

8

761
X28

全国高等教育自学考试

土力学及地基基础自学辅导

全国高等教育自学考试指导委员会 组编

主编 杨小平



A0999678

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

土力学及地基基础自学辅导/全国高等教育自学考试指导委员会组编;杨小平
主编. —武汉:武汉大学出版社,2001.2

全国高等教育自学考试

ISBN 7-307-03143-4

I. 土… II. ①全… ②杨… III. ①土力学—高等教育—自学考试—自学
参考资料 ②地基—基础(工程)—高等教育—自学考试—自学参考资料
IV. TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 58730 号

责任编辑:史新奎

责任校对:张 昕

版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:涿州市星河印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:12.5 插页:1

版次:2001年2月第1版 2001年7月第1次印刷

字数:304千字 印数:1-5000

ISBN 7-307-03143-4/TU·32 定价:17.50元

版权所有,不得翻印;凡购教材,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地教材供应部门联系调换。

出版前言

为了完善高等教育自学考试教育形式,促进高等教育自学考试的发展,我们组织编写了全国高等教育自学考试自学辅导书。

自学辅导书以全国考委公布的课程自学考试大纲为依据,以全国统编自考教材为蓝本,旨在帮助自学者达到学习目标,顺利通过国家考试。

自学辅导书是高等教育自学考试教育媒体的重要组成部分,我们将根据专业的开考情况和考生的实际需要,陆续组织编写出版文字、音像等多种自学媒体,由此构成与大纲、教材相配套的、完整的自学媒体系统。

全国高等教育自学考试指导委员会

2000年10月

编者的话

本书是根据全国高等教育自学考试指导委员会组编的土建类专业土力学及地基基础自学考试大纲(含考核目标)及指定教材编写的,是该课程自学时的配套用书。全书内容包括重点内容、疑难解答、题型练习和参考答案,以及三套综合自测题。

本书应结合教材同时使用。学习时,要认真阅读自学考试大纲,弄清各章的学习要求,掌握有效的学习方法。书中各章第一、二部分(重点内容和疑难解答)有助于加强对基本理论、基本概念和设计计算方法的理解;第三、四部分(题型练习和参考答案)宜留在复习阶段供练习之用。最后,在全面复习的基础上,考生可通过三套综合自测题检验自己对所学内容的掌握程度。

限于编者水平,本书错误和欠妥之处在所难免,敬请多加指正。

编 者

2000年8月

目 录

绪 论	1
一、重点内容	1
二、疑难解答	1
三、题型练习	2
四、参考答案	3
 第一章 地基岩土与地下水	5
一、重点内容	5
二、疑难解答	11
三、题型练习	18
四、参考答案	22
 第二章 地基中的应力	28
一、重点内容	28
二、疑难解答	37
三、题型练习	42
四、参考答案	45
 第三章 地基土的变形	50
一、重点内容	50
二、疑难解答	61
三、题型练习	62
四、参考答案	66
 第四章 土的抗剪强度和地基承载力	71
一、重点内容	71
二、疑难解答	78
三、题型练习	81
四、参考答案	85

第五章 土坡稳定和土压力理论 90

一、重点内容..... 90

二、疑难解答 102

三、题型练习 104

四、参考答案 108

第六章 工程地质勘察 114

一、重点内容 114

二、疑难解答 117

三、题型练习 118

四、参考答案 119

第七章 天然地基上浅基础设计 121

一、重点内容 121

二、疑难解答 141

三、题型练习 143

四、参考答案 147

第八章 桩基础 152

一、重点内容 152

二、疑难解答 161

三、题型练习 163

四、参考答案 166

第九章 软弱地基处理 170

一、重点内容 170

二、题型练习 174

三、参考答案 175

附录 178

综合自测题(一)..... 178

综合自测题(二)..... 183

综合自测题(三)..... 188

绪 论

一、重点内容

1. 地基及基础的定义

建筑物(构筑物)一般由上部结构和基础所组成,如图 0-1 所示。建筑物在地面以下并将上部荷载传递至地基的结构称为基础;基础下面受建筑物荷载影响的那一部分地层称为地基。基础底面至地面(一般指室外地面)的距离,称为基础的埋置深度,简称埋深,用符号 d 表示。直接支承基础的地层称为地基持力层(如图 0-1 中的砂土层),在持力层下方的其它地层称为下卧层(如图中的粘性土层)。

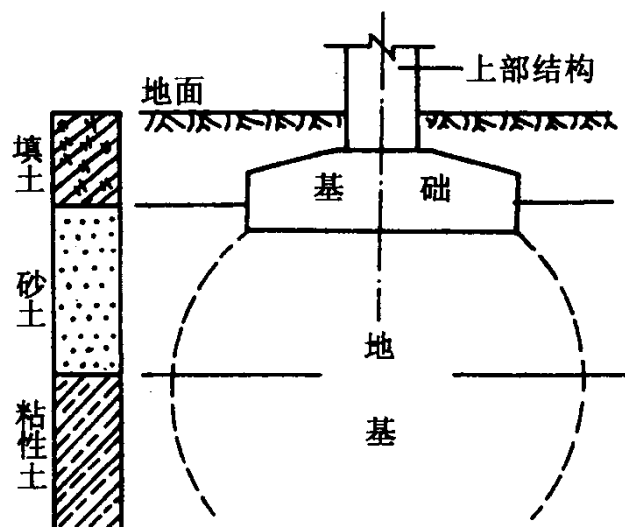


图 0-1 地基及基础示意

2. 地基及基础的分类

地基可分为两大类,即天然地基和人工地基。天然地基是指那些在开挖基坑(槽)后可以直接修筑基础的地基;那些不能满足要求而需事先进行人工处理的地基,则称为人工地基。

基础通常也分为两大类,即浅基础和深基础。

浅基础是指埋置深度不大(一般浅于 5m)、只需经过挖槽、排水等普通施工程序就可以建造起来的基础,例如柱下单独基础、墙下或柱下条形基础、交梁基础、筏板基础、箱形基础和壳体基础等。对于浅层土质不良,需要利用深处良好地层的承载能力,而采用专门的施工方法和机具建造的基础,则称为深基础,例如桩基础、墩基础、沉井和地下连续墙等。

3. 地基基础设计应满足的两个基本条件

为了保证建筑物的安全和正常使用,地基基础设计必须满足下列两个基本条件:

(1)地基的强度条件 要求作用于地基上的荷载不超过地基的承载能力,保证地基在防止整体破坏方面有足够的安全储备。

(2)地基的变形条件 要求控制地基变形,使之不超过地基的变形允许值,保证建筑物不因地基变形而损坏或者影响其正常使用。

二、疑难解答

1. 如何理解地基

地基是受建筑物荷载影响的那一部分地层,因此,对浅基础来说,基础底面(荷载作用面)就是地基的表面,基础埋深范围内的土层不属于地基的范围。地基和基础是相互影响着的,当基础底面压力增大时,地基中的应力和地基变形随之增大;反之,当地基受其它因素影响(例如在基础正下方开挖地铁隧道)而发生变形时,基础也会随之下沉或倾斜。由于土体具有扩散应力的能力,基础荷载引起的基础应力随地基宽度和深度的增加衰减很快(参见图 2-6),因此地基的范围是有限的,其深度相当于几倍基础底面的宽度。

2. 关于浅基础和深基础

深、浅基础除在施工方法上不同外,在土力学计算方法上也有所不同。由于浅基础的埋置深度与基础底面宽度相比(d/b)较小,且基础旁侧回填土强度较低,易受外界影响而变异,因此在确定浅基础的地基承载力时,一般只考虑基础底面以下土层的承载能力,而忽略基础侧面土体的竖向承载能力。

除了浅基础和深基础外,在高层建筑中还常采用深浅结合的基础,如桩-筏、桩-箱基础和地下连续墙-箱形基础等。

3. 关于地基基础方案

常见的地基基础方案有:天然地基上的浅基础;人工地基上的浅基础;(天然地基上的)深基础或深浅结合的基础。采用深基础时一般已无必要对天然土层进行处理。

选择建筑物的地基基础方案时,宜优先考虑选用天然地基上的浅基础,因为这一方案便于施工、造价低、工期短。

4. 关于土力学

土力学是本学科的理论基础,是工程力学的一个分支。它研究的是土的物理力学性质、土的强度理论、渗透理论和变形理论。土力学发源于 18 世纪兴起了工业革命的欧洲,在长达一个多世纪的发展过程中,许多研究者承继前人的研究,总结了实践经验,为本学科的发展作出了贡献。1925 年,K. 太沙基(Terzaghi)在总结其研究成果和归纳前人工作的基础上,发表了一本比较系统完整的著作——《土力学》,标志着土力学与基础工程这一新兴学科的诞生。

三、题型练习

(一)名词解释题

- | | | |
|---------|---------|----------|
| 1. 地基 | 2. 基础 | 3. 地基持力层 |
| 4. 下卧层 | 5. 浅基础 | 6. 深基础 |
| 7. 天然地基 | 8. 人工地基 | |

(二)填空题

1. 受建筑物荷载影响的那一部分地层称为_____。
2. 基础底面至地面的距离,称为_____。
3. 直接支承基础的地层称为_____,在其下方的地层称为_____。
4. 基础可分为两大类,即_____和_____。

5. 地基按是否处理可分为两大类,即_____和_____。

(三)判断改错题

1. 柱下单独基础、交梁基础、箱形基础、沉井等属于浅基础。 ()
2. 在进行地基基础设计时,只要作用于地基上的荷载不超过地基的承载能力,则地基的变形就不会超过建筑物的允许变形值。 ()
3. 地基的强度条件和变形条件是地基基础设计时必须满足的两个基本条件,二者缺一不可。 ()
4. 只要地基在防止整体破坏方面有足够的安全储备,则无需验算地基变形。 ()
5. 地基是指受建筑物荷载影响的那一部分地层,地基的表面一般为天然地面。 ()
6. 对于埋置深度和平面尺寸不大的浅基础,受其影响的地基深度大约是基础底面宽度的2~6倍。 ()

四、参 考 答 案

(一)名词解释题

1. 受建筑物荷载影响的那一部分地层称为地基。
2. 建筑物在地面以下并将上部荷载传递至地基的结构称为基础。
3. 直接支承基础的地层称为地基持力层。
4. 在地基持力层下方的地层称为下卧层。
5. 通常把埋置深度不大,只需经过挖槽、排水等普通施工程序就可以建造起来的基础统称为浅基础。
6. 对于浅层土质不良,需要利用深处良好地层的承载能力,而采用专门的施工方法和机具建造的基础,称为深基础。
7. 开挖基坑后可以直接修筑基础的地基称为天然地基。
8. 不能满足要求而需事先进行人工处理的地基称为人工地基。

(二)填空题

1. 地基
2. 埋置深度
3. 持力层,下卧层
4. 浅基础,深基础
5. 天然地基,人工地基

(三)判断改错题

1. ×,应去掉“沉井”。
2. ×,因为地基的强度条件满足时,变形条件未必一定满足。
3. ✓

4. ×, 原因同题 2。
5. ×, 地基的表面一般为基础底面。
6. ✓, 关于地基的深度可参见第二章中有关地基附加应力分布规律的说明。

第一章 地基岩土与地下水

一、重点内容

(一) 岩石和土的成因类型

1. 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后冷凝形成的。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。

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。常见的变质岩有片麻岩、云母片岩、大理岩和石英岩等。

2. 土的成因类型

土是在新近的第四纪中由原岩风化产物经各种地质作用剥蚀、搬运、沉积而成的。土按成因可分为：残积土、坡积土、洪积土、冲积土、海洋沉积土、湖泊沉积土、冰川沉积土和风积土等。冲积土包括平原河谷冲积土、山区河谷冲积土和三角洲冲积土。

原岩表面经风化作用而残留在原地的碎屑物，称为残积土（残积物）。

高处的岩石风化产物，由于受到雨雪水流的搬运，或由于重力的作用而沉积在较平缓的山坡上，这种沉积土称为坡积土（坡积物）。

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，称为洪积土。

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，称为冲积土。

3. 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产状遭受破坏，岩层在构造应力作用下形成各种弯曲的形态称为褶皱构造。

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。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。

(二)土的组成

土是由岩石风化生成的松散沉积物,是由颗粒(固相)、水(液相)和气(气相)所组成的三相体系。

1. 土的固体颗粒

土粒大小及其矿物成分的不同,对土的物理力学性质影响极大。当土粒粒径由粗到细逐渐变化时,无粘性且透水性强的土就逐渐变为透水性弱、具有粘性和可塑性的土。

土中土粒的大小及其组成情况,通常以土中各个粒组的相对含量来表示,称为土的粒径级配。

土中各个粒组的相对含量可通过颗粒分析试验得到。对于粒径大于 0.075mm 的粒组可用筛分法测定;对于粒径小于 0.075mm 的颗粒则用比重计法或移液管法测定。

颗粒分析试验成果可用表或粒径级配曲线来表示。由曲线的坡度陡缓可以大致判断土粒的均匀程度,如曲线较陡,则不均匀系数 C_u 较小,表示颗粒大小相差不大,土粒较均匀;反之,曲线平缓,则 C_u 较大,表示粒径相差悬殊,土粒级配良好,用作填方土料时易于夯实。

不均匀系数 C_u 用来反映粒径级配的不均匀程度,其表达式为:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (1-1)$$

式中: d_{60} ——小于某粒径的土粒质量累计百分数为 60% 时相应的粒径,又称限制粒径;

d_{10} ——小于某粒径的土粒质量累计百分数为 10% 时相应的粒径,又称有效粒径。

2. 土中液态水的分类

土中液态水可分为结合水和自由水两大类。

结合水是指土中受电分子吸引力吸附于土粒表面的水。结合水又可以分为强结合水和弱结合水。结合水不能传递静水压力。

自由水是存在于土粒表面电场范围以外的水。它的性质与普通水一样,能传递静水压力。自由水按其移动所受作用力的不同,可分为重力水和毛细水。

重力水是指受重力作用而移动的自由水,它存在于地下水位以下的透水层中。毛细水受到它与空气交界面处表面张力的作用,而存在于潜水位以上的透水土层中。

3. 土的结构和构造

土的结构是指土粒或土粒集合体的大小、形状、相互排列与联结等。土的结构分单粒结构、蜂窝结构和絮状结构等。

土的构造是指在同一土层剖面中颗粒或颗粒集合体相互间的特征。土的构造主要有层理构造和裂隙构造。

(三)土的三相比例指标

土的三相比例指标有:土的(质量)密度 ρ 、土的重力密度(重度) γ 、土粒相对密度(比重) d_s 、含水量 w 、干密度 ρ_d 、干重量 γ_d 、饱和重度 γ_{sat} 、有效重度 γ' 、孔隙比 e 、孔隙率 n 和饱和度 S_r

等。

在上述指标中,反映土的密实度的指标有 e 和 n ;反映土中含水程度的有 w 和 S_r ;反映填方土体压实质量的有 ρ_d 或 γ_d 。指标 ρ (或 γ)、 w 和 d_s 是由试验直接测定的,称为三项基本指标,其它指标可由这三项指标换算得出。

必须熟练掌握各指标的定义、单位和表达式以及各指标间的换算关系。

1. 指标的表达式

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{t/m}^3, \text{g/cm}^3) \quad (1-2)$$

$$\gamma = \frac{G}{V} = g\rho \quad (\text{kN/m}^3) \quad (1-3)$$

$$d_s = \frac{m_s}{V_s \rho_w} = \frac{G_s}{V_s \gamma_w} \quad (1-4)$$

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% = \frac{G_w}{G_s} \times 100\% \quad (1-5)$$

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (\text{t/m}^3) \quad (1-6)$$

$$\gamma_d = \frac{G_s}{V} = g\rho_d \quad (\text{kN/m}^3) \quad (1-7)$$

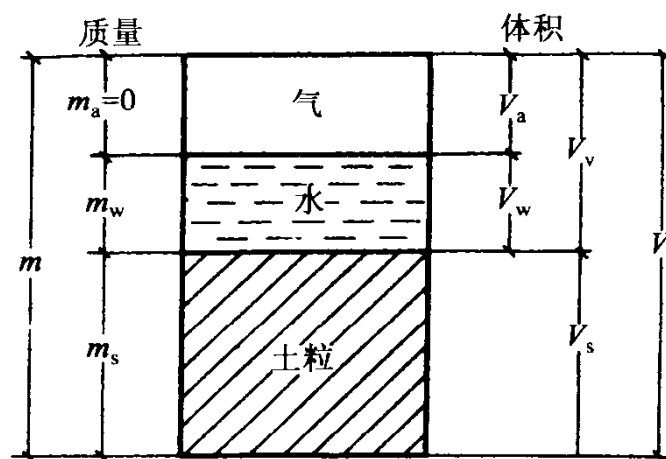


图 1-1 土的三相组成示意

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{G_s + \gamma_w V_v}{V} \quad (\text{kN/m}^3) \quad (1-8)$$

$$\gamma' = \frac{G_s - \gamma_w V_s}{V} \quad (\text{kN/m}^3) \quad (1-9)$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1-10)$$

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (1-11)$$

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\% \quad (1-12)$$

在上述各式中, $g \approx 10 \text{m/s}^2$, $\rho_w = 1 \text{t/m}^3$, $\gamma_w \approx 10 \text{kN/m}^3$ 。

2. 指标的换算

$$e = \frac{\gamma_w d_s (1 + w)}{\gamma} - 1 = \frac{\rho_w d_s (1 + w)}{\rho} - 1 \quad (1-13)$$

$$\gamma_d = \frac{d_s}{1 + e} \gamma_w = \frac{\gamma}{1 + w} \quad (1-14)$$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{d_s + e}{1 + e} \gamma_w \quad (1-15)$$

$$\gamma' = \frac{d_s - 1}{1 + e} \gamma_w = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w \quad (1-16)$$

$$n = \frac{e}{1 + e} \quad (1-17)$$

$$S_r = \frac{w d_s}{e} \quad (1-18)$$

【例 1-1】 在体积为 1m^3 的土体中,设土粒体积(不包括孔隙体积)占 0.5m^3 ,水的体积为

0.4m³。设土粒比重 $d_s = 2.70$, 试求含水量 w 、孔隙比 e 和饱和度 S_r 。

【解】 孔隙体积 $V_v = V - V_s = 1 - 0.5 = 0.5\text{m}^3$

由指标定义式(1-10)及(1-12), 得

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{0.5}{0.5} = 1.0$$

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{0.4}{0.5} = 80\%$$

又由式(1-18)得

$$w = \frac{S_r \cdot e}{d_s} = \frac{0.8 \times 1.0}{2.70} = 29.6\%$$

(四)无粘性土的密实度

砂土、碎石土统称为无粘性土, 无粘性土的密实度对其工程性质有重要的影响。当其处于密实状态时, 结构较稳定, 压缩性较小, 强度较大, 可作为建筑物的良好地基; 而处于疏松状态时, 稳定性差, 压缩性大, 强度偏低, 属软弱土之列。

砂土的密实度可通过天然孔隙比 e 、相对密实度 D_r 或标准贯入试验锤击数 N 来判别。

砂土相对密实度 D_r 多用于填方工程的质量控制, D_r 的表达式为:

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \quad (1-19)$$

式中: $e_{\max}$ ——砂土最松散状态时的孔隙比;

$e_{\min}$ ——砂土最密实状态时的孔隙比;

e ——砂土的天然孔隙比。

$0 \leq D_r \leq 1$, 当 $D_r = 0$ 时, $e = e_{\max}$, 此时砂土处于最松散状态; 当 $D_r = 1$ 时, $e = e_{\min}$, 此时砂土处于最密实状态。

在一般的工程中, 常根据标贯击数 N 将天然砂土划分为松散、稍密、中密和密实四种密实度。

【例 1-2】 某细砂土测得 $w = 23.2\%$ 、 $\rho = 1.6\text{g/cm}^3$ 、 $d_s = 2.68$ 。将该砂样风干后放入振动容器中, 振动后砂样的质量为 415g, 量得体积为 220cm³。松散时, 质量为 420g 的风干砂样, 量得体积为 350cm³。试求该砂土的天然孔隙比和相对密实度。

【解】 由式(1-13)得天然孔隙比为:

$$e = \frac{\rho_w d_s (1 + w)}{\rho} - 1 = \frac{1 \times 2.68 (1 + 0.232)}{1.6} - 1 = 1.064$$

密实时最大干密度:

$$\rho_{d, \max} = \frac{m_{s, \max}}{V} = \frac{415}{220} = 1.89\text{g/cm}^3$$

松散时最小干密度:

$$\rho_{d, \min} = \frac{m_{s, \min}}{V} = \frac{420}{350} = 1.2\text{g/cm}^3$$

对风干砂样, $w = 0$, $\rho = \rho_d$, 故有:

$$e = \frac{\rho_w d_s (1 + w)}{\rho} - 1 = \frac{\rho_w d_s}{\rho_d} - 1$$

于是砂样的最小孔隙比：

$$e_{\min} = \frac{\rho_w d_s}{\rho_{d, \max}} - 1 = \frac{1 \times 2.68}{1.89} - 1 = 0.418$$

砂样的最大孔隙比：

$$e_{\max} = \frac{\rho_w d_s}{\rho_{d, \min}} - 1 = \frac{1 \times 2.68}{1.2} - 1 = 1.233$$

砂土的相对密实度：

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} = \frac{1.233 - 1.064}{1.233 - 0.418} = 0.21$$

(五)粘性土的物理特征

1. 粘性土的界限含水量

粘性土由一种状态转到另一种状态的分界含水量,称为界限含水量。粘性土的界限含水量对粘性土的分类和工程性质的评价有着重要意义。

粘性土由可塑状态转到流动状态的界限含水量称为液限,用符号 w_L 表示;由半固态(或坚硬状态)转到可塑状态的界限含水量称为塑限,用符号 w_P 表示。

2. 粘性土的塑性指数和液性指数

省去%符号后的液限和塑限的差值称为塑性指数,其表达式为:

$$I_P = w_L - w_P \quad (1-20)$$

液性指数 I_L 是粘性土的天然含水量和塑限的差值(除去%号)与塑性指数之比,其表达式为:

$$I_L = \frac{w - w_P}{I_P} = \frac{w - w_P}{w_L - w_P} \quad (1-21)$$

液性指数 I_L 是判别粘性土软硬状态的指标,其划分标准见表 1-1。塑性指数 I_P 表示粘性土处于可塑状态的含水量变化范围,在工程上用于对粘性土进行分类。

表 1-1 粘性土状态的划分

状态	坚硬	硬塑	可塑	软塑	流塑
液性指数	$I_L \leq 0$	$0 < I_L \leq 0.25$	$0.25 < I_L \leq 0.75$	$0.75 < I_L \leq 1.0$	$I_L > 1.0$

【例 1-3】 某粘性土的含水量 $w = 35.2\%$, 液限 $w_L = 40\%$, 塑限 $w_P = 25\%$, 试求该土的塑性指数 I_P 和液性指数 I_L , 并确定该土的名称和状态。

【解】

$$I_P = w_L - w_P = 40 - 25 = 15$$

$$I_L = \frac{w - w_P}{I_P} = \frac{35.2 - 25}{15} = 0.68$$

由表 1-1 和表 1-2 可知,该粘性土应定名为粉质粘土,处于可塑状态。

(六)地基岩土的工程分类

作为建筑物地基的土,可划分为岩石、碎石土、砂土、粉土、粘性土和特殊土(淤泥、淤泥质

土、人工填土、红粘土、黄土、膨胀土、残积土、冻土等)等。

1. 岩石的工程分类

岩石按坚硬程度可分为硬质岩石和软质岩石。

岩石按风化程度可分为微风化、中等风化和强风化。

2. 碎石土、砂土、粉土和粘性土的定义

碎石土是粒径大于 2mm 的颗粒超过总质量 50% 的土。碎石土的分类依据是颗粒级配及形状。

砂土是指粒径大于 2mm 的颗粒不超过总质量 50%，而粒径大于 0.075mm 的颗粒超过总质量 50% 的土。砂土按粒组含量分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂。

粉土是指塑性指数 I_p 小于或等于 10、粒径大于 0.075mm 的颗粒含量不超过总质量 50% 的土。

粘性土是指塑性指数 I_p 大于 10 的土。粘性土按塑性指数 I_p 分为粉质粘土和粘土，其分类标准见表 1-2。

表 1-2 粘性土按塑性指数分类

土的名称	粉质粘土	粘 土
塑性指数	$10 < I_p \leq 17$	$I_p > 17$

3. 淤泥、淤泥质土和人工填土的定义

在静水或缓慢的流水环境中沉积，经生物化学作用形成，天然含水量大于液限，天然孔隙比大于或等于 1.5 的粘性土和粉土称为淤泥；当天然孔隙比小于 1.5 但大于或等于 1.0 时为淤泥质土。

人工填土是指人类各种活动而形成的堆积物。人工填土可分为素填土、杂填土和冲填土，其分类标准见表 1-3。

表 1-3 人工填土按组成物质及成因分类

土的名称	组 成 物 质
素填土	由碎石土、砂土、粉土、粘性土等组成的填土
杂填土	含有建筑垃圾、工业废料、生活垃圾等杂物的填土
冲填土	由水力冲填泥砂形成的填土

【例 1-4】 某无粘性土的颗粒级配分析成果如表 1-4 所示，试判别该土为碎石土还是砂土，并简要说明理由。

表 1-4

粒径范围(mm)	>2	2~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	<0.075
粒组占干土总质量的百分数(%)	9.4	18.6	21.0	37.5	13.5

【解】 因为粒径大于 2mm 的颗粒占总质量的 9.4%，此值小于 50%；而粒径大于 0.075mm 的颗粒占总质量的百分数为 $(100 - 13.5)\% = 86.5\%$ ，此值大于 50%，故该土为砂土。

(七)地下水

1. 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。

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。

透水的地质层称为透水层，而相对不透水的地质层称为隔水层。

2. 土的渗透性

地下水在上中渗透时满足直线渗透定律(达西定律)，其表达式为：

$$v = ki \quad (1-22)$$

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

i ——水力梯度，或称水力坡降，其值为两点的水头差 $(H_1 - H_2)$ 与水流过的距离 l 之比；

k ——土的渗透系数，单位为 mm/s。

渗透系数 k 是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。

3. 渗流破坏现象

在房屋建筑地基基础工程中，常见的渗流破坏现象主要有流砂和管涌两类。

地下水的渗流对土单位体积内的骨架所产生的力称为动水力。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。

在地下水位以下开挖基坑时，如从基坑中直接抽水，将导致地下水从下向上流动而产生向上的动水力。当水力梯度大于临界值时，就会出现流砂现象。这种现象在细砂、粉砂和粉土中较常发生。

当土中渗流的水力梯度小于临界水力梯度时，虽不致诱发流砂现象，但土中细小颗粒仍有可能穿过粗颗粒之间的孔隙被渗流挟带而去，时间长了，在土层中将形成管状空洞。这种现象称为管涌或潜蚀。

二、疑难解答

1. 关于沉积岩

沉积岩中胶结物的性质对沉积岩的力学强度、抗水性及抗风化能力有重要影响。在常见的胶结物中，以硅质(呈白色、灰白色)硬度最大，抗风化能力最强；铁质(呈红色、褐色)、钙质(呈白色、灰白色)次之；泥质胶结物硬度最小，且遇水后很易软化。例如硅质砾岩属于硬质岩石，而