

饮用水处理中粉末活性炭应用研究

范瑾初

(同济大学)

TL891.2

摘要 根据近年来的研究成果,简要介绍了粉末活性炭在饮用水处理中的三种应用技术,并提出主要技术关键。

关键词 粉末活性炭; 饮用水处理; 吸附; 过滤

粉末活性炭(PAC)应用历史很久,但随着水处理技术的发展和水源污染的日益严重,目前国内、外对PAC的研究仍在继续深入。近年来对文内三种PAC应用技术作了系统研究,限于篇幅仅作综合概述。

1 在常规水处理工艺中投加PAC

在常规水处理工艺(指混凝—沉淀—过滤)中投加PAC应用已久。此种方法投资省,但PAC投加不当吸附能力往往得不到充分发挥。其技术关键是:

① 炭种的选择,可通过静态试验从技术经济上进行比较后选定。在淮南水厂研究中采用的是上海活性炭厂制的木屑炭。

② PAC投加点的选择至关重要。在取水口处投加,炭水混合接触时间充分,但与混凝竞争从而增加PAC的吸附和使用量;在快速混合前或絮凝过程中投加,有可能存在絮凝体对PAC的包裹作用;在滤池前投加,虽然上述弊端不存在,但PAC易漏失至清水池或配水系统中,且易堵塞滤料层。因此,PAC最优投加点的原则应是和混凝竞争降至最低程度、被絮凝体包裹少和足够的炭水接触时间,一般应根据具体情况通过试验决定。

根据淮南水厂水源和采用二次投矾(碱式氯化铝)特点,在中试模型试验(10m³/h)中作了7个投加点的工况试验。其中两个投加点工况如图1和图2(均采用木屑炭,PAC投加总量均为20mg/L)。

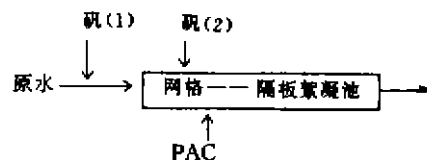


图1 第二次加矾后投加PAC(a)

在相同PAC投加量和基本相同原水水质情况下,以COD_{Mn}作为有机物指标,两个工况的水质测定如表1。

由表可知,工况(a)明显优于工况(b),足见投加点之重要。根据多次试验结果,工况(a)已开始形成肉眼可见的微小絮凝体(尺寸 $d_f \approx 0.1\text{mm}$),PAC与混凝竞争相对于工况(b)较小,且PAC粒径 $d_p = 0.074\text{mm}$ ($> 90\%$ 颗粒), d_f 与 d_p 差别不大,故PAC一般附着微絮凝体表面而尚未被絮凝体包裹,一段时间内还可充分发挥其吸附能力,因而可获得最佳吸附效果。这一现象

虽然增加了磁铁粉和磁滤电耗的成本,但是比传统工艺水头损失少2~3m,厂房面积小,采暖和照明能耗下降,管理费用降低,所以总的成本提高不多,估计每m³水高0.02~0.03元。

该工艺特别适合以地面水为水源、生产高质量水的小型水厂。

8 参考文献

1. “高梯度磁分离在给水技术处理中应用研究”《给水排水》1991.2 陈凤冈等
2. “水处理中高梯度磁分离器的设计”《给水排水》1983.2 宋金璞等

3. “Treatment Waste Water with HGMS” R. R. Oder and B. L. Horst 《Filtration and Separation》July and Aug 1976 P363~369
4. “Removal of Bacteria from Water by Adsorption to Magnetite” I. C. Macrae and Susan K. Evans 《Water Research》Vol. 18 No. 11, 1984 P1377~1380
5. “高梯度磁滤除菌试验研究”《哈尔滨建筑大学学报》1996.9 宋金璞等

作者简介:宋金璞 副教授

通讯处:150001 哈尔滨建筑大学新区 603 信箱

(收稿日期 1996-10-05)

在静态模拟试验中也得到证实。

表 1 不同投加点的 COD_{Mn}测定值(PAC=20mg/L)

工况	COD _{Mn} (mg/L)			全流程 COD _{Mn} 去除率(%)	PAC 净去除率(%)
	原水 (I)	常规处理 (II)	常规处理+PAC (III)	$\frac{(I)-(III)}{(I)} \times 100$	$\frac{(II)-(III)}{(II)} \times 100$
(a)	11.26	4.56	3.04	73.0	33.3
	10.78	4.16	2.64	75.5	36.5
	10.14	4.08	2.32	77.1	43.1
	9.82	4.40	2.40	75.6	45.5
(b)	11.74	5.88	4.63	60.6	21.3
	14.57	5.80	4.63	68.2	20.2

COD_{Mn}平均去除率:(a)全流程 75.3%,PAC 净去除率 39.6%;(b)全流程 64.4%,PAC 净去除率 20.8%。

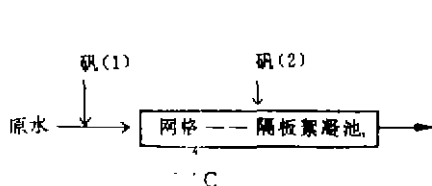


图 2 第二 加矾前投加PAC(b)

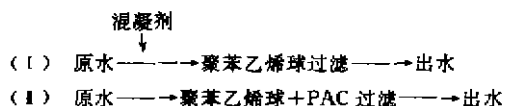
③ PAC 在水中的均匀分散直接影响吸附效果。实验中发现,若 PAC 不采用特殊方法投加,尽管与被处理水可达到均匀混合,但自身往往产生团聚现象影响吸附效果。为此,试验中采用专用水泵吸取 PAC 浆液高速投入水中,可达到均匀分散要求。

2 粉末活性炭悬浮床吸附过滤技术

在八十年代,Haberer 等人研究了集吸附和过滤于一体的 PAC 应用方法,故有的称之为 Haberer 工艺。此工艺是在上向流滤池中装入粒径为 1~3mm 的轻质滤料(如聚苯乙烯小球)作为载体,利用水泵使 PAC 浆液在滤池中循环直至全部附着于载体表面,这一预涂过程完毕后即可进行吸附、过滤。当 PAC 吸附效果下降至预定限度时,可采用自上而下冲洗的方法恢复其吸附效果。此工艺主要优点是 PAC 在池内停留时间长、浓度高时可最大限度地发挥其吸附能力。

Haberer 工艺的技术要点是载体粒径和厚度选择、预涂速度和方法及预涂量、过滤速度等。在实验室进行了悬浮床吸附过滤技术研究,试验是在直径 10cm、高 200cm 滤柱中进行,实验用载体(聚苯乙烯球)粒径 1.0~1.6mm;载体高度 100cm;比炭量(PAC/滤料)2.5g/L;预涂流速由 50m/h(持续 10min)逐渐降至 10m/h(20min),总预涂时间约 35min;过滤速度 7.5m/h。

根据以上技术参数,作了以下三种工艺对比:



工艺(III)：原水——>混凝剂——>聚苯乙烯球+PAC 过滤——>出水
原水平均浊度在 50~60 度之间波动,COD_{Mn}在 10mg/L 左右。工艺(I)、(II)出水浊度<3 度,而工艺(II)约 30~35 度(未加混凝剂)。有机物去除率三者差别也较大,特别在过滤初期。

① 载体不涂 PAC(I),COD_{Mn}去除率最小,在过滤 10h 内,基本稳定在 20%左右;载体涂 PAC 并同时在原水中投加混凝剂(III),COD_{Mn}去除率最高,10h 内一般在 40%以上;原水不加混凝剂,但载体上涂有 PAC(I),COD_{Mn}去除率居两者之间。由此可见,在悬浮床吸附过滤技术中,有机物的去除除了 PAC 吸附作用外混凝也起一定的作用,但(III)并不等于(I)和(I)之和,说明混凝对 PAC 吸附还存在一定包裹作用。在同一构筑物中同时去除浊度和有机物,工艺(III)是最佳选择。

② 工艺(II)和(III)的 COD_{Mn}去除率随过滤时间将持续下降,说明 PAC 吸附渐趋饱和。当出水 COD_{Mn}(或某特定有机物含量)超过标准时,滤池应进行冲洗,而后再开始新的预涂——过滤——冲洗过程。

作为饮用水处理,原水通过悬浮床吸附过滤后,仍需经过砂滤才行。悬浮床吸附过滤可代替混凝——沉淀或澄清池。

基于延长 PAC 在池内停留时间和提高其浓度以充份发挥 PAC 吸附容量,Kassam 等(1991)在 Edmonton 水厂将 PAC 投在澄清池泥渣层内进行所谓累积吸附,取得良好效果。澄清池内 PAC 浓度可高达 3200mg/L,停留时间可长达数十小时。此工艺与悬浮床吸附过滤技术原理相同,泥渣颗粒即可作为 PAC 载体,但泥渣浓度不可能像聚苯乙烯小球那样稳定,要受排泥操作影响;同时,投加方式也有区别。

3 粉末活性炭——硅藻土过滤联用技术

冬夏两用太阳能淡水器研究

龚泰石^①

(军事医学科学院卫生学环境医学研究所)

TU891.263

摘要 介绍了一种太阳能蒸馏法和自然冰冻法相结合的、冬季淡水量较高的新型平底式太阳能淡水器。试验表明,淡水器冬季冰冻量为 $7 \sim 10 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{d}$,化冰量为 $2.8 \sim 5.6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{d}$ 。在冬季,含盐量在 4000 mg/L 以下的原水通过淡水器一次冰冻脱盐,即可达到国家饮用水的含盐量要求。该淡水器结构简单、操作与维修方便、廉价实用、适合于冰冻期长的北方地区制取淡水使用。

关键词 脱盐;太阳能蒸馏器;冰冻脱盐法

1 前言

目前,在太阳能蒸馏法制取淡水的装置中,平底式太阳能蒸馏器是一种应用普遍、结构简单的主要淡化装置。它的明显缺点是,在冬季由于太阳辐射强度低、日照时间短、气温低,因此冬季淡水产量低,甚至不产水。为此,研制了太阳能蒸馏法和自然冰冻法相结合

的、冬季淡水产量较高的新型平底式太阳能淡水器。试验表明,该淡水器可由平底式太阳能蒸馏器改进而成,冬季气温 -5°C 以下时即可把苦咸水淡化成淡水,结构

① 参加本工作的还有:李平、张洪儒、李迎凯、石胜尧、吴玉华。

硅藻土过滤具有高效的除浊、除菌能力,但对溶解性物质去除能力差,PAC 则具有吸附水中溶解性物质能力,将这两者联合应用可同时取得精滤和吸附双重作用(简称 PDF 技术)。1992 年开始对此项技术研究,并已取得重要成果。

试验主要设备是直径为 15 cm 、高为 100 cm 、过滤面积为 0.208 m^2 的硅藻土过滤器,以及投加硅藻土和 PAC 的附属设备。操作程序是:

预涂滤膜——过滤——反冲洗

预涂过程是将硅藻土和 PAC 按一定比例和用量配成浆液(称为预涂剂),用水泵进行循环,直至浆液变清滤膜形成即开始过滤。在过滤过程中仍需不断投加一定量硅藻土和 PAC,称为附加剂,其作用一是吸附水中有机物,一是减小过滤水头损失的增长速度。吸附效果取决于 PAC 品种和用量,水头损失增长速度取决于原水水质、附加剂粒径级配、用量和滤速。当过滤水头损失达到预定值或水质不符合要求时,则用反向水流将滤膜冲掉,然后再进行新的工作周期。

PDF 技术可用于低浊度水源一次净化(一般浊度在 20 以下,如湖泊、水库水)和自来水深度处理,但仅适用于小型水处理厂。用于低浊度水源一次净化,工艺设备简单(即可以无需混凝沉淀),但对水质变化的适应能力差,主要表现在过滤阻力增长速度或过滤周期

的不稳定。鉴此,PDF 技术更适用于饮水深度净化,出水浊度一般在 0.5 NTU 以下。

作为自来水深度处理,在预涂剂、附加剂的配比和用量恰当时采用滤速 2.4 m/h ,PDF 的处理效果见表 2。过滤水头损失变化随过滤时间而增大、变缓,当达到预定值(通过技术经济分析确定)时过滤即应终止。水头损失变化也是 PDF 的技术关键。

表 2 PDF 技术的处理效果

项目	进水	出水	去除率 (%)	备注
$\text{CHCl}_3 (\mu\text{g/L})$	52.499	16.614	68.35	气相色谱测定
$\text{C}_2\text{Cl}_4 (\mu\text{g/L})$	42.342	7.194	83.01	气相色谱测定
$\text{COD}_{\text{Mn}} (\text{mg/L})$	4.89	2.46	49.65	标准法测定
UV_{254} 值	0.167	0.015	85.22	分光光度计测定
浊度 (NTU)	0.7	0	100	浊度计测定

由表 2 可知,PDF 去除 CHCl_3 和 C_2Cl_4 效果十分明显。 UV_{254} 去除率达到 85%,说明 NPTOC 和 TTHMFP 两类物质去除率较高。因而,PDF 技术用于饮用水深度处理前景很好。

综上所述,在水处理中 PAC 应用方法有多种,可根据不同情况和要求选用。

作者简介:范瑞初 教授、博士生导师

通讯处:200092 上海同济大学环境工程学院

收稿日期:1996-10-09