

山东省工程建设标准

DB

DB37/T 5302—2024

J XXXXX—2024

既有城市桥梁现场检测及
承载能力评估技术标准

Technical standard for on-site inspection and
load-bearing capacity assessment of urban bridges
in service

(报批稿)

2024-11-06 发布

2025-02-01 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

山东省工程建设标准

既有城市桥梁现场检测及承载能力评估技术标准

Technical standard for on-site inspection and load-bearing capacity
assessment of urban bridges in service

2024 济南

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发〈2023 年山东省工程建设标准制修订计划〉的通知》（鲁建标字〔2023〕11 号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结近年来既有城市桥梁现场检测及承载能力评估技术的实践经验，参考国内外先进标准，编制本标准。

本标准的主要技术内容为：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.日常巡查和经常性检查；5.常规定期检测；6.结构定期检测；7.桥梁承载能力评估。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东交通学院负责具体技术内容解释。在执行过程中如有意见和建议，请反馈至山东交通学院（地址：山东省济南市长清区海棠路 5001 号；邮政编码：250357，电话：0531-80683555，邮箱：204118@sdjtu.edu.cn）。

主 编 单 位：山东交通学院

烟台市市政养护中心

参 编 单 位：中建八局第二建设有限公司

中铁大桥科学研究院有限公司

济南黄河路桥建设集团有限公司

中铁二十三局集团第一工程有限公司

济南银河路桥试验检测有限公司

主要起草人员：崔凤坤 牟志杰 贾雪娜 解庆贺 李 晋
李勤兴 成世坤 李 翀 梁类钧 侯慧莉
焦鹏飞 蒋 迪 吕士东 马旭明 赵振华
邓建云 张 星 刘小旭 李广良 丁建州
刘海威 董 旭 王 浩 张大兵 姜吉昌
崔运美

主要审查人员：亓兴军 孙 杰 王建光 尚 勇 王显根
曹广佩 刘甲荣 荣 杰 尚志强

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	3
3	基本规定	5
4	日常巡查和经常性检查	8
4.1	一般规定	8
4.2	日常巡查内容及方法	9
4.3	经常性检查内容及方法	9
5	常规定期检测	12
5.1	一般规定	12
5.2	混凝土结构表观病害检测	12
5.3	混凝土裂缝检测	13
5.4	钢结构表观病害检测	16
5.5	缆索结构表观病害检测	18
5.6	圬工结构表观病害检测	20

5.7	支座检测	21
5.8	桥梁伸缩装置检测	22
5.9	墩(台)身与基础检测	23
5.10	桥面铺装与附属设施检测	24
5.11	人行天桥检测	25
6	结构定期检测	27
6.1	一般规定	27
6.2	结构几何形态与变位检测	28
6.3	材质状况与耐久性参数检测	30
6.4	结构内部病害检测	33
6.5	索力检测	37
7	桥梁承载能力评估	38
7.1	一般规定	38
7.2	桥梁缺损状况评定	39
7.3	桥梁材质状况评定	40
7.4	桥梁几何形态及变位评定	43
7.5	桥梁结构承载能力检算	44
7.6	桥梁承载能力评估	52

附录 A 构件编码规则	55
本标准用词说明	66
引用标准名录	66
附：条文说明	69

1 总 则

1.0.1 为规范既有城市桥梁现场检测及承载能力评估工作，合理选择检测方法，使桥梁检测及评估做到安全适用、技术先进、数据可靠、评估准确，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山东省既有城市桥梁的现场检测及承载能力评估。

1.0.3 既有城市桥梁现场检测及承载能力评估除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 日常巡查 Daily inspection

对桥面及其以上部分的桥梁构件、结构异常变位和桥梁安全保护区的日常巡视。

2.1.2 经常性检查 Routine inspection

对桥面系、上部结构、下部结构和附属设施表观状况进行的周期性检查。

2.1.3 常规定期检测 Convention periodical inspection

按规定周期对桥梁主体结构及其附属构造物的技术状况进行全面检测，以评定桥梁的技术状况。

2.1.4 结构定期检测 Structure periodical inspection

在不影响结构受力性能或其他使用功能的前提下，直接在结构上测定某些物理量的工作，如结构的几何形态与变位检测、材质状况与耐久性检测、结构内部病害检测、索力检测等。

2.1.5 编码规则 Coding rule

为开展城市桥梁现场检测而制定的结构与构件的编号规则与方法。

2.1.6 表观病害 Apparent defects

结构表面采用目视或无损检测方法可见的各种缺陷和损伤。

2.1.7 内部病害 Internal defects

不能目视直接识别的结构内部的隐蔽缺陷和损伤。

2.1.8 桥梁承载能力评估 load-bearing capacity assessment of bridges

通过结构检算或荷载试验，获得桥梁结构承载能力的量化指标并确认其是否满足标准或设计要求所进行的活动。

2.2 符 号

L —— 多孔跨径总长；

L_K —— 单孔跨径；

L_d —— 表观病害长度；

W_d —— 表观病害宽度；

S_{sum} —— 表观病害累计面积；

D_{max} —— 表观病害最大深度；

L_{max} —— 表观病害最大长度；

K_{bt} —— 混凝土桥梁结构或构件的推定强度匀质系数；

K_{bm} —— 混凝土桥梁结构或构件的平均强度；

D_{ne} —— 钢筋保护层厚度特征值；

D_{nd} —— 钢筋保护层厚度设计值；

K_c —— 混凝土碳化深度平均值与实测保护层厚度平均值的比值；

R_u —— 桥梁结构承载能力检算中作用效应与抗力效应比值；

γ_0 —— 结构重要性系数；

S —— 承载能力极限下状态下作用组合的效应设计值；

$R(\cdot)$ —— 结构或构件的抗力函数；

f_m —— 材料性能的实测值；

a_m —— 结构或结构构件几何参数的实测值；

f_{ad} —— 损伤、钢筋锈蚀、内部病害、约束条件变异等对结构或构件所产生的不利影响附加值；

ξ_e —— 承载能力恶化系数。

3 基本规定

3.0.1 根据城市桥梁在道路系统中的重要性，城市桥梁养护类别宜按表 3.0.1 的规定划分。

表 3.0.1 城市桥梁养护类别划分

养护类别	划分标准
I	单孔跨径大于 100m 的桥梁及特殊结构的桥梁
II	城市快速路上的桥梁
III	城市主干路上的桥梁
IV	城市次干路上的桥梁
V	城市支路和街坊路上的桥梁

注：各级道路上的城市桥梁可根据位置重要性及交通量情况，提高个别桥梁的养护类别。

3.0.2 既有城市桥梁现场检测宜包括日常巡查、经常性检查、常规定期检测和结构定期检测。

3.0.3 应根据不同的环境条件、检测内容和要求，选用城市桥梁现场检测的仪器设备。仪器设备的性能应满足检测对精度、量程、灵敏度、稳定性、频响特性、使用温度范围和防振等方面的要求。

3.0.4 既有城市桥梁现场检测及承载能力评估应编制专项方案，方案宜包括下列内容：

- 1 桥梁概况。
- 2 检测及承载能力评估目的。

- 3 检测及承载能力评估依据。
- 4 检测及承载能力评估内容及方法。
- 5 检测及承载能力评估工作流程。
- 6 检测仪器设备。
- 7 检测及承载能力评估工作进度计划。
- 8 所需要的配合工作。
- 9 安全措施、应急措施和环保要求。

3.0.5 既有城市桥梁现场检测安全要求应符合下列规定：

- 1 检测区域应设置明显的标识并采取必要的隔离措施。
- 2 需占道检测时，应获得相关管理部门的许可。
- 3 检测人员应做好安全防护措施，并应注意检测环境对人员和仪器设备的影响。
- 4 夜间作业应配备足够的照明和警示设备。
- 5 检测所用的电器、电缆等应有良好的绝缘效果，电动工具应有漏电保护开关，应严格按照安全用电的规定作业。
- 6 高空作业应符合有关高空作业的安全规定。
- 7 大型检测设备在进行安装调试或检测时，应有安全保护装置。
- 8 除应符合本标准 3.0.5 条第 1 款~第 7 款的规定外，尚应遵守国家和地方有关安全生产的规定。

3.0.6 既有城市桥梁现场检测时应对桥梁构件进行编码，编码规则宜按附录 A 的相关规定执行。

3.0.7 桥梁检测及承载能力评估报告应符合下列规定：

1 桥梁检测报告及承载能力评估报告宜分开编制，结论应用词准确、规范，对于容易引起混淆的术语和概念宜予以书面解释。

2 桥梁检测报告应符合现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的相关规定。

3 桥梁承载能力评估报告应包括下列内容：

- 1) 委托单位名称；
- 2) 桥梁概况；
- 3) 承载能力评估目的、依据、内容及方法等；
- 4) 计算分析过程、承载能力评估结论及养护、维修加固建议等；
- 5) 报告的日期、主要人员和承载能力评估单位的签章；
- 6) 附录应提供计算资料和试验数据图表等。

4 桥梁检测及承载能力评估报告应按“一桥一档”的要求统一归档管理。

4 日常巡查和经常性检查

4.1 一般规定

4.1.1 日常巡查周期应符合下列规定：

- 1 I类~III类养护的城市桥梁应每日巡查。
- 2 IV类~V类养护的城市桥梁巡查周期不应超过 3d。
- 3 对有特殊照明需求的桥梁，应适当开展夜间巡查。
- 4 遇恶劣天气、汛期、雨季、冰冻、地震及地质灾害等特殊情况时应缩短巡查周期。

4.1.2 经常性检查周期应符合下列规定：

- 1 I类养护的城市桥梁经常性检查周期不应超过 1 个月。
- 2 II类~III类养护的城市桥梁经常性检查周期不应超过 2 个月。
- 3 IV类~V类养护的城市桥梁经常性检查周期不应超过 3 个月。
- 4 遇恶劣天气、汛期、雨季、冰冻、地震及地质灾害等特殊情况时应缩短检查周期。

4.1.3 日常巡查和经常性检查的现场检查记录应符合下列规定：

- 1 现场检查数据应清晰完整地记录在专用表格上，记录表格可按现行行业标准《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99 的附录 A 和附录 F，也可自行设计。记录信息存在错误或遗漏时，应及时更改或补充，错误或遗漏处进行单横线杠修改或添加符号，并应由检查人员在更改信息旁签字，不得涂

改。

2 原始记录表应由检查及记录人员现场签名确认。当采用智能化检测系统进行检查记录时，原始记录表也应由检查及记录人员即时签名确认。

4.2 日常巡查内容及方法

4.2.1 日常巡查宜以乘车目测为主，并应做巡检记录，发现明显缺损和异常情况应及时上报。

4.2.2 日常巡查应包括下列内容：

- 1 桥路连接处是否异常。
- 2 桥面铺装、伸缩缝是否有明显破损；伸缩缝位置的桥面系是否存在异常。
- 3 栏杆或护栏等有无明显缺损。
- 4 标志标牌是否完好。
- 5 桥梁线形是否存在明显异常。
- 6 桥梁是否存在异常的振动、摆动和声响。
- 7 桥梁安全保护区是否存在侵害桥梁安全的情况。

4.3 经常性检查内容及方法

4.3.1 经常性检查宜以直接目测为主，配合简单测量工具，并应做经常性检查记录，登记桥梁缺损状况，提出相应的养护措施。

4.3.2 经常性检查应包含以下内容：

1 桥面系及附属结构物的外观情况：

1) 桥面平整性、裂缝、局部坑槽、积水、积雪、沉陷、碎边、拥包、车辙、桥头跳车现象；

2) 桥面泄水管堵塞和破损；

3) 人行道、引道、缘石、栏杆扶手等部位的裂缝、污秽、撞坏、断裂、松动、错位、缺件、漏筋、钢筋锈蚀等；

4) 锥坡、翼墙的局部开裂、破损、塌陷；

5) 伸缩装置的阻塞、破损、脱落、异常变形、连结松动、漏水、是否造成明显跳车；

6) 防护网、声屏障的锈蚀、缺损、变形、松动等。

2 上下部结构异常变化、缺陷、变形、沉降、位移、冲刷等情况。

3 斜拉桥、系杆拱桥和悬索桥等索承重桥梁的索端锚固构造开裂、破损、锈蚀，索涂层或套管老化、破损、渗水、锈蚀等。

4 人行天桥的自动扶梯、照明等附属设施的异常变化、缺陷、积水等。

5 城市道路管理条例中规定的各类违章现象。

6 检查在桥区内的施工作业情况。

7 限载标志、限高标志、交通信号、标志、标线、照明设施、随桥敷设的管道、悬篮及其他附属设施的完好情况。

8 桥下淤泥淤积情况。

9 其他较明显的破坏及不正常现象。

5 常规定期检测

5.1 一般规定

5.1.1 常规定期检测应每年 1 次，可根据城市桥梁实际运营状况、结构类型和周边环境等因素适当增加检测次数。

5.1.2 常规定期检测宜以人工检查方式为主，并应配备照相机、裂缝观测仪、探查工具及辅助器材等量测仪器和设备。

5.1.3 宜利用专用养护通道、桥检车等常规检测平台接近构件表面进行常规定期检测；对常规检测平台不易到达的区域，可采用图像采集装置等进行辅助检查。

5.1.4 常规定期检测宜进行逐构件全数现场检测。对影响结构安全性和耐久性的典型病害及需要进行维修处置的表观病害，应进行详细记录和拍照。

5.1.5 表观病害照片信息宜包含尺寸标注或参照物，并能体现病害局部特征及病害在结构或构件上的位置和分布情况。

5.1.6 常规定期检测后宜按现行行业标准《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99 对桥梁技术状况进行评定。

5.2 混凝土结构表观病害检测

5.2.1 混凝土结构表观病害检测对象宜包括蜂窝、麻面、剥落、掉角、空洞、孔洞、露筋、腐蚀、渗水、泛碱等。

5.2.2 混凝土结构表观病害可按下列方法进行现场检测和记录:

1 用钢尺、卷尺或激光测距仪等测距装置量测病害的位置和范围。

2 标记病害范围,并标示出病害特征参数,常见表观病害现场记录参数和记录精度按表 5.2.2 的规定执行。

表 5.2.2 常见表观病害现场记录参数和记录精度

序号	表观病害	缺陷表征	参数	记录精度
1	蜂窝、剥落、掉角、 空洞、孔洞	病害范围	长(L_d)×宽(W_d)	0.01m×0.01m
		累计面积	S_{sum}	0.01m ²
		最大深度	D_{max}	0.01m
2	麻面、腐蚀、渗水、 泛碱	病害范围	长(L_d)×宽(W_d)	0.01m×0.01m
		累计面积	S_{sum}	0.01m ²
3	露筋、钢筋锈胀	病害范围	长(L_d)×宽(W_d)	0.01m×0.01m
		累计面积	S_{sum}	0.01m ²
		最大长度	L_{max}	0.01m

5.3 混凝土裂缝检测

5.3.1 混凝土裂缝检测宜包括裂缝位置、分布、走向、宽度、深度和数量等内容。

5.3.2 混凝土裂缝现场检测时,宜对受检桥梁的结构性裂缝和非结构性裂缝进行区分。对于类型难以确定的混凝土裂缝,可召开专家论证会进行判定。

5.3.3 结构性裂缝宜测量裂缝深度，对于严重影响桥梁安全的结构性裂缝，宜长期观测裂缝参数的变化情况。

5.3.4 混凝土裂缝检测宜包括受检桥跨内全部结构受力构件，当不具备全数检测条件时，应对下列重点部位和构件的裂缝进行检测：

- 1 主要承重构件和结构重要部位。
- 2 结构受力复杂和构造薄弱部位。
- 3 结构发生异常变形部位。
- 4 曾出现过结构性裂缝的构件或部位。

5.3.5 常见桥型的混凝土裂缝重点检测部位和典型裂缝特征可按表 5.3.5 的规定确定。

表 5.3.5 常见桥型的混凝土裂缝重点检测部位和典型裂缝特征

桥型	重点检测部位	典型裂缝特征
简支梁桥	1.主梁跨中区域	梁板底面横向裂缝，或延伸至侧面
	2.梁端支座附近	自支座侧向跨中斜向上开展，与水平方向成 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 角
	3.柱式墩台的盖梁	盖梁墩顶竖向裂缝，上宽下窄；靠桥墩斜向上发展斜向裂缝，与水平方向成 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 角
	4.柱式桥墩，桥墩与盖梁连接处，墩底	环向裂缝；竖向裂缝
	5.简支转连续支座位置上翼缘	上翼缘混凝土斜向开裂
连续梁桥	1.主梁跨中区域	底面横向裂缝；腹板竖向裂缝
	2.跨径 1/4 处及其附近主拉应力较大的腹板区域	铺装层顶面横向裂缝或梁侧上部裂缝；腹板斜裂缝

续表 5.3.5

桥型	重点检测部位	典型裂缝特征
	3.桥墩处梁体上部及其附近	腹板斜裂缝；沿预应力管道的纵向裂缝
刚构桥	1.墩梁固结区段的梁顶板和腹板	腹板斜裂缝和竖向裂缝；顶板横向裂缝
	2.主梁跨中区域	底面横向裂缝；腹板竖向裂缝
	3.跨径 1/4 处及其附近主拉应力较大的腹板区域	铺装层顶面横向裂缝或梁侧上部裂缝；腹板斜裂缝
	4.牛腿	牛腿裂缝
	5.墩底	环向裂缝；竖向裂缝
拱桥	1.主拱圈的拱板或拱肋	拱顶的下缘和拱脚的上缘横向裂缝；拱肋横梁裂缝
	2.拱上立柱上下端	立柱下端裂缝；立柱竖向裂缝
	3.桁架拱桥的拱脚节点、桁架节点、桁架受拉腹杆、桁架拼装段	拱脚与台帽连接处开裂；拱脚下弦杆及侧面环向开裂
	4.刚架拱桥的拱脚、横梁	拱脚上缘及侧面环向开裂；横梁与拱片连接处裂缝
	5.混凝土系杆拱	系杆裂缝
斜拉桥	1.索塔	主塔竖向裂缝；塔-梁部位局部裂缝
	2.拉索锚固区	局部裂缝
	3.主梁跨中、支点区域	顶、底面横向裂缝；腹板竖向裂缝
悬索桥	1.索塔	主塔竖向裂缝；塔-梁部位局部裂缝
	2.锚碇	局部裂缝
	3.主梁跨中、支点区域	顶、底面横向裂缝；腹板竖向裂缝

5.3.6 混凝土裂缝现场检测和记录方法宜符合下列规定：

1 重点裂缝宜用记号笔在构件表面标记裂缝走向、起止位置、长度、宽度、测量位置和检测日期等。

2 一般裂缝可采用裂缝比对卡、裂缝显微镜进行观测并记录裂缝宽度，宽度较大或超限的重点裂缝宜采用裂缝测宽仪进行宽度检测。

3 对主要承重构件的结构性裂缝，宜绘制裂缝分布图。

5.3.7 裂缝深度测量可采用超声单面平测方法，宜按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的相关规定进行测量，必要时可钻取芯样进行确认。

5.4 钢结构外观病害检测

5.4.1 钢结构外观病害检测宜包括涂层劣化、锈蚀、母材裂纹、焊缝裂纹、局部变形、铆钉和螺栓松动或脱落等。

5.4.2 常见钢结构外观病害重点检测部位，可按表 5.4.2 确定。

表 5.4.2 钢结构外观病害重点检测部位

钢结构类型	重点检测部位
钢箱梁	U 肋与顶板的角焊缝；横隔板与 U 肋的 T 形焊缝；顶板、底板的对接焊缝；U 肋嵌补段的对接焊缝
钢桁梁	工字形连接节点焊缝；箱型连接节点焊缝；节点板螺栓或铆钉；节点板变形
钢拱	钢管拱、钢箱拱对接焊缝；节段连接部位角焊缝；拱上立柱焊缝
钢塔	节段焊缝；螺栓
加固独柱墩的钢抱箍	外包钢板、高强锚栓、钢抱箍对拉螺栓

5.4.3 钢结构涂层劣化宜包括涂层裂纹、起泡、白化、漆膜发黏、针孔、起皱或皱纹、表面粉化、变色起皮和脱落等，宜按下列方法检测和记录：

1 现场检测宜通过目测观察判断涂层劣化范围、程度和类型。

2 利用直尺或激光测距仪测量劣化位置和劣化面积时，宜在结构表面用记号笔圈画出病害范围，并标示出缺陷面积等参数。

3 根据检测要求，如需检测涂层剩余厚度，宜按现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的相关规定执行。

5.4.4 钢结构锈蚀的现场检测，宜按下列方法检测和记录：

1 现场检测宜通过目视观察判断钢结构锈蚀的位置和区域。

2 利用直尺或激光测距仪测量锈蚀位置和劣化面积时，宜在结构表面用记号笔圈画出锈蚀范围和锈蚀面积等。

3 锈蚀严重的情况下，可按现行国家标准《无损检测 超声测厚》GB/T 11344 进一步采用超声测厚仪对锈蚀处钢板厚度的削弱程度进行测量。

5.4.5 钢结构焊缝裂纹的现场检测，宜按下列方法检测和记录：

1 宜结合以往检测资料，重点检测已出现裂纹的发展变化情况。

2 裂缝处漆膜如有明显痕迹或流锈，宜洗除漆膜并辅以放大镜进行检查；肉眼难以判定时，可按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 采用渗透或磁粉检测方法进行无损检测。

3 检测时宜对裂纹类型进行判定，可能对结构安全有重大影响的裂纹

宜进一步采用普通超声波检测；当裂纹深度较大时，可采用超声时差衍射法 TOFD 或超声相控阵 PAUT 的技术手段对其深度进行定量检测。

4 宜用记号笔在构件表面标记：裂缝走向、起止位置、长度、检测日期。

5.4.6 钢结构铆钉和螺栓的现场检测，宜按下列方法检测和记录：

1 现场检测宜通过目视观察铆钉和螺栓松动、漆膜开裂脱落现象。

2 当目测结果判定不明时，可进一步采用锤击的方法检测铆钉和锚栓的断裂和松动。

3 宜记录脱落、断裂和松动的数量及位置，并用记号笔进行标记。

5.5 缆索结构表观病害检测

5.5.1 缆索结构表观病害检测对象宜包括拉吊索护套、锚具、锚头、索鞍、锚碇等，表观病害现场检测部位与典型表观病害类型可按表 5.5.1 进行。

表 5.5.1 缆索结构表观病害现场检测部位与典型表观病害类型

检测部位	典型表观病害
拉(吊)索护套	裂缝；鼓包；刮伤；破损；磨损；老化变质；老化微裂缝；污垢；缠绕线损坏
拉(吊)索钢丝	涂层劣化；镀锌层氧化；破损；锈蚀；断丝
锚具	渗水；锈蚀；有锈水流出
锚头	锈蚀；开裂；锚头或夹片异常；锚头螺母位置异常
拉索钢护筒	钢护筒脱漆、锈蚀；钢护筒内积水；钢护筒与拉索密封不严；橡胶圈老化或严重磨损；橡胶圈固定装置损坏；阻尼器异常变形、松动、漏油等

续表 5.5.1

检测部位	典型表观病害
主缆涂装	油漆褪色，失光，粉化，开裂，脱落；密封胶脆化，开裂，破损，分离鼓包；缠包带褪色，脏污，破损，霉变，开裂，接缝开胶，漏气；顶部防滑层脱落
缠丝	渗水；缠丝损伤；缠丝锈蚀
索夹	螺栓缺失、损伤、松动；索夹面漆起皮脱落；裂缝及锈蚀；密封填料损坏；索夹滑移
主索鞍、散索鞍	卡死；辊轴歪斜；鞍座螺杆、锚栓松动；主缆和索鞍相对滑移
锚碇、主塔	裂缝；空洞；沉降；锚碇水平位移；渗漏水；积水；温湿度；除湿设备运行情况
索股锚杆	涂层劣化；锈蚀；裂纹
耳板	锈蚀

5.5.2 缆索结构的钢构件涂层劣化、锈蚀、裂纹和螺栓的检测，应按本标准第 5.4 节执行；混凝土索塔和锚碇的检测应按本标准第 5.2 节和第 5.3 节执行。

5.5.3 拉（吊）索护套的外观检测，宜采用搭载图像采集装置的爬索机器人进行自动化检测。当爬索机器人使用条件受限时，可通过目测、望远镜观测、无人机搭载检测装置等方式进行初步检查；护套开裂、损伤严重部位，宜借助吊篮、支架靠近进一步详细检查。

5.5.4 拉（吊）索上、下锚头宜进行近距离检查，封锚混凝土破损、开裂、渗水的混凝土锚头，应凿开封锚混凝土检查；锚罩有滴油、渗水等表观病

害时，应打开锚罩，对锚头进行检查。检查完毕后应即时处理、安装锚罩并恢复封锚混凝土。

5.5.5 检测发现拉（吊）索上锚头渗水、护套开裂或损伤较严重等现象，疑似有雨水或冷凝水进入时，应按本标准第 6.4.6 条进行内部锈蚀断丝无损检测。

5.5.6 主缆防护系统可采用目测、高倍望远镜或爬缆机器人、无人机等沿主缆全长检查。发现防护系统损伤严重时，应在破坏处和主缆最低点打开缠丝，检查主缆钢丝锈蚀程度。

5.6 圯工结构表观病害检测

5.6.1 除混凝土结构常见的表观病害外，圯工结构表观病害检测还宜包括灰缝松散脱落、砌块断裂与脱落、风化等。

5.6.2 圯工混凝土结构的常见表观病害和检测方法应按本标准第 5.2 节和第 5.3 节执行。圯工混凝土结构的重点检测部位和典型病害特征见表 5.6.2。

表 5.6.2 圯工混凝土结构的重点检测部位和典型病害特征

结构形式	重点检测部位	主要病害特征
圯工拱桥	1.拱圈	纵向裂缝，从拱脚处由下向上纵向裂缝，常伴有墩、台帽或帽梁纵向裂缝；横向裂缝，拱顶下缘横向裂缝，拱脚上缘横向裂缝；主拱圈与拱上侧墙剥离
	2.腹拱	腹拱开裂、腹拱拱脚位移等
墩台	1.桥墩	缺损；倾斜；开裂

续表 5.6.2

结构形式	重点检测部位	主要病害特征
墩台	2.桥台	倾斜；缺损；开裂
基础	1.承台	沉降；缺损；淘空
	2.基础	淘空；桩身外露、侵蚀

5.6.3 既有城市桥梁圯工结构的灰缝松散脱落、砌块断裂与脱落、风化等表观病害的现场检测和记录宜按现行行业标准《在用公路桥梁现场检测技术规程》JTG/T 5214 的相关规定执行。

5.7 支座检测

5.7.1 支座病害检测前，应查阅支座设计与安装图纸、以往检测报告和维修更换记录。

5.7.2 桥梁定期检查时，宜对全桥范围内的支座进行全数检测，并应对大位移活动支座、弯坡斜桥上的板式橡胶支座进行重点检测。

5.7.3 常见支座典型病害类型可按表 5.7.3 确定。

表 5.7.3 常见支座典型病害类型

支座类型	典型病害类型
板式橡胶支座	橡胶保护层开裂、劣化、外鼓；剪切变形超限；移位；脱空
盆式或球型支座	竖向压缩超限；局部偏压、转角超限；钢组件损坏、锈蚀；安装缺陷
钢支座	钢支座组件或功能缺陷；钢支座位移或转角超限；钢支座部件磨损、裂纹、锈蚀；锚栓剪断
隔震橡胶支座	橡胶开裂、劣化；脱空；剪切变形超限

续表 5.7.3

支座类型	典型病害类型
混凝土摆式支座	混凝土脱皮、露筋、裂纹、剥离、掉角、酥裂、压碎；活动支座滑动面不平整、生锈咬死、轴承有裂纹、切口或偏移
横向支座和竖向支座	螺紋、螺帽松动或锚栓杆剪切；上下座板锈蚀；纵横向扭转

5.7.4 支座现场检测方法宜按现行行业标准《在用公路桥梁现场检测技术规程》JTG/T 5214 的相关规定执行。

5.7.5 对水平位移较大的盆式或球型支座，应对支座位移量和支座位移功能进行连续观测。

5.7.6 除应对桥梁支座本身进行检测外，尚应对支座垫石及支座使用环境进行检测。

5.8 桥梁伸缩装置检测

5.8.1 常见桥梁伸缩装置典型病害类型可按表 5.8.1 确定。

表 5.8.1 常见桥梁伸缩装置典型病害类型

伸缩装置类型	典型病害类型
单缝式型钢伸缩装置	橡胶密封带老化、脱落、破裂、漏水，积存泥沙，石屑；边梁构件断裂、翘曲；边梁与桥面铺装连接处的锚固区混凝土开裂、破碎；伸缩装置顶面不平整；钢组件变形、松动、锈蚀
模数式伸缩装置	锚固混凝土出现破裂、裂缝、坑槽；中梁构件开焊、断裂、翘曲、晃动、异响；中梁局部变形弯曲下挠；型钢表面凹凸不平；伸缩均匀性差，位移控制系统失灵；橡胶密封带老化、脱落或破裂，严重漏水；橡胶密封带内垃圾堆积过度

续表 5.8.1

伸缩装置类型	典型病害类型
梳齿板式伸缩装置	转动座、螺栓和螺母松动、损坏；梳齿间有污渍、水泥浆、锈渍等；齿板表面涂层损坏、污渍、油漆剥落、裂开
填塞对接型伸缩装置	伸缩装置缝隙中填料挤出；伸缩装置拉开断裂、漏水
嵌固对接型伸缩装置	热天鼓起、冬天脱落，锚固件破坏和两侧混凝土破碎
板式橡胶伸缩装置	橡胶板剥离；预埋钢板外漏、脱落、断裂；盲螺栓剪断脱离；两侧混凝土开裂破碎，出现坑槽

5.8.2 桥梁伸缩装置现场检测方法宜按现行行业标准《在用公路桥梁现场检测技术规程》JTG/T 5214 的相关规定执行。

5.9 墩(台)身与基础检测

5.9.1 墩(台)身与基础检测宜包括表观病害检测、冲刷检测等。

5.9.2 墩(台)身与基础的表观病害和冲刷检测，应符合下列规定：

1 水位变化水域，对桩基础和承台结合处、桩和墩柱结合处的桩身部位应进行重点检测。

2 桩基础表观病害检测宜采用人工目视检测和水下自动化检测技术相结合的方式。

3 桩身混凝土表观病害检测和记录宜按本标准第 5.2 节和第 5.3 节进行。

4 检查基础冲刷深度和基底掏空范围，应记录基础冲空面积和累计冲刷面积及占构件面积的比例。

5.10 桥面铺装与附属设施检测

5.10.1 桥面铺装与附属设施表观病害检测对象宜包括桥面铺装、人行道板、栏杆及护栏、桥面排水系统、照明、标志和装饰性挂件等，现场检测部位与典型表观病害类型可按表 5.10.1 的规定进行。

表 5.10.1 桥面铺装与附属设施现场检测部位与典型表观病害类型

检测部位	典型表观病害
沥青混凝土桥面铺装	泛油；纵横向裂缝；龟裂；块裂；车辙；拥包；高低不平；破损；坑槽
水泥混凝土桥面铺装	磨光；脱皮；露骨；错台；破损；坑洞；剥落；拱起；接缝料损坏；裂缝
人行道板	表面松动；积水；缺损；板块凸起、沉陷；井盖缺失；人行道缘石和台阶失稳
混凝土栏杆及护栏	裂缝；破损；露筋；锈蚀；变形错位；缺失
石质栏杆	裂缝；斑纹；腐烂；破损；断裂；缺失
金属栏杆	涂层劣化；金属锈蚀；变形错位；缺失
桥面排水系统	泄水管、排水孔堵塞；锈蚀；破损；脱落；防水层破坏
照明、标志	底座松动；锈蚀；损坏；脱落；缺失
装饰性挂件	破损；连接松动；异常变位；脱落

5.10.2 桥面铺装表观病害检测，应符合下列规定：

- 1 桥面裂缝应通过目视检测和钢尺测量，记录开裂的位置和范围、裂缝长度、宽度及走向。
- 2 当铺装层裂缝或坑洞过大时，宜对铺装层以下的结构进行检测。
- 3 桥面铺装层产生波浪状凹凸时，宜采用钢直尺测量其高差。

5.11 人行天桥检测

5.11.1 人行天桥常规定期检测除应按本标准第 5.1 节～第 5.10 节的规定执行外，还应对下列天桥附属结构及设施进行检测：

1 对于栏杆、顶棚与结构的连接构造，应检测其是否松动、破损、失效等。

2 当梯道与主桥采用牛腿搭接方式时，应检测牛腿的裂缝与损伤。

3 其他对结构、行人和交通安全产生影响的附属结构及设施，也应进行专项检测。

5.11.2 当人行天桥设有自动扶梯或自动升降梯时，应对自动扶梯或自动升降梯与天桥连接部位进行检测。

5.11.3 人行玻璃桥结构检测除应按本标准第 5.11.1 条～第 5.11.2 条外，还应符合下列规定：

1 对于桥面玻璃，应检测平整性、通透性、裂纹、磨损、残缺、松动、污秽等。

2 对于玻璃之间接缝胶体、玻璃与主体结构连接部位胶体等，应检测胶体有无破损、老化、失效等。

3 对于有玻璃组件的桥梁护栏，应对玻璃组件与护栏之间的连接构造进行检测。

4 对于外观检测难以评定或达到设计使用年限的桥面玻璃构件，应对

桥面玻璃强度及安全性进行检测。

6 结构定期检测

6.1 一般规定

6.1.1 结构定期检测应对桥梁构件进行侵蚀环境分类，桥梁构件的侵蚀环境宜按表 6.1.1 的规定分类。

表 6.1.1 侵蚀环境分类

环境分类	状态描述	主要影响类型	
①类	距海岸线 1km 范围内，直接承受盐雾影响的环境；海水浪溅区、水位变动区环境；受除冰盐作用环境	氯盐影响	
②类	盐渍土环境；距化工厂、热电厂等工业区 500m 范围内，承受化学腐蚀性物质影响的环境	硫酸盐或其他腐蚀性物质影响	
③类	严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境；严寒和寒冷地区受除冰盐作用环境	冻融和氯盐影响	

6.1.2 根据城市桥梁的结构类型、养护要求及侵蚀环境特点，结构定期检测宜包括结构几何形态及变位检测、材质状况及耐久性参数检测、内部病害检测及索力检测等。

6.1.3 结构定期检测应按以下规定的频率进行：

Ⅰ类养护的城市桥梁宜 3 年~5 年 1 次，关键部位可设仪器监测。Ⅱ类~Ⅴ类养护的城市桥梁宜 6 年~10 年 1 次。

2 对于拉索、吊索及系索构件，索力检测应每年 1 次，拉索、吊索、吊索保护层破损状况及钢丝锈蚀情况应 3 年 1 次。

3 独柱式墩柱桥梁的墩柱变位检测应每年 1 次。

4 根据城市桥梁实际运营状况、结构类型和周边环境等因素，可适当增加结构定期检测频率。

6.2 结构几何形态与变位检测

6.2.1 桥梁几何形态及变位检测宜包括桥梁长度、宽度、构件与断面尺寸、高程线形与挠度观测、主拱圈变形及拱脚位移、悬索桥主缆线形、主塔倾斜变形、高墩垂直度等检测项目。

6.2.2 对于大跨度连续梁（刚构）桥、拱桥、斜拉桥和悬索桥等，应设置用于结构几何状态长期跟踪的永久观测点，应设而未设置永久观测点的桥梁，应按规定进行补设。

6.2.3 高程线形和挠度检测时，宜在封闭交通的情况下进行，无法进行封闭的，应选择在交通流量小、干扰小或温度变化较小的时段进行。

6.2.4 桥梁总体、构件与断面尺寸应符合以下规定：

1 桥梁几何尺寸检测宜包括桥梁长度、宽度与截面尺寸检测等，可采用钢尺、钢卷尺、激光测距仪等测量工具进行测量。

2 桥梁长度、跨径应按桥跨结构中心线和行车道上、下游边缘线 3 条线进行测量；在无法封闭交通或车流量较大的情况下，测量工作可在行车

道外边缘进行。

3 桥梁宽度可沿桥纵向分断面进行测量,测量断面每跨不宜少于3个。

4 桥梁底板、腹板厚度等可通过通风孔等预留孔道进行测量,无直接量测条件的可采用冲击回波法等其他无损检测方法进行检测。

6.2.5 桥面高程线形与挠度检测应符合以下规定:

1 宜采用水准仪或全站仪测量桥梁高程及线形。

2 结构纵向线形应按现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 规定的水准测量等级进行闭合水准测量。

3 桥面高程线形和挠度的连续观测应保证观测点与基准点的稳定性。

4 在保证测量数据稳定、准确的前提下,可采用智能化传感器进行实时测量。

6.2.6 主拱圈变形及拱脚位移检测应符合以下规定:

1 拱桥线形和变位测量宜包括主拱圈变形、拱脚位移、桥面线形和主拱圈拱轴线线形等。

2 对连续观测的桥梁,宜建立可靠的高程基准和平面位移基准。

3 在用拱桥主拱圈拱轴线线形测量可采用全站仪的免棱镜模式进行测量。宜将全站仪架设于主拱圈的侧面,以拱脚为起点,沿桥跨方向一定间距测量拱圈上下缘点的坐标,直至对岸拱脚。在接近拱顶位置时宜适当地加密测点。

4 跨径较大的拱桥，由于车辆荷载作用会产生振动，拱轴线线形测量时应避开，同时通过增加测回数、同一测点两岸分别测量取平均值、测量上下游拱圈取平均值等措施减小测量误差。

6.2.7 主缆线形、塔顶变位等的检测应符合以下规定：

1 主缆线形测量时，宜在交通量少、弱风、温度变化不大的条件下进行，且宜对测量结果进行温度修正。

2 墩、台顶的水平变位，宜采用悬挂垂球方法、极坐标或其他可靠方法进行测量。

3 主塔塔顶的变位观测，可采用全站仪按三角高程或极坐标观测法做四测回观测。

6.2.8 墩台基础变位检测应按现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的相关规定执行。

6.2.9 独柱墩变位检测应符合以下规定：

1 独柱式墩柱桥梁的墩柱应设置永久性变位观测点。

2 独柱式墩柱桥梁应检测墩柱侧向倾角及梁体相对水平位移。

3 宜通过测量永久性变位观测点平面坐标与高程的变化分析其变位。

6.3 材质状况与耐久性参数检测

6.3.1 桥梁材料强度检测应符合以下规定：

1 桥梁结构混凝土抗压强度可采用回弹法、超声-回弹综合法和钻芯法

等进行检测。

2 因冻害、化学侵蚀、火灾、高温等已造成表面疏松、剥落的混凝土构件，不宜采用回弹法、超声-回弹综合法来进行混凝土强度测定。

3 采用回弹法进行混凝土抗压强度推定时，被检测混凝土的表层质量应具有代表性，混凝土的抗压强度和龄期不应超过相应技术规程限定的范围。

4 采用超声-回弹综合法检测时，被检测混凝土的内外质量应无明显差异。采用超声-回弹综合法进行混凝土抗压强度检测时，混凝土的抗压强度和龄期不应超过相应技术规程限定的范围。

5 采用回弹法、超声-回弹综合法检测桥梁混凝土抗压强度时，可按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的相关规定执行。

6 当对回弹法、超声-回弹综合法等检测结果有疑义时，可采用钻芯法对检测结果进行修正或验证。

7 采用钻芯法对回弹法、超声-回弹综合法进行修正时，可按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的相关规定执行。

8 石材强度检测应按现行行业标准《在用公路桥梁现场检测技术规程》JTG/T 5214 的相关规定执行。

9 钢材强度检测应按现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的相关规定执行。

6.3.2 钢筋配置检测应按现行行业标准《在用公路桥梁现场检测技术规程》JTG/T 5214 的相关规定执行。

6.3.3 钢筋锈蚀状况检测应符合以下规定：

1 钢筋锈蚀状况检测宜采用半电池电位法，必要时可采用剔凿检测方法进行验证与综合分析判断。

2 应根据桥梁结构类型和检测评定目标，确定混凝土中钢筋锈蚀状况的重点检测部位和测区布置，测区或测点数量宜按现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 的要求进行确定。

3 半电池电位法测试结果的数据处理应符合下列规定：

1) 应采用人工绘制或仪器自动输出测区的钢筋锈蚀电位平面布置图，得到数据阵列；

2) 应采用人工绘制或仪器自动输出测区的钢筋锈蚀电位等值线图，等值线差值宜根据测区测点数进行确定。钢筋锈蚀状况的半电池电位法检测的其他要求可按现行行业标准《混凝土中钢筋检测技术标准》JGJ/T 152 的有关规定执行。

6.3.4 碳化状况检测应按现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的相关规定执行。

6.3.5 氯离子含量检测应符合以下规定：

1 对氯盐影响环境下的桥梁结构构件钢筋锈蚀电位评定标度为 C、D、

E 的主要构件或主要受力部位，应布置测区测定混凝土中氯离子含量及其分布，每一被测构件测区数量不应少于 3 个。

2 混凝土的氯离子含量，可采用在结构构件上钻取不同深度的混凝土粉末样品的方法，通过化学分析进行测定。

3 混凝土的氯离子含量化学分析测定方法应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的相关规定。

6.3.6 硫酸根离子含量检测宜符合以下规定：

1 对硫酸盐影响环境下的桥梁主要构件或主要受力部位，应布置测区测定混凝土中硫酸根离子含量及其分布，每一被测构件测区数量不应少于 3 个。

2 混凝土的硫酸根离子含量，可采用在结构构件上钻取不同深度的混凝土粉末样品的方法，通过化学分析进行测定。

3 混凝土的硫酸根离子含量化学分析测定可采用离子色谱法。

6.3.7 钢筋锈蚀电位评定标度为 C、D、E 的主要构件或主要受力部位应进行混凝土电阻率测量，混凝土电阻率宜采用四电极法检测，电阻率检测应按现行行业标准《在用公路桥梁现场检测技术规程》JTG/T 5214 的相关规定执行。

6.4 结构内部病害检测

6.4.1 结构内部病害检测项目宜包括混凝土结构内部病害检测、预应力管

道注浆密实度检测、预应力锚头锈蚀检测、钢管混凝土填充密实度检测及钢结构焊缝内部病害检测等。

6.4.2 混凝土结构内部病害检测宜符合以下规定：

1 混凝土结构内部病害检测宜包括内部空洞、不密实、不良结合面等检测。

2 混凝土内部病害可采用超声法、冲击回波法、雷达法和层析扫描CT法等无损检测方法进行检测，敲击锤、内窥镜等辅助检测工具可配合无损检测方法使用。

3 混凝土结构内部病害的检测方法可按表 6.4.2 确定。

表 6.4.2 桥梁混凝土结构内部病害检测方法

序号	检测方法	测试方法	适用条件
1	超声法	1.双面 2.钻孔	1.墩柱 2.板、梁 3.大体积混凝土构件
2	冲击回波法	单面	1.墩柱 2.板、梁 3.大体积混凝土构件
3	雷达法	1.剖面法 2.宽角法 3.多天线法 4.天线阵列法 5.环形法	1.墩、柱 2.板、梁 3.混凝土构件 4.桥面板 5.混凝土及其他非金属构件检测
4	层析扫描 CT 法	双面	1.桥墩 2.群桩承台

			3.零号块 4.大体积结构混凝土
--	--	--	---------------------

4 超声法检测桥梁混凝土内部空洞、不密实、不良结合面等缺陷，可按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的相关规定执行。

5 冲击回波法检测混凝土内部病害，可按现行行业标准《冲击回波法检测混凝土缺陷技术规程》JGJ/T 411 的相关规定执行。

6 雷达法检测混凝土内部病害，可按现行行业标准《雷达法检测混凝土结构技术标准》JGJ/T 456 的相关规定执行。

7 对于判别困难与构造复杂的区域，可采用局部破损方法对无损检测结果进行验证。

6.4.3 预应力体系检测应符合以下规定：

1 体内预应力体系检测宜包括预应力管道注浆密实度检测和预应力锚头锈蚀检测。

2 预应力管道注浆密实度检测时，宜首先采用雷达或超声法对预应力管道进行现场定位，然后使用冲击回波法进行注浆密实度现场检测，对于需要进一步验证和判定的区域，可开孔并采用内窥镜进行检测。

3 预应力锚头锈蚀病害宜采用钻孔检测，并应符合以下要求：

1) 钻孔前应重点查看锚头周围是否存在裂缝、渗漏水、崩块等病

害，并结合以往检测资料确定封锚混凝土钻孔位置；

2) 钻孔后，应采用内窥镜探入锚头内部，对锚具及预应力筋锈蚀情况进行查看；

3) 当钻孔检测难以判定内部病害时，可打开封锚混凝土，对整个锚头锈蚀情况进行进一步观察和检测。

6.4.4 钢管混凝土填充密实度检测宜采用人工敲击与超声波检测相结合的方法。当超声波检测发现异常时，应进行钻孔复检。

6.4.5 钢结构焊缝内部病害检测应符合以下规定：

1 钢结构焊缝内部病害无损检测宜采用超声波检测法，超声波检测法包含超声相控阵 PAUT 和超声时差衍射法 TOFD；当超声波检测无法做出判读时，应采用射线检测。

2 钢结构焊缝内部病害检测仪器性能和操作应符合现行国家标准《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》GB/T 11345 或《焊缝无损检测射线检测第 1 部分：X 和伽玛射线的胶片技术》GB/T 3323.1 的相关规定。

6.4.6 索结构内部锈蚀断丝病害，宜按现行行业标准《在用公路桥梁现场检测技术规程》JTG/T 5214，采用磁致伸缩导波法进行检测。对可能存在损伤或有必要进一步验证的索结构，应进行局部开窗检测，开窗部位检查后应采取有效措施封闭。

6.5 索力检测

6.5.1 桥梁索结构的索力宜采用振动频率法进行现场检测。

6.5.2 采用振动频率法进行索力检测时，应符合以下要求：

1 传感器宜安装在远离锚固端的位置。

2 采样频率应大于或等于索股第 5 阶自振频率的 5 倍，且不宜低于 100Hz。

3 根据索力与其振动频率之间的关系求出索力，索力计算宜按现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的相关规定执行。

4 短索吊杆索力换算时应考虑抗弯刚度的影响，索的长细比小于 10 的情况下，索力测试误差较大，可直接记录振动频率，通过频率值的变化来判断短索的索力变化情况。

5 安装长期监测系统的拉索，索力检测结果应与监测结果进行对比分析，综合判断索力的变化情况。

7 桥梁承载能力评估

7.1 一般规定

7.1.1 对于出现下列情况的城市桥梁，应立即进行桥梁承载能力评估。

1 对于完好状态判定为不合格等级的I类养护城市桥梁，以及完好状态和结构状态判定为D级、E级的II类~V类养护城市桥梁。

2 遭受洪水冲刷、流冰、漂流物、船舶或车辆撞击、滑坡、地震、风灾、火灾、化学剂腐蚀、车辆荷载超限等重大自然灾害或意外事件。

3 需要通过特殊重型车辆，车辆荷载超过桥梁限载的车辆通过等特殊灾害造成结构损伤。

4 为提高或达到设计承载等级而需进行修复加固、改建、扩建的城市桥梁。

5 超过设计使用年限，需延长使用的城市桥梁。

6 城市桥梁现场检测中难以判明安全的桥梁。

7.1.2 桥梁承载能力评估应搜集以下资料：

1 桥梁勘察设计资料、施工资料、监理资料、竣工验收资料。

2 当前交通量统计资料。

3 桥梁特殊服役环境及构件侵蚀环境调查。

4 桥梁结构的主要材料及其材质状况。

5 历次桥梁检测及承载能力评估报告。

6 历次维修资料。

7.1.3 城市桥梁承载能力评估宜根据搜集资料和现场检测结果，在桥梁缺损状态、材质状况、几何形态及变位评定的基础上，结合桥梁结构承载能力检算和荷载试验等手段，对桥梁结构的服役安全性进行评估。桥梁结构承载能力评估宜包括下列内容：

- 1** 桥梁缺损状况评定。
- 2** 桥梁材质状况评定。
- 3** 桥梁几何形态及变位评定。
- 4** 桥梁结构承载能力检算。
- 5** 桥梁结构荷载试验。

7.2 桥梁缺损状况评定

7.2.1 对桥梁缺损状况评定前，应按本标准第 5 章常规定期检测的要求，对桥梁结构及构件缺损状况逐一进行详细检查并做好记录。

7.2.2 对需要进行桥梁缺损状况评定的桥梁，应按现行行业标准《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99，评定桥面系、上部结构、下部结构和整座桥梁结构的技术状况等级。

7.2.3 桥面系、上部结构、下部结构和整座桥梁结构的技术状况等级 A、B、C、D 和 E，对应的缺损状况评定标度值分别为 A、B、C、D 和 E。

7.3 桥梁材质状况评定

7.3.1 混凝土构件材质状况评定宜包括桥梁混凝土强度评定、钢筋保护层厚度评定、混凝土桥梁钢筋锈蚀电位评定、混凝土碳化评定、混凝土氯离子含量评定、混凝土硫酸根离子含量评定、混凝土电阻率评定等。

7.3.2 混凝土桥梁结构或构件的推定强度匀质系数 K_{bt} 和平均强度 K_{bm} 应按现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 计算，宜按表 7.3.2 确定桥梁混凝土强度评定标度。

表 7.3.2 桥梁混凝土强度评定标准

K_{bt}	K_{bm}	强度状况	评定标度
≥ 0.95	≥ 1.00	良好	A
$(0.95, 0.90]$	$(1.00, 0.95]$	较好	B
$(0.90, 0.80]$	$(0.95, 0.90]$	较差	C
$(0.80, 0.70]$	$(0.90, 0.85]$	差	D
< 0.70	< 0.85	危险	E

7.3.3 检测构件或部位的钢筋保护层厚度特征值 D_{ne} 与设计值 D_{nd} 的比值应按现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 计算，宜按表 7.3.3 评估钢筋保护层厚度对桥梁的影响确定评定标度。

表 7.3.3 钢筋保护层厚度评定标准

D_{ne} / D_{nd}	对结构钢筋耐久性的影响	评定标度
> 0.95	影响不显著	A
$(0.85, 0.95]$	有轻度影响	B

(0.70, 0.85]	有影响	C
(0.55, 0.70]	有较大影响	D
≤ 0.55	钢筋易失去碱性保护, 发生锈蚀	E

7.3.4 混凝土桥梁钢筋发生锈蚀的概率或锈蚀活动性宜按表 7.3.4 评定, 应按照测区锈蚀电位水平最低值确定钢筋锈蚀电位评定标度。

表 7.3.4 混凝土桥梁钢筋锈蚀电位评定标准

电位水平 (mV)	钢筋状况	评定标度
≥ -200	无锈蚀活动性或锈蚀活动性不确定	A
(-200, -300]	有锈蚀活动性, 但锈蚀状态不确定, 可能 坑蚀	B
(-300, -400]	有锈蚀活动性, 发生锈蚀概率大于 90%	C
(-400, -500]	有锈蚀活动性, 严重锈蚀可能性极大	D
< -500	构件存在锈蚀开裂区域	E

7.3.5 应根据测区混凝土碳化深度平均值与实测保护层厚度平均值的比值 K_c , 宜按表 7.3.5 的规定确定混凝土碳化评定标度。

表 7.3.5 混凝土碳化评定标准

K_c	评定标度	K_c	评定标度
< 0.5	A	[1.5, 2.0)	D
[0.5, 1.0)	B	≥ 2.0	E
[1.0, 1.5)	C		

7.3.6 对于①类和③类环境下的混凝土构件, 宜按表 7.3.6 判定混凝土内部氯离子诱发钢筋锈蚀的可能性, 应按照测区最高氯离子含量值确定混凝土

土氯离子含量评定标度。

表 7.3.6 混凝土氯离子含量评定标准

环境分类	氯离子含量(占水泥含量的百分比)	诱发钢筋锈蚀的可能性	评定标度
①	<0.15	很小	A
③	<0.12		
①	$[0.15, 0.40)$	有轻度影响	B
③	$[0.12, 0.32)$		
①	$[0.40, 0.70)$	有可能诱发钢筋锈蚀	C
③	$[0.32, 0.56)$		
①	$[0.70, 1.00)$	会诱发钢筋锈蚀	D
③	$[0.56, 0.80)$		
①	≥ 1.00	钢筋锈蚀活化	E
③	≥ 0.80		

7.3.7 对于②类环境下的混凝土构件，宜按表 7.3.7 判定混凝土内部硫酸根离子诱发钢筋锈蚀的可能性，应按照测区最高硫酸根离子含量值确定混凝土硫酸根离子含量评定标度。

表 7.3.7 混凝土硫酸根离子含量评定标准

硫酸根离子含量(占水泥含量的百分比)	诱发钢筋锈蚀的可能性	评定标度
<0.12	很小	A
$[0.12, 0.32)$	有轻度影响	B
$[0.32, 0.56)$	有可能诱发钢筋锈蚀	C
$[0.56, 0.80)$	会诱发钢筋锈蚀	D
≥ 0.80	钢筋锈蚀活化	E

7.3.8 宜按表 7.3.8 评定钢筋可能的锈蚀速率，应按照测区电阻率最小值确定混凝土电阻率评定标度。

表 7.3.8 混凝土电阻率评定标准

电阻率 ($\Omega\cdot\text{cm}$)	可能的锈蚀速率	评定标度
≥ 20000	很慢	A
[15000, 20000)	慢	B
[10000, 15000)	一般	C
[5000, 10000)	快	D
< 5000	很快	E

7.3.9 钢结构材质状况评定，应根据钢材表面锈蚀状况、涂层厚度及老化和构件疲劳损伤的检测结果，按现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的相关规定执行。

7.3.10 圬工结构材质状况评定，应根据冻融损伤、风化损伤和化学侵蚀的检测结果，按现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的相关规定执行。

7.4 桥梁几何形态及变位评定

7.4.1 桥梁几何形态和变位对桥梁结构安全的影响可按现行行业标准《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21 进行评定；当结构变位对结构的安全或正常使用功能有影响时，应对结构的承载能力进行检算。

7.4.2 当简支梁桥的墩台基础变位大于现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 规定的容许限值，且墩台基础沉降尚未稳定时，

应提出对地基进行加固处理的建议。

7.4.3 对墩台基础差异沉降敏感连续梁、连续刚构等超静定结构桥梁，当差异沉降大于设计规定的限值时，应采取下列措施：

1 墩台基础沉降已稳定，应检算差异沉降引起的结构附加内力对承载能力的影响。

2 墩台基础沉降尚未稳定，应提出对地基进行加固处理的建议。

7.5 桥梁结构承载能力检算

7.5.1 桥梁结构承载能力检算模型的建立，除采用原设计结构模型外，还应根据结构及构件缺损及内部病害检测结果进行检算模型修正。对既有桥梁，当按检算荷载计算的结构承载能力不满足要求时，应检算结构所能承受的荷载水平。

7.5.2 桥梁结构承载能力检算应包括结构的整体稳定性检算、控制截面和薄弱部位的局部检算。空间受力特征较为明显的桥梁，检算时应考虑空间效应；分阶段施工的桥梁结构检算时，应考虑施工过程的影响。

7.5.3 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承载能力检算。对于多跨不同跨径的桥梁应分别检算不同跨径的桥跨。

7.5.4 当钢筋混凝土、圬工桥梁的结构或构件按承载能力极限状态评定时，应符合下式要求：

$$\gamma_0 S \leq R(f_m, a_m, f_{ad}) \quad (7.5.4)$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数，对新建桥梁应根据城市桥梁的设计安全等级确定，其他情况可取 1.0；

S ——承载能力极限下状态下作用组合的效应设计值，应符合现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的规定；

$R(\cdot)$ ——结构或构件的抗力函数；

f_m ——材料性能的实测值，抗力计算时，应除以相应的材料性能分项系数后采用；

a_m ——结构或结构构件几何参数的实测值；

f_{ad} ——损伤、钢筋锈蚀、内部病害、约束条件变异等对结构或构件所产生的不利影响附加值。

7.5.5 钢筋混凝土桥梁结构及构件进行承载能力检算时，应根据桥梁缺损状况评定结果，按照现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 的规定对桥梁截面进行折减；对已发生钢筋锈蚀的钢筋混凝土构件，应计入钢筋锈蚀导致的钢筋截面减少和粘结力退化的综合影响，并按现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的相关规定对钢筋截面进行折减。

7.5.6 对于特殊服役环境及服役期较长的混凝土桥梁进行承载能力检算时，应充分考虑材质劣化等耐久性因素对混凝土桥梁承载能力的影响，宜

按现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 记入承载能力恶化系数 ζ_c ，对混凝土桥梁承载能力进行修正。

7.5.7 结构上的作用应符合下列规定：

1 桥梁结构简算荷载应按现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ 11 的相关规定取值。

2 结构自重荷载可根据实际调查的结构重力变异情况，对原设计结构自重荷载进行调整与修正。

3 当桥梁需临时通过特殊或重型车辆，且车辆产生的荷载效应大于该桥的设计荷载效应时，应取特殊或重型车辆的实际载重作为检算荷载。

4 活载按目前所需要的设计荷载、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。

5 温度作用宜按现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的规定采用，对大跨径桥梁或受力复杂的结构，可根据实测的结构温度场进行检算。

6 对基础变位作用，应根据桥梁墩台与基础变位以及几何形态参数的检测结果，综合确定基础变位最终值，计算基础变位产生的结构附加内力。

7 对预加应力作用，应根据预应力锚固、压浆、漏浆、断丝或滑丝等的检测情况，以及桥梁结构表面开裂和几何参数变化情况，结合结构拟合计算分析综合推定实际有效预应力。

7.5.8 混凝土梁式桥承载能力检算应符合下列规定：

1 简支梁桥检算应包括下列内容：

- 1) 跨中截面的受弯承载力和支点截面的受剪承载力；
- 2) 1/4 截面和横截面尺寸变化处截面在弯剪组合作用下的承载力；
- 3) 对外观缺损较严重的构件，应根据缺损处截面的受力特性，检算该截面的受弯或受剪承载力，或在弯剪组合作用下的承载力；
- 4) 结构或构件的变形。

2 对连续梁桥和连续刚构桥，除应按对简支梁桥的规定进行检算外，还应检算连续支点截面的受弯承载力。

3 独柱墩连续直线梁桥、弯桥、坡桥、斜桥及异形结构桥，应检算结构整体的稳定性、抗倾覆和抗滑移能力。

7.5.9 钢结构桥梁承载能力检算应符合下列规定：

1 钢板梁结构检算应包括下列内容：

- 1) 桥梁跨中截面和连续梁支点截面的受弯承载力，以及腹板接头处、盖板叠接处、翼板接头处的连接承载力；
- 2) 支点截面的受剪承载力，应包括支点上下翼板连接的螺栓、铆钉或焊缝的受剪承载力；
- 3) 受压翼板、支点加筋立柱及腹板的稳定性；
- 4) 桥面系梁尚应进行纵梁与横梁、横梁与主梁的连接检算，以及

纵梁与主梁间横梁区段的受剪承载力检算；

5) 结构或构件的变形。

2 钢桁梁结构检算应包括下列内容：

- 1) 杆件的承载力与稳定性；
- 2) 节点和拼接的连接承载力；
- 3) 承受反复应力的杆件、构件连接部位的疲劳性能；
- 4) 联结系的承载力与稳定性；
- 5) 主桁或构件的变形。

3 钢箱梁结构检算应包括下列内容：

1) 正交异性桥面板应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；

- 2) 翼缘板横向、纵向刚度；
- 3) 腹板强度和稳定性；
- 4) 横隔板强度和稳定性；
- 5) 横向联系横向抗弯、纵向扭转刚度。

4 钢管结构应检算以下主要内容：

- 1) 钢管杆件强度与稳定性；
- 2) 结构焊缝强度；
- 3) 节点强度及变形。

5 钢构件的承载力、疲劳、稳定性检算应按现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64 的相关规定执行。

7.5.10 钢筋混凝土拱桥、圬工拱桥、钢管混凝土拱桥、系杆拱桥和吊杆拱桥承载能力检算，应符合下列规定：

1 应根据实际情况和设计计算资料，对拱顶截面、拱脚截面、四分点截面及薄弱部位进行承载力及稳定性检算，对拱顶截面、四分点截面进行变形检算。

2 对结构形式、尺寸及跨径相同的多孔拱桥桥跨，应选择受力最不利与损伤较严重的桥跨进行检算；当多孔拱桥的桥墩与主拱圈的抗推刚度比值小于或等于 37 时，应按连拱结构检算。

3 系杆拱桥和吊杆拱桥应对系杆、吊杆的承载力进行检算。

4 中、下承拱桥悬吊桥面系应对横梁两端吊杆失效后的不落梁能力进行检算。

5 钢管混凝土构件简算应考虑内部填充密实度的影响。

7.5.11 斜拉桥、悬索桥结构承载能力检算，应符合下列规定：

1 应以索力、桥面及主缆线形的实测数据作为结构检算的基本状态。

2 桥塔应检算受弯承载力、稳定性和塔顶位移。

3 加劲梁应检算受弯和受扭承载力，以及最大正、负弯矩与相应的扭矩组合作用下的承载力，并应进行挠度检算，当受纵向力较大时，还应检

算结构整体稳定性和构件局部稳定性。

4 悬索桥应检算主缆的承载力。

5 斜拉桥、悬索桥结构分析宜采用空间模型。

7.5.12 钢-混凝土组合梁的受弯及受剪承载力、抗剪连接件承载力、整体稳定性、疲劳、局部稳定性、应力、挠度检算，应按现行国家标准《钢-混凝土组合桥梁设计规范》GB 50917 的相关规定执行。

7.5.13 拉索、吊索、系索构件的疲劳性能检算，宜按现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64 的相关规定执行。

7.5.14 桥面结构承载能力检算应符合下列规定：

1 混凝土梁式桥的桥面板应进行控制截面的承载力检算。

2 采用钢箱梁结构形式的斜拉桥、悬索桥桥面结构，应检算在车轮轴荷载作用下桥面结构的局部承载力及变形。

7.5.15 桥梁墩台、墩台基础与地基承载能力检算，应符合下列规定：

1 对外观缺损状况严重或超重车辆过桥有异常的桥梁墩台，应对墩台及墩台基础的承载力进行检算。

2 桥梁墩台基础的差异沉降、倾斜和滑移的检算，宜按现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 的相关规定执行。

3 当桥梁墩台基础已发生不均匀沉降、倾斜或滑移时，除应对地基承载力进行检算外，尚应检算不均匀沉降对超静定桥梁上部结构内力的影

响。

4 当检算墩台身截面应力、基底应力及偏心距、倾覆稳定时，对已出现倾斜或墩台顶出现水平位移的墩台，应按实际出现的斜度或偏心进行检算。

5 墩台身及基础由于施工原因或某种病害产生环形裂缝时，应对裂缝截面进行应力、倾覆和滑动稳定检算。当检算滑动稳定时，圬工间的摩擦系数可取 0.6，当裂缝截面中渗入泥沙时，摩擦系数取值宜根据实际情况降低。

6 对经多年压实且未受扰动的墩台基础下的地基土，地基承载力可按现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 进行修正。

7 当桥台填土经多年压实时，填土的内摩擦角可按现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 进行修正。

7.5.16 对遭受车船撞击、洪水、泥石流、地震作用的桥梁结构，除应根据桥梁下部结构可见部分和上部结构的缺损检测结果进行承载能力检算外，还应根据下列评定结果进行检算：

1 桥梁下部结构隐蔽部分的缺损检测评定。

2 对遭受洪水、泥石流或地震作用的桥梁，通过实地调查和探查给出的地基条件评定。

7.6 桥梁承载能力评估

7.6.1 桥梁承载能力评估等级分为“合格”和“不合格”两等。对于承载能力评估不合格的桥梁，桥梁检测及评估单位应提供科学、合理的养护及维修加固建议。

7.6.2 桥梁承载能力评估等级的确定应符合下列规定：

1 桥梁结构承载能力检算的作用效应与抗力效应比值 R_u 小于 1 时，评估等级为“合格”。

2 桥梁结构承载能力检算的作用效应与抗力效应比值 R_u 在 1.0~1.2 之间时，应通过荷载试验评估其承载能力等级，荷载试验结果合格则判定评估等级为“合格”，荷载试验结果不合格则判定评估等级为“不合格”。

3 桥梁结构承载能力检算的作用效应与抗力效应比值 R_u 大于 1.2 时，评估等级为“不合格”。

4 各种桥型桥梁有下列情况之一时，可直接判定桥梁承载能力评估等级为“不合格”。

- 1) 上部结构有落梁，或有梁、板断裂现象；
- 2) 梁式桥上部承重构件控制截面出现全截面开裂，或组合结构上部承重构件结合面开裂贯通，造成截面组合作用严重降低；
- 3) 梁式桥上部承重构件有严重的异常位移，存在失稳现象；

4) 关键部位混凝土出现压碎或杆件失稳倾向, 桥面板出现严重塌陷;

5) 拱式桥拱脚严重错台、位移, 造成拱顶挠度大于限值, 拱圈严重变形;

6) 圯工拱桥拱圈大范围砌体断裂, 脱落现象严重;

7) 腹拱、侧墙、立墙或立柱产生破坏造成桥面板严重塌落;

8) 支座错位、变形、破损严重或缺失, 已失去正常支承功能;

9) 钢结构节点板及连接铆钉, 螺栓损坏在 20%以上, 钢箱梁开焊, 钢结构主要构件有严重扭曲、变形、开焊, 锈蚀削弱截面面积 10%以上;

10) 系杆或吊杆出现严重锈蚀或断裂现象;

11) 悬索桥主缆或多根吊索出现严重锈蚀、断丝;

12) 斜拉桥拉索钢丝出现严重锈蚀、断丝, 主梁出现严重变形;

13) 扩大基础冲刷深度大于设计值, 冲空面积达 20%以上;

14) 桥墩、桥台或基础不稳定, 出现严重滑动、下沉、位移、倾斜等现象;

15) 悬索桥、斜拉桥索塔基础出现严重沉降或位移, 悬索桥锚碇有水平位移或沉降;

16) 其他各种对桥梁结构安全有较大影响的部件损坏。

7.6.3 对相关国家现行标准未规定结构承载能力计算分析方法的既有城市桥梁，除应根据桥梁结构设计要点和本标准相关章节规定进行结构检测、检算外，还应通过荷载试验评估其真实承载能力。

7.6.4 桥梁结构荷载试验应按现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的相关规定执行。

附录 A 构件编码规则

A.0.1 构件编码宜采用 A-B-C-D 的形式，其中 A 为结构部位代码，B 为部件代码，C 为桥跨、墩台或桥联的序号，D 为构件序号。

A.0.2 代码和序号宜按下列原则确定：

1 结构部位代码 A：上部结构、下部结构、桥面系的代码分别为 1、2、3。

2 部件代码 B：按 01、02、03、04……的顺序表示各类部件的编号。

3 桥跨、墩台、桥联序号 C：桥跨、墩台、桥联由小桩号向大桩号侧按 1、2、3、4……的顺序进行编号。

4 构件序号 D：同类构件横桥向排列时，序号由右向左依次为 1、2、3……，同类构件纵向排列时，序号由小桩号向大桩号侧依次为 1、2、3……。

A.0.3 由不同结构形式组成的桥梁应根据结构形式划分为多座桥梁分别进行编号。对于双幅桥梁，如果上、下部结构完全分离，则宜分别进行编号和技术状况评定。如果上部结构分幅，下部结构是整体式的，可按一座桥梁进行统一编号和技术状况评定。

A.0.4 不同桥型检测过程中的构件编码规则宜符合表 A.0.4 的规定。

表 A.0.4-1 梁式桥构件编码规则附表

部位	代码	评价 部件	构件	代码	编号规则	举例 说明	编号解释
上部 结构	1	上部承 重构件	主梁	01	部位代码-构件代 码-跨-序号	1-01-2-3	第2跨自右至左第3片主 梁
			挂梁	02			
		上部一 般构件	湿接缝	03			
			横隔板	04			
			铰缝	05			
		支座	支座	06	部位代码-构件 代码-墩台-序号	1-06-1-2	第1号墩自右至左第2个 支座
下部 结构	2	翼墙、耳 墙	翼墙	01	部位代码-构件代 码-墩台-序号	2-06-2-1	第2号墩自右至左第1 个立柱
			耳墙	02			
		锥坡、护 坡	锥坡	03			
			护坡	04			
		桥墩	盖梁	05			
			立柱	06			
			系梁	07			
		桥台	台身	08			
			台帽	09			
		墩台基 础	基础	10			
		河床	河床	11	部位代码-构件代 码-自定义	2-11-xx	根据实际情况,可自行 定义xx部分编号
		调治构 造物	调治构 造物	12		2-12-xx	
桥面 系	3	桥面铺 装	桥面铺 装	01	部位代码构件代 码-联-序号	3-01-1-1	第1联自右至左 第1个桥面铺装(第1联右 幅桥面铺装)
		伸缩装 置	伸缩装 置	02			
		人行道	人行道	03			
		栏杆、护 栏	栏杆、护 栏	04			
		排水系 统	排水系 统	05			
		照明、标 志	照明、标 志	06			

注: 1. 对于上部结构或桥面系分幅的桥梁, 如需区分左右幅, 宜在该表推荐编号的基础上进行适当调整。

2. 对于一个桥墩上为双排支座的情况，检测人员应根据小桩号侧、大桩号侧予以区分相同的构件序号，或按已有的构件编码体系进行编号。

3. 河床和调整构造物比较特殊，检测人员可按“部位代码-构件代码-自定义”的原则，根据现场实际情况确定自定义部分的编码规则。

表 A.0.4-2 板拱、肋拱、箱型拱、双曲拱桥构件编码规则附表

部位	代码	评价部件	构件	代码	编号规则	举例说明	编号解释
上部结构	1	主拱圈	主拱圈	01	部位代码-构件代码-跨-序号	1-01-1-1	第 1 跨自右至左第 1 个主拱圈
		拱上结构	腹拱	02		1-02-2-1	第 2 跨 1 号腹拱
			拱上立柱	03			
			盖梁	04			
			实腹段	05			
		桥面板	桥面板	03			
下部结构	2	翼墙、耳墙	翼墙	01	部位代码-构件代码-墩台-序号	2-06-2-1	第 2 号墩自右至左第 1 个立柱
			耳墙	02			
		锥坡、护坡	锥坡	03			
			护坡	04			
		桥墩	盖梁	05			
			立柱	06			
			系梁	07			
		桥台	台身	08			
			台帽	09			
		墩台基础	基础	10			
		河床	河床	11	部位代码-构件代码-自定义	2-11-XX	根据实际情况可自行定义 XX 部分编号
		调治构造物	调治构造物	12		2-12-XX	
桥面系	3	桥面铺装	桥面铺装	01	部位代码-构件代码-联-序号	3-01-1-1	第 1 联自右至左第 1 个桥面铺装（第 1 联右幅桥面铺装）
		伸缩装置	伸缩装置	02			
		人行道	人行道	03			
		栏杆、护栏	栏杆、护栏	04			
		排水系统	排水系统	05			
		照明、标志	照明、标志	06			

表 A.0.4-3 刚架拱桥、桁架拱桥构件编码规则附表

部位	代码	评价部件	构件	代码	编号规则	举例说明	编号解释
上部结构	1	刚架拱片 (桁架拱片)	拱片	01	部位代码- 构件代码- 跨-序号	1-01-1-1	第 1 跨自右至 左第 1 个拱片
			微弯板	02			
		横向联结系	横向联结系	03			
		桥面板	桥面板	04			
下部结构	2	翼墙、耳墙	翼墙	01	部位代码- 构件代码- 墩台-序号	2-06-2-1	第 2 号墩自右至 左第 1 个立柱
			耳墙	02			
		锥坡、护坡	锥坡	03			
			护坡	04			
		桥墩	盖梁	05			
			立柱	06			
			系梁	07			
		桥台	台身	08			
			台帽	09			
		墩台基础	基础	10			
		河床	河床	11			
调治构造物	调治构造物	12	构件代码- 自定义	2-12-XX			
桥面系	3	桥面铺装	桥面铺装	01	部位代码- 构件代码- 联-序号	3-01-1-1	第 1 联自右至左 第 1 个桥面铺装 (第一联右幅桥 面铺装)
		伸缩装置	伸缩装置	02			
		人行道	人行道	03			
		栏杆、护栏	栏杆、护栏	04			
		排水系统	排水系统	05			
		照明、标志	照明、标志	06			

表 A.0.4-4 钢-混凝土组合拱桥构件编码规则附表

部位	代码	评价部件	构件	代码	编号规则	举例说明	编号解释
上部结构	1	拱肋	拱肋	01	部位代码-构件代码-跨-序号	1-01-1-1	第 1 跨自右至左 1 个主拱圈
		横向联系	横向联系	02			
		立柱	立柱	03			
		吊杆	吊杆	04	部位代码-构件代码-跨-序号	1-04-1-1	第 1 跨的第 1 根吊杆
		系杆(含描具)	系杆(含描具)	05	部位代码-构件代码-跨-序号	1-05-1-1	第 1 跨自右向左第 1 个系杆
		桥面板	桥面板	06			
		支座	支座	07	部位代码-构件代码-墩台-序号	1-07-1-2	1 号立柱上自右至左第 2 个支座
下部结构	2	翼墙、耳墙	翼墙	01	部位代码-构件代码-墩台-序号	2-06-2-1	第 2 号墩自右至左第 1 个立柱
			耳墙	02			
		锥坡、护坡	锥坡	03			
			护坡	04			
		桥墩	盖梁	05			
			立柱	06			
			系梁	07			
		桥台	台身	08			
			台帽	09			
		墩台基础	基础	10			
		河床	河床	11	部位代码-构件代码-自定义	2-11-XX	根据实际情况,可自行定义 XX 部分编号
		调治构造物	调治构造物	12		2-12-XX	
桥面系	3	桥面铺装	桥面铺装	01	部位代码-构件代码-联-序号	3-01-1-1	第 1 联自右至左第 1 个桥面铺装(第 1 联右幅桥面铺装)
		伸缩装置	伸缩装置	02			
		人行道	人行道	03			
		栏杆、护栏	栏杆、护栏	04			
		排水系统	排水系统	05			
		照明、标志	照明、标志	06			

注: 1. 对于吊架的构件序号, 顺桥向按上述规则进行编号, 横桥向还需要根据设计、检测人员的习

惯、以“左”“右”或者其他易于理解的方式区分。

2. 一个吊点双吊杆的情况，按符合习惯、方便理解与记录的原则，检测人员可增加一位数字进行编码，或按已有的构件编码体系进行编号。

表 A.0.4-5 斜拉桥构件编码规则附表

部位	代码	评价部件	构件	代码	编号规则	举例说明	编号解释
上部结构	1	斜拉索系统	斜拉索	01	部位代码-构件 代码-跨-序号	1-01-2-3	第 2 跨左第 3 根 (对)斜拉索
			锚具	02			
			拉索护套	03			
			减震装置	04			
		主梁	主梁	05	部位代码-构件 代码-跨-序号	1-05-2-1	第 2 跨主梁的 第一个构件
		索塔	索塔	06	部位代码-构件 代码-桥塔-序号	1-06-1-1	小桩号至大桩 号第 1 个索塔的 第 1 个构件
		支座	支座	07	部位代码-构件 代码-墩台-序号	1-07-1-2	第 1 号墩自右至 左第 2 个支座
下部结构	2	翼墙、耳墙	翼墙	01	部位代码-构件 代码-墩台-序号	2-06-2-1	2 号墩自右至左 第 1 个立柱
			耳墙	02			
		锥坡、护坡	锥坡	03			
			护坡	04			
		桥墩	盖梁	05			
			立柱	06			
			系梁	07			
		桥台	台身	08			
			台帽	09			
		墩台基础	基础	10			
		河床	河床	11	部位代码-构件 代码-自定义	2-11-××	根据实际情况， 可自行定义×× 部分编号
		调治构造物	调治构造物	12		2-12-××	
桥面系	3	桥面铺装	桥面铺装	01	部位代码-构件 代码-联-序号	3-01-1-1	第 1 联自右至左 第 1 个桥面铺装 (第 1 联右幅桥 面铺装)
		伸缩装置	伸缩装置	02			
		人行道	人行道	03			
		栏杆、护栏	栏杆、护栏	04			
		排水系统	排水系统	05			
		照明、标志	照明、标志	06			

注：1. 对于斜拉索的构件序号，顺桥向按上述规则进行编号，横桥向还需根据设计、检测人员的习惯，以“左”“右”或者其他易于理解的方式区分。

2. 对于一个吊点两根斜拉索的情况，按符合习惯、方便理解与记录的原则，检测人员可增加一位数字进行编码，或按已有的构件编码体系进行编号。

表 A.0.4-6 悬索桥构件编码规则附表

部位	代码	评价部件	构件	代码	编号规则	举例说明	编号解释
上部结构	1	加劲梁	加劲梁	01	部位代码-构件代码-跨-序号	1-01-2-1	第2跨自右至左第1个加劲梁
		索塔	索塔	02	部位代码-构件代码-桥塔-序号	1-02-1-1	小桩号至大桩号第1个索塔的第1个构件
		支座	支座	03	部位代码-构件代码-跨-墩台-序号	1-03-1-2	第1号墩自右至左第2个支座
		主鞍	主鞍	04	部位代码-构件代码-桥塔-序号	1-04-1-1	第1个桥塔自右至左第1个主鞍
		主缆	主缆	05			
		索夹	索夹	06	部位代码-构件代码-跨-序号	1-06-2-1	第2跨第1个索夹
		吊索及钢护筒	吊索及钢护筒	07			
下部结构	2	锚碇	锚碇	01	部位代码-构件代码-墩台-序号	2-01-0-1	0号台自右至左第1个锚碇
		索塔基础	基础	02			
		散索鞍	散索鞍	03			
		河床	河床	04	部位代码-构件代码-自定义	2-04-XX	根据实际情况，可自行定义XX部分编号
		调治构造物	调治构造物	05		2-05-XX	
桥面系	3	桥面铺装	桥面铺装	01	部位代码-构件代码-联-序号	3-01-1-1	第1联自右至左第1个桥面铺装（第1联右幅桥面铺装）
		伸缩装置	伸缩装置	02			
		人行道	人行道	03			
		栏杆、护栏	栏杆、护栏	04			
		排水系统	排水系统	05			
		照明、标志	照明、标志	06			

注：1. 对于吊索、索夹、锚杆等的构件序号，顺桥向按上述规则进行编号，横桥向还需根据设计、检测人员的习惯，以“左”“右”或者其他易于理解的方式区分。

2. 对于一个吊点双吊索的情况，按符合习惯、方便理解与记录的原则，检测人员可增加一位数字进行编码，或按已有的构件编码体系进行编号。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对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”。

2 条文中指明按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 2 《钢-混凝土组合桥梁设计规范》 GB 50917
- 3 《焊缝无损检测射线检测第 1 部分：X 和伽玛射线的胶片技术》 GB/T 3323.1
- 4 《无损检测 超声测厚》 GB/T 11344
- 5 《焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定》 GB/T 11345
- 6 《建筑结构检测技术标准》 GB/T 50344
- 7 《钢结构现场检测技术标准》 GB/T 50621
- 8 《混凝土结构现场检测技术标准》 GB/T 50784
- 9 《城市桥梁工程施工与质量验收规范》 CJJ 2
- 10 《城市桥梁设计规范》 CJJ 11
- 11 《城市桥梁养护技术标准》 CJJ 99
- 12 《公路桥涵地基与基础设计规范》 JTG 3363
- 13 《公路桥涵养护规范》 JTG 5120
- 14 《公路桥涵设计通用规范》 JTG D60
- 15 《公路钢结构桥梁设计规范》 JTG D64
- 16 《城市桥梁检测与评定技术规范》 CJJ/T 233
- 17 《在用公路桥梁现场检测技术规程》 JTG/T 5214
- 18 《公路桥梁技术状况评定标准》 JTG/T H21
- 19 《公路桥梁承载能力检测评定规程》 JTG/T J21

- 20 《混凝土中钢筋检测技术标准》 JGJ/T 152
- 21 《冲击回波法检测混凝土缺陷技术规程》 JGJ/T 411
- 22 《雷达法检测混凝土结构技术标准》 JGJ/T 456

山东省工程建设标准

既有城市桥梁现场检测及承载能力评估 技术标准

DBXX/T XXXX—2024

条文说明

目 次

3	基本规定.....	71
4	日常巡查和经常性查.....	72
4.1	一般规定.....	72
5	常规定期检测.....	72
5.2	混凝土结构外观病害检测.....	72
5.3	混凝土裂缝检测.....	72
5.4	钢结构外观病害检测.....	72
5.5	缆索结构外观病害检测.....	73
5.6	圬工结构外观病害检测.....	73
6	结构定期检测.....	75
6.3	材质状况与耐久性参数检测.....	75
6.4	结构内部病害检测.....	75
6.5	索力检测.....	76
7	桥梁结构安全评估.....	77
7.4	桥梁几何形态及变位评估.....	77
7.5	桥梁结构承载能力检算.....	77

3 基本规定

3.0.6 构件编码中的 A、B、C、D 均采用阿拉伯数字形式表示，简单直观、便于应用。其中 A 为 1 位阿拉伯数字，B 为 2 位阿拉伯数字，C 和 D 按实际排序采用阿拉伯数字记录。例如 1.01.110.6，代表上部结构（部位代码为 1）主梁（部件代码为 01）第 110 跨（桥跨序号为 110）第 6 个构件（构件序号为 6）。

桥跨、桥联和墩台序号 C，从小桩号向大桩号侧按 1、2、3、4……的顺序进行编号。墩台编号（有 0 号桥台时）也可以依照惯例采用 0、1、2、3……的顺序。构件序号 D 考虑到多数人员的检测习惯还有我国道路右侧通行的特点，横桥向采用由右向左的编号顺序。

为了便于现场检测人员理解和应用，附录 A 分别给出了梁式桥、斜拉桥、悬索桥和拱桥的构件编码规则与示例，供理解和参考使用。

4 日常巡查和经常性检查

4.1 一般规定

4.1.1 本条列出的特殊照明指的是功能性及装饰性照明、航空航道指示灯等。

5 常规定期检测

5.2 混凝土结构表观病害检测

5.2.1 本条列出的表观病害类型未包括混凝土裂缝。裂缝是混凝土结构的典型病害，也是混凝土结构表观病害检查的重点内容。由于裂缝在混凝土表面和混凝土内部同时存在，兼具表观病害和内部损伤的双重属性，其检测、记录、评定存在一定的特殊性，故本标准将混凝土裂缝检测纳入第 5.3 节专门规定。

5.3 混凝土裂缝检测

5.3.2 结构性裂缝是由外荷载作用而产生的裂缝，典型的结构性裂缝包括弯曲裂缝、剪切裂缝和剪扭裂缝等；非结构性裂缝是由混凝土收缩、温度变化、钢筋锈胀等原因引起的裂缝，典型的非结构性裂缝包括收缩裂缝、温度裂缝和锈胀裂缝等。现场检测时，主要依据裂缝位置、分布、走向等指标来区分结构性裂缝和非结构性裂缝。

5.4 钢结构表观病害检测

5.4.6 本条给出了钢结构铆钉和螺栓的现场检测流程和方法。用锤击的方法检查螺栓或铆钉是否松动时,用手指紧按住螺母或铆钉头的一侧,尽量靠近垫圈或母材,用 0.3kg~0.5kg 的小锤敲击螺母或铆钉头相对的另一侧,如手指感到颤动较大时,说明是松动的。

5.5 缆索结构表观病害检测

5.5.3 爬索机器人现场检测宜参考以下步骤:

1 检测前应临时解除拉(吊)索的索力监测传感器等可能影响爬索机器人行进的设备。

2 根据拉索直径、护套防护材料类型等选择并安装检测机器人,正式开始检测前应检查图像采集装置是否工作正常,同时检测机器人能否沿拉索上下平顺爬行,爬行时所有主动轮和从动轮与拉索接触良好,防止爬索机器人对拉(吊)索护套或缠绕线造成损伤。

3 爬索机器人安装、检查完毕后,机器人开始自动化采集图像,机器人运行期间,应注意观察机器人爬升是否正常,当机器人爬升到拉索塔端、拱肋或主缆附近时,应及时停止爬升,机器人返程后,结束图像采集。

4 拉(吊)索护套外观病害图像分析处理。

5.5.5 对上锚头渗水或护套已老化开裂或损伤的拉(吊)索,有水渗入的可能性很大,极易发生拉索锈蚀。

5.6 圬工结构表观病害检测

5.6.1 圬工结构分为砖石结构和混凝土结构，主要包括拱桥、墩台、涵洞、挡土墙、护墙和护坡等。圬工结构表观病害类型除了包括混凝土结构常见的表观病害外（不包括露筋和钢筋锈胀），还包括灰缝松散脱落、砌块断裂与脱落、风化等。

6 结构定期检测

6.3 材质状况与耐久性参数检测

6.3.6 硫酸根离子含量检测可采用离子色谱法。

6.4 结构内部病害检测

6.4.2 层析扫描 CT 法检测混凝土内部病害时，根据检测目的和现场检测条件，可选择表面层析成像法、截面层析成像法两种检测方法。层析扫描 CT 法检测混凝土内部病害，可按现行地方标准《基于声波层析成像的桥梁混凝土质量检测技术规程》DB21/T3179 的相关规定执行。

6.4.3 本条规定了采用冲击回波法进行预应力管道注浆密实度检测的具体要求。其中对于底板、顶板等不平整结构，当测试效果不理想时，可采取打磨处理。冲击回波法检测时应进行现场标定，标定的目的在于减小预应力管道的大小、混凝土板的截面形式、管道埋深、管道间距、预应力钢束放置情况及波纹管材质等因素等对检测结果产生的影响。现场标定时要求混凝土表面平整，在注浆密实孔道或无孔道混凝土位置，测试一条与密实度测试线长度和方向一致的测线，作为孔道密实度测试的判断基准。

6.4.4 钢管混凝土填充密实度检测宜参考以下步骤：

1 沿钢管周边选取等距离的若干点，从拱脚向拱顶方向，用木锤进行人工敲击检测，发现异常时应加大检测密度，用超声波进一步检测。

2 钢管混凝土超声波检测宜采用径向对测的方法，如图 1 所示。

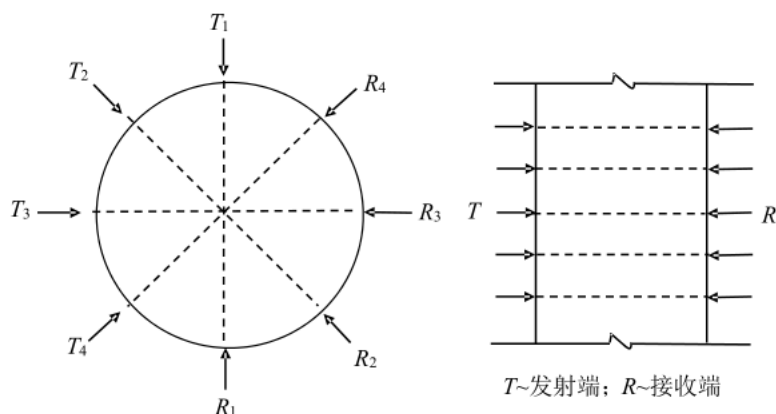


图 1 钢管混凝土超声波检测示意图

3 超声波检测时应选择钢管与混凝土胶结良好、表面无锈蚀的部位布置测点。布置测点时可先测量钢管实际周长，再将圆周等分，在钢管测试部位画出若干根母线和等间距的环向线，线间距宜为 15cm~30cm。

4 超声波检测时可先做径向对测，在钢管混凝土每一环线上保持 T、R 换能器连线通过圆心，沿环向测试，逐点读取声时、波幅和主频。

5 当同一测位的测试数据离散性较大或数据较少时，可将怀疑部位的声速、波幅、主频与相同直径钢管混凝土的质量正常部位的声学参数相比较，综合分析判断所测部位的内部质量。

6.5 索力检测

6.5.1 在用桥梁拉索索力测量通常采用振动法，现场检测时应事先解除索的阻尼装置，并应依据不小于前五阶特征频率计算索力平均值。

7 桥梁承载能力评估

7.4 桥梁几何形态及变位评定

7.4.1 桥梁几何形态的变化在一定程度上能反映结构内力的变化情况，如桥跨结构的下挠、墩台沉降等。对于超静定结构而言，结构几何形态的变化造成结构的次内力对结构的影响往往不可忽略，通过结构几何形态的观测，可反演出结构的内力变化情况，并为分析结构形态变化的原因提供可靠依据。

7.5 桥梁结构承载能力检算

7.5.5 钢筋截面折减系数主要考虑钢筋锈蚀对结构的危害，通常钢筋锈蚀在导致钢筋截面减少的同时，还伴有体积膨胀引起的混凝土沿钢筋爆裂，钢筋与混凝土之间的粘结力破坏，结构构件承载力降低，变形和裂缝增大等一系列不良后果，并随时间的推移，锈蚀逐渐发展，最终可导致钢筋混凝土构件的破坏。有关钢筋混凝土梁的试验研究表明，钢筋锈蚀主要使梁的以下力学性能发生变化：

- 1 梁的承载力降低。
- 2 梁的延性性能退化。
- 3 钢筋与混凝土之间的粘结性能破坏。

4 梁的破坏形态发生变化。随着锈蚀量的增加,梁的垂直裂缝间距变大,接近支座处裂缝逐渐与受拉主筋方向的纵向裂缝连接,其破坏形态由适筋梁延性破坏转变为钢筋粘结撕裂的脆性破坏。

7.5.6 对于特殊服役环境及服役期较长的混凝土桥梁,材质劣化等耐久性因素对混凝土桥梁的承载能力会产生影响。本标准按现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21,引入计算承载能力恶化系数 ζ_c 。对混凝土桥梁承载能力进行修正,并通过比较判定桥梁能够提升混凝土桥梁承载能力的评估精度。

考虑到氯离子与硫酸根离子含量同时较高的概率极低,因此在计算承载能力恶化系数时,仅考虑含量较高的一种离子。计算时硫酸根离子含量的权重系数均取为 0.15,与氯离子含量的权重系数保持一致。