

# 化学药剂除磷在污水处理中的应用

闫丽

DOI:10.12238/eep.v6i4.1798

**[摘要]** 以社会发展角度来说,污水处理工作关乎民生建设,可有效缓解城市居民用水压力。水环境含有过高磷元素,会加快藻类物质快速繁殖,消耗水中氧气,导致水体出现“水华”现象,进一步加剧水质恶化。磷是生物生长必需的营养元素,但磷含量过高也会增加水环境污染,导致水体富营养化。可见做好生活污水除磷,减轻水体富营养化,能有效实现污水治理效果。在污水处理工艺中需要搭配化学药剂进行除磷,以此来提升治理效果,确保最终出水质量能够达到相应排放标准。基于此,文章就化学药剂除磷在污水处理中的应用进行了分析。

**[关键词]** 化学药剂; 除磷; 污水处理

中图分类号: S781.43 文献标识码: A

## Application of Chemical Agents for Phosphorus Removal in Sewage Treatment

Li Yan

**[Abstract]** From the perspective of social development, sewage treatment is related to the construction of people's livelihood, which can effectively relieve the water pressure of urban residents. The water environment contains too high phosphorus elements, which will accelerate the rapid reproduction of algae and consume oxygen in the water, leading to the phenomenon of "water bloom" in the water body and further aggravate the deterioration of water quality. Phosphorus is an essential nutrient element for biological growth, but high phosphorus content will also increase water environment pollution, leading to water eutrophication. It can be seen that do a good job in phosphorus removal of domestic sewage and reducing eutrophication of water can effectively achieve the effect of sewage treatment. In the sewage treatment process, it is necessary to match chemical agents to remove phosphorus, so as to improve the effect of phosphorus removal and ensure that the final effluent quality can meet the corresponding discharge standards. Based on this, the application of chemical agents for phosphorus removal in sewage treatment is analyzed.

**[Key words]** chemical agents; phosphorus removal; sewage treatment

磷(P)是动植物生长不可缺少的营养元素之一,在自然环境中几乎为单向循环。磷资源的消费带动了磷矿开采,加剧了磷酸盐的使用量。据相关部门统计到2050年,全球磷酸盐消耗量将达到1亿吨。磷矿资源储备量有限,在保证人类发展、陆地生物生长的同时,也消耗着磷矿资源。与此同时,磷又是诱发水体富营养化的重要因素,水环境中磷含量过高会加快藻类繁殖速度,导致水体出现“水华”现象,进一步加剧水质恶化。因此,要切实做好污水除磷工作,实现水质达标排放。化学除磷工艺投加的可溶性金属盐包括三氯化铁、硫酸铝、硫酸亚铁、氢氧化镁等。絮凝体形成后,经重力沉淀和过滤,将含磷固体残渣或污泥去除,实现除磷效果。利用化学除磷工艺处理含磷废水,投加时机选择和除磷药剂比选极为重要。

### 1 污水处理对环境的影响

#### 1.1 提高水循环利用率

城市污水处理中最重要的实际工作是通过各种技术手段回收水资源。通过有效的污水处理方法进行有效的污水处理,可以充分提高水资源循环利用的效率。就我国目前的情况来看,由于人口众多,各地区水资源分布不均,水资源相对稀缺。同时,工业在实际实施过程中排放到环境中的污水对水资源造成了一定程度的污染,使缺水现象更加明显。当前,随着社会经济的不断发展,人民的生活水平不断提高。为了满足人们在日常生活和工业生产中的用水需求,人们越来越重视污水处理和水资源回收利用。

#### 1.2 成功有效地实施环境保护工作

以城市污水处理工作为重点,一方面满足城市发展和人民生活的需要,另一方面是环境保护工程的重要组成部分。我国提出绿色发展理念后,节能环保意识渗透到城市规划的各个方面,极大地推动了我国环保工程的进步。环境保护项目是基于保护

环境和治理污染的有效方法。城市污水是造成环境污染的罪魁祸首之一,因此城市污水处理的效率直接影响城市的整体发展进程和环境质量。因此,加强城市污水处理不仅是一个单独的环境保护项目,也是一个利用垃圾处理和大气保护来保护城市的保护网络,为城市居民提供良好的生活环境,并进一步完善环境保护项目。

## 2 我国污水处理现状分析

现阶段,我国作为最大的发展中国家,不同地区的发展速度并不平衡,很多地区基础性设施并不完备,第三产业所占比例不足,我国国民经济体系中工业经济所占比例非常大,个别地区为了寻求经济快速发展,并未顾及经济发展过程中造成的生态环境污染问题。当前,我国较多城市借鉴了发达国家污水处理模式以及污水处理工艺,具有一定的合理性与先进性。可是,我国与发达国家相比,无论是科技发展速度还是经济、文化、思想理念,都具有比较大的差距,如果忽略国家实际发展情况,将国外污水处理模式生搬硬套来使用,不仅无法达到应有的污水处理效果,同时还将增加污水处理厂建设与运行过程中经济压力。此外污水处理厂在建设过程中也遇到了一些问题,面对不断增加的经济压力,我国政府被迫控制污水处理工程的建设力度,限制了污水处理厂的建设与发展。

## 3 化学除磷工艺的分类

化学除磷主要是利用各种化学试剂,将污水中的含磷有机物沉淀,进而达到降低水中总磷的目的。在现阶段一般会采用铁盐、铝盐、钙盐来作为沉淀剂,比如常用的有硫酸亚铁、氯化铁、硫酸铝、氯化铝等等。在以往化学除磷工艺的效率相对有限,经过处理后的废水中总磷含量依然相对较高,并不能够达到环保排放标准,同时在沉淀过程中还会产生化学絮凝作用,生成颗粒状的絮凝体,这也会影响污水处理。为了有效提升化学除磷的效果,在现阶段污水处理中都会配置沉淀池来促进沉淀分离。根据药剂的投放位置顺序,在现阶段将化学处理工艺具体分为下述几种:

### 3.1 前置沉淀工艺

在该工艺中需要选择初沉池或者沉砂池位置作为药物的添加点,并且为了保证化学沉淀剂能够和污水发生充分的反应,需要添加涡轮装置来提供混合能量,以确保沉砂池的沉淀效果。但是在该工艺应用过程中所采用的是生物滤池,除磷药剂则不能够使用铁盐类沉淀剂,以免对填料造成损坏。现阶段大多数污水处理都会采用前置沉淀工艺,该工艺的应用既能够有效降低污水中的总磷含量,并且还能够清除一定量污染物质,为后续污水处理工作的开展提供了便利。

### 3.2 同步沉淀

该工艺在应用时需要在曝气池或者二沉池出水口投入除磷药剂,同时在现阶段部分处理厂也会选择在曝气池或者回流污泥位置作为药剂的投放点。一般情况下都会选择铁盐或者铝盐作为处理药剂,钙盐沉淀剂的使用者相对较少,因为后者在使用时对于外界环境 pH 值要求较高,同时还会抑制微生物的活性,

不利于整体污水处理效率和效果的提升。同步沉淀的最大作用在于改善污泥沉降特性,防止污泥膨胀等问题的发生,并且该方法在应用时工程量小。

### 3.3 后置沉淀

该除磷工艺在应用时,需要利用化学沉淀絮凝处理已完成初步处理的污水,分离污水中的絮凝物质,之后再通过生物处理单元进行最终的沉淀。在后置沉淀处理技术应用时,需要选择二沉池后混合池作为药剂的投放点,之后再设置沉淀絮凝池。经过该工艺的有效处理,能够有效分隔磷酸盐沉淀,并且可以结合零负荷变化调整药剂剂量,同时还能够单独排放含磷污泥,为磷酸盐的回收利用提供便利。

## 4 影响化学除磷的因素分析

化学除磷工艺在具体应用时,总磷的去除效率的影响因素相对较多,具体可以围绕化学反应原理来进行分析:第一,药剂的种类,不同药剂与磷酸盐的反应速率会存在明显差异;第二,药剂用量和污泥浓度。在化学反应中浓度较高的情况下,能够加快反应的进行;第三,pH值,不同化学沉淀药剂发生沉淀反应所需的pH值不同,只有在最佳pH状态下,才能够获得最快的沉淀效率;第四,药剂投加位置。通过大量时间研究发现,其中影响因素最为密切的是药剂种类、药剂用量、加药位置以及 pH 值。对于药剂种类和药剂用量的选择需要综合考虑污水系统的组成,既需要确保药剂的经济性,同时也需要保证药剂的应用效果不会对其他环节造成影响。而对于药剂投加位置的确定,则需要依据污水处理中的相关设施组成来进行确定。为了进一步确定最佳的药剂种类,药剂用量和加药位置可以采用定性分析的方法,对不同变量进行试验,评估不同参数下的污水处理效果,从而选择性价比最高的化学处理方案。

## 5 化学药剂除磷在污水处理中的应用

### 5.1 铝盐化学除磷药剂在污水处理中的应用分析

铝盐化学处理剂主要包括聚合物氯化铝、硫酸铝、氯化铝等。在三价铝盐剂的处理过程中,主要包括以下两种反应。首先,三价铝离子发生水解反应,这一过程中将会产生比表面积较大的单核羟基络合物与较高的正电荷。第二,三价铝离子和污水中的磷酸根发生反应,产生沉淀,最终生成沉淀化合物。以此保证最终的沉淀效果达到化学处理的目的。此外,金属离子也会与OH<sup>-</sup>(氢氧根)发生反应,如果在此过程中与PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>(磷酸根)形成反应,则不利于脱磷工作。可以看出,铝盐化学处理的pH值需要有效控制,最佳pH值范围为5.8-6.9。需要注意的是,在使用铝盐处理剂进行污水处理的过程中,污水中的铝含量会迅速增加,这可能会使水体中的铝盐超标。因此,有必要严格控制添加的用量。

### 5.2 复合新型除磷剂在污水处理中的应用分析

新型复合除磷剂主要包括聚合物氯化铝、聚氯化铝、聚氯化铁、硫酸铁、硫酸铁、硫酸铝、硫酸铝和改性硅藻土。良好的电荷中和并吸附架桥作用,几乎是所有这些新型的除磷剂都具备该作用。新型复合除磷剂具有良好的混凝性能、絮凝体形

成快、密度高、质量好、具有优异的沉降性能。沉淀污泥具有良好的脱水能力,不会再产生污染,可以更好地应用于范围广泛的水体酸碱度。其生产过程并不复杂,原料更容易找到,生产成本相对较低。其中,聚合氯化铝铁具备了铝盐与铁盐的包含的化学反应速度快、产生的絮体多、沉降速度快、过滤性能好等优点,已广泛应用于污水处理厂。因此,聚合氯化铝铁可以克服地层缓慢、絮体较轻、沉降缓慢、铁盐除磷等缺点,同时也存在水浊度高、色度高等缺点。改性硅藻土是一种应用广泛的化学除磷剂,其成分包括硅藻土、聚氯化铝和石灰,聚氯化铝和石灰可与之反应形成 $AlPO_4$ (磷酸铝)和 $Ca_3(PO_4)_2$ (羟基磷灰石)沉积物。同时,硅藻土具有吸附、凝结、过滤、共沉淀等优点。并能充分接触和去除水中的二氧化磷,因此除磷效果更为稳定。从以上分析可以看出,该复合新型聚合氯化铝脱磷化剂及上述系列铁盐及铝盐脱磷化剂具有其广泛的应用范围、技术良好的优点。

### 5.3 铁盐化学药剂除磷在污水处理中的应用分析

铁盐药剂除磷主要有硫酸亚铁、氯化硫酸铁、氯化铁及聚合氯化铁等。铁盐与铝盐除磷反应机理类似,之外还会发生强烈水解并同时发生各种聚合反应吸附水中的磷。 $Fe^{2+}$ 除磷效率与pH相关,但有关 $Fe^{2+}$ 除磷最佳pH存在争议:有人认为pH=8时, $Fe^{2+}$ 除磷效果最好,但pH=7.5~8.5时不易生成沉淀,从而降低了除磷效率。 $Fe^{2+}$ 除磷需要较高pH值,而污水处理厂处理中pH值往往低于7.5,这些都限制了铁盐在废水除磷中的应用,实际过程中可利用好氧池曝气的特点将 $Fe^{2+}$ 氧化成 $Fe^{3+}$ 来提高化学除磷效率。铁盐与磷酸盐反应形成的沉淀物比铝盐更稳定,且具有沉降速度快的优点,因此有更多的实际应用,但其缺点是出水浊度和色度高,对出水pH影响大,运输和储存麻烦,对设备腐蚀大。同时,铁元素也是刺激藻类生长、引起湖泊水华的重要因素。这些缺点限制了它的使用范围。此外,由于铁盐剂除磷需要高pH值的反应环境,如果在没有这种pH值的污水中使用铁盐剂除磷,则容易造成药物积聚,并可能与池壁和管道材料反应产生铁锈等反应物,不仅会对污水管理系统造成损害,还会因结垢而造成曝气管道堵塞。使污水处理系统不能正常工作。因此,近年来铁盐处理剂在城市污水处理系统中的应用较少。

### 5.4 化学药剂除磷在污水处理中的应用要点

利用化学除磷工艺处理含磷废水,投加时机选择和除磷药剂比选极为重要。首先,投加时机及点位。除磷化学药剂投加到污水处理厂进行除磷,主要投加的位置包括前沉池、后沉池、同步沉池。在不同点位、不同时段投加化学除磷药剂,影响着化学除磷工艺效果。如投加于污水处理厂的后沉池,一般需要增设混凝沉淀池,增加后期处理成本,延长处理过程,直接影响污水处理厂除磷效率。综合比选,化学除磷投加的可溶性金属盐应选同步沉池投加法,将氯化铁药剂投加至氧化沟至二沉池中间的配水井,利用管道混合及二沉池配水完成药剂混凝反应。同步沉池投加可溶性金属盐,能够有效减少后期污泥产生量,也有利于提升生活污水中的含磷处理效率,药剂使用量较少。经实际运行效果看,投加量只有20mg/L。其次,除磷药剂比选。目前,化学除磷工艺中投加的可溶性金属盐主要包括三氯化铁、硫酸铝、硫酸亚铁、氢氧化镁等。二沉池出水作为试验原水,经对不同总磷浓度梯度下投药量混凝试验,经测算,按35mg/L的投加量计算,效果最佳。

## 6 结束语

当前,随着全球变暖形势不断加剧,生态环境受到严重污染和破坏。我们国家人口众多,并且地域辽阔,我国水资源丰富,但是人均水资源占用量相对较低,而人们对于水资源保护的认识不足,水资源浪费现象严重,导致水资源浪费问题逐渐加剧。为了进一步提高城市污水处理效果,在处理污水过程中应用化学药剂除磷,与此同时,应考虑污水处理的不同情况,在实际应用中也必须根据具体情况,合理进行化学药剂除磷的试验和选择,这样在处理污水的同时,也实现了经济社会发展的可持续性,具有积极的现实意义。

### [参考文献]

- [1]赵鹤.化学除磷与MBR组合工艺处理玉米深加工废水的试验研究[D].长春工程学院,2017.
- [2]刘芳芳.一体式膜生物反应器处理效能和膜污染研究[D].哈尔滨工业大学,2015.
- [3]全翠.中小城镇生活污水脱氮除磷工艺实施研究[J].环境与发展,2019,31(6):37,39.