

土木工程材料检测

主编 王 转 李荣巧



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

土木工程材料检测

主 编 王 转 李荣巧

副主编 龙建旭 郝增韬 王 懿 蔚 琪



内 容 提 要

本书以最新土木工程材料检测相关的国家标准为依据进行编写。全书共分12章, 主要内容包括土木工程材料的基本知识, 土木工程材料的基本性质, 胶凝材料性能检验, 土木工程钢材检验, 普通混凝土用砂、石常规性能检验, 混凝土检验, 砂浆检验, 混凝土、砂浆外加剂检验, 预应力钢绞线、锚夹具检验, 沥青、沥青混合料检验, 墙体材料检验, 防水卷材及防水涂料检验等。

本书内容系统、新颖、实用, 可作为高等院校土木工程类相关专业的教材, 也可供从事相关工作的技术和管理人员自学和参考使用。

土木工程材料检测

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料检测 / 王转, 李荣巧主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2018.7
ISBN 978-7-5682-5893-7

I. ①土… II. ①王… ②李… III. ①土木工程—建筑材料—检测 IV. ①TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第158707号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 20.5

字 数 / 550千字

版 次 / 2018年7月第1版 2018年7月第1次印刷

定 价 / 82.00元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 封 雪

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

本书依据土木工程材料检测最新国家标准和技术规范进行编写，以建设工程所用材料选用的最新技术要求为主线，对内容进行了相应调整，坚持工学结合，突出了材料的应用、选择和技术指标检测。根据培养高素质技能型专门人才的要求，本书突出工程实际应用，紧密结合教学大纲，采用最新国家标准和行业标准，具有语言精练、概念清楚、重点突出、层次分明、结构严谨等特点。

本书是与企业合作，基于工作过程的课程开发与设计，以职业活动为导向、以能力为目标、以项目为载体编写而成。通过本书的学习，学生可以熟悉常用土木工程材料的基本性质与技术指标要求，同时具备土木工程材料检测试验员、见证取样员的职业素质和岗位技能。全书技能指标内容包括：砂石技术指标检测，水泥主要技术指标检测，混凝土外加剂和掺合料性能检测，普通混凝土性能检测，建筑砂浆性能检测，墙体材料质量检测，建筑钢材及钢筋焊件技术性能检测，防水材料性能检测，建筑涂料性能检测，沥青及沥青混合料技术性能检测，预应力锚具、夹具技术性能检测等，采用了现行的标准、规范编写，理论联系实际，简单实用。每个章节均有自测练习题来帮助学生巩固学习效果。

本书的编写以现行规范性文件为基本框架，依据相应的检测标准、规范、规程及相关的施工质量验收规范等，结合检测行业的特点，力求使读者通过本书的学习，提高对土木工程材料检测的基本理论、基本知识和基本方法的认识。

本书由王转、李荣巧担任主编，由龙建旭、郝增韬、王懿、蔚琪担任副主编。

本书编写过程中，参考了大量现行规范、标准，如有雷同，纯属巧合。由于编写时间仓促，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请广大读者指正。

编 者

目 录

第1章 土木工程材料的基本知识1	2.2.2 弹性与塑性.....21
1.1 土木工程材料的定义与分类.....1	2.2.3 脆性与韧性.....21
1.2 土木工程材料的作用与地位.....2	2.2.4 硬度与耐磨性.....21
1.3 土木工程材料的发展和趋势.....2	2.2.5 材料的耐久性.....21
1.4 建设工程质量检测见证取样 基本知识.....3	第3章 胶凝材料性能检验25
1.4.1 相关法规政策.....3	3.1 水硬性胶凝材料——水泥.....25
1.4.2 见证取样.....5	3.1.1 硅酸盐水泥.....25
1.4.3 见证人员的基本要求和职责.....5	3.1.2 掺混合材料的硅酸盐水泥.....27
1.4.4 见证取样和送样的组织和 管理.....6	3.1.3 通用硅酸盐水泥的强度 等级.....27
1.5 土木工程材料检测基本知识.....6	3.1.4 通用硅酸盐水泥的技术 标准.....28
1.5.1 土木工程材料技术标准与 规范.....6	3.1.5 通用硅酸盐水泥的特性及 适用范围.....29
1.5.2 土木工程材料试验检测数据 误差.....7	3.1.6 其他品种水泥.....29
1.5.3 试验数据统计分析与处理.....8	3.1.7 水泥石腐蚀及防治方法.....31
1.5.4 数据修约.....9	3.2 水泥试验检测.....33
1.6 教学要求.....13	3.2.1 水泥细度试验.....33
第2章 土木工程材料的基本性质14	3.2.2 水泥标准稠度试验.....35
2.1 材料的物理性质.....14	3.2.3 水泥凝结时间试验.....38
2.1.1 材料与质量有关的性质.....14	3.2.4 水泥安定性试验.....39
2.1.2 材料与水有关的性质.....16	3.2.5 水泥胶砂强度（成型、养护） 试验.....40
2.1.3 材料与温度有关的性质.....18	3.2.6 水泥胶砂强度（力学性能） 试验.....45
2.2 材料的力学性质.....19	3.2.7 水泥试验记录及报告.....47
2.2.1 强度与强度等级.....19	

3.3 气硬性胶凝材料	51	5.2 普通混凝土用砂常规性能试验	103
3.3.1 石膏	51	5.2.1 砂的筛分析试验	103
3.3.2 石灰	52	5.2.2 砂的表观密度试验	104
3.3.3 水玻璃	55	5.2.3 砂的堆积密度试验	106
第4章 土木工程钢材检验	59	5.2.4 砂泥块含量试验	107
4.1 知识概要	59	5.2.5 人工砂及混合砂中石粉含量试验	107
4.1.1 土木工程钢材的定义	59	5.2.6 砂的试验记录及报告	109
4.1.2 土木工程钢材的分类	59	5.3 普通混凝土用石常规性能试验	111
4.1.3 钢材化学成分对钢材性能的影响	60	5.3.1 卵石或碎石的筛分析试验	111
4.1.4 土木工程钢材的主要技术性能	61	5.3.2 卵石或碎石的表观密度试验(标准法)	112
4.1.5 土木工程钢材的技术指标	64	5.3.3 卵石或碎石的表观密度试验(简易法)	114
4.1.6 土木工程钢材的验收、储存及防护	72	5.3.4 卵石或碎石中含泥量试验	114
4.1.7 钢筋焊接的技术指标	73	5.3.5 卵石或碎石中泥块含量试验	115
4.1.8 钢筋机械连接的技术指标	75	5.3.6 卵石或碎石中针、片状颗粒的总含量试验	116
4.1.9 取样频率及数量	76	5.3.7 卵石或碎石中压碎指标	117
4.2 钢材性能试验检测	78	5.3.8 建筑用石试验记录及报告	118
4.2.1 钢筋重量偏差试验	78	第6章 混凝土检验	121
4.2.2 钢筋力学性能试验	79	6.1 知识概要	121
4.2.3 钢筋冷弯性能试验	82	6.1.1 定义	121
4.3 钢筋焊接接头力学性能检测	85	6.1.2 混凝土分类	121
4.4 钢筋机械连接接头型式试验	89	6.1.3 混凝土技术指标	122
第5章 普通混凝土用砂、石常规性能检验	96	6.1.4 取样频率及数量	127
5.1 知识概要	96	6.2 混凝土常规性能试验	128
5.1.1 定义	96	6.2.1 混凝土拌合物和易性试验	128
5.1.2 普通混凝土用砂、石的分类	96	6.2.2 混凝土表观密度试验	131
5.1.3 普通混凝土用砂、石的技术指标	97	6.2.3 混凝土成型试验	132
5.1.4 取样频率及数量	103		

6.2.4	混凝土抗压、抗折强度 试验	133	8.4	混凝土膨胀剂检验	185
6.2.5	混凝土抗渗性能试验	136	8.4.1	定义	185
6.2.6	混凝土的配合比试验	139	8.4.2	膨胀剂的技术指标	185
第7章	砂浆检验	151	8.4.3	取样频率及数量	185
7.1	知识概要	151	8.4.4	混凝土膨胀剂检验	186
7.1.1	定义及分类	151	8.5	外加剂均匀性检验	188
7.1.2	砂浆的技术指标	152	8.5.1	试验概述	188
7.1.3	取样频率及数量	154	8.5.2	固体含量试验	188
7.2	砂浆常规性能试验	155	8.5.3	密度试验(比重瓶法)	189
7.2.1	砂浆工作性测定	155	8.5.4	细度试验	190
7.2.2	砂浆的表观密度试验	156	8.5.5	pH值试验	190
7.2.3	砂浆的力学性能试验	157	8.5.6	氯离子含量试验	191
7.2.4	砂浆的配合比试验	160	8.5.7	硫酸钠含量试验	192
第8章	混凝土、砂浆外加剂检验	166	8.5.8	水泥净浆流动度试验	193
8.1	混凝土外加剂检验	166	8.5.9	总碱含量试验	194
8.1.1	混凝土外加剂定义	166	第9章	预应力钢绞线、锚夹具 检验	196
8.1.2	混凝土外加剂的分类	166	9.1	预应力钢绞线	196
8.1.3	混凝土外加剂的技术指标	168	9.1.1	知识概要	196
8.1.4	外加剂的取样频率及数量	169	9.1.2	预应力钢绞线的分类	196
8.1.5	混凝土外加剂检验	171	9.1.3	预应力钢绞线的技术指标	197
8.2	砂浆、混凝土防水剂检验	175	9.1.4	取样数量	201
8.2.1	定义	175	9.1.5	预应力钢绞线试验	202
8.2.2	砂浆、混凝土防水剂的 技术指标	175	9.2	锚夹具	205
8.2.3	试验项目及数量	176	9.2.1	知识概要	205
8.2.4	砂浆、混凝土防水剂检验	176	9.2.2	锚夹具的分类	206
8.3	混凝土防冻剂检验	180	9.2.3	锚夹具的技术指标	206
8.3.1	定义	180	9.2.4	取样频率及数量	208
8.3.2	防冻剂的技术指标	180	9.2.5	静载锚固性能试验	208
8.3.3	取样频率及数量	181	9.2.6	锚具的洛氏硬度试验	212
8.3.4	混凝土防冻剂检验试验	182	第10章	沥青、沥青混合料 检验	218
			10.1	沥青检验	218

10.1.1	沥青的定义	218	12.1.5	防水材料取样频率	295
10.1.2	沥青的分类	218	12.2 防水材料试验检测		300
10.1.3	石油沥青的组分	218	12.2.1	卷材吸水性能检测	300
10.1.4	石油沥青的技术性质	219	12.2.2	卷材撕裂强度检测	301
10.1.5	石油沥青的技术指标	220	12.2.3	卷材低温柔性性能检测	302
10.1.6	其他品种沥青	224	12.2.4	卷材耐热性能检测	303
10.1.7	取样方法、频率与数量	224	12.2.5	卷材不透水性能检测	304
10.1.8	沥青试验	225	12.2.6	卷材耐热度检测	305
10.2 沥青混合料		230	12.2.7	卷材拉力检测	306
10.2.1	定义	230	12.2.8	高分子防水卷材尺寸稳定 性检测	307
10.2.2	沥青混合料的分类	232	12.2.9	卷材吸水性检测	308
10.2.3	取样方法及数量	233	12.2.10	高分子防水卷材厚度、 单位面积质量测定	308
10.2.4	沥青混合料试验	234	12.2.11	高分子防水卷材长度、宽度、 平直度和平整度测定	309
第11章 墙体材料检验		240	12.2.12	防水涂料固体含量测定	310
11.1 知识概要		240	12.2.13	防水涂料干燥时间测定	311
11.1.1	定义	240	12.2.14	防水涂料拉伸性能测定	311
11.1.2	墙体材料的分类	240	12.2.15	防水涂料低温柔性测定	313
11.1.3	墙体材料的技术指标	243	12.2.16	防水涂料不透水性测定	313
11.1.4	墙体材料的取样	252	12.2.17	高分子防水涂料潮湿基面 粘结强度测定	314
11.2 墙体材料的检测试验		255	12.2.18	防水涂料抗渗性测定	315
11.2.1	砖试验	255	12.2.19	相关报告及原始记录 参考	315
11.2.2	墙用砌块试验	263			
第12章 防水卷材及防水涂料 检验		276			
12.1 知识概要		276	附录 现行常用土木工程材料与 检测方法规范		318
12.1.1	定义	276	参考文献		320
12.1.2	防水材料的分类	276			
12.1.3	防水卷材技术指标	278			
12.1.4	防水涂料技术指标	287			

第 1 章 土木工程材料的基本知识

1.1 土木工程材料的定义与分类

在土木工程中使用的材料统称为土木工程材料。土木工程材料的品种多种多样，性质用途各不相同，为了便于在工程建设中应用，工程中从不同方面对其做出分类。土木工程材料按用途可分为结构材料、装饰材料和某些专用材料。结构材料包括木材、竹材、石材、水泥、混凝土、金属、砖瓦、陶瓷、玻璃、工程塑料、复合材料等；装饰材料包括各种涂料、油漆、镀层、贴面、各色瓷砖、具有特殊效果的玻璃等；专用材料是指用于防水、防潮、防腐、防火、阻燃、隔声、隔热、保温、密封等。根据化学成分可将土木工程材料分为无机材料、有机材料和复合材料，见表 1-1。

表 1-1 土木工程材料按化学成分分类

建筑材料	无机材料	非金属材料	天然石材	毛石、料石、石子、砂
			烧土制品	黏土砖、瓦、空心砖、土木工程陶瓷
			玻璃	窗用玻璃、安全玻璃、特种玻璃
			胶凝材料	石灰、石膏、水玻璃、各种水泥
			混凝土及砂浆	普通混凝土、轻混凝土、特种混凝土、各种砂浆
			硅酸盐制品	粉煤灰砖、灰砂砖、硅酸盐砌块
			绝热材料	石棉、矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩
			金属材料	
	黑色金属	生铁、碳素钢、合金钢		
	有色金属	铝、锌、铜及其合金		
有机材料	植物质材料	木材、竹材、软木		
	沥青材料	石油沥青、煤沥青、沥青防水制品		
复合材料	高分子材料	塑料、橡胶、涂料、胶粘剂		
	无机非金属材料与有机材料的复合	聚合物混凝土、沥青混凝土、水泥刨花板、玻璃钢		

根据在建筑物上的使用功能，土木工程材料可分为土木工程结构材料、墙体材料和土木工程功能材料，见表 1-2。

表 1-2 土木工程材料按使用功能分类

建筑材料	土木工程结构材料	砖混结构	石材、砖、水泥混凝土、钢筋
		钢木结构	钢材、木材
	墙体材料	砖及砌块	普通砖、空心砖、硅酸盐砖及砌块
		墙板	混凝土墙板、石膏板、复合墙板

续表

建筑材料	土木工程功能材料	防水材料	沥青及其制品
		绝热材料	石棉、矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩
		吸声材料	木丝板、毛毡、泡沫塑料
		采光材料	窗用玻璃
		装饰材料	涂料、塑料装修材料、铝材

1.2 土木工程材料的作用与地位

土木工程材料是土木工程事业不可缺少的物质基础。土木工程关系到非常广泛的人类活动的领域,涉及生活、生产、教育、医疗、宗教等诸多方面。而所有土木工程物或构筑物都是由土木工程材料构成,土木工程材料的数量、质量、品种、规格、性能、经济性以及纹理、色彩等,都在很大程度上直接影响甚至决定着土木工程物的结构形式、功能、适用性、坚固性、耐久性、经济性和艺术性,并在一定程度上影响着土木工程材料的运输、存放及使用方式和施工方法。

(1) 土木工程材料是土木工程的物质基础,是土木工程的灵魂。无论是高达 828 m 的阿联酋迪拜塔,还是普通的一幢临时建筑,都是由各种散体土木工程材料经过缜密的设计和复杂的施工最终构建而成的。土木工程材料的物质性还体现在其使用的巨量性,一幢单体建筑一般重达几百至数千吨,甚至可达数万吨、几十万吨,这也是土木工程材料与其他材料不同的地方。且很多土木工程材料都是一次性的,可重复使用的材料较少。

(2) 土木工程占工程总造价比重大。在一般的土木工程中,土木工程材料费用占到了 50% 以上,材料的选择、使用、管理是否合理,对工程的成本影响很大。

(3) 土木工程材料的发展赋予了土木工程物时代的特性和风格。中国古代以木结构为代表的宫廷建筑、西方以石材廊柱古典建筑为主的建筑、当代以钢筑混凝土和钢材为主体材料的超高层建筑,都赋予了建筑不同的建筑风格,呈现了不同的时代特色。

(4) 推动土木工程技术的发展。土木工程设计理论的进步和施工技术的革新不但受到土木工程材料发展的制约,同时也受到其发展的推动。一种新型土木工程材料的出现,必将促进土木工程结构形式、土木工程施工的进步。钢筋和混凝土的出现,使钢筋混凝土结构取代了传统的砌体结构、木结构,成为现代建筑的主要结构形式。轻质高强结构材料的出现,使大跨度预应力结构、薄壳结构、悬索结构、空间网架结构等不断出现。

1.3 土木工程材料的发展和趋势

土木工程材料的发展经历了一个很长的历史时期,随着人类社会生产力和科技水平的提高逐步发展起来。

从原始社会到 8 000 年前的裴李岗文化至 6 000 年前的仰韶文化,从简单穴居到竹木围构,再发展到木骨抹泥,苇草盖顶,人类土木工程已经初具雏形。

随着人类文明的进步,生产工具得到极大改善,又由于长期的自然生活以及石材本身给人的坚实安全感,人类开始利用大块石材建造房屋或构筑物。石材具有坚硬耐用等性质,在相当长的一段时间里成就可观。被称为世界七奇观之一的埃及吉萨金字塔,历经了 5 000 余年沧桑仍

然挺立，其结构就是石材结构，由 250 万块重达 2.5 t 的石料砌成；公元前 400—500 年，古希腊雅典卫城主要的土木工程材料也是石料；中国万里长城有些残段构筑材料也是石块。这段时间内石材的应用，给人类留下了宝贵而丰富的文化遗产。

伴随漫漫的发展过程，土木工程材料日益丰富。在这个过程中除石材外还有一种土木工程材料贯穿历史，堪称经典——木材。如 1 000 多年前建成的杭州六和塔，最大木结构土木工程群——北京故宫等。经历了漫长的石材砖瓦的砌体土木工程史以及木结构土木工程史，到 18 世纪工业革命之后，土木工程材料的发展成果更是令人瞩目，材料的种类更令人眼花缭乱。

其中发展的里程碑是水泥的出现。它与传统胶凝材料石灰胶相比，具有高强度及硬性等特点，如果用砂石等集料与水拌和形成混凝土，可使墙体更加坚固。此后，混凝土得到广泛应用，使土木工程用活动范围和规模都得到了进一步发展。工业革命以后，钢材的应用被世界重视，于是，土木工程材料家庭里加入了重要角色——钢材。从此，钢筋混凝土的土木工程主导地位被确立，高层建筑如雨后春笋纷纷拔地而起。

1940 年以后，钢材、钢筋混凝土、预应力混凝土、钢骨混凝土令建筑物的规模产生飞跃性发展。与此同时，玻璃等采光材料也得以广泛应用，出现了玻璃墙体。合成工艺的发展又促使根据功能需要而产生合成土木工程材料，如木纤维水泥板、集成木材、化学塑胶材料等。传统土木工程材料也大为改善，空(实)心砌体、配筋砌体、木材、石材应用更加多样化。一时间性能更加多样化的土木工程材料纷纷出现，形成了百花齐放的局面。

20 世纪以后，人们要求建筑物功能多样化，对建筑物安全性要求也提高，高分子有机材料、新型金属材料、智能化材料和各种复合材料迎来了建筑物的功能和外观根本性的变革，如纤维材料与混凝土混合弥补了混凝土材料的脆性缺陷。建筑材料的发展适应着社会发展以及社会要求，自此之后新型材料不断产生。

现代世界人口急剧增长，土木工程用地日益紧张，高耸入云的摩天大楼不再是幻想，而是实实在在的需求，并且仍不断要求建筑物向更高更深方向发展。人类渴望的不仅仅是舒适和美观，更是居住环境能和谐自然。质轻高强材料、高耐久材料等的产生以及材料性能深化已经刻不容缓，“绿色环保建材”的要求也应运而生。

树立可持续发展的生态建材观，研究环保美观材料、耐火防火材料以及材料智能化，将材料的优良性能与环境协调，构建和谐自然的居住环境，是现代土木工程工作者的努力方向和共任，也是土木工程材料发展的必然趋势。

1.4 建设工程质量检测见证取样基本知识

取样是按有关技术标准、规范的规定，从检验(测)对象中抽取试验样品的过程；送样是指取样后将试样从现场移交给有检测资格的单位承检的全过程。取样和送样是工程质量检测的首要环节，其真实性和代表性直接影响检测数据的公正性。

1.4.1 相关法规政策

(1)根据原建设部建监[1996]208号《关于加强工程质量检测工作的若干意见》的要求，在建设工程质量检测中实行见证取样和送样制度，即在建设单位或监理单位人员见证下，由施工人员在现场取样，送至实验室进行试验。

(2)根据《建设工程质量管理条例》第三十一条规定，施工人员对涉及结构安全的试块、试件以及有关材料，应当在建设单位或者工程监理单位监督下现场取样，并送具有相应资质等级的

质量检测单位进行检测。

(3)《建设工程质量检测管理办法》(原建设部令第141号)(以下简称《本办法》)第三十五条规定,水利工程、铁道工程、公路工程等涉及结构安全的试块、试件及有关材料的检测可以参照《本办法》执行。

见证取样检测的内容:

- 1)水泥物理力学性能检验;
- 2)钢筋(含焊接与机械连接)力学性能检验;
- 3)砂、石常规检验;
- 4)混凝土、砂浆强度检验;
- 5)简易土工试验;
- 6)混凝土掺加剂检验;
- 7)预应力钢绞线、锚夹具检验;
- 8)沥青、沥青混合料检验。



建设工程质量
检测管理办法

(4)《房屋建筑工程和市政基础设施工程实行见证取样和送检的规定》(建建[2000]211号)

第一条 为规范房屋建筑工程和市政基础设施工程中涉及结构安全的试块、试件和材料的见证取样和送检工作,保证工程质量,根据《建设工程质量管理条例》,制定本规定。

第二条 凡从事房屋建筑工程和市政基础设施工程的新建、扩建、改建等有关活动,应当遵守本规定。

第三条 本规定所称见证取样和送检是指在建设单位或工程监理单位人员的见证下,由施工单位的现场试验人员对工程中涉及结构安全的试块、试件和材料在现场取样,并送至经过省级以上住房城乡建设主管部门对其资质认可和质量技术监督部门对其计量认证的质量检测单位(以下简称“检测单位”)进行检测。

第四条 国务院住房城乡建设主管部门对全国房屋建筑工程和市政基础设施工程的见证取样和送检工作实施统一监督管理。

县级以上地方人民政府住房城乡建设主管部门对本行政区域内的房屋和市政基础设施工程的见证取样和送检工作实施监督管理。

第五条 涉及结构安全的试块、试件和材料见证取样和送检的比例不得低于有关技术标准中规定应取样数量的30%。

第六条 下列试块、试件和材料必须实施见证取样和送检:

- (一)用于承重结构的混凝土试块;
- (二)用于承重墙体的砌筑砂浆试块;
- (三)用于承重结构的钢筋及连接接头试件;
- (四)用于承重墙的砖和混凝土小型砌块;
- (五)用于拌制混凝土和砌筑砂浆的水泥;
- (六)用于承重结构的混凝土中使用的掺加剂;
- (七)地下、屋面、厕浴间使用的防水材料;
- (八)国家规定必须实行见证取样和送检的试块、试件和材料。

第七条 见证人员应由建设单位或该工程的监理单位具备施工试验知识的专业技术人员担任,并应由建设单位或该工程的监理单位书面通知施工单位、检测单位和负责该项工程的质量监督机构。

第八条 在施工过程中,见证人员应按照见证取样和送检计划,对施工现场的取样和送检进行见证,取样人员应在试样或其包装上作出标识、封志。标识和封志应标明工程名称、取样

部位、取样日期、样品名称和样品数量，并由见证人员和取样人员签字。见证人员应制作见证记录，并将见证记录归入施工技术档案。

见证人员和取样人员应对试样的代表性和真实性负责。

第九条 见证取样的试块、试件和材料送检时，应由送检单位填写委托单，委托单应有见证人员和送检人员签字。检测单位应检查委托单及试样上的标识和封志，确认无误后方可进行检测。

第十条 检测单位应严格按照有关管理规定和技术标准进行检测，出具公正、真实、准确的检测报告。见证取样和送检的检测报告必须加盖见证取样检测的专用章。

第十一条 本规定由国务院住房城乡建设主管部门负责。

第十二条 本规定自发布之日起施行。

1.4.2 见证取样

1. 见证取样和送样的范围

对建设工程中结构用钢筋及焊接试件、混凝土试块、砌筑砂浆试块、水泥、墙体材料、集料及防水材料等项目，实行见证取样送样制度。各区、县住房城乡建设主管部门和建设单位也可根据具体情况确定须见证取样的试验项目。

2. 见证取样和送样的程序

(1)建设单位应向工程受监督的质量监督站和工程检测单位递交《见证单位和见证人授权书》。授权书应写明本工程现场委托的见证单位和见证人姓名及“见证员证”编号，以便质监机构和检测单位检查核对。

(2)施工企业取样人员在现场进行原材料取样和试块制作时，见证人员必须在旁见证。

(3)见证人员应对试样进行监护，并和施工企业取样人员一起将试样送至检测单位或采取有效的封样措施送样。

(4)检测单位在接受检验任务时，须由送检单位填写委托单，见证人员应在检验委托单上签字。

(5)检测单位应在检验报告单备注栏中注明见证单位和见证人员姓名，发生试样不合格情况，首先要通知工程受监质量监督站和见证单位。

1.4.3 见证人员的基本要求和职责

1. 见证人员基本要求

(1)必须具备见证人员资格。见证人员应是本工程建设单位或监理单位人员：

1)必须具备初级以上技术职称或具有土木工程施工专业知识。

2)经培训考核合格，取得“见证员证”。

(2)必须具有建设单位的见证人书面授权书。

(3)必须向质监站和检测单位递交见证人书面授权书。

2. 见证人员的职责

(1)单位工程施工前，见证人员应会同施工项目负责人共同制订送检计划。

(2)取样时，见证人员必须在现场进行见证。

(3)见证人员必须对试样进行监护。

(4)见证人员必须和施工人员一起将试样送至检测单位。

(5)有专用送样工具的工地，见证人员必须亲自封样。

(6)见证人员必须在检验委托单上签字，并出示“见证员证”。

- (7)见证人员对试样的代表性和真实性负有法律责任。
- (8)发现见证人员有违规行为，发证单位有权吊销其“见证员证”。

1.4.4 见证取样和送样的组织和管理

- (1)住房城乡建设主管部门是建设工程质量检测见证取样工作的主管部门。
- (2)各检测机构试验室在承接送检试样时应核验见证人员证书。对无证人员签名的检验委托一律拒收；未注明见证单位和见证人员姓名及编号的检验报告无效，不得作为质量保证资料和竣工验收资料，由质监站指定法定检测单位重新检测，其检测费用由责任方承担。
- (3)建设、施工、监理和检测单位凡以任何形式弄虚作假，或者玩忽职守者，将按有关法规、规章严肃查处，情节严重者，依法追究刑事责任。

1.5 土木工程材料检测基本知识

土木工程的质量与工程设计、施工、管理等各环节密切相关，而土木工程材料的质量则是决定工程质量的基础和关键，只有性质或性能合格且同时满足土木工程设计要求的材料方可用于土木工程结构中。

土木工程材料检测的主要任务包括如下内容：

- (1)原材料进场后技术性能检测。
- (2)材料在使用前或工程进展中，对材料性能的跟踪检测或实时检测。
- (3)工程质量验收。

进行工程材料试验检测的目的是评价材料的质量，或进行不同材料间技术性能的比较，为合理使用或选择材料提供理论依据。必须明确的是，检测是在一定条件下进行的，即试验所得的数据是有条件的、相对的。即检测结果与材料的取样方法、测试条件和数据处理等因素密切相关，其中任何一项发生改变时，试验结果都将随之发生或大或小的变化。因此，进行工程材料检测时，必须严格执行标准规定的取样方法，确保所取试样具有代表性；严格按技术规范要求选择试验仪器设备、确定合理的试验检测条件；严格按规范要求 and 数据修约规则，进行试验结果记录和试验数据处理。

1.5.1 土木工程材料技术标准与规范

土木工程材料技术标准是针对原材料、产品以及工程质量、规格、检验方法、评定方法、应用技术等作出的技术规定。其包括如原材料、材料及其产品的质量、规格、等级、性质、要求以及检验方法；材料以及产品的应用技术规范；材料生产以及设计规定；产品质量的评定标准等。

技术标准根据发布单位与使用范围，可分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准，见表 1-3。

表 1-3 土木工程材料技术标准的分级

材料技术标准的分级	发布单位	适用范围
国家标准	国家技术监督局	全国
行业标准(部颁标准)	中央部委标准机构	全国性的某行业
地方标准和企业标准	工厂、公司、院所等单位	某地区内，某企业内

标准的表示方法由标准名称、标准代号、标准编号、颁布年份等组成。例如,《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)表示国家标准为175号,2007年颁布执行,其内容是硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥。各种标准规定的代号见表1-4。

各个国家均有自己的国家标准,如“ASM”代表美国国家标准,“EN”代表欧洲标准,“BS”代表英国标准。在世界范围内统一执行的标准为国际标准,其代号为“ISO”。我国是ISO的正式成员,代表中国的组织为中国国家标准化委员会。我国将同世界各国一道,深化标准合作,加强交流互鉴,共同完善国际标准体系。

表 1-4 土木工程材料技术标准的编号

标准种类	代号	表示顺序	示例
国家标准	GB 国家强制性标准 GB/T 国家推荐性标准 GBJ 建设工程国家标准	代号、标准编号、颁布年份	GB/T 50082—2009
行业标准 (部分)	JC 建材行业强制性标准 JT 交通行业强制性标准 YB 冶金行业强制性标准 YB/T 冶金行业推荐性标准	代号、标准编号、颁布年份	JGJ 52—2006
地方标准	DB 地方强制性标准 DB/T 地方推荐性标准	代号、行政区号、标准 编号、颁布年份	DB 14323—1991
企业标准	QB 企业标准	代号/企业代号、标准 编号、颁布年份	QB/203413—1992

1.5.2 土木工程材料试验检测数据误差

根据误差产生的原因与性质,常分为检测人为误差、仪器设备误差、方法误差和环境误差。

1. 人为误差

人为误差也称过失性误差,主要是指检测人员粗心而造成的检测误差。较为常见的人为误差包括数据错读或记错数据等。

2. 仪器设备误差

检测用的试验仪器设备要满足检验标准的要求,仪器设备长期使用有可能出现损坏现象,应及时进行处理,否则会导致试验结果与实际有很大出入。例如,在用负压筛析法测定混凝土细度时,每隔一定时间要对负压筛进行校核,测定其是否满足规范规定的要求。

3. 方法误差

对同一种材料同一技术指标的测定可以采用不同的方法,测定出来的结果会有一些的差异。如对水泥细度的测定,可以用负压筛析法,也可以采用手筛法、水筛法,试验从取样到操作方法都有很大的差异,因而会导致试验结果有些微小的不同。

4. 环境误差

试验环境误差主要体现在试验所处的温度、湿度上,每项试验可能处在不同的试验条件下,而同一材料在不同的试验条件下,会得到不同的试验结果。

对于上述误差,可以通过以下措施来减小检测误差:

(1)取样。试验检测取样方式包括全样检测和抽样检测两种。常规检查一般都采用抽样检查

方式。正确的抽样方法应保证所取试样的代表性和随机性。代表性是指保证抽取的试样应代表母体的质量状况；随机性是指保证抽取的试样应由随机因素决定而并非人为因素决定。例如，对于散粒状的砂石材料，可以采用缩分法取样；对于土木工程钢材，先确定取样批量，然后再根据检测项目确定取样量。

(2) 制备试件。检测前一般应将取得的试样进行处理、加工或成形，制备成满足检测要求的标准试样或试件。制备方法须考虑检测项目并严格按照试验检测方法的标准进行操作。

(3) 选择仪器设备。为了确保检测中称量或测量的准确性，减小试验误差，要求试验前选取满足一定精度要求的仪器设备。如试样称量精度要求为 0.1 g 的天平，一般称量精度大致为试样质量的 0.1%。

(4) 选择测试条件。试验条件包括温度、湿度、加荷速度、试件形状、尺寸及表面形态等，这些因素都会影响测试效果。

1.5.3 试验数据统计分析与处理

1. 平均值

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) 算数平均值。算数平均值主要用于了解该批数据的总体平均水平，度量这些数据的中间位置。

将某一未知量 X 测定 n 次，其观测值分别为 X_1, X_2, \dots, X_n ，则其算数平均值为

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum X}{n} \quad (1-1)$$

式中 \bar{X} ——算数平均值；

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ——各试验数据值；

$\sum X$ ——各试验数据的总和；

n ——试验数据个数。

算数平均值是一个经常用到的数值，当观测数据越多时，它越接近真值。算数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) 均方根平均值。均方根平均值对数据大小跳动反应较为灵敏，其计算公式为

$$S = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + \dots + X_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum X^2}{n}} \quad (1-2)$$

式中 S ——各试验数据的均方根平均值；

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ——各试验数据值；

$\sum X^2$ ——各试验数据平方的总和；

n ——试验数据个数。

(3) 加权平均值。加权平均值是各个试验数据和它对应数据的算数平均值。其计算公式为

$$m = \frac{X_1 g_1 + X_2 g_2 + \dots + X_n g_n}{g_1 + g_2 + \dots + g_n} = \frac{\sum X g}{\sum g} \quad (1-3)$$

式中 m ——加权平均值；

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ——各试验数据值；

$g_1 + g_2 + \dots + g_n$ ——各对应数据；

$\sum Xg$ —— 各试验数据值和它对应数据乘积的总和；

$\sum g$ —— 各对应数据总和。

2. 误差计算

(1) 绝对误差和相对误差。由于受测量方法、材料仪器、测量条件以及试验者水平等多种因素的限制，一个测量值 N 与真值 N_0 之间一般都会存在一个差值。这种差值称为绝对误差，用 ΔN 表示，即

$$\Delta N = N - N_0 \quad (1-4)$$

绝对误差 ΔN 与真值 N_0 之比称为相对误差，用 E 表示，即

$$E = \frac{\Delta N}{N_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

值得注意的是，被测量的真值是一个理想的值，一般来说是无法知道的，也不能准确得到。对可以多次测量的物理量，常用已修正过的算数平均值来代替被测量的真值。

(2) 极差。极差又称范围误差，是试验值中最大值和最小值之差。

(3) 算数平均误差。算数平均误差计算公式如下：

$$\delta = \frac{|X_1 - \bar{X}| + |X_2 - \bar{X}| + \dots + |X_n - \bar{X}|}{n} = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{n} \quad (1-6)$$

式中 δ —— 算数平均误差；

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ —— 各试验数据值；

\bar{X} —— 试验数据的算数平均值；

n —— 试验数据个数。

(4) 标准差。标准差可以了解数据的波动情况及其带来的危险，是衡量波动性即离散性大小的重要指标。标准差 σ 越大，说明数据的离散程度越大，材料质量越不稳定。标准差按下式计算：

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1-7)$$

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，而实际工程中更关心其相对离散的程度，这在统计学上用变异系数来表示。变异系数按下式计算：

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100\% \quad (1-8)$$

变异系数越大，说明数据偏离平均值的程度越大，材料质量越不稳定。

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

1.5.4 数据修约

在进行具体的数字运算前，通过省略原数值的最后若干位数字，调整保留的末位数字，使最后所得到的值最接近原数值的过程称为数值修约。指导数字修约的具体规则被称为数值修约规则。数值修约时应首先确定“修约间隔”和“进舍规则”。一经确定，修约值必须是“修约间隔”的整数倍。然后指定表达方式，即选择根据“修约间隔”保留到指定位数。科技工作中测定和计算得到的各种数值，除另有规定者外，修约时应按照国家标准文件《数值修约规则与极限数值的表示和判定》(GB/T 8170—2008)进行。