

Study on Designing for Urban Wastewater Treatment Processes in Cangxi County

Zheng-wen Huang¹, Bo Yu², Cheng-min Huang³

1. College of Municipal and Rural Construction, Chengdu University, Chengdu 610106, China.

2.3. college of Architecture and Environment, Sichuan University, Chengdu 610064, China

1. Email: hb206@126.com, 2. Email: yb8147@163.com.3.E-mail: cmhuangscu@gmail.com.

Abstract: Urban wastewater treatment is an inevitable trend of effective utilization of water resources and water pollution control, is the inevitable result of the local economic sustainable development requirements. And the choice of wastewater treatment technology is the core of planning and construction of wastewater treatment factory. In recent years, there are more and more new wastewater treatment processes, the study on wastewater treatment process has made great progress. But the researches on the selection of wastewater treatment process in poor mountainous area still require further exploration. In this paper, the municipal wastewater treatment processes in China are introduced, and their characteristics are analyzed and compared to each other. According to the discharge of sewage and natural and socio-economic conditions, BAF process is selected and adopted. And the corresponding improvement measures are put forward to provide the necessary scientific basis and technical support for wastewater treatment in poor mountainous area.

Key words: Wastewater Treatment; process; selection; BAF

小县城污水处理工艺比选研究

——以国家级贫困县苍溪县为例

黄正文¹ 余波² 黄成敏³

1. 成都大学 城乡建设学院 四川 成都 610106. 2.3 四川大学建筑与环境学院 成都 中国 610045

1. Email: hb206@126.com, 2. Email: yb8147@163.com.3.E-mail: cmhuangscu@gmail.com.

【摘要】城市污水处理是水资源利用和水污染控制的必然趋势，是地方经济可持续发展要求的必然结果。而污水处理工艺技术选择是污水处理厂规划建设的核心内容。近年来，污水处理新工艺层出不穷，污水处理工艺的研究也取得了丰硕的成果。但在贫困山区污水处理工艺选择的研究方面，还有待进一步的探索。本文介绍了目前国内采用的城市污水处理工艺，并对各种工艺的特点做了分析和比较。根据苍溪县实际的污水排放量、污水水质、自然和社会经济等条件，经过方案比选，最后确定采用 BAF 工艺。并提出了相应的改进措施，以期为贫困山区城镇污水处理提供必要的科学依据及技术上的支持。

【关键词】污水处理；工艺；比选；BAF 工艺

1 引言

随着经济的发展，我国生活污水排放量也呈持续增长趋势，2005 年为 $281.4 \times 10^8 \text{t}$ ，2006 年为 $297.5 \times 10^8 \text{t}$ ，年增长率达 5.7%^[1]。而我国城市的污水处理情况却不乐观，全国 17000 多个城镇中绝大多数没有污水处

理设施，西部更是如此。大量未经处理的生活污水、工业废水直接排入河流，河道水质恶化，不仅对当地的水环境造成了污染，而且严重阻碍了经济的可持续发展。因此，城市污水的处理势在必行，修建污水处理厂也十分必要，而且迫在眉睫。我国城市污水处理厂的规模绝大多数在 10 万 t/d 以下，其处理的工艺繁多，且各有利弊，选择何种工艺对城市污水进行处理，

基金项目：国家自然科学基金（30470297）及成都大学校自然科学基金资助。

是建设项目的业主、设计单位和主管政府部门较难解决但又必须解决的问题^[2]。因此,近年来在城市污水工艺及其选择等方面的研究受到了广泛重视,取得了丰硕的成果。

在国外,80年代中期美国学者 Modell^[3,4]提出的一种能够彻底破坏有机物结构的新型氧化技术——超临界水氧化技术(SCWO技术)。如今,在欧、美、日等发达国家,SCWO技术得到很大发展,出现了不少中试厂的SCWO装置。1972年Fujishima和Honda^[5]发现光照下的TiO₂单晶电极能分解水,引起人们对光诱导氧化还原反应的兴趣,由此推进了有机物和无机物光氧化还原反应的研究。80年代初,开始研究光化学应用于环境保护,其中光化学降解治理水污染尤受重视。1894年H.J.Fenton^[6]发现芬顿试剂并应用于苹果酸的氧化,其实质是Fe²⁺和H₂O₂之间的链式反应催化生成·OH自由基。在一定酸度下,Fe(OH)₃以胶体形态存在,具有凝聚、吸附性能,可除去废水中部分悬浮物和杂质。Prengle^[7]等人首先发现了O₃/UV系统可显著加快废水中有机物的降解速率,之后Glaze^[8]等研究了芳香烃、卤素等有机物的O₃/UV氧化过程,提出臭氧与紫外光之间的协同作用机理。采用臭氧氧化法处理有机废水,反应速度快,无二次污染。

在国内,易赛莉^[9]从技术和经济这两个角度对我国城市污水处理工艺现状进行了分析和总结,提出了可持续发展城市污水处理技术的选择原则。郑召宏^[10]介绍了目前国内采用的城市污水处理工艺,并对各种工艺的特点做了分析和比较。张艳^[11]通过对各种污水处理工艺特点的对比介绍,阐述了从处理效果、投资、占地面积和适用范围等方面对污水处理工艺的选择。熊平^[12]对国内外现已采用的各种污水处理新技术进行了介绍,并对各种新技术的工艺特点进行了分析。江志祥^[13]根据技术经济学原理,通过工程预算得到不同工艺不同规模的处理方案的总费用,通过曲线拟和得到不同工艺的费用和规模的函数关系式,对项目的费用流和削减污染物负荷流进行贴现计算,最后据此进行污水处理工艺的选择。丁岩^[14]评述了城市污水处理工艺的定义、流程、实际处理效果及其优点与缺点,并对4种主要城市污水处理工艺的投资方案作了经济指标的分析。刘兴平^[15]介绍国内外目前运用较多和正

在开发、研究的城市污水一级、二级、三级处理工艺流程,讨论了这些工艺的发展状况和趋势,介绍了一些适用于我国城市污水处理的新工艺。牟全君^[2]对10万t/d以下城市污水处理工艺进行排序和优选,并给出城市污水处理厂建设及运营的主要技术经济指标,供城市污水处理厂建设的相关方参考。邵林广^[16]提出我国南方城市污水处理必须联系实际,污水处理工艺的选择应以生物膜法为主。

综上,这些研究所提出的工艺绝大多数是适合大城市的污水处理厂,在选择工艺的技术方案上也基本没有提到贫困山区小城镇污水处理的工艺选择。本文期望从贫困山区小城镇的实际情况来研究其污水处理的工艺选择,从城镇规模、经济、技术、客观条件等来进行工艺的选择。

2 区域概况

苍溪县位于四川盆地东北边缘,大巴山南麓,地处东经105°43'30"-106°27'56",属于国家级贫困县。苍溪县城位于嘉陵江畔,嘉陵江绕镇而流,流域面积619.0平方公里,河道平均比降0.33‰,洪水比降为0.7‰。县城人口5.2万,生产、生活用水均来自县自来水厂,最大日供水能力为2.5万t,平均日供水1.2万t,供水管线总长20.91公里,供水面积11平方公里,普及率为93.9%^[17]。

3 研究方法

3.1 污水现状排放量计算

生活污水水量现状:苍溪县城内有4.5万人,人均生活用水量标准现状值为250L/(人·d),生活用水排放系数为0.8,则总生活污水水量为:

$$Q_s = 0.8 \times 4.5 \times 0.25 = 0.9 (\text{万 m}^3/\text{d})$$

本次设计取 $1.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ($0.116 \text{ m}^3/\text{s}$)。

平均流量: $Q_a = 10000 \text{ m}^3/\text{d} = 416.67 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\text{总变化系数: } K_z = \frac{2.7}{Q_a^{0.11}} = \frac{2.7}{231^{0.11}} = 1.48$$

$$(Q_a - \text{平均流量, L/s}) \quad (1)$$

设计流量: $Q_{\max} = K_z \times Q_a = 1.48 \times 10000 = 14800 \text{ m}^3/\text{d} = 616.67 \text{ m}^3/\text{h} = 0.171 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

3.2 进水水质

水质见表 1。

根据苍溪县环境保护局提供的水质资料，原污水

Table 1. Raw sewage water quality monitoring results
表 1 原污水水质监测结果

排污口		pH	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
1#	最高	7.40	169	479	179	18.7
	最低	7.35	108	309	132	14.2
2#	最高	7.44	137	397	147	17.2
	最低	7.31	93.4	262	107	11.6

进水水质反映了水质的污染情况，是后续污水处理设计的依据。根据环境监测报告，参照国内类似污水处理厂的实际水质，并考虑苍溪县城的规模性质和人们的生活习惯及生活水平，苍溪县城污水处理厂进水水质见表 2。

3.3 出水水质

依据国家规定及受纳水体的功能，污水排放执行国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的一级 B 标准，并得出其出水水质和各参数的去除率（表 3）。

Table 2. The inflow water quality of sewage treatment plant in Cangxi town
表 2 苍溪县城污水处理厂进水水质

项目	pH	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)
水质情况	7-8	145	285	140	15.7	2~4

Table 3. the effluent quality and removal rate
表 3 出水水质和去除率

序号	污染物	进水水质	出水水质	去除率
1	pH	7-8	6-9	/
2	BOD ₅ (mg/L)	145	20	86%
3	COD _{Cr} (mg/L)	285	60	79%
4	SS (mg/L)	140	20	86%
5	NH ₃ -N (mg/L)	15.7	8	49%
6	TP (mg/L)	4	1	75%

3.4 工艺比选分析

针对污水处理的具体情况，对普通曝气、两段曝气（AB）、氧化沟、SBR 及曝气生物滤池(BAF)等几种生物处理工艺进行比较，其结果列于表 4。

通过以上工艺的比较，我们不难看出，从处理效

果上讲，通常活性污泥法的处理效率较高，SBR 法、氧化沟法、AB 法等处理效率更高。污水的有机物浓度高时，AB 法、AO 法等工艺比较有利；当有机物浓度低时，氧化沟、SBR 法等延时曝气工艺具有明显的优势。从投资方而来看，活性污泥法比其它方法要多一些，氧化沟较少，但生物膜法管理上有较严格的要

求，而氧化沟卫生条件差，还会污染地下水。从占地 而积来讲，传统活性污泥法、氧化沟占地而积较大。

Table 4. The comparison of several sewage treatment process

表 4 几种污水处理工艺的比较

类别	项 目	普通曝气 A/O、A ² /O	SBR 工艺	氧化沟	BAF 工艺
技	应用广泛性	国内外广泛应用，经验丰富	国内某些城市应用	国内外工程应用较多	国内已有多地采用，推广前景看好
	规模适应性	各种规模	各种规模	各种规模	各种规模
	对污水水质适应性	受低温影响大	受低温影响大	受低温影响大	低温运行稳定
	对低温条件适应性	一般	一般	一般	好
	出水水质	可满足一级排放标准	可满足一级排放标准	可满足一级排放标准	优于一级排放标准
术	提高出水水质	需进行深度处理	需进行深度处理	需进行深度处理	现有系统即可实现
	剩余污泥量	一般，相对稳定	一般，相对稳定	一般，相对稳定	稍大，欠稳定
	对自控要求	高	很高	一般	高
	微生物培养驯化难度	难	难	难	容易
	产生污泥膨胀可能性	易发生	易发生	易发生	不发生
经	基建投资	最大	较大	大	较小
	运行费用	较高	较高	一般	较低
	动力消耗	较大	较大	较大	较小
济	占地面积	最大	较大	较大	最小
	施工难易度	一般	一般	一般	容易
工	建设进度	一般	一般	较快	快
	环	噪声	较大	较大	一般
境		臭味	较大	较大	一般

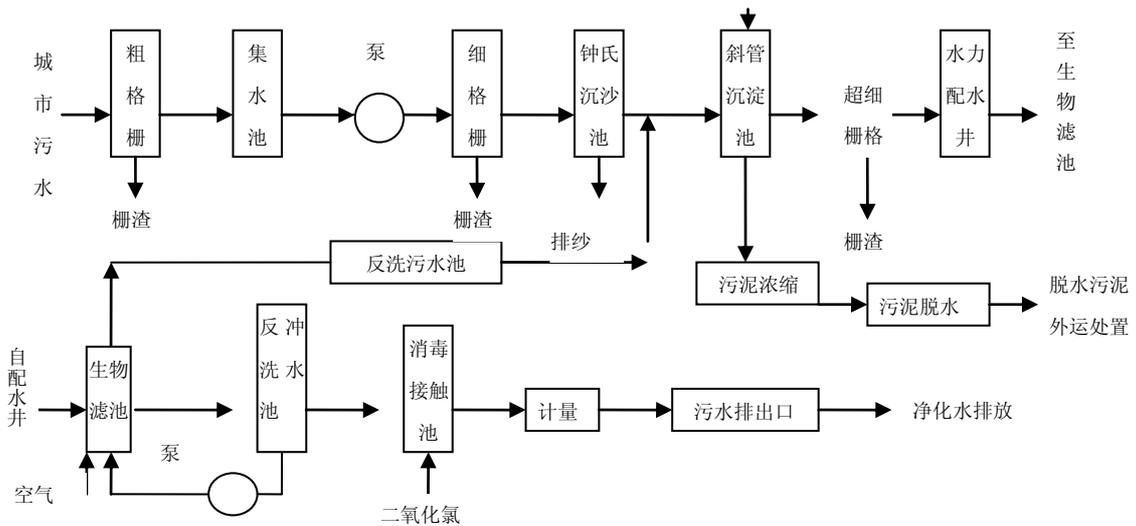


Figure 1. The diagram of BAF's technics process

图 1 曝气生物滤池工艺流程示意图

4 结果

根据可持续发展的原则,对照表 5,与普通曝气法、两段曝气法(A-B法)、氧化沟法相比,BAF工艺在具体工艺形式的实现中,该工艺抓住了BAF的技术关键——填料,并由此带来了一系列明显的工艺特点,主要表现为:①较小的池容和占地面积。②抗冲击负荷能力强,处理效果稳定。③简化处理流程(见图2)。④工程费用及运转费用相对较低。⑤自动化程度高,运行管理简单。⑥充氧效率高,脱氮除磷效果好。⑦对气温及运行方式的适应性强。⑧构筑物模块化,有利扩建。为此,作为贫困的小县城,采用此工艺具有比较优势。

References (参考文献)

- [1] The State of Environment in China in 2006,the State of the Environment of Surface Water in 2006[R],*Environment Protection*,2007,14,7B,P82(Ch).
中国环境状况公报 2006, 2006 中国地表水环境状况公报[R],环境保护, 2007, 14, 7B, P82.
- [2] Mu Quanjun,Technology for Municipal Sewage Treatment Plants with Scales under 100 000 t/d in China[J], *Techniques and Equipment for Environmental Pollution Control*, 2006,7(3), P96-100(Ch).
牟全君,我国 10t/d 万以下城市污水处理工艺[J],环境污染技术与设备, 2006, 7(3), P96-100.
- [3] Modell.Treatment for Oxidation of Organic Material in Supercritical Water,US,4, 338,199,[P],1982-07-06.
- [4] Modell M,Processing Methods for the Oxidation of Organics in Supercritical Water,US, 4, 543, 190,[P]. 1985-09-24
- [5] Fujishma A, Honda K. Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode [J].*Nature*,1972,238,P37-38
- [6] Fenton H J H, Oxidation of Tartaric Acid in the Presence of Iron[J]. *Chem. Soc. Trans*, 1894,65,P899-910
- [7] Prengle H W Jr, Mauk C E, Legan R W,et al. III hydrocarbon Processing[M],1975.
- [8] Glaze W H, Kang J W. Chapin D H. The chemistry of water treatment processes involving ozone, hydrogen peroxide and ultraviolet radiation[J],*Ozone Sci. Eng*, 1987,7,P335-910
- [9] Yi Sai-li,Lu Lei, Study on the Sustainable Urban Sewage Treatment Technology Choice and the Methods of Technical Transformation[J],*Environment Science and Technology*,2007, 30(8),P60-63(Ch).
易赛莉,卢磊,城市污水处理可持续发展工艺选型和技改方法初探[J],环境科学与技术, 2007, 30 (8), P60-63.
- [10]Zheng zhao-hong,Xu Qiong-hua,A Summary of Municipal Wastewater Treatment Processin China[J],*Coastal Engineering*, 2004,23(1),P83-90. (Ch).
郑召宏,徐琼华,国内城市污水处理工艺综述[J],海岸工程, 2004, 23(1), P83-90.
- [11] Zhang Yan,On the Choice of Techniques of Sewage Treatment Plants in Cities[J],*Shanxi Science and Technology*,2007, (3), P133-135(Ch).
张艳,城市污水处理厂的工艺选择[J],山西科技, 2007, (3), P133-135.
- [12] Xiong Ping, Liang Hong, Lin Hai-bo, Progress in the Wastewater Treatment Processes[J], *Journal of Sichuan University of Science & Engineering:Natural Science Editton*, 2007,20(5),P84-87 (Ch).
熊平,梁宏,林海波,污水处理技术的研究进展[J],四川理工学院学报(自然科学版), 2007, 20(5), P84-87.
- [13] Wang Zhi-xiang, Xu Lei,Technical and Economic Analysis on the Selection of Municipal Sewage Treatment Schemes[J], *Industrial Safety and Environmental Protection*,2008, 34,2, P23-25(Ch).
汪志祥,徐磊,城市污水处理厂工艺方案选择技术经济分析[J],工业安全与环保, 2008, 34 (2), P23-25.
- [14] Ding Yan,Research Report on Urban Sewage Disposal Craft[J], *Environment Protection*, 2005,(7),P45-48 (Ch) .
丁岩,城市污水处理工艺调研报告[J],环境保护, 2005, (7), P45-48.
- [15] Liu Xing-ping,Hao Xiaomei, The Process and Development of Urban Sewage Treatment[J],*Water Resources Protection*,2003, (1),P25-28(Ch).
刘兴平,郝晓美,城市污水处理工艺及其发展[J],水资源保护, 2003, (1), P25-28.
- [16] Shao Lin-guang,The Municipal Wastewater Treatment Technology Choice in South [J],*Water & Wastewater Engineering*,2000,26(6),P32-34(Ch).
邵林广,南方城市污水处理工艺的选择[J],给水排水, 2000, 26(6), P32-34.
- [17] The committee of compilation Cangxi county annals,*Cangxi county annals*[M],Chengdu:the Publish House of Sichuan People,1996.
苍溪县志编纂委员会,苍溪县志[M],成都:四川人民出版社, 1996.