

污水处理厂水质参数对工程造价的影响分析

郝宇璠¹ 郝振明²

(1 天津市水工业工程设备有限公司, 天津 300070; 2 天津市市政工程设计研究院, 天津 300051)

摘要 以 BOD_5 指标参数为例, 分析污水处理厂进水水质参数的选择对污水处理厂工程造价的影响及对造价指标的核定, 研究结果表明, 不同的参数选择范围对工程造价有很大的影响, 并在此基础上, 提出应注意的问题及建议。

关键词 污水处理厂 水质参数 工程造价

Analysis of the influences of wastewater treatment plant water quality parameters on the project cost

Hao Yufan¹, Hao Zhenming²

(1. Tianjin Water-Industry Engineering & Equipment Co., Ltd., Tianjin 300070, China;

2. Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute, Tianjin 300051, China)

Abstract: Taking BOD_5 as a case study, the influences of the selection of the influent water quality parameters of wastewater treatment plant on the wastewater treatment plant construction cost and the check and ratification of cost index were analyzed. The results showed that different parameters selection ranges had a great influences on the project costs. Some questions worth attention and suggestions were proposed further.

Keywords: Wastewater treatment plant; Water quality parameters; Project cost

污水处理厂工程是城市基础设施建设投资的重要组成部分之一, 投资很大, 如何以最经济合理的投资, 建设高质量污水处理厂是本文要探讨的内容。众所周知, 影响污水处理厂工程造价的因素是多方面的, 如污水处理厂建设规模、污水处理工艺的选择和确定、进水水质数据的分析确定、出水水质标准以及厂址等条件。以上各个因素对工程投资均有不同

在很多文献中均有叙述, 本文不再赘述。

随着城市化程度逐渐加深, 国内大中型城市中已有的污水处理厂扩建时会存在较多场地有限的问题, 矩形周进周出沉淀池无疑可为设计提供一种较为有利的选择。

参考文献

1 许泽美主编. 水工业工程设计手册——废水处理及回用. 北京: 中

国建筑工业出版社, 2002

1 水质参数对工程造价的影响分析

在污水处理工程设计时, 其二级处理构筑物如二沉池、生化池、污泥消化池等的容积, 生产性建筑物的规模及设备参数、设备数量的确定, 均与进水及出水水质参数有关, 如: BOD_5 、 COD_{Cr} 、SS、TN、

& 通讯处: 610081 成都市星辉中路 11 号 中国市政工程
西南市政设计研究院设计三所

电话: (028)83311371

E-mail: ball_liu@163.com

收稿日期: 2009-02-11

修回日期: 2009-04-29

表 1 进水 BOD₅ 取值对池容大小和投资的影响

进水 BOD ₅ /mg/L	140	154	168	182	196	210
反应池有效容积/m ³	41 143	45 257	49 371	53 486	57 600	61 714
超高池容/m ³	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
反应池总池容/m ³	47 160	51 257	55 371	59 486	63 600	67 714
设计确定总池容/m ³	47 160	52 000	56 200	60 400	64 550	68 750
池容单价设定/元/m ³	310	310	310	300	300	296
池容造价/万元	1 461.96	1 612	1 742.2	1 812	1 936.5	2 035
相对 BOD ₅ =140 池容增幅/%	0	10.26	19.16	28.07	36.76	45.78
相对 BOD ₅ =140 池容差价/万元	0	150	280.2	350	474.5	573

NH₃—N、TP 等,其中进水 BOD₅ 参数对生物反应池容积计算关系较大。传统活性污泥法、A²/O 法、氧化沟、SBR 等工艺设计中,BOD₅ 参数值与反应池容积均成正比。在污泥负荷、混合液悬浮固体平均浓度及泥龄取值允许范围内,BOD₅ 取值的大小直接影响生物反应池的容积。如采用硝化、反硝化方式,氨氮参数又对生物反应池的曝气量影响较大,相应也对曝气设备数量、鼓风机参数的确定有直接关系。

参考有关污水处理厂初步设计文件及对已完工的二级污水处理厂投资数据分析归纳后,发现二级生物处理构筑物及相关设施的土建、设备和安装工程费之和,占污水处理厂工程费比例较大。氧化沟工艺的上述投资占第一部分工程费的 27%~32%,传统活性污泥法及 SBR 等工艺占 40%~42%。同时进水 BOD₅ 的参数确定又对相应有机机械设备功率、电气设备、生产性建筑物的土建面积、设备的安装费也有影响。

1.1 对反应池池容及造价的影响

例如:某二级污水处理厂设计规模 $Q=60\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$,污水处理采用 SBR 工艺,日变化系数 $K_d=1.2$,进水 BOD₅ 为 140~210 mg/L,氨氮为 24~30 mg/L;出水水质确定为 BOD₅ 20 mg/L,氨氮 15 mg/L。污水处理工艺选用 SBR(DAT-IAT)系统处理,污泥负荷取 $0.07\ \text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$,MLSS 取 $3.5\ \text{g/L}$ 时,进水 BOD₅ 取值对池容大小、投资的影响见表 1。

从表 1 可看出进水 BOD₅ 值的确定对池容影响最大达 45.78%。对投资影响最高差价达 573 万元。

1.2 对曝气装置数量的影响

不同进水 BOD₅ 值(140~210 mg/L)和 NH₃—N

(24~39 mg/L)对曝气设备的数量及投资也会造成影响。按以上所举工程实例计算后得出当曝气装置选用直径 $D=215\ \text{mm}$ 盘式曝气器时,DAT 池曝气器数量为:①BOD₅ 140 mg/L,NH₃—N 24 mg/L 时,曝气盘为 4 747 个;②BOD₅ 210 mg/L,NH₃—N 39 mg/L 时,曝气盘为 9 436 个。而 IAT 池曝气器数量为:①BOD₅ 140 mg/L,NH₃—N 24 mg/L 时,曝气盘为 6 390 个;②BOD₅ 210 mg/L,NH₃—N 39 mg/L 时,曝气盘为 12 702 个。其设备投资如按每个曝气头综合单价 165 元(包括设备、安装、管路,不包括搅拌、推流、污泥泵)计算,其造价增幅可达 95%~100%。

1.3 对鼓风机选型及数量的影响

不同进水 BOD₅ 值对确定鼓风机参数及设备数量也有较大的影响,相应会影响设备购置费的高低。经计算,当 BOD₅ 取值在 140~210 mg/L,NH₃—N 值在 24~39 mg/L 时,每台鼓风机风量参数变化范围为 $5\ 355\sim10\ 646\ \text{Nm}^3/\text{h}$,约需要配置同参数的风机 4 台,如设备采用离心式鼓风机,其设备单价每台 60 万~90 万元。总设备费 240 万~370 万元,详见表 2 数据。

表 2 鼓风机设备费估算

进水 BOD ₅ 取值/ mg/L		140	154	168	182	196	210
设备 费用 /万元	NH ₃ —N 24 mg/L	240	240	240	280	290	300
	NH ₃ —N 27 mg/L	240	240	280	285	290	300
	NH ₃ —N 30 mg/L	240	260	285	290	290	320
	NH ₃ —N 33 mg/L	260	280	285	290	320	325
	NH ₃ —N 36 mg/L	280	285	290	300	320	370
	NH ₃ —N 39 mg/L	285	290	290	310	320	370

综合以上对构筑物池容、曝气设备及管路、鼓风机设备的影响,其综合造价的影响数据最大值为 46.95%,费用最大差值为 885 万元。

表3 不同进水 BOD₅ 取值各类污水处理厂的投资分析

设计规模 /万 m ³ /d	单位污水投资/元/m ³						
	140 mg/L	150 mg/L	154 mg/L	168 mg/L	182 mg/L	196 mg/L	210 mg/L
1~5	1 250~1 025	1 350~1 120	1 400~1 180	1 480~1 250	1 550~1 290	1 650~1 360	1 750~1 450
5~10	1 025~870	1 120~950	1 180~1 000	1 250~1 050	1 290~1 100	1 360~1 160	1 450~1 260
10~20	870~752	950~820	1 000~850	1 050~900	1 100~950	1 160~1 050	1 260~1 110

注:均为达到二级出水标准的造价分析。

如考虑鼓风机房土建费增加、设备功率的加大对电气设备配置的影响以及管路闸阀相应变化因素和安装工程费等,其影响幅度会更高。

汇总以上各分析数据可以看出,当一个污水处理厂立项后进入可行性研究报告编制阶段时,其进水水质参数的确定是很关键的环节。并且可研阶段所确定的进水水质是初步设计阶段的重要设计依据,对工艺参数的确定及造价更有着直接影响。

2 进水水质对投资估算造价指标的影响

现行国家颁发的污水处理厂建设标准中各类别污水处理厂建设规模控制投资指标是以进水 BOD₅ 150 mg/L,出水 BOD₅ 20 mg/L 为基础制定的。由于各类规模污水处理厂进水 BOD₅ 参数与建设标准 BOD₅ 数值不一致,因此对其造价指标有一定的影响。结合上述分析数据可估算出大、中、小规模污水处理厂在进水 BOD₅ 140~210 mg/L 范围内投资单价的变化幅度,见表3。

从表3可看出,BOD₅ 从 140~210 mg/L 时最高增幅达 30% 左右。

3 进水水质参数的确定

综合以上各方面客观和主观因素,目前在污水处理厂工程建设中,对进水水质参数的确定不尽合理,主要是取值过于保守偏大。污水处理厂进水水质参数确定过高或过低,均对工程投资有所影响,参数过高会加大投资,造成不必要浪费,并且建成后会出现构筑物及设备闲置,增加运行成本;参数过低会造成污水处理达不到预期效果,出水水质不达标,造成土建及设备的二次改建,增加不合理投资。

污水处理厂进水水质参数在确定时存在以下问题:

(1) 无水质监测数据,采用相似地域(市、县)的水质指标。

(2) 只有很少监测数据且不是全年连续监测数

据,据此推断进水水质参数。

(3) 所采用水质数据为个别不典型出水口水质资料。

(4) 对工业废水排放及影响进水水质因素的调研分析不够深入。

(5) 对远期水质变化因素分析力度不够。

(6) 原有合流制管道污水水质对拟建污水处理厂进水水质的冲击影响以及山区地下水和地表浅层水对进水水质的影响分析不足。

4 建议及对策

(1) 建议各级环保部门加强对污水水质监测力度,并积累水质监测数据,为污水处理厂建设提供准确可靠水质依据。各建设单位(主办单位)凡申请污水处理厂工程立项,在可行性研究报告编制阶段,应提交给编制单位有工程所在地环保部门盖章的连续监测具有代表性水质监测数据。

(2) 各审批(审查)部门在对污水处理厂工程批复时,其批复文件应增加进水水质数据及出水水质标准内容。

(3) 建设单位应尽可能提供工程所在地污水汇集范围的各点源生产废水排放量、排水出口及水质情况表。

(4) 设计单位应对建设地域的排水体制、水质、远期预测进行深入调研分析,做到科学、合理地确定符合工程所在地的进水水质参数。

(5) 设计单位对没有进水水质监测数据的污水处理工程项目应扩大调研,采集数据,合理分析确定水质参数,尽量不采用相似地域或类似市、县的水质数据。

8. 通讯处:300070 天津市和平区卫津路 73 号嘉利中心

E-mail:haoyufan@eyou.com

收稿日期:2008-07-17

修回日期:2009-03-27

作者：[郝宇](#)，[郝振明](#)，[Hao Yufan](#)，[Hao Zhenming](#)
作者单位：[郝宇, Hao Yufan \(天津市水工业工程设备有限公司, 天津, 300070\)](#)，[郝振明, Hao Zhenming \(天津市市政工程设计研究院, 天津, 300051\)](#)
刊名：[给水排水](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名：[WATER & WASTEWATER ENGINEERING](#)
年，卷(期)：2009，35(7)
被引用次数：0次

相似文献(10条)

1. 学位论文 [明丹](#) [武汉市三金潭污水处理厂工艺方案比选研究](#) 2006

本课题主要是通过采用基于最大熵的组合分析评价方法对三金潭污水处理厂的污水处理方案进行比选以确定合理的方案，为决策和设计部门具体实施提供决策和设计的依据。

针对目前方案比选中存在着的问题，以武汉三金潭污水处理厂的方案比选为例。通过对国内外较为常用的几种城市污水处理工艺的分析，并根据三金潭污水处理工程的具体情况及确定的设计水质参数，选取具有强化除磷功能的处理工艺，该工程提出了三种工艺流程方案进行全面比选，即方案一：A/O(厌氧/好氧)生物除磷工艺；方案二：普通曝气法+化学除磷工艺；方案三：化学-生物联合絮凝强化一级处理工艺；通过一系列的常规的基于经验法的对比，确定方案一。另外，本文总结出了对污水处理厂设计和运行中各影响因子，利用最大熵原理建立起了方案比选系数与这些因子和权重的关系式，基于三角分布的原理确定对以上三种方案中各因子不同的影响权重并结合关系式计算出比选系数的概率数值，该值越大表明方案实施的可能性越大，根据计算发现，三种方案的熵值概率分别为0.4757，0.4449，0.4078。因此经基于最大熵原理的比选方法确定的是方案一。

2. 会议论文 [郝振明](#)·[郝宇璠](#) [污水处理厂水质参数对工程造价影响分析](#) 2008

分析污水处理厂进水水质(BOD5)对污水处理工程造价的影响及对造价指标的核定,提出应注意的问题及建议。

3. 期刊论文 [罗婷](#)·[梁佳斌](#) [污水处理厂设计中进、出水水质参数的确定](#) -[天津建设科技](#)2006, 16(z1)

主要针对在设计工作中,污水处理厂进、出水水质参数选取不很准确而影响污水处理厂实际运行效果.根据在设计工作中多年的经验,作者提出了参数确定的原则.

4. 学位论文 [宋英琦](#) [活性污泥系统水力-生物耦合模型建立及其应用研究](#) 2007

随着水污染的日益严重,水中污染物质的去除得到了高度重视.目前,国内水污染控制中水处理工程的设计以及污水处理厂的建设运行管理都根据过往的调试经验进行,将耗费大量人力物力,因此通过计算机仿真程序对污水处理过程进行模拟从而为污水处理工程的设计以及运行管理提供优化方案是大势所趋.当前污水处理工程的主要方法为活性污泥法.国际上有包括国际水协ASM课题组、UCT课题组以及EAWAG、TUDP等多个课题组致力于活性污泥模型的研究.EAWAG、TUDP分别推出的ASM3 Bio-P模型和TUDP模型都可以模拟营养物质全去除过程,比较具有代表性,但这些模型都属于均质模型,无法反应污染物随水流方向的变化趋势.

为了更符合污水处理实际情况,本研究基于ASM3模型和TUDP模型,根据微生物耦合机理,改进生物模型,添加抑制形式的开关函数,耦合其他模型的较优部分得到ATCM(ASM3 TUDP CouplingModel)模型.通过对水力场的推导,建立水力场控制方程和边界条件,将水力模型与生物模型耦合,得到水力、生物耦合模型HBCM(Hydraulic Biological Coupling Model).

采用数值解法中的有限元法对HBCM模型进行求解.使用MATLAB语言建立活性污泥系统AAO工艺的模拟程序.该程序可模拟AAO工艺的厌氧池、缺氧池、好氧池的生化反应和污染物随流场一维方向的变化,并可直观地通过图形看到污染物随时间和空间的变化过程.本研究中HBCM模型的校核工作是是德清县狮山污水处理厂AAO工艺的工艺参数、水质参数的基础数据开展.AAO工艺的工艺参数由污水处理厂设计资料以及管理资料提供.同时,本研究在德清污水处理厂开展了连续三十日的水质监测工作.模型参数沿用国际推荐的默认值.经过校核,数值模型与实际情况较吻合.

将校核后的模型应用于德清狮山污水处理厂污水处理过程优化运行管理的研究,改变不同工艺参数、流量和进水水质参数,模拟污7物质去除过程,预测污水出水水质,提出德清污水处理厂污水处理过程优化运行的改进方案.

5. 学位论文 [张本法](#) [工业污水处理过程控制与建模研究](#) 2007

随着我国经济的高速发展,环境保护已经是一个突出的需要重视的问题.污水处理在环境保护中又是一个最重要的环节.同时随着计算机技术和我国污水处理工程迅速发展,对污水处理过程自动化程度要求不断提高,利用先进的控制技术和设备对污水处理过程进行监控是非常必要的.同时,由于污水过程的高度非线性、进水量等参数随机变化很大以及生物传感器的缺乏,使一些重要变量(例如生物需氧量和化学需氧量)还没有成熟的经济的在线测量设备,这样对污水处理过程进行建模的研究就有着重要的意义.

本文以无锡某工厂污水处理系统为背景展开,开发设计了一套基于工业以太网和PROFIBUS总线的污水处理自控系统.控制系统的设计分为三个部分:

电气部分:根据污水处理工艺要求设计了设备的电气控制线路,主要包括设备的启停控制、状态指示、故障处理以及系统信号的采集.

PLC程序的开发:确定了各个分系统控制要求,首先对各个分系统进行编程,在进行整体的程序调试.

上位机监控软件WinCC的开发:按照污水处理流程开发了污水处理设备的监控画面,建立了设备控制操作画面、设备状态监视画面、水质参数的数据库及水质参数的实时曲线.开发了用于报警监控的报警界面完成了系统实时报警功能,实现了全厂生产报表的自动生成与打印功能.对每一个界面都有其图形设计画面和运行画面,完全利用了WinCC的强大组态功能,更加方便了污水处理厂的监控.

最后用基于支持向量机的软测量技术解决污水处理过程中出水水质参数的难测问题.将软测量技术应用于污水处理过程,建立出水水质参数的软测量模型,以解决水质参数只能通过人工化验来确知的问题,最终实现出水水质的预测.本文以实际的污水处理过程的测量数据在MATLAB环境下进行了仿真,说明此种方法的有效性.

6. 期刊论文 [邓军](#)·[龙艳琼](#)·[Deng Jun](#)·[Long Yanqiong](#) [德国污水处理厂进水水质参数分析](#) -[市政技术](#)2009, 27(5)

研究分析了2004年德国各地污水处理厂的进水水质参数,发现其进水水质虽然各个地区之间不尽相同,但各地相应进水水质参数的比值却趋于某一个定值.应用最小二乘法对相关参数进行分析,结果显示BOD5与CODCr, TN, TP的比值分别为0.48、6.61和33.04 mg/mg,表明德国污水处理厂的进水可生化性好,且满足生物脱氮除磷的要求.

7. 学位论文 [欧彩丹](#) [东莞市市区污水处理厂两种工艺的对比研究](#) 2006

目前我国城市的污水处理厂采用的工艺大多是生物法,常用的生物法包括A-O工艺、A-A-O工艺、氧化沟工艺、AB工艺、SBR工艺、生物膜工艺、高压膜工艺等.对各种工艺的对比研究主要集中在A-A-O工艺与SBR、CAST、氧化沟等工艺,而对A-O工艺和A-A-O工艺的对比研究较少.本文针对东莞市市区污水厂的水质,对两种工艺A-O和A-A-O进行了一系列的经济分析以及效果分析.

本文对A-O和A-A-O工艺进行了工程投资估算分析.通过测定两种工艺出水的水质参数BOD、COD、TN、TP,对比分析两个工艺的总处理效果.在缺氧池(二期)、厌氧池和生物池中,研究水样的NO3-N、NO2-N、TP、DO、pH以及碱度随着时间的变化规律,探讨了聚磷菌,硝化菌,反硝化菌的微生物学特征,分析了池中污水脱氮除磷的机理及其影响因素.

得出以下结论:

- (1) A-A-O系统的工程投资比A-O系统的工程投资高出211.9万元。
- (2) A-O系统与A-A-O系统每天消耗的电能相差不多，A-O系统消耗电能比A-A-O系统稍高一点。
- (3) 两种工艺的BOD去除效果都相当的好，出水BOD分别都达到了国家一级标准，但是相比之下，A-O工艺BOD去除率较A-A-O工艺BOD去除率高。
- (4) 两种工艺的COD去除效果都相当的好，出水COD都很低，达到了国家一级标准，但是相比之下，A-O工艺COD去除率还是较A-A-O工艺COD去除率高。
- (5) 两种工艺的TN去除率都不太理想，不过两期出水TN也都能达到国家一级的标准，A-O工艺TN去除率较A-A-O工艺TN去除率高。
- (6) 两种工艺的TP去除效果较差，一期的平均出水TP还没达到国家一级标准，二期也不能保证每天的出水都能在1mg/L以下，但是相比之下，A-A-O工艺TP去除率较A-O工艺TP去除率高。

总的来讲，A-O系统去除有机物和脱氮的效果都比A-A-O系统好，A-A-O法只在总磷的去除上有较好的效果，所以总的来说，在东莞市排放污水的处理效果上，A-O法优于A-A-O法。并且从建设投资来看，二期投入资金比一期多，这与所期望的二期处理效果不成正比。

8. 期刊论文 顾建新. GU Jian-xin 污水处理中大肠杆菌菌群数及其参数研究 -武汉理工大学学报2005, 27 (12)

依据污水处理厂的进水、曝气池、厌氧池、好氧池以及二沉池5个处理单元中水体的大肠杆菌菌群数以及常规水质参数(COD、SS、pH、温度)检测数据,分析了大肠杆菌菌群数与水体理化参数间的关系,得出以下结论:大肠杆菌生长的最适温度为25~40 ℃;有利于大肠杆菌生长的pH值在6.5~7.5之间,而最佳生长的pH值为7.2;COD值较高和SS含量高的水体中大肠杆菌菌群数也较多。

9. 学位论文 狄晓东 工业污水控制系统的设计 2009

随着我国经济的高速发展,环境保护已经是一个突出的需要重视的问题。污水处理在环境保护中又是一个最重要的环节。同时随着计算机技术和我国污水处理工程迅速发展,对污水处理过程自动化程度要求不断提高,利用先进的控制技术和设备对污水处理过程进行监控是非常必要的。同时,由于污水过程的高度非线性、进水流量等参数随机变化很大以及生物传感器的缺乏,使一些重要变量(例如生物需氧量和化学需氧量)还没有成熟的经济的在线测量设备,这样对污水处理的过程控制进行研究就有着重要的意义。

本文以无锡某工厂污水处理系统为背景展开,开发设计了一套基于工业以太网和PROFIBUS总线的污水处理自控系统。控制系统的设计分为三个部分:

电气部分:根据污水处理工艺要求设计了设备的电气控制线路,主要包括设备的启停控制、状态指示、故障处理以及系统信号的采集。

PLC程序的开发:确定了各个分系统控制要求,首先对各个分系统进行编程,在进行整体的程序调试。

上位机监控软件WinCC的开发:按照污水处理流程开发了污水处理设备的监控画面,建立了设备操作、设备状态与水质参数的数据库及水质参数的实时曲线,实现了全厂生产报表的自动生成与打印功能。对每一个界面都有其图形设计画面和运行画面,完全利用了WinCC的强大组态功能,更加方便了污水处理厂厂的监控。

SBR污水处理是一个复杂的大滞后的生化反应过程,如果通过机理的方法,建立精确的数学模型是很复杂的,而采用一般的控制方法,大滞后问题又很难被解决。为了避开繁琐的建模过程和解决系统滞后问题,本系统采用模糊PID控制方法,结合了模糊控制方法的动态性能和PID控制算法的稳态性能。

10. 学位论文 刘克天 城市生活污水处理电气自控系统的设计与实现 2006

随着城市的快速发展,环境问题显得日益重要。废水是破坏环境的一个主要的因素,目前中国污水处理自控系统相对落后,污水处理成本居高不下,污水厂排放的处理过的污水的水质不稳定,所以如何建立有效的自控系统,优化运行效果,减少运行费用,具有重要意义。

本文以重庆市城南污水处理厂的改造为背景展开,开发设计了一套基于工业以太网的污水处理自控系统。论文主要从以下三个方面展开了工作:
设备的电气控制:根据污水处理要求设计了设备的电气控制与自动控制的线路,主要包括设备的启停控制、状态指示、故障处理以及系统信号的采集;

下位机的开发:确定了系统控制站的划分方式,根据污水处理工艺要求编制了PLC控制程序,提出了利用系统内部文件来优化程序和节约系统资源,解决了利用PLC来统计污水厂流量和增压泵运行时间的问题;

上位机监控软件的开发:按照污水处理流程开发了污水处理设备的监控画面,建立了设备操作、设备状态与水质参数的数据库及水质参数的实时曲线,完成了系统实时报警功能,实现了全厂生产报表的自动生成与打印功能;

经过一年时间的调试与运行,系统运行稳定,污水厂处理的污水的水质稳定并且达到了国家一级标准,降低了污水的处理成本,达到了预先的设计要求。

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsps200907010.aspx

授权使用: 中国石油大学(华东)图书馆(zgsydxhdtsg), 授权号: 74821c7b-1b7a-4a3e-bdee-9f0b01698259

下载时间: 2011年6月23日