

·城市建设与环境工程·

文章编号:1006-7329(2002)03-0047-06

污水处理厂可行性研究报告评审标准的探讨*

李伟民, 邓荣森, 胡锋平, 王涛

(重庆大学 城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

摘要:对污水处理厂可行性研究报告中污水水质、污水处理厂规模的确定、污水处理工艺选择、污泥处理、污水处理厂占地、运行费用以及工程投资等评审参考标准进行了探讨,污水处理厂规模的确定非常重要,污水处理工艺的确定是污水处理厂可行性研究报告的关键,建议采用高效低耗污水处理工艺,例如,氧化沟工艺(OD)、SBR工艺等,其主要经济指标为:吨水投资600~900元,吨水占地0.4~0.6 m²,吨水运行费用0.2~0.5元。

关键词:污水处理厂; 可行性研究; 规模; 投资; 占地; 运行费用

中图分类号:X703

文献标识码:A

根据国家环保总局发布的1999年和2000年环境状况公告,我国1999年全国城市污水排放总量为395.3亿m³,其中工业废水200.5亿m³,生活污水194.8亿m³;2000年全国污水排放总量为415.2亿m³,其中工业废水194.3亿m³,生活污水220.9亿m³。而我国城市污水处理率目前仅为25%左右,大量污水未经处理直接排入水体,给水环境带来极大的威胁。

国家三部委(局)2000年联合发布的《城市污水处理及防治技术政策》明确了我国城市污水处理的目标为:2010年,设市城市和建制镇的污水平均处理率不低于40%,设市城市的污水处理率不低于60%,重点城市污水处理率不低于70%。

25%城市污水处理率的现状与2010年的处理目标相比,在这10年内,需要新增城市污水处理能力约4500~5700万t/d,若以平均每座污水处理厂的处理规模5万m³/d计算,将建设900~1200座城市污水处理厂。

1 污水处理厂可行性研究报告中的评审标准探讨

污水处理厂投资大,根据工程建设程序,城市污水处理厂建设需进行可行性研究。污水处理项目的可行性研究是多学科综合运用的决策过程,是污水处理厂建设项目前期工作的核心,是合理利用投资和控制投资额度的关键环节。污水处理厂的建设规模、工艺方案、工程投资等都在此阶段经研究论证后确定,批准后的可行性研究报告是工程立项和进行初步设计的依据。

本文结合近几年评审的重庆市和四川省污水处理厂可行性研究报告,探讨污水处理厂可行性研究报告的评审标准。

1.1 进水水质和排放标准

城市污水水质的确定是编写可行性研究报告的重要组成部分,它直接影响到污水处理厂的加工工艺、工程投资和运行费用。

* 收稿日期:2002-03-12

作者简介:李伟民(1969-),男,江西吉安人,讲师,博士生,主要从事水污染防治工作研究。

城市污水是由排入城市下水道的生活污水和工业废水组成,生活污水和工业废水的水质和水量直接影响到城市污水的水质。在我国城市生活污水和工业废水水量的比例约为1:1,各地因工业化程度的高低而异,如成都市生活污水和工业废水之比约为4:6。

我国典型城市污水水质为 BOD_5 : 100 ~ 200 mg/l, COD_{cr} : 200 ~ 400 mg/l, SS: 200 ~ 250 mg/l, $NH_3 - N$: 20 ~ 30 mg/l, TP: 3 ~ 5 mg/l, 各地因生活污水和工业废水的处理程度不同而异。我国很多城市在生活小区和公用建筑建设的同时,生活污水经过化粪池或无能耗污水处理装置处理,出水水质浓度较低,特别是有机物浓度。这种情况不仅给管理带来不便,而且造成资金和能源的巨大浪费。

笔者认为,进入城市污水处理厂的生活污水可不设置化粪池或无能耗污水处理装置,这样不仅可以减少局部污水处理设施投资,而且可以改善城市污水处理厂的运行条件。

2001年5月份对三峡库区11个城市污水处理厂的可行性研究报告进行评审时,各个可行性研究报告编制单位编制的污水水质各异。究其原因是收集资料不全,有的资料业主无法提供,而评审专家更不可能获得齐全的一手资料,也只能凭经验估计。

污水处理厂污水排放标准应根据环境保护要求,考虑当地污水接纳水体的环境容量、水域性质确定,特别是磷的出水水质标准问题,值得商榷。

在评价可行性研究报告中的废水水质时,要充分考虑当地环保部门所提供的环境监测资料的完整情况,根据城市总体规划,考虑南方、北方的用水差异,生活污水和工业废水所占的比例,生活污水和工业废水在进入城市下水道前的处理程度和未来的变化而确定。大多数情况下,业主方无法及时提供符合专业要求的水质资料,除了专业原因外,另一个重要原因是管理不健全。

1.2 处理规模

在可研阶段,建设规模的论证是一项重要内容,对建设规模的论证一般采用污水处理厂服务区域的规划人口和人均综合用水标准(或人均综合污水标准),结合城市污水管网系统的完善程度来论证污水量。在现阶段,我国人均综合用水量标准由两部分组成,一部分是人均生活用水量标准,另一部分是工业废水的折算部分。人均综合用水量标准与工业程度、气候、城市性质、位置、生活水平等有关。在确定污水处理厂建设规模时,合理确定人均综合用水标准(或人均综合污水标准)是关键。

前几年有些地方编制的污水处理厂可行性研究报告存在人为地将污水处理厂规模加大的现象,其主要目的是,通过增加污水处理厂建设规模争取更多的建设资金。

在评审污水处理厂的处理规模时应根据城市总体规划,合理确定人均综合用水标准(或人均综合污水标准)和城市人口,预测近、远期污水处理量,确定污水处理厂近、远期处理规模,尤其要重视近期规模的可靠性。

1.3 处理工艺选择

在污水处理厂建设中关键环节是选择工艺,它关系到处理后的出水能否达到设计要求,关系到工程投资和运行费用,实质上关系到污水处理厂建设的成败。

工艺比选的原则,首先是考虑工艺的可靠性、成熟性、适用性、污染物的去除效率,同时以投资省、占地少、运行费用低为标准选择适合当地情况的最佳工艺方案。

对污水处理工艺的选择要进行技术、经济比较,工艺选择的主要技术经济指标应包括:吨水投资、削减单位污染物投资、吨水电耗、削减单位污染物电耗、占地面积、运行性能可靠性、管理维护难易程度、总体环境效益等。简单地以吨水投资为依据,可能会因采用的水质不同,无法对推荐方案作出正确客观的选择。

城市污水中主要污染物是有机物,因此城市污水处理工艺主要采用生物处理,也有采用化学法的,但要慎用。城市污水处理工艺应根据处理规模、水质特征、接纳水体的环境功能及当地的实际情况和要求,经全面技术经济比较后确定。在我国城市污水处理厂中应用较多的处理工艺有传统活性污泥法、氧化沟、SBR、AB法等。

传统活性污泥法属于中等负荷的污水处理工艺,该工艺出水水质稳定且较好,运行管理较简单,但由于污泥不稳定,需要增加设施对污泥进行稳定化处理,加大了基建投资,增加了管理环节,增加了污水处理厂的定员。但是污泥产生的沼气可直接回用于污水处理厂,使污水处理厂总能耗降低,由于其明显的经济性,特别适用于大、特大型城市污水处理厂,是国内外广泛采用的污水处理工艺。应当指出,由于出水水质标准的提高,传统活性污泥法也有不相适应的地方。

20世纪60年代至70年代,氧化沟和SBR工艺发展迅速,近年来已成为我国城市污水处理厂的主导性工艺,氧化沟、SBR都属于低负荷污水处理工艺,出水水质都非常好,由于负荷低,一般不设置初沉池,而二沉池也往往和曝气池合建;由于泥龄长,污泥较为稳定,一般可不再作稳定化处理而直接处置或应用,省去了污泥稳定化设施,大大简化了工艺流程,使运行管理非常简单。这一类工艺较适合规模较小,技术力量比较薄弱的中小城市污水处理。如山东潍坊污水处理厂采用Orbal氧化沟工艺,昆明第一污水处理厂采用Carrousel氧化沟工艺,邯郸市东、山东枣庄、莒县污水处理厂采用三沟式氧化沟工艺,成都城北污水处理厂、山东高密、陵县、泗水采用一体化氧化沟工艺。

AB法是针对较高浓度污水处理而设计的,是一种适用于特殊场合的城市污水处理工艺。AB法工艺流程较复杂,产生的污泥不确定,需要污泥稳定化设施,管理环节多,建设费用高,吨水处理成本高,但去除单位污染物的建设投资和运行费用并不高。山东省青岛海泊河、泰安等污水处理厂采用AB法工艺。

曝气生物滤池和一级强化工艺是20世纪80年代末、90年代初新开发的具有发展潜力的城市污水处理工艺,水解-好氧生物处理工艺是我国自主知识产权的工艺。

表1所列几种城市污水处理工艺都是《城市污水处理及防治技术政策》推荐工艺。在对污水处理厂可行性研究报告进行评审时,可以作为评审的依据。

表1 几种城市污水处理工艺的适用条件

规模	常规活性污泥法	A/O	A ² /O	AB法	氧化沟	SBR法	水解-好氧	生物滤池
大、特大型	✓	✓	✓					
中型	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
小型					✓	✓	✓	✓

1.4 污泥处理

大型或特大型城市污水处理厂采用传统活性污泥法或中高浓度城市污水处理厂采用AB法工艺,因污泥未得到稳定,在污泥处理工艺中应有使污泥稳定的处理设施,采用污泥消化技术,可使污泥得到稳定、肥效得到改进,有利于污泥的进一步处置和利用,也减少了污泥脱水中絮凝剂的用量,污泥消化产生的沼气可用来发电。在我国城市污水处理厂中,有污泥消化设施的并不多,能稳定运行和发电的更不多。这方面的工作值得加强。根据国外运行经验,从经济上考虑污水中BOD₅总量低于8000 kg/d,都不宜选用有污泥消化操作的工艺。

在中小型城市污水处理厂中,特别是采用低负荷工艺的污水处理厂中,污泥已基本稳定,在没有重金属和有毒有害物质污染的情况下,经过脱水之后应争取农用。在国外,如英国、荷兰、丹麦、西班牙等国,污泥作为农用已占到50%以上,葡萄牙达80%以上。近几年,我国在污泥制肥方面进行了大量的研究工作,取得了一定的成绩。我国是农业大国,推广污泥农用技术,很有必要。

城市污水处理厂可行性研究报告对污泥处理部分的评审标准应满足《城市污水处理厂污泥排放标准》CJ3025-93。

1.5 占地

常规活性污泥法的占地与处理规模、进水水质、所要求的处理程度等有关,表2为1995年《全国市政工程投资估算指标》对吨水占地的估算表。

从国内外近年来污水处理厂建设的实际情况来看,随着工艺技术的不断改进、一体化工艺的使

用、污水处理工艺流程的简化,占地指标呈下降趋势。

近几年来,污水处理厂可行性研究编制单位所编制的重庆市和四川省的几十份污水处理厂可行性研究报告表明:在满足城市污水处理厂绿化率不少于30%的前提下,规模为 $0.5 \text{ 万 m}^3/\text{d} \sim 10 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 的二级城市污水处理厂占地指标为 $0.4 \sim 0.6 \text{ m}^2/\text{m}^3 \cdot \text{d}$,且都有已成功运行的工程实例。

表2 城市污水处理厂的占地面积估算表

设计规模 $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$	一级污水处理工艺	二级污水处理工艺(一)	二级污水处理工艺(二)
	吨水占地(m^2)	吨水占地(m^2)	吨水占地(m^2)
>20	0.3~0.5	0.5~0.8	0.6~1.0
10~20	0.4~0.6	0.6~0.9	0.8~1.2
5~10	0.5~0.8	0.8~1.2	1.0~2.5
2~5	0.6~1.0	1.0~1.5	2.5~4.0
1~2	0.6~1.4	1.0~2.0	4.0~6.0

注:一级污水处理工艺指:泵站、沉砂、沉淀及污泥浓缩干化处理等;

二级污水处理工艺(一)指:泵站、沉砂、初沉、曝气、二沉及污泥浓缩干化处理等;

二级污水处理工艺(二)指:泵站、沉砂、初沉、曝气、二沉、消毒及污泥浓缩、消化、脱水、沼气利用等。

建议污水处理厂可行性研究报告评审时将污水处理厂的占地指标 $0.4 \sim 0.6 \text{ m}^2/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 作为参考指标。

1.6 污水处理厂的运行费用和工程投资

污水处理厂的工程投资和运行费用是制约我国污水处理厂建设和运行的“瓶颈”。

污水处理厂的吨水投资与污水处理厂的规模、进水水质、出水标准以及其它外界条件变化(如物价指数、征地费和地基处理等)等有关。污水处理厂的规模大,则吨水投资和运行费用相应减小。执行96标准比执行88标准,吨水投资和运行费用高。污水处理厂进水水质高,则工程投资和运行费用高。工程建设年度不一样,则工程投资也不一样。表3是1995年《全国市政工程投资估算指标》对城市污水处理厂的投资估算。

表3 1995年城市污水处理厂的投资估算表

设计规模 $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$	一级污水处理工艺	二级污水处理工艺(一)	二级污水处理工艺(二)
	吨水投资(元)	吨水投资(元)	吨水投资(元)
>20	650~750	950~1100	1300~1500
10~20	750~850	1100~1250	1500~1650
5~10	850~1000	1250~1450	1650~1900
2~5	1000~1150	1450~1750	1900~2300
1~2	1150~1300	1750~2000	2300~2700

注:一级污水处理工艺指:泵站、沉砂、沉淀及污泥浓缩干化处理等;

二级污水处理工艺(一)指:泵站、沉砂、初沉、曝气、二沉及污泥浓缩干化处理等;

二级污水处理工艺(二)指:泵站、沉砂、初沉、曝气、二沉、消毒及污泥浓缩、消化、脱水、沼气利用等。

深圳市1987年建成的滨河污水处理厂,工程规模为 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,工程投资3300万元,吨水投资660元。1992年建成的昆明第一污水处理厂,工程规模为 $5.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,工程投资3300万元,吨水投资600元。2000年建成的成都市城北污水处理厂,工程规模为 $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,工程投资760万元,吨水投资760元。1994年建成的长沙市第二污水处理厂,工程规模为 $14 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,工程投资4980万元,吨水投资353元。特别需要说明的是,长沙二污厂的吨水投资少的原因有:设计进水水质偏低,水力停留时间短,未考虑脱氮除磷,产生的污泥未稳定,并未对污泥进行稳定处理,不具有代表性。

近几年来,成都、重庆等地可行性研究报告中的污水处理厂吨水投资通常在 $600 \sim 900 \text{ 元}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ (不含地基处理费),运行费用通常在 $0.2 \sim 0.5 \text{ 元}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$,处理成本通常在 $0.3 \sim 0.6 \text{ 元}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。

污水处理厂可行性研究报告评审时建议将吨水投资 600~900 元/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$ (不含地基处理费),运行费用 0.2~0.5 元/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$,处理成本 0.3~0.6 元/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 等主要经济指标作为南方地区高效低耗城市污水处理工艺的参考指标。对于北方地区或其它中、高浓度污水,其经济指标可适当放宽。

1.7 其它问题

1.7.1 除磷问题

污水综合排放标准 GB8978-96 对污水的排放要求比 GB8978-88 标准对有机物指标(BOD、COD)、悬浮物指标(SS)有了更为严格的要求,尤其是氮、磷指标要求较严,一级标准出水总磷要求 0.5 mg/l 以下。目前很多城市污水处理厂的出水总磷不能达到 GB8978-96 一级标准的要求。

在除磷问题上可采取以下措施:

- 1) 采用厌氧、缺氧、好氧有机组合。
- 2) 进入厌氧阶段的回流污泥先经缺氧段反硝化,以利于满足含磷污泥的释磷条件。因为含 NO_3^- 、 NO_2^- 的污水不利于磷的释放,进而影响在好氧区磷的吸收。
- 3) 缩短二沉池停留时间,减少磷的释放。
- 4) 剩余污泥采用浓缩脱水一体化设备直接脱水,避免磷的再次释放。

肇庆市污水处理厂,采用 Carrousel 2000 氧化沟处理城市污水,处理规模为 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,剩余污泥直接进入脱水设备进行脱水,采用两台意大利 EM407/1500-2 型脱水设备,英国 PB600-4.5A 絮剂投加机,药剂采用英国进口药剂。工程运行实践表明:进泥含水率为 99.2%,经脱水后,污泥含水率小于 80%,有效地控制了磷的释放,使除磷效果得到了提高。

1.7.2 定员

以前污水处理厂的人员编制是根据《城市污水处理厂附属建筑和附属设备设计标准》CJJ31-89 来确定的,但此标准是十多年前制定的,制定的时间早,与目前的污水处理厂的自控程度较高和污水处理厂工艺流程简化不相配,污水处理厂的定员应根据污水厂自动化程度高低、工艺流程简化程度高低等实际情况核实定员,应比 CJJ31-89 定员少。

1.7.3 管网工程

管网工程是污水处理工程的重要组成部分,其投资大,应通过技术经济比较确定最佳方案,本文不作详细讨论,但管网工程是编制城市污水处理工程的重要环节,直接涉及污水处理厂建成后的运行效果。

2 结论

城市污水处理厂可行性研究报告是污水处理厂建设前期工作的核心内容,需要在现场调研、掌握第一手资料后,结合城市总体规划特别是排水规划而进行的。其中污水处理工艺的选择是污水处理厂的关键,它关系到整个污水处理厂的工程投资、运行费用及处理效果。对于大型、特大型污水处理厂建议采用传统活性污泥法及其改良工艺,中小型污水处理厂宜采用氧化沟、SBR 法及其改良工艺。对于中、高浓度城市污水处理厂采用 AB 法。建议吨水投资控制在 600~900 元(不含地基处理费),吨水占地在 0.4~0.6 m^2 ,吨水运行费用 0.2~0.5 元,设备力求国产化。

参考文献:

- [1] 高廷耀,顾国维.水污染控制工程[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [2] 于尔捷,张杰.给水排水快速设计手册(2).排水工程[M].北京:中国建筑工业出版社,1996.
- [3] 王家廉.我国城市污水处理设施建设的时程碑[J].中国环保产业,2000,(8):12-15.
- [4] 戴慎志.城市基础设施工程规划手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2000.

Discussion on Evaluation Standards for Feasibility Study Report of Wastewater Treatment Plant

LI Wei - min, DENG Rong - sen, HU Feng - ping, WANG Tao

(Faculty of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: In this paper, the evaluation standards are discussed, such as those for waste water quality and scale of wastewater treatment plant, selection of wastewater treatment technology, sludge treatment, land occupation, running cost and capital investment of wastewater treatment plant. It is very important to determine the scale of wastewater treatment plant in the phase of feasibility study, while the determination of wastewater treatment technology is the key step in the study. It is proposed that the high efficiency and low consumption wastewater treatment technology should be applied, such as the oxidation ditch (OD), SBR and the technological indices for that are as follows: capital investment 600 - 900 yuan/m³/d, land occupation 0.4 - 0.6 m²/m³·d, running cost 0.2 - 0.5 yuan/m³·d.

Keywords: wastewater treatment plant; feasibility study; scale; capital investment; land occupation; running cost

(上接第 46 页)

The Critical Load of Varied - Axial - Force Beam - Column Calculated by CDC Method

WANG Yong - hua, LI Kai - xi

(Faculty of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: The varied - axial force beam - column is widely used in practice. Unlike the academic method, the numerical method is usually used only to solve its stability problem, but not to give the general answer a series of problems for beam - column. In this paper, firstly, a new conception of dimensionless beam column is presented. Secondly, based on the column deflection curve (CDC) method, the calculation formula for critical load of variable - axial force beam - column is derived. Thirdly, the numerical results under axial symmetric load are derived. Finally, the interaction formula on the critical load of beam - column under concentrated axial load, even distributed axial load and triangular distributed axial load and under these loads acted simultaneously are proposed respectively. The method given in this paper expands the application of CDC.

Keywords: dimensionless column; CDC method; beam - column