

家用净水器去除有机物效果和工艺特点

同济大学 常 春 邓慧萍 董秉直 夏丽华

摘 要 对两种形式(中空纤维膜型及反渗透型)的三款家用净水器进行了净水效果的比较试验。前者去除有机物的能力有限,而后者出水水质良好,可满足生饮要求。

关键词: 家用净水器 活性炭 中空纤维膜 反渗透

1 前 言

尽管家用净水器得到日益普及,但它们去除有机物的效果尚不清楚。为此,对市售的几款净水工艺比较有代表性的中空纤维膜型和反渗透型家用净水器进行了净水试验,以便深入了解各类净水器去除有机物的效果和工艺特点。

2 工艺流程及试验方法

2.1 试验原水水质状况

本试验对全上海市 100 个饮用自来水的家庭进行了取样分析,其各水质指标的平均值如表 1 所示。

表 1 自来水水质状况

水质指标	COD _{Mn} (mg/L)	TOC (mg/L)	pH	浊度 (NTU)	色度 (度)
自来水	3.25	4.64	7.24	0.643	7
水质指标	硬度 (以 CaCO ₃ 计) (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
自来水	197.88	2.53	0.19	0.070	4.84

从以上自来水水质状况可以看出,上海自来水不能满足卫生部 2001 年 9 月颁布的《生活饮用水水质卫生规范》中 COD_{Mn}≤3mg/L 的标准。

2.2 工艺流程

本试验选用的三款家用净水器中,两款为中空纤维膜型(一般与活性炭连用),一款为反渗透型家用净水器,三款净水器的编号及工艺流程如表 2 所示。

其中 3# 净水器还配置有一个储水罐,在未取水的情况下,净化后出水流进储水罐储存,且净水器所带水泵会根据储水罐中的储水量自动

表 2 三款净水器的工艺流程

中空纤维膜型	1#	自来水→PP 纤维膜+颗粒活性炭复合滤芯→离子交换树脂→中空纤维超滤膜→出水
	2#	自来水→微滤膜→两根串联的活性炭柱+中空纤维微滤膜的一体化滤芯→紫外线消毒→出水
反渗透型	3#	自来水→5μm 微滤膜→活性炭滤芯→1μm 微滤膜→RO 反渗透膜→后置活性炭滤芯→出水

关闭。

2.3 试验方法

三台净水器按照厂家说明书安装,以自来水为原水。试验时,两台中空纤维膜型净水器采用定压方式运行,供水压力稳定在 0.2MPa,反渗透净水器进水则是利用自来水龙头本身的压力。三台净水器每天运行 10h,共运行了 5d,分别在每天运行的第 1,4,8 个小时取样对出水水质进行分析。

2.4 测定项目及测定方法

所取水样主要测试了以下水质指标:TOC——岛津 TOC-V CPH 型 TOC 仪;UV₂₅₄——上海精密科学仪器有限公司的 7552 型紫外分光光度计;COD_{Mn}——高锰酸钾酸性滴定法;浊度——HACH2100N 型浊度仪;色度——上海海恒 XS-1 型色度仪;NO₃-N——紫外分光光度法。

3 试验结果及讨论

3.1 流量变化情况

净水器在使用中,随着杂质的截留,出水流量呈现逐渐减小的趋势,本试验选用的三台净水器的流量变化趋势如图 1 所示。

从图中可以看出 1# 净水器初始流量最大,

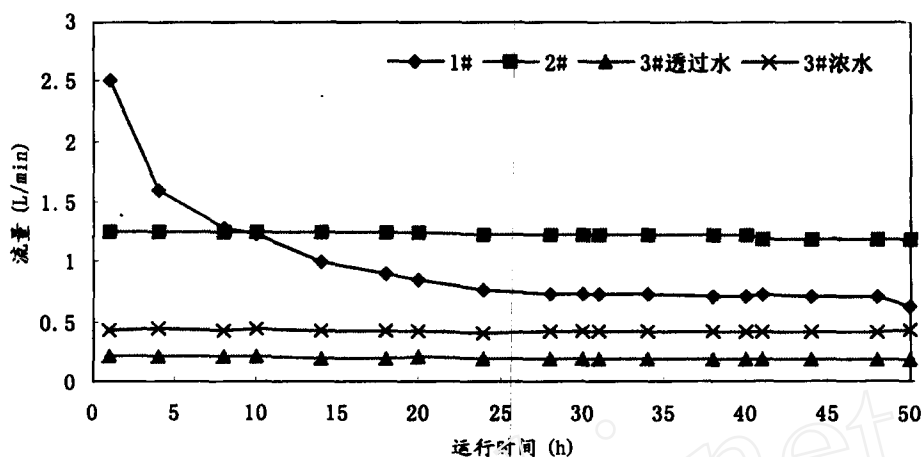


图1 流量变化情况

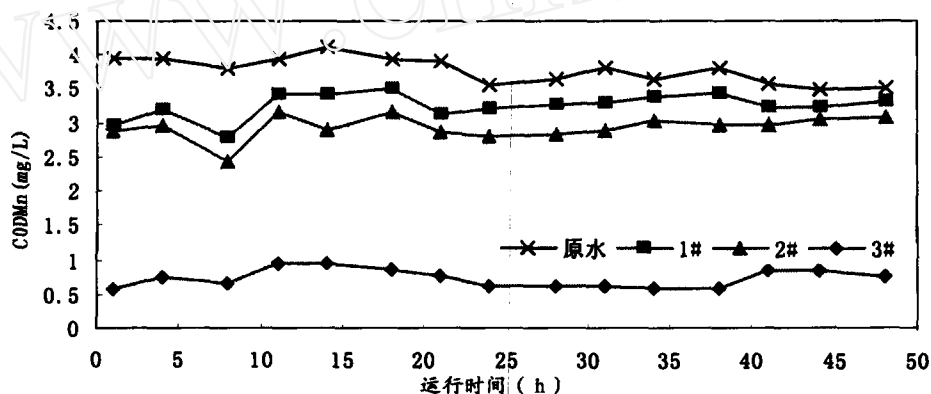


图2 COD_{Mn}变化情况

但流量衰减得最快,而2#和3#的流量并没有太明显的衰减。1#较2#流量快速衰减的原因主要是其起始流量太大以及1#的中空纤维膜孔径较小,只有0.01 μm (属超滤),所以在没有反冲洗的情况下,中空纤维膜会很快地被堵塞,从而造成流量的迅速衰减。而2#净水器采用了两级活性炭柱串联的工艺,大大延长了炭柱的空床停留时间,提高了污染物的去除效果,从而减小了后续中空纤维膜的负荷。

反渗透净水器的预处理部分依靠水龙头的自由水头提供动力,而反渗透膜依靠净水器内的泵提供压力。由图1可见,虽然出水流量较小,但基本保持恒定。反渗透净水器浓水水量大约是透过水水量的二倍,这部分浓水完全可以收集用于家庭洗手间和洗涤之用。

净水器的流量变化也应引起重视。中空纤维膜实际应用时依靠水龙头的自由水头提供驱动力,一般家庭水龙头的水压在0.15~0.2MPa之间。净水器运行初期流量较大,但是随着杂质在净水

器中的沉积,阻力变大,流量减小,给消费者使用带来不便。由此可见,净水器应保持出水流量一定。在这点上,2#净水器显然优于1#。

3.2 有机物的去除

水中有机物常常以混合方式作用于人体,种类繁多的有机污染物的致突变性和致癌性之间存在一定的相关性。而且水中有机物污染的另外一个特点是它们常常以微克级或更低水平存在,其对人体健康的影响具有蓄积性和潜伏期^[1]。所以有机物指标被看作饮用水一个十分重要的指标,它和饮用水的安全可靠性有着直接的联系。

因为净水器的净水效果与空床流速及进水水质有关,净水器过流速度越小,即空床停留时间越长,处理效果越好;净水器进水水质越好,净水器有效使用时间越长^[2]。所以空床停留时间对有机物的去除有着重要的影响,因为空床停留时间长,炭柱的吸附率高。本实验测定了TOC、UV₂₅₄及COD_{Mn}三项有机物指标,例如其中COD_{Mn}的变化情况如图2所示。

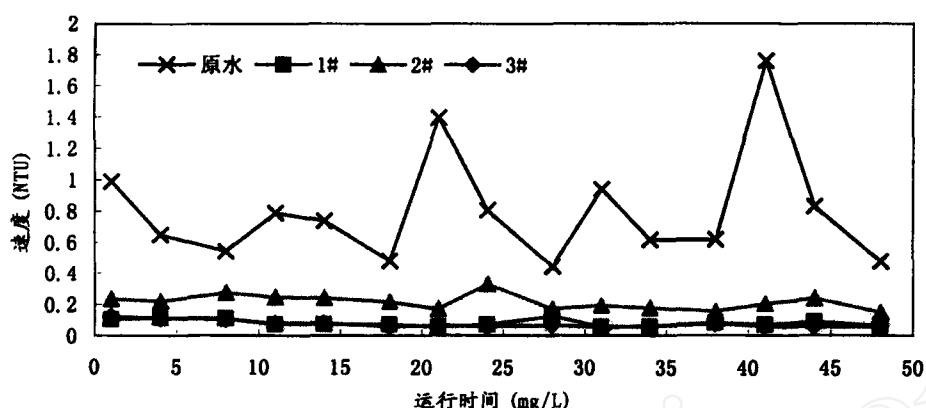


图3 浊度变化情况

从测定得知,三项有机物指标表现出了相同的特点,3#因为采用反渗透膜,出水有机物明显低于中空纤维膜型,出水TOC和COD_{Mn}都在1mg/L以下,UV₂₅₄则接近于0;2#净水器的出水效果要明显好于1#,COD_{Mn}基本满足生活饮用水卫生标准(≤3mg/L),1#出水COD_{Mn}则都大于3mg/L,这主要是因为2#净水器采用两级活性炭柱串连的方式运行,明显地延长了活性炭柱的空床停留时间,且2#的初始流量要低于1#净水器,所以对有机物的去除效果较1#好。

由此可见,中空纤维膜型的净水器主要依靠活性炭去除有机物,由于家用净水器的体积较小,水和活性炭的接触时间有限。在自来水中有有机物较高的情况下,确保水质达到饮用水水质标准是这类净水器所面临的挑战。

3.3 浊度的去除

一般天然水均有一定浊度,产生浊度的原因主要是泥土中的某些物质溶于水形成的胶状物、泥沙等悬浮颗粒以及一些动植物的代谢产物等,水厂出水浊度一般低于1度,但由于管道污染等原因管网末端自来水常常高于1度。

从图3中可以看出三台净水器对浊度都有很好的去除效果,3#净水器的出水浊度在0.1NTU以下,1#的出水浊度也在0.15NTU以下,但2#净水器的出水浊度要明显高于1#,这说明中空纤维膜的孔径对浊度的去除有着重要的影响,孔径越小对浊度的去除越好。

3.4 色度的去除

水中能产生色度的物质是水中溶解的或胶态的带有生色基团的有机物,如酚类、三氮、偶氮化合物、天然有机物如腐殖酸、黄腐酸等,都会产生不同程度的色度^[2]。对于色度的去除,主要是通

过对产生颜色的有机分子进行吸附去除或者是通过破坏这些有机分子上的生色基团来实现。

中空纤维膜净水器去除色度主要依靠活性炭吸附。2#净水器的去除效果优于1#,这是由于净水器的两级活性炭的缘故。3#反渗透净水器去除色度效果远优于1#、2#中空纤维膜型净水器,这和反渗透对有机物的良好去除有着直接的关系。

3.5 余氯的去除

余氯较高是自来水产生异味的原因之一,净水器去除余氯可有效改善饮水口感。净水器中的活性炭可以有效地去除水中的余氯。活性炭脱氯是氧化还原反应,即将游离的HClO转化成氯离子,且活性炭脱氯不会影响活性炭的使用寿命^[1]。但活性炭对余氯的去除效果同样和空床停留时间有着直接的关系,滤速太大,停留时间太短,则这一氧化还原反应无法有效地充分进行,所以实验中三台净水器对余氯的去除率同样是3#>2#>1#。其部分测定结果见表3示:

表3 余氯的去除情况

日期	原水	1#	2#	3#
2月7日	1.68	1.68	1.06	0
2月8日	1.47	1.46	1.19	0.01
2月9日	1.49	1.47	1.24	0.01
2月10日	1.58	1.47	1.03	0.02
2月11日	1.56	1.43	1.03	0.02

3.6 硝酸盐氮的去除

1#和2#净水器对NO₃-N没有什么明显的去除效果,而3#反渗透净水器对NO₃-N的去除率在85%以上。自来水中的NO₃-N含量在2.5~

美国发展城市有轨公共交通近讯

袁 成

摘 要 介绍美国电车新制造商——布鲁克维尔公司、肯尼迪机场的架空有轨列车、来自西门子公司的低地板轻轨车辆和进入美国市场的西班牙车辆制造商 CAF 公司。

关键词: 美国 城市交通 有轨公共交通 发展近况

本文介绍美国城市中发展有轨公共交通 (包括地面有轨电车和轻轨车以及架空有轨列车) 的一些信息,供参考。

要发展有轨公共交通,首先必须解决其车辆的来源问题。除了几家传统的轨道车辆供应商 (如:通用电气、西门子、庞巴迪、斯柯达……) 以外,一些新的供应商,如美国宾州历史悠久的布鲁克维尔设备制造公司 (Brookville Equipment Corporation,以下简称“布公司”)、西班牙的 CAF 公司等,现也能在美国市场上提供城市有轨交通领域中所需的车辆设备。

1 布鲁克维尔公司——美国电车制造行业的一个新角色

已有 85 年历史的布公司,多年来是美国采矿业井下和地面设备的主要制造厂商。布公司在生产铁路运输设备方面,也曾积累了丰富的经验,包括曾经制造重达 150t 的机车。

为了寻求新的发展机会,布公司在其产品中增加了隧道工程和机场地勤业务方面所需的配

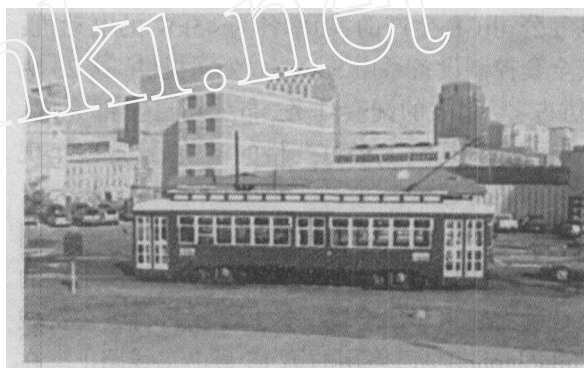


图 1 行驶在新奥尔良市街头的“仿古”复制品有轨电车

备。随后,布公司又将其业务范围扩展到了城市有轨交通领域中。2002 年,该公司顺利地赢得了美国港口城市新奥尔良的地区公共交通局(New Orleans Regional Transit Authority,简称 RTA)的一项合同,为 RTA 提供其新造的 23 辆“仿古”复制品(replica)有轨电车中所需的转向架(bogie)及电气设备。这 23 辆“复制品”的外形是原汁、原味的 1920 年代的老古董式样(见图 1)。但是,布公司为这 23 辆“复制品”提供的机械和电气设备,在结

4.5 mg/L 之间,远低于生活饮用水水质标准中规定的 20mg/L。

4 结 语

家用净水器是一种微型化的水质深度处理装置。它的发展及社会需求速度很快。因此,在世界各地的饮用水水源污染的不断加剧及人们对饮用水水质要求不断提高的情况下,家用净水器在当前及今后相当长的时间内,都将发挥重要作用,很有发展前景。

试验所选净水器中,反渗透净水器处理效果要明显好于活性炭+中空纤维膜型净水器,可以有

效地改善饮用水水质,出水基本满足生饮要求。

中空纤维膜型净水器结构紧凑,使用方便,价格较低,出水流量大,无耗电或小耗电,但出水水质无法得到很好的保证。

参考文献

- [1] 王绍斌.不同类型活性炭联用深度处理饮用水的对比试验研究.哈尔滨工业大学硕士论文,2001.
- [2] 解磊,杨秀妍,白景峰等. IBAC—压缩活性炭棒联用技术家用净水器的可靠性研究.应用科技,2000,29 (8):61-64.

(收稿日期:2004-08-13)

Abstracts of Main Contents

(1) On the Building up of Urban Water Supply Supervision and Contingency Directing System

Yin Rongqiang *et al.*

The demands of building up and consummating urban water supply supervision and contingency directing system at state, province and city government levels are put forward, and relative suggestions proposed.

(12) San Francisco's PT

Zhang Xi

The traffic hardware equipment, operation management and development plan of MUNI and BART in San Francisco are reported and the marketing strategy of MUNI is emphasized.

(15) The Operation and Maintenance QC of Rail Transport Vehicles in Shanghai

Mi Qun'en

The QC system, quality policy and objective, and quality control, quality guarantee and quality improvement for the operation and maintenance of Shanghai's rail transport vehicles are discussed

(19) Tests of Preparing Pure Water through Electrodeionization

Ni Shuhua

A general description of electrodeionization(EDI), the working principle of EDI, and the objective, method, results, discussions, conclusions and suggestions of the tests are stated.

(22) On the Application of Urban Sewage Sludge Treatment Techniques in Shanghai

Zhang Meilin

The present situation of urban sewage sludge treatment, as well as their treatment techniques, especially the most in use sludge stabilization technique and the sludge heat drying technique in Shanghai are stated.

(31) On the Technical Management of Siphon Type Movable Backwash Hood Filters

Hu Minyang

The general situation of siphon type movable backwash hood filters, their existing main problems, rational reform and optimized operation are stated.

(36) pH Value Adjustments of Circulating Cooling Water for Gas

Zhao Huifen

30% NaOH solution is dripped uniformly into the circulating water of producer gas in order to increase its pH value and to slow down corrosion rate.

(41) The Design, Installation and Control of Sacrificial Anode Detecting Terminals

Yang Yinchun

The design, installation, control and maintenance of sacrificial anode detecting terminals as well as the testing methods are reported.

(44) Organics Removal Efficiency and Process of Household Water Purifiers

Chang Chun *et al.*

The organics removal efficiency of 2 types of household water purifiers, the hollow fiber membrane type and the reverse osmosis type are compared. The effect of the former is limited and that of the latter is good and can meet the drinking water requirements.

(47) Urban Rail Transit Development in USA

Yuan Cheng

The Brookville Equipment Corp.—a new American tramcar manufacturer, Air Train in Kennedy Airport, low-floor LRV from Siemens, and CAF, a Spanish rail transit car builder entering US market are reported.