

# 粉末活性炭吸附技术应用的关键问题

金 伟 李怀正 范瑾初

**提要** 粉末活性炭吸附技术作为水厂改善水质的有效措施,运行方式灵活,费用低廉,效果明显。通过综合研究成果,对粉末活性炭吸附技术在水厂应用中应重点解决的问题进行了探讨。

**关键词** 粉末活性炭 水质 有机物

## 1 应用状况

粉末活性炭在给水处理中的使用已有 70 年左右的历史。自从美国首次使用粉末活性炭去除氯酚产生的嗅味以后,活性炭成为给水处理中去除色、嗅、味和有机物的有效方法之一。国外对粉末活性炭吸附性能作的大量研究表明:粉末活性炭对三氯苯酚、二氯苯酚、农药中所含有机物,三卤甲烷及前体物以及消毒副产物三氯醋酸、二氯醋酸和二卤乙腈等等均有很好的吸附效果,对色、嗅、味的去除效果已得到公认。

粉末活性炭在欧、美、日等国应用很普遍,美国 80 年代初期每年在给水处理中所用粉末活性炭约 2.5 万 t,且有逐年增加趋势。我国 60 年代末期开始注意污染水源的除嗅、除味问题。粉末活性炭在上海、哈尔滨、合肥、广州都曾试用过。近年来,我国对粉末活性炭的研究和应用逐渐重视,同济大学、哈尔滨建筑大学等都作了较为深入的研究,已取得不少实用性成果。

粉末活性炭应用的主要特点是设备投资省,价格便宜,吸附速度快,对短期及突发性水质污染适应能力强。

## 2 制约技术应用的瓶颈

根据我们的研究表明:自来水厂中应用粉末活性炭吸附技术,是一项非常有前景的技术。但是,由于未能很好地解决该技术在应用方面存在的局限性,难以发挥粉末活性炭技术的优势,导致技术应用不能达到实际效果。在自来水厂中的应用必须解决理论依据和应用两大类问题。

### 2.1 理论上应解决的问题

(1) 根据水厂原水的水质状况,特别是有机物分子量的分布状况,确定投加粉末活性炭的炭种(见图 1)。

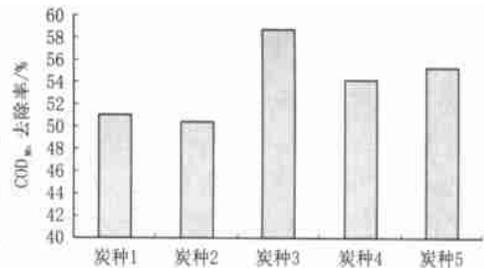


图 1 不同炭种对有机物去除效果的影响

(2) 根据水厂的实际情况,确定合理、经济的投加量(见图 2)。

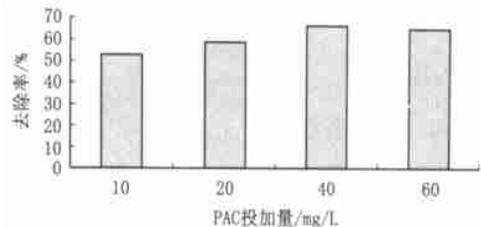


图 2 不同 PAC 投加量对有机物去除效果的影响

(3) 根据水厂现有的生产工艺,确定合适、合理的投加点及投加方式,以解决粉末活性炭与混凝剂吸附竞争的矛盾,提高粉末活性炭使用效率(见图 3)。

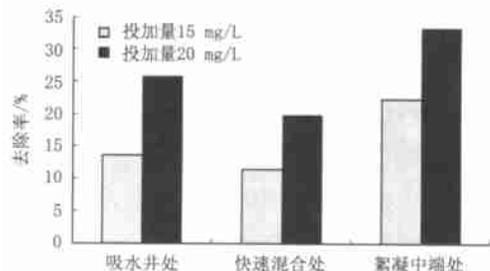


图 3 不同投加点 PAC 对有机物去除效果的影响

作为一种普遍性的规律,由图 1,图 2,图 3 可以知道:在相同条件下,不同的粉末活性炭炭种对有机

物吸附处理的能力相差较大(去除率相差 16%)。同样,根据水厂制水工艺的特点,不同投加点的影响也较大,这主要是由于原水的特性以及混凝与吸附竞争的结果,而投加量的确定在工程应用中应根据目标期望值(出厂水  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ )以及运行成本来综合考虑。

粉末活性炭投加作为一种应急性的措施,在一些水厂已经得到了尝试,但对该技术的应用成效褒贬不一。我们的研究表明:针对水厂各异的实际情况,必须很好地探索解决上述三个问题的合适方式;特别是针对不同的处理工艺流程,选择合理的投加点和投加方式是至关重要的。因此在该技术的应用方面,必须引起足够的重视,才能经济、有效地发挥粉末活性炭除污染的作用。

## 2.2 工程应用中应解决的问题

(1) 应用中粉尘飞扬的污染问题。在自来水厂应用中,由于粉末活性炭在诸多环节如装卸、拆包、配制、投加过程中劳动强度大、容易引起粉尘飞扬,造成工作环境恶劣,操作人员抵触情绪较强,也成为制约粉末活性炭技术应用的一个关键的、实质性的问题。

根据资料报道,有些自来水厂采用负压配制投加方式进行粉末活性炭投加。该方式已经基本解决了粉尘污染的问题,但仍难以避免粉末活性炭(20 kg/袋)在搬运、拆包过程中造成的粉尘飞扬以及劳动强度大的问题,特别是处理能力大于  $10 \text{万 m}^3/\text{d}$  的自来水厂,每小时的粉末活性炭用量一般在 60 kg 左右(以投加量  $15 \text{ mg/L}$  计算)。

(2) 应用中精确制备和定量投加粉末活性炭的问题。为稳定粉末活性炭吸附除污染的效果,应在一定范围内尽量保证投加计量的准确,这不仅关系到处理效果,也与制水成本密切相关。根据合适的参数建造的整个粉末活性炭储存、配制、投加设备或系统必须能很好地防止在各个环节造成的不稳定因素,如在输送投加过程中的堵塞问题,会造成流量不稳定,从而影响除污染的效果。

(3) 设备或系统的自动化控制。为进一步降低粉末活性炭投加设备的操作强度,如何实现自动化操作、与水厂原有自动化控制系统相配以及如何根

据水质变化情况自动追踪调整,以满足稳定出水水质的目的,这也是制约该技术应用的关键因素。

(4) 投资、成本控制。粉末活性炭技术的应用最为关键的问题是投资以及成本的控制,为满足新的《生活饮用水卫生规范》(主要是  $\text{COD}_{\text{Mn}} < 3 \text{ mg/L}$ , 特殊情况下不超过  $5 \text{ mg/L}$ ),大多数水司均面临技术改造的问题。对大多数水司而言,水质污染一般是间断性或突发性的,常规工艺在大多数时间是能够满足新的规范要求的,因此粉末活性炭技术是一项实用性非常强的技术,其投资相对较省,成本较低、投用灵活。

例如,处理能力为  $10 \text{万 m}^3/\text{d}$  的自来水厂,设备的投资在 120 万元左右, $1 \text{ m}^3$  水投资在 12 元左右,较之生物处理方法投资( $1 \text{ m}^3$  水投资 100 元左右)以及臭氧生物活性炭工艺投资( $1 \text{ m}^3$  水投资 250 元左右)具有很大的优势;同时增加的处理成本约为  $0.02 \text{ 元/m}^3$  (以每年平均污染期使用粉末活性炭投加设备 90 d,平均投加量为  $15 \text{ mg/L}$  计算)。

## 3 结论

根据我们长时间的理论研究以及工程实践表明:粉末活性炭投加作为一项应急性的水质改善手段,只要正确解决技术使用上的炭种选择、投加点、投加方式等问题,可以较好地提高水厂的出厂水水质,特别是对有机物( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ )、色度等水质指标的改善;同时该技术已经取得了工程实践的检验,解决了使用过程中的粉尘污染、精确投加以及降低劳动强度实现自动化控制等诸多问题,并且该技术的使用投资少,效果明显,运行成本低廉。

## 参考文献

- 1 蒋峰. 粉末活性炭吸附处理微污染原水技术研究:[学位论文]. 上海:同济大学,1994
- 2 “八五”国家科技攻关课题. 粉末活性炭吸附技术研究报告. 同济大学,1996
- 3 粉末活性炭处理黄浦江原水研究报告. 同济大学,1999

作者通讯处:200092 上海同济大学环境科学与工程学院  
电话:(021)65981805(O)  
E-mail:jjinwei21@sina.com  
收稿日期:2001-6-29