

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXXX—XXXX

海洋内波遥感调查技术规范

Technical specification for remote sensing survey of oceanic  
internal waves

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施



目 次

前言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总则..... 2

    4.1 调查目的.....2

    4.2 调查原则.....2

    4.3 调查范围.....2

5 调查流程..... 2

6 调查过程..... 3

    6.1 数据获取.....3

    6.2 数据处理.....3

    6.3 海洋内波的判定.....3

    6.4 海洋内波信息提取.....3

    6.5 海洋内波信息统计与分析.....4

7 结果验证..... 4

    7.1 验证内容.....4

    7.2 验证方法.....4

8 图件制作..... 5

    8.1 海洋内波位置分布专题图.....5

    8.2 海洋内波频次分布专题图.....5

    8.3 图件构成要素.....5

    8.4 地理坐标系.....6

9 质量检查..... 6

    9.1 检查内容.....6

    9.2 检查方法.....6

    9.3 符合性判定.....6

10 数据汇总与资料归档..... 6

    10.1 数据汇总.....6

    10.2 资料归档.....7

附录 A（规范性）海洋内波遥感调查数据记录表..... 8

附录 B（资料性）海洋内波遥感图像典型样例..... 10

附录 C（规范性）海洋内波遥感调查成果数据记录表..... 12

附录 D（资料性）海洋内波分布专题图样例..... 14

## 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、中国海洋大学、中国石油大学（华东）。

本文件主要起草人：孟俊敏、孙丽娜、范陈清、张晰、王晶、张杰、张昊、胡蓓蕾。



# 海洋内波遥感调查技术规范

## 1 范围

本文件规定了海洋内波遥感调查的总则、调查流程、调查过程、结果验证、图件制作、质量检查以及数据汇总与资料归档。

本文件适用于基于多源卫星遥感数据的海洋内波遥感调查。

## 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 14950 摄影测量与遥感术语

GB/T 15920 海洋学术语 物理海洋学

GB/T 19710 地理信息 元数据

## 3 术语和定义

GB/T 14950、GB/T 15920和GB/T 19710界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**海洋内波** oceanic internal waves

在层化海洋内部发生的以重力为恢复力的波动。

注：内波能将大、中尺度运动过程的能量传递给小尺度过程，是引起海水内部混合、形成温、盐细微结构的重要原因。

[来源：GB/T 15920-2010，2.4.49]

### 3.2

**波列** wave train

一种延伸与移动于空间的波动，在任意时刻，可以用周期函数来描述。

### 3.3

**波包** wave packet

有限空间范围内，不同孤子谐波组成的整体包络波动现象。

### 3.4

**下降型内波** depression internal wave

在跃层以上水深小于下层水深的海洋内部发生的等密度线向下凹陷的波动。

### 3.5

**上升型内波** elevation internal wave

在跃层以上水深大于下层水深的海洋内部发生的等密度线向上凹陷的波动。

### 3.6

**专题图** thematic map

反映海洋内波信息空间分布特征的地图。

4 总则

4.1 调查目的

利用可见光遥感图像和SAR遥感图像，开展海洋内波遥感调查工作，获取海洋内波波列位置、内波传播方向以及时空分布信息，统计分析调查海域海洋内波的波列位置分布、波向分布和时空分布特征，制作海洋内波时空分布和发生频率专题图。

4.2 调查原则

基于可见光遥感图像和SAR遥感图像提取海洋内波特征信息，严格做好卫星遥感图像处理过程中的质量控制和管理，统一成果编制过程所用的数据和图件格式，保证最终成果的科学性和实用性。

4.3 调查范围

近海、大陆架、深海、大洋等海洋内波发生海域。

5 调查流程

海洋内波遥感调查工作流程如图1所示。

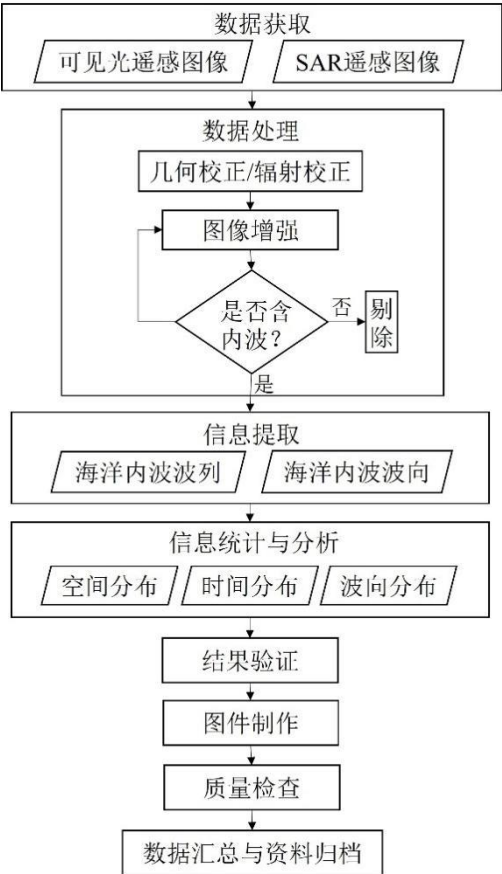


图 1 海洋内波遥感调查工作流程图



## 6 调查过程

### 6.1 数据获取

收集调查区域范围内的可见光遥感图像和SAR遥感图像。遥感图像应覆盖整体或者部分调查区域，空间分辨率宜优于500 m。待原始遥感数据获取结束，应填写数据获取记录表，海洋内波遥感调查数据记录表应符合附录A的规定，原始数据获取记录表格式应符合图A. 1的规定。

### 6.2 数据处理

#### 6.2.1 可见光遥感图像和 SAR 遥感图像应进行数据预处理：

- a) 可见光遥感图像应进行几何校正；
- b) SAR 遥感图像应首先进行辐射校正，然后进行几何校正。

#### 6.2.2 可见光遥感图像和 SAR 遥感图像读取和处理方法如下：

- a) 选取可见光遥感图像和 SAR 遥感图像专用处理软件对数据进行读取，剔除无法读取的数据；
- b) 对可读取的可见光遥感图像进行几何校正，对可读取的 SAR 遥感图像进行辐射校正和几何校正，待数据处理结束，应填写海洋内波遥感调查处理后数据记录表和海洋内波遥感调查处理后遥感数据的元数据文件表，格式应分别符合图 A. 2、图 A. 3 的规定；
- c) 可见光遥感图像和 SAR 遥感图像采用卫星自带的地理定位文件进行辐射校正或几何校正，并在元数据文件表中记录数据处理方法。

### 6.3 海洋内波的判定

海洋内波在可见光遥感图像和SAR遥感图像上一般具备以下特征：

- a) 海洋内波在遥感图像上呈现为先亮后暗或先暗后亮的条带；
- b) 海洋内波在 SAR 遥感图像上，呈现先亮后暗的条带为下降型内波，先暗后亮的条带为上升型内波，海洋中的内波大多是下降型内波，上升型内波较少，常常出现在下降型内波尾后；
- c) 以波包形式传播的海洋内波，每个波包包含若干个单孤波，单孤波间距依次递减；
- d) 海洋内波波峰线长度和振幅分级排列，最大的在波包前端，最小的在尾部；
- e) 沿海洋内波传播方向，波包中单孤波的波峰线长度和间距呈现递减趋势；
- f) 陆坡处向岸传播的海洋内波，波峰线基本与地形等深线平行；
- g) 海峡或海岛周边区域的海洋内波，多呈现不规则形状。

海洋内波遥感图像典型样例见附录 B。

### 6.4 海洋内波信息提取

#### 6.4.1 海洋内波波列

##### 6.4.1.1 海洋内波在可见光遥感图像和 SAR 遥感图像中多以波列的形式出现，海洋内波波列提取要求如下：

- a) 遥感图像中可见的每个海洋内波条带均应提取；
- b) 每一幅遥感图像建立一个矢量层，存储海洋内波的波列位置信息；
- c) 记录前导波波峰线的中心经纬度和传播方向。

##### 6.4.1.2 选取遥感图像专用处理软件读取几何校正后的海洋内波可见光遥感图像和 SAR 遥感图像，进行图像增强处理后，采用人机交互式方法提取海洋内波波列信息。待生成结果数据后，应填写成果数据记录表，海洋内波遥感调查成果数据记录表应符合附录 C 的规定，成果数据记录表格式和元数据文件表格式应分别符合图 C. 1、图 C. 2 的规定。

## 6.4.2 海洋内波波向

采用遥感图像专用处理软件，导入提取的海洋内波波列矢量文件，通过海洋内波的传播方向和正北向顺时针夹角确定海洋内波波向，波向提取精度应不低于 $10^{\circ}$ 。待生成结果数据后，应填写成果数据记录表，成果数据记录表格式和元数据文件表格式应分别符合图C.1、图C.2的规定。

## 6.5 海洋内波信息统计与分析

### 6.5.1 空间统计与分析

根据提取的海洋内波波列成果数据，采用遥感图像专用处理软件统计海洋内波的位置空间分布，海洋内波波列位置应在调查区域范围内，在此基础上进一步分析海洋内波的空间分布特征。

### 6.5.2 时间统计与分析

海洋内波波列成果数据中的可见光遥感图像和SAR遥感图像自带获取时间，根据成果数据，统计海洋内波月、季、半年和年的发生天数，相同位置同一天探测到的海洋内波遥感图像仅统计一次。通过统计海洋内波的发生时间，分析海洋内波月、季、半年和年的时间分布特征。

### 6.5.3 波向统计与分析

根据海洋内波波向提取结果，统计海洋内波波向信息，进一步分析调查区域海洋内波波向的月、季、半年和年分布特征。

## 7 结果验证

### 7.1 验证内容

验证内容主要包括：

- 海洋内波位置；
- 海洋内波波向。

### 7.2 验证方法

#### 7.2.1 遥感图像验证

7.2.1.1 利用准同步遥感图像验证提取的海洋内波位置和波向信息，遥感图像应符合如下要求：

- a) 遥感图像应包括可见光遥感图像或 SAR 遥感图像；
- b) 两幅遥感图像的时间间隔不大于 8 h；
- c) 两幅图像的空间分辨率在相同数量级范围内。

7.2.1.2 利用覆盖同一海域、时间间隔在 8 h 之内的两幅遥感图像，分别在两幅遥感图像中确定海洋内波波列位置和传播方向，对比验证海洋内波位置信息和传播方向。

#### 7.2.2 实测数据验证

7.2.2.1 利用准同步现场温盐观测数据验证提取的海洋内波位置信息，温盐观测数据应符合如下要求：

- a) 现场温盐观测数据与遥感图像的时间间隔不大于 4 h；
- b) 潜标/浮标获取的温盐观测资料，时间分辨率不低于 10 min。

7.2.2.2 选取与海洋内波遥感图像覆盖同一海域、时间间隔在 4 h 之内的现场温盐观测数据，通过现场获取的海水密度剖面曲线获得海洋内波信息，与遥感图像中海洋内波条带位置进行对比验证。

### 7.2.3 符合性判定

利用准同步卫星遥感图像和现场观测数据验证调查结果，符合以下特征，则可用于海洋内波波列位置和波向的验证：

- a) 相邻两幅遥感图像时间间隔不大于 8 h，获取的海洋内波波形在传播一段距离后无变化，则判定为同一条内波；
- b) 相邻两幅遥感图像时间间隔不大于 8 h，获取的同一条海洋内波在传播一段距离后，传播方向几乎无变化，可用于海洋内波传播方向的验证；
- c) 遥感图像与现场观测时间间隔不大于 4 h，遥感获取的海洋内波距离现场观测位置最近，则判定为同一条海洋内波。

## 8 图件制作

### 8.1 海洋内波位置分布专题图

海洋内波位置分布图件应包括以下要素：

- a) 调查区域位置和范围；
- b) 海洋内波月、季、半年和年位置统计信息；
- c) 输出分辨率不低于 300 dpi。

待海洋内波位置分布专题图生成后，应填写海洋内波遥感调查专题图数据记录表和海洋内波遥感调查专题图数据的元数据文件表，格式应分别符合图 C.3、图 C.4 的规定。海洋内波分布专题图样例见附录 D。

### 8.2 海洋内波频次分布专题图

海洋内波发生频次分布图件应包括以下要素：

- a) 调查区域位置和范围；
- b) 海洋内波月、季、半年和年发生频次；
- c) 输出分辨率不低于 300 dpi；
- d) 海洋内波发生频次统计区域网格优于  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 。

海洋内波频次分布专题图样例见附录 D。

### 8.3 图件构成要素

信息专题图的构成宜包括以下要素：

- a) 图名；
- b) 图号；
- c) 坐标系；
- d) 比例尺；
- e) 投影；
- f) 图例；
- g) 密级；
- h) 内外图廓线；
- i) 公里网；
- j) 经纬度及其注记；
- k) 图像类型；

- l) 成像时间;
- m) 制作单位;
- n) 制作时间;
- o) 主要地名。

#### 8.4 地理坐标系

坐标系要求如下:

- a) 投影采用高斯-克吕格投影, 1:10000 及更大比例尺采用 3 °分带, 小于 1:10000 比例尺采用 6 °分带;
- b) 大地坐标系统宜采用 2000 国家大地坐标系;
- c) 高程基准宜采用 1985 国家高程基准, 时间系统宜采用世界标准时间 (UTC)。

### 9 质量检查

#### 9.1 检查内容

海洋内波遥感调查过程中, 需要检查的内容如下:

- a) 原始遥感图像;
- b) 处理后遥感图像;
- c) 提取的成果数据;
- d) 专题图制作;
- e) 调查人员。

#### 9.2 检查方法

采用遥感图像专用处理软件, 利用人机交互式方法进行检查。逐一打开用于海洋内波调查的原始遥感图像、处理后遥感图像、提取的海洋内波成果数据和制作的专题图, 检查数据的格式、类型、范围等, 检查中发现的问题应及时退回修改, 然后复查, 直至合格为止。调查人员应经过严格的岗前培训。

#### 9.3 符合性判定

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) 原始遥感图像应覆盖调查区域, 且具有可读性;
- b) 处理后的遥感图像应符合投影和坐标要求;
- c) 提取的海洋内波信息结果应完成对比验证;
- d) 专题图应符合制图要求;
- e) 调查人员应具有岗前培训资质。

### 10 数据汇总与资料归档

#### 10.1 数据汇总

调查工作结束后, 检查原始图像数据集、处理后图像数据集、要素成果数据集和专题图数据集的完整性、准确性和一致性。数据汇总要求如下:

- a) 原始遥感图像应覆盖整体或者部分调查区域, 图像格式为标准图像产品格式或其他能为通用遥感处理软件读取的数据格式;

- b) 原始遥感图像采用图像收集购置时自带的名称；
- c) 处理后数据命名规则：原始数据文件名+\_几何校正+\_处理时间；
- d) 专题图应包括月、季、半年和年内波位置和频次分布。

## 10.2 资料归档

汇总调查工作获取的数据和提取的信息，包括原始遥感图像数据集，处理后遥感图像数据集，提取的内波信息成果数据集，以及制作内波位置分布专题图和频次分布专题图数据集，进行数据整编。

对调查工作整编的数据进行归档，归档数据包括：原始图像数据集、处理后图像数据集、成果数据集和专题图数据集。

附 录 A  
(规范性)  
海洋内波遥感调查数据记录表

海洋内波遥感调查原始数据获取记录表格式见图 A. 1, 海洋内波遥感调查处理后数据记录表格式见图 A. 2, 海洋内波遥感调查处理后遥感数据的元数据文件表格式见图 A. 3。

海洋内波遥感调查原始数据获取记录表

序号	图像文件名称	卫星/传感器名称	成像时间	空间分辨率	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
....					
合计					

图 A.1 海洋内波遥感调查原始数据获取记录表格式

海洋内波遥感调查处理后数据记录表

序号	处理后图像文件名称	卫星/传感器名称	成像时间	处理时间	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
....					
合计					

图 A.2 海洋内波遥感调查处理后数据记录表格式

海洋内波遥感调查处理后遥感数据的元数据文件表

序号	数据项	内容（说明及举例）
1	文件名	（如“海洋内波_ GF1_WFV1_E97.0_N11.2_20160301_L1A0001444282_几何校正_20210320.img”）
2	卫星名称	（如“GF-1”）
3	传感器名称	（如“WVF”）
4	波段信息	（如“第二波段”）
5	极化方式	（可见光遥感图像填写“—”）
6	空间分辨率	（如“0.5 m”）
7	成像时间	（YYYYMMDDHHMM）
8	图像数据格式	（如“*.img”）
9	覆盖区域	（如“SCS-YG01”）
10	坐标系名称	（CGCS2000）
11	投影名称	（高斯-克吕格）
12	中央经线	（如“119 °E”）
13	几何校正方法	（如“正射校正/多项式法”）
14	定位误差	（单位为 m，小数点后 1 位，如“0.8 m”）
15	处理人	（实际处理人）
16	处理单位	（单位全称）
17	处理日期	（YYYYMMDD）
18	检查人	（技术负责人）
19	检查单位	（单位全称）
20	检查日期	（YYYYMMDD）

图 A.3 海洋内波遥感调查处理后遥感数据的元数据文件表格式

附录 B  
(资料性)  
海洋内波遥感图像典型样例

海洋内波可见光遥感图像典型样例见图B.1，海洋内波SAR遥感图像典型样例见图B.2。

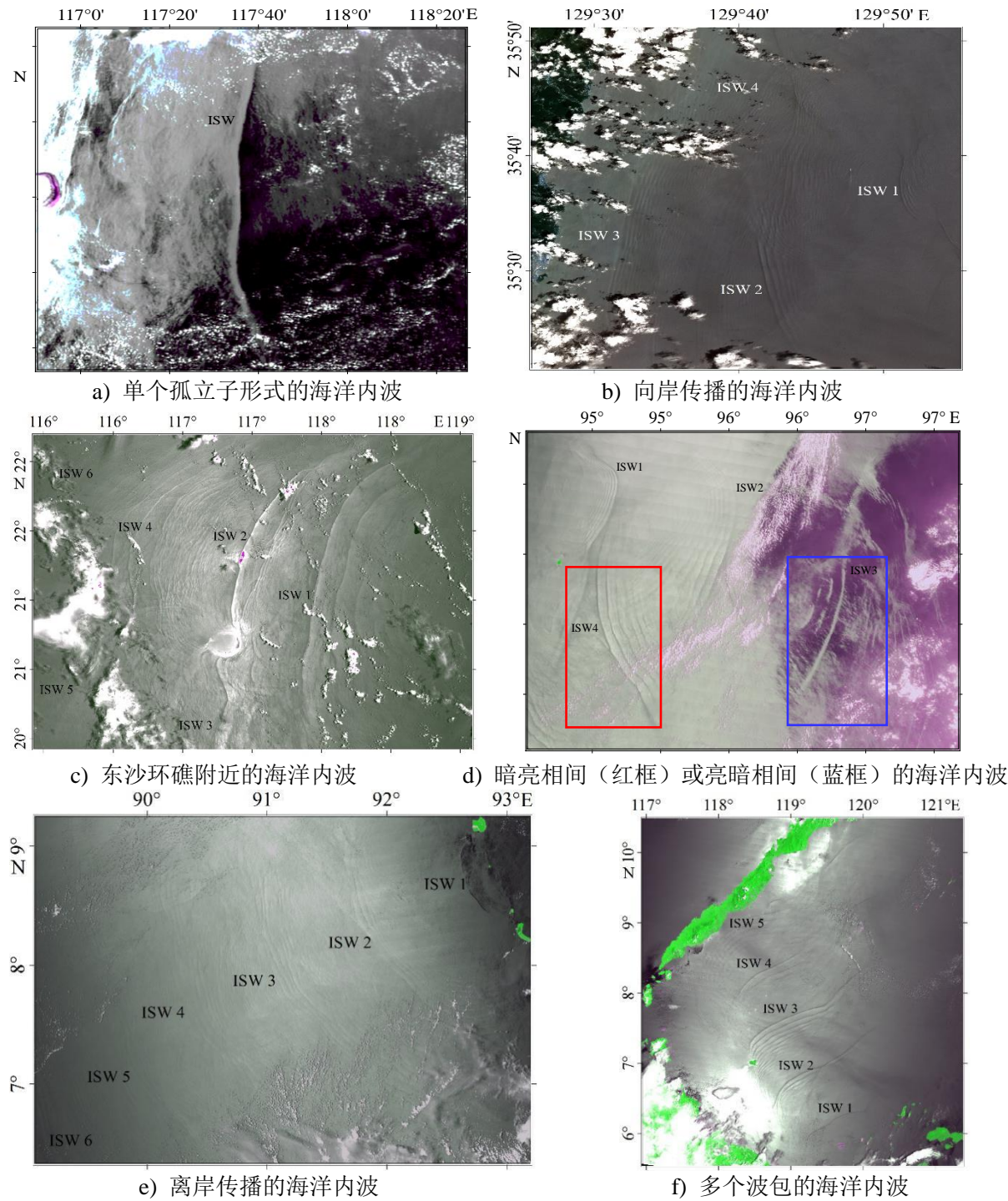


图 B.1 海洋内波可见光遥感图像典型样例



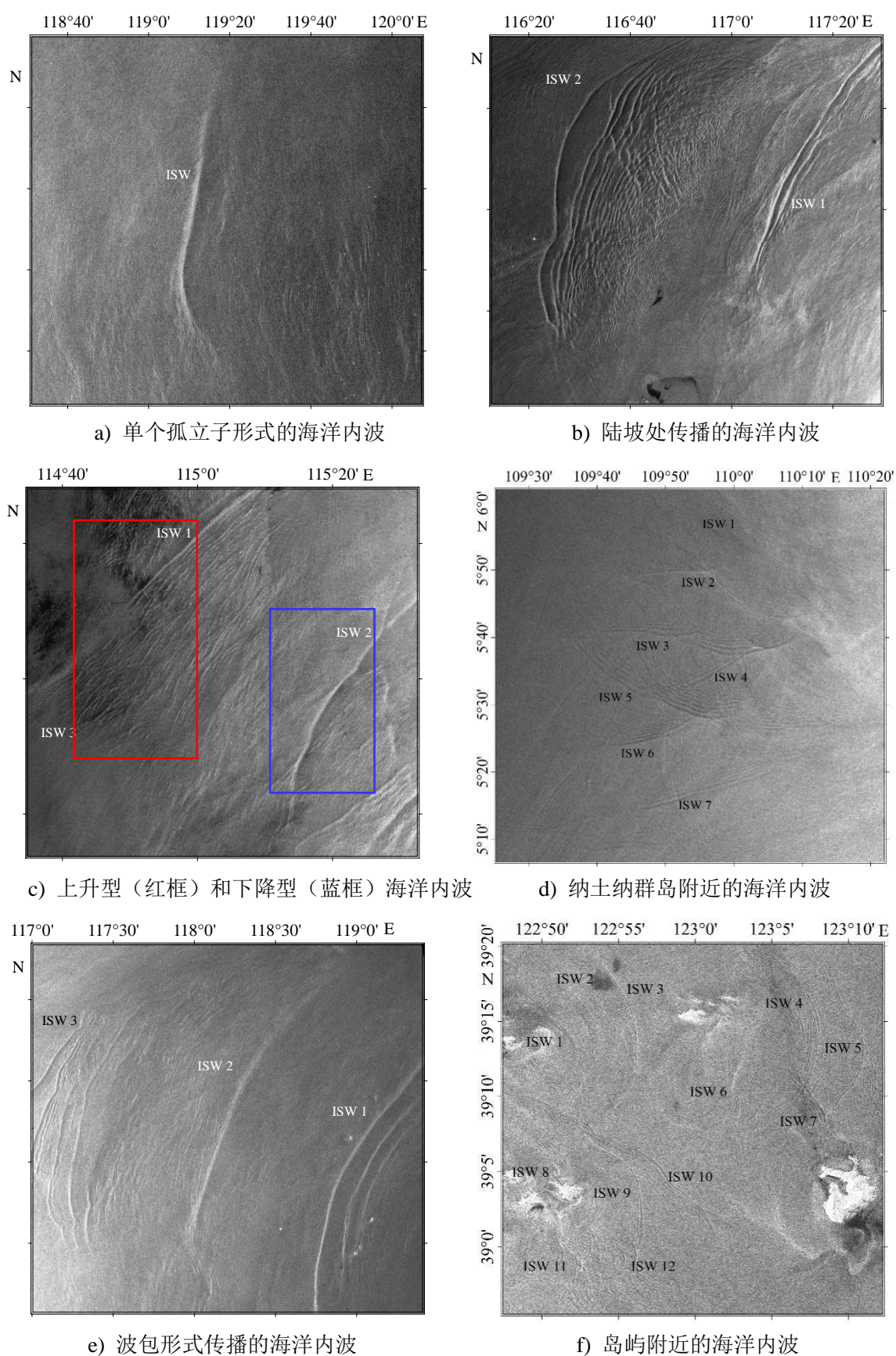


图 B.2 海洋内波 SAR 遥感图像典型样例

附录 C  
(规范性)

海洋内波遥感调查成果数据记录表

海洋内波遥感调查成果数据记录表格式见图C.1，海洋内波遥感调查成果数据的元数据文件表格式见图C.2，海洋内波遥感调查专题图数据记录表格式见图C.3，海洋内波遥感调查专题图数据的元数据文件表见图C.4。

海洋内波遥感调查成果数据记录表

序号	成果数据文件名称	卫星/传感器名称	生成时间	处理时间	备注
1					
2					
3					
4					
5					
....					
合计					

图 C.1 海洋内波遥感调查成果数据记录表格式  
海洋内波遥感调查成果数据的元数据文件表

序号	数据项	内容（说明及举例）
1	文件名	（文件名全称）
2	卫星名称	（如“GF-1”）
3	传感器名称	（如 “WVF”）
4	空间分辨率	（如“0.5 m”）
5	数据时间	（YYYYMMDDHHMM）
6	数据格式	（如“*.shp”）
7	中心经纬度	（如“20 °N， 119 °E”）
8	处理人	（实际处理人）
9	处理单位	（单位全称）
10	处理日期	（YYYYMMDD）
11	检查人	（技术负责人）
12	检查单位	（单位全称）
13	检查日期	（YYYYMMDD）

图 C.2 海洋内波遥感调查成果数据的元数据文件表格式

海洋内波遥感调查专题图数据记录表

序号	专题图文件名称	卫星/传感器名称	生成时间	处理时间	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
....					
合计					

图 C.3 海洋内波遥感调查专题图数据记录表格式

海洋内波遥感调查专题图的元数据文件表

序号	数据项	内容（说明及举例）
1	文件名	（文件名全称）
2	卫星名称	（如“GF-1”）
3	传感器名称	（如“WVF”）
4	空间分辨率	（如“0.5 m”）
5	数据时间	（YYYYMMDDHHMM）
6	数据格式	（如“*.tiff”）
7	中心经纬度	（如“20 °N， 119 °E”）
8	处理人	（实际处理人）
9	处理单位	（单位全称）
10	处理日期	（YYYYMMDD）
11	检查人	（技术负责人）
12	检查单位	（单位全称）
13	检查日期	（YYYYMMDD）

图 C.4 海洋内波遥感调查专题图的元数据文件表格式

附录 D  
(资料性)

海洋内波分布专题图样例

海洋内波位置和频次月分布专题图样例见图D.1，海洋内波位置和频次季分布专题图样例见图D.2，海洋内波位置和频次半年分布专题图样例见图D.3，海洋内波位置和频次年分布专题图样例见图D.4。

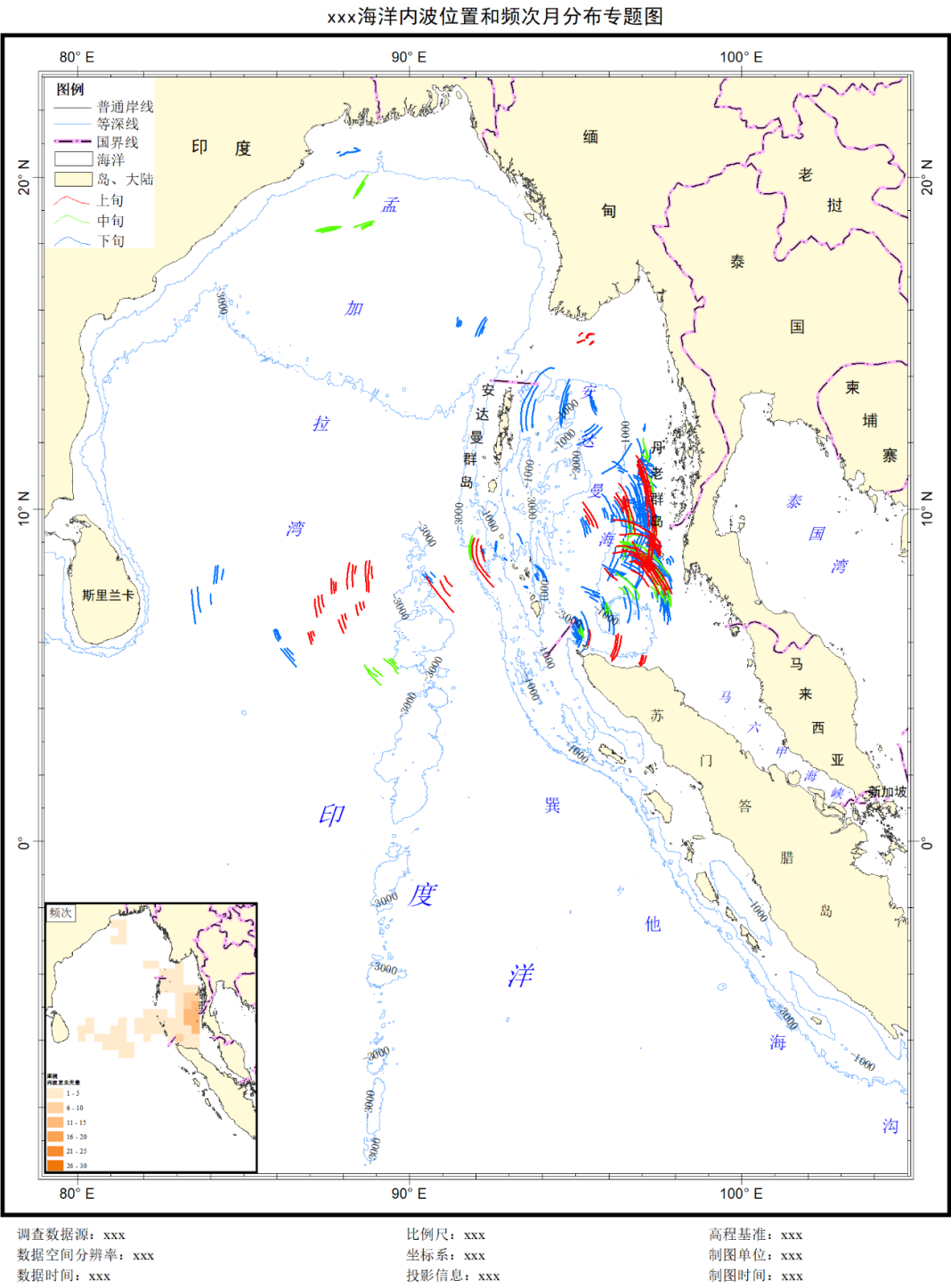


图 D.1 海洋内波位置和频次月分布专题图样例

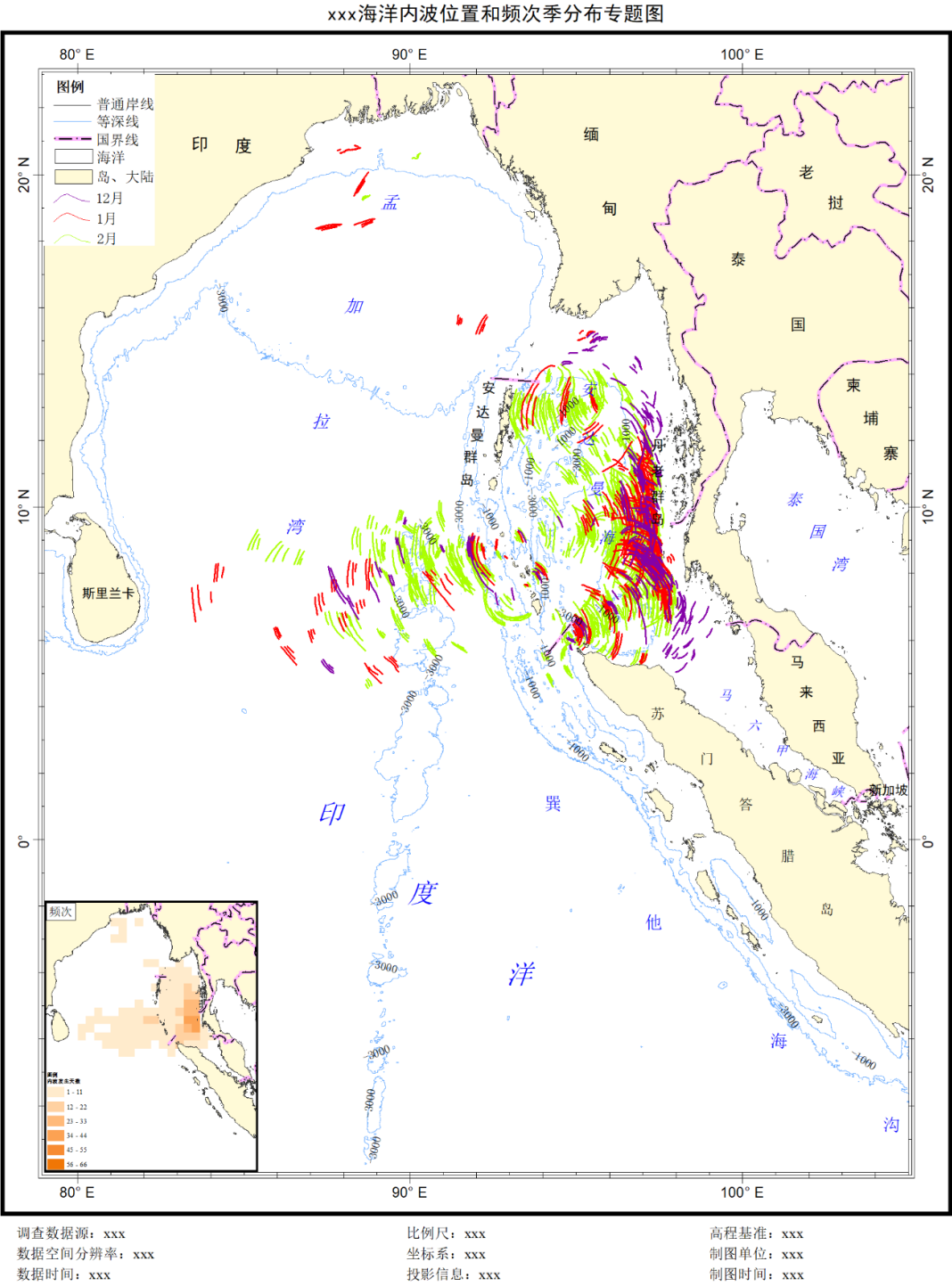


图 D.2 海洋内波位置和频次季分布专题图样例



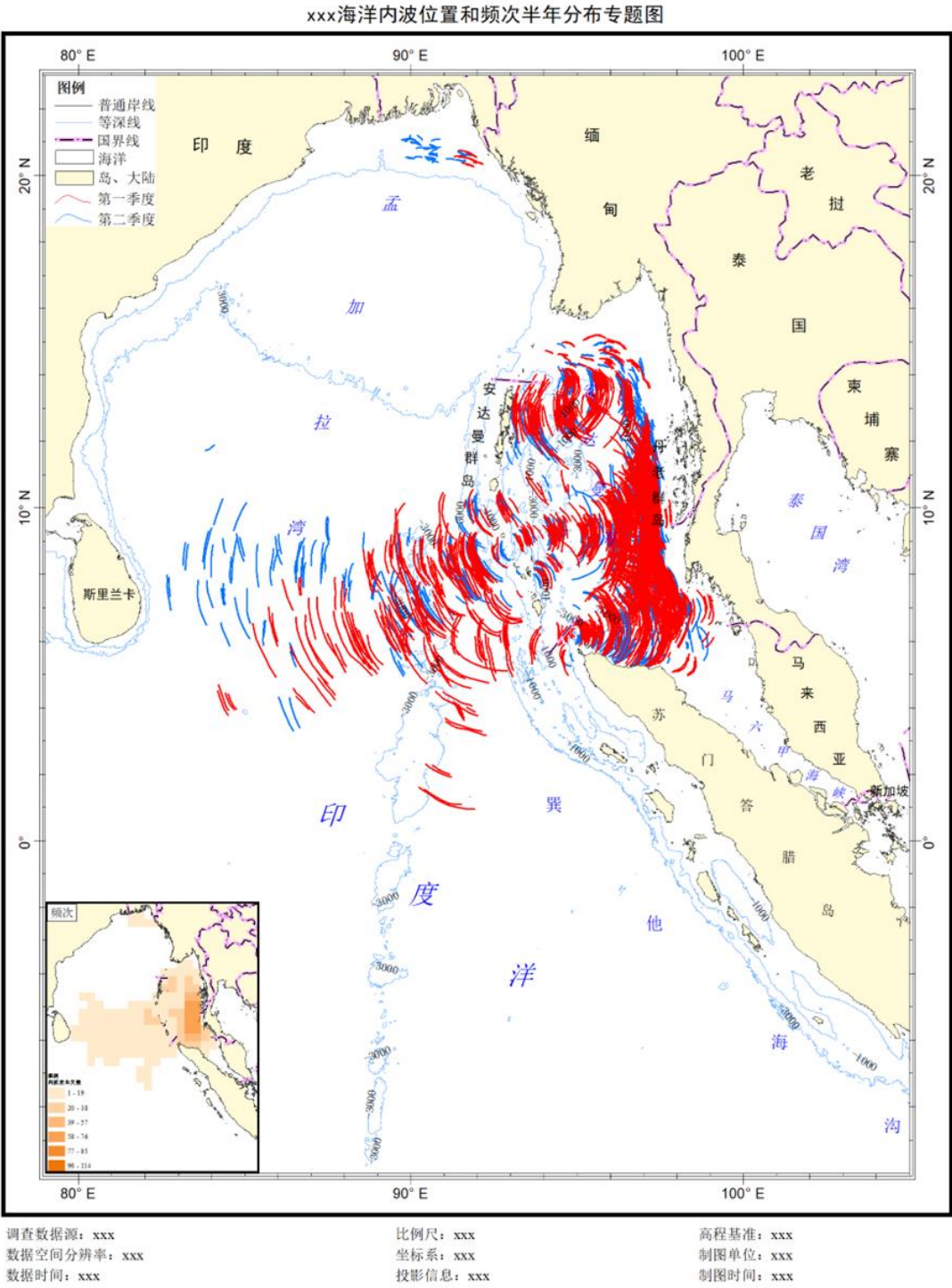


图 D.3 海洋内波位置和频次半年分布专题图样例

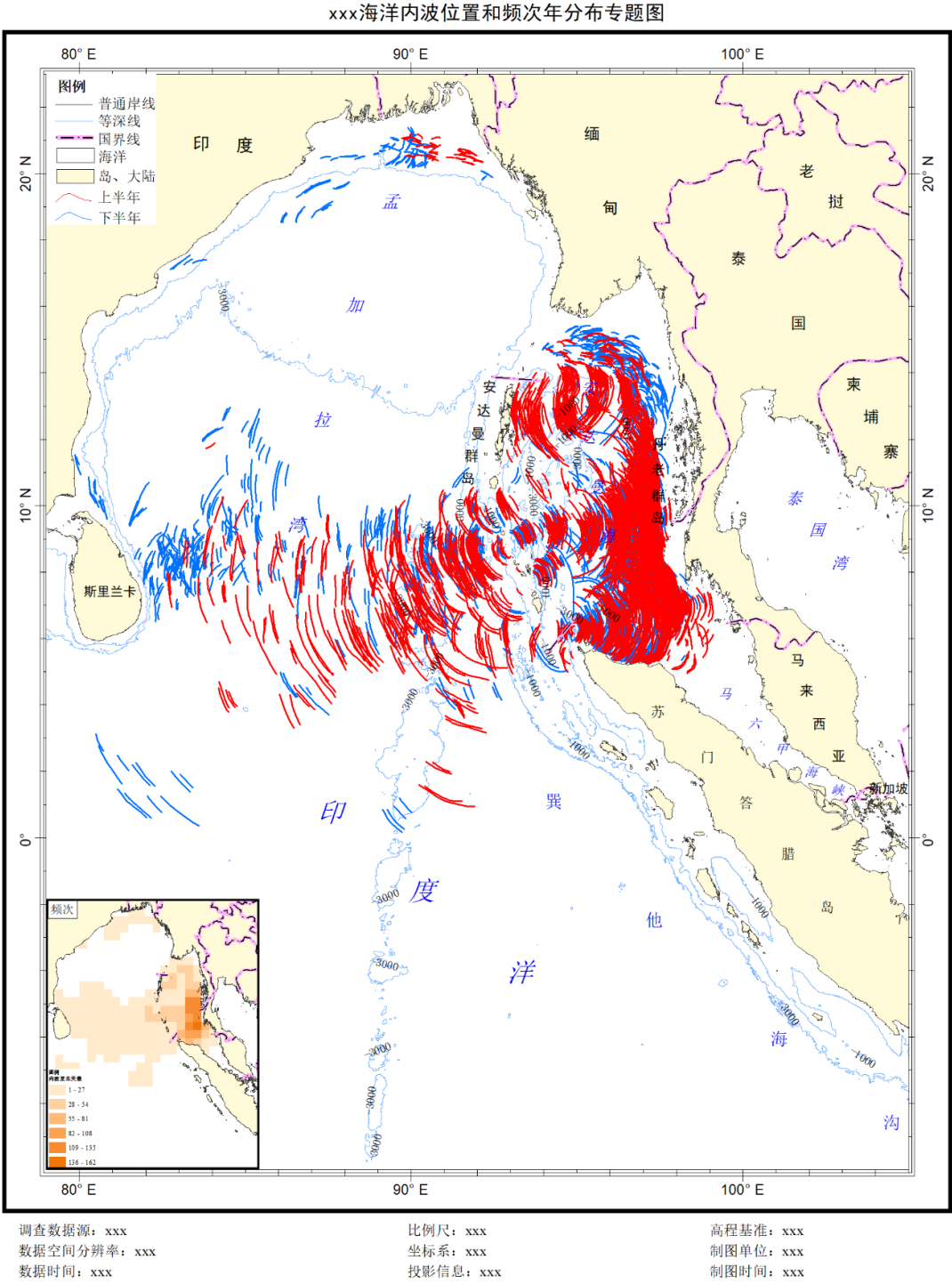


图 D.4 海洋内波位置和频次年分布专题图样例