

(5)

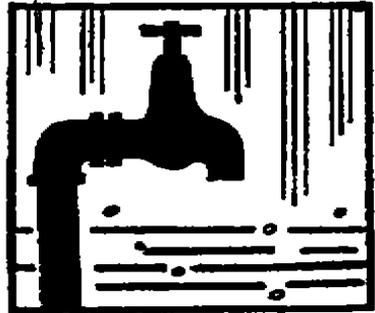
净水器

活性炭

光氧化法

现状

23-27



供水专栏

关键词 净水器 活性炭+膜法 光氧化法

一、概述

随着供水水源污染的日益严重,人们已经很难饮用到对人体健康无害的洁净水了。越来越多的有关卫生健康方面的报导表明:水源的有机物污染,特别是难以去除的微量有机物的污染,是影响人体健康的关键,已被列入黑名单的优先控制的有机污染物达到五十几种,正是这些物质的致癌、致突变、致畸作用引起人们的广泛关注。

城市自来水厂提出的出水是满足社会各种功能需要的,真正与人体接触并进入人体内的仅占 0.5%~2%。以上海市为例,日供水量为 538 万吨水供人体饮用的不到 10 万吨。如何使这 10 万吨水成为可供饮用的水 (drinkable Water),是近年来给水工作者的热门课题。

一些城市水厂为寻找洁净的水源,不惜投下巨大的物力、人力远距离调水,这已对城市构成巨大的经济压力,甚至有悖于经济规律,一百多年来传统的给水处理工艺确实不能去除水中微量有机物,但一味往上游取水,只是一种消极逃避的作法。

长期以来人们一直以为饮用煮沸自来水是安全的饮水方法。诚然,煮沸可以杀灭病菌,挥发去除部分有机物,但它对难挥发性

饮水净化器的现状及未来

上海同济大学环境工程学院 纪任旺
范瑾初

TU821.4

摘要 本文在简要论述供水水质不佳的基础上,对目前市场净水器作了现状分析,并提出了“活性炭+膜法”和“光氧化法”是将来发展的实用技术的观点,最后对未来城市供水做了一些可行的设想。

有机物却无能为力。对生水及煮沸水进行对比试验,发现煮沸水的 Ames 试验阳性率反而高于生水。(Ames 阳性率高表示“三致”物质含量高,三致的危害也大)。见图所示。

表 1 生水和煮沸水中卤仿含量比较(ug/L)

化合物	生水	开水
一溴二氯甲烷	20.8	0.01
二溴一氯甲烷	18.6	未检出
二氯甲烷	2.8	未检出
氯仿	12.6	0.3
溴仿	3.4	未检出

将水厂全部出水都深度处理为饮用水是不经济的,另外铺设一套供水供应管网也是目前难以实现的,在用户出水龙头进行处理,发展小型家用净化装置是一种最佳的方式,这就产生了家用饮水机。

国外净水器普及率很高,日本拥有 250 万只,美国拥有 600 万只,人口仅为 2500 万的加拿大,也拥有每年 10 万只的销售量。国内的净水器发展得较晚,技术上也不够成熟,造成质量良莠不齐。1986 年上海市对二十多种产品进行检验,及格率很低。对 16 种家用净水器检验,合格率 44%,集团净水器合格率为 10%,导致消费者产生怀疑否定心理,一度引起市场的萎缩。

二、目前净水器的现状

为便于分析,我们先对目前自来水公司提供的水质与饮水水质差异做个比较,使用净水器将弥补这个差异。

①悬浮物、气味、臭味等感观性状上的指标

水厂操作不当、庞大输水管网的中途被污染、用户楼内管网老化、调节水池未及时清洗、屋顶水箱污染等因素均可造成上述感观性状上的不达标。

②输水管网余氯不足造成微生物滋长

③水中溶解性有机物含量

目前水厂对该项的去除率很低,故它是净水器的重要处理对象。

④水的质素调节

对水适当矿化、磁化、电解等,使其满足不同口味,具有多种用途。

以上四项是净水器主要处理对象,由此发展出各种各样的净水装置。本文着重对它的现状作一概括分析。

①以活性炭为主的介质过滤法

活性炭,由于其孔隙小,比表面积大、强度高的果壳碳,能相当有效地吸附各种杂质,如悬浮液、臭味、氯味以及病菌、较大分子有机物等。特别是近年来对它的作用原理探索的深入,应用范围也大大扩拓。它是国内外使用最为广泛的净水形式。但是活性炭对低分子有机物如卤代甲烷,酚类仍无法尽数去除,且微孔易被悬浮物质堵塞而老化、失效。据日本报导,活性炭上极易滋长细菌,高达 10^5 个/ML,虽然通过煮沸可以杀灭,但诸如洗器皿这样的工作也用煮沸水,既不经济也不方便,而直接用生水冲洗则不卫生。

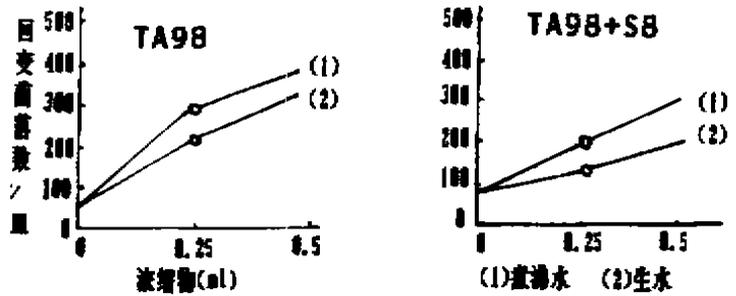


图1 煮沸水对饮水中致突变活性影响 (1)煮沸水 (2)生水

Ames 试验是水处理领域中致突变试验标准方法,它是利用紫外光诱变沙门氏菌,使其出现组胺酸营养缺陷型,该菌株不能在不含胺酸的培养基生长。常用的有 TA98 菌株,在培养基加入诱变剂后,可以产生回复突变,突变菌落较多,即阳性率高,如在培养基中加入 S9 酶系阳性率降低(如右图所示),说明这类致突变物质对人体危害较轻,因为人体会降低其毒性。

经活性炭过滤的出水 NO_2^- 浓度反而升高, NO_2^- 是人们所不愿看到的,所幸,它还未超过饮水标准,活性炭过滤器的用户普遍反映:如几天时间间断用它,就会发现水发臭发黑,这是因为厌氧发酵的缘故,给用户带来了不便。目前市场上还开发了大孔树脂等吸附能力大、不易堵塞的介质,以克服活性炭的不足。

关于活性炭的使用,目前净水器厂家都未有成熟的经验告诉消费者,即活性炭使用年限、流量控制、清洗时间等,常常导致失效的活性炭继续使用而出水恶化的现象。

②膜截留法

利用半透膜的选择透过性进行反渗透或超滤,去除分子量大于 120 的有机物、无机杂质、细菌、病毒、热源,是相当有效的方法,有机分子不易穿过膜的孔道,而水分子能很好地穿过,获得良好的分离。它能弥补活性炭对于小分子有机物难去除的不足,故通常放在活性炭过滤之后,可以获得高纯的饮水,国内已有厂家生产,但由于膜孔易堵塞,易污染,须要 20 倍产水量的水进行冲

洗,造成水量浪费。目前使用多为醋酸纤维素膜,其本身是有机物,极易被细菌做为营养物而消耗、老化,须要严格的预处理。尽管膜法有较多的不足,如果膜的生产批量化后,将成为未来广泛使用的处理方式。

③ 消毒技术

活性炭虽能去除细菌,但也易长细菌,人们采用了 AgCl(氯化银)浸泡活性炭的方法,使 AgCl 沉积于孔隙内以杀灭细菌。活性炭选型对氯化银的附着影响很大,如果 AgCl 冲失,不仅会降低它的杀菌能力,而且在人体内富集将造成潜在的危害。三碘树脂也是好的消毒剂,但碘也易溶出。臭氧消毒较难以使用在家用净水器,因为它的发生装置庞大,布气、尾气回收繁复,多在水厂或大型的集团净水装置中。利用紫外线灭菌消毒是一种简易有效的办法。紫外线的能量可破坏细菌的 DNA、RNA 而获得消毒功效,其波长范围 240~280nm,紫外线还能够去除水中的微量有机物,如果将它与消毒技术联用,将是有广阔前景的净水技术。紫外线与臭氧一样,没有持续的消毒能力,只宜短距离输送或降温贮存。

④ 水的调质

对水进行磁化、酸化、矿化等,我们权称其质素调节,因为它不是基于有害物质的去除,而旨在提高水的质量而满足不同的要求。

磁化水的功效已是有目共睹,尤其对于结石病的治疗,它可以溶解结石、抑制沉积、甚至滋润皮肤等。市场的磁化杯使用较多。磁化水作用原理是水在磁力线的切割下,氢键被扭曲、断裂,水由高聚合度降为低聚合度,因此饮用时口感好。

矿化的功效争议较多。目前多数矿泉水厂家采用人工矿化,即用不同配方的麦饭石溶解于水中,所需求的矿物质即由麦饭石进入水中。美国一家医学杂志称:人体只能吸收有机矿物质,即通过植物吸收的矿物质,

而对于直接人工矿化的无机质无吸收能力,反而富集于体内,造成长期危害。天然矿泉水的产量毕竟少,而且市场上真假难辨,人工矿化处理还应得到进一步验证后,再做定论。

美国还有一种利用水的电解得出酸碱两种水,认为酸水具有美容、消毒作用,而碱水对于高血压、消化不良等病症颇有疗效。为满足不同口味而对水进行调质,也是水处理的一项有意义的方向,国内尚未有此开发报导。

⑤ 利用相变去除杂质

水发生相的变化时,溶于水中的杂质便被浓缩于蒸汽或晶体之外,获得净化分离。常用的是蒸馏法和冰冻法,前者是利用蒸汽凝结,而得到高纯度的水,即现在流行的太空水,但由于其味涩,无甘甜的感觉,遭到很多消费者的抵触,水纯则纯矣,如无适当的质素调节,便很难令人接受。利用凝结冰块而驱除杂质是美国一家公司的技术,整个净化过程 2 个小时,每天产水 3 加伦,它的优点是仅在相变过程中即完成了杂质的去除,不须复杂的过滤、消毒等工序,但传热装置较为庞大,电耗也大,在我国似乎难以推广使用。

以上五种净水方式,是国内外较为广泛使用的净水方法。显而易见,单一的技术难以完美地完成水的净化,需要通过多种工序的优化组合,各自发挥其优点而获得扬长避短的结果。

随着饮用水质的标准逐步提高,人们对于水中的致癌物质,甚至于诱癌物质十分关注,这些物质主要是低分子量有机物造成的,而常见的净水器对此去除率不高,进水 Ames 呈阳性,出水仍呈阳性,无法改变为阴性。为了有效地除去低分子量有机物,即分子量小于 120 的有机物,人们不断摸索。近二十年来发展起来的光化学氧化法,具有良好的去除能力。

三、净水器技术的未来发展

发展高效净水装置,去除水中的有机物是净水器的主要任务,目前较为成熟的技术是活性炭+膜过滤的组合。如前所述,它们组合可以获得较高质量的水,是未来净水器发展的一个趋势。目前膜的制作尚未有经济的方法,给该法的推广带来一定的困难,随着膜制作技术的发展,它的应用范围将更加广泛。

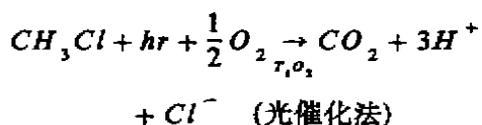
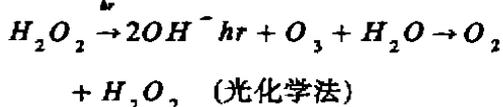
本文将主要介绍光化学氧化在净水器中的应用前景。

光催化氧化是在水中投入 TiO_2 等 n 型半导体物质,利用紫外线照射,激发出其表面自由电子并产生空穴,空穴具有相当高氧化能力,氧化其周围的水分子为 OH^\cdot , OH^\cdot 可以在任何无选择竞争的条件下,氧化水中各种有机物,如酚类,三卤甲烷等活性炭难以去除的低分子有机物。据报导, $140\mu g/L$ 的 CH_3Cl 可以在 120 分钟内降为 $60\mu g/L$ 以下,无任何中间产物。

光化学氧化法是利用紫外线照射投入水中的 H_2O_2 或 O_3 ,使其分解为强氧化性的 OH^\cdot , OH^\cdot 的氧化有机物也是无选择性的,故能得到很好的处理效果。

据报导,如果两法联用,去除率可以提高 5~12 倍。

作用原理为:



据报导,选择一定波长可使水中原有的溶解氧被氧化为臭氧,从而免去臭氧投入工序。

光氧化已广泛使用于国外的水处理,尤其是在控制水中挥发性有机物 (VOC) 排

放时。美国对此做了大量研究,认为紫外线氧化具有良好的去除率,特别是低浓度有机物的去除。

我们完全可以认为低浓度有机物的去除与消毒杀菌可以在同一过程中完成,但需要准确定出两者同时适用的波长范围。

光氧化法的效果优于其它处理方法,但它还存在如下问题:

a、 TiO_2 悬浮颗粒既须与水充分接触,又需得到充分的表面照射,同时出水时又需将其截留。这三者矛盾如何在一个小小的净水器内得到统一,是迈向市场的关键。日本有将其固定在反渗透膜上的先例,但这给清洗带来一定困难,同时减少了表面积。须探索更科学的改进处理方法。

b、UV 紫外线的处理效果与入射深度有较大的关系,故水中悬浮物须要预先处理以减少它对紫外线照射的影响。

c、进一步研究与消毒共同作用的波长范围, H_2O_2 的投量,利用水中溶解氧的光谱输出等最优工况点。

光化学氧化具有设备简单、投资低的优势,只要不同领域的工程师共同解决尚存的问题,它将是优质饮水供应的最实用、有效的方法。

四、未来饮水供应的设想

未来城市分质给水的可能是存在的。我们根据人员的分布情况,粗略地划分供水对象为①生活小区供水②人员集中处供水③人员流动处供水。

①对于小区家庭用户(或改建成的),宜广泛宣传使用家庭龙头挂式净水装置。对于规划在建小区,则应由自来水公司牵头,设一饮水处理站,集中处理,短距离输送,并设循环管。其管径小,投资亦不高,而且可以保证水质,免去用户管理家用净水器的麻烦。如果条件再差一些,可以设饮水供应站,实行瓶装、罐装,定期由用户来换或送

27-30

中央配水式混合池

天津自来水公司 张永复

TU 991.2.2

摘要 本文介绍一种圆形混合池,在池的中部设有配水井,它充分利用了混合池容积,而且增加了扰流设施,混合效果良好,能节约混凝剂。

关键词 混合池 混凝剂 助凝剂 凝聚

一、前言

常规净化工艺在投加净水剂后,经过凝聚—絮凝—沉淀—过滤四个工艺过程达到水质净化的目的。

凝聚过程使用的设备或构筑物就是混合设施。混合设施效果对整个混凝(凝聚及絮凝)过程的作用十分重要,只有在混合过程中使投加在水体中的混凝剂快速混合而且分布均匀,才能保证凝聚反应系统达到最佳效果和节省混凝剂。

在净化历程中,凝聚占用的时间最短,仅需要 2~3 分钟,其余净化工艺历程则需要十几分钟或几十分钟。因而混合设施投资在净化工艺总投资中,所占比例最小。努力改善混合设施效果,就可能以最少投入达到降低净水成本之目的,投入与产出相比,效益明显。

二、泵前投药

当水厂采用进水泵前投药工艺,而进水泵又有几台的情况下,投药往往不均匀。

上门,象供应煤气罐一样,每户每日供 10~20 升水左右,工作量较小,易于推广,价格亦远低于矿泉水。

②对于厂矿、写字楼、学校等,宜专设开水站。在现有的锅炉软化装置前加设集团用净水器,集中输送热水。这是目前较可行的方式。

③在游客多的地方如风景点,也可设一精密处理净化装置供应直接饮用的自然水,而不是让游客饮用各种饮料、矿泉水。这样既有利于游客健康,又可以使公园有收益,减少垃圾产量。上海有些学校内已有实践,购买者十分踊跃。

五、结语

大力宣传使用饮水净化器是解决目前饮水水质不佳问题的最有效方法,需得到全社

会的共同关心,同时也更迫切地要求工程师们发展最优最简单高效的技术以满足社会的需要。

参考文献

1. 朱惠刚, 当今水污染与健康。《净水技术》1989.3
2. 许景文译, 关于家用净水器细菌污染考察。《净水技术》1993.3
3. 李田, 光催化氧化法饮用水深度处理研究。《上海给水排水》1991.2
4. 吕锡武严煦世, 光化学氧化法去除饮用水中的有机优先污染物。《上海给水排水》1990.2
5. 《国外环境科学技术》有机氯化物处理方法 1993.1
6. 《国外环境科学技术》, 紫外线氧化技术在处理污染地面水方面的应用。1993.4