

水资源评价方法及决策分析研究——以河北省唐海县为例

刘 征 温志广

(河北师范大学资源与环境科学学院, 河北 石家庄 050016)

摘要 采用水污染指数评价法和供需平衡分析法对某地区水资源的水质及水量进行评价,发现当地水资源存在的问题,采用水环境承载力决策分析法找出解决当地水资源问题的最佳方案,并以唐海县为例,得出水质情况较好,对待唐海县水资源应采取综合策略方案。

关键词 水污染;水环境承载力;指数评价法;决策分析法

中图分类号:TV213.9 文献标识码:B 文章编号:1004-693X(2007)01-0071-02

Evaluation measures and decision-making analysis of water resources: Taking Tanghai County in Hebei Province as an example

LIU Zheng, WEN Zhi-guang

(College of Resource and Environment Sciences, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China)

Abstract By means of water pollution index evaluation method and supply and demand balance analytical method, water quality and quantity in some regions were evaluated. Thereby problems of water resources were pointed out. The optimum scheme for solving the problems in the region was developed by means of water environment carrying capacity decision-making method. Taking Tanghai County as an example, it was found out that water quality was in a good state, and the comprehensive strategic method should be adopted.

Key words water pollution; water environment carrying capacity; index evaluation method; decision-making method

1 评价方法

由于世界人口的猛增和人类的非理性开发,以及由于技术、资金等因素,最终导致了世界水资源问题——淡水资源短缺与水污染。据有关专家预测,水资源问题将是本世纪人类所面临的最为严重的资源问题。对水资源进行评价,为水环境质量管理及规划提供可靠的科学依据,是环境管理和规划的重要手段之一。

a. 采用水污染指数评价法对水质进行评价。水污染指数(Water Pollution Index,简称WPI)就是将常规检测的几种水污染物浓度简化为单一的概念性指数值形式,并分级表征水污染程度和水质量状况^[1]。计算公式为

$$I_i = q_i + c_i/s_i$$

式中: I_i 表示第*i*种污染物的污染分指数; i 为污染物种类; q_i 为第*i*种污染物的综合水质类别。以GB 3838—2002《地表水质量标准》为依据,当水质类别为Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ类时, q_i 分别对应1,2,3,4,5,水质超过Ⅴ类时, q_i 取6; c_i 为第*i*种污染物的浓度监测值; s_i 为第*i*种污染物对应于 q_i 的浓度限值。

当 I_i 为小数时,整数部分表示其级别,小数部分表示其超过这一标准的程度;当其为整数时,则取 $I_i - 0.001$;当 $I_i \geq 7$ 时,则只表示其污染程度,而不表示级别,即数值越大,污染越严重。

计算出各种污染物的污染分指数以后,取最大者为该地区的水污染指数,即有 $I = \max(I_1, I_2, \dots, I_n)$

表 1 唐海县 2003 年 8 月地表水污染分指数

河流	断面	(DO)	(BOD)	(COD)	(FN)	I
一排干	一排闸	1.86	1.96	3.98	3.6	3.98
	扬水站	1.79	1.79	3.99	3.999	3.999
双龙河	七场桥	1.88	1.46	1.78	3.8	3.8
	七场闸	1.9	1.93	1.79	3.6	3.6
输水干渠	东灌渠	1.86	1.59	1.52	1.5	1.86
	西灌渠	1.88	1.56	1.52	2.999	2.999

b. 采用供需平衡分析法对水量进行评价。通过供水量与需水量的预测,进行供需平衡分析,得出当地水量情况。

2 决策分析

利用水资源承载力指数进行决策分析。

2.1 水资源承载力指数^[2]

假设某地区制定的经济发展规划中有 m 个策略,则在一定规划时期内有 m 个水资源承载力,设此 m 个水资源承载力指数为 $E_j (j = 1, 2, \dots, m)$,再设每个水资源承载力由 n 个具体指标确定的分量组成,即 $E_j = (E_{1j}, E_{2j}, \dots, E_{nj})$,归一化: $\bar{E}_j = (\bar{E}_{1j}, \bar{E}_{2j}, \dots, \bar{E}_{nj})$

2.2 指标体系选择

选择以下 6 个分量指标构建水资源承载力,其中每一项指标都与水资源承载力指数的大小成正比关系。6 个变量为:单位水资源的工业产值(x_1),单位水资源的农灌面积(x_2),城市可采水资源总量与用水总量之比(x_3),单位工业废水排放量的工业产值(x_4),单位标准污染物(用 COD 表示)排放量的工业产值(x_5),水体污染物标准质量浓度值与实际质量浓度值之比(x_6)。

2.3 方案构建

选择 9 个策略变量,加上原始策略,则构建 10 种方案即 $j = 1, 2, \dots, 10$ 。9 个策略变量为:①降低万元产值耗水量(各行业以 0.5% 的年速度递减);②提高行业重复用水利用率(按 2% 年递增);③调整工业企业增长速度(假设造纸业发展速度控制在 5%,其他行业保持现行速度);④降低农灌定额,减少单位面积用水量;⑤降低行业的万元产值废水排放量(假设每年递减 1%);⑥消减万元产值 COD 排放量(设年递减率为 2.1%);⑦增加污水处理投资量(假设 2003~2010 年治污投资额增加 1.15 亿元);⑧污水回灌(设污水回灌量占总灌溉水量的 10%);⑨综合策略(综合了上述策略变量)。

计算出各策略变量的值,然后根据数值选取最佳方案。

3 以唐海县为例

3.1 唐海县地表水质评价

依据唐海县环境监测站提供的《唐海县 2003 年 8 月地表水环境常规监测资料》,计算 3 条河流 6 个断面各污染物的污染分指数,结果见表 1。

由表 1 可看出,2003 年 8 月唐海县一排干、双龙河和输水干渠水污染分指数分别为 3.999、3.8 和 2.999,首要污染物为 FN,均属 III 级水,适用于集中

式生活饮用水水源地二级保护区、一般鱼类保护区及游泳区。

3.2 2010 年唐海县水资源总量评价^[3]

a. 供水总量。结果见表 2。

表 2 唐海县各类供水量 万 m³

保证率	地下水			地表水			合计
	主要开采层	辅助开采层	小计	引滦河水	自产径流水	小计	
0.25	2196	562	2758	30719	2069	32788	35546
0.50	2196	562	2758	24960	1682	26642	29400
0.90	2196	562	2758	21120	1423	22543	25301
平均值	2196	562	2758	32000	2156	34156	36914

综上所述,唐海县的可利用水总量为 36914 万 m³。

b. 需水总量。唐海县耗水工业主要为造纸业。2010 年达到 77.95 万 t,按单位产量耗水 40 m³/t 计算,则工业需水量将为 3106 万 m³。农业用水仍以地表水为主,所需水量视降水量情况而定,考虑人们不断进行稻改旱工程等,2010 年需水量 38156.5 万 m³。2010 年城镇人口达到 3.16 万人,考虑人们生活水平的不断提高,用水定额定为 100 L/(人·d),生活用水将为 115.34 万 m³,市政用水要求在现状基础上节约 50%,则为 157 万 m³。2010 年农村人口达到 11.85 万人,用水定额为 50 L/(人·d),居民生活需水量为 216.26 万 m³,畜禽类用水标准按现状定额计算,则畜禽需水量将为 208 万 m³。总之,农村生活总用水量将为 424.26 万 m³。综合工业、农业、城镇生活用水和农村人畜饮水需水量,2010 年唐海县总需水量为 41842.5 万 m³。

c. 水资源供需平衡分析。结果见表 3。

表 3 唐海县水资源供需平衡分析 万 m³

分项	需水量	可供水量	平衡分析	
总水资源	41843	36914	-4929	
工业生活	地下水	3686	2758	-928
农业	地表水	38157	34156	-4000

由表 3 得出 2010 年唐海县缺水 4929 万 m³。如保证工业、生活用水取地下水,农业用水全部利用地表水,则地下水缺 928 万 m³,地表水缺 4000 万 m³。

总之,唐海县虽造纸厂较多,但管理方法正确,水质较好。但随着经济的发展,人口的继续增加,供水量不能满足未来生活生产的需求(下转第 76 页)

表3 鳌江平阳段污染物入河总量、排放量控制结果

水功能区名称	水平年	废污水排放总量 /万 t	COD _{Cr} /t						
			排放量	入河量	纳污能力	入河控制量	入河削减量	排放控制量	排放削减量
(顺溪)源头水保护区	2002	343	1808	1627	748		879		976
	2010	552	2653	1326	748		578		1156
	2020	807	3203	961	748		213		709
	2030	1188	3273	327	748	327		3273	
(北港)农业、工业用水区	2002	729	4993	4494	1942		2552		2836
	2010	1331	7103	3551	1942		1610		3219
	2020	2563	8742	2623	1942		681		2270
	2030	4663	7471	747	1942	747		7471	
农业、工业用水区	2002	525	3661	3295	2135		1160		1289
	2010	967	5198	2599	2135		464		927
	2020	1895	6406	1922	2135	1922		6406	
	2030	3483	5406	541	2135	541		5406	
工业农业用水区	2002	1282	9000	8100	2599		5501		6112
	2010	2371	12769	6385	2599		3786		7572
	2020	4669	15742	4722	2599		2124		7079
	2030	8609	13233	1323	2599	1323		13233	

量应控制在 7471 t,鳌江平阳农业用水区 COD_{Cr}入河控制量应控制在 541 t,排放量应控制在 5406 t,鳌江平阳工业农业用水区 COD_{Cr}入河控制量应控制在 1323 t,排放量应控制在 13233 t。因此必须加大对 COD_{Cr} 等有机物的控制、处理力度,才能达到控制目标。应根据水资源保护法规,依法治水,建立统一、高效、协调的水资源保护管理体制,加强流域水资源管理,加强入河排污口设置的管理,结合水域功能,逐步开展对排污口设置的审批工作,加强水资源保护的舆论宣传和监督,注重水资源保护与管理的科学研究,努力实现水资源可持续利用,支持经济社会

的可持续发展。

参考文献:

[1] 韩龙喜,朱党生,蒋丽华.中小型河道纳污能力计算方法研究[J].河海大学学报:自然科学版,2002,30(1):35-38.
 [2] 朱党生,王超,程晓冰.水资源保护规划理论及技术[M].北京:中国水利水电出版社,2000:145-160.
 [3] 韩龙喜,朱党生,姚琪.宽浅河道纳污能力计算方法[J].河海大学学报:自然科学版,2001,29(4):72-75.
 [4] 毛媛媛,王锡冬.江苏省淮河流域纳污能力浅析[J].水资源保护,2003(3):13-15.

(收稿日期 2004-12-24 编辑:傅伟群)

(上接第 72 页)

水资源缺乏将成为唐海县发展的主要制约因素。

3.3 唐海县水资源决策

分别计算 10 种方案的水资源承载力指数,结果见表 4。

表 4 唐海县水资源承载力指数

策略	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	E
原始策略	0.0963	0.0943	0.0852	0.0772	0.0663	0.0712	0.4905
策略 1	0.0997	0.0943	0.0893	0.0800	0.0663	0.0711	0.5007
策略 2	0.1110	0.0943	0.0939	0.1200	0.0663	0.0711	0.5566
策略 3	0.0963	0.0943	0.0864	0.0772	0.1256	0.1342	0.6140
策略 4	0.0963	0.1086	0.1027	0.0772	0.0663	0.1039	0.5550
策略 5	0.0963	0.0943	0.0852	0.1614	0.0663	0.0161	0.5205
策略 6	0.0963	0.0943	0.0852	0.0772	0.1500	0.1596	0.6635
策略 7	0.0963	0.0943	0.0852	0.0772	0.1300	0.1200	0.6039
策略 8	0.0963	0.1048	0.1375	0.0772	0.0663	0.0761	0.5582
综合策略	0.1155	0.1264	0.1496	0.1756	0.1964	0.1769	0.9404

分析表 4:①如果按原始策略发展,2010 年其水

资源承载力指数最小, E₀ = 0.4905。与 E₀ 相比较,各策略下水资源承载力指数分别高于 E₀ 的倍数为 1.021, 1.135, 1.252, 1.131, 1.059, 1.351, 1.229, 1.138 和 1.917。可见,按综合对策发展,2010 年水环境承载力指数最大,可有效解决水环境与经济社会发展的矛盾。②策略 6(消减万元产值 COD 排放量)仅次于综合策略,说明当前造纸厂对唐海县水资源质量影响较大,应控制其排污量。

参考文献:

[1] 朱传凤,赵和平.用空气污染指数评价城市空气质量[J].甘肃环境研究与检测,1998(2):30-31.
 [2] 崔凤军.城市水环境承载力及其实证研究[J].自然资源学报,1998(1):58-62.
 [3] 吴伟,张剑峰.沈阳市水资源供需分析及可持续利用战略研究[J].水资源保护,2004,20(3):40-42.

(收稿日期 2004-12-08 编辑:傅伟群)