

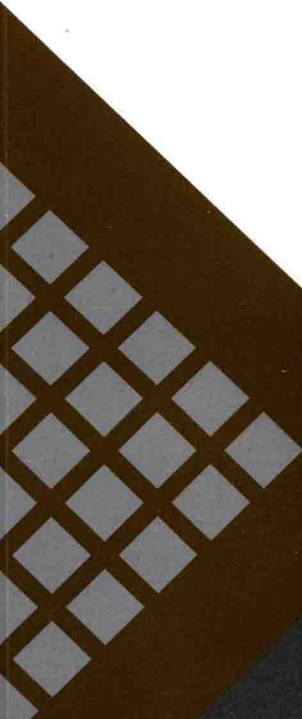


高职高专水利工程类专业“十二五”规划系列教材

工程地质与土力学

主编 ◎ 谢永亮 龙立华 张 信

主审 ◎ 何向红



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

高职高专水利工程类专业“十二五”规划系列教材

工程地质与土力学

主 编 谢永亮 龙立华 张 信
副主编 李 培 邢 芳 路立新
主 审 何向红

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书为高职高专水利工程类专业“十二五”规划系列教材之一,其内容的深度和难度根据高等职业技术教育的教学特点和专业需要进行设计和编写。

本书共分为9个项目,项目1和项目2讲述水利工程地质评价及地质问题的处理。项目3至项目8讲述土的基本指标检测与运用、土方工程压实检测与运用、土体渗透变形及其防治、地基变形计算、地基强度计算、挡土墙的稳定验算。项目9介绍工程地质勘察报告的阅读。

本书可作为高职高专水利水电工程、工业与民用建筑、道路桥梁、工程监理、工程造价等专业的教材,也可供相关专业工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质与土力学/谢永亮 龙立华 张 信 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.8
ISBN 978-7-5609-9031-6

I. 工… II. ①谢… ②龙… ③张 III. ①工程地质-高等教育-教材 ②土力学-高等教育-教材 IV. ①P642 ②TU43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 113671 号

工程地质与土力学

谢永亮 龙立华 张 信 主编

策划编辑:谢燕群 熊 慧

责任编辑:熊 慧

封面设计:李 嫒

责任校对:封力煊

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉宏隆印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17.25

字 数:450千字

版 次:2013年8月第1版第1次印刷

定 价:35.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

高职高专水利工程类专业“十二五”规划系列教材

编审委员会

主 任 汤能见

副主任(以姓氏笔画为序)

汪文萍 陈向阳 邹 林 徐水平 黎国胜

委 员(以姓氏笔画为序)

马竹青 陆发荣 吴 杉 张桂蓉 宋萌勃

孟秀英 易建芝 胡秉香 姚 珏 胡敏辉

高玉清 桂健萍 颜静平

前 言

《工程地质与土力学》属于高职高专水利工程类专业“十二五”规划系列教材。本书在编写中以高职教育教学大纲和有关教育部文件为准绳,考虑了水利类各专业今后的就业岗位(群)和该岗位(群)要求的职业能力,采用最新的各类规范、技术标准、规程编写,体现了高职高专专业特色。

本书由具有丰富教学经验和实践经验的人员编写,教材的内容组织采用“逆向推导”的思维方法,按照任务驱动模式,模拟工作情境,从任务中的技能需求向理论方向寻求界定相关知识的外延和内涵,最后通过技能应用将知识串连,突出岗位操作能力,考虑到与教学实践活动的结合,并重视职业活动的真实性。本书在编写过程中,将工程案例、基本知识、试验技能有机地融为一体,充分体现本学科的实用性和技能应用性。每一个项目内容自成体系,掌握该项目相关的理论、技能可以独立完成一项工程任务,同时,各项目又是紧密联系的整体,共同形成完整的工程地质与土力学知识框架,使知识内容系统化。

本书编写人员有长江工程职业技术学院的谢永亮、张信、李培、路立新,湖北水利水电职业技术学院的龙立华,河南水利与环境职业学院的邢芳。具体的分工为:长江工程职业技术学院的谢永亮编写项目2和项目3,湖北水利水电职业技术学院的龙立华编写项目5和项目7,长江工程职业技术学院的张信编写项目6,长江工程职业技术学院的李培编写项目8,河南水利与环境职业学院的邢芳编写项目1和项目4,长江工程职业技术学院的路立新编写项目9。本书由谢永亮、张信、龙立华任主编,李培、邢芳、路立新任副主编,长江工程职业技术学院的何向红任主审。

由于编者的水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2013年8月

目 录

项目 1 水利工程地质评价	(1)
任务 1 岩石性质评价	(1)
模块 1 地球概述	(1)
模块 2 造岩矿物	(2)
模块 3 岩浆岩	(4)
模块 4 沉积岩	(8)
模块 5 变质岩	(14)
任务 2 地质构造评价	(19)
模块 1 地质年代	(20)
模块 2 岩层产状	(23)
模块 3 褶皱构造	(24)
模块 4 断裂构造	(27)
模块 5 地震	(32)
任务 3 水文地质条件评价	(35)
模块 1 河流的地质作用与河谷地貌	(36)
模块 2 地下水的特征	(42)
模块 3 环境水对混凝土的腐蚀性	(49)
思考题	(50)
项目 2 水利工程地质问题处理	(52)
任务 1 常见水利工程地质问题分析	(52)
模块 1 坝的工程地质问题	(52)
模块 2 库区的工程地质问题	(56)
模块 3 引水建筑物的工程地质问题	(58)
任务 2 常见软弱地基的处理方法	(63)
模块 1 认知软弱土	(63)
模块 2 碾压法与夯实法	(65)
模块 3 换土垫层法	(66)
模块 4 排水固结法	(67)
模块 5 挤密法和振冲法	(69)
模块 6 高压喷射注浆法和深层搅拌法	(70)
思考题	(73)
项目 3 土的基本指标检测与运用	(74)
任务 1 土的基本指标	(74)
模块 1 土的组成与结构	(74)

模块 2 土的物理性质指标	(81)
模块 3 土的物理性质指标间的换算	(85)
任务 2 土的物理状态的判定	(99)
模块 1 无黏性土的密实状态	(99)
模块 2 黏性土的稠度	(101)
任务 3 土的工程分类的判定	(105)
思考题	(109)
项目 4 土方工程压实检测与运用	(111)
任务 1 土方工程压实参数设计	(111)
模块 1 击实试验和击实曲线	(112)
模块 2 土的压实度	(112)
模块 3 影响土击实效果的因素	(114)
任务 2 土方工程压实质量的检测	(120)
模块 1 坝体压实施工质量控制	(121)
模块 2 压实质量检测	(121)
思考题	(126)
项目 5 土体渗透变形及其防治	(127)
任务 1 土体渗透系数的测定	(127)
模块 1 达西定律	(127)
模块 2 渗透系数的确定方法	(129)
模块 3 影响渗透系数的因素	(133)
任务 2 判定土体的渗透变形及制定防治措施	(137)
模块 1 渗透力和渗透变形	(137)
模块 2 渗透变形的类型	(138)
模块 3 渗透破坏的防治措施	(140)
思考题	(143)
项目 6 地基变形计算	(145)
任务 1 土体的应力计算	(145)
模块 1 土中自重应力	(145)
模块 2 基底压力	(147)
模块 3 地基附加应力	(150)
任务 2 确定土的压缩性指标	(163)
模块 1 基本概念	(164)
模块 2 土的压缩试验与压缩定律	(164)
任务 3 地基变形计算	(170)
模块 1 单向分层总和法计算地基最终沉降量	(171)
模块 2 《建筑地基基础设计规范》推荐的沉降算法	(173)
模块 3 考虑应力历史的地基沉降量计算	(176)
模块 4 用变形模量计算地基沉降	(177)

模块 5 按黏性土的沉降机理计算沉降	(179)
思考题	(187)
项目 7 地基强度计算	(188)
任务 1 确定土的抗剪强度指标	(189)
模块 1 土的抗剪强度定律——库仑定律	(189)
模块 2 土的抗剪强度指标	(190)
模块 3 土的抗剪强度指标的确定	(190)
模块 4 剪切试验方法的分析与选用	(194)
任务 2 判断土体的极限平衡状态	(197)
模块 1 土中某点的应力状态	(198)
模块 2 土的极限平衡条件	(198)
任务 3 地基土抗剪强度特征	(201)
模块 1 砂类土抗剪强度机理	(201)
模块 2 黏性土的抗剪强度特征	(203)
任务 4 确定地基承载力	(209)
模块 1 地基的破坏类型与变形阶段	(210)
模块 2 地基的临塑荷载与临界荷载	(211)
模块 3 地基的极限荷载	(213)
模块 4 根据《建筑地基基础设计规范》确定地基承载力特征值	(217)
思考题	(222)
项目 8 挡土墙的稳定性验算	(224)
任务 1 朗肯土压力计算	(224)
模块 1 土压力的种类与影响因素	(224)
模块 2 静止土压力的计算	(226)
模块 3 朗肯土压力理论	(226)
任务 2 库仑土压力计算	(230)
模块 1 库仑土压力理论	(230)
模块 2 土压力计算中几个应用问题	(234)
任务 3 挡土墙的地基稳定验算	(235)
模块 1 挡土墙上几种常见荷载分布分析	(235)
模块 2 挡土墙稳定性分析	(237)
模块 3 挡土墙验算	(237)
思考题	(248)
项目 9 工程地质勘察报告	(250)
任务 1 工程地质勘察的内容与方法	(250)
模块 1 勘察技术要求	(250)
模块 2 要求提交勘察资料的内容	(250)
任务 2 编写、阅读工程地质勘察报告	(259)
模块 1 工程地质勘察报告的编写	(259)

模块 2 工程地质勘察报告的阅读	(262)
思考题	(265)
参考文献	(266)

项目 1 水利工程地质评价

任务 1 岩石性质评价

❖任务导入❖

水利史上有个非常著名的事故。1926 年,美国加利福尼亚州的圣弗朗西斯水坝建成。2 年后,这座高约 70 m 的混凝土大坝被冲垮。事后查明,坝基一部分位于倾向河谷的片岩上,坝基的另一部分位于黏土充填的砾岩上,砾岩含有石膏脉。水库蓄水后,砾岩中的石膏遇水溶解,砾岩中的胶结物很快崩解,渗透水流将其淘蚀冲刷,引起大坝失事。

可见,岩石性质不同,对水利工程地质环境的影响也不同。要在地壳上建造水工建筑物,就要对组成地壳的各种矿物和岩石的性质非常熟悉。

【任务】

- (1) 认识常见的矿物和岩石的基本性质。
- (2) 评价常见的矿物和岩石。

❖知识准备❖

模块 1 地球概述

地球是宇宙中沿一定轨道运转的,由具有不同状态、不同物质的同心圈层组成的椭球体。按组成地球物质的形态,地球可划分为内圈层和外圈层等两部分。

1. 地球内圈层

地球的内圈层为三个部分,从外到内分别是地壳、地幔和地核,如图 1-1 所示。

(1) 地壳:地球内圈层最外部的一层薄壳,约占地球体积的 0.5%,平均厚度为 33 km,主要由固体岩石组成。

(2) 地幔:地壳与地幔的分界面称为莫霍面。地幔为自莫霍面以下至深度约 2900 km 的范围,约占地球体积的 83.3%,主要由含铁、锰较多的硅酸盐组成。

(3) 地核:地幔以下为地核,分为外地核、过渡层和内地核三层。地核的总质量约占整个地球质量的 31.5%,其体积占整个地球体积的 16.2%。

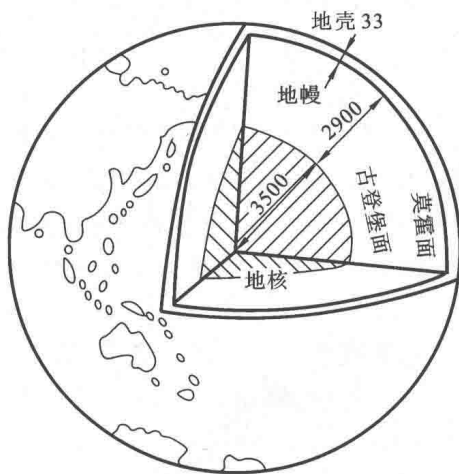


图 1-1 地球的内部构造(单位:km)

2. 地球外圈层

地球外圈层分为大气圈、水圈和生物圈等三部分。

(1) 大气圈:氮气约占空气总容积的 78%,氧气约占空气总容积的 21%。地球的大气圈按距离地球表面由近至远依次划分为对流层、平流层、中间层、热层和散逸层。

(2) 水圈:地球的水是由地球诞生初期弥漫在大气层中的水蒸气慢慢凝结形成的,总水量约 $1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$ 。水圈主要由海洋构成,海洋的面积约占地球表面积的 71%,海洋水约占地球总水量的 97.3%。

(3) 生物圈:地球上动物、植物和微生物所存在和活动的范围称为生物圈。

模块 2 造岩矿物

矿物是在各种地质作用中所形成的具有相对固定化学成分和物理性质的均质物体,是组成岩石的基本单位。绝大多数矿物呈固态,只有极少数呈液态(如自然汞)和气态(如火山喷气中的 CO_2 、 SO_2 等)。已发现的矿物有 3000 多种,但组成岩石的主要矿物仅有 20~30 种。这些组成岩石主要成分的矿物称为造岩矿物,如石英、方解石及正长石等。

1. 矿物的形态

矿物的形态是指矿物的外形特征,一般包括矿物单体及同种矿物集合体的形态。矿物形态受其内部构造、化学成分和生成时的环境制约。

1) 单体形态

大多数造岩矿物是结晶质,少数为非晶质。结晶质矿物内部质点(原子、分子或离子)在三维空间有规律地重复排列,形成空间格子构造,如食盐为立方晶体格架。

非晶质矿物,其性能极其复杂,截至目前,人们对其的研究还很粗浅。非晶质矿物的内部质点排列无规律性,故没有规则的外形。常见的非晶质矿物有玻璃矿物和胶体矿物两种。

常见的矿物单体形态有如下几种。

- (1) 片状、鳞片状,如云母、绿泥石等。
- (2) 板状,如长石、板状石膏等。
- (3) 柱状,如角闪石(长柱状)、辉石(短柱状)等。
- (4) 立方体状,如岩盐、方铅矿、黄铁矿等。
- (5) 菱面体状,如方解石、白云石等。

2) 矿物集合体形态

同种矿物多个单体聚集在一起的整体就是矿物的集合体。矿物集合体的形态取决于单体的形态和它们的集合方式。集合体按矿物结晶粒度大小进行分类,肉眼可分辨其颗粒的称为显晶质矿物集合体,肉眼不能辨认的则称为隐晶质矿物集合体或非晶质矿物集合体。

常见的矿物集合体形态有如下几种。

- (1) 粒状,如橄榄石等。
- (2) 纤维状,如石棉、纤维石膏等。
- (3) 肾状、鲕状,如赤铁矿等。
- (4) 钟乳状,如褐铁矿等。
- (5) 土状,如高岭石等。
- (6) 块状,如石英等。

2. 矿物的物理性质

由于成分和结构不同,因此每种矿物都有其特有的物理性质。矿物的物理性质是鉴别矿物的主要依据。

1) 颜色

颜色是矿物对不同波长可见光吸收程度不同的反映。它是矿物最明显、最直观的物理性质,可分为自色和他色等。自色是矿物本身固有的成分、结构所决定的颜色,具有鉴定意义,例如,黄铁矿的颜色是浅黄铜色。他色则是由某些透明矿物混有不同杂质或其他原因引起的。

2) 条痕

条痕是矿物粉末的颜色,一般是指矿物在白色无釉瓷板(条痕板)上划擦时所留下的粉末的颜色。某些矿物的条痕与矿物的颜色是不同的,如黄铁矿的颜色为浅黄铜色,而其条痕为绿黑色。条痕比矿物的颜色更为固定,但只适用于一些深色矿物,对浅色矿物无鉴定意义。

3) 透明度

透明度是指矿物允许光线透过的程度,肉眼鉴定矿物时,一般可分成透明、半透明、不透明三级。这种划分无严格界限,鉴定时以矿物的边缘较薄处为准。透明度常受矿物厚薄、颜色、包裹体、气泡、裂隙、解理及单体和集合体形态的影响。

4) 光泽

光泽是矿物表面反射光线时表现的特点,根据矿物表面反光能力的强弱,用类比方法常分为四个等级:金属光泽、半金属光泽、金刚光泽及玻璃光泽。另外,矿物由于其表面不平或集合体形态不同等,可形成某种独特的光泽,如丝绢光泽、脂肪光泽、蜡状光泽、珍珠光泽、土状光泽等。矿物遭受风化后,光泽强度就会有不同程度的降低,如玻璃光泽变为脂肪光泽等。

5) 解理和断口

矿物在外力作用(敲打或挤压)下,沿着一定方向破裂并产生光滑平面的性质称为解理。这些平面称为解理面。根据解理产生的难易和肉眼所能观察的程度,矿物的解理可分成五个等级:最完全解理、完全解理、中等解理、不完全解理、最不完全解理。不同种类的矿物,其解理发育程度不同。有些矿物无解理,有些矿物有一向或数向程度不同的解理。如云母有一向解理,长石有二向解理,方解石则有三向解理。

矿物受外力作用,无固定方向破裂并呈各种凹凸不平的断面称为断口。断口有时可呈一种特有的形状,如贝壳状、锯齿状、参差状等。

6) 硬度

硬度是指矿物抵抗外力的刻划、压入或研磨等机械作用的能力。在鉴定矿物时常用一些矿物互相刻划比较来测定其相对硬度,一般用 10 种矿物分为 10 个相对等级作为标准,称为摩氏硬度计,如表 1-1 所示。实际工作中还可以用常见的物品来大致测定矿物的相对硬度,如指甲硬度为 2~2.5,玻璃硬度为 5.5~6,小钢刀硬度为 5~5.5。

表 1-1 摩氏硬度计

硬度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石

7) 其他性质

相对密度、磁性、电性、发光性、弹性和挠性、脆性和延展性等性质对于鉴定某些矿物有

时也是十分重要的。观察与稀盐酸反应的程度,是鉴定方解石、白云石等矿物的有效手段之一。

3. 造岩矿物简易鉴定方法

正确地识别和鉴定矿物,对岩石命名、鉴定和研究岩石的性质来说,是一项不可或缺且非常重要的工作。准确的鉴定方法需借助各种仪器或化学分析,最常用的为偏光显微镜、电子显微镜等。但对于一般常见矿物,用简易鉴定方法(或称肉眼鉴定方法)即可进行初步鉴定。所谓简易鉴定方法,即借助一些简单的工具,如小刀、放大镜、条痕板等,对矿物进行直接观察、测试的方法。为了便于鉴定,表 1-2 列出了常见造岩矿物的鉴定特征。

表 1-2 常见造岩矿物的主要特征

编号	矿物名称	形状	颜色	光泽	硬度	解理	相对密度	其他特征
1	石英	块状、 六方柱状	无色、 乳白色	玻璃、油脂	7	无	2.6~2.7	晶面有平行条纹,贝壳状断口
2	正长石	柱状、 板状	玫瑰色、 肉红色	玻璃	6	完全	2.3~2.6	两组晶面正交
3	斜长石	柱状、板状	灰白色	玻璃	6	完全	2.6~2.8	两组晶面斜交,晶面上有条纹
4	辉石	短柱状	深褐色、 黑色	玻璃	5~6	完全	2.9~3.6	—
5	角闪石	针状、 长柱状	深绿色、 黑色	玻璃	5.5~6	完全	2.8~3.6	—
6	方解石	菱形 六面体	乳白色	玻璃	3	三组 完全	2.6~2.8	滴稀盐酸起泡
7	云母	薄片状	银白色、 黑色	珍珠、玻璃	2~3	极完全	2.7~3.2	透明至半透明,薄片具有弹性
8	绿泥石	鳞片状	草绿色	珍珠、玻璃	2~2.5	完全	2.6~2.9	半透明,鳞片无弹性
9	高岭石	鳞片状	白色、 淡黄色	暗淡	1	无	2.5~2.6	土状断口,吸水膨胀滑黏
10	石膏	纤维状、 板状	白色	玻璃、丝绸	2	完全	2.2~2.4	易溶解于水,产生大量 SO_4^{2-}

注:① 硬度是指其抵抗外力刻划的能力,硬度等级越高,硬度越大;
② 解理是指矿物受外力作用后沿一定方向裂开成光滑平面的性质,无解理即称为断口。

模块 3 岩浆岩

1. 岩浆岩的成因与产状

岩浆岩又称火成岩,是由岩浆凝固后形成的岩石。岩浆是上地幔或地壳深处部分熔融的产物,绝大多数岩浆成分以硅酸盐为主,含有挥发组分,也可以含有少量固体物质。

岩浆岩主要是岩浆通过地壳运动,沿地壳薄弱地带上升、冷却、凝结而形成的。其中侵入

周围岩层(简称围岩)中形成的岩浆岩称为侵入岩。根据形成深度,侵入岩又可分为深成岩(形成深度约大于5 km)和浅成岩(形成深度约小于5 km)等两类。而岩浆喷出地表形成的岩浆岩则称为喷出岩,包括火山碎屑岩和熔岩。其中,后者是岩浆沿火山通道喷溢地表冷凝固结而形成的。

岩浆岩的产状是指岩浆岩体的形态、规模、与围岩的接触关系、形成时所处的地质构造环境及距离当时地表的深度等方面的特征。所谓岩体是指在天然产出条件下,含有诸如裂隙、节理、层理、断层等的原位岩石。岩浆岩的产状(见图1-2)可分为侵入岩体产状和喷出岩体产状等两大类。

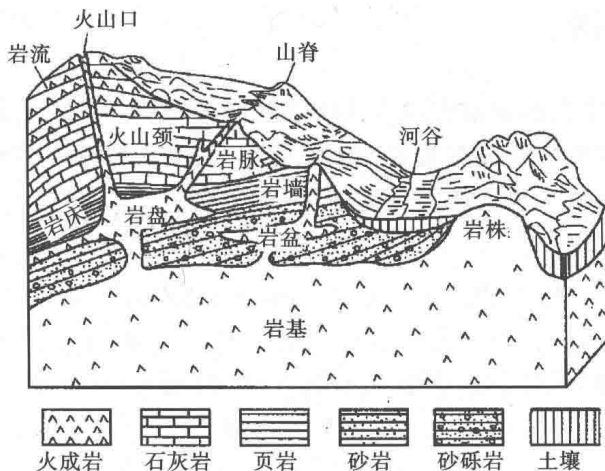


图1-2 岩浆岩的产状

1) 侵入岩体产状

(1) 岩基。

岩基是规模庞大的岩浆岩体,其分布面积一般大于100 km²,与围岩接触面不规则。构成岩基的岩石多是花岗岩或花岗闪长岩等,岩性均匀稳定,是良好的建筑地基,如三峡坝址区就选定在面积大于200 km²的花岗闪长岩岩基的南部。

(2) 岩株。

岩株是形体较岩基小的岩浆岩体,面积小于100 km²,平面上呈圆形或不规则状。岩株边缘常有一些不规则的树枝状岩体冲入围岩中,岩株有时是岩基的一部分,主要由中、酸性岩组成,是岩性均一的良好地基。

(3) 岩盘。

岩盘又称岩盖,是一种中心厚度较大、底部较平、顶部呈穹隆状的层间侵入体,由中、酸性岩构成。岩体边缘与围岩岩层是平行的,分布范围可达数平方公里。

(4) 岩床。

岩浆沿原有岩层层面侵入、延伸且分布厚度稳定的层状侵入体称为岩床。岩床主要由基性岩构成。常见的厚度为几十厘米至几米,延伸长度为几百米至几千米。

(5) 岩脉和岩墙。

岩脉是沿岩体裂隙侵入形成的狭长形岩浆岩体,与围岩层理等斜交。岩墙是沿岩层裂隙或断层侵入形成的近于直立的板状岩浆岩体。岩墙与围岩之间通常没有成因上的联系。而近似岩墙的岩脉与围岩之间有成因上的密切关系。

2) 喷出岩体产状

喷出岩的产状与火山喷发方式和喷出物的性质有关,主要有以下两种类型。

(1) 中心式喷发。

中心式喷发是指岩浆沿着一定的圆管状管道喷出地表的喷发形式。它是近代火山活动最常见的喷发形式之一。随着中、酸性熔浆喷发,常有强烈的爆炸现象。而基性熔浆喷发则属宁静式喷发。常见形状是火山喷发物——熔岩和火山碎屑物围绕火山通道堆积形成的锥状体,称为火山锥。火山锥全部由火山碎屑物质组成的称为火山碎屑锥,全部由熔岩组成的称为熔岩锥,有火山碎屑也有熔岩的称为混合锥或层状火山锥。黏度较小的基性熔浆常自火山口沿某一方向流出,形成熔岩流。

(2) 裂隙式喷发。

岩浆沿一定方向的断裂运动溢出地表称为裂隙式喷发,若喷发的是黏度小的基性熔浆,则常常沿地面流动,形成面积较大的熔岩被,如云、贵、川交界处面积广泛的峨嵋玄武岩。若喷发的是黏度较大的熔浆,则可形成火山锥或熔渣堤、熔岩脊。

2. 岩浆岩的矿物成分

岩浆岩主要由 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 等氧化物和 H_2O 组成。其中 SiO_2 是最多且最重要的,它是反映岩浆性质和直接影响岩浆岩矿物成分变化的主要因素。常依 SiO_2 的质量分数,将岩浆岩划分为超基性岩(SiO_2 的质量分数小于 45%)、基性岩(SiO_2 的质量分数为 45%~52%)、中性岩(SiO_2 的质量分数为 52%~65%)和酸性岩(SiO_2 的质量分数大于 65%)。

3. 岩浆岩的结构

岩浆岩的结构是指岩石中矿物的结晶程度、晶粒大小、晶粒形状及它们的相互组合关系。岩浆岩的结构特征是岩浆成分和岩浆冷凝时的物理环境的综合反映。它是区分和鉴定岩浆岩的重要标志之一,同时也直接影响岩石的力学性质。岩浆岩的结构分类如下。

1) 按岩石中矿物结晶程度划分

(1) 全晶质结构。岩石全部由结晶矿物所组成,如图 1-3 中的 1 所示,多见于深成岩中,如花岗岩。



(2) 半晶质结构。由结晶质矿物和非晶的玻璃质所组成,如图 1-3 中的 2 所示,多见于喷出岩中,如流纹岩。

(3) 玻璃质(非晶质)结构。岩石几乎全部由玻璃质所组成,如图 1-3 中的 3 所示,多见于喷出岩中,如黑曜岩、浮岩等,是岩浆迅速上升至地表时温度骤然下降,来不及结晶所致。

2) 按岩石中矿物颗粒的绝对大小划分

(1) 显晶质结构。凭肉眼观察或借助放大镜就能分辨出岩石中的矿物晶体颗粒的称为显晶质结构。显

晶质结构按矿物颗粒的直径大小又可分为:粗粒结构,晶粒直径大于 5.0 mm;中粒结构,晶粒直径为 1.0~5.0 mm;细粒结构,晶粒直径为 0.1~1.0 mm。

图 1-3 按结晶程度划分的三种结构

1—全晶质结构;2—半晶质结构;3—玻璃质结构

(2) 隐晶质结构。晶粒直径小于 0.1 mm, 肉眼和放大镜均不能分辨, 在显微镜下才能看出矿物晶粒特征, 岩石呈致密状的称为隐晶质结构。这是浅成侵入岩和熔岩常有的一种结构。

3) 按岩石中矿物颗粒的相对大小划分

(1) 等粒结构。等粒结构是岩石中同种主要矿物的颗粒粗细大致相等的结构。

(2) 不等粒结构。不等粒结构是岩石中同种主要矿物的颗粒大小不等, 且粒度大小呈连续变化系列的结构。

(3) 斑状结构及似斑状结构。岩石由两组直径相差甚大的矿物颗粒组成, 其大晶粒散布在细小晶粒中, 大的称为斑晶, 细小的和不结晶的玻璃质称为基质。基质为隐晶质及玻璃质的, 称为斑状结构; 基质为显晶质的, 则称为似斑状结构。斑状结构为浅成岩及部分喷出岩所特有的结构。其形成原因是, 斑晶先形成于地壳深处, 而基质是后来含斑晶的岩浆上升至地壳较浅处或喷溢地表后才形成的, 似斑状结构主要分布于某些深成侵入岩中。

4. 岩浆岩的构造

岩浆岩的构造是指岩石中的矿物集合体的形状、大小、排列和空间分布等所反映出来的岩石构成的特征。常见的岩浆岩构造有如下几种。

1) 块状构造

其特点是岩石在成分和结构上是均匀的, 无定向排列, 是岩浆岩中最常见的一种构造。

2) 流纹构造

流纹构造是由不同颜色的矿物、玻璃质和拉长的气孔等沿熔岩流动方向作定向排列所形成的一种流动构造。它是酸性熔岩中最常见的一种构造。

3) 气孔构造

岩浆喷出地表后, 压力骤降导致挥发组分的大量出溶, 出溶的气体上升、汇集、膨胀, 可在熔岩中, 尤其是熔岩流的上部形成大量的圆形、椭圆形或管状孔洞, 称为气孔构造。

4) 杏仁状构造

熔岩流中的气孔被石英、方解石、绿泥石等次生矿物充填, 形似杏仁, 称为杏仁状构造。如北京三家店一带的辉绿岩就具有典型的杏仁状构造。

5. 岩浆岩的分类及简易鉴定方法

1) 岩浆岩的分类

岩浆岩的分类依据主要为岩石的化学成分、矿物组成、结构、构造、形成条件和产状等。首先, 根据岩浆岩的化学成分(主要是 SiO_2 的含量)及由化学成分所决定的岩石中矿物的种类与含量关系, 将岩浆岩分成酸性岩、中性岩、基性岩及超基性岩。其次, 根据岩浆岩的形成条件将岩浆岩分为喷出岩、浅成岩和深成岩。在此基础上, 再进一步考虑岩浆岩的结构、构造、产状等因素。据此划分的岩浆岩的主要类型如表 1-3 所示。

2) 岩浆岩的简易鉴定方法

在野外进行鉴定时, 首先观察岩体的产状等, 判定是不是岩浆岩及属何种产状类型。然后观察岩石的颜色以初步判断岩石的类型。含深色矿物多、颜色较深的, 一般为基性或超基性岩; 含深色矿物少、颜色较浅的, 一般为酸性或中性岩。相同成分的岩石, 隐晶质的较显晶质的颜色要深一些。应注意岩石总体的颜色, 并应在岩石的新鲜面上观察。接着观察岩石中矿物的成分、组合及特征, 并估计每种矿物的含量, 即可初步确定岩石属何大类。进一步观察岩石

的结构、构造特征,区别是喷出岩还是浅成岩或深成岩。最后综合分析,根据表 1-3 确定岩石的名称。

表 1-3 岩浆岩分类表

岩石类型				酸性		中 性		基 性	超基性
化学成分特点				富含 Si、Al				富含 Fe、Mg	
SiO ₂ 的含量/(%)				>65		65~52		52~45	<45
颜色				浅色(灰白、浅红、褐等)→深色(深灰、黑、暗绿等)					
矿物成分 成因构造				主要的	正长石 石英	正长石	斜长石 角闪石	斜长石 辉石	橄榄石 辉石
				次要的	黑云母 角闪石	角闪石 黑云母	黑云母 辉石	角闪石 橄榄石	角闪石
喷出岩		流纹状 气孔状 杏仁状 块状	玻璃质 隐晶质 火山碎屑 斑状	黑曜岩、浮岩、火山凝灰岩、火山角砾岩、火山集块岩					
				流纹岩		粗面岩	安山岩	玄武岩	苦橄岩
侵入岩	浅成岩	块状	隐晶质 似斑状 细粒	伟晶岩、细晶岩、煌斑岩等各种脉岩类					
				花岗斑岩		正长斑岩	闪长玢岩	辉绿岩	苦橄玢岩
	深成岩	块状	全晶质 等粒状	花岗岩		正长岩	闪长岩	辉长岩	橄榄岩 辉石岩

采取上述直接观察鉴定岩石的方法,可简便快速地大致鉴定出大多数岩石的类别和名称,但有些岩石,特别是结晶颗粒细小的岩石,用这种方法是难以鉴别的。这时,若要准确地定出岩石的名称,则必须借助一些精密仪器,最常用的是偏光显微镜。

模块 4 沉积岩

1. 沉积岩的形成

沉积岩的形成是一个长期而复杂的地质作用过程,一般可分为 4 个阶段。

1) 先成岩石的破坏阶段

地表或接近地表的岩石受温度变化、水、大气和生物等因素作用,在原地发生机械崩解或化学分解,形成松散碎屑物质、新的矿物或溶解物质,称为风化作用。风化产物是沉积岩的重要物质来源之一。风、流水、地下水、冰川、湖泊、海洋等各种外力在运动状态下对地面岩石及风化产物的破坏作用称为剥蚀作用。剥蚀作用可分为机械剥蚀作用和化学剥蚀作用(溶蚀作用)等两种。

2) 搬运阶段

搬运是指,风化作用和剥蚀作用的产物被水流、风、冰川、重力及生物等运到其他地方的过程。搬运方式包括机械搬运和化学搬运两种。流水的搬运使得碎屑物质颗粒逐渐变细,并从棱角状变成浑圆形。化学搬运是将胶体和溶解物质带到湖、海中去的过程。