

上海市工程建设规范

桥梁结构检测技术规程

Technical specification for bridge structure inspection

DG/TJ 08—2149—2014

J 12783—2014

主编单位：上海市路政局

批准部门：上海市城乡建设和管理委员会

施行日期：2014年11月1日

同济大学出版社

2014 上海

桥梁结构检测技术规程

上海市路政局 主编

策划编辑 张平官

责任编辑 朱 勇

责任校对 徐春莲

封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 浦江求真印务有限公司

开 本 889mm×1194mm 1/32

印 张 2.5

字 数 67000

版 次 2014 年 11 月第 1 版 2014 年 11 月第 1 次印刷

全国统一书号 155608·33

定 价 24.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

上海市城乡建设和管理委员会文件

沪建管[2014]634号

上海市城乡建设和管理委员会 关于批准《桥梁结构检测技术规程》 为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海市路政局主编的《桥梁结构检测技术规程》，经市建设交通科技委技术审查和我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ 08—2149—2014，自 2014 年 11 月 1 日起实施。

本规范由上海市城乡建设和管理委员会负责管理、上海市路政局负责解释。

特此通知。

上海市城乡建设和管理委员会
二〇一四年七月三十一日

前 言

为规范上海市市政、公路桥梁结构检测行为,提高桥梁结构检测水平,保障城市桥梁安全运行,根据《上海市城乡建设和交通委员会关于印发〈2011年上海市工程建设规范和标准设计编制计划(第二批)〉的通知》(沪建交[2011]1115号)的要求,上海市路政局会同相关单位组成编制组,承担《桥梁结构检测技术规程》的编制工作。

在编写过程中,编制组进行了广泛调查研究,认真总结实践经验,参考行业颁发的相关标准,在征求意见的基础上制订了本技术规程。

本技术规程主要内容包括:1 总则;2 术语、符号;3 一般规定;4 城市桥梁结构检测的阈值(触发条件);5 城市桥梁结构检测程序及内容;6 城市桥梁上部结构检测要点;7 城市桥梁下部结构检测要点;8 城市桥梁结构检测的仪器、设备和人员;9 桥梁结构检测;10 城市桥梁结构检测成果。

本规程实施过程中,如有意见或建议,请寄至上海市路政局(上海市徐家汇路579号,邮政编码:200023,E-mail:cims@vip.163.com),以供修编时参考。

主 编 单 位:上海市路政局

参 编 单 位:上海市市政规划设计研究院

上海市建筑科学研究(集团)有限公司

上海市交通工程学会

主要起草人:袁文平 商国平 钱寅泉 张澎涛 赵荣欣
朱惠君 王冠男 张列学 郭 瑞 陈予平
董茂强 邢 云 王晓佳

主要审查人员:潘震涛 周 良 王水龙 蒋国麟 徐 犇
陈惟珍 岳贵平

上海市建筑建材业市场管理总站

2014 年 4 月

目 次

1	总 则	1
2	术语、符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	3
3	一般规定	5
4	城市桥梁结构检测的阈值(触发条件)	6
4.1	钢筋混凝土及预应力混凝土桥	6
4.2	圯工拱桥	6
4.3	钢结构梁桥	7
4.4	钢-混凝土组合梁桥	7
4.5	吊杆拱桥	7
4.6	斜拉桥	8
4.7	墩台和基础	8
4.8	其 他	9
5	城市桥梁结构检测程序及内容	10
5.1	结构检测主要程序	10
5.2	结构检测主要内容	11
6	城市桥梁上部结构检测要点	13
6.1	钢筋混凝土及预应力混凝土桥	13
6.2	圯工拱桥	20
6.3	钢结构梁桥	22
6.4	钢-混凝土组合梁桥	25
6.5	吊杆拱桥	26
6.6	斜拉桥	28

6.7	拼接加宽后的桥梁	30
6.8	独柱支承多跨连续梁桥	30
7	城市桥梁下部结构检测要点	32
7.1	墩台	32
7.2	基础	34
8	城市桥梁结构检测的仪器、设备和人员	35
8.1	一般规定	35
8.2	城市桥梁结构检测需要的仪器和设备	35
8.3	桥梁结构检测单位和人员	38
9	桥梁结构检算	39
9.1	一般规定	39
9.2	桥梁结构检算要点	40
9.3	桥梁结构检算评估	42
10	城市桥梁结构检测成果	47
10.1	城市桥梁技术状况检测报告	47
10.2	城市桥梁技术状况的评定	48
	引用标准名录	49
	本规程用词说明	50
	条文说明	51

Contents

1	General provisions	1
2	Term and symbol	2
2.1	Term	2
2.2	Symbol	3
3	Basic requirements	5
4	Urban bridges structure detection threshold (trigger conditions)	6
4.1	Reinforced concrete and pre-stressed concrete bridge	6
4.2	Masonry arch bridge	6
4.3	Steel beams bridge	7
4.4	Steel-concrete composite bridge	7
4.5	Tied arch bridge	7
4.6	Cable-stayed bridge	8
4.7	Pier cap and foundation	8
4.8	Other bridge	9
5	Urban bridge structure inspection procedures and contents	10
5.1	Structure inspection procedures	10
5.2	Structure inspection content	11
6	Bridge superstructure detection key points	13
6.1	Reinforced concrete and pre-stressed concrete bridge	13
6.2	Masonry arch bridge	20

6.3	Steel beams bridge	22
6.4	Steel-concrete composite bridge	25
6.5	Tied arch bridge	26
6.6	Cable-stayed bridge	28
6.7	Widened bridge	30
6.8	Single support continuous beam bridge	30
7	Urban bridge substructure detection key points	32
7.1	Pier and cap	32
7.2	Foundation	34
8	Urban bridge structure inspection instruments, equipment and staff	35
8.1	General provisions	35
8.2	Urban bridge structure inspection instruments and equipment	35
8.3	Bridge structure inspection institution and staff	38
9	Bridge structure calculate	39
9.1	General provisions	39
9.2	Bridge structure calculate key points	40
9.3	Bridge structure calculate assess	42
10	Urban bridge structure calculate achievement	47
10.1	Bridge technical condition inspection report	47
10.2	Bridge technical condition inspection assessment	48
	Reference standard directory	49
	Procedures wording description	50
	Provisions stating	51

1 总 则

1.0.1 为加强城市桥梁的结构检测工作,规范城市桥梁结构检测行为,提高城市桥梁结构检测水平,保障城市桥梁安全运行,根据建设部《城市桥梁检测和养护维修管理办法》、《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99—2003、交通部《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,制定本技术规程。

1.0.2 本技术规程的适用范围为:

1 上海市市政桥梁的结构定期检测;经常性检查、常规定期检测后所进行的桥梁结构检测。

2 上海市公路桥梁的定期检查;特殊检查中的桥梁结构检测。

1.0.3 城市桥梁结构检测除应执行本技术规程外,尚应符合国家及行业颁发的相关标准、规范的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.0.1 阈值 threshold value

结构或构件的某种状态,当出现时,应采取针对性检测或加固措施。

2.0.2 上部结构 superstructure

桥梁支座以上(无铰拱起拱线或框架底线以上)跨越桥孔部分的总称。

2.0.3 桥面系 bridge deck system

上部结构中直接承受车辆、人群等荷载并将其传递到主梁(或主拱、主索)的整个桥面构造系统,包括桥面铺装、桥面板、纵梁、横梁及人行道等。

2.0.4 下部结构 substructure

支撑桥梁上部结构并将其荷载传递至地基的桥墩、桥台和基础的总称。

2.0.5 剥落 spalling

混凝土表层脱落、粗集料外露的现象。严重时,成片状脱落,钢筋外露。

2.0.6 裂缝 crack

构件表面的开裂现象。按性状描述可分为网状裂缝、纵向裂缝、横向裂缝、斜向裂缝。

2.0.7 挠度 deflection

结构或构件在荷载作用下产生的竖向位移。

2.0.8 位移 displacement

由于基础移动或其他外部作用引起的结构后构件位置的移动或截面的转动。

2.0.9 涂层缺陷 coating defect

钢结构表面涂层出现流痕、气泡、白化、起皱、起皮等现象。

2.0.10 桥梁基础冲刷 scour and cavern of bridge foundation

在水流作用下,基础周围埋置物被冲刷淘空。

2.0.11 经常检查 routine inspection

对桥面设施、上部结构、下部结构变异,桥及桥区施工作业情况,限载标志、交通标志及其附属设施状况的日常巡检。

2.0.12 定期检测 periodical inspection

分为常规定期检测和结构定期检测。前者每年一次,后者按规定的时间间隔进行。是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。以目测为主,由专职养护技术人员或检测人员负责,需制定计划、方案,目的是为桥梁养护管理搜集结构技术状况动态数据。

2.0.13 特殊检测 special inspection

由相应资质的专业单位承担,采用专门技术手段进行详细检测和综合分析,检测结果应提交书面报告。

2.0.14 承载能力检算系数 comprehensive modification coefficient of load-bearing capacity

对结构或构件理论计算抗力效应的综合修正系数。

2.2 符 号

桥梁结构检算使用的符号:

S_d ——承载能力极限状态下作用基本组合的效应组合计算值;

S_{Gis} 、 S_{Q1k} 、 S_{Qjs} ——第 i 个永久作用效应的实际值、汽车荷载效应的标准值、除汽车荷载外第 j 个可变

- 作用效应的实际值；
- γ_0 —— 结构重要性系数；
- γ_{Gi} —— 第 i 个永久作用效应的分项系数；
- γ_{Q1} —— 汽车荷载效应的分项系数；
- γ_{Qj} —— 第 j 个可变作用效应的分项系数；
- ξ_q —— 活载影响修正系数；
- ψ_c —— 其他可变作用效应的组合系数；
- $R_d(\cdot)$ —— 结构抗力函数；
- f_d —— 材料强度的取值；
- a_{dc} —— 混凝土的几何参数取值；
- a_{ds} —— 钢筋截面的几何参数取值；
- Z_1 —— 承载能力检算系数；
- ξ_e —— 承载能力恶化系数；
- ξ_c —— 配筋混凝土结构的截面折减系数；
- ξ_s —— 钢筋的截面折减系数；
- ξ_y —— 结构年限使用系数；
- $\sum_{i=1}^m S_{Gis}$ —— 永久作用效应的实际值；
- $S(\sum Q)$ —— 按鉴定荷载的检算活载；
- K_{js} —— 承载能力检算鉴定系数；
- σ_d —— 计入活载影响修正系数的截面应力计算值；
- σ_L —— 应力限值；
- f_{d1} —— 计入活载影响修正系数的荷载变形计算值；
- f_L —— 变形限值；
- δ_d —— 计入活载影响修正系数的短期荷载变形值；
- δ_L —— 变位限值。

3 一般规定

3.0.1 在城市桥梁经常性检查或常规定期检测时,发现桥梁因主要受力构件或结构损坏,影响桥梁结构安全时,应及时组织桥梁结构检测。

3.0.2 城市桥梁结构定期检测应按规定时间进行,特大桥梁及特殊结构的桥梁在建成后第一次结构定期检测的时间间隔宜为1~2年,若结构无问题,今后可延长到3年。其余桥梁宜为6~10年。

3.0.3 城市桥梁(包括高架桥梁)附属设施(声屏障、龙门架、防眩屏、悬挂绿化等设施)可参照城市桥梁的检测周期进行结构检测。

4 城市桥梁结构检测的阈值(触发条件)

4.1 钢筋混凝土及预应力混凝土桥

- 4.1.1 铰接板梁桥剪力铰缝处桥面铺装出现纵向开裂,多条铰缝渗漏水。
- 4.1.2 刚接 T 梁、箱梁和槽形梁横向连接处桥面铺装纵向开裂,多条接缝处渗漏水。
- 4.1.3 主梁结构出现由主拉应力产生的斜裂缝。
- 4.1.4 钢筋混凝土主梁出现多条横桥向裂缝且宽度大于 0.25mm。
- 4.1.5 预应力混凝土主梁出现受力裂缝;沿预应力筋方向出现纵向裂缝且渗水或宽度大于 0.2mm。
- 4.1.6 预应力混凝土构件锚固端的封锚混凝土出现裂缝、剥落、渗漏、穿孔或预应力锚具暴露。
- 4.1.7 钢筋混凝土及预应力钢筋混凝土主梁发生混凝土剥落、露筋且单根主梁缺陷面积大于 2%。
- 4.1.8 主梁预留拱度丧失,恒载时主梁下挠。
- 4.1.9 钢筋混凝土拱桥主拱圈或横向联系开裂超过限值。
- 4.1.10 拱桥桥面微弯板或桥面板开裂超过限值。
- 4.1.11 拱桥立柱上下出现规律性裂缝。
- 4.1.12 钢筋混凝土拱桥拱脚负弯矩裂缝超限。
- 4.1.13 钢筋混凝土拱桥恒载下桥面出现马鞍型变形。

4.2 圯工拱桥

- 4.2.1 拱桥拱脚处产生水平位移、下沉或转动。

4.2.2 主拱圈出现宽度大于 0.5mm 且长度大于跨径 1/8 的纵向裂缝,宽度大于 0.3mm 的横向裂缝。

4.2.3 主拱圈拱石脱落。

4.2.4 主拱圈跨中下挠引起恒载线形改变。

4.3 钢结构梁桥

4.3.1 钢结构梁节点板上的铆钉和螺栓松动或损坏脱落。

4.3.2 钢结构梁焊缝开裂;受力钢构件出现裂缝。

4.3.3 钢结构梁竖向弯曲矢度永久变形量大于 1‰跨径,横向弯曲矢度大于 20mm。

4.3.4 钢结构梁保护涂装起泡、裂纹或粉化脱落面积大于 10%,且开始锈蚀。

4.3.5 钢结构梁出现失稳现象。

4.4 钢-混凝土组合梁桥

4.4.1 钢-混凝土组合梁桥桥面板产生纵向受力裂缝。

4.4.2 连续钢-混凝土组合梁桥支座附近桥面产生横向裂缝,或有渗漏水。

4.4.3 钢-混凝土组合梁结合面有剪切滑移和开裂,剪力连接件剪切损坏。

4.4.4 钢-混凝土组合梁桥桥面板预应力失效而开裂,跨中受压区域桥面板压裂或压碎。

4.5 吊杆拱桥

4.5.1 吊杆防护层损坏并导致吊杆钢索锈蚀。

4.5.2 吊杆锚头及吊杆与横梁节点区密封处漏水、积水,锚具产

生锈蚀。

- 4.5.3 吊杆拱上封锚周边混凝土开裂。
- 4.5.4 吊杆钢护罩与吊杆间密封橡胶条失效。
- 4.5.5 恒载索力和桥梁线形二次量测值出现异常。
- 4.5.6 拱圈和系梁连接处开裂。
- 4.5.7 吊杆拱桥体外水平索锚具渗水、积水,产生锈蚀。

4.6 斜拉桥

- 4.6.1 斜拉索防护层损坏并导致斜拉索锈蚀。
- 4.6.2 斜拉桥钢护罩与斜拉索间密封橡胶条失效。
- 4.6.3 斜拉索锚固端锚具的锚杯及锚杯外梯形螺纹和螺母锈蚀或严重变形,锚板断裂。
- 4.6.4 锚固结构的支承垫块产生锈蚀、位移或变形,梁端锚箱产生锈蚀和变形,锚箱与主钢梁腹板连接的高强螺栓产生松动,锚固区周边混凝土开裂、剥落或渗水。
- 4.6.5 斜拉桥横系梁两端产生主拉应力引起的斜裂缝。
- 4.6.6 拉索恒载索力偏离设计值较大或相邻二次量测值出现异常,斜拉桥恒载线形偏离设计值较大或相邻二次量测值出现异常。

4.7 墩台和基础

- 4.7.1 连续梁桥、拱桥墩台的不均匀沉降值超过设计允许变形值。
- 4.7.2 墩台由于不均匀沉降产生自下而上的贯通裂缝或八字形裂缝,且缝宽大于0.3mm。
- 4.7.3 系梁或盖梁出现竖向裂缝及错台,盖梁悬臂出现大于0.2mm的受弯裂缝。

- 4.7.4 立柱出现大于 0.3mm 的横向裂缝。
- 4.7.5 桥台发生水平位移或倾斜。
- 4.7.6 墩台桩基础出现结构性横向开裂。
- 4.7.7 墩台基础总沉降值大于 10cm,相邻墩台均匀总沉降差值大于 5cm。
- 4.7.8 墩台身出现横向受力裂缝,缝宽和长度大于规范限值。
- 4.7.9 墩台顶面水平位移超限,导致其上相邻两孔梁端顶紧而无空隙。

4.8 其他

- 4.8.1 板式橡胶支座缺失或剪切破坏,盆式橡胶支座损坏,支座垫石损坏。
- 4.8.2 多跨连续独柱支撑直梁桥发生横向转动。
- 4.8.3 多跨连续独柱支撑曲梁桥发生径向位移。
- 4.8.4 桥梁结构出现膨胀骨料病害。
- 4.8.5 桥梁受车辆、船只等外来荷载撞击并出现损坏。
- 4.8.6 超过桥梁极限承载能力的车辆通行前及过后。
- 4.8.7 空心板梁边梁悬臂长度大于 30cm 的桥梁。
- 4.8.8 不能满足原设计荷载安全承载的桥梁。
- 4.8.9 桥梁保护区范围内修建高楼或开挖深基坑后。
- 4.8.10 发生特殊灾害后,对桥梁造成损伤。

5 城市桥梁结构检测程序及内容

5.1 结构检测主要程序

5.1.1 桥梁管理单位应根据所管辖桥梁总体状况,制订以 6~10 年为一周期的中长期桥梁结构检测规划。

5.1.2 桥梁管理单位应编制年度桥梁结构检测计划,上报上级主管部门批准后实施。

年度桥梁结构检测计划的编制以中长期桥梁结构检测计划为初步计划,根据桥梁常规定期检测结果、特殊检测结果进行调整。

5.1.3 桥梁结构检测应通过招投标选择有资质的检测单位实施。结构检测单位应根据招标文件要求及桥梁实际状况编制投标文件。

5.1.4 桥梁管理单位可聘请相关专家组成专家小组对结构检测全过程进行技术指导。

5.1.5 结构检测单位中标后,应根据招标文件要求和评审专家意见细化编制检测大纲,检测大纲应通过专家小组评审认定。

5.1.6 对钢-混凝土组合梁桥、吊杆拱桥和斜拉桥进行检测时,检测单位应编制检测方案,检测方案应通过专家小组评审认定。结构检测单位应对所检桥梁的病害进行全面梳理,并做好相关记录。

5.1.7 结构检测可先选择有代表性的结构(试验段)进行先行检测。先行试验段的结构检测报告应通过专家小组评议认定。

5.1.8 在先行检测的基础上,再全面实施结构检测。结构检测完成后编制的结构检测报告,应通过专家小组评审认定。

5.1.9 结构检测结束后,应将相关资料(纸质资料、电子文档、音像资料等)归档保存,包括图纸、检测报告、专家评审意见等。

5.2 结构检测主要内容

5.2.1 结构检测前应做好基础资料的收集,主要包括:

- 1 桥梁竣工资料及施工图。
- 2 历年常规定期检测报告及其检测建议。
- 3 历次结构定期检测报告及其检测建议。
- 4 历次桥梁大修工程竣工资料及施工图。
- 5 桥梁现行横断面布置(车道布置)、荷载限载情况。
- 6 桥梁现行交通通行状况,主要包括交通量、车辆荷载分析等。

5.2.2 应对桥梁开展全面、细致的病害调查,包括桥面系、上部结构、下部结构、附属设施等。

- 1 应对桥梁各构件进行编号,编号应具有唯一性。
- 2 病害调查应细化至每个构件。表明病害现状,分析原因并判断发展趋势。

3 病害调查应临近结构设施进行,必要时应搭设脚手架或使用登高车等登高设备接触结构表面。跨越河流的桥梁,其水中桥跨必须调查,必要时可搭设脚手架或应用船只等水上设备。

5.2.3 根据现场病害调查情况,市政桥梁按照《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99—2003 对常规定期检测设施状况评定标准,进行结构构件完好状况的评定。公路桥梁按照《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21—2011 对一般评定的规定,进行全桥总体技术状况等级评定。

- 1 评定应细化至每个构件。
- 2 对于无法按相关规范评定的构件,结构检测单位应制定专门的评定方法和标准。评定方法和标准应得到专家小组和桥

梁管理单位的认定。

5.2.4 通过材料现场无损检测或取样试验确认材料特性、劣化的程度和性质,分析确定劣化原因及对结构性能和耐久性的影响。

5.2.5 根据病害调查、构件评定状况、材料劣化状况,确认构件退化的程度,分析确定退化原因及对材料性能和耐久性的影响。

对可能影响结构正常工作的构件,应评价其在下一次结构检测之前的退化情况。

5.2.6 通过综合检测评定,确定具有潜在退化可能的构件,提出相应的养护措施。

5.2.7 根据构件分类,对典型构件、控制断面进行结构检算,包括承载力检算、稳定性检算和刚度验算。

5.2.8 根据病害调查、构件评定状况、材料退化状况、构件退化状况、结构检算等综合分析,评定桥梁各组成部分的结构状况及等级。

5.2.9 根据桥梁各组成部分的结构状况评定全桥结构状况及等级。

5.2.10 针对桥梁主要损坏情况、结构状况及其发展趋势,制定相应的处置建议。主要包括:

1 交通运行控制建议,是否需采取限载、封交等措施;

2 养护维修建议,包括主要病害处置措施,是否需采取大修、加固等工程性措施。

3 观测及检测建议,是否采取监测、特殊检测等措施。

5.2.11 结构检测应有现场记录,填写状态评定表、结构缺陷记录表、特殊构件信息表和照片记录表,并存档。

6 城市桥梁上部结构检测要点

6.1 钢筋混凝土及预应力混凝土桥

6.1.1 钢筋混凝土及预应力混凝土简支空心板梁桥

1 通过检测铰缝两侧板梁跨中位置的相对位移确定铰缝的损坏程度,包括缝宽、渗漏水情况,继而评价整体受力性能。

2 检测边梁支座附近由主拉应力引起的腹板斜裂缝宽度、长度、方向、位置和数量,其他中梁端部是否存在斜裂缝可用内窥镜检查,根据检测结果评定板梁抗剪性能。

3 检测边梁跨中区域腹板竖向裂缝的宽度、高度和间距,检测边梁及中梁梁底最大横向裂缝宽度和间距,根据检测结果评定板梁抗弯性能。对预应力空心板梁梁底存在横向受力裂缝,需进一步检测裂缝的深度,评价裂缝对预应力板梁的承载能力及耐久性的影响。

4 检测梁底主筋位置纵向裂缝宽度、长度,根据裂缝宽度判断主筋是否锈蚀、锈蚀程度以及与混凝土之间的握固程度。必要时可进行微破损检测,检测后应及时修复微破损部位。

5 对梁底有渗水现象的板梁需进行板梁空腔内积水检查。在板梁起坡端避开钢筋用冲击钻在空腔底部区域进行钻孔,根据出水量判断实际积水情况。

6 通过检测梁端与盖梁横桥向边缘之间的距离以及梁端和盖梁损坏情况评价是否有落梁的危险;检测梁端与台背间距评价梁体的伸缩性能。

7 检测板梁跨中相对于支点的恒载挠度,检测结果应进行温度修正。通过比较桥梁恒载挠度是否变化判断桥梁技术状态

的变化。

8 第一次结构检测时需对板梁顶、底板厚度、主筋位置、数量和直径进行复核或测量。

9 边梁外侧翼缘悬臂长度大于 30cm 时,需检测边梁支座位置,验算边梁稳定性。

10 钢筋混凝土及预应力混凝土简支空心板梁桥的典型病害位置见图 6.1.1。

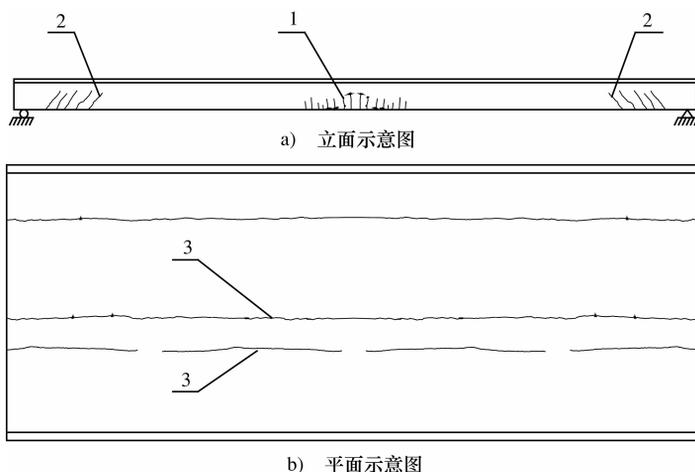


图 6.1.1 空心板梁桥典型病害位置图

1—跨中附近腹板竖向裂缝;2—支座附近腹板斜裂缝;3—桥面铺装纵向裂缝

6.1.2 钢筋混凝土及预应力混凝土简支 T 梁桥

1 检查 T 梁翼板连接处以及桥面是否存在纵向裂缝,横隔板(尤其端横隔板)连接是否完好,根据纵向裂缝是否渗水、纵向裂缝宽度以及横隔板连接件的损坏程度,对桥梁整体受力性能进行评价。

2 检查 T 梁支座边缘到 1/4 跨之间由主拉应力引起的腹板斜裂缝宽度、长度、方向、位置和数量,根据检测结果评定 T 梁抗剪性能。

3 检查 T 梁跨中区域梁底与腹板环向正弯矩裂缝宽度、高度、位置、间距以及钢筋锈蚀程度,根据检测结果评定 T 梁抗弯性能。

4 对梁底存在纵向裂缝的 T 梁需检测裂缝的宽度、深度、位置和长度。对预应力 T 梁梁底及相应梁侧存在渗水泛白的纵向裂缝需进一步检测灌浆的密实性以及封锚混凝土是否开裂,查明水的来源。根据梁底纵向裂缝检测结果综合其他检测项目进行 T 梁安全与耐久性能评价。

5 通过检测梁端与盖梁横桥向边缘之间的距离以及梁端和盖梁损坏情况评价是否存在落梁危险;检测梁端与台背间距评价梁体的伸缩性能。

6 检测 T 梁跨中相对于支点的恒载挠度,检测结果应进行温度修正。通过比较桥梁恒载挠度是否变化判断桥梁技术状态的变化。

7 第一次结构检测时需对 T 梁翼板、腹板厚度、主筋位置、数量和直径进行复核或测量。

8 钢筋混凝土及预应力混凝土简支 T 梁桥的典型病害位置见图 6.1.2。

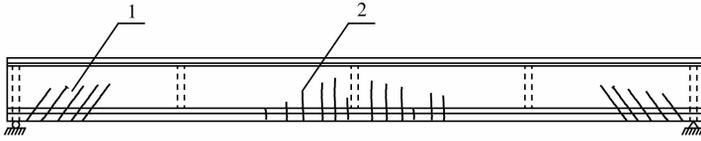
6.1.3 预应力混凝土简支小箱梁桥

1 检查小箱梁翼板湿接头是否存在纵向裂缝,横隔板(尤其端横隔板)连接是否完好,根据纵向裂缝是否渗水、纵向裂缝宽度以及横隔板连接件的损坏程度,对桥梁整体受力性能进行评价。

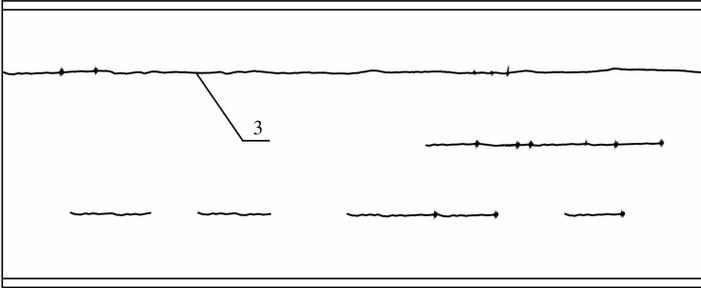
2 检查小箱梁支座附近到 1/4 跨之间由主拉应力引起的腹板斜裂缝的宽度、长度、方向、位置和数量,根据检测结果评定小箱梁抗剪性能。

3 检查小箱梁跨中区域梁底与腹板环向裂缝的宽度、深度、高度、位置和间距,根据检测结果评定小箱梁抗弯性能。

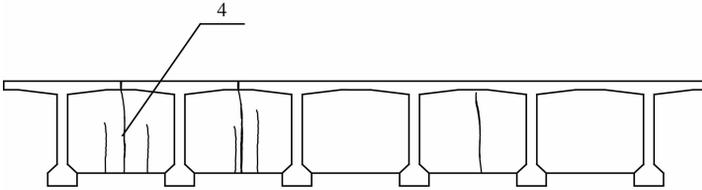
4 检查小箱梁梁底与腹板沿预应力管道位置的纵向裂缝的宽度、深度和位置,并分析成因,综合其他检测项目进行小箱梁安



a) 立面示意图



b) 平面示意图



c) 横立面示意图

图 6.1.2 T 梁桥典型病害位置图

1—支座附近腹板斜裂缝；2—跨中附近腹板竖向裂缝；

3—桥面铺装纵向裂缝；4—横隔板竖向裂缝

全与耐久性能评价。

5 检查箱梁跨中附近梁底是否存在混凝土不密实、孔洞现象，分析成因及对承载能力的影响。

6 通过检测梁端与盖梁横桥向边缘之间的距离和梁端、盖梁损坏情况评价是否存在落梁危险；检测梁端与台背之间的间距，评价梁体的伸缩性能。

2 对预应力混凝土连续箱梁应在跨中区域检查箱梁底部混凝土是否存在起壳、空洞现象,并记录位置和范围,分析成因。

3 设置固定测点监测各跨梁体相对于支点的恒载挠曲线和各支座不均匀沉降量,对监测结果应进行温度修正。通过比较以往的检测数据评价结构受力性能的变化。

4 检查支座实际位置是否正确,固定支座、单向滑动支座、双向滑动支座是否按设计要求设置,能否正常活动。有条件时监测梁端位移,判断梁体是否能自由伸缩。

5 检查伸缩缝是否平整、伸缩量是否合适、有无拉开或挤抵现象。检查伸缩缝的有关构件是否完善。有条件时监测梁端位移,判断梁体是否能自由伸缩。

6 对节段拼装连续梁应进行接缝的完好性、渗水现象、体外索的防护与索力检测。

7 连续箱梁桥典型病害位置见图 6.1.4。

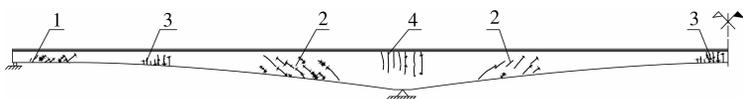


图 6.1.4 连续箱梁桥典型病害位置图

1—边支座附近腹板斜裂缝;2—中支座附近腹板斜裂缝;
3—跨中附近腹板竖向裂缝;4—中支座位置附近腹板竖向缝

6.1.6 钢筋混凝土拱桥

1 钢筋混凝土拱桥首先要检测拱轴线、矢高,检测伸缩缝宽度,立柱倾斜度等,综合以上检测分析判断混凝土拱拱脚位移量、沉降值及转角大小。

2 检测拱肋跨中裂缝宽度、高度及其分布。

3 检查拱脚负弯矩裂缝宽度、高度及其分布,并注意与护拱裂缝的区别。

4 检查主拱肋间横向联系是否完好,横向连接构件是否开裂。

5 检查拱波与拱肋间横向联系是否完好,拱波中央是否开裂。

6 检查腹孔立柱上下是否有规律性开裂,即从拱脚往上看,立柱与腹拱间联接处开裂,从拱顶往下看,立柱与拱肋联接处开裂。

7 检测桥面线型,结合拱轴线检测,判断拱桥是否有马鞍型变形。

8 检查微弯板是否开裂、渗水,拱上腹拱结构是否开裂、渗水。

6.1.7 钢筋混凝土及预应力混凝土悬臂梁桥

1 检查悬臂梁牛腿及挂梁牛腿或中间铰部位,混凝土是否出现开裂、缺损,钢筋是否出现锈蚀。

2 检查挂梁与悬臂梁连接处伸缩缝是否平整、宽度是否合适、有无拉开或挤抵现象。检查伸缩缝的有关构件是否完好,有无明显跳车。

3 其他参照 6.1.2 条和 6.1.5 条。

4 悬臂梁桥典型病害位置见图 6.1.5。

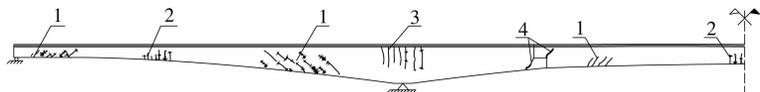


图 6.1.5 悬臂梁桥典型病害位置图

1—支座附近腹板斜裂缝;2—跨中附近腹板竖向裂缝;

3—中支座位置附近腹板竖向缝;4—牛腿位置斜裂缝

6.1.8 钢筋混凝土及预应力混凝土刚构桥

1 检查主梁与立柱(或斜腿)连接角隅处是否存在裂缝、混凝土破损及钢筋锈蚀。

2 立柱(或斜腿)与基础连接为铰结构时,应检查连接铰是否完好,钢构件是否锈蚀、混凝土是否出现开裂。

3 立柱(或斜腿)与基础连接为固结时,应检查固结处混凝土是否完好,是否存在裂缝、混凝土破损。

4 其他参照 6.1.5 条和 6.1.7 条。

5 刚构桥典型病害位置见图 6.1.5。

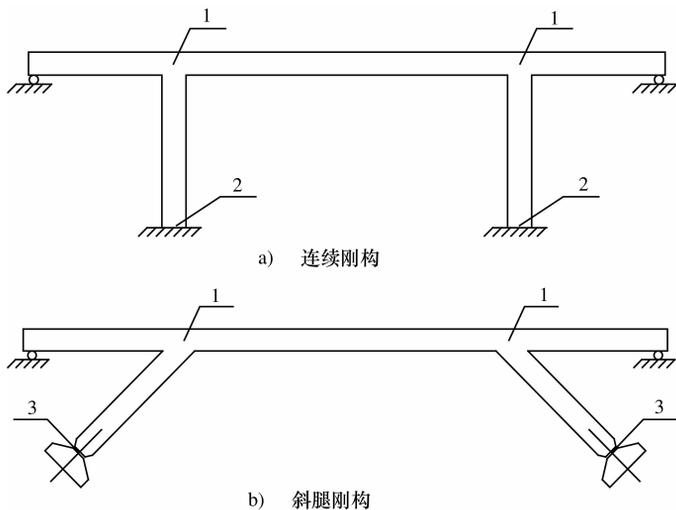


图 6.1.6 刚构桥典型病害位置图

1—角隅处;2—立柱与基础固结处;3—斜腿与基础连接铰

6.2 圯工拱桥

6.2.1 主拱圈的检测应关注圯工拱桥拱轴线和横向倾斜的变化、开裂、渗水等病害和材料性能劣化。其中,裂缝宽度限值同 3.2.2条,拱脚位移与拱圈恒载线形变化量的影响,需进行检算评估。

1 检查主拱圈是否出现纵向裂缝和横向裂缝、拱肋和拱波结合位置的裂缝,记录裂缝的位置、走向、宽度和长度;结合结构线形、材料等因素,分析裂缝成因。检查拱肋、拱波与墩台的结合

处有无裂缝或析白,拱圈的砌体是否发生断裂、压碎、脱落。

2 实测主拱圈的拱轴线,评价线形是否发生变化,拱顶是否发生变形,桥面竖向是否呈波形,边拱是否有横移或外倾。

3 实测拱脚的水平、竖向位移和转角,评价拱脚是否出现错台、位移而造成结构变形过大。

4 检测主拱圈砌块和灰缝砂浆的强度,判断强度是否满足设计要求,检查主拱圈砌块之间的灰缝是否出现松散脱落,拱圈砌块是否有脱落现象或趋势,砌块表面是否存在风化剥落。

5 检查主拱圈有无渗水,拱圈渗水处是否有晶体析出,流膏处混凝土是否松散。

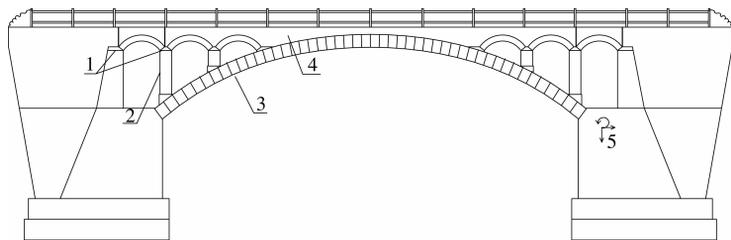


图 6.2.1 圬工拱桥典型立面布置

- 1—拱上结构是否脱裂;2—立柱是否发生倾斜;3—拱圈底面纵、横向裂缝
4—填料是否排水不畅;5—拱脚位移

6.2.2 拱上结构应检查:

1 实腹式拱侧墙和主拱圈之间是否出现脱裂,脱裂是否造成桥面的坍塌和变形。

2 实腹式拱侧墙是否出现鼓肚、倾斜、外移等变形现象,填料和桥面是否出现沉陷。

3 实腹式拱上填料是否沉陷或开裂,是否导致桥面出现塌陷和沉降而影响正常行车。

4 空腹式拱的腹拱或横向联接系是否存在变形错位、开裂。腹拱肋有无裂缝、析白、脱落露筋。

5 拱上立柱(立墙)是否倾斜、开裂或脱落。

6 拱上立柱(立墙)上下端是否出现裂缝,盖梁横系梁正负弯矩位置是否出现裂缝,腹拱的拱顶和拱脚是否出现裂缝,梁板跨中是否出现竖向裂缝,裂缝的宽度和长度是否超限。

7 拱上填料是否排水不畅,填土是否因积水导致侧墙出现渗水和变形。

6.3 钢结构梁桥

6.3.1 实测主梁纵、横向线形,评价跨中挠度是否存在异常,以及竖向及横向弯曲矢量是否异常。检查构件(特别是受压构件)是否扭曲变形、局部损伤。

6.3.2 应检查钢结构构件连接构造是否正常,对受损变形部位的连接构造应重点检查。

1 检查柳钉和螺栓有无松动、脱落或断裂,节点是否滑动、错裂。

2 重点检查现场对接焊缝、桥面板与横隔板和 U 肋的角焊缝、断面变化处等可能应力集中或交变应力区焊缝及其边缘(热影响区)有无裂纹或脱开,对重要部位的现场对接焊缝宜抽样进行无损探伤。检查纵、横梁连接的受拉区、钉孔周围有无裂缝。

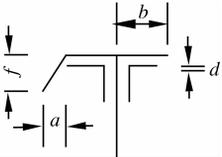
6.3.3 钢结构防腐状况应检查:

1 检查油漆层有无裂纹、起皮、脱落和粉化,构件及连接有无锈蚀,应重点检查现场拼接部位、隐蔽部位及易积雨水部位,记录病害的范围及程度。

2 检查钢箱梁封闭环境中的湿度是否符合要求,除湿设施是否工作正常。

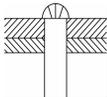
6.3.4 钢梁杆件伤损容许限度应符合表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4 钢梁杆件伤损容许限度

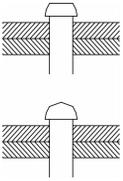
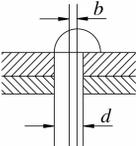
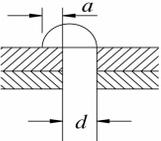
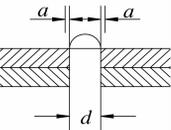
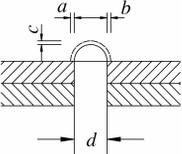
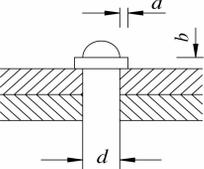
序号	伤损类别		容许限度	
1	竖向弯曲		弯曲矢度小于跨度的 1/1000	
2	板梁、纵梁、横梁及工字梁	横向弯曲	弯曲矢度小于跨度的 1/5000,并在任何情况下不超过 20mm	
3		 <p>上盖板局部垂直弯曲</p> <p>$f < a$ 或 $a < B/4$ d—钢板厚度 B——由腹板至盖板边缘的宽度</p>		
4		盖板上有洞口 腹板上有洞口	工字梁的洞口直径小于 50mm,板梁小于 80mm,边缘完好	
5		腹板受拉部位有弯曲	凸出部分直径小于断面高度的 0.2 倍或深度不大于腹板厚度	
6		腹板在受压部位	凸出部分直径小于断面高度的 0.2 倍或深度不大于腹板厚度	
7		桁架	主梁压力杆件弯曲	弯曲矢度小于杆件自由长度的 1/1000
8			主梁拉力杆件弯曲	弯曲矢度小于杆件自由长度的 1/500
9			主梁腹杆或连接杆件弯曲	弯曲矢度小于杆件自由长度的 1/300
10			洞口	洞口直径小于杆件宽度的 0.15 倍并不得大于 30mm

6.3.5 不良铆钉的容许限度应符合 6.3.5 的规定。

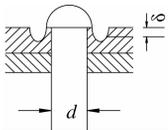
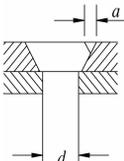
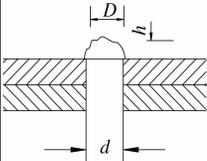
表 6.3.5 不良铆钉的容许限度

序号	不良名称	形状	容许限度
1	松动铆钉		无
2	钉头裂纹		无

续表 6.3.5

序号	不良名称	形状	容许限度
3	钉头部分或全周浮高(用厚0.2mm的塞尺检查)		无
4	钉头偏心(拉绳检查钉头与铆钉线位置或观察铆钉两头)		$b \leq 0.1d$
5	钉头局部缺边		$a \leq 0.15d$
6	钉头全周缺边		$a < 0.3d$
7	钉头过小(用样板检查)		$a + b < 0.1d$ 或 $c < 0.05d$
8	钉头周围有飞边		$a < 3\text{mm}$, $b \leq 1.5\text{mm} \sim 3\text{mm}$

续表 6.3.5

序号	不良名称	形状	容许限度
9	铆钉壳打伤钢板		$\delta \leq 0.5\text{mm}$
10	埋头铆钉钉头全部或部分缺边		$a \leq 0.1d$
11	烂头		$D \geq d + 8\text{mm}$ $h \geq 0.7$ 倍标准钉头高

6.4 钢-混凝土组合梁桥

6.4.1 应实测主梁纵向线形,对桥梁线形及跨中下挠情况进行评价。

6.4.2 对桥梁表观病害的检查应包括以下内容:

1 桥面板是否存在横向裂缝(负弯矩区)和纵向裂缝(翼缘板位置)。

2 连续组合梁支座及其附近的桥面板是否存在裂缝或渗漏水。

3 跨中区域桥面板是否存在压裂、压碎、磨损等病害。

4 组合梁结合面是否存在相对滑移或开裂。

5 钢梁与混凝土桥面板之间的剪力连接件是否存在纵向滑

移或掀起,剪力键是否剪断。

6 压型钢板组合桥面板支撑处及板肋位置是否存在异常变形。

7 板肋与连接件附近的混凝土是否存在疲劳裂缝。

8 钢板是否存在压屈失稳变形。

6.5 吊杆拱桥

6.5.1 吊杆拱桥拉索结构的检测应包括索皮护套、锚头和索力。吊杆两端典型布置见图 6.5.1-1 和图 6.5.1-2。

1 护套病害要按照表观划痕和内部钢丝出露进行区分,要特别关注是否开裂、漏水、渗水。

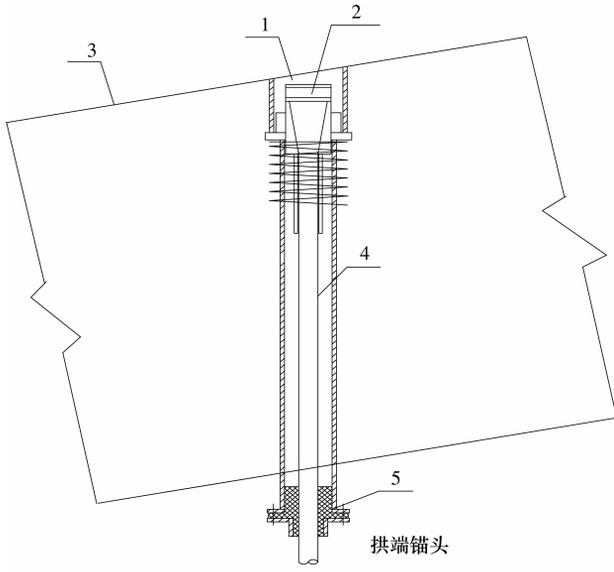


图 6.5.1-1 吊杆拱端典型布置

1—上锚窝;2—冷铸墩头锚(固定端);3—钢管或混凝土拱肋;

4—平行钢丝或钢绞线吊杆;5—橡胶减震圈

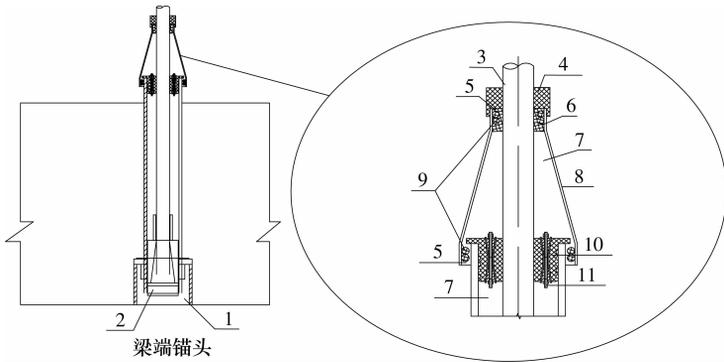


图 6.5.1-2 吊杆梁端典型布置

- 1—下锚窝；2—冷铸墩头锚(张拉端)；3—吊杆；4—防水罩；
 5—高弹性防水密封胶；6—不干性密封膏；7—聚氨酯发泡料填充
 8—不锈钢防雨罩；9—密封橡胶条；10—橡胶减振圈；11—楔固件

2 近距离触摸检查吊杆锚头,应查看减振阻尼设施是否正常工作,墩头锚可以打开锚头盖板查看钢丝墩头是否锈蚀,锚杯是否积水,锚具是否锈蚀、裂纹,防锈油是否结块。

3 对近拱脚的短吊杆要重点检查。当接近吊杆的使用年限时,应拆除短吊杆及个别存在严重病害的吊杆进行检查,尤其关注钢丝进入锚杯处是否存在局部损伤。

4 对于系杆索还应查看支撑辊轴是否正常工作,系杆能否自由伸缩。锚头夹片、楔块是否发生滑移。

5 吊杆和系杆的钢护筒与套管连接处的防水处理是否有效,锚头如发现有水侵害痕迹应查明渗水原因,及时排出并封堵水源。

6 吊杆力和系杆力的测试应在恒载条件下进行,并记录测试环境。实测索力与设计值偏差率超过 $\pm 10\%$,或顺桥向、横桥向对称索力相差超过 10% ,应分析原因,检定其安全系数是否满足规范要求,并在结构检算中加以考虑。

7 检查系杆拱体外预应力索锚具是否渗水,查找渗水原因。

6.5.2 吊杆拱桥拱轴线线形宜按桥跨的 8 等分点布置测点,采用极坐标法进行平面坐标和三角高程的测量。拱圈的检查按照截面材料和形式进行区分:

1 对于钢箱截面,应检查板件是否有翘曲、变形,节段环向拼缝是否平整,裸露部分的钢构件检查可参见钢桥检查有关内容。

2 对于钢管(箱)混凝土组合截面,应检查钢结构表面是否平整,有无鼓胀变形,应采用敲击法检查管内混凝土是否填充密实。还应关注拱肋间风撑连接部位的局部受力性能。

3 对于混凝土拱圈,要关注吊杆锚固区附近混凝土有无开裂、渗水。

6.5.3 吊杆拱桥主梁的检查按照截面材料 and 功能进行区分:

1 对于钢结构主梁和钢-混组合截面梁,钢构件检查可参见钢桥检查有关内容。

2 混凝土主梁应重点关注吊杆下锚头是否开裂、渗水,横梁正弯矩区截面有无裂缝,桥面板现浇接缝部分是否密实。

3 对于兼具系杆功能的主梁,预应力结构不允许出现竖向裂缝,钢筋混凝土结构裂缝宽度不宜超过 0.25mm,且不允许出现渗水。

4 桥面线形宜按桥跨的 8 等分点布置测点,分析变化趋势。

6.6 斜拉桥

6.6.1 斜拉桥梁体和索塔的检测,视其结构类型可按钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥及钢桥的相关规定进行。作为斜拉桥的主要承重构件,还应关注:

1 混凝土有无裂纹、渗水、表面风化、剥落、露筋或钢筋锈蚀;混凝土有无骨料硅钙反应引起的龟裂。

2 拉索锚固区承压板及塔壁牛腿混凝土有无开裂、剥落。塔内钢锚箱各板件间的焊缝表观质量,有无裂纹、腐蚀。

6.6.2 塔、梁姿态应进行定期检测,包括:

1 主塔、边墩、辅助墩的沉降趋势及墩间沉降差。

2 恒载下桥面线形和主塔倾斜的变化趋势。

斜拉桥检测要点见图 6.6.2。

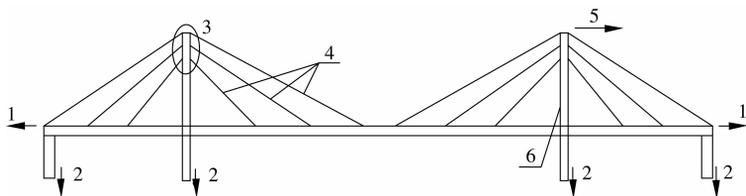


图 6.6.2 斜拉桥检测关注要点示意

1—梁端伸缩;2—不均匀沉降;3—拉索塔端锚固区;

4—拉索内力分布;5—塔顶位移;6—塔柱姿态

6.6.3 斜拉索检测应包括护套、锚头和索力,检测要点可参见 6.5.1 条。由于斜拉索较之吊杆长度要长,要注意拉索在风雨中是否出现剧烈振动,甚至索间相碰。

6.6.4 斜拉桥的塔、梁应通过恒载状态下自振特性的检测,即主梁和塔柱的频率、振型来判断结构整体刚度是否发生变化。

6.6.5 附属设施的检测,包括:

1 塔梁上的爬梯、电梯以及检修通道,连接件及预埋件锈蚀、损坏情况。

2 大型桥塔上的龙门吊等检修设施是否作为起重吊装设备按相关规范进行年检,是否定期维护。

3 对有支座的结构,应关注支座的约束方向、工作性能是否满足设计要求。

4 设置在塔身与梁体间的橡胶横向限位装置是否挤裂、移位或老化,有无其他硬块填充物顶紧。

5 对主梁设置有阻尼器的结构,对照阻尼装置的产品说明

对预埋件及连接件是否锈蚀、变形,伸缩线性位移传感器是否处于正确位置,防尘外缸套外观情况等进行检查。

6 伸缩缝工作性能是否正常,两侧混凝土带是否开裂,现浇混凝土表面有无局部剥落、松脱。

6.7 拼接加宽后的桥梁

6.7.1 拼接加宽后的桥梁,应根据结构型式进行针对性检测。

6.7.2 拼接加宽后的桥梁,应重点检测:

1 对拼缝两侧结构型式不同导致拼缝两侧结构刚度不同的桥梁,着重检查拼缝两侧结构的受力裂缝以及结构变形的协调性。同时检查拼缝位置及附近两侧的桥面纵向裂缝,评价桥梁整体受力性能。

2 检查拼缝两侧结构的不均匀沉降,评价结构的安全性和行车舒适性。

3 检测或检算拼接缝两侧桥梁的承载能力。

6.8 独柱支承多跨连续梁桥

6.8.1 独柱支承多跨连续直梁桥除了根据结构型式进行针对性检测以外,尚应重点检测:

1 检测结构两侧对应位置的高程,通过高程和伸缩缝位置梁端是否翘曲比较判断结构是否有侧倾现象或趋势。第一次结构检测时对结构的抗侧倾性能应进行检算。

2 检测桥墩支座的横桥向转角和剪切变形。检查桥台支座的脱空情况。

6.8.2 独柱支承多跨连续曲梁桥除了根据结构型式进行针对性检测以外,尚应重点检测:

1 检测结构两侧径向对应位置的高程,通过高程比较和伸

缩缝位置梁端是否翘曲判断结构是否有侧倾现象或趋势。通过检测支座与墩台的相对位移判断是否发生径向爬移,根据结构实际发生的位移情况对结构进行抗侧倾性能检算。

2 检测桥墩支座的横桥向转角和剪切变形。检查桥台支座的脱空情况。

7 城市桥梁下部结构检测要点

7.1 墩台

7.1.1 应检查墩台表面是否存在雨水侵蚀痕迹,是否存在混凝土风化、蜂窝、麻面、破损、孔洞以及钢筋锈胀导致的混凝土开裂、剥落等病害;圬工砌体结构是否出现灰缝脱落以及破损、松动、变形等缺陷。

7.1.2 检查墩台是否产生变形、下沉、倾斜、台底脱空,以及滑动等现象;台背填土是否沉降导致跳车现象;台身、翼墙等构件是否因台背填土排水不畅出现膨胀而导致的鼓肚、松动或变形等现象。

7.1.3 检查墩台结构裂缝的外观状态、长度、宽度、走向和发展趋势,并应重点关注以下结构部位裂缝状况:

- 1 盖梁的负弯矩区及悬臂盖梁根部裂缝。
- 2 悬臂盖梁侧面斜裂缝;竖向裂缝。
- 3 隐式盖梁侧面顺桥向挤推造成的半环形裂缝。
- 4 独柱桥墩承台以上区域水平裂缝。
- 5 斜拉桥、悬索桥主塔与各道横梁相交处、塔柱根部裂缝。

下部结构典型病害见图 7.1.3。

7.1.4 下部结构裂缝宽度应小于表 7.1.4 所列限值。

7.1.5 墩台变位的检测与监测

1 对单孔跨径大于 40m 的桥梁、各种跨径的连续梁桥、连续刚构桥、拱桥、斜拉桥应建立沉降、水平位移、拱脚转动、塔身姿态等监测系统,定期进行检测。

2 对拼接桥梁结构两侧墩台沉降、水平位移应进行定期监测。

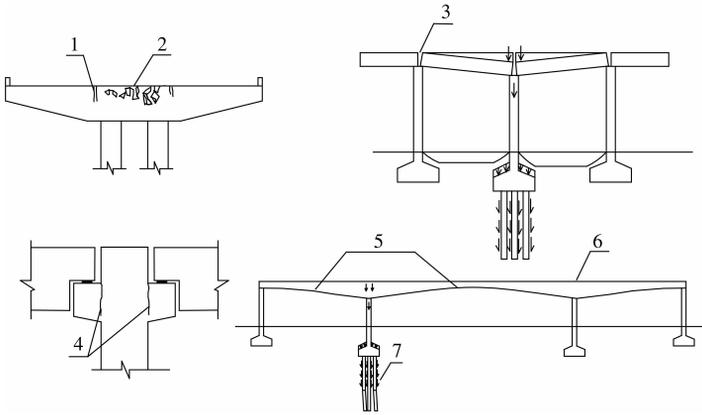


图 7.1.3 下部结构典型病害

- 1—盖梁负弯矩裂缝；2—盖梁水侵害混凝土剥落；
 3—结构简支桥面连续，墩顶铺装横向裂缝；4—倒 T 盖梁受力裂缝
 5—梁体受力开裂；6—墩顶负弯矩裂缝；7—连续梁桥基础不均匀沉降

表 7.1.4 墩台裂缝限值

类别	裂缝部位		最大允许宽度 (mm)	附注	
墩台	墩台帽		0.3	不允许贯通墩台身截面一半	
	墩台身	经常受腐蚀性环境水影响	无筋		0.2
			有筋		0.3
	墩台身	常年有水,但无侵蚀性影响	无筋		0.25
			有筋		0.35
干沟或季节性有水河流		0.4			

- 3 对独柱桥墩、连续曲梁桥的桥墩应定期检测其垂直度。
 4 对非桩基础的墩台,应定期检测其沉降情况。

7.2 基础

7.2.1 应对基础及河底铺砌的缺损情况进行检查,基础的检测一般根据沉降变形资料进行分析,必要时局部开挖检查,水下部分可通过水下摄像机、水下腐蚀电位测量仪等相关辅助手段进行检查。

7.2.2 检查河底铺砌是否存在冲刷、掏空、损坏等现象,基础冲刷深度是否大于设计值,必要时实测河床标高断面,分析冲刷是否可能导致地基失效、承载能力降低或桥台岸坡滑移。

7.2.3 检查承台和基础是否存在混凝土剥落、露筋、锈蚀等病害,是否存在表面露石、缩颈、空洞、胀裂等缺陷。

7.2.4 检查基础是否产生下沉、滑移、倾斜等变位现象,是否造成上部结构变形,是否出现倾斜或滑移现象,是否导致支座、墩台、伸缩缝发生破坏。

8 城市桥梁结构检测的仪器、设备和人员

8.1 一般规定

8.1.1 试验测试设备应经过计量检定或校准,在试验检测前后应对设备进行核查。

8.1.2 选择测试设备应满足测试精度要求,测试设备应有满足试验需要的量程和动态范围。

8.1.3 用于连续性监测的设备,宜优先选择同种类型、规格的测试设备。

8.2 城市桥梁结构检测需要的仪器和设备

8.2.1 近距离接触式目视检测需要的仪器和设备宜按表 8.2.1 选配。

表 8.2.1 近距离接触式目视检测设备选配表

主要用途	仪器、设备名称
尺寸量测	激光测距仪、钢卷尺(5m~50m)、超声波测厚仪
常规量测	工具包(量角器、塞尺、靠尺、铅垂等、放大镜、游标卡尺)
裂缝量测	裂缝比对卡、裂缝观测仪
辅助观察	内窥镜、望远镜
水下观察	水下相机或摄像机
影像记录	数码相机、数码摄像机
标记标示	粉笔、标示笔、喷漆罐、标示牌及标示便贴
环境测量	温度计、湿度计、风速计

8.2.2 结构与构件无损检测仪器和设备宜根据检测参数、检测目的、技术要求、作业条件等因素按表 8.2.2 选择。

表 8.2.2 无损检测配备的仪器和设备

主要测试参数	主要设备名称
混凝土强度	混凝土回弹仪、非金属超声波探测仪、取芯机
混凝土碳化深度	碳化深度测量装置
钢筋位置、直径、保护层厚度	钢筋探测仪
钢筋锈蚀电位	钢筋锈蚀仪
混凝土中氯离子含量	混凝土氯离子含量测试仪、化学滴定装置
混凝土电阻率	混凝土电阻率测试仪
混凝土密实性、内部缺陷(含结合面测试)、裂缝深度	非金属超声波探测仪、混凝土雷达仪
铺装厚度及缺陷	地质雷达、取芯机
应变(应力)	静、动态应变测量装置
位移、变形、挠度	百分表、位移计、全站仪、水准仪、光电式动态挠度仪、倾角仪、静力水准仪、GPS 测量系统
钢材及焊缝无损探伤	金属超声波探测仪、磁粉探伤仪、X 射线探伤仪
钢结构防护涂装厚度	涂层测厚仪
螺栓扭矩	扭矩扳手
模态参数(频率、振型、阻尼比)	振动测试系统
索力、吊杆力	索力动测仪、振动测试系统

8.2.3 结构检测中对桥面及桥梁结构线形、墩台垂直度以及斜拉桥主塔姿态进行测量所需的仪器和设备,宜根据检测对象、技术要求、作业条件等因素按表 8.2.3 选择。

表 8.2.3 线形量测的仪器和设备

主要测试参数	主要设备名称	精度要求
桥面及梁结构线形	精密水准仪	满足二等水准测量要求
	高精度全站仪	测距优于 1mm + 1ppm 测角优于 1"
拱结构线形	高精度全站仪	测距优于 1mm + 1ppm 测角优于 1"
	3D 激光扫描仪	50m 范围内测距精度 5mm, 点位精度 6mm。
斜拉桥悬索桥主塔姿态	高精度全站仪	测距优于 1mm + 1ppm 测角优于 1"
	3D 激光扫描仪	50m 范围内测距精度 5mm, 点位精度 6mm。
墩台垂直度	经纬仪、全站仪	测距优于 1mm + 1ppm 测角优于 1"

8.2.4 桥梁结构检测常用辅助与防护装备宜按表 8.2.4 选配。

表 8.2.4 桥梁检测常用辅助与防护装备选配表

装备类别	装备名称	主要功能
辅助装备	锤子、凿子、冲击钻或可充电电钻	破型钻孔
	角向砂轮机、毛刷、钢丝刷、刮刀、平头起子、铲子、冲洗装置	表面清理
	胶水、后锚固套件	安装锚固
	手电筒、应急灯、头灯	照明
	发电机及电源箱	电力供应
	桥梁检测车、高低空作业车、挂篮、梯子、支架、爬索装置	高空作业
	船只、高筒防水靴	水面作业
	对讲机	联络

续表 8.2.4

装备类别	装备名称	主要功能
防护装备	工作套装(反光服、防雨衣、防雨鞋、防护鞋)	个人防护
	安全帽、安全带、护目镜、口罩、救生衣	个人防护
	医药箱	紧急救护
	安全筒等作业隔离设施	作业区防护
	导向牌、闪光灯等车辆诱导装置	作业区防护

8.3 桥梁结构检测单位和人员

8.3.1 桥梁结构检测应由具有交通部或建设部核发资质的专业单位承担,由养护管理单位负责配合。

8.3.2 桥梁结构检测人员应由具有桥梁养护、设计、施工经验和桥梁病害检查的桥梁结构工程师构成,检测负责人应具有高级职称,并具备 10 年以上的城市桥梁检测评定工作经验。

9 桥梁结构检算

9.1 一般规定

9.1.1 城市桥梁的检算应以桥梁原设计规范为依据,现行规范为参考,包括承载能力极限状态和正常使用极限状态的检算。承载能力极限状态检算应针对结构或构件的截面强度、稳定性进行;正常使用极限状态的检算应包括结构或构件的应力、刚度、稳定性和抗裂性。

9.1.2 桥梁结构检算宜依据竣工资料或设计资料,并根据桥梁检测的实际情况进行核对修正。对缺失资料的桥梁,可根据桥梁检测结果,参考同年代类似桥梁的设计资料或标准定型图进行检算。

9.1.3 桥梁的恒载按实际尺寸或维修加固后的实重计算。

9.1.4 活载按近期所需要的设计荷载、通行车辆调查情况或需通过的超重车辆荷载计算,还应包括汽车冲击力、人群荷载等计算效应的组合。

9.1.5 结构材料强度及地基强度采用现桥调查评估报告所确定的强度取值计算,取值应根据桥梁实际环境和使用状况并计入安全系数。

9.1.6 现有桥梁的检算应根据桥梁的具体情况着重对结构的主要控制断面和结构的薄弱部位进行承载能力验算;但当设计受刚度控制,或结构开裂较严重、结构刚度明显降低、结构出现异常变形等情况时,还应结构的正常使用功能进行相应的验算。

9.1.7 对于结构型式与跨度均相同的多孔桥梁,应选择结构缺陷或病害较严重的桥孔进行检算。对于多跨不同跨径的桥梁须

分别检算不同跨径的桥跨。

9.1.8 判断地基的承载能力应以调查和检算为主,当墩台结构未出现不均匀沉降、倾斜或滑移等异常情况时,且地基与基础的承载能力经检算通过时,可评定地基和基础承载能力符合要求。

9.1.9 桥梁结构检算时,应考虑支座变位对桥梁正常使用状态的影响。

9.1.10 根据对选定桥跨进行桥梁检测的结果,确定结构检算系数、耐久性恶化系数、截面折减系数、活载影响修正系数和结构年限使用系数。

9.1.11 作用效应与抗力效应比值在 1.0~1.2 之间时,应通过荷载试验评定承载能力。

9.1.12 当缺失设计竣工资料,且无法探明上部结构主筋布置及规格时,宜通过荷载试验评定承载能力。

9.2 桥梁结构检算要点

9.2.1 钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥检算要点

1 钢筋混凝土和预应力混凝土梁桥应检算板(梁)跨中弯矩、支点一倍梁高截面最不利剪力。

2 变截面连续梁桥除以上第 1 款内容外,还应检算梁高较小处腹板厚度变化区域截面弯剪组合效应。

3 对少设或不设横隔板的宽箱薄壁梁桥,应检算畸变应力和横向弯曲应力。

4 对多梁结构,应根据桥梁横向联系实际情况计算荷载横向分布。

9.2.2 拱桥检算要点

1 拱桥应检算主拱圈最大轴力和弯矩、主拱的稳定性、立柱抗剪和桥面板局部强度。

2 检算时应依据检测结果考虑拱轴线变化、基础变位、拱圈

和立柱系梁开裂等结构状态变化的不利影响。

3 当缺乏技术资料时,混凝土收缩产生的内力计算可等效为温度额外降低引起的拱圈内力。

9.2.3 钢结构梁桥检算主要内容

1 弯矩:跨中点、腹板接头处、截面变化处、翼板接头处以及连续梁支点。

2 剪力:支点中性轴及支点上下翼板铆距、栓距或焊缝强度。

3 稳定性:受压翼板、支点加劲立柱及腹板。

4 桥面系梁:除按上述各项检算外,尚应进行纵梁与横梁、横梁与主梁的连接检算,以及纵梁与主梁间的横梁区段在最弱截面处的剪应力检算。

5 正交异性桥面板分别检算整体结构体系和桥面结构体系的强度、稳定性和疲劳强度。

6 横向联系横向抗弯、纵向扭转刚度。

9.2.4 墩台与基础检算要点

1 墩台应检算截面强度和总体稳定性,对有环形裂缝的截面,还应检算抗倾覆和滑动稳定性。

2 若墩台发生倾斜,检算墩(台)身截面和基底应力、偏心与抗倾覆稳定性时,尚应考虑斜度影响。

3 对冲刷严重的河段,检算时应考虑冲刷对墩台和基础的影响。

4 摩擦桩群桩基础应按整体基础验算桩端平面处土层的承载力,当桩端平面以下有软弱土层时,尚应检算该土层的承载力。

9.2.5 对于独柱墩(含独支座结构)、偏心支座梁段等桥跨,尤其是钢结构梁桥、钢-混凝土组合梁桥,应根据支座检查和检测的结果检算结构倾覆稳定性。

9.3 桥梁结构检算评估

9.3.1 按现行桥梁设计规范,对钢筋混凝土或预应力混凝土桥跨结构或墩台作承载能力极限状态检算时,考虑到实际的结构恒载及其工作状态系数,评定公式如下(其他结构可参照采用):

$$\gamma_0 S_d = \gamma_0 \left(\sum_{i=1}^m \gamma_{Gi} S_{Gis} + \gamma_{Q1} \xi_q S_{Q1k} + \psi_c \sum_{j=2}^n \gamma_{Qj} S_{Qjs} \right) \leq R_d (f_d, \xi_c a_{dc}, \xi_s a_{ds}) Z_1 (1 - \xi_c) \xi_y \quad (9.3.1)$$

式中 S_d —— 承载能力极限状态下作用基本组合的效应组合计算值;

$S_{Gis}, S_{Q1k}, S_{Qjs}$ —— 第 i 个永久作用效应的实际值、汽车荷载效应的标准值、除汽车荷载外第 j 个可变作用效应的实际值;

γ_0 —— 结构重要性系数;

$\gamma_{Gi}, \gamma_{Q1}, \gamma_{Qj}$ —— 第 i 个永久作用效应、汽车荷载效应、第 j 个可变作用效应的分项系数;

ξ_q —— 活载影响修正系数,可依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21—2011 取值;

ψ_c —— 其他可变作用效应的组合系数;

$R_d(\cdot)$ —— 结构抗力函数,应计入现桥的截面削弱情况但可考虑桥面铺装层部分参与工作;

f_d, a_{dc}, a_{ds} —— 材料强度设计值、混凝土和钢筋截面的几何参数取值;

Z_1 —— 承载能力检算系数;

ξ_c, ξ_s, ξ_y —— 承载能力恶化系数、配筋混凝土结构的截面折减系数、钢筋的截面折减系数,具体可依据《公路桥梁承载能力检测评定规

程》JTG/T J21—2011 取值；

ξ_y —— 结构年限使用系数，可按表 9.3.1-1 数值内插计算。

表 9.3.1-1 结构年限使用系数 ξ_y 值

桥梁通车使用年限(年)	0	10	25(>25)
ξ_y	1	0.95	0.85

9.3.2 按 9.3.1 条，桥跨结构或墩台承载能力检算鉴定系数定义为

$$K_{js} = \frac{R_d(f_d, \xi_c a_{dc}, \xi_s a_{ds}) Z_1 (1 - \xi_e) \xi_y - \sum_{i=1}^m S_{Gis} \cdot 1.1}{\xi_q S(\sum Q)} \quad (9.3.2)$$

式中 $\sum_{i=1}^m S_{Gis}$ —— 未乘安全系数的永久作用效应的实际值；
 $S(\sum Q)$ —— 按鉴定荷载的检算活载效应不考虑安全系数。

9.3.3 桥跨结构的荷载效应和抗力效应分别为：按正截面抗弯强度验算时， S_d 和 R_d 为弯矩；按斜截面抗剪强度验算时， S_d 和 R_d 为剪力；按直杆正截面强度与稳定验算时， S_d 和 R_d 为轴向力；主拱圈或墩台按正截面偏心抗压强度验算时， S_d 和 R_d 为偏心轴力。检算活载效应取荷载最不利状态组合。

9.3.4 桥跨结构或墩台的承载能力检算鉴定系数 K_{js} 是检算评估的主要技术指标。

1 当 $K_{js} \geq 1$ 时，表示桥跨结构或墩台的承载能力符合检算荷载的使用要求。

2 当 $K_{js} < 1$ 时，表示桥跨结构或墩台的承载能力不满足检算荷载的使用要求。

9.3.5 当桥跨结构受正常使用极限状态的刚度控制或刚度遭到严重削弱作检算时，应考虑截面的削弱情况，且可考虑现桥的桥

面铺装层部分参与工作,桥跨挠度的检算值应满足设计规范的要求。混凝土构件的裂缝宽度直接采用检测值。

9.3.6 配筋混凝土桥梁正常使用极限状态,宜按现行桥梁设计和养护规范及检测结果分以下三方面进行计算评定,其他结构可参照采用:

1 限制应力:

$$\sigma_d < Z_1 \sigma_L \quad (9.3.6-1)$$

式中 σ_d ——计入活载影响修正系数的截面应力计算值;

σ_L ——应力限值。

2 荷载作用下的变形:

$$f_{d1} < Z_1 f_L \quad (9.3.6-2)$$

式中 f_{d1} ——计入活载影响修正系数的荷载变形计算值;

f_L ——变形限值。

3 各类荷载组合作用下裂缝宽度:

$$\delta_d < Z_1 \delta_L \quad (9.3.6-3)$$

式中 δ_d ——计入活载影响修正系数的短期荷载变形值;

δ_L ——变位限值。

9.3.7 承载能力检算系数确定

1 依据公路桥梁结构或构件承载能力检算系数评定标度、缺损状况评定标度或城市桥梁技术状况分类确定承载能力检算系数 Z_1 。具体可依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21—2011、《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99—2003 取用。

2 圻工与配筋混凝土桥梁的承载能力检算系数 Z_1 值,则应根据公路桥梁结构或构件承载能力检算系数评定标度或城市桥梁技术状况分类评估出的桥梁整体等级按表 9.3.7-1 取用,特殊情况下可采用专家调查法确定。

表 9.3.7-1 圬工及配筋混凝土桥梁的承载能力检算系数 Z_1 值

公路桥梁承载能力检算系数评定标度/城市桥梁技术状况分类	受弯	轴心受压	轴心受拉	偏心受压	偏心受拉	受扭	局部承压
1/A	1.15	1.20	1.05	1.15	1.15	1.10	1.15
2/B	1.10	1.15	1.00	1.10	1.10	1.05	1.10
3/C	1.00	1.05	0.95	1.00	1.00	0.95	1.00
4/D	0.90	0.95	0.85	0.90	0.90	0.85	0.90
5/E	0.80	0.85	0.75	0.80	0.80	0.75	0.80

3 钢结构桥梁根据公路桥梁结构或构件缺损状况评定标度或城市桥梁技术状况分类确定承载能力检算系数 Z_1 值,按表 9.3.7-2取用。

表 9.3.7-2 钢结构桥梁的承载能力检算系数 Z_1 值

公路桥梁缺损状况评定标度/城市桥梁技术状况分类	性状描述	Z_1 值
1/A	焊缝完好,各节点铆钉、螺栓无松动;构件表面完好,无明显损伤,防护涂层略有老化、污垢	(0.95,1.05]
2/B	焊缝完好,少数节点有个别铆钉、螺栓松动变形;构件表面有少量锈迹,防护涂层油漆变色、起泡剥落,面积在 10%以内	(0.90,0.95]
3/C	少数焊缝开裂,部分节点有铆钉、螺栓松动变形;构件表面有少量锈迹,防护涂层油漆明显老化变色并伴有大量起泡剥落,面积在 10%~20%以内,个别次要构件有异常变形,行车稍感振动或摇晃	(0.85,0.90]

续表 9.3.7-2

公路桥梁缺损状况评定标度/城市桥梁技术状况分类	性状描述	Z ₁ 值
4/D	焊缝开裂,并造成截面削弱。联结部位铆钉、螺栓松动变形,10%~20%已损坏;构件表面锈迹严重,截面损失在3%~10%以内,防护涂层油漆明显老化变色并普遍起泡剥落,面积在50%以上。个别主要构件有异常变形,行车有明显振动摇晃并伴有异常声音	(0.80,0.85]
5/E	焊缝开裂严重,造成截面削弱10%以上。联结部位20%以上铆钉、螺栓已损坏;构件表面锈迹严重,截面损失在10%以上,材质特性明显退化;防护涂层油漆完全失效。主要构件有异常变形,行车振动或摇晃显著并伴有不正常移动	≤0.80

4 拉吊索承载能力检算系数 Z₁ 值按表 9.3.7-3 取用。

表 9.3.7-3 拉吊索承载能力检算系数 Z₁ 值

公路桥梁缺损状况评定标度/城市桥梁技术状况分类	性状描述	Z ₁ 值
1/A	表面防护完好,锚头无积水,锚下混凝土无裂缝	(1.00,1.10]
2/B	表面防护基本完好,有细微裂缝,锚头无锈蚀,锚固区无裂缝	(0.95,1.00]
3/C	表面防护有少量裂缝,伴有少量锈迹,锚头有轻微锈蚀,锚固区有细小裂缝	(0.90,0.95]
4/D	表面防护普遍开裂,并有部分脱落,锚头锈蚀,锚固区有明显受力裂缝	(0.85,0.90]
5/E	表面防护普遍开裂,并有大量脱落,钢索裸露,钢索锈蚀严重,锚头积水锈蚀,锚固区有明显的受力裂缝,裂缝宽度大于0.2mm	≤0.85

10 城市桥梁结构检测成果

10.1 城市桥梁技术状况检测报告

10.1.1 受检城市桥梁结构概况应包括以下内容：

- 1 建造年月,地理位置。
- 2 桥梁结构形式,跨径组合,桥面系、上部结构、下部结构及附属设施形式及布置。
- 3 设计荷载,验算荷载。
- 4 桥梁平面、立面、横断面简图。
- 5 历年常规定期检测报告意见。
- 6 历次结构检测报告意见。
- 7 历年维修回顾。
- 8 交通现状,桥梁限载状况。

10.1.2 报告应包括桥梁进行结构检测的背景,检测依据,检测项目、方法、仪器设备和依据的标准规范。

10.1.3 报告实测数据应翔实、准确,达到验算和评定的要求。

10.1.4 根据本规程第 6、7 章的检测要求,对桥梁结构病害进行描述。桥梁结构病害描述应包含名称、位置、尺寸、严重程度和原因分析。

10.1.5 根据本规程第 5 章的检测要求,对材料检测情况进行描述。材料检测情况描述应包含材料特性、退化程度、退化性质、退化原因、对结构性能和耐久性的影响。

10.1.6 根据病害和材料的检测情况,描述构件的损坏状况及原因。

10.1.7 根据本规程第 9 章的要求,评定桥梁承载能力和刚度、

稳定性、抗裂性。桥梁检算应包含检算对象,验算荷载,检算判式,计算图示,检算结论。

10.1.8 市政桥梁依据《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99—2003 对全桥、桥面系、上部结构、下部结构和各构件进行 BCI 评分,确定评定等级。公路桥梁依据《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21—2011 对桥梁技术状况进行评定。

10.1.9 根据桥梁病害情况、桥梁承载能力、桥梁技术状况评定得出结构定期检测评价结论。

10.1.10 对桥梁结构的运行限制(荷载、速度、机动车通行或车道数等的限制)、今后养护维修加固措施、进一步监测、试验提出建议。

10.2 城市桥梁技术状况的评定

10.2.1 检测单位根据结构检测成果得出结论性意见,按相应规定评定桥梁技术状况等级。

10.2.2 检测报告的认定以专家组咨询通过为准。未通过专家组咨询认定的检测应根据专家咨询意见补充完善后,再次组织专家组咨询认定。

10.2.3 桥梁养护管理单位应根据检测报告的结论和建议采取相应措施。

引用标准名录

- 1 《城市桥梁检测和养护维修管理办法》(建设部令第 118 号)
- 2 《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99—2003
- 3 《公路桥涵养护规范》JTG H11—2004
- 4 《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21—2011
- 5 《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21—2011



本规程用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待,对于要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1 表示很严格,非这样做不可的用词:
正面词采用“必须”;
反面词采用“严禁”。
- 2 表示严格,在正常情况均应这样做的用词:
正面词采用“应”;
反面词采用“不应”或“不得”。
- 3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:
正面词采用“宜”;
反面词采用“不宜”。
- 4 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

上海市工程建设规范

桥梁结构检测技术规程

DG/TJ 08—2149—2014
J 12783—2014

条文说明

2014 上海

目 次

3	一般规定	55
6	城市桥梁上部结构检测要点	56
6.1	钢筋混凝土及预应力混凝土桥	56
6.2	圯工拱桥	59
6.3	钢结构梁桥	59
6.4	钢-混凝土组合梁桥	59
6.5	吊杆拱桥	60
6.6	斜拉桥	60
6.7	拼接加宽后的桥梁	61
6.8	独柱支承多跨连续梁桥	61
7	城市桥梁下部结构检测要点	62
7.1	墩 台	62
7.2	基 础	62
8	城市桥梁结构检测的仪器、设备和人员	63
8.1	一般规定	63
8.3	桥梁结构检测单位和人员	63
9	桥梁结构检算	64
9.1	一般规定	64
9.2	桥梁结构检算要点	65
9.3	桥梁结构检算评估	66

Contents

3	Basic requirements	55
6	Bridge superstructure detection key points	56
6.1	Reinforced concrete and pre-stressed concrete bridge	56
6.2	Masonry arch bridge	59
6.3	Steel beams bridge	59
6.4	Steel-concrete composite bridge	59
6.5	Boom arch bridge	60
6.6	Cable-stayed bridge	60
6.7	Widened bridge	61
6.8	Single support continuous beam bridge	61
7	Urban bridge substructure detection key points	62
7.1	Pier and cap	62
7.2	Foundation	62
8	Urban bridge structure inspection instruments, equipment and staff	63
8.1	General provisions	63
8.3	Bridge structure inspection institution and staff	63
9	Bridge structure calculate	64
9.1	General provisions	64
9.2	Bridge structure calculate key points	65
9.3	Bridge technical condition inspection assessment	66

3 一般规定

3.0.1 城市桥梁包括市政桥梁、公路桥梁。

6 城市桥梁上部结构检测要点

6.1 钢筋混凝土及预应力混凝土桥

6.1.1 钢筋混凝土及预应力混凝土简支空心板梁桥

铰缝是空心板梁的横向联系构件,也是上部结构比较薄弱的部件,在车轮反复作用下容易产生破坏,最直接的表现是出现桥面铺装纵向裂缝,板梁之间铰缝处出现渗水现象,当损伤较严重时,在车轮作用下,铰缝损伤处相邻板梁出现明显相对竖向位移,削弱结构整体受力性能。

简支板梁为受弯构件,其受力裂缝常表现为跨中附近正弯矩裂缝和支点附近主拉应力裂缝,由于板梁间隙较小,只能对边梁腹板斜裂缝进行检查,而当桥面设有非机动车道或人行道时,往往边梁受力较小,若怀疑中梁存在腹板斜裂缝时,可借助内窥镜进行检查。对钢筋混凝土空心板梁结构,梁底跨中横向裂缝比较普遍,当裂缝深度接近(或超过)主筋时,易引起主筋锈蚀,因此当裂缝宽度较大时有必要对裂缝深度进行测量,确定结构耐久性能。

空心板梁梁端采用端封板结构,因混凝土收缩导致端封板与板梁之间产生开裂,当墩台顶处桥面防水失效时,桥面上的积水自墩顶处流下并进入板梁空腔内,板梁空腔内积水对结构危害较大,除增加结构自重外,也会引起主梁内钢筋锈蚀,降低结构的安全性。

主梁的恒载挠度间接反映了结构的受力状态,结合裂缝的检查可综合评价结构的状况。

本条第4款中,微破损指对裂缝处沿主筋方向,采用仪器局

部凿开,至露出部分或全部主筋,长度不宜过长。

6.1.2 钢筋混凝土及预应力混凝土简支 T 梁桥

横隔板作为 T 梁的横向联系构件,其损伤将严重降低结构的承载力,而桥面板纵向裂缝及横隔板连接件损坏表明横向联系出现损伤,需在检测中注意。由于 T 梁腹板较薄,支座附近易出现因抗剪不足引起的腹板斜裂缝。

对于预应力混凝土 T 梁,因预应力管道偏差或张拉力过大等,易产生沿预应力主筋方向的纵向裂缝,当纵向裂缝处存在渗水泛白时,需确认预应力管道内是否存在游离状态水,通过检测灌浆密实性及封锚混凝土是否开裂来判断结构的安全性及耐久性。

6.1.3 预应力混凝土简支小箱梁桥

混凝土小箱梁是近些年采用比较多的结构形式,显然其翼板湿接头是其受力薄弱部位,当主梁的横向联系出现损伤时,常表现为翼板湿接头处纵向裂缝。因此,横隔板及翼板湿接头处应作为重点检查部位。小箱梁跨中梁底部位为预应力管道集中布置区域,为避让预应力管道及钢筋网而出现混凝土浇筑振捣不充分,产生混凝土局部不密实、空洞现象。

6.1.4 钢筋混凝土及预应力混凝土简支槽形梁

由于其自身的缺点,近年来新建桥梁很少采用槽型梁结构。以往对槽型梁检测结果表明:由于预制小盖板与主梁无有效连接,在车辆活载作用下小盖板产生挠曲变形,并常引起桥面处铺装的纵、横向不连续裂缝,造成桥面铺装损坏。

6.1.5 钢筋混凝土及预应力混凝土连续箱梁桥

钢筋混凝土及预应力混凝土连续箱梁为超静定结构,除恒载和汽车荷载外,预应力、收缩和徐变、温度及支座不均匀沉降等对结构受力都有影响。除参考简支梁结构需要检查的部位外,中支座附近负弯矩区及正负弯矩交替区都是重点检查的部位,可能存在受力引起的混凝土开裂。另外,主梁的恒载挠度曲线、支座安

装、不均匀沉降及伸缩缝的状况均对结构受力有较大影响。对设置人孔的箱梁结构,应进入其内部检查顶板、底板、腹板、预应力锚固区是否存在裂缝,混凝土浇筑情况,是否存在箱梁内部积水、积泥等。

连续梁箱梁抗正弯矩纵向预应力筋往往布置在箱梁底板的较大范围内,因此对梁底呈曲面变化的变截面连续梁,由于构造布置不合理等因素,这部分预应力筋的张拉往往会导致底面混凝土的起壳开裂,甚至崩落。在检查时应在外面进行观察,尤其在跨中区域应仔细检查。

近年来节段连续梁因其标准化的生产被广泛应用,拼接缝作为节段拼装连续梁的薄弱部位,应对其完好性进行检查。还需重点检查预应力体外索,包括其防腐系统,有条件时应进行索力检测。

6.1.6 钢筋混凝土拱桥

主拱圈作为拱桥最重要的构件,其拱轴线形,拱脚沉降、位移及转角对主拱圈受力有决定性影响,需重点关注。理想的主拱圈为受压构件,而实际使用中不可避免地会在主拱圈内产生弯矩,因此,还需加强对拱顶正弯矩、拱脚负弯矩区域等拱肋裂缝的检查。

此外,拱上横梁等构件起到将荷载横向分配到各片拱肋上的作用,故也是检查的重点。

6.1.7 钢筋混凝土及预应力混凝土悬臂梁桥

与简支梁和连续梁结构相比,悬臂梁与挂梁之间的牛腿或铰结构为悬臂梁桥特有的构件,牛腿或铰是悬臂梁桥的受力薄弱部位,是悬臂梁桥检查的重点;另外,挂梁与悬臂梁连接处设置伸缩缝时,应对伸缩缝完好状况进行检查。

6.1.8 钢筋混凝土及预应力混凝土刚构桥

对于混凝土刚构桥,主梁与立柱(或斜腿)连接角隅处是应力集中区域,易存在受力裂缝;而立柱(或斜腿)与基础采用铰接时,

应检查铰结构是否能自由转动,从而确保铰的使用功能。

6.2 圯工拱桥

6.2.1~6.2.2 主拱圈是结构的主要受力部件,拱轴线的变化直接影响结构性能。检测前应收集竣工图纸和验收资料,以供拱轴线初始状态与目前状况相比较。

圯工结构的抗裂、抗渗也是关注重点,养护和检测中应按照发现的病害有层次的采取对应措施。发现灰缝脱落、杂草,宜及时清除;发现拱石脱落、纵向开裂渗水,应查明原因,进行维修加固;发现拱脚位移、轴线变形超限时,应立即采取必要加固措施。

6.3 钢结构梁桥

6.3.1 钢结构桥梁的刚度、强度和稳定性是受力关键,检测中主要从恒载线形、活载引起的挠度,以及动力特性等方面进行分析。

6.3.2 钢结构构件间的连接是运营期间检测的重点。节点上的铆钉和螺栓松动损坏要及时修复;焊缝开裂、脱缝,要标记并观察发展趋势。

6.3.3 钢结构涂装关系到结构耐久性,涂装起泡、裂纹或脱落面积达到10%以上,应进行整孔重新涂装,所用涂料应与原涂料一致。更换新品种涂装,应将旧涂层清理干净,新旧涂料化学性能应一致。

6.4 钢-混凝土组合梁桥

6.4.1 钢-混凝土组合梁桥的刚度检测方法同本规程第6.3.1条说明。

6.4.2 钢-混凝土组合梁桥的特点为钢梁与混凝土桥面板通过连

接实现组合受力,因此钢-混凝土组合受力性能是关注重点。出现过大的纵向相对滑移是不允许的,病害多开展自支座及梁端区域。发现桥面板有纵向裂缝出现也应及时加固。

6.5 吊杆拱桥

6.5.1 吊杆是吊杆拱桥最为重要的传力构件之一,按照受力体系可分为有推力拱和无推力拱。无推力拱中的体外预应力系杆拱及有推力拱,吊杆通常锚固于横梁梁底,桥面系顺桥向刚度较小,一旦某对吊杆出现问题或失效,旁边的吊杆无法进行分担,容易导致灾难性后果;无推力拱中采用纵梁作为系杆的结构,吊杆通常锚固于纵梁梁底,桥面系顺桥向具有一定刚度,个别吊杆的受力出现问题不至于导致结构的垮塌。

检测中对于锚固于横梁梁底的吊杆需要重点关注,特别是锚头锚形式,锚杯内部没有填充环氧铁砂,锚头钢丝在疲劳荷载加水侵害作用下极易产生锈蚀甚至失效,锚头对应桥面位置应采取有效的防水措施,并在梁底设置方便打开的盖板进行定期抽检。

6.5.2 吊杆拱桥的拱轴线是反映运营中结构受力性能发展变化的重要特征,参见本规程第 6.2.1 条说明。

6.5.3 吊杆拱桥主梁的检查按照吊杆锚固位置的不同有不同的侧重点。锚固于横梁梁底的结构要重点检查横梁跨中的表观病害;吊杆锚固于纵梁的主梁受力类似于一根多点支撑连续梁,除关注锚头附近局部区域的表观病害外,还应注意吊杆力分布不均对梁体可能产生的影响。

6.6 斜拉桥

6.6.2 塔、梁姿态检测对于运营期间的斜拉桥结构具有重要意义,应在收集竣工图纸、验收资料的前提下进行定期检测。将索

力变化、塔柱位移、梁体挠度三者的变化发展趋势作综合分析,互相验证检测数据的可靠性。

姿态检测时应考虑日照温差、年温差的影响。

6.6.5 对于大跨径斜拉桥,附属设施的设置主要从检测人员作业的安全性和便捷性出发,关键构件易于达到,检测项目易于开展。

对于纵飘体系结构中的阻尼装置,可委托生产厂家进行定期维护检查,宜考虑安装纵桥向位移监测系统对阻尼器的性能进行长期测试。

6.7 拼接加宽后的桥梁

拼接加宽后,新老结构基础往往产生不均匀沉降,该沉降将导致桥面铺装产生贯通的纵向裂缝,若新老结构刚度不同,在荷载作用下将因变形不协调也会产生桥面纵向裂缝,削弱拼接处主梁横向联系,降低结构的承载能力,同时也影响行车的舒适性。

6.8 独柱支承多跨连续梁桥

近年来,我国多次发生独柱墩结构主梁倾覆事故,究其原因除非法超载外,主梁自重较轻、支座设置不合理、设计过程对结构抗倾覆考虑不足等也是重要原因。因此,针对独柱支撑结构,应重点检查可能引起上部结构倾覆的有关内容,消除结构安全隐患。

7 城市桥梁下部结构检测要点

7.1 墩 台

7.1.1~7.1.4 对于混凝土或钢结构墩台,水侵害都是主要病害之一。尤其对于钢筋混凝土盖梁或帽梁,负弯矩区顶面带裂缝工作,墩顶桥面系防水失效形成的水侵害极易导致钢筋锈胀,对结构耐久性产生很大影响。

结构简支桥面连续通常采用混凝土大悬臂倒 T 盖梁,梁端防撞墙处的变形缝失效,容易在整体升温作用下对大悬臂产生顺桥向推力,在盖梁悬臂根部侧面形成半环形裂缝。

7.1.5 除特殊结构桥梁的墩台定期变形监测外,还应关注墩台基础在周边环境变化影响下可能发生的变形,譬如周边有深基坑开挖,地铁、隧道等地下构筑物的施工等。应制订监测方案,根据上部结构形式设置变形报警值。

7.2 基 础

7.2.2 对于直接埋置于河床上的浅埋基础,应定期对墩台上覆土层厚度或标高进行检查,掌握河床的冲刷情况,分析可能导致的墩台倾斜或滑移。

8 城市桥梁结构检测的仪器、设备和人员

8.1 一般规定

8.1.1 用于结构检测中计量试验数据的测试设备,必须在计量检定或校准的有效期内。

8.3 桥梁结构检测单位和人员

8.3.2 桥梁结构检测人员应为持证人员,定期参加继续教育培训。

9 桥梁结构检算

9.1 一般规定

9.1.1 桥梁结构检算是现有桥梁结构评估的重要内容之一。桥梁结构检算是以桥梁结构调查评估的成果为基础,在全面掌握现有桥梁结构的技术状况的前提下,以现行桥梁结构设计规范为依据,结合实际情况进行的理论分析工作。我国现行桥梁设计规范主要包括:《城市桥梁设计规范》CJJ 11—2011、《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、《公路桥涵设计通用规范》JTG D60—2004、《公路圪工桥涵设计规范》JTG D61—2005、《公路钢筋混凝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 等。

9.1.2~9.1.4 鉴定荷载一般应按桥梁近期要求达到的标准等级荷载(汽车与人群、平板挂车、履带车)的有关组合进行检算。当桥梁需要临时通过特殊重型车辆荷载,且该荷载大于前者时可按重型车辆荷载直接进行检算。

9.1.5 提供结构材料和地基的实际强度,对于确定现有桥梁可供车辆荷载利用的那一部分抗力(可使用承载能力)有重要影响。因而在桥梁调查中确定结构技术状况的等级类别时,应以材料强度为依据。

9.1.6 在对桥梁结构的基本要求中,除特殊情况外,最根本的是结构在荷载作用下必须有足够的强度和稳定性,其次再进一步检算结构的刚度是否满足使用要求或钢筋混凝土结构的裂缝宽度是否满足耐久性要求。在桥梁结构基本完好的情况下,可只对结

构的承载能力进行检算,包括非主要构件(如拱桥拱上建筑、吊杆、梁桥桥面板、横隔板等),尤其应注意结构受到削弱部位的检算。

9.1.7 对于结构形式与跨度不同的多孔桥,则应按不同的结构形式和不同的跨度,分别选择其中破损或缺陷较严重、技术状况较差的桥跨进行检算。对于多孔桥荷载试验的试验孔的选择,原则上也应如此办理。

9.1.8 由于地基和基础的承载是一个沉降、压实和提高承载能力的过程,因此判断地基承载力时应以调查、检算为主。当桥梁经过多年营运或洪水考验,墩台未发生明显的不均匀沉降、倾斜及由此引起的桥面纵横坡变化,墩台未发生明显的水平位移及由此引起的桥梁伸缩缝过度的分开或靠拢、拱桥桥顶或拱脚的严重开裂等,且地基与基础经检算通过时,可评定地基与基础承载能力符合要求。受周围高层等构造物影响沉降尚未终止时,应作专门检算分析。

9.1.9 对于静定结构,支承变位会造成对正常使用状态的影响,如桥台下沉会引起边孔坡度增大、挂孔脱落隐患,拱脚水平位移会引起三铰拱中间铰处桥面下凹;对于超静定结构,除上述影响外,支承变位还会引起桥跨结构附加内力。

9.1.10 结构检算系数、耐久性恶化系数、截面折减系数、活载影响修正系数按照《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21—2011取值,结构年限使用系数按照本规程表 8.3.1-1取值。

9.1.11~9.1.12 在保证桥梁安全的前提下,为充分发挥在役桥梁的承载潜力,对检算荷载的作用效应大于抗力效应且超过幅度在 20%以内的桥梁,可通过荷载试验进一步评定其承载能力。

9.2 桥梁结构检算要点

9.2.1 混凝土桥面铺装与梁体结合较好,缺损状况较少情况下,

在检算中可考虑混凝土桥面铺装扣除表面 2cm 磨耗层后参与梁体共同受力。

9.2.5 独柱墩应包含墩顶双支座但支座间距较近的情况,对大悬臂箱梁也应考虑检算结构倾覆稳定性。倾覆稳定的计算应考虑重车荷载布置的极端情况,不应仅考虑设计规范荷载布置。直梁桥和弯梁桥均应计算其倾覆稳定性。

9.3 桥梁结构检算评估

9.3.1 主要依据圬工结构桥梁、配筋混凝土桥梁和钢结构桥梁的特点,引入不同的分项检算系数修正极限状态检算表达式。引入结构年限使用系数主要考虑桥梁经过多年使用后产生的结构退化。汽车荷载效应可根据实际运营荷载状况,通过活载影响修正系数进行修正计算。对在役桥梁,公路桥梁承载能力检算系数评定标度为 3、4、5 或城市桥梁技术状况分类为 C、D、E 时,结构或构件应进行正常使用极限状态评定计算,包括结构变形和裂缝宽度等。

9.3.2 检算荷载需要根据实际调查检测情况进行修正。包括结构重力、附加重力、有效预应力状况、基础变位产生的结构附加内力、温度作用等。

承载能力检算鉴定系数计算时需综合考虑结构年限使用系数,承载能力检算系数,结构抗力折减的承载能力恶化系数、配筋混凝土结构的截面折减系数、钢筋的截面折减系数。鉴定荷载中活载需考虑桥梁实际可能承受的车辆荷载,主要通过桥梁运营荷载的调查统计情况确定活载影响修正系数。

兼顾安全性与经济性的实际值,永久作用效应的实际值安全系数取 1.1 已发挥在用桥梁承载能力。

9.3.4 承载能力检算鉴定系数是现桥结构具有使用价值的可使用承载能力与检算荷载效应之比,当小于 1.0 时,应根据现桥

的具体情况和使用要求,或采用小于检算车辆荷载的标准进行交通控制,或根据近期交通发展的需要,进行桥梁补强加固提高其承载能力以满足检算荷载标准的要求。计算 K_{js} 已引入结构年限使用系数 ξ_y 。