

我国地表水资源近期变化趋势

马滇珍, 张象明

(中国水利水电科学研究院, 北京 100044)

摘要:分析全国及 9 大流域片 1997~2000 年逐年降水量、天然径流量的变化趋势及降水量年内变化情况, 研究近期我国地表水资源变化趋势及近年旱涝特点. 研究表明: 自 1997 年以来, 我国降水量除 1998 年比多年平均值偏多 11.6%, 长江、嫩江等河流发生了特大洪水, 是丰水年外, 其余的 1997, 1999, 2000 年 3 年均比多年平均值偏少 0.9%~4%, 属平水年, 为南丰北枯型.

关键词:地表水资源; 降水量; 径流量; 旱灾; 水灾; 变化趋势

中图分类号:TV211.1

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2002)06-0001-03

1 降水量变化趋势

自 1997 年以来, 我国降水量除 1998 年比多年平均值偏多 11.6%, 是丰水年外, 其余的 1997, 1999, 2000 年 3 年均比多年平均值偏少, 3 年分别少 4%, 1.5%, 0.9%, 均属平水年. 各流域片各年丰枯情况均有差异, 1998 年丰水年主要发生在松辽河片、淮河片、内陆河片、西南诸河片、东南诸河片、长江片, 降水量比多年平均值偏多 21%~12% (表 1). 其余各流域降水量比多年平均值仅多 3% 以下. 1997 年和 1999 年均属南丰北枯型, 两年各流域片丰枯程度不一. 1997 年除珠江片、东南诸河片偏丰 20% 左右外, 其余各片均偏枯, 其中以黄、淮、海三片最严重, 分别偏枯 26.3%, 19.5%, 32.3%. 1999 年南方除珠江片偏枯 3.7% 外, 其余长江以南各片降水量均比多年平均值偏丰 8.8%~4.8%, 淮河以北各片均偏枯 11.3%~30.0%, 偏少最多的是海河片, 其次是淮

河片. 2000 年, 也属北枯南丰型, 只是降水向北移, 淮河片以南, 除珠江片偏少 4.4% 外, 其余各片偏多 0.3%~11.1%, 北方黄河、松辽河、海河偏少 15%~9%. 1997~2000 年各流域片年降水量变化趋势见表 1.

2 天然年径流量变化趋势

同样, 径流量也是 1998 年比多年平均值偏多 25.2%, 1997, 1999, 2000 年也分别偏多 2.7%, 4.0%, 1.6%. 由于下垫面等因素的影响, 径流量的变化比降水量变化剧烈, 各年丰枯情况如下: 1998 年全国除黄河片和海河片分别偏枯 14.7% 和 17.2% 外, 其余各流域片径流量均比多年平均值偏多, 松辽河片偏多 50.3%, 其次淮河片偏多 48.2%, 偏多最少的珠江片也有 9.2%; 1997 年除珠江片、东南诸河片分别偏多 36.7% 和 23.0%, 其余各片均不同程度偏枯, 黄淮海三片均偏枯 40% 以上; 1999 年与 2000 年均是北枯

表 1 1997~2000 年各流域片年降水量

全国或流域片	1997 年		1998 年		1999 年		2000 年		多年平均降水量/mm
	降水量/mm	与多年平均值比较/%	降水量/mm	与多年平均值比较/%	降水量/mm	与多年平均值比较/%	降水量/mm	与多年平均值比较/%	
全 国	613	-4.0	712.9	11.6	629.1	-1.5	633.2	-0.9	638.9
松 辽 河	453	-11.2	615.9	20.7	420.5	-17.6	436.7	-14.4	510.2
海 河	366	-32.3	550.9	1.8	384.8	-29.9	490.1	-9.4	540.9
黄 河	331	-26.3	462.7	3.0	398.6	-11.3	381.3	-15.1	449.3
淮 河	679	-19.5	1005.1	19.4	675.9	-20.0	935.6	11.1	842.1
长 江	1026	-5.9	1216.3	11.5	1142.1	4.8	1094.4	0.3	1090.8
珠 江	1870	20.0	1559.9	0.9	1489.7	-3.7	1478.7	-4.4	1546.8
东南诸河	1945	17.4	1875.4	13.2	1769.3	6.8	1795.9	8.4	1656.7
西南诸河	1045	-1.8	1212.4	14.0	1156.8	8.8	1148.7	8.0	1063.7
内 陆 河	137	-15.7	193.0	18.8	164.2	2.3	166.2	2.3	162.5

作者简介: 马滇珍 (1940—), 女, 浙江鄞县人, 教授级高级工程师, 主要从事水文水资源研究.

南丰,1999 年海河片、淮河片径流比多年平均值分别偏少 60.5% 和 50.5%,松辽河片也偏少 34.3%,长江片、内陆河片、东南诸河片及西南诸河片偏多 15% 左右;2000 年海河片、松辽河片、黄河片偏少 46%~30%,淮河片、西南诸河片、内陆河片偏多 26%~12%,其余各片均略有偏多或偏少.1997~2000 年天然年径流深见表 2.

近 4 年中入海水量最多的仍是 1998 年,全国入海水量为 21 321.31 亿 m³,1997,1999,2000 年,分别为 17 361.77 亿 m³,17 460.89 亿 m³,16 200.50 亿 m³.各流域片入海水量仍以 1998 年为最多,此后由于连续干旱,致使入海水量呈递减趋势(表 3).

3 降水量的年内变化

全国大部分地区降水的年内分配不均匀,全年降水主要集中在夏半年,各地雨季的迟早及时间的长短和夏季风的进退关系密切,降水的年内分配,在地区上有明显差异.以 2000 年降水的多雨中心新疆阿勒泰站、河南南阳站、福建上杭站、海南海口站和少雨中心宁夏固原站、辽宁沈阳站、广西梧州站为例:

a. 长江以南地区的多雨中心福建上杭站、海南

海口站及少雨中心广西梧州站,常年多雨季节多为 5~8 月,正常年最大 4 个月雨量约占全年降水量的 50%~60%(见表 4).2000 年上杭站最大 4 个月降水量发生在 5~8 月,降水量占全年降水量的 50%,海口站最大 4 个月降水量发生在 7~10 月,4 个月降水量占全年降水量的 69%.少雨中心梧州站最大 4 个月降水量发生在 4~7 月,降水量占全年降水量的 77%,因此在汛期降水量很少,造成夏秋连旱.

b. 长江以北北方地区,雨季出现较迟,多雨季节一般为 6~9 月,正常年最大 4 个月雨量约占全年降水量的 60%~80%.其中以华北的雨季为最短,且多以暴雨形式出现,大部分降雨集中在 7,8 两个月时间内,因此这些地区的春旱和秋涝特别严重.2000 年多雨中心南阳站,最大 4 个月降水量虽然仍发生在 6~9 月,但占全年降水量高达 82%,降雨更为集中.少雨中心沈阳站最大 4 个月降水量发生在 5~8 月,降水量只占全年降水量的 56%,此地区 2000 年夏秋旱严重.另一少雨中心固原站,降水量主要集中在 6~9 月,4 个月降水量占了全年降水量的 68%.

新疆西部地区,终年在西风气流控制下,水汽来自大西洋和太平洋,虽然远离海洋,降水不多,但四季

表 2 1997~2000 年各流域片天然年径流深

全国或流域片	1997 年		1998 年		1999 年		2000 年		多年平均径流深/mm
	径流深/mm	与多年平均值比较/%	径流深/mm	与多年平均值比较/%	径流深/mm	与多年平均值比较/%	径流深/mm	与多年平均值比较/%	
全 国	283.0	2.7	345.0	25.2	286.6	4.0	279.9	1.6	275.6
松 辽 河	111.5	-18.4	205.4	50.3	89.9	-34.3	90.5	-33.8	136.7
海 河	37.2	-49.2	60.6	-17.2	28.9	-60.5	39.3	-46.2	73.2
黄 河	47.6	-41.8	69.6	-14.7	65.6	-19.6	57.1	-29.9	81.6
淮 河	121.4	-43.1	316.0	48.2	105.9	-50.5	268.0	25.7	213.2
长 江	513.2	-5.1	727.8	34.6	622.4	15.1	555.2	2.7	540.6
珠 江	1105.4	36.7	883.1	9.2	757.5	-6.4	761.3	-5.9	808.9
东南诸河	1165.7	23.0	1 239.2	30.7	1 080.5	14.0	1 021.0	7.7	948.0
西南诸河	646.3	1.0	757.6	18.3	715.3	11.7	738.9	15.4	640.2
内 陆 河	35.5	-4.3	42.0	13.2	42.7	15.1	41.6	12.1	37.0

表 3 1997~2000 年各流域片入海水量

年 份	入海水量/亿 m ³							
	全 国	松辽河	海 河	黄 河	淮 河	长 江	珠 江	东南诸河
1997	17 361.77	113.97	14.04	15.40	229.43	8 625.00	6 189.64	2 174.00
1998	21 321.31	197.93	54.09	102.30	770.60	12 810.00	4 901.98	2 484.41
1999	17 460.89	89.77	4.54	61.69	205.54	10 950.00	4 040.96	2 108.39
2000	16 200.50	46.65	3.34	41.74	606.32	9 357.31	4 113.33	2 031.81

表 4 降水中心最大 4 个月降水量

省(区)	站 名	多年平均				2000 年			
		最大 4 个月	降水量/mm	占全年/%	年降水量/mm	最大 4 个月	降水量/mm	占全年/%	年降水量/mm
新 疆	阿勒泰	5~8 月	110.3	39.5	279.1	9~12 月	214.1	60.8	352.0
辽 宁	沈 阳	6~9 月	516.8	73.9	699.6	5~8 月	249.3	56.3	442.5
河 南	南 阳	6~9 月	466.1	60.3	772.9	6~9 月	1 131.3	82.3	1 374.1
宁 夏	固 原	6~9 月	338.8	71.8	472.0	6~9 月	267.2	67.9	393.5
福 建	上 杭	5~8 月	832.4	52.2	1 596.2	5~8 月	850.2	49.6	1 713.9
广 西	梧 洲	5~8 月	805.9	58.0	1 389.2	4~7 月	705.0	77.3	911.8
海 南	海 口	6~9 月	933.5	57.7	1 618.0	7~10 月	1 386.1	68.9	2 011.6

分配较均匀,新疆阿勒泰站常年最大4个月(5~8月)降水量约占全年降水量40%,而2000年阿勒泰站为多雨中心,9~12月降水量约占全年降水量的61%。

4 近年旱涝特点

1997年降水北少南多,受近百年罕见的强厄尔尼诺影响,1997年出现了世界范围的气候异常,中国出现了长江以北地区历史上少见的大范围持久性干旱及高温;登陆我国的台风时间晚、结束早,且异常集中.我国大部分地区不仅全年平均气温偏高,而且冬、春、夏三季平均气温均显著偏高,形成1997年冬暖、夏热、春来早的气候特点,给农业生产带来了严重损失,使水资源供需矛盾加剧,进而影响整个社会经济发展和人民的生活。

1998年,南方汛期强降雨阶段性发生较明显,特别是长江流域降雨强度大、范围广、持续时间长、间隔时间短、发生频率高,致使长江发生了继1954年之后的第二次全流域性的大洪水,沿江沿湖地区洪涝灾害十分严重.北方的嫩江流域雨季来得早,汛期降水明显偏多,不少地区6~8月降水量超过了常年的年降水量.长时间的降雨,造成嫩江支流水位上涨,干流洪峰迭起,嫩江、松花江多次发生大洪水,洪水来势之猛、持续时间之长,洪峰水位之高、流量之大均超过历史记录,部分地区发生严重洪涝.总之,1998年南方1~3月异常持续降雨,部分地区出现冬春汛;夏季长江继1954年之后又一次出现全流域性大洪水,嫩江、松花江发生超历史记录的特大洪水;秋季是1949年以来最暖的;气候持续变暖,连续第12年出现暖冬;台风(热带风暴)生成个数和登陆我国的个数异常偏少,青藏高原雪灾严重.但也应看到,1998年虽然出现了一些异常气候现象,特别是洪涝范围广,灾情重,是1949年以来少有的重涝年份之一,但在农业生产的关键季节,全国大部分地区雨水丰沛或适宜,热量充足,干旱、台风、冻害影响程度轻,农业生产气候条件属一般年景。

1999年,全国大部分地区降水量正常偏少,主要是北方地区维持降水偏少趋势未变,从气象灾害角度来看,灾情属一般偏重年份,其中以旱灾较为突出.北方大部继冬春连旱之后,夏秋又出现大范围严重干旱;南方部分地区冬、春、秋也遭到旱魔肆虐,淮河出现了20多年来的首次断流,洪泽湖、骆马湖、微山湖水位均降至死水位以下.但在入汛后,长江中下游、太湖流域一带暴雨频繁,长江流域夏季降水量仅次于1954年和1998年,居1949年以来的第三位;太湖流域发生了超过百年一遇的特大洪水.上海、安庆、屯溪、苏州、杭州等地6月降水量有570~

870mm,是常年同期的2~3倍,为1949年以来同期最高记录,其中上海龙华站6月降水量达726mm,为自1873年有气象记录以来的最大值.持续数次降雨过程,使长江上游支流乌江及中下游地区江、河、湖、库水位迅速上涨,防汛形势一度十分紧张.但从总体来看,长江片仅下游及江南东北部地区夏季降水量较常年偏多,大部分地区仍较1998年同期偏少。

2000年,我国降水基本以少雨时段为主,全国年降水量略少于多年平均值.冬季我国大部分地区降水量接近常年或偏多,从2月份开始,我国大部降水偏少,入春后持续少雨,尤其中部和西部地区,明显偏少,河南省春季,区域平均降水量为1949年以来同期最小值,山西、江苏、安徽、湖北及宁夏为最小值.持续少雨,加上同期气温偏高和大风天气频繁,导致我国特别是北方地区发生大范围严重干旱.入夏后,我国大部分地区降水增多,但较常年同期偏少,从5月底开始,北方地区先后出现几次较大范围的降雨过程,使淮河流域及汉江中上游一带旱情得到解除,但华北大部、西北东部、东北大部等地雨量小,加上不断遭热浪袭击,出现了春夏连旱.8月份由于全国出现了大范围降水,大部分地区久旱终得缓解,但北方一些受旱严重地区农作物关键生长期已过,干旱造成了难以挽回的损失.长江中下游地区雨季不明显,降水量较常年同期偏少2~4成,伏旱一度发展迅速,西南东部、华南等地的部分地区也先后出现夏(伏)旱.秋季,我国大部分地区降水量正常偏多,局部甚至超过了夏季的降水量(见表5).以上分析表明,2000年我国降水虽有部分地区在部分时段降水偏多,但总体来看仍以少雨为主,汛期大部分地区降水偏少,特别是冬末至仲夏(2~7月),北方地区遭遇了20年来最严重的特大干旱,年内持续少雨干旱,风沙和热浪(进一步加剧了干旱的发展)以及南方部分地区秋季连阴雨等产生的影响较大,而年内暴雨洪涝、台风和风暴等灾害性天气影响较轻.因此,2000年天气气候条件对全国农业生产而言属偏差年景,对国民经济其他部门为一般年景。

表5 2000年部分地区秋、夏季降水量比较 mm

站名	秋季降水量	夏季降水量	差值
固始	459	434	25
潍坊	183	180	3
武汉	409	374	35
横阳	305	242	63
海口	999	654	345
宝鸡	292	265	27
六安	321	240	81
沙市	419	329	90
郴县	579	535	44

(下转第16页)

次,占 100%,见表 1.

表 1 海河流域有关河道径流量计算成果精度统计

水 系	河 名	站 名	统计年代	不同精度洪水/次			
				总数	90% 以上	75% 以上	50% 以上
永定河	永定河	三家店	1956~2000	8	4	8	8
潮白河	潮 河	大 阁	1964~1986	10	3	10	10
潮白河	潮河下 大区间	下 会	1964~1986	9	4	9	9
潮白河	黑 河	三道营	1964~1976	7	2	7	7
潮白河	白 河	张家坟	1964~1989	9	6	9	9
潮白河	密苏区间	苏 庄	1972~1998	11	6	11	11
大清河北	北落区间	北河店	1988~1998	2	1	2	2
大清河南	任文干	八里庄	1976~1980	2	1	2	2
北运河	温榆河	苇 沟	1968~1990	8	3	8	8
合 计			1956~2000	66	30	61	66

从表 1 看,75%以上次数的洪水精度达 92%,成果精度较高.以永定河为例,1998 年官厅山峡降雨量最大达 260~300 mm,如按历史资料对照,与 1958 年和 1963 年相近;三家店最大流量可能为 $1000\text{ m}^3/\text{s}$,永定河泛区要转移 54 个村的村民,考虑到下垫面的变化,应用变动参数的方法进行计算,洪水总量计算成果的计算精度在 85%以上,洪峰流量计算成果的计算精度也在 85%以上.所得实测最大流量分别为 $160\text{ m}^3/\text{s}$ 和 $320\text{ m}^3/\text{s}$.廊坊市防汛抗旱指挥部按照计算的成果作出新的决策,取消了转移 54 个村村民的计划,避免了指挥上的失误.

5 关于海河流域暴雨洪水过程计算问题

海河流域的暴雨地面分布有很强的不均匀性,地面产流也有较大差异,反映在洪水过程线上也有差异.洪水过程计算要针对暴雨不均匀性和产流地面差异提出合适的模式,计算成果才能可靠.

产流(净雨)历时不同,单位线不同.以永定河官厅山峡为例,2h 单位线峰型“瘦”,最大纵高大,一般

为 $250\text{ m}^3/\text{s}$;3h 单位线峰型稍“胖”,最大纵高较大,一般为 $230\text{ m}^3/\text{s}$;6h 单位线峰型“胖”,最大纵高低,一般为 $200\text{ m}^3/\text{s}$.因此,要编制不同净雨历时的单位线多条,暴雨发生时选相似的线型计算,成果精度高.

暴雨中心不同,单位线型也不同.同样的地理条件,暴雨中心在下游峰高而在上游峰低.有时由于受不同地理条件的影响,峰型也不同.山区坡度大,汇流快,峰尖“瘦”,平原地区坡度缓,汇流慢,峰“胖”.往往以上两因素同时影响,则不同暴雨中心峰型不一样,因此,要绘制多种暴雨中心的单位线备用.

产流方式不同,单位线型不同.蓄满产流的线型“胖”,而超渗产流的线型尖“瘦”.超渗产流的线型,流域稳定入渗率大的线型尖“瘦”,而流域稳定入渗率小的线型较“胖”.

流域出口单位线的线型有时受人为因素的影响,突然提升闸门会增大峰值.永定河官厅山峡 1958 年 7 月 10 日发生洪水,三家店出现洪峰 $1340\text{ m}^3/\text{s}$,此峰是由于三家店拦河闸闭闸蓄水,洪水快到闸门顶时突然提升闸门加大了洪峰形成的.根据 1959 年官厅水库的放水资料分析,突然提升闸门加大了洪峰流量 $450\text{ m}^3/\text{s}$.因此,如发生突然提升闸门情况要进行修正计算,将计算结果与突然提升闸门增大的流量过程叠加,得到合理的计算成果.

流域汇流计算必须选择不同产流方式、不同暴雨中心、不同净雨历时,绘制很多条线,在使用时,选择相似的线型推求出口过程线.

实践证明,暴雨径流参数为变数,产流方式超渗和蓄满在一定条件下相互转换,单位线型复杂多变等问题,是客观存在的特性.因此,研究具有海河流域特点的洪水规律,是提高洪水预测水平的关键.

(收稿日期:2001-11-20 编辑:傅伟群)

(上接第 3 页)

参考文献:

- [1] 1997 中国水资源公报[R].北京:中华人民共和国水利部,1997.
- [2] 1998 中国水资源公报[R].北京:中华人民共和国水利部,1998.
- [3] 1999 中国水资源公报[R].北京:中华人民共和国水利部,1999.
- [4] 2000 中国水资源公报[R].北京:中华人民共和国水利部,2000.
- [5] 1997 年中国气候公报[R].北京:国家气候中心,1997.
- [6] 1998 年中国气候公报[R].北京:国家气候中心,1998.
- [7] 1999 年中国气候公报[R].北京:国家气候中心,1999.
- [8] 2000 年中国气候公报[R].北京:国家气候中心,2000.

(收稿日期:2002-05-21 编辑:马敏峰)

5 结 语

自 1997 年以来,我国降水量除 1998 年比多年平均值偏多 11.6%,长江、嫩江等河流发生了特大洪水,是丰水年外,其余的 1997,1999 和 2000 年 3 年均比多年平均值偏少 0.9%~4%,属平水年,为南丰北枯型.2000 年我国北方大部分及南方部分地区发生了严重干旱,旱灾波及 20 多个省区,国务院决定实施引黄济津应急调水.因此,研究分析近期 4 年的降水与径流的变化趋势,对搞好防汛抗旱、水资源合理配置以及协调生活、生产和生态用水,具有重要的现实意义.