



王云江 张海东 主编 翁大庆 主审

桥梁工程 养护维修与管理

QIAOLIANG GONGCHENG
YANGHU WEIXIU YU GUANLI



化学工业出版社



王云江 张海东 主编 翁大庆 主审

桥梁工程 养护维修与管理

QIAOLIANG GONGCHENG
YANGHU WEIXIU YU GUANLI



化学工业出版社

· 北京 ·

本书系统地介绍了市政桥梁养护维修施工与管理,其内容包括概论、桥梁检查与评定、桥梁日常养护维修、专项养护维修、桥梁加固、养护安全保证措施、养护应急预案、突发事件处置方案。

本书可供市政工程养护维修与管理人员学习和参考,亦可作为市政工程专业师生学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁工程养护维修与管理/王云江,张海东主编.

北京:化学工业出版社,2014.9

ISBN 978-7-122-21311-2

I. ①桥… II. ①王…②张… III. ①桥-保养
②桥-维修 IV. ①U445.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第156168号

责任编辑:李仙华

装帧设计:张辉

责任校对:蒋宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张8 字数192千字 2014年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00元

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

主 编 王云江 张海东

副主编 缪 琪 方 力 刘 松

参 编 (按姓名汉语拼音排序)

傅 健 金一铭 梁尧祥 刘永飞

翁国伟 吴明伟 于来宾 郑智杰

主 审 翁大庆



前言

随着经济的快速发展，我国城市建设突飞猛进，道路里程有了很大增长，桥梁更是随处可见，然而随着汽车工业的发展，交通运输呈大幅度增长，行车密度及车辆载重越来越大，城市桥梁使用年限的增加，桥梁结构的一些病害逐渐显现并呈现出日益加重的趋势。现有的数以万计的桥梁，特别是 20 世纪 80 年代以前修建的桥梁，由于设计荷载标准低，承载能力不够，远远不能满足所需的安全要求，加之年久失修、养护不够，相当多的桥梁发生不同程度的破损，正逐步成为危桥，为防止发生事故使国民经济和人民生命出现重大损失，为此对桥梁结构进行养护与加固愈加显得重要，及时发现桥梁发生的病害和出现的缺陷，并及时维修、加固补强，防患于未然，加快旧危桥整治和加固，确保交通畅通和安全。

养护和维修旧桥所产生的费用远小于新建桥梁，又不阻碍交通。通过对现有桥梁的维修、养护、加固，使其恢复设计承载能力或提高荷载标准，延长桥梁的使用年限。桥梁的加固费用约为重建新桥的 30%~40%，拱桥则为 20%~30%，可以节省大量的资金。

目前虽然有城市桥梁养护维修企业，但养护维修规范与规程尚不完整，没有一本完整系统介绍城市桥梁养护维修施工与管理的书，近年桥梁养护维修任务越来越繁重，养护维修施工单位和施工人员数量也不断增加，为提高从业人员业务学习要求，编写了这本系统阐述城市桥梁养护维修与管理的书。

本书共九章，其内容包括：概论、桥梁检查与评定、桥梁日常养护维修、专项养护维修、桥梁加固、养护安全保证措施、养护应急预案、突发事件处置方案。

杭州市路桥有限公司多年来长期从事城市桥梁养护维修，其社会效益和经济效益特别显著，其质量保证、作业安全、成本低。本书对公司多年来专业从事城市桥梁养护维修施工，

以工程实践为主线，系统的总结了养护管理技术实践知识，为推动城市桥梁养护维修新技术、新材料、新设备、新工艺的发展起到抛砖引玉的作用。书中给出的有关养护与管理方法可以借鉴。

本书内容系统完整、内容新颖、充分体现实用性和可操作性，具有较强的指导作用和使用价值。

限于水平，本书难免有疏漏和不当之处，敬请广大读者不吝指教。

编者
2014 年 2 月



目 录

第 1 章	概 论	1
1.1	桥梁养护概述	1
1.2	桥梁的组成与分类	1
1.3	桥梁养护工作的内容	3
第 2 章	桥梁检查与评定	6
2.1	桥梁检查	6
2.2	桥梁技术状况评定	19
2.3	结构检查	21
2.4	结构关键部位相对位移的监测	22
2.5	桥梁构件退化检测方法	22
2.6	钢筋分布及保护层厚度检测	24
2.7	结构裂缝检测	25
2.8	桥梁结构评估方法	25
第 3 章	桥梁日常养护维修	27
3.1	桥面铺装及桥面系养护维修	27
3.2	上部结构养护维修	30
3.3	支座养护维修	32
3.4	下部结构的养护维修	33
3.5	其他维修	33
3.6	养护技术措施	34
第 4 章	专项养护维修	36
4.1	吊杆、拉索养护	36

4.2	斜拉桥的养护	37
4.3	钢系梁的养护	38
4.4	拱结构相关养护	39
4.5	隔音屏施工养护	40
4.6	涂装施工养护	40
4.7	绿化养护	40
4.8	机电系统、交通监控系统、结构健康监测系统养护	41
4.9	电梯设施养护	42
4.10	其他设施养护	43
4.11	案例	44

第5章 桥梁加固

68

5.1	概述	68
5.2	钢筋混凝土及预应力混凝土简支板	68
5.3	钢筋混凝土及预应力混凝土连续板桥	70
5.4	钢筋混凝土及预应力混凝土简支梁桥	71
5.5	钢筋混凝土及预应力混凝土连续梁桥及悬臂梁桥	74
5.6	预应力混凝土 T 形刚构桥	79
5.7	钢筋混凝土板拱、肋拱及箱形拱桥	80
5.8	中、下承式拱桥	84
5.9	钢筋混凝土刚架拱桥	85
5.10	圯工拱桥	88
5.11	钢-混凝土组合梁桥	91
5.12	斜拉桥	91
5.13	悬索桥	92

第6章 养护安全保证措施

93

6.1	安全施工注意事项	93
6.2	交通安全作业	94
6.3	用电安全措施	96
6.4	安全生产操作规程	96
6.5	机械设备使用安全措施	104
6.6	绿化养护安全文明施工	104
6.7	桥梁检查作业安全	105

第7章 养护应急预案

106

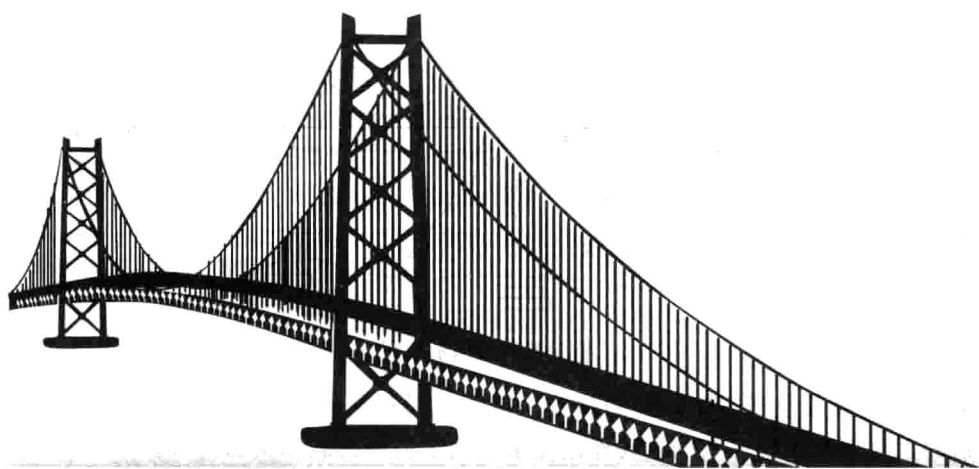
7.1	总则	106
7.2	预防预警机制	107
7.3	应急处置	108
7.4	后期处置	108

7.5 应急保障	109
7.6 监督管理	109

第 8 章 突发事件处置方案	111
-----------------------------	-----

8.1 紧急情况疏散和联络处置程序	111
8.2 交通事故抢险应急处置方案	112
8.3 桥梁爆炸、火灾应急处置方案	112
8.4 雾天应急处置方案	113
8.5 暴雨、台风应急处置方案	114
8.6 防冻抗雪应急处置方案	114
8.7 抗震救灾应急处置方案	115
8.8 防雷设施应急处置方案	116
8.9 撞击桥梁应急处置方案	117
8.10 船只撞击桥梁应急处置方案	117
8.11 其他处置方案	118

参考文献	120
-------------------	-----



第 1 章 概 论

1.1 桥梁养护概述

随着社会的发展，交通运输业也以雨后春笋般的速度发展，交通运输量大幅度增长，行车密度及车辆载重越来越大，尤其是拖挂运输、集装箱运输、个体户载重货物运输等重型车辆与日俱增，这对城市桥梁的安全性提出了更高的要求，特别是年代较远的低等级荷载桥，已远远不能满足使用上的要求。

现有城市道路，数以万计的桥梁，特别是 20 世纪 80 年代以前修建的桥梁，由于设计荷载标准低，承载能力不足，加之年久失修、养护不够，相当多的桥梁发生了不同程度的破损，正逐步成为危桥，成了不断提升技术等级的城市上的“卡脖子”路段。

对于不能适应现代交通运输的桥梁，如将其全部拆除重建，不仅资金耗费巨大，而且在时间上也不允许，而养护和维修旧桥所产生的费用远小于新建桥梁，又不阻碍交通。因此，需要不断加强现有桥梁的维修、养护、加固与改造，使其恢复设计承载能力或提高荷载标准，把延长桥梁的使用年限、保障市政建设的可持续发展作为一项基本国策。

在市政建设中，我国也要求各级交通主管部门要积极贯彻“建养并重”的方针，将桥梁的检查、维修、加固与改造工作列入议事日程，及时发现桥梁发生的病害和出现的缺陷，并及时维修、加固补强，防患于未然，加快旧危桥整治、加固的步伐，确保交通畅通和发展。加固旧危桥，恢复和提高它们的承载能力，使其继续为现代交通运输服务，可以给国家带来巨大的社会效益和经济效益。

1.2 桥梁的组成与分类

1.2.1 桥梁的组成

桥梁一般由上部结构、下部结构、支座和附属设施四部分组成，如图 1-1 所示。

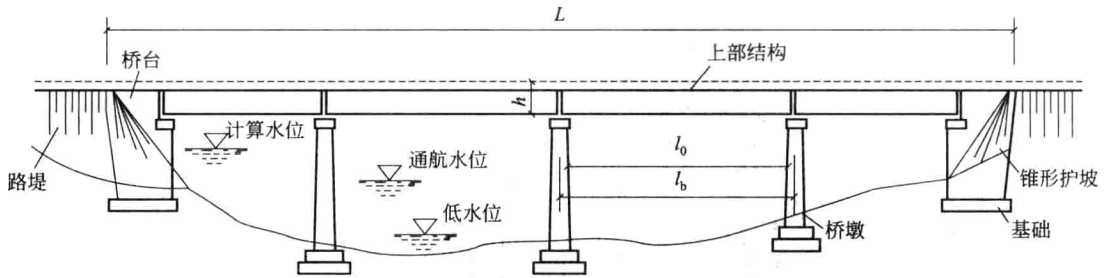


图 1-1 桥梁基本结构示意图

① 上部结构指桥梁位于支座以上的部分，通常称桥跨结构。桥跨结构是在线路中断时跨越障碍物的主要承重结构。它的主要作用是承受其上桥面荷载和交通荷载。

② 下部结构通常包括桥墩、桥台和基础。桥墩和桥台是支撑桥跨结构并将恒载和车辆等活载传至基础的结构物。通常设置在桥两端的称为桥台，它除支撑桥跨结构作用外，还起到衔接桥梁和路堤的作用，并抵御路堤土压力，防止路堤填土的滑坡和塌落。桥墩和桥台中使全部荷载传至地基的底部奠基部分，通常成为基础。桥墩和桥台传来的全部荷载包括竖向荷载以及地震力、船舶撞击力等引起的水平荷载。基础是桥梁结构的根基，是确保桥梁能安全使用的关键。

③ 支座是桥梁中在桥跨结构与桥墩或桥台的支承处所设置的传力装置，它不仅要传递很大的荷载，并且要保证桥跨结构能产生一定的变位。

④ 附属设施是在桥梁建筑工程中，除上述基本结构外，根据需要还常常修筑护岸、导流结构物和导航装置。桥梁的附属设施有桥面铺装、排水防水系统、栏杆、伸缩缝及灯光照明等。

河流中的水位是变动的，在枯水季节的水位称为低水位，洪峰季节河流中的最高水位称为高水位。桥梁结构中按规定的设计洪水频率计算所得的高水位称为设计洪水位。在通航河流，满足正常通航净空要求的最高水位称为设计通航水位。

下面介绍桥梁布置和结构。

标准跨径：对于梁式桥或板式桥是指两相邻桥墩中线之间的距离，或桥墩中心线至桥台台背前缘之间的距离；对于拱桥，则是指净跨径。

净跨径：对于梁式桥是指设计洪水位上相邻两个桥墩（桥台）之间的净距，用 l_0 表示。对于拱式桥是每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离。

总跨径：在单孔桥中即为桥梁的净跨径，在多孔桥中是指多孔桥梁中各孔净跨径的总和，以 $\sum l_0$ 表示。它反映了桥下宣泄洪水的能力。

计算跨径：对于有支座的桥梁，是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的水平距离，以 l 表示。对于拱式桥，是两相邻拱脚截面形心点之间的水平距离。桥跨结构的力学计算式以计算跨径 l 为基准的。

桥梁全长：简称桥长，是桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离，以 L 表示。

桥梁高度：简称桥高，是指桥面与低水位之间的高差，以 H_1 表示。桥高在某种程度上反映了桥梁施工的难易性。

桥下净空高度：简称净高，是设计通水位至桥跨结构最下缘之间的距离，以 H 表示。

它应能保证安全排洪,并不得小于对该河流通航水位所规定的净空高度。

建筑高度:是桥上行车路面标高至桥跨结构最下缘之间的距离,以 h_0 表示。它不仅与桥跨结构的体系和跨径大小有关,而且还随行车部分在桥上布置的高度位置而异。城市定线中所确定的桥面标高与通航净空顶部标高之差,称容许建筑高度。显然,桥梁的建筑高度不得大于其容许建筑高度,否则就不能保证桥下的通航要求。

净矢高:对于拱式桥,是从拱顶截面下缘至相邻梁拱脚截面下缘最低点连线的垂直距离,以 f_0 表示。

计算矢高:是从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心连线的垂直距离,以 f 表示。

矢跨比:是拱桥中拱圈的计算矢高 f 与计算跨径 l 之比,以 f/l 表示,也称拱矢度,它是反映拱桥受力特性的一个重要指标。

1.2.2 桥梁的分类

桥梁的分类可以按结构体系、跨径、桥面位置、主要承重结构所用的材料、跨越方式、施工方法分类。

(1) 按结构体系分类 是以桥梁结构的力学特征为基本着眼点,对桥梁进行分类,以利于把握各种桥梁的基本特点,也是桥梁工程学习的重点之一。以主要的受力构件为基本依据,可分为梁式桥、拱式桥、刚架桥、斜拉桥、悬索桥五大类。

(2) 按跨径分类 是一种行业管理的手段,并不反映桥梁工程设计和施工的复杂性。以下是我国《公路工程技术标准》(JTJ 001—1997)规定的按跨径划分桥梁的方法。

特大桥桥梁总长 $L \geq 500\text{m}$,计算跨径 $l_0 \geq 100\text{m}$ 。

大桥桥梁总长 $100\text{m} \leq L < 500\text{m}$,计算跨径 $40\text{m} \leq l_0 < 100\text{m}$ 。

中桥桥梁总长 $30\text{m} < L < 100\text{m}$,计算跨径 $20\text{m} \leq l_0 < 40\text{m}$ 。

小桥桥梁总长 $8\text{m} \leq L \leq 30\text{m}$,计算跨径 $5\text{m} \leq l_0 < 20\text{m}$ 。

(3) 按桥面位置分类 上承式桥:桥面布置在桥跨结构上面。下承式桥:桥面布置在桥跨结构下面。中承式桥:桥面布置在桥跨结构中间。

(4) 按主要承重结构所用的材料 有木桥、钢桥、圬工桥(包括砖、石、混凝土桥)、钢筋混凝土桥和预应力钢筋混凝土桥。

(5) 按跨越方式分类 可分为固定式桥梁、开启桥、浮桥、漫水桥等。

(6) 按施工方法分类 混凝土桥梁可分为整体式施工桥梁的和节段式施工桥梁。

1.3 桥梁养护工作的内容

每座桥在使用过程中,其结构功能和使用性能会因行车荷载和环境因素的不断作用而逐渐被破坏;如果遇上突发事件和自然灾害,则还会发生破损甚至毁坏。因此,在使用期内需要有具备一定桥梁知识与技能的人员和一定的资金,对桥梁进行养护和管理,使每座桥梁保持一定的服务水平,经常处于完好的技术状态,延长其使用年限。

一般而言,桥梁养护维修工作应包括以下四个方面。

1.3.1 技术状况检查

为了保证城市道路畅通无阻,必须加强对桥梁构造物的检查,以便及时系统地掌握桥梁

的技术状况，及时发现缺损和相关环境的变化以及可能导致桥梁损坏的原因，从而有针对性地对桥梁进行保养、维修和加固工作。

进行技术状况检查的目的在于系统掌握技术状况，及时发现病害缺损，采取相应养护措施。

桥梁检查分为经常性检查、定期检查和特殊检查。

1.3.2 建立和健全完整的桥梁技术档案

应根据桥梁检查结果，按桥梁实际技术状况，评定桥梁技术状况，并建立技术档案。为桥梁养护维修和安全评估提供依据。技术档案系统应至少包括设计施工、桥梁结构检测及桥梁养护维修等三个子系统。

1.3.3 对桥梁构造物进行安全防护

桥梁构造物如遇缺损，应立即进行修理、更换和恢复。在非常时期，如在流冰和洪水期间应及时采取防护措施。木结构和一些大型桥梁应设有消防措施。重要的特大桥梁还应设专门桥梁养护机构。

1.3.4 对桥梁构造物进行经常保养、维修

采取正确的、先进的技术措施，依照有关的技术法规，对桥梁及其附属设施进行经常保养维修，首先应保持符合载重等级要求，保证车辆安全通行。通过养护维修不能维持原设计载重等级要求时，应有计划地进行技术改造。

桥梁的养护维修工作按其性质、规模大小、技术难易程度可分为四类，见表 1-1。

(1) 小修保养工程 对桥梁各部分，包括设计规定的引桥、引道，以及其各种设施进行预防性保养和修补其轻微损坏部分，使之经常保持完好状态。此项工作经常进行。对一些特大型特殊桥梁，此工作每天都在轮回进行。

(2) 中修工程 对桥梁各部分，包括设计规定的引桥、引道，以及其各种设施的一般性自然磨损和局部损坏进行修理加固，以恢复原状。此项工作定期按计划进行。

(3) 大修工程 对桥梁各部分，包括设计规定的引桥、引道，以及其各种设施的较大损坏进行周期性的综合修理，以全面恢复到原设计标准，或在原技术等级范围内进行局部改善和个别增建，以逐步提高其通行能力。此项工作应每隔数年（如 10～15 年）按上级批准的年度计划进行。

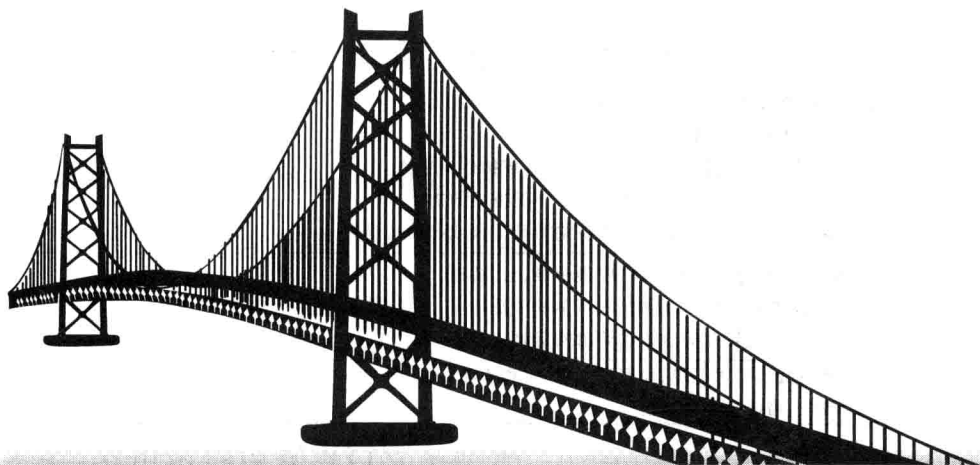
(4) 改善 对桥梁各部分，进行结构或整体改造，提高设施完好性。

表 1-1 桥梁结构养护工程分类与工作内容

养护分类		相应的工作内容
小修保养	保养	(1)清理污泥、积雪、杂物、保持桥面的清洁 (2)疏通涵管、疏导桥下河槽淤泥 (3)伸缩缝养护、泄水孔疏通，钢支座加润滑油，栏杆油漆 (4)钢构件的除锈、刷漆
	小修	(1)修理更换栏杆和木桥的局部损坏，修理泄水孔、伸缩缝等 (2)修补桥面、墩台及河床铺底和河道防护圯工的微小损坏 (3)修理接长涵洞和进出口的铺砌加固

续表

养护分类	相应的工作内容
中修	(1)修理更换木桥的较大损坏构件及防腐 (2)修理更换大、中桥支座及个别构件 (3)大、中型钢桥的全面油漆、除锈和各部构件的检修 (4)永久性桥墩、台及桥面的修理和小型桥面的加宽 (5)重建、增减、接长涵洞、改建桥梁河床铺底或调治构造物
大修	(1)在原技术等级内加宽大、中型桥墩、台、桥面 (2)改建、增建小型桥梁和技术简单的中桥 (3)改建、增建较大的永久性调治构造物
改善	(1)提高城市技术等级、加宽桥梁墩、台和桥面 (2)改建、增建小型立交桥



第 2 章 桥梁检查与评定

2.1 桥梁检查

为保证桥梁的完好、畅通、安全、整洁，应对使用中的桥梁进行检查，及时掌握桥梁的基本状况，并采取相应的养护措施。

通过了解桥梁的技术状况及缺陷和损伤的性质、部位、严重程度、发展趋势，弄清出现缺陷和损伤对桥梁质量和使用承载能力的影响，并为桥梁维修加固设计提供可靠的技术数据和依据。

因此桥梁检查是进行桥梁养护、维修与加固的先导工作，是决定维修与加固方案可行和正确与否的保证。桥梁检查是桥梁评定、养护、维修与加固工作中必不可少的重要组成部分。

桥梁的检查可以分为经常性检查、定期检查和特殊检查三种。

2.1.1 桥梁经常性检查

由于桥梁所处地理位置非常重要，位于进出城的城市桥梁其车流量明显高于一般桥梁，其使用频率处于饱和状态，还有一些重型货车经常出入，造成桥梁病害的概率高，巡查人员应加强对该种桥梁的检查和评定。

2.1.1.1 检查的时间周期

经常性检查应按桥梁的类别、级别、技术等级分别测定巡检周期。对重要桥梁，或遇恶劣天气、汛期、雨季、冰冻等特殊情况，周期宜短。特殊情况可设专人看护。

(1) 桥梁日常巡查，一般一月一次，由路段养护人员或桥梁养护人员负责。其目的是随时掌握桥梁技术状态，确保桥梁结构功能正常，发现问题及时采取应对措施，对需要做进一步检查和维修的桥梁写出报告。暴风雨和洪水过后，对桥梁要加大检查频率。详细请见日常巡查表 2-1。

经常检查大体上包括下列内容：

- (1) 桥面平整度，裂缝发育程度，局部坑槽、沉陷、波浪、碎边，混凝土剥离、渗漏，钢筋锈蚀，桥头跳车等。
- (2) 排水设施，桥面泄水管。
- (3) 桥面清洁状况。
- (4) 伸缩缝，支座位置及联结部件。
- (5) 人行道、缘石、栏杆、扶手和引道防栏（柱）破损锈蚀等。
- (6) 河床冲刷情况。
- (7) 墩台基础的冲刷变形、下沉。
- (8) 墩台受到船只或漂浮物撞击等。
- (9) 翼墙（侧墙、耳墙）的开裂、风化剥落和异常变形。
- (10) 锥坡、护坡有无局部塌陷，铺砌面的塌陷、缺损等，桥头排水沟和行人台阶的完整性。
- (11) 交通信号、标志、标线、照明设施状况。

2.1.2 桥梁定期检查

桥梁定期检查通常由具有一定检查经验并受过专门桥梁检查培训以及熟悉桥梁设计、施工等方面知识的检查工程师，按照规定周期，对桥梁主体结构及附属构造物的技术状况进行定期跟踪的全面检查。

2.1.2.1 定期检查的目的

桥梁的定期检查是对桥梁结构的质量状况进行定期跟踪的全面检查。通常是依靠富有经验的专职桥梁检查工程师，以目视观察为主，辅以必要的工具、常规测量仪器、照相机和其他现场用器材等手段，实际判断桥梁缺损原因，做出质量状况评分，并估计需要维修的范围及方法，或提出限制交通的建议。对需要进一步查明原因或继续观察的缺损部件，提出特殊检查或下次检查的时间要求。

2.1.2.2 定期检查的时间周期

对损坏严重、危及安全运行的危桥梁，提出暂时限制交通和报废的建议。并根据桥梁的技术状况，确定下次检查时间。定期检查的时间按下列情况确定。

- (1) 新建桥梁交付使用一年后，进行第一次全面检查。
- (2) 桥梁检查周期一般为三年。视被检桥梁的技术状况而定，确定每1~5年检查一次。
- (3) 非永久性桥梁每年检查一次。
- (4) 根据下级桥梁养护工程师报告，在经常检查中发现的重要部（构）件病害状况为三、四类的桥梁，应立即安排一次检查。

2.1.2.3 桥梁定期检查的工艺流程

桥梁定期检查工作应按规范程序进行，桥梁定期检查的工艺流程如图2-1所示。

2.1.2.4 桥梁定期检查的内容

桥梁定期检查的具体项目和内容如下。

- (1) 桥面铺装：是否有坑槽、开裂、车辙、松散、不平、桥头跳车现象等。
- (2) 栏杆：栏杆是否松动、撞坏、锈蚀和变形等。