

生态环境需水在生态环境建设规划中的应用

吴洁珍, 王莉红, 王卫军

(浙江大学环境与资源学院, 浙江 杭州 310028)

摘要 :以浙江省天台县为例,介绍生态环境需水在规划中的应用,分别从生态环境分区、生态环境需水的目标确定、生态环境需水的计算方法及结果对策分析等方面阐述。计算得出天台县 2002 年的最小生态环境需水量,并预测 2007 年、2012 年和 2020 年的最小生态环境需水量。进一步分析了天台县不同生态系统类型的最小生态环境需水量的比例配置,不同规划年的最小生态环境需水的变化趋势,提出新型的“必须首先满足生态环境需水”的水资源配置管理,实现生态环境需水和人类需水的协调配置。

关键词 :生态环境需水;生态环境建设;水资源

中图分类号 :X171.4 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2006)01-0039-03

Application of eco-environmental water demand to eco-environmental construction planning

WU Jie-zhen, WANG Li-hong, WANG Wei-jun

(College of Environmental & Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310028, China)

Abstract :Taking Tiantai County of Zhejiang Province as an example, the application of eco-environmental water demand to eco-environmental construction planning was introduced from the aspects of district division of ecological environment, goals-making, calculation methods, and measurements of eco-environmental water demand. The minimum eco-environmental water demand of Tiantai County in 2002 was calculated, and those in 2007, 2012, and 2020 were forecast. Minimum ecological water demand for different ecosystems was discussed, and the trend in different planning year was analyzed. A new pattern for water resource management of “satisfying eco-environmental water demand at first” was presented to realize harmonious relationship between eco-environmental water demand and human water demand.

Key words :eco-environmental water demand; eco-environmental construction; planning; water resources

从 20 世纪 90 年代开始,生态环境需水研究逐渐成为水资源及相关领域的热点。实现生态环境需水和人类需水的协调配置,成为人类在 21 世纪追求的目标。要实现这个目标,治本的方法是从规划入手。生态环境建设规划总揽生态环境建设的全局,是我国可持续发展战略中的关键内容,是实现生态环境需水和人类需水协调配置的重要举措。由于生态环境需水问题尚未被广泛地认识,同时还有许多科学与技术问题需要研究与探索,目前在各市、县、镇开展的生态环境建设规划通常只以人类需水为出发点,认为需水量由农业需水、工业需水和生活需水

组成,忽略了自然生态系统本身的需水要求,即生态环境需水,将造成人与自然争夺水的现象,从而带来生态失衡与环境恶化,最终限制社会经济的发展。

1 生态环境需水的概念界定

生态环境需水与水资源的关系。广义的水资源就是大气降水。在特定范围内它消耗在两个方面:一是构成河川径流,通过水平方向排泄到区外;二是以蒸发和散发的形式通过垂直方向回归到大气中。因河川径流与人类的关系最为密切,故将它作为狭义水资源。见图 1。在天然状态下,广义水资源量

中去除一部分有效蒸发和无效蒸发可得到狭义的水资源量。

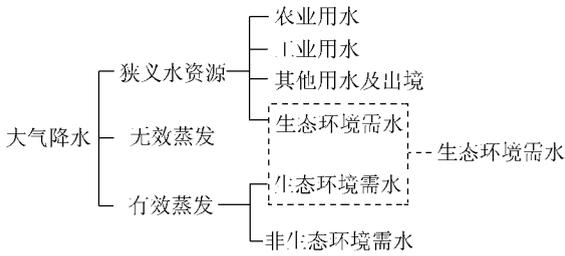


图1 水资源与生态环境需水关系

生态环境需水广义上是指维持全球生物地理生态系统水分平衡,诸如水热平衡、生物平衡、水沙平衡、水盐平衡等所消耗的水分,狭义上是指为维护生态环境不再进一步恶化并逐渐改善所需要消耗的地表水和地下水资源总量^[1]。从中可看出,生态环境需水量与水资源量的关系并不是简单的包含和被包含关系。降落到地面的一部分水资源的蒸发行为维持了全球生物地理生态系统的水热平衡、水沙平衡、水盐平衡等平衡,属于生态环境需水。狭义水资源中用于维持生态环境的正常运转的那一部分也属于生态环境需水。狭义水资源中的那部分生态环境需水称为可控生态环境需水,而有效蒸发中的那部分则为不可控生态环境需水。

2 研究区概况

以浙江省天台县为案例分析,具体介绍生态环境需水在规划中的应用。

天台县地处浙江省东部,台州市西北部。全县总面积 1427 km²,属于中亚热带季风气候区,多年降水量 1450 mm,蒸发量 1420 mm,多年平均水资源总量为 12.372 亿 m³。

3 生态环境分区

生态环境需水的项目应根据当地的生态环境建设要求具体确定。为了估算某个地区的生态环境需水,首先应在调查研究的基础上作出该地区的生态环境分区,然后按区估算汇总,在供需平衡的基础上确定生态环境需水量^[2]。采用主导因子分区方法,一级分区以地形和年降水量为指标,利用地形图和多年平均年降水量等值线图进行分区。再根据土地利用或径流情况细分,即可得出二级或三级分区。天台县的四周为低中山丘陵区,中部为盆谷地区,一级分区可分为山区和平原区。二级分区根据土地利用现状在忽略未利用地的基础上可分为林地、耕地、水域、城市用地四个类型,见表 1。

表1 天台县土地利用情况

类型	面积	百分比	类型	面积	百分比
	/hm ²	/%		/hm ²	/%
总面积	142706.00	100	城市用地	6293.26	4.41
耕地	27686.79	19.40	水域用地	5170.70	3.62
林地	90009.55	63.07			

4 生态环境需水的确定

按照“生态系统的参考状态”可分为现状、天然、目标生态环境需水^[1]。按照“保证生态系统优劣程度不同所需水量”划分生态环境需水类型,可分为最优、较好、中等、较差、最小生态环境需水,其中最小生态环境需水作为刚性指标更具有重要价值。本文以天台县的最小生态环境需水量为例,计算现状年及规划年不同目标下的最小生态环境需水。规划年的近、中、远期目标是根据天台县的水资源和生态环境状况、社会经济发展对水资源的需求、生态环境优先保护对象和现状质量等分析结果提出。

5 生态环境需水量的计算

由于区域或流域的特殊性,在规划中应选取适当的计算方法来开展生态环境需水的计算。天台县的生态环境需水量根据生态环境分区可从河流生态环境需水量、林地生态环境需水量、城市绿地和城市河湖生态环境需水量、农业区生态环境需水量四方面来计算。现状以天台县 2002 年的资料为基准依据,各类型的生态环境需水定额根据有关资料确定。

5.1 河流最小生态环境需水量

天台县的水资源丰富,是天然降水补给的陆地淡水资源。境内有大小溪流 120 条,分别隶属于椒江、曹娥江、清溪、白溪和海游溪五大水系,均属山区性河流。始丰溪为县内最大的溪流,年平均流量 20.53 m³/s。按 Tennant 法^[3]从维持河道原有的自然景观、兼顾水生生物保护考虑,取多年平均径流量的 10% 计算,可得出天台县的河流最小生态环境需水量为 1.313 亿 m³。

5.2 城市生态环境需水量

城市生态环境需水量从城市绿地需水量和城市河湖需水量两方面计算。城市绿地系统最小生态环境需水量可以看作现状条件下维持植被的最小蒸散和土壤含水量在可以接受的最低水平下的生态环境需水量。2002 年城市绿地生态环境需水量根据目前的绿地现状进行计算,规划年依据建成区绿地规划 2007 年人均公共绿地面积达 12 m²,2012 年达 15 m²,2020 年达 18 m²。根据式(1)计算得出 2002 年的城市绿地生态环境需水量为 14.25 万 m³,2007 年为 40.36 万 m³,2012 年为 59.18 万 m³,2020 年为

99.35 万 m³。

$$W_{ij} = RT_i E_{pj} \quad (1)$$

式中： W_{ij} 为绿地在第*i*种人均绿地定额和第*j*种蒸散量情况下的需水量，万 m³； R 为建成区人口； T_i 为第*i*种人均绿地定额，m²/人； E_{pj} 为第*j*种植被蒸散量，mm/a。

城市河湖需水量采用人均生态水量法进行计算，以城市目前的河湖生态环境需水和人口情况为参数。有关资料表明，城市河湖生态环境需水的下限为年人均 20 m³[4]。相关参数参照资料，计算得天台县 2002 年的城市河湖生态环境需水量为 320 万 m³，2007 年为 400 万 m³，2012 年为 466 万 m³，2020 年为 652 万 m³。

5.3 林地生态环境需水量

林地生态环境需水量可理解为林地土壤含水量与林木枝叶生理蒸散量之和。根据 Penman 综合修正公式 [5,6] 和天台县的实测气象资料计算得到年林木潜在蒸散量 ET_0 值，参照植物系数 K_c ，用式 (3) 得林木最大需水量，再折算成林木最小需水量。因为林地具有区域性，应根据不同区域的典型植被类型需水特征计算。天台县在植被分区上属亚热带常绿阔叶林北部亚地带，浙闽山丘甜槠、木荷林植被区，天台山、括苍山山地岛屿植被片。按树种分以松类占绝对优势，比例达 84.70%，其次是杉木、柳杉、柏木，阔叶林占 3.85%。植物系数一般介于 0.70 ~ 0.78[5]。计算得天台县 2002 年的林地生态环境需水量为 1.823 亿 m³，2007 年为 2.014 亿 m³，2012 年为 2.158 亿 m³，2020 年为 2.158 亿 m³。

$$ET_0 = \frac{\frac{P_0}{P} \frac{\Delta}{\gamma} R_n + E_0}{\frac{P_0}{P} \frac{\Delta}{\gamma} + 1} \quad (2)$$

式中： ET_0 为潜在蒸散量，mm/d； P_0 为标准大气压； P 为计算地点平均大气压，实测或根据高程查表； Δ 为平均气温时饱和水气压随温度的变化率； E_0 为饱和水气压，hPa； γ 为温度计常数， $\gamma = 0.66$ hPa/°C； R_n 为太阳净辐射，以所能蒸发的水层浓度计，mm/d。

$$ET_m = K_c ET_0 \quad (3)$$

式中： ET_m 为最大需水量； K_c 为植物系数。

5.4 农业区生态环境需水量

农业区特别是水田需水量很大，需要大量的灌溉水，这一部分需水量计入农业需水中。但维持耕地的土壤含水量、渗漏量、水土保持等需水量计入维持农业区生态系统所需的生态环境需水中。天台县的耕地面积 27 686.79 hm²，其中农田占耕地的

62.7%，基本上种植水稻。根据式(2)、式(3)和相应的折算比例计算定额，其中水稻的作物系数取 1.05，生长期以 120 d 计算，其他作物取平均值 0.75。另外考虑到天台县大面积的水稻生长，在生长期可视为湿地的需水量，故对水稻生长期的降水和灌溉入渗一并考虑，其入渗补给量按式(4)计算[7]：

$$W = \phi TF \quad (4)$$

式中： ϕ 为水稻田稳渗率，即降水或灌溉水每天平均对地下水的补给量，实验数据表明：黏土 $\phi = 1$ mm/d，亚黏土 $\phi = 1.7$ mm/d，亚砂土 $\phi = 2.5$ mm/d，粉细砂 $\phi = 3$ mm/d； T 为水稻生长期(包括泡田期)，单季稻为 120 d，双季稻为 180 d； F 为水稻田计算面积。

计算得天台县农业区的最小生态环境需水量 6589 万 m³。

6 计算结果及对策

a. 计算可得 2002 年的最小生态环境需水量为 3.828 亿 m³，规划年 2007 年为 4.072 亿 m³，2012 年为 4.225 亿 m³，2020 年为 4.247 亿 m³。从图 2 可看出随着天台县的的发展，所需的最小生态环境需水量有上升的趋势，但波动不明显。

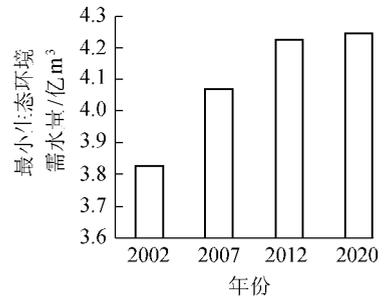


图 2 天台县不同年份的最小生态环境需水量

b. 2002 年四种生态系统类型的最小生态环境需水量占天台县最小生态环境需水总量的比例见图 3。可知，林地的最小生态环境需水量占的比例在四种类型中最大，达到 47.61%；其次是河流最小生态环境需水量与农业区的最小生态环境需水量，分别为 34.30% 和 17.21%；城市的最小生态环境需水量所占的比例最小，只占 0.87%。

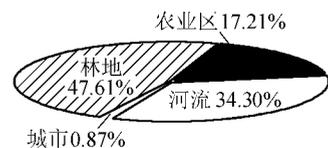


图 3 天台县 2002 年各种类型最小生态环境需水比例

c. 资料表明，2002 年天台县的农业需水、工业需水和生活需水总计为 1.317 亿 m³ (下转第 91 页)

最高为 93.2%。

参考文献：

[1] 李亚峰, 顾涛. 金矿含氰废水处理技术[J]. 当代化工, 2003, 32(1):1-4.

[2] JAE-DUK M, SANG-TAEK G. Discharge and ozone generation characteristics of a ferroelectric-ball/Mica-Sheet Barrier[J]. IEEE Trans. Ind Applicat, 1998, 34(6):1206-1211.

[3] 何正浩, 邵玮琦, 王万林, 等. 脉冲电晕放电处理焦化废水的研究[J]. 高电压技术, 2003, 29(4):29-31.

[4] ABOU-GHAZALA A, KATSUKI S, SCHOENHACK K H, et al. Bacterial decontamination of water by means of pulsed corona discharges in[J]. Pulsed Power Plasma Science, 2001, 1:612-615.

[5] SUN B, MASAYUKI S, CLEMENTS J S. Use of a pulsed high-voltage discharge for removal of organic compounds in aqueous solution[J]. Journal of Physics D: Applied Physics, 1999, 32(15):1908-1915.

[6] DZIEWINSKI J, MARCZAK S, NUTTALL E, et al. Developing and testing electrochemical methods for treating metal salts, cyanides and organic compounds in waste streams[J]. Waste

Management, 1998, 18:257-263.

[7] CHIANG K, AMAL R, TRAN T. Photocatalytic oxidation of cyanide; kinetic and mechanistic studies [J]. Journal of Molecular Catalysis A:Chemical, 2003, 193:285-297.

[8] PARGA J R, SHUKLA S S, CARRILLO-PEDROZA F R. Destruction of cyanide waste solutions using chlorine dioxide, ozone and titania sol[J]. Waste Management, 2003, 23:183-191.

[9] HERNANDEZ-ALONSO, MARIA D, CORONADO, et al. Ozone enhanced activity of aqueous titanium dioxide suspensions for photocatalytic oxidation of cyanide ions[J]. Applied Catalysis B:Environment, 2002, 39:257-267.

[10] 国家环保总局. 水和废水监测分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1989:311-313.

[11] 高大明. 氰化物污染及其治理技术(待续)[J]. 黄金, 1998, 19(1):57-59.

[12] 郭香会, 李劲, 叶齐政, 等. 脉冲放电等离子体处理硝基苯废水的实验研究[J]. 高电压技术, 2001, 27(3):42-44.

[13] 袁外. 高压脉冲放电等离子体技术处理饮用水[J]. 中国给水排水, 2003(51):106-107.

(收稿日期:2004-09-12 编辑:高渭文)

(上接第 41 页)而最小生态环境需水总量为 3.868 亿 m³。从这一角度看天台县目前的水资源并无过度地开发,水资源配置保证了最小生态环境需水。

d. 在天台县的生态环境建设规划中,应根据已经计算得出的规划年生态环境需水情况进行修正。如果规划年不能满足最小生态环境需水的要求,则需进一步论证规划中所实施的相关工程的合理性与可行性。

e. 今后天台县还应在规划中明确最优、较好、中等、较差、最小等不同等级的生态环境需水要求,确定合理的水资源开发利用,根据不同生态系统类型的需水量,提出水资源生态格局的配置,提出新型的“首先满足生态环境需水”的水资源管理方案,同时还可进行生态环境需水短缺损失价值计算,将生态环境需水的费用纳入政府的经常性经费预算中,甚至以法律的手段来保证生态环境需水量。

7 结语与讨论

a. 以规划入手,从高层次大范围调配水资源,以战略的眼光和提高人们的水资源开发利用的意识来解决问题。

b. 以浙江省天台县为案例,建立以区域自然地理为背景的一级分区和以县域土地利用为依据的二级分区,并确定相应的生态环境需水的类型。根据相应的计算方法及定额,得出天台县现状年 2002 年

的最小生态环境需水量为 3.828 亿 m³,规划年 2007 年为 4.072 亿 m³,2012 年为 4.225 亿 m³,2020 年为 4.247 亿 m³。

c. 在计算的结果上进一步分析了天台县不同生态系统类型的最小生态环境需水量的比例,不同规划年的最小生态环境需水的变化趋势。提出新型的“必须首先满足生态环境需水”的水资源配置管理,实现生态环境需水和人类需水的协调配置。

参考文献：

[1] 左其亭,周可法,杨辽. 关于水资源规划中水资源量与生态用水量的探讨[J]. 干旱区地理, 2002, 25(4):296-301.

[2] 全达人,马春花. 生态环境建设与生态环境用水[J]. 宁夏农学院学报, 2001, 22(3):39-43.

[3] TENNANT D L. Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources[C]//ORSBORN J F, ALLMAN C H. Proceedings of Symposium and Specificity Conference on Instream Flow Needs II. Bethesda: American Fisheries Society, 1976:359-373.

[4] 高太忠,陆长福,李克荣,等. 河北平原生态环境用水量估算[J]. 河北科技大学学报, 2003, 24(1):1-5.

[5] 陈丽华,王礼先. 北京市生态用水分类及森林植被生态用水定额的确定[J]. 水土保持研究, 2001, 8(4):161-164.

[6] 张远,杨志峰. 黄淮海地区林地最小生态需水量研究. 水土保持学报[J], 2002, 16(3):72-75.

[7] 杨志峰,崔保山,刘静玲,等. 生态环境需水量理论、方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

(收稿日期:2004-08-23 编辑:傅伟群)