

GONGLU GONGCHENG
SHIYAN JIANCE RENYUAN KAOSHI YONGSHU

公路工程试验检测人员考试用书

材料 (第二版)

交通运输部工程质量监督局
交通运输部职业资格中心 组织编写

李福普 李闯民 主编



人民交通出版社
China Communications Press

Gonglu Gongcheng Shiyan Jiance Renyuan Kaoshi Yongshu

公路工程试验检测人员考试用书

Cailiao

材 料

(第二版)

交通运输部工程质量监督局

交通运输部职业资格中心

组织编写

李福普 李闯民 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为交通运输部工程质量监督局和交通运输部职业资格中心组织编写并审定的《公路工程试验检测人员考试用书》之一,主要介绍公路工程相关材料的基本性质、检测方法等,涉及土工试验、集料、水泥及水泥混凝土、沥青与沥青混合料、基层与底基层材料、钢材、石料、土工合成材料等。

本书可供公路工程试验检测人员使用,也可供公路施工、监理等技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程试验检测人员考试用书. 材料/交通运输部工程质量监督局,交通运输部职业资格中心组织编写.

—2 版. —北京:人民交通出版社, 2012. 3

ISBN 978-7-114-09672-3

I. ①公… II. ①交… ②交… III. ①道路工程—
试验—资格考试—自学参考资料②道路工程—检测—资格
考试—自学参考资料③道路工程—工程材料—材料试验—
资格考试—自学参考资料④道路工程—工程材料—检测—
资格考试—自学参考资料 IV. ①U41②U414.03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 086615 号

书 名:公路工程试验检测人员考试用书 材料(第二版)

著 作 者:交通运输部工程质量监督局
交通运输部职业资格中心

责任编辑:曲 乐 丁润铎

出版发行:人民交通出版社

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)59757969,59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:22.75

字 数:520 千

版 次:2010 年 5 月 第 1 版 2012 年 3 月第 2 版

印 次:2012 年 4 月 第 2 版第 3 次印刷 累计第 12 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09672-3

定 价:55.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《公路水运工程试验检测人员考试用书(第二版)》

编审委员会

主任委员:李彦武

副主任委员:王树芳 张晓冰 杨利华

委 员:何玉珊 朱光裕 李福普 和 松

韩文元 解先荣 陈建勋 徐满意

谭 华 章关永 李闯民 包左军

周福田 李洪斌 刘 鹏 关振军

王 蕊 王永红

序

工程试验检测贯穿于设计、施工、监理、验收、养护、维修等各个环节,已成为控制和评判工程质量的重要基础,对保证工程质量起着举足轻重的作用。工程试验检测对专业性、技术性、实际操作性要求高,而检测人员素质的高低直接影响到试验检测结果的准确性。特别是近年来,许多新技术、新材料在工程上的广泛应用,使得检测岗位更需要高素质的复合型人才。因此,为保证试验检测数据的公正、准确、可靠、有效,就必须有行之有效的制度来加强对试验检测从业人员的管理,不断提高试验检测从业人员水平。

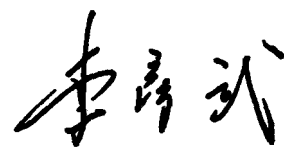
交通运输部历来对工程试验检测工作十分重视。1998年,颁布了《公路水运工程试验检测人员资质管理暂行办法》等一系列规章制度,强化对试验检测人员的管理。2003年,印发了《关于公布已取消和改变管理方式的交通部行政审批项目后续监管措施的通知》,明确要求对公路水运工程试验检测人员实施从业标准管理。2005年,颁布了《公路水运工程试验检测管理办法》,再次明确自2007年11月31日起,试验检测从业人员需通过业务考试方能上岗,随后我局印发了《公路水运工程试验检测人员考试办法》,全面开展公路水运工程试验检测人员业务考试。2009年以来,我局会同部职业资格中心在全国范围内先后组织了四次公路水运工程试验检测人员过渡考试,共有约32万人参加考试。

试验检测从业人员的素质,决定着试验检测工作的质量和水平。组织实施试验检测从业人员的考试和继续教育,是提高试验检测人员业务能力和水平的有效途径。为此,我局会同部职业资格中心组织编写了《公路水运工程试验检测人员考试用书》。该套用书结合当前我国公路水运工程建设技术水平和国家、行业有关标准、规范的发展情况,紧扣2012年新版试验检测考试大纲要求,全面系统地介绍了公路水运工程试验检测基础理论和实用技术,可作为公路水运工程试验检测人员考试的复习指导用书,同时也适用于广大试验检测人员业务学习和继续教育,具有

较强的实用性和可操作性,基本能满足公路水运工程检验检测工作的实际需要。

在该套用书的编写过程中,部职业资格中心精心组织,克服时间紧、任务重的困难,按时完成了编写任务;人民交通出版社为编写工作的完成提供了有力的保证;有关专家认真审查、严格把关,提出了很好的意见和建议。在此向他们表示衷心的感谢!

交通运输部工程质量监督局

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '李', '梁', and '武'.

2012年3月

出版说明

质量是工程的生命,试验检测是工程质量管理的重要手段。客观、准确、及时的试验检测数据,是工程实践的真实记录,是指导、控制和评定工程质量的科学依据。加强公路水运工程试验检测,充分发挥其在质量控制、评定中的重要作用,已成为公路水运工程质量管理的重要手段。

随着我国公路水运工程建设标准、规范体系的不断完善和试验检测技术的日益发展,对试验检测人员的职业能力和水平提出了更新、更高的要求。原交通部1998年以来陆续颁布了《公路水运工程试验检测人员资质管理暂行办法》、《公路水运工程试验检测管理办法》和《公路水运工程试验检测人员考试办法》等一系列规章制度,启动了公路水运工程试验检测人员从业资格管理。2007年,原交通部基本建设质量监督总站以省为单位组织了公路水运工程试验检测人员业务考试;2009年以来,交通运输部工程质量监督局会同交通运输部职业资格中心,在全国范围内先后组织了四次公路水运工程试验检测人员过渡考试。

为满足试验检测行业发展要求,并为试验检测人员考试提供复习参考,部质监局会同部职业资格中心组织编写了《公路水运工程试验检测人员考试用书》。本套考试用书内容丰富、系统、涵盖面广,每本用书内容相对独立、完整、自成体系,结合当前我国公路水运工程建设技术水平和国家、交通运输部有关标准、规范的发展情况,收录了当前公路水运工程试验检测的前沿理论和新技术。整套考试用书有理论,有基本操作讲解,有实例,全面系统地介绍了公路水运工程试验检测理论和实用技术。作为公路水运工程试验检测人员考试的复习指导用书,本套考试用书在编写时,紧密结合考试大纲要求,适用于广大试验检测人员全面系统地学习和掌握公路水运工程试验检测技术,具有较强的实用性和可操作性,基本能够满足公路水运工程试验检测工作的实际需要。

本套考试用书包括《公共基础》、《公路工程试验检测人员考试用书》、《水运工程试验检测人员考试用书》,共9册。

《公共基础》由解先荣主编,主要介绍公路水运工程试验检测发展概况、公路水运工程试验检测管理有关法律法规、试验检测基础知识等。

《公路工程试验检测人员考试用书》包括《材料》、《公路》、《桥梁》、《隧道》、《交

通安全设施及机电工程》5册。《材料》由李福普、李闯民主编,内容包括土工试验、集料、水泥和水泥混凝土、沥青和沥青混合料、钢材以及土工合成材料等的试验检测。《公路》由和松主编,主要介绍公路工程质量检验评定和路基路面现场测试等。《桥梁》由何玉珊、章关永主编,主要介绍桥梁工程质量等级评定、桥梁工程结构常用仪器设备的性能和使用、桥梁静动力荷载试验等。《隧道》由陈建勋主编,主要介绍超前支护与围岩施工质量检查、开挖质量检测、施工监控量测、混凝土衬砌质量检测等内容。《交通安全设施及机电工程》由韩文元、包左军主编,主要介绍交通工程试验检测基础知识,交通管理设施、监控设施、通信设施、收费设施等的试验检测。

《水运工程试验检测人员考试用书》包括《材料》、《地基与基础》和《结构》3册。《材料》由谭华主编,主要从所用的工程部位、组批原则、取样方法、检验项目、试验设备、试验步骤、试验结果分析等环节详细阐述了水运工程常用材料的试验检测。《地基与基础》由徐满意、周福田主编,主要介绍土工基础知识、常用的土工试验方法、主要的原位测试方法、主要的地基处理方法和复合地基桩身质量检测等。《结构》由朱光裕主编,主要介绍混凝土结构力学及缺陷现场检测、结构与构件的静动力试验、桩的静荷载试验、基桩高应变动力检测、锚杆试验与检测技术等。

本套考试用书以国家和交通运输部颁发的有关法规及标准规范为依据,虽经全面审查和补充修改,但其中仍难免有不足之处,诚挚希望广大读者在学习使用过程中及时将发现的问题函告我们,以便进一步修改和补充。该套考试用书在编写过程中得到人民交通出版社和有关专家的大力支持,在此一并致谢。

交通运输部工程质量监督局
交通运输部职业资格中心
2012年3月

前 言

交通运输部工程质量监督局和交通运输部职业资格中心于2012年3月编制出版了《公路水运工程试验检测人员资格考试大纲》(2012年版)。大纲对各专业考试科目的划分和要求掌握的内容范围作出了明确规定和说明,为指导参加资格考试人员结合大纲学习与掌握相关知识,交通运输部工程质量监督局和交通运输部职业资格中心组织有关专家编写了《公路工程试验检测人员考试用书》,该系列考试用书同时也可作为各单位从事试验检测管理与操作的人员及大专院校师生在实际工作和教学中的参考用书。

《公路工程试验检测人员考试用书 材料》自2010年出版使用以来,为培训公路工程专业试验检测技术人员发挥了积极的作用,使一大批从事试验检测的技术人员在理论知识和试验技能上获得了进一步的提高,为公路工程建设项目的顺利实施提供了有力的保证。本次修订的原则是对原有内容的补充和完善。修订的重点,一是与新颁布的相关标准规范相衔接,二是补充试验过程中的安全操作注意事项及化学溶剂废液的处理等内容。本考试用书即是在《公路工程试验检测人员考试用书 材料》第一版的基础上,密切结合2012年修订的考试大纲内容要求编写而成。

本书共计八章,内容包括路基路面材料检测技术的基本理论知识,涉及土工试验、集料、水泥和水泥混凝土、沥青和沥青混合料、基层与底基层材料、钢材、石料、土工合成材料。其中,第一章、第三章、第五章和第六章由长沙理工大学李闯民编写;第二章、第四章、第七章和第八章由交通运输部公路科学研究院李福普编写。在编写过程中,长沙理工大学曲超、高占华、周文胜、陈志福和周和鸣收集了大量参考资料,并对书稿进行了校对。

本考试用书编写过程中参考了现行有关标准、规范、教材等资料,在此谨向有关编著者表示衷心的感谢。限于编者的学识水平和实践经验,以及相关技术规范处于变化过渡期的原因,书中难免有缺陷或疏漏之处,恳请专家和使用考试用书的学员提出宝贵意见,以便以后进一步完善。

编 者
2012年3月

目 录

第一章 土工试验	1
第一节 土的三相组成及物理性质指标换算	1
第二节 土的粒组划分和工程分类	16
第三节 砂的相对密度	29
第四节 黏性土的界限含水率和天然稠度试验	31
第五节 土的击实	36
第六节 土的压缩性指标及强度指标	40
第七节 土的化学性质试验和水理性试验	51
第八节 土样和试样制备	57
第二章 集料	62
第一节 粗集料	62
第二节 细集料的技术性质	82
第三节 矿料级配	97
第三章 水泥和水泥混凝土	103
第一节 水泥	103
第二节 水泥混凝土	120
第三节 普通混凝土配合比	140
第四节 路面水泥混凝土配合比	155
第五节 砂浆	159
第六节 混凝土外加剂	166
第四章 沥青和沥青混合料	170
第一节 沥青材料及检测方法	170
第二节 沥青混合料及检测方法	207
第五章 基层、底基层材料	258
第一节 半刚性类基层、底基层组成材料技术要求	258
第二节 半刚性类基层、底基层组成设计方法	262
第三节 基层、底基层材料试验检测方法	267
第六章 钢材	301
第一节 建筑钢材的种类以及用途	301
第二节 普通钢筋的主要力学性能指标	304

 公路工程试验检测人员考试用书 材料

第三节 钢材的冷加工强化与时效强化、焊接与热处理	309
第四节 普通钢筋和焊接接头的力学性能测试方法	311
第七章 石料	320
第八章 土工合成材料	328
参考文献	349

第一章

技 术 规 范

土工试验

第一节 土的三相组成及物理性质指标换算

一、土的形成

土是由地表面的岩石经风化、剥蚀、搬运、沉积,形成固体矿物、流体水和气体的一种集合体。不同的风化作用形成不同性质的土。风化作用有下列三种。

1. 物理风化

岩石经受风、霜、雨、雪的侵蚀,温度、湿度的变化,不均匀膨胀与收缩,使岩石产生裂隙,崩解为碎石。这种风化作用,只改变颗粒的大小和形状,不改变原来的矿物成分,称为物理风化。由物理风化生成的土为巨粒土,这种土呈松散状态,总称无黏性土。

2. 化学风化

当岩石的碎屑与水、氧气和二氧化碳等物质相接触,使这些岩石碎屑逐渐发生化学变化,改变了原来组成矿物的成分,产生一种新的成分——次生矿物,这类风化称为化学风化。经化学风化生成的土为细粒土,具有黏结力,如黏土与粉质黏土,总称黏性土。

3. 生物风化

由动物、植物和人类活动对岩石的破坏称生物风化。

二、土的三相组成

从工程概念上讲,土是由土颗粒(固相)、水(液相)及气体(气相)三种物质组成的集合体。固相:土的固相物质分为无机矿物颗粒和有机质,构成了土的骨架。液相:是指土孔隙中存在的水。气相:是指土孔隙中充填的空气。土的三相比例是变化的。土体三相比例不同,土的状态和工程性质也随之各异,例如:

固体+气体(液体=0),为干土。此时,黏土呈坚硬状态,砂类土呈松散状态。

固体+液体+气体,为湿土。此时黏土多为可塑状态。

固体+液体(气体=0),为饱和土。此时粉土遇强烈地震,可能产生液化。

三、土中的水

从工程意义上来说,土的液相即土中水,可分为结晶水、结合水和自由水。结晶水是存在于土颗粒矿物晶体内部或参与矿物构造的水。这部分水只有在高温(150~240℃,甚至400℃)下才能从土颗粒矿物中析出。因此,可以把它看作矿物本身的一部分。结合水是吸着

在土颗粒表面呈薄膜状的水,受土粒表面引力的作用而不服从静水力学规律,其冰点低于 0°C 。它对细粒土的工程性质有很大影响。结合水可分为强结合水和弱结合水。强结合水靠近土颗粒表面,密度为 $2\text{g}/\text{cm}^3$,具有固体性质,能够抵抗剪切作用。弱结合水远离土颗粒表面,它是强结合水与自由水的过渡型水,因此它的密度为 $1\sim 2\text{g}/\text{cm}^3$ 。土颗粒表面结合水总量及其变化,取决于矿物的亲水性、土粒的分散程度和土粒的带电离子等。自由水是存在于土颗粒孔隙中的水。它可分为毛细水和重力水。毛细水是由于土中存在着大小不同的孔隙,当土粒间的孔隙形成细小的不同通道时,由于水的表面张力作用,在土中引起了毛细现象,微管道中的水被称为毛细水。重力水是重力作用下在土中移动的自由水。影响土的物理、力学性质的主要是弱结合水和自由水。因此,测定土的含水率时主要是测定这两部分水的含量,而不是包括结晶水和强结合水。试验研究表明,弱结合水和自由水在 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 下就可以从土体中析出,强结合水则要在 $105\sim 150^{\circ}\text{C}$ 下才可以从土体中析出。

四、土的物理性质指标及指标换算

土的物理性质指标反映土的工程性质的特征,具有重要的实用价值。土的指标中,土的比重、土的密度、土的含水率是由试验室直接测量其数值,是实测指标,是土的三相基本物理指标。其他指标是换算指标。为了便于说明和记忆,把土中交错分布的土颗粒、水和气分别集中起来,按照体积划分为固相、液相、气相三部分,如图 1-1 所示,称为三相图。可根据三相图计算出各相之间的比例关系所表达的土的物理性质指标。

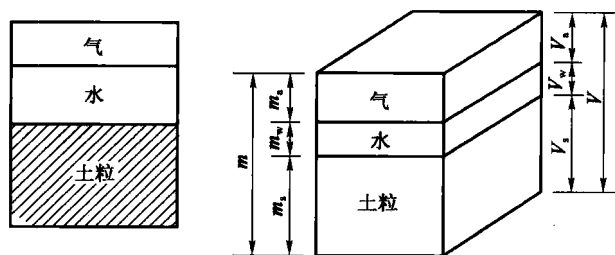


图 1-1 土的三相图

1. 常用物理性质指标和定义

工程设计和工程检验中常用的土的物理性质指标有:土的密度(湿密度)、土颗粒比重、饱和密度、干密度、浮密度、含水率、孔隙比、孔隙率、饱和度 9 个。

(1)土的湿密度 ρ :是指土体单位体积的质量。

$$\rho = \frac{m}{V} (\text{kg}/\text{m}^3) \quad (1-1)$$

(2)土颗粒比重(或土粒相对密度) G_s :是指土粒在温度 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 下烘至恒量时的质量与同体积的水在 4°C 时质量的比值。

$$G_s = \frac{m_s/V_s}{m_w/V_{w4c}} \quad (1-2)$$

(3)土的含水率 w :是指土中水的质量和固体颗粒质量之比,通常以百分数表示。

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100 \quad (1-3)$$

(4) 干密度 ρ_d : 是指土的固体颗粒质量与土的总体积之比。

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1-4)$$

(5) 饱和密度 ρ_{sat} : 是指土的孔隙全部被水充满时的密度。

$$\rho_{\text{sat}} = \frac{m_s + V_v \cdot \rho_w}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1-5)$$

(6) 浮密度(或称浸水密度) ρ' : 是指土浸入水中受到水的浮力作用时的单位体积的质量。

$$\rho' = \frac{m_s - V_s \cdot \rho_w}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1-6)$$

(7) 孔隙比 e : 是土中孔隙的体积与固体颗粒体积之比。

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (1-7)$$

(8) 孔隙率 n : 是指土中孔隙体积与总体积之比。

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100 \quad (1-8)$$

(9) 饱和度 S_r : 是指孔隙中水的体积与空隙体积之比。

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \quad (1-9)$$

2. 土的物理指标换算关系(表 1-1)

三相指标的换算关系

表 1-1

指 标	符 号	物理表达式	换算关系式
孔隙比	e	$e = V_v / V_s$	$e = \frac{G_s(1+w)}{\rho} - 1$
孔隙率	n	$n = V_v / V$	$n = 1 - \frac{\rho}{G_s(1+w)}$
干密度	ρ_d	$\rho_d = \frac{m_s}{V}$	$\rho_d = \frac{\rho}{1+w}$
饱和密度	ρ_{sat}	$\rho_{\text{sat}} = \frac{m_s + V_v \cdot \rho_w}{V}$	$\rho_{\text{sat}} = \frac{\rho(G_s - \rho_w)}{G_s(1+w)} + \rho_w$
浮密度	ρ'	$\rho' = \frac{m_s - V_s \cdot \rho_w}{V}$	$\rho' = \frac{\rho(G_s - \rho_w)}{G_s(1+w)}$
饱和度	S_r	$S_r = \frac{V_w}{V_v}$	$S_r = \frac{\rho G_s \cdot w}{\rho_w [G_s(1+w) - \rho]}$

3. 土的其他指标

(1) 常用的土的物理状态指标有: 液限含水率 w_L 、塑限含水率 w_P 、塑性指数 I_P 、液性指数 I_L 、相对密度 D_r 等(各符号意义见后述)。

(2) 常用的土的力学性质指标有: 压缩系数、压缩指数、固结系数、抗剪强度指标、承载比、回弹模量、无侧限抗压强度等。“压缩”描述非饱和土,“固结”描述饱和土。

(3)常用的土的水理性指标:渗透系数、湿化崩解量和毛细管水上升高度等。

五、土的含水率试验

土的含水率是土中水的质量与土颗粒质量的比值,以百分率表示。含水率是土的基本物理性质指标之一。它反映土的状态,它的变化将使土的一系列力学性能随之而异;它又是计算土的干密度、孔隙比、饱和度等指标的依据,是检测土工构筑物施工质量的重要指标。土中的水分为结晶水、结合水及自由水。一般认为在 105~110℃ 温度下能将土中部分结合水及自由水蒸发掉。测量土的含水率的试验方法有:烘干法、酒精燃烧法和比重法。烘干法是测定含水率的标准方法,适用于黏质土、粉质土、砂类土、砂砾土、有机质土和冻土类。酒精燃烧法适用于快速简易测定细粒土(含有机质的除外)的含水率。比重法,是通过测定湿土体积,估计土粒比重,间接计算土的含水率,由于试验时没有考虑温度的影响,所得结果准确度较差。土内气体能否充分排出,直接影响试验结果的精度,故比重法仅适用于砂类土。下面介绍烘干法和酒精燃烧法。

(一)土的含水率试验(烘干法)

1. 适用范围

本法是测定含水率的通用标准方法。本试验方法适用于黏质土、粉质土、砂类土、砂砾土、有机质土和冻土类。

2. 仪器设备

(1)烘箱:可采用电热烘箱和温度能保持 105~110℃ 的其他能源烘箱,也可用红外线烘箱。

(2)天平:感量 0.01g。

(3)其他:干燥器、称量盒[为简化计算,将盒质量定期(3~6 个月)调整为恒量]等。

3. 试验步骤

(1)取具有代表性试样,细粒土 15~30g,砂类土、有机土为 50g,放入称量盒内,立即盖好盒盖,称质量。称量时,可在天平一端放上与该称量盒等质量的砝码,移动天平游码,平衡后称量结果即为湿土质量。

(2)揭开盒盖,将试样和盒放入烘箱内,在温度 105~110℃ 下烘干。烘干时间对细粒土不得少于 8h,对砂类土不得少于 6h,对含有机质超过 5% 的土或含石膏的土,应将温度控制在 60~70℃ 下烘干,以 12~15h 为好。

(3)将烘干后的试样和盒取出,放入干燥器内冷却(一般只需 0.5~1h 即可)。冷却后盖好盒盖,称质量,准确至 0.01g。

4. 结果整理

按下式计算含水率:

$$w = \frac{m - m_s}{m_s} \times 100 \quad (1-10)$$

式中: w ——含水率(%);

m ——湿土质量(g);

m_s ——干土质量(g)。

5. 精密度和允许差

本试验须进行两次平行测定,取其算术平均值,允许平行差值应符合表 1-2 的规定。

含水率测定的允许平行差值

表 1-2

含水率(%)	允许平行差值(%)	含水率(%)	允许平行差值(%)
5 以下	0.3	40 以上	≤ 2
40 以下	≤ 1	对层状和网状构造的冻土	< 3

6. 试验说明与注意事项

(1)含水率试验以烘干法为室内试验的标准方法,精度高,应用广。

(2)试样烘至恒量所需的时间与土类及取土数量有关。规定细粒土为 15~30g,细粒土宜烘 8~10h,砂类土因持水性差,颗粒大小相差悬殊,水分变化大,所以试样应多取一些,取 50g,对砂类土宜烘 6~8h。对有机质含量超过 5%的土,因土质不均匀,采用烘干法时,除注明有机质含量外,亦应取 50g。

(3)一般认为土在 105~110℃温度下能将土中部分结合水和自由水蒸发掉。对于石膏土来说,若将土的烘干温度定在 110℃左右时,对含石膏的土会失去结晶水,用此方法测定其含水率会有影响。如果土中有石膏,则试样应该在不超过 80℃的温度下烘干,并要烘 12~15h。

(4)有机质土在 105~110℃温度下经长时间烘干后,有机质特别是腐殖酸会在烘干过程中逐渐分解而不断损失,使测得的含水率比实际的含水率大,土中有机质含量越高,误差越大。故对有机质含量超过 5%的土,规定在 60~70℃温度下进行烘干,以烘 12~15h 为好。

(5)烘干期间烘箱不应频繁开启,以免影响箱内温度。水分较多的土,不应与接近烘干的土在一个箱内混烘。因烘箱底层温度较高,故试样应距底层有一定距离。将称量盒校正至恒量后,简化了试验过程中反复测量称量盒质量的手续。但使用一定时间后,称量盒的质量常有变化,因此一般半年需要校正一次,以保证试验精度。

7. 烘箱安全操作

(1)烘箱应放在室内干燥的水平处使用,箱体外壳必须有效接地。

(2)在供电线路中,用户应安装与烘箱电流相应的通断开关供烘箱专用。

(3)每台烘箱工作室宜附有两块风络式搁板供放置试物,并可按试物大小调节器调整搁板间距;放置试物不宜过密,以利热空气流通;工作室的地板上面不得放置试物,避免因过热烧坏试物。

(4)通电前应检查电源线路绝缘是否良好,不得有漏电。加热器电阻丝之间不得有碰触,以防短路。

(5)使用非防爆电烘箱,切勿烘烤易燃、易爆、易挥发性的物品,以防爆炸。

(6)随时观察并调整箱内温度,应符合烘件工艺要求的温度。操作人员严禁离开加工区。欲观察工作室试品情况,可开启外门,或从玻璃门向内窥视,但外门不常开为宜,以免热量外泄;且当温度升到 300℃左右时,开启箱门可能会使玻璃骤冷却而破裂。

(7)保持烘箱内清洁,检查和清除烘箱内电阻丝旁的氧化皮。

(8)工作后切断电源,关闭烘箱门。

(二)土的含水率试验(酒精燃烧法)

在土样中加入酒精,利用酒精能在土上燃烧,使土中水分蒸发,将土样烘干。酒精燃烧法的温度不符合 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的标准要求,但酒精倒入试样燃烧开始时即气化,酒精的气体部分构成火焰的焰心,火焰与土样一般保持 $2\sim 3\text{cm}$ 的距离,实际上土样的温度仅为 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$,待火焰熄灭的几秒钟才与土面接触,致使土的温度上升到 $200\sim 220^{\circ}\text{C}$ 。由于高温的时间短,土样的温度基本适宜。

1. 目的和适用范围

本试验方法适用于快速简易测定细粒土(含有机质的土除外)的含水率。

2. 仪器设备

(1)称量盒(定期调整为恒质量)。

(2)天平:感量 0.01g 。

(3)酒精:纯度 95% 以上。

(4)滴管、火柴、调土刀等。

3. 试验步骤

(1)取代表性试样(黏质土 $5\sim 10\text{g}$,砂类土 $20\sim 30\text{g}$),放入称量盒内,称湿土质量。

(2)用滴管将酒精注入放有试样的称量盒中,直至盒中出现自由液面为止。为使酒精在试样中充分混合均匀可将盒底在桌面上轻轻敲击。

(3)点燃盒中酒精,燃至火焰熄灭。

(4)将试样冷却数分钟,按前述的方法重新燃烧两次。

(5)待第三次火焰熄灭后,盖好盒盖,立即称干土的质量,准确至 0.01g 。

4. 结果整理

同烘干法。

5. 试验说明与注意事项

(1)本试验方法在现场测试中用的较多。取代表性试样时,砂类土数量应多于黏质土。酒精纯度要求达到 95% 。

(2)对于有机质土,其有机成分会燃烧,这样所测含水率偏大。测定结果将与含水率定义不符。

(3)一般酒精应烧三次,为使酒精在试样中充分混合均匀,可将盒底在桌面上轻轻敲击。

(4)根据经验得知,用酒精燃烧法测量土的含水率的准确度与土类有关。用酒精法测量砂的含水率时,所得结果与烘干法的结果相符。用酒精燃烧法测量黏性土,特别是重亚黏土和黏土的含水率时,所得结果与烘干法的结果相差很大。酒精燃烧法测得的含水率常小于烘干法的结果。其主要原因是,酒精难于将黏性土烧干。此外,潮湿的黏性土难于粉碎,也使酒精法的准确度降低。对于有机质含量高的土,不能采用酒精燃烧法测含水率。

六、土的密度试验

密度是土的基本物理性指标之一,用它可以换算土的干密度、孔隙比、孔隙率、饱和度等指标,无论在室内试验、野外勘察以及施工质量控制中,均须测定密度。土的天然密度定义为 $\rho = m/V$ 。在密度测试中,土的天然质量 m 较易得到,难的是土的体积 V 。土的体积 V 的检测