

中小城镇节水型社会建设模式研究——以海城市为例

田 静,何俊仕

(沈阳农业大学水资源研究所,辽宁 沈阳 110161)

摘要:从节水型社会建设的内涵着手,将中小城镇的节水型社会建设模式分为工业型、农业型、旅游服务业型、生态退化型及卫星型城镇等 5 类,并给出推荐模式形式。以海城市为例探讨中小城镇具体的建设模式。其中利用层次分析法探求合理的用水比例途径,提出可持续污水处理模式并给出框架,探讨利用经济手段促进节水,提出节水型水价概念。

关键词:中小城镇;节水型社会;模式;海城市

中图分类号:TV213.4 文献标识码:B 文章编号:1004-693X(2009)03-0088-04

Pattern for constructing water-saving society for medium-sized and small towns—taking Haicheng City as an example

TIAN Jing, HE Jun-shi

(Institute of Water Resources, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract:The implication of water-saving society construction for medium-sized and small towns was analyzed in this paper. The pattern of constructing water-saving society was classified into five types: the industrial type, the agricultural type, the tourist and service industrial type, the environment degradation type and the satellite-type town. The forms of these models were described in this paper. Taking Haicheng City as an example, the patterns of constructing water-saving society model were examined. The analytic hierarchy process method was used to find the rational way of utilizing water, the mode and frame of sustainable wastewater treatment were proposed, the economic measure for enhancing water-saving efficiency was discussed, and the concept of water-saving pricing was also suggested.

Key words: medium and small towns; water-saving society; pattern; Haicheng City

1 中小城镇节水型社会建设内涵

中小城镇与广大农村、大中城市及乡镇企业相结合,是我国未来节水型社会建设的重点。与大城市相比,中小城镇的节水型社会建设侧重于生态环境的恢复与保护^[1]。较农村地区而言,则侧重于大力发展循环经济,推广清洁生产,提高用水效率。

中小城镇节水型社会建设理论是水资源学、生态学、经济学等多学科的交叉结合,充分发挥水资源生态价值是中小城镇节水型社会建设的本质要求。

2 中小城镇节水型社会建设模式分类

模式(pattern)即典范,是某种事物的标准形式

或规定样式^[2]。所谓节水型社会建设模式,这里指为提高水资源利用效率与效益,改善生态环境,保障用水安全,实现人水和谐而采取的先进的节水技术与政治、经济、文化等一系列措施在时间与空间上的优化组合形式。

根据地区经济社会状况、水资源概况及其开发利用现状,以及地理位置、地形地貌等情况,中小城镇节水型社会建设模式可分为:工业型、农业型、旅游服务型、生态退化型、卫星型等 5 种,见表 1。

3 海城市节水型社会建设

海城市位于辽宁省中南部,是以印染、纺织、矿产资源加工为支柱产业的工业型城镇,经济发达,是

作者简介:田静(1981—),女,辽宁葫芦岛人,硕士研究生,研究方向为水资源开发与利用。E-mail: tianjing0306@126.com

通讯作者:何俊仕(1957—),男,教授。E-mail: hejunshi@163.com

全国经济百强县之一。2003 年全市 GDP 为 213 亿元。同时海城市水资源不足,人均水资源占有量为 594 m³,属于水资源紧缺区。若考虑水质影响,海城市已濒临水危机区。因此,节水型社会建设迫在眉睫。

表 1 中小城镇节水型社会建设模式分类

| 类型 | 特征 | 典型形式 |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 工业型 | 工业生产活动占主导地位,其用水水平对该城镇的水资源开发利用具有重要影响 | 节水型工业 + 节水型社区 + 污水处理 + 机制建设 |
| 农业型 | 农业用水比重大,特色农业经济在整个国民生产总值中占有相当比例 | 节水型农业 + 面源污染防治 + 机制建设 |
| 旅游服务型 | 以旅游业、服务业为主,生态环境建设为主 | 节水型服务业 + 污水处理 + 生态环境保护 + 机制建设 |
| 生态退化型 | 自然条件严酷,生态环境恶劣,水资源极度短缺 | 生态恢复措施 + 饮水安全保障措施 + 机制建设 |
| 卫星型 | 与中心城市密切相关 | 大力发展循环经济,保护生态环境 |

3.1 水资源开发利用中存在的问题

a. 供需矛盾突出。海城市用水效率低,工业用水重复利用率仅为 10% 左右。按照现有用水水平,到 2020 年海城市水资源将出现近 1 亿 m³ 的缺口。

b. 用水结构不合理。农业用水比例大,占 80.3%,而生态环境用水比例明显偏小,挤占生态用水现象普遍存在。工业以印染、纺织、造纸等高耗水高污染行业为主。

c. 水资源价格低。海城市农业灌溉用水免费,工业用水价格仅为 0.35 元/m³,而污水处理厂的污水处理成本为 0.65 元/m³,感王镇印染污水处理成本约在 0.8 元/m³。不合理的水价无法起到促进节水的作用,自然没有用水户愿意回用中水,导致用水效率低。

d. 水污染严重,损失巨大。境内 2 条主要河流海城河和五道河,水质全年劣 V 类(见表 2)。水污染经济损失每年在 7 亿 ~ 8 亿元,约占海城市 GDP 的 5% 左右。

表 2 2004 ~ 2005 年海城市主要河流水质状况

| 河段名称 | 枯水期 | | 丰水期 | |
|-------------------|-------|---|-------|--------------------------------|
| | 水质类别 | 主要污染指标 | 水质类别 | 主要污染指标 |
| 海城河 (海城 ~ 牛庄) | 劣 V 类 | BOIX(3.2 倍) COIX(22 倍) | 劣 V 类 | BOD、COD |
| 海城河 (滑石矿 ~ 海城) | IV 类 | COD、BOD | IV 类 | COD |
| 五道河 | 劣 V 类 | NH ₃ -N(20.1 倍) BOIX(19.6 倍) COIX(5.8 倍) | 劣 V 类 | NH ₃ -N、 BOD、COD |

3.2 节水型社会建设措施探讨

3.2.1 宏观节水与微观节水结合

3.2.1.1 宏观节水

量力而行,以水定发展,统筹规划,协调好生活、

生产和生态用水的关系,使海城市的发展建设与水资源承载力相适应,塑造可持续发展社会。本文根据 AHP 法^[3]确定用水合理比例。

a. 构建层次结构图(图 1)。原则层 B 中可持续性是指区域发展模式适应当地水资源条件;公平性即指不同地区、近期和远期、用水目标、用水人群享有同等的适用水资源的权利;高效性是指提高用水效率、减少污染、遵循市场规律的原则。指标层 C 中生活用水是指“小生活”用水,城乡居民生活用水;农业用水除了农田灌溉外,还有牲畜用水;第二、三产业用水包括工业用水和建筑业和餐饮业、服务业用水;生态用水是指维护生态环境功能和生态环境建设的用水,包括绿化用水。

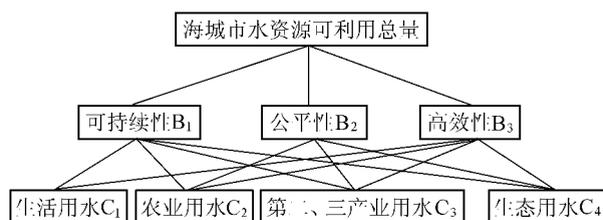


图 1 层次结构示意图

b. 测算 B_i。根据海城市水资源开发利用的实际,水紧缺、水污染问题的急迫性,首先在水资源的配置中应当遵循可持续性、公平、高效的原则,并且认为,三者之间高效性即提高用水效率,较少污染是最迫在眉睫的,是第 1 位的。可持续性是第 2 位的,第 3 位是公平性。构造的判断矩阵如下:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ 2 & 1 & \frac{1}{2} \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

判断矩阵建立后,用方根法求解此矩阵,即可得权重。步骤如下:

① 计算判断矩阵中各行元素的积 T_i。

$$T_i = \prod_{j=1}^3 t_{ij}, T_1 = 0.16667, T_2 = 1, T_3 = 6.$$

② 计算 T_i 的 m 次方根 β_i。

$$\beta_i = \sqrt[m]{T_i}, m \text{ 为比较元素的数目 } 3.$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5503 \\ 1 \\ 1.817 \end{bmatrix}$$

③ 对 β_i 进行归一化处理。

$$B_i = \frac{\beta_i}{\sum_{i=1}^3 \beta_i}$$

$$B_1 = 0.1634, B_2 = 0.2970, B_3 = 0.5396.$$

④ 计算判断矩阵的最大特征值 λ_{\max} 。

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^m (M_i / m B_i)$$

$$M = TB = [0.4918, 0.8936, 1.6238]$$

$$\lambda_{\max} = 3.0092$$

⑤ 对判断矩阵依据 $C_R = C_I / R_I$,进行一致性检验。

$C_I = 0.0046, R_I = 0.58, C_R = 0.0046 / 0.580 = 0.0079 < 0.1$,说明所建立的判断矩阵 T 具有一致性。模型关键因子 B_i 的值是可信的。

⑥ 将计算过程汇总。向量 $B = [B_1 \ B_2 \ B_3]^T = [0.1634 \ 0.2970 \ 0.5396]^T$ 即是所求的特征向量。3个分向量分别表示可持续性、公平性、高效性对目标层海城市水资源可利用总量的所占的相对权重。见表3~6。

表3 B-A 排序计算结果

| B-A | B_1 | B_2 | B_3 | β | B_i | λ_{\max} | C_I | C_R |
|-------|-------|-------|-------|---------|-------|------------------|-------|-------|
| B_1 | 1 | 1/2 | 1/3 | 0.550 | 0.163 | | | |
| B_2 | 2 | 1 | 1/2 | 1 | 0.297 | 3.009 | 0.005 | 0.008 |
| B_3 | 3 | 2 | 1 | 1.817 | 0.540 | | | |

表4 C-B₁ 排序计算结果

| C-B ₁ | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | β | C_i | λ_{\max} | C_I | C_R |
|------------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|------------------|-------|-------|
| C_1 | 1 | 1/3 | 3 | 1/5 | 0.669 | 0.121 | | | |
| C_2 | 3 | 1 | 5 | 1/2 | 1.655 | 0.299 | 4.068 | 0.023 | 0.025 |
| C_3 | 1/3 | 1/5 | 1 | 1/7 | 0.312 | 0.057 | | | |
| C_4 | 5 | 2 | 7 | 1 | 2.893 | 0.513 | | | |

表5 C-B₂ 排序计算结果

| C-B ₂ | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | β | C_i | λ_{\max} | C_I | C_R |
|------------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|------------------|-------|-------|
| C_1 | 1 | 4 | 6 | 5 | 3.310 | 0.602 | | | |
| C_2 | 1/4 | 1 | 3 | 2 | 1.107 | 0.201 | | | |
| C_3 | 1/6 | 1/3 | 1 | 1/2 | 0.409 | 0.074 | 4.071 | 0.024 | 0.027 |
| C_4 | 1/5 | 1/2 | 2 | 1 | 0.669 | 0.122 | | | |

表6 C-B₃ 排序计算结果

| C-B ₃ | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | β | C_i | λ_{\max} | C_I | C_R |
|------------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|------------------|-------|-------|
| C_1 | 1 | 1/3 | 1/5 | 3 | 0.669 | 0.121 | | | |
| C_2 | 3 | 1 | 1/2 | 5 | 1.659 | 0.299 | 4.068 | 0.023 | 0.025 |
| C_3 | 5 | 2 | 1 | 7 | 2.893 | 0.523 | | | |
| C_4 | 1/3 | 1/5 | 1/7 | 1 | 0.312 | 0.057 | | | |

c. 测算 C_i 。根据以上的原则分别测算 C-B₁、C-B₂、C-B₃ 的 C_i ,并进行一致性检验。

d. 测算层次总排序 η_i 。根据前面计算的结果,用加权求和的方法可得 $\eta_i = \sum_{i=1}^3 B_i C_i$ 。 $\eta_1 = 0.2638, \eta_2 = 0.2701, \eta_3 = 0.3135, \eta_4 = 0.1522$ 。

总排序一致性检验如下： $C_I = \sum_{i=1}^3 (B_i C_{Ii}) =$

$$0.023, R_I = \sum_{i=1}^3 (B_i R_{Ii}) = 0.900, C_R = C_I / R_I = 0.0257 < 0.1, \text{通过一致性检验。}$$

2005年海城市生态用水仅占总用水量的1.8%,明显偏小。应保障生态用水,在“节约生产用水、保证生活用水、增加生态用水”的原则下,依据海城市水资源承载能力及水资源可开采量,严禁超采、偷采水资源,在水资源开采率高及超采地区,有计划地减少开采量(如响堂地区),回补生态用水,要加强污水处理,保证河流体系的水质量,在海城市东部山区,加强水土保持,涵养水源。

3.2.1.2 微观节水

微观上水资源的高效利用,应根据用水机制,采取各种措施,减少水资源开发利用各个环节的损失和浪费。例如:用水定额的制定、节水生活器具的推广、先进工业节水工艺的应用、农业灌溉节水目标的落实等。

3.2.2 直接节水与间接节水相结合

直接节水一般为“节流”,间接节水措施则重在“开源”。例如:①水土保持,修建绿色河道和亲水堤岸;②加强管道等防漏损力度,增用非常规水资源;③加强污水处理,采用“末端治理、源头控制、循环利用”的可持续污水处理模式(图2),在积极改建海城市污水处理厂和筹建感王镇等工业园区污水处理厂的同时,充分利用水体、湿地、土地等生态环境的自净功能。

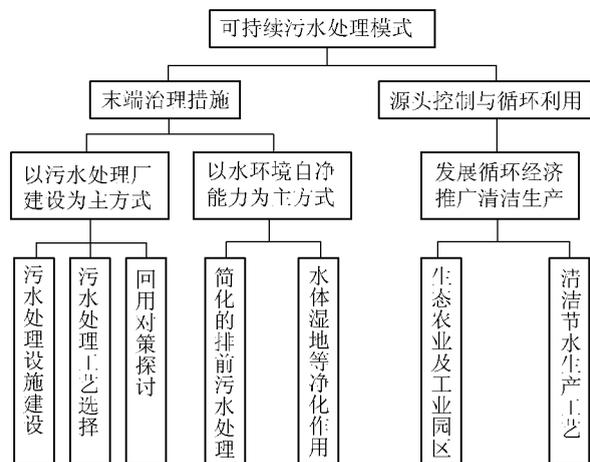


图2 可持续污水处理模式结构示意图

3.2.3 长期节水与短期节水相结合

a. 长期节水措施。主要包括以下几个方面:①推广循环经济,开展工业园区建设。例如,建设海城轻纺高科技工业园区、西柳服装工业园区等。②加强教育,转变用水观念。③建立健全水市场。在国外许多发达国家,通过水市场调配水资源已成为实现水资源高效利用首要措施。

b. 短期的节水措施。在建设节水型社会初期,可采取一些暂时的强制性措施:例如,免费赠送安装节水器具,征收节水型水费;在农民可承受范围内,开始征收农业水费^[4]。建议节水型水价构成如下:①自来水公司水价构成为:“水资源费(A)+水利工程水费(B)+企业运行费用(C)+微利(D)+超额加价部分(E)”三部分之和;②自备水源水价构成^[5]为:“水资源费(A)+管理费(F)+超额加价部分(E)”三者之和。

关于A:水资源费重点考虑水资源本身价值和环境价格(污水处理费)。水资源费随着用水方式、用水户对象、水资源短缺程度不同而略有区别。

关于B、C、F:采取技术和管理等措施,尽力减少该部分实际费用,以保证正常运行。

关于D:目前,大多水厂并不盈利,技术、设备更新困难。节水型水价要求提高D,提高水厂生产积极性,提高供水质量,保障用水安全。

关于E:属于强制性的节水性收费,主要手段是定额收费、超额加价的水价制度。

以下几个问题值得注意:①要制定合理的用水定额和合理的基础水价,保障人民基本生活用水要求;②必须量化自备水源;③承受价格可按水费所占比重计算,建设初期,可取其上限定价。

3.3 节水型社会机制建设探讨

节水型社会机制主要包括投资机制、激励与补偿机制、参与和监督机制以及配套制度建设等,这里

不作详细探讨。

4 结 语

中小城镇是我国未来节水型社会建设的重点,本文将中小城镇节水型社会建设模式分为5种类型。实践中应结合城镇特点确定适宜的建设模式。海城市节水型社会建设侧重于确定合理用水比例,保障生态用水,采用可持续污水处理模式加强中小城镇污水处理,充分利用经济手段,制定节水型水价等。

建议在未来的中小城镇节水型社会建设中应加强水资源承载能力及水资源承载能力的定量研究,为节水治污提供基础依据。加强农村饮水安全研究、乡镇企业清洁生产实践研究、工业与农业间循环经济发展研究等。

参考文献:

- [1] 贾 骥. 县域节水型社会建设的实践与探索[J]. 节水灌溉, 2006(3): 44-45, 48.
- [2] 褚俊英, 秦大庸, 王建华, 等. 我国节水型社会建设的模式研究[J]. 中国水利, 2006(23): 36-39.
- [3] 许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津: 天津大学出版社, 1988.
- [4] 张明斌. 县域供水价格存在的问题及其改革建议[J]. 中国农村水利水电, 2005(5): 46-47, 51.
- [5] 苗慧英, 付燕. 基于水资源环境价值论的水价确定方法与例证[J]. 南水北调与水利科技, 2005, 3(3): 44-48.

(收稿日期: 2008-05-21 编辑: 徐娟)

(上接第 87 页)

在发生严重污染事故时及时采取相应的限制性措施。2006年莱茵河流域水文国际委员会开始对是否进一步扩充莱茵河警报模型的功能进行讨论,目前存在对模拟热排放模型的需求。

参考文献:

- [1] 刘恒, 陈霁巍, 胡苏萍. 莱茵河水污染事件回顾与启示[J]. 中国水利, 2006(7): 55-58.
- [2] 董哲仁. 莱茵河——治理保护与国际合作[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2005: 12-24.
- [3] Van MAZIJK A, Van GILS J A G, WEITBRECHT V. Analyse und Evaluierung der 2-D-Module zur Berechnung des Stofftransportes in der Windows-Version des Rheinalarmmodells in Theorie und Praxis[R]. Lelystad: Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes, 2000.

(收稿日期: 2007-11-29 编辑: 高渭文)

· 简讯 ·

中俄 2009 年跨界水体水质联合监测 涉及 5 个跨界水体

中俄 2009 年跨界水体水质联合监测近日在鸡西市正式启动。2009 年中俄跨界水体水质联合监测涉及 5 个跨界水体。根据中俄双方约定,在 5 月 14 日至 5 月 22 日期间,中俄双方将在水体交界的 9 个断面进行 9 次联合监测。

为改善中俄两国跨界水体的水质,中俄两国于 2006 年制定了《中俄跨界水体水质联合监测计划》。这一计划提出在中俄界河已经开展的监测工作基础上,对跨界水体黑龙江、乌苏里江、额尔古纳河、绥芬河和兴凯湖水体开展联合监测。根据规划,联合监测自 2007 年开始,为期 5 年。

作为中俄环保合作的重要组成部分,中俄跨界水体水质联合监测工作自 2006 年计划开展以来,取得了良好成效。跨界水体水质监测工作取得的成果,受到中俄环保合作分委会的高度评价。

(本刊编辑部 供稿)