ICS 07.060
CCS A45

HY

中 华 人 民 共 和 国 海 洋 行 业 标 准

HY/T×××—××××

渤海和黄海海冰卫星遥感监测规范

Specification for satellite remote sensing monitoring of sea ice in Bohai Sea and Yellow Sea

（报批稿）

××××-××-××发布　　××××-××-××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 卫星数据源 2
4.1 卫星数据源种类 2
4.2 卫星分辨率及适用范围 2
4.3 卫星数据质量要求 3
5 监测范围与分区 3
6 监测内容 3
7 监测时间与频次 3
7.1 监测时间 3
7.2 监测频次 3
8 监测技术与方法 3
8.1 卫星遥感数据预处理 3
8.2 卫星遥感海冰信息提取 4
9 卫星遥感海冰监测专题图制作 6
9.1 专题图要素 6
9.2 地图投影和大地坐标系 6
9.3 专题图格式要求 6
10 海冰遥感监测通报编写 7
10.1 监测通报内容 7
10.2 监测通报格式 7
附录 A（资料性）卫星数据源及指标参数 8
附录 B（资料性）海冰卫星遥感监测海域 10
附录 C（规范性）海冰解译标志 11
附录 D（资料性）海冰专题示例图 12
附录 E（资料性）监测通报版式样例 15
参考文献 17

前言

本文件按照GB/T1.1—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/TC283)归口。

本文件起草单位：国家卫星海洋应用中心。

本文件主要起草人：孙从容、曾韬、刁宁辉、张颖、石立坚、刘建强、彭海龙、郝轶萌、鲁云飞。

渤海和黄海海冰卫星遥感监测规范

1 范围

本文件规定了渤海和黄海海冰卫星遥感监测的卫星数据源、监测范围与分区、监测内容、监测时间与频次、监测技术与方法、卫星遥感海冰监测专题图制作、海冰遥感监测通报编写的要求。

本文件适用于通过卫星遥感手段进行渤海和黄海海冰监测活动。

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 15920-2010 海洋学术语物理海洋学

GB/T 19721.3-2017海洋预报和警报发布第3部分：海冰预报和警报发布

3 术语和定义

GB/T 15920-2010、GB/T 19721.3-2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沿岸冰 coastal ice

沿着海岸、浅滩形成，并与其牢固地冻结在一起的海冰。

[来源：GB/T 15920-2010，2.6.12]

3.2

初生冰 new ice

海冰初始阶段的总称。由海水直接冻结或雪降至低温海面未被融化而生成的，多呈针状、薄片状、油脂状或海绵状的冰。

[来源：GB/T 15920-2010，2.6.15]

3.3

冰皮 ice rind

由初生冰冻结或在平静海面上直接冻结而成的表面平滑、湿润而有光泽，厚度5cm左右的冰壳层。

[来源：GB/T 15920-2010，2.6.16]

3.4

尼罗冰 nilas ice

在波浪或外力作用下易于弯曲和破碎，表面无光泽，厚度小于10cm的有弹性的薄冰壳层。

[来源：GB/T 15920-2010，2.6.17]

3.5

莲叶冰 pancake ice

由于彼此互相碰撞而具有隆起的边缘，直径30cm～300cm，厚度10cm以内的圆型冰块。

[来源：GB/T 15920-2010，2.6.18]

3.6

灰冰 grey ice

由尼罗冰发展而成，厚度为10cm～15cm的冰盖层，表面平坦湿润，多呈灰色，比尼罗冰弹性小，易被涌浪折断，受到挤压时多发生重叠。

[来源：GB/T 15920-2010，2.6.19]

3.7

灰白冰 grey-white ice

由灰冰发展而成，厚度为15cm～30cm的冰层，表面比较粗糙，呈灰白色，受到挤压时大多形成冰脊。

[来源：GB/T 15920-2010，2.6.20]

3.8

白冰 white ice

由灰白冰发展而成，表面粗糙，多呈白色，厚度为30cm～70cm的冰层。

[来源：GB/T 15920-2010，2.6.21]

3.9

海冰密集度 ice concentration

海冰覆盖面积占海冰分布海面的比例。

[来源：GB/T 15920-2010，2.6.46，有修改]

3.10

海冰外缘线 sea ice edge

浮冰区与海水交界线。

[来源：GB/T 19721.3-2017，3.3]

3.11

浮冰范围 floating ice extent

从海湾底部起沿海湾中线至海冰外缘线的距离。

[来源：GB/T 19721.3-2017，3.4]

3.12

海冰分布面积 sea ice areas

某一海域内海冰覆盖的面积。

3.13

卫星遥感海冰监测专题图 satellite remote sensing sea ice monitoring thematic maps

利用卫星遥感监测获得的海冰基本特征信息，叠加地理底图等基本信息，制作生成的反映海冰分布范围、密集度等专题信息的图件。

4 卫星数据源

4.1 卫星数据源种类

渤海和黄海海冰卫星遥感监测数据主要包括光学卫星数据和合成孔径雷达（Synthetic Aperture Radar，SAR）数据。目前主要采用的卫星数据源及其指标参数见附录A。

4.2 卫星分辨率及适用范围

高分辨率（1m-100m）卫星数据适用于沿岸和海域局部的海冰精细化监测，如海冰分类；中分辨率（100m-1100m）卫星数据适用于各海湾及渤海黄海全海域的海冰监测。

4.3 卫星数据质量要求

卫星数据质量应满足如下要求：

a) 光学卫星数据应要求影像完整，定位准确，监测海域无云或少云覆盖（云覆盖占比≤10%），影像清晰，信息丰富，无明显条带和坏线；

b) 合成孔径雷达影像应为地距数据产品，影像完整，定位准确，信噪比高，无明显条带、坏线和虚景。

5 监测范围与分区

海冰监测范围与分区如下：

a) 海冰卫星遥感监测业务主要针对我国渤海和黄海冬季结冰海域，具体经纬度范围为：117°E～124.5°E，35.5°N～41.5°N；

b) 渤海和黄海的海冰监测区域分为五个分区，分别是辽东湾监测区、渤海湾监测区、莱州湾监测区、黄海北部监测区和胶州湾监测区。分区点 1 的坐标为 119.304°E、39.422°N，分区点 2 的坐标为 121.140°E、38.717°N，分区点 3 的坐标为 119.268°E、37.819°N，分区点 4 的坐标为 120.716°E、37.815°N；

c) 我国海冰卫星遥感监测业务主要监测海域和各监测区的分区点示意图见附录 B。

6 监测内容

渤海和黄海海冰卫星遥感监测的主要内容包括：

a) 海冰分布范围（包括固定冰和浮冰范围）和海冰外缘线位置，海冰外缘线单位：海里（n mile）；

b) 海冰密集度分布，单位：百分比（%）或者成数；

c) 海冰类型，包括沿岸冰、初生冰、冰皮、尼罗冰、莲叶冰、灰冰、灰白冰和白冰；

d) 海冰分布面积及各分区海冰分布面积，单位：平方公里（km^2）。

7 监测时间与频次

7.1 监测时间

当年11月中旬启动，至翌年3月下旬结束。

7.2 监测频次

监测时间内每天发布1次监测通报，预报机构发布海冰警报期间每天发布2次监测通报。无卫星数据特殊情况不在此列。

8 监测技术与方法

8.1 卫星遥感数据预处理

8.1.1 预处理内容

按照不同卫星成像载荷类型，预处理内容如下：

a) 光学遥感卫星数据预处理主要包括：几何校正、辐射校正、云检测；
b) 合成孔径雷达遥感数据预处理主要包括：几何校正、滤波降噪、辐射校正、入射角归一化。

8.1.2 技术要求

预处理要求和指标如下：

a) 云检测准确率不低于 85%；
b) 几何校正的中误差不超过 2 个像素。

8.1.3 其它要求

其它要求如下：

a) 应密切监视海冰监测的遥感卫星运行状态，发现异常及时调整数据源；
b) 应密切监视海冰监测的遥感数据处理情况，发现异常及时处理；
c) 遥感数据资料应按规定的统一标准数据文件格式存储、传输。

8.2 卫星遥感海冰信息提取

8.2.1 信息提取方法

8.2.1.1 光学卫星数据信息提取方法

光学卫星提取海冰信息按要素及处理方法如下。

a) 海冰目视判读解译法：

海冰目视判读解译法是利用目视解译判读海冰和海水。对遥感获取的红光波段、绿光波段、蓝光波段或短波红外波段合成假彩色图像，并进行图像拉伸，利用该区域波段的海冰光谱特征和冰水光谱差异，进行海冰信息的提取。光学影像海冰解译标志应符合附录C的要求。

b) 海冰提取的反射率法：

海冰提取的反射率法是利用光学遥感影像的冰水光谱特征差异，提取海冰信息。选择合适的反射率阈值，提取海冰覆盖信息。

c) NDSI 海冰检测法：

归一化雪指数（NDSI）海冰检测法是利用冰雪在可见光和短波红外通道的反射变化差异来开展雪冰监测，归一化雪指数按公式（1）计算：

$$NDSI = (R_{Visible} - R_{SI})/(R_{Visible} + R_{SI}) \quad \text{（1）}$$

式中：

NDSI——归一化雪指数；

$R_{Visible}$——可将光通道反射率值；

R_{SI}——短波红外反射率值。

d) 海冰密集度计算：

海冰密集度计算是根据遥感影像中纯冰区和纯海水区的反射率来计算冰水混合区的冰密集度。假设某个冰水混合区域像元所对应区域的海冰密集度为C，海冰密集度按公式（2）计算：

$$C=\left[\frac{A-A_w}{A_i-A_w}\right]\times 100\% \quad \text{……（2）}$$

式中：

A——像元反射率值；

A_w——纯水的反射率值；

A_i——纯冰的反射率值。

e) 浮冰范围量算：

浮冰范围量算是根据各个监测区的标尺来量算各个监测区的浮冰范围，各监测区的标尺定义如下：

1)辽东湾监测区标尺起始坐标：121.862°E、40.853°N；119.992°E、38.982°N；

2)渤海湾监测区标尺起始坐标：117.534°E、38.718°N；120.004°E、38.407°N；

3)莱州湾监测区标尺起始坐标：119.284°E、37.100°N；119.836°E、38.023°N；

4)黄海北部监测区标尺起始坐标：123.804°E、39.858°N；123.816°E、38.982°N；

5)胶州湾监测区标尺起始坐标：120.181°E、36.194°N；120.291°E、36.015°N。

f) 海冰分类：

海冰分类是对海冰覆盖区内的初生冰、尼罗冰、白冰等海冰类型进行分类。根据不同类型海冰在卫星影像上的光谱特征，建立海冰类型特征库，采取目视判读或者计算机自动分类的方式进行海冰类型识别，提取海冰类型信息。

8.2.1.2 SAR 卫星数据信息提取方法

SAR卫星数据海冰信息提取步骤和方法如下。

a) 建立解译标志：

将SAR数据与现场调查资料或准同步观测的多光谱数据进行对比，确定海冰在SAR影像中的后向散射特征，建立基于SAR影像的海冰解译标志。

b) 基于多尺度分割技术的海冰提取：

针对不同波段的SAR数据，采用合适的阈值对影像进行分割，生成大小不一的对象类，根据对应波段的海冰解译标志，设置特征阈值（SAR影像的灰度阈值、形状阈值）进行自动或半自动的海冰信息提取。

主要利用的多尺度分割及提取条件如下：

1)设置合适的尺度参数、形状参数进行图像分割，生成不同尺度的对象类，形成基于特征类对象的层次网络体系；

2)基于类对象的灰度直方图，选择适合海冰特征的阈值；

3)基于专家知识，设置海冰的形状特征值。

8.2.2 信息提取流程

8.2.2.1 光学卫星数据海冰信息提取流程

基于光学卫星的海冰信息提取流程如下：

a) 对卫星遥感数据进行辐射校正、几何校正、云检测预处理；

b) 利用地理底图的陆地、海岛、海岸带资料及云检测的结果对卫星遥感影像进行陆地掩膜、云掩膜；

c) 利用海冰在各波段上的反射率特征，基于专家知识设定检测阈值，对掩膜图像进行分割，得到

初步的海冰信息提取结果；

d) 将检测得到的初步海冰信息提取结果叠加到假彩色合成卫星遥感影像上，利用目视判读的方式，对检测得到的海冰结果进行修正，得到最终的海冰覆盖信息；

e) 计算海冰覆盖区域的海冰密集度；

f) 根据海冰光谱特征，进行海冰分类（可选操作）；

g) 统计得到海冰覆盖范围与分布面积；

h) 制作海冰分布范围、海冰密集度分布、海冰类型专题图（可选操作）。

8.2.2.2 SAR 数据海冰信息提取流程

基于SAR数据的海冰信息提取流程如下：

a) 对卫星数据进行几何校正、滤波降噪、辐射校正、入射角归一化图像增强预处理；

b) 利用地理底图的陆地、海岛、海岸带资料对卫星遥感影像进行陆地掩膜；

c) 基于专家知识，通过对海冰、海水的后向散射及几何形态与纹理特征的差别，对海冰信息进行提取；

d) 统计得到海冰覆盖范围与分布面积；

e) 制作海冰分布范围专题图。

9 卫星遥感海冰监测专题图制作

9.1 专题图要素

专题图应包含以下要素：

a) 专题图名称；

b) 卫星数据源；

c) 卫星成像日期或时间（北京时间）；

d) 图示图例；

e) 解译结果；

f) 坐标系；

g) 比例尺；

h) 制作单位；

i) 经纬网格及标记；

j) 岸线；

k) 成图区域主要城市名称；

l) 也可叠加适当的行政区划线。

9.2 地图投影和大地坐标系

专题图坐标系要求如下：

a) 地图投影采用通用横轴墨卡托投影（UTM）或等距圆柱投影（Equidistant cylindrical）；

b) 大地坐标系采用 2000 国家大地坐标系（CGCS 2000）。

9.3 专题图格式要求

专题图格式要求如下：

a) 专题图名称位于专题图上方居中，字体采用黑色、宋体；
b) 图像位于名称下方，居中；
c) 其它附属信息位于专题图下方；
d) 经纬网标记采用度；
e) 专题图中需包含：陆地、岸线、海冰等信息；
f) 地理注记根据实际情况一般标记到地级市；
g) 专题图说明性文字采用黑色宋体。

卫星遥感海冰监测专题图相关示例见附录 D。

10 海冰遥感监测通报编写

10.1 监测通报内容

监测通报包括以下内容：

a) 发布时间；
b) 卫星数据源；
c) 监测区域；
d) 海冰分布面积；
e) 海冰总体分布概况及各海湾海冰分布信息及变化趋势描述；
f) 卫星遥感海冰监测专题图。

10.2 监测通报格式

监测通报的版式样例见附录E，与卫星遥感海冰监测专题图一并审核后发布。

附 录 A
（资料性）
卫星数据源及指标参数

表A.1给出了光学遥感卫星数据源。表A.2给出了雷达遥感卫星数据源。

表 A.1 光学遥感卫星主要性能参数表

卫星名称	有效载荷	空间分辨率 m
海洋一号 HY-1C/1D	水色水温扫描仪 （COCTS）	1100
	海岸带扫描仪（CZI）	50
北京二号 BJ-2	全色遥感器	0.8
	多光谱遥感器	3.2
高分一号/六号 GF-1/6	全色多光谱相机	2（全色） 8（多光谱）
	多光谱相机	16
高分二号 GF-2	全色多光谱相机	1（全色） 4（多光谱）
高分四号 GF-4	全色多光谱相机	50(可见光) 400(中波红外)
风云三号 FY-3	中分辨率光谱成像仪	250/1000
风云四号 FY-4	多通道扫描成像辐射计	500/1000
哨兵二号 Sentinel-2	多光谱成像仪	10/20/60

表 A.2　SAR 卫星主要性能参数表

卫星名称	国别	波段	成像模式		分辨率 m	幅宽 km
高分三号 GF-3	中国	C 波段	条带成像模式	超精细条带（UFS）	3	30
				精细条带 1（FSI）	5	50
				精细条带 2（FSII）	10	100
				标准条带（SS）	25	130
			扫描成像模式	窄幅扫描（NSC）	50	300
				宽幅扫描（WSC）	100	500
RADARSAT-2	加拿大	C 波段	精细模式		8	50
			标准模式		25	100
			宽幅扫描模式		100	500
Cosmo-SkyMed	意大利	X 波段	聚束模式		1	10
			条带模式		3	30
					15	40
			扫描模式		30	100
					100	200

附 录 B
（资料性）
海冰卫星遥感监测海域

图B.1给出了渤海和黄海海冰卫星遥感监测海域覆盖范围、海湾分区及浮冰范围标尺图，海域范围为：117.0°E~124.5°E，35.5°N~41.5°N。

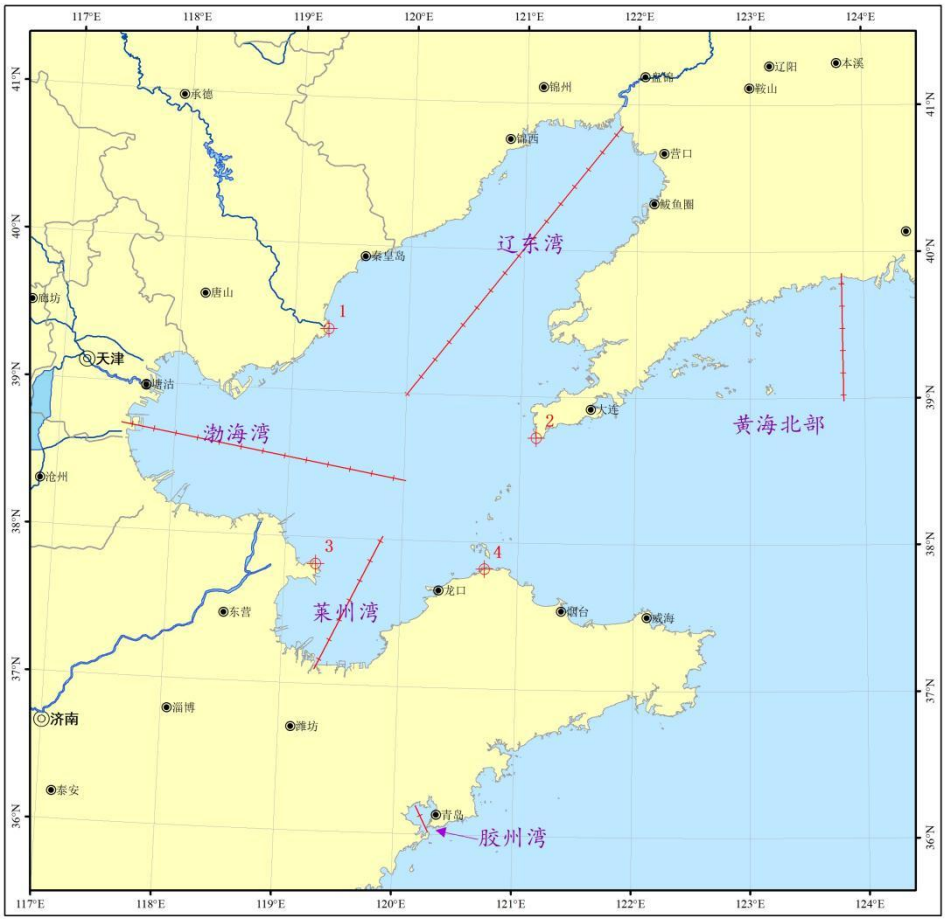
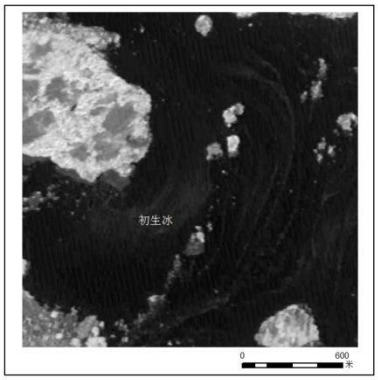


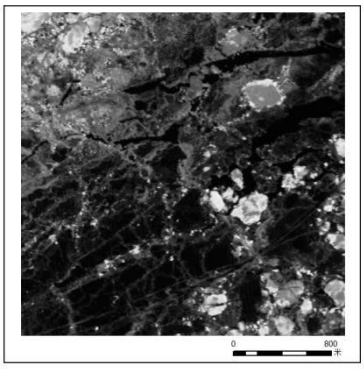
图 B.1 卫星遥感海冰监测海域、海湾分区及浮冰范围标尺图

附 录 C
（规范性）
海冰解译标志

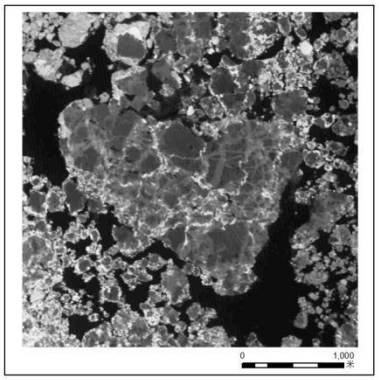
图C.1给出了初生冰、冰皮、尼罗冰、莲叶冰、灰冰、灰白冰、沿岸冰等在遥感影像上的分类特征。



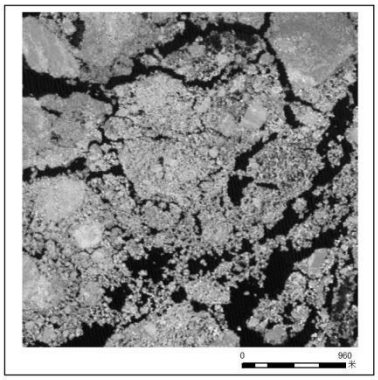
初生冰



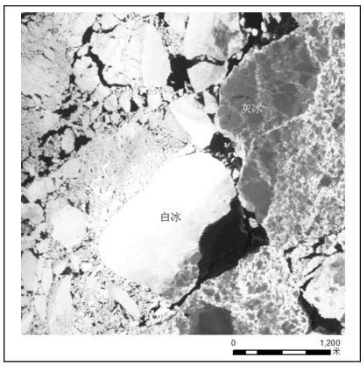
冰皮



尼罗冰



莲叶冰



灰冰/灰白冰/白冰



沿岸冰

图 C.1 海冰解译标志

附 录 D
（资料性）
卫星遥感海冰监测专题示例图

卫星遥感海冰监测专题示例图包括海冰覆盖范围、海冰密集度分布和海冰类型分布等三种，图D.1给出了海冰覆盖范围专题示例图，图D.2给出了海冰密集度分布专题示例图，图D.3给出了海冰类型分布专题示例图。

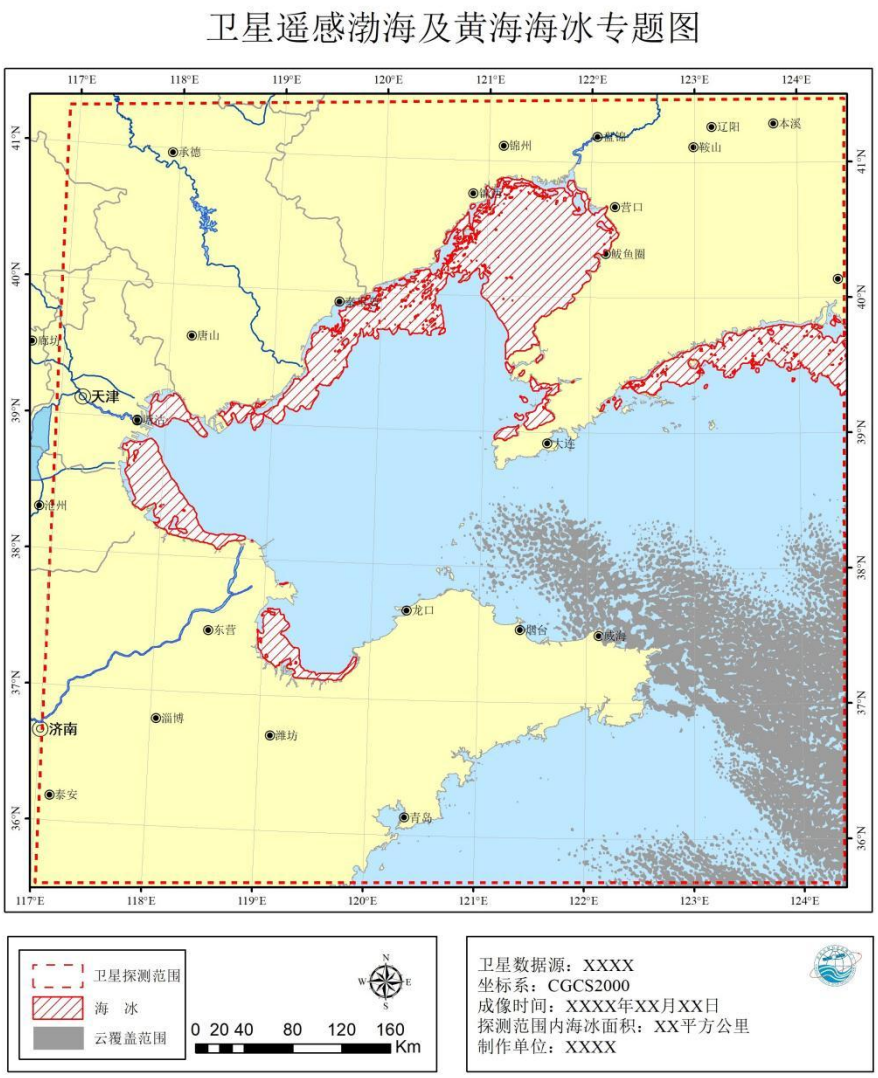


图 D.1 海冰覆盖范围专题示例图

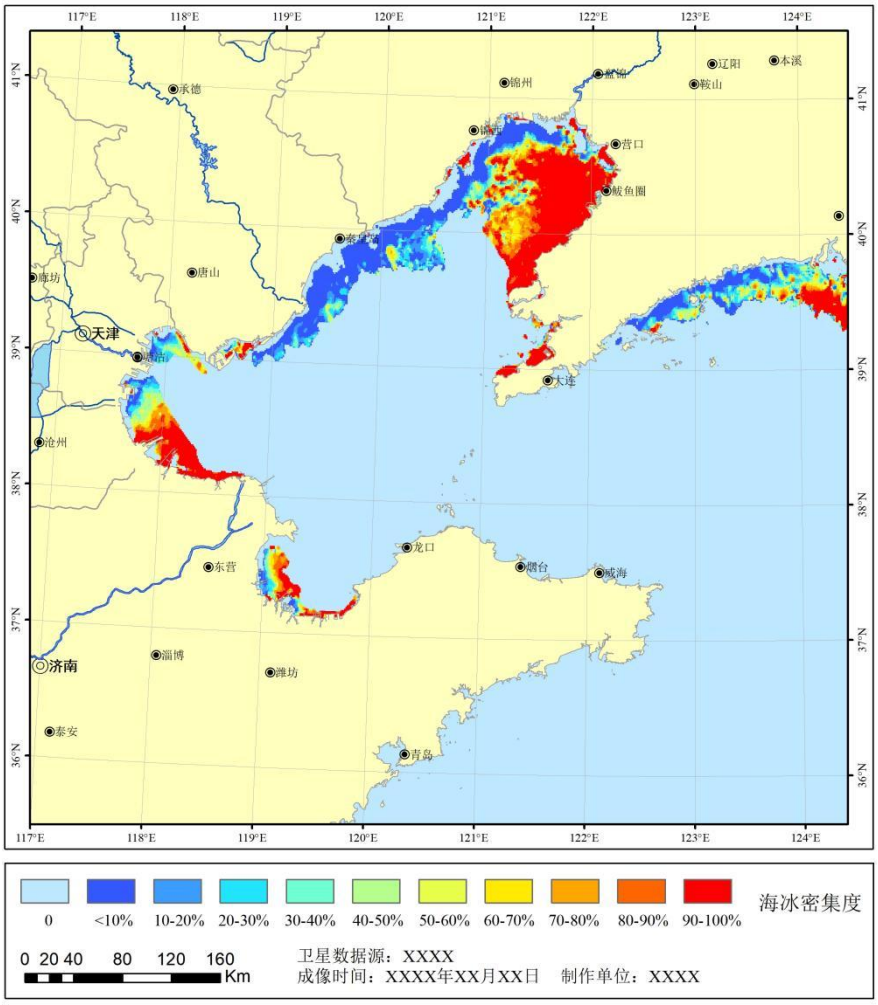


图 D.2　海冰密集度分布专题示例图

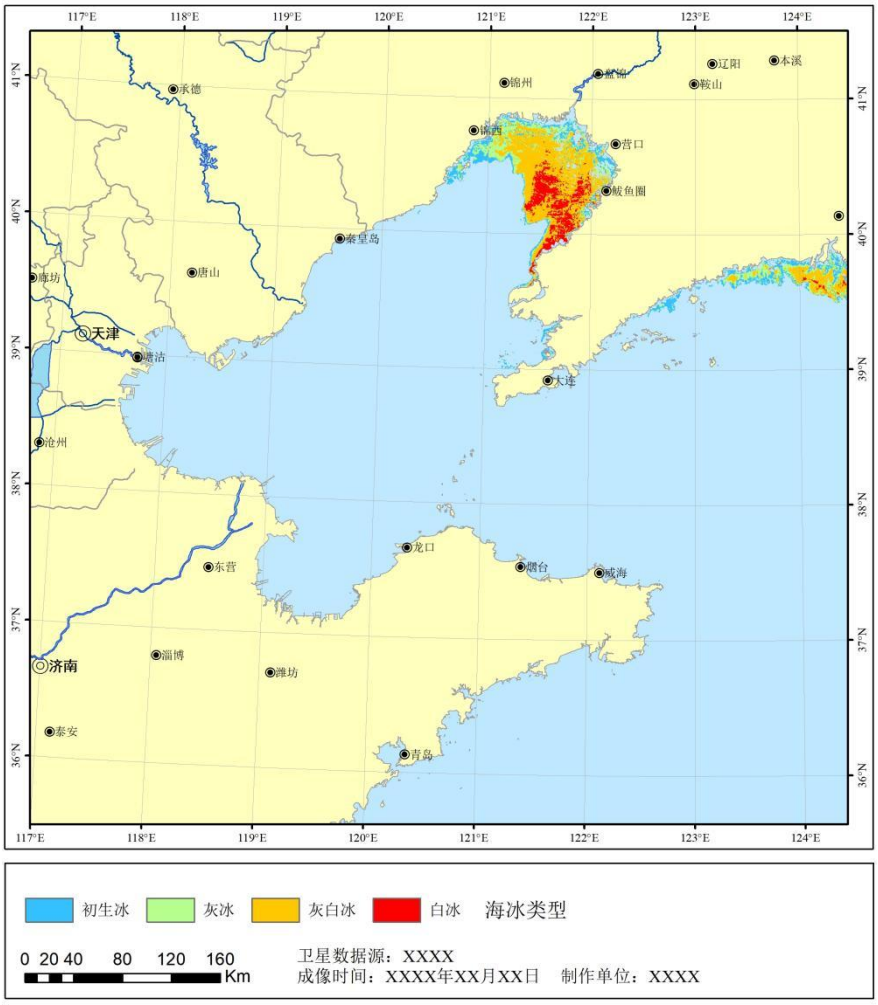


图 D.3　海冰类型专题示例图

附 录 E
（资料性）
海冰遥感监测通报版式样例

图E.1给出了海冰遥感监测通报版式样例，图E.2给出了海冰遥感监测通报专题图附件版式样例。

海冰遥感监测通报

第 X 期

发布单位名称　　发布日期：XXXXXXXX

卫星/数据源		
数据时间		
监测信息	监测范围	经纬度范围
	分布面积	昨日：XX 平方公里 今日：XX 平方公里

海冰详情

海 区	浮冰范围（n mile）	分布面积（km^2）	面积百分比	与前一日比较
辽东湾				
渤海湾				
莱州湾				
黄海北部				
胶州湾				

信息描述：

值班员		审 核	
电 话			

图 E.1 海冰监测通报版式样例

附图 1:

××卫星遥感渤海及黄海海冰专题图

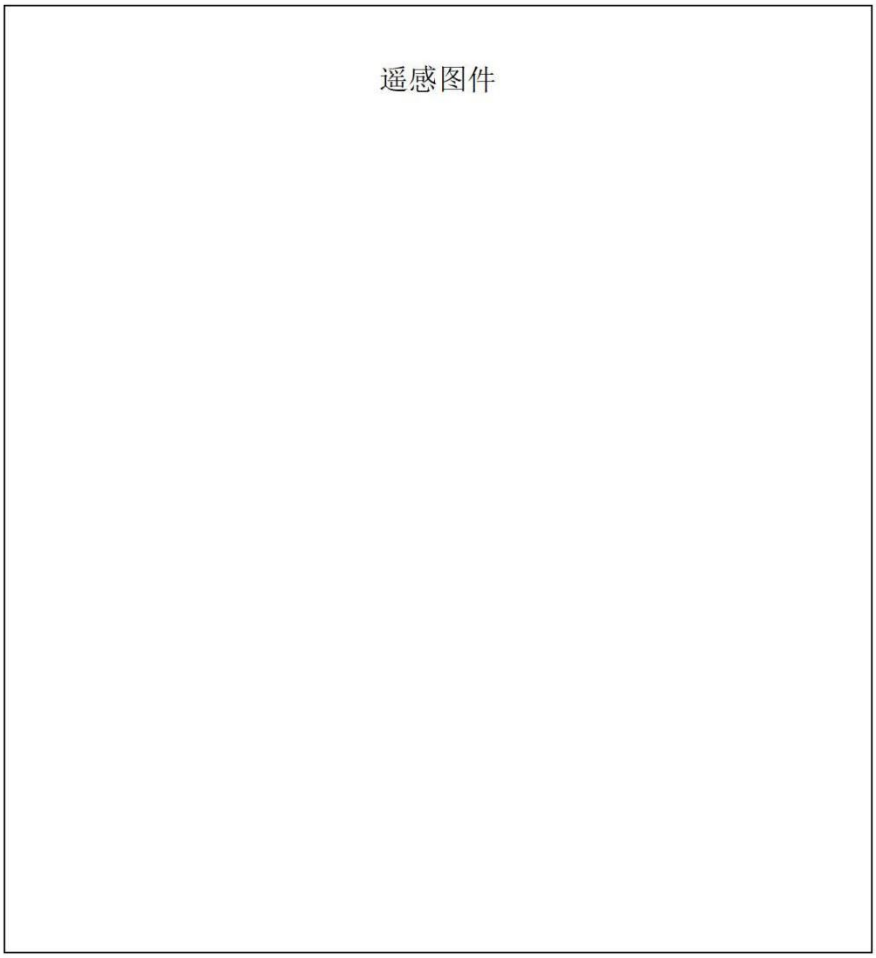


图 E.2　海冰监测通报专题图附件版式样例

参 考 文 献

[1]GB/T 14914.2-2019海洋观测规范　第2部分：海滨观测

[2]GB/T14914.5-2020 海洋观测规范　第5部分：卫星遥感观测

[3]GB/T 14950-2009 摄影测量与遥感术语

[4]GB/T28923.2-2012 自然灾害遥感专题图产品制作要求第2部分：监测专题图产品

[5]QX/T 389-2017卫星遥感海冰监测产品规范

[6]陈述彭. 遥感大辞典[J]. 科学出版社, 1990.

[7]李宝辉,侯一筠,孙从容, et al. “北京一号”小卫星图像在渤海海冰监测中的应用[J].海洋学报, 2013, 35(4):201-207.