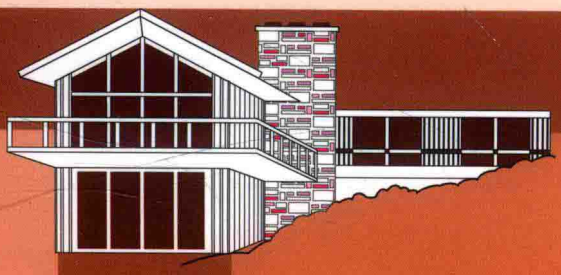
高等教育应用型本科“十三五”规划教材

GONGCHENG DIZHI

土木

工程地质

主编 季宪军



郑州大学出版社

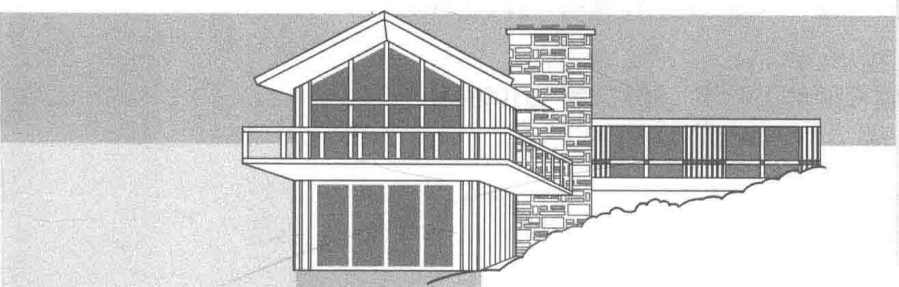
高等教育应用型本科“十三五”规划教材

GONGCHÉNG DIZHI

土木

工程地质

主编 季宪军



郑州大学出版社
郑州

内容提要

本书系统地阐述了工程地质学的基本原理，主要内容有：岩石及其工程地质特征、地质构造、土的成因类型及其工程地质特征、特殊土及其工程地质特征、地下水、岩体及其工程地质问题、常见地质灾害及其防治措施、工程地质勘察等。全书内容丰富，深入浅出，循序渐进，重点突出。

本书可作为高等院校土木工程专业的本科教材，也可供相关专业技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质/季宪军主编. —郑州：郑州大学出版社，2017.12
ISBN 978-7-5645-4114-9
Ⅰ.①工… Ⅱ.①季… Ⅲ.①工程地质 Ⅳ.①P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 151099 号

郑州大学出版社出版发行
郑州市大学路 40 号　　邮政编码：450052
出版人：张功员　　发行电话：0371-66966070
全国新华书店经销
虎彩印艺股份有限公司印制
开本：787 mm×1 092 mm　1/16
印张：17.25
字数：428 千字
版次：2017 年 12 月第 1 版　　印次：2017 年 12 月第 1 次印刷

书号：ISBN 978-7-5645-4114-9　　定价：35.00 元

本书如有印装质量问题，请向本社调换

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

编写指导委员会

The compilation directive committee

名誉主任　王光远

主　　任　高丹盈

委　　员　(以姓氏笔画为序)

丁永刚　王新武　关　罡　刘立新
刘希亮　孙成城　李文霞　李海涛
宋新生　杨国忠　杨建中　杨崇豪
张　伟　张　玲　张春丽　张新中
陈　淮　陈孝珍　陈秀云　赵　磊
赵顺波　祝彦知　贾　虎　夏锦红
原　方　原新生　徐树山　徐媛媛
高均昭　郭院成　姬程飞　阎　利
鲍　鹏　潘炳玉　薛　茹

秘　　书　崔青峰　祁小冬

本书作者

Author

主　　编　季宪军

副 主 编　陈国超　潘文琛　曹　鸽

编　　委　（以姓氏笔画为序）

肖有才　陈国超　季宪军

曹　鸽　潘文琛

序

Preface

近年来，我国高等教育事业快速发展，取得了举世瞩目的成就。随着高等教育改革的不断深入，高等教育工作重心正在由规模发展向提高质量转移，教育部实施了高等学校教学质量与教学改革工程，进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务，质量是高等学校的生命线，教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想，把深化教育教学改革，全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

教材是体现教学内容和教学要求的知识载体，是进行教学的基本工具，是提高教学质量的重要保证。教材建设是教学质量与教学改革工程的重要组成部分。为加强教材建设，教育部提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师，根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校，具有不同风格和特点的高质量教材。郑州大学出版社按照这样的要求和精神，组织土建学科专家，在全国范围内，对土木工程、建筑工程技术等专业的培养目标、规格标准、培养模式、课程体系、教学内容、教学大纲等，进行了广泛而深入的调研，在此基础上，分专业召开了教育教学研讨会、教材编写论证会、教学大纲审定会和主编会议，确定了教材编写的指导思想、原则和要求。按照以培养目标和就业为导向，以素质教育和能力培养为根本的编写指导思想，科学性、先进性、系统性和适用性的编写原则，组织包括郑州大学在内的五十余所学校的学术水平高、教学经验丰富的一线教师，吸收了近年来土建教育教学经验和成果，编写了本、专科系列教材。

教育教学改革是一个不断深化的过程，教材建设是一个不断推陈出新、反复锤炼的过程，希望这教材的出版对土建教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用，也希望使用教材的师生多提意见和建议，以便及时修订、不断完善。

王发之

前　言

Preface

《工程地质》是土木工程的一门重要的专业基础课。学习本课程的目的在于使学生了解工程建设与地质环境的关系，了解工程建设中的工程地质现象和问题，以及这些现象和问题对工程建筑设计、施工和使用各阶段的影响；能根据工程地质条件预测可能遇到的工程地质问题，并能合理利用工程地质条件和正确处理各种工程地质问题；能阅读工程地质图件，熟悉工程地质勘察任务及方法；了解工程地质资料的获取方法，能正确提出工程地质勘察任务及要求，并运用勘察资料进行工程设计及指导工程施工。为此，本书在编写过程中力求理论联系实际，强调地质与工程的结合，在内容上力求反映近年来工程地质理论和实践的发展水平，反映相关学科的新规范和新规定。

考虑到与《土力学》与《地基基础》等课程的分工和衔接，省略了较多的定量分析的内容，突出了本课程定性分析的特点。考虑到大土木的要求，增加了洞室围岩稳定性分析和岩质边坡稳定性分析等内容，为土木工程专业学生从事广泛的土木工程工作，打下较坚实的知识基础。

本书适合于高等学校土木工程专业的本科教学，不同的专业方向可根据需要选择有关章节。章后有思考题，便于学生自学。

本书由南阳理工学院季宪军主编。全书由季宪军统稿。编写分工如下：南阳理工学院陈国超编写第1章和第2章；肖有才编写第3章；曹鸽编写第4章；潘文琛编写第5章；南阳理工学院季宪军编写第6章、第7章和第8章。

在此，向本书中所引用文献和研究成果的众多作者表示最诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中会有不妥和错误之处，诚恳地欢迎读者批评指正。

编　者

2017年6月

目录 CONTENTS

第 1 章　绪论 …… 1
1.1　工程地质学的主要任务和研究内容 …… 1
1.2　工程地质在土木工程建设中的作用 …… 3
1.3　本课程的学习方法和要求 …… 4
第 2 章　岩石及其工程地质特征 …… 6
2.1　地球概况 …… 6
2.2　地质作用 …… 7
2.3　矿物 …… 8
2.4　火成岩 …… 16
2.5　沉积岩 …… 25
2.6　变质岩 …… 35
2.7　岩石的物理力学性质 …… 43
第 3 章　地质构造 …… 50
3.1　地壳运动 …… 50
3.2　地质年代 …… 51
3.3　地质构造 …… 57
3.4　地质图 …… 73
第 4 章　土的工程地质特征 …… 85
4.1　土的成因类型及工程地质特征 …… 85
4.2　土的物质组成 …… 88
4.3　土的物理力学性质 …… 92
4.4　中国特殊类土的主要工程性质 …… 97
第 5 章　地下水 …… 111
5.1　地下水概述 …… 111
5.2　地下水的类型 …… 118
5.3　地下水的物理性质与化学性质 …… 126
5.4　地下水运动的基本规律 …… 128
5.5　地下水对土木工程的影响 …… 130

第 6 章　岩体及其工程地质问题 …… 134
6.1　岩体与岩体结构 …… 134
6.2　岩体的质量评价方法 …… 141
6.3　岩体质量等级分类 …… 145
6.4　洞室围岩工程地质问题 …… 152
6.5　岩质边坡工程地质问题 …… 163
第 7 章　不良地质现象 …… 170
7.1　风化作用 …… 170
7.2　河流的地质作用 …… 174
7.3　崩塌与岩堆 …… 178
7.4　滑坡 …… 184
7.5　泥石流 …… 193
7.6　岩溶 …… 200
7.7　地震 …… 206
第 8 章　工程地质勘察 …… 218
8.1　概述 …… 218
8.2　工程地质测绘 …… 220
8.3　工程地质调查方法 …… 223
8.4　地球物理勘探 …… 224
8.5　工程地质原位测试 …… 229
8.6　工程地质勘察报告 …… 250
8.7　工程地质勘察报告实例 …… 256
参考文献 …… 265

第1章 绪 论

工程地质学是运用地质学的原理解决与工程建设有关的地质问题的一门学科。工程地质学通过工程地质调查和勘察等，研究建筑场地的地形、地貌、岩土体类型及其工程特性、地质构造、水文地质、不良地质现象和天然建筑材料等工程地质条件，预测和论证有关工程地质问题发生的可能性，提出防治工程地质问题的工程措施，为工程建设的规划、设计和施工提供可靠的依据，以确保建筑物的安全、稳定和正常使用。

1.1 工程地质学的主要任务和研究内容

工程地质学(engineering geology)是研究与工程建设有关的地质问题的学科。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，是地质学的一个重要分支。

人类的工程活动都是在一定地质环境中进行的，两者之间具有密切的联系，并且是相互影响、相互制约的。地质环境对工程活动的制约是多方面的。它可以影响工程建筑的造价与施工安全，也可以影响工程建筑的稳定和正常使用。如在开挖高边坡时，若忽视地质条件，可能引起大规模的崩塌或滑坡，不仅增加工程量、延长工期和提高造价，甚至危及施工安全。又如在岩溶地区修建水库，如不查明岩溶情况并采取适当措施，轻则产生水库大量渗漏，重则造成完全不能蓄水，使水库不能正常使用。

工程活动也会以各种方式影响地质环境。如修建房屋引起地基土的压密沉陷，修建桥梁可使局部河段冲刷或淤积条件发生变化，路堑开挖会改变斜坡原有的应力场，促使稳定的斜坡发生滑坡。又如，过量抽取地下水、石油和进行地下采矿，会导致大面积的地面沉降。大型水库的修建往往会波及广大地区，在平原可能引起大面积的沼泽化，在黄土地区可能引起大范围的湿陷，在某些地区还可能发生水库诱发的地震。

研究人类工程活动与地质环境之间的相互制约关系，做到既要使工程建设经济、安全，又能合理开发与保护地质环境，是工程地质学的基本任务。在大规模改造自然环境的过程中，如何按自然规律办事，有效地改造地质环境，是工程地质学面临的主要任务。

工程地质学的研究目的在于查明建设地区、建筑场地的工程地质条件，分析、预测和评价可能存在和发生的工程地质问题及其对建筑环境的影响和危害，提出防治不良地质现象的措施，为保证工程建设的规划、设计、施工和运行提供可靠的地质依据。

1.1.1 工程地质条件

工程地质条件是指工程建筑物所在地区地质环境各项因素的综合。这些因素包括以

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

下内容。

1.1.1.1 岩土体类型及其性质

岩土体类型及其性质是最基本的工程地质因素，包括它们的成因、时代、岩性、产状、成岩作用特点、变质程度、风化特征、软弱夹层和接触带以及物理力学性质等。工程设计的合理性很大程度上取决于岩土力学性质参数的准确性。

1.1.1.2 地质构造

地质构造是工程地质工作研究的基本对象，包括褶皱、断层、节理构造的分布和特征。地质构造，特别是形成时代新、规模大的活动性断裂，对地震等灾害具有控制作用，因而对建筑物的安全稳定、沉降变形等具有重要意义。

1.1.1.3 水文地质条件

水文地质条件是重要的工程地质因素，包括地下水的成因、埋藏、分布、动态变化和化学成分等。

1.1.1.4 不良地质作用

不良地质作用是指对工程建设有影响的自然地质作用，主要包括滑坡、崩塌、岩溶、泥石流、地震等，对评价建筑物的稳定性和预测工程地质条件的变化意义重大。

1.1.1.5 地形地貌

地形是指地表高低起伏状况、山坡陡缓程度与沟谷宽窄及形态特征等，地貌则说明地形形成的原因、过程和时代。平原区、丘陵区和山岳地区的地形起伏、土层厚薄和基岩出露情况、地下水埋藏特征及地表地质作用现象都具有不同的特征，这些因素都直接影响到建筑场地和线路的选择。

1.1.1.6 天然建筑材料

工程建设中所需有关建筑材料的分布、类型、品质、开采条件、储量及运输条件等，也是工程地质条件中的一个重要因素。

1.1.2 工程地质问题

工程地质问题是指工程地质条件与工程建筑物之间所存在的矛盾和问题。由于工程地质条件复杂多变，不同类型的工程建筑物对工程地质条件的要求又不尽相同，所以工程地质问题是多种多样的。就土木工程而言，主要的工程地质问题有如下几种。

1.1.2.1 地(路)基稳定性问题

工业与民用建筑工程常遇到的主要工程地质问题是地基稳定性问题，包括地基的承载力和变形两方面。铁路、公路等工程建设常会遇到路基稳定性问题。

1.1.2.2 边(斜)坡稳定性问题

包括自然界的天然斜坡和人工开挖边坡(如路堑边坡、基坑边坡)及人工填筑边坡(路堤边坡、堤坝边坡)等的稳定性问题，是道路交通工程、水利水电工程、国防工程及高层建筑等工程常遇到的主要工程地质问题。

1.1.2.3 洞室围岩稳定性问题

洞室围岩稳定性问题是地下采矿工程、城市人防建设工程及山区公路和铁路隧道建设工程中常遇到的工程地质问题。

1.1.2.4 区域稳定性问题

区域稳定性问题是大型水电工程、地下工程以及建筑群密布的城市选址中常遇到的工程地质问题。

工程地质问题的分析、评价，是工程地质勘察工作的核心任务。对每一项工程的主要工程地质问题，都必须做出定性或定量的确切结论。

工程地质学包括工程岩土学、工程地质分析和工程地质勘察三个基本部分，它们都已形成了不同的分支学科。工程岩土学的任务是研究岩土的工程地质性质及其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与工程活动相关的主要工程地质问题产生的条件、力学机制及其发展演化规律，以便正确评价和有效地防治它们的不良影响。工程地质勘察的任务是探讨进行地质调查和研究的方法，以便有效地查明产生有关工程活动的地质因素及各种工程地质条件。

1.2 工程地质在土木工程建设中的作用

各种土木工程建筑物都修建在地表上或地下，所有的工程建设方式、规模和类型都受建筑场地的工程地质条件所制约。建筑场地工程地质条件的优劣不仅直接影响到工程的方案设计、施工工期的长短、工程投资的多少以及建筑物的安全等方面，而且一旦出事故，处理比较难。因此国家规定，在任何建设工程开工之前，都必须进行相应的工程地质勘察工作，提出必要的工程地质资料，然后才能进行工程设计和施工工作。

大量的工程实践经验证明，重视工程地质工作就能使工程设计和施工顺利进行，工程建筑物的安全运营就有保证。相反，忽视工程地质工作，则会给工程带来不同程度的影响，轻则修改设计方案、增加投资、延误工期；重则使建筑物完全不能使用，甚至突然破坏，酿成灾害。国内外有许多因为不重视工程地质工作而使工程失败的实例。当前国际国内都存在这样一个问题：重大工程建设中出现的灾害性事故，与工程地质有关的比例越来越大，除与工程地质勘察工作深度不够和质量不高有关外，还与设计、施工对工程地质勘察资料认识不足及设计方案、施工措施与地质条件针对性不强有关。

南京东南大学太平北路6层教工住宅楼，施工前未做地质勘察，而是借用住宅北侧相隔仅20 m远已经建成的住宅楼的地质资料，结果在建成钢筋混凝土筏板基础后，发生整块板基断裂。事故发生后，停工补做勘察，发现板基断裂一侧地基中存在软弱淤泥层。经考古查明，曾有一条铁路从此通过，铁路路基坚实，但路基两侧排水沟因常年积水，沟底形成淤泥。板基横跨路基与排水沟，因土质软硬相差悬殊而断裂。

云南民族学院某教工住宅楼，因地基中存在局部淤泥与泥炭土未被发现，导致墙体严重开裂，经多次加固无效，最后被迫拆除。

徐州市区东部新生街居民区，于1992年4月12日发生一次大塌陷。最大的塌陷长25 m、宽19 m，最小的塌陷直径3 m，共7处塌陷，深度普遍为4 m左右。整个塌陷范围长达210 m，宽达140 m。塌陷造成78间房屋全部陷落倒塌。邻近塌陷周围的房屋墙体开裂达数百间。1992年8月上旬，徐州市发生第二次塌陷。塌陷区位于徐州市区东北部地区，大小塌陷十余处，周围房屋开裂严重。经地质勘察查明，塌陷区地基为故黄河泛滥沉

积的粉砂与粉土,厚达 22 m。其底部即为古生代奥陶系灰岩,中间缺失黏土隔水层,灰岩中存在大量溶洞与裂隙。徐州市过量开采地下水,水位下降对灰岩上的覆盖层粉土与粉砂形成潜蚀与空洞并不断扩大。在当地下大雨后,雨水渗入地下,导致大型空洞上方土体失去支承而塌陷。

2001 年 5 月 1 日,重庆市武隆县城乌江右岸发生了山体滑坡,约 1.6 万 m^3 的滑体摧毁了乌江右岸 319 国道旁边的一商业楼,造成了 79 人死亡,7 人受伤的震惊全国的重大伤亡事故。事后经查,斜坡体由三叠系须家河组砂岩夹泥岩互层组成,节理裂隙发育,呈层状碎裂结构。在修建 319 国道时已经切割了坡脚,当地为了修建商业楼,又继续扩大切割的范围,形成一高十余米,达 60° ~ 70°的人工边坡。由于没有采取有效的防护措施而导致山体的失稳滑动。

意大利的瓦依昂(Vajont)拱坝,坝高 267 m,是当时世界上最高的双曲拱坝。在修建大坝过程中,由于对工程地质条件没有给予足够的重视,在水库蓄水后的 1963 年 10 月 9 日,水库右岸山坡产生失稳滑动,约 2.8 亿 m^3 的岩体在 30 s 内快速滑落到库底,激起 260 m 高的涌浪,越过坝顶,冲向下游河谷。下游朗加隆镇的大部分房屋和道路,在 7 min 后荡然无存,死亡近 3000 人,正在坝址现场进行观测的 45 名工程师全部落难。事后经查,滑坡山体由下侏罗纪到上白垩纪的夹有多层黏土岩与泥灰岩的石灰岩组成,由于受构造应力的影响,岩层发生过强烈的褶皱和层间错动。水库蓄水后,地下水的渗入导致岩体中软弱夹层的强度不断降低,进而导致了库岸边坡的失稳滑动。

道路工程方面的实例:新中国成立前修建的宝(鸡)天(水)铁路,由于当时根本不重视工程地质工作,设计开挖了许多高陡路堑,致使施工中就发生了大量崩塌、落石、滑坡、泥石流灾害问题,直到新中国成立后线路也不能正常通车运营,被称为铁路线中的"盲肠"。国家为此调拨了大量的资金进行维修、整治,历经数年耗费巨资进行了大段线路的改线,才使宝天铁路得以畅通。

与宝天铁路形成鲜明对比的是成(都)昆(明)铁路,沿线地形险峻,地质构造极为复杂,大断裂纵横分布,新构造运动十分强烈,有约 200 km 的地段位于八九度地震烈度区,岩层十分破碎,加上沿线雨量充沛,山体不稳,各种不良地质现象充分发育,被誉为"世界地质博物馆"。某些外国专家实地考察后认为成昆铁路很难建成。中央和铁道部对成昆线的工程地质勘察工作十分重视,动员和组织全路工程地质专家和技术人员进行大会战,并多次组织全国工程地质专家进行现场考察和研究,提出了地质选线的原则,解决了许多工程地质难题,保证了成昆铁路顺利建成通车。

以上实例从正反两方面说明了工程地质在土木工程中的重要性。

1.3 本课程的学习方法和要求

工程地质学是土木工程专业的一门重要的专业基础课。一般是在土力学、岩体力学、基础工程学等课程学习之前开设的。课程特点:内容多、概念广、实践性强,学习中要注意弄清概念,掌握分析方法,避免死记硬背地质术语,应理论联系实际,重在工程应用。

工程地质学是一门应用科学。它是运用地质学的基本理论和知识,解决工程建设中

各种工程地质问题的一门学科。因此，工程地质学内容十分丰富、涉及面广。本书着重介绍土木工程专业所涉及的工程地质学基本理论和基本知识。其主要内容包括：地质作用、矿物岩石、土的成因类型及其特殊类土的工程地质特性、地质构造、地下水、岩石和岩体的工程性质、常见的不良地质现象与地质灾害、工程地质勘察方法、各类土木工程中的地质问题等。不同的专业方向可根据需要选择有关章节学习。

工程地质学是土木工程专业的基础课。对土木工程专业学生学习本课程的基本要求如下。

(1)能阅读一般的地质资料，根据地质资料在野外能辨认出常见的岩土类型，了解其主要的工程性质；能辨认基本的地质构造类型及较明显不良地质现象，了解其对工程建筑的影响。

(2)系统掌握工程地质的基本理论和方法，根据工程地质勘察数据和资料，进行一般的工程地质问题分析并提出处理措施。

(3)一般地了解工程地质勘察的基本内容、工作方法；能正确提出勘察任务及要求并运用勘察数据和资料进行实际工程的设计与施工。

为了学好这门课程，应结合课堂教学开设有关矿物、岩石的试验课程，掌握常见矿物和岩石的肉眼鉴定方法，了解各类岩石的形成条件；安排短期的野外地质实习，参观勘探现场，以帮助学生了解地貌、地质构造及岩土类别，有条件时最好结合已有的地质图或工程进行具体分析，培养学生阅读地质图和分析地质条件的能力。

第 2 章　岩石及其工程地质特征

地球是一个不规则的扁球体，提供着人类的生存基础。作为人类生活和进行工程建设活动的场所的地壳是由各种岩石组成的，而岩石的形成又是内外力地质作用的产物。本章主要介绍了地球的构造，主要造岩矿物，组成地壳表层的三大类岩石火成岩、沉积岩、变质岩的成因、结构、构造和主要代表性岩石的特征，从工程地质的角度分析了岩石的力学性质和特征，工程中常用的岩石分类方法。

2.1　地球概况

2.1.1　地球的形状与大小

地球是人类生活和从事工程活动的场所。地球作为一个行星，一般认为地球起源于46 亿年前原始太阳星云。通过现代科技的运用，经过实测和分析，地球形状像一只梨子：它的赤道部分鼓起，是它的“梨身”；北极有点尖，像个“梨蒂”；南极有点凹进去，像个“梨脐”，整个地球像个梨形的旋转体，因此人们称它为“梨形地球”。其实确切地说，地球是个三轴椭球体。

已经得到的地球的基本参数：

平均赤道半径为 6378136.49 m

平均极半径为 6356755.00 m

平均半径为 6371001.00 m

赤道重力加速度为 9.780327 m/s^2

扁率为 0.003352 819

质量为 5.9742 $\times 10^{24}$ kg

平均密度为 5.515 g/cm^3

表面温度为 -30 ~ +45 ℃

表面大气压为 1013250 Pa

2.1.2　地球的圈层构造

地球不是一个均质体，而是具有明显的圈层结构。每个圈层的成分、密度、温度等各不相同。地球圈层分为地球外圈和地球内圈两大部分。

2.1.2.1　地球外圈

地球外圈可进一步划分为大气圈、水圈和生物圈三个圈层。

(1)大气圈　是地球以外的空间,其上界可达1800 km或更高的空间。对地球有重要影响的是由地表到10~17 km的高空(称为对流层),所有的风、云、雨、雪等天气现象均发生在这一层。大气圈提供生物所需的CO_2和O_2,对地球上生物的生长、发育和地貌形态变化有着重要的影响。

(2)水圈　由地球上广泛分布的江河湖海和地下水组成。海洋面积约占地球总表面积的71%。地球表面水圈的存在对生命的起源、生物界的演化、发展和沉积矿产的形成起着十分重要的作用。

(3)生物圈　由生物及生命活动的地带所构成的范围。生物圈的质量虽小,但对改变地球的地理环境却起着重要的作用。

2.1.2.2　地球内圈

地球内圈可进一步划分为地壳、地幔和地核三个基本圈层,如图2.1所示。

(1)地壳　由固体岩石构成,一般大陆厚70多公里,海洋厚仅10多公里,平均厚35 km。主要成分是硅铝层(花岗岩层)和硅镁层(玄武岩层)。

(2)地幔　上地幔是熔融状态的物质,可能是岩浆的发源地;下地幔主要是由铁镁氧化物和硫化物组成。

(3)地核　由比重较大的铁镍成分组成。

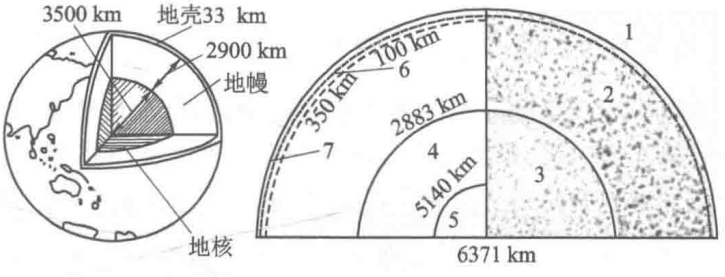


图2.1　地球的内部构造

1-地壳;2-地幔;3-地核;4-液态外部地核;5-固态内部地核;6-软流圈;7-岩石圈

2.2　地质作用

地质作用是指由自然动力引起地球(最主要是地幔和岩石圈)的物质组成、内部结构、地表形态发生变化的作用。地球上沧海桑田的变化,千姿百态的地表形态都是地壳变动的结果。现在的海陆分布只不过是地球历史的一个瞬间。引起地壳及其表面形态不断发生变化的作用,称为地质作用。

根据引起地质作用的能量来源于地球内部、外部的不同,将地质作用分为内力地质作用和外力地质作用。

2.2.1 内力地质作用

内力地质作用是指由地球内部的热能、化学能、重力能以及地球旋转能所引起的作用，其能量来自地球本身。内力作用作用于地表，它改变地表的轮廓，使地表高低起伏，形成陆地和海洋，塑造山岭和低地。

内力作用也作用于地球内部，它改变地球的物质成分、结构和构造，形成矿床。其主要表现形式为地壳运动、岩浆活动、变质作用、火山、地震等。地壳自形成以来，在内力作用和外力作用的相互作用下不断发展和变化。一般地说，内力作用对地壳的发展变化起着主导作用。

2.2.2 外力地质作用

外力地质作用是指由地球外部的太阳辐射能、重力能、日月及其他星体的引力能所引起的作用，其能量来自地球外部。外力作用削低山岭，填塞低地，使地表地形发生变化，并使地壳表层的化学元素发生迁移、分散或富集成矿床。

按照外力地质作用的方式可以分为：风化作用、侵蚀作用、搬运作用、沉积作用和固结成岩作用。按照外力的性质可以分为：流水作用、风力作用、冰川作用、波浪与潮流作用和地下水作用。外力作用对地表形态总体的效果是使之更平坦。

2.2.3 内力与外力地质作用的关系

内力与外力地质作用引起的地壳物质的循环运动，不断改变着地球的表面形态。内力地质作用使地表隆起或凹陷，形成高山或盆地、海洋；外力地质作用则把高山削低，把盆地填平。在内力与外力地质作用的共同作用下，形成了地球上高低起伏的地表形态，并且由此产生了各种不同的自然环境特征。

地球上出现的海洋和陆地，陆地表面出现的高山、高原、平原、盆地的分布格局就是内力与外力地质作用的共同结果。

2.3 矿物

2.3.1 概述

矿物是地壳内外各种岩石和矿石的组成部分，是具有一定的化学成分和物理性质的自然均一体。大部分矿物是固体，也有的是液体（如自然汞、石油）或气体（如 CO_2、H_2S）等，矿物学家把所有矿物分为有机矿物和无机矿物两种。前者种类比较少，主要是碳氢化合物，如日常烧饭用的煤炭、天然气，装饰品琥珀等，有机矿物还有石油和沥青等。这些矿物原来都是有生命的动植物，由于长期地质作用的结果，变成了无生命功能的产物，所以被称为有机矿物。后者在地球上数量众多，目前每年都有几十至几百种新矿物被发现，据统计，目前已有三四千种。许多种矿物是我们日常生活离不开的，例如：中小学生几乎天天都用的铅笔，制造笔芯的石墨就是矿物的一种。我们每餐都用的食盐也是天然石盐矿

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com