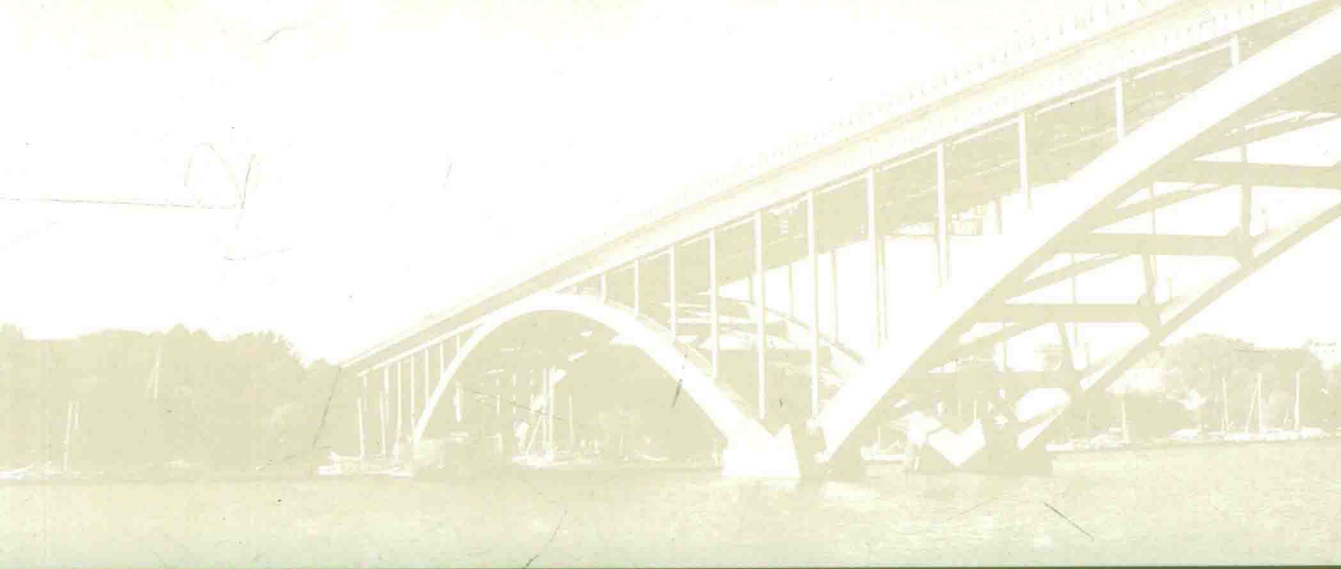
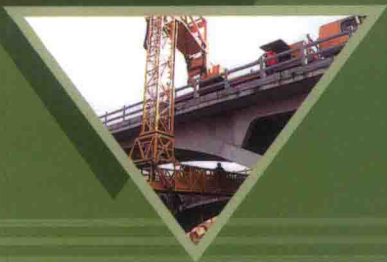




QIAOLIANG YINGJI JIANCE
YU PINGGU JISHU SHOUCE

桥梁应急检测 与评估技术手册



● 武警交通指挥部应急救援工程技术研究所 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

Qiaoliang Yingji Jiance yu Pinggu Jishu Shouce
桥梁应急检测与评估技术手册

武警交通指挥部应急救援工程技术研究所 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书结合交通部队遂行应急救援任务实战经验,在参考借鉴国内相关行业标准规范及相关领域现有研究成果的基础上,总结了自然灾害及现代战争条件下桥梁易出现的损毁破坏形式,重点对应急检测技术手段、快速通过性评估方法进行探讨性研究,并详细介绍了目前国内外适用于应急检测的几种先进仪器设备,以提高技术人员的快速检测能力。

本书既可作为桥梁应急抢险保通技术人员的常备工具书,也可作为开展桥梁检测培训的实用教材。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁应急检测与评估技术手册/武警交通指挥部应急救援工程技术研究所编著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017. 11

ISBN 978-7-114-14280-2

I. ①桥… II. ①武… III. ①桥梁结构—无损检验—技术手册②桥梁结构—评估—技术手册 IV. ①U443-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 260062 号

书 名: 桥梁应急检测与评估技术手册

著 作 者: 武警交通指挥部应急救援工程技术研究所

责任编辑: 尤 伟

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

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)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 21

字 数: 510 千

版 次: 2017 年 11 月 第 1 版

印 次: 2017 年 11 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14280-2

定 价: 100.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

本书编审委员会

总 策 划:傅 凌 陆春耕

主 任 委 员:高 强

副主任委员:王亚辉 董建平

委 员:张宏建 张 涛 丁 涛 曾智刚

编 写 人 员:李洪伟 赵启林 牛飞龙 陈 立

王 琳 潘大荣 丁 硕 别家慧

由燕民 徐 洋 刘 敏 李志军

李建新 宝 音 武 栋 郭晓波

统 稿:李洪伟 牛飞龙

绘 图:于华章

前 言

我国是一个自然灾害活动频繁的国家,地震、山洪、泥石流、滑坡等自然灾害的发生,极易导致桥梁受损。桥梁作为公路路网系统中的关键节点,其损坏程度直接影响所在路段的通行能力,可能导致交通阻断,甚至危及交通安全。2008年“5·12”四川汶川地震和2010年“4·14”青海玉树地震时大量桥梁损毁严重,抢修工作曾因缺乏科学的检测评估手段而严重滞后,救援力量的快速投入受到严重影响,暴露了我国在公路桥梁应急检测与评估方面技术储备的不足。

本手册针对这一重大技术需求,结合交通部队遂行应急救援任务实战经验,在参考借鉴国内相关行业标准规范及相关领域现有研究成果的基础上,总结了自然灾害及现代战争条件下桥梁易出现的损毁破坏形式,重点对应急检测技术手段、快速通过性评估方法进行探讨性研究,并详细介绍了目前国内外适用于应急检测的几种先进仪器设备,以提高技术人员的快速检测能力。本手册的出版发行旨在为我国公路桥梁应急检测与评估方面的技术人员和管理决策者提供有益借鉴,可作为应急状态下桥梁快速检测与评估技术指南,同时也为我国开展桥梁应急检测与评估技术研究起到抛砖引玉的作用。

本手册编写过程中参考了大量国内外有关的著作及文献资料,谨在此向作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,本手册的内容在深度和广度上也许不能满足读者的需求,难免存在诸多不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

二〇一七年七月

目 录

第一章 桥梁经常、定期检查与技术状况评定	1
第一节 引言	1
第二节 经常检查	1
第三节 定期检查	2
第四节 桥梁技术状况评定	17
第二章 桥梁特殊检查与适应性评定	99
第一节 桥梁特殊检查	99
第二节 桥梁无损检测技术	100
第三节 桥梁材质状况与状态参数评定	135
第三章 桥梁结构试验与承载能力评定	139
第一节 概述	139
第二节 荷载试验的仪器设备	142
第三节 试验荷载与加载系统	160
第四节 桥梁结构静载试验	166
第五节 桥梁结构动载试验	188
第六节 桥梁承载能力评定	195
第四章 应急状态下的桥梁检测技术与方法	204
第一节 应急状态下的桥梁检测内容与特点	204
第二节 桥梁基本设计参数获取技术	209
第三节 基于无棱镜激光测距仪的快速化检测技术	212
第四节 基于非接触检测仪的快速化检测技术	216
第五节 基于特希达智视系统的快速化检测技术	236
第六节 基于无人机系统的快速化检测技术	254
第七节 展望	269
第五章 桥梁损毁形式及通过性快速评估方法	270
第一节 基本概念	270
第二节 应急状态下的作用效应与组合	270
第三节 完好桥梁通过性快速评估方法	274
第四节 应急状态下桥梁常见损毁形式	287
第五节 损毁桥梁通过性快速评估方法	297

附录 A 测区混凝土强度换算表..... 311

附录 B 专用测强曲线的制订方法..... 318

附录 C 泵送混凝土测区混凝土强度换算值的修正值..... 320

附录 D 非水平状态检测时的回弹值修正值..... 321

附录 E 不同浇筑面的回弹值修正值..... 323

附录 F 用实测空气声速法校准超声仪..... 324

附录 G 空洞尺寸估算方法..... 325

参考文献..... 326

第一章 桥梁经常、定期检查与技术状况评定

第一节 引言

根据《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/T J21—2011)(以下简称《承评规程》)和《公路桥梁荷载试验规程》(JTG/T J21-01—2015)(以下简称《荷载规程》)相关规定:桥梁承载能力检算评定所需技术参数,宜依据竣工资料或设计文件,按相关标准规范取用;检测评定前,应通过实地调查和桥梁检查,掌握桥梁技术状况、病害成因、使用荷载和养护维修等情况。搜集相关技术资料,确定检算参数。当桥梁技术资料缺失时,应进行现场调查,调查内容包括桥梁结构的总体尺寸,主要构件的截面尺寸,主要部位的高程,桥面平整度,支座工作状况,材料的物理力学性能,结构的裂缝、缺陷、损伤和钢筋的锈蚀状况等。所以在应急救援过程中,需按《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004)(以下简称《养护规范》)和《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21—2011)(以下简称《技评标准》)各种检查相关内容,对桥梁的技术状态和安全状态进行全面检查和评定,对桥梁技术状况等级进行准确划分。本章结合《养护规范》和《技评标准》相关内容就桥梁的检查方法、检查内容和技术状况评定等分别进行介绍。

桥梁检查分为常规检查和特殊检查两大类。常规检查又分为经常检查和定期检查两类。

(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:为评定桥梁使用功能及制订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,并为桥梁养护管理系统搜集结构技术状态的动态数据。

(3)特殊检查:是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、缺损程度或使用功能的桥梁,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:当桥梁遭受洪水、流冰、漂浮物、船舶撞击,滑坡,地震,台风和超重车辆通过等自然灾害和事故,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,对结构进行的详细检查和鉴定工作。

第二节 经常检查

根据《养护规范》,经常检查一般包括下列内容:



(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,有无损坏、老化变色、开裂、起皮、剥落、锈迹。

(2)桥面铺装层是否平整,有无裂缝、局部坑槽、积水、沉陷、波浪、碎边;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(柱)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。支座的经常检查一般可以每季度一次。

(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浮物撞击而受损。

(11)翼墙(侧墙、耳墙)有无开裂、倾斜、滑移、沉降、风化剥落和异常变形。

(12)锥坡、护坡、调治构造物有无塌陷,铺砌面有无缺损、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。

经常检查采用目测方法,也可配以简单工具进行测量。

第三节 定期检查

桥梁的定期检查是采集桥梁技术状况动态数据的工作,通过定期检查对结构的损坏做出评估,评定结构构件和整体结构的技术状况,确定特殊检查的需求与结构维修、加固或更换的优先顺序。

定期检查的主要工作包括以下内容:

(1)现场校核桥梁基本数据;

(2)当场填写“桥梁定期检查记录表”,记录各部件缺损状况并做出技术状况评分;

(3)实地判断缺损原因,确定维修范围及方式;

(4)对难以判断损坏原因和程度的部件,提出特殊检查(专门检查)的要求;

(5)对损坏严重、危及安全运行的危桥,提出限制交通或改建的建议;

(6)根据桥梁的技术状况,确定下次检查时间。

此外,定期检查还应对特大型、大型桥梁进行控制检测。桥梁主体结构维修、加固后,须进行控制测量,以保持观测资料的连续性。若控制点有变动,应及时检测,建立基准数据。

定期检查以目测观察结合仪器观测进行,必须接近各部件,仔细检查其缺损情况。



一、桥面系构造检查

(1)桥面铺装层纵、横坡是否顺适,有无严重的裂缝(龟裂、纵横裂缝)、坑槽、波浪、桥头跳车、防水层漏水。

桥面铺装层是车轮直接作用的部分,其功能是:保护主梁遭受雨水侵蚀,防止桥面板受车辆轮胎(或履带)的直接磨耗,并分布车轮的集中荷载。

各类桥面铺装层的常见缺陷(图 1-1~图 1-6)及检测方法:

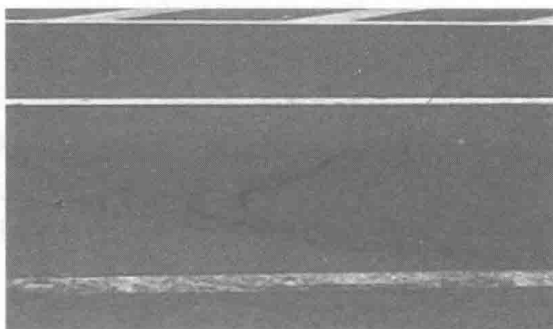


图 1-1 面层推移



图 1-2 面层脱落



图 1-3 桥面车辙

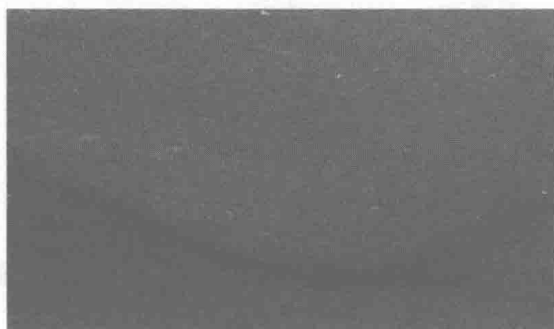


图 1-4 桥面拥包

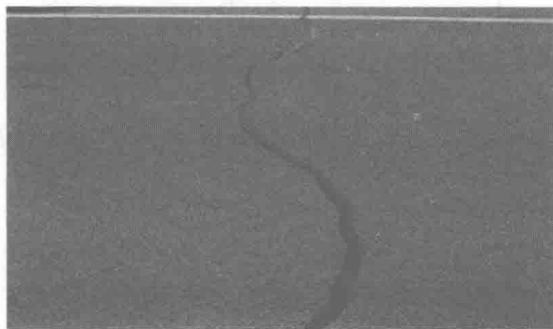


图 1-5 桥面裂缝

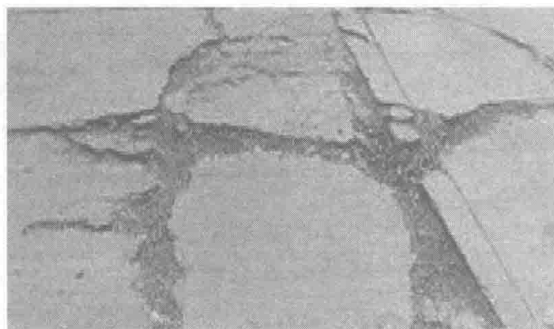


图 1-6 面层龟裂

①沥青混凝土桥面铺装常见缺陷及检测方法。

a. 常见缺陷。

沥青混凝土桥面铺装常见缺陷有:变形(车辙、拥包、高低不平等)、破损(剥落、松散、坑槽、露骨等)、裂缝(纵向裂缝、横向裂缝、龟裂、老化开裂、块裂等)以及车辙、泛油等。



b. 检测方法。

(a) 桥面铺装层裂缝的检测。

裂缝的长度和宽度可以用直尺进行量测。

(b) 桥面铺装层平整度的检测。

对于平整度的检测常用的检测方法有 3m 直尺法或连续式平整度仪法。

(c) 桥面铺装层车辙的检测。

对于桥面铺装层车辙的检测采用的是路面横断面尺或路面横断面仪,测试沥青路面的车辙情况。

(d) 桥面铺装层抗滑性能检测。

抗滑性能是指车辆轮胎在制动时沿表面滑动所产生的力。通常抗滑性能被看作是桥面的表面特性,并用轮胎与桥面间的摩阻系数来表示。表面特性通常包括桥面细构造(通常用石料磨光值 PSV 表示)和粗构造(用构造深度表示)。影响抗滑性能的因素有桥面表面特性、桥面潮湿程度和行车速度。检测方法有构造深度测试法(手工铺砂法、激光构造深度仪法、电动铺砂法)、摆式仪法、横向力系统测试法等。

② 水泥混凝土桥面铺装常见缺陷及检测方法。

a. 常见缺陷。

水泥混凝土桥面铺装常见缺陷有:露骨、脱皮、磨光、错台、坑洞、剥落、起拱、裂缝(破碎板、板角断裂)以及接缝料损坏等。

b. 检测方法。

(a) 桥面铺装层裂缝的检测。

裂缝的长度和宽度可以用直尺进行量测,也可用混凝土裂缝缺陷综合测试仪进行检测。

(b) 桥面铺装层平整度的检测。

平整度的检测方法可以采用 3m 直尺法或连续式平整度仪法。

(c) 桥面铺装层抗滑性能检测。

检测方法有:构造深度测试法(手工铺砂法、激光构造深度仪法、电动铺砂法)、摆式仪法、横向力系统测试法等。

(2) 伸缩缝是否有异常变形、破损、脱落、漏水,是否造成明显的跳车。

桥梁伸缩缝装置的主要作用是调节由车辆荷载和桥梁建筑材料热胀冷缩所引起的上部结构之间的位移和连接;起到缓冲位移的作用,以满足桥面变形的要求。常用的伸缩缝按照材料可分为锌铁皮伸缩缝、钢板伸缩缝和橡胶伸缩缝三种。

各种伸缩缝的常见缺陷如下:

① 锌铁皮伸缩缝的常见缺陷。

- 软性防水材料,如沥青砂或聚氯乙烯胶泥等的老化、脱落;
- 伸缩缝凹槽填入其他硬物,不能自由变形;
- 锌铁皮上压填的铺装层,如水泥混凝土或沥青混凝土等断裂、剥离;
- 伸缩缝上后铺压镇部分发生沉陷,高低不平;
- 由于墩台下沉,出现异常的伸缩,车辆行驶时出现冲击及噪声。

② 钢板伸缩缝(包括梳形钢板伸缩缝)的常见缺陷。



a. 角钢与钢筋混凝土锚固不牢,使钢板松动,在车辆行驶时受到冲击振动,更加速了它的破损;

b. 缝内塞进石块或铁夹物,使伸缩缝接头活动异常,不能自由变形;

c. 排水管发生破坏损伤或被土沙堵塞;

d. 表面钢板焊接部位破坏损伤;

e. 梳形钢板伸缩缝在梳齿与承托板的焊接处出现裂缝,更严重者出现剪断现象。

③橡胶伸缩缝的常见缺陷。

a. 橡胶条的破坏损伤或被土沙堵塞;

b. 橡胶条剥离;

c. 在橡胶嵌条连接部位漏水;

d. 锚固构件破损、锚固螺栓松脱;

e. 伸缩缝构造部位下陷或凸出;

f. 车辆行驶时不舒适,发生噪声。

几种常见伸缩缝病害,如图 1-7~图 1-10 所示。



图 1-7 伸缩缝附近混凝土破损

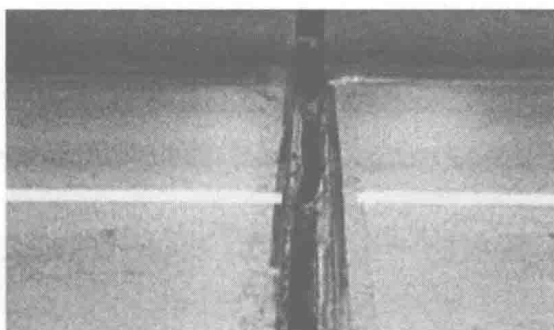


图 1-8 伸缩缝堵塞



图 1-9 止水带破坏

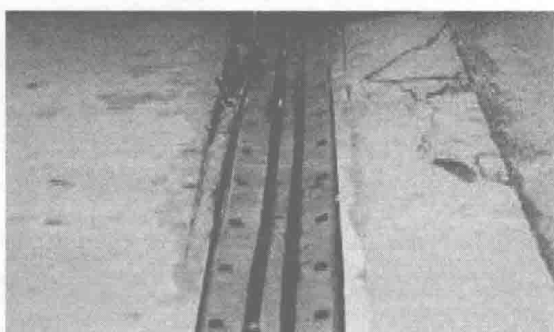


图 1-10 伸缩缝处跳车

(3) 人行道构件、栏杆、护栏有无撞坏、断裂、错位、缺件、剥落、锈蚀等。

公路桥梁的栏杆及防撞护栏都是桥面上的安全防护设施,其目的是为了防止失控车辆越出桥外,同时栏杆给行人和车辆以视觉上的安全,可以保障行人的安全;但由于栏杆和防撞护栏长期暴露在自然环境条件下,加之受到人为的或车辆的撞击、地震的破坏及落石的砸击,出现各种各样的缺陷或损伤。



(4)桥面排水是否顺畅,泄水管是否完好、畅通,桥头排水沟功能是否完好,锥坡有无冲蚀、塌陷。桥面排水设施包括桥面本身、桥面过水断面、进水口、排水管、落水管和桥头积水设施等。其作用主要是为了迅速排除桥面积水,防止雨水滞留在桥面并渗入梁体而影响桥梁结构的耐久性。几种常见桥面排水系统缺陷,如图 1-11 和图 1-12 所示。

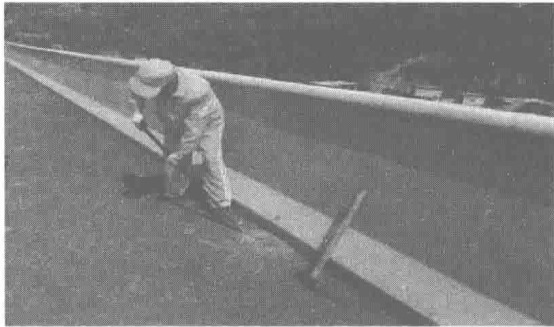


图 1-11 桥面未设泄水管



图 1-12 泄水管堵塞桥面积水

- (5)桥面交通信号、标志、标线、照明设施是否损坏、老化、失效,是否需要更换。
- (6)桥上避雷装置是否完善,避雷系统性能是否良好。
- (7)桥上航空灯、航道灯是否完好,能否保证正常照明;结构物内供养护检修的照明系统是否完好。
- (8)桥上的路用通信、供电线路及设备是否完好。

二、桥梁上部结构检查

对于桥梁上部结构的定期检查,首先观察桥梁结构有无异常的变形、振动或摆动,如上部结构竖向线形是否平顺、拱轴线变位状况等情况,然后检查各部件的技术状况,查找异常原因。

(一)桥梁上部结构检查要点

包括混凝土裂缝、混凝土状况、钢筋锈蚀三个方面。

1. 裂缝检查

对于混凝土来说,不论是钢筋混凝土,还是预应力混凝土都是普遍存在裂缝的。对于钢筋混凝土梁,当钢筋应力达 20~30MPa 时,混凝土拉应变达到极限值,而梁在运营活荷载下钢筋应力可达 100MPa。因此,裂缝出现是必然的。但这些裂缝的宽度和深度必须在有关规定允许的范围,否则会影响桥梁的耐久性,甚至影响承载力。梁、拱、墩台裂缝的最大限值规定见表 1-1。

裂 缝 限 值 表 1-1

结构类型	裂 缝 种 类	允许最大缝宽(mm)	其 他 要 求
钢筋混凝土梁	主筋附近竖向裂缝	0.25	
	腹板斜向裂缝	0.30	
	组合梁结合面	0.50	不允许贯通结合面
	横隔板与梁体端部	0.30	
	支座垫石	0.50	

续上表

结构类型	裂 缝 种 类		允许最大缝宽(mm)	其 他 要 求
预应力混凝土梁	梁体竖向裂缝		不允许	
	梁体横向裂缝		0.20	
砖、石混凝土拱	拱圈横向		0.30	裂缝高度小于截面高度 1/2
	拱圈纵向		0.50	裂缝长度小于跨径 1/8
	拱波与拱肋结合处		0.20	
墩台	墩台帽		0.30	不允许贯通墩身截面 1/2
	经常受侵蚀性影响	有筋	0.20	
		无筋	0.30	
	常年有水,但无侵蚀性水影响	有筋	0.25	
		无筋	0.35	
	干沟或季节性有水河流		0.40	
	有冻结作用部分		0.20	

注:表中所列除特指外,适用于一般条件。对于潮湿环境和空气中含有较强腐蚀性气体条件下的缝宽限值应要求严格一些。预应力混凝土梁指全预应力 A 类结构。

裂缝检查一般采用刻度放大镜,也可以采用超声、声波发射、红外线热检测及雷达检测等技术。

几种常见桥梁裂缝,如图 1-13~图 1-16 所示。

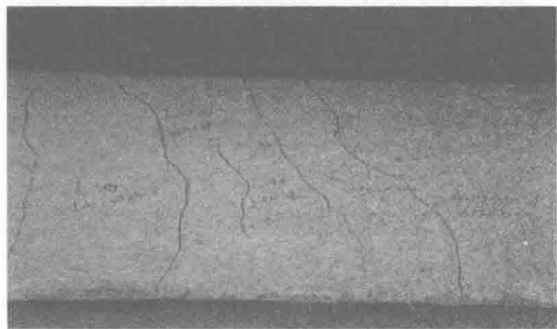


图 1-13 腹板裂缝

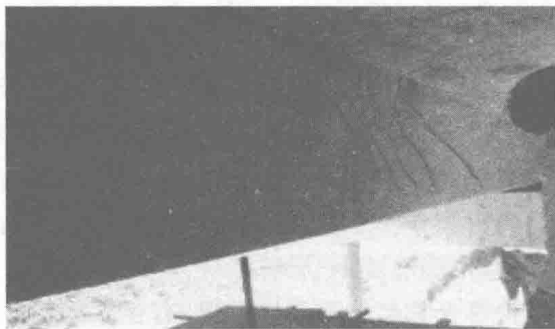


图 1-14 腹板斜截面裂缝



图 1-15 压力过大造成的裂缝

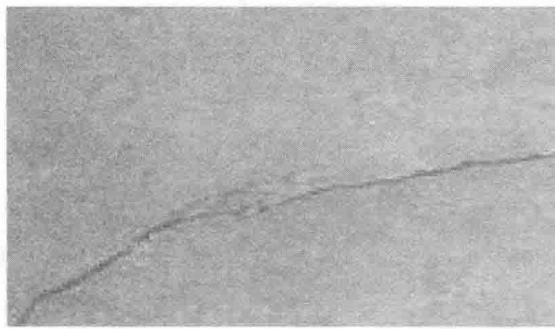


图 1-16 底板裂缝



2. 混凝土状况检查

混凝土状况检查除上面介绍的裂缝外,一般还包括蜂窝、麻面、剥落、掉角、空洞、渗水、碳化及碱集料反应引起的整体龟裂等病害。

几种常见的混凝土缺陷,如图 1-17~图 1-20 所示。

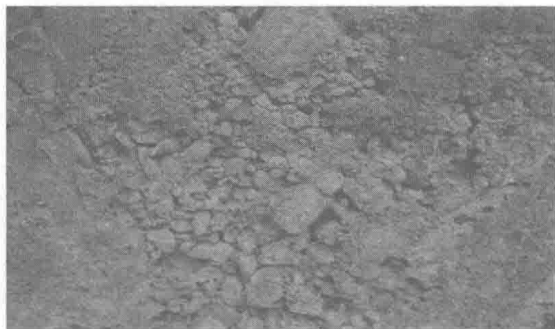


图 1-17 混凝土蜂窝麻面



图 1-18 混凝土空洞



图 1-19 混凝土析白



图 1-20 混凝土剥落

3. 钢筋锈蚀检查

当混凝土品质(如密实度、含氯盐量、含水率等)差、开裂或保护层厚度出现不能满足规范要求时,可能造成钢筋锈蚀。

检查上部结构有无锈蚀斑、有无露筋、有无锈蚀及部分钢筋屈服或锈断。对重点部位可在特殊检查中利用锈蚀分析仪进行检测。

几种常见的钢筋锈蚀缺陷,如图 1-21~图 1-24 所示。

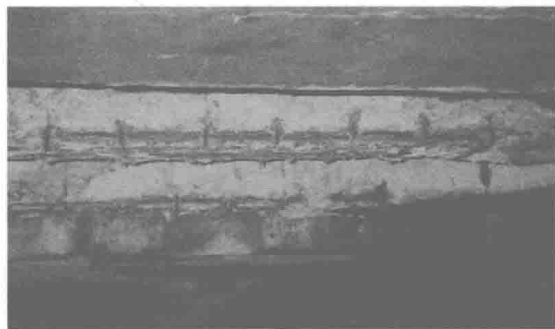


图 1-21 钢筋锈蚀引起混凝土脱落



图 1-22 钢筋锈蚀

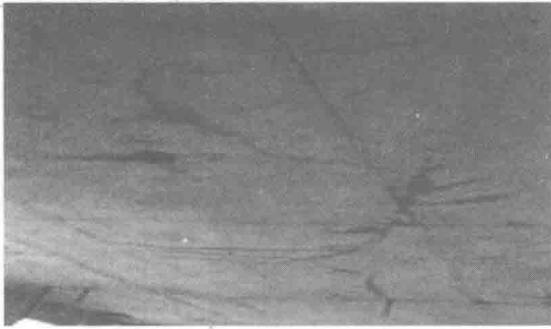


图 1-23 箱梁底锈蚀引起空洞



图 1-24 梁体底板锈蚀病害

(二)梁式桥、拱桥、钢桥、悬索桥和斜拉桥上部结构定期检查内容

1. 钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥

所谓梁式桥,是指用梁或桁架梁做主要承重结构,结构在铅垂向荷载作用下,支座只产生竖向反力的无推力梁式体系的桥梁。其上部结构(也就是梁),以受弯为主;下部结构(也就是桥墩和基础),以垂直受压为主。

钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥定期检查内容主要包括:

(1)梁端头、底面是否损坏,箱形梁内是否有积水,通风是否良好。

(2)混凝土有无裂缝、渗水、表面风化、剥落、露筋和钢筋锈蚀,有无碱集料反应引起的整体龟裂现象。混凝土表面有无严重碳化。

(3)预应力钢束锚固区段混凝土有无开裂,沿预应力筋的混凝土表面有无纵向裂缝。

(4)梁(板)式结构的跨中、支点及变截面处,悬臂端牛腿或中间铰部位,刚构的固结处和桁架节点部位,混凝土是否开裂、缺损和出现钢筋锈蚀。

(5)装配式梁桥应注意检查连接部位的缺损状况。

①组合梁的桥面板与梁的连接部位及预制桥面板之间的接头处混凝土有无开裂、渗水;

②横向连接构件是否开裂,连接钢板的焊缝有无锈蚀、断裂,边梁有无横移或向外倾斜。

现将普通钢筋混凝土简支梁和预应力混凝土简支梁常见的裂缝总结于表 1-2 和表 1-3。鉴于梁式桥在受力方面类似性,所以对其他梁式桥型而言,表 1-2 和表 1-3 亦有参考价值。

普通钢筋混凝土简支梁常见裂缝

表 1-2

种 类	状 态
网状裂纹	1. 裂纹多属于表面龟裂,无固定规律,其深度不致触及钢筋; 2. 裂纹宽度一般很小(0.01~0.05mm),宽度在 0.05 时肉眼可见,以手触之有凸起之感
下翼缘受拉区的短细竖向裂纹	1. 裂纹在跨中分布较密(间距 0.1~0.2m),两端逐渐减少; 2. 裂纹大致与主筋垂直,有下翼缘向上发展,至下梗肋即告终止; 3. 裂纹宽度较细,一般在 0.03~0.1mm 之间,跨度在 10m 以下的梁,裂纹宽度多在 0.03mm 以下; 4. 裂纹一般在动载作用下变化不大,经过较长时间运营已趋稳定
横隔板处竖向裂纹	1. 裂纹在梁端及腹板变断面的梁上均有发生,有棱角边缘向上延伸,焊缝开裂; 2. 裂纹宽度一般为 0.2~0.3mm



续上表

种 类	状 态
人行道长悬臂上平面顺梁长纵向裂纹	1. 裂纹一般由梁端向跨中延伸； 2. 裂纹宽度一般在 0.2mm 以上
腹板上竖向裂纹	1. 腹板上竖向裂缝是运营线上最常见、最严重的一种裂纹，梁的跨度越大，裂纹越宽越长； 2. 裂纹在混凝土浇筑两三个月后陆续发生，经荷载作用裂纹发展，数量增多（质量好的梁则变化不大），随梁的使用时间增长而逐渐停止发展； 3. 跨度在 12~20m 变截面梁普遍存在于腹板较薄部分，在梁半高线附近裂纹宽度较大；跨度在 6.7~10m 等截面梁裂纹较少，多分布在跨间 1/4 跨长范围内，最宽裂纹在主筋以上部位附近；跨度 5.5m 以下的梁则少见； 4. Ⅱ形梁一般以外梗外侧为多，当外梗外侧裂纹宽度超过 0.2mm 时，其内侧均有相应裂纹； 5. 变截面梁裂纹由中间向上下两端延伸，等截面梁裂纹由主筋以上向上延伸，上端未到达腹板顶部，外梗外侧侧面裂纹随使用期增长而增多，其他面变化不大，如外侧侧面裂纹发展过甚，可使内侧重新开裂形成环状裂纹或对裂； 6. 裂纹宽度一般为 0.2mm，最大 0.5mm，间距无一定规律
腹板斜裂纹	1. 腹板斜裂纹也是钢筋混凝土梁中最多的一种裂纹，各种跨度均有发生，但 10m 以下裂纹较少，其倾斜角也较小； 2. 斜裂纹在梁每个侧面的分布规律与剪力分布相同； 3. 跨度在 12~20m 梁裂纹分布在距支点 1m 至 1/4 跨度处，最宽 0.4mm（少数），一般宽 0.2~0.3mm，与水平轴成 45°~60°；跨度 8~10m 梁端部腹板虽较厚，但有时也有发现； 4. 变截面梁斜裂纹在梁半高线附近宽度最大，向两端发展形成枣核状；等截面梁斜裂纹在主筋附近宽度最大； 5. 外梗斜裂纹比内梗多，宽度超过 0.2mm 者两侧多形成对裂； 6. 裂纹间距为 0.5~1.0m，裂纹由几条至几十条不等
顺主筋方向的纵向裂纹	1. 裂纹顺主筋方向延伸，长度可发展得很长，最严重的长达跨度的 1/2，宽达 4mm； 2. 这种裂纹对结构有很大的危害，它破坏钢筋和混凝土的共同作用条件（黏着力），可使钢筋应力骤增，以致突然破坏

预应力混凝土简支梁常见裂缝

表 1-3

种 类	状 态
桥面板横向裂纹	1. 发生在断面削弱部位（中间几个泄水孔），一般比较轻微，严重的可达上梗肋外，个别可裂到腹板中部； 2. 有时在 1/4 跨度附近出现，多数贯通上翼，有些则仅出现在上翼一侧，裂纹状如刀切，一般宽度 0.1~0.2mm，个别达到 0.8mm； 3. 在无外荷载作用的情况下，随着徐变上拱，产生裂纹，此种裂纹将继续发展或产生新的裂纹； 4. 当桥面铺设上部结构物之后，即处于受压状态，产生裂纹，这类裂纹在经过环氧树脂修补之后，在使用过程中不再开裂