

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXXX—XXXX

代替 XX/T

卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范

Specification for fishing information thematic map production of satellite monitoring
marine fishing vessels

（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。

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 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 总体要求 2

5.1 图件要求 2

5.2 数学基础 2

5.3 专题图图式 2

5.4 输出分辨率 2

6 专题图种类 2

7 制作流程 2

8 数据准备 3

8.1 数据获取 3

8.2 数据质量判定 4

9 数据预处理 4

9.1 渔船类型数据预处理 5

9.2 渔船轨迹数据预处理 5

9.3 渔船状态数据预处理 5

9.4 渔船捕捞强度数据预处理 5

9.5 数据预处理质量判定 6

10 专题图制作 6

10.1 专题图编绘 6

10.2 专题图导出 7

11 专题图质量控制与存档 7

11.1 专题图质量控制 7

11.2 专题图存档 7

附录 A （规范性）专题图图式符号 8

附录 B （规范性）专题图图廓整饰与注记 10

附录 C （资料性）专题图样例 13

参考文献 17

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国地理信息标准化技术委员会卫星应用分技术委员会（SAC/TC230/SC3）归口。

本文件起草单位：中国水产科学研究院东海水产研究所、国家卫星海洋应用中心、上海海洋大学、上海渔联网科技有限公司。

本文件主要起草人：张胜茂、樊伟、程田飞、邹巨洪、雷林、伍玉梅、杨胜龙、王斐、周为峰、张衡、唐峰华、吴祖立、范秀梅、邹国华。

卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范

1 范围

本文件规定了卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作的总体要求，确立了专题图种类、制作流程，以及制作过程中数据准备、数据预处理、专题图制作和专题图质量控制与存档等内容。

本文件适用于卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图（以下简称专题图）的制作。

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 8588—2001 渔业资源基本术语

GB 12319—2022 中国海图图式

GB/T 17833—1999 渔业用图编绘规范

GB/T 28923.1—2012 自然灾害遥感专题图产品制作要求

GB/T 39570—2020 电子商务交易产品图像展示要求

SC/T 8002—2000 渔业船舶基本术语

3 术语和定义

GB/T 8588—2001、SC/T 8002—2000界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

渔船类型 fishing vessel type

用以商业性捕捉鱼类等生物资源的船舶种类，根据作业方式可分为拖网渔船、围网渔船、刺网渔船、敷网渔船、钓渔船和其他渔船。

[来源：SC/T 8002—2000，A1，有修改]

3.2

渔船轨迹 fishing vessel trajectory

渔船在一个渔捞航次中所有船位点根据时间序列构成的渔船航迹线。

3.3

渔船状态 fishing vessel status

渔船在渔捞航次中所采取的停泊、捕捞作业和航行的行为。

3.4

捕捞强度 fishing intensity

在单位时间、单位面积水域内投入作业的标准捕捞努力量。

[来源：GB/T 8588—2001，3.3.42]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AIS：自动识别系统(Automatic Identification System)
MMSI：水上移动通信业务标识码 (Maritime Mobile Service Identity)
UTC：协调世界时 (Coordinated Universal Time)
WGS84:1984世界大地坐标系 (World Geodetic System 1984)

5 总体要求

5.1 图件要求

专题图的图件要求如下：

- a) 图面清晰、内容丰富、容易判读；
- b) 标题准确、位置恰当；
- c) 配色均匀、反差适中。

5.2 数学基础

5.2.1 坐标系

采用 WGS84 坐标系。必要时，采用经批准的其他坐标系。

5.2.2 地图投影

按照 GB/T 17833—1999 中 5.1.3.1 的规定执行。在极地区域，可采用其他地图投影。

5.3 专题图图式

专题图图式符号应符合附录A的规定。专题图图廓整饰与注记应符合附录B的规定。

5.4 输出分辨率

专题图分辨率应不小于720dpi。

6 专题图种类

卫星监测海洋渔船捕捞信息专题制图种类及编码见表1。

表 1 海洋渔船捕捞信息专题图种类及编码

序号	种类	编码	描述
1	渔船类型专题图	LX	由通讯导航卫星监测海洋渔船获取的经度、纬度和提取的渔船类型等信息绘制而成，用不同颜色表征该渔区的渔船类型
2	渔船轨迹专题图	GJ	由通讯导航卫星监测海洋渔船获取的时间、经度、纬度等信息绘制而成，用曲线表征该渔区渔船的轨迹
3	渔船状态专题图	ZT	通过对通讯导航卫星监测海洋渔船获取的时间、经度、纬度、航速和航向等信息进行计算，判断得出渔船状态，由位置和状态信息绘制而成，用不同颜色表征该渔区的渔船行为
4	渔船捕捞强度专题图	QD	通过对通讯导航卫星监测海洋渔船获取的时间、经度、纬度等信息进行计算，判断得出渔船捕捞强度，由位置和捕捞强度信息绘制而成，用不同颜色表征该渔区捕捞强度的空间分布情况

7 制作流程

专题图制作流程见图1。

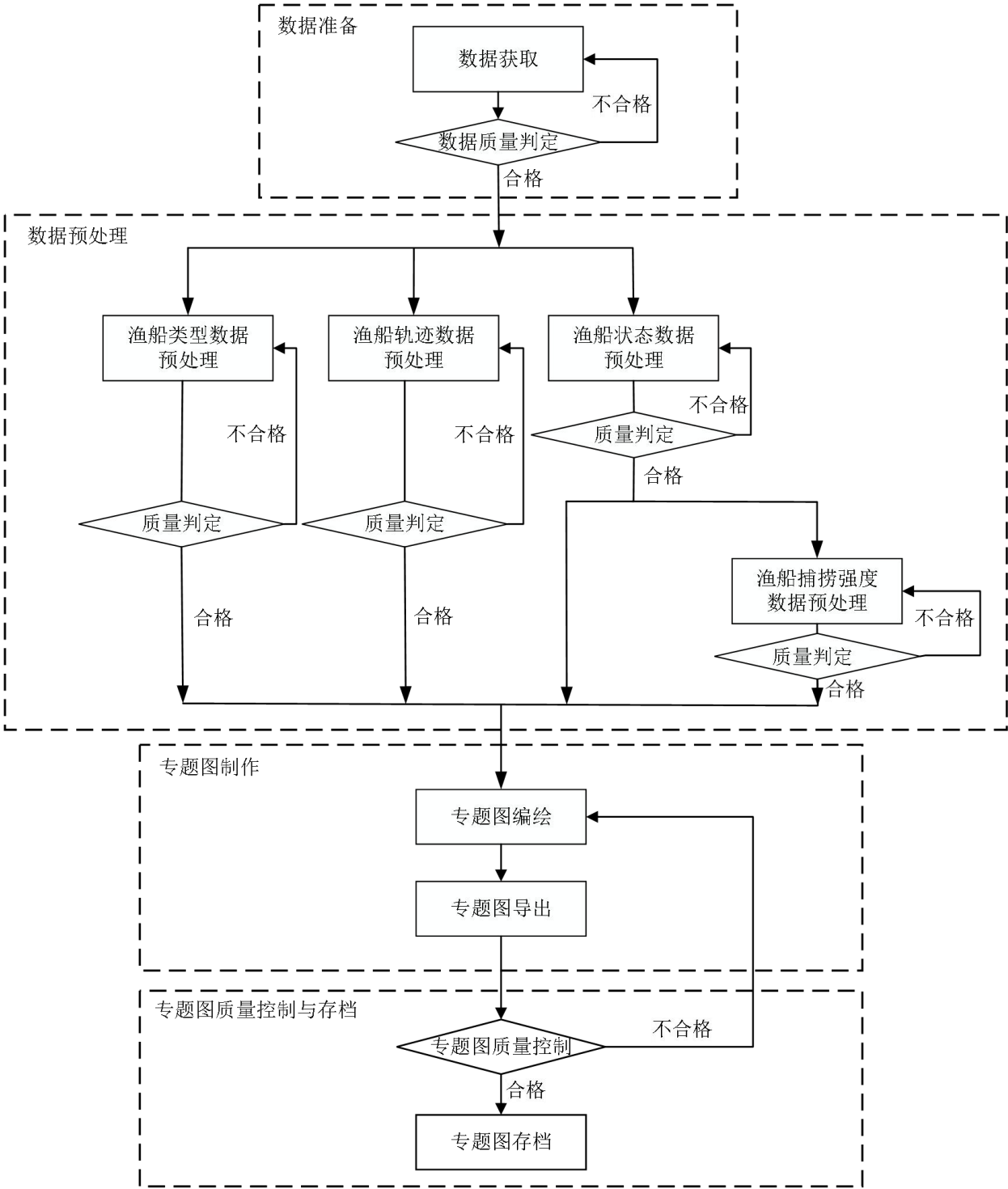


图1 专题图制作流程

8 数据准备

8.1 数据获取

从通讯导航卫星数据服务单位获取卫星监测船位数据。卫星监测船位数据说明见表2。

表 2 卫星监测船位数据说明

序号	字段	数据类型	说明	示例
1	船名	字符型	近海渔船船名由省简称与市县简称组成；远洋渔船船名由渔业公司自行命名并在省渔业部门备案	近海渔船：浙岭渔 1234 远洋渔船：鲁远渔 1 号
2	渔船类型	字符型	在海事组织或船级社登记备案	拖网
3	MMSI	字符型	可以识别各类台站和成组呼叫台站的九位数字码	123456789
4	经度	浮点型	以 1/10000° 为单位表示的经度，其中正数表示东经，负数表示西经	147.5080
5	纬度	浮点型	以 1/10000° 为单位表示的纬度，其中正数表示北纬，负数表示南纬	42.5589
6	时间	字符型	表示渔船所在位置的时间，采用 UTC 时间，格式为 YYYY-MM-DDThh:mm:ss.，其中 T 为日期与时间的分隔符	1978-01-18T16:21:46
7	航速	浮点型	以 1/10 节（kn）为单位，表示渔船单位时间内航行的距离	3.3
8	航向	浮点型	以 1/10° 为单位，表示船舶的航行方向	90.0

8.2 数据质量判定

卫星监测船位数据质量应满足质量判定要求，若不满足，应重新获取数据。数据质量判定要求如下：

- a) 卫星监测船位数据经度字段取值范围应在-180.0000~180.0000；
- b) 卫星监测船位数据纬度字段取值范围应在-90.0000~90.0000；
- c) 卫星监测船位不应位于陆地；
- d) 卫星监测船位数据时间字段中年取值范围应在0001~9999；
- e) 卫星监测船位数据时间字段中月取值范围应在01~12；
- f) 卫星监测船位数据时间字段中日取值范围应在01~28、29、30或31；
- g) 卫星监测船位数据时间字段中时取值范围应在00~23；
- h) 卫星监测船位数据时间字段中分取值范围应在00~59；
- i) 卫星监测船位数据时间字段中秒取值范围应在00~59；
- j) 卫星监测船位数据航速取值范围应在0~15；
- k) 卫星监测船位数据航向字段中取值范围应在0.0~359.9。

9 数据预处理

9.1 渔船类型数据预处理

渔船类型数据预处理步骤如下：

- 以天为单位，起止时间设置为第一天12:00:00 到第二天11:59:59；
- 从卫星监测船位数据中选择起止时间内全部渔船船位数据；
- 逐船选择每艘渔船最后记录时间的船位数据字段信息；
- 提取所有渔船的渔船类型、经度、纬度字段信息，用于绘制渔船类型专题图。

9.2 渔船轨迹数据预处理

渔船轨迹数据预处理步骤如下：

- 将渔船离开港口或运输船的时间和位置作为航次起始的时间和位置；
- 将渔船在海上作业后，返回港口或运输船的时间和位置作为航次结束的时间和位置；
- 提取渔船在航次起止时间段内的时间、经度、纬度字段信息；
- 按时间对船位序列信息进行排序，用于绘制渔船轨迹专题图。

9.3 渔船状态数据预处理

渔船状态数据预处理步骤如下：

- 将渔船离开港口或运输船的时间和位置作为航次起始的时间和位置；
- 将渔船在海上作业后，返回到港口或运输船的时间和位置作为航次结束的时间和位置；
- 根据高斯混合模型，使用期望最大化算法估算正态分布参数；

$$G(x) = \sum_{i=1}^2 \pi_i N(x|\mu_i, \omega_i) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $G(x)$ — 概率密度函数；
 x — 航速值；
 π_i — 第*i*个分量的混合系数；
 $N(x|\mu_i, \omega_i)$ — 高斯混合模型的第*i*个分量；
 μ_i — 第*i*个分量的均值；
 ω_i — 第*i*个分量的方差。

- 根据高斯混合模型计算速度阈值；

$$v1 = \mu_1 - k\sqrt{\omega_1} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $v1$ — 渔船停泊与捕捞作业状态的速度阈值；
 μ_1 — 高斯混合模型中第1个分量的均值；
 k — 系数，宜为1；
 ω_1 — 高斯混合模型中第1个分量的方差。

$$v2 = \mu_1 + k\sqrt{\omega_1} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$v2$ — 渔船捕捞作业与航行状态的速度阈值。

- 将速度位于 $v1, v2$ 区间的渔船状态，判别为捕捞作业；将速度大于 $v2$ 的渔船状态，判别为航行；将速度小于 $v1$ 的渔船状态，判别为停泊；

注：基于速度阈值的高斯混合模型通常适用于拖网渔船、金枪鱼围网渔船等渔船的状态判别，其他类型渔船的状态应结合现场记录数据进行综合判别。

- 提取渔船位置、状态信息，用于绘制渔船状态专题图。

9.4 渔船捕捞强度数据预处理

渔船捕捞强度计算方法如下：

- a) 确定捕捞强度计算的单位时长，单位时长宜为月；
- b) 确定捕捞强度计算的单位面积，单位面积可根据专题图范围大小或比例尺大小选择；
- c) 计算航迹点时间间隔；

$$dt_i = \begin{cases} t_{i+1} - t_i & 0 < i < n \\ t_i - t_{i-1} & i = n \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

dt_i —第*i*个航迹点时间间隔；

t_i —第*i*个航迹点的时间；

t_{i+1} —第*i*+1个航迹点的时间；

t_{i-1} —第*i*-1个航迹点的时间；

n —单艘渔船航迹点总数量。

- d) 筛选得到捕捞作业状态下的航迹点时长集合；

- e) 计算某海域单位时间、单位面积捕捞强度；

$$E = \sum_1^m dt_k \dots\dots\dots (5)$$

式中：

E —某海域单位时间、单位面积中某种作业类型渔船的捕捞强度；

m —某海域单位时间、单位面积作业航迹点的总数量；

dt_k —捕捞作业航迹点的时间间隔，时间单位宜为小时。

- f) 将捕捞强度所有数值按照由小到大排列进行五等份分级，并对每个等级设置数值区间；

- g) 提取单位时间、单位面积的捕捞强度，用于绘制船捕捞强度专题图。

9.5 数据预处理质量判定

数据预处理质量判定包括下列内容：

- a) 渔船类型数据预处理：应安排经验丰富的人员参考传统中心渔场位置及渔汛期等信息对预处理结果进行判定，排除错误渔船类型。若预处理结果合格，执行专题图制作；若不合格，删除错误数据，重新进行渔船类型数据预处理；
- b) 渔船轨迹数据预处理：应安排经验丰富的人员参考不同类型渔船航速对预处理结果进行判定，排除错误船位数据。若预处理结果合格，执行专题图制作；若不合格，删除错误数据，重新进行渔船轨迹数据预处理；
- c) 渔船状态数据预处理：应安排经验丰富的人员参考不同类型渔船实际作业航速对预处理结果进行判定，排除错误航速数据。若预处理结果合格，执行专题图制作；若不合格，删除错误航速数据，重新进行渔船状态数据预处理；
- d) 渔船捕捞强度数据预处理：应安排经验丰富的人员参考实际作业情况对预处理结果进行判定，排除错误数据。若预处理结果合格，执行专题图制作；若不合格，删除错误数据，重新进行渔船捕捞强度数据预处理。

10 专题图制作

10.1 专题图编绘

专题图编绘步骤如下：

- a) 加载渔船类型、渔船轨迹、渔船状态、渔船捕捞强度专题图预处理后结果数据;
- b) 按照附录A中A.3的要求,设置专题图图式符号样式;
- c) 按照附录B的要求,设置专题图尺寸和内外图廓线、专题图图名、经纬线、指北针、图例、编制单位与编制时间。

10.2 专题图导出

专题图导出步骤如下:

- a) 专题图编绘完成后,按照5.4的要求设置专题图输出分辨率;
- b) 专题图图片格式应按照GB/T 39570—2020中5.2.1的规定执行,专题图样例见附录C。

11 专题图质量控制与存档

11.1 专题图质量控制

专题图质量应满足质量控制要求,若不满足,应重新进行专题图制作。专题图质量控制要求如下:

- a) 专题图数学基础应符合5.2的规定;
- b) 专题图图式符号应符合附录A中A.3的规定;
- c) 图廓整饰与注记各要素应内容完整,符合附录B的规定;
- d) 专题图输出分辨率应符合5.4的规定;
- e) 专题图图片格式应符合10.2b)的规定。

11.2 专题图存档

11.2.1 文件命名

专题图制作完成后,应对每一张专题图进行文件命名,文件名由专题图所用船位数据的起止日期编码、专题图图名、专题图格式组成。

船位数据起止日期编码方法如下:

- a) 年编码采用1字符大写英文字母Y加年4字符阿拉伯数字;
- b) 月编码采用1字符大写英文字母M加年2字符阿拉伯数字;
- c) 日编码采用1字符大写英文字母D加年2字符阿拉伯数字;
- d) 依次合并年编码、月编码和日编码,形成11字符的开始日期编码或结束日期编码;
- e) 开始日期编码和结束日期编码采用1字符大写英文字母,用T进行分隔,形成23字符的起止日期编码。

示例: Y2020M08D01TY2020M08D31 敷网渔船捕捞强度专题图. jpg

11.2.2 文件存档

专题图文件命名完成后,应对文件进行存档,存档文件包括:渔船类型专题图、渔船轨迹专题图、渔船状态专题图和渔船捕捞强度专题图。专题图存档目录由专题图编码和文件名组成,专题图编码见表1。

示例: \QD\Y2020M08D01TY2020M08D31 敷网渔船捕捞强度专题图. jpg。

附 录 A
(规范性)
专题图图式符号

A.1 符号尺寸

应按照GB 12319—2022中4.2的规定执行。

A.2 色彩模式

图式符号颜色采取RGB色彩模式。

A.3 专题图图式符号样式

渔船类型专题图图式符号样式见表A.1，渔船轨迹专题图图式符号样式见表A.2，渔船状态专题图图式符号样式见表A.3，渔船捕捞强度专题图图式符号样式见表A.4。

表 A.1 渔船类型专题图图式符号样式

序号	符号名称	符号色彩样式	RGB 色标值
1	拖网渔船		(0, 0, 255)
2	围网渔船		(0, 255, 0)
3	刺网渔船		(255, 255, 0)
4	敷网渔船		(255, 165, 0)
5	钓渔船		(255, 0, 0)
6	其他渔船		(0, 0, 0)

表 A.2 渔船轨迹专题图图式符号样式

序号	符号名称	符号色彩样式	RGB 色标值
1	位置点		(255, 0, 0)
2	轨迹		(0, 0, 0)

表 A.3 渔船状态专题图图式符号样式

序号	符号名称	符号色彩样式	RGB 色标值
1	停泊		(0, 0, 0)
2	捕捞作业		(255, 0, 0)
3	航行		(0, 255, 0)

表 A.4 渔船捕捞强度专题图图式符号样式

序号	符号名称	符号色彩样式	RGB 色标值
1	等级一		(0, 0, 255)
2	等级二		(0, 255, 0)
3	等级三		(255, 255, 0)
4	等级四		(255, 165, 0)
5	等级五		(255, 0, 0)

附 录 B
(规范性)
专题图图廓整饰与注记

B.1 图廓整饰与注记要素

包括内外图廓线、图名、经纬线及经纬度注记、指北针、图例、编制单位与编制时间。

B.2 专题图尺寸和内外图廓线

专题图尺寸为 A4，页边距和内外图廓间距如图 B.1 所示，单位均为 cm。

B.3 专题图图名

专题图图名依专题图类型而异，渔船类型专题图图名为“渔船类型分布专题图”；渔船轨迹专题图图名由船名和捕捞作业轨迹组成（见示例1）；渔船状态专题图图名由船名和状态组成（见示例2）；渔船捕捞强度专题图图名由渔船类型和渔船捕捞强度组成（见示例3）。图名字体应按照GB/T 28923.1—2012中6.2.2的规定执行。

示例 1：浙岭渔 1234 轨迹专题图。

示例 2：浙岭渔 1234 状态专题图。

示例 3：拖网渔船捕捞强度专题图。

B.4 经纬线及经纬度注记

B.4.1 经纬线细分依专题图比例尺大小而异，经纬线细分样式见图B.2。

B.4.2 专题图内图廓线范围内每隔一定经差和纬差绘出经纬线，经纬线连线可选择1°或5°及其间隔的整数倍处连线。

B.4.3 经纬度注记按经纬线细分样式所示，经纬度注记居中注出。

B.5 指北针

B.5.1 指北针位于内图廓线右上角内，背景色为白色。

B.5.2 指北针图廓线样式如表B.1所示，指北针样式如图B.3所示。

B.6 图例

应按照 GB/T 28923.1—2012 中 6.2.4 的规定执行。

B.7 编制单位与编制时间

应按照 GB/T 28923.1—2012 中 6.2.7 的规定执行。

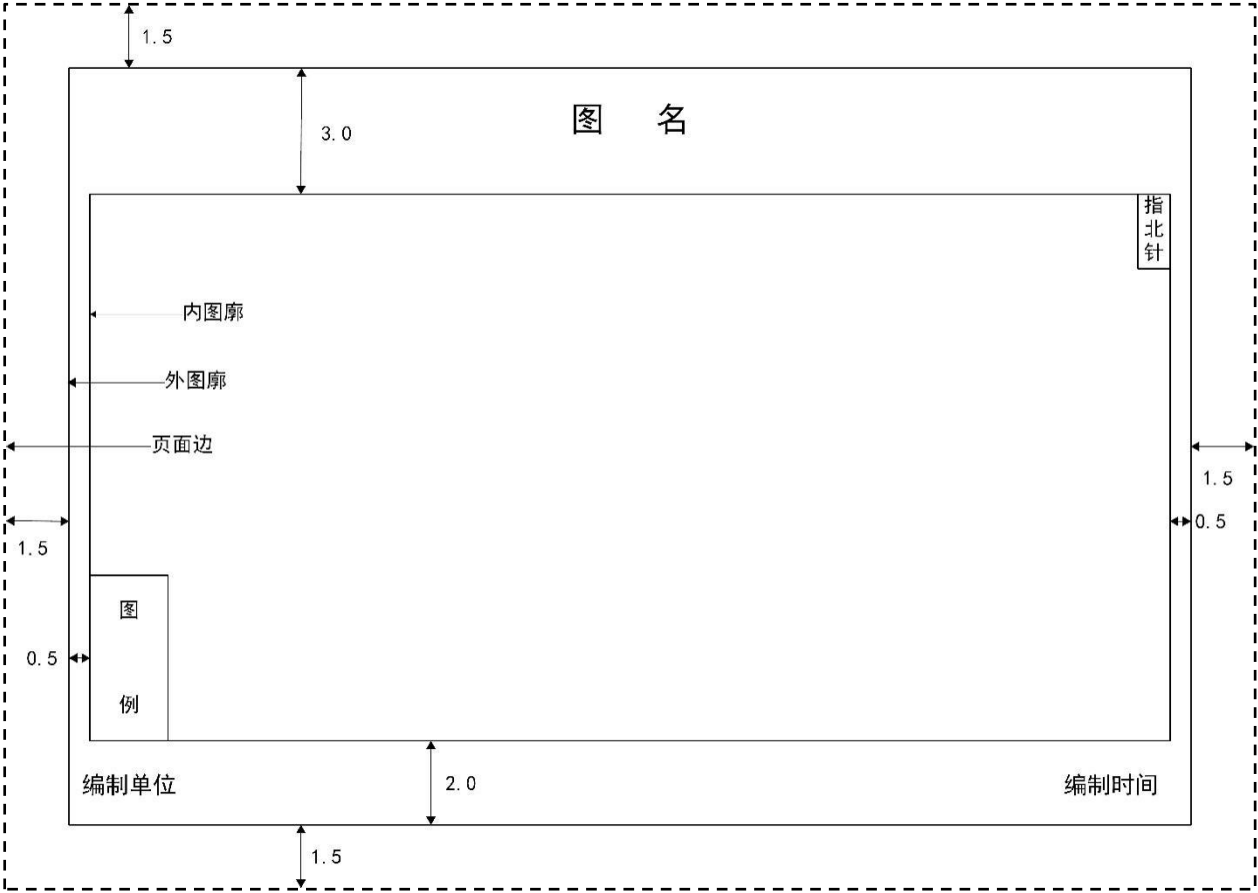


图 B.1 图廓整饰样式

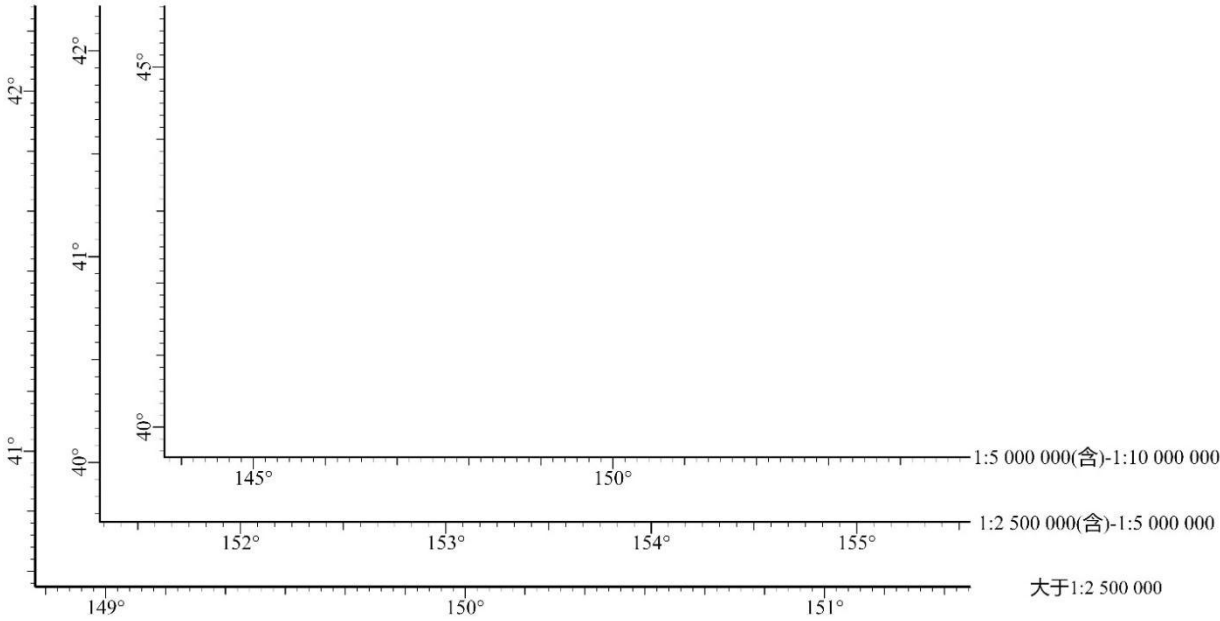


图 B.2 经纬线细分样式



图 B.3 指北针样式

表 B.1 指北针图廓线样式

符号样式	图上宽度（mm）	RGB色标值
	0.3	(0, 0, 0)

附 录 C
(资料性)
专题图样例

渔船类型专题图样例见图C. 1，渔船轨迹专题图样例见图C. 2，渔船状态专题图样例见图C. 3，渔船捕捞强度专题图样例见图C. 4。

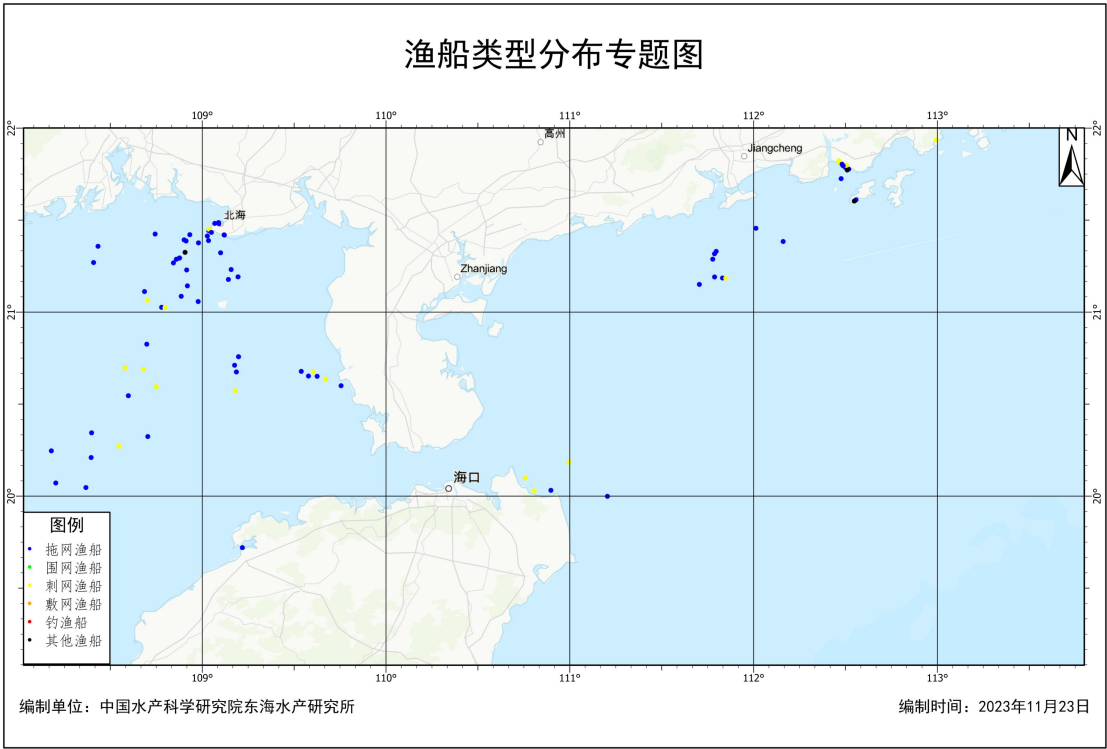


图 C. 1 渔船类型专题图样例

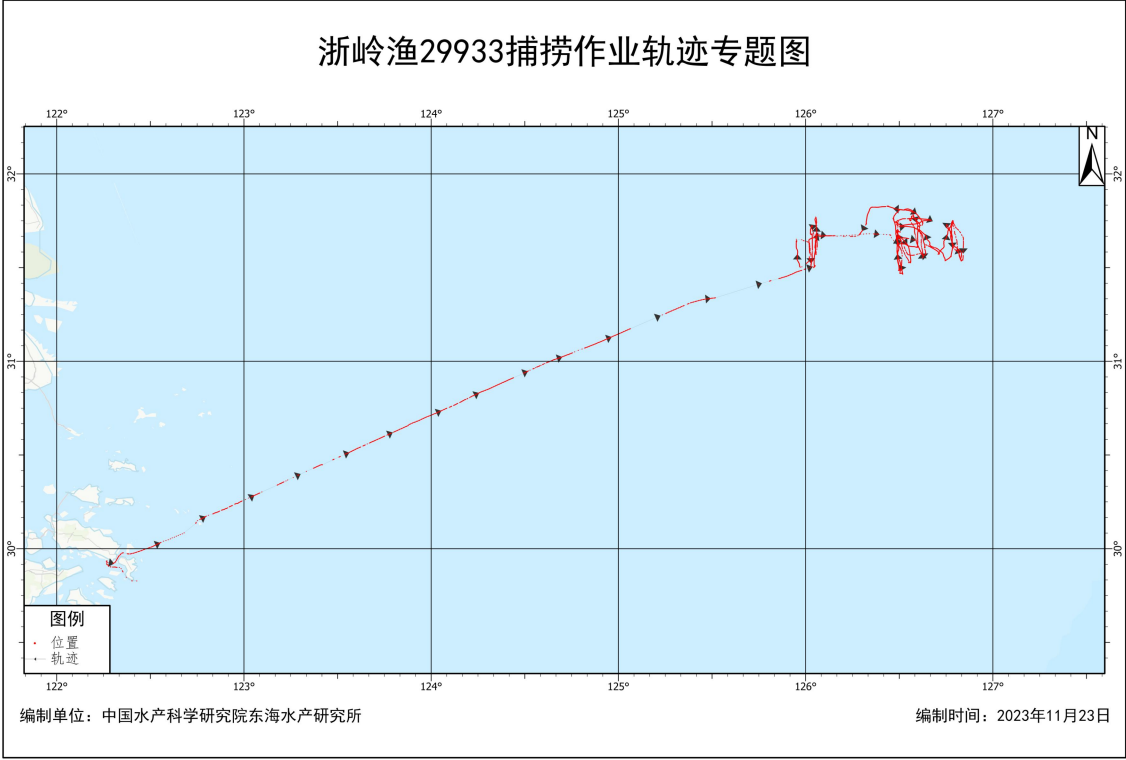


图 C.2 渔船轨迹专题图样例

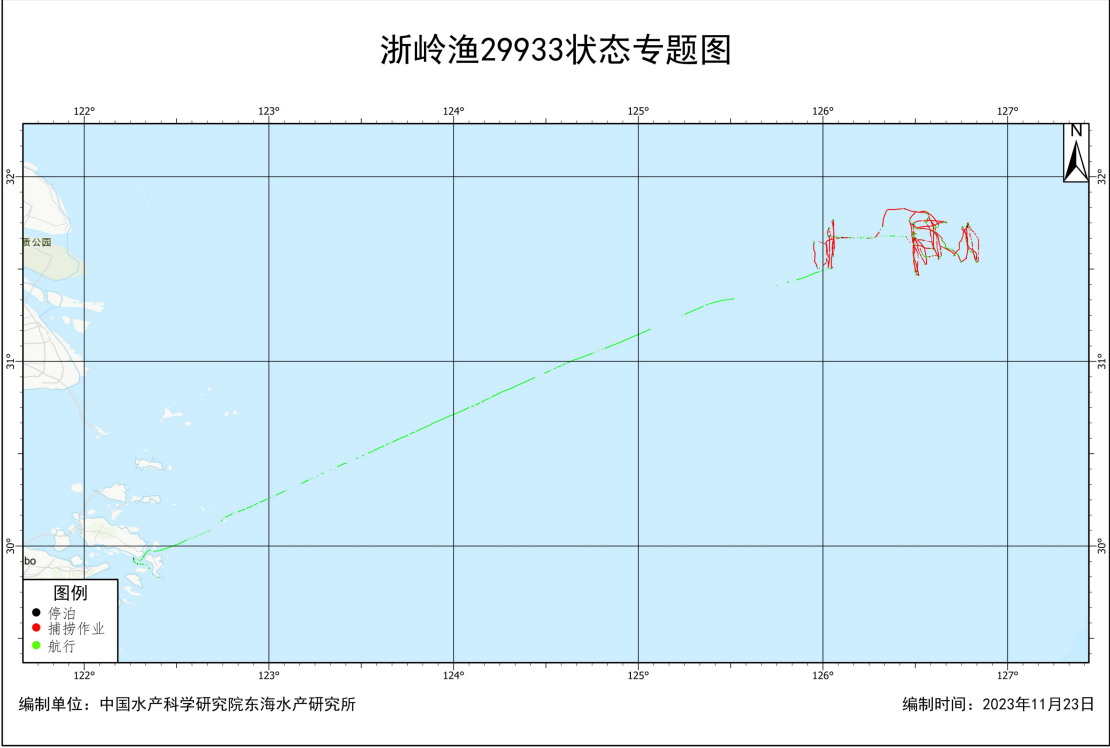


图 C.3 渔船状态专题图样例

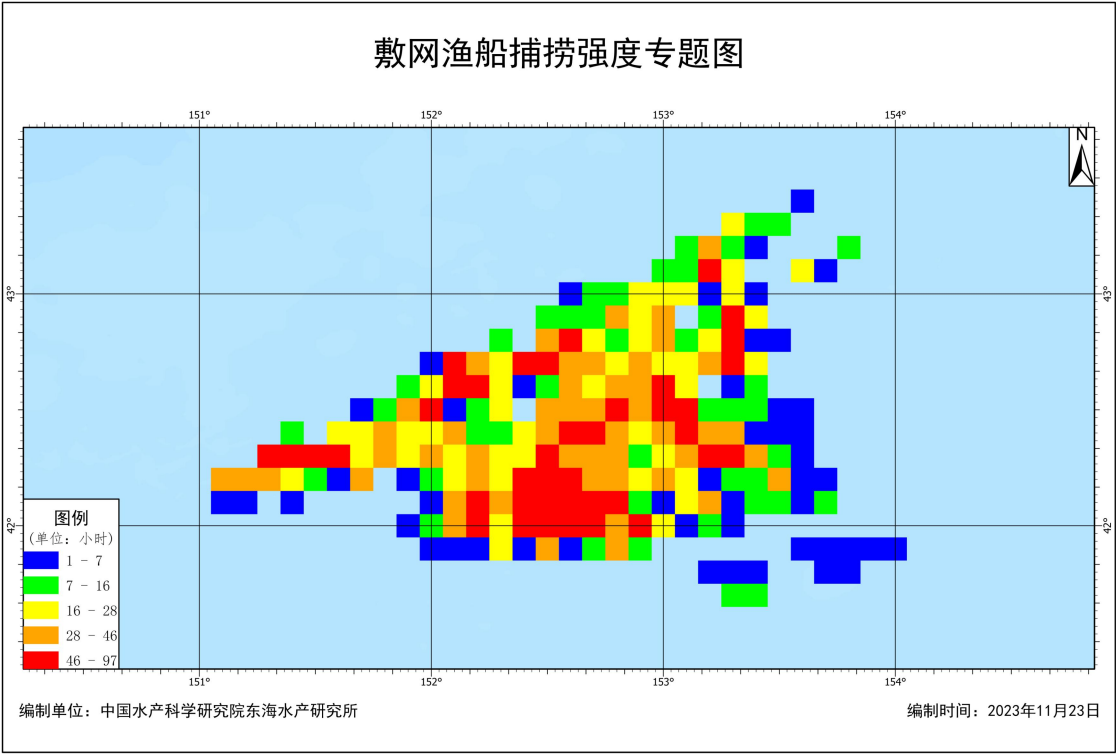


图 C.4 渔船捕捞强度专题图样例

参 考 文 献

- [1] GB 12320 中国航海图编绘规范
 - [2] GB/T 12763.10 海洋调查规范 第10部分：海底地形地貌调查
 - [3] GB/T 14477 海图印刷规范
 - [4] GB/T 20068 船载自动识别系统（AIS）技术要求
 - [5] GB/T 20257.4 国家基本比例尺地图图式 第4部分：1:250 000 1:500 000 1:1 000 000地形图图式
 - [6] GB/T 39355 空间数据与信息传输系统 时间码格式
-

《卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范》

编制说明

行业标准项目名称： 卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范

行业标准项目编号： 202233006

送审行业标准名称：

（此栏送审时填写）

报批行业标准名称：

（此栏报批时填写）

承担单位： 中国水产科学研究院东海水产研究所

当前阶段： ☒征求意见 ☐送审稿审查 ☐报批稿报批

编制时间： 二〇二四年三月

卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范 编制说明

一、概况

1.1 任务来源

2022年9月6日，自然资源部下达《自然资源部办公厅关于印发2022年度自然资源标准制修订工作计划的通知》（自然资办发〔2022〕39号），本文件是自然资源部立项的2022年自然资源卫星应用行业标准计划项目之一，项目编号：202233006，标准计划名称《卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范》。本文件由全国地理信息标准化技术委员会卫星应用分技术委员会归口，由中国水产科学研究院东海水产研究所牵头起草。计划周期：24个月。

1.2 目的意义

捕捞是人类获取海洋自然资源的最广泛活动之一，渔船生产覆盖了全球55%的海域。渔船轨迹大数据已经应用于海洋渔业生产、资源养护管理和科学研究中。随着安装船舶监控系统（VMS, Vessel Monitoring Systems）和船舶自动识别系统（AIS, Automatic Identification System）的渔船数量不断增长，渔船轨迹数据在海洋捕捞渔业上的应用领域也不断拓展。

卫星监测海洋渔船轨迹信息已广泛应用于我国海洋渔业生产、资源养护管理和科学研究中，随着北斗、AIS、夜光遥感等船位监控技术的进步，渔船船位轨迹数据量呈爆发式增长，可以监测近海捕捞机动渔船7万余艘，大洋捕捞渔船5万余艘。当前卫星监测海洋渔船捕捞信息的处理方法不同、专题图图式多样，国内还没有专门的卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范，难以有效地帮助用户快速、方便、准确地获取与海洋渔船捕捞生产密切相关的信息产品。迫

切需要对专题图种类、制作流程，制作过程中数据准备、数据预处理、专题图制作、质量控制与存档等方面进行规范。

制定《卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范》可以快速将多种渔船生产捕捞行为绘制成统一形式的专题图，分发到渔业管理部门和渔业生产企业，使用户第一时间获得渔船捕捞生产相关产品，在实际生产中发挥作用，为海洋渔业产业取得经济和社会效益提供信息支撑。为卫星监测海洋渔船轨迹数据应用的实用化、产业化、专业化发展提供有效工具，进一步发挥海洋卫星监测渔船轨迹信息应用效能。提高海洋渔船轨迹大数据在海洋产业中的科技进步贡献率，促进我国海洋渔业信息化高质量发展。

1.3 主要起草人及工作分工

编制任务下达后，中国水产科学研究院东海水产研究所为牵头单位，国家卫星海洋应用中心、上海海洋大学、上海渔联网科技有限公司共同成立了编制组。编制组成员包括总体技术负责人和长期从事卫星应用海洋渔业领域的专业技术人员和专家，分工合作开展标准各章的编写，编制组主要人员组成及分工见表 1。

表 1 编制组人员分工

序号	姓名	单位	任务分工
1	张胜茂	中国水产科学研究院东海水产研究所	标准编制负责人，总体统筹标准编制等工作
2	樊 伟	中国水产科学研究院东海水产研究所	负责技术指导把关、组织和终稿审核
3	程田飞	中国水产科学研究院东海水产研究所	负责标准编制与形成标准（征求意见稿）主体框架等工作
4	邹巨洪	国家卫星海洋应用中心	负责组织协调、审查报批等工作
5	雷 林	上海海洋大学	负责标准审核等工作
6	伍玉梅	中国水产科学研究院东海水产研究所	负责技术指标审核
7	杨胜龙	中国水产科学研究院东海水	负责技术指标审核

		产研究所	
8	王 斐	中国水产科学研究院东海水产研究所	负责专题图图式规范
9	周为峰	中国水产科学研究院东海水产研究所	负责编制说明审核与修改
10	张 衡	中国水产科学研究院东海水产研究所	负责渔船状态专题图验证
11	唐峰华	中国水产科学研究院东海水产研究所	负责渔船类型专题图验证
12	吴祖立	中国水产科学研究院东海水产研究所	负责渔船轨迹专题图验证
13	范秀梅	中国水产科学研究院东海水产研究所	负责渔船捕捞强度专题图验证
14	邹国华	上海渔联网科技有限公司	负责卫星监测船位原始数据的收集与预处理

1.4 主要工作过程

1.4.1 征求意见稿阶段

2022 年 9 月-2023 年 2 月，编制组开展了大量的调研工作，包括国内外有关现有标准，以及卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作的实际实施情况，编制组开始起草标准草案。

2023 年 3 月- 2023 年 7 月，以标准草案为基础，编制组以电话、电子邮件和视频会议的形式与海洋渔业领域生产作业单位、大学、科研院所的多位技术专家和生产专家进行多次交流探讨，并根据专家意见对标准草案进行修改完善。编制组征求专家意见针对初稿框架及内容进一步修改完善。

2023 年 8 月-2024 年 3 月，编制组与标准秘书处多次对初稿的整体结构、主要步骤和流程、内容表述、图例、样例、图式等进行修改，同时召开多次编制小组内部讨论会，调研国内外相关文献，确定了渔船类型、渔船状态、渔船轨迹、渔船捕捞强度四种专题图的数据预处理方法，并收集整理相关海域的北斗船位数据或 AIS 船位数据，对专题图数据进行了预处理和专题图的制作。最

终于 2024 年 3 月完成了标准征求意见稿和编制说明。

1.4.2 送审稿阶段

暂无。

1.4.3 报批稿阶段

暂无。

二、 标准编制原则和确定标准主要内容的依据

2.1 标准编制原则

(1) 一致性与规范性

本文件与《中国海图图式》(GB 12319-2002)、《渔业用图编绘规范》(GB/T 17833-1999)等相关标准的协调。保持标准内容间的一致性,避免新制定标准同已经颁布实施或正在报批的相关标准之间的冲突和矛盾。标准编制的所有阶段均遵守国家标准 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,保证标准编制的规范性。

(2) 适用性和可扩展性

本文件编制过程中充分考虑了卫星监测船位数据质量、渔船状态判别方法、专题图产品特点等影响因素,依据 AIS 及 VMS 船位数据在渔业中应用的多年工作经验,能够满足未来一定时期内的卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图产品应用需求,具有广泛的适用性和可扩展性。

(3) 有效性与可操作性

卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作标准基于卫星船位数据在渔业中应用的经验积累和总结编制,并随着相关工作的不断发展和深入,完善捕捞信息专题图的内容和构成。目前,中国水产科学研究院东海水产研究所已经在国家

实验室专项项目、相关重点研发计划项目任务中使用了本文件，本文件的使用有效提高了捕捞信息专题图利用率以及不同单位之间衔接的工作效率，便于规范工作流程、统一数据格式、保证成果有效性和可操作性。

(4) 科学性与系统性

本文件为有效提高捕捞信息专题图的利用率，依据内容完整、技术规范科学合理的原则，分别从专题图种类、制作流程，数据准备，数据预处理、专题图制作、质量控制与存档等方面，对相关内容进行编制。

2.2 国内外调研情况

渔船生产覆盖了全球 55% 的海域，但人们对渔船的全球生产活动知之甚少。目前全球持续增长的捕捞努力量，让渔业管理变得更加复杂。缺乏足够的监管，致使渔船非法捕捞和安全生产事故时有发生。渔船轨迹信息包含的时间、位置、航速和航向等空间信息，蕴含着渔船自身特有的属性、状态和空间行为特征，在一定程度上反映渔船捕捞作业行为与所处环境中各种要素直接的交互关系。渔船轨迹大数据让全球渔业生产更加透明，可以实时动态监控渔船行为动态，基于渔船轨迹挖掘的渔场时空高精度捕捞强度信息，相比传统捕捞数据，更真实、更全面，时空尺度更高。近年被国内外学者应用于渔业资源、海洋生态保护、非法捕捞和渔船安全管理。渔船轨迹数据是一种新的信息，作为日志数据的一种重要补充，越来越多的被渔业管理部门、科研部门和渔业生产企业使用，促进了渔业信息化发展。

渔船轨迹数据主要包括船舶监控系统（VMS）和船舶自动识别系统（AIS）。VMS 由各国政府或渔业组织主导，大约每间隔 2h-4h 发送一次数据，信息不公开；早在 1988 年，葡萄牙政府为监测渔业活动设计了渔船监控系统，1996 年欧盟对长度大于 24m 渔船强制安装 VMS 系统，从此 VMS 进入了全球化飞速发展时期。

AIS 由国际海事组织 (IMO, International Maritime Organization) 主导, 每间隔几秒到几分钟发送一次数据, 信息可公开获取。因比 VMS 具有更高的精度和可获取能力, AIS 系统应用越来越广泛。2000 年 IMO 规定至 2002 年底 300 吨以上的国际航线船舶、500 吨以上的国内航线货船和客船均需安装 AIS 设备。至今全球已有超过 7 万多条活动渔船配备了 AIS 设备。基于渔船轨迹数据, 可实时跟踪监督渔船空间位置和识别作业状态, 监督渔船非法作业、非法转载和跨区作业问题, 构建模型识别渔船作业状态, 提取捕捞作业点可挖掘渔船捕捞强度信息。国内外学者已经开展过大量研究, 绘制了不同海域的捕捞努力量热点图。

2016 年世界海洋保护组织 Oceana 联手 Google (谷歌) 和非营利组织 SkyTruth, 通过航空和卫星图像追踪景观变化, 共同研发了一款可以追踪捕捞活动的交互式网络工具全球渔业观察 (GFW, Global Fishing Watch), Global Fishing Watch 通过 12 个类别 30 万艘船舶的数据库训练了机器学习算法, 明确了不同渔船和运输的行为状态, 绘制了不同类型船舶的不同行为空间图。2016 年发布的“全球钓鱼观察”展示了一艘接近于实时(延迟 72h)的渔船世界地图。提供一个用于可视化和分析基于船舶的人类海上活动的开放访问在线工具 (<http://globalfishingwatch.org/map>), 监控从 2012 年至今的全球捕捞活动。包括捕捞强度热点, 渔船转载、渔船捕鱼发生的地点、港口访问、船只相遇和航行等事件信息。

当前卫星监测海洋渔船捕捞信息的处理方法不同、专题图图式多样, 国内还没有专门的卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范, 难以有效地帮助用户快速、方便、准确地获取与海洋渔船捕捞生产密切相关的信息产品。迫切需要对专题图种类、制作流程, 数据准备, 数据预处理、专题图制作、质量控制

与存档等方面进行规范。

2.3 主要技术内容的说明

2.3.1 标准化对象及适用范围说明

本文件规定了卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作的总体要求，确立了专题图种类、制作流程，以及制作过程中数据准备、数据预处理、专题图制作和专题图质量控制与存档等内容。

本文件适用于卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图（以下简称专题图）的制作。

2.3.2 标准主要技术内容指标或要求确定的依据

（1）标准的范围

本文件在《中国海图图式》（GB 12319-2002）、《渔业用图编绘规范》（GB/T 17833-1999）等相关标准的基础上，针对渔业管理部门和渔业生产企业实际需求，结合海洋渔船轨迹信息产品在渔业资源中如何使用，对卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作的总体要求、专题图种类、制作流程，数据准备、数据预处理、专题图制作、质量控制与存档等提出规范要求，适用于卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图的制作。

（2）专题图制作的总体要求

专题图的图件应满足图面清晰、内容丰富、容易判读；标题准确、位置恰当；配色均匀、反差适中。本文件对专题图的坐标系、地图投影做出了相关规定。坐标系采用WGS84坐标系，必要时，采用经批准的其他坐标系。地图投影按照 GB/T 17833—1999 中 5.1.3.1 的规定执行。在极地区域，可采用其他地图投影。对不同类型专题图图式符号样式所做相关规定如表2、表3、表4、表5所示。专题图的输出分辨率应不小于720dpi。

表 2 渔船类型专题图图式符号样式

序号	符号名称	符号色彩样式	RGB 色标值
1	拖网渔船		(0, 0, 255)
2	围网渔船		(0, 255, 0)
3	刺网渔船		(255, 255, 0)
4	敷网渔船		(255, 165, 0)
5	钓渔船		(255, 0, 0)
6	其他渔船		(0, 0, 0)

表 3 渔船轨迹专题图图式符号样式

序号	符号名称	符号色彩样式	RGB 色标值
1	位置点		(255, 0, 0)
2	轨迹		(0, 0, 0)

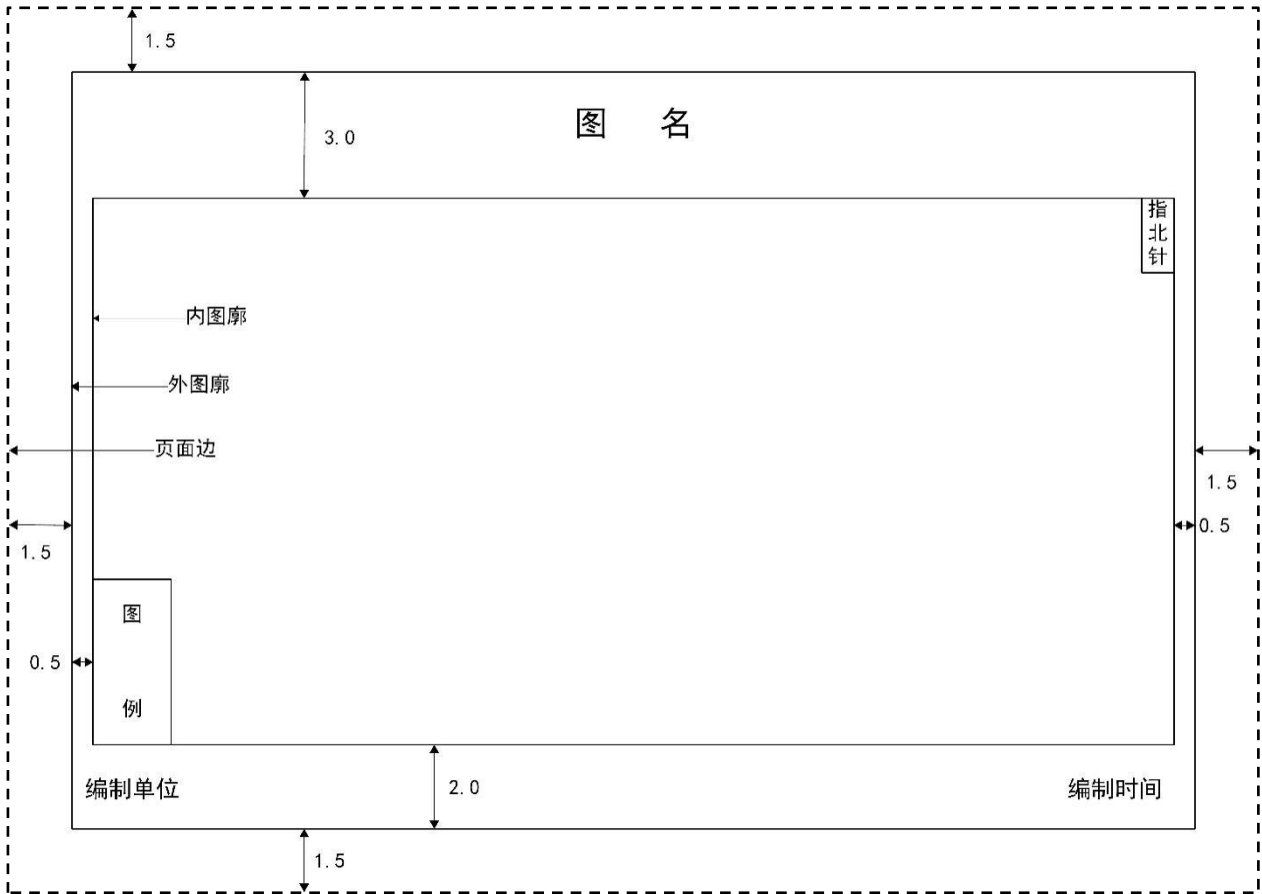
表 4 渔船状态专题图图式符号样式

序号	符号名称	符号色彩样式	RGB 色标值
1	停泊		(0, 0, 0)
2	捕捞作业		(255, 0, 0)
3	航行		(0, 255, 0)

表 5 渔船捕捞强度专题图图式符号样式

序号	符号名称	符号色彩样式	RGB 色标值
1	等级一		(0, 0, 255)
2	等级二		(0, 255, 0)
3	等级三		(255, 255, 0)
4	等级四		(255, 165, 0)
5	等级五		(255, 0, 0)

每幅专题图图廓整饰与注记要素应包括内外图廓线、图名、经纬线及经纬度注记、指北针、图例、编制单位与编制时间。专题图图名内容依专题图类型而异，渔船类型专题图图名为“渔船类型分布专题图”；渔船轨迹专题图图名由船名和捕捞作业轨迹组成，如“浙岭渔1234轨迹专题图”；渔船状态专题图图名由船名和状态组成，如“浙岭渔1234状态专题图”；渔船捕捞强度专题图图名由作业类型和渔船捕捞强度组成，如“拖网渔船捕捞强度专题图”，图名字体应按照GB/T 28923.1—2012中6.2.2的规定执行。图廓整饰样式如图1所示，单位均为cm。



经纬线细分依专题图比例尺大小而异，经纬线按比例尺的细分样式如图2所示。专题图内图廓线范围内每隔一定经差和纬差绘出经纬线，经纬线连线可根据专题图比例尺大小选择1°或5°及其间隔的整数倍处连线。经纬度注记按经纬线细分样式所示，经纬度注记居中注出。

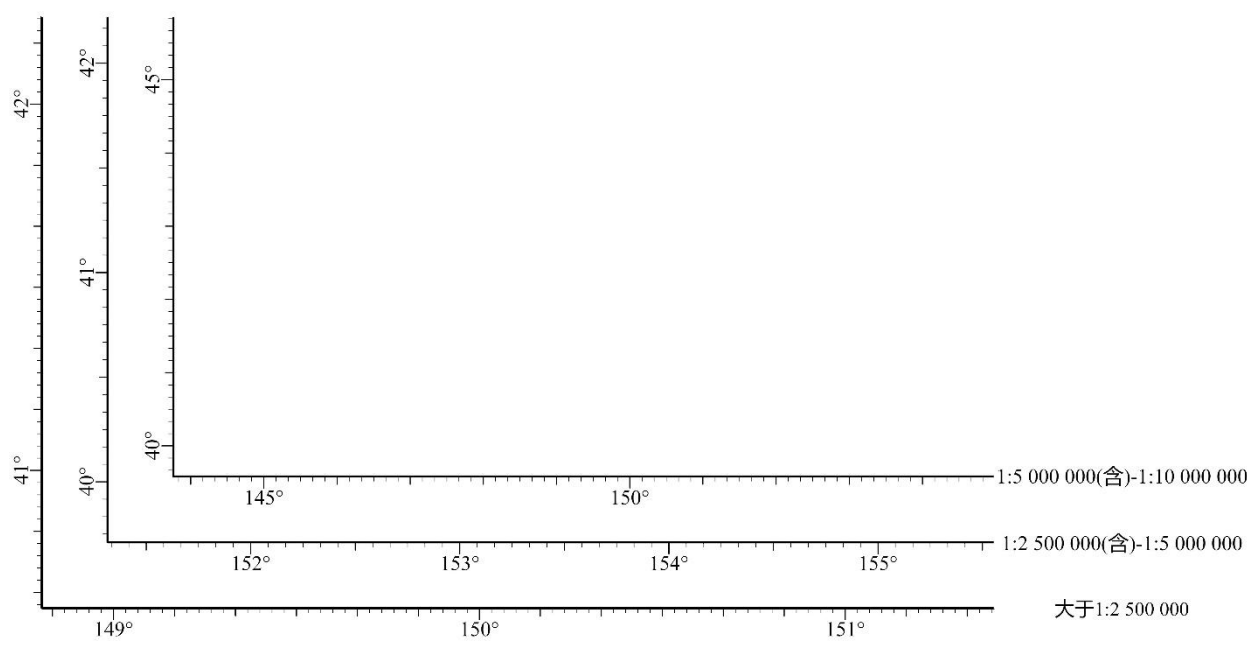


图 2 经纬线细分样式

指北针图廓线样式如表6所示，指北针一般位于内图廓线右上角内，背景色为白色。指北针样式如图3所示。

表 6 指北针图廓线样式

符号样式	图上宽度（mm）	RGB色标值
	0.3	(0, 0, 0)



图 3 指北针样式

（3）专题图种类

考虑面向渔业管理部门和企业用户、方便用户实际使用，将海洋渔船捕捞信息专题制图内容分为渔船类型专题图、渔船轨迹专题图、渔船状态专题图、

渔船捕捞强度专题图总共四类专题图。其中渔船类型专题图编码“LX”，由通讯导航卫星监测海洋渔船获取的经度、纬度和提取的渔船类型等信息绘制而成，用不同颜色表征该渔区的渔船类型；渔船轨迹专题图编码“GJ”，由通讯导航卫星监测海洋渔船获取的时间、经度、纬度等信息绘制而成，用曲线表征该渔区渔船的轨迹；渔船状态专题图编码“ZT”，通过对通讯导航卫星监测海洋渔船获取的时间、经度、纬度、航速和航向等信息进行计算，判断得出渔船状态，由位置和状态信息绘制而成，用不同颜色表征该渔区的渔船行为；渔船捕捞强度专题图编码“QD”，通过对通讯导航卫星监测海洋渔船获取的时间、经度、纬度等信息进行计算，判断得出渔船捕捞强度，由位置和捕捞强度信息绘制而成，用不同颜色表征该渔区捕捞强度的空间分布情况。

（4）专题图制作流程

专题图制作包括 4 个步骤：数据准备、数据预处理、专题图制作、专题图质量控制与存档。专题图制作流程见图 4。

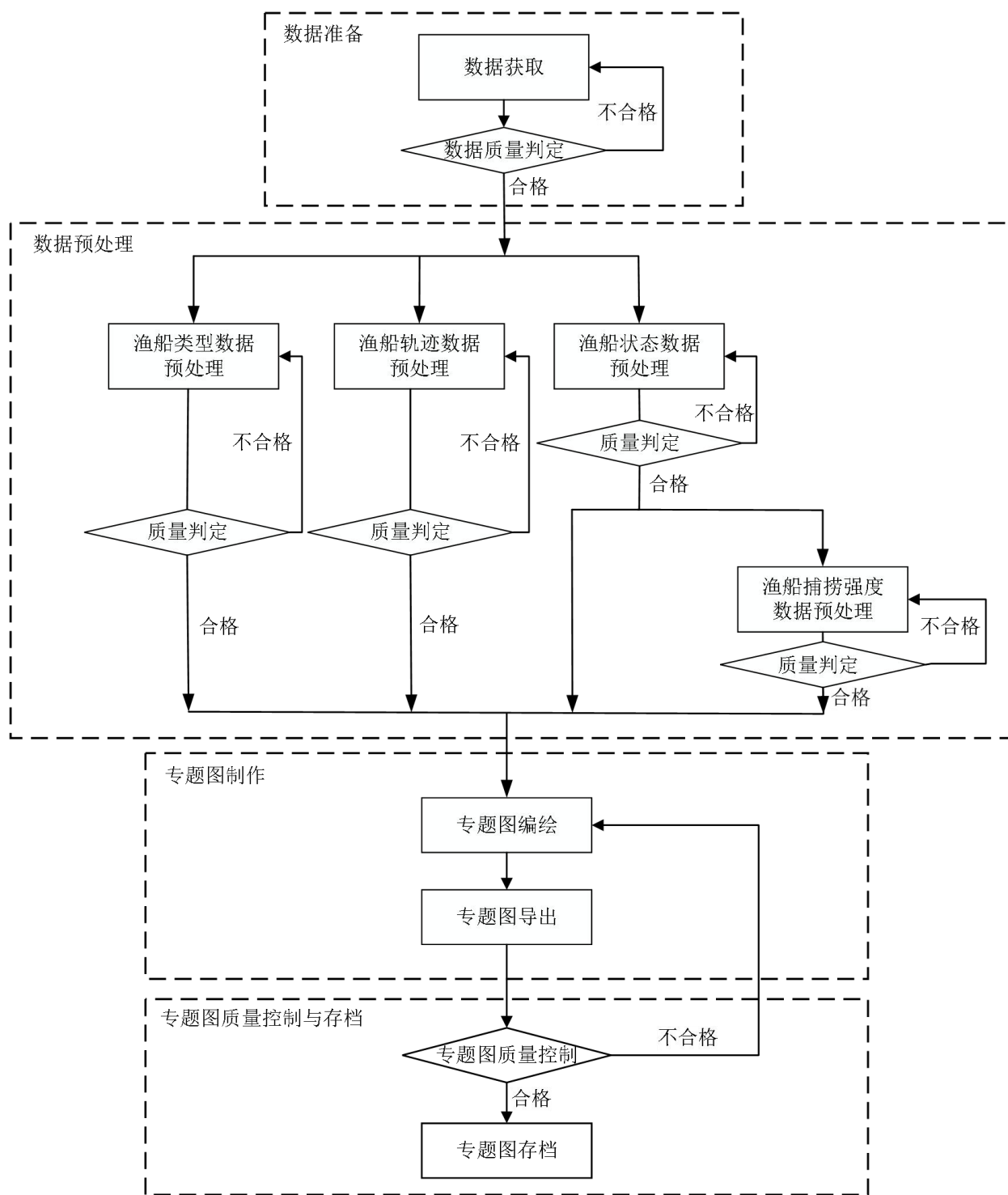


图 4 专题图制作流程

(5) 数据准备

从通讯导航卫星数据服务单位获取卫星监测船位数据。卫星监测船位数据说明见表 7。

表 7 卫星监测船位数据说明

序号	字段	数据类型	说明	示例
1	船名	字符型	渔船名称，近海渔船船名由省简称与市县简称组成，远洋渔船船名由渔业公司自行命名并在省渔业部门备案	近海渔船：浙岭渔 1234 远洋渔船：鲁远渔 1 号
2	渔船类型	字符型	渔船的类型，在海事组织或船级社登记备案的类型	拖网
3	MMSI	字符型	船舶无线电通信系统在其无线电信道上发送，能独特识别各类台站和成组呼叫台站的一列九位数字码	123456789
4	经度	浮点型	以 1/10000° 为单位表示的经度，其中正数表示东经，负数表示西经	147.5080
5	纬度	浮点型	以 1/10000° 为单位表示的纬度，其中正数表示北纬，负数表示南纬	42.5589
6	时间	字符型	表示渔船所在位置的时间，采用 UTC 时间，格式为 YYYY-MM-DDThh:mm:ss.，其中 T 为日期与日中时间的分隔符	1978-01-18T16:21:46
7	航速	浮点型	以 1/10 节（kn）为单位，表示渔船单位时间内航行的距离	3.3
8	航向	浮点型	以 1/10° 为单位，表示船舶的航行方向	90.0

卫星监测船位数据质量控制要求有：卫星监测船位数据经度字段取值范围应在 $-180.0000 \sim 180.0000$ ；卫星监测船位数据纬度字段取值范围应在 $-90.0000 \sim 90.0000$ ；卫星监测船位不应位于陆地；卫星监测船位数据时间字段中年取值范围应在 0001~9999；卫星监测船位数据时间字段中月取值范围应在 01~12；卫星监测船位数据时间字段中日取值范围应在 01~28、29、30 或 31；卫星监测船位数据时间字段中时取值范围应在 00~23；卫星监测船位数据时间字段中分取值范围应在 00~59；卫星监测船位数据时间字段中秒取值范围应在 00~59；卫星监测船位数据航速取值范围应在 0~15；卫星监测船位数据航向字段中取值范围应在 0.0~359.9。

（6）数据预处理

1) 渔船作业类型专题图数据预处理

以天为单位，起止时间设置为第一天 12:00:00 到第二天 11:59:59；从卫星监测船位原始数据中选择起止时间内全部渔船船位数据；逐船选择每艘渔船最后记录时间的船位数据字段信息；提取所有渔船的渔船类型、经度、纬度字段信息作为渔船类型专题图的预处理数据。

最后对预处理数据进行数据质量控制，应安排经验丰富的人员参考传统中心渔场位置及渔汛期等信息对预处理结果进行判定，排除错误渔船类型。若预处理结果合格，执行专题图制作；若不合格，删除错误数据，重新进行渔船类型数据预处理。

2) 渔船轨迹专题图数据预处理

将渔船离开港口或运输船的时间和位置作为航次起始的时间和位置；将渔船在海上作业后，返回港口或运输船的时间和位置作为航次结束的时间和位置；提取渔船在航次起止时间段内的时间、经度、纬度字段信息；按时间对船位序列信息进行排序，并作为渔船轨迹专题图的预处理数据。

最后对预处理数据进行数据质量控制，应安排经验丰富的人员参考不同类型渔船航速对预处理结果进行判定，排除错误船位数据。若预处理结果合格，执行专题图制作；若不合格，删除错误数据，重新进行渔船轨迹数据预处理。

3) 渔船状态专题图数据预处理

渔船状态是指渔船在渔捞航次中所采取的停泊、捕捞作业和航行的行为。渔捞航次是渔船从事捕捞作业的一个完整过程，航次是渔船生产活动的基本单元，一般是指渔船离开港在海上的一段时间，包括了出航、海上作业、返航、进港等行为。渔船捕捞航次在时间上不是连续的，中间有进坞维修、出海准备、补给、

卸鱼等。

正确的判别区分渔船状态是计算渔船捕捞努力量、渔船捕捞强度；识别渔船是否存在违规作业；挖掘捕捞活动聚集区，提取并绘制渔场热点图的前提。对量化捕捞活动以及制定健全的渔业管理措施有着重要意义。

目前识别渔船行为的方法主要有两种：速度阈值法和机器学习法。速度阈值法假设捕捞状态是高度依赖航行速度，并以航行速度为捕捞状态的表现特征。国内外众多学者使用该方法对拖网渔船（含底拖网渔船、桁拖网渔船、中水层拖网渔船）、金枪鱼围网渔船、耙网渔船、笼壶类陷阱类等不同类型的渔船的捕捞作业状态进行了判别^[13-26]。根据特定的速度的阈值来判定渔船状态，主要使用来自于专家经验知识、观察员观察记录或数理统计模型。数理统计模型主要有基于渔船速度的频率直方图方法和 GMM 方法。

早期主要通过专家经验知识或观察员观察记录来确定若干个阈值对渔船状态进行分类，该方法简单易行。Walker E, Bez N 将金枪鱼围网渔船状态分为捕捞、停止、跟踪(主动搜索)和巡航(在没有金枪鱼出现的情况下搜索)；使用西印度洋海域的法国金枪鱼围网渔船的 VMS 数据并通过观察员数据验证，在金枪鱼围网渔船上也发现了速度双峰分布的情况^[14, 15]。DE SOUZA E N 使用 2011 年 1 月至 2015 年 10 月 AIS 数据，发现金枪鱼围网渔船船速呈双峰模式分布，通过专家经验、观察员观察方法，将围网渔船船速小于 2.5 节的状态判别为捕捞状态，专家标记数据集的验证显示，围网渔船状态判别总准确度中位数为 97%，标准差为 1%^[17]。

虽然速度可以作为渔船状态判定的有用指标，但捕鱼时的作业速度因不同渔具类型而有很大差异。即便是同一种渔具类型，也会因渔船发动机功率不同，

而导致捕捞作业时渔船速度存在差异^[18]。后来随着 VMS、AIS 等船位大数据积累越多、类型越丰富、获取的便利性越高，计算机处理水平越高，基于数据驱动的思想，利用数理统计方法计算速度阈值较专家经验知识而言更加灵活。数理统计方法通过数理统计方法提取船舶行为特征，来确定捕捞行为，并通过对捕捞行为的划分来确定航速的分布。数理统计模型主要有直方图统计和 GMM 模型等。

Mills C M 使用 2000 年 5 月至 2003 年 12 月注册地为英国桁拖网渔船 VMS 数据，基于速度频率直方图的方法，发现桁拖网渔船速度分布都是双峰的，使用 2-8 节的速度来判别拖网渔船的捕捞状态，通过观察员数据验证，该速度阈值可以正确识别 99% 的捕捞状态和 94.3% 的航行状态^[20]。Lee 使用英国水域 VMS 数据，基于速度频率直方图的方法，发现桁拖网渔船、耙网渔船、拖网渔船的速度分布都是双峰的，并且遵循与观察者数据中记录的类似模式，使用 1-6 节的速度阈值作为 3 种渔船捕捞状态的判别标准^[13]。张胜茂使用 2013 年象山港 1403 艘拖网渔船的北斗船位数据，基于速度频率直方图的方法，将 1.5~6.0 节设为拖网渔船捕捞状态时的速度阈值^[18]。张涵使用 2017 年 7 月到 2018 年 5 月，148 艘中西太平洋金枪鱼围网渔船 AIS 数据。基于速度频率直方图的方法，发现金枪鱼围网渔速度分布呈现双峰，绝大多数船位轨迹点的航速在 0~2 节，另外一个峰值在 11~14 节，将 0-2.5 节设为渔船捕捞状态时的速度阈值^[23]。此外，还有一些国内外研究学者不对渔船类型进行区分，应用速度频率直方图来判定渔船状态。Rodríguez, J. P 使用 2014 年公海上 112,535 艘渔船 AIS 的数据，基于速度频率直方图的方法，发现公海作业的渔船速度分布呈现双峰，将 3.2-8.2 节设为渔船捕捞状态时的速度阈值^{[[22]]}。Yan, Z 使用中国近海 2015 年 1

月至 2016 年 12 月 79328 艘渔船约 1.3 亿条 AIS 数据，基于速度频率直方图的方法，发现渔船速度分布呈现双峰，将 1~5 节设为渔船捕捞状态时的速度阈值^[25]。

Natale 使用 2014 年 1 月-2014 年 8 月欧盟渔船 AIS 数据（包含 13 万艘渔船，2 亿条数据）进行统计，发现了双峰模式分布，使用 GMM 模型进行统计，将第一高斯分量均值 ± 1.5 标准差作为速度阈值，对拖网渔船状态进行了判别^[29]。Vespe 使用 2014 年 9 月-2015 年 9 月欧盟渔船 AIS 数据（超过 1.5 亿条数据），使用 GMM 模型进行统计，发现了双峰模式分布，将第一高斯分量均值 $\pm$ 标准差作为速度阈值，对拖网渔船（含底拖网、桁拖网渔船、中水层拖网）状态进行了判别^[16]。Mendo T 使用苏格兰东西海岸笼壶类陷阱类渔船的 GNSS 设备记录，发现仅使用速度的 GMM 模型，并分别应用于渔船的每个渔捞航次，相较于使用所有渔船的所有渔捞航次或仅使用速度的单变量的隐马尔科夫模型 HMM；以及包含速度和转向角度的多变量的隐马尔科夫模型 HMM 有更高的准确性。应用于每个渔捞航次的 GMM 模型总体最大错误率较低，误报率较低，计算量也较低。通过观察员数据验证，渔船状态判别的准确率达到 92.3%^[21]。Le Guyader D, 使用 2011-2012 法国布雷斯特湾耙网渔船的 AIS 数据，假设耙网渔船与底拖网渔船的航速与渔船状态关系类似，使用混合模型的自动分层聚类方法进行统计，发现了速度频率直方图呈四个聚类簇，将第二和第三聚类中的 0.8~2.9m/s 判定为耙网渔船的捕捞状态^[26]。此外，还有一些国内外研究学者不对渔船类型进行区分，应用 GMM 来判定渔船状态，取得了较好的效果。李晓恩使用南海北部 2018 年 2、4、9 和 11 月典型季节的中国籍 6364 艘渔船 1.8 亿条 AIS 数据。发现速度频数分布呈现有明显高低差异的“双峰”分布，渔船整个作业航行过程

中以低速状态占据主要比例, 尽管不同长度区间的散点分布有细微差异, 但整体上都是“双峰”分布。使用 GMM 模型, 计算得出捕捞、航行状态下的均值为 2.930 节、6.918 节, 方差为 0.892 节、1.296 节。将渔船捕捞状态的速度阈值设为 $2.930 \pm 1.5 \times 0.892$ 节^[24]。

综上所述, 对于拖曳渔船, 特别是拖网渔船, 使用 GMM 模型进行速度阈值分割, 状态判定结果更为可靠^[19]。使用速度阈值方法来判定渔船状态, 在金枪鱼围网渔船^[14, 15, 17, 23]、耙网渔船^[13, 26]、笼壶类陷阱类^[21]等不同类型的渔船也取得了较好的效果。由于目前海洋渔船中耙网渔船、笼壶类陷阱类渔船数量较少, 因此本文件基于速度阈值的高斯混合模型 (Gaussian Mixed Model, GMM) 进行渔船状态判别主要聚焦于拖网渔船和金枪鱼围网渔船的渔船状态判别。其他类型渔船的状态应结合现场记录数据进行综合判别。

高斯分布也称为正态分布, 是一种连续概率分布, 高斯分布是关于均值对称的, 并由均值和标准差来描述。在一维区域中的概率密度的函数如下^[27]:

$$f(x|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

式中, μ 和 σ^2 分别是分布的均值和方差。

然而, 单个高斯分布的单峰特性无法对实际情况中发现的多峰数据集中的多个密度区域进行模拟建模, 因此无法区分渔船速度分布中的异质性。聚类是使用相似性度量对数据对象进行分组的过程, 复杂的多峰分布可以使用高斯混合模型来建模。GMM 认为数据点是由高斯分布的混合产生的, GMM 可以发现数据中复杂的模式, 并将其分组为内聚的、同质的部分^[28]。高斯混合模型是一个概率

模型，生成的聚类是基于密度的聚类。

GMM 融合了参数估计法和非参数估计法的优点，既不局限于特定的概率密度函数形式，而且模型的复杂度仅与所求解的问题有关、与样本集合的大小无关。高斯混合模型的一个重要特性是，如果模型中的成员足够多，它能够以任意精度逼近任意的连续分布^[29]。能够较好地描述空间数据的分布情况及特征，

GMM 聚类方法的过程如下^[27]：（1）选择可以最小化两个估计器 AIC（赤池信息准则）和 BIC（贝叶斯信息准则）的聚类数目：K。（2）根据高斯分布计算每个数据点属于某个聚类的概率。某个数据点属于某个聚类的概率随着与高斯中心距离的增加而增加。（3）基于概率构建一组新的高斯分布参数，以优化数据点落入各个聚类的几率。利用数据点位置计算权重总和。（4）迭代执行步骤 2 和 3，直到收敛，即分布在一次迭代到下一次迭代之间没有显著变化。

在本文件中，将渔船离开港口或运输船的时间和位置作为航次起始的时间和位置；将渔船在海上作业后，返回到港口或运输船的时间和位置作为航次结束的时间和位置；根据高斯混合模型，使用期望最大化算法估算正态分布参数：

$$G(x) = \sum_{i=1}^2 \pi_i N(x|\mu_i, \omega_i)$$

式中：

$G(x)$ — 概率密度函数；

x — 航速值；

π_i — 第*i*个分量的混合系数；

$N(x|\mu_i, \omega_i)$ — 高斯混合模型的第*i*个分量；

μ_i — 第*i*个分量的均值；

ω_i —第*i*个分量的方差。

根据高斯混合模型计算速度阈值：

$$v1 = \mu_1 - k\sqrt{\omega_1}$$

式中：

$v1$ —渔船停泊与捕捞作业状态的速度阈值；

μ_1 —高斯混合模型中第1个分量的均值；

k —系数，宜为1；

ω_1 —高斯混合模型中第1个分量的方差。

$$v2 = \mu_1 + k\sqrt{\omega_1}$$

式中：

$v2$ —渔船捕捞作业与航行状态的速度阈值。

将速度位于 $v1, v2$ 区间的渔船状态，判别为捕捞作业；将速度大于 $v2$ 的渔船状态，判别为航行；将速度小于 $v1$ 的渔船状态，判别为停泊。提取渔船位置字段、状态信息作为渔船状态专题图的预处理数据。

最后对预处理数据进行数据质量控制，应安排经验丰富的人员参考不同类型渔船实际作业航速对预处理结果进行判定，排除错误航速数据。若预处理结果合格，执行专题图制作；若不合格，删除错误航速数据，重新进行渔船状态数据预处理。

4) 渔船捕捞强度专题图数据预处理

确定捕捞强度计算的单位时间、单位时间宜为月。确定捕捞强度计算的单位面积，单位面积可根据专题图范围大小或比例尺大小选择。

计算航迹点时长：

$$dt_i = \begin{cases} t_{i+1} - t_i & 0 < i < n \\ t_i - t_{i-1} & i = n \end{cases}$$

式中：

dt_i —第*i*个航迹点的时间间隔；

t_i —第*i*个航迹点的时间；

t_{i+1} —第*i*+1个航迹点的时间；

t_{i-1} —第*i*-1个航迹点的时间；

n —单艘渔船航迹点总数量。

筛选得到捕捞作业状态下的航迹点时长集合，计算某海域单位时间、单位面积捕捞强度；

$$E = \sum_{k=1}^m dt_k$$

式中：

E —某海域单位时间、单位面积中某种作业类型渔船的捕捞强度；

m —某海域单位时间、单位面积作业航迹点的总数量；

dt_k —捕捞作业航迹点的时间间隔，时间单位宜为小时。

将捕捞强度所有数值进行分级，一般情况下，由小到大排列并分成五等份，对每个等级设置数值区间；提取单位时间、单位面积的捕捞强度，用于绘制船捕捞强度专题图。

最后对预处理数据进行数据质量控制，应安排经验丰富的人员参考实际作业情况对预处理结果进行判定，排除错误数据。若预处理结果合格，执行专题图制作；若不合格，删除错误数据，重新进行渔船捕捞强度数据预处理。

(7) 专题图制作

海洋渔船捕捞信息专题图的编绘需要根据专题图制作的总体要求进行，加载渔船类型、渔船轨迹、渔船状态、渔船捕捞强度专题图预处理后结果数据。分别设置专题图图式符号样式、专题图尺寸和内外图廓线、专题图图名、经纬线、指北针、图例、编制单位与编制时间。渔船类型专题图样例见图5，渔船轨迹专题图样例见图6，渔船状态专题图样例见图7，渔船捕捞强度专题图样例见图8。

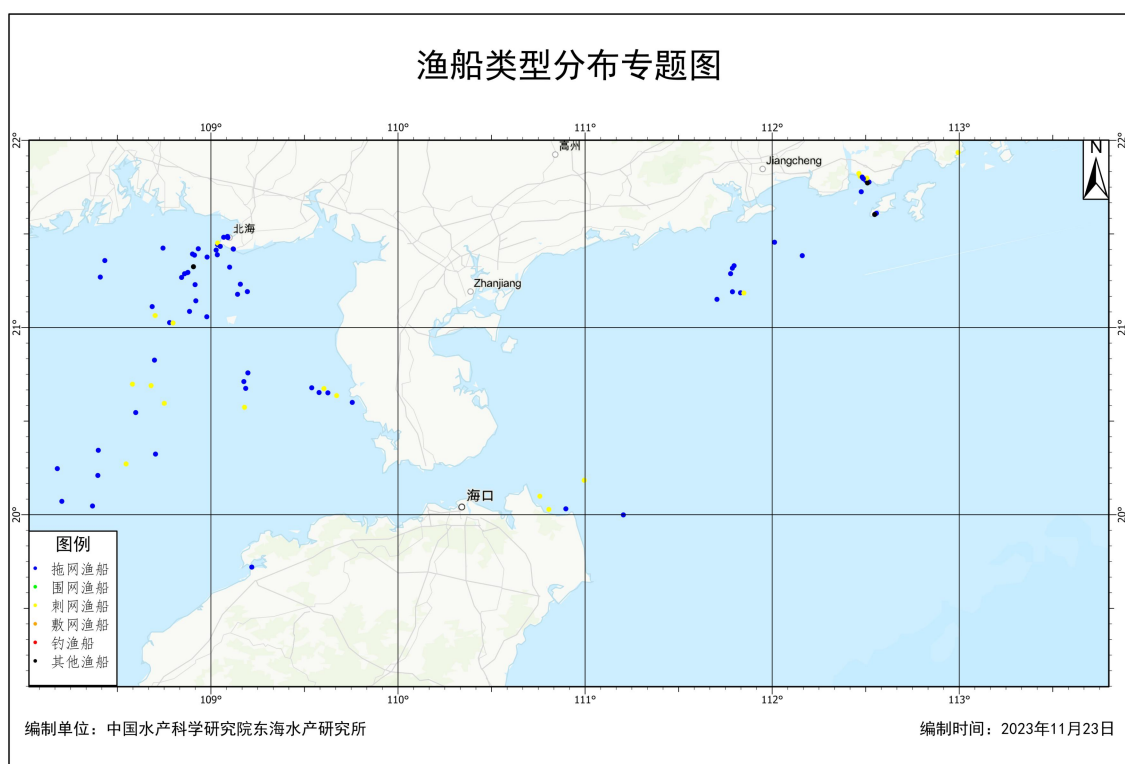


图 5 渔船类型专题图样例

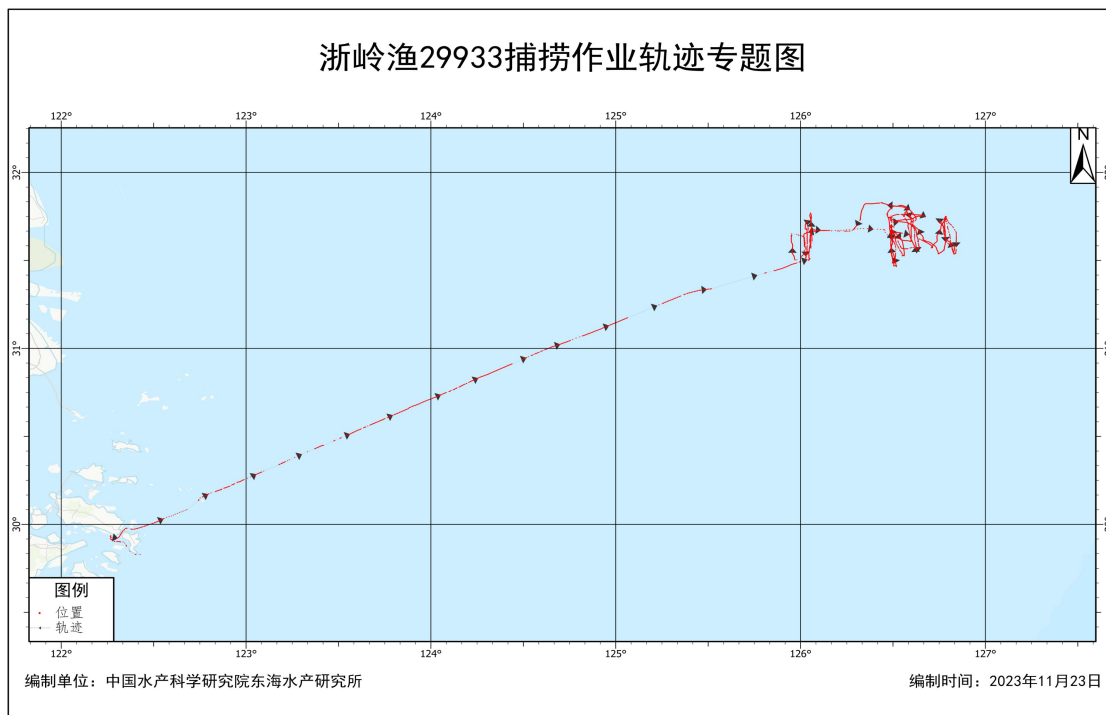


图 6 渔船轨迹专题图样例

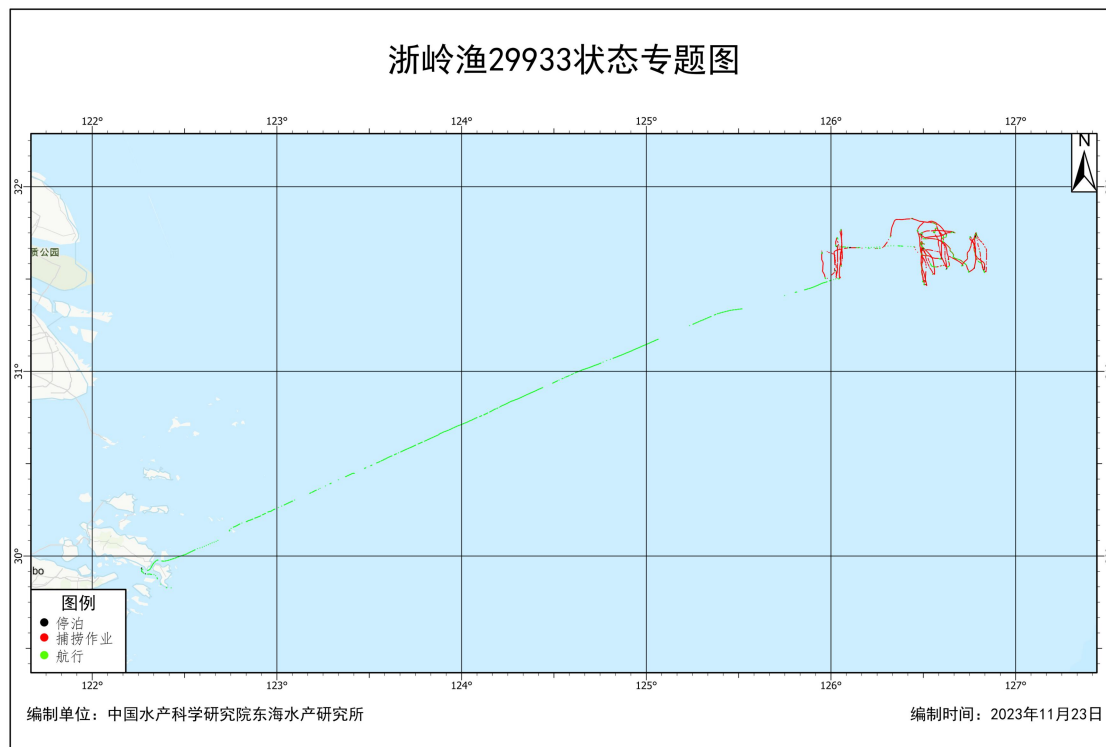


图 7 渔船状态专题图样例

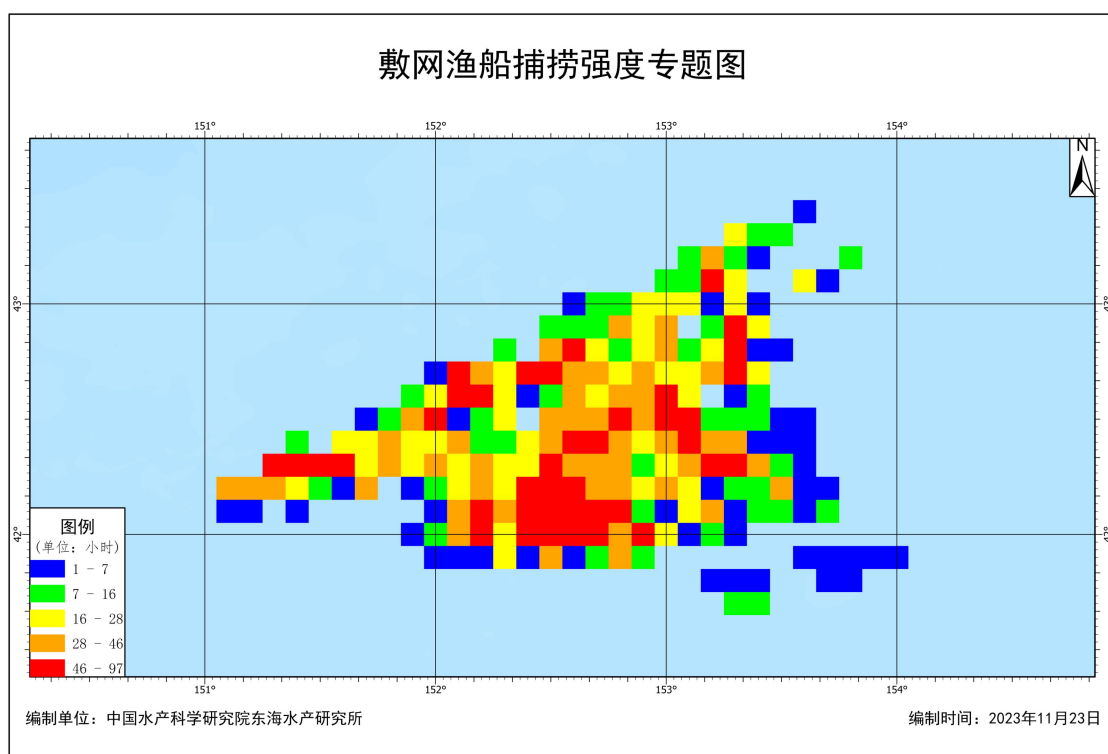


图 8 渔船捕捞强度专题图样例

海洋渔船捕捞信息产品图导出主要对产品图输出分辨率和图片格式进行设置，专题图的输出分辨率应不小于 720dpi，专题图图片格式应按照 GB/T 39570-2020 中 5.2.1 的规定执行。

(8) 专题图质量控制与存档

专题图制作完成后，需要对专题图质量进行控制，专题图数学基础、专题图图式符号、图廓整饰与注记各要素、内外图廓线、图名、经纬线及经纬度注记、指北针、图例、编制单位与编制时间、专题图编绘精度、专题图图片格式应符合相关要求。若不满足，应重新进行专题图制作。

专题图制作完成后，应对每一张专题图进行文件命名，文件名由专题图所用船位数据的起止日期编码、专题图图名、专题图格式组成。船位数据起止日期编码方法如下：年编码采用 1 字符大写英文字母 Y 加年 4 字符阿拉伯数字；

月编码采用 1 字符大写英文字母 M 加年 2 字符阿拉伯数字；日编码采用 1 字符大写英文字母 D 加年 2 字符阿拉伯数字；依次合并年编码、月编码和日编码，形成 11 字符的开始日期编码或结束日期编码；开始日期编码和结束日期编码采用 1 字符大写英文字母 T 进行分隔，形成 23 字符的起止日期编码。例如：“Y2020M08D01TY2020M08D31 敷网渔船捕捞强度专题图. jpg”。

专题图文件命名完成后，应对文件进行存档，存档文件包括：渔船类型专题图、渔船轨迹专题图、渔船状态专题图和渔船捕捞强度专题图。专题图存档目录由专题图类型编码和文件名组成，例如：“\QD\Y2020M08D01TY2020M08D31 敷网渔船捕捞强度专题图. jpg”。

三、 验证试验的情况和结果

3.1 验证内容

本文件制定的是卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范，因此制作结束后，要对卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图的制作效果进行验证。

3.2 验证方法

卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作规范结果的验证主要是对不同卫星监测海洋渔船船位数据，如 AIS 或 VMS，制作渔船类型、渔船状态、渔船轨迹、渔船捕捞强度四种专题图。采用本文件的制作方法，均可以绘制出相应的渔船捕捞信息专题图。试验结果证明，该标准可行。

四、 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

经国家标准、行业标准共享服务平台检索，尚未有相关国家标准、行业标准、国际标准、他国国家标准记录情况，因此本文件填补了相关标准的空白。

五、 与现行法规、标准的关系

本文件依据《中华人民共和国测绘法》、《中华人民共和国标准化法》编制，符合我国现行法律、法规有关规定。

本文件预期达到国内先进水平。本文件的编制可以对卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作进行规范，对卫星遥感监测在海洋渔业上应用工作的系列标准体系起到积极作用。

六、 重大分歧意见的处理经过和依据

无

七、 废止现行有关标准的建议

无

八、 实施标准的要求和措施建议

本文件颁布实施后，编制组将根据全国地理信息标准化技术委员会卫星应用分技术委员会的安排，积极做好文件的宣贯培训等工作。为发挥本文件作为卫星监测海洋渔船捕捞信息专题图制作的示范作用，建议今后有关国家标准、行业标准制修订时，认真做好与本文件之间的协调。同时，鼓励部分海洋渔船捕捞信息专题图制作单位率先执行本规范，以起到示范性推广作用。

九、 其他应予说明的事项

无

十、 参考文献

- [1] GB/T 8588—2001 渔业资源基本术语
- [2] GB 12319—2022 中国海图图式
- [3] GB/T 17833—1999 渔业用图编绘规范
- [4] GB/T 289231—2012 自然灾害遥感专题图产品制作要求

- [5] GB/T 39570—2020 电子商务交易产品图像展示要求
- [6] GB/T 12320 中国航海图编绘规范
- [7] GB/T 12763.10 海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查
- [8] GB/T 14477 海图印刷规范
- [9] GB/T 20068 船载自动识别系统（AIS）技术要求
- [10] GB/T 20257.4 国家基本比例尺地图图式 第 4 部分：1:250 000 1:500 000 1:1 000 000 地形图图式
- [11] GB/T 39355 空间数据与信息传输系统 时间码格式
- [12] SC/T 8002—2000 渔业船舶基本术语
- [13] LEE J, SOUTH A B, JENNINGS S. Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data [J]. *ICES Journal of Marine Science*, 2010, 67(6): 1260-1271
- [14] WALKER E, GAERTNER D, GASPAR P, et al. Fishing activity of tuna purse seiners estimated from VMS data and validated by observers' data [J]. *Collective Volume of Scientific Papers*, 2010, 65 (6): 2376-2391
- [15] BEZ N, WALKER E, GAERTNER D, et al. Fishing activity of tuna purse seiners estimated from vessel monitoring system (VMS) data [J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2011, 68(11): 1998-2010
- [16] VESPE M, GIBIN M, ALESSANDRINI A, et al. Mapping EU fishing activities using ship tracking data [J]. *Journal of Maps*, 2016, 12(sup1): 520-525
- [17] DE SOUZA E N, BOERDER K, MATWIN S, et al. Improving fishing pattern detection from satellite AIS using data mining and machine learning [J]. *PloS one*, 2016, 11(7): e0158248
- [18] ZHANG S, JIN S, ZHANG H, et al. Distribution of bottom trawling effort in the yellow sea and east China sea [J]. *PloS one*, 2016, 11(11): e0166640
- [19] NATALE F, GIBIN M, ALESSANDRINI A, et al. Mapping fishing effort through AIS data [J]. *PloS one*, 2015, 10(6): e0130746
- [20] MILLS C M, TOWNSEND S E, JENNINGS S, et al. Estimating high resolution trawl fishing effort from satellite-based vessel monitoring system data [J]. *ICES Journal of Marine Science*, 2006, 64(2): 248-255
- [21] MENDO T, SMOUT S, PHOTOPOULOU T, et al. Identifying fishing grounds from vessel tracks: model-based inference for small scale fisheries [J]. *Royal Society Open Science*, 2019, 6(10): 191161
- [22] RODRÍGUEZ J P, FERNÁNDEZ-GRACIA J, DUARTE C M, et al. The global network of ports supporting high seas fishing [J]. *Sci Adv*, 2021, 7(9): eabe3470
- [23] ZHANG H, YANG S-L, FAN W, et al. Spatial analysis of the fishing behaviour of tuna purse seiners in the western and central Pacific based on vessel trajectory data [J]. *Journal of Marine Science Engineering*, 2021, 9(3): 322
- [24] 李晓恩, 周亮, 肖杨,等. 基于渔船 AIS 数据的南海北部海洋渔业捕捞强度空间特征挖掘 [J]. *地球信息科学学报*, 2021, 23(5): 850-859
- [25] YAN Z, HE R, RUAN X, et al. Footprints of fishing vessels in Chinese waters based on automatic identification system data [J]. *Journal of Sea Research*, 2022, 187: 102255
- [26] LE GUYADER D, RAY C, GOURMELON F, et al. Defining high-resolution dredge fishing grounds with Automatic Identification System (AIS) data [J]. *Aquat Living Resour*, 2017, 30: 39
- [27] FARAHNAKIAN F, NICOLAS F, FARAHNAKIAN F, et al. A Comprehensive Study of

Clustering-Based Techniques for Detecting Abnormal Vessel Behavior [J]. 2023, 15(6): 1477

[28] PATEL E, KUSHWAHA D S. Clustering Cloud Workloads: K-Means vs Gaussian Mixture Model [J]. Procedia Computer Science, 2020, 171: 158-167

[29] 金辉, 刘克中, 马杰,等. 基于高斯混合模型的船舶到达规律研究 [J]. 武汉理工大学学报: 交通科学与工程版, 2020, 44(1) : 162-166