

用二氧化锰强化过滤过程的除污染效能

马 军 李圭白

[提要]作者提出了将水合二氧化锰涂渍于石英砂滤料表面,以强化常规过滤过程除污染效能的技术构想,并以某受污染江水为对象,进行了动态模型除污染试验。借助于色-质联机分别对石英砂、表面涂渍水合二氧化锰的石英砂、以及天然锰砂等滤料的除污染效能进行了初步性的对比试验。结果表明,石英砂滤料对水中有机污染物的去除效率很低;表面涂渍水合二氧化锰后除污染效果明显提高;含有二氧化锰成份的天然锰砂滤料对水中有机污染物也有明显的去除作用。

[关键词]有机污染物 去除 二氧化锰 石英砂滤料 天然锰砂滤料

一、概述

我国近年来污水排放量在不断增加,但污水处理率仍然较低,致使饮用水源遭受到日益严重的污染。对受污染的水进行处理已成为目前急待解决的问题。

发达国家近些年来已逐渐发展了一些饮用水除污染技术,但一般投资较大、运行费用较高,在我国由于受经济条件的限制一直难于推广应用。因而,研究低耗、易行的饮用水除污染技术,在我国具有特殊的意义。其中很重要的一个方面是强化现行的传统给水处理工艺的除污染功能。

过滤过程是现行的传统给水处理工艺的主要环节,具有强化除污染的潜力。笔者认为要实现这一目的,主要有两种途径:一种是采取某些措施对现行的滤料表面进行改性处理,强化其除污染功能;另一种是对具有不同功能的滤料复合应用。

本文初步尝试了将水合二氧化锰涂渍到石英砂滤料表面,对水中有机污染物进行强化去除。在前期的研究工作中,发现水合二氧化锰对水中有机污染物具有一定的去除效能^[1]。考虑到水合二氧化锰易于附着于无机滤料表面,因而有可能提高滤料的除污染效能。对于含有二氧化锰成份的天然锰砂滤料的除污染效能,也进行了初步研究。

二、试验过程与方法

分别将相同粒径级配(0.5~1.2mm)的石

英砂滤料及表面涂渍水合二氧化锰的石英砂滤料,以及天然锰砂滤料等装入玻璃柱中($\varnothing 35\text{mm} \times 600\text{mm}$)。然后通入蒸馏水,排除滤床内的空气,用20倍床体积的蒸馏水对滤料进行浸洗。取某受污染的江水,放入高位水箱中,使水以恒定流速(4m/h)流经滤床。为减少试验的系统误差,同时设空白柱(内不装任何滤料)做对照。

将流经滤床的水样中的有机污染物用装有GDX-102树脂(天津化学试剂二厂生产、粒度40~60目)的特制玻璃吸附柱($\varnothing 30\text{mm} \times 200\text{mm}$)富集。吸附柱中的树脂及底部的玻璃棉使用前均已用脂肪提取器洗涤(用乙醚、二氯甲烷和甲醇三种溶剂各抽提8h)。将富集后的有机污染物用乙醚(75mL)、二氯甲烷(75mL)和二硫化碳(15mL)依次洗脱。然后加入经600℃干燥3h的无水硫酸钠进行脱水处理,再用K-D浓缩器在48℃下浓缩至1mL,从中抽取1 μL 注入色-质联机,进行有机物分析。

有机物的分析系采用美国Finnigan MAT公司Inc05-50型色-质联机。用非极性DB-1,30m $\times$ 0.25mm的石英毛细管色谱柱进行分离。升温方式采用在柱温50℃下恒温1min,然后以6℃/min程序升温至260℃,在此温度下恒温15min。载气流量(He气):1mL/min。质谱条件为:离子源电子轰击温度140℃;发射电流250 μA ;电子能量为70eV;电子倍增器电压1000V。

三、试验结果与分析

几种滤料对水中有机污染物的去除效果 表 1

浓度及去除率 滤料种类	色谱峰总面积 $\sum_{i=1}^n A_i$	有机污染物总去除率(%) $(1 - \sum_{i=1}^n A_i / \sum_{i=1}^n A_{Ri}) \times 100$
石英砂过滤	597484	4.5
载有二氧化锰的 石英砂过滤	362923	42.0
天然锰砂过滤	380442	39.2

注: A_i 为滤后水中第 i 种有机污染物色谱峰面积;

A_{Ri} 为原水中第 i 种有机污染物色谱峰面积, 原水色谱峰面积总和为 $\sum_{i=1}^n A_{Ri} = 625656$ 。

表 1 为几种滤料对水中有机污染物的去除效果, 其中以每种水样的总离子流质量色谱图的色谱峰面积总和近似表示水中有机污染物的总浓度。可以看出, 石英砂滤料对水中有机污染物的去除效率很低, 仅为 4.5%; 载有水合二氧化锰的石英砂和天然锰砂滤料分别使水中有机污染物总浓度 (以色谱峰面积计) 降低 42.0% 和 39.2%。

将水中主要的有机污染物通过与计算机内存谱库中 42000 张各类有机化合物的标准谱进行对照定性, 然后以滤后水中每种有机污染物色谱峰面积 (A_i) 与其在原水中的色谱峰面积比值来反映几种滤料对水中该种有机污染物的去除效果, 如表 2 所示。可以看出, 无论是载有水合二氧化锰的石英砂还是天然锰砂滤料, 对低分子量有机污染物的去除率都略高于对大分子量有机污染物的去除率; 对于原水中的主要有机污染物——硝基化合物, 均具有明显的去除效果; 对于水中的杂环化合物的去除效果也较好。但它们对于水中极性相对较大的有机污染物, 如酮类、羧酸类化合物的去除效率则较低。

上述试验结果表明, 将二氧化锰涂渍于石英砂滤料表面能够改善其除污染功能。二氧化锰的除污染作用主要在于其吸附性能。对于某些难生物降解、难氧化、极性却相对较小的有机污染物, 如硝基化合物, 二氧化锰表现出较好的去除作用。二氧化锰在一定条件下能很好地吸附三卤甲烷前驱物质^[2]; 对于水中某些嗅味有机物的吸附作用甚至超过臭氧对它们的氧化作用^[3]。因而充分地利用二氧化锰的除污染特性, 有可能经济有效地强化传统水工艺过程的

除污染功能。

本试验仅仅是对这一构思的初步尝试, 尚需要围绕改性滤料对水中有机污染物吸附速度、吸附容量、解吸规律, 以及饱和滤料的再生处理等多方面问题进行系统、深入的研究工作。

此外, 考虑到我国很多地下水除铁、除锰水厂以天然锰砂为滤料来去除水中的铁、锰; 即使是采用石英砂滤料, 其表面一般也附着了一定量的铁锰氧化物, 因而对于现行的地下水除铁除锰滤池的除污染效能进行综合评价, 也是一项很有意义的工作。

几种滤料对水中主要有机污染物的去除效率

(以 A_i / A_{Ri} 计)

表 2

序号	物 质 名 称	石英砂 滤 料	载有水合二氧化 锰的石英砂滤料	天然锰 砂滤料
1	硝基苯	0.71	0.44	0.64
2	2,4-二甲苯-2,3-戊二醇	0.97	0.44	1.11
3	双丁氧基甲醇	0.68	0.34	0.72
4	硝基苯	0.82	0.31	0.27
5	4-硝基苯酚	1.50	0.63	0.73
6	1-甲基-2-硝基苯	1.35	0.53	0.55
7	5-甲基-2-(1-甲基乙基)环己醇	0.77	0.55	0.58
8	萘	0.86	0.40	0.38
9	1-甲基-4-硝基苯	1.36	0.62	0.53
10	苯并噻唑	0.99	0.47	0.48
11	1-氯-4-硝基苯	1.42	0.68	0.64
12	1-乙叉-1H-茚	0.62	0.37	0
13	1,4-二氯丁烯	2.10	1.59	1.06
14	反式-2,2,4,4,7,7,7-六甲基-1H-茚	1.38	0.74	0.53
15	1-丁基-2-(2-甲基丙基)环丙烷	1.06	0.61	0.75
16	2-甲基-环十四酮	1.51	0.88	0.94
17	4-乙基-3,4-二甲苯环己酮	1.26	0.68	0.99
18	2,6-双(1,1-二甲基乙基)-1,4-二酮 -2,5-环己二烯	0.96	0.72	1.55
19	N-叔丁基-1-环己烯-1-乙醛酰胺	1.19	0.62	0.46
20	2,2-二乙基-2-甲基-3-丁酸	1.412	0.821	1.02
21	2-甲基苯并噻唑	1.23	0.63	0.65
22	3,3'-4,4'-四甲基-1,1'-联苯	0.87	0.54	0.82
23	3-(三甲基, 硅氧基)-苯二甲酸甲酯	1.14	0.61	0.89
24	3-(1-甲基乙基)-N-α-二苯基苯胺	0.67	1.15	0.18
25	α-二苯基-4-(1-甲基乙基)-N-苯胺	3.74	2.62	2.59
26	1,2-邻苯二甲酸-丁基-2-甲基丙脂	1.37	0.66	0.64

注: A_i 为滤后水中第 i 种有机污染物的色谱峰面积;

A_{Ri} 为原水中第 i 种有机污染物的色谱峰面积。

给水厂扩建工艺设计经验点滴

王 家 民

[提要]本文总结了作者多年来的设计经验,阐述了给水厂扩建的工艺设计要点,包括水厂扩建规模的确定、水处理工艺方案的选择和取水构筑物、一级泵房、二级泵房、清水池、二泵吸水井和加氯加矾间的扩建工艺设计要点。

[关键词]给水厂 扩建工艺设计 取水构筑物 泵房 清水池 吸水井 加药间

给水厂扩建是指根据给水系统的总体建设要求,在水源和现有水厂场地能满足要求的前提下,将现有水厂生产规模扩大,实现扩大再生产。而为生产和生活服务的附属建筑和设备,往往较少扩建或扩建规模不大,一般仅需增加少量,有时甚至不需增加管理人员和操作人员。与新建水厂相比,水厂扩建不需或仅需征用少量土地,投资小,上马快,建设周期短,因而,制水成本大大降低。由于上述原因,许多城市拟建水厂时,均优先考虑扩建方案。这些年来,笔者在水厂扩建设计中曾做过一些尝试,先后为福建、山东、江西、江苏、上海、广东等省市的水厂进行了扩建设计。现将本人在水厂扩建工艺设计工作中的经验和体会,总结如下,以期抛砖引玉,并供基建管理部门的领导以及教学、科研和设计同行参考。

一、水厂扩建规模的确定

水厂扩建规模的确定,一是要考虑给水工程的总体建设要求,根据用水量预测的结果。二是要考虑现有场地的实际情况。水厂建设一般均分期进行。因此,水厂在一期工程设计时,均综合考虑了二期工程的要求。通常,二期工程规模往往与一期工程大致或完全相同,净水工艺大致相同。但这些若干年以前建设的水厂往往对未来的供水规模估计不足,而场地却较为宽裕。考

虑到大多数水厂的扩建往往都是一次性的。因此,扩建时现有场地务必要用足用好。在不影响水厂内部的交通和操作管理的前提下,道路、绿化等不宜象新建水厂那样,占有较大的面积。布置应尽量紧凑。此举的目的主要是为了尽量利用现有场地,充分挖掘水厂的扩建潜力,尽量增大水厂的扩建规模,取得最佳经济效益和社会效益。如处理得当,往往能使扩建工程的规模超过一期工程设想的规模。如江苏金坛水厂二期扩建工程的设计,一期工程1975年设计,生产规模为 $5000\text{m}^3/\text{d}$,设想二期工程生产规模也为 $5000\text{m}^3/\text{d}$ 。二期扩建工程1982年设计,实际扩建规模为 $1\text{万}\text{m}^3/\text{d}$ 。

二、水处理工艺方案的选择

水厂扩建水处理工艺方案的选择所应遵循的原则如同新建水厂。到底选用何种水处理构筑物和采取何种组合,则要根据水厂规模大小、原水水质情况、用户对处理后水质的要求、气候和经济条件以及当地习惯等因素合理选用。除此之外,水厂扩建毕竟是在现有水厂的基础上进行建设的,因此,在选择水处理工艺方案时,必然要受到现有条件的约束。根据本人经验,扩建水厂在选择水处理构筑物的类型时,尚应考虑以下几点。

1. 在水厂平面布置上,新建主要建、构筑物应与原

四、结语

初步的试验结果表明,通过在石英砂滤料表面涂渍水合二氧化锰,强化了其对水中有机污染物的去除效能;含有二氧化锰成份的天然锰砂滤料也具有一定的除污染效能。对于该技术的系统与深入研究有利于经济、有效地改善饮用水水质。

参考文献

[1]马军,《高锰酸钾去除与控制饮用水中有机污染物的效能

与机理》,哈尔滨建筑大学博士学位论文,1990年。

[2]Colthurst J. M. and Singer P. C., "Removing Trihalomethane Precursors by Permanganate Oxidation and Manganese Dioxide Adsorption", J. Am. Water Works Assoc., Vol. 73, No. 2, 1982.

[3]Lalezary S. et al., "Oxidation of Five Earthy-Musty Taste and Odor Compounds", J. Am. Water Works Assoc. Vol. 77, No. 3, 1986.

★作者通讯处:150006 哈尔滨建筑大学 435 信箱

电话:(0451)2300918-5297(H)

收稿日期:1995-6-15