ICS 07.060
CCS A 45

HY

中 华 人 民 共 和 国 海 洋 行 业 标 准

HY/T XXXXX—XXXX

船载海洋生态环境在线监测系统技术要求

Technical requirements for ship-based marine ecological environment on-line monitoring system

（报批稿）

XXXX - XX - XX 发布　　XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国自然资源部　　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 系统组成 2
5 技术要求 2
5.1 系统要求 2
5.2 水样采集处理分系统 3
5.3 在线分析仪器 4
5.4 系统控制和数据采集传输分系统 4
6 在线分析仪器检验内容和方法 5
6.1 检验内容 5
6.2 检验方法 5
7 质量保证和控制 8
7.1 安装质量保证 8
7.2 性能质量保证和控制 8
7.3 数据有效性 8
8 技术文件 9
附录 A （规范性）在线分析仪器性能指标技术要求 10
参考文献 11

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这些专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本文件起草单位：国家海洋技术中心、碧兴物联科技（深圳）股份有限公司、北京雪迪龙科技股份有限公司、国家海洋局东海环境监测中心。

本文件主要起草人：李晖、杜军兰、杨仪方、程长阔、王雪莹、周虹丽、刘玉、邱致刚、汪水吉、崔建平、徐松华、李超、关一、杨颖、韩占恒。

船载海洋生态环境在线监测系统技术要求

1 范围

本文件规定了船载海洋生态环境在线监测系统（以下简称“系统”）的组成、技术要求、检验内容和方法、质量保证和控制等方面要求。

本文件适用于船载海洋生态环境在线监测系统的设计、检测和应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 3097 海水水质标准

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 8355-2008 船舶用电动测量和控制仪表通用技术条件

GB/T 17626.1-2011电磁兼容　试验和测量技术　抗扰度试验总论

GB/T 34065-2017 分析仪器的安全要求

HJ 168-2020 环境监测分析方法标准制订技术导则

HJ 212-2017 污染源在线自动监控（监测）系统数据传输标准

HJ 442.3 近岸海域环境监测技术规范第三部分近岸海域水质监测

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

船载海洋生态环境在线监测系统 ship-based marine ecological environment on-line monitoring system

适用于船舶，具有自动水样采集、参数测量、数据存储和传输等功能，实现对水温、盐度、pH、溶解氧、浊度、叶绿素和营养盐等海洋生态环境要素在线监测的系统。

3.2

在线分析仪器 on-line analyzer

用于海洋现场对海水的成分或物性参数进行自动连续（或间隔）测量的分析仪器。

[来源：GB/T 34042-2017，3.2，有修改]

3.3

水样采集处理分系统 sample collecting and processing subsystem

用于将外部海水输送给在线分析仪器分系统，并具有水样提取、输送、处理等功能的系统。

注：通常包括取样装置、样品流路、泵、阀、过滤器和废液收集装置等。

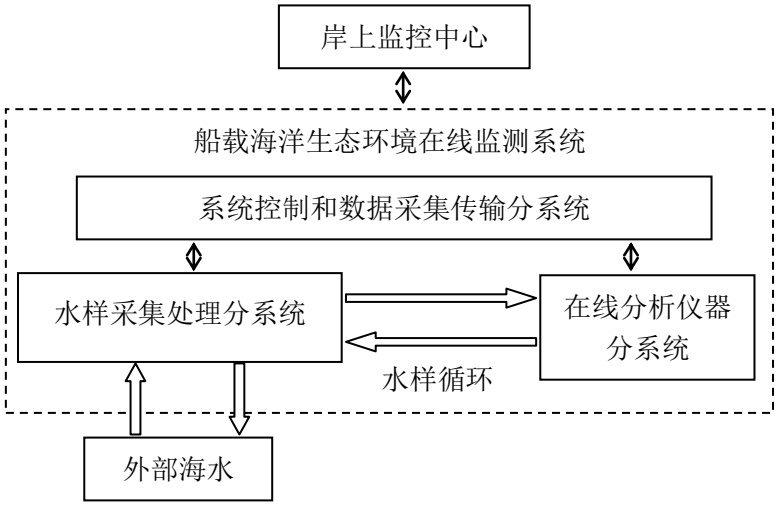
3.4

系统控制和数据采集传输分系统 system control and data collecting subsystem

用于控制系统按流程工作、采集和存储测量数据，并具有与岸上监控中心通讯等功能的嵌入式计算机及电气控制系统。

4 系统组成

系统由系统控制和数据采集传输分系统、水样采集处理分系统、在线分析仪器分系统组成，系统组成示意图见图1。系统从船体外部采集水样测量各种海洋生态环境参数，并采用卫星等方式与岸上监控中心通信。



注：图中的箭头分别表示信息流和海水水样的流向。

图1 系统组成示意图

5 技术要求

5.1 系统要求

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 系统应具备监测水温、盐度、pH、溶解氧、浊度、叶绿素和营养盐的功能，还应根据在线分析仪器应用的技术状态、船舶条件和监测任务等因素，增加氧化还原电位、氨氮等的监测能力。

5.1.1.2 系统宜具有扩展海洋水文气象等基本要素观测的能力。

5.1.1.3 系统应具备对化学药品和废液的安全处置能力。

5.1.1.4 系统应对误操作有容错能力。

5.1.1.5 系统电缆应采用船用电缆，电缆连接应采用防水和防盐雾的接插件。

5.1.2 环境条件要求

系统应能在以下环境条件下正常工作：

a) 环境温度：0 ℃～40 ℃；

b) 湿度：相对湿度95%以下；

c) 盐雾：应满足GB/T 8355-2008中4.5.4的要求；

d) 倾斜：应满足GB/T 8355-2008中4.5.6的要求；

e) 摇摆：应满足GB/T 8355-2008中4.5.7的要求；

f) 振动：应满足GB/T 8355-2008中4.5.9的要求；

g) 供电电压：AC（220±22）V，（50±5）Hz。

5.1.3 抗电磁干扰能力

系统的电磁兼容性按照 GB/T 17626.1-2011 中第 6 章的要求进行试验并满足其要求。

5.1.4 安全性要求

5.1.4.1 系统的绝缘电阻应满足 GB/T 8355-2008 中 4.9 的要求。

5.1.4.2 防液体危险应满足 GB/T 34065-2017 中第 11 章的要求。

5.1.4.3 系统和船舶的机械和电器连接应安全牢靠，应保证在极端环境条件下的安全，不应对人身或周围环境带来危险。

5.1.5 结构要求

5.1.5.1 系统应采用易拆卸、便于调试和维修的模块化结构设计，系统设计的体积和重量应便于在船上安装、搬运和维护。

5.1.5.2 系统使用结构材料应具有耐久、滞燃、耐霉、耐盐雾和抵抗与之接触物质腐蚀的能力。

5.1.5.3 系统应不受船舶在正常工况下可能产生的振动和冲击的影响，连接件、紧固用的螺钉、螺母应有防止受振动而松脱的措施。

5.1.5.4 系统防护等级应与安装区域相适应，至少应具有 GB/T 4208 中规定的 IP3x 防护等级，还应具有防止啮齿动物侵入的措施。

5.2 水样采集处理分系统

5.2.1 基本要求

5.2.1.1 水样采集处理分系统应具有海水样品的采集、输送和处理功能。

5.2.1.2 取样点应远离船舶排污口和螺旋桨。

5.2.1.3 样品流路宜设计合理，流向清晰，便于安装及维护，易于拆卸和清洗，启动自动采样后应能正常完成水样采集。

5.2.1.4 样品流路上应设置人工采样口，采样口的位置应靠近在线分析仪器的进水口。

5.2.1.5 在采样流路前端应设有防异物进入的粗过滤网，并应根据不同监测要素的要求，在保证水样具有代表性的前提下，对水样进行二次过滤或其它处理。

5.2.1.6　水样采集处理分系统在系统停电恢复后，应能按预设时序自动启动。

5.2.2　性能要求

5.2.2.1　系统与水样接触的部件应选择耐腐蚀和吸附性较差，对监测要素没有干扰的材料。
5.2.2.2　应具有自动或手动排空水样、清洗和去除生物附着的功能。

5.3　在线分析仪器

5.3.1　基本要求

5.3.1.1　在线分析仪器应具有测量、控制、数据存储的功能，同时应具有与系统控制和数据采集传输分系统通讯的功能，能接受其发送的命令并将测量数据和各种参数实时上传。
5.3.1.2　分析过程复杂的在线分析仪器宜具有显示功能，同时宜具有运行状态监控、故障诊断和报警的功能，并可将运行状态和报警信息上传系统控制和数据采集传输分系统。
5.3.1.3　在线分析仪器应支持人工校准和标定，宜具有自动校准和标定的功能。
5.3.1.4　在线分析仪器应能存储至少 12 个月原始数据和运行日志。
5.3.1.5　基于化学法的在线分析仪器应在分析过程中具有自动增加试剂的功能。

5.3.2　性能要求

各在线分析仪器性能指标应符合附录 A 的要求，同时还应符合以下技术要求：

a）　检出限：对 GB 3097 中规定的监测要素，各项水质参数最低检出限应优于 GB3097 中规定的Ⅰ类海水标准限值浓度的五分之一；

b）　测量范围：对 GB 3097 规定的监测要素，测量范围能够覆盖 GB3097 中规定的Ⅰ至Ⅳ类海水标准浓度值。

5.4　系统控制和数据采集传输分系统

5.4.1　基本要求

5.4.1.1　应具有对水样采集处理分系统、在线分析仪器进行集成和管理的软件和硬件接口。
5.4.1.2　软件应遵循最小安装的原则，仅安装必需的软件程序。
5.4.1.3　应具有自动校时功能。
5.4.1.4　应具有运行状态自检、故障诊断和报警功能。
5.4.1.5　应具有定位功能。
5.4.1.6　应具备权限设置功能，能依据相应的权限设置相关参数、查询或导出数据。

5.4.2　控制功能

5.4.2.1　应能控制水样采集处理分系统、在线分析仪器按设计的工作流程工作。
5.4.2.2　应具备网络远程控制功能。
5.4.2.3　在满足现场控制点的基础上，应具有备用控制点。
5.4.2.4　应具备自动启动和自动恢复功能。
5.4.2.5　应具备对现场各参数分别设置报警上下限、数据超标时自动报警功能。

5.4.3 数据采集、存储和传输

5.4.3.1 应能采集、存储和传输监测数据、测量时间、经纬度或站位号、工作状态数据、在线分析仪器人工或自动校验和标定的试验数据、系统故障和维护保养信息等。
5.4.3.2 应能将报警信息及时上传至岸上数据接收站。
5.4.3.3 应采用运行日志的形式记录现场系统的运行状态。
5.4.3.4 应能以图文界面显示系统和在线分析仪器运行状态、监测要素的数据。
5.4.3.5 报文和数据格式应符合 HJ 212-2017 中第 6 章的规定。
5.4.3.6 数据传输方式可为卫星、数据传输单元（Data Transfer unit，DTU）等无线传输方式或接入船上的以太网方式。
5.4.3.7 具有主动上报功能的系统应能按设定的时间周期定时自动发送数据。
5.4.3.8 系统应采用可信计算技术，实现运算环境和通信可信。

5.4.4 性能要求

5.4.4.1 监测数据、日志信息、校验和标定信息、系统故障和维护保养信息的存储周期应不少于 12 个月。
5.4.4.2 实时的远程数据传输有效接收率应不小于 95%。
5.4.4.3 远程数据传输应采用具有校验功能的通讯协议，具备通讯异常或丢包等异常处理机制，应能够及时纠正传输错误的数据包。
5.4.4.4 具备对通信链路的自动诊断功能，通信链路不畅时，应能够及时自动恢复通信链路。

6 在线分析仪器检验内容和方法

6.1 检验内容

在线分析仪器性能检验应包括检出限、标准曲线、稳定性、准确度、精密度和加标回收率检查。

6.2 检验方法

6.2.1 检出限

在线分析仪器的检出限采用实际测试方法获得。按照 HJ 168-2020 中第 6 章确定的检出限验证方法，按在线分析仪器 3 倍检出限浓度配制标准溶液，用在线分析仪器单机（实验室内）测定不少于 20 次；在进行现场联机测试时，测定不少于 7 次。

检出限按公式（1）计算：

$$L = t(n\text{-}1,\ 0.99)\times S \cdots\cdots (1)$$

式中：

L——检出限；

t——自由度为 $n-1$，置信度为 99%时的 t 分布（单侧）；

S——n 次平行样测定值的标准偏差。

6.2.2 标准曲线

在实验室内，按在线分析仪器规定的测量范围，按量程 0%、10%、20%、40%、60%和 80%共 6 个标准溶液浓度的样品方式测试，计算标准曲线相关系数。

6.2.3 稳定性

稳定性包括零点漂移和量程漂移。在现场测试开展前后，或者至少每隔 24h 进行不少于 3 次模拟海水空白及各在线分析仪器 80%量程浓度的标准溶液测定。计算测试后（或 24h 后）3 次测定值均值与测试前（或 24h 前）3 次测定值均值的偏差。

6.2.4 准确度

6.2.4.1 相对误差

以相对误差检查准确度时（pH、溶解氧、温度、氧化还原电位、电导率不适用），样品的浓度为量程 20%和量程 80%。

相对误差检查方法：测定 6 次各量程检验浓度的样品，计算相对误差，与附录 A 中相关指标进行比较。相对误差按公式（2）计算：

$$E_r = \frac{X-C}{C} \times 100\% \text{----------} \quad (2)$$

式中：

E_{r}——相对误差；

X——6 次测定平均值；

c——参照值（标准样品保证值或比对方法平均值）。

6.2.4.2 绝对误差

绝对误差检查方法适用于 pH、溶解氧、温度、氧化还原电位、电导率等项目。pH 准确度检查按照 pH=4、7 和 10 的样品进行检查；溶解氧准确度按照饱和浓度下测定结果进行检查；温度、氧化还原电位、电导率准确度采用对 2 个不同浓度或温度水平的实际或模拟样品（低浓度样品浓度应在满量程 10%～30%浓度之间，高浓度样品浓度应在满量程 50%～80%浓度之间），采用比对方法进行检查。

绝对误差检查方法：测定 6 次各量程检验浓度的样品，计算单次测定值与参照值的绝对误差，以最大单次绝对误差与附录 A 中相关指标进行比较。绝对误差按公式（3）计算：

$$E_{\mathrm{a}} = X_i - c \text{.....} \quad (3)$$

式中：

E_{a}——绝对误差；

X_i——第 i 次测定值；

c——参照值（标准样品保证值或比对方法平均值）。

6.2.5 加标回收率

对没有标准样品但可以进行加标回收实验的项目，应采用加标回收率检验方法。加标量为实际海水

样品或模拟海水样品浓度的 0.5 倍～3 倍，不得大于 3 倍；每次测定 3 个～6 个样品和 3 个～6 个加标样（视单机的单个样品最小测定周期而定），以样品加标回收率均值与附录 A 中相关指标进行比较。

样品加标回收率按公式（4）计算：

$$p=\frac{x_i-x}{c_j} \quad \text{.....(4)}$$

式中：

p——加标回收率；

x_i——加标样浓度测定均值；

x——试样浓度测定均值；

c_j——加标浓度。

6.2.6 方法比对

方法比对包括以下两方面的内容。

a）比对测试方法选择要求：

1）比对检验的方法一般在不能采用标准样品检验方法和加标回收检验方法时采用，包括人工实验比对方法和校准仪器比对方法两种，可根据实验条件选择；

2）比对检验方法选择符合 HJ 442.3 的要求。采用的标准方法检出限及测量范围应与在线分析仪器指标相匹配；对多量程和测量范围宽的设备，可根据浓度检测范围选择两种或两种以上方法，进行不同测量范围的比对检验。

b）方法比对检验要求：

1）采用方法比对检验进行现场实际样品比对实验时，采样位置应接近在线分析仪器的取样探头；采样时间不应超过在线分析仪器采样时间的±5 分钟；采集的实际样品不少于 3 个或现场测定不少于 3 次；

2）检验以人工实验或校准仪器实验的监测结果均值为参照值，计算在线分析仪器的相对误差和绝对误差，对照附录 A 进行准确度的检验。

6.2.7 精密度

精密度（pH 除外）检查包括对量程 20%、量程 80%浓度测定结果或对 2 个不同浓度实际或模拟样品结果的检验。

精密度检查方法（pH 除外）：计算每个样品连续测定 6 次结果相对标准偏差，并与附录 A 相关指标进行比较。相对标准偏差按公式（5）计算：

$$R=\frac{\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i-x)^2}}{x} \quad \text{.....（5）}$$

式中：

R——相对标准偏差；

n——测定次数；

x_i——第 i 次测定值；

x——测定均值。

pH 精密度检查方法：计算每个样品（pH=4、7 和 10）连续测定 6 次结果绝对误差，将各浓度样品单次测定值与参照值的绝对误差的最大值与附录 A 相关指标进行比较。绝对误差按公式（3）计算。

7 质量保证和控制

7.1 安装质量保证

7.1.1 系统应配备必要的防护措施，安装位置应选择靠近取样点，且应避开船上的油、蒸汽等管路。

7.1.2 系统周围应留出足够的操作空间，方便安装、维护、检修和拆卸等操作。

7.1.3 系统安装基础应牢固，固定装置应有强度和抗震措施，以防止船体的摇摆和振动损坏设备。

7.2 性能质量保证和控制

7.2.1 在线分析仪器应定期送至法定计量检定机构进行检定或校准。

7.2.2 应在使用前后和运行期间定期对在线分析仪器进行现场校验，若校验结果不符合要求，应进行标定。

7.2.3 采用校准仪器和在线分析仪器比对时，校准仪器在进行比对检验前，应按照程序进行校准，校准合格后方可使用。

7.2.4 校准设备的最大允许误差或测量不确定度与被检在线分析仪器的对应指标之比应小于 1:3。

7.2.5 性能检验要求

按 6.2 进行检出限、标准曲线、稳定性、准确度、加标回收率、方法比对、精密度等性能指标检查时，应满足附录 A 的要求。如无法满足应查找原因或重新维护仪器后，再次进行实验，结果达到附录 A 要求后使用。使用替代标准样品进行校准的项目，用手工比对或仪器比对方法，通过稀释实际样品的方法，对在线分析仪器测定值进行校准。

7.3 数据有效性

自动监测原始数据不得以任何方式改变，统计计算均以原始数据为依据。

获得的自动监测原始数据分为有效数据和无效数据。有效数据是指经过在线分析仪器标样测试、手工分析、质控（零点漂移、量程漂移、准确度、精密度等）方式确认符合附录 A 要求的数据；无效数据是指经确认仪器故障或质控检验不符合附录 A 要求的数据。当无法准确判定时，可标记为存疑数据，但须在 24h 内确定为有效数据或无效数据。

8 技术文件

主要技术文件应包括但不限于：

——系统使用说明书；

——系统的安装记录和验收记录；

——检定或校验记录。

附 录 A
（规范性）
在线分析仪器性能指标技术要求

表 A.1 给出了在线分析仪器性能指标技术要求。

表 A.1 在线分析仪器性能指标技术要求

分析项目	测量范围	检出限	精密度	准确度	稳定性		标准曲线相关系数	加标回收率
					零漂	量程		
水温 ℃	-5～50	--	--	±0.20	--	±0.20	--	--
溶解氧 ug/L	0～50	--	10%	±0.3	--	±0.3	--	--
电导率 ms/cm	0～100	--	--	±0.2	--	±0.2	--	--
盐度 ‰	0～40	--	5%	±0.2	--	±0.2	--	--
浊度 NTU	0～200 0～1000	--	5%	±2%	<±0.2 <±1	±5%	--	--
氧化还原电位 mv	-999～999	--	10%	±20	--	±20	--	--
pH	0～14	--	±0.2	±0.2	--	±0.2	--	--
氨氮 ug/L	0～500 0～1000	<5	10%	±10%	<1%	±10%	单机>0.995 现场>0.99	按 HJ442.3-2020 中表 4 的规定执行
硝酸盐氮 ug/L	0～500 0～1000	<5	10%	±10%	<1%	±10%	单机>0.995 现场>0.99	
亚硝酸盐氮 ug/L	0～200 0～1000	<2	10%	±10%	<1%	±10%	单机>0.995 现场>0.99	
磷酸盐（以 P 计） ug/L	0～500 0～1000	<5	10%	±10%	<1%	±10%	单机>0.995 现场>0.99	
叶绿素 ug/L	0～200 0～400	<0.3	15%	±10%	<0.1%	±10%	单机>0.995 现场>0.99	
其他污染指标	符合 5.3.2 中 b）要求	符合 5.3.2 中 a）要求	15%	±10%	<±1%	±10%	单机>0.995 现场>0.99	

注：分段的测量范围对应的未分段技术指标以最大值计。

参 考 文 献

[1] GB/T 7357-2010 船舶电气设备系统设计保护
[2] GB/T 11606 分析仪器环境试验方法
[3] GB/T 12519-2010 分析仪器通用技术条件
[4] GB/T 12998-1991 水质采样技术指导
[5] GB/T 13972-2010 海洋水文观测仪器通用技术条件
[6] GB/T15511-1995 海洋船电气系统一般要求
[7] GB/T 15921-2010 海洋学术语海洋化学
[8] GB/T17838-2017 船舶海洋水文气象辅助测报规范
[9] GB/T 34042-2017 在线分析仪器系统通用规范
[10] HJ 477-2009 污染源在线自动监控（监测）数据采集传输仪技术要求
[11] HJ731-2014近岸海域水质自动监测技术规范
[12] HY/T 093-2005 海水营养盐自动分析仪
[13] HY/T 126-2009 多参数水质仪