

活性炭联用在饮用水深度处理的试验研究

王绍斌

(广州市市政设计研究院, 广州 510060)

王宝贞

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150090)

摘要 用几种活性炭与压缩活性炭联用技术进行饮用水深度处理试验。试验结果表明:颗粒活性炭、粉末活性炭分别与压缩活性炭联用来进行饮用水的深度处理均能取得明显的效果。比较粉末活性炭, 颗粒活性炭与压缩活性炭联用对 E_{UV254} 、 COD_{Mn} 、NTU 的处理效果, 显示颗粒活性炭优于粉末活性炭, 不同型号的颗粒活性炭的处理效果也有一定差别。

关键词 饮用水深度处理 颗粒活性炭 粉末活性炭 压缩活性炭 联用

由于环境污染、水质恶化, 我国许多城市的给水水源受到不同程度的污染, 而自来水管的常规处理只能去除悬浮物、胶体和细菌等, 对溶解的有机物等有害物质很难去除。并且, 在自来水管常规氯化消毒中, 会生成多种有机氯化物, 包括三致物质如三卤甲烷等。因此必须要对饮用水深度净化工艺进行研究^[1]。对饮用水进行深度处理通常是在常规处理工艺以后, 采用适当的处理方法, 将常规工艺不能有效去除的污染物或消毒副产物的前体物加以去除, 提高和保证饮用水水质^[2]。

在各种改善水质处理效果的处理技术中, 活性炭(GAC)吸附是完善常规处理工艺以去除水中有机污染物最成熟的方法之一。活性炭来源广泛, 比表面积大, 对色、嗅、味、农药、消毒副产物、微量有机污染物等都具有一定的吸附能力。笔者将粉末活性炭、粒状活性炭分别与压缩活性炭组合联用, 对饮用水进行深度净化的处理试验。压缩活性炭是将细炭粉加以粘合剂成型经过烧结而成的活性炭体, 炭粒之间形成具有特定孔隙分布的立体交错的网状结构。

充粉末活性炭 GH16、颗粒活性炭 ICT14 × 40 和颗粒活性炭 ZJ15。另一条试验柱中, 仅使用压缩活性炭棒, 间隙内不填充材料。试验装置如图 1 所示。经水厂砂滤池过滤, 消毒后的原水从设备上端水管以衡定的流速进入到炭棒外壁与玻璃柱壁之间, 在压力作用下, 透过炭棒和各种填充炭, 水质得到深度净化, 透过炭棒的水经炭棒中孔内的出水管流出, 再逐渐提高进水流速, 来考察活性炭联用对不同流速的水的净化情况。

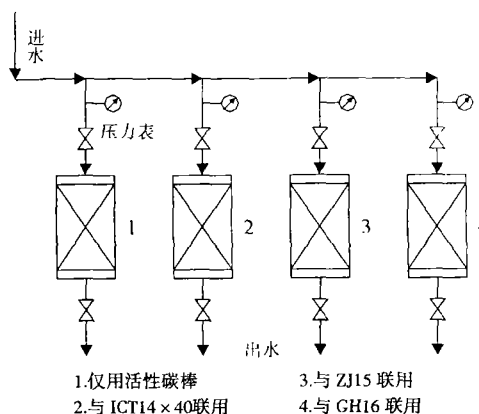


图1 几种活性炭装置示意图

1 试验装置与实验方法

1.1 试验装置与流程

装置主体为中空压缩活性炭棒, 炭棒内径 30 mm, 外径 70 mm, 固定密封于 $\varnothing 150 \times 320$ mm 的有机玻璃柱内。在压缩活性炭棒与有机玻璃柱内分别填

1.2 水质分析

本实验所测得的出水水质指标包括: UV_{254} 处吸光度 E_{UV254} 、高锰酸盐指数 COD_{Mn} 、浊度 NTU、含氮化合物等。这些指标基本上能够真实地反映了水中污染物的含量及考察活性炭对其吸附去除情况。

收稿日期: 2002-12-25

分析方法采用国家环保局编制的《水和废水监测分析方法》推荐的方法。

2 试验结果与讨论

2.1 压缩活性炭对 COD_{Mn} 的去除

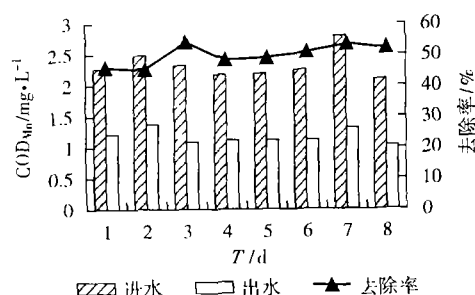


图2 压缩活性炭对 COD_{Mn} 的去除效果

图2所示为在流量 300 mL/min 时,压缩活性炭棒对 COD_{Mn} 的去除情况。从中可看出 COD_{Mn} 的去除率在 $50\%\sim 60\%$ 之间,出水水质比较稳定,出水的 COD_{Mn} 均低于 1.5 mg/L 。

压缩活性炭对有机物有很好的去除效果,这与压缩活性炭的结构特点有关。压缩活性炭除了具有粉末活性炭本身的孔隙分布特点之外,还具有炭体结构上的孔隙分布,使得压缩活性炭不但能够通过粉末活性炭和结构孔隙发挥吸附作用,而且立体网状结构的孔隙还能够发挥筛分作用,粒径大于其孔隙大小的物质被截留。

2.2 各种活性炭联用对 $E_{\text{UV}254}$ 的去除效果

$E_{\text{UV}254}$ 是 254 nm 波长下水样的紫外吸收光度,紫外吸收对于测量水中天然有机物如腐殖质有重要意义。 $E_{\text{UV}254}$ 可以作为总有机碳浓度及三卤甲烷前体物的代用参数。

当流量控制在 400 mL/min 时,其中活性炭 GH16、活性炭 ZJ15 与压缩活性炭联用对 $E_{\text{UV}254}$ 的去除效率分别达到 70% 和 80% ,而活性炭 $\text{ICT}14\times 40$ 与压缩活性炭联用对 $E_{\text{UV}254}$ 的去除率最高,已达到 90% 。在此流量下3种活性炭和压缩活性炭联用对 $E_{\text{UV}254}$ 的去除效果都较好。活性炭从性质上讲,是属于一种憎水性的吸附剂,它对水中的憎水性强的有机物有较好的吸附能力,如水中的腐植酸、富里酸等较易为活性炭所吸附,所以活性炭对水中消毒副产物的前体有较好的吸附去除能力。而活性炭对亲水性较强的

有机物吸附能力不足,如对亲水酸、蛋白质、氨基酸、羧酸等的亲水性有机物的去除率相对较低。

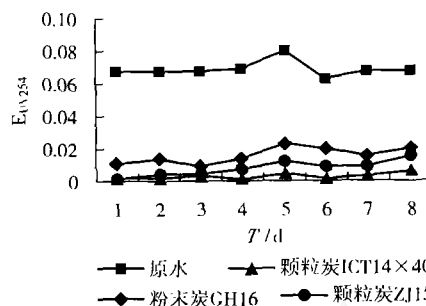


图3 各种活性炭联用对 $E_{\text{UV}254}$ 的去除效果

2.3 各种活性炭联用对 COD_{Mn} 的去除效果

当流量控制在 400 mL/min 时,活性炭 $\text{ICT}14\times 40$ 、ZJ15 和压缩活性炭联用的出水 COD_{Mn} 在 $0.5\sim 1.0\text{ mg/L}$ 之间(见图4),去除率在 70% 左右。粉末活性炭联用装置出水的 COD_{Mn} 为 1.5 mg/L 左右,去除率为 40% 。粉末活性炭的比表面积、碘量值分别为 $939\text{ m}^2/\text{g}$ 和 930 mL/g ,而颗粒活性炭 $\text{ICT}14\times 40$ 的比表面积、碘量值分别为 $850\text{ m}^2/\text{g}$ 和 920 mL/g 。粉末活性炭的两项指标均高于颗粒活性炭而吸附效果反而小于颗粒炭,考虑到活性炭的碘值反映的是活性炭微孔吸附容量的大小,因此可以说,活性炭的微孔吸附容量绝大部分没有发挥作用,活性炭只是由于过渡孔被大分子有机物、悬浮物所堵塞而不能有效发挥微孔的吸附作用,说明对于活性炭水处理技术来说,最重要的不是较大的活性炭比表面积和较小的活性炭微孔,而是扩大活性炭的过渡孔而使活性炭的吸附容量得以充分发挥^[3]。

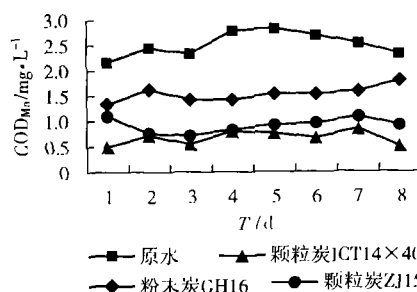


图4 各种活性炭联用对 COD_{Mn} 的去除效果

2.4 各种活性炭联用对浊度的去除效果

当流量为 400 mL/min 时,颗粒活性炭和压缩活

性炭联用出水浊度可控制在 0.2 NTU 左右, 去除率可达 90%。而与粉末活性炭联用, 其出水浊度为 0.5 NTU, 去除率为 50%。

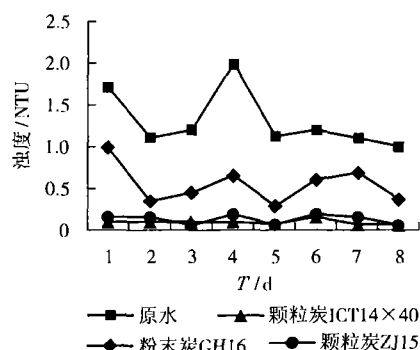


图 5 各种活性炭联用对浊度的去除效果

从一般粒状活性炭微孔孔径为 4 nm、大孔孔径为 0.1~10 μm 看来, 活性炭微孔甚至过渡孔对水中悬浮物等截留作用不大, 实际上活性炭中起浊度去除作用的主要是大孔, 悬浮物根本不能进入过渡孔和微孔区域。由于颗粒活性炭大孔区较为发达, 因此颗粒活性炭对水中浊度的去除效果较好。

2.5 不同流速下活性炭对有机物的去除效果

表 1~表 3 是 3 种活性炭联用装置在不同流速下对水中有机物的去除情况。在低流速下活性炭对水中有机物去除效果较好, 流速的不断增加使出水的各项指标也随之增加, 而对 COD_{Mn} 、 $E_{\text{UV}254}$ 和浊度的去除规律基本相同。活性炭 ICT14 $\times$ 40 的去除效果最佳, 而 GH16 的去除效果最差。

各种活性炭对于 $E_{\text{UV}254}$ 的去除效果一直高于对 COD_{Mn} 的去除。其原因在于活性炭对水中的憎水性强的有机物有较好的吸附能力, 如水中的腐植酸、富里酸等较易为活性炭所吸附, 所以活性炭对水中消毒副产物的前体有较好的吸附去除能力。这对去除水中的三卤甲烷物质是很有益的, 因此活性炭对于饮用水的深度处理是非常理想的。

从各种活性炭的性能指数中可知, 粉末活性炭 GH16 的比表面积、碘值和亚甲基蓝值均要高于颗粒活性炭 ICT14 $\times$ 40, 而它对 COD_{Mn} 、 $E_{\text{UV}254}$ 、浊度的去除效果均低于 ICT14 $\times$ 40。由此看来, 比表面积、碘值、亚甲基蓝值等指标并不能完全决定活性炭的吸附性能, 活性炭的吸附性能是由各种物理化学参数共同作用所决定的, 这里还应包括活性炭的孔径

表 1 活性炭联用装置对 $E_{\text{UV}254}$ 的去除率 %

$Q_v/\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$	GH16	ICT14 $\times$ 40	ZJ15
300	90.3	99.3	96.8
400	77.4	96.3	88.3
500	48.5	77.8	59.4

表 2 活性炭联用装置对 COD_{Mn} 的去除率 %

$Q_v/\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$	GH16	ICT14 $\times$ 40	ZJ15
300	54.7	77.8	75.9
400	39	74.3	64.3
500	28.2	58.5	48.9

表 3 活性炭联用装置对浊度的去除率 %

$Q_v/\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$	GH16	ICT14 $\times$ 40	ZJ15
300	62.9	93.9	93
400	57.5	93.2	90.5
500	40.7	72.2	69.6

分布情况。粉末状的活性炭很容易随水流走, 产生炭流失现象, 难以控制; 颗粒状的活性炭因颗粒成形不易流动, 水中有机物等杂质在活性炭过滤层中也不易阻塞, 其吸附能力强, 更换方便, 因而颗粒活性炭在实践中应用的可行性要高于粉末活性炭^[9]。活性炭的吸附能力和与水接触的时间成正比, 接触时间越长, 过滤后的水质越佳。

3 结论

通过以上的实验研究证实了压缩活性炭吸附速度快、吸附效率高, 在去除有机物和浊度方面发挥了独特的优势, 具有卓越的去除性能, 而且易于反冲洗, 无炭流失现象, 有着广阔的前景。而将其他型号的活性炭与压缩活性炭联用, 组成深度处理装置, 使二者互为补充、互为强化, 得到了满意的处理效果。

4 参考文献

- [1] 王占生, 刘文君. 微污染水源饮用水处理. 中国建筑工业出版社, 1999
- [2] 吴启州. 饮水中有机污染物的危害及对策. 水处理技术, 1997, 23(4)
- [3] James E K, et al. Competitive Interactions Among of Humic Acids in Granular Activated Carbon Adsorption Systems: Effects of Solution Chemistry. Environ. Sci. Technol, 1996, 30(4)
- [4] 兰淑澄. 活性炭水处理技术. 中国环境科学出版社, 1991

(下转第 27 页)

表 6 广州市白云区长生废物处理中心焚烧炉烟气排放口排污情况

监测项目	排放浓度	排放限值
烟尘	46.88	80
烟气黑度	0.5 级	1级
一氧化碳	85.52	150
氮氧化物	68.88	400
二氧化硫	36.62	260

处理规模小,尚未实现规模化处理,仍存在能否稳定达标排放的问题。

针对以上特点对广州市生活垃圾处理设施提出以下建议:(1)城市生活垃圾填埋场的建设应按规范有规划统筹进行,以降低成本,提高处理费效比。对番禺地区以镇为单位的垃圾填埋场要进行改造,将环境污染大、处理规模小的填埋场考虑封场进行

生态改造,特别是番禺南沙地区作为未来广州市的现代化生态型滨海新城,市政府正在全面大力开发,该地区目前的垃圾处理现状势必阻碍其发展;(2)对现有填埋场如李坑、大田山应加强垃圾填埋场管理,以保证填埋场正常运作,减少渗滤液、恶臭废气对周围环境的影响,对新建垃圾填埋场应采用卫生填埋技术,提高填埋场空间利用系数;(3)发展生活垃圾焚烧发电技术,适当增建上规模、高技术的生活垃圾焚烧厂,以缓解填埋用地不足的压力。

4 参考文献

- [1] 梁嘉炽. 广州市生活垃圾处理现状及前景规划. 见:城市固体废物处理与资源化国际会议论文集. 2001. 10
- [2] 王孚懋,程美良,张岩. 城市生活垃圾处置过程中污染防治. 城市环境与城市生态, 2002, 15(4)
- [3] 刘培哲. 城市生活垃圾治理现代化的发展趋势. 环境与卫生, 2002, (2): 7

Monitoring and Analysis of Investigation on Municipal Solid Waste Treatment Facilities in Guangzhou City

Ju Hong Zhang Guoxiong

Abstract The municipal solid waste(MSW) treatment facilities of Guangzhou city were investigated and the emitted pollutions were monitored. The characteristics of treatment facilities were described. The results showed that the construction of MSW landfill sites should be standardized and the management of landfill sites be strengthened. In addition, the control of landfill site pollution and the development of MSW incineration technology were suggested.

Key words MSW treatment facilities investigation monitoring Guangzhou

(上接第 13 页)

Experimental Research on Combination Use of Active Carbon in Drinking Water Advanced Treatment

Wang Shaobin Wang Baozhen

Abstract The combination of compressed active carbon and other active carbons is used in drinking water advanced treatment. The result shows that the combination of GAC(granular active carbon) have gotten a good effect, as same as the combination of PAC (powder active carbon). In contrastive experiments, the treatment effect of powder active carbon and granular active carbon to Euv25, COD_{Cr}, NTU is different in combination with compressed active carbon respectively, the latter excels the former. Treatment effect differs in different models of granular active carbon.

Key words advanced treatment of potable water GAC(granular active carbon) PAC(powder active carbon) compressed active carbon combination use