



普通高等教育“十三五”规划教材

城市工程地质与 水文地质

张 昭 慕焕东 邓亚虹 刘奉银 编著



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

城市工程地质与水文地质

张 昭 慕焕东 邓亚虹 刘奉银 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书针对《城市工程地质与水文地质》这门专业基础课的教学特点,构建“性质—途径—问题—措施”的新课程体系,理论联系实际,突出工程地质学与水文地质学的新技术、新方法在城市建设活动中的运用。全书共6章,主要包括岩土介质的类型及其工程地质性质、地质图识读基础、不良地质作用及其勘察、城市规划和建设中的工程地质、水的地质作用和水文地质勘察。

本书可作为城市地下空间工程、城市规划、给排水科学与工程、土木工程、水利水电工程、水文水资源工程、农业水利工程、地质工程、资源勘察技术与工程、交通工程等专业的本科生教材,也可供相关领域科研及工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

城市工程地质与水文地质/张昭等编著. —北京:科学出版社,2016.9
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-03-049689-8

I. ①城… II. ①张… III. ①市政工程—工程地质—高等学校—教材
②市政工程—水文地质—高等学校—教材 IV. ①P642 ②P641

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第204408号

责任编辑:杨向萍 亢列梅 杨 丹 程雷星/责任校对:张凤琴
责任印制:张 伟/封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年9月第 一 版 开本:720×1000 B5

2016年9月第一次印刷 印张:19 1/4

字数:388 000

定价:68.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

《城市工程地质与水文地质》是针对城市地下空间工程、城市规划、给排水科学与工程、土木工程等专业开设的一门专业基础课,旨在使学生掌握与城市建设活动密切相关的工程地质与水文地质概念和知识,熟悉城市建设活动场地的工程地质与水文地质条件和可能存在的工程地质与水文地质问题,培养学生运用地质学思维,根据实际工程要求,调查、分析、解决与城市建设活动有关的地质问题的基本能力。针对这门课程与城市建设活动的特点,本书构建了“性质—途径—问题—措施”的新体系,并突出了工程地质学与水文地质学的新技术、新方法在城市建设活动中的运用。

本书是普通高等教育“十三五”规划教材,以城市地下空间工程、城市规划、给排水科学与工程、土木工程、公路工程、桥梁工程为专业背景,形成了“矿物学、岩石学→土力学、岩体力学→工程地质学、水文地质学”这种多层次、多方向专业基础课程的“集合”特色。全书共6章内容,第1章介绍岩土介质的类型及其工程地质性质,第2章介绍地质图识读的基础知识和方法,第3章介绍不良地质作用机理及相应的勘察方法,第4章介绍城市规划和建设中的工程地质问题,第5章介绍水的地质作用,第6章介绍水文地质勘察方法和技术。

本书由西安理工大学张昭、慕焕东、刘奉银及长安大学邓亚虹负责编写。绪论由刘奉银编写,第1章、第2章、3.1节~3.6节、4.3节和4.4节由慕焕东编写,3.7节和3.8节由邓亚虹编写,4.1节、4.2节、第5章、第6章由张昭编写,最后由张昭和慕焕东负责统稿。

本书完稿后由长安大学范文教授,西北大学王家鼎教授,北京建筑大学齐吉林教授,西安科技大学叶万军教授,西安理工大学范留明教授、陈蕴生副教授、丁卫华副教授、袁继国副教授和姚显春讲师等审阅,他们提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。同时感谢王爽、张崇帅、谷雨、赵腾在绘图、编排、整理和校阅过程中所付出的辛勤劳动。

本书的出版得到国家自然科学基金项目(41402258, 41372304)、中国博士后科学基金项目(2015M572657XB)、陕西省自然科学基金基础研究计划青年人才项目

(2016JQ4002) 和陕西省博士后科研项目 (107-434016007) 的资助。

由于作者水平有限, 书中难免有疏漏和不当之处, 敬请读者批评指正。

作 者

2016 年 3 月

目 录

前言

0 绪论	1
0.1 城市建设活动与地质环境的相互关系	1
0.2 工程地质在城市建设中的任务和作用	2
0.3 水文地质在城市建设中的任务和作用	3
0.4 城市工程地质与水文地质的主要内容及教学要求	4
第1章 岩土介质类型及其工程地质性质	6
1.1 岩土介质的基本物质组成	6
1.1.1 矿物的形态	7
1.1.2 矿物的颜色与条痕色	8
1.1.3 矿物的光泽与透明度	8
1.1.4 矿物的硬度	9
1.1.5 矿物的解理与断口	9
1.1.6 常见矿物鉴定	9
1.2 岩土介质的类型及其相互转化关系	11
1.2.1 岩浆岩	12
1.2.2 沉积岩	14
1.2.3 变质岩	16
1.2.4 土与土体	18
1.2.5 岩土介质的相互转化	19
1.3 岩土介质的工程地质性质	21
1.3.1 岩石的物理性质	22
1.3.2 岩石的力学性质	29
1.3.3 岩体的结构特征	32
1.3.4 岩体的力学性质	36
1.3.5 土的物理性质	40
1.3.6 土的力学性质	43
1.4 岩土介质的工程地质分类	45
1.4.1 土的工程地质分类	45
1.4.2 岩体的结构分类	46
1.4.3 岩体的工程地质分类	47

复习思考题	48
第2章 地质图识读基础	49
2.1 概述	49
2.2 岩层及岩层产状	49
2.2.1 岩层	49
2.2.2 岩层的产状要素	51
2.2.3 岩层产状的测定及表示	52
2.3 褶皱构造	53
2.3.1 褶皱	54
2.3.2 褶皱要素	54
2.3.3 褶皱分类	55
2.4 断裂构造	57
2.4.1 节理	57
2.4.2 断层	62
2.5 地质年代及地层接触关系	65
2.5.1 地质年代	65
2.5.2 地层接触关系	65
2.6 地质图的识读方法	68
2.6.1 地质图的种类	68
2.6.2 地质图的识读步骤	70
2.6.3 地质图上产状要素的求法	71
2.6.4 地质内容在地质图上的表现	72
2.6.5 地质剖面图的绘制	79
复习思考题	81
第3章 不良地质作用及其勘察	83
3.1 崩塌	83
3.1.1 崩塌的定义及形成条件	83
3.1.2 崩塌的类型及特征	85
3.1.3 崩塌的防治措施	87
3.1.4 崩塌的勘察	91
3.2 滑坡	93
3.2.1 滑坡的定义及形成条件	93
3.2.2 滑坡的类型及特征	94
3.2.3 滑坡的影响因素	96
3.2.4 滑坡的防治措施	97
3.2.5 滑坡的勘察	100
3.3 泥石流	104

3.3.1	泥石流的定义及形成条件	104
3.3.2	泥石流的类型及特征	106
3.3.3	泥石流的防治措施	109
3.3.4	泥石流的勘察	109
3.4	岩溶	113
3.4.1	岩溶的定义及形成条件	113
3.4.2	岩溶的地貌形态	113
3.4.3	岩溶的防治措施	114
3.4.4	岩溶的勘察	116
3.5	地震	117
3.5.1	地震的基本概念	118
3.5.2	地震的类型及特征	118
3.5.3	震级与烈度	120
3.5.4	地震波	122
3.6	地面沉降	123
3.6.1	地面沉降的定义及形成条件	123
3.6.2	地面沉降的成因机制及类型	124
3.6.3	地面沉降的危害	124
3.6.4	地面沉降的防治措施	125
3.6.5	地面沉降的调查与监测	125
3.7	地裂缝	127
3.7.1	地裂缝的定义	127
3.7.2	地裂缝的类型及特征	128
3.7.3	地裂缝的形成机理	129
3.7.4	地裂缝的防治措施	129
3.7.5	地裂缝的勘察	133
3.8	特殊土的地质作用	133
3.8.1	湿陷性黄土	133
3.8.2	膨胀土	136
3.8.3	软土	138
	复习思考题	140
第4章	城市规划和建设中的工程地质	141
4.1	城市规划工程地质	141
4.1.1	城市规划中的主要工程地质问题	141
4.1.2	城市工程地质研究在城市规划和建设中的作用	145
4.1.3	城市规划中工程地质研究的内容与方法	146
4.1.4	城市规划工程地质勘察的要点	149
4.1.5	城市规划勘察报告的编制	155

4.2	工业与民用建筑的工程地质	157
4.2.1	工业与民用建筑的工程地质问题	157
4.2.2	工业与民用建筑的勘察要点	159
4.2.3	工业与民用建筑勘察报告的编写	163
4.3	城市公路和桥梁的工程地质	164
4.3.1	城市公路和桥梁的工程地质问题	164
4.3.2	城市公路和桥梁的勘察要点	167
4.3.3	城市公路和桥梁勘察报告的编写	169
4.4	城市地下工程的工程地质	171
4.4.1	城市地下工程的工程地质问题	171
4.4.2	城市地下工程的勘察要点	178
4.4.3	城市地下工程勘察报告的编写	180
	复习思考题	181
第5章	水的地质作用	182
5.1	地球上的水及其循环	182
5.2	地表水的地质作用	183
5.2.1	地表流水的活力和负载	184
5.2.2	暂时流水的地质作用	184
5.2.3	河流的地质作用	187
5.3	地下水的赋存	199
5.3.1	水在岩土介质中的赋存形式	199
5.3.2	包气带与饱水带	201
5.3.3	含水层与隔水层	202
5.3.4	地下水分类	202
5.3.5	潜水	204
5.3.6	承压水	207
5.4	地下水的性质	211
5.4.1	地下水的物理性质	211
5.4.2	地下水的化学成分	213
5.4.3	地下水的侵蚀性	218
5.4.4	地下水的水质分析	219
5.5	不同含水介质中的典型地下水	223
5.5.1	孔隙水	223
5.5.2	裂隙水	229
5.5.3	岩溶水	235
5.5.4	泉	242
	复习思考题	245

第 6 章 水文地质勘察	247
6.1 概述	247
6.2 水文地质测绘	248
6.2.1 水文地质测绘的目的与任务	248
6.2.2 水文地质测绘的方法	248
6.2.3 水文地质测绘的内容	249
6.2.4 不同地区水文地质测绘的特点	252
6.3 水文地质物探	254
6.3.1 电阻率法	254
6.3.2 基于电阻率法的其他水文地质物探方法	259
6.4 水文地质钻探	262
6.4.1 水文地质钻探的基本任务	262
6.4.2 水文地质钻探的技术要求	262
6.4.3 水文地质钻探孔布置的基本原则	264
6.5 抽水试验	264
6.5.1 概述	264
6.5.2 抽水试验的类型	265
6.5.3 抽水孔与观测孔的布置原则	266
6.5.4 抽水井的一般构造和抽水设备	267
6.5.5 抽水试验的技术要求	270
6.5.6 抽水试验资料的现场整理	271
6.6 地下水的动态观测	272
6.6.1 地下水动态观测的影响因素	272
6.6.2 地下水动态观测点的选择和布置原则	275
6.6.3 地下水动态观测的内容及其资料整理	275
6.7 地下水资源评价	276
6.7.1 地下水资源的评价内容及评价原则	276
6.7.2 地下水的水量评价	278
6.7.3 地下水的水质评价	283
6.8 水文地质勘察的资料整理	290
6.8.1 水文地质勘察报告书	290
6.8.2 水文地质图件	291
6.8.3 其他资料	292
6.8.4 勘察报告的阅读和分析	292
复习思考题	294
参考文献	295

0 绪 论

0.1 城市建设活动与地质环境的相互关系

城市建设活动都是在一定的地质环境中进行的,两者之间必然产生特定方式的相互关联和相互制约。

地质环境对城市建设活动的制约是多方面的,既可以表现为以一定作用影响建筑物的稳定和正常使用,也可以表现为一定作用影响城市建设活动的安全,还可以表现为由于某些地质条件不具备而提高了工程造价,这些影响视地质环境的具体特点和城市建设活动的方式和规模而异。例如,在活动断层和强烈地震区修建工业与民用建筑物时,若建筑场地选择不当或建筑物类型、结构设计不合理,就会由于断层活动或伴随断层活动产生的强烈地震而使建筑物损坏或毁坏;在石灰岩地区的城市修建公路时,如未能查明溶蚀洞穴的分布规律并采取适当措施,往往会致使路面塌陷,轻则造成公路损毁,重则危及路面行人和车辆的安全;在城市地铁工程建设中,地铁隧道本身的稳定及支撑结构、施工方法、施工条件及施工人员的安全,都受周围地质环境的制约。地质环境可通过两方面影响建筑工程造价。一方面是建筑场地选择不当,这也是在对城市进行总体和详细规划中应特别关注的问题。为了在复杂条件下保证建筑物的安全,若对威胁建筑物的地质因素不采取任何处理措施,就必须采用更为复杂的建筑物结构。例如,在沿海城市的淤泥质软弱地基上修建高层建筑,因为没有可靠的天然地基,所以需采用人工改良地基或更为复杂的箱桩基础,以保证建筑物不致因强烈的不均匀沉降而毁坏,建筑物的造价随之提高是显而易见的。另一方面是选择了当地不能提供充分天然建筑材料的建筑物形式,若不从远处运来天然建筑材料,就必须制造人工建筑材料,建筑物造价的大幅提高也在所难免。

城市建设活动又会以各种方式影响地质环境。例如,房屋建筑物会引起地基土层的压密,桥梁会改变局部水流条件从而使局部河段的侵蚀淤积规律发生变化等。由于城市建设活动规模日益扩大,对地质环境的影响远超出局部场地的范围而波及更广大的区域。例如,在城市供水规划和设计中过度开采地下水,会减小土层中的孔隙水压力,从而引起大范围的地面沉降,严重影响沉降区域内已有建筑物。

由于地质环境不同和城市建设活动的类型和规模不一,城市建设活动与地质环

境之间相互关联、相互制约形式多样,既有两者之间某种形式的相互作用,也有不属于相互作用的某种形式的相互制约,如因不具备某些地质条件而提高了工程造价。若不能根据具体地质环境和城市建设活动方式预见两者之间相互制约的基本形式,则既不能合理开发或利用地质环境以致影响城市建设活动的安全与经济,也会使广大区域的地质环境恶化,致使大范围内已有建筑物受到不良影响。由此可见,研究城市建设活动与地质环境之间的相互制约关系,以便合理开发和有效保护地质环境,防治可能发生的地质灾害,就是作为从地质学发展起来的两门新兴学科——工程地质与水文地质的基本要务,不仅如此,有效地改造地质环境也是工程地质与水文地质在不远的将来所要面临的重要任务。

0.2 工程地质在城市建设中的任务和作用

工程地质在城市建设中的任务主要包括以下六方面:

- (1) 查明城市建筑地区的工程地质条件,并指出对建筑物有利和不利因素。
- (2) 论证建筑物存在的工程地质问题,进行定性和定量评价,作出确切的结论。
- (3) 在城市规划过程中,选择地质条件优良的建筑物场址,并根据场址的地质条件合理配置各个建筑物。
- (4) 研究建筑物建成后对地质环境的影响,预测其发展演化趋势,并提出对地质环境合理利用和保护的建议。
- (5) 根据建筑物场址的具体地质条件,提出有关建筑物类型、规模、结构和施工方法的合理建议,并保证建筑物正常使用所应注意的地质要求。
- (6) 为拟定改善和防治不良地质作用的措施方案提供地质依据。

由此可见,工程地质调查与研究是城市规划和建设的基础工作。工程地质工程师必须与城市规划师、城市建设的设计师和施工工程师密切协作,以完成上述各项任务。

实践表明:查明工程地质条件,是工程地质研究的基础,而论证和解决工程地质问题,则是工程地质研究的核心。因此,明确工程地质条件和工程地质问题的含义是很有必要的。

工程地质条件是指与城市建设活动有关的地质因素的集合。地质因素包括岩土介质类型及其工程地质性质、地质结构、构造、地形地貌、动力地质作用和天然建筑材料等方面。地质因素是一个综合概念,其中的某一因素不能概括为工程地质条件,而只是工程地质条件的某一方面。在进行城市建设活动时,首要的任务就是查明和认识建筑物场地的工程地质条件。不同地域的地质环境不同,工程地质条件也不同,对建筑物有影响的地质因素所扮演的主次角色也是不同的。工程地质条件是

在自然地质历史发展演化过程中形成的,是客观存在的。

工程地质问题是指工程地质条件与建筑物之间存在的矛盾或问题。优良的工程地质条件符合建筑物安全、经济和正常使用的要求,不致对建筑物造成危害。但是,工程地质条件往往有一定的缺陷,会对建筑物产生严重的甚至是灾难性的危害。因此,一定要将矛盾的两个方面联系起来分析。由于城市建筑物的类型、结构形式和规模不同,对地质环境的要求不同,所以工程地质问题也是复杂多样的。例如,工业与民用建筑的主要工程地质问题是地基承载力和沉降问题,城市地铁的主要工程地质问题是围岩稳定性问题。工程地质问题的分析、评价,是工程地质工程师的中心任务。

0.3 水文地质在城市建设中的任务和作用

水文地质学的研究对象是地下水及其所赋存的介质。水文地质在城市建设中的主要任务是调查研究以下三方面:

- (1) 地下水的形成、埋藏、分布、运动及循环转化的规律。
- (2) 地下水的物理、化学性质和成分,以及水质的变化规律。
- (3) 合理地开发、利用、管理地下水资源,以及有效地消除地下水的危害。

水文地质工作,不但要配合上述工程地质工作,提供城市建设活动中有关水文地质条件方面的资料,而且在城市环境保护工作中也起着先决作用。

地下水具有资源、生态环境因子、灾害诱因等功能,水文地质学在城市建设活动中的作用是与地下水及其赋存介质的功能相关联的:

(1) 资源功能。水是人类赖以生存且不可缺少的宝贵资源。作为水资源重要组成部分的地下水,因其水质良好、分布广泛、变化稳定和便于利用,从古至今一直是城市建设中理想的供水水源。我国半干旱和干旱的华北、西北地区,地下水往往很重要,有时甚至是唯一的生活和工农业供水水源。根据有关部门估算,我国的水资源总量为 28 100 亿 m^3 ,其中,地下水资源为 7800 亿 m^3 。我国水资源分布是极不均匀的,干旱少雨的北方地区,土地资源十分丰富,而水资源十分匮乏,水土资源的组合极不均衡;南方地区,虽然降水量和地表径流较为丰沛,但分布也极不均匀。因此,无论是北方地区,还是南方地区,城市建设活动不仅需要开采、利用地下水资源,还需要充分利用地下水与地表水的水力联系。

(2) 生态环境因子。自 20 世纪末以来,人们逐渐认识到,地下水系统是复杂生态环境系统中一个敏感的系统,是极其重要的生态环境因素,地下水的变化往往影响着生态环境系统的天然平衡状态。在不同区域开发利用地下水会产生不完全相同的生态环境效应。地下水位过高会引发土壤盐渍化和沼泽化,过低会引起土壤干

化、沙化和天然植被衰败。合理开发利用地下水,使地下水位被控制在一个合理的范围内很有必要。此外,以水资源开发为中心的城市建设活动强烈干扰与之密切相关的地下含水层,从而产生了植被退化、土地沙化等严重的生态环境问题。

(3) 灾害诱因。城市地下工程(如城市地下洞室工程、地铁工程)的建设和运行,地下水是主要影响因素之一。例如,地下水的涌水(突水)问题,将直接影响地下工程的工程造价、工程进度和施工安全;地下水的渗漏、腐蚀也会直接影响城市地下工程的安全运营。

0.4 城市工程地质与水文地质的主要内容及教学要求

本课程是城市地下空间工程、城市规划、给排水科学与工程专业的一门专业基础课。涉及岩土介质类型及其工程地质性质、地质图识读基础、不良地质作用及其勘察、城市规划和建设中的工程地质、水的地质作用和水文地质勘察等内容,以“城市规划和建设”为宗旨,以“工程地质与水文地质实践”为导向,以“性质—途径—问题—措施”为主线,着眼于培养本科生在城市规划和建设方面的综合素质,以及应用于工程地质与水文地质实践的能力。

本教材涉及矿物学、岩石学、岩土工程学、工程地质学、普通地质学、构造地质学、水文地质学等多门专业基础学科,同时涉及岩土工程、工程地质、城市规划、工业与民用建筑、地铁工程、地下洞室工程、公路桥梁工程等多个独立的专业领域,涉及面广、内容体系新颖、针对性强,凸显专业实践性,使学生灵活运用城市工程地质与水文地质的理论知识,掌握城市规划和建设中工程地质及水文地质问题的解决思路和方法,为培养兼具创新及实践能力的城市规划和建设技术人才奠定基础。本教材各章的主要内容如下:

第1章为岩土介质类型及其工程地质性质,主要介绍岩土介质的基本物质组成、类型及其相互转化关系(包括岩浆岩、沉积岩、变质岩及土与土体)、工程地质性质、工程地质分类。

第2章为地质图识读基础,在介绍岩层的概念及其产状要素和测定方法后,让学生学会判别褶皱构造、断裂构造、地质年代及地层接触关系,进而掌握地质图的识读方法。

第3章为不良地质作用及其勘察,主要介绍与城市建设活动密切相关的八种不良地质作用,包括崩塌、滑坡、泥石流、岩溶、地震、地面沉降、地裂缝及特殊土的地质作用,论述它们的类型、形成机理、防治措施及勘察方法。

第4章为城市规划和建设中的工程地质:以“工程地质问题—勘察要点—勘察报告的编写”为主线分别介绍城市规划的工程地质、工业与民用建筑的工程地质、

城市公路和桥梁的工程地质和城市地下工程的工程地质问题。

第 5 章为水的地质作用, 由于地表水与地下水存在密切的水力联系, 故需先介绍地表水的地质作用, 进而让学生掌握地下水的赋存形式和分类(重点介绍潜水和承压水)、物理性质、化学成分、侵蚀性(包括水质分析的基本知识), 最后介绍不同含水介质中的典型地下水(包括孔隙水、裂隙水、岩溶水和泉)。

第 6 章为水文地质勘察, 先介绍水文地质测绘和钻探的任务、方法和特点, 再让学生掌握水文地质物探中的电阻率法原理, 重点介绍抽水试验的类型、布孔原则、技术要求, 进而使学生掌握地下水动态观测的影响因素和布点原则, 让学生在地下水资源评价中学会水量和水质评价的基本方法, 最后学会整理水文地质勘察资料。

以上教学内容是相互关联的, 在教学过程中应理论联系实际, 结合实际工程, 由浅入深, 循序渐进。本课程是一门实践性较强的专业基础课, 除课堂教学外, 还应进行地质实验和野外地质实习, 以扩大地质实际知识, 提高学生对工程地质与水文地质在城市建设活动中的认知水平。

第 1 章 岩土介质类型及其工程地质性质

1.1 岩土介质的基本物质组成

地球是一个物质的世界，人类工程活动都在地壳表层进行，而组成地壳表层及地幔的固态物质主要是岩土介质。岩土介质是指矿物、岩石及风化产物在漫长的地质历史时期，经受各种复杂的地质作用及人类活动而形成的地质体，是地壳岩石和土的总称。

对于岩土介质来说，由于物质组成、结构构造、物理化学性质、地质营力及环境等各个方面的差异，其工程地质特性及水文地质特性表现出很大的差异性。因此，岩土介质的基本物质组成在一定程度上决定着岩土介质的基本性质。

众所周知，矿物是岩土介质的主要物质组成，地球的各个圈层实际上就是矿物在不同的物理化学条件下的特殊组合。地球科学中，把具有一定化学成分和内部结构，在自然作用下形成的天然固态物质和化合物称为矿物，把具有一定结构构造的矿物集合体称为岩石，把具有一定成因的多种矿物组成的非均质、多相、分散、多孔隙的集合体称为土。

自然界的矿物种类繁多，人类已熟知的矿物种数已从 20 世纪初的 2000 多种增加到了 20 世纪 90 年代的 4000 多种。但组成岩土介质的主要矿物仅 100 多种，按照形成矿物的化学成分、特定的内部结构及矿物形态之间的差异，矿物通常可以分为五大类，矿物分类及其基本特点如表 1-1 所示。

表 1-1 矿物分类及其基本特点

矿物类型	形成条件	包含类别
自然元素矿物	在地壳中以单质状态存在，根据矿物的性质划分	金属元素矿物类、半金属元素矿物类、非金属元素矿物类
卤化物矿物	卤族元素(Fe、Cl、Br、I)与金属元素(Na、K、Mg、Ca、Al 等)的化合物	氟化物类、氯化物类
硫化物矿物	金属阳离子与 S ²⁻ 化合而成的化合物	简单硫化物类、复硫化物类
含氧盐矿物	各种含氧酸根(络阴离子)与金属阳离子结合而成	硅酸盐类、碳酸盐类、硫酸盐类、磷酸盐类、硼酸盐类、钨酸盐类、钼酸盐类、铬酸盐类
氧化物和氢氧化物矿物	金属和非金属的阳离子与阴离子 O ²⁻ 或 (OH) ⁻ 相化合而成的化合物	氧化物类、氢氧化物类

不同矿物的化学成分及其内部结构、构造不尽相同，因而反映出不同的物理性

质。矿物的物理性质是鉴定矿物的主要依据,也是对岩土介质进行工程地质及水文地质特性评价的基础。矿物的主要物理性质有形态、颜色、条痕色、光泽、硬度、解理和断口等。

1.1.1 矿物的形态

矿物的形态是矿物识别与鉴定的重要依据之一,主要包含矿物的单体形态及集合体形态。单体指矿物的单个晶体,而集合体则是同种矿物的单个晶体聚集在一起形成的整体(图 1-1 和图 1-2)。



图 1-1 方解石单晶

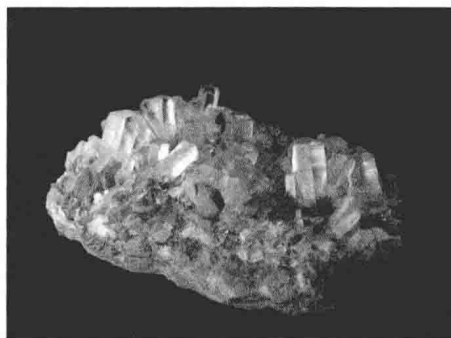
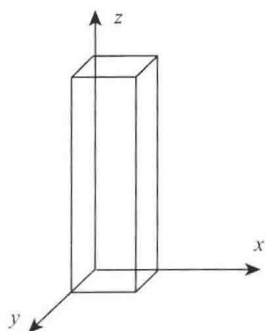
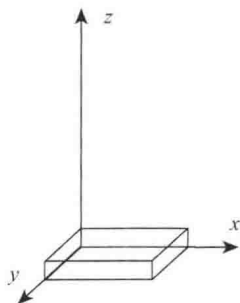


图 1-2 方解石晶簇

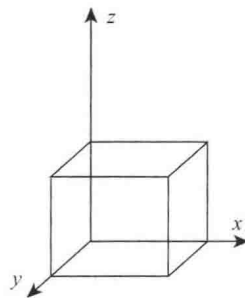
常见矿物形态主要取决于矿物的晶体习性,也就是矿物晶体在一定条件下,常常趋向于形成的某一习惯性形态。根据矿物的晶体习性可将矿物形态分为柱状、针状、纤维状(一向伸长型)、板状、片状、鳞片状、叶片状(两向伸长型)和粒状等轴状(三向等长型),矿物晶体形态分类如图 1-3 所示。



(a) 一向伸长型



(b) 两向伸长型



(c) 三向等长型

图 1-3 矿物晶体的形态