

Blue View 5000 型三维成像声呐在桥梁墩柱结构水下检测中的应用

蔡林桓

(武汉长江航道救助打捞局, 湖北 武汉 430014)

摘要: 本文主要介绍了 Blue View 5000 型三维成像声呐的组成和基本工作原理及其在桥梁墩柱结构水下检测中的应用。根据实际结果显示, 三维成像声呐能够通过多站扫测的方式快速、精确地获取桥梁墩柱结构在水下的具体信息, 同时能够对桥墩附近河床地形进行探测, 为桥梁运营维护提供数据支撑。

关键词: 三维成像声呐; 桥梁墩柱; 水下检测

中图分类号: U443.22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 09—0092—03

1 绪论

1.1 引言

近年来我国基础设施建设速度迅猛, 桥梁作为交通运输的重要组成部分, 在经济发展中起着非常重要的作用。桥墩基础是桥梁结构的主要承重构件, 与桥梁结构耐久性直接相关, 水下桥墩基础属隐蔽工程, 容易受到水流冲刷、漂流大块石或过往船只的碰撞等不确定因素影响, 由于水流的长期冲刷可能会导致桥梁桥墩周围泥沙被掏空或桩基外露, 从而产生安全隐患, 因此需探明桥梁墩柱的水下状况, 为桥梁的运营提供依据。本文依托某工程为研究背景, 基于 Blue View 5000 型三维成像声呐技术, 探寻三维成像声呐在桥梁墩柱结构检测中的应用。

2 三维成像声呐

Blue View 5000 型三维成像声呐系统又可以称为水下三维全景成像声呐系统, 每次发射上百个波束形成一个扇面, 通过云台的水平旋转 (Pan) 和倾斜变化 (Tilt) 实现空间场内点云数据的获取。Blue View 5000 声呐可用于水底地形, 水下建筑、结构的高分图像生成, 该设备设计紧凑, 体积小便于在各种平台上安装, 且操作简便, 一键成像, 可根据需求生成扇形扫描或者球面扫描的水下三维点云图像。

2.1 三维成像声呐的系统组成

三维成像声呐系统 (BV5000) 主要由软件和硬件两个部分组成。硬件部分主要由数据传输线缆、甲板单元、云台、换能器四个部分组成, 主要硬件展示如图 1。而软件主要使用仪器开发团队提供的 BlueViewer 和 Proscan 和 leica 的 Cyclone 点云处理软件。

签注前予以纠正。有些缺陷表现为不符合厂家的产品要求, 如本文所述的设备, 为了实现更好更优的分离效果, 设备周边附件如加热器、调节器、控制空气、工作水及工作水的压力水柜等均是该系统的检验部分, 某些形式的缺陷只要没有影响设备使用, 没有导致设备不符合公约强制要求, 虽然缺陷对整套系统仍存在一定使用风险或消耗厂家的设计冗余, 验船师可以以“NC”的形式进行签注, 签发短期证书, 给予一定的时间纠正。

4 结束语

舱底水分离系统是船舶机舱防污染的关键性设备之一, 而离心式分离系统因其原理和构造的特殊性, 具

有诸多无与伦比的优点, 相信在不久的将来, 会越来越频繁地出现在各种类型的船舶上, 我们都应该与时俱进, 掌握这类新型的离心式油水分离器的检验能力, 这样才能切实提高检验质量, 避免船舶被滞留。

参考文献:

[1] 国际海事组织, 经 1978 年议定书修订的 1973 年国际防止船舶造成污染公约 (综合文本), 中国海军司令部航海保障部, 2011.

[2] 海上环境保护委员会, MEPC.107(49) 决议通过的《经修订的船舶机舱舱底水防污设备的导则和技术条件》.

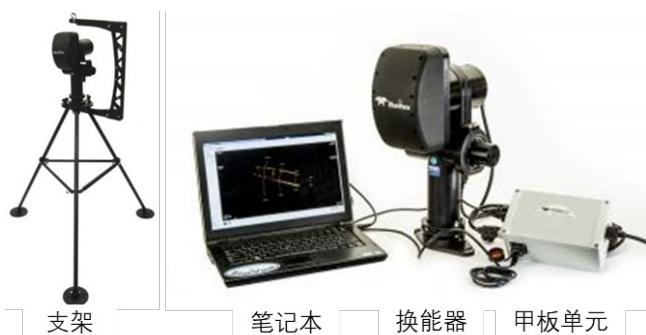


图1 BV5000 硬件示意图

2.2 三维成像声呐的工作原理

三维成像声呐系统（BV5000）主要依据声学测距的方式水下目标到声呐的距离。在 BV5000 工作时，首先由水声换能器发射一组声波，产生一个固定方向角的扇形扫描区域或者球形扫描区域，当声波到达目标后发生反射，返回的信号被换能器接收，再转变为电信号的形式将信息传给甲板单元和控制终端。终端对接收的信号进行处理和分析还原出反射目标的相对空间坐标，然后在显示器上通过点云图像来反应。BV5000 在 $45^\circ - 360^\circ$ 的扫描区域均匀发射 256 个波束，然后通过云台在水中的旋转来获取待扫描区域的三维点云图像^[1]。

表1 三维成像声呐相关技术参数

名称	技术指标
扇面和球面扫描区域	$45^\circ - 360^\circ$
视角	$45^\circ \times 1^\circ$
频率	1350Hz
扫描范围	30m
波束数量	256
波束角度	$1^\circ \times 1^\circ$
波束间隔	0.18°
分辨率	0.02m
空气中质量	12Kg
水中质量	4.5Kg

2.3 检测方式

本次桥墩扫描的总方案为：通过三维图像声呐对涉水墩台水下部分进行多站扫描，对扫描图像进行拼接分析，获得水下墩柱形态及冲刷情况。

BV5000 声呐系统有效探测范围为 30 m，为获得结构物体或整个区域内的三维图像，通常需设立多个扫描测站，从不同的方位进行观测，获取若干幅扫描图像，然后经过拼接形成一个完整的目标物。一般根据检测目的、目标物形状、尺寸设置一个或多个测站，最后通过数据处理完成图形的拼接^{[2]-[4]}。

对桥墩区域附近的水流的流速及流向等数据进行现场采集，结合作业点位布置声呐平台，以不危害桥墩安全为首要原则，保持足够的距离，或靠近柔性接触，根据各个墩台的形态特点，以及三维成像声呐的扫描原

理，在每个桥墩周围布置 4 个扫描点，扫描点示意图如下。

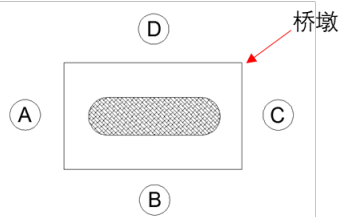


图2 三维图像声呐测点布置示意

三维成像声呐系统对桥梁桥墩进行全方位的检测，通过远程控制软件来控制其开始扫描。根据点位情况的不同，扫描时选择不同的角度，确保不能遗漏任何目标物^{[6]-[7]}。

3 应用实例

3.1 工程概况

某大桥全长 7370m，中心里程为 k32+821，以 (60+100+60)m，连续梁上跨在建汉鄂快速通道。汉鄂快速通道该段设计为桥梁，道路与线路大里程夹角为 28.6° 。道路设计宽度 26m，路面设计标高 22.5m。箱梁横截面为单箱室直腹板，箱梁顶板宽 12.2m，厚 48 cm，底板宽 6.0m，底板厚由跨中的 38 cm 按圆曲线变化至中支点梁部的 97.6 cm，中支点处加厚到 140cm，腹板厚分别为 45，60，90，100 cm；端支座处及边跨直线段和跨中心处梁高为 4.53 m，中支点截面中心处梁高 6.83m，梁高按圆曲线变化，圆曲线半径 R=488.546 m；全桥共设 5 道横隔梁，分别设于中支点、端支点、和中间跨跨中截面，中支点处设置厚 2.5m 的横隔梁、边支点处设 1.45m 厚的端隔梁、跨中合龙段设厚 0.4m 的中横隔梁，横隔梁设有孔洞，供检查人员通过。本项目针对涉水的 3 座桥墩，对其进行检测，查明其结构病害和破损情况。

3.2 桥梁墩柱结构检测流程

三维图像声呐对桥梁墩柱结构检测流程如图 3 所示：

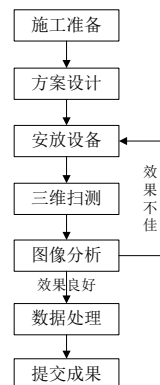


图3 水下墩柱扫描流程

首先,施工前需要对三维成像声呐进行调试确保设备在施工现场能够正常工作,根据桥墩形状设计声呐布设点位,具体方案如图3,然后根据设计的方案将三维图像声呐放入水中,待仪器稳定后开始扫测,三维图像声呐可以当场进行简单判读,检查墩台水下部分有没有出现破损情况,如果有该情况,则记录位置,大概尺寸等相关数据,后期定量分析进行重点关注^[5]。

三维点云数据的拼接建模,是数据处理最烦琐、难度最大的过程。首先要根据各个测站的位置,寻找相邻测站的同名目标。同名目标的质量和数量决定了拼接建模的精度和效果。选定同名目标时,应当选择清晰、完整的目标,并进行准确的框选。数据处理拼接软件会根据同名目标采用最小二乘法对点云数据进行加权误差分配,形成两站间三维点云数据的拼接建模。

最后采用三维软件中量具对结构的尺寸进行测量,与设计尺寸进行校核,以确保正确判断桩基缩径病害。

3.3 桥梁墩柱结构水下检测

通过对三维点云数据拼接建模后形成的效果图如下:

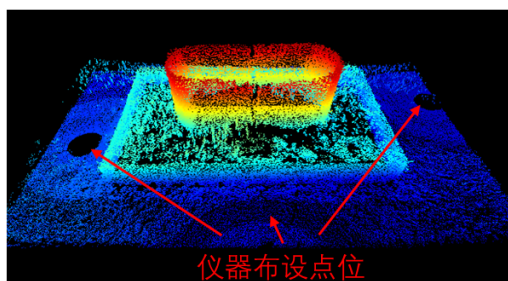


图4 三维图像声呐扫测效果图

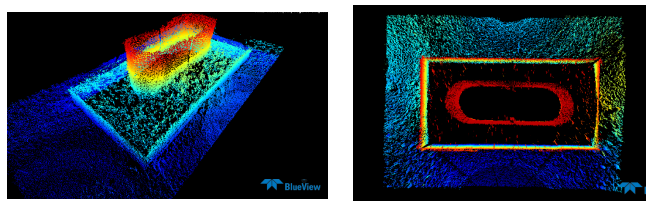


图5 某涉水桥墩三维点云图(侧视图+俯视图)

从图5可以看出三维成像声呐生成的点云图像,通过高层分层设色的方法,可以清晰地反应桥梁桥墩、承台在水下的具体状况,以及桥墩附近河床的是否存在冲刷或淤积现象。

3.4 三维成像声呐检测结果分析

通过三维点云数据进行分析,三维图像声呐在桥墩检测中可以达到如下效果:

(1) 能够反映桥梁墩柱在水下的真实结构,能够查明墩以及承台外露部分结构是否完整,有无混凝土破

损。

(2) 能够对墩以及承台外露部分结构进行测量尺寸,如出现大面积混凝土破损能够进行定位,并进行尺寸量测。

(3) 能够对桥墩附近河床地形进行探测,查明有无局部冲刷、淤积等现象。

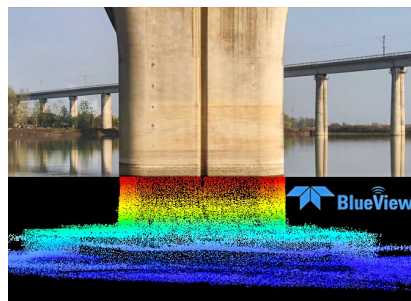


图6 三维成像声呐墩柱水上水下效果结合图

4 总结

综上,三维成像声呐系统能够直观的获取水下桥墩的结构,高分辨率的点云数据清晰直观,具有可量测性,能够很好地解决涉水桥墩处于水下,隐蔽难以探查的难点,同时能够对桥墩附近河床地形进行探测,查明有无局部冲刷、淤积等现象,为桥梁运营维护提供数据支撑。

参考文献:

- [1] 查文富,毕文焕等,三维成像声呐在水下沉船扫测中的应用,长江航运研究,2017(04):0-63;
- [2] 时振伟,刘翔,张建峰,李腾等,三维成像声呐BV5000在水下测绘领域中的应用,气象水文海洋仪器,2013(3):6248-52;
- [3] 杨志,王建中,范红霞等,三维全景成像声呐系统在水下细部结构检测中的应用,水电能源科学,2015,33(6):59-62;
- [4] 吉同元,李鹏飞,徐亮,三维成像声呐在重力式码头工程中的应用,水运工程,2018(5):105-108;
- [5] 杨晓明,韦国志,查庆,熊文,殷新锋.桥墩基础病害水下检测方法的对比与应用[J].公路与汽运,2019(05):128-132.
- [6] 杨建明,冯寅,孙红亮,占建,周云龙.三维多波束实时声呐系统在桥基冲蚀探测中的应用[C]//第十五届全国工程物探与岩土工程测试学术大会论文集.[出版者不详],2017:369-375.
- [7] 王彬,吴振磊,蔡林桓,康路遥,许吉羊.桥梁墩柱水下检测技术研究[J].中国水运,2020(08):41-43.DOI:10.13646/j.cnki.42-1395/u.2020.08.015.