

Changgui Gonglu
Qiaoliang Dianxing Binghai
Fenxi yu Yanghu Duice

常规公路桥梁典型 病害分析与养护对策

黄官平 储晓文 /主编

ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

常规公路桥梁典型 病害分析与养护对策

主编 黄官平 储晓文



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

常规公路桥梁典型病害分析与养护对策 / 黄官平, 储晓文主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2017. 6

ISBN 978-7-308-16813-7

I. ①常… II. ①黄… ②储… III. ①公路桥—病害—诊断—手册 ②公路桥—养护—手册 IV. ①U448.145.7—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 075760 号

常规公路桥梁典型病害分析与养护对策

主编 黄官平 储晓文

责任编辑 吴昌雷

责任校对 陈静毅 候鉴峰

封面设计 北京春天

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州星云光电图文制作有限公司

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 880mm×1230mm 1/32

印 张 3.375

字 数 100 千

版 印 次 2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-16813-7

定 价 27.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式 (0571)88925591; <http://zjdxcsb.tmall.com>

编委会名单

主编 黄官平 储晓文

编委 金 辉 高凤山 董 剑 杨林妹

蒋金跃 柯云斌 叶 展 林剑锋

吕国平 卢 光 韩 东 詹超超

刘 旭 童云锋 林辉辉

前 言

截至 2015 年底,杭州市共有公路桥梁 5843 座,其中,高速公路桥梁 858 座,普通国省道桥梁 579 座,农村公路桥梁 4406 座;桥梁结构形式多样,有钢管拱桥、连续箱梁、桁架拱、斜拉桥、悬索桥、石拱桥、砼梁桥等;桥梁数量每年都在增长,新型桥梁不断出现。

近年来,随着社会经济的飞速发展,道路交通量日益增大,车辆大型化、重型化现象日趋明显,公路桥梁运营安全面临严峻挑战。为保证桥梁处于正常工作状态,满足运营要求,同时尽可能延长桥梁的使用寿命,必须认真开展桥梁状况调查,分析桥梁的技术状况,针对病害的产生原因和后果,进行合理化分析,采取有效、先进、经济的技术措施进行桥梁养护。

《常规公路桥梁典型病害分析与养护对策》基于杭州市常规公路中小跨径桥梁,通过对桥梁的结构类型、受力部件、材料特性等多个方面进行分析,详细阐述了公路桥梁典型病害的类型、表现特征、产生原因及养护对策,可以给桥梁养护管理人员的工作带来极大的方便。

新的桥梁不断出现,新的病害也会不断出现,本书也将根据实际情况在以后各版中不断补充修订内容。由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,望广大读者批评指正。

目 录

1	桥梁的组成与分类	(001)
1.1	桥梁的组成	(001)
1.2	桥梁的分类	(002)
1.3	桥梁的结构体系	(004)
2	上部结构的典型病害分析与养护对策	(006)
2.1	空心板简支梁桥	(006)
2.2	T形简支梁桥	(015)
2.3	预应力连续箱梁	(020)
2.4	板式拱桥	(024)
2.5	双曲拱桥	(028)
2.6	上部一般构件	(032)
3	下部结构的典型病害分析与养护对策	(035)
3.1	桩柱式桥台	(035)
3.2	桩柱式桥墩	(040)
3.3	重力式桥台	(044)
3.4	挡块	(046)
3.5	墩台耐久性病害	(047)
3.6	墩台基础	(049)
3.7	河床铺砌	(052)
4	支座的典型病害分析与养护对策	(054)
4.1	板式橡胶支座	(054)
4.2	盆式橡胶支座	(058)

5 附属设施的典型病害分析与养护对策	(060)
5.1 桥面铺装	(060)
5.2 伸缩缝	(064)
5.3 护栏	(069)
5.4 桥面排水系统	(075)
5.5 人行道	(076)
5.6 照明、标志	(077)
6 桥梁检查评定与养护	(080)
6.1 桥梁检查的一般规定	(080)
6.2 桥梁评定	(087)
6.3 养护与维修的实施	(098)
参考文献	(100)

1 桥梁的组成与分类

1.1 桥梁的组成

桥梁组成部分的划分与桥梁结构体系有关。常见的梁式桥通常由四个基本部分构成,即由上部结构、下部结构、支座及附属设施构成。不同的桥梁结构形式不同,只是略有差异。桥梁基本组成如图 1-1 所示。

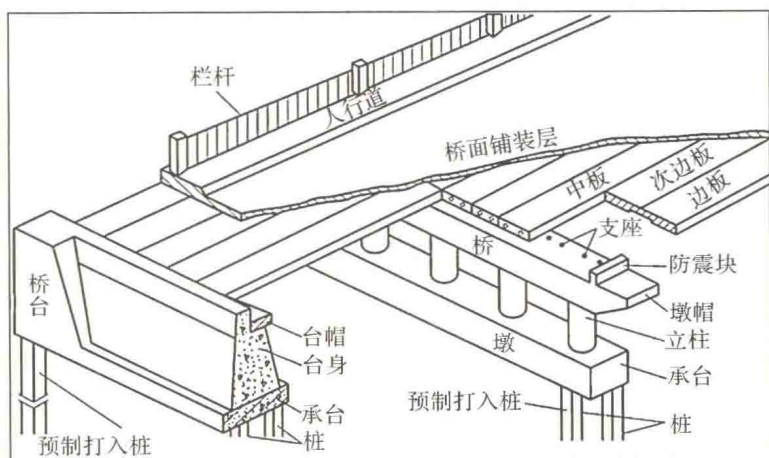


图 1-1 桥梁基本组成示意

1.1.1 上部结构

桥梁上部结构,指桥梁位于支座以上的部分。它包括桥跨结

构和桥面构造两部分:前者指桥梁中直接承受桥上交通荷载的、架空的主体结构部分;后者则指为保证桥跨结构能正常使用而需要建造的桥上各种附属结构和设施。

其中,桥跨结构的形式多样:对梁桥而言,其主体结构是梁;对拱桥而言,其主体结构是拱;对悬索桥而言,其主体结构是缆。

1.1.2 下部结构

桥梁下部结构,指桥梁位于支座以下的部分,也叫支承结构。它包括桥墩(pier)、桥台(abutment)以及墩台的基础(foundation),是支承上部结构、向下传递荷载的结构物。

桥梁墩台的布置是与桥跨结构相对应的。桥台设在桥跨结构的两端,桥墩则分设在两桥台之间。

桥台除起到支承和传力作用外,还起到与路堤衔接、防止路堤滑塌的作用。为此,通常需在桥台周围设置锥体护坡。

墩台的基础是承受由上至下的全部荷载(包括交通荷载和结构重力)并将其传递给地基的结构物。它通常被埋入土层之中或建筑在基岩之上,时常需要在水中对它进行施工。

1.1.3 支座

桥梁支座,是连接桥梁上部结构和下部结构的重要结构部件。它能将桥梁上部结构的反力和变形(位移和转角)可靠地传递给桥梁下部结构,从而使结构的实际受力情况与计算的理论图式相符合。

1.1.4 附属设施

附属设施,是指公路桥的行车道铺装、伸缩装置、排水防水系统、人行道、安全带(护栏)、路缘石、栏杆、照明等。

1.2 桥梁的分类

1.2.1 按工程规模(跨径)划分

特大桥、大桥、中桥、小桥、涵洞,具体尺寸见表 1-1。

表 1-1 桥梁按跨径分类

桥梁分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_0/m
特大桥	$L > 1000$	$L_0 > 150$
大桥	$100 \leq L \leq 1000$	$40 \leq L_0 \leq 150$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L_0 < 40$
小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_0 < 20$
涵洞 ^①	—	$L_0 < 5$

注：①对管涵和箱涵，不论孔数多少和跨径大小，均称为涵洞。

1.2.2 按桥梁用途划分

铁路桥、公路桥、公铁两用桥、人行及自行车桥、农桥等。

1.2.3 按桥跨结构所用的材料划分

钢桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、结合桥、圬工（砖、石、素混凝土）桥、木桥等。

1.2.4 按桥梁的结构体系划分

梁桥、拱桥、悬索桥三种基本体系桥，组合体系桥。

1.2.5 按桥跨结构与桥面的相对位置体系划分

上承式桥、中承式桥、下承式桥。

1.2.6 按桥梁跨越的对象划分

跨河桥、跨谷桥、跨线桥、地道桥、立交桥、旱桥。

1.2.7 按桥梁的平面形状划分

直桥、斜桥、弯桥。

1.2.8 按桥梁的使用时间长短划分

永久性桥、临时性桥。

1.2.9 按桥梁的修建目的划分

军用桥、固定桥、开启桥。

1.3 桥梁的结构体系

1.3.1 梁桥

(1)定义:是古老的结构体系之一,梁作为梁桥的承重结构,主要是以其抗弯能力来承受外荷载的。

(2)截面形式:实腹式和空腹式。前者梁的截面形式多为T形、工字形和箱形等;后者指主要由拉杆、压杆、拉压杆以及连接件组成的桁架式桥跨结构。

(3)特点:常用的简支梁桥跨越能力有限,应用最为广泛,标准化程度高、造价低。

(4)结构形式:简支梁桥、悬臂梁桥、连续梁桥。

1.3.2 拱桥

(1)定义:主要承重结构是具有曲线外形的拱,在竖向荷载作用下,拱主要承受轴向压力,但也承受弯矩、剪力。支承处不仅有竖向反力,也承受较大的水平推力。

(2)划分:按静力体系分为单铰拱、双铰拱、三铰拱和无铰拱。

(3)特点:施工难度大,受力复杂,对地基要求高。

1.3.3 悬索桥

(1)定义:主要由索、塔、锚碇、加劲梁等组成。

(2)特点:跨越能力大,结构刚度不足。

1.3.4 组合体系

组合体系指承重结构采用两种基本结构体系,或一种基本体系与某些构件组合在一起的桥。在两种基本结构系统中,梁结构是其中一种。

1. 刚构桥

(1)定义:指梁与立柱(或称为墩柱)刚性连接的桥梁。

(2)特点:立柱有相当大的抗弯刚度,柱底约束处既有竖向反

力,也有水平反力,故可分担梁部跨中正弯矩,达到降低梁高、增大桥下净空的目的。

(3)形式:T形刚构桥、斜腿刚构桥、连续刚构桥。

2. 梁、拱组合体系桥

(1)定义:同时具备梁的受弯和拱的承压特点的组合体系桥。

(2)特点:利用梁部受拉来承受和抵消拱在竖向荷载下产生的水平推力。

3. 斜拉桥

(1)定义:由塔、梁、斜索组成的组合体系桥。

(2)特点:跨越能力较大,刚度小,结构形式多样,造型优美壮观。

2 上部结构的典型病害分析与养护对策

2.1 空心板简支梁桥

装配式空心板桥,是中小跨径的常用桥梁,空心单板预制安装,板与板之间通过铰缝构造进行连接,再浇筑整体式钢筋混凝土现浇层或再加铺一层沥青混凝土铺装层而成。装配式空心板采用横向铰接连接,即视铰缝只能传递剪切力,不传递弯矩。铰缝是保证空心板在汽车荷载作用下各块板共同参与受力的一个重要构造。铰缝的构造又分为小铰缝和大铰缝,小铰缝构造偏小,在重载交通的作用下,极易损坏,在运营一段时间后,易出现单板受力现象。空心板简支梁桥结构如图 2-1 所示。



图 2-1 空心板简支梁桥结构图解

空心板简支梁桥常见病害有空心板跨中弯曲裂缝、空心板板底纵向裂缝、空心板腹板斜向裂缝和竖向裂缝、空心板单板受力以及耐久性病害等,其中单板受力是最典型也是最危险的状态。

2.1.1 空心板跨中弯曲裂缝

病害特征

如图 2-2、图 2-3 所示的裂缝称为弯曲裂缝。这类裂缝一般在梁(板)跨中,即 $\frac{1}{4}L \sim \frac{3}{4}L$ 附近产生。在梁(板)的侧面,这类裂缝往往从梁板的受拉区边缘,沿与主筋垂直的方向竖直延伸,通常在两条延伸较长的裂缝间有数条较短的裂缝。这种裂缝宽度一般为 $0.03 \sim 0.2\text{mm}$,板的裂缝宽度一般略小于 T 梁的,裂缝的间距一般为 $0.05 \sim 0.3\text{m}$ 。



图 2-2 板底受拉区的弯曲裂缝

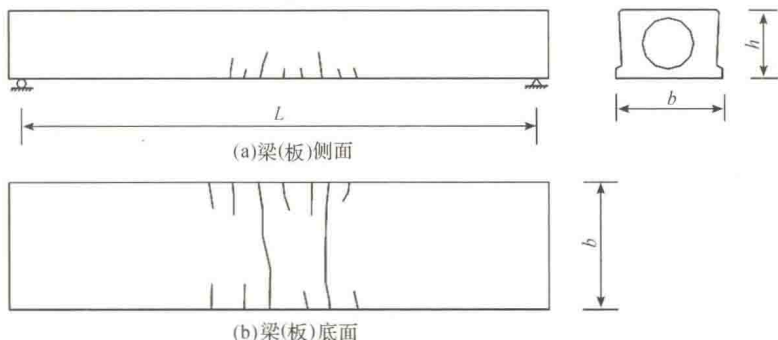


图 2-3 梁(板)受拉区的弯曲裂缝示意

在梁板的底面,这类裂缝也会沿着与主筋垂直的方向发生,特别是对于空心板,裂缝宽度一般为 $0.03\sim 0.25\text{mm}$ 。总体来说,这种裂缝主要出现在板的底面。

产生原因

这类裂缝主要是由弯曲拉应力超出混凝土极限抗拉强度引起的。

(1)重车超载造成梁板荷载效应增大,超出梁板的设计承载力,造成开裂。

(2)普通钢筋混凝土正常受力引起开裂。一般这类构件容许开裂,只要裂缝宽不超限值即可。

养护对策

一般认为,只要这类裂缝在梁(板)侧面延伸不到截面中性轴位置,这类裂缝的宽度在荷载作用下的变化就不大,也就比较稳定。所以,只要最大裂缝宽度不超过限值,即认为此种裂缝对结构当前的承载能力影响不大,但对结构耐久性有影响。

(1)对于缝宽大于 0.15mm 的梁(板)均先进行裂缝灌注处理,然后在板底粘贴纵向钢板或者碳纤维布加固补强,提高承载力。

(2)对于缝宽小于等于 0.15mm 的裂缝只需进行裂缝封闭处理即可。

2.1.2 空心板板底纵向裂缝

病害特征

如图 2-4 所示,沿着板底顺桥向出现纵向开裂的裂缝为纵向裂缝。



图 2-4 空心板板底纵向裂缝

产生原因

(1)预应力构造引起的裂缝:预应力管道保护层太薄,张拉预应力钢绞线后,在该薄弱位置出现较大的横向拉应力,使混凝土开裂,从而形成纵向裂缝。

(2)主筋锈胀引起的裂缝:纵向主筋由于保护层不足,出现锈胀,导致混凝土开裂。

养护对策

(1)预应力构造引起的裂缝。

①对于缝宽大于 0.15mm 的梁板均先进行裂缝灌注处理,然后在板底粘贴横向钢板或者碳纤维布加固补强,提高承载力。

②对于缝宽小于等于 0.15mm 的裂缝只需进行裂缝封闭处理即可。

(2)主筋锈胀引起的裂缝。

①对于主筋锈蚀严重的主梁应进行更换。

②对于主筋锈蚀不严重的主梁应凿除松散的混凝土,进行钢筋除锈、防锈,然后采用高强混凝土恢复保护层,视情况粘贴钢板或者碳纤维布加固补强。

2.1.3 空心板腹板斜向裂缝

病害特征

普通钢筋混凝土空心板梁端时常出现斜向裂缝(见图2-5)。这类裂缝通常表现为两种形态:一种为中间宽两端细,呈枣核状,与梁体顺桥向成 45° 夹角,为腹剪斜裂缝;另外一种为上细下宽,由竖向裂缝引伸而成的斜向裂缝,裂缝从主应力轨迹图上看,在剪弯区段截面的下边缘,主拉应力还是在水平方向,为弯剪斜裂缝。



图 2-5 空心板腹板斜向裂缝

产生原因

梁端斜裂缝是由空心板梁梁端抗剪能力不足所致的。

养护对策

裂缝宽度不超过规范规定的限值时,进行封闭裂缝处理即可;若裂缝宽度超过规范规定的限值,应对梁端腹板进行加固,以提高其抗剪承载能力,通常采用粘贴钢板或梁端增大截面法加固。

2.1.4 空心板腹板竖向裂缝

病害特征

普通钢筋混凝土空心板梁跨中腹板经常会出现竖向裂缝(见图 2-6),裂缝呈枣核形状,即两端细、中间粗,是典型的收缩裂缝。裂缝下端细是由于空心板梁底部配筋量大,上端细是由于裂缝逐渐延伸至受压区而消失,中间粗是由于腹板侧面中部纵向配筋较少,混凝土收缩而使缝宽加大。

值得注意的是,部分空心板梁腹板竖向收缩裂缝下端经常与梁底横向裂缝重合,容易造成将收缩裂缝的长度误判为横向裂缝开裂高度。遇到这种情况时,应根据裂缝梁底横缝的宽度和跨中挠度变化加以区分。