

DB36

江 西 省 地 方 标 准

DB36/T 2281-2026

公路桥梁水下构件缺陷检测技术规程

Technical specification for defect detection of underwater components of highway
bridges

2026 - 07 - 31 发布

2027 - 02 - 01 实施

江西省市场监督管理局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 水下构件检测技术 3

6 外观检测 7

7 几何形态检测 7

8 基础冲刷及淘空检测 8

9 河床断面测量 9

10 检测报告 9

附 录 A（规范性附录） 水下构件编号及病害位置描述规则 11

附 录 B（规范性附录） 外观检测表 13

附 录 C（规范性附录） 外观检测结果统计表 14

附 录 D（规范性附录） 水下构件冲刷检测记录表 15

附 录 E（规范性附录） 水下构件淘空检测记录表 16

附 录 F（规范性附录） 河床断面测量记录表 17

前 言

本文件按照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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江西省交通运输厅提出。

本文件由江西省交通运输标准化技术委员会（JX/TC 014）归口。

本文件起草单位：江西省交投养护科技集团有限公司、南昌大学、江西交通职业技术学院、上饶市广信公路事业发展中心、江西省公路工程监理有限公司、中交长大桥隧技术有限公司、江西德尚水域工程有限责任公司、修水县交通运输局。

本文件主要起草人：伍建强、胡峰强、温永华、谢志惠、谢平、毛训海、俞俊平、周叶军、樊烨、朱泽文、马国兴、余淑德、黄河、唐钱龙、卢大虎、李从财、曾学、周致西、韩志星、刘宪鑫、曾庆鸣、熊志朋。

公路桥梁水下构件缺陷检测技术规程

1 范围

本文件规定了公路桥梁水下构件缺陷检测的术语与定义、基本规定、水下构件检测技术、外观检测、几何形态检测、基础冲刷及淘空检测、河床断面测量、检测报告等。

本文件适用于水下墩台、水下桩基础、水下扩大基础等检测。

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。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB 50026 工程测量标准

JTG 5120 公路桥涵养护规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG/T 5214 在用公路桥梁现场检测技术规程

JTG/T H21 公路桥梁技术状况评定标准

JT/T 790 多波束测深系统测量技术要求

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水下构件 **underwater components**

位于常水位以下的构件或构造物，如桥墩、桥台、承台、基础等。

3.2

水下构件检测 **inspection of underwater components**

采用指定方法对水下构件的缺损状况进行的检测。

3.3

冲蚀 **erosion**

因水流冲刷引起的构件局部缺损。

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

测深仪系统 water depth measuring instrument

测量水深并获得坐标的仪器或装置。

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

扫床检测 underwater inspection by bed-sweeping

通过扫杆等扫床设备探扫水下构件检测区域，获取检测区域的浅点或障碍物情况以判断检测区域的技术状况。

3.9

河床顶面标高 riverbed top surface elevation

河床顶部相对于某一基准面的高度。

4 基本规定

4.1 一般规定

4.1.1 公路桥梁水下构件定期检查周期按 JTG 5120 的规定执行。

4.1.2 以下状况桥梁应进行水下构件特殊检查：

- a) 特大桥、大桥以及高速公路或一、二级公路上的中桥、小桥；
- b) 旧桥改造在进行方案设计前；
- c) 遭受洪水、泥石流、地震、撞击或其他异常情况，造成墩台基础损伤的桥梁；
- d) 检查发现水下构件有异常的桥梁；
- e) 初始检查内容。

4.1.3 公路桥梁水下构件检测人员应具备相关的检测能力和资格。

4.1.4 潜水作业应符合国家和行业现行有关标准的规定。

4.1.5 公路桥梁水下构件检测仪器、设备应检定合格。

4.1.6 外观检测应在检测人员的指挥监督下，采用潜水员、水下机器人或其他专用平台抵近水下构件进行检测。

- 4.1.7 测量墩周水深及河床位置，对比前次检测数据及设计埋深可得出基础冲刷情况。
- 4.1.8 采用测深仪测量基础周边的河床顶面标高。
- 4.1.9 水下构件检测应符合下列规定：
 - a) 制定水下构件检测安全作业规程；
 - b) 制订通航航道水上交通组织方案；
 - c) 积极采用水下构件检测新技术、新设备。
- 4.1.10 水下构件编号及病害位置描述规则见附录A。

4.2 检测工作程序

水下构件检测工作程序应按图 1 执行。

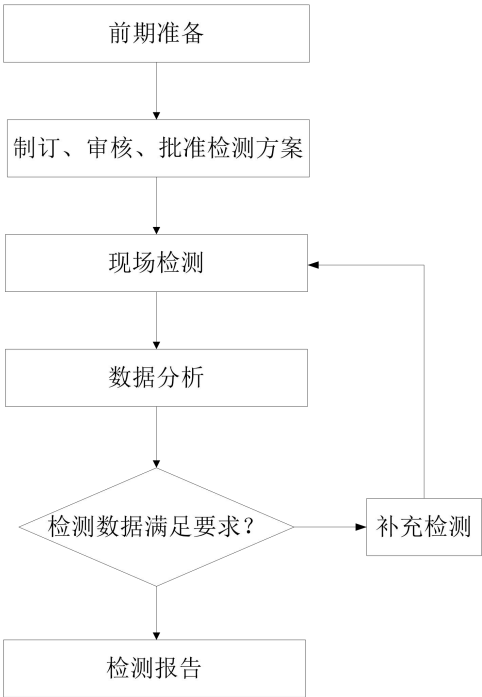


图 1 水下构件检测工作程序

5 水下构件检测技术

5.1 一般规定

水下构件检测方法有人工潜水检测、水下光学检测、声呐检测、扫床检测等，各种检测方法的适用范围见表 1。

表 1 水下构件检测方法的适用范围

检测方法	适用范围	主要优势	局限性
人工潜水检测	水深较浅、水流平稳、能见度尚可的环境；适用于详细触摸探查、小型修补指导。	可直接观察并触碰结构，判断缺陷性质准确。	受限于潜水员体力与安全，深水、急流、浑水环境下无法作业。
水下光学检测	水质清澈、光照条件好的环境；适用于表面缺陷高清成像，如裂缝、剥落、生物附着等。	图像直观清晰，便于后期分析与存档。	浑浊水体中视野极差，作用距离短，依赖外部照明。
声呐	各类水质（尤其浑水）、深水、大范围区	不受光线影响，穿透力	图像为声学成像，需专业人员解

检测	域：适用于基础冲刷、河床断面、桩基完整性及表观缺陷检测。	强，可三维建模，自动化程度高。	读，细节分辨率低于光学。
扫床检测	河床地形测绘、基础冲刷趋势分析；常在枯水期进行，配合测深仪或声呐系统完成。	数据连续性强，利于长期监测冲刷发展。	仅反映河床表面高程变化，无法直接识别结构内部缺陷。

5.2 人工潜水外观检测

5.2.1 安全作业手册

5.2.1.1 潜水从业单位应提交潜水安全作业手册，确保在潜水现场的每个潜水员严格遵守安全作业手册中的程序。

5.2.1.2 潜水安全作业手册应包括以下内容

- a) 指导潜水作业的法规；
- b) 潜水作业的安全程序和检查表；
- c) 潜水队员委派和职责；
- d) 设备程序和检查表；
- e) 火灾、设备故障、恶劣环境条件、损伤和疾病的应急程序。

5.2.2 紧急救助

5.2.2.1 潜水从业单位须列出并持有紧急救助联络清单，包括：随时可用的紧急救助资源、设备和专业救助人员的呼号、电话或建立与之联络的其他方式和说明。

5.2.2.2 在任何潜水工作地点都应配备可以方便使用的双向通讯系统，以及时获得应急服务。

5.2.2.3 急救物品的配置必须适用于正在进行的作业类型，并且妥善保存在工作现场有明显标识的容器里，可以随时使用。

5.2.3 潜水作业方式

潜水作业方式包括自携式潜水、水面供气潜水、混合气潜水及饱和潜水等。

5.2.4 潜水任务的布置

5.2.4.1 进行水下作业之前，应向潜水队员介绍以下内容：

- a) 正要着手执行的任务；
- b) 该潜水方式的安全程序；
- c) 任何可能影响到水下作业安全的危害或环境状况；
- d) 为适合本潜水作业对既定作业程序所做的任何调整。

5.2.4.2 每次潜水前，潜水员必须报告和记录身体状况，如果身体存在异常情况，则严禁潜水。

5.2.5 终止潜水的条件

在以下情况下，潜水工作必须终止：

- a) 潜水监督或现场主管要求终止；
- b) 潜水员要求终止；
- c) 潜水员不能正确地获取其他潜水队员的信号或通讯中断；
- d) 潜水员开始使用自携应急气源或来自潜水站的应急气源。

5.3 水下光学检测

- 5.3.1 水下机器人具有摄像检测与定位功能。
- 5.3.2 水下机器人搭载使用的摄像仪器设备的精度应满足检测要求并按规定检定合格。
- 5.3.3 摄像头应能观察目标对象，并能清晰地成像，可检测水下构件的裂缝、缺陷、变形、连接情况。
- 5.3.4 机器人及摄像设备下水前应进行检验和调试，填写机器人作业准备检查表；水下作业完成后应进行维修保养，填写水下机器人设备维护保养程序表格。
- 5.3.5 检测工作结束后应及时整理检测记录及影像资料，并编写检测报告。

5.4 声呐检测

5.4.1 单波束测深

- 5.4.1.1 单波束测深可用于河床的小比例尺地形调查和水深等内容的检测。
- 5.4.1.2 单波束测深系统宜选用数字式单频或多频回声测深仪，同时配备卫星定位及相关辅助设备，考虑姿态影响时还应配备姿态传感器。
- 5.4.1.3 测深应在风浪较小的情况下进行。沿海波高超过 0.6m，内河波高超过 0.4m 时，应停止作业。采用姿态传感器进行波浪改正时可适当放宽。
- 5.4.1.4 测船航行应保持基本匀速并按测深线航行，避免突进突退的现象。更换测深线或避让障碍物时，不宜短时间大角度地变换方向。
- 5.4.1.5 单波束系统安装应符合下列规定：
 - a) 测深仪换能器宜安装在距测量船船首 1/3~1/2 船长处，并应避开螺旋桨产生的气泡和涡流区域；
 - b) 换能器的安装应使发射波束竖直向下，不得斜置；换能器的安装支架应有较好的刚度，并安装稳固牢靠，避免造成换能器抖动；
 - c) 不考虑姿态、航向等影响因素时，卫星定位接收机宜安装在换能器支架正上方，并避免遮挡；考虑姿态、航向因素时，应配备姿态传感器并严格测定各设备在船体坐标系下的相对位置关系。
- 5.4.1.6 单波束测深线的布设应符合下列规定：
 - a) 测线布设应有利于检测对象形状、结构的呈现，在确保安全情况下，主测线方向与对象主轴垂直；也可布设成平行线、螺旋线或 45° 斜线；
 - b) 不同测区应布设一条重合的测深线，不同时期测深的相邻测区应布设两条重合测深线；
 - c) 主测线间距根据成图比例尺要求选择，遇地形变化显著地段应适当加密，确保测量数据质量；
 - d) 检查线宜垂直于主测深线布设，检查线长度不应小于主测深线总长度的 5%，并在测区内分布均匀合理。
- 5.4.1.7 单波束施测过程应满足下列要求：
 - a) 作业前对系统设置的参数及校准参数等数据进行检查；
 - b) 声速剖面仪入水后应保持停留 2 min 以上，以消除设备的空气环境温度影响；
 - c) 设备在水中下放及提升应保持缓慢匀速，声速剖面仪宜采用从河床顶面至水面记录测量数据；
 - d) 作业过程中实时记录船体的位置和姿态信息。
- 5.4.1.8 单波束测深成果应包括下列内容：
 - a) 水下地形图或水深图；
 - b) 检测断面图；
 - c) 检测报告。
- 5.4.1.9 单波束测深测线数据处理及成果提交内容应符合 GB 50026 的有关规定。

5.4.2 多波束测深

5.4.2.1 多波束测深可用于河床地形调查、水深等内容的检测。

5.4.2.2 多波束测深系统安装应符合下列规定：

- a) 多波束测深系统换能器应固定安装在噪声低且不容易产生气泡的位置；
- b) 姿态传感器安装位置尽可能靠近多波束换能器；
- c) 多波束换能器、姿态传感器及卫星定位系统定位天线与参考点之间三维空间位置关系测量精确至 0.01m。

5.4.2.3 永久固定安装在大型测量船上的多波束测量系统，长期连续执行测量任务期间，每年应进行不少于一次系统安装参数校准；非连续测量任务，每个测量任务实施前应进行系统安装参数校准；临时安装在小型测量船上的多波束测量系统，每次实施测量任务前应进行系统安装参数校准。

5.4.2.4 外业测量期间，除卫星定位系统天线位置改变外，其他任何传感器位置发生变化，均应重新进行系统校准。

5.4.2.5 多波束测深的测线布设、外业施测及数据处理应符合 JT/T 790 的有关规定。

5.4.2.6 多波束测深成果应包括下列内容：

- a) 水深成果数据、潮位、观测资料；
- b) 测量航迹图；
- c) 检测目标地形渲染图及量测结果；
- d) 检测报告。

5.5 扫床检测

5.5.1 扫床方法

扫床包括硬式扫床和软式扫床，可用于浅点检测。

5.5.2 硬式扫床

5.5.2.1 硬式扫床检测应符合下列规定：

a) 硬式扫床应采用固定式安装，其硬件应包括船舶、扫杆、定深杆、支撑杆、横杆以及拉绳等，硬式扫床架应有足够的刚度，使用时的变形值不应大于 50mm；

b) 硬式扫床架应在船头或船中部一侧甲板空旷区域安装，扫床架下放后，应调整拉绳将扫杆放至设定的扫床深度。

5.5.2.2 硬式扫床作业应满足下列要求：

- a) 采用卫星定位系统记录实时扫床轨迹图；
- b) 扫床底架碰到浅点时，停船检查扫架是否变形，并在轨迹图中标记浅点位置；
- c) 扫床轨迹的重叠宽度不小于 1m。

5.5.3 软式扫床

5.5.3.1 软式扫床安装时，底索钢缆每节长度应根据作业现场条件和作业要求确定，必要时应适当增加配重。

5.5.3.2 软式扫床作业应满足下列要求：

- a) 扫床线沿测区流向或航槽轴向逆水流或逆潮流方向布设；
- b) 扫床过程中，配置检查船不断检查扫床提高量，底索提高量不大于 0.3m；
- c) 扫床速度宜控制在 2km/h~3km/h 以内；

d) 出现底索脱挂、割断或发现其他可疑情况时, 进行补扫。

5.5.4 扫床资料

扫床资料应包括下列内容:

- a) 水位记录表;
- b) 扫床轨迹图;
- c) 扫床记录表;
- d) 检测报告。

6 外观检测

6.1 水下混凝土构件检查包括剥落、露筋、钢筋锈蚀、空洞、孔洞、冲蚀、裂缝等, 按 JTG/T H21 进行评定。

6.2 水下圬工砌体构件检查包括砌块破损、剥落、松动、变形、灰缝脱落, 按 JTG/T H21 进行评定。

6.3 水下钢构件或钢混组合构件检查应包括:

- a) 构件的涂层劣化情况;
- b) 构件的锈蚀、裂缝、变形、局部损伤情况;
- c) 焊缝有无开裂或脱开;
- d) 螺栓(铆钉)有无松动、缺失、断裂;
- e) 钢-混结合面有无脱开、错位、承压钢板变形等。

6.4 水下基础检查应包括:

a) 基础顶段在水位涨落、干湿交替变化处有无冲刷磨损、颈缩、露筋, 有无环状冻裂, 是否受到污水、咸水或生物的腐蚀;

b) 基础是否存在冲刷、淘空现象, 冲刷深度或基底冲空面积是否大于设计值;

c) 水下基础是否存在底部脱空现象;

d) 河床铺砌是否存在淘空或损坏;

e) 基础是否出现沉降, 沉降量是否大于设计值或规范值;

f) 基础是否出现滑移或倾斜现象;

g) 基础的结构应力是否在正常水平, 是否出现剪切裂缝等;

h) 桩基周围是否有悬浮物和垃圾。

6.5 外观缺陷可采用下列方式检测:

a) 从构件底部开始, 按指定增量向上移动扫视水下构件;

b) 从构件的一侧往下扫视, 另一侧往上扫视;

c) 从下往上螺旋式扫视水下构件。

6.6 外观检测宜用钢直尺、钢卷尺、塞尺等测量各外观缺陷的范围和尺寸。

6.7 应现场填写并核对桥梁水下构件外观检测表和外观检测结果统计表, 见附录 B 和附录 C。

6.8 外观检测应对各缺陷类型进行摄影记录, 照片宜显示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。

7 几何形态检测

7.1 构件几何形态检测按 GB 50026 和 JTG/T 5214 进行, 应包括截面尺寸、垂直度、变位检测。

7.2 宜选择相对稳定的时间和气候条件进行测量。

7.3 截面尺寸可采用钢尺、钢卷尺或激光测距仪等进行测量。

- 7.4 应设置用于结构几何状态长期跟踪的永久性观测点，通过测量永久性观测点的平面坐标与高程的变化分析结构变位。
- 7.5 水下基础变位检测应包括基础的沉降、位移和倾斜，测点不得少于 4 个，按 JTG/T H21 进行评定。

8 基础冲刷及淘空检测

- 8.1 基础冲刷及淘空检测宜在枯水期进行。
- 8.2 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满足表 2 的要求。

表 2 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 u (m/s)	精度要求 (m)
1	测深仪	>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测深仪。

- 8.3 基础冲刷测点的布置宜采用固定的径向网格模式，测点间距不大于 1m，如图 2 所示。
- 8.4 应现场填写桥梁水下构件冲刷、淘空检测记录表。水下构件冲刷检测记录表应满足本规程附录 D 的要求。水下构件淘空检测记录表应满足本规程附录 E 的要求。

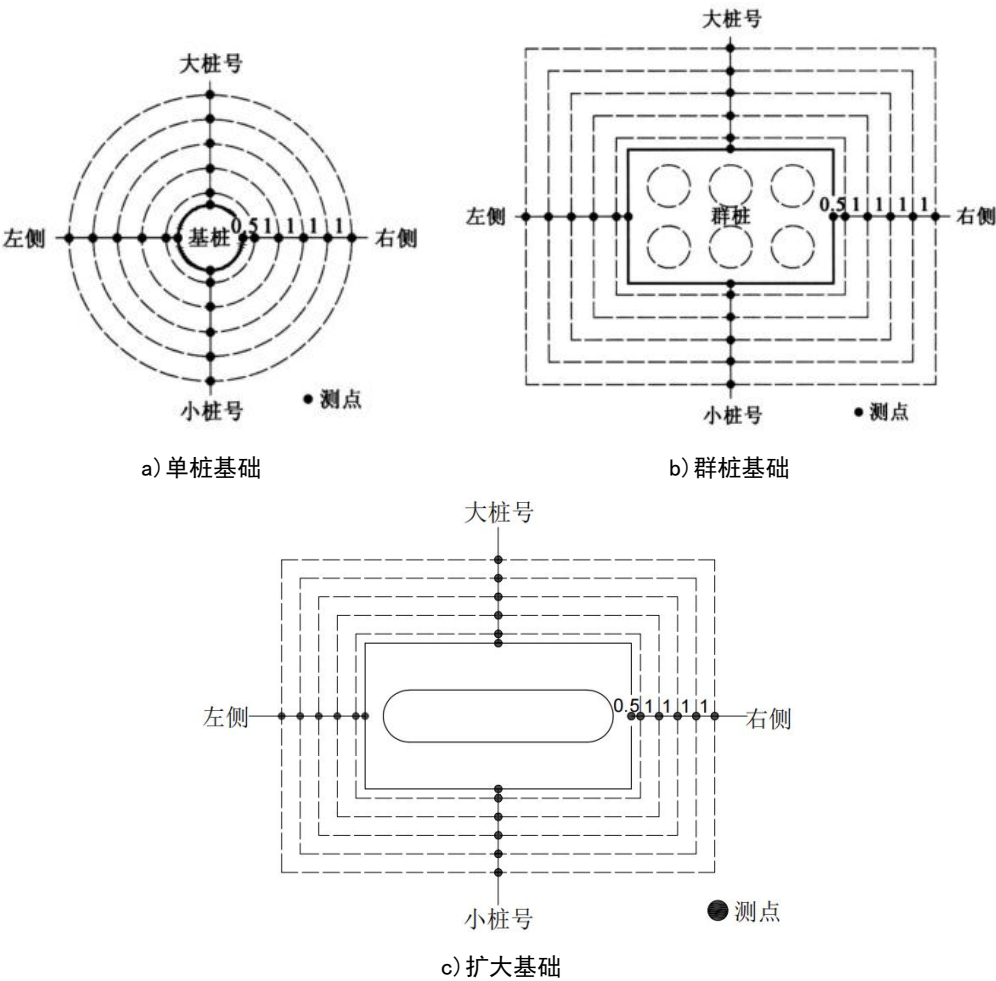


图 2 基础冲刷测点布置示意图 (m)

8.5 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，按 JTG/T H21 进行评定，淘空面积如图 3 所示。

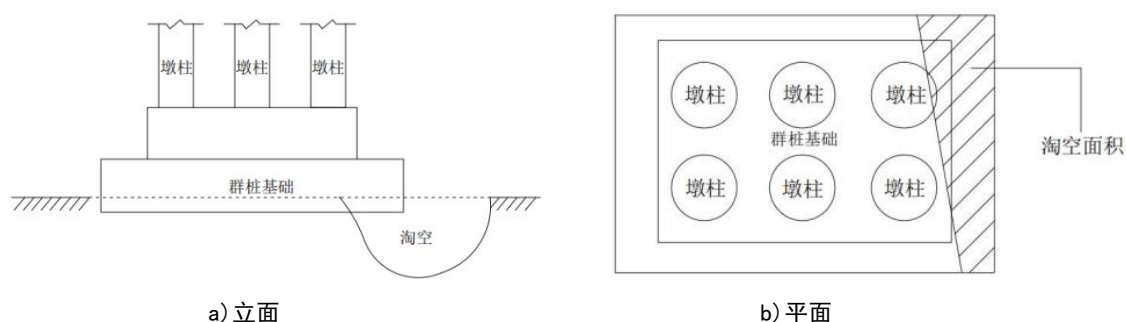


图 3 群桩基础淘空面积示意图

9 河床断面测量

9.1 河床断面基准点的设置应牢固可靠。

9.2 河床断面测量宜采用测深仪、测深杆、测深锤等工具进行。

9.3 河床断面测线宜与桥梁走向平行，布置在桥墩外缘线上、下游 10~20m 范围内，测点间距不大于 5m，如图 4 所示。

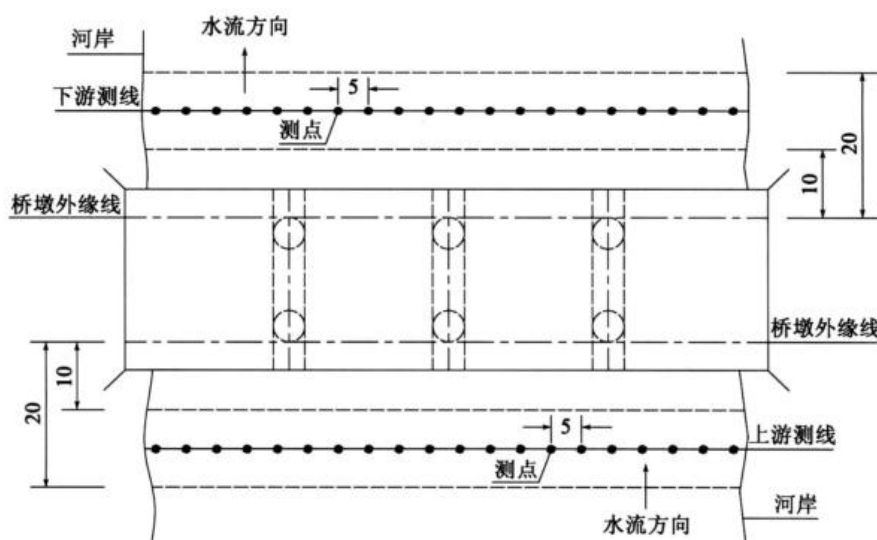


图 4 河床断面测线布置示意图 (m)

9.4 应现场填写桥梁水下构件河床断面测量记录表。记录表应满足本规程附录 F 的要求。

10 检测报告

10.1 工程概况

工程概况应包括下列内容：

- 工程名称、建设或服役龄期、起止点或中心桩号、结构形式、跨径组合、横断面形式、下部结构形式、设计荷载、水下构件基本情况、所处水域环境及现状等主要技术指标；
- 结构整体外貌照片；

c) 收集历史资料、主要尺寸的立面图、平面图及横断面的设计资料。

10.2 检测目的及依据

检测目的及依据应包括下列内容：

- a) 应按结构类型和设计荷载说明检测的目的；
- b) 应列出检测所依据的标准规范、规程、设计图纸、竣工图纸及其他相关资料。

10.3 检测仪器设备

检测仪器设备应包括仪器设备的名称、型号、设备编号、主要技术参数等，可列表给出。

10.4 检测内容与结果

检测内容与结果应包括下列内容：

- a) 水下构件编号、记录规则；
- b) 各检测项目的检测数据和结果汇总，包括典型病害的照片、影像资料、文字说明及分布图、外观检测结果统计表、基础冲刷、河床断面图等；
- c) 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；
- d) 对水下构件技术状况给出综合评价。

10.5 检测报告

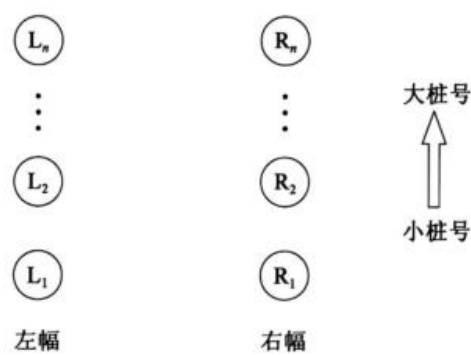
检测报告应结论明确、用词规范、文字简练，对于容易混淆的术语和概念，以文字解释或图例、图像、图标说明，应符合 JTG 5120 和 JTG F80/1 的规定。

10.6 技术建议

技术建议应根据检测结论对结构提出有针对性建议，如养护、维修加固或改扩建等。

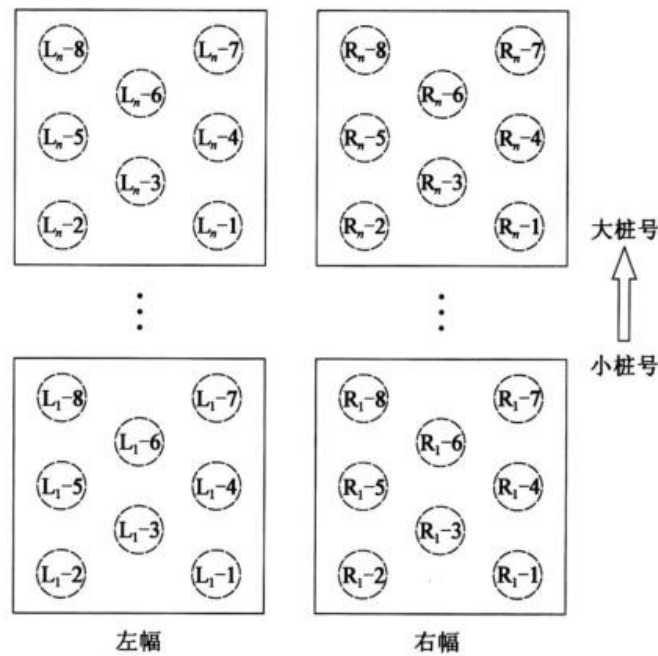
附录 A
(规范性附录)
水下构件编号及病害位置描述规则

A.1 单桩基础的编号应与桥梁墩柱的编号一致，按路线前进方向，左、右幅分别用L、R表示，如图A.1所示。



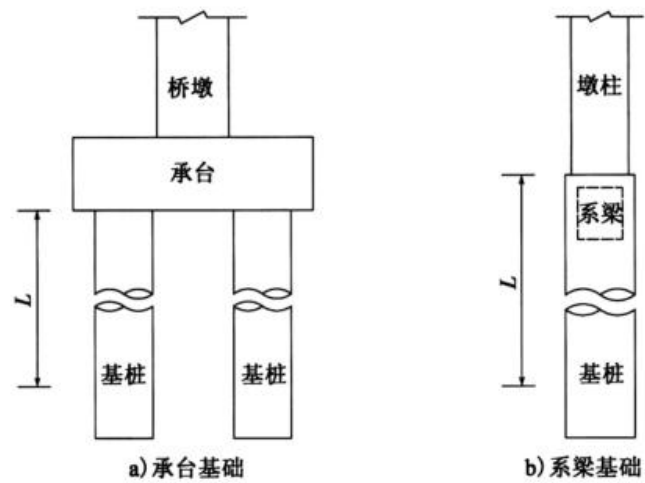
图A.1 单桩基础编号示意图

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



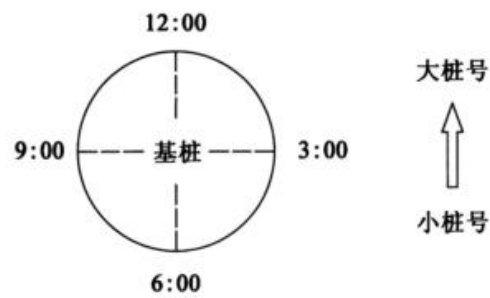
图A.2 群桩基础编号示意图

A. 3 基桩病害竖向位置描述应从桩顶面向下计算，如图A. 3所示。



图A. 3 基桩病害竖向位置描述示意图

A. 4 基桩病害方向位置用时钟方位描述，应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. 4所示。



图A. 4 基桩病害方向位置描述示意图

附录B
(规范性附录)
外观检测表

表 B.1 外观检测表

(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
(规范性附录)
外观检测结果统计表

表 C.1 外观检测结果统计表

(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	损坏类型	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
(规范性附录)
水下构件冲刷检测记录表

表 D.1 水下构件冲刷检测记录表

桥梁名称						
构件名称						
构件编号	方向	径向距离				
		深度 (m)				
	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		

