

团 体 标 准

T/CDSA 600.3- 2023

城市桥梁水下构件检测技术规程

Technical Regulations for Inspection of Underwater Components of Urban Bridges

2023-1-12 发布

2023-3-1 实施

中 国 潜 水 打 捞 行 业 协 会

发 布

目 次

前 言 11

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 基本规定 4

5 外业施工组织 6

6 表观缺陷检测 7

7 基础冲刷、淘空及变位检测 9

8 检测报告编制 12

附录 13

前 言

本文件是按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国潜水打捞行业协会提出并归口。

本文件起草单位：中交元洋（大连）桥梁水下检测有限公司、大连海事大学、中国建筑第五工程局有限公司、漯河市公路事业发展中心、大连市市政公用事业服务中心。

本文件主要起草人：刘志洋、王振宇、李健、李晓飞、张爱国、张臣、梁瑞卿、耿正君、史文华、常伟琴、宋泰毅、黄博、陈锦辉、孙希大、沈晓芳、王延臣、姜亚丽、宋钊、袁磊、李新琦、陈建兴、王翰宾、刘薇云、李锐。

本文件于2023年1月12日首次发布。

城市桥梁水下构件检测技术规程

1 范围

1.1 本规程规定了城市桥梁水下构件检测的一般要求，包括外观缺陷检测、基础冲刷及淘空检测。

1.2 本规程适用于各等级城市桥梁水下构件的检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

CJJ T 233-2015 《城市桥梁检测与评定技术规范》

CJJ 99-2017 《城市桥梁养护技术标准》

JTG 5120-2021 《公路桥涵养护规范》

JTG/T H21-2011 《公路桥梁技术状况评定标准》

JTG/T J21-2011 《公路桥梁承载能力检测评定规程》

3 术语和定义

3.1 桥梁水下构件 underwater component of bridges

桥梁结构处于常水位以下的构件，如水中桥墩、桥台、基础及防撞设施等。

3.2 桥梁水下构件检测 inspection of underwater component of bridges

为查明桥梁水下构件缺损程度而进行的检测。

3.3 冲蚀 erosion

因水流冲刷引起的构件局部破损。

3.4 腐蚀 corrosion

水下构件因环境中腐蚀介质作用而引起的材料性能退化或破坏。

3.5 清水箱 clear water transparent tank

装满清水的透明水箱。

3.6 成像声呐 imaging sonar

利用声波对水下目标进行成像的设备。

3.7 水下机器人 underwater vehicle

用于水下环境的机器人，属于特种作业机器人的范畴。

3.8 桥梁水下检测船 bridge underwater inspection ship

集成了水下摄像机、成像声呐及多波束测深系统、用于对于桥梁水下结构基础进行检测的便携式组装船。

4 基本规定

4.1 检测要求

4.1.1 城市桥梁水下构件的检测应包括以下内容：

- 1) 表观缺陷检测。
- 2) 基础冲刷及淘空检测。

4.1.2 I类养护桥梁的水下构件应3年检测一次，II~V类养护桥梁的水下构件应3~5年检测一次。在水流湍急、河床下切快、基础埋深浅、水质腐蚀强的桥梁，应提高检测频率。

根据城市桥梁在道路系统中的地位，城市桥梁养护类别分为5类：

I类养护—单孔跨径大于100m的桥梁及特殊结构的桥梁；

II类养护—城市快速路上的桥梁；

III类养护—城市主干路上的桥梁；

IV类养护—城市次干路上的桥梁；

V类养护—城市支路和街坊路上的桥梁。

4.1.3 下列情况应进行城市桥梁水下构件检测：

- 1) 新建、改建或加固后单孔跨径大于100m的桥梁及特殊结构的桥梁（I类养护桥梁）、城市快速路上的桥梁（II类养护桥梁）、城市主干路上的桥梁（III类养护桥梁）。
- 2) 桥梁结构检测中发现水下构件有异常的桥梁。
- 3) 旧桥在进行改造方案设计前。
- 4) 遭受流冰、地震、撞击或其他异常情况造成墩台基础损伤的桥梁。
- 5) 经分析现有桥梁病害可能由于水下构件受损引起时。

4.1.4 城市桥梁水下构件现场检测应符合国家安全生产的规定。

4.1.5 城市桥梁水下构件检测人员应具备桥梁工程试验检测和水下工程检测要求的资格和能力。

4.1.6 潜水员潜水作业、水下检测作业应符合国家和行业现行有关标准的规定。

4.1.7 城市桥梁水下构件检测仪器应满足测量精确度、分辨力、量程及动态响应的性能要求，以及气候环境、机械环境、电磁环境的适应性要求。

4.1.8 检测仪器设备应在检定和校准有效期内。检测仪器、设备应按规定定期进行检定、校准。检测仪器、设备检定或校准时，宜按照检测仪器设备的实际布设情况进行整体检定或校准。检测前应对检测仪器设备进行检查调试，当检查辅助用仪器设备对现场检测的质量、安全有影响时，应对其功能进行检查。

4.1.9 采用新的检测仪器、检测设备及检测方法时，应符合下列规定：

- 1) 通过科技成果评价。
- 2) 与成熟的方法进行比对试验。
- 3) 有相应的检测细则，并提供测试误差或测试结果的不确定度。

4.1.10 水下构件编号及病害位置描述应符合本规程附录 A 的要求。

4.2 检测方案

4.2.1 桥梁检测方案制定前，应进行资料收集和现场情况调查，确定检测桥跨、检测内容和工作重、难点。应收集的资料包括桥梁基本信息，勘察设计资料，施工、监理、质监及交竣工技术资料，所在水域的水文资料，以往检测及维修加固资料等。

4.2.2 城市桥梁水下构件检测应根据目的和要求制订检测方案，包括下列主要内容：

- 1) 桥梁结构概况：桥梁基本信息（桥梁地点和建造年代，结构形式，跨径布置和横向布置，材料类型的强度，荷载等级和设计车速，设计、施工及监理单位）、所在水域的水文资料、与水下构件相关的历次检测及维修加固资料等。
- 2) 检测目的。
- 3) 检测所依据的标准及有关的技术资料。
- 4) 检测项目、检测方法及测点布置。
- 5) 检测实施步骤和工作进度计划。
- 6) 检测人员和仪器设备。
- 7) 安全、环境与质量保证措施和应急预案。
- 8) 制订通航航道水上交通组织方案。

4.3 检测工作流程

4.3.1 桥梁水下构件检测工作流程可按图 4.1 执行。

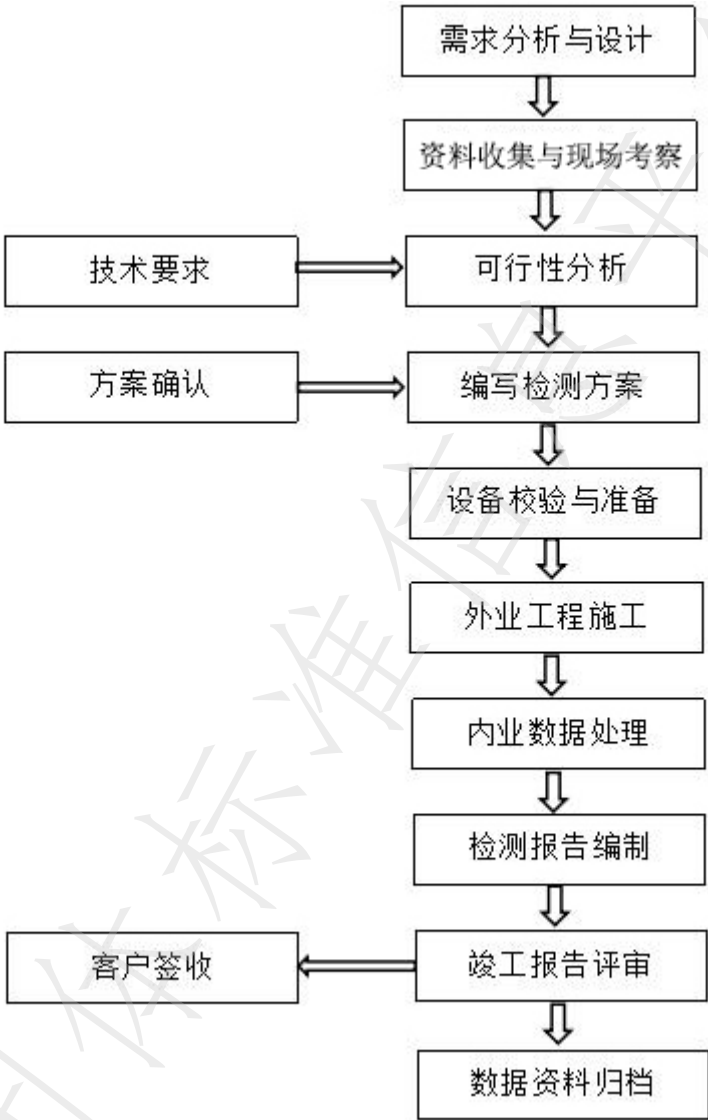


图 4.1 桥梁水下构件检测工作流程框图

5 外业施工组织

5.1 组织管理机构：项目组的成立是外业检测施工的关键，典型检测项目的组织框架如图 5.1。数据采集组根据现场情况及环境条件，可分别采用检测船作业、潜水作业、或者 ROV 作业三种方式进行检测数据采集。

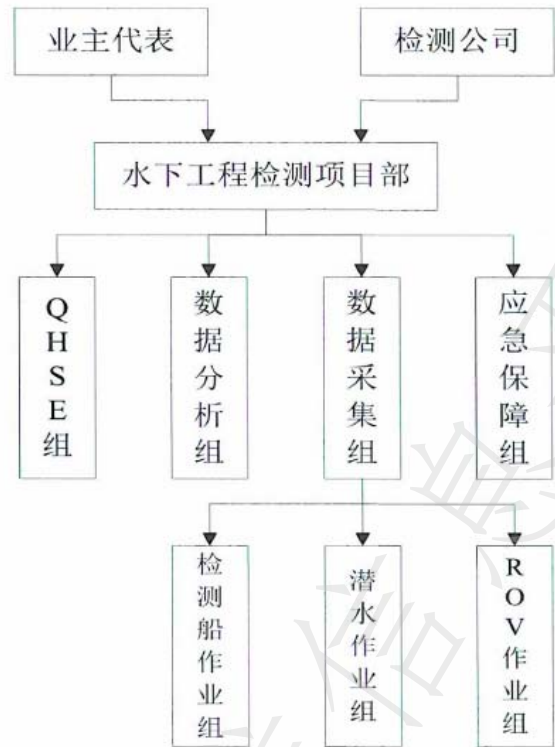


图 5.1 典型检测项目组织框架图

- 5.2 人员组织与岗位职责：明确参与项目的所有人员及其岗位职责。
- 5.3 需要明确所有任务子项及其工作内容描述，以及承担单位和人员职责。
- 5.4 设备动员与准备：需要确定参与项目的所有项目清单。

6 表观缺陷检测

6.1 表观缺陷检测应包括下列内容：

- 1) 混凝土结构包括构件的剥落、露筋、钢筋锈蚀、空洞、孔洞、冲蚀、腐蚀、裂缝等。
- 2) 圬工结构包括砌体破损、剥落、松动、变形、灰缝脱落等。
- 3) 钢结构包括构件涂层劣化、锈蚀、焊缝开裂、裂缝、螺栓（铆钉）损失等。

6.2 表观缺陷检测应在水下检测人员的指挥监督下，采用潜水员、水下机器人、水下检测船或其他专用平台抵近水下构件进行检测。

根据水深采取适当的潜水方式，潜水员携带钢直尺、钢卷尺、塞尺、水下照相/摄像机、手持高分辨图像声呐、水下激光扫描仪、水下定位系统、水下通信设备等进行测量和数据记录。

水下机器人分为有缆水下机器人（ROV）和无缆水下机器人（AUV），选配的常用设备包括：高分辨图像声呐、水下摄像机、水下定位系统等。

水下检测船是一种可以安全、高效地对桥梁水下结构物进行检测的便携式组装船。搭载的设备包括：高清水下摄像机、高分辨率声呐、多波束测深系统。

专用平台是根据桥梁水下构件实际情况搭建而成,用于检测或长期监测水下构件病害情况的平台。搭载的设备包括:测深仪、水下摄像机、高分辨图像声呐等。

6.3 表观缺陷检测宜用钢直尺、钢卷尺、塞尺等测量各表观缺陷的范围和尺寸。

6.4 表观缺陷可采用下列方式检测:

- 1) 从构件底部开始,按指定增量向上移动,水平圆形或半圆形扫视水下构件。
- 2) 从构件的一侧往下扫视,另一侧往上扫视。
- 3) 从下往上螺旋式扫视水下构件。

6.5 应现场填写并核对桥梁水下构件表观缺陷检测记录表;记录表应符合本规程附录 B 的要求。

条文说明

现场填写“桥梁水下构件表观缺陷检测记录表”是及时、准确收集信息的重要保证。记录员记录潜水员报告的情况,需详细标示病害位置、测量病害尺寸,填写要求准确无误,防止漏填,潜水员出水后需同记录员核对记录。

6.6 表观缺陷记录参数和精度宜符合表 6.1 要求。

表 6.1 表观缺陷现场记录参数和精度

序号	表观缺陷类型		记录参数	精度要求
1	混凝土结构	裂缝	长度 L 宽度 W	长度: 0.01m 宽度: 0.01mm
		混凝土剥离	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
2		露筋	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
3		钢筋锈蚀	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
4		空洞	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
5		孔洞	面积 $S=a \times b$ 深度 H	面积: 0.01m^2 深度: 0.01m
6		冲蚀	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
7		腐蚀	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
9	圯工结构	砌体破损	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
10		剥落	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
11		松动	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
12		变形	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
13		灰缝脱落	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
14	钢结构	涂层劣化	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
15		锈蚀	面积 $S=a \times b$	0.01m^2
16		焊缝开裂	长度 L	0.001m
17		裂缝	长度 L	0.001m

序号	表观缺陷类型		记录参数	精度要求
18		螺栓（铆钉）损失	数量 Q，百分比 P	1，1%

6.7 表观缺陷检测应对各缺陷类型进行摄影记录，照片宜显示出缺陷所处位置及局部特征，可采用清水箱、水下照明、成像声呐等设备获取清晰影像。

条文说明：

水下摄影设备用于记录水下检查的情况，保留水下检查的可视化资料，用于后期数据分析。为了如实地反映水下构件表观缺陷的尺寸，照片和录像需包括反映缺陷尺寸的参照物，如钢直尺、钢卷尺等。

6.8 表观缺陷检测结果处理与数据分析应满足下列规定：

- 1) 检测人员现场对表观缺陷记录表进行校核。
- 2) 按现行《城市桥梁养护技术标准》（CJJ 99-2017）对表观缺陷病害给出评定标度。
- 3) 表观缺陷检测应对检测结果进行统计；统计表应符合本规程附录 C 的要求。
- 4) 对本次表观缺陷检测发现的病害进行成因和发展趋势分析。

7 基础冲刷、淘空及变位检测

7.1 基础冲刷及淘空检测宜在枯水期进行。

7.2 基础冲刷检测应对基础周边水深进行测量。水深测量仪器适用条件及精度要求应符合表 7.1 的要求。

表 7.1 水深测量仪器适用条件及精度要求

序号	测深仪器或工具	水深 H (m)	流速 μ (m/s)	精度要求 (m)
1	单波束或多波束	>1	—	0.1
2	测深杆	0~4	—	0.1
3	测深锤	0~20	<0.5	0.1

注：水底树林和杂草丛生水域不宜使用单波束或多波束。

7.3 基础冲刷测深点的布置宜采用固定的径向网格模式，测深点间距不大于 1m，如发现冲坑现象，应径向增加测点，如图 7.1 所示。

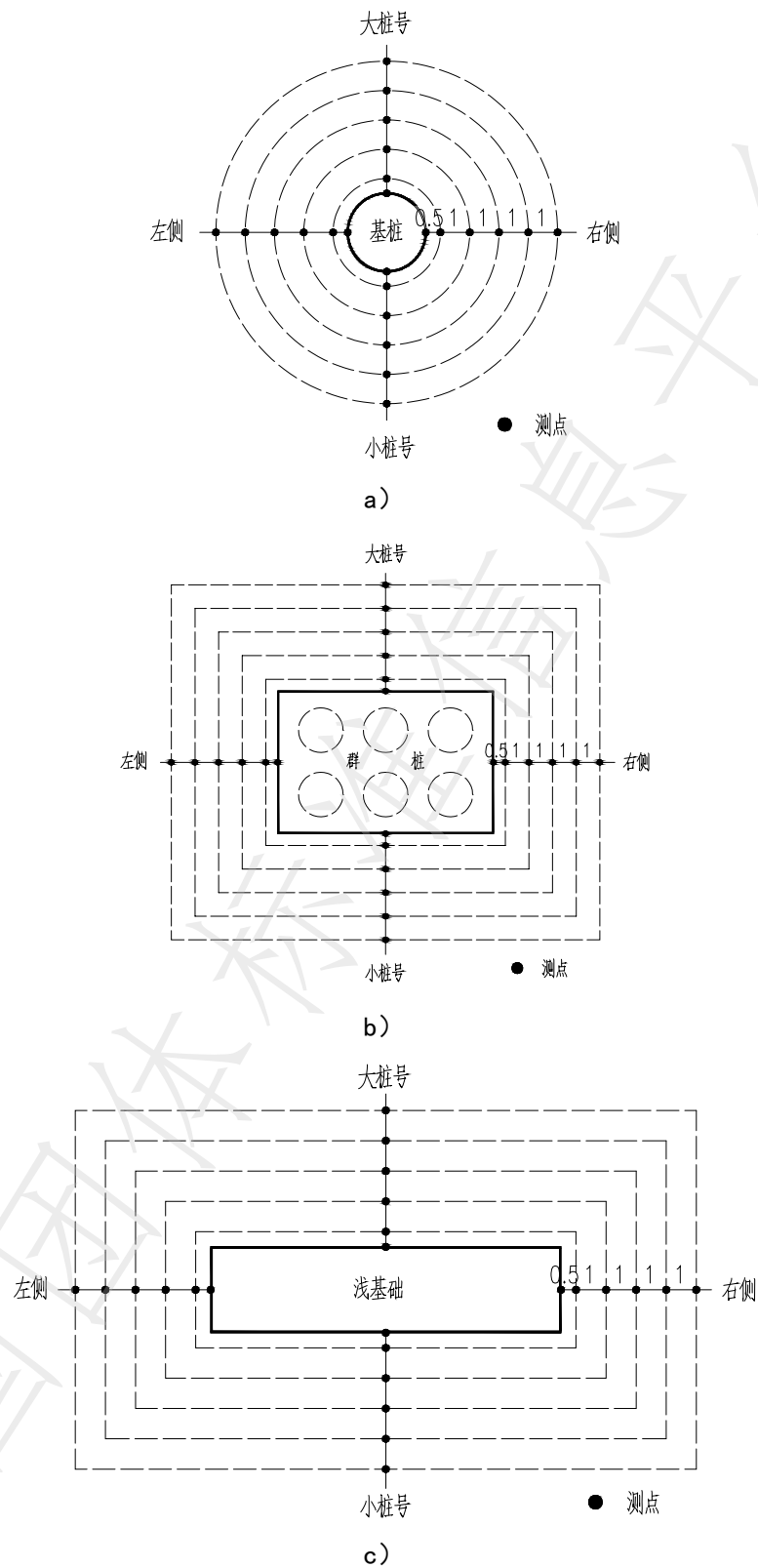


图 7.1 基础冲刷测点布置示意图 (单位: m)
a) 单桩基础; b) 群桩基础; c) 浅基础

7.4 应现场填写桥梁水下构件基础冲刷检测记录表；记录表应符合本规程附录 D 的要求。

7.5 群桩基础淘空检测应采用测量杆、水下测距仪、钢卷尺等测量淘空范围和尺寸，淘空面积如图 7.2 所示。

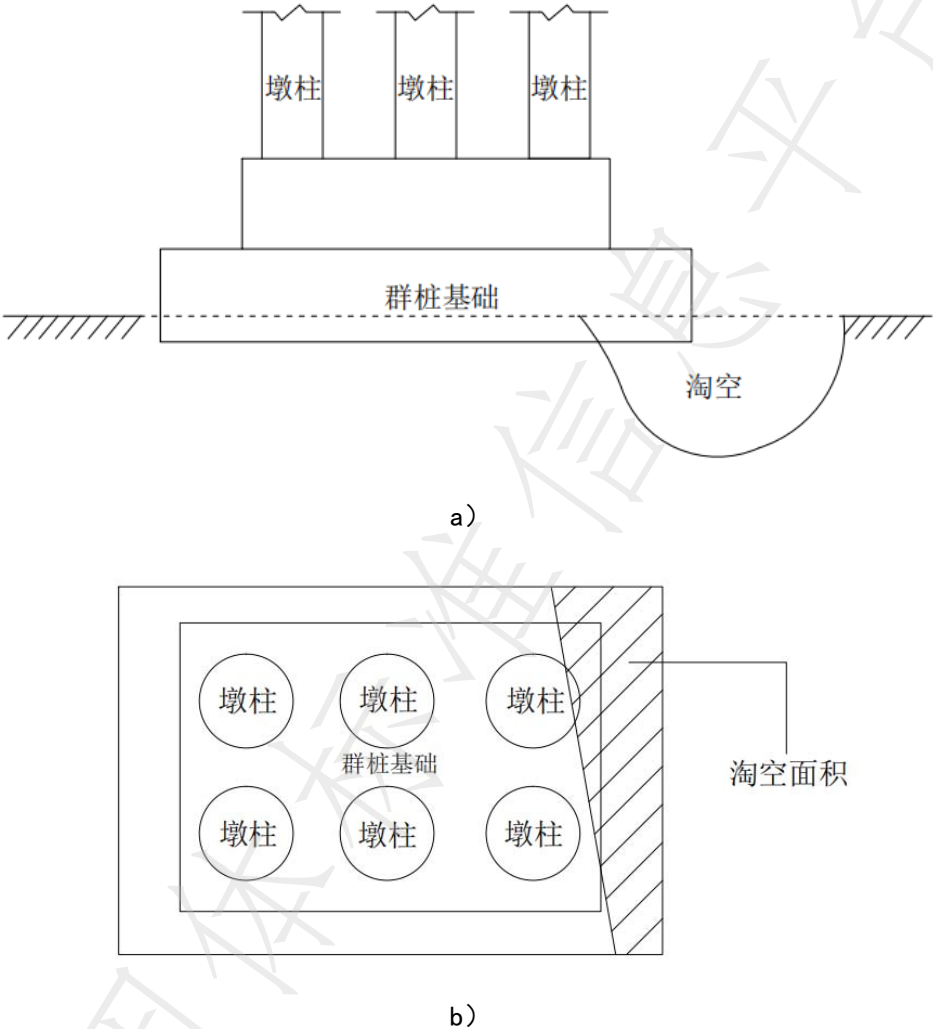


图 7.2 群桩基础淘空面积示意图
a) 立面；b) 平面

7.6 应现场填写桥梁水下构件基础淘空检测记录表；记录表应符合本规程附录 E 的要求。

7.7 基础冲刷及淘空检测结果处理与数据分析应满足下列规定：

- 1) 检测人员现场对基础冲刷检测和基础淘空检测记录表进行校核。
- 2) 判断基础是否满足设计时的最小埋置深度；计算出淘空面积和占比，精确到 1%。
- 3) 按现行《城市桥梁养护技术标准》（CJJ 99-2017）对基础冲刷及淘空病害给出评定标度。
- 4) 对本次基础冲刷及淘空检测发现的病害进行成因和发展趋势分析。

7.8 墩台基础变位对桥梁结构安全的影响可以按照现行行业标准《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21-2011）进行评定；当墩台基础变位对结构的安全或正常使用功能有影响

时，应对墩台基础的承载能力进行检算评定。

7.9 墩台基础变位检测应包括基础的沉降、位移和转角，测点不得少于 4 个。

7.10 对设有永久性变位观测点的墩台基础，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。对于无永久性变位观测点的墩台基础，可以采用几何测量、垂线测量、光学测距等方法进行测量，或通过测量桥跨结构形态参数的变化推定墩台基础的变位。

7.11 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，应提出对墩台基础进行加固处理的建议。

8 检测报告编制

8.1 检测报告应结论明确、用词规范、文字简练，对于容易混淆的术语和概念以文字解释或图例、图像说明。

8.2 桥梁水下构件检测后应提交检测报告，包括下列内容：

- 1) 委托单位名称；
- 2) 桥梁概况，包括工程名称、地点和建造年代，桥梁的类型、结构形式、跨径布置、横向布置、荷载等级和设计车速；
- 3) 检测目的、依据、项目内容及检测方法；
- 4) 检测日期和时间；
- 5) 仪器设备及其测量精确度，变形观测系统及其观测级别；
- 6) 水下构件编号、记录规则；
- 7) 各检测项目的检测数据和结果汇总；包括典型病害的照片、文字说明及分布图，表观缺陷检测结果统计表（附录 D）；
- 8) 与以往检测数据和结果对比分析，说明病害成因及发展变化情况；
- 9) 对水下构件技术状况给出综合评价，并提出养护建议。

8.3 检测报告中的处理意见、建议和说明，宜包括下列内容：

- 1) 当构件缺损程度为严重或危险且明显影响桥梁结构安全时，提出限制或停止使用的意见；
- 2) 对缺损构件的维修和加固提出意见；
- 3) 为查明结构隐患需要补充检测的内容或增大抽检数量的建议；
- 4) 缺损或病害可能对结构安全性、实用性和耐久性影响的说明。

附录

附录 A 桥梁水下构件编号及病害位置描述规则

A.1 单桩基础的编号与桥梁墩柱的编号一致，按路线桩号从小到大大方向前进方向，左、右幅分别用 L、R 表示，如图 A.0.1 所示。

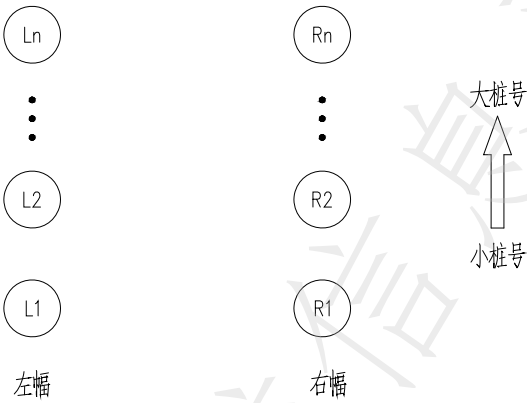


图 A.1 单桩基础编号示意图

A.2 群桩基础的编号为承台编号加顺序号，承台编号与桥梁墩柱编号一致，顺序号由右往左依次编号，如图 A.2 所示。

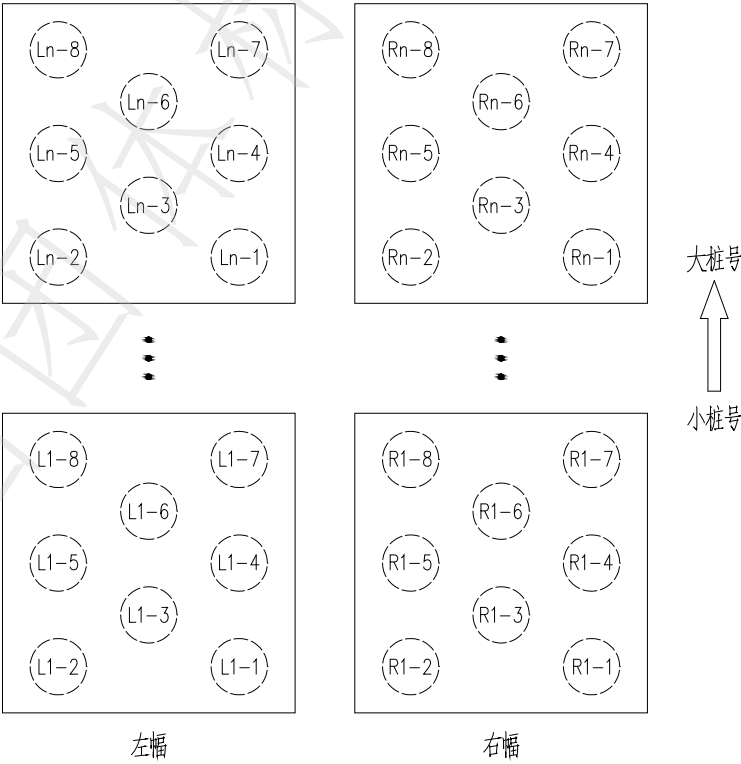


图 A.2 群桩基础编号示意图

A.3 基桩病害竖向位置描述以桩顶面向下计算，如图 A.3 所示。

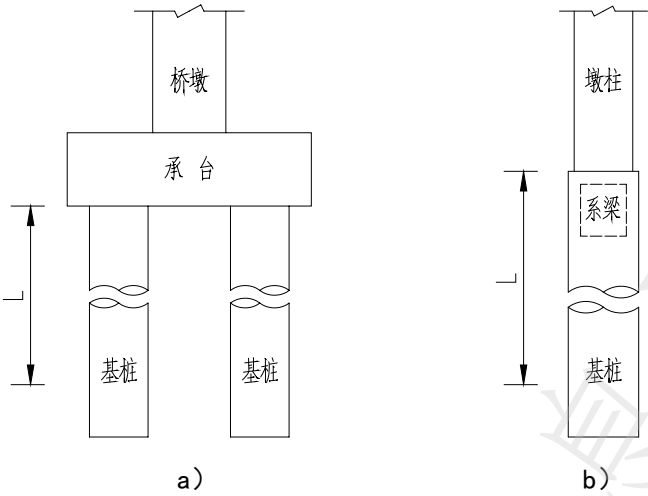


图 A.3 基桩病害竖向位置描述示意图

a) 承台基础；b) 系梁基础

A.4 基桩病害方向位置用时钟方位描述，以路线前进方向大桩号侧为时钟 12 点，其他各点钟分别对应桩身的相应位置，如图 A.0.4 所示。

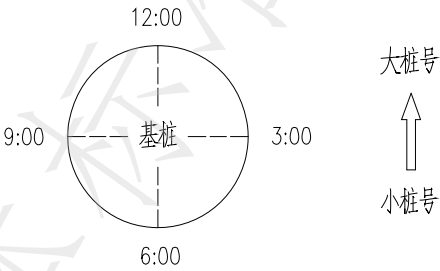


图 A.4 基桩病害方向位置描述示意图

附录 B 桥梁水下构件表观缺陷检测记录表

(检测单位)										
1 路线编号		2 路线名称		3 桥位桩号		4 桥梁养护等级		5 桥梁名称		
6 被跨越水域名称		7 桥梁全长(m)		8 管养单位		9 建成时间(加固、改建时间)		10 检测时间		
序号	构件名称	构件编号	状态	损坏类型	损坏程度	损坏位置	侵蚀分类	照片编号	备注	
检测				记录				校核		

附录 C 桥梁水下构件表观缺陷检测结果统计表

(检测单位)											
1 路线编号		2 路线名称		3 桥位桩号		4 桥梁养护等级		5 桥梁名称			
6 被跨越水域名称		7 桥梁全长(m)		8 管养单位		9 建成时间(加固、改建时间)		10 检测时间			
墩台编号	构件名称		构件数量	构件编号	损坏程度				照片编号	备注	
					类型	位置	范围、尺寸	评定标度			
	1	桥墩									
	2	基础									
	...	...									
	1	桥墩									
	2	基础									
	...	...									
...											
填表人								负责人			

附录 D 桥梁水下构件基础冲刷检测记录表

桥梁名称						
构件名称						
构件编号	径向距离					
	深度 (m)					
	方向					
	3点钟					
	6点钟					
	9点钟					
	12点钟					
	3点钟					
	6点钟					
	9点钟					
	12点钟					
	3点钟					
	6点钟					
	9点钟					
	12点钟					
	3点钟					
	6点钟					
	9点钟					
	12点钟					
	3点钟					
	6点钟					
	9点钟					
	12点钟					
基准点位置描述						
检 测		记 录		校 核		

