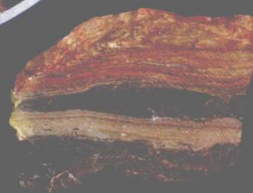


简明岩石学

李昌年 编著

JIANMING
YANSHIXUE



简明岩石学

JIANMING YANSHIXUE

李昌年 编著



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

内 容 简 介

这是一本真正意义的不用显微镜岩石学教科书。该教材是为从未学过《结晶学及矿物学》、《晶体光学》和《光性矿物学》等课程的非地质学专业类本科学生学习岩石学而编写的,旨在指导学生使用最常规和简便的三小件(小刀、放大镜和榔头)进行岩石标本和露头的观察、描述和鉴定。

全书除绪言外共分5章。内容包括:在简述造岩矿物预备知识的基础上着重介绍火成岩、沉积岩和变质岩的基本知识、分类命名、观察描述思路和肉眼鉴定方法;书中初涉一些岩石学基本理论,但可在宏观观察中逐渐认知而不必通过显微镜研究验证;书中最后一章的野外岩石学工作方法可以说是笔者多年从事岩石学教学和科学研究的积累和经验体会的总结,这有助于把自然界孤立的岩石手标本置于地质体系统的时空坐标内进行思考。

本教科书体系结构合理、概念知识新颖、涉及内容丰富、观察思路严谨、鉴定方法适用,不仅能作为地质工程、资源勘察工程、岩土、地球物理和勘查技术工程等专业本科生的岩石学教材,而且可供地质生产单位和科研机构技术和研究人员及研究生在从事野外地质工作时参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明岩石学/李昌年编著. —武汉:中国地质大学出版社,2010.09

ISBN 978-7-5625-2509-7

I. 简…

II. 李…

III. 岩石学

IV. P58

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 079724 号

简明岩石学

李昌年 编著

责任编辑:张晓红 王凤林

选题策划:郭金楠

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail: cbo @ cug. edu. cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:308 千字 印张:12

版次:2010 年 09 月第 1 版

印次:2010 年 09 月第 1 次印刷

印刷:武汉珞南印务有限公司

印数:1—5 000 册

ISBN 978-7-5625-2509-7

定价:25.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

目 录

绪 言	(1)
一、岩石和岩石学	(1)
(一)岩石	(1)
(二)岩石学	(2)
二、岩石的分布	(2)
(一)地球	(2)
(二)地外物质	(4)
三、岩石学的研究意义	(5)
(一)勘查矿物和能源资源	(5)
(二)寻找水资源	(6)
(三)工程地质工作基础	(7)
(四)研究地球的组成和演化	(7)
第一章 造岩矿物学基础	(9)
一、矿物和晶体	(9)
(一)矿物	(9)
(二)晶体	(9)
二、矿物的性质	(13)
(一)矿物的化学性质及其分类	(13)
(二)矿物的物理性质	(15)
三、造岩矿物	(18)
(一)硅酸盐矿物	(18)
(二)其他化合物的造岩矿物	(21)
(三)七种硅酸盐造岩矿物的鉴定	(22)
第二章 火成岩	(25)
一、概述	(25)
(一)岩浆	(25)
(二)火成岩	(28)
二、火成岩的基本特征和分类	(28)
(一)火成岩的物质成分	(28)
(二)火成岩的产状与结构构造	(34)
(三)分类	(43)
三、超镁铁-镁铁质岩类	(45)

(一)超镁铁质岩	(45)
(二)镁铁质岩	(48)
四、中性-长英质岩类	(49)
(一)一般特征	(49)
(二)岩石定名	(49)
(三)主要的岩石类型及其特征	(50)
五、喷出岩(熔岩)类	(53)
(一)一般特征	(53)
(二)岩石定名	(53)
(三)主要的岩石类型及其特征	(54)
六、脉岩类	(57)
(一)一般特征	(57)
(二)岩石定名	(57)
(三)主要的岩石类型及其特征	(57)
七、浆混岩类	(60)
(一)概述	(60)
(二)浆混岩的识别标志	(60)
八、火山碎屑岩类	(62)
(一)一般特征	(62)
(二)分类命名	(65)
九、火成岩多样性原因	(66)
(一)岩浆体产状	(66)
(二)原始岩浆成分	(66)
(三)岩浆演化	(67)
第三章 沉积岩	(71)
一、沉积岩的形成过程	(71)
(一)风化作用	(71)
(二)搬运和沉积作用	(73)
(三)成岩作用	(77)
二、沉积岩的基本特征和分类	(78)
(一)颜色	(78)
(二)物质成分	(78)
(三)构造	(80)
(四)分类	(87)
三、陆源碎屑岩	(87)
(一)一般特征	(87)
(二)砾岩类	(90)
(三)砂岩类	(93)
(四)粉砂岩类	(96)

(五)泥质岩类	(97)
四、内源沉积岩	(100)
(一)碳酸盐岩类	(100)
(二)硅质岩类	(109)
(三)其他内源沉积岩	(112)
第四章 变质岩	(115)
一、变质作用	(115)
(一)变质作用的方式	(115)
(二)变质作用的因素	(117)
(三)变质作用的类型	(120)
二、变质岩的基本特征和分类	(122)
(一)物质成分	(122)
(二)结构	(123)
(三)构造	(126)
(四)分类	(127)
三、动力变质岩	(128)
(一)概述	(128)
(二)分类和命名	(128)
(三)主要的岩石类型及其特征	(129)
(四)野外识别标志	(131)
四、区域变质岩	(131)
(一)概述	(131)
(二)分类和命名	(131)
(三)主要的岩石类型及其特征	(133)
五、接触热变质岩	(135)
(一)概述	(135)
(二)分类和命名	(136)
六、混合岩类	(137)
(一)概述	(137)
(二)物质组成和构造	(137)
(三)主要岩石类型及其特征	(138)
七、交代变质岩类	(140)
(一)概述	(140)
(二)主要的岩石类型及其特征	(140)
第五章 野外岩石学	(143)
一、岩石的观察和描述	(143)
(一)岩石观察和描述	(143)
(二)岩石命名	(144)
(三)岩石描述实例	(144)

二、火成岩	(146)
(一)侵入岩	(146)
(二)火山岩	(163)
三、沉积岩	(171)
(一)陆源碎屑岩的工作方法	(171)
(二)特殊流体搬运沉积形成的岩石层序	(173)
(三)层状岩石的构造特征及其地层层序新老的指示	(174)
四、变质岩	(175)
(一)动力变质岩的几个问题	(175)
(二)变质岩的原岩特征	(176)
(三)变质相分析	(177)
(四)变质层状岩石的野外研究	(180)
(五)变质侵入体的野外研究	(184)
主要参考文献	(186)

绪 言

一、岩石和岩石学

(一) 岩石

岩石是天然产出的矿物或矿物与其他物质(火山玻璃、生物骨骼、胶体和岩屑等)组成的固态集合体。如花岗岩,它由钾长石、石英和黑云母集合而成;玄武岩由橄榄石、斜长石和火山玻璃集合而成;礁灰岩则是由方解石矿物构成的生物骨骼堆积而成的。显然,岩石的基本组成单位是矿物,尤其是硅酸盐的造岩矿物,因此造岩矿物学是我们学习岩石学的基础。岩石构成地球的岩石圈圈层,除此以外,地外物质陨石、月球和火星等也都是由岩石组成的。

岩石根据成因分为三大类,即火成(岩浆)岩、沉积岩和变质岩。

1. 火成(岩浆)岩

一般来说,火成(岩浆)岩通指岩浆经凝固结形成的岩石,它经历了从熔融的液态岩浆因温度降低而发生向固态转化的全过程。在地球上,有些作为岩浆母体的固态岩石可能自始至终未经历过岩浆阶段,但它又常与岩浆伴生或与之有密切的联系,因而将这类岩石称之为岩浆岩是不恰当的,故此使用“火成岩”的术语较为准确。显然,火成岩不仅包括全部岩浆成因的岩石,还包括一部分非岩浆成因,且一直处于固体状态的岩石,如玄武岩中的二辉橄榄岩包体和变质岩区内的某些花岗岩。

2. 沉积岩

地球上先期形成的岩石在表生的低温、低压条件下,历经风化、剥蚀、搬运、沉积和固结成岩而形成的岩石称之为沉积岩。它包括盆内自生颗粒(未经风化和剥蚀过程的)经搬运、沉积和固结成岩所形成的岩石。

3. 变质岩

地球上已形成的岩石因构造运动和热事件影响使之所处的物理-化学条件发生改变,从而导致原来岩石的成分(化学和矿物)、结构和构造变化所形成的新岩石称之为变质岩。形成变质岩的变质作用除少数情况以外基本上是在固态条件下进行的。

三大类岩石中,火成(岩浆)岩和变质岩多为明显经历结晶过程的晶质矿物组成,故两者又称为结晶岩。

地球上的三大类岩石是可以互相转化的,究其原因形成上述三大类岩石的造岩作用具有密切的联系(图 0-1)。

沉积作用与变质作用之间是连续过渡的系列,两者之间并无截然的界线(温克勒,1976)。研究认为,沉积作用的成岩阶段的标志矿物片沸石在 175℃ 可以转变成浊沸石,许多变质岩

石学家认为,浊沸石仅是埋藏变质作用形成的典型矿物。为此,人们把 175℃ 这个温度作为沉积作用成岩阶段的结束温度和变质作用的埋藏变质作用的开始温度。

岩浆作用与变质作用之间是通过混合岩化作用有机地联系起来的。众所周知,混合岩化作用是区域变质作用的较高级阶段。在此阶段,深度变质的岩石会发生部分熔融,使原变质岩中的长石石英熔化形成长英质熔体,然后再贯入残余的变质岩之中。由此说明,持续增温的变质作用可以转化为岩浆(熔融)作用,故混合岩化作用把岩浆作用和变质作用联系起来了。

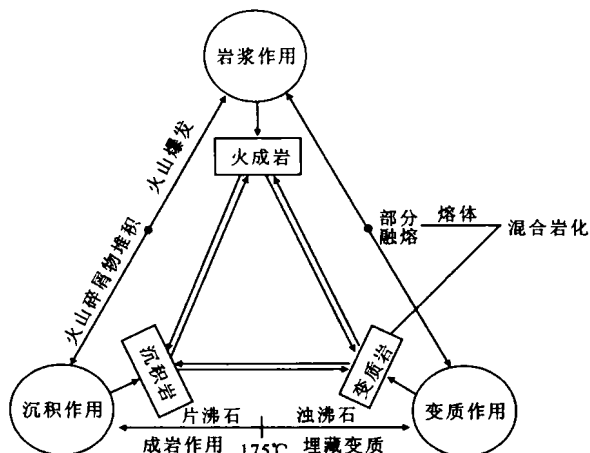


图 0-1 三大类岩石的相互转化和三种造岩作用的关系示意图

岩浆作用和沉积作用看似毫无关联,但火山爆发之后的成岩过程则把岩浆作用和沉积作用联系起来了。火山爆发是岩浆体积骤然膨胀所致,其产物多为固态火山碎屑,但它的物质来源却是岩浆,最为特征的是,这些固态火山碎屑物质堆积成岩的方式则具有沉积作用的特点。

(二)岩石学

岩石学是地质科学中的重要分支学科,也是野外地质工作的三大支柱学科之一。从研究范畴来看,岩石学分为岩相学和岩理学。从岩石的成因特点研究来划分,岩石学又分为火成(岩浆)岩岩石学、沉积岩岩石学和变质岩岩石学。岩石学中的岩相学主要研究岩石的成分、结构和构造特征,研究岩石的分类和命名,研究岩石的产状和相特点;岩理学主要涉及岩石成因和形成条件的研究。

岩石学的研究方法随研究手段精细程度的提高在不断地深化,如肉眼观察岩石、显微镜下的岩石薄片分析、矿物微区的成分分析、实验岩石学、岩石的同位素年代和示踪研究等。需要说明的是,无论岩石学的研究方法如何高精尖,岩石学的理论如何现代,岩石学最基础的工作还是岩石的肉眼观察和薄片分析。

岩石学学习的预备知识为化学、普通地质学和矿物学,与岩石学密切相关的学科有地球化学、矿床学、构造地质学、地层古生物学和与之相关的地质应用性科学。

二、岩石的分布

(一)地球

1. 地球圈层构造中的岩石

地球从外向内分为地壳、地幔和地核。三者间均是根据地震波传播速度突变构成的不连续界面(带)划分的,它们分别为莫霍面(带)和古登堡面(带)。其中地壳分为上、下地壳;地幔

分为上、下地幔(图 0-2)。

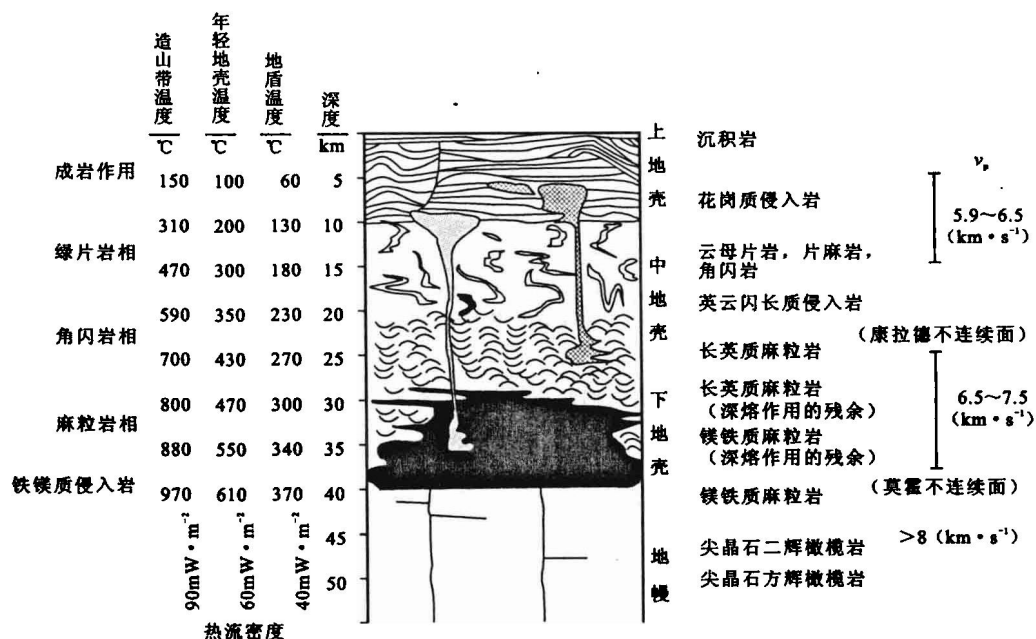


图 0-2 岩石圈的纵向结构和岩石分布

(据 Wedepohl, 1995)

板块学说认为,地球表面存在平均厚约 100km 的刚性岩石圈板块,其下为炽热塑性的软流圈,岩石圈板块犹如“浮冰漂浮”在软流圈之上,而该岩石圈的纵向范围包括地壳和上地幔的坚硬部分。需指出的是,大陆和大洋岩石圈的厚度是完全不同的。前者达 300km 左右;后者仅数千米,这是因为岩石圈上部的大陆地壳和大洋地壳的结构、厚度和岩石组成不同的缘故。大陆地壳厚,可分为上部的硅铝壳和下部的硅镁壳,硅铝壳又称为花岗岩壳,主要为由长石和石英等矿物组成的花岗质结晶岩和沉积岩,硅镁壳主要由暗色矿物和钙质斜长石构成的暗色结晶岩系;大洋地壳仅有硅镁壳而无硅铝壳,其岩石多为玄武岩和镁铁质结晶岩。岩石圈下部的上地幔坚硬部分则为超镁铁质岩系,其主要岩石为二辉橄榄岩-方辉橄榄岩-纯橄岩。

岩石圈之下的软流圈是一高温塑性圈层,厚约 200km。该圈层内不仅有固态的岩石,而且还有固态地幔经部分熔融形成的熔体。地球表面观察到的火山及其喷发物质有可能源于此圈层。所以说岩石圈全部由岩石组成,而岩石圈之下的软流圈是部分岩石圈岩石的母体。显然,它们都属于岩石学的研究范畴。

2. 板块构造与岩石

地球表面岩石的分布十分复杂且不均一,各类岩石呈不规则镶嵌状展布。值得重视的是,各种岩石的组合与所处的板块构造背景有着密切的联系(图 0-3,表 0-1)。

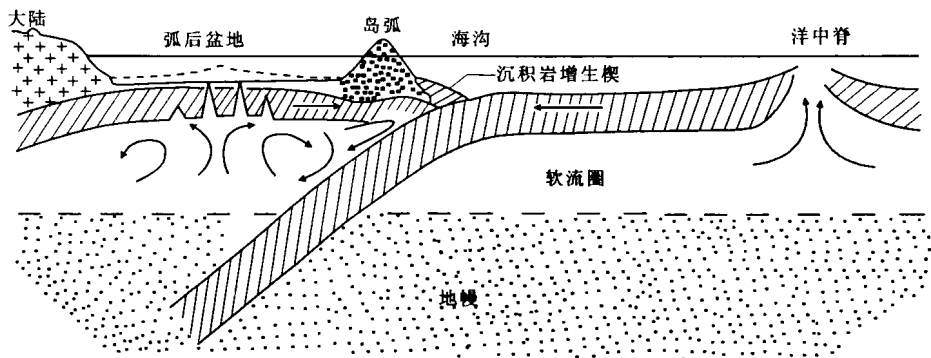


图 0-3 地球板块构造示意图

表 0-1 不同构造背景下的岩石分布和组合

应力状态	构造背景	火成岩	沉积岩	变质岩
扩张型 (拉张)	大洋中脊	(洋壳(蛇绿岩)) 玄武岩 基性岩墙(床) 层状超镁铁-镁铁质岩体 变形蛇纹石化橄榄岩	页岩 燧石岩 硅质岩(含放射虫) 石灰岩	浅变质岩(埋藏变质) 角闪岩 糜棱岩 碎裂岩
	大陆裂谷	溢流玄武岩 双峰式火山岩 层状超镁铁-镁铁质岩体 碱性岩 A型花岗岩	(河湖相) 砂岩、砾岩、页岩	基底,变质岩(深变质) 片麻岩、麻粒岩; 交代变质岩 蛇纹岩、云英岩
汇聚型 (挤压)	岛弧	玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩 玻镁安山岩 蛇绿岩(残片) 辉长岩-闪长岩-花岗岩 幔源斜长花岗岩	含长石砂砾岩 砾岩 滑塌角砾岩 混杂堆积岩 沉积混合岩 礁灰岩、浊积岩	(高 p/T 和低 p/T 的双变质带岩石) 蓝片岩 榴辉岩 红柱石片岩 角闪岩 麻粒岩相变质岩
	造山带	(大规模的)中-酸性火山岩 长英质火山碎屑岩 巨量花岗岩 过铝淡色花岗岩 碱性杂岩 碱性花岗岩 钾玄岩系岩石	含长石砂砾岩 页岩 沉积混合岩 (成分复杂 (分选和磨圆差))	(同上)
板内 (稳定)	洋岛	玄武岩 斜长花岗岩	硅质岩 沉积软泥	片麻岩 斜长角闪(片)岩 榴闪岩
	陆内	岩墙群 金伯利岩 钾镁煌斑岩 镁铁质岩体 碱性玄武岩 碱性岩	碎屑物 (未成岩)	灰色片麻岩(陆核)(TTG) 混合岩 麻粒岩 斜长角闪(片)岩(表壳岩系) 孔兹岩 大理岩

(二)地外物质

许多陨石和地外星球都是由岩石构成的(表 0-2)。

表 0-2 陨石、月球和火星的岩石组成

地外物质	类型		岩石所 占比例	岩石类型	矿物成分
陨石	石陨石	球粒陨石 普通球粒陨石	99%	岩石质球粒和球粒间的隐晶 质岩石	球粒:橄榄石和斜长石 球粒间:斜长石、橄榄石、辉石
		碳质球粒陨石			同上,另加碳和有机物
		无球粒陨石	99%	较粗粒岩石 (类似于地球上的火成岩)	同普通球粒陨石
		玻璃陨石	100%	全玻璃质岩石	斯石英、天然玻璃 焦石英
	石-铁陨石		50%	岩石部分同无球粒陨石	岩石部分同无球粒陨石
	铁陨石		<10%	同上	同上
月球	月壤		100%	冲击角砾和隐晶质颗粒 冲击熔融角砾	未固结
	月海		100%	玄武岩 显微辉长岩 克里普岩(KREEP)	橄榄石 辉石 斜长石
	月球高地		100%	玄武岩 斜长岩(辉石斜长岩) 苏长岩 橄长岩(尖晶石橄长岩) 纯橄岩 上述岩石的角砾岩	橄榄石 斜方辉石 单斜辉石 斜长石
火星			40%	安山玄武岩	斜长石 辉石

三、岩石学的研究意义

(一) 勘查矿物和能源资源

寻找矿产资源是岩石学学习的传统功能。许多资源并非独立大量出现,它们多存在(生长)于岩石之中,而且含量很少。因此常言的“找矿必须先找相关的岩石”并不为过。当然,这种岩石或为某资源型矿物母岩,或在成生上与其有着密切的联系,所以人们有必要根据岩石特征来追索找寻相应的资源型矿物。例如金刚石(宝石级的又称为钻石)仅在金伯利岩和钾镁煌斑岩中存在,后者是金刚石少有的母岩,所以人们在找寻金刚石时首先得找到金伯利岩和钾镁煌斑岩。又如近来人们在玄武岩中发现有石油,这应该是一个很大的突破。因为在传统认识上,玄武岩是火成(岩浆)岩,而石油仅产于沉积岩之中,两者可谓水火不相容,但事实是在玄武

岩层中竟然打出了石油。玄武岩层绝非生油层,但它可以储藏有石油。显然,玄武岩中的气孔和显微裂隙成为石油储存的重要空间,所以,在石油钻孔中采到玄武岩岩心一定要加以仔细研究。

(二)寻找水资源

岩石是水系的载体。水体可以切割岩石,也可以赋存于岩石的显微裂隙和孔洞之中,它们的存在和运动与岩石的性质密切相关。不同类型和不同种属的岩石具有不同的化学成分、矿物成分、结构和构造特征,这将影响岩石的溶解度、储水性和透水性。

在某些深成侵入岩和变质岩地区,其内岩石的原始状态为矿物颗粒大小均匀,彼此镶嵌紧密且无孔隙存在,具块状构造。若这种岩石分布区无后期裂隙发育,那么其岩石本身既不具储水性又不具透水性。故在这类岩石的分布区找寻地下水是十分困难的,这些岩石的分布区也是贫水区;若该岩石后期经历了某种构造运动或处在拉伸伸展构造背景条件下,这种岩石也会发育裂隙、断层和破碎带,因而它们具有一定的储水和透水性能,这些散布的水汇聚在一起时便会在破碎带和断层中形成流动的水体。因而在这些岩石的局部地段会找到地下水,如在这样的花岗岩分布区有时会找到含多种微量元素的矿泉水源。

在火山喷出岩地区,其岩石常具气孔构造和柱状节理,所以岩石的透水性较好,岩石的储水量也增大。这种地区的地下水资源会出现两种极端的情况:若火山岩之下存在有隔水层岩石,那么该地区的水资源情况尚好;若火山岩之下无隔水层岩石,则该地区的水资源会极度贫乏,因为岩石的透水性使水大量流失,如我国海南岛的琼北地区就属严重的贫水地区,当地群众需在数百米深的水井里才取到含盐度较高的饮用水。显然,该地区分布的气孔状玄武岩使得天然降水流失而不能保存,相反,海水却通过这些孔隙渗透进入水井中。

在沉积岩的碎屑岩分布区,碎屑岩的碎屑颗粒的大小、形状、分选性、支撑类型、胶结类型和胶结物成分会影响岩石的孔隙度,进而影响岩石的透水性(渗透性)和储水性。一般来说,砾岩多漏水且储水性差,水体不易在其内保存和流动,该岩区属于典型的缺水地区。但在我国云南丽江的巨砾岩具硅质胶结物,这种胶结物的致密性也改变了原巨砾岩易透水的性质。现丽江市城内我们常看到“家家有流水,户户有柳荫”的人与自然的和谐美景,这是因为巨砾岩的硅质胶结物降低了砾岩原有的透水性质,而使其河床不致于漏水的缘故;在砂岩地区,砂岩具均一的孔隙,因而砂岩具有良好的渗水性,并能对水体进行过滤,所以砂岩地区的地下水一般水质较好。泥质岩不具透水性,常成为良好的隔水层。在我国一些具向斜构造的沉积岩高山区常有定居乡村,其人民群众赖以生存的基本条件是有饮用水源,这是因为向斜构造能使水聚集,而泥质岩的不透水性会使聚集的水能够保存下来。

在碳酸盐岩分布区,由于这类岩石的溶解度较大,它们极易被流水溶蚀。因此,在水平方向上可形成地下河流和溶洞,在垂直方向可见天坑景观,当上覆碳酸盐岩层被溶解掏空后又易垮塌堆积,这些都说明碳酸盐岩层是最大的漏水层。如我国南方的碳酸盐岩分布区发育的喀斯特地貌能成为美丽的旅游风景区,但是,这里有些地方却是不宜人类居住的经济不发达地区,其中最重要的原因就是缺水。所以在我国碳酸盐岩地区找水是一个很难的命题。

我国地广人多,北方地区常年干旱,就是南方也因特别极端天气而偶发长时间的没有降雨,从而导致人民群众基本饮水的困难,为此找寻地下水已成为我们地质工作者的光荣任务,这其中岩石学的学习是十分重要的。

(三) 工程地质工作基础

工程地质研究的对象就是岩石和土壤,除了部分涉及岩石的化学性质外,主要的研究范围为岩石的物性,它包括岩石的密度、岩石的强度、岩石的弹性和韧性等力学性质。岩石的物性取决于岩石的矿物成分和结构构造,综合地考虑则是取决于岩石的类型。除此以外还涉及岩石的产状、岩石间的相互关系以及岩石受后期构造作用的变形,尤其要重视岩石的构造样式、规模、尺度、变形的几何学和力学性质。

在重大的工程建设中几乎都离不开对岩石的研究,其目的是要评估该工程所在地的稳定性和抗震性。例如在花岗岩区建立储油库就是一个很好的选择。这是因为花岗岩结构均一且致密坚硬,抗压强度高,岩体巨大且中间无相对软质岩石夹层,岩石不易坍塌对施工也有利。另一个重要的例子是长江三峡大坝的坝址选定。最早有人将坝址选定在宜昌南津关,认为南津关是长江三峡的峡口,长江江面宽度在此由窄变宽,水流速度由快变慢,在此建坝对于截流施工是有利的。持这种认识的人显然没有考虑该区的岩石因素,这个地区分布的是沉积岩,包括砂页岩和碳酸盐岩,其岩性复杂且岩层较薄,岩性的差异致使层间联系薄弱而具渗水性,再加之碳酸盐岩自身具较好的溶解度易形成溶洞的不利因素,应该说在南津关建三峡大坝存在潜在的危险。此外,南津关地处黄陵背斜的东翼,沉积岩岩层向东倾斜,前述岩石的不均一性和岩层间的薄弱连接会使重负荷下的岩层出现层间滑移,这种层间的那怕是微小的移动都会对负载其上的大坝带来灾难性的后果。最终,大坝坝址定在了南津关上游的三斗坪。这里虽位于三峡峡区内,且水深流急,但该区地质上地处黄陵背斜核部的花岗岩岩基之上,花岗质岩石均匀致密和坚固的特征成为大坝的最优选择,难怪外国人感叹称“黄陵花岗岩是上帝赐给中国人的最好礼物”。

大的建筑工程如此,大的桥梁、道路、机场、厂房和居民区的修建都需考虑岩石特性的影响。在沉积岩和变质岩分布的山区,其岩层的面理产状和岩性的差异程度有时能决定公路走向的选线。在面理产状平缓时,选线主要考虑地形和工程量;在面理产状较大时,切忌公路延伸方向与岩层产状一致。在均一块状的火成岩区,其岩体往往发育构造裂隙,这种裂隙的组数和面理方向也会与沉积岩面理一样对公路和铁路选线起着重要的制约作用。此外,岩性的差异也是建筑施工要考虑的因素,岩性相似地区的地基较稳定,岩性差异较大时就会影响地基的稳定性,尤其是硬质岩石间夹有软性岩石时不易施工建筑,如变粒岩中夹有薄层绿泥石片岩、绢云母片岩的变质岩区的建筑物有可能会垮塌。

(四) 研究地球的组成和演化

研究地球的组成离不开岩石。众所周知,地球岩石圈包括地壳和上地幔的上部,它们由固态岩石组成。一般来说地球上暴露出来的岩石多为地壳的中、上地壳部分,而下地壳和上地幔的上部样品还需通过特殊的途径获得:①地球的岩石探针。据研究,火山喷出的岩浆源于下地壳或上地幔,所以火山岩可以作为探测地球物质组成的探针,其内常携带有下地壳和上地幔的岩石包体,这为我们研究地球深部组成提供了直接样品。②构造抬升的地体和深部残片,如蛇绿岩的橄榄岩单元和片麻岩中的榴辉岩岩块。

岩石是地质历史的记录,最古老的太古宙地壳为灰色片麻岩(TTG)和紫苏花岗岩,其表壳岩多经历麻粒岩相-角闪岩相的变质,而此时发育的火山岩为科马提岩;元古宙地壳多出现

块状斜长岩、更长环斑花岗岩,其表壳岩石经历了角闪岩相-绿片岩相的变质,此时喷发的火山岩为碱性玄武岩;显生宙多为沉积岩,其中的古生代为海相沉积岩,中生代为由海向陆转化的沉积岩,并伴随大量的花岗质岩浆活动。

岩石也是地质事件发生的证据。太古代灰色片麻岩(TTG)说明有古老的大陆陆核产生;蛇绿岩记录了大洋洋壳形成和洋-洋碰撞作用发生;新生代碱性玄武岩形成于大陆板块的伸展和拉张。玻璃陨石(Tektite,一种全玻璃质岩石)被认为是地外小行星撞击地球形成的。

第一章 造岩矿物学基础

一、矿物和晶体

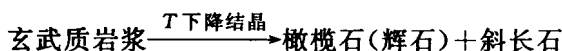
(一) 矿物

1. 概念

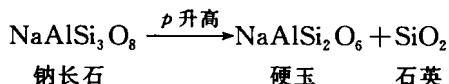
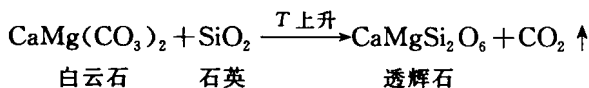
形成于一定的温度(T)、压力(p)条件下且具特定化学成分和内部结构的天然固态物质称之为矿物。矿物是构成行星和地球岩石的基本组成单位,它们在物理和化学上具有一定的界面而彼此可以分离。地球上的矿物有 3 000 余种,它们绝大多数为晶质体(结晶的晶体),少数则是非晶质体。

2. 矿物的形成方式

(1) 岩浆熔体冷凝固晶



(2) 固-固反应



(3) 相转变

一个相(矿物)转变为另一个相(矿物),如 β -石英(高温石英) $\xrightarrow{T \text{ 下降}}$ α -石英(低温石英);
均一的一个相(矿物)转变为分离的两个相(矿物),如钾-钠长石(高温) $\longrightarrow$ 条纹长石(低温)。

(4) 胶体凝聚

蛋白石(SiO_2)的形成,这是一种非晶质矿物。

(5) 溶液沉淀

方解石(CaCO_3)、石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)的形成。

(6) 气体凝固

自然硫(S)、雄黄(AsS)的形成。

(二) 晶体

物质内部质点在三维空间按一定规则呈周期性重复排列而在宏观上又具一定的几何外形的固体物质称之为晶体(图 1-1)。在微观上这些内部质点三维重复排列的最小单位是一些

不同形状的平行六面体,我们把这种平行六面体称之为空间格子或晶胞。显然晶体的宏观外形、晶体的物理和化学性质都是这些微观上不同形状的空间格子(晶胞)按一定规则排列和堆砌的反映。

例如盐(NaCl)的晶体为立方体。在微观上其内部质点 Na 和 Cl 离子在三维空间各自以 $3.978\text{\AA}$ (10^{-10} m) 的等间距连续排列,故其空间格子(晶胞)为立方体(图 1-2)。

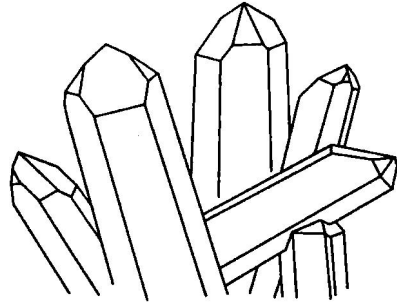


图 1-1 具规则外形的石英晶体又称之为水晶

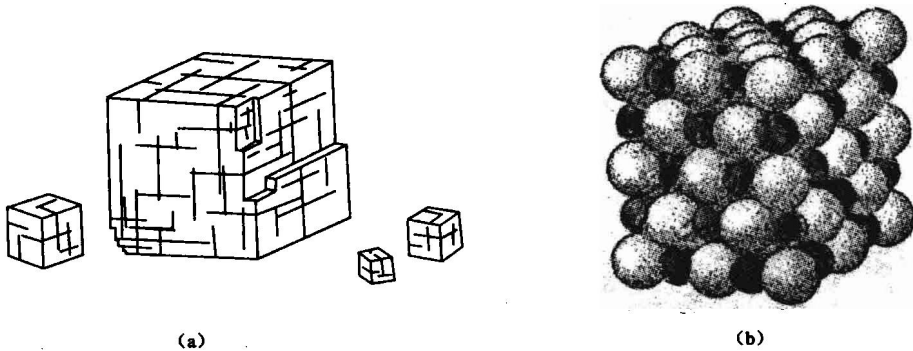


图 1-2 NaCl 晶体(a)及其内部结构(b)

图(b)中 Cl 离子(大球)和 Na 离子(小球)最紧密堆积,其最小堆积单位为立方体

1. 晶体的对称

对称是宏观研究晶体晶面排列规律和晶体形态特征的重要手段,它是指物体相同部分(如晶体的晶面)出现的有规律重复。对称的操作方法包括反映对称和旋转对称两种,反映对称是指两晶面呈镜面反映关系;而旋转对称是旋转某一轴而使相同的晶面重复出现的一种操作。

晶体的宏观对称要素为对称中心(C)、对称面(P)和对称轴(L^n)三种,晶体对称轴(L^n)的 n 表示旋转对称操作时相同晶面重复出现的次数,如 L^2 、 L^3 、 L^4 和 L^6 分别表示旋转轴旋转 360° 时相同晶面重复出现 2、3、4 和 6 次;晶体的对称面(P)数目不定,它取决于晶体的对称性,晶体的对称性愈高,其对称面的数目愈多,但最多为 9,记为 $9P$;晶体的对称性最低时则无对称面,也即对称面数为零;晶体的对称中心若存在则只有 1 个。

晶体的对称要素组合称之为对称型。晶体的对称型共有 32 种之多。事实证明,不同矿物的晶体具有不同的对称型,也可具有相同的对称型,如石榴石和萤石的对称型均为 $3L^4$ 、 $4L^3$ 、 $6L^2$ 、 $9PC$;相同矿物的晶体既可具有相同的对称型,也可具有不同的对称型,如同为石墨矿物却具有 L^33L^23PC 和 L^66L^27PC 两种不同的对称型。

2. 晶系及其划分

晶系是宏观上具有相似对称型的晶体的总称。矿物的晶系划分为等轴、六方、四方、三方、