

刘爱霞 梁平德

(天津市气象台, 300074)

提 要

分析了京津唐水资源与海滦河流域40站夏季降水量的关系。结果表明,水资源总量与降水量的逐年变化是相当一致的,降水对京津唐水资源有显著影响的区域在滦河中下游、永定河、大清河上游及滏阳新河。建立了显著影响区域降水量与水资源量的关系方程,复相关系数达0.96。还指出,受气候变化影响京津唐水资源逐年代递减趋势是非常明显的,尤以入境水的减少最为突出,应引起足够的重视。

还探讨了水资源的预测方法,以冬季南支急流指数、赤道东太平洋海温为预报因子,分析其与水资源量的关系,建立了预报方程,结果表明冬季南支急流和海温的变化对水资源总量有很好的预报意义。

关键词: 京津唐地区 水资源 急流 海温 预测

引 言

京津唐地区是我国重要的政治中心和经济发达地区之一,但水资源量却很贫乏。全区人均和耕地亩均占有水资源量分别为 355m^3 和 349m^3 ,仅为全国人均和亩均的13.4%和18.3%^[1]。由于水资源不足,严重影响着经济的发展。因此研究水资源,探讨水资源的变化是非常重要的。本文从气象角度分析水资源的预报,为合理使用水资源提供科学依据,使有限的水资源发挥更大的经济效益。

1 京津唐水资源概况

京津唐水资源总量主要包括地表水资源量、地下水资源量以及外围入境水量。

京津唐水资源总量34年(1956~1989年)的平均量为 $105.85 \times 10^9\text{m}^3$,但年际变化较大,水资源丰沛的1959年总量为 $217.32 \times 10^9\text{m}^3$,而水资源欠缺的1968年总量仅 $44.30 \times 10^9\text{m}^3$,两者相差近4倍。如果以平均值的±20%以内为正常年份,偏少20%及以上的为枯水年,偏多20%及以上的为丰水年,则出现的概率分别为38.2%、38.2%和23.5%。由此

可见,该区出现丰水的年份较少,而且都出现在50—70年代;严重缺水年较多,尤其是80年代以来,水资源严重不足。如水资源量小于 $60 \times 10^9\text{m}^3$ 的年份,80年代以前仅1968年和1972年两年,而自1980年以来的10年中就有4年。表1列出丰水年和枯水年的水资源总量。

表1 1956—1989年水资源偏多20%及偏少20%以上的年份

偏多20%		偏少20%	
年份	水资源量/ 10^9m^3	年份	水资源量/ 10^9m^3
1959	217.32	1968	44.30
1977	185.53	1980	52.39
1964	182.44	1972	53.03
1969	179.07	1989	55.69
1956	178.73	1981	56.79
1978	145.65	1983	57.48
1979	138.34	1965	60.43
1973	135.90	1957	64.95
		1960	69.84
		1971	76.30
		1963	77.08
		1982	79.02
		1961	79.06

2 降水量对京津唐水资源总量的影响

由于京津唐地区汛期6—9月降水约占全年降水的80%左右,因而仅以汛期降水讨论其与水资源的关系。

2.1 降水的年际变化对水资源的影响

图1为北京、天津、唐山3个站6—9月平均降水量及京津唐水资源总量变化曲线图。由图1可见,两者趋势基本是一致的,相关系数达0.885,远超过 $\alpha=0.001$ 的信度。典型的多年如1956、1959、1964、1969、1973、1977及1985年,水资源总量均在平均值以上,而且除1985年以外,其它6年是近30余年水资源最丰沛的6年。由图1还可发现,连续几年干旱以后出现的多雨年,水资源总量受到一定的影响。如1970—1972年连续3年降水偏少,1973年降水偏多(649mm),水资源总量为 $135.9 \times 10^9 \text{m}^3$,又如1980—1983年连续4年干旱,1984年降水正常,1985年降水偏多(641mm),水资源总量为 $112.19 \times 10^9 \text{m}^3$,而与1973、1985年降水相当的1956、1964、1977年水资源总量多达 $170 \times 10^9 \text{m}^3$ 以上。

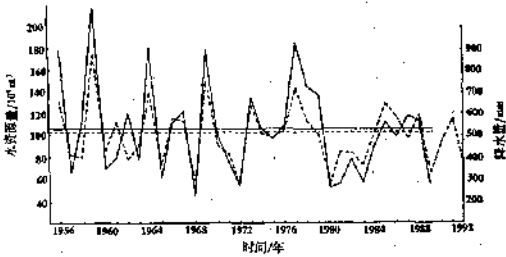


图1 京津唐水资源总量与6—9月降水量
实线为水资源总量,虚线为降水量

2.2 降水的空间分布对水资源的影响

我们计算了京津唐水资源总量对海滦河流域当年汛期降水总量的相关系数(图2)。结果表明,大部分地区降水与京津唐水资源总量的正相关程度较高,尤其是滦河中下游、永定河、大清河上游、滏阳新河相关系数在0.6以上,远超过 $\alpha=0.001$ 的信度。这说明京津唐水资源的变化与海滦河流域降水有一致的变化趋势,同时也说明京津唐的水资源总量

主要受滦河中下游、永定河、大清河上游及滏阳新河降水的影响,而滦河下游、永定河中下游及大清河上游正是汛期降水的多雨中心(图略),一般雨量在500mm以上,滦河下游的遵化平均汛期雨量达647mm。

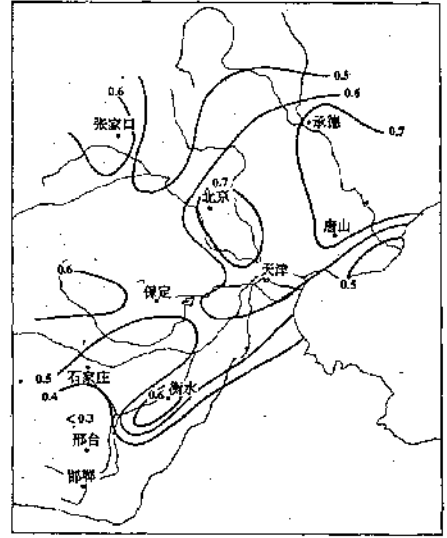


图2 海滦河流域夏季降水量与京津唐水资源总量相关分布

图3给出京津唐水资源丰沛的1956、1959、1964、1969、1977年平均降水分布。可见主要多雨中心同样出现在滦河下游的遵化、青龙、唐山一带以及永定河下游的北京、安次和大清河上游的阜平、紫荆关等地区,降水偏多最突出,达700mm以上,甚至偏多近60%。而水资源总量严重欠缺的1968、1972、1980、1981、1983年的平均雨量分布(图略)非常明显地反映出,上述地区汛期降水偏少最突出;汛期降水总量在400mm以下,比多年平均雨量偏少30%以上。

显而易见,海滦河流域汛期雨量的多少和分布,直接影响着京津唐水资源总量的丰欠。为定量地建立降水量与水资源的关系,我们计算了汛期降水量与水资源总量的关系方程:

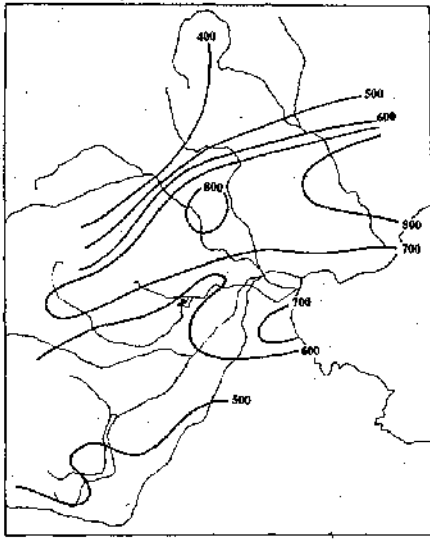


图3 1956、1959、1964、1969、1977年平均雨量分布

$$\hat{y} = -70.67 + 0.127x_1 + 0.045x_2 + 0.063x_3 + 0.038x_4 + 0.053x_5 + 0.054x_6 \quad (1)$$

其中, x_1, x_2, \dots, x_6 分别为承德、迁安、唐山、北京、文安、南宫汛期降水量。复相关系数达 0.96。

2.3 降水量和水资源趋势分析

从天津近百年降水资料分析表明,历史上旱涝阶段性非常明显,上世纪末至本世纪初、30年代至40年代前期为旱段,20年代、40年代后期至50年代及70年代为涝段,80年代以来又进入干旱少雨阶段^[2]。由于水资源总量记录年限较短,我们仅对近30余年降水和水资源量的趋势做对比分析。京津唐降水量和水资源总量5年滑动平均曲线(图4)可以看出:50年代降水较多,水资源丰沛。之后降水逐渐减少,60年代降水量和水资源量在平均值附近波动。60年代末至70年代初出现一段干旱,水资源相应减少。70年代中后期降水偏多,水资源很充裕。进入80年代降水量急剧减少,水资源奇缺,降至历史最低水平。80年代中期虽有回升,但后期仍为下降趋势。

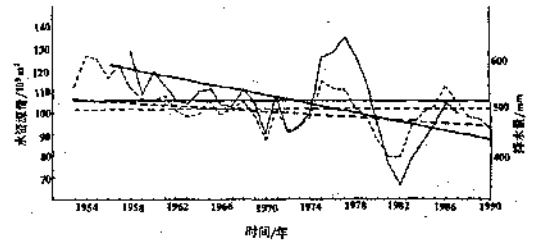


图4 京津唐水资源总量(实线)和降水量(虚线)5年滑动平均曲线及趋势
细直线表示平均值,粗直线为趋势线

我们分别计算了降水量和水资源与时间的回归方程,结果表明,两个序列随时间都是减少趋势,但水资源量的减少比降水量的减少更明显些。表2给出各年代平均降水量和水资源量。80年代平均降水量相当于50年代后期的87%,而水资源总量仅是50年代后期的68%。这是因为京津唐水资源总量包括境内自产水资源和外围入境水资源,而入境水资源量的减少是非常突出的(图5)。它与时间的相关系数达0.503,超过 $\alpha=0.01$ 的信度。入境水资源量以每年约 $1.7 \times 10^9 \text{m}^3$ 的速度减少,因而加快了水资源总量减少的速度,使得水资源总量比降水量的减少更明显。

表2

年代	降水量/mm	水资源量/ 10^9m^3
50年代	559	128.45
60年代	510	107.73
70年代	491	109.79
80年代	480	86.83

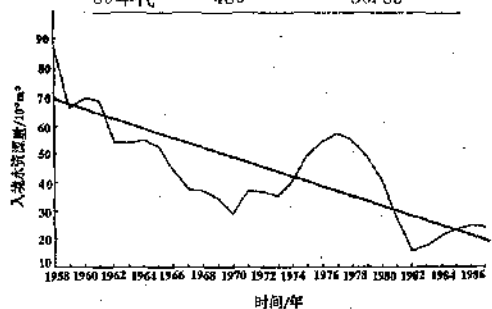


图5 入境水资源量5年滑动平均曲线及趋势

3 用气象预报因子做水资源预测

由于降水与水资源总量有很好的—致性,降水趋势预报有过许多有益的工作,我们设想直接用降水的预报因子制作水资源的预报。

3.1 冬季500hPa 南支急流对海滦河流域的降水有很好的预报意义^[3]。图6为南支急流指数(25—30°N,95—115°E 5点 α 分量之和)与

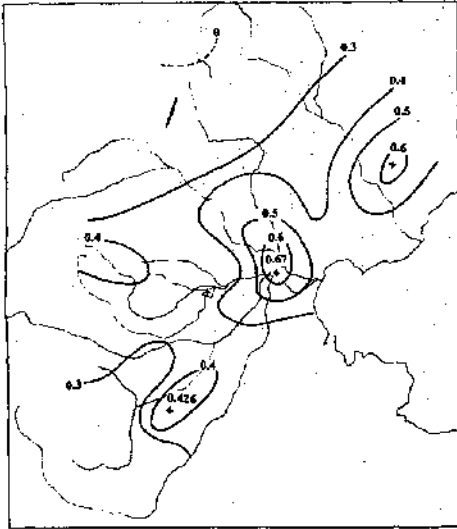


图6 南支急流指数与海滦河流域汛期降水相关分布

海滦河流域汛期降水的相关分布,可以看出显著正相关区(通过 $\alpha = 0.05$ 信度检验)覆盖了海滦河流域的大部分地区,尤其是对京津唐水资源影响最大的滦河中下游、永定河、滏阳新河、大清河上游各有显著正相关中心,它们的信度水平都超过了0.001,也就是说当冬季南支急流强时,这些区域降水偏多,反之降水偏少。计算表明,南支急流指数与水资源量的相关系数为0.477,通过了 $\alpha = 0.01$ 的信度检验。建立南支急流与水资源量的回归方程如下:

$$\hat{y} = -139.968 + 2.33x \quad (2)$$

式中, \hat{y} 为水资源预报量, x 为冬季500hPa南支急流指数。南支急流强的1964、1969、1977、1984年平均水资源总量为 $159.44 \times 10^9 \text{m}^3$;南支急流弱的1965、1972、1982年平均

水资源量为 $64.16 \times 10^9 \text{m}^3$,前者是后者的2.5倍。用上述方程能较好地预报出其趋势。

3.2 海温与水资源总量的关系

人们的工作已经证明,厄尔尼诺现象的发生发展影响着大气环流的变化,进而影响降水的多少^[4]。我们对水资源总量与发生厄尔尼诺现象海区(10°S—0°,180°—90°E)的平均海温进行相关计算,结果表明(图7),前一年夏季到冬季海温与水资源呈正相关,7、8月相关最显著,当年春季开始呈反相关。

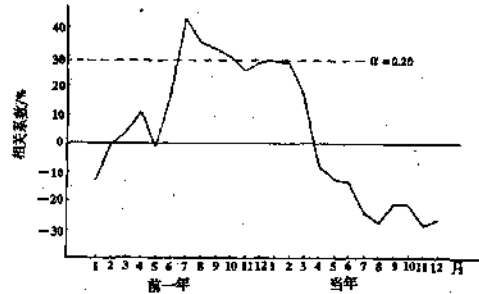


图7 京津唐水资源总量与前一年至当年逐月平均海温相关系数

用有预报意义的前期月平均海温与水资源总量建立预报方程:

$$\hat{y} = 337.799 - 41.35x_1 + 62.73x_2 - 16.04x_3 \quad (3)$$

其中, \hat{y} 为水资源总量预报值, x_1 、 x_2 、 x_3 分别为前一年5月、7月和当年4月平均海温,复相关系数为0.59。按下式计算 F 值:

$$F = \frac{r^2/p}{(1-r^2)/(n-p-1)} = 5.1 \quad (4)$$

查分子自由度为5,分母自由度为 $33-3-1=29$ 的 F 检验表,当 $\alpha = 0.01$ 时, $F_{\alpha} = 4.54$, $F > F_{\alpha}$,因此上述海温为因子的预报方程通过了 $\alpha = 0.01$ 的检验。

我们还就厄尔尼诺发生的当年及结束年水资源量的多少进行了对比分析(见表3)。厄尔尼诺发生的年份多数年水资源不足,如1959、1973、1977、1988等年份,水资源总量在 $100 \times 10^9 \text{m}^3$ 以下。厄尔尼诺当年和结束年两组水资源量分别平均为 $92.47 \times 10^9 \text{m}^3$ 和

136.32×10⁹m³, 分别比多年平均偏少12.6%和偏多28.8%。

表3

厄尔尼诺年	水资源总量/亿m ³	
	当年	结束年
1957—1958	64.95	111.43
1965	60.43	110.84
1969	179.07	100.53
1972	53.03	135.90
1976	108.63	185.53
1982—1983	79.02	57.48
1987	118.17	113.73
平均	92.47	136.32

4 小结

以上分析了京津唐水资源概况及与海滦河降水的关系,初步探讨了水资源预测问题,我们认为:

4.1 京津唐水资源量受海滦河流域降水时空分布的影响。水资源总量决定于本地区当年降水量,前期降水也有一定的影响。对水资源总量影响显著的区域为滦河中下游、大清河上游、永定河及滏阳新河。因此京津唐水资源的预测可以由流域内降水的预测来替代。

4.2 京津唐水资源总量呈减少趋势,80年代由于干旱少雨,水资源量已降至历史最低水

平。目前干旱少雨阶段还将继续维持,水资源也会日趋紧张。随着国民经济的飞速发展,京津唐需水量仍会增加,因此在这一地区应走建设节水型城市的道路。

4.3 由于北方降水减少,上游对水资源需求增加,利用率提高,使得入境水减少非常明显,已由50年代的平均86.44×10⁹m³,降至80年代的平均21×10⁹m³。所以必须重视和有效地保护好本地区内的降水资源,最大限度地收集、贮存、利用降水。降水趋势的预报也更显其重要。

4.4 分析表明,前期500hPa 南支急流强弱和海温的变化可以预测水资源的趋势,这给我们启示,可以用前期天气气候信息制作水资源预测,为决策系统提供科学依据。

参考文献

- 1 齐学斌,京津唐地区水资源量的灰色关联分析及其动态预测. 水资源研究,1991,4,29—35.
- 2 刘爱霞,天津市近百年降水水资源变化及未来趋势. 天津气象,1992,1,55—59.
- 3 梁平德,刘爱霞,海滦河流域旱涝长期天气过程的初步分析. 河北气象,1993,4,13—16.
- 4 梁平德,埃尔—尼诺和印度夏季风与我国北方6—9月降水. 海洋预报,1990,4,17—23.

The Analysis and Forecast for Water Resource in Beijing Tianjin Tangshan Area

Liu Aixia Liang Pingde

(Tianjin Meteorological Observatory, 300074)

Abstract

The analysis is made for the relationship between the water resource in Beijing Tianjin Tangshan area and the summer precipitation over the forty stations in the Haihe river basin and the Luanhe river Basin. It shows that interannual changes of water resource and precipitation are often in coincidence. The precipitation over the middle and lower reaches of the Luanhe river, the basin of the Yongdinghe river, the upper reaches of the Daqinghe river and the basin of the Fuyangxinhe river have important effects on the water resource in this area. The relation equation of water resource and the precipitation over the important area has been made, the multiple correlation coefficient is 0.96. The water resource in this area obviously decreased decade by decade, especially the inflow water decreased extremely under the influence of climatic change. This suggests that we should pay more attention to this problem.

The forecast methods for water resource in this area are studied. It is shown, the south branch of winter jetstream in Asia and the sea surface temperature (SST) in the eastern equatorial Pacific may be used as reliable forecast parameters for the water resource, and the forecast equations are made by these parameters.

Key Words: Beijing Tianjin Tangshan area water resource jetstream
sea surface temperature forecast