

# 土力学原理

Fundamentals of Soil Mechanics

赵成刚 白冰 王运霞 主编



清华大学出版社  
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社  
<http://press.bjtu.edu.cn>



# 土力学原理

赵成刚 白冰 王运霞 主编

清华大学出版社  
北京交通大学出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书结合土力学学科近年来的发展,系统地介绍了土力学的基本原理和分析方法,力求深入全面地阐述土力学的基本内容和实质。全书共分11章,主要内容包括土的物理性质及工程分类、土的渗透性和渗流、土体中的应力计算、土的压缩与固结、土的抗剪强度、土压力计算、地基承载力、土坡稳定分析、土的压实性等。各章后附有思考题和习题,书末附有例题精选和部分习题的详细解答。

本书主要作为高等学校土木工程各专业及相近专业土力学课程的教材或参考书,也可供土木工程研究人员和工程技术人员参考。

**版权所有,翻印必究。**

**本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。**

### 图书在版编目(CIP)数据

土力学原理/赵成刚,白冰,王运霞主编. --北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2004.8

ISBN 7-81082-395-7

I. 土… II. ①赵… ②白… ③王… III. 土力学-高等学校-教材 IV. TU43

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第079192号

责任编辑:高振宇

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686045,62237564

印刷者:北京东光印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:23.50 字数:524千字

版 次:2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-81082-395-7/TU·5

印 数:1~4000册 定价:29.00元

# 序 言

目前土力学的教材很多,有几十种。在本科生教学中经常使用的教材也有十几种。有这么多的土力学教材,为什么还要再编写一本新教材?编写新教材的目的和意义是什么?这是任何一本新教材的编者都必须认真考虑并给予回答的问题。

要回答编写新教材的必要性问题,首先需要考察一下我国使用土力学教材的现状。目前,我国所使用的土力学教材除了增加了个别现代内容的章节(如土质的改良和加固、Biot 固结理论等)外,与 20 世纪五六十年代的教材没有多少区别,但国际上很多新版的土力学教科书与我国五六十年代的教科书相比,无论在内容和版式上都有了很大的改变。就连 Terzaghi 和 Peck 撰写的《工程实用土力学》这本经典著作,也于 1996 年在 Peck 主持下写出了新版本,其中关于土力学的内容增加了近 40%。

与国际上现行同类土力学教科书相比,我国的教材显然落后了。造成这种落后局面的原因是多方面的。一个重要原因是许多编者不愿耗费很多精力去研究、参考最新土力学的进展和成果。当然,这也和我国的信息闭塞,资料难于获得有关;但起码应该参考国外新出的一些优秀的土力学教科书,而不能把眼光仅局限在国内。应该指出,一些较好的教材追求简单、易懂、易于教学,这些教学思想是合理的;但也有一些教材编写者认为,教材应该介绍成熟的方法,而排斥不完善的理论和方法,所以把土力学的理论作为绝对真理加以介绍。这样做未必恰当,例如,土力学的奠基者 Terzaghi 在编写《工程实用土力学》一书时,就采用了很多经验公式, Terzaghi 并没有因为这些公式不是完美无缺的、且都有其适用范围与局限性就不采用了。

这种教学思想的不足之处在于不利于培养学生的创新能力。它会使学生产生一种误解和思想惯性,即认为土力学的理论十分完美、成熟,只要按土力学的理论去分析、解决问题就万事大吉了。但事实并非如此,土力学的理论还很不完善,例如,非饱和土和土动力学的理论就很不完善、很不成熟;还有很多问题其理论结果难以描述土的实际情况或与实际情况偏差很大,缺少重现性。因此,需要对上述教学思想方法进行改良或修正。所谓改良或修正是指继承其优点,即使教材应尽可能的简单、易懂、易于教学,但另一方面也应使学生了解并认识到土力学理论的不完善性,从而更深入、更全面地理解土力学的内容与实质,为今后的土力学的工程应用和科学研究打下良好的基础。

我们编写本书的基本思想是:

- (1) 尽量简明、易懂;
- (2) 尽可能地介绍一些新的研究成果;

(3) 尽可能地给出各种方法的适用范围和局限性,使学生了解土力学是不完善的;在本书的最后一章中,还将给出应用土力学时应注意的一些问题,以便在实践中正确地应用土力学的知识。

细心的读者会发现,与其他土力学教材相比,本书的第2章内容偏多。这主要是因为编者认为,土力学是在宏观的唯象的基础上建立起来的,一般并不需要了解土的微观结构和土与水或土与周围环境的相互作用。在许多情况下,只要通晓土的宏观力学性质,就足以解答所遇到的岩土工程问题。过去大多数土力学教科书正是侧重于这方面而写成的。但有时,尤其是对某些问题要获得圆满解答时,对土为什么会具有特定的性质和行为的知识会显得很重要。岩土工程师了解土为什么会具有这种特定性质的知识,犹如结构工程师了解建筑材料的性质一样重要。为增强这方面的知识,并对土为什么会具有这些性质加以说明和解释,我们把第2章的内容增加了很多,以期满足这方面的要求。另外,本书主要讲述经典土力学的内容,而对现代土力学的内容(如临界状态土力学等)很少涉及,该内容将在《高等土力学》的教科书中讲述。

本书由北京交通大学岩土所土力学教研室的几位老师和北方工业大学建筑学院的两位老师集体编写。第1章和第2章由赵成刚教授和王运霞副教授(北方工业大学)编写,第3章由张兴强副教授和白冰副教授编写,第4章和第7章由白冰副教授编写,第5章由侯永峰副教授编写,第6章由赵成刚教授编写,第8章由曾巧玲副教授编写,第9章由王运霞副教授编写,第10章由崔江余副教授编写,第11章由赵成刚教授编写,附录部分由王运霞副教授和李小勇副教授(北方工业大学)编写。最后由赵成刚教授和白冰副教授统编、审校。

本书得到北京交通大学教材出版基金资助,在此表示感谢。

由于本书是多位编者合作的产物,又因编者水平有限,以及客观条件和时间精力等的限制,难以很好的履行上述基本思想,缺点与错误在所难免,希望广大读者不吝赐教。

作者通讯地址:北京市海淀区上园村3号北京交通大学土建学院 赵成刚

邮政编码:100044

E-mail:cgzhao@center.njtu.edu.cn

赵成刚

2004年8月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	(1)
1.1 土力学研究的内容 .....	(1)
1.2 学习土力学的目的 .....	(1)
1.3 土力学与其他学科的联系 .....	(1)
1.4 土的工程性质的基本特征和特性 .....	(2)
1.4.1 土的工程性质的 3 个基本特征 .....	(2)
1.4.2 土的工程性质的 2 个基本特性 .....	(3)
1.5 土工中问题的处理 .....	(3)
1.6 地基与基础的概念 .....	(4)
1.7 学习土力学时应注意的问题 .....	(4)
<b>第 2 章 土的组成、性质和工程分类</b> .....	(6)
2.1 概述 .....	(6)
2.2 土的生成和演变 .....	(7)
2.2.1 风化作用 .....	(7)
2.2.2 不同生成条件下土的特点 .....	(9)
2.2.3 土的沉积与成岩作用.....	(10)
2.3 土的物质组成.....	(11)
2.3.1 土中固体颗粒.....	(11)
2.3.2 土中的水和气.....	(23)
2.4 土-水-电解质系统及其相互作用.....	(28)
2.4.1 粘粒的胶体特性.....	(28)
2.4.2 粘土的双电层.....	(28)
2.4.3 粘土的触变与陈化.....	(31)
2.5 土的结构.....	(31)
2.5.1 基本单元体.....	(32)
2.5.2 土的结构联结.....	(35)
2.5.3 土的基本单元的排列与孔隙.....	(36)
2.5.4 土结构的分类与命名.....	(37)

2.5.5	土体结构	(40)
2.5.6	土的结构小结	(40)
2.6	土的物理性质指标	(41)
2.6.1	土的三相草图	(42)
2.6.2	三个实测物理性质指标	(42)
2.6.3	换算的物理性质指标	(43)
2.6.4	用3个实测指标表示其余6个换算指标	(45)
2.6.5	几种常用指标之间关系式的推导	(46)
2.7	土的物理状态指标	(49)
2.7.1	粗颗粒土的密实度	(49)
2.7.2	细颗粒土的稠度	(51)
2.8	土的工程分类	(54)
2.8.1	《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)分类法	(55)
2.8.2	《土的分类标准》(GBJ 145—90)	(58)
2.9	总结	(63)
	思考题	(64)
	习题	(64)
<b>第3章</b>	<b>土的渗透性和渗流</b>	<b>(68)</b>
3.1	概述	(68)
3.2	土的渗透性和渗流定律	(69)
3.2.1	土的渗透性	(69)
3.2.2	达西定律	(72)
3.2.3	达西定律的适用范围	(73)
3.2.4	渗透系数的测定及其影响因素	(74)
3.3	渗流破坏和控制	(77)
3.3.1	渗透力的计算	(77)
3.3.2	土的渗透变形(渗流破坏)和防治措施	(79)
3.4	流网及其应用	(83)
3.4.1	平面渗流基本微分方程	(84)
3.4.2	流网的性质及应用	(84)
	思考题	(86)
	习题	(87)
<b>第4章</b>	<b>土体中的应力计算</b>	<b>(89)</b>
4.1	概述	(89)
4.1.1	土中应力计算的基本假定和方法	(89)

4.1.2	地基中的几种典型应力状态	(90)
4.2	土体中自重应力计算	(92)
4.2.1	基本计算公式	(92)
4.2.2	土体成层及有地下水存在时的计算公式	(92)
4.2.3	水平向自重应力的计算	(93)
4.3	基础底面的压力分布及计算	(94)
4.3.1	基底压力的分布规律	(94)
4.3.2	基底压力的简化计算	(96)
4.3.3	基底附加压力的计算	(98)
4.4	集中荷载作用下土中应力计算	(99)
4.4.1	竖向集中荷载作用	(99)
4.4.2	水平集中荷载作用	(103)
4.5	分布荷载作用下土中应力计算	(103)
4.5.1	空间问题的附加应力	(104)
4.5.2	平面应变问题的附加应力	(112)
4.5.3	关于土中附加应力分布规律的一些讨论	(119)
4.6	有效应力原理	(122)
4.6.1	有效应力原理的基本思想	(122)
4.6.2	孔隙压力系数的概念	(125)
4.6.3	毛细现象作用下的有效应力	(128)
4.6.4	渗流作用下的有效应力	(129)
	思考题	(130)
	习题	(130)
<b>第5章</b>	<b>土的压缩与固结</b>	<b>(134)</b>
5.1	概述	(134)
5.2	土体的压缩特征	(135)
5.2.1	土的压缩试验与压缩性指标和压缩计算	(135)
5.2.2	土的变形模量	(141)
5.2.3	应力历史对土的压缩性的影响	(144)
5.3	地基沉降计算	(148)
5.3.1	弹性理论公式计算瞬时沉降	(148)
5.3.2	分层总和法计算地基沉降	(148)
5.3.3	规范法计算地基沉降	(152)
5.4	沉降差和倾斜	(158)
5.4.1	由于偏心荷载引起的倾斜	(158)



5.4.2	相邻基础的影响 .....	(159)
5.5	土体的固结理论 .....	(159)
5.5.1	太沙基一维固结理论 .....	(160)
5.5.2	荷载随时间变化时的固结计算 .....	(166)
5.5.3	固结系数的试验确定 .....	(167)
5.6	多维固结理论简介 .....	(170)
5.6.1	Terzaghi-Rendulic 固结理论 .....	(171)
5.6.2	Biot 固结理论 .....	(172)
	思考题 .....	(176)
	习题 .....	(176)
<b>第 6 章</b>	<b>土的抗剪强度</b> .....	<b>(180)</b>
6.1	概述 .....	(180)
6.2	土的强度理论与破坏 .....	(181)
6.2.1*	土的屈服与破坏 .....	(181)
6.2.2	土的破坏准则 .....	(184)
6.2.3	莫尔-库仑破坏准则 .....	(186)
6.2.4	土中一点应力的极限平衡条件 .....	(187)
6.3*	土的抗剪强度的测定方法 .....	(190)
6.3.1	直接剪切试验 .....	(190)
6.3.2	三轴剪切试验 .....	(192)
6.3.3	无侧限抗压强度试验 .....	(194)
6.3.4	十字板剪切试验 .....	(195)
6.4	应力路径 .....	(197)
6.4.1	几种典型的应力路径 .....	(199)
6.4.2	$k_0$ 线 .....	(199)
6.4.3	$k_f$ 线 .....	(200)
6.5	土的排水和不排水条件下的剪切性质 .....	(201)
6.5.1	砂土剪切时应力-应变特性 .....	(201)
6.5.2	粘土剪切时应力-应变特性 .....	(203)
6.5.3	密实度-有效应力-抗剪强度之间的关系 .....	(205)
6.5.4	总应力抗剪强度和有效应力抗剪强度 .....	(205)
6.6	无粘性土的抗剪强度 .....	(206)
6.6.1	无粘性土抗剪强度机理 .....	(206)
6.6.2	影响无粘性土抗剪强度的因素 .....	(207)
6.7	粘性土的抗剪强度 .....	(211)

6.7.1	土的抗剪强度标准试验方法简介	(212)
6.7.2	抗剪强度指标	(213)
6.7.3	粘性土抗剪强度指标的选择	(218)
	思考题	(221)
	习题	(222)
<b>第7章</b>	<b>土压力计算</b>	(225)
7.1	概述	(225)
7.2	静止土压力计算	(228)
7.3	朗肯土压力理论	(230)
7.3.1	基本原理和假定	(230)
7.3.2	朗肯主动土压力计算	(232)
7.3.3	朗肯被动土压力计算	(233)
7.3.4	几种典型情况下的朗肯土压力	(234)
7.4	库仑土压力理论	(238)
7.4.1	基本原理和假定	(238)
7.4.2	库仑主动土压力计算	(238)
7.4.3	库仑被动土压力计算	(243)
7.4.4	几种特殊情况下的库仑土压力计算	(244)
7.5	关于土压力计算的讨论	(246)
7.5.1	朗肯土压力理论与库仑土压力理论的比较	(246)
7.5.2	土压力的实际分布规律	(247)
7.5.3	土压力随时间的变化	(249)
7.6	埋地式结构物上的土压力	(250)
7.6.1	埋地式结构物上的土压力特点	(250)
7.6.2	沟埋式刚性结构物竖直土压力计算	(251)
7.6.3	上埋式刚性结构物竖直土压力计算	(252)
7.6.4	结构物顶部土压力的减荷措施	(253)
	思考题	(254)
	习题	(255)
<b>第8章</b>	<b>地基承载力</b>	(258)
8.1	概述	(258)
8.2	地基的变形和失稳破坏形式	(259)
8.2.1	地基的主要破坏形式	(259)
8.2.2	地基的破坏过程	(260)
8.3	地基的临塑荷载和临界荷载	(262)

8.3.1	地基的临塑荷载 $p_{cr}$ .....	(262)
8.3.2	地基的临界荷载 $p_{\frac{1}{4}}、p_{\frac{1}{3}}$ .....	(264)
8.3.3	关于临塑荷载 $p_{cr}$ 和临界荷载 $p_{\frac{1}{4}}、p_{\frac{1}{3}}$ 的讨论 .....	(264)
8.4	地基的极限承载力 $p_u$ .....	(265)
8.4.1	普朗特-雷斯诺极限承载力公式 .....	(265)
8.4.2	太沙基地基极限承载力公式 .....	(268)
8.4.3	梅耶霍夫地基极限承载力公式 .....	(270)
8.4.4	汉森极限承载力公式 .....	(272)
8.4.5	关于地基极限承载力的讨论 .....	(273)
8.5	按规范确定地基承载力 .....	(276)
8.5.1	概述 .....	(276)
8.5.2	按《桥规》确定地基承载力 .....	(276)
8.5.3	按《建规》确定地基承载力 .....	(281)
8.6	原位测试确定地基承载力 .....	(284)
8.6.1	载荷试验 .....	(285)
8.6.2	静力触探 .....	(287)
8.6.3	动力触探 .....	(290)
8.6.4	标准贯入试验 .....	(291)
8.6.5	十字板剪切试验 .....	(292)
	思考题 .....	(292)
	习题 .....	(293)
<b>第9章</b>	<b>土坡稳定分析</b> .....	(295)
9.1	概述 .....	(295)
9.2	无粘性土土坡稳定分析 .....	(297)
9.2.1	无渗透力作用时的无粘性土土坡 .....	(297)
9.2.2	有渗流作用时的无粘性土土坡 .....	(298)
9.3	粘性土土坡稳定分析——整体圆弧滑动法 .....	(299)
	整体圆弧滑动法基本原理 .....	(299)
9.4	条分法基本原理 .....	(301)
9.4.1	瑞典条分法 .....	(303)
9.4.2	毕肖甫条分法 .....	(307)
9.5	一般形状滑动面的土坡稳定分析 .....	(310)
	普遍条分法 .....	(310)
9.6	总结 .....	(316)
	思考题 .....	(316)

习题	(317)
<b>第 10 章 土的压实</b>	<b>(319)</b>
10.1 概述	(319)
10.2 压实原理	(319)
10.3 标准击实试验	(321)
10.4 影响土压实性的因素	(323)
10.4.1 土类型的影响	(323)
10.4.2 压实效应影响	(323)
10.4.3 普氏试验的修正	(324)
10.5 填土压实质量控制	(325)
10.5.1 砂性土压实质量	(325)
10.5.2 粘性土填筑质量	(326)
思考题	(327)
习题	(327)
<b>第 11 章 如何用好土力学</b>	<b>(328)</b>
<b>附录 A 例题精选</b>	<b>(332)</b>
A1 土的组成、性质和工程分类例题精选	(332)
A2 土的渗透性和渗流例题精选	(334)
A3 土体中的应力计算例题精选	(335)
A4 土的压缩与固结例题精选	(336)
A5 土的抗剪强度例题精选	(339)
A6 土压力计算例题精选	(341)
A7 地基承载力例题精选	(342)
<b>附录 B 习题答案</b>	<b>(344)</b>
<b>参考文献</b>	<b>(362)</b>

# 第 1 章

## 绪 论

### 1.1 土力学研究的内容

土力学是研究土体在荷载作用下,土体中的应力、应变、强度或稳定性及渗流规律的一门学问。

本书除第 2 章以外,主要讨论经典土力学,即饱和土静力学的内容。而非饱和土力学和土动力学的内容,不在本书讨论范围之内。

### 1.2 学习土力学的目的

安全与正常使用是土木工程中的两大主题,也是土力学应该面对和处理的两大主题。土工结构物(如地基与基础、土石坝、地下结构、隧道、路基、岸坡、挡土结构、地下管线等)的安全是与土中的应力与强度密切相关的。一旦结构物周围或土体下方的应力超过其强度,就可能发生失稳破坏,从而导致该结构物丧失安全性。另外,土体中的变形量若超过了结构所允许的范围,就会造成它的倾斜、开裂等,轻者会失去正常使用功能,重者则会酿成事故。还有,土中的孔隙水的渗流会产生超静孔隙水压力,进而导致强度降低,甚至会发生流砂或管涌破坏。因此,为了保证土工结构物的安全和正常使用,就必须学会分析土体中的应力、变形、强度和稳定性及渗流,而这也正是土力学所肩负的主要任务。

学习土力学的目的就是为了用土力学的理论来指导土工结构物的计算、分析、设计、施工与维护。

### 1.3 土力学与其他学科的联系

土力学涉及的自然科学范围很广,它是力学的一个分支。土力学的基础是连续介质力学,同时土力学又与弹塑性力学、流变力学、水力学、土质学或工程地质学等学科密切关联。土力学课程是岩土工程专业最重要的基础课之一,也是土木工程、水利水电工程、道桥工程、海港工

程及工程地质等专业的重要专业基础课。随着理论与工程实践的发展,各学科之间相互渗透、相互依存,更彰显出土力学与它们之间内在的本质的联系。所以,学习土力学原理是将来在相关学科或行业里从事理论研究、工程设计、施工、监理及养护、维修的重要前提。例如,桥基、路基、路堤、大坝基础、挡土结构物及基础的设计与施工,基坑支护工程中的稳定计算等都离不开土力学理论的指导。土力学课程是在学习过高等数学、材料力学、水力学和弹性力学的基础上讲授的,也是进一步学习基础工程、地基处理、工程事故分析,甚至在研究生阶段学习高等土力学等课程的基础。

## 1.4 土的工程性质的基本特征和特性

土的工程性质主要指的是与变形、强度、稳定、渗流等有关的土的性质。它有 3 个基本特征和 2 个基本特性,从而导致土力学不同于其他力学学科(包括岩石力学)。

### 1.4.1 土的工程性质的 3 个基本特征

#### 1. 碎散性

土体是由大小不同的颗粒组成的,颗粒之间存在着大量的孔隙,可以透水和透气。颗粒之间有一定的粘聚力,但其粘聚力很弱。同其他材料相比(如岩石),可以近似地认为土体是碎散的,是一种摩擦为主的集聚性材料。

#### 2. 自然变异性或不均匀性

由于形成过程的自然条件不同,也就产生了自然界中的多种不同的土。随着土的生成条件和环境的不同,土体也会产生竖向和水平向的不均匀性,甚至还会产生各向异性。同一场地、不同深度的土的性质就不一样。在相距几厘米(不论是水平向或竖向)以外土的性质就有可能变化,即使是同一点的土,其力学性质也会随方向的不同而不同。例如,土的竖向刚度大于水平向的刚度;同一土层其较深处的刚度一般也大于较浅处的刚度。土是在漫长的地质年代和自然界作用下所形成的性质复杂、不均匀、各向异性并且随时间而变化的物质(其刚度、强度、渗透性等都随时间而变化)。土的自然变异性就是指土的工程性质随空间与时间而变异的性质,有时也称为不均匀性,并且这种变异性是客观的、自然形成的。

#### 3. 三相体

土是由固体颗粒、水 and 气 3 部分所组成的三相体系。饱和土体是由固体和水两相物质组成的,其力学性质要比单相固体复杂得多。例如,对同一饱和土体,其孔隙比不同(孔隙全部充满水),则在同样外力作用下,视孔隙比的不同,其变形和强度均不同。孔隙比大的土体,受剪力作用,孔隙比变小,体积压缩,孔隙压力变大,刚度和强度减小。反之,孔隙比小的土体,受同样剪力作用,会产生剪胀,孔隙比变大,体积增加,孔隙压力减小,有效应力增加,刚度和强度有可能变大。上述现象表明饱和二相土体,在同样剪切应力作用下,随土的孔隙比的变化,会产生不同的刚度、变形及强度。因此,它比单相固体复杂得多,如果再加上气相,土的性质就会变得更为复杂。

## 1.4.2 土的工程性质的2个基本特性

### 1. 土的不确定性

土与其他土木工程材料相比,它的一个最主要的特点就是其不确定性非常大。对土体变形的预测值与实测值相差一倍以上也并不奇怪,土产生很大不确定性的主要原因有如下两个方面。

#### (1) 土的性质复杂。

土的性质复杂主要指:土是非线性材料,没有惟一的应力-应变关系;土具有不均匀性和各向异性;土的多相性所引起的复杂力学行为;影响土的工程性质的因素复杂,难以定量描述,例如,土的性质依赖于其结构、压力、时间、环境(包括与水的相互作用)及应力路径的影响等。

#### (2) 埋藏于地下,难以直接探测。

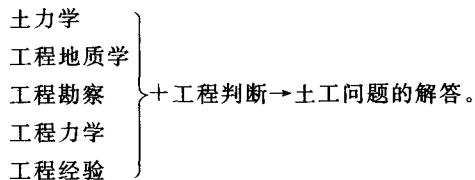
土的性质通常在超过几厘米的范围就有可能发生变化。而整个建筑场地中土的性质仅靠几个钻孔在不同深度的土样的试验结果来估计和评价,当土层比较均匀时,这种估计和评价还能满足工程的要求;一旦土的性质变化较大(水平向和竖向都有变化),其估计和评价的结果必然存在极大的误差和不确定性。因此,为减小这种误差和不确定性,土力学更强调实验和现场勘察。

### 2. 土的易变性

土的工程特性受外界温度、湿度、地下水、荷载等的影响而发生显著的变化。同其他土木建筑材料相比,如砖石、混凝土、钢材、复合材料等,土在外界环境或荷载的作用下更容易发生变化。因此,在工程设计中应尽可能地预先估计到土工结构物在施工或使用期内,土体因受外界影响而产生的各种现象,如沉降、土体开裂、浸水失稳、徐变等。按照土的性质变化规律,能动地改善土的性质,或使土工结构物的设计、施工和使用能适应土的这种变化,以保证它的安全和正常使用。

## 1.5 土工中问题的处理

土工是土工结构物的简称,土工问题的解决可表示为:



本书仅涉及土力学的理论,而其他几个方面对于解答或处理土工问题也是极为重要的。尤其是在丰富经验基础上的工程判断,对土工问题的正确解答起关键性作用。读者必须清楚地了解,由于土工问题具有1.4节所介绍的3个基本特征和2个基本特性,它的解答不可能像

数学或其他力学问题那样,具有惟一解,并且也不可能有精确解。土工问题的解答,最多也只能是一个精度较差的大致估计。在解答这一问题的过程中,不论是场址的选取和勘察,还是力学模型和相应参数的选取都依赖于工程师的经验和判断,而不依赖于土力学本身。而这种工程经验和工程判断是与艺术和技巧相连的。因此,土工(或岩土工程)是一门半科学半艺术的学科。

## 1.6 地基与基础的概念

任何建筑物都建造在一定的地层(土层或岩层)上。一般把直接承受建筑物影响的那一部分土层称为地基。未经人工处理的地基称为天然地基。如果地基满足不了工程上的要求,需要对地基进行加固处理,处理后的地基称为人工地基。见图 1-1。

基础是将上部结构的荷载传递到地基中的结构的一部分,通常称为下部结构,见图 1-1。一般基础应埋入地下一定深度,以便进入较好的地层,使基础建筑在具有较高承载力的地基中。通常把埋置深度不大于 3 至 5 米的基础称为浅基础。反之,若浅层土质不良,须把基础埋置于较深处的好地层时(基础深度  $D$  大于基础宽度  $B$ ),称为深基础。

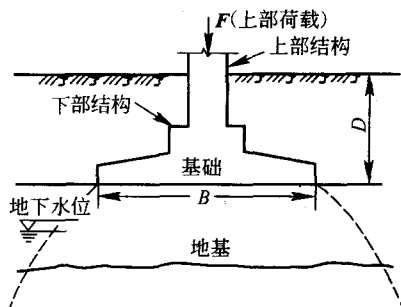


图 1-1 地基及基础示意图

## 1.7 学习土力学时应注意的问题

土力学是力学的一个分支,与其他力学分支相比,它还很不成熟、很不完善。其表现为土力学各章节之间相对独立,联系不紧密,不像其他力学那样具有严格的逻辑系统性和依赖关系。加之土力学一开始就出现很多新的名词和术语,对于初学者来说,常会感到头绪繁多,抓不住中心,难以消化理解等。为此,提出以下几点建议。

(1) 着重于搞清基本概念,掌握基本计算方法。土力学的每一章都有一些重要而基本的概念和相应的计算方法,它们是这一章的核心与关键,应该在理解的基础上尽可能地熟记这些概念,并掌握基本的计算方法。

(2) 抓住中心建立联系。前面已经提到过应力、变形、稳定与渗流是土力学研究的 4 大主题。整个课程的安排也是围绕着这 4 大主题而展开的。因此,在土力学的学习中应抓住这 4 个主题,找出各章的内在联系。这样就会做到零而不乱,融会贯通。

(3) 在掌握基本原理的同时,还要注意它们的基本假定和适用条件。

总之,了解、掌握土力学知识只是成功的基础,要想最后获得成功还要靠长期积累的经验 and 判断力。





**Karl Terzaghi**

Karl Terzaghi(1883—1963)是公认的土力学之父,1883年10月2日生于捷克首都布拉格,1963年10月25日死于美国马萨诸塞(Massachusetts)州的 Winchester。

他早年从事土工问题合理分析方法的研究。其工作和研究的成果于1925年发表在他的著名的同时也是国际上第一本“土力学”专著中,该书的出版标志着土力学这一学科的诞生,目前土力学已经成为土木工程领域中一门重要的学科。

Karl Terzaghi 不仅促使了土力学的诞生,而且在他有生之年始终都对土力学的发展施加了巨大而深刻的影响。就在他去世的前两天,他还为他的专业论文而努力工作。Terzaghi 在许多方面都对土力学做出了重要贡献,特别是在土的固结理论、有效应力原理、基础工程的设计与施工及围堰分析和滑坡机制等方面做出了奠基性的工作。然而, Terzaghi 对他所从事的专业的最重要的贡献却是他处理工程问题的方式,这是他一直对岩土工程师所教导和阐释的。

Karl Terzaghi 是国际土力学与地基基础学会从第一届(1936年)到第三届(1957年)的主席。

Karl Terzaghi 的两部经典名著《理论土力学》和《工程实用土力学》直到现在还对岩土工程的理论和应用产生巨大的影响。