

ICS 93.140

P67

团 体 标 准

T/CWTCA *****-20**

防波堤工程水下结构三维 成像声纳检测技术规程

Technical Specification for the Detection of Bucket-based Breakwater
Underwater Structure with 3D Sonar Imaging System

(征求意见稿)

20**-**-** 发布

20**-**-** 实施

中国水运建设行业协会 发布

团 体 标 准

防波堤工程水下结构三维成像声纳检测技术规程

T/CWTCA *****-20**

主编单位：华设设计集团股份有限公司

发布单位：中国水运建设行业协会

实施日期：20**年*月*日

人民交通出版社股份有限公司

20** 北京

中国水运建设行业协会关于发布

《（标准名称）》的公告

中水协字〔20**〕 **号

《防波堤工程水下结构三维成像声纳检测技术规程》为中国水运建设行业协会标准，标准编号为 T/CWTCA *****-20**，自 20**年*月*日起实施，由中国水运建设行业协会负责管理和解释。

特此公告。

中国水运建设行业协会

20**年*月*日

制 定 说 明

《防波堤工程水下结构三维成像声纳检测技术规程》是根据中国水运建设行业协会《关于发布 2020 年中国水运建设行业协会团体标准编制计划的通知》（中水协字[2020]98 号）要求，由中国水运建设行业协会组织有关会员单位制定而成。

三维成像声纳在防波堤水下结构检测中得到了越来越广泛的应用，如结构物外观完整性检测、软体排护底检测、抛散物检测、结构物接缝检测等。为进一步规范该项检测工作，提高检测结果的准确性。更好地满足防波堤水下结构检测需求，编写单位在系统总结三维成像声纳水下检测经验和吸收成熟先进技术的基础上，经广泛征求意见和反复修改完善，制定了本规程。

本规程主编单位为华设设计集团股份有限公司。

本规程共分为 5 章和 3 个附录，并附条文说明，本规程编写人员分工如下：

1 总 则：

2 术 语：

3 基本规定：

4 仪器设备：

5 检测：

附录 A 检测任务单：

附录 B 现场作业记录表：

附录 C 检测分析报告：

本规程于 20**年*月*日通过协会审查，20**年*月*日发布，自 20**年*月*日起实施。

本规程由中国水运建设行业协会负责管理和解释。各单位在执行过程中发现的问题和意见，请及时函告中国水运建设行业协会（地址：北京市东城区安定门外大街甲 88 号中联大厦六层，邮政编码：100011）和本规程管理组（地址：江苏省南京市秦淮区紫云大道 9 号，主编单位地址：江苏省南京市秦淮区紫云大道 9 号，主编单位：华设设计集团股份有限公司，邮政编码：210014），以便修订时参考。

目 录

1.0 总 则.....	4
2.0 术语和符号.....	5
2.1 术语.....	5
2.2 符号.....	6
3.0 基本规定.....	7
3.1 一般规定.....	7
3.2 检测作业准备.....	7
4.0 仪器设备.....	7
4.1 硬件配置.....	7
4.2 软件配置.....	7
4.3 仪器安装与校准.....	8
4.4 数据处理.....	10
5.0 检测.....	11
5.1 一般规定.....	11
5.2 结构物外观.....	12
5.3 软体排护底.....	13
5.4 抛散物.....	13
5.5 结构物接缝.....	14
5.6 检测分析报告.....	15
附录 A 检测任务单.....	16
附录 B 现场作业记录表.....	17
附录 C 检测分析报告.....	19
本规程用词说明.....	21
引用标准名录.....	22
条文说明.....	24

1.0 总 则

1.0.1 为规范防波堤水下结构三维成像声纳检测工作，合理制定检测方案，提高检测结果可靠性，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于施工期及运行期防波堤工程水下结构三维成像声纳检测工作。

1.0.3 防波堤水下结构三维成像声纳检测工作除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准及法规的规定。

2.0 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 水下检测 Underwater Inspection

采用指定方法对水下目标的技术指标或形态进行测试的过程。

2.1.2 三维成像声纳 Three-Dimensional Imaging Sonar

利用线阵或面阵声波扫测获取目标物三维点云坐标信息的高精度声纳。

2.1.3 静态工作模式 Static Working Mode

在无姿态等辅助传感器的条件下,声纳在三脚架等固定装置上对目标物进行静态扫测的工作模式。

2.1.4 动态工作模式 Dynamic Working Mode

通过辅助传感器的姿态位置实时修正,声纳在运动载体上对目标物进行动态扫测的工作模式。

2.2 符号

V——最大船速 (m/s) ；

α ——纵向波束角 ($^{\circ}$) ；

H——测区内最浅水深 (m) ；

D——换能器吃水 (m) ；

N——三维成像声纳的实际数据更新率 (Hz) ；

L——测线与结构物净距 (m) ；

a——船舶安全航行的富余距离，根据流速、流向、风浪、船舶性能等因素综合确定。

3.0 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 三维成像声纳可对防波堤工程水下结构物外观、软体排护底、水下抛散物、结构物接缝等进行检测。

3.1.2 三维成像声纳检测工作流程应包括：下发检测任务单、作业准备、现场检测、数据处理。检测任务单见附录 A。

3.1.3 三维成像声纳及相关传感器应定期进行检校。

3.1.4 三维成像声纳检测作业完成后，检测机构应及时出具检测报告。

3.2 检测作业准备

3.2.1 检测作业准备阶段应开展调查，并收集相关资料，分析其可靠性及适用性。收集资料应包含：

- (1) 最新的水文、地形相关资料；
- (2) 工程设计相关资料；
- (3) 施工过程资料；
- (4) 助航标志及航行障碍物情况；
- (5) 其它有关资料。

3.2.2 根据检测任务确定检测方案，方案应包括：检测目的、依据、内容、技术方案、组织方案等。

3.2.3 检测方案应装订成册，由编制、审核人员签名，经审查同意后方可实施。

3.2.4 检测前应落实相应的安全防护、环境保护措施。

4.0 仪器设备

4.1 硬件配置

4.1.1 系统硬件主要由输入设备、数据采集和处理设备、输出设备、连接固定支架和搭载装置等组成。

4.1.2 输入设备应包括三维成像声纳换能器和云台，可选配姿态传感器、罗经、声速仪、定位设备等，选配的辅助传感设备应与三维成像声纳相匹配。

4.1.3 数据采集和数据处理单元应包含接线盒和计算机。

4.1.4 输出设备应包括打印机、绘图机、移动存储器等。

4.2 软件配置

4.2.1 系统软件应包含控制软件、数据采集软件和数据处理软件。

4.2.2 控制软件应具有以下主要功能：

- (1) 采集范围、信号阈值等声纳采集参数设置；
- (2) 可驱动声纳换能器和云台；
- (3) 水下声速设定；
- (4) 可控制姿态传感器、罗经、声速仪、定位设备等辅助传感设备；
- (5) 除上述功能外，动态模式还应包含工程信息、坐标系统、测量船尺寸参数、传感器相对位置坐标等基础信息的输入记录和测线编辑等功能。

4.2.3 数据采集软件应具有以下主要功能：

- (1) 实时屏幕显示扫描扇面内的回波信号；
- (2) 二维声波图像转化三维点云数据；
- (3) 除上述功能外，动态模式还应包括实时屏幕显示导航信息、采集定位、测深、姿态等原始数据及相关的信息。

4.2.4 数据处理软件应具有以下主要功能：

- (1) 点云数据编辑去噪；
- (2) 坐标系统转换；
- (3) 点云数据初步渲染成像；
- (4) 点云数据查看、距离测量、断面分析等基础分析功能；
- (5) 除上述(1)~(4)项功能外，静态模式还应具有多测点点云数据拼接功能；
- (6) 除上述(1)~(4)项功能外，动态模式还应具有计算横摇、纵摇、朝向的校准参数，声速、水位、动吃水及其他的修正，按要求输出水下结构和地形数据等功能。

4.2.5 在此基础上宜具备点云逆向建模、结构物特征提取、目标识别等智能化功能。

4.3 仪器安装与校准

4.3.1 静态模式

4.3.1.1 声纳换能器和云台应固定在三脚架或其他稳定的搭载装置上。

4.3.1.2 整套装置采用坐底式安装，应确保坐底后整套装置的稳定。

4.3.1.3 采用已知尺寸的矩形标记物对仪器进行校准，点云数据与实际尺寸误差

应小于 5cm。

4.3.1.4 声速选择时应确保扫描扇面内回波信号的连续性。

4.3.2 动态模式

4.3.2.1 声纳换能器应安装在噪声低、不容易产生气泡的位置，且应满足系统安装的技术要求。

4.3.2.2 姿态传感器应安装在能准确反映声纳换能器姿态或测船姿态的位置，其方向线应平行于船的艏艉线。

4.3.2.3 罗经安装时应使罗经的读数零点指向船艏并与船的艏艉线方向一致，且无电磁场干扰。

4.3.2.4 定位设备的接收天线应安装在测量船顶部避雷针以下、无信号干扰的位置。

4.3.2.5 系统所使用的设备应按照仪器规定的技术要求接地。

4.3.2.6 系统各配套设备的传感器位置与测量船坐标系原点的偏移量应精确测量，读数至 1cm，往返各测一次，水平和竖直方向往返测量误差应小于 2cm，在限差范围内取其均值作为测量结果。

4.3.2.7 系统安装以后，应测定声纳换能器的静吃水和动吃水。

4.3.2.8 系统各配套设备的传感器的位置变动或更换，应重新测定和校准。测量期间如系统受到外力，应重新校准。

4.3.2.9 系统应定期进行误差测定与校准。

4.3.2.10 系统的误差测定与校准应包括定位时延、横摇偏差、纵摇偏差、艏向偏差、综合测深误差、与单波束测深仪的测深精度比对、定位中误差等项目。校准一般按定位时延、横摇偏差、纵摇偏差、艏向偏差等顺序进行。

4.3.2.11 横摇偏差的测定与校准宜选择在水深大于或等于测区内的最大水深、水下地形平坦的水域进行，对于单个换能器在同一测线上相反方向相同速度测量两次为一组，取三组或以上的数据计算校准值，中误差应小于 0.05° 。

4.3.2.12 纵摇偏差的测定与校准宜选择在水深大于或等于测区内的最大水深、水下坡度 10° 以上的水域或在水下有礁石、沉船等明显特征物的水域进行，在同一条测线上相反方向相同速度测量两次作为一组，取三组或以上的数据计算校准值，中误差应小于 0.3° 。

4.3.2.13 艏向偏差的测定与校准宜选择在水深大于或等于测区内的最大水深、水下坡度 10° 以上的水域或在水下有礁石、沉船等明显特征物的水域进行，使用两条平行测线(测线间距应保证边缘波束重叠不少于 10%)以相同速度相同方向各测量一次作为一组，取三组或以上的数据计算校准值，中误差应小于 0.1° 。

4.3.2.14 经过定位时延、横摇偏差、纵摇偏差和艏向偏差测定与校准后，应对其综合测深误差进行测定。综合测深误差的测定应选择在水深大于或等于测区内的最大水深、水下地形平坦的水域按正交方向分别布设测深线进行测量，并比对重叠部分的水深，水深比对不符值的点数不应超过参加总比对点数的 15%，比对不符值的最大差值不超过 0.1m。

4.4 数据处理

4.4.1 点云数据处理时，应根据工程资料、目标物特征、声纳参数设置、点云信息等进行综合分析。

4.4.2 数据处理应包括点云编辑、去噪、拼接、三维渲染、目标物特征提取、坐标转化、测量分析等内容。

4.4.3 计算点云地理坐标应结合俯仰角、扫描方位角、点云像素坐标以及姿态传感器、罗经、定位设备等传感器数据综合计算。

4.4.4 动态模式处理后的点云图应根据项目需要提取结构物数据进行逆建模、断面分析等处理或者按要求绘制水下地形图。

4.4.5 基于点云数据进行检测时，应结合图纸和点云图像突变进行分析，尺寸和距离测量，应进行 3 次以上选择和量测，并取均值，两次量测结果之间的偏差不应超过 10 倍最小成图单元尺寸。

4.4.6 对点云数据显示可疑区域各项数据进行核实，数据准确无误后进行复测，必要时应潜水探摸。

4.4.7 数据处理过程中发现下列问题时应及时进行补测或重测：

- (1) 声纳信号质量差、点云噪声影响目标物识别等情况；
- (2) 使用的系统未按规定校准或比对精度超限；
- (3) 动态模式测量区域内点云数据漏空或相邻测深线的重叠带宽度小于 10%；
- (4) 动态模式测量船速超过最大限速；
- (5) 动态模式相邻测线数据拼接误差超限；

(6) 其他需要补测或重测的问题。

5.0 检测

5.1 一般规定

5.1.1 静态模式下测点布设应根据工程需要初步确定,并根据现场情况进行调整优化,设备坐底位置应避开障碍物和陡坡地段;动态模式下测线布设应结合工程扫测需要、等深线走向、潮流的走向等因素确定,并在施测前输入软件系统。

5.1.2 静态模式下对于有拼接要求的相邻测点,两次扫测的重叠区域不小于 15° ,且重叠区域内有3组以上的不共线标记物;动态模式下测线的间距应不大于有效扫测宽度的80%,有效扫测宽度可根据声纳波束开角和水深估算。

5.1.3 扫测前应在作业条件下进行设备调试,各参数的选择应保证测点精度和密度达到检测要求,在设备运行、数据传输稳定后方可进行作业。

5.1.4 扫测过程中应实时监控点云数据的覆盖情况、回波信号的质量以及各传感器数据传输情况,并及时作出调整,保持设备运行和数据传输稳定。

5.1.5 扫测过程中发现异常噪声、覆盖不足或点云漏空等情况,应及时进行补测或重测;发现特殊目标物,应利用三维成像声纳中间区域的波束从不同方向进行加密扫测。

5.1.6 在动态模式下,对测量船的航行速度应进行实时监控,测量时的最大船速按式(5.1.6-1)计算:

$$v=2\tan(\alpha/2) \times (H-D) \times N \quad (5.1.6-1)$$

式中: v —最大船速,单位为米每秒(m/s);

α —纵向波束角,单位为度($^{\circ}$);

H —测区内最浅水深,单位为米(m);

D —换能器吃水,单位为米(m);

N —三维成像声纳的实际数据更新率,单位为赫兹(Hz)。

5.1.7 作业过程中应现场填写三维成像声纳外业记录(参见附录B),真实记录外业测量中检查、比对、发生的各种事件及系统的关键参数设置。

5.1.8 作业过程中,应设置提醒标志,避免船舶靠近,以保护仪器安全。

5.1.9 数据采集过程中,出现下列情况应及时暂停数据采集:

(1) 由风浪或过往船只引起的水面层噪声增加,应等水面恢复平静状态后继续扫测;

- (2) 搭载装置在水流作用下发生抖动，应等水流稳定后，重新开始扫测；
- (3) 搭载装置发生倾倒，应及时将装置提出水面，检查装置连接的稳定性和各线缆连接处的防水措施，检查完毕后调整测站位置重新扫测；
- (4) 数据传输或系统发生故障应立即停止作业，待查明原因并对相关设备进行检测和校准后方可继续作业。

5.2 结构物外观

5.2.1 水下外观检测应包含结构物完整性、缺陷尺寸和位置等。

5.2.2 水下外观完整性检测作业前资料收集应符合 3.2.1 条规定，重点查阅结构设计图、制作及安装施工记录和相关检测报告，分析易发生局部破损的区域。

5.2.3 水下外观完整性检测应优先选用静态工作模式，当水下地形复杂或风浪较大，静态搭载装置无法正常工作，可选用动态工作模式。

5.2.4 静态工作模式适用于水下外观完整性检测的所有检测内容，动态工作模式仅用于水下外观完整性的定性判断。

5.2.5 采用静态工作模式时，测点布置除应符合 5.1 节的规定外，其与结构物直线距离宜控制在 5m~15m。

5.2.6 采用动态工作模式时，测点布置除应符合 5.1 节的规定外，尚应符合以下规定：

- (1) 测线布设包括平面布置和同一平面位置上的云台俯仰角调整。
- (2) 测线平面布置应与防波堤轴线方向平行，且距离应满足下式：

$$a \leq L \leq 15 \quad (5.2.6-1)$$

式中：L—测线与结构物净距（m）；

a—船舶安全航行的富余距离，根据流速、流向、风浪、船舶性能等因素综合确定。

(3) 云台俯仰角调整应根据结构物高度确定，同一测线需多个俯仰角扫测时，相邻俯仰角对应的扫测重叠区域不小于 15°。

5.2.7 静态工作模式时，施测要求应符合 5.1 节的规定，数据处理应符合 4.4 节的规定。

5.2.8 动态工作模式时，施测要求应符合 5.1 节的规定，数据处理应符合 4.4 节的规定。

5.2.9 水下结构外观缺陷应结合三维点云图的整体观察和局部尺寸测量进行识别，对缺陷怀疑区可采用人工水下探摸进行验证。

5.3 软体排护底

5.3.1 软体排护底检测内容应包括搭接宽度、铺设范围、排体形态。

5.3.2 软体排护底检测作业前资料收集应符合 3.2.1 条规定，重点查阅作业区域的设计图、竣工图、水深数据和水底地形图。

5.3.3 软体排护底检测应优先选用静态工作模式，当水下地形复杂或风浪较大，静态搭载装置无法正常工作，可选用动态工作模式。

5.3.4 排体搭接宽度检测水深宜大于 1m 且不宜超过 35m；流速不应超过 1m/s；检测测点布置应符合 5.1 节的规定，同时沿通条搭接方向至少每 20m 设置一个测点。

5.3.5 排体搭接宽度检测精度不应低于 0.05m。

5.3.6 排体铺设范围检测测点设置除应符合 5.1 节的规定外，尚应符合下列规定：

(1) 测区布置具有代表性且均匀分布；

(2) 测区内设计守护区域边缘每隔 200m~300m 取一个检测点，重点区域加密布置。

5.3.7 排体铺设范围检测精度不应低于 0.1m。

5.3.8 软体排护底检测施测要求应符合 5.1 节的规定，数据处理应符合 4.4 节的规定。

5.4 抛散物

5.4.1 抛散物检测内容应包含抛散物的位置、范围、厚度、平整度。

5.4.2 抛散物检测作业前资料收集应符合 3.2.1 条规定，重点查阅护脚抛散物的设计图、施工记录、水深测量报告。

5.4.3 抛散物检测宜选用动态工作模式。

5.4.4 抛散物检测侧线布置除应符合 5.1 节的规定外，尚应符合以下规定：

5.4.4.1 测线平面布置应与防波堤轴线方向平行，且距离应满足下式：

$$a \leq L \leq 15 \quad (5.4.4.1-1)$$

式中：L—测线与结构物净距（m）；

a—船舶安全航行的富余距离，根据流速、流向、风浪、船舶性能等

因素综合确定。

5.4.4.2 云台俯仰角应根据护脚抛散物的范围和高度确定，应尽量在一固定俯仰角下覆盖被测抛散物，当同一测线需多个俯仰角扫测时，相邻俯仰角对应的扫测重叠区域不小于 15° 。

5.4.4.3 测线布置应根据项目特点及所处部位的重要性综合考虑，关键部位或易产生缺陷的部位应加密。

5.4.5 检测精度应符合以下规定。

5.4.5.1 水下抛散物位置、范围检测精度不应低于 0.2m。

5.4.5.2 厚度检测精度在水深小于或等于 20m 时不应低于 0.4m；水深大于 20m 时不应低于 0.02 倍水深。

5.4.5.3 平整度检测平面精度不应低于 0.3m，高程精度在水深小于或等于 20m 时，不应低于 0.4m；水深大于 20m 时，不应低于 0.02 倍水深。

5.4.6 抛散物检测施测要求应符合 5.1 节的规定，数据处理应符合 4.4 节的规定。

5.4.7 水下抛散物位置、范围、厚度、平整度检测宜在抛投作业完成后及时进行，或可根据设计要求和水下底质变化情况适时开展。

5.5 结构物接缝

5.5.1 结构物接缝质量检测内容应包含接缝宽度、接缝错台、接缝封堵、搭接缝前沿局部冲淤情况。

5.5.2 接缝质量检测作业前资料收集应符合 3.2.1 条规定，重点查阅接缝设计图、施工记录等。

5.5.3 接缝质量检测应选用静态工作模式。

5.5.4 接缝质量检测测点布置除应符合 5.1 节的规定外，单个搭接缝至少应布置 3 个测点，测点距离搭接缝不超过 10m。

5.5.5 接缝质量检测施测要求应符合 5.1 节的规定，数据处理应符合 4.4 节的规定。

5.5.6 接缝宽度及错台检测要求应符合 5.2 节的规定。

5.5.7 接缝封堵质量检测方法应结合堵缝方案，按下列规定执行：

5.5.7.1 采用混凝土膜袋结合钢管桩堵缝方案，接缝封堵质量检测应根据三维点云图分析膜袋脱落、钢管倾斜、钢管空隙宽度等。

5.5.7.2 采用预制块堵缝方案，接缝封堵质量检测应根据三维点云图分析相邻预制块空隙、倾斜、破损、挡板入泥深度等。

5.5.8 搭接缝前沿局部冲淤情况检测应在护脚施工前分别量取结构物搭接缝下方及前沿泥面高差。

5.6 检测分析报告

5.6.1 检测成果资料应包含检测分析报告和相关附件资料。

5.6.2 检测报告应客观真实，数据准确可靠。

5.6.3 检测分析报告应由封面、扉页、目录、正文和附件等部分组成。

5.6.4 检测分析报告应详细反映检测结果（包括相关资料和图片）及分析。检测报告内容应包括工程概况、检测依据、工作时间、检测内容、检测方法、主要参加人员、检测仪器设备、检测结果及分析及结论与建议等内容。检测分析报告格式可参考附录 C。

附录 A 检测任务单

表 A.0.1 检测任务单

任务编号：

工程名称		工程地点		
委托单位		联系电话		
检测部门		联系电话		
检测项目	检测内容	检测数量	技术标准	备注
技术负责人 (签字)	年 月 日	审核(签字)	年 月 日	
说 明	1、检测方案应注明编写人员； 2、检测任务书应通过检测单位技术负责人签字有效；			

附录 B 现场作业记录表

B.0.1 静态工作模式现场作业记录表

工程名称：日期：天气：流速：检测船舶：

测点号	时间	声速	扫描距离	工作频率	扫测范围 (水平角)	扫测范围 (俯仰角)	保存路径	备注
测点布置示意图								

检测员：技术负责人：

第 页 共 页

B.0.2 动态工作模式现场作业记录表

工程名称： 日期： 天气： 流速： 检测船舶：

测线号	时间	平均航速	工作频率	幅宽	保存路径	数据质量	备注

检测员： 技术负责人： 第 页 共 页

附录 C 检测分析报告

表 C.0.1 三维成像声纳检测分析报告

三维成像声纳检测分析报告

检测报告编号：

委 托 单 位 ： _____

项 目 名 称 ： _____

委 托 日 期 ： _____

检测单位名称（盖章）

编写日期

检 测 报 告

本报告正文应包括下列内容：

- （1） 工程项目及检测概况。
- （2） 检测依据
- （3） 工作时间
- （4） 检测内容
- （5） 检测方法
- （6） 主要参加人员
- （7） 检测仪器设备
- （8） 检测结果及分析
- （9） 工程建议
- （10） 检测、审核、签发人员的签名。
- （11） 检测与监测机构的相关资质。

本规程用词说明

D.0.1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度的用词用语说明如下：

(1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

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，在条件许可时可首先应这样做的：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的采用“可”。

D.0.2 条文中指应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的有关规定”或“应按……执行”

引用标准名录

- 1 《海道测量规范》（GB 12327）
- 2 《多波束测深系统测量技术要求》（JTT 790）
- 3 《水运工程测量规范》（JTS 131）
- 4 《航道整治工程水下检测与监测技术规程》（JTS-T 241）
- 5 《水运工程水工建筑物检测与评估技术规范》（JTS 304）
- 6 《防波堤与护岸设计规范》(JTS 154)

附加说明

本规程主编单位和主要起草人

主编单位：华设设计集团股份有限公司

主要起草人：

防波堤工程水下结构三维成像声纳检测技术规程

条文说明

目 录

1.0 总 则.....	26
3.0 基本规定.....	27
3.1 一般规定.....	27
4.0 仪器设备.....	28
4.1 硬件配置.....	28
4.2 软件配置.....	28
4.4 数据处理.....	28
5.0 检测.....	29
5.2 结构物外观.....	29

1.0 总 则

1.0.1 防波堤是防御波浪入侵，形成一个掩蔽水域所需要的水工建筑物，其水下结构物外观、软体排护底、抛散物以及结构物接缝的质量关系到工程安全性、适用性和耐久性。三维成像声呐是精度较高，使用方便的水下检测设备。本规程的制定旨在为三维成像声呐在防波堤水下结构检测的推广应用提供依据。

3.0 基本规定

3.1 一般规定

3.1.3 三维成像声纳及相关传感器应定期检校目的在于建立、保持和证明设备的计量溯源性、改善设备测量值与参考值之间的偏差及不确定度、提高设备不确定度的可信性以及确定设备性能是否发生变化。

4.0 仪器设备

4.1 硬件配置

4.1.2 输入设备中的三维成像声呐换能器包括发射换能器和接收换能器，主要作用为将声呐发射机输出的电信号转换成声信号辐射到水中去，或将接收到的水声信号转换成电信号的器件。云台可带动声呐左右、上下转动，从而实现大范围的扫测，主要作用就是拓展设备的自由度和工作空间。

4.2 软件配置

4.2.4 点云数据编辑去噪即为去除因周围噪声形成的无用点云数据，保留有效点云数据，去噪目的在于保证有效数据的基础上减小点云数量，提高数据处理效率以及利于检测结果的准确判断；点云数据初步渲染成像即为将点云数据整体渲染后将检测结果以图像形式直观呈现，利于对结果的定性判断；静态模式应具有多测点点云数据拼接功能为将多测点采集的数据拼接成一个整体，目的在于完整呈现结构图像。

4.4 数据处理

4.4.1 点云数据处理时需要充分结合现有工程资料，包括施工、设计和养护资料，有助于数据处理过程中能够保留有效数据，提高检测结果真实有效。

4.4.6 潜水探摸人员开始应具备相关专业知识和经验，探摸前应对探摸人员进行相关技术和安全交底。

5.0 检测

5.2 结构物外观

5.2.3 静态工作模式精度高，操作简单，对工作环境要求高，风浪、地形等对其均有一定影响，动态模式前期准备工作复杂，精度低于静态工作模式，一般用于水下检测内容的定性判断，因此条件许可下，优先选择静态工作模式。