

# 黄海水表面温度实况分析方法探讨

(国家海洋局青岛海洋预报区水文预报室)

## 一、前言

海表面温度实况分析和预报是密切相关的两个环节,前者是后者的前提和基础。海表面温度分析结果还可用来预报海水的垂直热结构,因而对许多海洋、天气现象都具有重要的预报意义。世界许多海洋国家已广泛利用其成果为海洋气象预报部门、海洋渔业部门和其它有关的国民经济部门服务。

为在我国邻近海域开展海表面温度实况分析与服务业务,我们对黄海水域表面温度实况分析方法进行了探讨,并在一九八二年二月开始向用户提供“黄海水表面旬平均海温实况图”。

目前,国内外在海表面温度分析业务中使用两种方法:客观分析方法和主观分析方法。对邻近大陆的海域仍多以主观分析方法进行。黄海水域属于深入陆地的半封闭浅海,外海水(黄海暖流)、沿岸水和大陆径流的相互作用及消长变化,加之大气因素的综合影响,较之中部大洋海域,其海表面温度呈现出复杂的结构和变化。因此,不能照搬大洋上海表面温度的统计分析方法,而应根据黄海水域的特点和可利用的实时资料来源状况,总结出可行的分析方法。

## 二、观测资料来源

可靠的实时海表面温度资料来源是开展海温实况分析的基础,资料质量,密度及其分布状况是分析结果代表性的主要限制因素。目前在黄海水域可利用的实时资料来源主要有:

### 1. 船舶测报海表面温度观测资料

这种资料数量多,是主要资料来源。每天所收到的四个天气观测时间的这种资料有50—70个。但此种资料主要集中在航线上,世界气象组织海洋气象委员会委托有关国家现场试验的结果表明,这种观测资料其值偏高,它的两种观测方式,即提水桶测温和机舱海水入口处测温,其测值后者高于前者<sup>(1)</sup>。我们在分析实践中也觉察到类似情况。

### 2. 专业调查海表面温度观测资料

诸如标准断面调查、污染监测、海岸带调查、渔场调查,以及其它研究计划中的海表面温度观测资料。这类资料覆盖面积大,在调查海域内资料散布均匀,它能弥补船舶测报很少涉及的一些资料稀缺海域,其数量也很可观,1982年和83年间大多数月份都有专业调查船只在黄海水域实施观测计划。由于这类观测要求严格,使用仪器较精密,因而观测结果精度较高。

这类资料若都能实时提供,则对海表面温度分析结果的可靠性具有重要作用。

### 3. 沿海岸及岛屿海洋测站

#### 海表面温度观测资料

这种资料是以电报或电话方式实时提供的,是海表面温度分析中很有用的情报。

由表1可见,1983年用于黄海海表面温度分析的平均旬资料个数约650个,最多时800多个。平均月资料个数约1900个,最多时2100多个。由图1可见,黄海海表面可利用的实时海温资料若按半度方区计算覆盖面积较大,但其资料密度分布很不均匀。

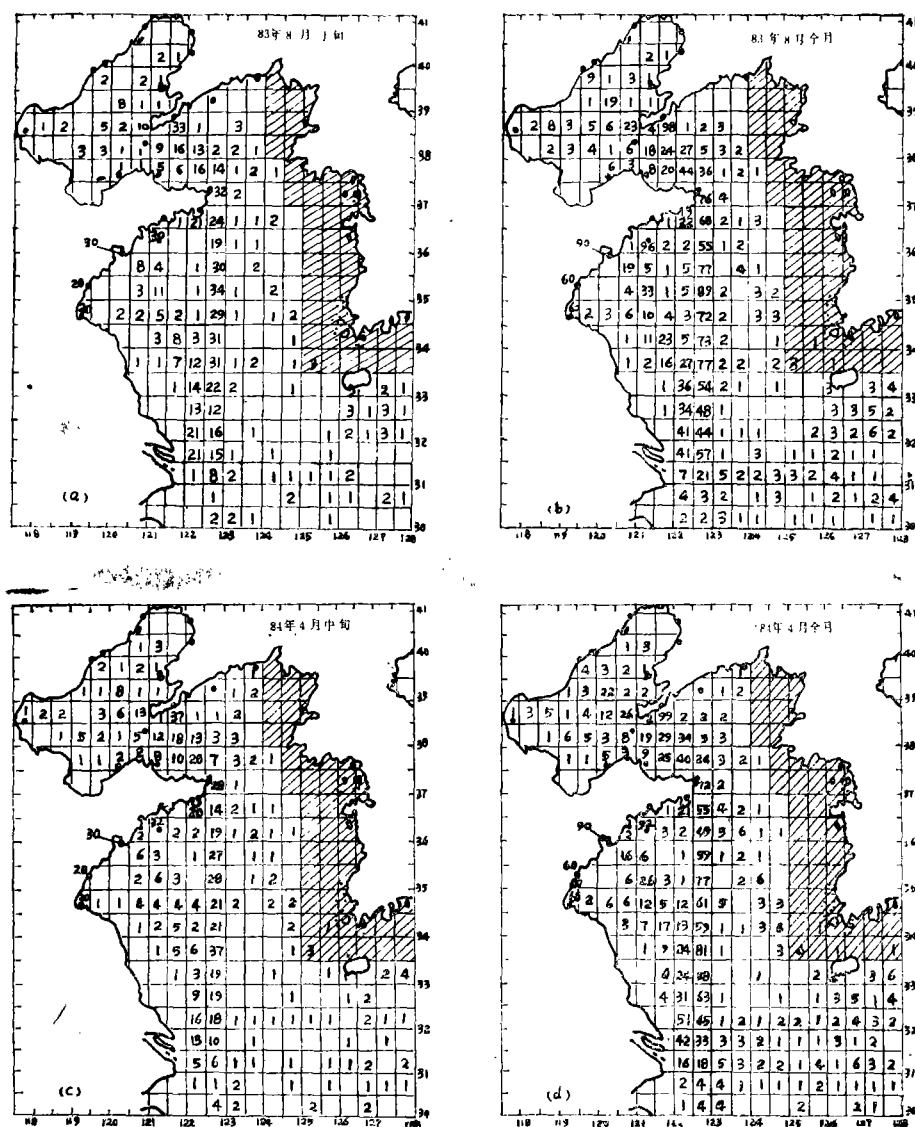


图1 黄海海表面实时海温资料分布图

表 1 1983年黄海海表面逐月旬海温资料数量统计表

月 旬	1			2			3			4			5			6		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
逐旬资料个数	528	611	683	622	567	595	680	612	544	601	723	615	709	654	682	586	664	658
逐月资料个数	1822			1784			1836			1939			2045			1908		

月 旬	7			8			9			10			11			12		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
逐旬资料个数	660	638	826	649	707	714	643	620	591	640	621	671	634	584	606	601	648	550
逐月资料个数	2124			2070			1854			1932			1824			1799		

### 三、分析站网和分析周期

一般说来,在海表面温度分析中,分析站网及密度的选择应视其分析精度要求、可利用的实时资料密度分布状况,以及海区的尺度和水陆分布形势等条件而定。其选择合理与否对分析结果的代表性是有一定影响的。根据黄海水域的具体情况,我们选择了现行的标准断面调查站网和两个代表性较好的岛屿海洋站——千里岩和小麦岛海洋站作为分析站网,共83个分析站点(见图2)。该分析站网,在黄海南部基本上是 $1 \times 0.5$ 经纬距,在黄海北部站点分析不均匀,但平均密度较大。

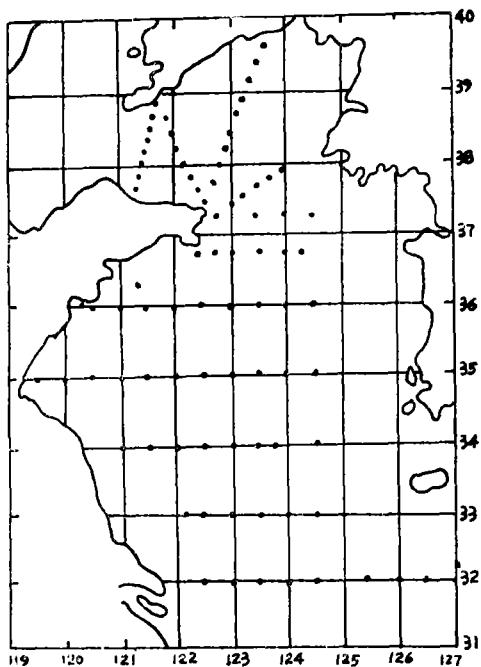


图2 黄海海表面温度实况分析  
站点分布图

根据黄海水域现有的可用于实时分析的海表面温度资料来源,其资料密度分布状况,很难得出短时间间隔(如24小时)的有代表性的分析结果。要想增加精度和扩大其覆盖面积,就要延长分析周期,但周期过长(如一个月),则在所得到的长时间间隔的平均分析结果中,小尺度的时空特性被平滑掉,其实用价值受到限制。基于上述情况,我们选择了10日分析周期,每月1~10日、11~20日、21~30(31)日作为资料搜集时段,最后得出的就是旬平均分析结果,与气象上气温的旬统计周期相对应,实用意义较大。

### 四、分析方法概要

海表面温度分析的主要内容,概括起来应包括实时海温资料的统计处理,将不规则分布的观测资料插值到分析站网上,同时绘

制出分析海域海表面温度大面分布形势图。这一过程若用数理公式借助计算机完成,是客观分析方法,若用手工来实现就称为主观分析方法。目前,我们采用的是后者,其简要过程如下:

### 1. 确定“参考场”

这个“参考场”可以是上次分析的海表面温度实况场,也可以是预报场。它一方面可做为检查资料的参考,另一方面是便于分析和发现海表面温度场的变化趋势。

### 2. 填制实况资料图

将随时收到的原始海温资料按其站位填写在带有“参考场”的底图上,并同时对其资料进行初检,舍弃或改正具有明显错误的资料。

### 3. 资料质量检查

资料质量检查是海表面温度分析的重要环节,通过这一步尽可能排除错误资料的干扰,确保正确资料在分析中能够发挥作用。为减少主观性,在该过程中应遵循下述原则:

(1) 同一站不同时刻海域或同一海区范围不同测站之间的海温应存在热力学上的关联性和协调性。

(2) 海温有空间上的连续性和时间上的继承性。

(3) 海温存在着与地点、季节有关的极值界限,此界限范围可用物理规律确定或用历史资料统计得到。

在资料质量检查过程中:对资料稠密区,超出一定极值界限而又未被附近过去十日内的资料所证实的个别数据可考虑剔除;对资料稀缺海域,缺资料是主要矛盾,剔除要持慎重态度,凡难以确定有错误的资料,就尽量保留,并以符号标志,在分析过程中参考使用。

### 4. 资料统计方法

原始资料统计方法的合理性是影响海表面温度最终分析结果代表性的重要因素之一。有代表性的统计结果要求观测资料密度大,分布均匀。目前在黄海海域满足这种要求的情形不多,因此需根据不同的资料分布状况,采取适当的统计方法。

(1) 在实况资料图上,对照“参考场”草绘海温大面分布形势,作为资料统计及其后的分析插值时的参考。

(2) 对诸如航线附近这样资料密度较大的范围,可将分析站四周  $0.5 \times 0.5$  经纬距方格内的全部资料取算术平均或先算出每日平均值(缺测日用前后日之值插取)再求10日平均值作为分析站旬平均值,若资料密集中心不在站点上,则作为资料重心处的旬平均值。

(3) 对分析站点四周资料较多,但  $0.5 \times 0.5$  经纬距方格内少于16个资料,且时空分布不均匀的情况。为使代表性较好的资料在统计中占有较大比重,采用加权平均法。其公式为:

$$\overline{T}_p = \frac{\mu_1 T_1 + \mu_2 T_2 + \cdots + \mu_n T_n}{\mu_1 + \mu_2 + \cdots + \mu_n} = \sum_{i=1}^n \mu_i T_i / \sum_{i=1}^n \mu_i \quad (1)$$

式中,  $T_i$  为观测值,  $n$  为观测资料个数。  $\mu_i$  为相应观测值的权重系数,它的确定原则是:离分析站点近的权重大,同样距离时沿等温线方向的权重大;在时间上,旬中资料比旬初、旬末资料权重大。

对具有同样资料密度的非分析站点范围,也以资料重心为基点,按上述方法计算平均值。

(4) 对于分析站点四周 $0.5 \times 0.5$ 经纬距范围有不多于3个资料或同样资料密度的非分析站点范围, 通过加权平均, 同时参考海温大面分布趋势综合确定分析站或资料重心平均温度值。在几个资料都是一日内的情况或仅一个资料, 可根据最近的已分析站温度值与该站同样日期测值之差进行订正, 以确定分析站或资料重心的平均温度值。

### 5. 无资料分析站点的插值方法

通过资料统计这一步, 只有一部分分析站点的平均温度值被确定, 多数分析值并不在站点上, 如何将观测资料的信息转换到所有分析站网点上是海表面温度分析的关键步骤。

(1) 无资料站点温度值可根据“参考场”在该站点的值、相邻站点的分析值和资料重心分析值由下式估计,

$$T_p^a = T_p^r + \sum_{i=1}^n \mu_i (T_i^a - T_i^r) \quad (2)$$

其中,  $p$  表示分析站点,  $a$  表示分析值,  $r$  表示“参考场”在分析站点或资料重心的值,  $i$  表示相邻分析站点或资料重心。在此, 权重系数  $\mu_i$  主要由分析站与相邻站或资料重心之间的温度梯度和等温线的走向而定。

(2) 分析表明, 处于同一水文气象条件下的两相邻站间旬平均海水温度的差值年际变化很小, 其累年平均值可近似视为常数。据此, 可根据相邻站点分析值用下式估计无资料分析站点温度值。

$$T_p^a = T_{np}^a + (\bar{T}_p - \bar{T}_{np}) \quad (3)$$

式中,  $T_{np}^a$  表示相邻站点分析值,  $\bar{T}_p$  和  $\bar{T}_{np}$  分别表示无资料站点和相邻站点同期多年平均值。

在实际海表面温度分析中, 无资料站点分析值是通过上述方法, 并参考实况海温场等温线分析趋势综合确定, 同时遵循先易后难, 穿插进行, 逐步拟合的原则。

### 6. 大面分布图的分析绘制

采用主观方法分析海表面温度, 其温度场大面分布图的绘制与上述分析过程是相辅相成的。上述过程实际就是海温场大面分布形势的分析构思过程, 而包括大面分布图的分析绘制在内的整个海表面温度场的分析过程, 都要求分析者应具备一定的海况知识和丰富经验, 在分析中既要善于判断, 又需防止主观性。

## 五、结 语

总的来说, 利用黄海海域现有的10日实时资料来源, 根据上述分析方案能够较有效地实施黄海海表面温度分析。两年多的实践表明, 其分析结果能反映出黄海海表面温度时空分布和变化的基本特征(图3)。

在实况分析中, 资料质量, 密度和所采用的分析方法都会影响到最终分析结果的代表性, 然而最基本的限制因素乃资料密度及其分布状况(图1)。要进一步提高分析精度, 必须进一步扩大实时资料来源, 特别是扩大资料覆盖面积。

在黄海海域开展大面积海表面温度实况分析, 这在我们是一个尝试。本文所提出的分析方案, 包括实时海温资料质量检查方法、统计方法、无资料分析站点插值方法等均有待于进

一步改进和完善, 两年多的分析实践已积累了一定的经验, 这为发展更客观的分析方法创造了条件。

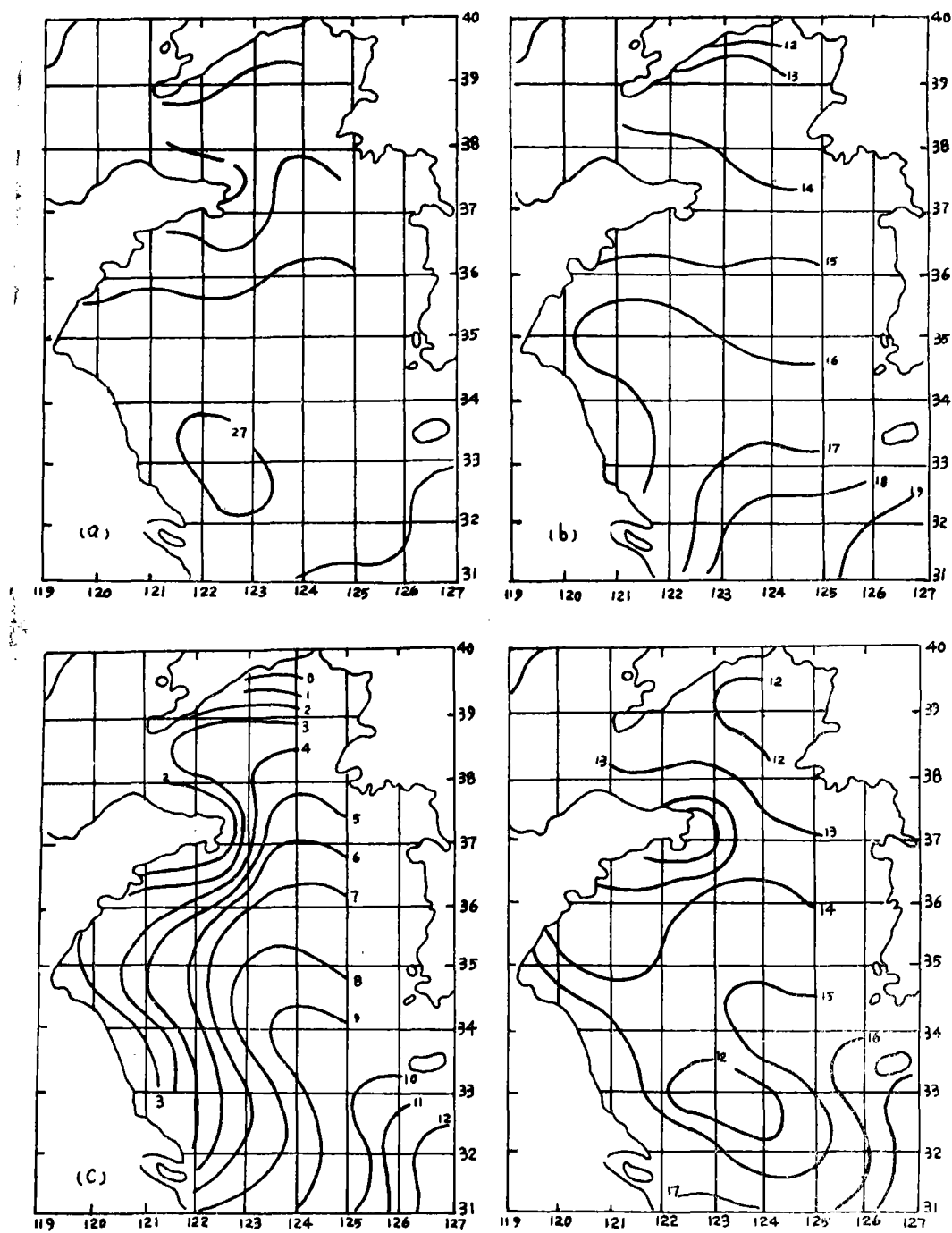


图3 黄海水表面旬平均温实况图

a, 1983年8月中旬 b. 1983年11月中旬 c. 1984年2月中旬 d. 1984年5月中旬

### 参 考 文 献

- [1] Gemmill, W. and Larson, S., Realtime Ocean Thermal Structure Analysis, National Meteorological Center, National Weather Service/NOAA Washington, Q. C. 20233, 1979

## 东海近海区温盐预报的用户反映

自 1983 年 9 月起, 上海海洋预报区台正式发布东海近海区的温盐预报, 为水产、科研部门的 100 多个单位提供服务。一年来, 用户纷纷来函来电, 普遍认为使用我们的预报收到了明显的经济效益并提出了一些希望, 下面摘录部分来信。如下:

浙江省三门县水产局: “一年来, 我们根据你台发布的海洋水文气象预报资料, 结合历年的生产经验, 对于分析、掌握中心渔场, 安排生产船只, 指导我县的渔业生产, 促进我县渔业生产的发展, 起了很大的作用。一九八四年上半年, 我县渔业生产与一九八三年同期比, 平均单产增产 122%。虽然渔业生产上的增产需考虑多种因素, 但水文气象预报是其中不可忽略的一个重要因素”。

上海市川沙县畜牧水产局: “你们发布了预报以后, 我们好象如获至宝, 每期必阅, 并组织生产单位进行认真的研究、分析, 为我们寻找中心渔场, 确定生产作业海区, 提供了一个很好的参考价值, 使我们减少了生产上的盲目性, 从而也就促进了我们生产的积极性。”

上海市海洋渔业公司: “东海近海区温盐度预报, 我公司如期收到, 这是你们对公司渔业生产的有力支持。”

宁波市水产局: “东海区近海、月初、月中、表层、底层温盐度预报, 对于我们预测渔场水温分布形成的时间, 判断渔场水系交汇的锋区帮助是很大的。目前, 贵台的资料已成为我市安排渔业生产、分析渔场、渔期、鱼发的必不可少的工具。”

山东省荣城县渔业指挥部: “今年四月中旬, 我部参考你台发的五月份温、盐度预报(同时也参考其他资料), 判断今年春汛流网生产渔期较去年略晚, 渔场略偏东, 从而, 我部将春汛流网渔情预报及生产安排意见及时发给全县各渔业生产单位, 使生产船比较适时地安排生产, 相对地降低了生产费用, 提高了经济效益。”

浙江水产厅: “去年你台发布的 11 月份东海近海温盐预报中图 6 底盐 34‰ 高盐线有分布偏南, 与大陆岸线平行趋势, 我们认为, 如果高盐水面分布偏南, 34‰ 线又与岸线平行, 很有可能产生浙北海区交汇区宽广, 浙江南北交汇区狭长, 形成鱼群分散, 中心渔场不一定集中在嵊北渔场, 因此, 我们不要求各地县渔船集中北上嵊北。11 月 1 日冬季带鱼汛开捕后, 北起海礁, 南到南矾 200 海里长的海域都有鱼发, 鱼发南北里外起落交错, 由于各地县生产指挥领导在渔场安排上不强求统一, 作业上灵活机动, 11 份月在鱼发散、战线长、中心渔场不明显的情况下, 仍取得了较好的产量。”

另外, 许多来信也提出了一些要求和希望, 如延长预报时间, 扩大预报范围, 增加预报项目等。由于资料来源方面的问题, 使得正常预报还有不少困难。因此我们也希望有关部门今后重视断面调查, 增加次数和站点, 以保障海洋预报服务的正常开展。

国家海洋局上海海洋预报区台

水温组