

高等学校土木建筑专业
|应用型本科系列规划教材|

(第2版)

工程地质

周桂云 ◎ 主编

G O N G C H E N G D I Z H I



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

校土木建筑专业应用型本科系列规划教材

工 程 地 质

(第 2 版)

主 编 周桂云

副主编 董金梅 程鹏环

参 编 (以拼音为序)

顾荣蓉 徐奋强 薛 涛

东南大学出版社

• 南京 •

内 容 提 要

本书为高等学校土木建筑专业应用型本科系列规划教材之一,是根据高等学校土木工程专业的工程地质课程基本要求编写的。全书共由7章内容组成,主要介绍工程地质的任务及在土木工程中的作用。主要内容包括造岩矿物和岩石,地质构造,地表水的地质作用,地下水的地质作用,不良地质现象的工程地质问题,岩体的工程地质性质与分类,工程地质勘察。本书根据最新的技术规范编写,结合工程地质学学科近年来的发展,系统地介绍了工程地质的基本原理和分析方法,注重基本理论、基本概念의阐述,强调基本原理的工程应用。全书各章附有思考题,以供测试参考。

本书可作为土木建筑等专业教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质 / 周桂云主编. —2版. —南京:东南大学出版社, 2018. 7

高等学校土木建筑专业应用型本科系列规划教材
ISBN 978-7-5641-7805-5

I. ①工… II. ①周… III. ①工程地质—高等学校—教材 IV. ①P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 122914 号

工程地质(第2版)

出版发行: 东南大学出版社
社 址: 南京市四牌楼2号 邮编: 210096
出 版 人: 江建中
责任编辑: 史建农 戴坚敏
网 址: <http://www.seupress.com>
电子邮箱: press@seupress.com
经 销: 全国各地新华书店
印 刷:
开 本: 787mm×1092mm 1/16
印 张: 13.5
字 数: 346千字
版 次: 2018年7月第2版
印 次: 2018年7月第1次印刷
书 号: ISBN 978-7-5641-7805-5
印 数: 1~3000册
定 价: 42.00元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830

高等学校土木建筑专业应用型本科系列 规划教材编审委员会

名誉主任 吕志涛(院士)

主任 蓝宗建

副主任 (以拼音为序)

陈 蓓 陈 斌 方达宪 汤 鸿

夏军武 肖 鹏 宗 兰 张三柱

秘书长 戴坚敏

委员 (以拼音为序)

程 晔 戴望炎 董良峰 董 祥

郭贯成 胡伍生 黄春霞 贾仁甫

金 江 李 果 李宗琪 刘殿华

刘 桐 刘子彤 龙帮云 王丽艳

王照宇 徐德良 于习法 余丽武

喻 骁 张靖静 张伟郁 张友志

章丛俊 赵冰华 赵才其 赵 玲

赵庆华 周桂云 周 佶

总前言

国家颁布的《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》指出,要“适应国家和区域经济社会发展需要,不断优化高等教育结构,重点扩大应用型、复合型、技能型人才培养规模”;“学生适应社会和就业创业能力不强,创新型、实用型、复合型人才紧缺”。为了更好地适应我国高等教育的改革和发展,满足高等学校对应用型人才的培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等的要求,东南大学出版社携手国内部分高等院校组建土木建筑专业应用型本科系列规划教材编审委员会。大家认为,目前适用于应用型人才培养的优秀教材还较少,大部分国家级教材对于培养应用型人才的院校来说起点偏高、难度偏大、内容偏多,且结合工程实践的内容往往偏少。因此,组织一批学术水平较高、实践能力较强、培养应用型人才的教学经验丰富的教师,编写出一套适用于应用型人才培养的教材是十分必要的,这将有力地促进应用型本科教学质量提高。

经编审委员会商讨,对教材的编写达成如下共识:

一、体例要新颖活泼。学习和借鉴优秀教材特别是国外精品教材的写作思路、写作方法以及章节安排,摒弃传统工科教材知识点设置按部就班、理论讲解枯燥乏味的弊端,以清新活泼的风格抓住学生的兴趣点,让教材为学生所用,使学生对教材不会产生畏难情绪。

二、人文知识与科技知识渗透。在教材编写中参考一些人文历史和科技知识,进行一些浅显易懂的类比,使教材更具可读性,改变工科教材艰深古板的面貌。

三、以学生为本。在教材编写过程中,“注重学思结合,注重知行统一,注重因材施教”,充分考虑大学生人才就业市场的发展变化,努力站在学生的角度思考问题,考虑学生对教材的感受,考虑学生的学习动力,力求做到教材贴合学生实际,受教师和学生欢迎。同时,考虑到学生考取相关资格证书的需要,教材中

还结合各类职业资格考试编写了相关习题。

四、理论讲解要简明扼要,文例突出应用。在编写过程中,紧扣“应用”两字创特色,紧紧围绕着应用型人才培养的主题,避免一些高深的理论及公式的推导,大力提倡白话文教材,文字表述清晰明了、一目了然,便于学生理解、接受,能激起学生的学习兴趣,提高学习效率。

五、突出先进性、现实性、实用性、可操作性。对于知识更新较快的学科,力求将最新最前沿的知识写进教材,并且对未来发展趋势用阅读材料的方式介绍给学生。同时,努力将教学改革最新成果体现在教材中,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,在适度的基础知识与理论体系覆盖下,着重讲解应用型人才培养所需的知识点和关键点,突出实用性和可操作性。

六、强化案例式教学。在编写过程中,有机融入最新的实例资料以及操作性较强的案例素材,并对这些素材资料进行有效的案例分析,提高教材的可读性和实用性,为教师案例教学提供便利。

七、重视实践环节。编写中力求优化知识结构,丰富社会实践,强化能力培养,着力提高学生的学习能力、实践能力、创新能力,注重实践操作的训练,通过实际训练加深对理论知识的理解。在实用性和技巧性强的章节中,设计相关的实践操作案例和练习题。

在教材编写过程中,由于编写者的水平和知识局限,难免存在缺陷与不足,恳请各位读者给予批评斧正,以便教材编审委员会重新审定,再版时进一步提升教材的质量。本套教材以“应用型”定位为出发点,适用于高等院校土木建筑、工程管理等相关专业,高校独立学院、民办院校以及成人教育和网络教育均可使用,也可作为相关专业人士的参考资料。

高等学校土木建筑专业应用型
本科系列规划教材编审委员会

前 言

本书为高等学校土建类专业应用型本科系列规划教材之一。

本书是大土木工程行业的专业基础课教材,适用于本科的土木工程、工程管理、交通运输工程、铁道工程、水利水电工程等专业。土木工程涉及的工作范围是在地表或地下,对于从事土木工程专业的人员来说,工程地质是一门重要的专业基础课。为适应目前大土木工程专业发展的需要,本书在系统介绍工程地质的基本原理和分析方法的同时,注重基本理论、基本概念的阐述,强调基本原理的工程应用;着重介绍各类岩、土的工程性质,几种不良地质现象的工程地质问题及其不良后果在公路、桥梁、工业与民用建筑等工程中的防治措施;并分别介绍了建筑工程、道路工程、桥梁工程、隧道工程中地质勘察的内容和方法。

全书由7章内容组成,第1章介绍了作为岩土材料地质构成的造岩矿物和岩石的形成及其基本工程性质;第2章重点阐述了地质构造的特征及其对工程活动的影响;第3章重点阐述了第四纪沉积物的特征及其工程特性;第4章讨论了地下水的类型、特点及其与工程的关系;第5章分析了几种主要不良地质作用的过程、产物及其不良后果的工程防治;第6章主要介绍了岩石的力学特性、岩体的结构特性、工程分类及岩体稳定性评价;第7章介绍了工程地质勘察的目的、任务、方法及其成果的整理。

本书由金陵科技学院周桂云主编并统稿。第1章由金陵科技学院薛涛编写,第2章由南京工业大学董金梅编写,第3、6章由盐城工学院程鹏环编写,第4章由金陵科技学院顾荣蓉编写,第5、7章由南京工程学院徐奋强编写。在编写过程中,得到了许多教师及相关从业者的关心与支持,他们提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。限于编者水平,书中难免有欠妥和错误之处,恳请读者批评、指正。

编 者

2018年5月

目 录

1 造岩矿物和岩石	1
1.1 造岩矿物	1
1.2 岩浆岩	7
1.3 沉积岩	12
1.4 变质岩	16
1.5 岩石和土的工程地质评述	18
2 地质构造	23
2.1 地质年代	23
2.2 岩层产状与地层接触关系	27
2.3 褶皱构造	34
2.4 断层	39
2.5 节理	53
2.6 地质图	57
3 地表水的地质作用	64
3.1 风化作用	64
3.2 暂时性水流地质作用及其堆积物	67
3.3 河流的地质作用及其堆积物	69
3.4 与第四纪沉积物相关的其他地质作用	73
3.5 第四纪地貌形态	76
3.6 特殊土的工程地质性质	82
4 地下水的地质作用	86
4.1 地下水概述	86
4.2 地下水类型	87
4.3 地下水对土木工程的影响	97
5 不良地质现象的工程地质问题	102
5.1 滑坡	102
5.2 崩塌	106

5.3	泥石流	107
5.4	岩溶及土洞	112
5.5	地震	119
5.6	不良地质现象对地基稳定性的影响	127
5.7	不良地质现象对地下工程选址的影响	136
5.8	不良地质现象对道路选线的影响	142
6	岩体的工程地质性质与分类	146
6.1	岩块的工程地质性质	146
6.2	岩体的结构特性	155
6.3	岩体力学性质与工程分类	167
6.4	岩体稳定性分析	170
7	工程地质勘察	173
7.1	工程地质勘察的任务和方法	173
7.2	工程地质勘察报告书和图件	188
7.3	工业与民用建筑的工程地质勘察	190
7.4	高层与超高层建筑的主要工程地质问题	197
7.5	高层与超高层建筑的工程地质勘察要点	199
7.6	道路工程的工程地质勘察	200
7.7	桥梁工程的工程地质勘察	202
	参考文献	206

1 造岩矿物和岩石

矿物是在各种地质作用中所形成的天然单质或化合物。具有一定的化学成分和内部结构,从而有一定的形态、物理性质和化学性质。它们在一定的地质和物理化学条件下稳定,是构成岩石的基本单位。也就是说,矿物的集合体即为岩石。但由于地质作用的性质和所处环境不同,不同岩石的矿物组合关系也不同,从而使岩石具有一定的结构和构造。其中岩石的结构是指岩石中矿物的结晶程度、颗粒大小、形状及颗粒间的相互关系;岩石的构造是指岩石中矿物集合体之间或矿物集合体与岩石的其他组成部分之间的排列方式及充填方式。另外,岩石根据其不同成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。这三类岩石之间相互联系、相互演变,加之在成因上还逐渐过渡,难以区分,因此构成了地壳复杂的物质基础。

1.1 造岩矿物

目前,地壳中已发现的矿物有 3 000 多种。除个别以气态(如碳酸气、硫化氢气等)或液态(如水、自然汞等)出现外,绝大多数均呈固态。固态物质按其质点(原子、离子、分子)的有无规则排列,可分为晶质体和非晶质体。在晶质体中,习惯上还根据肉眼能否分辨晶粒而分为显晶质和隐晶质两类。大多数矿物是晶质的,但非晶质矿物,特别是其中的胶体矿物,也有一定的数量。

1.1.1 矿物的形态

矿物的形态是指矿物的单体及同种矿物集合体的外貌特征。在自然界,矿物多数呈集合体出现,但是也出现具有规则几何多面体形态的单晶体,所以矿物单体形态就是指矿物单晶体的形态。

矿物的单晶体形态可分为两种,一种是由单一形状的晶面所组成的晶体,称为单形。如黄铁矿的立方体晶形,就是由 6 个同样的正方形晶面所组成的(图 1-1(a));磁铁矿的八面体晶形,则是由 8 个同样的等边三角形晶面所组成的。另一种是由数种单形聚合而成的晶体,称为聚形。如石英的晶体通常是由六方双锥和六方柱这两种单形聚合而成的(图 1-1(b))。



图 1-1 单形和聚形

应该指出的是,我们这里所说的晶体形态是理想晶体形态。所谓理想晶体,它的内部结构应严格地服从空间格子规律,外形应为规则的几何多面体,面平、棱直,同一单形的晶面同形等大。但是,实际上晶体在生长过程中,真正理想的晶体生长条件是不存在的,总会不同程度地受到复杂的外界条件的影响,而不能严格地按照理想发育。此外,晶体在形成之后,还可能受到溶蚀和破坏。因此,实际晶体与理想晶体相比较,就会有一定的差异。

还应注意的是,同一种矿物因其形成时物理化学条件的不同,可以出现几种不同的晶形。例如磁铁矿的晶体除有八面体的单形外,还有菱形十二面体的单形以及八面体和菱形十二面体的聚形。而不同的矿物又可以有相似的晶形,如岩盐、萤石、黄铁矿等都可以呈现立方体的晶形。这在鉴定矿物时是必须注意的。

1.1.2 矿物的集合体形态

在自然界中,晶质矿物很少以单体出现,而非晶质矿物则根本没有规则的单体形态,所以常按集合体的形态来识别矿物。矿物集合体形态往往反映了矿物的生成环境。常见矿物集合体形态有:

(1) 晶簇

一种或多种矿物的晶体,其一端固定在共同的基底之上,另一端则自由发育成比较完好的晶形,显示它是在岩石的空洞内生成的,这种集合体的形态,称为晶簇。如水晶簇、方解石晶簇等。

(2) 粒状

是由大小相近,不按一定规律排列的矿物晶粒聚合在一起形成的粒状集合体。按粒度大小可分为粗粒状、中粒状和细粒状3种。

(3) 纤维状

是由许多针状或柱状的同种单体矿物平行排列而成。如石棉、纤维石膏等。

(4) 钟乳状

是钙质溶液或胶体因水分蒸发,从同一基地向外逐层生长而成的圆锥形或圆柱形矿物集合体。如由洞顶向下生长而形成下垂的石钟乳;由下向上逐渐生长的石笋;石钟乳和石笋相互连接时,就形成了石柱。

(5) 鲕状

胶体物质围绕着某质点凝聚而成一个结核,一个个细小的结核聚合成集合体,形似鱼卵。如鲕状赤铁矿。

(6) 土状

集合体疏松如土,是由岩石或矿石风化而成。如高岭石。

(7) 块状

矿物细小紧密集合在一起,无一定排列形式。如蛋白石、块状石英。

1.1.3 矿物的物理性质

矿物的物理性质由矿物的化学成分和晶体构造所决定,主要包括颜色、条痕、光泽、透明

度、硬度、解理、断口、密度和相对密度等。

1) 颜色

矿物的颜色主要取决于矿物的化学成分和内部结构,是矿物对可见光波的吸收作用所致。根据矿物颜色产生的原因,可将颜色分为自色、他色和假色。

(1) 自色

自色取决于矿物的内部性质,是矿物本身所固有的颜色。如黄铁矿呈现铜黄色,方解石为白色。自色比较固定,因而具有鉴定意义。

(2) 他色

他色是矿物混入了某些杂质所引起的,与矿物的本身性质无关。他色不固定,随杂质的不同而异。如石英是无色透明的,常因有色的杂质混入而呈现紫色、玫瑰色、烟灰色等。

(3) 假色

假色是由于矿物内部的裂隙或表面的氧化薄膜对光的折射、散射所引起的。如方解石解理面上常出现的虹彩。

2) 条痕

矿物粉末的颜色称为条痕,是指矿物在白色无釉瓷板上擦划时所留下的粉末痕迹。条痕可清除假色显示自色。例如赤铁矿有红色、钢灰色、铁黑色等多种颜色,而条痕总是樱红色。

3) 光泽

矿物表面反射光线的能力,称为光泽。根据矿物光泽的强弱分为以下 3 种:

(1) 金属光泽

反射性很强,类似于金属磨光面上的反射光,闪耀夺目。如方铅矿、黄铁矿、黄铜矿等。

(2) 半金属光泽

类似于一般金属光泽,但较为暗淡。如磁铁矿、铬铁矿等。

(3) 非金属光泽

按其反光强弱可细分为金刚光泽,如金刚石、闪锌矿;玻璃光泽,如水晶、萤石;油脂光泽,如石英断口上的光泽;丝绢光泽,如石棉、石膏;珍珠光泽,如白云母;蜡状光泽,如蛇纹石;土状光泽,如高岭石。

4) 透明度

矿物透过可见光的能力,称为透明度。透明度取决于矿物的化学性质与晶体构造,还明显和厚度及其他因素有关。因此,有些看来是不透明的矿物,当其磨成薄片时(0.03 mm),却是透明的。据此,透明度可分为以下 3 级:

(1) 透明

绝大部分光线可以透过矿物,因而隔着矿物的薄片可以清楚地看到对面的物体。如无色水晶、冰洲石(透明的方解石)等。

(2) 半透明

光线可以部分透过矿物,因而隔着矿物薄片可以模糊地看到对面的物体,如闪锌矿、辰砂等。

(3) 不透明

光线几乎不能透过矿物,如黄铁矿、磁铁矿、石墨等。

5) 硬度

矿物抵抗外力刻划、压入、研磨的能力,称为硬度。一般采用两种矿物对刻的方法来确

定矿物的相对硬度,并以“摩氏硬度计”中所列举的 10 种矿物作为对比的标准,见表 1-1。例如某矿物能被石英所刻动,但不能被长石所刻动,则矿物的硬度必介于 6°~7°之间,可以确定为 6.5°。但必须指出,摩氏硬度只是相对等级,并不是硬度的绝对数值,所以不能认为金刚石比滑石硬 10 倍。

表 1-1 摩氏硬度计

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

在野外现场,为了方便起见,常用指甲(2°~2.5°)、小刀(5°~5.5°)来粗略地测定矿物的硬度。

6) 解理

晶质矿物受打击后常沿一定方向裂开,这种特性称为解理。裂开的光滑平面称为解理面。矿物之所以产生解理,是由于内部质点规则排列的结果。

根据矿物解理面的完全程度,可将解理分为极完全解理、完全解理、中等解理、不完全解理。

- (1) 极完全解理:解理面非常平滑光亮,极易裂开成薄片,如云母。
- (2) 完全解理:解理面平滑,矿物易分裂成薄板状或小块,如方解石。
- (3) 中等解理:解理面不甚平滑,如角闪石。
- (4) 不完全解理:解理面很难出现,如磷灰石。

7) 断口

矿物受打击后,沿任意方向发生不规则的断裂,其凹凸不平的断裂称为断口。断口和解理是互为消长的,解理越完善,则断口越难出现。断口可分为贝壳状断口(如石英)、参差状断口(如黄铁矿)和锯齿状断口(如自然铜)。

8) 密度和相对密度

矿物的密度是指矿物单位体积的质量,度量单位通常为 g/cm³。矿物的相对密度则是矿物在空气中的重量与 4℃时同体积水的重量比,与密度在数值上是相同的,但它更易于测定。通常情况下,大比重矿物手感很沉,如方铅矿、重晶石、黑钨矿等。

矿物的物理性质还表现在其他很多方面,例如磁性、压电性、发光性、弹性、挠性、脆性、延展性等。

1.1.4 常见造岩矿物及鉴定特征

在目前发现的 3 000 多种矿物中,主要有 20 多种构成岩石的主要成分,且明显影响岩石性质,对鉴定岩石类型起重要作用,这些矿物被称为造岩矿物。常见的造岩矿物及其鉴定特征见表 1-2。

表 1-2 常见的造岩矿物及其鉴定特征、成因产状及用途

矿物名称	化学式	鉴定特征	成因与产状	用途
石英	SiO_2	晶体常为六方柱、六方双锥等所成之聚形,集合体多呈粒状、块状或晶簇状。常为白色,含杂质时可呈紫、玫瑰、黄、烟黑等各种颜色。相对密度 2.65,硬度 7°。晶面玻璃光泽,断口油脂光泽。无解理,贝壳状断口	形成于内生、外生及变质成因的各种岩石或矿床中。分布极为广泛。但大的晶体常形成于伟晶岩或热液充填矿床的晶洞中	一般石英可做玻璃、陶瓷、磨料等;优质晶体可做光学仪器、压电石英;色美者可做宝石
正长石	$\text{K(AlSi}_3\text{O}_8)$	晶体呈短柱状或厚板状,双晶常见。集合体为粒状或致密块状。多为肉红或黄褐色。相对密度 2.57,硬度 6°~6.5°。玻璃光泽,两组解理完全,其交角为 90°	主要形成于岩浆期和伟晶岩期,多存在于酸性及部分中性岩浆岩中	用于陶瓷、玻璃和钾肥的原料
斜长石	$(100-n)\text{Na(AlSi}_3\text{O}_8) \cdot n\text{Ca(Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$	晶体呈板状或板柱状,双晶常见,通常为粒状、片状或致密块状集合体。常为白色或灰白色。相对密度 2.61~2.76,硬度 6°~6.5°。玻璃光泽,两组解理完全,其解理交角为 86°24'~86°50'	内生、变质作用均可形成。广泛存在于岩浆岩和变质岩中。是主要造岩矿物之一	用于陶瓷工业;色彩美丽者可做装饰品
白云母	$\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$	晶体呈板状或片状,集合体多呈致密片状块体。薄片一般无色透明,并具弹性。相对密度 2.76~3.10,硬度 2°~3°。解理面显珍珠光泽,一组极完全解理。绝缘性极好	内生和变质作用均可形成。常见于花岗岩、伟晶岩、云英岩和变质岩中,与黑云母共生	电气工业上用作绝缘材料。超细粉可作橡胶、塑料、油漆、化妆品、各种涂料的填料。云母粉还可以制成云母陶瓷等
黑云母	$\text{K(Mg,Fe)}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH,F})_2$	晶体呈板状或短柱状,集合体呈片状。黑色或深褐色。相对密度 3.02~3.12,硬度 2°~3°。玻璃光泽,解理面上显珍珠晕彩。半透明,一组极完全解理,薄片具弹性	主要为岩浆和变质成因的矿物。是主要造岩矿物之一。大的晶体常见于花岗岩伟晶岩脉中	细片常用作建筑材料充填物,如云母沥青毡
普通角闪石	$\text{Ca}_2\text{Na(Mg,Fe)}_4(\text{Al,Fe})[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$	晶体呈柱状。深绿色至黑色,条痕微带浅绿的白色。相对密度 3.1~3.3,硬度 5.5°~6°。玻璃光泽,其横断面呈假六方形,两组解理交角为 56°	为岩浆成因或变质成因矿物,常见于基性、中性岩浆岩和变质岩中	用作水泥优质充填材料
普通辉石	$\text{Ca(Mg,Fe,Al)}[(\text{Si,Al})_2\text{O}_6]$	晶体常呈短柱状,横断面近等边的八边形,集合体呈致密粒状。颜色为黑绿色或褐黑色,条痕灰绿,相对密度 3.2~5.6,硬度 5°~6°。玻璃光泽,两组解理交角为 87°	为岩浆成因的矿物。常见于基性岩中,与橄榄石、基性斜长石等矿物共生	暂无实用价值

续表 1-2

矿物名称	化学式	鉴定特征	成因与产状	用途
橄榄石	$(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{SiO}_3)$	晶体不常见,通常呈粒状集合体。颜色为橄榄绿、黄绿至黑绿。相对密度 3.3~3.5,硬度 6.5~7.5°。玻璃光泽,半透明,贝壳状断口,性脆	为岩浆成因矿物,主要产于基性、超基性岩中,常与铬铁矿、辉石等共生	做镁质耐火材料;透明者可做宝石;铸造用砂
方解石	CaCO_3	晶形多样,常见的有菱面体、集合体,多呈粒状、钟乳状、致密块状、晶簇状等。多为白色,有时因含杂质染成各种色彩。相对密度 2.6~2.8,硬度 3°。玻璃光泽,透明或半透明。无色透明,晶形较大者叫冰洲石。完全的菱面体解理。遇 HCL 起泡	各种地质作用均可形成。可产于各种岩石中,是石灰岩的主要组成矿物	可做石灰、水泥原料,冶金熔剂等;冰洲石具有极强的双折射率和偏光性能,广泛应用于光学领域
白云石	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	晶体常呈弯曲马鞍状的菱面体。集合体呈粒状、多孔状或肾状。主要为灰白色,有时微带浅黄、浅褐、浅绿等色。相对密度 2.8~2.9,硬度 3.5~4°。玻璃光泽。三组解理完全,解理面常弯曲	主要为外生沉积成因,与石膏、硬石膏共生;也有热液成因的,多与硫化物、方解石等共生	用作耐火材料、冶金熔剂的原料
滑石	$\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$	晶体呈板状,但少见,通常呈片状或致密块状集合体。白色,微带浅黄、浅褐或浅绿等色,有时染色很深。相对密度 2.7~2.8,硬度 1°。玻璃光泽或油脂光泽,解理面显珍珠光泽。一组解理极完全。薄片有挠性,且具滑感和绝缘性	富镁质的岩石受热液蚀变的产物。常与菱镁矿、赤铁矿等共生	为造纸、陶瓷、橡胶、香料、药品、耐火材料的重要原料
绿泥石	$(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$	绿泥石为一族矿物的总称,其中包括叶绿泥石、斜绿泥石、绿泥石、鳞绿泥石等矿物。这些矿物极相似,肉眼难分辨。其共同特点是:通常呈片状、板状或鳞片状集合体。颜色浅绿至深绿。相对密度 2.6~3.4,硬度 2°~3°。玻璃光泽或珍珠光泽,一组极完全解理。薄片具有挠性,但无弹性,以此可与绿色云母相区别。还具滑感	主要由中、低温热液作用和浅变质作用所形成。产于变质岩及中、低温热液蚀变的围岩中。但绿泥石常产于沉积铁矿床中	鲕绿泥石大量聚积时,可作为铁矿石
硬石膏	CaSO_4	晶体呈板状或厚板状,集合体呈致密粒状或纤维状。多为白色,有时带浅蓝、浅灰或浅红等色调。相对密度 2.8~3,硬度 3°~3.5°。玻璃光泽。三组解理相互直交	沉积矿床中,偶尔也有内生成因的。常与石盐、石膏等共生	可做农肥、水泥、玻璃、建筑等原料

续表 1-2

矿物名称	化学式	鉴定特征	成因与产状	用途
石膏	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	晶体呈板状或柱状,通常呈纤维状、叶片状、粒状、致密块状等集合体。多为白色,也有灰、黄、红、褐等浅色。相对密度 2.3,硬度 1.5°。玻璃光泽,性脆。两组解理夹角为 66°。较易溶于水,当温度为 37~38℃ 时溶解度最大	成因不一,但主要为化学沉积作用的产物。常在干旱盐湖中与石盐、硬石膏等矿物共生	可做水泥、建筑、陶瓷、农肥等原料;还可用于造纸、医疗等方面
黄铁矿	FeS_2	晶体呈立方体或五角十二面体,相邻晶面常有互相垂直的晶面条纹,集合体呈致密块状、浸染状、结核状等。浅黄铜色,表面常有蓝紫、褐黄等色,条痕绿黑色。相对密度 4.9~5.2,硬度 6°~6.5°。金属光泽,性脆。一般无解理,参差状或贝壳状断口	分布极广,可形成于各种成因的矿床中,具开采价值者多为热液型。能与氧化物、硫化物、自然元素等各种矿物共生	主要用于制造硫酸或提制硫磺
赤铁矿	Fe_2O_3	晶体呈片状或板状,通常呈致密块状、鱼子状、肾状等集合体。常呈钢灰或红色,条痕樱红色。相对密度 5~5.3,硬度 5.5°~6°。半金属至土状光泽。性脆,无解理,火烧后具有弱磁性	形成于各种不同成因类型的矿床和岩石中,在氧化条件下形成。分布十分广泛	是组成铁矿石的重要矿物
高岭石	$\text{Al}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$	常呈疏松鳞片状,结晶颗粒细小。多呈致密粒状、土状、疏松块状等集合体。主要为白色或灰白色,也有浅黄、浅绿、浅褐等色。相对密度 2.58~2.60,硬度 1°~2.5°。土状光泽。鳞片具挠性,干燥时具吸水性,遇水潮湿后具可塑性,有粗糙感	主要由富含铝硅酸盐矿物的火成岩及变质岩风化而成。有时也为低温热液对围岩蚀变的产物	用于陶瓷、造纸、橡胶工业等
蒙脱石	$\text{Ex}(\text{H}_2\text{O})_4 \{(\text{Al}_{2-x}, \text{Mg}_x)_2[\text{Si}, \text{Al}]_4\text{O}_{10}\}(\text{OH})_2$	常呈土状隐晶质块体,电镜下为细小鳞片状。白色,有时为浅灰、粉红、浅绿色。相对密度 2~2.7,硬度 2°~2.5°。有滑感,加水膨胀,体积能增加几倍,并变成糊状物。具有很强的吸附力及阳离子变换能力	主要由基性火成岩在碱性环境中风化而成。也有的是海底沉积的火山灰分解后的产物。蒙脱石为膨润土的主要成分	蒙脱石黏土用途广泛。用作铁矿球团、铸造型砂的黏结剂和钻井泥浆的分散剂以及吸附剂、脱色剂和添加剂等

1.2 岩浆岩

由岩浆凝固结后形成的岩石称为岩浆岩(或火成岩),占地壳总质量的 95%。在三大

岩类中,岩浆岩占有重要的地位。

岩浆岩的成分不同于岩浆,主要是含挥发成分的量极少或无。岩浆可以在不同的地质环境下冷凝固结成岩,通常将其分为侵入岩和喷出岩两大类。侵入岩是指岩浆在地下不同深度冷凝固结的岩石,根据其形成深度的不同,可进一步分为深成岩和浅成岩。喷出岩是指岩浆及其他岩石、晶屑等沿火山通道喷出地表形成的岩石。它又可分为两类岩石:一类是由岩浆沿火山通道喷溢地表冷凝固结而成,称为熔岩;另一类是由火山爆发出来的各种岩石碎块、晶屑、岩浆团块等各种火山碎屑物质堆积而成,称为火山碎屑岩。

1.2.1 岩浆岩的物质成分

1) 岩浆岩的矿物成分

组成岩浆岩的大多数矿物,根据其化学成分特征,常分为硅铝矿物和铁镁矿物。硅铝矿物中 SiO_2 和 Al_2O_3 的含量较高,不含铁、镁,包括石英与长石类矿物,它们的颜色通常较浅,又叫浅色矿物;铁镁矿物中含 FeO 和 MgO 较多, SiO_2 和 Al_2O_3 较少,包括橄榄石类、辉石类、角闪石类及黑云母类,矿物颜色较深,又叫深色或暗色矿物。

根据造岩矿物的含量及在岩浆岩分类和命名中所起的作用,可把岩浆岩的矿物分为主要矿物、次要矿物和副矿物 3 类。

主要矿物:是岩石中含量较多的矿物,一般都在 10% 以上。它们对划分岩石大类不起作用,但可作为确定岩石种属的依据,如石英闪长岩中的石英。

次要矿物:是岩石中含量不多的矿物,一般都在 10% 以上。它们是划分岩石大类的依据,如花岗岩中的钾长石和石英,没有它们就不能定名为花岗岩。

副矿物:是岩石中含量很少的矿物,通常不到 1%,偶尔可达 5%。如磷灰石、磁铁矿等。

2) 岩浆岩的化学成分

地壳中存在的元素在岩浆中几乎都有, O 、 Si 、 Al 、 Fe 、 Ca 、 Na 、 K 、 Mg 、 Ti 在岩浆岩中普遍存在。岩浆岩中的化学成分常用氧化物表示,根据 SiO_2 的含量,可以把岩浆岩分为 4 类:超基性岩 ($\text{SiO}_2 < 45\%$)、基性岩 ($\text{SiO}_2: 45\% \sim 52\%$)、中性岩 ($\text{SiO}_2: 52\% \sim 65\%$)、酸性岩 ($\text{SiO}_2 > 65\%$)。

岩浆岩中各种氧化物有一定的变化规律,当 SiO_2 含量增高时, Na_2O 和 K_2O 的含量增高,而 MgO 和 CaO 则相对减少;反之亦然。

1.2.2 岩浆岩的产状

岩浆岩的产状是指岩浆岩体的形态、大小、深度以及与围岩的关系。由于岩浆岩生成条件和所处的环境不同,其产状多种多样,主要产状见图 1-2。

1) 岩基

岩基是一种规模巨大、形状不规则、下大上小的深成侵入岩体,其横截面积超过 100 km^2 ,常常可达数百至数千平方千米。岩基通常切割围岩,但有时局部也与围岩平行。岩基一般由粗大的等粒全晶质花岗岩构成。