



交通职业教育教学指导委员会推荐教材

全国交通高级技工学校、技师学院公路施工与养护专业教学用书

全国交通技师培训教材

公路工程测试技术

》主编 钱进 》主审 梁柱义

Gonglu
Gongcheng
Ceshi
Jishu



人民交通出版社
China Communications Press

参考文献

交通职业教育教学指导委员会推荐教材

全国交通高级技工学校、技师学院公路施工与养护专业教学用书

全国交通技师培训教材

Gonglu Gongcheng Ceshi Jishu

公路工程测试技术

主编 钱进

主审 梁柱义

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是全国交通技师培训教材,由交通职业教育教学指导委员会公路(技工)专业指导委员会组织编写。主要介绍公路工程现场检测的基本原理、检测方法及数据处理方法,主要内容包
括:路面厚度、压实度、回弹模量、弯沉、平整度、抗滑性能、混凝土无损测强、灌注桩、地基、桥涵结构、隧道以及交通工程设施等的检测技术。

本书是全国交通高级技工学校、技师学院公路施工与养护专业教学用书,也可作为职业培训及技能鉴定教材,或供从事公路施工及养护等工作的人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程测试技术/钱进主编. —北京:人民交通出版社,
2008.1

ISBN 978-7-114-06586-6

I. 公… II. 钱… III. 道路工程—勘测 IV. U412.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 077770 号

书 名: 全国交通技师培训教材
公路工程测试技术

著 作 者: 钱 进

责任编辑: 韩亚楠

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 14

字 数: 350 千

版 次: 2008 年 1 月第 1 版

印 次: 2008 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06586-6

印 数: 0001~3000 册

定 价: 26.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

**交通职业教育教学指导委员会
公路(技工)专业指导委员会**

主 任: 周以德

副主任: 朱小茹 张文才

委 员: 卞志强 严 军 周萌芽 高连生 梁柱义

蒋 斌 杜建忠 任义学 刘雅洲

秘 书: 张宏春

前言 *Qianyan*

交通行业是一个劳动密集型行业,全行业约有4000万从业人员,其中90%以上是在交通建设、养护和运输服务等一线工作的,处于交通工程建设、养护和交通运输服务的终端环节,其素质和能力在很大程度上决定了交通发展的质量和效益。目前,各个专业和工种都普遍缺乏技能型人才,特别是高技能人才,公路施工与养护、筑路机械操作与维护等工种都属于交通行业技能型紧缺人才。

为了配合“交通行业技能型紧缺人才培养培训工程”的实施,加快高技能人才的培养培训步伐,交通职业教育教学指导委员会公路(技工)专业指导委员会组织全国交通类高级技工学校、技师学院的教师编写了《公路施工与养护》和《公路工程机械使用与维修》两个专业工种的技师培训教材。编写人员进行了广泛的一线走访,听取了工程施工与养护生产一线高技能人员的意见,使本套教材具有良好的实用性和先进性。本套教材填补了我国在公路施工与养护和公路工程机械使用与维修方面技师培养培训教材的空白,既可作为技师学院教学用书,又可作为在职培训技师用教材,对本行业高技能人才的培养培训具有重要的现实意义。

本套教材具有以下特点:

1. 教材内容与技师等级标准、考核标准相衔接,适应现代公路工程机械化施工与养护的要求。
2. 教材全部采用最新的标准和规范,符合先进性、科学性和实用性的要求。
3. 教材编写满足理实一体化和模块式的教学方式,体现职业教育特色,重点培养学生的实际操作技能。
4. 每个单元后均附有思考题,力求提高学生思考问题、解决实际问题的能力,以达到技师标准的要求。

《公路工程测试技术》是全国交通高级技工学校、技师学院公路施工与养护专业通用教材之一,内容包括:公路工程现场测试的基本原理、测试方法及数据处理方法。

参加本书编写工作的有:江苏省交通技师学院钱进(编写单元一、二、九、十三),中交集团第二公路工程有限公司技工学校司晓莉(编写单元三、四、五),袁春花(编写单元十、十一、十二),广东省交通高级技工学校刘穗珍(编写单元六、七、八)。全书由钱进担任主编,辽宁公路技工学校梁柱义担任主审。

本套教材在编写过程中得到了全国20余所交通类职业院校领导、工程施工养护领域的专家及一线高技能人员的大力支持和帮助,共有70余名专业教师参与了教材的编审工作,在此表示感谢。

由于我们的业务水平和教学经验有限,编审人员工作繁忙、时间仓促,书中难免有不妥之处,恳切希望使用本书的教师和读者批评指正。

交通职业教育教学指导委员会
公路(技工)专业指导委员会
二〇〇七年四月

目 录 *Mulu*

单元一 概论	1
课题一 概述	1
课题二 公路工程质量检验评定方法	2
思考题	6
单元二 试验检测数据处理	7
课题一 抽样检验及路基路面现场测试随机选点方法	7
课题二 数据修约规则	11
课题三 数据的统计特征与分布	13
课题四 可疑数据的取舍方法	17
课题五 质量数据统计方法	19
思考题	22
单元三 路基路面几何尺寸及路面结构层厚度检测	23
课题一 路基路面几何尺寸检测	23
课题二 路面结构层厚度检测	30
思考题	33
单元四 路基路面压实度检测	35
课题一 概述	35
课题二 挖坑灌砂法测定压实度	38
课题三 环刀法测定压实度	44
课题四 钻芯法测定沥青面层压实度	47
课题五 核子仪法测定压实度	49
课题六 压实度评定	52
思考题	54
单元五 路基路面回弹模量检测	55
课题一 承载板法测定土基的回弹模量	55
课题二 贝克曼梁法测定路基路面回弹模量	60
课题三 土基现场 CBR 值测定	62
思考题	65
单元六 路面平整度检测	66
课题一 平整度检测的基本知识	66
课题二 3m 直尺测定平整度(T 0931—95)	68
课题三 连续式平整度仪测定平整度(T 0932—95)	70
课题四 车载式颠簸累积仪法测定平整度(T 0933—95)	72
课题五 激光路面平整度仪测定平整度	76
思考题	78

单元七 路面抗滑性能检测	79
课题一 路面抗滑性能检测基本知识	79
课题二 铺砂法测定路面构造深度	80
课题三 激光构造深度仪测定路面构造深度(T 0963—95)	84
课题四 摆式仪测定路面抗滑值(T 0964—95)	85
课题五 摩擦系数测定车测定路面横向力系数(T 0965—95)	89
课题六 抗滑性能检测新技术简介	91
思考题	92
单元八 路基路面回弹弯沉检测	93
课题一 概述	93
课题二 贝克曼梁法测定路基路面回弹弯沉(T 0951—95)	94
课题三 弯沉检测新技术	100
思考题	106
单元九 钻孔灌注桩、地基检测	107
课题一 钻(挖)孔灌注桩施工过程检测	107
课题二 基桩完整性检测	111
课题三 基桩承载力检测	124
课题四 地基承载力检测	128
思考题	137
单元十 水泥混凝土的质量检测	139
课题一 概述	139
课题二 回弹法测定水泥混凝土抗压强度	140
课题三 钻芯取样法测定水泥混凝土强度	148
课题四 超声回弹综合法测定水泥混凝土强度	153
思考题	163
单元十一 桥涵结构质量检测	164
课题一 概述	164
课题二 静载试验	166
课题三 动载试验	178
思考题	183
单元十二 公路隧道工程检测	184
课题一 公路隧道检测技术分类	184
课题二 公路隧道施工质量检测	186
思考题	192
单元十三 交通工程设施检测技术	193
课题一 概述	193
课题二 交通安全设施现场质量检测	195
思考题	205
附录	206
参考文献	215

单元一 概 论

知 识 点

1. 试验检测的目的和意义;
2. 公路工程质量检验评定方法。

本单元主要学习试验检测的目的和意义以及公路工程质量检验评定方法。

课题一 概 述

一、试验检测的目的和意义

在公路建设中,为了加强公路工程施工质量管理,工程建设实行“政府监督、社会监理和企业自检”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企业控制质量的主要手段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,以确保监督、监理和自检工作的有效实施。

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,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的原材料,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对于提高工程质量、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,它集试验检测基本理论和测试操作技能及公路工程相关学科的基础知识于一体,是工程设计参数、施工质量控制、施工验收评定、养护管理决策及各种技术规范和规程修订的主要依据。

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,严格做好公路工程材料质量、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,真正为公路建设提供科学依据。

二、试验检测人员要求

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

(1) 试验检测人员,应经过培训,考核合格,并取得相应的试验检测证书后方可上岗操作。在操作过程中,应熟悉检测任务、检测内容与检测项目;合理选择检测仪器,熟悉仪器的性能;

对检测仪器会进行日常保养。

(2) 试验检测人员,应掌握所从事检测项目的技术标准、技术规范与技术规程;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) 试验检测人员,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具有五年以上工作经验者校核,校核者必须在检验记录和报告中签字,以示负责。

(4) 试验检测人员,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) 试验检测人员,要坚持原则、态度严谨、忠于职守、作风正派、秉公办事,不弄虚作假,要以数据为基准。

课题二 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价依据

现行部颁《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2004)适用于公路工程施工单位、工程监理单位、建设单位、质量检测机构和质量监督部门对公路工程质量的管理、监控和检验评定。它是公路工程检查与验收的质量评定依据。

《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2004)适用于四级及四级以上公路新建、改建工程。

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和分项工程的划分详见表 1-2-1 和表 1-2-2。

二、工程质量评分方法

施工单位应对各分项工程按《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2004)所列基本要求、实测项目和外观鉴定进行自检,按“分项工程质量检验评定表”及相关施工技术规范提交真实、完整的自检资料,对工程质量进行自我评定。工程监理单位应按规定要求对工程质量进行独立抽检,对施工单位检评资料进行签认,对工程质量进行评定。建设单位根据对工程质量的检查及平时掌握的情况,对工程监理单位所做的工程质量评分及等级进行审定。

工程质量检验评分以分项工程为单元,采用百分制进行。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、合同段和建设项目评分值。

路基、路面单位工程中分部及分项工程的划分

表 1-2-1

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 *, 土工合成材料处治层 * 等
	排水工程 (1~3km 路段)	管节预制, 管道基础及管节安装 *, 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
	小桥及符合小桥标准的通道 *, 人行天桥, 渡槽(每座)	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、通道(1~3km 路段)	基础及下部构造 *, 主要构件预制、安装或浇筑 *, 填土, 总体等
	砌筑防护工程 (1~3km 路段)	挡土墙 *, 墙背填土, 抗滑桩 *, 锚喷防护 *, 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 *, 墙背填土, 构件预制 *, 构件安装 *, 筋带, 锚杆, 拉杆, 总体 * 等
路面工程 (每 10km 或每标段)	路面工程 * (1~3km 路段)	底基层、基层 *, 面层 *, 垫层、连接层、路缘石、人行道、路肩, 路面边缘排水系统等

注:①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。

②按路段长度划分的分部工程,高速公路、一级公路宜取低值,二级及二级以下公路可取高值。

桥涵单位、分部及分项工程的划分

表 1-2-2

单位工程	分部工程	分项工程
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 *, 钢筋加工安装及安装,墩台身(砌体)浇筑 *, 墩台身安装、墩台帽 *, 组合桥台 *, 台背填土,支座垫石和挡块等
	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,预应力筋的加工和张拉 *, 梁板安装,悬臂拼装 *, 顶推施工梁 *, 拱圈节段预制,拱的安装,转体施工拱 *, 劲性骨架拱肋安装 *, 钢管拱肋制作 *, 钢管拱肋安装 *, 吊杆制作和安装 *, 钢梁制作 *, 钢梁安装,钢梁防护 * 等
	上部构造现场浇筑 *	钢筋加工及安装,预应力筋的加工和张拉 *, 主要构件浇筑 *, 其他构件浇筑,悬臂浇筑 *, 劲性骨架混凝土 *, 钢管混凝土拱 * 等
	总体、桥面系和附属工程	桥梁总体 *, 桥面防水层施工,桥面铺装 *, 钢桥面铺装 *, 支座安装,搭板、伸缩缝安装、大型伸缩缝安装 *, 栏杆安装,混凝土护栏,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
	引道工程	路基 *, 路面 *, 挡土墙 *, 小桥 *, 涵洞 *, 护栏等

续上表

单位工程	分部工程	分项工程
互通立交工程	桥梁工程* (每座)	桥梁总体,基础及下部构造*,上部构造预制、安装或浇筑*,支座安装,支座垫石,桥面铺装*,护栏,人行道等
	主线路基路面工程* (1~3km 路段)	见路基、路面等分项工程
	匝道工程(每条)	路基*,路面*,通道*,护坡,挡土墙*,护栏等
隧道工程	总体	隧道总体*等
	明洞	明洞浇筑,明洞防水层,明洞回填*等
	洞口工程	洞口开挖,洞口边仰坡防护,洞门和翼墙的浇(砌)筑,截水沟、洞口排水沟等
	洞身开挖	洞身开挖*(分段)等
	洞身衬砌	(钢纤维)喷射混凝土支护,锚杆支护,钢筋网支护,仰拱,混凝土衬砌*,钢支撑,衬砌钢筋等
	防排水	防水层、止水带、排水沟等
	隧道路面	基层*,面层*等
	装饰	装饰工程
交通安全设施 (每 20km 或每标段)	辅助施工措施	超前锚杆、超前钢管等
	标志*(5~10km 路段)	标志*
	标线、突起路标 (5~10km 路段)	标线*,突起路标等
	护栏*、轮廓标 (5~10km 路段)	波形梁护栏*,缆索护栏*,混凝土护栏*,轮廓标等
	防眩设施(5~10km 路段)	防眩板、网等
	隔离栅、防落网 (5~10km 路段)	隔离栅、防落网等

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

1. 分项工程质量评分

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个部分。只有在其使用的原材料、半成品、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真实并基本齐全时,才能对分项工程质量进行检验评定。

涉及结构安全和使用功能的重要实测项目为关键项目(以“△”为标志),其合格率不得低于90%(属于工厂加工制造的桥梁金属构件不低于95%,机电工程为100%),且检测值不得超过规定极值,否则必须进行返工处理。

实测项目的规定极值是指任一单个检测值都不能突破的极限值,不符合要求的实测项目为不合格。

采用统计方法进行评定的关键项目,不符合要求时则该分项工程评为不合格。

分项工程的评分值满分为100分,按实测项目采用加权平均法计算。存在外观缺陷或资料不全时,应予以减分处理。

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

$$\text{分项工程评分值} = \text{分项工程得分} - \text{外观缺陷减分} - \text{资料不全减分}$$

1) 基本要求检查

分项工程所列基本要求,对施工质量优劣具有关键作用,应按基本要求对工程进行认真检查。经检查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直接进行检测计分。

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,并按合格率计分。

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

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

对于路基路面的压实度、弯沉值、路面结构层厚度、水泥混凝土抗压和抗弯拉强度、半刚性材料强度及路面横向力系数等检查项目,则应按要求采用有关数理统计方法进行评定计分。除路面横向力系数外,其余均为分项工程中的关键项目,不符合要求时该分项工程评为不合格。

3) 外观缺陷减分

对工程外表状况应逐项进行全面检查,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,不予检验和评定。资料不全者应予减分,减分幅度可按《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2004)所列各款逐款检查,视资料不全情况,每款减1~3分。

2. 分部工程和单位工程质量评分

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。进行分部工程和单位工程评分时,采用加权平均值算法确定相应的评分值。

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

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。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、拌和加工控制检验和试验数据。
- (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的影响分析。

(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等。

三、工程质量等级评定办法

工程质量评定分为合格和不合格两个等级,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;所属任何一分项工程不合格,则该分部工程为不合格。

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;所属任何一分部工程不合格,则该单位工程为不合格。

4. 合同段和建设项目质量等级评定

合同段和建设项目所属单位工程全部合格,则该建设项目的工程质量评为合格;所属任一单位工程不合格,则该合同段和建设项目的工程质量评为不合格。

思考题

1. 加强试验检测工作对工程质量控制有何意义?
2. 简述对检测人员的基本要求。
3. 简述工程质量评分方法及等级评定办法。
4. 土方路基属于主要工程还是一般工程?权值为多少?进行外观鉴定时,在什么情况下应扣分?扣多少分?

单元二 试验检测数据处理

知识点

1. 抽样检验的概念;
2. 正态分布与 t 分布的规律。

技能点

1. 对路基路面现场测试进行随机选点;
2. 进行数据修约、数据取舍;
3. 计算数据统计指标;
4. 通过计算对试验检测数据进行统计分析。

本单元主要学习抽样检验、现场测试随机选点方法及试验检测数据处理方法。

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。

课题一 抽样检验及路基路面现场测试随机选点方法

一、总体与样本

在工程质量检验中,除特殊项目外,大多数采用抽样检验,这就涉及到总体与样本的概念。总体又称母本,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,该批沥青有 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 2-1-1 所示。



图 2-1-1 总体与样本的关系

二、抽样检验的条件与方法

抽样检验是从总体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。

1. 明确批的划分

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、相同品种或强度等级的产品作为一个批,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。

2. 抽样必须能代表批的样本

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,常采用随机抽样的方法,例如有一批产品,共 100 箱,每箱 20 件,从中选择 200 个样品,一般有以下几种抽样方法:

- (1) 从整批中,任意抽取 200 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 20 件。
- (3) 从整批中,分别从每箱中任意抽取 2 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。一次随机抽样的方法有多种,适合于公路工程质量检验的随机抽样方式一般有以下三种。

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取样。这是一种完全随机化的抽样方法,它适用于对总体缺乏基本了解的场合。随机取样并不意味着随便地、任意地取样,随机取样可利用随机表或随机数骰子等工具进行抽样,它可以保证总体每个单位出现的概率相同。

2) 分层抽样

分层抽样法是将工程或工序分成若干层,然后可从所有分层中按一定比例取样。一项工程或工序是由若干不同的班组施工的,例如有两台搅拌机同时拌制原材料相同的同强度混凝土,为检验混凝土生产质量,采用抽样方法时,应注意对两台搅拌机分别取样,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。

3) 系统取样

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。这一方法称为系统取样。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。

(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,从工作面抽取一个或若干个样品。该方法主要适合于工序质量控制。

三、路基路面现场测试随机选点方法

为了公正、合理地反映工程质量状况,取样的位置不应带有任何倾向性,应该根据随机数表确定现场取样的具体位置。详见《公路路基路面现场测试规程》(JTJ 059—95)。

随机取样选点方法是按数理统计原理在路基路面现场测定时决定测定区间、测定断面、测点位置,适用于路基路面各个层次及各种现场测定时使用。

应用随机数表确定现场取样位置时,应事先准备好编号从 1~28 共 28 块硬纸片,并将其装入布袋中。下面分测定区间或测定断面和测点位置两种情况加以讨论。

1. 测定区间或断面决定方法

(1) 路段确定。根据路面施工或验收、质量评定方法等有关规范决定需检测的路段。它

可以是一个作业段、一天完成的路段或路线全程,在路基路面工程检查验收时,通常以 1km 作为一个检测路段,此时检测路段的确定也按本方法的步骤进行。

(2) 将确定的测试路段划分为一定长度的区间或按桩号间距(一般为 20m)划分若干个断面,将其编号为第 n 个区间或第 n 个断面,其总的区间数或断面数为 T 。

(3) 从布袋中随机摸出一块硬纸片,硬纸片上的号数即随机数表 2-1-1 上的栏号,从 1~28 栏中选出该栏号的一栏。

(4) 按照测定区间数、断面数的频度要求(总的取样数 n , 当 $n > 30$ 时应分次进行),依次找出与 A 列中 01, 02, $\dots$, n 对应的 B 列中的值,共 n 对对应的 A 、 B 值。

(5) 将 n 个 B 值与总的区间数或断面数 T 相乘,四舍五入成整数,即得到 n 个断面的编号,与 A 列的 1, 2, $\dots$, n 对应。

【例 2-1-1】按照有关规范规定,拟从 K36+000~K37+1 000 的 1km 检测路段中选择 20 个断面测定路面宽度、高程、横坡等外形尺寸,断面决定方法如下:

(1) 1km 总长的断面数, $T = 1\ 000/20 = 50$ 个,编号 1, 2, $\dots$, 50。

(2) 从布袋中摸出一块硬纸片,其编号为 14,即使用随机数表 2-1-1 的第 14 栏。

一般取样的随机数表

表 2-1-1

栏号 11			栏号 12			栏号 13			栏号 14			栏号 15		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
27	0.074	0.779	16	0.078	0.987	03	0.033	0.091	26	0.035	0.175	15	0.023	0.979
06	0.084	0.396	23	0.087	0.056	07	0.047	0.391	17	0.089	0.363	11	0.118	0.465
24	0.098	0.524	17	0.096	0.076	28	0.064	0.113	10	0.149	0.681	07	0.134	0.172
10	0.133	0.919	04	0.153	0.163	12	0.066	0.360	28	0.238	0.075	01	0.139	0.230
15	0.187	0.079	10	0.254	0.834	26	0.076	0.552	13	0.244	0.767	16	0.145	0.122
17	0.227	0.767	06	0.284	0.628	30	0.087	0.101	24	0.262	0.366	20	0.165	0.520
20	0.236	0.571	12	0.305	0.616	02	0.127	0.187	08	0.264	0.651	06	0.185	0.481
01	0.245	0.988	25	0.319	0.901	06	0.144	0.068	18	0.285	0.311	09	0.211	0.316
04	0.317	0.291	01	0.320	0.212	25	0.202	0.674	02	0.340	0.131	14	0.248	0.348
29	0.350	0.911	08	0.416	0.372	01	0.247	0.025	29	0.353	0.478	25	0.249	0.890
26	0.380	0.104	13	0.432	0.556	23	0.253	0.323	06	0.359	0.270	13	0.252	0.577
28	0.425	0.864	02	0.489	0.827	24	0.320	0.651	30	0.387	0.248	30	0.273	0.088
22	0.487	0.526	29	0.503	0.787	10	0.328	0.365	14	0.392	0.694	18	0.277	0.689
05	0.552	0.571	15	0.518	0.717	27	0.338	0.412	03	0.408	0.077	22	0.372	0.958
14	0.564	0.357	28	0.524	0.998	13	0.356	0.991	27	0.440	0.280	10	0.461	0.075
11	0.572	0.306	03	0.542	0.352	16	0.401	0.792	22	0.461	0.830	28	0.519	0.536
21	0.594	0.197	19	0.585	0.462	17	0.423	0.117	16	0.527	0.003	17	0.520	0.090
09	0.607	0.524	05	0.695	0.111	21	0.481	0.838	20	0.531	0.486	03	0.523	0.519
19	0.650	0.572	07	0.733	0.838	08	0.560	0.401	25	0.678	0.360	26	0.573	0.502
18	0.664	0.101	11	0.744	0.948	19	0.564	0.190	21	0.725	0.014	19	0.634	0.206

续上表

栏号 11			栏号 12			栏号 13			栏号 14			栏号 15		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
25	0.674	0.428	18	0.793	0.748	05	0.571	0.054	05	0.787	0.595	24	0.635	0.810
02	0.697	0.674	27	0.802	0.967	18	0.587	0.584	15	0.801	0.927	21	0.679	0.841
03	0.767	0.928	21	0.826	0.487	15	0.604	0.145	12	0.836	0.294	27	0.712	0.368
16	0.809	0.529	24	0.835	0.832	11	0.641	0.298	04	0.854	0.982	05	0.780	0.497
30	0.838	0.294	26	0.855	0.142	22	0.672	0.156	11	0.884	0.928	23	0.861	0.106
13	0.845	0.470	14	0.861	0.462	20	0.674	0.887	19	0.886	0.832	12	0.865	0.377
08	0.855	0.524	20	0.874	0.625	14	0.752	0.881	07	0.929	0.932	29	0.882	0.635
07	0.867	0.718	30	0.929	0.056	09	0.774	0.560	09	0.932	0.206	08	0.902	0.020
12	0.881	0.722	09	0.935	0.582	29	0.921	0.752	01	0.970	0.692	04	0.951	0.482
23	0.937	0.872	22	0.947	0.797	04	0.959	0.099	23	0.973	0.082	02	0.977	0.172

注:此表共 28 个栏号,第 1~10、16~28 栏号中的 A、B、C 值可见《公路路基路面现场测试规程》(JTJ 059—95)。

(3) 从第 14 栏 A 列中挑出小于 20 所对应的 B 列数值,将 B 与 T 相乘,四舍五入得到 20 个编号,并得到 20 个断面的桩号,如表 2-1-2 所列。

路面宽度、高程、横坡检测断面随机选点计算表

表 2-1-2

断面编号	14 栏 A 列	14 栏 B 列	$B \times T$	断面号	桩号
1	17	0.089	4.45	4	K36+080
2	10	0.149	7.45	7	K36+140
3	13	0.244	12.2	12	K36+240
4	08	0.264	13.2	13	K36+260
5	18	0.285	14.25	14	K36+280
6	06	0.340	17.05	17	K36+340
7	06	0.359	17.95	18	K36+360
8	20	0.387	19.35	19	K36+380
9	14	0.392	19.60	20	K36+400
10	03	0.408	20.40	20	K36+420
11	16	0.527	26.35	26	K36+520
12	05	0.797	39.85	40	K36+800
13	15	0.801	40.05	40	K36+820
14	12	0.836	41.8	42	K36+840
15	04	0.854	42.7	43	K36+860
16	11	0.884	44.2	44	K36+880
17	19	0.886	44.3	44	K36+900
18	07	0.929	46.45	46	K36+920
19	09	0.932	46.6	47	K36+940
20	01	0.970	48.5	49	K36+980