

化学强化 + 悬浮填料活性污泥工艺设计

熊建英¹, 雷震珊¹, 许晓天², 曹达文²

(1. 上海市市政工程设计研究院, 上海 200092; 2. 上海嘉定环境建设管理有限公司, 上海 201800)

摘要: 以上海市安亭中心镇污水处理厂为例, 对化学一级强化处理工艺及悬浮填料活性污泥法作了介绍, 并就这两种工艺组合成的二级强化处理工艺的工程应用作了技术和经济分析。

关键词: 城市污水处理; 化学一级强化; 悬浮填料活性污泥法

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2005)01-0067-03

Design for Chemically-enhanced / Suspended Carrier Activated Sludge Process

XIONG Jian-ying¹, LEI Zhen-shan¹, XU Xiao-tian², CAO Da-wen²

(1. Shanghai Municipal Engineering Design and Research Institute, Shanghai 200092, China;

2. Jiading Environment Construction Management Co. Ltd., Shanghai 201800, China)

Abstract: By taking Anting Zhongxin Town Wastewater Treatment Plant for example, chemically enhanced primary treatment process and suspended carrier activated sludge process were introduced. The two processes were combined into the enhanced secondary treatment process, which was analyzed technically and economically in application for wastewater treatment project.

Key words: municipal wastewater treatment; chemically enhanced primary treatment; suspended carrier activated sludge process

1 化学一级强化工艺

1.1 工艺流程及处理效果

常规的化学絮凝强化一级处理工艺流程见图1。

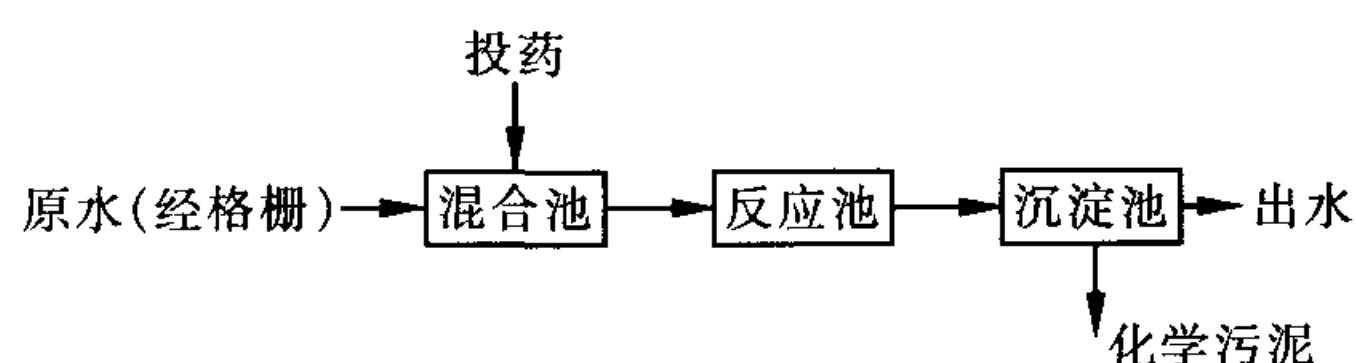


图1 化学絮凝强化一级处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of chemical coagulation enhanced primary treatment process

国内外大量文献报道表明:采用单纯的化学絮凝强化一级工艺处理城市污水, COD 去除率可达50%~65%。1999年5月, 同济大学在上海合流污水治理一期工程预处理厂进行的生产性试验表明:

采用铁盐或铝盐处理低浓度的合流污水, 当投药量为5~10 mg/L(以铝盐为例), COD、BOD₅ 去除率可达50%以上, PO₄³⁻ 去除率>80%, 除NH₃-N外各项出水水质指标可基本达到二级排放标准。因为化学絮凝法不能提供NH₃-N硝化所需要的好氧环境, 因此该工艺对NH₃-N几乎没有去除效果, 有时出水NH₃-N值往往会比进水还要高, 这是因为城市污水中或多或少都含有一定量可氨解的有机氮, 经一级强化处理后部分有机氮会转化为NH₃-N。

化学絮凝法因投加的金属盐可与污水中的PO₄³⁻ 结合生成磷酸盐沉淀物, 从而达到除磷目的, 但出水磷浓度受SS影响很大。因为单纯采用该工艺的污水厂, 污泥含磷浓度相当高, 除非出水SS中不含磷酸盐沉淀物或所含的磷酸盐沉淀物(磷酸铁或磷酸铝)<5 mg/L, 否则很难保证出水TP<1 mg/L。

1.2 应用前景

化学絮凝强化一级处理工艺以其流程简单、处理构筑少、投资省、效果明显、运行费用低等优势而备受关注,但它也存在投药量大、污泥产量大、污泥处理处置困难等问题。通过综合分析,笔者认为该工艺可应用于以下方面:

① 尾水排入大水体的首选处理工艺。在上海、广东等一些沿江、沿海省市,由于尾水排入江海等大水体,而这类水体对 COD、BOD₅、NH₃-N 的排入标准不是特别严格,但为了减少水体富营养化而对污水中磷的排放有所限制,在这种情况下化学一级强化工艺表现出绝对优势。目前上海在建的2座大型城市污水处理厂——竹园第一污水处理厂和白龙港污水处理厂均采用化学一级强化工艺。

② 老厂改造。我国城市污水处理厂的处理程度一般是根据受纳水体的环境要求来定的。已有的一百多座城市污水厂绝大多数采用的是传统活性污泥法。随着污水排放标准的提高,要求处理出水含磷浓度 < 1 mg/L,此时只需在现有生物处理设施的基础上增加一套投药系统即可达到除磷目的,由此增加的费用相对生物技改来说要少得多。

③ 新建污水处理厂。目前,我国在建或规划中的城市污水处理厂,一般都要求氮、磷达标排放。若采用单纯的生物脱氮除磷技术,则存在处理工艺较复杂、投资和日常费用大、运行管理要求高等缺点。若将化学絮凝法引入生物处理技术中,则在常规的活性污泥法基础上投加适当药剂,就可使氮磷达标排放,或者近期先上化学一级强化处理,待有条件时再上二级生物处理。

2 悬浮填料活性污泥法

悬浮填料活性污泥法是一种在活性污泥系统中投加填料的污水处理工艺,它对磷的去除十分有限,比较适合采用常规活性污泥法污水处理厂的改造,以充分挖掘现有污水厂的处理潜力。

悬浮填料活性污泥系统处理效果是否稳定关键在于填料的选择。一般来说,所选填料必须易于生物膜的生长、固定,并且在曝气过程中不易脱落。安亭中心镇污水处理厂采用同济大学开发成功的悬浮填料专利产品,其材质为改性聚丙烯,堆积系数为 8 000 个/m³,规格为 Ø10 ~ 50 mm,密度约为 1.0 g/cm³,比表面积为 250 ~ 300 m²/m³,空隙率为 90%。填料有球形和柱状两种,内部有多块不同的

翼板,翼板表面适于生物膜的生长和自然脱落且不结团、不堵塞。使用时将填料直接投入曝气池即可。由于填料密度略小于水,挂膜前后始终悬浮于水中,曝气时流化于全池,可有效切割气泡,提高氧利用率。该填料在上海金山石化水质净化厂和上海桃浦工业区以工业废水为主的处理试验中有良好的表现:当进水 COD 为 700 mg/L、停留时间为 6 ~ 15 h 时,COD 去除率 > 70%。目前,该填料已成功用于上海浦东、天津等地的改建和新建污水处理项目中。

悬浮填料活性污泥法特别适于处理低浓度污水,例如合流制排水系统中的污染物指标往往较低(BOD₅ 约为 70 mg/L),而通过在生物反应池中投加悬浮填料,依靠填料的附着作用,微生物不易随出水流失,可使生物反应池内的微生物维持在一定浓度范围,在进水 BOD₅ 较低情况下还特别有利于硝化细菌的增殖并附着于填料上。从在上海曲阳污水处理厂进行的“化学一级强化 + 悬浮填料活性污泥法”中试结果来看,尽管悬浮填料活性污泥池中仅在填料上附着生长一层薄薄的膜,悬浮在池中的污泥量特别少,但系统对 NH₃-N 的去除效果相当好,出水 NH₃-N 基本低于 10 mg/L。

3 组合工艺的设计实例

如前所述,化学一级强化和悬浮填料活性污泥法各有优势,前者对 COD、BOD₅ 的去除有限,但对 SS、磷的去除效果较好;后者对 BOD₅、NH₃-N 的去除效果较好,对磷的去除十分有限。以下以安亭中心镇污水处理厂的设计进、出水水质为例,对这两种工艺相结合组成的二级强化工艺进行技术与经济分析。

该厂设计规模为 5 × 10⁴ m³/d,设计进、出水水质见表 1。工艺流程如图 2 所示,主要设计参数见表 2。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

水质指标	mg · L ⁻¹				
	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	PO ₄ ³⁻ -P
进水	300	135	250	25	4
出水	120	30	30	15	1

表 2 主要构筑物设计参数

Tab. 2 Main structure design parameters

主要构筑物	设计参数
混合反应池	混合 1 min, 反应 20 min
初沉池	2 座, 池径为 30 m, 池边水深为 4.0 m
悬浮填料活性污泥池	HRT 为 5.2 h, 填料投加比为 20% ~ 80%, 设计气水比为 7.5:1
二沉池	2 座, 池径为 45 m, 池边水深为 4.0 m

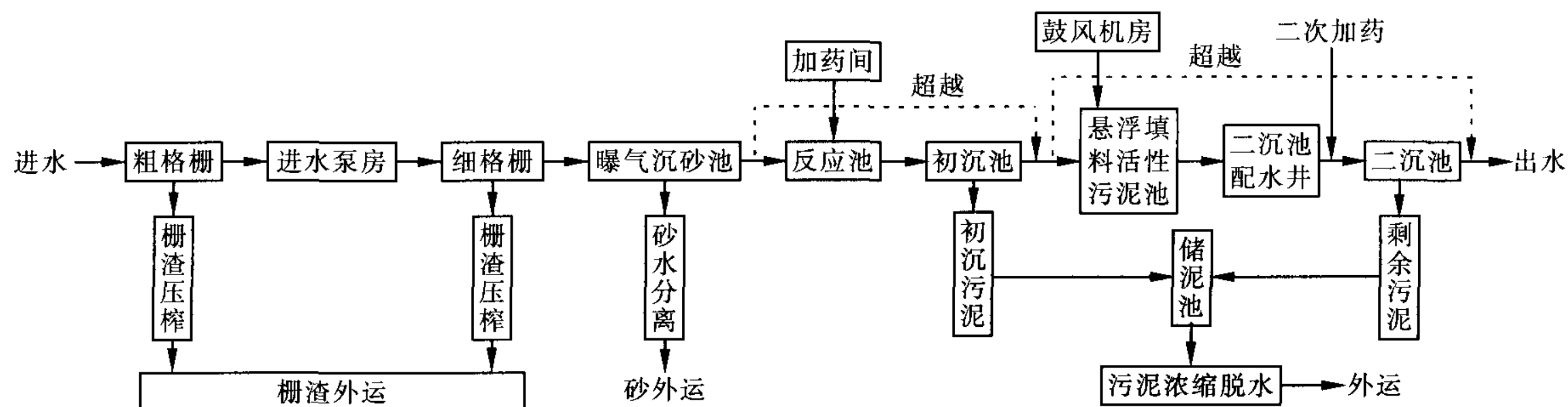


图2 污水处理厂工艺流程图

Fig.2 Flow chart of treatment process for WWTP

通过超越管的设计使污水处理厂的运行较灵活,主要有以下几种运行模式:

① 污水超越悬浮填料活性污泥池和二沉池,按化学一级强化工艺运行。初沉池代替二沉池功能,其出水直接排放。

② 污水超越混合反应池,按有初沉池的悬浮填料活性污泥工艺运行。

③ 污水超越混合反应池和初沉池,按无初沉池的悬浮填料活性污泥工艺运行。

④ 按“化学一级强化+悬浮填料活性污泥法”工艺运行。

针对设计进水浓度较低的特点,在设计中可充分发挥“化学一级强化+悬浮填料活性污泥法”工艺的灵活性,最大限度地降低污水厂运行和管理成本。近期除SS外的其他水质指标较低,故按上述第二种模式运行。由于悬浮填料活性污泥池对磷的去除十分有限,可在池的中部或末端投加一些化学药剂。污水在悬浮填料活性污泥池中经5.2 h曝气后,进入二沉池进行固液分离,尾水完全可以达到设计的二级排放标准。如果污水厂进水的SS也较低,则初沉池也可以超越,即按第三种模式运行。

随着安亭地区的发展,污水浓度会有所提高,当进水BOD₅浓度达到200 mg/L甚至更高时,悬浮填料活性污泥池中5.2 h的停留时间就难以满足完全生物降解的需要,此时则必须按第四种模式运行。

通过化学一级强化去除50%左右的有机污染物,剩余污染物则通过悬浮填料活性污泥系统去除。为保证悬浮填料活性污泥池中的碳、氮、磷的平衡,化学一级强化处理阶段的化学药剂实际投量与除磷理论需求量之比可取得低一些(一般取1~1.5)。这样,出水同样能达标排放。

当污水处理厂各项进水水质指标偏低(主要是NH₃-N指标),或者在冬季尾水排放对NH₃-N的限制不是很严格时,污水处理厂可按第一种模式运行,此工况下污水厂运行和管理成本最低。

4 结语

化学一级强化处理工艺对SS、磷的去除效果较好,可作为尾水排入大水体的首选处理工艺。悬浮填料活性污泥法因填料的附着作用,可提高生物反应池内的污泥浓度,对污染物浓度较高或较低的污水处理均适合,也可作为现有常规活性污泥法污水处理厂挖潜改造的首选工艺。

安亭中心镇污水处理厂采用化学一级强化+悬浮填料活性污泥法工艺,具有适应水质变化、操作灵活的特点,但在近期进水浓度较低的情况下,有一部分处理构筑物闲置则不太经济。

E-mail: xiongjy2000@yahoo.com.cn

收稿日期:2004-08-25

实施科技节水是深化城市节水的重要途径