

黄水沟逐月流量过程分型时间序列模型的建立与预报

苏 仁

新疆巴音郭楞水文勘测中心 新疆 库尔勒 841000

摘要: 黄水沟发源于新疆中天山南麓, 流入焉耆盆地, 黄水沟水文站是其出山口水量控制站。论文选用该站1955-2020年1-12月逐月流量过程(含年径流量), 应用K-均值聚类分析技术进行分型, 再由分型组成的历年类型值建立非平稳时间序列加法模型, 对2021年逐月流量过程类型进行预报, 总体合格。

关键词: 逐月流量过程分型; 非平稳时间序列模型; 预报

引言

水行政主管部门常要求提供河流次年年景来水预报成果, 年景来水包括月年来水共13个要素, 由于其呈年际变化大、年内分配不均和预报要素多的特点, 加之新疆水文站网稀少, 导致预报难度增大。论文应用K-均值聚类分析技术对黄水沟水文站历年逐月流量过程分型, 再通过建立由分型组成的类型值非平稳时间序列加法模型, 预报了次年年景来水所属类型, 以确保预报结果既不受前述制约因素的影响, 又满足精度要求。

1 逐月流量过程的分型与各类型特点

1.1 逐月流量过程的分型

建立黄水沟水文站1955-2020年1-12月逐月流量过程SPSS数据文件, 打开文件并设置聚类数为3、迭代上限为

20、收敛标准为0.01等参数, 进行K-均值聚类分析, 4次迭代后达到收敛标准。

聚类分型结果为三类, 为便于度量, 将第一、二、三类型分别赋值为3、5、7, 用t代表年份序号, 则W(t)表示由各类型赋值组成的逐月流量过程类型值时间序列, 其中第一、二、三类型分别有51、11和4个样本。

各类型最终聚类中心见表1中的均值, 可见, 按均值大小比较, 第一类型最小, 第二类型居中, 第三类型最大。按水文情报预报规范规定, 每个类型均值与总类型均值相比, 距平 < -20为枯水, $-20 \leq \text{距平} < -10$ 为偏枯, $-10 \leq \text{距平} \leq 10$ 为正常, $10 < \text{距平} \leq 20$ 为偏丰, 距平 > 20为丰水, 据此得到表1中各类型均值的距平和丰枯状态。

表1 各类型均值的距平和丰枯状态 单位: 流量 m^3/s 径流量 10^8m^3

逐月流量过程	第一类型			第二类型			第三类型			总类型均值
	均值	距平	丰枯	均值	距平	丰枯	均值	距平	丰枯	
1月平均流量	3.71	-2.8	正常	3.92	2.7	正常	4.84	26.7	丰水	3.82
2月平均流量	3.60	-1.6	正常	3.53	-3.5	正常	4.80	31.1	丰水	3.66
3月平均流量	3.53	-3.5	正常	3.87	5.7	正常	4.32	17.9	偏丰	3.66
4月平均流量	3.93	-4.1	正常	4.83	17.8	偏丰	4.15	1.0	正常	4.10
5月平均流量	6.92	-7.8	正常	8.37	11.6	偏丰	10.3	36.7	丰水	7.50
6月平均流量	15.7	-10.2	偏枯	19.3	10.7	偏丰	37.1	113	丰水	17.5
7月平均流量	21.6	-16.1	偏枯	30.6	19.1	偏丰	67.6	163	丰水	25.7
8月平均流量	15.0	-28.0	枯水	39.8	90.8	丰水	41.6	99.2	丰水	20.9
9月平均流量	8.87	-19.4	偏枯	18.7	69.5	丰水	16.0	44.9	丰水	11.0
10月平均流量	5.68	-13.8	偏枯	9.29	41.0	丰水	10.4	58.0	丰水	6.59
11月平均流量	4.63	-9.7	正常	6.56	27.8	丰水	7.69	49.7	丰水	5.13
12月平均流量	3.81	-10.4	偏枯	5.32	25.1	丰水	6.64	55.8	丰水	4.26
年径流量	2.559	-14.7	偏枯	4.052	35.1	丰水	5.700	90.1	丰水	2.999

1.2 逐月流量过程各类型特点

作者简介: 苏仁(1991-), 男, 蒙古族, 新疆库尔勒市人, 工程师, 主要从事水文情报预报与研究工作。

表2是由表1归纳的逐月流量过程各类型特点, 可见, 第一类型年景来水具有春季以正常为主、夏秋以偏枯或枯水为主, 年径流量以正常、偏枯或枯水为主的特

点；第二类型具有冬春之间以正常为主、其它季节以偏丰或丰水为主，年径流量以偏丰或丰水为主的特点；第三类型具有四季多为丰水，年径流量为准丰水的特点。

表2 逐月流量过程各类型特点

逐月流量过程	第一类型特点		第二类型特点		第三类型特点	
	距平	丰枯	距平	丰枯	距平	丰枯
1-12月月平均流量	距平多为负值，即 ≤ 历年均值的居多。	1-5月多为正常或偏枯，以正常为主，6-12月以偏枯或枯水为主。	距平多为正值，即 ≥ 历年均值的居多。	1-3月以正常为主，4-12月多为偏丰或丰水，以丰水为主；有明显的春汛和夏汛。	距平多为2成以上的正值，即远 > 历年均值。	除4月为正常外，其余月份多为丰水。
年径流量	距平为1-2成的负值，即 ≤ 历年均值。	以正常、偏枯或枯水为主。	距平为3成左右正值，即 > 历年均值。	以偏丰或丰水为主。	距平为9成左右正值，即远 > 历年均值。	准丰水。

2 类型值时间序列模型的建立与预报

2.1 模型的建立

对类型值W(t)进行均值、方差时变分析，仅均值时变明显但无显著趋势变化，表明W(t)是均值时变时间序列，可用非平稳时间序列技术建立加法模型：

$$W'(t) = WZ(t) + WP(t) - WJ \quad (1)$$

式中W'(t)为W(t)的估计值，WZ(t)、WP(t)为周期函数和自回归方程，WJ为W(t)均值，为3.58。

用逐步回归周期分析技术从W(t)中得到2个周期，周期函数式为：

$$WZ(t) = b_0 + \sum b_i * X_i(t) \quad (2)$$

式中i依序取1、2，X1(t)是长度为33年的第一周期因子；X2(t)是长度为23年的第二周期因子。bi是回归系数：b0 = -1.63，b1 = 0.82，b2 = 0.64。样本容量n为66时，统计量F = 53.21 > F(0.001) = 7.72，回归效果通过信度为0.001的F检验。

当模型阶数为8时，FPE相对较小，自回归方程式为：

$$WP(t) = \sum \{D(8,i) * [WP(t-i) - WJ]\} + WJ \quad (3)$$

式中D(8,i) (i = 1、2、...、8) 是自回归系数，依序为：0.20、0.30、0.17、-0.012、-0.036、0.017、0.042和0.074。

2.2 拟合检验

由(3)式可知，WP(t)要与其前8年时间序列自相关，故取t为9、10、...、66，再将由(2)、(3)式得到的黄

水沟水文站1963-2020年WZ(t)和WP(t)依序代入(1)式，得到类型值W(t)的估计值W'(t)。经统计，在58年序列有53年类型值与估计值相一致，合格率达91%，拟合检验效果很好。

2.3 2021年逐月流量过程类型的预报与检验

2.3.1 预报

2021年对应的t为67，将第一和第二周期因子X1(t)、X2(t)外延至2021年，得X1(67)、X2(67)为3、4，代入(2)式得WZ(67)为3.37；WP(67)前8年时间序列依序为3.84、3.75、3.84、4.59、4.59、4.59、3.41和3.84，代入(3)式得WP(67)为3.71。将WZ(67)、WP(67)代入(1)式，得2021年黄水沟水文站逐月流量过程类型值预报值W'(67)为3.50，与各类型赋值3、5、7中的第一类型赋值3很接近，说明黄水沟水文站2021年年景来水属于第一类型并呈其特点。

2.3.2 检验

表3是黄水沟水文站2021年逐月流量过程的距平、丰枯及类型赋值实况，可见，1-12月月均流量距平多为负值，1-5月以正常为主，6-12月以偏枯或枯水为主，而年径流量是距平为2.7成的负值，呈枯水，与表2中的第一类型特点很接近，说明2021年年景来水属于第一类型并呈其特点的预报合格。另外，2021年逐月流量过程13个要素与表1中的各类型均值相比，除1、9、12月外的9个要素与第一类型赋值相一致，说明预报总体合格。

表3 2021年逐月流量过程的距平、丰枯及类型赋值 单位：流量m³/s 径流量10⁸m³

距平、丰枯及类型赋值	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
	平均流量												径流量
逐月流量过程	4.43	3.60	3.37	3.46	6.91	5.12	9.61	16.9	15.5	5.47	3.94	5.07	2.198
距平	16.1	-1.7	-7.9	-15.7	-7.8	-70.7	-62.6	-19.0	40.8	-17.0	-23.2	19.1	-26.7
丰枯	偏丰	正常	正常	偏枯	正常	枯水	枯水	枯水	丰水	偏枯	枯水	偏丰	枯水
类型赋值	7	3	3	3	3	3	3	3	7	3	3	5	3

4 结语

(1) 仅选用本站逐月流量过程分型来建立非平稳时间序列加法模型,并对次年所属类型进行预报,既不受年景来水年际变化大、年内分配不均匀和预报要素多、水文站网稀少特点的影响,又确保了精度要求。

(2) 1963-2020年类型值与估计值相一致的合格率达91%,拟合检验效果很好。

(3) 2021年逐月流量过程的距平、丰枯及类型赋值实况与第一类型年景来水特点很接近,逐月流量过程13个要素中有9个要素与第一类型赋值相一致,说明2021年

年景来水属于第一类型并呈其特点的预报总体合格。

(4) 从模型的建立、拟合检验和预报结果来看,所采用技术方法在同类河流次年年景来水多要素预报方面有一定的应用价值。

参考文献

[1] 琪美格.开都河逐年流量变化过程的分类与趋势分析[J].内蒙古水利,2022(03):23-25.

[2] 苏仁,旦木仁加甫.黄水沟汛期逐月流量过程的聚类分型与定性预报[J].水利规划与设计,2022(07):48-51.