

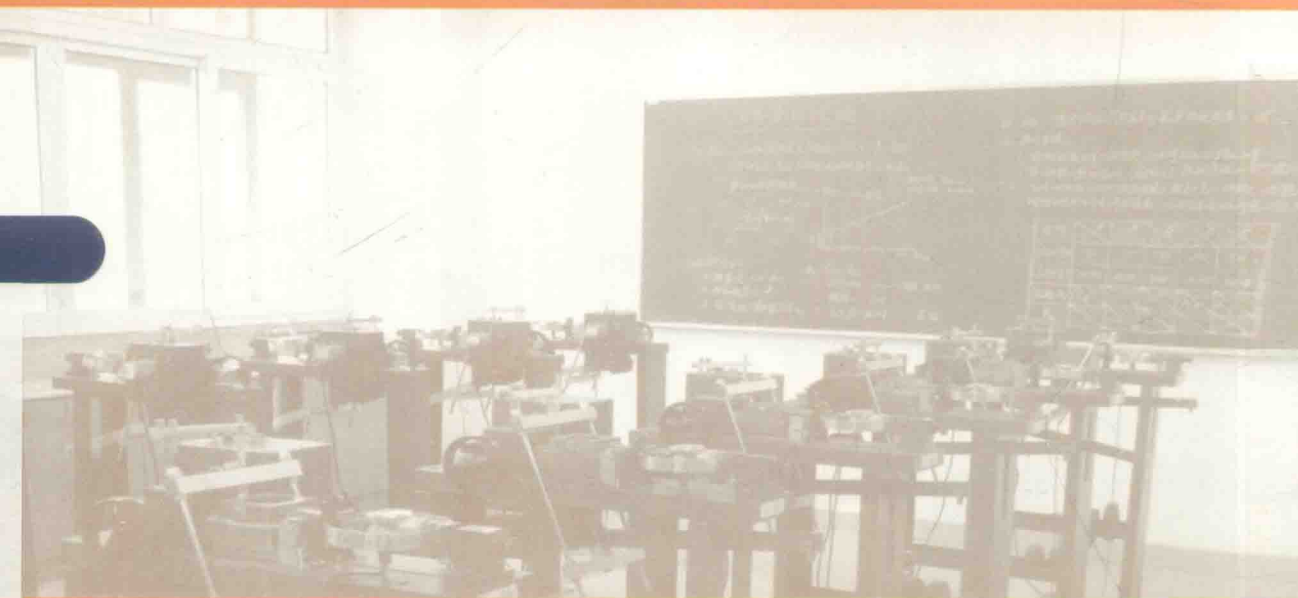


高等学校土木工程专业规划教材

土工试验指导书

Soil Testing Laboratory Manual

袁聚云 张陈蓉 钱建固 主 编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等学校土木工程专业规划教材

Soil Testing Laboratory Manual

土工试验指导书

袁聚云 张陈蓉 钱建固 主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书是为了配合土力学课程教材《土质学与土力学》中的土工试验教学而编写的试验指导用书。全书系统地介绍了土工试验的目的、方法、仪器设备以及成果整理方法,内容主要包括土的含水率试验、密度试验、土粒比重试验、液塑限联合测定法、圆锥仪液限试验、滚搓法塑限试验、筛析法颗粒分析试验、密度计法颗粒分析试验、渗透试验、击实试验、固结试验、直接剪切试验、无侧限抗压强度试验、三轴压缩试验和静止侧压力系数试验,每个试验项目均配有详细的试验操作步骤,便于学生开展和完成土工试验的全过程。

本书可作为高等学校土木工程等专业的土工试验教学用书,亦可供从事岩土工程设计、勘察和试验的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土工试验指导书 / 袁聚云, 张陈蓉, 钱建国主编

. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015. 2

ISBN 978-7-114-12078-7

I. ①土… II. ①袁… ②张… ③钱… III. ①土工试验—教学参考资料 IV. ①TU41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 031917 号

高等学校土木工程专业规划教材

书 名: 土工试验指导书

著 作 者: 袁聚云 张陈蓉 钱建固

责任编辑: 曲 乐 李 瑞

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 6.75

字 数: 145 千

版 次: 2015 年 2 月 第 1 版

印 次: 2015 年 2 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12078-7

定 价: 16.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

无论是地面上的高层建筑、重型厂房、高速公路和机场,还是地面下的铁路、车库和隧道等,这些工程建设项目都与它们赖以存在的土体有着密切的关系。一方面,由于建设的需要,结构物不断趋向于高、大、重、深,要求对土的工程性质有更深更全面的了解和认识;另一方面,我国地域辽阔,自然地理环境各不相同,土的种类各种各样,土的工程性质也千变万化。因此,如何有效地开展土工试验,正确地测定土的工程性质,并提供可靠的性质参数指标,对于各类工程项目建设是至关重要的,而且也是首先要解决的问题。

土工试验是土木工程中的重要内容之一,也是土力学课程中一个不可缺少的教学环节。本书是为了配合土力学课程中的土工试验教学而编写的试验指导用书。书中反映了作者多年的土工试验经验以及教学心得,并参考了国家及有关行业关于土工试验的现行规范和规程。根据土工试验的特点及教学要求,本书强调指导性和实用性,力求详细、易懂和完整,每个试验项目内容不仅有试验目的、试验方法和仪器设备,更有详尽的试验操作步骤和成果整理方法,便于学生开展和完成土工试验的全过程。

本书内容主要包括土的含水率试验、密度试验、土粒比重试验、液塑限联合测定法、圆锥仪液限试验、滚搓法塑限试验、筛析法颗粒分析试验、密度计法颗粒分析试验、渗透试验、击实试验、固结试验、直接剪切试验、无侧限抗压强度试验、三轴压缩试验和静止侧压力系数试验。

本书由袁聚云、张陈蓉和钱建固主编,全书最后由袁聚云负责统稿。同济大学研究生卢恺为本书的文字输入及插图绘制做了大量的工作,同济大学杨熙章、徐仁龙、陈宝等老师为本书提供了部分土工试验教学资料及教学体会,本书在编写过程中还引用了许多专家、学者在教学、科研和试验中积累的资料和经验以及有关的规范规程条文,在此一并表示感谢。

限于作者水平,书中难免存在不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2014年10月于同济大学

目 录

试验一	含水率试验	1
试验二	密度试验	5
试验三	土粒比重试验	9
试验四	液塑限联合测定法	17
试验五	圆锥仪液限试验	21
试验六	滚搓法塑限试验	25
试验七	筛析法颗粒分析试验	29
试验八	密度计法颗粒分析试验	37
试验九	渗透试验	45
试验十	击实试验	59
试验十一	固结试验	65
试验十二	直接剪切试验	75
试验十三	无侧限抗压强度试验	79
试验十四	三轴压缩试验	83
试验十五	静止侧压力系数试验	91
参考文献		99

试验一 含水率试验

土的含水率 w 是土在 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 下烘干到恒重时所失去的水质量与达到恒重后干土质量的比值,以百分数表示。

一、试验目的

测定土的含水率,以了解土的含水情况。含水率是计算土的干密度、孔隙比、饱和度、液性指数等不可缺少的一个基本指标,也是控制建筑物地基、路堤、土坝等施工质量的重要指标。

二、试验方法

含水率试验方法主要有烘干法、酒精燃烧法以及比重法等,其中以烘干法为室内试验的标准方法。现介绍烘干法。

三、烘干法试验

1. 仪器设备

(1)烘箱:能保持温度为 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的电热恒温烘箱。

(2)天平:称量 200g ,最小分度值 0.01g 。

(3)其他:装有干燥剂的干燥容器、铝制称量盒、切土刀等。

2. 操作步骤

(1)从土样中选取具有代表性的试样 $15\sim 30\text{g}$ (有机质土、砂类土和整体状构造冻土为 50g),放入称量盒内,立即盖上盒盖,称取盒加湿土的质量,精确至 0.01g 。

(2)打开盒盖,将试样和盒一起放入烘箱中,在 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的恒温下烘至恒量。试样烘至恒量的时间,对于黏土和粉土宜烘 $8\sim 10\text{h}$;对于砂土宜烘 $6\sim 8\text{h}$;对于含有机质超过干土质量 5% 的土,应将温度控制在 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ 的恒温下烘 $12\sim 15\text{h}$ 。

(3)将烘干后的试样和盒从烘箱中取出,放入干燥器内冷却至室温,冷却时间一般为 $0.5\sim 1\text{h}$ 。

(4)将试样和盒从干燥器内取出,盖好盒盖,称取盒加干土的质量,精确至 0.01g 。

3. 计算含水率

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \times 100 \quad (1-1)$$

式中: w ——土的含水率(%),精确至 0.1% ;

m_1 ——称量盒加湿土质量(g);

m_2 ——称量盒加干土质量(g);

m_0 ——称量盒质量(g)。

含水率试验应进行两次平行测定,并取两次含水率测值的算术平均值。允许的平行测定差值为:当含水率小于 5% 时允许平行误差为 0.3% ;当含水率小于 40% 时允许平行误差为 1% ;当含水率等于、大于 40% 时允许平行误差为 2% 。

4. 试验记录

含水率试验记录见表 1-1。



含水率试验记录表

表 1-1

专 业 _____
学 号 _____
姓 名 _____

试验成绩 _____
试验班级 _____
试验日期 _____

试样编号	盒号	盒加湿土 质量(g)	盒加干土 质量(g)	盒质量 (g)	水分质量 (g)	干土质量 (g)	含水率 (%)	平均含水率 (%)
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
					(1)－(2)	(2)－(3)	$\frac{(4)}{(5)} \times 100$	

试验二 密度试验

土的密度 ρ 是指土的单位体积质量,是土的基本物理性质指标之一,单位为 g/cm^3 。

一、试验目的

测定土的密度,以了解土的疏密和干湿状态。土的密度是计算土的自重应力、干密度、孔隙比、孔隙率和饱和度等指标的重要依据,也是土压力计算、土坡稳定性验算、地基承载力和沉降量估算以及填土压实度控制的重要指标之一。

土的密度一般是指土的湿密度 ρ ,除此以外还有土的干密度 ρ_d 、饱和密度 ρ_{sat} 和有效密度 ρ' 。

二、试验方法

密度试验方法主要有环刀法、蜡封法、灌水法和灌砂法等。对于细粒土,宜采用环刀法。现介绍环刀法。

三、环刀法试验

1. 仪器设备

(1)环刀:内径 6.18cm(面积 30cm^2),高度 2cm。

(2)天平:称量 500g,最小分度值 0.1g。

(3)其他:修土刀、钢丝锯、毛玻璃板和圆玻璃片等。

2. 操作步骤

(1)按工程需要取原状土或人工制备所要求的扰动土样,其直径和高度应大于环刀的尺寸,整平两端放在玻璃板上。

(2)将环刀的刃口向下放在土样上,然后将环刀垂直下压,边压边削,至土样上端伸出环刀为止,用钢丝锯或修土刀将两端余土削去修平,并及时在两端盖上平滑的圆玻璃片,以免水分蒸发。

(3)擦净环刀外壁,移去圆玻璃片,然后称取环刀加土质量,精确至 0.1g。

3. 计算密度

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 - m_0}{V} \quad (2-1)$$

式中: ρ ——土的湿密度(g/cm^3),精确至 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$;

m ——湿土质量(g);

V ——环刀容积(cm^3);

m_1 ——环刀加湿土质量(g);

m_0 ——环刀质量(g)。

密度试验应进行两次平行测定,两次测定的差值不得大于 $0.03\text{g}/\text{cm}^3$,取两次测值的算术平均值。

4. 试验记录

环刀法测定的密度试验记录见表 2-1。

上交试验报告，请学生沿此线撕下

试验成绩_____

试验班级

试验日期

[illegible]

试验三 土粒比重试验

土粒比重 G_s 是指土粒在 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘干至恒重时的质量与同体积纯水 (4°C) 质量的比值。土粒比重在数值上等于土粒密度 (g/cm^3), 但土粒比重是无量纲的。

一、试验目的

土粒比重是土的基本物理性质之一, 测定土粒比重, 可为土的孔隙比、饱和度计算以及颗粒分析试验、固结试验等提供必需的数据。

二、试验方法

根据土粒粒径不同, 土粒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, 应采用比重瓶法进行土粒比重试验, 其中对于排出土中空气的土可用煮沸法和真空抽气法。现介绍比重瓶法试验。

三、比重瓶法试验

1. 仪器设备

(1) 比重瓶: 容积 100mL 或 50mL , 分长颈和短颈两种。

(2) 天平: 称量 200g , 最小分度值 0.001g 。

(3) 恒温水槽: 灵敏度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 砂浴: 应能调节温度。

(5) 温度计: 刻度 $0\sim 50^{\circ}\text{C}$, 最小分度值为 0.5°C 。

(6) 其他: 烘箱、玻璃漏斗、滴管、纯水、孔径为 5mm 的筛等。

2. 操作步骤

(1) 比重瓶校正

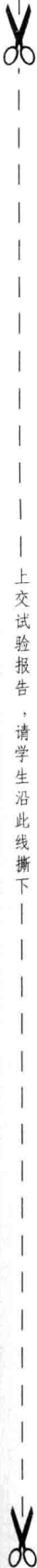
①将比重瓶洗净、烘干, 置于干燥器内, 冷却至室温后, 称比重瓶质量, 精确至 0.001g , 比重瓶质量需平行测定两次, 两次的差值不得大于 0.002g , 并取其算术平均值。

②将煮沸经冷却至室温后的纯水注入比重瓶内, 当用长颈比重瓶时, 应将纯水注到刻度处为止; 当用短颈比重瓶时, 则应将纯水注满, 塞紧瓶塞, 多余的水将会从瓶塞毛细管中溢出, 使瓶内无气泡。

③调节恒温水槽温度至 5°C 或 10°C , 然后将比重瓶放入恒温水槽内, 待瓶内水温稳定后, 将比重瓶取出, 擦干瓶外壁, 称瓶和水总质量, 精确至 0.001g 。

④以 5°C 温度的级差, 调节恒温水槽的水温, 然后逐级测定不同温度下的比重瓶和水总质量, 直至达到本地区最高自然气温为止。每个温度均应进行两次平行测定, 两次测定的差值不得大于 0.002g , 并取其算术平均值。

⑤记录不同温度下的比重瓶和水总质量 (表 3-1), 并以瓶和水总质量为横坐标, 温度为纵坐标, 绘制瓶和水总质量与温度的关系曲线 (图 3-1)。



比重瓶校准记录表

表 3-1

专 业 _____
学 号 _____
姓 名 _____

试验成绩 _____
试验班级 _____
试验日期 _____

瓶 号 _____ 瓶 质 量 _____ 瓶 容 积 _____			
温度 (℃)	瓶加水质量 (g)		瓶加水质量平均值 (g)
	(1)		
	(2)		
	(1)		
	(2)		
	(1)		
	(2)		
	(1)		
	(2)		
	(1)		
	(2)		
	(1)		
	(2)		

