

## 自然资源标准项目建议书

中文名称	海洋温度锋面遥感调查技术规范					
英文名称	Technical specification for remote sensing survey of oceanic temperature fronts					
标准层级	<input type="checkbox"/> 国家标准 <input checked="" type="checkbox"/> 行业标准		标准性质		<input checked="" type="checkbox"/> 推荐性标准 <input type="checkbox"/> 强制性标准	
标准类型	<input type="checkbox"/> 环保 <input checked="" type="checkbox"/> 方法 <input type="checkbox"/> 产品 <input type="checkbox"/> 安全 <input type="checkbox"/> 管理 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/> 基础 <input type="checkbox"/> 卫生					
制定/修订	<input checked="" type="checkbox"/> 制定 <input type="checkbox"/> 修订		被修订标准号			
采用国际标准	<input checked="" type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> ISO 确认的国际标准 <input type="checkbox"/> ISO <input type="checkbox"/> ISO/IEC <input type="checkbox"/> IEC <input type="checkbox"/> ITU		采用程度		<input type="checkbox"/> 修改 <input type="checkbox"/> 等同 <input type="checkbox"/> 非等效	
采标号			采标名称			
ICS	07.040		CCS		A76	
技术归口单位	全国地理信息技术委员会 (TC230)					
牵头起草单位	自然资源部第一海洋研究所					
参加起草单位	自然资源部第一海洋研究所、自然资源部第二海洋研究所、国家卫星海洋应用中心、国家海洋信息中心					
联系人	姓名	孙伟富	职务/职称	高级工程师	手机	13792904443
	电话	05328395018 2	邮箱	sunweifufio.org.cn		
	所在单位	自然资源部第一海洋研究所				
项目周期	24 个月	是否采用快速程序	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	快速程序代码	<input type="checkbox"/> B2 <input type="checkbox"/> C3 <input type="checkbox"/> B3 <input type="checkbox"/> B4 <input type="checkbox"/> B1	
目的、意义	<p>海洋锋面是指海洋中要素变化剧烈的狭长区域，是海洋中一种常见的中尺度现象，其强度、位置、长度等都会随时间而变化，是多种物理过程相互作用的结果。海洋锋面区域的物理化学性质十分特殊，其海表温度 (Sea Surface Temperature, SST)、海表盐度 (Sea Surface Salinity, SSS)、流速、声速、密度、水色 (如叶绿素 a 浓度, Chlorophyll a concentration, Chl-a) 等均具有较大的水平梯度。锋区通常具有较强的斜压结构，各种物质交换活动十分活跃，在海气相互作用中占有重要位置。锋面附近常伴有海水辐合，聚集了海上油污、重金属等物质，对海洋环境保护具有不可忽视的意义；该海域通常含有丰富的营养物质，为海上的生物、鱼类等提供食物和生存环境，对海洋渔业发展具有一定的价值。此外海洋锋面还会影响海洋中的流场结构，通过海洋锋面识别不同水团交界线，可以研究水团的时空变化与生消等特性。海洋温度锋面是海洋环境参数研究中的重要领域，也是海洋中物质运动和能量交换的重要地带，因此了解海洋温度锋面的空间分布及时间变化特征对海洋环境保护、海洋渔业建设、捕捞计划制定以及海洋生物栖息地的产生与变化等具有不可忽视的意义，对于了解海洋中尺度现象、海洋流场结构等意义重大，同时对海洋军事等具有很大的价值。</p> <p>近些年来，对海洋温度锋面的研究已经成为了海洋物理和物理海洋学的研究热点</p>					

	<p>之一。受海洋温度锋面空间尺度的限制，现场观测难以获取完整的海洋温度锋面特征信息，而卫星遥感技术的发展，为海洋温度锋面检测与分析提供了新的有效技术手段，可以实现全球范围的海洋温度锋面识别、提取与特征分析。随着卫星遥感数据的不断增多，基于卫星遥感技术的海洋温度锋面常态化调查成为可能。我国已启动了系列包含海洋温度锋面的遥感调查专项。自 2012 年“全球变化与海气相互作用”专项开始，我国已开展了西太平洋、东印度洋和南海海域长时序（2010-2020）海洋温度锋面遥感调查，在海洋温度锋面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。同时，随着卫星遥感技术的发展，多源卫星遥感数据不断丰富，海洋温度锋面遥感调查将是未来持续获取区域和全球海洋锋面信息的最为重要的手段，但到目前为止我国尚未有针对海洋温度锋面遥感调查的技术规范。因此，本项目拟基于已在“全球变化与海气相互作用”专项中成熟使用的海洋温度锋面遥感调查技术方法，研究并提出海洋温度锋面遥感调查技术标准，为我国海洋监测、海洋科学研究、海洋环境安全保障等提供重要技术规范支撑。</p>
<p>范围和主要技术内容</p>	<p>本标准适用于近海、大陆架和大洋海域的海洋温度锋面遥感调查，可应用于海洋调查和科学研究。</p> <p>本规范规定了利用卫星遥感技术进行海洋温度锋面调查的总则、调查内容、调查流程、调查过程、结果验证、图件制作、质量检验以及数据汇总与资料归档。标准规定了数据预处理方法、信息提取方法、制图表达、精度及要求等，主要技术要求包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①海洋温度锋面遥感调查的数据获取、处理与锋面特征判定技术要求。</li> <li>②海洋温度锋面信息提取的方法和技术要求。</li> <li>③海洋温度锋面信息统计和分析方法，包括时间与空间统计分析。</li> <li>④海洋温度锋面探测结果验证方法和要求。</li> <li>⑤海洋温度锋面调查专题图制作的要求。制图中需要规范的要素有图示图例和注记等，主要包括图名、图号、坐标系、指北针、比例尺、投影及中央经线、图廓线等，还要给出输出图像的分辨率等。</li> <li>⑥海洋温度锋面调查结果质量检查方法和要求。</li> <li>⑦海洋温度锋面调查数据汇总与资料归档技术流程。</li> </ol>
<p>国内外情况简要说明</p>	<p>最早关于海洋温度锋面的研究是基于实测数据进行的，主要来源是沿岸站、船测、浮标等常规观测，船舶航线和浮标的数量有限，且易受天气、人力、物力等影响，无法获得长时间、大面积的连续数据来研究海洋温度锋面的时空变化特征及形成机制。贺志刚等（2007）利用 Argo 浮标数据、上层温度观测资料、WOCE 等数据研究了东南印度洋锋面的变化情况，但由于实测数据有限，无法准确得到水团的季节变化及其与锋面的关系，因此需要发展其他更加方便获取、准确有效的数据进行海洋温度锋面的研究。随着科技的发展，出现了卫星遥感数据，如红外辐射计 MODIS (Barton, 2006)、VIIRS、AVHRR (Shaw et al., 2000) 等，微波辐射计 WindSat (Zhu et al., 2016)、AMSR2 (Zabolotskikh et al., 2014)、GMI 等 SST 数据，此外许多机构还生成了多传感器融合 SST 产品 (Martin et al., 2012; Chao et al., 2009; Xie et al., 2008)，在一定程度上提高了数据精度和覆盖范围。相较于传统实测数据，卫星遥感数据具有全天时、全天候、大范围、长时间观测的优点，受天气变化影响较小 (Martin et al., 2012)。基于遥感数据的海洋锋面探测研究较多，多是基于 SST 数据进行的海洋温度锋面工作。</p> <p>目前基于遥感数据的海洋温度锋面检测方法主要有直方图法 (Cayula and Cornillon., 1992)、梯度法 (Belkin et al., 2009; Oram et al., 2008)、数学形态学方法 (Lea et al., 2007; Pi et al., 2010)、熵理论算法 (Vázquez et al., 2010)、</p>

引力模型法 (Sun et al., 2007)、Canny 边缘检测算法 (Wall et al., 2008) 等。直方图方法最早由 Cayula 等 (1992) 提出, 首先发展了单一影像检测方法 (single-image edge detection, SIED), 基于此在 1995 年提出多影像检测方法 (multi-image edge detection, MIED), 并得到广泛应用, Diehl 等 (2002) 发展了 SIED 修正版本的算法, 即多窗口检测法 (variable window single-image edge detection, VW-SIED), 该算法对近岸地区的锋面检测有较为明显的改善; Belkin 等 (2003) 利用直方图算法描述了太平洋沿岸锋的分布特征和变化规律; Yao 等 (2012) 成功利用 SIED 法检测到了中国南海温度锋面。温度梯度法原理直观, 是海洋锋研究中的一种基础手段, Wang 等 (2009) 基于 Sobel 梯度法探测了黄海西南部的温度锋, 刘传玉等 (2009) 利用梯度法分析了黄海暖流源区温度锋的分布及季节变化。数学形态学运算简单、易于实现, 在边缘检测方面具有明显的优势, 近年来该方法逐渐应用于海洋锋检测中。Lea 等 (2007) 利用形态学的开闭运算对大西洋北部的中尺度海洋结构进行了解译; 薛存金等 (2008) 对该方法结构元素尺寸、锋面宽度及海流流幅尺度三者之间的定量关系展开了探索, 得出了锋面检测的定量关系; Pi 等 (2010) 基于多尺度结构元素的数学形态学方法研究了台湾海峡及周边海域的锋面, 并探究了锋面的变化情况。熵在边缘检测中能够较好地抵抗噪声, 有学者将这一理论应用到了海洋锋探测中, 如基于詹森香浓散度 (Jensen-Shannon Divergence, JSD) 信息熵的算法。Shimada 等 (2005) 利用 JSD 研究日本海岸附近的海洋锋, 利用数学形态学对锋面点进行连接, 描述了锋面的结构和季节变化情况; Vázquez 等 (2010) 使用 JSD 对近伊比利亚半岛地区的大西洋和地中海区域的海洋锋进行检测; 孙根云等 (2012) 基于 JSD 原理, 结合多方向结构元素处理中国东部近海 SST 数据, 检测得到海洋锋。Sun 等 (2007) 最早提出了一种基于万有引力定律的边缘检测算法; 张春雪等 (2011) 在万有引力算法的基础上引入了非线性滤波算子, 使得边缘定位更加准确; 平博等 (2015) 基于引力算法, 结合海洋锋的特点, 提出了引力模型算法, 并在 2014 年将其应用于北京一号数据。传统的边缘检测算子对噪声的抑制能力较弱, 检测出的边缘不够清晰, 无法准确对海洋温度锋面中心位置进行定位。近年来许多专家学者选择能够更好地平衡抗噪能力与定位精度的 Canny 边缘检测算子来检测海洋温度锋面, 获得海洋温度锋面的中心位置, 如 Wall 等 (2008) 基于 Canny 算法检测了近岸海洋温度锋面。

除上述方法外, 还有许多国内外学者对传统的海洋温度锋面探测方法进行了优化, Simhadri 等 (1998) 提出一种基于小波分析提取海洋特征信息的方法; 薛存金等 (2007) 基于小波分析算法对墨西哥湾流的温度锋面进行特征提取, 具有较好的可行性与实用性; Hopkins 等 (2010) 提出了一种基于统计模型的方法, 并引入加权局部似然性, 这是一种通用的、抗噪能力较强的锋面检测算法。部分学者将不同方法的优点结合在一起, 提高了锋面探测的运算能力和检测精度, 如张伟等 (2014) 根据海洋锋弱边缘的特性, 将 Canny 算法在噪声抑制和边缘定位中的优点与数学形态学算子对图像细化的能力结合起来, 实现了对海洋锋检测的优化; 崔雪森等 (2012) 在得到温度梯度后进行阈值分割, 结合数学形态学处理、细化修剪等步骤, 增加锋面的连续性; Kirches 等 (2016) 将 Canny 算法和 Cayula 的直方图算法组合细化, 发展了适用于不同传感器数据和不同海洋参数的 GRADHIST 方法。

梯度法因其原理简单易懂、计算快捷而被广泛应用, 但未考虑多方向邻域像素对中心像素的影响, 仅能提取单一尺度的锋面特征信息; Sobel 算子较为充分地考虑了不同方向相邻像素对中心点像素不同程度的影响, 相对增强了边缘可视性; 数学形态学方法比较依赖于结构算子的选择, 不同尺度、不同方向的结构算子适用于不同区域,

	<p>多种结构元素增加了计算量；引力模型定位精度较高，但对原始数据的明暗程度依赖性较高；Canny方法在一定程度上可以抑制噪声的影响，具有较高的信噪比，且可检测到锋面的中心位置，目前在涉及到锋面中心位置的研究中得到广泛应用。</p> <p>本标准的方法通过梯度累积直方图确定海洋温度锋面检测的阈值上下限，联合Sobel和Canny算子获取海洋温度锋面中心线位置，可在减少噪声的基础上更加全面地获得海洋温度锋面信息，适用于不同海域和不同季节。</p> <p>综上，海洋锋面遥感检测的方法已较为成熟，但尚未形成规范、统一的海洋温度锋面遥感检测标准，检测的海洋温度锋面遥感成果不一致，无法形成长时序、一致性的海洋锋面遥感调查成果，阻碍了不同学科研究人员的相互联合使用。因此，亟需制定海洋温度锋面遥感调查技术标准，用以指导遥感数据收集、处理和应用的规范性，提高海洋温度锋面遥感调查成果的一致性、可靠性及应用水平。</p>		
有关法律法规和强制性标准的关系	<p>本标准符合国家有关政策、法令和法规，编制格式符合GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》的要求，与相关的国家标准和行业标准协调一致。</p>		
经费预算说明	<p>本项目经费来源为自筹，共需经费约5.0万元，来源于海洋锋面遥感调查相关的全球变化与海气相互作用专项项目。包括：支出差旅费1.0万元，会议费1.5万元，专家咨询费2.5万元。</p> <p>2023年安排经费3万元，用于相关技术流程的研究、完善和标准的用户调研等。</p> <p>2024年安排经费2万元，用于技术流程的进一步完善、专家咨询会、技术研讨会和标准函审等。</p>		
时间进度安排	<p>2023.01 - 2023.03 成立标准编制组，制定工作计划</p> <p>2023.04 - 2023.08 开展调研工作</p> <p>2023.09 - 2023.10 编写标准初稿</p> <p>2023.11 - 2023.12 各部分汇总讨论、技术协调</p> <p>2024.02 - 2024.02 起草单位组织内审，编写组修改完善</p> <p>2024.03 - 2024.04 形成标准征求意见稿，并编写标准编制说明</p> <p>2024.04 - 2024.06 广泛征求意见，通过函评、会评和调研征求意见等方式汇总专家对标准征求意见稿的修改建议和意见</p> <p>2024.07 - 2024.08 整理、分析反馈信息并反复修改形成标准送审稿</p> <p>2024.09 - 2024.10 编写组提供具有广泛代表性的遥感数据，出具有关于遥感数据质量、海洋锋面提取结果的相关报告</p> <p>2024.10 - 2024.11 形成标准送审稿，完成标准送审稿技术预审</p> <p>2024.11 - 2024.12 标准送审稿完成技术审查</p> <p>2025.01 - 2025.03 在对评审意见做出正确处理，对实质性分歧意见进行协调一致的基础上，将送审稿进行补充、修改，形成规范报批稿。</p>		
标准涉及的产品清单	<p>海洋温度锋面分布数据集、海洋温度锋面分布专题图集。</p>		
是否有国家级科研项目支撑	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	<p>科研项目编号及名称</p>	<p>全球变化与海气相互作用专项项目“东印度洋IND-YGST04区块海洋环境参数遥感调查”(编号：GAS1-02-IND-YGST2-04)；“西太平洋PAC-YGST04</p>

			区块海洋环境参数遥感调查”（编号：GAS I-02-PAC-YGST2-04）；“南海 SCS-YGST04 区块海洋环境参数遥感调查”（编号：GAS I-02-SCS-YGST2-04）
是否涉及专利	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	专利号及名称	
是否由行标/地标/团标转化	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	转化标准号及名称	
是否属于军民通用的标准项目	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	协调情况	
 <p>牵头起草 单位意见 (加盖公章)</p>	<p>制定海洋温度锋面遥感调查技术规范对于规范海洋温度锋面遥感调查方法、调查成果以及成果应用具有重要意义。本项目建议书编写规范、起草单位和编写人员搭配合理，经费预算合理，我单位可保证对本项目工作条件予以保障，遵守标准编制相关规定，确保编制工作顺利完成。</p>	<p>推荐单位意见 (加盖公章)</p>	 <p>同意推荐。</p>
备注			

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXXX—XXXX

海洋温度锋面遥感调查技术规范

Technical specification for remote sensing survey of oceanic temperature fronts

(草案)

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 总则 .....	3
4.1 调查目的 .....	3
4.2 调查原则 .....	3
4.3 调查范围 .....	3
5 调查流程 .....	3
6 海洋温度锋面遥感调查过程 .....	4
6.1 数据获取 .....	4
6.2 数据处理 .....	4
6.3 锋面的特征判定 .....	5
6.4 海洋温度锋面信息提取 .....	5
6.5 海洋温度锋面信息统计与分析 .....	5
7 结果验证 .....	5
7.1 验证内容 .....	6
7.2 验证方法 .....	6
8 图件制作 .....	6
8.1 海洋温度锋面位置分布专题图 .....	6
8.2 海洋温度锋面频次专题图 .....	6
8.3 图件构成要素 .....	7
8.4 地理坐标系 .....	7
9 质量检查 .....	7
9.1 检查内容 .....	7
9.2 检查方法 .....	7
9.3 符合性判断 .....	8
10 数据汇总与资料归档 .....	8
10.1 数据汇总 .....	8
10.2 资料归档 .....	8
附 录 A （规范性） 海洋温度锋面遥感调查原始数据获取记录表 .....	9
附 录 B （资料性） 海洋温度锋面遥感数据典型样例 .....	10
附 录 C （规范性） 海洋温度锋面遥感调查成果数据记录表 .....	11
附 录 D （资料性） 海洋温度锋面分布专题图样例 .....	13
参 考 文 献 .....	16



GH/T XXXX—XXXX

## 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、自然资源部第二海洋研究所、国家卫星海洋应用中心、国家海洋信息中心。

本文件主要起草人：孙伟富、马 毅、郝增周、徐 莹、李艳雯、赵宇佳。

## 引言

随着航天技术的快速发展，卫星遥感已逐渐成为获取地球空间信息的重要手段，为海洋温度锋面检测与分析提供了新的有效技术途径，使大范围 and 全球海洋温度锋面常态化调查成为可能。遥感数据的获取、处理、海洋温度锋面的提取和验证是海洋温度锋面遥感调查中的重要环节，由本文件对海洋温度锋面遥感调查的相关工作内容、技术流程与技术要求等进行规定。

# 海洋温度锋面遥感调查技术规范

## 1 范围

本文件确立了海洋温度锋面遥感调查的总则、调查流程，规定了调查过程、结果验证、图件制作、质量检验以及数据汇总与资料归档等内容。

本文件适用于基于多源卫星遥感数据的海洋温度锋面遥感调查。

## 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—2009 摄影测量与遥感术语

GB/T 15920—2010 海洋学术语 物理海洋学

GB/T 14914.5—2021 海洋观测规范 第5部分：卫星遥感观测

GB/T 19710—2005 地理信息 元数据

## 3 术语和定义

GB/T 14950—2009、GB/T 15920—2010、GB/T 14914.5—2021和GB/T 19710—2005界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**海洋温度锋面** oceanic temperature fronts

海洋中温度梯度明显增大的两种或几种水体之间的水平混合狭窄过渡带。

[来源：GB/T 15920—2010，2.1.59，有修改]

### 3.2

**遥感** remote sensing

不接触物体本身，用传感器收集目标物的电磁波信息，经处理、分析后，识别目标物，揭示其几何、物理特征和相互关系及其变化规律的现代科学技术。

[来源：GB/T 14950—2009，3.3.1]

### 3.3

**水团** water mass

源地和形成机制相近，具有在长时间保持相对均匀和稳定的物理和化学特征及大体一直的变化趋势，而与周围海水存在一定差异，且空间尺度不可忽视的水体。

[来源：GB/T 15920—2010，2.1.44]

### 3.4

**海表温度** sea surface temperature

海洋表层海水冷热程度的物理量。

注：海水表面到0.5m深处之间的海水温度。卫星遥感反演海温为海面表层温度。

[来源：GB/T 14914.5—2021，3.7]

3.5

**红外遥感** Infrared remote sensing

传感器工作波段限于红外波段范围内的遥感。

[来源: GB/T 14950—2009, 3.9]

3.6

**微波遥感** microwave remote sensing

传感器工作波段限于微波波段范围内的遥感。

[来源: GB/T 14950—2009, 3.10]

3.7

**微波辐射计** microwave radiometer

测量地球表面和大气辐射的被动遥感传感器。

[来源: GB/T 14914.5—2021, 3.6]

3.8

**被动式遥感** passive remote sensing

直接接收来自目标物的辐射信息的遥感方式。

[来源: GB/T 14914.5—2021, 3.12]

3.9

**空间分辨率** spatial resolution

在扫描成像过程中一个光敏探测元件通过望远镜系统投射到地面上的直径或对应的视场角度。

[来源: GB/T 14950—2009, 4.104]

3.10

**目视判读** visual interpretation

判读者通过直接观察或借助判读仪以研究地物在遥感影像或其他像片上反映的各种影像特征，并通过地物间的相互关系来推理分析，识别所需地物信息的过程。

[来源: GB/T 14950—2009, 4.144]

3.11

**遥感制图** remote sensing cartography; remote sensing mapping

通过对遥感影像目视判读或利用图像处理系统对各种遥感信息进行增强与几何纠正并加以识别、分类和制图的过程。

[来源: GB/T 14950—2009, 5.126]

3.12

**特征提取** feature extraction

a) 对某一模式的一组测量值进行变换，以突出该模式具有代表性特征的一种方法。

b) 通过影像分析和变换，以提取所需特征的方法。

[来源: GB/T 14950—2009, 5.165]

3.13

**信息提取** information extraction

从原始数据中按一定要求识别和提取特定信息的过程。

[来源: GB/T 14950—2009, 5.173]

3.14

**影像融合** image fusion

用各种手段把不同时间、不同传感器系统和不同分辨率、不同波段的众多影像进行复合变换，生成新的影像的技术。

[来源：GB/T 14950—2009， 5.199]

### 3.15

#### 专题图 thematic map

反映自然和社会某一种或某几种主题要素或现象的地图。

## 4 总则

### 4.1 调查目的

通过对多源卫星遥感数据的处理，开展海洋温度锋面遥感调查工作，获取海洋温度锋面位置、发生频次、强度以及时空分布信息，统计分析调查海域海洋温度锋面的位置分布、发生频次、强度特征，统计分析海洋温度锋面的时空分布特征，制作海洋温度锋面时空分布和发生频次专题图。

### 4.2 调查原则

基于多源卫星遥感数据提取海洋温度锋面特征信息，严格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、图件的格式，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、大洋等海洋温度锋面发生海域。

## 5 调查流程

收集覆盖调查海域的多源卫星红外和微波遥感融合海表温度网格数据并进行预处理，根据海洋温度锋面判定方法，识别海洋温度锋面，提取海洋温度锋面中心线位置、发生频次等特征参数，统计和分析海洋温度锋面特征并制作专题图。工作流程如图1所示。

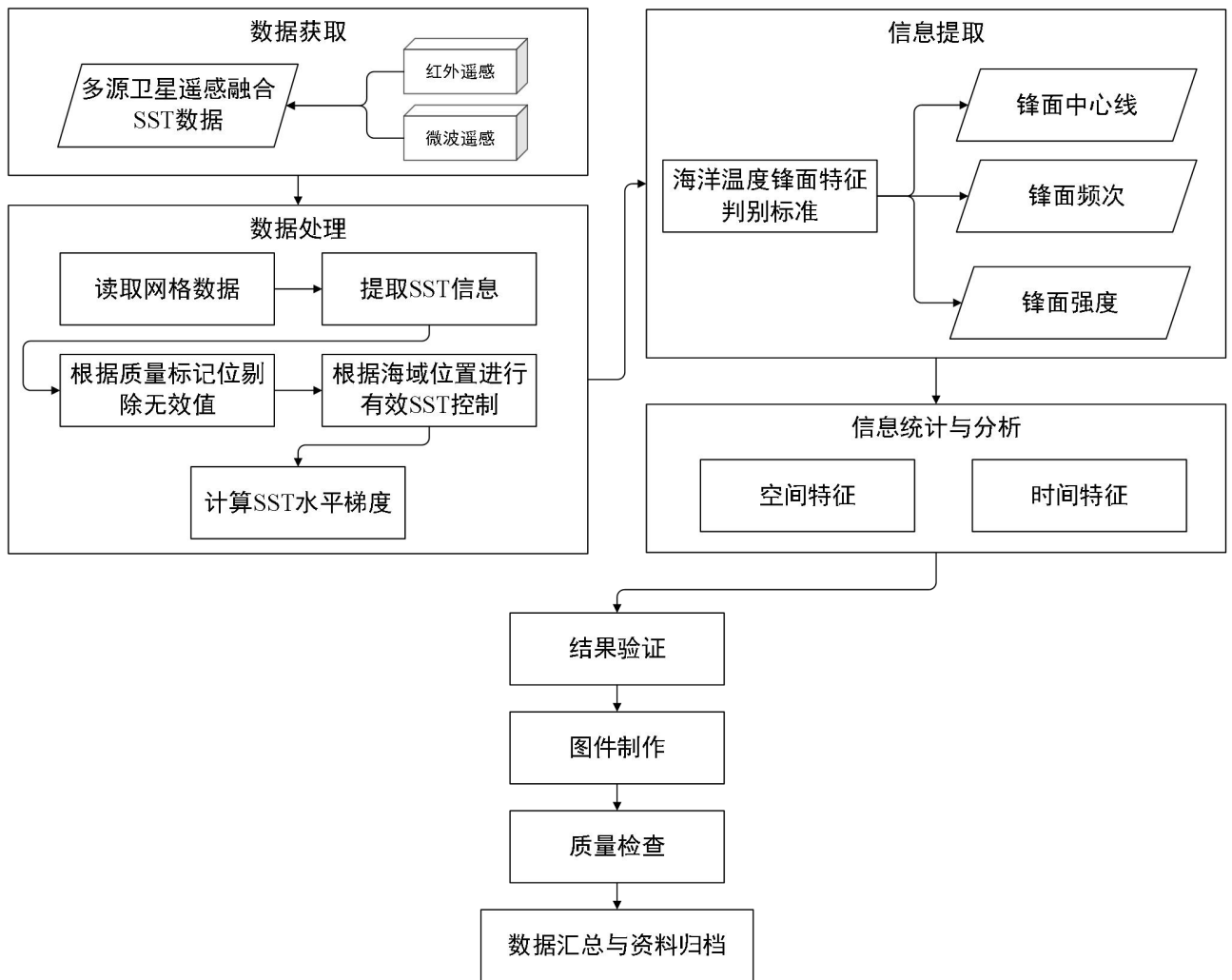


图1 海洋温度锋面遥感调查工作流程

## 6 调查过程

### 6.1 数据获取

收集覆盖调查海域的海表温度网格数据，海表温度网格数据空间分辨率优于0.25°，时间分辨率1天。海表温度数据宜采用Remote Sensing System提供的每日9km的MW\_IR OI SST数据，或NOAA提供的每日0.25°的OI SST数据。待原始遥感数据获取结束，填写海洋温度锋面遥感调查原始数据获取记录表，表格样式按照附录A中的表A. 1执行。

### 6.2 数据处理

- a) 针对每日的海表温度网格数据，读取数据中的经度、纬度、标志信息、空间分辨率、海表温度值、尺度因子和偏置。
- b) 根据网格数据提供的海表温度值、尺度因子、偏置等信息提取真实海表温度信息。
- c) 根据标志信息剔除受云、气溶胶、降雨、海冰影响的观测点。
- d) 根据调查海域的有效海表温度范围剔除无效数据。

e) 利用海表温度数据，计算出海表温度的水平变化梯度。

### 6.3 锋面的特征判定

海洋温度锋面在海表温度遥感数据上具备以下特征一般可判定为海洋温度锋面：

- f) 海洋温度锋面的海表温度梯度明显高于其他区域；
- g) 海洋温度锋面区域内的所有网格点的海表温度梯度应全部大于区域边界值；
- h) 海洋温度锋面区域内存在海表温度梯度极大值；
- i) 海洋温度锋面空间尺度（海洋温度锋面中心线）大于 50km；

海洋温度锋面遥感数据典型样例见附录 B。

### 6.4 海洋温度锋面信息提取

#### 6.4.1 锋面范围

6.4.1.1 海洋温度锋面在卫星遥感梯度数据中以较大梯度的形式出现。针对海表温度数据，计算出海表温度的水平变化梯度。

6.4.1.2 基于海表温度的梯度累积直方图来确定锋面检测的阈值。针对同一锋面在不同季节的变化情况，检测阈值过低会导致无法过滤噪声，影响检测结果准确性，阈值过高则出现漏检。选择 85%处的值作为低阈值，95%处的值作为高阈值，该阈值选择方法宜更好地得到夏秋季节的温度锋，同时不会影响冬春季检测结果，在锋面强度较弱的时期也能检测到锋面的信息。

6.4.1.3 海洋温度锋面范围在梯度累积直方图 85~95%范围的闭合区内。

#### 6.4.2 锋面中心线

6.4.2.1 采用遥感数据专用处理软件，导入提取的海洋温度锋面范围文件，根据边缘检测算子，检测锋面中心线位置。

6.4.2.2 计算锋面中心线长度。填写成果数据记录表，表格样式按附录 C 中的表 C.1 执行，成果数据的元数据填写格式按表 C.2 执行。

#### 6.4.3 锋面频次

锋面中心线在不同网格点上出现的次数。

#### 6.4.4 锋面平均强度

锋面范围内所有网格点强度的算术平均值。

### 6.5 海洋温度锋面信息统计与分析

#### 6.5.1 空间统计与分析

根据提取的海洋温度锋面特征数据，统计海洋温度锋面的位置、长度、强度等属性特征的空间分布，分析海洋温度锋面属性特征的空间分布特征。

#### 6.5.2 时间统计与分析

根据提取的海洋温度锋面特征数据，统计月、季、半年和年的海洋温度锋面数量、锋面长度和强度，分析海洋温度锋面月、季、半年和年的时间分布特征。

## 7 结果验证



## 7.1 验证内容

验证内容主要包括：

- 海洋温度锋面的位置；
- 海洋温度锋面的强度。

## 7.2 验证方法

### 7.2.1 遥感数据验证

7.2.1.1 利用同步遥感数据验证提取的海洋温度锋面位置信息，遥感数据应满足如下要求：

- a) 两种数据的时间间隔不大于 1 天；
- b) 两种数据的空间分辨率宜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 1 天之内的两种遥感数据，分别在两种遥感数据中确定海洋温度锋面的位置，对比验证海洋温度锋面的位置信息。

7.2.1.3 利用覆盖同一海域、时间间隔在 1 天之内的不同海表温度数据，对比验证海洋温度锋面的强度。

### 7.2.2 实测数据验证

7.2.2.1 利用准同步现场观测数据验证提取的海洋温度锋面位置信息，现场观测数据应满足如下要求：

- a) 现场观测数据与遥感数据的时间间隔不大于 7 天；
- b) 潜标/浮标获取的温度观测资料，时间分辨率不低于 7 天。

7.2.2.2 选取与海洋温度锋面遥感数据覆盖同一海域、时间间隔在 7 天之内的现场温度观测数据，通过现场获取的温度梯度跃迁位置信息，与遥感海洋温度锋面位置进行对比验证。

7.2.2.3 选取与海洋温度锋面遥感数据覆盖同一海域、时间间隔在 7 天之内的现场温度观测数据，通过计算温度梯度，与遥感海洋温度锋面强度对比验证。

### 7.2.3 符合性判断

利用遥感数据和现场观测数据验证调查结果，符合以下特征，则判定为是同一个海洋温度锋面。

- a) 同一时间的两种遥感数据，获取的海洋温度锋面位置偏差小于 50 km，判定为同一个锋面；
- b) 不同时间的同一种遥感数据，获取的海洋温度锋面位置偏差小于 50km，判定为同一锋面；
- c) 现场观测数据与海洋温度锋面遥感调查结果获取的时间间隔小于 7 天，获取的海洋温度锋面位置偏差小于 50km，判定为同一锋面。

## 8 图件制作

### 8.1 海洋温度锋面位置分布专题图

海洋温度锋面位置分布图件应包括以下要素：

- d) 调查区域的位置和范围；
- e) 海洋温度锋面日、月、季、半年和年的位置统计信息；
- f) 输出分辨率不低于 300 dpi。

待海洋温度锋面位置分布专题图生成后，填写海洋温度锋面遥感调查专题图数据记录表，表格样式按附录 C 中的表 C.3 执行，海洋温度锋面遥感调查专题图数据的元数据文件表应符合附录 C 中表 C.4 的要求。海洋温度锋面分布专题图样例见附录 D。

### 8.2 海洋温度锋面频次专题图

海洋温度锋面发生频次图件应包括以下要素：

- a) 调查区域的位置和范围；
- b) 海洋温度锋面日、月、季、半年和年发生频次；
- c) 输出分辨率不低于 300 dpi；
- d) 海洋温度锋面发生频次统计区域网格优于  $5^{\circ}\times 5^{\circ}$ 。

海洋温度锋面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) 投影及中央经线；
- 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) 数据类型；
- l) 数据时间；
- 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 及更大比例尺的采用  $3^{\circ}$ 分带，小于 1:10000 比例尺采用  $6^{\circ}$ 分带；
- b) 大地坐标系宜采用 CGCS2000 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

海洋温度锋面遥感调查过程中，需要对调查所涉及的如下内容进行质量控制检查：

- a) 原始遥感数据；
- b) 处理后遥感数据；
- 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

采用遥感数据专用处理软件，利用人机交互式的方法进行检查。逐一打开用于海洋温度锋面调查的原始遥感数据、提取的海洋温度锋面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 符合性判断

利用人机交互式的方法对调查结果进行质量检查，符合以下要求，则满足调查标准。

- a) 原始遥感数据应覆盖调查区域，且具有可读性；
- b) 提取的海洋温度锋面信息结果应完成对比验证；
- c) 专题图应满足制图要求；
- d) 调查人员应具有岗前培训证书。

## 10 数据汇总与资料归档

### 10.1 数据汇总

调查工作结束后，检查原始遥感数据集、调查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) 原始遥感数据空间范围应覆盖调查区域，数据格式为 NetCDF 格式或其他通用遥感处理软件可读取的数据格式；
- b) 原始遥感数据命名规则：遥感数据类型（SST）+\_数据时间；
- c) 调查成果数据命名规则成果类型（海洋温度锋面中心线、海洋温度锋面发生频次等）+\_数据时间+\_处理时间；
- d) 专题图应包括日、月、季、半年和年的海洋温度锋面位置和频次分布。

### 10.2 资料归档

汇总调查工作获取的数据和提取的信息，包括原始遥感数据集、提取的海洋温度锋面成果数据集，以及制作的海洋温度锋面专题图数据集，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：原始遥感数据集、成果数据集和专题图数据集。

## 附录 A

(规范性)

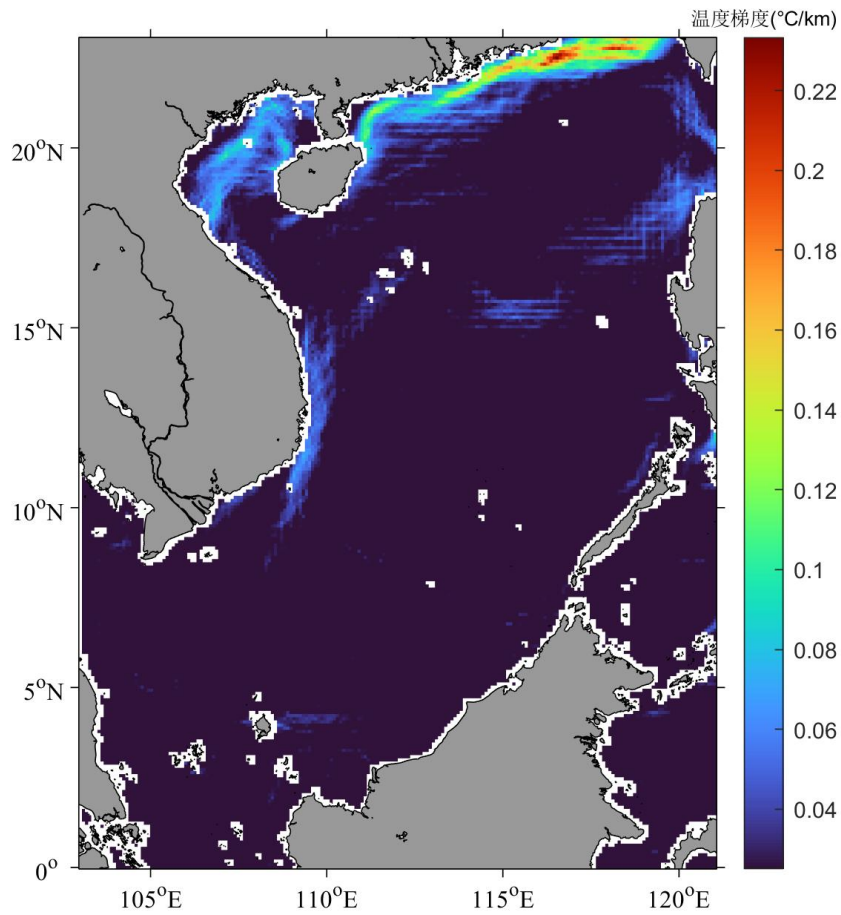
## 海洋温度锋面遥感调查原始数据获取记录表

海洋温度锋面遥感调查原始数据获取记录表见表 A.1。

表 A.1 海洋温度锋面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					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
....					

附录 B  
(资料性)  
海洋温度锋面遥感数据典型样例



图B 海洋温度锋面在海表温度梯度数据中的典型样例 (图中温度梯度大于 $0.026^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 的高亮区域为遥感数据中的海洋温度锋面)

## 附录 C

(规范性)

## 海洋温度锋面遥感调查成果数据记录表

海洋温度锋面遥感调查成果数据记录表格式见表C.1，海洋温度锋面遥感调查成果数据的元数据文件表格式见表C.2，海洋温度锋面遥感调查专题图数据记录表格式见表C.3，海洋温度锋面遥感调查专题图数据的元数据文件表见表C.4。

表 C.1 海洋温度锋面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	成果类型	数据时间	处理时间	备注
1						
2						
3						
4						
5						
....						
合计						

表 C.2 海洋温度锋面遥感调查成果数据的元数据文件表

序号	数据项	备注
1	文件名	填写文件名全程
2	原始数据类型	如“海表温度”
3	空间范围	如“100°E~160°E, 0°—45°N”
4	空间分辨率	如“0.25° ”
5	数据时间	YYYYMMDD—YYYYMMDD
6	数据格式	填写数据格式，如“.shp”
7	成果类型	如“海洋温度锋面位置”
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

表 C.3 海洋温度锋面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	专题图类型	数据时间	制作时间	备注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
....						
合计						

表 C.4 海洋温度锋面遥感调查专题图数据的元数据文件表

序号	数据项	备注
1	文件名	填写文件名全程
2	原始数据类型	如“海面高度异常”，
3	空间范围	如“100°E~160°E, 0°—45°N”
4	空间分辨率	如“0.25° ”
5	数据时间	YYYYMMDD—YYYYMMDD
6	数据格式	填写数据格式，如“.shp”
7	专题图类型	如“海洋温度锋面位置”
8	制作人	实际处理人
9	制作单位	单位全称
10	制作日期	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

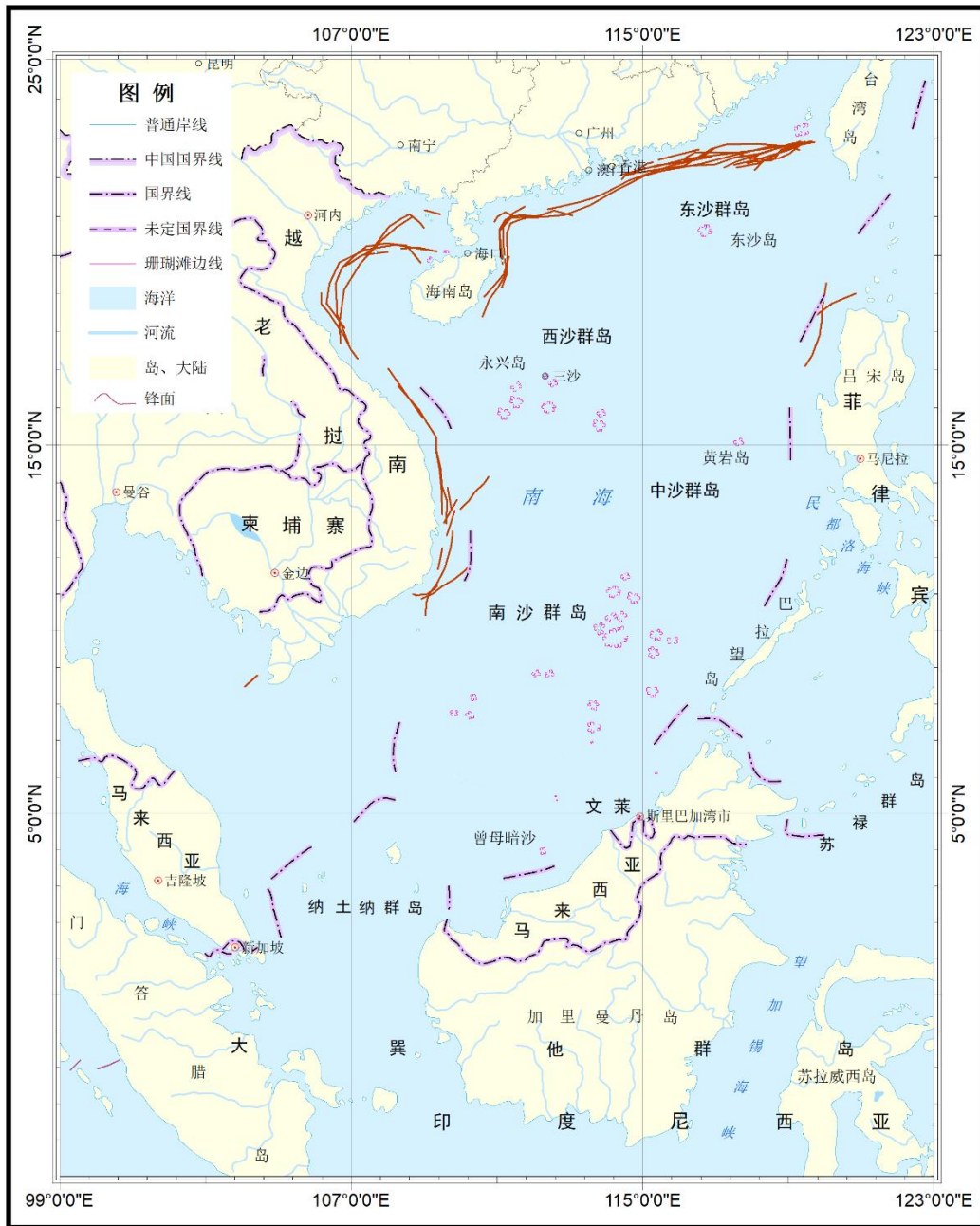
附录 D  
(资料性)

海洋温度锋面分布专题图样例

海洋温度锋面位置分布专题图样例见图D. 1，海洋温度锋面频次分布专题图样例见图D. 2，海洋温度锋面强度分布专题图样例见图D. 3。

南海卫星遥感温度锋面位置分布专题图 (2019年)

公开 ★ 长期



调查数据源: 多源卫星遥感融合SST数据

比例尺: 1:15 000 000

制图人员: XXX

数据空间分辨率: 9 km

椭球体: CGCS2000

制图时间: YYYY/MM/DD

调查时间: 2019/01/01—2019/12/31

墨卡托投影, 基准纬度: 10°

制图单位: XXX

高程基准: 1985国家高程基准

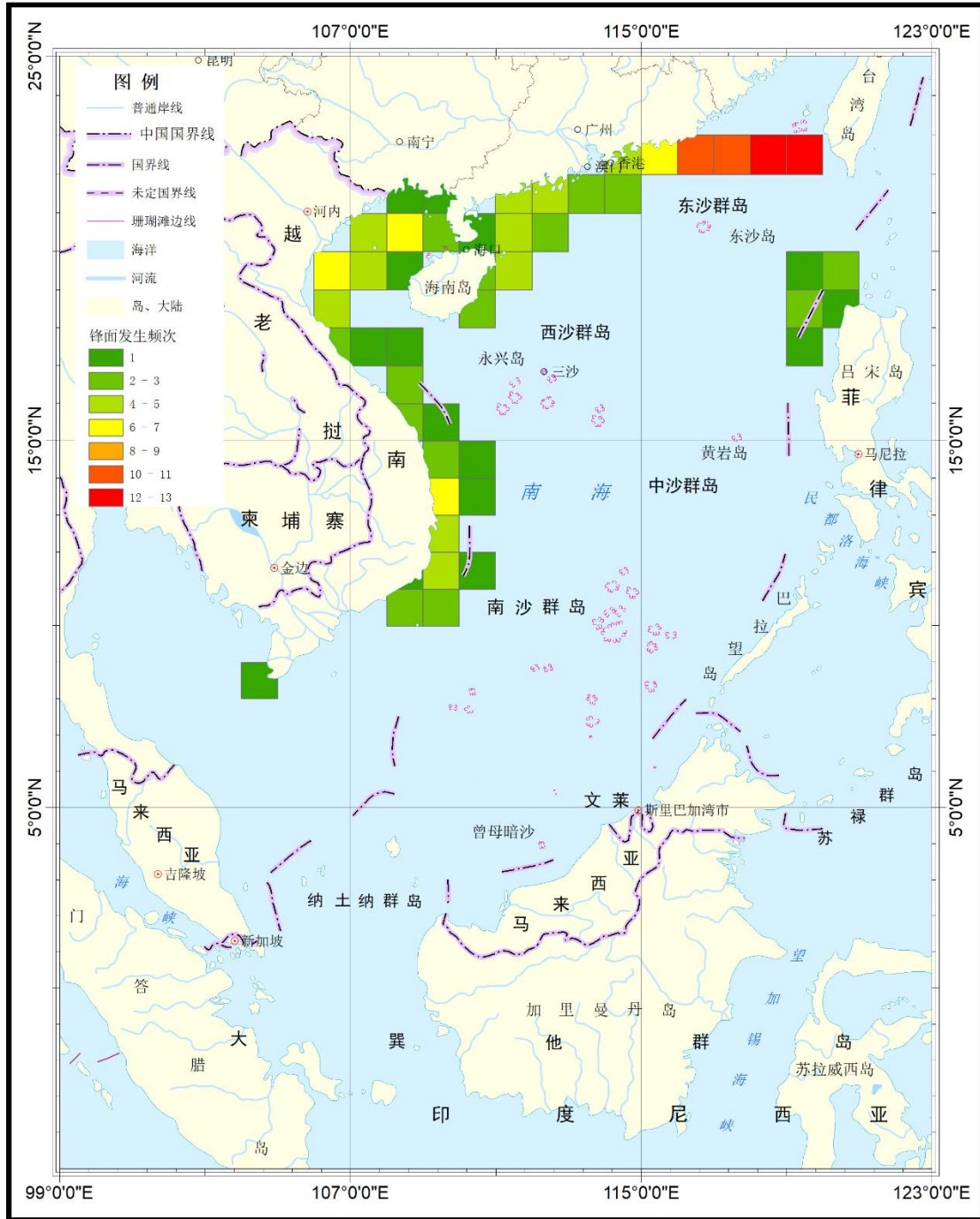
审核: XXX

图D. 1 海洋温度锋面位置分布专题图样例



南海卫星遥感温度锋面频次分布专题图（2019年）

公开 ★ 长期



调查数据源：多源卫星遥感融合SST数据

比例尺：1:15 000 000

制图人员：XXX

数据空间分辨率：9 km

椭球体：CGCS2000

制图时间：YYYY/MM/DD

调查时间：2019/01/01—2019/12/31

墨卡托投影，基准纬度：10°

制图单位：XXX

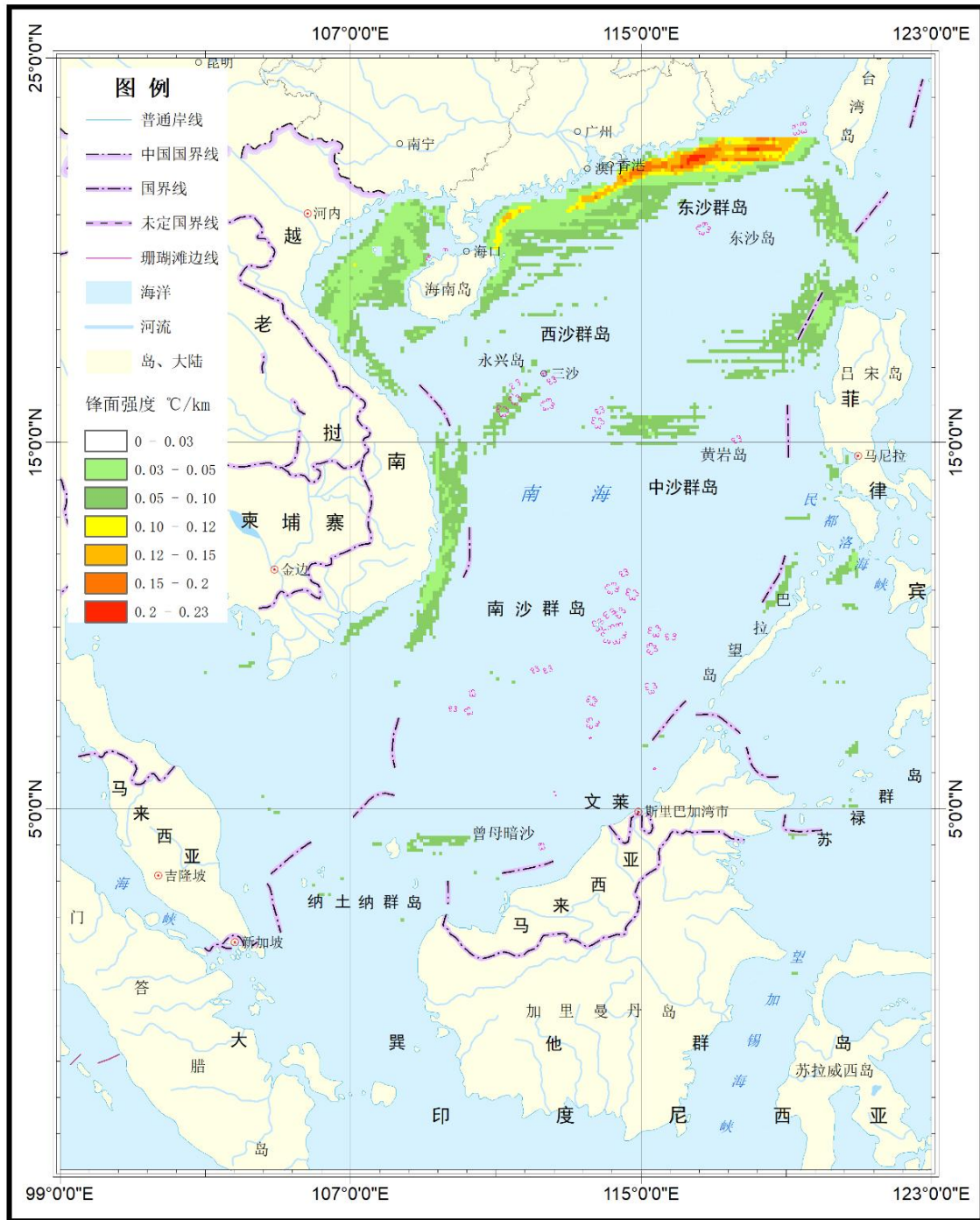
高程基准：1985国家高程基准

审核：XXX

图 D. 2 海洋温度锋面频次分布专题图样例

南海卫星遥感温度锋面强度分布专题图（2019年1月）

公开 ★ 长期



调查数据源：多源卫星遥感融合SST数据

比例尺：1:15 000 000

制图人员：XXX

数据空间分辨率：9 km

椭球体：CGCS2000

制图时间：YYYY/MM/DD

调查时间：2019/01/01—2019/01/31

墨卡托投影，基准纬度：10°

制图单位：XXX

高程基准：1985国家高程基准

审核：XXX

图 D. 3 海洋温度锋面强度分布专题图样例

### 参 考 文 献

- [1] 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
  - [2] 908 专项《海岛海岸带卫星遥感调查技术规程》，国家海洋局 908 专项办公室，2005
  - [3] 908 专项《要素分类代码和图式图例规程》，国家海洋局 908 专项办公室，2008
-