

丹江口水库入库流量中期预报水文模型研究与应用

郑 磊

汉江水利水电(集团)有限责任公司 湖北 十堰丹江口 442700

摘 要: 水库中长期入库径流预报方法有多种模型,各有优缺点,预报结果也有一定差异,给实际应用中的决策带来困难。准确及时的水文气象预报是水库优化调度的基础。本文以丹江口水库月径流为研究对象,将 PLS 回归模型引入丹江口水库入库流量预报方案中。以 1981 年的月平均径流量为预报检验样本,并对丹江口水库月径流预报进行了建模计算。应用结果表明,该综合模型提高了预报精度,增强了预报稳定性,使其具有更高可信度,为入库径流量预报提供了一个有效的分析方法,为水库调度决策提供了便利。

关键词: 丹江口水库; 入库流量; 水文模型

随着经济社会的快速发展,人们对水文预报的要求也越来越高,这不仅要求准确的短期预报以防止突发性暴雨洪水事件,但也需要中长期的水文预报,预报周期较长,以满足人民社会经济生产安排的需要。然而,随着预报期的增加,受当前认知能力和科技水平的限制,以及受诸多不确定因素的影响,中长期水文预报的研究仍处于勘探开发阶段,预报精度不能满足生产部门的要求。探索和建立具有物理背景、满足水库防洪和效益运行的一定精度要求的中长期水文预报技术是水文学领域的热点问题之一。

一、中期径流预报模型建立的基础

具有一定预报精度的定量降水预报是中期预报的基础。上世纪 80 年代,数值预报方法较好地解决了 5 天天气形势场的问题,中期预报中需要解决的关键问题,如提高降水预报精度、延长预报时间等,也取得了突破性进展。数值模式预报水平的不断提高,极大地促进了中期定量降水预报的业务应用。近年来,欧洲中期天气预报中心(ECMWF)、日本、德国和美国国家环境预报中心(NCEP)等有关部门不断更新数值预报模式;我国自主研发的新一代 GRAPES 全球数值预报系统资料同化能力显著提高,卫星资料和雷达资料使用比例显著提高。此外,国外研究机构推出的 WRF、CFS 等数值预报模型可以提供 7 天以上的数值预报模型产品。数值模式预报产品的日益丰富为降水预报提供了更多的参考信息,中期定量降水预报的精度也得到了显著提高。依靠降水预报的水库入库流量中期预报精度也得到了显著提高,已成为水库科学调度不可缺少的技术支撑。

二、分区面雨量降水预报方法

对于中期降水预报,目前区域定量预报主要是基于多种模式的数值预报。通过分析不同高度层气象要素(风、温、湿等)的预报值,并对降水格网预报数据进行处理,可在此基础上做出相应的 7 天或每天的地面降水预报区域。第一次模拟考试成绩的应用,结合了各种模型的优点,减少了单模态预报的偏差,增加了预报的稳定性。

1. 中期降雨预报模型

从预报的角度看,在不同的预报时段应考虑相应长度的天气过程和预报时间较长的大气环流系统。天气尺度系统是短期预报研究的主要对象,而超长波、副热带系统和低纬大气环流系统是中期天气过程的主导系统。中期天气预报取决于大气运动的中期变化。当大气环流背景确定后,一般可以确定相应的中期天气过程。

回归模型(PLS regression)在中长期水文预报中得到了广泛的应用。该方法可以弱化系统建模中自变量间多重相关性的不利影响,具有可操作性强、易于理解的优点;Ann 是近年来备受关注的建模方法。它不能用概念模型精确计算,可以用历史数据作为样本直接建模;支持向量机是近年来研究的一种新技术。支持向量机基于统计理论,在解决小样本、非线性和高维模式识别问题上具有许多独特的优势。

以丹江口水库 1961 ~ 1980 年月平均径流为样本,以 1981 年月平均径流为预测试验样本。预测结果见表 1,从表 1 可以看出,SVM 预测能力最强,月径流平均误差为 4.21%。PLS 回归模型的预测精度最低,但平均相对误差仅为 6.92%,表明三种预测模型的预测精度相差不大。

表 1 模型预报结果对比

时间	标准值	PLS 回归	神经网络	SVM
1981 年 1 月	325	351	342	311
1981 年 2 月	319	315	299	302
1981 年 3 月	524	562	562	551
1981 年 4 月	1300	1380	1370	1328
1981 年 5 月	436	410	448	419
1981 年 6 月	928	1005	875	965
1981 年 7 月	3020	3299	2828	2866
1981 年 8 月	4330	4012	4143	4546
1981 年 9 月	4340	3965	4584	4146
1981 年 10 月	1600	1742	1653	1701
1981 年 11 月	754	696	700	765
1981 年 12 月	487	508	470	504
平均相对误差 /%		6.92	5.24	4.21

表 2 模型预报精度比较

时间	标准值	PLS 回归	神经网络	SVM	误差最小模型
1981 年 1 月	325	8.15	5.19	4.21	SVM
1981 年 2 月	319	1.21	6.27	5.43	PLS 回归
1981 年 3 月	524	7.32	7.23	5.11	SVM
1981 年 4 月	1300	6.14	5.42	2.14	SVM
1981 年 5 月	436	6.02	2.71	3.84	神经网络
1981 年 6 月	928	8.26	5.72	4.02	SVM
时间	标准值	PLS 回归	神经网络	SVM	误差最小模型
1981 年 7 月	3020	9.23	6.36	5.11	SVM
1981 年 8 月	4330	7.35	4.33	4.99	神经网络
1981 年 9 月	4340	8.64	5.62	4.46	SVM
1981 年 10 月	1600	8.87	3.32	6.32	神经网络
1981 年 11 月	754	7.63	7.18	1.51	SVM
1981 年 12 月	9487	4.27	3.57	3.41	SVM

三、预报误差分析

分析多年来中期雨量预报和入库流量预报的误差原因,认为主要源自于以下几个方面。

1. 降雨预报准确率

目前,各种数值模式预报产品已在中期预报中得到应用,产品不断更新,但由于观测误差的存在,模型初值的误差难以消除。其次,人们对大气降水物理机制复杂性的认识还存在局限性,难以消除数值预报模式中参数的不确定性。三是中期定量降水预报结果的时空分布不能完全满足水文

预报模型的要求。

2. 水文模型(方案)本身的不足

水文预报的误差主要是由于预报模型不能充分反映降雨径流模型的真实径流过程,现有的水文预报技术还不能很准确地确定水文模型所需的初始值和边界条件。遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、计算机技术等新技术的发展促进了水文学的进步,但主要应用于地表及以上水文变化的预测,而地下水的相关理论和技术研究,水文学最想解决的问题,还没有取得突破。因此,在可预见的未来,水文预报仍有相当大的不确定性。

四、结束语

中长期水文预报已成为水资源开发利用中必不可少的基础工作之一。本文以丹江口水库为例,通过对各种模型预测结果的分析,结合各自的优缺点,提出了丹江口水库的洪水预报模型,并对预报误差进行了详细的分析。

参考文献:

- [1] 段唯鑫, 闵要武, 陈力, 等. 长江上游梯级水库建成后的三峡水情预报 [J]. 人民长江, 2011, 42(004):1-4.
- [2] 尹姗, 任宏昌. 2017 年 9-11 月 T639、ECMWF 及日本模式中期预报性能检验 [J]. 气象, 2018, 044(002):326-333.
- [3] 沈许英, 邱辉, 邢雯慧, 等. 三峡水库入库流量中期预报水文模型研究与应用 [J]. 人民长江, 2019, 050(010):94-99,125.