



21 世纪高等院校教材

公路与桥梁工程 结构检测

GONG LU YU QIAO LIANG
GONG CHENG JIE GOU JIAN CE

赵卫平 主编 柴金义 主审

内蒙古大学出版社

21世纪高等院校教材

公路与桥梁工程 结构检测

GONG LU YU QIAO LIANG
GONG CHENG JIE GOU JIAN CE

赵卫平 主编 柴金义 主审

 内蒙古大学出版社

内 容 提 要

本书以公路工程最新的技术规范、标准、试验检测规程为依据,主要介绍了路基路面工程和桥梁工程结构和现场质量检测的方法和程序。内容包括试验检测工作制度与管理、试验数据的处理与分析、常用试验检测仪器与设备的构造原理和使用方法、路基路面混合料试验与现场质量检测、混凝土及桥梁工程的现场质量检测等内容。

本书既可作为高等院校土木工程专业、路桥专业和监理检测专业学生的教材,也可作为交通土建类相关专业有关工程技术人员的培训教材和学习参考用书。

书 名	公路与桥梁工程结构检测
主 编	赵卫平
责 任 编 辑	赵 英
封 面 设 计	张燕红
出 版	内蒙古大学出版社 呼和浩特市大学西路 235 号 (010021)
发 行	内蒙古新华书店
印 刷	内蒙古党委机关印刷厂
开 本	787×1092/16
印 张	20.75
字 数	450 千
版 期	2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷
标 准 书 号	ISBN 7-81074-953-6/U·5
定 价	30.00 元

本书如有印装质量问题,请直接与出版社联系

前 言

随着我国经济的快速增长,作为推动经济发展的基础设施之一的公路建设也在迅猛发展。公路建设投资的规模越来越大,公路的建设质量也越来越受到各方面的重视。特别是近年来公路建设的新材料、新技术和新工艺的不断出现,使得我国有关公路建设的技术规范、标准、试验检测规程也不断修订和更新,随之相应的公路质量试验检测技术与方法也应运而生。

作为公路工程施工质量管理的重要组成部分,公路质量试验检测技术在工程建设中起到了极其重要的作用,并得到了充分的重视。公路工程试验与检测不仅为工程施工的质量控制、竣工验收评定提供真实的数据,同时还为新材料、新技术和新工艺的推广提供科学的依据。

本书主要是根据我国最新颁发的有关技术规范、标准、试验检测规程编写的,适合于交通土建本科院校和高职院校学生学习的教材。

本书由内蒙古大学理工学院交通系赵卫平担任主编,由内蒙古大学理工学院交通系柴金义担任主审。第一、第二、第三、第四、第六、第十二章由赵卫平编写;第五、第七、第八、第九章由内蒙古大学职业技术学院武志芬编写;第十、第十一章由内蒙古大学职业技术学院王志强编写;第十三、第十四、第十五章由内蒙古大学理工学院交通系郭霞编写;第十六、第十七、第十八、第十九和第二十章由内蒙古大学职业技术学院王智远编写。

在编写过程中,得到许多有关专业老师和工程技术人员的帮助,在此一并表示感谢。由于编者水平有限,时间仓促,疏漏失误之处敬请批评指正。

编 者

2006 年 3 月 10 日

目 录

第一章 概论	
第一节 试验检测的目的和意义	1
第二节 试验检测管理与要求	2
第三节 公路工程质量检验评定方法	7
第四节 公路工程检测的内容、方法和分类	9
第五节 公路工程检测的项目与质量标准	11
第二章 常用检测仪器的基本原理及其构造	
第一节 概述	20
第二节 机械测试仪器的基本构造原理和使用方法	21
第三节 电子测试仪器的基本构造原理和使用方法	25
第四节 超声波测试仪器的基本构造原理	31
第三章 试验数据的整理与分析方法	
第一节 数理统计的基本概念	38
第二节 检测数据的误差分析与特异数据处理	42
第三节 检测数据的表达方法	48
第四节 抽样检验基础知识	56
第四章 路基与路面结构层强度测定	
第一节 概述	66
第二节 无机结合料稳定土的无侧限抗压强度试验方法	66
第三节 加州承载比(CBR)试验方法	73
第四节 路面材料抗弯拉(抗折)强度的试验方法	79
第五章 沥青混合料的试验与检测	
第一节 沥青混合料的马歇尔稳定度试验	85
第二节 沥青混合料车辙试验	89
第三节 沥青混合料劈裂试验	94
第四节 沥青混合料水稳性检测	96
第六章 土基与路面材料回弹模量测定	
第一节 概述	101
第二节 野外回弹模量的测定方法	102
第三节 室内回弹模量试验方法	108
第四节 测定回弹模量的其他一些方法	110

第七章 路基与路面结构层压实度的检测

第一节 概述	114
第二节 环刀法测定压实度	116
第三节 灌砂法测定粒料基层的压实度	118
第四节 虹吸筒法测定路面结构层的密度	122
第五节 沥青混凝土路面压实度的测定	124
第六节 核子密度仪的构造原理与使用方法	127
第七节 压实度的评定	129

第八章 路面结构层混合料中结合料含量的测定

第一节 概述	133
第二节 水泥或石灰稳定土中水泥或石灰剂量的测定	133
第三节 沥青混合料中沥青含量的测定	138

第九章 路基路面几何线形、路面厚度及路面破损检测

第一节 路基路面现场测试随机选点方法	143
第二节 路基路面几何线形检测	146
第三节 路面厚度检测	148
第四节 路面破损检测	151

第十章 路基路面弯沉值的测定

第一节 概述	156
第二节 贝克曼梁弯沉测定方法	157
第三节 路面弯沉的其他测定方法	161

第十一章 路基路面平整度检测

第一节 概述	165
第二节 我国目前路面平整度的检测方法	166

第十二章 路面抗滑性能与渗水性能的检测

第一节 路面抗滑性能及其影响因素	173
第二节 路面抗滑性能测定方法及抗滑标准	174
第三节 石料磨光值的测定方法	177
第四节 路面摩擦系数的摆式仪测定法	180
第五节 路面表面构造深度的测定	182
第六节 横向力系数测定法	187
第七节 路面渗水系数的测定	189

第十三章 排水工程、防护工程及交通工程设施的检测

第一节 排水工程的质量检测	192
第二节 防护工程的质量检测	193
第三节 交通工程设施的质量检测	196

第十四章 桥梁混凝土结构的常规检测	
第一节 混凝土结构的强度检测	202
第二节 混凝土结构的裂缝检测	214
第三节 混凝土结构中钢筋锈蚀的检测	214
第四节 混凝土无损检测技术简介	217
第十五章 桥涵地基检测	
第一节 概述	222
第二节 地基承载力检测	223
第十六章 桥梁钻(挖)孔灌注桩检测	
第一节 钻孔灌注桩施工过程检测	232
第二节 钻孔灌注桩完整性检测	236
第十七章 桥涵混凝土材料与张拉设备检测	
第一节 混凝土与钢筋质量的检测	262
第二节 预应力混凝土张拉设备的检测	266
第十八章 桥梁支座与伸缩装置检测	
第一节 桥梁支座检测	274
第二节 桥梁橡胶伸缩装置检测	281
第十九章 桥梁结构荷载试验	
第一节 试验前的准备及方案设计	285
第二节 荷载试验仪器设备的使用要求	288
第三节 静载试验及结构评定	291
第四节 结构动载试验	298
第五节 桥梁荷载试验案例	307
第二十章 公路隧道工程施工检测	
第一节 隧道支护施工质量检测	319
第二节 隧道施工监控量测	321

第一章 概论

【重点内容和学习要求】

本章重点讲述公路试验检测的意义,公路工程质量检验评定方法,公路工程检测的内容、方法和分类以及路基路面和桥涵常规检测的项目与质量标准。

通过学习,要求学生理解试验检测的意义和试验检测的基本条件;学会对工程质量进行评定;能够领会公路工程检测的内容、方法和分类;理解并能正确运用路基路面和桥涵检测方法与质量控制标准。

第一节 试验检测的目的和意义

公路是国民经济的重要命脉,要想富,先修路。公路运输比其他运输优越而且灵活,是铁路、水运等不可代替的运输方式。近二十年来,我国的公路发展很快,取得了令世人刮目相看的成绩,高速公路 1988 年实现零的突破,1999 年底达到 10000 公里,且每年以 1000 公里的速度递增,至 2005 年底,已达到 45000 公里,居世界第二位。公路的迅速发展带动了相关产业的发展,促使国民经济持续增长。

到 2010 年我国要建成“五纵七横”12 条国道主干线,行程达 3 万多公里,其中的五纵是指同江—三亚,北京—福州,北京—珠海,二连浩特—河口,重庆—湛江。七横是指妥芬河—满洲里,丹东—拉萨,青岛—银川,上海—成都,上海—瑞丽,衡阳—昆明,连云港—霍尔果斯。到 2050 年我国实现村村通公路,市市通高速路的目标。我国的桥梁发展更是一日千里,我国的斜拉桥位于世界之首。这都是改革开放二十多年来的成果。尽管我们在公路与桥梁方面已取得了很大成就,每年用于公路与桥梁基础设施建设的费用高达 2000 亿,可我们的公路质量不尽人意。由于种种原因,公路上出现了很多质量事故,如云南富民县昆禄二级公路,开通不到半年全路变为“豆腐渣”,给国家造成将近 6000 万元的损失,究其原因偷工减料造成的;重庆綦江彩虹桥建成运营不到三年倒塌,使 40 人死于非命,其中有 18 名风华正茂的武警战士,损失达 1 个亿,主要原因是施工过程中相关人员玩忽职守、偷工减料、使用大量的劣质材料、没有进行严格的检验而造成的;吉林至四平的青洋河大桥开通不到七个月桥面开天窗,使一辆农用车车轮陷入,造成一家三口两死一伤的重大交通事故,其原因是由于层层转包,施工单位减薄桥面的厚度而造成的。纵观这些现象,如果严格检测,及时处理,是完全可以避免的。

工程试验检测工作是公路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一个不可缺少的主要环节。通过试验检测能够充分地利用当地原材料,有利于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,将起到极为重要的作用。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、测试操作技能及公路工程相关学科基础知识于一体,是工程设计参数选择、施工质量控制、施工验收评定、养护管理决策的主要依据。

为使公路满足使用要求,必须在精心设计的基础上,严格按照设计文件和现行施工技术规范的要求认真组织施工。作为施工技术人员和工程试验检测人员或质量控制管理人员,在整个施工期间,应在吃透并领会设计文件,熟悉现行施工技术规范 and 试验检测规程的前提下,严格做好路用材料质量检测、施工控制参数、现场施工过程质量控制和分部分项工程验收这四个关键环节的把关工作。

随着公路技术等级的提高,各级公路管理部门和施工单位已对加强公路质量控制、检测和验收给予了高度的重视,但在许多工程中,仍有部分施工单位不具备原材料质量试验检测和施工质量控制的基本条件,有些单位虽然已购置了一定数量的试验检测仪器设备,也建立了试验检测机构并配备了相应的试验检测人员,但由于多种原因,使已建成的试验室不能发挥应有的作用。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,要想切实提高公路工程施工质量、缩短工期、降低工程投资,在建立健全工程质量控制检查制度的同时,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。

第二节 试验检测管理与要求

一、我国目前试验检测机构状况

目前,各地从事公路工程试验检测的专业机构大体有以下几种类型:

- 1.专门从事公路工程检测的专业公司;
- 2.一些大专院校设立的以教师为主体的试验检测中心或实验室;
- 3.设计部门成立的试验检测公司;
- 4.科研机构成立的试验检测部门或公司;
- 5.一些公路养护部门和施工企业组建的试验检测部门或公司。

二、我国目前试验检测人员结构状况

1.专业试验检测机构

国内专业试验检测机构,多为早期由政府部门组建或较大规模建设项目实施期间由政府行为构建的试验检测机构。经过多年演变最后与政府或事业单位脱离而成为早期的专业检测公司,该类检测公司构建早,成长期较长,人员来源面广,包含有来自公路管理部门、设计部门、大专院校等方面的各类专业人员,人员构成多样,综合素质较高。

2.大专院校设立的试验检测机构

为了适应市场需求和自身发展的需要,一些大专院校纷纷成立检测机构。这些检测机构的成员大多是教职员工,有时还雇用部分外聘人员,有时则组织研究生参与试验检测工作。总体上讲,这一类检测机构人员理论水平较高,但其结构单一,一般比较缺少具有施工经验的业务人员。

3.公路工程勘察设计部门成立的试验检测机构

为了扩大业务面,抢占公路工程市场,以适应设计单位走向企业化的趋势,设计院所多成立有检测机构,其从业人员自然基本上都是公路工程勘测设计从业人员,从结构上讲也显得有些单一,但从业务素质上讲,设计从业人员有较丰富的勘测、设计经历,而且有更多的接触施工实践的机会。

4.科研机构成立的试验检测部门

科研机构成立的试验检测部门,由于主要从业人员从事公路工程科研工作,经常接触

或者参与施工实践,并且着重于研究和解决公路工程设计、施工和养护中的重要技术难题,因而此类检测机构的总体素质是较高的。

5.公路养护部门和施工企业组建的试验检测机构

此类检测公司的从业者大多为从事公路施工和养护技术管理的专业技术人员,多具有丰富的施工经验和养护技术管理经验,对施工管理、施工技术、施工工艺有较深刻的了解,而从事养护技术管理的人员除具有一定施工技术经历外,同时对公路构筑物、公路附属设施的使用功能、使用品质有着更直接的体验,对于工程设计和施工质量和管理,有比较丰富的经验。当然,这些从业人员试验检测的业务知识和技术法规知识有一定的局限性,需要进行系统地试验检测业务培训和检测锻炼。

三、质检机构人员配置

质检机构的人员配置应合理,人员的配置包括行政管理人员、试验检测技术人员和其他工作人员三类,其中试验检测技术人员应由不同学科和不同职称的技术人员组成。

质检机构的技术负责人要对整个质检机构的工作全部负责,业务上应该有一定的水平,另一方面,由于技术负责人在一定程度上决定了检测工作的质量,因此,当技术负责人变动时,应检查在技术负责人变动后该机构的工作水平。

质量保证负责人协助技术负责人对整个质检机构的全部检测工作的质量负责,在技术负责人不在时代行使其职权。在小的质检机构,质检负责人可由技术负责人兼任。

质量保证负责人不一定要求精通管辖的每一项具体工作,但必须熟悉本单位的主要业务,并且有一定的质量管理方面的知识。

质量保证负责人必须是该机构的主要负责人之一,这有助于质量工作中的有关决定能够得到贯彻执行。

技术负责人、质量保证负责人及质量检测管理人员,应熟悉国家、部门、地方关于产品质量检测方面的政策、法令、法规、规定;应熟悉工程质量标准;应熟悉抽样理论,能熟练地应用各类抽样标准,确定其样本大小;具备编制审定检测实施细则,审查检测报告的能力,熟练掌握检测质量控制理论,具有对检测工作进行质量诊断的能力;熟悉国内外工程质量的检测方法,检测技术的现状及发展趋势,掌握国内外检测仪器设备的信息;不断学习新知识,不断进行知识更新。

质检机构的技术负责人应有工程师以上的职称,精通所管辖的业务,具有十年以上专业工作的经验。

质检机构的人员应按所进行的业务范围进行配置。各类工程技术人员中,工程师以上职称的人员不得低于20%。

各业务岗位人员的配置应与所从事的检测项目相匹配,重要的检测项目应有两人,每人可兼作几个项目。

四、对试验检测人员的要求

试验检测人员应按各自的岗位分工,认真履行岗位职责,做好本职工作,确保检测工作质量。

1.对试验检测人员的要求

1)试验检测操作人员应熟悉检测任务,了解被检测对象和所用检测仪器设备的性能。检测人员必须经过考核合格,取得上岗操作证以后,才能上岗操作。凡使用精密、贵重、大型检测仪器设备者,必须熟悉该检测仪器的性能,具备使用该仪器的知识,经过考核合格,取

得上岗证书才能操作;

2)检测人员应掌握所从事检测项目的有关技术标准,了解本领域国内外测试技术,检测仪器的现状及发展方向,具备制定检测大纲,采用国内外最新技术进行检测工作的能力;

3)检测人员应了解误差理论,数据统计方面的知识,能独立进行数据处理工作;

4)检测人员要实事求是、忠于职守,作风正派。对检测过程、数据处理工作持严肃的态度,以数据说话,不受行政或其他方面影响的干扰。

2.对检测人员考核的主要内容

1)工程质量检测专业知识

了解所用仪器设备的结构原理、性能及正确使用和维护等知识;掌握所检测工程项目的质量标准和有关技术指标程度;实际操作和数据处理的能力。

2)计量的基础知识

计量法常识、国际单位制基本内容和误差理论基本知识。

五、试验检测的基本条件

自1999年以来,国务院下达重要指示,发现劣质工程一定从严处罚。现在,我国的公路建设进入新的阶段,对工程质量提出了更高的要求。要控制工程质量,必须有完善而严格的质量管理、保证和监督体系。控制工程质量最有效的手段是通过检验来完成的。检验贯穿于整个工程的始末。只要我们对每一工序进行严格检验,定期分析总结,就能保证工程顺利有序地进行,确保工程质量不出现任何问题。公路检测是一门非常重要的新兴学科,内容多,覆盖面广,这就要求我们的检测人员具有较高的理论水平和丰富的实践经验。在检测中不仅要求我们能领会设计文件,熟悉施工技术规范 and 试验规程,而且要有一定的分析问题和解决问题的能力。

为保证工程质量,试验检测应具备以下条件:

1.单位必须配备规范准确的试验仪器。

2.配备现行国家试验检测全套规程、规范、标准。具体如下:

- 1) 公路土工试验规程(JTJ051—93);
- 2) 公路工程沥青及沥青混合料试验规程(JTJ052—2000);
- 3) 公路工程水泥混凝土试验规程(JTGE30—2005);
- 4) 公路工程岩石试验规程(JTGE41—2005);
- 5) 公路工程金属试验规程(JTJ055—83);
- 6) 公路工程水质分析操作规程(JTJ056—84);
- 7) 公路工程无机结合料稳定材料试验规程(JTJ057—94);
- 8) 公路工程集料试验规程(JTGE42—2005);
- 9) 公路路基路面现场测试规程(JTJ059—95);
- 10) 公路土工合成材料试验规程(JTJ/T060—94);
- 11) 公路工程技术标准(JTG001—2003);
- 12) 公路工程质量检验评定标准(JTGF80/1—2004);
- 13) 公路水泥混凝土路面施工技术规范(JTGF30—2003);
- 14) 公路路基设计规范(JTG-030-2004);
- 15) 公路沥青路面设计规范(JTG—2004);
- 16) 公路路基施工技术规范(JTJ033—95);
- 17) 公路路面基层施工技术规范(JTJ034—2000);

- 18) 公路沥青路面施工技术规范(JTGF40——2004);
- 19) 公路水泥混凝土路面滑模施工技术规范(JTJ/T037.1——2000);
- 20) 公路工程地质勘察规范(JTJ064——89);
- 21) 公路桥涵设计通用规范(JTG D60——2004);
- 22) 公路砖石混凝土桥涵设计规范(JTJ022——85);
- 23) 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范(JTG——2004);
- 24) 公路桥涵地基与基础设计规范(JTJ024——85);
- 25) 公路桥涵施工技术规范(JTJ041——2000);
- 26) 水泥混凝土路面施工及验收规范(GBJ97——87)。

六、试验检测工作细则

每项试验检测方法,应根据现行最新技术标准、操作规程和有关行业工作规范,制定详细实施细则。

1.制订实施细则

由于有些标准规定得不细,而有些质检机构操作人员有可能是新手,他们虽然已通过本单位的考核,但不一定很熟练;更重要的是质检机构的工作就像工厂生产产品一样,每个步骤都必须按工艺要求进行详细的实施,为此必须制订有关实施细则。

2.实施细则的内容

- 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、补测参数大小及容许变化范围;
- 4)检测人员组成和检测系统框图;
- 5)对检测仪器的检查标定项目和结果;
- 6)对检测仪器和样品或试件的基本要求;
- 7)对环境条件的检查,即从保证计量检测结果可靠角度出发,运用允许变化范围的规定;
- 8)在检测过程中发生异常现象的处理办法;
- 9)在检测过程中发生意外事故的处理办法;
- 10)检测结果计算整理分析方法。

3.实施细则的有关方法

1)抽样方法

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。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理的基础上抽取。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,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,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)样本的保存

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、样品的包装也应满足上述要求。

4) 样本登记表内容

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、封样人姓名等。

4. 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,可不必制定实施细则。

七、试验检测原始记录

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。

原始记录应印成一定格式的记录表,其格式根据检测的要求不同可以有所不同。原始记录表主要应包括:样品名称、型号、规格;样品编号、产地;检测项目、检测编号、检测地点;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,以便在必要时能够判断检测工作在那个环节可能出现差错。同时根据原始记录提过的信息,能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,内容填写应完整,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,应在作废数据划两条水平线,将正确数据填在上方,盖更改人印章。原始记录应集中保管,保管期一般不得小于两年。原始记录保存方式也可用计算机软盘。

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名,以示负责。校核者必须认真核对检测数据,校核量不得小于所检测项目的5%。

八、试验检测结果的处理

1. 试验检测数据整理

试验检测结果的处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截取所需要的数据。此外,误差表达方式反映了对试验检测结果的认识是否正确,也利于用户对试验检测结果的正确理解。

1) 数据处理应注意:检测数据有效位数的确定方法;检测数据异常值的判定方法;区分可剔除异常值与不可剔除异常值;整理后的数据应填入原始记录的相应部分;

2) 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;

3) 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,计算代表值;

4)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拉布斯法;检测各试验室平均值中的异常值用拉依达法、肖维纳特法等。

这里要强调一下,对比检测应使用三台与原检测仪器准确度相同的仪器对检测项目进行重复性试验。若检测结果与原检测数据相符,则证明此异常值是由产品性能波动造成的;若不相符,则证明此值是因仪器造成的,可以剔除。

2. 试验检测结果判定

在工程质量检验评定中,施工质量的不合格率是大家所关心的问题,由于所抽子样的数据都是随机变量,他们总是存在一定波动。看到数据有一些变化,或某检测数据低于技术规定要求,就认为施工质量或产品有问题,这样的判定方法是不慎重的,也是缺乏科学依据的,因此很容易给施工带来损失。试验检测结果的整理和判断必须按照数理统计的方法即第三章所述的方法进行。

第三节 公路工程质量检验评定方法

一、公路工程质量检验与等级评定的依据

公路工程质量检验评定的目的在于判断已完成的工程是否满足设计图纸与施工规范规定的技术标准的要求,并作为竣工质量验收和技术档案的一项重要内容。现行部颁《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1-2004)是对公路工程质量进行管理、监控和验收的法规性技术文件,是检验评定公路工程质量和等级的标准尺度。

最新部颁《公路工程质量检验评定标准》,适用于公路工程质量监督部门和有资质的检测机构对工程质量检查鉴定,监理工程师对工程质量的检查认定,施工单位的自检和分项工程的交接验收,是公路工程竣工的质量评定依据。

该标准主要针对四级和四级以上的公路,包括新建和改建工程。对于大、中修工程,应按其规模大小、施工组织形式和技术设备条件等,只规定参照使用。对特大桥梁、特长隧道、特殊地区,或采用新材料、新结构、新工艺的工程,在本标准中缺乏适宜的技术规定时,在确保质量的前提下,可参照相关标准或按照实际情况制定相应的技术标准,并按规定报主管部门批准。根据建设任务、施工管理和质量检验的需要,在施工准备阶段按标准将建设项目分为单位、分部和分项工程。

1.单位工程:在建设项目中,根据签订的合同,具有独立施工条件的工程。如路基工程、路面工程、桥梁工程。以10公里为一单位或以每一标段为一单位。

2.分部工程:在单位工程中,应按结构部位、路段长度及施工特点或施工任务划分为若干个分部工程。如桥梁基础、上部、下部墩台,高速路的匝道等,路面路基1-3公里为一部分。

3.分项工程:在分部工程中,应按不同的施工方法、材料、工序及路段长度等划分为若干个分项工程。如涵洞有管涵、板涵、箱涵、拱涵、倒虹吸和通道等。防护工程有护坡、导流堤、砌石等,桥梁结构的划分更加细致。

根据上述,施工单位进行自检和相关资料的整理并汇总,作为验收的依据。质检单位按此序进行质量等级评定。

二、工程质量评定的方法

施工单位在各项分项工程完成后,按标准所列要求,通过实测项目和外观鉴定进行自

查,提交真实完整的自查资料。监理单位对各项目进行抽查,提交抽查资料。

评分以分项工程为评定单元,采用百分制。

1.分项工程的评分方法:

分项工程质量检验内容包括基本要求、实测项目、外观鉴定、质量保证资料四部分。只有在其使用原材料、成品、半成品施工工艺符合基本要求的規定,且无严重外观缺陷的和质量保证资料真实并基本齐全时,才能对分项工程质量进行检验评定。总分 100 分,有外观缺陷和资料不全时予以减分。

$$\text{分项工程得分} = \frac{\sum [\text{检查项目得分} \times \text{权值}]}{\sum \text{检查项目权值}}$$

分项工程评分值=分项工程得分-外观缺陷减分-资料不全减分

1)基本要求检查:是否符合规范、规程、设计要点。经检验不符合基本要求规定时,不得进行工程质量的检验和评定。

2)实测项目计分:对规定检查项目采用现场抽样方法。按照规定频率和下列计分方法对分项工程的施工质量进行检测计分。

检查项目除按数理统计方法评定的项目以外,均应按单点(组)测定值是否符合标准要求进行评定,并按合格率计分。

$$\text{检查项目合格率} = \frac{\text{检查合格的点(组)数}}{\text{该检查项目的全部检查点(组数)}} \times 100\%$$

$$\text{检查项目得分} = \text{检查项目合格率} \times 100$$

表 1-1 一般建设项目的工程划分

单位工程	分部工程	分项工程
路基工程 (每 10km 或每标段)	路基土石方工程 *(1~3km 路段)	土方路基 *,石方路基,软土地基 *土工合成材处治层 *等
	排水工程(1~3km 路段)	管节预制,管道基础及管节安装 *。土沟,盲沟,跌水,急流槽,排水泵站等
	小桥及符合小桥标准的通道 *,人行天桥,	基础及下部构造 *上部构造预制、安装或浇筑,桥面栏杆,人行道等
	渡槽,每座涵洞、通道(1~3km 路段)	基础及下部构造 *,主要构造预制、安装,填土,总体等
	砌筑防护工程(1~3km 路段)	墙背填土 *,墙背填土抗滑桩,锥护坡,导流工程石笼防护等
	大型挡土墙 *,组合式挡土墙 *(每处)	基础 *墙身 *,构件预制 *构件安装,筋带,锚杆、总体等
	路面工程(1~3km 路段)	底基层,基层,面层,联结层,路缘石,人行道,路肩,路面边缘排水系统等
桥梁工程 (特大、 大中桥)	基础及下部构造 *(每桥或每墩、台)	扩大基础,桩基、地下连续墙。承台,沉井,桩的制作,挡块,台背填土等
	上部构造预制和安装 *	主要构件预制,其他构件预制,钢筑加工安装。
	上部构造现场浇筑 *	钢筋加工及安装,预制力的加工和张拉,主要构件浇筑。钢筑混凝土拱等
	总体,桥面系和附属工程	桥梁总体,钢筋加工安装,桥面防水;桥面铺装,护栏,人行道铺设等
	防护工程	护坡、护岸、导流工程、石笼防护,砌石工程等
	引导工程	路基,路面,挡土墙,小桥,涵洞,护栏等

注:表内带*号的为主要工程,评分时给以2分的权值,不带*为一般工程权值为1

3)外观缺陷减分:对工程外观状况进行全面检查,如发现外观缺陷,应进行减分。对于较严重的外观缺陷,施工单位必须采取措施进行整修处理。

4)资料不全减分:分项工程的施工资料和图表残缺,缺乏最基本的数据,或有伪造涂改者,不予检查和评定。资料不全者应予减分,视资料不全情况每项减1~3分。

2.分部(单位)工程评分方法:采用加权平均值确定评分值,一般工程权值是1,主体工程权值是2。

$$\text{分部(单位)工程评分值} = \frac{\sum [\text{分项(分部)工程评分值} \times \text{相应权值}]}{\sum \text{分项(分部)工程权值}}$$

3.合同段和建设项目工程质量评分:

合同段和建设项目工程质量评分值按《公路工程竣(交)工验收办法》计算。

4.质量保证资料:施工单位应有完整的施工原始记录、试验数据、分项工程自查数据等质量保证资料,并经过整理分析,负责提交齐全、真实和系统的施工资料和图表。工程监理单位负责提交齐全、真实和系统的监理资料。质量保证资料应包括以下六个方面:

- 1)所用原材料、半成品和成品质量检验结果。
 - 2)材料配比、拌和、加工控制检测和试验数据。
 - 3)地基处理、隐蔽工程施工记录和大桥、隧道施工监控资料。
 - 4)各项质量控制指标的试验记录和质量检验汇总图表。
 - 5)施工过程中遇到的非正常情况记录及其对工程质量影响分析。
 - 6)施工过程中如发生质量事故,经处理补救后,达到设计要求的认可证明文件。
- 按1~3公里分别装订成册。

三、工程质量等级评定办法

1.分项工程质量等级评定:分项工程评分值不小于75分者为合格,小于75分者为不合格;机电工程、属于工厂加工制造的桥梁金属构件不小于90分者为合格,小于90分者为不合格。

评定为不合格的分项工程经加固、补强或返工、调测,满足设计要求后,可以重新评定其质量等级,但计算分部工程评分值时按其复评分值的90%计算。

2.分部工程质量等级评定:所属各分项工程全部合格,则该分部工程评为合格;所属任一分项工程不合格,则该分部工程评为不合格。

3.单位工程质量等级评定:所属各分部工程全部合格,则该单位工程评为合格;所属任一分部工程不合格,则该单位工程评为不合格。

4.合同段和建设项目质量等级评定:合同段和建设项目所含单位工程全部合格,其工程质量等级为合格;所属任一单位工程不合格,则合同段和建设项目为不合格。

第四节 公路工程检测的内容、方法和分类

一、检测的内容

公路工程检测按工程项目可分为路基路面检测和桥梁涵洞检测两大类。路基路面检测

的内容比较广泛,这是因为各结构层本身就是由各种性质不同的原材料经过不同的组成方式混合而成的。因而它们具有不同的物理、化学和力学性质,从而也影响着路基路面的施工性质和使用性能。桥梁涵洞所用材料主要是混凝土和钢筋,因而其检测内容相对少些。此外,为了满足不同工程使用要求而采用的技术性能指标及其检测内容均有所不同。

检测内容一般包括:

1.原材料的物理、化学和力学性质的检测,其主要是确定设计混合料所用的原材料的参数,如各种集料的比重、容重、密度、含水量、抗压强度、压碎值、化学组成及化学反应情况;水泥的细度、安定性、胶砂强度和凝结时间;沥青的三大指标、与集料的粘附性、含蜡量及其化学组分等。

2.混合料的物理、化学、和力学性能及使用性质。如水泥混凝土的坍落度、水灰比、抗压、抗折强度等;沥青混合料的孔隙率、密度、马歇尔稳定度,高温、低温稳定性及动稳定度等。

3.结构成型或竣工后的检测,主要是对工程质量的评定。对路基路面工程主要是检查外形尺寸、压实度、厚度、弯沉值、抗滑性、平整度等,而对桥梁涵洞则除了外观尺寸检验外,也要检查其强度、内部缺损、承载能力、钢筋位置及保护层厚度等。

4.旧路工程结构检测,其主要目的是评价其使用品质及使用寿命,决定是否需要小修、中修,还是大修。这方面主要有路面的弯沉值、裂缝、抗滑性、车辙、平整度等,而桥梁的检测有强度、裂缝、钢筋锈蚀、碳化作用及承载能力等。

二、检测方法及分类

检测的方法多种多样。正如前面所提及的检测内容一样,内容不同,方法也就不同。并根据不同的情况有不同的分类。

1.按结构材料性质的检测可分为物理检测,化学检测和强度检测。

2.按试验场地可分为实验室试验和野外试验。实验室试验又可分为野外采样试验和室内标准试验;而野外试验又可分为试验路试验和实地直接试验。

3.按测试手段可分为外观检验和测试仪器检测。外观检验主要是目测或用简单仪器,如用尺子丈量路面的宽度、厚度、高程、路拱以及桥梁混凝土构件尺寸等。目测是凭肉眼观察路面的坑槽、裂缝、车辙、泛油或者桥梁的外观状况等。而仪器检测则是对不能直观显示或精度要求较高的某些性能指标进行测试。

4.按检测对结构产生的后果来说,则可分为破损检验和无破损检验。破损检验即是在检验过程中将使工程结构破损。如对路面的厚度、密度和强度采用挖坑检测;对桥梁构件采取钻芯取样检测等,这就破坏了原结构形状;而无破损检测是检验后原结构不受破损。如用核子密度仪测定路面的压实度和含水量,用雷达波检测厚度,用电子波、超声波等检测桥梁混凝土的强度,内部缺损或保护层厚度等。弯沉检测、平整度、抗滑性检测也属于这一类。一般来说,理想的检测是无破损检测,而破损检测应尽量避免。当然,这些与检测方法与发展及检测仪器的精确度和普遍适用性有很大关系。上述提及的检测内容和方法并非全面,而且随着对工程质量要求越来越高以及检测技术的发展,结构检测的内容及方法还会不断地更新和增加。近年来,我国的结构检测技术也从无到有,从落后到先进,有了长足的发展。完全可以确信,在未来的发展中,我国的公路工程结构检测技术必将得到更大的提高和更快的发展,它们必将在公路工程建设中发挥更大的作用。