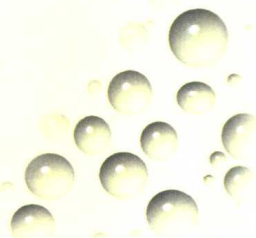


废(污)水处理工程技术论文集

北京市环境保护科学研究院 编

中国环境科学出版社



废(污)水处理工程技术论文集

北京市环境保护科学研究院 编

中国环境科学出版社

·北 京·

图书在版编目(CIP)数据

废(污)水处理工程技术论文集/北京市环境保护科学研究院编. - 北京:中国环境科学出版社,1998.12

ISBN 7-80135-624-1

I. 废… II. 北… III. ①废水处理-文集 ②污水处理-文集 IV. X703-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 26424 号

中国环境科学出版社出版发行
(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)
化学工业出版社印刷厂印刷
各地新华书店经售

*

1998 年 12 月第 一 版 开本 787 × 1092 1/16

1998 年 12 月第一次印刷 印张 10 1/4

印数 1-600 字数 243 千字

定价:16.00 元

主 编：田 刚

副主编：夏恒霞 金冬霞 卞有生

编 委：秦大唐 吴 玉 李日新 王 磊

司亚安 李占芳 杨 明 陆小为

李建民 刘宁川

'97 北京废(污)水处理工程技术讨论会 会议文集出版介绍

国家科委社会发展司、国家环保局开发监督司和国家城市环境污染控制工程技术研究中心于1997年8月12—15日在北京召开了“'97北京废(污)水处理工程技术讨论会”。这次会议共收到论文60余篇,其中在大会上报告的有46篇。这些论文从理论探讨、技术研究、工程实施和运行管理等各方面反映了当前我国在废(污)水处理方面的现状和未来发展趋势。会议和论文具有以下几个特点:

1. 理论紧密结合实际,特别重视实际运行结果;
2. 反映了当前我国废(污)水处理的最先进技术和最新研究成果;
3. 论文报告从技术的应用到运行管理具有广泛的代表性(会议代表来自全国十多个省和几十个大中城市,基本上反映了我国当前的废(污)水处理状况)。

因此,该次会议不仅受到与会者的欢迎,也得到有关领导的充分肯定。普遍认为这次会议是我国近几年来少有的一次既具先进性、实用性又具广泛性的一次会议。会议期间,代表们一致要求出版会议文集,未出席会议者也来函索要会议论文,可以预料,文集的出版,一定会受到读者的普遍欢迎。

主 编 介 绍

田刚 现任北京市环境保护科学研究院副院长,国家城市环境污染控制工程技术研究中心常务副主任,1982年毕业于中国纺织大学,1990年获环境工程工学博士学位。

田刚同志长期从事环境工程的理论与实际技术的研究,特别在工业废水处理方面有较深的理论造诣和较高技术水平。多年来,主持完成了各种不同基础的工业废水治理项目几十余项。多次获各级科学技术进步奖。先后发表论文十几篇,获技术专利3项,在国内环保工程界有较大的影响。

前 言

水是人民生活和国民经济建设不可缺少的自然资源。随着工农业生产的发展和人口的增长,各种生活、生产活动对水环境所造成的污染正在不断加剧,工业发达城镇和乡镇工业集中地区附近水域的污染尤为突出。水资源紧缺及水污染严重,已成为当前世界各国,特别是发展中国家城镇经济持续发展的严重障碍。

近 30 年来,我国在水污染防治方面已开展了大量的研究工作,相当一大批新技术、新设备陆续问世,许多新工艺、新流程已应用于生产实践,还出现了不少示范性的工程项目。为了进一步促进我国水污染防治工作的开展,及时总结和交流我国多年来在水污染防治方面的科技成果和工程设计、运行管理经验,北京市环境保护科学研究院受国家科委社会发展司、国家环保局开发监督司的委托,于 1997 年 8 月,在北京共同主办了“'97 北京废(污)水处理工程技术研讨会”,现将此次研讨会上所发表的文章汇编成论文集,以便大家学习、交流。限于编写人员的水平,本书疏漏错误之处在所难免,敬请读者指正。

目 录

技术研究

水污染物处理和污水回用关键技术选择研究	马世豪 何星海 聂桂生 (3)
活性污泥的动力学设计方法应用探讨(反应时间的计算)	邬扬善 (8)
活性污泥糖类物质代谢与其除磷能力的关系	冯生华 刘延华 (14)
工业废水总程平衡治理技术的研究与应用	田刚 杨明 刘宁川 (17)
再论厌氧(水解)与好氧生物处理工艺——理论探讨与应用实践	王凯军 (21)
精对苯二甲酸生产废水处理技术研究	李刚 申立贤 (26)
常温厌氧(UASB)处理城市污水的特性研究	杜兵 王晓惠 申立贤 (30)
曝气生物滤池处理生活污水的研究	李汝琪 孔波 金冬霞 孙长虹 (37)

工程实施

UASB 技术的开发与工程化设备化	申立贤 杜兵 (45)
城市污水回用于钢铁工业的实践	兰淑澄 司亚安 冉廉 (50)
可口可乐生产废水治理工程设计与运行	田刚 李占芳 李建民 陆小为 (55)
大新皮革有限公司废水治理	刘国信 叶康钰 (59)
采用两级气浮串联接触氧化工艺处理高浓度冰淇淋生产废水	张翼飞 (63)
新疆阿图什市城市污水土地处理工程	段振渤 何佛元 秦宵黎 (68)
污水毛管渗透系统示范工程研究	田宁 (72)
北京西客站中水处理工程设计	鲍鸿仪 (76)
油脂厂含油废水治理研究与设计	郝醒华 郝锦生 王冬香 (79)
联片集中处理纺织印染废水	郭茂新 (82)
过滤—生物活性炭技术处理洗浴污水	司亚安 兰淑澄 陈淑桂 (87)
涂料废水处理工程性试验研究	叶康钰 刘国信 贺世群 (92)
中小型印染废水集中治理工程技术分析	李占芳 田刚 陆小为 杨明 (96)
卷式反渗透法处理镀镍废水回用技术	刘静玮 王宝清 (100)
印染废水总程平衡治理技术工程设计与运行	杨明 吴玉 刘宁川 田刚 (104)
合成洗涤剂废水处理工程设计实验研究	秦永生 韩秀钧 夏恒霞 (108)

解决焦化废水中氨氮问题初探	仲崇磊 (112)
超过滤技术与水回用	王宝清 刘静玮 (116)
南口机务段含油废水治理工程	刘宁川 陆小为 武江津 (120)
稳定塘在肉食品加工废水处理中的应用	程胜高 任津 高速进 (124)

运行管理

污水生物处理过程的自动化	唐建国 林洁梅 (129)
施工废水处理工程的设计和运行	李建民 田刚 李占芳 丁庭华 (134)
上流式厌氧污泥床处理山东景芝酒厂酒精废水	杜兵 齐文玉 申立贤 杨瑞宗 (138)
水解(酸化)—好氧工艺在昌吉市水质净化厂的应用	贾立敏 曹文忠 (141)
乡镇工业废水集中治理工程的建设与管理	许秧南 周福南 (144)
可乐废水处理工程活性污泥膨胀的控制	丛者愚 姚柏龄 (148)
浅谈总程平衡技术在治理漂染废水中的运行管理	宋来敬 江世竹 尹文修 (151)

技 术 研 究

水污染物处理和污水回用关键技术选择研究

马世豪 何星海 聂桂生

(北京市环境保护科学研究院)

一、目的意义

水污染防治和污水资源化近 20 年来一直受到国家和各地环保、城建和各工业部门的极大重视,在教学、科研、开发和产业等方面取得很大进展,大专院校和科研设计单位通过“六五”、“七五”、“八五”攻关和其它项目开发,取得了一批高水平的科技成果,投资建设了数以万计的工业废水和城市污水治理项目,环保设备生产企业发展如雨后春笋,目前已超过 2 万家。在 80 年代初期,我国环保投资约 20 亿元,1993 年上升到 200 亿元,“九五”期间逾达到 2000 年环境目标尚需投资 2600 亿元,平均每年需投资 400 亿元。全世界每年用于环境保护的投资估计达 2000 亿美元。因此环境保护也是一个具有潜力和巨大竞争力的充满活力的市场。欧美和日本等发达国家在环境污染治理技术方面已经处于领先地位,而且在治理本地区污水、污水再利用和污水资源化方面研究开发了一系列改进技术、高新技术和环保设备,已经达到了标准化、实用化、成套化、系统化。这些技术、产品、设备正在源源不断地以不同形式占领我国市场。另外,国外一些严重污染的企业也想设法向包括我国在内的发展中国家转移,致使我国的水环境与持续发展问题面临愈来愈严峻的形势。

(一)我国污水治理和水资源化方面的主要问题

(1)水资源短缺和水污染严重,特别是城市污水处理率低(仅为 5.5%),欠帐多,已经成为影响我国城市水环境的重要污染源;

(2)工业废水治理设备运转达标率低(处理达标率为 50%—65%);

(3)高浓度难降解有机废水治理投资费用高,治理有一定难度;

(4)五小工业(小造纸、小化肥、小化工、小农药、小染料等)污染严重;

(5)研究成果转化率低;

(6)环保设备生产规模小,质量差,在设备标准化、系列化、配套化等方面存在较大问题。

(二)本研究的目的

根据我国经济发展和环境保护需求,结合我国环境保护最新研究成果和国际环境保护技术水平和发展趋势,提出我国水处理和污水再生利用关键技术,为技术开发和环保产业发展提供投资导向;为制订“九五”乃至 2010 年环境保护技术开展规划提供依据;为环境保护工程中心建设发展提供技术依据,促进科研成果转化为产品;为加强环境保护技术国际合作和交流提供技术依据,为实施 21 世纪议程规划目标提供技术保证。

二、关键技术筛选的原则、依据和入选准则

(一)原则和依据

环境保护关键技术筛选研究的目的是通过广泛调研、查询和研究,弄清我国环境保护技术和发展概况,跟踪国内外技术发展新动向,明确哪些技术是正在研究的技术,哪些技术成果需要开发,从需求领域、环境要素和治理技术三方面选择确定我国环境保护关键技术,其基本原则和依据是:

(1)该技术是针对目前急需的环境领域和环境要素的技术,可以在解决我国目前环境问题起重要作用。

(2)该技术应该是高新技术,对推动我国科技成果的转化,发展环保产业具有潜在的支持能力。

(3)该技术应该具有通用性和带动性,此技术的发展可以带动一批企业的发展,是具有市场前景的技术。

(4)从发展阶段来看应该是处于开发阶段或推广阶段的技术,从科研角度看应具有中试以上的研究成果,处于开发推广阶段的技术,从引进角度看是国外已经成熟的先进技术。

(5)关键技术应该创造环保产业发展的新的增长点,增强我国环保产业的国际竞争力。

(6)筛选关键技术应结合我国国情,应该按我国的环境发展规划、环境政策法规标准,为实现我国 2000 年以至 2010 年环境目标与九五规划目标服务。

(二)关键技术入选准则

1. 环境保护关键技术定义

环境保护关键技术是指对解决我国环境污染问题和促进经济持续发展具有重要意义的、处于技术开发和推广阶段的、具有竞争力的污染控制技术。

根据污染控制技术特点,其技术可分为两类,其一是针对某环境领域急需的关键技术,这里的环境领域指某种行业或某类污染物,如高浓度有机废水处理技术等,一般需要一种或多种单元处理技术组合;其二为通用技术的关键技术,简称关键通用技术或单元技术,是某一工艺过程的核心部分,对该技术的开发和应用可带动相关技术的发展。水污染控制与再生利用关键技术主要是指关键的单元技术。

2. 评价指标

(1)对环境保护领域按其急需程度分 3 档评分:

A、急需 B、较急需 C、需要

(2)对关键技术和关键技术备选清单的评价指标分为 5 个评价指标,分别按 A、B、C 3 个档次打分(如下表):

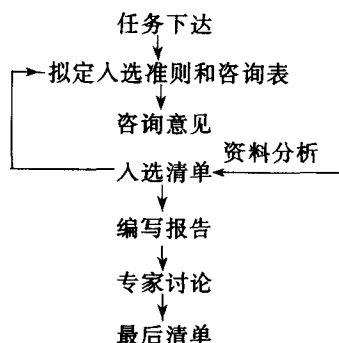
序号	评价指标	A	B	C
1	技术有效性	该技术应用面广,通用性好	较好	一般
2	技术成熟度	国内外正在大力开发的技术	待推广的技术	已成熟的技术
3	技术先进性	国际先进水平	国内领先	国内先进
4	费用有效性 (环境效益与投资比)	有较大经济效益或投资小, 费用低,适合国情	较好	一般
5	实用化时间	近期或在 3—5 年内可实用化的技术	5—10 年可实用化的技术	15 年内可实用化的技术

三、关键技术选择方法程序

(一)环境保护关键技术选择研究工作程序(见下图)

(二)关键技术征询意见表设计

首轮环境保护关键技术专家意见征询表内容包括:专家数据库、填表说明、评价指标、关键技术评价表和关键技术建议书等。水污染物控制关键技术评价表的内容包括 4 部分:



(1)列出石油化工、造纸等 40 个主要工业废水和城市污水等共 44 个环境领域,就上述 44 个环境领域对关键技术的急需程度按评价指标 A、B、C 打分;

(2)对各环境领域,即 44 种不同的废水选择 3 种关键处理技术并分别按照所列出的 5 个评价指标(技术有效性、技术成熟程度、技术先进性、费用有效性和实用化时间)打分;

(3)请专家提出推荐的水污染控制关键通用技术,并按照上述 5 个评价指标打分;

(4)提出推荐的环境保护关键技术建议书。内容包括:项目名称,技术描述,选择依据,发展趋势和开发目标等。

第二轮环境保护关键技术专家意见征询表设计是根据首轮环境保护关键技术专家意见征询表的统计结果,结合国内外技术发展情况,提出水污染控制关键技术备选清单,对备选清单所列项目和内容按上述 5 个评价指标打分,另外还可推荐技术提供单位。

(三)召开会议

召开《环境保护关键技术选择研讨会》,针对环境保护关键技术入选清单和内容以及研究方法等请各方面专家进一步研讨,直接听取专家意见,根据专家意见,对入选清单进一步调整充实。

四、关键技术筛选结果

(1)本次筛选研究进行了 2 次征询意见表函调,1 次关键技术研讨会。填写专家征询意见调查表的专家教授 104 人(其中:教授 19 人,副教授 4 人,研究员 16 人,副研究员 7 人,教授级高工 16 人,高工 41 人。学历分布:博士 1 人,硕士 10 人,大学 92 人,中专 1 人。所学专业:给排水 20 人,环保 32 人,化学化工 25 人,其他 27 人。单位性质:大专院校 23 人,科研单位 54 人,管理机关 21 人,公司 6 人。地区分布:北京 50 人,上海 7 人。天津 6 人,广州 6 人,江苏 1 人,浙江 1 人,西北 6 人,东北 6 人,其它地区 6 人)。

(2)首轮专家意见征询表共发出 300 份,收回 120 份,提出环境保护建议书 44 项,其中:水处理 23 项(生物处理技术 8 项,膜处理技术 6 项,化学处理技术 5 项,活性炭吸附技术 2 项,臭氧及电化学氧化技术 2 项),数据全部输入计算机,进行统计筛选排序。通过对环境领域打分的统计排序结果,得出了急需的环境领域,通过对各领域所需处理技术评价打分结果统计排序,结合其它资料的综合分析,提出环境保护关键技术备选清单。

(3)第二轮专家咨询表主要是列出首选的环境保护关键技术清单,提出《污水处理和再利用关键技术清单》共 16 项,技术内容近 50 项。

(4)召开《环境保护关键技术选择研讨会》,针对环境保护关键技术入选清单和内容以及研究方法等请各方面专家进一步研讨,直接听取专家意见,根据专家意见,对入选清单进一步调整充实。

(5)最后,确定入选的环境保护关键技术清单和关键技术说明。

通过最后统计和研究筛选,提出《环境保护关键技术清单》,其中:污水处理及回用关键技术 5 项,技术内容 20 项。

五、污水处理及回用关键技术清单

序号	关键技术	技术内容	主要开发项目
1	生物处理技术	生物脱磷脱氮技术	AO、AAO 城市污水脱磷脱氮
			AO、AAO 焦化污水脱氮
			AB 法处理城市污水
			SBR 法处理成套技术
			深井曝气处理制药废水
		高效厌氧处理高浓度有机废水和难降解有机物	UASB 处理酒精、味精废水成套技术
			UASB 处理啤酒废水成套技术
			新型高效厌氧反应器开发
		酸化水解好氧处理污水新技术	酸化水解好氧处理城市污水新技术
			酸化水解氧化塘污水处理适用技术
			酸化水解好氧生物炭处理印染废水新技术
		膜生物反应器开发	高效厌氧膜生物反应器
			高效好氧膜生物反应器
			膜生物反应器中水示范工程
		高效菌种选育分离浓缩及应用技术	脱色菌选育及处理印染废水
			难降解有机物菌种选育及应用技术
			光化细菌处理炸药废水
			光化细菌处理印染废水
		固定化细胞技术开发应用	固定化细胞技术处理染料废水
			固定化细胞技术处理印染废水
			固定化细胞技术处理农药废水
		DNA 重组技术研究	DNA 重组技术处理重金属污染技术
2	膜分离技术	膜材料和制膜工艺的研究与开发	高渗透聚砜中空纤维膜系制备技术
		低压反渗透复合膜研制开发应用	高纯水制备技术与设备研制
			新型饮料水净化器开发
		膜生物反应器设备开发	膜材料筛选研究
			膜设备开发及清洗技术
		UF 技术研究推广	UF 处理洗毛污水回收羊毛脂
			UF 处理涂料废水回收电泳漆
			UF 处理含油污水
			UF 处理染料废水回收染料
		城市污水二级出水回用于电厂锅炉用水的膜法脱盐技术	砂过滤-活性炭-UF-RO-IE 处理回用于锅炉用水
3	化学混凝及固液分离技术	无机高分子絮凝剂开发	建立 PAS、PACS、PFS 生产厂开发高效絮凝剂、稳定剂、脱水剂
		有机高分子絮凝剂开发	建立高效有机絮凝剂、除油剂、脱色剂生产基地

续表

序号	关键技术	技术内容	主要开发项目
4	活性炭吸附技术	高效气浮成套设备开发	含油废水处理成套设备
			造纸白水回收成套设备
			高效气浮成套设备开发
		活性炭吸附处理微污染和难降解有机废水	活性炭催化氧化处理农药废水
			活性炭催化氧化处理染料废水
		活性炭生物再生技术	生物炭处理印染废水达标排放
		活性炭集中再生和再生炉研制	建立集中活性炭再生处理实验厂
		活性炭纤维深度处理技术	微污染水高度净化研究
			高纯度水预处理
		活性炭微波再生技术	活性炭微波再生炉开发推广
5	化学氧化和臭氧技术	大型高效臭氧发生器开发	大型高效臭氧发生器成套设备研制
		臭氧处理微污染和难降解有机物废水	污染水源活性炭臭氧深度处理成套技术和设备
		催化氧化法处理难降解有机物	催化氧化法处理染料废水
			湿式氧化法处理农药废水
		二氧化氯高效氧化剂开发应用	高效二氧化氯设备研制开发
			二氧化氯在医院污水、中水处理消毒中的应用
		亚临界技术处理难降解有机物研究	亚临界技术处理染料废水
			亚临界技术处理农药废水

活性污泥的动力学设计方法应用探讨

(反应时间的计算)

邬扬善

(北京市环境保护科学研究院)

随着对生物处理这一项技术的深入研究,特别是对污水生物处理的动力学研究,包括酶促反应动力学、细菌增殖动力学、反应器内液流扩散动力学的研究,人们对生物处理的许多内在规律逐渐有所掌握,想改变目前靠经验和试验的办法,也就是要采用反映生物处理过程基本特性的数学模型和实验测定的生物动力学参数进行活性污泥法工艺的定量化设计方法。这一设计方法的关键在于所建立的数学模型要适合于实际处理系统,而且必须提供可靠的生化动力学参数。

目前在这方面在国内外有影响的学者有:埃肯费尔德(Eckenfelder W. W. Jr),麦金尼(ROSS E. Mckinney)、李献文,其他还有劳伦斯(Lawrence A. W.)、麦卡蒂(McCarthy P. L.)、哥莱夫(Grau P.)等,他们的动力学模型各有所长,而且多半侧重于城市污水,如麦金尼、劳伦斯、麦卡蒂等,埃肯费尔德则侧重于工业废水。在城市污水方面的模式相对比较一致,而工业废水由于其废水的复杂性,在规律及参数的变化较多,需要丰富的实践来验证。

作为一个合理的活性污泥法设计步骤应是:明确工程实施的目标,选择活性污泥运行方式,计算反应构筑物的容积,设计反应池构造,设计计算有关的配套设备、设施。限于篇幅和作者的水平,本文仅对一般活性污泥法的反应时间作一探讨。

一、明确工程实施后的目标

这是第一步,工程设计必须按照实施目标来设计,要明确的是以出水水质为目标,还是以总量削减为目标,必须有具体的指标。如 BOD、COD、N、P、SS 等。

二、选定运行方式

对活性污泥来讲,由于其有多种运行方式,因而在设计方法上也就存在很大的差异。选择运行方式是活性污泥法设计的第二步,如何选用,这涉及到很多因素,必须要结合实际情况,如要对水质和水质处理的难度,水量大小,占地要求,操作管理人员水平,设备维护能力,资金和运行费的承受能力,设备产品的供应能力和质量保证条件,施工安装水平等等,有多方面的问题需考虑。

三、确定限制反应物

搞活性污泥法设计,就是依据目标和水质计算反应所需构筑物的大小,主要就是计算曝气池(反应池)的大小,曝气池的大小则由反应速度确定,研究反应速度及对其产生影响的参数,就是反应动力学研究的核心内容。

生物反应是一系列的复杂的串联反应,反应过程中存在着多种不同的反应物,反应速度只取决于最缺乏的反应物的数量或反应速度最慢的反应物,并与该反应物的浓度成正比,该反应称之为限制反应物,即:

$$\text{反应速度} = \text{反应速度常数} \times \text{限制反应物浓度}$$

在污水生物处理中,大致存在着如下两种情况:

第一种情况,在低浓度废水处理如城市污水或高浓度废水处理要求出水浓度很低时,往往遇到的是参与反应的某一步骤中的某种反应物不足,该种反应物即成为限制反应物,甚至某种营养物的不足也可能成为限制反应物。这是污水处理中最常见的情况。

第二种情况,在高浓度废水处理中不要求有很高的出水水质,这时往往遇到的是生物量不足和缺氧,两者之一可能成为限制反应物。

就生物化学反应的级数来讲,反应物充裕时呈零级反应,反应物不足时呈一级反应或多级反应,但只要存在限制反应物,就会呈现为一级反应,只有在废水成分复杂时才呈多级反应的规律,因而可简化反应动力学研究的难度。常见三种一级反应式可推理如下:

$$\frac{ds}{dt} = -K_n S \quad (1)$$

$$\frac{ds}{dt} = -K_a X_a \quad (2)$$

$$\frac{ds}{dt} = -K_{O_2} \cdot S_{O_2} \quad (3)$$

式中, ds/dt ——反应物的反应速度;

K_n ——基质反应速度常数,以基质为限制反应物;

K_a ——生物反应速度常数,以活性微生物浓度为限制反应物;

K_{O_2} ——氧反应速度常数,以氧浓度为限制反应物;

S ——反应器内基质浓度,常以 BOD_5 、 BOD_u 或 COD_u 为基准;

X_a ——反应器内的活性微生物浓度,也可以 MLVSS 计量, X_v 表示;

S_{O_2} ——反应器内的氧浓度。

反应级数简化为一级反应,在城市污水中应用证明是可行的,但在工业废水中由于水中成分的复杂,多种组分,多种菌种的参与,反应速度变化较大,先去除容易分解的物质,然后是难降解物质,反应速度是变化的,还与活性污泥的 MLVSS 及进水的浓度有关。其去除速度公式改变成(Grau P. 1975):

$$\frac{ds}{dt} = -K_n X_v \left(\frac{S}{S_0}\right)^n \quad (4)$$

式中, K_n ——多级反应的速度常数;在零级反应时以 K_0 表示,在一级反应时以 K_1 表示;在二级反应时以 K_2 表示;

S_0 ——投入间隙反应器的反应物浓物,对于连续流可用 S_i 表示;

n ——多级反应的级数,当 $n = -0$ 时为 0 级反应,即反应速度与反应物的浓度无关,仅与 MLVSS 量有关,即转化为公式(2), $K_n = K_a$;当 $n = 1$ 时,为 1 级反应(W. W. Eckenfelder 1989), $n = 2$ 时,为 2 级反应。

由式(4)可见,在多菌种和废水含多组分及入流浓度变化时,多数属于 1 级反应,但也有属于 2 级反应的(胡国强,1989)。

四、确定反应常数

1. 基质反应速度常数 K_n

对于城市污水的反应来讲主要是如下的简单一级反应: