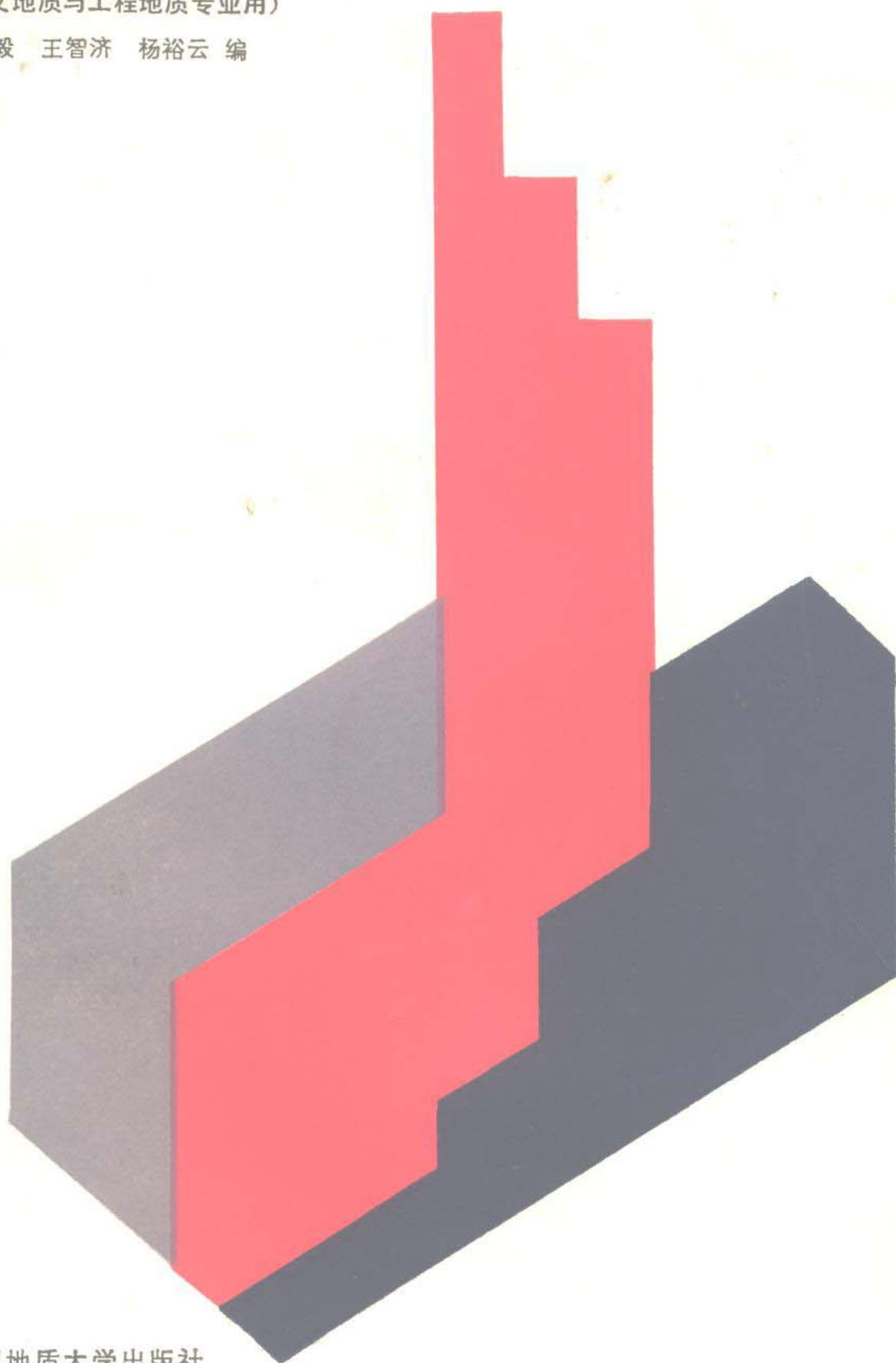


工程地质学基础

(水文地质与工程地质专业用)

李智毅 王智济 杨裕云 编



中国地质大学出版社

高等学校教材

工程地质学基础

李智毅 王智济 杨裕云 等编

中国地质大学出版社

前 言

本书是高等院校水文地质与工程地质专业本科生的专业教材之一，按70学时编写。

1982年6月，地质矿产部工程地质教材编审委员会会议决定编写工程地质系列教材，《工程地质学基础》即为其中的一本。会上安排了主编人，并制订了课程教学大纲。后因故决定此教材不再编写。考虑到《工程地质学基础》是水文地质与工程地质专业的一门重要专业课程，而目前尚无一本公开出版、并适用于本科生的此种教材；同时也为了适应新制订的水文地质与工程地质专业教学计划对该课程的教学要求，我们于1986年决定编写此书，并拟定了编写大纲，并向有关院校的同行们征求过意见。

本书原拟定的编写大纲分四篇，共十八章。第一篇为地球内动力引起的工程动力地质作用；第二篇为地球外动力引起的工程动力地质作用；第三篇为人类活动引起的工程动力地质作用；第四篇为工程地质勘察的基本理论和方法。因第四篇已编入《专门工程地质学》教材中（该教材已由地质出版社于1988年5月出版发行），所以编入本书的为前三篇，共十二章。由此可知，本书所论述的内容为工程动力地质作用及有关的问题。

本书由李智毅主编。分工如下：绪论、第一、二、三、六、九章由李智毅编写；第十、十一、十二章由王智济编写；第四、七章由杨裕云编写；第五章由项伟编写，殷坤龙、李智毅修改；第八章由唐辉明编写。在编写过程中，编者们在总结自己多年来教学经验和1981年所编《工程地质学》上册（内部教材）的基础上，博采近年来国内外同类教材之所长，并参阅了这一学科领域内最新研究成果。本书力图做到体系合理、完整，内容充实、新颖，概念清晰、明确，且能深入浅出，易于为本科生所接受。

本书初稿完成后，先在校内胶印试用并征求意见，并于1989年4月于武汉召开审稿会议，对全书进行了全面审查。会上，张咸恭（主审）、晏同珍、沈孝宇、余厚敬、潘别桐、梁定伟等同志对送审稿逐章逐节审查，提出了许多宝贵的修改意见和建议。会后，编者根据所提的意见和建议，又作了进一步修改，并由李智毅统一定稿。

在本书编写过程中，得到了中国地质大学出版社、校教材科、水文地质与工程地质系以及工程地质教研室许多老师和同志们的关怀和帮助。在此，谨向他们致以谢忱。

编者希望本书除作为教材外，还可作为从事工程地质、水文地质、环境地质的科技人员以及其它有关专业院校师生的参考书。

编者虽力图想把本书编好，但由于水平所限，书中肯定有很多缺点甚至错误，恳请读者批评指正。

编 者

1989年11月于武昌

本教材所用符号一览表

符 号	代表意义	章 列
A	基础底面积, 振幅, 河宽稳定系数	2, 5, 8
A_s	以微米表示的地动位移	2
B	河宽	8
B_s	岩石点荷载抗拉强度指数	4
c	结构影响系数	2
C_s	土的动三轴压缩试验校正系数	3
C_v	土的固结系数	11
D	震源断层错动幅度, 基础砌置深度, 粒径, 动水压力, 泥石流堵塞系数	2, 6, 7, 9
D_s	砂土相对密度	3, 6
E	弹性模量, 地震能量, 动能, 滑坡推力	1, 2, 5
E_0	变形模量	5
E_s	砂土的变形模量	11
F	离心力, 节点力	5, 8
G_s	粘粒含量	9
H	含水层厚度, 覆盖层厚度, 矿层深度, 泥石流的泥深, 坝高, 水深, 坡高, 土层厚度, 水位	2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12
H_0	矿洞顶板冒落带高度	12
H_s	覆盖型岩溶区土层极限厚度	7
H_0	土层初始厚度	11
H_s	库水及渗透水流对坝的水平推力	2
H_s'	地震附加静水压力	2
I	地下水水力梯度, 地震烈度, 块体转动惯量, 泥石流泥位纵坡降	2, 5, 6, 9
I_0	震中烈度	2
I_{cr}	临界水力梯度	6
I_s	沟床纵坡降	9
I_p	塑性指数	3
I_r	泥石流残余纵坡降	9
$I_{允}$	允许水力梯度	6
ΔI_1	地基土层地震刚度烈度增量	2
ΔI_2	地下水埋深烈度增量	2
ΔI_3	土层共振烈度增量	2
ΔI	总地震烈度增量	2
J	热功当量, 河流水面纵坡降	1, 8
J_s	横比降	8

K	渗透系数, 边坡稳定系数, 涨余系数, 泥石流流速系数, 比例常数	5, 7, 8, 9, 11
K_0	泥石流运动时与结构变化及扰动强度有关的修正系数	9
K_0	水平地震系数, 泥石流运动时与结构变化及扰动强度有关的修正系数	2, 9
K_{0v}	铅直地震系数	2
K_{cv}	比溶解度	7
K_n	孔隙率系数	4
K_n	强度系数	4
K_s	边坡稳定安全系数	5
K_v	比溶蚀度	7
K_w	吸水率系数, 泥石流运动时与结构变化及扰动强度有关的修正系数	4, 9
K_v	风化系数	4
K_1	河床纵向稳定性指标	8
K_2	河床横向稳定性指标	8
K_3	河床综合稳定性指标	8
L	震源断层长度, 滑坡体长度, 泥石流拦挡坝间距	1, 5, 9
M	地震震级, 质量	2, 3, 10
M_L	体波震级	2
M_{\min}	最小震级	10
M_s	面波震级	2, 10
M_0	主震震级	10
M_1	余震最大震级	10
N	法向力, 贯入击数, 震级 $\geq M$ 的地震数	3, 5, 10
N_0	临界贯入击数	3
$N_{63.5}$	标准贯入击数	3
P	水平地震力, 水压力差, 水动压力	2, 8
P'	铅直地震力, 浮力	2, 8
P_c	粘粒含量	3
P_f	破坏概率	5
Q	重力, 流量, 土的水下重量	6, 8
Q_d	泥石流流量	9
Q_w	清水流量	9
R	地震断层错动周期, 水力半径, 曲率半径, 地基承载力, 单轴抗压强度, 节点荷载, 砂土液化最远点震中距	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9
$[R]$	地基容许承载力	2
R_c	粘结力	5
R_a	泥石流流体水力半径	9
R_f	抗滑力	5
R_s	抗滑力	5
S	地面沉降(陷)量, 下滑力	5, 12
S_c	土层最终沉降量	11
S_{*e}	土层在弹性阶段的单位变形量	11

S_m 采空区最大闭合量	12
S_{max} 地面最大沉陷量	12
S_e 含水层组比弹性储水系数	11
S_t 岩石点荷载抗拉强度, 任一时间土层沉降量	4, 11
ΔS 变形增量	11
T 抗滑力、摩擦力, 温度, 土层厚度, 地震波振动周期	1, 2, 5, 6, 7, 8
T_0 卓越周期	2
U 垂线平均流速, 垂流速分量	8
U_{cr} 悬浮临界分速	8
V 流速, 速度, 速率	5, 8
\bar{V} 时间平均流速	8
V' 脉动流速	8
V_{cr} 侵蚀临界流速	8
V'_{cr} 推移临界流速	8
V''_{cr} 悬浮临界流速	8
V_a 泥石流流速	9
V_{max} 最大瞬时流速	8
V_{min} 最小瞬时流速	8
V_p 纵波速度	2, 4
V_R 瑞利波速度	2
V_s 横波速度	2
V_0 岩溶洞穴原体积	7
V_1 可能塌陷的岩体体积	7
W 重量, 谷底宽度	2, 3, 5
W_a 泥石流过流断面	9
Z 深度, 基础底板以下建筑物荷载有效影响深度, 承压水位降低值, 静液柱高	3, 7, 10, 11
a 地震频度与震级关系式中一常数	10
a_{max} 最大地面水平加速度	2, 3
a'_{max} 最大地面铅直加速度	2
b 地震频度与震级关系式中一常数, 坝基宽度的一半, 岩溶洞穴洞顶宽度的一半	6, 7, 10
C 内聚力, 平均蠕滑速率	1, 2, 5, 6, 7, 10
d 粒径, 地震断层错移量	1, 6, 8
d_{or} 土粒平均粒径	9
d_0 孔隙直径	6
d_{10} 土粒有效粒径	6
d_{50} 土粒平均粒径	3
d_{60} 土粒限制粒径	6
e 土的孔隙比	3, 11
e_0 土的初始孔隙比	11
Δe 土的孔隙比增量	11

e_{\max}	最大孔隙比	3
e_{\min}	最小孔隙比	3
f	摩擦系数, 滑动面上的摩擦力, 滚动摩擦系数, 岩石的坚固性系数	2, 5, 7, 8
g	重力加速度	2, 3, 5, 8, 11
h	水头差, 地下水埋深, 库水深, 土洞高度, 天然平衡拱高度	3, 7, 10
Δh	水头差, 水头变化值	11
h_c	矿层厚度	12
i	房屋震害指数	2
\bar{i}	房屋平均震害指数	2
l	长度	6, 8
m	平均体积压缩系数, 质量, 地震总次数, 安全系数	6, 8, 10, 11
m_v	体积回弹系数	11
m_c	体积压缩系数	11
n	孔隙度, 地震频度, 循环次数	2, 3, 4, 6, 10
p	土层总应力, 垂直压力, 泥石流固体物质含量百分数	9, 11
p_c	土层预固结压力	11
p_e	有效应力	11
p_w	孔隙水压力, 总孔隙水压力	3, 6, 11
p_{w0}	初始孔隙水压力	3
p_z	土层有效上覆压力	3
Δp_e	有效应力增量	11
Δp_w	超孔隙水压力	3
p_0	有效覆盖压力	11
q	泉流量	1
r	流线曲率半径	8
r_s	相关系数	10
t	时间	5, 12
w	吸水率	4
α	坡角, 地震影响系数, 泥石流阻力系数, 与水流状态有关的系数	2, 5, 8, 9
α_0	流速分布不均匀系数	8
β	动力系数, 结构面倾角	2, 5
ϵ	应变速率	5
ζ	阻尼比, 一折减系数	2, 3
η	不均粒系数	3, 6
η_a	泥石流体的粘度	9
η_r	有效粘度	9
λ	波长	2
μ	泊松比	2, 5, 10
ξ	侧压力系数	6
ρ	岩土体的密度	2, 3, 5, 12
ρ'	浮密度	3, 6

ρ_d	泥石流密度	9
ρ_k	矿洞内塌陷破碎岩石的密度	12
ρ_m	岩石的饱和密度	3, 6
ρ_r	岩石密度	10
ρ_s	固体物质密度(泥石流流体中)	9
ρ_w	水的密度	3, 6, 11
ρ_0	饱和含沙量	8
σ	正应力, 压应力	3, 10
σ_a	各向均等静压力	3
σ_d	动应力	3
σ_H	水平正应力	10
σ_L	水平初始应力	5
σ_v	铅直正应力	1, 2, 10
σ_0	有效法向压力	3
σ_1	最大主应力	1, 2, 5, 10
σ_2	中间主应力	1, 2, 10
σ_3	最小主应力	1, 2, 5, 10
τ	抗剪强度, 剪应力, 水流切力	3, 5, 8, 10
τ_{cr}	泥沙起动切力	8
τ_d	往复剪应力	3
τ_B	宾汉极限切力	9
τ_0	起始静切力	9
ϕ	摩擦角, 泥石流修正系数	3, 5, 6, 7, 9, 10
ϕ_a	视摩擦角	5
ψ	斜面倾角	5
ψ_n	滑坡推力传递系数	5
ψ_p	斜面倾角	5
ω	角速度, 悬移质泥沙平均沉速	2, 8

目 录

本教材所用符号一览表

绪论	(1)
一、工程地质学的研究对象、任务与分科	(1)
二、工程地质学的研究方法及其与其它学科的关系	(3)
三、工程地质学的历史、现状与展望	(5)
四、本课程内容与学习方法	(7)

第一篇 由地球内动力引起的工程动力地质作用

第一章 活断层工程地质研究	(8)
第一节 概述	(8)
第二节 活断层的基本特征	(10)
一、活断层的类型与活动方式	(10)
二、活断层的继承性与反复性	(11)
三、活断层的长度与断距	(12)
四、活断层的错动速率和错动周期	(15)
第三节 活断层的鉴别标志	(17)
一、活断层的地质、地貌和水文地质鉴别标志	(17)
二、活断层的历史地震、历史地表错断鉴别标志	(21)
三、活断层的微震测震和地形变鉴别标志	(21)
第四节 我国活断层的分布	(22)
第五节 活断层的研究方法	(24)
第六节 活断层区的建筑原则	(25)
第二章 地震工程地质研究	(27)
第一节 概述	(27)
第二节 地震地质及地震波基础	(28)
一、地震与活断层	(28)
二、地震波	(32)
三、震源机制和震源参数	(33)
第三节 我国地震的分布及地震地质基本特征	(36)
第四节 地震的成因理论与机制	(38)
一、地震的成因理论	(38)
二、断层学说的地震机制	(39)

第五节	地震震级和地震烈度	(41)
一、	地震震级	(41)
二、	地震烈度	(42)
第六节	地震效应	(46)
一、	振动破坏效应	(47)
二、	地面破坏效应	(52)
三、	斜坡破坏效应	(54)
第七节	地震小区划	(55)
一、	场地工程地质条件对宏观震害的影响	(55)
二、	地震小区划	(60)
第八节	地震区抗震设计原则和建筑物抗震措施	(61)
一、	建筑场地的选择	(61)
二、	持力层和基础方案的选择	(62)
三、	建筑物结构型式的选择及抗震措施	(63)
第三章	砂土地震液化工程地质研究	(64)
第一节	概述	(64)
第二节	砂土地震液化的机理	(66)
第三节	影响砂土液化的因素	(68)
一、	土的类型及性质	(69)
二、	饱和砂土的埋藏分布条件	(70)
三、	地震动的强度及历时	(71)
第四节	砂土地震液化的判别	(74)
一、	标准贯入击数法	(74)
二、	剪应力对比法	(75)
三、	综合指标法	(76)
第五节	砂土地震液化的防护措施	(77)

第二篇 由地球外动力引起的工程动力地质作用

第四章	岩石风化工程地质研究	(80)
第一节	概述	(80)
第二节	影响岩石风化的因素	(82)
一、	气候的影响	(82)
二、	岩性的影响	(82)
三、	地质构造的影响	(84)
四、	地形地貌的影响	(85)
五、	其它因素的影响	(85)
第三节	风化壳的垂直分带	(86)
一、	分带的实际意义	(86)

二、分带的可能性	(86)
三、分带的原则	(87)
四、分带的标志及各风化带岩石的基本特征	(87)
五、分带的方法	(88)
第四节 防治岩石风化的措施	(90)
一、对风化岩石的处理措施	(91)
二、预防岩石风化的措施	(91)
第五章 斜坡变形破坏工程地质研究	(93)
第一节 概述	(93)
第二节 斜坡应力分布特征	(94)
一、应力分布特点	(95)
二、影响斜坡应力分布的因素	(95)
第三节 斜坡变形破坏的基本形式与特征	(97)
一、斜坡变形	(97)
二、斜坡破坏	(101)
三、斜坡变形破坏的地质模型	(103)
第四节 崩塌	(104)
一、崩塌的形成条件	(104)
二、崩塌的运动学特点	(106)
三、崩塌分类	(106)
第五节 滑坡	(108)
一、滑坡形态要素	(108)
二、滑坡识别方法	(109)
三、滑动面(带)研究	(111)
四、滑坡分类	(113)
第六节 影响斜坡稳定性的因素	(117)
一、岩土类型及性质的影响	(120)
二、地质结构的影响	(120)
三、地表水和地下水的影响	(122)
四、地震的影响	(123)
五、人类活动的影响	(124)
第七节 斜坡稳定性评价	(125)
一、工程地质定性评价	(125)
二、数学力学定量评价	(128)
第八节 斜坡变形破坏预测预报	(132)
一、基本概念和研究内容	(132)
二、斜坡变形破坏空间预测的途径和方法	(133)
三、斜坡破坏时间预报的方法	(133)

第九节	斜坡变形破坏的防治	(136)
一、	防治原则	(136)
二、	防治措施	(136)
第六章	渗透变形工程地质研究	(140)
第一节	概述	(140)
第二节	渗透变形产生的条件	(142)
一、	渗透变形产生的必要条件	(142)
二、	渗透变形产生的充分条件	(146)
第三节	渗透变形的预测	(148)
一、	判定渗透变形的可能性及类型	(148)
二、	确定坝基各点的实际水力梯度	(148)
三、	确定临界水力梯度和允许水力梯度	(149)
第四节	渗透变形的防治	(151)
一、	建筑物基坑及地下巷道施工时流砂的防治措施	(151)
二、	抽水井防止管涌的措施	(151)
三、	水工建筑物(土石坝)防治渗透变形的措施	(152)
第七章	岩溶工程地质研究	(155)
第一节	概述	(155)
第二节	碳酸盐岩的溶蚀机理	(156)
一、	碳酸盐岩的溶蚀过程	(156)
二、	混合溶蚀效应	(157)
三、	其它离子的作用	(159)
第三节	影响岩溶发育的因素	(160)
一、	碳酸盐岩岩性的影响	(160)
二、	气候对岩溶发育的影响	(162)
三、	地形地貌的影响	(164)
四、	地质构造的影响	(164)
五、	新构造运动的影响	(166)
第四节	岩溶渗漏问题	(169)
一、	渗漏形式	(169)
二、	影响渗漏的因素	(169)
三、	岩溶区选择库坝位址时注意的问题	(173)
四、	岩溶渗漏的防治措施	(173)
第五节	岩溶地基稳定性问题	(176)
一、	岩溶地基变形破坏的主要形式	(176)
二、	土洞及地表塌陷的成因	(176)
三、	岩溶地基稳定性定性评价	(178)
四、	岩溶地基稳定性定量评价	(179)

五、岩溶地基的处理措施·····	(180)
第八章 河流侵蚀与沉积的工程地质研究·····	(182)
第一节 概述·····	(182)
第二节 河流的动力学特征·····	(183)
一、河水水流的紊流特征·····	(183)
二、主流和副流·····	(184)
三、横向环流·····	(185)
第三节 水流对河床的作用·····	(187)
一、河流侵蚀作用的动力学特点·····	(187)
二、河流搬运和沉积作用的动力学特点·····	(188)
三、河床的稳定性·····	(189)
第四节 河流侵蚀沉积的某些基本规律·····	(191)
一、河床演变的规律性·····	(191)
二、山区河流的侵蚀沉积规律·····	(192)
三、平原河流的侵蚀沉积规律·····	(193)
第五节 河流工程地质问题分析·····	(193)
一、水库淤积·····	(194)
二、坝下游河床再造·····	(194)
三、河流地质作用与工程建筑的关系·····	(195)
四、河流环境工程地质问题·····	(196)
第六节 河流的开发与整治·····	(197)
一、河流的全面开发治理·····	(197)
二、河流的局部整治·····	(198)
第九章 泥石流工程地质研究·····	(199)
第一节 概述·····	(199)
第二节 泥石流的形成条件·····	(200)
一、地形条件·····	(200)
二、地质条件·····	(201)
三、气象水文条件·····	(201)
第三节 我国泥石流的分布与活动特点·····	(202)
第四节 泥石流分类·····	(204)
一、按泥石流流域形态分类·····	(205)
二、按泥石流的物质组成分类·····	(205)
三、按泥石流的流体性质分类·····	(205)
第五节 泥石流的特征·····	(206)
一、泥石流的密度·····	(206)
二、泥石流的结构·····	(206)
三、泥石流的流态·····	(207)

四、泥石流的直进性·····	(208)
五、泥石流的脉动性·····	(209)
第六节 泥石流的预测预报·····	(209)
一、泥石流空间预测·····	(209)
二、泥石流时间预报·····	(210)
三、泥石流基本特征值的确定·····	(210)
四、泥石流暴发危险度的判定·····	(212)
第七节 泥石流的防治措施·····	(213)
一、防治泥石流的生物措施·····	(213)
二、防治泥石流的工程措施·····	(213)

第三篇 由人类活动引起的工程动力地质作用

第十章 诱发地震工程地质研究·····	(217)
第一节 概述·····	(217)
第二节 诱发地震的成因分类及特征·····	(220)
一、内动力地质因素诱发型·····	(220)
二、外动力地质因素诱发型·····	(221)
三、综合因素诱发型·····	(224)
第三节 水库诱发地震的基本特征·····	(224)
一、地震活动的空间分布特征·····	(225)
二、地震活动与库水位的相关性·····	(226)
三、水库地震的序列特征·····	(228)
四、内生成因水库地震的震源机制解·····	(229)
第四节 诱发地震的地质背景·····	(230)
一、区域地质背景·····	(230)
二、发震区地质条件·····	(231)
第五节 与水有关的诱发地震机制分析·····	(232)
一、水对岩体的各种作用·····	(232)
二、水库地震的两种诱发机制·····	(233)
三、不同天然构造应力场条件下水库地震的诱发机制·····	(234)
第六节 水库诱发地震的工程地质研究·····	(235)
一、建库前的地震地质研究·····	(236)
二、建库发震后的工程地质研究·····	(236)
第十一章 地面沉降工程地质研究·····	(237)
第一节 概述·····	(237)
第二节 地面沉降的诱发因素及地质环境·····	(240)
一、地面沉降的诱发因素·····	(240)
二、地面沉降的地质环境·····	(242)

第三节	地面沉降机制分析.....	(244)
一、	多层含水系统中承压水位下降引起的应力变化.....	(244)
二、	粘性土层的变形机理.....	(246)
三、	粘性土层固结历史.....	(246)
四、	粘性土的固结状态.....	(247)
第四节	地面沉降的预测.....	(248)
一、	预测形式及所需资料.....	(249)
二、	预测的基本方法.....	(249)
三、	沉降变形计算.....	(251)
四、	地面沉降预测实例.....	(253)
第五节	地面沉降的控制和治理.....	(254)
一、	表面治理措施.....	(255)
二、	根本治理措施.....	(255)
第十二章	地面塌陷工程地质研究.....	(256)
第一节	概述.....	(256)
第二节	矿洞采空区地面沉陷.....	(256)
一、	成因及诱发因素.....	(256)
二、	地面沉陷机理.....	(257)
第三节	岩溶地面塌陷.....	(260)
一、	基本概况.....	(260)
二、	岩溶地面塌陷的形成条件.....	(262)
第四节	地面塌陷的预测.....	(265)
一、	预测的意义及形式.....	(265)
二、	矿洞采空区地面沉陷预测.....	(265)
三、	岩溶地面塌陷预测.....	(265)
主要参考文献		(268)

绪 论

一、工程地质学的研究对象、任务与分科

工程地质学是地质学的分支学科。它是一门研究与工程建设有关的地质问题、为工程建设服务的地质科学，属应用地质学的范畴。

地球上现有的一切工程建筑物都建造于地壳表层一定的地质环境中。地质环境包括地壳表层和深部的地质条件以一定的作用，影响建筑物的安全、经济和正常使用；而建筑物的兴建又反馈作用于地质环境，使自然地质条件发生变化，最终又影响到建筑物本身。二者就处于相互联系，又相互制约的矛盾之中。研究地质环境与工程建筑物之间的关系，促使二者之间的矛盾转化、解决，就成了工程地质学的研究对象。

工程地质学为工程建设服务，是通过工程地质勘察来实现的，通过勘察和分析研究，阐明建筑地区的工程地质条件，指出并解决所存在的工程地质问题，为建筑物的设计、施工以至使用提供所需的地质资料。它的主要任务是：

①阐明建筑地区的工程地质条件，并指出对建筑物有利的和不利的因素；②论证建筑物所存在的工程地质问题，进行定性和定量的评价，作出确切的结论；③选择地质条件优良的建筑场址，并根据场址的地质条件合理配置各个建筑物；④研究工程建筑物兴建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，以及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。

可见，工程地质工作是工程建设的基础工作。工程地质工程师务必要与工程设计与施工工程师密切协作，以完成上述各项任务。

实践表明：工程地质条件的阐明，是工程地质工作的基础；而工程地质问题的论证和解决，则是工程地质工作的核心。因而，在这里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 (Engineering geological condition) 指的是与工程建筑有关的地质因素的综合。地质因素包括岩土类型及其工程性质、地质结构、地貌、水文地质、工程动力地质作用和天然建筑材料等方面，它是一个综合概念。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。兴建任何一类建筑物，首要的任务就是要查明和认识建筑场区的工程地质条件。由于不同地域的地质环境不同，因此工程地质条件不同，对工程建筑物有影响的地质因素主次也是不相同的。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 (Engineering geological problem) 指的是工程地质条件与建筑物之间所存在的矛盾或问题。优良的工程地质条件能适应建筑物的安全、经济和正常使用的要

求，其矛盾不会激化到对建筑物造成危害；但是工程地质条件往往有一定的缺陷，而对建筑物产生严重的甚至是灾难性的危害。所以，一定要将矛盾着的两个方面联系起来进行分析。由于工程建筑的类型、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，地下洞室的主要工程地质问题是围岩稳定性问题；露天采矿场的主要工程地质问题是采坑边坡稳定性问题；水利水电工程中，土石坝最需注意的是坝基渗透变形和渗漏问题，混凝土重力坝是坝基抗滑稳定问题，拱坝是坝肩抗滑稳定问题。工程地质问题的分析、评价，是工程地质工程师的中心任务。

在国外，由于工程地质问题而导致的建筑事故是不乏其例的。在坝建工程中，此类事故更是惨重。例如，1928年美国圣·弗兰西斯（St·Francis）重力坝的失事，是由于坝基软弱岩层崩解冲刷和滑动引起的。1959年法国马尔帕塞（Malpasst）薄拱坝的溃决，是由于坝的左翼片麻岩体沿着一个倾斜的软弱结构面滑动所致。1963年10月9日所发生的意大利瓦依昂（Vaiont）水库左岸大滑坡，更是举世震惊。瓦依昂双曲拱坝坝高261.6m，是当时世界最高的大坝之一。当水库壅水至225.4m时，左岸山体突然下滑，体积达 $2.7-3.0 \times 10^8 \text{m}^3$ ，滑速达28m/s，水库中有 $5 \times 10^7 \text{m}^3$ 的水体被挤出，激起250m高的巨大涌浪，高150m的洪波溢过坝顶冲向下游，约有3000人丧生。该水库开始蓄水时，就发现左岸山体蠕滑变形，但未引起水工人员的注意，随着库水位抬高，滑动面上空隙水压力加大，从而导致整个山体下滑。在工业与民用建筑中，也有许多典型的地质事故。如加拿大特朗斯康（Transcona）谷仓的倾倒，是由于对该区大建筑物地基中深埋软土层的不均匀沉降估计不足。巴西1958年初刚建成的一座十一层高层建筑，尚未使用即倾倒平躺在地上。其原因是支承该建筑物的钢筋混凝土桩长度不够，未能深入到沼泽土以下的硬土层中，致使地基承载力不足而不均匀沉降过大。

我国也有一些建筑工程因工程地质问题而造成严重事故的。例如1961年3月湖南资水柘溪水电站的近坝库岸滑坡，发生于震旦系板溪群砂质板岩中。由于水库蓄水，使同向坡的库岸边坡受空隙水压力作用而失稳。滑坡体倾入水库中产生的涌浪溢过坝顶冲向下游，造成了生命财产的严重损失。1980年6月湖北远安盐池河磷矿的岩崩，发生于震旦系灯影组厚层灰岩中。由于灰岩下部较软弱的陡山沱组薄层白云质灰岩和页岩中开拓采掘巷道，引起岩体变形，使上部厚层灰岩中顺坡向陡倾节理被拉开，约 $100 \text{万} \text{m}^3$ 的岩体急速崩落，摧毁了矿务局和坑口全部建筑物，死亡281人。此外，我国近年来因物理地质作用造成的地质灾害频繁发生，它们都造成了严重的生命财产损失。例如，1976年唐山大地震，1981年成昆线利子依达沟和辽东老帽山地区的泥石流，1983年甘肃东乡洒勒山大滑坡，1987年四川巫溪岩崩等。

由此可见，为保证工程的正常施工、运行和生命财产的安全，工程地质学的任务是非常重要的。

工程地质学的任务决定了它的研究内容，归纳起来主要有以下几个方面。

（一）岩土工程性质的研究 地球上任何类型的建筑物均离不开岩土体，无论是分析工程地质条件，或是评价工程地质问题，首先要对岩土的工程性质进行研究。研究岩土的工程地质性质及其形成变化规律，各项参数的测试技术和方法，岩土体的类型和分布规律，以及对其不良性质进行改善等内容。有关这方面的研究，是由工程地质学的分支学科工程岩土学