

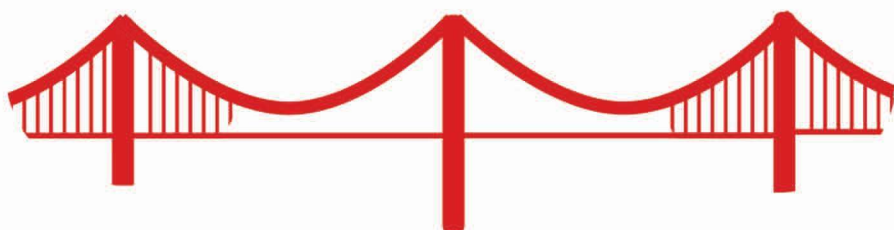


# BRIDGE

## 桥梁检测与维修

主 编 朱小辉 颜炳玲

副主编 曹宝栋 原心红 张文华



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



# BRIDGE

## 桥梁检测与维修

主 编 朱小辉 颜炳玲

副主编 曹宝栋 原心红 张文华

参 编 王春建 张晓鹏 韩青松

主 审 王建军



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

## 内容提要

本书为桥隧系列教材之一,讲述桥梁检测与维修。本书共 11 个项目,主要包括绪论,桥梁工程质量检测评定及养护管理检查,桥梁工程结构试验检测仪器设备,凄凉检查,桥梁工程原材料试验检测,桥梁工程制品检测,桥梁工程地基与基础检测,构件材质状况与耐久性检测评定,桥梁静载试验,桥梁动载试验,桥梁结构缺陷修复技术等。

本书可作为高职高专桥隧专业、土木工程专业、建筑类专业教材,也可作为桥隧建筑企业职工培训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

桥梁检测与维修 / 朱小辉,颜炳玲主编. —上海:  
上海交通大学出版社,2018  
ISBN 978-7-313-19576-0

I. ①桥… II. ①朱… ②颜… III. ①桥梁工程—检测—高等教育—教材 ②桥梁工程—维修—高等教育—教材 IV. ①U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 129168 号

## 桥梁检测与维修

主 编:朱小辉 颜炳玲

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出版人:谈 毅

印 制:上海景条印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:465千字

版 次:2018年7月第1版

书 号:ISBN 978-7-313-19576-0/U

定 价:43.00元

地 址:上海市番禺路951号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:17.5

印 次:2018年7月第1次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系  
联系电话:021-59815625

# 前 言

随着经济的快速发展,我国公路建设也突飞猛进,通车里程日益增长,桥梁更是随处可见,然而随着汽车工业的发展和公路桥梁使用年限的增加,桥梁结构的一些病害也逐渐呈现出日益加重的趋势。为此,对桥梁结构进行检测、养护和加固显得愈加重要。

本书编委会按照职业岗位要求,构建了突出职业能力培养的教学标准和课程标准,积极推行职业教育与生产劳动相结合的教学模式,在此基础上,参照现行的《公路桥涵施工技术规范》和《公路桥涵养护规范》,介绍各种桥梁检测与加固的方法,对学习具有现实的指导意义。

本教材由内蒙古交通职业技术学院道路桥梁工程系主任朱小辉、副主任颜炳玲主编。具体分工如下:项目一、项目二由韩青松编写;项目三、项目十由张晓鹏编写;项目四、项目六由朱小辉、颜炳玲、曹宝栋、原心红编写;项目五、项目九由王春建编写;项目七、项目十一由张文华编写;项目八由原心红、曹宝栋编写。

本教材编委会邀请内蒙古交通职业技术学院副院长王建军教授担任主审。

限于编者知识水平和实践经验,书中存在的不妥之处,恳请读者不吝赐教。



# 目 录

项目一 绪论 .....	1
任务 1.1 桥梁检测与维修加固的意义 .....	1
任务 1.2 桥梁检测的工作内容 .....	3
任务 1.3 桥梁养护维修加固 .....	4
项目二 桥梁工程质量检测评定及养护管理检查 .....	5
任务 2.1 桥梁工程检测依据 .....	5
任务 2.2 桥梁质量检测评定 .....	6
任务 2.3 桥梁养护检查与评定 .....	10
项目三 桥梁工程结构试验检测仪器设备 .....	14
任务 3.1 概述 .....	14
任务 3.2 仪器基本技术指标 .....	15
任务 3.3 桥梁荷载试验仪器 .....	17
任务 3.4 桥梁振动试验仪器设备 .....	39
项目四 桥梁检查 .....	47
任务 4.1 桥梁检查的分类 .....	48
任务 4.2 桥梁检查内容与方法 .....	50
任务 4.3 桥梁常见病害 .....	56
项目五 桥梁工程原材料试验检测 .....	72
任务 5.1 石料检测 .....	72
任务 5.2 混凝土检测 .....	77
任务 5.3 钢材检测 .....	90
项目六 桥梁工程制品检测 .....	111
任务 6.1 锚具、夹具、连接器试验检测 .....	111
任务 6.2 桥梁支座试验检测 .....	120

项目七 桥梁工程地基与基础检测 .....	136
任务 7.1 地基承载力检测 .....	137
任务 7.2 钻孔灌注桩成孔质量检测与质量标准 .....	152
任务 7.3 桩身完整性检测 .....	160
项目八 构件材质状况与耐久性检测评定 .....	184
任务 8.1 无损检测技术概述 .....	184
任务 8.2 结构混凝土强度的检测与评定 .....	187
任务 8.3 钢筋锈蚀电位的检测与判定 .....	213
任务 8.4 结构混凝土中氯离子含量的测定与评定 .....	216
任务 8.5 混凝土中钢筋分布及保护层厚度的检测 .....	221
任务 8.6 混凝土碳化深度的检测与评定 .....	225
任务 8.7 混凝土电阻率的检测与评定 .....	227
任务 8.8 超声法检测混凝土结构内部缺陷与表层损伤 .....	228
项目九 桥梁静载试验 .....	240
任务 9.1 静载试验概述 .....	240
任务 9.2 桥梁结构静载试验的方案设计 .....	243
任务 9.3 试验现场组织实施 .....	249
项目十 桥梁动载试验 .....	252
任务 10.1 动载试验的方法与程序 .....	252
任务 10.2 桥梁结构动力响应的测试 .....	254
任务 10.3 动测数据分析与评价 .....	262
项目十一 桥梁结构缺陷的修复技术 .....	269
任务 11.1 桥梁表层缺陷的修补方法 .....	269
任务 11.2 桥梁裂缝的修补方法 .....	271
参考文献 .....	274



# 项目一 绪 论

---

---

## 项目导读

本项目主要介绍桥梁检测与维修加固的意义；桥梁检测的工作内容；桥梁养护维修加固的一般原则。

## 学习目标

1. 了解桥梁检测与维修加固的意义。
  2. 熟悉桥梁检测的工作内容。
  3. 掌握桥梁养护的一般原则。
  4. 了解桥梁病害的特征。
- 
- 

## 任务 1.1 桥梁检测与维修加固的意义

在科学技术发展中,科学实验起着非常重要的作用。从土木工程设计计算理论的演变历史来看,每一种理论体系和发展,一般都和大量的科学实验、生产实践密切相关。实验研究在推动和发展结构设计计算理论、解决生产实践中出现的疑难问题等方面起到重要的作用。

在桥梁工程的发展中,桥梁实验也起到了同样重要的作用。大量的研究成为促进桥梁结构设计计算理论、设计方法不断发展的推动力之一。桥梁实验是对桥梁原型结构或桥梁模型结构直接进行的科学实验,包括实验准备、理论计算、现场试验、分析整理等一系列工作。桥梁原型实验也称之为桥梁检测,其目的是通过实验,掌握桥梁结构在试验荷载作用下的实际工作状态,判定桥梁结构的承载能力和使用性能,检验设计与施工质量。桥梁模型试验的目的是研究结构的受力行为,探索结构的内在规律,为设计施工服务。随着交通产业的蓬勃发展,新结构、新材料、新工艺的不断涌现,桥梁检测试验技术备受青睐,并不断得到发展和提高。

桥梁试验的任务主要包括以下几个方面:

(1) 确定新建桥梁结构的承载能力和使用性能。对于重要的桥梁结构,在建成竣工后,需要通过桥梁检测考察该桥梁的施工质量与结构性能,判定桥梁结构的实际承载能力,为竣工验收、投入运营提供科学的依据。对于新型或复杂的桥梁结构,通过系统的桥梁静动载试验或长期监测,可以掌握结构在荷载作用下的实际受力状态,探索结构受力的一般规律,为充实和发展桥梁结构设计理论积累资料。

(2) 评估既有桥梁的使用性能与承载能力。对于既有桥梁结构在运营期间,因受水灾、地震等自然灾害而损伤,或因设计施工不当而产生严重缺陷,或因使用荷载大幅度增长、严重超过设计荷载等级,通常通过桥梁检测来评估其使用性能与承载能力,为其养护、加固、改建或限载提供科学的依据。这对于缺乏完整技术资料的既有桥梁非常必要。

(3) 研究结构(构件)的受力行为,总结结构受力行为的一般规律。随着桥梁工程的不断发展,新结构、新材料、新工艺的推广应用,原有的规范、规程往往不能适应工程实践的要求,为了修改、完善既有的规范、规程,指导设计与施工,需要大量的研究性试验。

在实践工作中,桥梁试验的种类很多,按照试验的目的与要求分类,可分为科学研究性试验和生产鉴定性试验。研究性试验的目的是为了建立或验证结构设计计算理论和经验公式,或验证某一结构理论体系中的科学假设判定的可靠性。研究性试验一般把对结构件的主要影响因素作为试验参数,试验结构的设计与数量均应根据具体研究目的的需要确定。根据实际情况,研究性试验一般多采用模型结构,在专门的试验室内进行,利用特定的加载装置,以消除或减少外界因素的干扰,同时突出主要的影响因素。通过系统的模型试验,对测试资料数据加以分析论证,从而揭示出具有普遍意义的规律。生产鉴定性试验也称为桥梁检测,具有直接服务于生产实践的意义,一般以原型结构作为试验对象,在现场进行试验,根据一定的规范、标准的要求,按照有关设计文件,通过试验来确定结构的实际承载能力、实用性能和使用条件,检验设计、施工质量,提出桥梁养护、加固、改建、限载对策,有效的保护桥梁结构的安全使用。桥梁检测包括静载试验、动载试验、无损检测与长期监控测试四个方面。在桥梁试验中,原型试验存在费用高、期限长、测试环境多变等不利影响因素,如对一些大型桥梁进行多因素的研究性试验,有时候是难以实现的。因此,结合原型桥梁进行模型试验往往成为科技工作者的一种有效手段,可以更方便全面地研究主要影响因素之间的关系,探索结构行为的普遍规律,推动新结构、新材料、新工艺的发展与应用。

根据试验荷载作用的性质,桥梁试验可分为静荷载试验和动荷载试验。桥梁静荷载试验是将静止的荷载作用在桥梁上指定位置而测试结构的静力位移、静力应变、裂缝等参量,从而推断桥梁结构在荷载作用下的工作性能及使用性能。桥梁动载试验是利用某种激振方法激起桥梁结构的振动,测定桥梁结构的固有频率、阻尼比、振型、动力冲击系数、行车响应等参量,从而判断桥梁结构的整体刚度与行车性能。静载试验与动载试验虽然在试验目的、测试内容等方面不同,是两种性质的试验,但对于全面分析掌握桥梁结构的工作性能是同等重要的。

就试验对结构产生的后果来说,桥梁试验可分为破坏性试验和非破坏性试验。一般情况下,原型结构的破坏性试验,不论在费用上还是在方法上都存在一些具体的问题,特别是在结构进入破坏阶段后试验比较困难,因此,鉴定性试验多为非破坏性试验。但在某些情况下,为了达到预定的试验目的,往往需要进行破坏性试验,以掌握试验结构由弹性阶段进入塑性阶段甚至破坏阶段时的结构行为、破坏形态等试验资料,此时多以模型结构为对象,在试验室内进行,以便能够方便可行地进行加载、控制、量测、分析,从而总结出具有普遍意义的规律,推广应用于原型结构。

按试验持续的长短,可分为长期试验和短期试验。鉴定性试验与一般性的研究试验多采用短期试验方法,只有那些必须进行长期观测的影响因素,如混凝土结构的收缩和徐变性能、桥梁基础的沉降等,才采用长期试验方法。此外,对于大型桥梁结构或新型桥梁结构常常采用长期观测或组织定期检测,以积累这些结构长期使用性能的资料。

总之,结合具体的试验目的及时间情况,可选用一种或几种试验方法来检测桥梁结构的性能。在选择时应力求节约成本,一般能用模型代替的,就不搞大规模的原型试验,通过非破坏性试验可以达到试验的目的,就不做破坏性试验。



在桥梁使用过程中,由于自然界各种因素的影响、荷载的反复作用特别是超载车辆的作用,桥梁结构会产生各种损伤或局部破坏。随着桥梁服役时间的增长,损伤也会越来越严重,为保障桥梁的安全运营,延长其使用寿命,就要在检测评估的基础上,对于那些承载能力不足、使用性能较差或耐久性能不能满足要求的结构或构件,进行有针对性的维修加固。桥梁维修加固可分为一般性维修和结构性加固。一般性维修如桥面铺装层的维修、油漆涂装更新、裂缝封闭与灌浆处理、支座更换等是桥梁养护的日常内容,按维修规模又可分为小修、中修、大修,其主要目的是保证桥梁结构的使用性能或耐久性不受大的影响。结构性加固如提高地基基础承载力和上部结构承载力等,以弥补桥梁结构先天缺陷、灾后桥梁结构承载力恢复或满足新的使用条件下的功能要求。桥梁加固涉及的内容十分广泛,包含了桥梁实际情况的检测鉴定、加固理论与加固技术,以及加固方案的比较选择与投资效益的优化等方面。可以说,桥梁检查检测与桥梁维修加固的关系密不可分,是一个问题的两个方面。

## 任务 1.2 桥梁检测的工作内容

桥梁检测的内容比较多,涉及很多方面。从方法上来讲,分为静载试验、动载试验和无损试验;从时间上来看,可分为短期试验和长期试验;从进行时期来看,可分为桥试验和施工检测阶段控制。一般情况下,桥梁检测可分为三个阶段,即准备规划阶段、加载与观测阶段、分析总结阶段。

准备规划阶段是桥梁检测顺利进行的必要条件。该阶段工作包括桥梁设计文件,施工记录、监理记录、原试验资料、桥梁养护与维修记录等桥梁技术的收集;桥梁现状如桥面系、承重结构构件、支座、基础等部位的表观检查;设计内力计算、加载方案制定、量测方案制定、仪器仪表选用等方面也包括搭设工作手脚架、设置测量仪表支架、设置测量仪表支架、测点放样及表面处理、测试原件布置、测量仪器仪表安装调试等现场准备工作。可以说,检测工作的顺利与否很大程度上取决于检测前的准备工作。

加载与观测阶段是整个检测工作的中心环。这一阶段的工作是在各项准备工作就绪的基础上,按照预定的试验方案与试验程序,利用适宜的加载设备进行加载,运用各种测试仪器,观测试验结构受力后的各项性能指标,如抗度、应变、裂缝宽度、加速度等,并采用人工记录或仪器自动记录手段记录各种观测数据和资料。有时,为了使某一加载、观测方案更为完善,可先进行试探性试验,以便更完善的达到原定的试验目的。需要强调的是,对于静载试验,应根据当前所测得各种技术数据与理论计算结果进行现场分析比较,以判断受力后结构行为是否正常,是否可以下一级加载,以确保试验结构、仪器设备及试验人员的安全,这在存在病害的既有桥梁结构进行试验时,尤为重要。

分析总结阶段是对原始测试资料进行综合分析的过程。原始测试资料包括大量的观测数据、文字记载和图片等,受各种因素的影响,一般显得缺乏条理性和规律性,未必能深刻揭示试验结构的内在行为规律,因此,应对它们进行科学的分析处理,去伪存真、去粗存精,综合分析比较,从中提取有价值的资料。对于一些数据或信号,有时还需要按照数理统计的方法进行分析,或依靠专门的分析仪器和分析软件进行分析处理,或按照有关规程的方法进行计算或判断。这一阶段的工作,直接反映整个检测工作的质量。测试数据经分析处理后,按照相关规范、规程以及检测的目的要求,对检测对象做出科学的判断与评价。全部检测工作体现在最后提交的试验研究报告中。

综上所述,桥梁检测是一门直接服务于工程实践的技术学科,涉及桥梁的设计计算理论、试验测试技术、仪器仪表性能、数理统计分析、现场试验组织等方面,具有较强的综合性、应用性和复杂性。

### 任务 1.3 桥梁养护维修加固

随着交通运输业的发展,交通量的增加,荷载等级的提高以及外界环境的影响,桥梁在使用过程中会出现各种各样的病害。从桥梁的承载力、适用性和耐久性方面看,桥梁病害主要表现为承载能力不足、桥梁整体或局部变形、材料强度降低和局部损伤、基础变位或不均匀沉降,混凝土桥梁还会产生混凝土的开裂、腐蚀和碳化等病态,这些病害的发生发展直接影响结构的使用性能和桥梁耐久性,严重时直接危及桥梁运营安全。

为了满足桥梁的正常的运行要求,尽量保持和延长桥梁的使用寿命,对桥梁结构进行经常性的养护维修是非常必要的。桥梁的养护维修,主要是进行日常检修和对危害桥梁正常运行的部分就行修缮工作,如对桥面铺装层、伸缩缝、防排水设施、桥梁主体结构的各种缺陷进行养护维修。在桥梁使用过程中,进行经常性的维修整理是保护其正常使用的前提和关键。

了解桥梁的病害特征,加强日常养护,并对日常养护中发现可能影响桥梁结构功能和耐久性的病害进行及时维修加固,以免病害发展危机桥梁安全,是管理和养护部门的主要职责。桥梁维修的一般原则是贯彻“预防为主,防治结合”的方针,使桥梁经常处于完好的技术状态,达到安全、耐久的目的。若有病害,则通过维修加固及时消除病害,恢复原设计功能。桥梁加固设计的内容十分广泛,包含了桥梁实际状况的检测鉴定、加固计算与加固技术以及加固方案的比较选择与投资效益的优化等方面。

近 20 年来,随着新结构、新材料、新工艺的飞速发展,桥梁荷载的不断增大,以及大批既有桥梁结构进入老化期,桥梁检测工作显得越来越重要,并提出了更高、更全面的要求,而自动化技术的发展及计算机的普及应用,使得测试技术、分析手段取得了长足的进步,也对桥梁检测工作提供了更好的技术支持。另一方面,随着桥梁服役期的增长,使用养护不当,病桥、危桥的数量越来越多,在生产实践的推动下,桥梁结构的维修加固改造技术得以迅速发展,正在形成一门新的科学。因此,桥梁检测与维修必将进一步地推动桥梁建设事业的发展,并在确保桥梁安全运营、延长桥梁使用寿命方面起到更加重要的作用。



## 项目二 桥梁工程质量检测评定 及养护管理检查

---

---

### 项目导读

本项目主要介绍桥梁工程检测的依据;工程质量等级评定单元的划分;工程质量的评分方法;工程质量等级的评定;桥梁养护检查与评定。

### 学习目标

1. 了解桥梁工程检测的依据。
  2. 熟悉工程质量检测评定标注的目的和适用范围。
  3. 掌握工程质量评分的方法。
  4. 掌握桥梁检查的分类。
  5. 桥梁养护的对策。
- 
- 

### 任务 2.1 桥梁工程检测依据

公路桥梁工程试验检测应以国家和交通运输部颁布的有关公路工程的法规、技术标准、设计施工规范和材料试验规程为依据进行,对于某些新结构及采用新材料和新工艺的桥梁,有关的公路工程规范、规程暂无相关条款规定时,可以借鉴国外或国内其他行业相关规范、规程的有关规定。

我国结构工程的标准和规范分为四个层次。

第一个层次:综合基础标准,如《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153-2008),是指导制定专业基础标准的国家统一标准。

第二个层次:专业基础标准,如《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)、《公路工程结构可靠度设计统一标准》(GB/T 50283-1999),是指导专业通用标准和专业专用标准的行业统一标准。

第三个层次:专业通用标准。

第四个层次:专业专用标准。

公路工程标准体系包括:综合、基础、勘测、设计、检测、施工、监理、养护与管理八大类。

公路桥梁工程设计、施工和试验检测主要涉及的规范、规程、标准较多,现罗列如下:

《公路勘测规范》(JTG C10-2007)、《公路工程水文勘测设计规范》(JTG C30-2015)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2015)、《公路圪工桥涵设计规范》(JTG D61-2005)、《公路钢筋混

土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62 - 2004),《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63 - 2007),《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64 - 2015),《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50 - 2011),《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1 - 2004),《公路工程岩石试验规程》(JTG E41 - 2005),《公路桥涵养护规范》(JTG H11 - 2004),《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21 - 2011),《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/T J21 - 2011),《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081 - 2002),《公路工程基桩动测技术规程》(JTG/T F81 - 01 - 2004),《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T 23 - 2011),《钻芯法检测混凝土强度技术规程》(CECS 03 - 2007),《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02 - 2005),《公路斜拉桥设计细则》(JTG/T D65 - 01 - 2007),《公路桥梁抗风设计规范》(JTG/T D60 - 01 - 2004),《公路桥梁板式橡胶支座》(JT/T 4 - 2004),《公路桥梁盆式支座》(JT/T 391 - 2009),《桥梁球型支座》(GB/T 17955 - 2009),《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》(JT/T 327 - 2016),《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T 5224 - 2003),《预应力混凝土用钢丝》(GB/T 5223 - 2014),《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T 14370 - 2015),《金属材料拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法》(GB/T 228.1 - 2010),《金属材料线材反复弯曲试验方法》(GB/T 238 - 2013),《钢筋混凝土用钢 第 2 部分: 热轧带肋钢筋》(GB 1499.2 - 2007),《钢筋混凝土用钢 第 1 部分: 热轧光圆钢筋》(GB 1499.1 - 2008),《金属材料弯曲试验方法》(GB/T 232 - 2010),《预应力混凝土用钢棒》(GB/T 5223.3 - 2017),《金属材料拉伸应力松弛试验方法》(GB/T 10120 - 2013),《预应力混凝土用螺纹钢筋》(GB/T 20065 - 2016),《金属材料夏比摆锤冲击试验方法》(GB/T 229 - 2007),《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591 - 2008),《桥梁用结构钢》(GB/T 714 - 2015),《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18 - 2012),《钢筋焊接接头试验方法标准》(JGJ/T 27 - 2014),《钢筋机械连接技术规程》(JGJ 107 - 2016),《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》(JT/T 529 - 2016),《预应力混凝土用金属波纹管》(JG 225 - 2007),《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(CECS 21 - 2000)。

## 任务 2.2 桥梁质量检测评定

### 一、制定工程质量检测评定标注的目的和适用范围

#### 1. 目的

为了加强公路工程质量管理工作,统一公路工程质量检验标准和评定标准,保证工程质量,制定该标准。

#### 2. 适用范围

《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1 - 2014)(以下简称《评定标准》)适用于四级及四级以上公路新建、改建工程的质量检验评定,其环保、机电工程部分按相应具体规定执行。

《评定标准》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的质量管理、监控和检验评定。

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,在确保工程质量的前提下,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。

## 二、工程质量等级评定单元的划分

《评定标准》根据建设任务、施工管理和质量检验评定的需要,应在施工准备阶段按《评定标准》附录 A 将建设项目划分为单位工程、分部工程和分项工程。施工单位、工程监理单位和建设单位应按相同的工程项目划分进行工程质量的监控和管理。

(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。如桥梁工程(特大、大、中桥)、互通式立交工程等。

(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。如桥梁工程(特大、大、中桥)可划分为基础及下部构造、上部构造预制和安装等。

(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。

桥梁工程质量等级评定单元划分的规定如表 2-1、表 2-2 所示。其中小桥和涵洞被划分为路基单位工程中的分部工程。

表 2-1 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	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*, 上部构造预测、安装或浇筑*, 桥面*, 栏杆, 人行道等
	涵洞、通道(1~3 km 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
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*
	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
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*(1~3 km 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
交通安全设施 (每 20 km 或每路段标段)	标志*(5~10 km 路段)	标志*
	标线、突起路标(5~10 km 路段)	标线*, 突起路标等
	护栏*、轮廓标(5~10 km)	波形梁护栏*, 缆索护栏*, 混凝土护栏*, 轮廓标等

(续表)

单位工程	分部工程	分项工程
交通安全设施 (每 20 km 或 每路段标段)	防眩设施(5~10 km 路段)	防眩板、网等
	隔离栅、防落网(5~10 km 路段)	隔离栅、防落网等

注：(1) 表内\*表示主要工程，评分时给以 2 的权值；不带\*则为一般工程，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。

(3) 斜拉桥和悬索桥按表 2-2 划分。

表 2-2 特大斜拉桥和悬索桥为主体建设项目的工程划分

单位工程	分部工程	分项工程
塔及辅助、 过度墩(每座)	塔基础*	钢筋加工及安装,扩大基础,桩基*,地下连续墙*,沉井*等
	塔承台*	钢筋加工及安装,双壁钢围堰*,封底,承台浇筑*等
	索塔*	索塔*
	辅助墩	钢筋加工,基础,墩台身浇(砌)筑,墩台身安装,墩台帽,盖梁等
	过渡墩	
锚碇	锚碇基础*	钢筋加工及安装,扩大基础,桩基*,地下连续墙*,沉井*,大体积混凝土构件*等
	锚体*	锚固体系制作*,锚固体系安装*,锚碇块体,预应力锚索的张拉与压浆*等
上部结构制作 与防护(钢结构)	斜拉索*	斜拉索制作与防护*
	主缆(索股)*	索股和锚头的制作与防护*
	索鞍*	主索鞍和散索鞍制作与防护*
	索夹	索夹制作与防护
	吊索	吊索和锚头制作与防护*等
	加劲梁*	加劲梁段制作*,加劲肋梁防护等
上部结构 浇筑与安装	悬浇*	梁段浇筑*
	安装*	加劲梁安装*,索鞍安装*,主缆架设*,索夹和吊索安装*等
	工地防护*	工地防护*
	桥面系及附属工程	桥面防水层的施工,桥面铺装,钢桥面板上防水黏结层的洒布,钢桥面板上沥青混凝土铺装*,支座安装*,抗风支座安装,伸缩缝安装,人行道铺设,栏杆安装,防撞护栏等
	桥梁总体	桥梁总体*
引桥		参考表 2-1
互通立交工程		参考表 2-1
交通安全设施		参考表 2-1

注：(1) 表内\*表示主要工程，评分时给以 2 的权值；不带\*则为一般工程，权值为 1。

(2) 施工单位应对各项分项工程按《评定标准》所列基本要求，实测项目和外观鉴定进行自检，按评定标准附录 J 中“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。

(3) 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。

(4) 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等级进行审定。

(5) 质量监督部门、质量检测机构可依据《评定标准》对公路工程质量进行检测、鉴定。



### 三、工程质量评分

#### 1. 分项工程质量评分

工程质量检验评分以分项工程为单元,采用 100 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。

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規定,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(在文中以“ $\Delta$ ”标识),其合格率不得低于 90%(属于工厂加工制造的交通工程安全设施及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意单个检测值都不能突破的极限值,不符合要求时该实测项目为不合格。

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,须予减分。即

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

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

##### 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进行评定,并按合格率计分。即

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

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

##### 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《评定标准》3.2.4 条所列各款逐款检查,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

表 2-1 所列分项工程和分部工程包含一般工程和主要(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,采用加权平均值计算法确定相应的评分值。即

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

### 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) 所有原始资料、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。

## 四、工程质量等级评定

### 1. 分项工程质量等级评定

分项工程评分值不低于 75 分为合格,低于 75 分为不合格;机电工程、属于工厂加工制造的桥梁金属构件不低于 90 分为合格,低于 90 分为不合格。

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。

## 任务 2.3 桥梁养护检查与评定

### 一、桥梁养护检查的一般规定

桥梁检查分为经常检查、定期检查和特殊检查。

(1) 经常检查：主要指对桥面设施、上部结构、下部结构及附属构造物的技术状况进行的检查。

(2) 定期检查：指为评定桥梁使用功能，制定管理养护计划，提供基本数据，对桥梁主体结构及其附属构造物的技术状况进行的全面检查，它为桥梁养护管理系统搜集结构技术状态提供了动态数据。

(3) 特殊检查：指查清桥梁的病害原因、破损程度、承载能力、抗灾能力，确定桥梁技术状况的工作。

特殊检查分为专门检查和应急检查。① 专门检查：根据经常检查和定期检查的结果，对需要进一步判明损坏原因、缺损程度或使用能力的桥梁，针对病害进行专门的现场试验检测、验算与分析等鉴定工作；② 应急检查：当桥梁受到灾害性损伤后，为了查明破损状况，采取应急措施，组织恢复交通，对结构进行详细检查和鉴定工作。

## 二、经常检查

(1) 经常检查的周期一般每月不得少于一次，汛期应加强不定期检查。

(2) 经常检查主要采用目测法，也可配以简单工具进行测量。

(3) 经常检查内容包括：

① 外观是否整洁，有无杂物堆积，杂草蔓生；构件表面的涂装层是否完好，有无损伤、老化变色、开裂、起皮、剥落、锈迹等。

② 桥面铺装是否平整，有无裂缝、局部坑槽、积水等；混凝土桥面是否有剥离、渗漏，钢筋是否露筋、锈蚀，缝料是否老化、损坏，桥头有无跳车。

③ 排水设施是否良好，桥面泄水管是否堵塞和破损。

④ 伸缩缝是否堵塞卡死，连接部件有无松动、脱落、局部破损。

⑤ 人行道、缘石、栏杆、扶手、防撞护栏和引道护栏有无撞坏、断裂、松动、错位、缺件、剥落、锈蚀等。

⑥ 观察桥梁结构有无异常变形、异常的竖向振动、横向摆动等情况，然后检查各部件的技术状况，查找异常原因。

⑦ 支座是否有明显缺陷，活动支座是否灵活，位移量是否正常；支座的检查一般为每季度一次。

⑧ 桥位区段河床冲淤变化情况。

⑨ 基础是否受到冲刷损坏、外露、悬空、下沉，墩台及基础是否受到生物腐蚀。

⑩ 墩台是否受到船只或漂流物撞击而受损。

⑪ 翼墙(侧墙、耳墙)有无开裂、倾斜、滑移、沉降、分化剥落和异常变形。

⑫ 锥坡、护坡、调治构造物有无塌陷，铺砌面有无破损，勾缝脱落，灌木杂草丛生。

⑬ 交通信号、标志、标线、照明设施以及桥梁其他附属设施是否完好。

⑭ 其他显而易见的损坏或病害。

## 三、定期检查

(1) 定期检查的时间要求：

① 定期检查周期根据技术状况确定，最长不得超过三年。新建桥梁交付使用一年后，进行第