

西部小城镇污水处理技术评价指标体系研究

郭劲松, 杨 渊, 方 芳

(重庆大学 城市建设与环境工程学院, 重庆 400030)

摘要:本文在分析西部小城镇水污染及治理设施现状的基础上,阐述了西部小城镇污水处理技术评价指标体系建立的必要性,并对污水处理领域评价指标体系研究现状加以评述,通过西部小城镇污水处理技术选择各种影响因素的分析,建立了西部小城镇污水处理技术评价指标体系,从而为进一步进行西部小城镇污水处理技术综合评价研究提供了依据,对西部小城镇污水处理项目投资决策具有重要意义。

关键词:西部小城镇;污水处理技术;评价;指标体系

中图分类号: F703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-5831(2005)02-0014-04

Study on the Index System for Assessing Wastewater Treatment Technology in China's Western Small Towns

GUO Jin-song, YANG Yuan, FANG Fang

(College of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: In the article, the research progress of wastewater treatment technology (WTT) and the necessity of establishing index system for assessing WTT of Western small towns are discussed. Based on the analysis of the present situation of water pollution and wastewater treatment in Western small towns, the article establishes an index system for assessing WTT in Western small towns. The indicator system supports the further study of comprehensive assessment of WTT of Western small towns. It is significant to investment in wastewater treatment program in Western small towns.

Key words: western small towns; wastewater treatment technology; assessing; index system

一、西部小城镇概况

中国西部由西南五省区市(四川、云南、贵州、西藏、重庆)、西北五省区(陕西、甘肃、青海、新疆、宁夏)和内蒙古、广西等12省市组成。西部地区幅员广阔,人口众多。据统计,至2001年,西部12省区小城镇总数7500个,占全国小城镇总数的33%左右,小城镇人口5500万人,占全国的26%,城镇化率28.3%,低于全国(36.2%)和东部(50.9%)平均水平。我国现有建制镇平均建成区面积为0.6-0.8km²,居住人口0.4-0.6万人,而西部地区建制镇平均建成区面积仅为0.5km²左右,边远地区及贫困山区0.3km²左右,居住人口0.3-0.5万人,边远地区及贫困山区居住人口

0.2万人左右。西部小城镇经济发展较为落后,大多属于经济发展一般地区或经济欠发达地区,农民年平均纯收入一般在3300元以下^[1]。

二、西部小城镇水污染及治理设施现状

西部大开发促进了西部小城镇的发展,随着经济发展的加速,城镇人口的增多和人们生活水平的提高,污水排放量也日益增长,且绝大部分污水未经处理直接排入周围水体,部分地区河流污染严重,造成人畜饮水困难,城镇水体和自然景观破坏严重。例如,三峡库区有100多个小城镇,每年有近20亿m³生活污水和8亿m³的工业废水未经适当处理就排入长江及其次级河流,致使地表水水质日益恶化。环保部

* 收稿日期: 2004-10-23

基金项目: 国家十五科技攻关项目(2003BA808A17-02), 荷兰赠款项目(NGGP)

作者简介: 郭劲松(1963-), 男, 四川射洪人, 重庆大学城市建设与环境工程学院教授, 博士生导师, 主要从事污水处理理论与技术研究。

内 2002 年对长江重庆段 16 个监测断面的测定结果表明,Ⅲ、Ⅳ类水体占 75%,次级河流污染更为严重,水质属劣 V 类的占 24.9%,55%以上的断面不能满足水域功能要求^[2]。其中,四川康定县年排生活污水 150 万 m³,工业废水 100.75 万 m³,污水未经处理直接通过暗沟排入折多河和雅拉河,污染严重^[3]。

尽管西部小城镇的污水排放量逐年增加,城市水体的污染日趋严重,而西部小城镇污水治理设施的建设却严重滞后。2001 年西部县城镇人均城建资金 196 元/年(全国 261 元/年),建制镇 98 元/年(全国 150.9 元/年);西部污水处理率 24.7%,县城镇 6.9%,建制镇几乎为零;西部排水管网密度 5.0 km/km²,县城镇 3.1 km/km²,西部建制镇几乎未形成排水管网^[3]。事实上,西部地区除少数大城市有污水处理厂外,绝大多数小城镇没有污水处理设施,而且排水管网的建设也远远落后。

由此可见,西部小城镇经济发展水平较低,经济实力有限,投入污水治理的资金不足,污染防治的基础设施短缺,缺乏环境污染治理的专业设施和技术人员等是造成西部小城镇水污染不断加剧的重要原因。因此,西部小城镇迫切需要加强污水治理力度,加快建设污水处理厂。同时,鉴于西部小城镇的特点,必须采用“三低一少”的污水处理技术,即低建设费用、低运行管理费用、低操作管理需求、二次污染物排放少的污水处理技术。

三、西部小城镇污水处理技术评价指标体系研究的必要性

西部小城镇污水处理具有重要的社会效益和环境效益,尽管污水处理设施建设和运行不会产生直接的效益,但不同的污水处理技术和管理水平在经济投入和处理效果方面有较大的不同,对环境产生的二次影响差异也较大。除经济因素外,西部小城镇在地理地质条件、污水水质水量、人口及政策支持等方面同大中城市和东部发达地区小城镇均存在较大差异,因此,西部小城镇不能照抄照搬它们的技术,必须结合自身特点,进行污水处理技术综合评价与筛选,为西部小城镇污水处理厂的建设提供决策支持,使西部小城镇污水处理厂建设的社会效益和环境效益更加显著,使经济投入更合理。

目前,在污水处理厂的建设中,污水处理技术的选择和确定,主要依赖于设计人员的经验,通常的做法是根据具体情况初步筛选几种常见的污水处理技术,进行简单的技术经济比较后,确定某种相对较优的污水处理技术作为推荐技术。这种方式往往受设计人员的个人主观因素的影响,其客观性和公正性较

差。要筛选出真正适合西部小城镇的污水处理技术,就应该对影响西部小城镇污水处理技术选择的各种因素进行综合评价。而进行综合评价的前提是建立科学的评价指标体系,因此,本文重点进行适合西部小城镇的污水处理技术评价指标体系的研究。

四、污水处理领域评价指标体系研究的现状

近年来,我国污水处理工作者进行了许多污水处理项目综合评价的研究,提出了不少评价指标体系,这些指标体系基本上可分为两大类,一类是污水处理厂运行管理效果和性能评价指标体系,如慕金波^[3]通过咨询有关专家,并采用模糊贴近度方法,建立了小草浆厂蒸煮废液治理工程实践效果评价的指标体系。张松滨^[4]建立了包含 8 个指标的指标体系,并采用灰色次序值法对污水处理厂的绩效加以了评价。王国平等^[5]采用技术、经济、管理及环境效益等方面的指标,应用集对分析方法,对污水处理厂的效益进行了综合评价。郭景海^[6]采用物元分析法对某污水处理厂的运行管理效果进行了综合评价。王凤翔^[7]利用二步层次分析法来确定权重的多指标相关分析法,对污水处理厂的综合性进行了评价。另一类是污水处理技术评价指标体系,如刘育等^[8]通过分析城市污水处理厂建设的相关因素,提出了绿色城市污水处理系统考查指标,并尝试建立了包括技术、成本、环境影响等方面的城市污水处理系统评价的绿色指标体系。凌猛等^[9]针对城市污水处理厂工艺方案决策过程,考虑技术、经济、操作管理和环境影响等多方面因素,建立了符合系统工程要求的多因素评价指标集。李如忠^[10]就某沿海城市拟建一污水厂,从经济投资、工艺技术、环境影响等方面建立了工艺方案比较的指标体系。刘永淞^[11]认为进行污水处理厂设计,应从工艺、经济、管理、资源占有及环境等方面对设计方案作详细的评价,才能获得良好的设计。

由上可知,对污水处理厂运行管理效果和性能的评价而相应进行的评价指标体系研究较多,对污水处理技术评价指标体系的研究虽然也不少,但所建立的指标体系不够全面,而且缺乏对所建立的指标体系结合评价目标进行的相关分析,对指标的取值及有关的定性定量研究缺少科学合理的依据,由此采用不同的评价指标体系和不同的评价方法所得到的结果相差也较大。此外,对适合西部小城镇的污水处理技术评价指标体系的研究尚处于一片空白。因此,本文拟结合西部小城镇污水处理的特点,进行污水处理技术评价指标体系的研究。

五、西部小城镇污水处理技术评价指标体系

(一) 指标体系的构建原则

西部小城镇污水处理技术评价的目标就是综合考虑西部小城镇污水处理技术选择的各种影响因素,筛选出适合西部小城镇的污水处理最优技术。

西部小城镇大多数位于山区或丘陵地区,地形落差大,往往被分割成多个组团式排水区域,污水呈分散排放。因此,西部小城镇污水处理厂宜采用单池占地小,能适应山地特征,并充分利用地形的污水处理技术。西部小城镇大多数属于经济不发达地区,难以承受污水处理厂的高建设费用和高运行费用,故适用的污水处理技术应具有基建费用低,易于分期建设,且运行费用较目前常用的普通活性污泥法节省的特点。同时,为保证建成后的污水处理厂能够正常运转,要求所采用的污水处理技术流程短、运行管理简便。此外,考虑到污水处理技术本身的可持续发展性,也要求其二次污染物,如污泥、废气等污染物排放少,对周围环境的影响尽可能小。因此,根据西部小城镇的特点,评价指标体系的设计应重点考虑污水处理技术的建设费用、运行管理费用等经济指标,同时从技术可靠性、操作管理难易程度、环境影响大小等方面进行指标设定。

西部小城镇污水处理技术评价指标体系是度量各种污水处理技术对西部小城镇的适用程度的参数。影响污水处理技术选择的因素层次众多,各指标间既有相互作用,又有各自独立的内涵,且某些指标的改变可能导致评价结果由优到劣或由劣到优的变化。为构建一个科学合理、可操作性强的评价指标体系,应遵循科学性原则、完备性原则、定性与定量相结合原则、可操作性原则等,从众多影响因素中选择那些最灵敏的、便于度量且内涵丰富的主导性因素作为评价指标。

(二)评价指标分析

西部小城镇污水处理技术评价指标体系的构建拟从以下四个方面进行:

首先是基础条件。西部小城镇污水处理技术的选择首先要考虑西部小城镇的地理、地质、气象条件、水体污染程度及富营养化程度以及当地的发展水平、人口素质、当地环保机构是否健全、政府对污水治理的重视程度及所采取的政策措施、人们的环境意识、排水设施完善程度和污水水质水量等情况,通过实地调查,收集第一手材料,为污水处理技术的选择提供基础资料。只有全面了解西部小城镇的实际情况,污水处理技术的选择才有针对性。一方面,污水处理厂建设的施工难易程度与西部小城镇的交通状况和水文地质条件(如地下水位的高低,土壤质地及土层厚度,地面坡度)等密切相关,交通状况良好、地

下水位低有利于施工;土质较硬、地面坡度大不利于施工。施工难易程度对工程量大小、投入人力物力多少影响较大。另一方面,通过调查西部小城镇附近水体受污染程度及富营养化情况,确定水体污染物的主要类型,以针对性选择对改善水体环境有优势的处理技术。

其次是经济方面。污水处理厂的费用包括建厂的一次性投资和建成后的运行成本两部分。西部小城镇大多属于经济欠发达和不发达地区,而不同的污水处理技术导致的建设费用和运行费用差异较大,因此污水处理技术评价的经济指标尤为重要。与经济费用直接相关的指标主要包括:(1)工程投资可按工程建设期内投资估算的折现值计算。(2)工程折旧费、大修和维修费、人员工资福利等费用可按运行期内经营费用估算的折现值计算。(3)能源消耗费用是指电、水、气、油、煤费。(4)土地费用可通过参考建设部编发《全国市政工程投资估算指标》(HGZ47-102-96)标准计算出污水处理设施实际占用的土地面积,再乘以当地的地价来确定。

其三是技术方面。污水处理技术性能是指出水水质达标率及污染物去除率、工艺运行稳定性、技术的先进性及成熟性、操作管理难易程度等。西部小城镇污水处理技术必须是经过实践检验,综合性能较优的技术。(1)污水处理效率包括 BOD、COD、SS、NH₃-N、TP 的去除率以及 pH 值达标率等。通过污水处理效率分析,可检验出某种污水处理技术对各种污染物处理能力。(2)出水达标率是指污水经处理后出水达到国家规定的污水排放标准的百分率。(3)运行稳定性是指抗冲击负荷的能力,当进水水质、水量变化时对处理性能的影响及出水水质达标程度的变化情况。(4)每一项污水处理技术都有其优点、特点和不足之处,不宜离开具体的条件为先进而先进。因此,西部小城镇污水处理技术应重点考虑其适用性,选择与实际适应性好的技术。(5)操作管理难易程度不同的污水处理技术涉及不同的自控水平及人工管理的复杂程度。西部小城镇从事环保工作的人员专业水平不高,经济实力不强等原因,不宜刻意为实现自控而增加相对过大的投资,宜于采取人工控制和自动控制相结合的方法,使系统关键部位的运行状态处于常时监控状态,并提供简捷可靠事故处理和安全保障功能。(6)分期建设性能,由于西部小城镇资金投入难以一步到位,且污水收集系统处于不断完善之中,初期收集的污水量达不到设计规模,因此,宜于分期建设,采用分期建设性能较优的污水处理技术。

其四是环境方面。我国《环境保护法》明确规定

“一切企事业单位的选址、设计、建设和生产都必须充分注意防止对环境的污染和破坏。污水处理厂是净化污水、消除污染物的设施,但在处理污水的过程中因气味、剩余污泥、噪音以及大量能耗给环境带来的污染问题也不可忽视的,有时甚至可能是严重的问题,必须强调改善和减轻这些污染和影响。因此,污水处理技术必须是一种“无公害化”或“少公害化”的技术。对环境的影响主要体现在二次污染程度、对操作人员的影响、对周围居民的影响三个方面。

(三)西部小城镇污水处理技术评价指标体系的构成

基于上面的分析,我们构建了西部小城镇污水处理技术评价指标体系。该指标体系分成4个层次,分别为目标层、准则层、指标层和分指标层。目标层为单一目标,有基础条件、经济费用、技术性能和环境影响四个准则,具体指标若干。目标层体现了该指标体系评价的目的,准则层是指对评价目标进行全面综合评价所应考虑的几个大的因素,指标层是指准则层各个方面所包含的指标,分指标层是对指标层的进一步说明。几个层环环相扣构成了一个层次分明的指标体系。

六、结语

西部小城镇污水处理技术评价的目标就是综合考虑西部小城镇污水处理技术选择的各种影响因素,筛选出适合西部小城镇的污水处理最优技术。本文建立的西部小城镇污水处理技术评价指标体系具有重点突出、条理清楚、层次分明、操作性强等特点。在完善指标定性定量研究的前提下,应用该指标体系可为下一步进行西部小城镇污水处理技术综合评价

研究奠定基础,为西部小城镇污水处理项目筛选出经济适用的污水处理技术提供理论依据,为决策者提供污水处理项目投资决策支持,从而使西部小城镇污水处理设施的建设能真正做到改善西部小城镇环境,对西部小城镇健康全面可持续发展具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 鄢琛霞. 西部小城镇建设中的环境问题及环境政策[J]. 小城镇建设, 2003, (2): 12 - 14.
- [2] 重庆大学. 中国西部小城镇环境基础设施技术需求调研报告[R]. 重庆: 2003. 5 - 8.
- [3] 藤金波. 小草浆厂蒸煮废液治理工程实践效果评价指标体系的设计[J]. 环境污染与防治, 1997, (2): 21 - 24.
- [4] 张松滨. 灰色优序值法与污水处理厂性能评价[J]. 化工环保, 1993, (13): 360 - 364.
- [5] 汪国平, 王洪光. 集对分析用于污水处理厂的综合评价[J]. 江苏环境科技, 2002, (3): 16 - 21.
- [6] 鄢景海. 物元分析法在污水处理厂运行管理效果综合评价中的应用[J]. 环境工程, 1990, 9(3): 26 - 29.
- [7] 汪凤翔. 赋权相关分析与污水处理厂的综合评价[J]. 吉林化工学院学报, 1991, 8(5): 36 - 40.
- [8] 刘育, 夏北成. 城市污水处理系统评价的绿色指标体系研究[J]. 环境保护, 2003, (7): 25 - 28.
- [9] 凌猛, 杭世君. 城市污水处理厂工艺方案模糊决策方法的应用[J]. 给水排水, 1998, (3): 6 - 9.
- [10] 李如忠. 多层次模糊综合评判模型在城市污水处理中的应用[J]. 淮南工业学院学报, 2000, (4): 1 - 4.
- [11] 刘永淞. 污水处理设计的综合评价与优化分析[J]. 化工给排水设计, 1996, (1): 1 - 3.