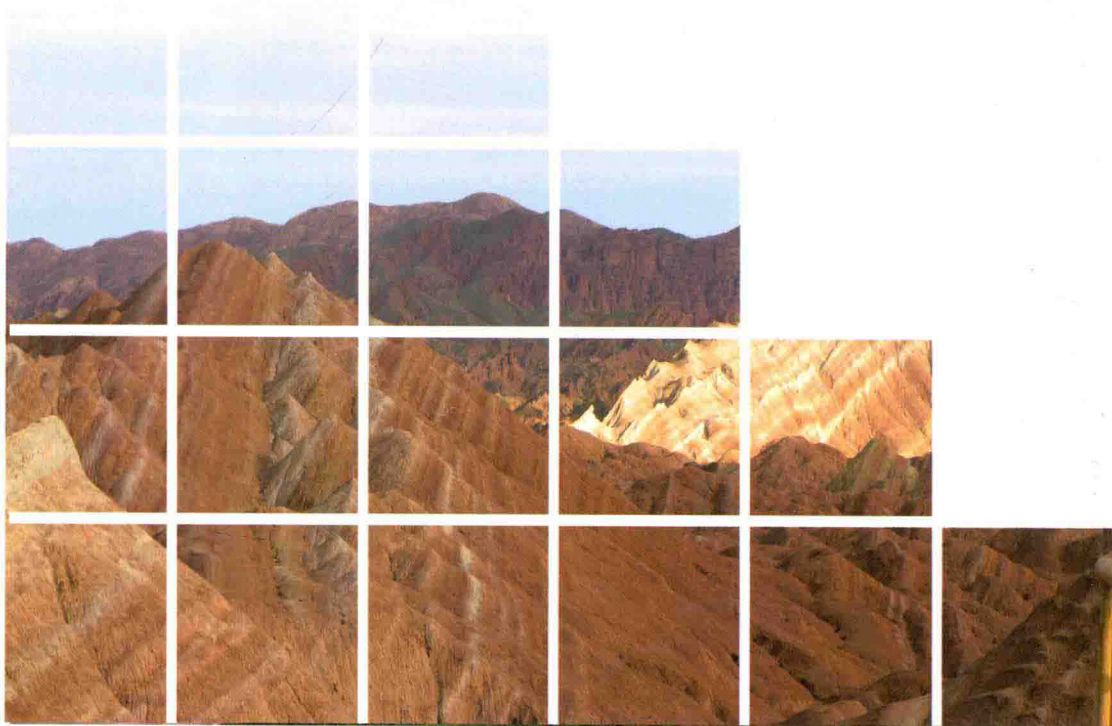


(精编本)

武汉理工大学研究生教材建设基金资助出版
21 SHIJI GAODENG XUOXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI
21世纪高等学校土木工程专业规划教材

工程地质

董必昌 任青阳 程涛 主编



 武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press

土木工程专业规划教材

工程地质

(精编本)

主 编 董必昌 任青阳 程 涛

武汉理工大学出版社
· 武汉 ·

【内容提要】

本书系统地阐述了工程地质的基本原理、工程地质勘察方法及工程地质环境评价。全书分3篇,共11章。第1篇为工程地质学基础;第2篇为工程地质勘察与评价,针对道路与桥梁工程、土木工程、水利水电工程、地下工程、港口工程等工程地质问题进行了分析,并结合现行规范对特殊岩土勘察问题进行了系统介绍;第3篇为工程地质环境评价与治理,主要针对工程地质所涉及的环境问题进行分析、评价及治理。

本书可作为高等学校道路与桥梁工程、土木工程、水利水电工程、地下工程等专业本科生教材和研究生的参考用书,也可供以上专业的设计和科研人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质/董必昌,任青阳,程涛主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2017.12
ISBN 978-7-5629-5603-7

I. ①工… II. ①董… ②任… ③程… III. 工程地质-高等学校-教材 IV. ①P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 234569 号

项目负责人:	徐 扬 陈军东	责任编辑:	张明华
责任校对:	陈 平	装帧设计:	芳华时代
出版发行:	武汉理工大学出版社		
社 址:	武汉市洪山区珞狮路 122 号		
邮 编:	430070		
网 址:	http://www.wutp.com.cn		
经 销:	各地新华书店		
印 刷:	崇阳文昌印务股份有限公司		
开 本:	850×1168 1/16		
印 张:	28.75		
字 数:	788 千字		
版 次:	2017 年 12 月第 1 版		
印 次:	2017 年 12 月第 1 次印刷		
印 数:	1~2000 册		
定 价:	45.00 元		

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

21 世纪高等学校土木工程专业规划教材

编审委员会

主 任 石永久 周 云 王汝恒

副 主 任 战高峰 杨德健 何浙浙 周 东 孙 凌 岳建平
柳炳康 刘 平 王 来 冯为民 王泽云 宋少民

委 员 (按姓氏笔画顺序排列)

马芹永	王 来	王月明	王汝恒	王成刚	王志伟
王泽云	石永久	田道全	冯为民	刘 平	刘声扬
刘瑾瑜	孙 凌	孙靖立	沈小璞	何浙浙	李 珠
李文渊	李玉顺	李世禹	李京玲	宋少民	宋高嵩
苏有文	张大长	张长友	陈国平	陈伟清	陈倩华
杨德健	周 云	周 东	林德忠	岳建平	姚 勇
柳炳康	赵 平	战高峰	黄林青	崔清洋	舒秋华
熊丹安					

总责任编辑 徐 扬

前言

本书是根据《普通高等学校本科专业目录》中土木工程专业培养目标和教育部“十三五”规划培养各专业综合人才的指示精神而编写的。在编写过程中本书力求理论联系实际,反映工程地质学科的新理论、新成果以及相关学科的新规范和新规定。本着兼容道路与桥梁工程、土木工程、水利水电工程、地下工程等专业的原则,在内容丰富、文字简明的前提下,突出工程地质的实际应用。

本书的特点之一是编入了较多的图片,以提高学生的感性认识。此外,每章后面均有思考题,以便学生能针对性地阅读,掌握该章的主要知识点。为提高学生的双语能力以及工程地质专业外文词汇表达能力,本书在附录部分提供了常见的工程地质中英文词汇,便于学生查阅。本书的另外一个特点是编入了大量的公式、表格,涉及不同行业最新规范和规定,因此可以作为研究生的参考用书以及相关专业科研与设计人员的工具用书。

本书第1篇简要介绍了工程地质学基础,该篇为各专业的的基础,建议理论学时28个;第2篇则针对不同专业的工程地质问题展开论述,各专业可针对自己的实际状况,选择对应的专业进行教学,建议理论学时12个;第3篇针对各专业共同面对的工程地质环境问题进行阐述,建议理论学时12个。各专业可根据学科特点以及课程性质对学时进行必要的调整。

本书由武汉理工大学、重庆交通大学和湖北理工学院共同编写。书中绪论部分以及第1篇内容由武汉理工大学董必昌副教授编写;第2篇内容由重庆交通大学任青阳教授编写;第3篇内容由湖北理工学院程涛教授编写。全书最后由武汉理工大学董必昌副教授审定。

由于编者水平有限,书中一定有许多不足之处,诚恳希望读者批评指正。

编者

2017年1月

目 录

0 绪论	(1)
0.1 地球概述	(1)
0.1.1 地球外圈	(1)
0.1.2 地球内圈	(1)
0.2 地质作用	(2)
0.2.1 外力地质作用	(3)
0.2.2 内力地质作用	(4)
0.3 工程地质学研究任务与内容	(4)
0.4 工程地质学的历史	(5)
0.5 工程地质学的发展前景	(6)
0.6 学习方法与要求	(7)
思考题	(7)

第 1 篇 工程地质学基础

1 矿物与岩石	(8)
1.1 造岩矿物	(8)
1.1.1 矿物的定义及分类	(8)
1.1.2 矿物的物理性质	(9)
1.2 岩石	(11)
1.2.1 岩浆岩	(11)
1.2.2 沉积岩	(15)
1.2.3 变质岩	(19)
思考题	(22)
2 岩土特性	(23)
2.1 土的工程特征	(23)
2.1.1 土的物质组成及物理力学性质	(23)
2.1.2 土的水理性质	(30)
2.1.3 土的工程分类	(32)
2.2 岩石的工程地质性质	(37)
2.2.1 岩石工程地质性质的常用指标	(37)
2.2.2 岩石工程地质性质的影响因素	(40)

2.3 岩体的工程地质特征	(41)
2.3.1 岩体结构特征	(41)
2.3.2 岩体结构类型及其工程地质特征	(46)
2.4 赤平极射投影	(49)
2.4.1 赤平极射投影的原理	(49)
2.4.2 赤平极射投影的作图方法	(50)
2.4.3 赤平投影的应用	(51)
思考题	(56)
3 地质年代及地质构造	(58)
3.1 地质年代	(58)
3.1.1 地层地质年代确定	(58)
3.1.2 地质年代单位和地层单位	(61)
3.1.3 地质年代表	(61)
3.2 地质构造	(63)
3.2.1 岩层的产状	(64)
3.2.2 水平构造与倾斜构造	(65)
3.2.3 褶皱	(66)
3.2.4 断裂构造	(68)
3.3 地质图	(74)
3.3.1 地质图的基本内容	(74)
3.3.2 地质条件在地质图上的表现形式	(77)
3.3.3 地质图的阅读	(79)
思考题	(83)
4 地貌与第四纪沉积物	(84)
4.1 地貌概述	(84)
4.1.1 地貌的形成和发展	(84)
4.1.2 地貌的分级与分类	(85)
4.2 山岭地貌	(88)
4.2.1 山岭地貌的形态要素	(88)
4.2.2 山岭地貌的类型	(88)
4.2.3 垭口与山坡	(90)
4.3 平原地貌	(92)
4.3.1 构造平原	(93)
4.3.2 剥蚀平原	(93)
4.3.3 堆积平原	(93)
4.4 河谷地貌	(94)
4.4.1 河谷地貌的形态要素	(94)

4.4.2 河谷地貌的类型	(95)
4.4.3 河流阶地	(96)
4.5 第四纪沉积物	(98)
4.5.1 第四纪沉积物的基本特征	(98)
4.5.2 第四纪沉积物的成因类型及工程地质特征	(98)
思考题	(101)
5 地下水	(102)
5.1 概述	(102)
5.1.1 地下水的基本概念	(102)
5.1.2 地下水的赋存条件	(103)
5.1.3 含水层与隔水层	(104)
5.2 地下水的物理性质和化学成分	(104)
5.2.1 地下水的物理性质	(104)
5.2.2 地下水的化学成分	(105)
5.3 地下水的基本类型	(107)
5.3.1 上层滞水	(108)
5.3.2 潜水	(108)
5.3.3 承压水	(110)
5.3.4 裂隙水	(112)
5.3.5 岩溶水	(113)
5.4 泉	(114)
思考题	(115)

第2篇 工程地质勘察与评价

6 工程地质勘察方法	(116)
6.1 概述	(116)
6.2 工程地质测绘	(119)
6.2.1 工程地质测绘的意义和特点	(119)
6.2.2 工程地质测绘的范围、比例尺和精度	(120)
6.2.3 工程地质测绘和调查的前期准备工作、方法及程序	(122)
6.2.4 工程地质测绘的研究内容	(124)
6.2.5 工程地质测绘资料整理	(128)
6.3 工程地质勘探与取样	(129)
6.3.1 工程地质勘探的任务、特点和手段	(129)
6.3.2 钻探工程	(130)
6.3.3 井探、槽探和洞探	(136)

6.3.4 勘探工作的布置和施工顺序	(139)
6.4 岩土工程分析评价与勘察报告	(141)
6.4.1 岩土参数的分析与选定	(141)
6.4.2 岩土工程分析评价	(147)
6.4.3 岩土工程勘察报告	(149)
思考题	(151)
7 土木工程地质勘察	(152)
7.1 工业与民用建筑物、构筑物	(152)
7.1.1 概述	(152)
7.1.2 地基承载力确定	(154)
7.1.3 桩基岩土工程问题分析	(155)
7.1.4 房屋建筑与构筑物岩土工程勘察要点	(164)
7.2 道路和桥梁工程	(169)
7.2.1 道路(路基)岩土工程勘察	(169)
7.2.2 桥梁岩土工程勘察	(179)
7.3 水利水电工程	(183)
7.3.1 概述	(183)
7.3.2 水坝工程地质	(184)
7.3.3 水库工程地质	(203)
7.3.4 引水建筑工程地质	(211)
7.3.5 水利水电工程地质勘察要点	(218)
7.4 地下洞室工程	(223)
7.4.1 概述	(223)
7.4.2 地下洞室围岩分类	(224)
7.4.3 地下洞室位址选择的工程地质论证	(224)
7.4.4 地下洞室岩土工程勘察要点	(225)
7.5 港口工程	(226)
7.5.1 概述	(226)
7.5.2 可行性研究阶段勘察	(226)
7.5.3 初步设计阶段勘察	(227)
7.5.4 施工图设计阶段勘察	(229)
7.5.5 施工期中的勘察	(229)
7.5.6 港口工程勘察手段与内容	(232)
思考题	(234)
8 特殊性岩土的工程地质勘察与评价	(235)
8.1 湿陷性黄土	(235)
8.1.1 湿陷性黄土的成因	(235)

8.1.2	湿陷性黄土的性质	(236)
8.1.3	湿陷发生的原因及其影响因素	(236)
8.1.4	湿陷性黄土的判别	(237)
8.1.5	湿陷性黄土的勘察评价要点	(239)
8.2	软土	(241)
8.2.1	软土的成因	(241)
8.2.2	软土的工程性质	(242)
8.2.3	软土的勘察评价要点	(243)
8.3	膨胀(岩)土	(245)
8.3.1	膨胀土	(245)
8.3.2	膨胀岩	(245)
8.3.3	膨胀土的物质成分和构造特征	(246)
8.3.4	膨胀土的工程性质	(246)
8.3.5	膨胀(岩)土的勘察评价要点	(251)
8.4	其他几种特殊土	(252)
8.4.1	混合土	(252)
8.4.2	填土	(252)
8.4.3	多年冻土	(255)
8.4.4	盐渍(岩)土	(259)
8.4.5	风化岩与残积土	(266)
8.4.6	红黏土	(268)
8.4.7	污染土	(272)
	思考题	(274)

第3篇 工程地质环境评价与治理

9	工程地质环境	(275)
9.1	概述	(275)
9.2	地质体的赋存环境	(275)
9.2.1	地应力场	(275)
9.2.2	渗流场	(279)
9.2.3	地温场	(279)
9.2.4	区域构造	(280)
9.3	工程地质环境评价方法	(281)
9.3.1	工程地质环境评价理论	(281)
9.3.2	工程地质环境质量评价	(281)
9.3.3	工程活动与地质环境的协调对策	(283)

9.4	人类活动对工程地质环境的影响	(284)
9.4.1	工程活动对地质环境的影响因素	(284)
9.4.2	主要的环境工程地质问题	(285)
	思考题	(288)
10	常见不良地质现象及其防治	(289)
10.1	崩塌	(289)
10.1.1	崩塌产生的条件	(289)
10.1.2	崩塌勘察要点	(289)
10.1.3	崩塌的工程分类	(290)
10.1.4	崩塌区的岩土工程评价	(290)
10.1.5	崩塌的防治	(293)
10.1.6	崩塌的观测和预报	(293)
10.2	滑坡	(293)
10.2.1	滑坡及其产生条件	(293)
10.2.2	滑坡勘察	(297)
10.2.3	滑坡稳定性分析	(301)
10.2.4	滑坡稳定性验算	(301)
10.2.5	滑坡推力计算	(307)
10.2.6	滑坡防治原则和措施	(308)
10.3	泥石流	(310)
10.3.1	泥石流的形成条件	(310)
10.3.2	泥石流的分类	(311)
10.3.3	泥石流有关指标的测定和计算	(312)
10.3.4	泥石流的勘察和防治	(317)
10.4	岩溶	(319)
10.4.1	岩溶发育的条件和规律	(319)
10.4.2	岩溶勘察	(320)
10.4.3	岩溶地基稳定性评价和地基处理措施	(322)
10.5	地震	(325)
10.5.1	强震区地震效应与抗震设防	(325)
10.5.2	场地与地基	(331)
10.5.3	饱和砂土和饱和粉土的震动液化	(339)
10.5.4	断裂的地震效应	(348)
	思考题	(350)
11	常见岩土工程的稳定性评价及处理	(351)
11.1	地基工程	(351)
11.2	边坡工程	(356)
11.2.1	边坡工程分类	(356)
11.2.2	边坡工程安全等级	(357)

11.2.3 边坡工程的稳定性分析.....	(359)
11.2.4 边坡支护设计.....	(371)
11.2.5 边坡变形的控制.....	(386)
11.3 基坑工程.....	(386)
11.3.1 基坑开挖的分类、工作内容	(386)
11.3.2 基坑工程基本要求.....	(387)
11.3.3 支护结构的类型与适用条件.....	(389)
11.3.4 信息化施工法和监理.....	(394)
11.3.5 基坑监测.....	(394)
11.3.6 基坑变形与防治措施.....	(394)
11.4 地下洞室围岩.....	(396)
11.4.1 地下洞室围岩的测试和观测.....	(396)
11.4.2 洞室的围岩稳定性评价.....	(397)
11.4.3 天然洞室的稳定性评价.....	(416)
11.5 地下水问题.....	(418)
11.5.1 地下水的不良作用.....	(418)
11.5.2 地下水对边坡和基坑工程的影响.....	(425)
11.5.3 地下水对结构的上浮作用.....	(428)
思考题.....	(430)
附录 专业词汇.....	(431)
参考文献.....	(444)

0 绪 论

地质学是一门关于地球的科学,是主要研究地球的结构、物质成分、形成过程及其发展历史的综合科学。工程地质学则是研究与工程建设有关的地质问题的一门学科,它研究人类工程建设活动与自然地质环境的相互关系,是地质学与工程紧密结合的应用性学科。因此,工程地质学是地质学的重要分支学科,是地质学与工程学科交叉渗透的产物。

0.1 地球概述

地球是太阳系的一个行星,是一个两极扁平、赤道凸出的椭球体。它绕太阳公转,并绕自转轴自西向东旋转。赤道半径略长,约为 6378 km;极地半径略短,约为 6356.8 km;平均半径约为 6371 km。地球总表面积约为 $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$,其中大陆面积约为 $1.5 \times 10^8 \text{ km}^2$,约占 29%;海洋面积约为 $3.6 \times 10^8 \text{ km}^2$,约占 71%。

地球体积为 $1.083 \times 10^{12} \text{ km}^3$,平均密度为 5.52 g/cm^3 。其本身并不是一个均质体,而是具有圈层结构。以地表为界分为内圈和外圈,它们又再分几个圈层,每个圈层都有自己的物质运动特征和物理、化学性质,对地质作用各有程度不同的、直接或间接的影响。

0.1.1 地球外圈

地球外圈位于地球表面以上,分为大气圈、水圈和生物圈。大气圈为地球的最外层,总质量为 $5.13 \times 10^{15} \text{ t}$,约占地球总质量的百万分之一。大气圈按其组成和性质的不同,自下而上分为对流层(从地面至距地面 8~18 km)、平流层(由对流层向上至距地面 50~55 km)、中层(由平流层向上至距地面 85 km 左右)、电离层(由中层向上至距地面 85~800 km)和散逸层(由电离层向上至距地面 800 km 以上)。水圈由地球表层的海洋、湖泊、沼泽、河流、冰川及地下水等水体组成。水圈的总质量为 $1.41 \times 10^{18} \text{ t}$,约占地球总质量的 0.024%,其中,海水占 97.2%,陆地水占 2.8%。生物圈是指地球上所有生物活动并可感受到生命活动影响的区域。生物圈的范围包括大气圈的下层、地球岩石的表层和整个水圈。

0.1.2 地球内圈

现在世界上最深的钻井不过 12.5 km,即使是火山喷溢出来的岩浆,最深也只能带出地下几十米到 200 km 左右的物质。目前对于地球内部的了解主要借助于地震波研究的成果。地震波的传播如同光波的传播一样,当遇到不同波速介质的突变界面时,地震波射线就会发生反射和折射,这种界面称为波速不连续面。根据地震波在地球内部传播速度的突变,可以确定地球内部有两个波速变

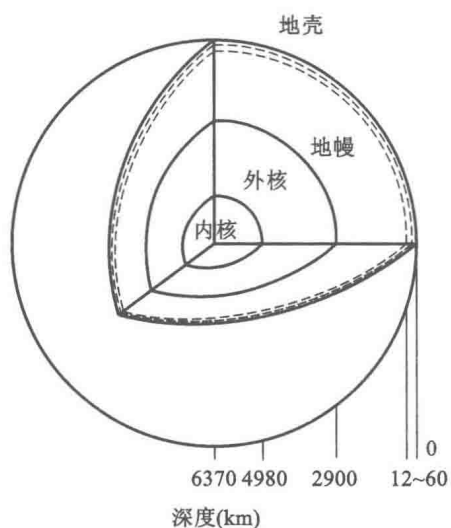


图 0-1 地球内部分层结构图

行星的物质中铁是最常见的,在铁陨石中,铁与少量镍形成合金。因此,大多数地质学家都认为,地核的成分很可能是铁-镍合金。根据地震波传播的变化,地核可进一步分出内核(深度 5155 km 至地心)、过渡层(深度 4170~5155 km)和外核(深度 2898~4170 km)三个次一级的圈层。在内核中,根据对穿过地核内部的纵波的研究,可以肯定内核是固体;在外核中,根据横波不能通过、纵波发生大幅度衰减的事实,推测其为液体;过渡层则为液体-固体的过渡状态。

0.1.2.2 地幔

地幔位于莫霍面之下,古登堡面之上,厚 2800 km,体积约占地球总体积的 83%,质量约占内圈总质量的 67.8%,平均密度约为 4.5 g/cm^3 。说明地幔是由岩石组成的,而不是由金属物质组成的。根据地震波速变化情况,可分为下地幔(深度 700 km 向下至古登堡面)、过渡带(深度 400~700 km)和上地幔(莫霍面向下至深度 400 km)三个圈层。根据对陨石成分的比较,一般认为铁陨石相当于下地幔成分,平均密度约为 3.5 g/cm^3 ;而石陨石则相当于上地幔成分,平均密度约为 5.1 g/cm^3 。

上地幔这一层对研究地球表面的地质是重要的,因为它的运动和历史与地壳的运动和历史有关。最显著的特点是存在一低速层(深度范围为 50~250 km),该层的纵波、横波速度要比其上、下物质的速度都低。低速层波速低,说明其物质接近于熔融状态;低速层内有些区域不传播横波,表明那里已形成液态区,可能是岩浆发源地。由于低速层岩石塑性较大,给其上固体岩石的活动创造了条件,所以在构造地质学中把低速层也叫作软流圈。下地幔因压力大,物质结合更加紧密,因此物质密度比上地幔物质密度大。

0.1.2.3 地壳

地壳是莫霍面以上的地球表层。其厚度变化在 5~70 km 之间。其中大陆地区厚度较大,平均约为 35 km;大洋地区厚度较小,平均约为 6 km。整个地壳平均厚度约为 16 km,只有地球半径的 1/400,体积只有地球体积的 0.8%。地壳由固体岩石构成,平均密度为 2.8 g/cm^3 。由于海洋和陆地下面的地壳各有特色,故可分为大洋壳和大陆壳两种基本类型。

0.2 地质作用

地球并不是一个封闭的体系,它每时每刻都在宇宙中运动着,同时在宇宙中进行着能量与物质

交换。而且能量和物质总是紧密地联系在一起,伴随着物质的获得或丧失,地球系统也同时获得或丧失能量。一切地质作用都以能量为基础,地球的能量系统由以下几个方面构成:太阳能、放射能、物理能和其他能源。没有能量地质作用就不可能发生,但并不是所有地球的能量都会转化成地质作用的形式。由能量转化而成,能够导致地质作用发生的力称为营力。

地壳自形成以来,一直在不断地运动、变化和发展,因而引起地壳构造和地表形态不断地发生演变。在地质历史发展的过程中,促使地壳的组成物质、构造和地表形态不断变化的作用,统称为地质作用。地质作用是地壳形成以来极为普遍的自然现象,按其能源的不同,可分为外力地质作用和内力地质作用两类。

0.2.1 外力地质作用

外力地质作用简称外力作用,是由地球外部的能量引起的。主要来自宇宙中太阳的辐射热能和月球的引力作用,它引起大气圈、水圈、生物圈的物质循环运动,形成了河流、地下水、海洋、湖泊、冰川、风等地质营力,从而产生了各种地质作用。

按地质营力,外力地质作用可分为风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和成岩作用。

外力地质作用主要发生在地表,它使地表原有的形态和物质组成不断遭受破坏,又不断形成新的地表形态和物质组成。外力地质作用的方式,一般按照风化→剥蚀→搬运→沉积→硬结成岩的程序进行。

(1)风化作用:是在温度、气体、水及生物等因素的综合影响下,促使组成地壳表层的岩石发生破碎、分解的一种破坏作用。风化作用使岩石强度和稳定性大为降低。

(2)剥蚀作用:是将岩石风化破坏的产物从原地剥离下来的作用。它和风化作用是有区别的,它指各种地质营力在运动过程中对地表岩石产生破坏,并把破碎分解了的产物剥离原地。它包括除风化作用以外的所有方式的破坏作用,诸如河流、大气降水、地下水、海洋、湖泊以及风等的破坏作用。

(3)搬运作用:是指岩石经风化、剥蚀破坏后的产物,被流水、风、冰川等介质搬运到其他地方的作用。它和剥蚀作用是同时进行的。

(4)沉积作用:被搬运的物质,由于搬运介质的搬运能力减弱,搬运介质的物理化学条件发生变化,或由于生物的作用,从搬运介质中分离出来,形成沉积的过程,称为沉积作用。地表的许多场所都可以发生沉积作用,如山坡脚、河谷、盆地、湖泊和海洋等都是沉积物发育的地方。其中,海洋是最广阔和稳定的沉积场所。

(5)成岩作用:沉积下来的各种松散堆积物,在一定条件下,由于压力增大、温度升高以及受到某些化学溶液的影响,发生压缩、胶结及重结晶等物理化学过程,使之固结成为坚硬岩石的作用,称为成岩作用。

外力地质作用一方面通过风化和剥蚀作用不断地破坏出露地面的岩石,另一方面又把高处剥蚀下来的风化产物通过流水等介质,搬运到低洼的地方沉积下来重新形成新的岩石。外力地质作用总的趋势是切削地壳表面隆起的部分,填平地壳表面低洼的部分,不断使地壳的面貌发生变化。

外力地质作用主要影响因素是气候和地形。潮湿气候区由于水量充足,风化作用进行得很彻底,河流、湖泊、地下水的地质作用均十分活跃。干旱气候区则以物理风化和风的地质作用为主。冰冻气候区占统治地位的是冰川的地质作用。即使是同一种地质营力,在不同的气候区所起的作用也有所不同。例如湖泊的地质作用,在干旱气候区和潮湿气候区表现出的特点就有明显差异。地形条件对外力地质作用的方式和强度具有影响,相对而言,大陆以剥蚀作用为主,而海洋则以沉积作用为主。山区地形陡,地面流水的流速大,剥蚀作用强烈,而在平原区则以沉积作用为主。

0.2.2 内力地质作用

内力地质作用是由地球内部的能量,如地球的转动能、重力能和放射性元素蜕变产生的热能所引起,主要是在地壳或地幔内部进行。包括地壳运动、岩浆作用、变质作用和地震。

(1)地壳运动:是指地球内动力所引起地壳岩石发生变形、变位(如弯曲、错断等)的机械运动。残留在岩层中的这些变形、变位现象叫作地质构造或构造形迹。地壳运动引起海陆变迁,产生各种地质构造。因此,在一定意义上又把地壳运动称为构造运动。发生在晚第三纪末和第四纪的构造运动,在地质学上称为新构造运动。伴随地壳运动,常常发生地震、岩浆作用和变质作用。

(2)岩浆作用:地壳内部的岩浆在地壳运动的影响下,向外部压力减小的方向移动,上升侵入地壳或喷出地面,冷却凝固成为岩石的全过程,称为岩浆作用。岩浆作用形成岩浆岩,并使围岩发生变质现象,同时引起地形改变。

(3)变质作用:由于地壳运动、岩浆作用等引起物理和化学条件发生变化,促使岩石在固体状态下改变其成分、结构和构造的作用,称为变质作用。变质作用形成各种不同的变质岩。

(4)地震:是地壳快速震动的现象,是地壳运动的一种表现形式。地壳运动和岩浆作用都能引起地震。

各种内力地质作用相互关联,地壳运动可以在地壳中形成断裂,引发地震,并为岩浆活动创造通道,而地壳运动和岩浆活动都可能引起变质作用。由此可见,地壳运动在内力地质作用中常起主导作用。

内力地质作用与外力地质作用紧密关联、相互影响。内力地质作用总的趋势是形成地壳表层的基本构造形态和地壳表面大型的高低起伏;而外力地质作用则是破坏内力地质作用形成的地形和产物,总是“削高填低”,形成新的沉积物,同时又进一步塑造了地表形态。地壳上升时,遭受侵蚀;地壳下降时,接受沉积。内力地质作用与外力地质作用始终处于对立统一的发展过程中,成为促使地壳不断运动、变化和发展的基本力量。

0.3 工程地质学研究任务与内容

工程地质学在经济建设和国防建设中应用非常广泛。由于它在工程建设中占有重要地位,从而早在 20 世纪 30 年代就获得迅速发展,成为一门独立的学科。纵观各种规模、各种类型的工程,其工程地质研究的基本任务,可归结为以下几个方面:①区域稳定性研究与评价,指由内力地质作用引起的断裂活动,地震对工程建设地区稳定性造成的影响;②地基稳定性研究与评价,指地基的牢固、坚实性;③环境影响评价,指人类活动对环境造成的影响。

工程地质学的具体任务是:①评价工程地质条件,阐明地上和地下建筑工程兴建和运行的有利和不利因素,选定建筑场地和适宜的建筑类型,保证规划、设计、施工、使用、维修顺利进行;②从地质条件与工程建筑相互作用的角度出发,论证和预测有关工程地质问题发生的可能性、发生的规模和发展趋势;③提出改善、防治及利用有关工程地质条件的方案或建议,提出加固岩土体和防治地下水的方案;④研究岩土体分类和分区及区域性特点;⑤研究人类工程活动与地质环境之间的相互作用与影响。

工程地质学包括工程岩土学、工程地质分析、工程地质勘察三个基本部分,它们都已形成分支学科。工程岩土学的任务是研究土石的工程地质性质,研究土石性质的形成和它们在自然或人类活动影响下的变化。工程地质分析的任务是研究工程活动的主要工程地质问题,研究这些问题产

生的地质条件、力学机制及其发展演化规律,以便正确评价和有效防治它们的不良影响。工程地质勘察的任务是探讨调查研究方法,以便有效查明有关工程活动的地质因素及各种地质条件。由于工程地质条件有明显的区域性分布规律,因而工程地质问题也有区域性分布的特点,研究这些规律和特点的分支学科称为区域工程地质学。

随着建设的发展和科学研究的深入,一些新的分支学科正在形成。如环境工程地质学、海洋工程地质学与地震工程地质学等。各类工程(交通、矿山、水利水电、工业与民用建筑等)对工程地质条件有不同的要求,主要工程地质问题亦不同,由于各地工程地质条件复杂多变,因此工程地质问题千差万别。

工程地质学的研究对象是复杂的地质体,所以其研究方法应是地质分析法与力学分析法、工程类比分析法与实验法等密切结合,即通常所说的定性分析与定量分析相结合的综合研究方法。要查明建筑区域工程地质条件的形成与发展,以及它在工程建筑物作用下的发展变化,首先必须以地质学和自然历史的观点分析研究周围其他自然因素和条件,了解在历史过程中对它的影响和制约程度,这样才有可能认识它形成的原因和预测其发展变化趋势。这就是地质分析法,它是工程地质学基本研究方法,也是进一步定量分析评价的基础。对工程建筑物的设计和运用的要求来说,光有定性的论证是不够的,还要求对一些工程地质问题进行定量预测和评价。在阐明主要工程地质问题形成机制的基础上,建立模型进行计算和预测,例如地基稳定性分析、地面沉降量计算、地震液化可能性计算等。当地质条件十分复杂时,还可根据条件类似地区已有的资料对研究区的问题进行定量预测,这就是采用类比法进行评价。采用定量分析方法论证地质问题时都需要采用试验测试方法,即通过室内或野外现场试验,取得所需要岩土的物理性质、力学性质、水理性质等数据。长期观测地质现象的发展速度也是常用的试验方法。综合应用上述定性分析和定量分析方法,才能取得可靠的结论,对可能发生的工程地质问题制定出合理的防治对策。

0.4 工程地质学的历史

人类在远古时代就懂得利用优良的地质条件兴建各类建筑工程。例如:始建于公元前 722 年的鸿沟,自河南省的荥阳引黄河入淮河。始建于公元前 506 年的伍堰,在江苏高淳县沟通了太湖与长江。另外还有公元前 250 年建于四川的都江堰分水灌溉工程和公元前 200 多年在广西兴安县修建的灵渠,这些伟大的工程至今仍造福于人民。中国的万里长城工程和全长 1782 km 的南北大运河工程更是世界驰名。始建于公元前 2670 年的埃及金字塔同样闻名于世界。这些伟大的工程建筑是人类智慧的结晶和宝贵的科学遗产,为人类文明做出了贡献。

作为地质学的一门独立分支学科,工程地质学在国际上仅有 70 多年的历史。20 世纪 30 年代初,苏联开展大规模的国民经济建设,促使了工程地质学的萌生。1932 年在莫斯科地质勘探学院成立了由萨瓦连斯基领导的工程地质教研室,以萨瓦连斯基、波波夫、卡明斯基、洛姆塔泽等为代表的地质学家创立了比较完善的工程地质学体系,这标志着工程地质学的诞生。萨瓦连斯基等明确指出工程地质学是地质学的分支学科,论述将地质学运用于工程建设事业的有关问题。基本任务是研究地质作用和岩土的物理力学性质,正是这些作用和性质决定着建筑物的建筑条件,决定着为保证天然土体稳定性而采取的工程地质措施的方向。其后又强调:工程地质学研究建筑物修建和运行的地质环境,研究对象为地质实体。这些为现代工程地质学的发展和应用奠定了理论基础。后来工程地质学经过数十年的发展,学科体系日臻完善,已形成有多个分支学科的综合性学科。为了促进工程地质学的发展和便于各国学者的学术交流,1968 年在第 23 届国际地质大会上成立了