

团体标准
《无人机载单波段水深测量激光雷达水下
地形测量规范》
编制说明

标准编制小组
2024年3月

《无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量规范》

编制说明

一、标准制定的必要性

习近平总书记在2014年3月14日强调“河川之危、水源之危是生存环境之危、民族存续之危，保护江河湖泊，事关人民群众安危，事关中华民族发展”。水资源开发、利用、保护、管理等涉水工程都需要获取水下三维地形数据。此外，我国还是一个海洋大国，拥有18000多公里的海岸线，水深在50米以下的近海区域面积达50万平方公里。而海岸带区域大部分的水下数据还是空白，这严重限制着党在十九大提出的“坚持陆海统筹，加快建设海洋强国”的战略。因此，在《国家海洋事业发展“十二五”规划》中近岸海域地形的精细勘测与测绘已被列入其中。国家测绘地理信息局制定印发的《2015年测绘地理信息工作要点》也提出推动“海岛（礁）测绘二期工程”重大项目立项，与一期工程相比，二期工程的一个重点就是对海岛（礁）周边水域的水下测量。总的来说，水下地形数据的获取对于海洋强国的建设和中华民族的发展都至关重要。

传统的水下地形测量大都采用船载多波束水下地形测量技术。目前，国内针对水下地形测量的技术标准主要是传统的多波束测量方法，该技术的作业范围有限，一些浅水区域不能覆盖，作业效率也不高，同时容易受到水面通行条件限制，仅能覆盖测量船通行的区域。随着激光雷达技术的快速发展，无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量技术已经成为水下地形测量的新选择。相比于多波束水下测量技术，无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量技术具有测量范围广、作业效率高、不受水深、水下障碍物影响等优点，且能够测量船只无法到达的极浅水区域，消除地形数据在水陆交界处的连接误差。

而针对激光雷达水下地形测量而制定的规范只有GB/T39624-2020机载激光雷达水下地形测量技术规范，该技术规范机载激光雷达水下地形测量的基本要求.准备工作、数据获取、数据处理、成果质量检查和成果整理与上，适用于采用机载激光雷达测量技术进行深度不超过50m水域的水下地形测量作业。但是，该标准是针对有人机载激光雷达双频激光雷达水下地形测量。随着无人机

的快速发展，无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量技术已相对成熟，并已应用于漓江等河流水下地形测量、水库、湖泊水下测量及近海岸、岛礁浅水区水下地形测量等方面。目前，无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量需求广泛，并呈现加快应用的趋势。

然而，针对无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量技术仍缺少统一的标准，导致作业流程不规范、数据格式不统一，无法保障数据质量，给无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量数据生产、成果应用等方面带来诸多不便，不利于无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量技术发展进步。因此，本项目建议制定“无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量规范”，该标准的制定可以实现我国使用无人机载单波段水深测量激光雷达进行水下地形测量的标准化作业、流程化处理和规范化应用。

二、标准编制原则及依据

1、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》要求进行编写。

2、参照相关法律、法规和规定，在编制过程中着重考虑了科学性、适用性和可操作性。

三、项目背景及工作情况

（一）任务来源

根据《中国国际科技促进会标准化工作委员会团体标准管理办法》的有关规定，经中国国际科技促进会标准化工作委员会及相关专家技术审核，批准《无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量规范》团体标准制定计划，项目计划编号为CI2024019。本标准由中国水利水电科学研究院提出，中国国际科技促进会归口。

根据计划要求，本标准完成时限为6个月。

（二）标准起草单位

本标准的主要起草单位是桂林理工大学，负责标准文档起草及相关文件的编制等。武汉大学、中国国土资源航空物探遥感中心等单位参与起草，负责标准中重要技术点的研究和建议，并参与标准内容的讨论。

（三）标准研制过程及相关工作计划

1、前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集激光雷达水下地形测量相关的材料。同时，以漓江、乌柏滩等为例，开展了无人机载单波段水深测量激光雷达对水下地形测量的工程应用，积累了丰富的经验，并多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2、标准起草过程

2024年1月8日由中国国际科技促进会标准化工作委员会向国家标准委全国标准服务平台立交立项，立项编号为：CI2024019,并向全社会公示了十五日。

2024年1月25日 由桂林理工大学以视频和现场会议形式组织了第一次起草会议，标准编制小组各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。

2024年2月16日组织了第二次起草会议，确定下了标准内容的草案；在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于2024年3月初完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

2024年3月24日将标准草案提交中国国际科技促进会标准化工作委员会，通过审核，于3月27日报送了国家标准平台，并向全社会公开征求意见30日

3、征求意见情况

2024年3月底，标准编制小组先后通过现场会议、电话、微信等多种形式征集行业专家相关意见和建议。针对征集的意见，标准编制小组召开了研讨会，将收集到的意见进行汇总处理分析，在充分吸纳合理意见的基础上，先后修改和完成标准内容。

（四）标准依托的主要技术及工程应用情况简介

以桂林乌柏滩水下地形测量作业为例，应用该标准及相关作业流程高效完成工程应用，为无人机载单波段水深测量激光雷达测量水下地形提供了重要的数据支撑和技术保障。

1)技术准备:

在进行无人机搭载单波段水深测量激光雷达水下地形测量作业之前，需要

进行充分的技术准备工作，这包括：资料收集、需求分析、现场勘查和技术设计书撰写。

对现场进行实地踏勘，收集的作业区域资料，并根据实际作业区域的水深概况、水底反射率、水漫衰减系数以及点云密度和精度要求作相应技术设计，选择合适的单波段水深测量激光雷达和飞行平台。

2)数据获取：

无人机搭载单波段水深测量激光雷达的数据获取是整个作业的核心环节。在数据获取阶段，包括：航线设计、数据采集、数据质量检查和综合检校。

无人机飞行应选择最有利的时机，选择水域无结冰、无雨雪的作业环境，实时监控系统的各项工作状态，确保其稳定，根据实际情况及时处理出现的问题；当检测到不符合飞行数据获取要求时，或者系统发生故障，应立即停止作业。

3)数据处理：

数据处理是保证测量结果准确性的重要环节，包括以下步骤：数据完整性检查、波形数据处理、POS数据处理、点云数据解算和点云数据航带平差。

数据获取完成之后，应对激光雷达、POS系统、飞行记录等数据进行整理并检查数据完整性，对采集到的原始数据进行质量检查，排除可能存在的噪声和误差。对原始数据进行滤波和去噪处理，提高数据的清晰度和可读性。将不同时间、不同位置采集的数据进行配准，确保数据的一致性。

4)成果制作：

基于经过处理的数据，可以生成各种产品以满足不同需求，包括：水深图、水下地形图、数字水深模型。

根据测量数据绘制水深分布图，显示水下地形的深度信息。利用处理后的数据生成水下地形模型，展现测量区域的地形特征。

5)整理归档：

完成产品制作后，需要对数据和产品进行整理归档，包括：数据存储与管理、报告撰写、归档保存：

将原始数据和处理后的产品进行分类存储，建立完善的数据管理系统。根据测量结果编写报告，总结分析测量成果，为后续应用提供参考。将所有相关数据、产品和报告进行归档保存，以备日后查阅和应用。



图 1. 飞行航线



图 2. 数据获取

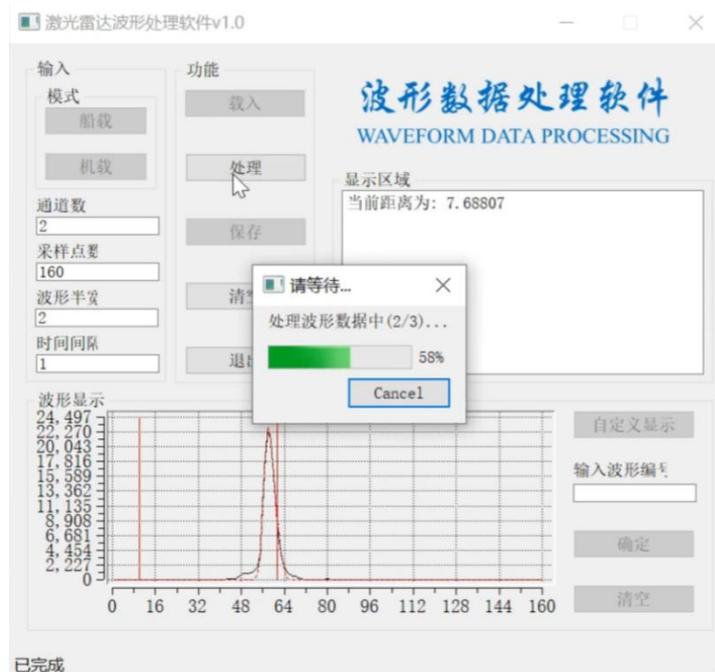


图 3. 数据处理

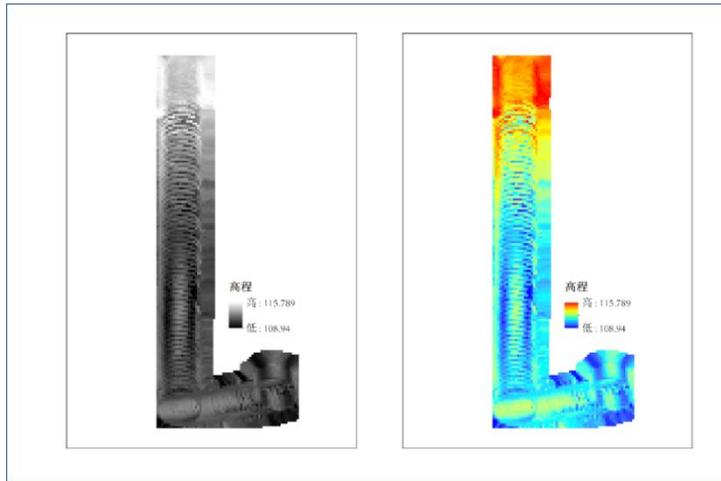


图 4. 成果制作

通过以上五个主要流程，无人机搭载单波段水深测量激光雷达水下地形测量作业可以高效地完成，为水下地形研究和相关应用提供了重要的数据支撑和技术保障。

四、标准制定的基本原则

标准编制过程中，遵循了以下基本原则：

- 1) 标准需要具有行业特点，指标及其对应的分析方法要积极参照采用国家标准和行业标准。
- 2) 标准能够体现出产品的具有关键共性的技术要素。
- 3) 标准能够为产品的开发、改进指出明确的方向。
- 4) 标准需要具有科学性、先进性和可操作性。
- 5) 要能够结合行业实际情况和产品特点。
- 6) 与相关标准法规协调一致。
- 7) 促进行业健康发展与技术进步。

五、标准主要内容

本标准规定了无人机载单波段水深测量激光雷达水下测量技术的基本规定、技术准备、系统要求、数据采集、数据处理、资料整理与归档等要求，主要适用于无人机载单波段水深测量激光雷达水下地形测量工作，包括以科学研究、生产实践等为目的湖泊、河流、水库、近海岸等水深20米以内的水下地形测量。正文部分共分十一章，其主要架构包括技术准备、数据获取、数据处理、数据产品制作、整理归档五大模块。

六、与有关法律法规和强制性标准的关系

遵守和符合相关法律法规和强制性标准要求。以下标准规范供本标准编制过程中参考和引用。

GB/T 12763.10 海洋调查规范 第10部分：海底地形地貌调查

GB/T 18316 数字测绘成果质量检查与验收

GB/T 28587 移动测量系统惯性测量单元

GB/T 36100 机载激光雷达点云数据质量评价指标及计算方法

GB/T 42640 多波束水下地形测量技术规范

GB/T 39624-2020 机载激光雷达水下地形测量技术规范

CH/T 1004 测绘技术设计规定

CH/T 8023 机载激光雷达数据处理规范

七、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准起草过程中暂无重大分歧意见。

八、后续贯彻措施

标准发布实施后，将积极参加学术交流活动 and 全国相关会议，宣传推广标准。

积极对接自然资源部等有关行业部门，推动团标向行标、国标转化。

建议本标准发布之日起半年内实施。

标准编制小组

2024年3月