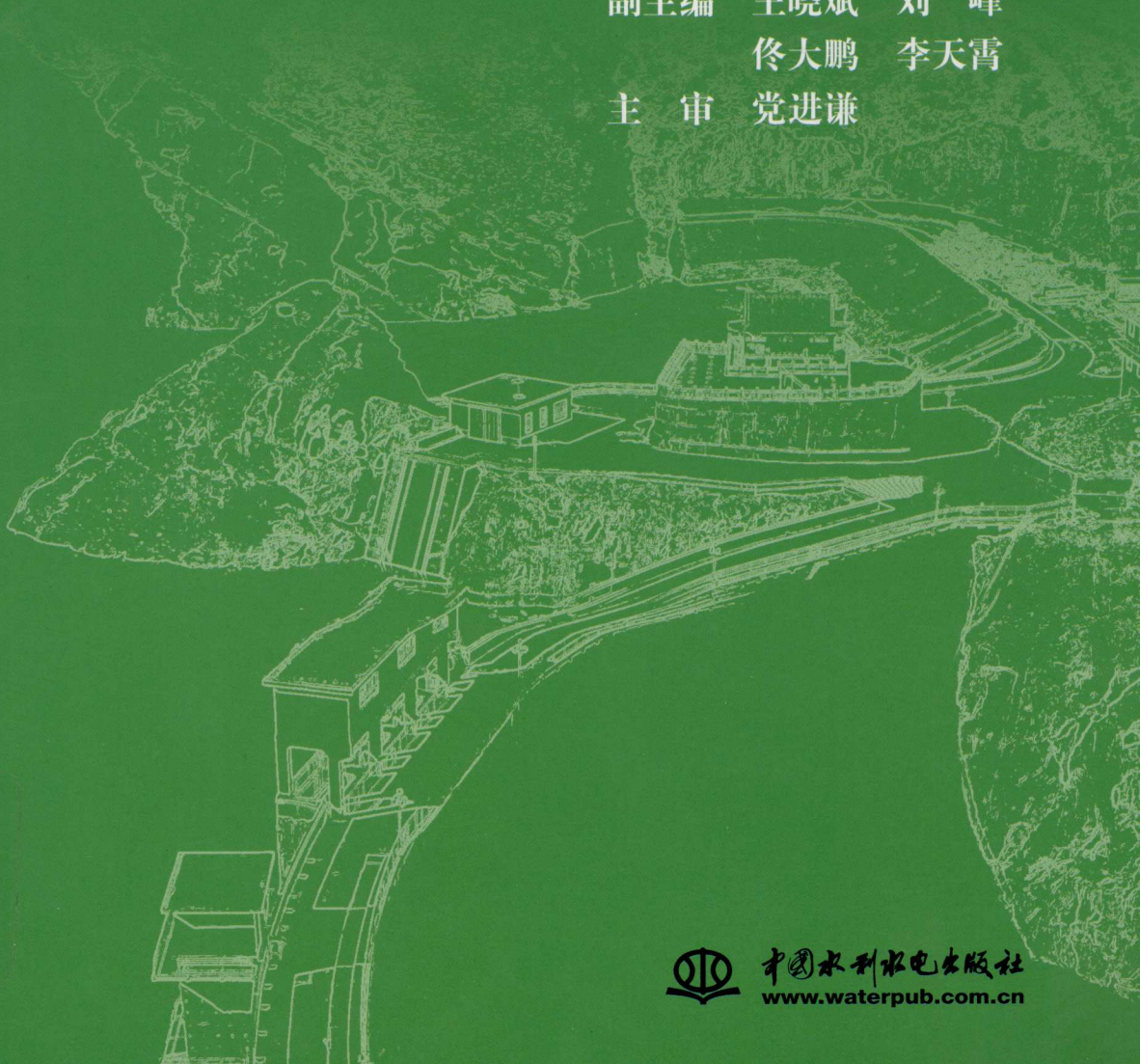




普通高等教育“十二五”规划教材

土力学实验指导

主 编 刘 东
副主编 王晓斌 刘 峰
佟大鹏 李天霄
主 审 党进谦



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十二五”规划教材

土力学实验指导

主 编 刘 东
副主编 王晓斌 刘 峰
佟大鹏 李天霄
主 审 党进谦



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材内容包括土的基本物理性质指标试验、土的界限含水量试验、土的动力特性测定试验、土的渗透试验、土的压缩固结试验、土的抗剪强度试验、综合设计试验等。本教材可作为试验课教材单独使用，也可作为《土力学与基础工程》理论教材的配套教材。

本教材适用于水利水电工程、水文与水资源工程、农业水利工程等专业，同时也适用于土木工程、公路桥梁工程、港口工程等专业，也可作为工程技术人员和注册岩土师、注册结构师考试的参考用书。

图书在版编目 (C I P) 数据

土力学实验指导 / 刘东主编. — 北京 : 中国水利水电出版社, 2011. 8
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5084-8953-7

I. ①土… II. ①刘… III. ①土力学—实验—高等学校—教学参考资料 IV. ①TU4-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第177278号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 土力学实验指导
作 者	主 编 刘 东 副主编 王晓斌 刘 峰 佟大鹏 李天霄 主 审 党进谦
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 7.75印张 184千字
版 次	2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	15.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

为配合土力学课堂理论教学和试验教学，帮助学生加深对土力学课程基本概念、基本理论的理解，掌握土工试验的方法与试验成果的整理，方便学生自学，我们编写了这本配套学习指导教材。

土力学试验是土建类、水利类专业的一门重要试验课，具有很强的实践性与实用性，是整个课程体系中的一个重要实践教学环节。通过试验，可使学生了解各种土工试验仪器设备，掌握土的物理力学性质的试验方法，培养学生的土工试验操作技能、发现问题与解决问题的能力，提高学生的实践动手能力及工程素养，使学生形成严谨求实、吃苦耐劳、团结合作的工作作风，并形成初步的科研探索精神，为学生今后从事设计、施工及科研等工作奠定坚实基础。

本书由东北农业大学刘东主编，西北农林科技大学党进谦主审。绪论、试验1由东北农业大学刘东编写；试验2由东北农业大学王晓斌编写；试验3、试验5由黑龙江大学佟大鹏编写；试验4由东北农业大学李天霄编写；试验6、试验7由大连海洋大学刘峰编写。在编写过程中参考了多位专家学者的教学、科研成果，并得到中国水利水电出版社的大力帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2011年6月

试验注意事项

为确保试验顺利进行，达到预定的试验目的，必须做到下列几点。

1. 作好试验前的准备工作

- (1) 预习试验指导书，明确本次试验的目的、方法和步骤。
- (2) 弄清与本次试验有关的基本原理。
- (3) 对试验中所用到的仪器、设备，试验前应事先阅读有关仪器的使用说明。
- (4) 必须清楚地知道本次试验需记录的数据项目及数据处理的方法，并事前做好记录表格。
- (5) 除了解试验指导书中所规定的试验方案外，亦可多设想一些其他方案。

2. 遵守试验室的规章制度

- (1) 试验时应严肃认真，保持安静。
- (2) 爱护设备及仪器，并严格遵守操作规程，如发生故障应及时报告。
- (3) 非本试验所用的设备及仪器不得任意动用。
- (4) 试验完毕后，应将设备和仪器擦拭干净，并恢复到原来正常状态。

3. 认真做好试验

- (1) 注意听好教师对本次试验的讲解。
- (2) 清点试验所需设备，仪器及有关器材，如发现遗缺，应及时向教师提出。
- (3) 试验时，应有严格的科学作风，认真细致地按照试验指导书中所要求的试验方法与步骤进行。
- (4) 对于带电或贵重的设备及仪器，在接线或布置后应请教师检查，检查合格后，才能开始试验。
- (5) 在试验过程中，应密切观察试验现象，随时进行分析，若发现异常现象，应及时报告。
- (6) 记录下全部测量数据，以及所用仪器的型号及精度、试件的尺寸、量具的量程等。
- (7) 教学试验是培养学生动手能力的一个重要环节，因此学生在试验小组中虽有一定的分工，但每个学生都必须自己动手，完成所有的试验环节。
- (8) 学生在完成试验全部规定项目后，经教师同意可进行一些与本试验有关的其他试验。
- (9) 试验记录需要教师审阅签字，若不符合要求应重做。

4. 写好试验报告

试验报告是试验的总结，通过写试验报告，可以提高学生对试验结果的分析能力，因此试验报告必须由每个学生独立完成，要求清楚整洁，并要有分析及自己的观点。试验报告应具有以下基本内容：

- (1) 试验名称、试验日期、试验者及同组人员。
- (2) 试验目的。
- (3) 试验原理、方法及步骤简述。
- (4) 试验所用的设备和仪器的名称、型号。
- (5) 试验数据及处理。
- (6) 对试验结果的分析讨论。

目 录

前言

试验注意事项

绪论	1
试验 1 土的基本物理性质指标试验	3
1.1 试样制备及饱和	3
1.2 土的含水率试验	7
1.3 土的密度试验	9
1.4 土粒比重试验	12
1.5 土的颗粒分析试验	15
试验 2 土的界限含水量试验	23
2.1 土的液限试验	23
2.2 土的塑限试验	26
2.3 土的液限与塑限联合测定试验	28
试验 3 土的动力特性测定试验	32
3.1 土的击实试验	32
3.2 土的动力参数测定试验	37
试验 4 土的渗透试验	50
4.1 常水头渗透试验	50
4.2 变水头渗透试验	54
试验 5 土的压缩固结试验	57
5.1 土的压缩性指标测定试验	57
5.2 土的载荷试验（原位试验）	64
5.3 土的旁压试验（原位试验）	70
试验 6 土的抗剪强度试验	79
6.1 土的直接剪切试验	79
6.2 土的三轴压缩试验	84
6.3 无侧限抗压强度试验	91

6.4 十字板剪切试验 (原位试验)	94
试验 7 综合设计试验	97
7.1 无机结合料稳定材料性能的测定	97
7.2 土工合成材料性能的测定	102
7.3 建筑物地基变形与承载力的测定	107
参考文献	113

绪 论

土力学试验是土木、水利类专业的一门重要试验课，具有很强的实践性与实用性，是整个课程体系中的一个重要实践教学环节。通过试验，可使学生了解各种土工试验仪器设备，掌握土的物理力学性质的试验方法，培养学生的土工试验操作技能、发现问题与解决问题的能力，提高学生的实践动手能力及工程素养，使学生形成严谨求实、吃苦耐劳、团结合作的工作作风，并形成初步的科研探索精神，为学生今后从事设计、施工及科研等工作奠定坚实基础。

1. 土力学试验是土力学理论教学的重要辅助环节

本科生的教学试验分为基础试验、综合试验和创新试验三个层次。通过试验，可以验证课堂所学理论知识，加深对基础知识的理解，熟悉土力学试验所用的仪器设备，掌握各种试验技能，了解土的各种性质检验方法和有关的技术规范。通过试验，还可以培养学生独立实践的能力，培养学生的团队合作意识和严谨求实的科学精神。

2. 土力学试验能强化学生的基本理论知识

土力学试验使学生对具体材料的性能有进一步的了解，能熟悉、验证、巩固与丰富所学的理论知识。土力学试验内容包含 20 多个项目，学生通过现场操作，可增加对土的感性认识，加深对课堂所学理论知识的巩固和理解，为进一步学习房屋建筑学、钢筋混凝土结构、砌体结构、基础工程、施工技术与组织等专业课奠定扎实的前期理论基础。

3. 土力学试验能强化学生的工程实践能力

通过土力学试验，可使学生熟悉一些土工实验的国家标准（规范）、试验设备和检测技术等，熟悉土的技术性能，掌握试验数据处理和结果评定方法，使学生对具体材料的性能有进一步的了解。学生通过亲自动手操作，逐步掌握试验方法和提高试验技能，真正实现了理论联系实际的教学目标，并培养了学生的实践动手能力。反过来，也可以分析和判断操作不当可能带来的后果，为今后指导施工、加强监理以及进行工程质量事故分析指明了方向。在试验过程中，学生分析问题和解决问题的能力都得到了培养和提高。

4. 土力学试验能强化工程的质量评价体系，培养学生的工程质量观

土力学试验是主要是测定与地基土各种力学性能相关的指标，在土木工程中，与基础施工的安全性密切相关，任何一个指标的误差都可能造成工程的质量缺陷，甚至导致重大质量事故。因此，合格的土木工程技术人员必须准确熟练地掌握有关材料的知识，教材所列各项试验内容包括了国家现行规定的相应质量评价体系系列指标的测试。通过试验，学生对土的各种力学性能指标的测定会更加深刻，从而增强和培养了学生今后在工作中科学选择、合理使用材料的意识与能力。同时，通过学习土力学试验课程，能让学生了解常用

土工方法的现行技术及标准规范。例如，土的密度、含水量、比重的操作程序方法等，又如，土的抗剪强度试验，如果测定不准，将会导致地基土的稳定性差，进而使基础产生破坏，影响建筑物的安全和正常使用。学生通过试验，对比分析结果，可以切身体会到严谨、科学规范的工作方法的重要性，明确在工程施工过程中，任何环节的疏忽大意都可能给工程质量带来隐患，从而强化工程质量的意识和责任。

试验 1 土的基本物理性质指标试验

1.1 试样制备及饱和

试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, 应具备一个统一的试样制备方法和程序。

试样的制备可分为原状土的试样制备和扰动土的试样制备。对于原状土的试样制备主要包括土样的开启、描述、切取等程序; 而扰动土的制备程序则主要包括风干、碾散、过筛、分样和贮存等预备程序以及击实等制备程序, 这些程序步骤的正确与否, 都会直接影响到试验成果的可靠性, 因此, 试样的制备是土工试验工作的首要质量要素。

1.1.1 试验目的

- (1) 熟练掌握原状土样和扰动土样的制备程序。
- (2) 熟练掌握不同方法制备饱和土样的步骤。

1.1.2 试验仪器

- (1) 细筛: 孔径 5mm、2mm、0.5mm。
- (2) 洗筛: 孔径 0.075mm。
- (3) 台秤: 称量 10~40kg, 最小分度值 5g。
- (4) 天平: 称量 1000g, 最小分度值 0.1g; 称量 200g, 最小分度值 0.01g。
- (5) 碎土器: 磨土机。
- (6) 击样器: 如图 1-1 所示。
- (7) 压样器: 如图 1-2 所示。
- (8) 饱和器: 如图 1-3 所示。
- (9) 真空饱和装置: 如图 1-4 所示。
- (10) 其他: 烘箱、干燥器、保湿器、研钵、木碾、橡皮板、切土刀、钢丝锯、凡士林、喷水设备等。

1.1.3 基本概念

原状土样: 原状土样又称不扰动土样, 保持天然结构和天然含水率的土样。用于测定天然土的物理、力学性质, 如重度、天然含水率、渗透系数、压缩系数和抗剪强度等。

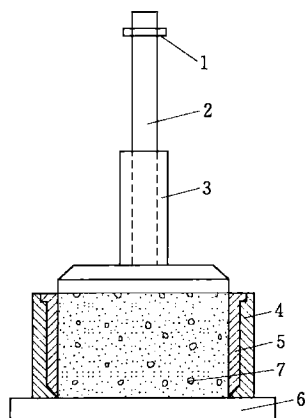


图 1-1 击样器

1—定位环; 2—导杆; 3—击锤; 4—击样筒;
5—环刀; 6—底座; 7—试样

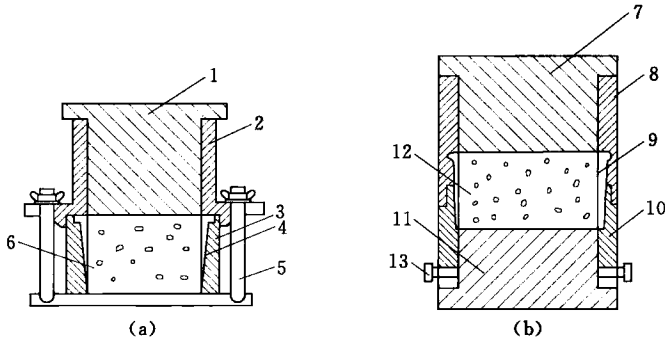


图 1-2 压样器

(a) 单向; (b) 双向

1—活塞; 2—导筒; 3—护环; 4—环刀; 5—拉杆; 6—试样; 7—上活塞;
8—上导筒; 9—环刀; 10—下导筒; 11—下活塞; 12—试样; 13—销钉

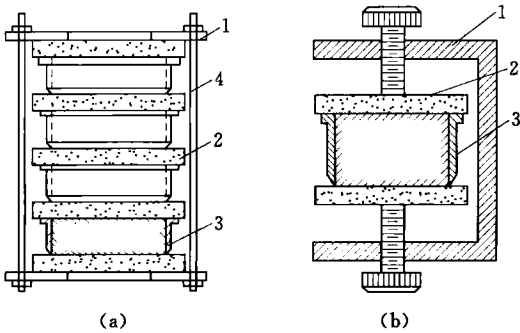


图 1-3 饱和器

(a) 叠式; (b) 框式

1—夹板; 2—透水板; 3—环刀; 4—拉杆

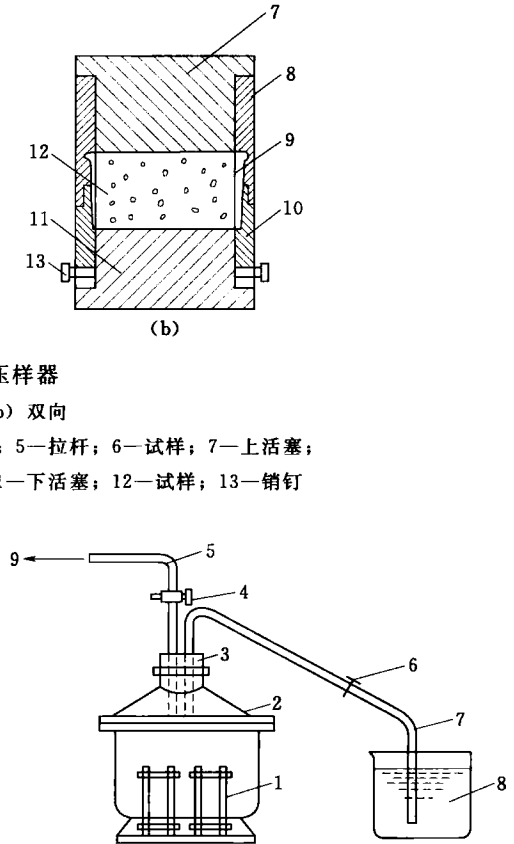


图 1-4 真空饱和装置

1—饱和器; 2—真空缸; 3—橡皮塞; 4—二通管;
5—排气管; 6—管夹; 7—引水管;
8—盛水器; 9—接抽气机

扰动土样: 扰动土样是天然结构受到破坏或含水率有了改变, 或二者兼而有之的土样。常用来测定土的粒度成分、土粒密度、塑限、液限、最优含水率、击实土的抗剪强度以及有机质和水溶盐含量等。

土的孔隙逐渐被水填充的过程称为饱和, 当土中孔隙全部被水充满时, 该土则称为饱和土。

1.1.4 试验步骤

1. 原状土的制备步骤

(1) 开启试样: 将土样筒按标明的上下方向放置, 小心开启包装皮, 观察原状土的颜色、气味、结构、夹杂物和均匀性等其他情况, 并做原状土开土记录。

(2) 切去试样: 环刀切取试样 (根据密度试验切取)。切削过程中应细心观察土样的情况, 并描述它的层次、气味、有无杂质、裂缝等。

(3) 剩余试样: 环刀切削的余土可做土的物理性试验, 切取试样后剩余的原状土样, 应用蜡纸封好, 置于保湿器内, 以备补做试验之用。

(4) 试样存放：视试样本身及工程要求，决定试样是否进行饱和，如不立即进行试验或饱和时，则将试样保存于保湿器内。

2. 扰动土的制备步骤

(1) 将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量。

(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，但应注意不得将土颗粒破碎。

(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 0.5mm 筛；对于力学性试验土样，过 2mm 筛；对于击实试验、比重试验（比重瓶法），过 5mm 筛。

(4) 试样制备：视工程实际情况，分别采用击样法、压样法和击实法。

1) 击样法：根据环刀的容积及所要求的干密度，制备湿土样。将湿土倒入预先装有环刀的击样器内，用击实方法将土击入环刀内，击实到所需密度，称环刀、土总质量。

2) 压样法：按规程称出所需的湿土质量。将湿土倒入预先装好环刀的压样器内，拂平土样表面，以静压力将土样压紧到所需密度，称环刀、土总质量。

3) 击实法：结合击实试验中的击实程序，将土样击实到所需密度，用推土器推出。环刀取土，并测出土样含水率。

(5) 为配制一定含水量的试样，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。

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

(7) 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，%。

(8) 根据试样所要求的含水量，按式 (1-2) 计算制备试样所需的加水量：

$$m_w = 0.01 (w - w_h) m_s \quad (1-2)$$

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，%。

(9) 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：

$$m = (1 + 0.01w_h) \rho_d V \quad (1-3)$$

式中 m ——制备试样所需的风干含水量时的总土质量，g；

ρ_d ——制备试样所要求的干密度，g/cm³；

V ——试样体积, cm^3 ;

w_b ——风干含水量, %。

(10) 把环刀外壁擦干净, 称环刀和土的总质量, 并同时测定土样的含水量。试样制备应尽量迅速, 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, 一般应多制备 1~2 组备用, 同一组试件的密度、含水量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。

3. 饱和试样制备步骤

根据土样的透水性能, 试样的饱和可分别采用浸水饱和法、毛细管饱和法和真空抽气饱和法三种方法:

(1) 对于粗粒土, 可采用直接在仪器内对试样进行浸水饱和的方法。

(2) 对于渗透系数大于 $10^{-4}\text{cm}/\text{s}$ 的细粒土, 可采用毛细管饱和法。

(3) 对于渗透系数小于、等于 $10^{-4}\text{cm}/\text{s}$ 的细粒土, 可采用真空抽气饱和法。

毛细管饱和法步骤如下:

(1) 选用框式饱和器, 在装有试样的环刀上、下面分别放滤纸和透水石, 装入饱和器内, 并通过框架两端的螺丝将透水石、环刀夹紧。

(2) 将装好试样的饱和器放入水箱内, 注入清水, 水面不宜将试样淹没, 以使土中气体得以排出。

(3) 关上箱盖, 浸水时间不得少于两昼夜, 以使试样充分饱和。

(4) 试样饱和后, 取出饱和器, 松开螺母, 取出环刀擦干外壁, 取下试样上下的滤纸, 称环刀和试样的总质量, 准确至 0.1g , 并计算试样的饱和度, 当饱和度低于 95% 时, 应继续饱和。

抽气饱和法步骤如下:

(1) 选用重叠式或框式饱和器和真空饱和装置。在重叠式饱和器下夹板的正中, 依次放置透水石、滤纸、带试样的环刀、滤纸、透水石, 如此顺序重复, 由下向上重叠到拉杆高度, 将饱和器上夹板盖好后, 拧紧拉杆上端的螺母, 将各个环刀在上、下夹板间夹紧。

(2) 将装有试样的饱和器放入真空缸内, 真空缸和盖之间涂一薄层凡士林, 并盖紧。

(3) 将真空缸与抽气机接通, 启动抽气机, 当真空压力表读数接近当地一个大气压力值后, 继续抽气不少于 1h, 然后微开管夹, 使清水由引水管徐徐注入真空缸内。在注水过程中, 微调管夹, 以使真空压力表读数基本保持不变。

(4) 待水淹没饱和器后, 即停止抽气, 开管夹使空气进入真空缸, 静止一段时间, 对于细粒土, 为 10h 左右, 借助大气压力, 从而使试样充分饱和。

(5) 打开真空缸, 从饱和器内取出带环刀的试样, 称环刀和试样总质量, 并计算试样的饱和度, 当饱和度低于 95% 时, 应继续抽气饱和。

思 考 题

(1) 什么是原状土? 什么是扰动土? 碾散土样为什么要在橡胶板上用木碾或胶头研钵

碾散？

(2) 如何对试验土样进行状态描述？

1.2 土的含水率试验

含水率是土的基本物理性质指标之一，它反映了土的干、湿状态。含水率的变化将使土物理力学性质发生一系列变化，它可使土变成半固态、可塑状态或流动状态，可使土变成稍湿状态、很湿状态或饱和状态，也可造成土在压缩性和稳定性上的差异。含水率还是计算土的干密度、孔隙比、饱和度、液性指数等不可缺少的依据，也是建筑物地基、路堤、土坝等施工质量控制的重要指标。

1.2.1 试验目的

(1) 熟练和掌握采用烘干法和酒精燃烧法测定土的含水率。

(2) 了解土的含水情况，为计算土的干密度、孔隙比、液性指数、饱和度等项指标提供前提。

1.2.2 试验仪器

(1) 烘箱：保持温度 105~110℃ 的自动控制电热恒温烘箱，或其他能源烘箱；如图 1-5 所示。

(2) 天平：称量 200g，最小分度值 0.01g。

(3) 纯度 95% 的酒精。

(4) 滴管、火柴和调土刀。

(5) 其他：干燥器，称量盒。

1.2.3 基本概念

土的含水率指土在 105~110℃ 下烘至恒量时所失去的水分质量和达恒重后干土质量的比值，以百分数表示。其计算公式为：

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 m_w ——土中水的质量，t、kg 或 g；

m_s ——土粒的质量，t、kg 或 g。

1.2.4 试验方法

含水率试验方法有烘干法、酒精燃烧法、比重法、碳化钙气压法、炒干法等，其中以烘干法为室内试验的标准方法。在此仅介绍烘干法和酒精燃烧法。

烘干法是将试样放在温度能保持 105~110℃ 的烘箱中烘至恒量的方法，是室内测定含水率的标准方法。

酒精燃烧法是将试样和酒精拌和，点燃酒精，随着酒精的燃烧使试样水分蒸发的方法。酒精燃烧法是快速简易且较准确测定细粒土含水率的一种方法，适用于没有烘箱或土样较少的情况。

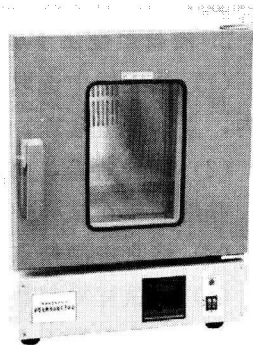


图 1-5 烘箱

1.2.5 试验步骤

1. 烘干法步骤

(1) 先称量盒的质量 m_1 ，精确至 0.01g。

(2) 取具有代表性试样，细粒土不小于 15g，砂类土、有机质土不小于 50g，放入已称好的称量盒内，立即盖上盒盖，称湿土加盒总质量 m_2 ，精确至 0.01g。

(3) 打开盒盖，将试样和盒放入烘箱内，在温度 105~110℃ 的恒温下烘干。烘干时间与土的类别及取土数量有关。细粒土不少于 8h；砂类土不得少于 6h；对含有机质超过 5% 的土，应将温度控制在 65~70℃ 的恒温下烘干。

(4) 将烘干后的试样和盒取出，放入干燥器内冷却至室温。冷却后盖好盒盖，称盒和干土质量 m_3 ，精确至 0.01g。

(5) 本项试验要求进行二次平行测定，其平行差值需满足以下要求：

当含水量小于 5% 时，允许平行差值不大于 0.3%；当含水量大于 5% 小于 40% 时，允许平行差值不大于 1%；当含水量大于等于 40% 时，允许平行差值不大于 2%。当满足上述要求时，含水量取两次测值的平均值。

2. 酒精燃烧法步骤

(1) 从土样中选取具有代表性的试样（黏性土 5~10g，砂性土 20~30g），放入称量盒内，立即盖上盒盖，称盒加湿土质量，准确至 0.01g。

(2) 打开盒盖，用滴管将酒精注入放有试样的称量盒内，直至盒中出现自由液面为止，并使酒精在试样中充分混合均匀。

(3) 将盒中酒精点燃，并烧至火焰自然熄灭。

(4) 将试样冷却数分钟后，按上述方法再重复燃烧二次，当第三次火焰熄灭后，立即盖上盒盖，称盒加干土质量，准确至 0.01g。

1.2.6 成果整理

(1) 按下式计算含水率：

$$w = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中 w —— 含水率，%；

m_1 —— 称量盒的质量，g；

m_2 —— 盒加湿土质量，g；

m_3 —— 盒加干土质量，g。

含水率试验须进行两次平均测定，每组学生取两次土样测定含水率，取其算术平均值作为最后成果。但两次试验的平均差值不得大于下列规定，见表 1-1。

表 1-1 含水率测定的允许平均差值

含水率 (%)	允许平均差值 (%)	含水率 (%)	允许平均差值 (%)
<10	0.5	>40	2.0
10~40	1.0		

(2) 试验结果记录表格如表 1-2 所示。

表 1-2 含水率试验记录计算表

工程名称 _____ 土样说明 _____ 试验日期 _____
 试验者 _____ 计算者 _____ 校核者 _____

图样编号	盒号	盒质量 (g)	盒+湿土质量 (g)	盒+干土质量 (g)	水分质量 (g)	干土质量 (g)	含水率 (%)	平均含水率 (%)
		(1)	(2)	(3)	(4)=(2)-(3)	(5)=(3)-(1)	(6)=(4)/(5)	(7)

1.2.7 注意事项

- (1) 测定含水量时动作要快，以避免土样的水分蒸发。
- (2) 应取具有代表性的土样进行试验。
- (3) 称量盒要保持干燥，注意称量盒的盒体和盒盖上下对号。
- (4) 烘干、冷却由于时间较长，由试验室完成，同学另找时间来称盒加干土质量。

思 考 题

- (1) 含水率试验时烘箱温度为什么要求保持在 105~110℃？试验时两次平行测定的允许平行差值是多少？
- (2) 测定含水率的目的是什么？测定含水率常见的有哪几种方法？
- (3) 土样含水率在工程中有何价值？

1.3 土的密度试验

土的密度反映了土体结构的松紧程度，是计算土的自重应力、干密度、孔隙比、孔隙度等指标的重要依据，也是挡土墙土压力计算、土坡稳定性验算、地基承载力和沉降量估算以及路基路面施工填土压实度控制的重要指标之一。

1.3.1 试验目的

- (1) 测定土在天然状态下单位体积的质量。
- (2) 了解土体内部结构的密实情况。由于工程通常以容重值表示，因此将实测湿密度值根据含水率换算成干密度即可。

1.3.2 试验仪器

- (1) 恒质量环刀，内径 6.18cm（面积 30cm²）或内径 7.98cm（面积 50cm²），高 20mm，壁厚 1.5mm。
- (2) 称量 500g、最小分度值 0.1g 的天平。