

经验交流

松花江流凌预报方法

王玉玺

陈凡凡

(黑龙江省气象台, 哈尔滨 150030) (黑龙江省航道局)

提 要

为了充分开发、利用水利资源,在分析大气环流与流凌关系的基础上,采用统计方法,对松花江流凌进行了气候分析,确定了流凌与气象因子的关系。为航运局航道局提供航运决策,收到了明显的经济效益和社会效益。

关键词: 流凌 环流分析 航运决策 效益

前 言

黑龙江省有四大江河:黑龙江、松花江、嫩江、乌苏里江。水利资源较为丰富,随着改革开放的逐步深入,做好江河流域的流凌预报十分重要。松花江是黑龙江省内最长的江,经过省会哈尔滨,占据重要的地理位置。担负着全省主要的水上运输任务,年货运量占总任务的一半以上。黑龙江省水上运输,季节性很强。每年从春季开江到秋季封江,黑龙江约有170天左右的畅流期,松花江约有200天左右,其它时间江河封冻为封冻期。在江河封冻之前,江面有一段流冰时期,这段时间较短,但对行船威胁很大。流冰的开始日期叫流凌日,简称为流凌。每年的10月初,都要为航运局、航道局提供流凌的长期趋势预报。一方面为用户合理利用、延长畅流期,一方面还要确保用户船只在流凌之前安全返回船坞。

1 流凌的气候分析

1.1 流凌的标准

流凌的过程是一个复杂的过程,不但受到气象与水文因子的影响,还受大气与江水的交换过程的影响。而热量交换过程又与大气、江水的升温强度和持续时间有关,要经过2—3月左右反复,才能使江河的水温从平均20℃左右下降到0.2℃。当日平均气温在-10℃以下,水温在0.2℃时,江面有冰花出

现,定为流凌。

1.2 流凌的气候变化

1.2.1 流凌的气候特征

流凌的变化并不是杂乱无章的,有其内在的规律及特征。我们采用最优分割的方法,就是把流凌序列分段,每段内数据变化最小,而段间变化最大的处理方法,来分析流凌的特征。首先,对流凌序列进行二分割到十三分割(如图1)。

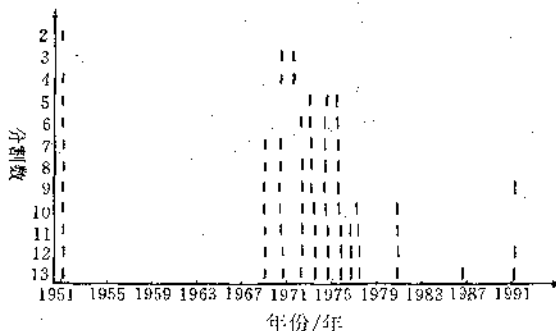


图1 流凌日二分割到十三分割

竖线表示分割点

从图1可以分析出三个阶段:第一阶段从1952—1969年是比较平稳的一段,平均值为11月11日,均方差为2.25。第二阶段从1970—1979年是波动较大的一段,平均值为11月10日,均方差为9.35,是极值出现较多的时段。第三个阶段从1980—1992年又是一个较平稳段,平均值为11月10日,均方差为

5.56。但比第一阶段变动要大些。从均方差值可以看出,后一阶段比第一阶段大一倍多,说明波动比第一阶段要强。

1.2.2 流凌早、晚的划分及特征量

流凌所用资料是从1951—1992年,共计41年,1993年做为试报年。

把比流凌平均值晚2—4天定为流凌偏晚,比流凌平均值早2—4天定为偏早,比流凌平均值晚5天以上定为流凌特晚,比流凌平均值早5天以上定为流凌特早(见表1)。

表1 松花江流凌开始日特征量

流凌最早日	10月30日
流凌最晚日	11月25日
流凌平均日	11月10日
流凌方差	5.1天

流凌出现的时间是10月末到11月下旬之间,早、晚相差近一个月。多数年份出现在11月10日前后。流凌的极值是出现在70年代到80年代初,这段均方差值较大,振幅变化明显。

1.3 流凌的周期

我们用谱分析方法来分析流凌的周期。时间序列的谱分析,是把不同频率的振动按其方差贡献大小进行分解,贡献大的部分,谱曲线与红、白噪音谱有着明显的差异(图略)。

从图看出:流凌功率谱与红噪音谱差异较大的是8年左右周期,次之是2年周期,其它差异较小,周期不明显。从上述分析认为:流凌序列中既无长周期又无明显的短周期,仅存在8年左右的周期。可利用流凌这一自身规律,来预测未来的趋势及流凌极值出现的可能性,为流凌预报提供了大的气候背景。

2 流凌与大气环流关系的探讨

全球的气候变化与大气环流有关。实践证明流凌早、晚也与大气环流有关,而直接影响欧亚大气环流和我国的天气变化主要是由副热带高压、极涡、东亚大槽等主要系统的位移、强度变化而造成的。下面分析流凌与副热带高压北界、极涡、500hPa距平的关系。

2.1 流凌早、晚与副高北界的关系

副高是影响我国天气变化的主要系统之一,副高偏北、偏南对我国的天气影响截然不同。副高偏北我国大部地区多受暖高压控制,天气晴朗,气温偏高,相应流凌偏晚的年份较多。副高偏南,说明中高纬度冷空气活动频繁,多降温天气过程相应流凌偏早的年份较多。经统计得出:流凌早、晚与8—10月副高北界平均位置有关。流凌早年比流凌晚年副高北界月平均偏南4—6个纬距。流凌早年副高北界平均在24—29°N。流凌偏晚副高北界平均在30—34°N(见表2)。

表2 流凌早、晚年副高北界的位置

	8月	9月	10月
流凌早年副高北界	30—34°N	25—30°N	18—23°N
流凌晚年副高北界	35—40°N	31—34°N	24—28°N

为了清楚起见,将流凌特早、特晚年副高北界位置分别绘在图2。

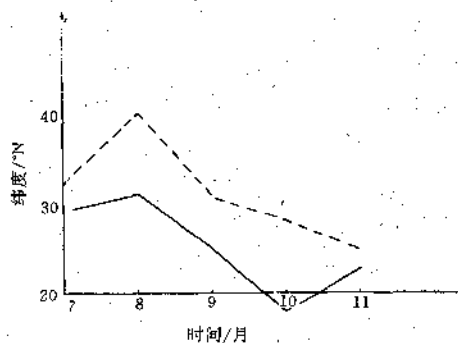


图2 流凌特早(实线)、特晚年(虚线)前期副高北界位置

从图2可以看出:流凌特早、特晚年的副高北界月平均差异更明显。从8—10月流凌特早比流凌特晚副高北界平均偏南8.6个纬距。流凌特早年副高北界平均在22°N左右,流凌特晚年副高北界平均在33°N。说明副高北界的变化直接影响着流凌的早晚。

2.2 流凌早、晚与极涡的关系

把流凌早年、晚年与各月极涡的位置、半径进行了统计分析得出:流凌早年、晚年与10—11月的极涡位置和极涡半径有关。流凌早年10月极涡在欧亚一侧较多,流凌晚年

11月的极涡在亚洲一侧的较多。流凌早年极涡半径大于流凌晚年的极涡半径。说明流凌早年比流凌晚年冷空气南下明显,而且冷空气影响欧亚的时间要早。为了进一步分析10—11月100hPa极涡的逐日位置。首先对极涡经常活动区域进行了统计:分第一区为新地岛、太梅尔半岛。极涡在这个区域的天数占53%,其中太梅尔半岛占43%。第二区为美洲、格陵兰。极涡在这个区域的天数占19%。第三个区为极地。极涡在这个区域的天数占23%。第四个区为欧洲。极涡在这个区域的天数占5%。结果表明:10—11月极涡在新地岛、太梅尔半岛的天数最多,极地次之,欧洲最少。极涡在新地岛、太梅尔半岛最多,恰恰是影响我国秋季降温的主要天气形势之一。由于极涡是极深厚的天气系统,比较稳定,移动缓慢,它所造成的天气影响,具有持续性、阶段性的特点。所以,当秋季极涡一旦过早移入新地岛、太梅尔半岛。我国北方就多大风、降温的天气过程。此时秋天就来得早气温较低,流凌也早。如果,秋季极涡多在美洲、极地、格陵兰或是极涡分裂成两个,一个偏向欧洲、一个偏向堪察加半岛,此时欧亚环流平直,锋区偏北,中高纬多暖空气活动,一般流凌偏晚。

2.3 流凌早、晚与500hPa距平场关系

把流凌早、晚的500hPa距平场,分别叠加平均,再进行分析认为:流凌早年,8—11月从贝加尔湖到亚洲东岸为负距平,表明东亚多低槽活动。流凌晚年为正距平东亚多高脊活动。其中10—11月流凌早与流凌晚年500hPa距平场强度、范围差异更大。为了清楚起见,用500hPa11月的距平差值表示,流凌早、晚的差异。差值越大,流凌早、晚与500hPa距平差异就越明显(如图3)。

2.4 流凌早、晚与哈尔滨10—11月平均气温的关系

经相关统计:流凌早、晚与哈尔滨10—11月平均气温有关。在41年中哈尔滨11月

平均气温偏低年中,有86%流凌偏早,哈尔滨11月平均气温偏高年中有76%流凌偏晚。如果已知10月下旬和11月上旬的平均气温(用其它预报方法作出)补充订正,可使预报准确率提高到88%以上。

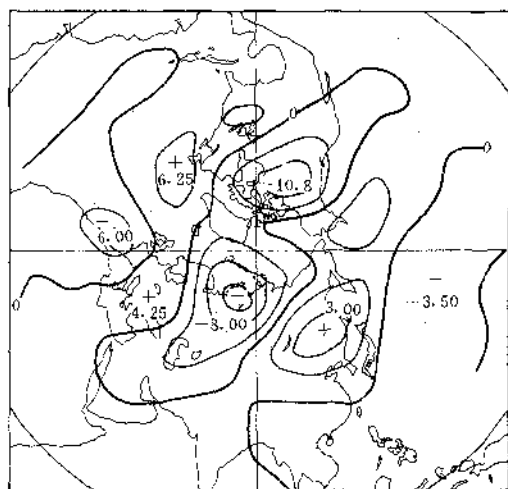


图3 流凌晚年与流凌早年11月500hPa高度距平差分布图

3 流凌的长期趋势预报

3.1 用多项式拟合方法做流凌趋势分析^[2]

设原时间序列为 $Y(t)$,用二次曲线拟合则趋势方程为:

$$H(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2$$

用最小二乘法求解上式中的系数

$$H(t) = 12.970 + 0.140t + 0.002t^2$$

从曲线(图略)中可知,50年代初流凌较晚,60年代到80年代初偏早,目前正处在偏晚的时期中。

3.2 流凌的周期分析^[2]

把时间序列,看成是许多周期叠加的结果,则

$$Y(t) = D + C_1(t) + C_2(t) + \dots$$

$$Y(t) = D + \sum_{k=1}^m C_k \sin(2\pi kt/T_k + \phi_k)$$

式中 D 为平均值, C_k 为周期 K 的振幅, T_k 为周期, ϕ_k 为初位相。求出其主要波列于表3。表中 F 为统计量, $F = S_i^2 K_i / 40^2$,当信度为

0.20, $F=1.609$ 。

表3

波长	F 值	振幅	位相
3	2.406	2.432	78.30
7	2.236	2.202	40.67
4	1.795	1.852	221.90
15	1.641	2.196	255.90

用上述4个波叠加,预报1993年的流凌日值为11月13日。

3.3 流凌的方差分析^[2]

根据方差分析的原理,由统计量

$$F = \frac{Q_2/(r-1)}{Q_1/(n-r)}$$

找出 F 值较大的显著周期(见表4)。式中的 Q_1 和 Q_2 为组内方差和组间方差。

表4

周期长度	3	4	7	9	12
F 值	2.594	1.990	1.589	1.620	1.872

把表4中周期叠加,得到1993年流凌的预报值为11月13日。

3.4 流凌的回归方程

影响预报因子很多,我们在500hPa高度场中选与流凌相关系数较大的5个格点资料,做预报因子,建立多元回归方程:

$$y = 10.92 + 0.2298x_1 - 0.6791x_2 - 0.3285x_3 - 0.3271x_4 - 0.6569x_5$$

其复相关系数为0.86,均方误差为2.551,式中 x_1-x_5 分别为前一年1月70°N、160°E,前一年7月50°N、55°W,前一年8月70°N、

140°E,前一年10月60°N、130°E,前一年11月30°N、90°W的位势高度距平。

经计算出1993年的流凌预报值为11月15日。

3.5 综合预报

对上述三种方法所得结果平均,得到最后预报1993年流凌日为11月14日,比常年晚4天,实况基本正确。

4 结语

在日常的服务工作中,我们采用长、中短跟踪服务方法,效果较好。近5年来没有发生船冻在江里的事故。并为用户抓住有利天气合理延长畅流期,使黑龙江省航运局、黑龙江省航道局,每年都超额完成国家交通部下达的任务。特别是1992年由于我们的特殊服务,及时准确,为省航运局、省航道局挽回损失上百万元。受到上级领导及航运部门领导的表扬。

由于服务质量及信誉不断提高,服务收费逐渐增加,用户认可,只航道局一户由不足千元增加到万元以上。双方都获得较大的经济效益和社会效益。

参考文献

- 1 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京: 气象出版社, 1990.
- 2 屠其璜等. 气象应用概率统计学. 北京: 气象出版社, 1984.

The Forecasting of Ice Floe down the Songhua River

Wang Yuxi

(Meteorological Observatory of Heilongjiang Province, Haerbin 150030)

Chen Fanfan

(Heilongjiang Navigation Course Bureau)

Abstract

In order to explore and make full use of water resources based on the analysis of the relation between atmospheric circulation and ice floe, the climate over Songhua River basin is analysed by means of statistics and the relation between ice floe and meteorological factor is defined.

Key Words: ice floe circulation analysis navigation policy profit