

机 动 工 程 保 障 技 术 系 列 丛 书

桥梁应急加固 与抢修工程

QIAOLIANG YINGJI JIAGU
YU QIANGXIU GONGCHENG

赵启林 刘洪兵 翟可为 胡业平 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

机动工程保障技术系列丛书

桥梁应急加固与抢修工程

赵启林 刘洪兵 翟可为 胡业平 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书是关于桥梁加强与抢修的专著,全书共分6章:前3章主要介绍桥梁加固与抢修在地方经济建设以及军事行动中的重要意义,桥梁结构类型与基本承载特点,桥梁在平时与应急状态下承受的作用和作用组合方式;第4章重点介绍在通行特殊荷载时快速判别桥梁通过安全性的方法;第5章简单介绍桥梁常见的结构加固原理、流程与施工要点;第6章重点介绍目前我国常见的桥梁抢修制式装备与就便器材、常用的抢修技术等。

本书的特点是:根据桥梁通行超限荷载以及灾害条件下进行快速加固与抢修的需求,重点突出加固与抢修的常见技术与器材介绍。本书可以作为从事桥梁养护及交通应急保障等领域的工作人员、学生与教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁应急加固与抢修工程 / 赵启林等编著. —北京:
国防工业出版社, 2013. 1
(机动工程保障技术系列丛书)
ISBN 978 - 7 - 118 - 08439 - 9

I. ①桥... II. ①赵... III. ①桥-加固②桥-维修
IV. ①U445. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 292324 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 12 1/4 字数 280 千字

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

随着全球气候日益恶化,地震、海啸、强风、洪水与冰雪天气、地质灾害等各种自然灾害频繁出现,桥隧工程老龄化及快速发展中出现的一些工程病害陆续呈现,桥梁工程的安全性经受着巨大考验,桥梁损坏后的快速检测、评估与抢通成为抢险救灾的关键环节,损毁桥梁的维修加固成为灾后重建的重要工作。在过去的几十年内,国内学者围绕桥梁检测、加固进行了深入的科学研究与工程实践,并取得了丰硕的成果。

本书的作者近十年来一直从事交通应急保障的教学科研工作,在桥梁应急状态下的加固与抢修领域获得了一定的成果与经验。本书是在大量文献阅读、总结的基础上,结合作者科学研究与工作经验撰写而成,试图在桥梁通过性快速判别、桥梁损毁抢修等方面有所建树。因此,突出介绍了在桥梁通过超限荷载时的作用效应组合方式以及安全性快速判别方法、桥梁损毁后常用的抢修技术、制式装备与就便器材等,力求对从事应急交通保障工作与学习的人员有所帮助。

本书的研究工作先后得到了国家高技术研究发展计划、总参谋部科学研究计划以及江苏省交通战备办公室等项目资助,谨此表示感谢。在本书的成稿过程中得到了解放军理工大学江克斌教授、金广谦教授等人的指导与鼓励,作者的研究生李飞、陈立、刘鹏飞、徐康等参与了文字与图片的绘制,在此一并表示感谢。

鉴于作者理论水平与实践经验有限,书中难免有不当之处,望得到专家与读者的批评、指正。

目 录

第 1 章 序言	1
1.1 基本定义	1
1.2 桥梁加固与抢修的意义	2
1.2.1 钢筋混凝土桥梁的病害	3
1.2.2 桥梁加固在平时经济建设中的意义	6
1.2.3 桥梁抢修在紧急状态下的意义	9
1.3 本课程的主要内容与任务	12
第 2 章 桥梁的基本概念	14
2.1 桥梁的种类与特点	14
2.1.1 梁式桥	14
2.1.2 拱式桥	15
2.1.3 刚架桥	16
2.1.4 悬索桥	17
2.1.5 斜拉桥	18
2.1.6 组合体系桥	18
2.2 梁桥的立面形式	20
2.2.1 简支梁桥	20
2.2.2 悬臂梁桥	21
2.2.3 连续梁桥	23
2.2.4 T 型刚架	24
2.2.5 连续刚架桥	26
2.3 梁桥的横截面形式	27
2.3.1 板式截面	27
2.3.2 肋梁式截面	28
2.3.3 箱型截面	33
第 3 章 桥梁的作用与作用组合	35
3.1 桥梁结构的极限状态设计法	35
3.1.1 桥梁的功能要求	35
3.1.2 结构的极限状态	36

3.1.3	桥梁的极限状态设计计算法	37
3.2	桥梁的作用与作用效应组合	38
3.2.1	桥梁的作用	38
3.2.2	作用的代表值	40
3.2.3	桥梁的荷载等级(设计荷载)	41
3.2.4	桥梁的作用效应组合	48
3.3	应急状态下的桥梁作用与作用效应组合	51
3.3.1	军用车辆荷载通行民用桥梁时的作用效应组合	51
3.3.2	民用非标准车辆通行民用桥梁时的作用效应组合	54
第4章	民用桥梁通过安全性判别方法	56
4.1	计算分析法	56
4.2	等代荷载法	58
4.2.1	等代荷载的概念	58
4.2.2	通过安全性判别的等代荷载法	64
4.3	表格法	65
4.3.1	石拱桥载质量的判定	66
4.3.2	双曲拱桥载质量的判定	67
4.3.3	钢筋混凝土梁式桥载质量的判定	67
4.4	荷载试验法	69
4.4.1	荷载试验的预备工作	69
4.4.2	静载试验加载方案与实施	70
4.4.3	静载试验观测方案的制定	74
4.4.4	试验观测与记录	75
4.4.5	静载试验资料的整理	76
4.4.6	试验结果分析与桥梁承载力评估	80
4.5	本章小结	82
第5章	混凝土梁桥的结构加固方法	83
5.1	钢筋混凝土构件的基本承力特点	83
5.1.1	钢筋的受拉功能	83
5.1.2	钢筋协助混凝土受压功能	87
5.2	桥梁加固的基本原理和方法	88
5.2.1	受弯构件加固的基本原理	89
5.2.2	抗剪构件的基本原理	92
5.2.3	结构承载力加固的常用方法	94
5.3	体外预应力加固法	95
5.3.1	体外预应力加固的布索方式	96
5.3.2	体外预应力加固的构造措施	98
5.3.3	体外预应力的施加方式	103
5.3.4	体外预应力的设计计算	104

5.3.5	体外预应力加固的施工工艺	106
5.4	粘贴加固法	111
5.4.1	加固材料	112
5.4.2	设计计算	116
5.4.3	施工工艺	119
5.5	下部结构加固方法	122
5.5.1	钢筋混凝土墩台结构套箍或护套加固法	122
5.5.2	桥台滑移倾斜的处理	123
5.5.3	人工地基加固法	124
5.5.4	扩大基础加固法	125
5.5.5	增补桩基法	126
5.5.6	高压喷射注浆法	127
第6章	桥梁应急抢修	128
6.1	桥梁应急抢修概述	128
6.1.1	桥梁破坏程度的划分标准	128
6.1.2	桥梁应急抢修方法分类	128
6.1.3	桥梁应急抢修的原则	129
6.1.4	桥梁破坏程度的现场勘查	129
6.2	桥梁应急抢修器材	130
6.2.1	制式抢修器材	130
6.2.2	就便抢修器材	145
6.3	桥梁结构破坏的主要形式	155
6.3.1	梁式桥结构可能的破坏形式	156
6.3.2	拱桥结构可能的破坏形式	157
6.3.3	斜拉桥或悬索桥可能的破坏形式	157
6.3.4	桥梁破坏程度划分实例	157
6.4	梁式桥上部结构破坏的应急抢修	160
6.4.1	桥面的应急抢修	160
6.4.2	主梁的应急抢修	162
6.4.3	用预制钢筋混凝土板梁或T梁应急抢修桥跨	166
6.4.4	用型钢梁应急抢修桥跨	166
6.4.5	用型钢桁架应急抢修桥跨	169
6.4.6	用架设吊桥或斜拉桥的方法应急抢修桥跨	182
6.5	拱桥上部结构破坏的应急抢修	182
6.5.1	拱桥局部破坏的应急抢修	182
6.5.2	双曲拱桥局部破坏的应急抢修	182
6.5.3	拱桥拱圈严重破坏的应急抢修	183
6.6	斜拉桥和悬索桥上部结构破坏的应急抢修	184
6.6.1	吊索重接抢修	184

6.6.2 斜拉索重接抢修	184
6.6.3 钢箱梁遭受打击发生燃烧时的抢修	185
6.7 桥梁下部结构破坏的应急抢修	185
6.7.1 填补孔洞或缺口	185
6.7.2 用铁笼或钢筋混凝土箍应急补强	185
6.7.3 接高原桥墩	186
6.7.4 桥墩处或主梁下增设支(护)墩应急抢修	187
参考文献	188

本章将首先阐述桥梁加固与抢修的一些基本概念,使读者了解桥梁加固与抢修的主要内容与工作,及其与桥梁养护、改造等其他桥梁工程活动的区别与联系;然后从平时经济建设交通保障与战争、自然灾害下的应急交通保障两个角度,说明桥梁加固与抢修的重要意义;最后介绍各章的主要内容及章节间的相互关系。



1.1 基本定义

桥梁工程中涉及的工程活动很多,从建设顺序上大体可分为桥梁设计、桥梁建造、桥梁维修加固,以及桥梁拆除等,反映了从桥梁生成到消亡的全过程。其中桥梁的维修加固是在桥梁成形后为保障桥梁正常运转或提高其工作功能所采取的工程活动总称。它是个比较宽泛的概念,主要涉及桥梁日常养护与维修、桥梁结构加固、桥梁改建,以及桥梁抢修四个方面内容。其适用条件与时机、实施方法、实施单位与产生意义等均存在明显的差别。

桥梁日常养护与维修是指在发现桥梁发生一些小的缺陷后,由养护管理单位人员直接进行修理工作,是一项与桥梁经常检查、定期检查相结合的经常性工作,一般包括桥面清扫,桥面坑洞修补,疏通排水管道与系统,修复被损坏的人行道、栏杆与护栏,维修与更换伸缩装置,对于梁体中出现的不影响承载力的空洞、破损、剥落与裂缝等进行修补。

桥梁加固是指在发现桥梁出现重大病害并导致桥梁承载力下降,或即使原桥没有明显的病害表现但承载能力已不满足新的通载需求时,在桥梁养护管理单位协调管理下,由专业加固单位实施加大截面尺寸或改变结构体系等措施来提高桥梁承载力。它是一件与桥梁特殊检查相结合的非经常性工作,一般情况下,在桥梁静动载实验或设计计算复核确定原桥承载力不满足使用要求后实施。桥梁加固分永久性加固与临时加固两种。永久性加固是指能够长期保留加大桥梁承载能力的加固方法,通常在恢复原桥承载能力或提高桥梁设计荷载等级的情况下使用;临时加固是指临时提高桥梁承载力的加固方法,在战时为了快速恢复破坏桥梁承载力或平时偶然通行超重荷载的情况下使用。

桥梁改建是指原桥不能够满足新的使用要求(承载等级、通行量或净空等),在桥梁养护与管理单位管理下,拓展原桥的宽度、改变原桥的桥面标高、部分或完全更换原桥承重构件的工作。它一般是在桥梁车道数增加或通车荷载等级增加的情况下使用。本书所述的维修加固主要是指原桥承重构件通过增大截面、增加支点等措施提高桥梁承载能力的加固。

桥梁抢修则是在一些特殊情况下的桥梁维修加固活动,常指在桥梁遭受战火、洪水与地震等破坏后,残余承载力不满足车辆与人员通行的情况下,利用制式或就便器材加强或替换原有承重构件、快速恢复桥梁通行能力的临时性加固方法。战时一般由工程兵或地方交通专业保障队伍完成,自然灾害情况下通常由承担桥梁建造与应急保障任务的企业单位完成。

桥梁维修加固四个方面在适用条件与时机、实施手段、实施单位与意义方面的联系与区别如表 1-1 所列。而本书主要是针对桥梁加固与抢修两个方面的内容进行研究,并开展教学活动。

表 1-1 桥梁维修与加固的四个方面

维修加固方面	适用条件与时机	实施手段	实施单位	意义
养护与维修	桥梁出现不影响承载能力的小缺陷后实施,为日常工作	原位修补	桥梁养护管理单位	防止缺陷产生与扩大
桥梁加固	经静动载实验或设计计算复核证实桥梁出现承载力下降或不满足通载要求的情况下实施	截面加大、改变结构体系等	专业的加固单位	恢复桥梁承载能力、防止事故产生与延长桥梁使用寿命
桥梁改建	一般在桥梁车道数增加、通行荷载等级增加的情况下实施	原有结构侧面增加结构、改变原有结构的空间位置、替换原有结构	专业的桥梁建造与加固单位	永久性地提供与改变桥梁的通行能力
桥梁抢修	桥梁遭受战火、自然灾害、恐怖袭击等破坏后桥梁承载力明显降低或丧失时实施	利用制式或就便器材加强与替换原有承重构件	工程兵或交通专业保障队	临时性地快速恢复桥梁的通行能力



1.2 桥梁加固与抢修的意义

桥梁在运营过程中由于桥龄老化、偶然超载等因素将不可避免地发生各种病害。桥梁的病害形式很多,但是不是所有的病害对桥梁结构承载力等有重要影响,仅仅对桥梁的使用功能或美观等产生影响,如人行通道与人行栏杆的缺损(图 1-1)、桥面铺装裂缝(图 1-2)。但是有些病害出现与发展将导致桥梁承载力下降,严重影响桥梁的安全性,如钢筋的锈蚀导致钢筋面积削弱,桥梁的承载力将明显降低;有些病害的出现尽管短期不影响桥梁承载力,但是会影响桥梁耐久性,如混凝土的裂缝宽度与混凝土碳化深度超过规范规定的限值后,钢筋将容易接触空气中的氧气而发生反应导致钢筋锈蚀,结构的承载力与耐久性都将严重下降。桥梁加固与抢修主要是在桥梁承载力明显降低或不满足新的通行荷载等级要求时实施,通过适当的措施改变结构内力分布或提高桥梁承载力,从而保证桥梁

的安全性,兼顾保证或提高桥梁的耐久性与使用性能。于是,本书主要针对那些对桥梁承载力与耐久性有重要影响的病害说明其现象与原因。

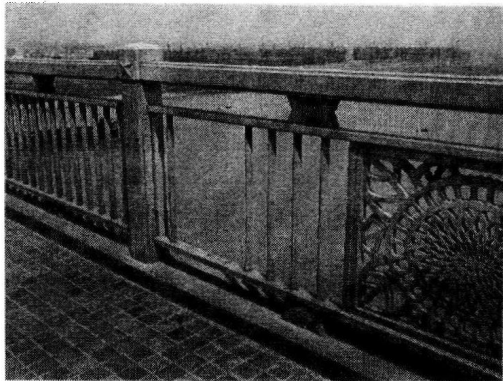


图 1-1 桥梁人行栏杆缺损



图 1-2 桥面铺装纵向裂缝

1.2.1 钢筋混凝土桥梁的病害

对于钢筋混凝土桥梁,能够严重影响桥梁安全性、耐久性的病害很多,其中最主要的有混凝土裂缝、混凝土碳化、混凝土剥蚀、钢筋锈蚀、桥墩及桥台的倾斜与沉降等。

(1) 混凝土裂缝。混凝土裂缝病害是指普通钢筋混凝土或部分预应力混凝土桥梁发生宽度超过规范限值的裂缝和全预应力混凝土桥梁出现的裂缝。对于钢筋混凝土桥梁与部分预应力混凝土桥梁允许混凝土出现一定的受拉或剪切裂缝,从而便于充分发挥钢筋的强度,提高结构的设计承载力,但是裂缝宽度过大将容易导致钢筋结果接触空气中的氧气而发生锈蚀,因此必须对裂缝宽度有所限制,为此,我国《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004)给出了各种桥梁裂缝宽度的限值。导致混凝土产生裂缝的原因很多,但是常见的有弯矩过大导致的弯曲裂缝(图 1-3)、剪力过大导致的剪切裂缝(图 1-4)、局压裂缝(图 1-5)、钢筋锈蚀引起的锈蚀裂缝(图 1-6)、基础不均匀沉降引起的变形裂缝、温度变化引起的温度裂缝与碱骨料反应引起的不规则裂缝等。

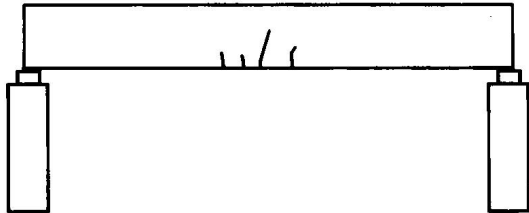
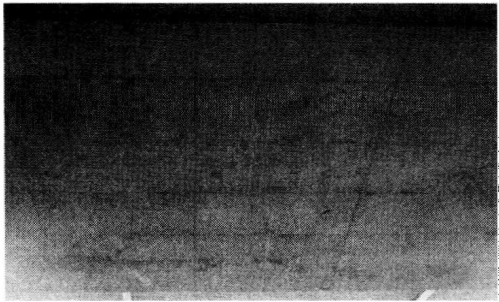


图 1-3 受弯裂缝



(2) 钢筋锈蚀。钢筋锈蚀是钢筋在潮湿环境下铁元素与氧气发生一种化学反应,形成一种新的物质,该物质体积大于反应前的体积(图 1-7)。正常情况下,钢筋表面在特定状态下(pH 值大于 11.5)有一层溶解度很小的氧化保护膜,该保护膜可以保护钢筋表面不发生进一步的氧化反应。但是随着混凝土碳化或混凝土开裂扩展达到钢筋表面以及

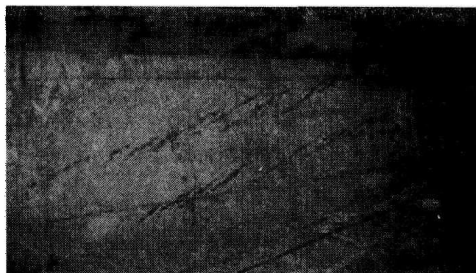
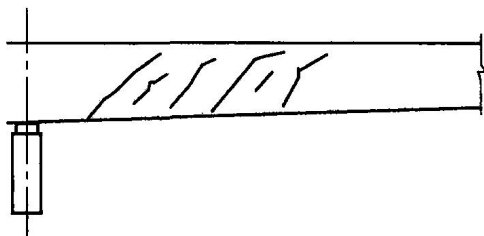


图 1-4 剪切裂缝

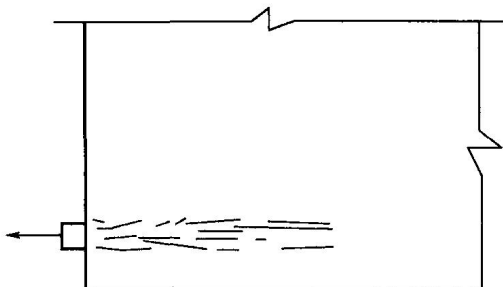


图 1-5 局部承压裂缝

图 1-6 钢筋锈蚀裂缝

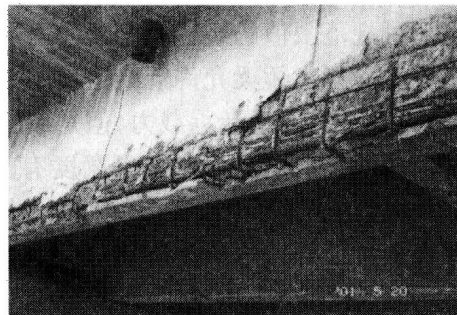


图 1-7 钢绞线与钢筋锈蚀

氯离子渗透聚集在钢筋周围并达到临界值时,钢筋周围进入酸性环境,表层的氧化保护膜被破坏,钢筋锈蚀加快。由于钢筋锈蚀过程中体积膨胀,从而对周边混凝土产生膨胀力作用,在该力作用下,混凝土保护层容易发生整体剥离(图 1-8)或导致混凝土发生沿钢筋方向的裂缝(图 1-6)。

(3) 基础的滑移和倾斜。基础结构自身除发生与梁体类似的混凝土开裂与钢筋锈蚀等病害外,还可能受到洪水、泥石流而发生水平滑移,影响深度由河流的河床纵坡与河床堆积物成分等因素决定,很难预先估计,所以事先必须经过充分调查,以探求其影响深度。另外,由于河床疏浚开挖,减少了桥台台前临河面地基土层的侧向压力,也会使基础产生侧向滑移。

当桥台基础建造于软土地基上,台背填土超过一定高度且基础构造处理不当时,作用于台背的水平力增大,将导致地基失稳,产生塑性流动,使桥台产生前移。当基础上下受力不均时,台身也随之产生不均匀滑移,导致基础出现倾斜,如图 1-9 所示。

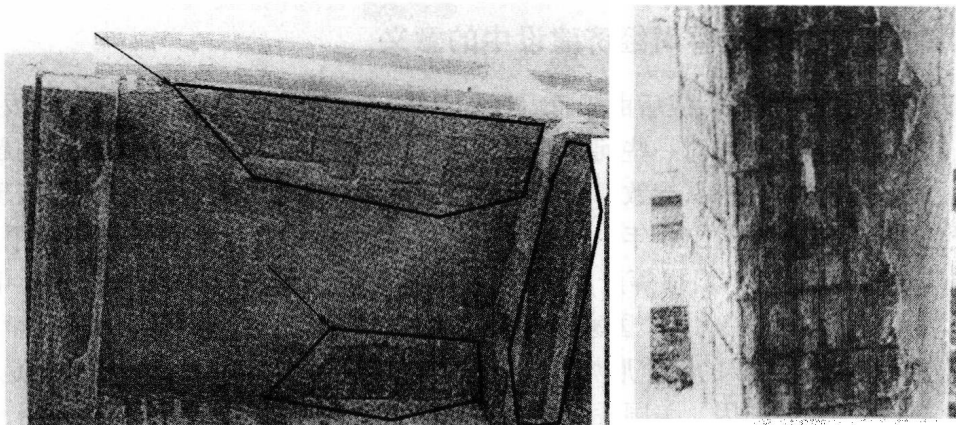


图 1-8 钢筋锈蚀导致的混凝土剥落

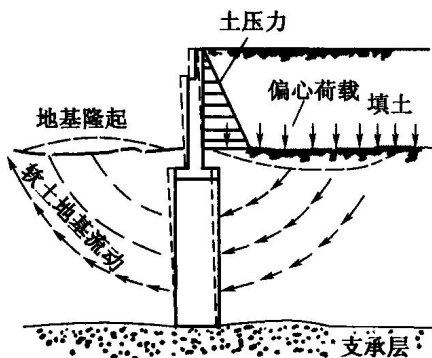
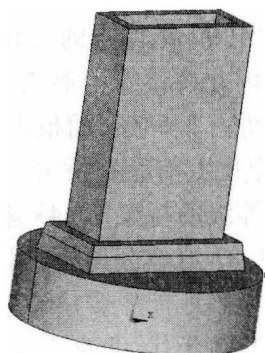
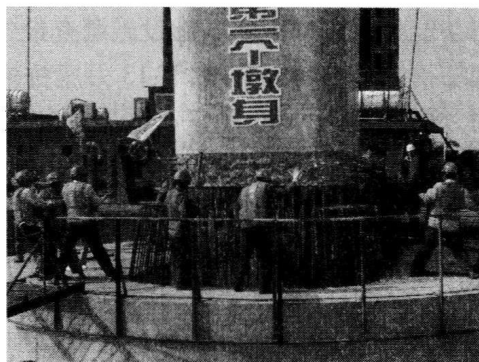
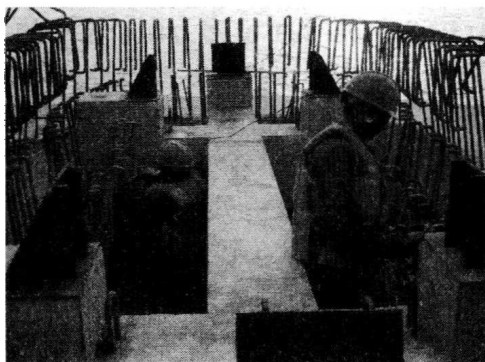


图 1-9 桥梁基础的倾斜

产生滑移或倾斜的桥台基础,多为建造在软土地基上的重力式桥台、倒 T 式桥台。沉井基础也有产生前移的,这是由于沉井基础施工时扰动了地基且承受井背压力的宽度大,可又不能像桩基础那样,有使流动土压力从桩间挤过去的效果,所以作用于沉井基础的流动压力比桩基础的大,会引起其位移的概率也大。

基础产生的滑移或倾斜,在严重时会导致桥梁结构的破坏,其破坏形式包括:支座和墩台支承面破坏以及梁从支承面上滑落下来;伸缩缝装置被破坏或使接缝宽度减少、伸缩功能减弱;滑移量过大时,梁端与胸墙紧贴,严重时导致胸墙破坏或梁局部压屈。

1.2.2 桥梁加固在平时经济建设中的意义

国际上,在第二次世界大战后由于急需恢复经济,交通基础设施建设处于一种快速发展阶段,因而,在桥梁建设过程中对一些问题的研究与考虑不够深入,如混凝土耐久性问题、钢结构锈蚀、疲劳与脆断问题等,导致那个时代建设的桥梁存在较大安全隐患,具体表现在,尽管桥梁的设计使用年限为100年~120年,但是大量的桥梁在没有达到使用年限前就出现结构性缺陷,甚至发生坍塌等严重事故,导致重大的人员与财产损失。1986年,欧洲、北美、澳大利亚与日本等16个国家对这些国家80多万座混凝土桥梁现状进行全面调查后,指出钢筋混凝土桥梁的安全形势不容乐观,其中钢筋锈蚀与混凝土冻融破坏是混凝土桥梁破坏的两种主要原因。美国桥梁设计寿命基准平均为75年,但是调查表明,实际使用年限平均为44年,州际桥梁仅为39年。美国1978年到1981年对全国56.6万公路桥梁调查结果显示40%以上桥梁均有损伤;1993年的调查显示有35%桥梁具有结构缺陷与功能失效;2001年基础设施调查报告指出,1998年美国的50多万座桥梁中的29%出现结构缺陷与功能失效,有13万座桥梁带有限制过往卡车质量的标牌,5000多座桥梁关闭,每年平均有200座左右桥梁部分或完全倒塌。联邦德国在1978年至1979年两年时间内对一个州1500多座钢筋混凝土和预应力混凝土公路桥的全面检查显示:50年左右桥龄的有27%上部结构存在至少一处的严重损伤,64%存在一处重要损伤,77%至少存在一处中等以上重要损伤;桥龄在25年左右的混凝土桥梁8%至少有一处存在严重损伤,24%至少有一处重要损伤,46%至少有一处中等以上损伤;预应力混凝土桥梁年龄在25年左右的有近50%至少有一处重要损伤。英国20世纪90年代对200多座混凝土公路桥梁进行了调查,发现30%的桥梁运营条件不良。由此可见,由于桥梁设计、施工与运营等环节控制不严格,世界范围内的桥梁实际使用寿命均远远小于设计寿命,大量桥梁处于损伤状态,导致大量桥梁具有重大的安全隐患。

我国大规模桥梁建设尽管起步较晚,但是根据20世纪90年代末的统计,有40%桥梁使用年限在25年,至今这部分桥梁使用了30年以上,因此桥梁安全形式也不容乐观。根据1982年的全国公路普查资料,当时我国公路桥梁危桥占3.54%,而根据中国交通部公路司公路管理处的统计资料显示:截至2003年年底,全国共有公路桥梁310773座,计12466143延米;按《公路桥梁养护技术规范》归类为危险等级的桥梁10443座,计378439延米。根据《羊城晚报》报道:至2000年广东省内共有1.87万座公路桥,属于三四类不良状况的桥梁有4244座,占总数的22.7%;上海至1994年7月有桥梁1800多座,其中结构性缺陷177座,功能性缺陷308座,共占27%。20世纪90年代,北京市就有各式桥梁3790座,其中552座属危桥和病桥亟待改造和升级,占桥梁总数的14.6%。根据1994年秋检统计,我国铁路桥梁共有病害桥6137座,占桥梁总数的18.8%,其中混凝土桥2675座,占病害桥梁的43.6%。可见,尽管我国大规模建桥历史只有二三十年左右,但是由于多方面的原因,桥梁的老化现象比较严重,大量桥梁在没有达到设计使用寿命前,提前出现结构性与功能性的缺陷。

桥梁老化会导致桥梁维修费用大幅度增加,造成严重的经济损失。美国1992年用于桥梁维修费用为2580亿美元,为用于建造这些桥梁造价的4倍,表1-2则对1993年美国用于桥梁建设、维修费用进行了分析,可见,美国年度桥梁投资费用还不能够满足桥梁

的日常养护与维修。英格兰中环线的 11 座高架桥,使用 12 年就破坏,维修费用已经达到 1.2 亿英镑,为当年造价的 6 倍。同时,根据统计表明,桥梁老化中,钢筋混凝土腐蚀是最为严重的一种老化问题。这是因为尽管钢筋混凝土桥梁损伤比例没有钢桥严重(美国统计 1950 年到 1994 年钢筋混凝土桥梁结构性缺陷占 9.9%、钢桥占 19.4%),但是由于钢筋混凝土桥梁所占桥梁总数比例较大(1989 年欧洲占 70%、美国占 52%、我国占 90%),因而钢筋混凝土腐蚀成为导致经济损失最为严重的一种老化问题。美国每年几千亿美元的腐蚀损失中,与钢筋混凝土腐蚀相关的就达 40%,约为 1550 亿美元。英国 30 年来钢筋混凝土腐蚀损失平均占 GDP 的 3.5%,澳大利亚每年的钢筋混凝土腐蚀损失占 GDP 的 4.2%。

表 1-2 美国国有桥梁现状

登记评估的桥梁总数	575583 (100%)
有缺陷类桥梁总数	199277 (35%)
结构缺陷	118563 (21%)
功能缺陷	80714 (14%)
消除全部现有桥梁缺陷所需费用	780 亿美元
现有桥梁的平均年度维修费用	52 亿美元
消除现有及新增的桥梁缺陷的年度费用	82 亿美元
现有国有桥梁年度开支(估)	50 亿美元
其中根据 ISTE A 法案获得的重建与维修费用	27 亿美元
其他(联邦资助、州与地方拨款)研究投入	23 亿美元
注:作者估计的年度经费为 2300 余万	

我国近年来由于桥梁提前老化现象严重,在建设新桥的同时不得不耗费巨资加固旧桥,仅江苏省“十五”期间累计投入 10 多亿元,改造国省干线公路危桥 666 座。20 世纪 80 年代后,我国在长江、黄河上建造数百座大型桥梁,但是许多桥梁在建成十多年后就出现严重的功能性病害,不得不投入经费进行了改造与加固,部分在达到设计使用寿命前就进行改造加固的桥梁如表 1-3 所列。

表 1-3 国内部分达到设计寿命前进行加固的大型桥梁

序号	桥 名	地区	设计年限与使用年限	原 因
1	黄河大桥	山东 济南	设计年限 25 年的斜拉索 在使用 13 年后全部更换	锈蚀(铅皮套管 压浆防护工艺)
2	海印大桥	广东	设计寿命 25 年的斜拉索 在使用 6 年半后换索	锈蚀(P E 套管 压浆防护工艺)
3	石门大桥	重庆	设计使用寿命 20 年的斜拉索 使用 17 年换索	保护层破损,钢丝锈蚀

(续)

序号	桥 名	地区	设计年限与使用年限	原 因
4	怒江三达地大桥	云南	设计寿命 20 年的斜拉索 在使用 10 年后全部更换	钢丝、锚头锈蚀 (PE 管压浆防护工艺)
5	壶西大桥	广西	斜拉索使用 12 年后全部更换	锚头、钢丝锈蚀
6	九江大桥	江西	设计寿命 30 年的斜拉索 在使用 15 年后更换	锚头、钢丝锈蚀与断丝 (PE 管压浆防护工艺)
7	白沙大桥	广西南宁	使用 10 年后换索	锚头、钢丝锈蚀 (PE 套管压浆防护工艺)
8	恒丰北路斜拉桥	上海	使用 12 年后换索	PE 护筒内部灌水泥浆
9	红水河大桥	—	使用 19 年后换索	防护套开裂, 钢丝锈蚀
10	键为桥	—	使用 11 年后换索	锚头与钢丝锈蚀
11	三门峡黄河公路大桥	山河与河南之间	桥梁建成 10 年后耗资 1700 万 进行加固	梁体开裂与跨中的挠度过大
12	江阴长江公路大桥引桥	江苏	2005 年耗资 3000 多万元进行加固	梁体开裂与挠度过大
13	黄石大桥	湖北	建成 10 年后耗资 7000 多万元 进行加固	梁体开裂与挠度过大

桥梁提前老化不仅可以造成严重的经济损失,而且如果不及时采取维修加固技术往往会导致严重的“桥毁人亡”的桥梁事故,我国近年来在这方面具有惨痛的教训。2004 年 9 月 8 日成温公路三渡水大桥在洪水作用下,裸露的桥墩发生倾斜倒塌,从而导致桥梁整体垮塌(图 1-10);2004 年四川宜宾市南门大桥在服役 11.5 年后发生悬索及桥面部分断裂事故,导致交通、市外通信中断,2 人丧生,2 人受伤(图 1-11);中国台湾地区高屏大桥拦腰断裂,16 辆大大小小的车辆坠入河中,22 人受伤,造成交通中断(图 1-12);2004 年辽宁省盘锦市的田庄台大桥的挂梁牛腿断裂,导致挂梁整体掉落,多人伤亡(图 1-13);运河上某混凝土简支梁桥坍塌事故等(图 1-14)。这些桥梁事故发生前均具有明显

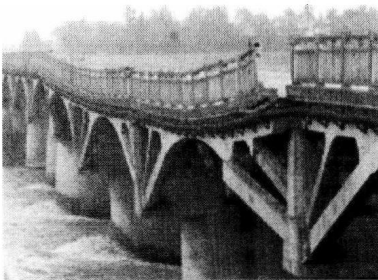


图 1-10 三渡水大桥垮塌

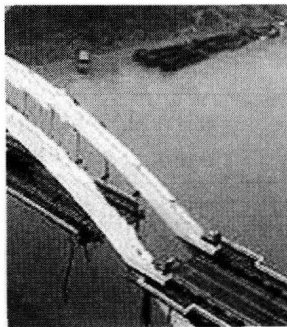


图 1-11 南门大桥局部破坏



图 1-12 高屏大桥拦腰断裂

的事故苗头,如宜宾市南门大桥管养人员早就发现异常锈蚀情况,但由于缺乏定量检测与评估手段而放任自流,没有及时进行维修与加固。中国台湾地区高屏大桥在事故发生前早已发现桥基裸露现象,一方面缺乏地基裸露对桥基安全性评估手段,另一方面管养单位消极对待而导致事故发生。但是由于缺乏桥梁监测系统以及合理的报警指标,未能够进行及时报警与采取处理措施,从而导致事故发生。田庄台大桥在发生事故数月前桥梁管理检测单位已经发现牛腿上有裂缝,但是没有及时采取加固措施,最终导致了桥梁事故的发生。



图 1-13 田庄台大桥挂梁牛腿断裂



图 1-14 梁体塌落

综上所述,由于我国 40% 左右的桥梁使用寿命达到了 30 年左右,根据国际经验与国内地区性调查,我国桥梁已经开始进入一个大面积老化的阶段,桥梁的维修加固已经成为社会的一种迫切需求。而且如果不对老化桥梁进行及时与合理的维修加固,一方面容易导致桥梁维修加固费用急剧增加,增加国家的经济损失,另一方面容易导致“桥毁人亡”的事故,造成重大的社会影响。

1.2.3 桥梁抢修在紧急状态下的意义

所谓的紧急状态是指战争、自然灾害与恐怖袭击等特定状态。在这些紧急状态下,民用桥梁自身很容易在敌方火力打击、地震、洪水等作用下发生破坏,同时往往又是军队快速机动、抗洪抢险人员进入灾区的必然通道,因此,紧急状态下对桥梁进行快速抢修与加固具有重要的意义。

现代战争中离开军事交通,不仅作战物资的前输后送将难以完成,而且军队将会寸步难行,所以战时交通保障不仅是后勤保障的中心环节,而且超出了后勤范畴,成为军事家首先要考虑的一个战略问题。作为战争的最高指挥者,在制定战略目标时,如果没有充分考虑以交通线畅通为重点的作战工程保障对战争进程的制约作用,往往会吞下失败的苦果。在第一次世界大战中,德国在制定“施里芬计划”时,一味地强调利用德军的机械化优势,可以速战速决,在短时间内结束战争,忽视了战略目标与后勤保障能力间存在的难以克服的矛盾。当德军进攻到比利时,由于比利时对本国的铁路系统实现了大规模的破坏以及德军在修复器材与人力上的准备不足,不能保证交通线的畅通,致使五个集团军中的四个集团军得不到有效的后勤保障,间接地导致了“施里芬计划”的失败。在第二次世界大战中,德军则犯下同样的错误,在制定“巴巴罗萨”计划时,一味地迷信建立机械化部队快速突击能力基础上的“闪电站”理论,没有很好地研究后勤保障系统,尤其是交通运