

密云水库年及汛期径流量 年际变化特征的分析¹⁾

张永山 何素兰 汤克靖

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

利用定级分类、累积、谱分析等统计方法,分析了密云水库1919—1989年全年及汛期径流量年际变化的特征,发现密云水库全年及汛期径流量的年际变化具有持续性、周期性、多数年份偏枯等特性。

关键词: 径流 年际变化 持续性 周期性

前 言

密云水库是一座多年调节的水库,流域面积为15788km²,目前是北京市的骨干水源。除了承担城市生活用水和工农业用水的任务,保证持续早年最低用水要求外,还要防止下游地区发生洪涝灾害和维护自身的安全。因此,对径流进行多年调节十分重要。本着这一宗旨,根据密云水库1919—1989年的全年及汛期径流量资料,分析密云水库全年、汛期径流量年际变化的特征,对今后进一步

提高预警预测水平,合理的水库调度方案具有参考价值。

1 年径流量年际变化的特征

将年和汛期径流量按不同的设计频率标准分成7种年别,并用7个整数(-3—3)代表不同年别的年、汛期径流量(见表1),由此得到两组新的序列,分别绘成图1和图2。这样可以避免同一年别类型径流量大小参差不齐的现象。从年径流量级别图(图1)可以看出,年径流量的年际变化具有以下几个特点:

表1 密云水库年、汛期径流/亿m³年别设计标准^[1]

年 别	-3	-2	-1	0	1	2	3
	特枯年	枯水年	偏枯年*	平水年	偏丰年*	丰水年	特丰年
设计频率	90%	75%	60%	50%	30%	20%	10%
年径流	4.32	6.64	8.96	11.30	15.85	22.00	30.00
汛期径流	3.02	4.62	6.13	7.90	11.00	15.40	20.90

注:设计频率采用“密云水库水文资料汇编”中的分析成果(带*符号除外)。

1.1 异丰偏枯

虽然丰水年(包括特丰年)出现了14次,枯水年(包括特枯年)出现了12次,两者的频率是接近的。但是,特丰年出现了7次,特枯

年只出现了3次,前者比后者频繁。不仅如此,特丰年的径流变幅比特枯年的径流变幅大得多。例如,特丰年的年径流量设计标准为30.00亿m³,1924年、1925年和1939年的年

1) 本文为中国科学院“八·五”重要应用项目。

径流量都超过 43 亿 m^3 , 其中 1939 年的年径流量高达 56 亿 m^3 。相反, 特枯年的年径流量设计标准为 4.32 亿 m^3 , 而序列中年径流量最少的 1941 年的年径流量也有 2.83 亿 m^3 。虽然特丰的程度比特枯的程度重得多, 但是, 整个序列中年径流量低于平水年标准的有 40 年, 占总数的 4/7; 其次, 偏枯年份有 19 年, 而偏丰年份只有 5 年, 两者差距很大。总体看来, 整个阶段有明显的偏枯倾向。

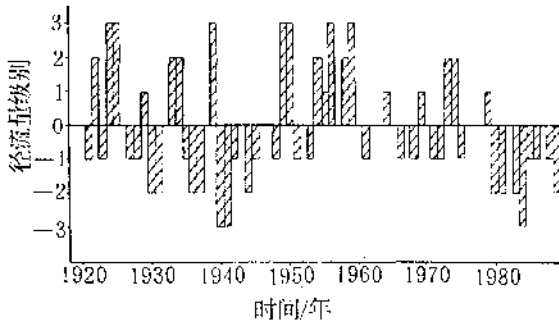


图1 密云水库年径流量级别示意图

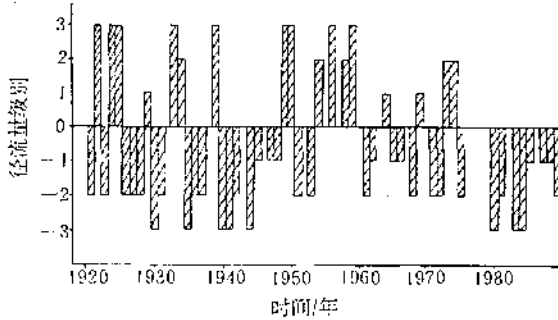


图2 密云水库汛期径流量级别示意图

1.2 持续稳定

除了 1922 年和 1939 年的丰水年或特丰年是独年出现的, 其它的丰水年或特丰年一般持续 2 年。例如, 1924—1925 年, 1949—1950 年, 1958—1959 年等都是持续丰水年。枯水年或特枯年一般也持续 2 年。例如, 1930—1931 年, 1940—1941 年, 1983—1984 年等都是持续枯水年。此外, 丰水年和枯水年的相互过渡比较平缓。除了 1939 年外, 其它

的丰水年或持续丰水年过后, 一般为平水年份或偏枯年份; 枯水年或持续枯水年过后, 一般也为平水年份或偏枯年份。

那么, 为什么丰水年或枯水年的出现一般会持续 2 年呢? 为什么丰水年过后一般不会出现枯水年, 枯水年过后一般不会出现丰水年呢? 通过计算发现, 1952—1989 年的年径流量和年降水量的相关系数为 0.8534, 两者具有较好的线性关系, 而且它们的距平百分率的变化步调几乎是一致的。这说明年径流量的大小主要决定于年降水量的大小。此外, 从表 2 看来, 丰水年或枯水年的径流量距平百分率的绝对值大于降水量距平百分率的绝对值, 即径流量距平百分率的变幅比降水量距平百分率的变幅大。这说明如果第一年降水偏多, 土壤湿度大, 地表积水多, 第二年土壤的截流会减少, 径流量就相对偏大, 增大了第二年持续丰水和减小了第二年突然枯水的可能性。相反, 如果第一年降水偏少, 土壤湿度小, 地表积水少, 第二年土壤的截流会增加, 径流量就相对偏小, 增大了第二年持续枯水和减小了第二年突然丰水的可能性。径流的这种分布特性对提高径流预报预测水平很有意义。

表 2 密云水库部分年、汛期雨量与径流的比较^[2]

年份	年距平百分率/%		汛期距平百分率/%		丰枯状况	
	雨量	径流量	雨量	径流量	年	汛期
1958	17.73	76.95	29.37	95.10	丰	丰
1959	53.05	176.03	65.17	206.42	特丰	特丰
1973	34.93	76.65	39.98	102.48	丰	丰
1974	9.69	67.27	12.85	95.76	丰	丰
1980	-28.07	-54.08	-38.24	-72.44	枯	特枯
1981	-15.67	-57.52	-17.67	-65.50	枯	枯
1983	-18.14	-59.73	-22.82	-70.24	枯	特枯
1984	-24.67	-74.22	-25.30	-80.60	特枯	特枯
1985	-1.29	-48.29	-2.63	-44.01	偏枯	偏枯

注: 年、汛期雨量采用“1951—1990 年海滦河流域降水量图集资料汇编”中的潮白河山区降水量。

1.3 丰、平、枯分明

粗略看来,1919—1989年可分为3个阶段:无枯水阶段、无丰水阶段和丰枯交替阶段。无枯水阶段分布在1919—1929年和1949—1979年,此间没有出现过枯水年和特枯年;无丰水阶段分布在1940—1948年和1980—1989年,此间没有出现过丰水年和特丰年;丰枯交替阶段比较少见,主要集中在30年代,此间丰水年和枯水年大概2—3年就轮流出现一次。

为了准确地计算丰水段、枯水段和平水段的历时长短,将年径流量的距平百分率逐年依次累加,所得过程线为年径流量距平百分率累积曲线,见图3。该曲线反映年径流量丰、枯变化的情况,从中可以看出,1919—1989年共分9段:4个丰水段、4个枯水段和1个平水段(见表3)。1960年建库以后,除1973年和1974年外,基本上没有出现过丰水段,整个80年代枯水程度较重。因此,特别需要对径流过程进行多年调节,蓄丰补欠,以供连续枯水年时最低用水要求。

表3 密云水库年径流量丰枯变化

年段区间	资料长度	年段距平百分率/% 累积值	丰平枯 阶段	
1919--1925	7	392	56.0	丰水段
1926--1931	6	-124	-20.7	枯水段
1931--1934	3	174	58.0	丰水段
1935--1938	4	-191	-47.8	枯水段
1939	1	296	296.0	丰水段
1940--1948	9	-386	-42.9	枯水段
1949--1959	11	631	57.4	丰水段
1960--1979	20	-195	-9.8	平水段
1980--1989	10	-497	-49.7	枯水段

注:丰、枯指标:年段距平百分率均值-20.0%—20.0%为平水段,20.0%以上为丰水段,-20.0%以下为枯水段。

2 汛期径流量与年径流量的关系

1919—1989年汛期径流量与年径流量的相关系数为0.9933,两者有很好的线性关系,可见汛期径流量的变化特征与年径流量的变化特征几乎是相同的。但从图2看来,汛期径流量还具有自身的特点,它们是:

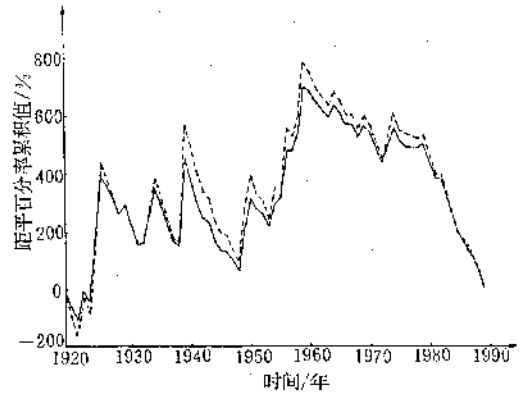


图3 密云水库年(实线)、汛期(虚线)径流量距平百分率累积曲线

(1)严重偏枯性。汛期径流量有24年是枯水年或特枯年,是年径流量中枯水年或特枯年数量的2倍。年径流量中的3个特枯年,汛期均为特枯年;年径流量中的9个枯水年中,汛期有5年维持枯水年,4年升为特枯年;年径流量中19个偏枯年中,汛期有13年升为枯水年或特枯年。可见汛期径流量的偏枯性更为严重。

(2)枯水持续性更强。汛期的枯水年或特枯年一般持续2—3年。例如,1926—1928年、1935—1937年、1940—1942年都是持续3年枯水。

(3)稳定性差。汛期的丰、枯相互转换常常很突然,即丰水年或持续丰水年过后,很可能是枯水年或特枯年;枯水年或持续枯水年过后,很可能是丰水年或特丰年。

(4)年际变化更大。从表4可以看出,从1919年截止到任一年份,和年径流量相比,汛期径流量的离差、偏差系数都要大,也就是说汛期径流分布离散程度更大,偏态程度更重,即年际变化更大。

3 年、汛期径流量年际变化的周期

采用Hanning平滑功率谱分析计算年、汛期径流量年际变化的周期^[3],取序列长的

1/3 为最大落后时间,并用信度为 0.05 进行显著性检验,结果发现,年、汛期径流量的谱值在波数为 9,周期为 5.11 年时比较显著,第二高值位于波数为 10,周期为 4.60 年的位置(见图 4)。因此,可以说年、汛期径流量的年际变化具有 5 年的准周期性。

表 4 密云水库各时段年、汛期径流形态系数的比较

时段	高差系数(Cv)		偏差系数(Cs)	
	年径流	汛期径流	年径流	汛期径流
1919—1939	0.865	1.054	1.368	1.431
1919—1949	0.894	1.107	1.654	1.731
1919—1959	0.789	0.974	1.307	1.428
1919—1969	0.763	0.954	1.546	1.667
1919—1979	0.732	0.917	1.667	1.783
1919—1989	0.764	0.952	1.835	1.971

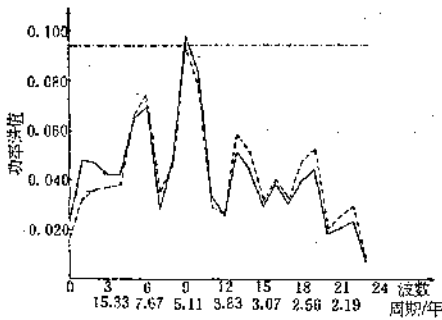


图 4 密云水库年(实线)、汛期(虚线)径流量功率谱图

4 结论

4.1 一般情况下,丰水年和枯水年要持续 2 年,汛期的枯水年可能要持续 2—3 年。

4.2 年径流量丰、枯交替比较平缓,即丰水年过后,一般不会突然出现枯水年,枯水年过后,一般不会突然出现丰水年;汛期径流量丰、枯交替则比较突然。

4.3 径流的特丰程度比特枯程度严重得多;1919—1989 年主要属性偏枯;汛期径流的偏枯程度较重。

4.4 丰水段、枯水段和平水段的划分比较明显。1919—1989 年可分为 9 段:即 4 个丰水段、4 个枯水段和 1 个平水段,1960 年建库以后基本上没有出现过丰水段。

4.5 年、汛期径流量的年际变化具有 5 年的准周期性。

参考文献

- 1 密云水库管理处编,密云水库水文资料汇编,1977 年 5 月。
- 2 水利部、能源部天津勘测设计院编,1951—1990 海滦河流域降水量图集资料汇编,1992 年 7 月。
- 3 黄嘉佑,李黄,气象中的谱分析,北京:气象出版社,1984 年 3 月。

The Characteristics of Interannual Change for Annual and Rainy Season Runoff in the Miyun Reservoir Area, Beijing

Zhang Yongshan He Sulan Tang Kejing

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

By using methods of classification, accumulation and spectral analysis, the characteristics of annual and rainy season runoff from 1919 to 1989 in the Miyun Reservoir Area have been analyzed. It is characterized by continuity, periodicity as well as deficit of periodic runoff.

Key Words: interannual runoff change continuity periodicity