

材料科学与工程本科专业系列教材

JIAN ZHU CAI LIAO ZHILIANG
KONG ZHI YU JIAN CHE

建筑材料质量 控制与检测

田文玉 主 编
徐 清 副 主 编
钱春香 主 审



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

建筑材料质量控制与检测

田文玉 主 编

徐 清 副主编

钱春香 主 审

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书为材料科学与工程专业本科系列教材之一,主要介绍了试验检测制度、数据处理、误差理论、试验设计与分析方法;对各建筑材料,包括矿质材料、水泥、混凝土、砂浆、外加剂、建筑钢材、沥青材料、沥青混合料、建筑防水材料、建筑涂料等,从质量标准、取样方法和检验方法做了系统介绍。

本书亦可作为道路、桥梁、水港以及土木工程等专业的大学本科教学用书,并且还可作为工程建设、施工、监理等单位的试验检测人员的实用手册。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料质量控制与检测/田文玉主编. —重庆:重庆大学出版社,2006.6

(材料科学与工程专业本科系列教材)

ISBN 7-5624-3596-0

I. 建... II. 田... III. ①建筑材料—质量控制—高等学校—教材②建筑材料—质量检验—高等学校—教材 IV. TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 011847 号

建筑材料质量控制与检测

田文玉 主 编

徐 清 副主编

钱春香 主 审

责任编辑:周 立 版式设计:周 立

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:27 字数:674 千

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-3596-0 定价:32.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

建筑材料是建筑工程施工的物质条件,而建筑材料的质量又是保证建筑工程质量的物质基础。建筑材料质量不符合要求,建筑工程质量也就不可能符合标准。因此,加强建筑材料质量控制是提高建筑工程质量的重要保证。而检验材料质量以及改善材料性能,改进生产工艺,研制开发新材料与制订材料新标准等都离不开材料实验。

另一方面,建筑材料实验是土木工程类大学本科教育的一个重要组成部分,是课堂理论教学不可缺少的一个实践性教学环节,对培养学生独立工作能力很有帮助。

《建筑材料质量控制与检测》是材料科学与工程专业本科系列教材之一。为了使其具有更广的适用面,不仅仅可用于材料科学与工程专业,而且可用于道路、桥梁、水港工程以及土木工程等专业的大学本科教学用书,并且还可作为工程建设单位进行工程质量控制的试验手册,编者在内容选取上力求广而精,尽可能详细地介绍每一种材料,从质量标准、取样方法、试验方法以及相关要求均做到系统介绍。本教材所列内容,一方面可使学生通过常规实验的操作,熟悉实验设备,学习操作技术,了解材料性质的检验方法与有关技术标准、规范等;另一方面使学生对实验设计、数据分析与处理等常用数理统计方法获得初步知识,为开展科学研究等工作打下必要的实验技术基础。

本教材在编排上有以下几个特点。第一,由于不同行业各自的标准不尽相同,我们针对不同情况分别进行介绍。譬如,用于水泥混凝土的砂石材料,其某些技术要求和试验方法、试验仪器,与用于沥青混合料的砂石材料是不同的,我们就根据不同的应用条件分成两个标题来介绍;第二,防水涂料的编排问题,防水涂料既可划分为防水材料又可划分为涂料,在本书中,我们强调它的功能性,所以将该材料归为防水材料;第三,沥青材料,在建筑行业更多地是用作为防水材料,而在交通行业则主要是用作为沥青混合料的胶结料,两种用途,对其性能的要求及技术指标、试验方法也就各不相同。考虑到目前公路工程对沥青的要求较高,相关的标准、试验也较全面,我们就把

它单独列为一章来介绍,既介绍了它作为建筑防水材料的技术要求,又介绍了它作为有机胶凝材料的技术要求。本书可作为不同土建行业试验检测人员的实用手册,以及不同土建专业学生的学习教材。

《建筑材料质量控制与检测》由重庆交通大学田文玉副教授主编,昆明理工大学徐清副教授担任副主编,东南大学钱春香教授主审。全书共分12章,第1章、第2章、第5章、第6章、第8章、第9章、第10章、第11章、第12章由田文玉编写,第3章、第4章、第7章由徐清编写。全书由田文玉负责统稿。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中难免会有缺点和错误,恳请读者给予批评指正,以便再版时改正。

编 者

2006年2月

教师信息反馈表

为了更好地为教师服务,提高教学质量,我社将为您的教学提供电子和网络支持。请您填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回,我社将免费向您提供相关的电子教案、网络交流平台或网络化课程资源。

请按此裁下寄回我社或在网上下载此表格填好后 E-mail 发回

书名:			版次	
书号:				
所需要的教学资料:				
您的姓名:				
您所在的校(院)、系:			校(院)	系
您所讲授的课程名称:				
学生人数:	_____人	_____年级	学时:	
您的联系地址:				
邮政编码:		联系电话	(家)	
			(手机)	
E-mail:(必填)				
您对本书的建议:			系主任签字	
			盖章	

请寄:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)
重庆大学出版社市场部

邮编:400030

电话:023-65111124

传真:023-65103686

网址:<http://www.cqup.com.cn>

E-mail:fxk@cqup.com.cn

目 录

第1章 试验检测基础	1
1.1 试验检测制度	1
1.1.1 工作细则	1
1.1.2 原始记录	2
1.1.3 结果的处理	3
1.1.4 工作制度	3
1.2 建筑材料技术标准与测试基本技能	10
1.2.1 建筑材料技术标准简介	10
1.2.2 建筑材料试验基本技能	12
1.3 数据处理	14
1.3.1 数值修约规则	14
1.3.2 有效数字的运算规则	16
1.3.3 常用的统计特征数	17
1.4 误差理论	19
1.4.1 误差的分类	19
1.4.2 处理偶然误差的几个问题	20
1.4.3 判别粗大误差的原则	23
1.5 试验设计与分析	27
1.5.1 正交设计	27
1.5.2 方差分析	40
1.5.3 回归分析	44
第2章 矿质材料试验检测	48
2.1 细集料试验检测	48
2.1.1 概述	48
2.1.2 砂的试验方法	51
2.2 粗集料试验检测	77
2.2.1 概述	77
2.2.2 石子的试验方法	80

2.3 矿粉试验检测	113
2.3.1 矿粉的技术要求	113
2.3.2 矿粉的试验方法	113
第3章 水泥性能试验检测	119
3.1 概述	119
3.1.1 常用水泥的定义及代号	119
3.1.2 常用水泥技术性能和指标	120
3.1.3 检验项目	121
3.1.4 检验结果评定	121
3.1.5 取样方法	121
3.2 常用水泥技术性能检测方法	121
3.2.1 细度测定	121
3.2.2 水泥标准稠度用水量测定(GB/T 1346—2001)	127
3.2.3 水泥凝结时间的测定	130
3.2.4 水泥体积安定性的测定	130
3.2.5 水泥胶砂强度试验	132
第4章 混凝土性能试验检测	135
4.1 普通混凝土的主要技术性质	135
4.1.1 混凝土拌和物的和易性	135
4.1.2 混凝土的强度	135
4.1.3 混凝土变形性能	135
4.1.4 混凝土的耐久性	135
4.2 混凝土性能检测	136
4.2.1 混凝土拌和物和易性试验	136
4.2.2 混凝土拌和物堆积密度(湿)试验	139
4.2.3 混凝土立方体抗压强度试验	139
第5章 建筑砂浆试验检测	142
5.1 砌筑砂浆试验检测	142
5.1.1 概述	142
5.1.2 砌筑砂浆试验	144
5.2 抹面(灰)砂浆和防水砂浆试验检测	153
5.2.1 抹面(灰)砂浆及其各层的功能作用与要求	153
5.2.2 防水砂浆及其配制要求	154
5.2.3 常用的防水砂浆、防水净浆及防渗外加剂配合比	154

第6章 外加剂性能试验检测	155
6.1 概述	155
6.1.1 定义	155
6.1.2 技术指标	155
6.1.3 掺外加剂混凝土性能指标的意义	156
6.2 外加剂匀质性试验检测	158
6.2.1 一般规定及取样和留样	158
6.2.2 固体含量试验	159
6.2.3 密度试验	159
6.2.4 细度试验	162
6.2.5 pH 值试验	162
6.2.6 表面张力试验	163
6.2.7 氯离子含量试验	164
6.2.8 硫酸钠含量试验	166
6.2.9 还原糖含量试验	168
6.2.10 碱含量试验(火焰光度法)	170
6.2.11 氨释放量测定	171
6.3 掺外加剂水泥净浆、砂浆性能试验检测	173
6.3.1 外加剂对水泥的适应性检测试验	173
6.3.2 掺外加剂水泥砂浆工作性试验	174
6.3.3 膨胀剂限制膨胀率试验	176
6.3.4 钢筋锈蚀试验(新拌砂浆法)	178
6.3.5 钢筋锈蚀试验(硬化砂浆法)	180
6.3.6 矿物外加剂胶砂需水量比及活性指数的测定	181
6.3.7 火山灰活性测定	183
6.4 掺外加剂混凝土拌合物性能试验检测	186
6.4.1 混凝土外加剂的减水率试验	186
6.4.2 混凝土外加剂泌水率比试验(压力泌水率的测试)	187
6.4.3 混凝土外加剂泌水率比试验(泌水率的测试)	189
6.4.4 混凝土含气量试验	190
6.4.5 凝结时间差试验	193
6.5 掺外加剂硬化混凝土性能试验检测	194
6.5.1 混凝土试件的制备	194
6.5.2 抗压强度比试验	196
6.5.3 收缩率比试验	197

6.5.4	相对耐久性试验	199
6.5.5	混凝土防水剂渗透高度比试验	199
第7章	建筑钢材试验检测	201
7.1	建筑钢材的力学性能和工艺性能	201
7.1.1	建筑钢材的力学性能	201
7.1.2	工艺性能	203
7.2	建筑用钢筋和钢丝试验检测	203
7.2.1	钢筋混凝土用热轧光圆钢筋	204
7.2.2	钢筋混凝土用热轧带肋钢筋	205
7.2.3	钢筋混凝土用余热处理钢筋	207
7.2.4	冷轧带肋钢筋	208
7.2.5	冷轧扭钢筋	210
7.2.6	低碳钢热轧圆盘条	212
7.2.7	预应力混凝土用钢丝	214
7.2.8	预应力混凝土用冷拔冷轧低碳螺纹钢丝	217
7.2.9	预应力混凝土用低合金钢丝	219
7.2.10	预应力混凝土用钢绞线	220
7.3	钢筋主要技术性能的试验检测	221
7.3.1	钢筋的外观质量检验	222
7.3.2	钢筋力学性能、工艺性能试验取样	222
7.3.3	钢筋拉伸性能试验方法	223
7.3.4	钢筋冷弯试验方法	225
7.3.5	冷拔低碳钢丝反复弯曲试验方法	226
第8章	沥青材料试验检测	229
8.1	技术要求	229
8.1.1	建筑石油沥青	229
8.1.2	道路石油沥青	230
8.2	沥青试验检测	232
8.2.1	沥青取样及存放(道路石油沥青)	232
8.2.2	试样准备(道路石油沥青)	234
8.2.3	沥青针入度试验	235
8.2.4	沥青延伸度试验	238
8.2.5	沥青软化点试验	240
8.2.6	沥青密度试验	243
8.2.7	沥青闪点和燃点试验(克利夫兰开口杯法)	246
8.2.8	沥青含蜡量试验(蒸馏法)	248
8.2.9	沥青旋转薄膜加热试验	251
8.2.10	沥青薄膜加热试验	253

8.2.11	沥青溶解度试验	254
8.2.12	沥青动力粘度试验(真空减压毛细管法) ..	256
8.2.13	沥青粘附性试验(水煮法)	258
8.2.14	沥青粘附性试验(水浸法)	260
第9章	沥青混合料试验检测	261
9.1	概述	261
9.1.1	沥青混合料的定义和分类	261
9.1.2	沥青混合料的技术要求	262
9.2	沥青混合料试件制作	268
9.2.1	沥青混合料取样法	268
9.2.2	沥青混合料试件制作方法(击实法)	270
9.2.3	沥青混合料试件制作方法(轮碾法)	273
9.2.4	沥青混合料试件制作方法(静压法)	276
9.3	沥青混合料密度试验检测	278
9.3.1	压实沥青混合料试件的密度试验(水中重法)	278
9.3.2	压实沥青混合料试件的密度试验(表干法)	281
9.3.3	压实沥青混合料试件的密度试验(蜡封法)	282
9.3.4	压实沥青混合料试件的密度试验(体积法)	284
9.3.5	路面沥青混合料最大相对密度试验(真空法)	285
9.3.6	路面沥青混合料最大相对密度试验(溶剂法)	287
9.4	沥青混合料技术性质试验检测	288
9.4.1	沥青混合料马歇尔稳定度试验	288
9.4.2	沥青路面芯样马歇尔试验	290
9.4.3	沥青混合料车辙试验	291
9.4.4	沥青混合料单轴压缩试验(圆柱体法)	294
9.4.5	沥青混合料单轴压缩试验(棱柱体法)	295
9.4.6	沥青混合料三轴压缩试验(闭式法)	297
9.4.7	沥青混合料弯曲试验	300
9.4.8	沥青混合料劈裂试验	302
9.4.9	沥青混合料饱水率试验	305
9.4.10	沥青混合料线收缩系数试验	306
9.4.11	沥青混合料谢伦堡沥青析漏试验	308

9.4.12	沥青混合料肯塔堡飞散试验	309
9.4.13	沥青混合料渗水试验	310
9.4.14	沥青混合料表面构造深度试验	312
9.4.15	沥青混合料加速老化试验	313
9.4.16	沥青混合料中沥青含量试验(射线法)	314
9.4.17	沥青混合料中沥青含量试验(离心分离法)	315
9.4.18	沥青混合料中沥青含量试验(回流式抽提法)	317
9.4.19	沥青混合料的矿料级配检验方法	319
9.4.20	从沥青混合料中回收沥青的试验(阿布森法)	320
9.4.21	从沥青混合料中回收沥青的试验(旋转蒸发器法)	322
第10章	建筑防水材料性能试验检测	325
10.1	石油沥青玛蹄脂试验检测	325
10.1.1	技术标准及选用	325
10.1.2	石油沥青玛蹄脂的配制	326
10.1.3	检验方法	327
10.2	防水卷材试验检测	328
10.2.1	石油沥青纸胎油毡、油纸	328
10.2.2	高聚物改性沥青防水卷材	340
10.2.3	高分子防水卷材	347
10.3	冷底子油的调制和试验检测	360
10.3.1	冷底子油配合成分和技术性能	360
10.3.2	冷底子油的调制	360
10.3.3	冷底子油试验方法	360
第11章	建筑涂料性能试验检测	362
11.1	内墙涂料试验检测	362
11.1.1	合成树脂乳液内墙涂料	362
11.1.2	内墙涂料中有害物质限量试验	367
11.2	外墙涂料试验检测	371
11.2.1	合成树脂乳液外墙涂料	371
11.2.2	溶剂型外墙涂料	374
11.3	建筑防水涂料试验检测	377
11.3.1	防水涂料简介	377
11.3.2	建筑防水涂料试验方法	379
11.4	胶粘剂性能试验检测	389

11.4.1	水溶性聚乙烯醇缩甲醛胶粘剂	389
11.4.2	聚乙酸乙烯酯乳液木材胶粘剂	392
11.4.3	胶粘剂中有害物质限量试验	394
第 12 章	建筑材料环保性能试验检测	402
12.1	壁纸中有害物质限量试验检测	402
12.1.1	概述、技术要求、检验规则	402
12.1.2	试验方法	403
12.2	建筑材料放射性核元素限量试验检测	408
附 录		411
附录一	F 检验的临界值 F 分布表	411
附录二	临界相关系数 γ_0 表	413
附录三	可适用的色谱柱及工作条件(参考件)	414
参考文献		416

第 1 章

试验检测基础

1.1 试验检测制度

工程试验检测机构的职能是对工程项目或产品进行检测,根据检测的结果判断工程质量或产品质量状态。因此,完善工程试验检测机构的工作制度、制订试验检测工作细则、配置合理的试验检测人员具有重要的现实意义。

1.1.1 工作细则

(1) 试验检测工作细则

每项试验检测方法应根据有关国家或部颁现行最新技术标准、操作规程和有关行业工作规范制订详细的实施细则。实施细则的内容包括:

- 1) 技术标准、规定要求、检测方法、操作规程等。
- 2) 抽样方法及样本大小。
- 3) 检测项目、被测参数大小及允许变化范围。
- 4) 检测仪器设备的名称、型号、量程、准确度、分辨率。
- 5) 检测人员组成和检测系统框图。
- 6) 对检测仪器的检查标定项目和结果。
- 7) 对检测仪器和样品或试件的基本要求。
- 8) 对环境条件等的要求,以及从保证计量检测结果可靠角度出发所允许的变化范围的规定。
- 9) 在检测过程中发生异常现象的处理办法。
- 10) 在检测过程中发生意外事故的处理办法。
- 11) 检测结果计算整理分析方法。

凡要求对整体工程项目或新产品进行质量判断的检测项目,均应进行抽样检测。凡送样检测的材料、产品,检测结果仅对样品负责,不对整体质量作任何评价。

(2) 工作细则的实施

1) 抽样方法为随机抽样

确定样本大小后,由委托试验检测单位提供编号进行随机抽样。原则上抽样人不得与产品直接见面,样本应在生产单位或使用单位已经检测合格的基础上抽取。特殊情况下,也允许在生产场所已经检测合格的产品中抽取。

抽样前,不得事先通知被检产品单位,抽样结束后,样品应立即封存,连同出厂检测合格证一并送往指定试验检测地点。

2) 样本大小的确定方法

凡产品技术标准中已规定样本大小的,按标准规定执行;凡产品技术标准中未明确规定样本大小的,按试验检测规程或相应技术标准中的方法确定;也可按百分比抽样方法进行。百分比抽样的抽样基数不得小于样本的5倍;在生产场所抽样时,当天产量不得小于均衡生产时的基本日均产量;在使用抽样时,抽样基数不得小于样本的2倍。

3) 样本运输

样本确定后,抽样人应以适当的方式封存,由样本所在部门以适当的方式运往检测部门。运输方式应不损坏样本的外观及性能。样品箱、样品桶、样品的包装也满足上述要求。

4) 样本登记

抽样结束后,由抽样人填写样品登记表,登记表应包括以下内容:产品生产单位;产品名称、型号;样品中单件产品编号及封样的编号;抽样依据、样本大小、抽样基数;抽样地点;运输方式;抽样日期;抽样人姓名、封样人姓名。

(3) 注意事项

1) 对于比较重要的检测项目,若采用专用检测设备,应通过试验确定其检测数据的重复性。

2) 对于某些比较简单的试验检测项目,如果标准规定得很细,能满足上述要求时,可不必制订实施细则。

1.1.2 原始记录

(1) 原始记录内容

记录表中应包括所要求记录的信息及其他必要信息,以便在必要时能够判断检测工作在哪个环节可能出现差错。同时根据原始记录提供的信息,能在一定准确度内重复所做的检测工作。

原始记录表的格式根据检测的要求不同可以有所不同,主要应包括以下几个方面:

- 1) 产品名称、型号、规格;
- 2) 产品编号、生产单位;
- 3) 抽样地点;
- 4) 检测项目、检测编号、检测地点;
- 5) 温度、湿度;
- 6) 主要检测仪器名称、型号、编号;
- 7) 检测原始记录数据、数据处理结果;
- 8) 检测人、复核人;

9) 试验日期等。

(2) 原始记录填写

工程试验检测原始记录一般不得用铅笔填写,内容应填写完整,应有试验检测人员和计算校核人员的签名。

原始记录是试验检测结果的如实记载,不允许随意更改,不许删减。原始记录如果确需更改,作废数据应划两条水平线,将正确数据填在上方,并加盖更改人印章。

(3) 原始记录校核

原始记录经过计算后的结果即检测结果必须有人校核,校核者必须在本领域有五年以上工作经验。校核者必须在试验检测记录和报告中签字,以示负责。

校核者必须认真核对检测数据,校核量不得少于所检测项目的5%。

(4) 原始记录保存

原始记录应集中保管,保管期一般不得少于两年,也可用计算机软盘保存原始记录。

1.1.3 结果的处理

试验检测数据的整理是试验检测工作中的一个重要内容。由于试验检测中得到的数值都是近似值,而且在运算过程中,还可能要运用无理数构成的常数,因此,为了获得准确的试验检测结果,同时也为了节省运算时间,必须按误差理论的规定和数字修约规则取舍所需要的数据。

数据处理应注意:

- 1) 检测数据有效位数的确定方法;
- 2) 检测数据异常值的判定方法;
- 3) 区分可剔除异常值和不可剔除异常值;
- 4) 检测数据的有效位数应与检测系统的准确度相适应,不足部分以“0”补齐,以便测试数据位数相等。
- 5) 同一参数检测数据个数少于3时用算术平均值法;测试个数大于3时,建议采用数理统计方法,求算代表值。
- 6) 测试数据异常值的判断,对于每一单元内检测结果中的异常值用格鲁布斯法。

1.1.4 工作制度

为了保证检测质量,从全面质量管理的观点出发,应对影响检测结果的各种因素(包括人的因素和物的因素)进行控制。作为一个质检中心应建立以下几个最基本的工作制度。

(1) 岗位责任制

岗位责任制是质检机构的一项重要制度。应明确各部门的质量职责,明确各类人员的职责范围、权限及质量责任。

1) 各部门的岗位职责

① 检测办公室

- A. 试验检测中心办公室负责安排检测计划,对外签订检测合同;
- B. 文件的收发及保管;
- C. 检测报告的发送及登记;

- D. 样品的收发保管及检后处理;
- E. 检测仪器设备及标准件的购置;
- F. 检测收费和财务管理;
- G. 试验检测报告打印和质料复制;
- H. 人事管理及保卫、安全、卫生和日常管理工作;
- I. 制订各类人员的培训计划及组织人员考核。

②检测资料室

- A. 负责收集保管国内外用于试验检测的产品标准、检测规范、检测细则、检测方法和计量检定规程、暂行校验方法及专用设备鉴定资料;
- B. 负责保管检测报告、原始记录;
- C. 保管产品技术资料、设计文件、图纸及其他有关资料;
- D. 保存抽样记录、样品发放及处理记录;
- E. 保存全部文件及有关产品质量检测的政策、法令、法规。

③仪器设备室

- A. 负责计量标准器具的计量检定及日常维护保养;
- B. 标准件的定期比对、保管、发放及报废;
- C. 负责全部试验检测仪器设备的维修及保养工作;
- D. 检查各室的在用检测仪器或超过检定周期的仪器;
- E. 新购置检测仪器设备的验收工作;
- F. 保管试验检测仪器说明书;
- G. 建立并保管检测仪器设备台账;
- H. 大型精密设备的值班及日常维修;
- I. 制订试验检测仪器设备检定周期表并付诸实施。

2) 各类人员的岗位职责

①试验检测中心主任

- A. 贯彻执行上级有关的政策、方针、法规、条例和制度;
- B. 确定本单位的方针和目标, 决定本单位的发展规划和工作计划;
- C. 对中心的检测工作计划完成情况 & 检测工作的质量负责;
- D. 建立健全质量管理体系和质量保证体系, 切实保证能公正地、科学地、准确地进行各类检测工作;
- E. 协调各部门的工作, 使之纳入全面质量管理的轨道;
- F. 批准经费使用计划、奖金发放计划;
- G. 批准检测报告;
- H. 主持事故分析会和质量分析会;
- I. 督促、检测各部门岗位责任制的执行情况;
- J. 考核各类人员的工作质量;
- K. 主管中心的人事工作及人员培训考核、提职、晋级工作;
- L. 检查质量管理手册的执行情况, 主持质量管理手册的制订、批准、补充和修改。

②试验检测技术负责人