



普通高等教育土木工程专业“十一五”规划教材

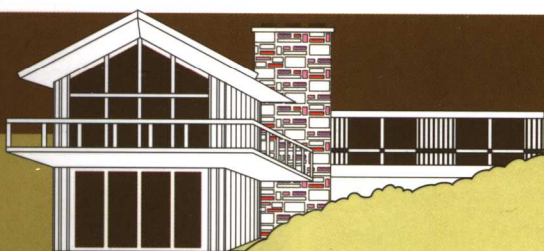
Putong Gaodeng Jiaoyu

土木工

TUMU GONGCHENG CAILIAO

●主编 邢振贤

Tumu
Gongcheng
ZhuanYe “Shiyiwu” Guihua Jiaocai
程材料



郑州大学出版社

普通高等教育土木工程专业“十一五”规划教材

Putong Gaodeng Jiaoyu

TU5

60

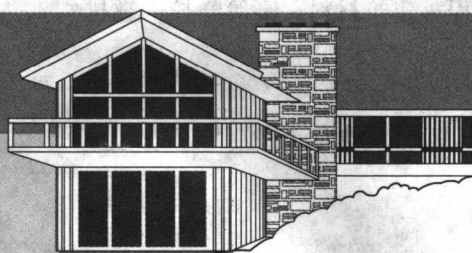
2006

土木 **工**

TUMU GONGCHENG CAILIAO

●主编 邢振贤

土木 Tumu
Gongcheng
ZhuanYe “Shiyiwu” Guihua Jiaocai
程材料



江苏工业学院图书馆
藏书章



郑州大学出版社

内 容 简 介

本书是普通高等教育土木工程专业“十一五”规划教材之一。全书共 10 章、9 个试验,主要介绍了土木工程建设中常用材料的成分、生产过程、技术性质、质量检验及运输保管等基本知识。内容包括材料的宏观性能和微观结构,无机胶凝材料,混凝土与砂浆,砌体材料,沥青与高分子材料,钢材与木材,建筑功能材料等。供普通高等学校土木工程、工程管理、建筑学以及水利工程、岩土工程、交通工程等专业的学生使用,也可作为相关专业继续教育的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料/邢振贤主编. —郑州:郑州大学出版社,2006.8

普通高等教育土木工程专业“十一五”规划教材

ISBN 7-81106-364-6

I. 土… II. 邢… III. 土木工程-建筑材料-高等学校-教材
IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 090549 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:邓世平

全国新华书店经销

郑州文华印务有限公司印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:21.75

字数:531 千字

版次:2006 年 8 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

1/16

印数:1~3 100

印次:2006 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-81106-364-6/T·20

定价:32.00 元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

编写指导委员会

The compilation directive committee

名誉主任 王光远

主 任 高丹盈

委 员 (以姓氏笔画为序)

申金山 司马玉州 刘立新 关 昱

李晓峰 李继周 张 伟 张 玲

张本昀 张国强 陈 淮 郑永红

赵顺波 段印德 祝彦知 姚庆钊

原 方 钱文军 曾宪桃 鲍 鹏

秘 书 崔青峰

本书作者 Authors

主 编 邢振贤
副主编 张益华 黄学玉
编 委 (以姓氏笔画为序)

马 彬	王建伟	邢振贤
朱 凯	张安刚	张益华
赵玉青	黄学玉	程朝霞

序

Preface

近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就。随着高等教育改革的不断深入,高等教育工作重心正在由规模发展向提高质量转移,教育部实施了高等学校教学质量与教学改革工程,进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务,质量是高等学校的生命线,教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想,把深化教育教学改革,全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

教材是体现教学内容和教学要求的知识载体,是进行教学的基本工具,是提高教学质量的重要保证。教材建设是教学质量与教学改革工程的重要组成部分。为加强教材建设,教育部提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师,根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校,具有不同风格和特点的高质量教材。郑州大学出版社按照这样的要求和精神,组织土建学科专家,在全国范围内,对土木工程、建筑工程技术等专业的培养目标、规格标准、培养模式、课程体系、教学内容、教学大纲等,进行了广泛而深入的调研,在此基础上,分专业召开了教育教学研讨会、教材编写论证会、教学大纲审定会和主编人会议,确定了教材编写的指导思想、原则和要求。按照以培养目标和就业为导向,以素质教育和能力培养为根本的编写指导思想,科学性、先进性、系统性和适用性的编写原则,组织包括郑州大学在内的五十余所学校的学术水平高、教学经验丰富的一线教师,吸收了近年来土建教育教学经验和成果,编写了本、专科系列教材。

教育教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新、反复锤炼的过程,希望这些教材的出版对土建教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用,也希望使用教材的师生多提意见和建议,以便及时修订、不断完善。

王发云

2006年7月

前言

Preface

.....

土木工程材料是普通高等教育土木类专业的一门技术基础课。近年来,随着科学技术的发展、社会的进步,人类越来越追求舒适、美好的生活环境,各种社会基础设施的建设规模日趋庞大,土木工程材料的重要地位越来越突出。同时,随着建筑设计、工程施工和材料工业的发展,新技术、新材料、新标准不断出现,尤其是我国加入 WTO 后,建筑业也要与国际标准接轨。为适应社会对人才需求的变化,使土木工程材料教科书具有科学性、先进性的特点,满足好教好学的要求,我们编写了这本教材。

本书主要介绍了土木工程建设中常用建筑材料的成分、生产过程、技术性质、质量检验及运输保管等基本知识,其中又以材料的技术性质、质量检验与合理使用为重点。在编写过程中,注重教材内容的实用性,力求引用现行国标、部标和最新规范。为适应建筑科学的发展,增加了新型材料和功能材料的篇幅。为便于学生自学,在每章末设有适量的复习思考题。

本书由华北水利水电学院邢振贤教授主编,各章编写人员分工为:邢振贤第1章、第5章;朱凯第2章、试验一;黄学玉第3章;张益华第4章;赵玉青第6章、试验五、试验九;马彬第7章、试验六、试验七;程朝霞第8章、试验四、试验八;张安刚第9章、试验二;王建伟第10章、试验三;华北水利水电学院研究生王静参加了部分文字校对和图表绘制工作。最后,由邢振贤统稿和修编定稿。

本书在编写过程中,参考了近年来出版的土木工程材料教材、建筑材料教材以及部分科研生产单位的成果资料,在此表示诚挚的谢意!同时还要感谢郑州大学出版社崔青峰、吴昕等同仁们的大力支持和帮助!

虽经编者努力,但书中错误和缺点在所难免,敬请各位读者批评指正,不胜感激。

编者
2006年5月

目录

CONTENTS

▶▶▶ 1

第1章 绪论	1
1.1 土木工程材料的概念与分类	1
1.2 土木工程材料在工程建设中的地位	2
1.3 土木工程材料的发展现状与未来	3
1.4 土木工程材料性能检测与技术标准	5
1.5 本课程的基本要求和学习方法	8
第2章 土木工程材料的基本性质	10
2.1 材料的组成、结构和构造	10
2.2 材料的基本物性参数和结构参数	14
2.3 材料的物理性质	16
2.4 材料的力学性质	22
2.5 材料的装饰性质、化学性质和耐久性	24
第3章 无机胶凝材料	28
3.1 气硬性胶凝材料	28
3.2 硅酸盐水泥	38
3.3 掺混合材料的硅酸盐水泥	46
3.4 其他水泥	51
第4章 普通水泥混凝土	61
4.1 混凝土概述	61
4.2 普通混凝土的组成材料	63
4.3 普通混凝土的技术性质	91
4.4 普通混凝土的质量控制与强度评价	116
4.5 普通混凝土的配合比设计	122
第5章 特种混凝土和砂浆	136
5.1 高强高性能混凝土	136
5.2 轻混凝土	139
5.3 粉煤灰混凝土	146
5.4 泵送混凝土	148
5.5 水泥路面混凝土	151

5.6 其他混凝土	153
5.7 砂浆	162
第6章 砌体材料	170
6.1 天然石材	170
6.2 砌墙砖	175
6.3 砌块	183
第7章 沥青及沥青混合料	189
7.1 石油沥青	189
7.2 沥青混合料	198
第8章 金属材料	203
8.1 钢材生产的基本知识	203
8.2 钢材的主要技术性质	210
8.3 钢材的冷加工强化及时效强化、热处理和焊接	215
8.4 钢材的腐蚀与防止	218
8.5 建筑钢材的品种与选用	219
8.6 铝金属材料及其他合金材料	229
第9章 木材与塑料	233
9.1 木材	233
9.2 塑料	242
第10章 建筑功能材料	248
10.1 防水堵水材料	248
10.2 绝热材料	270
10.3 吸声、隔音材料	276
10.4 装饰材料	281
土木工程材料试验	293
试验一 土木工程材料的基本性质试验	293
试验二 水泥试验	295
试验三 混凝土骨料试验	303
试验四 普通混凝土试验	309

目录

CONTENTS

▷▷▶ 3

试验五 砌筑砂浆试验.....	318
试验六 沥青试验.....	320
试验七 沥青混合料试验.....	326
试验八 钢筋试验.....	330
试验九 砌墙砖试验.....	333
参考文献.....	336



第1章 绪论

1.1 土木工程材料的概念与分类

土木工程材料是指用于土木工程建设的各种材料及其制品,它是一切社会基础设施建设的物质基础。社会基础设施,包括用于工业生产的厂房、仓库、电站、采矿、采油设施;用于农业生产的堤坝、渠道、灌溉排涝设施;用于交通运输和人们出行的道路桥梁、海港码头、机场车站设施;用于人们生活需要的住宅、商场、办公楼、宾馆建筑、文化娱乐设施,卫生体育设施;用于提高人民生活质量的输水、输气、送电管线设施,网络通讯设施,排污净化设施;用于国防需要的军事设施、安全保卫设施等等。社会基础设施的建设,与工农业生产和人们的日常生活息息相关。社会基础设施的安全运行,关乎人民的生活水平和生命质量。因此,土木工程材料质量的提高,新型土木工程材料的开发利用,直接影响到社会基础设施建设的质量、规模和效益,进而影响到国民经济的发展和人类社会文明的进步。

土木工程材料种类繁多,为了方便大家学习、研究和使用,常从不同的角度对土木工程材料进行分类。最常用的两种分类方法是按化学成分和材料在工程中的作用来分类。根据材料的化学成分,土木工程材料可以分为无机材料、有机材料和复合材料三大类,如表1.1所示。

根据材料在工程中的作用,土木工程材料大体上也可以分为三大类,即结构承重材料、墙体围护材料和建筑功能材料。结构承重材料是指构成建筑物受力构件和结构所用材料,如梁、板、柱、基础等所用的材料,这类材料要有比较好的强度和耐久性。根据我国国情,现在和将来相当长的时期内,钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土将是我国工程建设的主要结构材料,近年来钢材在高层建筑和大跨度构筑物的建设中,作为承重材料也发挥着越来越大的作用,墙体围护材料在建筑中起围护、分隔和承重作用,这类材料一是要有必要的强度,二是要有较好的绝热性能和隔音吸声效果。我国目前大量采用的墙体材料为黏土砖、混凝土和加气混凝土砌块,国家限制普通黏土烧结砖的生产和使用,大力提倡开发和使用混凝土大墙板、复合墙板、空心黏土砖、炉渣砖、煤矸石砖、粉煤灰砖等新型墙体材料,因为这些材料具有工业化生产水平高、施工速度快、绝热性能好、节省资源能源、保护耕地的特点。建筑功能材料是指担负某些建筑功能的非承重材料,这些材料在某些方面要有特殊功能,如防水、防火、绝热、吸声、隔音、采光、装饰等。

表 1.1 土木工程材料的分类

无机材料	金属材料	黑色金属	钢、铁及其合金
		有色金属	铝、铜等及其合金
	非金属材料	天然石材	砂石料及石材制品
		烧土制品	砖、瓦、玻璃等
		胶凝材料	石灰、石膏、水泥等
有机材料	植物材料		木材、竹材等
	沥青材料		石油沥青、煤沥青及沥青制品
	高分子材料		塑料、合成橡胶等
复合材料	非金属材料与非金属材料复合		水泥混凝土、砂浆等
	无机非金属材料与有机材料复合		玻璃纤维增强塑料、聚合物水泥混凝土、 沥青混合料等
	金属材料与无机非金属材料复合		钢纤维增强混凝土等
	金属材料与有机材料复合		轻质金属夹芯板等

一般情况下,建筑物的安全性与可靠度主要取决于结构承重材料,而建筑物的使用功能与建筑质量水平决定于建筑功能材料。随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,人们将更加重视建筑物的使用功能。因此,建筑功能材料也是今后土木工程材料的一个主要开发和研究方向。

1.2 土木工程材料在工程建设中的地位

1.2.1 土木工程材料对工程造价的影响

土木工程材料是各项工程建设的重要物质基础,一项工程中用于材料购买与加工的费用,通常占工程总造价的比例高达 60% 以上。实际工程建设中,在满足相同技术指标和质量要求的前提下,选择不同的材料,可能对工程的成本构成产生较大影响,即使选择了相同的材料,使用方法不同,也可能产生不同的经济效益;此外,材料的仓储、运输管理不当,也可能造成很大的浪费。因此,业主只有通过合理地选择、使用和管理材料,物尽其用,才能最大限度地获得投资效益。同时,信誉好的承包商,决不会靠以次充好的做法来降低材料费用;负责任的监理工程师,也不容许承包商或者业主盲目地使用材料,以免降低工程质量。

1.2.2 土木工程材料对工程质量的影响

在工程建设领域,有一句响亮的口号,叫做“百年大计,质量第一”。建设质量合格的工程,是对承包商最基本的要求;建设质量优秀的工程,是业主、承包商和监理工程师共同



追求的目标。工程质量的优劣,通常与其采用材料的好坏以及材料使用得合理与否有直接的关系。多年的工程实践表明,要想保证工程质量,就要从材料的选择、生产、运输、保管,到材料的出库、检测和使用,每个环节都严格按照国家相关标准,尤其是强制性标准进行科学管理。否则,任何环节的失误,都有可能造成工程质量缺陷,甚至引起重大质量事故和安全事故。因此,从事土木工程建设,就必须准确熟练地掌握材料知识,正确地选择和使用土木工程材料。

1.2.3 土木工程材料对工程技术的影响

土木工程材料品种、质量及规格,直接影响着各项建筑工程的坚固、耐久、适用、美观和经济性,并在一定程度上影响着工程结构的设计形式与施工方法。工程中许多技术问题的突破,往往依赖于土木工程材料问题的解决;而新的土木工程材料的出现,又将促进结构设计及施工技术的革新。例如,混凝土外加剂的出现,使混凝土科学及其以混凝土为基础的结构设计和施工技术有了快速发展。混凝土减水剂,尤其是高效减水剂的问世与使用,使混凝土强度等级由 C25 左右迅速提高到 C60 ~ C80,甚至 C100 以上。混凝土的高强度化,使混凝土建筑的层高由五六层猛增到五六十层,促进了结构设计的进步。同时,高效减水剂的推广应用,可使混凝土流动度大大提高,以此为基础发展起来的喷射混凝土、泵送混凝土,近年来在隧道工程和高层建筑施工中发挥着愈来愈大的作用,带动了施工技术的革新。因此,土木工程材料生产及其科学技术的迅速发展,对于工程技术的进步,具有重要的推动作用。

1.3 土木工程材料的发展现状与未来

1.3.1 土木工程材料的历史

土木工程材料的发展,经历了从无到有,从天然材料到人工材料,从手工业生产到工业化生产这样几个阶段。

在原始社会,原始人还没有能力建造居所,只能利用天然的洞穴,或者“构木为巢”,以应付风寒雨雪和猛兽虫蛇的侵害。这一时期的“巢居”和“穴居”,只是一种非常简单的利用天然条件借以栖身的办法。进入新石器时代,人类学会了使用木、竹、苇、草、泥等天然材料,建造一些半地穴式房屋。到公元前 16 世纪的青铜器时代,我国使用夯土成墙的“版筑技术”来修建房屋。

进入封建社会,随着“秦砖汉瓦”和石灰、石膏的烧制,土木工程材料由天然材料进入人工生产材料的阶段,为较大规模的房屋建造创造了基本条件,但是这个时期土木工程材料的发展缓慢。进入 18、19 世纪,工业革命兴起,促进了工商业和交通运输业的蓬勃发展,原有的土木工程材料已经不能满足社会的需要,在其他科学技术的推动下,土木工程材料进入了一个新的发展时期,钢铁、水泥和混凝土这些具有优良性能的无机材料相继问世,为现代的大规模工程建设奠定了基础。



1.3.2 土木工程材料的现状

如果说 19 世纪钢材和混凝土作为结构材料的出现,使建筑物的规模产生了飞跃性发展的话,那么 20 世纪出现的高分子有机材料、新型金属材料和各种复合材料,使建筑物的功能和外观发生了根本性的变革。进入 20 世纪,社会生产力的提高和高新科学技术的进步,尤其是材料科学与工程学的形成与发展,使无机材料的性能和质量不断改善,品种不断增加,以有机材料为主的化学建材的异军突起,使高性能和多功能的新型材料有了长足的发展。化学建材解决人类的居住问题,已经提到日程上来;铝合金、不锈钢等新型金属材料,成为现代建筑理想的门窗以及住宅设备材料,其应用极大地改善了建筑物的密封性、美观性与清洁性,提高了人们的居住质量。

20 世纪材料科学的另一个明显的进步,就是各种复合材料的出现和使用,大大地改善了材料的工程性能。例如纤维增强混凝土,提高了混凝土的抗拉强度和抗冲击韧性,改善了混凝土材料脆性大、容易开裂的缺点,使混凝土材料的适用范围得到扩大;聚合物混凝土制造的仿大理石台面,既有天然石材的质地和纹理,又具有良好的加工性;利用含水钙硅酸盐、玻璃纤维和高分子材料制造的硅钙板,不仅可以替代天然木材,解决木材资源不足的问题,而且这种材料耐高温,尺寸稳定,加工性好。

我国土木工程材料业的发展,促进了建筑技术的进步。例如以水泥混凝土为基础发展起来的泵送混凝土成功地应用在高层建筑和大跨度桥梁的施工上,喷射混凝土在隧洞衬砌工程中发挥着重要作用,碾压混凝土取代传统塑性混凝土,成为坝工建设的热门材料,使筑坝工期缩短 $1/3$,同时还减少了大体积混凝土的水化热。

1.3.3 土木工程材料的发展趋势

根据我国国情,今后我国土木工程材料的发展趋势是:在原材料方面,要充分利用再生资源及工农业废渣废料,生产再生混凝土、炉渣砖、煤矸石砖、灰砂砖,保护土地资源;在生产工艺方面,要大力引进现代技术,改造和淘汰陈旧设备,降低原材料及能源消耗,减轻地球与生态系统的负荷,减少环境污染,维护社会的可持续发展;在性能方面,要力求产品轻质、高强、耐久、美观和高性能化、多功能化,以适应高层建筑和大跨度构筑物的建设需要,降低维修费用,给人们创造一个舒适、美观、洁净的居住环境;在产品型式方面,要积极发展预制装配技术,逐步提高构件尺寸和单元化水平;在研究方向方面,要积极研究和开发化学建材、复合材料、环保型材料、路面材料、景观材料、防火材料和智能化材料,以便提高人民的生活质量和生命质量,创造温馨、舒适、健康、便捷的生存环境,构建人与居所友好相处的和谐社会。



1.4 土木工程材料性能检测与技术标准

1.4.1 土木工程材料性能检测的重要性

质量责任重于泰山。土木工程材料质量的优劣,直接影响到建筑物的质量和安全。因此,工程材料性能试验与质量检测,是从源头抓好建设工程质量管理工作,确保建设工程质量和安全的重要保证。

为了确保建设工程质量,就要设立各级工程质量,尤其是工程材料质量的检测机构,培养从事工程材料性能和质量检验的专门人才。对高等学校来说,就是加强学生试验技能的培养,使大家毕业后能够从事材料质量的检测与控制工作,为推进建筑业的发展、提高工程建设质量发挥积极作用。

随着建筑业的改革与发展,新材料、新技术层出不穷,尤其是我国加入 WTO 以后,技术标准逐渐与国际标准接轨。国家工程材料检测技术规程、标准、规范进入大范围修订和更新阶段,新方法、新仪器的采用和检测标准的变更,更要求同学们不断学习、更新知识。所以,同学们要在学好理论课的基础上,重视试验理论,搞懂试验原理,学会试验方法,加强动手能力的培养。

1.4.2 土木工程材料性能检测的基本技术

1.4.2.1 测试技术

(1) 取样 在进行试验之前,首先要选取试样,试样必须具有代表性。取样原则为随机取样,即在若干堆(捆、包)材料中,对任意堆放材料随机抽取试样。

(2) 仪器的选择 试验仪器设备的精度要与试验规程的要求一致,并且有实际意义。试验需要称量时,称量要有一定的精确度,如试样称量精度要求为 0.1 g,则应选择感量 0.1 g 的天平。对试验机量程也有选择要求,根据试件破坏荷载的大小,应使指针停在试验机读盘的第二、三象限内为好。

(3) 试验 试验前一般应将取得的试样进行处理、加工或成型,以制备满足试验要求的试样或试件。试验应严格按着试验规程进行。

(4) 结果计算与评定 对各次试验结果进行数据处理,一般取 n 次平行试验结果的算术平均值作为试验结果。试验结果应满足精确度与有效数字的要求。

试验结果经计算处理后应给予评定,看是否满足标准要求或评定其等级,在某种情况下还应对试验结果进行分析,并得出结论。

1.4.2.2 试验条件

同一材料在不同的试验条件下,会得出不同的试验结果,因此要严格控制试验条件,以保证测试结果的可比性。

(1) 温度 实验室的温度对某些试验结果影响很大,如石油沥青的针入度、延度试验,一定要控制在 25 ℃ 的恒温水浴中进行。

(2) 湿度 试验时试件的湿度也明显影响试验数据,试件的湿度越大,测得的强度越



低。因此,实验室的湿度应控制在规定的范围内。

(3)试件的尺寸与受荷面平整度 对同一材料,小试件强度比大试件强度高。相同受压面积的试件,高度小的比高度大的试件强度高。因此,试件尺寸要合乎规定。

试件受荷面的平整度也影响测试强度,如果试件受荷面粗糙,会引起应力集中,降低试件强度,所以试件表面要凿平。

(4)加荷速度 加荷速度越快,试件的强度越高。因此,对材料的力学性能试验时,都有加荷速度的规定。

1.4.2.3 检测报告

试验的主要内容,都应在试验报告中反映,报告的形式可以不尽相同,但其内容都应包括试验名称、内容、目的与原理、试样编号、测试数据与计算结果、结果评定与分析、试验条件与日期,试验人、校核人、技术负责人签名。

试验报告是经过数据整理、计算、编制的结果,而不是原始记录,也不是试验过程的罗列。经过整理计算后的数据,可用图、表等表示,达到一目了然的效果。为了编写出符合要求的试验报告,在整个试验过程中必须认真做好有关现象、原始数据的纪录,以便于分析、评定测试结果。

1.4.3 土木工程材料性能检测的数据处理与分析

在工程施工中,要对大量的原材料和半成品进行试验,在取得了原始的观测数据之后,为了达到所需要的科学结论,常需要对观测数据进行一系列的分析和处理,最基本的方法是数学处理方法。

1.4.3.1 数值修约规则

在材料试验中,各种试验数据应保留的有效位数,在各自的试验标准中均有规定。为了科学地评价数据资料,首先应了解数据修约规则,以便确定测试数据的可靠性与精确性。数据修约时,除另有规定外,应按着国家标准《数值修约规则》(GB 8170—87)给定的规则进行。规则规定如下:

(1)拟舍弃数字的最左一位数字小于5时,则舍去,即保留的末位数字不变。

(2)拟舍弃数字的最左一位数字大于5时,或者是5,而其后跟有并非全部为0的数字时,则进1,即保留的末位数字加1。

(3)拟舍弃数字的最左一位数字是5,而右面无数数字或皆为0时,若所保留的末位数字为奇数则进1,为偶数则舍去。

(4)负数修约时,先将他的绝对值按上述规定进行修约,然后在修约值前面加上负号。

1.4.3.2 平均值、标准差、变异系数

进行观测的目的,是要求得某一物理量的真值。但是,真值是无法测定的,所以要设法找出一个可以用来代表真值的最佳值。

(1)平均值 将某一未知量 x 测定 n 次,其观测值为 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$,将他们平均得:



$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.1)$$

• 算术平均值是一个经常用到的很重要的数值,当观测数值越多时,他越接近真值。平均值只能用来了解观测值的平均水平,而不能反映其波动情况。

(2)标准差 观测值与平均值之差的平方和的平均值称为方差,用符号 σ^2 表示。方差的平方根称为标准差,用 σ 表示:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (1.2)$$

σ 是表示测量次数 $n \rightarrow \infty$ 时的标准差,而在实测中只能进行有限次的测量,其标准差可用 S 表示:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1.3)$$

标准差是衡量波动性的指标。

(3)变异系数 标准差只能反映数值绝对离散的大小,也可以用来说明绝对误差的大小,而实际上更关心其相对误差的大小,即相对离散的程度,这在统计学上用变异系数 C_v 来表示。计算式为:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad \text{或} \quad C_v = \frac{S}{\bar{x}} \quad (1.4)$$

如同一规格的材料经过多次试验得出一批数据后,就可通过计算平均值、标准差与变异系数来评定其质量或性能的优劣。

1.4.4 土木工程材料的技术标准

技术标准主要是对产品与工程建设的质量、规格及其检验方法等所作的技术规定,是从事生产、建设、科学研究工作与商品流通的一种共同的技术依据。

1.4.4.1 技术标准的分类

技术标准通常分为基础标准、产品标准和方法标准。

(1)基础标准 基础标准是指在一定范围内作为其他标准的基础,并普遍使用的具有广泛指导意义的标准,如《水泥命名定义和术语》(GB 4131—84)。

(2)产品标准 产品标准是衡量产品质量好坏的技术依据,如《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175—1999)。

(3)方法标准 方法标准是指以试验、检查、分析、抽样、统计、计算、测定作业等各种方法为对象制定的标准,如《水泥胶砂强度检验方法(ISO)》(GB 17671—1999)。

1.4.4.2 技术标准的等级

根据发布单位与适用范围,土木工程材料技术标准分为国家标准、行业标准(含协会标准)、地方标准和企业标准四级。

各级标准分别由相应的标准化管理部门批准并颁布,我国国家质量监督检验检疫总