

B12 3.0.0 版



INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION

国际海道测量组织
众源测深指南

Guidance to
**CROWDSOURCED
BATHYMETRY**



IHO



International
Hydrographic
Organization



由国际海道测量组织发布

中文版由中国海事局翻译

© 版权归国际海道测量组织所有 2022 年

本作品受版权保护。除根据《伯尔尼保护文学和艺术作品公约》（1886 年）允许使用及以下情况外，未经国际海道测量组织（IHO）秘书处书面许可，不得以任何方式翻译、复制、改编、传播或商业利用本出版物的任何部分。本出版物中某些内容的版权可能归第三方所有，翻译和/或复制该内容须得到所有者许可。

作为一般参考，可在不超过成本价格的情况下，对本文件全部或部分进行翻译、复制或分发。未经 IHO 秘书处和任何其它版权所有者事先书面同意，不得以盈利或收益为目的出售或分发副本。

如果根据上述条款对本文件全部或部分内容进行复制、翻译或分发，则应包括以下声明：

“IHO 秘书处代表国际海道测量组织（IHO），许可（许可证编号..... /）复制 IHO 出版物 B-12,3.0.0 版。国际海道测量组织（IHO）不对复制本的正确性承担责任：如有疑义，请以 IHO 原本为准。含有 IHO 资料不得理解为 IHO 认可该复印本。”

“本文件或出版物是 IHO 出版物 B-13,3.0.0 版的译本。IHO 未对此译本进行检查，因此不对其准确性承担责任。如有疑义，请查询 IHO 出版物 B-12,3.0.0 版的英文版。”

未经 IHO 秘书处事先书面许可，不得在任何衍生产品中使用 IHO 徽标（Logo）或其它标志。

IHO关于众源测深的声明

众源测深（Crowdsourced Bathymetry，缩写为CSB），是指船舶在从事常规海上作业的同时使用标准导航仪器采集水深。长期以来，国际海道测量组织（IHO）¹一直鼓励采集众源测深数据，以帮助人类提高对海底特征和深度的理解。

大洋水深图²（GEBCO）项目由摩纳哥阿尔贝一世亲王于1903年发起，旨在提供全球海域最有权威的公开水深测量数据（深度图）。该项目现在由IHO和联合国教科文组织政府间海洋学委员会³（IOC）共同监督。多年来，GEBCO项目根据船舶在海洋中航行时采集的水深测量数据，已经制作了大批海底地图。这些“航道水深”使进一步创建更详细的海底地图和数字网格数据成为可能。最近，系统性测量也被用于改进地图和网格数据。

遗憾的是，尽管自1903年以来收集了大量数据，但全球只有不到15%的海域有已测水深；其余用于编制海底地图的数据均是估算水深。这些估算水深主要来自卫星重力测量，这有可能遗漏某些重要要素，并且只能对最大的海底山脉、山脊和峡谷进行粗略的描绘。绘制沿海水域图取得的进展只能说略微好点。IHO出版物C-55，“全球测量和制图状况”⁴表明，世界上大约有百分之五十的浅于200米的沿海水域仍未得到测量。

虽然海洋测绘及其学术界对这种数据的缺乏感到遗憾，但世界对大海、大洋和航道的兴趣不断增加。蓝色经济的概念已经牢固确立，公众越来越意识到人类对海洋的依赖和脆弱性。目前，许多旨在解决海洋问题的高级别全球倡议正在实施，包括“联合国2030年可持续发展议程”⁵，“联合国气候框架公约下的巴黎协定”⁶，“2015-2030年仙台减轻灾难风险框架”⁷和GEBCO项目⁸。在这种情况下，测深数据的不足问题愈发凸显，因为现在人们认识到，对于水深和海底地形的了解，是人类安全、可持续和节约成本开展海上或者水下活动的基础。

2014年，IHO在其第五届国际海道测量特别大会（EIHC-5）上决定通过采取行动提高全球海道测量数据的采集、质量和可用性，来改善这种状况。其中的一项行动，即提案4，就是众源测深。

考虑到提案4以及会议期间提出的意见，EIHC-5在第8号决定中决定由“区域间协调委员会（IRCC）”⁹建立一个工作组，编制一本关于众源测深政策的新IHO出版物。

国际海事组织（IMO）国际海上人命安全公约（SOLAS）¹⁰要求所有商船应配备经认证

¹ iho.int

² gebco.net/

³ ioc-unesco.org/

⁴ iho.int/iho_pubs/CB/C-55/index.html

⁵ sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld

⁶ unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement

⁷ undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030

⁸ gebco.net/

⁹ iho.int/en/ircc

¹⁰ imo.org/en/KnowledgeCentre/ConferencesMeetings/Pages/SOLAS.aspx

目 录

IHO 关于众源测深的声明	2
插图目录.....	6
表格目录.....	6
引言	7
I 目标及范围	7
II 目标受众	7
III 文件结构	7
1 向 IHO DCDB 提供数据.....	8
1.1 IHO 数字测深数据中心	8
1.2 CSB 数据流概况	8
1.3 可信节点	9
1.4 向可信节点提供数据	10
1.5 访问 CSB 数据	10
2 数据采集	12
2.1 系统及传感器	12
2.2 硬件及软件	13
2.3 传感器在采集平台框架内的相对位置	14
3 数据及元数据.....	18
3.1 数据与元数据	18
3.2 元数据的重要性	18
3.3 元数据及数据格式	18
4 数据质量评估.....	22
4.1 介绍	22
4.2 不确定度评价	22
4.3 数据一致性	24
4.4 数据质量报告	24
5 其他注意事项.....	25
5.1 IHO DCDB 补充文件	26
附录 A 缩写	27

附录 B 术语表	28
附件 C 数据质量报告示例	29

插图目录

图1. 根据沿岸国对IHO CSB调查问卷的回复情况而编制的CSB数据过滤流程示意图。	9
图2. 数据流由船舶经可信节点发送到DCDB。	10
图3. IHO DCDB开发的众源测深数据浏览软件。	11
图4. 不校正垂直向距离偏差的影响示例。如图所示，不校正传感器和水线之间的距离偏差致使实测深度（红线）和真实深度（黄线）不一样，这给测量带来了不确定度。	14
图5. 不校正水平向偏移的影响示例。如图所示，不测量GNSS天线和回声测深仪之间的水平向距离致使海底沿航迹线方向偏移。红线：实测海底；黄线：实际海底。	15
图6. 如何测量GNSS天线和回声测深仪传感器之间的偏移值。注意通常情况下使用水平面坐标框架（RefP代表参考点）。	16
图7. 吃水线以下传感器深度测量示意图。	17
图8. 测量值的准确度和精确度（偏差和方差）对系统测量能力的影响。	23
图9. 深度测量示例（来自图8的四个象限）。	24

表格目录

表1. 可信节点元数据。	19
表2. 强制性信息。	19
表3. 推荐元数据-船舶信息和传感器配置。	20
表4. 已处理数据的推荐元数据。	21

引言

I 目标及范围

本文件的目的是和使用范围是为所有现有或潜在的众源测深(CSB)相关方提供技术指导,帮助他们以尽可能广泛有用的格式来收集和提供众源水深数据。

希望本文件将有助于优化数据收集和共享,同时遵循国际海道测量组织在收集和提供CSB数据方面给出的建议。

本文件对系统的水深数据采集和处理不提供意见或建议,对此感兴趣的读者请参考IHO C-13和IHO S-44第6版。

由于本文件的主要目的是优化随机性的测深信息的获取、处理和使用,因此不侧重于特定的技术或软件,而是提供关于众源测深数据采集、元数据内容和数据不确定度等一般概念的信息,以帮助数据采集者和数据用户更好地理解众源测深的质量、完整性和准确度问题。

此外还简要探讨了与众源测深数据记录和数据共享有关的其他方面的内容。

本文件无意就如何最佳地使用众源数据提供明确的指导,因为CSB的领域是深远的,并且在未来有许多潜在的应用前景。

II 目标受众

IHO致力于向众源测深数据的所有相关方提供重要信息和相关指导。

对于有兴趣担任数据采集者和IHO之间联络人的组织(也称为“可信节点”)来说,也会从本文件中发现这些有用信息。

虽然众源测深数据的用户不是主要受众,但也会发现本文件提供了丰富信息。

III 文件结构

本文涉及与众源测深相关的多个方面。

第一章“数据提供”阐述了如何将信息通过可信节点将众源水深数据发送到IHO数字水深数据中心(DCDB)。

第二章“数据采集”阐述了采集CSB数据应遵守的一般原则、最佳做法和建议。

第三章“数据和元数据”描述了数据和元数据的重要性,并对向DCDB提交CSB所需的信息进行了详细说明,以及应尽可能收集的其他信息。

第四章“数据质量评估”深入研究了数据质量的不确定度和数据一致性等概念,并讨论了如何向CSB数据贡献者给出反馈和建议,以便进一步改进和提高。

第五章“其他注意事项”讨论了数据采集器和可信节点在参与CSB活动之前需要考虑的问题。

附件和外部链接提供了更多的细节和延伸阅读文献。本指导文件旨在成为一个动态文件,将根据数据采集者、可信节点和数据用户的进一步经验和反馈进行及时更新。

1 向 IHO DCDB提供数据

本章详细介绍了向IHO数字测深数据中心(DCDB)提供众源测深(CSB)数据的过程、指导和要求。这些数据将通过IHO DCDB地图查看器¹¹对外提供,各个国家南极计划的船只或者与其在南极活动有关的其他船只收集到的水文和水深数据,应使用IHO网站¹²上提供的IHO水文数据采集和递交表,由国家南极计划或通过其他方式转发给国家官方海道测量机构。这一程序和表格是以航行安全和制图为导向,但并不妨碍船舶应用B-12中给出的指南,就水深数据而言,B-12是多用途的。

1.1 IHO数字测深数据中心

IHO数字测深数据中心由IHO于1990年建立,负责管理全球范围内公开水深数据的收集工作。本中心公开的文档与数据分享是来自于世界各地船东/经营人或其授权代理人提供的深度数据。与用户一样,这些数据的贡献者可以来自社会的各个部门,比如渔业、商业航运、海道测量机构、当地渔民、休闲类船只、超级游艇、游轮、海洋科学研究、海洋工程承包商和其他方面,在本文件中被统称为“众源测深(CSB)数据贡献者”。DCDB由位于美国科罗拉多州博尔德的美国国家海洋和大气管理局(NOAA)国家环境信息中心(NCEI)¹³负责。通过IHO DCDB存档的数据可以通过IHO DCDB地图浏览器实现在线查看和访问。

1.2 CSB数据流概况

被确定为属于国家管辖范围以外的海底和洋底的CSB数据将被录入DCDB数据库,供公众查阅,使用次数不受限制。当收集一个国家管辖的水域内CSB数据时,DCDB数据的接收和重新分发方式应符合相关国家法律和 Related 沿岸国向IHO传达或通过IHO传达的相关注意事项。图1说明了可能的情况,其可应用于在受国家管辖的海洋区域内获得的CSB数据的场景,该流程图具有通用性。CSB数据的分发流程将基于IHO秘书处从各个沿岸国收到的请求信息。

关于哪些沿岸国是支持在其国家管辖水域内收集、分发、传输CSB数据的进一步细节,以及提出的任何警告,均可从IHO网站上查阅¹⁴。在国家管辖水域内收集的CSB数据,如果沿岸国没有告知IHO秘书处它们国家是支持国家管辖水域内的CSB分享的,将不会被公开查询或获取。这些数据将储存起来,并只在IHO秘书处收到有关沿岸国的授权时才对外提供。

¹¹ ncei.noaa.gov/maps/iho_dcdb/

¹² iho.int/mtg_docs/rhc/HCA/HCA_Misc/HCA_HPWG/HCA_Hydrography_Priorities_WG.htm

¹³ ncei.noaa.gov/

¹⁴ iho.int/uploads/user/Inter-Regional%20Coordination/CSBWG/MISC/B-12_2020_EN_Acceptance_of_CSB_Data_in_NWJ_v3.0.pdf

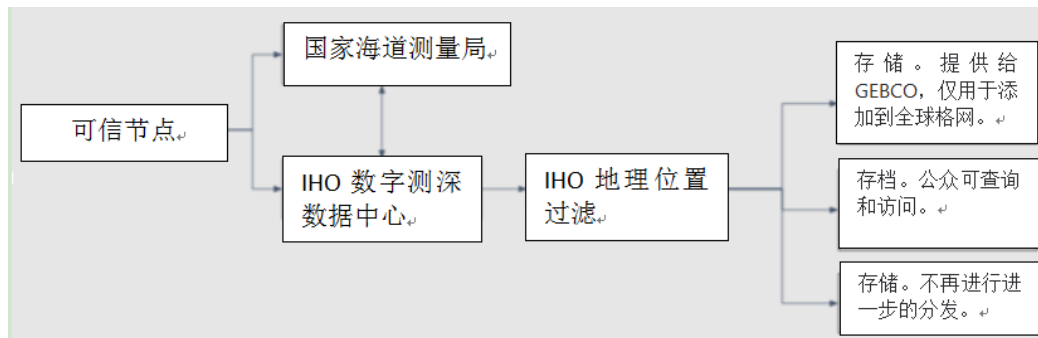


图1. 根据沿岸国对IHO CSB调查问卷的回复情况而编制的CSB数据过滤流程示意图。

1.3 可信节点

目前, DCDB通过可信节点网络接受CSB数据(图2)。IHO DCDB可信节点是经过批准的组织或个人, 系统地接收由船舶或其他平台收集的CSB数据, 并将其交付给IHO DCDB。

可信节点对外提供这样的服务: 对数据记录或传输设备的访问, 向船舶提供技术支持, 从数据记录仪下载数据, 并向DCDB提供信息等方式协助航海者。

DCDB与每个可信节点协同工作, 将元数据和数据格式标准化处理, 并定义数据传输需求。

该模型将数据提供方式规范化, 并将航海者的需求和工作量降至最低。

“可信节点”的概念来自于这样一种理解, 即对于每个CSB数据贡献者来说, 单独地与DCDB讨论数据交换方式, 并希望了解数据格式、如何制定元数据、如何建立数据传输等内容。

同时, 将来自同一地理区域或部门的多个CSB数据贡献者分组, 可以让一个中央协调者(即可信节点)刺激、激励和提供反馈——例如, 提供数据的可视化。

可信节点的任务是保持方法和格式的更新, 以便与DCDB交换数据。他们还负责激励更多人或机构参与数据提供, 使他们保持提供CSB数据的兴趣和参与度。理想情况下, 当DCDB接收到带有模糊标识符的数据(数据贡献者几乎是匿名的)时, 可信节点能够联系到CSB数据贡献者。

可信节点可以查询到参与者提供的数据异常, 并监控用于记录日志的技术运行状态。当出现问题或需要技术支持时, 可信节点还是CSB数据贡献者的第一个联络点。

为了实现这一点, 可信节点可能需要拥有或开发技术(软件)来将输入的数据转换成DCDB所需的数据格式——然而, 任何程度的修正(例如潮汐或误差偏移)、管理或清理数据都不是可信节点的责任。

根据该工作组的指导, 最好将原始数据向DCDB提供(参见第3.2.1节), 原始数据应能很好地说明观测者的偏移量和内容。

当在沿岸国国家管辖的水域内收集CSB数据时, 可信节点的运作方式应符合沿岸国的法律法规, 如会员国向IHO传输数据(但并不一定限于)。

最后, 由于可信节点也可能是IHO CSB工作组的一部分, 它们可以直接从CSB数据贡献

者那里获得反馈并推动政策持续改进，即它们是带来改进的理想渠道。

虽然可以接受单独个体提交数据，但是鼓励他们在可能的情况下加入现有的可信节点。有兴趣成为可信节点或了解他们如何加入现有可信节点的公众应通过bathydata@iho.int联系DCDB。

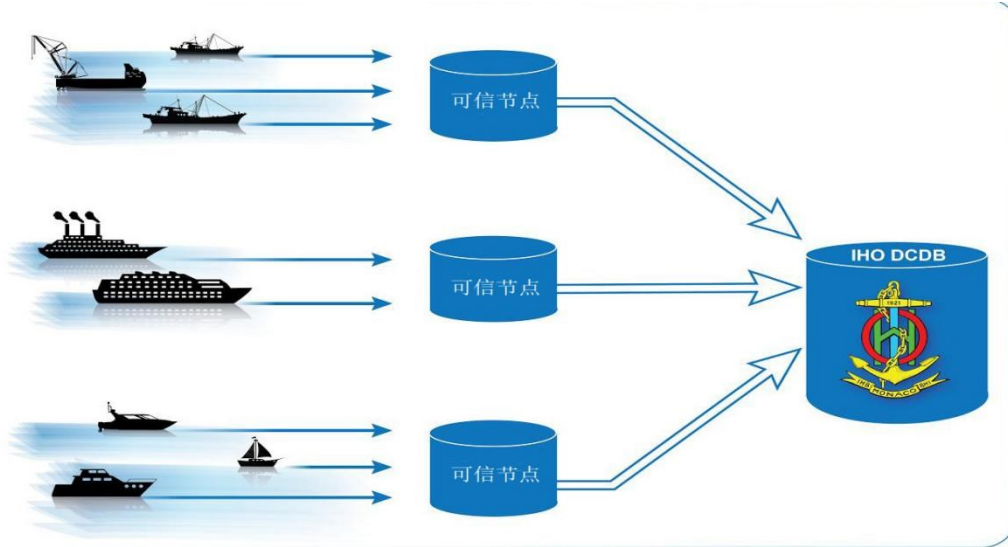


图2. 数据流由船舶经可信节点发送到DCDB。

1.4 向可信节点提供数据

向所有感兴趣的可信节点提供IHO CSB可信节点协议表格。本文档记录了数据提交的频率、潜在的数据传输解决方案、数据格式、许可协议，并确认了以下共识：除非被1.2节中描述的地理位置过滤器“限制”，否则这些数据将向公众开放。如果双方同意，将签署IHO CSB可信节点协议表格，从而将CSB数据贡献者确立为IHO CSB可信节点。当前IHO CSB可信节点协议表格的一个示例可以在DCDB网站上找到¹⁵。

鼓励新的可信节点，可阅读本文件的第3章：数据和元数据，以了解符合要求的数据格式和元数据标准，以及CSB数据提交到IHO DCDB的指导文档（可在DCDB网站上找到¹⁶）。后者包括关于如何进行频繁或偶尔提交数据的详细技术说明。然后，DCDB将继续与新的可信节点合作，建立将所提交的数据提取到CSB数据库所需的正确数据格式。

1.5 访问CSB数据

DCDB地图浏览器是一个在线工具，用户可以在此搜索、识别和获取CSB数据。为了帮助用户搜索他们正在寻找的特定数据，地图浏览器包含了过滤器，可以查询指定时间段或船舶（除非船舶选择保持匿名）对应的数据。

用户还可以使用识别工具按照地理位置识别数据文件，该工具允许用户单击单个点、绘制矩形或多边形或输入地理边界。选择完成后，会弹出一个窗口显示相应的文件。单击文件名将生成关于该文件的附加信息。

¹⁵ ngdc.noaa.gov/iho/

¹⁶ ngdc.noaa.gov/iho/

2 数据采集

2.1 系统及传感器

深度测量包含两个部分：1) 垂直测量（深度）和2) 水平测量（地理位置）。为了帮助导航并持续监控船舶的安全状况，许多船舶或平台已经安装有最基本的设备（回声测深仪和定位系统）。只需再安装数据记录仪或启用记录软件即可开始采集CSB。其目的是在船舶执行常规操作时，使用船舶标准导航设备的数据收集船舶的观测结果。本章节提供了有关传感器的基本信息，以及采集CSB数据的最佳操作和建议。如需更深入了解有关系统及传感器的信息，请参阅IHO出版物C-13，海道测量手册²¹第2章和第3章）和S-44 IHO海道测量标准²²。

2.1.1 回声测深仪

目前有多种深度传感技术。航海者可以广泛利用回声测深，因为根据《国际海上人命安全公约》（也称为SOLAS），国际海事组织（IMO）要求大多数船舶配备回声测深仪。

在本文中，深度传感器是一个通用术语，而回声测深仪是指基于通过从换能器发送声波脉冲并记录传感器从海底接收回波所需的时间进行水深测量的系统。换能器通常安装在船体上，但也可以安装在其他平台上。主要有两种回声测深仪：单波束和条带系统（如多波束）。

2.1.2 定位和姿态传感器

定位系统帮助航海者确定他们在地球表面的位置，并为CSB提供重要信息。如果没有准确的位置信息，CSB几乎没有价值。大多数船舶都安装有全球导航卫星系统（GNSS），可以自动获取位置数据。GNSS通常每秒提供一次定位，并附有日期和时间戳。CSB数据采集系统应提供每个深度读数的位置和时间戳。这使得用户可以准确获得水深的准确位置信息，并在需要时进行数据校正。GNSS还会输出对地航向、对地速度、船舶航向、信号质量和服务中断信息，甚至提供横摇和纵摇的信息。在条件允许的情况下，以上这些信息均应记录下来。

有些船舶可能配备有姿态传感器。姿态传感器是用来测量船只由于波浪和涌浪导致其姿态变化的设备。姿态传感器捕捉船舶的垂直方向运动（起伏）和三维方向运动（纵摇、横摇和艏摇）。当回声测深仪从正下方发出窄波束时是需要精确测量三维方向运动的，在这种情况下，为了确定深度值在船体坐标系中的水平和垂直位置，船舶的起伏、纵摇、横摇和艏摇信息会被应用到深度测量中。配备姿态传感器的船舶应在发送给可信节点的数据集中包含数据采集时的姿态传感器数据，因为它可以极大提高最终数据集的质量。

²¹ iho.int/uploads/user/pubs/cb/c-13/english/C-13_Chapter_1_and_contents.pdf

²² iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/S-44_Edition_6.0.0_EN.pdf

2.2 硬件及软件

除了测深设备、定位设备和姿态传感器外，在采集CSB数据时，航海者还应该了解以下软硬件的注意事项。

2.2.1 数据记录仪

众源测深数据记录仪是连接船舶回声测深仪、定位系统和运动传感器（如果可用）并记录所有数据的电子设备或软件。它们将数据以数据记录仪或软件开发者指定的格式（例如NMEA 0183）写入到文件中。然后将记录的数据转发到可信节点，再由可信节点将数据提供给DCDB。数据记录软件可从ECDIS、综合导航系统或电子海图系统中获得，其已包含了来自回声测深仪、GNSS和运动传感器（如果可用）的数据。没有配置相应电子海图系统或数据记录仪的船舶需要安装一个独立的数据记录仪。至于数据记录仪硬件，通常是一种简单的小型电子组件，该组件连接到回声测深仪、GNSS和运动传感器（如果可用）并记录其输出信息。

数据记录仪的主要特点：

- 支持将来自所有传感器的数据（支持翻译）转换为标准格式；
- 提供准确的经同步后的计算机时间；
- 支持将数据导出为GeoJSON、CSV或XYZT（经度、纬度、深度、时间）格式的文件。

2.2.2 船载数据存储

有了数据记录仪，船主和运营商应确保他们具备足够的船载数据记录能力以存储深度和定位数据，直到能够将数据传输到岸上或直接发送到可信节点。进行一或两天的试验数据记录可以帮助航海者识别由其独特系统记录的平均文件大小，并评估出适应较长航程的数据存储要求。如果船舶正在安装基于硬件的数据记录仪，航海者应咨询数据记录仪供应商（或向可信节点寻求建议）以确定记录仪的数据存储能力。

2.2.3 数据传输

记录CSB数据后，应将其传输到岸上（或直接传输到可信节点）。记录和传输过程应尽可能简单和自动化，以鼓励数据的持续提供。在海上发送和接收数据可能存在困难，通信系统和带宽可能是有限或昂贵的，所以，相比CSB数据的及时性，其共享性是更为重要的。一些航海者可能希望在航行中使用通信系统传输数据，但是，也可以采用更简单的数据传输方法，如将USB存储设备邮寄到可信节点。我们鼓励航海者与他们的可信节点或数据记录仪供应商合作，以确定数据传输的首选方法。

2.2.4 电力持续性

由于船舶上很难保证持续供电，一些船舶被要求购置或配备不间断电源（UPS），以便在船舶失去电力供应时为导航设备供电。然而并非所有船舶都有UPS，即使有UPS，从岸电转换到船上发电时会导致瞬时失去电力供应。发生这种情况时，必须重启数据记录仪并恢复数据记录。应考虑使用可在电源中断时自动恢复或有备用电池的数据记录仪。

2.3 传感器在采集平台框架内的相对位置

GNSS天线和回声测深仪之间以及船舶吃水线和换能器之间的水平和垂直偏移测量，是数据质量和精确性的关键。图4和图5说明了垂直和（或）水平偏移的存在是水深测量基于地心的误差来源。在安装传感器时，一些ECDIS或海图系统被设定为包含这些测量值。如果这个偏移量未自动集成到系统，那么航海者应该记录传感器偏移量，并将这些打包进元数据。本章节提供了有关传感器偏移的测量信息和收集、记录的建议。

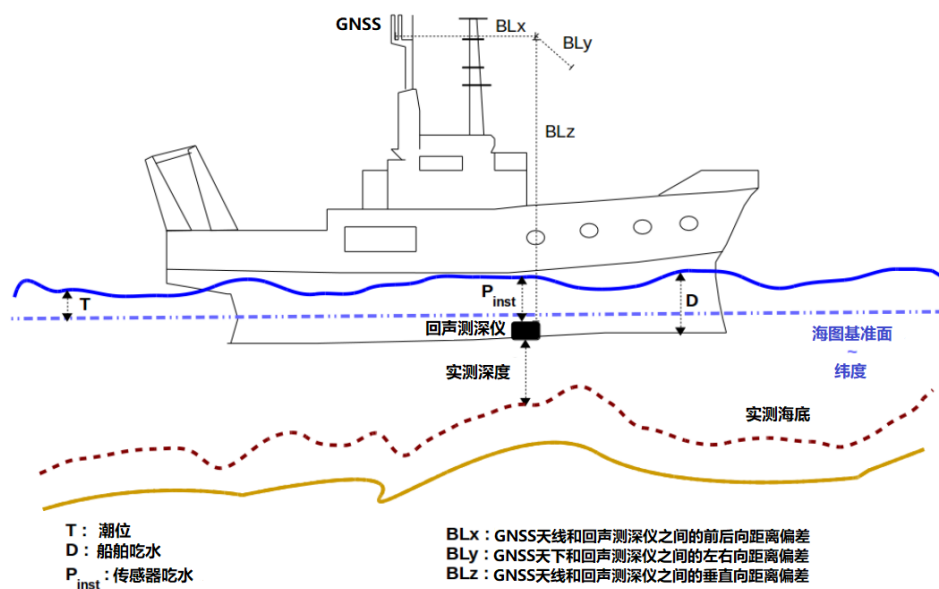


图4. 不校正垂直向距离偏差的影响示例。如图所示，不校正传感器和水线之间的距离偏差致使实测深度（红线）和真实深度（黄线）不一样，这给从测量带来了不确定度。

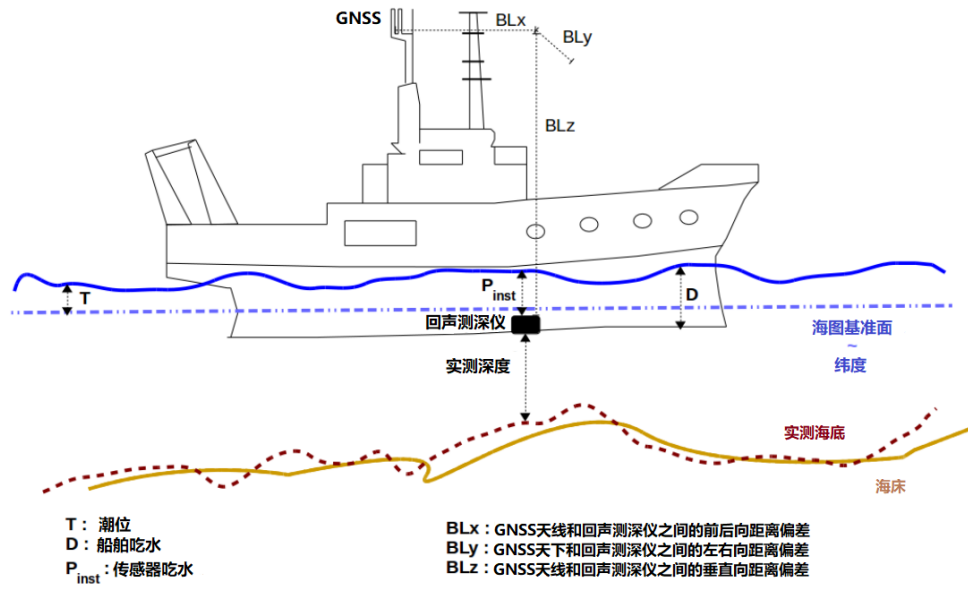


图5. 不校正水平向偏移的影响示例。如图所示，不测量GNSS天线和回声测深仪之间的水平向距离致使海底沿航迹线方向偏移。红线：实测海底；黄线：实际海底。

2.3.1 传感器偏移

传感器偏移是指船舶GNSS天线和传感器之间的前后和左右（舷）距离。测量这些偏移值的时候，需要重点记录其正负号，因为正或负定义不同。图6展示了一个测量从GNSS天线到声呐换能器的偏移值的示例，正值朝向船首和右舷。在一些系统中，GNSS天线偏移量已被纳入到回声测深仪的测量中，如果这个偏移量未自动集成到系统中，则大多数情况下是集成在了回声测深仪软件的配置选项中，航海者应该记录下传感器偏移量，并记录传感器和水线之间的垂直向偏移测量值，并将这些信息传递给可信节点。这些偏移量可用于改正水深数据，以便使GNSS设备测得的位置与换能器位置保持一致，并且传感器吃水测量值也将用于调整水线深度值，这将极大地提高位置和水深数据的垂直精度。

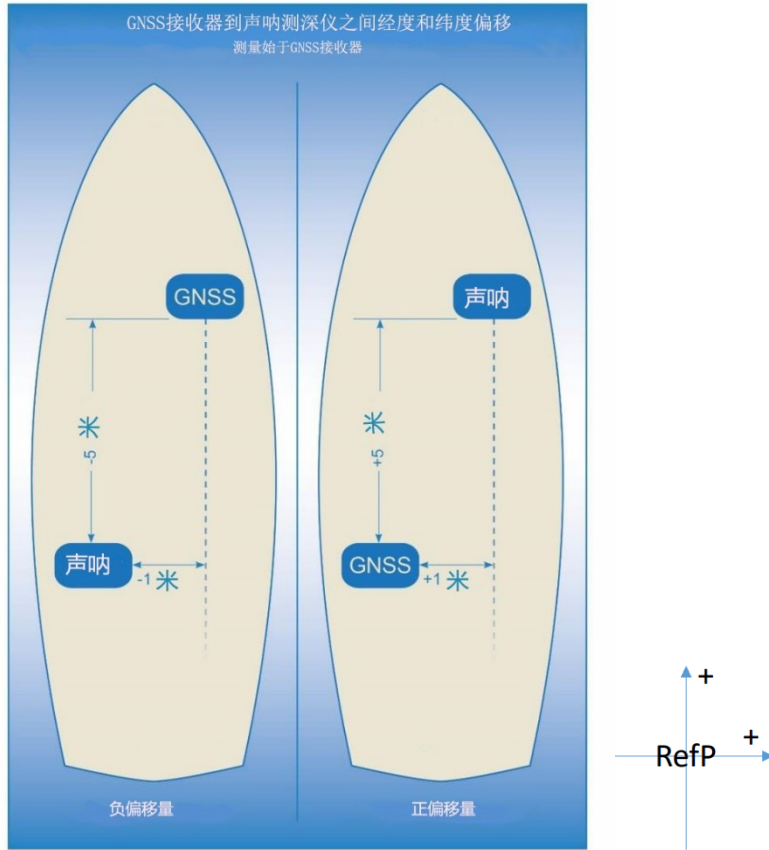


图6. 如何测量GNSS天线和回声测深仪传感器之间的偏移值。注意通常情况下使用水平面坐标框架（RefP代表参考点）。

2.3.2 吃水变化

当船舶装载货物、燃料或补给时，船舶的吃水深度将会发生变化，从而改变吃水线以下回声测深仪换能器的深度。这种深度变化可使换能器记录的测量结果比实际测量的更深或更浅。与传感器偏移一样，对航海者来说，重要的是记录这些信息，以便在后处理过程中对数据进行垂直改正。可以通过在航行的开始和结束时记录船舶的吃水以及时间和日期，并将该信息提供给可信节点来实现（见图7）。

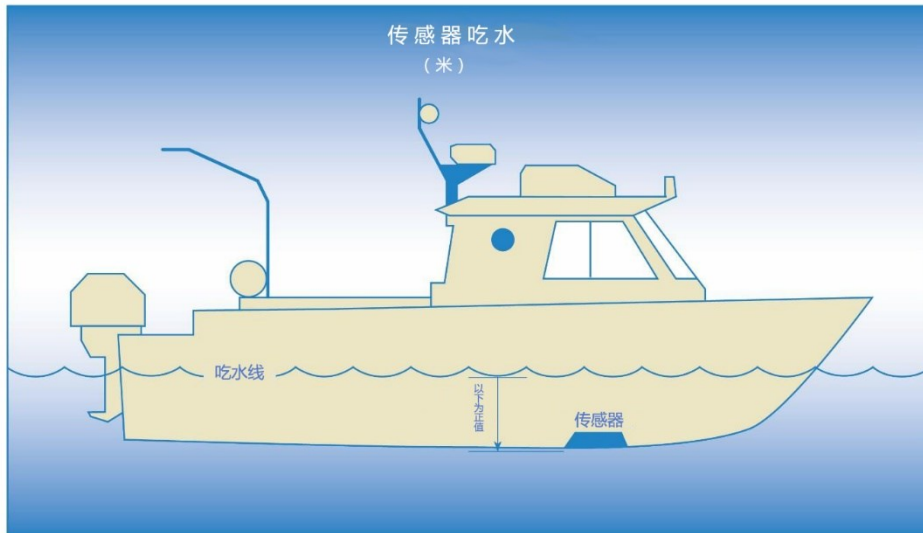


图7. 吃水线以下传感器深度测量示意图。

需要注意的是，当使用条带测深系统（如多波束回声测深仪）时，仍必须考虑以上提到的所有要素。由于发声器、惯性运动单元和船舶所在的各个参考坐标系之间的角度偏移，增加了额外的复杂性。组成该集成系统的不同角度的校准可以通过称之为“块测试校准”程序来完成，本文不再对此赘述。

3 数据及元数据

3.1 数据与元数据

了解数据和元数据之间的区别很重要。数据是核心信息，而元数据是描述数据的数据。对于众源测深，数据就是船舶采集的深度值和地理位置，以及数据采集的日期和时间。元数据提供有关数据的其他附加信息，例如回声测量仪和全球导航卫星系统（GNSS）的品牌和型号、船舶的吃水、传感器安装在船舶上的位置信息等。

3.2 元数据的重要性

元数据向数据用户提供信息，帮助他们确定数据的质量，因此，与仅能单独使用深度和位置信息相比，这将使数据的用途更加广泛。如果元数据一致，那么将数据合并到数据库中就会更加容易，且更便于用户按照自己的意图来处理数据。提交的元数据中的不一致可能会在数据质量报告中突出显示。有关报告的更多信息，请参见第4章：数据质量评估。

该工作组的指导意见是，原始或“捕获”数据（即，在形式上尽可能接近提交给数据记录器的数据）最好能很好地表明观察者的偏移量和背景是什么，作为对DCDB的贡献。

3.2.1 潮汐信息

没有潮汐修正并且能够很好地指示观察者的偏移量和背景的数据，作为对DCDB的贡献是可取的。如果数据采集器提供了有关深度测量的时间和日期的信息，则允许未来的数据用户对数据应用潮汐修正（如果他们选择的话）。如果进行了更正，应在第3.3.3节和第3.3.4节所述的推荐元数据字段中获取详细信息。

3.2.2 传感器偏移

根据换能器与吃水线的垂直偏移或与GNSS接收机的水平偏移信息，用户可以对数据进行船舶吃水改正和水平位置改正。

通过使用元数据中的信息进行数据改正，数据用户可以极大地提高测深数据的精度及在科研、工业或其他应用领域的使用价值。有关传感器偏移的更多信息，请参阅本文中的第2.3.1节。

3.3 元数据及数据格式

本节为数据采集者和可信节点在向DCDB提交数据时提供必要的标准元数据提供了指南。此外，还提供了其它附加元数据的信息，这些附加元数据可以提高数据对的最终用户的价值。CSB数据贡献者应尽可能采集和转发这些信息。认识到将元数据字段转换为文件以提交给DCDB可能很复杂，鼓励可信节点审查CSB示例数据贡献格式文件，该文件可在IHO DCDB网站上找到²³，并包括可接受数据格式的最新约定和示例。应使用国际单位制（SI），并允许增加节数（每小时海里数，精确为1.852km/h，或约0.514m/s）。因此，深度和偏移量应以米为单位。

²³ ngdc.noaa.gov/iho/（IHO 数字测深数据中心（DCDB））

3.3.1 来自可信节点的强制元数据

受信任的节点在向DCDB交付数据之前，应向众源测深分配额外的元数据。表1列出了可信节点应提供的元数据。注意，数据字段“数据许可”应仅列出“Creative Commons Zero”通用公共领域专用（CC0 1.0）。有关数据许可的更多信息，请参阅第5章：其他注意事项。

表1. 可信节点元数据。

数据字段	描述	例子
提供商联系人组织名称	可信节点的名称，采用自由文本格式。	邮轮股份有限公司示例。
提供商电子邮件	可信节点的电子邮件地址的自由文本字段，以便数据用户可以联系可信节点以了解有关数据的问题。	support@example.com
唯一容器 ID	该编号由可信节点生成，用于标识可信节点并唯一标识贡献船只。连字符 (-) 前面的字符标识可信节点，后跟连字符 (-)，然后是船只的唯一标识符。可信节点分配的 UUID 在船舶的整个服务期内对每艘贡献船舶都是一致的。但是，如果船只选择对数据用户保持匿名，则可信节点不需要发布与 UUID 相关联的船只名称。	示例-UUID
惯例	此字段描述数据和元数据的格式和版本，例如 GeoJSON、CSV 或 XYZT。如果可能，请参考 CSB 数据约定的版本（例如，CSB 2.0、CSB 3.0）。	GeoJSON CSB 3.0
数据许可	可信节点向 DCDB 提供 CSB 数据的 Creative Commons 公共领域专用。有关许可的其他信息，请参见第 5 章：其他注意事项。	CC0 1.0
提供程序记录器	用于记录数据的软件程序或硬件记录器。	玫瑰点 ECS
提供程序记录器版本	软件或硬件记录器版本。	1.0
导航数据 CRS	参考导航数据坐标参考系统（CRS）的 EPSG 代码	平均值：4326
深度垂直参考	深度的垂直参考。垂直参考极有可能是传感器（例如：NMEA DBT 串）或水线（例如 NMEA DPT 串）。	传感器/未知
容器位置参考点	位置参考点（PRP）是输出导航数据的参考点。参考点很可能是 GNSS 天线的位置。	GNSS/传感器/参考板

3.3.2 强制性数据

DCDB接受众源水深数据所需的最基本的信息。

表2. 强制性信息。

数据字段	描述	例子
经度	船舶的 PRP（位置参考点）经度，以十进制度数表示，精度为小数点后六位。这可以从 NMEA GGA、GGL 或 RMC 字符串中提取。负值出现在西半球；正值出现在东半球。	-19.005236
纬度	船舶的 PRP（位置参考点）纬度，以十进制度数表示，精度为小数点后六位。这可以从 NMEA GGA、GLL 或 RMC 字符串中提取。负值出现在南半球；正值出现在北半球。	40.914812
深度	从垂直参考点到海底的距离。应收集为正值，单位为米，精度为分米。	7.3

日期和时间戳	深度测量的日期和 UTC 时间戳也可以确定，理想情况下以 RFC3339 格式精确到毫秒。	2015-08-06T22:00:00.000Z
--------	-----------------------------------------------	--------------------------

3.3.3 推荐元数据-船舶信息和传感器配置

有关船舶、传感器和传感器安装的其他信息允许数据用户评估数据质量，并在必要时进行校正。这大大增加了数据在海洋学研究、科学和可行性研究以及其他用途中的潜在应用。表3列出了CSB数据贡献者应尽可能包括的元数据。

表3. 推荐元数据-船舶信息和传感器配置。

元数据字段	描述	例子
船舶类型	数据采集船舶的类型，如货船、渔船、私人船舶、科考船等。	私人船舶
船舶名称	船舶的名称，采用开放字符串格式。	德拉克斯的白玫瑰
船舶长度	船舶的总长（LOA），正值，以米为单位表示。	65
ID 类型	用于唯一标识船舶的 ID 号。目前，有两种类型：海上移动通信业务标识（MMSI）或国际海事组织（IMO）号码。MMSI 号码用于在诸如 AIS 之类的服务中唯一地标识船舶。IMO 编号在船舶的全寿命周期内有效，无论船旗或所有权如何变化，IMO 编号都不会改变。贡献者只能选择一种 ID 类型。	MMSI
ID 号	ID 类型的值。MMSI 号码通常是九位数，而 IMO 编号是字母前缀“IMO”加上七位数字。	369958000
传感器说明	包含收集平台上使用的给定传感器的所有信息的复合元素。所示字段的最小规格；一些传感器可以具有附加值（例如回声发声器的频率）。位置由 PRP（位置参考点）给出，单位为米。偏移为正 NED（北（船首）、东（右舷）、下） ²⁴	类型：发声器 品牌：Garmin 型号：GT-50 位置：[4.2, 0.0, 5.4] 发声器的可选字段： 草图：1.4 草图不确定性：0.2 频率：200000
记录的声速	一些系统可能具有提供声速数据和校正声音的能力。如果已知此类修正的详细信息（“真”），强烈建议填写表 4 中的“声速修正”字段。如果为“假”，则未记录有关如何应用声速的信息。	假
记录的位置偏移	该字段描述是否已针对 GNSS 接收器和传感器之间的横向和纵向偏移校正了最终船舶位置（经度和纬度）（“真”），或是否未校正（“假”）。如果为“真”，则应填充表 3 中传感器描述字段的位置元素。	假
已处理数据	未经潮汐修正或额外处理的原始数据最好作为 DCDB 的贡献。	真

²⁴ 具体传感器说明：

传感器类型：发声器。首选：品牌、型号、位置、草稿、草稿取消。建议：频率、脉冲长度

传感器类型：IMU。首选：品牌、型号、位置。

传感器类型：GNSS。首选：品牌、型号、位置。建议：天线型号。

	此字段允许数据贡献者声明数据是否已处理或更正（“真”）（“假”）。如果为“真”，强烈建议在第 3.3.4 节概述的可选元数据字段中捕获详细信息。如果为“假”，则不需要第 3.3.4 部分中的信息。	
参与者评论	如果投稿人认为有任何问题或事件可能降低了位置或深度测量的质量，他们可以在该自由文本字段中输入该信息。	2022-03-08, UTC 时间 20:30, 回声测深仪在船只越过另一艘船的尾流后失去了底部跟踪。

3.3.4 推荐元数据-数据处理

“捕获的”数据（即，在形式上尽可能接近提交给数据记录器的数据）是进入DCDB存档的首选数据。但是，如果数据以任何方式被修改（“已处理”），则应通过表3中引用的“已处理数据”元素来表示。有关处理的其他信息应包含在已处理数据的推荐元数据中（表4）。只要所使用的方法、算法、软件、参数等充分记录在元数据中，以便潜在用户能够评估数据是否适合其用途，任何级别和风格的处理都是允许的。其目的应该是提供足够的信息，以便在需要时反转处理。

表4. 已处理数据的推荐元数据。

处理步骤	描述	示例字段
时间戳插值	为记录的数据分配时间的方法。	方法：插值 RMC 消息 算法：？ 版本：1.0
坐标参考更改	更改数据参考系的处理。必须包括原始坐标系和目标坐标系，以及用于更改的方法。	原件：EPSG:4326 目的地：EPSG:8252 方法：GeoTrans
垂直简化	将原始数据简化为垂直参考系统（海图基准面、MSL、椭球面、水位等）所采取的步骤。必须包括垂直参考系统和使用的方法。	参考：ChartDatum 数据： CANNORTH2016v1HyVSEP_NAD83v6_CD 方法：椭球体下降 观测水位 预测水位 型号： CANNORTH2016v1HyVSEP_NAD83v6_CD 水位参考站（编号？）
GNSS 处理	后处理或改进水平和垂直定位所采取的步骤。	算法：RTKLib CSRS-PPP 版本：1.2.0
声速校正	修正水中声速的测深。	来源：模型 轮廓 几何平均值 固定值 卡特表 马修表 ... 方法：CIDCO-Ocean 版本：1.1.0
数据处理	用于分类数据的通用算法	名称：重复数据消除 不确定性评估 手动编辑 ... 参数：无 版本：1.0

4 数据质量评估

4.1 介绍

数据质量与数据集符合其预期用途的程度有关。良好的数据质量并不一定意味着数据的质量必须很好，而是意味着最终用户已经充分地了解了数据的质量有多好。根据标准，一个地区的最佳可用数据可能不是最好的质量数据，但只要该数据的质量被量化或合格，如果没有其他数据，它就能提供最好的可用数据。为了能够对数据的质量进行全面的评估，有必要记录或记录某些信息和数据。这个数据被称为元数据。

与数据集相关联的元数据提供了与如何执行数据采集有关的有价值的支持信息，并将能够对数据质量进行适当的处理、修正和知情的评估。这突出了众源测深（CSB）数据贡献者提供尽可能多的关于数据集的信息的重要性（见第3章：数据和元数据）。

CSB数据的质量评估主要是基于CSB数据集和相关元数据的不确定度评估和一致性评估。

评估和报告CSB数据的数据质量有两个目的：（1）为CSB数据贡献者提供反馈，以证明他们的努力的价值，并鼓励继续提交；（2）有助于评估CSB数据的附加值，以此确定是否可能发布对航行和/或包含在未来产品中的潜在未知危险的航行警告（即水深网格、官方航海产品等）。

4.2 不确定度评价

在科学背景下，“误差”是被测物体的测量值和真实值之间的差值。不幸的是，通常不可能直接、物理地验证真实值，因此实际的误差是未知的，也是不可知的。相反，我们可以估计测量值中可能出现的误差量，这被称为“不确定度”，并与测量值一起报告它。量化的不确定度对于理解和确定使用测量值是必不可少的。

分类列出可能影响这些测量值的所有不同类型的不确定度，然后估计它们各自的大小，再将它们生成不确定度的总体估计，这种做法对于估计深度值的不确定度是很有帮助的。

对于每一个不确定度的来源，对不确定度类型进行分类的最常见的方法是估计观测值的精确度（或方差）和准确度（或偏差）。精确度—是指在不变条件下重复（或可重复）测量显示相同结果的程度。准确度-是指测量值和真实值之间的一致性。所有的观测结果都有可能产生这两种类型的不确定度，尽管任何给定的观测都可能更多地由一种或另一种类型所主导（这可以使估计更简单）。理想情况下，对每次观测的精确度和准确度估计应分别跟踪，直到将所有不确定度来源组合起来。

图8和图9显示了精确度和准确度的示例。根据偏好，所有的深度观测都将是准确和精确的。然而，由于许多原因，深度测量可能是精确的，但不是准确的。例如，如果假设声速是某个固定值，并且没有实际测量，深度测量将偏移真实的深度（即准确度低），即使连续的测量结果相似（即精确度高）。

相反，深度测量也可能是准确的（即接近真实的深度），但不是精确的（即测量中的随机变化）。

最终，可能很难对每个测量值的不确定度进行全面的分析。然而，只要所做的事情被记录下来，所提供的任何信息仍然是有价值的，只要不准确度和不精确度可以被量化或有资格对所有可用信息的质量进行分类。特别是在很少或没有其他数据存在的地区。

从根本上说，所有经过质量评估的CSB数据的贡献都有价值，而且确实比没有数据要好得多。这些数据可用于一系列用途，从简单地突出需要进一步调查的危险，到纳入官方海图和出版物。改善知识的广泛应用程序强调了提供众源数据的重要性和价值。

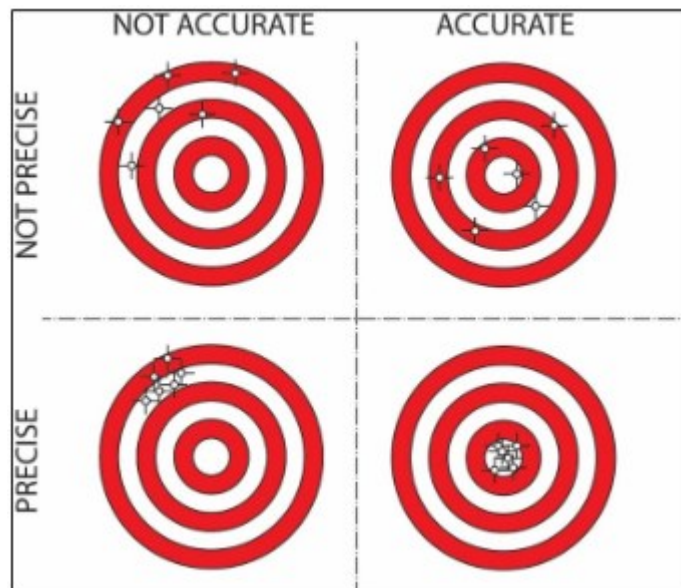


图8. 测量值的准确度和精确度（偏差和方差）对系统测量能力的影响。

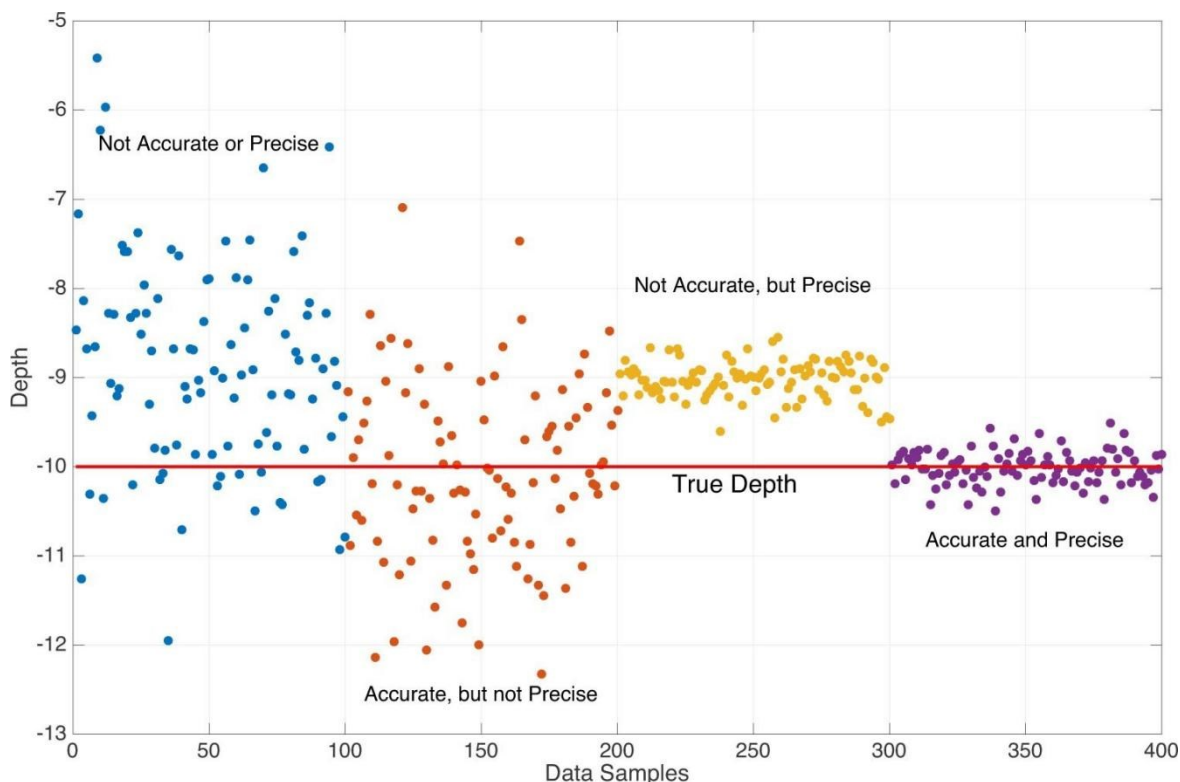


图9. 深度测量示例（来自图8的四个象限）。

不确定度的内容比较复杂。本文只对该主题进行概述，但可以查阅下列标准获取更多的细节：IHO专业出版物S-44（《海道测量标准》，第6版，2020），IHO出版物C-13（《海道测量手册》，2010）和《ISO测量不确定度指南》（ISO，1995）。

4.3 数据一致性

除了评估不确定度外，数据质量还可以使用内部一致性和外部一致性进行评估：

- 内部一致性：至少当数据来自同一数据贡献者时数据应该保持相对完整性和位置的一致性。
- 外部一致性：来自不同来源的数据在空间上应该是一致的。

数据集的自一致性评估可以在有冗余测量的情况下执行。在实践中，通常通过比较相互交叉的测线来完成的。

当数据集与现有数据重叠时（例如，托管在IHO、海道测量办公室或其他数据库中），可以对数据集进行内部一致性评估。

4.4 数据质量报告

可以考虑以简短且易于阅读的数据质量报告的形式向CSB数据贡献者提供反馈。此类报告将根据所提供的元数据以及自我一致性和/或同行一致性评估，向CSB数据贡献者提供所贡献的CSB数据的质量摘要。这类报告的提供不是强制性的，但应该加以考虑，因为它们可以帮助鼓励CSB数据贡献者的参与。

附件C中提供了一个示例报告。

5 其他注意事项

以下注释并非详尽无遗，仅供参考。

自海图首次制作以来，航海者们以海道测量记录的形式关注并强调了与在航行过程中发现的已发布信息的任何不一致之处。。IHO的众源测深（CSB）倡议已经将这种有利于海上安全的集体方法转变为数字时代。该倡议的原则与许多其他原则类似，即环境数据和信息是由用户和公众自愿收集的，并根据开放数据许可证为共同利益提供。特别是，航海者采集和转发测深数据作为“航路测深”活动的一部分，以支持像GEBCO计划这样的全球倡议，GEBCO已经进行了一个多世纪，没有任何问题。测量和通信技术快速发展，本指导方针也需要进行相应的修改。本CSB指导文件的修订旨在帮助CSB数据贡献者提高他们可能希望向公众提供的任何测深信息的质量和一致性。

当考虑参与IHO CSB计划时，CSB数据贡献者应了解以下内容：

- 建议将记录（收集）和共享水深数据作为CSB活动的航海者，应了解任何相关的地方限制或考虑，特别是在国家管辖的水域内的操作。
- 参与IHO CSB倡议的人员，无论是作为收集数据、贡献数据的人员还是作为用户（作为可信节点或个人），都需要了解向DCDB提交可面向公众的测深数据的许可制度的条件。
- 使用从IHO DCDB获得的数据，需要考虑数据的性质和不确定度以及它是否符合预期目的。

为了让用户在使用这些数据时明确自己的权利和义务，IHO CSB倡议从创意共享中选择一个开放许可。由船只提供给IHO DCDB的数据通常通过可信节点提供，可信节点汇总这些数据，并确保获得船主的必要许可。然而，无论这些数据是由可信节点或个人提供给IHO（通过IHO DCDB），这些数据都是根据“创意共享零”通用公共领域（CC0 1.0）²⁵奉献给公共领域。通过自愿提供CSB将数据提供给IHO，CSB数据提供商同意根据这些条款公开发布这些数据。数据许可将在元数据中被捕获，并包含在从DCDB下载的CSB数据包中。随着创意共享许可版本和条款的变化，IHO可能会更新其选定的许可。在B-12中发布对许可证的任何更新都将是对该文件的行政变更，CSB的利益相关者将在IHO通函和DCDB网站上得到通知。

CSB数据贡献者（无论是作为可信节点还是个人）应该承认，通过将他们的数据纳入IHO DCDB数据库，他们这样做是善意的，目的是为了增加对世界海洋、海洋和水道的水深知识。通过同意IHO CSB可信节点协议表格，可信节点同意IHO和通过代理IHO DCDB可以使用并向公众传播其CSB数据，公众可以使用和传播与上述许可框架一致的数据。如果数据提供程序不是可信节点，则IHO将提供类似的协议表单。在任何情况下，IHO或IHO DCDB都不会

²⁵ creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/。

因为第三方使用数据贡献者提供的数据对数据贡献者负责。

IHO还将明确表示，数据是在“用户谨慎”的基础上提供的；特别强调用户必须仔细考虑与用户提出的任何使用所使用的数据的性质和不确定度。

在向数据用户传达这一信息时，应当指出，IHO作为一个政府间组织，根据国际法享有某些权利和特权，其中包括对国家法院管辖权的豁免权。

5.1 IHO DCDB补充文件

以下文件澄清了与向IHO DCDB提交数据相关的众源测深的一些方面：

- IHO CSB Trusted Node Agreement Form_Template_v1.0
- Guidance for Submitting CSB Data to the IHODCDB_v1.0
- Sample CSB File Formats_v1.0

IHO DCDB补充文件应补充并与B-12的内容保持一致。

鉴于其技术性质，更新周期预计将比B-12更频繁。IHO DCDB可确保让涉众了解新发布的版本。

附录A 缩写

- AIS – 船舶自动识别系统
- CSB – 众源测深
- CSV – 用逗号分隔的数值
- DBT – 传感器下方深度（NMEA句式）
- DCDB – IHO数字测深数据中心
- ECDIS – 电子海图显示和信息系统
- GGA – 定位信息（NMEA句式）
- GEBCO – 大洋水深图
- GLL – 地理位置、纬度/经度（NMEA句式）
- GNSS – 全球导航卫星系统
- IHO – 国际海道测量组织
- IOC – 联合国教科文组织的政府间海洋学委员会
- IMO – 国际海事组织
- MMSI – 海上移动通信业务标识
- NCEI – 国家环境信息中心
- NMEA – 国家海洋电子协会
- NOAA – 美国国家海洋及大气管理局
- RMC – 推荐的GPS最小数据（NMEA句式）
- UNESCO – 联合国教科文组织
- UPS – 不间断电源
- UTC – 格林威治时间
- UUID – 唯一的统一识别

附录B 术语表

自动识别系统 (AIS)：一种通过甚高频 (VHF) 将船舶的位置、航向和速度播发到附近的其它船舶以减少碰撞风险的跟踪系统。

众源测深 (CSB)：船舶在从事常规海上作业时，使用标准导航仪器采集水深数据。

电子海图显示与信息系统 (ECDIS)：符合IMO要求的计算机导航系统，可替代纸海图用于导航。

大洋水深图 (GEBCO)：公开可获得的全球海洋水深图及其相关产品。GEBCO项目是IHO和IOC的联合项目，主要依靠于科学家和海道测量人员在其所属组织的支持下的国际志愿合作努力。

全球导航卫星系统 (GNSS)：一种覆盖全球的卫星导航系统，如美国的NAVSTAR全球定位系统 (GPS)、俄罗斯联邦的GLONASS以及 欧盟的伽利略。

国际海道测量组织 (IHO)：IHO是1921年成立的政府间咨询和技术组织，旨在为航行安全和保护海洋环境提供支持。IHO的主要目标是确保对世界上所有的海洋和通航水域进行测量和制图。

国际海事组织 (IMO)：国际海事组织是联合国负责航运安全和防止海洋船舶污染的专门机构。它是国际航运安全、保障和环境性能的全球标准制定机构。其主要作用是为航运业建立一个公平有效、普遍采用和普遍实施的监管框架。

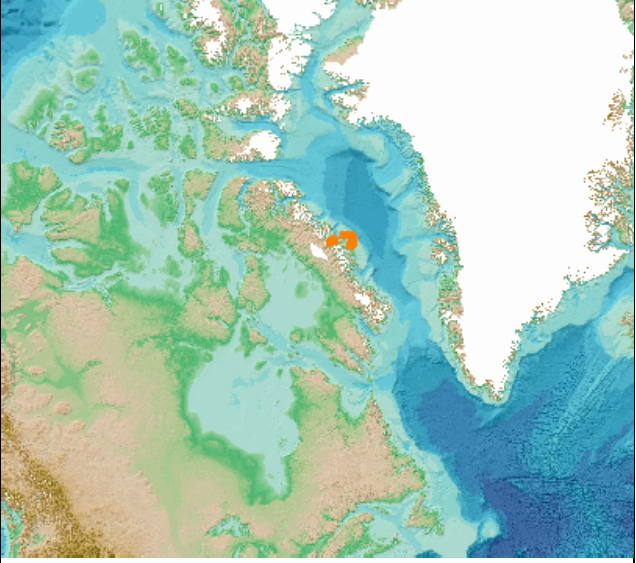
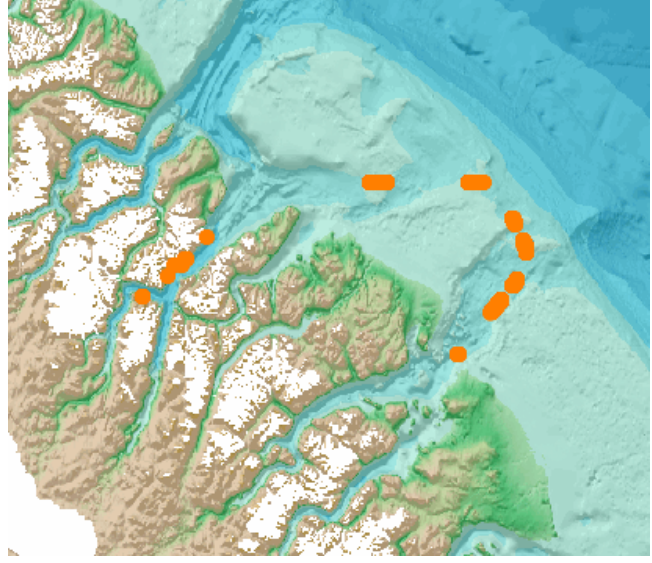
联合国教科文组织政府间海洋学委员会 (IOC-UNESCO)：IOC是联合国海洋科学主管机构。其作用是促进国际合作并协调研究、服务和能力建设方面的项目，以便更多地了解海洋和沿海地区的性质和资源，并将这些知识应用于改进管理、可持续性发展、保护海洋环境以及其成员国的决策过程中。

国家海洋电子协会 (NMEA)：美国海洋电子贸易组织，为海洋电子设备制定通信标准。总部设在美国的海洋电子贸易组织 (marine electronics trade organization) 制定了海洋电子之间通信的标准。

可信节点：作为航海者 (数据采集者) 和DCDB之间数据联络者的组织或个人。可以为航海者提供数据记录仪、安装和数据下载帮助，采集CSB的最佳实践建议，以及向DCDB提供信息。

附件C 数据质量报告示例

下面是数据质量报告的一个示例。它是基于位于加拿大新墨西哥州巴芬岛东海岸的法桑德所提供的真实贡献。该报告显示了对数据集的总体评级（从0到100%）、使用数据集的潜力，以及一系列帮助CSB数据贡献者增加其潜在的下一个贡献的建议。

数据质量评估报告	总体评级 65%
位置	巴芬岛, NU, 加拿大
贡献者	远低于
日期	2019年10月
图表 (常规视图)	图表 (面积视图)
	
	背景是GEBCO网格
可用性评级	
充电更新	20%
导航警告检测	40%
GEBCO网格间隙填充	100%
DCDB集成	100%
...	
自一致性评估 (精确度)	
交叉点数量	0
十字路口的平均差值	n/a
差异的标准差	n/a
同行一致性评估 (准确度)	
参考表面	CHS Bathymetry DataBase
数据集最小深度	24m
数据集最大深度	201.6m

参考面的平均差值	9.86m (参考面以下)
标准差差值	3.74m

对下一个贡献的建议	
换能器吃水	观察到的9.86m的偏差可能部分是由于换能器吃水，我们不知道它是否适用。请检查。
...	

元数据	
船舶类型	巡航船
船舶名称	
船舶长度	
ID类型	
ID编号	
探测传感器类别	换能器
换能器制造商	
换能器型号	
换能器频率	
换能器吃水	6.7m
换能器吃水的不确定度	
应用换能器吃水	未知的
应用声速值	未应用
深度参考点	传感器
GNSS传感器类型	GPS
GNSS制造	
GNSS模型	
从GNSS到换能器的纵向偏移量	
从GNSS到换能器的横向偏移量	
从GNSS到换能器的垂直偏移量	
应用位置偏移	未应用
贡献者评论	

IHO众源测深工作小组主席詹妮弗·詹克斯（美国，NOAA）得到副主席Peter Wills（加拿大，CHS）和IHO秘书处的支持，要感谢以下参与者（按字母顺序）所做的努力和贡献：

Belen Jimenez Baron, 丹麦（丹麦海道测量局）
Robin Beaman, 专家撰稿人（詹姆斯库克大学）
Anders Bergström, 专家撰稿人（TeledyneFLIR Raymarine）
Stuart Caie, 新西兰（LINZ）
Brian Calder, 专家撰稿人（CCOM/JHC, 新罕布什尔大学）
David D'Aquino, 专家撰稿人（Navico）
Julien Desrochers, 专家撰稿人（M2Ocean）
Evert Flier, 挪威（挪威制图局）
Federica Foglini, 专家撰稿人（CNR ISMAR）
Denis Hains, 专家撰稿人（H2i）
Edward Hands, 挪威（NHS）
Jens Peter Weiss Hartmann, 丹麦（丹麦海道测量局）
Kenneth Himschoot, Expert Contributor（Sea ID）
Anthony Klemm, USA（NOAA）
Steven Geoffrey Keating, USA（NGA）
Giuseppe Masetti, 丹麦（丹麦海道测量局）
David Millar, 专家撰稿人（Fugro）
Steve Monk, 专家撰稿人（Da Gama Maritime）
Guillaume Labbé-Morissette, 专家撰稿人（CIDCO）
LCDR Marta Pratellesi, 意大利（意大利海道测量研究所）
Mathieu Rondeau, 加拿大(CHS)
Thierry Schmitt, 法国（Shom）
Dr Helen Snaith, 专家撰稿人（国家海洋中心）
Shaul Solomon, 专家撰稿人（DockTech）
Andrew Talbot, UK（UKHO）
Leonor Veiga, 葡萄牙（葡萄牙海道测量研究所）
Patrick Westfield, 德国（联邦海事和海道测量局）
Peter Wills, 加拿大(CHS)
Georgianna Zelenak, 专家撰稿人（科罗拉多大学）

Matthew Zimmerman, 专家撰稿人 (FarSounder, Inc.)