

文章编号: 1674- 6139(2010) 12- 0117- 03

居住小区非传统水资源优化配置研究

张娜, 汪慧贞, 王俊岭, 张雅君

(北京建筑工程学院, 北京 100044)

摘要: 中国居住小区非传统水资源利用发展迅速, 带来可观的经济、社会和环境效益。与此同时, 应实施小区非传统水资源的优化配置, 以合理有效地利用多种水源。研究居住小区的非传统水源优化配置具有重要意义, 既提高了利用效率, 又促进了经济、社会 and 环境的可持续发展。文章阐述了水资源优化配置中常用的多目标规划方法和特点, 指出适合于居住小区非传统水资源利用的多目标规划方法及注意事项。并着重说明可以优先考虑使用遗传算法。

关键词: 非传统水源; 优化配置; 居住小区

中图分类号: X321

文献标识码: B

Study on the Optimal Distribution of Nontraditional Water Resources in Residential Area

Zhang Na, Wang Huizhen, Wang Junling, Zhang Yajun

(Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China)

Abstract The utilization of nontraditional water resources is developing rapidly in China, and bringing considerable economic, social and environmental benefits. Meanwhile, the optimal distribution of nontraditional water resources needs practice in order to promote efficient use of various water resources. Optimal distribution of nontraditional water resources in residential area is an important research field, which not only improves efficiency of water use, but also promotes sustainable development of economy, society and environment. For realizing the importance of optimal distribution of nontraditional water resources, multi-objective programming methods and characteristics are introduced, furthermore, suitable multi-objective programming methods and notes are proposed in residential area. It highlights that genetic algorithm is the first choice for optimal distribution of nontraditional water resources.

Key words nontraditional water resources; optimization; residential area

前言

中国非传统水资源利用虽然起步比较晚, 但经过近年的研究, 相关技术发展迅速, 尤其在居住小区中的利用得到了长足发展。居住小区中, 将收集的雨水及优质杂排水经处理达标后, 多用于冲厕、洗车、绿化、道路喷洒等。

当前, 在居住小区中使用的污水处理工艺主要有两种: 物化处理工艺和生化处理工艺。由于前者运行成本较高, 应用受一定限制。生化工艺有以生

物接触氧化为主的生物膜法、以 CASS 为主的活性污泥法和膜生物反应器 (MBR) 等^[1]。另外, 居住小区对于雨水的利用, 多为通过混凝、沉淀、过滤等步骤的直接利用和通过土壤净化以补充地下水的间接利用。

居住小区利用非传统水源, 尽管增加了处理设施建设和运行费用, 但是可以带来可观的经济、环境和社会效益。非传统水源用于景观、绿化等方面, 不仅节省了大量的自来水和管网铺设费用, 还能减少污染, 改善小区的生活环境, 因此绿色建筑评价标准要求居住小区非传统水源的利用率不低于 30%。在进行非传统水源利用时, 应提高用水效率, 合理有效地调配和利用再生水、雨水、海水 (沿海地区), 从而促进经济、社会、环境的可持续发展。因此, 研究居住小区的非传统水源优化配置具有重要意义。

收稿日期: 2010- 06- 09

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项“城市节水关键技术研究与示范”(2009ZX07317- 005)

作者简介: 张娜 (1984-), 女, 山东德州人, 北京建筑工程学院在读研究生, 研究方向: 给水与废水处理理论与技术。

1 居住小区非传统水资源优化配置

所谓水资源优化配置,就是调整水资源在各个用水部门的分配,从而解决水资源消耗过度、利用率低等问题。住宅小区非传统水资源的优化配置,目的是在提高利用率的同时节省开发新水源、长距离调水等措施的费用,从而实现劣水劣用。

水资源优化配置过程是在一定区域范围内,利用确定的水资源类型来建立相应的数学模型和参数,确定目标函数和约束条件,选择合适的优化方法进行求解的过程。对于居住小区,其建立的数学模型及约束条件应符合小区的再生水、雨水等利用的标准和要求。目标函数的确定与决策者的意愿相关,也应以“可持续发展”为基本准则,考虑非传统水资源与社会、经济、环境之间的协调,达到经济、社会和环境目标综合最佳,属于多目标规划问题。因此,要科学地优化配置居住小区非传统水资源,宜采用多目标规划的优化方法。

2 多目标规划优化方法

2.1 传统方法

多目标规划问题中涉及到的各个目标,其在各自的数学模型中往往有不同的表达,有些可以用费用度量,有些则采用其它方式度量,例如缺水量、污染物浓度等,它们之间往往存在不可公度性,有的甚至互相矛盾,一般不可能得到满足各个目标的最优解。因此,大部分情况下,多目标问题的求解过程是在一定条件下,在某一个目标方向上取得一个比较优解的过程,即为非劣解或有效解求解过程。

多目标规划方法基本思路是将多目标优化中的各个分目标函数经数学变换或处理,转变为一个单目标函数,方法有很多,如评价函数法、交互规划法、分层求解法等。其中评价函数法包括加权和法、理想点法、乘法、功效系数法等,主要缺点是难于确定权重、量纲问题。交互规划法引入人机对话,这样避免了难以确定评价函数的弊病,使决策者参与整个决策过程,求得的解能满足决策者的要求。分层求解法包括分层序列法、目标规划法等。在分层序列法中,如果第一个目标最优解唯一,则后面的目标求解就失去意义;目标规划法需确定目标函数之间的优先级和同层优先级下的权重系数。针对以上问题,近几年出现了许多改进的优化方法。

2.2 遗传算法

遗传算法^[2] (Genetic Algorithm, 简称 GA)与传统方法完全不同,属于自适应概率搜索技术,类似于自然界有机体的自然选择和杂交的自然进化方式。其基本思想是将一组随机生成的可行性解作为父代,把目标函数(或某种变形)作为父代个体适应能力的度量,通过选择、杂交生成子代个体,再经过变异,优胜劣汰,反复进行迭代,使得可行性解不断向最优解逼近。其中的选择、交叉和变异等运算都以一种概率方式进行,从而增加了搜索的灵活性。

游进军等^[3]利用遗传算法中每一代大量可行解之间相互淘汰劣解,最终达到对非劣解的逼近,成功避免了决策者偏好带来的主观因素影响规划客观性和合理性的问题;陈南祥等^[4]利用多目标遗传算法的内在并行机制及全局优化特性,将华北某地区的地表水、地下水和中水合理分配给工业、农业及生活用水;林武星等^[5]基于自适应向量评估遗传算法,将某市的地下水、水库、中水合理分配给工业、生活、生态、公共用水,这种自适应算法保证了计算的全局搜索性,有效避免“早熟”,同时也改善了算法的收敛性。

传统的优化方法每次只能得到非劣解解集中的一个,而遗传算法则可以得到更多的非劣解^[6];遗传算法是一种开放式的算法,很容易与其他方法相结合,以增加寻优能力;针对复杂大系统、多目标的区域水资源,使用遗传算法或改进的遗传算法求解模型可以起到事半功倍的效果。小区中非传统水资源的优化配置是将雨水、中水及海水合理分配到景观、浇洒道路、绿化、消防等用途,从某种角度来看与某一特定地区,将水资源合理分配到工业、农业、生活等用户十分相似,同时由于遗传算法对目标函数的要求比较低,消除了它的不可公度性问题,简化了多目标求解的复杂性,因此,小区非传统水资源的优化配置可以运用遗传算法。

2.3 模糊优化方法

对于水资源的优化配置,方案的“优”和“劣”本身就是个模糊概念,没有明确的界限和标准,特别是多目标问题,往往只能追求非劣解,解本身是不确定的,而约束条件往往包含了大量的模糊因素,所以模糊优化方法应用于多目标规划能得到某种意义下的满意结果。其基本思想是在各个目标最优解的模糊集中寻求使各个目标都尽可能优的满意解。即采用隶属函数表示各个目标与目标期望值之间的接近程

度,并在此过程中将各目标无量纲化,避免了原目标的不可公度性。

辛芳芳^[7]等人将目标函数转化为求解隶属函数最大问题,成功解决了传统的多目标规划难以得到最优解的问题,并将其应用于都江堰两个子灌区,得到适用于中小型灌区的多目标水资源优化配置。马涛^[8]等人将模糊多目标线性规划模型转化为单目标线性规划模型求解,与多目标线性规划结果相比,模糊多目标规划更好地做到了经济、环境和社会效益的协调。以上两个实例解决的都是线性规划问题。徐小来^[9]等人提出一种直觉模糊多目标规划模型,它同时适用于线性和非线性规划,并指出模糊多目标规划是直觉模糊多目标的特殊情形,且直觉模糊多目标规划的性能优于模糊多目标规划。

模糊理论在多目标规划中的求解结果允许目标达不到最佳目标期望,使得目标期望值有较大的自由度。但直觉模糊理论要借助于遗传算法等方法求解,其理论知识要求比较高,用于小区非传统水资源优化配置有一定难度。

2.4 综合方法

王来生^[10]等人在求解多目标规划问题时将约束法和线性加权法相结合,成功应用于水资源优化管理模型。练继建^[11]等人将遗传算法和神经网络法结合用于多目标规划,它建立在非线性整体求解的理论基础上,克服了动态多目标规划的“维数灾”,可以较好地模拟和优化水库的运行状态。

还有一种结合方法是用评价函数(线性加权法)将目标向量优化问题转化为单目标问题,然后用遗传算法(GA)求解单目标优化。张炜等^[12]利用此法提出求解水资源多目标优化配置模型的步骤。李明明^[13]利用多目标分解协调遗传算法解决安阳市 k 个子区的多水源、多用户之间的水资源优化配置问题,最终实现系统综合效益最佳。

综合方法大多数适用于解决复杂、大系统的多目标规划问题,对于居住小区非传统水资源的应用不一定是首选方法。

2.5 居住小区非传统水资源多目标规划方法

从以上用于解决多目标水资源优化配置的各种方法可以看出,传统方法及改进优化方法均各有其特点,但在居住小区选择非传统水资源多目标规划方法时应注意以下几个方面:

(1)模型本身特点。水资源类型不同,建立的数学模型也不同,可以根据建立非传统水资源的数

学模型特点来选择优化方法。例如目标规划能很好地解决多目标规划问题,但应用前提是建立线性规划模型。如小区非传统水资源建立的模型为非线性规划模型,则可以直接排除目标规划法。

(2)偏好性问题。大部分水资源多目标规划方法的求解由决策者的偏好性决定,使得规划的客观性和合理性受主观因素影响,但是决策者的参与能得到最优解,这确定了方法的可行性,同时也更符合实际应用。但在进行居住小区的非传统水资源的优化配置时,不同决策者偏好不同,得到的结果也不同。此时需要决策者与分析者协商,以取得满意的解。

(3)应用范围。水资源的利用范围也影响优化方法的选择。例如对一个居住小区非传统水资源利用可以选择传统或改进的优化方法使求解更简便,特别要指出的是,遗传算法能得到一组非劣解,且易与其他方法结合,能解决目标函数不可公度性问题,因此居住小区非传统水资源的优化配置可以优先考虑使用遗传算法;而对于多个居住小区组成的复杂、大系统问题,建议首选改进的优化方法。

3 结论

中国居住小区非传统水资源的利用已经进入一个新阶段,而且具有广阔的发展前途。需要注意的是,在考虑非传统水资源利用的同时,应注意非传统水资源的优化配置,以可持续发展为原则,达到经济、社会、环境目标的最佳综合效益,为解决多目标问题,一般采用多目标规划进行优化配置。

水资源优化方法的不断发展,为小区非传统水资源优化方法的选择提供了很大空间。只要确定了模型特点,决策者及分析者协商后,可以选择传统的或改进的优化方法进行求解。在改进的优化方法中,遗传算法能得到一组非劣解,容易与其它方法相结合,具有消除目标函数不可公度性等优点,因此在进行小区非传统水资源优化配置时可以优先考虑采用遗传算法。

参考文献:

[1]刘建斌,范飞楚,尚焯,张志国.北京师范大学亚太实验学校生活污水处理工程改造[J].中国给水排水,2007,23(2).

[2]Goldberg D E. Genetic algorithms in search optimization and machine learning[M]. Reading MA: Addison_Wesley, 1989. (下转第 128 页)

过渡类型, 主要分布在三亚中部和东北部及东南部地区, 此处物种丰富度和多样性指数非常高, 其中分布有多种国家重点保护植物。上述次生热带雨林区域是三亚受保护的野生动植物物种的主要分布区, 又是热带雨林正向演替到顶级的关键期。因此, 受保护的野生动植物保护地和栖息地不能进行道路、服务设施等建设, 不能开展任何形式的旅游; 不提倡在热带雨林分布区开展旅游。

3 2 8 热带季雨林

三亚市区的季雨林主要分布在以亚龙湾西内侧的六道岭、坎秧湾的白虎岭等沿海山体向西的沿海区域山体、三亚市西南、西部、西北部丘陵、山区。该群落目前正处于从灌木林向森林转变阶段, 但林中却又分布有青梅、蝴蝶树、高山榕、小叶榕树、见血封喉等高大乔木, 表现出较高的林中生物种类丰富度。由于该地区为干旱与潮湿的过渡区域, 经人为破坏后, 先表现为干旱植被类型的特性。因此, 可推测: 在二十多年前是以披叶木、圆叶刺桑和银柴和厚皮为优势的刺灌丛, 经过二十多的演替, 目前发育为群落高度较矮、外貌仍然以干旱季节落叶的森林类型。这些特性都充分地说明一个问题: 该自然保护区生态系统不够稳定和较脆弱, 一旦受到破坏, 恢复较为困难。相对与热带雨林分布区, 次生季雨林分布区虽然也较敏感和脆弱, 但生物多样性低于热带雨林分布区, 可以开展管理型的旅游活动, 要给大树、名树和受保护的植物物种挂牌、设立档案, 专人系统管理。

4 结语

风景资源是大自然赐予人类的不可再生的宝贵资源, 进行风景资源的生态学特性分析、客观评价资源生态承载力, 是确定区域风景资源合理开发和采取相应保护措施的重要依据。三亚市从海到山, 自然生态系统丰富且规律分布, 自然体系具有较高的承载力和抗干扰弹性, 适宜进行高水平、高档次的国际滨海旅游胜地的开发。但要注意, 在这些自然风景资源中, 陆域上的热带雨林、季雨林、红树林、沙滩、沙坝、海防林、河口、湿地、泻湖和特有经济林果, 以及海域上的珊瑚与珊瑚礁等, 即是区域的特色生境和风景资源, 又是极具生态敏感性资源, 是三亚市社会经济可持续发展的重要生态保护目标, 应在区域生态承载力和敏感资源的弹性限度范围内, 科学设计和管理, 限制游客容量和游客分布, 采取相应的生态保护措施, 减缓自然危害的发生和生态系统退化的进程, 使三亚风景资源得以可持续利用。

参考文献:

- [1] 海南省环境厅. 海南省三亚市旅游发展总体规划 [R]. 2007
- [2] 王家骥, 姚小红. 黑河流域生态承载力估测. 环境科学研究 [J], 2000, 2(13): 44-48
- [3] 关彩虹, 胡炜. 黄山风景名胜生态安全现状与对策分析. 安全与环境学报 [J], 2005, 5(3): 54-56
- [4] 王家骥. 三亚生态市建设规划研究 [M]. 中国环境科学出版社, 2010

(上接第 119 页)

- [3] 游进军, 纪昌明, 付湘. 基于遗传算法的多目标问题求解方法 [J]. 水利学报, 2003(7).
- [4] 陈南祥, 李跃鹏, 徐晨光. 基于多目标遗传算法的水资源优化配置 [J]. 水利学报, 2006, 3(37).
- [5] 林武星, 吴泽. 基于自适应向量评估遗传算法的水资源优化配置模型及应用 [J]. 南水北调与水利科技, 2008, 3(6).
- [6] 李玉榕, 项国波. 一种基多目标遗传算法的非线性控制器 [J]. 计算机仿真, 2004, 21(5): 61-63
- [7] 辛芳芳, 梁川. 基于模糊多目标线性规划的都江堰灌区水资源合理配置 [J]. 中国农村水利水电, 2008(4).
- [8] 马涛, 李树荣, 耿沛华, 苗荣. 区域水资源模糊多目

- 标规划模型及求解 [J]. 水利科技与经济, 2007, 2(13).
- [9] 徐小来, 雷英杰, 戴文义. 基于遗传算法的直觉模糊多目标规划 [J]. 电光与控制, 2009, 26(1).
- [10] 王来生, 杨天行, 徐红敏, 宋丽红. 多目标规划在哈尔滨市地下水资源管理中的应用 [J]. 长春科技大学学报, 2001, 31(2).
- [11] 练继建, 胡明昱, 刘媛媛. 多沙河流水库水沙联调多目标规划研究 [J]. 水力发电学报, 2004, 23(2).
- [12] 张炜, 张静芳, 张涛, 邢冉冉. 大系统、多目标的区域水资源优化配置模型 [J]. 内蒙古水利, 2007(1).
- [13] 李明明. 安阳市水资源优化配置研究 [D]. 甘肃农业大学, 2008 31-37.