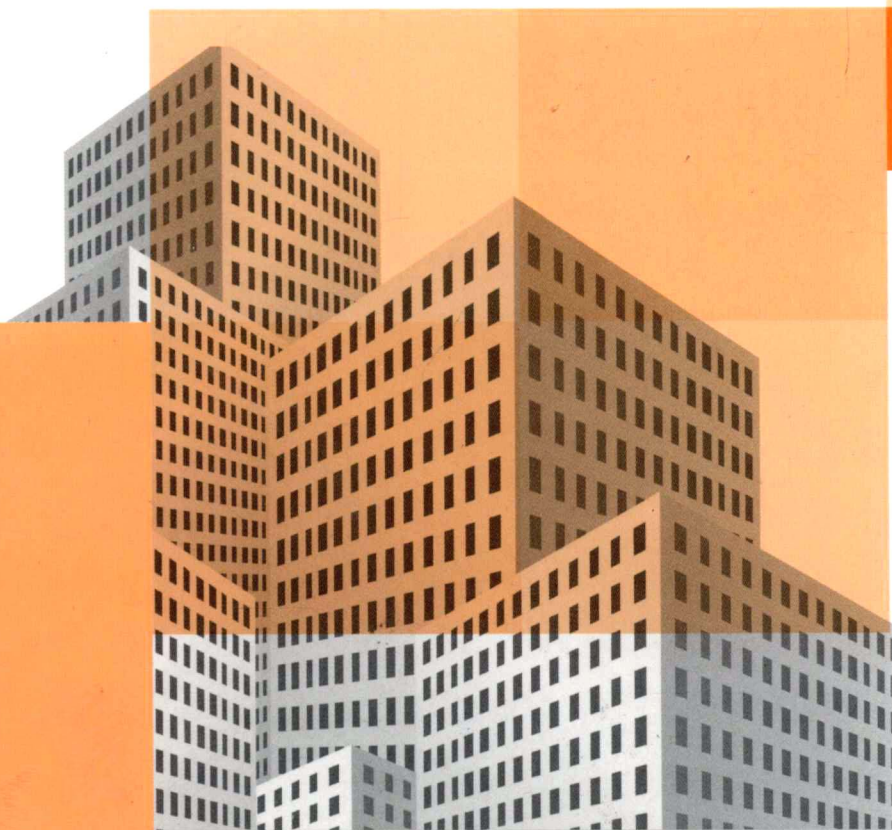


21世纪高等院校土木与建筑专业规划教材

# 土工试验

TUGONG SHIYAN

主编 罗相杰 宋勇军



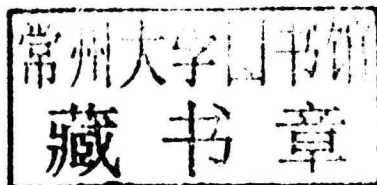
 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高等院校土木与建筑专业规划教材

# 土 工 试 验

主 编 罗相杰 宋勇军

副主编 张海龙



 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 提 要

本书主要依据中华人民共和国国家标准《土工试验方法标准》(GB/T 50123—1999),并结合现行土力学相关教材编写而成。主要包括以下内容:土样制备、土的物理性质试验、颗粒分析试验、界限含水率试验、渗透试验、击实试验、压缩(固结)试验、直接剪切试验、三轴压缩试验等试验项目,并附有配套练习册。力求理论教学与实践操作紧密结合,每个试验不仅包括相关理论,更有详尽的操作步骤,使学生对土工试验全过程有清晰的认识。

本书可作为高等院校土木工程及相关专业进行土工试验的教学用书,也可作为相关专业人员的工作参考用书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

土工试验/罗相杰,宋勇军主编. —北京:北京理工大学出版社,2012.5

ISBN 978-7-5640-5881-4

I. ①土… II. ①罗… ②宋… III. ①土工试验-高等学校-教材  
IV. ①TU41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 083739 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×960 毫米 1/16

印 张 / 5

字 数 / 85 千字

版 次 / 2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 12.00 元(含配套练习册)

责任编辑 / 张慧峰

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

---

对本书内容有任何疑问及建议,请与本书编委会联系。邮箱:bitdayi@sina.com

图书出现印装质量问题,本社负责调换

# 前言

土工试验是土木工程中的重要内容之一，也是土木工程及相关专业“土力学及地基基础”课程的重要实践教学环节。正确确定土木工程地基土体的工程性质，并提供可靠的物理力学参数指标，对于工程项目的建设是至关重要的。

本书是土木工程及相关专业进行土工试验的教学用书。为适应应用型本科和高职高专教学的特点，本书强调指导性，将理论教学和实践操作结合起来，力求简单明了、通俗易懂，每个试验不仅包括相关理论，更有详尽的操作步骤，使学生对土工试验全过程有清晰的认识。

本书主要包括以下内容：土样制备、土的物理性质试验、颗粒分析试验、界限含水率试验、渗透试验、击实试验、压缩（固结）试验、直接剪切试验和三轴压缩试验。通过上述试验，可以让学生熟悉各种仪器设备在试验项目中的使用方法，培养试验基本技能，掌握试验内容和试验的基本方法，培养学生的动手能力、综合分析问题和解决问题的能力。教师使用过程中可根据实际情况酌情选用相关内容。

本书主要依据中华人民共和国国家标准《土工试验方法标准》（GB/T 50123—1999），并结合现行土力学相关教材编写而成。全书由西京学院罗相杰和宋勇军担任主编，张海龙担任副主编，由宋勇军统稿。在编写过程中，得到了西京学院工程技术系和建筑工程实验中心的大力支持，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免有不当之处，欢迎读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                    |      |
|--------------------|------|
| 第一章 土样制备 .....     | (1)  |
| 第二章 土的物理性质试验 ..... | (3)  |
| 第三章 颗粒分析试验 .....   | (9)  |
| 第四章 界限含水率试验 .....  | (12) |
| 第五章 渗透试验 .....     | (15) |
| 第六章 击实试验 .....     | (26) |
| 第七章 压缩(固结)试验 ..... | (31) |
| 第八章 直接剪切试验 .....   | (43) |
| 第九章 三轴压缩试验 .....   | (53) |



# 第一章 土样制备

## 一、概述

土样的制备是获得正确的试验成果的前提,为保证试验成果的可靠性以及试验数据的可比性,应严格按照规程要求的程序进行制备。

土样制备可分为原状土和扰动土的制备。本文主要讲扰动土的制备。扰动土的制备程序主要包括取样、风干、碾散、过筛、制备等程序,这些程序的正确与否,会直接影响到试验成果的可靠性。土样的制备在今后的每个试验项目中都会涉及。

## 二、仪器设备

孔径 0.5 mm、2 mm 和 5 mm 的筛,天平,击样器,切土刀,橡皮板,木锤,烘箱,喷水设备等。

## 三、扰动土样制备步骤

(1) 对扰动土样进行土样描述,如颜色、气味、夹杂物和土类及均匀程度等。如有需要,将扰动土样拌和均匀,取代表性土样测定其含水率。

(2) 将土样风干或烘干,然后将风干或烘干土样放在橡皮板上用木碾碾散,但应注意不得使土颗粒破碎。

(3) 将分散后的土样根据各试验项目的要求过筛。对于物理性试验如液限、塑限等试验,过 0.5 mm 筛;对于力学性试验土样,过 2 mm 筛;对于击实试验、比重试验(比重瓶法),过 5 mm 筛。

(4) 为配制一定含水率的试样,根据不同的试验要求,取足够过筛的风干土样,按下面的公式计算加水量,把土样平铺于不吸水的盘内,用喷水壶喷洒预计的加水量,并充分拌和均匀,然后装入容器内盖紧,润湿一昼夜备用。

(5) 测定润湿后土样不同位置的含水率(至少两个以上),要求差值不大于 $\pm 1\%$ 。

(6) 按下式计算干土质量:

$$m_s = \frac{m}{(1 + 0.01w_h)} \quad (1.1)$$

式中  $m_s$ ——干土质量(g);

$m$ ——风干土质量(g);

$w_h$ ——风干含水率(%)。

(7) 根据试样所要求的含水率,按下式计算制备试样所需的加水量:

$$m_w = 0.01 (w - w_h) \cdot m_s \quad (1.2)$$

式中  $m_w$ ——土样所需加水质量 (g);  
 $m_s$ ——干土质量 (g);  
 $w$ ——制备试样所要求的含水率 (%);  
 $w_h$ ——风干含水率 (%).

(8) 根据试验所要求的干密度,按下式计算制备试样所需的风干含水率时的总土质量:

$$m = (1 + 0.01w_h) \cdot \rho_d \cdot V \quad (1.3)$$

式中  $m$ ——制备试样所需的风干含水率时的总土质量;  
 $\rho_d$ ——制备试样所要求的干密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );  
 $V$ ——试样体积 ( $\text{cm}^3$ );  
 $w_h$ ——风干含水率 (%).

(9) 试件成型,可采用击实法和压样法。击实法是采用击实仪,将土样击实到所需的密度,用推土器推出,然后将环刀内壁涂一薄层凡士林,刃口向下放在土样上,用切土刀将试件削成略大于环刀直径的土柱,然后将环刀垂直向下压,边压边削,直至土样伸出环刀为止,削平环刀两端。

压样法将根据环刀容积和要求干密度所需质量的湿土,倒入装有环刀的压样器内,采用静压力将土样压紧到所需的密度,然后取出环刀。

(10) 把环刀外壁擦干净,称取环刀和土的总质量,并同时测定土样的含水率。试件制备应尽量迅速,以免水分蒸发。

(11) 试件制备的数量根据试验项目的需要而定,一般应多制 1 或 2 组备用,同一组试件的密度、含水率与制备标准之差应分别在  $\pm 0.1 \text{ g}/\text{cm}^3$  或 2% 范围之内。



## 第二章 土的物理性质试验

### 一、密度试验

#### (一) 概述

土体的密度是土体直接测量所得的物理性质指标之一。土体密度大小反映了土的松紧程度,是计算土的自重应力、干密度、孔隙比等指标的重要依据,同时也是挡土墙土压力计算、沉降量估算和路基施工填土压实度控制的重要指标之一。单位体积土体质量称为土的密度,定义式为:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

式中  $\rho$ ——土样密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$m$ ——土样质量 ( $\text{g}$ );

$V$ ——土样体积 ( $\text{cm}^3$ )。

试验室内直接测量的密度为湿密度(对原状土称作天然密度),用  $\rho$  表示。工程中常用的土体在不同状态下的密度有干密度( $\rho_d$ )、饱和密度( $\rho_{\text{sat}}$ )等。与密度相对应的常用指标是容重,其定义为单位体积土体的重量。定义式为:

$$\gamma = \frac{mg}{V} = \rho g \quad (2.2)$$

式中  $\gamma$ ——土样容重 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ ), 土建规范称为重度;

$g$ ——重力加速度,一般取  $9.81 \text{ m}/\text{s}^2$  (为计算方便,  $g$  可取  $10 \text{ m}/\text{s}^2$ );

其余符号同式 (2.1)。

与不同状态下土的密度对应的不同状态土的容重分别记作:干容重  $\gamma_d$ 、饱和容重  $\gamma_{\text{sat}}$ 、浮容重  $\gamma'$ 。

测定土的密度的方法有很多,主要有环刀法、蜡封法、灌水法、灌砂法等,它们适用于不同的土质情况。环刀法适用于黏性土,是最常用的试验方法;蜡封法适用于易破裂和形状不规则的坚硬土;灌水法和灌砂法适用于现场测定原状砂和砾质土的密度。本试验主要介绍环刀法。

#### (二) 仪器设备

(1) 环刀: 内径为  $61.8 \pm 0.15 \text{ mm}$  和  $79.8 \pm 0.15 \text{ mm}$ , 高度为  $20 \pm 0.016 \text{ mm}$ 。

(2) 天平: 称量  $500 \text{ g}$ , 最小分度值  $0.01 \text{ g}$ 。

(3) 其他: 修土刀、钢丝锯、凡士林等。



| 土样编号 | 环刀号 | 环刀加湿土质量        | 环刀质量           | 湿土质量         | 环刀体积            | 密度/ ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) |     |
|------|-----|----------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------------------------------|-----|
|      |     | $m_1/\text{g}$ | $m_2/\text{g}$ | $m/\text{g}$ | $V/\text{cm}^3$ | 单值                                      | 平均值 |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |
|      |     |                |                |              |                 |                                         |     |

## 二、含水率试验

### (一) 概述

土的含水率(又称含水量)是试样在 105℃~110℃下烘至恒量时所失去的水质量和干土质量的比值,用百分比表示。含水率是计算土的干密度、孔隙比、液性指数、饱和度和其他物理力学性质不可缺少的一个基本指标。含水率的变化将使土的一系列物理力学性质指标随之而异。这种影响表现在各个方面,如反映在土的稠度方面,使土成为坚硬的、可塑的或流动的;反映在土内水分的饱和程度方面,使土成为稍湿、很湿或饱和的;反映在土的力学性质方面,能使土的结构强度增加或减小,紧密或疏松,构成压缩性及稳定性的变化。

目前国内外测定含水率的方法有烘干法、酒精燃烧法、炒干法、微波法等多种,但能确保质量,操作简便又能符合含水率定义的试验方法仍以烘干法为主,故本试验仅介绍烘干法。烘干法适用于黏性土、砂性土和有机质土类。

### (二) 仪器设备

(1) 烘箱:可采用电热烘箱,温度能保持 105℃~110℃的其他能源烘箱,也可用红外线烘箱。

(2) 天平:最小分度值 0.01 g。

(3) 其他:干燥器、称量盒。

### (三) 操作步骤

(1) 取具有代表性试样,黏性土为 15~20 g,砂性土、有机质土为 50 g,放入称量盒内。盖上盒盖,称湿土质量,精确至 0.01 g。

(2) 打开盒盖,将盒置于烘箱内,在 105℃~110℃的恒温下烘干。烘干时间对黏性土不得少于 8 h,对砂性土不得少于 6 h。

(3) 将称量盒从烘箱中取出,盖上盒盖,放入干燥容器内冷却至室温,称干土质量,精确至 0.01 g。

### (四) 成果整理

(1) 试样的含水率应按下式计算,精确至 0.1%:

$$w_0 = \left( \frac{m_0}{m_d} - 1 \right) \times 100\% \quad (2.4)$$

式中  $w_0$ ——土的含水率(%);

$m_0$ ——试样湿质量(g);

$m_d$ ——试样干质量(g)。

(2) 含水率试验应进行两次平行测定,两次测定的差值,当含水率小于 40%时不得大

于 1%；当含水率等于或大于 40% 时不得大于 2%。取两次测值的平均值。

### (五) 试验记录

在表 2.2 中记录相关数据。

表 2.2 含水率试验记录表 (烘干法)

试验者 \_\_\_\_\_

校核者 \_\_\_\_\_

试验日期 \_\_\_\_\_

| 土样<br>编号 | 盒号 | 盒质量     | 盒加湿土质量  | 盒加干土质量  | 水质量             | 干土质量            | 含水率/% |     |
|----------|----|---------|---------|---------|-----------------|-----------------|-------|-----|
|          |    | $m_0/g$ | $m_1/g$ | $m_2/g$ | $(m_1 - m_2)/g$ | $(m_2 - m_0)/g$ | 单值    | 平均值 |
|          |    |         |         |         |                 |                 |       |     |
|          |    |         |         |         |                 |                 |       |     |
|          |    |         |         |         |                 |                 |       |     |
|          |    |         |         |         |                 |                 |       |     |
|          |    |         |         |         |                 |                 |       |     |
|          |    |         |         |         |                 |                 |       |     |
|          |    |         |         |         |                 |                 |       |     |
|          |    |         |         |         |                 |                 |       |     |

## 三、比重试验

### (一) 试验原理

测定土的比重，为计算土的孔隙比、饱和度以及土的其他物理力学试验（如颗粒分析的密度计法试验、固结试验等）提供必需的数据。土粒比重  $G_s$ ，是土粒在温度 105℃～110℃ 下烘至恒量时的质量与土粒同体积 4℃ 时纯水质量的比值。

根据土粒粒径的不同，土的比重试验可分别采用比重瓶法、浮称法或虹吸筒法。对于粒径小于 5mm 的土，采用比重瓶法进行；对于粒径大于等于 5mm 的土，且其中粒径为 20mm 的土质量小于总土质量的 10% 时，采用浮称法进行；对于粒径大于等于 5mm 的土，但其中粒径为 20mm 的土质量大于等于总土质量的 10% 时，采用虹吸筒法进行。本试验采用比重瓶法。

### (二) 仪器设备

烘箱；比重瓶，容量 100 mL；天平，最小分度值 0.001 g；恒温水槽；电砂浴；温度计；孔径 5 mm 的筛；其他，如匙、漏斗、滴管、洗瓶刷、蒸馏水等。

### (三) 试验步骤

(1) 先将洗净、烘干的比重瓶称其质量  $m_1$ ，准确至 0.001 g。

(2) 将过 5 mm 筛并烘干后的土, 取不低于 15 g 装入比重瓶内, 称试样和瓶的总质量  $m_2$ , 准确至 0.001 g。

(3) 将纯水注入已装有干土的比重瓶中至一半处, 摇动比重瓶, 将瓶放在电砂浴上煮沸, 煮沸时间自悬液沸腾时算起, 砂及低液限黏土应不少于 30 min, 高液限黏土应不少于 1 h, 使土粒分散。

(4) 将蒸馏水注入已煮好比重瓶至近满, 待瓶内温度稳定及悬液上部澄清后, 再加满蒸馏水, 塞好瓶塞, 使多余的水分自瓶塞毛细管中溢出。将瓶外水分擦干净, 称瓶、水、土的总质量  $m_3$ , 准确至 0.001 g, 称后马上测瓶内温度。

(5) 把瓶内悬液倒掉, 把瓶洗干净, 再注满蒸馏水, 把瓶塞插上, 使多余的水分自瓶塞毛细管中溢出, 将瓶外水分擦干净, 称比重瓶、水的总质量  $m_4$ , 准确至 0.001 g。

(6) 本试验须进行两次平行测定, 其平行差值不大于 0.02, 然后取其算术平均值。

#### (四) 试验注意事项

- (1) 比重瓶、土样一定要完全烘干;
- (2) 煮沸排气时, 防止悬液溅出;
- (3) 称量时比重瓶外的水分必须擦干净;
- (4) 称量前比重瓶的水位要加满至瓶塞的毛细管;
- (5) 称量时精确至小数点后三位。

#### (五) 成果整理

按下式计算土的比重:

$$G_s = G_{wt} \times \frac{m_2 - m_1}{m_4 + (m_2 - m_1) - m_3} \quad (2.5)$$

式中  $G_s$ ——土粒比重;

$m_1$ ——空瓶的质量 (g);

$m_2$ ——瓶加干土的质量 (g);

$m_3$ ——瓶加水加土的质量 (g);

$m_4$ ——瓶加水的质量 (g);

$G_{wt}$ —— $t^\circ\text{C}$ 时蒸馏水的比重, 可查表 2.3。

表 2.3 不同温度时水的比重 (近似值)

| 水温/ $^\circ\text{C}$ | 4.0~12.5 | 12.5~19.0 | 19.0~23.5 | 23.5~27.5 | 27.5~30.5 | 30.5~33.0 |
|----------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 水的比重                 | 1.000    | 0.999     | 0.998     | 0.997     | 0.996     | 0.995     |

#### (六) 试验记录

在表 2.4 中记录相关数据。

试验日期\_\_\_\_\_

[illegible]



## 第三章 颗粒分析试验

### 一、概述

天然土是由大小不同的颗粒组成的。土的粒径从粗到细逐渐变化时,土体的性质也会相应地发生变化。土的颗粒组成在一定程度上反映了土的性质,工程上常依据颗粒组成对土进行分类,粗粒土主要是依据颗粒组成进行分类的,细粒土由于矿物成分、颗粒形状及胶体含量等因素,则不能单以颗粒组成进行分类,而要借助于塑性图或塑性指数进行分类。在工程实际中,常把粒径相近的土粒划为一组,称为粒组。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(各粒组占土粒总量的百分数)来表示,称为土的颗粒级配。

颗粒分析试验就是测定土中各粒组所占该土总质量的百分数的试验方法,一般可分为筛析法和密度计法,对于粒径大于 0.075 mm 的土粒可用筛析法测定,而对于粒径小于 0.075 mm 的土粒则用密度计法来测定。筛析法是将土样通过各种不同孔径的筛子,并按筛子孔径的大小将颗粒加以分组,然后再称量并计算出各个粒组占总量的百分数。

### 二、仪器设备

- (1) 标准筛:孔径 10 mm、5 mm、2 mm、1.0 mm、0.5 mm、0.25 mm、0.075 mm;
- (2) 天平:称量 1 000 g,最小分度值 0.1 g;
- (3) 台称:称量 5 kg,最小分度值 1 g;
- (4) 其他:毛刷、木碾等。

### 三、试验步骤

(1) 备土:从大于粒径 0.075 mm 的风干松散的非黏性土中,用四分对角法取出代表性的试样。

(2) 取土:取干砂 300~500 g 称量准确至 0.2 g。

(3) 摇筛:将称好的试样倒入依次叠好的筛,然后按照顺时针或逆时针方向进行筛析。振摇时间一般为 10~15 min。

(4) 称量:逐级称取留在各筛上的质量。

### 四、试验注意事项

- (1) 将土样倒入依次叠好的筛子中进行筛析。
- (2) 筛析法采用振筛机,在筛析过程中应能上下振动,水平转动。
- (3) 称量后干砂总质量精确至  $\pm 0.2$  g。
- (4) 试验误差小于 1%。

## 五、成果整理

(1) 按如下公式计算小于某颗粒直径的土质量百分数：

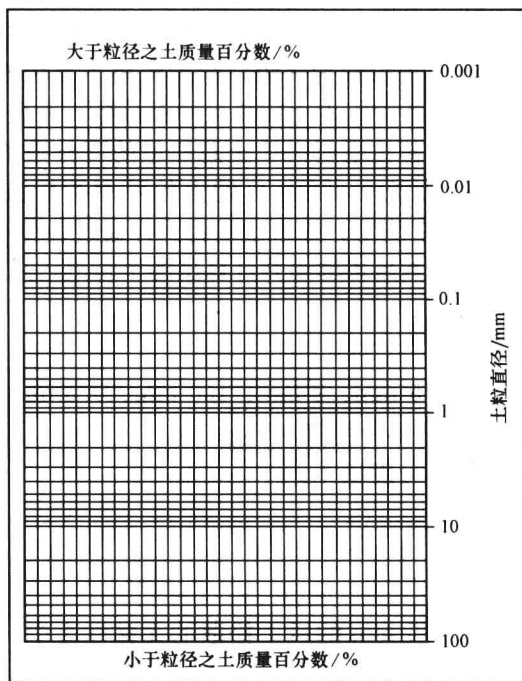
$$X = \frac{m_A}{m_B} \times 100\% \quad (3.1)$$

式中  $X$ ——小于某颗粒直径的土质量百分数 (%)；

$m_A$ ——小于某颗粒直径的土质量 (g)；

$m_B$ ——所取试样的总质量 (g)。

(2) 以小于某粒径的试样质量占试样总质量的百分比为纵坐标，以颗粒粒径为对数横坐标，在单对数坐标上绘制颗粒大小分布曲线 (图 3.1)。



| 卵石或<br>碎石 | 粗 | 中 | 细 | 粗  | 中 | 细 | 粉粒 | 黏粒 |
|-----------|---|---|---|----|---|---|----|----|
|           | 砾 |   |   | 砂粒 |   |   |    |    |

| 试样<br>编号 | 粗粒土（>0.075mm） |     |     |                         |                                  | 土的分类 | 细粒土<br>（<0.075mm） |        |
|----------|---------------|-----|-----|-------------------------|----------------------------------|------|-------------------|--------|
|          | >60<br>/%     | 砾/% | 砂/% | $C_u = d_{10} / d_{60}$ | $C_c = d_{30}^2 / d_{60} d_{10}$ |      | 0.075~0.005       | <0.005 |
|          |               |     |     |                         |                                  |      |                   |        |
|          |               |     |     |                         |                                  |      |                   |        |

图 3.1 颗粒大小分布曲线

(3) 按式 (3.2) 计算不均匀系数:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (3.2)$$

式中  $C_u$ ——不均匀系数;

$d_{60}$ ——限制粒径, 在颗粒大小分布曲线上小于该粒径的土含量占土总质量 60% 的粒径;

$d_{10}$ ——有效粒径, 在颗粒大小分布曲线上小于该粒径的土含量占土总质量 10% 的粒径。

(4) 按式 (3.3) 计算曲率系数:

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{60}d_{10}} \quad (3.3)$$

式中  $C_c$ ——曲率系数;

$d_{30}$ ——在颗粒大小分布曲线上小于该粒径的土含量占土总质量 30% 的粒径。

## 六、试验记录

在表 3.1 中记录相关数据。

表 3.1 颗粒分析试验记录表

试验者 \_\_\_\_\_

校核者 \_\_\_\_\_

试验日期 \_\_\_\_\_

| 风干土质量 = _____ g; 小于 0.075 mm 的土占总土质量百分数 = _____ % |           |               |                 |                        |                         |
|---------------------------------------------------|-----------|---------------|-----------------|------------------------|-------------------------|
| 筛号                                                | 孔径<br>/mm | 累计留筛土<br>质量/g | 小于该孔径<br>的土质量/g | 小于该孔径<br>的土质量<br>百分数/% | 小于该孔径<br>的总土质量<br>百分数/% |
|                                                   |           |               |                 |                        |                         |
|                                                   |           |               |                 |                        |                         |
|                                                   |           |               |                 |                        |                         |
|                                                   |           |               |                 |                        |                         |
|                                                   |           |               |                 |                        |                         |
|                                                   |           |               |                 |                        |                         |
|                                                   |           |               |                 |                        |                         |
|                                                   |           |               |                 |                        |                         |
|                                                   |           |               |                 |                        |                         |
| 底盘总计                                              |           |               |                 |                        |                         |





## 第四章 界限含水率试验

### 一、概述

对于黏性土而言,当含水率适当时,在外力作用下,可以塑造成任意形状而不产生裂缝,当外力去掉时,仍可保持形状不变,这种性质称为可塑性。含水率对黏性土的性质有着极其重要的作用。当含水率不同时,黏性土可分别处于固态、半固态、可塑状态及流动状态。黏性土从一种状态过渡到另一种状态时的分界含水率称为界限含水率。工程上常用的界限含水率主要是塑限  $\omega_p$  和液限  $\omega_L$ 。当土从半固体状态过渡到可塑状态时的界限含水率称为塑限,土体由可塑状态过渡到流动状态时的界限含水率称为液限。

测定土的液限  $\omega_L$  和塑限  $\omega_p$  的目的是为了计算塑性指数和液性指数。塑性指数  $I_p$  是指土的液限与塑限的差值。由于塑性指数综合反映了影响黏性土性质的各种重要因素,工程上常用塑性指数来对黏性土进行分类。液性指数  $I_L$  是指土的天然含水率和塑限的差值与该土塑性指数的比值。液性指数可以反映黏性土的软硬状态。

随着土工仪器的不断改进,液限和塑限的测定现在常采用液塑限联合测定法。液限、塑限联合测定法是根据圆锥仪的圆锥入土深度与其相应的含水率在双对数坐标上具有线性关系的特性来进行的。利用圆锥质量为 76 g 的液塑限联合测定仪测得土在不同含水率时的圆锥入土深度,并绘制其关系直线图,在图上查得圆锥下沉深度为 17 mm 所对应的含水率即为液限(圆锥下沉深度为 10 mm 所对应的含水率为 10 mm 液限),查得圆锥下沉深度为 2 mm 所对应的含水率即为塑限。

### 二、试验设备

- (1) 液塑限联合测定仪;
- (2) 天平:称量 200 g,最小分度值 0.01 g;
- (3) 其他:调土刀、不锈钢杯、凡士林、称量盒、烘箱、干燥器等。

### 三、操作步骤

(1) 土样制备:当采用风干土样时,取通过 0.5 mm 筛的代表性土样约 200 g,分成三份,分别放入不锈钢杯中,加入不同数量的水,然后按下沉深度为 4~5 mm、9~11 mm、15~17 mm 范围制备不同稠度的试样。

(2) 装土入杯:将制备的试样调拌均匀,填入试样杯中,填满后用刮土刀刮平表面,然后将试样杯放在联合测定仪的升降座上。