

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXXX—XXXX

海洋中尺度涡遥感调查技术规范

Technical specification for remote sensing survey of oceanic mesoscale eddy

(送审讨论稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施



## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 目的和要求 .....	1
4.1 调查目的 .....	2
4.2 调查要求 .....	2
5 调查流程 .....	2
6 数据获取 .....	3
7 数据处理 .....	3
7.1 遥感数据 .....	3
7.2 漂流浮标数据 .....	3
7.3 结果记录 .....	3
8 信息提取 .....	3
8.1 概述 .....	3
8.2 中心和边界 .....	3
8.3 类型 .....	4
8.4 空间尺度 .....	4
8.5 强度 .....	5
8.6 移动轨迹 .....	5
8.7 移动距离和方向 .....	6
8.8 移动速度 .....	6
8.9 生命周期 .....	6
8.10 信息提取结果记录 .....	7
9 信息统计与分析 .....	7
9.1 空间分布 .....	7
9.2 时间变化 .....	7
10 结果验证 .....	7
10.1 总体要求 .....	7
10.2 验证内容 .....	8
10.3 验证方法 .....	8
11 专题图制作 .....	8
11.1 一般要求 .....	8
11.2 海洋中尺度涡位置分布专题图 .....	9
11.3 海洋中尺度涡频次分布专题图 .....	9
11.4 海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图 .....	9
11.5 专题图制作记录 .....	9

12 质量检查 .....	9
12.1 检查要求 .....	9
12.2 检查内容 .....	10
12.3 检查方法 .....	10
13 数据整理与资料归档 .....	10
13.1 数据整理 .....	10
13.2 资料归档 .....	10
附录 A（规范性） 海洋中尺度涡遥感调查数据记录表 .....	11
附录 B（资料性） 海洋中尺度涡遥感数据典型样例 .....	13
附录 C（规范性） 海洋中尺度涡遥感调查成果记录表 .....	14
附录 D（资料性） 海洋中尺度涡专题图样例 .....	16

## 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：自然资源部第一海洋研究所、国家卫星海洋应用中心、中国石油大学（华东）、浙江大学海南研究院。

本文件主要起草人：杨俊钢、崔伟、贾永君、范陈清、庄展鹏、李永、王际朝、周超杰、王子珂。

## 引 言

海洋中尺度涡是重要的海洋中尺度动力过程，海洋中尺度涡遥感调查是海洋中尺度涡信息获取的重要手段。我国海洋中尺度涡遥感调查日益业务化和常态化，亟待研制相关内容，规范海洋中尺度涡遥感调查技术。《海洋中尺度涡遥感调查技术规范》旨在统一、规范海洋中尺度涡遥感调查数据处理，提高调查结果的科学性和应用性，与《海洋内波遥感调查技术规范》（CH/T 3034-2023）共同作为海洋中尺度动力过程遥感调查技术体系的组成部分。

# 海洋中尺度涡遥感调查技术规范

## 1 范围

本文件规定了海洋中尺度涡遥感调查的目的和要求、调查流程、数据获取、数据处理、信息提取、信息统计与分析、结果验证、专题图制作、质量检查以及数据整理与资料归档。

本文件适用于利用卫星雷达高度计、微波辐射计与红外辐射计等传感器的海面高度异常和海表温度遥感数据进行海洋中尺度涡的遥感调查。

## 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 海洋学术语 物理海洋学

GB/T 14914.5 海洋观测规范 第5部分：卫星遥感观测

GB/T 19710 地理信息 元数据

## 3 术语和定义

GB/T 15920、GB/T 14914.5和GB/T 19710界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**海洋中尺度涡** oceanic mesoscale eddy

在海洋平均流场上叠加的空间尺度从几十公里至几百公里的水平流涡。

### 3.2

**海面高度异常** sea level anomaly

海表面相对于平均海平面的距离，即海面高度与平均海平面之间的差值。

### 3.3

**中尺度涡中心** mesoscale eddy center

海洋中尺度涡区域内海面高度异常或海表温度异常空间分布的极值位置点。

### 3.4

**中尺度涡边界** mesoscale eddy boundary

海洋中尺度涡区域内海面高度异常或海表温度异常空间分布的最外层闭合等值线位置。

### 3.5

**海洋中尺度涡专题图** thematic map of oceanic mesoscale eddy

反映海洋中尺度涡信息空间分布特征的地图。

## 4 目的和要求

#### 4.1 调查目的

利用卫星雷达高度计、微波辐射计与红外辐射计等传感器的海面高度异常和海表温度遥感数据，获取海洋中尺度涡中心和边界、类型、空间尺度、强度、移动轨迹、移动距离和方向、移动速度、生命周期等调查要素，统计分析调查区域海洋中尺度涡的空间分布和时间变化特征信息，制作海洋中尺度涡位置、发生频次和移动轨迹时空分布专题图。

#### 4.2 调查要求

做好卫星遥感数据处理过程中的质量控制和管理，统一成果编制过程所用数据、专题图格式，保证最终成果的科学性和实用性。调查范围为水深超过200m的深海、大洋等中尺度涡发生海域。

### 5 调查流程

海洋中尺度涡遥感调查工作流程见图1。

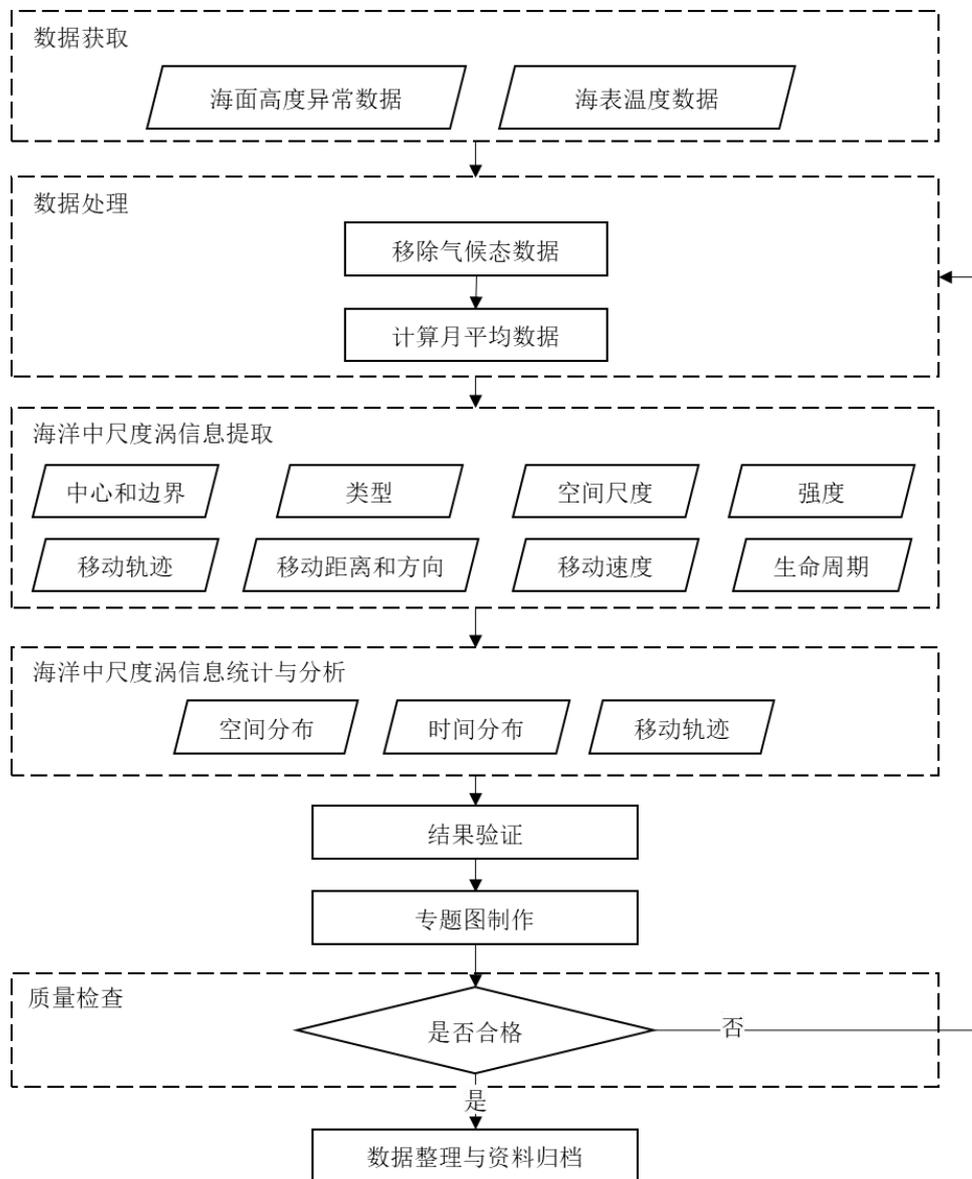


图1 海洋中尺度涡遥感调查工作流程

## 6 数据获取

收集覆盖调查区域的海面高度异常数据、海表温度数据、气候态海表温度数据和漂流浮标数据。数据获取应符合以下要求：

- a) 海面高度异常数据和海表温度数据为多源卫星数据融合产品；
- b) 海面高度异常数据和海表温度数据的空间分辨率不大于 $0.25^{\circ}$ ；
- c) 海面高度异常数据和海表温度数据的时间分辨率不大于1天；
- d) 气候态海表温度数据采用最近三个整年代（1991-2020年）的气候平均值，数据的时间和空间分辨率与海表温度数据相同；
- e) 漂流浮标相邻数据点时间间隔不大于10天。

数据获取过程中应填写海洋中尺度涡遥感调查原始数据获取记录表，格式应符合表A.1的规定。

## 7 数据处理

### 7.1 遥感数据

海面高度异常数据、海表温度数据和气候态海表温度数据的处理方法如下：

- a) 利用计算机专业程序读取海面高度异常数据、海表温度数据和气候态海表温度数据，剔除采用默认值的无效数据；
- b) 对同一月份每天的海面高度异常数据逐日累加求平均得到月平均海面高度异常数据；
- c) 从每天的海表温度数据减去对应日期的气候态海表温度数据得到每天的海表温度异常数据，对同一月份每天的海表温度异常数据逐日累加求平均得到月平均海表温度异常数据。

### 7.2 漂流浮标数据

漂流浮标数据的处理方法如下：

- a) 利用计算机软件或编程读取漂流浮标数据；
- b) 对无法读取和读取结果异常的数据进行剔除处理。

### 7.3 结果记录

数据处理后，应填写海洋中尺度涡遥感调查处理后数据记录表和海洋中尺度涡遥感调查处理后数据的元数据文件表，格式应分别符合表A.2、表A.3的规定。海洋中尺度涡遥感调查数据记录表应符合附录A的规定。

## 8 信息提取

### 8.1 概述

基于月平均海面高度异常数据或海表温度异常数据提取每月的中尺度涡要素信息，将提取结果按季、半年和年合并后分别得到季、半年和年的中尺度涡要素信息。海洋中尺度涡遥感数据典型样例见附录B。

### 8.2 中心和边界

#### 8.2.1 提取要求

海洋中尺度涡中心和边界提取应符合以下要求：

- a) 根据月平均海面高度异常或海表温度异常数据空间分布确定海洋中尺度涡区域，满足以下条件的海面高度异常或海表温度异常最外闭合等值线内的封闭区域即为海洋中尺度涡区域；

——封闭区域内所有网格点的海面高度异常值或海表温度异常值应全部小于或大于最外闭合等值线值；

——封闭区域内只存在一个海面高度异常极值或海表温度异常极值；

——封闭区域内不同网格点海面高度异常的最大差值绝对值不小于5cm；

——封闭区域内不同网格点海表温度异常的最大差值绝对值不小于0.5°C。

- b) 海洋中尺度涡中心的海面高度异常或海表温度异常值应大于或小于中尺度涡区域内其他网格点的值；
- c) 海洋中尺度涡边界的海面高度异常或海表温度异常值应小于或大于中尺度涡区域内其他网格点的值。

### 8.2.2 提取方法

采用计算机编程软件提取海洋中尺度涡中心和边界，具体方法如下：

- a) 读取月平均海面高度异常或海表温度异常数据，在调查区域内以1°×1°的经纬度窗口，提取该窗口内海面高度异常或海表温度异常极值点；
- b) 从该极值点位置出发，以1cm或者0.1°C的增幅（减幅）向四周扩展，提取海面高度异常或海表温度异常的最外层闭合等值线；
- c) 针对最外层闭合等值线内的封闭区域，识别符合8.2.1a)规定的海洋中尺度涡区域；
- d) 根据海面高度异常或海表温度异常极值点的位置提取符合8.2.1b)规定的海洋中尺度涡中心，用于表示海洋中尺度涡位置；
- e) 根据海面高度异常或海表温度异常最外层闭合等值线提取符合8.2.1c)规定的海洋中尺度涡边界；
- f) 输出海洋中尺度涡中心和边界的经纬度、海面高度异常值或海表温度异常值。

### 8.3 类型

海洋中尺度涡类型判别方法如下：

- a) 海洋中尺度涡中心的海面高度异常值或海表温度异常值小于中尺度涡边界处的海面高度异常值或海表温度异常值的中尺度涡，为冷涡；
- b) 海洋中尺度涡中心的海面高度异常值或海表温度异常值大于中尺度涡边界处的海面高度异常值或海表温度异常值的中尺度涡，为暖涡。

### 8.4 空间尺度

#### 8.4.1 提取要求

海洋中尺度涡空间尺度提取应符合以下要求：

- a) 用与海洋中尺度涡区域等面积圆形区域的直径来表示海洋中尺度涡空间尺度；
- b) 海洋中尺度涡空间尺度为（50~500）km量级。

#### 8.4.2 提取方法

海洋中尺度涡空间尺度提取方法如下：

- a) 根据海洋中尺度涡边界的经纬度，计算海洋中尺度涡区域面积；
- b) 海洋中尺度涡空间尺度的计算见公式(1)。

$$L = 2\sqrt{A/\pi} \text{ -----(1)}$$

式中：

$L$ ——海洋中尺度涡空间尺度，单位为km；

$A$ ——海洋中尺度涡区域面积，单位为km<sup>2</sup>；

$\pi$ ——圆周率。

## 8.5 强度

### 8.5.1 提取要求

用海洋中尺度涡中心和边界的海面高度异常或海表温度异常差值的绝对值来表示海洋中尺度涡强度。

### 8.5.2 提取方法

海洋中尺度涡强度提取方法如下：

- 根据海洋中尺度涡中心和边界的海面高度异常或海表温度异常值计算海洋中尺度涡强度；
- 海洋中尺度涡强度的计算见公式(2)。

$$H = |SSA_{\text{中心}} - SSA_{\text{边界}}| \text{-----}(2)$$

式中：

$H$  ——海洋中尺度涡强度，单位为cm或°C；

$SSA_{\text{中心}}$  ——海洋中尺度涡中心的海面高度异常或海表温度异常值，单位为cm或°C；

$SSA_{\text{边界}}$  ——海洋中尺度涡边界的海面高度异常或海表温度异常值，单位为cm或°C。

## 8.6 移动轨迹

### 8.6.1 提取要求

同一海洋中尺度涡中心位置点时间序列的连线为该海洋中尺度涡的移动轨迹。移动轨迹提取应符合以下要求：

- 对基于每天的海洋中尺度涡要素信息进行提取；
- 海洋中尺度涡移动轨迹中相邻中心位置点的空间距离小于50km。

### 8.6.2 提取方法

海洋中尺度涡移动轨迹提取方法如下：

- 读取每天的海面高度异常或海表温度异常数据，采用与月平均海面高度异常或海表温度异常相同的中尺度涡提取方法，提取中心和边界、类型、空间尺度与强度等要素信息；
- 通过计算相邻两天的海洋中尺度涡属性相异度来识别不同天的同一海洋中尺度涡，海洋中尺度涡属性相异度计算见公式(3)；

$$S_{n,n+1} = \sqrt{\left(\frac{\Delta D}{D_0}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L_0}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{H_0}\right)^2} \text{-----}(3)$$

式中：

$S_{n,n+1}$  ——第 $n$ 天和 $n+1$ 天的海洋中尺度涡属性相异度；

$\Delta D$  ——第 $n$ 天和 $n+1$ 天的海洋中尺度涡空间距离，单位为km；

$D_0$  ——海洋中尺度涡移动的特征距离（ $D_0=100$  km）；

$\Delta L$  ——第 $n$ 天到 $n+1$ 天的海洋中尺度涡空间尺度变化量，单位为km；

$L_0$  ——海洋中尺度涡移动的特征空间尺度（ $L_0=100$  km）；

$\Delta H$  ——第 $n$ 天到 $n+1$ 天的海洋中尺度涡强度变化量，单位为cm或°C；

$H_0$  ——海洋中尺度涡移动的特征强度（对于海面高度异常数据， $H_0=10$  cm；对于海表温度异常数据， $H_0=1$  °C）。

- 通过相邻两天（第 $n$ 天和第 $n+1$ 天）中心位置点空间距离小于50km的海洋中尺度涡信息提取结果，提取移动轨迹信息：

——第 $n$ 天的每一个海洋中尺度涡根据公式（3）分别计算其与第 $n+1$ 天类型相同的海洋中尺度涡之间的属性相异度；

- 选择满足8.6.1b)要求的属性相异度值最小的第n+1天的海洋中尺度涡，认为其与第n天的海洋中尺度涡是同一个海洋中尺度涡；
- 连续多天内同一海洋中尺度涡的中心位置点相连得到海洋中尺度涡移动轨迹。

## 8.7 移动距离和方向

### 8.7.1 提取要求

海洋中尺度涡移动距离和方向提取应符合以下要求：

- a) 根据海洋中尺度涡的出现位置（移动轨迹中第一个海洋中尺度涡中心位置）和消失位置（移动轨迹中最后一个海洋中尺度涡中心位置）之间的空间距离来确定海洋中尺度涡移动距离；
- b) 根据海洋中尺度涡消失位置相对于出现位置的方位来确定海洋中尺度涡移动方向。

### 8.7.2 提取方法

海洋中尺度涡移动距离和方向提取方法如下：

- a) 海洋中尺度涡移动距离的计算见公式（4），单位用km表示；

$$D=R*\arccos(\sin(\text{lat}1)*\sin(\text{lat}2)+\cos(\text{lat}1)*\cos(\text{lat}2)*\cos(\text{lon}1-\text{lon}2)) \text{-----} (4)$$

式中：

$D$  ——海洋中尺度涡移动距离，单位为km；

$R$  ——地球半径，单位为km；

$\text{lat}1$  ——海洋中尺度涡出现位置的纬度；

$\text{lat}2$  ——海洋中尺度涡消失位置的纬度；

$\text{lon}1$  ——海洋中尺度涡出现位置的经度；

$\text{lon}2$  ——海洋中尺度涡消失位置的经度。

- b) 海洋中尺度涡移动方向分为以下情形：

—— 消失位置在出现位置西侧，海洋中尺度涡西向移动；

—— 消失位置在出现位置东侧，海洋中尺度涡东向移动；

—— 消失位置在出现位置北侧，海洋中尺度涡北向移动（北半球也可称为向极地移动，南半球也可称为向赤道移动）；

—— 消失位置在出现位置南侧，海洋中尺度涡南向移动（北半球也可称为向赤道移动，南半球也可称为向极地移动）。

## 8.8 移动速度

应根据不同天的海洋中尺度涡中心的空间距离与对应的时间间隔计算得到海洋中尺度涡移动速度。海洋中尺度涡移动速度的计算见公式（5），单位用cm/s表示。

$$V_{nm}=D_{nm}/\Delta T_{nm} \text{-----} (5)$$

式中：

$V_{nm}$  ——从第n天到第m天的海洋中尺度涡移动速度，单位为cm/s；

$D_{nm}$  ——第n天和第m天海洋中尺度涡中心的空间距离，单位为cm；

$\Delta T_{nm}$  ——第n天和第m天海洋中尺度涡的时间间隔，单位为s。

## 8.9 生命周期

根据中尺度涡出现位置和消失位置对应的时间差得到海洋中尺度涡生命周期。海洋中尺度涡生命周期的计算见公式（6），单位用天表示。

$$T=t1-t2 \text{-----} (6)$$

式中：

$T$ ——海洋中尺度涡生命周期，单位为天；

$t1$ ——海洋中尺度涡消失位置对应的时间，单位为天；

$t2$ ——海洋中尺度涡出现位置对应的时间，单位为天。

## 8.10 信息提取结果记录

信息提取完成后，应填写海洋中尺度涡遥感调查成果记录表，海洋中尺度涡遥感调查成果记录表应符合附录C的规定，海洋中尺度涡遥感调查成果数据记录表和海洋中尺度涡遥感调查成果数据的元数据文件表的格式应分别符合表C.1、表C.2的规定。

## 9 信息统计与分析

### 9.1 空间分布

根据海洋中尺度涡的信息提取结果，按照月、季、半年和年进行海洋中尺度涡的发生频次、空间尺度和强度的空间分布统计分析：

- a) 利用海洋中尺度涡的数量表示发生频次，按照 $1^\circ \times 1^\circ$ 的网格区域统计中尺度涡数量得到中尺度涡发生频次的空间分布数据；
- b) 对海洋中尺度涡的空间尺度和强度按照 $1^\circ \times 1^\circ$ 的网格区域累加计算区域平均值，得到海洋中尺度涡的空间尺度和强度的空间分布数据；
- c) 通过比较不同的 $1^\circ \times 1^\circ$ 网格区域的海洋中尺度涡的发生频次、空间尺度和强度的空间分布数据，分析空间分布特征。

### 9.2 时间变化

根据海洋中尺度涡的信息提取结果，进行海洋中尺度涡的数量、空间尺度和强度的时间变化统计分析：

- a) 按月计算海洋中尺度涡数量、空间尺度和强度多年平均值，通过比较多年平均不同月份的海洋中尺度涡数量、空间尺度和强度数据，分析年变化特征；
- b) 计算海洋中尺度涡数量、空间尺度和强度年平均值，通过比较不同年份的海洋中尺度涡数量、空间尺度和强度数据，分析年际变化特征。

## 10 结果验证

### 10.1 总体要求

结果验证总体要求如下：

- a) 通过比较海面高度异常和海表温度两种遥感数据的提取结果，进行中尺度涡位置的验证，遥感数据应符合以下要求：
  - 两种遥感数据覆盖同一海域，时间间隔小于1天；
  - 两种遥感数据的空间分辨率与中尺度涡调查所用遥感数据分辨率一致。
- b) 利用漂流浮标数据的提取结果，进行中尺度涡位置的验证，漂流浮标数据应符合以下要求：
  - 漂流浮标观测数据时间范围与遥感数据的观测时间间隔小于1天，空间范围覆盖海洋中尺度涡区域；
  - 漂流浮标轨迹呈现闭合环状。

## 10.2 验证内容

海洋中尺度涡位置和类型。

## 10.3 验证方法

### 10.3.1 符合性判定

利用遥感数据和漂流浮标数据验证海洋中尺度涡调查结果，符合以下特征，则判定为同一个海洋中尺度涡：

- a) 遥感数据验证时，两种遥感数据获取的海洋中尺度涡类型相同，海洋中尺度涡位置偏差小于50 km；
- b) 漂流浮标数据验证时，海洋中尺度涡位置与漂流浮标闭合环状轨迹几何中心位置偏差小于50 km，且海洋中尺度涡类型相同。

满足符合性判定时，继续下一步处理；若不满足，则返回对调查数据重新进行信息提取。该步骤重复一次后若仍不满足符合性判定，则剔除该信息提取结果。

### 10.3.2 遥感数据验证

利用10.1a)规定的两种遥感数据分别提取海洋中尺度涡位置信息，按照10.3.1a)符合性判定要求对遥感调查提取的海洋中尺度涡位置进行验证。

### 10.3.3 漂流浮标数据验证

采用专家目视解译方法，利用10.1b)规定的漂流浮标数据提取海洋中尺度涡位置信息，按照10.3.1b)符合性判定要求对提取的海洋中尺度涡位置进行验证。

## 11 专题图制作

### 11.1 一般要求

#### 11.1.1 整饰要素

信息专题图的整饰宜包括以下要素：

- a) 图名；
- b) 经纬度及其注记；
- c) 内外图廓线；
- d) 经纬网；
- e) 指北针；
- f) 主要地名；
- g) 图例；
- h) 数据类型；
- i) 数据空间分辨率；
- j) 数据时间；
- k) 比例尺；
- l) 坐标系；
- m) 投影；
- n) 高程基准；

- o) 制图单位；
- p) 制图时间。

### 11.1.2 分辨率

专题图图件输出分辨率应不低于300 dpi。

### 11.1.3 数学基础

- a) 坐标系采用2000国家大地坐标系。必要时，采用经批准的其他坐标系，但应与CGCS2000建立换算关系；
- b) 高程基准采用1985国家高程基准。采用其他高程基准时，应与1985国家高程基准建立联系；
- c) 投影采用墨卡托投影。以制图区域中纬为基准纬线；
- d) 时间系统采用协调世界时（UTC，Coordinated Universal Time）。

## 11.2 海洋中尺度涡位置分布专题图

海洋中尺度涡位置分布专题图应包括以下内容：

- a) 调查区域的位置和范围；
- b) 海洋中尺度涡月、季、半年或年中心与边界。

海洋中尺度涡位置分布专题图样例见图 D.1。

## 11.3 海洋中尺度涡频次分布专题图

海洋中尺度涡频次分布专题图应包括以下内容：

- a) 调查区域的位置和范围；
- b) 海洋中尺度涡月、季、半年或年发生频次。

海洋中尺度涡频次分布专题图样例见图D.2。

## 11.4 海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图

海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图应包括以下内容：

- a) 调查区域的位置和范围；
- b) 生命周期超过 30 天、60 天或 90 天的海洋中尺度涡移动轨迹。

海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图样例见图D.3。

## 11.5 专题图制作记录

海洋中尺度涡专题图制作完成后，应填写海洋中尺度涡遥感调查专题图数据记录表和海洋中尺度涡遥感调查专题图数据的元数据文件表，格式应分别符合表C.3、表C.4的规定。

# 12 质量检查

## 12.1 检查要求

利用人机交互式方法对调查结果进行质量检查，应符合以下要求：

- a) 原始遥感数据覆盖调查区域，且具有可读性；
- b) 提取的海洋中尺度涡位置信息完成对比验证；
- c) 专题图符合制图要求；
- d) 调查人员具有岗前培训资质。

## 12.2 检查内容

海洋中尺度涡遥感调查过程中，需要检查的内容如下：

- a) 海面高度异常数据和海表温度数据的空间分辨率和时间分辨率；
- b) 海洋中尺度涡的中心和边界、类型、空间尺度、强度、移动轨迹、移动距离和方向、移动速度及生命周期等成果数据；
- c) 专题图的整饰要素、分辨率和数学基础；
- d) 调查人员的岗前培训资质。

## 12.3 检查方法

海洋中尺度涡遥感调查质量检查方法如下：

- a) 采用计算机编程和图片查看软件，利用人机交互式方法进行检查；
- b) 逐一打开用于海洋中尺度涡调查的原始遥感数据、提取的成果数据和制作的专题图，检查12.2规定的内容；
- c) 检查中发现的问题应及时退回修改，并进行复查，直至合格为止。

## 13 数据整理与资料归档

### 13.1 数据整理

质量检查结束后，整理原始遥感数据集、成果数据集和专题图数据集。数据整理要求如下：

- a) 原始遥感数据空间范围应覆盖调查区域，采用网络通用数据格式（NetCDF，Network Common Data Form）或其他可被通用遥感处理软件读取的数据格式；
- b) 原始遥感数据文件名采用数据收集时的原有文件名命名；
- c) 成果数据文件名命名规则：区域名称+海洋中尺度涡类型（冷涡/暖涡）+\_成果类别（中心、边界、移动轨迹）+\_数据时间+\_处理时间；
- d) 专题图应包括月、季、半年或年的海洋中尺度涡位置与频次和生命周期超过30天、60天和90天的移动轨迹分布。

### 13.2 资料归档

数据整理完成后进行资料归档，归档数据包括：原始遥感数据集、成果数据集和海洋中尺度涡位置分布专题图、频次分布专题图和移动轨迹分布专题图数据集。成果数据集采用文本格式，专题图数据采用标签图像文件格式（TIFF，Tag Image File Format）。

## 附录 A

(规范性)

## 海洋中尺度涡遥感调查数据记录表

海洋中尺度涡遥感调查原始数据获取记录表格式见表 A.1，海洋中尺度涡遥感调查处理后数据记录表格式见表 A.2，海洋中尺度涡遥感调查处理后数据的元数据文件表格式见表 A.3。

表 A.1 海洋中尺度涡遥感调查原始数据获取记录表

序号	数据文件名称	数据类型	数据时间	空间分辨率	备注
1	(文件名全称)	(如“海面高度异常”)	(YYYYMMDD)	(如“0.25° ”)	
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
....					

表 A.2 海洋中尺度涡遥感调查处理后数据记录表

序号	处理后数据文件名称	数据类型	数据时间	处理时间	空间分辨率	备注
1	(文件名全称+“_pro”)	(如“海面高度异常”)	(YYYYMMDD)	(YYYYMMDD)	(如“0.25° ”)	
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
....						

表 A.3 海洋中尺度涡遥感调查处理后数据的元数据文件表

序号	元数据项	说明	示例
1	文件名	采用“原始数据文件全名+_pro.dat”的格式	MUL_OPER_nrt_global_allsat_phy_20230715_20230717_T_pro.dat
2	原始数据类型	原始数据所属的类型	海面高度异常
3	空间范围	原始数据覆盖的空间区域	100°E~160°E, 0°-45°N
4	空间分辨率	原始数据的空间分辨率	0.25°
5	数据时间	采用“YYYYMMDD”格式	20230715
6	数据格式	数据存储文件的格式	.dat
7	处理人	数据处理人姓名	张三
8	处理单位	数据处理单位名称	自然资源部第一海洋研究所
9	处理日期	采用“YYYYMMDD”格式	20230720
10	检查人	数据检查人姓名	李四
11	检查单位	数据检查单位名称	自然资源部第一海洋研究所
12	检查日期	采用“YYYYMMDD”格式	20230727

## 附录 B

(资料性)

## 海洋中尺度涡遥感数据典型样例

海洋中尺度涡在海面高度异常数据中的典型样例见图B.1，海洋中尺度涡在海表温度异常数据中的典型样例见图B.2。

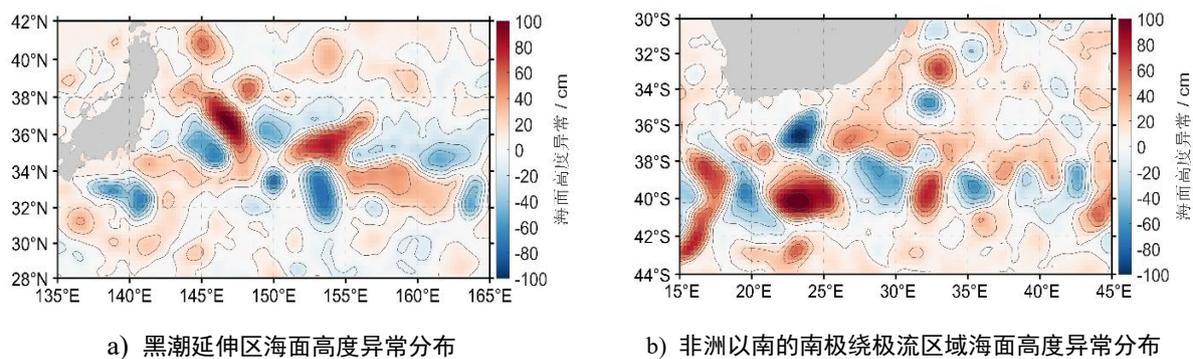


图 B.1 海洋中尺度涡在海面高度异常数据中的典型样例

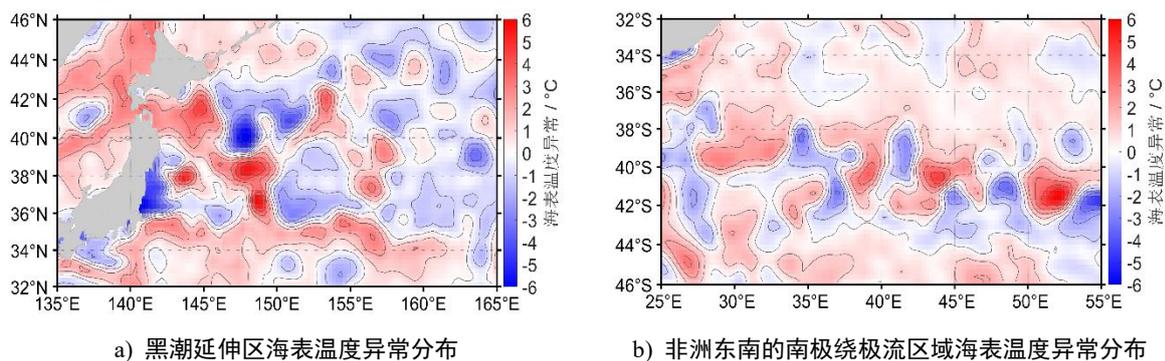


图 B.2 海洋中尺度涡在海表温度异常数据中的典型样例

## 附录 C

(规范性)

## 海洋中尺度涡遥感调查成果记录表

海洋中尺度涡遥感调查成果数据记录表格式见表C.1，海洋中尺度涡遥感调查成果数据的元数据文件表格式见表C.2，海洋中尺度涡遥感调查专题图数据记录表格式见表C.3，海洋中尺度涡遥感调查专题图数据的元数据文件表格式见表C.4。

表 C.1 海洋中尺度涡遥感调查成果数据记录表

序号	成果数据文件名称	原始数据类型	成果类别	数据时间	处理时间	备注
1	采用“区域名称+海洋中尺度涡类型（冷涡/暖涡）+_成果类型（中心、边界、移动轨迹）+_数据时间+_处理时间.shp”的格式	（如“海面高度异常”）	（如“中尺度涡中心”）	（YYYYMMDD-YYYYMMDD）	（YYYYMMDD）	
2						
3						
....						

表 C.2 海洋中尺度涡遥感调查成果数据的元数据文件表

序号	元数据项	说明	示例
1	文件名	采用“区域名称+海洋中尺度涡类型（冷涡/暖涡）+_成果类型（中心、边界、移动轨迹）+_数据时间+_处理时间.shp”的格式	西太平洋冷涡_中心_20160101-20160131_20230720.shp
2	原始数据类型	原始数据所属的类型	海面高度异常
3	空间范围	原始数据覆盖的空间区域	100°E~160°E, 0°-45°N
4	空间分辨率	原始数据的空间分辨率	0.25°
5	数据时间	采用“YYYYMMDD-YYYYMMDD”格式	20160101-20160131
6	数据格式	成果数据存储文件的格式	.shp
7	成果类别	“中心”、“边界”或“移动轨迹”	中心
8	处理人	成果数据处理人姓名	张三
9	处理单位	成果数据处理单位名称	自然资源部第一海洋研究所
10	处理日期	采用“YYYYMMDD”格式	20230720
11	检查人	成果数据检查人姓名	李四
12	检查单位	成果数据检查单位名称	自然资源部第一海洋研究所
13	检查日期	采用“YYYYMMDD”格式	20230727

表 C.3 海洋中尺度涡遥感调查专题图数据记录表

编号	专题图文件名称	原始数据类型	专题图类别	数据时间	制作时间	备注
1	采用“区域名称+海洋中尺度涡+位置/频次+月/季/半年/年+分布专题图+_数据时间+_处理时间.tif”或“区域名称+海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图+_数据时间+_处理时间.tif”格式	(如“海面高度异常”)	(如“中尺度涡频次分布专题图”)	(YYYYMMDD-YYYYMMDD)	(YYYYMMDD)	
2						
3						
....						

表 C.4 海洋中尺度涡遥感调查专题图数据的元数据文件表

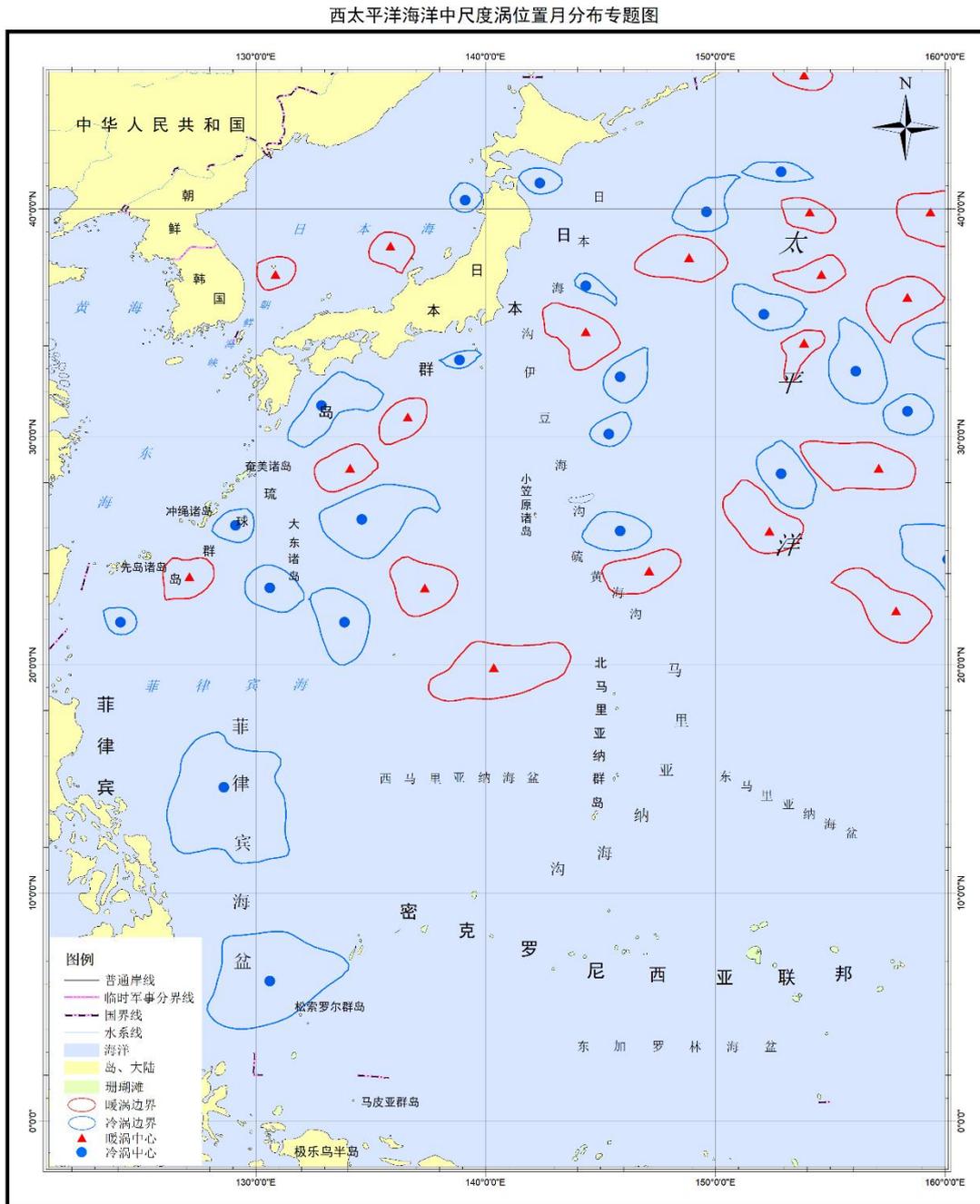
序号	元数据项	说明	示例
1	文件名	采用“区域名称+海洋中尺度涡+位置/频次+月/季/半年/年+分布专题图+_数据时间+_处理时间.tif”或“区域名称+海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图+_数据时间+_处理时间.tif”格式	“西太平洋海洋中尺度涡位置月分布专题图_20160101-20160131_20230720.tif”或“西太平洋海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图_20160101-20201231_20230720.tif”
2	原始数据类型	原始数据所属的类型	海面高度异常
3	空间范围	原始数据覆盖的空间区域	100°E~160°E, 0°-45°N
4	空间分辨率	原始数据的空间分辨率	0.25°
5	数据时间	采用“YYYYMMDD-YYYYMMDD”格式	20160101-20160131
6	数据格式	专题图数据存储文件的格式	.tif
7	专题图类别	“位置”或“频次”或“移动轨迹”	位置
8	制作人	专题图制作人姓名	张三
9	制作单位	专题图制作单位名称	自然资源部第一海洋研究所
10	制作日期	采用“YYYYMMDD”格式	20230720
11	检查人	专题图检查人姓名	李四
12	检查单位	专题图检查单位名称	自然资源部第一海洋研究所
13	检查日期	采用“YYYYMMDD”格式	20230727

附录 D

(资料性)

海洋中尺度涡专题图样例

海洋中尺度涡位置分布专题图样例见图D.1，海洋中尺度涡频次分布专题图样例见D.2，海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图样例见D.3。



数据类型：HY-2A、Jason-2/3和SARAL卫星高度计

比例尺：1:18 000 000

高程基准：1985国家高程基准

数据空间分辨率：0.25°

坐标系：2000国家大地坐标系

制图单位：自然资源部第一海洋研究所

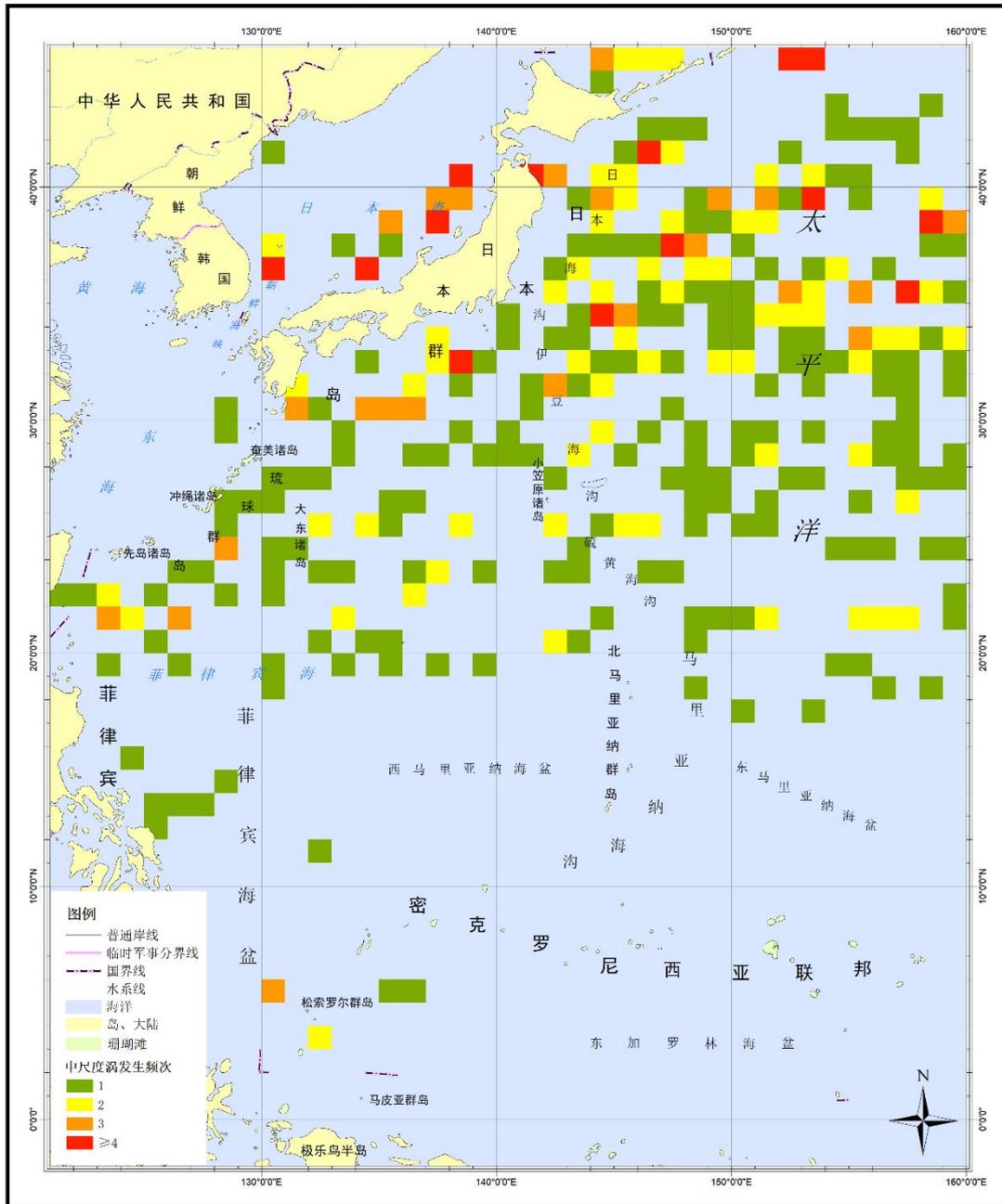
数据时间：20160101-20160131

投影：墨卡托投影

制图时间：20210623

图D.1 海洋中尺度涡位置分布专题图样例

西太平洋海洋中尺度涡频次年分布专题图



数据类型：HY-2A、Jason-2/3和SARAL卫星高度计

比例尺：1 : 18 000 000

高程基准：1985国家高程基准

数据空间分辨率：0.25°

坐标系：2000国家大地坐标系

制图单位：自然资源部第一海洋研究所

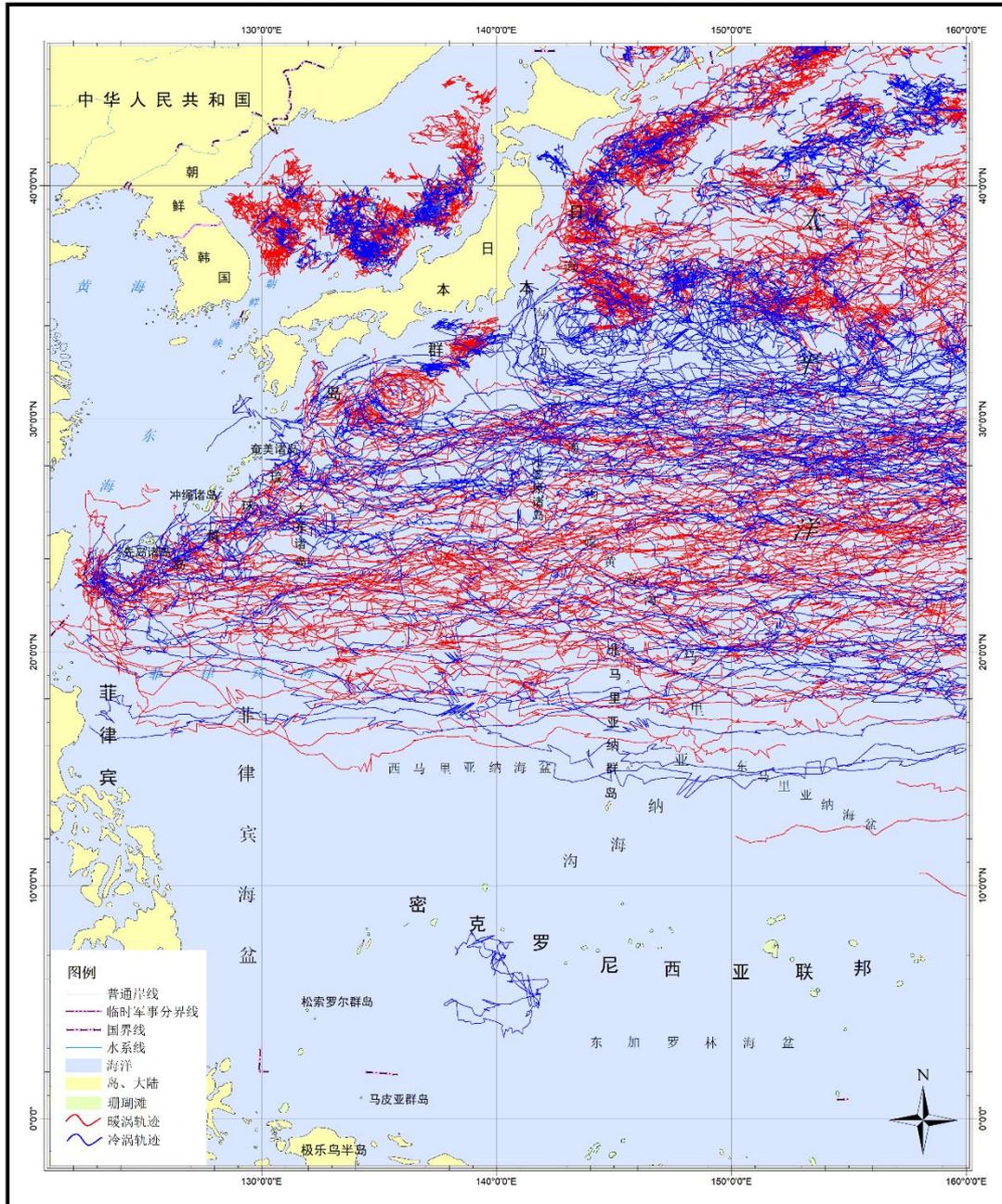
数据时间：20160101-20161231

投影：墨卡托投影

制图时间：20210623

图D.2 海洋中尺度涡频次分布专题图样例

西太平洋海洋中尺度涡移动轨迹（生命周期>90天）分布专题图



数据类型：HY-2A/B、Jason-1/2/3和SARAL卫星高度计 比例尺：1:18 000 000 高程基准：1985国家高程基准  
数据空间分辨率：0.25° 坐标系：2000国家大地坐标系 制图单位：自然资源部第一海洋研究所  
数据时间：20160101-20201231 投影：墨卡托投影 制图时间：20210623

图D.3 海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图样例



# 海洋中尺度涡遥感调查技术规范 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发布的2022年自然资源卫星应用行业标准计划项目之一，标准计划名称《海洋中尺度涡遥感调查技术规范》，项目编号：202233012。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，由自然资源部第一海洋研究所牵头起草。计划周期：24个月。

### 1.2 目的意义

海洋中尺度涡是一种时间尺度从数天到数月、空间尺度从几十公里到几百公里的封闭海洋环流，是以长期封闭环流（涡旋）为特征的大尺度稳定环流的一种扰动。海洋中尺度涡与大洋环流相互作用强烈，其旋转速度一般较快，且边旋转边移动。海洋中尺度涡携带的动能比平均流高出一个量级甚至更多；中尺度涡移动引起热量和盐度的净输运，对海洋的热平衡起着至关重要的作用；中尺度涡能把海洋下层营养盐带到上层海洋中，从而影响生态群落、浮游生物数量及生产率；海洋中尺度涡携带着不同于周围环境的海水在海洋中移动，影响着大洋环流、温度、盐度、叶绿素浓度和海洋声速等空间分布。总之，中尺度涡在海洋环流、物质和能量输送等海洋动力学以及海洋生物、化学过程中起着非常重要的作用。近年来，对中尺度涡的研究已经成为了物理海洋学的研究热点之一。受海洋中尺度涡空间尺度较大的限制，现场观测难以获取完整的海

洋中尺度涡特征信息。卫星遥感技术特别是卫星测高技术的发展，为海洋中尺度涡探测与分析提供了新的手段，可以实现对全球海洋中尺度涡的识别、提取和特征分析。随着卫星遥感数据的不断增多，基于卫星遥感技术的海洋中尺度涡调查成为可能，海洋中尺度涡遥感调查将是未来持续获取区域和全球海洋中尺度涡信息最为重要的手段。开展基于遥感手段的海洋中尺度涡调查对于海洋监测、海洋工程、海洋科学研究和国防安全保障都具有重要意义。

遥感作为海洋中尺度涡探测的重要手段，可用卫星遥感数据庞大、种类众多。自 2012 年“全球变化与海气相互作用”专项开始，已开展了“两洋一海”超 10 年（2010-2020）的海洋中尺度涡遥感调查，在中尺度涡遥感调查技术方法及应用方面积累了丰富的技术基础与研究经验。但当前国内还没有国家或行业标准可以遵循，存在作业流程不规范统一、精度要求不明确等问题，影响中尺度涡遥感调查信息提取的质量。因此，急需制定海洋中尺度涡遥感调查规范，来指导中尺度涡遥感调查的规范性，提高遥感数据在中尺度涡调查方面的可靠性及应用水平。本项目拟制定可行实用并兼顾发展的海洋中尺度涡遥感调查技术标准，规范遥感数据的统一使用、作业流程和技术要求等，以及提高中尺度涡遥感调查的可靠性。

### **1.3 主要起草人及工作分工**

编制任务下达后，自然资源部第一海洋研究所为牵头单位，联合国家卫星海洋应用中心、中国石油大学（华东）和浙江大学海南研究院等参加单位，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遥感应用、海洋中尺度涡遥感探测专业领域的技术人员，编制组成员分工合作开展标准各章节的编写，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	备注
1	杨俊钢	自然资源部第一海洋研究所	标准负责人,标准总体技术负责,统筹安排标准的主体框架的制定及人员分工安排等工作。	
2	崔伟	自然资源部第一海洋研究所	负责标准编制、组织协调、审查报批等工作。	
3	贾永君	国家卫星海洋应用中心	参与标准的编制	
4	范陈清	自然资源部第一海洋研究所	参与标准的编制	
5	庄展鹏	自然资源部第一海洋研究所	参与标准的编制	
6	李永	中国石油大学(华东)	参与标准的编制	
7	王际朝	中国石油大学(华东)	参与标准的编制	
8	周超杰	浙江大学海南研究院	参与标准的编制	
9	王子珂	国家海洋信息中心	参与标准的编制	

## 1.4 主要工作过程

### 1.4.1 征求意见稿阶段

2022年10月-2023年1月,在已承担完成的“全球变化与海气相互作用”专项中尺度涡遥感调查工作的基础上,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《海洋中尺度涡遥感调查技术规范》的实施情况,编制组开始起草标准草案。

2023年2月-2023年8月,以标准草案为基础,编制组以电话、社交软件、电子邮件和视频会议的形式与海洋遥感领域生产作业单位、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,于2023年8月完成了标准征求意见稿和编制说明。

按照全国地理信息标准化技术委员会卫星应用分技术委员会标准化工作管理规定要求，卫星应用分技委于 2023 年 9 月 4 日将征求意见稿和编制说明发至卫星应用分技委全体委员、海洋调查观测监测分技术委员会全体委员、相关测绘单位和相关单位的专家，并在自然资源标准化信息服务平台开始广泛征求有关单位及专家的意见。共收到回函单位数 19 个，回函并有建议或意见的单位数 14 个。共整理意见和建议 86 条，其中采纳 47 条，部分采纳 1 条，未采纳 38 条。

2023 年 9 月-2024 年 4 月，在卫星应用分技术委员会秘书处指导和建议下，进一步对标准征求意见稿的修改内容向相关专家进行咨询和确认，根据反馈意见进行了修改完善，形成送审讨论稿。

#### **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**

#### **2.1.1 一致性与规范性**

本文件涉及的对象是海洋中尺度涡，采用的手段是遥感探测，因此规范中的术语及内容与 GB/T 15920《海洋学术语 物理海洋学》、GB/T 14914.5《海洋观测规范 第 5 部分：卫星遥感观测》、GB/T 19710《地理信息 元数据》等相关标准相互协调，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。

### **2.1.2 科学性与系统性**

本文件采用卫星遥感数据对海洋中尺度涡时空分布进行调查，收集调查区域的卫星遥感数据，根据不同卫星遥感数据的特点进行数据处理，开展海洋中尺度涡信息提取、专题图制作及调查结果分析。整个调查流程依据内容完整、技术规范、步骤合理的原则，在数据获取、数据处理、海洋中尺度涡信息提取、海洋中尺度涡信息统计与分析、结果验证、专题图制作、质量检查、数据整理与资料归档等方面开展相关内容的编制，使本规范具有科学性和系统性。

### **2.1.3 有效性与可靠性**

海洋中尺度涡遥感调查技术规范是基于“全球变化与海气相互作用”专项调查的经验积累和总结编制的，伴随相关工作的不断开展和深入，补充加入新的内容。目前，在全球气候变化与海气相互作用专项调查和国家重点研发计划课题等任务中使用了本文件中的技术流程，有效保证了中尺度涡遥感调查的工作效率，便于规范工作流程、统一数据格式、保证成果有效性和可靠性。

### **2.1.4 实用性和可扩展性**

本文件编制过程中充分考虑了数据质量、数据精度、海洋中尺度涡识别标准、提取方法等影响因素，依据中尺度涡遥感调查多年的工作经验，能够满足未来一定时期内的中尺度涡遥感调查需求，并具有可扩展性。

## **2.2 国内外调研情况**

海洋调查是认识海洋的基本手段，为海洋开发保护及科学研究提供最基本和必需的数据资料，是一项长期的基础性工作。海洋调查标准体系的构建有助于海洋调查工作的科学、规范、有序开展。实现对区域和全球海洋的精确、实时和动态观测，获得充足、连续、有效的调查观测数据，是未来海洋调查发展的目标和方向。为此，海洋调查标准制定应该紧紧围绕现代海洋调查需求，重

点研制海洋卫星遥感、航空遥感等调查标准。

海洋调查通过调查一系列环境要素，揭示并阐明海洋环境要素和现象时空分布和变化规律，是对海洋现象进行观测测量、采样分析和数据处理的全过程。为确保调查成果的质量及数据资料的对比交换，调查一开始就需要确定调查比例尺，制定调查手册，由此指导调查作业。上世纪 60 年代初制定这类手册叫“试行规范”，70 年代中期制定的称为“暂行规范”，90 年代编制了国家标准，即形成了较为完整的《海洋调查规范》。2006 年，对原《海洋调查规范》进行了修订，形成了包括 11 个部分的 GB/T 12763-2007《海洋调查规范》，成为我国海洋调查、观测和勘查标准体系中最基础的技术标准，在规范调查活动过程和保证调查数据质量方面起到重要作用。

海洋中尺度涡受空间尺度较大的限制，现场观测难以获取完整的海洋中尺度涡特征信息。卫星遥感技术特别是卫星测高技术的发展，为海洋中尺度涡探测与分析提供了新的手段，可以实现对全球海洋中尺度涡的识别、提取和特征分析。随着卫星遥感数据的不断增多，基于卫星遥感技术的海洋中尺度涡调查成为可能，海洋中尺度涡遥感调查将是未来持续获取区域和全球海洋中尺度涡信息的最为重要的手段。同时，海洋中尺度涡遥感调查技术已应用于全球变化与海气相互作用专项，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、国际标准和国外同类标准记录情况。由于当前国内外还没有国家或行业标准可以遵循，存在作业流程不统一、精度要求不明确等问题，影响中尺度涡遥感调查的成果应用。因此急需制定海洋中尺度涡遥感调查规范，来指导遥感数据应用的规范性，提高遥感数据在中尺度涡调查方面的可靠性及应用水平。

### 2.3 主要技术内容的说明

### 2.3.1 标准的范围

本文件针对海洋中尺度涡遥感调查的需求，以及近 10 年来从事海洋中尺度涡遥感调查的实践经验总结，充分考虑技术的实用性，规范相关的作业过程。由于海洋中尺度涡时空尺度较大，现场大范围观测存在一定困难。卫星遥感具有大范围、高时空分辨率、全天候等特点，已成为海洋中尺度涡探测的重要手段。海洋中尺度涡往往会引起海面高度起伏变化以及海表温度的升高或降低。卫星遥感获取丰富的海面高度数据以及海表温度数据，为海洋中尺度涡探测识别提供了丰富的遥感资料。

本文件针对利用卫星雷达高度计、微波辐射计与红外辐射计遥感数据开展海洋中尺度涡遥感调查工作制定了相关规范，包括用于海洋中尺度涡遥感调查所需原始数据的要求、数据处理过程中的要求、海洋中尺度涡信息提取的要求以及专题图制作的要求规范等。海洋中尺度涡遥感调查工作流程见图 1。

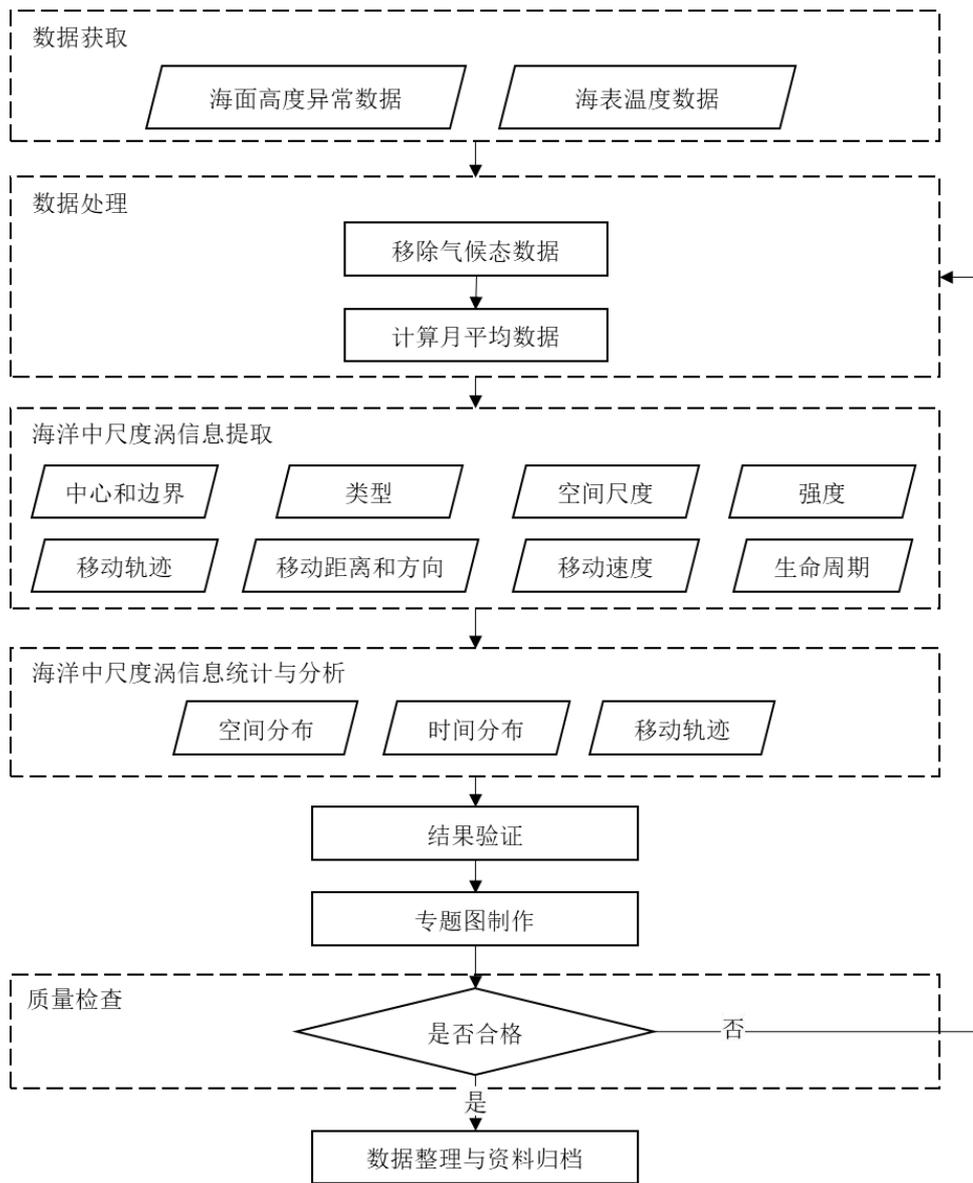


图 1 海洋中尺度涡遥感调查工作流程

### 2.3.2 卫星遥感数据获取与处理

海洋中尺度涡在地转作用的影响下，会引起海洋表层海水的辐聚或辐散，从而导致海面高度起伏变化以及海表温度的升高或降低，这些变化很容易被卫星遥感数据捕获到，在海面遥感数据空间分布中表现为海面高度异常或海表温度异常的局部极值区域。因此，本文件给出了海洋中尺度涡遥感调查所需的遥感数据类型主要为海面高度异常数据和海表温度数据。另外，为了计算海表温度异常，需要收集相应的气候态海表温度数据；为了对海洋中尺度涡遥感调查

结果进行验证，需要收集漂流浮标数据。由于海洋中尺度涡的空间尺度在~100 km 量级，因此对卫星遥感数据的空间分辨率有一定要求。对于利用海面高度异常和海表温度数据开展中尺度涡调查，为能够得到位置准确、结果可靠的中尺度涡调查结果，本文件规定海面高度异常或海表温度数据的空间分辨率优于 $0.25^{\circ}$ （25km）。

海洋中尺度涡日调查结果基于每天的海面高度异常数据或海表温度异常数据得到。其中，每天的海表温度异常数据通过当日的海表温度数据减去对应日期的气候态海表温度得到。为了获取海洋中尺度涡月调查结果，需要计算得到月平均的海面高度异常数据和海表温度异常数据。针对每天的海面高度异常数据和海表温度异常数据，进行逐月平均处理，计算得到逐月平均的海面高度异常数据和海表温度异常数据。

### 2.3.3 海洋中尺度涡的识别标准

海洋中尺度涡是以封闭环流为特征的大尺度稳定环流的一种扰动，在地转作用影响下，海洋中尺度涡内流场旋转方向不同导致其海表特征呈现起伏变化。受大尺度环流和海底地形的影响，中尺度涡海表特征复杂多变，并且易与海洋表面的其他特征（射流、锋面等）相混淆。因此，如何从复杂的海洋背景中识别出海洋中尺度涡，需要建立一定的海洋中尺度涡特征判定标准。大量的海洋中尺度涡遥感调查工作和研究表明，海洋中尺度涡在海面高度异常或海表温度异常数据空间分布中表现为包含局部极值的封闭区域。本文件规定，在海面高度异常数据或海表温度异常数据中具备以下特征可判定为海洋中尺度涡：

- a) 海洋中尺度涡在海面高度异常数据中表现为包含海面高度异常局部极值的封闭区域；
- b) 海洋中尺度涡在海表温度异常数据中表现为包含海表温度异常局部极

值的封闭区域：

- c) 封闭区域内所有网格点的海面高度异常值或海表温度异常值应全部小于或大于最外闭合等值线值；
- d) 封闭区域内只存在一个海面高度异常极值或海表温度异常极值；
- e) 封闭区域内不同网格点海面高度异常的最大差值绝对值不小于 5 cm；
- f) 封闭区域内不同网格点海表温度异常的最大差值绝对值不小于 0.5 °C。

图 2 和图 3 给出了海洋中尺度涡在海面高度异常数据和海表温度异常数据中的典型样例。

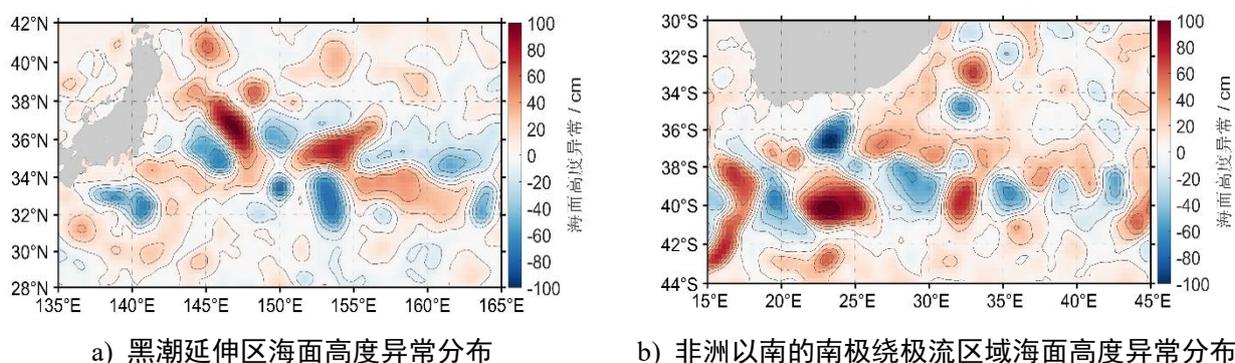


图 2 海洋中尺度涡在海面高度异常数据中的典型样例

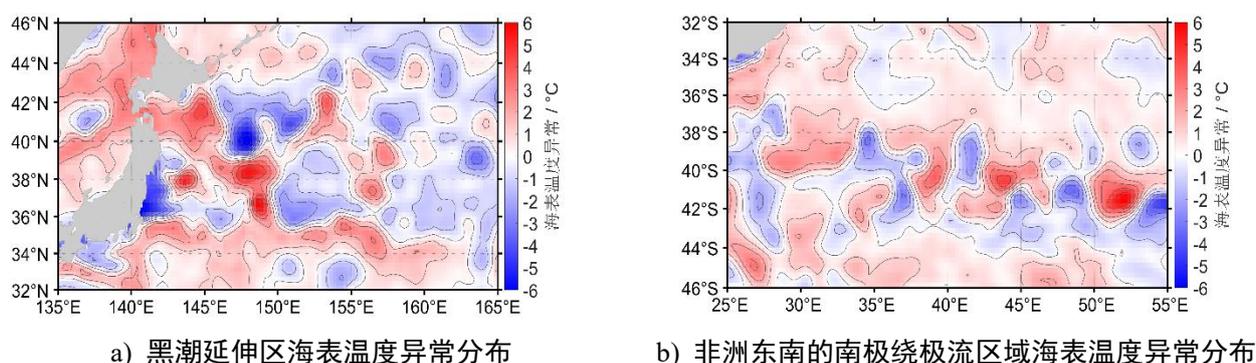


图 3 海洋中尺度涡在海表温度异常数据中的典型样例

### 2.3.4 海洋中尺度涡信息提取

海洋中尺度涡在海面高度异常和海表温度异常数据中表现为包含局部极值的封闭区域，针对每天或月平均的遥感数据，本文件要求对遥感数据中符合 2.3.3 中识别标准的中尺度涡均应进行识别和信息提取，确定中尺度涡的中心、边界、

空间尺度和强度等特征信息，并将提取的信息结果进行存储。另外，卫星遥感提供了连续时间的海面高度异常数据和海表温度数据，可以监测海洋中尺度涡连续时间的变化特征。针对连续时间的遥感数据，本文件要求对中尺度涡进行连续时间的检测识别，提取中尺度涡移动轨迹、移动距离和方向、移动速度、生命周期等特征信息。

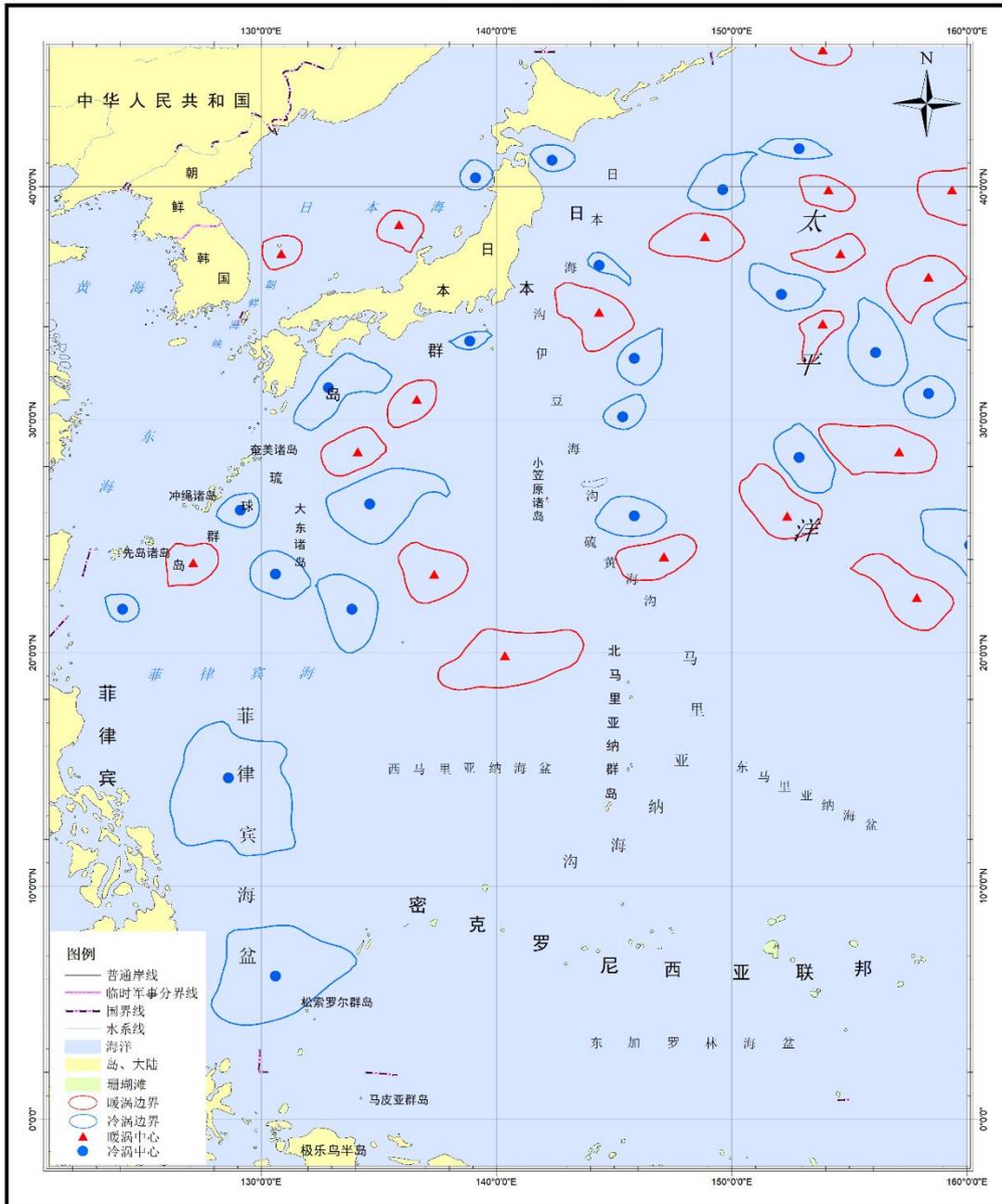
因此，本文件对海洋中尺度涡信息提取进行了规范，包括中尺度涡中心和边界、类型、空间尺度、强度、移动轨迹、移动距离和方向、移动速度、生命周期等特征信息的提取。

### **2.3.5 海洋中尺度涡信息统计和专题图制作**

基于提取的海洋中尺度涡特征信息，进行海洋中尺度涡时空特征统计分析，并制作海洋中尺度涡分布专题图。本文件对海洋中尺度涡时空特征统计要素进行规范，包括空间分布和时间变化的统计分析。本文件同时对海洋中尺度涡分布专题图进行了规范，包括制作过程的技术要求和构成要素。考虑到图件的美观、直观、全面和规范等要求，中尺度涡专题图要素众多，构成要素中设计图例一项，便于理解。

图 4、图 5、图 6 列举了海洋中尺度涡位置、频次和移动轨迹分布专题图样例。

西太平洋海洋中尺度涡位置月分布专题图



数据类型：HY-2A、Jason-2/3和SARAL卫星高度计

比例尺：1:18 000 000

高程基准：1985国家高程基准

数据空间分辨率：0.25°

坐标系：2000国家大地坐标系

制图单位：自然资源部第一海洋研究所

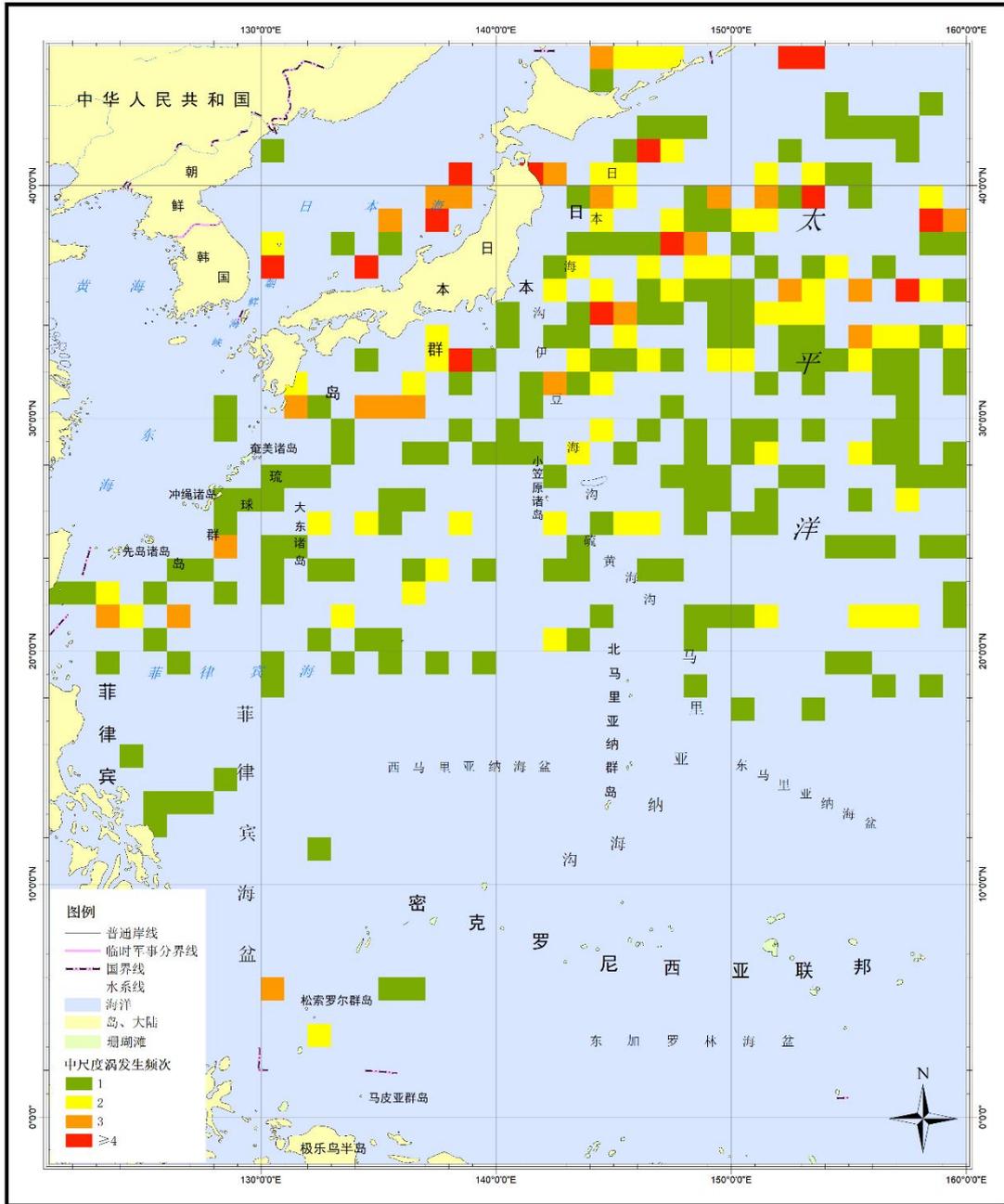
数据时间：20160101-20160131

投影：墨卡托投影

制图时间：20210623

图4 海洋中尺度涡位置分布专题图样例

西太平洋海洋中尺度涡频次年分布专题图



数据类型：HY-2A、Jason-2/3和SARAL卫星高度计

比例尺：1:18 000 000

高程基准：1985国家高程基准

数据空间分辨率：0.25°

坐标系：2000国家大地坐标系

制图单位：自然资源部第一海洋研究所

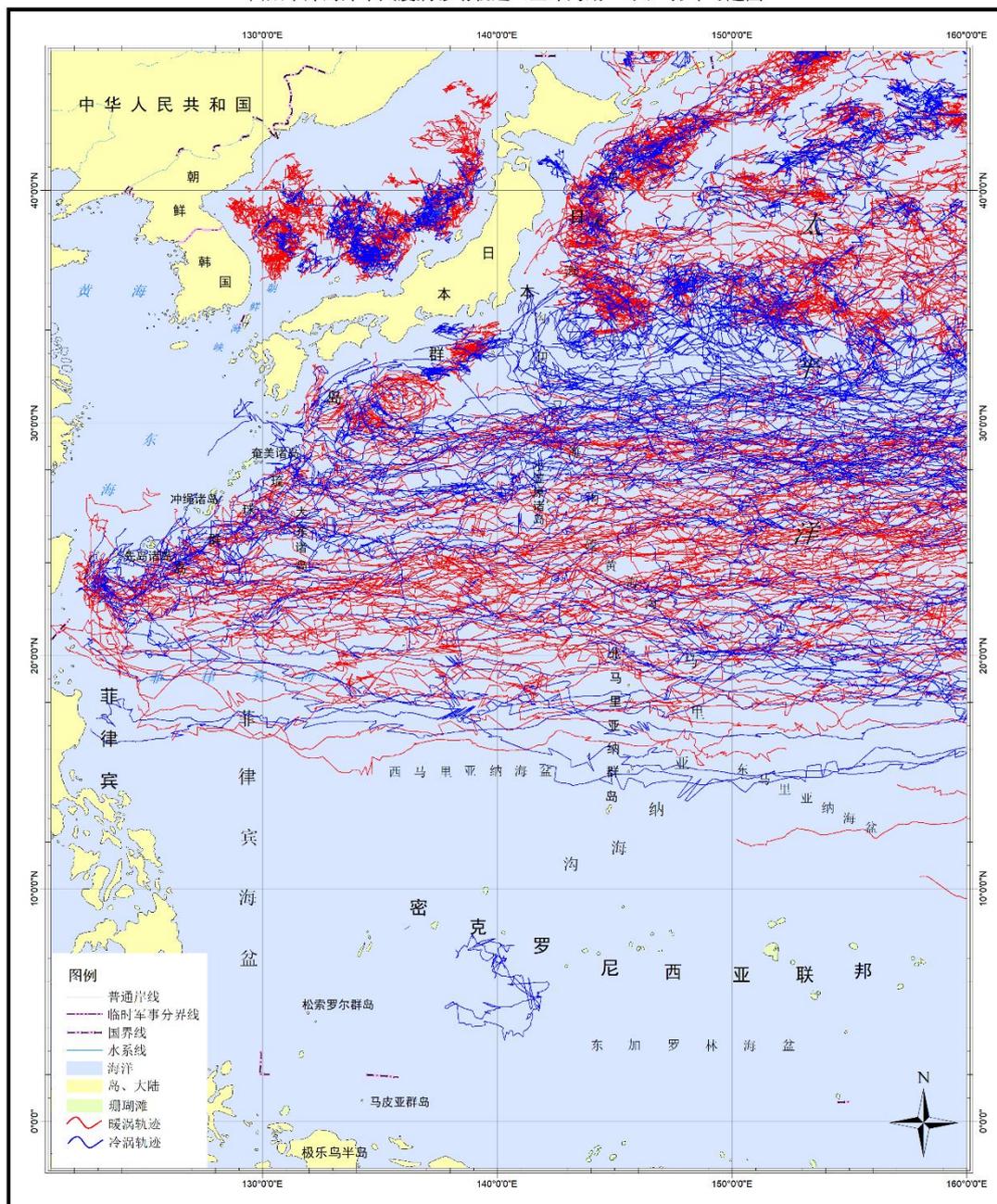
数据时间：20160101-20161231

投影：墨卡托投影

制图时间：20210623

图5 海洋中尺度涡频次分布专题图样例

西太平洋海洋中尺度涡移动轨迹（生命周期>90天）分布专题图



数据类型: HY-2A/B、Jason-1/2/3和SARAL卫星高度计 比例尺: 1:18 000 000 高程基准: 1985国家高程基准  
 数据空间分辨率: 0.25° 坐标系: 2000国家大地坐标系 制图单位: 自然资源部第一海洋研究所  
 数据时间: 20160101-20201231 投影: 墨卡托投影 制图时间: 20210623

图 6 海洋中尺度涡移动轨迹分布专题图样例

### 三、 验证试验的情况和结果

#### 3.1 验证内容

本文件制定的是海洋中尺度涡遥感调查的主要工作流程，因此主要对遥感

调查获取的中尺度涡位置进行验证。

### 3.2 验证方法

不同类型的遥感数据可以实现对海洋中尺度涡同步观测。一些海上漂流浮标可被海洋中尺度涡捕获，从而跟随海洋中尺度涡一同旋转移动，导致漂流浮标漂移轨迹呈现闭合环状。因此，本文件要求对海洋中尺度涡调查结果海洋验证主要是利用准同步遥感数据和漂流浮标数据进行。

#### (1) 符合性判定

考虑到海洋中尺度涡可能的移动距离和遥感数据的空间分辨率，利用遥感数据和漂流浮标数据验证中尺度涡调查结果时，符合以下特征，则判定为同一个海洋中尺度涡：

- a) 遥感数据验证时，两种遥感数据获取的海洋中尺度涡类型相同，海洋中尺度涡位置偏差小于50 km；
- b) 漂流浮标数据验证时，海洋中尺度涡位置与漂流浮标闭合环状轨迹几何中心位置偏差小于50 km，且海洋中尺度涡类型相同。

满足符合性判定时，继续下一步处理；若不满足，则返回对调查数据重新进行信息提取。该步骤重复一次后若仍不满足符合性判定，则剔除该信息提取结果。

#### (2) 遥感数据验证

利用覆盖同一海域、时间间隔小于 1d 的海面高度异常和海表温度两种遥感数据，分别提取海洋中尺度涡位置，对比验证海洋中尺度涡位置提取结果。

#### (3) 漂流浮标数据验证

利用漂流浮标轨迹信息验证提取的海洋中尺度涡位置，漂流浮标轨迹时间范围应覆盖遥感数据的观测时间。选取与海洋中尺度涡同一海域的漂流浮标观

测数据，通过专家目视解译获取中尺度涡位置，与遥感调查获取的中尺度涡位置进行对比验证。

编制组长期从事海洋中尺度涡遥感调查工作，承担了全球变化与海气相互作用专项的海洋中尺度涡遥感调查任务，完成了 2010-2020 年“两洋一海”海洋中尺度涡的遥感调查工作，整个工作流程基本按照本文件执行，在总结了调查工作的经验基础上，对该标准进行了进一步的完善。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

根据中尺度涡动力学特征，一般可以通过海面高度或海表温度的变化去识别海洋中尺度涡。近年来随着卫星遥感海洋观测数据的丰富，海洋中尺度涡遥感调查成为了可能。卫星高度计已经提供了时间序列超过 30 年、全球覆盖、高精度的海面测高数据。多颗卫星雷达高度计海面高度融合数据可以有效地捕获海洋中尺度涡现象。基于海面高度融合数据，国内外学者开展了丰富的海洋中尺度涡探测识别研究，先后出现了 Okubo-Weiss 参数探测方法、海面高度异常闭合等值线方法、Winding-Angle 探测方法以及矢量几何方法等中尺度涡识别方法。但研究表明，直接基于海面高度异常闭合等值线方法的中尺度涡探测结果更加真实可信，在长时序、大范围中尺度涡识别方面具有一定的优势。因此，本调查规范中使用海面高度异常闭合等值线方法进行中尺度涡探测识别。另外，海洋中尺度涡可以引起海水的上升和下降，使得其在海表温度场中留下相应的变化特征。因此，通过识别中尺度涡引起的海表温度异常可以获取中尺度涡特征参数。针对海表温度数据，本调查规范采用与海面高度数据一样的方

法，通过海表温度异常闭合等值线方法开展海洋中尺度涡探测识别。

## 五、与现行法规、标准的关系

本文件涉及的对象是海洋中尺度涡，采用的手段是遥感探测，因此规范中的术语及内容与 GB/T 15920《海洋学术语 物理海洋学》、GB/T 14914.5《海洋观测规范 第 5 部分：卫星遥感观测》、GB/T 19710《地理信息 元数据》等相关标准相互协调，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。

## 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

本文件可指导针对特定区域的海洋中尺度涡遥感调查工作。参与调查工作的人员首先要经过岗前培训，熟悉整个调查工作的具体流程；同时要培养调查人员数据处理和中尺度涡特征识别的能力，完成卫星遥感数据处理和中尺度涡特征信息提取工作，需要一定的工作量积累总结经验。

## 九、其他应予说明的事项

无

## 十、 参考文献

- [1] GB/T 15920 海洋学术语 物理海洋学
- [2] GB/T 14914.5 海洋观测规范 第5部分：卫星遥感观测
- [3] GB/T 19710 地理信息 元数据
- [4] 全球变化与海气相互作用专项《海洋遥感调查技术规程》，国家海洋局科学技术司，2012