



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

GONGCHENG DIZHIXUE

# 工程地质学



● 主编 赵法锁 李相然

地质出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 工程地质学

主编 赵法锁 李相然

主审 黄润秋

地质出版社

· 北 京 ·

## 内 容 简 介

全书由三篇十章组成,第一篇介绍工程地质学的基础地质知识,包括地质作用,矿物与岩石,地质构造,第四纪地质与地貌,地下水;第二篇重点讲述岩土工程性质方面的知识,包括土和土体的工程地质特征,岩石和岩体的工程地质特征;第三篇为工程地质勘察与评价,介绍工程地质勘察,地质灾害体勘察与评价,以及各种工程勘察与评价,包括工民建、道桥工程、地下建筑、水电工程、港口工程等的勘察评价方法。

本教材可供高等院校土木工程、勘查技术与工程、水文学与水资源等专业的教学用书,也可作为其他非地质专业的教学参考书,还可供生产和科研部门的科技人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

工程地质学 / 赵法锁等主编. —北京:地质出版社,  
2009.9

普通高等教材“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-116-06159-0

I. 工… II. 赵… III. 工程地质-高等学校-教材  
IV. P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 168158 号

---

责任编辑:王春庆 李惠娣

责任校对:杜悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:[zbs@gph.com.cn](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真:(010)82324340

印 刷:北京地质印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:15.5

字 数:370千字

印 数:1—3000册

版 次:2009年9月北京第1版·第1次印刷

定 价:21.00元

书 号:ISBN 978-7-116-06159-0

---

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

# 前 言

为了贯彻落实教育部《关于进一步加强本科教学工作的若干意见》的精神，提高教学质量，首先要加强教材建设，把好教材质量关。因此，教育部高等教育司组织审批了普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本教材——《工程地质学》即为该规划教材之一。

本教材是在1984年出版的《工程地质学》基础上改编而成的。由于本科专业的调整，在专业设置及其授课内容方面都有较大变化，依据新的专业设置情况，根据调整后专业的特点及需要，对原教材结构与内容进行了较大的补充和调整，以使教材的使用范围更宽广。本教材由绪论和三篇十章组成。即绪论；第一篇基础地质知识，包括地质作用、矿物与岩石、地质构造、第四纪地质与地貌、地下水；第二篇岩土工程性质，包括土与土体工程地质性质、岩石与岩体工程地质性质；第三篇工程地质勘察与评价，包括工程地质勘察、地质灾害体勘察与评价和各种工程勘察与评价。

本教材由长安大学赵法锁教授、烟台大学李相然教授担任主编，成都理工大学黄润秋教授主审。具体分工如下：绪论由赵法锁编写；第一篇由李相然、青海大学胡夏嵩编写；第二篇由长安大学王启耀、赵法锁，吉林大学王清编写；第三篇由赵法锁、李相然、中国地质大学余宏明编写。最后，由赵法锁统稿。

教材编写过程中，得到了长安大学教务处培养科的大力支持和帮助；吉林大学王清教授、中国地质大学余宏明教授除编写其中部分章节外，还对教材其他章节提出了许多宝贵的建议；成都理工大学黄润秋教授在百忙中对本教材进行了全面审查；西安科技大学王贵荣教授，长安大学胡志平副教授、

罗丽娟博士参与了教材体系的讨论，硕士研究生李宁做了大量的复核和校对工作。在此，主编谨向他们表示衷心的感谢。此外，教材在编写与出版过程中，得到了地质出版社的大力支持和协助，编者在此一并致以谢意。

限于编者水平，教材中缺点和错误在所难免，尚祈各位读者对其中的错误和不妥之处予以指正。来函请寄长安大学地质工程系或发电子邮件给编者(dcdgx01@chd.edu.cn)。

编 者

2009 年 7 月

# 目 次

## 前 言

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 绪 论 .....              | (1) |
| 一、工程地质问题及工程地质学 .....   | (1) |
| 二、工程地质学的研究对象和内容 .....  | (1) |
| 三、工程地质学的发展历史及趋势 .....  | (2) |
| 四、工程地质学的研究方法 .....     | (3) |
| 五、本课程的内容、学习方法和要求 ..... | (4) |

## 第一篇 基础地质知识

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 第一章 地质作用 .....          | (6)  |
| 第一节 内动力地质作用 .....       | (6)  |
| 一、地壳运动 .....            | (6)  |
| 二、地震作用 .....            | (7)  |
| 三、岩浆作用 .....            | (8)  |
| 四、变质作用 .....            | (9)  |
| 第二节 外动力地质作用 .....       | (9)  |
| 一、风化作用 .....            | (9)  |
| 二、剥蚀作用 .....            | (10) |
| 三、搬运作用 .....            | (10) |
| 四、沉积作用 .....            | (10) |
| 五、成岩作用 .....            | (11) |
| 第三节 内外动力地质作用的相互关系 ..... | (11) |
| 第二章 矿物与岩石 .....         | (12) |
| 第一节 造岩矿物 .....          | (12) |
| 一、矿物的物理性质 .....         | (12) |

|                     |      |
|---------------------|------|
| 二、矿物的其他性质 .....     | (13) |
| 三、主要造岩矿物的特征 .....   | (13) |
| 第二节 岩石的分类与特征 .....  | (16) |
| 一、岩浆岩 .....         | (16) |
| 二、沉积岩 .....         | (19) |
| 三、变质岩 .....         | (22) |
| 四、岩石的肉眼鉴别 .....     | (24) |
| 第三章 地质构造 .....      | (26) |
| 第一节 水平构造与单斜构造 ..... | (26) |
| 一、水平构造 .....        | (26) |
| 二、单斜构造 .....        | (26) |
| 第二节 地质年代 .....      | (27) |
| 一、地质年代的划分 .....     | (27) |
| 二、地质年代的确定 .....     | (29) |
| 第三节 岩层产状及其测定 .....  | (29) |
| 一、岩层产状要素 .....      | (29) |
| 二、产状要素的测量 .....     | (30) |
| 第四节 褶皱构造 .....      | (31) |
| 一、褶皱要素 .....        | (32) |
| 二、褶皱类型 .....        | (32) |
| 三、褶皱构造的野外观察方法 ..... | (34) |
| 第五节 断裂构造 .....      | (34) |
| 一、节理 .....          | (35) |
| 二、断层 .....          | (38) |
| 第六节 地质图及其阅读 .....   | (42) |
| 一、地质图的种类 .....      | (42) |
| 二、地质图的规格与符号 .....   | (43) |
| 三、地质条件的表示方法 .....   | (44) |
| 四、阅读地质图 .....       | (46) |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| <b>第四章 第四纪地质与地貌</b>      | (49) |
| <b>第一节 概述</b>            | (49) |
| 一、第四纪气候与冰川活动             | (49) |
| 二、板块构造                   | (49) |
| 三、第四纪沉积物                 | (50) |
| <b>第二节 第四纪地貌的分级与分类</b>   | (58) |
| 一、地貌的形成和发展               | (58) |
| 二、地貌的分级与分类               | (59) |
| <b>第三节 山岭地貌</b>          | (61) |
| 一、山岭地貌的形态要素              | (61) |
| 二、山岭地貌的类型                | (65) |
| <b>第四节 平原地貌</b>          | (67) |
| 一、构造平原                   | (67) |
| 二、剥蚀平原                   | (67) |
| 三、堆积平原                   | (68) |
| <b>第五节 河谷地貌</b>          | (69) |
| 一、河谷地貌的形态要素              | (69) |
| 二、河谷地貌的类型                | (70) |
| 三、河流阶地                   | (71) |
| <b>第五章 地下水</b>           | (74) |
| <b>第一节 概述</b>            | (74) |
| <b>第二节 地下水的物理性质和化学成分</b> | (74) |
| 一、地下水的物理性质               | (75) |
| 二、地下水的主要化学成分             | (75) |
| <b>第三节 地下水的类型及其特征</b>    | (77) |
| 一、地下水分类                  | (77) |
| 二、各类地下水的特征               | (78) |
| 三、不同岩土介质中的地下水            | (86) |
| <b>第四节 地下水的运动及其涌水量计算</b> | (90) |
| 一、线性渗透定律——达西定律           | (90) |

|                     |      |
|---------------------|------|
| 二、非线性渗透定律 .....     | (91) |
| 三、地下水的涌水量计算 .....   | (92) |
| 第五节 地下水与工程建设 .....  | (92) |
| 一、地下水位下降引起的问题 ..... | (92) |
| 二、地下水的渗透破坏问题 .....  | (93) |
| 三、地下水的浮托作用 .....    | (94) |
| 四、承压水对基坑的作用 .....   | (94) |
| 五、地下水对混凝土的侵蚀性 ..... | (95) |

## 第二篇 岩土工程性质

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 第六章 土和土体的工程地质特征 .....   | (98)  |
| 第一节 土的物质组成 .....        | (98)  |
| 一、土的固体颗粒（固相） .....      | (99)  |
| 二、土中的水 .....            | (103) |
| 三、土中气体 .....            | (104) |
| 第二节 土的结构构造 .....        | (105) |
| 一、土的结构 .....            | (105) |
| 二、土的构造 .....            | (106) |
| 第三节 土的物理性质 .....        | (106) |
| 一、土的三相指标及换算 .....       | (106) |
| 二、砂土的密实度 .....          | (109) |
| 三、粘性土的物理及化学性质 .....     | (110) |
| 第四节 土的力学性质 .....        | (114) |
| 一、土的压缩性 .....           | (114) |
| 二、土的抗剪强度 .....          | (116) |
| 三、土的动力特性 .....          | (116) |
| 第五节 土的工程地质分类 .....      | (116) |
| 一、概述 .....              | (116) |
| 二、《岩土工程勘察规范》中土的分类 ..... | (118) |
| 三、细粒土的塑性图分类 .....       | (119) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| <b>第七章 岩石和岩体的工程地质特征</b> | (121) |
| <b>第一节 岩石的工程地质性质</b>    | (121) |
| 一、岩石的物理性质               | (121) |
| 二、岩石的水理性质               | (122) |
| 三、岩石的力学性质               | (123) |
| 四、影响岩石工程性质的因素           | (127) |
| <b>第二节 岩体的工程地质性质</b>    | (129) |
| 一、岩体的结构特征               | (129) |
| 二、岩体结构类型及其工程地质特征        | (134) |
| <b>第三节 工程岩体的分级</b>      | (138) |
| 一、岩体基本质量的分级因素           | (138) |
| 二、岩体基本质量分级              | (141) |
| 三、工程岩体级别的确定             | (141) |

### 第三篇 工程地质勘察与评价

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| <b>第八章 工程地质勘察</b>               | (144) |
| <b>第一节 工程地质勘察的目的、任务与勘察阶段的划分</b> | (144) |
| 一、工程地质勘察的目的和任务                  | (144) |
| 二、岩土工程勘察等级                      | (145) |
| 三、工程地质勘察基本要求                    | (147) |
| 四、工程地质勘察任务书                     | (148) |
| <b>第二节 工程地质测绘与调查</b>            | (149) |
| 一、基本要求                          | (149) |
| 二、观测点、线的布置                      | (149) |
| 三、工程地质测绘的研究内容                   | (149) |
| 四、测绘方法                          | (150) |
| 五、成果资料                          | (150) |
| <b>第三节 工程地质勘探</b>               | (151) |
| 一、钻探                            | (151) |
| 二、掘探                            | (153) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 三、地球物理勘探 .....          | (154) |
| 第四节 工程地质原位测试 .....      | (156) |
| 一、载荷试验 .....            | (157) |
| 二、静力触探试验 .....          | (159) |
| 三、圆锥动力触探试验 .....        | (161) |
| 四、标准贯入试验 .....          | (162) |
| 五、旁压试验 .....            | (163) |
| 六、十字板剪切试验 .....         | (165) |
| 七、抽水试验 .....            | (165) |
| 第五节 现场监测 .....          | (167) |
| 一、建筑物沉降观测 .....         | (168) |
| 二、斜坡岩土体变形和滑坡动态观测 .....  | (168) |
| 三、地下水监测 .....           | (170) |
| 四、地下硐室围岩变形观测 .....      | (172) |
| 第六节 勘察资料的内业整理 .....     | (173) |
| 一、勘察数据的整理与分析 .....      | (174) |
| 二、工程地质图的编制 .....        | (174) |
| 三、工程勘察报告书和附件 .....      | (176) |
| 四、勘察报告实例 .....          | (178) |
| 第九章 地质灾害体勘察与评价 .....    | (182) |
| 第一节 岩溶与土洞的工程勘察与评价 ..... | (182) |
| 一、岩溶的地貌特征 .....         | (182) |
| 二、土洞 .....              | (183) |
| 三、岩溶与土洞的工程地质问题 .....    | (183) |
| 四、岩溶工程地质勘察 .....        | (185) |
| 五、岩溶区地基稳定性评价 .....      | (186) |
| 六、岩溶与土洞地基的防治 .....      | (188) |
| 第二节 崩塌和滑坡的工程勘察与评价 ..... | (189) |
| 一、概述 .....              | (189) |
| 二、崩塌发生条件及影响因素 .....     | (189) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 三、滑坡形成的地质条件和滑坡地带的地貌特征 ..... | (190) |
| 四、崩塌的勘察与评价 .....            | (191) |
| 五、滑坡勘察与评价 .....             | (193) |
| 六、崩塌与滑坡的防治 .....            | (194) |
| 第三节 泥石流的工程勘察与评价 .....       | (196) |
| 一、泥石流的形成条件 .....            | (196) |
| 二、泥石流的工程勘察 .....            | (197) |
| 三、泥石流的防治 .....              | (199) |
| 第四节 地面沉降的工程勘察与评价 .....      | (200) |
| 一、概述 .....                  | (200) |
| 二、地面沉降的监测 .....             | (201) |
| 三、控制地面沉降的措施 .....           | (201) |
| 第五节 地震区的工程勘察与评价 .....       | (202) |
| 一、概述 .....                  | (202) |
| 二、地基的震害 .....               | (207) |
| 三、地基基础抗震设计 .....            | (208) |
| 第六节 地质灾害危险性评估 .....         | (211) |
| 一、地质灾害类型及特征 .....           | (211) |
| 二、地质灾害危险性评价 .....           | (213) |
| 第十章 各种工程勘察与评价 .....         | (218) |
| 第一节 工业与民用建筑的工程地质勘察 .....    | (218) |
| 一、工业与民用建筑主要工程地质问题 .....     | (218) |
| 二、工业与民用建筑工程地质勘察要点 .....     | (219) |
| 第二节 道路与桥梁的工程地质勘察 .....      | (219) |
| 一、道路工程地质勘察 .....            | (219) |
| 二、桥渡工程地质勘察 .....            | (223) |
| 第三节 地下建筑工程地质勘察 .....        | (225) |
| 一、地下建筑工程地质勘察的目的和任务 .....    | (225) |
| 二、可行性研究阶段工程地质勘察 .....       | (226) |
| 三、初步设计阶段工程地质勘察 .....        | (227) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 四、施工图设计和施工阶段工程地质勘察 .....    | (227) |
| 第四节 水利水电建筑工程的工程地质勘察 .....   | (228) |
| 一、概述 .....                  | (228) |
| 二、各类水坝的特点及其对工程地质条件的要求 ..... | (229) |
| 第五节 港口工程的工程地质勘察 .....       | (230) |
| 一、港口水工建筑工程的特点 .....         | (230) |
| 二、海港工程勘察的特点 .....           | (232) |
| 三、海港工程勘察中的主要工程地质问题 .....    | (232) |
| 主要参考文献 .....                | (235) |

# 绪 论

## 一、工程地质问题及工程地质学

人类开展的大量工程建设，基本上都是在我们生活的地壳上进行的，空中楼阁只是一种幻想。工程建设时会遇到各种各样的问题，其中一个最基本的问题就是工程地质问题。

工程地质问题是指与人类工程活动有关的地质问题。它影响建筑物修建的技术可能性、经济合理性和安全可靠。如建筑物所处地质环境的区域地壳稳定问题、地基稳定问题、地下硐室围岩稳定问题和边坡岩体稳定问题、水库渗漏问题、淤积问题、浸没问题、边岸再造及水坝下游冲刷问题，以及与上述问题相联系的建筑场地的规划、设计和施工条件等方面的问题。

工程地质学是研究与人类工程建设活动有关的地质问题的学科，是地质学的一个分支。根据侧重点的不同，工程地质学又可分为工程地质分析、工程岩土学和工程地质勘察三个分支。工程地质分析是指利用工程地质基本原理，分析工程地质问题产生的地质条件、力学机理及其发展演化的规律，以便正确评价其不利影响并进行有效防治。建筑物的地基或环境是具有一定成分和性质的岩土以及它们的组合，它们与工程活动相关的属性，是决定人类工程活动与地质环境相互制约的形式和规模的基本条件。研究岩土的性质和它在自然或人类活动影响下变化的科学就是工程岩土学。工程地质分析学和工程岩土学是工程地质学的理论基础。将这些理论运用于解决实际工程问题，保证与工程活动的规划、设计、施工、使用和维护等有关的工程地质问题均能得到查明和有效处理，这便是工程勘察。

由于工程地质环境具有显著的区域性分布规律；人类工程活动的类型和规模也具有很大的不同，因此工程地质问题具有区域性、工程性的特点。根据这一特点，工程地质学又可分为区域性工程地质学、城市工程地质学、公路工程地质学、水工港口工程地质学等。

## 二、工程地质学的研究对象和内容

工程地质学的目的在于查明建设地区或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，及其对建筑物和地质环境的影响和危害，提出防治不良地质现象的措施，为保证工程建设的合理规划，建筑物的正确设计、顺利施工和正常使用提供可靠的地质科学依据。

工程地质条件是各种对工程建筑有影响的地质因素的总称，也称为工程地质环境，主要包括如下几方面的内容。

### 1. 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 and 山岳地区的地形起伏、土层厚薄和基岩出露情况、地下水埋藏特征和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。

## 2. 地层岩性

地层岩性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。

## 3. 地质构造

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

## 4. 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。

## 5. 自然地质现象

自然地质现象是现代地表地质作用的反映，与工程区地形、气候、岩性、构造、地下水 and 地表水作用密切相关，主要包括滑坡、崩塌、岩溶、泥石流、风沙移动、河流冲刷、沉积和风化等，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。

## 6. 天然建筑材料

工程建设中所需的岩土建筑材料的分布、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。

工程地质学主要研究建设地区和建筑场地中的岩体、土体的空间分布规律和工程地质性质；控制这些性质的岩石和土的成分、结构；以及在自然条件和工程作用下，这些性质的变化趋势；确定岩石和土的工程地质分类。

工程地质学要分析和预测在自然条件和工程建筑活动中可能发生的各种地质作用和工程地质问题，例如：地震、滑坡、泥石流、诱发地震、地基沉降、人工边坡和地下洞室围岩的变形和破坏、开采地下水引起的大面积地面沉降、地下采矿引起的地表塌陷等地质环境问题及其发生的条件、过程、规模和机制，评价它们对工程建设和地质环境造成的危害程度，研究防治不良地质作用的有效措施。

工程地质学还要研究工程地质条件的区域分布特征和规律，预测其在自然条件下和工程建设活动中的变化和可能发生的不良地质作用，评价其对工程建设的适宜性。

# 三、工程地质学的发展历史及趋势

工程地质学产生于地质学的发展和人类工程活动经验的积累中。17 世纪以前，许多国家成功地建成了至今仍享有盛名的伟大建筑，但人们在建筑实践中对地质环境的考虑，完全依赖于建筑者个人的感性认识。17 世纪以后，由于产业革命和建设事业的发展，出现并逐渐积累了关于地质环境对建筑物影响的文献资料。

第一次世界大战结束后，整个世界开始进入了大规模建设时期。1929 年，奥地利的太沙基出版了世界上第一部《工程地质学》；1937 年，苏联的萨瓦连斯基的《工程地质学》问世。第二次世界大战以后，各国有一个稳定的和平环境，工程建设发展迅速，工程地质学在这个阶段迅速发展，成为地球科学的一个独立分支学科。追溯更远一些，1928 年美国加利福尼亚州的 St. Francis 重力拱坝的溃决和带来的灾难促使地质学家向工程地质

领域进军。令人震惊的是,30年后悲剧重演,1959~1963年期间,欧洲连续出现西班牙 Vega de Tera 支墩拱坝和法国 Malpasset 拱坝的失事,以及意大利 Vajont 水库大滑坡。人们惊醒过来,大声疾呼,工程地质学亟待完善和提高。正是在这个时期,世界各国的工程地质学家组织成立了“国际工程地质学会”,交流和总结经验教训。20世纪50年代以来,工程地质学逐渐吸收了土力学、岩石力学和计算数学中的某些理论和方法,完善和发展了本身的内容和体系,其内涵和外延焕然一新,从而步入现代科学技术行列。

在中国,工程地质学的发展基本上始于20世纪50年代。从引进前苏联工程地质学理论和方法开始,经过50多年成千上万项工程的实践和理论创新,我国的工程地质学得到突飞猛进的发展,取得了显著成就,积累了大量经验,获得突破性进展,在一定程度上形成了具有中国特色的工程地质学体系。一大批工程地质学家为新中国的建设发挥了巨大的作用,特别是谷德振、刘国昌等老一辈工程地质学家开创的区域稳定性问题研究,为我国重大工程建设做出了突出贡献,在国际学术界具有重要影响。

20世纪80年代以来,人类活动的环境效应得到了高度重视,为了防止人类工程活动对地质环境的不利影响,需要预测人类活动干预下地表岩土体的变形破坏过程,预测各种工程活动可能产生的环境效应,研究各种地质灾害的区域性成灾规律和危险性分析评价方法,研究区域的、城市的或重大工程地质环境评价的原则和方法,以便达到合理开发利用和保护改善环境的目的,这样,一个新的工程地质学分支——环境工程地质学应运而生。以工程地质环境作为研究对象,全面研究工程建设与地质环境的相互联系、相互制约和相互作用,保护环境,保证社会经济可持续发展已成为当代工程地质学的主要任务,这表明工程地质学的发展进入了新的阶段。

进入21世纪,工程地质学已成为世界性学科,国际上工程地质学的发展具有如下趋向。

### 1. 工程地质学的全球概念

工程地质学是从地球科学中产生出来的,因而不能不继续受到地球科学的影响。最近20年来,地球科学的全球观念发展很快,如全球构造、全球变化、地球系统科学等。事实上,只有从全球演化角度来看待不同地区的工程地质问题,才可能理解工程地质系统的多样性,并进行全球性的工程地质经验和理论的对比。

### 2. 工程地质学的人地调谐观念

工程地质学本质上就是研究工程与地质、人与地球关系的学科,所以人地调谐观念对于工程地质思维来说不应太生疏。工程地质学家已经把包括灾害防治在内的环境保护和合理利用作为义不容辞的责任。地球圈层演化,水岩、水土作用,重大工程环境影响评价等问题已成为国际工程界学术研讨的重点。

### 3. 综合集成概念和趋势

在工程地质领域中本来就十分重视综合评价和决策,所谓综合集成是指不同学科知识的交叉结合、不同来源知识的交叉结合,形成总体的评价和决策。

## 四、工程地质学的研究方法

工程地质学的主要研究方法包括地质学方法、实验和测试方法、计算方法和模拟方法。

### 1. 地质学方法

地质学方法即自然历史分析法，是运用地质学理论，查明工程地质条件和地质现象的空间分布，分析研究其产生过程和发展趋势，进行定性的判断。地质学方法所得结果虽然是定性的，但因为它往往具有区域性或趋势性规律，所以对工程活动的规划选点、可行性研究或者工程活动的战略布局，具有重要的指导意义。它是工程地质研究的基本方法，也是其他研究方法的基础。

### 2. 实验和测试方法

实验和测试方法，包括测定岩、土体特性参数的实验，对地应力的方向和量级的测试，以及对地质作用随时间延续而发展的监测，其结果可为工程设计或防护措施的制订提供必要的参数和定量数据。在信息技术迅速发展和各种测试手段不断完善的今天，对地质过程的研究已经不再局限于传统的定性分析和评价，而是在定性评价的基础上，将地质学与现代岩土力学、数学和力学、计算机科学和测试技术有机结合起来，进行定量的计算和评价。因此，实验和测试对工程地质问题的解决越来越重要，其成果的准确性对评价结果具有至关重要的影响，不管计算模型和方法多么正确，只要参数不正确，得到的结果就不可能反映实际情况。

### 3. 计算方法

计算方法包括应用统计数学方法对测试数据进行统计分析，利用理论或经验公式对已测得的有关数据进行计算，以定量地评价工程地质问题。

### 4. 模拟方法

模拟方法可以分为物理模拟（也称工程地质力学模拟）和数值模拟。它们是在通过地质研究，深入认识地质原型，查明各种边界条件，以及通过实验研究获得有关参数的基础上，结合工程的实际情况，正确地抽象出工程地质模型，利用相似材料或各种数学方法，再现和预测地质作用的发生和发展过程。基于正确的岩土力学模型和参量的物理和数值模拟分析，可以在短时间内重现和预测地质问题发生和发展的全过程，经与地质原型和现象观测的对比，如能达到拟合，即可验证概念模型，使之上升为对系统全面的理性认识，成为理论模式。物理模拟多用来获取特征点的物理量，数值模拟则可获得全场的物理量，并可方便地用来模拟不同情况下，工程场地变形和破坏发展的过程及演化规律，两者配合使用可以得到更好的效果。

计算机技术在工程地质学领域中的应用，不仅使过去难以完成的复杂计算成为可能，而且能够对数据资料自动存储、检索和处理，甚至能够将专家们的智慧存储在计算机中，以备咨询和处理疑难问题。

## 五、本课程的内容、学习方法和要求

本课程的教学目的是使学生了解工程建设中经常遇到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、施工和应用过程中的影响，并能正确处理和合理利用自然地质条件，了解各种工程地质勘察的要求和方法，能够正确布置勘察工作，合理利用勘察成果解决设计和施工问题。

本书包括了三篇十章，第一篇包括第一章、第二章、第三章、第四章、第五章，主要对工程地质学的基本知识进行了介绍；第二篇包括第六章、第七章，分别介绍了岩土体的