

团 体 标 准

T/CIN XXX—XXX

岸基高光谱成像水面溢油污染遥感监测 技术规范

Regulations specification of oil Remote sensing by shore-based hyperspectral
imaging technique

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国航海学会 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 系统原理、组成及功能要求	2
5 监测原则	2
6 技术要求	3
7 监测流程	3
附 录 A 监测数据上传协议说明	5

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。

本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部水运科学研究所、河北先河环保科技股份有限公司、中华人民共和国广东海事局、生态环境部长江流域生态环境监督管理局生态环境监测与科学研究中心。

本文件主要起草人：申伟，崔厚欣，栗茂峰，邱光胜，彭一峰，董杨，袁赛波，王英才，邓家春，于彩虹，李瑞雯

岸基高光谱成像水面溢油污染遥感

监测技术规范

1 范围

本文件规定了岸基高光谱成像水面溢油污染遥感监测技术及设备的技术原理、设备配置、监测流程和质量控制等技术要求。

本文件适用于利用岸基高光谱成像技术进行水面溢油污染的遥感监测活动。这包括但不限于港口管理部门及相关机构、港口航道等营运企事业单位及相关设备生产厂商、环境保护部门、油污应急响应团队、相关研究机构以及任何需要进行水面溢油污染监测的机构或单位。

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/T 21247-2007 海面溢油鉴别系统规范

GB/T 31010-2014 色散型高光谱遥感器实验室光谱定标

HJ 212-2017 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 水面溢油 spoiled oils on the water

在水面上溢漏或漂浮的石油及其制品。

3.2 油膜 oil film

参考 GB/T 21247-2007，肉眼可见的水面上非常薄的层状或膜状的石油及其制品。

3.3 岸基 shore-based

一般指可固定或安装在陆地上或水域内某平台上的设备设施等。

3.4 高光谱 hyperspectral

参考 GB/T 31010-2014，光谱分辨率达到 $10^{-2} \lambda$ 量级以上， λ 为工作波长，且具有地物连续、完整特征的反射率光谱曲线数据。

3.5 高光谱扫描成像技术 hyperspectral scanning image

将高光谱成像技术与光谱探测技术相结合，对目标区域进行扫描成像，获取地物连续且完整的光谱数据，即“图谱合一”的三维高光谱数据技术。

3.6 高光谱水面溢油反演热力图

将高光谱水面溢油反演数据按照区间极值（最小值、最大值）范围选择分割策略进行密度分割，用以表征溢油的二维空间分布图。

3.7 岸基高光谱成像水面溢油遥感监测系统

可固定安装在陆地上或水域内某平台上，基于高光谱扫描成像技术的水面溢油遥感监测设备或设施。

3.8 电子白板

获取太阳辐射实时谱图的装置，替代传统的漫反射标准白板，用于系统辐射自动定标。

4 系统原理、组成及功能要求

利用高光谱扫描成像技术采集目标水体的反射率光谱数据，基于已经训练好的 AI 分类模型，对目标水域内每个像素点进行识别是否为油膜，将识别为油膜的像素点标识并记录，形成目标水域内溢油的二维分布图，得到高光谱水面溢油反演热力图，并将识别结果按一定协议传输至管理部门。

岸基高光谱成像水面溢油污染遥感监测由高光谱主机、高精度扫描转台、电子白板及控制和传输系统组成。

系统应当实现监测水面上溢油污染的参数，包括溢油的区域、溢油的范围、溢油的面积等，显示和记录各种数据和参数，形成相关图标，并通过数据、图文等方式传输至管理部门等功能。

5 监测原则

5.1 安装原则

系统安装示意图及可监测区域范围见图1，安装原则符合以下要求：

- 系统安装位置尽量靠近被测水体区域；
- 系统监测的方向尽量背离太阳光，防止太阳光水面的直接反射光带来的影响；
- 系统安装高度距离水面 h 不低于5米，具体安装高度与需要监测的区域范围大小要求有关；
- 高光谱成像仪与水面夹角 θ 不小于30度；
- 安装位置应选择在便于施工和布线的地点。

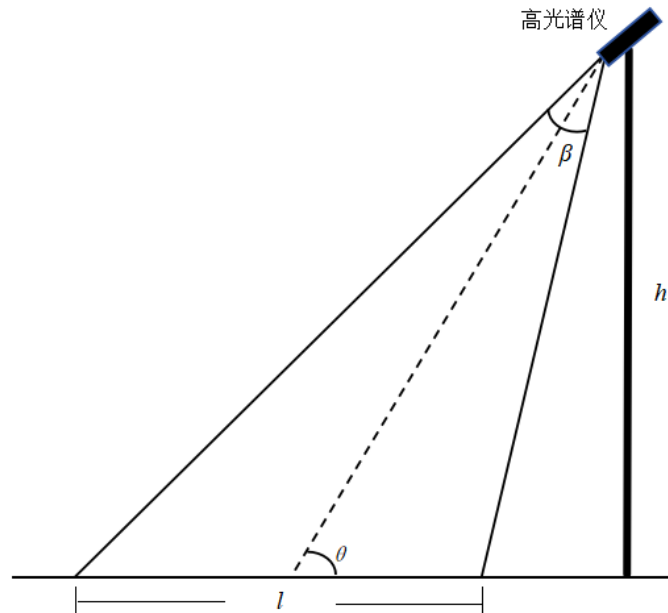


图 1 安装及监测示意图

5.2 运行原则

运行原则符合以下要求：

- 系统在配置完成后，可全自动运行，并将结果传输至有关部门；
- 系统应具有断电自启动并按照上次配置自运行功能和远程启动功能；
- 系统可设置扫描范围、监测周期；

- d. 系统应具有配置工作时段的功能,可根据白天工作时段,在非工作时段如夜间等处于待机状态,以节约能源;
- e. 系统应具有自诊断功能,如通讯故障、连接故障等。

6 技术要求

6.1 设备硬件指标要求应符合表 1 的要求。

表 1 设备硬件要求

设备参数	指标要求
探测波长范围	400nm - 1000nm
光谱分辨率	$\leq 2\text{nm}$ @546.1nm FWHM
波段数	≥ 200
探测视场角	$\geq 20^\circ$
数据采集速率	$\geq 50\text{fps}$
扫描角	$\geq 120^\circ$
空间分辨率	$\leq 0.1\text{m}$ (安装高度50m, 倾斜角 45°)
溢油识别准确率(柴油)	$\geq 80\%$

6.2 软件功能要求应符合表 2 的要求。

表 2 设备软件功能要求

软件功能	功能实现
数据采集功能	可设置工作时段,在工作时段内实现周期性自动采集光源光谱,自动曝光,采集高光谱数据、辅助摄像头数据,转台控制等功能。
数据处理功能	软件具有镜头校正、通过内置暗场数据和曝光时间计算暗场、自动辐射校正、反射率校正、大气校正、提取水体范围、实现水面溢油的范围等参数的光谱数据反演等功能。
结果分析功能	软件具有反演分析、相关性分析、极值统计、分布统计等功能,可显示分析图像和数据统计表格。可将处理后的数据上传到数据中心以供客户查看和保存。

7 监测流程

岸基高光谱成像水面溢油污染遥感监测流程包括系统安装调试、水体范围提取、参数配置、设备自动运行、数据结果传输等。

7.1 系统安装调试

根据 5.1 中的原则,选择确定设备安装的地点,并准备与设备安装有关的基础设施,如地基、立杆、电源等。设备安装固定完成后,通电试运行,应保证软硬件能正常运行。

7.2 水体范围提取

对于高光谱成像仪扫描视场范围内包含其他非目标区域的情况,需在控制软件上选取合适的监控目标区域,以减少视场干扰和计算量。

7.3 参数配置

在全自动运行之前,应根据监测需求和要求,配置合适的系统参数,包括站点信息、各通讯接口参数、扫描角度、监测周期、工作时段、数据传输协议、接受平台信息等。

7.4 设备自动运行

T/CIN XXX—XXX

正确选取监测水体范围和各系统参数后，启动设备自动运行，系统应按照设定参数全自动运行并将反演结果传输至平台，反演结果应至少包括结果数据和图像文件。

7.5 数据结果传输

系统按照给定的传输协议和接收端信息，将数据结果传输至平台上，数据结果传输建议采用 HJ212-2017 协议，应符合附录 A 的规定。

附录 A

(规范性附录)

高光谱水面溢油监测数据上传协议

数据上传格式采用 HJ212 协议方式，通过串口或网络通信主动传输。

A.1 通讯协议数据结构

所有的通讯包都是由 ASCII 码（汉字除外，采用 UTF-8 码，8 位，1 字节）字符组成。通讯协议数据结构如图 A.1 所示。

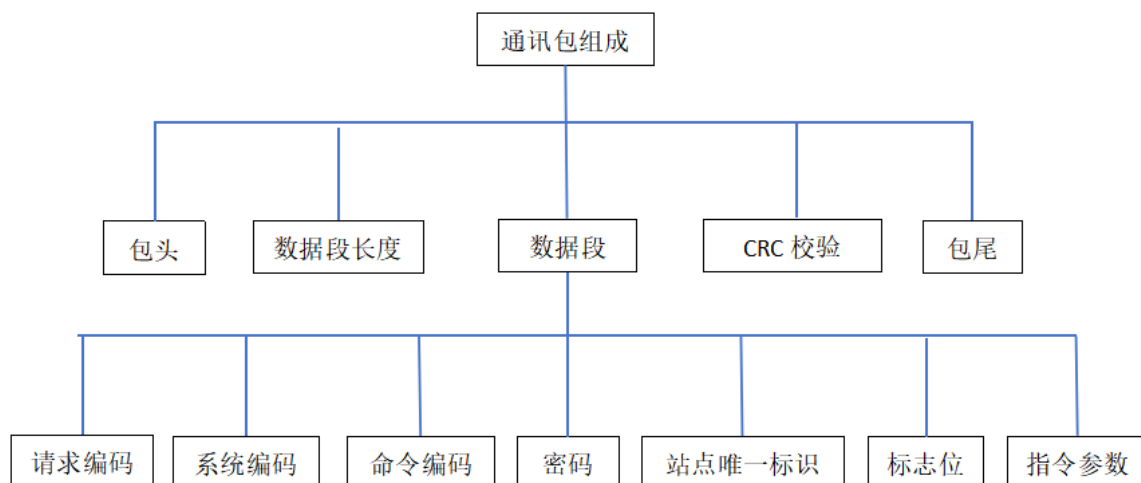


图 A.1 通讯协议数据结构

A.2 通讯包

通讯包结构组成，见表 A.1。通讯包中标点符号为英文半角，且通讯包中不含空格，其中长度为最大长度，不足位数按实际位数。

表 A.1 通讯包组成表

名称	类型	长度	描述
包头	字符	2	固定为##
数据段长度	十进制整数	4	数据段的 ASCII 字符数，如：长 255，则写为“0255”
数据段	字符	0<n<1024	变长的数据，详见本附录表 A.2 《数据段结构组成表》
CRC 校验	十六进制整数	4	数据段的校验结果
包尾	字符	2	固定为<CR><LF>（回车，换行）

A.3 数据段结构组成

数据段结构见表 A.2，其中长度为最大长度，不足位数按实际位数。

表 A.2 数据段结构组成表

名称	类型	长度	描述								
请求编码 QN	字符	20	精确到毫秒的时间戳：QN=YYYYMMDDhhmmsszzz，用来唯一标识一次命令交互								
系统编码 ST	字符	5	地表水 ST=21 系统编码，系统编码取值详见本附录《系统编码表》								
命令编码 CN	字符	7	CN=命令编码，详见本附录《命令编码表》								
访问密码 PW	字符	9	PW=访问密码								
站点唯一标识 MN	字符	13	<p>MN=地表水用于站点编码唯一标识，编码规则详见《水环境监测点位编码规则》</p> <p>□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □</p> <p>1位水体类型码 1位流域代码(A~Z) 4位点位顺序码(0001~9999) 6位行政区划代码 1位控制级别码</p>								
应答标志 Flag	整数	3	<p>Flag=标志位，这个标志位包含标准版本号、是否拆分包、数据是否应答。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>V5</td> <td>V4</td> <td>V3</td> <td>V2</td> <td>V1</td> <td>V0</td> <td>D</td> <td>A</td> </tr> </table> <p>V5~V0：标准版本号；Bit：000000 表示标准 HJ/T 212-2005，000001 表示标准 HJ/T 212-2017，000010 表示本次标准修订版本号。</p> <p>A：命令是否应答；Bit：1-应答，0-不应答。</p> <p>D：是否有数据包序号；Bit：1-数据包中包含包号和总包数两部分，0-数据包中不包含包号和总包数两部分。</p> <p>示例：Flag=8 表示标准版本为本次修订版本号，数据段不需要拆分并且命令不需要应答。</p>	V5	V4	V3	V2	V1	V0	D	A
V5	V4	V3	V2	V1	V0	D	A				
指令参数 CP	字符	-	CP=&&数据区&&，数据区定义见 本附录第 4 部分。								

A.4 数据区

A.4.1 结构定义

字段与其值用‘=’连接；在数据区中，同一项目的不同分类值间用‘，’来分隔，不同项目之间用‘；’来分隔。

A.4.2 数据类型

C4: 表示最多 4 位的字符型字符串，不足 4 位按实际位数；

N5: 表示最多 5 位的数字型字符串，不足 5 位按实际位数；

N14.2: 用可变长字符串形式表达的数字型，表示 14 位整数和 2 位小数，带小数点，带符号，最大长度为 18；

YYYY: 日期年，如 2016 表示 2016 年；

MM: 日期月，如 09 表示 9 月；

DD: 日期日，如 23 表示 23 日；

hh: 时间小时；

mm: 时间分钟；

ss: 时间秒；

zzz: 时间毫秒。

A.4.3 字段定义

字段名要区分大小写，单词的首个字符为大写，其他部分为小写，见表 A.3。

表 A.3 字段对照表

字段名	描述	字符集	宽度	取值及描述
ExeRtn	执行结果回应代码	0-9	N3	取值详见本附录表 A.4 《执行结果定义表》
QnRtn	请求应答结果	0-9	N3	取值详见本附录表 A.5 《请求命令返回表》
DT	监测时间	0-9	N14	YYYYMMDDhhmmss
OOO_XXX=Values	监测值	0-9	--	“OOO” 溢油类型列表详见本附录表 A.6. “XXX”是数据结果参数列表及编码，详见本附录表 A.7.
BT	提取数据指令的开始时间	0-9	N9	YYYYMMDDhhmmss
ET	提取数据指令的结束时间	0-9	N9	YYYYMMDDhhmmss

表 A.4 执行结果定义表

编号	描述	备注
1	执行成功	
2	执行失败，但不知道原因	
3	命令请求条件错误	
4	通讯超时	
5	系统繁忙不能执行	
6	系统故障	
100	没有数据	

表 A.5 请求命令返回表

编号	描述	备注
1	准备执行请求	
2	请求被拒绝	
3	PW 错误	
4	MN 错误	
5	ST 错误	
6	Flag 错误	
7	QN 错误	
8	CN 错误	
9	系统繁忙不能执行	
100	未知错误	

表 A.6 溢油类型列表

序号	类型名称	编码
1	柴油	001
2	煤油	002
3	原油	003
4	沥青油	004
5	1,2-二甲苯	005
6	正丁醇	006
7	可扩展参数	099

表 A.7 监测数据结果参数列表及编码

序号	编码	名称	说明
1	0101	Area (累计面积)	单位: m ²
2	0102	AvgThickness(平均厚度)	单位: μm
3	0103	MinThickness(最小厚度)	单位: μm
4	0104	MaxThickness (最大厚度)	单位: μm
5	0105	Volume (累计体积)	单位: L
6	0106	UploadFileName (分析结果图像)	

A.5 命令编码表

对应“图 A.1 通讯协议数据结构”中的命令编码，用 4 位阿拉伯数字表示，如表 A.8 中所示。

表 A.8 命令编码表

命令名称	命令编码		命令类型	描述
	上位机向现场端	现场端向上位机		
数据命令				
上传监测指标实时数据		2011	上传命令	用于上传监测指标实时数据, DT: YYYYMMDDhhmmss
提取测量数据	2011		请求命令	数采仪提取历史数据
其它				
心跳包		9021	测试心跳包	

A.6 系统编码

系统编码分为四类，每个类别表示一种系统类型：

10~29 表示环境质量类别；

30~49 表示环境污染源类别；

50~69 表示工况类别；

91~99 表示系统交互类别；

A0~Z9 用于未知系统编码扩展。系统编码（见表 A.9）由两位取值 0~9、A~Z 的字符表示。

表 A.9 统编码表

序号	系统名称	系统编码	描述
1	地表水质量监测	21	
2	海水质量监测	26	
3	地表水体环境污染源	32	
4	海洋环境污染源	34	
5	系统交互	91	

通讯包示例：**1) 上传监测指标实时数据**

分析结果为一种类型“柴油类型”

```
##0330QN=20240627110149978;ST=60;CN=2011;PW=123456;MN=000000;Flag=0;CP=&&DT=20240627
110145;O01-O101=32.14;O01-O102=5.14;O01-O103=1.14;O01-O104=15.14;O01-O105=32.14;O01-
O106=20240627110145.png;&&DD01
```

分析结果为两种类型“柴油类型”和“原油”

```
##0430QN=20240627110149978;ST=60;CN=2011;PW=123456;MN=000000;Flag=0;CP=&&DT=20240627
110145;O01-O101=32.14;O01-O102=5.14;O01-O103=1.14;O01-O104=15.14;O01-O105=32.14;O01-
O106=20240627110145.png;O03-O101=100;O03-O102=12.44;O03-O103=5.5;O03-O104=18.10;O03-
O105=132.14;O03-O106=20240627110145.png&&DFF1
```

2) 提取历史监测指标实时数据

下发指令格式：

```
##0120QN=20160801085857223;ST=60;CN=2011;PW=123456;MN=000000;Flag=0;CP=&&BT=201608010
80000;ET=20160801180000&&DF01
```

返回指令格式：如实时数据上传格式。