

海冰卫星遥感资料微机处理系统的改进与应用

范学炜 苏洁 费立淑

(青岛海洋预报台, 青岛)

摘 要

本文利用我台 1991 年引进的“极轨气象卫星数字信号实时采集和处理的微机系统”, 根据海冰预报业务工作的需要对卫星遥感资料微机处理系统进行了开发和改进。为实现渤海及黄海北部海冰冰情实况速报业务及海冰数值预报提供了重要的基础资料。

关键词: 海冰, 卫星遥感, 处理系统, 改进, 应用。

一、引 言

利用卫星遥感监测海冰以其监测范围大, 较高的实时性及较低的成本越来越受到人们的重视。发达国家自 60 年代就相继开展了卫星观测业务, 通过卫星获得大量红外和可见光图片, 直接分析全球和各局部区域的海冰情况。70 年代初美国的 NOAA 系列卫星和 Nimbus 系列卫星装载了甚高分辨率辐射仪 AVHRR 和微波辐射仪, 使获得时空连续的海冰观测资料成为可能。

我国海洋遥感技术研究始于 70 年代末, 许多海洋工作者利用遥感图象分析了我国海域的海洋特征, 同时, 卫星遥感资料的处理和应用技术也逐步发展起来, 并取得了许多成果。1988 年国家海洋环境预报中心卫星遥感应部所研制的“极轨气象卫星数字信号实时采集和处理的微机系统”就是其中一例。1991 年 10 月该系统经我台引进后, 采取边试验、边应用、边完善的技术路线, 同年冬季投入业务使用, 并在随后的几个冬季进行了海冰卫星遥感资料的分析及数值预报试验, 同时根据业务工作的需要, 对系统进行了改进。目前, 卫星遥感资料已逐渐成为海冰预报最重要的实况资料。

二、海冰卫星遥感资料处理系统简介

该系统利用 NOAA 系列卫星的 AVHRR 数据进行双通道的反演, 其功能包括卫星数字

* 本文于 1996 年 8 月收到。

信号的实时采集、预处理、图像处理、定量数值处理以及形成多种形式的海冰遥感产品。在较好的日照条件下, 当 NOAA 卫星每天飞越渤海地区上空时, 便可通过可见光和近红外波段通道, 探测下垫面对太阳光的反射性质, 并得到探测数据。由于海冰的反射性质与其他类型的地表(例如陆地, 海水)有明显差别, 因此, 综合利用两个通道的数据可以进行冰水识别和海冰的分类。

卫星数据由微机系统进行实时采集, 然后进行预处理(包括数据分离、辐射定标、地理定位和太阳天顶角计算), 生成 1B 数据集, 以作为进行遥感数据处理的出发点。利用 1B 数据可进行麦卡托投影和地标修正, 从而得到渤海和黄海北部的卫星遥感数字图像。在海冰识别的基础上, 依据各类海冰反照率的差异进行海冰分类(将辽东湾的流冰分为 < 10cm, 10~20cm 以及 > 20cm 三类), 进而计算出各类海冰的面积、绘制出海冰外缘线并计算出距湾底的距离。在晴好天气情况下, 可得到渤海地区全景彩色遥感图一幅、用绘图仪输出的辽东湾海冰的分类图的冰外缘线距离图各一幅。

这套微机系统具有彩色合成, 增强, 放大, 漫游等图象处理功能, 为预报人员了解冰情情况和进一步改进系统功能提供了方便。

三、海冰卫星遥感资料处理系统的改进

由于海冰预报海区为渤海及黄海北部, “八·五”数值预报模式的初始场也有更细网格的要求, 而从国家海洋环境预报中心引进的数据处理微机系统只能对辽东湾进行海冰分类和数值处理, 而且在操作使用时存在重复和费时等不足。因此, 我们这套处理系统进行了开发和改进, 以扩大海冰分析处理范围, 节省操作时间, 现已能对辽东湾, 渤海湾, 莱州湾和黄海北部四个海域进行海冰识别、分类处理和数值处理。

改进后的系统, 仍采用原系统的实时采集和预处理子系统, 利用 1B 数据进行麦卡托投影和地标修正, 得到渤海和黄海北部的卫星遥感数字图像, 并利用各类海冰对太阳的反照率不同进行冰厚分类。在此基础上, 针对海冰处理范围的扩大等问题作了一系列的改进。

1. 岸线吻合的订正处理

渤海及黄海北部大致位于 $36^{\circ} \sim 41.7^{\circ} \text{N}$, $116^{\circ} \sim 125.4^{\circ} \text{E}$, 对该区域进行海冰分类处理, 首先要把该区域的岸线与卫星遥感数字图像进行叠加。图像经过预处理子系统已经生成, 岸线通过数字化仪输入, 形成一单独的数据文件。该岸线数据文件在向显示器进行图像输出时, 用户坐标与视图坐标的变换公式为:

$$X_s = (V_{xr} - V_{x1}) \cdot (X_w - W_{x1}) / (W_{xr} - W_{x1}) + V_{x1}$$

$$Y_s = (V_{yr} - V_{y1}) \cdot (Y_w - W_{y1}) / (W_{yr} - W_{y1}) + V_{y1}$$

其中, X_s , Y_s 为对应到显示器上的图像坐标值, X_w , Y_w 为经、纬度值, $(W_{x1}, W_{y1}) = (36^{\circ} \text{N}, 116^{\circ} 36' \text{E})$ 和 $(W_{xr}, W_{yr}) = (41^{\circ} 41' \text{N}, 122^{\circ} 24' \text{E})$ 分别为海冰区域的最小和最大经、纬度值。

在陆地边缘线图像中岸线不吻合时, 用人工交互的方式进行订正。取出坐标订正分量

$dx、dy$, 令 $X_s= X_s+ dx, Y_s= Y_s+ dy$, 即与图像中的岸线吻合。在处理时, 改进了原系统中须重新生成图像, 再行吻合的方式, 简化了处理过程, 节约了处理时间。经过以上调整, 计算机便能根据图象灰度值对整个海区进行海冰分类处理。

2 分类图数据和边缘线数据的处理

在海冰分类处理子系统中, 须对分类图的坐标值进行修正, 即令每一点的坐标值减掉分量 $dx、dy$, 再进行坐标转换, 以生成正确的经纬度值数据文件以供绘图仪输出。

在计算海冰外缘线距离时, 对四个海湾采用相同的方法, 即从海岸线上选取四个基点及相应指向点: 辽东湾为(40°50′ N, 121°50′ E) ~ (39°50′ N, 120°45′ E), 渤海湾为(38°43′ N, 117°35′ E) ~ (38°41′ N, 119°46′ E), 莱州湾为(37°12′ N, 119°10′ E) ~ (37°50′ N, 119°46′ E), 黄海北部为(39°44′ N, 123°26′ E) ~ (37°24′ N, 122°42′ E)。图 1 为基点和基线位置的示意图。

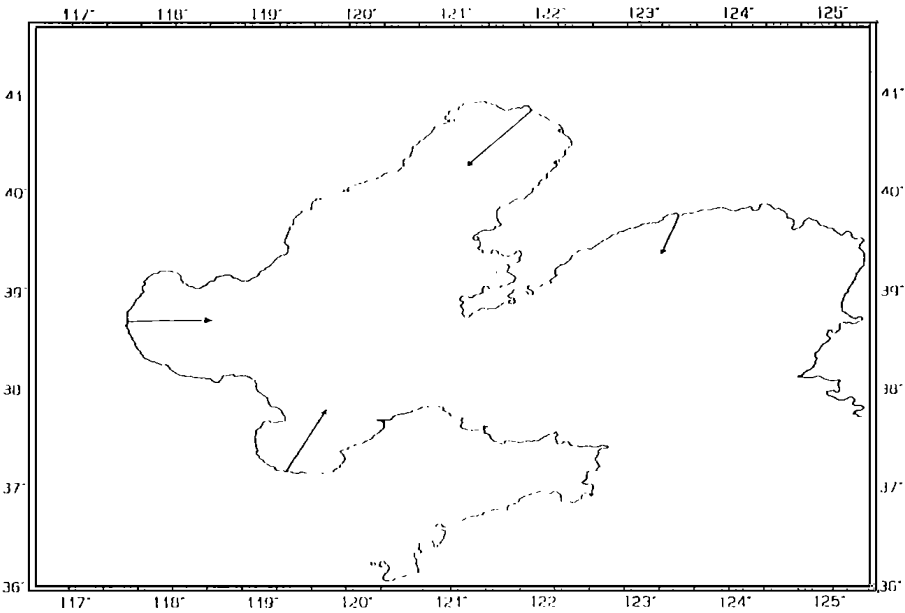


图 1 各海区基点和基线示意图

在计算并显示外缘线距离时, 每一湾内点的坐标应加上分量(dx, dy), 而在生成外缘线经纬度值时, 则减掉分量(dx, dy), 再进行坐标转换。

至此, 海冰分析的两项主要数据, 即分类图数据和外缘线数据已经得出。需指出的是, 这些数据中有时可能出现冗余数据。根据其特征, 可用简单的多条直线方程的方法剔除, 也可用编辑文件将多余数据删除。

3 增加像素点个数

在数值处理子系统中, 改变分析相邻像素点个数, 并将原 $5'$ 经、纬度的网格精度改为 $10'$

经、纬度的网格精度(因海区范围的扩大,图象分辨率比原来降低一倍),即可得到整个结冰海区海冰密度初始场和厚度初始场,为海冰数值预报提供服务。

4 海冰分类图处理和数值化模块一致性的改进

该系统的数值化和海冰分类图处理是相互独立的两套模块,而两套模块中需要分别用数字化仪输入冰外缘线,进行海冰分类,因此存在一定的人为误差。图 2 和图 3 是同一时间(1996 年 1 月 22 日)的海冰分类图和数值产品,不难看出,后者 10~20cm 的面积要小于前者。

为了消除这一误差,在海冰分类图处理模块中,将通过数字化仪输入海冰外缘线所形成的分类图图象以 8 位形式存储于硬盘,在进行数值化处理时,将该图象从硬盘读出,并与海冰遥感数字图象叠加,这样不但使两套模块使用同一冰外缘线进行处理,避免了不一致性,而且也简化了操作过程。

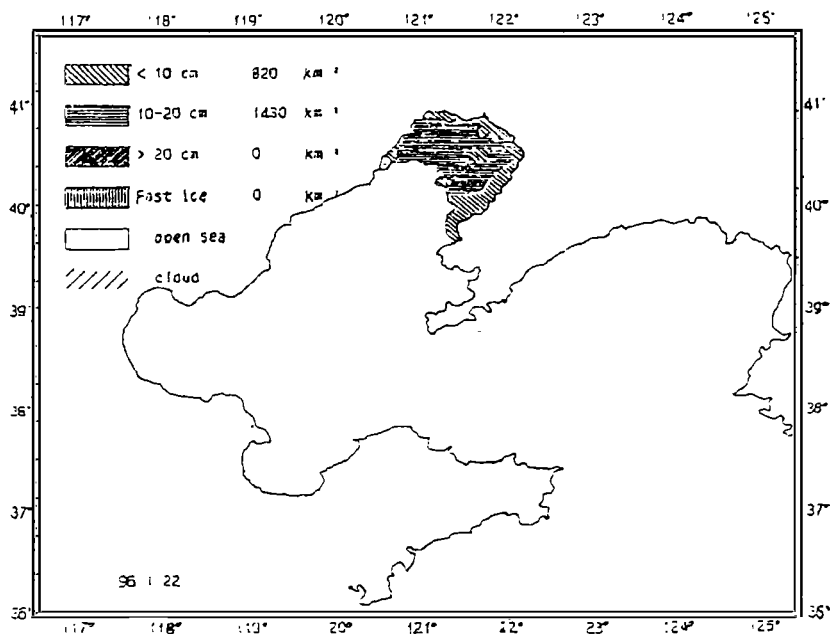


图 2 1996 年 1 月 22 日的海冰分类图

5. 绘图仪输出模块的改进

在利用绘图仪输出海冰外缘线图和分类图的模块中,也作了一定改进,重新调整了绘图坐标与绘图比例,并将海岸线数据和最后正确的分类图及外缘线数据进行相应的坐标转换,将两张图在同一张 A4 纸上输出,节省了纸张和绘图时间。

坐标转换公式为:

$$X_u = (u_{xr} - V_{x1}) \cdot (X_w - W_{x1}) / (W_{xr} - W_{x1}) + u_{x1}$$

$$Y_u = (u_{yr} - V_{y1}) \cdot (Y_w - W_{y1}) / (W_{yr} - W_{y1}) + u_{y1}$$

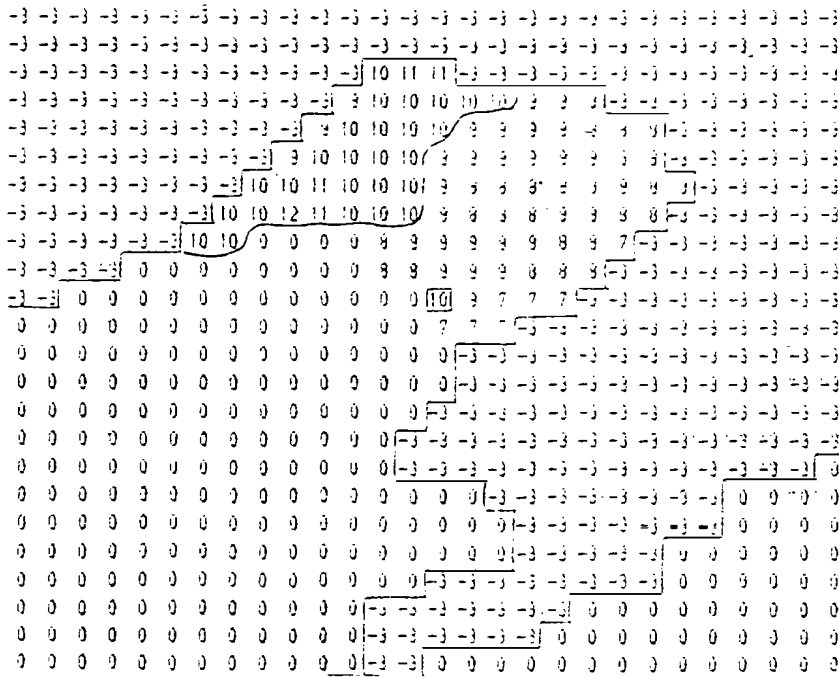


图3 1996年1月22日的辽东湾数值产品

其中, X_w , Y_w 为经、纬度值, X_u , Y_u 为输出到绘图仪的坐标, $(W_{x1}, W_{y1}) = (36^\circ \text{N}, 117^\circ \text{E})$ 和 $(W_{xr}, W_{yr}) = (42^\circ \text{N}, 123^\circ \text{E})$ 分别为所绘海冰区域的最小和最大经纬度值, (u_{x1}, u_{y1}) 和 (u_{xr}, u_{yr}) 分别为在绘图仪输出海冰分类图或外缘线图的最小和最大坐标值。

四、海冰卫星遥感资料处理系统冰情特征产品的分析应用

总的来说, 改进后的系统对辽东湾的处理效果较好, 从遥感图像上看, 冰水分界线较明显, 人工标划外缘线产生误差较小; 从分类处理的效果看, 冰厚的判断也较能反映海区的结冰特点。黄海北部被云覆盖的情况较多, 得到的资料也较少。渤海湾和莱州湾的处理效果差一些。图4和图5为改进后系统的海冰分类图和冰外缘线距离图。

根据 1991~ 1992、1992~ 1993、1995~ 1996 三个年度的卫星遥感冰情产品(主要包括海冰分类图、外缘线距离图、冰厚及密集度的数值结果等), 分别分析出三个年度的各海区海冰结冰范围和厚度实况(见表1、表2和表3)、年度及月、旬最大和平均结冰范围的统计表(见表4)。

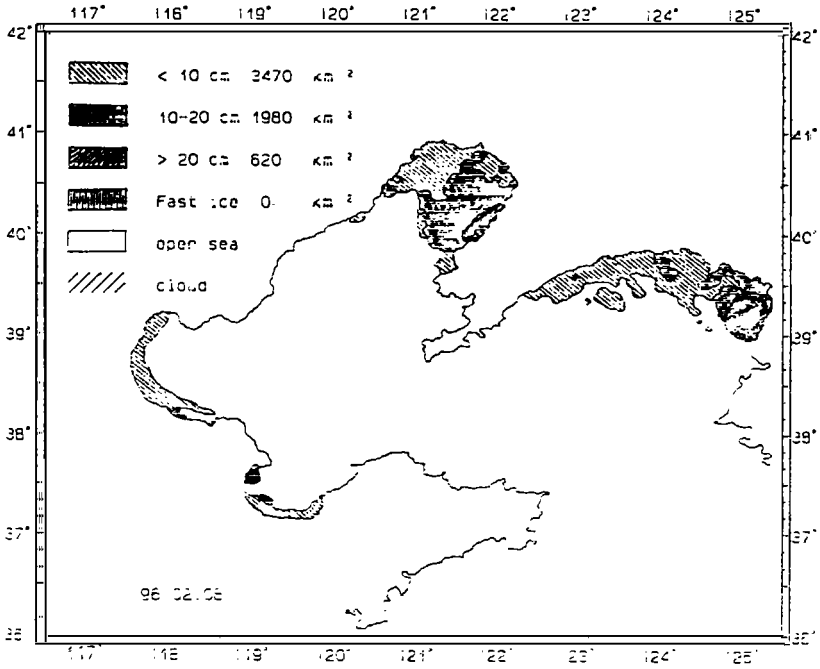


图 4 各海区海冰分类图

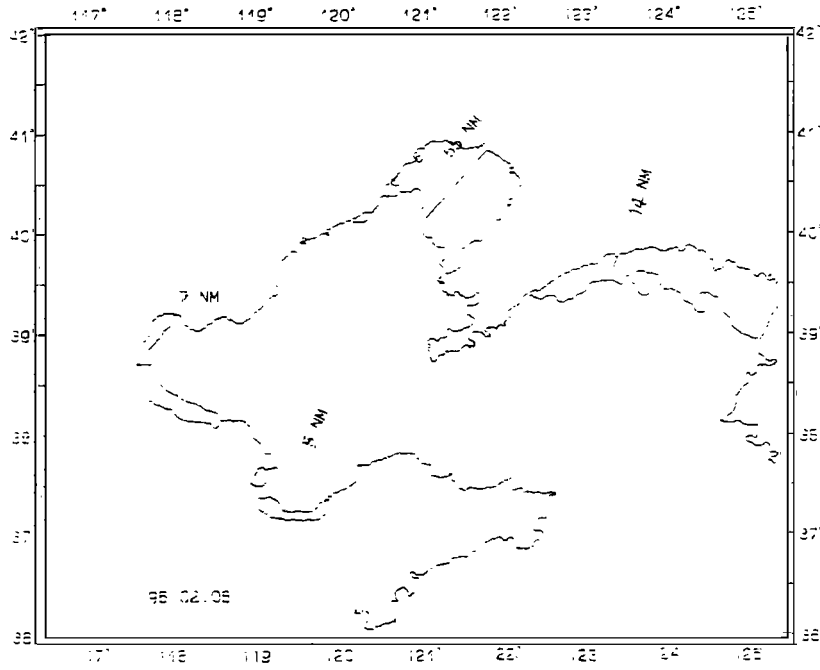


图 5 各海区冰外缘线距离图

表1 1991~1992年度各海区结冰范围和厚度卫星遥感资料

日期	辽东湾			渤海湾			莱州湾			黄海北部		
	范围	冰厚 (cm)		范围	冰厚 (cm)		范围	冰厚 (cm)		范围	冰厚 (cm)	
	(n mile)	为主	次之	(n mile)	为主	次之	(n mile)	为主	次之	(n mile)	为主	次之
91. 12. 30	30	10-20								7	10-20	
92. 01. 09	46	10-20	> 20	10	10-20					8	10-20	
92. 01. 10	35	10-20		13	10-20					13	10-20	
92. 01. 13	32	10-20	< 10	18	10-20					7	< 10	
92. 01. 14	39	< 10	10-20	19	10-20		8	10-20		9	< 10	
92. 01. 15	25	10-20		5	10-20		3	10-20		5	< 10	
92. 01. 16	30	10-20		7	10-20		4	10-20		8	< 10	
92. 01. 17	46	10-20	> 20	7	10-20	> 20	2	10-20		12	10-20	< 10
92. 01. 18	45	10-20	> 20	8	10-20		3	10-20		6	< 10	10-20
92. 01. 19	45	10-20		5	10-20					5	10-20	
92. 01. 20	30	10-20		7	10-20					5	10-20	
92. 01. 22	41	10-20		11	10-20					8	< 10	10-20
92. 01. 24	36	10-20		7	> 20	10-20	4	10-20		8	< 10	10-20
92. 01. 25	37	10-20		9	10-20	> 20	3	10-20		5	10-20	< 10
92. 01. 27	30	> 20								5	> 20	
92. 01. 28	30	10-20	> 20									
92. 01. 30	46	10-20	< 10	7	10-20		4	10-20		6	< 10	
92. 01. 31	50	10-20	< 10	8	10-20		3	10-20		8	< 10	
92. 02. 01	61	10-20	< 10	8	10-20					12	< 10	
92. 02. 03	51	10-20										
92. 02. 04	48	10-20	> 20	8	10-20		4	10-20		8	10-20	< 10
92. 02. 09	49	10-20	< 10	7	10-20		2	10-20		8	< 10	
92. 02. 10	45	10-20	> 20							6	< 10	
92. 02. 11	39	10-20										
92. 02. 12	40	10-20		8	> 20		5	> 20	10-20	12	10-20	< 10
92. 02. 13	33	10-20		15	10-20		4	10-20		10	10-20	
92. 02. 14	29	10-20		7	10-20		4	10-20		9	10-20	
92. 02. 15	30	10-20	< 10	8	10-20					6	10-20	< 10
92. 02. 16	25	10-20	< 10							5	< 10	
92. 02. 18	18	10-20	< 10									
92. 02. 19	20	10-20		7	10-20		3	10-20		4	< 10	
92. 02. 20	29	10-20		7	10-20		4	10-20				
92. 02. 21	16	10-20	> 20							4	10-20	
92. 02. 23	21	10-20								2	10-20	
92. 02. 24	19	10-20	< 10									
92. 02. 26	11	10-20								2	< 10	

表 2 1992~ 1993 年度各海区结冰范围和厚度卫星遥感资料

日期	辽东湾			渤海湾			莱州湾			黄海北部		
	范围 (n mile)	冰厚(cm)		范围 (n mile)	冰厚(cm)		范围 (n mile)	冰厚(cm)		范围 (n mile)	冰厚(cm)	
		为主	次之		为主	次之		为主	次之		为主	次之
92. 12. 21	15	10-20	< 10									
92. 12. 22	19	< 10										
92. 12. 23	25	10-20	> 20									
92. 12. 29	33	10-20										
92. 12. 30	32	10-20										
93. 01. 03	26	10-20										
93. 01. 12	42	10-20										
93. 01. 14	51	10-20	< 10	8	10-20					7	< 10	
93. 01. 15	51	10-20		8	10-20					10	< 10	
93. 01. 16	52	10-20	> 20	10	> 20		6	> 20		9	< 10	10-20
93. 01. 25	36	> 20					4	> 20		6	10-20	> 20
93. 01. 26	40	> 20		5	> 20		1	> 20		6	10-20	
93. 01. 28	45	10-20	< 10	11	10-20		3	10-20		8	10-20	
93. 01. 30	41	10-20		7	10-20		4	< 10		6	10-20	
93. 02. 06	27	10-20										
93. 02. 11	26	> 20	10-20							6	10-20	
93. 02. 12	21	> 20	10-20							6	> 20	10-20
93. 02. 14	19	10-20		7	10-20					6	10-20	
93. 02. 17	19	10-20	< 10							6	< 10	
93. 02. 23	28	10-20	< 10									
93. 02. 24	18	10-20	< 10									
93. 02. 25	16	< 10	10-20									

表 3 1995~ 1996 年度各海区结冰范围和厚度卫星遥感资料

日期	辽东湾			渤海湾			莱州湾			黄海北部		
	范围 (n mile)	冰厚(cm)		范围 (n mile)	冰厚(cm)		范围 (n mile)	冰厚(cm)		范围 (n mile)	冰厚(cm)	
		为主	次之		为主	次之		为主	次之		为主	次之
95. 12. 18	14	< 10	10-20									
95. 12. 20	21	< 10	10-20									
95. 12. 21	20	< 10	10-20							5	< 10	
95. 12. 22	14	< 10		6	< 10						< 10	10-20
95. 12. 23	15	< 10	10-20									
96. 01. 22	39	10-20	< 10									
96. 01. 25	55	< 10	10-20	9	10-20	< 10	1	< 10	10-20	9	< 10	
96. 01. 26	48	10-20		9	10-20	< 10	4	10-20		5	10-20	
96. 01. 29	40	10-20	< 10	9	< 10	10-20	4	< 10	10-20	10	< 10	10-20
96. 01. 30	42	< 10	10-20	4	< 10	10-20	4	< 10		12	< 10	10-20
96. 01. 31	41	10-20	< 10	7	< 10	10-20	2	< 10		13	< 10	10-20
96. 02. 01	50	10-20	< 10	11	< 10	10-20				12	< 10	
96. 02. 02	64	10-20	< 10	11	< 10	10-20				13	< 10	

(续表 3)

日期	辽东湾			渤海湾			莱州湾			黄海北部		
	范围	冰厚 (cm)		范围	冰厚 (cm)		范围	冰厚 (cm)		范围	冰厚 (cm)	
	(n mile)	为主	次之	(n mile)	为主	次之	(n mile)	为主	次之	(n mile)	为主	次之
96. 02. 03	51	< 10	10-20	16	< 10					14	< 10	10-20
96. 02. 04	56	< 10	10-20	11	< 10					14	< 10	10-20
96. 02. 05	66	10-20	< 10		< 10	10-20				16	< 10	10-20
96. 02. 08	53	10-20	< 10	4	< 10		4	< 10	10-20	18	< 10	10-20
96. 02. 10	60	10-20	< 10	8	< 10	10-20				11	< 10	
96. 02. 11	48	10-20	< 10	5	10-20		4	10-20	< 10	5	10-20	< 10
96. 02. 13	21	10-20	> 20	6	10-20							
96. 02. 15	21	10-20	< 10		10-20					7	< 10	10-20
96. 02. 17	70	10-20	> 20	11	10-20	< 10	7	10-20	< 10	12	10-20	> 20
96. 02. 18	53	< 10	10-20	4	< 10	10-20				18	< 10	
96. 02. 19	61	< 10	10-20	7	< 10	10-20				10	< 10	
96. 02. 20	53	< 10	10-20	7	< 10	10-20	2	< 10		5	< 10	
96. 02. 21	49	< 10	10-20	7	10-20	< 10	4	< 10	10-20	14	< 10	
96. 02. 22	51	< 10	10-20	8	10-20	< 10				5	< 10	
96. 02. 23	43	10-20	< 10	4	< 10	10-20				8	< 10	
96. 02. 25	19	< 10	10-20							5	< 10	
96. 02. 26	34	< 10	10-20									
96. 02. 27	14	< 10										
96. 02. 29	14	< 10	10-20									
96. 03. 01	17	< 10										
96. 03. 04	15	< 10										
96. 03. 07	20	< 10										
96. 03. 09	16	< 10										
96. 03. 13	19	10-20										

表 4 各海区旬最大及平均结冰范围卫星遥感资料(单位: n mile)

年度	月 旬	辽东湾			渤海湾			莱州湾			黄海北部		
		最大	平均	资料个数	最大	平均	资料个数	最大	平均	资料个数	最大	平均	资料个数
1991 92 年 度	12 月下旬	30	30	1	-	-	-	-	-	-	7	7	1
	1 月上旬	46	41	2	13	12	2	-	-	-	13	11	2
	1 月中旬	46	37	8	19	10	8	8	4	5	12	7	8
	1 月下旬	50	39	7	11	8	5	4	4	4	8	7	6
	1 月	50	38	17	19	9	15	8	4	9	13	7	16
	2 月上旬	61	51	5	8	8	3	4	3	2	12	9	4
	2 月中旬	40	29	9	15	9	6	5	4	5	12	8	6
	2 月下旬	21	17	4	-	-	-	-	-	-	4	3	3
	2 月	61	32	18	15	8	9	5	4	7	12	7	13
	3 月上旬	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	年度	61	35	36	19	9	24	8	4	16	13	7	29

(续表 4)

年度	月 旬	辽东湾			渤海湾			莱州湾			黄海北部		
		最大	平均	资料个数	最大	平均	资料个数	最大	平均	资料个数	最大	平均	资料个数
1992 93 年 度	12 月下旬	33	25	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1 月上旬	26	26	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1 月中旬	52	49	4	10	9	3	6	6	1	10	9	3
	1 月下旬	45	41	4	11	8	3	4	3	4	8	7	4
	1 月	52	43	9	11	8	6	6	4	5	10	7	7
	2 月上旬	27	27	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2 月中旬	26	21	4	7	7	1	—	—	—	6	6	4
	2 月下旬	28	21	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2 月	28	22	8	7	7	1	—	—	—	6	6	4
	3 月上旬	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	年度	52	31	22	11	8	7	6	4	5	10	7	11
1995 96 年 度	12 月下旬	21	17	5	6	6	1	—	—	—	5	5	1
	1 月上旬	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1 月中旬	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1 月下旬	55	44	6	9	8	5	4	3	5	13	10	5
	1 月	55	44	6	9	8	5	4	3	5	13	10	5
	2 月上旬	66	57	7	16	10	6	4	4	1	18	14	7
	2 月中旬	70	47	7	11	7	6	7	4	3	18	10	6
	2 月下旬	51	32	7	8	6	3	4	4	1	14	8	4
	2 月	70	45	21	16	8	15	7	4	5	18	11	17
	3 月上旬	20	17	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	年度	70	38	37	16	8	21	7	4	10	18	9	23

结合其它冰情实况历史资料, 并将卫星遥感资料与不同来源海冰观测资料进行对比分析, 可得出下列结论:

(1) 卫星遥感微机处理系统分析的结冰范围资料略小于同时期的航测资料。这主要是因为飞机航测的结冰范围资料以目测为主, 在观测中, 只要航线可视范围内出现海冰, 不管密集度多大, 都记录下来。而卫星遥感资料的结冰范围是由卫星图像根据海冰与其他地表类型反射性质的明显差别标划外缘线(即冰水分界线), 并通过计算各海区湾顶至外缘线的距离得到的。在卫星图像上, 只有当海冰达到一定密集度时才能反映出来。实际上, 冰和水的分界并不是被一条曲线截然分开, 在外缘线附近初生冰和水互相渗入、交汇, 从冰区到水区, 海冰的密集度逐渐趋于零。因此, 同期的航测资料结冰范围一般较卫星遥感微机处理系统分析出的结果要大一些。

(2) 卫星遥感微机处理系统分析的冰厚在渤海湾和莱州湾比海洋站观测资料偏大较多。这首先由于从图像上看, 黄河口附近颜色偏红, 人工标划结冰范围时存在一定误差; 其次岸边的排污口排出的废水影响了海水的透明度, 从而改变了浅水的反照率; 同时, 黄河口附近的地形变化使图像中和分类图中的岸线不十分吻合, 也是造成误差的一个原因。

(3) 卫星遥感微机处理系统在阴天接收的卫星云图图像层次不分明, 海冰分析处理误差也较大, 特别是对渤海湾和莱州湾的冰厚判断, 偏大很多, 见图 6。因为借助 NOAA 系列卫

星的可见光和红外通道所得到的图像(NOAA/AVHRR),有赖于天气情况,当有云覆盖时,无法得到可靠的海冰图像。另外,处理系统对初生冰的判断准确率也较差,因此在初冰期和融冰期处理效果不理想。

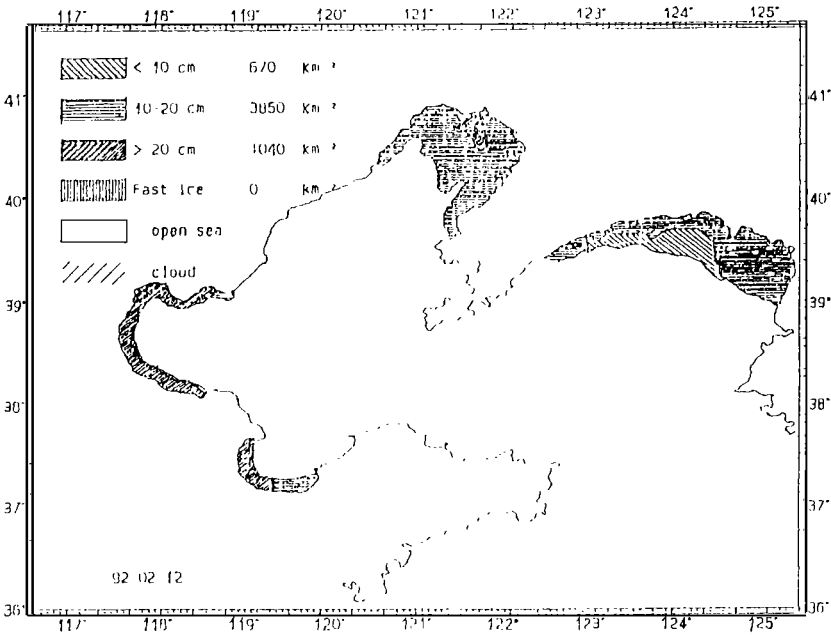


图 6 阴天情况下处理的海冰分类图

(4) 卫星遥感微机处理系统分析的结冰范围能够反映海冰随气温的变化过程。经过分析研究以结冰范围为主的海冰生消过程与黄渤海的冬季降温过程,可以看出,伴随着每个降温过程,流冰外缘线上比降温起始时间推后几小时至二十几小时向远离岸边方向移动,且结冰范围增大的程度也与冷空气强度密切相关,同时当一个降温过程结束后,流冰外缘线也随之向岸移动,结冰范围逐渐缩小。以 1996 年 1 月下旬至 2 月底的辽东湾结冰范围与营口站的日平均气温建立对应关系(见表 5),可明显的看出这一规律。

表 5 营口站日平均气温与辽东湾结冰范围

1 月下旬			2 月上旬			2 月中旬			2 月下旬		
时间	气温 (°C)	结冰范围 (n mile)	时间	气温 (°C)	结冰范围 (n mile)	时间	气温 (°C)	结冰范围 (n mile)	时间	气温 (°C)	结冰范围 (n mile)
96. 01. 22	-7. 7	39	96. 02. 01	-11. 3	50	96. 02. 11	1. 3	48	96. 02. 21	-4. 0	49
96. 01. 23	-9. 0		96. 02. 02	-9. 0	64	96. 02. 12	3. 3		96. 02. 22	-2. 7	51
96. 01. 24	-10. 0		96. 02. 03	-5. 0	51	96. 02. 13	5. 7	21	96. 02. 23	-3. 0	43
96. 01. 25	-9. 3	55	96. 02. 04	-7. 3	56	96. 02. 14	0. 7		96. 02. 24	-2. 3	

(续表 5)

1 月下旬			2 月上旬			2 月中旬			2 月下旬		
时间	气温 (°C)	结冰范围 (n mile)	时间	气温 (°C)	结冰范围 (n mile)	时间	气温 (°C)	结冰范围 (n mile)	时间	气温 (°C)	结冰范围 (n mile)
96. 01. 26	-7. 0	48	96. 02. 05	-9. 7	66	96. 02. 15	-7. 7	21	96. 02. 25	-1. 5	
96. 01. 27	-3. 3		96. 02. 06	-10. 0		96. 02. 16	-8. 0		96. 02. 26	2. 0	34
96. 01. 28	-0. 7		96. 02. 07	-8. 0		96. 02. 17	-9. 3	70	96. 02. 27	-4. 3	14
96. 01. 29	-9. 0	40	96. 02. 08	-8. 7	53	96. 02. 18	-9. 0	53	96. 02. 28	0. 3	
96. 01. 30	-10. 7	42	96. 02. 09	-11. 7		96. 02. 19	-7. 0	61	96. 02. 29	3. 0	14
96. 01. 31	-9. 0	41	96. 02. 10	-6. 7	60	96. 02. 20	-7. 7	53			

五、小 结

经过对数据处理微机系统的改进, 将图像处理和数值化处理扩大为针对整个结冰海区 (包括辽东湾、渤海湾、莱州湾及黄海北部) 的特征生成产品。其中解决的关键性技术问题主要有:

- (1) 完成对整个海区(渤海及黄海北部)的图象处理。将处理图像文件的经、纬度范围修改为 37°~ 41°N, 117. 5°~ 124. 5°E; 修改卫星遥感资料图像的边界处理范围及边界线数据与图形数据的转换比例。
- (2) 对整个海区填加了边界线, 借助数值化仪标化任意海区的冰区、云区, 建立了与辽东湾数值化处理相同的整个海区的数值化处理系统。
- (3) 修改了所提取的象素点个数, 图像转换比例及输出文件格式, 并将原来的辽东湾 5' 经、纬度的网格精度变为 10' 经、纬度精度以期与数值预报模式的初始场相匹配。
- (4) 通过生成中间处理图像文件的方法, 使数值化处理模块和海冰分类图处理模块达到统一性。

参 考 文 献

[1] 黄润恒等, 渤海海冰卫星遥感监测业务系统, 海洋预报, Vol. 8, No. 3, 1991。
[2] 苏洁等, 渤海及黄海北部海冰卫星遥感特征产品的分析和应用技术研究, 1996。