

湘南雨季结束日期的长期预报方法研究

郑金陵¹,朱承山²,柏青华²,谭小菲²,蒋卫德²,林镜榆³

(1. 河海大学计算机及信息工程学院,江苏 南京 210098;2. 湖南省欧阳海灌区管理局 湖南 耒阳 421836;3. 河海大学水资源及环境学院,江苏 南京 210098)

摘要 应用水电站水情长期数值预报的思路和方法,对湘南雨季结束日期的长期预报进行研究。即在逐步回归方法的基础上,对所选取的因子进行优化筛选,从而使预报的结果与实测值最为接近。根据湘南气候特点,应用这一方法,一般预报误差只有 1~2 d,说明此为一个行之有效的方法。

关键词 雨季结束日期 水电站水情预报 水文长期预报 湖南南部

中图分类号 TP338 文献标识码 A 文章编号 1004-6933(2006)04-0059-03

Long-term prediction method of end-date of pluvial period in southern part of Hunan Province

ZHENG Jing-lin¹, ZHU Cheng-shan², BAI Qing-hua², TAN Xiao-fei², JIANG Wei-de², LIN Jing-yu³

(1. College of Computer and Information Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Ouyanghai Irrigation District Administration in Hunan Province, Leiyang 421836, China; 3. College of Water Resources and Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract According to the thought and way of long-term numerical prediction of water regimes at hydropower stations, prediction of the end-date of the pluvial period in the southern part of Hunan Province was studied. Based on the method of stepwise regression and the optimization of parameters, the difference between the predicted results and the field data was minimized. With the climate in the southern part of Hunan Province taken into account, the end-date of the pluvial period was studied by using this method. Results show that the difference between the predicted value and the real value is only one or two days, which means that the method is practical and effective.

Key words prediction of end-date of pluvial period; water regime prediction at hydropower station; hydrological long-term prediction; southern part of Hunan Province

湘南所处纬度在 26°N 左右,气候上属亚热带湿润季风区,多年平均年雨量为 1 500 mm 左右。全年降水主要集中在 4~6 月,多年平均雨量为 600 mm 左右,占年雨量的 40%,因此 4~6 月为该地区的雨季。雨季结束的标准是指一次大雨以上降水过程以后 15 d 内总雨量不超过 20 mm,取无雨日的第一天为雨季结束日^[1]。湘南历年雨季结束日期如表 1。

根据表 1 资料统计,可得雨季结束的平均日期为 6 月 30 日。结束日期最迟出现在 1974 年的 7 月 20 日,最早在 2003 年的 6 月 11 日,变化范围为 40 d。另外,湘南最后一次暴雨发生在 6 月下旬的比较多,占 55.6%,发生在 7 月上、中旬及 6 月上旬的比较

少,仅占 20%^[1]。将表 1 数据作图,得到图 1,由此可看出历年波动。

表 1 湘南历年雨季结束日期

序号	结束日期	序号	结束日期	序号	结束日期
1	1972-06-30	12	1983-06-22	23	1994-06-28
2	1973-07-03	13	1984-06-26	24	1995-07-07
3	1974-07-20	14	1985-07-05	25	1996-07-15
4	1975-06-12	15	1986-07-14	26	1997-06-25
5	1976-07-13	16	1987-07-02	27	1998-06-27
6	1977-06-28	17	1988-06-23	28	1999-06-26
7	1978-06-22	18	1989-07-03	29	2000-06-13
8	1979-06-23	19	1990-07-04	30	2001-06-14
9	1980-06-14	20	1991-06-20	31	2002-07-03
10	1981-07-02	21	1992-07-12	32	2003-06-11
11	1982-07-04	22	1993-07-11	33	2004-06-19

作者简介 郑金陵(1956—),男,江苏南京人,高级工程师,主要从事计算机网络技术和数据库处理工作。E-mail: zjl3786@sina.com

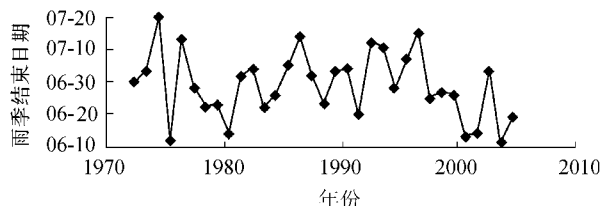


图1 历年雨季结束日期

1 方法思路

先用相关分析挑选预报因子,然后用逐步回归方法和因子优化方法确定预报因子和预报方程,再经 10 年的试报,最终确定预报因子和预报方程并作出预报^[2-3](图 2)。

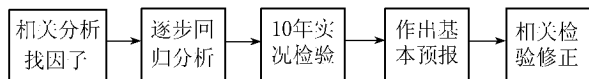


图2 方法思路示意图

2 预报所用资料和方法

2.1 相关分析

预报因子共有 6 大类,即太平洋海温(ST)、500 hPa高度(H5)、100 hPa 高度(H1)、降水(RR)、气温(TT)以及大气海洋物理量(MF),其中 H5 又可分出东、西两部分 HE 和 HW,总共有 8 个大类。将这些预报因子与预报对象即湘南雨季结束日期,作前后相隔一年的相关分析,即可求两者的相关系数值^[4-5],此时系列长度 $N = 20$ a,临界相关系数值 $R_a = 0.60$,凡大于此临界相关系数的因子都挑选出来,这些是第一步所筛选出的预报因子。

2.2 逐步回归分析

用逐步回归方法^[5]对预报因子作进一步筛选,同时对因子进行优化处理^[4],从而从大量的预报因子中挑出少量的预报因子,并建立预报方程:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \cdots + a_nx_n \quad (1)$$

式中: $x_1, x_2, \cdots, x_n$ 为挑出的预报年前一年的各预报因子值; $a_0, a_1, a_2, \cdots, a_n$ 为预报系数,即方程的权重系数。

根据预报方程即可获得预报值。

3 预报的实现

欧阳海水库地处湖南南部,其水情长期预报中包括了雨季结束日期。下面说明实现湘南雨季结束日期长期预报的具体方法。

使用 VB 语言编程,共 3 个窗体。第一个为启动窗体,如图 3 所示。

图 3 中列出了各预报项目,在图中选中‘降水预报’时在文本框中键入“14”,并点击‘各月预报’按钮,即可进入预报湘南雨季结束日期的程序,而进入第二个窗体,如图 4 所示。

钮,即可进入预报湘南雨季结束日期的程序,而进入第二个窗体,如图 4 所示。



图3 欧阳海水库 2004 年水情长期预报



图4 湘南 2004 年雨季结束日期长期预报

图 4 所示为湘南 2004 年雨季结束日期预报的结果,其中第 2 行中的‘14 月 r’表示是汛末日期(即雨季结束日期)的意思。图 4 中上部为各因子预报的结果,同时显示了前 4 年各因子预报的误差及总误差,图 4 中下部是各年预报较准确的预报因子,其中‘各因子预报值’后的括弧中是这些因子在 10 年中报对的年数,其中的‘报均’表示预报值平均。据此可以尽量选择预报误差较小的因子作为预报因子,而以其预报结果作为参考,同时再考虑前 10 年预报的情况,选出预报准确年数最多的因子,由这因子可在图 4 上部得到最后预报结果,作出预报年某一项目的预报。例如,从该图下部可见,在 1994 年到 2003 年的 10 年中,有 9 年出现 HE,最大误差在 2000 年,HE 预报误差为 4 d,因此用 HE 这个因子来预报,报对了 9 年,2003 年没有报对。2003 年是历史上从未出现过的最小值(表 1),所以用数理统计方法是不可能预报准确的。从图 4 中上部可见,HE 和 H5 预报的结果最为接近,这也提高了用 HE 预报的可信性。从图 4 上部看出 HE 的预报值为 17.9,即可得 2004 年雨季结束日期为 6 月 18 日。

双击第二个窗体即回到原始窗体,单击‘显示全部预报结果’按钮,即出现第三个窗体,它列出了预报年全部项目的预报结果。图 5 为欧阳海水电站 2004 年全部项目的预报结果。

从图 5 中可看出,2004 年汛末日期(即湘南雨季结束日期)为 6 月 18 日,实况是 6 月 19 日,误差为 1 d,预报准确。



图5 欧阳海水电站 2004 年各项预报结果
其预报模型为

$$y = 211.982 - 1.438714x_1 - 0.6952046x_2 \quad (2)$$

式中： y 为湘南雨季结束日期； x_1 为 HE 的 195 点高度； x_2 为 HE 的 156 点高度。

预测结果说明，影响湘南雨季结束日期的主要因子是 HE，也就是 500 hPa 等压面(H5)东半部的高度。

4 分析与讨论

4.1 湖南省雨季结束的天气形势

雨季结束的天气形势一般采用大范围的天气标准。对湖南来说，雨季结束的天气标准是伸向大陆的西太平洋副高脊线北跳至 $24^{\circ} \sim 27^{\circ}\text{N}$ ，并稳定控制 5 d 以上。雨季期间，中纬度东亚大陆沿岸附近是个槽区，西太平洋副高位置偏南偏东，主体在太平洋中部。雨季结束后，东亚沿海等压面可上升 50 位势米，西太平洋副高脊线西伸北进，脊线达到 $23^{\circ} \sim 25^{\circ}\text{N}$ ^[1]。根据上述研究可知，副高脊线位置和东亚大陆沿岸的等压面高度变化是雨季结束的一个重要标志。这也说明这一地区 500 hPa 等压面高度是判定雨季结束的一个关键因素。

4.2 讨论

根据计算分析结果，得到影响湘南雨季结束的

(上接第 23 页)铁磷中的 Fe^{3+} 被还原成可溶性 Fe^{2+} ，引起了底泥中磷释放。

b. 在 pH 值 ≥ 8 的碱性条件下，好氧状态时，由于 OH^- 对 PO_4^{3-} 的置换作用，引起了底泥磷的缓慢释放；当溶解氧质量浓度小于 2 mg/L 时，发生了置换作用与还原作用的协同作用，底泥磷的释放速度大大加快。

c. 水温对底泥磷释放的影响明显，温度越高，磷释放越快。

d. 底泥中有机物和氮的释放取决于溶解氧浓度，而与 pH 值关系不大。当溶解氧浓度小于 2 mg/L 时，有机物和氮释放。

e. 在溶解氧浓度小于 1 mg/L 时，由于 Fe^{3+} 被还原成可溶性 Fe^{2+} ，引起了底泥中铁离子的释放，但铁离子在水中存在浓度取决于水中的 pH 值，pH 值越高， Fe 离子的浓度越低。

f. 在酸性或溶解氧质量浓度小于 1 mg/L 的厌

主要预报因子是 HE 高度，也就是 500 hPa 等压面的东半部的高度。从上述预报模型来看，195 和 156 这两点是在 $120^{\circ} \sim 140^{\circ}\text{E}$ 、 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}\text{N}$ 的范围内，这一地区就在东亚大陆沿岸附近，这与上面所讨论的雨季结束的天气形势是吻合的。因此可以认为计算所得的 HE 预报因子是有一定物理意义的，它反映了副高位置和强度的变化对雨季结束日期的影响。

5 结 论

本文在逐步回归方法和因子优选方法的基础上，研究并建立了湘南雨季结束日期的长期水文预报模型。经过 10 年预报的检验，得出 HE 是影响湘南地区雨季结束的主要因子。又从湘南雨季结束的天气形势分析来对照，发现两者是吻合的。根据 2004 年的预报和实况检验，可以认为文中所述的长期预报方法对预报湘南雨季结束日期是行之有效的，且具有一定的物理意义。

参考文献：

- [1] 程庚福，曾申江，张伯熙，等. 湖南天气及其预报[M]. 北京：气象出版社，1987 289-298.
- [2] 郑金陵，林镜榆. 水库水情的长期预报方法研究[J]. 水科学进展，2004，15(5) 665-669.
- [3] 郑金陵，林镜榆. 湖南南部两水电站水情的长期预报方法研究[J]. 水利水电科技进展，2004，24(6) 32-34.
- [4] 《数学手册》编写组. 数学手册[M]. 北京：人民出版社，1979 836-853.
- [5] 施能. 气象统计预报中的多元分析方法[M]. 北京：气象出版社，1992 116-138.

(收稿日期 2005-01-06 编辑 傅伟群)

氧条件下，由于还原作用，底泥中的锰离子释放，且酸性条件和厌氧条件产生了协同作用效果。但锰离子的存在浓度受水中 pH 值的影响，当 pH 值为 9.1 时，即使在厌氧状态，锰离子的浓度也很低。

g. 于桥水库存在厌氧和高 pH 值条件，具备了底泥氮磷释放的条件，是藻类繁殖的重要原因。

参考文献：

- [1] SONDERGARD M, JENSEN J P, JORGEN W. Internal phosphorous loading in shallow Danish lakes [J]. Hydrobiologia, 1999, 408/409 145-152.
- [2] LI W, YIN C, MING Z, et al. Discussion on phosphorous release from lake sediment [J]. Journal of Lake Sciences, 1999, 4(11) 2013-2018.
- [3] 金相灿，刘树坤，张宗涉，等. 中国湖泊环境[M]. 北京：海洋出版社，1995 349-350.
- [4] 高丽，杨浩，周建民. 湖泊沉积物中磷释放的研究进展[J]. 土壤，2004，36(1) 12-15.

(收稿日期 2005-05-25 编辑 傅伟群)