



高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

Soil Mechanics Experiment

土力学试验

· 平台课课程群 ·

主编 阮波 张向京
主审 方理刚



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

土力学试验

主编 阮 波 张向京
主审 方理刚



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

土力学试验/阮波,张向京主编. —武汉:武汉大学出版社,2015. 11
高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材
ISBN 978-7-307-14867-3

I. 土… II. ①阮… ②张… III. 土工试验—高等学校—教材 IV. TU41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 268182 号

责任编辑:邓 瑶 责任校对:黄孝莉 装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)
(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:虎彩印艺股份有限公司

开本:880×1230 1/16 印张:10 字数:324千字

版次:2015年11月第1版 2015年11月第1次印刷

ISBN 978-7-307-14867-3 定价:22.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

学术委员会名单

(按姓氏笔画排名)

主任委员:周创兵

副主任委员:方志 叶列平 何若全 沙爱民 范峰 周铁军 魏庆朝
委员:王辉 叶燎原 朱大勇 朱宏平 刘泉声 孙伟民 易思蓉
周云 赵宪忠 赵艳林 姜忻良 彭立敏 程桦 靖洪文

编审委员会名单

(按姓氏笔画排名)

主任委员:李国强

副主任委员:白国良 刘伯权 李正良 余志武 邹超英 徐礼华 高波
委员:丁克伟 丁建国 马昆林 王成 王湛 王媛 王薇
王广俊 王天稳 王曰国 王月明 王文顺 王代玉 王汝恒
王孟钧 王起才 王晓光 王清标 王震宇 牛荻涛 方俊
龙广成 申爱国 付钢 付厚利 白晓红 冯鹏 曲成平
吕平 朱彦鹏 任伟新 华建民 刘小明 刘庆潭 刘素梅
刘新荣 刘殿忠 闫小青 祁皓 许伟 许程洁 许婷华
阮波 杜咏 李波 李斌 李东平 李远富 李炎锋
李耀庄 杨杨 杨志勇 杨淑娟 吴昊 吴明 吴轶
吴涛 何亚伯 何旭辉 余锋 冷伍明 汪梦甫 宋固全
张红 张纯 张飞涟 张向京 张运良 张学富 张晋元
张望喜 陈辉华 邵永松 岳健广 周天华 郑史雄 郑俊杰
胡世阳 侯建国 姜清辉 娄平 袁广林 桂国庆 贾连光
夏元友 夏军武 钱晓倩 高飞 高玮 郭东军 唐柏鉴
黄华 黄声享 曹平周 康明 阎奇武 董军 蒋刚
韩峰 韩庆华 舒兴平 童小东 童华炜 曾珂 雷宏刚
廖莎 廖海黎 蒲小琼 黎冰 戴公连 戴国亮 魏丽敏

出版技术支持

(按姓氏笔画排名)

项目团队:王睿 白立华 曲生伟 蔡巍

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。


本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。

 本书基本数字教学资源及读者信息反馈表请登录 www.stmpress.cn 下载,欢迎您对本书提出宝贵意见。

丛书序

土木工程涉及国家的基础设施建设,投入大,带动的行业多。改革开放后,我国国民经济持续稳定增长,其中土建行业的贡献率达到1/3。随着城市化的发展,这一趋势还将继续呈现增长势头。土木工程行业的发展,极大地推动了土木工程专业教育的发展。目前,我国有500余所大学开设土木工程专业,在校生达40余万人。

2010年6月,中国工程院和教育部牵头,联合有关部门和行业协(学)会,启动实施“卓越工程师教育培养计划”,以促进我国高等工程教育的改革。其中,“高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划”由住房和城乡建设部与教育部组织实施。

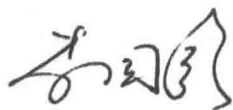
2011年9月,住房和城乡建设部人事司和高等学校土建学科教学指导委员会颁布《高等学校土木工程本科指导性专业规范》,对土木工程专业的学科基础、培养目标、培养规格、教学内容、课程体系及教学基本条件等提出了指导性要求。

在上述背景下,为满足国家建设对土木工程卓越人才的迫切需求,有效推动各高校土木工程专业卓越工程师教育培养计划的实施,促进高等学校土木工程专业教育改革,2013年住房和城乡建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会启动了“高等教育教学改革土木工程专业卓越计划专项”,支持并资助有关高校结合当前土木工程专业高等教育的实际,围绕卓越人才培养目标及模式、实践教学环节、校企合作、课程建设、教学资源建设、师资培养等专业建设中的重点、亟待解决的问题开展研究,以对土木工程专业教育起到引导和示范作用。

为配合土木工程专业实施卓越工程师教育培养计划的教学改革及教学资源建设,由武汉大学发起,联合国内部分土木工程教育专家和企业工程专家,启动了“高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材”建设项目。该系列教材贯彻落实《高等学校土木工程本科指导性专业规范》《卓越工程师教育培养计划通用标准》和《土木工程卓越工程师教育培养计划专业标准》,力图以工程实际为背景,以工程技术为主线,着力提升学生的工程素养,培养学生的工程实践能力和工程创新能力。该系列教材的编写人员,大多主持或参加了住房和城乡建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会的“土木工程专业卓越计划专项”教改项目,因此该系列教材也是“土木工程专业卓越计划专项”的教改成果。

土木工程专业卓越工程师教育培养计划的实施,需要校企合作,期望土木工程专业教育专家与工程专家一道,共同为土木工程专业卓越工程师的培养作出贡献!

是以为序。



2014年3月于同济大学四平路校区

前 言

土力学是一门实践性很强的学科。由于岩土体非常复杂的差异性,与其他学科相比,它还处于不够完善和成熟的状况。目前,岩土工程仍以试验为基础,以理论为指导。

本书介绍了土力学试验的现代试验技术和新的试验数据处理方法。全书共分4篇,第1篇为基础知识,介绍试样制备及试验成果整理方法;第2篇为基础试验,介绍密度试验、含水率试验、土粒比重试验、颗粒分析试验、界限含水率试验、击实试验、渗透试验、固结试验、土的直接剪切试验、土的三轴压缩试验和化学改良土试验;第3篇为开放性试验,介绍开设开放性试验保障条件和实施步骤、开放的综合性和研究创新性试验项目;第4篇为Excel电子表格在土工试验中的应用。

本书由中南大学阮波、张向京担任主编,中南大学彭意担任参编。具体编写分工为:前言、第1章、第7章、第10章、第11章、第12章、第13章、第14章、第15章由阮波编写,第4章、第5章、第8章、第9章由张向京编写,第2章、第3章、第6章由彭意编写。全书由阮波负责统稿。在本书编写过程中,编者得到了中南大学岩土工程实验室张佩知、周生跃老师的指导和帮助,在此表示感谢。

中南大学方理刚教授于百忙之中认真审阅了原稿,并提出了不少宝贵意见和建议。编者在此表示衷心的感谢。

本书参考、选用了《铁路工程土木试验规程》(TB 10102—2010)和《公路土工试验规程》(JTG E40—2007)中的部分内容。本书的出版还得到了中南大学岩土工程系老师的大力帮助,在此致以衷心的感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳求各位专家和广大读者批评指正,并将意见和建议发送到邮箱 ruanboxiaorui@126.com,以便日后修改完善。

编 者

2015年1月

目 录

第1篇 基础知识

1 土力学试验基础知识	(3)
1.1 土力学试验的意义和试验项目	(3)
1.1.1 土力学试验的意义	(3)
1.1.2 土力学试验项目	(3)
1.2 土样采集和土的分类	(5)
1.2.1 取土方法	(5)
1.2.2 影响取土质量的因素	(5)
1.2.3 取土质量等级	(5)
1.2.4 土的工程分类	(6)
1.2.5 土样状态描述	(6)
1.2.6 土样的要求与管理	(6)
1.3 土样制备	(8)
1.3.1 土样预备程序	(8)
1.3.2 扰动土试样制备	(8)
1.3.3 原状土试件制备	(9)
1.3.4 试件饱和	(9)
1.3.5 计算	(10)
1.4 试验成果的分析整理方法	(11)
1.4.1 数据整理的目的和原则	(11)
1.4.2 数据舍弃标准	(12)
1.4.3 土性指标的统计分析和取值	(12)
1.4.4 试验数据的有效位数	(14)

第2篇 基础试验

2 密度试验	(17)
2.1 环刀法	(17)
2.1.1 适用范围	(17)
2.1.2 仪器设备	(17)
2.1.3 操作步骤	(17)
2.1.4 结果整理	(17)
2.1.5 试验记录	(18)
2.1.6 注意事项	(18)
2.2 蜡封法	(18)
2.2.1 适用范围	(18)
2.2.2 仪器设备	(19)

2.2.3 操作步骤	(19)
2.2.4 结果整理	(19)
2.2.5 试验记录	(19)
2.2.6 注意事项	(19)
2.3 灌砂法	(20)
2.3.1 适用范围	(20)
2.3.2 仪器设备	(20)
2.3.3 仪器标定	(21)
2.3.4 试验步骤	(22)
2.3.5 结果整理	(22)
2.3.6 试验记录	(23)
2.3.7 注意事项	(23)

3 含水率试验	(24)
3.1 概述	(24)
3.2 烘干法	(24)
3.2.1 适用范围	(24)
3.2.2 仪器设备	(24)
3.2.3 操作步骤	(24)
3.2.4 结果整理	(25)
3.2.5 试验记录	(25)
3.3 酒精燃烧法	(25)
3.3.1 适用范围	(25)
3.3.2 仪器设备	(25)
3.3.3 操作步骤	(25)
3.3.4 结果整理	(26)
3.3.5 试验记录	(26)
3.4 含水率试验中应注意的问题	(26)

4 土粒比重试验	(28)
4.1 概述	(28)
4.2 比重瓶法	(28)
4.2.1 适用范围	(28)
4.2.2 仪器设备	(28)
4.2.3 比重瓶校准	(28)
4.2.4 试验步骤	(29)
4.2.5 结果整理	(29)
4.2.6 试验记录	(30)

4.2.7	注意事项	(30)	6.3.3	操作步骤	(53)
4.3	浮称法	(31)	6.3.4	成果整理	(53)
4.3.1	适用范围	(31)	6.3.5	试验记录	(53)
4.3.2	仪器设备	(31)	7	击实试验	(54)
4.3.3	试验步骤	(31)	7.1	概述	(54)
4.3.4	结果整理	(31)	7.2	土的击实试验	(54)
4.3.5	试验记录	(32)	7.2.1	试验目的和适用范围	(54)
4.4	土颗粒的平均比重	(32)	7.2.2	仪器设备	(55)
5	颗粒分析试验	(33)	7.2.3	试样制备	(55)
5.1	概述	(33)	7.2.4	试验步骤	(56)
5.2	筛析法	(34)	7.2.5	结果整理	(56)
5.2.1	适用范围	(34)	7.2.6	试验记录	(58)
5.2.2	仪器设备	(34)	7.2.7	击实试验的影响因素	(58)
5.2.3	取样数量	(34)	8	渗透试验	(60)
5.2.4	试验步骤	(34)	8.1	试验原理	(60)
5.2.5	结果整理	(35)	8.2	试验目的及适用范围	(60)
5.2.6	试验记录	(36)	8.3	常水头渗透试验	(60)
5.2.7	注意事项	(36)	8.3.1	仪器设备	(60)
5.3	密度计法	(36)	8.3.2	操作步骤	(60)
5.3.1	适用范围	(36)	8.3.3	计算及制图	(61)
5.3.2	仪器设备	(36)	8.3.4	试验记录	(63)
5.3.3	试验试剂	(37)	8.4	变水头渗透试验	(63)
5.3.4	试验步骤	(37)	8.4.1	仪器设备	(63)
5.3.5	结果整理	(38)	8.4.2	操作步骤	(64)
5.3.6	试验记录	(42)	8.4.3	计算	(64)
5.3.7	注意事项	(43)	8.4.4	试验记录	(65)
5.4	移液管法	(44)	8.5	渗透试验中应注意的问题	(65)
5.4.1	仪器设备	(44)	8.6	成果应用	(66)
5.4.2	试验步骤	(45)	9	固结试验	(67)
5.4.3	结果整理	(45)	9.1	概述	(67)
5.4.4	试验记录	(45)	9.2	标准固结试验	(67)
5.4.5	注意事项	(46)	9.2.1	仪器设备	(67)
6	界限含水率试验	(47)	9.2.2	校准	(67)
6.1	概述	(47)	9.2.3	试样制备	(68)
6.2	液、塑限联合测定法	(48)	9.2.4	抽气饱和	(68)
6.2.1	适用范围	(48)	9.2.5	试验步骤	(69)
6.2.2	仪器设备	(48)	9.2.6	结果整理	(69)
6.2.3	操作步骤	(48)	9.2.7	试验记录	(70)
6.2.4	成果整理	(49)	9.3	注意事项	(72)
6.2.5	试验记录	(52)	9.4	确定固结系数	(73)
6.3	塑限滚搓法	(52)	9.4.1	时间平方根法	(73)
6.3.1	适用范围	(52)	9.4.2	时间对数法	(74)
6.3.2	仪器设备	(52)			

14.2 砂性土物理力学性质综合性 试验	(114)	14.11.1 试验目的	(123)
14.2.1 试验目的	(114)	14.11.2 试验步骤	(124)
14.2.2 试验内容	(114)	14.11.3 试验方案	(124)
14.2.3 试验报告要求	(114)	14.11.4 试验报告要求	(124)
14.3 路基填料工程分类及土的压实特性 试验	(115)	第4篇 Excel 电子表格在土工试验中的应用	
14.3.1 试验目的	(115)	15 试验数据处理的 Excel 电子表格	
14.3.2 试验内容	(115)	15.1 Excel 电子表格在密度、含水率、 比重试验中的应用	
14.3.3 试验报告要求	(115)	15.1.1 建立工作表	
14.4 物理改良土试验	(115)	15.1.2 录入试验数据及计算公式	
14.4.1 试验目的	(116)	15.2 Excel 电子表格在颗粒分析试验中 的应用	
14.4.2 试验内容	(116)	15.2.1 建立工作表	
14.4.3 试验报告要求	(116)	15.2.2 录入试验数据及计算公式	
14.5 石灰改良土试验	(117)	15.2.3 绘图	
14.5.1 试验目的	(117)	15.3 Excel 电子表格在液、塑限联合测定 试验中的应用	
14.5.2 改良机理	(117)	15.3.1 回归分析法	
14.5.3 试验材料	(117)	15.3.2 解析法	
14.5.4 试验内容	(118)	15.4 Excel 电子表格在击实试验中的 应用	
14.5.5 试验报告要求	(118)	15.4.1 录入试验数据及计算公式	
14.6 水泥改良土试验	(118)	15.4.2 绘图	
14.6.1 试验目的	(118)	15.5 Excel 电子表格在直剪试验中的 应用	
14.6.2 改良机理	(118)	15.5.1 录入试验数据及计算公式	
14.6.3 试验材料	(119)	15.5.2 绘图	
14.6.4 试验内容	(119)	15.6 Excel 规划求解三轴压缩试验抗剪 强度指标	
14.6.5 试验报告要求	(119)	15.6.1 数学模型	
14.7 路基填料压实特性和压实度 试验	(119)	15.6.2 Excel“规划求解”的安装	
14.7.1 试验目的	(120)	15.6.3 利用规划求解确定土的抗剪 强度参数	
14.7.2 试验内容	(120)	15.6.4 绘制莫尔应力圆与强度 包络线	
14.7.3 试验报告要求	(120)	15.7 Excel 电子表格在三轴压缩试验 数据处理中的应用	
14.8 水泥石无侧限抗压强度试验	(120)	15.7.1 建立工作表	
14.8.1 试验目的	(121)	15.7.2 录入试验数据及计算公式	
14.8.2 试验材料	(121)	15.7.3 绘图	
14.8.3 试验内容	(121)	参考文献	
14.8.4 试验报告要求	(122)	(150)	
14.9 土的抗剪强度尺寸效应试验	(122)		
14.9.1 试验目的	(122)		
14.9.2 研究内容	(122)		
14.9.3 试验报告要求	(122)		
14.10 土的压缩特性尺寸效应试验	(123)		
14.10.1 试验目的	(123)		
14.10.2 研究内容	(123)		
14.10.3 试验报告要求	(123)		
14.11 水泥改良土无侧限抗压强度正交 试验	(123)		

第1篇

基础知识

1 土力学试验基础知识

1.1 土力学试验的意义和试验项目 >>>

1.1.1 土力学试验的意义

在土木工程中,所有建筑物都修建在地基上,建筑物的全部重量和所传递的荷载都由地基土支撑。因此,土是土木工程中应用最广泛的一种建筑材料或介质。

土是地壳表层的岩石经历长期风化作用和水流、冰川、风等自然力的剥蚀、搬运及堆积作用而成的松散堆积物。其历史在地质年代中一般较短,多数在一百万年以内,属于第四纪堆积土。

在进行地基强度和变形计算时,必须先研究土的应力、强度和变形性质,研究土体在各种应力状态下的破坏形态和变形规律。因此,土力学是将土作为建筑物的地基、材料或介质来研究的一门学科,是研究土的物理力学性质及土体在荷载、水、温度等外界因素作用下工程性状的应用科学。

土力学试验是土力学的基本内容之一。它的任务是对土的工程性质进行测试,以获得土的物理性指标(如密度、含水率、土粒比重等)和力学性指标(如压缩模量、抗剪强度指标等),从而为工程设计和施工提供可靠的参数。它是正确评价工程地质条件不可缺少的前提和依据。

在整个岩土工程中,土工试验、理论计算和施工检验是相辅相成的三个环节。土工试验不但在工程实践中十分重要,而且在学科理论的研究和发展中起着决定性作用。从土力学的发展历史及过程来看,从某种意义上可以说土力学是土的试验力学,如莫尔-库仑破坏准则、达西定律,土的非线性应力-应变关系及应力路径,这些理论无一不是通过对土进行各种试验而建立起来的。因此,土力学试验在土力学的发展过程中占有相当重要的地位。

1.1.2 土力学试验项目

土力学试验项目大致可以分为土的物理性质试验和土的力学性质试验。土的物理性质试验包括土的含水率试验、密度试验、土粒比重试验、颗粒分析试验、界限含水率试验(液限、塑限和缩限试验)、相对密度试验等。土的力学性质试验包括土的渗透试验、固结试验、抗剪强度试验、击实试验、化学改良土试验等。

土力学试验教材涉及的试验有基础试验和开放性试验。土力学基础试验项目汇总表见表 1-1。教师教学时可根据专业方向的教学要求和学校的具体情况,从表 1-1 中挑选若干项进行组合。通过试验,学生应探讨土体物理力学特性的基本规律,判别土的工程性质,对土进行工程分类,并能够将土体物理力学指标在工程中加以应用。开放性试验选择了具有代表性的 11 个项目,主要培养土木工程专业学生的综合能力、科研能力和创新能力,学生可根据兴趣自由选择。

表 1-1

土力学基础试验项目汇总表

序号	试验项目	试验成果	试验类型	成果应用	能力培养
1	密度试验	土的密度	基础试验	计算土的基本物理指标	掌握环刀法测定土的密度,运用密度换算其他物理指标
2	含水率试验	含水率	基础试验	计算土的基本物理指标	掌握烘干法测定土的含水率,运用含水率换算其他物理指标
3	土粒比重试验	土粒比重	基础试验	计算土的基本物理指标	学会运用比重瓶法测定土粒比重
4	颗粒分析试验	颗粒级配曲线; 不均匀系数; 曲率系数	基础试验	进行土的工程分类,填料的类别分类	培养试验结果的计算、绘图能力;以土的级配为核心,培养结合实际工程分析问题的能力
5	界限含水率试验	液限、塑限; 塑性指数; 液性指数	基础试验	进行土的工程分类,判断土的物理状态	掌握液、塑限联合测定法,培养分析黏性土的性质和状态的能力
6	击实试验 (黏性土)	含水率与干密度的 关系曲线; 最大干密度; 最优含水率	基础试验	用于路基填筑施工的质量控制	掌握土的击实特性,了解土的含水率、击实功对土压实性的影响
7	渗透试验 (黏性土)	渗透系数	基础试验	用于有关渗透问题的计算	理解达西定律,掌握黏性土渗透系数的试验方法
8	固结试验 (快速法)	孔隙比与压力的 关系曲线; 时间压缩曲线; 压缩系数; 体积压缩系数; 压缩指数; 回弹指数; 固结系数	基础试验	计算黏性土的沉降量及沉降速率	熟悉土的压缩性指标测定方法,培养分析归纳的能力;掌握黏性土变形的计算;了解黏性土变形速率的计算
9	直接剪切试验 (快剪法)	抗剪强度指标	基础试验	用于地基、边坡、挡土墙稳定性计算	理解库仑定律,掌握直接剪切试验方法
10	三轴压缩试验	应力-应变关系; 内摩擦角; 黏聚力	基础试验	用于地基、边坡、挡土墙的稳定性计算	了解三轴压缩试验方法;理解在不同工程条件下,三种排水强度指标的选用方法
11	化学改良土试验	改良土含水率与干密度的关系曲线; 最大干密度和最优含水率; 改良土的无侧限抗压强度	基础试验	用于路基填料的化学改良	了解化学改良土的试验方法

1.2 土样采集和土的分类 >>>

为研究地基土的工程性质,需要从建筑场地中采集原状土样送到实验室进行土的各项物理力学性质试验。保证试验数据可靠性的关键环节是使试样保持原状结构、密度与含水率。为取得高质量的不扰动土,要采用一套正确的取土技术,包括钻进方法、取土方法、包装运输和保存。

1.2.1 取土方法

土样可通过钻孔、探井、探槽或探洞采集。在采集土样时,对不同等级土样要求采取不同的取土方法和工具,除应按《岩土工程勘察规范(2009年版)》(GB 50021—2001)规定的取样工具和方法进行外,还应使所取的土样具有代表性。

在钻孔内用取土器采取土样,取土器直径不得小于 100 mm,并使用专门的薄壁取土器。挖掘探井、探槽或探洞时,在挖掘的探井、探槽或探洞中人工进行切削,取块状试样,其取土质量可达 I 级。

1.2.2 影响取土质量的因素

取土质量对岩土工程性质评价的可靠性起着关键作用。若取土质量无法保证,则取土数量和试验的数量再多,试验仪器再好,试验方法再严格,也无法使试验结果正确反映实际土的性质。影响取土质量的因素见表 1-2。

表 1-2 影响取土质量的因素

因素	说明
应力变化	① 钻探操作工艺、钻头扰力、泥浆压力、孔内外水位差; ② 从取土器中推出土样,围压卸除,溶于水中的气体以气泡形式释放出来
取土技术	① 取土器的结构和几何参数(如长径比、面积比、内间隙比等); ② 取土方式(压入、打入等)
其他	① 运输过程中的振动、失水等; ② 储存过程中的物理、化学变化(温度、化学、生物作用); ③ 制备土样时的切削扰动

表 1-2 所列的因素,有些是可以控制的,如取土器的几何参数、取土方式等;有些因素是无法避免的,如应力变化等。因此,实际上完全不扰动土样是不存在的,扰动程度不同的土样是存在的。

1.2.3 取土质量等级

《岩土工程勘察规范(2009年版)》(GB 50021—2001)将土样按扰动程度划分为四级,见表 1-3。

表 1-3 土样质量等级划分

级别	扰动程度	可供试验项目
I	未扰动	土类定名、含水率试验、密度试验、强度试验、固结试验
II	轻微扰动	土类定名、含水率试验、密度试验
III	显著扰动	土类定名、含水率试验
IV	完全扰动	土类定名

1.2.4 土的工程分类

工程用土总的分为一般土和特殊土。广泛分布的一般土又可分为无机土和有机土。原始沉积的无机土大致上可分为碎石土、砂土、粉土、黏性土和特殊性土。碎石土和砂土统称无黏性土,其一般特征是透水性强,无黏性;黏性土的透水性弱;而粉土的性质介于砂土和黏性土之间。碎石土分类见表 1-4。砂土分类见表 1-5。粒径大于 0.075 mm 的颗粒含量不超过总质量的 50%,且塑性指数 $I_p \leq 10$ 的土定义为粉土, $10 < I_p \leq 17$ 的土为粉质黏土, $I_p > 17$ 的土为黏土。特殊性土主要有黄土、软土、冻土、膨胀土、红黏土、盐渍土和人工填土。

表 1-4

碎石土分类

含量/% 土的名称	粒径/mm			颗粒形状
	>200	>20	>2	
漂石	>50			圆形及以圆形为主
块石				以棱角形为主
卵石		>50		圆形及以圆形为主
碎石				以棱角形为主
圆砾			>50	圆形及以圆形为主
角砾				以棱角形为主

表 1-5

砂土分类

含量/% 土的名称	粒径/mm			
	>2	>0.5	>0.25	>0.075
砾砂	25~50			
粗砂		>50		
中砂			>50	
细砂				>85
粉砂				>50

1.2.5 土样状态描述

在现场采样和试验启用土样时,土的描述应符合下列规定:

- ① 碎石土应描述颗粒级配、颗粒形状、颗粒排列、母岩成分、风化程度、充填物的性质和充填程度、密实度等;
- ② 砂土应描述颜色、矿物组成、颗粒级配、颗粒形状、黏粒含量、湿度、密实度等;
- ③ 粉土应描述颜色、包含物、湿度、密实度、摇震反应、光泽反应、干强度、韧性等;
- ④ 黏性土应描述颜色、状态、包含物、光泽反应、摇震反应、干强度、韧性、土层结构等。

1.2.6 土样的要求与管理

试验所需土样的数量应满足要进行的试验项目和试验方法的需要,采样的数量宜按表 1-6 中的规定采取。