

普通高等教育



“十五”

规划教材

PUTONG
GAODENG JIAOYU
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

土力学与地基基础学习指导

孔 军 主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育



“十五”

PUTONG

GAODENG JIAOYU

SHIWU

GUIHUA JIAOCAI

规划教材

土力学与地基基础学习指导

主 编 孔 军

编 写 魏焕卫 高 翔

肖俊华 吕丛军

主 审 战永亮



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书是根据教学大纲要求编写的《土力学与地基基础》的配套用书,可以单独使用,全书共分12章,系统介绍了土力学与基础工程各章节的基本要求,分析了各类题型的典型例题,为便于学生复习与自学,各章提供了各类题型的综合练习,同时设置了多套自测题目,以加深学生的理解和掌握。

本书适用于土木工程专业建筑工程方向及相关专业如建筑管理、工程造价等专业的教学需要,也可作为建筑施工企业、工程咨询部门的工作参考书,特别适用于学生的复习备考。

图书在版编目(CIP)数据

土力学与地基基础学习指导/孔军主编. —北京:中国
电力出版社, 2006

普通高等教育“十五”规划教材

ISBN 7-5083-3697-6

I. 土… II. 孔… III. ①土力学—高等学校—教学
参考资料 ②地基—基础(工程)—高等学校—教学参
考资料 IV. TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 131603 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 1 月第一版 2006 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 280 千字

印数 0001—3000 册 定价 18.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



由中国电力教育协会组织的普通高等教育“十五”规划教材，经过各方的努力与协作，现在陆续出版发行了。这些教材既是有关高等院校教学改革成果的体现，也是各位专家教授丰富的教学经验的结晶。这些教材的出版，必将对培养和造就我国 21 世纪高级专门人才发挥十分重要的作用。

自 1978 年以来，原水利电力部、原能源部、原电力工业部相继规划了一至四轮统编教材，共计出版了各类教材 1000 余种。这些教材在改革开放以来的社会主义经济建设中，为深化教育教学改革，全面推进素质教育，为培养一批批优秀的专业人才，提供了重要保证。原全国高等学校电力、热动、水电类专业教学指导委员会在此间的教材建设工作中，发挥了极其重要的历史性作用。

特别需要指出的是，“九五”期间出版的很多高等学校教材，经过多年的教学实践检验，现在已经成为广泛使用的精品教材。这批教材的出版，对于高等教育教材建设起到了很好的指导和推动作用。同时，我们也应该看到，现用教材中有不少内容陈旧，未能反映当前科技发展的最新成果，不能满足按新的专业目录修订的教学计划和课程设置的需要，而且一些课程的教材可供选择的品种太少。此外，随着电力体制的改革和电力工业的快速发展，对于高级专门人才的需求格局和素质要求也发生了很大变化，新的学科门类也在不断发展。所有这些，都要求我们的高等教育教材建设必须与时俱进，开拓创新，要求我们尽快出版一批内容新、体系新、方法新、手段新，在内容质量上、出版质量上有突破的高水平教材。

根据教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的精神，“十五”期间普通高等教育教材建设的工作任务就是通过多层次的教材建设，逐步建立起多学科、多类型、多层次、多品种系列配套的教材体系。为此，中国电力教育协会在充分发挥各有关高校学科优势的基础上，组织制订了反映电力行业特点的“十五”教材规划。“十五”规划教材包括修订教材和新编教材。对于原能源部、电力工业部组织原全国高等学校电力、热动、水电类专业教学指导委员会编写出版的第一至四轮全国统编教材、“九五”国家重点教材和其他已出版的各类教材，根据教学需要进行修订。对于新编教材，要求体现电力及相关行业发展对人才素质的要求，反映相关专业科技发展的最新成就和教学内容、课程体系的改革成果，在教材内容和编写体系的选择上不仅要有本学科（专业）的特色，而且注意体现素质教育和创新能力与实践能力的培养，为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。考虑到各校办学特色和培养目标不同，同一门课程可以有多种教材供选择使用。上述教材经中国电力教育协会电气工程学科教学委员会、能源动力工程学科教学委员会、电力经济管理学科教学委员会

的有关专家评审，推荐作为高等学校教材。

在“十五”教材规划的组织实施过程中，得到了教育部、国家经贸委、国家电力公司、中国电力企业联合会、有关高等院校和广大教师的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

教材建设是一项长期而艰巨的任务，不可能一蹴而就，需要不断完善。因此，在教材的使用过程中，请大家随时提出宝贵的意见和建议，以便今后修订或增补。（联系方式：100761 北京市宣武区白广路二条1号综合楼9层中国电力教育协会教材建设办公室 010-63416237）

中国电力教育协会

前 言

为了适应改革开放以来,社会主义市场经济发展的需要,全国各地高等学校正在进行专业改革,以拓宽学生的专业知识。由于全国各地高等学校层次不同,需要不同的课程教材。本套教材适用于土木工程专业建筑工程方向,兼顾相关专业如建筑管理、工程造价等专业的教学需要,也可作为建筑施工企业、工程咨询部门的工作参考用书,特别适用于学生的复习备考。

本书是根据教学大纲要求编写的《土力学与地基基础》的配套用书,也可以单独使用。书中系统介绍了各章节的基本要求,分析了各类题型的典型例题,为了便于学生复习与自学,各章还安排了大量的各类题型的综合练习,同时设置了多套自测题目,以加深学生的理解和掌握。

全书由山东建筑工程学院的老师编写,孔军主编。具体编写人员分工为:孔军、魏焕卫(第一章、第七章、第九章、第十章、第十一章、第十二章);高翔(第二章、第三章、第四章);肖俊华(第五章、第八章);吕丛军(第六章)。全书由孔军统稿、定稿,石油大学战永亮主审。

本书在编写过程中参考了大量的文献资料,在此谨向这些文献的作者表示衷心感谢,由于篇幅有限,文献目录未能全部列出,请谅解。

鉴于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一部分 主要内容	1
第二部分 综合练习	1
综合练习部分答案	1
第二章 工程地质概述	2
基本要求	2
第一部分 主要内容	2
第一节 岩石的类型和特征	2
第二节 土的成因类型	2
第三节 地质作用与地质构造	3
第四节 不良地质条件	3
第五节 地下水	3
第二部分 典型例题	4
第三部分 综合练习	5
综合练习部分答案	6
第三章 土的物理性质及工程分类	8
基本要求	8
第一部分 主要内容	8
第一节 土的组成	8
第二节 土的物理性质指标	9
第三节 无黏性土的密实度	11
第四节 黏性土的物理特征	11
第五节 地基土的工程分类	12
第二部分 典型例题	13
第三部分 综合练习	16
综合练习部分答案	20
第四章 地基中的应力	24
基本要求	24
第一部分 主要内容	24
第一节 土的自重应力	24
第二节 基底压力和基底附加压力	25

第三节 地基附加应力	27
第二部分 典型例题	29
第三部分 综合习题	34
综合练习部分答案	38
第五章 土的压缩性和地基沉降	41
基本要求	41
第一部分 主要内容	41
第一节 土的压缩性	41
第二节 应力历史与土的压缩性的关系	43
第三节 地基沉降的计算方法	44
第四节 地基沉降与时间的关系	46
第二部分 典型例题	49
第三部分 综合练习	53
综合练习部分答案	57
第六章 土的抗剪强度和地基承载力	60
基本要求	60
第一部分 主要内容	60
第一节 土的抗剪强度和极限平衡条件	60
第二节 抗剪强度指标的确定	62
第三节 无黏性土的抗剪强度	64
第四节 土的抗剪强度的影响因素	64
第五节 地基的临塑荷载和塑性荷载	64
第六节 地基的极限荷载	66
第二部分 典型例题	67
第三部分 综合练习	70
综合练习部分答案	72
第七章 土压力与土坡稳定	74
基本要求	74
第一部分 主要内容	74
第一节 概述	74
第二节 静止土压力	75
第三节 朗金土压力理论	75
第四节 库伦土压力理论	79
第五节 挡土墙的设计	80
第六节 土坡稳定分析	82
第二部分 典型例题	84
第三部分 综合练习	92
综合练习部分答案	94

第八章 工程地质勘察	96
基本要求	96
第一部分 主要内容	96
第一节 工程地质勘察的任务与内容	96
第二节 工程地质勘察方法	97
第三节 土的野外鉴别与描述	98
第四节 工程地质勘察报告	100
第二部分 典型例题	101
第三部分 综合练习	102
综合练习部分答案	103
第九章 浅基础设计	104
基本要求	104
第一部分 主要内容	104
第一节 概述	104
第二节 浅基础的类型	105
第三节 基础埋置深度的选择	106
第四节 地基承载力特征值	107
第五节 基础底面尺寸的确定	108
第六节 地基变形验算	109
第七节 常规浅基础设计	109
第八节 柱下钢筋混凝土条形基础设计	113
第九节 筏板基础与箱形基础设计	115
第十节 减轻不均匀沉降损害的措施	116
第二部分 典型例题	117
第三部分 综合练习	124
综合练习部分答案	127
第十章 桩基础	130
基本要求	130
第一部分 主要内容	130
第一节 概述	130
第二节 桩的分类和质量检验	130
第三节 单桩轴向荷载的传递	132
第四节 单桩竖向承载力的确定	133
第五节 群桩承载力	134
第六节 桩基础设计	136
第二部分 典型例题	137
第三部分 综合练习	140
综合练习部分答案	142

第十一章 软弱土地基处理	143
基本要求	143
第一部分 主要内容	143
第一节 概述	143
第二节 换土垫层法	145
第三节 强夯法	147
第四节 挤密砂石桩法和振冲法	149
第五节 水泥土搅拌法	151
第二部分 典型例题	153
第三部分 综合练习	156
综合练习部分答案	157
第十二章 区域性地基	159
基本要求	159
第一部分 主要内容	159
第一节 概述	159
第二节 湿陷性黄土地基	159
第三节 膨胀土地基	161
第四节 岩溶、土洞和红黏土地基	164
第二部分 典型例题	166
第三部分 综合练习	167
综合练习部分答案	168
附 录	170
土力学与地基基础试卷 (I)	170
土力学与地基基础试卷 (II)	173
土力学与地基基础试卷 (III)	176
土力学与地基基础试卷 (IV)	178
《土力学与地基基础试卷》部分答案	181
参考文献	186

第一章 绪 论

第一部分 主 要 内 容

1. 土

土是由于岩石经历物理、化学、生物风化作用以及剥蚀、搬运、沉积于自然环境中所形成的各种沉积物。

2. 土力学

土力学是研究土体的一门力学，它是研究土体物理、化学和力学性质以及在外界因素作用下其应力、变形、强度及稳定性的一门学科，是地基基础设计的理论基础。

3. 基础

建筑物在地面以下的部分，承受上部荷载并将上部荷载传递至地基的结构，就是建筑物的基础。它是建筑物的一部分，基础的作用是将建筑物的全部荷载传递给地基。

4. 基础的埋置深度

基础底面至设计地面的垂直距离，称为基础的埋置深度。

5. 地基

地基是指基础下面受力的（岩）土层，其作用是承受建筑物基础传来的荷载。

6. 地基基础必须满足的两个基本条件

（1）地基的土（岩）体必须稳定，且具有一定的承载力，保证地基不发生整体强度的破坏。

（2）地基的变形（沉降和不均匀沉降）不超过建筑物的容许变形值，保证建筑物不因地基变形而发生开裂、损坏或者影响正常使用。

第二部分 综 合 练 习

一、名词解释

1. 土力学

2. 基础

3. 地基

4. 基础的埋置深度

二、简答题

地基基础设计必须满足的基本条件有哪些？

综合练习部分答案

一、（略）

二、（略）

第二章 工程地质概述

基 本 要 求

通过本章的学习,掌握岩石和土的成因类型,了解地质构造的基本类型以及常见的不良地质条件,了解地下水按埋藏条件划分的基本类型以及土的渗透性,掌握渗透系数和动水力的概念,了解产生流砂破坏的条件。地质作用及流砂现象。

第一部分 主要内容

第一节 岩石的类型和特征

一、岩石的成因类型

岩石按其成因可分为三大类:岩浆岩、沉积岩和变质岩。

岩浆岩是由岩浆侵入地壳或喷出地表而形成的。岩浆喷出地表后冷凝形成的称为喷出岩;在地表以下冷凝形成的则称为侵入岩。常见的岩浆岩有花岗岩、花岗斑岩、正长岩、闪长岩、安山岩、辉长岩和玄武岩等。

沉积岩是在地表条件下,由原岩(即岩浆岩、变质岩和早期形成的沉积岩)经风化剥蚀作用而形成的岩石碎屑、溶液析出物或有机质等,经流水、风、冰川等搬运到陆地低洼处或海洋中沉积,再经成岩作用而形成的。常见的沉积岩有砾岩、砂岩、石灰岩、凝灰岩、泥岩、页岩和泥灰岩等。

变质岩是由组成地壳的岩石(包括岩浆岩、沉积岩和已经生成的变质岩)由于地壳运动和岩浆活动等的影晌,使其在固态下发生矿物成分、结构构造的改变而形成新的岩石。常见的变质岩有片麻岩、云母片岩、大理岩和石英岩等。

第二节 土的成因类型

根据地质成因类型,可将第四纪沉积物的土体划分为:残积土、坡积土、洪积土、冲积土、湖积土、海积土、风积土、冰积土等。

残积土是指岩石经风化后未被搬运而残留于原地的碎屑物质所组成的土体。

坡积土是雨雪水流将高处的岩石风化产物,顺坡向下搬运,或由于重力的作用而沉积在较平缓的山坡或坡角处的土。

洪积土是由暴雨或大量融雪骤然集聚而成的暂时性山洪急流,将大量的基岩风化产物或将基岩剥蚀、搬运、堆积于山谷冲沟出口或山前倾斜平原而形成的堆积物。

冲积土是河流两岸的基岩及其上部覆盖的松散物质,被河流流水剥蚀后,经搬运、沉积于河流坡降平缓地带而形成的沉积土。

第三节 地质作用与地质构造

一、地质作用

引起地壳成分和构造以及地表形态发生变化的作用称为地质作用。根据地质作用能量来源的不同,可分为内力地质作用和外力地质作用。

一般认为,内力地质作用是由于地球自转产生的旋转能和放射性元素蜕变产生的热能所引起的地质作用。内力地质作用包括岩浆活动、构造运动(地壳运动)和变质作用等。

外力地质作用是由于太阳辐射能和地球重力位能所引起的地质作用。它包括气温变化、雨雪、山洪、河流、湖泊、海洋、冰川、风、生物等的作用,对地壳不断地进行剥蚀,使地表形态发生变化、形成新的产物。

二、地质构造的基本类型

地壳中的岩体由于受到地壳运动的作用而发生连续或不连续的永久性形变而形成的种种构造形态,统称为地质构造。常见的地质构造有褶皱和断裂两种基本类型。

地壳运动使层状岩层水平形状遭受破坏,岩层在构造应力作用下形成一系列波状弯曲而未丧失其连续性的构造称为褶皱构造。

在地壳运动的作用下,岩层丧失了原有的连续完整性,在其内部产生了许多断裂面,统称为断裂构造。根据断裂面两侧岩层有无显著的相对位移,断裂构造可分为节理和断层两种类型。沿断裂面两侧的岩体未发生位移或仅有小错动的断裂构造称为节理;沿断裂面两侧的岩体发生了显著的位移的断裂构造称为断层。

第四节 不良地质条件

建筑工程中常见的不良地质条件有断层、节理发育、山坡滑动、河床冲淤、岸坡失稳等。这些不良地质条件虽不是所有工程场地都能遇到,但对工程的安全和使用具有相当大的危害性。

第五节 地下水

一、地下水的埋藏条件

地下水按埋藏条件可分为上层滞水、潜水和承压水三种类型。

上层滞水是指埋藏在地表浅处、局部隔水层(透水体)的上部且具有自由水面的地下水。

潜水是指埋藏在地表以下第一个稳定隔水层以上的具有自由水面的地下水。其自由水面称为潜水面,此面用高程表示时称为潜水位。自地表至潜水面的距离为潜水的埋藏

深度。

承压水是指充满于两个稳定隔水层之间的含水层中的地下水。它承受一定的静水压力。

二、土的渗透性

地下水在土中渗透时满足直线渗透定律（达西定律），达西定律的表达式为

$$v = ki \quad (2-1)$$

$$i = (H_1 - H_2)/L$$

式中 v ——水在土中的渗透速度，cm/s。它不是地下水在孔隙中流动的实际速度，而是在单位时间（s）内流过土的单位面积（cm²）的水量（cm³）。

i ——水力梯度，或称水力坡降；

k ——土的渗透系数，cm/s，表示土的透水性质的常数， k 值愈大，土的透水性愈强，反之， k 值愈小，土的透水性愈弱。

三、动水力和渗流破坏现象

地下水的渗流对土单位体积内的骨架产生的力称为动水力，或称为渗透力。当渗透水流自下而上运动时，动水力方向与重力方向相反，土粒间的压力将减少。当动水力等于或大于土的有效重度 γ' 时，土粒间的压力被抵消，于是土粒处于悬浮状态，土粒随水流动，这种现象称为流砂。

第二部分 典型例题

一、是非题

1. 花岗岩和石英岩均是岩浆岩。

2. 因为残积土和冲积土属于土的不同成因类型，所以具有不同的分布规律、地形形态及工程性质。

答案：

1. ×。石英岩不是岩浆岩。

2. √

二、选择题

1. 花岗岩按成因类型属于（ ）。

A. 沉积岩 B. 岩浆岩 C. 变质岩 D. 硬质岩石

2. 下列岩石中，哪一种属于变质岩？（ ）

A. 玄武岩 B. 砂岩 C. 石灰岩 D. 大理岩

答案：

1. B

2. D

三、填空题

1. 岩石按其成因可分为三大类：_____、_____和_____。

2. 土是由_____风化生成的松散沉积物。

3. 根据地质成因类型, 可将第四纪沉积物的土体划分为: 残积土、____、____、____、湖积土、海积土、风积土、冰积土等。
4. 由暴雨或大量融雪骤然集聚而成的暂时性山洪急流, 将大量的基岩风化产物或将基岩剥蚀、搬运、堆积于山谷冲沟出口或山前倾斜平原而形成的沉积土称为____。
5. 地壳中的岩体由于受到地壳运动的作用而发生连续或不连续的永久性形变而形成的种种构造形态, 统称为____。

答案:

1. 岩浆岩, 沉积岩, 变质岩
2. 岩石
3. 坡积土, 洪积土, 冲积土
4. 洪积土
5. 地质构造

四、名词解释

1. 岩浆岩
2. 变质岩
3. 残积土
4. 坡积土
5. 冲积土

答案:

1. 由岩浆侵入地壳或喷出地表后冷凝形成的岩石称为岩浆岩。
2. 组成地壳的岩石, 由于地壳运动和岩浆活动等的影响, 使其在固态下发生矿物成分、结构构造的改变, 从而形成新的岩石, 称为变质岩。
3. 原岩表面经风化作用而残留在原地的碎屑物, 称为残积土。
4. 高处的岩石风化产物, 由于受到雨雪水流的搬运, 或出于重力的作用而沉积在较平缓山坡上, 这种沉积土称为坡积土。
5. 河流的岸的基岩及其上部覆盖的松散物质, 被河流流水剥蚀后, 经搬运、沉积于河流坡降平缓地带而形成的沉积土, 称为冲积土。

第三部分 综合练习

一、是非题

1. 根据断裂面两侧岩层有无显著的相对位移, 断裂构造可分为节理和断层两种类型。
2. 上层滞水是指埋藏在地表以下第一个稳定隔水层以上的具有自由水面的地下水。
3. 当水力方向与重力方向相同时, 只要水力梯度够大, 就会发生流砂现象。

二、选择题

1. 具有层理构造是 () 最显著的特征。
- A. 岩浆岩 B. 沉积岩 C. 变质岩 D. 花岗岩

2. 原岩经风化后未经搬运, 残留原地的碎屑物, 称为 ()。
- A. 坡积物 B. 残积物 C. 洪积物 D. 冲积物
3. 埋藏在地表浅处、局部隔水层的上部, 且具有自由水面的地下水称为 ()。
- A. 上层滞水 B. 潜水 C. 承压水 D. 孔隙水

三、填空题

1. 常见的地质构造有_____和_____两种基本类型。
2. 地壳运动使层状岩层水平形状遭受破坏, 岩层在构造应力作用下形成一系列波状弯曲未丧失其连续性的构造称为_____。
3. 根据断裂面两侧岩层有无显著的相对位移, 断裂构造可分为_____和_____两种类型。
4. 地下水按埋藏条件可分为_____、_____和_____三种类型。
5. 上层滞水是指埋藏在地表浅处、局部_____的上部且具有_____水面的地下水。
6. 渗透系数 k 的大小反映了土的_____的强弱, k 值愈大, 土的透水性愈_____。
7. 常见的渗流破坏现象有_____和_____两种。
8. 渗透定律的表达式为_____。
9. 发生流砂时, 动水力方向与重力方向_____, 且动水力等于或大于土的_____。

四、名词解释

1. 断裂构造
2. 节理
3. 断层
4. 潜水
5. 承压水
6. 土的渗透性
7. 地质作用

五、计算题

1. 定水头渗透试验中, 已知渗透仪直径 $D = 75\text{mm}$, 在 $L = 200\text{mm}$ 渗流途径上的水头损失 $h = 83\text{mm}$, 在 60s 时间内的渗水量 $Q = 71.6\text{cm}^3$, 求土的渗透系数 k 。
2. 某建筑工程基槽排水, 引起地下水由下往上流动。水头差 70cm, 水流途径为 60cm, 砂土的饱和重度 $\gamma_{\text{sat}} = 20.2\text{kN/m}^3$ 。问是否会产生流砂现象?

综合练习部分答案

一、是非题

1. $\checkmark$ 。
2. $\times$ 。将“上层滞水”改为“潜水”。
3. $\times$ 。当二者方向相同时, 只会使砂粒彼此挤紧, 砂层变得更为密实, 而决不可能发生流砂现象。

二、选择题

1. B。
2. B。
3. A。

三、填空题

1. 褶皱，断裂。
2. 褶皱构造。
3. 节理，断层。
4. 上层滞水，潜水，承压水。
5. 隔水层，自由。
6. 透水性强。
7. 流砂，管涌。
8. $v = ki$ 。
9. 相反，有效重度 γ' 。

四、名词解释

1. 断裂构造：在地壳运动的作用下，岩层丧失了原有的连续完整性，在其内部产生了许多断裂面，统称为断裂构造。根据断裂面两侧岩层有无显著的相对位移，断裂构造可分为节理和断层两种类型。

2. 沿断裂面两侧的岩体未发生位移或仅有小错动的断裂构造称为节理。
3. 沿断裂面两侧的岩体发生了显著位移的断裂构造称为断层。
4. 埋藏在地表以下第一个稳定隔水层以上的具有自由水面的地下水称为潜水。
5. 充满于两个稳定隔水层之间的含水层中的地下水称为承压水。
6. 土的渗透性是指水流通过土中孔隙的难易程度。

7. 地质作用：引起地壳成分和构造以及地表形态发生变化的作用称为地质作用。根据地质作用能量来源的不同，可分为内力地质作用和外力地质作用。

五、计算题

1. $k = 6.5 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ 。
2. 答案：产生流砂。