

崇明岛河道水质指标季节性变化分析

乐 观,唐思贤,周忠良

(华东师范大学生命科学学院,上海 200062)

摘要 采用主成分分析法和 SPSS 统计软件,对 2007 年从崇明岛河道 12 个水质监测点监测所得枯水期与丰水期的 18 个水质指标数据进行处理,从原始监测数据提取出占总方差 85 % 以上的 5 个主成分,并计算其贡献率和 12 个监测点的主成分值。分析表明,枯水期,硫酸、磷酸、钾在第 1 主成分载荷较高,镁在第 2 主成分载荷较高,铁、色度、硫在第 3 主成分载荷较高;丰水期,钾在第 1 主成分载荷较高,镁、铜在第 2 主成分载荷较高,亚硫酸、亚硝酸在第 3 主成分载荷较高。据此得出结论,崇明岛水质受农业和海水倒灌的影响较大,工业对河道的影响较小。认为,应减少崇明岛农药化肥的使用,推广滴灌灌溉,防止过多的灌溉用水携化肥等流入河道,枯水期可采用人工向河道注水的方式防止海水倒灌,丰水期可依旧采取现有南进北出的方法引入长江淡水,减少崇明岛内工业企业,降低工业污染对河道的影响,并对不能搬离企业的生产过程进行严格监管,严禁工业废水未经处理直接向岛内河道排放。

关键词 水质监测;水体质量;主成分分析法;SPSS;崇明岛

中图分类号:X832 文献标识码:B 文章编号:1004-693X(2009)03-0037-04

Analysis of seasonal changes in water quality of Chongming Island in Shanghai , China

LE Guan , TANG Si-xian , ZHOU Zhong-liang

(School of Life Science , East China Normal University , Shanghai 200062 , China)

Abstract Eighteen water quality indexes at 12 water quality monitoring points on Chongming Island , Shanghai , China , in the low-flow period and high-flow period of 2007 were analyzed with the principal component analysis method and SPSS software. The five principal components with a total variance of over 85 % were extracted and their contributions and values were also calculated. The results from the analysis indicated that , in the low-flow period , there are high loads of sulphate , phosphate and potassium in the first principal component ; a high load of magnesium in the second principal component ; and high loads of iron , color and sulphide in the third principal component. In the high-flow period , there is a high load of potassium in the first principal component , high loads of magnesium and copper in the second principal component , and high loads of sulphite and nitrite in the third principal component. It can be concluded that the water quality of Chongming Island was affected primarily by agricultural activities and sea water encroachment and secondarily by industry. The following measures are necessary : reduction of the utilization of pesticide and fertilizer , popularization of sprinkler and drip irrigation , and reduction of discharge of irrigation water with a high fertilizer concentration into rivers. Artificially diverting water into the river can prevent sea water encroachment during the low-flow period. The measure of diverting fresh water from the Yangtze River in the south and discharging into the Yangtze River in the north can also be used to improve the water quality in the high-flow period. The number of industrial enterprises must be reduced in order to reduce the influence of industrial pollution of rivers. The operation of those enterprises that cannot be moved away from Chongming Island should be under strict supervision , and industrial wastewater discharge into rivers without any treatment should be prohibited.

Key words water quality monitoring ; water quality ; principal component analysis ; SPSS ; Chongming Island

基金项目:上海市科技攻关计划(05DZ12007)

作者简介:乐观(1982—),男,浙江镇海人,硕士研究生,研究方向为水生生物学。E-mail:51051300027@ecnu.cn

通讯作者:周忠良,男,副教授。E-mail:zhouzl@mail.ecnu.edu.cn

崇明岛地处长江入海口 ,是我国最大的河口冲积岛。全岛三面环江 ,一面临海 ,周围水域广阔 ,且处于长江河口及黄海、东海的分界线上 ,海水盐度从北往南呈梯度下降。崇明岛地势平坦 ,河网纵横 ,其农业为主、少量工业为辅的产业模式 ,使岛内河道水体离子丰富。

国内有学者^[1-3]对太湖、巢湖和辽河进行了基于主成分的水质分析 ,国外也有学者^[4-5]对圣约翰河和百赛克河等作了相关研究。笔者拟采用主成分分析法 ,借助 SPSS 统计软件 ,对崇明岛水质指标季节性变化进行分析 ,旨在明确河道水质的变化是由某些具体的离子或是微量元素所引起 ,并对可能的成因进行判断 ,以采取应对措施。

1 理论与方法

1.1 监测时间、区域与监测指标

每年的 11 月至次年的 4 月是长江的枯水期 ,每年的 5 ~ 10 月是长江的丰水期。本文选取 2007 年枯水期中的 1 ~ 3 月以及丰水期中的 8 ~ 10 月崇明岛部分河道的水质监测数据。由于崇明岛河网纵横 ,要对所有河道进行监测存在难度 ,故选择了岛内东、中、西 3 条有代表性的河道 ,每条河道平均选取 4 个监测点。监测的 3 条河道西为界河(1 ~ 4 号监测点) ,中为堡镇港大河(5 ~ 8 号监测点) ,东为八岔河(9 ~ 12 号监测点)。12 个监测点的位置如图 1 所示。

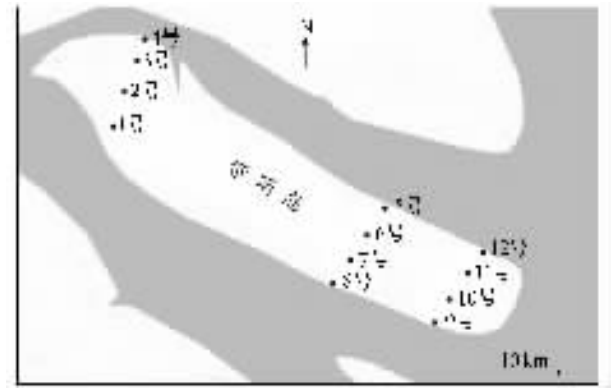


图 1 崇明岛河道监测点位置

目前 ,国外的水质研究更加细化 ,如 YING^[4]对圣约翰河进行了 42 项水质指标的检测 ,Bengraïne 等^[5]对百赛克河做了 20 项水质指标的检测。而国内水质检测中经常使用到的 NH₃-N 等 ,均以更细化的指标作了区分。笔者依据上述研究成果 ,结合实际情况 ,将监测水质指标定为酸碱度、总碱度、硬度、氨、磷酸、硫酸、色度、硫、亚硫酸、铁、氟、镁、锌、二氧化硅、铜、钾、锰、亚硝酸等 18 个项目。

1.2 检测仪器与方法

利用玻璃采水器 ,在位于河道中央水面下 20 ~ 30 cm 处的采水点采集水样。检测仪器为英国 Palintest 公司 Engineers Photometer 7500 Kit ,检测方法获得美国国家环境保护局(EPA)认证。各指标检测方法基本相同 ,这里仅以 pH(酸碱度)的检测作简要说明 :①将 10 mL 水样加入试管并进行空白 ;②将酚红(phenolred)片剂加入试管并溶解 ;③在分光光度计上选取 Phot 27 ;④从面板上读取测得的 pH 值。

1.3 数据分析方法

对本次检测数据采用主成分分析法进行分析 ,通过 SPSS 统计软件^[6-8]计算得到各数据的平均值。由于数据量庞大 ,仅列出枯水期与丰水期各指标的平均值 ,见表 1 和表 2。

2 结果与分析

根据主成分分析法的原理 ,运用 SPSS 统计软件对崇明岛 3 条河道 2007 年的水质监测资料进行处理 ,得到 5 个主成分(F₁ ,F₂ ,F₃ ,F₄ ,F₅)及其贡献率 ,见表 3 ~ 表 5 ,然后计算出各监测点的主成分值 ,见表 6 和表 7。

由于主成分间相互独立 ,因此 5 个主成分值反映了导致河水成分变化的可能原因。

由表 3 和表 4 可见 :在枯水期中 ,第 1 主成分的贡献率为 29.86 % ,硫酸、二氧化硅、磷酸、钾、pH 有较高的载荷(本文中以绝对值大于 0.7 判定载荷较

表 1 枯水期各项检测指标平均值

监测点	pH	ρ(总碱度)	ρ(Ca ²⁺)	ρ(NH ₃ ⁻)	ρ(PO ₄ ³⁻)	ρ(SO ₄ ²⁻)	色度	ρ(S ²⁻)	ρ(SO ₃ ²⁻)	监测点	ρ(Fe ³⁺)	ρ(F ⁻)	ρ(Mg ²⁺)	ρ(Zn ²⁺)	ρ(SiO ₂ ⁻)	ρ(Cu ²⁺)	ρ(K ⁺)	ρ(Mn ²⁺)	ρ(NO ₂ ⁻)
		(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)		(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)		(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)	(mg·L ⁻¹)
1	7.88	147	282	0.56	0.1	51	43	0.01	9	1	0.63	1.04	26	0.03	3.3	0.58	6.4	0.025	0.143
2	7.78	133	233	0.35	0.1	57	59	0.01	4	2	0.15	0.84	31	0.05	1.2	0.36	5.8	0.007	0.230
3	7.92	160	241	1.43	0.4	56	35	0.00	4	3	0.59	0.82	37	0.01	1.6	0.57	8.9	0.003	0.249
4	7.63	130	325	0.43	8.3	115	47	0.00	7	4	0.95	0.73	52	0.11	8.9	0.23	10.3	0.004	0.125
5	7.92	119	239	0.90	1.4	78	48	0.01	6	5	0.42	0.83	37	0.04	6.2	0.44	8.7	0.005	0.123
6	7.80	89	161	0.38	1.0	49	56	0.00	10	6	0.20	0.88	18	0.00	5.6	0.19	5.4	0.002	0.182
7	7.94	99	132	0.30	2.5	53	323	0.04	12	7	1.69	0.91	17	0.00	3.5	0.65	5.9	0.003	0.162
8	7.74	73	153	0.27	0.9	59	93	0.00	18	8	0.53	0.65	8	0.00	4.2	0.04	5.4	0.000	0.009
9	7.92	111	246	0.27	0.5	66	133	0.00	8	9	0.49	0.77	26	0.18	5.4	0.08	6.5	0.002	0.074
10	7.96	121	227	0.25	1.1	52	68	0.01	8	10	0.40	0.77	27	0.01	5.1	0.19	7.2	0.003	0.171
11	7.95	149	166	0.26	5.4	65	66	0.00	3	11	0.84	0.73	36	0.07	3.3	0.11	6.3	0.002	0.051
12	7.84	135	218	0.45	1.9	71	49	0.02	4	12	0.72	0.92	34	0.01	4.6	0.12	8.2	0.002	0.194

表 2 丰水期各项检测指标平均值

监测点	pH	$\rho(\text{总碱度})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{Ca}^{2+})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NH}_3^-)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{PO}_4^{3-})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SO}_4^{2-})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	色度	$\rho(\text{S}^{2-})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SO}_3^{2-})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	监测点	$\rho(\text{Fe}^{2+})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{F}^-)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{Mg}^{2+})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{Zn}^{2+})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SiO}_3^{2-})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{Cu}^{2+})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{K}^+)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{Mn}^{2+})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NO}_2^-)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
1	7.92	77	174	0.10	8.9	21	229	0.07	4	1	0.71	0.81	4	0.00	9.7	0.40	4.2	0.003	0.013
2	7.75	97	182	0.41	1.4	33	182	0.05	10	2	1.71	1.47	6	0.05	9.0	0.38	5.2	0.002	0.705
3	7.80	99	192	0.38	6.2	30	108	0.08	4	3	1.12	0.77	6	0.00	9.4	0.41	5.4	0.001	0.448
4	7.89	102	178	0.85	3.8	21	92	0.07	10	4	0.71	0.68	7	0.00	9.4	0.33	6.0	0.003	1.160
5	7.85	89	195	0.38	2.3	26	55	0.06	5	5	0.75	0.67	9	0.00	9.1	0.44	7.0	0.002	0.375
6	7.85	87	181	0.34	3.6	21	137	0.05	4	6	1.29	0.70	6	0.01	10.4	0.37	4.8	0.001	0.473
7	7.72	75	140	0.32	2.1	29	439	0.06	6	7	2.72	0.57	6	0.08	8.8	0.46	4.3	0.001	0.417
8	7.88	76	134	0.18	1.2	30	62	0.05	5	8	4.13	0.60	7	0.16	9.0	0.32	4.3	0.001	0.454
9	7.73	70	154	0.22	3.3	23	216	0.06	3	9	0.58	0.61	4	0.00	9.8	0.40	4.0	0.001	0.167
10	7.47	68	220	0.16	10.7	41	157	0.12	6	10	1.68	0.61	8	0.00	7.2	0.45	3.9	0.001	0.127
11	7.80	77	178	0.16	3.8	43	119	0.08	5	11	2.23	0.44	5	0.45	20.9	0.41	4.3	0.001	0.142
12	8.00	90	207	0.83	1.7	42	92	0.07	6	12	3.23	0.59	19	0.19	12.6	0.93	6.2	0.001	0.546

表 3 枯水期和丰水期各主成分贡献率 %

成分	枯水期		丰水期	
	贡献率	累计贡献率	贡献率	累计贡献率
F_1	29.86	29.86	28.44	28.44
F_2	24.24	54.11	22.29	50.74
F_3	14.97	69.08	16.10	66.84
F_4	8.56	77.65	9.15	76.00
F_5	7.34	85.00	8.20	84.20

表 4 枯水期旋转后的因子载荷矩阵

监测指标	各主成分载荷				
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
硫酸	0.927				
二氧化硅	0.794				
磷酸	0.735				
钾	0.723	0.532		0.328	
酸碱度	-0.694	0.380	0.314		
硬度	0.577	0.457	-0.358		0.484
亚硫酸		-0.924			
总碱度		0.895			
镁	0.591	0.785			
铁			0.926		
色度			0.868		
硫			0.840		
亚硝酸		0.322		0.731	
氮		0.410		0.724	
锌		0.394		-0.710	
铜			0.448	0.554	0.533
锰					0.956
氟				0.318	0.775

高)。由表 6 可见,在界河, F_1 值由南向北递增,堡镇港大河除 8 号监测点外、八 漊河除 9 号监测点外, F_1 值也呈现递增规律。而 F_1 值排名靠前的监测点均位于主要农业区域的下游,如 4 号、5 号、12 号、3 号和 11 号监测点,其次位于农业区,如 2 号和 9 号监测点。由于硫酸盐、磷酸盐和钾盐在农业生产中使用广泛,在工业排放中仅占很小一部分^[9],故此推断第 1 主成分反映了农业污染对水质的影响。第 2 主成分的贡献率为 24.24%,亚硫酸、总碱度、镁有较高载荷。位于 3 条河道最北侧的 5 号和 12 号监测点,以及 3 条河道中最西侧的界河的大部分监测

表 5 丰水期旋转后的因子载荷矩阵

监测指标	各主成分载荷				
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
钾	0.783	0.324	0.310		
酸碱度	0.698			-0.582	
总碱度	0.673		0.613		
色度	-0.670				
氮	0.571	0.499	0.507		
镁	0.346	0.917			
铜		0.883			
铁	-0.378	0.575		-0.354	0.453
锰	0.467	-0.473	0.356		
亚硫酸			0.959		
亚硝酸	0.370		0.769		
氟			0.676		
硫				0.922	
磷酸				0.821	
硬度	0.410	0.304		0.807	
锌					0.965
二氧化硅					0.897
硫酸		0.545		0.422	0.657

表 6 枯水期各监测点主成分值

监测点	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
1	-0.419	2.982	-0.334	2.778	1.335
2	-0.209	1.442	-1.413	0.061	0.304
3	1.273	3.360	-0.813	-1.527	-1.403
4	5.306	-2.304	1.995	1.136	-0.622
5	1.368	0.637	0.113	-0.040	-0.645
6	-1.699	-0.826	-1.551	0.565	-1.063
7	-3.991	0.594	4.201	-0.287	-0.109
8	-2.682	-3.764	-1.296	0.585	-1.135
9	0.221	-1.798	-0.666	-0.238	2.040
10	-0.519	-0.072	-0.683	-0.524	0.001
11	0.659	-1.013	-0.019	-2.085	1.757
12	0.694	0.761	0.467	-0.424	-0.459

点的 F_2 值均较大。在枯水期,海水顺长江北支倒灌,位于近长江端的监测点受海水影响比平时增加。海水中镁离子大量存在^[10],同时海水中丰富的二氧化碳储量增加了水的总碱度,故此推断第 2 主成分的分布应与海水逆流有关,反映海水的影响。第 3 主成分的贡献率为 14.97%,铁、色度、硫有较高载荷。铁盐,硫化物都会使水体颜色发生变化^[11],故

表 7 丰水期各监测点主成分值

监测点	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
1	-1.612	-2.157	0.458	-1.544	0.077
2	2.180	-1.525	-0.193	2.443	1.138
3	0.279	-0.434	1.201	-0.645	-0.022
4	3.850	-1.936	0.595	0.054	1.042
5	1.662	-0.472	0.575	-1.547	-0.393
6	0.050	-0.905	-0.709	-0.912	-0.449
7	-1.411	-0.243	-1.834	1.789	-1.378
8	-0.672	0.623	-2.773	0.414	-0.253
9	-2.200	-1.187	-0.919	-0.639	-0.929
10	-3.155	0.640	3.987	1.402	-0.263
11	-2.086	3.060	-0.945	-0.598	2.903
12	3.115	4.536	0.557	-0.217	-1.473

此推断第 3 主成分反映水体颜色的变化程度。 F_3 值排名靠前的监测点表示水色较高,如 7 号、4 号、5 号和 12 号监测点,而 F_3 值排名靠后则表示该监测点水色较低,如 6 号、2 号、8 号和 3 号监测点。此项上 3 条河道最北侧的监测点的值均较高,其他监测点则不具明显的分布关系。第 4 主成分的贡献率为 8.56%,亚硝酸、氨、锌有较高载荷。氨、锌在工业生产中存在较多^[12]。堡镇港大河 4 个监测点的 F_4 值均较大,而该河沿岸正是工业较为集中、货船流量大的区域。八亩河 4 个监测点的 F_4 值较小,与该河道沿岸工业不密集有关。故推断第 4 主成分反映工业污染对水质的影响。第 5 主成分的贡献率为 7.34%,由锰、氟构成,主要反映含氟制造单位对水质的影响。

由表 3 和表 5 可见:在丰水期中,第 1 主成分的贡献率为 28.44%,钾有较高的载荷。由表 7 可见, F_1 值基本呈现由南向北递增的规律。钾盐在农业生产中存在较广,而 F_1 值较高的监测点位于农业区的下游,故推断第 1 主成分反映农业污染的情况。第 2 主成分的贡献率为 22.29%,镁、铜有较高的载荷。 F_2 值较高的监测点为 12 号、11 号和 10 号监测点,这 3 点是最东侧八亩河的北部 3 点。在丰水期,受长江水流影响,海水沿长江北支倒灌的程度下降。同枯水期一样,第 2 主成分的分布与海水逆流有关,反映海水的影响。第 3 主成分的贡献率为 16.10%,亚硫酸、亚硝酸有较高的载荷。 F_3 值较高的监测点为 2 号、7 号和 10 号监测点,呈现这一分布规律可能受到贯穿这 3 点附近的环岛南河(该河东西流向,位于崇明岛南部)水流流向引起。其余各监测点分布规律不明显。第 4 主成分的贡献率为 9.15%,硫、磷酸、硬度有较高的载荷。第 5 主成分的贡献率为 8.20%,锌、二氧化硅有较高的载荷。第 3、第 4 和第 5 主成分分布规律不明显,可能是因为丰水期长江上游水流大量流入,带来了丰富且多变的离子,加之

在此期间多降水,故而使各种离子分布发生变化。

3 结 论

运用主成分分析法和 SPSS 统计软件,对崇明岛部分河道 2007 年枯水期和丰水期的水质监测数据进行处理和分析,初步探讨了主要影响因子的作用和相互关系,得出结论如下:

a. 崇明岛河道水体的水质情况受第 1 主成分的影响最大,而该主成分与农业关系紧密。这与崇明岛农业占主导地位且农业种植区域分布广泛有关。枯水期与丰水期,农业污染都严重影响农业区下游水质,同时也影响农业区所在地的水质。

b. 海水倒灌对崇明岛内河道水质离子变化也有较大影响。这种影响枯水期较明显,而在丰水期仅崇明岛东部河道受影响,对其余河道的影响不明显。

c. 其他主成分直接或间接与工业有关,但其影响与农业污染的影响及海水倒灌的影响相比仍旧较小。工业污染主要集中在崇明岛工业相对较集中的区域,且枯水期和丰水期有一定差异。枯水期工业污染主要集中在工业区,而丰水期工业污染则主要影响工业区下游。

为了建设崇明生态岛,相关部门应该针对以上特点采取相应措施:①减少农药化肥的使用,同时采用滴灌的灌溉方式,以有效防止过多的灌溉用水携化肥等流入河道。②枯水期可采用人工向河道注水的方式防止海水倒灌,丰水期可依旧采取现有南进北出的方法引入长江淡水。③减少岛内工业企业数量,降低工业污染对河道的影响,并对不能搬离企业的生产过程进行严格的监管,严禁工业废水未经处理直接向岛内河道排放。

参考文献:

[1] 冯健,崔广柏,张红举.太湖水质指标主成分分析[J].水资源保护,2004,20(3):48-50.
[2] 黄明,洪天求.基于主成分分析的巢湖水质影响因子研究[J].合肥工业大学学报:自然科学版,2005,28(6):639-642.
[3] 鲁斐,李磊.主成分分析法在辽河水质评价中的应用[J].中国环境管理,2007(3):13-16.
[4] YING Ou-yang. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis[J]. Water Research, 2005,39:2621-2635.
[5] BENGRAINE K, MARHABA T F. Using principal component analysis to monitor spatial and temporal changes in water quality [J]. Journal of Hazardous Materials, 2003,100(1-3):179-195.

(下转第 57 页)

化 ,分析以上各导致下垫面变化的因素 ,得出下垫面变化的结果是朝着不利于产汇流的方向进行的。

下垫面条件变化在不同时段对入库减少水量的影响不同 ,由表 3 中的非降水因子贡献大小减去表 4 中的用水量造成的径流量减小所占比重 ,便可以估算流域下垫面条件变化对入库水量变化的影响程度。由表 7 计算数据可以看出 ,下垫面条件变化对流域入库水量减少贡献作用最大 ,并且随着时间的推移在逐步增大。

表 7 下垫面条件变化对入库水量影响比重

年代比较	流量变化/ 亿 m ³	下垫面条件变化 贡献程度/%
70 年代:60 年代	1.7019	55.2
80 年代:70 年代	- 3.0150	61.8
90 年代:80 年代	1.9573	73.7
2000 年后:90 年代	- 3.8294	76.0

2.4 结 论

于桥水库流域入库径流的变化 ,其影响因素总体上可分为降水影响因素和人类活动影响因素 ,人类活动影响因素包括人类活动的直接影响因素(用水量的变化)和人类活动影响的间接影响因素(如下垫面条件变化 ,及由此引起的产汇流特征变化)。通过对影响因素的计算 ,可以得出如下结论 :降水对入库水量的年际间波动有较大的影响 ,而对入库水量整体趋势减小的影响比较小。用水量对入库水量变化直接影响只有 20 世纪 80 年代贡献程度达到了 13.5% ,其他时段对入库水量减少的贡献程度不大。下垫面变化对径流变化的影响最大 ,20 世纪 90 年代后达到了 76.0%。

3 应对入库水量减少的对策

3.1 与当地政府协调合作 ,有效控制影响水量减少的不利因素

由于流域地跨河北、天津两个省(直辖市)的 5 个县(市) ,所以天津市应与流域内当地政府协调合作 ,有效控制影响水量减少的不利因素。对如何提高降水产流措施进行研究 ,达到提高降水量的利用率的目的。高度重视本流域水资源的涵养保护 ,出台水资源涵养的政策措施 ,综合开发利用流域内水资源。

3.2 积极保护和开辟城市其他供水水源

首先要保护引滦水量、利用引黄济津工程及加

快南水北调工程天津段建设 ,实现引江、引滦双水源联合调水。其次要加大天津市非常规水的开发和利用力度 ,如海水直用及淡化 ,渤海海冰的利用 ,地下水咸水、微咸水的开发利用 ,再生水的开发利用以及雨洪水利用 ,都可以有效缓解目前天津市水资源短缺问题。

3.3 积极建设节水型社会

提高工业用水重复利用率 ,降低万元产值取水量。农业节水中可采取优化农业种植与灌溉结构 ,大力发展节水灌溉面积 ,改进灌溉制度。生活用水提倡分质供水。公共设施用水提倡中水回用等。

参考文献 :

[1] 王文圣 ,丁晶 ,李跃清 .水文小波分析 [M].北京 :化学工业出版社 2005 .
[2] 芮孝芳 .关于降雨产流机制的几个问题的讨论 [J].水利学报 ,1996 (9) :22-26 .
[3] 王浩 ,秦大庸 ,王建华 ,等 .唐山市水资源综合规划报告 [R].北京 :中国水利水电科学研究院水资源研究所 ,2006 .
[4] 任国立 ,郭军 .中国水面蒸发量的变化 [J].自然资源学报 2006 21 (1) :31-34 .
[5] 车洪军 .气候变暖对水面蒸发的影响 [J].海河水利 2004 (6) :13-14 .
[6] 何进知 ,李舒宝 ,蒋永奎 ,等 .森林植被对流域产汇流的影响分析 [J].水力发电学报 2001 (2) :69-72 .

(收稿日期 2008-04-21 编辑 高渭文)

(上接第 40 页)

[6] 李玉珍 ,王宜怀 .主成分分析及算法 [J].苏州大学学报 :自然科学版 2005 21 (1) :32-36 .
[7] 万星火 ,檀亦丽 .主成分分析原始数据的预处理问题 [J].中国卫生统计 2005 22 (5) :327-329 .
[8] 张红兵 ,贾来喜 ,李潞 .SPSS 宝典 [M].北京 :电子工业出版社 2007 .
[9] 金相灿 ,叶春 ,颜昌宙 .太湖重点污染控制区综合治理方案研究 [J].环境科学研究 ,1999 ,12 (5) :1-5 .
[10] 王国强 ,冯厚军 ,张凤友 .海水化学资源综合利用发展前景概述 [J].海洋技术 2002 21 (4) :62-65 .
[11] 耿戈军 .水质水色水味 [J].治淮 ,1996 (2) :49 .
[12] 孙莉 ,朱鸿斌 ,张成云 ,等 .一起工业废水污染沱江水源水事故的调查 [J].环境与健康杂志 2005 22 (3) :192-193 .

(收稿日期 2008-04-11 编辑 彭桃英)