	斜长石 輝石
成因	构造	結構					
噴出岩	碎屑状 杏仁孔 气孔状 流纹状 块状	玻璃质 斑状 隐晶		黑曜岩	凝灰岩	火山角砾岩	火山块集岩
				流紋岩	粗面岩	安山岩	玄武岩
浅成岩	均一状	隐晶	斑状 等粒	花崗斑岩	正长斑岩	閃长玢岩	輝綠岩
深成岩		显晶		花崗岩	正长岩	閃长岩	輝长岩
不同岩石主要 矿物含量曲线							
岩石顏色				浅色 —————> 深色			
岩石比重				小 —————> 大 2.5~2.7 2.7~2.8 2.9~3.1			

花岗岩流纹岩类主要矿物成分为石英和长石，云母或有或无，一般都为浅色。该岩类主要包括花岗岩、花岗斑岩及流纹岩。

正长岩粗面岩类 是以长石为主而不含石英的中性岩石。主要矿物成分为正长石，其次是斜长石、角闪石、黑云母。颜色灰、黄、微红等。这类岩石分布不广。

闪长岩安山岩类 以浅色矿物斜长石和深色矿物角闪石为主，并含有云母、辉石，没有或仅有少量的石英和正长石等，属中性岩。

辉长岩玄武岩类 以浅色的斜长石和深色的辉石为主而组成的岩石，其次尚有角闪石、黑云母和橄榄石等。由于暗色矿物含量比闪长岩类多，故颜色一般都是深色。

火山喷发至空中的细小物质堆积胶结后形成凝灰岩。各类喷出岩都有其相应的凝灰岩。构成凝灰岩的物质，除了玻璃质的火山灰外，有时有晶体，有时有岩屑，成分比较复杂。

从工程地质水文地质方面来看，所有侵入岩，其新鲜而完整者都是坚固的，可作为任何建筑物的可靠地基。但其产状、裂隙及风化情况等，往往在很大程度上决定着岩石的工程地质水文地质性质，影响到建筑地基的稳定、渗漏和变形。喷出岩作为建筑物的地基，并不次于侵入岩，承压能力足以修建巨型的建筑物。但应注意，喷出岩的厚度和岩性通常均变化很大，裂隙常很发育，并遭受过不同程度的风化，致使岩性变坏。

第三节 沉积岩

沉积岩是由原来各类岩石，在地表附近受大自然的各种作用，逐渐破坏，然后又堆积胶结起来而成的。岩石破坏的产物可以在原地堆积起来，但大多是被搬运到其他地方沉积下来。这些沉积下来的沉积物最初是呈松散状态的，后来由于上复沉积物的压力和一些胶结物质的作用，逐渐固结起来（称硬结成岩作用）而成为坚硬的整体岩石。

由于长期不间断的沉积结果，沉积岩便广泛地分布在地壳表层。这样，各种建筑工程就经常要在沉积岩分布地区兴建，同时沉积岩也是最普遍的天然建筑材料。可见，沉积岩对于工程建设有着最密切的关系。

一、沉积岩的结构和构造

构造 沉积岩最大的特征是成层的，并具有层理。层理是指被许多平行面所局限的，表现为岩石的成分、颜色或颗粒粗细的更换等。顺层理可以裂开，使岩石显现层状。层理的形成主要是在沉积过程中，由于所参与的物质成分不同或沉积环境发生变化所致。例如，水流大时，沉积物颗粒粗大，水流小时，沉积物颗粒细小，这样粗细变化而相互交替地沉积，就构成了层理。顺着层理裂开的面称为层理面。常见的层理，多为平行层理（图1-3）。有时也见到交错层理（图1-4）。此外，有的岩层一端较厚而向另一端便逐渐变薄以至消失，这种现象称为尖灭；如果在不大的距离上两端或四周都尖灭而中间较厚，称为凸镜体。

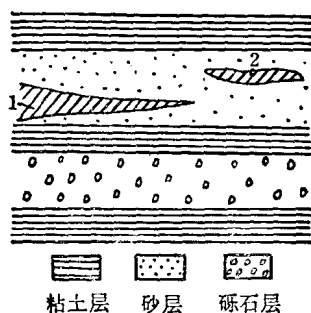


图 1-3 平行层理

1—尖灭体；2—凸镜体

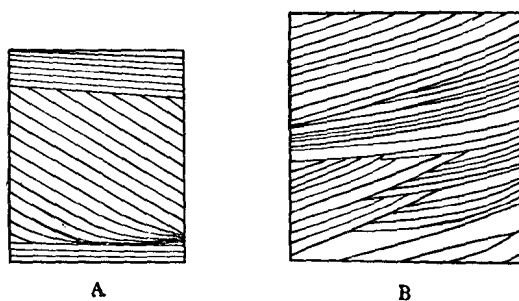


图 1-4 交错层理

沉积岩的层面上还有许多层面构造，可以帮助识别沉积岩。层面构造主要有波紋、干缩裂紋、結核等。

另外，沉积岩中多有化石，它是石化了的古代动植物的遺骸和痕迹，如貝壳、树叶等。化石为沉积岩特有，并可据以分析岩石生成的时代与地理环境。

结构 按組成沉积岩物质的颗粒大小和形状，可分为碎屑结构、泥质结构、化学及生物结构等。碎屑结构包括砾状或角砾状结构（大部分颗粒的直径 >2 毫米）、砂质结构（ $2\sim0.05$ 毫米）、粉砂质结构（ $0.05\sim0.005$ 毫米）。泥质结构是由粒径小于 0.005 毫米