

# 渤、黄海北部海冰年代时空变化特征分析

王相玉, 张惠滋, 严 素, 温连杰, 郭可彩, 袁本坤, 商 杰

(国家海洋局北海预报中心, 青岛 266003)

**摘 要:** 本文取上世纪后 50 年至 2003 年度冬季渤海地区气温作为与渤海冬季冰情有关的气候指标。分析得出, 渤海地区冬季气温随着年代呈上升趋势, 特别是 80 年代中期至本世纪初尤为明显。受其影响, 渤海冬季的冰情时空分布状况发生了较大变化。其特点是: 初冰日较多年平均值推后、终冰日较多年平均值提前, 冰期较多年平均值偏短, 冰厚较多年平均值偏薄, 结冰范围(沿岸固定冰宽度和浮冰外缘线)较多年平均值偏小, 甚至有些海区已多年未曾见到海冰了。

**关键词:** 海冰年代; 时空变化; 统计分析

**中图分类号:** P731 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 - 0239 (2007) 2 - 0026 - 07

## 1 引言

全球气候变暖不是一个孤立的事件, 而是一个相互作用和相互影响的统一体。在全球气候变暖的大背景下, 南北两极的冰雪在不断地融化, 其结冰面积和冰层厚度在不断缩小和变薄。美国国家太空总署的科学家们说, 由于全球气候继续变暖, 北极冰帽正在以令人担忧的速度融解。从卫星拍摄的影像上可以看到冰帽面积正在不断缩小, 冰帽面积曾在 2002 年和 2003 年创出历史最小记录。NASA 相关研究人员说, 自 1980 年以来, 全年结冰的北极海, 部分地区正在以每十年百分之十的速度在缩小。许多海洋科学家还发现中国沿海海面多年来一直呈波动上升趋势, 这可能与气候变暖导致两极海冰融化有关。

20 世纪是过去 1000 年中最温暖的 100 年, 而近 20 年又是过去 100 年中最暖的 20 年。自 1986 ~ 2004 年, 除 2000 年冬季气温较常年偏低外, 渤海地区已连续经历了 18 个比较温暖的冬季。因此, 渤海及黄海北部的海冰环境及海冰时空分布状况已经或正在继续发生着变化, 海冰的时空分布状况由重到轻已经成为不争之事实。

本文试图通过渤海地区 50 多年的气温与海冰变化状况, 给出我国目前最新、最详细和最完整的冰情要素特征信息, 为渤海经济区域开发建设和海上生产科研服务。另外, 在对气候分析研究的基础上, 对未来 50 年渤海冰情发展趋势进行讨论。

## 2 渤海地区冬季气温

2.1 气温趋势变化

图 1 和图 2 分别为大连和丹东 1951 ~ 2003 年冬季 (12+1+2) 气温距平。由趋势线明显看出,1951 ~ 1980 年冬季气温为负距平,其中 1965 ~ 1975 年冬季气温最低;1974 年前后气温开始缓慢回升,到 1981 年前后气温由负距平变为正距平直至 2003 年度冬季。1986 ~ 2003 年 (除 2000 ~ 2001 年冬季气温为负距平外),连续 18a 气温偏高。

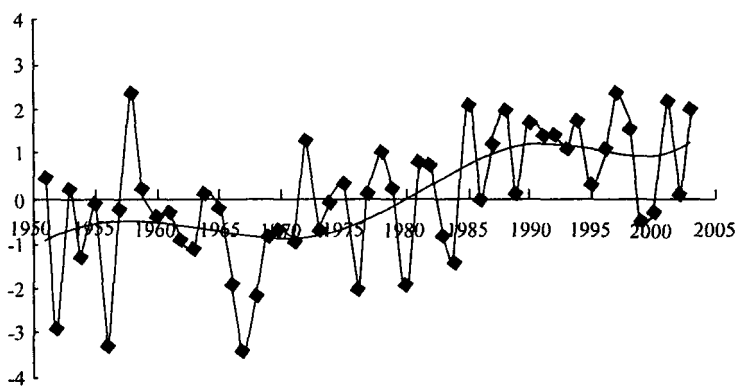


图 1 大连冬季气温距平

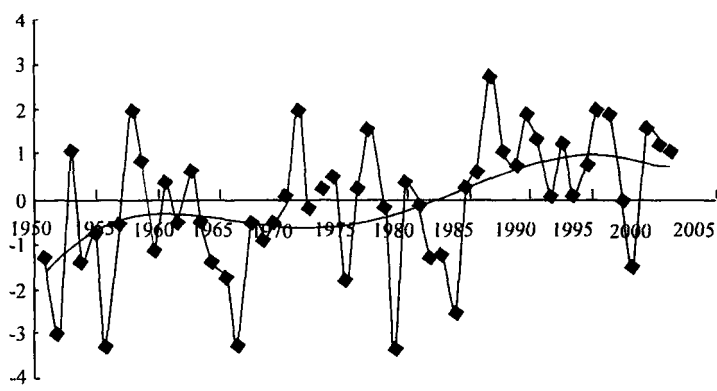


图 2 丹东冬季气温距平

2.2 气温年代变化

上世纪后 50 年的冬季,年代平均气温随时间呈上升趋势,尤其是 90 年代。以大连为例,90 年代气温较 50 年代气温上升了 1.7 ,较 60 年代上升了 2.2 ,较 70 年代上升了 1.4 ,较 80 年代上升了 0.8 ;丹东 90 年代气温较 50 年代气温上升了 1.7 ,较 60 年代上升了 1.8 ,较 70 年代上升了 0.7 ,较 80 年代上升了 1.2 (见表 1)。

表 1 渤海地区年代气温（ ）

<div>年代</div> <div>站点</div>	19551 ~ 1960	1961 ~ 1970	1971 ~ 1980	1981 ~ 1990	1991 ~ 2000
大连	-3.1	-3.6	-2.8	-2.3	-1.4
丹东	-6.5	-6.6	-5.5	-6.0	-4.8
平均	-4.8	-7.5	-4.2	-4.2	-3.1

2.3 负积温年代变化

负积温能够较好反映出气候对某一自然过程的温度条件或热量资源状况，在气象上通常把低于 0 的日平均气温累加值称为负积温。研究证明, 用日平均气温 -4 的积温和日数，作为分析研究渤海海冰的气候指标是可行的<sup>[1]</sup>。因为 -4 积温的初日与渤海的初冰日和融冰日比较接近。

表 2 渤海及黄海北部冬季积温统计

<div>年</div> <div>海区</div>	辽东湾		渤海湾		莱州湾		黄北	
	葫芦岛	营口	塘沽	汉沽	长山岛	龙口	大连	东港
1951 ~ 1960	-	-727.4	-198.3	-289.1	-	-	-323.1	-
1961 ~ 1970	-678.4	-700.7	-192.4	-218.2	-98.9	-157.8	-326.4	-629.9
1971 ~ 1980	-567.0	-620.4	-155.4	-211.1	-78.7	-133.7	-282.1	-534.9
1981 ~ 1990	-557.9	-580.5	-149.8	-197.5	-68.8	-102.8	-250.8	-530.2
1991 ~ 2000	-441.7	-491.6	-75.8	-98.8	-30.3	-30.5	-158.6	-378.4
90 年代与 60 年代积 温差	236.7	209.1	116.6	119.4	68.6	127.3	167.8	251.5
平均积温差	222.9		11.8		104.4		184.8	

由表 2 可清楚看出，渤海各海区及黄海北部海区负积温累积值随年代变小。即 60 年代负积温累积值 < 50 年代负积温累积值，70 年代负积温累积值 < 60 年代负积温累积值，80 年代负积温累积值 < 70 年代负积温累积值，90 年代负积温累积值 < 80 年代的负积温。

3 冰情分析

3.1 冰日及冰期

根据海洋站冰情监测资料，上世纪 60 年代至本世纪初，渤海各结冰海区的初冰日随着年代越来越推后，而终冰日越来越提前。以辽东湾鲅鱼圈海冰监测资料为例。上世纪 60 年代的初冰日平均为每年的 11 月 15 日，70 年代平均为每年的 11 月 19 日，80 年代平均为每年的 11 月 23 日，90 年代平均为每年的 12 月 8 日，本世纪初的初冰日为 12 月 10 日，年代平均为每年的 11 月 27 日。终冰日多年平均为 3 月 17 日，较 60 年代的终

冰日提前 9 天，而本世纪初的终冰日为 3 月 10 日，较上世纪 60 年代的终冰日提前 16 天（见表 3）。

由于初冰日推后，终冰日提前，冰期日数较上世纪 60 年代偏少 30 天左右。

表 3 年代冰日与冰期

年代	初、终冰日	鲅鱼圈	葫芦岛	芷猫湾	秦皇岛	塘沽
1964 ~ 1970	初冰日	11.15	11.30	11.23	11.26	12.21
	终冰日	3.26	3.17	3.15	3.10	2.13
1971 ~ 1980	初冰日	11.19	12.6	11.25	11.18	12.28
	终冰日	3.21	3.13	3.6	3.8	2.22
1981 ~ 1990	初冰日	11.23	12.13	11.27	11.27	12.22
	终冰日	3.20	3.11	3.7	3.4	2.25
1991 ~ 2000	初冰日	12.8	12.24	12.5	12.8	12.24
	终冰日	3.8	3.5	3.1	2.24	2.12
2001 ~ 2004	初冰日	12.10	12.24	12.10	12.10	12.26
	终冰日	3.10	3.1	3.5	2.19	2.17
初冰日	平 均	11.27	12.16	11.30	11.30	11.24
终冰日	平 均	3.17	3.9	3.7	3.9	2.17

3.2 冰情等级

冰情等级主要根据历年海冰卫星遥感、海冰船舶调查、海冰航空监测和海冰岸站监测等冰情资料，以浮冰最大外缘线和海冰厚度为主要指标，按照国家海洋局 1973 年制定的冰情等级标准给出的。另外，还参考了《中国海洋灾害四十年资料汇编》<sup>[2]</sup>。

表 4 和图 3 给出了 1950 ~ 2004 年逐年冰情等级，可以直观地看出逐年冰情变化状况，对分析研究渤海及黄海北部冰情的时空变化有着重要的参考价值。

表 4 渤海逐年冰情等级

年度	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
冰级	3.0	3.0	4.0	1.5	3.0	3.5	5.0	3.0	2.5	2.5	2.5
年度	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
冰级	2.0	3.5	4.0	1.0	2.5	3.5	4.5	5.0	3.0	3.5	3.0
年度	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
冰极	1.0	3.0	1.5	2.0	4.5	3.0	2.5	3.5	2.5	2.5	2.0
年度	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
冰极	3.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0
年度	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
冰级	1.0	2.5	3.0	2.5	2.0	3.0	4.0	1.0	2.0	2.0	2.5

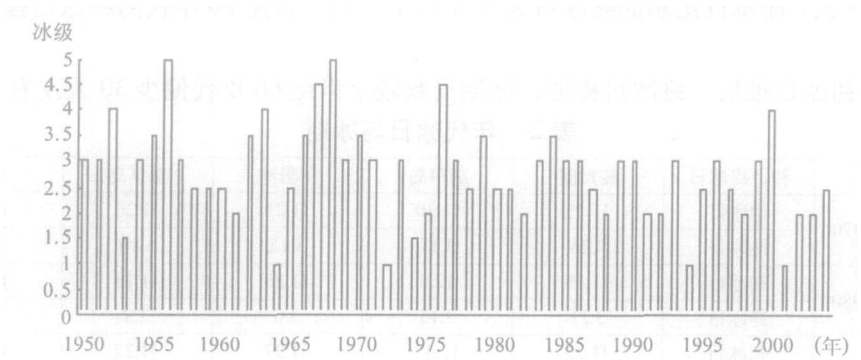


图 3 渤海逐年冰情等级

由年代冰级更容易看出，上世纪 50 年代至 90 年代，冰级随着年代变小。既冰情 > 常冰年的年份越来越少，而 常冰年的年份越来越多。表 5 和图 4 对分析研究渤海及黄海北部冰情的年代变化有着重要的参考价值。

表 5 渤海年代冰级\*

年代	轻冰年（次）	偏轻冰年（次）	常冰年（次）	偏重冰年（次）	重冰年（次）
1950 ~ 1959	1	2	5	1	1
1960 ~ 1969	1	3	3	2	1
1970 ~ 1979	2	2	5	1	0
1980 ~ 1989	0	5	5	0	0
1990 ~ 1999	1	5	4	0	0
合计	5	17	22	4	2

注：在划定年代冰级时，为取其冰级整数，将 1.0 ~ 1.5 级定为轻冰年，将 2.0 ~ 2.5 级定为偏轻冰年，将 3.0 ~ 3.5 级定为常冰年，将 4.0 ~ 4.5 级定为偏重冰年，其它不变。

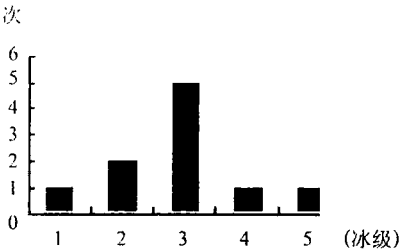


图 4a 50 年代冰级次数

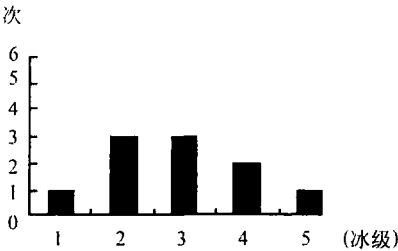


图 4b 60 年代冰级次数

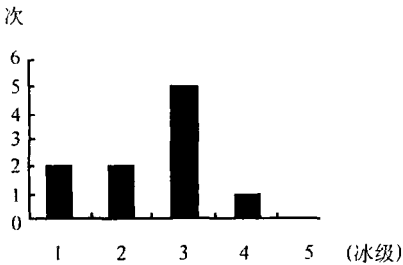


图 4c 70 年代冰级次数

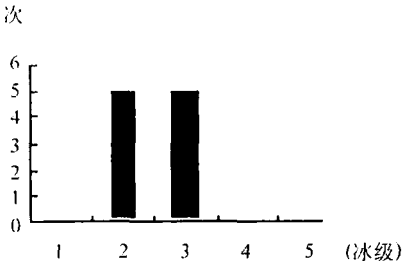


图 4d 80 年代冰级次数

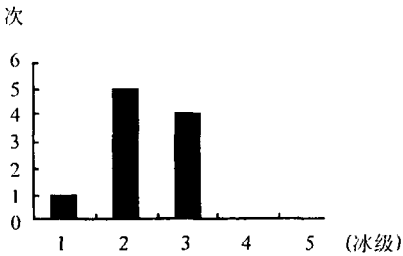


图 4e 90 年代冰级次数

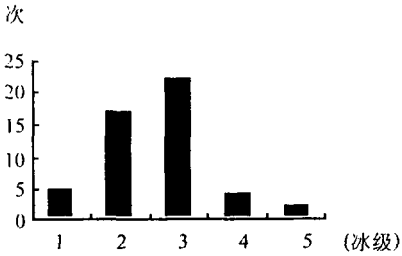


图 4f 50 ~ 90 年代冰级次数

4 讨论

根据我国科学家建立的全球气候模式和区域气候模式的预估结果 ,21 世纪我国气候仍将延续变暖趋势，尤以北方地区最为明显。通过预测和模式计算，到 2020 年全国年平均气温将升高 1.3 ~ 2.1 ；到 2030 年全国年平均气温将升高 1.5 ~ 2.8 ；到 2050 年全国年平均气温将升高 2.3 ~ 3.3 ，到 2100 年全国年平均气温将升高 3.9 ~ 6.0 。

如果这两个预测和计算模式结果成立，可以预言到 2050 年渤海除北部的辽东湾和黄海北部鸭绿江口附近海域还会结冰外，其它海区基本无冰可言了。到那时，渤海地区的生态环境和国民经济发展都将受到极大影响。

参考文献：

[1] 顾卫等：渤海和黄海北部地区负积温资源的时空分布特征[J]，《自然资源学报》Vo. 17 No. 2 Mar., 2002  
[2] 杨华庭. 等. 中国海洋灾害四十年资料汇编（1949-1990）[M]，北京：海洋出版社，1993.

## **The characteristic of the spatio-temporal transformation of the sea-ice in northern part of the BO-HAI sea and the Yellow sea**

WANG Xiang-yu, ZHANG Hui-zi, YAN Su, WEN Lian-jie,  
GUO Ke-cai, YUAN Ben-kun, SHANG Jie

(North China Sea Marine Forecasting Center, SOA, Qingdao, Shandong, 266033 China)

**Abstract :** By using the winter air temperature data of the Bo-hai sea area from 1951 to 2003 for the climate guideline of the ice condition. Then seek out that the winter air temperature of the Bo-hai sea area goes up year after year, especially from 1980s to this early century. It result in biggish movement of the spatio-temporal transformation of the Bo-hai sea ice. The characteristic is that , the early ice day delays than the long-term mean, the end ice day is ahead of the long-term mean, the ice age is shorter, the thickness of the ice is thinner, the range of the ice is smaller. Some sea area does not appear sea-ice for several years.

**Key Words :** Period of the sea-ice ; Spatio-temporal transformation ; Statistical analysis