

对“径流的趋势分析和概率预测”一文的商榷^①

崔振才 田文苓

(河北工程技术高等专科学校 沧州市 061001)

笔者对1995年3月发表的张世法等人“径流的趋势分析和概率预测”一文进行了认真的分析,发现有三处与该文结论不太一致。第一,华北地区河流的径流量并不一定是从1950年以来普遍存在随时间的增长而减少的趋势。第二,文中“自1980年以来,降水径流都处于偏枯阶段,……。当 $\alpha_p > 1.0$ 时有 $\alpha_w > \alpha_p$; 当 $\alpha_p < 1.0$ 时,有 $\alpha_w < \alpha_p$ 。”既不明确,也不确切。第三,官厅水库年降水和年径流关系的基本方程式不能预测径流概率分布如图5所示的情形,该方程式似有误差。对该文的讨论如下:

1 径流的趋势分析

从对河北省一些河流的径流量分析可知,实测径流出现明显减少的趋势主要是从60年代开始,如表1所示。

表1 分年段实测径流量的平均值统计

亿 m³

滦县		李家选		响水堡		紫荆关	
年段	实测平均径流	年段	实测平均径流	年段	实测平均径流	年段	实测平均径流
1930 ~ 1939	50.33						
1940 ~ 1949	44.94						
1950 ~ 1959	54.59	1955 ~ 1959	2.07	1951 ~ 1959	6.12	1950 ~ 1959	5.28
1960 ~ 1969	40.79	1960 ~ 1969	1.91	1960 ~ 1969	4.98	1960 ~ 1969	3.12
1970 ~ 1979	45.17	1970 ~ 1979	1.48	1970 ~ 1979	4.55	1970 ~ 1979	2.58
1980 ~ 1989	17.75	1980 ~ 1989	0.41	1980 ~ 1989	2.60	1980 ~ 1989	1.76
1990 ~ 1993	21.89	1990 ~ 1993	1.06	1990 ~ 1994	1.76	1990 ~ 1994	1.69
1930 ~ 1993	40.99	1955 ~ 1993	1.35	1951 ~ 1994	4.21	1950 ~ 1994	3.02
西大洋水库		黄壁庄水库		陡河水库			
年段	实测平均径流	年段	实测平均径流	年段	实测平均径流		
		1930 ~ 1939	13.99				
		1940 ~ 1949	22.31				
1953 ~ 1959	10.33	1950 ~ 1959	29.66	1955 ~ 1959		0.69	
1960 ~ 1969	5.71	1960 ~ 1969	22.16	1960 ~ 1969		0.74	
1970 ~ 1979	4.27	1970 ~ 1979	14.55	1970 ~ 1979		0.50	
1980 ~ 1989	3.17	1980 ~ 1989	6.72	1980 ~ 1989		0.35	
1990 ~ 1994	3.13	1990 ~ 1994	5.23	1990 ~ 1994		1.25	
1953 ~ 1994	5.22	1930 ~ 1994	16.41	1955 ~ 1994		0.64	

由表1可知,分年段实测径流量平均值基本上从60年代开始逐渐减少而低于多年平均值。

^① 本文于1996年8月26日收到,张世法同志于1996年9月23日给予答复。

对上述七站应用秩号与序号相关进行趋势性假设检验⁽¹⁾，由逐年年径流量按从大到小排列的秩号为 R_i ，按时间序列排列的序号为 i ，用下式反映年径流量变化的趋势性。

$$r_{Ri} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \tag{1}$$

式中 $d_i = R_i - i$ 代表逐年秩号与序号之差， n 为总项数， r_{Ri} 代表相关系数。

应用由相关系数构造统计量的方法，可得

$$t = r_{Ri} \left(\frac{n-2}{1-r_{Ri}^2} \right)^{\frac{1}{2}} \tag{2}$$

t 符合自由度为 $(n-2)$ 的 Student 分布，可用来作趋势性检验。检验结果见表2。

表2 实测径流趋势假设检验统计表

$\alpha = 0.05$

年 段	漆县		李家选				响水堡			
	1941~1960	1961~1993	1955~1960	1955~1969	1961~1993	1951~1960	1951~1969	1961~1994		
r_{Ri}	-0.326	0.433	-0.20	-0.154	0.606	-0.661	0.188	0.743		
$ d $	1.46	2.674	0.41	0.56	4.24	2.49	0.812	6.28		
t_{α}	1.734	1.696	2.13	1.77	1.696	t_{α}	1.86	1.734		
结 论	趋势不显著	趋势显著	趋势不显著	趋势不显著	趋势显著	趋势显著	趋势不显著	趋势显著		

年 段	紫荆关		黄壁庄水库		西大洋水库		陡河水库				
	1950~1960	1950~1969	1961~1994	1940~1960	1961~1994	1953~1960	1953~1969	1961~1994	1955~1960	1955~1969	1961~1994
r_{Ri}	0.218	0.487	0.53	-0.36	0.77	0.119	0.436	0.357	0.086	0.018	0.129
$ d $	0.67	2.37	3.54	1.49	6.83	0.29	1.876	2.195	0.173	0.065	0.736
t_{α}	1.83	1.734	1.694	1.75	1.694	1.94	1.75	1.694	2.132	1.771	1.694
结论	趋势不显著	趋势显著	趋势显著	趋势不显著	趋势显著	趋势不显著	趋势显著	趋势显著	趋势不显著	趋势不显著	趋势不显著

由表2可知，除陡河水库站外，其余6站1961年~1994年实测径流系列均趋势显著。

2 年降水量和年径流量统计特征对比分析

利用上述七站的降水径流量资料求出相应的年段均值及模比值 α

$$\alpha (\%) = \frac{\text{年段均值}}{\text{多年均值}} \times 100\% \tag{3}$$

计算结果如表3。

由表3可知，当 $\alpha_v > 1.0$ 时， $\alpha_v > \alpha_0$ ；当 $\alpha_v < 1.0$ 时， $\alpha_v < \alpha_0$ 。其实，不同的流域是以 α_v 作为判别的条件或是以 α_0 作为判别条件都是有可能的。因此原文中以 α_v 作为判别条件是不确切的。另外，原文中“自1980年以来，降水、径流都处于偏枯阶段”这句话也不明确。如果按原文开始所写，针对华北地区而言，有些流域自1970年以来就处于偏枯阶段，如表3中的黄壁庄水库，西大洋水库和陡河水库。

表3 分年段年降水量径流量统计特征对比

滦 县					李家选						
年段	年数	降水量年 段均值 P (mm)	径流量年 段均值 W (10 ⁸ m ³)	降水 α _p	径流 α _w	年段	年数	降水量年 段均值 P (mm)	径流量年 段均值 W (10 ⁸ m ³)	降水 α _p	径流 α _w
1930~1939	8	710.0	50.33	1.10	1.23						
1940~1949	8	553.2	44.94	0.85	1.10						
1950~1959	10	683.7	54.59	1.05	1.33	1955~1959	5	677.3	2.07	1.05	1.53
1960~1969	10	683.1	40.79	1.05	1.00	1960~1969	10	673.6	1.91	1.04	1.41
1970~1979	10	712.4	45.17	1.10	1.10	1970~1979	10	657.2	1.48	1.02	1.10
1980~1989	10	588.3	17.75	0.91	0.43	1980~1989	10	584.1	0.41	0.91	0.30
1990~1993	4	527.3	21.89	0.81	0.53	1990~1993	4	650.2	1.06	1.01	0.79
1930~1993	60	648.2	40.99	1.00	1.00	1955~1993	39	644.5	1.35	1.00	1.00
响水堡					紫荆关						
年段	年数	降水量年 段均值 P (mm)	径流量年 段均值 W (10 ⁸ m ³)	降水 α _p	径流 α _w	年段	年数	降水量年 段均值 P (mm)	径流量年 段均值 W (10 ⁸ m ³)	降水 α _p	径流 α _w
1951~1959	9	468.1	6.12	1.18	1.45	1950~1959	10	843.5	5.28	1.22	1.75
1960~1969	10	393.1	4.98	0.99	1.18	1960~1969	10	704.6	3.12	1.02	1.03
1970~1979	10	376.6	4.55	0.95	1.08	1970~1979	10	675.0	2.58	0.98	0.85
1980~1989	10	367.9	2.60	0.93	0.62	1980~1989	10	579.1	1.76	0.84	0.58
1990~1994	5	370.6	1.76	0.93	0.42	1990~1994	5	617.7	1.69	0.89	0.60
1951~1994	44	396.4	4.21	1.00	1.00	1950~1994	45	691.3	3.02	1.00	1.00
黄壁庄水库					西大洋水库						
年段	年数	降水量年 段均值 P (mm)	径流量年 段均值 W (10 ⁸ m ³)	降水 α _p	径流 α _w	年段	年数	降水量年 段均值 P (mm)	径流量年 段均值 W (10 ⁸ m ³)	降水 α _p	径流 α _w
1950~1959	10	602.8	29.66	1.14	1.76	1953~1959	7	706.7	10.33	1.29	1.98
1960~1969	10	555.7	22.16	1.05	1.32	1960~1969	10	565.1	5.71	1.03	1.09
1970~1979	10	510.5	14.55	0.97	0.86	1970~1979	10	460.4	4.27	0.84	0.82
1980~1989	10	464.7	6.72	0.88	0.40	1980~1989	10	511.6	3.17	0.93	0.61
1990~1994	5	481.7	5.23	0.91	0.31	1990~1994	5	538.4	3.13	0.98	0.60
1950~1994	45	527.7	16.82	1.00	1.00	1953~1994	42	547.9	5.22	1.00	1.00
陡河水库											
年段	年数	降水量年 段均值 P (mm)	径流量年 段均值 W (10 ⁸ m ³)	降水 α _p	径流 α _w						
1955~1959	5	702.4	0.69	1.08	1.08						
1960~1969	10	674.5	0.74	1.03	1.16						
1970~1979	10	647.9	0.50	0.99	0.78						
1980~1989	10	645.5	0.35	0.99	0.55						
1990~1994	5	577.4	1.25	0.89	1.96						
1955~1994	40	651.9	0.64	1.00	1.00						

3 径流概率预测

径流的概率预测是建立在径流趋势的基础上进行的。原文通过对官厅水库径流趋势的分析, 给出该流域年降水和径流关系的基本方程式为

$$R = \alpha P^\beta + c \quad (4)$$

$$\alpha = 0.129 \exp\{-0.182t^{0.847}\} \quad (5)$$

$$\beta = 0.22t^{0.672} + 2.62 \quad (6)$$

$$c = 7.9 - 4.57 \times 10^{-1}t - 9.36 \times 10^{-3}t^2 - 6.25 \times 10^{-5}t^3 \quad (7)$$

式中 t 为时间 (α), 以1955年为基准年。按照原文的分析官厅水库径流减少趋势显著, 因此进行该站径流概率分布的预测, 如原文图5 (略)。但是按 (4)、(5)、(6)、(7) 是绝对预测不出原文图5示的概率分布的。比如, 当 $t = 5\alpha$, 降水量 $P = 500\text{mm}$ 时, $R = 0.419$ (亿 m^3); 当 $t = 5\alpha$, 降水量 $P = 500\text{mm}$ 时, $R = 2.608$ 亿 m^3 。由此可见随时间的推移同一降水量下年径流量增加。这与原文的分析及图5都是矛盾的。其实, 略对式 (4) 及 (5)、(6)、(7) 进行分析知, β 的最小值是2.62, 随 t 的增加 β 增加。显然 β 在 (4) 式中起着举足轻重的作用。因为年降水量值是数百个甚至上千个毫米, 只要 β 略加变化对 R 的影响很大, 故 R 随 t 的增加而增加。另外 (7) 式很没有必要, 因为它的最大值是7.9, 对 R 的大小几乎不起作用。再者, 原文对比部分内容给出的信息也太少, 预测图5是否正确无法验证。

本文仅就河北省七个站的降水径流量资料进行了分析, 其结论也可能不恰当, 愿与原文作者共同商讨。

参 考 文 献

- 1 Natural Environment Research Council. Flood Studies Report 1975, 128 ~ 130
- 2 张世法, 崔新文. 径流的趋势分析和概率预测. 水科学进展. 1995, (1): 22 ~ 28

全国水文预报技术竞赛获得圆满成功

经过近两年的筹备工作, 由水利部水文司、水利信息中心、中国水利学会水文专业委员会联合主办的全国水文预报技术竞赛于12月8日~14日在武汉举行。参加竞赛的有来自全国各省、市、自治区、流域机构、水利信息中心及高等院校的42个参赛队, 129名参赛代表, 以及聘请的裁判28名。水文预报技术竞赛在国内外尚属首次, 参赛的代表性广泛, 人员技术层次较高, 竞赛的内容全面, 技术含量高。反映了我国水文预报的整体水平。这次技术竞赛获得了圆满成功, 与会代表一致反映这次竞赛达到了展示成果、交流经验、增长见识、提高技术的效果, 收获之大, 远远超过单纯的学术会议。

水利部周文智副部长、湖北省王生铁副省长等领导同志在闭幕式上发表了重要讲话, 对本次全国水文预报技术竞赛作了充分肯定。

此次竞赛分为三个方面: 一是作出预报竞赛, 共有36个参赛队参加。是本次竞赛内容最丰富、参赛队最多的项目。这项竞赛中突出防汛热点, 参赛的预报方案具有良好的精度和时效, 充分体现了新技术在水文预报中的应用及一系列提高预报效率的经验; 二是预报技术竞赛, 共有28个参赛队参加, 共采用了包括国内12种流域模型, 经过6个流域2年资料的检验, 提高了对以上模型性能及实用效果的认识, 为今后进一步分析研究打下了良好的基础; 三是预报系统演示, 共有32个队参赛。这项竞赛集中展示了计算机技术、遥感以及地理信息系统等新技术在当前水文预报领域的应用水平, 使与会代表大开眼界, 并为这些新技术在全国水文预报领域的普及、推广和应用提供了有利条件。

(李 琪)