

JIANSHE GONGCHENG XIANCHANG SHIYAN JIANCE
JISHU SHOUC

建设工程 现场试验检测技术手册

侯永生 焦永顺 何勇海 郭晓华 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

建设工程现场试验检测技术手册

侯永生 焦永顺 何勇海 郭晓华 编著

中 国 铁

2012年·北 京

图书在版编目(CIP)数据

建设工程现场试验检测技术手册/侯永生等编著.
—北京:中国铁道出版社,2012.3
ISBN 978-7-113-14112-7

I. ①建… II. ①侯… III. ①建筑工程-现场试验-
技术手册 IV. ①TU712-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 004927 号

书 名: 建设工程现场试验检测技术手册

作 者: 侯永生 焦永顺 何勇海 郭晓华

责任编辑: 徐 艳

电话: 010-51873193

电子信箱: xy810@eyou.com

编辑助理: 曹 旭

封面设计: 郑春鹏

责任校对: 孙 玫

责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 三河市华丰印刷厂

版 次: 2012年3月第1版 2012年3月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 27.75 字数: 700 千

印 数: 0001~4 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-14112-7

定 价: 75.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。

电 话: 市电(010) 51873170, 路电(021) 73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010) 63549504, 路电(021) 73187

前 言

“十一五”期间,建筑业年完成总产值达 9.5 万亿元,建筑业增加值年均增长 20.6%,建筑业增加值占国内生产总值的比重保持在 6%左右,成为拉动国民经济发展的重要产业,在国民经济中的支柱地位不断加强。“十二五”规划提出,全国建筑业总产值、建筑业增加值年均增长 15%以上;C60 以上的混凝土用量达到总用量 10%,HRB400 以上钢筋用量达到总用量 45%,钢结构工程比例增加;完善法规制度和标准规范,建立健全施工图审查、质量监督、质量检测、竣工验收备案、质量保修、质量保险、质量评价等工程质量法规制度。随着建筑业的发展,作为建设工程质量控制一部分的试验检测工作也越来越重要,而作为试验检测工作的基础环节,工程现场试验检测的工作质量直接关系到工程实体质量的最终实现。

近年来,不严格执行工程建设强制性标准规范等情况较为普遍,工程质量安全事故时有发生。另一方面,随着技术进步,建筑行业的规范标准修订频繁,主要材料标准、施工规范近半数进行了修订,这些标准的宣传贯彻对施工质量的保证起着极大的作用。本书以 2011 年底最新标准为依据进行编制,给现场试验人员提供最新现行标准规范信息。

建筑业从业人员流动性较大,尤其是试验检测人员,随着其参与检测工作的深入,熟练的试验人员大都上升到一定管理岗位或进行转岗,现场试验人员大都是刚刚接触试验检测工作的新员工,对试验检测知识和工作程序不熟悉,而现场试验人员的工作质量直接关系到工程质量。本书旨在为广大现场试验人员提供基本的基础性试验检测知识,指导实际工作。

为增加可查阅性及条理性,对工程材料部分按以下十个方面进行编写:概述、执行标准、相关标准、性能指标、验收批量、取样方法、样品数量、检测项目、质量评定、使用注意事项;对现场试验部分按以下九个方面编写:试验目的、适用范围、试验原理、执行标准、仪器设备、试验准备、试验步骤、数据处理、试验注意事项;对配合比设计部分,按以下十个方面进行编写:设计目的、适用范围、设计原理、执行标准、相关标准、设计准备、设计内容、检测项目、试配调整、设计注意事项。

本书共分为六章。第一章建设工程现场试验检测概述,主要介绍建设工程现场试验检测的目的和意义、任务和内容以及现场试验管理的方法。第二章地基基础工程材料及现场检测,主要介绍换填地基、复合地基、特殊地基处理方法及桩基础的施工及现场检测。第三章钢筋混凝土工程材料及现场检测,主要介绍钢筋混凝土使用到的钢材、水泥、砂石料、外加剂、掺合料的材料检测及混凝土现场试验检测。第四章砌体结构工程材料及现场检测,主要介绍砌筑工程用的胶凝材料、

墙体材料、砂浆配合比及砌体工程现场试验检测内容。第五章工民建工程材料及现场检测,主要介绍工民建工程常用防水材料、装饰材料、保温材料等材料的质量检测及工程现场检测。第六章钢结构工程材料及现场检测,主要介绍钢结构工程用钢材、螺栓连接副、焊接材料的质量检测及现场试验。

编写本书的过程中,得到河北省道路结构与材料工程技术研究中心的大力支持与帮助,在此致以深深的谢意。由于书中涉及面广、内容较多,编者知识与经验有限,不足和错误之处,敬请指正。

作者

2011年10月

目 录

第一章 建设工程现场试验检测概述	1
第一节 试验检测的现状与发展	1
第二节 现场试验检测基本技术	6
第三节 现场试验检测的管理	22
第四节 现场试验方案的编制	36
第二章 地基基础工程材料及现场试验	49
第一节 换填地基	49
第二节 复合地基	63
第三节 特殊处理地基	69
第四节 桩基础	77
第三章 钢筋混凝土材料及现场试验	92
第一节 水泥	92
第二节 骨料	102
第三节 混凝土用水	114
第四节 混凝土外加剂	116
第五节 掺合料	143
第六节 建筑钢筋	152
第七节 钢筋连接	169
第八节 普通混凝土配合比设计	187
第九节 混凝土现场试验	200
第四章 砌体结构工程材料及现场试验	223
第一节 砌筑胶凝材料	223
第二节 砌筑用砖	228
第三节 砌筑用砌块及板材	250
第四节 砌筑砂浆	270
第五节 砂浆现场试验	284
第五章 工民建工程材料及现场检测	292
第一节 防水材料	292
第二节 装饰材料	325

第三节 保温材料及制品..... 344
 第四节 工民建工程现场检测..... 353
 第六章 钢结构工程材料及现场试验..... 363
 第一节 钢结构用钢材..... 363
 第二节 螺栓及连接副..... 375
 第三节 焊条..... 383
 参考文献..... 405
 附录 建筑工程试验检测相关法律法规..... 409
 附录 A 中华人民共和国计量法 409
 附录 B 中华人民共和国计量法实施细则 411
 附录 C 中华人民共和国产品质量法 417
 附录 D 建设工程质量管理条例..... 424
 附录 E 建设工程质量检测管理办法 431

第一章 建设工程现场试验检测概述

第一节 试验检测的现状与发展

一、试验检测的内涵

试验检测,从字面意思理解就是通过试一一试来验证某个产品的性能是不是符合要求。在GB/T 27000—2006标准中,检测的定义是:按照程序确定合格评审对象的一个或多个特性的活动。工程试验检测技术是一门正在发展的新兴学科,涉及材料学、电子学、机械学、化工学以及波动理论等学科,是融试验检测基础理论、测试操作技能以及建设工程相关学科基础知识于一体的学科,是工程设计参数、施工质量控制、施工验收评定、工程维护管理决策的主要手段。按试验检测目的分类,则试验检测可分成:作为学术研究手段进行的试验检测;作为设计依据参数进行的试验检测;作为工程质量控制检查或质量保证进行的试验检测;作为竣工验收评定进行的试验检测;作为积累技术资料进行的养护管理或后评估试验检测;作为工程质量事故调查分析进行的试验检测。

(一)试验检测的目的和意义

建设工程,百年大计,质量第一,建设工程质量是城乡建设发展的基础和保障。工程试验检测工作在工程建设中占有重要的地位,是整个质量保证体系的重要组成部分,是施工中对工程质量预控制及验明其结果的必要技术手段。试验检测工作采用先进的技术手段,精密的仪器设备,规范的试验检测程序,科学的数据统计方法,采集工程所用原材料、半成品、结构构件的物理、化学、力学和工艺性能指标数据,用于评定原材料、半成品、结构构件的性能品质、使用品质和施工质量。通过试验检测工作,可以合理地选择原材料,优化原材料的组合,提高工程质量,降低工程成本,节约工程造价;通过试验检测工作,可以确定新材料的使用品质,并不断为新材料品质的提高提供技术支撑,为发展新技术作出贡献;通过试验检测工作,可以不断地改进施工工艺,优化施工流程,保证施工质量;通过试验检测工作,可以确定工程内在和外观质量,验证施工与设计的一致性,发现工程质量隐患,为工程质量的评定提供依据;通过试验检测工作,可以了解老旧工程的使用性能,为其改造提供设计原始数据;通过试验检测工作,可以为分析工程质量事故的原因提供佐证,为工程质量事故的处理提供依据。

(二)试验检测的任务和职责

建设工程试验检测工作的任务是向社会出具科学、公正、准确的检测结果,为建设工程质量的判定提供依据。检测机构出具的检测报告不仅建设方要用,监理方要用,设计方要用,施工单位要用,质量监督部门、建设行政主管部门也要用,若干年后,如果出现工程质量问题,鉴定、仲裁机构还要用。因此,其在整个建设工程质量管理中起到的是基础和手段作用,保证了检测工作质量,就保证了建设工程质量。

试验检测工作有判定职责(原材料、工程)、出具标准数据职责、现场质量监控职责。具体如下:

1. 试验鉴定各种主要工程材料的质量是否符合现行国家标准和行业标准;判定原材料、半成品、结构构件是否合格。为工程合理地选择原材料,优化原材料的组合,提高工程质量,降低工程成本。

2. 检验、测试工程的结构和构件成品、半成品的质量是否符合设计和施工的技术要求。

3. 通过现场测试及施工过程中的监督检查,控制工程施工过程质量,确保工程整体质量。

4. 监督检查主要工程材料的合理保管和正确使用;为改进施工工艺,优化施工流程,提供数据。

5. 试验研究新材料和新的测试方法,推广应用有关新技术、新工艺和新材料,不断提高测试水平,促进施工技术发展。

6. 配合设计和施工,为其提供有关试验数据和技术参数,并做好收集、统计工作。

7. 为施工提供可执行的标准数据,例如配合比、最佳含水率、最大干密度。

8. 为分析工程质量事故的原因提供佐证,为工程质量事故的处理提供依据。

二、国外试验检测的模式

1. 德国工程质量检测行业的发展现状

德国政府对工程质量的监督管理,主要采取由州政府建设主管部门委托和授权,由国家认可的质监工程师组建的质量监督审查公司,代表政府对所有新建工程和涉及结构安全的改建工程的质量实行强制性监督审查。

德国政府对建筑工程质量的监督体制有两种,一种是政府直接监督检查;另一种是政府委托私人质监公司对建筑工程进行监督检查。德国对于政府投资项目的质监检查是全过程监督检查,一般均由政府直接监督;对私人工程则采用抽查方式。

德国政府对工程质量检测企业无资质要求,但对检测企业内执业人员个人的执业资格却有严格的要求。德国政府规定,取得政府认定的质量监督检查工程师才有资格组建建筑工程质量监督检查公司,每位质监工程师允许带 8~10 名工程师。整个柏林地区仅有 40 位质监工程师,而且要进行严格考试和高标准的从业经历审核,并实行总量控制,一般情况下,去世一名(或个人提出退出),才能再考核增补一名。

德国政府规定,出了质量事故或设计、施工存在质量问题,质检人员在设计图纸审查、施工检查时未发现,首先是设计和施工单位负责,质检人员一般不承担责任,但影响到以后政府对他的监督工程的委托。由于质监工程师过错造成损失的,由其个人承担经济赔偿。

2. 英国工程质量检测行业的发展现状

英国政府是将建筑人员执业资格管理委托给英国皇家土木工程师协会、英国皇家测量师协会、英国建筑师注册委员会等协会和学会,由协会和学会对个人执业资格进行严格的注册管理。

英国对建筑工程质量监督检查方式为抽查,重点是关键部位。抽查按照预定的检查表进行打“√”检查。

英国政府规定,政府质监人员由于工作失职,不承担刑事法律责任,但应承担民事法律责任;政府委托的私人质监公司人员则需承担刑事法律责任。承包商、建筑设计师必须建立各自的质量保证体系,不能因为政府或私人质监公司的检查而放松自己的检查管理。政府及私人公司的检查不能代替承包商、建筑师自己的检查,设计建筑师、承包商应承担刑事法律责任。

3. 法国工程质量检测行业的发展现状

法国政府主管部门不直接参与工程项目的质量监督检查,而是运用法律和经济手段,促使建筑企业提高工程质量。法国工程项目的质量监督检查一般由私人质检企业承担。法国私人检测企业在称谓上叫做“质量检查公司”,质量检查公司在营业前,必须取得由政府有关部门组成的委员会审批颁发的证书,并每2~3年经发证机构复审一次。

为了保证质量,检查公司能保持其第三方客观公正地位,质量检查公司不得在国内参与除质检以外的任何商业活动。质量检查公司在接受工程项目的质量检查任务后,从工程的设计、施工招标阶段开始,直到工程竣工,最后提交工程质量评价报告送与工程建设的有关各方。法国的质检公司均配备完善的检测设备,以保证质量检验的准确性和及时性。

4. 美国工程质量检测行业的发展现状

美国政府主管部门直接参与工程项目质量的监督和检查。在美国,政府参加工程项目质量监督检查的人员分为两类,一类是政府自己的检查人员;另一类是政府临时聘请或要求业主聘请的,属于政府认可的外部的专业人员。后一类监督检查人员都直接参与每道重要工序和每个分部分项工程的检查验收,由他们认定合格后,方可进行下一道工序。对工程材料、制品质量的检验都由相对独立的法定检测机构检测,在所有监督检查中,又以地基基础和主体结构的隐蔽工程作为重点。

美国对工程质量检测企业并没有强制性的资质管理,企业获取资质的行为是为提高自己的业务水平,更重要的是为企业的竞争力增加砝码。

三、国内试验检测的发展与现状

(一) 试验检测行业的发展

建设工程质量检测行业一直伴随着我国的经济改革和建筑业管理体制的变革而不断加强和发展。上世纪80年代在计划经济体制下,建立了服务于企业质保体系的内部试验室。80年代末到90年中期,我国进入了改革开放新的时期,根据当时改革形势的要求,建立了承担一定行政职能的工程质量检测机构。1996年为进一步加强建设工程质量监督管理工作,提高工程质量整体水平,建设部明确要求建立质量监管与检测一体化的工程质量检测机构。2005年10月,《建设工程质量检测管理办法》(建设部令第141号)明确将检测机构定性为“是具有独立法人资格的中介机构”,不得与行政机关,法律、法规授权的具有管理公共事务职能的组织以及所检测工程项目相关的设计单位、施工单位、监理单位有隶属关系或者其他利害关系。

目前,社会上的试验检测工作承担者有以下几种:一种是建筑施工企业的内部试验室;一种是科研院校内部的教学科研性质的试验室;一种是由各级质量监督管理部门带有政府色彩的监督检查室改制出来的独立法人资格检测机构;一种是以独立法人检测公司成立的试验检测公司。前两种形式的检测单位一直以来按照各自的工作领域开展检测工作,并且一直按照附属于母体的部门形式进行运作,还没有形成独立企业运作的理念。

(二) 试验检测行业的现状

1. 检测任务日益繁重。一方面近几年来国家基础设施建设大规模进行,建设工程数量巨大,另一方面随着人们对工程质量的重视,各种过程控制试验检测和竣工验收试验检测数量也大大增加。这样大规模、超常规建设为检测行业提供了快速发展机遇,也对如何在行业队伍快速发展壮大的同时,保证人员素质、保证检测质量,维护检测工作的公正、独立、准确提出了高要求。

2. 检测新业务不断涌现。近年来超高层建筑、地铁、轻轨、大型桥梁、深基坑等对检测技术要求越来越高的项目越来越多,这批项目具有高、大、深等特点,决定检测工作的技术风险、质量责任越来越大。

3. 检测方法、检测设备相对于建筑市场的发展明显滞后。我国工程质量检测使用的仪器设备明显落后,检测行业的信息化水平低。一些重要的工程质量检测项目无法进行。我国工程质量检测机构大多只限于传统的检测项目,检测方法跟不上新型建筑材料、现代施工工艺的发展。另外我国的检测类的标准、规范的制定和执行与国际接轨程度不高。

4. 试验人员责权利不相平衡。一方面试验检测持证人员短缺,专业领军人物、业务精湛的把关人员等高素质专业人才更是稀缺。另一方面现场试验检测枯燥、繁重、工作环境差、人员待遇低、行政干预多等问题,造成“有证的不在岗,在岗的没有证”和持证人员“挂证”现象突出。工地试验室人员结构不稳定,流动频繁,致使群体归属感和责任感不强,短期行为明显。

5. 虚假报告依然存在。虚假报告的发生有以下几个方面的因素,一是一些委托单位对试验检测工作重要性认识不到位,忽略了试验检测对控制工程质量和指导施工的重要作用,将工地试验室视为履约、应付检查和为工序交验提供“合格”数据的工具。试验检测工作独立性不足,受外部干扰大,编造或修改调整数据的现象时有发生。二是偏低的检测费用和要求较高的检测频率之间的矛盾,加重了个别不诚信检测机构为降低成本而少做甚至不做试验就出具报告的现象。三是在大建设模式下,检测的业务量急剧增加,这就导致市场需求扩大和检测资源缺乏之间的矛盾更加突出,有的试验检测机构业务膨胀,其设置的工地试验室数量过多,造成了管理的不利,试验检测人员职业素养不高,影响数据真实性。

6. 运行机制尚不完善。按照现行的工程管理模式,工地试验室隶属于施工、监理单位,处于从属地位,人员和经费受到比较大的制约,试验室既是母体的授权机构,同时又作为项目经理部或监理的组成部门,接受双重管理,客观上受到的外部干扰较多,有可能造成其不能独立开展工作,导致试验检测工作在施工过程中的质量控制作用没有真正发挥,数据的真实性受到项目进度和效益影响。有的委托检测合同将提交检测结论为合格的检测报告作为合同履约条款,迫使检测机构伪造、篡改检测报告。虽然各地在保证工地试验室独立性方面做了许多探索和努力,但独立公正开展试验检测工作的有效运行机制尚未形成。

7. 检测监管力度与发展的需求还不相适应。一方面是大规模、高速度的建设,另一方面是建筑市场法律体系不完善,检测工作涉及的各质量责任主体信用缺失,对检测工作的重要性认识不够,使得施工单位对检测工作进行干预、检测市场中低价竞争、出具虚假报告等违法违规现象时有发生,建设行政主管部门对检测结果的真实性、准确性也缺乏有效监督,对于检测活动中的弄虚作假行为缺乏行政处罚等制约措施。

四、试验检测的未来展望

质量是建设工程的核心和灵魂,关系到国民经济的长远发展,更关系到人民群众的生命财产安全和安居乐业。我国当前正处于建设高峰时期,不仅建设规模大,工程建设的复杂程度远超过以往。但由于行业特点、人员素质、管理难度等原因以及文化观念、社会发展水平等社会现实,市场违规行为和工程质量安全事故时有发生,制约了建筑业的健康发展。这一状况的产生,将使广大工程质量检测机构担负起更加重要的责任,对相关质检机构本身的技术能力和管理水平也提出了更高的要求。

1. 提高从业人员素质

工程质量检测行业的发展,其核心是检测队伍素质的提高。随着检测技术的不断发展,需要促使检测人员以更高标准工作,不断更新知识层面、优化知识结构。检测人员素质高低和对工程建设强制性标准的理解把握的程度直接影响到检测工作质量。

提高从业人员素质一是指检测的业务素质,二是指检测的职业道德。要求检测人员既要有专业知识,又要有良好的职业道德。

在实际工作中可建立完备的执业资格制度,提高检测人员准入门槛和提供职业发展长远规划,提高从业人员待遇和工作地位,用岗位吸引人才,不仅有利于后继人才的培养,还能盘活已有检测人才,稳定检测人员队伍。

建立人员信用档案,完善《试验检测信用评价办法》,开展对试验检测机构和人员的信用评价工作,是政府引导检测行业走入健康发展轨道和规范检测行业管理最有效的手段之一。

2. 规范检测收费标准

目前在试验检测收费工作的宏观管理、统一收费标准等方面依然存在不少问题,试验检测收费标准偏低且各地区各自为政,从上到下都没有一个统一的标准来参考。对此,业内人士认为,应尽快将验收检测和施工控制检测费用列入到概预算编制办法,明确列入统一收费标准的检测项目和参数。同时,为扶持检测水平较高的大型检测机构的快速发展,应按照检测单位的资质等级制定不同的收费标准或增加不同比例的技术服务费,适当提高采用先进的自动化程度高的仪器设备的检测收费标准。可以制定一套类似于监理服务收费一样的最低收费标准,各地区可在此基础上结合实际情况作出相应的上下浮动,并确定最高限和最低限,一方面确保试验检测机构的利润,进而可以提高专业化试验检测队伍的造血功能,另一方面也不可盲目提高收费标准,使试验检测演变成“高消费”项目。

3. 促进检测行业社会化,发展第三方检测

第三方检测又称公正检验,第三方检测机构以独立、公正、权威的非当事人身份,根据有关法律、标准或合同进行检验活动。第三方检测的模式是,建设工程质量检测业务,由工程项目建设单位通过招标或其他方式委托给具有相应资质的检测机构。委托方与被委托方签订书面合同,明确投标单位的资质等级、人员和设备要求,运行费用由建设单位承担,与施工单位不发生经济往来。需设立工地试验室的其工地试验室组织机构应齐全,设主任、技术负责人、质量负责人和检测室主任等,按照试验室质量体系和程序文件进行分工和管理。这种模式下,作为建设单位直接委托下的工地试验室,履行业主对施工单位工地试验室监管职能、代表业主对原材料和工程实体检测,同时还要完成监理抽检的室内试验、工程实体抽检以及相关产品的对外委托试验。质量检测的取样、送检及现场检测在建设单位或者工程监理单位监督下见证实施。提供质量检测试样的单位和个人,应当对试样的真实性、代表性负责。由于工地试验室和施工单位无直接利益关系,试验检测结果客观、公正、可靠性提高。

推行第三方试验检测可在合理利用资源的基础上,建立一个高效的试验检测体系,从而使将来的检测市场向三个方向发展,一是具有明确法律地位的、客观公正的第三方试验检测机构,在工程建设领域提供与工程质量安全相关的检测数据和结果,承担相应的法律责任;对因过失而造成其他公民、组织的损失,还要承担相应的民事责任。对于检测机构来讲,必须建立起现代企业管理观念,借鉴和利用一切企业管理的先进手段和方法来帮助检测机构健康发展。二是作为为企业内部质量控制,保证顺利施工的试验室,服务于企业自身的产品质量管控需求,不再承担对外检测职能。三是以保护人民生命财产安全为目的政府检验检测,政府检验检测机构的业务来源主要在市场准入、监督检验检测、3C 认证、生产许可证、定检、评优、免检等

方面。严守质量底线。

第三方检测是试验检测发展的未来趋势,通过市场化运作,利用市场各种调节功能,有效地配置并优化质量检测资源,净化和扩充市场,使工程质量检测行业走上可持续发展的道路。

4. 专业化与综合化相结合

一方面现代管理分工专业强,其质量安全的辨别能力要求更具专业性,特别是鉴别工程质量和安全和使用功能质量的检测更需具有特殊的专业能力,因此对工程质量检测业务范围、具备的工程检测实力、技术能力标准和人员素质的要求更高。充分发挥检测资源能效,培育一批专业性较强的检测机构,来保证工程建设的质量与安全。另一方面,检测行业应改变以学科而不是以市场服务对象来划分的常规方法,面向客户时应是服务行家角色而不是技术专家角色。检测机构应面向市场认真研究服务对象,建立直接面向用户的综合检测试验室。

5. 提高检测机构技术水平和信息化管理

随着社会的进步和建筑技术的发展,建筑的规模不断巨型化、技术更加复杂化,检测机构要适应这一新形势,不断提高和完善检测技术的水平和手段,提高检测设备仪器的科技含量和先进性,确保检测工作的质量。检测机构的信息化是实施工程检测工作规范化和标准化建设的重点,工程监督机构可及时了解工程质量与安全动态、及时处理质量与安全问题,不断提高工作效率和工作质量。

6. 提供增值服务

检测机构不仅能检测客户提供的样品和出具检测报告,而且还可提供增值服务,为客户找出问题并提供全方位解决方案,这正是国内很多检测机构普遍缺乏的,致使高新技术检测的需求方很难找到能解决问题的服务机构。要积极拓展检测业务领域,不断提高技术服务能力,以满足高端用户需求。

7. 加强对检测机构的动态监管

检测行业已初步建立了行之有效的监督管理方法和制度。但还应加强检测市场的立法与规章制度的建设,建立完善的工程质量监督检测法规体系,包括各种标准和规范,作为工程质量监督检测的依据。对于工程质量检测机构,也应有相应的法规进行管理和约束,以确保检测工作的公正性。从而在制度上完善政府对检测市场的监管。

政府应为工程质量检测机构开展工作创造一个良好的环境。如设定科学合理的工程质量检测机构的分类标准,严格检测机构的市场准入,提高工程质量检测从业人员的门槛,加强工程质量检测机构质量行为和市场行为的监督管理,通过检测能力验证(比对)活动、专项检查活动和施工现场质量监督检查活动等措施,及时对检测机构的违法违规进行查处并予以曝光,以确保检测行业健康有序地发展,提高建设工程质量管理水平,保障人民生命和财产安全。

第二节 现场试验检测基本技术

现场试验检测工作包括两个方面的内容,一是试验检测技术工作,二是试验检测管理工作。试验检测技术工作主要是指某个具体的试验项目,如何按有关操作规程进行测试,得出相应的检测数据,再进行计算、分析和评定,最后跟相关标准、规范或设计文件进行对照,看是否满足要求。满足要求的为合格,否则为不合格。试验检测管理工作包括试验检测机构管理和施工管理两个方面,主要目的是保证试验检测的准确性及施工质量的可靠性。试验检测的管理将在下一节简介。本节主要介绍试验检测的基本技术。

一、抽样技术

检验可分为全数检验和抽样检验两大类。全数检验是对一批产品中的每一个产品进行检验,从而判断该批产品质量状况;抽样检验是从一批产品中抽出少量的单个产品进行检验,从而推断该批产品质量状况。全数检验较抽样检验可靠性好,但检验工作量非常大,往往难以实现;抽样检验方法以数理统计学为理论依据,具有很强的科学性和经济性,在许多情况下,只能采用抽样检验方法。

(一)抽样的类型

抽样是从总体中抽取样本的过程,并通过样本了解总体。总的来说,抽样检验分为非随机抽样与随机抽样两大类。

1. 非随机抽样

进行人为的有意识的挑选取样即为非随机抽样。非随机抽样中,人的主观因素占主导作用,由此所得到的质量数据,往往会对总体作出错误的判断。因此,采用非随机抽样方法所得的检验结论,其可信度较低。

2. 随机抽样

随机抽样排除了人的主观因素,使待检总体中的每一个产品具有同等被抽取到的机会。只有随机抽取的样本才能客观地反映总体的质量状况。这类方法所得到的数据代表性强,质量检验的可靠性得到了基本保证。随机抽样是以数理统计的原理,根据样本取得的质量数据来推测、判断总体的一种科学抽样检验方法,因而被广泛使用。

(二)随机抽样的方法

1. 单纯随机抽样

在总体中,直接抽取样本的方法即为单纯随机抽样。这是一种完全随机化的抽样方法。

要实现单纯随机抽样,应对总体中各个个体进行编码。随机抽样并不意味着随机地、任意地取样,而是应采取一定的方式获取随机数,以确保抽样的随机性,随机数可以利用随机数表获得,也可以利用掷骰子和抽签的方法获得。

2. 系统抽样

有系统地将总体分成若干部分,然后从每一个部分抽取一个或若干个个体,组成样本。这一方法称之为系统抽样。在工程质量控制中,系统抽样的实现主要有3种方式。

①将比较大的工程分为若干部分,再根据样本容量的大小,在每部分按比例进行单纯随机抽样,将各部分抽取的样品组合成一个样本。

②间隔定时法,每隔一定的时间,从工作面抽取一个或若干个样品。该方法适合于工序质量控制。

③间隔定量法,每隔一定数量的产品,抽取一个或若干个样品,该方法主要适合于工序质量控制。

3. 分层抽样

一项工程或工序往往是由若干不同的班组施工的。分层抽样法就是根据此类情况,将工程或工序分为若干层。如:同一个班组施工的工程或工序作为一层,若某项工程或工序是由3个不同的班组施工的,则可分为3层,然后按一定比例确定每层应抽取样品数,对每层则按单纯随机抽样法抽取样品。分层时,应尽量使层内均匀,而层间不均匀。分层抽样法便于了解每层的质量状况,分析每层产生质量问题的原因。

二、数据处理技术

(一)数值修约与计算

1. 有效数字

测量过程中,由于受到一系列不可控制和不可避免的主观和客观因素的影响,所获得的测量值必定含有误差,即获得的测量值仅仅是被测量的近似值。另一方面,在数据处理过程中引入的诸如 π 、 $\sqrt{2}$ 等一些常量,在大多数情况下,是以无穷小数形式的无理数来表示,这就需要确定一项原则,将测得的或计算的数截取到所需的位数。认为在一个数值中小数点后面的位数愈多,这个数值就愈准确;或者在计算中,保留的位数愈多,这个数值就愈准确的想法都是错误的,第一种想法的错误在于没有弄清楚小数点的位置不是决定准确与否的标准,而仅与所用计量单位的大小有关。如长度为21.3 mm与0.021 3 m,其准确程度完全相同;第二种想法的错误在于不了解所有测量由于仪器和人们的感官只能做到一定的准确程度,这个准确程度一方面决定于所用仪器刻度的精细程度;另一方面也与所用方法有关。因此在计算结果中,无论取多少位数都不可能把准确程度增加到超过测量误差所允许的范围。反之,表示一个数值时,如果书写的位数过少,即数值所取的有效位数少于实际所能达到的精度,不能把已经达到的精度表示出来,也是错误的。

有效数字的概念可表述为:由数字组成的一个数,除最末一位数字是不确切值或可疑值外,其他数字皆为可靠值或确切值,则组成该数的所有数字包括末位数字称为有效数字,除有效数字外其余数字为多余数字。

对于“0”这个数字,它在数中的位置不同,可能是有效数字,也可能是多余数字。

整数前面的“0”无意义,是多余数字。对纯小数,在小数点后,数字前的“0”只起定位、决定数量级的作用(相当于所取的测量单位不同),所以,也是多余数字。

处于数中间位置的“0”是有效数字。

处于数后面位置的“0”是否算有效数字可分三种情况。

(1)数后面的“0”,若把多余数字的“0”用10的乘幂来表示,使其与有效数字分开,这样在10的乘幂前面所有数字包括“0”皆为有效数字。

(2)作为测量结果并注明误差值的数值,其表示的数值等于或大于误差值的所有数字,包括“0”皆为有效数字。

(3)上面两种情况外的数后面的“0”则很难判断是有效数字还是多余数字,因此,应避免采用这种不确切的表示方法。

一个数,有效数字占有的位数,即有效数字的个数,为该数的有效位数。

例如:0.0713,0.0715,7.03,7.03 $\times 10^2$,这四个数的有效位数均为3,有效数字都是3个。

再如,测量某一试件面积,得其有效面积 $A=0.050\ 150\ 2\text{ m}^2$,测量的极限误差 $=0.000\ 005\text{ m}^2$ 。则测量结果应当表示为 $A=(0.050\ 150\pm 0.000\ 005)\text{m}^2$ 。误差的有效数字为1位,即5;而有效面积的有效数字应为5个,即50150;因2小于误差的数量级,故为多余数字。

在测量或计量中应取多少位有效数字,可根据下述准则判定:

(1)对不需要标明误差的数据,其有效位数应取到最末一位数字为可疑数字(也称不确切或参考数字)。

(2)对需要标明误差的数据,其有效位数应取到与误差同一数量级。

2. 数值修约规则

(1)数值修约间隔

修约间隔确定修约值的最小数值单位。修约间隔的数值一经确定,修约值即应为该数值的整数倍。例如,指定修约间隔为 0.1,修约值即应在 0.1 的整数倍中选取;指定修约间隔为 100,修约值即应在 100 的整数倍中选取,相当于将数值修约到“百”数位。数值修约时,首先要确定修约数位。

- ①指定修约间隔为 10^{-n} (n 为正整数),或指明将数值修约到 n 位小数。
- ②指定修约间隔为 1,或指明将数值修约到个数位。
- ③指定修约间隔为 10^n ,或指明将数值修约到 10^n 数位(n 为正整数)。

(2)进舍规则

采用四舍六入五奇偶规则。

- ①拟舍弃数字的最左一位数字小于 5 时,则舍去,保留的各位数字不变。
- ②拟舍弃数字的最左一位数字大于 5,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,且其后跟有非 0 数字时进 1,即保留数字的末位数字加 1。
- ④拟舍弃数字的最左一位数字为 5,且其后无数字或皆为 0 时,若所保留的末位数字为奇数(1,3,5,7,9)则进 1,即保留的末位数字加 1;若所保留的末位数字为偶数(0,2,4,6,8),则舍弃。
- ⑤负数修约时,先将它的绝对值按上述①~④规定进行修约,然后在所得值前面加上负号。

(3)不允许连续修约

①拟修约数字应在确定修约间隔或指定修约数位后一次修约获得结果,不得多次按上条规则连续修约。

②在具体实施中,有时测试部门与计算部门先将获得数值按指定的修约数多一位或几位报出,而后由其他部门判定。为避免产生连续修约的错误,应按下述步骤进行。

a. 报出数值最右的非 0 数字为 5 时,应在数值右上角加“+”或加“-”或不加符号,分别表明已进行过舍、进或未舍未进。

例如:16.50⁺ 表示实际值大于 16.50,经修约舍弃为 16.50;16.50⁻ 表示实际值小于 16.50,经修约进 1 为 16.50。

b. 如对报出值需进行修约,当拟舍弃数字的最左一位为 5 而其后无数字或皆为 0 时,数值右上角有“+”者进 1,数值后面有“-”者舍去,其他仍按进舍规则进行。如:

实测值	报出值	修约值
15.4546	15.5 ⁻	15
16.5203	16.5 ⁺	17
17.5000	17.5	18

(4)0.5 单位修约与 0.2 单位修约

在对数值进行修约时,若有必要,也可以采用 0.5 单位修约或 0.2 单位修约。

①0.5 单位修约(半个单位修约)

指按指定修约间隔对拟修约的数值 0.5 单位进行的修约,即修约到指定数位的 0.5 单位,修约方法为:将拟修约数值乘以 2,按指定修约间隔依 2 条之规则修约,所得数值再除以 2。例如:将 50.25 修约到个位数的 0.5 单位,先将 50.25 乘以 2 得 100.50,将 100.50 修约到个位得

100,再将 100 除以 2 得 50.0,50.0 即为 50.25 的 0.5 单位个位修约值。

②0.2 单位修约

指按指定修约间隔对拟修约的数值 0.2 单位进行的修约,修约方法为:将拟修约数值乘以 5,按指定修约间隔依 2 条之规则修约,所得数值再除以 5。例如将 563 修约到十位数的 0.2 单位,先将 563 乘以 5 得 2 815,将 2 815 修约到十位数得 2 820,再将 2 820 除以 5 得 564,则 564 即为 563 的 0.2 单位十位修约值。

3. 计算法则

(1)加减运算

应以各数中有效数字末位数的数位最高者为准(小数即以小数部分位数最少者为准),其余数均比该数向右多保留一位有效数字。

(2)乘除运算

应以各数中有效数字位数最少者为准,其余数均多取一位有效数字,所得积或商也多取一位有效数字。

(3)平方或开方运算

其结果可比原数多保留一位有效数字。

(4)对数运算

所取对数位数应与真数有效数字位数相等。

(5)查角度的三角函数

所用函数值的位数通常随角度误差的减小而增多,一般三角函数表选择如下。

角度误差	表的位数
10"	5
1"	6
0.1"	7
0.01"	8

在所有计算式中,常数 π , e 的数值以及因子等的有效数字位数,可认为无限制,需要几位就取几位。表示精度时,一般取一位有效数字,最多取两位有效数字。

(二)数据统计基础知识

1. 平均值

(1)算术平均值

这是最常用的一种方法,用于了解一批数据的平均水平,度量这些数据的中间位置,其计算公式为:

$$\bar{X} = (X_1 + X_2 + X_3 + \cdots + X_n) / n = \sum X / n$$

式中 $\bar{X}$ ——算术平均值;
 $X_1, X_2, X_3, \cdots, X_n$ ——各试验数据值;
 $\sum X$ ——各试验数据值的总和;
 n ——试验数据个数。

(2)均方根平均值

均方根平均值对数据的大小跳动反应较为灵敏,其计算公式为:

$$S = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + \cdots + X_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum X_n^2}{n}}$$