

含藻原水处理工艺的研究和应用

12
40-42

迟玉霞 陈翼孙

TU991.2

【内容提要】随着污染的日益加重,导致水体富营养化,湖水或水库水经常发生季节性的藻类繁殖。而如何有效地处理含藻水是长期困扰着水处理工作者的一个难题。本文对国内外长期以来的研究和应用成果进行了归类分析,指出了各种方法的优缺点,并介绍几种新的联合工艺。

【关键词】含藻水 物理 化学 生物 气浮 水处理

在我国,以湖水作为饮用水水源的情况较多,例如太湖、巢湖、滇池等。在淡水资源缺乏的地区,通过引水工程,以水库水为水源的实例也不少,如引滦入津、引黄济青等工程。由于水质污染的日益加重,导致水体富营养化,湖水或水库水经常发生季节性的藻类繁殖现象,给常规的净水工艺带来许多困难。如何有效地去除水中的藻类,是困扰着水处理工作者的一个难题。针对这一课题,国内外的水处理工作者都进行了大量的研究工作。各种处理方法,归纳起来,大体上可以分为物理方法、化学方法、生物方法以及各种方法的联合应用等。

1. 物理方法

1.1 气浮法:气浮能有效地将比水轻的物质从水中分离出来。经过凝聚后的藻类,絮粒轻飘,而且粘附气泡的性能良好,十分有利于气浮。因此,用气浮池代替沉淀池,能有效地去除水中的藻类^[1]。

早在1978年,武汉东湖水厂由于藻类危害严重,将平流式沉淀池改为气浮池,成为我国第一个应用气浮池去除藻类的水厂,其藻类去除率达80%以上^[1]。近年来,无锡市自来水公司充山水厂也进行了气浮法除藻的研究,其工艺流程如图1。从运行效果看,气浮池除藻率可达90%以上,基本上可以消除藻类对滤池的不利影响。^[6]

原水 → 加氯 → 集水井 → 一级泵房 → 加矾 → 反应气浮池 → 快
滤池 → 加氯 → 清水池 → 清水泵房 → 管网

图1 充山水厂工艺流程

多年来的研究和应用表明,在去除低密度藻类方面,溶气气浮法比一般的沉淀处理有效。并且,由于单位面积的产水量高,池子的容积和占地面积可缩小,造价也可相应降低^[8]。但气浮池对浊度的去除效果较差,进水浊度高时,会影响后续处理工艺。例如,在充山水厂,原水取自梅梁湖,受风浪影响,进水浊度经常高达200NTU以上,在这种情况下,充山水厂滤池无法正常连续运行。^[6]

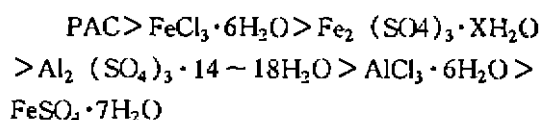
1.2 投加泥浆或粉末活性炭:向含藻原水中投加泥浆或粉末活性炭,作为助凝剂,可以强化常规工艺对藻类的去除。在藻类突发情况下,这种方法可以作为一个应急措施。例如,在无锡市中桥水厂,在高藻期间,即采取这一方法。但必须控制好投加量,过高和过低都将影响处理效果,需要消耗相当的人力和物力。并且由于泥浆等的投加,增加了水的浊度,进而增加了沉淀池的负荷,如果超过沉淀池的最大负荷,势必导致沉淀池出水浊度偏高,影响滤池的正常运行。

1.3 微滤机预过滤:在原水投加药剂之前,通过微滤机将原水中所含藻类等颗粒物

质除去,将有效的减轻含藻水对常规水处理工艺的危害。例如,在德国 Slipplingen 水厂即采用微滤机去除原水中所含藻类。由于投资运行等费用较大,在我国应用实例不多,在这里不多叙述。

2. 化学方法

2.1 选择有效的混凝剂,控制适当的投加量:不同的混凝剂,去除藻类的能力不同,对于常用的几种混凝剂,其去除藻类的能力从高到低依次排列如下^[4]:



用聚合氯化铝(PAC)作混凝剂的实验表明,与用硫酸铝相比,大约只需一半的剂量(两者均以 mg/LAl 计),即可达到相同的除藻率^[2]。

除藻能力,能靠增加混凝剂剂量而获得改进。有实验结果表明,混凝剂增加则去除率增加,但当混凝剂达到一定浓度时,藻类去除率呈水平状态^[4]。图2是藻类含量为 110.8mg/mL,浊度为 22NTU 时,PAC 投加量与藻类去除率的关系:

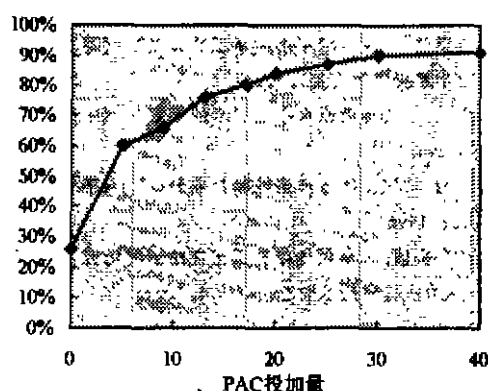


图2 混凝剂投加量与藻类去除率的关系

2.2 在混凝前,进行预加氯、臭氧或二氧化氯,可以加强除藻效果。例如在图1所示充山水厂净水流程中,即进行了预氯化,以达到较好的除藻效果。在高藻期间,加气量高达 10mg/L。但由于水中的有机物含量较高,因此预加氯将导致危害人体健康的卤

代物的生成。而臭氧和二氧化氯可以作为氯的替代物,因为臭氧和二氧化氯与有机物反应不会产生卤代物。国内也有这方面的研究,但由于使用臭氧和二氧化氯的投资运行费用较高,国内实际使用的水厂不多,但随着经济的发展和水质要求的提高,臭氧和二氧化氯的应用将会越来越多。

3. 生物法

近年来,国内外对微污染原水的处理技术进行了大量的研究工作,其中生物处理法由于操作方便,易于管理,处理效率高,占地面积小等优点,显示了较大的应用前景,当今已成为开拓污染源处理新途径的重要发展方向。生物处理法是利用附着在填料表面上的微生物对原水进行处理。生物除藻,主要是利用生物膜上的微生物对藻类的絮凝和吸附作用,把藻类从水中分离出来。藻类一部分被沉降,一部分被微生物氧化,还有的被原生动物所吞噬^[7]。

在无锡充山水厂的生物除藻研究结果表明,在进水量为 5m³/d 左右,气水比为 0.7 时,生物除藻率可达 60~70%^[6]。影响藻类去除率的因素主要有原水中藻类的组成、藻类负荷和气水比等,由于不同的藻类,其大小不同,表面电荷和生物学特性等不同,导致去除率也有差异。镜检结果表明,对隐藻的去除率最高,达 90% 以上,硅藻和绿藻其次,微囊藻的去除率最低,常在 50% 以下。进水藻负荷在一定程度上影响藻类的去除率,藻负荷由 1000 个/mL·h 增至 7000 个/mL·h 时,去除率由 80% 降至 60% 左右,因此,在高藻期间,宜降低进水藻负荷,以得到较高的除藻率。气水比也影响生物除藻的效果,当气水比为 0.7 以上时,运行稳定,再增大进气量对提高除藻率的意义不大^[6]。

实验结果表明,生物处理可以承受较大的藻负荷,取得较好的除藻效果,但由于其除藻率很难达到 90% 以上,因此,在高藻期间,最好是与其他工艺相结合,才能达到

较高的除藻率。

4. 物理、化学、生物法的联用

以上从物理、化学、生物三个方面分别分析了各种除藻的方法,各有优缺点,每一种方法的单独应用都很难达到理想的处理目的,于是,又发展了各种处理方法之间的联合应用,以发挥各自的优点,弥补相互的不足。下面主要介绍几种有代表性的联用工艺。

4.1 臭氧化—气浮法联用新工艺

臭氧气浮新工艺是用臭氧化空气或臭氧化氧气代替空气,在特殊构造的气浮池中对原水进行气浮处理。臭氧气浮新工艺的优点在于把气浮的物理现象和臭氧氧化的化学现象有机地结合在一起。臭氧,作为强氧化剂和有力的消毒剂,可以化学灭活藻类,阻止其在水中的生存和繁殖;灭活的藻类,其密度小于水的密度,因此,气浮法是去除藻类的理想方法。这种新工艺适合于对低浊、低色和低有机质的湖水和水库水进行除藻处理^[9]。

法国是世界上应用臭氧最早和最普遍的国家,对臭氧气浮这种新工艺进行了多年的各种不同规模的半生产性、生产性的试验与研究。在法国一水厂进行的规模为 110m³/h 的半生产性试验中,用臭氧气浮新工艺处理难以去除的微囊藻菌属 (Microcystis Strain) 中的细细菌 (Cyanobacteria),结果表明具有明显的优点^[3]。

4.2 生物预处理—气浮法联用

将生物除藻和气浮除藻相结合,可以弥补各自的缺点,生物处理可以去除相当的浊度^[6],有利于气浮池和后续滤池的正常运行;同时,气浮法可以弥补生物除藻率不高

的缺点,联用以取得较高的除藻率。利用这一联用工艺的典型流程图 3。同图 1 工艺流程相比,取消了预加氯,增加了生物处理,而生物处理又可以降低水中的有机物质,可以减少有害物质 THM₅ 的大量生成。

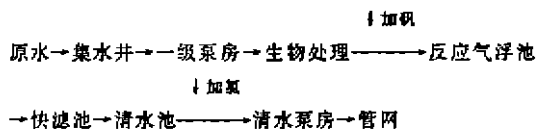


图3 生物预处理—气浮法联用工艺

以上介绍了几种目前国内研究和应用较多的除藻工艺,对于含藻原水,还应该采取防治结合的措施,除藻工艺是水厂内部不可缺少的处理含藻水的一步,同时要注意保护水源,才能从根本上防止藻类给水处理工作带来的难题。

参考文献

1. 陈翼孙 胡斌,《气浮净水技术的研究与应用》,上海科学技术出版社
2. [英] 刘易斯,《国外水处理新技术》,上海科学技术出版社
3. Ozone bubbles out blue green algae WQI No.4 1994
4. 戴逸琼,“水库水富营养化防止及除藻研究”,《浙江建筑—给水排水专辑》,No.6, 1996
5. 李家就等,“富营养化湖泊水源生物预处理研究”,《给水与废水国际会议论文集》,1994
6. 周建平等,“梅梁湖原水除藻工艺研究”,《同济大学研究生学术报告论文集》,1997
7. 朱士龙,“微污染原水净化技术的探索”,《中南给水排水》,No.4, 1994
8. 牛健南,“气浮法除藻条件和参数分析”,《净水技术》,No.1, 1996
9. 李宗毅,“臭氧气浮新工艺在法国的研究与应用”,《给水排水技术动态》,No.4, 1995

△作者通讯处:200092 上海市同济大学环境工程学院九五研