

中小型水利水电工程地质

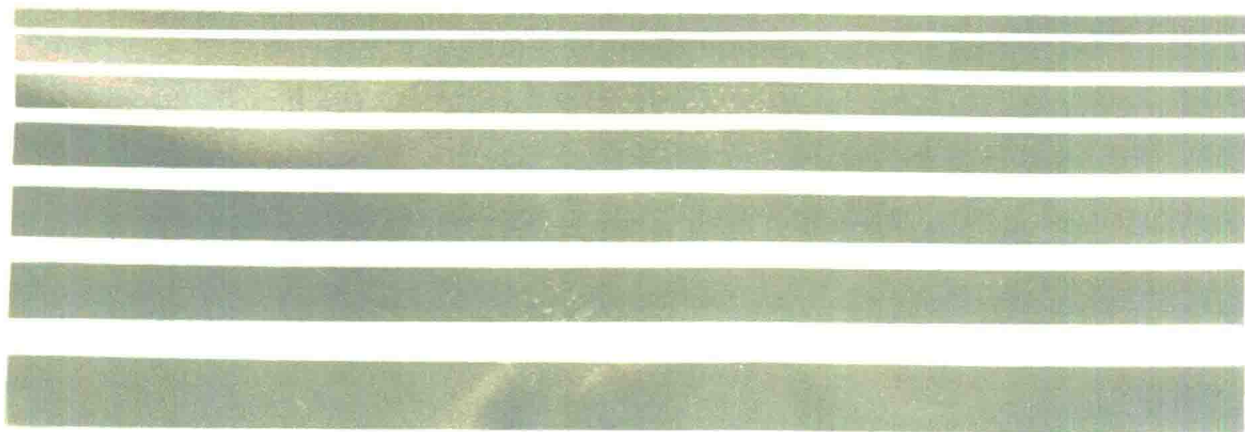
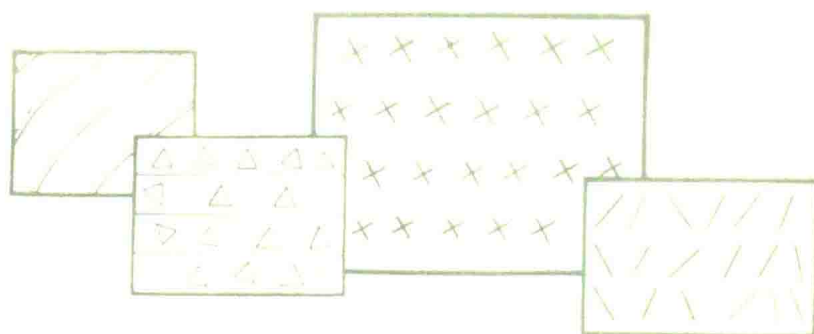
(第二版)

水利电力出版社

中小型水利 水电工程地质

(第二版)

郭见扬 谭周地 等编著



水利电力出版社

中小型水利水电工程地质

(第二版)

郭见扬 谭周地等 编著

水利电力出版社

(京)新登字 115 号

内 容 提 要

本书分四篇,共十九章。第一篇“地质基础知识”,内容包括岩石地层、地质构造、动力地质作用、地下水以及土和岩石的基本工程地质性质;第二篇“水利水电工程地质问题”,分别介绍库区、土石坝、混凝土坝、溢洪道、隧洞、渠道和水闸等工程常见的工程地质问题;第三篇“水利水电工程地质勘察”,内容包括勘察阶段划分、勘察任务、勘察手段和建筑材料的调查;第四篇“水利水电工程地质处理”,着重介绍松散沉积物区和基岩区的防渗与加固、滑坡和泉眼的处理等。

本书可供地、县水利技术人员和从事中小型水利水电工程地质工作的知识青年阅读,亦可供有关院校师生参考。

中小型水利水电工程地质

(第二版)

郭见扬 谭周地等 编著

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号)

各地新华书店经售

北京市密云县印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 23.25 印张 527 千字 1 插页

1978 年 6 月第一版 第一次印刷

1995 年 6 月第二版 1995 年 6 月北京第二次印刷

印数 15471—18570 册

ISBN 7-120-02154-0/TV·842

定价 29.80 元

第一版前言

建国以来,我国中小型水利水电建设事业蓬勃发展,取得了很大的成绩。现在,我国进入了一个重要的历史发展阶段,要在本世纪内初步实现四个现代化,这对中小型水利水电建设事业的发展提出了更高的要求。

在水利水电建设的实践中,我们体会到:地质工作是认识自然和改造自然的重要手段,是水利水电建设工作的重要基础。实现四个现代化,地质工作也要先行。许多工程,由于重视了地质勘察工作,在选点、设计和施工的过程中,充分利用了有利的地质条件,避开或改造了不利因素,从而保证了工程建设多快好省地进行。

在毛主席教育方针的指导下,我们参加了一些中小型水利水电工程地质勘察工作,从水利水电部门的工程技术人员和群众中学到了很多宝贵经验。为了适应当前中小型水利水电建设发展的需要,我们编写了这本《中小型水利水电工程地质》。

本书主要介绍地质基础知识、水利水电工程地质问题、工程地质勘察和工程地质处理等方面的技术知识。在编写内容和深度上力求适应中小型水利水电工程的需要,以供地、县水利技术人员和从事这方面工作的同志阅读。

本书在编写过程中,水利电力部水利司、规划设计院、科学研究院的许多同志给予热心指导,云南、辽宁、浙江、福建、河北、吉林、江西、陕西、河南、湖南、山西、安徽、广东、北京等省市的水利(水电)局、勘测设计院和地勘队以及部分地、县水利局、水利工地和华东水利学院等单位提供资料、协助审查,对编写工作给予大力支持和帮助,借此机会,表示衷心地感谢。

由于我们水平有限,实践经验不足,书中不妥和错误之处,恳请批评指正。

长春地质学院工程地质教研室

《中小型水利水电工程地质》编写组

1977年10月

第二版前言

本书是70年代中期长春地质学院工程地质教研室集体编写的,曾经四易其稿。可以说是教研室同志们参加水利水电工程地质实际和教学工作的总结,也大体上反映了我国当时中小型水利水电工程地质工作的成就和水平。特别是在内容广度、深度上力求符合中小型水利水电工程的要求,目的性、针对性较明确,1978年第一版发行后,受到读者的欢迎。我们在此深感欣慰,并对广大读者的支持表示感谢。

现在,为了适应中小型水利水电建设的需要,水利电力出版社决定再版本书,同时要求我们适当修改。我们很高兴地接受这一任务。在修订过程中,我们参照最近10多年来工程地质学科的进展和水利水电工程地质勘察的新成果,并分析实用情况,在不增大篇幅,不改变格局体系的前提下,增加了部分新的和实际需要的内容,删省、修改了较陈旧的或不适用的理论与方法。同时,对全书的概念、原理、原则和方法、计算公式等进行了订正和充实,在文字叙述方面也进行了加工修改。希望第二版能进一步符合读者实际应用的要求。

本书第一版曾成稿四次。第一次的编写者主要有郭见扬、卢信、谭周地、魏克和、唐大雄、杨英华、肖树芳、栾作田、刘玉海、王先锋、董兆祥等同志,或参加过原稿部分章节的编写或参加过修改讨论。第二稿、第三稿、第四稿由郭见扬同志主笔统编定稿,栾作田、杨英华参加工作,其中第三稿是在北京召开十四省市技术人员审稿讨论后进行的。这次修订再版由郭见扬、谭周地共同完成。郭见扬负责绪论、第五章、第六章和第十章至第十八章,谭周地负责第一章至第四章、第七章至第九章、第十九章及附录。

第二版初稿承水利水电规划设计总院陈祖安高级工程师审阅,提出了许多宝贵修改意见,对本书质量的提高有很大帮助。在此,我们表示衷心的感谢。

最后,对支持和协助本书编辑、出版的单位和个人再次表示衷心的感谢。

由于一些主、客观的原因,书中肯定还存在不当之处,恳请读者批评指正。

长春地质学院工程地质教研室
《中小型水利水电工程地质》编写组
郭见扬* 谭周地

1994年6月

* 郭见扬同志 1977年已调至中科院武汉岩土力学研究所任研究员,但仍受聘为长春地质学院兼职教授。

目 录

第一版前言

第二版前言

绪 论	1
第一节 水利水电工程地质工作的重要意义	1
第二节 水利水电工程地质工作的主要任务	2
第三节 水利水电工程地质内容简述	2

第一篇 地质基础知识

第一章 岩石和地层	4
第一节 造岩矿物	4
第二节 岩浆岩	6
第三节 沉积岩	10
第四节 变质岩	13
第五节 地层	16
第二章 地质构造	20
第一节 褶皱	20
第二节 节理	25
第三节 断层	28
第四节 构造体系	37
第三章 地质作用	42
第一节 地震	43
第二节 岩石风化	46
第三节 河流的地质作用	49
第四节 滑坡	51
第五节 泥石流	57
第四章 地下水	60
第一节 地下水的赋存与分类	60
第二节 包气带水、潜水和承压水	61
第三节 岩溶与岩溶水	65
第四节 泉	68
第五节 地下水的渗流规律	70
第六节 地下水的物理性质与化学成分	71

第五章 土(体)的工程地质性质及特征	74
第一节 土的物质组成和结构	74
第二节 土的基本性质和指标	77
第三节 土的工程分类	85
第四节 无粘性土和粘性土的基本特征	89
第五节 不同成因土体的工程地质特征	92
第六章 岩石(体)的工程地质性质及特征	103
第一节 岩石的工程地质性质	103
第二节 岩体的工程地质评价	109
第三节 不同岩体的工程地质特征	114
第四节 岩体的工程地质分类	118

第二篇 水利水电工程地质问题

第七章 库区工程地质问题	120
第一节 概述	120
第二节 库区渗漏	120
第三节 库区浸没	128
第四节 库区塌岸	130
第五节 库区淤积	132
第八章 土坝及堆石坝工程地质问题	134
第一节 概述	134
第二节 坝基渗漏及绕坝渗漏的地质分析	136
第三节 坝基渗漏及绕坝渗漏的估算	139
第四节 坝基渗透变形	143
第五节 坝基砂土液化	154
第九章 重力坝及拱坝工程地质问题	165
第一节 概述	165
第二节 重力坝坝基岩体抗滑稳定分析	166
第三节 拱坝坝端岩体抗滑稳定分析	177
第四节 坝基坝肩岩体压缩变形分析	182
第十章 溢洪道工程地质问题	185
第一节 概述	185
第二节 溢洪道岩质边坡稳定分析	186
第三节 溢洪道各段地基稳定分析	195
第十一章 地下洞室工程地质问题	201
第一节 概述	201
第二节 洞室围岩稳定的分析	202

第三节	洞室围岩参数的选择	212
第四节	坝下涵管工程地质问题	219
第十二章	渠道工程地质问题	221
第一节	概述	221
第二节	渠道渗漏问题	221
第三节	渠道土质边坡稳定问题	228
第四节	渡槽工程地质问题	243
第十三章	水闸工程地质问题	245
第一节	概述	245
第二节	闸基沉降问题	246
第三节	闸基稳定问题	267

第三篇 水利水电工程地质勘察

第十四章	工程地质勘察任务、阶段划分与要求	274
第一节	工程地质勘察任务与阶段划分	274
第二节	可行性研究阶段的工程地质勘察	274
第三节	选址阶段的工程地质勘察	275
第四节	设计阶段的工程地质勘察	275
第五节	施工地质编录和工程验收	284
第十五章	工程地质勘察手段和方法	285
第一节	工程地质测绘	285
第二节	地球物理探测	292
第三节	工程地质勘探	296
第四节	室内试验取样	300
第五节	水文地质试验	302
第十六章	天然建筑材料的工程地质勘察	317
第一节	天然建筑材料的要求	317
第二节	天然建筑材料的普查和初查	319
第三节	天然建筑材料的详查	320

第四篇 水利水电工程地质处理

第十七章	松散沉积物坝基的工程地质处理	324
第一节	砂砾石坝基防渗处理	324
第二节	软土地基的加固处理	328
第三节	砂层流砂地基的加固处理	331
第四节	处理砂层及软土的射浆法和振冲法	332
第五节	黄土的加固和防渗处理	334

第十八章 岩基的工程地质处理.....	338
第一节 坝基风化岩层的处理	338
第二节 坝基裂隙岩层的处理	339
第三节 坝基破碎带和软弱夹层的处理	344
第四节 库区和坝基岩溶处理	345
第十九章 滑坡和泉眼的处理.....	352
第一节 滑坡的治理	352
第二节 泉眼的处理	356
附录 I	358
附录 II	359
附录 III	362
参考文献.....	363

绪 论

第一节 水利水电工程地质工作的重要意义

1949~1989 年建国 40 年间,我国水利水电建设取得了历史上从未有过的成就。建成水库 8 万多座,总库容 4500 多亿 m^3 。5 万 kW 以上的大中型水电站 120 座,总装机容量达 3200 多万 kW,年发电量 1000 多亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。万亩以上大型灌区 5000 多座,抗御江河洪水的堤防达 17 万多 km (上述资料见 1989 年 9 月 15 日人民日报)。这些工程凝聚着中国水利水电工作者的心血,也为水利水电建设积累了许多宝贵的经验。

实践证明,修建水利水电工程,首先必须摸清地质情况。凡是查清工程地质条件的工程,提出的设计方案就比较符合客观情况,施工中出现的预料不到的地质问题就比较少。否则,设计方案没有地质依据,工程措施属主观推测,一旦遇到不良地质问题,工作往往陷入被动:有的不得不补做地质勘察工作;有的虽然完工,但遗留后患,需要年年处理,不但浪费人力、物力,而且工程效益长期得不到发挥;有的甚至造成工程失事,危及下游人民生命和财产的安全。这样的例子中外均有。如美国 21m 高的奥斯汀浆砌石坝,由于对地质情况没有很好查清,建成蓄水后,大坝一段沿地基页岩夹层滑动了 15m,终致溃坝。美国高 25m 的赫尔斯·巴尔重力坝,由于对地基岩体未作任何勘察工作,建成后漏水达 $50\text{m}^3/\text{s}$,大坝安全亦受到威胁,不得不采取处理措施,使大坝修建工期拖延了 8 年,成本投资为原计划的 4 倍。意大利的加迪柯隧洞,由于事先未进行充分的工程地质工作,有 420m 长的一段,施工时突然遇到松散的砂砾石和块石,使施工陷入困境,工期拖延长达一年之久。后来查清,若将隧洞顶板高程稍微降低一些,就可避开松散层,将洞身完全放在基岩内。

湖北天府庙拱坝(中型水库),“文革”中修建,建成时坝基(计算所得)安全系数远小于 1.0,因而只敢半库蓄水,长期达不到预定的发电和灌溉效益。后来进行补充工程地质勘察,提出了加固方案,投资需 400 多万元。这笔加固费用加上 10 年来未发挥的预计效益,损失是很大的(1988 年仍在加固中)。我国另一水库由于对基础下砂卵石层没有勘察清楚,土坝防渗齿槽没挖穿强透水层就回填粘土心墙,建库后漏水十分严重。后经工程地质勘察研究,查明了漏水砂卵石厚度为 7.9m,经重新修复,把防渗槽挖到基岩,再填土筑坝,才防止了水库漏水。

我们应从这些事件中得到启发,对地质工作引起足够的重视,避免造成欲速不达的被动局面。做好工程地质勘察,是达到多快好省地建设水利水电工程的重要一环。通过调查研究工作,摸清客观地质规律,才能从技术上为工程提供可靠的依据,才能按照实际情况来设计、施工和处理好各种各样的实际问题,确保工程顺利完工和安全运行。

第二节 水利水电工程地质工作的主要任务

工程地质学是研究工程地区的地质条件(环境)、地质问题以及它们与工程之间的相互矛盾和矛盾的解决办法,以保证多快好省地进行建设的科学。

水利水电工程地质工作的主要任务,归纳起来有以下几个方面:

(1) 工程位置的选定。工程位置要选在工程地质条件较好之处,例如坝基岩体有足够的强度,没有大的构造破碎带,岩体完整,透水性小;渠道线路经过的山坡稳定性较好,没有严重的物理地质现象等等。如一个引水式电站工程是由坝库、引水线路和下方的电站组成。所以应考虑坝、引水线路和电站这个系统的选定要有配套和系统工程观点,从总体选定,避开地质条件十分复杂的地段。

(2) 查清已选定位置工程的地质条件,深入研究该位置存在的各种工程地质问题,确定工程的轴线位置,对具体的工程地质条件作出定性和定量的评价。

(3) 对存在的不良工程地质问题提出处理措施,并对措施的可靠性作出科学的论证。

(4) 通过室内和现场试验提供工程设计和工程地质评价中所需的各种工程地质参数。

(5) 调查当地的天然建筑材料的种类、数量和开采使用条件,以满足工程的需要。

(6) 对已建工程存在的不良工程地质问题进行专门的研究,提出解决措施。

工程地质工作者在工作过程中要经常同工程设计与施工人员以及工程主管部门取得联系,掌握较全面的情况,以能更有效、更全面地认识和解决所遇到的各种问题。

第三节 水利水电工程地质内容简述

本书是以各类水工建筑物存在的工程地质问题为主线,展开说明水利水电工程地质工作的主要内容。因此第二篇是本书的核心。

为了对各种工程地质问题进行识别以及进一步研究和解决,必须首先具有一定的地质基础知识,第一篇就是介绍这方面的内容。

第二篇是按工程类型分章介绍工程中可能遇到的一些工程地质问题,并逐个阐明这些工程地质问题的起因、内部矛盾、发展规律和危害程度。由于各类工程可能遇到的工程地质问题有许多是共同的,为了避免重复和某些章节过分庞大,根据不同章节内容特点,我们采取了每章有所侧重的办法,将问题适当集中和分散。库区工程地质一章(第七章)着重深入地讨论了分水岭渗漏问题;土坝及堆石坝工程地质一章(第八章)着重讨论了坝基渗漏和渗透变形;重力坝及拱坝工程地质一章(第九章)着重讲岩石地基的抗滑稳定;溢洪道工程地质一章(第十章)主要讲岩质边坡稳定;水工地下洞室工程地质一章(第十一章)着重讲山岩压力、围岩分类和洞室围岩稳定;渠道工程地质一章(第十二章)主要讲渠道渗漏和土质边坡稳定;水闸工程地质一章(第十三章)着重讲土质地基的压密变形和稳定问题。

每个工程地质问题均有其两重性,例如水库渗漏,对水库蓄水不利,但一定条件下它

可调节下游泉井流量；过大的基础沉降对工程有害，但有控制的预压可加固地基；淤泥的软弱性对地基稳定不利，但它的弱透水性可用于防渗。在一般情况下，不利的条件和因素，是工程地质矛盾的主要方面，也是本篇分析和要解决的侧重之点。

第三篇“工程地质勘察”是对建筑区地质条件开展的“调查研究”。随着建筑物类型、规模和建筑区地质条件复杂程度等的不同，工程地质勘察所采用的方法和手段也不同。只有采用正确的方法和手段，才能达到解决问题的目的。本书第三篇提到的一些内容和要求，是根据目前我国许多地区中小型水利水电工程地质工作现状、工作方法、经验教训和我们的认识提出来的。鉴于各地自然地质条件的差别以及工程规模和要求不同，工作中应根据实际情况加以运用。有的提法尚需通过实践，还待不断修改、调整、充实和完善。

第四篇“工程地质处理”包括松散沉积物区和基岩区的有关处理，重点是“加固”和“防渗”，处理位置包括地基、库区和渠道，处理方法是多种多样的。各种处理工作虽然我们并不一定都直接参加，但针对具体工程地质问题提出切实可行的处理措施是工程地质工作中一项重要内容。因此，应争取参加一些处理施工的实践并应具备这方面的知识。

第一篇 地质基础知识

第一章 岩石和地层

第一节 造岩矿物

一、矿物概述

地层和岩石是构成地质体的物质基础,而岩石又是由各种矿物组成的。因此,首先需要简单介绍矿物的一般概念和主要造岩矿物的基本特征。

矿物为化学元素在地壳各种地质作用过程中形成的天然单质的或复合的化合物,具有一定的内部结构和晶体形态,并有一定的特征。矿物是组成岩石和矿石的基本物质。组成岩石的矿物即称造岩矿物。在已发现的3300多种矿物中,常见的矿物只数10种,主要是造岩矿物。它们约占地壳重量的99%。其他矿物种类虽多,但很稀少,按重量仅占地壳的1%左右。

矿物的化学成分,可以用化学式表示。如石墨和金刚石都为C(但有不同的内部结构和结晶形态,因而性质有很大差异)、石英 SiO_2 、方解石 CaCO_3 、黄铁矿 FeS_2 、磁铁矿 Fe_3O_4 、石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、正长石 $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 、高岭石 $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ 等。矿物绝大多数为无机盐,有机矿物(如琥珀)只有数10种。造岩矿物绝大多数为钾、钠、钙、铝硅酸盐。

绝大部分矿物为固态,仅极少数为液态(如自然汞Hg)。固态矿物又可分为结晶质和非晶质两种,绝大多数为晶质矿物。晶质矿物内部质点呈有规则排列,并具有一定的晶体结构和外部形态,为识别矿物的重要依据。极少数非晶质矿物(如火山玻璃)则内部质点排列无规律,呈凝胶状。造岩矿物都属结晶质矿物。

矿物的化学成分与内部晶体结构决定了它们的物理性质和化学性质。所以矿物的识别即根据各种矿物形态、性质的差异来进行区分。

二、主要造岩矿物及其特征

表1-1列出了最常见的16种造岩矿物及其特征。肉眼鉴定时可按表中所列项目进行。

1. 颜色和条痕

每种矿物都有一定颜色,矿物的颜色取决于化学成分。鉴定岩石中的矿物,一般可先按颜色深浅区分为浅色矿物(表1-1编号1~9)还是深色矿物(表1-1编号10~16),然后再观察其具体颜色。

矿物本身固有的颜色称为自色,有的矿物的名称就直接反映了它的颜色,如黑云母为黑色,橄榄石为橄榄绿色,绿泥石为绿色,石墨为黑色等。矿物含有杂质后呈现的颜色称为假色,如石英本为无色,含锰后呈紫色,含碳后呈黑色,因此,不能用假色来鉴定矿物。

条痕是指矿物粉末的颜色,用矿物在白色无釉瓷板(或碗底)上刻划后所留下的线条

痕迹的粉末颜色来表示。它主要用来鉴别不透明的或颜色较深的半透明矿物。有的矿物颜色和条痕相同，如石墨；也有的矿物颜色与条痕不相同，如黄铁矿呈黄色，但条痕为黑色。

表 1-1 常见造岩矿物特征肉眼鉴定表

色度	编号	矿物名称	颜 色	条痕	硬度	光 泽	解理	断口	形 态	其 他
浅 色 矿 物	1	滑石	白、灰、淡黄、淡绿	白	小	油脂、珍珠	完全		鳞片状	半透明，有滑感，薄片挠曲无弹性
	2	高岭土	白、灰、淡黄	白	小	暗淡	无		土状	有滑感，湿时可塑，土味
	3	石膏	白、灰	白	小	玻璃、珍珠、绢丝	完全或极完全	参差或平坦	纤维状、板状	半透明，微溶于水
	4	白云母	白、灰	白	中	珍珠、玻璃	极完全		薄片状	能剥成薄片，挠曲有弹性
	5	方解石	白、灰	白	中	玻璃	完全（菱形）		菱形	滴稀盐酸（稀 HCl）剧烈起泡
	6	白云石	白、灰、浅黄	白	中	玻璃	完全		菱形（有挠曲）粒状	滴稀盐酸不起泡，但滴热酸起泡，稀盐酸滴在白云石粉末上起泡
	7	正长石	肉红、浅黄、灰白	白	大	玻璃	完全	平坦状	短柱、厚板状	有时晶面上有一半明一半暗现象
	8	斜长石	白、灰	白	大	玻璃	完全	不平坦状	短柱、薄板状	有时晶面上有无数细窄条带明暗相间现象
	9	石英	乳白、白灰	白	大	油脂、玻璃	无	贝壳状	粒状、块状	
深 色 矿 物	10	绿泥石	各种绿色	白或浅绿	小	玻璃、珍珠	完全		鳞片状	能剥成片，挠曲无弹性
	11	石墨	黑、钢灰	黑	小	金属	极完全		片状	有滑感，能污黑手指
	12	黑云母	黑、棕、绿	白	中	珍珠、玻璃	极完全		薄片状	能剥成薄片，挠曲有弹性
	13	角闪石	绿、褐、黑	白带绿	大	玻璃	完全		长柱状或针状	断面六边形，解理面交角 56°
	14	辉石	淡绿~黑绿	白带绿	大	玻璃	完全		短柱状或针状	断面八边形，解理面交角约 90°
	15	橄榄石	橄榄绿	浅绿	大	玻璃	不完全	贝壳状	粒状	性脆
	16	黄铁矿	金黄~浅黄	黑	大	玻璃	无	不规则	立方体或块状	比重为 5 左右

2. 硬度

硬度是指矿物抵抗刻划的能力，即矿物的软硬程度。通常采用摩氏硬度计把矿物硬度分为 10 度，并以下列 10 种矿物为标准（硬度由小到大）：①滑石，②石膏，③方解石，④莹石，⑤磷灰石，⑥正长石，⑦石英，⑧黄玉，⑨刚玉，⑩金刚石。

肉眼鉴定时，也常把矿物硬度分为大、中、小三等：能用指甲（硬度为 2.5 左右）刻出痕迹的为硬度小的矿物（表 1-1 编号 1、2、3、10、11）；用小刀（硬度为 5.5 左右）能刻划出痕迹而用指甲刻划不动的为中等硬度矿物（表 1-1 编号 4、5、6、12）；用小刀也刻

不动的为硬度大的矿物（表 1-1 编号 7、8、9、13、14、15、16）。鉴定矿物时先看颜色和条痕，再看硬度，范围就逐步缩小了。

3. 光泽

光泽是指矿物新鲜表面发光能力的特点，即矿物新鲜表面反射光泽的特征。通常最光亮的是金属光泽，如黄铁矿；非金属光泽有绢丝光泽（如石膏）、油脂光泽（如石英）、珍珠光泽（如白云母、黑云母）和玻璃光泽（如方解石）等。此外还有松脂光泽、金刚光泽等。

4. 解理和断口

矿物受外力打击后，沿一定方向有规则地裂开，称为解理。如方解石打碎后成为菱形小块状，叫做菱面解理；云母击碎后成薄片状，称片状解理。解理按出现的完整程度分为：极完全解理、完全解理和无解理。无解理矿物裂开时只出现断口，断口即矿物被击破后形成凹凸不平的断面。不完全解理的矿物经常是解理面和断口同时出现。

5. 形态

形态是指矿物的外部形状，它与矿物结晶构造有关。如云母呈薄片状，绿泥石为鳞片状（云母片有弹性，而绿泥石片无弹性）；角闪石呈长柱状，辉石呈短柱状；高岭石呈土状，石膏是纤维状。在识别一种岩石含有哪些矿物时，经常要靠形态来区别较相似的矿物。

第二节 岩 浆 岩

岩石为自然形成的矿物集合体，按其成因分成岩浆岩（火成岩）、沉积岩（水成岩）和变质岩三大类。这一节先介绍岩浆岩，以后分别介绍沉积岩和变质岩。

火山喷发时，可以看到从地壳深部喷出大量炽热气体和熔融物质，这些熔融物质就是岩浆。岩浆具有很高的温度（800~1300℃）和很大的压力（大约在几千个大气压以上）。它从地壳深部向上侵入过程中，有的在地下即冷凝固结成岩石，叫侵入岩；有的喷射或溢出地表后才冷凝而成岩石，叫喷出岩。这些由岩浆冷凝、固结而成的岩石统称岩浆岩。

一、岩浆岩的产状、结构和构造

1. 岩浆岩的产状

岩浆岩的产状是指岩体的大小、形状及其与围岩的接触关系。产状是辨认各种岩浆岩的主要依据之一，也是影响岩石工程地质条件的因素之一。

（1）喷出岩的产状 最常见的有火山锥和熔岩流。火山锥是岩浆沿着一个孔道喷出地面形成的圆锥形岩体；熔岩流是岩浆流出地表顺山坡和河谷流动冷凝而成的层状或条带状岩体。

（2）侵入岩的产状 侵入岩按距地表的深浅程度，又可分为浅成（侵入）岩和深成（侵入）岩，它们的产状多种多样（图 1-1）。浅成岩一般为小型岩体，产状包括岩脉、岩床和岩盘等；深成岩常为大型岩体，产状包括岩株和岩基等。

2. 岩浆岩的结构

岩浆岩的结构是指岩石中矿物的结晶程度、颗粒大小、形状以及矿物间结合关系。由

于岩浆的化学成分和冷凝环境不同, 冷凝速度不一样, 因此岩浆岩的结构也就存在差异。

(1) 粒状结晶结构 (显晶质结构) 岩石全部由肉眼能辨认的矿物晶体组成, 一般见于侵入岩。按结晶颗粒大小, 可进一步划分为粗粒结构 (颗粒直径大于 5mm)、中粒结构 (颗粒直径 2~5mm) 和细粒结构 (颗粒直径 0.2~2mm)。颗粒越粗, 反映岩浆冷却速度越慢, 结晶的时间越充裕。

(2) 隐晶质结构 岩石由肉眼不能辨认的细小晶粒组成, 颗粒一般小于 0.2mm。岩石外观呈致密状, 反映岩浆冷却速度较快, 主要见于喷出岩。

(3) 玻璃质结构 岩石由没有结晶的物质组成, 常具有贝壳状断口, 性较脆。它反映当时岩浆的急剧冷凝, 来不及结晶, 主要见于喷出岩。

(4) 斑状结构 岩石外观呈麻斑状, 大的晶粒被许多小的晶粒或未结晶 (玻璃质) 物质所包围; 大的晶粒称为斑晶, 小的晶粒或未结晶 (玻璃质) 物质称为石基或基质。这种结构反映岩浆在经由地壳的不同深浅部位和喷出地表过程中, 少部分先结晶形成斑晶, 剩余部分较快冷凝形成石基, 主要见于小型侵入体和喷出岩中。

3. 岩浆岩的构造

岩浆岩的构造是指岩石中各组成部分的排列与结合方式, 它可表示出岩石的外貌及成岩过程中的变化。其主要的构造有如下几种:

(1) 流纹构造 在喷出岩中由不同颜色或不同成分的玻璃质或隐晶质组成条带, 它反映了岩浆在流动冷凝过程中的物质分异和流动痕迹, 称为流纹构造。流纹岩即因常具流纹构造而得名。

(2) 块状构造 岩石各组成部分均匀分布, 无定向排列。它是侵入岩特别是深成岩所具有的构造。

(3) 气孔构造和杏仁构造 喷出地表的岩浆迅速冷凝, 其中所含气体和挥发成分因压力减小而逸出, 因而在岩石中留下许多气孔, 这种构造称气孔构造。这些气孔被后期外来物质 (如方解石、蛋白石等) 充填了, 似杏仁状, 称为杏仁构造。这种构造为某些喷出岩 (如玄武岩) 的特点。

二、岩浆岩的分类

自然界中岩浆岩的种类很多, 细分有 1100 多种。表 1-2 为据化学成分、矿物成分、结构构造和产状的岩浆岩综合分类简表。表中列出了各岩石类型和侵入深成岩、浅成岩及喷出岩的代表性岩石种类。实际上较常见的只是基性、中性、酸性岩类的 10 多种岩石。碱性、超基性岩分布稀少。但各种脉岩往往较为复杂。

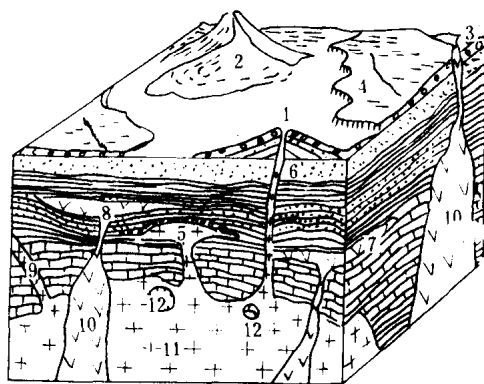


图 1-1 岩浆岩产状示意图

1—火山锥; 2—熔岩流; 3—火山颈及岩墙; 4—熔岩被;
5—岩盖; 6—火山颈; 7—岩床; 8—岩盆; 9—岩墙;
10—岩株; 11—岩基; 12—捕虏体

表 1-2

岩浆岩分类简表

岩石类型		超基性类	基性岩类	中性岩类	酸性岩类	中性岩类	碱性岩类
		橄榄岩—苦橄岩	辉长岩—玄武岩	闪长岩—安山岩	花岗岩—流纹岩	正长岩—粗面岩	霞石正长岩—响岩
基本特征							
SiO ₂ 含量 (%)		<45	45—52	52—65	>65	52—65	
石英含量 (%)		不含	不含或少含	<20	>20	0—20	不含
长石种类及含量		不含或少含 基性斜长石	以基性斜长 石为主	以中性斜长 石为主少含碱 性长石	富含酸—中 性斜长石及碱 性长石	以碱性长石 为主少含中性 斜长石	以碱性长石 为主
镁铁矿物种类		以橄榄石、辉 石为主,角闪石 次之	以辉石为主, 其次为橄榄石、 角闪石,而黑云 母较少	以角闪石为 主,辉石、云母 次之	以黑云母为 主,角闪石次 之,辉石较少	以角闪石或 碱性辉石,碱性 角闪石为主,辉 石、黑云母或富 铁云母次之	碱性辉石、碱 性角闪石为主, 富铁云母次之
以及含量 (%)		总含量>90	总含量 40—85	总含量 20—30	总含量<20	总含量<20	总含量<15
颜 色		暗 色	暗—中色	中色—浅色		浅色—中色	
侵入 岩	深成岩	橄榄岩 辉石岩	辉长岩 苏长岩 斜长岩	闪长岩	花岗岩 花岗闪长岩	正长岩	霞石正长岩
	浅成岩	苦橄玢岩 金伯利岩	辉绿岩	闪长玢岩	花岗斑岩 花岗闪长斑岩	正长斑岩	霞石正长斑岩
喷出岩		苦橄岩	玄武岩	安山岩	流纹岩 英安岩	粗面岩	响 岩

注 脉岩未列入表内。

三、岩浆岩的肉眼鉴定方法

岩浆岩的肉眼鉴定,可根据表 1-2 按下述步骤进行:

(1) 按产状区分大类 在野外应首先注意岩体的产状,结合岩石的结构和构造,按表 1-2 所列特征,区分出喷出岩、浅成岩、深成岩。

(2) 按颜色确定类型 观察岩石新鲜面的颜色,初步判断岩石所属类型。一般深色矿物多,岩石总颜色较深,可能属于超基性岩或基性岩;浅色矿物多、岩石总颜色较浅的,可能属酸性或中性岩石。

(3) 按矿物成分定名 从表 1-2 中可知:花岗岩以石英、正长石为主;正长岩以正长石为主;闪长岩以角闪石、斜长石为主;辉长岩以辉石和斜长石为主;超基性岩中主要矿物成分为橄榄石和辉石,且不含石英,鉴定岩石中主要矿物成分并估计其含量后,即可按表 1-2 定名。

在具体鉴定时应注意:

1) 首先看岩石中有无石英,有石英则属酸性或中性岩,无石英则有可能属超基性岩或基性岩,若无石英而有橄榄石则属基性或超基性岩。

2) 其次看有无斜长石、正长石、辉石和角闪石,及其含量多少。

在野外认识和区别正长石和斜长石、角闪石和辉石常感困难,但它们又是岩石定名的