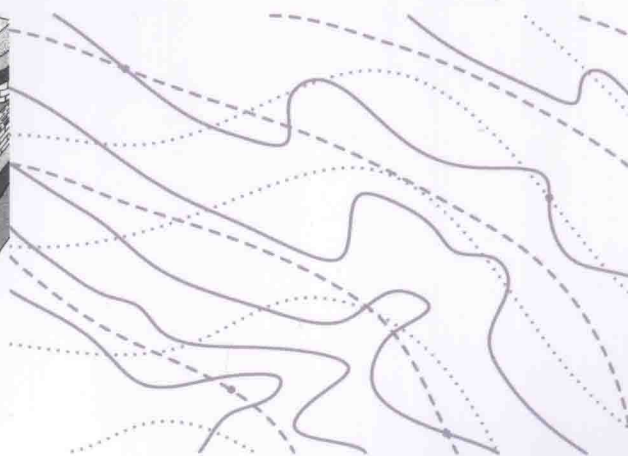
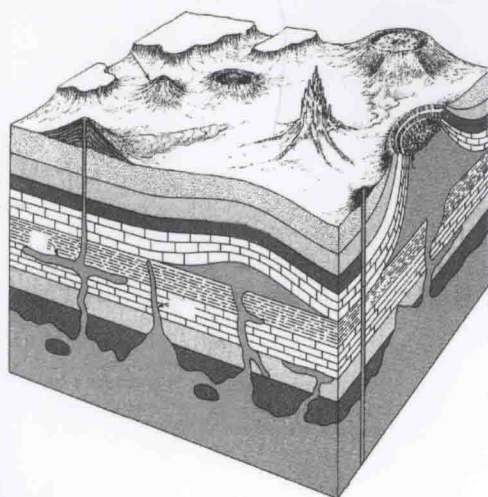




普通高校“十二五”规划教材



工程地质学

GONGCHENG DIZHI XUE

冯锦艳 姚仰平 陈 军 郭志培 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十二五”规划教材

工程地质学

冯锦艳 姚仰平 陈 军 郭志培 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述工程地质的基本原理和应用,包括矿物与岩石、地质作用与地质年代、地质构造、河水与地下水的作用、不良工程地质问题以及勘察评价等内容,共分7章。内容系统合理,实用性强,每章均附有课后习题。

本书可作为高等学校土木工程专业和机场道路工程专业的工程地质学教材,也适用于参加全国土木工程、岩土工程以及环境评价工程资格考试的读者。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质学 / 冯锦艳等编著. -- 北京: 北京航空航天大学出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-5124-1978-0

I. ①工… II. ①冯… 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(2015)第 300907 号

版权所有,侵权必究。

工程地质学

冯锦艳 姚仰平 陈 军 郭志培 编著
责任编辑 杨 昕

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: emsbook@buaacm.com.cn 邮购电话:(010)82316936

北京泽宇印刷印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:10.25 字数:218 千字

2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷 印数:2 000 册

ISBN 978-7-5124-1978-0 定价:29.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

工程地质学是地质工程和土木工程的基础课,也是环境工程、水利工程、道路工程、机场工程的重要必修课,对工程选址具有决定性的作用。几十年来,随着国内外土木工程的飞速发展,工程地质学也得到了飞速发展,取得了丰富的实践经验和显著的理论成果,为本教材的编写提供了丰富的材料。

本书共7章,可分为三大部分,第一部分(第1~4章)主要介绍矿物、岩石、各种地质构造对工程的影响,以及地质图的阅读方法;第二部分(第5章和第6章)主要介绍各种地质灾害对工程建筑的影响,包括水的作用、风化作用、滑坡与崩塌、泥石流、岩溶、地震;第三部分(第7章)介绍工程地质勘察流程、常用工程的勘察步骤,以及工程地质信息技术。

本书由北京航空航天大学冯锦艳、姚仰平、陈军、郭志培编著,第1~3章由冯锦艳执笔,第5、6章由姚仰平执笔,第4、7章由陈军执笔,图表部分由郭志培完成,内容由罗汀主审。作者衷心感谢国家青年自然科学基金(41302273)以及“973”课题(2014CB047006)对本教材的支持,同时感谢对本书提出宝贵意见的兄弟院校的教师和学生。

限于作者水平,书中如有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2015年10月



第1章 绪论	1
第2章 矿物与岩石	3
2.1 地球圈层	3
2.1.1 地壳	3
2.1.2 地幔	4
2.1.3 地核	4
2.1.4 地球结构的信息统计	4
2.2 造岩矿物	5
2.2.1 矿物的分类	5
2.2.2 粘土矿物	5
2.2.3 矿物的形态	6
2.2.4 矿物的物理性质	7
2.2.5 常见的造岩矿物	9
2.3 岩浆岩	11
2.3.1 岩浆岩的形成	12
2.3.2 岩浆岩的产状	12
2.3.3 岩浆岩的矿物组成	13
2.3.4 岩浆岩的结构	14
2.3.5 岩浆岩的构造	14
2.3.6 岩浆岩的分类	15
2.3.7 常见的岩浆岩	15
2.4 沉积岩	17
2.4.1 沉积岩的物质组成	17
2.4.2 沉积岩的结构	17
2.4.3 沉积岩的构造	18
2.4.4 沉积岩的分类	20
2.4.5 常见的沉积岩	21
2.5 变质岩	22
2.5.1 变质岩的产状	22

2.5.2	变质因素	22
2.5.3	变质作用的分类	23
2.5.4	变质岩的矿物组成	23
2.5.5	变质岩的结构	23
2.5.6	变质岩的构造	24
2.5.7	变质岩的分类	25
2.5.8	常见的变质岩	25
思考题		26
第3章 地质作用与地质年代		27
3.1	地质作用	27
3.1.1	内力地质作用	27
3.1.2	外力地质作用	29
3.2	地质年代	30
3.2.1	绝对地质年代	31
3.2.2	相对地质年代	31
3.2.3	地质年代与地层单位	33
3.3	第四纪地质特征	35
3.3.1	第四纪地层的一般特征	35
3.3.2	中国第四纪地层特征	36
思考题		37
第4章 地质构造		38
4.1	岩层的产状	38
4.1.1	岩层产状的三要素	38
4.1.2	岩层产状的测定	39
4.1.3	岩层产状的表示方法	39
4.2	水平岩层和倾斜岩层	40
4.2.1	水平岩层	40
4.2.2	倾斜岩层	40
4.2.3	岩层产状与边坡的稳定性	41
4.3	褶皱构造	42
4.3.1	概述	42
4.3.2	褶曲的要素	42
4.3.3	褶曲的形态分类	43
4.3.4	褶皱构造的类型	44
4.3.5	褶皱构造的野外识别	45

4.3.6 岩层以及褶皱构造与隧道的稳定性·····	45
4.4 断裂构造·····	46
4.4.1 节 理·····	46
4.4.2 断 层·····	50
4.5 活断层·····	54
4.5.1 活断层的分类·····	55
4.5.2 活断层的特点·····	56
4.5.3 我国活断层的分布特点·····	56
4.5.4 活断层的识别标志·····	57
4.5.5 活断层的基本研究方法·····	58
4.5.6 活断层地区的建筑设计原则·····	58
4.6 地质图·····	59
4.6.1 地质图的种类·····	59
4.6.2 地质图的比例·····	60
4.6.3 地质构造的表示·····	60
4.6.4 读图步骤·····	63
思考题·····	63
第5章 地表水与地下水 ·····	65
5.1 地表水的地质作用·····	65
5.1.1 暂时性流水的动力作用及地貌·····	65
5.1.2 经常性流水的地质作用·····	66
5.1.3 冲积层的分类·····	70
5.1.4 河谷类型及河流阶地·····	71
5.1.5 河流侵蚀作用的防治·····	73
5.2 地下水的地质作用·····	73
5.2.1 含水层与隔水层·····	73
5.2.2 不同埋藏条件下的地下水·····	73
5.2.3 不同含水层空隙中的地下水·····	78
5.3 地下水对工程建筑的影响·····	79
5.3.1 地面沉降·····	80
5.3.2 地面塌陷·····	81
5.3.3 流砂与机械潜蚀·····	83
5.3.4 地下水的浮托作用·····	84
5.3.5 承压水对基坑的作用·····	85

5.3.6 地下水对钢筋混凝土的腐蚀·····	85
思考题·····	88
第6章 常见的地质灾害 ·····	89
6.1 风化作用·····	89
6.1.1 风化作用的分类·····	89
6.1.2 风化程度以及风化带·····	93
6.1.3 风化的治理·····	95
6.2 滑坡·····	95
6.2.1 滑坡的要素·····	95
6.2.2 滑坡的分类·····	97
6.2.3 滑坡的发育过程·····	98
6.2.4 滑坡的影响因素·····	100
6.2.5 滑坡的分布规律·····	102
6.2.6 滑坡的治理·····	102
6.3 崩塌·····	104
6.3.1 崩塌及堆积地貌·····	104
6.3.2 崩塌的分类·····	105
6.3.3 崩塌的前兆特征·····	105
6.3.4 崩塌的发育条件·····	105
6.3.5 崩塌的时间分布规律·····	106
6.3.6 崩塌的治理·····	106
6.4 泥石流·····	107
6.4.1 泥石流的形成条件·····	108
6.4.2 泥石流的分类·····	109
6.4.3 泥石流的发育特点·····	110
6.4.4 泥石流的防治·····	110
6.5 岩溶·····	111
6.5.1 岩溶的分类·····	111
6.5.2 岩溶的形态·····	111
6.5.3 岩溶的形成条件·····	112
6.5.4 岩溶的分布规律·····	113
6.5.5 岩溶的工程地质问题·····	114
6.5.6 岩溶的防治·····	114
6.6 地震·····	115

6.6.1 地震的基本概念	115
6.6.2 地震的分类	122
6.6.3 地震的分布	123
6.6.4 地震灾害	125
6.6.5 地震对建筑物的影响	125
6.6.6 建筑物的抗震	126
思考题	127
第7章 工程地质勘察	128
7.1 勘察任务及勘察阶段	128
7.1.1 工程地质勘察任务	128
7.1.2 工程地质勘察内容	128
7.1.3 工程地质勘察阶段	129
7.2 工程地质测绘	131
7.2.1 工程地质测绘的主要内容	131
7.2.2 工程地质测绘范围	131
7.2.3 工程地质测绘比例尺	132
7.2.4 工程地质测绘方法	133
7.3 遥感技术在工程地质测绘中的应用	133
7.3.1 基本概念	133
7.3.2 基本原理	134
7.3.3 遥感技术在地质测绘中的应用	134
7.4 工程地质勘探	135
7.4.1 钻 探	135
7.4.2 井探、槽探	137
7.4.3 地球物理勘探	138
7.5 现场检测与监测	139
7.5.1 地基基础检验和监测	140
7.5.2 不良地质作用和地质灾害的监测	141
7.5.3 地下水的监测	141
7.6 勘察资料的内业整理	142
7.6.1 工程地质勘察报告内容	142
7.6.2 常用图表的编制	143
7.7 土木工程地质勘察要求	143
7.7.1 工业与民用建筑	143

7.7.2 道路工程	144
7.7.3 桥梁工程	145
7.7.4 地下工程	147
7.7.5 港口工程	148
7.7.6 机场工程	149
思考题	150
参考文献	151

第 1 章

绪 论

地质学是地球科学的一个重要组成部分,到 20 世纪 80 年代已发展成为包括两大类分支学科的理论体系。一类是探讨基本原理的基础学科,如岩石学、矿床地质学、动力地质学、构造地质学、地貌学等;另一类是由基础学科与其他学科形成的交叉学科,如地球物理学、地质力学、水文地质学、地质年代学、工程地质学、生态地质学、灾害地质学等。工程地质学作为地质学的一个分支,主要研究与人类工程建筑活动有关的地质问题。

我国是文明古国,早在春秋时期就修建了许多大型工程。例如:始建于公元前 722 年,自河南省荥阳引黄入淮的鸿沟;始建于公元前 506 年,江苏高淳县的沟通太湖与长江的伍堰;始建于公元前 485 年,大运河江苏境内的仪征至淮安段等。这都说明古代人民不但具有高超的建筑技巧,而且对建筑场地的工程地质环境也已有所了解。

第一次世界大战结束后,整个世界开始了大规模的建设时期。1929 年,奥地利的 K·太沙基出版了世界上第一部《工程地质学》。19 世纪 30 年代,原苏联地质学家提出了完整、系统的工程地质学和理论体系。1935 年,Φ·Π·萨瓦连斯基(1881—1946 年)在苏联莫斯科地质勘探学院创建了工程地质与水文地质研究室,并先后出版了《水文地质学》(1933 年)、《工程地质学》(1937 年),标志着工程地质学的诞生。Φ·Π·萨瓦连斯基提出并发展了工程地质学中的自然历史观点。1939 年, R. F. Legget 编写了《地质与工程》一书,1983 年又出版了巨著《土木工程的地质学手册》。奥地利人 J. Stini 和 L. Müller 最早认识到岩体结构面的影响,于 1951 年创办了《地质与土木工程》期刊。

我国的工程地质学是在新中国成立后才发展起来的。20 世纪 50 年代初,由于国防、经济建设的需要,地质部成立了地质局和相应的研究机构,并在地质院校中设置了水文地质专业,培养专门人才。当时的一些重大工程,如三门峡水库、武汉长江

大桥、新安江水电站等,促进了我国工程地质学的快速发展,以及一些新的工程地质思想和理论的形成与建立。谷德振先生在岩体稳定性问题上提出了结构控制论,并出版了《岩体工程地质力学基础》一书。刘国昌先生从区域工程地质条件出发,指出了区域稳定性的研究方向,出版了《中国区域工程地质学》一书。胡海涛先生继承和发展了李四光先生的地质力学理论,结合大型工程选址,坚持在活动区寻找相对稳定的“安全岛”思想,并出版了《广东核电站规划选址区域稳定性分析与评价》一书。近年来,我国工程地质学快速发展,研究水平与世界同步,并具有了自己的研究特色,如黄润秋 2014 年主持完成了《汶川地震地质灾害评价与防治》,指出了以“发震断层效应”、“地形地貌效应”为主导的地震地质灾害发育分布规律。

人类的活动与工程地质环境密切相关,不良的行为会造成地质环境的大规模破坏,如水库蓄水可诱发地震,地下水过度开采会引起城市地面沉降等。人类活动对地质环境的影响已达到与一定的自然地质作用相当的程度,在某些地区,这种影响甚至远远超过了一般的地质作用。由此出现了环境工程地质问题,即由人类工程经济活动引起的大规模的、广泛而严重的危害工程地质环境及其区域内工程设施和人民生命财产安全的地质问题。我国著名工程地质学家王思敬院士认为“环境地质学就研究对象和理论基础而言,是工程地质学新发展的学科分支,它的新颖之点在于强调人类工程活动对环境的影响及作用”,并出版了《人类工程活动与地质环境的相互作用》一书。随着环境工程地质问题日趋增多,影响范围越来越广,我国出台了环境影响评价工程师注册考试。环境影响评价工程师的工作就是对所有建设和规划的环境进行环境影响评价。

工程地质学的研究目的,在于查明建设地区或建筑场地的工程地质条件;分析并预测可能存在的工程地质问题及其对建筑物、地质环境的影响;提出防治不良地质现象的措施,为保证工程建设的合理规划、施工及正常使用提供可靠的地质科学依据。随着经济建设的发展,大规模基础工程设施不断修建,如高等级公路、海港码头、桥梁、海底隧道、山区支线机场、改扩建机场以及众多拔地而起的高层建筑,都为工程地质工作者提出了许多新的研究课题。这就迫切需要发展新理论、新方法、新技术,从而推动工程地质学科进一步发展。

本书是结合航空特色、专为土木工程专业和机场道路工程专业所编写的,是非地质专业人才必须具备的工程地质学知识读本。本书内容广泛,重点突出,注重与实践的联系,实现了与土力学、岩石力学、基础工程、施工技术等相关课程的系统化。本书的内容包括:矿物与岩石、地质作用与地质年代、地质构造、地表水与地下水、常见的地质灾害、工程地质勘察等内容。通过学习,可以对工程地质勘察的任务、内容和方法有较全面的了解,能够进行对一般工程地质问题的分析,可以评价人类工程活动对地质环境的影响,并提出相应的对策和治理措施。

第 2 章

矿物与岩石

2.1 地球圈层

地球是围绕太阳转动的一颗行星,是一个旋转的椭球体,地球赤道半径为 6 378.160 km,两极半径为 6 356.755 km。研究发现,地球由不同状态的物质圈层组成,内部圈层分为地壳、地幔和地核(见图 2-1),外部圈层分为生物圈、水圈和大气圈。

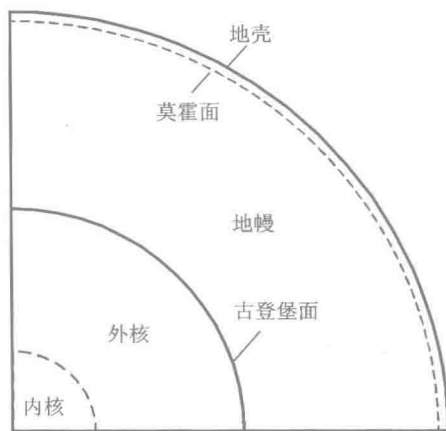


图 2-1 地球内部构造示意图

2.1.1 地壳

地壳是地球表面极薄的一层硬壳,薄厚不均,整个地壳的平均厚度约为 17 km。大陆地壳厚度较大,可达 15~80 km,平均厚度约为 33 km,青藏高原是地壳最厚的

地方, 厚达 70 km 以上。大洋地壳比较薄, 厚度约为 5~10 km, 平均厚度为 7 km, 太平洋马里亚纳群岛东部深海沟的地壳是地壳最薄的地方。

地壳的平均密度约为 2.8 g/cm^3 , 双层结构: 上层为硅铝层, 又称花岗岩层, 富含硅、铝, 密度约为 2.7 g/cm^3 ; 下层为硅镁层, 又称玄武岩层, 富含硅、镁, 密度约为 2.9 g/cm^3 。硅铝层在海洋底部很薄, 尤其是大洋盆底地区, 在太平洋中部甚至缺失, 是不连续圈层。硅镁层在大陆和海洋均有分布, 是连续圈层, 两层以康拉德不连续面隔开。

南斯拉夫地震学家莫霍洛维奇于 1909 年的一次地震时发现, 某些地震波到达观测站比预计的快, 在地壳下表面附近, 纵波的速度从 7.0 km/s 突然增加到 8.1 km/s , 横波的速度也从 4.2 km/s 突然增至 4.4 km/s 。这是因为在地壳与地幔之间存在分界面, 这个分界面以莫霍洛维奇的名字命名为莫霍(Moho)面。

2.1.2 地 幔

地幔是自莫霍面以下至深度约 2 900 km 的范围, 约占地球体积的 83.3%。根据地震波的变化情况, 地幔分为上下两层。上地幔深度为 33~980 km, 主要为橄榄质的超基性岩; 下地幔深度为 980~2 900 km, 主要为硅酸盐、金属氧化物和硫化物, 密度约为 5.1 g/cm^3 。

岩石圈包括地壳和上地幔顶部, 其下为软流圈。软流圈位于上地幔的上部, 据推测, 软流圈温度为 $1\,300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右, 压力约为 30 000 个大气压, 以半粘性状态缓慢流动, 故称软流圈, 它很可能是岩浆的发源地。

1914 年, 德国地球物理学家古登堡(1936 年加入美国籍)发现地下约 2 900 km 处的地震波纵波速度下降, 横波消失, 后证实这里是地核与地幔的分界面, 此界面被称为古登堡面。

2.1.3 地 核

地核是地球的核心部分, 位于地幔以下, 分为外地核、过渡层、内地核。外地核为地表以下 2 900~4 700 km 的范围, 主要为熔融状态的铁、镍混合物及少量的 Si、S 等轻元素, 密度约为 10 g/cm^3 。内地核在地表以下 5 100~6 371 km 的范围, 主要为铁、镍等重金属, 平均密度为 12.5 g/cm^3 。位于内外地核之间的过渡层厚约 400 km, 物质从液态过渡到固态。

2.1.4 地球结构的信息统计

表 2-1 对地球结构的信息进行了统计。

表 2-1 地球结构信息统计表

地球圈层名称			深度/ km	地震 纵波速度/ ($\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$)	地震 横波速度/ ($\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$)	密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	物质状态	
一级分层	二级分层							传统分层
外 球	地 壳		地 壳	0~33	5.6~7.0	3.4~4.2	2.6~2.9	固态物质
	外过 渡层	外过渡层 (上)	上地幔	33~980	8.1~10.1	4.4~5.4	3.2~3.6	部分熔融 物质
		外过渡层 (下)	下地幔	980~2 900	12.8~13.5	6.9~7.2	5.1~5.6	液态—固 态物质
液态层	液态层		外地核	2 900~4 700	8.0~8.2	不能通过	10.0~11.4	液态物质
内 球	内过渡层		过渡层	4 700~5 100	9.5~10.3		12.3	液态—固 态物质
	地 核		内地核	5 100~6 371	10.9~11.2		12.5	固态物质

2.2 造岩矿物

地壳中的化学元素除少数呈单质存在外,绝大多数以化合物的形式存在,这些具有一定化学成分和物理性质的自然元素以及化合物统称为矿物。由一种或多种矿物以一定规律组成的自然集合体称为岩石,构成岩石的矿物称为造岩矿物。

目前,人类已发现的造岩矿物有 3 000 多种,绝大多数以固态存在,常见的造岩矿物有 20 多种,如正长石、斜长石、黑云母、白云母、辉石、角闪石、绿泥石、滑石、高岭石、石英、白云石、黄铁矿、磁铁矿等。

2.2.1 矿物的分类

自然界中的矿物,都是在一定的地质环境中存在的,随各种地质作用不断发生变化。当外界条件改变到一定程度后,矿物原来的成分、内部构造和性质就会发生变化,形成次生矿物。因此,按矿物的形成可将造岩矿物分为原生矿物和次生矿物两种。

① 原生矿物:由岩浆侵入地壳或喷出地表后冷凝而成的矿物,如石英、长石类、云母类、辉石、角闪石、方解石、磁铁矿、黄铁矿等。

② 次生矿物:通常由原生矿物发生化学变化生成的新矿物,其化学组成和构造经过改变已不同于原生矿物,如蛇纹石、高岭石、铅矾等。

2.2.2 粘土矿物

粘土矿物是指具有片状或链状结晶格架的硅铝酸盐,属于次生矿物。粘土矿物

主要包括高岭石组、伊利石组、蒙脱石组三个组群,其内部结晶的最基本单元称为晶片。这三类粘土矿物由两种晶片组成,即铝氢氧晶片和硅氧晶片,晶片以不同的方式进行排列,形成晶胞。

高岭石组群矿物形成的粘粒较粗大,甚至可以形成粉粒,晶形一般为拉长的六边形。蒙脱石组群矿物的晶格具有吸水膨胀性能,联结力较弱,可以形成细小的鳞片状颗粒,晶体呈不规则圆形。伊利石组群矿物的晶胞层间由钾离子联结,联结力较蒙脱石组群强,较高岭石组群弱,所以形成的片状颗粒尺寸介于蒙脱石组群和高岭石组群之间。

粘土矿物具有可塑性、耐火性和烧结性,是陶瓷、耐火材料、水泥等工业的重要天然原料。

2.2.3 矿物的形态

1. 单体形态

固体矿物根据内部质点(原子、离子、分子)是否在空间三维呈周期性的规则排列,分为晶质矿物和非晶质矿物。造岩矿物绝大多数是晶质矿物。晶质矿物的内部质点排列规则,在适宜的生长条件下,晶体具有一定的内部结构、构造和几何外形,如NaCl在三维空间呈立方格子状构造,其几何外形就是立方体。不同晶质的矿物,因内部结构不同,晶体的几何形态也不同,如方解石多为菱面体,云母则为片状,黄铁矿因生长条件不同可呈立方体或五角十二面体等。

在相同条件下生长的同种晶粒,总是趋向于形成某种特定的晶形,这种现象被称为结晶习性。根据晶体在三维空间的发育程度,可分为以下三类:

- ① 一向延长:晶体沿一个方向特别发育,其余两个方向发育较差,呈柱状、针状、纤维状等,如角闪石、辉石、电气石等。
- ② 二向延长:晶体沿两个方向发育,呈板状、片状、鳞片状等,如云母、绿泥石等。
- ③ 三向等长:晶体在三维空间发育,呈等轴状、粒状等,如石榴子石、橄榄石等。

非晶质矿物内部质点排列无规律、杂乱无章,因而没有一定的几何外形,如蛋白石、玛瑙、火山玻璃等矿物。

2. 集合体形态

在自然界,晶质矿物很少以单体出现,而非晶质矿物又没有规则的单体形态,所以常按集合体的形态来识别矿物。同种矿物的多个单体聚集在一起形成的整体就是集合体,其形态取决于单体的形态和集合方式。集合体按矿物结晶粒度大小可分为肉眼可见的显晶质矿物集合体,肉眼不能辨认的隐晶质或非晶质矿物集合体。常见的矿物集合形态有以下几种:

- ① 晶簇:在同一基底上生长出许多同类矿物的晶体群,如水晶簇、方解石晶簇等。

② 纤维状:由许多针状、柱状或毛发状的同种单体矿物平行排列成纤维状,如石棉、纤维石膏等。

③ 粒状:大小相近,不按一定规律排列的晶体,聚合在一起形成粒状集合体,依颗粒大小可以分粗粒状、中粒状和细粒状。

④ 钟乳状:钙质溶液或胶体,它是在岩石的孔洞或裂隙中,因水分蒸发,从同一基底向外逐层生长而成的圆锥形或圆柱形集合体。常见于石灰岩溶洞中,由洞顶向下生长形成下垂的钟乳体称为石钟乳;由下向上逐渐生长的称为石笋;石钟乳和石笋相互连接时,形成石柱。

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集成集合体,形似鱼卵,如鲕状赤铁矿。结核颗粒大小如豆者称为豆状;形似肾状者称为肾状集合体,如肾状赤铁矿、肾状硬锰矿等。

⑥ 土状:呈疏松粉末状聚集而成的集合体,如高岭土。

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、块状石英等。

2.2.4 矿物的物理性质

1. 颜色

颜色是矿物对不同波长的可见光波吸收和反射程度的反映,分为自色、他色和假色。

① 自色,是矿物固有的颜色。例如:黄铁矿是铜黄色,方解石是白色,橄榄石是橄榄绿色。

② 他色,当矿物中混有杂质时呈现的颜色,与矿物本身的性质无关,对鉴定矿物意义不大。例如纯石英是无色透明的,当含有不同杂质时可以呈现乳白色、紫红色、绿色等多种颜色。

③ 假色,是矿物内部裂隙或表面氧化膜对光折射、散射形成的颜色。例如方解石节理面上常出现的彩虹就是假色。

2. 条痕

矿物在白色无釉的瓷板上划擦时留下的粉末颜色,称为条痕。条痕可以消除假色,减弱他色,对鉴定深色矿物具有重要的意义。有一些矿物的条痕与矿物的颜色是不同的,如黄铁矿为铜黄色,而条痕是绿黑色;赤铁矿有红色、钢灰色、铁黑色等多种颜色,但条痕总是樱红色。

3. 光泽

光泽是指矿物表面反射光线的能力,根据矿物平滑表面反射光的强弱,可分为:

① 金属光泽,如方铅矿、黄铁矿。

② 半金属光泽,如磁铁矿。