

中国旱涝巨灾长期预报方法的研究

刘 伟¹, 范垂仁²

(1. 吉林建筑工程学院, 吉林 长春 130021; 2. 长春自然灾害预测研究服务中心, 吉林 长春 130012)

摘 要: 文中从影响旱涝巨灾物理机制入手, 对巨灾研究采用“立体的、动态的、全方位”的思路和做法, 选用 1951 年~2003 年全国受旱涝面积七大流域主要水文站最大洪峰流量同相应的天文、海温、环流特征量等通过微机计算, 从 2000 多万数据中选出 6% 相关系数大于 0.4 的数据建立模型图, 经分析验证可知: 造成我国巨灾旱涝首位是海温, 其次是环流特征量; 而年月太阳黑子数, 日月食是做好超长期预报因子最理想指标; 近日点、远日点、立春日期三者三年滑动平均指针是计算预测巨灾旱涝定量值最佳指标。

关键词: 海表层温度; 环流特征量; 旱涝分析; 定量预测

中图分类号: P731 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 - 0239 (2005)3 - 0011 - 06

1 问题的提出

20 世纪后五年, 我国曾先后发生了严重旱涝灾害, 损失巨大, 1998 年全国农田洪灾面积为 2229.18 万公顷, 成灾面积为 1378.5 万公顷, 成灾率高达 61.8%, 倒塌房屋 685.03 万间, 死亡人口 4150 人, 直接经济损失高达 2550.90 亿元, 其中水利损失就有 287.03 亿元, 居 1991 年至今有洪灾统计资料以来之首。长江、松花江、珠江流域有数个水文站突破了解放以来最大洪峰流量; 2000 年我国又发生了建国以来的最严重干旱, 给国家带来巨大损失, 由于春夏连旱使我国 364 座县级以上城市缺水, 涉及 2 198 万人口, 农田受旱面积高达 4054.1 万公顷, 成灾面积为 2 678.3 万公顷, 成灾率高达 66.1%, 因旱损失粮食 5 996 万吨。2003 年淮河流域又发生了大洪水, 6 月 20 日~7 月 10 日淮河流域的安徽、江苏、河南等省的部分地区降大暴雨, 长时间持续强降雨导致淮河安徽段出现 1991 年以来最大洪水。皖、豫、苏三省共有 4751.8 万人受灾, 3000 万人受灾, 231.2 万人被洪水围困, 农作物受灾面积 390.5 万公顷, 成灾 244.9 万公顷, 绝收 79.8 万公顷。直接经济损失 181.7 亿元。近些年来, 由于异常气候的频繁出现, 以及人们日益认识到长期天气气候的变化对人类社会造成的影响, 因而关于长期天气变化及气候异常成因的研究引起气象学家的普遍关注。已成为近年来海洋、气象和地质灾害科研中的重要课题。因此研究其发生规律与预测方法十分必要。

2 物理机制和数据选用

收稿日期: 2005-04-20; 修订日期: 2005-07-12

作者简介: 刘 伟 (1956-), 男, 副教授, 吉林大学博士研究生, 主要从事地质灾害方面的研究。

长期和超长期异常旱涝灾害的定量预测是一项重要的系统工程。能否建立异常旱涝具有较高合格率的模型图,是预测的关键,并且模拟曲线特征年份必须包括在内。

这里所指异常旱涝是指 50~100 年一遇以上的旱涝。这类点对某个站来说是稀有的,预报曲线是非线性的,按混沌理论,在它们变幻莫测的背后定有一些普遍适用的规律。看似混乱一片,实为意法井然,无序是现象,有序才是本质。我们认为旱涝主要受六大因素的影响,特定的地理环境气候、太阳辐射、海温、大气环流和宏观异常等等。可用下列函数式 (1) 来表示,所用数据年限基本是 1941 年~2001 年,部分用 1561 年~2003 年数据。

$$Q_{An}=f (An、t、R、SST、Hc、Z) \quad (1)$$

其中: Q_{An} 为旱涝异常大小 (用全国旱、涝面积, 24 个站最大洪峰量)

An 为中国自然地理环境 (中国土地山脉面积 7 大流域)

t 为气候变化 (用立春日期表示)

R 为太阳辐射 (用年月太阳黑子、日月食、近远日点三年滑动平均值)

SST 为海温表层温度 (用北太平洋 286 点海温)

Hc 为环流特征量 (用 81 项环流特征量)

Z 为宏观异常 (用文献 [6] 表示)

上述六大要素中,除 An 基本不变外,其它各项均有变化。

3 模型图建立

众所周知,某固定断面的流量 (Q) 等于本断面面积 (A) 乘上河流中的流速 (V),即可求出某断面的流量,并可绘出水位-流量曲线;同理,异常灾害 (Q_{An}) 在特定的地理 (An) 环境中即可同其它旱涝四项影响因素所建立的图形呈线性关系;异常灾害的大小亦可从模型曲线中查取,即可作出未来的预报。并可作为今后旱涝定量预测的理论依据。

旱涝预报模型是发布灾害预报的重要依据。一般来说,它是历史洪涝干旱的普通规律及其共同特征的客观变化和综合反映,尤其对于这种异常干旱及洪涝年份,只有这类模型本身才是体现不同旱涝千变万化中的各种特殊现象的集中表现,同时它又是对这些现象的高度概括和总结。

具体步骤:

(1) 把影响旱涝要素换算成便于绘图的序列,如把黑子年月变化换算成“年月比例系数”^[1]、日月食及其发生时间换成代码值^[2],把立春日期、近日点、远日点并进行三年滑动平均计算数换算成便于应用的序列等等。

(2) 把影响异常旱涝其它四项等指针、预报对象等输入数据库。

(3) 按事先设计好的预报流程图^[3]进行相关系数计算。根据旱涝预见期采用指标不同,取用的相关系数亦不同;超长期预测的相关系数取 γ 0.40 以上;长期预报相关系数取 γ 0.50 以上的资料。

(4) 将计算好的相关系数整理出《预报同中国旱涝灾害相关系数统计一览表》。

从统计表中惊奇地发现: 我国洪涝干旱共有 1 384 个 0.40、0.50 以上的相关系数, 同天文、气候、海温、环流特征量有指示意义。它们分配的比例是, 海温占 64%、环流特征量占 30%、天文、气候占 6%。

天文指标指示意义最好的是年月最大黑子数、年黑子月最大变幅同年均值的比例系数及其黑子发生最大月。超长期预报最易建立模型有三个水文站, 长江汉口、北江石角、辽河的铁岭站。

近日点、远日点、立春日期的三年滑动平均是分析计算旱涝定量值的最佳指标。

海温指标指示意义最好的是全国洪涝面积, 大于等于 0.50 以上的有 136 点, 相关系数 γ 在 0.60 以上有 24 个, 最大的相关系数可高达 0.75。

我国有三大流域三个水文站附近断面是我国海温敏感区:

一是松花江流域嫩江区江桥水文站, 海温相关系数 0.50 以上者 148 点, 其中上一年 9 月至本年 3 月为最好, 相关系数 0.70 以上者有 8 个, 0.80 有 3 个, 而当年 1 月竟高达 0.91。

二是长江中下游汉口、大通两站相关系数 0.50 以上者有 112 点, 主要集中在前一年 7~12 月, 相关系数最大为 0.66。

三是珠江流域西江梧州站同海温相关系数 0.50 以上者有 48 个, 主要集中在前一年 8~10 月, 最大相关系数为 0.58。

另有敏感区是海河流域漳河观象台水文站最大洪峰流量同海温也有密切关系, 相关系数 0.50 以上者有 36 个点, 而且主要集中在前一年 7 月, 0.70 以上者有 5 个, 其中最大的为 0.75。还有全国旱灾同海温关系相关系数 0.50 者有 38 个, 主要集中在前一年 3、4 月, 最大的相关系数为 0.71。

环流特征量共有 412 项相关系数 0.50 以上者, 其中对涝灾有明显指示意义。全国洪涝面积的相关系数 0.50 以上者有 41 项, 主要集中在前一年 8、11 月为最多, 相关系数最大的为 0.71。长江流域、中下游站汉口, 大通站最大洪峰流量相关系数 0.60 以上者有 30 个, 最大相关系数为 0.69、0.67; 松花江流域中游站哈尔滨最大洪峰流量, 同当年 2 月指针为最好, 环流特征量 0.50 以上者有 38 项, 0.60 以上者有 8 个, 最大的相关系数 $\gamma=0.71$; 对全国干旱有指示意义的有 74 项, 其中对全国旱灾亩数相关系数 0.50 有 8 项, 前一年 2、3 月居多, 最大的相关系数为 0.71; 对吉林省旱灾面积有指示意义的, 相关系数 0.50 以上者达 35 项, 主要集中在前一年 5、7 月, 相关系数最大的为 0.63。

这样, 我们从分析挑选的 1 384 个之中拿出 81 个即 6% 的相关系数好的作指标, 依选出来的各类指标为纵坐标, 以旱涝灾亩数、最大洪峰流量为横坐标, 建立模型图 105 张。其中有 80% 以上模型图合格率在 65% 以上, 合格率在 76%~85% 者占 38%; 合格率在 86% 以上者有 18%。所建立的各类图型详见图 1~5。

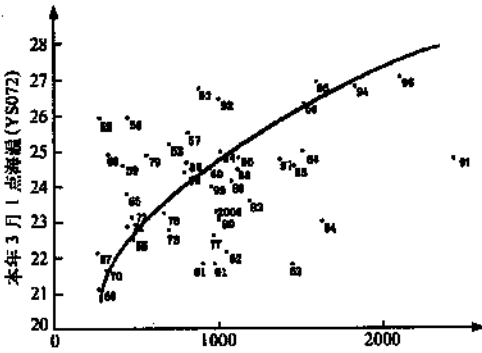


图 1 全国涝灾亩数 (万公顷)

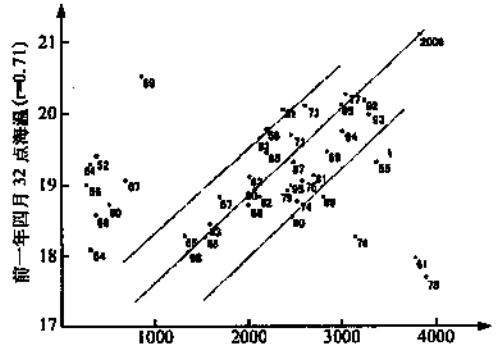


图 2 全国旱灾亩数 (万公顷)

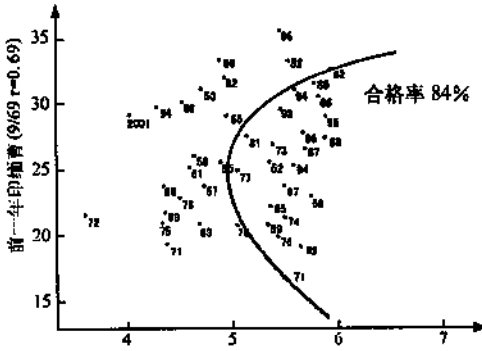


图 3 汉口洪峰流量 (万立方米/秒)

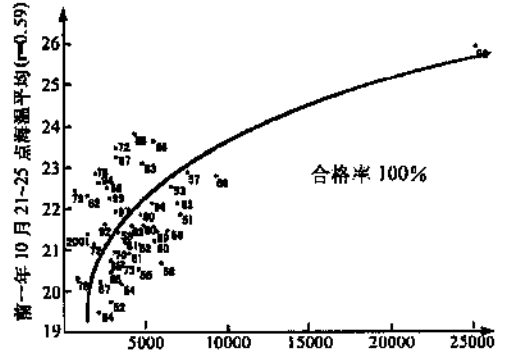


图 4 江桥最大洪峰流量 (m³/s)

4 结论

从物理机制探索异常旱涝是提高预测精度的关键,按着旱涝影响的主要因素给出了异常旱涝函数式(1),它表达了对旱涝异常研究是必须通过交叉学科知识,从不同角度、多种方法、多种类型图表、立体的、全方位进行了研究,研究表明:用交叉学科知识进行异常定量预报,能够真正反映旱涝客观变化规律。

北太平洋海温是影响我国旱涝异常最重要因子之一,是作好我国旱涝预报不可缺少的最重要指标。太平洋海温本身是东亚地区大气环流运行中最大热源,海水的比热比空气大,能够储存更多的外来辐射能量,同时其范围比陆地大得多,海水以流动介质和大气进行能量交换,使热辐射的能量大部分存储在海水中,因此,它的表面温度的异常变

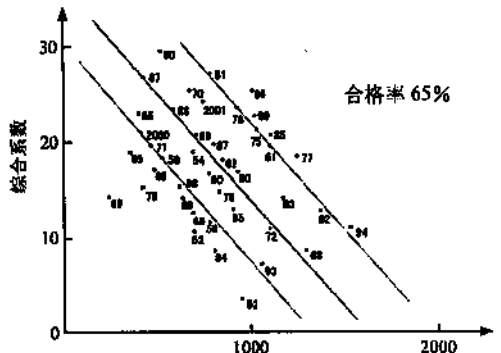


图 5 石角最大洪峰流量 (m³/s)

化必然引起我国大气环流和天气系统的变化, 从而形成我国三大敏感区流域旱涝的主要水汽来源; 确切地说, 因为我们研究七大江河的是外流区域, 属于太平洋水系。长江、松花江、珠江三条江河其总长度为 10 822km, 约占 7 大江河总长度 19 768km 的 55%, 流域面积和为 2 819 370km², 约占总流域面积 4 333 687km² 的 68%、年径流三流域总量为 13 634 亿 m³, 占七大江河年径流总量 15 260 亿 m³ 的 89.3%。这就不难看出海温对三个敏感区影响有着特殊含义。

环流特征量是研究我国异常旱涝第二个重要指标, 81 项环流特征量是国家气象部门根据我国气候特点经过多年研究计算整理而成, 在多年天气预报中最优一种指标。经我们研究验证, 它是同我国各江江河水量大小相关密切程度仅次于海温指标, 这类预报指标, 用起来方便, 代表性强, 且具有较长预见期, 也就是定量预测最后选用校正指标。

天文气候指标是研制超长期定性旱涝异常预测最理想指标, 因为异常旱涝在历史长河中是稀有的, 必须有大量地长期序列数据来分析, 而这类指针特点恰恰是系列长, 数据多, 周期性明显, 可比性强, 又具备可计算性, 易把它变为长序列数据, 这样就能把历史上所有各类灾害宏观现象同异常旱涝进行对比、衔接, 描述旱涝形成物理机制更具有说服力。

为了校核月相气候指数算法效果如何, 将我国七大流域 34 次第一位洪水预测计算第二位洪水合格率高达 94%; 用洪调最大洪峰流量计算预测中国第一位大洪水, 共有 42 组, 其中能够进行计算的有 37 组, 用同样方法计算合格率可达 86%; 选用国外法、印、日、美、英等国实测第一位洪水计算第二位洪水, 从这些国家 1874 年~1971 年选用了 58 组, 验证只有 6 组不合格, 其合格率可达到 90%。

5 结语

从影响旱涝物理机制出发, 搜集分析数据、预报指针选用、加工、设计旱涝函数式、预测流程图、建立预报模型图一直到预测成果的发布和使用整个过程所进行的系列分析, 既是在总结了多年长期旱涝预测十大特性(区域性、可计算性、可延长性、周期性、滞后性、相似性、同步性、遥相关性、连续性、小气候区变化特殊性)基础上, 试验—实践—改进—应用, 研究中又采用了十大结合(成因分析和数理统计相结合、定性定量预报相结合、区域和单站研究相结合、超长期和长期预测相结合、古代和现代方法相结合、单一学科和多学科知识相结合、创新和引进相结合、高空同地面指标相结合、绘图和计算相结合、特旱特涝同时研究相结合), 从而提出了一整套旱涝异常预测方法。

参考文献:

- [1] 中国水利报. 利用太阳黑子月年比例系数预测旱涝将付实践 [N]. 2000.
- [2] 范垂仁, 顾洪政, 张生武. 采用日月食代码定量预测超常洪水 [J]. 水利水电技术, 2001, (3): 5~6.
- [3] 范垂仁, 浦文华, 杨学祥, 等. 特大旱涝暴雨预报流程图的设计和应用 [J]. 东北水利水电, 2001, (2): 20~22.
- [4] 范垂仁, 顾洪政, 等. 特大旱涝长期定量预测的研究(第四届全国地关系与灾害学术研讨会论文集专辑) [M]. 福建天文, 2001, 7: 82~83.

- [5] 范垂仁, 王 俊. 用综合系数法作超长期洪涝灾害预测(全国水文计算进展问题和展望学术讨论会论文集)[M]. 河海大学出版社, 1998.10~1999.1, 316~320.
- [6] 范垂仁, 张文范. 大洪水发生前的宏观异常现象[J]. 东北水利水电, 1998, (3): 19~21.
- [7] 范垂仁, 李秀彬, 张 婷. 成功预报 2003 年淮河水大洪水做法和体会[M]. 2004 年天灾预测学术会议文集, 2004.
- [8] 中国减灾 2003 年第四期. 全国灾害实录, 2003, 60~62.
- [9] 范垂仁, 李秀彬. 提前预测 2003 年淮河流域大洪水[R]. 中国地球物理学会(会讯), 2003, (3): 17~18.
- [10] 王喜年. 风暴潮灾害及其地理分布[J]. 海洋预报, 2001, 18(2): 70~77.

RESEARCH ON THE LONG - RANGE FORECAST METHODS OF THE CHINESE DROUGHT AND EXCESSIVE RAIN CALAMITIES

LIU Wei¹, FAN Cui-Ren²

(1. Jilin Architectural and Civil Engineering Institute, Jilin Changchun 130021 China; 2. Changchun Natural Calamity Forecast and Research Service Center Jilin Changchun 130012 China)

Abstract : On the basis of physical mechanisms of the influence on drought and excessive rain calamities, through the solid dynamic and overall thinking and practice, the paper builds a model map by choosing the biggest flood peak flow of station in the seven major river basins during 1951~2003 and the corresponding the astronomy, sea temperature and circulation characteristics volume through computer, and obtains the data of 6% with correlation coefficient beyond 0.4 from 20 millions of data. Through analysis and verification, we know that sea temperature ranks first and circulation characteristics volume comes next in making Chinese drought and excessive rain calamities. The yearly and monthly number of the sunspots and the solar and lunar eclipses are the most ideal targets as far as the long-range forecast factors are concerned: The three years sliding average indicator of perihelion, aphelion and the date of the Beginning of Spring are the best targets of calculating the ration of forecasting drought and excessive rain calamities.

Key words : sea temperature; circulation characteristics volume; analysis of drought and excessive rain; ration forecas