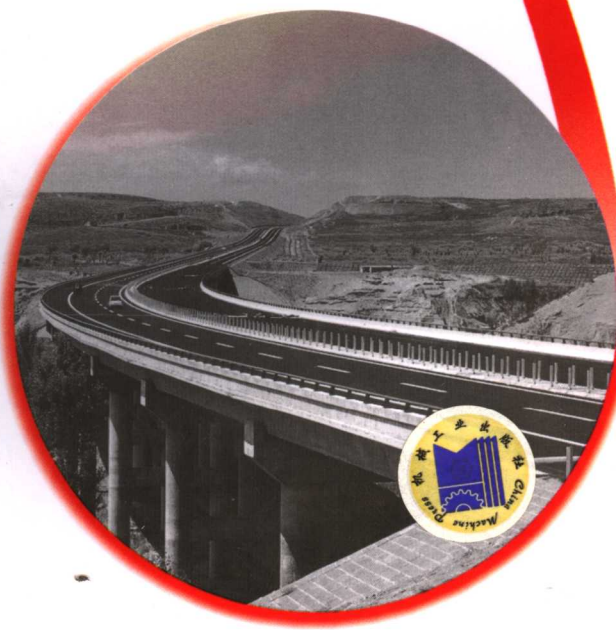




高等职业教育“十一五”规划教材

道路检测技术

郑桂兰 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育“十一五”规划教材

道路检测技术

主 编	郑桂兰		
副主编	王保群	卢发亮	
参 编	贺忠国	董吉福	李 志
	李 晶	赵树青	田国芝
	平树江		



机械工业出版社

本书是根据我国现行道路工程规范和标准编写而成的。全书分7章, 主要内容包括道路工程试验检测技术基础知识, 土的试验检测, 水泥、水泥混凝土和水泥砂浆的试验检测, 沥青混合料的试验检测, 路基路面工程检测, 桥梁工程检测, 公路工程质量评定。

本书可作为高职高专道路与桥梁工程技术、公路监理专业的教材, 也可作为普通专科及应用型本科相关专业的教材, 还可以作为相关工程技术人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

道路检测技术/郑桂兰主编. —北京: 机械工业出版社,
2006. 7

高等职业教育“十一五”规划教材

ISBN 7-111-19191-9

I. 道... II. 郑... III. 道路工程-工程质量-质
量检验-高等学校: 技术学校-教材 IV. U415.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第051609号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑: 李俊玲 责任编辑: 陈 俞 版式设计: 霍永明

责任校对: 刘志文 封面设计: 王伟光 责任印制: 李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2006年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·20印张·496千字

0001—3000册

定价: 29.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)68354423

封面无防伪标均为盗版

高等职业教育“十一五”规划教材

(道路与桥梁、公路监理专业)

编 审 委 员 会

主任委员	孟祥林	南京交通职业技术学院
副主任委员	钟建民	山西交通职业技术学院
	罗凤姿	湖南工程职业技术学院
委 员	王保群	山东交通学院
	田 平	河北交通职业技术学院
	白淑毅	广东交通职业技术学院
	务新超	黄河水利职业技术学院
	刘 武	江西交通职业技术学院
	周志坚	福建交通职业技术学院
	周传林	南京交通职业技术学院
	林丽娟	徐州建筑职业技术学院
	胡兴福	四川建筑职业技术学院
	李俊玲	机械工业出版社(兼委员会秘书)

出版说明

自 20 世纪 90 年代开始,我国公路建设步入了持续、快速发展的轨道。截至 2004 年年底,我国高速公路通车里程已达 3.42 万 km,年增长 21.2%,全国公路通车总里程也达到 185.6 万 km。公路交通建设的发展,使社会急需大量的素质高、应用能力强、富有创新精神的复合型人才,各高等职业院校面临着向社会输送合格的公路专门人才的紧迫任务。“教书育人,教材先行”,人才的培养,离不开优秀的教材。基于此背景和要求,机械工业出版社组织全国多所交通及土建类院校编写了这套针对道路与桥梁、公路监理、高等级公路维护与管理等专业的系列教材。

本系列教材具有以下特点:

1. 贯彻了交通部发布的最新的行业标准规范,保证了时效性,使教学能与实际紧密结合。

2. 为突出高等职业教育的特点,本套教材的编写班子以双师型教师为主,并吸收了部分企业的技术人员参加教材的编、审工作,使教材更贴近实际,更能反映公路工程建设中最新的技术、工艺和方法。

3. 不追求教材的系统性和完整性,以够用、实用为原则,将理论知识与实际操作融为一体。基础理论知识以讲清概念、强化应用为重点;专业课加强了针对性和实用性,强化了实践教学,重点培养学生的动手能力和思维方法。

4. 大多数教材都配有“学时分配建议表”,供授课教师参考,每章前有“学习目标”,章后有“小结”、“思考题”、“习题(或操作实训)”,更利于学生学习和复习。

5. 以学生好学、教师上课方便为宗旨,将教学改革成果引入到教材中,并陆续配备电子教案、学习指导等,力争为一线教师提供较全面的立体化的教材。

6. 在教材内容的选取上,以三年制教学为主,也充分考虑了两年制教学的要求,可供三年制和两年制教学使用。

希望本系列教材的出版,能促进高等职业院校道路与桥梁等专业的教材建设,为培养符合市场需要的高技能人才起到积极的推动作用。

机械工业出版社

前 言

随着我国改革开放的深入和社会主义市场经济体制的建立,我国公路交通建设业作为经济建设中的重点行业,已进入了高速发展时期,公路建设质量越来越受到交通部门和社会的重视。公路工程试验检测工作,是公路工程质量管理的的重要组成部分,是工程质量科学管理的重要手段。客观、准确的试验数据,是指导、控制和评定工程质量的科学依据。随着我国高等级公路建设技术的不断发展以及相应的标准、规范体制的不断完善,试验检测技术也在不断地向前发展,新的形势对从业人员的业务素质和技术水平提出了更高的要求。

道路检测技术主要研究道路与桥梁的试验检测原理、方法和应用,它将试验检测理论知识、操作技能及相关基础知识融为一体,因此涉及的知识面广、内容多、更新快。本书作为道路与桥梁工程技术、公路监理专业的高职高专专业教材之一,结合了职业教育的特点,理论上以够用为度,重点突出了实际技能的培养。全书主要介绍了道路工程和桥梁工程使用的试验检测原理、方法和应用,具有较强的应用性,且本书在编写过程中全部依据最新规范,力争做到与交通事业的同步发展。

山东交通学院郑桂兰任本书主编,山东交通学院王保群和卢发亮任本书副主编。全书的具体编写分工为:第一章由王保群编写,第二章由郑桂兰、山东交通职业学院田国芝共同编写,第三章由山东交通学院李晶、李志共同编写,第四章由山东交通学院贺忠国、董吉福共同编写,第五章由卢发亮编写,第六章由卢发亮、山东交通职业学院赵树青共同编写,第七章由王保群、滨州公路局平树江共同编写。

由于道路工程检测技术发展迅速,加之编者水平有限,书中疏漏与错误之处在所难免,敬请各位读者批评指正,并提出宝贵意见。

编 者

目 录

出版说明

前言

第一章 道路工程试验检测技术基础

知识 1

第一节 概述 1

第二节 抽样检验基础 9

第三节 试验检测数据的分析 16

思考题 30

第二章 土的试验检测 31

第一节 土的物理性质的试验检测 31

第二节 土的工程分类 41

第三节 土的力学性质的试验检测 45

第四节 土的现场鉴别与原位试验检测 53

第五节 特殊土的检测 59

思考题 70

第三章 水泥、水泥混凝土和水泥砂浆的试验检测 71

第一节 砂石材料的技术标准与试验检测 71

第二节 水泥的技术标准与试验检测 102

第三节 水泥混凝土的试验检测 115

第四节 水泥砂浆的试验检测 126

思考题 127

第四章 沥青混合料的试验检测 128

第一节 沥青混合料的分类及其技术要求 128

第二节 沥青的试验检测 132

第三节 沥青混合料配合比设计及相关试验 135

第四节 沥青混合料生产过程中质量控制的相关工艺试验及检测 173

第五节 沥青玛蹄脂碎石混合料试验

技术 176

思考题 180

第五章 路基路面工程检测 182

第一节 基层稳定材料性能检测 182

第二节 路基路面压实度的试验检测 188

第三节 路面弯沉检测 196

第四节 路面平整度及结构层厚度的试验检测 201

第五节 路面抗滑性能的试验检测 207

第六节 水泥混凝土芯样劈裂强度试验 215

思考题 217

第六章 桥梁工程检测 218

第一节 桥梁工程用钢材及其力学性能检测 219

第二节 地基承载力检测 228

第三节 基桩完整性检测 231

第四节 基桩承载力检测 243

第五节 混凝土结构构件检测 247

第六节 预应力结构检测 264

第七节 桥梁支座和伸缩装置检测 273

第八节 桥梁结构应变电测技术 288

第九节 桥梁荷载试验简介 294

思考题 296

第七章 公路工程质量评定 298

第一节 公路工程质量检验评定方法 298

第二节 数理统计方法在公路工程质量评定中的应用 306

思考题 313

参考文献 314

第一章 道路工程试验检测技术基础知识

第一节 概 述

一、道路工程试验检测的意义

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、制定试验检测工作细则、配置合理的试验检测人员具有重要的现实意义。

工程试验检测工作是公路工程施工技术管理中的一个重要组成部分,同时,也是公路工程施工质量控制和竣工验收评定工作中不可缺少的一个主要环节。通过试验检测能充分地利用当地原材料,迅速推广应用新材料、新技术和新工艺;能用定量的方法科学地评定各种材料和构件的质量;能合理地控制并科学地评定工程质量。因此,工程试验检测工作对提高工程质量、加快工程进度、降低工程造价、推动公路工程施工技术进步起到了极为重要的作用。公路工程试验检测技术是一门正在发展的新兴学科,它融试验检测基本理论和测试操作技能及公路工程相关学科基础知识于一体,是工程设计参数确定、施工质量控制、施工验收评定、养护管理决策的主要依据。

公路交通业作为我国经济建设中重点投资建设的行业,正以前所未有的规模和速度发展,截至2004年年底,公路通车总里程已达192万km,其中国道12.98万km,省道22.79万km。全国等级公路里程达151.58万km,其中高速公路4.1万km,一级公路3.35万km,二级公路23.17万km。建成各类桥梁达32.16万座,总长1337.64万延米,先后在长江、黄河、珠江等河流上建成一批大跨径、深水基础的桥梁,使我国在大跨径悬索桥、斜拉桥、拱桥和连续刚构桥建设方面跨入世界先进行列。可以预计今后一段时期内公路工程建设仍将保持高速发展,公路工程建设质量也将越来越受到重视,随着公路建设管理体制的改革,利用世界银行贷款和采用多渠道筹集资金建设的项目越来越多,工程建设普遍实行招投标和工程监理制度,形成政府监督、社会监理和企业自检相结合的质量保证体系。而各级质量监督部门、建设监理机构以及承担建设施工任务的企业控制质量的主要手段则是依据国家和交通部颁布的有关法规、技术标准、规范和规程进行的试验检测。

试验检测是控制施工质量的主要手段。对于一个建设项目,施工前首先要通过试验鉴定进场的原材料、成品和半成品构件是否符合国家质量标准 and 设计文件的要求,对其作出接收或拒绝的决定。从施工准备到每一工序和结构部位的完成,均需通过试验检测判定其是否符合质量标准要求,经检验符合质量标准后方可进行下一工序的施工,否则,就必须采取补救措施或返工。道路与各类桥涵施工完毕后需对分项、分部、单位工程等进行全面检测,作为建设项目质量等级评定的依据。对于有特殊要求的桥涵结构必要时还需进行荷载试验,对结构整体受力性能是否达到设计文件和标准规范的要求作出评价。

对于新型道路和桥梁结构形式、新材料、新工艺,必须通过试验检测鉴定其是否符合国

家标准和设计文件的要求,同时为完善设计理论和施工工艺积累实践资料。

试验检测技术是大跨径桥梁施工控制和新桥型结构性能研究的重要手段。对于施工中的大跨径悬索桥、斜拉桥、拱桥和连续刚构桥,为了使结构达到或接近设计的几何线形和受力状态,施工各阶段需对结构的几何位置和受力状态进行监测。根据测试值对下一阶段控制变量进行预测和制订调整方案,从而实现对结构的施工控制,而试验检测是施工控制的重要手段。因此认真做好桥涵试验检测工作,对推动我国大跨径桥梁建设水平,促进桥涵工程质量水平的提高具有十分重要的意义。

试验检测又是评价道路与桥涵工程质量缺陷和鉴定工程事故的手段,通过试验检测,可为质量缺陷或事故判定提供实测数据,以便准确判别质量缺陷和事故的性质、范围和程度,合理评价事故损失,明确事故责任,从中总结经验教训。

工程实践经验证明:不重视施工检测和施工现场质量控制管理工作而仅靠经验评估,是造成工程出现早期破坏的重要原因之一。因此,要想切实提高道路工程施工质量、缩短施工工期、降低工程投资,在建立健全工程质量控制检查的同时还必须配备一定数量的试验检测设备和相应的专职试验检测人员,试验检测人员必须掌握试验检测的基本理论、基本知识和基本技能。

二、道路工程试验检测方法

1. 分类

道路工程试验检测可按其目的进行分类,具体如下:

- 1) 作为学术研究手段进行的试验检测。
- 2) 作为设计依据参数进行的试验检测。
- 3) 作为工程质量控制检查或质量保证进行的试验检测。
- 4) 作为竣工验收评定进行的试验检测。
- 5) 作为积累技术资料进行的养护管理或后评估试验检测。
- 6) 作为工程质量事故调查分析进行的试验检测。

2. 道路工程试验检测有关规程

交通部颁布的现行公路工程试验检测规程有:

- 1) JTJ 051—1993《公路土工试验规程》。
- 2) JTJ 052—2000《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》。
- 3) JTG E30—2005《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》。
- 4) JTG E41—2005《公路工程岩石试验规程》。
- 5) JTJ 055—1983《公路工程金属试验规程》。
- 6) JTJ 056—1984《公路工程水质分析操作规程》。
- 7) JTJ 057—1994《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》。
- 8) JTG E42—2005《公路工程集料试验规程》。
- 9) JTJ 059—1995《公路路基路面现场测试规程》。
- 10) JTJ/T 060—1998《公路土工合成材料试验规程》。

另外与试验检测有关的标准包括:JTG B01—2003《公路工程技术标准》、JTG F80—2004《公路工程质量检验评定标准》和相关公路工程施工及设计规范等。

3. 试验取样与检测原始数据的处理

(1) 试验取样 对于进场的原材料, 试验人员应按规定频率进行取样送样, 取样应具有代表性并按照相关规程所规定的方法进行。没有出厂合格证或试验单的材料及型号规格与图样要求不相符的材料, 一律不得在工程上使用。

试验取样应遵循以下基本步骤:

1) 抽样方法为随机抽样。确定样本大小后, 一般由委托试验检测单位提供编号进行随机抽样, 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。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, 可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, 抽样当天产量不得小于均衡生产的基本日均产量。在使用抽样时, 抽样基数不得小于样本的 2 倍。

3) 样本确定后, 抽样人应以适当的方式将样本封存, 并由样本所在单位以适当的方式运往检测部门, 运输过程中不得损坏样品(样本中的每一个个体)的外观和性能。

4) 抽样结束后, 由抽样人填写样品登记表。样品登记表应包括产品生产单位, 产品名称、型号, 样本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。

5) 对样品进行试验检测。其检测准确度应满足相关标准、规程的要求。

6) 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) 检测原始数据的整理 试验检测原始记录是试验检测结果的如实记载, 不允许随意更改, 也不允许进行删减。原始记录应印成一定格式的记录表, 其格式根据检测要求的不同可以有所不同。原始记录表主要应包括产品名称、型号、规格, 产品编号、生产单位, 检测项目、检测编号、检测地点, 检测时的温度、湿度, 主要检测仪器名称、型号、编号, 检测原始记录数据、数据处理结果, 检测人、复核人, 试验日期等。

记录表中应包括所要求记录的信息及其他必要信息, 以便在需要时能够判断检测工作在哪个环节可能出现差错。同时能根据原始记录提供的信息, 在一定准确度内重复所做的检测工作。工程试验检测原始记录一般不得用铅笔填写, 且其内容应填写完整, 应有试验检测人员和计算校核人员的签名。

原始记录如果确需更改, 作废数据应画两条水平线, 将正确数据填在上方, 盖更改人印章。原始记录应集中保管, 保管期一般不得少于 2 年。原始记录也可用计算机软盘方式进行保存。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 5 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%。

试验检测数据整理应注意以下几点:

1) 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, 以使测试数据位数相等。

2) 同一参数检测数据个数少于 3 时用算术平均值法求算代表值; 测试个数大于 3 时, 建议采用数理统计方法求算代表值。

3) 对于每一单元内检测结果中的异常值应用格拉布斯 (Grabbs) 法进行判断, 各试验室平均值中的异常值应用狄克逊 (Dixon) 法进行判断, 且应合理区分可剔除异常值和不可剔除异常值。'

4) 整理后的数据应填入原始记录的相应部分。

三、试验检测工作制度

工作制度是否健全, 制度能否坚持贯彻执行, 反映了一个单位的管理水平。对质检机构来说, 它必然会影响到检测工作的质量。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。

1. 岗位责任制度

对试验检测机构来说, 明确岗位责任制度是确保有效开展试验检测, 保证试验检测工作准确性、可靠性的基础。检测单位各部门的职责范围应根据国家认证认可监督管理委员会于 2002 年 9 月 4 日下发的《计量认证/审查认可 (验收) 获证检测机构监督管理办法》规定的管理职能、技术职能覆盖整个机构, 并应详细明确各部门及相关人员的职责范围、权限和质量责任。

2. 试验仪器设备管理制度

保证试验检测仪器设备的完好率和正常运行是做好试验检测工作的基础。试验检测仪器设备的管理一般采用专管共用和专管专用两种方式进行。

专管共用的仪器设备的保管人由检测单位指定, 使用人在使用仪器设备前应征得保管人同意并填写使用记录。使用前应由使用人和保管人共同检查仪器设备的技术状态, 经确认有效后办理交接手续。

专管专用的仪器设备的使用人即为保管人。

仪器设备的保管人应参加新购进仪器设备的安装和调试验收工作, 填写并保管仪器设备档案, 填写并保管仪器设备使用记录, 同时应负责仪器设备降级使用及报废申请等事宜。

使用贵重、精密、大型仪器设备者, 均应经过培训且考核合格取得操作许可证。贵重、精密、大型仪器设备安装使用时应符合其对环境条件的要求。长期不使用的电子仪器, 每隔 3 个月应通电 1 次, 每次通电时间不得少于 30min。

检测仪器设备不得挪做他用, 不得从事与检测无关的其他工作。

仪器设备除应按照规定周期进行计量鉴定外, 还应进行不定期的抽查, 以确保其功能正常、技术完好、精度满足检测工作的要求。

全部仪器设备的使用环境均应满足说明书的要求。

对于工地临时试验室, 必须经有关计量单位对所用仪器设备进行全面标定, 取得使用许可证, 并取得临时试验资质方可开展试验检测工作。

3. 仪器设备购置、验收、维修、降级和报废制度

仪器设备到货后, 由仪器设备室组织验收。验收合格的仪器设备填写设备卡片, 不合格的产品应及时联系厂家返修或退货。

仪器设备的维修由仪器设备室归口管理。各专业检测室应根据检测仪器设备的技术状态和使用时间, 填写仪器设备维修申请书, 由仪器设备室在规定时间内进行维修。

维修后的仪器设备均由仪器设备室按鉴定结果分别贴上合格 (绿)、准用 (黄) 和停用 (红) 三种标志。

当仪器设备的技术性能降低或功能丧失、损坏时,应办理降级使用或报废手续。

凡报废的仪器设备均应由各专业检测室填写“仪器设备报废申请单”,经仪器设备室确认后填入设备档案。已报废的仪器设备,不应存放在试验室内,其资料由档案室统一保管。

4. 技术资料文件保管及保密制度

技术资料的管理由资料室负责。

长期保存的资料包括:国家、地区、部门有关产品质量检测工作的政策、法令、文件、法规和其他相关规定,产品技术标准、相关标准、参考标准(国外和国内的)、检测规程、规范、大纲、细则、操作规程(国外的、国内的或自编的),计量鉴定规程、暂行效验方法,仪器设备说明书、计量合格证,仪器、仪表、设备的验收、维修、使用、降级和报废记录,仪器设备明细表和台账,产品检验委托书、设计文件及其他技术资料。

定期保存的技术资料包括:各类原始记录,各类检测报告,用户反馈意见及处理结果,样品入库、发放及处理登记。定期保存的技术资料其保管期不应少于2年。

检测人员需借阅技术资料时,应办理借阅手续。与检测无关的人员不得查阅检测报告和原始记录。检测报告和原始记录不允许复制。

资料室工作人员要严格为用户保守技术机密。

5. 检测事故分析报告制度

在检测过程中发生以下情况均按事故处理:

- 1) 样品丢失、零部件丢失或样品损坏。
- 2) 样品生产单位提供的技术资料丢失或失密,检测报告丢失,原始记录丢失或失密。
- 3) 由于检测人员、检测仪器设备、检测条件不符合检测工作要求,或试验方法有误,或数据差错而造成的检测结果错误。
- 4) 检测过程中发生人身伤亡。
- 5) 检测过程中发生仪器设备损害。

凡违反试验检测各项规定所造成的事故均为责任事故,按照经济损失的大小、人身伤亡情况可分为小事故、大事故和重大事故三类。

重大或大事故发生后,应立即采取措施,防止事态扩大,并及时抢救伤亡人员,保护现场,同时应通知有关人员处理事故。

6. 样品管理制度

(1) 样品的保管制度 样品保管应由专人负责。样品送达试验室开封检查,确认其完好后,应编号入样品保管室保存,并办理入库登记手续。样品上应有明显的标志,以确保不同单位的同类样品不致混淆,确保未检验样品与已检验样品不致混杂。样品保管室的环境条件应符合该样品必需的保管要求,不致使样品变质、损坏、降低或丧失其功能。样品保管室应做到账、卡、物三者相符。检测时,应由领取者填写样品领取单领取。

(2) 样品的验后处理 检测工作结束,检测结果经核实后,应将样品送样品保管室保管,需保留样品的应立即通知送样单位前来领取。检后产品的保管期一般为申诉有效期1个月。过期无人领取,则作无主物品处理。

破坏性检验后的样品,确认试验方法、检测仪器、检测环境、检测结果无误后,才准撤离试验现场。除非用户有特殊要求,否则此类样品一般不再保存。破坏性检验后的样品不管采取何种方式处理,均应办理处理手续。

7. 试验室环境与安全管理

试验室面积应满足试验要求，其建筑应无破损或危漏隐患。

试验室的通风、照明、温控、湿控等设施应完好，以保证各项指标达到设计规定的标准。电路、水、通风管道布局应安全规范，以满足试验要求。

与试验室无关的杂物应清理干净，家具、仪器设备应摆放整齐、布局合理，柱面、仪器、地面、墙面应无灰尘和垃圾。

试验室应有防火、防爆炸、防盗的基本设备和设施；试验室中不得存放与试验无关的物品。

高压容器存放应合理，易燃与助燃设备应分开放置；使用放射性同位素的试验室及工作人员应具备许可证、上岗证；使用有害射线的试验室应具备超剂量检测手段；对易燃、易爆、剧毒物品应有领用管理办法。

试验室应有三废（废气、废液、废渣）处理措施。操作时试验室外噪声应符合环保要求；对瞬间超标的设备，应有明确的治理措施。

四、试验检测机构的资质要求

试验检测机构应具有交通主管部门批准的公路工程试验检测机构相应等级资质证书，并应在规定的范围内从事试验检测工作。

试验技术及检测人员均应通过交通行业的培训，并应持有经交通主管部门批准的相应资质证书。技术主管应具有工程师以上的技术职称。

试验检测仪器设备均应经相应质量技术监督部门的计量认证和审查验收并应取得合格证。

公路工程项目工地试验检测机构应满足临时资质条件的要求，见表 1-1。

表 1-1 公路工程项目工地试验检测机构临时资质条件

	高等级公路	其 他 公 路
资历和试验检测人员配备	1. 工地试验室检测机构的原单位必须具备交通行政主管部门批准的公路工程试验检测机构乙级以上资质 2. 技术人员应熟练掌握业务范围内的公路工程试验检测的标准、规范、规程及所用仪器设备的原理、性能和操作方法，具有法定计量单位的基本知识和出示准确试验报告的能力 3. 应具有初级以上职称、3 年以上试验检测工作经验的各项专业技术人员至少 5 人以上；应满足高速公路 1 人/km，一级公路 0.8 人/km，特大桥 4~5 人、大桥 3~4 人、中桥 1~3 人，特长隧道 4~6 人、长隧道 2~4 人、中短隧道 2~3 人的要求 4. 试验检测人员均应通过交通行业的培训，持经交通行政主管部门批准的相应资格证书上岗的人员比率应达到 60% 5. 试验检测负责人应具有中级以上技术任职资格和试验检测工程师资格，必须熟悉并能指导试验检测工作，且应具有 5 年以上试验检测工作经历	1. 工地试验室检测机构的原单位必须具备交通行政主管部门批准的公路工程试验检测机构丙级以上资质 2. 技术人员应熟练掌握业务范围内的公路工程试验检测的标准、规范、规程及所用仪器设备的原理、性能和操作方法，具有法定计量单位的基本知识和出示准确试验报告的能力 3. 具有初级以上职称、3 年以上试验检测工作经验的各项专业技术人员至少 2 人以上；应满足二级公路 0.6 人/km，三级公路 0.5 人/km，四级以下公路 0.4 人/km，特大桥 4~5 人、大桥 3~4 人、中桥 1~3 人，特长隧道 4~6 人、长隧道 2~4 人、中短隧道 2~3 人的要求 4. 试验检测人员均应通过交通行业的培训，持经交通行政主管部门批准的相应资格证书上岗的人员比率应达到 60% 5. 试验检测负责人应具有中级以上技术任职资格和试验检测工程师资格，必须熟悉并能指导试验检测工作，且应具有 5 年以上试验检测工作经历

(续)

	高等级公路	其他公路
工作管理制度	1. 组织与管理机构设置应符合相关要求 2. 工作程序和质量管理制度 3. 岗位责任制度 4. 试验室和养护室温度管理制度 5. 仪器设备操作规程、保养维修及管理制度 6. 仪器设备的计量认证(相应质量技术监督部门)及管理制度 7. 环境卫生、安全管理制度 8. 样本、资料、档案管理的制度化、标准化 9. 有关的试验检测标准、规范、规程、方法等技术文件齐全	
主要试验检测项目	1. 土工试验(筛分、密度、含水量、液塑限、击实、颗粒分析试验) 2. 集料、岩石试验(筛分、视密度、重度、含泥量、砂云母含量、针片状含量、压碎值、磨耗、岩石硬度、加速磨光试验) 3. 水泥试验、石灰试验(有效钙镁含量试验)、粉煤灰试验 4. 水泥混凝土试验(稠度、坍落度、抗压强度、抗折强度、抗冻、抗渗试验)、砂浆强度试验、水泥混凝土配合比设计 5. 沥青指标试验(针入度、延度、软化点、闪点、燃点、粘附性、薄膜烘箱和老化试验) 6. 沥青混合料试验(抽提、马歇尔试验)、沥青混凝土配合比设计 7. 路面基层材料试验(击实、无侧限抗压强度、灰剂量试验)、路面基层材料配合比设计 8. 路基、路面、构造物几何尺寸 9. 路基路面试验(压实度、厚度、平整度、弯沉、路面构造深度、摩擦系数、路基 CBR、回弹模量试验) 10. 砌体工程常规试验 11. 地基承载力试验 12. 钢材物理、力学性能试验和焊接试验 13. 桥梁构件强度、桩基完整性试验 14. 混凝土无破损检测 15. 外加剂试验 16. 钢绞线试验	1. 土工试验(筛分、密度、含水量、液塑限、击实试验) 2. 集料、岩石试验(筛分、视密度、重度、含泥量、砂云母含量、针片状含量、压碎值、磨耗、岩石硬度试验) 3. 水泥试验、石灰试验(有效钙镁含量试验)、粉煤灰试验 4. 水泥混凝土试验(稠度、坍落度、抗压强度、抗折强度、抗冻、抗渗试验)、砂浆强度试验、水泥混凝土配合比设计 5. 沥青指标试验(针入度、延度、软化点、闪点、粘附性试验) 6. 沥青混合料试验(抽提、马歇尔试验)、沥青混凝土配合比设计 7. 路面基层材料试验(击实、无侧限抗压强度、灰剂量试验)、路面基层材料配合比设计 8. 路基、路面、构造物几何尺寸 9. 路基路面(压实度、厚度、平整度、弯沉、路基 CBR 试验) 10. 砌体工程常规试验 11. 地基承载力试验 12. 钢材物理、力学性能试验和焊接试验 13. 桥梁构件强度、桩基完整性试验
主要仪器设备	1. 重型标准自动击实仪 2. 光电液塑限联合测定仪 3. 灌砂法、环刀法、核子密度仪等密度测定仪 4. 土壤筛、砂石筛、压碎(指标)值仪 5. 天平(不同感量、量程) 6. 干燥箱、干燥器 7. 水泥试验设备(水泥标准稠度仪、净浆搅拌机、胶砂搅拌机、胶砂振动台、雷氏沸煮箱、抗折试验机)	1. 重型标准自动击实仪 2. 液塑限测定仪 3. 灌砂法、环刀法、核子密度仪等密度测定仪 4. 土壤筛、砂石筛、压碎(指标)值仪 5. 天平(不同感量、量程) 6. 干燥箱、干燥器 7. 水泥试验设备(水泥标准稠度仪、净浆搅拌机、胶砂搅拌机、胶砂振动台、雷氏沸煮箱、抗折试验机)

(续)

	高等级公路	其他公路
主要仪器设备	8. 物理、化学分析试验设备	8. 物理、化学分析试验设备
	9. 混凝土坍落度筒、混凝土搅拌机、混凝土振动台	9. 混凝土坍落度筒、混凝土搅拌机、混凝土振动台
	10. 万能试验机(600kN、1000kN、2000kN)、压力试验机(2000kN)	10. 万能试验机(600kN、1000kN)、压力试验机(2000kN)
	11. 养生箱、恒温箱、标准养护室	11. 养生箱、恒温箱、标准养护室
	12. 路面材料强度试验仪	12. 路面材料强度试验仪
	13. 沥青试验设备	13. 沥青试验设备
	14. 沥青抽提仪、马歇尔试验仪、自动击实仪、沥青混合料自动搅拌机、自动脱模机、恒温水浴	14. 沥青抽提仪、马歇尔试验仪、自动击实仪、沥青混合料自动搅拌机、自动脱模机、恒温水浴
	15. 取芯机、摆式摩擦仪、砂铺仪、弯沉仪、连续平整度仪	15. 取芯机、弯沉仪、连续平整度仪(或3m直尺)
	16. 超声波混凝土探伤仪、回弹仪	16. 超声波混凝土探伤仪、回弹仪
	17. 桩基完整性检测设备	17. 桩基承载力检测设备
	18. 桩基承载力检测设备	18. 全站仪、水准仪、2m直尺、3m直尺
	19. 桥梁动、静载检测设备	
	20. 公路几何线形检测设备	
	21. 全站仪、水准仪、2m直尺、3m直尺	

注: 1. 临时资质条件可根据合同文件和工程规模进行调整, 但必须满足工程试验检测的需要。

2. 根据工程项目实际情况, 隧道工程、交通工程等专业可增加相应的试验检测项目。

一个完善的试验室, 一般由以下几个部门组成:

(1) 土工室 土工室主要负责土的物理和力学性质试验, 路面基层材料配合比设计, 路基、路面基层施工现场抽检等工作。

(2) 砂石室 砂石室负责水泥混凝土及沥青混合料用粗集料的物理力学性质试验、浆砌工程用石料的技术性质试验。

(3) 水泥及混凝土室 水泥及混凝土室负责水泥物理力学性质试验、混凝土配合比设计、水泥混凝土技术性质试验、混凝土工程施工抽检。

(4) 沥青及混合料室 沥青及混合料室负责沥青的技术性质试验、沥青混合料配合比设计、沥青混合料技术性质试验、沥青路面工程施工检测。

(5) 化学室 化学室负责土、砂石材料、石灰、粉煤灰、水泥等原材料的化学分析试验以及合成材料的化学分析试验。

(6) 养生室 养生室用于强度试件的标准养生, 可控制温度(20 ± 2) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度大于90%。

(7) 力学室 力学室负责原材料或混合材料的力学性能试验, 如金属材料的机械性能试验、砂石材料的力学性能试验、混凝土的强度试验等。

(8) 检测室 检测室负责道路与桥梁工程结构现场检测工作, 如路基路面的平整度、弯沉、回弹模量试验, 路面的摩擦系数、透水性检测, 桥梁的桩基检测、荷载试验等。

(9) 料棚 料棚用于堆放试验材料, 使各种试验材料免受风吹雨淋。料棚内应保持通风、干燥。

(10) 办公室 办公室负责试验室日常管理工作。

第二节 抽样检验基础

一、总体与样本

在工程质量检验中,对无限总体中的个体,逐一考察其某个特性显然是不可能的;对有限总体,其所含个体数量也许不大,但考察方法往往是破坏性的,同样不能采用全数考察。所以,通过抽取总体中的一小部分个体加以检测,以了解和分析总体质量状况,是工程质量检验的主要方法。除特殊项目外,工程质量检验大多采用抽样检验,这就涉及到总体与样本的概念。

总体又称母体,是统计分析中所要研究对象的全体。而组成总体的每个单元称为个体。例如,在沥青混合料拌和工地上需要确定某公司运来的一批沥青质量是否合格,则这批沥青就是总体。总体分为有限总体和无限总体,如果是一批产品,由于其数量有限,所以称其为有限总体;如果是一道工序,由于工序总在源源不断地生产出产品,有时是一个连续的整体,所以这样的总体称为无限总体。

从总体中抽取一部分个体就是样本(又称子样)。例如,从每一桶沥青中取2个试样,一批沥青有100桶,抽查了200个试样做试验,则这200个试样就是样本。而组成样本的每一个个体,即为样品。例如,上述200个试样中的某一个,就是该样本中的一个样品。

样本容量是样本中所含样品的数量,通常用 n 来表示。上例中样本容量 $n=200$ 。样本容量的大小,直接关系到判断结果的可靠性。一般来说,样本容量愈大,可靠性愈好,但检测所耗费的工作量亦愈大,成本也就愈高。样本容量与总体中所含个体的数量相等时,是一种极限情况,因此全数检验是抽样检验的极限。

二、抽样检验的类型

检验是指通过测量、试验等质量检测方法,将工程产品与其质量要求相比较并作出质量评判的过程。工程质量检验是工程质量控制的一个重要环节,是保证工程质量的必要手段。

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,从而判断该批产品的质量状况;抽样检验是从一批产品中抽出少量的单个产品进行检验,从而推断该批产品的质量状况。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进行检验。公路工程不同于一般产品,它是一个连续的整体,且采用的质量检测手段又多属于破坏性的。所以,就公路工程质量检验而言,不可能采用全数检验,而只能采用抽样检验,即从待检工程中抽取样本,根据样本的质量检查结果,推断整个待检工程的质量状况。

质量检验的目的在于准确判断工程质量状况,以促进工程质量的提高。质量检验的有效性取决于检验的可靠性,而检验的可靠性则与下面三个因素密切相关:

- 1) 质量检测手段的可靠性。
- 2) 抽样检验方法的科学性。
- 3) 抽样检验方案的科学性。

在质量检验过程中,必须全面考虑上述三个因素,以提高质量检验的可靠性。

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,往往会导致对总体的错误的判断。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,随机抽取的样本能客观地反映总体的质量状况。随机抽样是以数理统计原理为基础,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。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,因而被广泛使用。

假如有一批产品,共100箱,每箱10件,从中选择100个样品。一般有以下几种抽样方法:

- 1) 从整批中,任意抽取100件。
- 2) 从整批中,先分成10组,每组为10箱,然后分别从各组中任意抽取10件。
- 3) 从整批中,分别从每箱中任意抽取1件。
- 4) 从整批中,任意抽取10箱,对这10箱进行全数检验。

上述四种方法,分别称为单纯随机抽样、系统抽样、分层抽样、密集群抽样方法。这几种方法中,适合于公路工程质量检验的随机抽样方法一般为以下三种:

(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便、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。而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,组成样本的抽样方法称为系统抽样。在工程质量控制中,系统抽样的实现主要有三种方式。

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进行检验。

2) 间隔定时法,即每隔一定的时间,从工作面抽取一个或若干个样品进行检验。

3) 间隔定量法,即每隔一定数量的产品,抽取一个或若干个样品进行检验。

(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进行抽样检验。例如,同一个班组施工的工程或工序可作为一层;若某项工程或工序是由三个不同的班组施工的,则可分为三层,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进行检验。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。

三、随机事件及其频率

1. 随机事件与随机变量