

中小型水利水电 工程地质

水利电力出版社

中小型水利水电工程地质

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

水利电力出版社

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

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

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

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

1978年6月北京第一版

1978年6月北京第一次印刷

印数 00001—15470 册 每册 1.80 元

书号 15143·3337

前 言

在毛主席革命路线指引下，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。

在华主席为首的党中央领导下，我国进入了一个重要的历史发展阶段，要在本世纪内实现四个现代化，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，几年来，我们深入到三大革命运动实践中，参加了部分中小型水利水电工程地质勘察工作，向水利水电部门工程技术人员和群众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，为普及大寨县贡献一份力量，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知识青年阅读。

本书在编写过程中，水利电力部水利司、规划设计院、科学研究院给予热心指导，云南、辽宁、浙江、福建、江苏、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

一九七七年十月

目 录

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	1
第三节 水利水电工程地质主要内容简述	2

第一篇 地质基础知识

第一章 岩石及地层	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	15
第二章 地质构造	19
第一节 褶皱	19
第二节 断层	24
第三节 节理	33
第四节 构造体系	35
第三章 动力地质作用	40
第一节 岩石的风化破坏	40
第二节 坡流、洪流与冰川	42
第三节 河流的地质作用	43
第四节 天然斜坡的滑动	46
第五节 地震的破坏作用	53
第四章 地下水的地质问题	57
第一节 地下水的形成与分类	58
第二节 一般地区的地下水	59
第三节 岩溶地区的地下水	63
第四节 地下水的渗流规律	66
第五节 地下水的物理性质及化学成分	67
第五章 土(体)的工程地质性质及特征	70
第一节 土的物质组成和结构	70
第二节 土的基本性质和指标	74
第三节 无粘性土和粘性土的基本特征	83

第四节	不同成因土体的工程地质特征	86
第六章	岩石(体)的工程地质性质及特征	94
第一节	岩石的工程地质性质	94
第二节	岩体的工程地质评价	100
第三节	不同岩体的工程地质特征	106

第二篇 水利水电工程地质问题

第七章	库区工程地质问题	110
第一节	概述	110
第二节	库区渗漏	110
第三节	库区浸没	117
第四节	库区塌岸	119
第五节	库区淤积	121
第八章	土坝及堆石坝工程地质问题	122
第一节	概述	122
第二节	坝基渗漏及绕坝渗漏的地质分析	125
第三节	坝基渗漏及绕坝渗漏的估算	127
第四节	坝基渗透变形	131
第五节	坝基砂土液化	141
第九章	重力坝及拱坝工程地质问题	147
第一节	概述	147
第二节	重力坝工程地质问题	148
第三节	拱坝工程地质问题	159
第十章	溢洪道工程地质问题	165
第一节	概述	165
第二节	溢洪道岩质边坡稳定分析	166
第三节	溢洪道各段地基稳定分析	175
第十一章	水工地下洞室工程地质问题	180
第一节	概述	180
第二节	洞室围岩稳定的分析	182
第三节	洞室围岩参数的选择	192
第四节	坝下涵管工程地质问题	199
第十二章	渠道工程地质问题	201
第一节	概述	201
第二节	渠道渗漏问题	201
第三节	渠道土质边坡稳定问题	208
第四节	渡槽工程地质问题	224
第十三章	水闸工程地质问题	225
第一节	概述	225

第二节	闸基沉降问题	226
第三节	闸基稳定问题	248

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	255
第一节	工程地质勘察任务与阶段	255
第二节	选点阶段的工程地质勘察	255
第三节	设计阶段的工程地质勘察	256
第四节	施工地质编录和工程验收	263
第十五章	工程地质勘察手段和方法	266
第一节	工程地质测绘	266
第二节	地球物理探测	274
第三节	工程地质勘探	278
第四节	室内实验取样	282
第五节	水文地质试验	284
第十六章	天然建筑材料的工程地质勘察	301
第一节	对天然建筑材料的要求	301
第二节	天然建筑材料的普查	304
第三节	天然建筑材料的详查	304

第四篇 水利水电工程地质处理

第十七章	松散沉积物的工程地质处理	308
第一节	砂砾石坝基防渗处理	308
第二节	软土地基的加固处理	313
第三节	流砂地基的加固处理	315
第四节	黄土的加固和防渗处理	316
第十八章	基岩的工程地质处理	320
第一节	坝基风化岩层的处理	320
第二节	坝基裂隙岩层的处理	321
第三节	坝基破碎带和软弱夹层的处理	326
第四节	库区和坝基岩溶处理	327
第十九章	滑坡和泉眼的处理	333
第一节	滑坡的处理	333
第二节	泉眼的处理	337
附录 I	倾角换算表	340
附录 II	边坡坡率换算角度表	341
附录 III	三角函数表	341
附录 IV	地下水侵蚀性判定标准表	343
附录 V	中小型水利水电工程岩(土)室内测定项目参考表	346

绪 论

第一节 水利水电工程地质工作的重要意义

毛主席教导我们：“没有调查就没有发言权”。在征服和改造自然的斗争中，对自然条件不作调查研究分析，不掌握情况，是很难达到预期目的的。实践证明：修建中小型水利水电工程，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，工程措施以主观推测，一旦遇到不良地质问题，工作往往陷入被动；有的不得不补作地质勘察工作；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充分发挥；有的甚至造成工程失事，危及下游人民生命和财产的安全。中外均有此例，必须引起足够重视，认真做好这项工作。

美国21米高的奥斯汀浆砌石坝，由于对地质没有很好查清，建成蓄水后，大坝一段沿地基页岩夹层滑动了15米，终致溃坝。美国高25米的赫尔斯·巴尔重力坝，对基岩地基未作任何勘察工作，建成后漏水达50米³/秒，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。苏联下斯维尔坝（中部为混凝土重力坝，最大坝高28米，左右两岸为土坝，最大坝高18米），因爆破围堰造成右岸土坝液化滑坡，不得不重新修建此坝。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420米长的一段，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，就可避开这层松散层，将洞身完全放在基岩内。

解放后，我国修建了许多水库和水电站，对保证农业生产丰收，促进工农业生产的发展，发挥了显著的作用。但也有极少数工程，由于修建前没有进行充分的工程地质工作，设计、施工的地质依据不足，曾出现一些工程地质问题。例如某水库，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，建库后漏水严重。后来，吸取了过去的经验教训，加强了工程地质勘察工作，查明了漏水砂卵石厚度（7.9米），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。

我们应从这些事例中得到启发，吸取经验教训，避免造成欲速不达的被动局面。可见，工程地质勘察，即调查研究工作，实质就是为了摸清客观地质规律，从技术上为工程提供可靠的依据，以便按照实际情况来设计、施工和处理好各种地质问题，是达到多快好省地建设水利水电工程的重要一环。

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，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) 为选择较好的工程修建地点提供地质依据，如坝基要求不漏水、不滑动，若该位置的地质条件不能满足要求时，可根据实地情况适当挪动坝轴线或另选较好的坝址。工程位置选择的好，不仅避免了可能带来十分麻烦的工程地质问题，而且对施工和降低成本均大有好处。

2) 工程位置基本选定以后，尚需进一步探明当地更为具体的地质情况，深入研究可能出现的工程地质问题，并对其危害程度作出较确切的定性和定量评价。

3) 对存在的工程地质问题进行分析，提出科学的有效的处理意见。

4) 提出设计所需的各种地质参数。

5) 调查当地天然建筑材料的种类、数量和开采条件，以满足工程需要。

总之，工程地质人员需要始终协同工程设计与施工人员，在整个工程的设计和施工过程中，不断地研究和解决遇到的各种地质问题。

第三节 水利水电工程地质主要内容简述

查明和解决各类水工建筑物的工程地质问题，是本书内容的中心和关键。全书四篇也都是围绕这个中心问题展开的。

为了掌握对各种工程地质问题的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各类工程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。如库区工程地质一章（第七章）主要讲渗漏和水库塌岸；土坝及堆石坝工程地质一章（第八章）主要讲坝基渗漏和渗透变形；重力坝及拱坝工程地质一章（第九章）主要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）主要讲洞室围岩稳定；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）主要讲土质地基的压密变形和稳定。

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，但有控制的预压荷载可加固地基；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。只有采取正确的方法和手段，才能达到解决问题的目的。目前，我国尚无统一的中小型水利水电工程地质勘察规范。因此，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，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基本知识。

第一篇 地质基础知识

第一章 岩石及地层

从事水利水电建设，要经常同各类岩石以及地层（某一地质时代形成的一整套岩层）打交道：例如选择基岩坝址，寻找建筑石料，确定岩质边坡和地下洞室岩体稳定性等。为此，要求我们必须识别各类岩石和具备地层方面的知识。而要学会识别岩石又必须从识别组成岩石的矿物着手。

第一节 造岩矿物

目前已知的组成岩石的矿物有三千余种，其中最主要的和最常见的造岩矿物也有几十种。

一、主要造岩矿物特征

怎样正确区别和认识矿物呢？只有抓住能够反映矿物内在本质的特性，才能把千差万别的矿物种类加以区别。当然矿物鉴定需要借助很多方法，但对于初学者，在野外条件下，主要的也是最基本的是靠肉眼鉴定。因此就要求我们必须掌握各种矿物肉眼可见的基本特征。

表 1-1 是几种最常见的造岩矿物特征肉眼鉴定表。只要我们按照表列顺序进行观察、对比，抓住主要特征，反复进行练习实践，有条件时再请有经验的同志辅导，就会很快的熟习起来。

二、造岩矿物的鉴定

造岩矿物的鉴定方法，可参照表1-1按下列方法步骤进行：

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是浅色矿物（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，通常把矿物在白色无釉瓷板（或碗底）上刻划，用所留下的线条痕迹的粉末颜色来表示。它主要用来鉴定不透明的或颜色较深的半透明矿物。有的

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		暗淡	无		土状	有滑感，湿时可塑，土味
	3	石膏	白、灰	白		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		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		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		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		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		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		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		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	淡绿	大	玻璃	不完全	贝壳状	粒状	脆
	16	黄铁矿	金黄、淡黄	黑		金属	无	不规则	立方体或块状	比重5左右

矿物颜色和条痕相同，如石墨；也有的矿物颜色和条痕不相同，如黄铁矿呈黄色，但条痕为黑色。

2. 硬度

硬度是指矿物抵抗刻划的能力，即矿物的软硬程度。通常把矿物硬度等级分为十级。以下列出十种矿物为标准（硬度由小到大）：①滑石、②石膏、③方解石、④萤石、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，沿一定方向有规则的裂开，称为解理。如方解石打碎后成为菱形

小块状，叫做菱面解理（图 1-1）；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：

（1）极完全解理 矿物极易沿一定方向劈裂成薄片，解理面光滑整齐，如黑云母。

（2）完全解理 矿物易沿解理面裂开，成为不太薄的片状或块状，解理面平整，如方解石。

（3）不完全解理 矿物裂面上只局部带有不大的光滑平面，如橄榄石。

（4）无解理 矿物裂开是沿任意面产生的，只是一般的碎块，无光滑的特征，如石英。

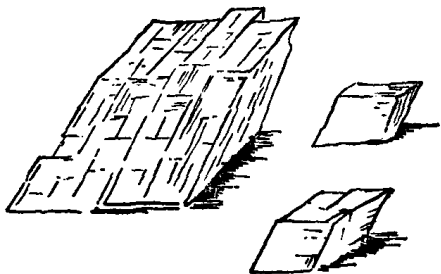


图 1-1 方解石的菱面解理

断口是指矿物被击碎后，形成凹凸不平的断面。“不完全解理”经常是解理面和断口同时出现，而“无解理”则表示裂开时往往只出现断口。

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。

总之，每一种矿物的鉴定，须要综合考虑多方面的特征。如只注意到一、两点特征就匆忙判定，则容易出错误。

第二节 岩 浆 岩

岩石按其成因不同分成岩浆岩（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℃），地壳内的岩浆具有很大的压力（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（图 1-2）。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。黑龙江省的镜泊湖就是玄武岩熔岩流堵塞牡丹江而成的天然湖，人们就利用这种自然条件建成了水电站。

(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1-3)。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。

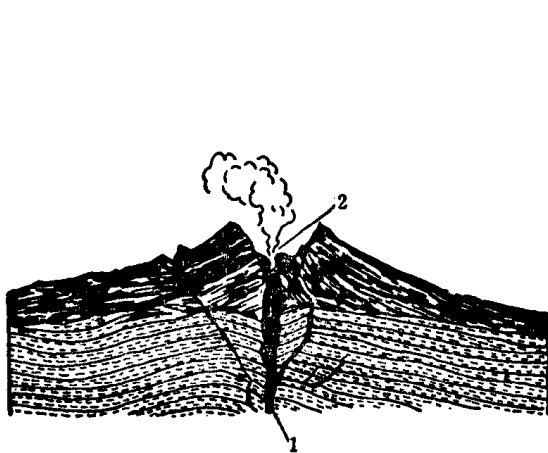


图 1-2 火山锥
1—火山颈, 2—火山口

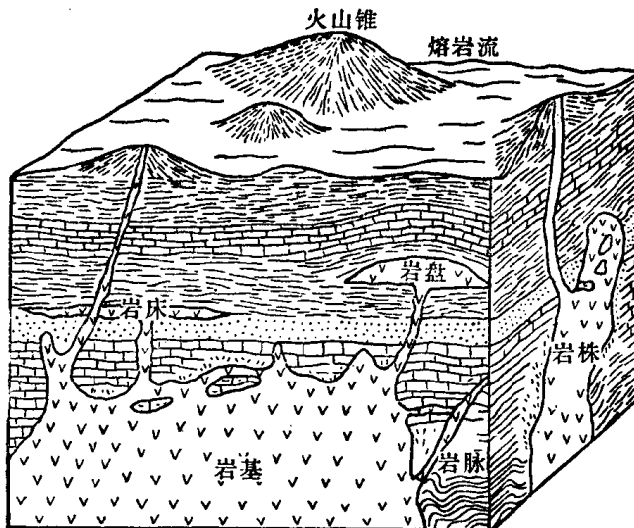


图 1-3 侵入岩体产状示意图

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 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5毫米)、中粒结构(颗粒直径2~5毫米)和细粒结构(颗粒直径0.2~2毫米)。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0.2毫米。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的方式, 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成分不同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。

上述各种岩浆岩所具有的不同产状、结构和构造，表现出不同的物质组成和独特的生成环境，它在相当大的程度上决定着岩石的工程地质条件。

二、岩浆岩的分类和鉴定

1. 岩浆岩的分类

岩浆岩的详细分类，除必须在野外观察外，还需打取标本送试验室作岩石磨片的镜下鉴定。但对于一般中小型水利水电工程，如能用肉眼正确地定出岩石的大类名称，亦基本能满足要求。表1-2是岩浆岩主要岩石类型肉眼鉴定表。

表 1-2 岩浆岩主要岩石类型肉眼鉴定表

按酸性分	超基性岩	基性岩	中 性 岩		酸性岩	岩石结构特征	岩体产状特征
岩石组合分类	橄榄岩、辉石岩类	辉长岩、玄武岩类	闪长岩、安山岩类	正长岩、粗面岩类	花岗岩、流纹岩类		
按岩体产状分类	喷出岩	火山玻璃岩(黑曜岩、珍珠岩、松脂岩、浮岩)				玻璃质隐斑	火山锥熔岩流
		玄武岩	安山岩	粗面岩	流纹岩		
	浅成侵入岩	煌斑岩				斑状隐晶质	岩脉岩床岩盘
			辉绿岩 辉绿玢岩 细粒辉长岩	闪长玢岩 细粒闪长岩	正长斑岩		
深成侵入岩	橄榄岩、辉岩	辉长岩	闪长岩	正长岩	花岗岩	中粒~粗粒结晶	岩基岩株
矿物成分	主要矿物	橄榄石 辉石	辉石 斜长石	角闪石 斜长石	正长石	石英 正长石	岩石的结构、产状特征(鉴定岩石依据之一) 依据之二) 岩石的矿物和颜色特征(鉴定岩石)
	次要矿物	角闪石	角闪石 橄榄石	辉石 黑云母	角闪石 黑云母	黑云母 角闪石	
其他矿物特征	无长石	斜长石多于正长石		正长石多于斜长石			
	无石英	石英极少(<10%)		石英极少(<10%)	石英很多		
岩石的颜色	黑色	黑色、灰黑	灰、灰绿	肉红、灰红	肉红、灰白		

2. 常见岩浆岩的鉴定方法

首先应判定是不是岩浆岩，不要把沉积岩、变质岩误认为岩浆岩。

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) 首先看岩石中是否有石英，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) 其次看有无斜长石和正长石、辉石和角闪石及其含量。

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主要矿物之一，因此，应仔细辨认，多多实践。正长石多为肉红色(也有灰白色的)，短柱状，而斜长石一般为灰白色长条状或板状；正长石的解理面在阳光下能见到一半明、一半暗的宽带双晶(卡氏双晶)，而斜长石则为密集的明暗相间的聚片双晶，如图1-4所示。这种双晶现象反映同种晶体连生在一起的规律，用以认识区别正长石和斜长石很有效。

角闪石和辉石颜色相似(深绿~黑色)，较难区别。但角闪石色稍亮，长柱状，晶体横截面为六边形，两组解理夹角大致在 56° 左右；辉石色稍暗，短柱状，晶体横截面为八边形，两组解理夹角在 90° 左右。因为解理面比一般断面的反光要强，将手中标本转动，寻找两组反光较强的解理面的夹角是比较容易的。

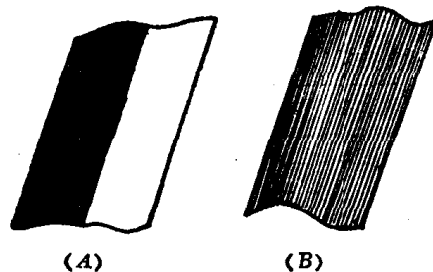


图 1-4 长石双晶对比
(A)宽带双晶(正长石)；(B)聚片双晶(斜长石)

现举例说明：如一岩浆岩岩体规模较大，块状构造，中粒结构，据此可判定它是深成(侵入)岩；岩石新鲜面呈肉红色，石英含量很多，且有正长石、斜长石和少量黑云母，根据表1-2可进一步判定为酸性深成岩，即花岗岩。

又如一岩浆岩，岩石呈斑状结构，色深，基质是隐晶质的，有气孔状构造，斑晶为斜长石和辉石，且含少量橄榄石，据表1-2即可判定它是基性喷出岩，即玄武岩。如需进一步定名则可根据次要矿物橄榄石定名为橄榄玄武岩。

3. 难以辨认的岩浆岩鉴定方法

(1) 难辨的浅成侵入岩的鉴定

1) 具有斑晶的浅成侵入岩：岩脉和其他小侵入体，当具有斑状结构，而基质结晶细小或为隐晶质，肉眼难以辨认其矿物成分时，岩石的鉴定和命名就主要根据斑晶的矿物成分，称作××斑岩(或玢岩)。如石英斑岩、闪长玢岩等。表1-3是岩脉及小侵入体(有斑晶)岩石鉴定表。

表 1-3

岩脉及小侵入体(有斑晶)岩石鉴定表

主要斑晶成分	斜长石、辉石	斜长石、角闪石	正长石	石英为主	石英、正长石
岩石名称	辉绿玢岩	闪长玢岩	正长斑岩	石英斑岩	花岗斑岩

2) 没有斑晶的浅成侵入岩: 岩石无斑晶, 具细粒结构时, 可以按其矿物成分, 用深成岩的名称, 冠以“细粒”两字, 如细粒花岗岩, 细粒辉长岩等。当这类岩石呈隐晶质, 矿物无法辨认时, 可暂按颜色粗略定名, 称为浅色岩脉或深色岩脉。

3) 伟晶岩脉: 具有颗粒特别粗的结晶结构(颗粒最大可达几厘米到几十厘米)叫伟晶结构。如主要由石英、正长石和云母组成, 可定为花岗伟晶岩。

4) 煌斑岩脉: 有一种暗色矿物比较集中的岩石, 呈斑状结构或细粒结构, 岩石成分多为辉石、角闪石、黑云母等暗色矿物组成, 是中基性岩类, 但难以定名, 一般可称之为煌斑岩。在野外看到的煌斑岩脉, 颜色较暗, 易风化, 风化后成烂糊状或砂糖状。

(2) 难辨的喷出岩的鉴定 喷出岩常具斑状结构, 石基部分肉眼难以辨认其矿物成分, 可按斑晶的成分, 结合构造特征按表1-2和1-4进行鉴定。

表 1-4

喷出岩(有斑晶)岩石鉴定表

主要斑晶成分	斜长石、辉石、橄榄石	斜长石、角闪石、黑云母	透长石	石英、透长石
构造特征	常见气孔构造	有时有气孔构造	有时有流纹构造	常见流纹构造
岩石名称	玄武岩	安山岩	粗面岩	流纹岩

注 透长石主要特点是无色透明、板状、解理完全、玻璃光泽。

现举例说明: 如一喷出岩, 肉红色, 具流纹构造和斑晶结构, 基质为玻璃质, 斑晶主要由石英、透长石组成, 按表1-2和1-4可定名为流纹岩。

当喷出岩中斑晶矿物成分难以辨认时, 可暂时按颜色和构造大致划分为基性、中性或酸性喷出岩。基性的一般色深, 常具气孔构造; 酸性的一般色浅, 常具流纹构造。

按照上述方法还难以辨认的岩浆岩, 在野外实在无法确切定名时, 应起码搞清其产状和颜色, 并暂区别出酸性、中性、基性岩或酸性、中性、基性岩脉等。

总之, 识别各类岩浆岩是为了更好地了解岩石的工程地质性质, 进而为多快好省地修建水利水电工程服务。因此, 定名时应尽量反映出影响岩石工程地质性质的产状、矿物成分及结构、构造。当然本书主要考虑到中小型水利水电工程的精度需要, 只着重介绍了常见的主要岩石类型的肉眼鉴定方法。实际工作中还会遇到某些特殊的以及肉眼无法鉴别的岩石, 当需要借助其他鉴定手段时, 还可参考有关书籍。

第三节 沉积岩

沉积岩一般是指由地壳上原有的岩石遭受风化、剥蚀作用破坏所形成的各种松散物质和溶解于水的化学物质, 经过搬运、沉积和成岩作用而形成的层状岩石。此外, 还有一些