



普通高等教育“十二五”规划教材

土木工程材料实验

李美娟 主编 封金财 朱平华 副主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

普通高等教育“十二五”规划教材

土木工程材料实验

李美娟 主编 封金财 朱平华 副主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书由实验室基本知识、土木工程材料实验、土力学与地基工程实验和附录4个部分组成。其中土木工程材料实验包括了材料基本物理性质实验内容和水泥、集料、普通混凝土、砂浆、钢筋、沥青基本性能实验内容。土力学与地基工程实验包括了土的物理性质即密度、含水率、颗粒分析、击实、界限含水率实验内容和土的力学性质即固结、剪切、渗透及三轴实验内容。

本书内容翔实具体，具有很强的操作性，可作为土木工程专业本科生实验教材，也可作为材料检测工作者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料实验 / 李美娟主编. —北京:中国石化出版社, 2011. 11
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5114-1072-6

I. ①土… II. ①李… III. ①土木工程-建筑材料-实验-高等学校-教材 IV. ①TU502

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第210762号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街58号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092毫米16开本12印张285千字

2012年4月第1版 2012年4月第1次印刷

定价:30.00元

前 言

土木工程材料是一门实践性很强的科学。实验教学在土木工程材料课程教学中居重要地位。为了配合土木工程材料和土力学与地基工程教学，编写了面向土木工程专业的《土木工程材料实验》教材。

《土木工程材料实验》由实验室基本知识、土木工程材料实验、土力学与地基工程实验和附录4部分组成。其中土木工程材料常用材料的实验内容共计45个，土力学与地基工程实验包括了土的物理性质和力学性质实验内容10个。

在实验室基本知识一章，介绍了实验室安全知识、实验要求等内容，并对学生实验提出了较详细的要求。

在土木工程材料实验部分，介绍了材料基本物理性质和水泥、集料、普通混凝土、砂浆、钢筋、沥青基本性能实验内容共计45个，既培养了学生的实验能力，又使学生加深了对土木工程材料实验的理解。

在土力学与地基工程实验部分，介绍了土的物理性质即密度、含水率、颗粒分析、击实、界限含水率实验内容和土的力学性质即固结、剪切、渗透、三轴实验内容共计10个。使学生掌握常规的土的物理性质和力学性质实验，并对常规固结仪器、剪切仪器、渗透仪器及三轴实验仪器有了一定的了解。

在附录部分对实验涉及的常用仪器的基本操作进行了介绍。

在本教材编写过程中，力求使实验课教学逐渐摆脱过去完全对理论课的依附，能力相对独立。在每一实验中，在前言或实验目的中，简要介绍实验相关背景知识，使学生即使未上理论课也可以顺利进行实验。其次注重培养学生分析问题和解决问题的能力，在教材中安排了三个层次的实验，即基本实验、综合性实验和设计性实验。基本实验是理论验证性实验。综合性实验，按照要求对实际样品进行检测，涉及多个知识点。设计性实验是学生在完成基本实验的基础上，在教师的指导下，通过查阅文献资料，拟定实验方案，完成实验并写出实验报告。

由于编者水平有限，其中缺点、错误在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 实验室基本知识

1 学生实验守则及实验室安全要求	(1)
2 土木工程材料实验基本要求	(2)
3 实验器具领用须知	(3)
4 实验基本流程	(4)

第二章 土木工程材料实验

实验 1 材料基本物理性质实验	(5)
1.1 密度实验	(5)
1.2 表观密度和孔隙率实验	(8)
1.3 吸水性实验	(10)
1.4 实验思考题	(11)
实验 2 水泥实验	(12)
2.1 水泥实验的一般规定	(12)
2.2 水泥细度实验	(12)
2.3 水泥标准稠度用水量实验	(14)
2.4 水泥凝结时间实验	(17)
2.5 水泥安定性实验	(19)
2.6 水泥胶砂强度实验	(21)
2.7 水泥胶砂流动度实验	(27)
2.8 实验思考题	(29)
实验 3 集料实验	(29)
3.1 集料取样方法及数量	(30)
3.2 砂颗粒级配实验	(31)
3.3 砂堆积密度和空隙率实验	(34)
3.4 砂表现密度实验	(36)
3.5 砂含水率实验	(37)
3.6 砂含泥量实验	(38)
3.7 砂泥块含量实验	(39)
3.8 碎石颗粒级配实验	(40)
3.9 碎石堆积密度实验	(42)
3.10 碎石表观密度实验	(44)

3.11	碎石含水率实验	(45)
3.12	碎石中针片状颗粒含量实验	(46)
3.13	碎石或卵石含泥量实验	(48)
3.14	碎石或卵石泥块含量实验	(49)
3.15	实验思考题	(50)
实验4	普通混凝土实验	(51)
4.1	普通混凝土配合比设计及实验程序与要求	(51)
4.2	混凝土配合比设计任务书	(55)
4.3	混凝土拌合物实验取样及拌制	(56)
4.4	混凝土拌合物稠度实验	(58)
4.5	混凝土拌合物表观密度实验	(60)
4.6	混凝土拌合物凝结时间实验	(61)
4.7	混凝土拌合物泌水实验	(63)
4.8	混凝土拌合物含气量实验	(66)
4.9	普通混凝土立方体抗压强度实验	(69)
4.10	实验思考题	(72)
实验5	建筑砂浆实验	(72)
5.1	砌筑砂浆配合比的确定及拌合物取样方法	(73)
5.2	砂浆稠度实验	(76)
5.3	砂浆保水性实验	(77)
5.4	砂浆密度实验	(79)
5.5	砂浆立方体抗压强度实验	(80)
5.6	实验思考题	(82)
实验6	钢筋实验	(82)
6.1	钢筋实验取样	(83)
6.2	钢筋拉伸实验	(83)
6.3	钢筋冷弯实验	(88)
6.4	实验思考题	(89)
实验7	沥青实验	(90)
7.1	沥青针入度实验	(90)
7.2	沥青软化点实验	(93)
7.3	沥青延度实验	(96)
7.4	沥青闪点和燃点实验	(98)
7.5	实验思考题	(100)
第三章 土力学与地基工程实验		
实验8	土的物理性质实验	(101)
8.1	密度实验	(101)
8.2	含水率实验	(103)

8.3	颗粒分析实验	(104)
8.4	土粒相对密度实验	(108)
8.5	击实实验	(111)
8.6	界限含水率实验	(114)
实验9	土的力学性质实验	(118)
9.1	固结实验	(118)
9.2	直接剪切实验	(124)
9.3	常水头渗透实验	(128)
9.4	变水头渗透实验	(132)
9.5	三轴实验	(135)
9.6	思考题	(144)

附 录

附录1	DHG-9140 电热恒温鼓风干燥箱的使用	(145)
附录2	φ400mm 干燥器使用	(145)
附录3	LP203A 电子分析天平使用	(146)
附录4	sc404-2.4 电热砂浴器使用	(146)
附录5	不同温度下洁净水的密度	(147)
附录6	DK-S22 电热恒温水浴锅使用	(148)
附录7	BHG 型真空饱和装置使用	(148)
附录8	LP502A 电子天平使用	(149)
附录9	SF-150 水泥细度负压筛析仪使用	(150)
附录10	NJ-160A 水泥净浆搅拌机使用	(150)
附录11	新标准水泥标准稠度及凝结时间测定仪使用	(151)
附录12	DT10K 电子天平使用	(152)
附录13	HBV-40B 水泥恒温恒湿标准养护箱使用	(153)
附录14	YC-D205 超声波加湿器使用操作说明	(153)
附录15	FZ-31A 型沸煮箱使用	(154)
附录16	雷氏夹膨胀值测定仪使用	(154)
附录17	JJ-5 水泥胶砂搅拌机使用	(155)
附录18	ZS-15 型水泥胶砂振实台使用	(156)
附录19	水泥胶砂试模拆装及清理方法	(156)
附录20	AEC-201(精巧型)全自动水泥强度试验机使用	(156)
附录21	SBY-32B 型恒温恒湿水养护箱(分池式)使用	(157)
附录22	NLD-3 水泥胶砂流动度测定仪使用	(158)
附录23	ZBSX-92A 震击式标准振筛机使用	(158)
附录24	TGT-50/TGT-100 型磅秤的使用	(159)
附录25	HJW-60 单卧轴强制式混凝土搅拌机使用	(159)
附录26	坍落度仪的使用	(160)



附录 27	HZJ - I 型多功能电动数控磁力振动台使用	(160)
附录 28	HG - 1000 型混凝土贯入阻力测定仪使用	(161)
附录 29	SY - 2 型压力泌水仪使用	(162)
附录 30	HC - 7L 型混凝土含气量测定仪标定使用	(162)
附录 31	TYW - 2000 型微机控制电液式压力试验机使用	(163)
附录 32	150mm × 150mm × 150mm 混凝土试模的拆装及清理方法	(164)
附录 33	SZ - 145 型砂浆稠度仪使用	(165)
附录 34	UJZ - 15 水泥砂浆搅拌机使用	(165)
附录 35	TZA - 300 型电液式抗折抗压试验机使用	(166)
附录 36	砂浆试模拆装及清理方法	(167)
附录 37	YNS300 微机控制全自动液压万能试验机使用	(167)
附录 38	钢筋打点机使用	(168)
附录 39	SYD - 2801E 针入度试验器使用	(168)
附录 40	DK - 8B 电热恒温水槽使用	(169)
附录 41	SYD - 2806E 全自动沥青软化点实验器使用	(169)
附录 42	封闭式可调电炉使用	(170)
附录 43	SYD - 4508D 沥青延伸度实验器使用	(171)
附录 44	密度瓶关系曲线绘制	(172)
附录 45	轻型击实筒及重型击实筒使用	(172)
附录 46	DTM - 150 型电动脱模器及 TYT - 3 型手动脱模器使用	(173)
附录 47	GYS - 2 型光电式液塑限联合测定仪使用	(174)
附录 48	扰动土试样的备样	(174)
附录 49	扰动土试样的制样	(175)
附录 50	WG 型中压单杠杆固结仪使用	(175)
附录 51	ZJ 型应变控制式直剪仪使用	(176)
附录 52	TST - 70 型常水头渗透装置使用	(177)
附录 53	TST - 55 型变水头渗透装置使用	(178)
附录 54	TSZ30 - 2.0 型应变控制式三轴仪使用	(179)
参考文献	(181)

第一章 实验室基本知识

1 学生实验守则及实验室安全要求

(1) 学生必须按照教学计划规定时间到实验室上课，不得迟到、早退。无故迟到早退者扣除当次实验操作成绩，操作成绩是根据实验个数按百分制平均分配。

(2) 实验前应认真预习，熟悉相关内容，明确实验目的、内容及步骤，对设计性实验要求预先拟定实验方案，并准备好接受指导教师的提问和检查，未经预习者，指导教师有权停止其实验。

(3) 进入实验室必须遵守实验室的一切规章制度，注意环境卫生。禁止高声喧哗，禁止吸烟，禁止随地吐痰及乱扔纸屑杂物或坐在实验台上。

(4) 学生应按规定的分组进行实验。准备工作就绪后，经指导老师同意方可进行正式实验，实验过程中如对设备有疑问，应及时向指导老师提出，不得自行拆卸。

(5) 实验中要遵守实验操作规程，禁止动用与本实验无关的仪器设备和其他设施。要注意节约水、电和耗材，爱护实验器材。

(6) 实验中要注意人身及设备安全，严格遵守实验室安全制度。实验中如出现事故(人身、设备、水电等)要保持镇静并及时采取措施(如切断电源、气)防止事故扩大并应立即向指导老师报告，停机检查原因并保护现场。

(7) 实验中凡损坏仪器设备、工具器皿者，应主动说明原因，并在实验教学管理记录本上登记，由指导老师或实验室工作人员根据规定酌情处理并上报上级主管部门。

(8) 使用电器设备时，应特别细心，切不可用湿手去开启电闸和电器开关。凡漏电的仪器禁止使用，以免触电。

(9) 仪器在操作过程中人不得离开，在进行水泥或混凝土抗折抗压实验中，人与仪器应保持适当的距离，以免试块折断或压碎时飞溅伤人。进入实验室不得在混凝土振动台上站立或跳跃。

(10) 实验过程中当遇到停水停电时应及时关闭各开关，严禁在停电时不关闭电源将手伸入搅拌锅中取物或清理仪器，以免恢复供电时发生事故。水、电、仪器使用完毕应立即关闭。离开实验室时应仔细检查水电、仪器开关及门和窗户是否关闭妥当。

(11) 实验室应保持整齐、干净。实验过程中及实验后废弃的水泥、砂子、石子应分别倒入规定的水桶中，不得混倒，做材料基本物理性质实验中磨细的粉料实验后需回收再用不得任意洒倒。碎纸、玻璃片、抹布、水泥、砂子、石子等不得倒入水池以免堵塞下水道。

(12) 做实验时必须严格要求、实事求是，遵守操作规程，服从教师指导，认真观察实验现象并如实记录实验数据。

(13) 实验完毕,各实验小组应清点好领用的器具并将其清洗整理干净,交老师检查验收。各实验小组以组为单位在实验仪器使用记录登记本上登记,实验数据经指导老师审阅签字后方可离开实验室。打扫卫生实行全体轮换制,在该实验课程期间每人必须进行一次卫生清扫工作。打扫卫生的同学将公共使用仪器清洗整理干净,实验室卫生搞好经指导老师验收登记同意后方可离开实验室。

(14) 按规定时间和要求,认真分析、整理和处理实验结果,撰写实验报告,不得抄袭或臆造,按时交老师批阅。实验不合格者必须重做,实验报告不合格者必须重写。

(15) 对不遵守本规则的学生,指导老师和实验技术人员视情节轻重进行批评教育,直至责令其停止实验。

2 土木工程材料实验基本要求

土木工程材料是一门实践性较强的课程,土木工程材料实验是本课程的重要教学环节,其任务是验证基本理论、学习实验方法、培养严谨缜密的科学态度和科学研究技能。做实验时要严肃认真,一丝不苟。即使对一些操作简单的实验,也不应例外。学会合理选择实验条件及规范实验操作方法,正确使用仪器、处理实验数据和计算与分析实验结果,具有一定的观察、分析、解决问题的独立实验室工作能力。为学习后续课程和日后参加工作打下良好的基础。为了达到上述目的,要求做到:

2.1 认真预习

实验前要认真预习实验教材,并复习与实验有关的理论。通过预习,明确实验目的,领会实验原理,了解实验仪器和实验步骤及注意事项,做到心中有数。并预先写好实验报告的部分内容,画好表格,以便实验时及时、准确的进行记录。

对于一些较昂贵或占地较大的仪器,实验室不可能购置多套同类仪器,一般都采用循环方式组织教学。因此学生在实验前必须做好预习工作,仔细阅读实验教材,了解实验方法和仪器工作的基本原理、仪器主要功能部件、操作程序和应注意的事项。

2.2 做好实验

学会正确使用仪器。要在教师指导下熟悉和使用仪器,勤学好问,未经教师允许不得随意开动或关闭仪器,更不得随意旋转仪器旋扭、改变仪器工作参数等。详细了解仪器的性能,防止损坏仪器或发生安全事故。应始终保持实验室里整洁和安静。

在实验过程中,要认真学习实验方法及基本技术,遵守操作规程,不要为了“方便”、“省事”而不按规范进行操作。学会选择测定实验数据的条件,实验中不要匆忙赶进度,要善于思考。学习运用有关的理论解释实验中的问题,如有疑问,可与指导老师讨论或写入实验报告中。

要细心观察实验现象、仔细记录实验条件和测试的原始数据。实验原始数据应该记录在实验报告中原始数据记录部分,禁止将数据记录在实验指导书上、小纸片上或随意记在任何地方,实验原始数据应该是实验中的第一手数据,而不是抄写几次后的数据,因为抄写过程中可能出现错误。

记录实验数据时,应该使用深蓝色或黑色钢笔,不得使用圆珠笔或铅笔填写。记录的文字数据应正确、工整、清晰,不能潦草和模糊。实验数据记录必须采用规定的计量单位。

记录实验数据时,应注意其有效数据的位数应与技术要求和实验检测系统的准确度相适应。对实验中明显不合理的数据,需认真分析研究,找出原因,进行补充实验,以便对可疑数据进行取舍或改正。

实验中的每一个数据都是测试结果,所以重复测试时,即使数据完全相同,也应记录下来。要爱护实验仪器设备,实验中如发现仪器工作不正常,应及时报告老师处理。每次实验结束,清洗、整理好用过的器具并将其复原整齐放回到原来的位置。要保持实验桌和整个实验室的整洁,严格遵守实验室规则。

2.3 写好实验报告

实验报告要求整洁、条理清晰、简明扼要。实验报告分两个部分:预习报告和正式报告。预习报告进入实验室之前应写好。预习报告包括以下内容:

(1) 实验报告的封面页:课程名称、实验名称、实验类型、实验者姓名、学号(完整学号)、实验日期、实验指导老师(所有实验指导老师都需写上)、实验学期、实验编号。

(2) 实验报告第一页表头:实验名称、同实验者(包括自己)、实验日期、实验指导老师(所有实验指导老师)。

(3) 实验目的、实验原理、主要仪器名称及型号、主要实验操作步骤、原始记录表格。

(4) 对设计性实验在实验前要写出实验方案。

正式报告在实验完成后填写,应简明扼要,图表清晰。内容包括:

(1) 实验数据整理,包括原始数据记录表格、实验现象描述及记录,实验数据整理计算过程。

(2) 结果和讨论,包括实验数据结果,对不合理的实验数据要分析讨论其原因。

(3) 实验后有思考题的要写出思考题答案。

实验成绩的评定包括以下几种因素:预习报告、实验态度、实验基本操作、实验结果;实验报告数据整理及填写情况、实验结果的讨论、思考题答案。

3 实验器具领用须知

(1) 实验分小组进行,每组3~4人,设组长1人,负责组织协调、实验器具的领用等工作,保证按质按量完成实验任务。

(2) 每次实验前,学生应以小组为单位,由组长向实验室老师领用事先准备好的实验仪器设备及工具当场清点并检查,如有问题当场提出予以补发或更换。

(3) 各组领用的仪器设备及工具,不得擅自与其他小组更换或转借。

(4) 做完实验后必须将自己组所用的设备及工具及时清洗干净放回原处,并由实验室老师对仪器设备及工具进行清点无误后方可离开。

4 实验基本流程

(1) 进入实验室，指导老师检查实验的预习情况，没有预习的同学不得做实验。

(2) 实验老师讲解实验(约 10min)。

(3) 分发实验设备及器具。

(4) 学生以组为单位做实验。

(5) 实验结束，清洗并清点好自己组所用的设备和器具交指导老师检查无误后，在实验仪器使用记录登记本上签字登记。

(6) 实验仪器使用记录登记格式：实验时间(年月日)，使用的实验仪器名称及编号(可在仪器右上角的仪器标签上查看)，实验者姓名(以小组为单位与上述项目登记在同一行)。

(7) 在实验报告的“实验原始数据记录”页记录数据并交实验指导老师检查并批阅，不打扫卫生的同学离开实验室，打扫卫生的同学清理好公共使用设备仪器，实验室卫生，关好电源、窗户后离开实验室。

(8) 填写并整理实验数据，在实验结束后一周内主动将所有实验报告交给班长，由班长将每个实验的实验报告按学号由小到大排序后在当周周五之前上交实验老师批改。

(9) 每次实验课结束后，实验指导老师填写实验教学记录登记表。

第二章 土木工程材料实验

实验 1 材料基本物理性质实验

1.1 密度实验

1.1.1 实验目的

测定岩石材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。岩石的密度(颗粒密度)是选择建筑材料、研究岩石风化、评价地基基础工程岩体稳定性及确定围岩压力等必须的计算指标。依据《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)用洁净水做试液时适用于不含水溶性矿物成分的岩石的密度测定，对含水溶性矿物成分的岩石应使用中性液体如煤油做试液。

1.1.2 实验主要仪器

100mL 密度瓶(图 1-1)、DHG-9140 电热恒温鼓风干燥箱(图 1-2)、内装氯化钙或硅胶等干燥剂的干燥器(图 1-3)、LP203A 电子分析天平精度为 0.001g(图 1-4)、筛子(孔径 0.315mm 或 0.3mm)、量筒、漏斗、小勺、试样(岩石粉)、铝盒、锥形玻璃漏斗和瓷皿、滴管、中骨匙、sc404-2.4 电热沙浴器(图 1-5)、BHG 型真空饱和装置(图 1-6)、DK-S22 电热恒温水浴锅(图 1-7)等。



图 1-1 密度瓶

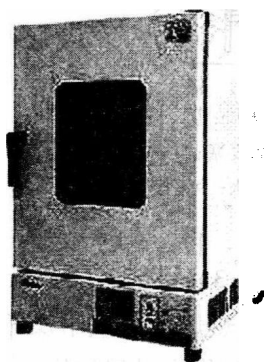


图 1-2 DHG-9140 电热恒温鼓风干燥箱



图 1-3 干燥器

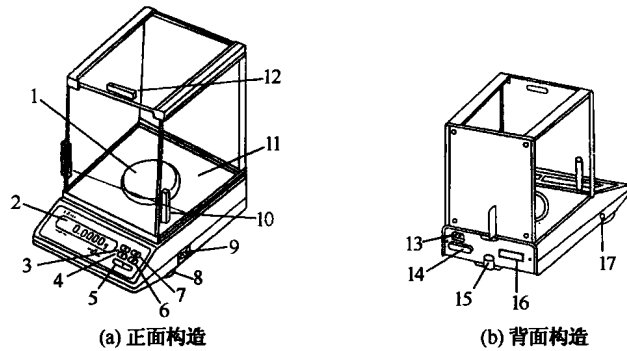


图 1-4 LP203A 电子天平

1—称盘组件；2—称重显示窗；3—计数键；4—校正键；5—去皮键；6—量值转换键；7—开机键；8—水平调正脚；9—电源开关；10—左右移门；11—面盖板；12—顶面移门；13—电源插座(带保险丝)；14—R232 接口；15—水准器；16—厂牌；17—程序调用开关

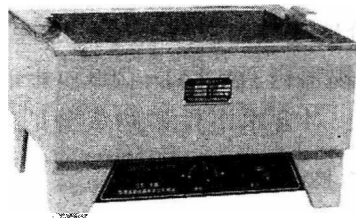


图 1-5 sc404-2.4 电热沙浴器

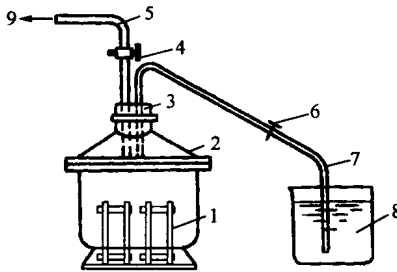


图 1-6 BHG 型真空饱和装置

1—装试样的饱和器；2—真空缸；3—橡皮塞；4—三通阀；5—排气管；6—管夹；7—引水管；8—水；9—接真空泵

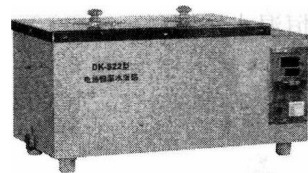


图 1-7 DK-S22 电热恒温水浴锅

1.1.3 试样制备

(1) 将试样研磨，用 0.315mm(或 0.3mm)筛子筛分除去筛余物，试样质量不得少于实验质量的两倍，并放到 105 ~ 110℃ 的电热恒温鼓风干燥箱中，烘至恒量，准确至 0.001g，烘干时间一般为 6 ~ 12h。恒量是指在试样烘干时间间隔不小于 3h 的情况下，前后质量之差不得大于该项实验所要求的称量精度。

(2) 将烘干的岩石粉放入干燥器中冷却至室温(20 ± 2)℃ 备用。

1.1.4 实验步骤

(1) 用四分法取两份岩石粉，每份试样从中称取 m_1 为 15g，精确至 0.001g，用漏斗灌

1.2 表观密度和孔隙率实验

1.2.1 实验目的

表观密度是计算材料孔隙率和确定材料体积及结构自重的必要数据。岩石的表观密度是一个间接反映岩石的致密程度、孔隙发育程度的参数，也是评价工程岩体稳定性及确定围岩压力的等必须的计算指标。对岩石材料来讲，表观密度即为毛体积密度(块体密度)，是指在规定条件下，烘干岩石包括孔隙在内的单位体积固体材料的质量。根据岩石含水状态，毛体积密度可分为干密度、饱和密度和天然密度。根据《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)对形状不规则的材料表观密度可采用量积法、水中称量法或封蜡法测定；对于规则几何形状的试件，可采用量积法测定其表观密度。量积法适用于能制备成各类规则试件的岩石，水中称量法适用于遇水崩解、溶解和干缩湿胀外的其他各类岩石，封蜡法适用于不能用量积法或直接在水中称量进行实验的岩石。通过表观密度可以估计材料的某些性质，同时也是进行混凝土配合比设计的参考依据。本实验采用量积法测毛体积干密度。

1.2.2 主要仪器设备

LP502A 电子天平(图 1-8)，称量 500g，感量 0.01g；游标卡尺(图 1-9)，量程 150mm，分度值 0.02mm；DHG-9140 电热恒温鼓风干燥箱；直尺。

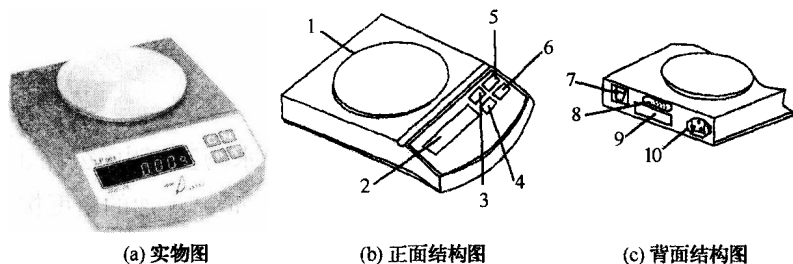


图 1-8 LP502A 电子天平

1—称盘；2—显示窗；3—校准键(c)；4—打印键(P)；5—功能键(N)；
6—去皮键；7—电源开关；8—数据输出插座；9—厂牌；10—电源插座

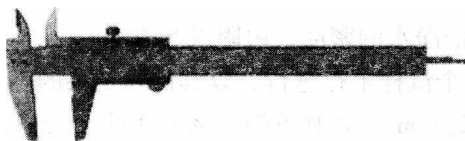


图 1-9 游标卡尺

1.2.3 试样制备

(1) 建筑地基的岩石实验，采用圆柱体作为标准试件，直径为 (50 ± 2) mm，高径比 2:1，每组试件共 6 个。

(2) 桥梁工程用的石料实验，采用立方体试件，边长为 (70 ± 2) mm，每组试件共 6 个。

(3) 路面工程用的石料实验，采用圆柱体或立方体试件，其直径或边长和高均为 (50 ± 2) mm，每组试件共 6 个。

(4) 有显著层理的岩石, 分别沿平行和垂直层理方向各取试件 6 个, 试件上、下端面应平行或磨平, 试件端面的平面度公差应小于 0.05mm, 端面对于试件轴线垂直度偏差不应超过 0.25°。

(5) 试件数量, 同一含水状态, 每组试件至少 3 个。

1.2.4 实验步骤

(1) 将试件放入电热恒温鼓风干燥箱内, 以 105 ~ 110℃ 的温度烘 12 ~ 24h, 然后取出放入干燥器中, 冷却至室温备用。

(2) 用游标卡尺量出试件尺寸并计算试件体积。

当试件为长方体或平行六面体时, 以长、宽 (a 、 b) 各方向量两端和中间三个断面上互相垂直的两个方向的直径或边长, 精确至 0.01mm, 按截面积取平均值, 高 (c) 测量断面周边对称的四个点 (圆柱体试件为互相垂直的直径与圆周交点处, 立方体试件为边长的中点) 和中心点的五个高度按下式计算体积:

$$V = \frac{(a_1 \times b_1) + (a_2 \times b_2) + (a_3 \times b_3)}{3} \times \frac{c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5}{3} \quad (1-3)$$

式中 V ——试件的体积, cm^3 ;

a_1, a_2, a_3 ——试件长度方向 3 个测量值及平均值, cm ;

b_1, b_2, b_3 ——试件宽度方向 3 个测量值及平均值, cm ;

$c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c$ ——试件高度方向 5 个测量值及平均值, cm ;

A_1, A_2, A_3, A ——各测点试件截面积 ($a_1 \times b_1$)、($a_2 \times b_2$)、($a_3 \times b_3$) 及截面积平均值, cm^2 。

(3) 用天平称试件质量 m , 精确至 0.01g。

1.2.5 实验结果及评定

按下式计算表观密度 ρ_d :

$$\rho_d = \frac{m}{V} \quad (1-4)$$

式中 ρ_d ——试件的表观密度, g/cm^3 ;

m ——试件的质量, g ;

V ——试件的体积, cm^3 。

按规定, 试块表观密度实验以 3 次实验结果的平均值作为最后结果, 如果试件结构不均匀, 以 5 个试件的算术平均值作为最后结果, 并注明最大或最小值, 各次结果的误差不得大于 0.02g/cm³, 计算结果精确至 0.01g/cm³, 长方体试件表观密度实验记录格式见表 1-2。

试样孔隙率按下式计算:

$$P = (1 - \frac{\rho_d}{\rho_t}) \times 100 \quad (1-5)$$

式中 P ——孔隙率, %;

ρ_d ——试样的表观密度, g/cm^3 ;

ρ_t ——试样的密度, g/cm^3 。