



交通高等职业技术教育教材

金 桃 张美珍 主编
李玉珍 主审

公路工程 检测技术

GONGLU GONGCHENG JIANCE JISHU



● 人民交通出版社

交通高等职业技术教育教材

公路工程检测技术

Gonglu Gongcheng Jiance Jishu

金 桃	主编
张美珍	
李玉珍	主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为交通系统高等职业技术学院公路与桥梁专业的统编教材之一,全书共十五章,主要介绍公路工程质量检验评定方法、试验检测数据处理、常见混合料强度检测方法、无机结合料稳定土的无侧限抗压强度检测方法、水泥混凝土及水泥砂浆强度检测方法、结构混凝土强度检测方法、沥青混合料热稳定性及水稳定性检测方法、路基路面几何尺寸及路面厚度检测方法、路基路面压实度检测方法、路面平整度检测方法、路面抗滑性能检测方法、路基路面回弹弯沉及回弹模量检测方法、承载比 CBR 试验方法、路面外观与沥青路面渗水系数检测方法、桥涵地基检测方法、钻孔灌注桩检测方法、混凝土与钢筋混凝土质量检测方法、预应力混凝土结构构件检测方法、桥梁支座和伸缩装置检测方法、桥梁荷载试验、隧道支护施工质量检测方法、隧道施工监控量测方法。书中每章后面附有思考题。书末附有教学参考意见,可供任课教师参考。

本书既可作为路桥专业监理专业、检测专业教材,也可作为交通土建类相关专业及有关路桥工程技术人员学习参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

公路工程检测技术 / 金桃, 张美珍主编. —北京: 人民交通出版社, 2002. 3

ISBN 7-114-04200-0

I. 公... II. ①金... ②张... III. 道路工程-检测-高等学校: 技术学校-教材 IV. U41

中国版本图书馆CIP数据核字 (2002) 第011454号

交通高等职业技术教育教材

公路工程检测技术

金 桃 主编
张美珍
李玉珍 主审

正文设计: 彭小秋 责任校对: 张莹 责任印制: 张凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京平谷大华山印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 17.75 字数: 432千

2002年4月 第1版

2002年4月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—4000册 定价: 28.00元

ISBN 7-114-04200-0

U · 03076

前 言

为适应高等职业教育发展的需要,根据交通部科教司路桥工程学科委员会高职教材联络组 2001 年 7 月昆明会议决议,按照《交通高等职业技术教育路桥专业课程设置框架》的要求编写了本书。本书注意到职业教育的特点,内容以实用、实际、实效为原则,同时紧密追踪公路工程检测技术的发展,紧贴以《公路工程质量检验评定标准》为主体的现行有关标准规范,也充分考虑到教学规律,以方便作为教材使用。

在初稿完成后,2001 年 10 月在高职教材《道路建筑材料》审稿会上,协调了本教材与《道路建筑材料》两书编写和教学的衔接问题,并对本书提出了初审意见。2001 年 12 月在贵阳市召开本书审稿会,参加会议的人员有贵州交通厅副厅长、高级工程师张有德、贵州省交通设计院副总工马平均、贵州省交通设计院中心试验室主任、工程师吕晓顺、贵州省公路局养路处处长、工程师袁春喜等管理和生产一线的领导、专家;路桥学科委员会副主任、高职教材建设联络组副组长张润虎、人民交通出版社副编审卢仲贤与本书主编、主审共同主持了会议;参加会议的还有贵州交通职业技术学院高级讲师韦生根、陕西交通职业技术学院高级讲师张省侠、薛安顺等。

本教材配合教学总课时 76 学时,其中技能性实训不得少于 22 学时(不含综合实习有关内容),附录给出了《公路工程检测技术》教学的参考意见。

本书主要供路桥专业高职教学使用,在对其内容适当简化后可作中职教材,同时也可供公路工程技术人员参考。

向支持、关心、帮助本书编写的有关领导和专家致以衷心谢意。

本书由金桃(贵州交通职业技术学院)、张美珍(山西交通职业技术学院)担任主编;由李玉珍(南京交通职业技术学院)担任主审。第一至第九章及教学参考意见由金桃执笔;第十至第十五章由张美珍执笔。

由于编者水平有限、时间仓促,疏漏失误之处敬请批评指正。

2002 年 2 月 28 日

目 录

第一章 概论	1
第一节 试验检测的目的和意义	1
第二节 公路工程质量检验评定方法	3
复习思考题	6
第二章 试验检测数据处理	7
第一节 抽样检验	7
第二节 数据的修约规则	9
第三节 数据的统计特征与分布	10
第四节 可疑数据的取舍方法	15
第五节 质量数据的统计方法	18
复习思考题	28
第三章 常用混合料强度检测	29
第一节 无机结合料稳定土的无侧限抗压强度检测	29
第二节 水泥混凝土及水泥砂浆强度检测	33
第三节 结构混凝土强度检测	40
第四节 沥青混合料热稳定性检测	59
第五节 沥青混合料水稳定性检测	62
复习思考题	65
第四章 路基路面几何尺寸及路面厚度检测	67
第一节 路基路面现场测试随机选点方法	67
第二节 路基路面几何尺寸检测	70
第三节 路面厚度检测	72
复习思考题	76
第五章 路基路面压实度检测	77
第一节 概述	77
第二节 灌砂法测定压实度	79
第三节 环刀法测定压实度	84
第四节 钻芯法测定沥青面层压实度	87
第五节 核子仪测定压实度	89
复习思考题	94
第六章 路面平整度检测	95
第一节 概述	95
第二节 3m 直尺测定平整度	96
第三节 连续式平整度仪测定平整度	98

第四节 车载式颠簸累积仪测定平整度	100
复习思考题	104
第七章 路面抗滑性能检测	105
第一节 概述	105
第二节 路面构造深度检测	106
第三节 路面摩擦系数测定	111
复习思考题	116
第八章 路基路面强度指标检测	117
第一节 路基路面回弹弯沉检测	117
第二节 路基路面回弹模量检测	126
第三节 承载比(CBR)试验	131
复习思考题	139
第九章 路面外观与沥青路面渗水系数检测	140
第一节 路面破损检测	140
第二节 路面错台与沥青路面车辙检测	146
第三节 沥青路面渗水系数检测	148
复习思考题	150
第十章 桥涵地基检测	151
第一节 概述	151
第二节 地基承载力检测	152
复习思考题	162
第十一章 钻(挖)孔灌注桩检测	163
第一节 施工过程检测	163
第二节 混凝土钻孔灌注桩完整性检测	166
复习思考题	193
第十二章 桥涵混凝土与预应力混凝土结构检测	194
第一节 混凝土与钢筋混凝土质量检测	194
第二节 预应力混凝土结构构件检测	199
复习思考题	205
第十三章 桥梁支座和伸缩装置检测	207
第一节 桥梁支座检测	207
第二节 桥梁橡胶伸缩装置检测	214
复习思考题	216
第十四章 桥梁荷载试验	218
第一节 桥梁结构的考察、试验设计与准备	218
第二节 静载试验仪器设备	221
第三节 静载试验方法及评价	231
第四节 结构动载试验	246
复习思考题	255
第十五章 隧道工程施工检测	256

第一节 隧道支护施工质量检测	256
第二节 隧道施工监控量测	258
复习思考题	263
附录一 正态分布概率系数表	264
附录二 t 分布概率系数表	265
附表三 相关系数检验表	266
参考文献	267
教学参考意见	269

第一章 概 论

公路是国民经济的重要命脉,公路运输具有一定的优越性和灵活性,是其他运输方式所不可替代的。公路建设的迅速发展,对于促进国民经济的发展、拉动其他相关产业发展起着非常重要的作用。在公路建设中,质量是工程建设的关键,任何一个环节、任何一个部位出现问题,都会给工程的整体质量带来严重后果,直接影响到公路的使用效益,甚至返工重建造成巨大的经济损失。因此工程试验检测机构必须对工程项目或产品进行检测,并判断工程质量或产品质量状态。

第一节 试验检测的目的和意义

一、试验检测的目的和意义

随着我国交通事业的发展,公路建设已进入以提高为主的新阶段,人们对其提出了更高的要求,如果不实行完善而严格的质量管理、保证和监督体系,难免会在道路或桥梁施工过程中出现质量事故或质量隐患。因此,在现场施工的质量控制中,配备与质量控制和管理相匹配的常规标准试验仪器和采用适宜的检测方法,进行必要的试验检测,对确保工程质量是十分重要的。

工程试验检测工作是道路和桥梁施工技术管理中的一个重要组成部分,也是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;能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。因此工程质量检测工作为提高工程质量、加快工程进度、降低工程造价、推动道路和桥梁施工技术进步,将起到极为重要的作用。公路工程检测技术是一门正在发展的新兴科学,它融试验检测基本理论和测试操作技能及相关基础知识于一体,是工程设计参数、施工质量控制、施工验收评定、养护管理决策的主要依据。

随着公路技术等级的提高,质量检测的加强与施工质量控制和验收工作引起了各级公路管理部门和施工单位的高度重视。作为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,严格做好道路和桥梁用材料质量、施工控制参数、现场施工过程质量和分部分项工程验收四个关键环节的把关工作。

二、现行国家试验检测规程名称

公路工程检测依据的国家试验规程、规范、标准等,主要有:

- (1)公路土工试验规程(JTJ 051—93);
- (2)公路工程沥青及沥青混合料试验规程(JTJ 052—2000);

- (3)公路工程水泥混凝土试验规程(JTJ 053—94);
- (4)公路工程石料试验规程(JTJ 054—94);
- (5)公路工程金属试验规程(JTJ 055—83);
- (6)公路工程水质分析操作规程(JTJ 056—84);
- (7)公路工程无机结合料稳定材料试验规程(JTJ 057—94);
- (8)公路工程集料试验规程(JTJ 058—2000);
- (9)公路路基路面现场测试规程(JTJ 059—95);
- (10)公路土工合成材料试验规程(JTJ/T 060—94);
- (11)公路工程技术标准(JTJ 001—97);
- (12)公路工程质量检验质量检验评定标准(JTJ 071—98);
- (13)公路水泥混凝土路面设计规范(JTJ 012—94);
- (14)公路路基设计规范(JTJ 013—95);
- (15)公路沥青路面设计规范(JTJ 014—97);
- (16)公路工程施工技术规范(JTJ 033—95);
- (17)公路路面基层施工技术规范(JTJ 034—2000);
- (18)公路沥青路面施工技术规范(JTJ 032—94);
- (19)公路水泥混凝土路面滑模施工技术规范(JTJ/T 037.1—2000);
- (20)公路工程地质勘察规范(JTJ 064—98);
- (21)公路桥涵设计通用规范(JTJ 021—89);
- (22)公路砖石混凝土桥涵设计规范(JTJ 022—85);
- (23)公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范(JTJ 023—85);
- (24)公路桥涵地基与基础设计规范(JTJ 024—85);
- (25)公路桥涵施工技术规范(JTJ 041—2000);
- (26)水泥混凝土路面施工及验收规范(GBJ 97—87)等。

三、试验检测人员的要求

为确保检测工作质量,试验检测人员应认真履行岗位职责,做好本职工作,应根据以下要求,发现自己的不足之处,努力提高自己的能力。

(1)检测人员应熟悉检测任务、内容、项目,合理选择检测仪器,熟悉仪器的性能。使用精密、贵重、大型检测仪器设备者,应经过培训,考核合格后,取得操作证书方可上岗操作。会进行日常养护,进行一般或常规仪器的检验与校正。

(2)检测人员应掌握与所检测项目相关的技术标准,了解本领域国内外测试技术、检测仪器的现状及发展方向,并具有学习与应用国内外最新技术进行检测的能力。

(3)检测人员应能正确如实地填写原始记录。原始记录不得用铅笔填写,必须有检测人员、计算和校核人员的签名。原始记录如确需更改,作废数据上应画两条水平线,将正确数据填在上方,盖更改人的印章。原始记录保管期不得少于两年。检测结果必须由在本领域五年以上工作经验者校核,校核者必须在检测记录和报告中签字,以示负责。

(4)检测人员应了解计量法常识及国际单位制基本内容,能运用数理统计方面的知识对检测结果进行数据处理。

(5)检测人员要坚持原则、忠于职守、作风正派、秉公办事,要以数据说话。

第二节 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》(JTJ 071—98)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。

部颁《公路工程质量检验评定标准》,适用于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,是公路工程竣工验收的质量评定依据。

《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071—98)主要针对三级及三级以上公路的新建和改建工程。对于公路大、中修工程和四级公路,考虑到工程规模小、施工组织形式和技术设备条件等因素,难以实施严格的质量管理,只规定参照使用。

考虑建设任务、施工管理和质量控制的需要,建设项目划分为单位工程、分部工程、分项工程三级。

在单位工程中,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。

在分部工程中,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。

施工单位应按此种工程划分进行质量自检和资料汇总,质量监督部门按照此种工程划分逐级进行工程质量等级评定。

路基、路面和桥涵的单位工程中分部 and 分项的划分内容详见表 1-1 和表 1-2。

路基、路面单位工程中部分及分项工程的划分

表 1-1

单位工程	分部工程	分 项 工 程
路基工程 (每 10km 或每标段为单元)	路基土石方工程* (1~3km 路段)	土方路基*、石方路基*、软土地基*、土工合成材料处治层*等
	排水工程 (1~3km 路段)	管道基础及管节安装*、检查(雨水)井砌筑*、土沟、浆砌排水沟*、盲沟、跌水、急流槽*、水簸箕、排水泵站等
	小桥* (每座为单元)	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
	涵洞 (1~3km 路段)	管涵、盖板涵、箱涵*、拱涵、倒虹吸管、通道、顶入法施工的桥涵*等
	砌筑工程 (1~3km 路段)	挡土墙*、锚喷支护*、护坡、丁坝*等
	大型挡土墙* (每处为单元)	基础*、墙身、面板预制*、面板安装*、加筋土挡土墙总体*等
路面工程 (每 10km 或每标段为单元)	路面工程* (1~3km 路段)	底基层、基层*、面层*、垫层、联结层、路缘石、人行道、路肩等

注:表内标注*号者为主要工程,评分时给予 2 的权值,不带*号者为一般工程,权值为 1。

桥涵单位、分部及分项工程的划分

表 1-2

单位工程	分部工程		分项工程
桥梁工程 (大、中桥)	基础及下部构造*	以每墩、台为单元(每座桥汇总)	明挖基础、桩基*、管柱*、地下连续墙*、承台、沉井*、锚固系统安装*、锚碇*、桩的制作*、钢筋加工安装*、柱及双壁墩*、墩台身、墩台安装、墩台帽*、组合桥台*、锥坡等
	上部构造	预制和安装*	主要构件预制*、其他构件预制、钢筋加工及安装、预应力钢筋的加工和张拉*、梁板安装、悬臂拼装*、顶推施工梁*、拱圈安装、转体施工*、钢管拱的制作与安装*、劲性骨架拱肋的制作与安装*、吊杆的安装*、悬臂施工斜拉桥的梁*、索鞍安装*、主缆架设与防护*、加劲梁的安装*、钢梁安装及防护*等
		现场浇筑*	钢筋加工及安装、预应力钢筋的加工及张拉*、主要构件浇筑*、其他构件浇筑、悬臂浇筑*、钢管拱浇筑*、劲性骨架混凝土拱浇筑*、索塔*等
		总体及路面	桥梁总体*、桥面铺装*、钢桥面板上沥青混凝土铺装*、伸缩缝安装、大型伸缩缝安装*、栏杆、护栏安装、人行道铺设、灯柱安装等
	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*、护坡、挡土墙*、护栏、标志、标线等
互通立交工程(每座为单元,全路汇总)	桥梁工程*(每座为单元)		基础及下部构造*、上部构造预制、安装或浇筑*、桥面*、栏杆或护栏、人行道等
	匝道工程(每条为单元)		基础*、路面*、通道*、护坡、挡土墙*、护栏、标志、标线等
路基工程	小桥*(每座为单元)		基础及下部构造*、上部构造预制和安装或浇筑*、桥面*、栏杆、人行道等
	涵洞*(1~3km 路段)		管涵、盖板涵、箱涵*、拱涵、倒虹吸管、通道、顶入法施工的桥涵*等

注:表内注*号者为主要工程,不带*号者为一般工程。

二、工程质量评分方法

施工单位应在各分项工程完成后,按《公路工程质量检测评定标准》所列要求、实测项目和外观鉴定进行自查,按“分项工程质量检验评定表”提交真实、完整的自查资料,并经监理工程师确认。质量监督部门根据抽查资料评分。

公路工程质量检验评分以分项工程为基本评定单元,采用百分制评分方法进行评分。在分项工程评分的基础上,逐级计算各相应分部工程、单位工程评分值和建设项目中的单位工程优良率和评分值。

1. 分项工程评分方法

分项工程质量检验内容包括基本要求、实测项目、外观鉴定和质量保证资料四部分,工程中使用的原材料、成品、半成品及施工工艺符合基本要求的规定,且无严重外观缺陷和质量保证资料齐全时,才能对分项工程质量进行检验评定。

每个分项工程的实测项目总分为 100 分,但是外观缺陷或资料不全时,须予扣分。

分项工程评分 = (实测项目中各检测项目之和) - (外观缺陷扣分) - (资料不全扣分)

(1) 基本要求检查

各分项工程所列基本要求,包括了有关规范、规程和设计要求的主要点,对施工质量优劣具有关键作用,因此,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) 实测项目评分

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施工质量直接进行检测评分。

① 合格率评分方法

检测项目(除按数据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。

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

$$\text{检查项目评定分数} = \text{检查项目规定分数} \times \text{合格率}$$

② 数理统计评分方法

对于路面压实度、弯沉值、路面结构层厚度、水泥混凝土抗压和抗折强度、半刚性材料(无机结合料稳定土)强度等检查项目,则分别采用有关数理统计方法(详见第二章)进行评定计分。

(3) 外观缺陷扣分

对工程外观状况进行检查评定时,如发现外观缺陷,应区分档次进行扣分。对于较严重的外观缺陷,施工单位须采取合适的措施进行整修处理。

(4) 资料不全扣分

分项工程的施工资料和图表残缺不实或缺乏最基本的数据者,不予检验和评定。资料不全者应予扣分,扣分幅度视资料不全情况,每款扣 1~3 分。

2. 分部工程和单位工程评分方法

分项工程和分部工程区分为一般工程和主要(主体)工程,分别给以 1 和 2 的权值,在进行分部工程和单位工程评分时,采用加权平均值计算法确定相应的评分值。即:

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

3. 建设项目工程质量评分方法

建设项目工程质量采用单位工程优良率和建设项目工程质量评分值两个指标进行评分。

$$\text{建设项目中单位工程优良率}(\%) = \frac{\text{被评为优良的单位工程数}}{\text{建设项目中单位工程总数}} \times 100$$

建设项目工程质量评分值按《公路工程竣工验收办法》计算。

4. 施工单位应提交的质量保证资料

施工单位应有完整的施工原始资料、试验数据、分项工程自查数据等质量保证资料,并进行整理分析,负责提交齐全、真实和系统的施工资料和图表。监理工程师负责提交齐全、系统

的监理资料。质量保证资料包括以下六个方面:

- (1)所用原材料、半成品和成品质量检验结果。
- (2)材料配合比、拌和加工控制检验和试验数据。
- (3)地基处理和隐蔽工程施工记录。
- (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等。

三、工程质量等级评定办法

工程质量评定分为优良、合格和不合格三个等级,应按分项、分部、单位工程和建设项目逐级评定。

1. 分项工程质量等级评定

分项工程评分在 85 分及以上者为优良;70 分及以上、85 分以下者为合格;70 分以下者为不合格。

经质量监督部门检查评为不合格的分项工程,允许进行加固、补强、返工或进行整修,当满足设计要求和评定标准后,可以重新评定其质量等级,但只可复评为合格。

2. 分部工程质量等级评定

所属各分项工程全部合格,其加权平均分达 85 分以上,且所含主要分项工程全部评为优良时,则该分部工程评为优良;如分项工程全部合格,但加权平均分为 85 分以下,或加权平均分虽在 85 分以上,但主要分项工程未全部达到优良标准时,则该分部工程评为合格;如分项工程未全部达到合格标准时,则该分部工程为不合格。

3. 单位工程质量等级评分

所属各分部工程全部合格,其加权平均分达 85 分以上,且所含主要分部工程全部评为优良时,则该单位工程评为优良;如分部工程全部合格,但加权平均分为 85 分以下,或加权平均分虽在 85 分以上,但主要分部工程未全部达到优良标准时,则该单位工程评为合格;如分部工程未全部达到合格标准时,则该单位工程为不合格。

4. 建设项目(或标段)质量等级评定

建设项目(或标段)工程质量等级评定,采用单位工程优良率和建设项目(或标段)工程质量评分值双指标控制。

所属单位工程全部合格,优良率在 80% 以上,且建设项目所含单位工程质量评分值在 85 分以上时,则该建设项目的工程质量评为优良;如单位工程全部合格,但优良率在 80% 以下时,则该建设项目的工程质量评为合格;如单位工程未全部合格,则该建设项目的工程质量评为不合格。

公路工程质量检验项目参见《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071—98)的规定。

复习思考题

1. 加强试验检测工作,对工程质量控制有何意义?
2. 简述现行交通部颁布的试验检测规程的名称和相应内容。
3. 简述工程质量评分方法及等级评定办法。
4. 简述对检测人员的基本要求。

第二章 试验检测数据处理

工程质量的评价是以试验检测数据为依据的。试验检测采集得到的原始数据类多量大,有时杂乱无章,甚至还有错误,因此,必须对原始数据进行分析处理才能得到可靠的试验检测结果。本章以数理统计与概率论为基础,介绍试验检测数据的处理方法。

第一节 抽样检验

一、总体与样本

检验是质量管理工作的主要内容之一,常称质量检验,其主要功能是对产品的合格性进行控制。在工程质量检验中,除重要项目外,大多数采用抽样检验,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。

从总体中抽取一部分个体就是样本(又称子样)。例如,从每一桶沥青中抽取两个试样,一批沥青有 100 桶,抽检了 200 个试样做试验,则这 100 桶沥青称为总体,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。其关系如图 2-1 所示。

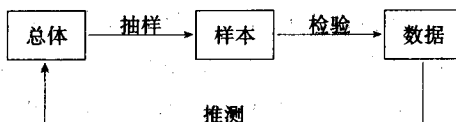


图 2-1 总体与样本的关系

检验的基本意义在于:将用某种方法检验物品的结果与质量判定标准比较,判断出各个物品是“良品”还是“不良品”,或者与产品“批”的判定标准作比较,判断出批是“合格批”还是“不合格批”。从此意义上说,检验分为对“各个产品”的检验和对“批”的检验两种情况。这两种检验过程可用图 2-2 和图 2-3 表示。

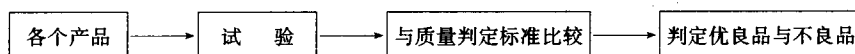


图 2-2 对各个物品的检验过程

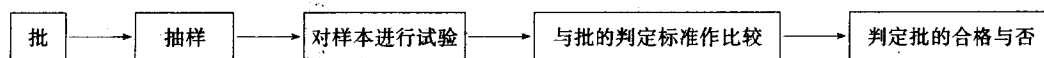


图 2-3 对批进行检验的过程

二、抽样检验的意义

在产品检验中,全数检验的应用场合很少,大多数情况下是采取抽样检验。这是因为:

由于无破损检验仪具器械的种类少,性能难以稳定,在不采用无破损性检验时,就得采用破坏性检验,而破坏性检验是不可能对全部产品都作检验的;

当检验对象为连续性物体或粉块混合物时(如油、沥青、水泥等),在一般情况下可能对全体物品的质量特性进行检测试验。

由于产品批的质量往往有所波动,尤其是在产品量大、金额高、检验项目多的场合,采用全数检验实际上做不到,用无损检验也有可能由于产品不良品率高而带来重大经济损失。此时,抽样检验则十分必要。

此外,抽样检验由于检验的样本较少,因而可以收集质量信息,提高检验的全面程度和促进产品质量的改善。

三、抽样检验的条件

抽样检验是从批中抽取较少的样本进行检验,根据试验结果来判定全批产品是否合格或不合格。因此,为使抽样检验对判定质量好坏提供准确的信息,必须注意抽样检验应具备的条件。

(一)要明确批的划分

即要注意使同批产品在原材料、工艺条件、生产时间等方面具备基本相同的条件。例如,抽样检验水泥、沥青等物品的质量特性时,应将相同厂家、相同品种或标号的产品作为一个批,而不能将不同生产厂家和不同牌号的水泥或沥青划在一个批内。

(二)必须抽取能代表批的样本

由于抽样检验是以样本检验结果来推断批的好坏,故样本的代表性尤为重要。为使所抽取的样本能成为批的可靠代表,常采用如下方法:

1. 单纯随机取样。这是一种完全随机化的取样,它适用于对总体缺乏基本了解的场合。“随机”取样不同于“随便”取样。随机取样是利用随机表或随机数骰子等工具进行的取样,它可以保证总体每个单位出现的概率相同。

2. 分层取样。当批量或工序被分为若干层时,可从所有分层中按一定比例取样。例如有两台拌和机同时拌制原材料相同的同标号混凝土,为了检验生产混凝土的质量特性,采用抽样方法时,应注意对两台拌和机分别取样,这样便于了解不同“层”的产品质量特性,研究各层造成不良品率的原因(见图 2-4),也可将甲、乙样品混合进行试验,了解混合产品的质量特性。

3. 两级取样。当物品堆积在一起构成批量时,由许多货箱堆积在一起,按单纯随机取样相当麻烦。此时,可先将若干箱中进行第一级随机取样,挑出部分箱物品,然后再从已挑选出的箱中对物品进行随机取样(见图 2-5)。

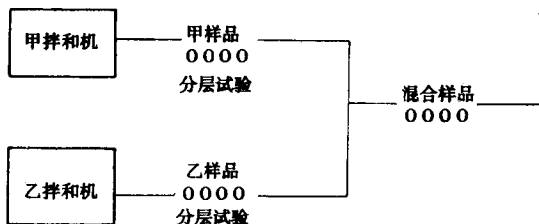


图 2-4 分层取样示例

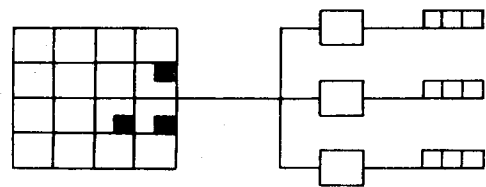


图 2-5 两级取样示意图

4. 系统取样。当对总体实行单纯随机抽样有困难时,如连续作业时抽样、产品为连续体时的抽样(如测定公路路基的弯沉值)等,可采用一定间隔进行抽取的抽样方法,称为系统抽样或等距抽样。

例如,现要求测定 1000m 路基的弯沉值,由于路基是连续体,可采取每 20m 或 50m 测定一

点(或两点)的办法,作抽样测定。这时可用掷骰子或其他随机方法确定起点位置,如从 K0 + 010 开始,然后分别测定 K0 + 030、K0 + 050、…、或 K0 + 060、K0 + 110、…位置的弯沉。

系统抽样还适合流水生产线上的取样,但应注意,当产品质量特性发生变化时,易产生较大偏差。

(三)要明确检验标准

所谓检验标准,是指对于一批产品中不良品的质量判定标准。如路基压实度 $< 93\%$ 的为不合格,基层材料现场抽样的 7d 龄期抗压强度小于 2.0MPa 时为强度不合格等。

(四)要有统一的检测试验方法

产品质量判定标准应与统一的检测试验方法所测定结果相比照,如果试验方法不统一,试验结果偏差很大,容易造成各种误判,抽样检验也就失去了其应有的意义。对于公路工程各种产品,大多数情况为现场加工制作,质量检测也大多在现场进行,因此,加强现场检测方法的统一、检测仪器性能的稳定、提高操作人员的技术熟练程度是十分重要的。

第二节 数据的修约规则

一、概 述

工程质量控制、评价是以数据为依据,质量控制中常说的“一切用数据说话”,就是要用数据来反映工序质量状况及判断质量效果。

质量数据的来源,主要是工程建设过程中的各种检验,即材料检验、工序检验、竣工验收检验,也包括使用过程中的必要检验。只有通过对其的收集、处理、分析,才能达到对生产施工过程的了解、掌握及控制。没有质量数据,就不可能有现代化的科学的质量控制。

质量数据就其本身的特性来说,可以分为计量值数据和计数值数据。

1. 计量值数据。计量值数据是可以连续取值的数据,如长度、厚度、直径、强度、化学成分等质量特征,表现形式是连续型的,一般都是可以用检测工具或仪器等测量(或试验)的。类似这些质量特征的测量数据,一般都带有小数,如长度为 1.15m 、 1.18m 等。

在工程质量检验中得出的原始检验数据大部分是计量值数据。

2. 计数值数据。有些反映质量状况的数据是不能用测量器具来度量的。为了反映或描述属于这类型内容的质量状况,而又必须用数据来表示时,便采用计数的办法,即用 $1、2、3\cdots$ 连续地数出个数或次数,凡属于这样性质的数据即为计数值数据。计数值数据的特点是不连续,如不合格品数、不合格的构件数、缺陷的点数等等,并只能出现 $0、1、2\cdots$ 等非负的整数,不可能有小数。一般来说,以断定方法得出的数据和以感觉性检验方法得出的数据大多属于计数值数据。

计数值数据有两种表示方法。一种是直接用计数出来的次数、点数来表示(称 P_n 数据);一种是把它们(P_n 数据)与总检查次(点)数相比,用百分数表示(P 数据)。 P 数据在工程检验中是经常使用的,如某分项工程的质量合格率为 90% ,即是表示经检查为合格的点(次)数与总检查点(次)数的比值为 90% 。但也应注意,不是所有的百分数表示的数据都是计数值数据,因为当分子为计量值数据时,则计算出来的百分数也应是计量值数据。一般可以这样说,在用百分数表示数据时,当分子、分母为计量值数据时,分数值为计量值数据;当分子、分母为计数值数据时,分数值为计数值数据。

二、质量数据的修约规则

数据获得后,还涉及到数据的定位问题,也就是出现了对规定精确程度范围之外的数字如何取舍的问题。在统计中一般常用的数值修约规则如下:

1. 拟舍去的数字中,其最左面的第一位数字小于5时,则舍去,留下的数字不变。

例如,将18.2432修约只留一位小数时,其拟舍去的数字中最左面的第一位数字是4,则可舍去,结果成18.2。

2. 拟舍去的数字中,其最左面的第一位数字大于5时,则进1,即所留下的末位数字加1。

例如,将26.4843修约只留一位小数时,其拟舍去的数字中最左面的第一位数字是8,则应进1,结果成26.5。

3. 拟舍去的数字中,其最左面的第一位数字等于5,而后面的数字并非全部为0时,则进1,即所留下的末位数字加1。

例如,将15.0501修约只留一位小数时,其拟舍去的数字中最左面的第一位数字是5,5后面的数字还有01,故应进1,结果为15.1。

4. 拟舍去的数字中,其最左面的第一位数字等于5,而后面无数字或全部为0时,所保留的数字末位数为奇数(1、3、5、7、9)则进1,如为偶数(0、2、4、6、8、)则舍去。

例如,将下列各数字修约只留一位小数时,其拟舍去的数字中最左面的第一位数字是5,5后面无数字,根据所留末位数的奇偶关系,结果为:

15.05→15.0(因为“0”是偶数)

15.15→15.2(因为“1”是奇数)

15.25→15.2(因为“2”是偶数)

15.45→15.4(因为“4”是偶数)

5. 拟舍去的数字并非单独的一个数字时,不得对该数值连续进行修约,应按拟舍去的数字中最左面的第一位数字的大小,照上述各条一次修约完成。

例如,将15.4546修约成整数时,不应按15.4546→15.455→15.46→15.5→16进行,而应按15.4546→15进行修约。

上述数值修约规则(有时称之为“奇升偶舍法”)与以往用的“四舍五入”的方法区别在于,用“四舍五入”法对数值进行修约,从很多修约后的数值中得到的均值偏大,用上述修约规则,进舍的状况具有平衡性,进舍误差也具有平衡性,若干数值经过这种修约后,修约值之和变大的可能性与变小的可能性是一样的。

为便于记忆,将上述规则归纳为以下几句口诀:四舍六入五考虑,五后非零则进一,五后为零视奇偶,奇升偶舍要注意,修约一次要到位。

第三节 数据的统计特征与分布

工程质量数据的统计特征量分为两类:一类表示统计数据的差异性,即工程质量的波动性,主要有极差、标准偏差、变异系数等;一类是表示统计数据的规律性,主要有算术平均值、中位数、加权平均值等。

实践证明,任何一个生产施工过程,不论客观条件多么稳定,设备多么精确,操作水平多么高,生产施工出来的工程都不会完全相同,也就是工程质量不可能绝对一样,或多或少总会有