

# 污水处理厂深度除磷技术研究

饶奎超

(广东中轻工程设计院有限公司, 广东 广州 510600)

**摘要:**现阶段,第二产业在国民经济中的比重日益增加,随着工业企业数量的提升,工业、生活污水导致的水域污染现象愈发严重。为此,要求污水处理厂管理人员综合运用深度除磷技术,完成污水处理,降低人类因素对外界生态环境的影响。鉴于此情况,重点围绕污水处理厂深度除磷技术加以研究,以此为关注这一话题的人们提供借鉴。

**关键词:**污水处理厂;深度除磷;生态保护

**中图分类号:**X703

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2023)34-0175-03

## 0 引言

根据相关调查结果显示,我国湖泊等水域富营养化现象愈演愈烈,其中工业废水不合理排放是造成此种状况的主要原因。虽然部分企业会运用除磷技术降低废水中的污染物,但效果并不明显,总磷含量依旧难以达到标准。由此可见,围绕污水处理厂深度除磷技术开展分析,对于人类社会可持续发展,具有重要意义。

## 1 化学除磷的基本原理

### 1.1 基础原理

水体富营养化是指水中含有大量营养盐以及磷物质,使水中的微生物活动日益频繁,导致水质急剧下降,破坏了原有水体结构的平衡。在富营养化的过程中,总磷的含量通常较高,而化学除磷技术是指通过在污水中加入化学添加剂的形式,使污水中的磷能够转化为磷酸盐固体沉淀,之后利用分离法筛除杂质。其中存在两个化学反应原理。①金属离子与磷酸根离子去除水中的磷物质。②金属离子水解去除污水中的有机磷物质,从而降低污水中的磷含量。化学除磷技术综合运用了化学、物理反应,成本较低,只要能够确保添加剂选择的科学性,则能够达到良好的除磷质量,因此被广泛运用在污水处理厂日常工作中<sup>[1]</sup>。

### 1.2 药剂选择

在化学除磷技术运用中,添加的药剂种类较多,包括氯化铝、石灰以及其他铁聚合物等。其中石灰的原理是使碳酸钙中的钙离子与水中的杂质产生反应,进而减少水中的磷物质。然而此种技术在操作的过程中会对水的pH产生影响,因此一旦没有科学处理便会导致酸碱度超标,不适合运用在大型污水处理工作中。而在对氯化铝以及三氧化铁等添加剂开展研究时,工作人员发现氯化铝的效果最佳,且成本花费最少。在污水处理厂运用的过程中,原有浓度为1.735mg/L的污水在处理之后可以降到0.2mg/L左右。目前由于部分研究学

者认为铁添加剂处理污水中的磷物质很容易因为投入量过多,导致水的颜色发生改变,因此在污水处理厂中会优先选择含铝的添加药剂。

### 1.3 投加点选择

药剂的添加区域应该以宏观的角度加以研究,分析不同投加点在后续可能产生的现象与影响。结合化学除磷技术的反应状况来看,前沉析处理的过程中药剂投加较多,会减少水中的有机碳。而在后沉析技术中需要单独设置沉淀装备,会增加成本,且多余的铝盐等物质不能重复使用。因此最佳的投加点便是在反映池后部分区域,再次投放添加药剂能够增强水中磷的去除效果,而且有助于降低添加量,减少污泥的产生。与此同时,反应池区域安装搅拌设备可以代替混凝等装置的安装,缩减成本费用。

## 2 污水处理厂处理技术分析

### 2.1 混凝沉淀除磷

混凝是指借助添加剂的形式使水中的悬浮物能够聚集在一起。添加剂的选择主要包括混凝剂等,可有效增强悬浮物质的沉淀效果,结合污水处理厂的技术运用效果来看,最终的除磷质量主要与磷的形态状况有关。为了增强除磷效率,要求工作人员需要提前对磷的形态开展研究,针对性选择添加剂。国外研究学者对磷酸盐的使用进行了系统化分析,发现磷酸盐使用的过程中离子大小以及活性状况会影响磷酸盐的使用效果,而若是使用铝离子添加剂则能够保障去除质量,且随着使用量的增加,去除效率进一步提升。国内研究学者对山东某污水处理厂中的磷形态进行了分析,发现当地污水中主要是以溶解以及悬浮磷为主,使用过程中若是污水中的总磷含量为0.9mg/L,则需要运用4mg/L的氯化铝作为去除药剂,处理后的浓度可以达到0.5mg/L,效果满足处理要求。而在以磷酸盐为主要磷形态的污水治理中,使用氯化铝即可达到标准,其

中的总磷含量可以降低到  $0.03\text{mg/L}$ 。

与此同时,技术人员还对气浮工除磷技术开展了研究。此次试验样品提取中发现水中的磷物质种类较多,而运用气浮工艺不仅能够去除污水中的磷酸盐,而且若是继续添加氯化铁,则除磷效果更佳。与其他技术形式相比,混凝沉淀技术的稳定性较强,而且更加便捷,是污水处理厂运用最为广泛的技术类型之一。目前,为强化处理效果,部分污水处理厂也会将其与生物除磷技术配合使用,从而满足污水排放要求。然而由于会运用到添加药剂,所以也会增加成本支出。在后续的工作中,应该将研发重点放在降低药剂添加量上,为混凝沉淀技术的优化升级提供支持。

## 2.2 吸附法除磷

吸附法除磷技术是指运用表面含有孔状且吸附力较强的物质完成污水中磷的吸附。此种技术操作便捷,其重点在于吸附剂的使用效果,整体性能较好。现阶段吸附法的主要研究便是围绕性价比开展。我国研究学者对羟基铁的吸附能力开展了分析,试验结果显示羟基铁仅对磷酸盐具备良好的吸附效果,其他污水中的磷物质吸附质量参差不齐。例如,对于 TP 浓度来讲,在吸附 10min 之后,可以从原先的  $0.338\text{mg/L}$  降低至  $0.03\text{mg/L}$ 。而活性炭等物质的吸附效果则有所不同,吸附之后的浓度仅为  $0.23\text{mg/L}$ 。在此基础上,工作人员运用  $\text{AlCl}_3$  物质设计高温吸附实验发现可以提升吸附效率,而沸石吸附更是可以去除污水中 99.3% 的磷物质,可降低污水富营养化现象的产生。总而言之,吸附技术使用难度较小,可满足深度处理的需要。但是需注意吸附峰值之后很容易产生二次污染,若没有谨慎处理则会加大后期的吸附物质处理成本。

## 2.3 膜分离法

膜分离技术是一种适用性较强的污水处理形式,主要被运用在英国等发达国家,这是因为此技术的前期投入成本较高,因此在我国很少会被运用在大范围污水治理工作中。现阶段膜分离技术已经成为污水治理中磷处理的重要形式,在材料研发方面也在不断突破。此外膜生物反应器也是常见的技术形式,处理之后的水质较好,且技术运用中不需要占用较大的面积,经常与  $\text{A}_2\text{O}$  生化处理技术配合运用,可集中优势提高除磷质量。我国山东省某污水处理厂便在污水处理工作中对  $\text{A}_2\text{O}$  生化处理技术开展了试验运用,发现此技术稳定性较强,满足我国排放标准。与传统的技術形式相比,使用一体化反应器可以减少污泥的产生,并达到 85% 左右的脱磷标准。对比膜分离技术以及反应器发现在脱磷方面无较大差异,平均去除效果为 79%。目前二者经常被混合使用在污水除磷中,但是需要注意膜污染问题。

## 2.4 人工湿地法

人工湿地是一种运用湿地系统减少污水量以及恢复水体质量的自然技术形式,其包括水体结构以及微生物等内容。技术人员会运用水生植物以及微生物的化学、物理反应去除污水中的污染物。与其他脱磷技术相比,人工湿地技术的环保性能最佳,可起到恢复生态质量的作用,通常以保护手段运用在实际工作中。结合现阶段的研究成果显示,人工湿地的除磷手段主要涵盖 3 个方面内容,其中最为核心的便是利用吸附沉淀以及植物自身的吸收、微生物转化等降低污水中的污染物含量,吸附作用是人工湿地除磷工作中的重点,因此我国研究学者主要是针对填料物质的选择以及吸附优化开展研究。例如,有学者便设计试验分析了沸石、沙土、钢渣等物质在人工湿地中的磷吸附质量。最终结果显示钢渣的效果最佳,另外两种无较大差异。而若是运用改性沸石作为原料使用在人工湿地中,则对氮磷的处理效果最佳,其氮磷的含量可以达到沸石填料的 1.8 倍。此外,部分学者还对沸石以及海蛎壳的吸附性能开展了研究,最终发现海蛎壳的除磷效果最佳。目前我国很多区域会运用海蛎壳作为填料类型建设人工湿地。然而人工湿地也存在一定的不足,由于其属于还原自然模式的一种工程,虽然可以达到环境优化以及污水治理的效果,但是通常占地面积较大,并且在除磷方面仅仅更改了磷存在的形式,但是并没有根除,因此适用于污水治理难度较小的区域可以达到治理效果,图 1 为人工湿地污水处理技术。

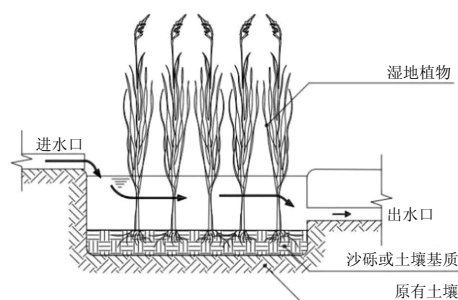


图 1 人工湿地污水处理技术

## 3 污水处理深度除磷优化方案

在深度除磷工作中,由于会受到多种因素的影响,除磷效果会呈现良莠不齐的现象。尤其是对于化学除磷等,添加量的管控尤为关键,需要掌握需求量以及投入之间的平衡,这样才能够降低成本。为此技术人员也提出了其他深度除磷技术形式。

(1) 加大对生物除磷技术的运用。生物除磷技术是指运用聚磷菌的增加使其能够吸收好氧阶段过量的磷物质,好氧阶段下,DO 含量较低会影响磷物质吸收,而若是过高则会增加淤泥的产生,会降低污泥沉降效率,图 2 为生物除磷技术。结合目前来看,生物除磷技术对

于 TP 物质的去除质量较强。此外,只有在 TP 在 20 以上时,生物除磷的效果才能够达到最佳状态,所以若是

技术运用环境为低碳源,则要利用增加碳源的运用,为生物除磷技术提供良好的使用环境。

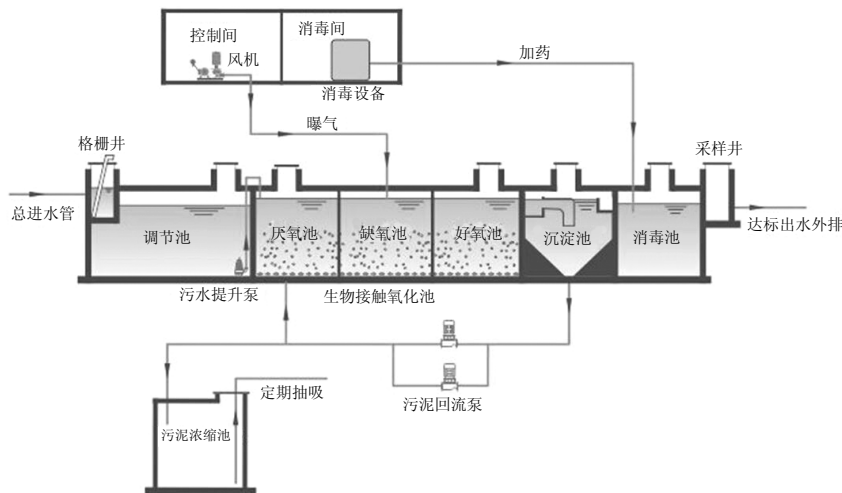


图 2 生物除磷技术

(2) 强化化学除磷质量。药剂混合等处理可以优化化学除磷过程,强化化学处理的质量。在药剂混合的过程中,为了使其可以快速溶于水中,技术人员会对其进行搅拌。通常情况下,搅拌时间为 20~40s,最多不可以超过 1.5min。反应的过程中,搅拌的力度也会影响数据参数。为此工作人员要寻找最佳的搅拌强度,清华大学施汉昌教授提出了系统化化学除磷理念,其原理在于搭建生物反应器系统,之后借助控制设备对反应器内部的药剂添加以及含磷量加以监测,并实时反馈信息到主系统中。系统则会结合数据信息换算是否需要添加,从而实现添加物的药量管控。

(3) 生物+化学除磷综合运用。为进一步创新除磷技术类型,技术人员提出了化学与生物除磷技术相组合运用的形式,此种技术不仅可降低药剂量的添加,而且可降低污水中 TP 的含量,使其达到 0.3mg/L 左右。目前,部分污水治理厂的工作人员还会运用物理除磷技术强化悬浮物的处理。结合国内外对深度除磷技术运用数据来看,复合型技术运用已经成为新趋势,某些技术还会使用沉淀吸附相结合强化物质析出量,这些经验也值得我国污水治理厂借鉴与参考。

(4) 结晶法除磷技术,是指在污水中增加该有钙离子的固体颗粒,从而破坏水中物质的结构,使磷酸盐可以沉淀从而完成治理工作。结晶法主要使用在二级污水处理工作中,高炉炉渣等都可以作为原料加以运用,可有效抑制水中的富营养化现象。目前市场上的结晶除磷技术效果较高,但是稳定性较差,对环境的条件要求较多,因此在大范围实施中存在制约性。

总而言之,工业以及生活污水治理是环保工作开展的关键。水资源作为不可再生资源,大面积的水体污染不仅影响水中生物的生存,而且会随着生物链的循

环对人体健康产生危害。为此在污水治理工作中,为满足深度除磷的需要,工作人员卡结合实际情况自己成本预算要求选择吸附法、人工湿地等不同技术,以此强化污水治理效果,确保污水排放可以达到国家要求,降低对周围环境的不利作用。在后续的工作中,工作人员需进一步强化技术研发,进一步提升除磷的质量和效果,保障其稳定性,为我国污水治理工作的长远开展提供技术支持<sup>[4]</sup>。

#### 4 结语

综上所述,在污水除磷技术运用的过程中,混凝沉淀技术便捷高效,后续应加大对复合型絮凝剂的关注。此外,吸附法技术资源消耗最小,可保障处理成本,然而二次污染的概率较高。因此对于污水处理厂来讲,在技术运用中需具体问题具体分析,并在此基础上加大对人工湿地以及膜分离等新方式的运用,进而为强化污水处理质量创造良好的条件。

#### 参考文献

- [1] 车林轩,程伟钊,韦志鹏.污水除磷技术及影响因素的研究进展[J].应用化工,2022,51(6):1811-1816,1824.
- [2] 康乐.城市污水生物脱氮除磷的新理论与技术[J].环境保护与循环经济,2021,33(5):33-35.
- [3] 骆斌,刘水清,蒋志敏.城市生活污水除磷技术的研究进展[J].安徽农业科学,2021,38(9):4769-4771,4774.
- [4] 于晓洁,陈银广,顾国维.城市污水除磷技术研究:化学强化一级除磷与生物除磷[J].环境科学与技术,2020(11):82-85.

作者简介:饶鑫超(1995—),男,汉族,广东广州人,本科,助理工程师,主要从事生态环境污染治理与环境修复工程、施工、调试、技术改进、设备改造、环境设施运营管理、操作规程等工作。