

一元线性回归法径流预测在新疆克孜尔水库的应用

赵艳涛，常金霞

(克孜尔水库管理局，新疆 拜城 842313)

摘 要：利用入库径流 1986－2012 年系列实测旬径流资料，根据一元线性回归方程原理，建立中长期预报方案，并对预报结果进行分析及精度评价。结果表明：该方法能满足中长期定量预报允许的许可误差，预报精度达到水文情报预报规范。

关键词：旬均径流；一元线性回归；径流预测；克孜尔水库

中图分类号：TV121 文献标识码：A 文章编号：1672-643X(2013)05-0226-03

Application of monadic linear regression method to runoff prediction in Xinjiang Kizil reservoir

ZHAO Yantao, CHANG Jinxia

(Kizil Reservoir Management Bureau of Xinjiang, Baicheng 842313, China)

Abstract: By use of runoff series from 1986 to 2012 to measure ten-day runoff data, according to the principle of monadic linear regression equation, the paper established long-term prediction scheme, and analyzed the prediction results and evaluated its precision. The result can meet the allowable error of medium-long quantitative forecast. The precision of forecast arrive at the prediction specification of hydrology information.

Key words: ten-day average runoff; monadic linear regression; runoff forecast; Kizil reservoir

1 克孜尔水库入库径流特性

1.1 流域概况

克孜尔水库属于渭干河流域，该流域位于新疆天山南麓中段，渭干河主流流木扎提河沿途接纳了发源于哈尔克他乌山的卡木斯浪河、台尔维其克河和卡拉苏河三条支流的来水，在木扎提河控制站——托克逊水文站下游 30 km 处流入克孜尔水库。渭干河另一支流黑孜河与卡拉苏河相邻，也发源于哈尔克他乌山，直接汇入克孜尔水库。克孜尔水库入库径流量主要由托克逊站和黑孜站控制，两站控制集水面积占克孜尔水库坝址以上集水面积的 98%，考虑库区集水面积只占克孜尔水库坝址以上集水面积的 2% 左右，

而且这部分集水面积全年大部分时间不产流，只有在下大暴雨时才有产流，且产流很小。因此，采用托克逊站和黑孜(二)站合成流量作为入库年径流量。

1.2 全年入库径流分配

克孜尔水库入库径流为冰雪融水、雨水和地下水混合补给，多年平均入库径总流量为 26.2 亿 m³，径流年际变幅较小，年内分配不均匀，年内变化大。径流年内分配极不均匀，最大月径流约为最小月径流的 5 倍，6－9 月径流量占全年的 58.8%。从表 1 中分析，流域降水年内分配不均，夏季降水量占年降水总量的 60%～70%。夏季径流受融雪、暴雨影响，径流量增加。秋季径流受拜城盆地灌溉回归水影响，月径流量比春冬季略多。

表 1 克孜尔水库历年入库月均降水与径流分配表 mm, 亿 m³, %

月 份	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
降水	12.80	17.20	15.30	10.30	6.10	3.80	2.30	4.40	3.40	5.70	8.30	10.40
月径流	2.05	4.18	4.42	2.21	1.41	1.24	1.24	1.03	1.03	1.23	0.91	1.04
季度	夏季			秋季			冬季			春季		
季径流	10.65			4.86			3.30			3.18		
占全年	48.40			22.10			15.00			14.50		

2 一元线性回归相关分析

2.1 一元线性回归预测原理

一元线性回归预测是指成对的两个变量数据的散点图呈现出直线趋势时,采用最小二乘法,找到两者之间的经验公式,即一元线性回归预测模型,根据自变量的变化,来估计因变量变化的预测方法。因变量 X 受自变量 Y 的影响,就单一的预报对象而言,用一元线性回归方法对多种影响水文要素做全面分析,找出其中一个对因变量影响作用明显高于其他因素的变量。在平面坐标系上标出因变量 X 和自变量 Y , 就可得出一系列点,若点的分布呈现出直线型模式,就可采用一元线性回归预测,两个变量在平面坐标系上所构成点的分布统称为散点图。

2.2 入库径流相关性分析

克孜尔水库为满足下游渭干河灌区日益扩大的灌溉面积的需水量,进行水资源统筹安排和水库的兴利调度,利用一元线性回归方程建立入库旬径流量预报方案。由于入库径流量受降水、冰雪融水、灌溉回归水、上游引水等要素影响,需找出预报对象和预报因子之间的规律和关系,进行预报。经过大量实测资料归纳分析,长期径流系列过程反映前后旬入库径流变化和水文气象要素本身具有一定的规律性。利用已知的前期旬径流量预报未来的后期旬径流量的取值方法,确定预报要素与有关因子之间的相关关系。图 1 为克孜尔水库历年 12 月上旬和中旬入库径流量对比图,两者吻合较好,相关系数达到 0.91。

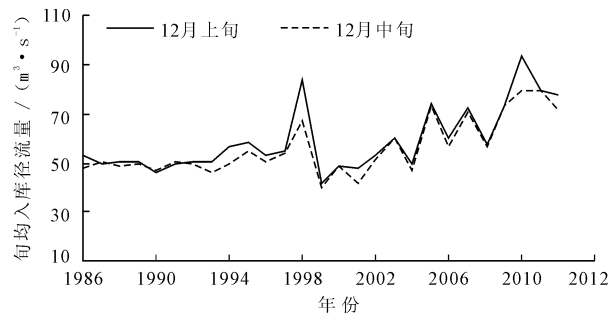


图 1 克孜尔水库历年 12 月上中旬旬均入库径流量对比图

3 入库旬均径流预报方案的建立

根据水库旬均入库径流量分布特点,利用 EXCEL 图表把变量 X 和变量 Y 分别映射到直角坐标系 XOY 里,得到点 (x_i, y_i) , 形成 XY 散点图。利用图标里的趋势预测/回归分析类型,建立一元线性回归

方程预报方案,以前旬径流量预报后旬径流量,建立回归方程如下:

$$Q_{后} = A + BQ_{前} + C \tag{1}$$

其中: A 为常数, B 为回归系数, C 为随机误差,服从正态分布,受降水、灌溉引水等要素影响。该式还有一隐性指标 R^2 , 为相关系数,描述线性回归方程好坏,见图 2。

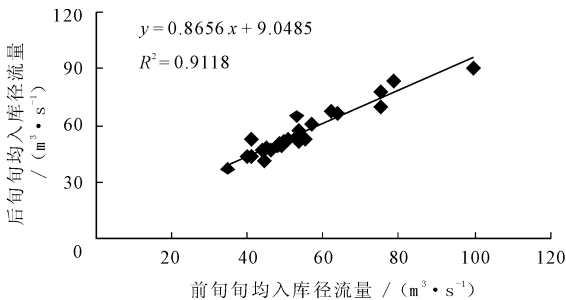


图 2 旬均入库径流量预测相关图

4 预报结果分析及精度评价

4.1 预报结果分析

利用入库径流 1986 - 2012 年系列实测资料进行检验,采用该法对入库径流量进行预测预报,全年预测入库径流量 36 次。以 2009 年旬预测流量与阿克苏地区水文局提供的实测旬流量进行对比确定预测误差,预测精度达 86.1%。其中:预测结果好(预测精度达 90% 以上)的 26 次,占 72.2%;预测结果一般(预测精度达 80 - 90%)的 5 次,占 13.9% 场;预测结果差(预测精度小于 80%)5 次,占 13.9%。详见表 2。

4.2 预报精度评价

通过对 2009 年至 2012 年预测来水量进行验证,反映出除春灌供水期(五月上旬、中旬)、汛期(6 - 8 月)发生洪水的旬份预测来水量较实际来水量偏差较大,平均预报精度分别为 73.4% 和 80.1%;其余旬份预测来水量与实际来水量比较吻合,平均预报精度达到 92.2%。详见表 3。根据中华人民共和国水利部《水文情报预报规范》(SL250 - 2000)要求,对于中长期定量预报,总水量(旬、月、季、年)规定为 20% 作为许可误差,能满足预报精度的要求。

根据 4 年的验证和预报分析,预测预报结果不理想原因存在 4 个方面。①春灌、夏灌时段上游五条源流存在引水情况;②夏初零温层在短时间内骤然上升,温度升高致使冰川融水量增加;③汛期突发暴雨引发的暴雨型洪水对入库径流量的影响;④秋、

冬季受拜城盆地灌溉回归水的影响。以后运行过程中,准确掌握上游引水量、灌溉回归水和流域未来的

长期气象预报,摸清随机误差 C 值,不断改进和提高预报精度。

表 2 2009 年全年旬均径流量预测表 m³/s

日 期	1 月			2 月			3 月			4 月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
预测值	50	51.49	48.27	46.92	49.56	51.14	45.98	42.58	25.77	23.50	20.23	23.55
实测值	51.72	48.92	49.02	48.96	50.65	45.09	43.02	37.44	28.47	22.88	21.18	21.93
预测值较实测值(A2)	0.03	0.06	0.02	0.04	0.02	0.13	0.07	0.14	0.09	0.03	0.04	0.07
评 价	好	好	好	好	好	一般	好	一般	好	好	好	好

日 期	5 月			6 月			7 月			8 月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
预测值	30.16	46.14	47.95	92.95	95.89	127	148.48	158.00	157	184.01	179.35	138.02
实测值	48.56	37.52	52.06	69.29	74.73	115.53	91.6	158.00	167.43	174.25	173.58	121.69
预测值较实测值(A2)	0.38	0.23	0.08	0.34	0.28	0.1	0.38	0	0.06	0.06	0.03	0.13
评 价	差	差	好	差	差	好	差	好	好	好	好	一般

日 期	9 月			10 月			11 月			12 月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
预测值	99.00	91.91	99.59	84.33	65.43	53.01	49.04	49.87	55.0	67.25	67.32	69.91
实测值	105.34	110.10	102.03	81.31	64.72	51.53	48.96	52.99	64.63	73.53	72.91	72.79
预测值较实测值(A2)	0.06	0.17	0.02	0.04	0.01	0.03	0.002	0.06	0.149	0.09	0.08	0.04
评 价	好	一般	好	好	好	好	好	好	一般	好	好	好

表 3 2009 年至 2012 年分期预报精度统计表 %			
年份	5 月份	汛期	其余月份
	上旬、中旬	6 月-8 月	9 月上旬-次年 4 月下旬
2009	69.5	84.7	93.7
2010	68.0	70.0	90.3
2011	80.5	87.5	89.5
2012	75.5	78.0	95.3
年 均	73.4	80.1	92.2

5 结 语

克孜尔水库全年入库径流量分布极为不均,灌区灌溉面积不断增加,阶段用水矛盾日益突出,水库所承担的兴利任务也越来越重。因此利用入库径流 1986 年-2012 年系列实测旬径流资料,根据一元线性回归法预测,建立合适的旬径流预报方案,建立中长期预报。从预报对象实际情况出发,充分掌握流

域资料,对预报结果进行分析检验,预报精度能满足水情预报规范,为水库的水资源的合理调配和农业供水计划提供依据。

参考文献:

[1] 吴明远,詹道江,叶守泽. 工程水文学[M]. 北京:水利电力出版社,1987.

[2] 新疆水利水电勘测设计研究院. 新疆渭干河克孜尔水库设计报告[R]. 乌鲁木齐:新疆水利水电勘测设计研究院,1995.

[3] 水利部水利信息中心. SL250-2000. 水文情报预报规范[S]. 北京:中国水利水电出版社,2000.

[4] 何振奇,齐光建. 基于多项式回归模型的枯季径流预报与分析[J]. 南水北调与水利科技,2010,8(5):85-88.

[5] 谢世尧,宋运凯,田长涛. 伊春河流域枯水径流预报方法探讨[J]. 黑龙江水利科技,2009(1):37-38.