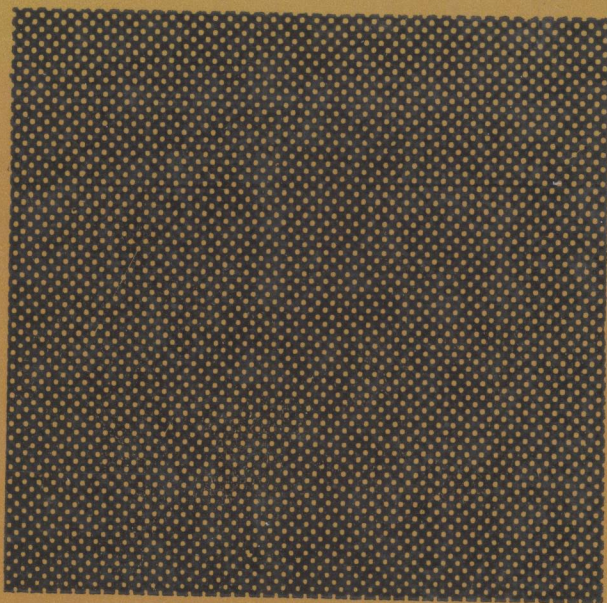


工程地质试验手册

(修订版)



中国铁道出版社

号300字登报(京)

工程地质试验手册

(修订版)

铁道部第一勘测设计院 编

工程地质试验手册

(修订版)

铁道部第一勘测设计院 编

中国铁道出版社出版

(北京东单三条11号)

责任编辑：王德胜、王德胜、王德胜

封面设计：王德胜

印刷：王德胜

开本：787×1092毫米 1/16 印张：49.5 字数：178千字

1995年10月第1版 1995年10月第1次印刷

中国铁道出版社

1995年·北京

(京)新登字063号

内 容 简 介

本书总结国内工程勘察各种试验及国外一些常见试验资料编写而成。内容主要包括土工、特殊土的试验,水土化学分析,环境监测保护试验,砂石试验等。

本书可供工程地质试验人员、土建工程技术人员、环境保护监测人员及大专院校有关专业师生参考使用。

(修订版)

铁道部第一勘测设计院 编

工程地质试验手册

(修订版)

铁道部第一勘测设计院 编

中国铁道出版社出版发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 江新锡 张苍松 封面设计 陈东山

各地新华书店经售

北京顺义燕华印刷厂印



开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 48.5 字数: 1782千

1982年9月第1版 1995年1月 第2版 第4次印刷

印数: 16001—18000册 中国

ISBN 7-113-01521-2/TU·327 定价: 50.00元

再 版 前 言

本手册是在原《工程地质试验手册》(1982)基础上重新修订编写而成的。

自原书出版以来,国内外测试技术发生了较大的变化。为使本书能满足工程勘察工作的需要,对原书进行了全面修改补充,主要有以下几个方面:

1. 本书中计量单位原则上已改为法定计量单位,但有个别援引资料未加改动,以保留其本来面貌。

2. 增加了微机在土工试验中的应用内容。

3. 为适应公路工程的需要,补充了CBR试验、灌砂法(测定填土密度)等。为解决公路和铁路填土路基施工中压实度的快速测定,补充了核子密度/湿度仪法、 K_{30} 法等。

4. 对土的工程分类,除按各部委有关标准及规定处理外,还列入了各部标准和国家标准,包括交通、水利、铁道、城建等。

5. 增加了环境保护的监测方法和标准。

6. 因仪器的更新,修改了土的击实试验、剪切试验、岩石薄片鉴定等测试方法。

7. 近年来国内各勘察单位均在大力推广土工原位测试,为了突出此一试验,经过补充后单独编为第二篇。

8. 目前对土的微观研究日趋重视,尤其是这些年来国内不少单位引进了X线衍射仪,故在本书的第一篇第五章中从理论和实测技术方面作了一定补充。

9. 对国内特殊土的性质和试验,近几年内已陆续编出国家标准的送审稿,故对国内常见的几种特殊土在地质成因、主要特征、指标分析、测定方法、判别标准和分类方面也作了若干补充。

10. 因地下工程的需要,在岩石力学试验部分增加了三轴抗压试验及膨胀岩的样品制取和测定方法。

本手册总结了以往多年的工作经验,较广泛地收集利用了水利、电力、公路、建筑、地下工程、地矿、铁路、港工、机场、机械、煤炭、环保等部门的标准和资料以及国际上的通用标准,如德国DIN,日本JIS,美国ANSI/ASTM、AASHTO,英国BS1377等标准。在编写过程中又及时参考了国家标准《土工试验方法标准》GBJ123—88,进行了很有价值的补充和修正。

本手册第一篇由强世杰、常葆镔、陈道斌、曹建春、年胜平编写;第二篇由蔡守璋编写;第三、五篇由吴连荣编写;第四篇由黄荣庭、卜晓萍等编写;全书由马万一、孟英喆、俞志英审核,最后由李文社院副总工程师作总审。

本手册第一版书稿由俞志英、吴连荣、强世杰、常葆镔、刘淑贞、孙淑英、黄荣庭等编写而成,特予追记。

由于我们水平有限,错误和不足之处难免,敬请读者多提宝贵意见。来函请寄兰州市铁道部第一勘测设计院中心试验室(邮政编码730000)。

铁道部第一勘测设计院

一九九四年五月

目 录

第一篇 土工试验

第一章 基本概念和一般要求	1
第一节 土的结构与构造	1
一、土的结构；二、土的构造	
第二节 土的组成	2
一、土的固体、液体和气体；二、土的基本物理指标及换算关系	
第三节 取样要求与管理	5
一、取样须知；二、土样填写内容的要求；三、土样的包装和运送；四、土样验收；五、土样管理	
第四节 土工试验项目的选择	7
第五节 土工试验专用名词、术语、符号和计量单位	10
第六节 仪器设备和试验精度	13
第二章 土的工程分类	16
第一节 国家标准	16
一、总则；二、一般规定；三、土的分类；四、土的简易鉴别、分类和描述	
第二节 铁道部标准	20
一、《铁路工程地质技术规范》；二、《铁路路基施工规范》	
第三节 水电部标准	23
一、目的和适用范围；二、分类试验；三、粒组划分；四、分类符号与土类命名；五、试验室分类步骤；六、目测分类步骤	
第四节 交通部标准	27
一、分类方法和试验；二、粒组划分；三、分类及命名；四、分类符号；五、土分类的总体体系和各类土分类；六、试验室分类步骤；七、简易鉴别法；八、土样描述；九、其他技术标准分类	
第五节 城乡建设环境保护部标准	32
第三章 土的物理性试验	34
第一节 土样和试样制备	34
一、原状土试样制备；二、扰动土试样制备	
第二节 含水量	35
一、概述；二、试验方法及适用条件；三、计算；四、成果应用	
第三节 密度	38
一、概述；二、试验方法；三、成果应用	
第四节 比重	41
一、定义和方法的选定；二、试验方法及原理；三、国外试验方法简介；四、比重的经	

验数据及成果应用	45
第五节 颗粒分析	45
一、概述；二、筛析法；三、密度计法；四、移液管法；五、沉淀法；六、成果应用	
第六节 界限含水量	53
一、概述；二、液限试验；三、塑限试验；四、液塑限联合试验；五、缩限试验；六、液塑限联合试验中有关问题；七、成果应用	
第七节 湿 化	58
一、土的湿化原因及影响因素；二、试验方法	
第八节 毛管水上升高度	59
一、概述；二、试验方法及选择；三、成果应用	
第九节 最大分子吸水量	61
一、概述；二、试验方法及计算	
第四章 土的水力学性质试验	63
第一节 渗 透 性	63
一、基本概念；二、试验方法及原理；三、影响渗透系数的因素；四、试验中注意问题及成果应用	
第二节 砂土的最大、最小密度	70
一、物理涵义；二、试验方法和计算；三、试验仪器和方法说明；四、成果应用	
第三节 击实试验	72
一、概述；二、试验方法及计算；三、对国内外击实试验综述；四、试验方法说明；五、成果应用和经验数据	
第四节 CBR 试验	78
一、一般概念；二、试验仪器及方法；三、对国内外CBR试验综述；四、试验方法说明；五、成果应用	
第五节 压缩和固结	85
一、土的压缩性；二、土的压缩特征及固结应力历史；三、仪器设备及试验方法；四、计算及制图；五、快速固结法；六、成果应用和经验数据	
第六节 直接剪切试验	96
一、概述；二、仪器设备；三、试验方法；四、成果应用	
第七节 残余强度	99
一、概述；二、试验方法；三、影响残余强度的因素；四、试验方法的选择	

第八节 三轴压缩试验100

一、概述；二、仪器设备；三、试验原理；
四、试验类型及适用条件；五、试验方法和
有关标准；六、试验成果的整理；七、成果
应用

第九节 无限限抗压强度110

一、试验原理及适用范围；二、仪器设备；
三、试验方法；四、计算与制图；五、成果
应用

第十节 一个试样分级加荷三轴压缩 试验112

一、概述；二、破坏点的确定；三、试验方
法；四、计算与制图

第十一节 线性弹性模型参数与静止侧压力 系数的测定113

一、概述；二、线性弹性模型参数的物理意
义；三、弹性模量 E 和泊松比 μ 的测定；四、
静止侧压力系数 K_0 的测定

第十二节 无凝聚性土的天然坡角117

一、试验原理；二、试验方法

第五章 粘土矿物成分119

第一节 粘土矿物的分类119

第二节 粘土矿物对岩土物理力学性质的影 响120

第三节 粘土粒及其提取方法121

一、粘土粒的概念；二、粘粒的提取；三、
粘土粒提取的影响因素及其处理方法

第四节 粘土矿物的X射线衍射定性和定量 分析124

一、一般分析阐述；二、粘土矿物的定性分
析；三、粘土矿物的定量分析

第五节 粘土矿物的差热分析和其他分析鉴 定方法129

一、差热分析；二、粘土粒的化学全量分
析；三、粘土粒阳离子代换量；四、粘土
粒的比表面积；五、粘土矿物的染色分
析；六、粘土矿物的电子光学分析；七、
粘土矿物的红外吸收光谱

第六节 矿物的特征衍射检索表及中英文名 称对照136

第六章 特殊土主要性质和试验138

第一节 软 土138

一、软土的特征及成因类型；二、软土的试
验及有关要求；三、软土的试验数据及指标
间的关系

第二节 膨胀土150

一、膨胀土的主要特征；二、膨胀土的成因

类型；三、膨胀土的成分及结构；四、膨胀
土的物理性指标分析；五、膨胀性指标；
六、收缩性指标；七、膨胀土地基胀缩变形
计算；八、膨胀土的抗剪强度；九、膨胀土
的判别和分类

第三节 红粘土173

一、红粘土的含义及分布规律；二、红粘土
的工程性质；三、红粘土的试验及成果应

第四节 黄 土175

一、黄土的特征、成因及地层划分；二、黄
土的物质成分及结构特征；三、湿陷性黄土
的分区及物理力学性质；四、黄土的湿陷性
指标

第五节 盐 渍 土192

一、盐渍土的含义及分类；二、盐渍土的化
学成分与组织结构；三、氯盐渍土的主要工
程性质；四、硫酸盐渍土的主要工程性质；
五、碳酸盐渍土的主要工程性质；六、盐渍
土中不同盐类对筑路材料的影响；七、盐渍
土中毛管水上升高度的确定；八、盐渍土有
关物理指标测定中的问题

第六节 多年冻土203

一、基本概念；二、物理指标的试验方法；
三、热学指标的试验方法；四、力学指标的
试验方法

第七章 微型计算机在土工测试中的应用221

第一节 概 述221

第二节 应用微机处理试验数据资料221

一、应用范围和评价标志；二、机型和外部
设备的选择；三、软件结构；四、运用数值
计算方法；五、“菜单”技术

第三节 应用微机自动采集和处理试验数 据226

一、工作原理和简况；二、传感器件；三、
数据接口；四、微机、外设及软件

第四节 应用微机对试验进行过程控制231

一、工作原理；二、D/A转换器；三、伺服
装置

第八章 资料的分析整理和归档234

第一节 试验资料的分析整理234

一、各指标间合理性的分析；二、试验指
标的数理统计方法；三、抗剪强度指标的计算
方法

第二节 试验报告审查240

第三节 试验资料归档240

一、阶段性归档；二、全线(终结)归档

第二篇 原位测试

第一章 载荷试验242

第一节 载荷试验分类242

一、按承压板形式和加荷方式分类；二、按
试验深度和土层状态分类

第二节 平板载荷试验243

一、测试设备；二、常规载荷试验方法；三、
浸水载荷试验方法；四、 K_0 载荷试验方法；
五、钻孔内载荷试验方法；六、常规载荷试

1434	验资料整理和应用	248
1434	第三节 螺旋板和单桩载荷试验	248
1434	一、螺旋板载荷试验;二、单桩载荷试验	
1434	第二章 旁压试验	252
1434	第一节 旁压仪种类	252
1434	一、原理和应用研究;二、旁压仪种类	
1434	第二节 预钻式设备和测试方法	253
1434	一、主要设备;二、成孔方法和要求;三、仪器校正;四、压力增量和观测时间;五、测试方法和程序;六、终止试验	
1434	第三节 资料整理和成果应用	255
1434	一、测试资料整理;二、旁压参数确定;三、国内确定地基基本承载力方法;四、国外确定地基容许承载力方法;五、计算地基沉降方法;六、场地地基和地基加固效果评价;七、 E_s/P_L 比值的应用	
1434	第四节 自钻式旁压仪	259
1434	一、构造特点;二、钻进和测试;三、资料整理分析和应用	
1434	第三章 静力触探试验	262
1434	第一节 主要设备和测试方法	262
1434	一、主要设备;二、测试方法	
1434	第二节 资料整理分析	266
1434	一、资料整理;二、贯入机理分析;三、力学分层	
1434	第三节 试验成果应用	269
1434	一、评定地基土基本承载力;二、评定地基土变形参数;三、判别土类;四、单桩承载力公式;五、评价饱和砂土液化势;六、确定饱和粘性土不排水抗剪强度;七、评定砂	
1434	土 ϕ 角和相对密度 D_r ;八、判定黄土湿陷性和滑动面;九、检验地基加固效果和冻融土地基;十、孔隙水压探头成果应用	
1434	第四章 动力触探试验	282
1434	第一节 主要设备和测试方法	282
1434	一、主要设备和规格;二、测试方法;三、电测动力触探设备	
1434	第二节 资料整理	285
1434	一、锤击数影响因素;二、国内实测击数修正方法;三、绘制 $N-H$ 曲线和分层定名	
1434	第三节 标准贯入试验成果应用	287
1434	一、确定地基承载力;二、判别饱和砂土和轻亚粘土液化势;三、判别土的紧密和稠度状态;四、评定土的强度指标;五、评定土的变形指标;六、估算单桩承载力;七、确定土的波速	
1434	第四节 动力触探成果应用	291
1434	一、确定地基承载力和变形模量;二、评定砂土密度;三、估算单桩承载力	
1434	第五章 剪切试验	294
1434	第一节 十字板剪切试验	294
1434	一、原理和适用土层;二、试验设备和测试方法;三、十字板头率定;四、测试资料整理;五、测试成果系统误差分析;六、十字板 C 与其他参数的关系;七、十字板测试成果应用	
1434	第二节 大型直剪试验	301
1434	一、设备结构及规格;二、试验方法;三、资料整理	
1434	第三篇 化学分析	
1434	第一章 基本概念、有关计算与溶液配制	303
1434	第一节 化学基本定律和周期表	303
1434	一、基本定律;二、元素周期表;三、金属活泼顺序	
1434	第二节 溶液	305
1434	一、分散体系;二、真溶液和溶解度;三、溶液配制与分析结果计算;四、溶液浓度表示方法及单位换算	
1434	第三节 电 离	305
1434	一、电离度,强、弱电解质;二、弱电解质的电离平衡;三、盐类的水解;四、浓度、电离度与电离常数的换算;五、同离子效应与缓冲溶液;六、标准缓冲溶液	
1434	第四节 溶 度 积	319
1434	一、溶度积;二、溶度积与溶解度的换算关系;三、沉淀生成与溶解的条件;四、分步沉淀	
1434	第五节 化学分析常用量及其符号	322
1434	一、物质的量及其单位(摩尔);二、摩尔质量与物质的量浓度;三、容量化学分析计算;四、物质 B 的质量浓度;五、物质 B 的质量摩尔浓度;六、化学分析常用量计算方	

1434	法比较;七、常用量及其单位的名称符号;八、某些仪器、试剂的名称代号	
1434	第二章 化学分析方法	330
1434	第一节 分析化学方法分类	330
1434	第二节 几种物质的个别鉴定	330
1434	第三节 质量分析法	331
1434	一、沉淀法;二、挥发法	
1434	第四节 容量分析法	332
1434	一、中和法及其指示剂;二、沉淀法;三、络合剂滴定法;四、氧化还原法	
1434	第三章 电化学分析方法	342
1434	第一节 电位分析法	342
1434	一、氧化还原电位的测量;二、离子选择性电极直接电位法;三、电位滴定法	
1434	第二节 电导分析法	350
1434	一、电导池(或电极)常数;二、测量温度的校正;三、电导分析方法;四、电导仪、电极及其使用	
1434	第四章 光化学分析法	354
1434	第一节 电磁波谱分区与滤光片	354

一、电磁波谱分区；二、滤光片颜色与溶液颜色互补关系	
第二节 比色分析法	356
一、比色原理——兰伯—比尔定律；二、光电比色法；三、分光光度法；四、仪器维护；五、分光光度分析最大吸收波长的选择；六、比色分析的定量方法	
第三节 原子吸收分光光度法	360
一、基本原理；二、原子吸收分光光度计；三、干扰现象及其处理方法；四、灵敏度及提高灵敏度的方法；五、定量方法；六、仪器养护	
第四节 火焰光度分析法	370
一、基本原理；二、操作注意事项；三、定量方法；四、误差和干扰原因及其消除	
第五章 气相色谱分析法	372
第一节 气相色谱仪	372
一、载气；二、色谱柱；三、进样装置；四、检测器（或称检定器）；五、仪器养护	
第二节 仪器性能的检验	384
一、稳定性检验；二、灵敏度检验；三、检定器敏感度计算；四、最低检出限；五、灵敏度、敏感度和最低检出限的计算举例；六、分离性能的检验	
第三节 定性和定量方法	386
一、定性分析方法；二、定量分析方法	
第六章 大气与烟尘分析	388
第一节 样品采集	388
一、大气样品的采集；二、车间有毒气体采样；三、烟气采样	
第二节 气体分析	394
一、浓度的表示方法；二、分析方法的选择	
第三节 大气污染化学评价	400
一、上海大气质量指数；二、沈阳大气质量指数；三、大气质量分级评比方法；四、美国橡树岭大气质量指数	
第七章 水质分析	403
第一节 水质分类	403
一、按水存在的环境分类；二、水质按分析内容分类；三、地下水的分类	
第二节 水样采集	406
一、地面水采样点设置；二、地下水采样点设置；三、废水与污水采样点设置；四、水样的采取方法；五、水样的运送；六、水样的保存方法	
第三节 水质评价	414
一、污染源评价；二、地面水水质评价；三、地下水水质评价；四、海洋水体质量评价	
第四节 计算单位及其精度和采样数量	421
一、计算单位及其精度和允许差；二、铁路工程水质分析采样数量	
第五节 水中物质成因及其分析意义	422
第六节 分析方法选择	428
一、天然水分析方法选择；二、污水、废水分析方法选择	

第七节 水质分析结果的指标换算	434
一、水中侵蚀性CO ₂ 的计算；二、游离CO ₂ 对混凝土侵蚀的估计；三、水的稳定性评价；四、浑浊度与透明度的换算；五、各种碱度的计算；六、各种钙镁离子浓度的计算；七、水质分析计算单位及其换算；八、水的pH与碱度和游离CO ₂ 的关系；九、水的硬度标度的换算；十、水的密度测定	
第八节 分析结果的合理性分析	439
第八章 土的化学分析	441
第一节 土中盐类与有机质	441
一、土中盐类；二、土中有机质	
第二节 土的全量分析	444
一、主要氧化物；二、测定项目与方法选择；三、土代换量测定与方法选择	
第三节 环境土壤质量评价	445
一、环境土壤调查与采样点布设；二、污染物分析项目的选择；三、评价标准的选择；四、土壤质量评价与分级	
第四节 土化学分析试样制备	447
一、盐渍土；二、中溶盐、难溶盐和有机质；三、土的全量分析；四、环境土壤样品	
第五节 分析误差与计算单位	449
一、土中盐与有机质；二、土的全量分析；三、化学分析结果允许误差	
第六节 土化学分析结果的合理性分析	452
一、盐渍土；二、全量化学分析；三、有机质；四、土的pH、CaCO ₃ 和代换量	
第七节 盐类溶液的成盐过程	453
第九章 放射性测量	455
第一节 有关参数和注意事项	455
一、放射性同位素的某些参数；二、使用中子源应注意的事项；三、辐射工作人员健康标准；四、放射性物质沾污的去除；五、国内外对饮水中放射性物质的限制	
第二节 放射性辐射的种类和性质	458
一、 α 衰变；二、 β 衰变；三、 γ 衰变	
第三节 放射性测量	459
一、应用放射性吸收指数的测量；二、总 α 、 β 、 ^3H 、 ^{14}C 等放射性的测量；三、氡钍分析器及对镭、钍的测量；四、应用放射性同位素测定土的密度和含水量	
第四节 有关计算单位的换算	470
一、放射性同位素的质量与其放射强度的换算；二、放射性强度和能量单位的换算；三、放射性计算时常用的物理常数	
第五节 放射性测量仪器	471
一、脉冲探测器；二、定标器；三、探测器坪曲线的测量	
第六节 剂量率、放射强度和防护层的计算	473
一、剂量率与放射强度的关系；二、无防护屏障时的防护计算；三、有防护层、按减弱倍数来计算防护层厚度	

第十章 实验误差与质量控制	477
第一节 实验误差	477
一、误差及其分类；二、误差的表示方法；	
三、误差计算举例；四、分析数据的取舍；	
五、精密度和准确度；六、灵敏度、检出限和测量限	
第二节 有效数字与运算规则	483
一、有效数字；二、有效数字的取舍规则；三、有效数字的运算规则	
第三节 质量控制	484
一、室内质量控制；二、室间质量控制；	
三、标准合成水样（简称标样）配制；四、标准曲线质量控制实例	
第四节 试验方法标准化——允许差的测定	509
一、试验方法标准化组织程序；二、允许差分类及其符号；三、协作试验数据统计；	
四、数据统计计算举例	

第十一章 有关技术标准	519
第一节 国内现行标准	519
一、大气环境质量标准；二、地面水环境质量标准；三、海水水质标准；四、工业企业设计卫生标准；五、生活饮用水卫生标准；	
六、污水综合排放标准；七、辐射防护规定；	
八、农田灌溉水质标准；九、渔业水质标准；	
十、铁路蒸汽机车锅炉给水；十一、内燃机车冷却用水水质；十二、环境水对混凝土侵蚀性的判定方法及标准；十三、环境水对混凝土侵蚀判定标准及防护措施；十四、拌和与养护混凝土工程用水标准；十五、职业性接触毒物危害程度分级与作业危害程度分级标准；十六、铁路货车洗刷废水排放标准；十七、锅炉烟尘排放标准；十八、我国一些工矿企业的排放标准；十九、饮用天然矿泉水	

第二节 国外参考标准	542
一、国外（12个国家）生活饮用水水质标准；	
二、前苏联卫生、生活用地面水中有害物质最高允许浓度；三、美、日、加大气质量标准；四、前苏联大气环境标准；五、工业锅炉用水水质标准；六、国内外居住区大气中SO ₂ 煤尘最高容许浓度；七、国内外锅炉烟气排入大气时最高容许浓度；八、日本烟尘排放标准	

第十二章 主要仪器校正与试剂	551
第一节 天平与砝码	551
一、普通天平；二、天平的分类；三、天平的检验；四、天平的使用与维护；五、砝码的等级、用途和面值的组合形式	
第二节 量器容量检定	554
一、校正值计算；二、量器等级及公差；三、量器（滴定管、移液管、量瓶）校正	
第三节 试剂和试纸	557
一、化学试剂的等级及符号；二、试剂和试液的贮存；三、试剂的制备、提纯与回收；	
四、试纸的制备	
第四节 纯水的制取	561
一、蒸馏水；二、去离子水；三、专门用途的纯水；四、纯水的质量及其检验	
第五节 试剂名称和换算因素	564
一、常用试剂的干燥条件；二、常用的基准物质；三、某些无机物的名称和俗称；四、某些有机物的名称和俗称；五、化学组成不同形式的换算因数；六、商品酸、氨水的浓度近似值；七、强酸强碱和氨水的比重、质量分数 w_B 与物质的量浓度 C_B 的关系；八、有机溶剂的物理常数；九、常用试剂的分子量与化合价	

第四篇 岩石、混凝土骨料及道碴试验

第一章 基本概念和有关要求	577
第一节 概 述	577
第二节 岩石的分类及试验要求	577
一、岩石的分类；二、岩石试验的基本要求；三、试样选取的要求	
第三节 混凝土骨料、道碴的有关概念及试验项目	582
一、骨料的作用和类别；二、道碴的性能及种类；三、骨料、道碴的试验项目及样品数量	
第二章 岩石物理性试验	584
第一节 比 重	584
一、比重瓶法；二、李氏比重瓶法；三、浮称法；四、岩石比重的经验值	
第二节 密 度	585
一、量积法；二、水中称量法；三、蜡封法；四、岩石密度经验值	
第三节 吸水率、饱和吸水率	587
一、吸水率；二、饱和吸水率；三、岩石吸	

水率的经验值	
第四节 抗冻性	588
第五节 计算岩石孔隙率、饱水系数、软化系数、抗冻系数	588
一、孔隙率；二、饱水系数；三、软化系数；	
四、抗冻系数；五、各种岩石物理指标	
第三章 岩石力学性质试验	591
第一节 岩石试样的制备	591
一、制备试样的一般要求；二、主要机具设备；三、试样加工的精度要求；四、岩样描述	
第二节 抗压强度	593
一、主要仪器设备；二、试验步骤；三、成果整理；四、抗压强度的影响因素；五、岩石抗压强度范围及其物理、力学性质；六、岩石坚固系数	
第三节 抗拉强度	604
一、直接拉伸法；二、劈裂法；三、拉伸法	

与劈裂法试验结果比较; 四、一般岩石抗拉强度经验值	
第四节 抗弯强度	607
一、试验方法; 二、一般岩石抗弯强度经验值	
第五节 弹性模量	608
一、概述; 二、电阻应变片法; 三、杠杆引伸仪法; 四、镜式引伸仪法; 五、一般岩石弹性模量和泊松比的经验值	
第六节 抗剪强度	613
一、概述; 二、抗剪断强度; 三、直剪试验; 四、抗切试验; 五、用计算法求岩石抗剪强度; 六、试验成果	
第七节 三轴压缩试验	621
一、概述; 二、主要仪器设备; 三、试验方法简述; 四、成果整理和计算; 五、三轴试验成果	
第八节 冲击强度	627
一、主要仪器设备; 二、试验方法简述; 三、成果整理	
第九节 耐磨硬度	628
一、主要仪器设备; 二、试验方法简述; 三、成果整理	
第十节 胶结能力试验	629
一、主要仪器设备; 二、试验方法简述	
第十一节 岩石地基承载力及石料技术标准	629
一、岩石地基允许承载力; 二、岩石材料技术标准	
第四章 膨胀岩试验	636
第一节 概述	636
第二节 膨胀岩的特性	636
一、膨胀岩的表观特征; 二、膨胀岩的物质组成; 三、胶结物质对膨胀性的影响; 四、关于膨胀岩的判别指标	
第三节 膨胀岩试样的制备	639
一、试样的大小; 二、试样制备的机具设备; 三、试样制备的程序	
第四节 水理性质试验	639
一、吸水率; 二、崩解; 三、耐崩解性试验	
第五节 膨胀性试验	642
一、自由膨胀率; 二、膨胀率试验; 三、膨胀力试验; 四、岩石烘干后的膨胀性; 五、重塑试样的膨胀性; 六、膨胀岩试验成果	
第五章 岩石薄片鉴定	648
第一节 岩石薄片的磨制与镜下鉴定	648
一、仪器设备; 二、岩石薄片磨制; 三、镜下鉴定	
第二节 主要造岩矿物的鉴定	652
第六章 混凝土细骨料(砂)试验	658
第一节 筛分析试验	658
一、颗粒级配; 二、细度模数	

第二节 比重(视比重)	659
一、标准方法; 二、李氏比重瓶法	
第三节 吸水率	660
第四节 密度及孔隙率	661
一、密度; 二、孔隙率	
第五节 含水率	661
一、标准方法; 二、快速测定法	
第六节 含泥量	662
一、标准方法; 二、虹吸管法	
第七节 有机质含量	663
第八节 云母含量	663
第九节 轻物质含量	664
第十节 坚固性试验	664
第十一节 硫化物含量	665
第十二节 混凝土细骨料技术要求	665
第七章 混凝土粗骨料试验	667
第一节 筛分析试验	667
第二节 比重	667
一、标准方法; 二、简易方法	
第三节 吸水率	669
第四节 密度及孔隙率	670
一、密度; 二、孔隙率	
第五节 含水率	670
第六节 含泥量	671
第七节 有机质含量	671
第八节 针状和片状颗粒的总含量	672
第九节 坚固性试验	672
第十节 压碎率	673
第十一节 抗压强度	674
第十二节 硫化物含量	674
第十三节 混凝土粗骨料质量标准	674
一、国家建筑工程总局标准; 二、铁道部标准	
第八章 道碴试验	677
第一节 筛分析试验	677
第二节 磨耗率	677
第三节 冲击韧度	678
第四节 抗冻性	679
第五节 不洁率	679
一、小于0.1mm尘末含量; 二、粘土含量	
第六节 软弱颗粒含量	679
第七节 石英颗粒含量	680
第八节 矿滓道碴测试指标	680
一、玻璃状多孔海绵状晶体含量; 二、矿滓模量; 三、矿滓的石灰质、铁质分解; 四、矿滓的密度	
第九节 各类道碴技术标准	680
一、碎石道碴; 二、卵石道碴; 三、熔炉矿滓道碴; 四、砂子道碴; 五、国家标准	

第五篇 有关数理常识与试验须知

第一章 数理统计的应用实例	684
第一节 资料整理基本方法	684
一、名词、术语；二、数理统计基本步骤；	
三、统计结果的检验	
第二节 方差分析	696
一、单因素等重复试验的方差分析；二、单	
因素不等重复试验的方差分析；三、双因素	
方差分析	
第三节 回归分析	705
一、一元线性回归；二、二元线性回归；	
三、多元回归分析；四、一元非线性回归	
第二章 物理知识	716
第一节 法定计量单位及其换算	716
一、法定计量单位的定义；二、法定计量单	
位的使用规则；三、法定计量单位的换算	
第二节 气体的主要性质	727
一、气体的状态；二、气体压力、体积和温	
度的关系；三、大气压力与海拔高度	
第三节 液体的粘滞性	729
第四节 电测应力分析基本原理	730
一、转换原理；二、电阻应变片；三、测量原	
理及电阻应变仪	
第五节 物体膨胀和空气湿度	732
一、气体的膨胀；二、液体的膨胀；三、水	
的热膨胀；四、固体的膨胀；五、空气的湿	
度	
第六节 振动和波	736
一、振动；二、波	
第七节 电学有关常识	738
一、电阻定律；二、欧姆定律；三、电阻的	
串、并联和混联；四、电流的功和功率；	
五、电流的热效应，楞次—焦耳定律；六、	
法拉第电磁感应定律；七、保险丝及其选	
择；八、导线截面积的选择	
第三章 试验须知	742
第一节 器皿和电器	742
一、铂器皿；二、铁、银、镍、磁质及石英	
器皿；三、玻璃器皿；四、玛瑙研钵；五、	
热电偶；六、电烘箱、高温炉；七、真空	
泵；八、电热恒温水浴；九、电冰箱；十、交	
流电子稳压器和记录仪	
第二节 滤器和筛子	744
一、砂芯漏斗（或坩埚）；二、滤器和滤膜；	
三、滤纸；四、纸浆和石棉浆的制备；五、	
筛子筛号规格；六、分子筛型号及用途	
第三节 试验工作一般常识	748
一、洗涤剂的种类和配制；二、冷却剂；三、	
干燥剂和碱石灰的制备；四、常用浴的加热	
温度；五、水的密度和比体积；六、玻璃、	
瓷皿的永久性编号；七、粘结剂（环氧树脂	
的应用）；八、塑料、玻璃、石英、铂材料	
的性能；九、物质的比重及波美度；十、减	
压蒸馏或减压浓缩的装置；十一、希腊字母	
读音表	
第四节 安全与防护	756
一、防火与防爆；二、灭火设备及其应用；	
三、危险品分类及其存放规则；四、压缩液	
化气体标准气瓶的类型和气瓶的涂色标志；	
五、试验技术操作安全须知；六、试验室常	
见外伤与急救；七、试验室药物中毒与急	
救；八、几种粘补剂、封口剂的配制	

第一篇 土工试验

第一章 基本概念和一般要求

第一节 土的结构与构造

土是岩石风化的产物(火山灰除外)。岩石暴露在大气圈内,由于风、霜、雨、雪的侵蚀及温度升降、裂隙中积水结冰等原因(物理风化),使岩石崩解成块。其大小从块石到粘粒皆有,具有圆滑或棱角的不同形状及与母岩相同的矿物成分。这些碎块再与水、二氧化碳、氧气接触(化学风化)以及受生物作用(生物风化),由碎块变成更细的与母岩成分不同的物质。这些由风化作用形成的松散岩石,在工程上通称为土。

由于土在形成过程中所受的风化营力作用不同,使它具有不同的沉积形式。土的主要成因类型有残积、坡积、洪积、冲积、湖积、冰积和风积。

从工程观点来看,土有一种散粒特性,颗粒与颗粒之间的连结强度远较土粒本身强度低,甚至没有这种连结性。根据土粒之间有无连结性大致可将土分为砂类土(砾石、砂)和粘土两大类。

一、土的结构

土的结构是指骨架中土粒的排列形式和土粒间的连结关系。天然土的结构是在土粒的沉积过程中和后来所经历的各种条件下形成的。它不仅与土粒的大小、形状和矿物成分等因素有关,而且还受沉积时周围介质的影响。

土的结构分为单粒结构和集粒结构两类,如图

图1.1.1 土的结构

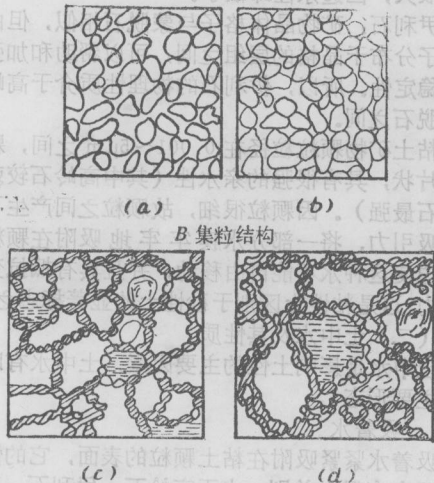


图1.1.1 土的结构

(a) 疏松结构; (b) 紧密结构; (c) 蜂窝状结构; (d) 絮状结构。

1.1.1.

在振动荷载作用下,疏松结构易被振密(体积可减少20%),而密集结构在剪应力作用下又会发生剪胀,使其结构趋向疏松。因此,疏松结构常需经过处理。絮状结构从外形上看象棉絮一样。蜂窝状结构与絮状结构不同之处在于絮状凝聚物中常有粉粒,促成它的结构松散。卡萨格兰特指出,蜂窝状结构存在于高灵敏度的海相沉积的粘土中。由于其大孔隙的存在,在荷载作用下可产生较大沉降。

研究表明,粒径小于0.002mm的土颗粒多呈片状或针状,表面带负电荷,而在片的断口处有局部的正电荷。因此,在土颗粒聚合时,大多数以面-边、面-角或面-面的方式结合。如图1.1.2所示。由

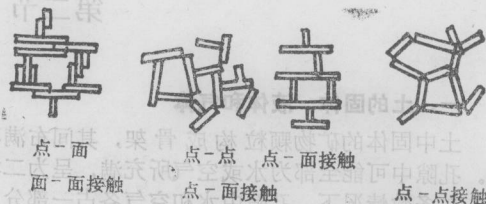


图1.1.2 土颗粒的接触方式

(摘自王钟琦等编《岩土工程测试技术》,1986)

电子显微镜观察得知,实际粘土中的颗粒更多的是以集粒(土颗粒集合体)的形式存在,而不是以单个颗粒的形式存在。用肉眼能观察到的称大集粒;

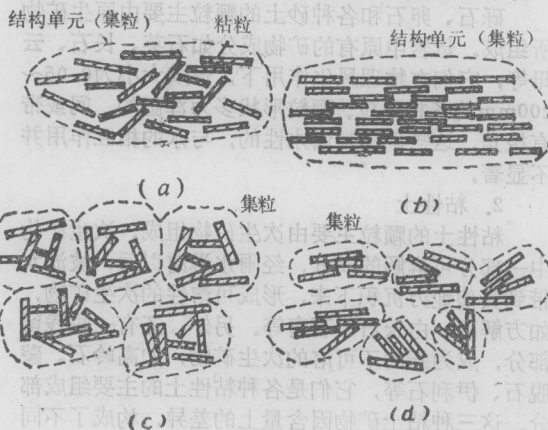


图1.1.3 粘土结构示意图

(a) 部分定向结构; (b) 完全定向结构; (c) 颗粒无定向的集粒; (d) 颗粒定向的集粒。

用显微镜能看到的称小集粒；需借助电子显微镜才能观察到的称微集粒。

集粒间的相互联系与排列是决定粘土性质的主要因素，而土颗粒或集粒的排列对土的均匀性影响也很大。图 1.1.3 是粘土结构中颗粒的排列方式图。

值得提及的是，土的结构除受堆积条件影响外，还受堆积后外界条件变化的影响。例如，当土样受到均匀压密或夯实时，可由絮状结构变成定向结构，压力越大或土的湿度越高，则土颗粒或集粒的定向程度越高；反之，在土受到强烈扰动后则会由原来的定向结构或絮状结构变成无定向结构。

其次，土的孔隙支配着土-水和土-气关系，支配着土层的透水性、通气性和压缩性等性质。观察其孔隙的大小、分布、连续性以及形状（囊状、管状、裂缝）等，可以判别土的疏密状态、形成条件和结构强度。

二、土的构造

土的构造是指天然土在沉积过程中的成层特性、结构单元的分布、颗粒成分的变化、土层是各向同性还是各向异性等。由连续沉积而形成，其间并未受到冲刷，则由图 1.1.4 图成。

土层构造是水平的，如图 1.1.4 (a)。河流几经改道，使得附近的地层发生交替的冲刷与沉积，即形成斜交土层，如图 1.1.4 (b)。山坡上的风化碎屑受重力作用堆积在山脚下，后来又经过河流沉积，即形成山坡土层，如图 1.1.4 (c)。西北黄土地区，经大陆性季风的沉积与剥蚀，形成交错层理，如图 1.1.4 (d)。

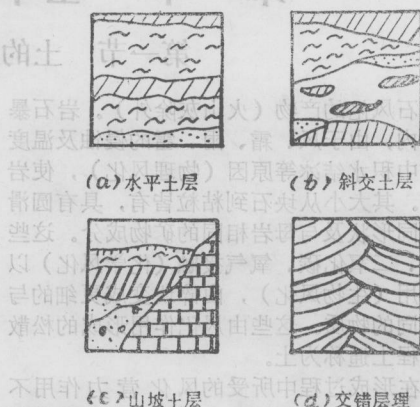


图 1.1.4 土的构造

第二节 土的组成

一、土的固体、液体和气体

土中固体的矿物颗粒构成骨架，其间布满孔隙。孔隙中可能全部为水或空气所充满，呈为二相体；在多数情况下，孔隙中水和空气各占一部分，则呈为三相体。这种组成部分的改变决定于周围的条件如压力、温度等的变化，三相之间量的比例关系和相互作用，决定着土的物理力学性质。

(一) 土的固体颗粒

1. 砂类土 砾石、卵石和各种砂土的颗粒主要由原生矿物所组成。母岩中原有的矿物成分如石英、长石、云母等，它们在物理风化作用下，形成大小为 0.05~200mm 的各种颗粒。颗粒形状多为浑圆的，间或带有棱角。这些矿物是憎水性的，与水的相互作用并不显著。

2. 粘性土

粘性土的颗粒主要由次生矿物组成。次生矿物中一部分可溶解的成分，经雨水淋溶以后，被流水带到其他地方沉积下来，形成可溶性的次生矿物，如方解石、白云石、石膏等。另外，还有一些残留部分，成为新的不可溶的次生矿物，如高岭石、蒙脱石、伊利石等，它们是各种粘性土的主要组成部分。这三种粘土矿物因含量上的差异，构成了不同性质的粘性土。

高岭石：具有坚固的不活动的格架，晶体构造

比较稳定，故吸水性能较差，压缩性和膨胀性都很小，但透水性较大。

蒙脱石：具有互相对称的晶体格子，相邻层组之间由于电荷相同，故层组之间结合甚弱，水易渗入其中，引起土的剧烈膨胀。同时在晶体格子内部，低价元素可以交换高价元素，致使形成额外自由价的出现，因而加大了土的吸收能力。由于蒙脱石具有这些特点，所以它的吸水性、膨胀性、压缩性都很大，但透水性却很小。

伊利石：矿物晶体格子与蒙脱石相似，但由于钾离子分布于晶格的层组之间，可以帮助和加强矿物的稳定性。所以，伊利石的物理性质介于高岭石和蒙脱石之间。

粘土矿物颗粒粒径在 0.001~5μm 之间，颗粒呈鳞片状，具有很强的亲水性（其中高岭石较弱，蒙脱石最强）。因颗粒很细，故颗粒之间产生了很大的吸引力，将一部分水膜牢牢地吸附在颗粒表面，迫使这种水不能自由移动，并且具有抵抗变形的能力。这是粘性土区别于砂性土的显著标志之一。

(二) 土中水及其性质

土中水是影响土性的主要因素，土中水有以下几种主要形态：

1. 吸着水

吸着水紧紧吸附在粘土颗粒的表面，它的性质与普通水有很大差别。由于高岭石、伊利石、蒙脱石颗粒表面一般带有负电荷，对水有很大的电子分

吸引力,所以能将厚度一般为 $0.003\mu\text{m}$ 的水吸附在其表面。吸着水的密度约在 $1.2\sim 2.0$ 之间,冰点在 -78°C ,并具有很大的粘滞性、弹性和塑性,这种水在地球引力下不移动,只有在 $105\sim 500^\circ\text{C}$ 温度下用烘干的方法才能从结晶格子中逸出。

2. 薄膜水

在吸着水的外层,由于距离粘土颗粒表面较远,故被颗粒吸引的程度要弱些。当两个相邻颗粒的薄膜水厚度不同时,较厚的水膜会向较薄处移动。薄膜水也具有一定的粘滞性和可塑性。吸着水和薄膜水的存在是粘性土具有塑性的根本原因。薄膜水在 $105\sim 500^\circ\text{C}$ 时可从土中逸出。

3. 孔隙水

孔隙水远距颗粒表面,不受电分子引力的影响,可以自由移动。其中一部分位于地下水位以下,受重力作用在孔隙中自由活动,并对土产生浮力,称为“重力水”。还有另一部分位于地下水位以上的土孔隙中,称为“毛细水”。这种孔隙水在 $80\sim 105^\circ\text{C}$ 时即可从土中逸出。

(三) 土中气及其性质

土中有少量空气,甚至有沼气存在。它们可能是与大气相通的,也可能是封闭的。前一种情况当土体受到压力后,气体即可排出孔隙之外;而后一种情况使土在受压后增加了弹性性质,并阻碍了孔隙中水的排出,使变形过程延长。土中气体的存在远较土中水对土的性质影响为小,但在特殊情况下,也会严重影响土的工程性质。如封闭气体的存在,就会降低土的透水性和产生弹性变形等。

二、土的基本物理指标及换算关系

土是由固体颗粒、孔隙中的水分和空气三相组成。其中每种成分的质量、体积的相对比例有所增减,都会引起土的物理力学性质的变化。图1.1.5是土的三相图。

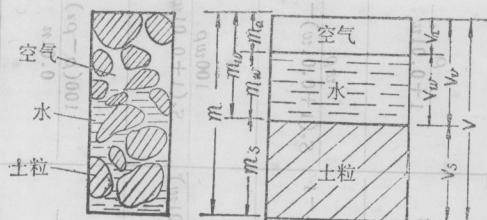


图1.1.5 土的三相示意图

V_s —固体颗粒的体积; V_v —孔隙(包括水及气体)部分的体积; V_w —水所占据的体积; V_a —空气的体积; V —土样的总体积; m_s —固体颗粒的质量; m_w —水的质量; m —土样的总质量。

可直接测定的三项基本物理指标为:

(一) 密度 ρ

单位体积土的质量(包括孔隙中水的质量在内)为土的密度(g/cm^3)。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1.1)$$

当土的结构比较松散,孔隙中水分较多时,密度就小;结构紧密,水分较少时,密度就大。泥炭、沼泽土的密度只有 $1.40\sim 1.60 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。生成年代较早的密实粘土,可达 $2.00\sim 2.20 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

工程设计中经常用到饱和密度 ρ_{sr} 、浮密度 ρ' 、干密度 ρ_d 等指标。

1. 饱和密度 ρ_{sr}

表示土的孔隙中完全为水所充满时的密度(g/cm^3)。

$$\rho_{sr} = \frac{m_s + V_v \cdot \rho_w}{V} \quad (1.1.2)$$

式中 ρ_w ——水的密度,可取为 $1 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

2. 浮密度 ρ'

表示地下水位以下的土,它的孔隙完全为水所充满,但又整个受到地下水的浮力作用。因此

$$\rho' = \rho_{sr} - \rho_w \quad (1.1.3)$$

3. 干密度 ρ_d

表示单位体积内土粒的质量(g/cm^3)。

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (1.1.4)$$

(二) 比重 G_s

土粒质量与同体积 4°C 时水的质量之比,称为土的比重。它与土粒密度为等值,但比重无量纲。

$$G_s = \frac{m_s}{V_s \cdot \rho_w} \quad (1.1.5)$$

比重的大小决定于土的矿物成分。砂类土主要由石英矿物组成,比重为2.65;粘性土的颗粒由高岭石、伊利石、蒙脱石等组成,比重约在2.60~2.78之间。

(三) 含水量 w

土中水的质量与土粒质量之比称为土的含水量,以百分数计。

$$w = \frac{m_w}{m_s} \cdot 100 \quad (1.1.6)$$

不同的土,其含水量变化范围很大。干燥坚硬的土,含水量只有2~10%,而软粘土含水量可达50~200%。

以下三项指标是间接计算得来:

(四) 孔隙比 e

土中孔隙体积与土粒体积之比称为孔隙比(以小数计)。

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1.1.7)$$

孔隙比是土的重要指标之一,它反映了土的松软和紧密程度。

(五) 孔隙度 n

土中孔隙体积与全部体积之比称为孔隙度(%)。

$$n = \frac{V_v}{V} \cdot 100 \quad (1.1.8)$$

孔隙比与孔隙度之间存在着下列关系:

土的常用物理性质指标换算公式表

表1.1.1

已知指标 公式	所求指标	$w(\%)$	$\rho(g/cm^3)$	G_s	$\rho_s(g/cm^3)$	e	$n(\%)$	$S_r(\%)$
w		w	$\frac{100\rho - 100}{\rho_s}$	$\frac{eS_r}{G_s}$	$\frac{S_r(G_s - \rho_s)}{G_s \rho_s}$	$\frac{100\rho(1+e) - 100}{G_s}$	$\frac{nS_r}{G_s(100-n)}$	$\frac{eS_r}{(1+e)\rho_s}$
ρ		$\frac{(1+0.01w)\rho_s}{1+e}$	ρ	$G_s \frac{(1+0.01w)}{1+e}$	$\rho_s + \frac{0.01S_r \cdot e}{1+e}$	$\frac{eS_r(1+0.01w)}{(1+e)w}$	$\frac{nS_r(1+0.01w)}{100w}$	$\frac{0.01nS_r + (100-n)G_s}{100}$
G_s		$\frac{\rho(1+e)}{1+0.01w}$	$\frac{S_r \rho}{S_r(1+0.01w) - w\rho}$	G_s	$\frac{100\rho_s}{100-n}$	$\rho_s(1+e)$	$\frac{100\rho - 0.01S_r \cdot n}{100-n}$	$\rho(1+e)0.01S_r \cdot e$
ρ_s		$\frac{nS_r}{100w}$	$\frac{\rho}{1+0.01w}$	$\frac{S_r G_s}{wG_s + S_r}$	$\frac{G_s - \rho}{\rho - 0.01S_r}$	$\frac{G_s}{1+e}$	$\frac{G_s(1-0.01n)}{100-n}$	$\frac{eS_r}{(1+e)w}$
e		$\frac{G_s(1+0.01w) - \rho}{\rho}$	$\frac{w\rho}{S_r(1+0.01w) - w\rho}$	$\frac{G_s - \rho}{\rho - 0.01S_r}$	$\frac{100(G_s - \rho)}{G_s - 0.01S_r}$	$\frac{100e}{1+e}$	$\frac{n}{100-n}$	$\frac{w\rho_s}{S_r - w\rho_s}$
		$\frac{100\rho}{G_s(1+0.01w)}$	$\frac{100w\rho}{S_r(1+0.01w)}$					$\frac{100w\rho_s}{S_r}$
		$\frac{G_s \cdot w}{e}$	$\frac{100(\rho - \rho_s)}{0.01n}$					$\frac{S_r}{S_r - w\rho_s}$

表土类

$$n = \frac{100e}{1+e} \quad \text{或} \quad e = \frac{n}{100-n} \quad (1.1.9)$$

(六) 饱和度 S_r

土中水分所占体积与全部孔隙体积之比, 称为饱和度(%)。

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \cdot 100 \quad (1.1.10)$$

饱和度为0时的土是干土, 在地下水位以下, 饱和度等于或接近于100%。

表1.1.1是土的常用物理性质指标的换算公式。

第三节 取样要求与管理

一、取样须知

(一) 采取原状土或扰动土应根据工程性质决定。凡是建筑物的天然地基、天然边坡、天然地层等应采取原状土; 凡是路堤填料、桥头填土、地基基础回填等应采取扰动土。如工程对象既属天然边坡稳定, 又作土方调配为填料, 除采取所需原状土外, 还必须满足扰动土要求取样数量。不论何种工程, 如果只要求进行土的分类, 可只采取扰动土。

(二) 土样可在试坑、平洞、导坑、竖井、天然地面以及钻孔中取样, 除在采取土样时应按《铁路工程地质技术规范》TBJ12—85进行外, 应使所

取土样具有一定代表性。采取原状土样时, 应使土样受到最小程度的扰动, 并保持土的原状结构及天然湿度。用钻机取样时, 在钻孔中不宜小于12cm, 并使用专门薄壁取土器, 以减少土的受扰动影响。

(三) 为便于分析土的物理力学性质与地质时代、成因、地层的相互关系以及资料整理时的土性划分, 在送样单上必须认真、准确地填明有关地质资料的符号及说明。

(四) 取土样数量应满足所要求进行的试验项目和试验方法的需要。采取土样的数量可参考表1.1.2。

不同试验项目所需土样数量表

表1.1.2

试验项目	土样类别	土样状态	最大粒径(mm)	取样质量或体积	备 注
含 水 量	砂类土	扰 动	10g	80~100g	如兼做原状土力学性试验, 可不再另行取样
	粘性土	扰 动	10g	80~100g	
密 度	砂类土	原 状	10g	$\phi 10 \times 20 \text{cm}$	
	粘性土	原 状	10g	$\phi 10 \times 20 \text{cm}$	
比 重	砂、砾	扰 动	>5	2~10kg	根据最大粒径而异
	砂类土	扰 动	10g	50g	
	粘性土	扰 动	10g	50g	
颗粒分析	砂、砾	扰 动	>2	500~7000g	根据最大粒径而异
	砂类土	扰 动	10g	200~500g	
	粘性土	扰 动	10g	100g	
液、塑限	粘性土	扰 动	<0.5	500g	
相对密度	砂类土	原 状	10g	$\phi 10 \times 20 \text{cm}$	
		扰 动	<500g	3kg	
收 缩 率	粘性土	原 状	10g	$\phi 10 \times 20 \text{cm}$	
		扰 动	10g	1kg	
膨 胀	粘性土	原 状	10g	$\phi 10 \times 20 \text{cm}$	
		扰 动	10g	2kg	
湿 化	粘性土	原 状	10g	$\phi 10 \times 10 \text{cm}$	如为硬、塑土块, 应取 7×7×7cm 块或 2 筒 $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ 土样
		扰 动	10g	1kg	

续上表

试验项目	土样类别	土样状态	最大粒径 (mm)	取样质量或体积	备 注
毛 管 水 上升高度	砂类土	扰 动		2.5kg	
	粘性土	原 状		$\phi 10 \times 20\text{cm}$	
渗 透	砂类土	扰 动		2kg	
	粘性土	原 状		2.5kg	
击 实	粗粒土	扰 动		$\phi 10 \times 20\text{cm}$	
	粘性土	扰 动		2kg	
压 缩	粗粒土	扰 动		30kg	
	粘性土	原 状		$\phi 10 \times 20\text{cm}$	
黄 土 湿 陷 性	粘性土	原 状		4kg	
	粘性土	原 状		$\phi 10 \times 20\text{cm} \times 2\text{筒}$	单线法湿陷起始压力或要求 湿陷系数~压力曲线
三 轴 压 缩 试 验	砂类土	扰 动	试样 $\phi 3.91\text{cm}$ < 2	5kg	
	粘性土	原 状	试样 $\phi 6.18\text{cm}$ < 5	$\phi 10 \times 20\text{cm} \times 4\text{筒}$	
	粘性土	扰 动	试样 $\phi 10.1\text{cm}$ < 10	10kg	
孔隙压力 的消散	粘性土	原 状	试验 $\phi 10.1\text{cm}$	$\phi 10 \times 20\text{cm} \times 4\text{筒}$	
	粘性土	扰 动	< 10	10kg	
直 接 剪 切 试 验	砂类土	扰 动	< 2	5kg	
	粘性土	原 状		$\phi 10 \times 20\text{cm} \times 2\text{筒}$	
	粘性土	扰 动		5kg	
残余强 度 试 验	粘性土	原 状		$\phi 10 \times 20\text{cm} \times 2\text{筒}$	
	粘性土	扰 动	< 2	5kg	
无侧限抗 压强度	粘性土	原 状		$\phi 10 \times 20\text{cm}$	
	粘性土	扰 动		2.5kg	
天然坡角	砂 类 土	扰 动	< 2	1kg	
	砂 类 土	扰 动	< 5	3kg	
有 机 质 含 量	粘 性 土	扰 动		200g	
水 溶 盐	粘 性 土	扰 动		500g	0~5cm, 5~25cm, 25~ 50cm, 50~75cm, 75~100cm, 取样数量都是500g
土 化 学 分 析	粘 性 土	扰 动		1kg	

注：① 土样体积 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 系指标准取样筒一筒而言。

② 表中所列“取样质量或体积”均指一组土样所需数量，如工程需要做多种试验时，应视具体情况多取样品。

③ 特殊试验项目的取样数量，可酌量采取。

④ 做原状土的力学试验后的多余扰动土，可供做重塑土或其他物理试验项目可少取扰动土，但击实试验例外。