

超深厌氧塘的经济分析

李俊奇 曾雪华

(北京建筑工程学院给排水室 100044)

摘要 本文采用系列设计法,对超深厌氧塘的经济可行性进行了分析研究,建立了费用估算模式并计算出临界地价,为实际应用提供了依据。

关键词 超深 厌氧塘 稳定塘 经济分析

ECONOMIC ANALYSIS OF DEEPER ANAEROBIC POND

Li Junqi Zeng Xuehua

(Group of Water Supply & Wastewater Disposal, Beijing Institute
of Civil Engineering & Architecture, Beijing, 100044)

ABSTRACT By designing a series of ponds, this paper analyzes the economic feasibility of deeper anaerobic pond. The cost models are set up and the critical land cost between deeper pond and the normal one are defined. The result can be used in practice.

KEY WORDS Deeper pond, anaerobic pond, stabilization pond and economic analysis.

超深厌氧塘是一种稳定塘新工艺。论文“超深厌氧塘的技术特性”^[1]通过研究其负荷、水深和去除率之间的定量关系以及它的工作原理,论证了它在技术上的可行性。本文是该文的续篇,研究超深厌氧塘在经济上的可行性。

传统稳定塘的年运营费用约为采用活性污泥工艺污水厂的1/4,具有明显的优势。但其占地面积大,当地价高时,往往因基建投资增加而难以实施。超深厌氧塘加大了塘深,提高了容积负荷,大大缩小了占地面积,使基建费用中的征地费下降,但因塘深加大使其结构复杂,增加了施工的难度及费用,故对超深厌氧塘经济上的可行性,需结合设计参数进行定量分析。

1 费用组成及分析方法

1.1 费用组成

稳定塘的基建投资由征地费、土建直接

费、配管及设备费等几部分组成。其中,土建直接费又可分解为土方开挖和外运、护坡与勾缝、防渗层等。这几部分费用中,征地费和土建直接费是关键影响因素,分别占总造价的65.5%和23.5%,^[2]其它费用所占比例不高。因此决定选用征地费和土建直接费作为经济评价的依据。

1.2 分析方法

由于缺乏实际工程资料,故选用系列设计法,确定其工艺参数、结构尺寸;计算工程量后套用概(预)算定额,计得费用后加以分析比较。

为减少计算工作量,仅以塘深3m和9m;污水量 $Q_1 = 1$ 万 m^3/d , $Q_2 = 4$ 万 m^3/d , $Q_3 = 10$ 万 m^3/d ;污水 BOD_5 浓度 $C_0 = 500\text{mg/L}$,去除率 $\eta = 70\%$ 为基础加以计算。

2 塘体设计

2.1 设计方法与条件

塘体设计方法按照《城市污水稳定塘设计手册》^[3]的有关规定进行,采用容积负荷法。容积负荷根据试验结果:去除率 $\eta = 70\%$ 时,3m 塘的容积负荷 $N_v = 210\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$, 9m 塘的容积负荷 $N_v = 300\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。

设计条件:

水面长宽比为 2:1;

梯形断面时,堤内坡垂直:水平 = 1:2;

超高取 1m,设在地面以上;

单塘面积不大于 $0.8 \times 10^4 \text{m}^2$ 。

2.2 容积计算

厌氧塘容积的计算公式和计算结果见表 1。

2.3 断面尺寸和占地面积

选用梯形、矩形、组合式三种断面形式,分别计算塘体断面尺寸与占地面积。结果见表 2(3m 塘未考虑组合式断面)。

2.4 结构设计

2.4.1 梯形断面

塘坝采用浆砌毛石,厚 400mm;塘底下铺一层塑料布,上垫 0.5m 夯实粘土层,见图 1(a)。

2.4.2 矩形断面

塘壁采用钢筋混凝土结构,条形基础,基础下为素混凝土垫层和级配砂石;塘底作法同梯形断面,见图 1(b)、(c)。

2.4.3 组合断面

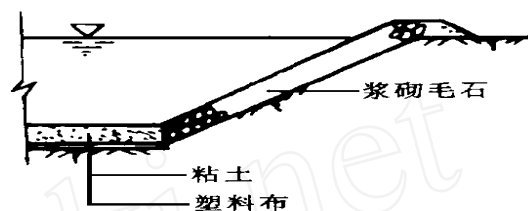
上部梯形塘壁砌毛石,厚 400mm;下部矩形塘壁采用钢筋混凝土结构,条形基础,基础下为素混凝土垫层和级配砂石;钢筋混凝土与毛石接茬处作圈梁,并用钢筋,将钢筋砌在石体中;塘底作法同梯形断面,见图 1(d)。

3 造价估算

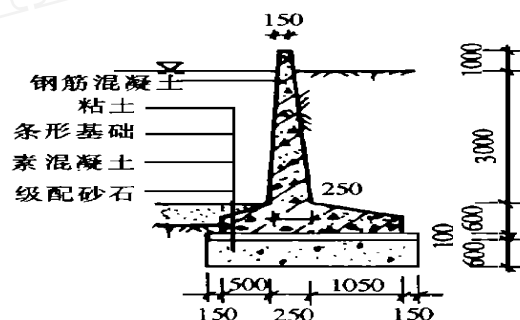
3.1 土建直接费

根据前述厌氧塘工艺参数、结构尺寸计算工程量。按设计选点的一般情况,假定建塘时有洼地或池塘可以利用。为使 3m 塘和 9m 塘开挖时减少的土方量相当,改造时的土方量,3m 塘按开挖断面土方量的 30% 计,9m

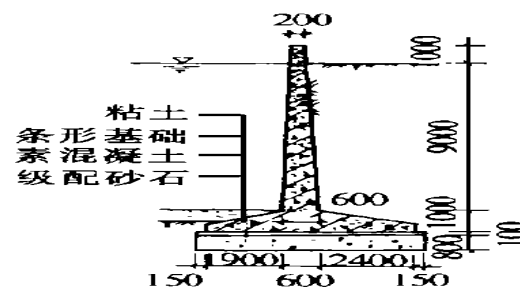
塘按开挖断面土方量的 75% 计,并全部外运。



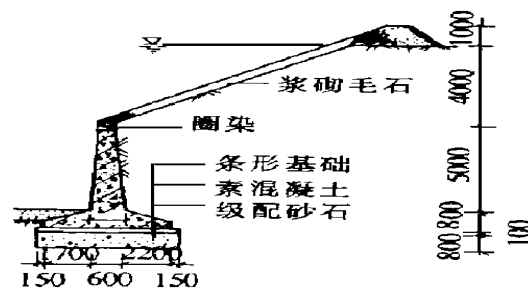
(a) 梯形断面



(b) 3m 矩形断面



(c) 9m 矩形断面



(d) 9m 组合断面

图 1 塘壁剖面示意图

表 1 3m 塘、9m 塘容积比较

容积计算公式	污水量/万 m ³ d ⁻¹	厌氧塘容积		备 注
		3m 塘	9m 塘	
$V_w = QC_d\eta / N_v$ V_w :厌氧塘计算容积 m ³ Q :流量/ m ³ d ⁻¹ Co :进水 BOD ₅ 浓度/ mg L ⁻¹ η :去除率 % N_v :容积负荷(BOD ₅)/ g m ⁻³ d ⁻¹	1	16666.7	11666.7	$Co = 500\text{mg/L}$ $\eta = 70\%$ 3m 塘: $N_v = 210\text{g/m}^3\text{d}$ 9m 塘: $N_v = 300\text{g/m}^3\text{d}$
	4	66666.8	46666.7	
	10	166666.7	116666.7	

表 2 3m 及 9m 塘占地比较

断 面 形 式	水深/m	断面尺寸/m	流量/万 m ³ d ⁻¹	塘个数	设计容积/ m ³	占地面积/ m ²
	3m	$L = 123.5$ $B = 63.7$	1	1	18333	7867
			4	4	73333	31468
			10	10	183333	78670
	9m	$L = 83.2$ $B = 43.6$	1	1	12833	3628
			4	2	51333	11574
			10	3	128333	25266
	3m	$L = 110.6$ $B = 55.3$	1	1	18333	6116
			4	3	73333	24423
			10	8	183333	61108
	9m	$L = 53.4$ $B = 26.7$	1	1	12833	1426
			4	1	51333	5703
			10	2	128333	14256
	9m	$L = 76.0$ $B = 40.0$ $L' = 56.0$	1	1	12833	3040
			4	2	51333	10036
			10	3	128333	22393

注:表中厌氧塘占地面积均为以内壁周边计算的厌氧塘净面积。

各项单价主要以 1992 年《北京市建筑安装工程概算定额》^[4]为依据,部分项目参照《市政工程预算定额》^[5]分别求出不同流量、不同断面时 3m 和 9m 厌氧塘的土建工程直接费。

3.2 造价估算模式

影响厌氧塘造价的主要因素为征地费和土建工程直接费,故以征地费和基建设工程直接费之和,估算厌氧塘造价,建立厌氧塘造价估算模式:

$C = S \cdot Pr + A$

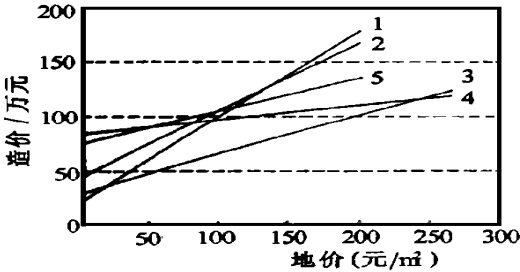
式中: C ——厌氧塘造价估算值(万元);
 S ——厌氧塘净占地面积(m^2);
 Pr ——地价(元/ m^2);
 A ——厌氧塘土建工程直接费(万元)。
根据表 1 中不同流量、不同断面时两种塘的净占地面积和前面计算出的对应的土建工程直接费,确立了 3m 塘和 9m 塘的造价估算模式,见表 3。不同地价时的厌氧塘造价可以直接由模式计算确定。

表 3 3m、9m 塘造价估算

断面形式	流量/万 $m^3 \cdot d^{-1}$	造价估算模式 $C = S \cdot Pr + A$	
		塘深 3m	塘深 9m
梯 形	1	$C = 0.7867Pr + 22.76$	$C = 0.3628Pr + 29.15$
	4	$C = 3.1468Pr + 91.04$	$C = 1.1574Pr + 93.74$
	10	$C = 7.867Pr + 227.50$	$C = 2.5266Pr + 201.37$
矩 形	1	$C = 0.6116Pr + 44.70$	$C = 0.1426Pr + 82.37$
	4	$C = 2.4423Pr + 162.40$	$C = 0.5703Pr + 191.16$
	10	$C = 6.1108Pr + 415.80$	$C = 1.4256Pr + 450.87$
组 合	1		$C = 0.3040Pr + 74.12$
	4		$C = 1.0036Pr + 223.32$
	10		$C = 2.2393Pr + 457.02$

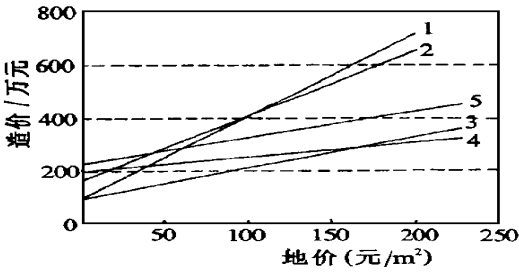
4 经济评价

根据表 3 可绘出不同流量时的造价—地价关系图,见图 2(a)、(b)、(c)。由图可知,在 $Q = 1$ 万 ~ 10 万 m^3/d 范围内:



(a) $Q = 1$ 万 m^3/d 3m、9m 塘造价—地价关系

(1) 仅 $Q < 1$ 万 m^3/d 且 $Pr < 15.1$ 元/ m^2 (1.0 万元/亩)时,3m 梯形断面石塘最经济;其它条件下 9m 塘造价均低于 3m 塘,

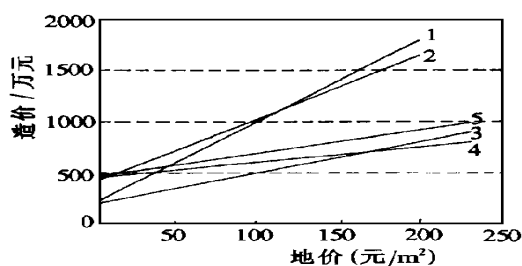


(b) $Q = 4$ 万 m^3/d 3m、9m 塘造价—地价关系

其差值随造价的增加而递增。

(2) $Q < 1$ 万 m^3/d 且 $Pr \geq 1.0$ 万元/亩或 $Q = 2 \sim 10$ 万 m^3/d ,且 $Pr < 165.9$ 元/ m^2 (11.1 万元/亩)时,9m 梯形断面石塘最经济。

(3) $Q = 2 \sim 10$ 万 m^3/d ,且 165.9 元/ m^2 $< Pr < 241.7$ 元/ m^2 (16.1 万元/亩)时,需对



(c) $Q = 9 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 3m、9m 塘造价—地价关系

图2 造价—地价关系图

1、3m 梯形石塘 2、3m 矩形石塘 3、9m 梯形石塘
4、9m 矩形石塘 5、9m 组合断面塘

9m 梯形断面石塘和 9m 矩形断面混凝土塘作经济分析,它与土方开挖断面、需运土的比例和塘的个数有关。

(4) $Q = 2 \sim 10 \text{ 万 m}^3/\text{d}$, 且 $Pr \geq 16.1$ 万元/亩时, 9m 矩形混凝土塘最经济。

由此可见,加大厌氧塘深度虽会使结构复杂,增加施工难度,但在流量相同、进水浓度相同、去除率为 70 % 的条件下,由于 9m 塘的容积负荷比 3m 塘高 40 % 左右,因而减少了塘的容积和占地面积,所以在流量 $Q > 1$

万 m^3/d , 地价 $Pr > 15.1$ 元/ m^2 (1.0 万元/亩) 时, 9m 塘的造价均低于 3m 塘。而且随着流量与地价的增加, 9m 塘的优势更显著。

综上所述,超深厌氧塘不但保持了传统厌氧塘的优点,且提高了处理效率,减小了设计容积和占地面积,降低了造价,克服了传统厌氧塘的不足,故超深厌氧塘具有推广应用价值。

参考文献

- 1 汪慧贞等. 超深厌氧塘的技术特性. 环境工程, 1997, 3: 18 ~ 20
- 2 李献文. 稳定塘的技术经济分析. “七·五”国家重点科技攻关项目 75 - 59 - 02 - 13 (氧化塘水力特性优化组合及综合研究), 1990. 12
- 3 李献文主编, 城市污水稳定塘设计手册. 中国建筑工业出版社, 1990
- 4 北京市城乡建设委员会, 北京市建筑安装工程概算定额, 1992
- 5 市政工程预算定额 (一、六、九册). 中国计划出版社, 1989 编, 1994 年重印

1996-08-10 收稿

(上接第 8 页) 通过现场测定, 曝气池内残余溶解氧在 2.26 ~ 4.17 mg/L 之间。

(3) 在工程设计的总体布局上, 采用了一体化组合式设计, 使整套水处理设施简洁、紧凑、便于操作, 取得了良好的经济效益与社会效益。该项工程一次性直接投资 21.5 万元, 工程占地 208 m^2 , 运行费用 0.19 元/t。

3 结语

水解—好氧组合生物处理工艺在城市污水及低浓度有机工业废水处理方面, 已有许多成功的范例。对中等浓度有机废水的处理, 我们作了一些尝试。实践证明, 在中等浓

度有机废水的处理上, 水解—好氧组合生物处理工艺同样具有投资省、操作管理简便、运行费用低的优点, 值得进一步推广使用。

参考文献

- 1 徐迪民等. 中国环境科学, 1989, 9(4): 311 ~ 315
- 2 赵建夫等. 环境科学, 1988, 11(3): 30 ~ 34
- 3 陶涛等. 环境科学, 1991, 14(5): 47 ~ 50
- 4 王凯军等. 环境工程, 1991, 9(4): 3 ~ 6
- 5 白端超等. 环境工程, 1994, 12(1): 7 ~ 11

作者 李武, 男, 1965 年生。1987 年 7 月毕业于吉林大学化学系, 学士。现从事工业水处理研究, 工程师。

1996 - 08 - 26 收稿