

《船载水陆一体化点云测距系统 校准规范》

试验报告

规范起草组

2023 年 8 月

目 录

1.校准用设备	4
2.校准方法	5
3 校准结果分析	7

说 明

根据国家市场监督管理总局文件《市场监管总局办公厅关于国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划有关事项的通知》（市监计量发[2022]70号）的要求，浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）组织成立了《船载水陆一体化点云测距系统校准规范》国家计量校准规范起草小组，承担校准规范的制定工作。

本校准规范编制原则是根据国家技术规范 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》的主要内容（如计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果的表达式、测量不确定度评价示例等），在试验中使用了美国 RIEGL 公司生产的 VZ-1000 扫描仪、美国 SONIC 公司生产的 2020 多波束测深仪、美国 Trimble 公司生产的 POS MV elit 惯性导航系统、加拿大 AML 公司生产 Micro•X SV 声速剖面仪、北京海卓同创有限公司生产的 SVS 1500 表层声速仪集成的船载水陆一体化点云测距系统。试验对象具有一定的操作性、可执行性、推广性和实用性。

起草组提供以下论据（包括试验、比对数据等）证明编写的指标、参数、技术要求、试验方法等内容是否满足校准规范的要求，是否具有可操作性、可执行性和实用性。

1.校准用设备

船载水陆一体化点云测距系统校准的试验设备与设施有：

(1) 球棒：应包含球型靶标和连接杆；球型靶标表面应漫反射，无投射型靶标（推荐选用表面喷砂处理的不锈钢制品），直径不小于0.5 m，直径变化量不大于3 mm；连接杆（推荐选用不锈钢制品）长度5 m，每隔0.3 m应设置定位点，各定位点距两球型靶标球心连线的距离不大于3 mm。



图 1-1 球棒

(2) 钢卷尺：测量范围0 m~10 m，准确度等级Ⅱ级。



图 1-2 钢卷尺

(3) 全站仪：测距Ⅰ级，测角最大允许误差 $\pm 0.5''$ ，免棱镜。



图 1-3 全站仪

(4) 室外试验平台：便于安装校准装置，水底平台，水深大于7 m，无水流，便于船舶航行。



图 1-4 室外试验平台

2.校准方法

在试验中使用了美国RIEGL公司生产的VZ-1000扫描仪、美国R2公司生产的SONIC 2020多波束测深仪、美国Trimble公司生产的POS MV elit惯性导航系统、加拿大AML公司生产的Micro•X SV声速剖面仪、海卓同创生产的SVS 1500表层声速仪集成的船载水陆一体化点云测距系统作为试验样机进行校准，船载水陆一体化点云测距系统是将多波束测深深系统、三维激光扫描仪和定位设备、姿态测量设备等多种传感器集成于一体，使用多波束测深系统对水下地形进行量测，使用三维激光扫描仪对陆域地形进行量测，并使用定位设备和姿态测量设备获取位置信息和姿态信息，实现对近岸的水上水下地形数据同步、高精度、高效率采集。具体原理示意图如下：

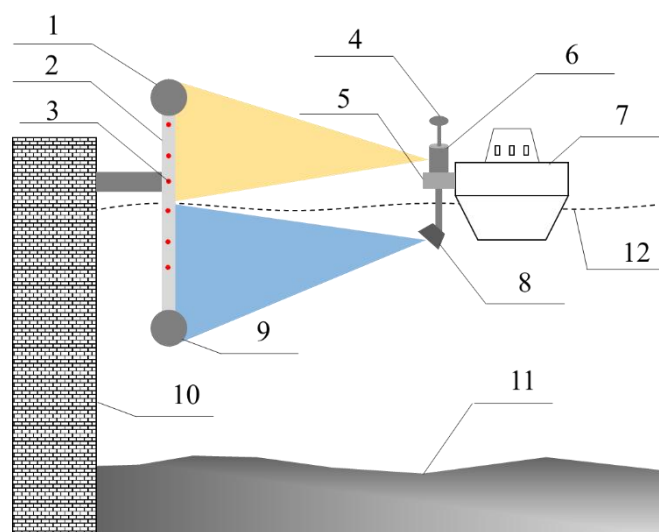


图 2-1 船载水陆一体化点云测距系统校准原理

1—球型靶标1；2—连接杆；3—定位点；4—定位仪；5—姿态仪；
6—三维激光扫描仪；7—测量船；8—多波束测深仪；9—球型靶标2；
10—试验平台；11—水底；12—水面；

具体校准步骤如下：

对船载水陆一体化点云测距系统水上水下点云一致性校准，规范通过研发校准装置来进行校准，校准装置如图2-2、图2-3、图2-4。校准装置包括目标球、连接杆。并按照规范给出的校准方法对水陆一体化点云测距系统进行校准。

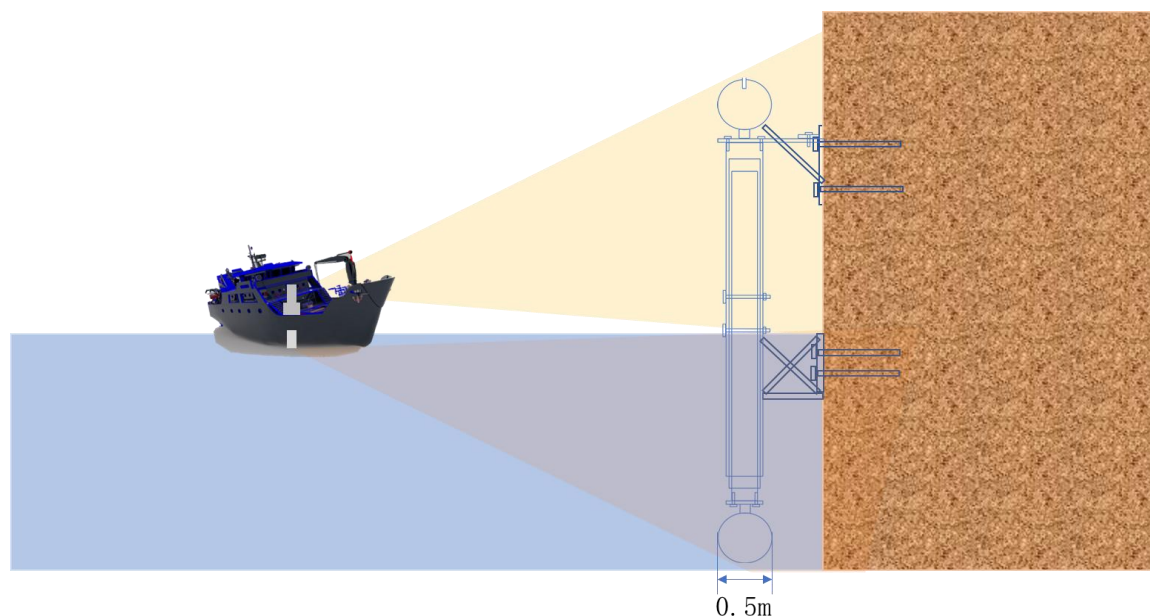


图 2-2 船载水陆一体化点云测距系统校准示意图



图 2-3 一致性校准装置安装



图 2-4 球棒

3 校准结果分析

船载水陆一体化点云测距系统集成拼接安装各传感器后，首选对各传感器的相互位置及角度关系进行粗标和精标，标定后再进行水上水下点云一致性校准试验。



图 3-1 船载水陆一体化点云测距系统粗标



图 3-2 船载水陆一体化点云测距系统精标

表 3-1 船载水陆一体化点云测距系统标定结果（IMU 为中心）

仪器	X (m)	Y (m)	Z (m)	Rx (deg)	Ry (deg)	Rz (deg)
扫描仪	0.003	0.002	0.3885	0.122	0.084	-90.032
多波束	-0.290	-0.140	1.416	-3.130	-0.550	-1.300

对船载水陆一体化点云测距系统标定完成后，将校准装置安装至试验平台，然后进行水上水下点云一致性校准试验。

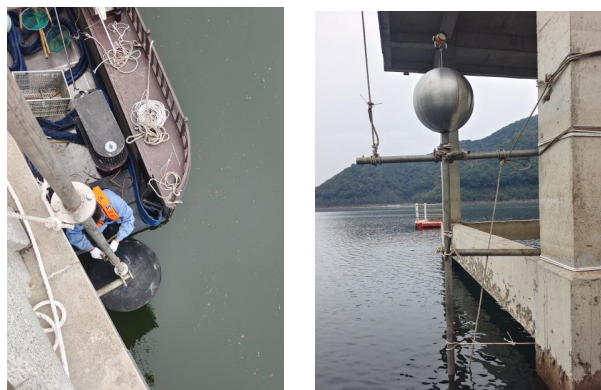


图 3-3 校准装置的安装

表 3-2 船载水陆一体化点云测距系统校准结果

距离	水平一致性示值 (m)	垂直一致性示值 (m)	水平一致性标准值 (m)	垂直一致性标准值 (m)	水平一致性示值误差 (m)	垂直一致性示值误差 (m)
2m	0.413	9.494	0.330	9.439	0.083	0.055
4m	0.452	9.459	0.330	9.439	0.122	0.020
6m	0.455	9.521	0.330	9.439	0.125	0.082
10m	0.413	9.366	0.330	9.439	0.083	-0.073