



国家级实验教学示范中心
“土木工程实验教学中心”系列实验教材
西南交通大学“323实验室工程”系列教材

土力学实验教程

TULIXUE SHIYAN JIAOCHENG

(含实验手册)

编 杨 梅 邱祖华

审 毛坚强

主审 西南交通大学实验室及设备管理处



西南交通大学出版社
<http://press.swjtu.edu.cn>

国家级实验教学示范中心

“土木工程实验教学中心”系列实验教材
西南交通大学“323 实验室工程”系列教材

土力学实验教程

(含实验手册)

编 杨 梅 邱祖华

审 毛坚强

主审 西南交通大学实验室及设备管理处

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本教程是根据四年制本科土木工程及地质工程专业土力学教学大纲的要求编写的。该教程（含实验手册）共 8 章 22 个实验，包括密度、比重、含水率、液限、塑限、固结、直剪、静力三轴压缩、颗粒分析、击实、渗透、膨胀、承载比（CBR）、静力触探、动力三轴等，内容简明扼要，重点突出，图文并茂。

本教程要求学生在完成土力学课程所规定的常规土力学实验的基础上，进一步扩展、巩固和加深已学过的专业理论知识，加强对学生动手能力的培养。

本教程可作为各类高等学校土木工程及地质专业的实验教材，有关大专班实验教学也可采用此教程，也可供土木工程技术人员参考。

图书在版编目（C I P）数据

土力学实验教程：含实验手册 / 杨梅，邱祖华编.
—成都：西南交通大学出版社，2012.9（2013.6 重印）
（国家级实验教学示范中心“土木工程实验教学中心”
系列实验教材. 西南交通大学“323 实验室工程”系列教材）
ISBN 978-7-5643-1985-4

I. ①土… II. ①杨… ②邱… III. ①土力学—实验
—高等学校—教材 IV. ①TU43-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 225233 号

国家级实验教学示范中心
“土木工程实验教学中心”系列实验教材
西南交通大学“323 实验室工程”系列教材

土力学实验教程 （含实验手册）

编 杨 梅 邱祖华

*

责任编辑 杨 勇
特邀编辑 姜锡伟
封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

（成都二环路北一段 111 号 邮政编码：610031 发行部电话：028-87600564）

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸：185 mm × 260 mm 总印张：8.5

总字数：209 千字

2012 年 9 月第 1 版 2013 年 6 月第 2 次印刷

ISBN 978-7-5643-1985-4

套价：15.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

前 言

土工实验是土木工程中的重要内容之一。无论是高层建筑、重型厂房、高速公路、铁路和机场，还是地下车库和隧道等，都与土体有着密切的关系。土工实验不仅在生产实践中十分重要，而且对土力学学科理论的研究和发展也起着决定性作用。

本教程（含实验手册）是根据四年制本科土木工程及地质工程专业土力学教学大纲的要求，依据国家及有关行业关于土工实验的最新规范和规程编写的。本教程包括土的三相组成及物性指标、土的工程分类、试样制备和饱和、土的物理性质实验、土的力学性质实验、土的水理性质实验、土的动力性质实验和土工原位测试实验等 8 章内容。其中，土的物理性质实验包括密度、含水率、土粒比重、颗粒分析、相对密实度实验；土的力学性质实验包括固结、直接剪切、静力三轴压缩、无侧限抗压强度、承载比（CBR）、回弹模量实验；土的水理性质实验包括液限、塑限、渗透、自由膨胀率、膨胀率、膨胀力实验；土的动力性质实验包括击实、振动三轴实验；土工原位测试实验包括原位密度、载荷、静力触探、十字板剪切实验。

本教程的目的在于使学生掌握最基本的土工实验技能以及对实验数据的处理、分析方法，初步具备利用实验所得参数解决实际工程问题的能力，通过实验加深对土力学原理的理解。由于课程学时的限制，课堂上学生只能对实验方法和测试手段作一些初步了解。

在教学中，各专业可以根据教学大纲的具体要求确定实验项目。

同其他实验技术一样，当代高新技术也推动着土工测试技术的革新，一些实验项目已出现新的测试手段，使实验结果的可靠性明显提高。我们自己也结合教学实验，开发了比较实用的数据处理系统。

考虑到实验学时有限，本教程只介绍一些常规实验方法。学生在今后的工作中应按国家及行业有关操作规范、规程进行实验。

本教程是在西南交通大学土木学院岩土工程系、岩土中心刘萍、彭地、李炜、李春晓等老师们的大力支持与帮助下编写而成的。在编写过程中，特别得到土木学院陈春光教授的悉心指导，研究生耿大将参与了全书的文字编辑与校核工作，在此表示衷心感谢！

限于编者水平，不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 8 月

目 录

第 1 章 土的三相组成及物性指标	1
1.1 土的形成	1
1.2 土的三相组成	1
1.3 土的物理性质指标	3
第 2 章 土的工程分类	6
2.1 概 述	6
2.2 土颗粒组成	6
2.3 碎石土分类	7
2.4 砂土分类	8
2.5 细粒土分类	8
第 3 章 试样制备和饱和	9
3.1 试样制备	9
3.2 试样饱和	12
第 4 章 土的物理性质实验	15
4.1 密度实验	15
4.2 含水率实验	16
4.3 土粒比重实验	17
4.4 颗粒分析实验	19
4.5 相对密实度实验	26
第 5 章 土的力学性质实验	29
5.1 固结实验	29
5.2 直接剪切实验	32
5.3 静力三轴压缩实验	34
5.4 无侧限抗压强度实验	40
5.5 承载比 (CBR) 实验	43
5.6 回弹模量实验	46
第 6 章 土的水理性质实验	48
6.1 液限、塑限实验	48
6.2 渗透实验	51
6.3 自由膨胀率实验	54

6.4	膨胀率实验	55
6.5	膨胀力实验	57
第 7 章	土的动力性质实验	59
7.1	击实实验	59
7.2	振动三轴实验	61
第 8 章	土工原位测试实验	67
8.1	原位密度实验	67
8.2	载荷实验	70
8.3	静力触探实验	72
8.4	十字板剪切实验	75
参考文献		78

第 1 章 土的三相组成及物性指标

1.1 土的形成

土是由地壳表面的岩石经过物理风化、化学风化和生物风化作用形成的产物。经过这些风化作用所形成的矿物颗粒堆积在一起，颗粒间存在着孔隙，孔隙间填充着水和空气。这种松散的固体颗粒（有时还会含有机质）、水和气体的集合体即是土。

土在其形成的过程中还受到重力、流水、冰川和风等自然力的作用而运动、迁移和沉积，在不同的自然环境中沉积，形成不同的结构与构造。

广泛分布在地壳表面的土，主要特征是分散性、复杂性和易变性。因其组成是固体颗粒和孔隙及存在于孔隙中的水和气体的分散体系，与岩石相比土颗粒之间没有或只有很弱的联结，因而土的强度低且易变形。因受不同自然力作用，在不同的环境下沉积，造成了土的分布和性质方面的复杂性。又因为土具有分散性，它的性质极易受到外界温度和湿度变化的影响，表现出多变性。土的这些特征无疑都将反映到它的物理、化学和力学等性质中。

1.2 土的三相组成

如图 1.1 所示，土是由土颗粒（固相）、水（液相）及气体（气相）三种物质组成的集合体。

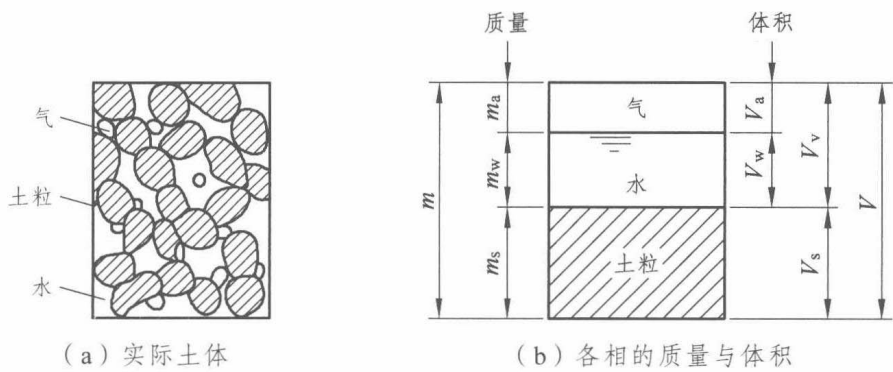


图 1.1 土的三相组成

1.2.1 固 相

土的固相物质分为无机矿物颗粒和有机质，成为土体的骨架。矿物颗粒由原生矿物和次生矿物组成。

土在风化过程中，往往有微生物参与，在土中产生有机质成分。在土中，有机质成分分解完全的，称为腐殖质土；若土中有机质成分分解不完全，尚存在残余物的，称为泥炭。有机质成分对土的工程性质产生不利影响。

1.2.2 液 相

土的液相是指土孔隙中存在的水。一般把这种水的物理性质看成与自由水的物理性质一样，是无色、无味、无臭的中性液体，其密度等于 1 g/cm^3 ，在 0°C 时冻结，在 100°C 时沸腾。但实质上，土中的水是成分复杂的电解水溶液，它与土粒间有着复杂的相互作用。

水在土中以三种状态存在：固态、液态和气态。

1. 气态水

土孔隙中存在水汽，它与空气形成气态混合物。在大气压力、温度、湿度变化的影响下，气态水被迫随着土中空气在土中移动，或者由于水汽压力梯度的存在，以扩散的方式积极移动。

2. 液态水

可分为存在于矿物颗粒内部的水及存在于颗粒间孔隙中的水。

(1) 结合水。根据被吸附的程度可分为两种形式：强结合水和弱结合水。

强结合水：靠近黏粒粒面的结合水。强结合水受到的吸引力可达 1 GPa 。强结合水只有转变为气态，才能够移动。这种转变依赖于温度和湿度的变化，要经高温烘烤（ $150^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ ）才会气化脱离。强结合水没有溶解和导电能力。

强结合水在砂土中的含量极微，不到 1%，只含强结合水的砂土呈散粒状态。在黏性土中的含量可多达 $10\% \sim 20\%$ 。只含强结合水的黏性土可呈固体状态，磨碎后呈粉末。

弱结合水：也称薄膜水。位于强结合水外围，占结合水的绝大部分，被吸附在土粒表面。弱结合水受到的粒面引力随离粒面距离的增大而减小；并可向引力较大处或结合水较薄处移动，但移动的速度很小。它具有溶解和移动盐分的能力。土中含弱结合水可使土具有塑性（即土可以被捏成各种形状而不破裂，也不流动的特性）。弱结合水在黏性土中含量可达 $30\% \sim 40\%$ 甚至以上。弱结合水在土中的含量可在一些外因影响下发生变化，从而引起黏性土物理力学性质的显著变化。

结合水（包括强结合水和弱结合水）有时占据很大的容积，因而减少了内部孔隙和毛细管的断面（有时减少 $20\% \sim 40\%$ ）。在高黏粒含量的土中，结合水完全能够充满细小孔隙，这就降低了土的渗透性。

(2) 毛细水。土中固、液、气三相交界处，因分子引力和水的表面张力克服水的重力影响，能在粒间细缝中滞留或上升到一定高度的水。毛细水的上升高度在粗粒中很小，在细粒

中较大。毛细水的表面张力使缝壁粒面产生内挤压力，即毛细压力。由于表面张力的作用，毛细水可在土孔隙中移动。它能够溶解盐分并使之发生迁移，地基中毛细水的上升可能降低土的力学强度，并因毛细压力增加而增加沉降量。在寒冷地区，毛细水上升可能加剧冻胀现象，造成严重冻胀，从而破坏道路及构造物。

(3) 重力水。在重力或压力差作用下运动的普通水，它倾向于垂直下行（或侧向的沿地面坡度）运动。运动的水可带走土中的细粒或使土处于失重状态而丧失稳定。重力水还能溶解或析出水中的水溶盐，改变土的工程性质。

3. 冰

冰是处于固态的晶体状态中的水。

1.2.3 气 相

土中的气体主要指土孔隙中充填的空气及水汽，有时也有可能较多的二氧化碳、沼气等。土中气体有不同的存在形式。当与大气相连通时，在外力作用下，自由气体被很快地从孔隙中挤出，一般不影响土的工程性质；封闭气体的存在会降低土的透水性和使土不易压实，当受压冲破土层逸出时，会造成突然沉陷。

1.3 土的物理性质指标

将分布于土中的土颗粒、水和气分别集中起来，划分为固相、液相、气相三部分（图 1.1 (b)），称为三相图。

这三种物质在体积和质量上所占比例不同，会对土的物理、力学性质产生直接的影响。

由图 1.1、图 1.2 可知：

土样的体积

$$V = V_s + V_w + V_a$$

土样的质量

$$m = m_s + m_w + m_a$$

因 $m_a \approx 0$ ，故

$$m = m_s + m_w$$

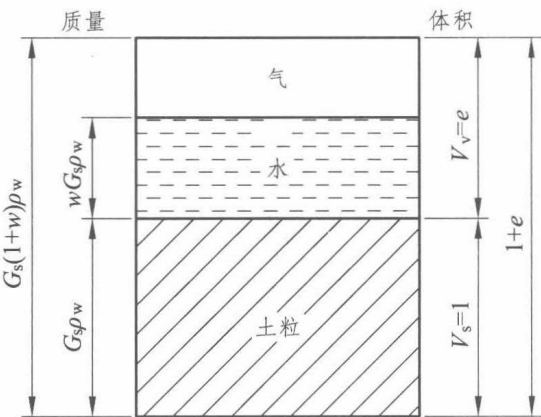


图 1.2 单元土的三相图

1. 土的密度 ρ

土的密度为土体单位体积的质量，即

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{g/cm}^3) \tag{1.1}$$

土粒密度

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (1.2)$$

2. 土颗粒的比重 G_s

土颗粒的比重为土的固体颗粒的单位体积的质量与水 4 °C 时单位体积的质量之比，即

$$G_s = \frac{m_s / V_s}{m_w / V_{w4\text{ }^{\circ}\text{C}}} \quad (1.3)$$

土粒比重取决于土的矿物成分，其变化范围一般在 2.60 ~ 2.75。

3. 土的含水率 w

土的含水率为土中水的质量与固体颗粒质量之比，通常以百分数表示，即

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1.4)$$

含水率是表示土湿度的指标。土的天然含水率变化范围很大，从干砂接近于零，一直到某些饱和黏土的百分之几百。

上述三项指标是通过试验直接测定的，称为基本物理性质指标。

4. 干密度 ρ_d

干密度为土的固体颗粒质量与土的总体积之比，即

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (1.5)$$

土的干密度越大，土越密实。所以干密度常用作填土压实的控制指标。

5. 饱和密度 ρ_{sat}

饱和密度为土中孔隙全部被水充满时土的密度，即

$$\rho_{\text{sat}} = \frac{m_s + V_v \rho_w}{V} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (1.6)$$

式中： ρ_w 是水的密度， $\rho_w = 1 \text{ g/cm}^3$ 。

6. 浮密度（或称浸水密度） ρ'

浮密度为土完全浸在水中受到水的浮力作用时的单位体积的质量，即

$$\rho' = \frac{m_s - V_s \rho_w}{V} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (1.7)$$

或

$$\rho' = \rho_{\text{sat}} - \rho_w \quad (\text{g/cm}^3) \quad (1.8)$$

7. 孔隙比 e

孔隙比为土中孔隙的体积与固体颗粒体积之比，即

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1.9)$$

孔隙比可用来评价土的紧密程度。

8. 孔隙率 n

孔隙率为土中孔隙体积与总体积之比，一般用百分数表示，即

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad (1.10)$$

孔隙比与孔隙率之间存在下述换算关系：

$$n = \frac{e}{1+e} \quad (1.11)$$

9. 饱和度 S_r

饱和度为孔隙中水的体积与孔隙体积之比，即

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \quad (1.12)$$

饱和度用来描述土中水充满孔隙的程度。 $S_r = 0$ 时，土是完全干燥的； $S_r = 1$ 时，土为完全饱和的。

上述指标中，第 4 到第 9 项指标，可以通过前 3 项指标由图 1.2 的三相图换算求出，见表 1.1。

表 1.1 三相指标的换算关系

指标	符号	定义式	换算关系式
孔隙比	e	$e = \frac{V_v}{V_s}$	$e = \frac{G_s(1+w)\rho_w}{\rho} - 1$
孔隙率	n	$n = \frac{V_v}{V} \times 100\%$	$n = 1 - \frac{\rho}{G_s \rho_w (1+w)}$
干密度	ρ_d	$\rho_d = \frac{m_s}{V}$	$\rho_d = \frac{\rho}{1+w}$
饱和密度	ρ_{sat}	$\rho_{sat} = \frac{m_s + V_v \rho_w}{V}$	$\rho_{sat} = \frac{(G_s + e)\rho_w}{1+e}$
浮密度	ρ'	$\rho' = \frac{m_s - V_s \rho_w}{V}$	$\rho' = \frac{\rho_w (G_s - 1)}{1+e}$
饱和度	S_r	$S_r = \frac{V_w}{V_v}$	$S_r = \frac{w G_s}{e}$

第 2 章 土的工程分类

2.1 概 述

土的工程分类是岩土工程勘察的基本内容，用于对土的鉴别、定名和描述，以便对土的性状作定性评价。

土的工程分类一般有下列几种方法：

- (1) 按地质成因，可分为残积土、坡积土、洪积土、冲积土、淤积土和冰积土等。
- (2) 按地质沉积年代，可分为老沉积土、一般沉积土和新近沉积土。
- (3) 按颗粒级配或塑性指数，可分为碎石类土、砂类土、粉土和黏性土。
- (4) 按有机质含量，可分为无机土、有机土。
- (5) 按分解程度，可分为泥炭质土和泥炭。
- (6) 按土的工程性质的特殊性，可分为一般土和特殊土（如黄土、软土、膨胀土、红黏土、冻土等）。

2.2 土颗粒组成

土粒大小是描述土的最直观和最简单的标准。土粒的形状是不规则的，很难直接量测其大小，因而需要通过一些分析方法来确定。常用的分析方法有两种：大于 0.075 mm 的土粒常采用筛析法，小于 0.075 mm 的土粒则用水分法。

筛析法就是把土样置于筛网网孔逐级减小的一套标准筛上摇振，停留在某一筛孔上的土粒质量即代表土粒大于该筛孔而又小于上一筛孔的土粒质量。

水分法中常用的方法是密度计法。将土样加水制成悬浮液，用密度计测定不同时间悬液的密度，通过计算，得到不同粒径颗粒质量所占的比例。

土粒的大小称为粒度。在工程上，常把大小相近的土粒合并为一组，称为粒组。划分粒组有两种方式。

- (1) 任意划分的方式：按一定的比例递减关系划分粒组的界限值。
- (2) 考虑土粒性质变化的方式：使划分的粒组界限值与粒组性质（如物理性质、水理性质、力学性质等）的变化相适应。

对粒组的划分，各个国家，甚至一个国家各个部门都有不同的规定。表 2.1 所示为我国

交通部《公路土工试验规程》(JTG E40—2007) 及原水利电力部《土工试验规程》(SL 237—1999) 中粒组的划分。

表 2.1 土粒粒组的划分

粒组统称	粒组名称		《土工试验规程》 (SL 237—1999)	《公路土工试验规程》 (JTG E40—2007)
			粒组范围 (mm)	粒组范围 (mm)
巨粒组	漂石		>200	>200
	卵石		200 ~ 60	200 ~ 60
粗粒组	砾粒 (角砾)	粗砾	60 ~ 20	60 ~ 20
		中砾	20 ~ 5	20 ~ 5
		细砾	5 ~ 2	5 ~ 2
	砂粒	粗砂	2 ~ 0.5	2 ~ 0.5
		中砂	0.5 ~ 0.25	0.5 ~ 0.25
		细砂	0.25 ~ 0.075	0.25 ~ 0.075
细粒组	粉粒		0.075 ~ 0.005	0.075 ~ 0.002
	黏粒		<0.005	<0.002

2.3 碎石土分类

碎石土是指粒径大于 2 mm 的颗粒含量超过总质量 50% 的土。按粒径和颗粒形状可进一步划分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾，见表 2.2。

表 2.2 碎石土的分类

土的名称	颗粒形状	粒组含量
漂石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200 mm 的颗粒含量超过总质量的 50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20 mm 的颗粒含量超过总质量的 50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2 mm 的颗粒含量超过总质量的 50%
角砾	棱角形为主	

注：分类时应根据粒组含量由大到小以最先符合者确定。

2.4 砂土分类

砂土是指粒径大于 2 mm 的颗粒含量不超过总质量的 50%且粒径大于 0.075 mm 的颗粒含量超过总质量 50%的土。砂土还可分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂，见表 2.3。

表 2.3 砂土的分类

土的名称	粒 组 含 量
砾砂	粒径大于 2 mm 的颗粒含量超过总质量的 25%~50%
粗砂	粒径大于 0.5 mm 的颗粒含量超过总质量的 50%
中砂	粒径大于 0.25 mm 的颗粒含量超过总质量的 50%
细砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒含量超过总质量的 85%
粉砂	粒径大于 0.075 mm 的颗粒含量超过总质量的 50%

2.5 细粒土分类

粒径大于 0.075 mm 的颗粒含量不超过总质量的 50%的土属于细粒土,细粒土可划分为粉土和黏性土两大类。黏性土可再划分为粉质黏土和黏土两大类，划分标准见表 2.4。

表 2.4 细粒土分类

塑 性 指 数	土 的 名 称
$I_p > 17$	黏 土
$10 < I_p \leq 17$	粉质黏土
$I_p \leq 10$	粉 土

粉土是介于砂土和黏性土之间的过渡性土类，它同时具有砂土和黏性土的某些特征。根据黏粒含量可以将粉土再划分为砂质粉土和黏质粉土，具体划分标准见表 2.5。

表 2.5 粉土的分类

黏 粒 含 量	土 的 名 称
粒径小于 0.005 mm 的颗粒含量小于等于总质量的 10%	砂 质 粉 土
粒径小于 0.005 mm 的颗粒含量大于总质量的 10%	黏 质 粉 土

第 3 章 试样制备和饱和

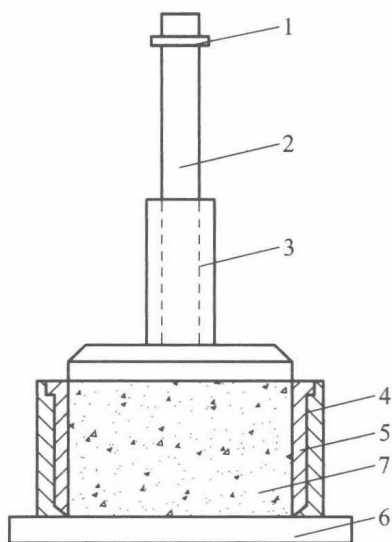
3.1 试样制备

3.1.1 取土样

按常规原状土样同一组试样间密度的允许差值为 0.03 g/cm^3 ，含水率之差不得大于 2%；扰动土样同一组试样的密度与要求的密度之差不得大于 0.01 g/cm^3 ，一组试样的含水率与要求的含水率之差不得大于 1%。

3.1.2 试样制备所需的主要仪器设备

- (1) 细筛：孔径 0.5 mm、2 mm、5 mm。
- (2) 洗筛：孔径 0.075 mm。
- (3) 台秤和天平：称量 10 kg，最小分度值为 5 g；称量 200 g，最小分度值为 0.01 g；称量 3 000 g，最小分度值为 0.1 g。
- (4) 环刀：内径 61.8 mm，高 40 mm；内径 61.8 mm，高 20 mm；内径 79.8 mm，高 40 mm。
- (5) 击样器：如图 3.1 所示；压样器：如图 3.2 所示。



1—定位环；2—导杆；3—击锤 4—击样筒；5—环刀；6—底座；7—试样

图 3.1 击样器

(6) 抽气设备：应带真空表和真空缸。

(7) 其他：削土刀、钢丝锯、碎土工具、烘箱、蒸发皿等。

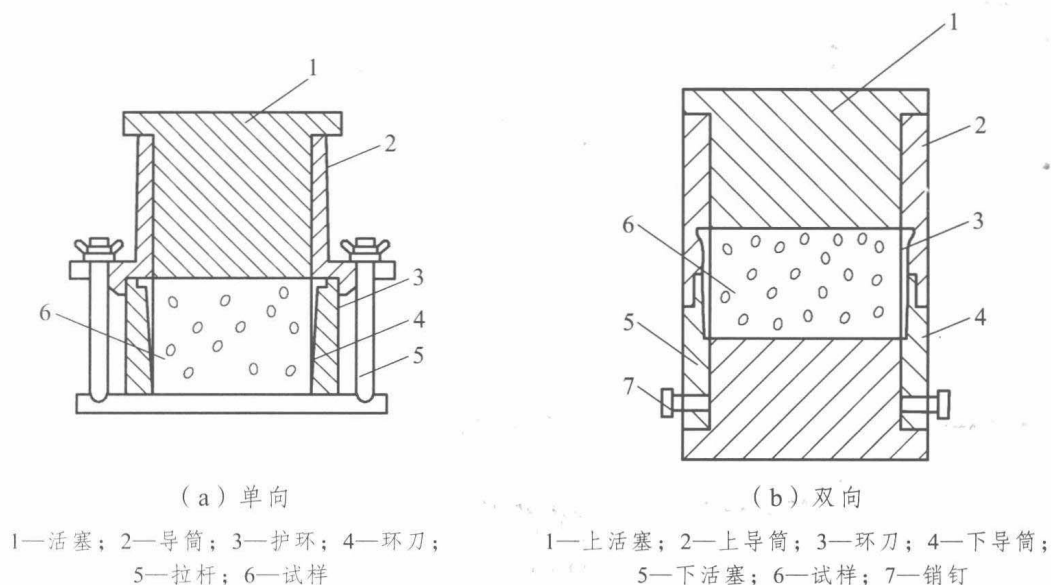


图 3.2 压样器

3.1.3 原状土试样制备

原状土试样制备应按下列步骤进行：

(1) 将土样包装按标明的上下方向放置，小心剥去蜡封和胶带，开启土样包装，取出土样，检查土样结构。当确定土样已受扰动或取土质量不符合规定时，不能作为进行力学性质试验的试样。

(2) 用环刀切取试样时，应在环刀内壁涂一薄层凡士林，刃口向下放在土样上，将环刀垂直下压，并用削土刀沿环刀外侧切削土样，边压边削至土样高出环刀。根据土样的软硬采用钢丝锯或削土刀整平环刀两端土样，擦净环刀外壁，称环刀和土的总质量。从余土中取代表性土样测定含水率。

(3) 切削土样时，应对土样的层次、气味、颜色、夹杂物、裂缝和均匀性进行描述，对低塑性和高灵敏度的软土，制样时不得扰动。

3.1.4 扰动土试样的用土

扰动土试样的用土应按下列步骤进行：

(1) 将土样从土样筒或包装袋中取出，对土样的颜色、气味、夹杂物和土类及均匀程度进行描述，并将土样弄碎，拌和均匀，取代表性土样测定含水率。

(2) 对均质和含有机质的土样，宜采用天然含水率状态下的代表性土样，供颗粒分析、界限含水率实验。对非均质土应根据实验项目取足够数量的土样，置于通风处晾干至可碾散为止。对砂土和进行比重实验的土样宜在 $105^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$ 温度下烘干；对有机质含量超过 5%

的土、含石膏和硫酸盐的土，应在 65 °C ~ 70 °C 温度下烘干。

（3）将风干或烘干的土样放在橡皮板上用木碾碾散，对不含砂和砾的土样，可用碎土器碾散（不得将土粒破碎）。

（4）分散后的粗粒土和细粒土应按表 3.1 的要求过筛。对含细粒土的砾质土，应先用水浸泡并充分搅拌，使粗细颗粒分离后，按不同实验项目的要求进行过筛。

表 3.1 取样质量和过筛标准

土样 数量 项目	土类	黏性土		砂土		过筛标准 (mm)
		原状土 (筒) φ10 cm × 20 cm	扰动土 (g)	原状土 (筒) φ10 cm × 20 cm	扰动土 (g)	
含水率			800		500	
比重			800		500	
颗粒分析			800		500	
界限含水率			500			0.5
密度	1					
固结	1		2 000			2.0
黄土湿陷	1					
三轴压缩	2		5 000		5 000	2.0
膨胀、收缩	2		2 000		8 000	2.0
直接剪切	1		2 000			2.0
击实及 承载比			轻型>15 000 重型>30 000			5.0
无侧抗压强度	1					
反复直剪	1		2 000			2.0
相对密度					2 000	
渗透	1		1 000		2 000	2.0
化学分析			300			2.0
离心含水当量			300			0.5

3.1.5 扰动土样的制作

扰动土样的制作应按下列步骤进行：

- （1）试样的数量视项目而定，应有备用试样 1 个 ~ 2 个。
- （2）将碾散的风干土样通过孔径 2 mm 或 5 mm 的筛，取筛下足够实验用的土，充分拌匀，测定风干含水率，装入保湿缸或塑料袋内备用。
- （3）根据实验所需的土量与含水率，制备试样所需的加水量，应按式（3.1）计算：

$$m_w = \frac{m_0}{1 + 0.01w_0} \times 0.01(w_1 - w_0)$$

(3.1)