



建筑企业专业技术管理人员

业务必备丛书

试验员

本书编委会◎编写

SHI YAN YUAN

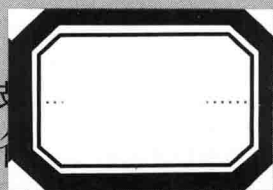


知识产权出版社

全国百佳图书出版单位



建筑企业专业技
业务必



试验员

本书编委会◎编写

SHI YAN YUAN



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

内容提要

本书以《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55—2011、《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98—2010 等现行国家标准、行业规范为依据,主要介绍了试验员应掌握的最基本、最实用的专业知识和技术要求。全书共分为九章,内容主要包括:试验员基本理论知识、土工试验、水泥试验、砌体材料试验、砌筑砂浆试验、砂石材料试验、混凝土试验、建筑用钢材试验、防水材料试验。

本书可供施工现场试验员学习参考,也可供相关专业大中专院校及职业学校的师生学习参考。

责任编辑:陆彩云 徐家春 责任出版:卢运霞

图书在版编目(CIP)数据

试验员/《试验员》编委会编写.——北京:知识产权出版社,2013.4

(建筑企业专业技术管理人员业务必备丛书)

ISBN 978-7-5130-2027-5

I. ①试… II. ①试… III. ①建筑材料—材料试验—基本知识 IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 078619 号

建筑企业专业技术管理人员业务必备丛书

试验员

本书编委会编写

出版发行:知识产权出版社

社 址:北京市海淀区马甸南村 1 号

网 址:<http://www.ipph.cn>

发行电话:010-82000893

责编电话:010-82000860 转 8110/8005

印 刷:北京紫瑞利印刷有限公司

开 本:720mm×960mm 1/16

版 次:2013 年 7 月第 1 版

字 数:369 千字

邮 编:100088

邮 箱:bjb@cnipr.com

传 真:010-82000860 转 8353

责编邮箱:xujiachun625@163.com

经 销:新华书店及相关销售网点

印 张:21

印 次:2013 年 7 月第 1 次印刷

定 价:42.00 元

ISBN 978-7-5130-2027-5

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

审定委员会

主 任 石向东 王 鑫

副主任 冯 跃

委 员 (按姓氏笔画排序)

边朝辉 刘爱玲 李志远 杨玉革

孟彩清 谢 婧

编写人员

主 编 韩 旭

参 编 (按姓氏笔画排序)

于 涛 卢 伟 白会人 孙丽娜

曲璠巍 张 楠 何 影 李春娜

李美惠 赵 慧 黄 崇 陶红梅

前 言

随着我国国民经济的快速发展，建筑规模日益扩大，施工队伍也不断增加，对建筑工程施工现场各专业的职业能力要求也越来越高。为了加强施工现场专业人员队伍建设，适应建筑业的发展形势，住房和城乡建设部经过深入调查，结合当前我国建设施工现场专业人员开发的实践经验，制定了《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》JGJ/T 250—2011，该标准的颁布实施，对建筑工程施工现场各专业人员的要求也越来越高。基于上述原因，我们组织编写了此书。

本书共分九章，内容包括试验员基本理论知识、土工试验、水泥试验、砌体材料试验、砌筑砂浆试验、砂石材料试验、混凝土试验、建筑用钢材试验、防水材料试验等。具有很强的针对性和实用性，内容丰富，通俗易懂。

本书体例新颖，包含“本节导图”和“业务要点”两个模块。在“本节导图”部分对该节内容进行概括，并绘制出内容关系框图；在“业务要点”部分对框图中涉及的内容进行详细的说明与分析。力求能够使读者快速把握章节重点，理清知识脉络，提高学习效率。

本书可供建筑工程施工现场试验员及相关管理人员使用，也可作为相关专业大中专院校师生的参考用书。

由于编者学识和经验有限，虽经编者尽心尽力，但书中难免存在疏漏或不妥之处，望广大读者批评指正。

编 者

2013年6月

目 录

第一章 试验员基本理论知识	1
第一节 施工现场试验员的职责	1
业务要点 1: 施工现场试验员的职责范围	1
业务要点 2: 数据处理	2
第二节 施工现场试验管理	6
业务要点 1: 施工现场设施配置及验收	7
业务要点 2: 施工现场试验管理	8
第三节 见证取样、送样制度	12
业务要点 1: 文件规定	13
业务要点 2: 见证取样送样范围	13
业务要点 3: 见证取样管理规定	14
业务要点 4: 见证人员的主要职责	14
业务要点 5: 见证取样和送检的程序	14
第二章 土工试验	16
第一节 土工试验基础	16
业务要点 1: 土的工程分类	16
业务要点 2: 土的三相组成	18
业务要点 3: 土的简易鉴别、分类和描述	19
第二节 土样与试样的制备	21
业务要点 1: 土样的要求	21
业务要点 2: 试验仪器要求	22
业务要点 3: 原样土样的制备	23
业务要点 4: 扰动土试样的备样	23
业务要点 5: 扰动土试样的制样	24
业务要点 6: 试样的饱和和方法	25
第三节 土样与试样的试验	27
业务要点 1: 含水率试验	27
业务要点 2: 密度试验	30
业务要点 3: 界限含水率试验	36

业务要点 4: 击实试验	38
业务要点 5: 固结试验	40
业务要点 6: 土的剪切试验	44
第三章 水泥试验	47
第一节 水泥的基础知识	47
业务要点 1: 水泥的基本概念	47
业务要点 2: 水泥的分类	49
业务要点 3: 水泥的质量标准	49
业务要点 4: 必试项目及组批原则	51
业务要点 5: 水泥标志	52
第二节 水泥的抽样检测	52
业务要点 1: 出厂水泥取样规定	53
业务要点 2: 水泥使用单位现场取样	56
业务要点 3: 试验结果判定	58
第三节 水泥的相关试验	59
业务要点 1: 检验前的准备及注意事项	59
业务要点 2: 水泥细度检验	59
业务要点 3: 水泥标准稠度用水量	68
业务要点 4: 水泥净浆凝结时间测定	73
业务要点 5: 水泥安定性测定	74
业务要点 6: 水泥胶砂强度	75
业务要点 7: 水泥胶砂流动度测定	80
业务要点 8: 水泥密度测定	81
业务要点 9: 水泥压蒸安定性试验	82
第四节 水泥的验收及贮存	83
业务要点 1: 水泥验收	83
业务要点 2: 水泥质量等级	85
业务要点 3: 水泥贮存	86
第四章 砌体材料试验	88
第一节 砌体材料基础知识	88
业务要点 1: 烧结普通砖的技术要求	88
业务要点 2: 烧结多孔砖的技术要求	91
业务要点 3: 烧结空心砖的技术要求	92
业务要点 4: 蒸压灰砂空心砖的技术要求	95
业务要点 5: 混凝土小型空心砌块的技术要求	96

业务要点 6: 粉煤灰小型空心砌块的技术要求	101
第二节 砌墙砖试验	102
业务要点 1: 砌墙砖尺寸测量及外观检验	102
业务要点 2: 砌墙砖强度试验	107
业务要点 3: 砌墙砖冻融试验	109
业务要点 4: 砌墙砖泛霜试验	111
业务要点 5: 砌墙砖碳化试验	111
业务要点 6: 砌墙砖体积密度试验	112
业务要点 7: 砌墙砖石灰爆裂试验	113
第三节 普通混凝土小型空心砌块试验	114
业务要点 1: 混凝土小型空心砌块强度试验	114
业务要点 2: 混凝土小型空心砌块碳化试验	116
业务要点 3: 混凝土小型空心砌块抗冻性试验	116
业务要点 4: 混凝土小型空心砌块抗渗性试验	118
第四节 粉煤灰砌块试验	118
业务要点 1: 强度试验	118
业务要点 2: 抗冻性试验	120
第五节 蒸汽加压混凝土砌块试验	121
业务要点 1: 试验前准备	121
业务要点 2: 抗压强度检验	121
业务要点 3: 干体积密度试验	122
业务要点 4: 加气混凝土抗冻试验	122
第五章 砌筑砂浆试验	124
第一节 砌筑砂浆基础知识	124
业务要点 1: 砌筑砂浆的定义及分类	124
业务要点 2: 砌筑砂浆的技术要求	125
业务要点 3: 砌筑砂浆的基本性能	126
第二节 砌筑砂浆配合比设计	128
业务要点 1: 现场配制砌筑砂浆的试配要求	128
业务要点 2: 预拌砌筑砂浆的试配要求	131
业务要点 3: 砌筑砂浆配合比试配、调整与确定	131
第三节 砌筑砂浆性能试验	133
业务要点 1: 砌筑砂浆取样	133
业务要点 2: 砂浆施工性能试验	134
业务要点 3: 砂浆强度试验	137

业务要点 4: 砂浆耐久性能试验	142
第六章 砂石材料试验	145
第一节 砂石材料基础知识	145
业务要点 1: 砂石的基本分类	146
业务要点 2: 建筑用砂质量标准	146
业务要点 3: 建筑用卵石、碎石质量标准	149
第二节 取样规定	152
业务要点 1: 砂的取样	152
业务要点 2: 石的取样	153
第三节 建筑用砂试验	154
业务要点 1: 颗粒级配测定	155
业务要点 2: 砂的含泥量测定	157
业务要点 3: 砂的石粉含量和 <i>MB</i> 值测定	158
业务要点 4: 砂的泥块含量测定	160
业务要点 5: 砂中有害物质的测定	161
业务要点 6: 砂的坚固性试验	166
业务要点 7: 砂的表观密度测定	169
业务要点 8: 砂的堆积密度与空隙率测定	170
第四节 建筑用卵石、碎石试验	171
业务要点 1: 石子颗粒级配测定	172
业务要点 2: 石子含泥量测定	173
业务要点 3: 石子泥块含量测定	174
业务要点 4: 针、片状颗粒含量测定	175
业务要点 5: 石子有害物质的测定	177
业务要点 6: 石子坚固性试验	179
业务要点 7: 压碎指标测定	181
第七章 混凝土试验	183
第一节 混凝土基础知识	183
业务要点 1: 混凝土的组成	183
业务要点 2: 混凝土的分类	184
业务要点 3: 混凝土的主要性能	184
业务要点 4: 混凝土的质量评定	185
第二节 普通混凝土的配合比设计	187
业务要点 1: 配合比基础知识	187
业务要点 2: 混凝土的基本参数	189

业务要点 3: 普通混凝土配合比设计步骤	191
第三节 混凝土拌合物性能试验	198
业务要点 1: 坍落度试验	198
业务要点 2: 维勃稠度试验	200
业务要点 3: 凝结时间测定	202
业务要点 4: 表观密度测定	204
业务要点 5: 泌水试验	205
第四节 普通混凝土力学性能试验	206
业务要点 1: 抗压强度试验	207
业务要点 2: 劈裂抗拉强度试验	209
业务要点 3: 抗折强度试验	211
第五节 普通混凝土耐久性能试验	213
业务要点 1: 抗渗性能试验	214
业务要点 2: 抗冻性能试验 (慢冻法)	215
第八章 建筑用钢材试验	218
第一节 钢筋试验基础知识	218
业务要点 1: 钢的种类及品种	218
业务要点 2: 钢筋试验用仪器	219
业务要点 3: 常用钢种的质量标准	221
业务要点 4: 常用钢材品种及其质量标准	225
第二节 取样规定	238
业务要点 1: 钢及钢产品试样的取样规定	238
业务要点 2: 建筑用钢筋、钢丝及钢绞线试样的取样规定	241
第三节 钢筋力学性能试验	244
业务要点 1: 拉伸性能试验	244
业务要点 2: 冷弯性能试验	247
业务要点 3: 金属线材反复弯曲试验	248
第四节 钢筋接头性能试验	249
业务要点 1: 钢筋焊接接头试验	250
业务要点 2: 钢筋机械接头试验	253
第九章 防水材料试验	256
第一节 防水材料基础知识	256
业务要点 1: 防水材料的主要原料	256
业务要点 2: 防水材料的分类	260
业务要点 3: 防水材料的主要品种及其质量标准	260

第二节 沥青试验	271
业务要点 1: 石油沥青取样及试样制备	272
业务要点 2: 沥青软化点测定	272
业务要点 3: 沥青针入度测定	274
业务要点 4: 沥青延度测定	276
第三节 防水卷材试验	278
业务要点 1: 取样规定	279
业务要点 2: 外观质量检测	283
业务要点 3: 拉伸性能试验	289
业务要点 4: 不透水性试验	293
业务要点 5: 耐热性试验	297
业务要点 6: 柔度试验	298
业务要点 7: 撕裂性能试验	303
业务要点 8: (可溶物含量) 浸涂材料含量测定	306
业务要点 9: 吸水性试验	308
第四节 防水涂料试验	309
业务要点 1: 取样规定	309
业务要点 2: 固体含量测定	310
业务要点 3: 耐热度试验	311
业务要点 4: 拉伸性能试验	312
业务要点 5: 低柔度试验	314
业务要点 6: 不透水性试验	314
附录 A 28d 抗压强度匀质性试验	316
A.1 试验目的	316
A.2 要求	316
A.3 变异系数的计算	316
参考文献	317

第一章 试验员基本理论知识

第一节 施工现场试验员的职责

● 本节导图：

本节主要介绍施工现场试验员的职责，内容包括施工现场试验员的职责范围、数据处理。其内容关系如图 1-1 所示。

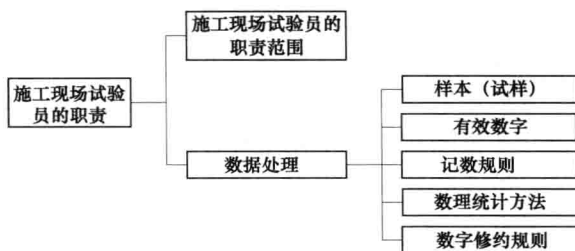


图 1-1 本节内容关系图

● 业务要点 1：施工现场试验员的职责范围

1) 结合工程实际情况，及时委托各种原材料试验，提出各种配合比申请，根据现场实际情况调整配合比。各种原材料的取样方法、数量必须按现行标准规范及有关规定执行。委托各种原材料试验，必须填写委托试验单。委托试验单的填写必须项目齐全，字迹清楚。项目内容包括：材料名称、产品牌号、产地、品种、规格、代表数量、使用单位、出厂日期、进场日期、试件编号、要求试验项目。

钢材机械连接或焊接试验，除按上述要求填写外，凡送焊接试件者，必须注明钢的原材试验编号。

2) 按相关标准规范抽取施工过程中的混凝土、砂浆拌合物，制作施工强度检验试块。试块制作时必须有试块制作记录。试块必须按单位工程连续统一编号。试件制作后立即用标识进行标记，防止混淆，试块应在成型 24h 后用墨笔注明委托单位工程编号、制模日期、强度等级及试件编号，然后拆

模。凡需在标养室养护的试块，拆模后立即放入养护室进行标准养护。

3) 及时取试验报告单，转交给工地有关技术人员。

4) 统计分析现场施工的混凝土、砂浆强度及原材料的情况。

5) 记录施工现场环境温度和试块养护室温湿度。

6) 委托试验结果不合格，应按规定送样进行复试。复试仍不合格，应及时报告技术主管，协助研究处理办法。

业务要点 2：数据处理

1. 样本（试样）

在统计分析中，所要研究对象的全体称为总体，而所要研究全体对象中的一个单位，则称为个体。例如：某施工单位生产 C30 强度等级混凝土，其质量状况主要是通过检测立方体抗压强度来判断。施工单位生产的所有 C30 强度等级混凝土就是研究的全体，即总体；而每组试块的强度则是研究的个体强度。

要知道总体的质量状况，首先需要知道各个个体的质量状况。但在技术上存在困难：一是总体中个体的数量繁多，甚至近似无限多，事实上不可能把总体中的全部个体都加以测量，如机械制造厂每天生产的机械零件；二是总体中个体的数量并不很多，但对个体某种性能的检测是破坏性的，如施工现场上使用的钢筋，虽然数量并不很多，但要检测其拉伸性能时，却不能将每根都进行检测，因为一经检测，这根钢筋就被拉断从而失去使用价值。

基于上述理由，我们通常采用在总体中抽取一部分个体的方法，通过对这一部分个体进行检测，从而推测出总体的质量状况。被抽取的个体的集合就称为样本（材料检测中称为试样）。

2. 有效数字

0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 这十个数码称为数字。单一数字或多个数字组合起来就构成数值。在一个数值中每一个数字所占的位置称为数位。

测量结果的记录、运算和填写报告，都必须注意有效数字。由有效数字构成的数值与一般数字的数值在概念上是不同的，例如 46.5、46.50、46.500 这三个数值在数学上是看做同一数值，但如果用于表示测量数值，则这三个数值反映的测量结果的准确度是不同的。

有效数字即表示数字的有效意义。一个由有效数字构成的数值，从最后一位算起的第二位以上的数字是可靠的（确定的），只有末位数字是可疑的（不确定的）。即由有效数字构成的数值是由全部确定数字和一位不确定数字构成的。

记录和报告上的数据只应包含有效数字，对有效数字的位数不能随意删减。

数字“0”，当它用于表示小数点的位置，而与测量的准确程度无关时，

不是有效数字；当它用于表示与测量准确程度有关的数值时，则为有效数字。这与“0”在数值中的位置有关，见表 1-1 所示。

表 1-1 根据“0”在数值中的位置确定有效数字

	“0”在数值中的位置	举 例
1	第一个非零数字前的“0”不是有效数字	0.0465 三位有效数字 0.0005 一位有效数字
2	非零数字中的“0”是有效数字	4.0065 五位有效数字 4.605 四位有效数字
3	小数中最后一个非零数字后的“0”是有效数字	4.6500 五位有效数字 0.460% 三位有效数字
4	以“0”结尾的整数，有效数字的位数难以判断。在此情况下，应根据数值的准确程度改写成指数形式	4.65×10^4 三位有效数字 4.6500×10^4 五位有效数字

3. 记数规则

试验过程中，数据的记录、运算和报告的填写，经常需要记录数据。在记录这些数据时，应遵循以下规则：

1) 记录数据时，只保留一位可疑数字。

2) 表示精密度时，通常只取一位有效数字，只有在测量次数很多时，才可取两位数字，且最多只取两位。

3) 在数据计算中，当有效数字的位数确定后，其余数字应按数字修约的规定一律舍去。

4) 在数据计算中，某些倍数、分数、不连续的物理量数值，以及不经测量而完全根据理论计算或定义得到的数值，其有效数字的位数可视为无限。这类数值在计算中需要几位就可以写几位。

5) 测量结果的有效数字所能达到的最后一位应与误差处于同一位上，重要的测量结果可以多记一位估读数。

4. 数理统计方法

在实际施工中，要了解混凝土的质量状况，我们会抽取一部分混凝土制作成多组试块（样本），每组试块能测定得到一个立方体抗压强度值，多组试块就得到了多个测量数据： X_1 、 X_2 、 $\cdots$ 、 X_n 。

(1) 平均值（算术平均值、均方根平均值、加权平均值）。

1) 算术平均值：用于反映混凝土总体的平均水平，其计算公式如下。

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

式中 $\bar{X}$ ——算术平均值；

$X_1, X_2, \dots, X_n$ ——每个测量数据值；

$\sum X$ ——各个测量数据值的总和；

n ——样本个数（实验数据个数）。

2) 均方根平均值：算术平均值只能反映混凝土总体的平均水平，对数据大小跳动反映不敏感，而均方根平均值对数据大小跳动反映较为敏感。其计算公式如下：

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

式中 ξ ——均方根平均值；

$X_1, X_2, \dots, X_n$ ——每个测量数据值；

$\sum X^2$ ——各个测量数据值平方的总和；

n ——样本个数（实验数据个数）。

3) 加权平均值：是各个试验数据和它对应数的算术平均值，其计算公式如下。

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

式中 m ——加权平均值；

$X_1, X_2, \dots, X_n$ ——每个测量数据值；

$\sum Xg$ ——各个测量数据值和它对应数值乘积的总和；

$g_1, g_2, \dots, g_n$ ——各个测量数据相对应的权值；

$\sum g$ ——各个对应权值的总和。

在等精度测量中是以算术平均值作为最终测量结果，而在不等精度测量中是以加权平均值作为最终测量结果。

(2) 误差（范围误差、算术平均误差、标准差）。

1) 范围误差：又称极差，是试验数据中的最大值和最小值。

2) 算术平均误差：计算公式如下。

$$\delta = \frac{|X_1 - \bar{X}| + |X_2 - \bar{X}| + \dots + |X_n - \bar{X}|}{n} = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{n} \quad (1-4)$$

式中 δ ——算术平均误差；

$X_1, X_2, \dots, X_n$ ——每个测量数据值；

$\bar{X}$ ——算术平均值；

n ——样本个数（实验数据个数）。

3) 标准差: 要了解某工程混凝土的质量状况, 仅仅知道其强度平均水平是不够的。有时, 尽管平均水平达到要求, 若强度数据波动太大, 不满足所设计的强度等级的数据个数就有可能相当多。而要避免这种情况, 就需要将平均水平提得比所设计的强度等级高得多。上述两种情况相比较, 前者存在不安全因素, 后者存在不经济因素。因此, 要全面了解混凝土的质量状况, 还需要知道其强度的波动情况。标准差就是一个能反映数据波动性 (离散性) 大小的指标, 其计算公式如下:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_n - \bar{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \bar{X}^2}{n}} \quad (1-5)$$

$$S = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \bar{X}^2}{n-1}} \quad (1-6)$$

式中 σ ——总体的标准差;
 S ——样本的标准差;
 $X_1、X_2、\cdots、X_n$ ——每个测量数据值;
 $\bar{X}$ ——测量数据的算术平均值;
 n ——样本个数。

当样本数据个数很大时, 采用 S 估计总体的标准差时, 计算公式中的分母 n 应采用 $n-1$ 代替。因此, 当采用样本结果推断总体的标准差时, 两者的差别很小。

(3) 变异系数。标准差是表示数据绝对波动大小的指标, 当测量数据较小时, 其绝对误差一般较小; 当测量数据较大时, 其绝对误差一般也较大。因此, 当需要考虑数据相对波动的大小时, 则采用变异系数来表达。其计算公式如下。

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \text{ 或 } C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (1-7)$$

式中 C_v ——变异系数;
 $\bar{X}$ ——测量数据的算术平均值;
 σ ——总体的标准值;
 S ——样本的标准值。

5. 数字修约规则

数字修约规则见表 1-2 所示。

表 1-2 数字修约规则

1	在拟舍弃的数字中，保留数后边（右边）的第一个数小于 5（不包括 5）时，则舍去	15.3408 保留小数一位 修约前 15.3408 修约后 15.3
2	在拟舍弃的数字中，保留数后边（右边）的第一个数大于 5（不包括 5）时，则进一	15.3649 保留小数一位 修约前 15.3649 修约后 15.4
3	在拟舍弃的数字，保留数后边（右边）的第一个数等于 5 时，5 后边的数字并非全部为 0 时，则进一	15.3508 保留小数一位 修约前 15.3508 修约后 15.4
4	在拟舍弃的数字中，保留数后边（右边）的第一个数等于 5 时，5 后边的数字全部为 0 时，修约分两种情况：若保留数的末位数字为奇数时，则进一；若保留数的末位数字为偶数（包括 0）时，则舍去	15.3500 保留小数一位 修约前 15.3500 修约后 15.4 15.2500 保留小数一位 修约前 15.2500 修约后 15.2
5	所拟舍弃的数字，若为两位以上的数字时，不得连续进行多次修约	

第二节 施工现场试验管理



本节导图：

本节主要介绍施工现场试验管理，内容包括施工现场设施配置及验收、施工现场试验管理等。其内容关系如图 1-2 所示。

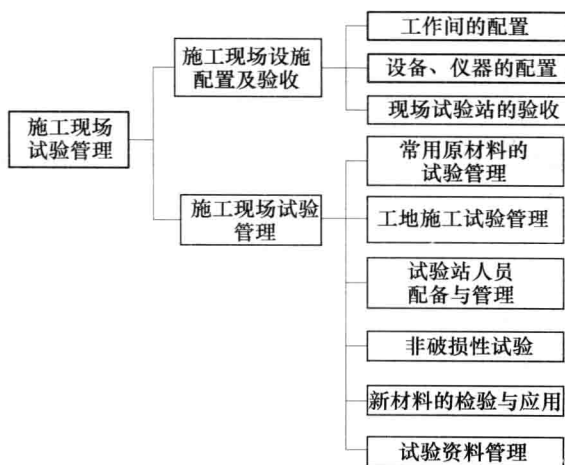


图 1-2 本节内容关系图