

地基基础工程 学习指导

卓 玲 编著

中国建材工业出版社

地基基础工程学习指导

卓 玲 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

地基基础工程学习指导 / 卓玲编著. — 北京: 中国建材工业出版社, 2014. 11
ISBN 978-7-5160-1026-6

I. ①地… II. ①卓… III. ①地基-基础(工程)-高等学校-教学参考资料 IV. ①TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 266400 号

内 容 简 介

本书是《地基基础工程》的配套学习辅助用书。全书共九章, 每章由学习指导、考核要点、典型题解、习题及习题解答五部分组成, 学习指导和考核要点是对各章的知识点进行归纳和提炼, 帮助读者梳理清楚各章脉络, 以便读者抓住各章的重点; 典型题解是对典型习题做详细的分析和提纲挈领的点评; 习题及习题解答包括本章知识点的填空题、单项选择题、多项选择题、判断题、简答题和计算题等六种题型和解答, 方便读者理解和掌握地基基础工程的基本知识, 提高知识运用能力。

该书编写脉络清晰, 具有较强的针对性和实用性, 可作为土木工程及其相关专业的教学用书和参考书, 也可供广大土建类工程技术人员参加国家相关职业资格考试等参考阅读使用。

地基基础工程学习指导

卓 玲 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 16

字 数: 396 千字

版 次: 2014 年 11 月第 1 版

印 次: 2014 年 11 月第 1 次

定 价: 41.80 元

本社网址: www.jcbs.com.cn 微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

目前,随着世界科学技术的发展和高层建筑的兴建,地基基础技术尤显重要。无论是进行建筑工程设计还是进行建筑工程施工或管理,均必须熟悉、掌握地基基础工程及其施工技术应用,为此,编著者依据国家已颁布的现行标准和规范,结合近几年土木工程中的“四新”技术及在工程中的实际应用,编写了《地基基础工程》及配套学习的辅导书《地基基础工程学习指导》。本书是《地基基础工程》的配套学习辅助用书,全书共九章,每章由学习指导、考核要点、典型题解、习题及习题解答五部分组成,学习指导和考核要点是对各章的知识点进行归纳和提炼,帮助读者梳理清楚各章脉络,以便读者抓住各章的重点;典型题解是对典型习题做详细的分析和提纲挈领的点评;习题及习题解答包括本章知识点的填空题、单项选择题、多项选择题、判断题、简答题和计算题等六种题型和解答,方便读者理解和掌握地基基础工程的基本知识,提高知识运用能力。

本书可作为土木工程及其相关专业的教学用书和参考书,也可供广大土建类工程技术人员参加国家相关职业资格考试等参考阅读使用。

本书由黎明职业大学卓玲撰写。在撰写过程中,承蒙黎明职业大学陈宝璠、王玫、张璐、刘丽玲、庄占龙、张玉华、蔡耀东、蔡永晖、王广利、蔡益兴、李晓耕和泉州理工学院吴铭辉等同志的大力帮助,在此深表感谢!

由于笔者水平有限,书中不妥与疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

卓 玲

2014年10月



中国建材工业出版社

China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-68343948

宣传推广

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-88386906

设计业务

010-68361706

邮箱：jccbs-zbs@163.com

网址：www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 学习指导	1
1.1.1 地基、基础的基本概念	1
1.1.2 地基基础设计的基本要求	1
1.1.3 地基与基础的重要性	2
1.1.4 本课程的特点及学习要求	2
1.2 考核要点	2
1.3 习题	2
1.3.1 名词解释	2
1.3.2 简答题	2
1.4 习题解答	3
1.4.1 名词解释解答	3
1.4.2 简答题解答	3
第 2 章 地基土的物理性质及工程分类	4
2.1 学习指导	4
2.1.1 土的组成及其结构与构造	4
2.1.2 土的物理性质指标	6
2.1.3 土的物理状态指标	9
2.1.4 地基岩土的工程分类	11
2.1.5 软弱地基处理	13
2.2 考核要点	17
2.3 典型题解	18
2.4 习题	20
2.4.1 填空题	20
2.4.2 单项选择题	21
2.4.3 多项选择题	25
2.4.4 判断题	26
2.4.5 简答题	27
2.4.6 计算题	27
2.5 习题解答	28
2.5.1 填空题解答	28
2.5.2 单项选择题解答	29
2.5.3 多项选择题解答	30
2.5.4 判断题解答	30

2.5.5 简答题解答	30
2.5.6 计算题解答	32
第3章 地基土中的应力计算	36
3.1 学习指导	36
3.1.1 地基土中的自重应力	36
3.1.2 基底压力	37
3.1.3 地基土中的附加应力	40
3.2 考核要点	42
3.3 典型题解	42
3.4 习题	45
3.4.1 填空题	45
3.4.2 单项选择题	47
3.4.3 多项选择题	49
3.4.4 判断题	50
3.4.5 简答题	51
3.4.6 计算题	51
3.5 习题解答	53
3.5.1 填空题解答	53
3.5.2 单项选择题解答	54
3.5.3 多项选择题解答	54
3.5.4 判断题解答	54
3.5.5 简答题解答	54
3.5.6 计算题解答	55
第4章 地基变形计算	58
4.1 学习指导	58
4.1.1 土的压缩性	58
4.1.2 地基最终沉降量的计算	60
4.1.3 地基沉降与时间的关系	63
4.1.4 地基容许变形值	68
4.2 考核要点	70
4.3 典型题解	70
4.4 习题	73
4.4.1 填空题	73
4.4.2 单项选择题	74
4.4.3 多项选择题	77
4.4.4 判断题	78
4.4.5 简答题	80
4.4.6 计算题	80
4.5 习题解答	82

4.5.1	填空题解答	82
4.5.2	单项选择题解答	83
4.5.3	多项选择题解答	83
4.5.4	判断题解答	83
4.5.5	简答题解答	84
4.5.6	计算题解答	86
第5章	土的抗剪强度和地基承载力	91
5.1	学习指导	91
5.1.1	土的抗剪强度	91
5.1.2	土的抗剪强度试验方法	94
5.1.3	地基的临塑荷载及极限荷载	97
5.1.4	地基承载力的确定	102
5.2	考核要点	105
5.3	典型题解	105
5.4	习题	107
5.4.1	填空题	107
5.4.2	单项选择题	109
5.4.3	多项选择题	113
5.4.4	判断题	116
5.4.5	简答题	117
5.4.6	计算题	117
5.5	习题解答	118
5.5.1	填空题解答	118
5.5.2	单项选择题解答	119
5.5.3	多项选择题解答	119
5.5.4	判断题解答	120
5.5.5	简答题解答	120
5.5.6	计算题解答	122
第6章	土压力与土坡稳定	126
6.1	学习指导	126
6.1.1	土压力的类型	126
6.1.2	静止土压力的计算	127
6.1.3	朗肯土压力理论	128
6.1.4	常见情况下土压力计算	130
6.1.5	库仑土压力理论	131
6.1.6	挡土墙设计	136
6.1.7	边坡稳定性分析	140
6.2	考核要点	142
6.3	典型题解	142

6.4 习题	145
6.4.1 填空题	145
6.4.2 单项选择题	147
6.4.3 多项选择题	149
6.4.4 判断题	151
6.4.5 简答题	152
6.4.6 计算题	152
6.5 习题解答	154
6.5.1 填空题解答	154
6.5.2 单项选择题解答	155
6.5.3 多项选择题解答	155
6.5.4 判断题解答	155
6.5.5 简答题解答	155
6.5.6 计算题解答	157
第7章 工程地质勘察	164
7.1 学习指导	164
7.1.1 工程地质勘察的内容	164
7.1.2 工程地质勘察的方法	165
7.1.3 工程地质勘察报告书的编制	166
7.2 考核要点	167
7.3 典型题解	167
7.4 习题	168
7.4.1 填空题	168
7.4.2 单项选择题	168
7.4.3 多项选择题	169
7.4.4 判断题	169
7.4.5 简答题	169
7.5 习题解答	170
7.5.1 填空题解答	170
7.5.2 单项选择题解答	170
7.5.3 多项选择题解答	170
7.5.4 判断题解答	170
7.5.5 简答题解答	170
第8章 浅基础	173
8.1 学习指导	173
8.1.1 地基基础设计的基本规定	173
8.1.2 浅基础的类型及材料	174
8.1.3 基础埋置深度的选择	176
8.1.4 基础底面尺寸的确定	176

8.1.5	无筋扩展基础设计	178
8.1.6	钢筋混凝土扩展基础	179
8.1.7	钢筋混凝土柱下条形基础与十字交叉基础	185
8.1.8	钢筋混凝土筏板基础和箱形基础简介	188
8.1.9	减少建筑物不均匀沉降的措施	192
8.2	考核要点	194
8.3	典型题解	195
8.4	习题	196
8.4.1	填空题	196
8.4.2	单项选择题	198
8.4.3	多项选择题	200
8.4.4	判断题	202
8.4.5	简答题	203
8.4.6	计算题	203
8.5	习题解答	204
8.5.1	填空题解答	204
8.5.2	单项选择题解答	205
8.5.3	多项选择题解答	205
8.5.4	判断题解答	205
8.5.5	简答题解答	205
8.5.6	计算题解答	209
第9章	桩基础	215
9.1	学习指导	215
9.1.1	桩的类型	215
9.1.2	单桩竖向承载力特征值	215
9.1.3	单桩水平承载力	218
9.1.4	桩侧负摩阻力和桩的抗拔力	220
9.1.5	桩基础设计	220
9.1.6	其他深基础简介	227
9.2	考核要点	228
9.3	典型题解	229
9.4	习题	230
9.4.1	填空题	230
9.4.2	单项选择题	231
9.4.3	多项选择题	233
9.4.4	判断题	237
9.4.5	简答题	237
9.4.6	计算题	238
9.5	习题解答	238

9.5.1	填空题解答	238
9.5.2	单项选择题解答	239
9.5.3	多项选择题解答	239
9.5.4	判断题解答	239
9.5.5	简答题解答	239
9.5.6	计算题解答	241
参考文献		244

第1章 绪 论

本章学习要求

通过本章的学习，了解和掌握地基与基础的概念、地基与基础的设计要求；了解地基与基础的重要性；熟悉本课程的特点和学习要求。

1.1 学习指导

地基与基础工程具有较强的实践性和理论性，随着建筑行业的迅速发展，基础型式的创新、地下空间的发展，以及新技术、新设计方法的不断涌现等，使该学科不断面临新的问题。

1.1.1 地基、基础的基本概念

1. 地基的概念

任何建筑物都是建造在一定的土层或岩层上的。通常把直接承受上部建筑物荷载作用且应力发生变化的那部分地层称为地基。

地基是有一定深度和范围的，当地基由两层或两层以上土层组成时，通常将直接与基础底面接触的土层称为持力层；在地基范围内持力层以下的土层称为下卧层；当下卧层的承载力低于持力层的承载力时，称为软弱下卧层。

良好的地基应该具有较高的承载力和较低的压缩性。未经过人工加固处理而直接利用天然土层作为地基就可以满足设计要求的，称为天然地基；如果地基土质软弱，工程地质较差，需对地基进行人工加固处理后才能作为建筑物地基的，称为人工地基。

2. 基础的概念

建筑物的下部通常要埋入地面下一定深度，使之坐落在较好的土层上。我们将地面以上的结构称为建筑物的上部结构；地面以下的结构称为建筑物的下部结构，也称建筑物的基础，它位于建筑物上部结构与地基之间，承受着上部结构传来的荷载，并将上部荷载传递给地基。因此，基础起着上承和下传的作用。

基础都有一定的埋置深度（简称埋深），根据基础埋深的不同，可分为浅基础和深基础。一般地，若地基土质较好，基础埋深不大（ $d \leq 5\text{m}$ ），只需要经过挖槽、排水，采用一般方法与施工机械施工的基础，称为浅基础；若上部结构荷载较大或浅层土质软弱，需将基础埋置于较深处（ $d > 5\text{m}$ ）的较好土层上，并需采用特殊的施工方法及施工机械施工的基础，称为深基础。

1.1.2 地基基础设计的基本要求

为了保证建筑物的安全和正常使用，地基与基础设计应满足以下基本要求：

（1）地基承载力要求：即要求作用于地基上的荷载不超过地基承载力，以保证在荷载作

用下地基不发生剪切破坏或失稳。

(2) 地基变形要求：控制基础沉降使之不超过地基变形的允许值，保证建筑正常使用。

(3) 基础结构本身应具有足够的强度、刚度和稳定性，以保证建筑物安全正常地使用，并具有良好的耐久性。

1.1.3 地基与基础的重要性

地基与基础统称为基础工程，是建筑物的根本，其勘察、设计和施工质量的优劣将直接影响建筑的安危、经济和正常使用。基础工程施工是在地下或水下进行，属于隐蔽工程，具有施工难度大、工期长、质量不易保证的特点，一旦出现质量问题或质量事故，补救和处理十分困难，甚至往往不能奏效。此外，基础工程造价在整个工程造价中所占比例较大，一般多层建筑基础工程造价占建筑总造价的 25%~30%，高层建筑可占到 30%~40%，相应的施工工期约占建筑总工期的 20%~25%。

1.1.4 本课程的特点及学习要求

(1) 涉及面广；(2) 综合性强；(3) 较强的理论性和实践性；(4) 知识更新周期短。

对于本课程的学习要求是：掌握土的基本物理性质和力学特性；掌握一般土工建筑物设计中有关计算理论和方法，分析和解决地基基础的工程问题。在学习过程中注意与其他学科的联系，理论联系实际，注重提高分析问题和解决问题的能力。

1.2 考核要点

1. 地基、基础的概念

考核要点：天然地基、人工地基、浅基础、深基础的基本概念。

2. 地基基础设计的基本要求

考核要点：地基承载力要求和变形要求；基础本身的强度和刚度要求。

1.3 习 题

1.3.1 名词解释

1-1 地基

1-2 天然地基

1-3 人工地基

1-4 基础

1-5 基础埋置深度

1-6 浅基础

1-7 深基础

1-8 持力层

1-9 下卧层

1.3.2 简答题

2-1 地基和基础的各自作用是什么？

2-2 简述地基与基础设计的基本要求。

1.4 习题解答

1.4.1 名词解释解答

1-1 【答】 受上部建筑物荷载影响且应力发生变化的那部分地层称为地基。

1-2 【答】 未经过人工加固处理而直接利用天然土层作为地基就可以满足设计要求的，称为天然地基。

1-3 【答】 如果地基土质软弱，工程地质较差，需对地基进行人工加固处理后才能作为建筑物地基的，称为人工地基。

1-4 【答】 埋入地面以下一定深度、承受着上部结构传来的荷载，并将上部荷载传递给地基的建筑物的下部结构，称为基础。

1-5 【答】 天然地面至基础底面的距离称为基础埋置深度，简称基础埋深。

1-6 【答】 若地基土质较好，基础埋深不大 ($d \leq 5\text{m}$)，只需要经过挖槽、排水，采用一般方法与施工机械施工的基础，称为浅基础。

1-7 【答】 若上部结构荷载较大或浅层土质软弱，需将基础埋置于较深处 ($d > 5\text{m}$) 的较好土层上，并需采用特殊的施工方法及施工机械施工的基础，称为深基础。

1-8 【答】 当地基由两层或两层以上土层组成时，通常将直接与基础底面接触的土层称为持力层。

1-9 【答】 在地基范围内持力层以下的土层称为下卧层。

1.4.2 简答题解答

2-1 【答】 基础位于建筑物上部结构与地基之间，承受着上部结构传来的荷载，并将上部荷载传递给地基，起着上承和下传的作用；而地基直接承受上部建筑物荷载作用。

2-2 【答】 为了保证建筑物的安全和正常使用，地基与基础设计应满足以下基本要求：

① 地基承载力要求：即要求作用于地基上的荷载不超过地基承载力，以保证在荷载作用下地基不发生剪切破坏或失稳。

② 地基变形要求：控制基础沉降使之不超过地基变形的允许值，保证建筑正常使用。

③ 基础结构本身应具有足够的强度、刚度和稳定性，以保证建筑物安全正常地使用，并具有良好的耐久性。

第2章 地基土的物理性质及工程分类

本章学习要求

通过本章的学习，了解地基土的组成、地基土的结构和构造；掌握地基土颗粒级配的分析方法；熟练掌握地基土的物理性质指标的定义、试验方法及其计算；了解表征地基土的状态指标，掌握如何利用这些指标对土体的状态做出判断；能对土体进行分类、定名。

2.1 学习指导

2.1.1 土的组成及其结构与构造

在天然状态下，土是由构成骨架的固体颗粒（固相）、存在于孔隙中的水（液相）和气体（气相）三部分所组成的三相体系。土体三相组成部分本身的性质、相对含量和相互作用影响着土的物理力学性质。

1. 土的组成

(1) 土的固体颗粒

土的固体颗粒的大小、形状、矿物成分等是决定土体物理性质的重要因素。

当土粒粒径由粗变细，土的性质也相应变化。一般将土中各种不同粒径的土粒，按适当范围分成若干粒组，划分粒组的分界尺寸称为界限粒径。根据界限粒径 200mm、60mm、2mm、0.075mm 和 0.005mm 把土粒分为六大粒组：漂石（块石）、卵石（碎石）、圆砾（角砾）、砂粒、粉粒和黏粒。

① 土的颗粒级配

天然土体中包含有大小不同的土粒，工程上常用土中各个粒组相对含量（即各粒组占土粒总量的百分数）来表示土粒的大小及组成情况，称为土的颗粒级配。

土的颗粒级配通过颗粒分析试验来测定，实验室常用筛分法和比重计法（或移液管法）。粒径大于 0.075mm 的粗粒土适用于筛分法测定；粒径小于 0.075mm 的细粒土适用于比重计法测定。

根据土的颗粒分析试验结果，可绘制土的颗粒级配曲线。根据颗粒级配曲线的坡度和速率可判断土样的级配状况。如所绘制的级配曲线平缓，表示土粒粒径相差悬殊，土粒粒径不均匀，即级配良好；反之，如曲线较陡，则表示土粒粒径相差不大，土粒粒径较均匀，即级配不良。

为了定量分析土粒的不均匀程度，工程上常用土粒的不均匀系数 C_u 来描述颗粒级配的不均匀程度，即

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (2.1)$$

式中 d_{60} ——小于某粒径土的质量占土总质量的 60% 时的粒径，也称限定粒径；

d_{10} ——小于某粒径土的质量占土总质量的 10% 时的粒径, 也称有效粒径。

C_u 值越大, 颗粒级配曲线越平缓, 表示土粒越不均匀; 反之, C_u 值越小, 颗粒级配曲线越陡, 土粒越均匀。工程上把 $C_u < 5$ 的土视为级配不良, $C_u > 10$ 的土视为级配良好。但有时只用 C_u 值还不能完全确定土的级配情况, 而需要同时考虑级配曲线的整体形状。级配曲线的形状、曲线是否连续, 可用曲率系数 C_c 来描述:

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{60} \times d_{10}} \quad (2.2)$$

式中 d_{30} ——小于某粒径土的质量占土总质量的 30% 时的粒径。

根据我国《土的工程分类标准》(GB/T 50145—2007), 砾石土或砂土同时满足 $C_u \geq 5$ 和 $C_c = 1 \sim 3$ 两个条件时, 为级配良好的砾石土或砂土; 如不能同时满足, 则可以判定为级配不良。

② 土粒的矿物成分

土粒的矿物成分可分为原生矿物和次生矿物, 其主要取决于母岩的成分及风化作用。

原生矿物由岩石经过物理风化形成, 其矿物成分与母岩相同, 常见的如石英、长石和云母等。一般较粗颗粒的砾石、砂等主要是由原生矿物组成, 土体的性质稳定, 具有无黏性、透水性较大、压缩性较低的工程特性。

次生矿物是岩石经化学风化后所形成的新的矿物, 其矿物成分与母岩不同, 常见的如黏土矿物、铝铁氧化物及氢氧化合物等。土中含黏土矿物越多, 土的黏性、塑性和胀缩性也越大。

(2) 土中水

土中水即为土的液相, 其含量对细粒土的性质影响较大, 主要是使其产生黏性、塑性及胀缩性等一系列变化。土中水除一部分以结晶水的形式吸附于固体颗粒的晶格内部外, 还存在结合水和自由水两大类。

① 结合水

结合水是指由电分子引力吸附于土粒表面成薄膜状的水。根据受电场作用力的大小及离颗粒表面的远近, 结合水又可以分为强结合水和弱结合水两类。

强结合水: 又称吸着水, 指受土粒表面强大吸引力作用而吸附于土粒表面的结合水。

弱结合水: 又称薄膜水, 指强结合水以外、电场作用范围以内的结合水。

随着与土粒表面距离的增大, 吸附力减小, 弱结合水逐渐过渡为自由水。

② 自由水

自由水是存在于土粒表面电场影响范围以外的水。它的性质和普通水一样, 能传递静水压力, 冰点为 0°C , 有溶解能力。自由水又可分为重力水和毛细水两类。

重力水: 指地下水位以下的透水土层中的自由水, 对于土粒和结构物水下部分产生浮力。在重力和压力差作用下能在土的孔隙中流动。重力水对土层中的应力状态和开挖基槽、基坑以及修筑地下构筑物时所应采取的排水、防水措施有重要的影响。

毛细水: 指位于潜水位以上的透水土层中的自由水, 受水与气交界面处的表面张力作用。它的上升高度与土的性质有关。

(3) 土中气

土中气体存在于土孔隙中未被水占据的部位。在粗粒的沉积物中常见与大气相连通的自

由气体,在土层受到外部压力后,土体压缩时气体逸出,对土的力学性质影响不大。在细粒土中则存在与大气隔绝的封闭气泡,当土层受到外部荷载作用时,封闭气泡被压缩。土中的封闭气泡较多时,土的压缩性提高,渗透性减小。

2. 土的结构

土的结构是指土颗粒之间的空间排列和相互联结的形式,与组成土的颗粒大小、颗粒形状、所含矿物成分和沉积条件有关。一般可分为单粒结构、蜂窝结构和絮状结构三种基本类型。

单粒结构为砂土和碎石土的基本组成形式,特点是土粒间存在点和点的接触。根据其形成条件不同,分为疏松状态和密实状态。疏松状态的单粒结构稳定性差,而密实的单粒结构则较稳定,力学性能好,是良好的天然地基。

蜂窝结构是粉粒为主的土所具有的结构形式,其特点是孔隙较大。

絮状结构又称絮凝结构,是黏性土的主要结构形式。

蜂窝结构和絮状结构的土中存在大量孔隙,土质松软,含水量高,压缩性大,结构破坏后强度降低较大,工程性质极差,不可用作天然地基。

3. 土的构造

土的构造是指土体中各结构单元之间的关系。一般分为层状构造、分散构造和裂隙构造。

2.1.2 土的物理性质指标

土是由固相、液相和气相所组成。土的各组成部分的比例关系反映土的物理状态,如土的干湿、软硬、松密等。表示土的三相组成之间比例关系的指标,称为土的三相比例指标,它们对评价土的物理、力学性质有重要意义。

1. 土的三相简图

为便于说明三相比例指标的基本定义和它们之间的换算关系,常将土体中的三相抽象地分开表示,画出如图 2-1 所示的三相简图。

2. 土的三相指标定义

(1) 基本指标

将土中可直接通过土工试验测定的物理性质指标,称为基本指标,也称直接测定指标。

① 土的天然重度 γ ——常用环刀法测定

天然状态下,单位体积土的重力,称为土的重度,单位为 kN/m^3 ,即

$$\gamma = \frac{mg}{V} \quad (2.3)$$

式中 g ——重力加速度,取 $g=9.8\text{m/s}^2$,实用计算时取 $g=10\text{m/s}^2$ 。

② 土的天然含水量 w ——常用烘干法测定

天然状态下,土中水的质量与土粒质量比值的百分率,称为土的天然含水量,也称含水率。

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (2.4)$$

土的天然含水量与土的种类、埋藏条件及所处的地理环境有关,其变化范围较大。