

ICS 01.140.20
CCS A45

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 4316—2022

海涂资源调查技术规程

Technical regulations for tidal flat resources survey

2022—07—19 发布

2022—08—19 实施

江苏省市场监督管理局 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 调查范围 2

5 海岸线的分类及界定 2

6 海岸线的测量 2

7 飞机航摄海涂高程的测量方法 3

8 理论最低潮面的测量方法 5

9 海涂冲淤动态调查 6

10 成果要求 7

附录 A..... 8

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省自然资源厅归口。

本文件起草单位：江苏省海涂研究中心、江苏省地质调查研究院、江苏省测绘工程院、南京大学。

本文件主要起草人：林伟波、张一乙、罗锋、章志、龚绪龙、刘为东、汪亚平、孔得雨、熊晋健、李明亮、陈鹏、邱宇、常曼。

海涂资源调查技术规程

1 范围

本文件规定了海涂资源的界定、测量、调查的主要内容、技术方法和基本要求。
本文件适用于海涂资源的测定调查。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 12327—1998 海道测量规范

GB/T12763.1—2007 海洋调查规范

GB/T15661—2008 1: 5000、1: 10000、1: 25000、1: 50000、1: 100000地形图航空摄影规范

GB/T 27919—2011 IMU/GPS辅助航空摄影技术规范

GB/T 27920.1—2011 数字航空摄影规范 第1部分：框幅式数字航空摄影

CH/T 8023—2011 机载激光雷达数据后处理技术规范

CH/T 8024—2011 机载激光雷达数据获取技术规范

HY/T 147.7—2013 海洋监测技术规程 第7部分：卫星遥感技术方法

DB32/T 1223—2008 GPS高程测量规范

全国海岸线修测技术规程 2019

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海涂 tidal flat

海岸带平均大潮高潮线与平均大潮低潮线之间向海洋和缓倾斜的滩面，本文件还包括高水位淹没，低水位露出的离岸沙洲。

3.2

海涂资源 tidal flat resources

海岸线至理论最低潮面之间的区域，以及离岸沙洲至沙洲外围理论最低潮面的区域。

3.3

海岸线 coastline

海岸线系平均大潮高潮时水陆分界的痕迹线。

3.4

理论最低潮面 theoretical lowest tidal level

13个分潮组合下理论上可能的潮水位最低值。

3.5

网络RTK network real time kinematic

在全球导航卫星系统（GNSS）连续运行参考站模式下进行的基于载波相位观测值的实时动态差分定位技术。

3.6

IMU/GPS 辅助航空摄影 IMU/GPS-supported aerial photography

利用惯性测量单元（IMU）和全球定位系统（GPS）的组合测量技术，获取摄影瞬间摄影中心的位置参数及影像的姿态参数的一种航空摄影技术。

3.7

框幅摄影 frame photography

曝光瞬间对整个幅面同时成像的摄影。

3.8

机载激光雷达 airborne LIDAR

在航空平台上，集成激光雷达、定位定姿系统（POS）、数码相机和控制系统所构成的综合系统。

4 调查范围

本文件的调查范围为海岸线至理论最低潮面的海域，以及离岸沙洲至沙洲外围理论最低潮面的区域。

5 海岸线的分类及界定

5.1 海岸线分类

按《全国海岸线修测技术规程》规定分为三类，包括自然岸线、人工岸线和其他岸线。

5.2 自然岸线界定

基岩岸线、沙质岸线、泥质岸线、生物岸线按《全国海岸线修测技术规程》规定方法界定。

5.3 人工岸线界定

填海造地形成的人工岸线、围海形成的人工岸线、构筑物人工岸线按《全国海岸线修测技术规程》规定方法界定。

5.4 其他岸线界定

生态恢复岸线和河口岸线按《全国海岸线修测技术规程》规定的方法界定；生态修复后的泥滩，泥滩向陆一侧有人工岸线的，界定方法按5.3要求；泥滩向陆一侧无堤坝、护岸等构筑物的，界定方法按5.2要求。

6 海岸线的测量

6.1 调查内容

海岸线类型、长度及分布。

6.2 调查方法与技术要求

6.2.1 资料收集

调访收集相关遥感图像、地形图及历史资料。

- a) 海涂遥感资料；
- b) 地形图、海图有关图集；
- c) 各类海洋海岸工程建设项目有关资料；
- d) 大地测量成果资料。

6.2.2 海岸线测量点选取

使用网络RTK测量，测量点的密度可根据海岸线特征、走向、现状和变化复杂程度等条件选取，具体包括以下内容：

- a) 对海岸线上的一些典型岸线拐点，如自然岸线变换点、人工岸线主要拐点、主要河口端点、县级以上海域行政界线界桩等，实测其坐标；
- b) 应测量岸线上有代表性、能真实反映海岸线现状的点；
- c) 在变化复杂及有特殊意义的岸线，应加密观测点，如不同岸线类型的交界点、特殊地貌类型及其边界处、人为因素对海岸线有特殊的影响处等。

6.2.3 外业观测技术精度

宜使用JSCORS（江苏省全球导航卫星连续运行参考站中和服务系统）网络RTK测量，参照DB32/T 1223—2008，选择2000国家大地（CGCS2000）坐标系，具体包括以下内容：

- a) 要求观测的采样间隔为1s，卫星高度角 $\geq 15^\circ$ ，有效观测卫星数 ≥ 5 颗；
- b) 观测历元数 ≥ 10 个，3Q精度 $\leq \pm 5$ cm；
- c) 数据输出大地坐标及每个点的精度指标；
- d) 在测量时在沿海岸线检测部分江苏省沿海布设的平面和高程控制点检测点的测量观测60个历元，与公布成果比较，误差小于 ± 5 cm。

6.2.4 野外观测

按《全国海岸线修测技术规程》和DB32/T 1223—2008的方法，记录观测点位置、海岸线类型、海岸形态及动态、冲淤特征等，人工岸线要标明人工岸线的性质等。

6.2.5 室内资料整理与分析

室内分析需根据现场勘测与历史资料综合研判，包括以下内容：

- a) 站位校核；
- b) 对比遥感图像与实测资料；
- c) 对自然岸线痕迹线需要通过遥感影像进行潮位校正对比实测资料进行综合判定。

7 飞机航摄海涂高程的测量方法

7.1 测量方法

飞机航摄海涂高程的测量方法：

- a) 通过无人机搭载航摄仪进行数字框幅摄影；
- b) 通过机载激光雷达系统进行IMU/GPS辅助航空摄影。

7.2 航线设计

7.2.1 飞行设计范围

按GB/T15661—2008、GB/T 27919—2011和GB/T 27920.1—2011中的要求进行设计。

7.2.2 飞机选择

按照任务要求的比例尺和飞机续航时间选择飞机，本文件推荐在大范围航摄海涂高程（1：10000比例尺地形图）时使用航速快续航时长的有人机；在航摄小范围典型海涂高程（小于1：5000比例尺地形图）时使用无人机。

7.2.3 航摄系统选择

数字框幅摄影相机需满足GB/T 27920.1—2011要求，机载激光雷达需满足CH/T 8024—2011要求，本文件推荐海涂地形图航摄系统参数如下：

a) 机载激光扫描系统需要满足比例尺要求，以1：10000比例尺为例，其主要技术参数见表1：

表1 激光雷达技术参数

最大脉冲频率	200KHz
最大扫描频率	100Hz
工作相对航高	200-5000m
回波/强度信息	4+3次
强度数字化级别	8bit+8bitAGC(16bit)
最大视场角	75度（最大75度的滚动自适应补偿）
工作模式	具有多脉冲MPIA模式

b) 数字航摄仪主要技术参数见表2：

表2 数字航摄仪技术参数

相机主距	53mm
像元尺寸	6 μ m
像幅（像素）	9000×6732

7.2.4 航摄分区

航摄分区需综合考虑空域、地形、潮汐、基站分布、IMU误差累积等因素，1:10000范例分区因素分析如下：

- a) 分区及航线方向应考虑机场禁飞区并满足空域分区要求；
- b) 海涂及周边地区地势平坦，高差很小，可以忽略地形因素；
- c) 潮汐是影响分区的重要因素，需参考验潮站位置确定分区界线；
- d) 分区位于JSCORS基站80 km以内；
- e) 单条航线长度最大不能超过80 km。

7.2.5 航线敷设

航线敷设应按照GB/T15661—2008、GB/T 27919—2011和GB/T 27920.1—2011中的要求设计，另外：

- a) 大范围航摄海涂高程时航线按常规方法敷设, 平行于摄区边界线的首末航线一般敷设在摄区边界线上或边界线外, 确保摄区边界实际覆盖不少于像幅的30%。在便于施测像片控制点及不影响内业正常加密时, 旁向超出摄区边界线不少于像幅的15%, 航向覆盖超出摄区边界线至少一条基线;
- b) 摄区内的航线敷设平行于海岸线, 尽可能的减小潮汐对航摄的影响, 航摄小范围典型海涂高程用时较短, 航线可垂直于岸线;
- c) LIDAR飞行航线旁向重叠设计应达到20%, 最少为13%, 数字框幅摄影飞行航线旁向重叠设计应达到70%, 最少为60%, 应保证飞行倾斜姿态变化较大情况下不产生数据覆盖漏洞;
- d) 考虑到海涂区域像片控制点的布设非常困难, 摄区必需设计构架航线, 航高保持一致。

7.3 设备检校

数字框幅摄影无需设备检校, LIDAR系统按照GB/T 27919—2011和CH/T 8024—2011要求进行检校, 检校场选择需考虑飞行便利、有明显地物标志和GCP(地面控制点)测量等因素, 选择在机场附近为宜。

7.4 控制点布设

数字框幅摄影控制点布设按照GB/T15661—2008和GB/T 27920.1—2011的要求, 考虑到海涂泥滩居多, 可根据实地情况删减。

7.5 航摄飞行

7.5.1 飞机停机位置

航摄有人飞机在进行航摄飞行前和着陆后, 应进入预定的停机位置。停机位四周应视野开阔, 视场内障碍物的高度角应小于 15° , 保证对GPS信号接收不产生影响; 航摄无人机需要根据无人机设计参数选择空旷地点起飞, 在海涂作业时应尽量远离高压线和风电装置, 起飞前做好各项起飞检查。

7.5.2 GPS初始化设置

LIDAR航摄飞行前, 应进行GPS接收机的初始化测量, 其时间应不少于10分钟, 应严格防止各种原因遮挡机载GPS天线造成的GPS信号失锁; 无人机航摄飞行前应确保与地面基准站通信畅通, 防止信号失锁。

7.5.3 航摄飞行实施

飞机航摄海涂高程测量必须考虑潮汐, 推荐晴朗的日间低潮时期进行飞行。LIDAR航摄飞行中采用GPS导航系统, 严格按照航线设计数据飞行, 确保激光扫描仪开、关机位置与设计数据一致。航摄时, 飞机飞行要尽可能平稳, 旋偏角、航偏角不能超过CH/T 8024—2011规定要求。无人机飞行时应时刻关注飞机空中状态、与基站通讯状态和电池电量, 遇到突发状况紧急召回飞机, 确保安全。

7.6 数据后处理

LIDAR航摄数据后处理按照GB/T 27919—2011和CH/T 8023-2011要求执行; 数字框幅摄影按照GB/T15661—2008 和GB/T 27920.1—2011要求执行。

8 理论最低潮面的测量方法

8.1 平均海面

按《海道测量规范》（GB 12327-1998）计算平均海面。

8.1.1 长期验潮站采用2年(含)以上连续水位观测数据，取其每小时的平均值求得平均海面。

8.1.2 短期验潮站的平均海面，一般用邻近的两个长期验潮站的平均海面转测求得，转测误差不得大于10 cm。转测方法：

- a) 几何水准测量法：按国家四等水准测量要求，直接联测两站水准点间的高差，进而求得短期站的平均海面；
- b) 同步改正法：采用30天(一个月)同步观测水位平均值，首先计算长期站的月平均海面与其多年平均海面的差值即同步改正数，然后将短期站的月平均海面加上此同步改正数即可求得短期站的平均海面。其计算方法，也可采用回归分析法。

8.2 深度基准面

按《海道测量规范》（GB 12327—1998）计算深度基准面。

长、短期验潮站的深度基准面采用理论最低潮面，其计算公式见附录B。

9 海涂冲淤动态调查

9.1 调查内容

海涂冲淤调查主要内容：

- a) 潮间带类型、面积及分布；
- b) 海涂地貌类型及分布特征；
- c) 典型海涂剖面综合观测（包括类型、形态、成因及其相互关系）；
- d) 典型海涂动态及人为活动的影响等。

9.2 调查方法与技术要求

9.2.1 资料收集

根据海岸线沿程踏勘和调访收集以下资料：

- a) 有关海涂地貌与冲淤动态调查资料；
- b) 海涂动力、泥沙、沉积、人为活动等资料；
- c) 沿海工程地质、环境地质图件和资料；
- d) 各类海洋海岸工程建设项目有关资料；
- e) 地方志、水利志、交通志等；
- f) 围填海历史遗留问题、陆海边界等。

9.2.2 现场调查路线、剖面、观测点设置

结合海岸线勘测，进行海涂地貌类型及分布观测，不同潮间带类型及其交界处、特殊地貌类型及其转折处、人为因素对海涂地貌有特殊影响处等区域应设观测点；典型海涂剖面综合观测，剖面一般间距不大于20 km。

可根据岸段的重要性、历史资料和开发利用情况，选择有代表性的岸段设置观测剖面，尤其在潮间带典型发育及近几十年来海涂变化明显的岸段加密布设，必要时可进行重复观测。

9.2.3 调查仪器

高程与位置调查仪器采用RTK系统或者全站仪等，测量仪器准确度要求平面定位亚米级、高程厘米级；典型海涂断面水文动力综合观测仪器使用温盐深仪、流速仪、浊度计等。

9.2.4 野外调查记录

观测点应按调查规定编号，准确记录位置并在工作底图上标明；在冲淤变化强烈区域应用具体符号进行标绘；对典型岸段现象应绘制素描图或拍摄照片与摄像；观察记录须详细，测量数据要正确。

9.2.5 室内分析

包括站位校核，整理外业记录，照片编号，现场调查、历史资料和遥感调查数据的综合分析。

10 成果要求

10.1 专题图件

主要内容包括：

- a) 海涂概况图，显示海涂分布；
- b) 海岸线稳定性类型与分布；
- c) 海涂地形图；
- d) 典型海涂地形和地貌剖面；

坐标系为CGCS2000坐标系，高程基准为85黄海高程，深度基准为当地理论最低潮面，平面成图比例尺根据实际调查范围与仪器精度确定，图件图式按GB/T15661—2008、GB/T12763.1—2007。

10.2 调查报告

海涂地貌与冲淤动态调查报告主要内容包括：

- a) 前言（包括任务来源、调查实施单位、调查时间、方法、程序、工作量、主要成果等的简要说明）；
- b) 自然地理概况；
- c) 海涂面积与分布；
- d) 海涂地形与地貌，剖面特征参见附录A；
- e) 海涂动态变化分析。

附 录 A

(资料性)

理论最低潮面的计算

长、短期验潮站的深度基准面采用理论最低潮面，其计算公式为：

$$\begin{aligned}
 L = & (fH)_{K_2} \cos(2\varphi_{K_2} + 2g_{K_1} - 180^\circ - g_{K_2}) \\
 & - \sqrt{((fH)_{M_2})^2 + ((fH)_{O_1})^2 + 2(fH)_{M_2}(fH)_{O_1} \cos(\varphi_{K_1} + (g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2}))} \\
 & - \sqrt{((fH)_{S_2})^2 + ((fH)_{P_1})^2 + 2(fH)_{S_2}(fH)_{P_1} \cos(\varphi_{K_1} + (g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2}))} \\
 & - \sqrt{((fH)_{N_2})^2 + ((fH)_{Q_1})^2 + 2(fH)_{N_2}(fH)_{Q_1} \cos(\varphi_{K_1} + (g_{K_1} + g_{Q_1} - g_{N_2}))} \\
 & + (fH)_{M_2} \cos \varphi_{M_4} + (fH)_{M_6} \cos \varphi_{M_6} + (fH)_{S_4} \cos \varphi_{MS_4} + H_{S_a} \cos \varphi_{S_a} + H_{S_{S_a}} \cos \varphi_{S_{S_a}}
 \end{aligned}$$

式中 L——深度基准面在平均海面下的高度，cm；

$$\varphi_{M_4} = 2\varphi_{M_2} + 2g_{M_2} - g_{M_4}, \quad (^\circ);$$

$$\varphi_{M_6} = 3\varphi_{M_2} + 3g_{M_2} - g_{M_6}, \quad (^\circ);$$

$$\varphi_{MS_4} = \varphi_{M_2} + \varphi_{S_2} + g_{M_2} + g_{S_2} - g_{MS_4}, \quad (^\circ);$$

$$\varphi_{M_2} = tg^{-1} \left[\frac{(fH)_{O_1} \sin(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2})}{(fH)_{M_2} + (fH)_{O_1} \cos(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{O_1} - g_{M_2})} \right] + 180^\circ, \quad (^\circ);$$

$$\varphi_{S_2} = tg^{-1} \left[\frac{(fH)_{P_1} \sin(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2})}{(fH)_{S_2} + (fH)_{P_1} \cos(\varphi_{K_1} + g_{K_1} + g_{P_1} - g_{S_2})} \right] + 180^\circ, \quad (^\circ);$$

$$\varphi_{S_a} = \varphi_{K_1} - \frac{1}{2}\varepsilon_2 + g_{K_1} - \frac{1}{2}g_{S_2} - 180^\circ - g_{S_a}, \quad (^\circ);$$

$$\varphi_{S_{S_a}} = 2\varphi_{K_1} - \varepsilon_2 + 2g_{K_1} - g_{S_2} - g_{S_{S_a}}, \quad (^\circ);$$

$$\varepsilon_2 = \varphi_{S_2} - 180^\circ, \quad (^\circ);$$

H、g 和 f 为 M_2 、 S_2 、 N_2 、 K_2 、 K_1 、 O_1 、 P_1 、 Q_1 、 M_4 、 MS_4 、 M_6 、 S_a 、 S_{S_a} 等 13 个分潮的调和常数和节点因数；为分潮 K_1 的相角，它的变化从 0° 至 360° ，由此可求得 L 的最小值，其相应的潮面称为理论最低潮面。

M_2 、 S_2 、 N_2 、 K_2 、 K_1 、 O_1 、 P_1 、 Q_1 、 M_4 、 MS_4 、 M_6 分潮的调和常数 H、g 由 30 天水位观测资料，用潮汐调和分析法求得。 S_a 、 S_{S_a} 分潮的调和常数则以一年的水位观测资料求得，对短期验潮站的 S_a 、 S_{S_a} 分潮的调和常数，可采用邻近长期验潮站 S_a 、 S_{S_a} 分潮的调和常数。